

令和 6 年度森林整備保全事業推進調査

報 告 書

令和 7 年 3 月

林野庁

目次

1. 調査の目的及び検討委員会の開催	1
1.1. 調査の目的・方法の概要.....	1
1.2. 検討委員会の設置・運営.....	1
1.2.1. 検討委員会の設置	1
1.2.2. 検討委員会の開催	2
2. 森林の多面的機能についての最新の知見・研究成果の収集・整理	3
2.1. 文献収集の方法	3
2.2. 文献の整理方法	3
2.2.1. 収集文献原文の整理方法	3
2.2.2. 文献整理表（リスト）の作成	4
2.3. 文献収集結果の概要	11
2.4. 水源涵養機能に関する収集文献一覧表.....	14
2.5. 山地災害防止機能/土壌保全機能に関する収集文献リスト	22
2.6. 生物多様性保全機能に関する収集文献リスト	44
2.7. 経済評価に関する収集文献リスト	119
2.8. 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイスに関する要点	122
2.8.1. 森林の多面的機能に関する Q&A に関連する文献の整理	122
2.8.2. 森林の多面的機能に関する Q&A 別の文献数.....	123
2.8.3. 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイスに関する要点.....	126
2.8.4. 補足・追加問案及び参考文献について	127
3. 次期森林整備保全事業計画の策定に向けた成果指標の検討	173
3.1. 現在の森林整備保全事業計画における成果指標	173
3.2. 最新の知見・研究成果を踏まえた成果指標の改善に向けた方向性	176
3.2.1. 利用可能な情報の検討	176
3.3. 最新の知見・研究成果を踏まえた成果指標の検討	180
4. 次年度に向けた課題	186
巻末資料 検討委員会議事録	188

1. 調査の目的及び検討委員会の開催

1.1. 調査の目的・方法の概要

林野庁は、全国森林計画に掲げる森林の整備及び保全の目標の計画的かつ着実な達成に資するため、森林整備事業及び治山事業（以下、「林野公共事業」という。）に関する計画である森林整備保全事業計画を5年ごとに策定している。

当該計画では、林野公共事業の実施が国民生活等に与える影響をなるべくわかりやすく示すため、事業実施の目標や成果指標を定めており、当該指標やその達成状況は、政策評価をはじめとする様々な政策効果の検証にも活用されている。

令和6年5月には令和6年度から令和10年度を計画期間とする新たな森林整備保全事業計画が策定され、成果指標についても一部の見直しがなされたところであるが、5年後に予定される同計画の策定においても喫緊の政策課題を踏まえた成果指標の改善を検討できるよう、科学的知見の集積と整理を進める必要がある。

そこで、本調査においては、次期森林整備保全事業計画の策定に向けて成果指標の改善等の検討に資するため、林野公共事業の実施効果と関連が深い森林の有する多面的機能に関して、最新の知見・研究成果の調査・分析等を行うことを目的とする。

森林の多面的機能についての研究成果等については、平成26年度～平成28年度の森林整備保全事業推進調査において、水源涵養機能、山地災害防止機能／土壌保全機能、快適環境形成機能、生物多様性保全機能等の4種類の機能ごとにとりまとめている。そのため、本調査では同様の機能毎に追加の知見を調査・整理することとする。

また、収集した知見を活用し、平成28年度森林整備保全事業推進調査において収集した知見を基に作成した森林の多面的機能に関するQ&Aについて、リバイスが必要かどうか検討を行う。その際、収集・整理した文献からQ&Aのリバイスに有用と考えられる文献を抽出し、調査の目的、調査項目・方法、調査結果の概要、得られた成果等を要約したシートを作成する。

1.2. 検討委員会の設置・運営

1.2.1. 検討委員会の設置

調査の実施に当たっては、高度な専門知識が求められることから、森林の有する多面的機能各分野に対して知見を有する学識経験者で構成する検討委員会を設置し、調査方法・内容に対する指導・助言を受けることとした。

検討委員会は2回以上開催し、調査内容について検討・助言を受け調査を進めた。

図表 1-1 検討委員名簿

(敬称略)

氏 名	所 属	専門分野
立花 敏	京都大学教授	林業経済
梶本 卓也	新潟大学佐渡自然共生科学センター 教授	造林、森林生態
五味 高志	名古屋大学大学院生命農学研究科 教授	山地保全、治山、砂防
玉井 幸治	森林研究・整備機構森林総合研究所 研究ディレクター	森林防災、森林火災、 林床面環境

1.2.2. 検討委員会の開催

検討委員会は、下記のとおり 2 回開催した。議事録は巻末資料に示す。

(1) 第 1 回検討委員会

日時：令和 6 年 12 月 26 日（木）

場所：日林協会館 5 階会議室

議題：今年度の事業実施方針について

(2) 第 2 回検討委員会

日時：令和 7 年 2 月 3 日（月）

場所：日林協会館 5 階会議室

議題：今年度の事業実施結果について

2. 森林の多面的機能についての最新の知見・研究成果の収集・整理

2.1. 文献収集の方法

インターネット上に公開されている、学術文献、専門科学誌、国・都道府県調査報告等々から、水源涵養機能、山地災害防止機能/土壌保全機能、快適環境形成機能、生物多様性保全機能に関わると考えられる文献を収集した。また近年、生態系サービスとその経済評価に関する文献が見られることから、これらに係る文献についても整理する。収集の条件は下記のとおりである。

(1) 対象収集文献について

①インターネット検索により収集可能な公開文献。

②下記の論文、文献とするがテーマに合致するものであれば広く収集。

学会論文、学位論文、大学紀要、研究機関発行誌、国・都道府県報告書・パンフレット、単行本、等

③対象とする多面的機能

水源涵養機能、山地災害防止機能/土壌保全機能、快適環境形成機能、生物多様性保全機能

④検索キー

多面的機能に関連する用語、各文献が参考文献に挙げた文献等

(2) 対象文献の発行年等について

平成 27 年度までの文献については、平成 28 年度報告書にて収集整理しているが、収集漏れの文献もあることから、平成 27 年度以前の文献についても収集対象とした。

なお、平成 29 年度、令和元年度、2 年度、3 年度、4 年度の本調査においても文献収集が実施されており、これらの収集文献についても、本年度調査で新規収集した分と併せて、平成 28 年度以前の文献との重複をチェックの上、整理統合した。

生物多様性保全機能に関する文献については令和 2～4 年度調査においても実施しており、新規の文献を入手することが困難なことから、新規収集は実施しないこととした。快適環境形成機能については、山地災害防止機能において収集することとした。

2.2. 文献の整理方法

2.2.1. 収集文献原文の整理方法

水源涵養機能、山地災害防止機能/土壌保全機能、快適環境形成機能、生物多様性保全機能別にフォルダーを作成し、収集文献原文について、文献番号を付与して整理格納する。

ファイル名は、原則として原文タイトルとするが、長いタイトルの場合にはタイトル後半部分を除くものとする。

なお文献番号は、各機能別に 1 番から連番とする。収集文献原文のファイル名は下記のように設定した。

ファイル名：文献番号_原文タイトル

例：001_定山溪森林理水試験地における無機態窒素流出負荷量の長期変動

2.2.2. 文献整理表（リスト）の作成

収集文献は、図表 2-2 に示した項目について EXCEL にて整理する。
整理項目は下記のとおりである。

①文献番号

各機能別に 1 番からの連番とする。番号は、収集文献原文に付与されている文献番号と一致させる。

②文献種類

文献別に図表 2-1 に示す文献種類コードを付与する。

図表 2-1 文献種類

文献種類		文献コード
各学会論文	原著論文	1
	総説	2
森林総研・演習林報告等		3
都道府県林業試験場報告等		4
林野庁・国調査報告書		5
都道府県調査報告書		6
専門誌・雑誌		7
単行本		8
その他		9

③分類コード

文献内容に関して多面的機能別に図表 2-3 に示す分類コードを付与する。分類コードは、平成 27 年度本調査において「森林の公益機能に関する文献要約集」（社団法人 日本治山治水協会 昭和 63 年）の目次構成を参考として分類区分を行い、対応する 5 桁の分類コードを設定した。しかし、これらの分類ではカバーできない文献分類も多数あることから本年度調査では、新たな分類を追加してコード設定したものである。

例えば、生物多様性保全機能では、これまでは、極めて限定的な分類であったが、高齢級化、広葉樹林化、健全性等の新たな調査研究が行われている。そのため、主に、生物多様性保全機能について分類区分を新たに設定した。

分類 1 から分類 4 までは、当該分類コードの示す内容を表示したものである。

図表 2-2 収集文献リストの様式

[illegible]

図表 2-3 分類コード一覧表 (1)

分類1	分類2	分類3	分類4	分類1コード	分類2コード	分類3コード	分類4コード	分類コード
水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	降水量増加	1	1	1	1	10111
			樹冠遮断量	1	1	1	2	10112
			蒸発散量	1	1	1	3	10113
		地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	落葉の保水	1	1	2	1	10121
			地表流下	1	1	2	2	10122
			土壌面蒸散	1	1	2	3	10123
		地下部(根系・土壌)の影響	土壌の保水	1	1	3	1	10131
			浸透	1	1	3	2	10132
	森林と洪水	森林の洪水緩和作用	森林の作用	1	2	1	1	10211
			有林地と無林地の比較	1	2	1	2	10212
		森林状態と洪水	林種別の比較	1	2	2	1	10221
			森林面積率などによる比較	1	2	2	2	10222
			林況変化の影響	1	2	2	3	10223
		洪水緩和に望ましい森林とその取扱	望ましい標準林分	1	2	3	1	10231
			望ましい施業と配置	1	2	3	2	10232
			森林の作用	1	3	1	1	10311
	森林と水資源	森林の水資源涵養	有林地と無林地の比較	1	3	1	2	10312
			森林と水質	1	3	1	3	10313
			林種別の比較	1	3	2	1	10321
		森林状態と水資源	森林面積率などによる比較	1	3	2	2	10322
			林況変化の影響	1	3	2	3	10323
		水資源涵養に望ましい森林とその取扱	望ましい標準林分	1	3	3	1	10331
			望ましい施業と配置	1	3	3	2	10332
		森林と流量調節	森林の流量調節作用	1	3	4	1	10341
			森林状態と流量調節	1	3	4	2	10342
	森林と流域保全	水保全に望ましい森林とその取扱	望ましい標準林分	1	3	5	1	10351
			望ましい施業と配置	1	3	5	2	10352
			望ましい標準林分	1	4	0	1	10401
			望ましい林分配置	1	4	0	2	10402
			望ましい施業	1	4	0	3	10403
			目的別森林管理	1	4	0	4	10404
	その他			1	5	0	0	10500

図表 2-3 分類コード一覧表 (2)

分類1	分類2	分類3	分類4	分類1コード	分類2コード	分類3コード	分類4コード	分類コード
山地災害防止／ 土壌保全機能	森林と表面浸食	森林の表面浸食防止作用	森林の作用	2	1	1	1	20111
			有林地と無林地の比較	2	1	1	2	20112
			林地と草地・農地の比較	2	1	1	3	20113
		森林状態と表面浸食	樹・林種別の比較	2	1	2	1	20121
			地被状態別の比較	2	1	2	2	20122
			森林面積率・密度別の比較	2	1	2	3	20123
			森林伐採・放牧など	2	1	2	4	20124
			土砂流出と森林	2	2	0	1	20201
			森林の作用	2	2	0	2	20202
			森林状態と土砂流出	2	2	0	3	20203
	森林と土砂流出		望ましい標準林分	2	3	0	1	20301
			望ましい林分配置	2	3	0	2	20302
			望ましい施業	2	3	0	3	20303
	表面浸食防止に望ましい森林とその取扱		望ましい林分配置	2	4	0	1	20401
			望ましい施業	2	4	0	2	20402
			森林以外の土砂流出防止法	2	4	0	3	20403
	森林と山崩れ	森林の山崩れ防止作用	森林の作用	2	5	1	1	20511
			森林と斜面安定の関係解析	2	5	1	2	20512
			有林地と無林地の比較	2	5	1	3	20513
			林地と草地の比較	2	5	1	4	20514
		森林状態と山崩れ	林種別の比較	2	5	2	1	20521
			林齢別の比較	2	5	2	2	20522
			材積・疎密度別の比較	2	5	2	3	20523
			森林伐採	2	5	2	4	20524
		山崩れ防止に望ましい森林とその取扱	望ましい標準林分	2	6	0	1	20601
			望ましい林分配置	2	6	0	2	20602
			望ましい施業	2	6	0	3	20603
	森林の落石防止機能		立木と落石	2	7	0	1	20701
			木材強度試験と立木への応用	2	7	0	2	20702
			落石防止林造成・施業法	2	7	0	3	20703
				2	7	0	3	20703
	土壌保全に及ぼす森林の影響	地上部の影響	地上部が浸食に及ぼす影響	2	8	1	1	20811
			地上部が山崩れに及ぼす影響	2	8	1	2	20812
		地面部の影響	地面部が浸食に及ぼす影響	2	8	2	1	20821
			地面部が山崩れに及ぼす影響	2	8	2	2	20822
		地下部の影響	地下部が浸食に及ぼす影響	2	8	3	1	20831
			地下部が山崩れに及ぼす影響	2	8	3	2	20832
	その他			2	9	0	0	20900
	斜面崩壊メカニズム		樹木根系と崩壊	2	10	1	0	21010
			表層崩壊	2	10	2	0	21020
			深層崩壊	2	10	3	0	21030
			崩壊現象全般	2	10	4	0	21040
			その他	2	10	5	0	21050
	流木対策			2	11	1	0	21110
	森林の津波被害軽減機能			3	1	0	0	30100
	森林の干害防備機能			3	2	0	0	30200
	森林の遊水機能			3	3	0	0	30300
	森林の防風機能			3	4	0	0	30400
	森林の防潮機能			3	5	0	0	30500
	森林の防霧機能			3	6	0	0	30600
	森林の防雪機能			3	7	0	0	30700
	森林の雪崩防止機能			3	8	0	0	30800

図表 2-3 分類コード一覧表 (3)

分類1	分類2	分類3	分類4	分類1コード	分類2コード	分類3コード	分類4コード	分類コード
快適環境形成機能	森林の気象緩和機能			3	9	0	0	30900
	森林の防音機能			3	10	0	0	31000
	森林の防火機能			3	11	0	0	31100
	森林の 대기浄化及び環境指標機能			3	12	0	0	31200
	森林の水産物保全機能			3	13	0	0	31300
	森林の炭素固定機能			3	14	0	0	31400
	森林の保健休養機能			3	15	0	0	31500
	海岸林の機能	造成・再生の方法・効果 保全・整備の方法・効果		3	16		1	31601
				3	16		2	31602
	里山林の機能	生態系の保全 景観保全・整備 森林整備・管理手法		3	17		1	31701
				3	17		2	31702
				3	17		3	31703
	風致・景観機能			3	18		0	31800
	森林環境教育機能			3	19		0	31900
	その他			3	20	0	0	32000
生物多様性保全機能	林齢が生物多様性に及ぼす影響			4	1	0	0	40100
	林分構造が生物多様性に及ぼす影響			4	2	0	0	40200
	施業が生物多様性に及ぼす影響			4	3	0	0	40300
	その他の要因が生物多様性に及ぼす影響			4	4	0	0	40400
	生物多様性保全のため望ましい森林とその取扱			4	5	0	0	40500
	その他			4	6	0	0	40600
	人工林の生物多様性	高齢化の影響	生物多様性への影響	4	7	1	1	40711
			成長への影響	4	7	1	2	40712
		天然更新の影響		4	7	2	0	40720
		混交林化・広葉樹林化の影響		4	7	3	0	40730
		その他		4	7	4	0	40740
	溪畔林の生物多様性			4	8	0	0	40800
	歴史・思想・文化・社会			4	9	0	0	40900
	健全性	森林被害	気象害	4	10	1	1	41011
			病虫害	4	10	1	2	41012
			動物被害	4	10	1	3	41013
			その他	4	10	1	4	41014
		健全性の評価・管理		4	10	2	0	41020
	多様性評価			4	11	0	0	41100
	生態系の多様性			4	12	0	0	41200
	絶滅危惧種			4	13	0	0	41300
経済評価				5	0	0	0	50000

④掲載年、著者、掲載誌、タイトル

掲載年：掲載誌に発表された年度を西暦で記載。

著者：原則として代表者名＋他何名と記載。

掲載誌・号：掲載誌の名称、発行号数がわかる文献については発行号数を記載。

タイトル：掲載誌記載のタイトルを記載。収集文献原文のファイル名と一致。

⑤概要、調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要

概要：文献内容について簡単に説明。

調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要：

研究論文等については要旨、その他の文献については要約して記載。

⑥キーワード

文献内容の主要検索キーワードを記載。

⑦研究の方法等の概要

研究方法について、例えば事例調査分析、シミュレーション、モデル解析等々を記載。

⑧研究方法分類コード

図表 2-4 に示す研究方法分類コードを記載。

図表 2-4 研究方法分類コード

調査・研究の内容・方法の区分	研究方法分類
実測と推定モデル解析	1
数値シミュレーション	2
理論研究(情報構造・データ解析、統計理論等々)	3
事例調査研究	4
その他(総合解説、社会経済調査、経済モデル等)	5
実験解析	6
未分類	9

⑨設問コード

平成 28 年度本調査において設定した図表 2-5 に示す想定問の設問分類コードを記載。

図表 2-5 想定問設問コード一覧表 (1)

機能分類	細分類	条件区分	設問番号	枝番	設問コード	想定問内容
多面的機能全般	多面的機能	森林整備	問01		100	森林整備を実施しないことにより森林の多面的機能が発揮されず、国民生活及び国民経済の安定に対して支障が生じる可能性があるとするれば、如何なる場合か(可能性が高い順に複数挙)。
	多面的機能	再造林	問02		200	伐採跡地の再造林を行わないことにより森林の多面的機能が十分発揮されず、国民生活及び国民経済の安定に対して支障が生じる可能性があるとするれば、如何なる場合か(可能性が高い順に複数挙)。
水源涵養機能	水源涵養機能	間伐	問03	更問01	301	間伐の実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか
		枝打ち	問03	更問02	302	枝打ちの実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか
		皆伐	問03	更問03	303	皆伐の実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか
		植栽	問03	更問04	304	皆伐跡地へ植栽の実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか
		人工林化	問03	更問05	305	人工林化は水源涵養機能にどのような影響を与えるか
		複層林化	問03	更問06	306	複層林化は水源涵養機能にどのような影響を与えるか
		高齢級化	問03	更問07	307	高齢級化は水源涵養機能にどのような影響を与えるか
		高度な発揮	問04		400	水源涵養機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。
	水資源貯留機能	地種(裸・草・森)	問05	更問01	501	地種(裸・草・森)の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか
		優先樹種	問05	更問02	502	優先樹種の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか
		林相構造(単・複)	問05	更問03	503	林相構造(単・複)の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか
		齢級	問05	更問04	504	齢級の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか
	蒸発散	地種(裸・草・森)	問05	更問05	505	地種(裸・草・森)の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか
		優先樹種	問05	更問06	506	優先樹種の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか
		林相構造(単・複)	問05	更問07	507	林相構造(単・複)の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか
		齢級	問05	更問08	508	齢級の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか
	浸透能	地種(裸・草・森)	問05	更問09	509	地種(裸・草・森)の違いは浸透能にどのような影響を与えるか
		優先樹種	問05	更問10	510	優先樹種の違いは浸透能にどのような影響をあたえるか
		林相構造(単・複)	問05	更問11	511	林相構造(単・複)の違いは浸透能にどのような影響をあたえるか
		齢級	問05	更問12	512	齢級の違いは浸透能にどのような影響をあたえるか
	保水能	地種(裸・草・森)	問05	更問13	513	地種(裸・草・森)の違いは保水能にどのような影響をあたえるか
		優先樹種	問05	更問14	514	優先樹種の違いは保水能にどのような影響をあたえるか
		林相構造(単・複)	問05	更問15	515	林相構造(単・複)の違いは保水能にどのような影響をあたえるか
		齢級	問05	更問16	516	齢級の違いは保水能にどのような影響をあたえるか
	洪水緩和	地種(裸・草・森)	問05	更問17	517	地種(裸・草・森)の違いは洪水緩和機能にどのような影響をあたえるか
		優先樹種	問05	更問18	518	優先樹種の違いは洪水緩和機能にどのような影響をあたえるか
		林相構造(単・複)	問05	更問19	519	林相構造(単・複)の違いは洪水緩和機能にどのような影響をあたえるか
		齢級	問05	更問20	520	齢級の違いは洪水緩和機能にどのような影響をあたえるか
	水質浄化	地種(裸・草・森)	問05	更問25	525	地種(裸・草・森)の違いは水質浄化機能にどのような影響をあたえるか
		優先樹種	問05	更問26	526	優先樹種の違いは水質浄化機能にどのような影響をあたえるか
		林相構造(単・複)	問05	更問27	527	林相構造(単・複)の違いは水質浄化機能にどのような影響をあたえるか
		齢級	問05	更問28	528	林齢の違いは水質浄化機能にどのような影響をあたえるか

図表 2-5 想定問設問コード一覧表 (2)

機能分類	細分類	条件区分	設問番号	枝番	設問コード	想定問内容
土砂災害防止/ 土壌保全機能	土砂災害防止/ 土壌保全機能	間伐	問03	更問08	308	間伐の実施は土砂災害防止機能／土壌保全機能にどのような影響を与えるか
		枝打ち	問03	更問09	309	枝打ちの実施は土砂災害防止機能／土壌保全機能にどのような影響を与えるか
		皆伐	問03	更問10	310	皆伐の実施は土砂災害防止機能／土壌保全機能にどのような影響を与えるか
		植栽	問03	更問11	311	皆伐跡地へ植栽の実施は土砂災害防止機能／土壌保全機能にどのような影響を与えるか
		人工林化	問03	更問12	312	人工林化は土砂災害防止機能／土壌保全機能にどのような影響を与えるか
		複層林化	問03	更問13	313	複層林化は土砂災害防止機能／土壌保全機能にどのような影響を与えるか
		高齢級化	問03	更問14	314	高齢級化は土砂災害防止機能／土壌保全機能にどのような影響を与えるか
	土砂災害防止	高度な発揮	問06		600	土砂災害防止機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。
	土壌保全機能	高度な発揮	問07		700	土壌保全機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。
	表面侵食防止	地種(裸・草・森)	問08	更問01	801	地種(裸・草・森)の違いは表面侵食防止どのような影響を与えるか
		優先樹種	問08	更問02	802	優先樹種の違いは表面侵食防止どのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問08	更問03	803	林相構造(単・複)の違いは表面侵食防止どのような影響を与えるか
		齢級	問08	更問04	804	齢級の違いは表面侵食防止どのような影響を与えるか
	表層崩壊防止	地種(裸・草・森)	問08	更問05	805	地種(裸・草・森)の違いは表層崩壊防止どのような影響を与えるか
		優先樹種	問08	更問06	806	優先樹種の違いは表層崩壊防止どのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問08	更問07	807	林相構造(単・複)の違いは表層崩壊防止どのような影響を与えるか
		齢級	問08	更問08	808	齢級の違いは表層崩壊防止どのような影響を与えるか
	その他土砂災害防 止(落石・土石流・ 雪崩等)	優先樹種	問08	更問09	809	優先樹種の違いはその他土砂災害(落石・土石流・雪崩等)防止どのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問08	更問10	810	林相構造(単・複)の違いはその他土砂災害(落石・土石流・雪崩等)防止どのような影響を与えるか
		齢級	問08	更問11	811	齢級の違いはその他土砂災害(落石・土石流・雪崩等)防止どのような影響を与えるか
	土石流防止	地種(裸・草・森)	問08	更問12	812	地種(裸・草・森)の違いは土石流出防止の発揮にどのような影響を与えるか
		優先樹種	問08	更問13	813	優先樹種の違いは土石流出防止どのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問08	更問14	814	林相構造(単・複)の違いは土石流出防止どのような影響を与えるか
		齢級	問08	更問15	815	齢級の違いは土石流出防止どのような影響を与えるか
	その他自然災害(飛 砂・防風・防潮等)	地種(裸・草・森)	問08	更問20	820	地種(裸・草・森)の違いはその他自然災害(飛砂・防風・防潮等)防止どのような影響を与えるか
		優先樹種	問08	更問21	821	優先樹種の違いはその他自然災害(飛砂・防風・防潮等)防止どのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問08	更問22	822	林相構造(単・複)の違いはその他自然災害(飛砂・防風・防潮等)防止どのような影響を与えるか
		齢級	問08	更問23	823	齢級の違いはその他自然災害(飛砂・防風・防潮等)防止どのような影響を与えるか
快適環境形成 機能	快適環境形成機能	高度な発揮	問09		900	快適環境形成機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。
		優先樹種	問10	更問01	1001	優先樹種の違いは気候緩和にどのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問10	更問02	1002	林相構造(単・複)の違いは気候緩和にどのような影響を与えるか
	大気浄化	齢級	問10	更問03	1003	齢級の違いは気候緩和にどのような影響を与えるか
		優先樹種	問10	更問04	1004	優先樹種の違いは大気浄化にどのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問10	更問05	1005	林相構造(単・複)の違いは大気浄化にどのような影響を与えるか
		齢級	問10	更問06	1006	齢級の違いは大気浄化にどのような影響を与えるか
	快適環境形成機能	優先樹種	問10	更問07	1007	優先樹種の違いは快適生活環境形成にどのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問10	更問08	1008	林相構造(単・複)の違いは快適生活環境形成にどのような影響を与えるか
		齢級	問10	更問09	1009	齢級の違いは快適生活環境形成にどのような影響を与えるか
生物多様性保 全機能	生物多様性保全機 能	土地利用	問11	更問10	1110	森林と市街地など他の土地利用の違いは快適環境形成にどのような影響を与えるか
		間伐	問03	更問15	315	間伐の実施は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか
		枝打ち	問03	更問16	316	枝打ちの実施は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか
		皆伐	問03	更問17	317	皆伐の実施は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか
		植栽	問03	更問18	318	皆伐跡地へ植栽の実施は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか
		人工林化	問03	更問19	319	人工林化は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか
		複層林化	問03	更問20	320	複層林化は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか
		高齢級化	問03	更問21	321	高齢級化は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか
	生物種保全	高度な発揮	問11		1100	生物多様性保全機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。
		優先樹種	問12	更問01	1201	優先樹種の違いは生物種保全にどのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問12	更問02	1202	林相(単・複)・景観構造の違いは生物種保全にどのような影響を与えるか
	生態系保全	齢級	問12	更問03	1203	齢級の違いは生物種保全にどのような影響を与えるか
		優先樹種	問12	更問04	1204	優先樹種の違いは生態系保全にどのような影響を与えるか
		林相構造(単・複)	問12	更問05	1205	林相(単・複)・景観構造の違いは生態系保全にどのような影響を与えるか
		齢級	問12	更問06	1206	齢級の違いは生態系保全にどのような影響を与えるか

2.3. 文献収集結果の概要

図表 2-6 は、収集整理文献数を集計したものである。水源涵養機能で 40 件、山地災害防止機能/土壌保全機能で 127 件、快適環境形成機能の (7) 件は、山地災害防止機能/土壌保全機能として収集された文献のうち快適環境形成機能に分類されている文献数 6 件と生物多様性保全機能に分類されている 1 件を合計したものである。生物多様性保全機能については最も多く 441 件、経済評価については 17 件となっており、合計 625 件の文献について収集整理した。

なお、今年度収集した文献は、水源涵養機能が 40 件、山地災害防止機能/土壌保全機能が 33 件（うち 6 件は快適環境形成機能を含む）であり、生物多様性保全機能については、令和 2～4 年度に最近年の調査が行われており、今年度の収集は困難と判断した。

図表 2-6 収集文献総数

森林の多面的機能	収集整理文献数
水源涵養機能	40
山地災害防止機能/土壌保全機能	127
快適環境形成機能	(7)
生物多様性保全機能	441
経済評価	17
合計	625

図表 2-7 は、文献種類別に文献数を集計したものである。学会論文が最も多く、原著論文・総説を合計して 284 件であった。次いで、専門誌・雑誌等の 133 件、森林総研・演習林報告等が 90 件、都道府県林業試験場報告等が 75 件となっている。

図表 2-7 文献種類別収集整理文献数

文献種類	文献コード	水源涵養機能	山地災害防止等機能	生物多様性保全機能	経済評価	合計
各学会論文						
原著論文	1	25	34	141	8	208
総説	2	7	11	54	4	76
森林総研・演習林報告等	3		22	68		90
都道府県林業試験場報告等	4		14	61		75
林野庁・国調査報告書	5		13	17		30
都道府県調査報告書	6					
専門誌・雑誌	7	4	32	92	5	133
単行本	8	1		2		3
その他	9	3	1	6		10
合計		40	127	441	17	625

図表 2-8 は、調査研究の方法別に収集文献数を集計したものである。研究方法については、一つの研究報告において複数の研究手法を実施している場合もある。「実測と推定モデル解析」が 184 件と最も多く、次いで総説・解説等に関する文献が 158 件となっている。総説・解説等の文献が多くなった要因は、パンフレット、学会誌における総説・解説、研究機関発行の解説報告等が含まれるためである。次いで事例調査研究が 141 件となっている。事例調査研究は、調査地に比較区を設定し調査結果を分析・解析し比較研究を行っている等である。山地災害防止機能では、近年の豪雨災害の実態調査と原因分析が多くなっているが、実測と推定モデル解析等のウエイトが高い研究については、この分野としてカウントしている。

図表 2-8 調査研究の方法別収集整理文献数

調査・研究の内容・方法の区分	研究方法分類コード	水源涵養機能	山地災害防止等機能	生物多様性保全機能	経済評価	合計
実測と推定モデル解析	1	3	42	139		184
数値シミュレーション	2	1	4	4		9
理論研究(情報構造・データ解析、統計理論等々)	3	10	14	62		86
事例調査研究	4	26	19	87	9	141
その他(総合解説、社会経済調査、経済モデル等)	5		38	112	8	158
実験解析	6		1			1
未分類	9		9	37		46
合計		40	127	441	17	625

図表 2-9 は、文献分類別に文献数を集計したものである。

水源涵養機能については、「水保全に及ぼす森林の影響」が 23 件と多くなっている。これは、森林における水循環についての森林の機能に関する研究であり、基本的な水循環メカニズムに関する研究であるが、総合的にメカニズムを解説しているものではない。

山地災害防止機能/土壌保全機能では、斜面崩壊メカニズムに関する文献数が 50 件と多い。これは、「森林と山崩れ」と関連しているが、近年、豪雨災害、風倒木被害が多発したことから、災害実態・原因分析といった調査報告が多くなったことによる。文献分類として、従来の森林との関係だけでは説明が困難な事例も多いことから分けて分類することとしたものである。また、同様に流木被害に関する文献も 34 件と多く見られることから分けて分類した。

生物多様性保全機能については、人工林の高齢級化に伴う成長に関する研究、伐採後の天然更新、広葉樹林化等に関する文献が多くなっている。従来の分類においても、「林齢が生物多様性に及ぼす影響」、「林分構造が生物多様性に及ぼす影響」、「施業が生物多様性に及ぼす影響」として分類されており広義にはこういった分類に属すると考えられるが、近年の大きな課題でもあることから、分けて分類することとしたものである。同様に、「溪畔林の生物多様性」、「健全性」、「多様性評価」、「生態系の多様性」、「絶滅危惧種」、「歴史・思想・文化・社会」について分けて分類することとした。「生態系の多様性」は、昆虫・鳥類等と森林との関係として整理したものである。

図表 2-9 文献分類別収集整理文献数 (1)

分類1	分類2	分類3	分類4	分類コード	水源涵養機能	山地災害防止等機能	生物多様性保全機能	経済評価	合計
水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	降水量増加	10111	5				5
			樹冠遮断量	10112	2				2
			蒸発散量	10113	2				2
		地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	落葉の保水	10121					
			地表流下	10122	8				8
			土壌面蒸散	10123					
	森林と洪水	地下部(根系・土壌)の影響	土壌の保水	10131	6				6
			浸透	10132					
		森林の洪水緩和作用	森林の作用	10211		2			2
			有林地と無林地の比較	10212					
			林種別の比較	10221					
		森林状態と洪水	森林面積率などによる比較	10222					
			林況変化の影響	10223					
	森林と水資源	洪水緩和に望ましい森林とその取扱	望ましい標準林分	10231					
			望ましい施業と配置	10232					
			森林の作用	10311					
		森林の水資源涵養	有林地と無林地の比較	10312					
			森林と水質	10313	5				5
			林種別の比較	10321					
		森林状態と水資源	森林面積率などによる比較	10322					
			林況変化の影響	10323	1				1
			望ましい標準林分	10331			1		1
		水資源涵養に望ましい森林とその取扱	望ましい施業と配置	10332					
			森林と流量調節	10341	1	1			2
			森林状態と流量調節	10342	2				2
	森林と流域保全	水保全に望ましい森林とその取扱	望ましい標準林分	10351					
			望ましい施業と配置	10352	2				2
			望ましい標準林分	10401					
		森林と流量調節	望ましい林分配置	10402					
			望ましい施業	10403	1				1
			目的別森林管理	10404					
	その他			10500	5				5
山地災害防止／土壌保全機能	森林と表面浸食	森林の表面浸食防止作用	森林の作用	20111					
			有林地と無林地の比較	20112					
			林地と草地・農地の比較	20113					
		森林状態と表面浸食	樹・林種別の比較	20121					
			地被状態別の比較	20122					
			森林面積率・密度別の比較	20123					
	森林と土砂流出	森林の土砂流出防止作用	森林伐採・放牧など	20124					
			土砂流出と森林	20201		1			1
			森林の作用	20202					
	表面浸食防止に望ましい森林とその取扱	森林と土砂流出	森林状態と土砂流出	20203					
			望ましい標準林分	20301					
			望ましい林分配置	20302					
	土砂流出防止に望ましい森林とその取扱	土砂流出防止に望ましい森林とその取扱	望ましい施業	20303					
			望ましい林分配置	20401					
			望ましい施業	20402					
		森林以外の土砂流出防止法	森林以外の土砂流出防止法	20403		2			2
			森林の作用	20511		3			3
			森林と斜面安定の関係解析	20512		1			1
	森林と山崩れ	森林の山崩れ防止作用	有林地と無林地の比較	20513					
			林地と草地の比較	20514					
			林種別の比較	20521		1			1
		森林状態と山崩れ	林齢別の比較	20522					
			材積・疎密度別の比較	20523					
			森林伐採	20524		1			1
	山崩れ防止に望ましい森林とその取扱	山崩れ防止に望ましい森林とその取扱	望ましい標準林分	20601					
			望ましい林分配置	20602		1			1
			望ましい施業	20603		2			2
		森林の落石防止機能	立木と落石	20701					
			木材強度試験と立木への応用	20702					
			落石防止林造成・施業法	20703					
	土壌保全に及ぼす森林の影響	地上部の影響	地上部が浸食に及ぼす影響	20811					
			地上部が山崩れに及ぼす影響	20812					
			地面部が浸食に及ぼす影響	20821					
		地面部の影響	地面部が山崩れに及ぼす影響	20822					
			地面部が山崩れに及ぼす影響	20822					
			地下部が浸食に及ぼす影響	20831					
	その他	地下部の影響	地下部が山崩れに及ぼす影響	20832					
				20900		21	1		22
				21010		9			9
		斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊	21020		8			8
			表層崩壊	21030		6			6
			深層崩壊	21040		13			13
	流木対策	崩壊現象全般	崩壊現象全般	21050		14			14
			その他	21110		34			34
				30100		1			1
		森林の津波被害	森林の干害防備機能	30200					
			森林の遊水機能	30300					
			森林の防風機能	30400		2			2
	森林の防風機能	森林の防潮機能	森林の防潮機能	30500					
			森林の防霧機能	30600					
			森林の防雪機能	30700					
		森林の雪崩防止機能	森林の雪崩防止機能	30800					

図表 2-9 文献分類別収集整理文献数 (2)

分類1	分類2	分類3	分類4	分類コード	水源涵養機能	山地災害防止等機能	生物多様性保全機能	経済評価	合計
快適環境形成機能	森林の気象緩和機能			30900					
	森林の防音機能			31000					
	森林の防火機能			31100					
	森林の大気浄化及び環境指標機能			31200					
	森林の水産物保全機能			31300					
	森林の炭素固定機能			31400					
	森林の保健休養機能			31500					
	海岸林の機能	造成・再生の方法・効果	保全・整備の方法・効果	31601		2			2
				31602		1			1
				31701					
	里山林の機能	景観保全・整備	森林整備・管理手法	31702					
				31703					
	風致・景観機能			31800			1		1
	森林環境教育機能			31900					
	その他			32000					
生物多様性保全機能	林齢が生物多様性に及ぼす影響			40100			3		3
	林分構造が生物多様性に及ぼす影響			40200			1		1
	施業が生物多様性に及ぼす影響			40300			25		25
	その他の要因が生物多様性に及ぼす影響			40400					
	生物多様性保全のため望ましい森林とその取扱			40500			3		3
	その他			40600			9		9
	人工林の生物多様性	高齢化の影響	生物多様性への影響	40711					
			成長への影響	40712			41		41
		天然更新の影響		40720			31		31
		混交林化・広葉樹林化の影響		40730			56		56
		その他		40740			26		26
	溪畔林の生物多様性			40800			28		28
	歴史・思想・文化・社会			40900			31		31
	健全性	森林被害	気象害	41011			43		43
			病虫害	41012			3		3
			動物被害	41013			9		9
			その他	41014			1		1
		健全性の評価・管理		41020			6		6
	多様性評価			41100			23		23
	生態系の多様性			41200			75		75
	絶滅危惧種			41300			24		24
経済評価				50000		1		17	18
合計					40	127	441	17	625

2.4. 水源涵養機能に関する収集文献一覧表

図表 2-10 は、水源涵養機能に関する収集文献一覧表である。表中について、図表 2-2 で示した項目のうち印刷範囲の関係から、最小項目を選択して表示している。他の多面的機能収集文献一覧表についても同様である。

図表 2-10 水源涵養機能に関する文献一覧表 (1)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
1	1	10313	水源涵養機能	森林と水資源	森林の水資源涵養	森林と水質	2017	相澤州平ほか6名	北方森林研究65、p.73-74	定山溪森林理水試験地における無機態窒素流出負荷量の長期変動	無機態窒素の流入負荷量が増加すると森林流域からの無機態窒素流出負荷量を増大させる恐れがあるので、森林の健全性の指標として、渓流水による無機態窒素流出負荷量を監視する必要がある。降水と渓流水の観測結果から、無機態窒素流出負荷量の長期変動を明らかにした。無機態窒素流入負荷量は2005年ごろから増大し、無機態窒素流出負荷量は数年遅れて2011年ごろから増大していた。この結果を招いた原因としては、越境汚染物質の可能性のある硝酸イオンが微増していたことが考えられる。
2	1	10111	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	降水量増加	2017	鈴木啓助	日本水文学会誌 第47巻 第2号、p.87-96	山岳溪流における近年の流出高変動	中部山岳地域は世界でも有数の豪雪地として知られている。本地域において降雪は降雨にも増して重要な水資源である。また、大量の積雪から春先に流出する融雪水は水資源として有効である。流域内に堆積する雪は天然の白いダムとなっている。地球規模の温暖化に伴って降雪量が減少すると報告がなされているが、これらの研究は低標高地域での観測データに基づいている。高標高地域でも同じことが言えるのか否かについては、高標高地域での降雪量の観測データが得られていないので検討することができない。本稿は、中部山岳地域の山岳溪流について、既存の観測データから融雪期の流出高変動を把握し、降雪雪量の変動を検討した。その結果、上高地梓川における推定降積雪量は、統計的に流域全体の降積雪量がここ68年間、増加傾向にあることを示しており、地球規模での温暖化はわが国の高標高地域に降積雪量の増加をもたらすという思考実験の結果と整合的である。
3	7	10352	水源涵養機能	森林と水資源	水保全に望ましい森林とその取扱	望ましい施業と配置	2018	小島永裕ほか3名	水利科学 No.361、p.32-49	滋賀県森林の水資源涵養機能の評価	滋賀県の森林も多くは人工造林地であり、しかも手入れ不足が目立つ。このような森林が水源涵養機能をはじめ各種の公益的機能を十分に発揮しているかどうかという問題意識に基づき研究である。滋賀県全域の森林を対象として水源涵養機能の評価し、マップを作成した。作業に当たっては、これまでの森林水文学の研究をベースに、「気象条件に基づく水資源量」、「森林施業による流出量の増加効果」、「地質による流況安定化効果」、「洪水流出ピークの低下に関する効果」、「斜面傾斜の影響」の5つの評価項目を設定し、それぞれについて数理評価式を作成して評価した。これに基づき、「林業をどこで行うのが良いか」、「どこを森林を伐採せずに重点的に保全すべきか」についての評価目標を設定し、上記の各評価項目に重み付けをして合計した総合評価式を提示した。さらに、計算結果をレベル分けした評価マップを作成した。積極的に林業を進めることで下流域、特に琵琶湖の水資源確保に貢献するべき箇所と、逆に、山腹崩壊等の災害防止のために伐採を慎重にすべき個所に注目してマップ化した。
4	2	10131	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地下部(根系・土壌)の影響	土壌の保水	2018	谷誠	水文・水資源学会誌 第31巻 第2号、p.107-121	森林土壌の流出緩和効果に関する研究の展開過程	森林土壌の流出緩和効果について、浸透能、保水容量に基づく通説を紹介したのち、山腹斜面の流出機構に関する理解にもなって進展してきた評価手法を解説した。土壌の効果はその間隙分布からもたらされる保水・透水特性に基づくが、具体的には、降雨を吸収して洪水流出総量を減らす効果と、降雨波形を緩やかにして流出ピークを低くする効果としてあらわれる。後者の効果は、パイプ状水みちや土層下側の風化基岩層のなかの流出機構によって影響を受けるが、生物によって大間隙が形成され、土層発達にもとめてパイプ状水みちが形成される長期過程を考慮すると、結果的に森林土壌の洪水流出緩和効果が発揮されたとみなすことができる。
5	2	10111	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	降水量増加	2018	浅野友子ほか7名	水文・水資源学会誌 第31巻 第4号、p.219-231	山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響(1):流域面積に対する水・土砂流出量の応答に関する観測例	流域の水・土砂動態の観測結果を実態把握に活用し、予測精度を高めるには、水・土砂流出における空間スケールの影響について理解することが重要である。本総説ではこれまでに得られた流域面積と降水時や出水時、それらを包含する長期的な水・土砂流出現象に関する調査・観測結果の収集と分析から、空間スケール依存性と空間不均一性に焦点を当て、空間スケールと水・土砂流出現象の関係を明らかにすることを試みた。その結果、流域面積に対して増加や減少などの一般的な関係が見いだされる物理量と、観測事例数が限られているなどの理由によって現時点では関係が不明瞭である物理量があった。また、これまでの調査・観測事例は空間スケール依存性か空間不均一性のどちらかに着目している場合が多かった。ピーク時の比流量など空間スケール依存性が着目されてきた物理量は、流出現象を支配する機構が空間スケールによって変化すると考えられる。一方、基底流時比流量など空間不均一性が調べられてきた物理量は、空間スケールによって流出現象を支配する機構が大きく変化しないため、相対的に場の条件の違いが流出に与える影響が大きかったと考えられる。
6	2	10111	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	降水量増加	2018	浅野友子ほか7名	水文・水資源学会誌 第31巻 第4号、p.232-244	山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響(2):集中的な観測が行われた流域の事例	水・土砂流出過程に関する詳細な観測が行われてきた滋賀県不動寺試験流域と桐生水文試験地、神奈川県大洞沢試験流域、北海道鶴川・沙流川流域における研究を精査し、水・土砂流出量と流域面積の関係について新たな解析を加え、空間不均一性、空間スケール依存性が生じるプロセスを考察した。水流出に関しては、岩盤経由の地下水の流出と表土層のみを経由した水の流出の寄与率の違いが源頭部の小流域の比流量がばらつく要因であると考えられた。岩盤経由の地下水の一部は地表面の流域界を跨いで流出するが、流域面積が大きくなるに伴い相対的に流域界を越える水流の影響が小さくなり、岩盤経由の地下水寄与率が異なる特徴を有する流域の影響が混在することで平準化され、水流出量の空間不均一性は集水面積が大きくなるに伴い小さくなると考えられた。また、土砂流出は流域面積が大きくなるに従い異なる特徴を有する流域の影響が平準化されるのみならず、土砂貯留空間の増大および流域全体に占める生産域の減少により比流出土砂量の減少が生じる一方、過去の土砂生産履歴の影響や土砂生産源の偏在による比流出土砂量の増加が生じる場合もあることが明らかになった。

図表 2-10 水源涵養機能に関する文献一覧表 (2)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
7	2	10111	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	降水量増加	2018	横尾善之ほか7名	水文・水資源学会誌第31巻 第4号、p.245-261	山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響の取り扱い方に関する既往研究を調べた。まず、代表的な数値解析モデルを利用した研究における(1)最小の空間スケールとその決定方法、(2)入力データとして利用する空間分布情報、(3)支配方程式の空間スケール依存性の3点を整理した。その結果、(1)の最小空間スケールは、利用する標高データの最小の空間スケールに依存すること、(2)の利用する空間分布情報は標高・土地利用・植生データが多く、その他は実測に基づくデータではないこと、(3)の支配方程式は対象とする斜面や河道などの「場」に依存し、空間スケールに応じて明示的に支配方程式が変化するモデルはなかった。次に、空間スケールの影響の取り扱い方自体を検討した既往研究を調べた。その結果、水流出モデルに関しては集中化できる面積(基準面積)や入力する空間分布情報の相対的重要性に関する知見が集積されつつあるが、土砂流出モデルについては同様の研究報告はなかった。以上を踏まえ、水・土砂流出モデリングにおける空間スケールの取り扱い方について今後の在り方の一つを提示する。	
8	2						2018	五味高志	水文・水資源学会誌第31巻第6号、p.560-567	これまでの森林水文観測と今後	1990年代以降の森林水文学に関する諸研究を幅広く振り返り、研究上の主要な課題の変遷と今日的到達点を明らかにするとともに今後の課題を指摘している。135篇に及ぶ「引用文献」が記述されている点に見られるとおり、研究の流れを広く、深く読み解いた総説的論文である。著者の一番の強調点を挙げると、「水文学的観測・実験計画法」を確立すべきと指摘する点であろう。「斜面や流域における水流出プロセスについて普遍性を見出そうとする取り組みは途上」であり、「森林水文学の次の10年の発展では、普遍性の探求にむけた森林水文観測計画法の確立とともに、試験流域における長期観測と新しい芽を育成する観測の充実が重要になる」と結んでいる。
9	2						2018	大手信人	水文・水資源学会誌第31巻 第6号、p.487-499	近年の森林における斜面水文学とその周辺	最近30年程度の期間の森林流域における斜面水文学とその周辺の研究の流れを概観した。水文・水資源学会が設立された1980年代末までに、現在の斜面水文学に関する物理的な知見の基礎は確立していたと考えられるが、その後の30年間に幾つかの方向での各論の展開が見られた。そのうちの一つとして、溶存化学物質や同位体トレーサーを用いた水文過程の精緻な研究があげられる。これには溶存物質や同位体比の分析技術の進化と新しい解析手法の提案が重要な契機になっていた。もう一つの展開として、森林生態系の物質循環研究への展開が挙げられる。生物地球化学的な方法を用いて水の移動とともに養分の移動や貯留、形態の変化を考察する研究は、酸性雨から窒素飽和現象へと課題がシフトしつつ、北米、ヨーロッパ、日本など多くの地域で重要性を保ち続けている。今後、重要性の高い課題としては、極端な気象下で生じる水文現象のメカニスティックな理解が挙げられる。これによって流域に生じる種々の攪乱と回復の過程、その条件等を理解しようとする研究は、流域のレジリエンスを見据えた災害対策の基礎となるはずである。
10	1	10122	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	地表流下	2019	池田英史ほか3名	水文・水資源学会誌第32巻第1号、p.35-46	非定常表面流出予測モデル(EUROSEM)を用いた雨水浸透強度のモデル化	森林管理が十分でないため、土壌が流出して水資源の劣化を招く場合が多いが、これを防止するためいくつかの予測モデルが適用されてきた。これらのモデルのうちEUROSEM(EUROPEAN Soil Erosion Model)などの物理モデルは多数のデータを必要としないので、条件の異なる日本国内の山地に適している。また物理モデルはhydrographやsedigraphなどの非定常解析にも適している。本報ではこのEUROSEMを現地に適用して、雨水が土壌中へ浸透する、あるいは地表面を流出する現象のモデル化を行った。ここでは2つの改良浸透モデルを提案し、降雨-流出イベントにおけるhydrographを再現した。
11	1	10112	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	樹冠遮断量	2019	金子智紀ほか4名	水文・水資源学会誌第32巻第3号、p.138-147	間伐を実施したスギ林における冬期樹冠通過降水量の評価	積雪地帯のスギ林を対象に、冬期の樹冠通過降水量を計測した。また、全天空写真を撮影して樹冠開空度を求めた。樹冠開空度は無間伐区<間伐区<作業道区の順番を示し、無間伐区、間伐区および作業道区で、どの組み合わせでも有意な差が認められた。降水量に対する樹冠通過降水量の割合も無間伐区<間伐区<作業道区の順番を示した。樹冠通過降水率と樹冠開空度の関係は正の相関を示し、さらに対数曲線で近似すると高い相関を示した。冬期の降水量を気温に基づき、降雨量と降雪量に区分した。降水水中の雪の割合が増加すると、樹冠通過降水率が減少することが示唆された。
12	9	10131	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地下部(根系・土壌)の影響	土壌の保水	2019	大貫靖浩ほか1名	2019年度日本地理学会春季学術大会発表要旨集	ブナ林は本当に水源涵養機能が高いのか？	日本のブナ林は水源涵養機能が高いと言われてきたが、それを定量的に算出した研究はほとんどない。意味が曖昧である水源涵養機能をブナ林の保水能と貯水能の両面から確認する。保水能は土壌中に水を暫く保持することであり、貯水能は土壌中に水を貯えることが可能な容量である。いわゆる緑のダムは貯水能に該当する。岩手県北部の安比高原ブナ二次林に調査地を設定し、保水能の指標と考えられる土壌含水率と、貯水能を規定する主要因子である表層土層厚(土壌厚)を測定し、両機能の定量化を試みた。このブナ二次林は保水能は非常に高いが、緑のダムとしてはダムの容量つまり貯水能は大きくない可能性が大きい。

図表 2－10 水源涵養機能に関する文献一覧表（3）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
13	2	10113	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	蒸発散量	2019	飯田真一ほか3名	日本水文学会誌 第49巻 第3号、p.135-159	森林における水文過程の解明：プロットから流域スケールの手法による知見と今後の展望	森林状態と流出の関係、森林斜面における地中水の移動並びに林分蒸散量の評価を目的として国内で行われた研究例を概観した。具体的には、森林の蒸発散現象と流出遅延現象が流出に及ぼす影響、土層中の選択的な流れ(例えばバイパス流)の役割やホートン型地表流の寄与、樹液流速測定法の問題点と林分蒸散量の評価について俯瞰した。また、各章において今後の課題と展望を検討した。森林の蒸発散量評価の検証データとして、また地球温暖化による影響を検討するために、流出量の長期継続データが必要である。気候変動によって頻発する猛烈な降雨や無降雨期間の増加が地中水の移動に与える影響の評価が求められる。林分蒸散量の評価については広葉樹林の計測事例が少なく、また他の手法による蒸発散量との比較が不足しており、樹液流速測定法の検定と併せて取り組む必要がある。
14	1	10131	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地下部(根系・土壌)の影響	土壌の保水	2019	三好岩生ほか1名	砂防学会誌、Vol.72 No.4、p.29-34	溪畔域における樹木根系による侵食抑制効果と侵食による樹木の倒伏限界	樹木根系の侵食抑制効果と侵食による倒伏に関する諸量の関係性を整理して、侵食による倒伏限界を判定するための基礎情報を得ること、及びその中での課題を明確化することが目的である。現地調査に基づき、溪畔域における樹木根系の侵食抑制効果と侵食による樹木の倒伏限界について検討した。結果として、樹木の根域では洪水時の掃流力に比べて限界掃流力がかなり小さい土砂礫が侵食されずに残り、樹木の基盤を支えていると考えられた。また、根系間隔と粒径比に応じて樹木の倒伏領域・非倒伏領域を大まかに分離する手法を示したが、その精度はまだ十分ではない。その主な要因の一つは溪畔域における樹木の根系分布に関する情報不足である。また、根系の侵食抑制機能を示すには根域の内外での粒径の比較が必要であるが、本研究では根域外の粒径について十分に調べることができなかった。これらは今後の課題である。
15	1						2019	近藤恵市ほか3名	中部森林研究No.67、p.79-83	防災水源涵養路網と列状間伐による森林整備の事例	富士市内の66年生無間伐林分内に高密度の防災水源涵養路網を敷設して今後、中層間伐を繰り返す長伐期施業を実施する予定だが、初回間伐として列状間伐を行った。プランニングに当たり高密路網の理念を整理し、その上で森林調査を行って路網を敷設し、1伐3残の列状間伐を実施した。また、労働投入量と経済収支を計算するとともに、今後の長期的な中層間伐計画をたてて立木密度を予測した。防災水源涵養路網の技術的条件としては、すでに富士山麓について提唱されているが、①L側溝と谷高の片勾配路体(路体と山体の水環境の分離)、②作業道の緩い縦断勾配、③浸透弁の設置、④排水管の敷設、⑤空ため池(ダム)の設置の以上5点である。
16	1	10122	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	地表流下	2019	長田知也ほか3名	中部森林研究No.67、p.97-100	開析程度の異なる山地流域における降雨流出特性の違い	山地流域の流出特性を把握するのは、森林の水源涵養機能と洪水緩和機能を適切に評価するために必要。本研究は、山地流域を対象に開析程度の異なる流域で流出高と電気伝導度の観測並びにタンクモデルによる解析を行い、降雨流出特性について比較検討した。観測結果から、開析程度の低い流域では開析程度の高い流域よりも基底流出高が高く、電気伝導度が高くなる傾向がみられた。また、開析程度の低い流域では地下水の流出が多くなると考えられた。以上により、開析程度の低い流域では降雨が貯留され、ゆっくり流出すると考えられる。
17	9	10122	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	地表流下	2020	榊原厚一ほか1名	日本水文学会誌 第50巻 第2号、p.99-103	高山源流部・一次流域における水文観測をベースとした水流出・地下水循環研究	標高3000 m付近の高山域における水文過程には未解明なところが多い。著者らは高山域源流部の水文観測を実施し、地下水の貯留・流動過程や降雨・雪氷融解時に生じる水文過程を明らかにする目的で研究を継続している。乗鞍岳高山帯(標高約2600 m)では降水量も流出量も非常に多い、積雪融解の季節的終期である8月後半は小規模な崖の下、窪地などに大小さまざまな湧水が発生している。水がどのように高山源流域で地中に保持され、流動しているかということを今後、解明していく必要がある。採取した湧水・渓流水の化学成分・同位体組成を分析すると、ハイマツ群落部と裸地部で組成が大きく異なっている。
18	7	10352	水源涵養機能	森林と水資源	水保全に望ましい森林とその取扱	望ましい施業と配置	2020	河野修一ほか1名	水利科学 No.371、p.15-39	愛媛県内の森林の浸透能と森林の整備	愛媛県でも人工林の放置森林が増大している。一方、地球温暖化の影響により降雨量や降雨強度が増加傾向にあるため、森林を発生源とする災害が増大傾向にある。災害をこれ以上増加させないためには、森林の持つ土砂流出防止機能、山地崩壊防止機能などの公益的機能を最大限に発揮させることが求められるが、それには森林整備が必要である。森林整備の具体的な数値目標となるのが土壌浸透能であると考えて、県内で森林を有する19市町、228箇所で浸透能を測定した。その結果、森林整備を実施したスギ・ヒノキ人工林の浸透能の最大値は230mm/ hr、放置森林の浸透能の最小値は60mm/ hr であり、極端な相違が認められた。天然生広葉樹林と竹林も同様の傾向であった。防災・減災そして森林資源の有効活用という観点から、放置森林の早急な整備の必要性を指摘した。
19	7	10122	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	地表流下	2020	玉井幸治	水利科学No.376 p.66-83	山地森林域における積雪・融雪が森林流域からの流出特性に及ぼす影響——標高による効果と森林樹木の被覆による効果——	山地森林域での積雪・融雪過程において融雪速度や融雪出水量の多寡に及ぼす影響因子には森林樹木の被覆と標高が考えられる。森林樹木の被覆による効果を、山形県真室川町にある金剛森林理水試験地の1号沢と2号沢からの流出特性を比較することによって評価した。森林樹木に被覆されていない流域からの融雪出水時期に比べて森林樹木に被覆されている流域からの融雪出水時期は、開始日が遅くなることは認められたが、融雪期の終了日が遅くなることは明確には認められない年も多かった。森林樹木に被覆されていない流域からの融雪出水量が、森林樹木に被覆されている流域からの融雪出水量よりも少ない年はなかった。しかし流域の周囲における樹木の取り扱いによっては、その相対的な多寡関係が異なるかもしれないと考えられた。標高による効果を、群馬県みなかみ町にある宝川森林理水試験地の本流、初沢、2号沢、3号沢からの流出特性を比較することによって評価した。4流域それぞれの最低標高は805～924m とその差は比較的小さいのに対し、最高標高は1,102～1,945m と大きな差がある。このような流域間では、融雪出水期の終了日は最大で81日、融雪出水量では最大で2倍以上の違いが認められた。

図表 2-10 水源涵養機能に関する文献一覧表 (4)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
20	1	10131	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地下部(根系・土壌)の影響	土壌の保水	2020	大貫靖浩ほか3名	森林立地62(2)、p.91-100	ブナ林土壌の保水機能の二面的定量評価―岩手県安比高原を対象として―	森林土壌の保水機能は利水 dams 的な機能である「水持ち」と治水 dams 的な機能である「容量」の二面性を有する。筆者らは、従来保水機能が高いと言われてきたブナ林土壌に着目し、岩手県北部の安比高原に位置するブナ林に調査地を設定して、水持ちの指標と考えられる土壌含水率と、容量の主要因子である表層土層厚を多点で測定した。また、土壌が非常に厚い地点と薄い地点で土壌断面調査を実施し、土壌の透水性と保水性を測定して、水持ちと容量の両機能それぞれを定量化した。さらに、九州・近畿・北陸に現存する火山灰の影響を受けたブナ林土壌との土壌断面形態比較を行って本調査地の代表性を確認するとともに、ほぼ同様な立地条件下のスギ林土壌の保水機能との二面的比較を行い、その大小を定量的に評価した。ブナ林土壌の水持ちに関しては、土壌中の隙間の割合が大きく、かつ降水後に水を保持する能力が高いという結果が得られた。一方、容量に関しては、表層土層厚が1m未満と薄く、細孔隙率および現場含水率が高いため、実際の降雨時に水を容れられる余裕は少ないと判断された。他地域のブナ林の土壌断面と比較した結果、本調査地はより湿潤な湿性型ブナ林であると推察された。スギ林土壌の保水機能との二面的比較を行ったところ、水持ちはブナ林土壌が、容量はスギ林土壌がそれぞれ大きい結果になった。
21	1	10342	水源涵養機能	森林と水資源	森林と流量調節	森林状態と流量調節	2020	久保田多余子ほか3名	関東森林研究71-1、p.105-108	釜淵森林理水試験地における間伐が融雪水量に及ぼす影響	釜淵森林理水試験地は積雪地域にあり、1号沢から4号沢まで4つの小流域で長期流量観測が行われている。このうち2号沢と4号沢で2018年10月に間伐が実施された(計画では1伐3残、間伐率25%)。そこで、間伐が融雪期(3月から5月)の月流量に及ぼす影響を対照流域法によって調べた。その結果、間伐翌年(2019年)の2号沢と4号沢における融雪水量には間伐の影響が見られなかった。この理由は、主として間伐率が小さかったためと思われる。
22	1	10313	水源涵養機能	森林と水資源	森林の水源涵養	森林と水質	2020	瀧澤英紀ほか2名	関東森林研究71-1、p.113-116	山地森林流域源頭部における湧水の水質特性	山体内の地下水が渓流の水質形成に与える影響を明らかにするため、8カ所の湧水の Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 及び Si の濃度を継続的に測定して安定性を調べた。濃度が比較的一定で季節変化が小さい湧水もあるが、いくつかの湧水は3月、4月の融雪期に最も低濃度になり、8月、9月に最も高濃度となる緩やかな季節変化を示した。湧水の水質は基岩由来の長石の化学風化による溶存物質の供給により、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 濃度、 HCO_3^- 濃度と Si 濃度が調和して流出していた。8カ所の湧水では Si 濃度と HCO_3^- 濃度の変動が少ない湧水と、両者の濃度変化に比例関係があるもの、不規則に変化するものがあった。地下水は両者の濃度が高く一定であるとすると、地下水の湧水のほかに、雨水や融雪水が土壌浸透過程で混合し、さらにその程度が変化する湧水のあることが分かった。
23	1	10122	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	地表流下	2021	金澤瑛ほか4名	水文・水資源学会誌 Vol.34 No.2、p.100-114	山地源流域における湧水の涵養域の推定	森林の水源涵養機能を適正に評価するためには、山地源流域の湧水の涵養域や基岩内の地下水の移動プロセスを理解することが重要である。本研究では、堆積岩山地源流小流域に高密度に設置された複数のボーリング孔で地下水サンプルと河道の湧水サンプルを調べて、湧水の涵養域と河道への流出プロセスを推定した。その結果、源頭部の湧水は溪流直上流の斜面部における地下水の影響が大きいに対して、河道部の湧水は河道を下るにつれて側方斜面部の地下水の影響が大きくなることが示された。ゆえに、山地源流域には異なった湧水の涵養域が存在することが示唆された。さらに基岩内の鉛直断面では複数の帯水層が存在し、局所的に湧水と類似性の高い地下水の存在することが示された。堆積岩山地源流の小流域における湧水涵養域の詳細を明らかにし、基岩内部の地下水がきわめて複雑な水文プロセスを経て河道に湧出していることが明らかになった。
24	1	10122	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	地表流下	2021	内田太郎ほか7名	水文・水資源学会誌 Vol.34 No.3、p.192-204	山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響(4): 水・土砂流出予測精度向上に向けた提案	山地流域を対象とした水や土砂の流出現象に関する数値予測モデルの予測精度向上のために重要なプロセス(支配プロセス)の抽出と、そのプロセスを規定する場合や外力の条件(規定要因)の把握手法について考察した。流域内の多地点で観測した水・土砂流出量に基づき明らかになる流域面積と水・土砂流出量の関係が、支配プロセスやその規定要因の空間分布様式によって類型化できることを示した。このことから、流域内の多地点で流域面積と水・土砂流出量の関係を把握すると、水・土砂流出現象の支配プロセスやその規定要因の抽出につながる可能性を示した。その上で、流出量に関する空間分布観測の成果を数値予測モデルに反映させる課題やアプローチについて検討し、①水・土砂流出特性の空間分布情報を把握する面的調査の重要性、②場の条件に関する空間分布情報のカタログ化の重要性、③地形のみによって表現可能なプロセスと表現できないプロセスの分類、④地形のみによって表現できないプロセスのモデル化手法につき議論した。
25	1	10342	水源涵養機能	森林と水資源	森林と流量調節	森林状態と流量調節	2021	玉井幸治	水文・水資源学会誌 Vol.34 No.4、p.243-253	森林の伐採などが最大・最小日流出量(無雪期)に及ぼす影響―釜淵と竜ノ口山の両森林理水試験地の事例から―	竜ノ口山森林理水試験地南谷流域、釜淵森林理水試験地2号沢流域と3号沢流域における森林衰退による最大・最小日流出量(無雪期)の変化を対照流域法により解析した。3号沢流域では樹木伐採の影響がない期間に比べて、影響のある期間での最大日流出量が平均で約8mm/day程度大きかった。この値は、最大日流出量をもたらす降雨イベントでの雨量が多い場合でも少ない場合でも同程度であると考えられた。南谷流域での山火事やマツ枯れによる事例でも同様であった。最大日流出量の増加は主に森林樹木が無くなったことによると考えられた。2号沢流域でも伐採の影響がない期間に比べて、影響のある期間での最大日流出量は増加する傾向が認められたが、最大日流出量をもたらす降雨イベントでの雨量が多いほど増加量が多くなると考えられた。2号沢流域では、伐採後に斜面崩壊により流域面積の約2割で裸地化していた。森林樹木がなくなったことによる影響の他に、森林土壌の流亡による影響も加わったことによると考えられた。

図表 2-10 水源涵養機能に関する文献一覧表 (5)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
26	1	10111	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	降水量増加	2021	浅野友子ほか1名	日本森林学会誌103、p.145-155	秩父山地の山地帯林と亜高山帯林からなる流域における水収支—1kmメッシュ解析雨量の精度検証と流域平均降水量の算出—	山地帯林と亜高山帯林からなる秩父山地の川又流域(標高628～2,475m、流域面積94km ²)について水収支を求めた。対象流域は面積が大きいので降水の空間分布を考慮する必要がある。そこでまず流域内外の地上雨量計による観測値を用いてレーダー雨量計による1kmメッシュ解析雨量の精度検証を行い、月降水量、年降水量とも地上雨量計による観測値とほぼ1:1の対応関係があることを確認した。次に解析雨量を用いて流域平均降水量をもとめ、流出量の観測値とあわせて2009年～2018年の年水収支を得た。平均すると年降水量は1,747±245mm/年、年流出量は1,375±220mm/年、年損失量は372±78mm/年であった。年損失量はほぼ年蒸発散量に等しいとすると、川又流域の年蒸発散量は同じ関東地方の低標高流域と比べて数百ミリ小さく、高緯度の北海道や東北地方にある冷温帯林や亜寒帯林の流域と同程度であると示唆された。
27	1	10313	水源涵養機能	森林と水資源	森林の水資源涵養	森林と水質	2021	長坂有ほか2名	北方森林研究69、p.21-24	山地溪流における硝酸態窒素流出の林相による違い—トドマツ林、カラマツ林、天然林流域の比較—	北海道の主要造林樹種であるトドマツ人工林、カラマツ人工林の流域及びそれらと比較する意味で天然林の流域で硝酸態窒素がどのように溪流に流出しているか調査した。流域面積の視点では、特に10ha未満のトドマツ人工林流域で硝酸態窒素の濃度が高かった。採水地点の標高の視点では、トドマツ流域で標高が高くなるほど硝酸態窒素が高くなる傾向があり、カラマツ流域では明瞭ではなかった。天然林流域では標高に関わらず硝酸態窒素の割合は一定だった。流域に占める人工林の割合の視点では、トドマツ流域でトドマツの割合が増えるほど硝酸態窒素の濃度が高くなり、カラマツ流域では流域に占めるカラマツの面積割合と硝酸態窒素濃度の関係は顕著ではなかった。各林相の流域における硝酸態窒素濃度の違いの視点では、トドマツ流域で硝酸態窒素濃度が有意に高く、カラマツ流域と天然林流域では有意差が認められなかった。3つの林相の流域で水質を比較したところ、トドマツ流域の硝酸態窒素濃度がカラマツ流域の約2倍、天然林流域の約3倍と、有意に高いことが明らかになった。本研究のトドマツ人工林調査地は50年生前後で林内が暗く、ササ、草本、侵入雑樹が少ない。林内が明るいカラマツ人工林や天然林とは対照的である。そのため、下層植生を含む土壌層における窒素保持能の低さが溪流水の硝酸態窒素濃度上昇に影響していると考えられた。
28	8	10403	水源涵養機能	森林と流域保全		望ましい施業	2021	恩田裕一・五味高志 編 (計23名による共著)	東京大学出版会、pp.246	水資源対策としての森林管理～大規模モニタリングデータからの提言～	科学技術振興機構の戦略的創造事業(JST-CREST)で、「森林荒廃が洪水・河川環境に及ぼす影響の解明とモデル化」(2003-2008)と「荒廃人工林の管理により流量増加と河川環境の改善を図る革新的な技術の開発」(2009-2015)の成果を踏まえて取りまとめた単行本。章別の構成は次のとおり。 1章 森林と水資源・水循環 2章 強度間伐によって水循環はどう変化するか 3章 森林管理による水資源変動モデル 4章 水資源対策としての森林管理—その具体的方策と実現可能性 5章 持続可能な水資源管理に向けて 管理が行き届かず荒廃した人工林に間伐率50%以上の強度間伐を実施することにより、水源涵養機能を増進させようとする課題意識が中心に置かれている。いくつかの学会誌などに高く評価する旨の書評が掲載されている。なお、本書が提起する強度間伐の妥当性如何は今後、広く議論される必要があるだろう。
29	1	10112	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	樹冠遮断量	2022年	野口正二ほか4名	日本水文科学会誌 第52巻第3号、p.93-105	2流域に残置された間伐木のスギ針葉による遮断量の推定(英文)	日本でスギは最も代表的な造林樹種である。スギ人工林を間伐する際に、材として利用価値が少ない場合は切り捨て間伐を行って流域内に放置するが、その林地残材による遮断損失に関する研究はほとんどない。秋田県大館市に位置する長坂試験地の2つの流域(流域1: 6.55 ha、流域3: 6.50 ha)で、林地残材のうちのスギ針葉の遮断損失量を推定した。両流域で間伐対象木(胸高直径(DBH)≥3cm)の毎木調査を実施した。さらに林外雨量および樹冠通過雨量を測定した。流域1および3の全間伐木のDBH平均値(土標準偏差)は、それぞれ13.6±6.0 cm(n=3,767)、9.7±3.2cm(n=5,848)であった。毎木調査の結果から、間伐後(本数で50%減)に発生した林地残材のスギ針葉は4.54および4.28 t /haと推定された。無雪期(4～11月)の降雨量並びに流域1と3の樹冠通過量はそれぞれ1,397.5mm、1,151.8mm、1,179.2mmであった。林床面蒸発量は156.9 mmと推定された。残材スギ針葉の均一な空間分布(4.28～4.54 t/ha)を仮定すると、その遮断損失量は24.9～26.3mmと推定され、樹冠通過雨量の1.4～2.3%および林床面蒸発量の10.4～26.3%に相当した。残置されたスギ針葉が流域に局所的に集中していると仮定すると(20.0 t /ha)、その遮断損失量は116.0～116.1mmと推定され、樹冠通過雨量の9.8～10.1%および林床面蒸発量の78.0%に相当した。全体として、間伐により発生したスギ針葉は局所的に土壌水分の状態に影響を及ぼすことが明らかになった。

図表 2-10 水源涵養機能に関する文献一覧表 (6)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
30	7	10313	水源涵養機能	森林と水資源	森林の水源涵養	森林と水質	2022	藤巻玲路ほか2名	森林立地 第64巻第2号、p.57-64	島根県隠岐島後における森林涵流水質の空間変動	隠岐島後(とうご)における森林涵流水質の特性を明らかにするため、隠岐島後の森林涵流水81ヶ所の涵流水質を調べ、採水地集水域の地形および植生との関連を考察した。隠岐島後の森林涵流水では、日本全国の平均的な森林涵流水に比べ4.9倍の Cl^- 濃度が観測された。また、電気伝導度および Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} の濃度についても大きな値を示した。これらのイオンについて全国平均との濃度差における Cl^- との比は、海水における元素比に近いことから、海塩の影響が強いと考えられた。 HCO_3^{3-} は、 Mg^{2+} および Ca^{2+} 濃度と強い正の相関関係があり、 Mg^{2+} および Ca^{2+} のカウンター陰イオンとして重要であることを示唆している。また、 pH や Mg^{2+} 、 Ca^{2+} および HCO_3^{3-} 濃度は集水域の標高が高いほど低下する傾向を示し、高標高の集水域では集水域の酸緩衝能が相対的に小さい可能性がある。 NO_3^{3-} 濃度は平均 $23.4 \mu\text{mol/L}$ であったが、地点間変動が大きく、およそ1/4の涵流において隠岐諸島における窒素沈着で生じる窒素飽和状態の森林涵流で予測される濃度を超えた。涵流水 NO_3^{3-} 濃度は集水域最高地点の標高や傾斜角の最大値と最小値の範囲と正の相関を示し、起伏の大きい地形を持つ集水域において窒素流出が生じやすいことが示唆された。
31	1	10122	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	地表流下	2022	堀田裕貴ほか6名	中部森林研究No.70、p.23-28	岐阜県郡上市の長良川支流亀尾島川上流の長期流出特性の解明にむけて	従来の森林水文学の研究は長大な森林斜面における流出特性について未着手だった。そこで、長良川支流亀尾島川の源流域で長大な森林斜面を有する中部電力社有林「内ヶ谷山林」(岐阜県郡上市)において観測を行った。本報告は、「内ヶ谷山林」を含む 28.2km^2 の流域において岐阜県河川課が取得した2013～2016年の実測流出量を用い、その流出特性を東京大学白坂流域、森林総合研究所竜ノ口山流域の流出特性と比較した。その結果、内ヶ谷流域の流出量の変動は同じ堆積岩流域の竜ノ口流域と比較して小さく、全体的な流出特性はむしろ花崗岩流域の白坂流域に似ていることが分かった。
32	9	10131	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地下部(根系・土壌)の影響	土壌の保水性	2023	松本一穂ほか7名	水文・水資源学会 日本水文学会2023年度研究発表会	阿蘇山の草原・森林における土壌の透水性および保水性	阿蘇山周辺のさまざまな斜面における土壌の透水性・保水性を調査し、森林と草原の水源涵養機能の違いを検討した。阿蘇山周辺の山地斜面では、土壌の透水性は草原よりも森林のほうが高い。特に外輪山や中央火口丘の稜線部では草原の透水性が非常に低く、森林は地表流の発生を抑制して、より多くの雨水を土壌中に浸透させることで、地下水を涵養する効果が高いことが示唆された。一方、土壌の保水性(毛管粗孔隙)は植生間で違いがみられず、渇水時の流量維持に植生の違いは大きく影響しないと考えられた。
33	1	10131	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地下部(根系・土壌)の影響	土壌の保水性	2023	林祐妃ほか3名	砂防学会誌 Vol.76 No.1、p.3-10	土壌構造発達と森林斜面の降雨浸透と斜面安定性に及ぼす影響の数値解析	土壌が構造発達すると孔隙半径が大きくなり、孔隙径分布の分散が大きくなるが、これを構造発達土とする。一方、生態系中の生物活動が影響して二次的な孔隙構造が形成されて締め固められた森林土壌を構造未発達土とする。森林斜面における構造発達土と構造未発達土の保水性、透水性の空間分布を明らかにして斜面水文過程の数値シミュレーションを行い、森林土壌が洪水や渇水を緩和して斜面崩壊や表面侵食の被害を軽減する効果を検討した。土壌の保水性と透水性から成る水分特性を測定したところ、表層の土壌ほど森林生態系による構造発達の影響を強く受けて保水性と透水性が高い。構造発達により降雨は深層地下水へ緩やかに供給され、基底流が安定化する。これは、構造発達土は保水性が高いため、土壌中に多くの雨水をいったん蓄えた後、基岩へゆっくり浸透させることを意味する。こうして深層地下水がゆっくり涵養されて基底流が安定化する。構造未発達土で地表面流出が発生した強い降雨条件のとき、構造発達土では地表面流出が発生しなかったため、土壌の構造発達は表層崩壊と表面侵食の発生を抑制し、斜面土壌を安定化させて水土保持機能を高めていると考えられる。
34	1	10122	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地面部(草生・根株・落葉落枝)の影響	地表流下	2023	阿部俊夫ほか3名	日本森林学会誌105、p.1-10	釜淵森林理水試験地における皆伐とその後の植生回復が融雪流出に及ぼす影響	森林の皆伐したあと植栽等による植生回復が融雪流出に及ぼす影響を明らかにするため、対照流域法による試験が行われている東北地方の釜淵森林理水試験地を対象に、1939～2005年の日水雨量、気温、積雪深などの長期データを利用して統計学的分析を行った。伐採流域(2・3号沢)の融雪流出量は皆伐後に増加する傾向が認められたが、時間経過とともに影響は小さくなった。伐採前と同程度に戻るには植栽から30年程度かかっていた。また、伐採前を基準とした融雪流出量の差は、年降雪量が多く、春季平均気温の高い年ほど大きい傾向が認められた。これらは森林の有無による降雪遮断量や蒸発散量の違いが原因と考えられる。皆伐後、融雪流出期間の開始日は早まる傾向だったが、終了日は同程度かやや遅くなった。このように融雪流出量や融雪流出期間に限ると皆伐は春季の水資源量を増やすと考えられるが、一方で融雪洪水リスクが高まる恐れも予想される。なお、2号沢については施業等の履歴が特殊であるため、結果の普遍性について慎重に判断する必要がある。

図表 2-10 水源涵養機能に関する文献一覧表 (7)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
35	1						2023	相浦英春ほか1名	日本森林学会誌105、p.225-232	飛騨變成岩多雪山地源流域における流出機構	富山県南西部の多雪山地は石灰質片麻岩を多く含む飛騨變成岩を基盤岩としている。同地域の4小流域を対象に、流出機構を明らかにする調査を行った。主に雨水が融雪水に基づく流出は、表層土壌を通過した水と基岩浅層あるいは深層を通過した地下水から構成されている。各小流域の流出特性は流出の各構成要素の組み合わせによって異なっていた。その上中流域では基岩浅層から、また下流域では基岩深層からの地下水が見られた流域において、融雪期を除いて基底流出時の電気伝導度が上昇し、基岩浅層からの地下水が基岩深層からの地下水より早く減衰すると考えられた。表層土壌を通過した水と基岩深層からの地下水で構成された流域では、基底流出時の電気伝導度は大きい値で安定していた。一方、他の地質を基盤岩とする流域と比べた場合は、4つの小流域とも降雨イベント時の降雨量に対する直接流出量の割合は小さく、最大流域貯留量が非常に大きい結果が得られた。この結果から、飛騨變成岩を基盤岩とする小流域は降雨や融雪水が素早く鉛直浸透し、基盤岩地下水として貯留して流出するという流出特性を持つと考えられた。
36	1	10323	水源涵養機能	森林と水資源	森林状態と水資源	林況変化の影響	2023	阿部俊夫ほか4名	日本森林学会誌105、p.338-343	釜淵森林理水試験地における作業道開設と小面積間伐が月流出量に及ぼす影響	釜淵森林理水試験地では2018年10月に2号沢(尾根沿い)と4号沢(谷近く)で作業道開設と小面積間伐が行われ、材積伐採率は2号沢3.5%、4号沢4.4%と推定された。小規模施業が多雪地域の水流出に及ぼす影響を明らかにするため、施業前後の月流出量の変化を解析した。月流出量を基準流域1号沢と比較すると、4号沢では6月の月流出量比が施業後に増加したが、漏水のある4号沢では月流出量比と降水量に正の相関があり、施業後に降水量の多い年があったことが原因と推察された。8月の2・3号沢の月流出量比も漸増傾向であったが、施業とは別の原因と考えられた。さらに、厳寒期、融雪期、暖候期に分けて1号沢との月流出量の関係を解析したが、いずれの時期、いずれの流域でも施業前後で違いは認められなかった。今回の施業では作業道も含めて除去された樹木が極めて少ないため、水流出量に明瞭な変化があらわれなかったと考えられる。
37	1	10313	水源涵養機能	森林と水資源	森林の水源涵養	森林の水質	2023	井手淳一郎ほか5名	北方森林研究71、p.67-70	崩壊地の植被率の違いが炭素と窒素の河川流出に及ぼす影響に関する予備的検討	植被率の違いが森林河川の溶存有機物と窒素の濃度に及ぼす影響を検討するため、2018年北海道胆振東部地震による斜面崩壊で生じた植被率の異なる3つの森林流域を対象に、土壌中の炭素・窒素含有量並びに河川水の溶存有機炭素(DOC)と全窒素(TN)濃度の変化を調べた。その結果、植被率の高い流域ほど表層土壌の炭素含有量が高く、平水時の河川水のDOC濃度も高いことがわかった。一方、植被率の最も低い流域では平水時、出水時ともに河川の懸濁態窒素(PN)濃度の時間変化が大きく、このことがTN濃度のばらつきの大きさをもたらしていた。当該の流域では表層土壌の窒素含有量が低いにも関わらず、出水時においてTN濃度が高い傾向にあり、降雨にตอบสนองして高濃度のTNの流出も観測された。この結果は、流域からの土砂流出のしやすさが窒素の流出過程に影響することを示唆している。
38	1	10113	水源涵養機能	水保全に及ぼす森林の影響	地上部(樹冠・樹幹)の影響	蒸発散量	2024	小椋崇弘ほか4名	水文・水資源学会誌 Vol.37 No.1、p.38-53	根の分布が森林流域の蒸散量に与える影響	土壌水分欠損量と土壌水分の静水圧平衡の仮定を用いることにより、根の分布を考慮して蒸散量を推定できるモデルを開発した。このモデルは、改良した神田・日野のモデルを用いて根からの吸水を計算し、Makkinkの式を用いて葉の水分要求を計算する。また、ガンマ分布を導入して根の鉛直分布を表現している。さらに、入力には気象と土壌のオープンデータのみを必要とする。森林総合研究所竜ノ口山森林理水試験地にモデルを適用して解析を行った結果、遮断蒸発と蒸散をあわせて概ね10%の誤差で蒸発散量の推定を行うことができた。モデルから、土壌水分量の減少によって蒸散が抑制されない場合であっても根の水分供給能の限界によって蒸散の制約が生じ、蒸散が頭打ちになることが示された。また、根が深層の土壌水分を利用するために、裸地面と比較して蒸発散の効率が低下しにくいことをモデルが定量的に表現できることが示された。
39	1	10341	水源涵養機能	森林と水資源	森林と流量調節	森林の流量調節作用	2024	田村浩喜ほか3名	日本水文科学会誌 第54巻、p.13-23	希有な温暖少雪年を含む3寒候期のスギ人工林小流域からの流出特性	気候変動適応策に資するため、秋田県長坂試験地のスギ人工林小流域において2020年～2022年の寒候期(11月～翌年5月)に水文観測を実施し、気象条件とともに流出特性を解析した。過去43年間における試験地近傍のAMeDAS鷹巣によると、2020年の厳冬期(1～2月)は過去最高水準に温暖であり、3月上旬の積雪深は最低だったので希有な温暖少雪年だった。このような2020年厳冬期における日流出量は流況曲線全体に分布し、流況曲線の傾きは他の年よりも緩やかだった。これに対し2022年の平均気温が低く、日流出量はほぼ一定で低水流出量に集中して分布する一方、春期(3～4月)の融雪増水が確認された。これらのことから、温暖少雪年時は融雪流出による災害リスクは低く、春先の降水量が少ない場合には渴水リスクが高くなることが示唆された。本研究で得られた2020年の観測データは、厳冬期から春期の水流出に気候変動が及ぼす影響を評価し、適応策を検討するための貴重な実証データとなる。
40	1						2024	相浦英春ほか1名	日本森林学会誌106、p.41-48	多雪山地における積雪層を経路とした融雪流出機構	多雪山地における融雪期には積雪内部での融雪水の挙動が大きく関わりと想定して調査を行った。対象とした飛騨變成岩類を基盤岩とする流域では基底流出時に渓流水の電気伝導度が高く、増水に伴ってその値が低下した。多雪山地の流域において厳冬期の日平均気温は概ね0℃以下で、流域への水の供給は積雪底面での融雪水のみであった。その後、日平均気温が0℃を上回ると表面融雪が発生し、融雪水が溪流へと流出するようになった。融雪初期にはわずかな増水に対して渓流水の電気伝導度が大きく低下したが、融雪が進み流出量が増加する過程で、同様の電気伝導度の低下はより大きな増水にもなって発生するように変化した。このような融雪期の流出量と電気伝導度の関係の変化は、表面融雪水の一部が地表まで鉛直浸透せずに積雪層内を流出経路とする側方流として溪流まで達していることによると推定された。従って、多雪山地の融雪期の流出機構には積雪が大きく関わるものと考えられた。

2.5. 山地災害防止機能/土壌保全機能に関する収集文献リスト

図表 2-11 は、山地災害防止機能/土壌保全機能に関する収集文献リストである。掲載誌数としては 125 誌である。文献原文との整合性をとるため文献番号は、125 番までとしているが、文献数は、127 文献（同一掲載誌に複数文献があるため）となっている。

なお、文献分類として水源涵養機能と考えられる文献も 3 件含まれるが、山地災害と水との関係が説明されていることから山地災害防止機能に分類した。また、快適環境形成機能と考えられる海岸林に関する文献が 3 件、その他 3 件の合計 6 件も含まれている。

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（1）

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
1	4	31602	快適環境形成機能	海岸林の機能		保全・整備の方法・効果	2001	地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部	地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部	クロマツ海岸林の管理技術	道南地方の海岸には、クロマツ海岸林が造成されています。強風害や冠雪害を防ぐためには、適正な間伐を施し、樹冠を発達させて幹を十分に太くする必要があります
2	4	30100	快適環境形成機能	森林の津波被害軽減機能			2001	地方独立行政法人 北海道立総合研究機構	パンフレット	海岸防災林により津波の被害を軽減するには？	津波が林帯を通過する様子については、実際の海岸防災林（白糠町、大樹町）の森林データを、地形データを用いて、現在想定されている最大規模の津波（レベル2津波）でシミュレーションを行いました。
3	4	31601	快適環境形成機能	海岸林の機能		造成・再生の方法・効果	2001	地方独立行政法人 北海道立総合研究機構	パンフレット	海岸林不成績要因と改善方法	海岸林の不成績造林地の事例紹介
4	7	20403	山地災害防止／土壌保全機能	土砂流出防止に望ましい森林とその取扱	森林状態と表面浸食	森林以外の土砂流出防止法	2020	宮崎功太郎他4名	一般財団法人 北海道河川財団研究所紀要(XXXI) 令和02年12月発行	厚真川山地小流域を対象とした水・土砂流出および地形特性	2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震により、胆振地方では多数の土砂崩れが発生した。崩壊面積は明治以降、我が国最大の22.06km ² である。崩壊斜面から厚真川への土砂流出量の増加リスクの推定は喫緊の課題となっている。本研究の目的は1降雨イベントの降雨による土砂流出量の算出、1年間に想定される土砂侵食リスク、その地震前後の変化量の推定である。土砂流出量は厚真川富里地区の一支川における流量、濁度の観測によって算出し、2019年の3つの降雨イベントにおける土砂流出量を算出した。観測結果から総降水量に大きな差がなくとも、土砂流出量は大きく異なることが明らかになった。1年間の土砂浸食量を経験的な土壌流出式（USLE）を用いて推定した結果、2019年の年間土壌浸食量は321t/yrと推定され、裸地もしくは急勾配の斜面において特に土砂浸食が大きいが判明した。さらに、地震前後の地形それぞれから降雨の影響を除いて年間土砂浸食量を算出した。その結果、地震後の土砂浸食量は地震前よりも13.7倍程度大きくなったと推定され、その要因は土砂崩れによる裸地化であることが示唆された。地震後の土砂浸食量を既往最小、最大の年降雨量を記録した年の降雨を与えて算出したところ、194t/yrから546t/yr発生する可能性があるという結果となった。今後の土砂浸食の予測には降雨、地形条件に加え、植生の遷移といった地形と相互に干渉する条件が必要となると考えられる。
5	7	20403	山地災害防止／土壌保全機能	土砂流出防止に望ましい森林とその取扱	森林状態と表面浸食	森林以外の土砂流出防止法	2021	宮崎功太郎他4名	一般財団法人 北海道河川財団研究所紀要(XXXII) 令和03年12月発行	厚真川小流域の崩壊斜面からの流出土砂の観測及び厚真川流域における地震前後の土砂侵食リスクの定量的な評価	2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震により、胆振地方では多数の土砂崩れが発生した。崩壊面積は明治以降で我が国最大となる48.4 km ² にも及び、崩壊斜面から厚真川への土砂流出量の推定は喫緊の課題となっている。本研究の目的は1イベントの降雨による厚真川富里地区の一支川からの土砂流出量の観測による算出、および厚真川流域全体の経験式による年土砂侵食率[・ha ⁻¹ ・yr ⁻¹]（1 haあたりの1年間の土砂侵食量）の増加率の定量化である。土砂流出量は、観測対象流域の末端での流量、濁度の観測によって算出した。2019年から2020年の7つの降雨イベントを対象に調べた結果、総降雨量は同程度であっても、土砂流出量には大きな違いが生じることが明らかになった。また、地震前後の年間土砂侵食率を算出した結果、流域全体の総土砂侵食率は地震前と比べて8倍から29倍の範囲で増加することがわかり、特に崩壊斜面が多く面積を占めるサブ流域においては増加が顕著であることが明らかとなった。地震による裸地化と地形変化それぞれの土砂侵食率への寄与度を調べた結果、土砂崩壊による裸地化が土砂侵食率の増大に支配的であり、地形変化は各斜面内において侵食の増大と減少のどちらの影響ももたらしていることがわかった。さらに、厚真川流域の降雨の年変動を考慮したところ、地震後の年最小土砂侵食量は、地震前の年最大土砂侵食率を上回ることが示された。これは地震後の厚真川流域では、地震前の年最大土砂侵食率以上の土砂侵食が毎年のように発生することを示唆する結果である。
6	4	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2006	北海道森林環境部主任研究員・防災林科・資源解析科・流域保全科 （共同機関：地質研究所）	北海道森林環境部研究報告	豪雨による山地災害実態の解明と流域保全技術の開発	平成15年の台風10号の日高での豪雨災害に代表されるように、山腹崩壊や河畔林からの大量の流木の発生が災害を大きくすることが知られている。被害を最小限に抑えるためには、山腹崩壊や河畔林からの流木の発生をいかに抑えるかが重要である。そこで、上記被災地を対象にして山腹崩壊に影響を及ぼす地形、地質、施設、森林などの要因の解析、河畔林からの流木発生状況の調査、および河畔林の流木捕捉機能の評価を行うことにより、豪雨による山地災害を軽減する流域保全技術を開発する。
7	5	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2023	産学官共同研究グループ NPO 福井地域地盤防災研究所	産学官共同研究グループ NPO 福井地域地盤防災研究所	豪雨による土砂災害軽減のための予防保全に関する研究 －産学官共同研究－	豪雨時の土砂災害に対する予防保全を行うには、①災害が発生する雨量・降雨パターンの把握、②災害が生じやすい場所の把握が主要な課題となる。本研究では、この2つの課題について、近年の福井県や日本全国で生じた豪雨災害事例の教訓に基づく整理を行う

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（2）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
8	3	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2022	津末 明義	九州大学学術情報リポジトリ	豪雨に起因する流木発生量評価モデルの開発	流木発生量の推定方法としては、林野庁による砂防施設設計のための計画流木量評価方法があるが、今次水害の様な河川流域全体からの流出量の推定はできない。一方、矢野ら(2016)は河川流域内に存在する豪雨時に斜面崩壊の可能性が見込まれる箇所と斜面の森林の状況、ならびに対象河川と各斜面との地形的な関係から推定される流木の可能最大発生量を「流木発生ポテンシャル」と定義し、河川流域を一貫した流木発生量の評価法を提案している。しかし、この方法では、斜面の地質情報は加味されておらず、降水量に応じた流木発生の変化などは評価できていなかった。そこで本研究では、流域一貫した流木総合管理の観点から、近年発生した大規模水害における土砂・流木災害事例を基に、GIS ベースの流域圏全体における流木総合管理を可能にするための流木災害リスク評価モデルの開発を試みた。さらに、流木集積に伴う氾濫による経済損失を計量し流木災害リスクの定量化を試みた
9	5	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2015	蒲原 潤一他4名	I S S N 1346-7328 国総研資料 第874 号 平成 27 年 11 月	豪雨時の土砂生産をどう土砂動態解析に関する留意点	土砂移動による災害を防止するためには、将来生じうる土砂移動現象を予測し、対策を進めることが重要である。しかしながら、山地流域内の豪雨時の土砂移動現象は、極めて複雑であり、実績データ(例えば、豪雨期間中の水位・流量、流砂量、河床変動高など)も十分に蓄積されているとは言いがたいのが現状である。そのため、現時点においても、将来生じうる土砂移動現象を予測することは必ずしも容易ではない。 流域内の土砂移動現象に関する理論的研究、現地調査・観測、水路実験や数値解析など数多くの調査・研究が行われ、流域内の土砂移動現象の実態や機構は、明らかになりつつある。さらに、土砂移動現象の実態や機構に関する知見に基づき、数値解析手法も提案され、活用されてきている。数値解析は、将来生じうる土砂移動現象を予測するために極めて有効なツールであると考えられる。 一方、数値解析により、将来生じうる土砂移動現象を予測するためには、山地流域で生じうる水及び土砂移動現象の特徴を考慮し、解析手法の選定、解析条件の設定を行う必要がある。そこで、本資料では、豪雨によって生じた土砂移動による災害を解析・予測するための土砂動態の数値解析に関する留意点を取りまとめた。
10	7	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2018	多田泰之	水利科学No.363 2018	国土の変遷と災害	結論の概要は次の通りである。①わが国は大規模な風水害の場合、本来1件の風水害で数千～数万人規模の死亡者が生じる脆弱な国土であった。死亡者数は明治中期に制定した治水三法以降減少に転じ、現在は大規模な風水害でも百名を上回る死亡者は生じなくなった。現在の1件の風水害で死亡する確率は127万人に1人にまで減少しており、国土の風水害に対する安全度は史上最も高い状況にある。この風水害の克服には治水施設の完備に加え、山地の森林の充実が重要な役割を果たした。②森林伐採面積が災害量に非常に大きな影響を与えており、伐採量が50万ha/年を超えると土砂災害が顕著に増える。また、森林は置伐すると10年後から山腹崩壊が顕著となり、伐採を止め再植林しても20年間は止まらない。これは根系が腐朽し地盤の支持力を失う時間と、再植林した樹木の根系が崩壊防止の効果を発揮するまでに要する時間に起因する。今後の林業においても、過去の森林利用と災害の歴史を知り、国土保全と林業の両立を目指す必要がある。
11	3	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2019	中西隆之介	九州大学学術情報リポジトリ	山地河川の豪雨時における河床変動と土砂流出現象に関する研究	流域地質の大きく異なる二つの支流域を対象として、河床変動を定量的に評価し、土砂堆積状況の特徴及び対象支流域間の違いを明確化する。この評価における河床変動とは河床材料の変化及び河床形状の変化を指す。そして、河床変動計算を駆使して土砂流出現象の再現を行い、地質的観点から河床材料の違いを考慮することによる現象の再現性について検討し、流域全体の土砂移動を包括的に捉え、河川支流単位で土砂流出を捉えることの重要性について述べる。もう一つの目的は、土砂流出現象を予測するための予備的な検討として地形発達と土砂流出現象の関係性を明らかにすることである。
12	4	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2023	矢部 浩	鳥取県林業試験場 令和5年度業務報告	山地災害リスクを考慮した森林路網整備に関する研究	森林路網のコスト計測モデル構築に必要な災害復旧コストを明らかにするため、林道台帳及び平成13年度から令和3年度までの災害箇所表を基に県内既設林道での災害の発生状況及び復旧経費について解析を行った。なお、復旧費については建設工事費デフレーター(平成27年度基準)で補正を行った。
13	4	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2018	臼田 寿生	岐阜県森林研究所森林のたより 2018年12月号掲載	山地災害リスクを考慮した木材生産のために	災害リスクを考慮した木材生産を行うためには、次の2つの視点が必要となります。1つ目は「保全対象との位置関係」です。2つ目の視点は、「山地の崩壊リスク」です。斜面崩壊は、水が集まりやすく、地盤が風化した傾斜地で発生しやすくなります。このため、地図や現地の情報を手掛かりに、対象の森林で土砂移動が起こりやすいか否かを判断する必要があります。
14	7	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2023	佐藤 宣子	森林環境 / 森林環境研究会 編 42-50, 2023 森林文化協会	自然災害の激甚化による山地災害の特徴と地域社会への影響	日本の森林は私的所有が過半を占め1)、木材生産という生業の場でもある。とくに近年、戦後に植林した人工林が利用時期を迎え、伐採活動が活発化している。そうした中で災害形態も変化している。そこで、本稿では、近年の山地災害の特徴を既往文献と林野庁資料によって把握し、筆者が九州で実施したフィールドワークを事例に豪雨災害が地域社会にもたらした影響について考察する。さらに、減災のための地域で始まっている新たな試みを踏まえ、政策課題について論じたい。

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（3）

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
15	3	20900	山地災害防 止／土壌保 全機能	その他			2016	岡田康彦	森林総合研究所 平成26年度 交付金プロジェクト研究課題	新たな「樹木根系の斜面補強機能の数 値化技術」の開発	樹木根系（鉛直根および水平根）を対象にした平面ひずみ型／単純せん断型の土質せん断試験を新規に開 発して検討する他、実斜面を対象にした人工降雨による崩壊実験を通じた樹木根系の斜面補強効果の実証 を近未来の目標に掲げる。さらには、数値解析モデルを用いて樹木根系効果の可視化技術の開発を行う
16	3	20900	山地災害防 止／土壌保 全機能	その他			2015	糸数哲	京都大学学位論文	森林の成育が水と土砂の流出に与える 影響の評価に関する研究	森林流域の洪水緩和機能を定量的に評価するため 森林の成育段階 の異なる山地小流域を対象に 洪水災 害を引き起こした いわゆる治水問題となる大雨時を含む降雨流出特性および土砂流出特性を調べ 降雨 流出モ デルを用いて森林の洪水緩和機能を定量的に評価する
17	3	20900	山地災害防 止／土壌保 全機能	その他			2022	小井 宣秀	徳島大学学位論文	森林の変遷と土砂流出分析に基づく治 水安全度向上策に関する研究	流域への水および土砂の流出源となる森林の変遷について、我が国および和歌山県の状況について整理す るとともに、富田川右支川の西谷川および熊野川谷川流域および隣接する一級河川熊野川右支川の音無川 流域における降水と流出土砂量の関係性および治水安全度の向上策について検討
18	5	20900	山地災害防 止／土壌保 全機能	その他			2021	農林水産省	官民研究開発投資拡大プログ ラム(PRISM) 革新的建設・インフラ維持管理 技術／革新的防災・減災技術 領域 令和元年度成果	森林地崩壊予測システム開発	航空レーザ測量による高解像度地形データなど多様な空間データとAIを活用して過去の崩壊跡地や将来の 崩壊リスクが高い場所を抽出する技術を開発する。こうしたリスク情報と林道等の山地インフラ情報を統合した 情報プラットフォームを構築してプロジェクトの成果やデータを発信し、森林計画や地域防災への活用を促す とともに、プロジェクトの成果を活用した民間ビジネスの創出に貢献する。
19	1	20900	山地災害防 止／土壌保 全機能	その他			2023	鈴木素之他3名	公益社団法人地盤工学会中国 支部論文報告集 地盤と建設 Vol.41.No.1,2023	数値標高モデルを用いた地形解析によ る土砂・洪水氾濫の発生可能性のある箇 所の抽出方法の提案	山口県防府市佐波川、周南市島田川流域をモデル地域にして、10kmDEM（数値標高モデル）を用いた数値 解析より、崩壊・土石流多発箇所の地形指標を参考に土砂流出と河道閉塞の可能性の高い箇所 の地形特性 を解析している。
20	5	20900	山地災害防 止／土壌保 全機能	その他			2016	中村和正他3名	国立研究開発法人 土木研究 所 運営費交付金（一般勘定）	大規模農地流域からの土砂流出抑制技 術に関する研究	農地からの土砂流出は、農地の生産力低下や土砂堆積による排水路の機能低下を引き起こす。また、河川 に流入した土砂は下流の湖沼等に流出し、土砂に含まれる栄養塩類とともに水環境を悪化させ、水生生物の 生育環境や漁業への影響が問題となる。以上の背景より、本研究では、排水路の機能保全と水環境の保全 のために、農地からの土砂流出抑制技術を提案する。平成25年度までに以下の成果を得た。 (1)流域からの土砂流出に対する抑制対策を実施するためには、土砂流出量の予測技術を開発する必要があ る。この予測技術の精度確認のためには、現地データを取得しなければならない。本研究では、大規模農地 流域の下端に整備されている沈砂池で堆積土砂量と流入・流出土砂量の調査を行い、流域から流出する土 砂量を把握した。 (2)農業農村整備事業で利用されている土砂流出モデルのUSLEについて、係数の設定方法を見直した。降 雨係数は、1976年から2010年までの北海道全域の気象庁データを用いて北海道全域の値を算出した。土壌 係数は、農地に農林水産省データ、農地以外には国土交通省データを用いた新たな土壌図を作成し、これ に既存資料で整理されている土壌統群ごとの土壌係数を付与して北海道全域の分布図を作成した。地形係 数は、形状が様々で起伏のある圃場について、GISを利用した設定方法を示した。 (3)土砂流出抑制対策の効果予測に利用可能な分布型物理モデルのWEPPについて、土砂流出解析を行 い、複数流域で実測値との適合度の高いパラメータを設定した。また、解析結果が土地利用や地形に対応し た土砂流出現象と適合すること、積雪寒冷地特有の融雪流出が表現できることを確認した。
21	7	20900	山地災害防 止／土壌保 全機能	その他			2022	公益社団法人 森林・ 自然環境技術教育研 究センター	公益社団法人国土緑化推進機 構「緑と水の森林ファンド」事業 助成 令和2年度報告書	地球温暖化に伴う山地災害の変化予測 と治山施設の適正配置及び機能強化に 関する	地球温暖化による異常気象の増加等により想定される山地災害の変化予測と、それに対応した治山施設の 適正配置及び機能強化のありかたについての研究事例報告
22	4	20900	山地災害防 止／土壌保 全機能	その他			2017	丸谷知己	北海道地区自然災害科学資料 センター報告 Vol 30,71- 89,2017	地表変動一生物圏と治水圏の接点で起 きる土砂災害一	から100m程度地下までの、土砂と水の運動、地表変動について樹木群を利用した推定手法等の研究事例を 紹介。

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（4）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要																																																																																
23	5	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2023	林野庁	令和5年度 山地保全調査(水源森林保全調査・有明海等の閉鎖性海域と森林に関する調査)委託事業報告書	令和5年度 山地保全調査(水源森林保全調査・有明海等の閉鎖性海域と森林に関する調査)委託事業報告書	SWAT(Soil And Water Assessment Tool:アメリカ農務省農業研究局(USDA-ARS)によって開発された、農業流域の水・土砂・物質の移動を解析することを目的とした準分布型流出モデル。流域の栄養塩循環の分析・評価のために、1992年から2010年の期間内で最も頻繁に使用されたモデルと言われている(Wellen et al. 2015。))モデルでの流出モデルを再現するに当たり、モデルの精度を高めるため、現地調査(雨水2箇所、河川5箇所)を実施。																																																																																
24	5	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2023	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部	土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の基本的な考え方(試行版)	流木の発生・流下、溪流や河道における流下・堆積の過程や災害発生のメカニズムについての研究は行われているが、未だ研究途上であり本資料は現時点の研究・技術開発の成果を取りまとめたものであり、更なる知見を収集し成果を反映していく必要がある。																																																																																
25	1	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2023	裴 靖他5名	令和5年度砂防学会研究発表会概要集	土壌侵食モデルを用いた森林流域からの土砂流出の再現性の検討	森林の公益的機能のうち、水源涵養機能と並び土砂災害防止に関する機能への期待は高い。気候変動による今後の頻発が予想される土砂災害に対して、流域規模での土砂管理の重要性が指摘されている。山地流域においては斜面崩壊や土壌侵食が活発に生じるため、一般に、斜面が主要な土砂生産源だとみなされている。その一方で、大規模な崩壊や侵食など、過去のイベントで供給されて河道に貯留した土砂が、数十年スケールで流域の土砂流出に影響を及ぼす事例も存在する(堀田・厚井, 2011)。したがって、土砂流出の制御を目的とした森林管理を効果的に行うためには、森林流域内での土砂の生産源と流出プロセスを明らかにする必要がある。しかしながら、流域による土砂流出特性の違いから森林の影響を一般化して論じることは難しく、流域を網羅する詳細な現地観測の実施も多大な努力を要する。そこで本研究では、農地を中心に世界的に広く利活用が進む土壌侵食モデルを用いて山地森林流域からの土砂流出量の推定を試みる。土壌侵食モデルを山地流域の土砂流出の予測や将来シナリオの検討のためのツールとできないか、という意図である。観測データとの比較検証から森林流域における土壌侵食モデルの適用性を検証することを目的として、流域内の土砂動態について検討する。																																																																																
26							2013	鎌田磨人他2名	景観生態学18(2) 109－122, 2013	土地の生産性と山地災害リスクの評価に基づく森林の広域ゾーニング手法	ミンチャーリビ式により地位階級を決定し、地位階級・気象因子を変数とするロジットモデルを作成し、土地の生産性評価図を作成。これに作業効率性に関する評価図とをオーバーレイすることで持続性評価図を作成。斜面崩壊地の特性からマキシムエントロピーモデルを用いて崩壊確率を算出し、崩壊斜面に存在する社会資本を含めた山地災害リスク評価図を作成。その結果、自然林面積を多くすることで斜面崩壊確率が減速することがわかったことから、人工林を自然林に転換することで生態系修復と山地災害リスクの低減を同時に達成することができる。																																																																																
27	7	50000	経済評価				2012	林 直樹	電力中央研究所研究報告：Y11020	土地利用の変化が農林業の多面的機能に与える影響	表 1. 「人工林」および「人工林が天然林や草地に変化したとき」の多面的機能の評価額 (単位：兆円/年) <table><tr><th colspan="2"></th><th colspan="6">三菱総研[1]</th></tr><tr><th colspan="2"></th><th>①</th><th>②</th><th>③</th><th>④</th><th>⑤</th><th>⑥</th></tr><tr><th colspan="2"></th><th>森林全体 人工林+天然林</th><th>人工林</th><th>天然林^{＊1}</th><th>差額 ②－③</th><th>草地^{＊1}</th><th>差額 ②－⑤</th></tr><tr><th>機能名</th><th>基準</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr><tr><td>二酸化炭素吸収</td><td>ゼロ^{＊2}</td><td>1. 24</td><td>0. 16^{＊3}</td><td>0. 16^{＊3}</td><td>+0. 0584</td><td>N/A</td><td>N/A</td></tr><tr><td>表面侵食防止</td><td>無林地</td><td>28. 26</td><td>12. 36</td><td>12. 36</td><td>0</td><td>12. 29</td><td>+0. 06</td></tr><tr><td>表面崩壊防止^{＊4}</td><td>無林地</td><td>8. 44</td><td>3. 69</td><td>3. 69</td><td>0</td><td>低</td><td>+</td></tr><tr><td>洪水緩和</td><td>裸地</td><td>6. 47</td><td>2. 83</td><td>2. 83</td><td>0</td><td>2. 36</td><td>+0. 47</td></tr><tr><td>水資源貯留</td><td>裸地</td><td>8. 74</td><td>3. 82</td><td>3. 82</td><td>0</td><td>5. 92</td><td>－2. 10</td></tr><tr><td>合計</td><td></td><td>53. 15</td><td>22. 86</td><td>22. 80</td><td>+0. 0584</td><td>20. 57 (+x)</td><td>－1. 57 (+x)</td></tr></table> ^{＊1} 現時点で人工林になっている場所が対象。人工林が天然林や草地に置き換わった場合の評価額。 ^{＊2} 植物が一切存在しない土地。 ^{＊3} 火力発電所の CO₂ 回収コスト (12, 704 円/t-CO₂) による CO₂ の評価額は非現実的と考え、排出権 (3, 000 円/t-CO₂) による評価を採用した。 ^{＊4} いわゆる「がけ崩れ」のような大規模な崩壊を防止する機能。			三菱総研[1]								①	②	③	④	⑤	⑥			森林全体 人工林+天然林	人工林	天然林 ^{＊1}	差額 ②－③	草地 ^{＊1}	差額 ②－⑤	機能名	基準							二酸化炭素吸収	ゼロ ^{＊2}	1. 24	0. 16 ^{＊3}	0. 16 ^{＊3}	+0. 0584	N/A	N/A	表面侵食防止	無林地	28. 26	12. 36	12. 36	0	12. 29	+0. 06	表面崩壊防止 ^{＊4}	無林地	8. 44	3. 69	3. 69	0	低	+	洪水緩和	裸地	6. 47	2. 83	2. 83	0	2. 36	+0. 47	水資源貯留	裸地	8. 74	3. 82	3. 82	0	5. 92	－2. 10	合計		53. 15	22. 86	22. 80	+0. 0584	20. 57 (+x)	－1. 57 (+x)
		三菱総研[1]																																																																																									
		①	②	③	④	⑤	⑥																																																																																				
		森林全体 人工林+天然林	人工林	天然林 ^{＊1}	差額 ②－③	草地 ^{＊1}	差額 ②－⑤																																																																																				
機能名	基準																																																																																										
二酸化炭素吸収	ゼロ ^{＊2}	1. 24	0. 16 ^{＊3}	0. 16 ^{＊3}	+0. 0584	N/A	N/A																																																																																				
表面侵食防止	無林地	28. 26	12. 36	12. 36	0	12. 29	+0. 06																																																																																				
表面崩壊防止 ^{＊4}	無林地	8. 44	3. 69	3. 69	0	低	+																																																																																				
洪水緩和	裸地	6. 47	2. 83	2. 83	0	2. 36	+0. 47																																																																																				
水資源貯留	裸地	8. 74	3. 82	3. 82	0	5. 92	－2. 10																																																																																				
合計		53. 15	22. 86	22. 80	+0. 0584	20. 57 (+x)	－1. 57 (+x)																																																																																				
28	4	30400	快適環境形成機能	森林の防風機能			2021	北海道 水産林務部 治山課 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 林業試験場	パンフレット	防風保安林の効果と更新方法	防風保安林の効果と更新方法についての解説																																																																																

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（5）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
29	4	30400	快適環境形成機能	森林の防風機能			2007	北海道立林業試験場	解説書	防風林の多面的機能と造成管理のための解説書	北海道の開拓は原生林を切り開き、原野を開墾しながら進められてきましたが、こうして開発された農地や住居を風から守るために、明治から昭和の初期にかけて防風林が全道各地に造成されました。写真に示した「根釧台地の格子状防風林」は、スペースシャトルからも撮影されたように幅180mの林帯が648kmにわたって続き、北海道遺産にも選定されるなど先人達の偉業を今に残しています。防風林は農作物を気象害から守るだけでなく、農村の生活環境や景観の維持に重要な役割を果たしています。さらに近年は、野生生物の生息場所や移動の経路としての役割が評価されています。北海道立林業試験場ではこれまで、防風林の多面的機能とその高度発揮に資する調査研究を行ってきました。これらの研究成果を基に、このたび解説書を取りまとめたので、防風林の役割を再認識していただき、よりよい防風林を造成・管理していくために活用していただければ幸いです。
30	4	31601	快適環境形成機能	海岸林の機能		造成・再生の方法・効果	2003	北海道立林業試験場	技術解説	北海道の日本海沿岸北部における海岸林の造成技術	・四方を海に囲まれた北海道の沿岸は、かつては天然の森林に覆われていました。しかし、明治以降の開拓の進展、とりわけ漁業の発展にともなって伐採が進み、海岸林の多くが荒廃し、飛砂や表土流出による沿岸村落の生活・産業基盤の弱体化を招くことになりました。その結果、海岸林の機能が再認識され、保安林指定や植栽によって海岸林の保全と回復の努力が進められることとなりました。 ・終戦後から沿岸地域全域において本格化した北海道の海岸林造成は、多くの困難を克服しながら進められ、檜山管内の砂坂や日高管内のえりも岬に代表されるように、多大な成果を挙げってきたことはよく知られています。しかし、北海道の沿岸の中でも、日本海沿岸北部は、とくに気象環境が厳しく、海岸林を造成する上での技術的課題が多い地域です。 ・北海道立林業試験場では、これらの地域における海岸林造成の技術的課題の解決を目的として、1970年代の初めから、各種の調査・研究を行ってきました。ここでは、これらの研究成果の中から、この地域における海岸林造成のための技術のエッセンスをとりまとめた。事業の現場で長年蓄積されてきた優れた技術や知識とともに、これらの研究成果がこの厳しい海岸地域での森林造成にいくばくでも貢献できることを願うものです。この地域での海岸林造成の基本的な事項にしぼりましたので、主にこの地域の海岸林造成のスタート地点にたった技術者のガワの予備知識集のひとつとして活用していただければ幸いです。
31	5	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2023	村山雅昭他5名	国立研究開発法人 土木研究所 運営費交付金（一般勘定）	流砂砂の領域間連携をふまえた土砂の連結性評価手法に関する研究	本研究は、山地領域の斜面～渓流～河川の土砂移動における連結性の評価手法を構築するため、沙流川流域バンクスーシ川を主対象に平成28年8月北海道豪雨で発生した斜面崩壊と河床変動による土砂生産・流出実態の解明と、GISによる微地形解析を試みた。豪雨前後の標高差解析、衛星画像解析、河床材料調査等により崩壊土砂量と粒径別の河床変動量を評価した結果、深成岩地域の斜面崩壊や河床変動が流域からの浮遊土砂流出に相当程度寄与することがわかった。また、斜面から河道への連結性指標は地質によって異なり、豪雨直後の濁水流出状況とも対応していたことから、地質による浮遊土砂生産・流出特性への影響が示唆された。
32	7	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2022	小森 大輔	令和4年度（一財）河川情報センター研究助成成果報告	流木流出の一連の過程に基づく流木流出統合物理モデルの構築	2016年北海道・東北豪雨および2017年九州北部豪雨にて大規模な流木流出が発生した小本川および筑後川にて流木の発生過程・流木天然ダムの消長・流木流出過程の現地調査を実施し、流木流出には降水イベント時の流木発生を伴う大規模流木流出と、通常時の流域内に堆積した流木が再移動する基底流木流出の2種類の流木流出特性が存在することを明らかにした。そこで、斜面崩壊モデルを応用した発生流木量推定モデルと、推定された発生流木量を入力値とする流木流出特性を反映させた流木の堆積・再移動・流出量を推定する貯留関数モデルを構築した。構築したモデルを北上川水系および筑後川水系のダム流域に適用した結果、四十四田ダム流域を除いた5ダム流域にて高い再現性が得られた。再現性が得られたダム流域の流木流出特性を比較した結果、南日本は北日本に比べ流木の堆積期間は短く、流域内の堆積流木量は少ないというSeo et al.(2015)と一致する傾向が示された。
33	2	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2024	渡部優他2名	森林計画学会誌 advpub (0), 2024 森林計画学会	林業収益性と山地災害リスクを基準とした森林ゾーニングの広域適用	近年、人工林の高齢化や気候変動の進行により、木材生産促進や山地災害リスク管理といった多目的森林管理の重要性が増している。今後の森林管理と国産材供給に関する政策決定を行うためには、素材生産と山地災害リスクの2つの基準からみて、どのようなポテンシャルを有した土地がどの程度存在するかを定量的に把握する必要がある。本研究では、収益性と災害リスクを基準としたゾーニングを、岐阜県民有林人工林へ適用し各ゾーンの面積比率を明らかにした。その結果、県全域では、要注意林業地（高収益、高リスク）、林業適地（高収益、低リスク）、潜在的林業地（低収益、低リスク）、林業不適地（低収益、高リスク）のゾーンは、それぞれ面積ベースで10％、29％、31％、29％を占めていた。さらに、ゾーンごとに各基準のスコア構成を調べた。同じゾーンであっても、スコアの高低とその組合せを詳細にみることで、ポテンシャルに応じた解像度の高い管理方針の提案を行える可能性が示唆された。
34	1	20201	山地災害防止／土壌保全機能	森林と土砂流出	森林状態と表面侵食	土砂流出と森林	2019	長谷川陽一 他5名	2019年度砂防学会研究発表会概要集	H29 九州北部豪雨で崩壊した斜面での調査事例報告その2－崩土流動化の要因検討－	平成29年7月九州北部豪雨（以下、H29 豪雨）では140件以上のがけ崩れが発生した。崩土が流動化する要因の検討のり下における崩土による荷重の空間分布（崩壊幅における衝撃力の平均荷重）の検討結果について報告する。昭和47年から平成26年までの全国のがけ崩れ災害実態（以下、土砂災害データ）、清水ら3）の報告による平成24年7月九州北部豪雨（以下、H24 豪雨）での長大斜面崩壊事例、および平成21年度に国総研で収集した過去の崩土流動化事例のデータも用いた。
35	5	21030	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	深層崩壊		2011	国立研究開発法人土木研究所 データベース	国立研究開発法人土木研究所 データベース	過去の深層崩壊事例について（～平成22年度）	本リストは、明治時代以降から平成22年度までの間において、降雨等によって発生した深層崩壊と考えられる現象を抽出したものである。
36	7	21040	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	崩壊現象全般		2015	鏡原聖史 他2名	一般財団法人建設工学会研究論文報告集第57号	近年の強雨による斜面崩壊の発生メカニズムに関する一考察	近年の土砂災害の概要と降雨特性。2014年北六甲短時間降雨強度の大きな豪雨により発生した崩壊地の発生場の条件を整理。短時間降雨量の大きい降雨で発生した崩壊メカニズムを推定し、特徴を検討。
37	1	20524	山地災害防止／土壌保全機能	森林と山崩れ	森林状態と山崩れ	森林伐採	2009	宮縁育夫 他1名	砂防学会誌、Vol. 62, No. 2, p. 51－55, 2009	九州南部の大量積雪伐跡地周辺域における斜面崩壊の実態	大面積皆伐跡地が存在する熊本県南部の球磨村において現地調査を行い、現在の斜面崩壊発生状況を把握し、その地質学的特徴について検討した。

図表 2-11 山地災害防止機能に関する文献一覧表 (6)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
38	1	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2011	三森利昭	第122回日本森林学会大会	現在の森林の状況と土砂災害防止機能評価の試み	土砂災害防止機能の評価について、誘因である降雨を指標値とした方法を示す。本手法は、2次元の非定常飽和・不飽和浸透解析と極限平衡法による斜面安定解析を組み合わせたモデル(降雨を原因とする斜面崩壊に土層厚が及ぼす影響、砂防学会誌, 48(1), 12-23)を用い、森林の状態を根系強度の鉛直方向の変化として土の強度に与える。これにより、森林の有無、林齢によって崩壊防止機能がどのように変わるかを、降雨に対する耐性で評価が可能となる。例えば、「総降雨量〇〇mmで崩壊する箇所が森林により××mmの降雨にまで耐性が上がる」というような表記ができる。この手法を用いて、50年生スギ林を対象に試算したところ、崩壊に至るまでの降雨総量について10～30%の降雨量を増加させる効果があり、傾斜が急で砂質土ほど根系の効果が大きいことがわかった。
39	3	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2010	藤田正治 他2名	京都大学防災研究所年報第53号B	気候変動に伴う流域内の斜面崩壊危険度の変化	個々の斜面には固有の崩壊限界土層内水分量が存在し、土層内の水分量がその限界値を上回ると崩壊が発生する。斜面土層内水分量は崩壊発生予測の指標になりうる。限界値は地形・地質などの地盤条件によって決まり、地盤条件の調査が重要となる。
40	1	21010	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊		2019	神野忠広 他6名	2019年度砂防学会研究発表会概要集	広葉樹混交林における樹木根系分布とその崩壊防止機能に関する研究	コナラは根の本数が多くかつ根が強いことから、コナラ・アベマキ林、コナラ・ソゴゴ林の崩壊防止機能が大きい結果を得た。
41	1	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2001	田畑茂清 他3名	砂防学会誌, Vol. 53, No. 6, p. 66-76, 2001	降雨により群発した天然ダムの形成と決壊に関する事例研究—十津川災害(1889)と有田川災害(1953)—	天然ダム形成と決壊時の対応方法研究の材料としてこれらの災害について調査した
42	7	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		1995	三森利昭 他3名	新砂防 Vol. 48 No. 1 (198) May1 995	降雨を原因とする斜面崩壊に土層厚が及ぼす影響	豪雨による崩壊のおよそ8割が山地斜面の中上部で発生している(吉松ら, 1988)。吉松による昭和44年から60年までの全国に発生した降雨を原因とする崩壊5,691件の調査結果の総括によれば、斜面縦断型が直線であるような斜面において、総件数の半数近い2,665件の崩壊が発生しており、そのうちの55%が斜面上部において、また31.4%が斜面中部において発生するのに対し、斜面下部に発生する崩壊は13.5%とわずかなのである。斜面の中上部で発生する崩壊の発生に関するこれまでの研究例として、武居(1952)、伊勢田ら(1985)、Reid ら(1988, 1992)があるが、まだ数少ないと思われる。
43	7	21020	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	表層崩壊		2009	富田陽子 他1名	土木技術資料 51-10(2009)	降雨量の増加が斜面崩壊の発生分布と発生時刻に与える影響	降雨特性と斜面の崩壊発生状況との関係について、これまでの事例を整理し、降雨特性が斜面崩壊に及ぼす影響を考察する。そして、降雨量の増加が斜面崩壊にどのように影響するのかを「表層崩壊発生予測モデル」によって試算した。
44	3	21010	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊		2018	鏡原 聖史 他4名	神戸大学都市安全研究センター 研究報告, 第22号, 平成30年3月	豪雨による山腹崩壊箇所における樹木根系の崩壊防止効果に関する事例研究	崩壊厚さ1m程度の自然斜面の表層崩壊では、樹木根系が崩壊抑制に寄与していることは経験的に知られているが、現行の斜面安定検討においては樹木根系の影響を隔に考慮していない。本研究では、兵庫県丹波市にある表層崩壊発生現場において樹木根系の地下の分布を調査した。さらに現地地盤調査や土質試験の結果をもとに、樹木根系の影響も含めたすべり面形成のメカニズムについて考察した。 ・丹波層群(頁岩を主とし、頁岩・砂岩互層、混在岩)が分布している崩壊箇所を対象に現地調査、室内試験、浸透流解析、安定解析を実施し、得られた結論を以下に列挙する。 ・崩壊地は、縦断測量と崩壊前の航空レーザ測量の結果から崩壊深さは、1.3m程度であった。 ・簡易動的コーン貫入試験の結果から、1.0～1.4mより浅ではNd<10を示しているがそれより深ではばらつきがあるもののNd>10となる箇所が多くなっている。また、測量から求めた崩壊深さ1.3mとの対応を考えると、Nd<10が分布する土層が崩壊土層と推察された。 ・ヒノキ根系の引抜き力の計測や分布状況から根系の引抜き力は、深さ0.3m付近で7.3kN/m ² と最大値を示し、それ以降で減少し、深さ1.1mでゼロとなった。 ・室内試験の結果、深度0.6mまでは土壌作用で土粒子の密度が小さくなっており、根系の侵入深さに対応していた。また、簡易動的コーン貫入試験の結果から、0.8m以深でNd値が増加しており、確分が増加している試験結果とも対応していた。せん断試験の結果から飽和するといずれの深度の材料においてもサクションによる見かけの粘着力が低下することが明らかになった。また飽和透水係数は、細粒分が多いことも影響して5.69×10 ⁻⁶ m/sと比較的透水性の低い材料であった。また、保水性試験の結果、保水性の高い材料であることが分かった。 ・水分状況を概略的に推定するために、飽和・不飽和浸透流解析を行った結果、8月17日0時に地表面から飽和帯が降下し、8月17日3時の最大時間雨量時に全層が飽和したことが推測された。 ・水分状態、樹木根系の効果を考慮した安定解析の結果、飽和時で根系の効果有りの場合、深度1.4mが最も安全率が小さい結果となった。この結果は、実際に現地で確認した崩壊深さが1.3m程度であった事実と整合する。このことから、今回の事例では、土のせん断抵抗力、樹木根系の引抜き抵抗力の合計値が最小の箇所をすべり面として崩壊するのではなく、傾斜角(地形条件の影響)によって、最も危険となる深度にすべり面が形成され、崩壊したと考えられた。・当該箇所では、傾斜角が35度以上では、樹種や根系の地下分布状況などによる僅かな変化で樹木根系の粘着力増分が小さくなり、崩壊が発生する危険性が高まっていたと考えられる。一方で、傾斜角が35度以下の場合は、樹木根系の粘着力増分によらず崩壊の危険性が低くなっていたと考えられる。ただし、今回の事例検討では、降雨が鉛直に浸透し、崩壊土層が飽和する条件下を仮定しているため、地下水位の上昇や水ミチの影響がある場合等は、別途検討が必要である。 ・本事例の崩壊メカニズムは、降雨が鉛直に浸透し、崩壊土層が飽和する条件下において、土のせん断抵抗力、樹木根系の引抜き抵抗力の合計値が最小となる深さにすべり面が形成されるのではなく、傾斜角37度(地形条件の影響)の斜面で最も安全率が低くなる深さに形成された。一方、土塊が崩壊するような傾斜角であっても樹木根系による崩壊防止効果によって、安全率をわずかに上昇させ、限界状態になることを抑制し、崩壊し難くしているものと考えられた。

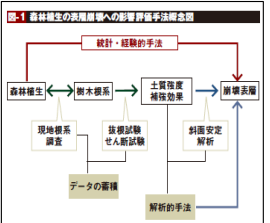
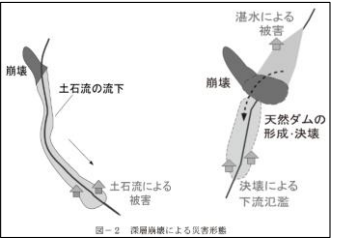
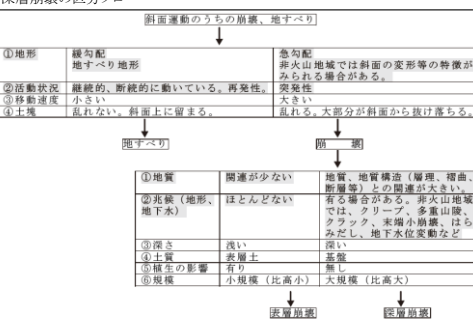
図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（7）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
45	3	21040	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	崩壊現象全般		2018	長谷川 淳 他3名	鉄道総研報告 32No.7 2018	事例研究に基づく大規模な斜面崩壊の発生規模および降雨量の検討	崩壊規模の推定方法と、崩壊が発生しうる降雨量の閾値について、事例調査により検討した。 崩壊発生時刻が判明している事例を全て包含する降雨閾値は、連続雨量≧約600mm、連続雨量は降り始めから24時間。崩壊発生日が判明している事例を考慮すると、概ね降雨閾値は、時雨量≧約50mmかつ、連続降雨量≧約400mm 又は、連続降雨量≧500mm。時雨量は崩壊時刻を含む1時間。
46	1	21020	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	表層崩壊		2001	武田一夫 他3名	日本緑化工学会誌第26巻第3号(2001)	斜面表層崩壊に対するミヤコザサ地下茎の補強効果	ミヤコザサで覆われた斜面(ササ斜面)表層土の安定性を評価するため、地震によって崩壊したとされる自然のササ斜面の現地調査と、ササ地下茎の引張り試験や土質試験などの室内試験を行った
47	7	21010	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊		2008	今井久	ハザマ研究年報(2008.12)	樹木根系の斜面崩壊抑止効果に関する調査研究	斜面工ではモルタル吹きつけなどに替わり、樹木による緑化が多く適用されている。樹木による緑化は、二酸化炭素吸収による地球温暖化対策など環境的な効果、維持管理コスト節約、土壌侵食防止、斜面崩壊抑止など有益な効果が期待される。本報では、樹木根系の斜面崩壊抑止効果に着目し、既往の文献調査により根系効果の可能性、根系効果の斜面安定への評価方法を整理した。また、仮想斜面における根系の斜面安定効果を試算した。この調査、試算結果から、樹木根系の斜面崩壊抑止効果のあることを確認し、この効果の信頼性を高めるために必要な研究課題を明らかにした。 ①の既往の研究動向に関する文献調査から以下の知見が得られた。 ・樹木根系は樹木の生長とともに成長し、根系の深さ、分布形状などは樹木の種類により異なる。 ・多くの根系調査から根系深度は深く2m～3m であり、根系深度は地質構造の影響を受ける。 ・斜面災害の約90％以上は崩壊深さが2m～3m の比較的浅部で発生し、根系の伸展可能な範囲にあり、樹木根系の斜面崩壊抑制機能を利用して、多くの斜面崩壊に適用できる可能性がある。 ・樹木根系は斜面の安定性に関してせん断抵抗の粘着力の見かけ上の増加として影響する。 ・根系の斜面崩壊抑止効果は、安定性評価深度に存在する根系の引抜き抵抗力を直接計測することで評価できる。 ・根系の引抜き抵抗力を直接評価できない場合でも、スギなど根系特性が現地計測等で把握されている場合には根系の深度方向への根量分布や深度・根量に対する根の直径の存在割合が推定可能であり、根系効果が評価可能である。ただし、地質条件等事前に把握し、根系の到達深度をあらかじめ把握しておく必要がある。 ②の根系効果の試算結果から得られた以下の知見がえられた。 ・樹木の地上重量の斜面安定への影響はそれほど大きくない。 ・根系の存在により斜面の安定性は増加する。 ・樹木の吸水効果による地下水位低下は深部まで有効に作用する。
48	7	21010	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊		2018	杉山友康	「研友社 Annual Review」No20 2018	自然斜面崩壊に及ぼす樹木根系の抑止効果と降雨時の危険度評価に関する研究	流域を対象範囲とする自然斜面崩壊の危険性評価を時系列に実行する手法を検討した。ここでは計算結果を大きく左右する斜面表層土厚さの推定や流域における樹木の粘着力成分の推定方法について提案した。これらの推定結果による検証計算では、ほぼ崩壊を再現できることが分かった。今回提案した手法を用いることで各種樹木の種類や体相の違いによる崩壊シミュレーションが可能となり、路線近傍の過去の崩壊類似箇所評価だけでなく、激甚化する降雨に対する危険性評価に基づく新たな危険箇所抽出評価や森林管理のためのシミュレーションが可能となる。
49	1	21010	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊		2006	福永 健司	日本緑化工学会誌第31巻第3号(2006)	特集「斜面の安定と根系を巡る諸問題」、斜面における樹木の根系分布	表層崩壊と密接な関係にある斜面上の樹木の根系分布や発達の特徴について防災的視点から扱った研究は多くなってきたといえ、実測データは少なく様々な樹種や多様な立地条件における根系分布、樹木間(あるいは樹木集団や木本群落)における根系の相互関係などの精度の高い推定は困難な段階にとどまっている。そこで、自然斜面に実生苗木の等間隔植栽によって導入されたスギ、および硬質切土法面に厚層基材吹付工を用いて播種導入されたトウネズミモチの根系分布について調査した2つの事例を紹介する。 ○自然斜面上のスギ植栽木の根系分布 斜面上における樹木の根系伸長の特徴は山側、すなわち斜面の奥方向に伸びる根が発達することで、このことが草本植物と決定的に異なる点であり斜面層上の保全上有効であると考えられる。しかし多樹種で構成された森林と単一樹種からなる森林、多様な年齢構成の森林と同一年齢の森林、実生から成立した森林と植栽で造成した森林、不等間隔の森林と等間隔で造成した森林、実生苗で造成した森林とスギ苗木で造成した森林といった植物材料の採取・繁殖・育成方法や導入・管理方法、また立地条件などによって斜面表層の保全機能に相違や優劣が存在するかにについてはあまり議論されていない。そこでこの議論の一材料を提供する意味で、自然斜面に実生苗を等間隔で植栽し造成したスギ人工林の根系について、その水平・垂直方向の根系分布や、個体間の根系の相互関係などを調査した。
50	1	21010	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊		2006	長谷川 秀三	日本緑化工学会誌2006 年 31 巻 3 号 p. 346-351	根系深さの推定手法	斜面土層の表層崩壊と密接に関係する樹木根系分布の推定手法について、現在までの研究成果を簡潔にとりまとめた。根系は土が硬くなると発達が規制されるため、根系発達を規制する土の硬さを把握できれば根系の分布状況を間接的に推定可能である。

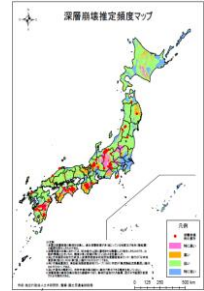
図表 2-11 山地災害防止機能に関する文献一覧表 (8)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
51	7	21020	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	表層崩壊		1999	稲垣秀輝	応用地質,第40巻,第5号,306- 315頁,1999	1998年台風4号による福島県白河地方 での表層崩壊の特徴	1998年8月台風4号の接近に伴う豪雨が福島県南部～栃木県北部に集中し、この豪雨で多くの斜面表層崩壊が認められた。この表層崩壊は厚さ1m未満の根系を含む表土だけの崩壊で、崩壊面には割れ目のほとんどない低溶結火砕流堆積物が露出しており、根系の付着は全く認められないことを特徴としている。ここでは、根系層だけからなるこのような表層崩壊をその崩壊形態から「根系層崩壊」と呼ぶ。根系層崩壊の特徴は以下のとおりまとめられる。 (1)崩壊厚さが1m未満ときわめて薄いこと、 (2)斜面傾斜が40°前後と急であること、 (3)表流水や地下水が集まりやすい地形・地質で生じること、 (4)根系のある表層の直下に岩盤が分布し、Nc値が2以下から50以上に急変すること、 (5)表層直下の岩盤に根系が入り込む割れ目がないこと、 (6)崩土内の立木が立ったままで崩土全体が速い速度で流下すること。
52	7	21020	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	表層崩壊		2002	稲垣秀輝	土と基礎, 50—5 (532)	根系層崩壊	1998年8月の台風4号の豪雨は、福島県南部(白河地区)から栃木県北部にかけて死者8名を出す斜面崩壊を発生させた。この斜面崩壊で特徴的であったことは、厚さ1m未満の根系を含む表層だけが崩壊し、崩壊面には割れ目がほとんど認められない弱溶結火砕流堆積物が露出し、ここには根系の付着が全く認められないことであった。同年9月の台風7号の豪雨では、滋賀県南東部の鈴鹿山脈風化花崗岩露出地帯で同様な表層崩壊が発生していた。これらの表層崩壊は特殊な地盤状況で発生する“根系層崩壊”であり、本論文ではその地形・地質的特徴と地盤工学的取扱い方についてまとめた。 表層斜面安定について根系の役割が大きく、植生根系の強度が発揮できない特殊な地盤条件では根系層崩壊が生じることが示した。しかしながら、根系層崩壊の発生メカニズムについては不明な点もあり、今後の大きな課題である。
53	7	21020	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	表層崩壊		2000	稲垣秀輝	応用地質,第41巻,第2号,103- 112頁,2000	滋賀県南西部に分布する風化花崗岩の 表層崩壊の特徴	鈴鹿山脈に広く分布する花崗岩地帯では、侵食前線と風化前線の交差部で多くの斜面表層崩壊が認められた。この表層崩壊は厚さ1m未満の根系を含む表土だけの崩壊が多く、崩壊面には割れ目のほとんどない風化花崗岩が露出しており、根系の付着は全く認められないことを特徴としている。同じ花崗岩が露出する田上山地太神山付近の原生林では巨木が多く、地盤特性も表土が厚く、その下位に粘土状・砂状に風化した花崗岩が分布していることにより根系の発達がよく、このためここでは表層崩壊は発生していない。
54	2	20512	山地災害防 止／土壌保 全機能	森林と山崩 れ	森林の山崩 れ防止作用	森林と斜面 安定の関係 解析	2001	井上孝人 他1名	日本地すべり学会誌Vol.38, No.1 48 (2001)	樹木を保全した新しい斜面安定工法に ついて	これまでほとんど考慮されていなかった樹木の斜面安定効果を評価し、それを補完するために、道路等の切土法面や掘削土留め等で主に採用されている鉄筋挿入補強土工法を自然斜面に適用させた工法を開発した。本報告は、工法の概要を述べるとともに、樹木を保全した斜面安定化工法における現在の課題について整理したものである。
55	1	21010	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	樹木根系と 崩壊		2002	稲垣秀輝 他1名	土質工学会2002-01-01土と基 礎, 50(1)	植生を考慮した表層崩壊の特徴と崩壊 予測	植生根系の斜面安定効果がほとんど期待できずに崩壊を繰り返す根系層崩壊についてその特徴を示し、崩壊の繰り返し性に注目し、長期的な崩壊予測を行った。調査対象地域は、滋賀県南西部、鈴鹿山脈八風街道沿いの地域。この地域は中生代白亜紀の花崗岩が広く分布しており、花崗岩表層付近の風化帯では表層斜面崩壊が多く発生している。 ●風化花崗岩地域では、崩壊〔Ⅴ〕から草本侵入(Ⅲ)までの復帰は2～3年、崩壊から木本侵入(Ⅲ)までの復帰は7～9年、崩壊後木本定着までおよそ20年かかる。 ●一度崩壊すると崩壊度N～Ⅲ、あるいはⅤ～Ⅰの間で崩壊を繰り返し、その周期は7～9年である。 ●崩壊から草本侵入までは急速に復帰するが(復帰勾配が急)、斜面は不安定で、軽微なイベント(降雨や地震)で崩壊しているようである。 ●木本侵入(Ⅰ)から木本定着(Ⅰ)まで、およそ10～20年かかる。 ●崩壊面から約30年程度経過し、一見安定化したようにみえる斜面も、再び根系層崩壊する危険性が高い。 ●本地域において、表土形成は0.8cm/年、オニマサ緩み風化は0.5cm/年の速度で進行している。
56	7	10211	水源涵養機 能	森林と洪水	森林の洪水 緩和作用	森林の作用	2012	谷 誠	森林科学66 2012 . 10	森林の保水力はなぜ大規模な豪雨時 にも発揮されるのか？ その1 洪水緩和にかかわる二種の効果 の区別	山地森林流域での洪水を考えるには、降雨の洪水への配分抑制効果 洪水の遅れ効果のふたつのプロセスを分けて考える必要がある。
57	7	10211	水源涵養機 能	森林と洪水	森林の洪水 緩和作用	森林の作用	2013	谷 誠	森林科学66 2013 . 2	森林の保水力はなぜ大規模な豪雨時 にも発揮されるのか？ その2 森林の取り扱いから考える	森林成長による保水力増加に関する回答としては、「蒸発散量増加によって降雨の洪水への配分が抑制されるが、大規模な豪雨時にはこの効果は小さくなる。花崗岩のはげ地では、緑化工事を行った直後に土層発達による保水力増加が顕著に見られる。その後の数十年間でも増加するとの報告もあるが、これは推測の域を出ない」ということになる。ダムを超えようような大規模豪雨時には、斜面土層(正確にはその不飽和部分)の貯留増加だけが、森林による洪水の遅れ効果を通じて、ピーク低下のはたらかしを発揮し続けることができる。

図表 2-11 山地災害防止機能に関する文献一覧表 (9)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
58	7	21020	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	表層崩壊		2009	執印 康裕	SABO Vol.98 Apr. 2009	森林植生による表層崩壊防止機能の評価に向けて	森林植生が表層崩壊に与える影響要因を評価する手法を大別すると 手法1:統計・経験的手法を用いて評価する手法 手法2:解析的手法を用いて評価する手法 の2つに区分される。 統計・経験的手法を適用して評価する手法は、過去において発生した表層崩壊と森林植生・地形・地質等の因子と表層崩壊発生との関係性について数量化Ⅱ類等の統計的処理を行い評価するものである。林野庁の山地災害危険地区指定要領における山腹崩壊危険地区の指定は、この統計・経験的手法によって行われている。 解析的手法を端的に述べれば、森林の表層崩壊防止機能は、表層土層内の樹木根系によって表層土層(森林土壌)が保持されることによって発揮されているものであることから(根系による土質強度補強効果)、この影響を斜面安定解析式に組み込んで評価を行うのである。 
59	3	10341	水源涵養機能	森林と水資源	森林と流量調節	森林の流量調節作用	2007	藤枝 基久	「森林総合研究所研究報告」(Bulletin of FFPRD), Vol.6, No.2 (No.403), 101～110, June. 2007	森林流域の保水容量と流域貯留量	森林流域の水源かん養機能の指標である保水容量と流域貯留量について理解を深めるため、既往成果の整理と収集した52流域(流域規模:10～2～102 km²)について簡易な水文解析を行った。これらの指標は、森林流域は降雨中に雨水をどれだけ流域内に一時的に貯留できるかという概念に基づくものである。孔隙量と土壌深の積として定義される保水容量は200～500 mmの範囲にあり、それは土層の規模により決まる。総降雨量と損失雨量の関係より求まる流域貯留量は50～250 mmの範囲にあり、表層地質と土壌型により異なる。流域貯留量の最大値は花崗岩・火山灰の流域であり、次いで変成岩類の流域、堆積岩・火山岩の流域の順であった。これらの結果より、森林流域の保水容量はわが国の多目的ダムの平均有効貯水容量(相当雨量)より多く、流域貯留量は洪水調節量とはほぼ同じであることが分かった。したがって、水源地帯の森林流域は、洪水調節と水資源のかん養に貢献する自然の貯水池である。
60	3	21030	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	深層崩壊		2012	後藤 宏二	平成24年度「国土技術政策総合研究所講演会」国総研資料第699号 平成24年度国土技術政策総合研究所講演会	深層崩壊～その実態と対応～	深層崩壊による災害形態  地すべり、表層崩壊、深層崩壊の区分フロー  注) 網掛け部は発生前の予測段階で調査が比較的容易な項目。

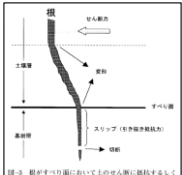
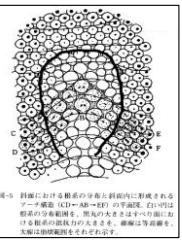
図表 2-11 山地災害防止機能に関する文献一覧表 (10)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
61	5	21030	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	深層崩壊			深層崩壊推定頻度マップ - 国土交通省	深層崩壊推定頻度マップ - 国土交通省	深層崩壊推定頻度マップ - 国土交通省	
62	5	21030	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	深層崩壊			深層崩壊跡地密度分析区域図 - 国土交通省	深層崩壊跡地密度分析区域図 - 国土交通省	深層崩壊跡地密度分析区域図 - 国土交通省	深層崩壊推定頻度マップ - 国土交通省 の詳細分析地図
63	3	21030	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	深層崩壊		2014	蒲原潤一 他1名	国総研資料 第807号	深層崩壊対策技術に関する基本的事項	1章 基本事項 2章 対策の基本方針 ・危険性のある地域の抽出 ・災害シナリオの想定 ・対策の基本方針 3章 ハード対策 - 事前対策 - 天然ダム (3.2.1) - 土石流 (3.2.2) - 崩土の直撃 (3.2.3) - 崩壊発生後の緊急対策 - 長期間継続型天然ダム (5.3) 4章 切迫性に関する情報提供 - 常時監視 - 地下水位上昇 (4.2.1) - 振動 (4.2.2) - 重力性 (4.2.3) - 崩壊発生後の緊急対策 - 長期間継続型天然ダム (4.3) 5章 土地の危険性に関する情報(ハザードマップ)提供 - 事前対策 - 天然ダム (5.2.1) - 土石流 (5.2.2) - 崩土の直撃 (5.2.3) - 崩壊発生後の緊急対策 - 長期間継続型天然ダム (5.3) 図-1 本稿の構成
64	3	20521	山地災害防止／土壌保全機能	森林と山崩れ	森林状態と山崩れ	林種別の比較	2004	光田 靖 他2名	平成14年度～平成16年度科学研究費補助金(基盤研究(B)(2))研究成果報告書	人工林化に伴う大規模擾乱発生頻度の変化	広域に適用可能な表層崩壊発生予測モデルの構築を行った。モデル構築をとおして、地形と崩壊リスクとの関係を地表面の形と斜面における位置という2点から検討した。また、崩壊リスクと植生被覆状態の関係についても検討を行った。 表層崩壊発生に植被状況が影響していることが確認された。また、人工林と天然生林を比較すると、基本的な崩壊リスクは人工林で高く、人工林化する際に皆伐したことによる根系の土壌支持力の低下を反映していると考えられる。今回用いたサンプルでは十分な林齢のばらつきが得られなかったが、様々な林齢の林分を対象とすることにより、人工林でも若齢林では基本的な崩壊リスクが高く、壮・老齢林ではリスクが低いといった根系の腐朽と再構成のプロセスを反映した結果が得られるかどうか検証する必要がある。

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（11）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
65	7	21040	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	崩壊現象全般		1995	笹原克夫 他2名	新砂防 Vol. 48 No. 1 (198) May 1995	地形要因が斜面崩壊発生に及ぼす影響に関する研究	崩壊の発生には地形・地質等の要因と降雨等の誘因が複雑に絡み合っているので、崩壊事例の収集・整理のみでは各々の要因が崩壊発生に与える影響の大きさがわからない。よって本研究では降雨による斜面崩壊の発生を再現する物理モデル（浸透流解析＋安定解析）によるシミュレーションを行い、現地調査や空中写真で容易に計測を行える地形要因が崩壊発生に与える影響の大きさを定量的に評価した。 (1)降雨開始から崩壊発生までの時間や崩壊面積率に対して、集水域の斜面勾配、土層深、等高線屈曲度が大きな影響を及ぼすことが確認された。 (2) 影響度は土層深、等高線屈曲度、斜面勾配の順に大きく、最大幅出現位置の影響は小さかった。
66	7	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		1996	真島 征夫	森林科学17 1996 . 6	地震による山地災害と森林－兵庫県南部地震による山地災害発生と森林の影響の事例的考察－	平成7年1月17 日5 時46 分、淡路島北端沖明石海峡の深度14km を震源とするマグニチュード(M)7. 2 の地震が発生し、兵庫県南部を中心とする地域において、住宅、土木構造物の倒壊をはじめ、火災も発生・延焼して、6, 000 余名の尊い人命と各種財産等を失うという未曾有の大惨事となった。山地災害に関しても、淡路島・六甲山系を中心に山地崩壊、落石、地すべり等の土砂災害が発生し、また、港湾、埋め立て地等においては液状化等による多くの被害が発生した。ここでは、兵庫県南部地震による山地災害の実態とそれに対する森林の影響について、事例的な検討結果を報告して、地震に対する地域防災の今後のあり方の一助としたい。
67	3	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2004	内田太郎 他7名	国総研資料 第204号	地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究	1995年兵庫県南部地震による斜面崩壊分布データを基に、地震による斜面崩壊の危険度を斜面毎に判定する手法を開発した。この手法は1997年鹿児島県北西部地震、2000年神津島地震に適用し、汎用性を確認した。
68	4	21010	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊		2002	島田宏行 他1名	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 光珠内季報－平成14年度－No.128(2002.10	樹木の根系による斜面崩壊防止機能	森林の崩壊防止機能の定量的評価の試み
69	5	20511	山地災害防止／土壌保全機能	森林と山崩れ	森林の山崩れ防止作用	森林の作用	2015	林野庁森林整備部 整備課	林野庁森林整備部 整備課	土砂流出防止機能の高い森林づくり指針	本指針で対応できる災害形態は、樹木根系の分布を勘案し、表層崩壊およびこれらによって発生した土砂が流下する土石流などを主とした土砂災害を対象とする。
70	3	21040	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	崩壊現象全般		2003	松村和樹	東京大学博士論文	風倒木地における山腹表層崩壊に関する研究	風倒被害に関する既往の研究は少なく、特に風倒と土砂生産に的を絞った研究は極めて少ない。そこで、本論文では、1991年の台風19号で生じた風倒木地、および同様の強風を受けたと思われる風倒木発生周辺域を対象とし、その後の1993年に発生した崩壊・土石流と風倒木の関連を解明することにより、強風による樹木の揺動が土層強度を低下させ、通常より少ない降雨で崩壊を発生させうることを実証的に明らかにするとともに、その過程で土質強度の低下エリアを同定する方法及びそのような条件での崩壊発生メカニズムならびに崩壊発生支配降雨について考察することとした。 山腹表層崩壊を発生させる降雨は、ある時間内における雨量強度に支配されると考え、1993年6月の風倒木地とその周辺で発生した崩壊に関して、崩壊発生限界雨量と崩壊発生急増降雨の二つのレベルにおいて崩壊発生を寄与している降雨について検討した。崩壊急増雨量と限界雨量ともに風倒木地と非風倒木地の間に明確な差は見られなかったが、この崩壊発生支配降雨は、平均雨量強度が30mm/hrで、継続時間6時間以内の総雨量と推定された。
71	1	21040	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	崩壊現象全般		2001	谷口房一 他5名	砂防学会誌, Vol. 54, No. 1, p. 77-80, 2001	風倒木発生斜面における崩壊発生降雨量の変化	1998年9月22日の7号台風（以下、98Ty07と記す）で風倒木の被害のあった奈良県（谷口ら、1998）に、1999年6月に降雨があり、風倒木の斜面に限って崩壊が発生した。現象としては、崩壊のみのケースと土石流化したケースがあるが、ここでは、斜面の崩壊として取り扱う。崩壊を起こした雨は強雨ではあったが、通常では崩壊が発生する限界以下と考えられる降雨であったことと崩壊の発生が風倒木斜面に限られていたことにより、崩壊に対する抵抗力の低下した斜面のみが崩壊したと考えられる。 奈良県農林部治山課と土木部砂防課の調べでは、98Ty 07によって2,579haに及ぶ大きな風倒木被害が生じている。これは、県土面積3,690km ² の0.7%、課税対象森林面積881km ² の2.8%に相当する。これらの内、風倒木発生のおよそ1年後、1999年末までに斜面が崩壊した風倒木斜面は、後述するように7地区10箇所が確認されている。
72	1	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		1994	平野宗夫	土木学会論文集No. 486/VI-22, pp. 1～7, 1994. 3	土石流の発生とその予測	土石流と降雨に関するデータが整備されていれば、上述のような手法により予測システムを構築することが可能である。しかし、一般には土石流の発生頻度は低いからデータは不十分であり、実際の警報基準の設定は低めにせざるをえない。そのため、警報装置はしばしば空振りを犯すことになり、住民の信頼を失わせる一因となっている。したがって予測システムには、豪雨の度にデータを取り込んでパラメータを修正していく自己学習的な機能をもたせることが必要である。この目的でニューラルネットワークを利用した土石流発生予測(1)を試みた。
73	7	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2015	西山賢一 他1名	応用地質, 第55巻, 第6号, 325-333頁, 2015	日本の山地斜面における豪雨に起因した斜面崩壊・土石流の発生頻度	日本の山地斜面における豪雨に起因した斜面崩壊・土石流の発生頻度に関する34報の研究を整理した。複数の年代資料に基づく斜面崩壊・土石流発生頻度の推定結果は、10～10000年に1 回と広いレンジにまがっている。このうち、シラスや花崗岩類の発生頻度は10～100年に1 回と高いのに対し、中生界～古生界の付加体堆積岩類での発生頻度は1000年に1 回と低い。

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（12）

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
74	7	20511	山地災害防 止／土壌保 全機能	森林と山崩 れ	森林の山崩 れ防止作用	森林の作用	2006	佐藤創	森林科学472006 . 6	表層崩壊と森林	表層崩壊のメカニズムの解説。 樹木根系が崩壊防止に果たすメカニズムにはいくつかの考え方があがあるが、図一2 のようにすべり面を貫通する根が、土のせん断（平行な2 断面に作用する互いに逆向きの力によって土が平行にずれること）に抵抗するという考え方が主流である。根の位置がすべり面の最上部や最下部付近にある場合を除く、すべり面のほとんどの部分では、図一3 のように土のせん断に伴い根が変形、切断、スリップすることにより抵抗力が発揮される。 すべり面を貫通する根の引き抜きや切断に対する抵抗とは別の見方をしたものに、アーチ 効果に注目したものがある〔竹下ほか1992〕。凸地に囲まれた凹地で崩壊が発生するという一般的な条件下では、凸地では土壌層が薄く、根系がすべり面以下の基岩層にさきりこみ、引き抜き抵抗力が発揮されるが、凹地では土壌層が厚く根系がすべり面に到達することは少ない。崩壊が発生する際には、両側の崩れにくい凸地を支点とするアーチ 構造が形成され、崩壊に抵抗しようとするが、土壌だけの場合には圧縮、変形によりアーチの角度が大きくなり破壊されやすい〔アーチの角度とは図一5 において例えばA からC への矢印とA からE への矢印のなす角であるD〕しかし、根系が張っている土層内に木筋構造が形成されていることにより変形、圧縮が起こりにくくなり、アーチ 構造が保たれやすくなって、崩壊が起きにくくなる、というものである  図一2 根がすべり面に貫通する土のせん断に抵抗するしくみ  図一5 斜面における根系の分布と斜面内に形成されるアーチ構造 (C1→AB→E1) の平面図、(C1→D1)は断面の中心断面を、断面の大きさはすべり面に沿った断面の抵抗力の大きさを、断面は等断面を、矢印は断面図を示す。
75	1	20603	山地災害防 止／土壌保 全機能	山崩れ防止 に望ましい 森林とその 取扱	森林状態と 山崩れ	望ましい施 業	2014	阿部和時 他6名	平成26年度砂防学会研究発表 会概要集	間伐がスギ根系の表層崩壊防止機能に 与える影響の評価	日本の主要造林樹種であるスギ(Cryptomeria japonica)を対象に、間伐されたスギ林分と間伐されていないスギ林分におけるスギ根系の分布状態の比較を行い、間伐が森林の表層崩壊防止機能に与える影響を明らかにすることを目的とした。間伐によってスギ1 本当たりの根系材積は増え、根系材積は樹幹の大きさや立木本数密度に影響されることがわかった。しかし、間伐をしても立木間の距離は大きくなるため立木中間地点での根系量は減少し、崩壊地側面での崩壊防止力は減少すると考えられた。また、崩壊地底面での根系の材積は、間伐の有無に影響を受けていないことが示された。したがって、崩壊側面と底面において間伐によって根系量が増え、表層崩壊防止機能が増加するという考えは適切ではないと考えている。 しかし、林齢が増すにつれて単位面積当たりの根系材積量は間伐林分のほうが大きいことが推察されるので、根系は表層土全体を整練することで表層崩壊を防止していると考えるほうが妥当であると思われる。
76	1	20603	山地災害防 止／土壌保 全機能	山崩れ防止 に望ましい 森林とその 取扱	森林状態と 山崩れ	望ましい施 業	2014	伴博史 他2名	平成26年度砂防学会研究発表 会概要集	間伐が及ぼす森林根系の斜面安定効果	今井ほか(2009)はヒノキについて間伐により崩壊防止力が上昇しているとした。また、伴ほか(2010)では、カラマツ根系は間伐により崩壊防止力が高まる傾向が指摘された。しかし、間伐の効果が完全に解明されたわけではない。そこで、本報ではカラマツを対象に、C(クローン式の粘着力増強分)を求め、斜面安定効果を検証し、間伐の影響を評価した。根系の崩壊防止力を高めるには、間伐を行い立木密度1600(本/ha)程度とし、あまり強度に間伐しないことが重要であると考えられた。
77	4	21020	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	表層崩壊		2012	奈良県	奈良県資料	「平成23 年台風12 号で発生した表層 崩壊」に関する分析結果報告書	紀伊半島大水害(平成23 年台風12 号災害)では奈良県南部を中心に多くの表層崩壊が発生した。奈良県ではこの災害を受けて「災害に強い森林づくり」に向けて、土砂災害防止機能の高い森林のあり方を検討している。今回、表層崩壊発生メカニズムや防止策を検討するための基礎資料として、表層崩壊発生箇所における森林の整備状況と地形を分析した。本報告書はその結果を取りまとめたものである。 (1) 人工林よりも天然林や未立木地の方が高い確率で崩壊が発生した。 (2) 竹林の崩壊発生率は低かった。 (3) スギやヒノキよりもその他広葉樹や崩壊地の方が高い確率で崩壊が発生した。 (4) 崩壊の発生と齢級の間の特筆すべき関係は見られなかった。 (5) 崩壊の発生と間伐後経過年数・間伐の有無の間に関係は認められなかった。 (6) 崩壊は緩傾斜地で多く発生した。 (7) 崩壊は北斜面を中心に発生した。 (8) 北向き斜面の未立木地で崩壊が多く発生した。 崩壊率等の算定にあたって崩壊地の周囲に50m のバッファを作成し、バッファ内林分数・面積等を母数とする比率により評価している。

図表 2-11 山地災害防止機能に関する文献一覧表 (13)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
78	3	21040	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	崩壊現象全 般		2017	国土交通省砂防部	国土交通省砂防部	平成28年の土砂災害	平成28年の土砂災害事例集
79	3	21040	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	崩壊現象全 般		2010	高橋 幸継 他2名	『国立研究開発法人土木研究 所寒地土木研究所 研究発表	北海道における斜面崩壊等の事例分析 結果について	北海道内の国道で過去に発生した斜面災害を対象に、統一した崩壊事例調書を作成し、災害発生状況と地 象・気象との関係进行分析した。
80	4	21040	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	崩壊現象全 般		2019	小山内信智	北海道測量技術講演会	斜面災害の被災地の地形・地質と斜面 崩壊の特徴	平成30年北海道胆振東部地震による斜面崩壊の事例。 東和川流域の多数の山腹斜面崩壊 (崩壊面積率約40%)  尾根上のクラック 斜面上の落ち残り 地震による斜面崩壊の主要3要因 ・地震加速度 ・斜面勾配 ・凸凹曲率
81	2	21040	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	崩壊現象全 般		2011	内田太郎 他1名	砂防学会誌, Vol. 64, No. 2, p. 58-64, 201	歴史的にみた近年の土砂災害の特徴	本稿では再度、近年の土砂災害の傾向・特徴を概観し、その上で、比較的古い時代の記録も残されて いる大規模な深層崩壊の発生状況の分析を行い、近年の土砂災害を過去の事例に照らし合わせた場合、ど のような特徴を有しているかを考えてみることにしたい。 近年の土砂災害の特徴の整理を試みたい。まず、比較的短いタイムスケール(20-30年)で見ると以下のよう な特徴が見られた。 1. 豪雨の発生頻度、土砂災害の発生件数、豪雨・融雪による深層崩壊発生件数は一様に増加しており、豪 雨の頻度の増加が、土砂災害の発生件数、深層崩壊の頻度の増加に寄与している可能性がある。 2. 一方、豪雨、土砂災害、深層崩壊の発生頻度は高まっているものの、人的被害、家屋被害は減少傾向で あり、特に被害の規模が大きい災害の発生頻度の低い状態が過去20年余り継続している。 3. 中山間地域の人口減少、都市平地地域の人口増加が継続的に生じていると考えられるが、被害の規模が 大きい災害の発生頻度の減少傾向はいずれの地域でも共通して見られる。 一方、少し長いタイムスケール(100~400年)で見ると、以下のような特徴が見られた。 4. 大規模な深層崩壊は頻発する時期と頻度の低い時期があるが、1990年代後半以降は大規模な深層崩 壊の発生頻度は歴史的に見ても高い部類に属する。 5. ただし、近年と同等かそれ以上に大規模な斜面崩壊が頻発していたと考えられる時期(19世紀末)は過 去にもあり、近年が特別に頻発しているわけではなさそうである。 6. 1950年頃から1980年代前半の甚大な被害を生んだ土砂災害が頻発した時期は深層崩壊が比較的 多かった時期と重なっている。しかし、2000年以降、再び深層崩壊が多発しているにも関わらず、人的被害が 大きく増加していない。 報告書掲載の文献リスト
82	5	21040	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	崩壊現象全 般		2017	林野庁	林野庁委託事業平成29年度九 州北部豪雨に伴う山地災害に 関する復旧計画等検討業務業 務報告書	平成29年度九州北部豪雨に伴う山地災 害に関する復旧計画等検討業務収集資 料リスト	報告書掲載の文献リスト
83	1	21040	山地災害防 止／土壌保 全機能	斜面崩壊メ カニズム	崩壊現象全 般		2007	林拙郎他3名	平成19年度 砂防地すべり技 術研究成果報告会	宮川災害等山地斜面における樹林立木 の減災効果の評価に関する研究	本研究は、三重県宮川調査区域(当時、多気郡宮川村、現大台町内)と福井県美山調査区域(当時、足羽 郡美山町、現福井市美山町内)において森林斜面にて発生した崩壊土砂の立木による堆積状態を調べ、土 砂の流下・堆積に対する立木の影響を明らかにすることを目的としている。(平成16年台風21号による三重県 宮川地区の被害、同年7月の福井県豪雨災害)

図表 2-11 山地災害防止機能に関する文献一覧表 (14)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
84	1	21040	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	崩壊現象全般		2012	林拙郎他3名	砂防学会誌, Vol. 65, No. 4, p. 24-31, 2012	森林斜面における立木の崩壊土砂への影響	本研究は、三重県宮川調査区域(当時、多気郡宮川村、現大町内)と福井県美山調査区域(当時、足羽郡美山町、現福井市美山町内)において森林斜面にて発生した崩壊土砂の立木による堆積状態を調べ、土砂の流下・堆積に対する立木の影響を明らかにすることを目的としている。(平成16年台風21号による三重県宮川地区の被害、同年7月の福井県豪雨災害)
85	2	21030	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	深層崩壊		2012	砂防学会	砂防学会	深層崩壊に関する基本事項に係わる検討委員会報告・提言	斜面崩壊の定義。深層崩壊のメカニズム及び諸研究に関する提言。
86	7	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2009	三森利昭	水利科学No.309 2009	シリーズ「近年の土砂災害」	かつて各地で見られた「はげ山」は、一部の特殊な荒廃地を除くと、ほとんど見られなくなった。山は緑に覆われ、荒廃していた昔と大きく異なる。現在の日本の森林は防災の面から見るとここ数百年来で最も良好であり、これにより表層崩壊を主とする土砂災害が減少しているとの識者の指摘が多い。本シリーズ「近年の土砂災害」を始めるにあたり、その目的と近年の土砂災害の特徴をこれまでに述べた。本号以降、表層崩壊・土石流、地すべり・深層崩壊、地震・火山による土砂災害、火山地帯の土砂災害、雪崩災害・融雪地すべり、海外の土砂災害、について取り上げ連載している。
87	7	21040	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	崩壊現象全般		2006	三森利昭	森林科学47	山地における斜面崩壊	斜面崩壊の発生メカニズムについての解説。
88	7	20511	山地災害防止／土壌保全機能	森林と山崩れ	森林の山崩れ防止作用	森林の作用	1991	塚本良則	森林科学 No. 3, 1991. 10	森林は斜面崩壊の抑止にどれだけ役立っているか	森林と斜面崩壊発生との関係に限定して 現在までの研究成果を整理・解説。以下の諸点について解説している。 ①森林は侵食の枠組みを決め、マクロに見たとき大きな効果を発揮する ②統計的にみたと、森林状態と崩壊発生との関係はどうなっているか ③森林の消失が斜面安定に大きく影響するところはどこか ④崩壊メカニズムからみて、森林は斜面崩壊にどのように作用しているか ⑤これからは人工法面で樹木を使った崩壊抑止技術の開発が重要である ⑥現在までに分かったことは何か、将来研究すべきことは？
89	7	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2006	塚本良則	森林科学 No. 47 2006	日本の土砂災害と対策の歴史	本論では斜面の侵食現象を基礎に、土砂災害と対策を科学技術の発展と関係付けて分析した。土砂災害は降雨、地震、火山噴火など多様な誘因で起るが、ここでは森林との関わりが強い降雨によるものを取り上げている。土砂災害の歴史を治水三法が成立して治山砂防が国家事業としてスタートした1900年頃を始点として整理する。1950年頃までは、荒廃裸地が広がり表面侵食型の土砂流出が主であったが、1950年以後では森林地域における崩壊型の土砂流出となっているので、この1950年前後を境とみることができる。今後は、表層崩壊型斜面の抽出と流水対策が重要となる。現在ほど森林の水土保全機能に期待が高まっている時代はない。過去1世紀を振り返ると、水土保全の内容は時代によって大きく異なってくる。土砂災害と対策の歴史分析は、この認識の重要性を教えてくれる。

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（15）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
90	2	21020	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	表層崩壊		2012	佐々木靖人 他	(社)日本地すべり学会関西支部シンポジウム	表層崩壊予測の可能	表層崩壊の体系的調査手順、シミュレーション、発生場所予測、斜面表層のせん断変形予測、ゲリラ豪雨時の斜面安定性評価等に関する解説。
91	7	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2006	太田猛彦	森林科学 No. 47 2006	土砂災害と今後の森林管理のあり方	日本では急峻な山地、もろい地質に代表される素国と集中豪雨や地震・火山活動などの誘因との相互作用によって頻繁に山崩れや土石流、火砕流などの侵食・土砂移動現象が発生するが、そのような「自然条件」に加え、多くの人口が狭い平地・緩傾斜地を高度に利用している先進国としての「社会条件」が、日本を「土砂災害列島」にしているのである。土砂災害は、モンスーンアジアの沈み込み境界に形成された弧状列島の上に稲作農耕社会を出発点として築いた工業国が持つ宿命として、土砂災害と今後の森林管理のあり方を論じている。
92	3	21010	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊		2018	松浦 純生	京都大学防災研究所2017 年九州北部豪雨災害調査報告書	山地斜面の植生と崩壊発生の関係	九州北部豪雨では多量の降雨により、きわめて多数の崩壊や地すべりが発生した。崩壊した箇所の基盤地質は変成岩類、深成岩類、火山岩類などである。しかし、崩壊の大部分は基岩の上位に堆積する土層で発生した表層崩壊で、基盤岩内部からの深層崩壊は少ない。表層崩壊は、地下に浸透した水が集まりやすい0次谷と呼ばれる凹地形を呈する箇所でも発した(図-6-1)。一方、短時間降雨強度が大きかったため各溪流で洪水流や土石流などが発生し、溪岸が著しく横方向に侵食されることで、溪流と接続する山腹下部斜面での溪岸崩壊も発生した(図-6-2)。表層崩壊の深さは浅いところで約0.5m、深いところで5m程度もあった。平均して1～3m程度で、ほとんどの土層は風化残積土であると考えられる。深成岩類である花崗閃緑岩地帯では、土層が溪部まで発達したため、5m以上の深さを持つ表層崩壊があった(図-6-3)。それらの崩壊面は、マサ土とサブロライトのそれぞれの層内と境界付近(図-6-4)、サブロライトと基岩の境界近傍で発生していた。スギやヒノキの人工針葉樹林(10～13 齢級)の被害が多いが、天然広葉樹林、若齢林にも表層崩壊が見られ樹種、林齢と表層崩壊の関係は希薄。森林土壌が薄く、根系が基岩層に発達する節理などに伸張している場合では、崩壊や土石流を抑止する効果があったと考えられる。森林の根系が崩壊防止機能を発揮できるかどうかは、森林土壌の厚さや基岩面の状態に大きく依存するものと考えられる。  図-6-1 多発した谷頭(0次谷)での崩壊  図-6-2 溪岸崩壊と崖根まで達した表層崩壊  図-6-3 土砂雨によっても流木とならなかった溪畔林 (土層が厚く、樹木が基岩内に伸張していたため、ある程度は洪水流や土砂流があるいは土石流でも流木にはなっていないと考えられる。)  図-6-4 流れ道構造の外理面をすべり面とした表層崩壊 (土層が厚く、樹木の根系が基岩まで到達できなかったため、土砂流も発生したが、土砂流の発生に抑制されたと考えられる。)
92	3	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2018	釜井 俊孝	京都大学防災研究所2017 年九州北部豪雨災害調査報告書	現代住宅と林業の衰退－花粉症と流木の起源－	多量の流木が生み出される問題は、現在の森林の状況にあり、その点で花粉症と流木災害は、原因が共通している。ここでは、そうした視点から今回の豪雨災害の現代的意味を検討している。流木を減少させ、洪水・土石流被害を軽減するには、林業を復興し、森林の木材循環を正常に戻す必要がある。

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（16）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要																						
92	3	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2018	角 哲也 他5名	京都大学防災研究所2017 年 九州北部豪雨災害調査報告書	寺内ダムの流木捕捉量の把握と下流河 道の洪水被害軽減効果の評価	7 月 28 日に発表された国土交通省九州地方整備局による流木発生量の速報値は、10 河川の合計で 210,377m3 であり、その内訳は山林が63%、溪畔林が28%、河畔林が6%であった。国土交通省水管理・国土 保全局砂防部による本災害と過去の土砂災害との比較では、これまでの流木発生量は概ね1,000m3/km2 程度以下であるのに対し、本災害では288 の溪流中、約半数にあたる134 の溪流が1,000m3/km2 を超え、 最も多い赤谷川の溪流ではその約20 倍に達した。空撮画像を用いて流木量を推定する手法の開発に取り組 んだ。流木の推定量と貯水池から撤去実際の流木量を比較するとともに、流木のサイズや貯水池内空間分布 について考察を行った。また、ダムが無かった場合に想定される河川水位や氾濫域を二次元水理解析モデ ルを用いて調べ、ダムによる洪水調節と流木滞留の効果を評価した。 寺内ダムがなかった場合（洪水調節なし、流木が橋梁に集積）を想定し、河川水位や氾濫域の検討を行った。 その結果、洪水調節がなかった場合河川のピーク水位は1.5m 高く、越流して両岸200～300m に渡って浸水 し、流木が集積するとさらに1m 水位が高まり、氾濫の度合いが増すことが示された。																						
93	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2017	助川 友斗	土木学会論文誌G(環境2017 年 73 巻 5 号 p. 1,55-1,61	日本全国のダム貯水池における流木流 出量の統計解析	流木流出量に関係する要因を特定し、その関係を解明する為に日本全国581ヶ所のダムにおいて記録された 流木流出量のデータを用いて解析を行った。流木流出量と流域面積、年総流入量の全データの有用性を検 証して整備を行い、単回帰分析を行った。流域面積と年総流入量共に流木流出量と正の相関関係が存在す ることが示された。流木流出量を目的変数として、流域面積、年総流入量、その他の流域特性（森林面積、森 林面積率）、斜面崩壊に関する要因（平均起伏量、再現期間5年の日降雨量）を説明変数として重回帰分析 を行った。重回帰分析から森林面積と再現期間5年の日降雨量が流木流出量に関係することが示された。																						
94	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	五味高志 他1名	2019年度砂防学会研究発表会	異なる林相における斜面崩壊と発生・流 出流木量の評価 －平成29 年九州北部豪雨の事例－	本研究は、平成29 年7 月九州北部豪雨で発生した崩壊地を対象として、(1) 斜面崩壊ごとの地質、勾配、樹 種、林齢などの特徴の把握、(2) 崩壊地における生産土砂量および発生・流出流木量の評価を目的とした。 スギ林では1～25 年、26～50 年、51～75 年の林齢クラスが30～35%で、ほぼ一定であったが、ヒノキ林の崩 壊では、>500m2 の大面積の崩壊では、51～75 年生の出現割合は42%となり、<500m2の小面積崩壊の 同年代の24%と比べて高かった。ヒノキはスギより水平根が発達し、水平根の緊縛力が崩壊を拡大させるとの 研究事例もあり、本研究でもヒノキ老齢林で面積の大きい崩壊が多くなったと考えられた。																						
95	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	永野統宏 他1名	2019年度砂防学会研究発表会	平成28 年8 月豪雨に伴う戸葛別川流域 の流木に関する定量的評価	流木対策の基本となる流出流木量を推定する上で、流出土砂量が有効な指標となることが示された。平成28 年8 月豪雨による戸葛別川の単位流域面積あたりの発生流木量は100m3/km2 前後で、既往災害実績4) を 超える規模の量では無い(図-7)。また、発生流木量(約8.6 万m3)は生産土砂量(約403 万m3)3) の約 2.1%で、これまでの他災害の事例5)と同様な関係を示している。																						
96	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	里深 好文 他3名	2019年度砂防学会研究発表会	流域特性を考慮した総合的な流木対策 に関する研究	これまで殆ど議論されてこなかった流域全体における流木による被害の特徴について整理するとともに、事業 分野(例えば、治山・森林分野、砂防・ダム・河川分野、道路・鉄道等の交通分野、港湾・漁港・海岸等の沿 岸域での事業分野)に応じた具体的な流木対策の検討に關して、今後の設計実務者が検討に際して参考と なる考え方について提案することを目的としている。 表-1 流域の空間区分において懸念される流木による主な被害リスク <table><tr><th>流域の空間区分</th><th>主な流木被害リスクの概要</th><th>主な被害事例</th></tr><tr><td rowspan="4">山地・森林</td><td>斜面・ 渓流 土砂流出に伴う流木の家屋 への衝突等</td><td>・1988 広島県¹⁾ ・2004 愛媛県²⁾</td></tr><tr><td>流木による河川閉塞に伴う上 流部での洪水氾濫等</td><td>・1998 長野川³⁾ ・2005 宮崎県⁴⁾</td></tr><tr><td>貯水池・ ため池 余水吐や取水設備における 流木の滞留による堤体の決 壊や崩壊</td><td>・2005 宮崎県⁴⁾ ・2017 福岡県⁵⁾</td></tr><tr><td>流出した流木の処分・撤去</td><td>・2003 北海道⁶⁾</td></tr><tr><td rowspan="2">沖積 平野</td><td>河川・ 緩急配 区間 橋梁や樹幹構造物における 流木の滞留や衝突による橋 梁、取付道路の損傷</td><td>・1998 長野川³⁾ ・2007 多摩川⁷⁾</td></tr><tr><td>その他</td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">沿岸域</td><td>流木流出による漁業活動へ の影響</td><td>・2003 静岡県⁸⁾</td></tr><tr><td>流木堆積による利用制限</td><td></td></tr></table>	流域の空間区分	主な流木被害リスクの概要	主な被害事例	山地・森林	斜面・ 渓流 土砂流出に伴う流木の家屋 への衝突等	・1988 広島県 ¹⁾ ・2004 愛媛県 ²⁾	流木による河川閉塞に伴う上 流部での洪水氾濫等	・1998 長野川 ³⁾ ・2005 宮崎県 ⁴⁾	貯水池・ ため池 余水吐や取水設備における 流木の滞留による堤体の決 壊や崩壊	・2005 宮崎県 ⁴⁾ ・2017 福岡県 ⁵⁾	流出した流木の処分・撤去	・2003 北海道 ⁶⁾	沖積 平野	河川・ 緩急配 区間 橋梁や樹幹構造物における 流木の滞留や衝突による橋 梁、取付道路の損傷	・1998 長野川 ³⁾ ・2007 多摩川 ⁷⁾	その他		沿岸域	流木流出による漁業活動へ の影響	・2003 静岡県 ⁸⁾	流木堆積による利用制限	
流域の空間区分	主な流木被害リスクの概要	主な被害事例																															
山地・森林	斜面・ 渓流 土砂流出に伴う流木の家屋 への衝突等	・1988 広島県 ¹⁾ ・2004 愛媛県 ²⁾																															
	流木による河川閉塞に伴う上 流部での洪水氾濫等	・1998 長野川 ³⁾ ・2005 宮崎県 ⁴⁾																															
	貯水池・ ため池 余水吐や取水設備における 流木の滞留による堤体の決 壊や崩壊	・2005 宮崎県 ⁴⁾ ・2017 福岡県 ⁵⁾																															
	流出した流木の処分・撤去	・2003 北海道 ⁶⁾																															
沖積 平野	河川・ 緩急配 区間 橋梁や樹幹構造物における 流木の滞留や衝突による橋 梁、取付道路の損傷	・1998 長野川 ³⁾ ・2007 多摩川 ⁷⁾																															
	その他																																
沿岸域	流木流出による漁業活動へ の影響	・2003 静岡県 ⁸⁾																															
	流木堆積による利用制限																																

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（17）

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
97	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	大坪 隆三 他7名	2019年度砂防学会研究発表会	流木シミュレーションによる土石流区間の 流出流木量の推定	2014年8月広島豪雨災害や2017年7月九州北部豪雨など土石流だけでなく流木の流出による被害拡大が 度々発生しており、山地溪流・河川における流木の移動・堆積に関する予測精度の向上は、土砂災害のソフ ト対策や対策工の施設効果を評価するうえで極めて重要になっている。 既往の流木移動に関する調査・研究をもとに、従来の土石流氾濫解析モデルに流木の連続式と濃度式を組 み込むことで、流木の移動範囲や集積状況を評価可能なモデルを作成し、計算結果と水理模型実験との比 較検証を行うことで精度検証を行い、実用的な土砂・流木氾濫解析モデルを開発した。さらに、開発したモデ ルにより実地形における流出流木量の推定に活用したので、本稿ではその事例を報告する。
98	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	川上誠博 他10名	2019年度砂防学会研究発表会	AIを用いた樹種判読と流木量算出につ いて	画像分類に特化した機械学習技術の一つである畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network、以後CNN)を用いた。AIを用いた植生区分の試行により、自動樹種判読は現地の実態を精度よく 表現出来ることが分かった。また、従来の植生区分図と大きな差があったことから、本手法が発生流木量を評 価する基礎情報として非常に有効な手段の一つであることが分かった。AIによる自動判読は得られた結果を モデルに反映させることで、さらにモデルが昇華されることから、再判読や範囲追加時の精度向上等への利 用が期待される。
99	2	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	角 哲也	京都大学防災研究所水資源環 境研究センター 発表ppt	近年の流木被害と寺内ダムが果たした 役割	京都大学防災研究所2017 年九州北部豪雨災害調査報告書「寺内ダムの流木捕捉量の把握と下流河道の 洪水被害軽減効果の評価」に関連した説明会PPT説明資料
100	7	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			1994	石川芳治	水利科学 38(1), 51-77, 1994	溪流における流木の発生, 流下と災害	流木による災害事例に関する既往文献調査および昭和57年の長崎災害、昭和62年の山形県温海町災害、昭 和63年の広島県加計町災害、平成元年の愛知県伊香川災害および平成2年熊本県吉川災害における流 木実態調査結果をもとに山地小溪流において流木により引き起こされる災害の実態、流木の発生原因、形態、 溪流における流木収支、発生・流下した流木の特徴、発生・流下する流木の量(本数、幹材積)の実態を明らか にするとともにそれらを推定する手法について述べる。
101	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	松岡 暁 他10名	2019年度砂防学会研究発表会	戸蔭別川流域における平成28年8月 豪雨以降の土砂・流木の再移動実態	平成28年8月豪雨(以降、H28.8 出水と呼ぶ)による戸蔭別川流域の現地調査や航空レーザー計測データ に基づいた土砂移動実態及び定量化評価については、平成29 年5 月及び平成30 年5 月の砂防学会で報告 した。本報告は、戸蔭別川流域での現地調査やUAV 調査、インターバルカメラ等によるモニタリング結果と戸 蔭別川の濁度計計測データの分析結果に基づき、災害後の土砂・流木の再移動実態について報告する。 出水後約2 年が経過した時点で、H28.8 出水時に顕著な土砂流出があった清水沢などの支流では、その後 大きな変化は認められていない状況である。一方、戸蔭別川本川では、H28.8 出水後の降雨イベントや融雪 出水イベント時に河岸侵食等による新たな土砂流出、堆積土砂・流木の再移動が発生していることが確認で きた。北海道内では融雪出水に関する被害も報告されており、融雪出水時の土砂・流木の挙動についても懸 念されるところである。
102	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	経隆悠 他2名	2019年度砂防学会研究発表会	広島県八本松地区における平成30 年7 月豪雨で発生した流木の不透過型堰堤 による捕捉状況	すでに多くの流域に設置されている不透過型堰堤によっても流木が捕捉され、被害の軽減に効果を発揮した 事例が報告されている1)。そのため、既設の不透過型堰堤での捕捉効果の評価は、流域の流木災害危険度 の判定や、透過型堰堤の最適な設置位置の選定等に効果的だと考えられる。しかしながら、不透過型堰堤に よる流木捕捉に関する現地データは十分に蓄積されておらず、捕捉効果は良くわかっていない。本研究で は、比較的簡易に得られるUAV による空撮結果を用いて、平成30年7 月豪雨で発生した流木について、不 透過型堰堤による捕捉状況を調べた。 本研究では、不透過型堰堤によって、流木が長さに関わらず堰堤から比較的離れた位置で流れ方向に沿っ た向きで捕捉される場合があることを示した。以上の結果は、不透過型堰堤による流木の捕捉効果を評価す る上で、流木到達以前の堰堤への土砂の堆積の有無が重要であることを示唆する。このことは、不透過型堰 堤の上流側に複数の土砂・流木発生源が存在する場合に、それからの土砂と流木の供給の順序によって、 捕捉効果が変わり得るという点で重要な知見となるだろう。
103	2	20602	山地災害防 止／土壌保 全機能	山崩れ防止 に望ましい 森林とその 取扱	森林状態と 山崩れ	望ましい林 分配置	2014	藤堂千景 他3名	砂防学会誌Vol. 67 No. 2(31 3) July 2014	「災害に強い森づくり」に向けた森林整 備について	平成21年の災害から得られたデータおよび樹木の引き倒し試験によるデータを紹介するとともに、これらの調 査結果を踏まえて検討された溪流沿いの森林整備の手法と兵庫県が「県民緑税」を活用して実施している森 林整備事業「災害に強い森づくり」(緊急防災林整備事業)の概要について紹介する。 溪流の災害を軽減するうえで、針葉樹人工林の間伐やケヤキ、コナラ等の植栽による樹種転換により災害緩 衝林の機能向上が期待できることがわかった。 災害緩衝林としての整備方法 対象森林の胸高直径が30cmを超えている箇所においては、現在の状況において、災害緩衝林としての機 能が十分備わっていることが想定されるため、収量比数(Ry)の状況を確認しながら間伐を行い、強度の間伐 は行わないこととした。平均胸高直径が30cmより小さい林分のうち、間伐しても成長が見込めない林分は間 伐による大径木化を諦め、群状伐採(部分皆伐)を行い、コナラやケヤキのような土石流に対する抵抗力が強い 樹種を植栽し、樹種転換することとした。林分の今後の成長を見極める指標としては樹冠長率を選定し、樹 冠長率が20%以下のものは今後の成長が見込めないとした。これは、樹冠長率が30%以下のものは直径 成長が劣るとの報告5)や、樹冠長率20%ぐらいまで低下すると樹高成長も低下するとの報告6)から、樹冠 長率20%以下となると、今後の樹冠長率の回復や樹高・胸高直径成長の可能性が低くなると考えたからで ある。一方、間伐による成長が見込める樹冠長率が20%より大きな林分は、Ry0.5程度を目指した強度間 伐を行い、大径木化を図ることとした。(緊急防災林整備事業)では、森林整備による効果が現れるまでの機 能補充施設として、災害緩衝林の最下流に簡易流木止め工の設置も同時に行っている。

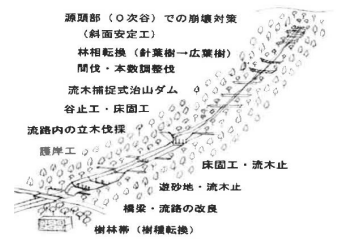
図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（18）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
104	3	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			1990	石川 芳治	京都大学学位論文	山地小溪流からの流木を伴う土砂流出による災害に関する研究	本論文はこれまで著者が実施してきた、山地小溪流で発生して災害を引き起こす事例の多い、流木を伴う土砂災害に関する研究結果を述べている。特に、流木による災害実態、土石流による家屋の被災度推定法、流木の運動、堆積機構及び流木対策施設の機能と設計法に関して研究の成果を取りまとめたものである。
105	1	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2019	染谷哲久 他4名	2019年度砂防学会研究発表会	鹿児島県境松崎川における流木堆積箇所の特徴	流木の発生と堆積の過程うち、堆積流木について既往の研究事例では、水山ら1)は谷の合流点や谷幅の急に広がるなどの流木が多く堆積している箇所を分析しており、黒岩ら2)は溪流の地形条件が流木の移動、停止に関連し、流木の流出に影響すると分析している。ここでは、土石流危険溪流を対象に、流木の発生および堆積の実態を把握し、堆積流木量の多い箇所の特徴を分析した。 本研究の対象流域は、鹿児島県垂水市および霧島市の土石流危険溪流である境松崎川とした(図-1)。境松崎川では、2016 年の台風16 号により土石流が発生しており、谷出口の鋼製透過型砂防堰堤で土砂と流木を捕捉している。 堆積流木は渓床堆積流木よりも残存木の方が多く、発生流木量の10％程度は残存木として崩壊地内や崩壊地直下、溪岸や溪床に位置した。また渓床堆積流木は、土砂が堆積しやすい緩勾配の河道幅拡大区間に多く堆積する傾向が見られた。
106	1	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2019	板野 友和 他10名	2019年度砂防学会研究発表会	水系砂防における流木流出率に関する事例整理	流木対策計画の立案のために大量の土砂・流木が発生した流域を対象に、流木の流下・堆積状況を把握し、流木流出率に関するデータを整理した。対象は、平成23 年7 月新潟・福島豪雨(以下、新潟・福島豪雨)の登川、データ蓄積のために管外である九州北部豪雨における赤谷川を選定した。 本検討では、10 km2 以上の流域において、流木流出率を複数事例整理し、既往報告にある10 km2 以下の流域における事例と組み合わせることで、流木流出率が流域面積や河床勾配に応じて変化する傾向が示された。今後は、さらに事例を追加し、流木の流出に影響を与える指標を整理・分析することが必要である。
107	2	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2019	武藤弘典 他4名	2019年度砂防学会研究発表会	水路実験による新たな流木捕捉工の検討	全国で18万以上指定されている土石流危険溪流に対して、砂防ダム等が整備されている率が92％程度である現状を考えると、小規模河川を対象として低コストで効率的な新たな流木対策手法の開発が必要である。本研究で提案する流木捕捉工は、鋼管等の材料で作成することを想定し、河川縦断方向に水平に設置するものである。土砂とともに流下した流木がこの水平部に乗り上げ、土砂・水と鉛直方向に分離されることで捕捉されることを期待している。
108	1	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2019	菊地慎太郎 他3名	2019年度砂防学会研究発表会	土石流が溪畔林の攪乱と成立に及ぼす影響	土石流が頻発する溪流における溪畔林の成立は土石流による強度の攪乱の影響を受けていると考えられる。これまで溪畔林の成立と攪乱強度との関係についての研究では、主として現地調査による群落構造、遷移の経年変化の把握が行われてきた。しかし、これでは広い範囲を定量的に明らかにすることは難しい。UAV を用いた空撮写真の解析、DEM を用いた地形変動量の解析を併用することによってより高精度で明らかにすることを目的とする。本研究では以上のことをふまえ、土石流が溪畔林の攪乱と成立に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。
109	7	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2016	水原邦夫	水利科学No.352 2016	土石流に伴う流木による災害とその防止軽減対策に関する考察	まず昭和初期から最近までの主な河川災害や土砂災害の関係資料等に基づいて、いわゆる流木による被害の実態を分析・整理する。次に、筆者による土石流災害発生溪流における流木調査をもとに、流木の発生源、流出形態、形状・寸法および流出率等を解析し、併せて土石流に伴う流木の挙動および捕捉に関して実験的に検討するとともに流木対策計画に関する基本的考え方等について考察する。 森林・林業分野では近年頻発している集中豪雨による林地崩壊や台風による風倒木発生など山地災害対策として、いわゆる「災害に強い森林づくり」の施策を進めている。この施策の一つの柱は、林地崩壊の発生を低減させるための森林施策を重点的に実施することである。具体的には、林地崩壊に連動する流木災害の発生が懸念される流域において、特に放置森林に対しては間伐を積極的に行い、また林木伐採に当たっては伐採箇所の面積や分散に配慮し、溪流沿いの樹林に対しては予想される流木災害の抑制に配慮した強度な間伐を実施する。また植林に際し、場合によっては溪流沿いに一定幅の造林を制限することもある。このような森林施策を継続的に行い、根張りの強い樹木を育てることにより、林地崩壊による立木の流木化を抑制し、また土石流の溪岸侵食等による発生流木の減少化につながるものと期待される。しかしながら、このような森林施策による対策の効果発現にはかなりの年月が必要であり、この種の調査研究の一層の進展が望まれる。
110	4	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2008	本山 普士 他1名	全地連「技術e-フォーラム 2008」高知	土石流の災害規模を見積もるための着目点～0次谷の見立て方～	まず本論では土砂量算出手法についてレビューする。これに現地踏査より得られた知見をもとに、土石流の発生要因もとなる崩壊地(特に0次谷と呼ばれる地形)の「土石流対策計画」策定に占める意味を確認し、技術者の判断すべき「0次谷の見立て方」を提案したい。 国総研資料第364号、平成19年11月、P.24～25 0次谷とは、1/25,000地形図あるいは大縮尺の地形図を使用して等高線の凹み具合を眺めて、凹んでいる等高線群の間口よりも奥行きが小なる地形とする。 しかし、実際に細かく0次谷の地形を見た場合、「0次谷の侵食幅、深<1次谷の侵食幅、深」となるケースは希であると思われる。筆者らがハザードマップ作成のために行った現地調査(地域内の隣接する7溪流)3)、4)でも、頭頂域と目される地点について「0次谷の侵食幅、深<1次谷の侵食幅、深」となる箇所は皆無であった。0次谷を単なる多次谷の延長線上にあるものとして捉えることは、適切な手法であるとは言えない。

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（19）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要																																	
111	1	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2019	片山和紘 他1名	2019年度砂防学会研究発表会	土石流の発生・流下に伴う流木塊発達に関する実験	土石流が流下して立木区間に到達すると、立木や集まった流木が抵抗となり土石流の中央部付近が減速し、そこから後から流れてきた流木が追い付き、絡み合いながら流木塊が発達していくと考えられる。本研究では流木塊発達初期の発達過程のみを考察しており、今後、どのように発達して規模が大きくなっていくかを解明する必要があると考えられる。																																	
112	2	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2019	久保田哲也 他3名	2019年度砂防学会研究発表会	平成29 年九州北部豪雨による林地荒廃と流木発生の特徴	対象地域は、上記のように朝倉市(赤谷川上流支川、寒水川上流、奈良ヶ谷川上流、妙見川上流、黒川上流)・東峰村(宝珠山川上流、大把川流域)、日田市(鶴河内川流域東原地区など)の森林斜面崩壊地と荒廃溪流とした。調査内容としては、森林林相調査、流木の諸元計測、植生サンプル採取、土質サンプル採取、地質調査、崩壊斜面簡易測量、せき止め箇所調査、砂防堰堤堆砂量調査、林地浸食・渓岸浸食調査、砂防堰堤・治山堰堤の効果・被災状況確認などを行った。流木本数は、奈良ヶ谷川にヒノキが目立ったが、概ねスギで、広葉樹は1割に満たなかった。流木の平均直径は25cmから30cm、平均幹長は10m～15m程度。広葉樹はほとんどが小径木。根系の生育も2m深さ程度までしっかりと発達していた。 1) 流木の直径など諸元は他の災害と大差ない。平地に近い下流にまで流出した流木量は明らかに多い。これは、極端で記録的な大雨が原因と思われる。 2) 下流に土砂・流木を流下させた崩壊地は、ほとんどの場合、根の生育限界(2m)よりもすべり面が深い。また、根系の発達も良好と見られたが、根系密度は継続調査が必要と思われる。 3) 流木を含む森林斜面崩壊土砂(土石流化含む)の到達距離も過去の類似地質の災害データと同等である。 4) 森林管理に関しては、傾斜が40 度近い急斜面林地と渓床勾配約5 度以上の渓岸の人工林大木の伐採を進めておくことや、広葉樹を帯状に混植するなどの流下被害軽減策が考えられる。																																	
113	1	21050	山地災害防止／土壌保全機能	斜面崩壊メカニズム	その他		2019	野々山一彦 他10名	2019年度砂防学会研究発表会	平成30 年7 月豪雨災害により広島県で発生した土石流における森林の土砂流出防止効果	調査地は、森林による土石流の減勢が確認された黒瀬地区、八本松地区(ともに広島県東広島市)とした。土石流の停止区間付近において立木の組成(樹種、直径、樹高など)、土石流の流下状況(流下幅、堆積厚、構成物など)、縦断地形を調査した。 ①森林による土砂流出の緩衝は傾斜10° 前後の区間で発現した。 ②大径木からなる林帯のみでなく、胸高直径が10cm 程度の小径木が主体の林相においても土砂流出防止機能は確認された。 ③小径木主体の林相での土石流の停止形態としては、立木との衝突などでロープが形成され、その平坦面で後続土砂が減勢・迂回することを繰り返すものであった。 ④側方の立木による土石流流下幅の拡大抑制が確認された。 注:小径木のほとんどはソヨゴ、リョウブ、ネズミサシ等の広葉樹とアカマツの小径木である。																																	
114	7	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2018	赤松良久	年報「森林環境」公益財団法人森林文化協会	平成29年7月九州北部豪雨における流木被害	流木被害状況を国交省資料などにより解説。 表 1 各河川の発生流木量(国土交通省資料を基に作成) <table><tr><th></th><th>発生流木量(m³)</th><th>単位流域面積当たりの発生流木量m³/km²</th></tr><tr><td>佐田川</td><td>19,010</td><td>261</td></tr><tr><td>花月川</td><td>6,753</td><td>72</td></tr><tr><td>大肥川</td><td>27,163</td><td>356</td></tr><tr><td>赤谷川</td><td>39,230</td><td>1,978</td></tr><tr><td>寒水川</td><td>22,660</td><td>6,124</td></tr><tr><td>白木谷川</td><td>12,520</td><td>3,039</td></tr><tr><td>北川</td><td>27,616</td><td>3,768</td></tr><tr><td>奈良谷川</td><td>19,601</td><td>5,255</td></tr><tr><td>桂川</td><td>28,815</td><td>3,241</td></tr><tr><td>小石原川</td><td>7,009</td><td>228</td></tr></table> 図 2 分類別の発生流木量(国土交通省資料を改編)		発生流木量(m ³)	単位流域面積当たりの発生流木量m ³ /km ²	佐田川	19,010	261	花月川	6,753	72	大肥川	27,163	356	赤谷川	39,230	1,978	寒水川	22,660	6,124	白木谷川	12,520	3,039	北川	27,616	3,768	奈良谷川	19,601	5,255	桂川	28,815	3,241	小石原川	7,009	228
	発生流木量(m ³)	単位流域面積当たりの発生流木量m ³ /km ²																																										
佐田川	19,010	261																																										
花月川	6,753	72																																										
大肥川	27,163	356																																										
赤谷川	39,230	1,978																																										
寒水川	22,660	6,124																																										
白木谷川	12,520	3,039																																										
北川	27,616	3,768																																										
奈良谷川	19,601	5,255																																										
桂川	28,815	3,241																																										
小石原川	7,009	228																																										

図表 2-11 山地災害防止機能に関する文献一覧表 (20)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
115	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	法覚俊 他2名	2019年度砂防学会研究発表会	流域サイズと出水時の発生流木量の関係	本研究では、斜面が崩壊しやすい場合、また斜面や溪床に立木が密に生息していた場合に、流域面積当たりの発生流木量が多いと考え、これらの条件における流域面積と発生流木量の関係を調べた。過去に発表された報告書や論文から122 例の流木災害の事例を収集し、流木の運搬形態、山地部の地質、立木密度、発生流木量を抽出した。そのうち、土石流区間を対象にした事例は38 ケース、洪水流区間を対象に報告された事例は20 ケースあった。
116	3	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2000	土井 康弘	筑波大学博士 (農学) 学位論	流木の堆積と再移動に関する研究：自然河道と不透過型砂防ダムにおける挙動を中心として	自然河道及び不透過型砂防ダムにおける流木の堆積と再移動のメカニズムを解明することを目的とした学位論文。
117	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	山下 伸太郎 他1名	2019年度砂防学会研究発表会	流木を含む土石流の氾濫解析	既往の流木移動に関する調査・研究をもとに、従来の土石流氾濫解析モデルに流木の連続式と濃度式を組み込むことで、流木の移動範囲や集積状況を評価可能な土砂・流木氾濫解析モデルを作成し、水理模型実験との比較検証やモデル地形(扇状地形)における試算検討を行うことで精度検証を行った。
118	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	鈴木 拓郎 他3名	2019年度砂防学会研究発表会	流木混じり土石流の氾濫・堆積過程に関する実験と数値計算	本研究では、流木の形状の違いが流木の氾濫・堆積過程に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした水理模型実験を実施した。実験では、流木材料には円柱木材、実際の枝を加工した材料(以下、単純に枝と呼ぶ)の2 種類を用いて、氾濫・堆積過程の違いを明らかにした。また、粒子法による計算手法による再現計算を実施し、材料による結果の違いを再現可能であるか検証した。
119	7	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2018	石川 芳治	フォレストコンサル No.153	流木災害と対策	流木発生要因、流木移動・堆積メカニズム及び流木対策について解説。  図 11 溪流における流木対策の模式図
120	3	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			1979	水原 邦夫	京都大学農学部演習林報告 = BULLETIN OF THE KYOTO UNIVERSITY FORESTS (1979), 51: 175-183	流木災害の実態と山地河川における流木	本論文では、先ず、流木による災害の事例を概括的に論述し、その実態とりわけ被害形態について分析した。その結果、それを一次的形態、二次的形態およびその他の付随的な形態に整理分類できることがわかった。次に、山地河川における流木調査資料および既存の調査報告書を基にして、流木の発生と停止の場所、発生と停止の機構および形状・寸法について実証的に明らかにした。また、流木の発生機構面からみて、その発生防止の方策には、主として四つの対策が考えられるとした。
121	2	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			1994	川邊洋 他	日林誌 76(4)94	第31回治山シンポジウム ～流木災害の実態と対策～	シンポジウムの討論内容。
122	5	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2017	林野庁	林野庁資料	「流木災害等に対する治山対策検討チーム」中間取りまとめ(本文) 参考資料	「平成29年7月九州北部豪雨(以下「九州北部豪雨」)」により山腹崩壊、河川氾濫、流木発生等の甚大な被害が発生した。林野庁が編成した治山対策検討チームの中間報告である。また、被害調査データの分析結果を整理した参考資料が添付されている。
123	7	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2006	石川芳治	森林科学 47 2006	流木災害と森林	流木の発生、流下メカニズムと流木の特徴、被害を軽減するための対策について解説。流木は災害を引き起こす原因となるため、溪流から流木を撤去しようとする傾向がある。しかしながら、流木は本来、溪流の生態系にとって重要な構造物である。米国オレゴン州の Willamette National Forest とオレゴン州立大学では Quartz Creek において1988年に人為的に212 本の流木を設置した結果、10 年後には設置区間における魚(マス)の数が約21 %増加したことを報告している。このように、流木には災害を起こすマイナスの面と溪流生態系を維持するというプラスの面がある。(Gregory,S. Wildman, R. (1998) Aquatic ecosystem restoration project: Quartz Creek post-flood progress report, Willamette National Forest, Eugene , OR. :75pp.)

図表 2－11 山地災害防止機能に関する文献一覧表（21）

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
124	2	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2019	経隆悠 他4名	第58回日本地すべり学会研究 発表会講演集	福岡県松末地区における平成29年九州 北部豪雨で生じた流木の堆積状況	平成29年九州北部豪雨により斜面崩壊が発生した福岡県朝倉市赤谷川流域松末地区の6箇所を調査地とし て、崩壊内に残存した流木数及び長さの比較により流木流出量と崩壊面積の関係を整理・分析。UAVを用い た空撮画像より流域内の堆積立木を目視で抽出。流域内の平均的立木密度をDSM(数値表層モデル、 Digital Surface Model、国土地理院レーザ計測)から抽出及び手作業で補足。
125	1	21110	山地災害防 止／土壌保 全機能	流木対策			2018	鈴木拓郎 他1名	第57回日本地すべり学会研究 発表会講演集	豪雨時の斜面崩壊によって発生する流 木混じり土石流の流下・補足過程の数値 計算	斜面崩壊により発生する流木の捕捉について、透過型堰堤、畦畔林による捕捉メカニズムを土石流シミュレ ーション手法を応用した手法を開発し、検証している。鋼製構造の透過型立木捕捉施設のシミュレーション結果 では、急勾配溪床では流木が土石流の乱れに取り込まれて十分に先頭部に集積せず、流木捕捉率は低下 した。湾曲した流下域では、畦畔林があると流木をより多く捕捉し、それに伴って堆積土砂量も少し増加した。 以上から、数値シミュレータの利用することにより流木捕捉施設の設計及び畦畔林整備等に活用可能と考え られた。

2.6. 生物多様性保全機能に関する収集文献リスト

図表 2-12 は、生物多様性保全機能に関する収集文献リストである。収集文献数の合計は、441 件であった。このうち、水源涵養機能に関する文献が 1 件、山地災害防止機能に関する文献が 1 件、快適環境形成機能に関する文献が 1 件の合計 3 件が、生物多様性以外の部分が多く含まれているので文献分類として各機能に振り分けた。

なお、本リストには、高齢級人工林における気象害や公益的機能の発揮に関する文献、森林施業が残存木に及ぼす影響に関する文献、生物多様性研究の歴史や森林管理の考え方に関する文献等、幅広い分野の文献が含まれている。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (1)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
1	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2015	原口竜成他2名	関東森林研究	102年生ケヤキ人工林における2回 の間伐の効果についての検討	1912年植栽ケヤキ林の1932年、1999年の間伐効果を調査。間伐区では、2008年～2013年の期間で 成長率向上が顕著。無間伐区では品質の低いスカ材発生。高齢級間伐は大径材生産と高品質材 生産において有効と結論。
2	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2015	細田和男他3名	関東森林研究 66-1(2015)	過密な高齢人工林に対する間伐の 効果-97年生ヒノキ下層間伐5年後 の事例-	過去41年間無間伐であった97年生ヒノキに対して、材積率22%、本数率31%の下層間伐を実施。間伐 後5年経過時点、直径成長、林分材積成長は通常間伐を実施した林分と同等がそれ以上に回復。
3	3	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2007	高橋絵理奈	京都大学学術情報リポジトリ (博士論文)	吉野林業地スギ人工林における長 伐期高品質大径材生産のための 密度管理に関する研究	高品質大径材の生産を目標として200年を超える長伐期施業を行う場合の施業指針を得ることが目的。 残存木の選木に対する一定精度を有する定量的基準を林齢別に提示。若齢林分と高齢林分での密 度管理は大きく異なる。
4	7	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2007	高橋絵理奈他1名	日林誌 89(2)2007	吉野林業地スギ人工林における長 伐期高品質大径材生産林の陽樹 冠管理	38～210年生のシカ林分において、陽樹冠量(陽樹冠直径、陽樹冠長、陽樹冠表面積)と年平均胸高 直径成長量の関係を解析。陽樹冠直径(Dsc)が残存木選木の指標として有用。
5	3	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2017	杉田久志他4名	「森林総合研究所研究報告」 (Bulletin of FFPR) Vol.16 No.4 (No.444) 225 - 238 December 2017	強度間伐が行われたスギ高齢人工 林における林分および個体の成長	林齢90年生時に本数で64%、材積で53%の強度間伐が実施された岩手県のスギ高齢人工林にお いて、その後114年生までの林分および個体の成長を復元し、間伐が成長に及ぼした影響と個体の成 長のばらつきをもたらす要因について検討した。比較的低い密度で管理されてきたスギ高齢人工林に おいて、強度の間伐を行ってその後きわめて低い密度で管理して超長伐期施業をめざす施業は、大 径材や年輪幅からみた高品質材を生産する観点からも、一つの選択肢になり得ると考えられる。
6	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	1969	岩水 豊	林試研報Bul l. Gov. For. Exp. Sta. No. 231, 19	(研究資料)吉野林業の育林技術の 成立と展開	吉野林業技術の成立過程に関する歴史研究。
7	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2012	右田千春他1名	関東森林研究 63-1(2012)	高齢ヒノキ林における林分構造と成 長経過	比叡山延暦寺90年生ヒノキ、伊勢神宮76年生ヒノキを伐倒し、年輪解析、節解析、枝枯死跡・生枝下高 推定により伐倒直前の5年間の樹高、胸高直径の成長量を推定。
8	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2015	宮本和樹	日林誌 (2015)97:169- 170 巻頭言	特集「人工林の高齢級にどう向き合 うべきか」人工林の高齢級化と向き 合う前に	高齢級人工林の施業体系、抜出・加工技術、需要等の科学的根拠となるデータがない。高齢級とは 10齢級以上、大径材は末口径30cm以上。森林学会の特集をとりまわめ。
9	1	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2014	山崎 遙 他1名	日林誌 (2014)96:117- 120	スギ高齢人工林における冠雪害発 生と林孔との関係	岩手大学農学部付属寒冷フィールドサイエンス教育センター滝沢演習林のスギ高齢林(2010年現在 165年生)における冠雪害発生要因の分析報告。
10	1	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2005	國崎貴嗣	日林誌87(5)2005	岩手山麓のスギ高齢人工林におけ る冠雪害の発生傾向	岩手大学農学部付属寒冷フィールドサイエンス教育センター滝沢演習林のスギ高齢林(2010年現在 165年生)における冠雪害発生要因の分析報告。胸高直径30cm以上の大径木から構成される高齢林 でも、形状比70以上の林木では冠雪害を受ける可能性が高いと考えられ、密度の高い高齢林では密度 管理が必要である。
11	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2005	竹内郁雄	日林誌87(5)2005	スギ高齢人工林における胸高直径 成長と林分材積成長	奈良県川上村にある林齢101～229年生のスギ7林分で胸高直径成長や幹材積成長を調査。林分密 度管理図で実用上問題ない林分幹材積を推定するには、実測胸高直径を利用して補正幹材積を求め ればよいことがわかった。
12	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2015	渡辺仁志 他2名	日林誌 (2015)97:182- 185	間伐が高齢級ヒノキ過密林の林分 構造と成長に及ぼす影響	調査地は、郡上郡美並町白山1912年植栽(2003年時点91年生)、加茂郡東白川村越原(調査時点 97年生)。二つの調査林分とも壮齢林以後50年間以上無間伐林分。これまで積極的な密度管理が行 われてこなかった高齢級ヒノキ過密林においても直径成長が認められ、さらに間伐による胸高直径の 成長促進効果が見られる場合がある。
13	3	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2006	園崎貴嗣 他1名	岩手大学演習林報告37 (2006)	岩手山麓のスギ高齢人工林におけ る幹直径成長量の個体間差	岩手大学農学部付属寒冷フィールドサイエンス教育センター滝沢演習林のスギ高齢林(2010年現在 165年生)。スギ高齢林における下層木の直径成長量は、期首直径だけでなく、光を巡る非対称的競 争の影響も強く受けている。
14	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2007	辻 貴文	日林誌 89(3)2007	京都府北部の無間伐ヒノキ高齢林 における斜面位置と林分構造の開 係	京都府北桑田郡美山町沓谷に位置する京都府立大学附属大野演習林内の15 林班。2005年時点 で90年生ヒノキ林で一度も間伐されたことがない高密度林分。間伐手遅れ林分に対して間伐を行う場 合は斜面位置を考慮に入れる必要がある。斜面上部では立木密度が高く、成長が悪い共倒れ型の林 分になりやすいことに加えて、広葉樹などが混生する可能性もあることから、強度の間伐や広葉樹の除伐 を行うことによって倒木などの被害が生じる可能性がある。間伐・除伐によって大きな林冠ギャップが できないよう配慮した施業によって集中分布を取り除くことが望ましい。一方、斜面下部では成長が比較 的良く、立木密度が低いことから個体サイズの不均質性を小さくするような利用間伐を行うことによって 残存木の成長を促進できると考えられる。
15	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2011	正木 隆 他7名	日林誌 (2011)93:48-57	高齢・高密度のアカツツ林の間伐 は個体の成長を改善するか	岩手県南部森林管理署管内の2林分。94年生アカマツ人工林について間伐後8年間の成長過程を同 齢の無間伐林と比較、さらに140年生天然アカマツ林と比較した。この人工林が140年生時に天然林の ような大径木を含む林型に達するには今回見られた成長の改善では不十分である可能性が高い。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (2)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要																																																																																																																																																																																																																																																
16	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2009	鈴木和次郎 他5名	日林誌 (2009)91:9-14	高齢級ヒノキ人工林の林分構造に みる間伐履歴の影響	茨城森林管理署管内100年生ヒノキ人工林6林分。本数密度を50年生までに500～1000本/ha以下に 落とすことで、その後間伐をしなくても高蓄積高齢級人工林となる。サイズの大きな個体が良形質木 の割合が高くなる。過去の間伐は品等構成の向上にはつながらない。良形質木からなる高蓄積高齢級 人工林の造成には、若齢段階の間伐における不良形質木の除去が重要。																																																																																																																																																																																																																																																
17	5	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2006	池田 伸 他1名	関東森林管理局森林技術・支 援センター	高齢級人工林のモニタリング調査	茨城森林管理署管内の高齢級人工林のモニタリング調査。 ○高齢級林分に誘導するには壮齢段階までの間伐が重要。 ○いい木を残す。残存木選定 ○着葉量のしっかりした木を残す。 ○広葉樹等の階層構造が発達し、多面的機能を発揮。壮齢林までの定性間伐が重要。																																																																																																																																																																																																																																																
18	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2000	大住克博 他5名	日林誌82(2)2000 179～187	秋田地方で記録された高齢なスギ 人工林の成長経過	秋田地方のスギ人工林12林分の長期間にわたる成長経過を解析。その内4林分では、林齢25～95年 生までの約70年間にわたって同一林分の成長経過が記録されており、これは、国内で最も長期にわたる 人工林の観察記録。林齢60年生以降でも、間伐後単木の肥大成長が増大することが観察されたことか ら、高齢級でも間伐が有効であることが示された。各林分は過去に、無間伐から強度の上層間伐まで異 なった取り扱いを受けていたが、その違いを越えて成長経過は一定の傾向を示した。すなわち、国内の 他の地方に比べて初期成長が遅く、逆に壮齢以上での成長が良いという晩生な特性であり、それは秋田 地方のすき林分収穫表の予測した傾向とほぼ一致する。																																																																																																																																																																																																																																																
19	3	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2011	國崎貴嗣 他 1名	岩手大学演習林報告42 (2011)	粗放管理されたスギ高齢林におけ る簡便な個体管理指標の探索	岩手大学農学部付属寒冷フィールドサイエンス教育センター滝沢演習林のスギ高齢林(2009年現在 164年生)。本研究の目的は、密なスギ高齢人工林1林分を対象にデータ解析し、個体の胸高直径相 対成長率と相関の高い指標を抽出すること、抽出された指標を活用して主伐候補木の選定基準を一 つ提案することである。																																																																																																																																																																																																																																																
20	3	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2015	塚原雅美	新潟大学自然科学研究科博 士論文 新潟県森林研究所 研究報告 No.55 (2015)	多雪地域のスギ人工林の成立過程 を考慮した長期的管理に関する研 究	本論文は、多雪地域のスギ人工林の成立過程を考慮した長期的管理の指針を得ることを目的としてい る。																																																																																																																																																																																																																																																
21	7	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2008	千葉幸弘 岡橋清元	持続可能な森林経営研究会 第2 回セミナー2008 年10 月 21 日 議事概要	長伐期林は伐期をのぼすだけで作 りうるのか	・1. 森林イメージが無い→イメージできたとして、どうしたらその形に持っていけるか。 →2. 予測モデルが必要だろう。 ・3. 林冠の再開鎖速度…施業のメインは間伐である。間伐後どのくらいで林冠は閉鎖するのか、知っ ておく必要がある。 ・4. 高齢林の成長ポテンシャル…施業の見通しを立てる前に知っておく必要がある。 ・6. 林分密度管理図は、高齢林、長伐期林に使えるのか。																																																																																																																																																																																																																																																
22	3	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2007	渡邊仁志・茂木靖和	岐阜県森林研報, 36 (2007)	92 年生スギ人工林における成長 経過と現存量	岐阜県郡上市大和町古道にある郡上市有林(旧郡上郡有林)内の92年生スギ高齢人工林。スギの 高齢人工林においては、葉量の多い個体ほど、成長量が大きい。																																																																																																																																																																																																																																																
23	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2009	千葉幸弘	関東森林研究 No.60(2009)	間伐に伴う林冠再開鎖までの所要 年数	閉鎖林分の平均樹冠長は林分密度に対してべき乗式で近似でき、間伐によって林冠閉鎖が解除され るが、再開鎖するまでの間、生枝下高は一定の高さに止まる。 表-2. 間伐後の林冠再開鎖の所要年数 (樹高成長速度 20cm/年の場合) <table><tr><th>当初本数 本/ha</th><th>10%</th><th>20%</th><th>30%</th><th>40%</th><th>50%</th><th>60%</th><th>70%</th></tr><tr><td>3,000</td><td>2</td><td>4</td><td>7</td><td>11</td><td>15</td><td>21</td><td>30</td></tr><tr><td>2,800</td><td>2</td><td>4</td><td>7</td><td>11</td><td>16</td><td>22</td><td>31</td></tr><tr><td>2,600</td><td>2</td><td>5</td><td>8</td><td>11</td><td>16</td><td>23</td><td>32</td></tr><tr><td>2,400</td><td>2</td><td>5</td><td>8</td><td>12</td><td>17</td><td>24</td><td>34</td></tr><tr><td>2,200</td><td>2</td><td>5</td><td>8</td><td>12</td><td>18</td><td>25</td><td>35</td></tr><tr><td>1,800</td><td>2</td><td>5</td><td>9</td><td>13</td><td>19</td><td>26</td><td>37</td></tr><tr><td>1,600</td><td>3</td><td>6</td><td>9</td><td>14</td><td>20</td><td>27</td><td>39</td></tr><tr><td>1,400</td><td>3</td><td>6</td><td>10</td><td>15</td><td>21</td><td>29</td><td>41</td></tr><tr><td>1,200</td><td>3</td><td>6</td><td>10</td><td>16</td><td>22</td><td>31</td><td>44</td></tr><tr><td>1,000</td><td>3</td><td>7</td><td>11</td><td>17</td><td>24</td><td>34</td><td>48</td></tr><tr><td>800</td><td>3</td><td>7</td><td>12</td><td>18</td><td>26</td><td>37</td><td>52</td></tr><tr><td>600</td><td>4</td><td>8</td><td>14</td><td>21</td><td>29</td><td>41</td><td>58</td></tr><tr><td>400</td><td>4</td><td>10</td><td>18</td><td>24</td><td>34</td><td>47</td><td>67</td></tr><tr><td>200</td><td>5</td><td>12</td><td>20</td><td>29</td><td>41</td><td>58</td><td>83</td></tr></table> 表-1. 間伐後の林冠再開鎖の所要年数 (樹高成長速度 10cm/年の場合) <table><tr><th>当初本数 本/ha</th><th>10%</th><th>20%</th><th>30%</th><th>40%</th><th>50%</th><th>60%</th><th>70%</th></tr><tr><td>3,000</td><td>4</td><td>9</td><td>14</td><td>21</td><td>30</td><td>42</td><td>60</td></tr><tr><td>2,800</td><td>4</td><td>9</td><td>15</td><td>22</td><td>31</td><td>44</td><td>62</td></tr><tr><td>2,600</td><td>4</td><td>9</td><td>15</td><td>23</td><td>32</td><td>46</td><td>65</td></tr><tr><td>2,400</td><td>4</td><td>10</td><td>16</td><td>24</td><td>34</td><td>47</td><td>67</td></tr><tr><td>2,200</td><td>5</td><td>10</td><td>17</td><td>25</td><td>35</td><td>50</td><td>70</td></tr><tr><td>1,800</td><td>5</td><td>11</td><td>17</td><td>26</td><td>37</td><td>52</td><td>74</td></tr><tr><td>1,600</td><td>5</td><td>11</td><td>18</td><td>27</td><td>39</td><td>55</td><td>78</td></tr><tr><td>1,400</td><td>5</td><td>12</td><td>20</td><td>29</td><td>41</td><td>58</td><td>83</td></tr><tr><td>1,200</td><td>6</td><td>13</td><td>21</td><td>31</td><td>44</td><td>62</td><td>88</td></tr><tr><td>1,000</td><td>6</td><td>14</td><td>23</td><td>34</td><td>48</td><td>67</td><td>95</td></tr><tr><td>800</td><td>7</td><td>15</td><td>25</td><td>37</td><td>52</td><td>74</td><td>104</td></tr><tr><td>600</td><td>8</td><td>17</td><td>28</td><td>41</td><td>59</td><td>82</td><td>117</td></tr><tr><td>400</td><td>9</td><td>19</td><td>32</td><td>48</td><td>68</td><td>95</td><td>135</td></tr><tr><td>200</td><td>11</td><td>24</td><td>39</td><td>58</td><td>83</td><td>116</td><td>165</td></tr></table>	当初本数 本/ha	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	3,000	2	4	7	11	15	21	30	2,800	2	4	7	11	16	22	31	2,600	2	5	8	11	16	23	32	2,400	2	5	8	12	17	24	34	2,200	2	5	8	12	18	25	35	1,800	2	5	9	13	19	26	37	1,600	3	6	9	14	20	27	39	1,400	3	6	10	15	21	29	41	1,200	3	6	10	16	22	31	44	1,000	3	7	11	17	24	34	48	800	3	7	12	18	26	37	52	600	4	8	14	21	29	41	58	400	4	10	18	24	34	47	67	200	5	12	20	29	41	58	83	当初本数 本/ha	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	3,000	4	9	14	21	30	42	60	2,800	4	9	15	22	31	44	62	2,600	4	9	15	23	32	46	65	2,400	4	10	16	24	34	47	67	2,200	5	10	17	25	35	50	70	1,800	5	11	17	26	37	52	74	1,600	5	11	18	27	39	55	78	1,400	5	12	20	29	41	58	83	1,200	6	13	21	31	44	62	88	1,000	6	14	23	34	48	67	95	800	7	15	25	37	52	74	104	600	8	17	28	41	59	82	117	400	9	19	32	48	68	95	135	200	11	24	39	58	83	116	165
当初本数 本/ha	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%																																																																																																																																																																																																																																																				
3,000	2	4	7	11	15	21	30																																																																																																																																																																																																																																																				
2,800	2	4	7	11	16	22	31																																																																																																																																																																																																																																																				
2,600	2	5	8	11	16	23	32																																																																																																																																																																																																																																																				
2,400	2	5	8	12	17	24	34																																																																																																																																																																																																																																																				
2,200	2	5	8	12	18	25	35																																																																																																																																																																																																																																																				
1,800	2	5	9	13	19	26	37																																																																																																																																																																																																																																																				
1,600	3	6	9	14	20	27	39																																																																																																																																																																																																																																																				
1,400	3	6	10	15	21	29	41																																																																																																																																																																																																																																																				
1,200	3	6	10	16	22	31	44																																																																																																																																																																																																																																																				
1,000	3	7	11	17	24	34	48																																																																																																																																																																																																																																																				
800	3	7	12	18	26	37	52																																																																																																																																																																																																																																																				
600	4	8	14	21	29	41	58																																																																																																																																																																																																																																																				
400	4	10	18	24	34	47	67																																																																																																																																																																																																																																																				
200	5	12	20	29	41	58	83																																																																																																																																																																																																																																																				
当初本数 本/ha	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%																																																																																																																																																																																																																																																				
3,000	4	9	14	21	30	42	60																																																																																																																																																																																																																																																				
2,800	4	9	15	22	31	44	62																																																																																																																																																																																																																																																				
2,600	4	9	15	23	32	46	65																																																																																																																																																																																																																																																				
2,400	4	10	16	24	34	47	67																																																																																																																																																																																																																																																				
2,200	5	10	17	25	35	50	70																																																																																																																																																																																																																																																				
1,800	5	11	17	26	37	52	74																																																																																																																																																																																																																																																				
1,600	5	11	18	27	39	55	78																																																																																																																																																																																																																																																				
1,400	5	12	20	29	41	58	83																																																																																																																																																																																																																																																				
1,200	6	13	21	31	44	62	88																																																																																																																																																																																																																																																				
1,000	6	14	23	34	48	67	95																																																																																																																																																																																																																																																				
800	7	15	25	37	52	74	104																																																																																																																																																																																																																																																				
600	8	17	28	41	59	82	117																																																																																																																																																																																																																																																				
400	9	19	32	48	68	95	135																																																																																																																																																																																																																																																				
200	11	24	39	58	83	116	165																																																																																																																																																																																																																																																				
24	1	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	1999	國崎貴嗣 他2名	日林誌81(4)1999	岩手山麓におけるスギ高齢林の林 分構造と成長	岩手大学農学部附属滝沢演習林(39° 45'N,141° 10'E)内のスギ高齢人工林1林分を研究の対象と した。対象林分は南部藩薄有林時代に植栽され、1998年時点で153年生で林分面積は1.14ha、傾斜 22～29度の北東～南東向きの斜面と傾斜5度前後の平坦地。林冠閉鎖による林木の直径成長の減 退を回避しつつ大径木を増やすことを想定すれば、高齢級での間伐は有効であると考えられる(大住 ら,1985;田中,1992b)。																																																																																																																																																																																																																																																
25	2	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢級化の 影響	成長への影 響	2015	鈴木保志 他2名	日林誌 (2015)97:191- 202	人工林の高齢級化に伴う伐出シス テムの観点からみた路網整備の方 向性と課題	伐出システムとして、スینگヤーダからタワーヤーダに移行し路体の高規格化。一方で低規格・高密 度路網、小規模伐出システムの活用という二つの方向性。																																																																																																																																																																																																																																																

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (3)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
26	2	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2003	太田敬之	東北森林科学会誌第8巻第1号 23～26頁 2003	東北地方のスギ高齢林の現状と課題	今回のセッションは東北森林科学会ではスギ林施業に関する最初のセッションであり、森林管理局、大学、県の研究機関といった様々な所属の6名の報告者から、スギ高齢林の成長特性、間伐の効果、材質や利用方法、森林を取り巻く政策の変化などについて話題提供が行われた。
27	4	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2005	片倉正行 他2名	長野県林総セ研報第19号 (2005)	ヒノキおよびカラマツ人工林の長伐期施業に関する研究	高齢なヒノキ人工林およびカラマツ人工林を調査し、120年生までの樹高成長曲線を求めた。ヒノキ人工林の樹高曲線は既往樹高曲線に比べて高齢期の成長低下が少なかった。ヒノキ、カラマツの樹幹解析結果から一番玉の探材長別末口直径を求め、高齢林における大径木出現率を明らかにした。収穫予想表を調整した。Microsoft Excel (XP) による簡易な収穫予想システムを作成した。
28	4	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2017	塚原雅美	新潟県森林研究所研究報告 No. 57 (2017)	平成16年台風第16号(T0416)により発生した高齢級スギ人工林の暴風被害の発生要因と対策の検討	長期育成循環施業の誘導伐として抜き伐りを行ったスギ人工林に発生した平成16年台風16号による暴風被害の調査データを解析し、新潟県の長伐期施業における台風被害対策を検討した。単木被害が発生する確率は、その木がどこに成立していたかという場所の影響が最も大きく、ついで伐採率が高いサブプロット、単木材積、枝下高率が低い個体で高かった。
29	1	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2003	竹内郁雄 他1名	日林誌 85(2)2003	スギ高齢人工林の樹高成長	奈良県川上村にある林齢101～228年生スギ8林分の間伐木58本で間伐前2～4年間の樹高成長を検討した。スギの適地では、林齢が230年生前後で胸高直径が110cm、樹高が50m前後の個体までは、毎年樹高成長することが確認できた。全間伐木における樹高成長量は、最も小さい個体が4cm/年、最も大きな値が19cm/年であった。間伐前数年間の平均樹高成長量は、成長が小さい個体では林齢による違いがみられず、5～6cmでほぼ一定であったのに対し、成長が大きな個体では林齢が高くなるにつれて徐々に低下する傾向がみられた。スギ高齢人工林では毎年樹高成長することが確認でき、密度管理図利用条件の一つが解決できた。
30	3	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	1987	丹下健 他2名	1987東京大学紀要論文	スギ老齢人工林の生長と現存量 (1987東京大学紀要論文)	東京大学千葉演習林清澄管内今澄の126年生スギ林分。長伐期施業は、従来の林分単位から単木単位の施業へと考え方をきりかえる必要がある。樹幹解析、樹高、枝下高、直径、枝葉幹乾重量等を調査。樹高生長は、10年生前後に年成長量最大、40～50年生以降は10cm/年程度。(幹)材積生長は、30～60年生頃に最大、以後漸次減少。若い林分と比べて幹、枝の量はかなり多いが、葉量はほぼ同じ。
31	7	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2015	正木 隆 他	関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 高齢林の林型および成立条件に関する研究会	高齢林の林型および成立条件に関する研究会報告書	【研究成果】 [高齢林の成長、樹冠解析(ほか)] ・関東中部の高齢林データベースの概要(森林総研)……………1 ・茨城県スギ・ヒノキ高齢林分調査について(茨城県)……………3 ・ヒノキ高齢林における樹冠投影面積と胸高直径成長量の関係(千葉県)……5 ・ヒノキ高齢木の個体サイズと胸高直径成長量の関係(千葉県)……………7 ・ヒノキにおける樹齢と光合成能力の関係(山梨県)……………9 ・高齢級人工林における間伐後の直径成長量(長野県)……………11 ・高齢・過密ヒノキ林における上層間伐に対する直径成長の反応(岐阜県)……13 ・寒雪地域におけるスギ在来品種の成長特性と生産目標(岐阜県)……………15 ・愛知県三河山間地における高齢林の実態(愛知県)……………17 [密度管理、収穫表、シミュレーション(ほか)] ・群馬県内のスギ樹冠調査(群馬県)……………19 ・雪圧害履歴のあるスギ人工林のための長期的管理計画の策定方法(新潟県)・21 ・タテヤマスギ林の収量比数の近似式(富山県)……………23 ・高齢林も対象とした山梨県版システム収穫表の作成(山梨県)……………25 ・間伐手法の違いがスギ過密人工林の収穫に与える影響(岐阜県)……………27 【行政・現場の取り組み】 ・人工林の高齢化に適応する間伐体系と冊子 「木材生産のための過密林の間伐のしかた」の作成(岐阜県)……………29
32	4	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2016	新田響平 他1名	秋田県林業研究研修センター研究報告第24号(H28.3発行)	スギ人工林における根張りの特質と選木指標としての妥当性	スギ人工林の伐期の延長に伴い、高樹齢化に対応した間伐技術が求められている。本研究では、その選木基準の一つとして「根張り」の有効性を検証することを目的に、スギ人工林21林分の根張りサイズと林分構成各因子との関係について、林分および個体レベルで解析した。その結果、根張り直径は樹高や胸高直径との間に正の相関が認められる林分が多数を占めた。また、解析に供した7割以上の林分で、根張りがより大きい個体ほど成長量が大きく、傾向が確認された。さらに根張り形状比との間には負の相関が認められ、根張り直径が大きい個体ほど形状比が低くなる傾向を示した。以上のことから、根張りは高齢スギ人工林における成長の持続性や気象害への耐性を表徴しており、間伐の実施において簡易かつ実用的な選木指標になり得ると考えられた。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (4)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
33	4	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2000	明石信廣	北海道林業試験場研究報告第37号 平成12年3月	カマツ長伐期施業のための間伐方法	大径材生産を行おうとする場合には、当初から疎仕立てとするほうがよい(福地, 1991)。また、強度間伐を行う場合、早期(3～4齢級)に行ったほうが効果が大きい(清和ほか, 1987)。高齢になってからの間伐は、上層木の直径成長を促進する効果は認められたが、間伐による成長量の低下を回復するのが難しくなり、収穫量の増加への効果は小さいといえる。過度の間伐になれば、目標径級を達成できる本数・材積としては弱度間伐の場合を下回ることになる。 高齢林分の間伐では、残した個体の多くが主伐木となるので、間伐方法の選択にあたっては、どのような林分をつくるのかを十分に考えなければならない。主伐時の収穫量を大きくするには、目標とする本数の大径木を残し、下層間伐するのが良いと思われる。適正な間伐強度を求めるには、さらに多くの事例について調査する必要がある。
34	8	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2002	桜井尚武編	林業科学技術振興所 書籍	長伐期林の実際—その効果と取扱技術—	I 長伐期林とは何か II 長伐期林の実際と育成上の注意 III 長伐期林と環境保全 IV 長伐期林と病虫害 V 長伐期林と材木の材質 VI 長伐期林の経営 VII 長伐期林の今後の展望
35	9	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2018	岩井國臣		日本林業のあり方	短伐期施業から長伐期施業への改革を訴える提案
36	3	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			2011	渡辺 邦博	奈良産業大学地域公共学総合研究所年報,1,47-58 (2011-03-31)	近世吉野林業の構造	近世・近代の吉野林業(筆者が言う小型農林業)の変遷の考察。
37	2	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2015	宮本和樹他4名	日林誌(2015) 97:171-181(特集「人工林の高齢級化にどう向き合べきか」)	四国地方の高齢級スギ・ヒノキ人工林における個体間競争が植栽木の成長に及ぼす影響	周辺木との競争が直径成長に及ぼす影響を、期間成長量を目的変数とし周辺木の樹幹距離別の胸高断面積、期首直径を説明変数とする線形モデルを設定し、樹幹距離を変化させて決定係数最大となる樹幹距離を競合範囲として求め、残す木の選木指標を検討している。高齢級人工林における間伐の必要性個体間競争の立場から示しているが、生態学的、造林学的考察が必要である。
38	3	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2014	五十嵐 哲也他3名	「森林総合研究所研究報告」(Bulletin of FFPRI) Vol.13 No.2 (No.431) 29 - 42 June 2014	植物の多様性の観点から人工林施業を考える—日本型「近自然施業」の可能性—	現在は人工林にも多様な生物の生息場所としての機能が期待されている。そこで、施業によって人工林で多様な生物、特に植物の多様性を保全する可能性について既往の文献情報に基づいて検討した。人工林の特徴として第一に、通常の伐期では天然林のような垂直構造を持つ老齢林には到達しないこと、第二に、皆伐という攪乱の強度が空間的に均質で、かつ生物由来遺物が乏しいこと、第三に単一樹種の植栽のため林床の光環境や養分条件が均質なこと、が挙げられる。人工林の林分構造を複雑化して天然林性の植物の種多様性を増やすために、欧米の天然林で行われている近自然林業を日本での施業に援用するとすれば、第一に、伐期を延長すること、第二に、天然林のギャップ更新を模倣して人工的にギャップを形成することや帯状伐採を行うこと、第三に、人工林の収穫時に立木の一部や枯死木を林内に残すこと、などが有効と考えられる。一方で、日本の人工林で伐期を長期化することには風害などのリスクがあり、立木の一部や枯死木を林内に残す施業には虫害の発生するリスクがあることには留意しなければならない。また単に伐期を延長するだけでは種多様性が高まらなかった事例があること、適切なギャップ面積や伐採幅の指針がないこと、人工林の立木の一部を保全してもその種構成が単純であるため効果が限定的である可能性があること、など「日本型近自然施業」の確立に向けて解決すべき課題はまだまだ多い。
39	3	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2014	梶本 卓也他	森林総合研究所 平成26年 版 研究成果選集	長伐期林へ誘導するための間伐の指針づくり	現在、スギやヒノキの人工林は、その多くが40～60年生とちょうど主伐期を迎えています。そのうち、ただちに伐採・収穫しない林分については、伐期をさらに延長して、“長伐期林”として適切に管理することが求められています。その際、どのような間伐をすれば期待する大径材の生産が可能になるのかという長期的な施業の指針が必要になります。この研究では、こうした指針づくりのために、目標林型となる高齢林の実態調査と、成長モデルを用いた異なる施業シナリオの下での将来の大径材本数の予測を行いました。また、伐採までの総収支を試算して比較しました。これらをもとに、通常の下層間伐と将来木の間伐という二つの間伐手法を比較して、長伐期施業のための間伐手法に関する指針を作成しました。
40	3	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2014	独立行政法人 森林総合研究所	独立行政法人 森林総合研究所	人工林施業の長伐期化に対応した将来木選定の指針策定	針葉樹人工林の長伐期施業法開発の一環として、短伐期で育成してきたスギやヒノキ人工林(約50年生)を、現在の約2倍にあたる伐期(約100年)の長伐期林へ誘導する場合に、可能性のある間伐手法とそれに応じた将来木の選定法を個体ベースの成長モデルによる予測と高齢人工林の実態調査をもとに検討した

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (5)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
41	3	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	1998	鈴木誠	東京大学農学部演習林報告 (100, 131-213)	スギ・ヒノキ高齢林の経営論的研究	東京大学千葉演習林における人工林経営に関する研究報告。長伐期・複層林の利点と問題点を明らかにし、間伐方法を検討。長伐期二段林試験地の成長状況を分析。スギ超高齢複層林の林分解析。スギ100年生林分をモデルとした間伐方法を検討。
42	3	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	1991	森麻須夫他1名	森林総研研報Bull. For. & For. Prod. Res. Inst. No. 361, 1991	秋田地方における高齢級カラマツ林の成長	近年は木材の需要構造の変化から小径材の需要が低迷し、今後は伐期延長などによる大径材生産への方向転換が必要であると指摘されている(菅原, 1976)。さらに、このほか、不正な年齢配置による収穫時期の集中の回避、未成熟材などの材質上の欠点の克服(重松, 1982; 福地, 1988)などの点からも、長伐期大径材生産を目指した施策の検討が必要である。本報告では、1917年、林齢18年時に秋田営林局大曲営林署大又赤倉カラマツ間伐試験地として設定され、以後、1987年の林齢88年まで70年間にわたって成長と間伐の経過が記録されてきたカラマツ人工林について、林分の成長経過、生産材の径級等について若干の検討を加えた。
43	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2010	新山 馨 他6名	日林誌(2010)92:292-296	人工林の広葉樹林化に向けた広葉樹の更新に関する文献の収集と評価	人工林の広葉樹林化を検討するため、日本語で1978年～2006年に発行された文献をFOLIS(林業・林産業関係国内文献データベース)で検索。研究上の必要性を評価してS,A,B,Cの準でランク付け。総書誌数185誌から文献数648件を抽出、そのうちS評価は14件、A評価は59件であった。
44	7	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2010	田内 裕之他8名	森林科学 No.59 2010 特集	広葉樹林への誘導の可能性	人工林を広葉樹林にする一誘導する意義とその可能性 田内 裕之 広葉樹林化に科学的根拠はあるのか? 一温暖帯林の種多様性維持メカニズムに照らして 一清和 研二 広葉樹林化に適した森林をGISで抽出する 小田 三保・三樹 陽一郎・平田 泰雅 暖温帯域における広葉樹林化の可能性 島田 博匡・野々田 稔郎 北海道における広葉樹林化の可能性 今 博計 広葉樹林化の目標林型と更新基準 田内 裕之
45	1	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	2005	鈴木和次郎他3名	日林誌87(1)2005	高齢級化に伴うヒノキ人工林の発達様式	林齢200年前後のヒノキ高齢級人工林は、100年生以下のものと比べ、構成する個体のサイズや材積が大きくなるばかりでなく、群集組成や林分構造に大きな違いが認められた。すなわち、広葉樹の侵入によって、群集組成が多様化するばかりでなく、林冠層の植栽木と下層の広葉樹なら成る複雑な階層構造が発達する。このような高齢級人工林の林分構造の発達様式は、植栽木の老齢化に伴う自然枯死ばかりでなく、過去の伐採履歴による林冠破壊が深く関与している可能性があり、生態系として健全性の高い高齢級人工林を造成するには、100年生以降の高齢級人工林であっても適正な密度管理が必要と考えられた。 壮齢段階のヒノキ人工林においては、間伐による林冠の疎間と林内光環境の好転に伴って、常緑広葉樹のみならず、落葉広葉樹も侵入・定着し、更新木の本数密度が増大する。そうした中で、最初は成長の早い陽光性の落葉広葉樹がヒノキ人工林の下層において優占的になると考えられる。しかし、その後、林冠の閉鎖がしだいに強まる中で、落葉広葉樹が衰退し、代わって耐陰性の高い常緑広葉樹が成長、また新たな樹種が更新、成長することによって、下層で常緑広葉樹が優占的になると考えられる。こうした遷移系列は暖温帯上部で伐採など人為擾乱後によくみられる現象として報告されている(吉岡,1973;勝木ら,2003)。
46	1	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2000	長池卓男	日林誌82(4)2000	人工林生態系における植物種多様性	人工林の植物種多様性の支配要因として、①植栽種の影響、②単一種植栽と混交植栽およびそれらのリターの影響、③林齢、④林冠構造及び光環境、⑤構造多様性と枯立木や倒木、⑥施肥や除草剤、を挙げ、海外・国内の文献を引用しつつ解説している。高齢林の多様性については、成林後の時間経過に伴って、生物群集の多様性が高まる傾向があるとしているが、林齢と種多様性の関係は一概ではなく、潜在的に出現しうる種の数や、林分の発達およびそれに伴う管理の集約度などを含めて考慮されなければならないとしている。しかし、人工林における種多様性の評価、そしてその保全や復元、さらには人工林生態系における生物間相互作用に関する知見はあまりに乏しいともしている。
47	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		1999	小谷二郎他1名	石川県林業試験場研究報告 NO.30	スギ人工林の林床での広葉樹の侵入および優占様式	22～49年生のスギ人工林内で広葉樹の侵入実態を調査。林冠ギャップが広葉樹の侵入に好機会を与えており、有用高木性広葉樹の侵入が期待できる。
48	4	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2006	島田博匡	三重県林業試験場研究報告 (18)	ヒノキ人工林の林床における強度間伐後2年間の木本種動態	強度間伐後の人工林への高木性広葉樹の侵入や成長、それらに影響を与える要因を明らかにする目的で、46～50年生ヒノキ人工林の間伐区(本数率50%)と無間伐を設置し、出現木本種の生残、成長を調査。
49	1	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2009	野口麻穂子他3名	森林立地学会誌 森林立地 51 (2), 2009, 127～136	四国地方のヒノキ人工林における間伐後6年間の林床植生変化	強度間伐区(本数率50%)と本数率25%の間伐区において林床植生の優占度(被度・高さ)及び種多様度の変化を6年間調査。種数は間伐当年に急増してそのまま推移。強度間伐区で草本、先駆性種の優占度が高く観測期間中の変動も大きい。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (6)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
50	7	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林化 の影響		2010	島田博匡他1名	森林科学592010 . 6	暖温帯域における広葉樹林化の可 能性	三重県全域のスギ・ヒノキ人工林から様々な条件下にある林齢25 ～67 年生の207 林分を選定し、高 木性広葉樹の侵入実態を調査したところ、樹高10cm 以上の稚樹密度は0 本/ha から8, 800 本/ha まで様々であった。ただし、1, 000本/ha に満たない林分が68% を占めており、広葉樹の侵入が困 難な林分が多いことが予想された。広葉樹林にまで誘導するには、どの程度の稚樹数を侵入させる必 要があるのか？ 侵入した広葉樹を林冠層まで育成するにはどのように施業を進めていけばよいのか？ などの解決すべき課題が残されている
51	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			1987	中静透他1名	日生態会誌 37: 19-30, 1987	自然撓乱と森林群集の安定性	1970年代のとくに後半から、森林の更新や動態に関する研究が世界的にさかんになり、非常に多くの 研究が発表されてきた。これらの研究を通じて明らかになった重要な点のひとつは、世界のいろいろな 種類の森林(とくに極相林、原生林といわれるような成熟した森林)のほとんどが、発達段階を異にする 小林立分(パッチ) のモザイクから成り立っているという事実である(WHITMORE, 1982)。重視すべき もうひとつの点は、この構造を形成する要因としての自然撓乱(natural disturbance)の重要性と 役割が認識されてきたことである。
52	3	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2004	寺原 幹生他4名	東北大学複合生態フィールド 教育研究センター報告(20) 21-26	冷温帯落葉広葉樹林における地形 と樹木種の分布パターンとの関係	森林群集における種多様性維持機構は、個々の樹種の分布パターン決定のメカニズムと密接に関連 し、樹木の分布パターンに影響を与える要因は、生物的要因(競争、捕食者、種子散布者、菌類)、非 生物的要因(地形、地質、土壤水分、傾斜)に分類可能。この研究では、主要樹種の分布パターンに 与える地形の影響を解析。ミズナラ、クリ、ブナ、トチノキについて6haの森林区を調査。ミズナラ、クリ は尾根付近、ブナ、トチノキは沢沿いに分布。トチノキの稚樹は地形によらず広く分布。
53	1	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2003	勝木俊雄	日林誌 85(3)2003 特集「天 然林施業に貢献する生態学」	関東南部の人工林跡地に成立した 放置二次林における高木種組成の 変化	放置された針葉樹人工林の後に成立した二次林において、高木種の定着・成長とその要因について、 高木種を常緑・非鳥散布型(I型)、落葉・非鳥散布型(II型)、常緑・鳥散布型(III型)、落葉・鳥散布型(IV 型)の四つに類型化して検討した。特に極相を構成する種に多くみられるI型の種に着目した。自然林 に近接する放置人工林が風害・雪害後に成立した二次林では、撓乱前からアラカシを主体としたI型の 稚樹が多く存在していた。しかし、初期の二次林では撓乱後1～2年のうちに侵入したIV型の種が初期 成長が高いため優占した。その後もIV型の種は胸高断面積合計が増加し放置二次林の優占種となっ た。一方I型の種も胸高断面積合計は増加傾向にあり、将来的にはIV型に代わり優占することが予想 された。
54	2	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2003	渡邊定元	日林誌 85(3)2003	天然林施業技術の評価と課題ー天 然林施業が定着できず森林劣化が 起こった技術的問題点の総括ー	大正・昭和前期に国有林で行われた択伐作業の失敗原因や、1928年林学会で議論された天然林施 業を導入することの可否論について分析した。また北海道国有林での択伐作業による森林劣化事例、 定山溪国有林や東京大学北海道演習林の30年以上にわたる天然林施業の成果を解析した。分析の 結果、天然林施業による森林劣化の主要な要因は、高い伐採率と更新の不確実性への技術的対応の 欠如にあると結論づけた。前者は経営技術の改善により解決でき、後者は個々の種の更新に関係する 生活史の解明によって確実な森林の再生が可能となる。特に構成種の更新特性、被圧耐性を解明し て、前生稚樹の保育、天然更新、補植などが有効であるとした。
55	3	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林化 の影響		2007	北岡哲	北海道大学演習林研究報告, 64(1), 37-90	カラマツ不成績造林地に侵入した 落葉広葉樹稚樹の環境応答に関 する研究	この研究の目的は、カラマツ不成績造林地に侵入した葉の生物季節に特色ある落葉広葉樹4種(ホオ ノキ・ミズナラ・シウリザクラ・サワシバ)の光・窒素利用特性を明らかにすることによって、冬山造林法に よる林床環境の変化に対するこれらの環境応答能力を評価し、落葉広葉樹稚樹育成の基礎的情報を 得ること。落葉広葉樹稚樹の効率的な育成に冬山造林材は、シュートレベルでは一定の成果を期待でき る方法である。
56	4	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林化 の影響		1995	小野瀬浩司	山形県立林業試験場研究報 告第25号45～50(1995)	スギ不成績造林地の拡大防止と改 良施業(1)	スギ不成績造林の実態調査によれば、スギ保育のための画一的な刈り、除伐を長期間継続すると高 木性広葉樹(樹高1.5m以上)が存在せず、林床はササが優占し林縁からスギが侵入しはじめ、今後 も高木性広葉樹の侵入が困難な条件を形成していた。スギ不成績造林地を降雪・積雪量と地位級によ り7タイプに分類。
57	4	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林化 の影響		2005	横井秀一	岐阜県森林研研報,34(2005)	広葉樹が混交するスギ不成績造林 地における広葉樹の種組成	雪圧害が原因で生じたスギ不成績造林地は、広葉樹が混交する針広混交林になっていることが多い (小野寺,1988;横井,2000)。スギ不成績造林地ではスギ造林木の消失や成長不良、形質劣化によりス ギ木材生産林は成林しない(横井・山口,1998)が、混交する広葉樹に市場価値の高い種が含まれるとき はスギ・広葉樹混交あるいは広葉樹の木材生産林を目標とすることが可能である(長谷川 2000;横井・ 山口,2000)。岐阜県飛騨地方の針広混交林タイプの不成績造林地に出現する広葉樹の種組成の特 徴について検討した結果を報告する。
58	1	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林化 の影響		1998	横井秀一他1名	森林立地学会誌 森林立地 40 (2), 1998 , 91 ～96	積雪地帯のスギ不成績造林地にお けるスギと広葉樹の生育実態	本研究では、岐阜県飛騨地方のスギ不成績造林地を調査し、健全性に着目したスギの生育状況と混 交する広葉樹の実態を検討した。そして、雪害と不成績化との関係を明らかにした上で、不成績造林 地の問題点を整理し、その改良にあたっての目標の定め方について考察した。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (7)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
59	3	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2006	横井秀一	岐阜大学機関リポジトリ博士論文	積雪地帯のスギ不成績造林地に関する造林学的研究	本研究の目的は、積雪地帯におけるスギ人工林の不成績造林地に対して、より経済価値の高い森林を育成するための方策を、造林学的な見地から構築することである。
60	3	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢化の影響	成長への影響	2013	森林総合研究所植物生態研究領域他	森林総合研究所運営交付金プロジェクト(平成23年～25年)	人工林施業の長伐期化に対応した将来木選定の指針策定	針葉樹人工林の長伐期施業法開発の一環として、短伐期で育成してきたスギやヒノキ人工林(約50年生)を、現在の約2倍にあたる伐期(約100年)の長伐期林へ誘導する場合に、可能性のある間伐手法とそれに応じた将来木の選定法を個体ベースの成長モデルによる予測と高齢人工林の実態調査をもとに検討した。
61	3	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢化の影響	成長への影響	2015	正木 隆 他8名	「森林総合研究所研究報告」(Bulletin of FFPRI) Vol.14 No.1 (No.434) 65 - 72 March 2015	添畑沢スギ間伐試験地における45年生から104年生までの長期成長データ	添畑沢スギ間伐試験地は1953年(45年生時)に秋田県能代市の丘陵地のスギ人工林(1909年植栽)に設定され、強度間伐2区、中庸間伐2区、弱度間伐2区、無間伐2区の計8つの処理区(各40m×50m)が設けられた。間伐区での間伐は1957年(49年生時)、1969年(61年生時)、1981年(73年生時)に行われた。1991年(83年生時)に台風19号の強風により若干の枯損が発生した以外は、現在まで順調に生育してきた。試験開始後は5～11年の間隔で胸高直径と樹高が計測され、直近の調査は2012年(104年生時)に行われた。104年生時の処理区別の平均胸高直径は50～65cm、上層木の平均樹高は40～43m、林分材積は1000～2000m ³ /haと処理区間でばらついており、間伐による林分の成長の違いを見て取ることができる。どの処理区も100年生を超えた今なお高い材積成長を継続している。本試験地はプロット内の個体の位置情報も得られており、林分の成長を研究する上での貴重なデータであることから、補足電子資料として一般に公開する。
62	7	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	1992	宮本邦明 他5名	新砂防 Vol. 45No. 3(182) September 1992	1991年台風19号による風倒木に関する調査	1991年台風19号による大分県北西部の風倒木の実態調査。
63	1	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	1993	野田亮	森林立地学会誌 森林立地 35(1)、1993、pp. 50～59	1991年台風第17・19号による福岡県の森林被害	1991年9月、2個の台風が九州北部を通過した。台風17号は福岡県北西部で豪雨による土石流と森林被害をもたらした。この2週間後には台風19号が上陸し、さらに多大な森林被害をもたらした。被害の実態を記録としてとどめ、今回のような台風被害がどのような条件下で発生し、それを防ぐ対策があるのかを明らかにする事を目的として、台風災害調査を実施し、「1991年9月に発生した台風17号・19号による森林被害調査報告書」として発行した。スギ老齢大径木の被害地周辺で同一径級の無被害木があることから、内部が腐朽したり、根系の発達が不十分なものが被害を多く受けたと考えられる。また、一方でそれだけ内部が腐朽していてもこれまでは風害を受けずに生育していたのも事実である。
64	1	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2006	鳥田宏行	日林誌 88(6)2006	2002年台風21号により北海道十勝の防風保安林に発生した風害の要因解析	カラマツ林の同材積レベルの林分比較から、無被害林は被害林に比べて本数密度が低く、直径が太い。被害林は無被害林に比べて間伐回数が少なく本数密度が1.8倍。根返りに対する抵抗性向上のためには35～45年生までに本数密度400本/haを上限として2～3回程度の間伐実施が有効。
65	7	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2008	嘉戸昭夫 他1名	富林技報21 2008	2004年台風23号により富山県西部のスギ林で発生した風害の要因解析	(1)暴風の力を回避する方法 ①暴風に遭遇する機会を減らす。 カワイダニスギのような早生型の品種は、長伐期施業を避けて短伐期施業によって暴風に遭遇する機会を少なくすることが望まれる。 ②暴風を受けにくい地形を選ぶ。 氷見市では台風害の危険性が低い北西向き斜面、南東向き斜面に造林する(図-2、表-3)。台風害の危険性が高い尾根部でのスギ造林を避ける。 ③防風林によって保護する。 耐風性の大きな広葉樹、ヒノキ・クロマツ・アカマツなどからなる防風林を設けて強風を防ぐ。 (2)林分の耐風性を高める方法 ①耐風性の高いスギ品種を選ぶ。 樹幹の強度的性質の大きな品種を選定する。樹幹強度はボカスギやカワイダニスギよりもマサヤマスギやタケヤマスギが大きい。 ②平均形状比の小さな林分に誘導する。 平均形状比を小さくするには、立木密度を低くして、直径成長を促進させる。この地域では冠雪害の危険性も高いことから、平均形状比を65程度に保つように繰り返し間伐を行うことが望ましい。また、間伐率を高くて樹冠の開鎖を大きく破ると耐風力が著しく低下するとの指摘があることから、弱度の間伐を繰り返し実施することが望ましい。
66	2	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2013	伊藤英敏 他2名	関東森林研究 64-2(2013)	2012年台風4号により群馬県で発生した風倒被害について	被害林分は、複層林上木のカラマツを伐採した後のヒノキ林分で被害面積は4.1ha、被害木の83%が根返、残りは幹折れ、曲がり、傾斜のいずれか。黒色土層下部に軽石層があり軽石層内及びその下面で根鉢が分離する。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (8)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
67	4	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	1984	水井紀雄 他1名	北海道林業試験場研究報告 第22号	カラムツ人工林の台風被害と耐風 性	昭和56年8月23日の15号台風。 1) 単木の被害形態は、全調査林分に共通して幹曲りが多く、それにつぐのが根返りであり、幹折れや 傾斜の被害は少なかった。 2) 幹曲りの被害は林齢の増加や直径、樹高が大きくなるにつれ少なくなる傾向を示したが、根返りの 被害はそれらと無関係に発生していた。 3) 単木の諸形質のなかで、幹曲りの被害に対する耐風性に強くかかわるのは幹の太さであり、胸高直 径が大きい個体は被害を受けにくい。また、形状比や樹冠長比と単木の耐風性との関係が明瞭であつ たのは一部の林分に限定された。 4) 過密林分では、林内の空地から被害が拡大し、また、急激に疎開された林分や間伐後の経過年数 が少ない林分は大きな被害を受け、これらの林分は耐風性が低いことが判った。 したがって、単木および林分の耐風性を高く保持するためには、若齢期からの疎仕立によって単木の 肥大生長を促進することが有効であると考えられる。
68	1	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2011	福島成樹	関東森林研究 62(2011)	スギの過密林における列状間伐後 の気象害と枯死木の発生状況	千葉県山武市農林総合研究センター森林研究所内30年生さし木スギ林、列状間伐3残1伐。間伐前 2604本、間伐後1958本。スギは、2008年時点で89%がスギ非赤枯性溝腐病。4年間の本数減少割 合は42%と大きく、被害を受けた林分や過密林分に対する列状間伐は危険。列状間伐の翌年に枯死 木が多く発生、環境変化の影響か。
69	1	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2008	鈴木覚 他2名	関東森林研究 No.59(2008)	過去50年間の森林気象害の発生 状況	1954年～2004年までの50年間における風水害、雪害、林野火災の発生規模、発生分布、発生頻度 を全国規模で整理、まとめ。
70	1	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2008	川口隆朗 他2名	関東森林研究 No.59(2008)	局地風による風害発生要因分析と 風害リスクの視覚化	栃木県矢板市における那須風による風害発生事例から要因を分析。要因として大面積ギャップに隣 接、間伐の有無、平均風速、林齢の順で影響。
71	1	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2006	木上真一郎 他3名	九州森林研究 No. 59 200 6. 3	九州における風倒木被害の発生リ スクに関する研究レビュー	九州地方における風倒木被害についての過去の論文や報告書などの文献のレビューを行い、九州地 方における風倒木被害の傾向を検討することを目的とした。その結果、広葉樹類の耐風力が強い傾向 にあることが示唆された。また大径林や強度間伐林分、要間伐林分、間伐直後の林分で被害を受けや すく、南～西向き斜面や南～西側に保護山帯のない開放された地形で被害を受けやすい傾向にある ことが示唆された。
72	2	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2003	久保山裕史 他2名	日林誌85(3)2003	主要な森林気象災害の林齢別被 害率の推定と考察	1960年から2000年の民有林における風害、水害、雪害、干害、凍害に関する被害結果とそれに対応す る民有人工林の林齢別面積の推計結果から、各気象災害の全国の被害率を推計した。風害は加齢とと もに上昇し、41年生以上の被害率が最も高かった。平均被害量の推計から、今後のおもな被害対象は 41年生以上へと変化し、風害が主となると予想された。
73	2	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	1992	吉田庄太郎 他1名	日林九支研究論文集 No.45 1992	台風19号による森林被害と復旧対 策について	平成3年台風19号による熊本県の森林被害対策事例。
74	3	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	1993	中尾博美 他2名	九州大学農学部演習林報告. 68, pp.11-48, 1993-03-29.	台風9117,9119号による森林被害 の要因解析	平成3年台風17合、19号による森林被害の発生について、強風の持続時間、斜面方位、斜面内位置、 標高、樹齢と樹形などが強い関係があることが分かった。幼齢の林分で被害の発生は少なく、樹齢が20- 40年生位以上の森林に高い被害率が見られた。
75	1	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2007	竹内郁夫 他2名	日林誌89(6)2007	台風によるヒノキ人工林の落葉被 害	2004年鹿児島県北部に5個の台風が接近、特に台風18号では、瞬間最大風速40m/s以上となった。 ヒノキ林では台風による幹折れ等の顕著な被害が発生しなくても、落葉被害が発生する。(落葉量の割 合は、5%～7%強)
76	1	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	1992	柏木 工	日林九支研究論文集 No.45 1992	台風被害状況と復旧対策	平成3年台風19号による大分県の森林被害対策事例。
77	4	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2009	牧本卓史	岡山県林試研報25:1～11 2009	台風被害地における崩壊危険度の 評価と植生回復	2004年の台風第23号による風倒木被害地等で、2006年7月の豪雨で崩壊した斜面109箇所を調査 し、崩壊の危険性が高い林分の判定を行うための方法を検討した。調査した109箇所の崩壊地のうち約 74%が風倒木被害地であり、風倒木被害地ではその後の豪雨等による崩壊の危険度が高まっていると 考えられた。地下流水音調査では、多くの崩壊地で水みちの存在する可能性が確認され、地中水が 崩壊に強く関与していることが示唆された。水みちと軟弱層が同所的に存在する斜面では、水みちか ら拡大する飽和水が軟弱層に達した時点で、その層を滑り面として崩壊するのではないかと考えられ た。風倒木被害地における天然更新は、どの調査地点においても比較的良好に推移していると考えら れ、極めて更新状況が不良であるような林分は確認されなかった。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (9)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
78	2	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	1995	南 次郎	森林計画誌 24'95	大分県日田地域における台風17、19号災害の復旧と課題	平成3年台風17合、19号による森林被害の発生についての大分県日田地域の復旧対策。大分県林業試験場が風倒木被害の実態調査を災害直後に実施しており、その結果を報告しているの、一部を紹介する。 ア 風倒木の倒伏方向 NE 方向が23.7%、N 方向23.7%、NW 方向 18.6%、E 方向12% で、この4 方向で78% を占 めている。逆にS、W 方向は少なかつたが、地区により差が認められ、風の吹き込みは一様でなかつたことが顕推される。 イ 被害の形態 (ア) スギの品種間で明確な差異が見られた。 根返りタイプ ヤブクグリ、アヤスギ 折損タイプ ウラセバル、ヒノデ他早生型 (イ) ヒノキは、根返り型が52.2% ウ 林種 林種による平均被害率は次のとおりであつた。 クスギ林12.8% < 雑木林15.3% < アカマツ林37.3% (ヒノキ林46.1% < スギ林50.9% 工 胸高直径 胸高直径22cm 以下の林分では被害が小さかつた。22cm 以上の壮齡林や30cm以上の大径林では、被害が相対的に増加することが認められ た。 オ 林分密度 疎な林分より密な林分で被害が高くあらわれた。被害は高密度になるほど高くなる傾向にあつた。 力 間伐履歴 間伐1〜2 年経過した林分で被害が最も高かつた。間伐後5 年以上経過した林分では被害が小さかつた。 キ 地形 被害が相対的に高かつたところは、緩傾斜の尾根・台地及び谷筋・大凹地であつた。 ク 斜面方位 被害の発生はSE、SW、NW、W の4 斜面で多く見られ、N、NE、E の斜面では少なかつた。
79	3	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	1993	萩野裕章 他2名	愛媛大学農学部附属演習林報告	谷地形における強風の数値実験—1991年台風19号による大分県における強風災害—	強風の数値実験により被災地の風のながれを再現し、特に地形の変化が風に与える影響を解析。
80	3	41011	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	気象害	2006	森林総合研究所 吉武孝、岡野通明、 千葉幸弘	森林総合研究所 第I期中 期計画成果	風害・森林火災軽減対策	風害はどの程度の強風で発生するのか？ 我が国の森林風害は主に台風に伴う強風(最大風速20m/s以上の風速)で発生します。樹冠に当たる風圧の中心部(風心高)は、枝下高から上部の樹冠長(梢端から葉の着いている枝の1番下の位置までの高さ方向の距離)のおよそ1/3の位置にあります。樹冠長L、風心高Z0(樹体の重心位置)、胸高直径Dとすると、 $L \times Z0/D$ の値が大きいと耐風力が小さいという傾向が指摘されています。すなわち、幹が太くて樹冠長の小さく、風圧を受ける受圧面積の小さい樹形は耐風力が大きいと言えます。 どんな森林が風害を受けにくいのか？ 1920年代〜1990年代までの風害研究報告の中から風害にかかりにくい森林をまとめると、人工林では択伐施業の行われている複層林が風害に対して強いという結果であることがわかつた。 風害の被害地では林縁木のみ風倒被害を免れている事例が多く見られます。これまで、何故、林縁木の風倒被害が少ないのか不明であつたのですが、本研究でその原因の一端が明らかとなりました。本研究の成果として開発した樹幹動揺計(特許取得)の観測により、林縁木に多く形成されている片枝樹形の幹の揺れ回数は枝打ちしたものより少ないことが明らかになりました。さらに、枝打ちしていない孤立木の幹もほとんど揺れていないことがわかりました。以上の成果からスギ・ヒノキ人工林の風害対策として、片枝の林縁木は枝打ちしないで林套を残しておくことが林内に強風が吹き込むことを防止する上で有効であることが明らかになりました。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (10)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
81	3	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2003	松村和樹	東京大学学術機関リポジトリ 学位論文	風倒木地における山腹表層崩壊に関する研究	1991年台風19号において大規模な風倒木被害が発生した大分県の筑後川上流域、前津江村・中津江村・上津江村の3村、流域面積約284haを対象として、風倒木地被害ばかりでなく、その周辺を含めた地域を選定して、 ①風倒被害の実態を査・解析するとともに、②その後、この地域に発生した崩壊の発生メカニズム③その崩壊発生の支配降雨量等を解析することとした。それは、倒れるまででなくとも、樹木が強風で強く揺すられ、根系を通じて表層土に擾乱を与え、その強度が低下したことが非常に重要な影響を及ぼしていると考えられるからである。さらに、強風の影響を受けた林地の同定の方法についてはリモートセンシング技術を用いた検討を確実なものとするを旨とした。 先行研究の概要を整理し(P17～P21)、風倒木被害の要点を下記のように整理している。 ①森林の風倒被害は、針葉樹で高齢林に多い傾向がある ②樹林間隔が狭く表層土の薄い地盤で風倒被害は多く発生している ③風倒木地では、その後崩壊が発生しやすくなり、その発生しやすさは森林を皆伐したと同等であり、少ない降雨でも崩壊が発生する ④表層崩壊の発生箇所は、地下水や地表水の集まりやすい凹地形の斜面であった ⑤風倒木は、風が集中しやすい地形や尾根部や孤立峰などの風が加速されやすい地形に集中している ⑥風倒木発生後の崩壊はを根系の発達が同一深度であり、土層境界が平面的に形成された箇所が発生しやすい ⑦強風による斜面表装土層に対する影響は、40～50cmまたは、70～80cmとの調査結果があり、表層土層厚さ程度と推定される ⑧風倒被害は、森林の手入れが行き届かないことも原因である ⑨リモートセンシング技術の植生指標を用いることで風倒木地の判別が可能である
82	3	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	1993	福永寛之 他3名	九州大学農学部演習林報告. 69, pp.13-30, 1993-12-24.	風倒木被害発生と立地及び林分構造との関係解析	1991年9月の17、19号台風で九州の林業地域では甚大な風倒木被害を受けた。そこで、その被害の実態を立地因子、林分構造因子に着目して解析し、その結果に基づいて育林と保続の側面から検討を加えた。大分県玖珠郡及び大分郡にある九州電力(株)社有林を対象地。 スギの場合は、樹冠直径の変動係数の大きい林分、平均樹冠直径の大きい林分、齢級の高い林分で被害率が高い傾向にある。ヒノキの場合は、樹冠直径の変動係数の大きい林分、齢級の高い林分で被害率が高く、平均樹冠直径が小さい林分と大きい林分で被害率が小さい傾向にある。過去の研究事例から、林分構造ではなく立地因子、地形的要因(三浦1984、箕口1992)が大きいと報告されているが、この調査地では林分構造の影響が大きいとしている。
83	2	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	1992	三浦東洋明	日林九支研究論文集 No.45 1992	福岡県における台風被害状況と復旧対策	1991年台風17号による福岡県糸島郡の森林被害復旧対策の解説。
84	3	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2001	吉武孝 他1名	森林総研研報Bull. For. & For. Prod. Res. Inst. No. 380.2001	文献による森林気象災害一発生位置図と気候区分図-	雪害・凍害・風害・雨水害・干害・雷害・潮害・火山害・林野火災等の気象災害の被害地または各種気象災害に関係する地域別の気候区分図の掲載された文献を収集した。収集した文献は、雪害133編(1929～1993年)、凍害72編(1927～1992年)、風害53編(1923～1993年)、雨水害5編(1923～1993年)、干害4編(1969～1979年)、雷害1編(1987年)、潮害10編(1952～1982年)、火山害13編(1965～1990年)、林野火災43編(1934～1993年)の合計334編である。文献の種類は学会誌・学会大会講演集学会支部大会論文集・講演集国・都道府県立林業試験場研究報告、国立林業試験場年報、営林局業務研究発表会記録・技術開発報告、大学演習林報告、機関誌等である。
85	4	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2007	(社)兵庫県治山林道協会	(社)兵庫県治山林道協会	平成16年台風による風倒木被害と再度災害防止対策	本書は、平成16年に兵庫県で発生した風倒木被害とその処理、また、被害後の降雨による山腹崩壊および流木災害等に対する対策の概要を記録し、後年の風倒木被害に際する治山対策についての参考資料とするためとりまとめたものである。
86	4	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2017	塚原雅美	新潟県森林研究所研究報告 No. 57 (2017)	平成16年台風第16号(T0416)により発生した高齢級スギ人工林の暴風被害の発生要因と対策の検討	長期育成循環施業の誘導伐として抜き伐りを行ったスギ人工林に発生した平成16年台風16号による暴風被害の調査データを解析し、新潟県の長尺期施業における台風被害対策を検討。単木被害が発生する確率は、その木がどこに成立していたかという場所の影響が最も大きく、ついで伐採率が高いサブプロット、単木材積、枝下高率が低い個体が高い。脆弱性を誘発する強度の抜き伐りや林縁の破壊などを避けるなどの対応が必要。
87	1	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2013	岩見洋一 他2名	関東森林研究64-2 (2013)	平成24年5月に茨城県で発生した竜巻による森林被害について	平成24年5月に茨城県内で3件の竜巻が発生したうち2件の竜巻(つくば市および常陸大宮市で発生した竜巻)がもたらした森林被害の状況を調査

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (11)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
88	1	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2009	佐藤創 他4名	日林誌(2009)91:307-312	防風林の風倒要因の解析—2004年台風18号による北海道美瑛市の例—	2004年台風18号により風倒被害を受けた北海道美瑛市内の防風保安林の風倒要因を解析した。被害の種類については、カラマツとシラカンバは根返りやすく、ヨーロッパトウヒは幹折れしやすかった。
89	7	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2011	渋谷正人	森林立地53(2), 53~59 2011	北海道中央部の針葉樹人工林における風倒被害と樹形	樹木あるいは林分の風倒抵抗性に対する樹形の効果について検討するため、北海道中央部で2004年に風倒被害のあった地域の針葉樹人工林で、被害の発生と樹形の関係について調査した。カラマツ、トドマツ、エゾマツ人工林を対象に、風倒後2~4年後に、被害林と無被害林で調査し、形状比、樹冠長率(樹冠長と樹高の比)、相対風心高(風心高と樹高の比)について検討。形状比が小さく樹冠の大きい樹木がより風倒抵抗性が高い。形状比の小さい樹木がより安定的で風倒抵抗性が高いとする既存研究(Wilson and Oliver, 2000; Mttson, 2002)と一致する。
90	4	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2017	北海道	北海道	風倒木被害のリスクを軽減する森林づくり	北海道の風倒害防止指針
91	2	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	1998	谷口義信 他2名	砂防学会誌, Vol. 50, No. 5, pp. 34~42, 1998	1993年宮崎県南郷村に発生した風倒木に関する地形的・土質力学的考察	1993年台風13号により南郷村では大きな風倒木災害が発生。特徴は標高300m~400m付近で風倒木の発生頻度が最も高くなり、しかも谷部の方が尾根部よりも約10%ほど低くなっていること。南郷村渡川における土壌硬度と土壌空隙率測定値を用いた斜面安定解析では、土層深度が60cmの場合、風倒木斜面は災害発生前に比べて安定度が約70%ほど低下する。台風の影響は地表からほぼ70cm~80cmの深さにとどまり、それ以下はあまり風の影響は受けていない。スギ人工林は林木の根張り直径が樹幹長に比べて著しく小さく、力学的にかなり不安定な林相となっている。南郷村の風倒木斜面では今後梅雨期や台風時には山崩れや土石流などの2次災害発生の潜在的危険要因が増大している。
92	3	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	1993	岡野哲郎 他1名	九州大学農学部演習林報告, 68, pp.1~10, 1993-03-29	スギ品種の台風被害抵抗性と感受性：六演習林スギ品種試験地第1試験地における被害の分析	九州大学柏屋地方演習林における6演習林スギ品種試験地第1試験地に植栽されているスギ6品種について、1991年台風19号による被害を報告するとともに、台風被害に対する抵抗性と感受性について分析し、これによる品種間の比較が行われた。直径が大きい品種ほど被害率が高まる傾向が見られた。また胸高直径階別の被害率は、品種により異なった傾向が認められた。品種によって異なり、ヤイチで最も高く、クモトオンで最も低い感受性を示した。メアサとオビアカ、ヤブタグリとアヤスギの感受性は類似していた。共通した傾向を抽出し難いのは、林分によって台風強度や立地環境の差異が存在すること、品種による感受性の違いが影響している可能性が示唆された。
93	7						2016	五味 高志	森林科学 77 2016	森林土壌と水土保全機能	森林土壌の特集記事
94	7	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	1994	陶山正憲	水利科学/37 巻(1993-1994) 1 号/書誌	台風による樹木の風倒・折損機構	森林の耐風性に関する従来の知見を、示唆の形で要約すると、概ね次のようである。 ①人工林よりも天然林の方が耐風性は高い。 ②針葉樹林よりも針広混交林、さらに針広混交林よりも広葉樹林の方が耐風性は高い。 ③針葉樹の人工林、特にその同齢一斉林は耐風性が最も低い。 ④林内閉鎖が一樣な森林ほど耐風性が高く、その疎密度の差が部分的に顕著な森林ほど耐風性が低い。 ⑤一様な樹冠層から特に突出した高木や、林縁に凹凸の多い林分では耐風性が低下する。 ⑥強度の間伐・択伐直後の林分は、林分全体としても、単木ごとにも耐風性が低下する。 ⑦人工林、天然林とも壮齡林の耐風性が最も高く、その後次第に低下する。 ⑧幼齡林は樹幹が一般に柔軟であるため、回復不可能な激害は比較的受けにくい。 ⑨風速が一定でも風圧は樹形によって変化するので、樹高の割に樹幹の細長いもの、枝下高が高く樹冠が上部に偏在し、風心高の高いものは耐風性が低い。 ⑩樹冠の小さいもの、樹冠が大きくても枝下高が低く風心高の低いもの、および樹冠の密度が比較的粗であるものはいずれも耐風性が高い。
95	1	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2001	谷口房一 他5名	砂防学会誌, Vol. 54, No. 1, p. 77-80, 2001	風倒木発生斜面における崩壊発生降雨量の変化	1998年9月22日の7号台風(以下、98Ty07と記す)で風倒木の被害のあった奈良県(谷口ら, 1998)に、1999年6月に降雨があり、風倒木の斜面に限って崩壊が発生した。風倒木斜面で、従来より少ない雨で崩壊が起き、土砂や流木を流出した要因として、風倒木による斜面の変化を以下のように考察した。 1) 風倒木斜面における剪断抵抗力の低下 風倒木斜面は、根返りや幹折れ・幹曲がりをもたらした外力が根系を通して斜面に及び、斜面が解された状態になっている。そのため、風倒木発生以前よりも剪断抵抗力が低下している。 2) 風倒木斜面の雨水浸透特性の変化 擾乱された層とその下層部では、雨水に対する浸透能が異なるかと推定されるので、その境界で地下水面を作り易い。特に、表土が薄く(根系深と同程度かそれ以下)下層部が岩盤のところでは、風倒木によって根系層と下層部の岩盤表面との間に剥離が生じ、浸透した雨水が地下水面を形成し易くなっている。 3) 風倒木斜面の植生の破壊による変化 風倒木斜面は、立木が倒木や折れ曲がることによって樹冠を失っているため、直接斜面に達するようになった雨によって侵食されやすい状態にある。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (12)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
96	1	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	1999	谷口房一 他5名	砂防学会誌, Vol. 52, No. 2, p. 27-30, 1999	1998年台風7号による奈良県南部の風倒木災害	1998年9月22日の7号台風(以下, 98Ty07と記す)で風倒木の被害のあった奈良県(谷口ら, 1998)に, 1999年6月に降雨があり, 風倒木の斜面に限って崩壊が発生した。風倒木の発生した斜面ではその後の小さい降雨で崩壊する傾向がある。今回の風倒木については限られた調査であるが, 91年の北九州(森林面積の約15%で風害)2ぱりも風倒木の発生している斜面に限られており, 風に対する地形の影響を強く受けているように見える。谷が狭く, 斜面勾配が急であるためと考えられる。倒木の樹齢は, 91年の北九州の20~50年に対して, 30~90年で胸高直径は大きい, 根の深さはせいぜい1m程度であり差は見られない。
97	4	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2019	千葉県資料	千葉県資料	千葉県2019年台風第15号の森林被害等の学識経験者による緊急調査	2019年台風15号による山武スギの倒木被害に関する緊急調査の概要。
98	9	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2019	高田宏臣	高田宏臣BLOG	台風15号にともなう風倒被害と山武杉(さんぶすぎ)のお話	2019年台風15号による山武スギの倒木被害に関する千葉県造園家の報告。
99	4	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2019	福岡県県土整備部砂防課	福岡県県土整備部砂防課	事例5:平成03年(1991年) 風倒木災害	福岡県県土整備部砂防課が公開している土砂災害事例サイト。
100	3	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2005	鷹尾 元	森林総合研究所北海道支所研究レポートNo. 83	空から見た風倒害 2004年台風18号が森林に遺した爪痕を探し求める	台風18号の襲来からひと冬が経った現在までに人工衛星や航空機からの観測により森林の風倒被害の分布がどれだけ明らかにされてきたかを, 画像を中心にして紹介。
101	9	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2001	横 道雄	www.jopp.or.jp > overview > maki	西ヨーロッパを襲った空前の森林暴風災害	2001年当時(社)日本林業経営者協会の相談役であった横道雄氏が, 1999年に発生した記録的暴風による森林被害状況について視察したレポート。
102	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2001	古川仁ほか1名	長野県林業総合センター研究報告No.15, p.12~p.25	混交林等多面的機能発揮に適した森林造成管理技術の開発	長野県内の全森林面積は677千ha、うち混交林は123千ha、18%である。その混交林をスギーヒノキ、アカマツースギ、アカマツーヒノキ、アカマツーカラマツ、アカマツー広葉樹、カラマツースギ、カラマツーヒノキ、カラマツー広葉樹、ブナーその他広葉樹、ナラーその他広葉樹の10種に区分した。そうすると、主要構成樹種がアカマツ、カラマツ(一部にカラマツが従の混交林を含む)、ナラ類の混交林は全混交林面積のそれぞれ47%、42%、18%である(重複)。また針広混交林は全混交林面積の34%、広葉樹だけの混交林は同23%である。 以上からカラマツーヒノキ带状二段林、カラマツー広葉樹混交林、アカマツーカラマツ混交林を造成する施業体系のモデル化を行った。ここでは、そのなかのアカマツー広葉樹混交林について述べる。①カラマツ(地位Ⅰ)ーナラ類(地位特Ⅰ)、②カラマツ(地位Ⅲ)ーナラ類(地位Ⅱ)、③カラマツ(地位Ⅴ)ーナラ類(地位Ⅳ)という3種のモデルに分けて考察したところ、地位の違いに応じて成長具合の差はでてくるが、将来、いずれも何らかの形でカラマツ、ナラ類の収穫、利用を期待できるとの結論を得た。
103	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2002	長濱孝行ほか1名	九州森林研究55, p.48~p.49	針広混交林の誘導技術に関する研究ースギ人工林内への広葉樹植栽試験ー	スギ人工林に広葉樹6種を相対照度別(30%区、14%区)及び苗木処理別(断幹、除葉、通常)に植栽した。6年後の調査結果から、除葉、断幹処理によって通常よりも生存率が高くなり、断幹では樹高や根本径の成長が増すこともわかった。異なる光環境下における樹高と根本径を比較したところ、14%区よりも30%区での成長が大きくなる傾向がみられた。一方、苗木処理によって樹高や根本径成長にマイナス効果があることや、断幹処理後の幹の形質管理、植栽後のノコギリ害等について課題が残った。(本文中の摘要より)
104	1	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2004	長島啓子ほか3名	九州森林研究57, p.189~p.191	再造林放棄地における植生回復と立地条件	大分県の北西部地域を対象に再造林放棄地の植生回復状況を把握して、植生の違いと立地条件(傾斜、斜面方位、標高、放棄年数、近接する広葉樹までの距離)の関係を明らかにする。放棄地の植生は主に標高と放棄年数によって異なっていた。比較的標高の高い放棄地ではカナクギノキが優占し、比較的標高の低い放棄地では遷移段階の初期でアカメガシワ、クサギなどの先駆性樹種が優占するパターンとシロダモが優占するパターンがみられた。これは過去の植生や周辺植生の影響によると考えられるので、一層の調査が必要である。放棄年数が10年ほどになると、先駆性樹種が優占していた林分には徐々にアラカシなどの二次林性高木種がみられるようになっていた。
105	1	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2005	片野田逸朗ほか1名	九州森林研究58, p.63~p.66	造林地に侵入したモウソウチクの繁殖過程とその継続的な皆伐による駆逐効果	造林地に侵入したモウソウチクの侵入前線において、5年間における立稈密度の推移と侵入前線の拡大速度を調べるとともに、モウソウチクの一集団を11月2年間継続的に皆伐することでモウソウチクの駆逐を試みた。その結果、立稈密度は侵入後5年目では104本/10aに達し、侵入前線は2.09m/yrの速度で拡大すると推定できた。立稈密度196本/10aのプロットでは皆伐後1年目ではほぼ駆逐し、560本/10aのプロットでも皆伐後2年目で極めて少量までモウソウチクの再生を抑えることができた。また、モウソウチクの初回皆伐時期は冬期が適していると考えられた。5年という民有造林地の標準的な森林整備サイクルにおけるモウソウチク侵入への対処方法を提言した。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (13)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
106	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2006	佐藤宣子	日本森林学会大会報告要旨及び同上大会発表パワーポイント	前者:大規模皆伐・未植栽地域における森林所有構造ー熊本県球磨村の場合ー 後者:大規模皆伐・再造林放棄地域における森林所有構造ー熊本県球磨村の場合ー	人工造林地皆伐後の再造林放棄が1990年代後半から南九州を中心に発生し、その後、全国的な問題になっている。本報告は地域の森林環境ガバナンスを構築する前段として、大面積皆伐・再造林放棄地の森林所有構造を研究すること。そのため第一に、熊本県全体における伐採跡地調査の分析を行い、第二に、球磨村における5ha以上の再造林放棄地の全箇所(12ヶ所)と2ha以上(2ヶ所)を抽出し、登記簿謄本から所有歴分析を行った。 その結果、球磨村で再造林放棄地を所有する特徴は、1)共有地が未分割で大面積で残った、2)旧入会林野と判断されるものもあるが、明治期から持分権が村外へ売却されている事例もある。集落全戸が共有者という事例は少ない、3)初期登記時点から郡内他町村者による共有地もある、4)多くは、持分権が売買されている、5)明治末、1950～60年代及び2000年以降の所有権移動が多い。特に近年、法人(木材関係)や個人が持分権を一括購入し、その後皆伐している事例が多い。 熊本県の「植栽未済地の解消アクションプログラム」(2005.12)との関係をまとめると、まず県の取り組みは森林計画制度と保安林制度の周知し、環境に配慮した森林施策を指導することである。次いで市町村の取り組みは、伐採箇所の把握、伐採届けに基づく指導等を徹底することであり、さらに民間と行政の連携では県民の理解と協力を進めつつ、「水とみどりの森づくり税」を活用して施策を進めることである。そのうえで人吉・球磨地方の森林所有者との合意形成が可能か、地域環境ガバナンス構築のための条件は何かが問われるが、それは今後の研究課題である。
107	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2006	石田朗ほか2名	愛知県森林・林業技術センター研究報告 No.43、p.1ーp.10	針広混交林の造成に関する研究	愛知県内の針広混交林造成手法を確立するため、①高齢級の社寺林での針広混交林の実態調査、②人工林の針広混交林化の実態調査及び③その他の検討を行った。その結果、①社寺林では樹齢は推定100年以上で、スギまたはヒノキとツブラジイ等常緑樹との混交林が成立しており、択伐等でできたギャップを埋める形で下層に生育していた常緑広葉樹が成長し、混交林化したと考えられた。②針広混交林化した人工林では、樹齢は70～80年でコナラ等落葉広葉樹またはツブラジイ等常緑広葉樹との混交林が成立していた。混交林の高木層を占めた広葉樹では、植栽したスギ、ヒノキと同時に成長を開始したものや植栽後に侵入したものが、下刈の未実施で萌芽や実生が成長し混交林化したと考えられた。③スギまたはヒノキと広葉樹の混交植栽試験における初期の成長速度は、暖帯沿海部、暖帯内陸部、中間温帯の違いや樹種の違いで差は認められなかった。また、暖帯内陸部や中間温帯ではノウサギやコホンジカによる食害が多く発生しており、防除策が必要であった(以上、本文中の要旨より)。 ほかの多くの研究と異なり、すでに出来上がった針広混交林を対象にした研究で、大変に貴重である。特に社寺林に注目した視点はけい眼であると言える。
108	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2007	鹿又秀聡ほか2名	日本森林学会大会発表要旨	熊本における大面積皆伐と広葉樹植林	大面積皆伐後の未植栽地が問題になっている。熊本県でも2006年3月時点で136箇所、1242haが造林未栽地であり、皆伐地の約3割にのぼる。大面積皆伐の目立つ球磨村と西原村を研究対象にする。球磨村は2002年に私有林96.5haが皆伐されたままであったが、そこに熊本県が2006年より環境税を使って森林ボランティアにより、伐採搬出時の作業道の一部に広葉樹造林を行った。西原村は村有林のうち71.0haに2004年から2006年の期間に皆伐が行われたのち、やはり森林ボランティアにより20haあまり広葉樹造林が行われた。森林ボランティア造林における両者の違いを踏まえつつ、皆伐後の造林について考察する。
109	1	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2007	鹿又秀聡ほか2名	九州森林研究60、p.62-p.63	熊本における皆伐地の状況	本研究の目的は、熊本県の皆伐地の状況について現状分析を行うことである。皆伐地の地理的把握には、平成18年に熊本県が行った皆伐未植栽地調査の結果を使用した。対象地は熊本県民有林全域で、伐採年度が2005年以降の皆伐地とした。その情報に森林簿、道路網、地形情報を組み合わせることにより、皆伐が行われている地域の特徴について検討を行った。その結果、1)皆伐面積の74%は球磨川計画区で発生していること、2)林道から50m以内で皆伐の82%が発生していること、3)森林所有者が不在村である場合の1/3が皆伐の発生割合が高いこと、4)皆伐後の再植林の割合については不在村、不在村に差がないこと等が明らかになった。(本文中の摘要より)

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (14)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
110	5	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2007	林野庁整備課	林野庁整備課	天然力を活かした更新技術による 森林整備に関する調査(平成18年 度～平成20年度調査報告書)	林野庁整備課が山形大学、東京大学、宮崎大学の研究者3名に依頼して、2006年度から2008年度の3年間、天然力を活かした更新技術による森林整備に関する調査を行った報告書。特に最初の年度における伊藤哲氏(宮崎大学)の研究「人工林伐採跡地の森林再生とその規定要因—九州地方における再造林放棄地の調査事例から—」が理論的に優れていると思われるので、以下、同氏の論述を紹介する。 人工林に限らず伐採後の森林再生や樹木の更新には、地形、種子散布、母樹の近接、種子散布者の存在、土壌環境、微気象および他樹種との競争など多くの要因が影響している。また、土地利用の履歴や伐出路の開設などの人為的要因や周辺林分との隣接状況も森林伐採後の森林再生に大きく影響する。さらに実際の更新を担う材料としては、前生樹由来である生残稚樹や萌芽再生材料、埋土種子や移入種由来の新規発生実生の役割も欠かせない。これらの再生材料のなかでも、森林性木本種の早期定着・再生については前生樹由来の再生材料が重要である。森林伐採後の二次遷移では、初期に遷移初期種の頻度および被度が増加し、その後、遷移後期種へと優占種が交代する。本調査の対象域である暖温帯の二次遷移では、撓乱直後の遷移初期には主に落葉性の先駆樹種が優占し、その後、常緑広葉樹林群落へ遷移が進行する。大面積皆伐後、再造林が放棄された場所における天然更新については、伐出路が最も大きなマイナスの影響を与え、次いで伐採直前の林分状態、伐採直前のスギ林の林齢、人工林化以前の土地利用、斜面の傾斜、斜面の凹凸、林縁からの距離の順でマイナスの影響が小さくなっていく。つまり、再造林放棄地の森林再生には伐採以前や伐採時の人為的な要因が大きな影響を与えるとともに、前生樹が伐採後の更新に重要な役割を果たしている。これらの結果は、今後の森林施業や伐採時期(林齢)・伐採方法によって、森林の再生速度をある程度、制御できる可能性を示しているが、同時に、暖温帯における天然下種更新の難しさを示唆している。人工林伐採後の更新に天然力を活用する上で、埋土種子集団の保持は最低限必要な条件である。過去に大規模な採草地利用が行われた場所では、前生樹のみならず埋土種子も貧弱である可能性があるため注意が必要である。人工林伐採後の移入種子による常緑広葉樹の天然下種更新については、短期間での更新完了はあまり望めない。このように広葉樹の天然下種更新自体が非常に不確実な要素を含んでおり、さらに暖温帯主要樹種の種子散布特性を考えると、周りに広葉樹林があるという程度の条件で天然下種更新に期待すべきではない。他方、前生樹として更新材料が伐採前から確保されていると、天然下種更新よりはるかに確実性が高い。今後は、これらの知見の検証し、確実性の高いものにするべきである。また、シカやササ・タケ類は天然更新の大きな阻害要因になり得るので、早急に必要な影響評価と対策の検討が必要である。森林の更新動態という長期現象を対象にする以上、長期観測の継続が極めて重要である。更新後の育林を含めた長期的な施業のなかで天然力の活用を位置づけ、適用していく必要がある。
111	1	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2008	香山雅純ら	九州森林研究61、p.79～p.81	大面積皆伐後に植栽された苗木の 成長	熊本県球磨村の天然更新途上地及び帯状伐採跡地における更新補助試験、針広混交植栽地における植栽方法別及び下刈り方法別の生育試験。人工林列状間伐跡地における広葉樹生育試験を実施植栽に際し、動物の食害を避けるためのネットを苗木を囲むように設置した。植栽後1年半経過したあと、植栽樹の生育実態調査を実施した。植栽樹のうち82%は生存していた。エゴノキ、エノキはススキの稈高が高い地域で樹高が高く、動物による食害を多く受けていた。アカマツ、タブノキ、ヒサカキはエゴノキ、エノキより成長は小さかったが健全個体が多く、隣が多くて土壌の発達が悪い場所でも順調に成育していた。(本文中の摘要より)
112	7	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2008	田内裕之	持続可能な森林経営研究会 第1回セミナー 議事概要	天然更新や天然林施業はどこまで 可能なのか?	天然更新や天然林施業のために著者は第一に、その条件を挙げている。伐採前に前生実生、稚樹、埋土種子としてどのくらいの量が存在しているか、伐採後に林外からの種子の移入がどのくらい期待できるか、この点に関連して、更新完了基準が目標林型にあったものを設定している県もあれば、単に木本が何本出れば良いとしている県もあると指摘している。第二に、目標林型が明確になっているか。第三に、森林帯や地域による樹種構成、林分構造などの違いをどのくらい踏まえているか。第四に、天然林施業が経営として成り立つかどうか。天然更新や天然林施業は以上の諸点が総合的に満たされなければならないと強調している。
113	7	40712	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	高齢化の 影響	成長への影 響	2008	千葉幸弘	持続可能な森林経営研究会 第2回セミナー 議事概要	長伐期林は伐期をのぼすだけで作 りうるのか	著者は長伐期林の特徴、メリットをさまざまな角度から考えるとともに、長伐期林も複層林・混交林・天然林も伐期の概念が定まっていないとして、類似の性格を持っていると述べる。また、短伐期一斉林を長伐期林・複層林・混交林化すると森林の構造が複雑になり、森林の見極め方や取り扱い方法が単純ではなくなると指摘する。そのうえで、長伐期林にするには目標とする森林のイメージを持つこと、林分成長モデルの現状を把握すること、間伐後の林冠再開鎖速度・光環境と関係する高齢林の成長がデンシヤル・気象害に対する抵抗力などを知っておくことが重要であるとする。また林分密度管理図は適用できなくなるだろうと述べている。このように、漫然と高齢林に移行して行くのではなく、高齢林に固有の性格をよく調べて、それに適した森林管理をしなければならず、そのためには弱度の間伐をしばしば繰り返さなければならないと強調している。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (15)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
114	3	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2008	香山雅純ら	森林総合研究所九州支所: 九州の森と林業86、p.1-p.3	大面積皆伐地での植栽事業	熊本県球磨村で2001年から2002年にかけて95haのスギ人工林が皆伐され、その後約4年間、再造林未達だったが、2006年3月より熊本県が環境税を利用して植栽事業を始めた。植栽樹種はアカマツ、エゴノキ、エノキ、タブノキ、ヒサカキの5種で、2006年に各366本植栽された。また2008年にはボランティアによりクスギとアラカシが植栽された。これらの樹木は、伐採に際してつくられた作業道と平坦地に植えられた。シカの食害を防ぐため、150cmの防護ネットを1苗につき1組ずつ取り付け付けた。植栽木の成育状況について2007年9月に実施調査を行ったところ、1615箇所の植栽地点のなかで1318地点(82%)で植栽木の生存を確認した。他方、151地点(9%)で植栽木の枯死が確認され、残りの146地点(9%)ではネットのみが確認されて植栽木は消失していた。植栽木に取り付けた防護ネットは71%が良好な状態だったが、29%はネットの下がめくれられるなどしていた。動物による被害を受けていた樹種としては、確認できたところ特にエゴノキとエノキが多かった。生存している植栽木ではエゴノキの成長が良好で、斜面部よりも土壌条件が良いと思われる谷部でそれが目立った。次いでエノキ、アカマツの順だったが、タブノキとヒサカキは成長量が小さかった。防護ネットは一定の効果があったと言えるが、何らかの問題が生じているネットもあるため、今後ネットを立て直したりする必要がある。
115	4	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2009	石井哲	岡山県林試研報25、p.13-p.32	竹林拡大防止技術に関する研究	省力的で効果的な竹林の拡大防止策と利用方法を検討するため、竹林の現状を把握するとともに時期別伐採試験、薬剤施用試験、食塩施用試験、早期伐採試験及び重量変化試験等を行った。モウソウチクを時期別(3月、6月、9月及び12月)に伐採したところ、9月及び12月に伐採した場合、3月及び6月に伐採した場合に比べ、伐採1年後及び2年後とも新竹の発生本数が少なかった。伐採後に成長してくる矮性化した再生竹は3月及び6月に伐採した場合にみられ、特に6月に伐採した場合に多くみられた。モウソウチクに対し、薬剤(除草剤)を1年生の新竹と2年生以上の古竹に区分し、施用時期や施用量等の諸条件を変え施用したところ、新竹、古竹とも施用翌年の6月までには全て枯死していた。食塩施用試験では、モウソウチクは施用翌年の発生抑制効果がみられなかったが、マダケ及びハチクでは翌年の新竹発生量が激減しており、施用効果について今後再確認が必要があると思われた。伐採・放置された竹が竹林内への侵入を阻害し、新たな発生・拡大の要因となる伐採竹問題に対処するため、新竹の発生1年以内に伐採する早期伐採を行ったところ、6月中旬までに伐採すれば年内に腐朽したが、7月以降の伐採では桿が硬化し、竹林内に残存する結果となった。9月にモウソウチクを伐採・玉切りし、竹林内で自然乾燥させたところ、重量は10～12ヶ月後には安定し、竹炭製造に適した15～20%の含水率となっていた。(論文中の要旨より)
116	4	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2009	梅田久男ほか2名	宮城県林業試験場成果報告18、p.31-p.40	再造林放棄地における天然更新の評価手法と更新技術の開発	本研究は、スギ人工林伐採後の再造林放棄地における植生回復の実態を明らかにして高木広葉樹などの天然更新が阻害される要因を探るとともに、早期に更新を図るための補助技術について検討した。県内38プロットのスギ伐採跡地を調査した結果、県西部の奥羽地域では低木類の被度が高くシダ類が多い、山麓・丘陵の中北部地域では高木種やササ類が多く低木は少ない、東部の北上地域では木本・草本とも種数が少なかった。キイチゴ類はほとんどの調査地でみられたが、更新困難地では被度3以上のプロットが6割以上あったのに対し、更新完了地ではすべて被度2以下のプロットだった。東部を中心に、標高300m以上、傾斜30度以上の箇所では、キイチゴ類の被度が2以上のプロットの割合が高かった。キイチゴ類の被度2以上のプロットの多くは更新困難地であった。以上から、キイチゴ類の繁茂が高木種等の更新を阻害する要因と考えられた。更新を補助するために植栽した広葉樹等の成長率は年20%以上が多く、生育は順調であったと考えられ、更新補助技術として期待できると思われた。(本文中の要旨より)
117	1	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2010	小田三保ほか2名	九州森林研究No.62、p.170-p.171	過去の土地利用状況の把握	針葉樹人工林で、それ以前に採草地として利用されていた場所では、薪炭林として利用されていた場所と比べ森林性の木本種が欠けており、また森林の回復が遅いと言われている。そこで、耳川流域を対象に、明治35年-36年作図の旧版地図から土地利用図を作成し、過去の土地利用状況を把握する試みを行った。旧版地図をスキャニング後、GISに取り込み1枚に繋ぎ合わせた後、地図画像を参照してジョリファレンスを行った。今回作成した土地利用図では採草地と焼畑を区別することはできないが、それらを含む荒地が流域全域に存在し、比較的標高の高い土地に分布していることが分かった。また海岸部は人口が多く、山間部に比べて地形が良いため森林の利用が進み、荒地の割合が高くなつたと考えられる。本研究では、広葉樹林化の阻害要因と考えられる過去採草地であった土地を含む荒地の分布を土地利用図として把握することができた。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (16)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
118	1	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2010	大本健司ほか4名	九州森林研究63、p.46～p.49	長期経過再造林放棄地における植生回復とその要因	広域に分布する再造林放棄地の植生回復状況を評価するには、より長期的な視点に立って広域的に植生回復パターンとその違いを決定する要因を把握する必要がある。本研究は、大分県レベルでの2回の調査(5～9年経過・2002年から2004年、11～15年経過・2008年から2009年)における植生状態を比較し、植生遷移の動向を明らかにする。今回の結果から、再造林放棄地の植生遷移は先駆樹種から常緑高木群へ向かう動きと、先駆樹種から落葉高木群をへて常緑高木群へ向かう動きがみられた。それらの動きは近接広葉樹までの距離などの要因によって決定され、その遷移の動向は時間の流れに従って動き、面積などの立地条件によってスピードが変化すると考えられる。また、今回調査した再造林放棄地の植生は最終的には照葉樹林の優占種である常緑高木種が優占する植生タイプへ遷移すると考えられる。それゆえ、今回解析をおこなったプロット全体では植生は回復しているといえる。しかし、プロットを個別にみると、遷移の動向に対して逆行するプロットや、遷移が進んでいないプロットも存在した。このように逆行したり、停滞しているプロットについて考察を深める必要がある。そうすることで植生回復が遅れている要因を明らかにして、回復を促す何らかの対策を講じることができると考える。
119	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2010	小田三保ほか2名	九州森林研究63、p.157～p.158	広葉樹林化に適した森林の区分方法の検討	針葉樹人工林内に広葉樹が侵入する要因として現人工林以前の土地利用形態と種子源となる広葉樹林からの距離に注目し、宮崎県耳川流域を対象に、GISシステムを用いて広葉樹林化に適した森林の区分を行った。前土地利用形態の把握には明治35～36年に測量された国土地理院の5万分の1旧版地図を使用した。広葉樹距離の把握には、県及び国有林で整備されている森林GISを使用した。この方法で森林の区分を行う場合、前土地利用形態のGISデータ化には多くの労力を要するが、両要因の組み合わせによる区分はGISを用いることで容易にできた。だが前土地利用形態の把握に使用した旧版地図の縮尺が5万分の1であるため、区分結果を林小班のような狭い範囲に対して適用するには疑問が残る。このため、区分結果を流域や林班単位に集約する必要があると思われる。
120	7	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2010	森林総合研究所「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム	森林科学59	広葉樹林化ハンドブック2010—人工林を広葉樹林へと誘導するために—	森林施業の計画・実行に携わる人たちに、人工林の「天然更新による広葉樹林化」の可能性の判断を提供する目的で記述。人工林の広葉樹林化を図る場合、まず第一に、最終的にどのような林分にしたいか、目標林型を決める。第二に、更新完了の判断基準を決める。第三に更新失敗のリスクを踏まえることが重要であると指摘。更新失敗のリスクとしては今日、特にシカの食害を重視する必要がある。実際の天然更新は前生稚樹、埋土種子、散布種子(風、陸上動物、鳥類)などによる場合が考えられる。以上の解説ののち、カラマツ、トドマツ、スギ、ヒノキの人工林における天然更新の可能性を議論し、さらに広葉樹林化の適地判定のために高分解能衛星画像や森林GISの利用が有効であるとしている。
121	3	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2012	森林総合研究所「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム	pp.48	広葉樹林化ハンドブック2012—人工林を広葉樹林へと誘導するために—	この2012年版では、(1)天然更新を促進し、更新を確実にする方法、(2)植栽による更新の新しい手法や考え方、(3)公益的機能を維持向上させるための施業法やその評価方法、(4)更新作業の妥当性を検証し、確実な更新に導くための方法、(5)更新を完了させるまでの施業の流れと作業例を解説。(1)については上木伐採の考え方と鳥を利用した散布種子の誘導を述べるとともに、更新稚樹を枯らさないこと、帯状伐採地での注意などを解説。(2)については菌根菌を利用する方法、地域性種子を重視する考え方などを論述。(3)については主に土壌保全機能を重視して概説。(4)、(5)についてはPDCAサイクルの重要性を強調している。
122	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2012	近藤晃ら	静岡県農林技術研究所研究報告5、p.65～p.71	スギ・ヒノキ人工林の針広混交林化を目的とした抜き伐り後4年間の下層植生の動態	下層植生が衰退したスギ、ヒノキ人工林で、列状等の抜き伐りを行った後の下層植生の経年的動態と、さらに伐り捨てにされた伐倒木が下層植生の回復に及ぼす影響を明らかにするため、静岡県内10箇所の下層植生の植被率、現存量及び林冠の開空度等を調査した。その結果、下層植生の回復程度は調査地により著しく異なり、回復の良い調査地でも植被率の増加は施行3年目以降に現れる林分が多かった。植被率が短期的に増加する林分では先駆樹種が侵入、繁茂し優占することが認められた。植被率と下層植生量との間には相関が認められ、植被率は下層植生量の推定に有効であると考えられた。一方、抜き伐り後の開空度や伐り捨てにされた伐倒木による林床被覆が下層植生の回復に影響することは少ないと推測された。(一部は本文中の摘要より)

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (17)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
123	1	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2012	正木隆ほか7名	日本森林学会誌94、p.17-23	広葉樹の天然更新完了基準に関する一考察ー苗場山ブナ天然更新試験地のデータからー	苗場山ブナ天然更新試験地の30年間のデータを解析し、天然更新完了基準を検討した。試験地では1968年に5段階の強度(皆伐～対照区)での伐採及び5通りの林床処理(刈り払い、かき越し、除草剤散布等)が行われ、1978年には残存母樹も伐採された。本研究では、残存母樹の伐採から4年後の1982年と2008年の植生調査及び樹木の更新調査の結果を解析した。高木性の樹木が更新する確率は、1982年当時の稚樹密度・稚樹高・植生高でよく説明され、ブナに対象を限定した場合では、稚樹の密度と高さのみでよく説明された。高木性樹種の更新の成功率は、稚樹の密度が20万本/ha以上、かつ植生が除去された場合によりやく8割を超えるかと推定された。各地の広葉樹天然更新完了基準では稚樹高30cm、密度5,000本/haという例が多いが、この基準は低すぎると考えられた。伐採前に前生稚樹の密度を高める等の作業を行わない限り、天然下種によるブナ林の更新は難しいと考えられた。(本文中の摘要より)
124	3	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2013	正木隆ほか1名	森林総合研究所:平成25年版 研究成果選集、p.10ーp.11	広葉樹の確実な天然更新を判断する基準を明らかにする	1967年に新潟県の苗場山に設定されたブナ天然更新試験地で、30年前に皆伐された場所の更新状況を調査。その結果、ブナ等の広葉樹が更新に成功している箇所では、皆伐後数年の時点で高さ30～50cm程度の稚樹が10～20万本/ha生立していたことを明らかにした。いままでの更新完了基準では皆伐後4～5年後で2万～5万本/haの稚樹で十分とされていたが、かかる更新基準の成否を長期的なデータで検証した結果、そういう基準よりも多くの稚樹が天然更新には必要であることを示した。
125	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2013	小山泰弘ほか3名	長野県林業総合センター研究報告27、p.25-p.44	針広混交林の育成に向けた下層広葉樹の育成管理技術ー広葉樹林化のための更新予測及び誘導技術の開発ー	針葉樹人工林の中でも下層に広葉樹が混交している事例が多いカラマツ人工林を対象に、針葉樹林から針広混交林へ誘導するための手法を検討する目的で、上木の伐採方法や下木の管理方法が異なる林分について事例収集を行った。下層に高木性広葉樹が認められるカラマツ林で、林床を整理して強度間伐や列状間伐を行ったところ萌芽により広葉樹が更新したが、帯状伐採後に林床整理を繰り返すと灌木や草本の繁茂で高木性広葉樹の成長が阻害される場合があった。なお、帯状伐採を行う際に下層の広葉樹を残した場合でも、直径が細く形状比が高いものが枯損した。また、下層に発生した広葉樹の樹高成長は、上木の枝下高に近づくと成長が停滞するため、下木が成長した段階で下木の本数管理を行う必要があり、上木の本数管理を行わずに放置すると光環境の悪化で下木が枯損する場合もあった。(論文中の抄録より)
126	3	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2014	森林総合研究所、北海道立総合研究機構など	「広葉樹林化技術」(pp.83)「研究現場で集められた知見 広葉樹林化技術(資料編)」	広葉樹林化技術の実践的体系化研究	2014年と2015年の2年間、森林総合研究所が中心になり、9道県立の研究機関、2大学、1大学校、1企業が参加して取り組んだ共同研究の成果。ガイドブック的なまとめ方をしている。経済林として維持するのが困難であると予想されるスギ・ヒノキ・カラマツなどの人工林を広葉樹林に転換し、多面的機能を発揮させるための技術を開発して体系化することを目的としている。主として広葉樹の若い稚樹を人工林に定着させるための技術開発について研究した。残された技術的課題は、(1)広葉樹林化において適切な目標林型を設定する技術、(2)定着させた稚樹を中心に、設定した目標林型へ誘導するための施業計画(間伐の強度や実施インターバル等)を設計する技術、(3)広葉樹林化施業が周辺の健全な人工林に及ぼす病虫獣害のリスクを評価・予測する技術の3点。さらに、これらを技術と統合して一つの技術体系として確立することも必要である。多くの機関の共同研究であるだけに非常に豊富な事例を踏まえている。なお、広葉樹林化における現場作業の流れは漸伐施業そのものであるとの指摘(「広葉樹林化技術」p.62)は興味深い。
127	4	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2015	長野県林務部	冊子、pp.45	皆伐施業後の森林を確実に育てるためにー皆伐施業後の更新の手引きー	全国的に皆伐後の再造林放棄が大きな問題になるなかで、皆伐後に出来るだけ再造林が行われるために、技術的な側面に重点を置いて課題を整理した指導解説書。編別構成は「1章 更新方法とその判断基準」、「2章 皆伐施業の制限地等」、「3章 被害リスクの判断」、「4章 更新施業後の健全な森林の生育状態の判断」、「5章 経費負担を考える」、「6章 まとめ」である。1章では人工林造成と天然更新の両方について述べている。3章は拡大するニホンジカの被害、その他の獣類による被害、病虫害、気象害などを整理している。5章は技術指導ではないが、ユニークな視点からの記述であり、かつ現実的には重要なポイントである。6章では「森林を伐採して更新するまでのフローチャート」を「皆伐施業前の検討事項」と「皆伐施業後の更新の進め方」の二つに分けて提示している。本書は森林施業プランナーなどの実務担当者を対象とした指導解説書という感じであり、全体として簡潔、明瞭かつ平易な表現に徹している。本書の冒頭で県の幹部が、本書が広く活用されることにより「本県が森林県から林業県へ発展することを願う」と興味深い記述をしているが、林業発展にかけける長野県の意欲を読み取れる内容である。
128	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2016	山梨県森林総合研究所	冊子、pp.22	山梨県における針葉樹人工林の針広混交林・広葉樹林化 事例集	全編22ページの小冊子だが、【基礎知識編】【天然更新編】【人工造林編】【ニホンジカ対策編】の4章から成る。手際よく作成された手引き書である。【基礎知識編】では天然更新の不確実性と人工造林のコストを考慮して更新方法を選択すること、各更新方法と適地との関係を判断すること、更新阻害要因とくにニホンジカの被害に留意することを強調している。【天然更新編】ではスギ・ヒノキ人工林、カラマツ人工林、シラベ人工林、ヒノキ人工林の4例をあげ、いずれについても慎重な判断を下している。【人工造林編】ではスギ・ヒノキ人工林、カラマツ人工林に広葉樹を植栽した2例を紹介し、植栽は有効な方法であるとしているが、同時に今後のモニタリングの必要性を強調している。【ニホンジカ対策編】ニホンジカに剥皮されやすい樹種、中程度の樹種、剥皮されにくい樹種を明らかにして、対策を示している。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (18)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
129	4	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2017	清水香代ほか1名	長野県林業総合センター研究報告、p.7～p.16	広葉樹林技術の実践的体系化研究	広葉樹や針広混交林への誘導にあたって必要な施業方法を検討するため、カラマツ林の下層に植栽されたブナやカツラおよび天然生広葉樹について成長を調査した。その結果、低木層の広葉樹の成長は、上木を残存させることにより植栽木、天然生に開わず停滞するため、低木層の成長が停滞する前に上木を伐採する必要があった。また、カラマツ人工林の樹冠下で亜高木層に達した天然生広葉樹の動態を明らかにするため、上木の皆伐及び上下木を間伐した結果、その効果は10年程度しか発揮されなかった。これらのことから、カラマツ人工林から広葉樹林へと誘導する可能性は見出されたものの、樹冠下に健全な広葉樹が生育する複層林型の針広混交林は継続的に維持できないと考えられた。(本文中の抄録より)
130	5	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2017	林野庁森林整備課	pp.161	平成28年度天然更新活用による森林整備手法に関する調査委託事業 報告書	本報告書は天然力を活用して針葉樹人工造林地の針広混交林化を図ろうとするもので、「天然力を活用した森林施業の事例調査」、「水源林造成事業の契約地における調査」、「天然力を活かした森林施業方法に係る技術マニュアルの作成」の3構成部分から成っているが、ここでは以下、「天然力を活用した森林施業の事例調査」を紹介する。 調査地は北海道内2箇所、秋田県、山形県、岡山県内が各1箇所である。北海道の2箇所の調査地は森林所有者が記述されていない。1箇所はトマツ46年生、もう1箇所はトマツ48年生の人工造林地である。どちらも人工林内に一定本数の広葉樹天然更新木が認められるが、ほとんどの樹種の平均樹高は1mを下回る大きさに過ぎない。添付されている両人工林内の写真もそういう状況を示している。なお、近隣の広葉樹林との距離は1箇所が30～50m、もう1箇所が50～90mで、広葉樹林はエゾイタヤ・シナノキ群落である。秋田県内の調査地は国有林で、スギ43年生である。人工林内に一定本数の広葉樹が天然更新していて、平均樹高が2mを超える樹種もあるが、多くは1m以下である。添付されている写真もおおむねそういう状況を伝えている。近隣の広葉樹林はクリ・ミズナラ群落とチシマザサ・ブナ群団である。広葉樹林との距離は30～110mである。山形県内の調査地も国有林で、スギ52～53年生である。人工林内に天然更新している広葉樹の平均樹高は1mを超える樹種があるものの、ほとんどの樹種が1m以下である。添付されている写真にはかなり大きくなった天然更新広葉樹が写っているが、列状間伐の伐採列と、その他の写真は人工林内だが調査地外の箇所であろうか。近隣の広葉樹林はブナ・ミズナラ群落とオオバクロモジ・ミズナラ群落であるが、広葉樹林との距離の欄は未記入である。岡山県内の調査地も国有林で、スギ・ヒノキ56年生である。天然更新している広葉樹には平均樹高が1mを超えて2mないし3m以上のものもあるが、多くは1m以下である。添付されている写真もほぼそういう状況を伝えている。ただし写真の一部には作業道及び林道沿いになって、かなり成長した天然更新広葉樹が写っている。近隣の広葉樹林はコナラ群落などである。広葉樹林との距離は記載されていない。 以上のとおり植栽以降、一定の年数を経た人工林であるが、林内の天然更新木は樹高から判断する限りはまだ幼齢木であり、この天然更新木の成長を期待するには今後、適宜、成長をうながす施業の実施が望まれる。高齢化しつつある人工造林地に天然更新している広葉樹のこういう状況は、全国的に一般的な傾向であると思われる。それを具体的な実態調査に基づいて明らかにした貴重な報告書である。
131	2	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			1995	飯島伸子	社会・経済システム学会 1995 年 14 巻 p. 1-11	戦後日本の環境問題の変遷	戦後日本の経済成長と公害問題、1980年の東京宣言、持続可能な開発という言葉の始まりなどを総括的に解説した記念講演。
132	2	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			1996	巖佐 庸 甲山隆司・広瀬忠樹	日本生態学会誌 (Japanese Journal of Ecology) 46 :53-56 (1996)	森林生態系: 地球変化の研究へむけて	日本生態学会誌の特集「森林系研究の展望」における解説。「多くの生態学者は動植物の生き方に興味を中心にあり、送粉共生、種子分散、葉の展開の季節性、ギャップを巡る競争、などといった研究は、物質循環や生産などいわゆる生態系生態学の研究とはうまく繋がらないと思っではないだろうか」という見解は間違っているという解説。地球環境変化の理解や予測をするにあたって生態学者に問われていることは、現在の生態学の知識にもとづけばどれだけのことがいえて、どこに不確定性が残るのか、それを明らかにすることである。個々の林冠の枯死や再生といったパッチスケールでのモデルから森林全体の動態（ランドスケープレベル）、そして地域の動態（リージョナルレベル）、それを積み上げて地球全体の変化（グローバルレベル）というふうに、時間的空間的に細かなスケールのモデルからより単純化し大まかな時間空間スケールのモデルへと積み上げていくという方式。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (19)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
133	1	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			1997	佐久間 亮	徳島大学総合科学部人間 社会文化研究紀要論文	19世紀後半イギリスにおける環境 保護運動-共有地保存運動を中心 に-	イギリスにおける自然環境保護のころみは19世紀にはじまるものではないとえば、すでに16世紀には深刻化する森林枯渇deforestationへの危機感が表明され、以降その保全策が幾度となくとられている。とくに有名なのがチャールズ1世Charles1がおこなった森林法遵守の強制措置であり、これは激しい反発を招きつつも、共和政期にも引き継がれる。そのころみは森林を資源として持続的に利用することに主眼をおくものであり、その目的は海軍用の造船資材の供給であった。海軍への木材資源確保の試みは、1691年以降ニュー・イングランドの森林保全計画へと移植され、現地での激しい抵抗を惹起することになる。共有地保存協会を中心としておこなわれた共有地保存の運動は、これまで環境保護運動・思想の着実な発展の一部として評価され、論じられてきた本稿では、これを「自然への感受性の不可逆的变化」という漠然とした過程の一部として、環境保護思想・運動史という閉じられた空間の中でのみ評価するのではなく、ヴィクトリア中期の社会的文脈のなかに位置づけ、検討してみたい。それは一つには、この活動を担ったミドル・クラスの理念の時代性をあきらかにすることであり、また、この運動の中で自然環境保護の対象となった地域の住民に、それがどのような影響を与えたのか、さらに住民の伝統的な生活や権利に対して、自然保護という時代あらに立ち現れた「公共性」の主張がいかなる意味をもったのか、地域に即して検討してみることである。これらが本稿の課題である。
134	2	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			1997	鳥越 皓之	環境社会学研究3 (1997 >:5-14	コモンズの利用権を享受する者	かつての共有地研究や入会研究と異なり、コモンズという概念は自然と人間とのあいだの関係の持ち方を考えさせる契機を与えてくれる。つまり、よりよい自然環境・生活環境構築への模索の機会である。したがって、本稿でもコモンズという用語を使う限り、具体的な「環境戦略」を示したいと考えたが、それは戦略といえるほどのところにはたどり着いていないかも知れない。 本稿においては、ムラの所有論を分析することを通じて日本のコモンズには伝統的に「弱者生活権」という権利が存在しつづけたことを指摘した。より具体的には、その権利はいままで思われていたような温情ではなく、所有論からみた権利として存在するのである、すなわちコモンズの存在理由としてそのようなものがあつたわけだから、われわれがコモンズ分析を通じて将来へ向かつての環境論を再構築しようとするときには、単なる「共同の利用権」という理解を越えてこの点への配慮が必要だろう。また、コモンズを前近代的な消え行くものとは理解しないで、農業にたずさわるその生産の構造がコモンズの存在と有機的にからんでいることをも指摘した。ムラ内部での生活と労働のあり方を検討しないで、ムラの周辺に広がる森や山や川や海の分析をしなくてもその研究の成果には限りがあると思われる。
135	2	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			1997	三井 昭二	環境社会学研究3 (1997):33・46	森林からみるコモンズと流域ーその 歴史と現代的展望ー	世界の森林利用・所有の展開は、工業化以前の段階の多様な利用とコモンズの所有から、工業化段階の木材生産への特化と無規制の私有を経て、木材生産以外の機能の重視と規制された私有の方向をたどるとされる。また、産業社会の行きづまりによって、工業化以前の段階にみられたエコシステムや相互扶助を重んじるコモンズの経済が見直されはじめている。 このような点をふまえて、日本における森林利用・所有と流域、コモンズの関係について縄文時代からの歴史をたどるなかで、つぎのような点が明らかになった。 (1) 中世後期から近世初期にかけてオープンアクセスの状態からコミュニティな入会林野が成立し、近世中期以降の商品経済の浸透と近代の入会林野解体政策によって、木材生産中心の利用と近代的な所有に置き換えられていった。とくに、高度経済成長によって、入会林野の多様な利用とコミュニティな社会は衰退して、その形骸化を招いている。 (2) 近世にはコモンズに支えられた「流域社会」によって、河川は多様な形で利用されていた。近代以降は国家の主導によって河川の利用は単純化するとともに、高度経済成長によって「流域社会」は解体した。 (3) 1970年頃からは自然保護運動の影響によって森林政策が転換し始めた。さらに、1980年代後半からは地球環境と地域活動が注目され始めるなかで、自然と人間との関係を重視するような考え方が台頭してきた。そのような現状のなかで、森林を舞台としてコモンズや流域を見直そうとする地域の動きがいくつかの地域でみられるようになっていく。
136	7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2000	熊崎 実	森林科学28	持続可能な社会の構築と森林への 期待	人類に課せられた21世紀の課題は、化石燃料に依存した持続不能な社会から、自然の循環を基礎にした持続可能な社会に移行することである。そのなかで果たす森林の役割は限りなく大きい。20世紀は森林の消失と劣化が加速した時代であった。この傾向はしばらくはつづくだろう。しかし森林と木材の新しい時代が見え始めている。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (20)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
137	7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2001	森元早苗	林業経済研究 Vol.47 No. 2 (2001)	森林管理としてのコモンズの理論と実態 一山中湖村入会地を通じて一	コモンズに関する理論的考察とそれに基づく実態分析のために、山中湖村林野入会地の変遷を通じた事例分析を行った。欧米諸国で展開されているコモンズ研究では、所有に基づく分析が中心であり、コモンズの所有と利用と管理にかかわる多様性を見落としていた。一方コモンズとしての入会地研究は、江戸期の分析が中心であり、どのような権利関係によって近現代社会に適応してきたのか、またどのような問題があったのかについての考察に欠けていた。本論文では、山中湖村を事例として、近世・戦前・戦後の3つに時代を区分し、産業構造変化、地盤所有の変化、利用管理主体の変化、利用・管理内容の変化の4点について考察した。その結果、第一に近代法制度の下では、権利関係としてコモンズが存続するためには、地盤所有が明確な私有財産か公有財産である必要があった。第二に、「共有の性質を有さない入会地」のように、所有と利用・管理が分離するコモンズと、「共有の性質を有する入会地」のように所有と利用・管理が結合するコモンズの2つが存続していた。第三に、産業構造の変化に伴い事実関係としてのコモンズが崩壊しコモンズの形骸化、組織の高齢化などの問題点が確認された。
138	7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2001	宮内, 泰介	林業経済, 54(3), 24-28	担いのシステムづくり：重層のコモンズ論からのアプローチ (2000年度北日本林業経済研究会 統一テーマ 森林管理の現代的諸局面を明らかにする：再造林放棄の現状と森林管理の担い手問題)	「コモンズ」という言葉を使った議論が盛んになってきている。コモンズとは、さしあたり「地域の人々が共同で所有・利用・管理している自然環境、またはその所有・利用・管理のしくみ」と定義しておこう。しかしコモンズの議論にはいくつか批判がある。一つは、なぜ「コモンズ」となどというよくわからないカタカナ言葉を使うのか、「入会」でよいではないか、というもの。もう一つは、「コモンズ」というのは古きよき伝統を守ろうみたいで、後ろ向きの議論なのではないか、というものである。従来「入会」の議論で想定されていたような、ある一定の区画の自然環境とある一定の地域集団が一对一で対応して、利用・管理のルールを媒介としたタイトな関係が明示的にある、というのは、実は珍しい例なのである。実際には、濃い関係、薄い関係が入り混じり、ルールや権利も、明確にあるものからうすうすらとあるようなないようなものまでグラデーションがあり、しかし、大きく見れば地域全体で利用・管理していることには変わりない、という形が世界的には多い。これを重層のコモンズと呼んでみよう。
139	2	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2002	奥田孝次	土木学会論文集No. 716/IV-57, 81-90, 2002. 10	ベントン・マッカイの環境保全計画とその管理システム	本論文では、20世紀初頭の自然保護から1960年代の環境主義への変遷過程において重要な役割を担ったベントン・マッカイの環境保全計画に焦点を当てる。彼は進歩主義的な自然保護を推進するなか、自然保護と地域計画を融合させ、また生態系に基づいた広域的レベルの環境保全計画を推奨した。更に、彼は連邦政府や環境保護団体に影響を与え、環境主義運動に貢献した中のひとりである。本論文の考察では、彼の環境保全計画の手法を明らかにすると共に、社会的システムの観点から地域に基づいた連邦政府の管理体制システムの再構築の提言などを論じる。
140	2	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2002	奥田孝次* 、川崎 清* *	日本建築学会計画系論文集第559号, 219-226, 2002年9月	自然保護から環境主義への歴史的変遷に関する研究 ベントン・マッカイの自然思想とその役割	アメリカ環境主義運動 (Environmentalism) 史上、「自然保護 (Conservation)」と「地域思想」を結びつける役割を担った自然保護主義者としてのマッカイの功績とその自然思想の系譜を明らかにすることを目的とする。マッカイは森林局時代にビンショウのもとで進歩主義的 (Progressive) な自然保護運動を推進した。その後、彼は環境主義運動の先駆けとなった環境保護団体、ウィルダネス協会 (the Wilderness Society) 以下 TWS と略記) をマッシュアールとレオポルドらと共に設立した。
141	7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2002	渡邊定元	森林科学 36	森林生態学と林業・林学との関わり の歴史	Ecologyという学術用語に生態学という訳語を与えたのは、生物学の中に生態学を最初に採り入れた東京大学教授三好学である。日本の生態学の始まりは三好がドイツ留学から帰国して生態学の講義を始めた1895年とされている(沼田1987)。
142	2	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2005	浅田 進史	千葉大学 公共研究 第2巻 第2号(2005年9月) 書評	帝政期ドイツにおける「自然保護」 の近代	フリーデマン・シュモル著の『自然についての記憶——ドイツ帝国における自然保護の歴史 Erinnerung an die Natur. Die Geschichte des Naturschutzes im deutschen Kaiserreich』は、その第2巻として刊行された。著者は、チュービンゲン大学ルートヴィヒ・ウーラント実証的文化学研究所 Ludwig-Uhland-Institut für Empirische Kulturwissenschaft の研究員であり、本書は彼の教授資格取得論文。
143	7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2006	井上 元	林業経済 59 (7)	中央三団体に見る戦後自然保護 運動の史的展開	財団法人日本野鳥の会、財団法人日本自然保護協会、財団法人世界自然保護基金ジャパンは、国内を代表する団体として、戦後の様々な自然保護問題において重要な役割を果たし、着実にその会員数を増やしてきた(図1)。三団体は今日、全国規模で取り上げられる自然保護問題の事例において、国際的な環境NGO、行政機関、研究者、地域のNPO、住民を繋ぐネットワークの結節点に位置し、影響力が顕著な団体である。 本研究では、上記三団体の組織構造分析と運動の機能変化に基づく歴史分析を行い、三団体が90年代以降、積極的に関与した地域事例を参照しながら、今日の自然保護運動の特徴および課題を明らかにすることを目的とした。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (21)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
144	7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2007	小野寺 浩1・渡邊 綱男2・亀澤 玲治2	『地球環境』 12:81-96(2007)	自然再生の思想	日本は高度経済成長期を経て飛躍的に発展し、われわれの生活は格段に豊かになった。しかし、わが国の長い歴史から見ればきわめて短いその期間に、本来多様で豊かであるはずのわが国の自然は大きく変質した。砂浜や干潟が消え、埋立地が人と海を切り離し、川岸や用水路はコンクリートで固められ、メダカまでが絶滅の危機にある。人は、季節の移ろいを自然の中に感じるより、暦の中だけで知るようになった。21世紀になって誕生した小泉総理大臣は所信表明演説の中で自然との共生を唱え、それは自然再生の流れとなってやがて自然再生推進法として結実した。この法律の新しさは、失われた自然生態系の回復を目的としている点、計画策定を地域の協議会が行うボトムアップ方式を採用している点、順応的管理という試行錯誤的な事業実施のシステムを前提としている点にある。しかし、その新しさゆえに、法律の施行段階での矛盾も内在している。すなわち、自然再生が時間的、空間的に重層的なために単一的な目標設定が難しいこと、生態系という複雑かつ精妙なものを対象として具体的事業を行わなければならないこと、オープンな協議会というシステムの中で異なる価値の調整を行って合意形成を図ろうとすること、などである。その一方で、法律の施行後5年程度の間に具体的事業を進めることで見えてきたこともある。重層的だからこそ協議会という形式が有効であること、目標設定やその達成は段階的に進めることが合理的であること、自然再生のための技術は試行錯誤的に獲得されるものであること、などである。本稿では、こうした諸点について、自然再生の概念の整理、法律の概要と制定前後の動きや具体的事業例としての釧路湿原での取組の分析を行いつつ考察する。
145	3	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2008	保坂, 稔	長崎大学総合環境研究, 2008, 10(2), p. 15-23	ナチス環境思想のインパクト：ドイツ環境運動と緑の党	環境保護を考えると、1970年代の思想的転換が着目されることが多い。日本において環境思想を幅広く簡潔にまとめた最初の著書といえる鬼頭秀一の『自然保護を問いなおす』(1996)は、1970年代の意義を強調する(鬼頭[1996:34])。1970年代の転換のきっかけとなった環境思想として鬼頭は、P・シンガーの「動物解放論」(1973)、C・ストーンの「自然物の当事者適格」(1972)、A・ネスの「ディープ・エコロジー」(1973)の3つを挙げている(鬼頭[1996:35])。特に鬼頭は、シンガーやストーンの思想が、「自然権(naturalrights)の及ぶ倫理的、あるいは法的な射程を、動物や植、さらには自然物にまで拡張していこうとする」(鬼頭[1996:35])点で画期的であると考える。本稿は、ナチス環境思想のドイツ環境運動に対するインパクトについて、インタビュー調査を交えて検討することを目的とする。今日、ナチスにおける環境思想が生命中心主義的であると位置づける論者は多くみられるが(たとえば、sax[2000])、これらの研究はあまり着目されないのが現状である。まず本稿では、環境思想をめぐる日本での現状を踏まえ、ナチスの環境思想を文献的に整理する(第2節)。第3節では、戦後ドイツにおける環境運動草創期の状況について触れる。そして第4節では、ナチスにおける環境思想の意義に関する議論の訴求力をさらに高めるため、筆者独自のインタビュー調査を踏まえて、緑の党に対するナチス環境思想のインパクトについて述べる。
146	7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2009	一ノ瀬友博	ランドスケープ研究724p. 356-359	種の保存とランドスケープの取り組みの歴史と課題	2008年には「種の保存とランドスケープ」というテーマに関わる大きな出来事が3つあった。一つは生物多様性基本法が6月に施行されたこと、次は国土形成計画(全国計画)が7月に閣議決定されたこと、そして3つめは、9月にトキの試験放鳥が佐渡島で実施されたことである。この3つの出来事が2008年にそろったことは偶然とも言えるが、2001年の環境省の発足以降、2002年の自然再生推進法制定、自然公園法改正、鳥獣保護法改正、2004年の外来生物法制定、2006年に再びの鳥獣保護法の改正、そして2007年目月に第三次生物多様性国家戦略が策定されるなど、近年種の保存とランドスケープを結びつけるような施策が展開されている。
147	3	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2010	飯国芳明	高知論叢(社会科学)第97号 2010年3月	コモンズ形成の原理と現代的課題	E. Ostrom はコモンズ論で著名な経済学者であり、その業績によりノーベル経済学賞を2009年に受賞した。Ostromによれば、コモンズは「共同利用の資源」(common-pool resource、すなわち、「潜在的な利用者(potential beneficiaries)をその利用から排除するためには多大の費用を要する自然あるいは人工の資源系(resource system)」)とされる ¹⁾ 。また、主流派の経済学においてもコモンズはcommon-pool resource(共有資源)として扱われるが、その財の特徴は排除不可能性と競合性に置かれる。ここで排除可能性とは「人々がその財を使用できないようにすることができるか」どうかを問題としており、競合性では「ある人がその財を使用することによって、他の人がその財を利用できる量は減少するか」どうかに着目する。共有資源は、使用が競合し、かつ、使用の排除がむずかしい財・サービスとして位置づけられている。本稿ではコモンズと呼ばれてきた資源の中で、排除可能性だけからは把握しきれない資源に着目し、その形成過程を検討することを課題とした。この形成原理の解明は排除可能性から整理できるコモンズを含めたより広いコモンズの理解を促すばかりでなく、過少利用という現代的な課題をコモンズ論の中で解釈する枠組みを提供しうる。以下、第2節では日本の草地を事例に、共同利用の形成過程を簡潔に整理した上で、過少利用問題がどのように発生しているかを述べる。第3節では、排除可能性ではなく、資源の生産性を人為的に改良できるかどうかに着目し、コモンズの新しい分類を試みる。第4節では、人為的なストックの有無がゆえにコモンズの現代的な課題のあり方を規定しているかを検討する。最終節では、結論を述べる。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (22)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
148	7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2010	寺林晁良	農林金融2010・10	生物多様性問題の展開と方向性	1 今日、生物多様性問題に社会的な関心が集まっている。本稿は、国際社会と日本における生物多様性の動向を述べるなかで、生物多様性問題が環境問題として関心を集めている要因を明らかにする。 2 国際的な動向を振り返ると、生物学者が自然保護の対象を広げるために作り出した生物多様性という言葉は、生物多様性が人類にとって多様な価値があることや、国際的な政治や経済の問題と関係することを論拠として展開し、生物多様性条約として結実した。生物多様性問題は生物にかかわる多様な問題を指すものとなったが、特に生態系サービスの概念などによって経済問題としての側面を強めながら、さらに多くの人々から関心を集めている。また、生物多様性の経済的側面に対しては、日本の経済界も大きな注目を寄せている。 3 日本においては、生物多様性条約に基づいて政府主導で生物多様性問題が導入されたが、一方で、二次的自然に関する生態学的な研究成果をもとに、里山保全運動や農林水産業の動向と結びつき、独自の方向性を示してきた。地域社会で展開する生物多様性問題への取組みでは、地域社会が失ってきた価値の再生や地域における様々な問題の解決が目指されており、地域社会を基盤に活動する人々の関心を引きつけている。 4 以上のように、生物多様性問題は、自然科学的な事実に基づきながらも、様々な価値や目的、問題を含むことによって社会的な注目を集めてきた。そして、多様な価値や目的のなかでも、特に経済問題あるいは地域問題といった問題解釈の方向性が示されたことが、生物多様性問題に多くの人々が関心を引きつける要因となっている。今後も生物多様性問題を経済問題あるいは地域問題ととらえる方向性が強まるにつれ、この問題はさらに多くの人々の関心を集めることになると思われる。また、それが多くの人々の関心を集めるなかで、今後人々がどのように利害の違いを理解し合うかが注目される。
149	3	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2011	森林総合研究所	森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集43	基準・指標を適用した持続可能な 森林管理・計画手法の開発	「交付金プロジェクト」は、平成13年度に森林総合研究所が独立行政法人となるにあたり、これまで推進してきた農林水産技術会議によるプロジェクト研究(特別研究など)の一部、および森林総合研究所の経費による特別研究調査費(特定研究)を統合し、研究所の運営費交付金により運営する新たな行政ニーズへの対応、中期計画の推進、所の研究基盤高揚のためのプロジェクト研究として設立・運営するものである。 この成果集は、交付金プロジェクト研究の終了課題について、研究の成果を研究開発や、行政等の関係者に総合的且つ体系的に報告することにより、今後の研究と行政の連携協力に基づいた効率的施策推進等に資することを目的に、「森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集」として公表するものである。
150	3	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2011	岡部貴美子・小川みふゆ	森林総合研究所研究報告 104p. 231-250	森林の生物多様性モニタリングの 歴史と生態学的視点から の将来展望	1992年の環境と開発に関する国連会議の後、持続可能な森林管理のためのワーキンググループや生物多様性条約がつくられたことにより、生物多様性のモニタリングの重要性が増した。日本でも1940年代以前から長期観測は実施されていたが、モニタリングプロセス加盟および生物多様性条約の締結により、森林生態系のモニタリングは規模、手法共に大きく発展した。生物多様性のモニタリングに際しては、まず1)明確な目的と目標、2)実施可能な組織、3)継続を可能にする資金源が決定される。これらに基づき、4)指標の選択、5)指標を用いた手法の開発、6)モニタリング結果の解析と利用が行われる。従って順応的森林管理手法のために、行政と研究者が連携し、指標とモニタリング手法の選択や開発を行なうべきである。このようなモニタリング結果を利用して、研究者は生物多様性保全のための生態系の回復力の関係を解明してゆく必要がある。 生物多様性条約のポスト2010年目標に対しては、数値目標の達成だけでなく、生物多様性の保全と生態系サービスの持続的利用のための順応的管理に対する検証モニタリングが求められる。そのためには生態系サービスのモニタリング手法の開発が必要である。また今後は森林劣化のモニタリング手法の開発のための生物多様性と気候変動緩和の関係解析が必要である。
151	2	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2013	山浦悠一、岡裕泰、 沓掛徳宗、岡本透	北森研61, Feb. 2013	土地利用の歴史から見た林業と生物多様性 ーオーバーユースからアンダーユース、そしてwin-winへー	森林率と人工林率世界第二位の日本の生物多様性には、森林と人工林は重要な役割を担っている。この広大な人工林は、天然林等を転換することによって主として戦後に造成された。日本人は天然林を生物相が乏しい人工林へ転換することにより、日本の生物多様性を劣化させてきたといえよう。これは、開発・改変、直接利用という生物多様性の第一の危機ーオーバーユースーである。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (23)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
152	7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2014	山本 信次	大原社会問題研究所雑誌 671・672	社会運動としての森林ボランティア活動：都市と農山村は森林を「コモンズ」として共有できるか？	被災地の再生に関わる森林の役割を産業としての林業の復興だけに留めてはいけないという点である。そこにある森林とこれまでよりも多様な関係を結びなおすことにより、震災前よりも豊かで、しなやかで、強靱な地域を再生することが可能となる。また地元住民が目の前の森林を利用する従来型のコモンス的な利用の再生に留まらず、森林の存在が被災地と大都市を結ぶ存在として機能した例もみられる。三陸沿岸の釜石地方森林組合では震災により事務所の流出、組合長はじめ4名の方がお亡くなりになるなどの甚大な被害を受けた他、管内森林の火災による焼失や沿岸の木材加工施設の被災による木材出荷の激減などダメージはあまりに大きかった。しかし同組合では二酸化炭素排出量取引などを通じ、大都市の企業などと震災前からのネットワークを保持していた。これが縁となって、更なる二酸化炭素排出権の買い取りや同組合取り扱いの木材を利用した企業のノベルティグッズ作成などを通じて、都市部からの様々な支援が素早く入ることとなったのである。こうした例に留まらず、この20年間に後述する森林ボランティアや木質バイオマス利用、森林認証や二酸化炭素排出権取引など新しい森林と人、森林が立地する農山村地域と都市との新しい関係をつくろうという動きが各地で起こり、そこに森林を介した人と人あるいはマチとムラとのネットワークが造られてきた。そうしたムラとマチの間にあるネットワーク回路を平常時から構築しておくことが非常時の助けになると同時に、森林を都市と農山村共通の「開かれたコモンズ」とすることで都市・農山村双方のより良い存続を図りうるのではないかと考えている。本稿ではこうした「開かれたコモンズ」形成につながりうる社会運動としての「森林ボランティア」に注目し、その実態と可能性について考察するものである。
153	2	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会			2016	板 川 暢	農村計画学会誌 Vol. 35, No. 2, 2016年9 月	農村計画分野における生態学研究の動向と展望	日本では人間の手の入っていない自然環境はごくわずかに留まる一方で、人間が利用することで維持されてきた里山に見られる農村景観が広がり、人間活動のプロセスに適応した生物が農村の生物多様性と生態系サービスを支えてきた。農村景観における生物多様性は、農村景観が成立してきた背景にある農村社会と不可分であるとされ、「農村の生物多様性」を評価する5つの軸が提示されている1)。本稿では、この中で「多面的機能」として提示されている保全生物学的な役割に焦点を当て、農村景観に適応した生物とそのハビタット(生息地)としての自然環境、人間活動のプロセスと生物との関わりに関する科学的な検証、そして生物多様性の保全策や獣害対策を視野に入れた議論を、農村計画分野における「生態学研究」とする。また、大澤ら1)は農村の生物多様性を論じる上での農村計画学が扱う範囲を「農村ランドスケープ」として示しているが、本稿ではこれを参照して「農村景観」という語を使用する。以上を踏まえ、本稿では2005 年から現在までの間に農村計画学会誌に掲載された日本の農村環境を対象とした生態学研究を整理し、関連分野の研究ジャーナルと併せて近年行われている研究動向を俯瞰した。また、近年の動向から、今後の農村計画分野に期待される生態学研究の展望を論じた。
154	3	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			1956	野本宣夫	茨城大学文理学部生物学教 室業績 第18号	ブナ・ミズナラ林における遷移過程の解析	ブナとミズナラをそれぞれ優占種とする森林は、日本の温帯地方に広く分布している落葉広葉の森林の代表的なものである、前者が極盛相森林として取扱われるのに対して、後者はそれに至る遷移系列の途中相を表わすものとされている。奥多摩の森林で、異なった段階のブナ・ミズナラ林を調査比較して、ミズナラ林の崩壊とブナ林の形成の過程を明らかにした。また門司・大島の遷移解析の方法を適用して、このような森林の遷移過程のモデルを描き説明を試みた。
155	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			1968	林一六 沼田真	雑草研究 No. 7 (1968)	植物群落の遷移に関する理論的考察	植物遷移は群落を構成する種の入替りをおして群落が移りかわることをその主な内容とする。ある立地で時間の経過と共にしばしば構成種が入替りということが普遍的事実として植物学者の注意を惹いたのは、かなり古くからであった。しかしなんといつてもそれを科学的対象としたのはWARMING (1891) 以後で、彼の仕事からさらにCOWLES (1899)、CLEMENTS (1916) に至って古典的意味での遷移学は完成したといつてよい。植物的自然はその本質において動的であることがわかった。しかもこの動的平衡状態はきわめてわずかな圧力でもさまざまな方向に動くのである。もしさかでもこういつた植物的自然にかかわる内容をもっている産業は、そのバランスに意を注がねばならない。最後にもう一度基本的な点にご立ち帰ってみるならば、太陽エネルギーの最初の固定系である植物群落はいろいろな条件のもとで絶えず移り変っている。この地球を覆っている移り変りやすい植被を世界的にみて最も有効な固定系、すなわち遷移段階に向わせ、維持するのはどうしたらよいかということを明確にするのが応用遷移学の大きな目標である。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (24)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
156	2	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			1986	武田博清	日本生態学会誌 (Japanese Journal of Ecology) 36 : 41-53 (1986)	群集生態学の最近の動向について—平衡と非平衡群集—	「自然のバランス」は、古くから自然史的研究の中心的概念であった (EGERTON, 1973)。それは、我々の身近な自然の恒久性に認められる。一方で、生物の変動性を、昆虫の大発生や農作物の凶作に認めてきた。生態学では、そうした生物の変動性とバランスを、生物の増殖とその上限値の平衡という概念によってとらえてきた。そうした概念のモデル化の例を、ロジスティック曲線の増殖率(r)と、その上限における環境収容力(K)に見ることができる。同様に、自然における生物個体群の存在様式も、環境収容力の近くにおける平衡的存在と、平衡以下における増殖率の変動の様式としてとらえることができる。最近20年余を通じて展開された群集研究を、群集の動態と構造から紹介していく。まず、群集の動態を群集を構成する個体群の動態から考察する。次に、群集の構造を、群集構造の表現とその規則性、群集の多様性の研究を通じて紹介していく。さらに、最近の群集生態学の競争—平衡と非平衡群集論を紹介していく。
157	2	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			1987	中静 透 山本進一	日本生態学会誌 (Japanese Journal of Ecology) 37 : 19-30 (1987)	自然攪乱と森林群集の安定性	1970年代のとくに後半から、森林の更新や動態に関する研究が世界的にさかんになり、非常に多くの研究が発表されてきた。この点に関する事情は山本 (1981, 1985) によって詳しく紹介されているし、WHITE (1979) WHITMORE (1982) の総説やPICKETT & WHITE (1985a) の編著書もあるので、ここでは省略する。これらの研究を通じて明らかにになった重要な点のひとつは、世界のいろいろな種類の森林(とくに極相林、原生林といわれるような成熟した森林) のほとんどが、発達段階を異にする小林分(パッチ) のモザイクから成り立っているという事実である (WHITMORE, 1982)。森林の動態と結び付いた構造の不均一性は、AUBREVILLE (1938)、JONES (1945)、WATT (1947) やRICARDS (1952) などの古典的研究によってすでに記載されていたが、最近の集中的で多様な視点からの研究により実証・解析されたといえる。重視すべきもうひとつの点は、この構造を形成する要因としての自然攪乱 (natural disturbance) の重要性と役割が認識されてきたことである。
158	7	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			1990	只木良也	林業技術No.579 1990.6	生態学と林学・林業	1960年代、環境問題がクローズアップされたころ、「林業と自然保護」もよく話題となり、両者は対立する両極としてとらえられることが多かった。確かに大面積皆伐で象徴されるように、林業にも行き過ぎはあったが、一木一草あるがままにすべしとする自然保護論もまた極端であった。そして、自然保護をリードするものが「生態学者」であるとする認識は、林業界や山村住民に「生態学アレルギー」を生んでいった。その対立感、社会情勢の変化に応じて、林業界がいろいろと対応策を講じてきた今も根強く残っており、ちょっと過激な言い方をすれば、「生態学危険思想感」と「林業界不信感」との軋轢は、全国各所で起ることがない。これは非常に悲しいことである。そもそも生態学は、林業と対立するものでなく、林業生産や森林管理を支える大きな柱であると思うからである。このことについて少し述べてみたい。
159	1	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			1992	辻誠治 星野義延	日本生態学会誌 (Japanese Journal of Ecology) 42 : 125-136 (1992)	コナラ二次林の林床管理の変化が種組成と土壤に及ぼす影響	筆者らは、関東地方西部において、人為影響下に成立するコナラ二次林の種組成の分化を成因論的に解明することを目的に研究を進めている。
160	1	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			1993	服部 保	日本生態学会誌 (Japanese Journal of Ecology) 43 : 99-109 (1993)	タブノキ型林の群落生態学的研究	本報告では広義のタブ林を「タブノキ(タブ) 型林」として定義し、その地理的分布や成立要因を検討した。なおタブ型林の種組成や植物社会学上の問題は第3 報で報告したい。
161	1	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		1993	弘田潤・紙谷智彦	日林誌 75(4) 93	天然下種更新施業後のブナ林における結実と堅果散布に与える母樹密度の影響*	新潟県上川村の30%択伐施業後数年が経過したブナ天然林において、残存母樹の密度が異なる四つのプロットを設置し、豊作年における母樹の結実と堅果散布について調査した。保残された母樹の樹冠の大きさや分布は一樣でなく、林冠の疎開は必ずしも結実促進に結びついていなかった。各プロットの落下堅果の充実率は60.9～68.7%で著しい差はなかった。一方、1m ² 当りの落下堅果量は多い方から437個(母樹密度147本/ha)、345個(同53本/ha)、302個(同104本/ha)、53個(同21本/ha)で、プロット間で著しい差があった。また、プロット内での落下堅果量の分布には大きなばらつきがあった。最も落下堅果量が少なかったプロットでは、1m ² 当りの落下充実堅果数が10個未満の場所が多く、翌年発生した実生も更新に必要な量に達していなかった。以上の結果から、大面積を更新の対象とする現行の天然更新施業において更新を成功させるためには、ha当り50本以上の母樹を適正に配置することが必要といえた。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (25)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
162	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			1994	武田博清	日生態会誌 (Jpn. J. Ecol.), 44 : 211-222, 1994	森林生態系において植物-土壌 系の相互作用が作り出す生物多様 性	森林生態系における植物の養分利用と分解者の養分供給の機構が、植物と分解者間でのエネルギーと養分資源をめぐる相互関係のうえに成り立っていることを示す。さらに、土壌系における有機物の蓄積に土壌堆積腐植蓄積型(モルやモーダー)と鉱物質蓄積型(ムル)の2つの有機物の蓄積様式のもとに、2つの異なる植物-分解者の相互関係を生み出していることを示す。終わりに、分解様式が土壌の土壌動物群集の多様性や植物種間での養分資源利用の競争にどのように影響しているかを紹介する。
163	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			1994	武田博清	森林科学No. 10 1994 . 2	生態系生態学における群集研究 ー森林生態系の提供する「食物- 住み場所」テンプレートー	生態系の生物の多様性を説明するアプローチとして、生態系において植物が提供する「食物-住み場所資源テンプレート」の考え方を提案しよう。ここで用いるテンプレートとは、板型や鋳型を意味している。生態系において植物が生産活動を通じて提供する「食物と住み場所の資源の板型(テンプレート)」に対応してさまざまな動物個体群の食物、住み場所の選択により群集が形成されている。
164	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			1996	上市木昭春	人と自然 Humans and Nature, No.7, 1 - 32 , October 1996	生活環境形成のための既存樹林の 保全活用に関する研究	本研究では、既存樹林の保全活用の方向性を、自然生態ポテンシャルと人間生活ポテンシャルの2軸から明らかにするとともに、具体的な行動指針に係わる計画、空間整備、管理の各段階で展開するための基本的な知見と具体的な展開例を示すことができ、今後の良好な生活環境形成のための既存樹林の保全活用に対して有効な知見となるものと考える。
165	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			1996	鷲谷いつみ	保全生態学研究 vol.11996	生物多様性と生態系の機能・安定 性	保全生態学に係わる研究者や実務家にとってとりわけ関心が高いと思われるこの問題、すなわち「生物多様性と生態系機能・安定性との関係」について、現在どのような基本的な見方が優勢であり、それにもとづいてどのような研究が進められ、またどのような成果が得られているかを紹介する。この種の問題は、自然保護区の設定に際して候補となりうるいくつかの地域生態系の間でプライオリティを決めなければならないようなときや、生態系の諸機能を安定的に維持しうるために必要な保護区の必要面積を算出するなどの実際的な課題に取り組み際にも、必ず考慮しなければならない問題である。
166	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			1998	石田弘明 服部保 武 田 義明 小館誓治	日本生態学会誌 (Japanese Journal of Ecology) 48 1 -16 (1998)	兵庫県南東部における照葉樹林の 樹林面積と種多様性、種組成の関 係	社寺林を孤立林として取り扱い、その樹林の面積と種数の関係、小面積化に伴って欠落する種の特 性、小面積化の影響を受けない種と二次林構成種との関連などを調査した。また、種多様性の高い照 葉樹林を維 持するために必要な保全面積についても検討を加えた
167	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2000	村上健太郎・森本幸 裕	日緑工誌 J. Jpn. Soc. Reveget. Tech.25 (4), 345-350	京都市内孤立林における木本植物 の種多様性とその保全に関する景 観生態学的研究	京都市内の孤立林39箇所において、木本植物の種数、種組成と孤立林の面積、孤立度、形状との関係を 調べた。その結果、種数と面積、Shape Index ($Is=P/2\sqrt{A\pi}$) との関係は高い正の相関を示した。Isと エッジ種数との相関は1ha以上の孤立林群で高い正の相関を示し、1ha未満では相関はなかった。この 原因を、1ha未満の小面積パッチではその形状に関係なく、孤立林全体がエッジ環境にあるためとす ると、エッジ幅を10-30mと考えることができる。孤立の程度と種数の関係に関しては、都市内の植栽樹木 等の影響により、明確には相関を示さないが、形状や面積の条件は孤立林の木本植物の種数、種組成 に直接影響すると考えられる。
168	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2001	服部保*小野由紀子 **鍛冶清**石田弘明 *鈴木武*岩崎正浩**	J.JILA 64 (5), 2001 ランドス ケープ研究64(5),2001	臨海部における照葉人工林の種多 様性と種子供給源の関係	環境緑化等を目的とした照葉人工林が各地に育成され、成功を収めているが、今後、照葉人工林の構造 や種類組成をさらに発達させるためには、いくつかの課題が残されている。特に、生物多様性保全の視 点から考えて照葉人工林の種多様性を増加させることは大変重要である。著者らは照葉人工林の種 多様性に与える種子供給源の役割について調査を行った。その結果、種子供給源の存在が種多様性 を高めるのに重要であることが明らかとなり、種子供給源となる母樹林を小面積形成すれば、植栽に依ら なくとも照葉人工林の種多様性を増加させることが可能と考えられた。
169	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2002	中静 透	森林科学362002 . 10	これからの林業・林学と森林生態学	生態学的に林業を定義すると、森林生態系の構造と機能を利用した生物生産および経済活動とい うことができる。この定義自身、木材生産のみを対象としない点で比較的新しい定義と言えるだ うが、現在はいさらに付帯条件が課せられている。それは、新しい森林・林業基本法に端的に示されて いるような、公益的機能の重視である(矢部2002)。、グローバルには、森林資源そのものの減少や劣化 (メイサー1992)もさることながら、森林が減少することによって地球温暖化を促進する二酸化炭素の放 出や生物多様性の消失が問題となっている(日本林業調査会1989)。いうまでもなく、林業は再生可 能な資源を相手にする産業であるが、資源を保全・育成しながら公益的機能をも保つ林業が求められ ている。これらは、林業・林学がより生態学的な側面を重要視して行く方向にあることを示している。逆 に、このような方面での貢献が期待される森林生態学では、人間と生態系との相互作用をより意識し た、空間スケールの大きなプロセスの解明が大きな方向となりつつある。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (26)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
170	2	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2002	長池卓男	日本生態学会誌 (Japanese Journal of Ecology) 52 : 35-54 (2002)	森林管理が植物種多様性に及ぼす影響	本稿では、森林管理が維管束植物の種多様性に及ぼす影響や伐採後の植生回復について解説する。まず、伐採方法の違いが種組成・種多様度に及ぼす影響をまとめ、種多様性に密接に関係する要因について解説した。さらに、異なった管理方法が種多様性に及ぼす影響の評価法について触れ、生態的な森林管理に向けた実験的な管理法についてまとめた。伐採後に森林を更新させる方法には、種子や萌芽からの再生による天然更新と、苗木を植栽するなどの人工更新に大きく分類される。後者によって造成された森林は人工林であるが、人工林の植物種多様性に関しては別稿 (長池 2000a) に記した。
171	2	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2007	山浦 悠一	日本森林学会誌 = Journal of the Japanese Forest Society 89(6), 416-430, 2007-12-01	広葉樹林の分断化が鳥類に及ぼす影響の緩和：人工林マトリックス管理の提案	山浦 悠一：広葉樹林の分断化が鳥類に及ぼす影響の緩和と人工林マトリックス管理の提案— 日林誌 89 : 416~430, 2007 広葉樹林の転換がパッチレベルおよびランドスケープレベルで鳥類に及ぼす影響を、人工林への転換に重きを置いて整理し、その影響の緩和手法を提案した。広葉樹林の人工林への転換に伴う、広葉樹林パッチ面積の縮小、広葉樹林の消失と分断化は、鳥類の種数・密度を減少させる。広葉樹林の消失と分断化の影響は、広葉樹林の消失が進行するほど強くなる。人工林はこれまで、生物にとっては同質な非生息地 (マトリックス) としてとらえられ、生物多様性の保全上無視されてきた。しかし、林分構造と樹種組成が複雑な人工林は多くの鳥類の生息地として機能する。したがって、広葉樹林の人工林への置き換えによる鳥類への影響は、人工林の林分構造と樹種組成を複雑化することによって緩和することができると思われる。人工林の林分構造と樹種組成の複雑化は、長伐期施業や強度の間伐、間隔を空けた植栽、広葉樹や粗大有機物の維持、保残伐によって達成することができるだろう。最後に、生物多様性の保全に配慮した森林管理手法を発達させるための今後の課題をいくつか挙げた。
172	2	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2007	森 章	保全生態学研究 C(Japanese Journal of Conservation Ecology) 12 : 45-59 (2007)	生態系を重視した森林管理—カナダ・ブリティッシュコロンビア州における自然撹乱研究の果たす役割	近年、生態系や景観レベルでの機能や動態を重視する管理・保全方策に焦点が当てられている。特に森林生態系は多くの景観における主要要素であり、それゆえ生態系の健全性を包括的に維持する森林管理が、結果として、内包される遺伝子・種・個体群・群集、そしてさらには各森林生態系の存在する地域景観に至るまでの各レベルにおける多様性の維持に貢献できるといった、生態系を基準とした森林管理の概念が認知されるようになった。カナダ・ブリティッシュコロンビア州には、低頻度で起こる大規模な火事撹乱が規定する森林景観、高頻度・低強度の林床火事により維持されてきた内陸の乾燥林、小規模なギャップ形成が主要撹乱要因として卓越する太平洋岸温帯雨林など、様々な森林生態系が存在する。卓越する撹乱体制は州内でも地域ごとに大きく異なり、生態系の動的側面を重視しない管理方策により森林生態系を本来あるべき姿から変えてしまうことを避けるため、そしてすでに変化してしまった森林生態系の健全性の回復のためにも、近年自然撹乱体制に関わる研究が担う役割は大きくなっている。これは生態系を基準とした森林管理を実行する中で非常に重要と考えられている。そして現在、ブリティッシュコロンビア州では、森林を管理運営する立場の機関・団体が、現行の研究により得られる新たな知見を取り入れて、様々な撹乱により維持される森林の動的側面や森林景観の多様性を尊重しつつ、試行錯誤しながら管理方策を改善していく適応的管理が行われている。このように、最新の研究成果が実際の管理運営に反映されることは、これからの持続可能な森林管理において非常に重要であると考えられる。
173	7	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2007	井上 大成	雑草誌53 (1) : 40-46 (2007)	草地・森林の変遷とチョウ類の保全	林業とのかかわりにおいてチョウ類の多様性を保全するための重要事項とそれらの背景についてまとめた。森林の伐採跡地では、草原性種や疎林性種の侵入によって種数は多くなる。もし草原状態が人為的に維持されれば、チョウが多い環境が保たれるだろう。しかし伐採跡地がそのまま自然にまかされた場合には、草原性種の生息地として適当なのは1-2 年間だった。そして、二次林が原生林に近い状態になるには50 年程度の歳月が必要であると考えられた (Inoue 2003a)。チョウ以外の昆虫では、森林の成長とともに種数が増えるグループもあれば、それほど変わらないグループもある (Makino ら 2006)。チ・ウは林齢が進むと減少するが、単純に減るのではなく種は入れ替わる。チョウといふ1 グループの多様性を維持するためだけでも、様々な環境が同時に存在していなければならないことは明らかである。今後は、原生林性種の生息場所として、40-50 年生以上の高齢二次林を保護すること、比較的若い二次林や針葉樹の不成績造林地を、ある面積・ある地点数で毎年伐採して、草原性種の生息地を作ることが必要だろう。植林については、針葉樹林の主伐後は、状況に応じて、樹を植えずに一時 的に草原にしてその後遷移にまかせる場所、積極的に広葉樹に転換する場所、再び針葉樹を植える場所といった、使い分けをすることが重要である。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (27)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
174	1	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2009	森 章	保全生態学研究 (Japanese Journal of Conservation Ecology) 14 : 283-291 (2009)	スウェーデンにおける生物多様性の保全に資する森林管理の試み	森林は陸域の生物相の約65%を支えており、森林における生物多様性の保全は、多くの分類群の保全につながる。しかし、人為の影響を欠いた森林はごく僅かで、多くの森林が人間の生活活動の場である。そのような森林においても、生態系の人為改悪を防ぎ、生物多様性の保全という機能を持たせることが、これからの持続可能な森林管理における主要課題である。本研究では、「自然生態系、生態プロセス、生物多様性の保全を主目的にしていない景観中のエリア」と定義される“マトリックス”において、如何に生物多様性に配慮するか、配慮できるか、その重要性を論じる。そこで、日本と同様に森林面積が高く、保護区率の低いスウェーデンでのマトリックスマネジメントの事例に着目した。スウェーデンでは、歴史的に長い間、人間活動が行われ、土地所有形態も零細かつ複雑になっている。国や地方自治体が大規模な自然保護区や国有林を一元的に所有・管理できる状況ではなく、国有林面積は僅か7%ほどで、民有林が国土の大半を占めている。しかし、スウェーデンでは、各土地所有者が生産性だけに焦点を当てた森林施業を行うわけではなく、生物多様性に配慮した新しい森林施業、管理を行っている。国立公園や自然保護区といった法的な保護対象となる森林の保全だけでなく、希少種の生育する潜在性の高い森林を数多くの私有地に指定し、伐採せずに保護している。また、伐採活動を行う施業林においても、伐採時に全ての樹木を伐採、搬出するのではなく、動植物相のための住み場所としての樹木や枯死木を残しておくといった、生態系の機能や生物多様性に対する配慮がなされている。つまり、スウェーデンでは、マトリックスの中に存在する、経済活動の対象となる森林において、如何にして生物多様性に配慮しながら管理、保全するかを重要視している。このようなスウェーデンで実施されている新しい森林管理は、人為影響を受け続けた日本の森林生態系の保全、復元、そして管理に対しても、非常に重要な示唆を含んでいると考えられる。
175	2	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2009	升屋 勇人, 山岡 裕一	日本森林学会誌/91 巻 (2009) 6 号	菌類とキクイムシの関係	菌類が関連していないキクイムシは存在しない。キクイムシ関連菌の中には子囊菌類や担子菌類といった非常に多様な菌類が含まれる。その中で経済的、生態的重要性からオフイオストマキン科、クワイカビ科の菌類に関する研究が進んできた。アンプロシア菌は養菌性キクイムシと絶対的共生関係にあるが、系統的に異系のグループであることが近年になって判明してきた。またオフイオストマキン科、クワイカビ科にそれぞれ近縁であることも明らかになってきた。両科は樹皮穿孔性キクイムシの主要な随伴菌としても知られ、直接的、間接的にさまざまな共生関係を樹皮キクイムシと結んでいる。キクイムシは進化の過程で養菌性を複数回進化させてきたが、菌類は自身の系統とは無関係にキクイムシと共生関係を結んできたと考えられる。そして結果的に、キクイムシ随伴菌はキクイムシの主要栄養源として機能する絶対的共生関係から、宿主樹木に対する病原力をもってキクイムシの繁殖戦略に貢献する共生関係まで、非常にさまざまな関係を結ぶことになったと考えられる。
176	2	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2010	森 章	日本生態学会誌60:19 - 39 (2010)	攪乱生態学が繙く森林生態系の非平衡性	森林生態系は、その構成・構造・機能が絶えず変動するものであり、また画一的な定常状態や平衡性に達することは極めて有り得ないことであると考えられるようになった。この森林生態系の“非平衡性”を引き起こしている主要因としては、自然攪乱が挙げられる。近年、自然攪乱体制を明らかにすることで、森林生態系の動態がより明らかになってきた。現在の陸域の生態系管理において、森林生態系やその高位の地理的スケールにある景観に内在する自然攪乱体制を正しく認識することは非常に重要である。自然攪乱を中心とした、自然本来の動的プロセスを尊重し、生態系の構成・構造・機能を健全に保全することは、多様なレベルにおける生物多様性の包括的な保全に貢献し得るものと考えられている。このように、生態系の非平衡性の重要性と、非平衡を生み出している自然の必要性について、基礎生態学的観点及び応用生態学的観点の双方から広く認知されている。しかしながら、森林生態系の変動性・複雑性については、まだまだ未知のことも多い。生態系で起こり得る攪乱、特に大規模な自然攪乱は、予測不可能なものであり、生態系に与えるインパクトについても複雑で不確実なものである。それゆえに、複雑性・予測不可能性・非平衡性を認知した上で、環境変動に対する生態系の挙動を如何に理解できるかが、生態系の管理や復元にとって重要である。森林生態系における非平衡パラダイムの理解のためには、自然攪乱を軸として、個体から景観に至るまでの様々なヒエラルキーの中での生態系の動的現象を多角的に捉えることが必要である。
177	2	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2010	宮本麻子	森林計画誌 44 No. 2 '10	森林機能評価に関する研究の展開と森林計画の側面から見た課題	森林機能評価の既往研究を体系的に把握・整理し、研究成果と問題点を指摘することで、今後の森林機能評価に関する研究を発展させるとともに、多様化・高度化する森林計画に資することを目的とする。そのため、ここでは森林の機能評価についてこれまでの既往研究の系譜を整理し、その特徴を明らかにする。さらに、森林計画の側面から見て今後必要となる視点等について考察する。
178	7	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2011	伊藤 哲	森林科学 63 2011.10	「つなぎ」のない微妙なバランス	過去の貴重な蓄積にも少し煩張って目を向けること。もう一つは、自分のデータの持つ個別性と普遍性を見極め、ケーススタディの限界を認識することである。さらに学会(誌)としては、この限界を許容して個別ケースの重要性を評価することが、個々の研究をつなぎ生かす上で大事だと考える。そのうち誰かが本格的にメタ解析をやって下さるのを期待している。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (28)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
179	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2011	牧野 俊一 他	森林科学 63 2011.10	森林の生物多様性	生物多様性の逆襲 牧野 俊一 森林の生物多様性の価値 尾崎 研一・滝 久智 脅かされる熱帯林の生物多様性—その現状と保全へのアプローチ— 北山 兼弘・今井 伸夫・鮫島 弘光 生物多様性のための順応的管理 藤森 隆郎 生物多様性条約COP10 後の森林の生物多様性保全に関する国際的動向 岡部 貴美子
180	3	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2011	山田, 順之	千葉大学大学院園芸学研究 科学位論文	生態系サービスを指標とした都市 城の緑地評価・計画手法に関する 研究	本論文では都市域の緑地のあるべき姿を探索するための手法として、生態系サービスを指標として活用することを提示した。生態系サービスは、エネルギーや食糧の供給、美しい景観の創出、安全な土地利用に寄与しており、我々の持続的な生活に欠くことが出来ない資源となっている。本研究により都市域の緑地における生態系サービスの位置づけ、評価方法、計画手法論などの命題を少しなりとも明らかに出来たのではないかとと思う。しかし、生態系サービスの評価とその計画論への反映はまだ多くの課題を残しており、本論文は本格的な問題追及の端緒にすぎない。都市と生物そして人間の美しい関係を構築するために、今後、多くの研究が蓄積されなければならない。
181	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2012	黒川絃子 他2名	植物科学最前線 (3)	森林の生態系機能を予測する	本総説では、まず、生物多様性と生態系機能の関係に関する今までの研究を簡単に紹介する。その後、生物多様性の変化が森林の生態系機能に与える影響を評価・予測するために私たちが進めている樹木群集の機能形質やその多様性に着目した研究を紹介する。さらに、気候変動やそれに伴う予測不確実な擾乱に対し、多様性がどのように生態系機能の安定性を担保しうるかについて考えてみたい。
182	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2012	津村 義彦	森林遺伝育種 第1巻 (2012)	日本の森林樹木の地理的遺伝構 造 (1) スギ (ヒノキ科スギ属	スギCryptomeria japonica D. Don はスギ科に分類されていたが、近年の分子系統研究の結果、広義のヒノキ科として統合した方が妥当だと結論がでたため (Kusumi et al. 2000)。現在では広義のヒノキ科スギ属に属する種となっている。また近縁種と言われている中国の浙江省の天目山に分布する柳杉 (C. fortunei) がある。葉緑体DNAの結果では柳杉と日本のスギと違いはない (Tsumura et al.1995)。日本国内には主に日本海側に分布する変種のアウスギ (C. japonica var. radicans) があると云われ
183	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2012	山浦悠一・岡 裕泰	森林技術 No.844 特集「環 境と開発」を考える基点から20 年を迎えて	変わりゆく森林・林業、生物多様性 —攪乱不足の日本における林 業の新たな役割	日本は世界有数の森林率を誇る森林国であり、同時に木材消費国でもある。その森林の扱いには世界の森林・生物多様性に大きな影響を及ぼしうる。人工林の多さも群を抜いており、日本の森林・林業、生物多様性を考えるにあたっては、人工林の扱いが重要になる。現在日本は人口が減少を始め、土地利用を含めた社会システムは新たな局面を迎えている。本稿では、これまでの日本の森林・林業、生物多様性の歴史を振り返った上で現状を分析し、将来のあるべき姿について考えた。そして、先人が多大な努力をして築いた豊富な森林資源を賢く利用することにより、木材生産と生物多様性の保全、双方にプラスとなるような展開を見出したい。
184	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2013	朱宮 丈晴 小此木 宏明 河野 耕三 石 田 達也 相馬 美佐 子	保全生態学研究 (Japanese Journal of Conservation Ecology) 18 : 225-238 (2013)	照葉樹林生態系を地域とともに守 る—宮崎県綾町での取り組みから —	日本の照葉樹自然林の残存面積は、潜在的な分布域が国土面積の約半分であるのに対して約1.6%しかなく、消失の危機に瀕している。本稿では、照葉樹林を地域とともに守っていくために宮崎県綾町で実施された取り組みを紹介する。2005 年から宮崎県綾町周辺の約1 万ha の森林において九州森林管理局、宮崎県、綾町、公益財団法人日本自然保護協会 (NACS-J)、てるはの森の会 (市民団体) が協定を締結し、官民協働で人工林を間伐し、自然林を復元する取り組みがはじまった。多様な主体が関わる意志決定の場が設定されたこと、人と自然が共生した持続可能な地域づくりを目的としたことなど、多くの成果を挙げた。町民の関心を高めるために日本自然保護協会が中心となり、地域住民が自然とのかかわりを考えるための「ふれあい調査」を実施した。また、「国際照葉樹林サミット」を開催し、照葉樹林に関係する内外の専門家や保全活動を行っている団体に呼びかけ、保全活動を進めていくことを再確認した。さらに新たにユネスコエコパーク (生物圏保存地域) への登録を通して、綾町の里山エリアを含めた地域を保護地域とし、町民自身が主体的に地域の照葉樹林の保全を含めた地域づくりに参加する仕組みを作る活動を進めた。2011 年9 月に綾の照葉樹林がユネスコエコパークに推薦され、2012 年7 月に正式に登録された。綾町における取り組みは、照葉樹林の考えられる重要な生態系を、地域とともに保全するための具体的プロセスを提示した価値ある事例と考えられる。特に、保護地域のゾーニングを中心とする施策の枠組みを利用し、地域を巻き込む保全体制づくりを進められた点が、この取り組みの特色である。
185	3	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2013	山下聡 岡部貴美子 佐藤保	森林総合研究所研究報告 121	森林生態系における生物多様性と 炭素蓄積	近年、急速に生物多様性が減少しており、その影響が炭素蓄積等の生態系サービスに及ぶことが懸念されている。本総説では、森林の生物多様性と炭素蓄積の関係について、これまでの知見を整理した。生態系に含まれる生物多様性が増加すると、生物種が増えることで機能が増加し、その結果、生態系サービスが高まると考えられる (相補性効果)。光合成により固定された炭素は植物に蓄積され、森林の複雑な3次元構造や枯死木といった生息場所を供給することでほかの生物の多様性維持に貢献している。植物の多様性が炭素蓄積に及ぼす影響についてみると、草本生態系では草本の種多様性が、森林生態系では樹木とその共生菌の多様性が高いほど地上部現存量も増加することが示されている。しかし実際は種数の多寡自体よりも、種組成や機能群の多様性のほうが炭素吸収・蓄積機能に及ぼす影響が大きい可能性がわかってきた。一方、炭素排出過程である分解系では、枯死有機物中の植物種の多様性と分解速度の間や、分解者の多様性と分解速度の間には明確な関係がないようである。多様性の喪失は生物間相互作用の変化を介して生態系プロセスを変化させることから、森林生態系をセーフガードとして保全していくことが重要である。炭素蓄積の保全と森林の持続的利用者E同時に管理することを目指すREDD+ のような枠組みの評価にあたっては、生物多様性も含めたモニタリング方法を開発していくことが必要である。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (29)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
186		41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2014	鷲谷いづみ		保全生態学から見た保全の考え方とその実現	科学を基盤とし広範な参加を得て進める「統合的保全」に向けて 1. 絶滅に関する保全生態学
187	3	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2015	都 日 娜	鳥取大学連合農学研究科	景観指数を用いた都市および近郊地域の緑被地景観の定量的評価に関する研究	景観構造を定量化するための指標は、1990 年代にアメリカ合衆国の研究者を中心に景観パターンおよびその変化を分析する景観指数 (Landscape Metrics) が提案されており、今日では地理情報システム (GIS) が景観分析のツールとして利用できるようになった。本研究ではアジア地域の巨大都市とその近郊地域における緑被地を定量的に解析するために景観指数の手法を適用し、緑被地景観の時空間的なパターンや変化の特徴を解明することを目的としている。このためには、最新かつ高精度の土地被覆データが必要であり、都市の拡大過程を正確に図化するために時系列的高分解能衛星画像の解析を行った。高分解能衛星によって得られる詳細な緑地データは、その後の景観指数を用いた緑地景観の形状分析に極めて有用な情報を提供することができる。本研究では、このような緑地解析の手法的側面についても言及しその精度評価や新たな手法の提言についても論じている。
188	3	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2015	独立行政法人 森林総合研究所 多摩森林科学園	森林総合研究所 第3期中期計画成果30 (森林・林業再生一5)	都市近郊林管理の考え方 市民参加のための手引き	都市近郊林は野生生物の生息の場である奥山と人間の生活域である市街地との間に残された森林であることから、両者をつなぎ相互の影響を緩和する緩衝エリアとして、野生生物の生息環境を守りながら、身近な自然として生活を豊かにするという高度な使命が求められています。
189	1	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2015	関口秀夫	日本動物分類学会38: 42-56	生物多様性と固有種の関係をめぐ る若干の考察	「固有種について」と「生物多様性の定義と測度」において生態学と他の研究分野 (系統生物地理学、保全生物学) の視点から見た生物多様性の種々の側面を比較し、「海洋島と大陸島の生物相と固有種」において実例を検討し、「種多様度と固有種の関係についての解釈」を明らかにしたい。 本論文の目的は、生態学と他の研究分野 (系統生物地理学、保全生物学) における生物多様性の定義あるいはその意味内容と固有種のかかわりに不統一があることを、生物多様性と固有種の関係の理解には「系統学的多様性」の導入が必要なことを明らかにすることである。したがって、既存のデータセットを駆使して生物多様性と固有種それぞれの、また両者の関係の時空間的変動の特徴を明らかにし、その駆動要因を探ることを、本論文ではおこなわない。
190	7	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2017	寺林晁良	応用社会学研究 2017 No. 59 265	自然資源の過少利用問題に関する一考察	本稿は過少利用問題をひとつの環境問題として捉え、その成立過程や提示される問題の性質、さらに過少利用問題という問題が形式化されることによって生じる懸念について、試験的な考察を行うことを目的とした。
191	7	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2018	明石信廣	光珠内季報No.188 (2018.11)	世界各地の取り組みから考える 生物多様性保全と木材生産の両立	木材は持続的に利用することのできる資源ですが、木材利用のための伐採は、そこで生息・生育する生物への影響が伴います。環境問題への関心の高まりとともに、このような影響を緩和しながら持続的に木材を供給するために、世界各地で地域環境に応じた多様な手法が実行されるようになりました。残念ながら、北海道では生物多様性に配慮した林業は十分に確立されていません。そこで、世界各地の先進的な事例を見ながら、北海道にも適用可能な手法について考えてみましょう。
192	7	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2019	一般社団法人 日本経済団体連合会 経団連自然保護協議会 生物多様性民間参画パートナーシップ	一般社団法人 日本経済団体連合会 経団連自然保護協議会 生物多様性民間参画パートナーシップ	生物多様性に関するアンケート ー自然の恵みと事業活動の関係調査ー	調査目的 (1)愛知目標、とりわけ生物多様性の主流化に向けた、日本経済界の取組みの集大成として、2009 年度と 2019 年度との比較調査を行うことを通じて、過去 10 年間にわたる取組み成果を把握し、国内外に発信する。 (2)2018 年 10 月の「経団連生物多様性宣言・行動指針」の改定を踏まえ、現時点の取組み状況を把握するとともに、ポスト愛知目標に向けた課題を抽出する。 (3)生物多様性保全活動の先進的な企業事例等を相互に共有し、日本企業の取組みの充実・強化を図る。
193	4	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2020	地方独立行政法人 北海道立 総合研究機構 森林研究本部 林業試験場	地方独立行政法人 北海道立 総合研究機構 森林研究本部 林業試験場	森と川と海の生き物たちのつながり	落ち葉にはあまり栄養がありませんが、菌類などの微生物が付くことで栄養価が高まり、それを水生昆虫などが食べるようになります。細かくなった落ち葉や糞などは、それらを採集して食べる別の昆虫の餌となるとともに、その昆虫はより強い捕食者に食べられることもあります。水中に溶け出した、目に見えない有機物は、再び凝集して細かい有機物になることがあります。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (30)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
194	1	40100	生物多様性保全機能	林齢が生物多様性に及ぼす影響			1976	佐倉詔夫 沼田真	日林誌 58(7)'76 247	ヒノキ幼齢造林地の群落とその遷移-伐採後5年間の経過-	房総半島東南部地域で植生調査のための定置わくを置き、ヒノキ幼齢造林地(伐採後5年間の)の群落の種類組成、生活型組成、遷移能などを求め、それらを比較検討し、初期人工林群落の状態診断を試みた。伐採後の造林地の植生は種類が豊富で、複雑であり、動きがはげしい。このことは種類組成や生活型組成などの解析結果とよく一致している。1年目の群落においてDSは山腹下部より上部のほうが高い。これは尾根に極相指数Cの値の高いものが量的に多いというこの地域での天然生林の調査結果と一致していた。DSは1年目とくらべて5年目のほうがやや減少気味であった。これは年1回の下刈の影響を受けていることや最も初期の1年国の群落において木本類の占める割合がきわめて高いこと、前生林に生育していた植物の一部が残存していることなどによるものであった。極相指数Cをいれるかわりに、いかでDSの算出式がちがいが、そのいずれも傾向がよく一致しており、本初期造林地の群落解析での遷移の推定にはCを省いた式で十分であろう。
195	1	40100	生物多様性保全機能	林齢が生物多様性に及ぼす影響			1980	佐倉詔夫 沼田真	日林誌62: 371~380, 1980	スギ幼齢造林地の群落とその遷移(Ⅰ)伐採後5年間の下刈区と放置区の経過	房総半島東南部のスギ幼齢造林地に下刈区(毎年1回刈り)と放置区を設け、伐採後5年間の群落の動きを調べた。群落の解析には種類組成、生活型組成、遷移度(DS)などにより比較検討し、それらと植栽木の成長との関係についても論じた。種類組成および生活型組成から両区ともに遷移は進行しており、移行速度は放置区のほうが下刈区よりもかなり進んでいた。これらのことから、「 $DS=[(\sum d \cdot l)/n] \cdot v$ 」の優占度dの4通りの算出法、(1)SDR(積算優占度)、(2)SDR*(多区間積算優占度)、(3)MDR(乗算優占度; $C \times l$)、(4)MDR*(多区間乗算優占度)のなかで(1)式が、群落の動向を表現するのにもっともよく適合していた。」極相指数cを入れるかわりに、いかでDSの算出式がちがいが、「木本植物が量的に非常に多い初期造林地においても、両者のDSは傾向がよく一致していた。」
196	3	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		1988	前田禎三	宇都宮大学農学部学術報告 特輯46	ブナの更新特性と天然更新技術に関する研究	この研究は国有林との共同研究のかたちで、「亜高山帯の造林に関する研究('65~'69)の一環として、1966年からはじまった。そしてそれは、「亜高山帯および上部ブナ帯の更新に関する研究('70~'74)」、「亜高山帯針葉樹林および上部ブナ帯の施業法('78~'80)」、「ブナ林および亜高山帯林の更新保育施業の体系化('81~'83)」としてひきつがれ、現在にいたっている。その間、実際の林での更新実態を明らかにする目的で、全国の主要な多雪地帯ブナ林の更新調査を行ってきた(Ⅳ、Ⅴ章)。これらの成果から、ブナの更新上の特性をまとめ(Ⅵ章)、それと同時に、実際の施業と結びついた技術を確立する目的で、苗場山に固定試験地を設け、18年間にわたって経年的に調査を行ってきた。
197	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		1997	山中典和・高谷加寿子・川那辺三郎	日林誌79:14~21,	アシウスギ-ブナ混交林における樹木の枯死形態と枯死要因	京都大学芦生演習林モンドリ谷集水域(35° 20' N, 135° 44' E, 標高688.7~836.5m)に設定されている16haの天然林調査区内で、胸高直径10cm以上の枯死木につき枯死形態の調査を行い枯死要因を推定した。直径10cm以上の枯死木は16ha内で2,472本、同定できた樹種は25種であった。本数割合ではアシウスギが最も多く、全体本数の71%を占め、ブナ、ミズナラが次いで多く見られた。枯死木の直径分布は樹種によって異なり、アシウスギは小径木の多いL字型分布を示し、ブナ、ミズナラでは中、大径木でピークを持つU字型分布を示した。アシウスギの枯死形態は根返りと立ち枯れが多く見られた。ブナでは立ち枯れ、ミズナラでは根返りが多かった。アシウスギの枯死要因としては風、雪等の気象害が最も重要と思われるが、ツキノワグマによる剥皮害(クマハギ)も重要であると考えられた。ブナの立ち枯れは菌害が関与しており、ミズナラの根返りは風雪等の気象害に因るものと考えられた。
198	4	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			1998	八坂通泰	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 光珠内季報-平成10年度-	人工林の間伐と下層植生の多様性	トマツ人工林における間伐による多様性の変化を、下層植生の種数により評価した事例を紹介。
199	1	40600	生物多様性保全機能	その他			1998	岩本慎吾・佐野淳之	日林誌80:311~318,199	落葉性広葉樹二次林におけるササ現存量と稚樹の育成様式	鳥取大学蒜山演習林の落葉性広葉樹二次林のササ型林床における稚樹の育成様式について解析した。樹高2m以上の上木の出現種数は25種で、樹高2m未満の稚樹はカエデ類を始めとする17種が出現した。チシマザサの稈密度(平均±標準偏差)は23.4±9.0m ⁻² 、稈高は121.0±14.9cm、乾燥重量は453.9±260.5g・m ⁻² であった。稚樹の分布様式は集中分布で、ササ現存量と負の分布相関を示した。稚樹の樹齢構造より、ウリハダカエデとミズナラに比べ、イタヤカエデ、コハヤチカエデ、ヤマモミジ、ウミズグサは耐陰性が高いと考えられた。伸長成長量は、最も高いウツミズグサで2.81±1.35cm・year ⁻¹ と低く、ササ高を超えるには数十年を要するため、これらの稚樹がササの被圧から抜け出すのは難しいと推察された。稚樹密度のピークは、ササ量指数3,000cm ² ・m ⁻² (乾燥重量466.39・m ⁻²)未満にあり、ササ現存量をこれ以下にコントロールすることが、ササ型林床における天然更新の条件になると考えられる。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (31)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
200	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2000	長谷川幹夫・平英彰	日林誌 82(1)2000	多雪地帯のスギ造林地に侵入した広葉樹の種組成構造の特徴	スギ不成績造林地において、伐採前の林分構造とスギ造林後に侵入した広葉樹の種組成構造の特徴について検討した。相対成立本数密度による伐採前の主な優占種は、斜面下部ではスギ、中部ではウダイカンバ、スギ、上部ではブナであった。その皆伐跡地に造林したスギ幼齢林内に成立した優占種は、いずれの斜面位置でもウダイカンバ、ミズメ、ホオノキとなり、斜面上部ではブナ、ミズナラが再生したが、優占種ではなくなった。稚樹が最も多く発生した年はミズナラでは、伐採年に、ウダイカンバ、ホオノキなどでは、伐採後2年を経過したスギ植栽の翌年においてであった。ミズナラでは前生稚樹または伐採直前の落下種子から、ウダイカンバ、ホオノキは地拵え、植栽によって発芽床が与えられた種子から発生したと考えられた。造林地に侵入する広葉樹は種子が埋土種子になり、風および鳥などによって種子が広範囲に散布され、皆伐、地拵え、植栽などの地表擾乱によって更新が促進される種によって構成されることが明らかになった。
201	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2000	小谷二郎 高田兼太	森林立地学会誌 森林立地 42 (1), 2000 , 9 ~15	冷温帯のスギ人工林の下層での広葉樹のフェノロジー	冷温帯下部のスギ人工林内に侵入した広葉樹53種の葉数の季節変化やシュートと葉の伸長様式を調べた。出現樹種の伸長パターンは、順次伸長タイプと、一斉伸長タイプに分けられた。高木性のオニグルミ・ホオノキ、小高木や低木性のニワトコ・イボタノキなどはシュート当りの葉数が多く、葉の寿命も短く、伸長期間の長い顕著な順次伸長パターンを示した。このタイプは、ギャップ内で成長を拡大するのに有利な伸長様式を備えているようである。逆に、高木性のヤマモミジ・ミズナラ、小高木や低木性のエゾスズリハ・ツリバナなどは、シュート当りの葉数が少なく、葉の寿命が長く、伸長期間の短い顕著な一斉伸長パターンを示した。このタイプは、被陰ストレスに耐性的な性質を備えているようである。順次伸長を持つヒメアオキを除く常緑樹は、一斉伸長タイプに属した。一斉伸長を持つコマユスを除く常緑樹は、順次伸長タイプに属した。以上のことから、スギ人工林内での樹種によるフェノロジーの違いは、ギャップに対する依存性の違いを反映しているものと思われる。
202	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2002	渡辺一郎・八坂通泰・小山 浩正 滝谷 美香・大野 泰之	日林北支論50, Feb. 2002	トドマツ人工林の間伐と下層植生多様性	北海道の人工林の96%は針葉樹で占められており、そのうち約半数がトドマツ人工林である。多くの人工林では、木材生産を取り巻く環境の厳しさから間伐遅れとなった林分が多く存在するが、そのうちトドマツのような常緑針葉樹の下層植生の多様性は著しく低いことが指摘されている。その理由は、主に林冠の閉鎖による光環境の悪化であると考えられる。しかし、間伐遅れの人工林における間伐施策が、下層植生の多様性に与える影響について調査した研究(1)は少ない。本報告では、林冠が閉鎖したトドマツ人工林について、3段階の強度で間伐を実施した結果、下層植生がどのように変化したのかについて報告する。
203	1	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2003	杉田久志・猪内次郎・百目木忠之・田口春孝・岩根好伸・大石康彦・昆健児	東北森林科学会誌第8巻第1号	天然更新によるカラマツ人工林の広葉樹林への誘導ー小岩井農場山林における事例ー	針葉樹人工林を天然更新により有用樹種を含む多様な広葉樹によって構成される森林へと誘導する施業法に関する研究の第一段階として、小岩井農場山林のカラマツ人工林における2つの事例について更新林分の構造を解析し、それに関わる要因について検討した。主林木本数伐採率50%の強度間伐を行い、中下層木をすべて伐採、林床植生をすべて刈り払い、枝条を除去するために重機で走行したことによって地表の落葉層が剥ぎ取られた部分が生じた牧道試験地では、処理10年後にはウダイカンバを主としてホオノキ、ミズナラ、ウミズザクラ、ヤマグワ、アズキナシ、アカイタヤ、ミズキ、シラカンバ、ダケカンバなどが更新していた。幅20mの帯状皆伐を行い、重機による地拵えを行った白川試験地では、処理7年後にはウダイカンバを主としてシラカンバ、ミズナラ、カラマツ、アカマツ、ヤマグワなどからなる更新林分が成立していた。これらの事例は、林冠疎開と地床処理の組み合わせによってカラマツ人工林の伐採後に有用樹種を含む多様な樹種により構成される広葉樹林への誘導が可能であることを示唆している。
204	7	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2004	渡辺一郎	光珠内季報No.134(2004.3)	トドマツ人工林の保育と林床の生物多様性	人工林において間伐などの手入れが不足すると、個々の樹木の成長を低下させるばかりではなく、林床を暗くし、林床植生の衰退を招きます。林床植生の衰退はそこに生息する昆虫類を減らし、さらにはそれを餌とする小動物に影響を与えることから、林床植生は生物生息環境を推し計るうえで重要な指標であると考えられます。そこで、手入れが不足し林床植生が衰退してしまった人工林において、間伐が林床の生物相に与える影響について、林床植生とそこを生活の場とする地表性昆虫(オサムシ科昆虫)を調査した例を紹介。
205	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2004	齊藤 哲・小南陽亮・永松 大・佐藤 保・大谷達也	九州森林研究 No. 57 2004. 3	暖温帯のスギ人工林内における広葉樹の混交状態	暖温帯のスギ人工林内における広葉樹の混交状態を把握することを目的としてスギと広葉樹が混交する120年生の林分(混交林)と40年生スギ人工林(スギ林)において林分構造と広葉樹の種組成、本数密度について調査した。混交林は大径のスギを含むとともに、広葉樹については九州の代表的な自然植生である照葉樹林に近い構造を持つ林分であった。スギ林においては、広葉樹の定着が認められたが、定着した広葉樹の大部分は亜高木種であり、照葉樹林の林冠層で優占する種(主要高木種)は稀であった。これらのことからスギ人工林では、亜高木種は早く定着するが、主要高木種の定着は遅いと考えられた。暖温帯のスギ人工林を混交林に誘導するためには、照葉樹林主要高木種の定着過程の解明が必要である。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (32)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
206	1	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2005	長谷川幹夫	森林立地学会誌 森林立地 47 (1), 2005, 9-20	多雪地の皆伐跡地における更新作業の違いが森林の種組成と更新木の密度に及ぼす影響	スギ植栽による人工更新および天然下種更新での除草剤散布の有無という3種類の異なる処理区間及び処理前の林床植生を比較することで更新作業の違いが森林の種組成と樹木の更新密度に及ぼす影響を明らかにした。調査区は約65年生のスギと広葉樹が混交した林分を皆伐し、地拵えを行った場所で1984年に設け、8年生と13年生時に調査を行った。植物種多様度(d, H')が高いのは、人工更新地であり、大高木の更新密度が高いのは除草剤散布地と人工更新地であった。種多様度と更新密度を高める要因としては、皆伐後の光環境の改善、材の搬出作業や地拵え・植栽作業による地表攪乱とササなどの抑制が考えられた。一方、チシマザサの強度の優占や除草剤散布による草本種の枯死は、種多様度を低くする要因であった。8年生から13年生までの変化をみると、上層木が成長し、いくつかの先駆種が消滅して森林の階層化が進んだ。除草剤散布部分では草本の回復は、まだ認められなかった。人工更新地での作業(植栽と下刈り)は、ササを極端に優占させたり、草本植物を枯死させたりすることなしに、高い更新密度を得るという特徴があった。
207	1	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林化 の影響		2006	花田 尚子, 渋谷 正人, 斎藤 秀之, 高橋 邦秀	日本森林学会誌/88 巻 (2006) 1号	カラマツ人工林内における広葉樹の更新過程	北海道石狩低地帯南部の41~51年生のカラマツ人工林において、林内への広葉樹の侵入過程を明らかにするため、施業履歴、林分構造、広葉樹の樹種構成、樹齢、埋土種子の種組成を調べた。広葉樹の密度は、林床にササが優占する林分で小さく、ササ類は広葉樹の更新に負の影響を与えていると考えられた。広葉樹の更新個体数は、間伐後に増加する傾向が顕著であり、間伐は広葉樹の更新契機になっていると考えられた。また広葉樹の樹種数は、間伐にともなう段階的に増加しており、特にギャップ種は、初回の間伐以降に樹種数が増加していた。埋土種子の種構成は、広葉樹の樹種構成とは類似しておらず、カラマツ人工林内での広葉樹類の更新には、種子バンクの寄与は小さいと推察されたが、埋土種子についてはさらなる検討が必要と考えられた。結論として、カラマツ人工林内での広葉樹の更新には、ササが負の影響を与えていること、間伐は広葉樹の個体数を増加させるだけではなく、林内の種多様性も高める効果があること、さらに広葉樹の更新時期や樹種構成には更新特性が強く影響することが示唆された。
208	1	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2006	杉田 久志, 金指 達郎, 正木 隆	日本森林学会誌/88 巻 (2006) 6号	ブナ皆伐母樹保残法施業試験地における33年後、54年後の更新状況—東北地方の落葉低木型林床 ブナ林における事例—	岩手県の黒沢尻試験地の落葉低木型林床ブナ林における皆伐母樹保残法による天然更新施業試験地の更新実態について解析した。1948年伐採(保残母樹密度6本/ha)で刈払いを実施した林分は、伐採後54年の時点でブナ純林状の再生林となっていた。1969年伐採林分(保残母樹密度13本/ha)のうち、刈払いを省略した林分では伐採後33年の時点でウミズザクラ、ホオノキなどの再生林となっており、ブナ更新樹はわずかしみみられなかった。刈払いを実施した林分では、多数のブナ更新樹がみられL字型の直径階分布を示したが、保残母樹の樹冠下およびその周辺に限られ、林冠層に達しているのは少なく、ブナ優占の更新林分が成立している状態ではなかった。以上の結果から、刈払いがブナ稚樹の定着、生存に大きな効果をもつことが示されたものの、刈払いが実施され多くのブナ稚樹が定着した林分がその後必ずしもブナ再生林へと推移しているとは限らないことが判明した。刈払いの実施にもかかわらずブナの更新状況にちがいを生じさせた要因として、施業とブナ結実とのタイミングに加えて、施業前のブナ稚樹生育状態も関係している可能性がある。
209	1	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2006	齊藤 哲, 猪上 信義, 野田 亮, 山田 康裕, 佐保 公隆, 高宮 立身, 横尾 謙一郎, 小南 陽亮, 永松 大, 佐藤 保, 梶本 卓也	日本森林学会誌/88 巻 (2006) 6号	九州における針葉樹人工林および皆伐後再造林未済地に定着した樹木の本数密度の予測	九州の針葉樹人工林(n=59)、皆伐地(n=41)を対象に、定着した樹木の本数を調査し、定着本数密度の簡易な予測モデルを提示した。人工林、皆伐地の全種の定着密度は、対照として調査した広葉樹天然林と比べ低かった。とくにブナ科高木種などの林冠優占種の定着は困難であることがわかった。数量化I類による定着密度予測モデルの決定係数は、人工林、皆伐地とも、全種の場合に比べ、明らかなところを成育適地とする陽性高木種に区分した方が高かった。定着密度に大きく影響した要因は、人工林では傾斜角、皆伐地では標高と、両者で異なる点もみられたが、成立後の年数(林齢、皆伐後経過年数)が最も大きい点は共通していた。本研究では、光環境に対する樹種特性を反映させた種群でまとめることにより、標高や林齢など地理情報や森林簿から容易に得られる情報から定着密度を比較的高い精度で予測することができた。
210	4	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林化 の影響		2006	福岡森林林業技術センター、大分県林業試験場、熊本県林業研究指導所、秋田県森林技術センター、山形県森林研究研修センター	平成15年度交付金プロジェクト研究課題中間評価結果	針葉樹人工一斉林の針広混交林化誘導手法開発のための基礎的データセットの作成	1.目的 日本国内で広範に造成された針葉樹人工一斉林に対して、自然力を活用しつつ、生物多様性の保全や森林造成コストの低減など、地域森林所有者や地域住民のニーズに応じた針広混交林への誘導手法の開発が求められている。こうした背景を受けて、当プロジェクトでは、九州地域と東北地域を対象にした現地適用型手法開発の第一段階として、針葉樹人工一斉林への広葉樹の侵入・生育開始後の成林予測に向けて、立地データ、植生データ、社会・経済データ等を素材とした基礎的データセットを作成する。 2.当年度研究成果の概要 九州では県ごとに森林GISが構築されているものの、小班界ベクトルデータのデジタル出力機能に差があるため、森林計画図と森林簿を熊本県球磨村管内で29枚と約39,000件、福岡県星野村管内で10枚と約29,000件入手し、今後の基盤情報となるGISデータベースを効率的な方法で構築した。一方、針葉樹人工林44地点、皆伐地17地点、アカマツ林6地点、薪炭林4地点での調査データを収集・解析し、高海拔不成績造林地で一部の広葉樹がスギと同階層にまで達し、貴重種を含む有用樹も相当数が定着していることを明らかにした。 秋田県米内沢地域で樹種簿の樹種別蓄積データとランドサットTMデータを利用し、常緑樹、常緑樹-落葉樹、落葉樹-常緑樹の4タイプに分別した後、数値化された林小班界およびGISソフトArcViewを利用して森林タイプ図を作成した。一方、秋田県東成瀬村の調査から、スギ人工林を混交林へ誘導できる標高は660m以上890m以下であり、890m以上ではスギ人工林、混交林とも成林が困難であることを明らかにした。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（33）

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
211	5	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2006	井出 雄 二	平成15年度～平成17年度科 学研究費補助金 （基盤研究（B））研究成果報 告書	天然林施業における伐採対象樹種 の遺伝的多様性保全法の確立	本研究では、これまで十分に明らかにされていなかった、天然林樹種、特に、有用、高価で常に伐採 の対象とされる樹種および景観管理上重要な樹種を取り上げ、その保有する遺伝的多様性の有様を 明らかにするとともに、伐採等施業がそれに及ぼす影響を議論しようとした。広葉樹については、ウダイ カンバ、オノオレカンバの2 種のカバノキ属樹木を取り上げ、まず、分布域を網羅した遺伝的多様性の 賦存状況を明らかにした。このことによって、近年、活発化の様相を見せている有用広葉樹種の人工林 造成などの動きに対して、種苗配布区の設定など、遺伝的管理が必要であることを裏付けた。また、ウ ダイカンバについては、積極的な多様性保全策としての地はぎ施業の有効性を、遺伝的多様性の観 点から検証した。また、針葉樹については、モミ属のモミ、エゾマツおよびトウヒ属のアカエゾマツを取り 上げ、それぞれ特定地域における遺伝的多様性の賦存状況を明らかにし、さらに、更新、造林、伐採 などの各種施業が、それぞれの遺伝的多様性に及ぼす影響を評価した。 これらの研究により、遺伝的多様性の実態がこれまで明らかにになっていなかった樹種について、集団分 化や遺伝構造が明らかになったばかりでなく、伐採や造林といった施業が将来世代の遺伝的多様性に 及ぼす影響の一端を明らかにした。これらは、今後の森林管理計画に大きく寄与するものと考えてい る。
212	1	40300	生物多様性 保全機能	施業が生物 多様性に及 ぼす影響			2006	深田 英久、渡辺 直 史、梶原 規弘、塚本 次郎	日本森林学会誌/88 巻 (2006) 4 号	土壌保全からみたヒノキ人工林の 下層植生の動態と植生管理への応 用	林分密度管理をヒノキ人工林における土壌保全目的での下層植生管理に応用するために、高知県下 のヒノキ人工林に28の調査プロットを設け、下層植生に対する強度間伐の影響と、通常の管理下での 下層植生の動態を調べた。強度間伐試験地では設定後2～3年間の収量比数 (Ry) の推移と2～3年 後の植被率を調べた。通常施業試験地では設定時を0年次として、0, 5, 10～13年次のRyと植被率を 調べた。その際、調査プロットの海拔高 (温度指数) に基づいて三つの温度域 (ウラジロ・コシダ域, カ シ域, 落葉樹域) を区別し、植被率を6段階評価した被度指数を土壌侵食抑制効果と光要求度の異な る六つの生活型 (ウラジロ・コシダ, 陽性草本, 林床草本・地表植物, 常緑木本, 落葉木本, ササ) のお のおのについて別個に求めた。強度間伐が被度指数に及ぼす影響は生活型によって異なった。また、 同じ生活型でも温度域によって異なる反応を示すものがあつた。通常施業試験地では調査期間を前期 (0→5年次) と後期 (5→10～13年次) に分け、期間ごと求めた各生活型の被度指数の期間変化量 (dC) とRyの期間累積偏差 ($\Sigma dRy \times 100$) との関係を調べた。両者の関係には生活型間での差や、温 度域間での差が認められた。また、生活型別の被度指数の合計値が40未満の林分 (貧植生型林分) と40以上の林分を区別すると、dC と $\Sigma dRy \times 100$ との関係が両林分間で異なっていた。以上の結果に 基づいて、生活型、温度域、貧植生型林分か否か、を区別してRy-植被率関係のデータを集積すること により、下層植生管理を目的とした密度管理モデルの実用性が高められることを指摘した。
213	7	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新の 影響		2006	栃本 大介、石田 弘 明、服部 保、福井 聡、 浅見 佳世、武田 義明	ランドスケープ研究/69 巻 (2005) 5 号	六甲山におけるブナ・イヌブナ個体 群の現状とブナ林の復元可能性	ブナ(ファガスクレナタ)森林の支配的な種であるファガスクレナタとファガスジャポニカの空間分布、人 口構造、生息地の状態、および種子生産を調査した。兵庫県南東部の六甲山で調査を行い、2種の現 状を明らかにし、六甲山のファガスクレナタ森林の再生に資する情報を収集することを目的とした。我々 は、研究地域で130ファガスクレナタと1151ファガスジャポニカ個体を同定した。両種とも六甲山の北斜 面で不釣り合いに発生し、主な生息地は急斜面でした。ナットを持つファガスジャポニカ個体は、身長 10m以上の個体の約94%を占めた。一方、ファガスクレナタの割合が小さいのはナッツを生産した。ファ ガスクレナタは主にキャンピーの木として存在し、その苗木や苗はまれでした。それ故に、六甲山の ファガスクレナタの森林の修復は、人間の介入なしには非常に困難であると思われた。ファガスクレナ タ苗を植えることは、六甲山のブナ林を復元するための必要な条件であることが示唆されました。
214	4	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2007	静岡林技セ・研究ス タッフ(森林育成)	静岡林技セ・研究スタッフ(森 林育成)	スギ・ヒノキ人工林の生物多様性	森林の多面的機能の発揮が求められる中で、スギ・ヒノキ人工林も本来の木材生産だけでなく、自然 環境としての価値も高める育成方法を検討する必要がある。人工林でも、スギやヒノキの下に大小の 様々な植物が繁茂している様子が見られることがあり、こうした林分では自然環境としての価値も高まっ ていると考えられる。木材生産機能だけでなく、自然環境としての価値を高めるためのスギ・ヒノキ人工 林の条件及び施業方法を明らかにするために、生物の種の多様性に着目し、スギ・ヒノキ人工林にお ける下層植生の種数及び昆虫の出現科数を調査した。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (34)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
215	1	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2007	今 博計, 渡辺 一郎, 八坂 通泰	日本森林学会誌/89 卷 (2007) 6 号	トドマツ人工林における間伐が広葉樹の天然下種更新に及ぼす影響	トドマツ人工林を多様な広葉樹を含む針広混交林へと誘導する施業法を検討するため、間伐後8~11年経過した39年生の間伐林分と28年生の無間伐林分において下層植生を調べた。間伐は3段階の異なる強度の列状間伐(1伐4残, 2伐3残, 3伐2残)を行った。間伐後の林内の相対光合成有効量子束密度は、間伐強度が強くなるにしたがって明るくなる傾向があった。高木性・亜高木性広葉樹の種の豊富さと個体数は、無間伐区に比べ間伐区で高かったが、間伐区間では間伐強度が強いほど、個体数が少なくなる傾向があった。低木類と草本類の最大植生高と植被率は、間伐強度が強くなるにしたがい増加していた。2伐3残区と3伐2残区では、ウド、アキタブキなどの大型草本の回復が著しく、多くの高木性・亜高木性広葉樹はこれらの草本類により覆われていた。しかし、2伐3残区と3伐2残区では、大型草本の被圧を抜け出した樹高1 m以上の広葉樹が11種あり、その個体数は1 ha当たり2,500~3,750本存在していたことから、十分な数の更新木が確保できたと考えられた。したがって、間伐によって、トドマツ人工林を多様な広葉樹を含む針広混交林へと誘導することが可能であり、間伐には誘導伐の効果を併せもつことが示された。
216	7	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2007	川西基博 崎尾均 米林 伸	地球環境研究, Vol.9(2007)	実生出現法によるスギ植林地と広葉樹二次林の埋土種子集団の比較	人工林では、地上部植生のほとんどが植栽木であること、動物散布型の種子は地上部植生の違いによって散布される量が異なること、植栽種によっては供給されるリターが土壌pHに影響を与えている可能性があること(Harrington & Ewel 1997) など、自然林とは異なる特徴が多くある。したがって、人工林は、自然植生とは違った埋土種子集団を形成していることが予想される。本研究は、実生出現法によってスギ植林地と広葉樹二次林の土壌における埋土種子集団の種組成と個体数を比較し、人工林の潜在的な種多様性回復能力を明らかにすることを目的とした。さらに、再び管理が行われた際の種多様性回復への貢献について考察をすすめた。
217	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2008	野々田 秀一, 渋谷 正人, 斎藤 秀之, 石橋 聡, 高橋 正義	日本森林学会誌/90 卷 (2008) 2 号	トドマツ人工林への広葉樹の侵入および成長過程と間伐の影響	針葉樹人工林内への広葉樹の侵入および成長過程を明らかにし、それらに対する施業の影響を検討するため、北海道の80年生のトドマツ人工林において、広葉樹の樹種構成と、それらの地上0.3 mの年輪数、胸高における肥大成長量を調べた。広葉樹の種数や密度は4回の間伐を経て増加していた。地上0.3 mにおける年輪数の頻度は、初回間伐を除いた各間伐翌年に集中しており、間伐が広葉樹の侵入契機となっていると考えられた。また多くの広葉樹で間伐年次から翌年にかけて成長量が增大しており、間伐は広葉樹の成長契機であることも明らかとなった。広葉樹の成長量は生態的特性によって異なり、遷移後期種と比べて中間種の成長量は全体的に大きく、間伐による成長の増大量も大きかった。また、成長量の増大が認められる個体割合や増大回数は、より早期に侵入した高齢の個体ほど大きかった。これらの結果から広葉樹の成長過程は、広葉樹の生態的特性や侵入時期により異なり、成長に対する間伐の影響もそれらによって異なると考えられた。
218	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2008	黒瀬勝雄	岡山県林試研報24: 1-26 (2008)	針広混交林等造成技術の開発	針広混交林等を造成する技術を開発するため、天然更新途上地及び帯状伐採跡地における更新補助試験、針広混交植栽地における植栽方法別及び下刈り方法別の生育試験、人工林列状間伐跡地における広葉樹生育試験を実施した。天然更新途上の林地におけるパイオニア樹種は、林床に存在する高木性樹木の稚樹を保護する働きがあることが示唆された。帯状伐採跡地において実施した地掻き試験では、植生回復の早期化は確認できなかった。また、帯状伐採跡地では、ササ類の繁茂によって広葉樹の侵入が阻害される恐れが示唆された。針広混交植栽地における植栽方法別では、格子植が有利な樹種もあったが、現段階で大きな差はないと考えられた。下刈り方法別では、植栽木の肥大及び伸長成長、作業の省力化、広葉樹の枝張り抑制効果を勘案すると、坪刈りが有効と考えられた。列状間伐をはじめとする強度間伐は、下層広葉樹の成長促進効果が大きい。下層広葉樹や埋土種子が乏しい林地では、短期間での広葉樹導入は困難な場合もあり、若齢林からの広葉樹導入が重要であることが示唆された。
219	9	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2008	大住克博		広葉樹林化の背景と技術的可能性	広葉樹林化、あるいは針広混交林化が、近年、大きな流れとなっています。この広葉樹林化の背景には、日本の林業政策の大きな転換があります。戦後の林業政策の中心であった拡大造林、つまり森林の針葉樹人工林化は、1970年代から1980年代にかけて終息していきます。もう一つの流れとして、図1のように1970年代に自然保護への社会の意識が高まっています。国有林における拡大造林の末期には、高標高地の天然林へと伐採が進み、奥地林道も積極的に敷設されていきました。それに対して、自然保護の見地から皆伐批判が噴出するようになります。さらに、高標高地で、いわゆる「不成績造林地」が多発したことも、皆伐に対する厳しい見方を増大させました。
220	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2009	小山浩正・林直哉・高橋教夫	森林計画誌 42 :81 ~86, 2009	スギ人工林の疎密度と林内の光環境の関係 ー人工林の混交林誘導のための目安としてー	林内に更新した広葉樹を利用してスギ人工林を針広混交林へ誘導するには、適切な光条件を実現するための間伐強度の目安が必要である。本研究では、山形県内の30林分を対象に毎木調査と林内光環境の調査を行った。林内の相対量子束密度(rPPFD)は、立木本数林分材積、胸高断面積合計が高くなるほど低下したが、収量比数(Ry)との相関が特に強く、 $rPPFD \cdot 100 \exp(-3.47Ry)$ という関係式を得た。この式から、広葉樹の更新を促すのに必要とされる相対散乱光10%以上を実現するにはRyが0.66、さらに成長した広葉樹の生育が持続できる15%以上にするにはRyを0.56以下に維持する必要があると推定された。このような疎密度管理は、長伐期による優良大径材生産とも矛盾しないと考えられ、公益的機能と木材生産の両立に貢献すると考えられた。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（35）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
221	2	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2009	伊藤 哲(宮大農)・山川博美(鹿大院連農)・吉田茂二郎(九大院農)	第120回日本森林学会大会 2009	再造林放棄地における森林再生の目標と更新完了基準	九州や四国など西日本を中心に近年多くみられるようになった再造林放棄地は、林業経営の悪化等によって現在も発生し続ける傾向にあり、今後の取り扱いに関する情報の共有が全国的にも求められている。再造林が放棄された林地の中には半自然林(広葉樹林)化が進行しつつある林分も多いが、森林の再生が著しく遅れている林分や、森林化していても期待される機能が發揮されない林地等も多く含まれる。これらの林分の今後の管理には、森林再生の目標設定の考え方や森林再生状況の判定基準などの基本的な情報が必要とされる。本講演では、九州における再造林放棄地の調査事例から得られた知見を基に、再生目標林型および更新完了基準の考え方を提案する。
222	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2009	和田 覚, 金子 智紀, 八木橋 勉, 杉田 久志	日本森林学会誌/91 巻 (2009) 2 号	多雪環境下におけるスギ人工林の成林と混交林化に影響を及ぼす要因	多雪環境下にある秋田県内の三つの小流域において、スギ人工林を対象に、スギの成林状況と広葉樹の侵入による混交林化の程度に影響を及ぼす要因を分析した。スギの密度や樹高成長は標高の増加に応じて低下し、標高約650 m以上になると、密度は標準値を下回るようになり、上層木平均樹高は地位5級(地位の最下位)の樹高曲線の値を満たさなくなった。三つの調査流域のスギ人工林内には、ミズキ、コシアブラ、リョウブ、ウワミズザクラ、ブナ、ミズナラなどの多様な広葉樹が共通して出現した。標高が増すにつれてスギ林の不成績化と広葉樹の侵入による混交林化が進む一方で、ササ類の密度も高くなり、広葉樹の侵入・定着が阻害される場合もあった。標高870 m以上では人工林としてはもちろん混交林としても成林している状況になった。以上の結果から、スギ人工林の経済林としての維持管理を流域スケールで効率化するためには、標高約650 m以下、最深積雪深およそ2.0 m以下の範囲に重点をおくことが有効である。これより高標高に存在する人工林については機能の重点を経済林から環境林へとシフトさせていく必要があると考えられる。
223	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2009	小谷 二郎	森林立地学会誌 森林立地 51 [1 >, 2009, 69 ~76	多雪地帯のスギ人工林皆伐跡地において標高の違いが木本種の定着に与える影響	日本海側の多雪地帯の異なる高標域で、スギ人工林の皆伐跡地(O、33~1、87ha)で再生した木本種の種数、立木密度および種構成を隣接スギ人工林および周辺広葉樹林と比較した。種数および立木密度は、高標高域の一部を除いてスギ人工林およびその皆伐地でよりも広葉樹林で多くなる傾向があった。低標高域の皆伐地では、いくつかの埋土種子由来の樹種が高密度でしかも高頻度に出現した。一方、高標高域では皆伐地で種数や立木密度は減少する傾向があったものの、広葉樹林に共通した樹種がスギ人工林に多く出現した。高標高域のスギ人工林は、豪雪によって若齢時から成林阻害を受けている。それによって、人1:林内で更新しやすい光環境が創られていると考えられた。種・散布型からみた種数は、スギ人工林ではどの散布型も標高とともに増加する傾向にあった。しかしながら、皆伐地では低標高域ほど被食散布型に偏り、高標高域ではスギ人工林に比べて被食散布型および風散布型が減少した。前生稚樹を生かした速やかな植生回復のためには高標高域の方が有利と考えられるが、攪乱強度の弱い伐採や集材方法を選択することでさらに多様な種構成を維持できると考えられた。
224	1	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2009	柴田 英昭, 戸田 浩人, 福島 慶太郎, 谷尾 陽一, 高橋 輝昌, 吉田 俊也	日本森林学会誌/91 巻 (2009) 6 号	日本における森林生態系の物質循環と森林施業との関わり	日本の森林生態系における物質循環と森林施業の関わりについて、既往研究をレビューした。これまで、森林伐採が物質循環や水質形成に及ぼす影響については、伐採後に樹木の養分吸収が低下することによって、河川へ硝酸態窒素が溶脱することが示されてきた。一方、北海道北部における伐採後の林床植生による窒素養分吸収や、関東北部での火山灰土壌における硝酸吸着、流域水文過程に伴う河川水質変化など、日本における特色あるプロセスについて報告されている。また、急傾斜地における森林施業の結果として斜面崩壊が生じることで、流域生態系の水文・水質形成過程が影響されることも示唆された。さらに、河畔緩衝域での窒素除去、河川流路内での栄養塩スパイラル、里山における森林管理と物質循環変化など、生態系境界域での研究が重要であることが指摘されている。今後は、地域ごとの特性を考慮に入るとともに、施業影響下での物質循環モデルのパラメトリゼーションなどをさらに推し進めることが重要である。
225	1	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2009	杉田 久志, 高橋 誠, 島谷 健一郎	日本森林学会誌/91 巻 (2009) 6 号	八甲田ブナ施業指標林のブナ天然更新施業における前更更新の重要性	青森県八甲田ブナ施業指標林において、伐採前後における種子落下量、稚樹の発生消失・成長データならびに伐採後約30年時の更新状況調査から、天然更新施業におけるブナの更新過程を考察した。1976年に顕著なブナの豊作があり、その前年に皆伐が行われた第1区では伐採時のブナ稚樹本数が約3万本/haであったが、その翌年、2年後に皆伐母樹保残が行われた第2区、第4区ではそれぞれ約43万本/ha、26万本/haであった。1986年に生存していた更新木のうち伐採前に発生したものの割合はそれぞれ98、97、78%であり、第1区以外は大部分が1976年豊作由来であった。伐採から約30年後には、第1区のブナ密度は標準的なブナ二次林と比較すると疎であったが、第2区と第4区は密であった。地床処理の有無、種類による更新木本数の違いは、30年間を通してほとんど検出されなかった。以上のことから、この試験地では保残木が母樹としての役割を果たさず、むしろ前更更新により更新林分が成立したことが判明した。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (36)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
226	3	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2010	前田由香・菱 拓雄・田代直明・馬淵哲也・井上幸子・長 慶一郎・山内康平・緒方健人・久米 篤	九大演報 (Bull. Kyushu Univ. For.), 91:7-14, 2010	九州大学北海道演習林のカラマツ人工林および落葉広葉樹天然林における斜面方位と斜面上の位置の違いによる植生の特徴	九州大学農学部附属北海道演習林において、斜面の方位や斜面上の位置の違いが植生構造に与える影響を明らかにするため、カラマツ人工林の下層落葉広葉樹植生と落葉広葉樹天然林植生について、方位の異なった斜面の尾根部・中腹部・谷部に調査区を設置し植生調査を行った。カラマツ人工林内の下層広葉樹の胸高断面積合計の割合は3.8-46.8%であり、カラマツが北斜面や沢で胸高断面積が大きいのに対して、下層広葉樹の断面積合計は南斜面で北斜面よりも大きかった。天然林の広葉樹の断面積合計ではこうした斜面位置に対する傾向はみられなかった。人工林及び天然林双方において、落葉広葉樹の種構成は南斜面ではミズナラのようなストレスに強い種が、沢にはハルニレ、ヤチダモやハンドイなどの湿生種が優占し、北斜面にはミズナラやヤチダモ、オオバボダイジュ、アサダ、サワシバ、アオダモ、カツラ、ハクウンボク、エゾイタヤなど湿生種から乾性種まで様々な種が優占していた。いずれの調査区でも、南斜面より北斜面において種多様度が高く、人工林の下層落葉広葉樹植生では北斜面上部で、天然林では沢で多様度がもっとも高かった。北海道演習林におけるカラマツ人工林の下層落葉広葉樹植生は、天然林の斜面方位や斜面上の位置の違いによる植生構造の違いに対応しており、こうした分布特性や樹種の多様性は土壌環境と関係が深いことが推察された。
227	7	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2010	今博計	森林科学592010.6	北海道における広葉樹林化の可能性	北海道のカラマツ人工林とドマツ人工林における広葉樹の侵入実態の解析結果から種構成や更新の影響要因について紹介し、広葉樹林化の可能性を検討するとともに、誘導伐を実施したドマツ人工林の実例を紹介し、具体的な施業方法についても検討したい。
228	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2010	新山 馨, 小川 みふゆ, 九島 宏道, 高橋 和規, 佐藤 保, 酒井 武, 田内 裕之	日本森林学会誌/92 巻 (2010) 6 号	人工林の広葉樹林化に向けた広葉樹の更新に関する文献収集と評価	人工林の「広葉樹林化」を検討するため、日本語で1978-2006年に発行された広葉樹関連文献を、林業・林産関係国内文献データベース (FOLIS) で検索した。研究上の必要性を評価し、S, A, B, C のランク付けを行った。また県別の文献数の違いやキーワードの時代変遷を国内の施業の歴史とあわせて検討した。検索は「広葉樹」と、「間伐」、「除伐」、「人工林」などを組み合わせ、総書誌数185誌、総文献数648件を抽出した。S評価の文献は14件、A評価の文献は59件だった。文献は岐阜県 (16件)、宮崎県 (15件) で多かった。文献内容は時代により変遷し、「広葉樹施業」や「天然林施業」といったキーワードが減少する一方で、「多様性」をキーワードに含む論文が増加してきている。「不成績造林」や「間伐」をキーワードとする論文は、いくつかのピークを示しながら、1980年代から連続的に発表されてきた。「広葉樹林化」は新しい概念であり、これまでの研究を十分に参考にしながら慎重に取り組む必要がある。
229	2	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2011	田内 裕之	日林北支論59, Feb. 2011	広葉樹林化技術開発への取り組み―目標林型と更新完了基準―	国民は森林に対して、国土保全、水源のかん養、生物多様性の保全など、いわゆる森林の持つ多面的機能のさらなる発揮を期待している。国の森林・林業基本計画においても、森林の多面的機能の発揮と安定した木材の供給及び利用を一体化して実現していくという政策が掲げられており、多様で健全な森林の整備が推進されている。一方、多くの都道府県で森林整備に関する税 (森林環境税等) の導入が図られ、これを原資に手入れ不足に陥っている人工林に手を入れ、混交林化や広葉樹林化へと誘導する施業が推進されている。このように広葉樹林化への期待は高まっているが、その手法は積極的な植栽及びその保育によるコストのかかる広葉樹林育成ではなく、天然更新を期待した低コスト型の更新・誘導技術が求められている。天然更新によって広葉樹林を育成する場合、どの程度の実生や稚樹が存在すれば成林可能であるかを判断する必要がある。更新した樹種が次代の森林の優占種となるという考えに基づけば、育成した森林の内容 (目標林型) に応じた樹種が発芽・定着しなければならない。この稚樹の密度や大きさから、更新の完了を判定しているが (更新完了基準)、現行の基準について改善を図るべき点がないかを分析、論述してみた。
230	5	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2011	竹内忠義	研究報告16農林水産省農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター	群馬県における再造林放棄地の更新状況	再造林放棄地における更新状況の調査を行った。その結果は以下のとおりである。 1 再造林放棄地は、一部調査地に小規模の裸地があった以外は、木本類により林地が覆われており、低木類等樹種を間わなければ、木本類による更新の可能性は高いと考えられた。 2 再造林放棄地に出現する木本類は、伐採経過年の増加に伴い成長していた。 3 再造林放棄地における木本類の胸高断面積合計の値は、スギ、ヒノキを造林した場合より小さかった。 4 再造林放棄地を優占している樹種は、先駆的性格をもつものが多かった。 5 将来的に密占すると考えられる樹額も出現していたが、本数が少なく、出現木本類に占める胸高断面積合計の割合も小さい箇所が多かった。 6 木本類の出現や成長を阻害する要因として、アズ、マネザサ、ツノレ類の繁茂が考えられた。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (37)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
231	2	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2011	吉田 茂二郎	日本森林学会誌/93 巻 (2011) 6 号	再造林放棄地関する研究を特集とした背景	九州本島における再造林放棄地の現状把握と森林再生に関する研究について概説したものである。具体的な研究目的としては、再造林放棄地の位置や立地条件、環境要因の把握、過去から現在、そして周辺の植生の詳細な調査・解析に基づく放棄後の植生再生手法の開発、さらに再造林放棄地の水土保全機能評価と斜面崩壊予測手法の開発、の3点である。
232	1	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2011	尾崎研一	第123回日本森林学会大会 2011	人工林と動物多様性	日本では戦後の拡大造林により天然林が伐採され人工林が造成されてきた。その結果、人工林率は44%にも達している。ここでは人工林が生物多様性に及ぼす影響について、主に動物を対象とした研究をレビューする。そして、生物多様性に配慮した人工林管理について考える。
233	4	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2011	西澤敦彦・戸田浩人・石川信吾・生原喜久雄	複数広葉樹の導入による伐採地の森林造成手法に関する研究 2011	多摩地域の針葉樹人工林内における広葉樹埋土種子～広葉樹林からの距離による埋土種子への影響～	人工林内に多い高木性の広葉樹種子は風・被食散布型で、広葉樹林から30mまでの距離との関係が見られた。種類は隣接する広葉樹林の植生とは異なり、先駆種の低木が多く、高木性の広葉樹林へ連やかに転換するには、植栽・管理等が必要である。
234	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2011	小山泰弘山内仁人	長野県林業総合センター研究報告25	針広混交林造成に向けた更新技術の開発	長野県内の針葉樹林で林床植生を調べたところ、アカマツ及びカラマツ林分では収量比数と関係なく林床植生が発達し、ササ地などの一部を除いて後継樹となる高木性広葉樹が成立していた。しかし、スギ及びヒノキ林分では、林床植生が少なく、高木性広葉樹の発生本数が少なかった。長野市のスギ人工林で、林床植生内への高木性広葉樹の侵入状況を調べたところ、近接する広葉樹林からの距離に依存して、50m以上離れると急激に減少していた。広葉樹林に隣接するが林床植生が欠落していた高森町のヒノキ過密人工林、間伐強度を変えた間伐を行ったところ、間伐強度が高いほど実生稚樹は発生したが、その発生量は1,000本/haと少なかった。塩尻市櫛川にある32年生のヒノキ林で、施業履歴と高木性広葉樹の定着条件の関係を調べたところ、林冠閉鎖前に高木性広葉樹が侵入定着していた場合のみ、高木性広葉樹が混交していた。塩尻市の林業総合センター構内の林床植生が欠落していた18年生スギ林、ヒノキ林で3残1伐の列状間伐を実施したところ、間伐列では、光環境の改善により林床植生が発生したが、高木性広葉樹の発生は認められなかった。
235	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2011	塚原雅美・武田宏	新潟県森林研究所研究報告 No.52 (2011)	東西方向のスギ帯状伐採地の保残木の成長と伐採帯に植栽されたケヤキの生育状況	スギ人工林を複層林へ誘導するために、東西方向に10 m幅で帯状伐採が実施された林分で、伐採から6年経過後の保残帯のスギの成長と、伐採帯へ植栽されたケヤキの5年後の生育状況を検証した。その結果、伐採帯に植栽されたケヤキの成長は良好で、保残帯のスギには伐採帯からの距離にともなう成長量の差があった。今後は保残木とケヤキの双方について、伐採帯からの方位と距離を考慮した選木と密度管理が必要である。
236	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2011	西山嘉寛	岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告27	風倒木跡地における広葉樹の初期成長に関する研究	2004年10月に発生した台風第23号により、風倒木被害を受けた岡山県北部(新見・真庭・美作・勝英)の森林(以下風倒木跡地)に植栽された広葉樹6種について、2008～2010年度の3カ年、追跡調査を行った。その結果、風倒木跡地に植栽された広葉樹6種のうち、特にヤマザクラはシカによる被害が顕著であった。地理的には、兵庫県に隣接する勝英地域において被害が最も大きく、美作地域でもほぼ津山市中央部まで被害が及んでいることが判明した。樹種別の枯損率は、一部、クスギで13.4%を記録した以外は、いずれも5%未満と低水準であった。健全率は、コナラ、クリ、ヤマモミジでは、いずれも70%以上であった。植栽後2～6年間の樹高成長は、ヤマザクラの年平均樹高成長率(以下RGR)が20%台と最も高く、以下、コナラ、クリ、ケヤキ、クスギ、ヤマモミジの順となっていた。6樹種について、数量化I類分析により、同一箇所に植栽した場合の樹高成長予測モデルを明らかにするとともに、ヤマザクラ、ケヤキ、コナラの3樹種については、異なる樹高成長予測モデルを提案した。これらにより、植栽前段階で、植栽樹種の選択、植栽適地の判定、植栽初期の下刈年数等をそれぞれ予測することが可能となった。一方、風倒木跡地に侵入・定着する個体密度についても予測モデルを明らかにした。ただし、種組成から判断して、台風発生前段階で既に侵入・定着していた個体の割合が高いことが予想された。
237	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2011	西澤敦彦・亀谷行雄・新井一司*1・戸田浩人*・塚田夢人*・石川信吾*・*2・國枝ますみ*	東京都農林総合研究センター年報(東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター年報)2011	複数広葉樹の導入による伐採地の森林造成手法に関する研究	針葉樹人工林伐採後の植生は、遷移後期種である高木性常緑広葉樹の密度の高低で2つのタイプに分けられる。複数の有用広葉樹種を成林させるには、概ね実生や埋土種子では不足するため、伐採後早期に地域性苗木を導入し、手入れをする必要がある。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (38)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
238	7	40600	生物多様性保全機能	その他			2012	松本健太郎・逢沢峰昭・菊地陽太・松本陽介・大久保達弘	森林立地54(2), 81~92 2012	イヌブナ天然林皆伐後の針葉樹不成績造林地におけるイヌブナの萌芽再生と更新木としての有用性	本研究は、栃木県日光市のイヌブナ天然林皆伐後に造成された針葉樹人工林のうち、激甚なクマ剥ぎ被害を受けたヒノキ人工林と植栽針葉樹が成林せず広葉樹二次林となった林分の2つの不成績造林地において、皆伐、下刈り、除伐といった人為擾乱下におけるイヌブナの萌芽再生過程を明らかにし、イヌブナの天然更新木としての有用性を評価することを目的として、林分構造調査および成長解析を行った。イヌブナはいずれの不成績造林地においても、複数の萌芽幹からなる株構造を有していた。下刈りと複数回の除伐が行われたヒノキ人工林では、ヒノキが高木層で、イヌブナが低木層で優占していた。下刈り後に除伐が行われなかった広葉樹二次林では、高木層は主として先駆性のミズメ、ミズキおよびウリハダカエデが優占し、イヌブナは亜高木層から低木層で優占していた。広葉樹二次林におけるイヌブナの直径成長は、周囲の先駆性の広葉樹と比べて小さいものの、いずれの萌芽幹も被圧林冠下でゆつくりと成長していた。また、いずれの不成績造林地の亜高木・低木層においても、イヌブナに匹敵する優占度をもつ遷移後期種はほとんどみられなかった。これらのことから、イヌブナは皆伐とその後の人為擾乱下においても個体群の維持が可能な萌芽再生能力を保持し、将来的にイヌブナは主要な林冠構成樹種の1つになると考えられた。したがって、不成績造林地を針広混交林化あるいは広葉樹林化する場合に、イヌブナは天然更新木として有用な樹種であると考えられた。
239	5	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2012	島田博匡・野々田稔郎	平成19年度～21年度(新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業;農林水産省委託)	広葉樹林化のための更新予測および誘導技術に関する研究	近年、人工林の広葉樹林化など多様な森林整備が推進されているが、広葉樹林化を進めるためには解明すべき課題が数多く残されている。本研究により、広葉樹林への適正な誘導を行うための適地判定や更新可能性判断技術、誘導施業オプションの開発、広葉樹林化施業モデルの構築を行い、現場への普及を図る。なお、本研究は提案公募型の農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」に、(独)森林総合研究所を中核機関とする16研究機関のグループで応募し、採択されたものである。
240	5	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2012	小山泰弘・近藤道治・岡田充弘・大矢信次郎	平成19年度～21年度(新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業;農林水産省委託)	針広混交林の育成に向けた下層広葉樹の育成管理技術-広葉樹林化のための更新予測及び誘導技術の開発-	針葉樹人工林の中でも下層に広葉樹が混交している事例が多いカラマツ人工林を対象として、針葉樹林から針広混交林へ誘導するための手法を検討するため、上木の伐採方法や下木の管理方法が異なる林分を対象として事例収集を行った。下層に高木性広葉樹が認められるカラマツ林で、林床を整理して点状の強度間伐や列状間伐を行ったところ、萌芽により広葉樹が更新したが、帯状伐採後に林床整理を繰り返すと灌木や草本の繁茂で高木性広葉樹の成長が阻害される場合があった。なお、帯状伐採を行う際に下層の広葉樹を残した場合でも、直径が細く形状が高いものが枯損した。また、下層に発生した広葉樹の樹高成長は、上木の枝下高に近づくことで成長が停滞するため、下木が成長した段階で、上木の本数管理を行う必要があり、上木の本数管理を行わずに放置すると光環境の悪化で下木が枯損する場合もあった。
241	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2013	秋田県	秋田県	秋田県スギと広葉樹が共存する豊かな森林をめざして	本報告書は、秋田県が発行したスギ人工林を対象とした針広混交林施業のモニタリング調査報告書である。針広混交林とは、スギなどの針葉樹にブナやミズナラなどの広葉樹が混じり合った森林を指す。針広混交林は、土砂流出防止機能の向上、生物多様性の保全、景観の向上、癒やしや環境教育の場としての利用の拡大など、様々な公益的機能の改善に役立つ。しかし、針葉樹林を混交林に転換させた例はこれまでほとんどなく、誘導技術を裏付けする知見も極めて不足しているのが現状である。そこで本報告書では、針広混交林化事業のモニタリング結果に基づいて、針広混交林化の意義や整備方針、誘導伐の方法、今後の課題などについて解説する。
242		40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2013	近藤 晃・加藤 徹	静岡県農林技術研究所研究報告第6号(2013)	抜き伐りが広葉樹の天然更新に及ぼす影響(Ⅲ) スギ・ヒノキ人工林における抜き伐り後5年間の結果	抜き伐りを行ったにもかかわらず、下層植生の回復していない林分が散見されることを筆者らは確認している。これは、天然更新プロセスにおける広葉樹稚樹の出現には、抜き伐りによる光環境の調節のみならず、その他多くの立地要因等が影響しているためと推測されている。そこで本研究では、静岡県内の様々な立地環境下において、列状伐採等の抜き伐りが行われたスギ・ヒノキ人工林を対象に、施工後5年間の調査により、広葉樹稚樹の本数密度および種組成の経年的な動態を明らかにすると共に、立地環境やニホンジカの採食圧が出現する稚樹の本数密度に及ぼす影響の解明を目的とした。
243	3	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2014	岡部 貴美子 他7名	森林総合研究所 平成26年版 研究成果選集	森林の生物多様性を予測する	国内外の社会経済情勢によって森林管理手法は変化しますが、森林率の高い日本の生物多様性は、この様な影響を強く受けると考えられます。この研究では、持続可能な森林管理のための生物多様性評価の標準的な指標である森林タイプ、林齢、面積により森林の生物多様性が6つのクラスに分けられることを明らかにし、これらのクラスの位置や割合が森林管理手法によってどのように変化するかを予測するシミュレーションモデルを作成しました。
244	3	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2014	森林総合研究所 交付金プロジェクト研究成果 No.58	森林総合研究所 交付金プロジェクト研究成果 No.58	林業地域の生物多様性保全に必要な広葉樹林分の面積と配置の指針の提示	針葉樹人工林の多い林業地域でも、100ha規模の広葉樹林が存在すれば、豊かな生物多様性が保全されることを示しました
245	4	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2014	石川県農林総合研究センター	石川県農林水産研究成果集 報第16号(2014)	針葉樹人工林の間伐が生物多様性に与える影響	生物多様性に関心が持たれている中で、県内の針葉樹人工林で進められている間伐が、生物多様性に与える影響を明らかにするために、針葉樹人工林と広葉樹林に出現した植生や鳥類などの生物相を比較する。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (39)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
246	7	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2015	清和研二	森林技術 No.883 2015.10	「混植」のすすめ ～混交林の可能性～	「混植」とは多くの樹種が混まじり合う混交林を造るための技術である。スギやヒノキ・カラマツなどの単純林造成とは対局をなす。性質の異なる複数の樹種を同所的に育て複雑な構造の林に仕立てようとする。したがって、その造成や管理には技術的課題は多い。しかし、欲しい有用広葉樹や特用樹を植栽するので成林すれば儲けがめそう。さらに、種多様性の高い混交林は単純林より環境保全機能(生態系機能)も高くなることが推測される。難しい技術ではあるが、「混植」は極めて健全で可能性に満ちた林業技術だと言える。本稿では、混植の技術的問題点、混交林の生態系機能および経済性、この3点について論考する。
247	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2015	杉田 久志, 高橋 利彦, 猪内 次郎, 田口 春孝, 松木 佐和子	日本森林学会誌/97 巻 (2015) 6 号	カラマツ人工林における地掻き処理を伴った帯状皆伐による多樹種混交林の天然更新	岩手県零石町のカラマツ人工林において地掻き処理を伴う帯状皆伐を行った事例について、更新林分の構造を解析した。伐採されなかった残存林分の下層ではミズナラ、ホオノキ、クリなどの高木種が胸高直径3cm 以上で693幹 (500個体) /ha、ウミズザクラ、ヤマグワ、アズキナシなどの中高木種が236幹 (207個体) /ha みられ、二段林を呈した。更新林分では、伐採14年後に前生樹からの萌芽由来と考えられる複幹個体が高木種で777幹 (173個体) /ha、中高木種で138幹 (58個体) /ha みられた。さらに伐採後に実生更新したと考えられる単幹個体が高木種で1,854幹 /ha、中高木種で323幹 /ha 出現した。単幹主体の樹種にはウダイカンバ、カラマツ、シラカンバ、アカマツのように残存林分下層に出現しなかったものもあり、樹種数は更新林分の方が多かった。本事例は、皆伐と地掻き処理の併用が前生樹の萌芽再生とともに陽性樹種の実生定着も促進したことを示唆しており、この施業が、下層に広葉樹が混交したカラマツ人工林を伐採した後に、有用樹種を含む多様な樹種の混交林を更新させるのに有効な手段となり得ることを示している。
248	4	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2015	田中 格	山梨県森林総合研究所	針広混交林造成のための技術指針(針葉樹人工林の針広混交林への誘導)	地方自治体において、水源税、森林環境税といった環境保全機能の高い森林を造成するための税金が創設されるなど、多面的機能を高度発揮する森林の造成を求める社会情勢から、不成績造林地などの低質な針葉樹人工林に広葉樹を導入し針広混交林へ誘導することが求められている。また、広葉樹材は、内装、家具、工芸等、様々な用途に利用できることから、広葉樹材の需要が拡大する可能性は低くないと考えられ、針葉樹材と広葉樹材をバランス良く生産する針広混交林の造成は重要と考える；そこで、広葉樹苗木の植栽、天然更新した広葉樹稚樹の育成により針葉樹人工林を針広混交林に誘導する針広混交林造成技術指針を作成した。なお、山梨県において、施業対象となる主な広葉樹は落葉広葉樹である。
249	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2016	清水香代・小山泰弘	中森研 No. 64【論文】2016	カラマツ林に樹下植栽したブナの樹高成長の停滞	カラマツ林を針広混交林へ誘導するため、1993 年に25 年生カラマツの強度間伐後にブナを植栽し、1995 年からカラマツ及びブナの成長を20 年間追跡した。2009 年の調査では、カラマツの平均枝下高は7.8m で、枝下高が低いために下木ブナの樹高が4m に抑えられたと考えられたが、2015 年の調査では、カラマツの平均枝下高が1.9m と上昇したものの、下木ブナの樹高成長は4.6m と停滞したままだった。このことから、ブナの樹高成長は上木カラマツの枝下高に支配されているのではなく、下枝が広がることによる光環境の悪化が停滞の原因と考えられた。下層に広葉樹が侵入しやすいカラマツ林であっても、樹下に植栽したブナを成長させて針広混交林へ誘導させることは難しく、下木であるブナを生育させるためには下木が成長した段階で上木を伐採することが望ましいと考えられた。
250	4	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2016	西山 嘉寛	岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告	列状間伐後の下層植生に関する研究 ヒノキ人工林における下層植生量の定量化	列状間伐後5～7年経過したヒノキ人工林32林分について、林床の下層植生量(木本類植生量、全植生量)、植被率(木本類植被率、全植被率)、植生高をそれぞれ目的変数、斜面勾配、伐開幅、残存幅、残存木の平均樹高、ササ類の有無を説明変数とし、数量化I類分析を行った結果、いずれも1%水準で有意な予測モデルを求めることができた。このモデルを用いて、列状間伐について、異なる伐採方法での全植被率、木本類植被率の推移をそれぞれ予測すると、ともに4残3伐が最も高い数値が得られたが、現状の伐採率を考慮すると、4残2伐(伐開幅約5.2m)が現実的であると想定された。一方で、2残1伐の場合は、全植被率及び木本類植被率は伐採幅が2伐以上の場合に比べ、明らかに低下していた。また斜面勾配が35度以上に達すると、全植被率及び木本類植被率とともに、急落傾向が認められたことから、このような斜面では、土留め工等の対策を講じる必要があると考えられる。岡山県北部一帯では、ササ類の定着が顕著なエリアとそうでないエリアに区分され、前者では、ササ類、後者では木本類の侵入・定着を基本とした下層植生の管理が第一と考えられる。下層に定着した木本類のうち、樹高が1.2m以上で、かつ高木層を形成する樹種は5種しか認められなかった。木本類の植被率を70%以上期待するためには、30本/m ² 、樹高1.2m以上の個体に限っては5本/m ² 程度それぞれ定着する必要があることが示唆された。
251	4	40720	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2016	静岡農林技研・森林研セ・森林育成科	静岡農林技研・森林研セ・森林育成科	人工林の皆伐後再造林されずに放棄された林地の天然更新	近年増えている皆伐後放置される再造林放棄地は、県内のほとんどの場所で天然更新が進み、約20年で樹高10m程度の広葉樹林になり、先駆種から二次林種に置き換わっていきと考えられる。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (40)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
252	7	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2017	山浦 悠一	林業経済 70 (8)	人工林の主伐は生物多様性保全のチャンス!?—木を伐って、残して守る日本の自然—	戦後に造成された人工林が伐期を迎え、伐採の機運が高まっている。しかし、伐採後に再造林を行い、次の主伐までに必要とされる造林・育林経費は、主伐による収益を大きく上回る。現状では、森林が果たす公益的機能を維持するための国民からの支援なしには、人工林経営が成り立たない。今後も人工林林業を継続していくためには、林業の価値を明らかにして国民に伝え、国民の支持が得られるような林業の新しい形を模索することが大事になってくるのではないだろうか?そこで本報告では、生物多様性の保全の観点から、人工林の主伐に関連する二つの話題を提供したい。一つは、人工林の主伐が持つ草地性生物の保全機能、もう一つは、主伐の際に混交した広葉樹を維持するといふ選択肢である。
253	5	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2017	国有林近畿中国	国有林近畿中国	天然生広葉樹を活用した低コストな針広混交林造成技術の開発	皆伐跡地に自生するヤマザクラ、クリ、ホオノキ等の広葉樹の萌芽苗及び天然下種苗を活用して、その間にヒノキを植栽することで、①ヒノキ植栽本数の低減及び、②地格え、下刈り等の作業を簡略化することにより低コスト造林の確立を図る。併せて、③建築材等として資源が減少している有用広葉樹について成長過程を調査し、建築材等が採材可能な育成技術を確立する。
254	7	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2018	Rebecca Spake1,2 Sakiko Yano3 Yuichi Yamaura4,5 Kazuhiro Kawamura6 Kanehiro Kitayama3 C. Patrick Doncaster2	Conservation Science and Practice, 2019:e14.	Meta-analysis of management effects on biodiversity in plantation and secondary forests of Japan	森林の生物多様性を保全するにあたって、老齢林の重要性はよく認識されています。しかし、温帯地域では老齢林は数%しか残っていないと言われており、伐採後に更新した二次林や人工林の保全上の価値と施業の影響を明らかにする必要があります。日本は二次林と人工林が多く、森林の施業が生物多様性に及ぼす影響に関して、これまで多くの研究が行われてきました。しかし、得られた知見が定量的に取りまとめられることはありませんでした。そこで本研究では、日本語・英語で発表された、森林施業と生物多様性の関係を扱った日本国内の研究を収集しました。そして、人工林の間伐や、人工林と二次林の林齢が各生物群の種数や個体数に及ぼす影響について、統計的に解析しました。
255	3	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2018	五十嵐哲也	東京農工大学リポジトリ	針葉樹人工林の木本植物の種多様性を規定する諸要因—多様性を高める施業に向けて—	人工林の多様性を高める施業を確立するに当たっては、人工林の植物の種多様性を規定する諸要因を明らかにする必要がある。しかし、人工林の植物の種多様性についての情報は天然林に比して少なく、未だ十分ではない。そこで本論では、人工林の植物の種多様性を規定する要因として、埋土種子、外部からの散布種子、森林の前歴、種子源からの距離、長伐期化、そして間伐の影響を明らかにし、種多様性を高める施業の可能性について検討した。
256	2	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2018	尾崎 研一 他8名	日本生態学会誌68:101-123(2018)	木材生産と生物多様性保全に配慮した保残伐施業による森林管理—保残伐施業の概要と日本への適用—	森林は人間活動に欠かすことのできない様々な生態系サービスを提供しているため、その環境的、経済的、文化的価値を存続させる森林管理アプローチが必要である。保残伐施業(retention forestry)は、主伐時に生立木や枯死木、森林パッチ等を維持することで伐採の影響を緩和し、木材生産と生物多様性保全の両立をめざす森林管理法である。従来の伐採が収穫するものに重点を置いていたのに対して、保残伐は伐採後に残すものを第一に考える点と、それらを長期間、少なくとも次の主伐まで維持する点に違いがある。保残伐は、皆伐に代わる伐採方法として主に北アメリカやヨーロッパの温帯林、北方林で広く実施されているが、日本を始めとしたアジア諸国では普及しておらず、人工林への適用例もほとんどない。そこで、日本で保残伐施業を普及させることを目的として、保残伐施業の目的、方法、歴史と世界的な実施状況を要約した。次に、保残伐の効果を検証するために行われている野外実験をレビューし、保残伐に関する研究動向を生物多様性、木材生産性、水土保全分野についてとりまとめた。そして、2013 年から北海道で行っている「ドマツ人工林における保残伐施業の実証実験(REFRESH)」について紹介した。
257	3	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			1977	奥田 重俊	東北大学機関リポジトリ-530	関東平野における河辺植生の植物社会学的研究	河辺植生は、植生または生物共同体が、成立し、発達し、繁殖し、そして、たつた一回の洪水や短期間の強い乾燥によって消滅する動態の実例でもある。ある地域における河辺およびその周辺部の沖積地植生の調査研究によって、植生と立地条件との動的、空間的なかわりあい を総合的に解明することができる。河辺植生は、おもに河辺およびその周辺域にあって、多少とも増水や洪水の影響を受ける範囲に生育する植生すべてを含めていう。そこには複雑な立地に対応した多彩な植物群落が発達している。本研究は関東地方のヤブツバキクラス域の範囲における河辺およびその周辺地域の低地に生育する、自然と代償とを問わず、すべての植生について、群落の種組成およびシステム、構造、分布、動態および人為的影響等を明らかにすることを目的としている。わが国における河辺植生の研究は古く中野(1910)に始まり、猶原(1936.1945)、栗田(1941)などの生態学的研究が行なわれ、さらに、南川(1963)、宮脇、奥田、石坂(1967)などによって、群集の記載がはじめられた。Miyawaki&Okuda(1972)は、多摩川流域において、植物群落と立地条件、配分、遷移などに関し、総合的な研究が進められた。その後、飯泉他(1975)、奥田(1976)など、わが国各地の河川についての植生学的な研究成果が報告され現在に至っている。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (41)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
258	1	40800	生物多様性 保全機能	河畔林の生 物多様性			1989	中村太士・百海琢司	日林誌 71(15)・89	河畔林の河川水温への影響に関する熱収支的考察	河川水温の変化が生物相とくに魚類に与える影響は甚大であり、河畔林樹冠カバー効果と河川水温の関係は定量的に把握する必要がある。そこで、調査対象溪流として小流量・緩勾配の幌内川を選び、春期および夏期の熱収支項目を測定した。夏期期間は潜熱・顕熱伝達量ともに日中・夜間を通じて正の値、すなわち水体へ熱量が加えられていた。また全天日射量は、総量で樹冠下日射量の7倍に達しており、他の熱収支項目を圧倒した。河畔林を伐採した場合、この全天日射量が河川水面に直達すると仮定し、水温変動の推定を試みた。これにより、日最高水温は4℃程度上昇すると推測され、落葉期で水面熱収支の同程度である5月上旬の水温変動と比較した結果、ほぼ妥当な値であることが判明した。河畔林樹冠の日射遮断効果は、下流へ向かって河幅(流路幅)が増大するほど相対的に小さくなると考えられ、樹高・樹冠と河幅の関係から検討し、遮断効果の及ぶ河幅の概算値を提示した。
259	7	40800	生物多様性 保全機能	河畔林の生 物多様性			1991	鷲谷いづみ	河川財団 平成3年度(第6回)調査 研究助成	小貝川河川敷の植生の多様性と絶 滅危惧植物の保全に関する基礎研 究	「生物多様性の低下」は地球規模の環境問題としても取り上げられているが、わが国でも、開発による自生地喪失や乱獲によって多くの野生植物が絶滅の危機に瀕している。レッドデータブック(1989)によれば、日本に生育するシダ植物・種子植物の約1/6にあたる895種が絶命の危険にさらされている。川のまわりでも、かつての「ふるさとの自然」を彩っていた身近な野草が姿を消し、河川敷には、オニウシノケグサ、オオブタクサ、セイタカアワダチソウなどの帰化雑草が生い茂るようになった。 茨城県小貝川の河川敷、特に河畔林とその周辺には、秋の七草の一つのフジバカマをはじめ他の川ではすでに絶滅してしまった多数の絶滅危惧植物が今でも生育し、昔ながらの川辺の植生がみられる。国蝶オオムラサキほか、昆虫や鳥の種類も多い。そのような豊かな生物的自然は、生態系における生産者の役割を担う植物の多様性と固有性に依存している。利水・治水との調和をとりながら小貝川河畔林周辺の植生の保全をはかっていくことは、当該河川自然環境の良好な保持という点からだけではなく、わが国における生物多様性の保全の点からみても重要な意義をもっている。本研究は、小貝川河川敷に生育する植物の多様性と種の分布およびそれを規定している環境条件を把握し、絶滅危惧種、自然植生および生物多様性の保全のための基礎資料とすることを目的とする。
260	2	40800	生物多様性 保全機能	河畔林の生 物多様性			1995	崎尾均・中村太士・ 大島康行	日本生態学会誌 (Japanese Journal of Ecology) 45 : 291-294 (1995)	河畔林・溪畔林研究の現状と課題	河川や溪流沿いの森林群落の研究は少なく、依然として分布や群落の種組成にとどまっていた。1980年後半になって河川や溪流沿いに分布する森林の成立機構とその更新を解明しようとする研究グループが生まれ本各地で研究を行っている。本論文ではこれらの研究を紹介することにより河畔林や溪畔林研究の現状を把握し、今後の研究の方向を探ることとした。
261	7	40800	生物多様性 保全機能	河畔林の生 物多様性			1997	清水義彦	河川財団平成9年度(第 12回)調査研究助成	森林化・樹林化の進んだ河道にお ける河川景観管理に関する研究	近年、河川内の植生がしばしば樹林化して河川景観そのものが本来の姿から変質している。ここで言う河川景観とは、単に視覚的意味あいのものではなく、水流・流砂・地形と植生の相互作用系が河川空間を創造し、そこに生態系が成立している姿をさす ¹⁾ 。そして、今日の河川整備・管理の理念はこうした河川景観と調和のとれた形で、河川の満たすべき機能、すなわち、治水・利水・環境をバランスよく整備・管理することにある。ところで、河道に与える外力インパクトの低減、すなわち、降雨自身の問題の他に、上流域での砂防施設の向上、ダム・貯水池での洪水管理と土砂の抑止、様々な低水の需要などによって、植生の繁茂が進み、河道内森林化・樹林化の問題がクローズアップされてきた。こうした河道内植生が繁茂した状況は、見慣れてくるとそれが緑豊かな自然環境のごとく認識されてしまうことも少なくない。しかし、場合によってはそれが河道において必ずしも自然な姿ではなく、河相そのものの固有な性質やそこでの潜在的な生態系、そして河川の満たすべき機能を消失させていることも強く認識しなければならない。こうした観点に鑑み、本研究では樹林化の顕著な糠床河川に注目して、樹林化を促す最近の河道特性、現地調査にもとづく樹林化の実態把握、及び樹林化の形成過程の考察を行い、そのシナリオを作成する。一方、水流・流砂・地形の相互作用系に与える河川化の影響は樹林化河相形成を知る上で興味深い問題で、本研究では、その素過程についての理解を河床変動計算を用いた数値解析より進める。 さらに、河道管理の問題としては、樹林化が流況特性に及ぼす影響評価が重要である。樹林化の進んだ河川を例に、現地の樹木密度にもとづいて、一般化座標系平面2次元流計算を適用した数値解析からその流況特性を定量的に評価する。そして、最後に、本研究から得られた成果にもとづいて適切な樹木管理のあり方についての考察をまとめる。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（42）

98

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
262	7	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			1999	岩城 美知子・直井 将人 澤田 篤史・山上 悟 田中 哲夫 原田 泰志・石川 知 明	河川財団 平成11年度(第14回)調査研 究助成	森林伐採が河川環境に与える影響 に関する研究	森林および河川の両面から、伐採が山地溪流の環境と、そこにすむ魚類に与える影響を明らかにすること を目的として、森林が河川に及ぼす影響の空間的スケールに注目し、小さい空間スケールで働くえさ 供給などの役割と、大きい空間スケールで働く水質への影響のそれぞれを評価することをめざした。 森林伐採による溪流水質、溪流中の藻類量への影響の調査は三重県内のスギ・ヒノキ人工林で、皆伐 および間伐が実施された流域で行った。溪流水質については、皆伐地では、N03－、PO43－の濃度 の上昇、pH値の低下が認められた。しかし、間伐地では伐採による水質への影響は認められなかった。 藻類量についても、皆伐地では増加が認められたが、間伐地では変化が認められなかった。溪流水質 と藻類量との関係をみると、今回の調査地での藻類の生長はPIによって制限されており、今後、土砂が溪 流に流出することなどによってPIが供給されると藻類量が増加することが推測された。 溪畔林が、その河川に生息する魚類のえさ供給に与える影響の調査は、紀伊半島南部に位置する北 海道大学和歌山地方演習林(和歌山県東牟婁郡古座川町平井)を調査地とした。全無脊椎動物の落 下密度は調査区間によって大きく異なることはなかったが、その中に占める陸生無脊椎動物と水生昆虫 の成虫の割合は異なり、溪畔林の状態が無脊椎動物の供給に影響を与えていることが明らかにされた。 底生無脊椎動物が伐採地で増加しており、溪畔林伐採による影響が認められた。しかし、アマゴの胃内 容物と落下無脊椎動物と底生無脊椎動物の対応関係については、はっきりした傾向は認められなかった。
263	7	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2003	三瓶 由紀, 藤咲 雅明, 池口 仁, 武内 和彦 著者情報	/ランドスケープ研究/66 巻 (2002) 4 号/	近自然小河川における抽水植物の 浄化機能に関する研究	代表的な抽水植物であるマコモ (<i>Zizania latifolia</i>) が生育する、都市近郊の近自然小河川において、表 流水および土壌間隙水の栄養塩量の変化の測定によるマコモの浄化機能の把握、マコモの刈り取りに おける栄養塩の総除去量の推定、の2つの調査を通じて、今後の河川における浄化対策について検討 を行った。その結果、近自然小河川における抽水植物の浄化機能は、表流水には確認できず、夏期の 土壌間隙水に於て現れることが明らかになった。また、抽水植物による浄化機能が有効性を示するの は、汚濁の進行していない河川であることが、刈り取りによる栄養塩除去量の推定により推測された。
264	2	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2005	竹門 康弘	/ 日本生態学会誌/55 巻 (2005) 1 号	底生動物の生活型と摂食機能群に よる河川生態系評価(〈特集3〉流域 生態系の保全・修復戦略－生態学 的ツールとその適用)	河川の底生動物群集が環境指標として内外で用いられてきた背景には、底生動物群集がきわめて多く の分類群から構成されているため 比較的狭い面積から多様な種群のサンプルを得ることができることが 挙げられる、日本では、国土交通省によって5年ごとに河川水辺の国勢調査が行われて おり、底生動物群集のデータも蓄積している。これらを利用してRIVPACS の日本版を実現するためには、 底生動物群集の分類基準を統一する課題、環境条件の対応データを揃える課題、群集の変異幅を カバーするために支流や中小河川のデータを加える課題などが残されている。
265	3	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2005	北海道立林業試験場	北海道立林業試験場	河畔林のはたらきとつくり方	河畔林の定義、北海道の代表的な河畔林、河畔林のはたらき、必要な河畔林の幅、河畔林の保全・再 生の手順、植生導入における留意点などについて、図解によりわかりやすく説明した資料
266	2	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2005	永田 俊, 谷内 茂雄	日本生態学会誌/55 巻 (2005) 1 号	流域生態系の保全・修復戦略：生 態学的ツールとその適用(〈特集3〉 流域生態系の保全・修復戦略－生 態学的ツールとその適用)	平成9 年の河川法改正によって、治水・利水に加え、河川環境の整備と保全が河川管理の目的に組み 込まれた。また、平成13 年に改訂された環境基本計画では、流域を単位とした健全な水循環の確保が 重要課題として掲げられている。このような背景から、水・物質循環と生態系のダイナミクスを総合的に把 握し、流域圏の環境を保全・修復する方法を探ることが重要な課題となっている。この課題に生態学者と して取り組むうえでは、まず、流域生態系という多層的なシステムの成立・維持機構に関する科学的な理 解を深めることが基本的に重要である。陸域と水域の複雑な利・作用システムである「流域」の生態系特 性や変動要因を明らかにするためには、生態学のみならず、水文学や地球化学あるいは地質学といっ た様々な関連分野との学際的な共同研究が必妥であろう。
267	3	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2006	河合英二	森林総合研究所交付金プロ ジェクト(溪畔林)	溪畔林の環境保全機能の解析と評 価手法の開発調査	本課題では、今後推進される溪畔城の保全を考慮した治山施設の整備ならびに溪畔林の取り扱い・造 成に資するために、溪畔城の持つ多様な機能を明らかにするとともに、それらの機能を評価する手法を 開発し、溪畔城の保全に配慮した治山事業の方向性を提示する。
268	7	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2006	阿部 俊夫, 布川 雅典, 藤枝 基久	水利科学/50 巻 (2006) 5 号	森林からの有機物供給と溪流生態 系	陸上であれば、水中であれば、生物の世界には、食物連鎖という仕組みがあり、植物によって固定された太陽エ ネルギーは、「食う－食われる」の関係によって、例えば「植物→ 草食動物→ 肉食動物」のように伝達し ていく。実際の生態系では、この関係はもっと複雑であり、複数の食物連鎖が絡み合ったような「食物網」を形 成する場合が多い。河川における食物網の起源物質(植物など食物網の基盤となるもの)も低次のエサ 資源)としては、落葉リターなど陸上から供給される有機物、河川内で生産される付着藻類、それらが分解 してできる細粒の有機物などが想定される(Anan, 1995; Anderson&Sedell, 1979)。Vannote et al.(1980)の 河川連続体仮説(river continuum concept)によれば、森に覆われた上流域ではリター、中流域では藻類、 下流域では細粒の有機物が、それぞれ相対的に重要な起源物質であると予想されている。山地溪流に おいてリターがより重要と考えられているのは、森林の日射遮断により川底の藻類生産が低調になる代わ りに、森林から大量のリター供給が期待できるためである。
269	4	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2007	神奈川県	神奈川県	神奈川県溪畔林整備指針	溪畔城の森林に焦点をあて、積極的に溪畔林を造成・創出するための方法を解説したものである。この 指針を踏まえて、試行的な整備とモニタリングを行いながら整備技術の確立を図るため、平成19 年度か ら10 年間、丹沢山地で溪畔林整備事業を実施し、初期段階の整備技術はおおむね確立されたとされ ている。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (43)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
270	4	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2010	伊藤 哲	宮崎県治山林道協会 教育・学術研究助成	溪畔林保全対策の現状と課題	日本の森林政策の中で「溪畔林の保全」が正式に 謳われ たのは、20 11 年ごろだったであろうか。平成 23 年(2011 年) 7 月 に発表された 森林林業基本計画では、生物多様性保全機能に応じた森林の望ましい姿の一つとして、「陸域・水域にまたがり特有の生物が生育・生息する溪畔林」が挙げられており、また、多様で健全な森林への誘導方策の一つとして「溪畔林など水辺森林の保全・管理及び連続性の確保」が挙げられている。これ以降、「溪畔林の保全」は森林 政策の中に常に登場し、各種森林計画でも基本理念等で必ず記述されてきている。今では、溪畔 林という言葉を全く聞かないという森林技術者はほとんどいないだろう。 一方でこの10 年 、果たして目の前の溪畔林は変わっただろうか。残念ながら、保全・修復によって大きく変わりつつある溪畔林を簡単に見つけることは、まだできない。筆者個人が携わった国有林等 からの技術相談の経験に照らすと、以前は主伐よりも間伐のほうがまだ多く、本格的な溪畔林の保全や修復が制度上難しかったことも、溪畔林保全がなかなか実践されなかった理由の一つと思われる。その後、多くの人工林が 伐期を迎え、主伐面積が急速に増加してきている 。しかし 残 念なことに 、多くの林業の現場では従前のように溪流沿いまですべての 立木 が伐採され、再造林される場合には実際まで スギやヒノキが植栽されている ケース がほとんどである。このような状況を見ると、森林政策の一つとして位置付けられ、各種計画に明記されている「溪畔林の保全」が森林管理 の 現場に 本当に浸透しつつあるのかは、現段階では かなり 疑わしいと言わざるを得ないだろう。が判断していくべき事項がほとんどである。そこで本稿の前半では、そもそも溪畔林とは何なのか、なぜ保全が必要なのかなど、溪畔林保全の基礎となる内容を簡単に解説する。後半では、自然再生の考え方に基づいて、溪畔林の管理の基本原則に沿ってどのような方法で溪畔林を保全すべきか例示し、実践していく上での注意事項や判断基準を示したい。
271	7	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2012	福島慶太郎	森林立地54(2), 51~62 2012	森林生態系の物質循環および溪流水質からみた攪乱影響評価の可能性	現在、日本の森林生態系は、人工林施業、食植生昆虫やシカによる植生の衰退、窒素飽和など、様々な攪乱にさらされつつある。これらの攪乱は多くの場合、溪流への硝酸態窒素の流出を招き、下流域生態系への影響が懸念される。すなわち、攪乱を受ける森林の管理と流域管理を一体で考える必要があり、攪乱に対する物質循環や溪流水質への影響評価が不可欠であるが、そのことが十分認識されているとは言えない。本稿では、森林生態系に加わる攪乱が物質循環・溪流水質に与える影響について、攪乱の種類ごとに、研究が先行している欧米の例と日本の現状についてレビューした。その結果、日本の場合施業の影響がより長期に及ぶこと、食植生昆虫による植生衰退は伐採よりも影響が低いとされるが、日本で集団枯死を招いているマツ枯れやナラ枯れは、伐採に匹敵する影響を及ぼす場合もあること、高木層よりもパイオマスが小さい下層植生であってもシカの過剰採食を受けることで硝酸態窒素の流出が増加する可能性があること、が示された。また、これらの攪乱に加え、大気窒素降下物量の増加にもなう窒素飽和現象も顕在化しつつあり、複数の攪乱が重複して発生し要因分離が困難になるケースも予測される。攪乱影響評価の上で最低限必要な指標として、溪流水中の硝酸態窒素濃度の季節変化や、集水域の窒素保持能力が上げられる。硝酸態窒素流出の規定要因の解明のためには、植物の成長量や土壌での窒素無機化速度、土壌有機物の炭素・窒素比にも着目する必要がある。欧米とは気象条件や攪乱の頻度・規模が異なるため、日本の森林で大気―植物―土壌―溪流水―連の物質循環過程を対象として大規模操作実験および長期観測のデータを広域的にそろえ、知見を集約することのできる体制を整えることが喫緊の課題といえる。
272	1	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2013	境優	日緑工誌, J. Jpn. Soc. Reveget. Tech., 39(2), 248—255, (2013)	シカの過採食による森林と溪流水生態系の相互作用の変化	近年、シカの過採食によって劇的に森林の下層植生が衰退している。本来ならば夏期には溪流を覆うように繁茂する溪畔植生も、シカ高密度地域では壊滅状態に追いやられている。河畔植生は、林床を覆って土壌の流出を抑制したり、訪花昆虫、食植性昆虫などを溪流に供給したりすることで、森林と溪流水生態系をつなぐ重要な役割を果たしている。土壌侵食の活発化は、無機物的な側面では、土砂流入による河床改変を引き起こし、底生動物群集の多様性低下を招く。一方有機物的な側面では、森林由来の他生性有機物が溪流に過剰に流入することで溪流水生態系内の栄養循環に変化をもたらす可能性がある。前者のような土砂の堆積プロセスは河川地形に応じて空間的に不均質であるため、シカによる土砂流出が溪流水生態系に及ぼす影響の評価には、河川地形状や森林水文学など生態学に囚われない学際的な視点が重要である。一方、溪畔植生から溪流への陸生動物の供給がシカの過採食によって変化すると、森林―溪流水生態系のつながりを通して魚類も含めた生態系内の栄養循環のバランスが崩れることが示唆された。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（44）

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
273	3	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2015	関東森林管理局森林 技術・支援センター	関東森林管理局森林技術・支 援センター	溪畔林再生のための施業技術ガイ ドライン～茨城県北部を流れる大北 川流域において～	溪畔には、一般に、土石流等に伴う攪乱によって形成される変化に富んだ環境に適した森林が成立 しますが、現状が人工林となっている箇所も多く、生物多様性の保全の観点から、人工林を自然林に誘 導していくことが望まれる場合もあります。しかし、そのための体系的な技術は確立されていません。こ のような中、溪畔は水土保全上も重要なエリアであり、誘導のための施業技術の確実性が求められています。 このため関東森林管理局森林技術・支援センターでは、平成15年度から（独）森林総合研究所との連 携・協力を図りながら、茨城県北部を流れる大北川流域において「溪畔林の施業技術の開発」等の実証 に取り組んできました。その溪畔林再生を行う際の留意事項をまとめたガイドラインを作成しました。溪畔 林再生を行う皆様におかれましては、水辺林を修復・再生する施業体系の際に、このガイドラインをご活 用していただき、溪畔林の希少性と生物多様性保全に果たす重要な役割及び豊かな森林環境の創出 に向けて、ご理解、ご協力を頂きますようお願いします。
274	5	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2017	伊藤 哲	H25-H28科学研究費補助金 （基盤研究(A)）	溪畔林ネットワーク整備を基軸とし た集水域森林管理手法の開発	集水域で不変的に木材生産が可能な場所とその管理方法を科学的に提示する目的で、1)地形を変数と する精緻な林地生産力推定モデル、2)景観構造分析に基づく自然林再生ポテンシャル評価モデル、お よび3) 集水域内の自然林化による種多様性回復効率を予測する手法を開発した。また、溪畔林および 尾根の保護樹帯の有する表土保全・流出抑止機能をプロセスモデルにより解明した。これらのモデルを 組み合わせて、表土および生物多様性保全の制約の下で木材持続生産を最大化する最適森林配置お よびその誘導スケジュールを明らかにし、期待される生態系サービスのシナリオごとに最適な集水域デザ インを設計する手法を確立した。
275	4	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2017	神奈川県	神奈川県	溪畔林整備の手引き	この手引きは、神奈川県内の溪畔林の整備・保全を目的としたもので、具体的な整備方法や配慮事項 について解説されている。手引きは、溪畔林の定義、歴史、現状、課題、整備の基本方針、実施方法、 事例などを網羅している。特に、自然推移型、林相改良型、森林創出型、竹林型の4つの整備タイプに 分け、それぞれのタイプに合わせた整備内容と配慮事項を詳細に説明している。また、整備後のモニタ リングや、シカによる影響、土壌侵食、天然更新のしやすさなど、具体的な問題に対する対策も提示され ている。
276	4	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2017	神奈川県	環境農政局緑政部水源環境 保全課 （自然環境保全センター研究 連携協力）	水源林整備の手引き	神奈川県が発行した水源林整備の手引き書である。神奈川県では、水源林の整備において、土壌の保 全を第一に考え、表面侵食や崩壊を起こさないように、健全な森林を維持することを目標としている。具 体的には、適切な日光が射し込み、下草が維持され、落葉や落枝が地表面を覆っている状態を目指す。 また、生物多様性の保全にも配慮し、地域の自然条件や立地条件に合わせた多様な森林を育成す ることも重視している。さらに、森林資源の有効利用やコスト削減、薬剤の不使用など、環境への影響を 最小限に抑えることにも留意している。これらの目標を達成するために、具体的な施業方法や留意点が 詳細に解説されている。
277	5	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2017	林野庁	林野庁	平成29 年度溪畔保全プロジェク トにおける調査事業報告書	本報告書は、平成25年度から28年度にかけて設定された「溪畔保全プロジェクト林」について、溪畔周 辺に本来成立すべき植生と現在の植生の状態、流域全体における保護林等源流部の天然林と中・下 流部から海岸部までの植生の連続性の状況、水流による攪乱等水域との関係の調査・検証を行った結 果をまとめたものである。また、溪畔林が有する公益的機能を3つの視点（地球温暖化の影響の緩和への 貢献、適切な施業や維持管理による生物多様性の維持・向上、防災や水土保全のバフファーとしての 機能発揮）から評価することで目標とすべき溪畔林の姿を調査・検証し、溪畔林の今後の取扱いについ て具体的な留意点を示すことを目的としている。
278	4	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2018	佐野 明	三重県	森林生態系および河川生態系の 保全に関する研究	天然林が伐採されてスギやヒノキの一斉単純林が増え、さらに近年では管理がなされないまま放置され た人工林も急増している。これらのことは野生生物にも深刻な影響を与えていると考えられ、木材生産機 能と生物多様性保全機能の調和をはかる施業技術の確立が重要な課題となっている。その意味におい て複層林施業は有効な技術とされ、その推進は生物多様性国家戦略のひとつにもあげられている。しか し、複層林施業が鳥類やコウモリ類の生息状況に与える影響については十分な検討がなされていな い。特に、「優良木を育てるために劣勢木を間引く」という間伐本来の目的に沿って、それが励行された 場合には上層木は健全で経済的価値の高い木のみが残されることになるが、そのことがどのような影響 を及ぼすかについては明らかでない。そこで、伊勢市の潜在自然植生がほぼ維持されている照葉樹林 （多様な樹種が高木・亜高木層をなし、下層植生は疎らな森林。以下、照葉樹林区）および適正な間伐 が行われたヒノキ林（ヒノキを上層木とし、下層には多様な樹種が生育する複層林。以下、ヒノキ複層林 区）において、鳥類の群集構造、コウモリ類の利用頻度およびコウモリ類の主食となる昆虫類の現存量を 調査した。

表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (45)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
279	2	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			1997	崎尾均 鈴木和次郎	砂防学会誌 V01.49 No.6(209)March 1997	水辺の森林植生(溪畔林・河畔林) の現状・構造・機能および砂防工 事による影響	土地利用の進んだ日本列島においては、源流域から河口部までを原生的な自然環境の中を流れ下る大規模河川は、存在しない。生態的に自然の姿を留めている河川およびその周辺環境は、唯一、源流域しかみることではない。そのような原生的な自然環境が残された集水域は、それ自体で、自然環境としても重要であり、学術的にも極めて貴重な存在である。環境庁は、自然環境基礎調査の中で、人為の影響を受けていない、あるいは人工工作物の全く存在しない面積が1,000ha以上ある集水域を「原生流域」と定義し、その現況を調査してきた。1985年に実施された第3回基礎調査によれば、原生流域は、日本全国で100ヶ所、211,879haに過ぎず、しかも東北・北海道地域に集中しており、地域的な偏りが見られる。また、第2回基礎調査以降5年間に消失した原生流域は、11ヶ所、17,386haにものぼる。原生流域のうち、保全地域(自然公園・自然環境保全地域)に指定されているのは、79流域に止まっている(環境庁、1989)。しかもこれら「原生流域」そのものを保全対象とする法制度が存在しない。唯一、林野庁が国有林の保護林制度に定める「森林生態系保護地域」が、原生地域を含めた原生的な集水域全体を保全の対象としている(現在、23ヶ所、233,357ha)。
280	4	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2001	山路和義	京都府森林保全課	木製治山ダムと溪流生態系につ いて	京都府が開発した木製治山ダムを設置するにあたり、溪流生態系調査を実施した結果、様々なことがわかったので報告する。木製治山ダムは「天然素材の使用」「低い堤高」「短い工期」「工事現場の搅乱が少ない」「工事後の自然回復力が強い」などの特徴から自然に優しく、環境との調和が早期に図れる工種として施工してきた。写真1は施工後2年ほど経過した木製治山ダムの状況であり、自然回復力の強さが伺えた。写真2はモリアオガエルやキセキレイの営巣であり、自然にやさしい工法であることが確認された。今回の調査の目的は木製治山ダムの環境への優しさを定性的ないし、定量的に分析することであり、社団法人淡水生物研究所が開発した定性的分析手法「HIM」と「MHF」が利用できると判断して、調査を実施した。HIMは、調査地に生息する生物によりその河川構造がどういうものかを判定する手法である。イメージ図に特徴をわかりやすいように表現した。この調査手法の特徴は優れた環境に住む生物が多く出現すれば高得点となり、逆に汚れた環境に住む生物が多く出現すれば得点が低くなるという傾向があり、その調査地の環境が得点で表現される。MHFは、調査地に生息する生物のライフスタイルからその河川の生態学的な特性を判定する手法である。例えばタカハヤがいるような場所は、タカハヤの行動範囲が狭いというライフスタイルから、その川がダム群などで分断されている可能性が高いと評価される。また、うなぎがいるような場所は、そのライフスタイルが海から清流までを行動範囲とすることから、ダムなどによる生息域の分断が少ない河川構造であると評価される。
281	3	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2010	危機管理技術研究セン ター砂防研究室	ISSN 1346-7328 国総研資料第580号 平成22年2月	溪流空間の多様性を保全する溪流 保全工整備の手引き ー2010年版ー	本資料は、地域の安全を確保し、溪流の生態系に配慮した溪流保全工に関する調査・計画・設計・工事実施上の配慮事項・維持管理について、基本的な考え方と基礎技術を示したものである。
282	1	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2010	福嶋 悟	[日本水処理生物学会誌 第 46巻 第1号 25ー34 2010]	都市における小河川の環境改善に 伴う水生生物の変化	都市河川の環境変化が、魚類、底生動物そして藻類の全ての生物群へ及ぼす影響について、長期的なモニタリングを基に検討された事例はない。そこで、本報は都市小河川の魚類、底生動物、藻類群集の長期的変化と、水質改善あるいは河川改修との関係を明らかにすることを目的として実施した調査結果についてとりまとめた。
283	2	40800	生物多様性 保全機能	溪畔林の生 物多様性			2014	佐々木 葉	土木学会 景観・デザイン研究 講演集 No.10 , 247-257 ・ / 2014	地方都市小河川の部分的な近自 然化デザイン	地方都市の中心部を流れる三面張りの小河川の一部を近自然工法によって改修したきわめて制約が多い条件下での小規模な改修であるが、設計思想であると同時に技術体系である近自然化デザインが現代社会に示唆することは深い。岐阜県恵那市明智川における事例の基本計画から施工までの経緯を報告し、近自然化デザインの意義と可能性を展望する。
284	3	41300	生物多様性 保全機能	絶滅危惧種			1996	内藤和明	広島大学総合科学部紀要IV 理系編22	人為植生に生育する絶滅危惧種の 生態学的研究(広島大学学位論文 要旨)	日本における人為植生の成立要因を植生管理の形態から見ると火入れ、刈り取り、放牧、伐採が主要なものであるが、いまこれら人為植生の多くは管理放棄になっていて、なかには植物種の絶滅が危惧されているものもある。人為的植生管理が植物種の個体群維持に与える影響を明らかにするとともに、人為植生に生育する植物種を保全する指針を提示することを目的とする。人為植生に生育する絶滅危惧植物種としてオキナグサ、ムラサキ、エヒメアヤメ、タカクリを取り上げる。人為植生は伝統的な利用形態のもとで持続的に維持されてきたが、経済環境が変化したいまでも適切な植生管理が必要である。例えばレクリエーションや環境教育の場などの形で植生管理が可能と思われる。
285	1	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		1999	安藤貴	東北森林科学会誌4(2)、p.33 ーp.36	カラマツ人工林における生物多様 性の保全とその管理	岩手県内のカラマツ人工林において生物多様性の保全を目的に調査区を設けて共存する広葉樹の調査を行い、樹木群集の出現種数、多様性指数、林分階層多様性に検討を加え、多様性の実態を明らかにした。生物多様性保全のためには混交複層林に誘導するのが好ましいが、共存広葉樹を利用して混交複層林に誘導する施策を実施するのは間伐を行う時期が適切で、木材生産も考慮に入れて、高木や中小高木の優良広葉樹を中心に育成を図るのが望ましい。(論文文中の「要旨」より)

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (46)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
286	4	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2000	長池卓男	山梨県森林総合研究所研究 報告21号、p. 29－p.85	ブナ林域における森林景観の構造 と植物種の多様性に及ぼす人為攪 乱の影響	生物多様性の階層性を包括的に把握するため、景観から種までを対象に、森林景観の構造と植物種多様性に及ぼす人為攪乱の影響を明らかにしようとした。分析視点は①森林景観を構成する景観要素の時空間的变化、②森林景観を構成する景観要素に出現した植物種のハビタット嗜好性、③森林景観を構成する景観要素の植物種多様性、④森林景観を構成する景観要素間の植物種多様性の比較および出現した植物種の地域的な評価の4つである。①では、自然環境(地形)と社会環境(人間活動や土地所有形態)の両者が景観構造の変化に強く影響していた。②では、出現した種のハビタット嗜好性を統計的に判定して、その結果を各景観要素に出現した植物種に関する解析に用いた。③では原生林、天然更新施業地、二次林および人工林について植物種多様性と構成種を調べた。原生林と天然更新施業林(皆伐母樹保残施業林)の種多様性度は、草本層、木本層ともに有意な違いはみられなかった。また、皆伐母樹保残施業は植物種多様性に重大な影響を与えていないと思われた。二次林では、ブナの相対優占度が過去の攪乱傾度を示すパラメーターであると判断された。人工林では、立木サイズの大きい林分ほど集約的な管理が行なわれており、立木サイズの小さい林分ほど管理が粗放化されてスギの相対優占度が低いことが示された。④では、ハビタットの攪乱傾度とともに種の出現傾向が異なり、各景観要素ごとに出現する種の特徴を明らかにした。最後に、景観レベルの種多様性評価法としての景観要素ごとに種多様性を把握し、景観要素間で比較する方法の評価について総括した。(論文中の「要約」より)
287	7	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2002	鈴木和次郎・池田伸	森林科学36、p.16-p.24	針葉樹人工林における「生態学的 管理」を目指して	単純一斉同齢林である針葉樹人工林を、さまざまな機能を持つ森林に変えていくには「生態系管理」が必要である。「生態系管理」は、林分の単なる集合ではなく、生態系として認識される空間スケールの森林を対象に計画・経営・管理を行う施業法であり、明確な目標が設定されている。この目標を目指して関東森林管理局森林技術センターが茨城県内にある国有林の人工林において、(1)生態系管理モデル林の造成、(2)従来型複層林の検証とモザイク林の造成(長期育成循環施業)、(3)水辺林のモニタリングと植生修復、(4)高齢人工林・二次林のモニタリングを行っている。これら四つの取り組みは互いに関連づけられていて、人工林(地帯)の小集水域における生態学的管理の試みであると言える。著者らはこの取り組みの内容を詳しく紹介している。
288	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2003	服部保・南山典子・川 村真紀子・小野由紀 子・石田弘明	ランドスケープ研究66(5)、 p.509－p.512	照葉人工林の種多様化に関する研 究	いわゆるエコロジー緑化手法は早期に林冠形成を行う目的のため、階層構造や種多様性の確保について課題が指摘されていた。工場内に造成された人工林は孤立していて周辺の森林から種子供給を受ける可能性が低いので、種多様化を図るには人工林内に種子供給源となる各種植物の母樹林が必要である。そこで大阪市内南港の人工林内に母樹林を試験的に設けて各種照葉樹林構成種を植栽し、その追跡調査を行って、人工林の種多様化に関する可能性を検討した。大阪湾の南港一帯は降水量が少ないが、今回の植栽試験により植栽植物の定着が可能であることが明らかになり、照葉人工林の種多様化を目指した母樹林形成の第一歩を確認した。
289	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2004	伊藤哲・光田靖・ Buckley, G.P.	景観生態学9(1)、p.18－p.25	絶滅危惧種ハナガガシの個体群 再生を目的とした森林タイプの再配 置	ハナガガシは九州東南部を中心に低地照葉樹林に分布する常緑カシであるが、環境者の植物版レッドリストでは絶滅危惧種IB類に指定されている。ハナガガシの生育は斜面下部の比較的水分条件の良い場所に限られるので、好適の立地は人工林へ林種転換されて、ハナガガシのハビタット減少の大きな要因になっている。本研究では、針葉樹の人工林が伐採されたあと放置され、自然に再生する二次林で、植栽や播種を行わずにハナガガシ個体群を維持することを想定して、伐採による再林種転換の適切な候補地を選定することを目的とする。その結果、人工林から二次林への再転換に関する今回の解析により、候補地をランダムに配置する場合と比較して、種子源やハビタットの効果を考慮して戦略的に配置することの有効性を得た。
290	4	41300	生物多様性 保全機能	絶滅危惧種			2005	吉野豊・前田雅量・山 瀬敏太郎・上山泰代	兵庫県立農林水産技術総合 センター研究報告. 森林林業 編52、p.1－p.6	絶滅危惧種「サラサドウダン」の保 全に関する研究(I)	兵庫県版レッドデータブック掲載種であるサラサドウダンの県内自生地での生育実態を調査した。自生地は中国山地の段ヶ峰からフトウガ峰にかけての尾根筋(調査地1)、千町峰の山頂付近(調査地2)、東山山頂南側の平坦地(調査地3)、三室山の海拔1,000m付近から山頂にかけての登山道沿い(調査地4)、後山山頂付近および後山から舟木山(海拔高1,334m)・錦ヶ谷山(海拔高1,253m)・駒の尾山(海拔高1,280m)・ダルガ峰(海拔高1,163m)と続く県境尾根筋(調査地5)の登山道に面した比較的水分条件の良い良好な場所に自生していた。調査地1、2、3では、ほとんどの個体がシカによる剥皮害を受けて多くの個体が衰弱・枯死していた。調査地4、5では、サラサドウダンはブナ林の上層木や人工造林されたスギ、ヒノキにより被圧を受けており、光条件が不良で衰弱・枯死している個体が多く認められ、ほとんどの個体が開花・結実がみられなかった。また、稚樹が定着する明るいギャップ状の場所が少なく、光条件が不良であり、林床のササ類の密生が稚樹の発生を阻害していて、後継樹は育っていない。以上の結果から、シカの剥皮害と上層木による被圧に伴う光条件の悪化がサラサドウダンの保全上の大きな問題点であることがわかった。(論文中の「要旨」より)

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (47)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
291	4	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2005	吉野豊・前田雅量・山瀬敬太・上山泰代	兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告. 森林林業編52, p.7～p.10	2005年1月絶滅危惧種「サラサドウダン」の保全に関する研究 (II)	兵庫県の千町峰山頂付近には、県版レッドデータブック掲載種のサラサドウダン個体群が自生している。この自生地ではすべてのサラサドウダンの個体がシカの剥皮害を受け、広範囲な本部の露出や木部の腐朽が発生しており、2001～2003年に自生しているサラサドウダン個体の約40%が枯死した。しかし、シカ防護柵の設置によって剥皮害が防止され、新たな枯死の発生は防止できた。シカ防護柵内で天然更新試験を行った結果、地表の腐植層を除去した区(地がき区)では稚樹の発生数は増加したが、夏季の高温・乾燥により消失する本数が無処理区より多かった。サラサドウダンの稚樹発生2年後の苗長は1～6 cm、平均2～3cm程度で初期成長は緩慢であり、下刈りなどの保育に多大の労力を要するので、早期に後継樹を確保する方法として天然更新法は実用的ではないと思われる。本自生地においてサラサドウダンの後継樹を確保するには、衰弱した個体から発生している萌芽枝を育成し再生させる方法や、自生個体から採種・育苗した苗木を植樹する方法が実用的と考えられる。(論文中の「要旨」より)
292	3	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2007	國崎貴嗣・柴田真理・甲田朋子・渡辺尚子	岩手大学農学部演習林報告 38, p.71～p.79	広葉樹人工林における林分材積成長量の林分間差に及ぼすパッチ属性の影響	岩手大学滝沢演習林における広葉樹見本林を対象に、林分材積成長量の林分間差に及ぼすパッチ属性の影響を解析した。期間平均材積成長量FVIは、期首(1994年)における総平均材積成長量MVIと有意な正の関係であり、MVIは林分間競争指数BCIと有意な負の関係を示した。林分面積が大きくなるほどBCIのばらつきは小さくなるが、0.2haでもBCIが高い林分が見受けられた。結論として、林分面積が0.2ha以下で隣接林分よりも樹高が顕著に低い林分では、その後の林分材積成長量が低くなりやすい。(論文中の「要旨」より)
293	1	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2008	田村淳・勝山輝男	保全生態学研究13, p.249～p.256	神奈川県丹沢山地における絶滅危惧種ヤシヤイデの現状と保全対策	神奈川県丹沢山地に分布する環境省絶滅危惧IA類のシダ植物であるヤシヤイデの保全に向けて、生育地における個体数と葉のサイズ、生育環境を調べた。過去に分布記録のあつた箇所のうち2箇所ではヤシヤイデの生育を確認し、個体数は2004年で計21個体、2006年で計18個体、2007年で計15個体と年々減少した。これらのうち胞子をつけた成熟個体はいずれの年も2個体のみであった。2006年におけるニホンジカの採食可能な範囲(採食可能域)とそうでないところ(不可能域)の個体数は採食可能域で11個体、不可能域で7個体であり、採食可能域が多かった。個体あたりの平均葉数は両者で差異がなかったものの、葉サイズは採食可能域で小さかった。また、葉の先端が欠け、シカに採食されと思われる個体も採食可能域が多かった。周辺の林床植被率も採食可能域では不可能域よりも低く、スズクも少なかった。以上のことから、丹沢山地のヤシヤイデは、総個体数および成熟個体数も少なく、シカの採食により成熟サイズに達することが阻害され、生育環境も悪化している可能性が示唆され、絶滅の危険性が高いと考えられた。ヤシヤイデの保全に向けて、ヤシヤイデを含めて周辺の林床植生をシカの採食から防護するための植生保護柵を設置すること、緊急避難的に増殖技術を確立することが急務である。(論文中の「要旨」より)
294	7	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2008	真坂一彦・山田健四	森林立地50(2), p.125～p.132	ニセアカシア人工林における植物種多様性	ニセアカシア林における在来植物の出現状況を評価するため、北海道の空知・石狩地域において34年生～94年生のニセアカシア人工林9林分を対象に毎木調査ならびに下層植生の調査を行った。その結果、各調査林分の全出現個体の胸高断面積(BA)合計(BA _{Total})は、林齢の増加とともにともにシグモイド型の曲線を描くような増加パターンを示したが、ニセアカシアBA合計(BA _{Ap})に注目すると、高齢林分ではBA _{Ap} が減少していた。ニセアカシア人工林内には27種の在来木本類が出現し、その最大dbhは林齢の増加とともに有意に大きくなった。そして、在来木本類の最大dbh－林齢関係はニセアカシアの最大dbh－林齢関係と有意に異ならなかった。この結果は、在来木本類がニセアカシアの植栽後早い段階で人工林内に定着し、ニセアカシアとともに大きくなった可能性があることを示唆している。一方、下層植生は全部で43種出現し、調査区あたりの出現種数は林齢の増加とともにシグモイド型の曲線を描くような増加パターンを示した。また、ササの被度が低くなるにつれて下層植生の出現種数は有意に増加した。そしてササの被度は、林分葉量と比例関係にあると考えられるBA _{Total} とのあいだに有意な負の相関が認められた。この結果から、林分の成長とともに林分葉量が増加することでササの被度が低下し、それが他の下層植生の侵入・定着を許す状況をつくっているものと推察された。(論文中の要旨より)
295	1	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2008	川西基博・小松忠敦・崎尾均・米林伸	日本森林学会誌90(1), p.55～p.60	溪畔域のスギ人工林における間伐とリター除去が植物の定着に及ぼす影響	人工林から天然性の溪畔林へ誘導することを目的に、溪畔域に位置するスギ人工林で間伐とリター除去を行い、植物の定着との関係を調査した。発芽した出現種数、発生個体数、生残個体数は無処理区や巻き枯らした区よりも皆伐区や間伐区で多い傾向があった。リターを除去したほうが発生個体数、出現種数ともに有意に多かった。また、溪畔林構成種の出現種数は増加したものの、フサクラなどの一部の樹種が優占し、シオジやサワグルミなどの主要樹種はみられなかった。草本植物の溪畔林構成種はわずかしみられなかった。伐採や林床処理によって天然更新が可能であると考えられるが、天然性溪畔林に近い林分へ誘導するには長期的な研究を行い、その結果によっては、一部の種の植栽や播種による導入も検討する必要がある。(論文中の要旨より)
296	4	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2008	長池卓男・林敦子・久保満佐子	山梨県森林総合研究所研究報告27, p.17～p.22	溪畔域におけるカラマツ人工林の種組成と林分構造	溪畔域の修復・再生を考えるために、溪畔域に造成された人工林がどのような林分構造と種組成であるのかを明らかにすることを目的に調査を行った。典型的な溪畔要素と考えられるカツラは、天然林調査区と二次林・カラマツ人工林未間伐調査区に出現し、ドロノキ、オオバヤナギは天然林調査区にしか出現しなかった。カラマツ植栽木を含む場合の間伐後の人工林と天然林との群集類似度は、総じて未間伐林分の群集類似度よりも低いのが、カラマツ植栽木を除外した場合は類似度の増加が顕著であった。これは、間伐時に広葉樹が残存された結果を示している。したがって、溪畔域の保全・再生を目指した間伐を計画する際には、溪畔域に特有または固有の樹種の残存を念頭におくことが重要である。(論文中の「要旨」より)

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (48)

文献 番号	文獻 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
297		41300	生物多様性 保全機能	絶滅危惧種			2008	長池卓男・久保満佐子・松崎誠司・高橋一秋・高野瀬洋一郎・新井伸昌	山梨県森林総合研究所研究報告27、p.23～p.27	ヤツガタケトウヒ自生地に隣接するカラマツ人工林の種組成と林分構造ー1.ニホンジカによる剥離の影響ー	ヤツガタケトウヒ（環境省レッドデータブック絶滅危惧Ⅰ類）の生育地に隣接するカラマツ人工林において、その種組成と林分構造、およびそれらに対するニホンジカの影響を明らかにする目的で調査を行った。枯死木の割合は、生立木もあわせて本数で30%を超えており、その80%でニホンジカによる剥皮が確認された。また生立木でも70%で剥皮が確認されており、ニホンジカによる影響が非常に大きかった。剥皮による枯死木の占める割合は、植栽種であるカラマツで15%程度であり、天然更新木の被害のほかが激しかった。しかしカラマツの生立木では80%、枯立木の60%で剥皮されており、被害が甚大であった。今後、剥皮によるシラベの激しい枯死が予想されるが、その後はニホンジカの剥皮の嗜好がカラマツへよりシフトすることが十分に考えられる。（論文中の「要旨」より）
298		41300	生物多様性 保全機能	絶滅危惧種			2008	長池卓男・久保満佐子・松崎誠司・高橋一秋・高野瀬洋一郎・新井伸昌	山梨県森林総合研究所研究報告27、p.29～p.32	ヤツガタケトウヒ自生地に隣接するカラマツ人工林の種組成と林分構造ー2.2年間の林分動態に及ぼすニホンジカの剥皮の影響ー	ニホンジカの剥皮害が顕著なカラマツ人工林において、2年間の林分動態に及ぼす剥皮の影響を明らかにすることを目的に調査を行った。剥皮率の高い個体ほど死亡率が高いこと、剥皮される個体は増加し剥皮率も増加していることが明らかとなった。現状の剥皮害が継続するようであれば、森林としての劣化は免れないので、適切な防除策を採用することによる剥皮害対策が求められる。
299		41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2008	安藤麻菜・喜多知代・河原輝彦・菅原泉	東京農業大学農学集報53(2)、p.144～p.151	針葉樹人工林と広葉樹二次林とのミズ群集の比較	スギやヒノキ等の針葉樹の単一樹種からなる人工林では生物相が単純になることが指摘されている。ミズは現存量が大きく、移動したり糞をすることによって土壌構造を改変し、他の土壌生物や植物に大きな影響を与えるので生態系改変者と呼ばれている。いまだで分類研究が不十分であったため種レベルでの群集構造について未解明な課題が多かったが、近年、分類研究が進み、種レベルでの群集構造の調査が可能になった。そこで本研究では森林施業とミズ群集の種多様性との関係を明らかにすることを目的として、静岡県富士宮市麓および東京都西多摩郡奥多摩町のヒノキ人工林、スギ人工林、広葉樹二次林におけるミズ群集について調査を行った。両調査地では広葉樹二次林で種数と種多様度が最も高く、次いでスギ人工林であった。また、両調査地で最も種数が少なかったヒノキ人工林で出現した種は、広葉樹二次林とスギ人工林でも共通にみられる傾向にあった。各林分では上層木の種数、土壌物理化学性などの環境要因が異なることによって、ミズの種組成や個体数密度に影響を及ぼすと考えられた。特に今回の調査結果からは、ミズが生息する環境要因の一つにリターの堆積量と質及び下層植生の種類と量が関わっていることが示唆された。（論文中の「要約」より）
300		40300	生物多様性 保全機能	施業が生物多 様性に及ぼす影響			2009	鈴木和次郎・池田伸・平野辰典・須崎智広・和佐英二・石神智生	日本森林学会誌91、p.9～p.14	高齢級ヒノキ人工林の林分構造にみる間伐履歴の影響	施業履歴の異なる100年生前後のヒノキ人工林6林分について、その施業履歴、林分構造そして植栽木の品等構成を調査し、過去の間伐を中心とした取り扱いの違いが、これらに及ぼす影響を解析した。林分の本数密度、幹材量は、31年生時を最後に間伐が全く行われていない林分で843本/ha、1,298.9 m ³ /haと最も高く、間伐回数が多いほど少なくなる傾向がみられた。本数密度を50年生までに500-1,000本/ha以下に落としておけば、その後に間伐を省略しても高蓄積の高齢級人工林の造成が可能であることが示唆された。立木の品等は、サイズの大きな個体で良形質木の割合が高くなる傾向を示した。各林分における品等構成では、間伐回数が多い林分にあっても不良形質木が存在した一方、良形質木の本数は間伐の回数に関係なく100-150本/haの密度で存在した。この結果から、過去の間伐は対象林分における品等構成の向上にはつなげてこなかったことが明らかにされた。その背景は今回のデータからは明らかにできなかったが、良形質木からなる高蓄積の高齢級人工林を造成するためには、少なくとも若齢段階の間伐における不良形質木の除去が重要であることが示唆された。（論文中の要旨より）
301		41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2010	服部保・岩切康二・南山典子・黒木秀一・黒田有寿茂	保全生態学研究15、p.47～p.59	宮崎神宮社叢の種多様性の特性	宮崎神宮には照葉樹等の植林後約100年経過した照葉人工林等が保全されている。植林後の年数が明確な本樹林は、各地で形成されている工場緑化林や緑地帯などの照葉人工林における植生遷移の予測や生物多様性保全の可能性および孤立林の維持管理方法などに関する課題を明らかにする上でたいへん重要である。本社叢の種組成、種多様性、生活形組成の調査を行い、照葉二次林、照葉自然林、照葉原生林との比較を行った。宮崎神宮の社叢は林齢約100年の照葉人工林と林齢約45年の針葉人工林から構成されており、社叢全体に118種の照葉樹林構成種が生育し、その中には絶滅危惧種も含まれていた。植栽された植物を除くと、多くの植物は周辺の樹林や庭園から侵入したと考えられた。これは、照葉人工林の種多様化に対して隣接する住宅地庭園の果たす役割が大きいことを示している。照葉自然林の孤立林に適用される種数一面積関係の片対数モデル式および両対数モデル式を用いて宮崎神宮の社叢面積に生育すべき種数を求めると、前者が119.0種、後者が158.6種となり、前者と現状の調査結果とがよく一致していた。後者の数値が適正だとすると宮崎神宮に十分な種が定着できないのは、地形の単純さのためと考えられた。社叢の生活形組成では着生植物、地生シダ植物の欠落や少なさが特徴であった。種多様性(1調査区あたりの照葉樹林構成種の平均種数)をみると宮崎神宮の照葉人工林(20.4種)は照葉原生林(42.9種)、照葉自然林(32.9種)と比較して、非常に少なく、照葉二次林ほどであった。1調査区あたりの生活形組成も照葉二次林と類似していた。宮崎神宮の照葉人工林は林冠の高さやDBHなどについては照葉自然林程度に発達していたが、種多様性、生活形組成では照葉二次林段階と認められた。（林分中の「要旨」より）

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (49)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
302	1	40600	生物多様性 保全機能	その他			2011	豊田光世・桑子敏雄	日本感性工学会論文誌 10(4), p.473-p.479	生物多様性の保全に向けた感性の ポテンシャルー環境倫理的視点 からの考察ー	これは、人工林の生物多様性を論じた論文ではない。新潟県佐渡市で進みつつあるトキの野生復帰 事業をめぐって、生物多様性の保全に関する意義を環境倫理学の視点から考察した内容で、なかなか 示唆に富んでいるので、この文献一覧に取り上げることとする。トキは一度「野生絶滅種」になり、その 後中国の協力により人工繁殖に成功して個体数が増加しつつある。そのため「絶滅危惧種」に位置づ けが変わった希少種なので大切にしなければならないという論理が成り立つ。この論理は功利主義的 価値観と学問的価値観であるが、これらの価値観に誰かが賛成するかという、決してそうではない。そ こに感性的価値観を入れることによって、トキの野生復帰事業を行うことについて合意形成の生まれる 可能性がある。感性は個性と共有性、理性と感覚を統合していく力であるが、この力を持っているのは 子供たちである。子供たちを野生復帰事業に参加させることにより、包括的な価値認識を促す創造的 合意形成に向けた対話が可能になった、とする。
303	3	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2011	田中ゆり子・城田徹 央・木村詩・岡野哲郎	信州大学農学部AFC報告9、 p.11-p.19	冷温帯上部に植栽されたカラマツ人工林の 人工林の広葉樹レフュージアとしての 機能の検討	冷温帯上部に植栽されたカラマツ人工林が、隣接する針広混交林構成樹種のレフュージア(一時的 な退避の場)として機能しうるかどうかを検討するため、信州大学農学部AFC西駒ステーションのカラ マツ人工林と周囲の針広混交林において、森林の階層構造、林床の光環境、木本植物の種組成を比較 した。カラマツ人工林では階層構造が明確であり、寝入した広葉樹の多くは7m未満にとどまった。ま た、林床の光環境はカラマツ人工林で暗かった。両林分間では、種多様性の観点からは差異が見られ なかった。しかし一方、広葉樹林に出現した18種のうちカラマツ人工林に出現した種は10種であり、カ バヤキ属などの陽性の樹種は侵入していなかった。カラマツ人工林を構成する種の約半分が風散布種 子をもつ種であったが、樹高が低いことから、その種子散布能力は相対的に低いと考えられた。以上の ことから、カラマツ人工林は広葉樹のレフュージアとして機能しうるものの、本調査地ではその能力は十 分に発揮されていないと結論された。(論文中の「要旨」より)
304	3	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2011	菅原真明・國崎貴嗣	岩手大学農学部演習林報告 42, p.1-p.14	滝沢演習林のスギ人工林における 下層木本の種多様性に影響する要 因の序列化	スギ人工林を対象に、下層木本の種多様性を高める要因として何がより強く影響しているのかを明ら かにする目的で調査を行った。林相の異なる50個の林分を対象に、分類・回帰樹木(CART)を用いて 影響する要因の序列化を行った。結論として、スギ人工林の下層木本種の多様性を高めるためには、 林内の光環境の改善も重要であることがわかった。スギ人工林の下層木本種の多様性を高めるために は、光環境を良くすることで下層木本の総数を増やし、また、さまざまな樹種が侵入できるような周辺 林分の確保が重要であると考えられた。(論文中の「要旨」より)
305	7	40200	生物多様性 保全機能	林分構造が 生物多様性 に及ぼす影 響			2011	藤森隆郎	森林科学63, p.18-p.22	生物多様性のための順応的管理	地球環境問題を反省し、またグローバル市場経済主義の行き過ぎを改めて持続可能な社会を目指 すには、地域ごとの生態系を重視した循環型社会を構築することが不可欠。生態系サービスは多様な 機能を含んでいるが、そのなかで生物多様性保全機能はほかの機能と強く関わっている。生物多様性 を支える森林の多面的機能を創出するために、求める機能ごとに森林の目標林型を定め、それに適し た管理・施業を進めていくことが要求される。森林は林齢に応じて、最初は林分初期段階、そして若齢 段階、成熟段階、老齢段階へと構造変化していくので、各発達段階に応じてそれぞれの特徴を把握し なければならない。他方、森林のタイプは人工林、里山の生活林、天然生林、天然林に分かれる。森 林の発達段階と森林のタイプの考え方を組み合わせ、また森林の地域区分であるゾーニングの課題も 取り入れて森林管理、森林施業を実践していくべきである。しかし、ゾーニングは仮説に基づく面が多 いので、生物多様性に富んだ森林をつくり出すには具体的な計画を検証し、適時修正していく順応的 管理が重要になる。
306	2	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林化 の影響		2012	長池卓男	日本森林学会誌94, p.196- p.202	混交植栽人工林の現状と課題ー物 質生産機能に関する研究を中心 にー	単一種植栽人工林に代わるオプションとして注目されている混交植栽人工林について、利点・不利 点、物質生産機能への影響とそれをもたらすメカニズムや今後の課題などを論じた。混交植栽人工林 は、複数の種が植栽されることで生態的・生産的な便益がもたらされ、広範な物品や生態系サービス を供給することが多い。これらの利点は、多様な種へのハビタットや生態的ニッチが供給され、林分レベ ルでの種多様性や生物間相互作用が維持・向上すること、物質生産機能が高まることが多いこと、等によ る。単一種植栽人工林に比較して混交植栽人工林で高い物質生産機能がもたらされるメカニズムとし ては、競争緩和と促進のプロセスが作用している。混交植栽人工林は実験的に造成されていることが 多いが、樹木や種の空間配置が規則的であること、解析対象の多くが若齢林分であること等が問題点 として指摘されている。混交植栽人工林をどのような目的を持つ人工林として造成するのかによって管 理方法が異なるため、導入に当たり整理すべき課題は多い。多様な生態系サービスを供給するように デザインされた人工林管理においては、混交植栽人工林の利点が活かされるであろう。(論文中の要 旨より)

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (50)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
307	7	41013	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2012	金森弘樹	森林科学66、p.36～p.40	人工林におけるニホンジカの問題	全国的にシカの生息頭数が増加してきて、現在では134万頭ないしは168万頭と推定されている。シカによる林業への被害発生量はほぼシカの生息密度に比例するので、近年の被害増加はシカの生息分布域の拡大と生息数の増加によると考えられる。全国の被害面積は年によってばらつきがあるものの、近年は4000ha／年程度の高水準である。シカの被害の多くは人工林においてである。シカによる人工林への被害は、大きく分けると「枝葉採食害」と「樹皮剥皮害」である。「枝葉採食害」は主に幼齢林で発生する。この被害は全国的に発生しているが、新植造林面積の減少に伴って減少している。しかし、主伐の増加に伴い新植面積のある程度の回復が見られるので、今後とも「枝葉採食害」の推移に注意する必要がある。「樹皮剥皮害」は「樹皮葉食害」と「角こすり害」に別れる。「樹皮採食害」は若齢木から老齢木にまで発生する。「角こすり害」はおもに若・壮齢木で、地上40～100cm程度の樹皮がオスジカの角によって剥皮される被害である。被害防除法のうち枝葉採食害に対しては、採食される枝葉などに忌避剤を散布または塗布する方法がある。また、シカが植栽木の梢端部を採食できない高さである約150cmを早期に達成できるように大苗を植栽する方法もある。ただし、通常苗の植栽に比べてコストが増大する。また、下刈りを省力化し、植栽木を雑草木で被覆することによって被害を軽減する方法もある。樹皮剥皮害に対して島根県では、角こすり害の回避のために樹幹に荒縄白色ビニール被覆剤金の巻き付け試験を行うなどして、被害回避に一定の効果を認めている。さらに、すでに被害を受けた林木を残したり、間伐予定木を角こすり害の対象木として残しておくことも被害防除の効果を高めると思われる。なお、各種の被害防除法の選択に際しては効果やコストだけでなく、防護資材の耐久性や環境汚染なども考慮に入れる必要がある。一般に、シカの被害を少なくするには、増えすぎたシカを減少させて、適正な生息密度に保つための広域的なシカの個体数管理システムの構築が必要である。
308	4	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生物多様性	天然更新の影響		2013	長池卓男	山梨県森林総合研究所研究報告32、p.1～p.5	溪畔城のカラマツ人工林に天然更新した樹木の動態	溪畔城の修復・再生を考えるために、溪畔城に造成されたカラマツ人工林の6年間の動態について明らかにし、近年顕著であるニホンジカによる樹木への摂食の影響を加味して、溪畔城の今後の推移について考察した。全体の立木密度は、未間伐林分では減少しているものの、間伐林分では増加していた。未間伐林分では、ウラジロモミ、カラマツ、ハシドイの減少が顕著であり、間伐が行われていないことによる自己間引きや被陰の影響と思われた。ハシドイは山梨県レッドデータブック絶滅危惧Ⅱ類に指定されているが、ハシドイへの剥皮は増加していたことから、ハシドイを残存した間伐を行って光環境を改善することや、剥皮への保全対策が必要となる可能性がある。本調査地は、県内の他の地域に比較すれば剥皮の影響は甚大ではないが、溪畔城の修復・再生と希少種の保全を考えて、注視していく必要がある。（論文中の「要旨」より）
309	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多様性			2013	山内健生・久松定智	SAYABANE N.S.(さやばねニューシリーズ)11、p.19～p.22	屋久島の原生的照葉樹林とスギ人工林におけるケシキスイ相	屋久島の原生的照葉樹林に2箇所、約40年生のスギ人工林に2箇所、針広混交老齢林に1箇所、調査地点を設けて非誘引式トラップを設置し、ケシキスイ類を捕獲してその環境指標性を検討した。調査地点ごとの個体数を比較すると、スギ人工林の2地点は原生的照葉樹林の2地点よりも捕獲数が多かった。これは、ムナクボヒラタケシキスイがスギ人工林で多く捕獲されたためである。スギ人工林ではムナクボヒラタケシキスイが捕獲される割合が高いので、原生的照葉樹林の2地点よりも多様度指数が低い値になったといえる。この採集結果から判断して、ムナクボヒラタケシキスイはスギ林に特徴的な種であると考えられる。本調査により、我が国においてもケシキスイ類が森林環境の指標性を有する可能性が示唆された。日本産ケシキスイ類は同定が比較的容易であるため、こうした知見が集積されると将来的には環境指標生物として利用可能であると考えられる。
310	2	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・文化・社会			2014	長池卓男	日本森林学会誌96、p.267～p.273	森林認証制度に関する研究動向と展望—特に森林の生物多様性保全に果たす役割に関して—	森林認証制度には、生物多様性保全や生態系サービスの持続的供給をもたらす新たな森林施業の構築に向けた役割が期待されている。本論文は、森林認証に関する最近の研究の傾向、特に生物多様性や自然環境に及ぼす影響に関する研究をまとめ、今後の研究の方向性と課題について考察した。森林認証を対象にした論文は諸外国の学術雑誌では増加しており、森林認証を運営する主体間の客観的比較による研究が進んでいる。生物多様性に関する研究では、森林認証取得による森林管理のプロセスの改善（例えば、伐採時の溪畔城の保全など）に焦点をあてた研究はあるものの、森林認証が取得されたことによる直接的な評価事例（例えば、希少種がどれだけ保全されたか）は少ない。森林認証が林業の負のインパクトを最小化することや、法的に指定された保護区以外の森林で生物多様性を保全するには十分ではないとの指摘もある。森林認証が生物多様性保全に及ぼす役割の定量化や、現場での生物多様性保全の結果を評価するツール開発が必要とされている。森林に関する社会科学と自然科学の融合において森林認証は重要な位置づけにあるため、研究者らが取り組むべき課題は多い。（論文中の要旨より）
311	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多様性			2015	瀬井純雄・高沢智嗣・藤井紀行	Bunrui15、p.21～p.27	阿蘇における草原植物の現状と草原再生	日本植物分類学会第13回大会（於、熊本）で行われた公開シンポジウム「阿蘇の草原フロラを探る—成立過程・大絶滅存種・草原再生—」における講演記録。阿蘇における草原植生の歴史と現状を幅広い観点から説明しているが、そのなかで「スギ人工林伐採による草原再生」に触れている。その箇所の講演内容は次のとおり。およそ40年生のスギ人工林、約1ha、1,200本を2011年11月から12月にかけ、もとの草原に再生する目的で皆伐した。伐採に当たっては事前に植生調査を行い、造林地の伐採前後を比較し、植生を解析した。2012年には伐採跡地に100種を超える植物が新たに出現した。さらに伐採後2年目の春にはサクラソウが再生してきた。しかし、伐採跡地全体にわたってクマイチゴ、スルズ、タラノキなどが増加し、セイタカアワダチソウやヒメムカシヨモギなどの帰化植物が優占する植生となっている場所も多い。伐採前後の植生調査の比較からは、草原再生へ向かっていると考えられるが、伐採前の影響も色濃く残っている。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（51）

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
312	3	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2018	池田一徳・福沢朋子・ 逢沢峰昭・大久保達 弘	宇都宮大学演習林報告54、 p.15－p.24	船生演習林におけるヒノキ人工林 の発達段階と鳥類群集の多様性の 関係	ヒノキ人工林の林分の発達段階と鳥類群集の多様性との関係を明らかにすることを目的とした。宇都宮大学船生演習林のヒノキ人工林11林分を発達段階によって幼齢林、若齢林、壮齢林、高齢林の4つに区分し、各林分において、鳥類の繁殖期(5月中旬～6月下旬)にスポットセンサス法を用いて鳥類群集を調べた。また、環境条件として各林分のヒノキ樹高、樹冠長、立木密度、開空度を調査した。調査の結果、14種136羽の鳥類が確認された。老齢林では他の発達段階に比べて樹高と樹冠長が大きく、鳥類の多様性が高かった。幼齢林では樹高が低く、開空度が高いものの、鳥類の多様性は低かった。鳥類の種組成を類型化した結果、ヒノキ人工林の鳥類群集は大きく2つに分かれ、一つは主として壮齢林と老齢林で構成され、もう一つは主として幼齢林で構成されていた。このように二分された要因として、壮齢林以降は、亜高木層以上の階層が発達し、これらの階層を利用する森林性鳥類などが出現したことが考えられた。以上から、ヒノキ人工林においては、林分の発達段階の進行による樹冠長の増加や立木密度の低下に伴い亜高木層以上の階層が発達することで、鳥類群集が変化するとともに多様性が高まると考えられた。（論文中の「要旨」より）
313	8	40300	生物多様性 保全機能	施業が生物 多様性に及 ぼす影響			2018	柿澤宏昭・山浦悠一・ 栗山浩一 編	単行本、築地書館（株）	保持林業	この単行本ではretention forestryが保持林業と訳されている。従来より「保残木作業」という概念があるが、これは天然更新を意図して主伐の際に母樹を残す手法で、母樹はその後、収穫される。他方、retention forestryでは生物多様性や生態系の保全・回復に主眼をおいて残す樹木を選択し、残された樹木はその後伐採されず、林分の構造や組成の複雑化に貢献することが期待される。これが保持林業の特徴である。この意義づけのもとに本書は次の10個の章から構成されていて、理論的・実証的な研究成果が明らかにされている。第1章：保持林業と日本の森林・林業、第2章：アメリカ合衆国における保持林業の勃興、第3章カナダ、ブリティッシュ・コロンビア州の事例、第4章：保持林業の世界的な普及とその効果、第5章：北海道の人工林での保持林業の実証実験、第6章：保持木が植栽木・更新へ与える影響、第7章：保持林業と復旧林施業、第8章：諸外国の生物多様性を保全するための制度・政策、第9章：日本における環境配慮型森林施業導入の課題と可能性、第10章：生物多様性の保全を進める新たな手法。 保持林業は1980年代に北米で開始され、その後ヨーロッパに波及し、さらに南米の一部やオーストラリアにも広がった。それらの地域では大面積の施業実験や実際の林業活動が行われているが、アジア地域ではほとんど行われていない。その状況下で、第5章に詳述されているように、2010年代初頭より北海道有林の空知管理区内で人工林を含む約6,000haに及ぶ大面積の森林を対象に、道有林・研究機関・大学などの共同研究により保持林業の施業実験が開始された。この実験は今後、超長期に及ぶものと思われるが、その経過と成果が注目される。
314	1	40500	生物多様性 保全機能	生物多様性 保全のため 望ましい森 林とその取 扱			2019	Yuichi Yamaura, David Lindennmayer, Yusuke Yamada, Hao Gong, Toshiya Matsuura, Yasushi Mitsuda, Takashi Masaki	Forest Ecology and Management 444,393-404	A spatially-explicit empirical model for assessing conservation values of conifer plantations (英文論文、針葉樹人工林の保全 価値を評価するための空間的に明 確な実証的モデル)	人工林は世界的に拡大し、地球上の多くの地域でランドスケープで優占するようになって来ている。人工林における生物多様性保全は重要な課題になってきており、保全価値の指標を開発することは価値がある。人工林は天然林と比べて生物多様性を担保できないが、老齢人工林は、いくつかの自生樹種とそれに伴った生物相の生息環境を用意することができる。自生樹種の量(胸高断面積)は、人工林の保全価値の簡易な指標である。様々なファクターが、林分の齢級による人工林内の自生樹種の増加率に影響を与えるようだ。そこでわれわれは、針葉樹人工林の保全価値指標から、広葉樹の量を予測する実証的モデルを開発した。われわれは、広葉樹と人工林の量(胸高断面積)の増加率の関係、人工林植栽密度、気象、地形、ランドスケープレベルの植被を計測した。国有林調査簿(森林生態系多様性基礎調査?)の3,265プロットの広範囲のスナップショットのプロットデータに基づいた序列的モデリングの枠組みを使用した。われわれの調査結果は、広葉樹林内での増加率は(他の)人工林樹種で最も高く、スギ、ヒノキ(どちらもヒノキ科)という日本における2つの主要植林樹種ではそれよりも低かった。他の樹種(マツ科のアカマツ、カラマツ、トドマツ、エノマツ)の人工林では、広葉樹が20年生以降に量が増加する。50年生のマツ科の人工林では、原生林での量の10%から20%に当たる広葉樹が存在した。植栽密度も重要だが、広葉樹の増加率との関係は非線形だった。植栽密度の低い林分では、広葉樹の増加率は高かった。増加率は、積雪深、気温、傾斜度、周辺の天然林の量とも相関があった。われわれの調査結果からは、林分林齢、植栽樹種、植栽密度に関係した施業が、人工林の保全的価値に寄与することが示唆される。われわれのモデルは、広く利用できる共変量に基づいており、また林齢と対応するので、異なる管理方針のもとにある他の地域でも適用できると思われる。
315	4	40300	生物多様性 保全機能	施業が生物 多様性に及 ぼす影響			2019	黒岩宣仁・渡辺直史	高知県立森林技術センター研 究報告、p.50－p.75	ヒノキ人工林の間伐強度に応じた 下層植生の種組成と種多様性	標高が異なるヒノキ人工林の試験地で下層植生を調査し、間伐強度と下層植生の関係を、種組成とその多様度や自然度に着目して比較した。出現したすべての植物を本来の生育地を推考して3つに区分し、解析項目ごとにその割合を調べた。本数間伐率が高いと植生高は高くなり、階層構造が発達して各階層の植被率も上がった。75%の間伐は、施業後に多くの遷移前期種が侵入し、13～15年を経てもその優占が続いていたが、巻き枯らしによる75%の間伐では遷移前期種の侵入をある程度抑えていた。25%、50%の間伐では低木層に優占度の高い種が存在し、標高が上がるにともなってその種類が変化した。今回の調査結果では、生物多様性保全機能の高い遷移後期種の豊富な下層植生を維持するための間伐率は25～50%の間に適正值があると推測され、自然植生の構成種の特性から見ると、その値のなかで常緑樹林域では低く、夏緑広葉樹林域では高い間伐率が望ましいことが示唆された。（論文中の「概要」より）

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (52)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
316	1	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2020	Yuki Negishi, Yukino Eto, Masahiro Hishita, Sachi Negishi, Masanori Suzuki, Kazuhiko Masaka, Kenji Seiwa	Forest Ecology and Management 46,1-11	Role of thinning intensity in creating mixed hardwood and conifer forests within a Cryptomeria japonica conifer plantation: A 14-year study (英文論文、スギ人工林における針広混交林化のための間伐強度の役割: 14 年間の研究)	針葉樹人工林の経営者にとって、針広混交林への転換は重要な経営ゴールの1つである。しかし、間伐強度がどの程度林分の材積や林木の形質に影響を与えるかはよくわかっていない。そこでわれわれは、14 年間(5年目に第1回間伐、さらに9年後に第2回間伐を実施)について、無間伐(コントロール)、間伐率 33%(間伐強度:弱)、67%(間伐強度:強)の施業を実施したスギ人工林を調査した。その結果、針葉樹・広葉樹の直径生長、広葉樹の林分材積、針葉樹の林分蓄積の比較生長量は、間伐強度に従って(コントロール<弱間伐<強間伐)大きくなった。一方、針葉樹、枯死針葉樹の林分材積、林分材積の総生長量(いわゆる粗生産)では逆の順序となった。これらの結果から、強間伐は、大きな針葉樹や広葉樹を育てることができるが、粗生長量は減少させることが示唆される。中間年間年輪幅(ATRW)、ATRW 価値の consistency、中間林冠率は、コントロール<弱間伐<強間伐の順に間伐強度を上げると増加したのに対し、樹高一直径率(形状比)は逆の傾向を示した。これらの試験結果から、林木の質(例えば木材密度、固さ、見た目のグレード)は間伐伐よりも弱間伐で良い結果が得られることがわかった。しかし、同一の ATRW の大きな針葉樹林木の生産は、質の面の減少を相殺するかも知れない。この研究でわかったことは、強度間伐は、上層木において早期に針広混交林を作るため、針葉樹、広葉樹双方で大きな林木を生産するための信頼できる手法だということである。一方、弱度間伐は、高品質の針葉樹林木生産、純主要生産を維持することに適している(ただし繰り返しの間伐が必要)ことが示唆された。
317	7	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			2021	Yuichi Yamaura, Yusuke Yamada, Toshiya Matsura, Koji Tamai, Hisatomo Taki, Tamotsu Sato, Shoji Hashimoto, Wataru Murakami, Kenichiro Toda, Hitoshi Saito, Kazuki Nanko, Eriko Ito, Norimasa Takayama, Nobuyuki Tsuzuki, Masayoshi Takahashi, Kazushige Yamaki, Makoto Sano	Ecosystem Services 49,1-12	Modeling impacts of broad-scale plantation forestry on ecosystem services in the past 60 years and for the future (英文論文、過去60年間および将来の生態系サービスに関する大規模人工林林業の影響モデリングする)	人工林は、世界の多くの地域においてランドスケープで優占しているが、多様な生態系サービスにどのような影響を与えるかについては未知のままである。そこでわれわれは、10の森林に関連した生態系サービスについて、森林タイプ(天然林vs人工林)、林齢、環境共変数の関数とみなし、中部日本の人工林地帯における生態系サービスを体系的に評価するためのモデル化を行った。われわれのモデルによれば、生物多様性保全、アメニティサービスを含む3つの生態系サービスは天然林の人工林への転換により著しく減少したが、他の生態系サービスでは変化は少なく、林齢によっては増加さえ生じた。どちらの森林タイプにおいても林齢の増加に応じて、5つの生態系サービスは増加し、4つの生態系サービスは減少した。過去60年間の試験地におけるモデルの適用によれば、大面積の植林時またはその直後には多くの生態系サービスにおいて著しい減少が生じる。2つの生態系サービス(生物多様性保全とアメニティサービス)においては成林しても本質的な回復は起こらない。遷移初期のステージに依存する生態系サービスにおいては、近年急激な減少が生じている。シナリオ分析によれば、急傾斜の収穫の山を避けながらの木材生産の増加は、地滑り的な感受性の増加をもたらさない。さらには、林道近辺の平坦地での天然林の再生は、生物多様性保全とアメニティサービスの著しい改善をもたらす。現在及び将来世代の純便益のむたらすかは、景観管理のあり方にかかっていると云える。
318	7	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2021	Kazuhiro Kawamura, Yuichi Yamaura, Masashi Soga, Rebecca Spake & Futoshi Nakamura	Journal of Forest Research 26(3),237-246	Effects of planted tree species on biodiversity of conifer plantations in Japan: a systematic review and meta-analysis (英文論文、日本における針葉樹人工林の生物多様性に関する植栽樹種の影響: 体系的レビューとメタ分析)	世界的に、天然林の人工林への代替が進行している。天然林と比較して人工林は生物多様性をあまり支えられないが、森林に依存した種の重要な生息地として機能することも可能である。人工林の生息地機能の主要な駆動力を理解することが、林業と生物多様性の和解には必要である。植栽樹種は、人工林の生物多様性を決定する重要なファクターの一つである。ここでわれわれは針葉樹人工林と天然林の生物多様性を比較した研究を体系的に収集し、植栽樹種の科/種の効果を、国内の人工林の広範囲の分類群の量の豊富さと種数の多様さを量的に把握するメタ分析を実施した。対象は、ヒノキ科: スギ、ヒノキ、マツ科: カラマツ、アカマツ、トドマツ、その結果、マツ科では、多くの分類群において、量の豊富さと種数の多様さにおいて、天然林と大きな差はなかった。これに対して、ヒノキ科においては、下草の豊富さを除いたすべての分類群において、量の豊富さと種数の多様さは天然林の比べて著しく低かった。この結果は、人工林とその管理の生息地としての機能は各樹種で個別に分けて考える必要があるということである。なお、例えば西日本の脊椎動物の調査は非常に限られており、今後、より総合的な調査が必要と思われる。
319	7	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2021	Kenji Seiwa, Yuki Negishi, Yukino Eto, Masahiro Hishita, Sachi Negishi, Kazuhiko Masaka	Journal of Forest Research 26(1),17-25	Effects of repeated thinning at different intensities on the recovery of hardwood species diversity in a Cryptomeria japonica plantation (英文論文、スギ人工林の広葉樹種多様性回復過程における間伐強度の差がもたらす効果)	種多様性の回復が、強度の異なる繰り返し間伐によってどのように、またどのぐらいの程度影響されるのかを明らかにするため、2003年から2017年の間に、北日本のスギ人工林で第1回間伐(2003年)、第2回間伐(2008年)を、67%(強)、33%(弱)、0%(コントロール)でそれぞれ実施し、樹高1.5m以上の広葉樹の侵入状況をみた。強度間伐においては、第1回間伐後は速やかに、本数、種数ともに増加したが、第2回間伐後は緩やかだった。この傾向は各樹種の遷移の形(初期、中期、晩期など)とは無関係だった。弱度間伐においては、本数、種数とも、一本調子で、ゆっくりと増加した。第2回間伐後、初期、中期遷移種はいずれも減少した一方で、後期遷移種の種数は一本調子で増加した。これは非耐陰性の初期、中期遷移種と、耐陰性の後期遷移種が交代したことを示唆している。結果として、2つの間伐強度の間の2つの数量に関する差はほとんど観察されなかった。これらの結果からは、間伐の強度は種の多様性には最小の影響しか与えないが、将来の種構成には影響を与える(つまり、弱度間伐の場合は後期遷移種の優占、強度間伐の場合は全ての段階の遷移種の共同占有)。大きな個体(胸囲直径5cm以上)については、本数も種数も強度間伐によって大きくなる。それゆえ、下層植生の種多様性は弱度間伐で回復することができるが、針広混交林の林冠レベルの回復は強度間伐を繰り返すことによって得られると言える。
320	7	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2011	永石文明	「J」の森 豊富 生物多様性調査 植生調査(春期)報告	「J」の森 豊富 生物多様性調査 植生調査(春期)報告	森林の景観では、一般的に高木層が目につきやすいが、下層植生としての草本層は森林の重要な役割をなしており、草本層のさまざまな種による植被は森林の健全性の指標と関係が深い。草本層を作るのは、草本だけでなく、高木性や低木性の種樹もあり、次世代の天然更新の可能性を持っている。下層植生が健全であれば林床の土壌流出を防ぐことができ、間隙のある土壌ができ、高木も育ちやすくなり、水源涵養機能も高まる。草本層調査により、森林が本来盛っている潜在能力の状況を把握することができる。この調査では、シャノン・ウィナーの多様性指数とシンプソンの多様性指数を算出して評価している。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (53)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
321	1	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			2015	松永一郎他2名	日本建築学会計画系論文集 第90巻 第714号	Simpsonの多様度指数を用いた街 路景観の定量分析	この研究は、「街路景観の質の一端を、多様性と統一性の視点から定量的に明らかにする」ことにあり、福岡市の中心部にある街路ファザードの見え方を、Simpson多様度指数により評価・検討している。
322	5	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			2012	小谷野仁	統計数理(2012) 第60巻第2号263-278 c 2012 統計数理研究所	α 多様性の測定と確率文字列の 理論	ある領域に生息する生物の群集がどれくらい多様な種や個体からなっているかを α 多様性と言う。本稿では、これまでに提案されてきた様々な α 多様性の測定方法を分類し、重要なものを概観した上で、文字列の集合上にLevenshtein 距離を定義して距離空間とし、そこで確率論を展開することによって、配列レベルで α 多様性を測定するための方法を提案した著者らの最近の研究を紹介する。この研究においては、位置の尺度として、平均の代わりにコンセンサス配列が、散らばりの尺度として、分散の代わりにコンセンサス配列からのLevenshtein 距離の平均が採用され、これらに対して展開された漸近理論が測定方法の数理的基礎になっている。最後に、動植物と比較して α 多様性の測定が困難であった微生物群集に対する著者らの方法の応用について述べる。
323	4	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2004	渡辺一郎	光珠内季報No.134(2004.3)	トドマツ人工林の保育と林床の生物 多様性	ここ数年、生物多様性という言葉がマスコミなどに頻繁に登場するようになり、関心を持つ市民が増えています。そして、国や道においては、これまでの木材生産中心の森林管理から森林生態系に配慮した利用と保全が両立するような森林管理へと政策転換が図られています。こうした背景には、長引く材価低迷の影響により、木材生産だけでは経営が成り立たなくなり、そのため、特に人工林においては、手入れ不足から森林の持つ公益的機能が低下していることがあげられます。北海道の人工林面積は森林全体の約3割を占め、これらの大部分は間伐などの保育を必要としている若齢林分です。さらに、人工林の約7割はトドマツやアカエゾマツ、スギなどの常緑針葉樹による単相林です。これらの人工林において間伐などの手入れが不足すると、個々の樹木の成長を低下させるばかりではなく、林床を暗くし、林床植生の衰退を招きます。林床植生の衰退はそこに生息する昆虫類を減らし、さらにはそれを餌とする小動物に影響を与えることから、林床植生は生物生息環境を推し計るうえで重要な指標であると考えられます。そこで、手入れが不足し林床植生が衰退してしまった人工林において、間伐が林床の生物相に与える影響について、林床植生とそこを生活の場とする地表性昆虫(オサムシ科昆虫)を調査した例を紹介します。
324	4	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2000	長池卓男	山梨県森林総合研究所研究 報告嵐21(2000)	ブナ林域における森林景観の構造 と植物種の多様性に及ぼす人為攪 乱の影響	本研究は、単一のレベルでのみ解析されることが多かった生物多様性の階層性を、包括的に把握することを試みた。そして、景観から種までを対象に、森林景観の構造と植物種多様性に及ぼす人為攪乱の影響を明らかにすることを目的とし、以下の各項目について研究をすすめた。 ①森林景観を構成する景観要素の時空間的変化 景観を構成する景観要素と、それらの時空間的変化を明らかにする。 ②森林景観を構成する景観要素に出現した植物種のハビタット選好性: 各景観要素に出現した種がどのようなハビタットに偏って出現したかを統計的に明らかにする。 ③森林景観を構成する景観要素の植物種多様性 各景観要素には、どのような種が出現し、景観要素の種多様性に及ぼす人為攪乱の影響を明らかにする。 ④森林景観を構成する景観要素間の植物種多様性の比較および出現した植物種の地域的な評価: 各景観要素に出現した種を総合的に評価することによって、各景観要素がもつ潜在的な種多様性を明らかにする。 これらのことから、ブナ林域の生物多様性の異なったレベルを考慮した森林管理について検討する。
325	5	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			2017	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 法政大学 国立研究開発法人国立環境研究所	環境省環境研究総合推進費 終了研究等成果報告書	環境保全オフセット導入のための 生態系評価手法の開発	気候変動枠組条約にかかわる温室効果ガス(GHG)削減に関して国内では、J-VETへJクレジット制度によって希望者がカーボンオフセットやクレジットに取り組めるシステムが構築されている。一方、異なる視点だが同じく全球レベルの環境にかかわる生物多様性条約においては、先のCOP10で掲げられた愛知目標という保全目標があるが、国内では必ずしも個人や団体が生物多様性保全に参画しやすい具体的なシステムが構築されていない。これまでわが国では希少種や希少生態系を中心に環境アセスメント制度による保全が行われ、一定の成功を収めてきたものの、生物多様性におけるネットロスを防ぐ対策など重要な概念が含まれていなかった。また第三者の生物多様性保全行為を包含可能とする、生物多様性バンキングなどのアイデアも、いまだ有効に活用されていない。 このような現状の下で、日本国内の民間企業等を中心に生物多様性オフセットへの期待が高まる中、世界的には75を超える機関の共同体であるThe Business and Biodiversity Offsets Programmeが生物多様性オフセットのスタンダードをまとめるなどの様々な進展がみられる。一方で国内では、オフセットが開発の免罪符になりかねないなどの懸念が表明されるなどしても、これらに応える科学的な取り組みがなかった。このような懸念は海外の既存のシステムや国内の類似システムで、生物多様性オフセットに関する生物学的にも社会的にも受け入れ可能かつ適正な生物多様性評価手法が存在しない、またはうまく機能してこなかったことが大きな原因と考えられる。また生物多様性条約の愛知目標15は「生態系の回復能力および酸化炭素の貯留に対する生物多様性による貢献の強化とそれが気候変動の緩和と適応に貢献すること」を期待しているものの、生物多様性オフセットの炭素への影響は、実施国でもほとんど配慮されていないのが実情である。これらのことから、我が国においても早急に、日本の実情に見合う生物多様性オフセット導入に関する科学的な検討が必要である。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (54)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
326	1	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			1988	武田明正 他1名	日林誌 70(6)'88	三重県下にみられる主要な森林類型の木本類の種多様度	木材生産を主たる目的としてきた森林施業においても、近年、自然保護の立場から、さらには遺伝子資源保存の観点から、有用樹種だけではなく、森林を構成する多様な樹種群の保全に留意する必要性が生じてきた。このため、木材資源の保続と経済効率との二面に力点を置いた従来の森林施業に加えて、自然環境の一要素としての樹種群の保全とも矛盾しない施業が要求されている。筆者らは、こういった観点から、従来の森林施業を再検討するための基礎的資料とするため、三重県下にみられる森林の種多様性の実態を調査している(4)。本報告は、県下の主要な森林類型がもつ木本類に関する種多様性の特徴について検討を加えたものである。本報告で用いた種多様度指数は、種の豊かさを反映するSHANNON-WIENERのH'値(対数の底を2とした)、および均等性を表すとされるPIELOUのJ'値である(3)。これらの指数計算の根拠となる各樹種の相対優占度としては、各樹種の個体数にもとづくものと、樹種ごとのD2Hの合計にもとづくものとの二通りの優占度を求め指数の計算に用いた。
327	4	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価				岩山朱美他2名	千葉県環境研究センター	手賀沼における植物プランクトンの多様性	手賀沼は、本手賀沼と下手賀沼からなる6.5km ² の天然湖で、貯水量は560 万m ³ である。本手賀沼の滞留時間は2000 年度に運用が開始された北千葉導水事業により導水前の約14～26 日から約6～11 日となり、1/2～1/3 に短縮された1)。手賀沼の植物プランクトンの長期変動については既に報告したが2)3)、今回、多様度指数を用いて手賀沼における植物プランクトンの多様性の長期変動について北千葉導水本格稼働前後で比較検討したので報告する。 各種多様度指数を算出し、経年変化について比較検討しており、指数の特性についての分析がされている。
328	7	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			2004	頭山昌郁他1名	環動昆 第15巻 第1号	種多様性の評価における二、三の問題点	「種多様性」の意味するところが曖昧である」という批判には耳を傾ける必要がある。種多様性には二つの要素があるとと言われてきた。一つは、種の豊富さに関する要素で、種数や種密度など。もう一つは、アバundance(例えば個体数や出現頻度)の均衡性あるいは均等性に関する要素である。 一口に種多様性と言っても様々な要素が関係しており、関係している多様度指数がどの要素を指標しているかを考慮する必要がある。
329	1	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			1996	森下正明	日本生態学会誌(Japanese J 初用 α 10f Ecoiogy) 46 : 269-289 (1996)	種多様性指数値に対するサンプルの大きさの影響	群集の種多様性 (species diversity) の尺度として、今まで多くの指数が提案され用いられている。しかし群集から取り出されたサンプルから計算された指数値が、母群集の多様度(多様性の大きさ)の偏りがない推定値になっているかどうかという点について、十分な吟味なしに用いられている例も少なくない。私は人工的につくった母群集から種々の大きさのサンプルを無作為に取出し、サンプルの大きさの変化にともなう指数値の変化の有無を、一般に用いられている多様性指数といくらかの新しい指数ならびにそれらの要素について検討した。
330	2	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			1953	沼田眞他2名	植物生態学会報 第3巻第3号	植物群落と等比級数法則	元村の等比級数法則についての解説及び検証。
331	7	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			2003	森本淳子	ランドスケープ研究 67(2)、2003	生態系レベルの生物多様性	「生態系レベルの生物多様性評価」の手法に求められる課題を明確にし、それらの課題を共有することを目的として、海外で発表された近年の研究成果をレビューした。
332	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			1977	川原治之助	鉱物学雑誌 第13巻 第2号 84～90 1977年1月	生物学における種概念	生物分類学の歴史及び種概念について解説している。
333	3	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			2000	中村寛志	信州大学農学部紀要 第36巻第1号	生物群集の解析手法と環境アセスメント	生物群集の構造を解析する方法は2つある。種の環境指標性を利用する定性的手法と、多様度指数や類似度指数で群集構造を解析する定量的方法である。本編ではこれらの手法を、指標生物による評価、生物群集の記載、群集の構造解析および重み付け指数による評価の形に分類し、それぞれのもつ意義をデータのもつ情報量を基準に概説する。さらにその解析手法を応用して環境評価や環境アセスメントを行う上での諸問題について述べる。またモデル群集を提示してこれらの指数の性質を比較し、重み付け指数の1つであるグループ別RI指数法をとりあげその環境評価への有効性について考察する。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (55)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
334	5	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2018	北山 兼弘	文部科学省抛出国連大学助 成事業 地球規模課題解決に資する 国際協力プログラム採択事業	生物多様性保護と持続的森林利 用の調和的達成に向けた、生態系 サービス森林認証への生物多様性 可視化技術の導入	熱帯林は、木材資源だけでなく、炭素貯留や生物多様性保護といった人類にとって重要な生態系サービ スを提供している。しかし、世界的に熱帯林が減少し、炭素排出や生物多様性減少といった問題を引き起 こしていることから、熱帯林減少の抑止は持続可能な開発目標 (SDGs) を達成するために取り組まなけれ ばならない国際的な課題となっている。東南アジアは世界で最も熱帯林減少率が大きく、この地域の持続 的森林管理の達成は持続可能な開発目標達成に向けての鍵を握っている。持続的森林管理を達成する ための制度として「森林認証」が既に確立されているが、問題も多く、浸透していない。「森林認証」とは、 持続的に管理されている森林を基準・指標に基づいて認証し、そこから生産される木材をラベリングする制 度である。しかし、炭素貯留や生物多様性保護などの生態系サービスを認証しているわけではない。この ため、既存の森林認証制度は地球環境問題の解決に貢献できていない、との批判があった。また、木材 生産者への経済的便益が発生しにくく、制度自体が浸透しにくい。このような批判の高まりを受けて、ドイツ に本部がある国際的認証団体である「森林管理協議会 (FSC)」は、「生態系サービス森林認証」を新たな 制度として提案し、そのパイロット試験を一昨年から開始している。ここで問題になるのが、生態系サービス の定量評価方法である。特に、森林管理に伴う生物多様性保護効果を広域に定量的に捉える方法が確 立されておらず、新制度実現への大きな障害となっていた。 そこで、本課題では、課題実施者が既に確立した生物多様性 (および炭素貯留量) の可視化技術で「生 態系サービス森林認証」に導入する実証試験をマレーシア・サバ州とインドネシア・東カリマンタン州で実 施する。以下の2つの目的を設定した。1) 生物多様性可視化技術で「生態系サービス森林認証」に導入 するための技術的検討を行い、認証発行時の監査において生物多様性保護効果をモニタリング・報告・検 証 (MRV: monitoring, reporting & verifying) するMRV手法を確立する。2) 「生態系サービス森林認証」に よって発生する便益の検証を行う。実証試験においては、「生態系サービス森林認証」を発行し、その監査 資料をFSCあるいは木材生産者のwebsiteにおいて掲示し、認証林の生物多様性保護効果を公表すること で認証が消費者や木材マーケット等にとどのような波及効果をもたらすのかを検証する。
335	7	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			1997	木元新作	森林科学20 1997 . 6	多様度指数の計算方法とあてはめ	生物群集や生態系における多様性は、いろいろな関係に定義することができるが、生物現象を計量化す る場合にまず考慮しなければならない点は、その指数の意味を理解し、それに適する指数を選択すること である。すなわち、どのような現象を計量化しようとするかを明確に決定することである。
336	1	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			1990	伊藤秀三	日生態学1誌 (Jpn. J. Ecol.), 40: 187-196, 1990	多様度指数間の相関関係	指数そのものの研究には二つの道がある。第一は仮想集団を用いた理論的な研究であり、第二は指数の 値の間の相関である。これまでに使用して来た諸種の指数に関しても、種の多さあるいは均等度、いずれ の要素をより強く反映しているのか、あるいは同等に反映しているのか、必ずしもすべての指数については 明らかではない (VAN DER MAAREL, 1988)。生物群集の種多様性の研究の前進のためには、この 古典的な第二の課題を置き去りにしておく事はできないであろう。
337	3	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			2007	亀井 裕幸	東京家政大学生活科学研究 所研究報告	生態学的多様性概念の保全植生 学への導入試論	本報では、生態学的多様性の量的側面を表す数値の代表であるホイットッカーの $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ 多様性 (Whittaker 1977参照) を中心に、生態学的多様性の量的側面について、筆者の考えを論じてみたいと 思います。
338	1	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			1998	山本嘉人他3名	Grassland Science 44 (2): 122-126 (1998)	放牧によるススキ型草地の植生遷 移に伴う群落の種多様度指数H'の 変化	畜産の利用にもとづく人為圧として放牧を取り上げ、刈取りや火入れによって維持されているススキ型草地 において、放牧による植生の変化とともに、植物群落の種多様度指数H'を算出し、放牧の継続が群落の種 多様性に与える影響を検討した。なお、試験地の植生の変化について一部は過去に発表済み18)である が、多様度指数の変化との関連を明らかにするため、植生データを追加再加工して掲載した。
339	1	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			1980	福島博他2名	日本水処理生物学会誌 Jap. J. Water Treat. Biol.. Vol.16, No.1・2, 1980	付着藻の優占種と多様性指数、とくに優占種により群集構造を比較す る方法	多様性指数は群集における種数と個体数の関係の特徴づける母数で、この指数によって群集における種 の豊富さや多様性の比較を行ないうることを示唆されているため (Margalef 1957, 1958, 木元1976)、群集 構造の調査に近年多様性指数を多く用いるようになってきた。この指数の算出、とくに簡単に指数を推定す るには純率によるものがもっともよいと考えられる。
340	4	41100	生物多様性 保全機能	多様性評価			2015	廣池勇太他9名	宮崎県衛生環境研究所年報 (27), 86-96, 2015	底生動物による一ツ瀬川及び一ツ 瀬川支流の水質評価	当研究所では、本県を流れる河川について平成5 年度から順次底生動物を用いた水質評価を行ってい る。平成 27 年度は一ツ瀬川本流、支流の銀鏡川及び三財川の 3 河川 6 地点で水質理 化学検査及び 生物学的な水質判定をした。理化学検査では、環境基準 河川 があるものはすべて適合し、その他の項目も 良好な結果であった。生物学的評価は、従来の平均スコア法 (に加え、生物多様度指数を用いた。その 結果、ASPT 値は 1 地点で「清水性」、5 地点で「やや清水性」となった。また、一部の指標間で強い正 の相関がみられた。この指標は水質評価の指標になると考えられることから、今後のデータ集積による検 討が必要である。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (56)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
341	3	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2021	明坂将希他7名	九州大学農学部演習林報告. 102, pp.23-30, 2021-03-22	宮崎演習林における樹木群集の α 、 β 、 γ 多様性と標高との関係に地形が及ぼす影響	九州大学宮崎演習林における樹木群集の標高に沿った種多様性の変化パターンに及ぼす地形の影響を明らかにするため、125 個の植生調査プロットから50 個を抽出するランダムサンプリングを行い、地域全体で推定される種数(γ 多様度)、地域内における各地点の種数(α 多様度)および地点間の多様性すなわち地点間での種の入れ替わりの程度を示す β 多様度($\beta = \gamma / \alpha$)の変化を標高及び地形傾度に沿って解析した。 γ 多様度は標高が高くなっても減少せず、サンプリングされた標高範囲が大きいほど増加する傾向があった。このことから本調査地では標高傾度に沿って種の入れ替わりが生じているものの、寒冷ストレスは地域全体の種数を減少させるほど厳しくないことが示唆された。また、 β および γ 多様度は、サンプリングされた斜面傾斜角の範囲が大きいほど増加する傾向があった。このことから表層土壌の移動頻度などの斜面傾斜角に応じた攪乱体制の違いが地形傾度に沿った種の入れ替わりに寄与することが示唆された。
342	2	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2011	土居秀幸他1名	日本生態学会誌 61:3 - 20 (2011)	生物群集解析のための類似度とその応用	群集生態学では、古くから類似度指数を用いた解析が頻繁に用いられてきた。しかし近年、汎用性の高い新たな類似度や検定手法が提案されているにもかかわらず、それらが十分に普及し利用されているとは言い難い。そこで、本総説では、現在までに発表されている代表的で有用な類似度、それを使ってグラフ表示、統計的検定について解説を行う。各類似度の成り立ち、指数ごとの特性、利用方法について初学者向けの説明を試みる。各種手法の理解の助けのため、統計ソフトRのveganパッケージを用いた分析を取り上げ、例題や付録のRコードを用いてvegaれによる解析手順を紹介する。利用実態としては、Jaccard指数など古くから提案されている指数が近年でも多く用いられているが、Chaoによって近年開発された指数は希少種を考慮した汎用性の高い類似度指数として優れており、Chao指数の利用が促進されることが望ましい。また、類似度を用いた検定についてもPERMANOVAなどの新しい統計手法の利用が図られるべきである。今後の群集解析において、これらの手法が取り入れられることにより、より適切な生態系の評価が行われ、新たな発見につながることを期待される。
343	7	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			1997	服部 保他3名	人と自然 No.8,41-52,1997	蝶類群集による自然性評価の手法	蝶類群集の年間を通じた調査は多くの日時と多数の調査者が必要であり、多大な経費もかかり、環境調査の一つとして、また環境教育の手法としても採用しにくい点が多い蝶類群集の安定性、多様性、日周期、季節変化などの群集の種類組成や構造などを明らかにするためには年間を通じた調査が必要となるが、自然性の評価のみを目的とする場合、年1回または数回の調査によっても評価できる可能性がある。そこで著者らは年1回または10回の蝶類調査によって、その調査地の自然性評価が可能かどうかを既報の論文を用いて検討した。次に、兵庫県、大阪府、京都府下の19地点を選び、それらの調査地で蝶類調査を年1,2回行った。これらの調査によって得られた資料をもとに各調査地の各種多様度指数値等を算出し、それらの数値と各調査地の植生自然度や自然段階との対応関係を考察した。
344	2	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			2011	豊田光世他1名	日本感性工学会論文誌 Vol.10 No.4 2011	生物多様性の保全に向けた感性のポテンシャルー環境倫理学的視点からの考察ー	新潟県佐渡市で進むトキの野生復帰事業を対象として、生物多様性の保全の現場で生じている生き物の価値をめぐるジレンマを分析し、豊かな価値認識につながる感性の重要性について明らかにする。特に、環境倫理において強調されてきた内在的価値の議論を踏まえ、生き物の利用的価値と非利用的価値が相補的に議論されていないことに由来する問題を考察し、環境の深い理解と合わせてさまざまな価値を他者と共有していく共感的な感性が必要であることを論じる。
345	2	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2013	山川博美・日置佳之・鎌田磨人・伊藤哲	景観生態学18(2)、p.79-p.81	特集「人工林景観における自然林化計画論」の企画にあたって	人工林が卓越する森林景観でバランスのとれた生態系サービスを発揮させるために、どこで人工林の木材生産を維持し、どこを自然林化(広葉樹林化)すべきかというゾーニング、すなわち景観レベルでの自然林化計画論を科学的に追求する。そのために以下6つの論考(0-2から0-7)を用意した。
346	1	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2013	千布拓生・日置佳之	景観生態学18(2)、p.89-p.108	大山隠岐国立公園奥大山地区を事例とした自然公園の生物多様性保全に資する植生データベースの構築	奥大山地区を事例に、GISを用いて生物多様性の保全・再生に必要な多種類の情報を併せ持った植生データベース(DB)の構築を試みた。このDBは、①縮尺1/5000で、詳細な土地被覆や植物群落の情報を含み、植生管理などに使用することができる。②過去4時期(1958年・1974年・1996年・2012年)の土地被覆履歴に関する情報を有し、植生遷移や土地被覆の変遷を把握できる。また、それをもとに将来の植生遷移を推定することもできる。③土地所有や国立公園の保護規制計画などの情報を有し、地域性自然公園の管理に有用である。
347	1	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2013	鎌田磨人・三幣亮・岡和樹	景観生態学18(2)、p.109-p.122	土地の生産性と山地災害リスクの評価に基づく森林の広域ゾーニング手法	徳島県全域の人工林を対象に、土地の生産性と山地災害リスクに基づく森林ゾーニングを広域的に実施していくための手法を提示した。①土地の生産性評価地図と、人工林としての持続性評価地図を作成した。②斜面崩壊の確立を推定し、斜面内における山地災害リスク評価図を作成した。人工林から自然林に転換することで生態系修復と山地災害リスクの低減を同時に達成することができる。③最後に、a)経済林としての人工林を維持する領域、b)自然林に誘導する領域、c)a)にするかb)にするかで紛争の生じる可能性のある領域、d)新たな投資を行わず現状維持とすべき領域、に区分して提示した。本手法ならば、個々の閾値が決まれば修正は容易で、合意形成の過程で順応的にゾーニング案件を作成することができる。また、どの自治体でも適用可能である。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (57)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
348	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2013	佐藤妙・伊藤哲・宗円 典久・光田靖	景観生態学18(2)、p.149- p.157	暖温帯山地河畔域におけるハナガシとハルニレの分布解析に基づく 自然林再生の優先度決定手法	暖温帯の山地河畔域を対象に、ハルニレとハナガシを指標種として自然林再生優先度を段階的に決定する手法を提示した。優先度決定の第1段階では、樹種特性の異なる2樹種の潜在的分布域を微地形と土地被覆から推定することで、潜在的な共存場所及びそれぞれのハビタットを抽出した。第2段階では指標種2種の潜在的なハビタット適正が高く、かつ現状で個体群劣化の度合いが大きな場所を抽出することで、対象河畔域のなかで河畔林再生の必要度が高い場所を選定した。第3段階では、種子散布が個体群維持・拡大の制約となるハナガシについて種子源を考慮した再生優先場所を抽出しする一方、自然のハビタットの分布が著しく制約されるハルニレについては調査地全体でのハビタットの連続性を重視した修復優先区間を抽出した。このような手法を用いると、具体的な再生手法を考慮した再生優先場所の設定が可能であり、また河畔林のどのような機能をゆうせんするかという再生目的の検討においても有効な包括的支援情報を提供できると考えられた。
349	3	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2015	松本薫・倉本宣	明治大学農学部研究報告 65(2)、p.23-p.28	40年以上放置されたコナラ主体の 雑木林における萌芽更新	放置されて40年以上経過したコナラを主体とする雑木林で、コナラの萌芽を規定する要因と萌芽更新の可能性について検討した。コナラは31株あり、伐採から半年後に13株(萌芽株発生率42%)の萌芽が確認され、1年半後には10株(萌芽株発生率32%)になった。萌芽の消長に関しては、コナラ6株が消失し、そのうち5株が枯死によるものであった。また、伐採1年後に切株の周囲1mを刈取る作業を行ったところ、コナラの3株から新たな萌芽が確認された。コナラにおける萌芽(萌芽の有無と萌芽枝の本数)と切株の状態(伐採高と切株直径)との関係について一般化線形モデルを用いて解析した結果、萌芽の発生の有無と切株の状態には関係がみられず、萌芽枝の本数は伐採高が高いほど多くなった。萌芽株の数から、40年以上経過したコナラを主体とする雑木林の更新には、萌芽のみでの更新を考えるのではなく、補植を前提とした更新施策が必要であると考えられる。
350	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2015	Dominick A. DellaSala et al.	Forests6、p.3326-p.3352	Building on Two Decades of Ecosystem Management and Biodiversity Conservation under the Northwest Forest Plan, USA	1994年の米国の北西部森林計画(NWFP)は、連邦政府の土地管理を木材生産中心から生態系管理および生物多様性保全へと移行させた。この計画では、連邦政府によって絶滅の危機に瀕している北マダラフクロウ(<i>Strix occidentalis caurina</i>)の生息域である、米国東北地域の約1,000万ヘクタールにおいて、保護区のネットワークと生態系管理戦略を策定した。その後、数回の評価と調査により当該計画の妥当性が示されている。計画実施から20年が経過し、米国の林野局と土地管理局が木材収量増加の圧力にさらされ、保全策から後退している状況の中で、本論文では(1)NWFPを支える基本的な保全生物学と生態系管理の原則を紹介し、大規模な景観保全に関心を持つ管理者のためのケーススタディとして、また(2)未曾有の気候変動と土地利用の脅威に対応した計画の戦略の改善を提言している。NWFPは、同様の大規模な保護活動を考えている管理者にとって、多くの点で参考になるだろう。
351	1	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2015	Peter Biber et al.	Forests6、p.1666-p.1695	How Sensitive Are Ecosystem Services in European Forest Landscapes to Silvicultural Treatment?	ヨーロッパにおける持続可能な林業は、多くの森林生態系サービスを提供することと特徴としているが、これまでのところ、全ヨーロッパ規模で森林管理に対する感度を精査した包括的な研究は存在しない。我々は、ヨーロッパ全域の20のケーススタディから、地域ごとに調整された森林成長モデルと意思決定支援システム(DSS)によるシナリオ分析をプログラム化し、生態系サービスの提供が、管理強度やその他の共同変数(地域の所属、社会環境、樹種構成)に依存するかどうかを分析した。シミュレーションの結果、管理強度と木材生産量には強い正の相関が見られたが、森林の保護機能や社会経済的機能との相関は弱いものであった。興味深いことに、森林の地域によって、生物多様性は管理強度の増加に対して正と負の両方の反応を示すことがわかった。共変量である種の構成と社会環境は時間に関連する要素だけだった。ある地域に属するかどうかは、生態系サービスの処理感度の点で重要な違いを生むことが多い。
352	2	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2015	Klaus J Puettmann et al.	Forest Ecosystems2(8)、p.1- p.16	Silvicultural alternatives to conventional even-aged forest management - what limits global adoption?	過去2世紀にわたる科学面・経営管理原則としての林業は、主に木材を中心とした商品生産の増加に焦点を当てた集約的な管理作業に重点を置いたものであったが、変化しつつある。「従来型」の森林管理手法は、通常、均等な樹齢の単一樹種の集約的林業の生態系への影響に関する新しい情報と懸念、そして多くの森林所有者と社会が、より幅広い管理目標を受け入れようとする意欲があることが背景にある。代替育林法の特徴は、皆伐の回避、構造多様性と小規模変動の重視、自然再生を伴う混交種の配置、集中的な造林法の回避などの基本原則にある。 本稿では、代替的な育林方法の制約と可能性に関する世界各地の著者の経験や見解をまとめた。その結果、代替的な育林方法の普及は生態学的、経済的、物流的、情報的、文化的、歴史的な一連の制約により妨げられていることが示唆された。これらの制約の組み合わせや相対的な重要性は個々の状況によって異なるため、規制やインセンティブといった的を絞った取り組みが、特定の課題を克服するのに役立つ可能性がある。 以上に基づいて、より広い意味で、原則の厳格な適用と立木の構造をあまり重視しないことが、さらなる柔軟性をもたらし、より多くの状況において代替的な育林レジームの採用を促進する可能性があることを提案する。同時に、代替的な育林システムを「望ましい、あるいは既定の管理方法」として受け入れるには、様々な生態系の財とサービスの科学的根拠と評価を継続的に発展させることが必要であり、またそこから利益を得ることができる。本書は、このような観点から議論を深めることを目的としている。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (58)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
353	1	41012	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	病虫害	2015	大西史豊・養父志乃 夫	土木学会論文集G(環 境)71(7)、p.Ⅲ_199-p.Ⅲ_204	マツ枯れ被害地におけるアカマツ 実生の定着、初期成長特性	1960年代の燃料革命以降、里山の管理放棄やマツノザイセンチュウ被害等により、アカマツ林は衰退、 消滅した。現在、里山の衰退による生物多様性の悪化、水源涵養機能と国土保全機能の低下が問題視さ れている。そこで里山におけるアカマツ二次林の再生を目指し、マツ枯れ被害地でアカマツ林の実生定着 特性と樹高の初期成長を調査した。その結果、A層の薄い急斜面でアカマツの実生本数と生存率が有意 に高いことが確認された。また、樹高成長曲線は最も誤差平方和の少ないロジスティック曲線を選び、過 去の文献と比較して十分な成長が確認された。
354	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2015	黒田有寿茂・石田弘 明・岩切康二・福井 聡・服部保	植生学会誌32、p.95-p.116	屋久島低地部のスギ人工林、照葉 二次林、照葉原生林における種組 成および種多様性の比較	(1)屋久島低地部のスギ人工林における照葉樹林構成種のハビタットとしての機能について検討するため に、下層植生の発達したスギ人工林を対象に植生調査を行った。(2)下層植生の発達したスギ人工林にお いて第一低木層に到達していた樹種はトキワガキなど、被食散布型のものが主であった。屋久島の照葉 樹林の代表的な林冠構成種である重力散布型のスダジイ、イスノキも第一低木層でみられたが、その出現 頻度や平均被度は被食散布型の樹種のそれと比較して小さかった。(3)照葉樹林構成種の種多様性はい ずれの森林タイプでも常緑高木、常緑低木、常緑木生藤本、地上生シダで高く、夏緑低木や草本では低 かった。(4)スギ人工林では地上生シダが豊富であり、照葉樹林構成種の種多様性は照葉二次林と同程 度であることがわかった。一方、スギ人工林では常緑高木、常緑低木、着生シダが貧弱で欠落傾向にあ り、照葉樹林構成種の種多様性は照葉原生林に及ばないことがわかった。(5)常在度級Ⅲ以上を示した照 葉樹林構成種の種数比率はスギ人工林と照葉樹林で25%前後と同程度であった。また、照葉樹林で常在 度級Ⅲ以上を示した照葉樹林樹林構成種の約66%がスギ人工林でも常在度級Ⅲ以上を示し、普通種と して出現していた。(6)屋久島低地部のスギ人工林は照葉樹林構成種のハビタットとして重要な存在といえ る一方、人工林管理の継続される林分が有する一時的ハビタットとしての機能のみでは照葉樹林構成種 の全ての要素を保全することは困難であり、その実現のためには、林相転換による永続的ハビタットの創 出が不可欠と考えられた。
355	7	31800	快適環境形 成機能	風致・景観 機能			2015	高梨武彦	デザイン研究62(4)、p.17- p.24	経営配慮に基づく森林風致施業の 考察	森林風致施業計画と採材数(玉数)との関係および森林の風致評価と採材数との関係を分析した。スギ ・杉人工林の調査結果からは、高い風致評価を得ていた林分は林齢50～70年生未満の保育林分で、 枝下空間量278㎡/本、胸腔直径指数0.187、3.6玉であった。ヒノキ・杉人工林の調査結果からは、高 い風致評価を得ていた林分は林齢70～100年生未満の保育林分で、枝下空間量458㎡/本、胸腔直径 指数0.128、3.75玉であった。風致評価を得つつ経営配慮を考えると、3玉を確保できる大径材(胸腔直径 31cm以上)を生産する志向が支持される結果であった。
356	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2015	叶志浩・村上健太郎・ 森本幸裕	日本緑化工学会誌41(1)、 p.115-p.120	復元型ビオトープ「いのちの森」に 生育する林床植生の変化	都市に造成されたビオトープである京都市内の「いのちの森」で近年起きている種多様性低下の原因を 調べるために植生調査を行った。2003年と2013年の植生調査資料をDCA上に図示したところ、林床調査 区及び木道下調査区については相対照度と土壌含水率の低下が進行していることが示唆された。植生 遷移の進行による樹冠のうっ閉、樹木の成長に伴う蒸発散量の増加などを原因とする環境変化であると考 えられた。このような変化に対応して、一年草、外来種などの攪乱依存種やシダ植物の減少、耐陰性や耐 乾性に富む種の増加が確認された。
357	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2015	藤森隆郎	森林科学73、p.41-p.45	持続可能な森林管理のための生態 学的・造林学的アプローチ	この記述は、2014年5月に来日したドレスデン工科大学造林学のSven Wagner教授の講演内容や同教 授との議論に基づき、著者が持続可能な森林管理の生態学的・造林学的アプローチを考察したもの。 Wagnerは①持続可能な森林管理のために、②生態系解析アプローチと③多面的サービスアプローチが あり、②と③の理解する手がかりとして④構造の問題があり、それを踏まえて⑤さまざまな空間スケールの実 践が行なわれるべきとする。この理解を藤森は大いに参考になると評価する。またWagnerは、生態系の機 能と生態系サービスの関係を述べるに際して、生物多様性の保全と土壌の保全が最も根源的な課題であ り、それらに基づいて水資源の保全、木材等生産力の保全、保険文化機能の保全が位置づけられていると したが、藤森は生物多様性の保全を最も根源的なものと位置づけるべきとの考えを示している。最後に藤 森は、日本では持続可能な森林管理に関する関心と理解が遅れていると述べている。
358	1	41013	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2016	田村淳・上山真平・松 崎加奈恵・鈴木哲平・ 藤森博英	日本森林学会誌98、p.279- p.285	シカの採食圧を受けてきた浜畔域 の針葉樹人工林での広葉樹の更 新に対する受光伐と植生保護柵の 効果	シカの影響の強い神奈川県丹沢山地の3流域(白石沢、用木沢、本谷川)の落葉広葉樹で構成される浜 畔域に隣接した針葉樹人工林において、受光伐直後にシカの採食圧を排除する植生保護柵(以下、柵) を設置して、5、6年後に柵の内外で天然更新による高木性樹木稚樹(以下、更新木)の種名と個体数、樹高 を調べた。3流域で更新木は18～36種出現して、フサザクラ、ケヤキ、オニイチヤなど13種は3流域に共通 して出現した。更新木の種数と個体数ともに風散布型が多く、更新木の種の50%以上および個体数の 80%以上には、調査地の外側30m圏内に種子供給源となりえる同種個体があった。柵内における樹高 150cm以上の更新木の個体数は、ha換算して白石沢では27,500本、用木沢では2,083本、本谷川では 7,500本であった。3流域ともにフサザクラなどの先駆性樹種が樹高の上位を占めていた。一方、柵外では 更新木の種数と個体数は柵内よりも少なく、樹高が30cmを超えたのはオオバアサガラのみであった。以上 のことから、シカの影響の強い浜畔域に隣接した針葉樹人工林では受光伐直後に柵を設置することにより 周辺の浜畔域を種子供給源とした更新木が多数侵入、定着して、針葉樹との混交林化の可能性が示され た。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（59）

103

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
359	2	41013	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2016	永田純子・明石信廣・ 小泉透	哺乳類科学56(2)、p.215～ p.224、	シンポジウム:シカと森林の管理	シカの高密度化が植生や森林土壌などに重大な影響を与えることは、ヨーロッパ、北アメリカ、アジアなど北半球温帯域に位置する多くの国に共通した現象である。このような国々ではシカによる採食と樹皮剥ぎなどで被害を受けた森林が多くみられ、植物の種構成の変化、森林更新の失敗などが報告されている。我が国においてもニホンジカ(Cervus nippon)による農林業被害や生態系への影響が深刻化しており、対策が求められている。しかし、すでに過密状態にあるニホンジカ個体群のコントロールは困難を極めており、新たなアプローチを模索しなければならない。国際的な議論の動向や諸外国の先進的な取り組みを把握し、参考にすることは、今後のニホンジカ管理体制の充実にとって重要である。本シンポジウムでは科学的シカ管理に着目し、シカの生息地に存在する森林の包括的管理および比較的新しいシカ管理手法として注目されているローカライズドマネジメント(Localized management)に焦点をあてた。アメリカ、英国、日本でシカ管理と森林管理をテーマに研究を進めている4名が講演を行い、日本のシカ管理および森林管理に対するこれらの手法の応用可能性について議論を行った。
360	7	10331	水源涵養機 能	森林と水資 源	水資源涵 養に望まし い森林とそ の取扱	望ましい標 準林分	2016	温井浩徳	水利科学347、p.50～p.61	水源林の管理―水源涵養機能を 重視した森林管理―	著者は横浜市水道局水源林管理所長である。横浜市の水源林は山梨県道志村にある道志水源林で、その面積は約2,900ha、うち人工林27%、天然林63%、残りの10%は採草地、河川敷などである。人工林はヒノキが中心で、カラマツ、スギ、アカマツも植栽されている。天然林はブナ、ミズナラなどの広葉樹林と二次林から成る。1916年に管理経営を開始したのち、1925年から1951年まで数次にわたり水源涵養保安林と土砂流出防備保安林の指定を受けて、いま全面積の97%が保安林に指定されている。その後、第9期経営計画(1996～2005年度)から、森林の公益的機能を一層増大させ、水源涵養機能を最重視した管理方針に転換した。さらに2009年度からは、より効率のかつ経済的に水源涵養機能の高い水源林整備を目的に、林床植生を豊かにして優良広葉樹等の侵入を図り、針広混交林化を促進していくこととした。具体的には、生産機能を重視した生産林と環境保全機能を重視した環境林を位置づけて、それぞれに応じた目標林型を定めている。また、単に水源林を管理するだけでなく、水源地域への支援なども多様な取り組みも行いながら、環境保全と環境共生社会の実現を目指している。
361	1	40300	生物多様性 保全機能	施業が生物 多様性に及 ぼす影響			2016	雲野明・山浦悠一	北方森林研究64、p.19～p.22	保残伐施業(REFRESH):第1セット 伐採前後の鳥類相の比較	2013年から北海道有林で、トマツ人工造林地を伐採して再造林を行うに当たり、伐採の際に一部の立木を伐り残す保残木施業の試験研究が開始された。これには各研究機関や大学などに所属する多くの専門分野の研究者が参加している。本報告は、この試験研究開始当初の伐採について、伐採前の2013年と伐採後の2015年に鳥類層の変化を調査した結果である。
362	1	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2016	上田明良	日本森林学会誌98(5)、 p.207～p.213	林齢の異なる小面積林分からなる 森林における腐肉食性甲虫(腐肉 食性シデムシとコガネムシ上科糞 虫)群集の反応	簡易な方法で捕獲した腐肉食性甲虫(シデムシ科とコガネムシ上科糞虫群集)の森林環境に対する指標性を評価するため、2012年に熊本市内の林齢が異なる小面積林分からなる森林内の15林分で腐肉を誘引餌としたビットフォールトラップを1個設置した。その結果、13種7,667個体の腐肉食性甲虫が捕獲された。種数、総捕獲数、シンブソンの多様度指数と6種の捕獲数は林齢と有意な正の関係を示した。また、林分を林齢に伴う3グループ(新植地、若齢林と壮齢林)に分けて指標種分析を行ったところ、有意な指標種が若齢林に1種、壮齢林に7種見られた。非計量多次元尺度構成法(NMS)による各林分群集の座標付けにおいても、若齢林の1座標を除くと、林齢に伴う3グループは分かれた。以上の結果から、今回の方法で得られた腐肉食性甲虫群集は小面積林分がモザイク状に存在する森林において、環境に対して優れた指標性を示し、林齢に伴う森林環境の変化に反応していると考えられた。
363	3	41013	生物多様性 保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2016	長慶一郎・榎木勉・鍛 治清弘・山内康平・緒 方健人・植葉康喜	九州大学農学部演習林報告 97、p.7～p.10	ニホンジカの摂食圧増加にともなう スズタケの動態―九州大学宮崎演 習林における2003年と2014年の比 較―	九州山地中央部に位置する九州大学宮崎演習林(2,915ha)で2003年と2014年にスズタケの健全度調査を行い、ニホンジカによる摂食がスズタケの分布に及ぼす影響を評価した。2003年は三方岳団地(2,282ha)、萱原山団地(146ha)の大部分でスズタケが消失していたが、津野岳団地(487ha)ではほとんどどの林地でスズタケが生育していた。2014年は三方岳団地と萱原山団地で、前回の調査時に消失していたスズタケが回復した場所ではなかった。津野岳団地ではスズタケの衰退が進行し、大部分でスズタケが消失していた。津野岳団地で実施したスポットライトセンサスの結果、近年、同団地でニホンジカの個体数が急激に増加しており、それが津野岳団地での急激なスズタケの衰退に繋がったと考えられた。また、スズタケが残存する場所の地形や林分の特徴などを検討した結果、標高が低く、近年、施業が実施された場所でスズタケが残る傾向にあった。
364	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2017	中川宏治	森林応用研究26(1)、p.1～p.8	皆伐施業に伴うリター層の環境変 化に対するトビムシ群集の応答	トビムシ目は検証に資するだけの個体数を扱うことが可能であり、また種レベルで環境条件に対して異なる挙動を示す。そこでトビムシ目に着目して、皆伐施業がトビムシ群集に及ぼす影響を検証することとした。皆伐後、地温の上昇に伴う生息環境の変化によってトビムシ群集は大きな影響を受け、全体的な総個体数が激減した。しかし地表性の複数の種などは一定の個体数を維持しており、各種の生理的な耐性が個体群の維持に影響していると考えられる。また、各種植物のリターに対するトビムシ各種の選好は、含有するミネラル濃度などによって異なると思われる。このことから、皆伐した林分の構成樹種がトビムシ群集の種構成や皆伐後の群集動態に影響すると考えられる。しかし、新たなリターの供給がないと、地温が上昇し、含水率が低下するなど生息環境の極端な悪化を招き、皆伐前後のトビムシ群集の安定的な遷移を妨げることになると考えられる。従って、皆伐がトビムシ群集に与える影響は、皆伐前の森林施業の頻度、樹種構成および皆伐後に未木残条をいかに均等に林地に配置するかによって決まる。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (60)

文献 番号	文獻 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
365		7	40900	生物多様性 保全機能	歴史・思想・ 文化・社会		2017	Akira S. Mori et al.	Journal of Applied Ecology(54), p.12~p.27	Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems : a research agenda for applied forest ecology	森林の生物多様性と生態系サービスが社会に大きく貢献していることを考えると、森林科学は我々の未来の健全性と持続可能性に貢献する大きな可能性を持っていると言える。特に、生態系サービスを維持するための生物多様性の役割を考えると、森林生態系における最近の進歩、機会の増加、いくつかの遅れを考慮すると、生物多様性、生態系機能およびサービスに関するさらなる研究は、SFMの実践の発展において重要な役割を果たすと思われる。本稿では、(i)生態系の健全性の基盤としての生物多様性と生態系機能の視点、(ii)環境変化への備えと適応のためのレジリエンス思考、(iii)現実の保全と管理を促進する社会生態学の提議、(iv)科学と実践をつなぐ理論主導の修復などの重要課題を明らかにした。森林は、人間による大きな影響を受けると、大きく変化する可能性が高く、新しい生態系や代替的な安定状態の出現につながる可能性がある。したがって、このような大きな不確実性に対処するために、より柔軟で新しい対策が必要である。課題はあるが、森林生態系の管理、保全、回復において、理論は重要な役割を果たすはずである。
366		7	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林 化の影響	2017	Toshiya Yoshida et al.	Sustainability(9,2093)	Structural Complexity and Ecosystem Functions in a Natural Mixed Forest under a Single-Tree Selection Silviculture	森林管理の目的はより広範になり、木材生産と森林生態系の保全を調和させることが不可欠となっている。択伐は天然林の複雑さと不均質性を維持できるので、皆伐に代わる主要な方法として認識されているが、その長期にわたる評価はあき実施されていない。本研究では北海道の針広混交天然林において、生物多様性や生態系炭素蓄積量の指標と異なる林分構造の諸属性を、施業林と非施業林(両者合計12.6 ha)とで比較検討した。その結果、30年における単木択伐の実施により、施業林における上層木の蓄積、サイズ構造、種多様性、空間分布は非施業林と大きな相違のないことが明らかになった。また、施業林の炭素蓄積量は非施業林のそれとほぼ同じであった。一方、生物多様性にとって重要ないくつかの構造的属性や指標要素(大径木、枯死木、空洞、着生蘚苔類、いくつかの鳥類群などは、施業林で著しく減少していることが示された。このような構造と要素をある程度残すことが、本地域の代替育林施業としてのメリットを導き出すために必要である。
367		1	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新 の影響	2017	中川昌彦・三間武・河 江輝樹	森林計画学会誌51(1), p.19~ p.25	カラマツの天然更新地が広葉樹林 化、混交林化しやすい原因の調査 事例	カラマツの天然更新地が広葉樹林化、広葉樹と混交林化しやすい原因について調査事例を得るため、最近カラマツの天然更新施業が行われた林地で現況やカラマツの枯損原因の調査並びに天然更新した稚樹の毎年の成長量調査を行った。足寄ではすべてのカラマツの稚樹が枯損していたが、その9割以上にエゾヤチネズミによる環状の食害痕が認められた。雄武では、表土除去から4年後には広葉樹の稚樹が優勢しており、カラマツの稚樹は被圧されていた。また、シラカンバやウダイカンバの稚樹のほうがカラマツの稚樹よりも成長が早かった。カラマツの天然更新地が広葉樹林化、広葉樹と混交林化しやすい理由として、カラマツがエゾヤチネズミによる食害を受けやすいこと、またシラカンバなどの広葉樹よりも成長が遅いことが指摘されているが、本研究の結果はそれらを支持する内容であった。
368		1	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他	2017	大石圭太・兒島音衣・ 畑邦彦・曾根晃一	哺乳類科学57(2), p.287~ p.296	間伐施業のアカネズミとヒメネズミ の生息状況に対する影響	広葉樹林に隣接した針葉樹人工林における間伐施業のアカネズミとヒメネズミの生息状況に対する影響を明らかにするため、鹿児島大学農学部附属高限演習林で、170 mほど離れた2ヶ所に、いずれもスギの人工林とそれに隣接する常緑広葉樹林にまたがる調査区を設定した。一方の調査区の人工林では、2012年8月~9月に材積率で約50%の定性間伐を実施し(間伐区)、もう一方では間伐を実施しなかった(対照区)。標識再捕法を用いて両種野ネズミの生息状況を調査したところ、間伐前は両種ともに間伐区と対照区で捕獲頻度の変動パターンは同調しており、両調査区の人工林で捕獲頻度が2ヶ月以上連続で0になったことはなかった。しかし間伐直後には対照区で両種野ネズミの生息状況に著しい変化がみられなかったのに対し、間伐区の人工林ではアカネズミが2ヶ月連続、ヒメネズミが少なくとも3ヶ月連続して捕獲頻度が0になった。間伐区の人工林ではアカネズミは間伐後3ヶ月目から、ヒメネズミは遅くとも半年後から新たな個体が侵入・定着し始め、林内植生が回復した間伐3年目には両種野ネズミの捕獲頻度や捕獲場所の分布が間伐前の状態に回復した。間伐施業は野ネズミが生息できない状況を一時的に生じさせ、その影響はアカネズミよりもヒメネズミに対して大きかったが、林内植生の回復とともに約3年でのその影響は消滅したと考えられた。
369		1	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他	2017	小松茉莉奈・安井さ 子・上條隆志	森林野生動物研究会誌42	栃木県奥日光地域における森林棲 コウモリのエサ資源量評価のための カラマツ人工林と老齢自然林の昆 虫量比較	コウモリのハビタットとしてカラマツ人工林が低質である理由をエサ資源の観点から検討するため、奥日光地域の高齢自然林とカラマツ人工林において昆虫量(個体数)の比較を行った。2013年6月から9月にカラマツ人工林と高齢自然林において各10地点ずつ、マレーズトラップを用いて飛翔性昆虫の捕獲を行った。昆虫量はカラマツ人工林のほうが多く、特にハナバチとチョウ目の個体数が多かった。本研究より、カラマツ人工林が森林棲コウモリのハビタットとして低質である理由にはエサ資源量ではなく、ねぐら資源量などの他の要因に由来する可能性が示唆された。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (61)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
370	3	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			2017	内山倫太・木本洋太・香坂玲	久留米大学ビジネス研究2、p.51-p.60	日本における生態系サービス直接支払の活用に向けた基礎的考察―農地と森林への活用に向けて―	日本の生態系保全を考える上で重要となる里山地域に焦点を当て、PES(Payments for Ecosystem Services、生態系サービス直接支払)の枠組みを通じて、農地や森林の生態系サービスを維持向上させるための制度のあり方について考察した。現在の日本における公的支援制度は生産活動に対する個別の支援措置が複雑に絡み合い、生態系サービスの維持向上のための費用対効果を把握することが困難である。そこで支払対象のターゲティングと差別化を取り入れることで、環境目標を対象とするPESスキームに移行することが、費用対効果の高い生態系保全のための公的支援を実現する上で重要である。また民間主導によるPESスキームの、生態系保全への有効性についても、なお研究が必要である。これらの基礎として、政策効果を評価するための指標の確立と情報管理体制の整備が喫緊の課題であるといえる。
371	4	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2017	小山泰弘・清水香代・岡田充弘	長野県林業総合センター研究報告31、p.27-p.48	小面積で断片化したブナ林の取扱い―ブナ林の断片化がブナ集団の遺伝的多様性と繁殖に及ぼす影響―	長野県内のブナ分布を精査したところ、ブナの分布域とされる温量指数45から85の地域では降水量が少なくてもブナが分布し、県内の概ね標高1,000m～1,500mの区域が本来はブナの分布域と考えられた。ブナの孤立林の種子発芽率は豊作年では大集団と同程度だったが、並作では種子も少なく発芽率も低かった。さらにブナ林集団としての遺伝的な多様性も低下しており、種子採取源として不適だった。ブナ孤立林の一つである松本市牛伏寺ブナ林で種子生産状況を詳しく調べたところ、豊作年でも並作年でも種子生産に貢献している成木がごく一部だったことから、子世代の遺伝的多様性はさらに低下することが危惧された。そこで、種子による増殖だけでなく挿し木による増殖も試みたが、挿し木増殖は壮樹大径木では不可能で、増殖可能な個体は若齢の小径木に限られていた。上記の結果から、壮齢の大径木のみに残る孤立ブナ林では種子採取も挿し木増殖も難しく、将来の保全に向けて課題が残された。
372	2	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2018	尾崎研一・明石信廣・雲野弘・佐藤重徳・佐山勝彦・長坂晶子・長坂有・山田健四・山浦悠一	日本生態学会誌68、p.101-p.123	木材生産と生物多様性保全に配慮した保残伐施業による森林管理―保残伐施業の概要と日本への適用―	森林は人間活動に欠かすことのできないさまざまな生態系サービスを提供しているため、その環境的、経済的、文化的価値を存続させる森林管理アプローチが必要である。保残伐施業(retention forestry)は、主伐時に生立木や枯死木、森林パッチ等を維持することで伐採の影響を緩和し、木材生産と生物多様性保全の両立をめざす森林管理法である。従来の伐採が収穫するものに重点を置いていたのに対して、保残伐施業は伐採後に残すものを第一に考える点と、それらを長期間、少なくとも次の主伐まで維持する点に違いがある。保残伐施業は、皆伐に代わる伐採方法として主に北アメリカやヨーロッパの温帯林、北方域で広く実施されているが、日本を始めとしたアジア諸国では普及しておらず、人工林への適用例もほとんどない。そこで、日本で保残伐施業を普及させることを目的として、保残伐施業の目的、方法、歴史と世界的な実施状況を要約した。次に、保残伐の効果を検証するために行われている野外実験をレビューし、保残伐に関する研究動向を生物多様性、木材生産性、水土保全分野についてとりまとめた。そして、2013年から北海道で行っている「トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験(REFRESH)」について紹介した。
373	3	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2018	鷲見勇貴・福沢朋子・逢沢峰昭・大久保達弘	宇都宮大学農学部演習林報告54、p.1-p.13	ヒノキ人工林の林分発達と森林施業がオサマシ科甲虫群集に与える影響	栃木県北部の宇都宮大学船生演習林において、ヒノキ人工林の林分発達と森林施業にともなう環境変化がオサマシ科甲虫の多様性と群集組成に与える影響を調べた。調査地として、植栽から皆伐までさまざまな森林施業が行われている林分を対象とした。これらの林分を林齢によって幼齢林、若齢林および壮齢林の3つに区分して23プロットを設置した。2014年6-11月、2015年5-11月にかけて各月1回、1プロットに10個のビッドフォールトラップを3日間設置してオサマシ科甲虫を捕獲した。また、下層植生量、開空度などの環境要因を調べた。その結果、23林分で総計33種5,389頭が捕獲された。幼齢林では種数が多く、草地性のゴモクシ亜科やアオゴミシ亜科が多くみられた。非計量多次元尺度構成法による序列化分析の結果、幼齢林が他のプロットと異なる座標配置を示した。これは、幼齢林では下層植生の発達により、草地性種が多く出現したためと考えられた。また、皆伐による下層植生の著しい増加にともなう群集組成が大きく変化し、多様性が高まることが明らかとなった。以上から、ヒノキ人工林の林分発達と森林施業に伴う環境変化において、下層植生量がオサマシ科甲虫群集に最も大きな影響を与えると考えられた。
374	1	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2018	白井聰一	日本鳥学会誌67(2)、p.227-p.235	針葉樹林ギャップ地を落葉広葉樹林に再生する過程における鳥相の変化:録音によるデータの収集	東京都の高尾小下沢国有林のスギ、ヒノキ人工林で、自然災害で生じたギャップ地に落葉広葉樹の苗木を植え、広葉樹林パッチを再生する活動を2001年から行っている。この施業が鳥類に与える影響を調べるため、留鳥10種を対象に、2006年から10年間の繁殖期に音声録音によって出現頻度を記録した。その結果、ギャップ再生地でヒヨドリやウグイスの増加傾向が認められたが、草地を好むホオジロや他の種では一定の傾向が認められなかった。
375	3	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2018	池田一穂・福沢朋子・逢沢峰昭・大久保達弘	宇都宮大学演習林報告54、p.15-p.24	船生演習林におけるヒノキ人工林の発達段階と鳥類群集の多様性の関係	ヒノキ人工林の林分の発達段階と鳥類群集の多様性との関係を明らかにすることを目的とした。宇都宮大学船生演習林のヒノキ人工林11林分を発達段階によって幼齢林、若齢林、壮齢林、老齢林の4つに区分し、各林分において鳥類の繁殖期(5月中旬～6月下旬)にスポットセンサス法を用いて鳥類群集を調べた。また環境条件として各林分のヒノキ樹高、樹冠長、立木密度、開空度を調査した。調査の結果、14種136羽の鳥類が確認された。老齢林では他の発達段階に比べて樹高と樹冠長が大きく、鳥類の多様性が高かった。幼齢林では樹高が低く、開空度は高いが、鳥類の多様性は低かった。鳥類の種組成を類型化した結果、ヒノキ人工林の鳥類群集は大きく3つに分かれ、一つは主として壮齢林と老齢林で構成され、もう一つは主として幼齢林で構成されていた。このように二分された要因として、壮齢林以降は亜高木層以上の階層が発達し、これらの階層を利用する森林性鳥類などが出現したと考えられた。以上からヒノキ人工林では、林分の発達段階の進行による樹冠長の増加や立木密度の低下に伴い亜高木層以上の階層が発達することで、鳥類群集が変化するとともに多様性が高まると考えられた。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（62）

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
376	7	40730	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	混交林化・ 広葉樹林 化の影響		2018	島田和則・勝木俊雄・ 大中みちる・岩本宏二 郎	森林立地60(1)、p.11～p.21	暖温帯域の気象害を受けた放置人工林に再生した広葉樹二次林の植物種数および生育環境区分からみた種構成の長期経年変化	人工林の広葉樹林化により植物の多様性がどのように変化したのか、検証を行うことを目的とした。暖温帯域の針葉樹人工林が気象害を受けてから広葉樹二次林として自然再生した林分について、再生0年目から30年目までの植物種数や種構成の長期経年変化について検討した。全体の種数は気象害を受けた直後の3年間は急増したが、以降は減少し続けた。次に、種構成の経年変化を出現種の生態的特徴から分析するために、出現種を生育環境区分によってタイプ分けして分析した。照葉樹林タイプの種数は調査期間を通じて増加した。一方、草原タイプなど非森林生の種数は再生初期に増加し、その後減少した。この結果、人工林跡から成立した広葉樹二次林は攪乱後再生初期では非森林生の種の一時的な増加によって全体の種数が多くなるが、その後は減少していくことが示された。人工林跡から成立した広葉樹二次林の多様性が攪乱によって増加した非森林生の種に大きく影響されることは、多様性保全を目的とした森林管理で考慮する必要があると考えられた。
377	7	40720	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	天然更新 の影響		2018	伊藤江利子・橋本徹・ 相澤州平・石橋聰	森林立地60(2)、p.71～p.82	北海道における地がき更新補助作業と今後の課題	地がき(かき起こし)は、林床に密生するササを大型機械で根系ごと除去して鉱質土層を露出させ、天然更新を図る更新補助作業である。本稿では北海道林業における地がき作業の経緯及び地がきの成否に関わる要因について、主に土壌攪乱影響に関する既往研究を基にとりまとめた。地がきは1960年代から北海道で広く実施され、地がき地の更新成功率は極めて高かった。過去の地がき事例からは、(1)表層土壌の物理性保全とササ除去の両立が更新要件であり、(2)地がきカンパ林の成長は非地がきカンパ林より良好であるものの、(3)養分条件に及ぼす表層土壌の除去影響は無視できないことが示唆された。既往の地がきカンパ林研究は大多数が林齢20年生以下の林分を対象としている。このため、地がきカンパ林から最終的に収穫可能な材種や径級及びそれらに対する地がきによる土壌攪乱の影響は不明である。さらに、地がきによる低コストのカンパ林造成が、主伐期を迎える北海道ドマツ人工林伐採後の選択肢として有望であると提言した。今後、地がきカンパ林業を実用化するためには、過去の不成績造林地の原因を究明して低標高地で懸念される草本繁茂の対策をとるなど、地がきの仕様を立地条件に合わせて改良する必要がある。
378	7	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2018	中川宏治	森林応用研究27(1)、p.11～ p.20	里山二次林の皆伐施業に伴う環境変化に対するトビムシ群集の応答	京都市の里山二次林において、皆伐後のトビムシ群集の個体群変動を追跡調査した。皆伐後、群集レベルで総個体数は維持されたが、クラスター分析の結果、優占種の個体数変動のパターンにより5つのグループに分類することができた。群集全体の総個体数が維持された主な要因として、種固有の乾燥耐性および高温耐性が寄与した結果、希少種および超希少種に含まれる特定種の個体数が増加したことが挙げられる。一方で、生息深度は個体数の維持および増加に対して影響を及ぼす要因とは考えられない。里山二次林のトビムシ群集は施業履歴や植生などの要因に対応した構成種となっており、皆伐などの攪乱に対して特徴的な応答を示すといえる。
379	1	40740	生物多様性 保全機能	人工林の生 物多様性	その他		2018	五十嵐哲也	博士論文、p.1～p.141	針葉樹人工林の本本植物の種多様性を規定する諸要因－多様性を高める施業に向けて－	天然林性植物の種多様性の減少や林分構造の単純化によって動物のハビタットの減少を招いている。このような生物多様性への悪影響を緩和するために、人工林そのものを天然林性植物のハビタットとして機能させることが有効であると認識されつつある。本論では、人工林の植物の種多様性を規定する要因として、埋土種子、外部からの散布種子、森林の前歴、種子源からの距離、長伐期化そして間伐の影響を明らかにし、種多様性を高める施業の可能性について検討した。ヒノキ人工林では、5%以上の開空率を持った林分であれば、下層植生の組成を調査することで埋土種子や外部からの散布種子を含む構成種の組成がおおよそ推定できることが明らかになった。また、埋土種子の組成は遷移初期種に偏っており、天然林を構成する樹木の多様性の維持には散布種子が重要であることが明らかになった。広葉樹二次林と隣接したヒノキ壮齡人工林では、両者の下層植生の種数や組成は似かよっていた。広葉樹二次林から離れたスギ人工林では、本本種樹の種数は最寄りの広葉樹二次林からの距離が遠くなるほど減少していた。さらに種組成も距離とともに変化しており、施業による多様性の回復には種子散布源の確保が重要であることが示唆された。人工林伐採後に再造林された二代目スギ人工林では、広葉樹林伐採後に植林された初代スギ人工林よりも種数が少なく、植林の繰り返しで種多様性を低下させることが示された。種数の減少は、もとより頻度の低い種が施業によってランダムに消失することによるものと推察された。長伐期人工林では、無間伐であっても99年生に達するまでに自己間引きが生じて低木層の種多様性が一時的に増加した。しかしその後一部の樹種が亜高木層を優占して低木層を被陰したため、107年生までに種多様性は再び低下した。このまま放置した場合、亜高木層を一部の樹種のみが優占する状態が長く続く予想される。従って単純に人工林の伐期を延長し、施業を行わずに放置した場合、多様性の回復には繋がらない可能性があることが示された。80年生のヒノキ高齢人工林に弱度の下層間伐を行ったが、下層間伐による種多様性の改善に長期的な効果は認められなかった。人工林の天然林性植物の種多様性を回復するための施業体系を確立し、有効性の検証およびリスクの検証を行うことが喫緊の課題であると考ええる。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (63)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
380	1	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2019	永田幸志	日本緑化工学会誌44(3)、p.475-p.478	神奈川県におけるシカによる森林被害	神奈川県では主に丹沢山地にシカが生息している。丹沢山地におけるシカ問題は、戦後の乱獲による絶滅の危機、保護施策による個体数回復と造林地拡大による林業被害の発生、自然植生への影響の深刻化といふ3回の局面に整理されている。丹沢山地におけるシカによる森林被害は、低中標高域のスギ・ヒノキ人工林における造林木被害と高標高域の自然林での自然植生劣化があり、現在、シカ管理計画等による取り組みが進められている。自然植生劣化への対策が継続的に進められてきた場所では植生回復が見られるものの、丹沢山地全体での植生回復には至っていないため、取り組みの継続が必要である。また、水源林整備事業等が行われている人工林でも森林整備後に林床植生へのシカの影響がみられており、近年シカが増加傾向にある箱根山地等を含めて森林整備とシカ管理を連携した取り組みが必要となっている。
381	4	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2019	兵庫県	冊子(pp.228)	生物多様性ひょうご戦略	2014年3月に策定した「生物多様性ひょうご戦略」を改定したもの。2015年9月の国連総会で採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」など情勢の変化を踏まえて、おおむね10年間(2030年度まで)を展望した内容になっている。章では第1章戦略策定にあたって、第2章生物多様性をとりまく情勢、第3章現状と課題、第4章生物多様性の保全及び持続可能な利用に向けた行動計画、第5章戦略の効果的推進、資料編である。生物多様性の理解、保全に関する総合的な方針書と言える。
382	1	40100	生物多様性保全機能	林齢が生物多様性に及ぼす影響			2020	Ilse Storch et al.	Ecology and Evolution(10)、p.1489-p.1509	Evaluating the effectiveness of retention forestry to enhance biodiversity in production forests of Central Europe using an interdisciplinary, multi-scale approach	「保持林業」(Retention Forestry)とは、伐採時に元の林分の一部を保持し、構造的・構成的多様性の連続性を維持するもので、皆伐の影響の緩和などを目的に広がる可能性はあるが、その適用に関するエビデンスは不足しており、道筋が明らかになっていない。研究トレーニンググループConFoBIは保持林業の効果に焦点を当てて温帯ヨーロッパの樹齢不均一な連続被覆林などにおいて、構造的な保持対策が森林の生物多様性の保全に適切かどうか、など評価する135区画(1 ha)を調査した。主な調査目的は、(a)異なる栄養・機能グループを含む複数の分類群に対する構造要素と景観状況の影響を調査し、生物多様性保全のための保持施策の有効性を評価すること、(b)森林の生物多様性保全がいかに認識・実行され、いかにコストと利益を生み出すかを分析し、(c)生物多様性保全を多機能森林経営にいかに効果的に統合できるかを明らかにすることである。本調査では森林の所有者や管理者が実施する社会経済的な前提条件と同様に、景観全体で必要な保持レベルを定量化した。温帯林の森林経営に生物多様性保全を組み込むための証拠となるものである。
383	1	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2020	Takuo Nagaïke	Forest Policy and Economics(118)、p.1-p.7	The role of biodiversity concerns in regional and nationwide forest management plans of Japan - Do forest plans promote conservation?	森林管理計画によって地域の生物多様性がどのように保全されているかを明らかにするため、日本の地域森林計画と全国森林計画および地域ごとの森林の状況を比較した。その結果、森林生産ランドスケープにおける生物多様性の保全・維持に重要な配慮事項(水辺など)が、地域別計画では記載が省略されているにもかかわらず、全国森林計画では記載されている事例のあることがわかった。地域森林計画では、「生物多様性を保全する上で重要な森林である特定森林を保全した」ことが必須であり、それ以外の森林は生物多様性保全の対象になっていない。特に、林業が盛んな都道府県では、すでに保全されている森林以外の森林は地域計画における生物多様性保全の対象にはならない。地域計画における生物多様性保全の地域差は、主に森林の経済的条件に左右される。日本では気候条件や自然攪乱体制が生物多様性に影響を与えるため、生物地理学的な差異を森林管理計画に取り入れる必要がある。林業と生物多様性に関するトップダウンのガバナンスと、地域性を反映した地方分権を検討し、両立させる必要がある。
384	1	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2020	末次優花・菅井理恵・日置佳之・田中一郎・土居克夫	景観生態学25 (2)、p.235-p.257	オオタカ(<i>Accipiter gentilis</i>)の生息に配慮したマツ林管理に関する事例研究	オオタカは、環境省が公表しているレッドリスト2019に準絶滅危惧として記載されている希少猛禽類である。これまで、オオタカの生息環境については日本国内及び海外の事例を基に、多数の基準等や生息環境である針葉樹人工林の管理方法が示されている。希少猛禽類の保全については生息環境をより良好に保つことが必須であり、そのためには放置型の管理ではなく、状況に応じて積極的に管理する必要がある。しかしながら、オオタカの営巣する森林で実際に施業を実施し、好ましい生息環境の維持・改善を試みた事例はほとんど見られない。本研究では「鳥取県立大山オオタカの森」を事例研究地として、施業前後の人工林の環境を植生と鳥類の2側面から比較・評価し、森林管理のあり方について提言した。具体的には、2003年度に日本野鳥の会鳥取県支部及び鳥取大学により実施された第1回調査の結果に基づき提案された管理(アカマツの間伐及び亜高木層に達する広葉樹の除伐)が5年間施業されたのち、2011年度に第2回調査が実施された。その結果オオタカは、営巣木としての大径高木が多数存在し、営巣林として林内に飛翔空間が広がるアカマツ林を選択していた。また、事例研究地周辺には田畑や伐開地など多様な環境が広がっていて採餌可能域は良好であった。すなわち、農地と森林がモザイク状に分布した里地里山の景観がオオタカの営巣及び採餌環境として利用されていた。①営巣木として利用できる大径高木の育成と②林内の飛翔空間の確保を目指す森林管理は、オオタカの生息地保全と用材林育成の両方にとって適切である。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (64)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
385	1	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2020	遠藤幸子・成瀬真理生・近藤博史・田村淳	日本森林学会誌102、p.147-p.156	スギ・ヒノキ人工林を利用する確率の高い鳥類種の推定	人工林は日本の森林の約40%を占めており、木材供給だけでなく生物にとって適した生息場所として機能することが期待されている。しかしながら、人工林内の生物の多様性およびその生態について十分に理解されているとはいえない。本研究ではスギ・ヒノキ人工林で観察される鳥類種を明らかにし、その生態的特徴について考察した。調査は2014年から2018年に、鳥類の繁殖期にあたる5月から6月にかけて神奈川県西部の3山城57地点で実施した。観察調査から8目26科45種がスギ・ヒノキ林を利用していることが確認された。それらの種数および種組成は、スギ林とヒノキ林との間で有意な違いはみられなかった。確認された鳥類のうち留鳥10種と夏鳥2種を含む2目9科12種は全ての山城で年を経ても繰り返し確認されており、スギ・ヒノキ人工林を利用する確率の高い種であると示唆された。これら12種のうち11種は昆虫食であった。また10種は樹上と樹洞に営巣する傾向があった。このように、人工林を利用する確率の高い種では食性と営巣場所の選択において高い共通性がみられた。
386	2						2020	日本景観生態学会	景観生態学25(2)、p.109-p.116	意見 次期・生物多様性国家戦略で推進すべき事項についての提案	運営委員会で承認され、2020年6月5日づけで環境省自然環境局長に提出した景観生態学会の意見書である。基本的に、次期・生物多様性国家戦略では複数の機能を同時に発揮できる生態系が地域のインフラの核として活用され、持続的に維持される社会の構築を目標にするべきとしている。そのうえで具体的事項は次のとおり。1.エコリージョン区分に基づく国土管理・利用のあり方の提示、2.国立公園・国定公園の位置づけの再定義とそれに基づくゾーニング、3.国土保全型、地域創生型の森づくり、4.農地の多機能性を発揮させるための仕組みづくり、5.海岸エコトーンの統合的管理、6.都市化によって劣化した生態系機能のミディゲーション、7.地域の歴史・風土にもとづく自然資本の管理、8.企業参入の仕組みの構築、9.人材の育成と配置、10.データに基づく政策策定プロセスの強化、11.戦略的環境アセスメント実施のための仕組みづくり。
387	1	41012	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	病虫害	2020	西川祥子・久保満佐子・尾崎嘉信	日本森林学会誌102、p.1-p.6	ナラ類集団枯損が発生したコナラ二次林における17年間のナラ類の生残と枯死	コナラ林におけるナラ枯れの進行過程とナラ類およびクリ(以下、ナラ類としてまとめる)の動態を明らかにするため、島根大学三瓶演習林の1haのコナラ林で2001年から2018年の17年間にわたるナラ類の生残と枯死並びに胸高直径の変化を調べた。ナラ枯れが確認された2012年から2014年の各年は枯死個体の分布も調べた。その結果、ナラ枯れ発生前はナラ類の小径木が枯死したが胸高断面積合計は増加し、ナラ枯れの発生に伴い減少に転じた。ナラ枯れ発生初期の2012年と2013年はナラ枯れにより直径に関係なく枯死し、ナラ枯れが蔓延した2014年は小径木で枯死しやすく、ナラ枯れは谷で発生しやすかった。2013年と2014年は各1年でナラ枯れ発生前の5年分に近い本数が枯死した。2001年に426本あったナラ類は2018年に212本になり、ナラ枯れによる枯死率が18.1%、その他の要因による枯死率が32.2%と、17年間ではナラ枯れによる枯死木のほうが少なかった。しかしナラ枯れによって短期間で枯死木が増加することに加え、大径木も枯死することで森林構造が大きく変化すると考えられた。
388	1	41014	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	その他	2020	千葉翔・河津洋太郎・林田光祐	日本森林学会誌102、p.108-p.114	蔵王連峰のオオシラビソ林で発生した集団枯損の広域把握と枯損後の更新	林床にササが優占する蔵王連峰のオオシラビソ林では、穿孔性昆虫による局所的な集団枯損が発生している。本研究では、山形県側に分布する528 haの同種の森林を対象に、衛星画像を用いて各50mメッシュ内にある個体の枯損率を調べ、GISにより集団枯損の分布と対応する立地を検討した。枯損率60%以上のメッシュが集中する地区は大別して3カ所あり、その大部分は高標高域の西側斜面に位置していた。しかし、同立地の多くは枯損率が20%未満のメッシュであったため、集団枯損の局所的な発生を立地条件だけで説明することはできなかった。28個のメッシュ内に調査区を設定し、ササの林床被度と後継樹密度との関係を調べたところ、ササが密生するほど同種の実生や稚樹の数は減少した。ササの被度は標高が上がるにつれて増加する傾向があり、後継樹密度は高標高域で低かった。その傾向が顕著であった地蔵岳の西側斜面は、高標高域に枯損率の高いメッシュが最も集中しており、枯損林内に設定した調査区には実生や稚樹がまったくなかった。従って地蔵岳西側斜面の集団枯損林はその後の更新が困難と予測された。
389	1	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2020	野宮治人・山川博美・重永英年・伊藤哲・平田令子・引地修一	日本森林学会誌102、p.202-p.206	キュウシュウジカによるスギ幼樹木の折損被害の特徴	平均苗高160 cmのスギ大苗を植えた試験地で植栽後4年間に発生した、キュウシュウジカによる主軸および側枝に対する折損被害の特徴を明らかにした。主軸の折損は1～2年目に、側枝の折損は4年目に集中して発生した。調査期間中に折損が原因の枯損は確認されなかったが、主軸を折損した個体では樹高成長は遅れた。折損部の高さは120 cm前後に集中し、折損部の直径は6.5～15.8 mm(中央値12.2 mm)、折られた主軸の長さは17～85 cm(中央値53 cm)であった。折損部の高さに対して斜面傾斜の影響は小さかった。以上の結果から、主軸や側枝の直径が16 mmを超えると折損されにくいと推察される。また、防鹿柵を設置してもシカが侵入する危険はあるので、スギが折損被害を受けないサイズに成長するまでは注意が必要である。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（65）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
390	1	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			2020	Marija Cosovic et al.	Forests(11),343, p.1-p.24	Stand Structural Characteristics Are the Most Practical Biodiversity Indicators for Forest Management Planning in Europe	森林生態系の回復力提供と持続可能な機能に対する生物多様性の重要性から、森林管理計画に生物多様性評価を含めることがますます重要になってきている。本稿では、ヨーロッパにおける森林管理計画に生物多様性指標を取り入れる可能性について調査した。特に、(i)林分レベルおよびランドスケープ（流域）レベルでの生物多様性評価のための指標とデータ収集方法を特定し、(ii)森林管理計画におけるこれらの指標の実用性を評価することを目的として、1990年から2020年までに発表された文献をベースに94件の研究を選び、詳細な検討を行った。 生物多様性の3つの側面（構造、構成、機能）と4つの森林管理カテゴリー（非管理、管理、植林、森林放牧）を考慮し、森林の生物多様性指標の実用性については、費用対効果、適用の容易さ、時間対効果の3つの基準で評価した。その結果以下のようなことが明らかになった。林分レベルの指標は流域（ランドスケープ）レベルの指標よりも実用的であること、構造的な生物多様性指標（大木、林冠の開放性、古い林相など）は、専門家だけでなくも容易に観察でき、森林インベントリで得られるため、組成的な指標よりも管理計画に有用であること、リモートセンシングやその他の技術（例：スマートフォンのアプリケーション）は、将来的に効率的なデータ収集のために有望であること。これらのツールをより正確にし、様々な生態学的条件やスケールに適用できるようにするためには、さらなる研究が必要である。それまでは、インベントリから得られる林分の構造変数は、不確実な未来に向けてヨーロッパの森林を準備するための管理計画を改善するのに役立つだろう。
391	2	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2021	長池卓男	日本森林学会誌103、p.297-p.310	人工林における外来種植栽の現状と課題―針葉樹を中心に―	人工林における針葉樹外来種植栽についての現状や課題をまとめた。自生種よりも成長の良い外来種や、市場で優位的な販売性を持っている外来種などが植栽されており、気候変動に適応できる種として外来種が選択されていることもある。一方、植栽地以外への定着・拡散が確認され、地域の植生や生物相、水文や養分循環などに負の影響を及ぼしている例もある。外来種を植栽した後に侵略性が顕在化した際、その対策にはコストが非常にかかっている。外来種を導入する可否を判定するツールが開発されているが、侵略性の評価に加え、土壌や水文への影響、食植者耐性などを含めた評価が必要とされる。また、外来種は、それ自体に対する考え方やノベル・エコシステムの中での位置づけに議論が起きている。外来種であるコウヨウザンの日本での植栽が開始されているが、原産地の中国では更新の失敗と生産性低下が課題とされており、それは根などからの他感物質が原因の一つであるとされる。人工林にどのような樹種を植栽するかは木材生産機能のみならず公益的機能に少なからず影響するため、さまざまな機能の面から事前の検討と影響の予測が必要であろう。
392	1	40600	生物多様性保全機能	その他			2021	孫鵬程・貫本涼・柴田昌三	日本森林学会誌103、p.96-p.104	鹿児島県の管理モウソウチク林における管理・生産状況および林分構造の現状	本研究は、鹿児島県の管理モウソウチク林の生産状況と林分構造の現状を明らかにすることを目的とした。始良市とさつま町の2カ所の管理モウソウチク林における林分調査と竹林管理者に対する聞き取りを行った。その結果、管理者の高齢化に伴い竹林での重労働が困難になっている一方で、林分調査の結果（平均稈密度3,917本/ha、平均DBH 12.0 cm、新竹率30.6％、稈の1様分布）と施業現状から、対象竹林における管理（密度、施肥および防災管理）は現在も続けていることが考察された。一方で、国内需要の低迷などの影響から竹材・タケノコの生産量は10年前と比べて顕著に低減していた。このことは、調査林分における稈密度が過去よりも増加したことと一致していたことに裏付けられていると考えられた。今後、竹林は委託管理など新たな管理主体により管理を継続する場合、今までの竹林管理で集積されてきた技術、竹林生産などを参考情報として整理・記録する必要があると考えられる。また、作業がしやすい低密度が1つ1様分布という林分の特徴を示す管理竹林を対象とした林業機械の開発と導入が、作業の持続性と省力化を改善する一つの選択肢として検討する価値があると考えられた。
393	1	40712	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	高齢化の影響	成長への影響	2021	國崎貴嗣・山崎遙	日本森林学会誌103、p.285-p.290	過密なスギ高齢人工林における41年間の林分成長経過	過密なスギ高齢人工林1林分における林齢134～175年の林分成長経過を、斜面区と平坦区別に調べた。斜面区では、本数率10％前後の極めて弱い伐採が数回実施されたため、過密状態を解消できず、枯死木が発生し続けた。しかし継続的に伐採されたことで、込み合い度は緩やかに改善し、胸高直径成長量が増加することで平均形状比は70未満まで低下し、林分材積純成長量は10 m ³ /ha/年以上に達した。平坦区では、林齢146年に本数率22％の下層間伐が実施されたことで過密状態が解消され、枯死木発生が止まった。そして胸高直径成長量が増加することで平均形状比は70未満まで低下し、林分材積純成長量は20 m ³ /ha/年前後まで増加した。地位級1等で樹高成長が継続しているため、相対幹距15％を超える下層間伐を施せば林分材積純成長量が20年近く20 m ³ /ha/年前後になることが確認された。
394	1	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2021	飯島勇人・丸山哲也・坂庭浩之・森田厚・新井一司・岩井淳治・小澤正嗣・岡本卓也・小松鷹介・石田朗	日本森林学会誌103、p.344-p.350	ニホンジカによる立木の剥皮発生に影響する要因の地域間での類似点と相違点―複数都県のデータを用いた検証―	ニホンジカの分布拡大やそれにもなう森林の立木剥皮が、日本各地で報告されている。このようなニホンジカによる剥皮を効率的に防除するには、剥皮発生に影響する要因を対象地域で明らかにする必要がある。本研究では関東付近の9都県において、ニホンジカの密度指標の一つである目撃効率、傾斜、積雪深、立木の胸高直径、樹種とニホンジカによる立木の剥皮発生確率との関係を、調査地ごと及び立木1本ごとで解析した。解析は全都県および岐阜県、山梨県、栃木県について行った。その結果、調査地ごとの剥皮発生確率は、全都県と各県で積雪深が大きくなると高まるが、積雪深がさらに大きくなると減少する一山形の傾向を示した。ニホンジカの目撃効率や傾斜が調査地ごとの剥皮発生確率に与える影響は都県間で傾向が異なっていた。立木ごとの剥皮発生確率はニホンジカの目撃効率が大きいほど高まっており、ニホンジカによる剥皮の嗜好性は都県間で比較的に共通していた。以上の結果から、ニホンジカによる剥皮発生に影響する要因は、関東付近の9都県においては比較的一貫していることが明らかになった。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (66)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
395	1	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2021	福本浩士	日本森林学会誌103、p.336-p.343	暖温帯域におけるニホンジカによる過度の採食と隣接落葉広葉樹林からの種子供給が人工林伐採跡地の天然更新に及ぼす影響	暖温帯域のニホンジカが高密度で生息する人工林伐採跡地において、シカの採食圧の大きさ及び隣接落葉広葉樹林からの散布種子が天然更新に及ぼす影響を検討した。落葉広葉樹林の隣接の有無に関わらず、人工林伐採後に供給される被食散布種子の量は極めて少なかった。また、落葉広葉樹林が隣接する伐採跡地のシカ柵内において被食散布型の樹種であるアカメガシワが優占していた。アカメガシワは寿命が短い先駆性樹種であるため、将来的な林冠構成種とはならないものの、伐採跡地の天然更新の初期段階において重要な役割を果たすと考えられた。一方、ケヤキやシデ風などの風散布種子の供給は年次変動があるが、シカ柵内において風散布種子由来の稚樹が柵設置4～5年後に更新基準である樹高1.5 mを上回ったことから、暖温帯域でも風散布型の樹木で構成される落葉広葉樹林は天然更新に一定の役割を果たしていると考えられた。シカ柵の外側では樹高1.5 mに達した後生樹は、隣接する落葉広葉樹林の有無に関わらず確認されなかった。ニホンジカが高密度で生息する地域において、人工林伐採跡地の天然更新を促進させるためにはシカ柵の設置が必要不可欠である。
396	1	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2021	渡辺陽平・白濱千紘・石田清	日本森林学会誌103、p.379-p.390	多雪山地におけるブナとミズナラのすみ分けの実態とその生成要因	北日本の多雪山地における環境条件の背腹性(冬季季節風の風上・風下斜面間の環境や植生の違い)に対応したブナとミズナラのすみ分けの実態とその生成要因を解明することを目的に、青森県八甲田連峰内の八幡岳山稜に、稜線をまたぐように東西方向に2調査区(高木林区と低木林区)を設置し、毎木調査と生育環境の評価を行った。その結果、両調査区ともに環境条件や両種の個体数の割合に背腹性が認められ、積雪と土壤水分の多い場所にはブナが、それらが少ない場所にはミズナラが多く分布していた。また、両種の個体密度と環境要因との間の因果関係を推定するためにパス解析を行った。その結果、最大積雪深と土壤含水率、斜度が両種の個体密度に大きな影響を与え、また斜度は地形が急峻な低木林区の方が大きな影響を与えるると推定された。また高木林区において、ミズナラ個体密度はブナ以外の樹種から正の影響を受けていると推定された。以上より、多雪山地における両種の局所的なすみ分けには主に積雪や土壤水分の背腹性が関与し、地形が急峻な場所では斜度も大きく影響していることが示唆される。また、他樹種がミズナラの分布に正の作用を与えている可能性が示唆される。
397	1	40730	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		2022	伊東康人・藤堂千景・山瀬敬太郎・山崎理正	日本森林学会誌104、p.146-p.153	小面積皆伐地に植栽した落葉広葉樹3種の初期5年間動態	針広混交林化の技術確立に繋がる知見として、兵庫県の小面積皆伐したヒノキ人工林にクリ、ヤマザクラ、コナラの落葉広葉樹3種を異なる密度(1,000、1,500または2,000本/ha)と方法(単木混植または単植)で植栽し、植栽木の成長および生存に影響を及ぼす要因を調べた。3種の植栽木の成長量は前年地際径および開空度の増加に伴い増加し、土壤含水率の増加に伴い減少していた。生存率に関しては、前年地際径の増加に伴い3種とも生存率が増加し、開空度の増加に伴いクリでは生存率が増加、ヤマザクラ、コナラでは生存率が減少していた。コナラ単植プロットでは、地形の異なる調査地間で5年目の地際断面面積合計に大きな差がみられたのに対し、単木混植プロットでは単植プロットほどの差はみられず、植栽密度が高いほど5年目の地際断面面積合計も大きくなった。植栽後5年間に限っては、環境応答性が異なる樹種を混植することで成長または生存できないというリスクが回避されること、検討した中では最も植栽密度が高い2,000本/haが最適であることが示唆された。
398	1	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2022	國崎貴嗣・白旗学・松木佐和子	日本森林学会誌104、p.223-p.228	過密なスギ壮齡人工林における間伐効果―樹冠長と胸高直径成長量に基づく分析―	最近(2011年または2012年)に間伐された過密壮齡林2林分を対象に、本数率30％前後の強度が中庸な下層間伐が樹冠長の7年間の変化および4年間の胸高直径成長に及ぼす影響を調べた。いずれの間伐林でも平均樹冠長は時間とともに増加した。間伐林における樹高の成長速度は0.2 m/年前後であるのに対し、生枝下高の上昇速度はほぼ0.0 m/年であった。間伐林の平均胸高直径成長量は放置林のそれより有意に高かった。また期首胸高直径と胸高直径成長量の関係では、期首胸高直径が大きな立木ほど間伐林と放置林の胸高直径成長量の差が大きくなった。本研究は、中庸な下層間伐によって過密壮齡林における樹冠底部の生枝の枯れ上がりが停止した事例を報告した。ただし、樹冠競合で相対的に劣勢な立木ほど胸高直径成長促進の効果が低くなくと考えられる。
399	1	40600	生物多様性保全機能	その他			2022	相原隆貴・小林慧人・高野(竹中)宏平・平田晶子・尾関雅章・松井哲哉	日本森林学会誌104、p.286-p.294	長野県における竹林の分布とその地形条件	近年、周辺の土地への竹林の拡大が日本各地で問題となっている。竹林の適切な管理計画立案のためには、その成立を規定する地形条件の解明が必要である。先行研究において、比較的限定された地域における地形条件の解明がなされてきた一方で、広域で竹林の成立可能な気候条件(潜在生育域)下を対象とし、地形条件を解明した事例はない。本研究は長野県を対象とし、竹林の位置情報を航空写真および現地踏査によって把握し、潜在生育域と竹林の成立する土地の地形条件を県全域で比較した。その結果、竹林の潜在生育域は斜面傾斜度0° 付近と30° 付近に二つのピークを持ち、全方位に分布するのに対し、竹林(10,523カ所、総面積1,449.0 ha)は斜面傾斜度5～20° の緩傾斜地に55.7％が、南東、南、南西向き斜面に53.5％が成立していた。この竹林の地形条件の傾向は県内5地域(北信地域、中信地域、東信地域、南信地域、木曽地域)いずれにおいても共通であった。これらの結果から長野県内の竹林は南向きの緩斜面の条件に多く生育している傾向が明らかになり、土地利用や竹林経営の観点から現在の地形条件に植栽され、残存してきたと推察された。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（67）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
400	1	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2022	上田明良・伊藤宏樹・佐藤重徳	日本森林学会誌104、p.309-p.320	オサムシ科甲虫群集への針葉樹人工林の単木・群状保残伐および小面積皆伐の効果	保残伐と小面積皆伐は伐採インパクトを軽減すると考えられている。これらの施業と全面皆伐後1～3年のトドマツ人工林および非伐採林において、魚肉ベイトのビットフォールトラップを各林分に1～3基、約110日間設置して、環境指標性が高いとされるオサムシ科甲虫を捕獲した。全伐採地の種構成は非伐採地と異なっていて、伐採が群集を変化させていた。侵入広葉樹の一部を非伐採で残す単木保残施業区の種構成は皆伐区のそれよりも非伐採林に近く、保残量と森林性種捕獲数の間に有意な正の関係があった。0.36 haの人工林を残した群状保残施業保残区内の森林性種捕獲数と種数は林分によって大きく異なり、明確な傾向はみられなかった。約1 haの皆伐区と6～8 haの皆伐区の間で森林性種捕獲数と種数に違いはなかった。以上から、単木保残施業には伐採インパクト軽減効果があるが、群状保残施業と小面積皆伐についてはさらに検討が必要と考えられた。本研究と同じ試験地で、伐採1年後にベイトなしトラップを各林分20基、のべ21日間設置して行った別調査との比較では本研究の種数がわずかに少なかったが、トラップ・日当たり捕獲数は同じであった。
401	7	41020	生物多様性保全機能	健全性	健全性の評価・管理		1995	藤森隆郎	森林科学15、p.29-p.34	森林利用管理と野生動物	野生動物に豊かなハビタットを提供する森林はどのようなものか、考察している。そのため森林の健全性を直接的には述べていないが、間接的に述べていると言える。野生動物の種数は林分の成立段階では多いが、若齢段階で少なくなり、成熟段階そして老齢段階へと移行するに従って多くなる。だが、老齢段階における動物の種数は林分成立段階よりも少ない。それでも、林分の階層構造が多様になってさまざまなハビタットが形成されるので動物のタイプも多様になる。従来、衰退木や立枯れ木の存在する森林は不健全とみなされてきたが、人工林では長伐期施業林になるほど枯死木と倒木が存在して生態的に多様になり、野生動物に好都合なハビタットが形成される。また、人工林と天然林の配置のあり方が重要であり、集中している人工林のなかに天然林をどのように配置していくかが重要な問題である。天然林を適正に配置した人工林は、野生動物の生息環境に適している。
402	5	41020	生物多様性保全機能	健全性	健全性の評価・管理		1995	田村弘忠	農林水産技術研究ジャーナル18(2)、p.6-p.8	森林生物と生態管理の現状と展望	林業という経済的な観点からみる森林の健全性と、生態系の観点からみる森林の健全性の違いは、健全性の定義を難しくしている。林業の観点からは、木材生産にマイナスに働く病虫獣害の発生は森林の不健全性とされる。生態系の観点からは、林木に害を与える生物は森林における物質・エネルギーの循環速度を速め、そのことによりまた他の各種生物の生息を許し、多様性を高める条件をつくっているとみられる。健全な森林生態系は、一次生産(植物の成長)の減退、栄養源の減少、主要な生物個体群の変動激化、病気の広範な発生と重症化などの疲労症候群がないといわれる。森林に病虫獣害が発生した場合、病原菌、害虫、害獣といわれる生物を特定し、それらの遺伝的、生理的、生態的性質とその被害が発生する環境条件を明らかにして被害を回避するか、あるいは被害を経済的に許容できる水準に抑えるような森林の造成法や管理法を考えることが重要である。また、共生微生物や寄生菌、捕食動物など天敵生物の力が働くような環境をつくったり、維持したりすることも考えるべきである。
403	7	41020	生物多様性保全機能	健全性	健全性の評価・管理		1996	新島溪子	森林科学16、p.39-p.44	樹木と土壌動物の共存―健全な森林を維持する土壌動物の種の多様性―	樹木と土壌動物が互いに協力し合ってはじめて健全な森林が維持されている。大型土壌動物とは体長約2mm以上の虫であり、肉眼で採集できる。林相による土壌動物の違いは、樹木の性質の違いだけでなく、その植物が生育する環境条件とも関係している。気温の低い高山帯の森林には大型土壌動物が少なく、気候の温暖な常緑広葉樹林には多い。人工林の土壌動物はその前の森林の履歴や施業法によってさまざまな影響を受けるので、一般的な傾向はつかみにくい。土の中には肉眼で採集しにくい体長2mm以下の小さな無脊椎動物も生息している。どの虫にとっても水分は欠かせないが、とくに強く水分に依存するものを土壌湿性動物と呼ぶ。気候や樹種によって土壌動物相は異なるが、日本各地の森林に広範囲に生息する種も多い。樹木が年間に合成し、廃棄する有機物を数年単位で収支が合うように分解するには、それぞれの分解段階に対応した土壌動物の組合わせが必要であり、種々の環境変化に対応できるだけの多様性を内在した土壌動物群集の存在が不可欠である。森林の健全性について特に記述はないが、土壌動物に関する興味深い内容の記述が続く。
404	7	40600	生物多様性保全機能	その他			1996	藤森隆郎	森林科学16、p.57-p.58	なぜ今「持続可能な森林経営」なのか	林業の理念がかつての「木材生産の保続」から、「持続可能な森林生態系の管理」に変わってきた。持続可能な森林経営の国際的定義は、「将来の世代のニーズを満たす能力を損ねることなく、現在の世代のニーズを満たす森林経営のこと」。持続可能な森林経営を達成するために、何をどのように議論するか、基準と指標が必要であるが、この基準と指標は持続可能な森林経営とはどういうものか、フレームワークを示すものである。以下、基準と指標について原理的な説明が加えられている。
405	7	41020	生物多様性保全機能	健全性	健全性の評価・管理		1996	大河内勇・埴田宏	森林科学16、p.62-p.64	基準3：森林生態系の健全性と活力の維持	健全な森林生態系、活力ある森林生態系とは何か。これに対する回答はかなり多様である。さまざまな考え方があるため、健全性を抽象的に論じるより、具体的に不健全な状態を考えるほうがわかりやすい。そこで、非常に明示的な森林の攪乱要因が二つ、攪乱を検知しうる指標生物が一つ、計三つの指標を本基準の指標とした。①自然的、人為的な各種要因により歴史的な変動の範囲を超える影響を受けた森林の面積及び比率、②森林生態系に悪影響を与える特定大気汚染物質などが一定のレベルに達している森林の面積及び比率、③生態系の基礎的な過程、及び／又は生態学的な連続性が変化する指標になるような生物学的な構成員の減衰が見られる森林面積及びその比率。この三つの指標について解説している。 なお、次の記述は興味深い。石狩川源流域を調査した結果によると、「原生林といえども蓄積の10％以下の枯損がヤツバキイシ類の害虫によって常時生じている。原生林は自ら木を枯らし、更新するしくみを備えている。こうした毎年の枯損は決して異常ではなく、通常の森林の営みと考えられる。」

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（68）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
406	4	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2000	長池卓男	山梨県森林総合研究所研究報告21、p.29～p.85	ブナ林域における森林景観の構造と植物種の多様性に及ぼす人為攪乱の影響	景観から種までを対象に、森林景観の構造と植物種多様性に及ぼす人為的影響を明らかにすることが目的。そのために、①森林景観を構成する景観要素の時空間的变化、②森林景観を構成する景観要素に出現した植物種のハビタット選好性、③森林景観を構成する景観要素の植物種多様性、④森林景観を構成する景観要素間の植物種多様性の比較及び出現した植物種の地域的な評価を行い、ブナ林域の生物多様性の異なったレベルを考慮した森林管理を検討した。
407	7	41020	生物多様性保全機能	健全性	健全性の評価・管理		2001	鷲谷いづみ	森林科学33、p.67～p.70	保全生態学と森林の管理	国際自然保護連合(IUCN)のレッドリストによると、生息場所の破壊と質の低下が絶滅のもっとも大きな要因。生物多様性の喪失は、生態系を構成する多様な生物や、生物間の相互作用が産み出す多様な機能の喪失を意味し、また、生命の歴史的所産としての「存在価値」の喪失も意味する。林業によって材木の生産という単一の機能のみが重視され、伐採ののち単一あるいは少数の樹種の植林に置き換えられた場所では、森林の多様な機能を回復させるために、できるだけ森林の再自然化を図る必要がある。他方、環境への負の影響を低減させる林業技術の手法を用いることは持続可能な森林管理にとっても、多様な機能を損なうことなく森林を利用するためにも必須である。森の恵みを強く意識する伝統的な社会では、タブーや掟を通じて「健全性」や持続性を損なわない利用が目指されたが、20世紀の大規模林業では材木という限定された財だけが重視され、その点から管理が容易で単純な構成の森林が望ましいとされた。その地域の気候によくあった本来の森林の生物多様性と攪乱などの生態系プロセスを保全することは、持続可能な林業を実行し、より多様な自然の恵みを持続的に享受するために重要な意味を持つ。森林の機能について論じる場合、現在の価値観からだけでなく、伝統的な価値観や将来の人類の必要性などを十分に考慮することが重要である。影響を十分に予測することは難しいので、持続可能な森林管理は順応的な手法によって実施される必要がある。絶滅の危険にさらされている種が多く存在するということは、それらが生育・生息する条件が失われつつあることを意味する。種の絶滅がすすめば、生態系のさまざまな機能を担う生物間相互作用のネットワークが損なわれ、さらに多くの種の生育・生息の条件を劣化させると同時に、生態系の健全性が一層失われることを意味する。
408	5	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2003	今純一・矢本智之・山田耕司	平成14年度林業試験場報告（青森県農林総合研究センター林業試験場）、p.5～p.14	里山広葉樹林の生物多様性調査(第1報)ートラップを使用した昆虫の調査手法についてー	森林生態系の健全性や持続性について把握・評価する手法を開発するため、里山広葉樹林の植物や昆虫の生物多様性に関する調査を行った。そのなかで、各種トラップを使用して行った昆虫捕獲調査の結果を報告している。
409	1	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2004	渡辺敦子・鷲谷いづみ	保全生態学研究9、p.65～p.76	生物多様性保全に資する政策の日本比較(Ⅰ):絶滅危惧種・外来種・遺伝子組み換え生物	生物多様性の保全という社会的要請に応えることを目的とする保全生態学の知見は、一定の整理を経た後に実社会を動かす政策に反映されることが必須である。ここでは、数年前から生物多様性保全に関わる政策に進展が認められる日本と、以前から環境保全に関わる先進的な政策を実践しながらも生物多様性条約を批准していない米国について、生物多様性保全上重要な課題のうち「絶滅危惧種の保全」、「外来種対策」、「遺伝子組み換え生物のバイオセーフティ」に関する政策を、社会的環境とその歴史的背景及び法的な整備と運用の面から比較、考察した。米国で比較的早くから自然保護・生物多様性保全に資する政策が発展した要因は、一つにはヨーロッパからの植民と建国以来の激しい自然資源の収奪や大規模な農地開発による生態系の不健全化に直面して醸成された自然保護思想や市民運動の隆盛があった。さらに、バイオテクノロジーの発展との関連で生物多様性の経済的価値を強く意識した産業界の意思と生物学者の政策意思決定への積極的な関与などがあったといえる。他方、日本では1993年の生物多様性条約への加盟をきっかけに、過去10年間に関連法の整備が進められたが、法制度整備の有効性に関する評価・改善は今後の課題である。しかし、国内の生物多様性の衰退が急速に進んでいる現状に鑑みると、保全生態学には自然科学としての科学的な厳格さに加え、政策意思決定へのより効果的な寄与が求められている。
410	1	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			2004	渡辺敦子・鷲谷いづみ	保全生態学研究9、p.127～p.140	生物多様性保全に資する政策の日本比較(Ⅱ):生態系分野の環境影響評価・生態系修復・保全教育・市民参加と協働	生物多様性の保全上重要な課題のうち生態系分野の環境影響評価、生態系修復、保全教育、市民参加と協働の促進に関する政策を社会的環境とその歴史的背景並びに法的な整備と運用の面から日本と米国の間で比較、考察した。米国の保全政策が科学的な情報と民主主義に基づく社会的合意形成を前提として発展してきたのに対して、日本の行政では生物多様性という概念自体が新しく、また同分野での政策的取組みを促すような市民活動団体は発展途上にある。このような状況のなかで、保全政策への積極的な提言のほか、さまざまな学習段階で効果的な保全教育プログラムの開発や、生態系や生物多様性に関する知識を一般に分かりやすく伝えるコミュニケーション技術の開発なども、保全生態学が今後扱うべき重要な研究課題である。
411	5	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2004	今純一・矢本智之・山田耕司	平成15年度林業試験場報告（青森県農林総合研究センター林業試験場）、p.6～p.21	里山広葉樹林の生物多様性調査(第2報)ートラップを使用した昆虫の調査手法についてー	森林生態系の健全性や持続性について把握・評価する手法を開発するため、平成14年度に引き続き里山広葉樹林の昆虫について、衝突板トラップとマレーズトラップを用いて生物多様性に関する調査を行った。また今回は、広葉樹林に隣接する広葉樹とアカマツの混交林、アカマツ林についても調査した。さらに、設置時期を同じにして、両トラップによる昆虫捕獲効果の比較を試みた。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（69）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
412	1	41020	生物多様性保全機能	健全性	健全性の評価・管理		2005	山口岳広・丸山温・高橋正義	第116回日本森林学会大会発表要旨	樹冠衰退度による森林の健全性評価－奥定山溪での研究事例－	持続可能な森林経営・森林管理を示すための国際的な基準・指標（モニタリングプロセス）のなかで、「生物多様性」及び「森林生態系の健全性」の基準に関する客観的指標の策定は非常に難しい。特に「健全性」は言葉そのものが曖昧であるとともに、健全性を科学的に把握・表現する手法が未開発である。さらに、日本のように多様な樹種が含まれる森林では、この指標作成は一層困難である。そこで、国際的基準に基づいた指標を得る手法として、主に針葉樹の樹冠衰退度を中心に森林の健全性を評価する手法を探った。 3つの手法－樹冠衰退度・水ポテンシャル測定・非破壊測定－を健全性の指標として比較検討したところ、後二者は高額な機器を使用し技術習得も難しいこと、多数のサンプルが扱えず、単的な指標に限定されるが、樹冠衰退度はある程度の訓練で技術習得が可能で、比較的広域の林分単位で健全性指標として使えるので、健全性の指標に適していると考えられる。しかし、絶対的な指標ではないため、判定が評価者によりばらつくなどの問題点もあるので、今後手法を改良していく必要がある。樹冠衰退度の判定次のとおりである。すなわち樹冠部の葉量減少と枯れ枝発生 の程度から、樹冠部の着葉率を個体衰退度1(健全/微害)から5(激害/枯死)の5段階の数値で評価するとともに、林分の平均的な個体の衰退度に基づいて林分全体の衰退度を0.5刻みで評価した。
413	7	40600	生物多様性保全機能	その他			2005	太田猛彦	森林科学43、p.11-p.17	森林の多面的な機能とゾーニング－機能の「階層性」を考える－	森林・林業基本法(2001年6月成立)により、機能区分を念頭にいた「森林の多面的機能」の考察の必要性が増している。2001年11月、日本学術会議客中「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について」。一方筆者は、森林環境物理学の立場から森林の多面的機能を考察して、森林の諸機能間に存在する階層的構造を知ることが、実際に森林をゾーニングする際に不可欠であるとの立場をとってきた。人類にとって、「森林の本質的機能は環境保全機能である」とも言える。日本では里山の森林と一体となった稲作農耕社会が2000年にわたって続いた。その過程で日本人は、その精神や文化、民族性や地域性を育んできた。森林の存在あるいは営みをそのまま利用する方法(環境原理、文化原理)と、森林から木材などの物質を取り出す利用法(物質利用原理)。 「森林の各種機能は階層性を持つ」と言われている。すなわち、森林の機能の「階層性」は、実際に森林を管理し、利用する場合に無視できない森林管理の原則である。ゾーニングと階層性。p.15の図－3。「ゾーニングの原理」とも言うべき森林の機能の階層性を十分考慮した合理的、科学的ゾーニング。
414	1	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2007	森 章	保全生態学研究12、p.45-p.59	生態系を重視した森林管理－カナダ・ブリティッシュコロンビア州における自然撓乱研究の果たす役割－	近年、生態系や景観レベルでの機能や動態を重視する管理・保全方策が注目されている。特に森林生態系は多くの景観における主要要素である。それゆえ生態系の健全性を包括的に維持する森林管理が、生態系に内包される遺伝子・種・個体群・群集、さらには地域景観に至るまでの各レベルにおける多様性の維持に貢献できるものとして認知されるようになった。カナダ・ブリティッシュコロンビア州にはさまざまな森林生態系が存在する。例えば、低頻度で起こる大規模な火事撓乱が規定する森林景観、高頻度・低強度の林床火事により維持されてきた内陸の乾燥林、小規模なギャップ形成が主要な撓乱要因の役割を果たす太平洋岸温帯雨林などである。このように、卓越する撓乱体制は州内でも地域ごとに大きく異なり、近年自然撓乱体制に関わる研究が担う役割は大きく、生態系を基準とした森林管理を実行するなかで非常に重要であると考えられている。そして現在、ブリティッシュコロンビア州では、森林を管理運営する立場の機関・団体が、研究から得られる新たな知見を取り入れて、さまざまな撓乱により維持される森林の動的側面や森林景観の多様性を尊重しつつ、試行錯誤しながら管理方策を改善していく適応的管理を行っている。このように、最新の研究成果が実際の管理運営に反映されることは、これからの持続可能な森林管理に役立つ。
415	3	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2007	東條一史	森林総合研究所研究報告6(1)、p.9-p.26	日本産森林依存性鳥類種数の推定	モニタリングプロセス(温帯林等における持続可能な森林管理のための基準と指標)における基準の一つである種多様性の指標として利用するために、日本産の森林依存性鳥類種数、日本の各森林帯における森林依存性繁殖鳥類種数、森林依存性レッドリスト種数を推定した。森林依存種は「生息場所の全て、あるいは一部として森林を必要とする種」と定義し、できる限り多くの種を含むようにした。9種の絶滅種と116種の迷鳥を除いた日本産鳥類417種のうち214種は森林に依存していると考えられ、そのなかで170種は日本国内で繁殖する種であった。日本の各森林帯で繁殖する鳥類の種数は、高山帯林14、亜高山帯林86、汎針広混交林100、冷温帯林110、暖温帯林95、亜熱帯林57であった。日本産鳥類を種・亜種レベルで見ると、絶滅種・亜種と迷鳥を除いた531種・亜種のうち310が森林依存性であり、そのなかで76がレッドリストに掲載され、うち58は絶滅危惧種であった。今回考察した包括的な森林依存性鳥類種数は、これまで提出された推定値より大きい。ただし、鳥類の種数は撓乱された森林で増加することもあるため、種多様性の指標である「森林依存種数」を、モニタリング調査で記録された森林依存種数の大小で単純に評価することはできない。実用的な評価のためには、もう一つの指標である「レッドリスト種の状態」のように、何らかの根拠を持った指標種の利用が必要になる。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (70)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
416	1	40500	生物多様性保全機能	生物多様性保全のため望ましい森林とその取扱			2010	森 章	日本生態学会誌60、p.19-p.39	攪乱生態学が種森林生態系の非平衡性	森林生態系は、その構成・構造・機能が絶えず変動するものであり、画一的な定常状態や平衡点に達することは有り得ないと考えられている。この森林生態系の“非平衡性”を引き起こしている主要因としては自然撓乱が挙げられる。近年、自然撓乱体制を明らかにすることで、森林生態系の動態がより明らかになってきた。陸域の生態系管理で、森林生態系や景観に内在する自然撓乱体制を正しく認識することは非常に重要である。自然撓乱を中心とした自然本来の動的プロセスを尊重し、生態系の構成・構造・機能を健全に保全することは、多様なレベルにおける生物多様性の包括的な保全に貢献し得ると考えられている。このように、生態系における非平衡性の重要性和非平衡性を生み出している自然の必要性について、基礎生態学的観点及び応用生態学的観点の双方から広く認知されている。しかしながら、森林生態系の変動性・複雑性については、まだまだ未知のことも多い。生態系で起こり得る撓乱、特に大規模な自然撓乱は、予測不可能であり、生態系に与えるインパクトについても複雑で不確実なものである。それゆえに、複雑性・予測不可能性・非平衡性を認知した上で、環境変動に対する生態系の挙動を如何に理解できるかが、生態系の管理や復元にとって重要である。森林生態系における非平衡パラダイムの理解のためには、自然撓乱を軸として、個体から景観に至るまでの様々なヒエラルキーのなかで生態系の動的現象を多角的に捉える必要がある。
417	1	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2010	津田吉晃	日本生態学会誌60、p.349-p.359	森林樹木の遺伝的多様性保全と生態リスク	森林伐採、過度の開発、大気汚染や気候変動などの人間活動により世界中で森林の生物多様性が脅かされており、近年、生物多様性の基盤となる遺伝的多様性を保全する必要性が広く認識されるようになった。長い寿命・世代の時間、集団内の高い遺伝的多様性、花粉および種子を介した高い遺伝子流動能など樹木固有の特徴により、環境変化に基づく樹木集団の遺伝的多様性への影響は小さいという指摘がある。これは、樹木の遺伝的多様性保全における生態リスクの影響が小さいことを意味するものかも知れない。しかしこの仮説に当てはまらない事例も多い。そこで本稿では1)森林の分断化、2)地球温暖化による分布シフト、3)樹木の種苗移動・保全単位に着目し、各項目について森林樹木およびそれを取り巻く生態系へのリスクについて、保全遺伝学の視点から最近の事例研究を紹介しながら概観している。
418	3	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2010	佐藤謙	北海学園大学学術論集146、p.259-p.273	北海道の森林植物に関する生物多様性保全について	生物多様性のうち種と遺伝子の多様性にあたる北海道の維管束植物相と植生(植物群落)の多様性、それが関連する生態系の多様性または生態系サービスに当たる種々の公益的機能の維持・保全について論じ、それらに関係する国有林における森林施業の問題点を指摘している。北海道の植物について絶滅危惧種、及び植物群落と生態系の多様性を中心に論じている。
419	2	41012	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	病虫害	2011	清和研二・大園享司	日本生態学会誌61、p.291-p.295	菌類・植食者との相互作用が作り出す森林の種多様性一要点と展望	森林生態系における生物多様性の減少は著しいが、一方では種多様性の復元が試みられている。本来、復元のシナリオは自然群集における種多様性維持メカニズムに沿ったものでなければならない。しかし、温帯林における種多様性維持メカニズムに関する研究は熱帯に比べ少ない。とくに温帯では、光・水分・養分などの非生物的で無機的な環境の異質性を仮定したものが多く、生物間の相互作用が多様性を創り上げると言うパラダイムの研究は少ない。本特集では病原菌・菌根菌などの微生物や鳥類・シカ・ネズミなどの動物と樹木との相互作用が森林の樹木群集および森林生態系全体の種多様性に大きな影響を与えることを具体的な事例から紹介する。とくに5つのキーワード(密度依存性、空間スケール、フィードバック、種特異性、生活史段階)を取り上げ、個体・個体群レベルでの相互作用から群集レベルでの種多様性維持メカニズムへのスケールアップを試みた。しかし、樹木の死亡や成長に及ぼす作用形態・重要度は個々の生物種によって大きく異なり、スケールアップは単純ではないことが示唆された。今後は、複数の生物種との相互作用を同時にかつ長期的に観察することによって、種多様性の創出・維持メカニズムがより詳細に明らかになると考えられる。 なお、健全性については「近年、多くの森林管理者や林業経営者は、単純林を多くの樹種が混じり合う森林に復元し、健全な森林生態系管理や持続的な林業経営を目指そうとしている」と述べている。
420	7	40500	生物多様性保全機能	生物多様性保全のため望ましい森林とその取扱			2011	藤森隆郎	森林科学63、p.18-p.22	生物多様性のための順応的管理	生態系サービスとは生態系の機能のなかで人間の側から見た便益を指すものであり、(木材)生産、水土保全、保健文化、生物多様性の保全などの諸機能が代表的である。これらを森林の多面的機能とも呼んでいるが、そのなかで生物多様性保全機能はほかの機能と強く関わっている。水源涵養機能も生産機能も土壌構造の発達と強く関係し、土壌構造の発達は土壌生物相の豊かさと密接に結びつく。そして土壌生物の豊かさは植生の豊かさと関係が深い。これが、森林生態系における生物多様性の大事な点である。 天然林と人工林について、目標林型を決めて、それに向けて林分初期段階、若齢段階、成熟段階、老齢段階へと変化していく。ただし、人工林は老齢段階で皆伐更新か皆伐更新が行われる。森林の純生産量、森林生態系の炭素量、表層土壌有機物量、水源涵養機能(河川への水流出量)、生物多様性の保全機能(哺乳類の種多様性)はかかる森林の各発達段階においてそれぞれ変化する。なお、天然林と人工林の中間に人為が加わった天然生林(二次林)があるとしている。 そして配置の目標林型つまりゾーニングの必要性を説き、そのうえで森林管理の課題と展望を述べて、その最後に順応的管理に簡単に触れている。

図表 2－12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表（71）

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
421	2	40300	生物多様性保全機能	施業が生物多様性に及ぼす影響			2018	尾崎研一・明石信廣・雲野明・佐藤重徳・佐山勝彦・長坂晶子・長坂有・山田健四・山浦悠一	日本生態学会誌68、p.101－p.123	木材生産と生物多様性保全に配慮した保残伐施業による森林管理－保残伐施業の概要と日本への適用－	森林は人間活動に欠かすことのできないさまざまな生態系サービスを供給しているため、その環境的、経済的、文化的価値を存続させる森林管理アプローチが必要である。保残伐施業(retention forestry)は、主伐時に生立木や枯死木、森林パッチ等を維持することで伐採の影響を緩和し、木材生産と生物多様性保全の両立をめざす森林管理法である。従来の伐採が収穫する樹木に重点を置いていたのに対して、保残伐は伐採後に残す樹木を第一に考える点と、残した樹木を長期間、少なくとも次の主伐まで維持する点に違いがある。保残伐は、皆伐に代わる伐採方法として主に北アメリカやヨーロッパの温帯林、北方林で広く実施されているが、日本を始めアジア諸国では普及しておらず、人工林への適用例もほとんどない。そこで、日本で保残伐施業を普及させることを目的として、保残伐施業の目的、方法、歴史と世界的な実施状況を要約した。次に、保残伐の効果を検証するために行われている野外実験をレビューし、保残伐に関する研究動向を生物多様性、木材生産性、水土保全分野についてまとめた。最後に、2013年から北海道で行っている「トマトツ人工林における保残伐施業の実証実験(REFRESH)」について紹介した。
422	2	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			1999	早矢仕有子	日本野生動物医学会誌4(1)、p.27－p.31	絶滅危惧種保全における生息地保全の重要性－シマフクロウ(Ketupa blakistoni)を例にして－	昭和初期には北海道全域に分布していたシマフクロウは1950年代以降生息環境の悪化に伴い個体数が減少し、現在では日本で最も絶滅が危惧される鳥類種のひとつである。1984年から環境庁の保護事業により給餌や巣箱の設置などが実施され、一部の生息地では毎年のように雛を生産するなど大きな効果をあげている。しかし包括的な生息地保全が立ち後れてきたため、個体数の増加・生息地の拡大にはいたっていない。新たな事業のひとつとして野生個体を飼育施設へ移し、一定期間の飼育を経た後に再び野外へ復帰させようとする試みが実施されている。しかし飼育には高額の経費を要し、年間1個体当たりで比較すると野外での保全より費用がかかること、また環境庁施設に収容した個体のほうが野外個体より生存率が低いことから、本種の保全に有効な手段となるにはまだ時間を要する。飼育下での事業が継続する間に、種の減少を引き起こした要因から注意の目をそらし、行政による野生個体群の保全への努力が低下することが強く危惧される。環境庁が設立したワーキンググループが目標と定めた、今後10年～15年でシマフクロウの生息地倍増を実現するには、現生息地の保全はもちろんのこと、生息に適した新たな候補地を含めて生息環境の包括的な保全を実施していく必要に迫られている。
423	3	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2008	藤木大介・高柳敦	森林研究(京都大学大学院農学研究科附属演習林)77、p.95－p.108	京都大学芦生研究林においてニホンジカ(Cervus nippon)が森林生態系に及ぼしている影響の研究－その成果と課題について	これまでに行われた研究から、現在の芦生研究林はシカの強い採食下にあり、過去10年間に森林下層のチマキザサ群落やハイヌガヤ群落が劇的に衰退したことが明らかとなった。また過去の植生との比較から、現在成立している植生はシカの採食によって植物多様性が低下していることが示唆された。天然林内は現在も多くの希少種を含む豊かなフロラが維持されているが、多くの植物種は森林下層で生活環を完結させる種であるため、潜在的にシカの採食によって絶滅の危機にさらされる恐れがある。また、シカの採食による負の影響は植物群集だけに留まらず、昆虫群集や土壌動物相にも及んでいることが示唆された。窒素循環といった生態系過程への影響も疑われる。 シカによる負の影響が多様な分類群の生物群集に及んでいることが明らかとなった一方、それらの変化がどのような機構で生じたかについては極めて不十分な理解しかできていない。また、基盤情報であるシカの生育状況もよくわかっていない。今後は群集生態学的な基礎研究とシカの生息状況のモニタリングをもっと行う必要があるだろう。
424	2	41200	生物多様性保全機能	生態系の多様性			2009	森 章	保全生態学研究14、p.283－p.291	スウェーデンにおける生物多様性の保全に資する森林管理の試み	本研究は、「自然生態系、生態プロセス、生物多様性の保全を主目的にしていない景観中のエリア」と定義される“マトリックス”において、如何に生物多様性に配慮するか、配慮できるか、その重要性を論じる。そこで、日本と同様に森林面積率が高く、保護区率の低いスウェーデンでのマトリックス・マネジメントの事例に着目した。スウェーデンでは歴史的に長い間、人間活動が行われ、土地所有形態も零細かつ複雑になっている。国や地方自治体が大規模な自然保護区や国有林を一元的に所有・管理できる状況ではなく、国有林面積は僅か7%ほどで、民有林が国土の大半を占めている。しかしスウェーデンでは、各土地所有者が生産性だけに焦点を当てた森林施業を行わずにはなく、生物多様性に配慮した新しい森林施業・管理を行っている。国立公園や自然保護区といった法的な保護対象となる森林の保全だけでなく、希少種の生育する潜在的の高い森林を数多くの私有地に指定し、伐採せずに保護している。また、伐採活動を行う施業林でも伐採時に全ての樹木を伐採、搬出するのではなく、動植物相のための住み場所としての樹木や枯死木を残しておくといった、生態系の機能や生物多様性に対する配慮がなされている。つまりスウェーデンでは、マトリックスの中に存在する、経済活動の対象となる森林において、如何にして生物多様性に配慮しながら管理、保全するのかを重要視している。スウェーデンで実施されているこのような新しい森林管理は、人為影響を受け続けた日本の森林生態系の保全、復元そして管理に対しても非常に重要な示唆を含んでいると考えられる。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (72)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
425	7	41300	生物多様性 保全機能	絶滅危惧種			2009	金谷整一・手塚賢至・ 池亀寛治・吉丸博志	木材工業64(5)、p.210-p.215	絶滅危惧種ヤクタネゴヨウの保全と 利用	ヤクタネゴヨウ(屋久種子五葉:Pinus armandii var. amamiana)は屋久島と種子島の2島にのみ自生し、胸高径2m以上、樹高30m以上に達するマツ科マツ属の常緑高木である。日本に自生するマツ属樹種のうち唯一「絶滅危惧IB類(EN)」として日本版レッドリストに記載されている。その生残個体数は屋久島で1,500~2,000、種子島で300ほどと推定されている。現在、2島では民官学一体となってヤクタネゴヨウを保全し、利用する努力が進められているが、自生地内での違法伐採や種子、実生の無断採取が確認されている。いま自生地で絶滅してしまい、自生地外で植栽個体しか残っていない状況は非常に不自然である。ヤクタネゴヨウの利用を引き続き進めていかなければ、同時に自生地内外で実施する保全活動に対して配慮が不可欠である。今後は、ヤクタネゴヨウの利用の可能性を広げていくため、さらに物理的性質や化学的性質の情報の蓄積を進め、有用な材を育成するための適切な育林技術等の知見を収集していきたい。保全と利用は密接に係わっている。自生地内外で適切な保全活動を実施し、さまざまな利用価値を検討する道を模索することが、ヤクタネゴヨウを絶滅の淵から救える手段であろう。
426	3	41200	生物多様性 保全機能	生態系の多 様性			2010	佐藤謙	北海学園大学学術論集146、 p.215-p.229	北海道の森林植物に関する生物多 様性保全について	森林・林業政策が森林の「公益的機能・多面的機能」を重視する方向に大転換したが、北海道国有林の実態は今なお「木材生産」のための森林施策が進行しており、新たな基本理念は軽視されている。特に「生物多様性保全」は、他の公益的機能・多面的機能に関する施策と比較すると具体的な施策はほとんど見られない。本稿はこの点に関する問題意識に基づき、生物多様性のうち種と遺伝子の多様性に於たる北海道の維管束植物相と植生(植物群落)の多様性、それが関連する生態系の多様性または生態系サービスに当たる種々の公益的機能の維持・保全の現状を具体的に考察するとともに、あわせて国有林の実態を批判している。論考のなかで、絶滅危惧植物に関する保護が極めて不十分であることにも触れている。
427	7	41300	生物多様性 保全機能	絶滅危惧種			2013	生方正俊・長谷部辰 高・大久保典久	樹木医学研究17(1)、p.16- p.20	樹木医学の基礎講座 希少樹木講 座1:関東・中部地方における希少 樹木の保全	樹木医学の基礎講座で、6回にわたり「希少樹木講座」のシリーズが組まれたが、本論文はその第1回である。3人の筆者は日立市に所在する(独)森林総合研究所林木育種センター遺伝資源部の所属。本論文中で、林木育種センターで行っている希少樹種の保全に関する事例を紹介している。事例1として林木遺伝子銀行110番、事例2としてケショウヤナギ、事例3としてオガサワラグワを挙げている。
428	2	41300	生物多様性 保全機能	絶滅危惧種			2013	佐伯いく代・横川昌 史・指村奈穂子・芦澤 和也・大谷雅人・河野 円樹・明石浩司・古本 良	保全生態学研究18、p.187- p.201	絶滅危惧生態系:種を超えた保全 のアプローチ	我が国ではこれまで、主に個体数の少ない種(希少種)に着目した保全施策が展開されてきた。これは貴重な自然を守る上で大きな成果をあげてきたが、いくつかの問題点も指摘されている。例えば、①「種」を単位として施策を展開するため、現時点で認識されていない未知の生物種についての対応が困難である。②人々の保全意識が一部の種に集中しやすく、種を支える生態系の特徴やプロセスを守ることへの関心が薄れやすい。③種の現状をカテゴリーで表すことに困難が生じる場合がある。などである。これらの問題の克服に向け、本総説では絶滅危惧生態系という概念を紹介する。絶滅危惧生態系とは絶滅が危惧される生態系のことであり、これを保全することが、より包括的に自然を保護することにつながるかと考える。生態系、植物群落および地形を対象としたレッドリストの整備が国内外で進められている。22の事例の選定基準を調べたところ、(1)面積が減少している、(2)希少である、(3)機能やプロセスが劣化している、(4)分断化が進行している、(5)開発などの脅威に強くさらされている、(6)自然性が高い、(7)種の多様性が高い、(8)希少種の生息地となっている、(9)地域を代表する自然である、(10)文化的・景観的な価値がある、などが用いられていた。これらのリストは保護区の設定や環境アセスメントの現場で活用が進められている。その一方で、生態系の定義、絶滅危惧生態系の抽出手法とスケール設定、機能とプロセスの評価、社会における成果の反映手法などに課題が残されているので、具体的な対応策についても議論した。日本全域を対象とした生態系レッドリストは策定されていない。しかし、筆者らの行った試行的なアンケート調査では、河川、湿地、里山、半自然草地を含むさまざまなタイプの生態系が絶滅危惧生態系としてあげられた。絶滅危惧生態系の概念に基づく保全アプローチは種の保全の限界を補完し、これまで開発規制の対象になりにくかった身近な自然を守ることに寄与できると考えられる。さらに、地域主体の多様な取組を支えるプラットフォーム(共通基盤)として、活用の場が広がることを期待したい。
429	1	41300	生物多様性 保全機能	絶滅危惧種			2014	金指あや子・菊地賢・ 杉山正幸・石田清・永 光輝義・鈴木和次郎	保全生態学研究19、p.139- p.149	希少樹種ハナノキの岩屋堂自生地 (岐阜県中津川市千旦林)について —最大規模の個体群の成立とその 保全—	環境省レッドリストで絶滅危惧II類に指定されている日本固有種ハナノキAcer pycnanthum(ムクロジ科カエデ属)の最大自生地、岐阜県中津川市で、ハナノキ個体群の分布と構造を明らかにし、その成立について考察した。調査は2カ所の自生地(A区:7.5 ha、B区:0.9 ha)で行った。自生地はいずれも造林地や広葉樹二次林に覆われている。A区では胸高周囲15 cm以上の幹を持つハナノキ個体が785、B区では44個体が確認され、A区は個体数規模の点で我が国最大の自生地であると認められた。A区は逆字型のサイズ構造を示し、若い未成熟個体を多く含んでいたが、B区は幅の広いU字型分布を示した。B区では現存個体の死亡に伴う地域個体群の絶滅が危惧され、A区では更新木の存在により個体群の存続が見込まれる。こうした個体群構造の違いは開放的環境の有無や森林の取り扱い履歴に起因する。特に過去、複数回行われたスギ、ヒノキなど針葉樹植林時の森林伐採がハナノキの順次更新をもたらした結果、A区では最大規模の個体数の維持に寄与していると考えられた。多くのハナノキ自生地で実生の更新がほとんど見られず個体群の衰退が危惧されるが、ハナノキの保全管理のモデルケースとして本区域のハナノキ個体群の動態を注意深く見守り、個体群の持続機構を解明するとともに、更新サイトを確保するための上層間伐(受光伐)などの管理を行う必要がある。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (73)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
430	7	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2014	千吉良 治	樹木医学研究18(1)、p.6-p.13	樹木医学の基礎講座 希少樹種講座2:九州地方における希少樹種やクタネゴヨウの保全例	「希少樹種講座」の第2回。筆者は林木育種センター九州育種場の所属。九州地方における希少樹種の保存の取り組みの一例として、屋久島と種子島だけに天然分布する五葉マツ、ヤクタネゴヨウ(Pinus amamiana Koidz.)の事例(上記14番、参照)。種の保存に必要な個体数を目標とした生息域外保存、つぎ木による生息域外保存、生息域外保存個体間の人工交配による増殖、屋久島島内での生息域外植栽試験の開始を紹介している。巨大になる樹木を、種の保存を目的として生息域外に成体を保存する取り組みは多くの労力、広大な土地、そして継続した管理体制が必要である。これらの条件をクリアしつつ、手探りで技術開発を行って収集保存を図ったところ、100-200個体のヤクタネゴヨウを生息域外にクローン保存するという当面の目標を達成できた、としている。
431	7	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2014	磯田圭哉・笹島芳信・岩泉正和	樹木医学研究18(3)、p.57-p.61	樹木医学の基礎講座 希少樹木講座3:近畿・中国・四国地方における絶滅危惧種の保全	「希少樹種講座」の第3回。林木育種センター関西育種場における研究課題の一部を紹介。一般的には、より確実な保存を期するため実生増殖とクローン増殖の両方が併用されている。本稿は、関西育種場で収集・保存している絶滅危惧種について紹介するとともに、重点的に取り組んでいるトガサワラとシコクシラベの2樹種を対象とした保存の事業と研究について記述している。
432	2	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2014	富田啓介	E-journal GEO(日本地理学会)9(1)、p.26-p.37	湧水湿地の保全・活用と地域社会	西日本の丘陵地を中心に分布する湧水湿地は希少種のハビタットであるのと同時に、地域社会のなかで人の営為と関係を持ちながら存続してきた里山の湿地という特色を持つ。地域社会と湧水湿地の関わりを整理すると、空間的・心理的近さから生じる場所を介した関わりの中に、形成・維持に直接関与する生態的システムを介した関わりが存在する。今日の湧水湿地の保全・活用に関する活動もその関わりを踏襲している。活動を担う主体は湧水湿地の存在する場所の地域社会に作られた団体であり、森林管理や草刈などかつての生態的システムを介した関わりが再現されている。地域社会が中心となった保全・活用は、湧水湿地本来の姿を維持するために今後も重要である。その一方で、湧水湿地の関心層を増やして保全・活用をさらに推進するために、個々の湿地の情報を広く発信することや、地場産業と結びつけた複数の湿地をめぐるジョツアーの実施のように、広域的視点での活動も求められる。
433	5	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2014	環境省	pp.22	絶滅のおそれのある野生生物種の保全戦略	この「保全戦略」は、生物多様性国家戦略2012-2020の国別目標C-2の達成に向けて、わが国に生息・生育する絶滅危惧種(環境省レッドリストの絶滅危惧Ⅰ類及びⅡ類)を対象に、その保全を全国的に推進する目的に向けた基本的な考え方と早急に取り組むべき施策を示している。また、生物多様性国家戦略2012-2020に基づき、環境省が自らの取組を中心に策定したものである。主な項目は次のとおり。 第1章 背景 第2章 目的 第3章 我が国の絶滅危惧種の現状と課題 1.第4次レッドリストの評価結果 2.我が国の絶滅危惧種の保全に関する現状と課題(平成23年度点検結果) 3.希少野生生物の国内流通管理に関する現状と課題 第4章 基本的考え方 1.語句の定義 2.絶滅危惧種保全の優先度の考え方 3.種の状況を踏まえた効果的な保全対策の考え方 4.環境省における計画的な保全対策実施の考え方 第5章 施策の展開 1.絶滅危惧種に関する情報及び知見の充実 2.絶滅危惧種の保全対策の推進 3.多様な主体の連携及び社会的な理解の促進
434	7	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2015	三浦真弘・長谷部辰高・千葉信隆	樹木医学研究19(1)、p.41-p.45	樹木医学の基礎講座 希少樹木講座4:東北地方における希少樹種の保全	樹木医学の基礎講座、その第4回。林木育種センター東北育種場で収集・保存している希少樹種について紹介するとともに、生息域内保存と生息域外保存における成体保存の例として、隔離された北限の天然カラマツ宮城県の蔵王山系馬ノ神岳のカラマツと、東日本大震災の津波に耐えた陸前高田の奇跡の一本松——この2つに関する研究と事業について紹介している。馬ノ神岳のカラマツを保全するには、今後とも生息域内、生息域外保存が必要であるとしている。陸前高田の奇跡の一本松の保存は天然記念物および巨樹・名木の保存のため、学術的な面よりも、より社会貢献的な面から取り組んでいる事業であり、そのつぎ木苗、実生苗の両方を現地に戻して植栽を行い、貴重な遺伝資源として東北育種場で保存していくという。
435	7	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2015	植田守	樹木医学研究19(2)、p.110-p.115	樹木医学の基礎講座 希少樹木講座5:北海道における希少樹木の保全	樹木医学の基礎講座、その第5回。まず、林木育種センター北海道育種場で取り組んでいる課題の一つとして、北海道における希少樹木の林分情報の収集、整理に触れている。次いで、北海道における希少種の保存事例としてサカイヅツジ(絶滅危惧Ⅱ類)、シロエノマツ、ヤチカンバ(かつて絶滅危惧Ⅱ類だったが2012年に絶滅危惧Ⅲ類へ)を紹介している。
436	7	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2015	楠城時彦	樹木医学研究19(4)、p.205-p.211	樹木医学の基礎講座 希少樹木講座6:八重山諸島の希少樹種の保全	樹木医学の基礎講座、その第6回。筆者は林木育種センター西表熱帯林育種技術園に所属。八重山諸島の植生と植物相、八重山諸島の希少樹種と保全体制、希少樹種の増殖と保存の順に、同熱帯林育種技術園における関連研究を詳述している。

図表 2-12 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (74)

文献番号	文献種類	分類コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載年	著者	掲載誌	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
437	3	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2016	堤田成政	環境情報科学 学術研究論文集(京都大学地球環境学 堂)30, p.111-p.116	希少種保全活動に関するデータのオープン化への対応と課題の検討—ツシマヤマメコ保全活動を事例として—	政府や科学の透明性を高める手段としてオープンデータが注目されるなか、希少種保全活動に関するデータのオープン化は生息環境と保全活動に及ぼす影響を及ぼすのか。その影響を把握することは容易ではない。本研究では希少種の生息環境の攪乱リスクを高めることなく保全活動を加速させること目標とした、データのオープン化を戦略的に検討するためのツールとして、データ公開による保全活動への影響、生息環境攪乱のリスクを相対的に図示化したフレームワークを提案する。事例として、長崎県対馬に生息するツシマヤマメコの保全に関わる主体者に対して、情報公開の状況やデータのオープン化への対応状況に関する聞き取り調査を実施し、提案したフレームワークの適用を試みた。
438	2	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2016	安田直人	日本野生動物医学会誌 21(4), p.115-p.119	希少種の救護個体に関する法的規制と環境省事業での適用事例	希少動物に関する法律としては、「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」(鳥獣保護管理法)と「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」(種の保存法)がある。鳥獣保護管理法に基づく鳥獣の保護と管理を図るための事業を実施する際の基本的な指針のなかで、傷病鳥獣の救護個体の取り扱いが記載されている。希少鳥獣については、繁殖、研究、教育等のための活用または終生飼養を検討し、これらの対処が困難な場合には、専門家の意見も参考に、できる限り苦痛を与えない方法で致死を検討するとされている。種の保存法に基づく国内希少野生動植物種には傷病個体に関する規定はなく、繁殖、研究、普及啓発等を目的として飼養していくことになる。国内希少野生動植物種の傷病個体の致死は法的に許されていないと解される。保護増殖事業が実施され、域外保全が行われているトキやヤンバルクイナも、野生復帰が困難な個体に関する扱いについては明確な方針が示されていない。
439	7	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2016	瀬戸口浩彰	森林遺伝育種5, p.95-p.100	希少植物・絶滅危惧植物の持続可能な域外保全ネットワーク	本稿で扱う域外保全とは大学、植物園、自生地 の地元 の3者でネットワークを構成して、植物園などで栽培されている希少植物・絶滅危惧植物のトレーサビリティを担保し、そして地域の植物は地域で守る・育てるという原則のもとに自生地の地元で域外保全集団を形成して、地域でそれらの植物を保全することを指す。この場合、大学は京都大学が中心、植物園は京都府立植物園が中心、自生地の地元は各地の教育委員会に対応してもらう。この3者構成が出来るならば、具体的な行動では多様な形態が可能になる。
440	4	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2017	石田祐子	長野県環境保全研究所研究報告13, p.1-p.12	希少植物の生息域外保全とその可能性	希少種の保全対策として主に自生地における保全(生息域内保全)が行われてきた。しかし、急速な環境変化や個体数が減少した種の対策のため、希少種を人の管理下で栽培・管理する生息域外保全が注目されている。生息域外保全は近年、気候変動への適応策のうで選択肢の一つとして注目されつつある。植物の生息域外保全には栽培技術の確立が必要であり、また種子保存の必要性もある。栽培・増殖・種子保存方法に際しては種ごとに特性があるので、目的に合わせた方法を選択するとともに、対象種に関する地道な研究が求められる。その研究を進めるに当たり、情報共有、危険分散、コスト面など課題が浮かび上がってきている。生息域外保全はいまだ課題も多いが、今後、有力な保全手法として検討されていくと思われる。
441	7	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2020	金谷整一・手塚賢至	農業新時代1, p.30-p.37	屋久島の森林生態系と絶滅危惧種 ヤクタネゴヨウの保全	屋久島の森林生態系を簡単に整理するとともに、わが国で最も精力的な保全活動が進められている絶滅危惧種ヤクタネゴヨウ(屋久種子五葉)について紹介している。屋久島の森林生態系を述べるなかで、病害虫被害、外来種、越境大気汚染物質についても触れている。次いでヤクタネゴヨウの保全に関する記述に移り、まずヤクタネゴヨウは屋久島と種子島にのみ自生するマツ科マツ属の常緑高木であり、屋久島では標高300～900mの非常に険しい尾根筋に分布しているとす。ヤクタネゴヨウもマツノザイセンチュウの被害を受けていて、近年、民・官・学によるマツ材線虫病対策が採られている。屋久島の森林生態系も多くの問題を抱えているが、特にマツ材線虫病に対しては急を要する対策が必要である。いままでは民・官・学の三位一体の活動だったが、これに製薬会社などの産が加わると、より大きな成果が期待できるだろうとす。

2.7. 経済評価に関する収集文献リスト

図表 2-13 は、森林の多面的機能の経済評価に関する文献を収集整理したものである。多面的機能の貨幣価値については林野庁 HP においても公開されているが、近年、国際的にも生態系サービスとして経済評価がされるようになってきた。

経済評価については、山地災害防止機能の文献に 1 件経済評価についての文献が見られるが、土地利用の変化が多面的機能に与える影響についての研究であるため、山地災害防止機能に含めたものである。

図表 2-13 森林機能の経済評価に関する文献一覧表 (1)

文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
1	7	50000	経済評価				2000	栗山浩一・寺脇 拓・吉田謙太郎・ 興枳克久	林業経済研究	コンジョイント分析による森林ゾー ニング政策の評価	森林には多様な機能があり、それらを発揮するために森林ゾーニング政策の導入が必要。市民の森林への要求を評価することにより森林ゾーニングの効果を測定する。市民への調査結果をコンジョイント分析して、生態系保全の環境価値が最も高い結果を得た。今後さらにゾーニング政策を発展させたい。
2	1	50000	経済評価				2000	庄子康	平成13年度 日本造 園学会研究発表論 文集(日本造園学会 誌「ランドスケープ研 究」64(5)所収)	トラベルコスト法と仮想評価法によ る野外レクリエーション価値の評価 とその比較	近年、自然公園の価値を経済的に評価する環境価値評価が実施されている。北海道雨竜沼湿原における野外レクの価値を①ゾーントラベルコスト法、②個人トラベルコスト法、③CVMにより評価。①は平均値1214.9円、②の評価額1552.6円、③の評価額1687.7円と推定された。これらは真の評価額ないしは近似値であると推測できる。
3	1	50000	経済評価				2001	南光一樹・恩田裕 一・深田佳作・ 野々田稔郎・山本 一清・竹中千里・ 平岡真合乃	水文・水資源学会誌	荒廃ヒノキ人工林の強度間伐が森 林水源涵養機能に与える経済効 果の試算	荒廃ヒノキ人工林の強度間伐が森林の水源涵養機能に与える影響を調べるため、水資源貯留機能と水質浄化機能の経済的効果を試算。強度間伐実施後の10年間で得られる経済効果は水資源貯留機能7,841万円/km2、水質浄化機能1億3,562万円/km2と試算。間伐の経済効果を簡易に試算できる手法である。
4	1	50000	経済評価				2003	家原敏郎	農村計画学会誌	森林・林業分野における「持続可 能な森林経営」概念および「基準・ 指標」による多面的な機能の保全	地球サミットを機に世界的に「持続可能な森林経営」概念が定着。その具体化たるモントリオールプロセスで森林の多面的機能を科学的、体系的に整理した「基準・指標」が制定された。基準・指標は森林の機能を量的、質的に把握するためのもの。その運用は各国の実情に合わせて柔軟に運用されるべき。
5	7	50000	経済評価				2003	脇本修自	地域経済研究	森林の公益的機能の評価と直接 支払いー森林資源管理の外部経 済効果に着目して	森林資源管理の外部経済効果に着目し、森林の公益的機能の評価方法と直接支払いの制度化につき考察。その結果、財源負担機関と制度運用機関を設けて、個々の林家ではなく集落法人、新しい自治組織、市町村などに直接支払いを行い、中山間地域の振興と森林資源管理を促進すべきとする。
6	2	50000	経済評価				2005	庄子康	日本林学会誌	森林レクリエーションの経済学的評 価ーこれまでの研究と今後の課題 ー	森林レクリエーションの経済的な評価を行うための5つの評価手法を紹介。これらの評価手法を有効に利用するための課題は利用者数測定の精度を上げるとともに、社会的問題の本質的解決を目指す課題と結びつけて評価手法の目的を設定することである。各評価手法の特徴と問題点を整理している。
7	2	50000	経済評価				2005	何萍萍・小池正雄	森林計画学会誌	森林環境会計に関する予備的考 察	森林が地球環境のなかで果たしている役割に注目すると、最適な森林環境をつくるコスト、効果に関する分析が重要。森林環境会計の背景、役割、枠組み並びにコストと効果を示した。環境会計及び林業会計の視点から分析すると、森林環境管理への環境会計の導入は有効。
8	2	50000	経済評価				2005	宮本麻子	森林計画学会誌	森林機能評価に関する研究の展 開と森林計画の側面から見た課題	森林の機能評価はゾーニング手段として利用されている。本稿は、その機能評価につき既往研究の系譜を整理し、特徴を明らかにして、多様化・高度化する森林計画に資することが目的。さらに、森林計画から見て今後必要となる視点等を考察。従来の研究経過をまとめていて、役に立つ論文。
9	7	50000	経済評価				2006	栗山浩一	林業経済	森林生態系の価値は評価できるか (特集 環境を「はかる」①)	森林生態系に価値があるのか、あるならばいかに評価するのか、その価値は森林政策の対象になり得るのか。CVM(仮想評価法)はこれらの問題に答えることができる。CVMに対するさまざまな批判に反論し、CVMは環境の価値をはかる「ものさし」であるとして、CVMの意義を述べている。
10	7	50000	経済評価				2006	赤沢克洋・佐藤豊 信	農林業問題研究	水田用水需要に及ぼす森林の水 源涵養機能の経済評価ー岡山県 を事例としてー	実際の水需要段階である水田用水の需要について、森林の水源涵養機能を社会経済厚生 の尺度を用いて評価することが目的。そのために、水需給行動を考慮に入れた経済評価モデルを構築した。評価対象は、森林の水源涵養機能のうち河川流量平準化機能で、この経済評価額を算出した。
11	1	50000	経済評価				2010	池野優子・松井孝 典・加藤悟・町村 尚	土木学会論文集G (環境)	竹林資源管理支援のための環境・ 経済評価モデルの開発	竹林の適正な管理の支援を目的に、竹林へのアプローチと管理手法を示し、竹材資源量推計サブモデルと資源特性に応じた利用オプションの環境・経済評価モデルを開発した。これを兵庫県で適用した結果、代替シナリオ選択を通じた竹林管理の作成に有用であると確認された。

図表 2-13 森林機能の経済評価に関する文献一覧表 (2)

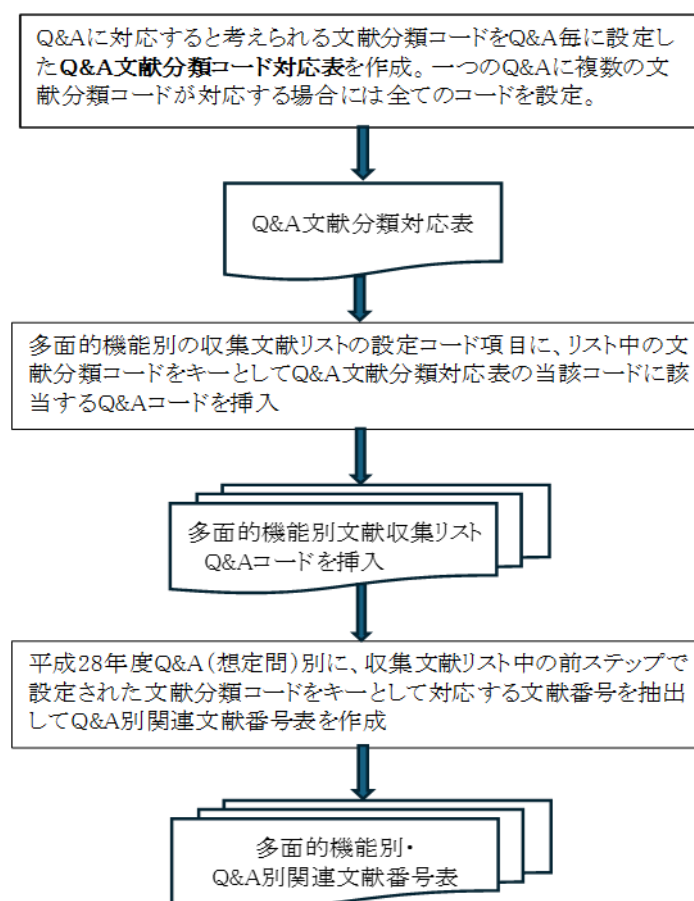
文献 番号	文献 種類	分類 コード	分類1	分類2	分類3	分類4	掲載 年	著者	掲載誌・号	タイトル	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
12	1	50000	経済評価				2010	平井友子・小松 悟・金子慎治	第23回環境情報科 学学術研究論文発 表会	竹林整備による里山保全の便益評 価	竹林整備を通して里山を保全する便益を仮想評価法(CVM)を用いて推計した。東広島市の鏡山を事例に、里山保全を目的とした竹林整備について住民の支払意思額を推計した。その結果、周辺に居住する住民の支払意思額は1世帯当たり2431円、地域内の総支払意思額は約737万円だった。
13	2	50000	経済評価				2010	宮田将門・亀谷国 大・加藤博和・川 瀬康博・林良嗣	土木学会論文集D3 (土木計画学)	中山間地域の人工林維持・管理の 社会的必要性を評価する指標の 提案	中山間地域の森林や農地は生産力は低いが生態系サービスを有しており、その保全は重要であるものの、どの地区から優先して保全すべきか、定量的な検討はない。そこで、生態系サービスの価値と維持・管理費との比である「地域の社会的必要性」指標を提案。生態系サービスの価値を約1.3倍大きくすることが示された。
14	7	50000	経済評価				2011	栗山浩一	林業経済研究	農林業政策における環境評価の 役割	目的は、従来の環境評価の研究を批判的に検討し、農林業政策における環境評価の役割を示すこと。環境評価は本来、政策評価であるが、多面的機能評価は政策なき評価になっているという問題点がある。今後は農林業の将来のあり方を問うために環境評価を用いるべきである。
15	1	50000	経済評価				2011	村中亮夫・寺脇拓	人文地理	表明選好尺度に基づいた里山管 理の社会経済評価	里山管理などを行う森林ボランティアは、常に人的不足であり財政基盤が脆弱である。環境経済評価法を援用して、周辺住民の里山に対する意識、評価を明らかにして、ボランティア問題の解決方向を探る。具体的には支払意思額と労働意思量を使用してCVMにより考察する。
16	1	50000	経済評価				2003	吉田謙太郎	農村計画学会誌 Vol.22, No.3, 2003年 12月	表明選好法を活用した模擬住民 投票による水源環境税の需要分析	表明選好法である仮想市場評価法(CV)と選択モデル(CM)を適用し、神奈川県が提供する水源環境保全サービスに対する県民の最大支払意思額を推定する。CVとCMを模擬住民投票で同時に実施し、比較した。この方法が、地方環境税導入に関する住民意思を判断する材料として役立つことを確認した。
17	1	50000	経済評価				2003- 2004	藤本高志・宮崎 猛・田中和博・森 田芳文・中村貴 子・坂本央士・坪 内義樹・林田拓也	農村計画学会誌	里山林の潜在的レクリエーション便 益の評価—GISと便益移転による アプローチ	この研究の目的は、里山林のレクリエーション地としての意義を確認するため、便益移転による公共事業事前評価の新たなモデルを提示すること。そのために、事前評価の精度を向上させること、及び潜在的便益の空間分布をGIS地図に表示して公共事業の優先実施地区の判定を支援することとする。

2.8. 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイスに関する要点

2.8.1. 森林の多面的機能に関する Q&A に関連する文献の整理

収集した知見を活用し、平成 28 年度森林整備保全事業推進調査において収集した知見を基に作成した森林の多面的機能に関する Q&A（以下、Q&A とする）について、リバイスが必要かどうか検討を行うため、まず収集した文献の整理を行う。文献数が多いことから、各 Q&A に関連すると考えられる文献分類コードについて対応表（図表 2-15）を作成し、文献毎に関連 Q&A の設問コードを自動的に設定するソフトを作成した。図表 2-14 は、各 Q&A に対応する当該文献を当てはめるという一連の作業手順を示したものである。

図表 2-14 問別文献番号表の作成手順



一つの Q&A に対して複数の文献分類コードが該当すると考えられるので、対応文献分類を複数設定した。図表 2-15 は、Q&A 文献分類コード Q&A 対応表の例である。文献分類コードは表示されている 5 個よりも多くなっており、関連する文献分類コードは全て設定されている。なお、文献分類表は前掲図表 2-3 を参照のこと。

図表 2-15 Q&A 文献分類コード Q&A 対応表の例（水源涵養機能の例）

枝番	設問コード	想定問内容	文献分類1	分類2	分類3	分類4	分類5
	100	森林整備を実施しないことにより森林の多面的機能が発揮されず、国民生活及び国民経済の安定に対して支障が生じる可能性があるとするれば、如何なる場合か（可能性が高い順に複数列举）。	10232	10332	10352	10404	10500
	200	伐採跡地の再造林を行わないことにより森林の多面的機能が十分発揮されず、国民生活及び国民経済の安定に対して支障が生じる可能性があるとするれば、如何なる場合か（可能性が高い順に複数列举）。	10212	10223	10312	20112	20124
更問01	301	間伐の実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	10332	10352	10403	10404	
更問02	302	枝打ちの実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	10332	10352	10403	10404	
更問03	303	皆伐の実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	10210	10312			
更問04	304	皆伐跡地へ植栽の実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	10210	10312			
更問05	305	人工林化は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	10221	10223	10321	10323	10342
更問06	306	複層林化は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	10221	10223	10321	10323	10342
更問07	307	高齢化は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	10231	10223	10323	10331	10351
	400	水源涵養機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。	10231	10232	10331	10332	10351
更問01	501	地種（裸・草・森）の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか	10212	10312			
更問02	502	優占樹種の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問03	503	林相構造（単・複）の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問04	504	年齢の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか	10223	10231	10323	10331	10342
更問05	505	地種（裸・草・森）の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか	10212	10312			
更問06	506	優占樹種の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問07	507	林相構造（単・複）の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問08	508	年齢の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか	10223	10231	10323	10331	10342
更問09	509	地種（裸・草・森）の違いは浸透能にどのような影響を与えるか	10212	10312			
更問10	510	優占樹種の違いは浸透能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問11	511	林相構造（単・複）の違いは浸透能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問12	512	年齢の違いは浸透能にどのような影響をあたえるか	10223	10231	10323	10331	10342
更問13	513	地種（裸・草・森）の違いは保水能にどのような影響をあたえるか	10212	10312			
更問14	514	優占樹種の違いは保水能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問15	515	林相構造（単・複）の違いは保水能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問16	516	年齢の違いは保水能にどのような影響をあたえるか	10223	10231	10323	10331	10342
更問17	517	地種（裸・草・森）の違いは洪水緩和機能にどのような影響をあたえるか	10212	10312			
更問18	518	優占樹種の違いは洪水緩和機能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問19	519	林相構造（単・複）の違いは洪水緩和機能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問20	520	年齢の違いは洪水緩和機能にどのような影響をあたえるか	10223	10231	10323	10331	10342
更問25	525	地種（裸・草・森）の違いは水質浄化機能にどのような影響をあたえるか	10212	10312			
更問26	526	優占樹種の違いは水質浄化機能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問27	527	林相構造（単・複）の違いは水質浄化機能にどのような影響をあたえるか	10221	10321	10402		
更問28	528	年齢の違いは水質浄化機能にどのような影響をあたえるか	10223	10231	10323	10331	10342

2.8.2. 森林の多面的機能に関する Q&A 別の文献数

(1) 水源涵養機能

図表 2-16 は、水源涵養機能に関する Q&A に対して、該当する収集分件数を集計したものである。一つの文献が複数の Q&A に該当する場合もあることから、複数集計となっている。また、文献数が収集文献数と合致しないのは、文献が想定問に該当しない場合は集計していないためである。なお、文献番号 11 以降については表示されていないが、文献数にはカウントされている。これらは、以下の機能別集計についても同様である。

図表 2-16 水源涵養機能の Q&A 別関連文献番号表

設問コード	想定問内容	文献数	文献番号									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
301	間伐の実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	3	18	21	28							
303	皆伐の実施は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	4	3	25	34	36						
305	人工林化は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	1	34									
501	地種（裸・草・森）の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか	1	32									
507	林相構造（単・複）の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか	1	13									
509	地種（裸・草・森）の違いは浸透能にどのような影響を与えるか	1	32									
510	優占樹種の違いは浸透能にどのような影響をあたえるか	2	10	18								
511	林相構造（単・複）の違いは浸透能にどのような影響をあたえるか	2	13	18								
512	年齢の違いは浸透能にどのような影響をあたえるか	1	18									
514	優占樹種の違いは保水能にどのような影響をあたえるか	1	12									

(2) 山地災害防止機能/土壌保全機能

図表 2-17 は、山地災害防止機能/土壌保全機能に関する Q&A に対して、該当する収集件数を集計したものである。山地災害防止機能に関する Q&A のうち、土砂流出防止機能に関する Q&A（地種、優先樹種、林相、年齢級が土砂流出防止機能に与える影響に関する問）についての文献数が多く見られる。これは、流木被害に分類された文献を土砂流出防止機能の Q&A に対応させたことによるものである。

図表 2-17 山地災害防止機能/土壌保全機能の Q&A 別関連文献番号表

設問コード	想定問内容	文献数	文献番号									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	森林整備を実施しないことにより森林の多面的機能が発揮されず、国民生活及び国民経済の安定に対して支障が生じる可能性があるとするれば、如何なる場合か(可能性が高い順に複数列举)。	2	75	76								
200	伐採跡地の再造林を行わないことにより森林の多面的機能が十分発揮されず、国民生活及び国民経済の安定に対して支障が生じる可能性があるとするれば、如何なる場合か(可能性が高い順に複数列举)。	1	37									
308	間伐の実施は土砂災害防止機能/土壌保全機能にどのような影響を与えるか	2	75	76								
309	枝打ちの実施は土砂災害防止機能/土壌保全機能にどのような影響を与えるか	2	75	76								
310	皆伐の実施は土砂災害防止機能/土壌保全機能にどのような影響を与えるか	1	37									
311	皆伐跡地へ植栽の実施は土砂災害防止機能/土壌保全機能にどのような影響を与えるか	1	37									
312	人工林化は土砂災害防止機能/土壌保全機能にどのような影響を与えるか	2	64	103								
313	複層林化は土砂災害防止機能/土壌保全機能にどのような影響を与えるか	2	64	103								
600	土砂災害防止機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。	6	4	5	34	75	76	103				
806	優占樹種の違いは表層崩壊防止どのような影響を与えるか	1	64									
807	林相構造(単・複)の違いは表層崩壊防止どのような影響を与えるか	1	64									
812	地種(裸・草・森)の違いは土砂流出防止の発揮にどのような影響を与えるか	34	8	24	32	92	92	93	94	95	96	97
813	優占樹種の違いは土砂流出防止どのような影響を与えるか	34	8	24	32	92	92	93	94	95	96	97
814	林相構造(単・複)の違いは土砂流出防止どのような影響を与えるか	34	8	24	32	92	92	93	94	95	96	97
815	年齢級の違いは土砂流出防止どのような影響を与えるか	34	8	24	32	92	92	93	94	95	96	97
820	地種(裸・草・森)の違いはその他自然災害(飛砂・防風・防潮等)防止どのような影響を与えるか	3	2	28	29							
821	優占樹種の違いはその他自然災害(飛砂・防風・防潮等)防止どのような影響を与えるか	3	2	28	29							
822	林相構造(単・複)の違いはその他自然災害(飛砂・防風・防潮等)防止どのような影響を与えるか	3	2	28	29							
823	年齢級の違いはその他自然災害(飛砂・防風・防潮等)防止どのような影響を与えるか	3	2	28	29							
900	快適環境形成機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。	3	1	3	30							
1007	優占樹種の違いは快適生活環境形成にどのような影響を与えるか	3	1	3	30							
1008	林相構造(単・複)の違いは快適生活環境形成にどのような影響を与えるか	3	1	3	30							
1009	年齢級の違いは快適生活環境形成にどのような影響を与えるか	3	1	3	30							

(3) 生物多様性保全機能

図表 2-18 は、生物多様性保全機能に関する Q&A 別関連文献番号表である。表中において、生物多様性保全機能以外の水源涵養機能、快適環境形成機能に関する文献も見られるが、生物多様性保全機能と水源涵養機能、生物多様性保全機能と快適環境形成機能というように並列して論じている文献があるため、Q&A との対応において抽出されたものである。

人工林化、複層林化（林相）と生物多様性保全機能に関する Q&A の文献数が 240 件と多くなっているのは、文献分類において文献数が多かった人工林の生物多様性に分類した文献、天然更新・針広混交林化・広葉樹林化に分類した文献を対象としたことが影響している。また、高齢級化と生物多様性保全機能に関する Q&A の文献数が多いのは、文献数が多かった人工林の高齢級化、広葉樹林化に分類した文献が含まれているためである。

図表 2-18 生物多様性保全機能の想定問別文献数と関連文献番号

設問 コード	想定問内容	文献 数	文献番号									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	森林整備を実施しないことにより森林の多面的機能が発揮されず、国民生活及び国民経済の安定に対して支障が生じる可能性があるとするれば、如何なる場合か(可能性が高い順に複数列举)。	25	38	48	49	198	204	212	215	224	245	250
200	伐採跡地の再造林を行わないことにより森林の多面的機能が十分発揮されず、国民生活及び国民経済の安定に対して支障が生じる可能性があるとするれば、如何なる場合か(可能性が高い順に複数列举)。	30	53	54	104	109	110	111	112	114	116	118
307	高齢級化は水源涵養機能にどのような影響を与えるか	1	360									
400	水源涵養機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。	1	360									
504	齢級の違いは水資源貯留機能にどのような影響をあたえるか	1	360									
508	齢級の違いは蒸発散にどのような影響をあたえるか	1	360									
900	快適環境形成機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。	1	355									
1007	優占樹種の違いは快適生活環境形成にどのような影響を与えるか	1	355									
1008	林相構造(単・複)の違いは快適生活環境形成にどのような影響を与えるか	1	355									
1009	齢級の違いは快適生活環境形成にどのような影響を与えるか	1	355									
315	間伐の実施は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか	25	38	48	49	198	204	212	215	224	245	250
316	枝打ちの実施は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか	25	38	48	49	198	204	212	215	224	245	250
317	皆伐の実施は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか	1	305									
318	皆伐跡地へ植栽の実施は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか	25	38	48	49	198	204	212	215	224	245	250
319	人工林化は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか	240	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
320	複層林化は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか	240	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
321	高齢級化は生物多様性保全機能にどのような影響を与えるか	100	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12
1100	生物多様性保全機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。	78	51	52	154	155	156	157	158	159	160	162
1201	優占樹種の違いは生物種保全にどのような影響を与えるのか	3	314	416	420							
1202	林相(単・複)・景観構造の違いは生物種保全にどのような影響を与えるのか	237	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1203	齢級の違いは生物種保全にどのような影響を与えるのか	110	9	10	28	34	46	62	63	64	65	66

2.8.3. 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイスに関する要点

平成 28 年度本調査において作成した Q&A について、リバイスの考え方、リバイスの方法について、本調査をとおして得られた知見、委員会意見等を参考に下記のようにとりまとめた。

(1) 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイスの考え方について

- 回答文は、約 1000 文字程度の短文で構成されており極めて端的・明瞭にまとめられたものである。そのため、現状の問に対する回答はそのままにし、必要に応じて補足等を行う方が有効と考えられる。
- 問に対して回答が重複している Q&A もある。例えば、森林施業に関する Q&A（間伐と枝打ち等）、水源涵養機能における森林の機能（保水能等）別 Q&A 等。問が細かく設定されているために、同じような回答内容となる場合があることから、問の設定方法について検討の必要があると考えられる。
- 回答の中には、調査研究文献が少ない、又は見られないものもあり、推定として記述されている回答がある。回答内容は、最新の科学的知見から推定されていることから、妥当性は高いと考えられるが、設問の仕方など工夫が必要であると考えられる。
- 現状の問は、主に人工林の施業との関係について設定されているが、森林の多面的機能保全の観点からは、路網整備、森林被害対策、山地災害防止対策、各種治山事業等々、施設整備、予防対策、災害復旧等による森林保全も重要である。人工林の施業以外の各種事業と森林の多面的機能保全に関する問、生物多様性と水土保持機能との関連等々の問についても検討が必要と考えられる。
- 森林の多面的機能別ではない共通の問として「森林整備が実施されないことにより森林の多面的機能が発揮されず、国民生活及び国民経済の安定に対して支障が生じる可能性が考えられるのは、如何なる場合か。」等が設定されている。例えば、森林と水の循環関係は切り離すことができず、国民生活・経済において重要な社会的経済的価値であることを考慮すると、森林の多面的機能の貨幣価値評価等森林の価値に関する問の検討が必要であると考えられる。
- 森林資源利用、水土保持、生物多様性保全という森林・自然と人との関わりは、歴史・伝統・思想といった社会的・文化的要因が深く関わっている。森林・自然に対する国民の価値観に関する歴史的変化と森林・自然政策の対応といった観点からも問の検討が必要であると考えられる。

(2) 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイスの方法について

以上のように、森林の多面的機能の発揮及び多面的機能の維持保全に係る問の検討においては、人工林の施業との関連にとどまらない幅広い検討が必要であると考えられるが、リバイスについては下記のような方法により対応することが望ましい。

① 現状の森林の多面的機能に関する Q&A に関するリバイス

前述のように現状の Q&A については、短文でありながら簡潔かつ明瞭な説明となっていることから、現状についてはリバイスせずに、必要に応じて補足・追加し Q&A を補充することが望ましいと考えられる。

② 補足・追加問の検討について

近年の調査研究文献を見ると、山地災害・生物多様性を中心として研究領域が広く、多様になっている。こういった状況を勘案して、現状の問に対して、補足・追加することが望ましいと考えられる課題を下記のように整理した。

○水源涵養機能

- ・森林における水循環機能（水源涵養、土壌保全・土砂流出防止、林床植生の多様性等々）についての総合的な解説の追加。
- ・路網整備（森林管理・整備、山地災害対策等に寄与）による水源涵養機能への影響に関する問の追加

○山地災害防止機能/土壌保全機能

- ・山腹崩壊（山崩れ）のメカニズムに関する総合的な解説（文献にはいくつか見られる）の追加。
- ・近年の豪雨災害により発生している大規模な流木被害の発生メカニズムと対策に関する問の追加
- ・治山施設整備（メンテナンスを含む）による森林再生・回復・山地災害防止機能の維持・保全への影響に関する問の追加

○快適環境形成機能

- ・防火機能、防雪機能等々のその他の自然災害防止に関する問の追加。

○生物多様性保全機能

今年度調査において、生物多様性として文献分類を追加した下記の項目に関する問の追加。

- ・人工林の高齢級化に伴う成長への影響
- ・人工林伐採後の天然更新の可能性と森林生態系への影響
- ・人工林の針広混交林化及び広葉樹林化による森林生態系への影響
- ・溪畔林の整備・保全と森林生態系への影響
- ・森林被害（気象害、病虫害、動物被害）による森林生態系への影響
- ・生物多様性の評価方法に関する課題
- ・森林地域における絶滅危惧種の保全に関する課題

2.8.4. 補足・追加問案及び参考文献について

前述のように、水源涵養機能における水循環の総合的解説、路網整備及び治山施設整備と森林の多面的機能の保全の関係、快適環境形成機能の一部等については、Q&Aの構成等を再検討する必要もあり、次年度以後の調査課題と考えられる。

今年度調査においては、Q&Aの構成等の課題もあるが、文献分類において文献数の多く見られるジャンルについて、前述した課題から下記の補足・追加問について試案を検討するとともに、関連する文献について整理した。

(1) 山地災害防止機能/土壌保全機能における補足・追加問案及び関連する文献

<案①>近年、豪雨災害が頻発しこれまでに見られない大規模な山腹崩壊が発生しているが、発生メカニズムに変化があるのか。(図表 2-19)

この問は、近年の線状降水帯等の影響から長時間降雨等により従来の表層崩壊だけではなく深層崩壊も併せて発生している状況を考慮して追加するもので、山腹崩壊のメカニズムに関する全般的解説に関する案である。

<案②>近年の台風災害に伴い山腹崩壊と併せて大量の流木が発生しており、流木対策としての溪畔林整備・治山施設整備とはどのようなものか。(図表 2-20)

山腹崩壊又は台風風倒木により流木が発生するが、溪畔林の整備・堰堤整備等により流木の流下防止に寄与することが可能となることから問を作成した。

図表 2-19 補足・問案及び関連する文献①

補足 追加問案	<案①>近年、豪雨災害が頻発しこれまでに見られない大規模な山腹崩壊が発生しているが、発生メカニズムに変化があるのか。		
文献番号	概 要		
35	発表年	著 者	掲 載 誌
	2011	国立研究開発法人 土木研究所	国立研究開発法人土木研究所 データベース
	タイトル	過去の深層崩壊事例について（～平成 22 年度）	
	本リストは、明治時代以降から平成 22 年度までの間において、降雨等によって発生した深層崩壊と考えられる現象を抽出したものである。		
36	発表年	著 者	掲 載 誌
	2015	鏡原聖史 他 2 名	一般財団法人建設工学研究所論文報告集第 57 号
	タイトル	近年の強雨による斜面崩壊の発生メカニズムに関する一考察	
	近年の土砂災害の概要と降雨特性。2014 年北六甲短時間降雨強度の大きな豪雨により発生した崩壊地の発生場の条件を整理。短時間降雨量の大きい降雨で発生した崩壊メカニズムを推定し、特徴を検討		
42	発表年	著 者	掲 載 誌
	1995	三森利昭 他 3 名	新砂防 Vol. 48 No. 1 (198) May 1995
	タイトル	降雨を原因とする斜面崩壊に土層厚が及ぼす影響	
	豪雨による崩壊のおよそ 8 割が山地斜面の中上部で発生している(吉松ら, 1988)。吉松による昭和 44 年から 60 年までの全国に発生した降雨を原因とする崩壊 5,691 件の調査結果の総括によれば、斜面縦断型が直線であるような斜面において、総件数の半数近い 2,665 件の崩壊が発生しており、そのうちの 55%が斜面上部において、また 31.4%が斜面中部において発生するのに対し、斜面下部に発生する崩壊は 13.5%とわずかであ		

	る。斜面の中上部で発生する崩壊の発生に関するこれまでの研究例として、武居 (1952), 伊勢田ら(1985), Reid ら(1988,1992)があるが、まだ数少ないと思われる。		
43	発表年	著 者	掲 載 誌
	2009	富田陽子 他 1 名	土木技術資料 51-10(2009)
	タイトル	降雨量の増加が斜面崩壊の発生分布と発生時刻に与える影響	
	降雨特性と斜面の崩壊発生状況との関係について、これまでの事例を整理し、降雨特性が斜面崩壊に及ぼす影響を考察する。そして、降雨量の増加が斜面崩壊にどのように影響するのかを「表層崩壊発生予測モデル)によって試算した。		
44	発表年	著 者	掲 載 誌
	2018	鏡原聖史 他 4 名	神戸大学都市安全研究センター 研究報告,第 22 号, 平成 30 年 3 月
	タイトル	豪雨による山腹崩壊箇所における樹木根系の 崩壊防止効果に関する事例研究	
	崩壊厚さ 1m 程度の自然斜面の表層崩壊では、樹木根系が崩壊抑制に寄与していることは経験的に知られているが、現行の斜面安定検討においては樹木根系の影響を陽に考慮していない。本研究では、兵庫県丹波市にある表層崩壊発生現場において樹木根系の地下の分布を調査した。さらに現地地盤調査や土質試験の結果をもとに、樹木根系の影響も含めたすべり面形成のメカニズムについて考察した。 丹波層群（頁岩を主とし、頁岩・砂岩互層、混在岩）が分布している崩壊箇所を対象に現地調査、室内試験、浸透流解析、安定解析を実施し、得られた結論を以下に列挙する。 □崩壊地は、縦断測量と崩壊前の航空レーザー測量の結果から崩壊深さは、1.3m 程度であった。 □簡易動的コーン貫入試験の結果から、1.0～1.4m より浅では $N_d<10$ を示しているがそれ以深ではばらつきがあるものの $N_d>10$ となる箇所が多くなっている。また、測量から求めた崩壊深さ 1.3m との対応を考えると、$N_d<10$ が分布する土層が崩壊土層と推察された。 □ヒノキ根系の引抜き力の計測や分布状況から根系の引抜き力は、深さ 0.3m 付近で 7.3kN/m² と最大値を示し、それ以深で減少し、深さ 1.1m でゼロとなった。 □室内試験の結果、深度 0.6m までは土壌作用で土粒子の密度が小さくなっており、根系の侵入深さに対応していた。また、簡易動的コーン貫入試験の結果から、0.8m 以深で N_d 値が増加しており、礫分が増加している試験結果とも対応していた。せん断試験の結果から飽和するといずれの深度の材料においてもサクシオンによる見かけの粘着力が低下することが明らかになった。また飽和透水係数は、細粒分が多いことも影響して 5.69×10^{-6} m/s と比較的透水性の低い材料であった。また、保水性試験の結果、保水性の高い材料であることが分かった。		

</

60	発表年	著 者	掲 載 誌
	2012	後藤 宏二	平成 24 年度「国土技術政策総合研究所 講演会」国総研資料第 699 号
	タイトル	深層崩壊～その実態と対応～	
	地すべり、表層崩壊、深層崩壊の区分フロー		

斜面運動のうちの崩壊、地すべり

①地形	緩勾配 地すべり地形	急勾配 非火山地域では斜面の変形等の特徴がみられる場合がある。
②活動状況	継続的、断続的に動いている。再発性。	突発性
③移動速度	小さい	大きい
④土塊	乱れない。斜面上に留まる。	乱れる。大部分が斜面から抜け落ちる。

地すべり

崩 壊

①地質	関連が少ない	地質、地質構造（層理、褶曲、断層等）との関連が大きい。
②兆候（地形、地下水）	ほとんどない	有る場合がある。非火山地域では、クリープ、多重山陵、クラック、末端小崩壊、はらみだし、地下水位変動など
③深さ	浅い	深い
④土質	表層土	基盤
⑤植生の影響	有り	無し
⑥規模	小規模（比高小）	大規模（比高大）

表層崩壊

深層崩壊

注）網掛け部は発生前の予測段階で調査が比較的容易な項目。

84	発表年	著 者	掲 載 誌
	2012	林拙郎他 3 名	砂防学会誌, Vol. 65, No. 4, p. 24－31, 2012
	タイトル	森林斜面における立木の崩壊土砂への影響	
	本研究は、三重県宮川調査区域（当時、多気郡宮川村、現大台町内）と福井県美山調査区域（当時、足羽郡美山町、現福井市美山町内）において森林斜面にて発生した崩壊土砂の立木による堆積状態を調べ、土砂の流下・堆積に対する立木の影響を明らかにすることを目的としている。（平成 16 年台風 21 号による三重県宮川地区の被害、同年 7 月の福井県豪雨災害）		

87	発表年	著 者	掲 載 誌
	2006	三森利昭	森林科学 47
	タイトル	山地における斜面崩壊	
	斜面崩壊の発生メカニズムについての解説		

	発表年	著 者	掲 載 誌
	2018	松浦 純生	京都大学防災研究所 2017 年九州北部豪雨災害調査報告書
	タイトル	山地斜面の植生と崩壊発生の関係	
92	九州北部豪雨では多量の降雨により、きわめて多数の崩壊や地すべりが発生した。崩壊した箇所の基盤地質は変成岩類、深成岩類、火山岩類などである。しかし、崩壊の大部分は基岩の上位に堆積する土層で発生した表層崩壊で、基盤岩内部からの深層崩壊は少ない。表層崩壊は、地下に浸透した水が集まりやすい凹谷と呼ばれる凹地形を呈する箇所が多発した(図-6-1)。一方、短時間降雨強度が大きかったため各溪流で洪水流や土石流などが発生し、溪岸が著しく横方向に侵食されることで、溪流と接続する山腹下部斜面での溪岸崩壊も発生した(図-6-2)。表層崩壊の深さは浅いところで約0.5m、深いところで5m程度もあった。平均して1~3m程度で、ほとんどの土層は風化残積土であると考えられる。深成岩類である花崗閃緑岩地帯では、土層が深部まで発達したため、5m以上の深さを持つ表層崩壊があった(図-6-3)。それらの崩壊面は、マサ土とサプロライトのそれぞれの層内と境界付近(図-6-4)、サプロライトと基岩の境界近傍で発生していた。スギやヒノキの人工針葉樹林(10~13 齢級)の被害が多いが、天然広葉樹林、若齢林にも表層崩壊が見られ樹種、林齢と表層崩壊の関係は希薄。森林土壌が薄く、根系が基岩層に発達する節理などに伸張している場合には、崩壊や土石流を抑止する効果があったと考えられる。森林の根系が崩壊防止機能を発揮できるかどうかは、森林土壌の厚さや基岩面の状態に大きく依存するものと考えられる。		



図-6-1 多発した谷頭(O次谷)での崩壊



図-6-2 溪岸崩壊と尾根まで達した表層崩壊



図-6-9土砂流によっても流木とならなかった溪畔林
(土層が浅く、根系が基岩内に伸張していたため、ある程度の洪水流や土砂流あるいは土石流でも流木にならなかったと考えられる。)



図-6-10 流れ盤構造の片理面をすべり面とした表層崩壊
(土層が厚く、樹木の根系が基岩まで到達できなかったか、もしくは根系が到達したとしても基岩に節理が少なく、根系が基岩内に伸張できなかったと考えられる。)

図表 2-20 補足・追加問及び関連する文献案②

補足 追加問案	<案②>近年の台風災害に伴い山腹崩壊と併せて大量の流木が発生しており、流木対策としての溪畔林整備・治山施設整備とはどのようなものか。		
文献番号	概 要		
24	発表年	著 者	掲 載 誌
	2022	国土交通省水管 理・国土保全局 砂防部	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部
	タイトル	土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画の基本的な考え方（試行版）	
	流木の発生・流下、溪流や河道における流下・堆積の過程や災害発生のメカニズムについての研究は行われているが、未だ研究途上であり本資料は現時点の研究・技術開発の成果を取りまとめたものであり、更なる知見を収集し成果を反映していく必要がある。		
92	発表年	著 者	掲 載 誌
	2018	釜井 俊孝	京都大学防災研究所 2017 年九州北部豪雨災害調査報告書
	タイトル	現代住宅と林業の衰退 ―花粉症と流木の起源―	
	多量の流木が生み出される問題は、現在の森林の状況にあり、その点で花粉症と流木災害は、原因が共通している。ここでは、そうした視点から今回の豪雨災害の現代的意味を検討している。流木を減少させ、洪水・土石流被害を軽減するには、林業を復興し、森林の木材循環を正常に戻す必要がある。		
93	発表年	著 者	掲 載 誌
	2017	助川 友斗	土木学会論文集 G（環境 2017 年 73 巻 5 号 p. I_55-I_61
	タイトル	日本全国のダム貯水池における流木流出量の統計解析	
	流木流出量に関係する要因を特定し、その関係を解明する為に日本全国 581 ヶ所のダムにおいて記録された流木流出量のデータを用いて解析を行った。流木流出量と流域面積、年総流入量の全データの有用性を検証して整備を行い、単回帰分析を行った。流域面積と年総流入量共に流木流出量と正の相関関係が存在することが示された。流木流出量を目的変数として、流域面積、年総流入量、その他の流域特性（森林面積、森林面積率）、斜面崩壊に関する要因（平均起伏量、再現期間 5 年の日降雨量）を説明変数として重回帰分析を行った。重回帰分析から森林面積と再現期間 5 年の日降雨量が流木流出量に関係することが示された。		
94	発表年	著 者	掲 載 誌
	2019	五味高志 他 1 名	2019 年度砂防学会研究発表会

	タイトル	異なる林相における斜面崩壊と発生・流出流木量の評価 －平成 29 年九州北部豪雨の事例－																											
	本研究は、平成 29 年 7 月九州北部豪雨で発生した崩壊地を対象として、(1) 斜面崩壊ごとの地質、勾配、樹種、林齢などの特徴の把握、(2) 崩壊地における生産土砂量および発生・流出流木量の評価を目的とした。 スギ林では 1～25 年、26～50 年、51～75 年の林齢クラスが 30～35%で、ほぼ一定であったが、ヒノキ林の崩壊では、＞500m ² の大面積の崩壊では、51～75 年生の出現割合は 42%となり、＜500m ² の小面積崩壊の同年代の 24%と比べて高かった。ヒノキはスギより水平根が発達し、水平根の緊縛力が崩壊を拡大させるとの研究事例もあり、本研究でもヒノキ老齢林で面積の大きい崩壊が多くなったと考えられた。																												
96	発表年	著 者	掲 載 誌																										
	2019	里深好文 他 3 名	2019 年度砂防学会研究発表会																										
	タイトル	流域特性を考慮した総合的な流木対策に関する研究																											
	これまで殆ど議論されてこなかった流域全体における流木による被害の特徴について整理するとともに、事業分野（例えば、治山・森林分野、砂防・ダム・河川分野、道路・鉄道等の交通分野、港湾・漁港・海岸等の沿岸域での事業分野）に応じた具体的な流木対策の検討に関して、今後の設計実務者が検討に際して参考となる考え方について提案することを目的としている。 表-1 流域の空間区分において懸念される流木による主な被害リスク																												
	<table><tr><th colspan="2">流域の空間区分</th><th>主な流木被害リスクの概要</th><th>主な被害事例</th></tr><tr><td rowspan="4">山地・森林</td><td rowspan="2">斜面・溪流</td><td>土砂流出に伴う流木の家屋への衝突等</td><td>・1988 広島県²⁾ ・2004 愛媛県³⁾</td></tr><tr><td>流木による河道閉塞に伴う上流部での洪水氾濫等</td><td>・1998 那珂川⁴⁾ ・2005 宮崎県⁵⁾</td></tr><tr><td rowspan="2">貯水池・ため池</td><td>余水吐や取水設備における流木の閉塞による堤体の決壊や損傷</td><td>・2005 宮崎県⁶⁾ ・2017 福岡県⁷⁾</td></tr><tr><td>流出した流木の処分・撤去</td><td>・2003 北海道⁸⁾</td></tr><tr><td rowspan="2">沖積平野</td><td>河川：緩勾配区間</td><td>橋梁や横断構造物における流木の閉塞や衝突による橋梁、取付道路の損傷</td><td rowspan="2">・1998 那珂川⁴⁾ ・2007 多摩川⁹⁾</td></tr><tr><td>その他</td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">沿岸域</td><td>漁港・港湾</td><td>流木流出による漁業活動への影響</td><td rowspan="2">・2003 静岡県¹⁰⁾</td></tr><tr><td>海岸</td><td>流木堆積による利用制限</td></tr></table>			流域の空間区分		主な流木被害リスクの概要	主な被害事例	山地・森林	斜面・溪流	土砂流出に伴う流木の家屋への衝突等	・1988 広島県 ²⁾ ・2004 愛媛県 ³⁾	流木による河道閉塞に伴う上流部での洪水氾濫等	・1998 那珂川 ⁴⁾ ・2005 宮崎県 ⁵⁾	貯水池・ため池	余水吐や取水設備における流木の閉塞による堤体の決壊や損傷	・2005 宮崎県 ⁶⁾ ・2017 福岡県 ⁷⁾	流出した流木の処分・撤去	・2003 北海道 ⁸⁾	沖積平野	河川：緩勾配区間	橋梁や横断構造物における流木の閉塞や衝突による橋梁、取付道路の損傷	・1998 那珂川 ⁴⁾ ・2007 多摩川 ⁹⁾	その他		沿岸域	漁港・港湾	流木流出による漁業活動への影響	・2003 静岡県 ¹⁰⁾	海岸
流域の空間区分		主な流木被害リスクの概要	主な被害事例																										
山地・森林	斜面・溪流	土砂流出に伴う流木の家屋への衝突等	・1988 広島県 ²⁾ ・2004 愛媛県 ³⁾																										
		流木による河道閉塞に伴う上流部での洪水氾濫等	・1998 那珂川 ⁴⁾ ・2005 宮崎県 ⁵⁾																										
	貯水池・ため池	余水吐や取水設備における流木の閉塞による堤体の決壊や損傷	・2005 宮崎県 ⁶⁾ ・2017 福岡県 ⁷⁾																										
		流出した流木の処分・撤去	・2003 北海道 ⁸⁾																										
沖積平野	河川：緩勾配区間	橋梁や横断構造物における流木の閉塞や衝突による橋梁、取付道路の損傷	・1998 那珂川 ⁴⁾ ・2007 多摩川 ⁹⁾																										
	その他																												
沿岸域	漁港・港湾	流木流出による漁業活動への影響	・2003 静岡県 ¹⁰⁾																										
	海岸	流木堆積による利用制限																											
107	発表年	著 者	掲 載 誌																										
	2019	武藤弘典 他 4 名	2019 年度砂防学会研究発表会																										
	タイトル	水路実験による新たな流木捕捉工の検討																											
	全国で 18 万以上指定されている土石流危険溪流に対して、砂防ダム等が整備されている率が 22%程度である現状を考えると、小規模河川を対象として低コストで効率の良い新たな流木対策手法の開発が必要である。																												

	本研究で提案する流木捕捉工は、鋼管等の材料で作成することを想定し、河川縦断方向に水平に設置するものである。土砂とともに流下した流木がこの水平部に乗り上げ、土砂・水と鉛直方向に分離されることで捕捉されることを期待している。		
109	発表年	著 者	掲 載 誌
	2016	水原邦夫	水利科学 No.352 2016
	タイトル	土石流に伴う流木による災害とその防止軽減対策に関する考察	
	まず昭和初期から最近までの主な河川災害や土砂災害の関係資料等に基づいて、いわゆる流木による被害の実態を分析・整理する。次に、筆者による土石流災害発生溪流における流木調査をもとに、流木の発生源、流出形態、形状・寸法および流出率等を解析し、併せて土石流に伴う流木の挙動および捕捉に関して実験的に検討するとともに流木対策計画に関する基本的考え方等について考察する。 森林・林業分野では近年頻発している集中豪雨による林地崩壊や台風による風倒木発生など山地災害対策として、いわゆる「災害に強い森林づくり」の施策を進めている。この施策の一つの柱は、林地崩壊の発生を低減させるための森林施業を重点的に実施することである。具体的には、林地崩壊に連動する流木災害の発生が懸念される流域において、特に放置森林に対しては間伐を積極的に行い、また林木伐採に当たっては伐採個所の面積や分散に配慮し、溪流沿いの樹林に対しては予想される流木災害の抑制に配慮した強度な間伐を実施する。また植林に際し、場合によっては溪流沿いに一定幅の造林を制限することも考える。このような森林施業を継続的行い、根張りの強い樹木を育てることにより、林地崩壊による立木の流木化を抑制し、また土石流の溪岸侵食等による発生流木の減少化につながるものと期待される。しかしながら、このような森林施業による対策の効果発現にはかなりの年月が必要であり、この種の調査研究の一層の進展が望まれる。		
112	発表年	著 者	掲 載 誌
	2019	久保田哲也 他 3 名	2019 年度砂防学会研究発表会
	タイトル	平成 29 年九州北部豪雨による林地荒廃と流木発生の特徴	
	対象地域は、上記のように朝倉市（赤谷川上流支川、寒水川上流、奈良ヶ谷川上流、妙見川上流、黒川上流）・東峰村（宝珠山川上流、大把川流域）、日田市（鶴河内川流域東原地区など）の森林斜面崩壊地と荒廃溪流とした。調査内容としては、森林林相調査、流木の諸元計測、植生サンプル採取、土質サンプル採取、地質調査、崩壊斜面簡易測量、せき止め箇所調査、砂防堰堤堆砂量調査、林地浸食・溪岸浸食調査、砂防堰堤・治山堰堤の効果・被災状況確認などを行った。流木本数は、奈良ヶ谷川にヒノキが目立ったが、概ねスギで、広葉樹は 1 割に満たなかった。流木の平均直径は 25cm から 30cm、平均幹長は 10m～15m 程度。広葉樹はほとんどが小径木。根系の生育も 2 m 深さ程度までしっかりと発達していた。		

	1) 流木の直径など諸元は他の災害と大差ない。平地に近い下流にまで流出した流木量は明らかに多い。これは、極端で記録的な大雨が原因と思われる。 2) 下流に土砂・流木を流下させた崩壊地は、ほとんどの場合、根の生育限界（2 m）よりもすべり面が深い。また、根系の発達も良好と見られたが、根系密度は継続調査が必要と思われる。 3) 流木を含む森林斜面崩壊土砂（土石流化含む）の到達距離も過去の類似地質の災害データと同等である。 4) 森林管理に関しては、傾斜が 40 度近い急斜面林地と溪床勾配約 5 度以上の溪岸の人工林大木の伐採を進めておくことや、広葉樹を帯状に混植するなどの流下被害軽減策が考えられる。		
119	発表年	著 者	掲 載 誌
	2018	石川 芳治	フォレストコンサル No.153
	タイトル	流木災害と対策	
	流木発生要因、流木移動・堆積メカニズム及び流木対策について解説。 源頭部（〇次谷）での崩壊対策 （斜面安定工） 林相転換（針葉樹→広葉樹） 間伐・本数調整伐 流木捕捉式治山ダム 谷止工・床固工 流路内の立木伐採 護岸工 床固工・流木止 遊砂地・流木止 橋梁・流路の改良 樹林帯（樹種転換） 図－11 溪流における流木対策の模式図		
124	発表年	著 者	掲 載 誌
	2019	経隆悠 他 4 名	第 58 回日本地すべり学会研究発表会講演集
	タイトル	福岡県松末地区における平成 29 年九州北部豪雨で生じた流木の堆積状況	
	平成 29 年九州北部豪雨により斜面崩壊が発生した福岡県朝倉市赤谷川流域松末地区の 6 箇所を調査地として、崩壊内に残存した流木数及び長さの比較により流木流出量と崩壊面積の関係を整理・分析。UAV を用いた空撮画像より流域内の堆積立木を目視で抽出。流域内の平均的立木密度を DSM（数値表層モデル、Digital Surface Model、国土地理院レーザ計測）から抽出及び手作業で補足		

(2) 生物多様性保全機能における補足・追加問案及び関連する文献

<案③>人工林の高齢級化が進んでいるが、高齢級人工林はどのような整備条件があれば成長が維持されるのか。又、良好な成長を維持することにより林床植生はどのような状態となるのか。（図表 2-21）

人工林が伐採されずに高齢級林へと移行していくが、整備せずに放置した場合、高齢級人工林は成長するのか、また成長を維持するとすればどのような森林整備条件、例えば強度間伐、間伐頻度、間伐方法等がなされなければならないのか。さらに、高齢級人工林が整備されずに放置された場合、林床植生の多様性はどのような状態となるのか。Q&A が長くなるが、二つの設問に分けても良い。

<案④>人工林伐採後に植栽せず天然更新としている場合もあるが、成林の可能性はどのようなものか、又、生物多様性への影響はどのようなものか。（図表 2-22）

人工林伐採後の天然更新については都道府県により天然更新完了基準を設けているが、成林の可能性の高い森林条件とは何か。また、天然更新により生物多様性に与える影響とは何か。

<案⑤>人工林の高齢級化に伴い、針広混交林化及び広葉樹林化への転換が見られるが、成林のための条件とは何か。また、こういった林相の転換に伴う生物多様性への影響とは何か。（図表 2-23）

現状の Q&A では、「複層林化」として挙げられているが、本案では主に広葉樹林化についての設問である。

<案⑥>溪畔林は、水土保持機能、水生動物の多様性等に多大な影響を与えるが、溪畔林の森林整備とはどのようなものか。また、溪畔林整備に伴う生物多様性への影響とはどのようなものか。（図表 2-24）

溪畔林の人工林も高齢級化が進み放置されている森林も多い。また、同様に、天然生林についても高齢級化が進んでいる。こういった溪畔林の整備（間伐、伐採等）とその効果とはどのようなものか。また、水生生物等への影響はどうか。

<案⑦>近年の台風等による森林被害とはどのようなものか。このような森林被害は森林生態系にどのような影響を与えるか。（図表 2-25）

近年の台風等による森林被害が生物多様性に与える影響、森林被害の実態等についての問案。

<案⑧>野生動物による森林被害とはどのようなものか。森林被害は森林生態系にどのような影響を与えるか。（図表 2-26）

1990 年代からシカによる、造林木食害、剥皮被害が発生しはじめ、現状では全国規模で発生している。このような森林被害が森林生態系に及ぼす影響とはどのようなものか。

<案⑨>生物多様性を数量的に評価する手法とは何か。数量化により多様性の何が評価されるのか。(図表 2-27)

種の多様性、生態系の多様性の数量化手法と数量化により把握可能な領域とは何か。

<案⑩>森林地域の絶滅危惧種(維管束植物)とはどのようなものか。人工林ではどうか。(図表 2-28)

絶滅危惧種とは一般的にも知られた用語ではあるが、森林地域、特に人工林地域における絶滅危惧種(維管束植物)とはどのようなものか。どの程度存在しているのか。その保全対策はあるのか。

図表 2-21 補足・追加問案及び関連する文献③

補足 追加問案	<案③>人工林の高齢級化が進んでいるが、高齢級人工林はどのような整備条件があれば成長が維持されるのか。又、良好な成長を維持することにより林床植生はどのような状態となるのか。		
文献番号	概 要		
1	発表年	著 者	掲 載 誌
	2015	原口竜成他 2 名	関東森林研究
	タイトル	102 年生ケヤキ人工林における 2 回の間伐の効果についての検討	
	1912 年植栽ケヤキ林の 1932 年、1999 年の間伐効果を調査。間伐区では、2008 年～2013 年の期間で成長率向上が顕著。無間伐区では品質の低いヌカ目材発生。高齢級間伐は大径材生産と高品質材生産において有効と結論。		
2	発表年	著 者	掲 載 誌
	2015	細田和男他 3 名	関東森林研究 66－1(2015)
	タイトル	過密な高齢人工林に対する間伐の効果-97 年生ヒノキ下層間伐 5 年後の事例-	
	過去 41 年間無間伐であった 97 年生ヒノキに対して、材積率 22%、本数率 31%の下層間伐を実施。間伐後 5 年経過時点、直径成長、林分材積成長は通常間伐を実施した林分と同等がそれ以上に回復。		
5	発表年	著 者	掲 載 誌
	2017	杉田久志他 4 名	「森林総合研究所研究報告」(Bulletin of FFPRI) Vol.16 No.4 (No.444) 225 - 238 December 2017
	タイトル	強度間伐が行われたスギ高齢人工林における林分および個体の成長	
	林齢 90 年生時に本数で 64%、材積で 53%の強度間伐が実施された岩手県のスギ高齢人工林において、その後 114 年生までの林分および個体の成長を復元し、間伐が成長に及ぼした影響と個体の成長のばらつきをもたらす要因について検討した。比較的低い密度で管理されてきたスギ高齢人工林において、強度の間伐を行ってその後きわめ		

	て低い密度で管理して超長伐期施業をめざす施業は、大径材や年輪幅からみた高品質材を生産する観点からも、一つの選択肢になり得ると考えられる。		
8	発表年	著 者	掲 載 誌
	2015	宮本和樹	日林誌 (2015) 97:169-170 巻頭言
	タイトル	特集「人工林の高齢級にどう向き合うべきか」人工林の高齢級化と向き合う前に	
	高齢級人工林の施業体系、抜出・加工技術、需要等の科学的根拠となるデータがない。高齢級とは10 齢級以上、大径材は末口径 30cm 以上。森林学会の特集をとりまとめ。		
12	発表年	著 者	掲 載 誌
	2015	渡辺仁志 他 2 名	日林誌 (2015) 97:182-185
	タイトル	間伐が高齢級ヒノキ過密林の林分構造と成長に及ぼす影響	
	調査地は、郡上郡美並町白山 1912 年植栽 (2003 年時点 91 年生)、加茂郡東白川村越原 (調査時点 97 年生)。二つの調査林分とも壮齢林以後 50 年間以上無間伐林分。これまで積極的な密度管理が行われてこなかった高齢級ヒノキ過密林においても直径成長が認められ、さらに間伐による胸高直径の成長促進効果が見られる場合がある。		
14	発表年	著 者	掲 載 誌
	2007	辻 貴 文	日林誌 89 (3) 2007
	タイトル	京都府北部の無間伐ヒノキ高齢林における斜面位置と林分構造の関係	
	京都府北桑田郡美山町字脇谷に位置する京都府立大学附属大野演習林内の 15 林班。2005 年時点で 90 年生ヒノキ林で一度も間伐されることがない高密度林分。間伐手遅れ林分に対して間伐を行う場合は斜面位置を考慮に入れる必要がある。斜面上部では立木密度が高く、成長が悪い共倒れ型の林分になりやすいことに加えて、広葉樹などが混じる可能性もあることから、強度の間伐や広葉樹の除伐を行うことによって倒木などの被害が生じる可能性がある。間伐・除伐によって大きな林冠ギャップができないよう配慮した施業によって集中分布を取り除くことが望ましい。一方、斜面下部では成長が比較的良く、立木密度が低いことから個体サイズの不均質性を小さくするような利用間伐を行うことによって残存木の成長を促進できると考えられる。		
18	発表年	著 者	掲 載 誌
	2000	大住克博 他 5 名	日林誌 82(2)2000 179-187
	タイトル	秋田地方で記録された高齢なスギ人工林の成長経過	
	秋田地方のスギ人工林 12 林分の長期間にわたる成長経過を解析。その内 4 林分では、林齢 25-95 年生までの約 70 年間にわたって同一林分の成長経過が記録されており、これは、国内で最も長期にわたる人工林の観察記録。林齢 60 年生以降でも、間伐後単木の肥大成長が増大することが観察されたことから、高齢級でも間伐が有効であることが示		

	された。各林分は過去に,無間伐から強度の上層間伐まで異なった取り扱いを受けていたが,その違いを越えて成長経過は一定の傾向を示した。すなわち,国内の他の地方に比べて初期成長が遅く,逆に壮齢以上での成長が良いという晩生な特性であり,それは秋田地方のすぎ林分収穫表の予測した傾向とほぼ一致する。		
39	発表年	著 者	掲 載 誌
	2014	梶本 卓也他	林総合研究所 平成 26 年版 研究成果選集
	タイトル	長伐期林へ誘導するための間伐の指針づくり	
	現在、スギやヒノキの人工林は、その多くが 40 ～ 60 年生とちょうど主伐期を迎えています。そのうち、ただちに伐採・収穫しない林分については、伐期をさらに延長して、“長伐期林”として適切に管理することが求められています。その際、どのような間伐をすれば期待する大径材の生産が可能になるのかという長期的な施業の指針が必要になります。この研究では、こうした指針づくりのために、目標林型となる高齢林の実態調査と、成長モデルを用いた異なる施業シナリオの下での将来の大径材本数の予測を行いました。また、伐採までの総収支を試算して比較しました。これらをもとに、通常の下層間伐と将来木の間伐という二つの間伐手法を比較して、長伐期施業のための間伐手法に関する指針を作成しました。		
45	発表年	著 者	掲 載 誌
	2005	鈴木和次郎他 3 名	日林誌 87(1)2005
	タイトル	高齢級化に伴うヒノキ人工林の発達様式	
	林齢 200 年前後のヒノキ高齢級人工林は,100 年生以下のものと比べ,構成する個体のサイズや材積が大きくなるばかりでなく,群集組成や林分構造に大きな違いが認められた。すなわち,広葉樹の侵入によって,群集組成が多様化するばかりでなく,林冠層の植栽木と下層の広葉樹からなら成る複雑な階層構造が発達する。このような高齢級人工林の林分構造の発達様式は,植栽木の老齢化に伴う自然枯死ばかりでなく,過去の伐採履歴による林冠破壊が深く関与している可能性があり,生態系として健全性の高い高齢級人工林を造成するには,100 年生以降の高齢級人工林であっても適正な密度管理が必要と考えられた。 壮齢段階のヒノキ人工林においては,間伐による林冠の疎開と林内光環境の好転に伴って,常緑広葉樹のみならず,落葉広葉樹も侵入・定着し,更新木の本数密度が増大する。そうした中で,最初は成長の早い陽光性の落葉広葉樹がヒノキ人工林の下層において優占的になると考えられる。しかし,その後,林冠の閉鎖がしだいに強まる中で,落葉広葉樹が衰退し,代わって耐陰性の高い常緑広葉樹が成長,また新たな樹種が更新,成長することによって,下層で常緑広葉樹が優占的になると考えられる。こうした遷移系列は暖温帯上部で伐採など人為攪乱後によくみられる現象として報告されている(吉岡,1973;勝木ら,2003)。		
393	発表年	著 者	掲 載 誌

	2021	國崎貴嗣・山崎遥	日本森林学会誌 103、p.285-p.290
	タイトル	過密なスギ老齡人工林における 41 年間の林分成長経過	
	過密なスギ老齡人工林 1 林分における林齡 134～175 年の林分成長経過を、斜面区と平坦区別に調べた。斜面区では、本数率 10%前後の極めて弱い伐採が数回実施されたため、過密状態を解消できず、枯死木が発生し続けた。しかし継続的に伐採されたことで、込み合い度は緩やかに改善し、胸高直径成長量が増加することで平均形状比は 70 未満まで低下し、林分材積純成長量は 10 m ³ /ha/年以上に達した。平坦区では、林齡 146 年に本数率 22%の下層間伐が実施されたことで過密状態が解消され、枯死木発生が止まった。そして胸高直径成長量が増加することで平均形状比は 70 未満まで低下し、林分材積純成長量は 20 m ³ /ha/年前後まで増加した。地位級 1 等で樹高成長が継続しているため、相対幹距 15%を超える下層間伐を施せば林分材積純成長量が 20 年近く 20 m ³ /ha/年前後になることが確認された。		

図表 2-22 補足・追加問案及び関連する文献④

補足 追加問案	<案④> 人工林伐採後に植栽せず天然更新としている場合もあるが、成林の可能性はどのようなものか、又、生物多様性への影響はどのようなものか。		
文献番号	概 要		
53	発表年	著 者	掲 載 誌
	2003	勝木俊雄	日林誌 85(3)2003 特集「天然林施業に貢献する生態学」
	タイトル	関東南部の人工林跡地に成立した放置二次林における高木種組成の変化	
	放置された針葉樹人工林の後に成立した二次林において、高木種の定着・成長とその要因について、高木種を常緑・非鳥散布型(I 型),落葉・非鳥散布型(II 型),常緑・鳥散布型(III 型),落葉・鳥散布型(IV 型)の四つに類型化して検討した。特に極相を構成する種に多くみられる 1 型の種に着目した。自然林に近接する放置人工林が風害・雪害後に成立した二次林では、攪乱前からアラカシを主体とした 1 型の稚樹が多く存在していた。しかし、初期の二次林では攪乱後 1～2 年のうちに侵入した IV 型の種が初期成長が高いため優占した。その後も IV 型の種は胸高断面積合計が増加し放置二次林の優占種となった。一方 1 型の種も胸高断面積合計は増加傾向にあり、将来的には IV 型に代わり優占することが予想された。		
54	発表年	著 者	掲 載 誌
	2003	渡邊定元	日林誌 85(3)2003
	タイトル	天然林施業技術の評価と課題－天然林施業が定着できず森林劣化が起こった技術的問題点の総括－	
	大正・昭和前期に国有林で行われた択伐作業の失敗原因や、1928 年林学会で論議された天然林施業を導入することの可否論について分析した。また北海道国有林での択伐作業による森林劣化事例、定山溪国有林や東京大学北海道演習林の 30 年以上にわたる天然林施業の成果を解析した。分析の結果、天然林施業による森林劣化の主要な要因は、高い伐採率と更新の不確実性への技術的対応の欠如にあると結論づけた。前者は経営技術の改善により解決でき、後者は個々の種の更新に関係する生活史の解明によって確実な森林の再生が可能となる。特に構成種の更新特性、被圧耐性を解明して、前生稚樹の保育、天然更新、補植などが有効であるとした。		
104	発表年	著 者	掲 載 誌
	2004	長島啓子ほか 3 名	九州森林研究 57、p.189-p.191
	タイトル	再造林放棄地における植生回復と立地条件	

	齢）・伐採方法によって、森林の再生速度をある程度、制御できる可能性を示しているが、同時に、暖温帯における天然下種更新の難しさを示唆している。人工林伐採後の更新に天然力を活用する上で、埋土種子集団の保持は最低限必要な条件である。過去に大規模な採草地利用が行われた場所では、前生樹のみならず埋土種子も貧弱である可能性があるため注意が必要である。人工林伐採後の移入種子による常緑広葉樹の天然下種更新については、短期間での更新完了はあまり望めない。このように広葉樹の天然下種更新自体が非常に不確実な要素を含んでおり、さらに暖温帯主要樹種の種子散布特性を考えると、周りに広葉樹林があるという程度の条件で天然下種更新に期待すべきではない。他方、前生樹として更新材料が伐採前から確保されていると、天然下種更新よりもはるかに確実性が高い。今後は、これらの知見の検証し、確実性の高いものにすべきである。また、シカやササ・タケ類は天然更新の大きな阻害要因になり得るので、早急にその影響評価と対策の検討が必要である。森林の更新動態という長期現象を対象にする以上、長期観測の継続が極めて重要である。更新後の育林を含めた長期的な施業のなかで天然力の活用を位置づけ、適用していく必要がある。		
116	発表年	著 者	掲 載 誌
	2009	梅田久男ほか 2 名	宮城県林業試験場成果報告 18、p.31-p.40
	タイトル	再造林放棄地における天然更新の評価手法と更新技術の開発	
	本研究は、スギ人工林伐採後の再造林放棄地における植生回復の実態を明らかにして高木広葉樹などの天然更新が阻害される要因を探るとともに、早期に更新を図るための補助技術について検討した。県内 38 プロットのスギ伐採跡地を調査した結果、県西部の奥羽地域では低木類の被度が強くシダ類が多い、山麓・丘陵の中北部地域では高木種やササ類が多く低木は少ない、東部の北上地域では木本・草本とも種数が少なかった。キイチゴ類はほとんどの調査地でみられたが、更新困難地では被度 3 以上のプロットが 6 割以上あったのに対し、更新完了地ではすべて被度 2 以下のプロットだった。東部を中心に、標高 300 m 以上、傾斜 30 度以上の箇所では、キイチゴ類の被度が 2 以上のプロットの割合が高かった。キイチゴ類の被度 2 以上のプロットの多くは更新困難地であった。以上から、キイチゴ類の繁茂が高木種等の更新を阻害する要因と考えられた。更新を補助するために植栽した広葉樹等の成長率は年 20% 以上が多く、生育は順調であったと考えられ、更新補助技術として期待できると思われた。(本文中の要旨より)		
118	発表年	著 者	掲 載 誌
	2010	大本健司ほか 4 名	九州森林研究 63、p.46-p.49
	タイトル	長期経過再造林放棄地における植生回復とその要因	

	広域に分布する再造林放棄地の植生回復状況を評価するには、より長期的な視点に立って広域的に植生回復パターンとその違いを決定する要因を把握する必要がある。本研究は、大分県レベルでの2回の調査（5～9年経過・2002年から2004年、11～15年経過・2008年から2009年）における植生状態を比較し、植生遷移の動向を明らかにする。今回の結果から、再造林放棄地の植生遷移は先駆樹種から常緑高木群へ向かう動きと、先駆樹種から落葉高木群をへて常緑高木群へ向かう動きがみられた。それらの動きは近接広葉樹までの距離などの要因によって決定され、その遷移の動向は時間の流れに従って動き、面積などの立地条件によってスピードが変化すると考えられる。また、今回調査した再造林放棄地の植生は最終的には照葉樹林の優占種である常緑高木種が優占する植生タイプへ遷移すると考えられる。それゆえ、今回解析をおこなったプロット全体では植生は回復しているといえる。しかし、プロットを個別にみると、遷移の動向に対して逆行するプロットや、遷移が進んでいないプロットも存在した。このように逆行したり、停滞しているプロットについて考察を深める必要がある。そうすることで植生回復が遅れている要因を明らかにして、回復を促す何らかの対策を講じることができると考える。		
129	発表年	著 者	掲 載 誌
	2017	清水香代ほか1名	長野県林業総合センター研究報告、p.7-p.16
	タイトル	広葉樹林技術の実践的体系化研究	
	広葉樹や針広混交林への誘導にあたって必要な施業方法を検討するため、カラマツ林の下層に植栽されたブナやカツラおよび天然生広葉樹について成長を調査した。その結果、低木層の広葉樹の成長は、上木を残存させることにより植栽木、天然生に関わらず停滞するため、低木層の成長が停滞する前に上木を伐採する必要があった。また、カラマツ人工林の樹冠下で亜高木層に達した天然生広葉樹の動態を明らかにするため、上木の皆伐及び上下木を間伐した結果、その効果は10年程度しか発揮されなかった。これらのことから、カラマツ人工林から広葉樹林へと誘導する可能性は見出されたものの、樹冠下に健全な広葉樹が生育する複層林型の針広混交林は継続的に維持できないと考えられた。（本文中の抄録より）		
209	発表年	著 者	掲 載 誌
	2006	齊藤 哲他10名	日本森林学会誌/88 巻 (2006) 6 号
	タイトル	九州における針葉樹人工林および皆伐後再造林未済地に定着した樹木の本数密度の予測	
	九州の針葉樹人工林 (n=59)、皆伐地 (n=41) を対象に、定着した樹木の本数を調査し、定着本数密度の簡易な予測モデルを提示した。人工林、皆伐地の全種の定着密度は、対照として調査した広葉樹天然林と比べ低かった。とくにブナ科高木		

	種などの林冠優占種の定着は困難であることがわかった。数量化Ⅰ類による定着密度予測モデルの決定係数は、人工林、皆伐地とも、全種の場合に比べ、明るいところを成育適地とする陽性高木種に区分した方が高かった。定着密度に大きく影響した要因は、人工林では傾斜角、皆伐地では標高と、両者で異なる点もみられたが、成立後の年数（林齢、皆伐後経過年数）が最も大きい点は共通していた。本研究では、光環境に対する樹種特性を反映させた種群でまとめることにより、標高や林齢など地理情報や森林簿から容易に得られる情報から定着密度を比較的高い精度で予測することができた。		
233	発表年	著 者	掲 載 誌
	2011	西澤敦彦他 3 名	複数広葉樹の導入による伐採地の森林造成手法に関する研究 2011
	タイトル	多摩地域の針葉樹人工林内における広葉樹埋土種子 ～広葉樹林からの距離による埋土種子への影響～	
	人工林内に多い高木性の広葉樹種子は風・被食散布型で、広葉樹林から 30m までの距離との関係が見られた。種類は隣接する広葉樹林の植生とは異なり、先駆種の低木が多く、高木性の広葉樹林へ速やかに転換するには、植栽・管理等が必要である。		
367	発表年	著 者	掲 載 誌
	2017	中川昌彦他 2 名	森林計画学会誌 51(1)、p.19-p.25
	タイトル	カラマツの天然更新地が広葉樹林化、混交林化しやすい原因の調査事例	
	カラマツの天然更新地が広葉樹林化、広葉樹と混交林化しやすい原因について調査事例を得るため、最近カラマツの天然更新施業が行われた林地で現況やカラマツの枯損原因の調査並びに天然更新した稚樹の毎年の成長量調査を行った。足寄ではすべてのカラマツの稚樹が枯損していたが、その 9 割以上にエゾヤチネズミによる環状の食害痕が認められた。雄武では、表土除去から 4 年後には広葉樹の稚樹が優占しており、カラマツの稚樹は被圧されていた。また、シラカンバやウダイカンバの稚樹のほうがカラマツの稚樹よりも成長が早かった。カラマツの天然更新地が広葉樹林化、広葉樹と混交林化しやすい理由として、カラマツがエゾヤチネズミによる食害を受けやすいこと、またシラカンバなどの広葉樹よりも成長が遅いことが指摘されているが、本研究の結果はそれらを支持する内容であった。		
121	発表年	著 者	掲 載 誌
	2012	森林総合研究所 「広葉樹林化」研	森林科学

		究プロジェクトチ ーム	
	タイトル	広葉樹林化ハンドブック 2012—人工林を広葉樹林へと誘導するため—	
	この 2012 年版では、(1)天然更新を促進し、更新を確実にする方法、(2)植栽による更新の新しい手法や考え方、(3)公益的機能を維持向上させるための施業法やその評価方法、(4)更新作業の妥当性を検証し、確実な更新に導くための方法、(5)更新を完了させるまでの施業の流れと作業例を解説。(1)については上木伐採の考え方と鳥を利用した散布種子の誘導を述べるとともに、更新稚樹を枯らさないこと、帯状伐採地での注意などを解説。(2)については菌根菌を利用する方法、地域性種子を重視する考え方などを論述。(3)については主に土壌保全機能を重視して概説。(4)、(5)については PDCA サイクルの重要性を強調している。		

図表 2-23 補足・追加問案及び関連する文献⑤

補足 追加問案	<案⑤>人工林の高齢級化に伴い、針広混交林化及び広葉樹林化への転換が見られるが、成林のための条件とは何か。また、こういった林相の転換に伴う生物多様性への影響とは何か。		
文献番号	概 要		
43	発表年	著 者	掲 載 誌
	2010	新山 馨 他6名	日林誌（2010）92：292－296
	タイトル	人工林の広葉樹林化に向けた広葉樹の更新に関する文献の収集と評価	
	人工林の広葉樹林化を検討するため、日本語で1978年～2006年に発行された文献をFOLIS（林業・林産業関係国内文献データベース）で検索。研究上の必要性を評価してS,A,B,Cの準でランク付け。総書誌数185誌から文献数648件を抽出、そのうちS評価は14件、A評価は59件であった。		
44	発表年	著 者	掲 載 誌
	2010	田内 裕之他8名	森林科学 No.59 2010 特集
	タイトル	広葉樹林への誘導の可能性	
	人工林を広葉樹林にする－誘導する意義とその可能性 田内 裕之 広葉樹林化に科学的根拠はあるのか？－温帯林の種多様性維持メカニズムに照らして－清和 研二 広葉樹林化に適した森林をGISで抽出する 小田 三保・三樹 陽一郎・平田 泰雅 暖温帯域における広葉樹林化の可能性 島田 博匡・野々田 稔郎 北海道における広葉樹林化の可能性 今 博計 広葉樹林化の目標林型と更新基準 田内 裕之		
50	発表年	著 者	掲 載 誌
	2010	島田博匡他1名	森林科学 59 2010 . 6
	タイトル	暖温帯域における広葉樹林化の可能性	
	三重県全域のスギ・ヒノキ人工林から様々な条件下にある林齢25～67年生の207林分を選定し、高木性広葉樹の侵入実態を調査したところ、樹高10cm以上の稚樹密度は0本/haから8,800本/haまで様々であった。ただし、1,000本/haに満たない林分が68%を占めており、広葉樹の侵入が困難な林分が多いことが予想された。広葉樹林にまで誘導するには、どの程度の稚樹数を侵入させる必要があるのか？侵入した広葉樹を林冠層まで育成するにはどのように施業を進めていけばよいのか？などの解決すべき課題が残されている。		
102	発表年	著 者	掲 載 誌
	2001	古川仁ほか1名	長野県林業総合センター研究報告 No.15、p.12-p.25
	タイトル	混交林等多面的機能発揮に適した森林造成管理技術の開発	

	長野県の全森林面積は 677 千 ha、うち混交林は 123 千 ha、18%である。その混交林をスギーヒノキ、アカマツースギ、アカマツーヒノキ、アカマツーカラマツ、アカマツー広葉樹、カラマツースギ、カラマツーヒノキ、カラマツー広葉樹、ブナーその他広葉樹、ナラーその他広葉樹の 10 種に区分した。そうすると、主要構成樹種がアカマツ、カラマツ（一部にカラマツが従の混交林を含む）、ナラ類の混交林は全混交林面積のそれぞれ 47%、42%、18%である（重複）。また針広混交林は全混交林面積の 34%、広葉樹だけの混交林は同 23%である。 以上からカラマツーヒノキ带状二段林、カラマツー広葉樹混交林、アカマツーカラマツ混交林を造成する施業体系のモデル化を行った。ここでは、そのなかのカラマツー広葉樹混交林について述べる。①カラマツ（地位Ⅰ）ーナラ類（地位特Ⅰ）、②カラマツ（地位Ⅲ）ーナラ類（地位Ⅱ）、③カラマツ（地位Ⅴ）ーナラ類（地位Ⅳ）という 3 種のモデルに分けて考察したところ、地位の違いに応じて成長具合の差はでてくるが、将来、いずれも何らかの形でカラマツ、ナラ類の収穫、利用を期待できるとの結論を得た。		
107	発表年	著 者	掲 載 誌
	2006	石田朗ほか 2 名	愛知県森林・林業技術センター研究報告 No.43、p.1－p.10
	タイトル	針広混交林の造成に関する研究	
	愛知県内の針広混交林造成手法を確立するため、①高齢級の社寺林での針広混交林の実態調査、②人工林の針広混交林化の実態調査及び③その他の検討を行った。その結果、①社寺林では樹齢は推定 100 年以上で、スギまたはヒノキとツブラジイ等常緑樹との混交林が成立しており、択伐等でできたギャップを埋める形で下層に生育していた常緑広葉樹が成長し、混交林化したと考えられた。②針広混交林化した人工林では、樹齢は 70～80 年でコナラ等落葉広葉樹またはツブラジイ等常緑広葉樹との混交林が成立していた。混交林の高木層を占めた広葉樹では、植栽したスギ、ヒノキと同時に成長を開始したものと植栽後に侵入したものがあり、下刈の未実施で萌芽や実生が成長し混交林化したと考えられた。③スギまたはヒノキと広葉樹の混交植栽試験における初期の成長速度は、暖帯沿海部、暖帯内陸部、中間温帯の違いや樹種の違いで差は認められなかった。また、暖帯内陸部や中間温帯ではノウサギやニホンジカによる食害が多く発生しており、防除策が必要であった（以上、本文中の要旨より）。		
136	発表年	著 者	掲 載 誌
	2014	森林総合研究所、北海道立総合研究機構など	「広葉樹林化技術」（pp.83）「研究現場で集められた知見 広葉樹林化技術（資料編）」
	タイトル	広葉樹林化技術の実践的体系化研究	

	2014 年と 2015 年の 2 年間、森林総合研究所が中心になり、9 道県立の研究機関、2 大学、1 大学校、1 企業が参加して取り組んだ共同研究の成果。ガイドブック的なまとめ方をしている。経済林として維持するのが困難であると予想されるスギ・ヒノキ・カラマツなどの人工林を広葉樹林に転換し、多面的機能を発揮させるための技術を開発して体系化することを目的としている。主として広葉樹の若い稚樹を人工林に定着させるための技術開発について研究した。残された技術的課題は、(1)広葉樹林化において妥当な目標林型を設定する技術、(2)定着させた稚樹を中心に、設定した目標林型へ誘導するための施業計画（間伐の強度や実施インターバル等）を設計する技術、(3)広葉樹林化施業が周辺の健全な人工林に及ぼす病虫獣害のリスクを評価・予測する技術の 3 点。さらに、これらを技術を統合して一つの技術体系として確立することも必要である。多くの機関の共同研究であるだけに非常に豊富な事例を踏まえている。なお、広葉樹林化における現場作業の流れは漸伐施業そのものであるとの指摘（「広葉樹林化技術」 p.62）は興味深い。		
205	発表年	著 者	掲 載 誌
	2004	齊藤 哲他 4 名	九州森林研究 No. 57 2004. 3
	タイトル	暖温帯のスギ人工林内における広葉樹の混交状態	
	暖温帯のスギ人工林内における広葉樹の混交状態を把握することを目的としてスギと広葉樹が混交する 120 年生の林分（混交林）と 40 年生スギ人工林（スギ林）において林分構造と広葉樹の種組成、本数密度について調査した。混交林は大径のスギを含むとともに、広葉樹については九州の代表的な自然植生である照葉樹林に近い構造を持つ林分であった。スギ林においては、広葉樹の定着が認められたが、定着した広葉樹の大部分は亜高木種であり、照葉樹林の林冠層で優占する種（主要高木種）は稀であった。これらのことからスギ人工林では、亜高木種は早く定着するが、主要高木種の定着は遅いと考えられた。暖温帯のスギ人工林を混交林に誘導するためには、照葉樹林主要高木種の定着過程の解明が必要である。		
234	発表年	著 者	掲 載 誌
	2011	小山泰弘他 1 名	長野県林業総合センター研究報告 25
	タイトル	針広混交林造成に向けた更新技術の開発	
	長野県内の針葉樹林で林床植生を調べたところ、アカマツ及びカラマツ林分では収量比数と関係なく林床植生が発達し、ササ地などの一部を除いて後継樹となる高木性広葉樹が成立していた。しかし、スギ及びヒノキ林分では、林床植生が少なく、高木性広葉樹の発生本数が少なかった。長野市のスギ人工林で、林床植生内への高木性広葉樹の侵入状況を調べたところ、近接する広葉樹林からの距離に依存して、50m 以上離れると急激に減少していた。広葉樹林に隣接するが林床植生が欠落していた高森町のヒノキ過密人工林、間伐強度を変えた間伐を行ったところ、間伐強度が高いほど実生稚樹は発生したが、その発生量は 1,000 本/ha と少なかった。塩尻市櫛川にある 32 年		

	生のヒノキ林で、施業履歴と高木性広葉樹の定着条件の関係を調べたところ、林冠閉鎖前に高木性広葉樹が侵入定着していた場合のみ、高木性広葉樹が混交していた。塩尻市の林業総合センター構内の林床植生が欠落した18年生スギ林、ヒノキ林で3残1伐の列状間伐を実施したところ、間伐列では、光環境の改善により林床植生が発生したが、高木性広葉樹の発生は認められなかった。		
366	発表年	著 者	掲 載 誌
	2017	Toshiya Yoshida et al.	Sustainability(9,2093
	タイトル	Structural Complexity and Ecosystem Functions in a Natural Mixed Forest under a Single-Tree Selection Silviculture	
	森林管理の目的はより広範になり、木材生産と森林生態系の保全を調和させることが不可欠となっている。択伐は天然林の複雑さと不均質性を維持できるので、皆伐に代わる主要な方法として認識されているが、その長期にわたる評価はあまり実施されていない。本研究では北海道の針広混交天然林において、生物多様性や生態系炭素蓄積量の指標となる林分構造の諸属性を、施業林と非施業林(両者合計 12.6 ha)とで比較検討した。その結果、30年にわたる単木択伐の実施により、施業林における上層木の蓄積、サイズ構造、種多様性、空間分布は非施業林と大きな相違のないことが明らかになった。また、施業林の炭素蓄積量は非施業林のそれとほぼ同じであった。一方、生物多様性にとって重要ないくつかの構造的属性や指標要素(大径木、枯死木、空洞、着生蘚苔類、いくつかの鳥類群など)は、施業林で著しく減少していることが示された。このような構造と要素をある程度残すことが、本地域の代替育林施業としてのメリットを導き出すために必要である。		
376	発表年	著 者	掲 載 誌
	2018	島田和則他 3 名	森林立地 60(1)、p.11-p.21
	タイトル	暖温帯域の気象害を受けた放置人工林に再生した広葉樹二次林の植物種数および生育環境区分からみた種構成の長期経年変化	
	人工林の広葉樹林化により植物の多様性がどのように変化したのか、検証を行うことを目的とした。暖温帯域の針葉樹人工林が気象害を受けてから広葉樹二次林として自然再生した林分について、再生0年目から30年目までの植物種数や種構成の長期経年変化について検討した。全体の種数は気象害を受けた直後の3年間は急増したが、以降は減少し続けた。次に、種構成の経年変化を出現種の生態的特徴から分析するために、出現種を生育環境区分によってタイプ分けして分析した。照葉樹林タイプの種数は調査期間を通じて増加した。一方、草原タイプなど非森林生の種数は再生初期に増加し、その後減少した。この結果、人工林跡から成立した広葉樹二次林は攪乱後再生初期では非森林生の種の一時的な増加によって全体の種数が多くなるが、その後は減少していくことが示された。人工林跡から成立した広葉樹二次林の多様性が攪乱に		

	よって増加した非森林生の種に大きく影響されることは、多様性保全を目的とした森林管理で考慮する必要があると考えられた。		
397	発表年	著 者	掲 載 誌
	2022	伊東康人他 3 名	日本森林学会誌 104、p.146-p.153
	タイトル	小面積皆伐地に植栽した落葉広葉樹 3 種の初期 5 年間動態	
	針広混交林化の技術確立に繋がる知見として、兵庫県の小面積皆伐したヒノキ人工林にクリ、ヤマザクラ、コナラの落葉広葉樹 3 種を異なる密度(1,000、1,500 または 2,000 本/ha)と方法(単木混植または単植)で植栽し、植栽木の成長および生存に影響を及ぼす要因を調べた。3 種の植栽木の成長量は前年地際径および開空度の増加に伴い増加し、土壌含水率の増加に伴い減少していた。生存率に関しては、前年地際径の増加に伴い 3 種とも生存率が増加し、開空度の増加に伴いクリでは生存率が増加、ヤマザクラ、コナラでは生存率が減少していた。コナラ単植プロットでは、地形の異なる調査地間で 5 年目の地際断面積合計に大きな差がみられたのに対し、単木混植プロットでは単植プロットほどの差はみられず、植栽密度が高いほど 5 年目の地際断面積合計も大きくなった。植栽後 5 年間に関しては、環境応答性が異なる樹種を混植することで成長または生存できないというリスクが回避されること、検討した中では最も植栽密度が高い 2,000 本/ha が最適であることが示唆された。		

図表 2-24 補足・追加問案及び関連する文献⑥

補足 追加問案	<案⑥> 溪畔林は、水土保持機能、水生動物の多様性等に多大な影響を与えるが、溪畔林の森林整備とはどのようなものか。また、溪畔林整備に伴う生物多様性への影響とはどのようなものか。		
文献番号	概 要		
262	発表年	著 者	掲 載 誌
	1999	岩城美知子他 6 名	河川財団 平成 11 年度（第 14 回）調査研究助成
	タイトル	森林伐採が河川環境に与える影響に関する研究	
	森林および河川の両面から、伐採が山地溪流の環境と、そこにすむ魚類に与える影響を明らかにすることを目的として、森林が河川に及ぼす影響の空間的スケールに注目し、小さい空間スケールで働くえさ供給などの役割と、大きい空間スケールで働きうる水質への影響のそれぞれを評価することをめざした。 森林伐採による溪流水質、溪流中の藻類量への影響の調査は三重県内のスギ・ヒノキ人工林で、皆伐および間伐が実施された流域で行った。溪流水質については、皆伐地では、NO3－、PO43－の濃度の上昇、pH 値の低下が認められた。しかし、間伐地では伐採による水質への影響は認められなかった。藻類量についても、皆伐地では増加が認められたが、間伐地では変化が認められなかった。溪流水質と藻類量との関係をみると、今回の調査地での藻類の生長は P によって制限されており、今後、土砂が溪流に流出することなどによって P が供給されると藻類量が増加することが推測された。溪畔林が、その河川に生息する魚類のえさ供給に与える影響の調査は、紀伊半島南部に位置する北海道大学和歌山地方演習林（和歌山県東牟婁郡古座川町平井）を調査地とした。全無脊椎動物の落下密度は調査区間によって大きく異なることはなかったが、その中に占める陸生無脊椎動物と水生昆虫の成虫の割合は異なり、溪畔林の状態が無脊椎動物の供給に影響を与えていることが明らかになった。底生無脊椎動物が伐採地で増加しており、溪畔林伐採による影響が認められた。しかし、アマゴの胃内容物と落下無脊椎動物と底生無脊椎動物の対応関係について、はっきりした傾向は認められなかった。		
	発表年	著 者	掲 載 誌
267	2006	河合英二	森林総合研究所交付金プロジェクト（溪畔林）
	タイトル	溪畔林の環境保全機能の解析と評価手法の開発調査	
	本課題では、今後推進される溪畔域の保全を考慮した治山施設の整備ならびに溪畔林の取り扱い・造成に資するために、溪畔域の持つ多様な機能を明らかにするとともに、それらの機能を評価する手法を開発し、溪畔域の保全に配慮した治山事業の方向性を提示する。		

268	発表年	著 者	掲 載 誌
	2006	阿部 俊夫他 2 名	水利科学/50 巻 (2006) 5 号
	タイトル	森林からの有機物供給と溪流生態系	
	陸上であれ,水中であれ,生物の世界には,食物連鎖という仕組みがあり,植物によって固定された太陽エネルギーは,「食う一食われる」の関係によって,例えば「植物→ 草食動物→ 肉食動物」のように伝達していく。実際の生態系では,この関係はもっと複雑であり,複数の食物連鎖が絡み合ったような「食物網」を形成する場合が多い。河川における食物網の起源物質(植物など食物網の基盤となるもっとも低次のエサ資源)としては,落葉リターなど陸上から供給される有機物,河川内で生産される付着藻類,それらが分解してできる細粒の有機物などが想定される(Anan,1995;Anderson&Sedell,1979)。Vannote et al (1980)の河川連続体仮説(river continuum concept)によれば,森に覆われた上流域ではリター,中流域では藻類,下流域では細粒の有機物が,それぞれ相対的に重要な起源物質であると予想されている。山地溪流においてリターがより重要と考えられているのは,森林の日射遮断により川底の藻類生産が低調になる代わりに,森林から大量のリター供給が期待できるためである。		
270	発表年	著 者	掲 載 誌
	2010	伊藤 哲	宮崎県治山林道協会 教育・学術研究助成
	タイトル	溪畔林保全対策の現状と課題	
	日本の森林政策の中で 「溪畔林の保全」が正式に 謳われたのは、2011 年ごろだったのだろうか。平成 23 年（2011 年）7 月に発表された 森林林業基本計画では、生物多様性保全機能に応じた森林の望ましい姿の一つとして、「陸域・水域にまたがり特有の生物が生育・生息する溪畔林」が挙げられて おり、また、多様で健全な森林への誘導方策の一つとして「溪畔林など水辺森林の保全・管理及び連続性の確保」が挙げられている。これ以降、「溪畔林の保全」は森林 政策の中に常に登場し、各種森林計画でも基本理念等で必ず記述されてきている。今では、溪畔 林という言葉が全く聞いたことがないという森林技術者はほとんどいないだろう。一方でこの 10 年、果たして目の前の溪畔林は変わっただろうか。残念ながら、保全・修復によって大きく変わりつつある溪畔林を簡単に見つけることは、まだできない。筆者個人が携わった国有林等 から の技術相談の経験に照らすと、以前は主伐よりも間伐のほうがまだ多く、本格的な溪畔林の保全や修復が制度上難しかったことも、溪畔林保全がなかなか実践されなかった理由の一つと思われる。その後、多くの人工林が 伐期を迎え、主伐面積が急速に増加してきている。しかし 残念なことに、多くの林業の現場では従前のように溪流沿いまですべての 立木 が伐採され、再造林される場合には水際まで スギやヒノキが植栽 されている ケース がほとんどである。このような状況を見ると、森林政策の一つとして位置付けられ、各種計画に		

	明記されている「溪畔林の保全」が森林管理の現場に本当に浸透しつつあるのかは、現段階ではかなり疑わしいと言わざるを得ないだろう。が判断していくべき事項がほとんどである。そこで本稿の前半では、そもそも溪畔林とは何なのか、なぜ保全が必要なのかなど、溪畔林保全の基礎となる内容を簡単に解説する。後半では、自然林再生の考え方に基づいて、溪畔林の管理の基本原則に沿ってどのような方法で溪畔林を保全すべきか例示し、実践していく上での注意事項や判断基準を示したい。		
271	発表年	著者	掲載誌
	2012	福島慶太郎	森林立地 54 (2), 51~62 2012
	タイトル	森林生態系の物質循環および溪流水質からみた攪乱影響評価の可能性	
	現在、日本の森林生態系は、人工林施業、食植生昆虫やシカによる植生の衰退、窒素飽和など、様々な攪乱にさらされつつある。これらの攪乱は多くの場合、溪流への硝酸態窒素の流出を招き、下流域生態系への影響が懸念される。すなわち、攪乱を受ける森林の管理と流域管理を一体で考える必要があり、攪乱に対する物質循環や溪流水質への影響評価が不可欠であるが、そのことが十分認識されているとは言えない。本稿では、森林生態系に加わる攪乱が物質循環・溪流水質に与える影響について、攪乱の種類ごとに、研究が先行している欧米の例と日本の現状についてレビューした。その結果、日本の場合施業の影響がより長期に及ぶこと、食植生昆虫による植生衰退は伐採よりも影響が低いとされるが、日本で集団枯死を招いているマツ枯れやナラ枯れは、伐採に匹敵する影響を及ぼす場合もあること、高木層よりもバイオマスが小さい下層植生であってもシカの過剰採食を受けることで硝酸態窒素の流出が増加する可能性があること、が示された。また、これらの攪乱に加え、大気窒素降下物量の増加にともなう窒素飽和現象も顕在化しつつあり、複数の攪乱が重複して発生し要因分離が困難になるケースも予測される。攪乱影響評価の上で最低限必要な指標として、溪流水中の硝酸態窒素濃度の季節変化や、集水域の窒素保持能力が挙げられる。硝酸態窒素流出の規定要因の解明のためには、植物の成長量や土壌での窒素無機化速度、土壌有機物の炭素・窒素比にも着目する必要がある。欧米とは気象条件や攪乱の頻度・規模が異なるため、日本の森林で大気—植物—土壌—溪流水—連の物質循環過程を対象として大規模操作実験および長期観測のデータを広域的にそろえ、知見を集約することのできる体制を整えることが喫緊の課題といえる。		
272	発表年	著者	掲載誌
	2013	境優	日緑工誌, J. Jpn. Soc. Reveget. Tech., 39 (2), 248—255, (2013)
	タイトル	シカの過採食による森林と溪流生態系の相互作用の変化	
	近年、シカの過採食によって劇的に森林の下層植生が衰退している。本来ならば夏期には溪流を覆うように繁茂する溪畔植生も、シカ高密度地域では壊滅状態に追いやられている。河畔植生は、林床を覆って土壌の流出を抑制したり、訪花昆虫、食植性昆		

	虫などを溪流に供給したりすることで、森林と溪流生態系をつなぐ重要な役割を果たしている。土壌侵食の活発化は、無機物的な側面では、土砂流入による河床改変を引き起こし、底生動物群集の多様性低下を招く。一方有機物的な側面では、森林由来の他生性有機物が溪流に過剰に流入することで溪流生態系内の栄養循環に変化をもたらす可能性がある。前者のような土砂の堆積プロセスは河川地形に応じて空間的に不均質であるため、シカによる土砂流出が溪流生態系に及ぼす影響の評価には、河川地形学や森林水文学など生態学に囚われない学際的な視点が重要である。一方、溪畔植生から溪流への陸生動物の供給がシカの過採食によって変化すると、森林－溪流生態系のつながりを通して魚類も含めた生態系内の栄養循環のバランスが崩れることが示唆された。		
273	発表年	著 者	掲 載 誌
	2015	関東森林管理局森林技術・支援センター	関東森林管理局森林技術・支援センター
	タイトル	溪畔林再生のための施業技術ガイドライン～茨城県北部を流れる大北川流域において～	
	溪畔には、一般に、土石流等に伴う攪乱によって形成される変化に富んだ環境に適合した森林が成立しますが、現状が人工林となっている箇所も多く、生物多様性の保全の観点から、人工林を自然林に誘導していくことが望まれる場合もあります。しかし、そのための体系的な技術は確立されていません。このような中、溪畔は水土保持上も重要なエリアであり、誘導のための施業技術の確実性が求められています。このため関東森林管理局森林技術・支援センターでは、平成15年度から（独）森林総合研究所との連携・協力を図りながら、茨城県北部を流れる大北川流域において「溪畔林の施業技術の開発」等の実証に取り組んできました。その溪畔林再生を行う際の留意事項をまとめたガイドラインを作成しました。溪畔林再生を行う皆様におかれましては、水辺林を修復・再生する施業体系の際に、このガイドラインをご活用していただき、溪畔林の希少性と生物多様性保全に果たす重要な役割及び豊かな森林環境の創出に向けて、ご理解、ご協力を頂きますようお願いいたします。		
277	発表年	著 者	掲 載 誌
	2017	林野庁	林野庁
	タイトル	平成29年度溪畔保全プロジェクト林における調査事業報告書	
	平成29年度溪畔保全プロジェクト林における調査事業報告書		
280	発表年	著 者	掲 載 誌
	2001	山路和義	京都府森林保全課
	タイトル	木製治山ダムと溪流生態系について	

	京都府が開発した木製治山ダムを設置するにあたり、溪流生態系調査を実施した結果、様々なことがわかったので報告する。木製治山ダムは「天然素材の使用」「低い堤高」「短い工期」「工事現場の攪乱が少ない」「工事後の自然回復力が強い」などの特徴から自然に優しく、環境との調和が早期に図れる工種として施工してきた。 写真1は施工後2年ほど経過した木製治山ダムの状況であり、自然回復力の強さが伺えた。写真2はモリアオガエルやキセイキレイの営巣であり、自然にやさしい工法であることが確認された。今回の調査の目的は木製治山ダムの環境への優しさを定性的ないし、定量的に分析することであり、社団法人淡水生物研究所が開発した定性的分析手法「HIM」と「MHF」が利用できると判断して、調査を実施した。 HIMは、調査地に生息する生物によりその河川構造がどのようなものかを判定する手法である。イメージ図に特徴をわかりやすいように表現した。この調査手法の特徴は優れた環境に住む生物が多く出現すれば高得点となり、逆に汚れた環境に住む生物が多く出現すれば得点が低くなるという傾向があり、その調査地の環境が得点で表現される。MHFは、調査地に生息する生物のライフスタイルからその河川の生態学的な特性を判定する手法である。例えばタカハヤがいるような場所は、タカハヤの行動範囲が狭いというライフスタイルから、その川がダム群などで分断されている可能性が高いと評価される。また、うなぎがいるような場所は、そのライフスタイルが海から清流までを行動範囲とすることから、ダムなどによる生息域の分断が少ない河川構造であると評価される。		
281	発表年	著 者	掲 載 誌
	2010	危機管理技術 研究センター 砂防研究室	ISSN 1346-7328 国総研資料第 580 号 平成 22 年 2 月
	タイトル	溪流空間の多様性を保全する溪流保全工整備の手引き － 2010 年版 －	
	本資料は、地域の安全を確保し、溪流の生態系に配慮した溪流保全工に関する調査・計画・設計・工事実施上の配慮事項・維持管理について、基本的な考え方と基礎技術を示したものである。		

図表 2-25 補足・追加問案及び関連する文献⑦

補足 追加問案	<案⑦>近年の台風等による森林被害とはどのようなものか。このような森林被害は森林生態系にどのような影響を与えるか。		
文献番号	概 要		
10	発表年	著 者	掲 載 誌
	2005	國崎貴嗣	日林誌 87(5)2005
	タイトル	岩手山麓のスギ高齢人工林における冠雪害の発生傾向	
	岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育センター滝沢演習林のスギ高齢林（2010 年現在 165 年生）における冠雪害発生要因の分析報告。胸高直径 30cm 以上の大径木から構成される高齢林でも、形状比 70 以上の林木では冠雪害を受ける可能性が高いと考えられ、密度の高い高齢林では密度管理が必要である。		
28	発表年	著 者	掲 載 誌
	2017	塚原雅美	新潟県森林研究所研究報告 No. 57（2017）
	タイトル	平成 16 年台風第 16 号（T0416）により発生した高齢級スギ人工林の暴風被害の発生要因と対策の検討	
	長期育成循環施業の誘導伐として抜き伐りを行ったスギ人工林に発生した平成 16 年台風 16 号による暴風被害の調査データを解析し、新潟県の長伐期施業における台風被害対策を検討した。単木被害が発生する確率は、その木がどこに成立していたかという場所の影響が最も大きく、ついで伐採率が高いサブプロット、単木材積、枝下高率が低い個体で高かった。		
64	発表年	著 者	掲 載 誌
	2006	鳥田宏行	日林誌 88(6)2006
	タイトル	2002 年台風 21 号により北海道十勝の防風保安林に発生した風害の要因解析	
	カラマツ林の同材積レベルの林分比較から、無被害林は被害林に比べて本数密度が低く、直径が太い。被害林は無被害林に比べて間伐回数が少なく本数密度が 1.8 倍。根返りに対する抵抗性向上のためには 35～45 年生までに本数密度 400 本/ha を上限として 2～3 回程度の間伐実施が有効。		
68	発表年	著 者	掲 載 誌
	2011	福島成樹	関東森林研究 62（2011）
	タイトル	スギの過密林における列状間伐後の気象害と枯死木の発生状況	
	千葉県山武市農林総合研究センター森林研究所内 30 年生さし木スギ林。列状間伐 3 残 1 伐。間伐前 2604 本、間伐後 1958 本。スギは、2008 年時点で 89%がスギ非赤枯性溝腐病。4 年間の本数減少割合は 42%と大きく、病害を受けた林分や過密林分に対する列状間伐は危険。列状間伐の翌年に枯死木が多く発生。環境変化の影響か。		

97	発表年	著 者	掲 載 誌
	2019	千葉県資料	千葉県資料
	タイトル	千葉県 2019 年台風第 15 号の森林被害等の学識経験者による緊急調査	
	2019 年台風 15 号による山武スギの倒木被害に関する緊急調査の概要。		
69	発表年	著 者	掲 載 誌
	2008	鈴木覚 他 2 名	関東森林研究 No.59 (2008)
	タイトル	過去 50 年間の森林気象害の発生状況	
	1954 年～2004 年までの 50 年間における風水害、雪害、林野火災の発生規模、発生分布、発生頻度を全国規模で整理、まとめ。		
71	発表年	著 者	掲 載 誌
	2006	木上真一郎他 3 名	九州森林研究 No. 59 2006. 3
	タイトル	九州における風倒木被害の発生リスクに関する研究レビュー	
	九州地方における風倒木被害についての過去の論文や報告書などの文献のレビューを行い、九州地方における風倒木被害の傾向を検討することを目的とした。その結果、広葉樹類の耐風力が強い傾向にあることが示唆された。また大径林や強度間伐林分、要間伐林分、間伐直後の林分で被害を受けやすく、南～西向き斜面や南～西側に保護山帯のない開放された地形で被害を受けやすい傾向にあることが示唆された。		
72	発表年	著 者	掲 載 誌
	2003	久保山裕史他 2 名	日林誌 85(3)2003
	タイト ル	主要な森林気象災害の林齢別被害率の推定と考察	
	1960 年から 2000 年の民有林における風害、水害、雪害、干害、凍害に関する被害結果と、それに対応する民有人工林の齢級別面積の推計結果から、各気象災害の全国の被害率を推計した。風害は加齢とともに上昇し、41 年生以上の被害率が最も高かった。平均被害量の推計から、今後のおもな被害対象は 41 年生以上へと変化し、風害が主となると予想された。		
75	発表年	著 者	掲 載 誌
	2007	竹内郁夫 他 2 名	日林誌 89(6)2007
	タイトル	台風によるヒノキ人工林の落葉被害	
	2004 年鹿児島県北部に 5 個の台風が接近、特に台風 18 号では、瞬間最大風速 40m/s 以上となった。ヒノキ林では台風による幹折れ等の顕著な被害が発生しなくても、落葉被害が発生する。(落葉量の割合は、5%～7%強)		
80	発表年	著 者	掲 載 誌
	2006	吉武孝他 2 名	森林総合研究所 第 I 期中期計画成果
	タイトル	風害・森林火災軽減対策	

81

風害はどの程度の強風で発生するのか？

我が国の森林風害は主に台風に伴う強風（最大風速 20m/s 以上の風速）で発生します。樹冠に当たる風圧の中心部（風心高）は、枝下高から上部の樹冠長（梢端から葉の着いている枝の 1 番下の位置までの高さ方向の距離）のおよそ 1/3 の位置にあります。樹冠長 L、風心高 Z0（樹体の重心位置）、胸高直径 D とすると、 $L \times Z0 / D$ の値が大きいと耐風力が小さいという傾向が指摘されています。すなわち、幹が太くて樹冠長の小さく、風圧を受ける受圧面積の小さい樹形は耐風力が大きいと言えます。

どんな森林が風害を受けにくいのか？

1920 年代～ 1990 年代までの風害研究報告の中から風害にかかりにくい森林をまとめると、人工林では択伐施業の行われている複層林が風害に対して強いという結果であることがわかった。

風害の被害地では林縁木のみ風倒被害を免れている事例が多く見られます。これまで、何故、林縁木の風倒被害が少ないのか不明であったのですが、本研究でその原因の一端が明らかとなりました。本研究の成果として開発した樹幹動揺計（特許取得）の観測により、林縁木に多く形成されている片枝樹形の幹の揺れ回数は枝打ちしたものより少ないことが明らかになりました。さらに、枝打ちしていない孤立木の幹もほとんど揺れていないことがわかりました。以上の成果からスギ・ヒノキ人工林の風害対策として、片枝の林縁木は枝打ちしないで林套を残しておくことが林内に強風が吹き込むことを防止する上で有効であることが明らかになりました。

発表年	著 者	掲 載 誌
2003	松村和樹	東京大学学術機関リポジトリ 学位論文
タイトル	風倒木地における山腹表層崩壊に関する研究	

1991 年台風 19 号において大規模な風倒木被害が発生した大分県の筑後川上流域,前津江村・中津江村・上津江村の 3 村,流域面積約 284ha を対象として,風倒木地被害ばかりでなく,その周辺を含めた地域を選定して,

①風倒被害の実態を査・解析するとともに,②その後,この地域に発生した崩壊の発生メカニズム③その崩壊発生の支配降雨量等を解析することとした。それは,倒れるまででなくとも,樹木が強風で強く揺すられ,根系を通じて表層土に擾乱を与え,その強度が低下したことが非常に重要な影響を及ぼしていることと考えられるからである。さらに,強風の影響を受けた林地の同定の方法についてはリモートセンシング技術を用いた検討を確実なものとすることを目指した。

先行研究の概要を整理し（P17～P21）、風倒木被害の要点を下記のように整理している。

①森林の風倒被害は,針葉樹で高齢林に多い傾向がある

②樹林間隔が狭く表層土の薄い地盤で風倒被害は多く発生している

	③風倒木地では,その後崩壊が発生しやすくなり,その発生しやすさは森林を皆伐したと同等であり,少ない降雨でも崩壊が発生する ④表層崩壊の発生箇所は,地下水や地表水の集まりやすい凹地形の斜面であった ⑤風倒木は,風が集中しやすい地形や尾根部や孤立峰などの風が加速されやすい地形に集中している ⑥風倒木発生後の崩壊は根系の発達が同一深度であり,土層境界が平面的に形成された箇所で発生しやすい ⑦強風による斜面表装土層に対する影響は,40~50cm または,70~80cm との調査結果があり,表層土層厚さ程度と推定される ⑧風倒被害は,森林の手入れが行き届かないことも原因である ⑨リモートセンシング技術の植生指標を用いることで風倒木地の判別が可能である
--	---

図表 2-26 補足・追加問案及び関連する文献⑧

補足 追加問案	<案⑧>野生動物による森林被害とはどのようなものか。森林被害は森林生態系にどのような影響を与えるか。		
文献番号	概		要
307	発表年	著 者	掲 載 誌
	2012	金森弘樹	森林科学 66、p.36－p.40
	タイトル	人工林におけるニホンジカの問題	
	全国的にシカの生息頭数が増加してきて、現在では 134 万頭ないしは 168 万頭と推定されている。シカによる林業への被害発生量はほぼシカの生息密度に比例するので、近年の被害増加はシカの生息分布域の拡大と生息数の増加によると考えられる。全国の被害面積は年によってばらつきがあるものの、近年は 4000ha／年程度の高水準である。シカの被害の多くは人工林においてである。シカによる人工林への被害は、大きく分けると「枝葉採食害」と「樹皮剥皮害」である。「枝葉採食害」は主に幼齢林で発生する。この被害は全国的に発生しているが、新植造林面積の減少に伴って減少している。しかし、主伐の増加に伴い新植面積のある程度の回復が見られるので、今後とも「枝葉採食害」の推移に注意する必要がある。「樹皮剥皮害」は「樹皮菜食害」と「角こすり害」に別れる。「樹皮採食害」は若齢木から老齢木にまで発生する。「角こすり害」はおもに若・壮齢木で、地上 40 ～100cm 程度の樹皮がオスジカの角によって剥皮される被害である。被害防除法のうち枝葉採食害に対しては、採食される枝葉などに忌避剤を散布または塗布する方法がある。また、シカが植栽木の梢端部を採食できない高さである約 150cm を早期に達成できるように大苗を植栽する方法もある。ただし、通常苗の植栽に比べてコストが増大する。また、下刈りを省力化し、植栽木を雑草木で被覆することによって被害を軽減する方法もある。樹皮剥皮害に対して島根県では、角こすり害の回避のために樹幹に荒縄白色ビニール被覆針金の巻き付け試験を行うなどして、被害回避に一定の効果を認めている。さらに、すでに被害を受けた林木を残したり、間伐予定木を角こすり害の対象木として残しておくことも被害防除の効果を高められると思われる。なお、各種の被害防除法の選択に際しては効果やコストだけでなく、防護資材の耐久性や環境汚染なども考慮に入れる必要がある。一般に、シカの被害を少なくするには、増えすぎたシカを減少させて、適正な生息密度に保つための広域的なシカの個体数管理システムの構築が必要である。		
358	発表年	著 者	掲 載 誌
	2016	田村淳他 4 名	日本森林学会誌 98、p.279-p.285
	タイトル	シカの採食圧を受けてきた溪畔域の針葉樹人工林での広葉樹の更新に対する受光伐と植生保護柵の効果	

	シカの影響の強い神奈川県丹沢山地の3流域(白石沢、用木沢、本谷川)の落葉広葉樹で構成される溪畔林に隣接した針葉樹人工林において、受光伐直後にシカの採食圧を排除する植生保護柵(以下、柵)を設置して、5、6年後に柵の内外で天然更新による高木性樹木稚樹(以下、更新木)の種名と個体数、樹高を調べた。3流域で更新木は18～36種出現して、フサザクラ、ケヤキ、オニイタヤなど13種は3流域に共通して出現した。更新木の種数と個体数ともに風散布型が多く、更新木の種の50%以上および個体数の80%以上には、調査地の外側30m圏内に種子供給源となりえる同種個体があった。柵内における樹高150cm以上の更新木の個体数は、ha換算して白石沢では27,500本、用木沢では2,083本、本谷川では7,500本であった。3流域ともにフサザクラなどの先駆性樹種が樹高の上位を占めていた。一方、柵外では更新木の種数と個体数は柵内よりも少なく、樹高が30cmを超えたのはオオバアサガラのみであった。以上のことから、シカの影響の強い溪畔林に隣接した針葉樹人工林では受光伐直後に柵を設置することにより周辺の溪畔林を種子供給源とした更新木が多数侵入、定着して、針葉樹との混交林化の可能性が示された。		
363	発表年	著 者	掲 載 誌
	2016	長慶一郎他5名	九州大学農学部演習林報告 97、p.7-p.10
	タイトル	ニホンジカの摂食圧増加にともなうスズタケの動態－九州大学宮崎演習林における2003年と2014年の比較－	
	九州山地中央部に位置する九州大学宮崎演習林(2,915ha)で2003年と2014年にスズタケの健全度調査を行い、ニホンジカによる摂食がスズタケの分布に及ぼす影響を評価した。2003年は三方岳団地(2,282ha)、萱原山団地(146ha)の大部分でスズタケが消失していたが、津野岳団地(487ha)ではほとんどの林地でスズタケが生育していた。2014年は三方岳団地と萱原山団地で、前回の調査時に消失していたスズタケが回復した場所はなかった。津野岳団地ではスズタケの衰退が進行し、大部分でスズタケが消失していた。津野岳団地で実施したスポットライトセンサスの結果、近年、同団地でニホンジカの個体数が急激に増加しており、それが津野岳団地での急激なスズタケの衰退に繋がったと考えられた。また、スズタケが残存する場所の地形や林分の特徴などを検討した結果、標高が低く、近年、施業が実施された場所でスズタケが残る傾向にあった。		
380	発表年	著 者	掲 載 誌
	2019	永田幸志	日本緑化工学会誌 44(3)、p.475-p.478
	タイトル	神奈川県におけるシカによる森林被害	
	神奈川県では主に丹沢山地にシカが生息している。丹沢山地におけるシカ問題は、戦後の乱獲による絶滅の危機、保護施策による個体数回復と造林地拡大による林業被害の発生、自然植生への影響の深刻化という3回の局面に整理されている。丹沢山地におけるシカによる森林被害は、低中標高域のスギ・ヒノキ人工林における造林木被害と高標高域の自然林での自然植生劣化があり、現在、シカ管理計画等による取り組みが進めら		

	れている。自然植生劣化への対策が継続的に進められてきた場所では植生回復が見られるものの、丹沢山地全体での植生回復には至っていないため、取り組みの継続が必要である。また、水源林整備事業等が行われている人工林でも森林整備後に林床植生へのシカの影響がみられており、近年シカが増加傾向にある箱根山地等を含めて森林整備とシカ管理を連携した取り組みが必要となっている。		
389	発表年	著 者	掲 載 誌
	2020	野宮治人他 5 名	日本森林学会誌 102、p.202-p.206
	タイトル	キュウシュウジカによるスギ幼齢木の折損被害の特徴	
	平均苗高 160 cm のスギ大苗を植えた試験地で植栽後 4 年間に発生した、キュウシュウジカによる主軸および側枝に対する折損被害の特徴を明らかにした。主軸の折損は 1 ～2 年目に、側枝の折損は 4 年目に集中して発生した。調査期間中に折損が原因の枯損は確認されなかったが、主軸を折損した個体では樹高成長は遅れた。折損部の高さは 120 cm 前後に集中し、折損部の直径は 6.5～15.8 mm(中央値 12.2 mm)、折られた主軸の長さは 17～85 cm(中央値 53 cm)であった。折損部の高さに対して斜面傾斜の影響は小さかった。以上の結果から、主軸や側枝の直径が 16 mm を超えると折損されにくいと推察される。また、防鹿柵を設置してもシカが侵入する危険があるので、スギが折損被害を受けないサイズに成長するまでは注意が必要である。		
394	発表年	著 者	掲 載 誌
	2021	飯島勇人他 9 名	日本森林学会誌 103、p.344-p.350
	タイトル	ニホンジカによる立木の剥皮発生に影響する要因の地域間での類似点と相違点—複数都県のデータを用いた検証—	
	ニホンジカの分布拡大やそれにとまう森林の立木剥皮が、日本各地で報告されている。このようなニホンジカによる剥皮を効率的に防除するには、剥皮発生に影響する要因を対象地域で明らかにする必要がある。本研究では関東付近の 9 都県において、ニホンジカの密度指標の一つである目撃効率、傾斜、積雪深、立木の胸高直径、樹種とニホンジカによる立木の剥皮発生確率との関係を、調査地ごと及び立木 1 本ごとで解析した。解析は全都県および岐阜県、山梨県、栃木県について行った。その結果、調査地ごとの剥皮発生確率は、全都県と各県で積雪深が大きくなると高まるが、積雪深がさらに大きくなると減少する一山形の傾向を示した。ニホンジカの見撃効率や傾斜が調査地ごとの剥皮発生確率に与える影響は都県間で傾向が異なっていた。立木ごとの剥皮発生確率はニホンジカの見撃効率が大きいほど高まっており、ニホンジカによる剥皮の嗜好性は都県間で比較的共通していた。以上の結果から、ニホンジカによる剥皮発生に影響する要因は、関東付近の 9 都県においては比較的一貫していることが明らかになった。		
395	発表年	著 者	掲 載 誌
	2021	福本浩士	日本森林学会誌 103、p.336-p.343

	タイトル	暖温帯域におけるニホンジカによる過度の採食と隣接落葉広葉樹林からの種子供給が人工林伐採跡地の天然更新に及ぼす影響	
	暖温帯域のニホンジカが高密度で生息する人工林伐採跡地において、シカの採食圧の大きさ及び隣接落葉広葉樹林からの散布種子が天然更新に及ぼす影響を検討した。落葉広葉樹林の隣接の有無に関わらず、人工林伐採後に供給される被食散布種子の量は極めて少なかった。また、落葉広葉樹林が隣接する伐採跡地のシカ柵内において被食散布型の樹種であるアカメガシワが優占していた。アカメガシワは寿命が短い先駆性樹種であるため、将来的な林冠構成種とはならないものの、伐採跡地の天然更新の初期段階において重要な役割を果たすと考えられた。一方、ケヤキやシデ属などの風散布種子の供給は年次変動があるが、シカ柵内において風散布種子由来の稚樹が柵設置 4～5 年後に更新基準である樹高 1.5 m を上回ったことから、暖温帯域でも風散布型の樹木で構成される落葉広葉樹林は天然更新に一定の役割を果たしていると考えられた。シカ柵の外側では樹高 1.5 m に達した後生樹は、隣接する落葉広葉樹林の有無に関わらず確認されなかった。ニホンジカが高密度で生息する地域において、人工林伐採跡地の天然更新を促進させるためにはシカ柵の設置が必要不可欠である。		
423	発表年	著 者	掲 載 誌
	2008	藤木大介他 1 名	森林研究(京都大学大学院農学研究科附属演習林)77、p.95－p.108
	タイトル	京都大学芦生研究林においてニホンジカ(Cervus nippon)が森林生態系に及ぼしている影響の研究—その成果と課題について	
	これまでに行われた研究から、現在の芦生研究林はシカの強い採食下にあり、過去 10 年間に森林下層のチマキザサ群落やハイイヌガヤ群落が劇的に衰退したことが明らかとなった。また過去の植生との比較から、現在成立している植生はシカの採食によって植物多様性が低下していることが示唆された。天然林内は現在も多くの希少種を含む豊かなフロラが維持されているが、多くの植物種は森林下層で生活環を完結させる種であるため、潜在的にシカの採食によって絶滅の危機にさらされる恐れがある。また、シカの採食による負の影響は植物群集だけに留まらず、昆虫群集や土壌動物相にも及んでいることが示唆された。窒素循環といった生態系過程への影響も疑われる。 シカによる負の影響が多様な分類群の生物群集に及んでいることが明らかとなった一方、それらの変化がどのような機構で生じたかについては極めて不十分な理解しかできていない。また、基盤情報であるシカの生育状況もよくわかっていない。今後は群集生態学的な基礎研究とシカの生息状況のモニタリングをもっと行う必要があるだろう。		

図表 2-27 補足・追加問案及び関連する文献⑨

補足 追加問案	<案⑨>生物多様性を数量的に評価する手法とは何か。数量化により多様性の何が評価されるのか。		
文献番号	概 要		
187	発表年	著 者	掲 載 誌
	2015	都 日 娜	鳥取大学連合農学研究科
	タイトル	景観指数を用いた都市および近郊地域の緑被地景観の定量的評価に関する研究	
	景観構造を 定量化するた め の指標は、 1990 年代に アメリ カ 合衆国の研究者を中心に景観パターンおよびその変化を分析する景観指数（ Landscape Metrics） が 提案されており、 今日では 地理情報システム（ GIS が景観分析のツールとして利用することができるようになった。本研究では アジア地域の巨大都市とその近郊地域における緑被地 を定量的に解析 するために景観指数の手法を適用し、 緑被地 景観の時空間的なパターンや変化の特徴を 解明することを目的としている 。 この た め に は、最新かつ高精度の土地被覆データが必要であり、 都市の拡大過程を正確に図化 するために 時 系列的な高分解能衛星画像の解析を行った。高分解能衛星によって得られる詳細な緑地データは、 その後の景観指数を用いた緑地景観の形状分析に極めて有用な情報を提供することができる。本研究では、 このような緑地解析の手法的側面についても言及しその精度評価や新たな手法の提言についても論じている。		
320	発表年	著 者	掲 載 誌
	2011	永石文明	「JT の森 重富」生物多様性調査 植生調査（春期）報告
	タイトル	「JT の森 重富」生物多様性調査 植生調査（春期）報告	
	森林の景観では、一般的に高木層が目につきやすいが、下層植生としての草本層は森林の重要な役割をなしており、草本層のさまざまな種による植被は森林の健全性の指標と関係が深い。草本層を作るのは、草本だけでなく、高木性や低木性の稚樹もあり、次世代の天然更新の可能性を持っている。下層植生が健全であれば林床の土壌流出を防ぐことができ、間隙のある土壌ができ、高木も育ちやすくなり、水源涵養機能も高まる。草本層調査により、森林が本来盛っている潜在能力の状況を把握することができる。 この調査では、シャノン・ウィナーの多様度指数とシンプソンの多様度指数を算出して評価している。		
322	発表年	著 者	掲 載 誌
	2012	小谷野仁	統計数理（2012）第 60 巻第 2 号 263-278 C・2012 統計数理研究所
	タイトル	α 多様性の測定と確率文字列の理論	

	ある領域に生息する生物の群集がどれくらい多様な種や個体からなっているかを α 多様性と言う。本稿では、これまでに提案されてきた様々な α 多様性の測定方法を分類し、重要なものを概観した上で、文字列の集合上に Levenshtein 距離を定義して距離空間とし、そこで確率論を展開することによって、配列レベルで α 多様性を測定するための方法を提案した著者らの最近の研究を紹介する。この研究においては、位置の尺度として、平均の代わりにコンセンサス配列が、散らばりの尺度として、分散の代わりにコンセンサス配列からの Levenshtein 距離の平均が採用され、これらに対して展開された漸近理論が測定方法の数理的基礎になっている。最後に、動植物と比較して α 多様性の測定が困難であった微生物群集に対する著者らの方法の応用について述べる。		
327	発表年	著 者	掲 載 誌
		岩山朱美他 2 名	千葉県環境研究センター
	タイトル	手賀沼における植物プランクトンの多様性	
	手賀沼は、本手賀沼と下手賀沼からなる 6.5km² の天然湖で、貯水量は 560 万 m³ である。本手賀沼の滞留時間は 2000 年度に運用が開始された北千葉導水事業により導水前の約 14～26 日から約 6～11 日となり、1/2～1/3 に短縮された 1)。手賀沼の植物プランクトンの長期変動については既に報告したが 2)3)、今回、多様度指数を用いて手賀沼における植物プランクトンの多様性の長期変動について北千葉導水本格稼働前後で比較検討したので報告する。 各種多様度指数を算出し、経年変化について比較検討しており、指数の特性についての分析がされている。		
328	発表年	著 者	掲 載 誌
	2004	頭山昌郁他 1 名	環動昆 第 15 巻 第 1 号
	タイトル	種多様性の評価における二、三の問題点	
	「種多様性」の意味するところが曖昧である」という批判には耳を傾ける必要がある。種多様性には二つの要素があると言われてきた。一つは、種の豊富さに関する要素で、種数や種密度など。もう一つは、アバンダンス（例えば個体数や出現頻度）の均衡性あるいは均等性に関する要素である。 一口に種多様性と言っても様々な要素が関係しており、関係している多様度指数がどの要素を指標しているかを考慮する必要がある。		
335	発表年	著 者	掲 載 誌
	1997	木元新作	森林科学 20 1997 . 6
	タイトル	多様度指数の計算方法とあてはめ	
	生物群集や生態系における多様性は、いろいろな関係に定義することができるが、生物現象を計量化する場合にまず考慮しなければならない点は、その指数の意味を理解		

	し、それに適する指数を選択することである。すなわち、どのような現象を計量化しようとするかを明確に決定することである		
341	発表年	著 者	掲 載 誌
	2021	明坂将希他 7 名	九州大学農学部演習林報告. 102, pp.23-30, 2021-03-22
	タイトル	宮崎演習林における樹木群集の α , β , γ 多様度と標高との関係に地形が及ぼす影響	
	九州大学宮崎演習林における樹木群集の標高に沿った種多様性の変化パターンに及ぼす地形の影響を明らかにするため、125 個の植生調査プロットから 50 個を抽出するランダムサンプリングを行い、地域全体で推定される種数 (γ 多様度)、地域内における各地点の種数 (α 多様度) および地点間の多様性すなわち地点間での種の入れ替わりの程度を示す β 多様度 ($\beta = \gamma/\alpha$) の変化を標高及び地形傾度に沿って解析した。 γ 多様度は標高が高くなっても減少せず、サンプリングされた標高範囲が大きいほど増加する傾向があった。このことから本調査地では標高傾度に沿って種の入れ替わりが生じているものの、寒冷ストレスは地域全体の種数を減少させるほど厳しくないことが示唆された。また、 β および γ 多様度は、サンプリングされた斜面傾斜角の範囲が大きいほど増加する傾向があった。このことから表層土壌の移動頻度などの斜面傾斜角に応じた攪乱体制の違いが地形傾度に沿った種の入れ替わりに寄与することが示唆された。		

図表 2-28 補足・追加問案及び関連する文献⑩

補足 追加問案	<案⑩> 森林地域の絶滅危惧種（維管束植物）とはどのようなものか。人工林ではどうか。		
文献番号	概 要		
284	発表年	著 者	掲 載 誌
	1996	内藤和明	広島大学総合科学部紀要Ⅳ理系編 22
	タイトル	人為植生に生育する絶滅危惧種の生態学的研究(広島大学学位論文要旨)	
	日本における人為植生の成立要因を植生管理の形態から見ると火入れ、刈り取り、放牧、伐採が主要なものであるが、いまこれら人為植生の多くは管理放棄になっていて、なかには植物種の絶滅が危惧されているものもある。人為的植生管理が植物種の個体群維持に与える影響を明らかにするとともに、人為植生に生育する植物種を保全する指針を提示することを目的とする。人為植生に生育する絶滅危惧植物種としてオキナグサ、ムラサキ、エヒメアヤメ、タカクリを取り上げる。人為植生は伝統的な利用形態のもとで持続的に維持されてきたが、経済環境が変化したいまでも適切な植生管理が必要である。例えばレクリエーションや環境教育の場などの形での植生管理が可能と思われる。		
297	発表年	著 者	掲 載 誌
	2008	長池卓男他 5 名	山梨県森林総合研究所研究報告 27、p.23－p.27
	タイトル	ヤツガタケトウヒ自生地に隣接するカラマツ人工林の種組成と林分構造－1.ニホンジカによる剥離の影響－	
	ヤツガタケトウヒ（環境省レッドデータブック絶滅危惧Ⅱ類）の生育地に隣接するカラマツ人工林において、その種組成と林分構造、およびそれらに対するニホンジカの影響を明らかにする目的で調査を行った。枯死木の割合は、生立木もあわせた本数で30%を超えており、その80%でニホンジカによる剥皮が確認された。また生立木でも70%で剥皮が確認されており、ニホンジカによる影響が非常に大きかった。剥皮による枯死木の占める割合は、植栽種であるカラマツで15%程度であり、天然更新木の被害のほうが激しかった。しかしカラマツの生立木では80%、枯立木の60%で剥皮されており、被害が甚大であった。今後、剥皮によるシラベの激しい枯死が予想されるが、その後はニホンジカの剥皮の嗜好がカラマツへよりシフトすることが十分に考えられる。（論文中の「要旨」より）		
409	発表年	著 者	掲 載 誌
	2004	渡辺敦子他 1 名	保全生態学研究 9、p.65-p.76
	タイトル	生物多様性保全に資する政策の日米比較(I)：絶滅危惧種・外来種・遺伝子組み換え生物	
	生物多様性の保全という社会的要請に応えることを目的とする保全生態学の知見は、一定の整理を経た後に実社会を動かす政策に反映されることが必須である。こ		

	ここでは、数年前から生物多様性保全に関わる政策に進展が認められる日本と、以前から環境保全に関わる先進的な政策を実践しながらも生物多様性条約を批准していない米国について、生物多様性保全上重要な課題のうち「絶滅危惧種の保全」、「外来種対策」、「遺伝子組み換え生物のバイオセーフティ」に関する政策を、社会的環境とその歴史的背景及び法的な整備と運用の面から比較、考察した。米国で比較的早くから自然保護・生物多様性保全に資する政策が発展した要因は、一つにはヨーロッパからの植民と建国以来の激しい自然資源の収奪や大規模な農地開発による生態系の不健全化に直面して醸成された自然保護思想や市民運動の隆盛があった。さらに、バイオテクノロジーの発展との関連で生物多様性の経済的価値を強く意識した産業界の思惑と生物学者の政策意思決定への積極的な関与などがあったといえる。他方、日本では 1993 年の生物多様性条約への加盟をきっかけに、過去 10 年間に関連法の整備が進められたが、法制度整備の有効性に関する評価・改善は今後の課題である。しかし、国内の生物多様性の衰退が急速に進んでいる現状に鑑みると、保全生態学には自然科学としての科学的な厳格さに加え、政策意思決定へのより効果的な寄与が求められている。		
439	発表年	著 者	掲 載 誌
	2016	瀬戸口浩彰	森林遺伝育種 5、p.95-p.100
	タイトル	希少植物・絶滅危惧植物の持続可能な域外保全ネットワーク	
	本稿で扱う域外保全とは大学、植物園、自生地在地元の 3 者でネットワークを構成して、植物園などで栽培されている希少植物・絶滅危惧植物のトレーサビリティを担保し、そして地域の植物は地域で守る・育てるという原則のもとに自生地の在地で域外保全集団を形成して、地域でそれらの植物を保全することを指す。この場合、大学は京都大学が中心、植物園は京都府立植物園が中心、自生地の在地は各地の教育委員会に対応してもらう。この 3 者構成が出来るならば、具体的な行動では多様な形態が可能になる。		
440	発表年	著 者	掲 載 誌
	2017	石田祐子	長野県環境保全研究所研究報告 13、p.1-p.12
	タイトル	希少植物の生息域外保全とその可能性	
	希少種の保全対策として主に自生地における保全(生息域内保全)が行われてきた。しかし、急速な環境変化や個体数が減少した種の対策のため、希少種を人の管理下で栽培・管理する生息域外保全が注目されている。生息域外保全は近年、気候変動への適応策のうえで選択肢の一つとして注目されつつある。植物の生息域外保全には栽培技術の確立が必要であり、また種子保存の必要性もある。栽培・増殖・種子保存方法に際しては種ごとに特性があるので、目的に合わせた方法を選択するとともに、対象種に関する地道な研究が求められる。その研究を進めるに当たり、		

	情報共有、危険分散、コスト面など課題が浮かび上がってきている。生息域外保全はいまだ課題も多いが、今後、有力な保全手法として検討されていくと思われる。
--	---

3. 次期森林整備保全事業計画の策定に向けた成果指標の検討

令和6年5月に令和6年度から令和10年度を計画期間とする新たな森林整備保全事業計画が策定され、成果指標についても一部の見直しが行われている。本項では2章の結果も踏まえ、今後の森林整備保全事業計画に活用できる可能性のある成果指標について検討する。

3.1. 現在の森林整備保全事業計画における成果指標

現在の森林整備保全事業計画では、図表3-1に示すとおり事業の実施目標と成果指標が定められている。それぞれの成果指標については、図表3-2～3-5に示すとおり、算出方法及び目標値が示されている。

Ⅱ 事業の実施の目標と成果指標について

目標（1）安全で安心な暮らしを支える国土の形成への寄与

【成果指標】

- ① 周辺の森林の山地災害防止機能等が適切に発揮された集落の数
- ② 防災機能の発揮の観点から森林の保全等を行った海岸防災林や防風林などの延長

目標（2）国民の多様なニーズに応える森林への誘導

【成果指標】

- ③ 育成複層林に誘導することとされている育成単層林のうち、育成複層林に誘導した森林の割合
- ④ スギ人工造林面積に占める花粉の少ないスギ苗木植栽面積の割合

目標（3）森林資源の循環利用を通じた持続可能な社会の実現への寄与

【成果指標】

- ⑤ 木材の安定的かつ効率的な供給に資することが可能となる育成林の資源量
- ⑥ 持続的かつ適切な森林経営による健全な森林への誘導率
- ⑦ 人工造林面積のうちコストの低減に取り組んだ造林面積の割合

目標（4）山村地域の活力創造への寄与

【成果指標】

- ⑧ 森林資源を積極的に利用するようになった都道府県数

2

図表3-1 現在の森林整備保全事業計画における事業実施目標と成果指標（林野庁資料）

Ⅱ 事業の実施の目標と成果指標案について

目標(1) 安全で安心な暮らしを支える国土の形成への寄与



図表 3-2 目標(1)に対する成果指標の内容(林野庁資料)

Ⅱ 事業の実施の目標と成果指標案について

目標(2) 国民の多様なニーズに応える森林への誘導



図表 3-3 目標(2)に対する成果指標の内容(林野庁資料)

Ⅱ 事業の実施の目標と成果指標案について

目標(3) 森林資源の循環利用を通じた持続可能な社会の実現への寄与

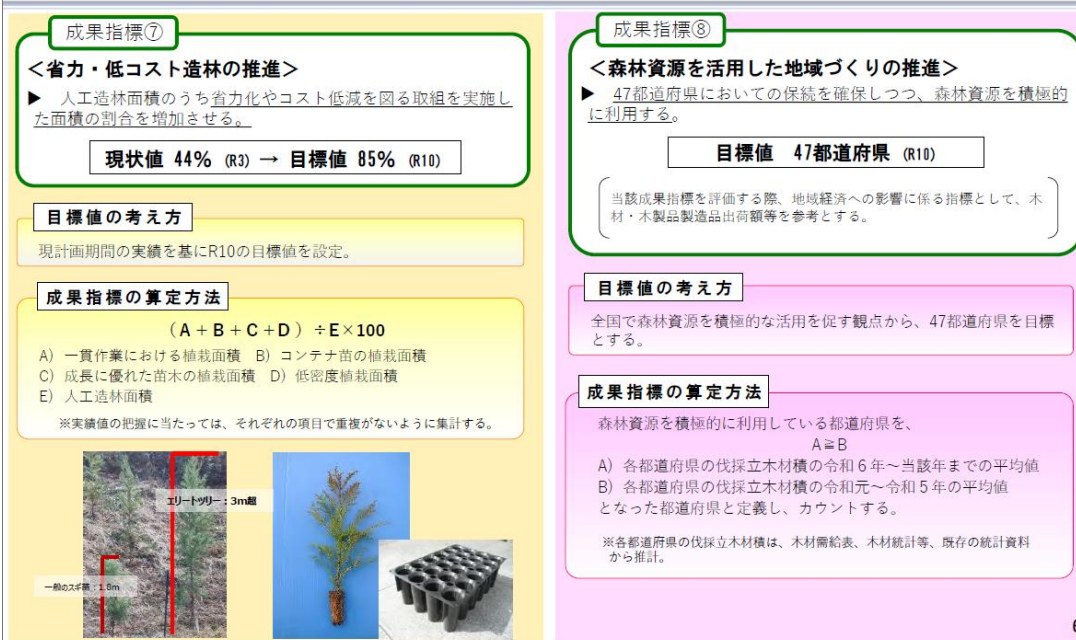


図表 3-4 目標（3）に対する成果指標の内容（林野庁資料）

Ⅱ 事業の実施の目標と成果指標案について

目標(3) 森林資源の循環利用を通じた持続可能な社会の実現への寄与

目標(4) 山村地域の活力創造への寄与



図表 3-5 目標（3）（4）に対する成果指標の内容（林野庁資料）

3.2. 最新の知見・研究成果を踏まえた成果指標の改善に向けた方向性

2章における森林の多面的機能に関する知見・研究成果の収集結果を見ると、生物多様性保全機能に関するものがもっとも多く収集され、社会全体から見ても関心の高まりがうかがえる。特に、人工林の高齢級化に伴う成長に関する研究、伐採後の天然更新、広葉樹林化等に関する文献が多く確認された。

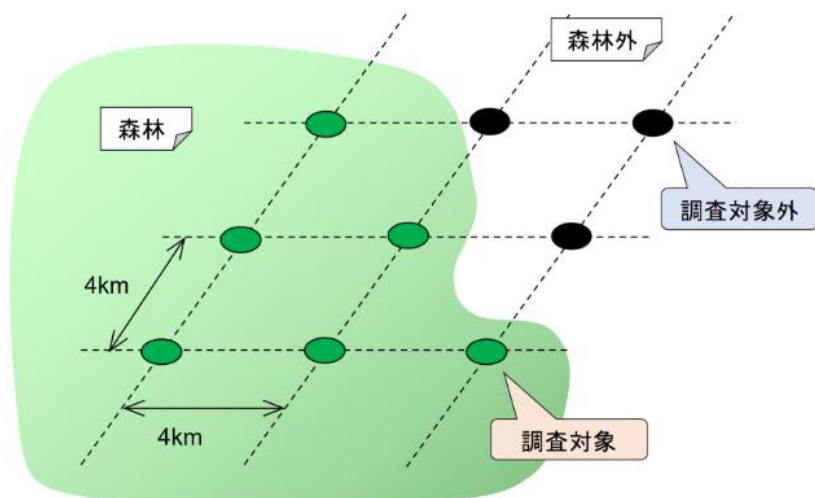
一方、現行計画における成果指標では、生物多様性保全機能に直接関わる指標はないことから、次期計画においてはこれをカバーするような成果指標の改善が期待される。

一方、生物多様性に関する情報は、他の指標のように行政情報等から得ることが難しいことから、利用可能な他の情報を含めて検討を行う必要がある。

3.2.1. 利用可能な情報の検討

3.2.1.1. 森林生態系多様性基礎調査

現在、林野庁が実施している森林生態系多様性基礎調査（以下「NFI」）は、平成 11（1999）年に森林資源モニタリング調査として開始された。本調査は、全国を 4km の規則的なグリッドに区切り、その交点にあたる点において現地調査を行う系統サンプリング調査である。この調査の概要は、下記のとおりである。



図表 3-6 森林生態系多様性基礎調査のイメージ（林野庁資料）

【調査開始年度】

平成 11(1999)年度～（※平成 21 年度までは森林資源モニタリング調査として実施）

【調査頻度】

5 年間で全国を一巡するサイクルで実施されており、令和 5 年度で第 5 期調査が完了し、現在第 6 期調査を実施中

【調査項目】

格子点を中心に 0.1ha の円形プロットを設定し、下記について現地調査を行う

- ・調査プロットの位置等（緯度、経度）
- ・地況（標高、方位、傾斜）
- ・立木（樹種、胸高直径、樹高、枯損、剥皮、空洞）
- ・林分構成（発達段階、優占樹種、林齢、林型、更新区分）
- ・施業履歴（施業の種類、施業歴）
- ・林分等に関する特記事項（病虫獣害、気象害等その他の被害、その他）
- ・伐根（過去5年以内に発生した伐根径）
- ・倒木（中央径、長さ、原因、腐朽度）※特定調査プロットのみ
- ・土壌侵食（林床被覆率、巨礫・岩率、侵食痕跡の有無）
- ・下層植生（維管束植物の階層別植被率、階層、植物名、優占度）

NFIにおいては、とくに立木の胸高直径は毎木について計測されており、様々な定量的な解析における基礎的なデータとなる。

3.2.1.2. 面的なデータ

一方、NFIはサンプリング調査であり、森林に関する面的な動態（例えば森林の分断度に関する情報など）は把握できないので別途利用可能な情報について検討を行う必要がある。現時点で全国レベルで面的な森林情報として利用可能なデータとしては、環境省が作成している自然環境保全基礎調査に基づく現存植生図、JAXAが作成している高解像度土地利用土地被覆図が考えられる。また、現状では全国カバーされていないが、近年データ取得が進んでいる航空レーザ測量成果に基づく高精度な森林資源情報オープンデータの利用が考えられる。

①現存植生図

自然環境保全基礎調査は、一般に「緑の国勢調査」と呼ばれ、陸域、陸水域、海域の各々の領域について国土全体の状況が調査されており、森林を含む面的な情報として「現存植生図」が作成されている。植物社会学の考え方に基き群落単位を地形図上に表現したものであり、第5回調査までは縮尺1/5万のスケールで、第6回以降は1/2.5万（2次メッシュ）のスケールでそれぞれ作成されている。これらのデータは、環境省自然環境局生物多様性センターの自然環境調査Web-GISから利用可能である。

第6回以降の現存植生図は平成11年度から作成開始されたが、令和6年度においても植生図の追加が続いており、日本全体の植生図の整備に非常に長い期間を要している。整備期間があまりにも長期化することにより、整備期間中に植生が変化してしまい現状を捉えきれなくなる可能性がある。また、現在の植生図は2次メッシュを基準として作成されているが、その境界付近で不整合が見られることも明らかになっている。これは、調査期や植生図作成を委託された団体の違いなどに起因するものである。

このようなことから、現存植生図を成果指標のベースデータとして用いるにあたっては、課題が大きい。



図表 3-7 現存植生図（自然環境調査 Web-GIS より）

②高解像度土地利用土地被覆図（JAXA）

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)において、「だいち」(ALOS)が観測したデータを基に作成された日本の土地利用、土地被覆のデータである。

日本全国のカバーデータは 2006 年以降 4 回にわたって作成されており、解像度 10m ないし 30m の GGeo-tiff 形式の画像データとして利用可能である。最新のデータは 2022 年 4 月 1 日のものである。

土地被覆のうち、森林に関しては「落葉広葉樹」「落葉針葉樹」「常緑広葉樹」「常緑針葉樹」の 4 タイプに区分されている。



図表 3-8 高解像度土地利用土地被覆図

③高精度森林資源情報オープンデータ

林野庁では、航空レーザ測量成果等に基づく新たな情報基盤づくりに取り組んでおり、現在栃木県、兵庫県及び高知県を対象として、高精度な森林資源情報等をオープンデータとして公開している。令和5年10月よりG空間情報センターにおいて公開されている(<https://www.geospatial.jp/ckan/organization/rinya>)。



図表 3-9 高精度森林資源情報オープンデータ (G空間情報センター)

公開されているデータの内容は以下のとおりである

(ア)森林資源量集計メッシュ

森林に20mメッシュのポリゴンを敷きならべ、メッシュごとに代表樹種、立木本数、平均樹高、材積等を集計したもの

(イ)樹種ポリゴン

スギ林、ヒノキ林、広葉樹林等の分布状況を図示したもの

(ウ)レーザ林相図

航空レーザ測量のレーザパルスの反射強度に基づき、樹種や樹冠形状の特徴を図示したもの

(エ)DCHM(数値樹冠高モデル)

立木の樹冠の高さ(立木の頂点であれば、樹高となる)を図示したもの

(オ)DEM(数値標高モデル)

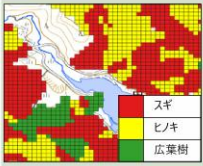
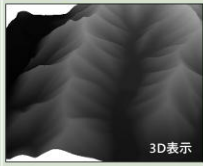
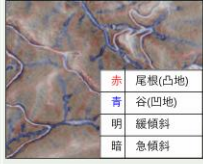
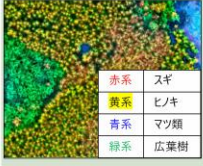
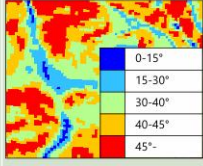
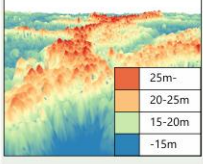
土地の標高を図示したもの

(カ)微地形図

土地の起伏(凸凹)や傾斜(緩急)の特徴を図示したもの

(キ)傾斜区分図

土地の傾斜を5度単位等で区分し、図示したもの

公開データの概要							
種類	属性情報	イメージ図	公開形式	種類	属性情報	イメージ図	公開形式
森林資源量 集計メッシュ	・代表樹種 ・立木本数 ・平均樹高 ・材積 ・傾斜 等		・ジオパッケージ (.gpkg) ・ベクタタイル (URL)	DEM (数値標高 モデル)	標高(m)		・TIFFファイル (.tif) ・ラスタタイル (URL)
樹種ポリゴン	・樹種 ・樹種ID 等		・ジオパッケージ (.gpkg) ・ベクタタイル (URL)	微地形図	RGB値 (地形の特 徴を色で表 現)		・ラスタタイル (URL)
レーザ林相図	RGB値 (樹種・樹冠 形状を色で 表現)		・ラスタタイル (URL)	傾斜区分図	RGB値 (傾斜区分 を色で表現)		・ラスタタイル (URL)
DCHM (数値樹冠高 モデル)	樹冠高 (m)		・TIFFファイル (.tif)				

図表 3-10 高精度森林資源情報オープンデータのデータ概要

3.2.1.3. 成果指標への活用の方向性

前項で概観したように、生物多様性保全機能に関連した成果指標算出の基礎情報としては、現地で実測されている NFI（森林生態系多様性基礎調査）データの活用が期待される。このデータは日本全区に均等に配置された 4km メッシュ格子点の点データであるため、全国レベルのマクロ的な解析においては十分利用可能と思われる。

一方、森林の分断度など面的な要素に関わる分析等には、NFI データは対応が困難であり、面的なデータの活用が必要になる。現在、前項③において取り上げた、高精度森林資源情報オープンデータは、その情報量や精度から今後の活用が大いに期待される場所であるが、全国的な整備は進んでいないことから、簡易な林相区分データとしては、①現存植生図、②高解像度土地利用土地被覆図を利用することも考えられる。

3.3. 最新の知見・研究成果を踏まえた成果指標の検討

2 章における知見等の収集・整理結果に基づき、とくに生物多様性保全機能に関し、成果指標（機能を発揮する森林の状態等）のイメージと利用可能なデータとの対応、可能な分析方法等について整理を行った。

具体的には、収集した文献を文献分類コード別に整理し、分類コードごとに成果指標のイメージ、利用可能なデータ、具体的手法の例を検討した。

図表 3-11 生物多様性保全機能別の成果指標のイメージ

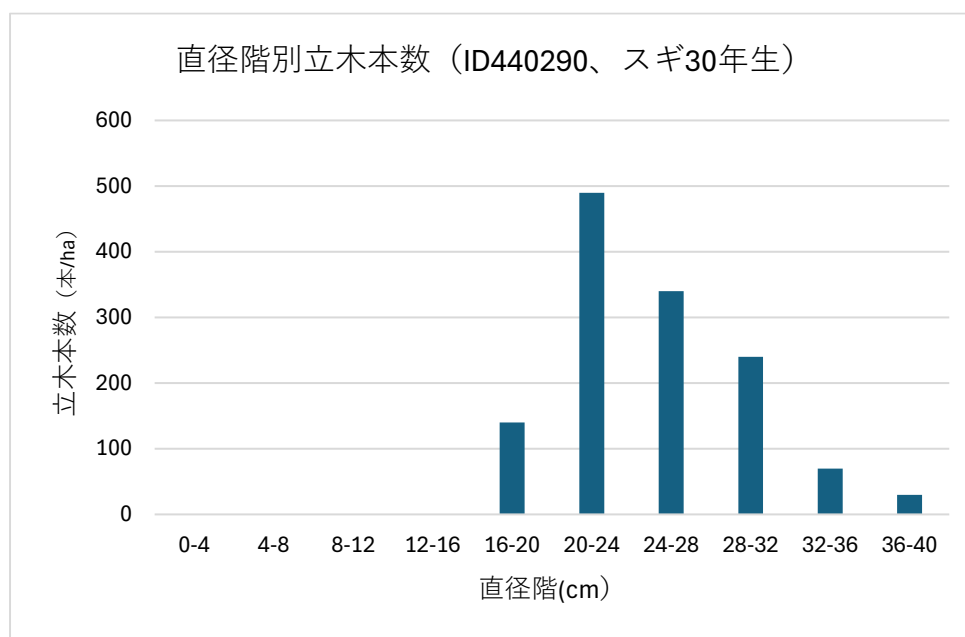
分類コード	件数	分類2	分類3	分類4	成果指標のイメージ	NFI	JAXA	OD	具体的手法の例
10331	1	森林と水資源	水資源涵養に望ましい森林とその取扱	望ましい標準林分	目標林型に該当する森林の面積割合	○			目標林型の指標として立木密度、収量比数等に基づく基準を設定し、その基準を満たす森林の割合を示す
20900	1	その他			土地生産力と山地災害リスクを考慮した広域ゾーニング			○	高精度LiDAR計測データよりその土地の生産力のポテンシャルを把握し、微地形図と重ね合わせることでゾーニングを行う
31800	1	風致・景観機能			－				
40100	3	林齢が生物多様性に及ぼす影響			幼齢造林地における種多様性	○			幼齢造林地の立木調査結果、下層植生調査結果等を用いて多様度を算出
40200	1	林分構造が生物多様性に及ぼす影響			林分の発達段階別の面積割合	○			林分の発達段階別の面積を算出する
40300	25	施業が生物多様性に及ぼす影響			施業の有無と生物多様性の変化	○			立木調査、下層植生調査等から得られる多様度指数等と施業履歴との関係を示す
40500	3	生物多様性保全のため望ましい森林とその取扱			目標林型に該当する森林の面積割合	○			目標林型の指標として立木密度、収量比数等に基づく基準を設定し、その基準を満たす森林の割合を示す
40600	7	その他			－				
40712	41	人工林の生物多様性	高齢級化の影響	成長への影響	高齢級人工林における成長の状況	○			「手入れがされている/されていない」など様々な状態の高齢級人工林について成長の動態をモニターする
40720	31	人工林の生物多様性	天然更新の影響		攪乱後の森林の回復状況	○			人為/天然問わず攪乱が生じたプロットにおけるその後の更新状況（立木調査、下層植生調査）
40730	56	人工林の生物多様性	混交林化・広葉樹林化の影響		混交林化している森林の多様性の変化	○			混交林化している森林について、林分構造、多様度等をモニターする
40740	26	人工林の生物多様性	その他		人工林へのタケの侵入状況	○			侵入竹林となっている人工林のモニター
40800	28	溪畔林の生物多様性			溪畔林の林分構造、生物多様性	○			項目別調査において溪畔林を対象としている森林の動態（林分構造、種数等）のモニタリング
40900	31	歴史・思想・文化・社会			－				
41011	43	健全性	森林被害	気象害	気象害を受けている森林の状況	○			気象害を受けている調査点の割合、被害の程度
41012	3	健全性	森林被害	病虫害	病虫害を受けている森林の状況	○			病虫害を受けている調査点の割合、被害の程度
41013	9	健全性	森林被害	動物被害	動物被害を受けている森林の状況	○			動物被害を受けている調査点の割合、被害の程度
41014	1	健全性	森林被害	その他	－				
41020	6	健全性	健全性の評価・管理		－				
41100	23	多様性評価			－				
41200	75	生態系の多様性			生態系の多様性、遺伝的多様性のモニタリング	○			優占樹種による森林タイプ別の面積割合、遺伝的多様性の指標となる樹種の更新状況のモニタリング
41300	24	絶滅危惧種			RDB種の数	○			RDB種のモニタリング。立木であれば個体数の動態など定量的モニタリング
総計	439								

NFI：森林生態系多様性基礎調査、JAXA：高解像度土地利用土地被覆図（JAXA）、OD：高精度森林資源情報オープンデータ

具体的な事例として、NFI データを用いた解析としては、例えば林分構造の指標として、菊沢喜八郎によって提唱された収量－密度図（Y-N 曲線）を指標とすることが考えられる。¹

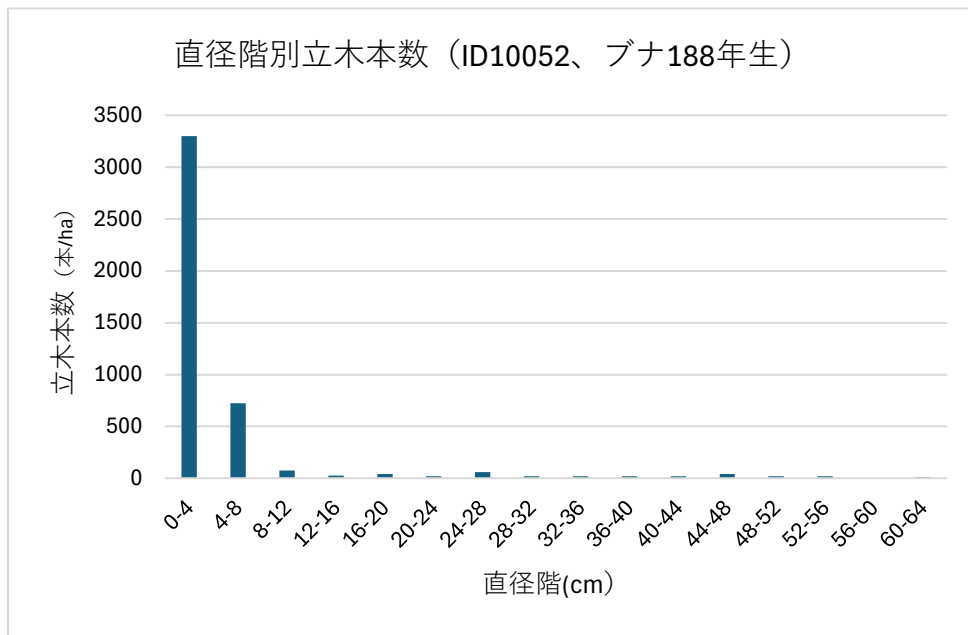
Y-N 曲線とは、横軸に胸高直径の大きい順に立木を並べた積算本数、縦軸に胸高直径の大きい順の積算材積をとった両対数グラフである。

一般的に林分構造を示す方法としては、直径階別本数が用いられることが多い。一斉の人工林では一山型の分布を示し、天然林では逆 J 字型を示すといわれており、実際の NFI データにおいてもそのような傾向が見て取れる（図表 3-12、図表 3-13、図表 3-14）。

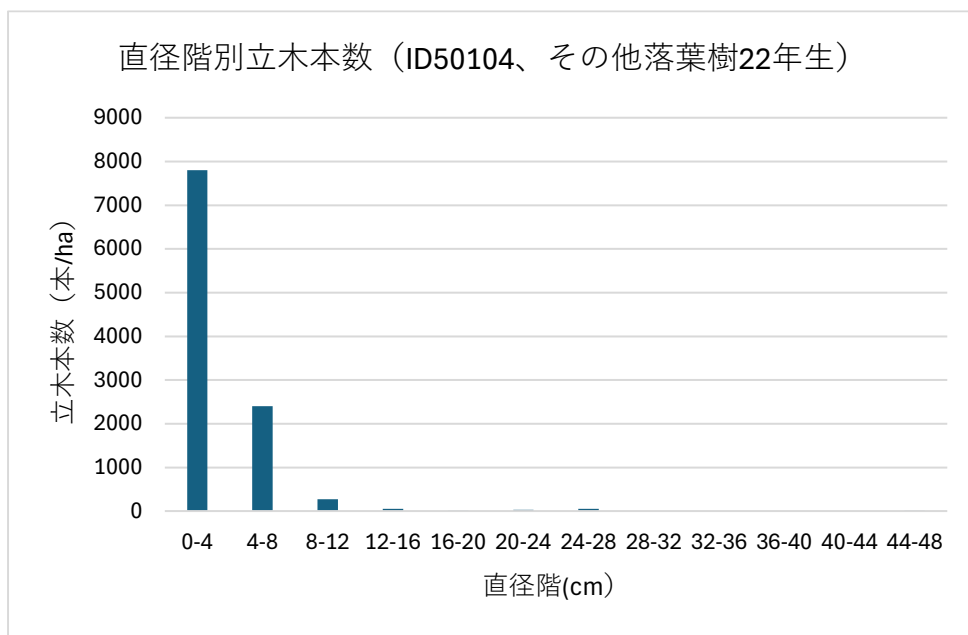


図表 3-12 直径階分布図の例（ID440290、人工林スギ 30 年生）

¹ 菊沢喜八郎「北海道における天然生広葉樹林の収量-密度図」日林誌,60(2)56-63,1978



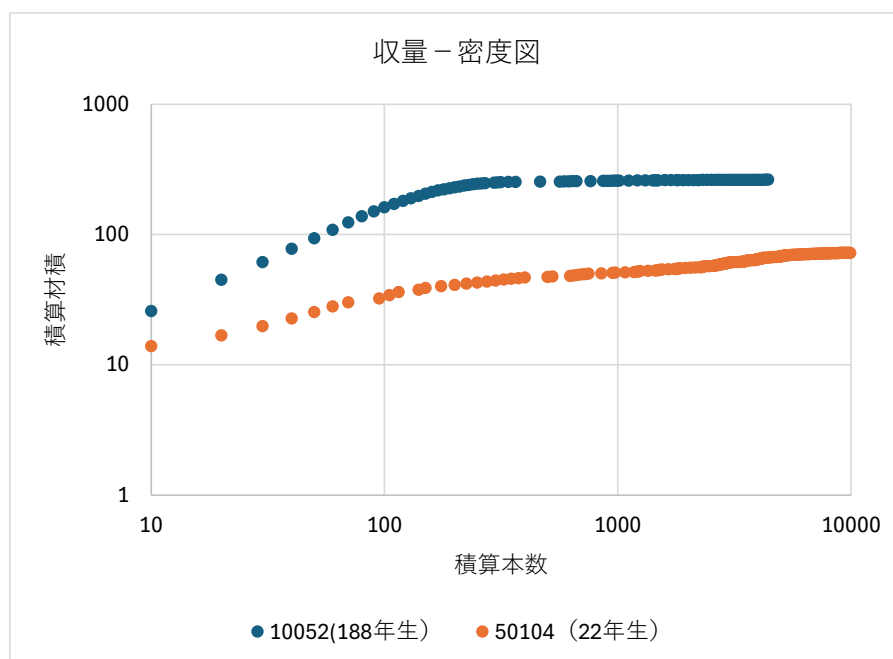
図表 3-13 直径階分布図の例（ID10052、天然林ブナ 188 年生）



図表 3-14 直径階分布図の例（ID50104、天然林その他落葉樹 22 年生）

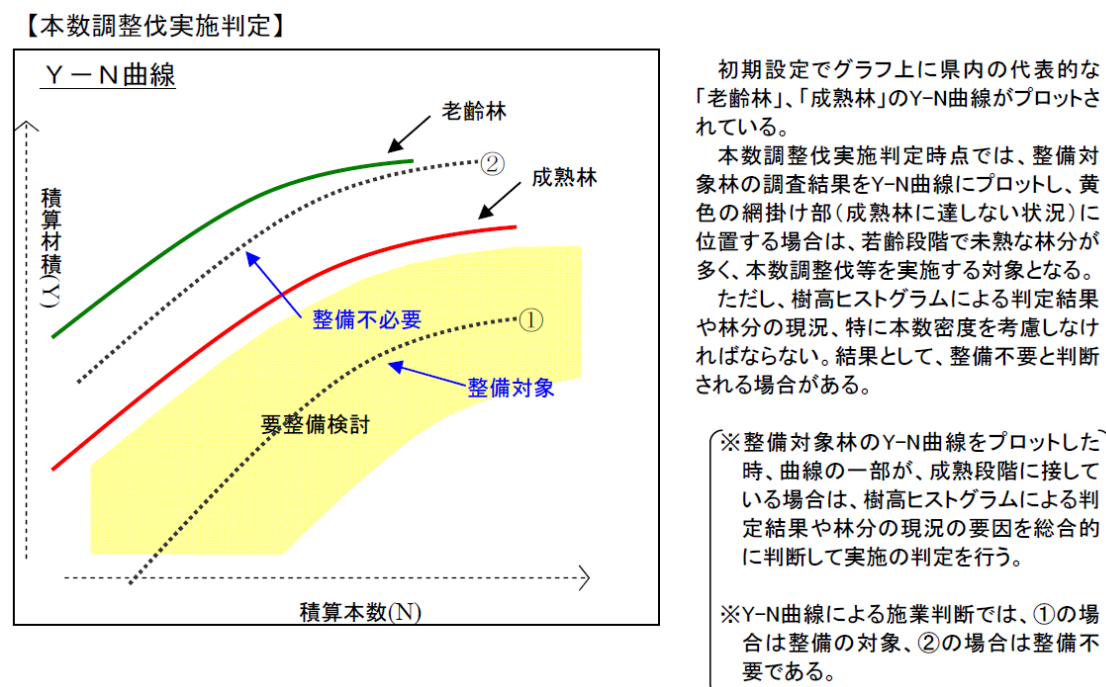
しかし、とくに天然林においては下層木の本数が相対的に非常に多いことから、直径階別本数では中層～上層にある立木の状況の確認が困難であり、図表 3-13 の老齢のブナ林と図表 3-14 の若齢の広葉樹林とではグラフの見かけ上ほとんど区別ができない。Y-N 曲線図は、そのような大径木による影響を可視化しようとするものである。

図表 3-13、図表 3-14 と同じ格子点のデータを Y-N 曲線として表現したものを図表 3-15 に示す。直径階別本数のグラフに比べ、本数の少ない大系木の状況をよく表しており、対数目盛とすることで、同じ尺度で異なる林分構造を比較することが可能である。



図表 3-15 Y-N 曲線の例

Y-N 曲線の使い方としては、例えば老齢段階の天然林などを目標林型とした場合の、本数調整による誘導方法の検討に用いられている²。



図表 3-16 Y-N 曲線の活用事例

² 新潟県「治山事業における保安林整備技術指針」（平成 29 年 4 月改訂）

このように、Y-N 曲線は樹種構成によらず、林分の構造を定量的に表現することに適していること、計算も比較的簡単であること、NFI データを直接利用できることから、特に今後重視される生物多様性保全機能の指標を表現する手法として重要と考えられる。

4. 次年度に向けた課題

本年度実施した内容のうち、森林の多面的機能に関する最新の知見・研究成果の収集・整理については、合計 625 件の文献を収集した。しかしながら、とくに生物多様性保全機能については、令和 5 年度以降に発表されたものも多く、時間的な都合から今年度中の収集を見送ったものもある。次年度以降、これらを含めた収集・整理を行う必要がある。

森林の多面的機能に関する Q&A のリバイスに関しては、近年の調査研究文献の分析から、山地災害・生物多様性を中心として研究領域が広く、多様化していることから、これらを踏まえ、現状の問に対して、次年度以降補足・追加することが望ましいと考えられる課題を以下のとおり検討している。

○水源涵養機能

- ・森林における水循環機能（水源涵養、土壌保全・土砂流出防止、林床植生の多様性等々）についての総合的な解説の追加。
- ・路網整備（森林管理・整備、山地災害対策等に寄与）による水源涵養機能への影響に関する問の追加

○山地災害防止機能/土壌保全機能

- ・山腹崩壊（山崩れ）のメカニズムに関する総合的な解説（文献にはいくつか見られる）の追加。
- ・近年の豪雨災害により発生している大規模な流木被害の発生メカニズムと対策に関する問の追加
- ・治山施設整備（メンテナンスを含む）による森林再生・回復・山地災害防止機能の維持・保全への影響に関する問の追加

○快適環境形成機能

- ・防火機能、防雪機能等々のその他の自然災害防止に関する問の追加。

○生物多様性保全機能

今年度調査において、生物多様性として文献分類を追加した下記の項目に関する問の追加。

- ・人工林の高齢級化に伴う成長への影響
- ・人工林伐採後の天然更新の可能性と森林生態系への影響
- ・人工林の針広混交林化及び広葉樹林化による森林生態系への影響
- ・溪畔林の整備・保全と森林生態系への影響
- ・森林被害（気象害、病虫害、動物被害）による森林生態系への影響
- ・生物多様性の評価方法に関する課題
- ・森林地域における絶滅危惧種の保全に関する課題

成果指標に関しては、NFI データを中心とした分析手法について、とくに生物多様性保全機能との関係から検討を行い、一つの事例としてサイズや構成の異なる様々な林分構造を統一的に表現することのできる方法として、収量－密度図（Y-N 曲線）を用いることを提案した。林分構造は、生物多様性保全機能だけではなく、水源涵養機能や山地災害保全機能にとっても重要な指標となると考えられることから、利用の可能性についてさらなる

検討を進める必要がある。また、3章で整理した、他の生物多様性保全機能に関する成果指標や他の森林の多面的機能の成果指標についても、既存のデータを利用したより良い成果指標の作成について検討することも必要である。

卷末資料 検討委員会議事録

令和 6 年度森林整備保全事業推進調査

第 1 回検討委員会

日時：令和 6 年 12 月 26 日（木）14:00～15:00

場所：日林協会館 5 階（中会議室）／Web（Webex）

1. 開会

(1) 事務局挨拶

(2) 林野庁挨拶

林野庁／中山 皆さん、こんにちは。林野庁森林整備部計画課企画班の担当課長補佐をしております中山でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

本事業に関しまして、新しい森林整備保全事業計画が今年の 5 月に閣議決定して、新しい計画期間がスタートしました。その指標に向けては、昨年度のこの検討会でも先生方の御知見をいただいていい議論を行って、計画が作れたのかと思っております。

森林整備保全事業計画に基づいて森林整備事業・治山事業を進めていくということで、これについては毎年度予算をしっかりと確保していかなければいけないということで、今年度は 2682 億円を確保しております。来年度に向けては、先般成立した補正予算では昨年よりも上回る額を確保できましたし、ちょうど明日令和 7 年度当初予算が閣議決定される予定となっております。今年度よりも少し上目の予算が確保できるのかなと思っております。森林整備・治山事業をしっかりと進めていかなければいけないということで、非常に皆さんの関心が高い分野だと思っております。

また最近、特に今年は森林環境税の課税が開始されたということで、我々からすると一般の方の森林への関心というものが非常に高まっているのかなと思っております。マスコミからの問い合わせもそうですし、林野庁への問い合わせも増えてきている感じが、そういった中で、森林の持つ公益的機能、多面的機能への関心が高まっているのかと思います。

一方で、山のほうでは、これまで間伐が中心だったところに主伐が増えてきたということで、そうしたところへの機能の影響への関心といったところも国会でもたびたび聞かれているということでございます。今年度は次期森林整備保全事業計画に向けた知見の集積ということで、かつて整理していただいた Q&A を充実させていけないかということを考えており、結果を対外的に使っていきたいと思っておりますので、また先生方の御知見をいただければと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

2. 議事

立花座長 それでは、着座にて進行いたします。昨年度に続いて座長ということですが、よろしくお願いいたします。

それでは配付されております資料に基づいて進めてまいります。議事（１）として事業の背景・目的について、事務局から御説明をお願いいたします。

事務局説明

- （１）事業の背景・目的
- （２）実施項目ごとの今年度の実施方針と進捗

質疑応答

立花座長 それでは委員名簿の上から順に御意見をいただいこうかと思います。梶本委員から御意見なり御質問なりをお願いできませんでしょうか。

梶本委員 はい。事業の概要のお話を聞いていて、私も特に全体を正確に把握していないのですが、計画どおり進展しており、文献収集も終わっているということで、流れも丁寧に説明していただいたのでよく分かりました。最近のものはどうですか。ごく最近、森林整備に関連する文献が幾つか出ていると思うのですが、その辺のカバーはどうなっていますか。

立花座長 例えば令和５年度や６年に入ってからのものでしょうか。あとは白書でも関係する治山の特集章があったりしましたので、そういったことも含めてということになるかと思います。

梶本委員 最近電子化が進んで、古いものもそうですが、どんどん新しいものがネットで簡単に手に入ってくるという状況があります。従来は報告書の類というのは紙で取り寄せたりしていたのですが、簡単に PDF になっているものが結構あるので、そういうことを考えると、データベースなど使えるものは前よりは結構増えているので、新しいものを含めてもう一回そういうことでネットで拾っていくということもされるのではないかと思います。

林経研／水村 これから生物多様性保全のものを見てみますが、令和４年度までは生物多様性保全のものは集めてあるのです。令和５年度のものをこれから探ろうかと思っております。それから水源涵養と山地災害防止については最新版まで大体。森林関係以外のものもあるのです。例えば土木学会であるとか、ほかのものもこの山地災害の中では集めてあります。大体最新までは行けたかという感じではあるのです。

梶本委員 それであればいいと思います。

林経研／水村 ただ、論文によっては一番新しいもの、例えば令和６年度のものについてはまだ非公開で、非公開文献というものは結構あるのです。学会によって載せ方が違うものですから、一応令和５年度までのものは大体集められるかとは考えています。

梶本委員 分かりました。

林経研／神沼 文献収集は、私は水源涵養機能について行ってみたのですが、その中で、論文ではなく五味委員が中心になって作られた単行本は、こういう文献を集める中では珍しいと思うのですが、かなり斬新な提起をしているのです。あれを全部理解するというのは

なかなか大変ですが、独特の観点から新しい取り組み方を出していると思うので、こういう場合にどう位置づけるか。私の受持ちの中には単行本を入れましたけれども、なかなか内容も難しいし、バリエーションが多い本です。その中でも水源涵養的なものが中心だと思うのです。感想までですが、一つ単行本も位置づけました。

立花座長 ありがとうございます。五味委員には次にお願いしたいのですが、出版された本についてもレビューされているということです。ただ、難しい面があるので、場合によっては御本人からいろいろと御説明いただくことが必要かもしれません。

五味委員 ありがとうございます。今回、近年のものも集められているという話で、既にもういろいろと進んでいるという印象を受けました。前回、私も関わっていたのですが、例えば水源涵養のところだと坪山さんが中心になって行われて、林業経済研究所の方といろいろとまとめていただいたのですが、かなり海外の論文もまとめていると思うのです。私からの質問の1点目は、最近若い人たちや中堅の方々には皆さん海外の論文に書かれているのですが、最近の論文というのは海外誌も結構含まれているということでしょうか。

林経研／水村 含んでいるものも一部ありますけれども、今のところはほとんどは国内論文に限られています。

五味委員 なるほど。分かりました。前回Q&A集を作ったときに、これはホームページにも載っていますけれども、Q&A集の各担当があって、私も担当して、藤枝さんも担当されたり、執印先生や大丸さんなどが担当されたと思います。つまりいろいろな方が担当されて、そのお名前が出てきて、一応ここでこの人が責任を持ってこれを書いたという形にはなっているのですが、今回のQ&Aの修正というのはどういう形で行われるのですか。前に作ったものに追加していくということですか。

林経研／水村 このリバイスについては、リバイスしたほうがいいのではないかなというような提案だけなのです。今回リバイスするわけではないです。リバイスするのは来年度以降の調査になると思うのです。これは結構面倒くさい話になるのです。前に書いていただいた方の執筆内容になっているので、これについてリバイスするというのは、これは後からの議論になると思うのですが、かなり面倒くさい話の一つ残っております。それからもう一つは、これは非常に大きな問題ですが、著作権等の問題があるのです。これは実は林野庁が著作権を持っているのです。

ところが、Q&A項目の内容を見ると分かると思うのですが、「帯に短したすきに長し」というものがたくさんありまして、具体的に見ていくとこれは一体何を言っているのかと引っかかるものが若干出てくるわけです。こういうものを非常に詳しく説明するとなるとこれはやはり著作権者の問題が絡んでくるものですから、後からまたこれをどうやってリバイスするかという話になると、かなり面倒くさい話になるのではないかと。これは私の個人的な見解ですが、そのように考えています。

前回書いていただいた方にリバイスしていただくというような方法を考えるのか、あるいは全く新たに、今まで書いた部分は書いた部分として置いておいて、追加で何か足してい

くとか、そのような書き方をするのかという方法論を少し考えなければならないとは考えているところでもあります。

それから先ほどの英文の文献については、執筆者の方々の参考論文というので、その論文がほとんど英文の論文があったので、それを前回は足したということになっております。以上です。

五味委員 分かりました。ありがとうございます。確かに基本方針としては、来年度に関しては従来の文献を整理しながらある意味修正の必要があるかどうかというところを検討するということですかね。

林経研／水村 そういう感じですね。ただ、先ほど言いましたように、著作権の問題もあるものだから、書いていただいた方の変更をということになると、また書いていただいた方に依頼をしなければならないわけです。これが大変なので、そこら辺のところをどうするかというのは林野庁側と相当検討しなければならないと考えております。

五味委員 そうですね。既にこの時点で公開されていて、どういう人が書いたということが分かっているの、それを踏まえてどういう取扱いにするかというのは……。

林経研／水村 結構面倒くさい問題だと思います。

五味委員 はい。ここにある情報を生かしながら追加情報というか、補足といった形で追加していくことは十分あり得ると思うのです。例えばこのような新しい論文ができたとか、記述をがらりと変えてしまうよりは補足説明的なニュアンスで増やしていくということはあるかという感じはします。

林経研／水村 おっしゃるとおりです。水源涵養機能や土壌の流出など水に関連する部分については、森林の水の要素、例えば遮断量、蒸発散量、保水量、浸透量という要素や変数があるわけですが、それと森林との関わりという基本的な事項は実は何も Q&A 中で説明されていないのです。忽然と現れてくるわけです。そういうものは、内容を変えるというよりは、むしろそれを補足的に説明する別の説明回答とか、そういうことを補足的に加えてあげることが一番ベターなのではないかと考えているのです。

五味委員 分かりました。ありがとうございます。あと、英文誌の扱いですが、確かに前回は和文誌を中心に英文が時々入ってくるというような状態ではあったかと思います。ただ、近年では英文誌を主体にした結構多くの論文がいろいろなところで新しく出てきていると思うので、それもどこまでどう網羅するかというところではあると思うのですが、そのあんばいは今後考えていくという話ですね。

もう一点ですが、後半の生物多様性基礎調査のところですが、このつながりがよく分からなかったのです。これ自体は例えば全国を 4 キロメートルメッシュでポイントを作って調査をしているもので、ただ、確かに施業に関するところや整備保全に関するものがあるのですが、治山とかそちら側にも関係するところもあり、どういう取りまとめをすることを想定されているのかよく分からなかったです。

立花座長 では御説明をお願いします。

日林協／金森 確におっしゃるとおりで、全国をカバーしている現地実測データであることは確かですが、カバーできない分野というのは当然あるわけですので、生物多様性基礎調査で全てをカバーするということは想定していなくて、一つの代表として挙げております。それ以外の部分については別のデータによる成果指標を考えております。

五味委員 例えば、上のところでいうと、水源涵養、土砂災害防止、快適環境形成、生物多様性保全という4つの軸足の中で、生物多様性基礎調査等で取られているそれぞれのデータをどうつなぐか。この取組自体はすごくおもしろいと思うのです。こういったビッグデータを使ってつなげていくことにはすごく意味があると私は思っているのですが、何か見込みをお持ちということでしょうか。

日林協／金森 おっしゃるとおり、水源涵養や土砂災害防止などの機能に関しては、恐らく多様性基礎調査の中でカバーするのはなかなか難しいかと考えています。どちらかというと、生物多様性や植物の種などもかなり細かく調べられておりますので、個体数も分かりますので、そういった多様性の機能に関してはそれなりの評価ができてくるのではないかと考えております。

五味委員 あとは、多様性基礎調査のところで林相の階層や優先度といった情報があるからそういったところ、林床被覆状態から土壌侵食とかそういう話につなげられるのかどうかというところ、密度情報があればもう少しいいのですが、これ自体は密度情報がないので、そういうところからの評価があります。

あとは、これは私の別の研究で、全国のダム流域の生物多様性基礎調査を使った流域の評価を研究として行っているのですが、例えば高木層の高木が多いか少ないかということが崩壊の発生に影響するかどうかということや、先ほどの文献調査で出てきている林分の状態をどのように見たら斜面安定性や水源涵養という側にもつなげられるかという林分情報の指標立てのようなものや、生物多様性基礎調査で行っている項目というのは既に決まっているので、そこにどうつなげられるかどうかということを整理するとか、もちろんクマの被害やほかの生態系の多様度の評価というのはできるのですが、それ以外のところでも文献調査で出てきている項目をもう少し丁寧に見ていくと多少つなげられるものがあるのではないかと。

日林協／金森 確かにそれはあるかと思います。森林の空間構造は分かりますので、それと例えば林床被覆の状態との関係であるとか、そういったところで水源涵養や土壌保全につながるような実測情報を出していくことはできると思います。

五味委員 そうですね。だから前半部分と後半部分をどのように有機的につなげていくかということをもう少し丁寧に整理されるといいかと思います。

日林協／金森 承知しました。

立花座長 よろしいですか。ありがとうございました。2年か3年前のこの委員会の中で、樹高が高くなることによって災害の生じ方が変わってくるということがありました。研究論文としてもそういった指摘があるということをしてたしか水村さんがお話をされていたよう

な記憶があるので、それと関連づけて、今、五味委員から御指摘のあったようなことを結びつけてまとめていくことができれば、今の御指摘に対して適切な形で報告書になっていくのかと思いました。ありがとうございました。

では、玉井委員、お願いいたします。

玉井委員 全体像がまだ消化し切れていない部分がありますので的外れな御質問になるかもしれませんが御容赦ください。まず、たくさんの文献を集めていただいているようで本当に感服つかまりました。集めていただいた文献の中で英語の文献について五味委員から御質問があったのでよく分かりましたが、逆に Q&A の根拠となっている点を見てみると、いわゆる学会誌、学术论文の査読を経ないような文献も幾つか見られるようですけれども、今回集めていただいているものの中にはそのようなものも含まれているのでしょうか。

林経研／水村 含まれています。一応、文献と名のついている学术论文に近い雑誌の内容といったものも全部含めています。例えば「水利科学」や「森林科学」といったいわゆる一般の雑誌に近いものも含めて、公開されているものは大体集めたという状況です。

玉井委員 よく分かりました。それではなおさらより一層感服いたしました。

というわけで、まだ全体像がつかみ切れていないので、このプロジェクトが進んでいくにつれて私も勉強していきたいと思いますので、今回の質問は以上といたします。よろしくお願いします。

立花座長 ありがとうございました。私からも 2～3。一つはこの資料の 9 スライド目、研究所の皆さんが作成されたこの表ですが、項目のところの天然更新・混交林・広葉樹林化と並列されているわけですが、これを分けることになっていくということですか。

林経研／水村 分けるというところはどうしようかと思っているのです。実は一緒に書いてあるものが論文の中には並んでいて、必ずしもきちんと分けることができない部分も結構あるのです。分けられるものは分けてしまう。例えば天然更新に関する調査論文についてもぱっと分けてしまうようにしたい。天然更新も令和元年度か何かに一度この調査は行いました。基礎調査で分析も行っています。成功率が 30% ぐらいしかなくて悪いのです。ほとんどが天然更新完了基準に合わない。そういう結果も見られるので、ここは分けたほうがいいかと思っています。混交林化と広葉樹林化については分けづらい。というのは、研究者によって広葉樹林化という言葉を使わない人もいるわけです。だから天然更新と広葉樹林化というものは分けてみようかと思っています。

立花座長 分かりました。先ほど五味委員からお話があった外国語ですがけれども、時間的に厳しいかもしれませんが、例えば大学院生などにアルバイトとしてやってもらうというのはどうですか。

林経研／水村 大学院生がいない。

立花座長 そうですか。それこそ五味委員の学生さんや我々のところの院生で、もし対応可能な学生がいればお願いすることもあるかと思っています。ただ、時間と予算の関係でど

ここまで可能かということがあるのですが。

林経研／水村 おっしゃるとおり今回は時間が全然ないのです。

立花座長 そうですね。第1回が今日なので。

林経研／水村 これが8月ぐらいから始まれば、7月に始まると夏休みがあるから手配できるのですが、9月過ぎて10月になってしまうともう駄目です。だからなるべく早く発注をお願いしたい。よろしくお願いします。

立花座長 分かりました。ありがとうございます。最後に林野庁の中山さんに、このQ&Aというのはどのような方針というか、今日も御議論がありましたが、どのようなことをイメージされているかといった辺りをお聞きしておいたほうがいいかと思いました。

林野庁／中山 ありがとうございます。Q&Aですが、今年は時期的なものもありましてQ&A そのものの修正や更新というものは難しいかと考えております。そのため、次につなげられるように、前回Q&Aを作った後の最新の文献を整理していただいて、その中から更新あるいは修正に使えるようなものを幾つかピックアップしていただいて、それをまた来年度以降に生かしていけないかと思っております。それを何年かけて更新しようかということまでは我々も方針が固まり切っていないところがございまして、これはまた早急に詰めていきたいと思っているところでございます。

もう一点の成果指標の検討については、先ほど五味委員からの御指摘で議論があったとおりで、今、もう既にある多面的機能、公益的機能の関係ですが、森林の状態と機能との関係性というのが、例えば水源涵養機能を発揮している森林というのはこういう状態だとしたときに、生態系多様性基礎調査を活用して、ではそういう状態にある山がどれだけあるのかとか、先ほども立花座長からもありました樹高と災害との関連とか、そういったところを分析していけばまた違う観点で次の指標の検討ができるのかなとか、あるいは今までとは違った観点で、手入れが必要な森林はこれだけあるとか、そういった言い方が科学的な結果をもって言えたりするということにつなげていきたいということで、今回入れているということでございます。

立花座長 ありがとうございます。そうですね。もう少し早く動ければ夏休みを使って院生の皆さんに。というのは、先ほど五味委員がおっしゃったように、最近日本人の若手の研究者が外国雑誌に英語の論文をかなり書くようになっていきますから、外国雑誌の方が日本のことでもいいですが、いずれにしても日本の森林整備に関わる英語の論文というものも含めてレビューしていかなければいけないのかとは思いました。どうもありがとうございました。

オンラインの委員のお三方、追加で何か御発言の御希望があれば声を出していただけますでしょうか。よろしいですか。

五味委員 先ほどお話があった書籍の件ですけれども、最近東大出版会から恩田先生と一緒に去年ぐらいに出したものですが、確かに難しいところはあると思うので、何かお手伝いできることがあれば幸いですのでよろしくお願いします。

今回の事業とは全く違うところになるかもしれませんが、フォーカスとしては違うかもしれないのですが、先ほど林野庁のほうからお話がありましたように、最初の文献調査で出てきている Q&A と適切な森林状態とは何かという指標化ということをもう少し整理していったら、生物多様性基礎調査のところにならぬと少しづつなげていくと、確かに全国の評価というのは多分できると思うのです。一方で、今回もし可能であれば、生物多様性基礎調査には載っていませんが、例えばこういう指標があると森林整備や森林の状態、多面的機能を発揮する情報としては重要であるというようなものも別途抽出できれば今後のことにはつながっていくかという感じはします。

例えば、生物多様性基礎調査の中に入っていない立木密度の情報は、多様性も保健休養も土砂も水も、多分どこにおいても確実に重要な森林の林型というか、林相を示す大きな指標だと思うのですが、一方でこういったデータベースには載っていないところなんです。ただ将来的にそういった密度を広域で評価していくようなことを行ったときに何が必要かというものをも最終的に提案できれば、例えば航空機レーザーをどのように活用していくといったところにもつながっていきますので、これは最後か今回のこの事業とは別のところにあるのかもしれないのですが、少なくともそういったところにもつなげていくことによって、今、林野庁を含めた各都道府県で進めている例えば森林 DX の取組と森林整備保全事業計画のものが何となく全体としてリンクしていくようなことになっていくといいのではないかなというのは少し思っているところです。よろしくお願いします。

立花座長 ありがとうございます。まず、神沼さんはぜひインタビューをするとか、都内に五味委員が来られるときに時間を取っていただいて、お話をしたらいいかもしれません。ありがとうございます。

あと、後半の部分はもしかすると来年度の事業にも関係してくるような御提案になるのかなと思いました。それはまたこの事業を進めながら検討していただければと思います。

そのほかにはいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

林経研／水村 今回の立木密度の話ですが、立木密度は、実は多様性基礎調査の中で一部、3 段階の直径で、直径 5 センチ以上の立木本数は全て調査しているのです。だから立木密度を取ろうと思えば取れるのですが、あれは 4 キロメートルメッシュの格子点でしか行っていないのです。要するに林分調査ではないのです。だから林分調査のデータが別途あればもっと正確なものになります。私はかれこれ 20 年これの分析を行っているわけですが、大体の立木密度の計測点を Google Earth で見たのです。ずっと見ていきますと、林分に該当するところのプロットというのは非常に少ないのです。つまり、いわゆる森林調査で行われる標準的林分と言われるようなものを表象できるところをサンプルしているものは非常に少ない。全体のうちの 60%、例えばスギだけを抽出しても恐らくそのスギのうちの表象できるものはわずか 5 割か 6 割ぐらいしかないのです。だからそれを厳選して選び出せば恐らくスギは取れるのですが、5 割か 6 割ですから 4000 点のうちの 2000 点ぐらいに点数が減ってしまうということがありまして、だから多様性基礎調査だけでは点数が足りないと

いう感じはします。以上です。

五味委員 今、おっしゃったところは非常に重要なところだと思っております。生物多様性基礎調査の本質的な目的というのは、日本全国をくまなくカバーして国土の推移を見ていくことが大きなテーマだと思いますが、そういった観点で行われることと、ここで今回議論になっている森林整備保全事業、つまり面的整備をどのように進めていくのかという林野公共事業や林野事業そのものの目的というところと、4キロメートルメッシュで一点ずつ取って日本国土をくまなく行っていくというものの目的の違いだと思うのです。それはそのそれぞれの目的を持っていていいと思うのです。4キロメートルメッシュで継続的に取っていくデータというのは貴重である一方、また森林整備保全事業に将来必要になってくる情報としては足りないところもあると思うので、ではそれをどのように補っていくのかということが次の方策になっていくと思うのです。その辺は最終報告のところに議論になるのか、この報告のさらに先にあるのかよく分からないのですが、林野庁がどのように考えるのかというところでもあると思うので、そういったところも含めてまた議論ができればいいかと思います。

林経研／水村 そうですね。おっしゃるとおりです。

立花座長 ありがとうございます。事務局の取りまとめの段階で、今のところは参考にさせていただくのもいいのかと思いました。よろしくお願いいたします。そのほかはよろしいでしょうか。

委員の皆様、様々な御指摘、御提案、ありがとうございます。それでは事務局にマイクをお返しします。

閉会

日林協／金森 立花先生、ありがとうございます。本日は活発に御議論いただきありがとうございました。いただいた御意見を踏まえて、本年度の調査を進めてまいりたいと存じます。先生方におかれましては、引き続き御指導、御協力を賜れば幸いです。本日は誠にありがとうございました。これにて閉会とさせていただきます。

(了)

令和 6 年度森林整備保全事業推進調査

第 2 回検討委員会

日時：令和 7 年 2 月 3 日（月）10:02～11:34

場所：日林協会館 5 階（中会議室）／Web（Webex）

1. 開会

(1) 事務局挨拶

(2) 林野庁挨拶

林野庁／中山 林野庁森林整備部計画課企画班の中山でございます。今日はお忙しいところどうもありがとうございます。

林野公共事業の関係でございますが、直近の状況としては、ちょうど先々週末通常国会が始まりまして、総理の施政方針演説の中に国土強靱化関係で今後の方針が 1 つ盛り込まれました。それが国土強靱化の実施中期計画というものでございます。今、強靱化の関係施策、特に予算については、令和 2 年に閣議決定されました 5 か年加速化対策というものに基づいて取り組んでいるところでございます。これは閣議決定に基づく対策ですが、次は実施中期計画ということで、国土強靱化基本法という法律に基づいて行うということが定まっていたわけですが、実際の中身がどうなるか、対策規模はどうなるかというところがまだ決まっていませんでした。それが施政方針演説の中で、対策規模は 5 か年対策の 15 兆円規模を上回る水準が適切ということ、本年 6 月をめどに策定するということが表明され、策定に向けた取組が本格化していくということでございます。林野公共事業そのものは国土強靱化施策にしっかりと位置づけられておりまして、補正予算等も活用しながら対策を進めており、引き続きこの中期計画に基づいて行っていくということで我々も調整を進めています。直近動きとしてはそういうことがあります。

もう一つは地球温暖化対策という中での位置づけでございます。新しい地球温暖化対策計画のパブリックコメントがちょうど先週終わりまして、見ていただいた方も多いかと思いますが、引き続き森林の整備と保全ということを位置づけて、しっかりと行っていくということになっております。やはり中核をなすのは森林整備事業、また治山事業でございますので、これをしっかりと進めていかないとはいけません。またその対策効果をしっかりと国民の皆さまに分かりやすく伝えていくというのが森林整備保全事業計画の役割になりますので、本委託調査の位置づけもますます重要になるかと思っております。

本日は本年度最後の検討会となりますが、委員の皆様の御意見を頂きまして、またしっかりとした結果にしていければと思っておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

2. 議事

立花座長 それでは、着座にて進行いたします。昨年度に続いてということですが、よろ

しくお願いいたします。

それでは配付されております資料に基づいて進めてまいります。議事（１）として事業の背景・目的について、事務局から御説明をお願いいたします。

事務局説明

- （１）事業の背景・目的
- （２）実施項目ごとの今年度の実施方針と進捗

質疑応答

立花座長 ありがとうございます。そうしましたら、水村さんから報告のあった最新の知見・研究成果の収集・整理に対する質疑応答と、その後の成果指標の検討のところの質疑応答という具合に進んでいきたいと思います。

まず初めに、最新の知見・研究成果の収集・整理のところで、水村さんから幾つか難しい点や時間がかかるといったお話もあったわけですが、それに対しての御助言やあるいは報告内容に対する質問を委員の皆様から出していただければと思います。いかがでしょうか。

玉井委員 詳細な御説明ありがとうございます。私は快適環境形成機能に少し関わっているということで気になったのが、11 ページ目の図表 2-7 文献分類別収集整理文献数(2)で、快適環境形成機能は研究に携わっている人間が少ないと思うので文献数も少ないということだと思うのですが、こういう観点でも集めてみたらどうかということです。まず、森林の防火機能ですが、これは少し我田引水になるのですが、森林の防火機能というのは多分燃えている最中の森林の防火機能ということだと思うのですが、さすがに最近日本ではこういう研究をしている人間はいなくて、消防研究所でも今は林野火災のことを研究している人間がいなくて難しいとは思いますが、例えばこれが燃える前の森林の状況、つまり、森林が林野火災を発生しにくくしている効果があるという研究を私は最近行っておりまして、これを「水利科学」や「山林」に寄稿していますので、そのことも防火機能に含めるのであれば文献になると思います。あるいは気象緩和機能と読み替えてもいいのかもしれないと思いました。

そのほか、森林の気象緩和機能については、私の周りでこれについて文献を出している人間がおりますので、その辺の情報もまた後ほど送りたいと思います。また森林の炭素固定機能や森林環境教育機能も思い至るところがありますので、これについてももし情報が得られたら後日お送りしたいと思いますのでよろしくお願いします。以上です。

立花座長 ありがとうございます。これから情報を頂けるというお話でしたけれども、事務局から何か御回答なり、確認が必要であればお願いいたします。

林経研／水村 ありがとうございます。防火機能には気がつかなかったというか、実は見ているのです。随分昔から結構見ていたのですが、多分読んでいると思いますが、今年度中となると時間が全然足りないので、一応課題としてこの快適環境形成機能の防火機能あ

るいは気象緩和機能で、炭素固定機能については入れるかどうかというのは少し厳しいところがあるかと思っています。結構たくさんあるのです。炭素固定は除外したほうがいいのかと思っているのです。

玉井委員 なるほど。事情は分かりました。今年度中の決着という意味で申したわけではなく、次年度以降にも情報収集に努めるようなことが書いてあったような気がしたので申し上げます。そういう事情はよく承知しましたので大丈夫です。森林の炭素固定機能というのは結構関心のある分野かと思っています、Q&A に加えなくていいのかと少し思ったもので発言しました。以上です。

林経研／水村 森林の機能として公益的機能の中では多分炭素固定というのは地球温暖化のほうの機能に入っているのです。文献の分類としては昭和 63 年には快適環境形成機能に入っていたけれども、最近は多面的機能では地球温暖化ということで別になっているのではないかと思います。これを集めるとなるとまた結構大変なので、炭素は除外したほうがいいのか、分類から除外してしまったほうがいいのかと思っております。

玉井委員 分かりました。以上です。

立花座長 念のために、今の取扱いについては林野庁側としては特段こうしてほしいということはあるのでしょうか。

林野庁／中山 1 つ目にあった防火機能等の追加的なものは今年度は難しいということであれば次年度以降の整理ということだと思いますし、炭素固定機能についても最近いろいろな航空データ等を用いた研究成果等の新しい知見が出ているかと思っています。そういったものも可能な限り収集していけばいいかと思いますが、分類との関係については、今、水村さんもおっしゃったように、よく見ていかないといけないかと思っておりますが、こうすべきということまでは今は考えが及んでおりません。

立花座長 ありがとうございます。元々事業の内容と今年度、来年度に何を行うのかということとの関係でどうなのか気になったのでお聞きしました。ありがとうございます。

林野庁／守 文献収集については、毎年行くと物もなくなっていくますし、今回は水村さんにかかなり集めていただいたので、毎年というよりは多少時間を空けて行のが効率的ではないかと思っています。そのため、頂いた課題は次の文献収集のときに生かせるようにしっかり引き継いでまいります。

また、今回は前回 Q&A を作成した際の分類を用いるという仕様にしておりましてので、このように文献収集整理のコードを使って行っていただきましたけれども、やはり水村さんから話のあった新しい生物多様性機能の分類もありますし、今お話しいただいた炭素固定と地球温暖化の緩和機能の入替えということもありますので、その辺も Q&A と対応するように分類できると我々としては整理しやすいと思います。そのため、次回、文献の分類収集整理するときに Q&A との対応を見ながら分類も考えていくということで、申し送り事項をつけられたらいいのかと思いました。以上です。

立花座長 ありがとうございます。ほかに委員の皆様から御意見、御質問等、お願いで

できればと思います。

梶本委員 文献の収集について、いろいろな分類、カテゴリーを分けて整理されていて大変たくさん集められて、大体こういう分類でどれかに当てはまっていくのかと聞いていたのですが、最近幾つか気になっているのは、説明にもありましたけれども、山地防災とか、豪雨災害が起きて、その関係が多いというお話がありました。例えば、私も前に森林総研にいたときに九州などの豪雨災害があったときに、苗木が挿し木の苗木だったかどうか、コンテナ苗が最近増えてきているのでああいうものだと山が弱いのではないとか、そういう質問等がマスコミからもよくあったのです。今回、樹木の根系、根っこの関係やそういった文献をたくさん集められていると思うのですが、そういったものは本来の根っこの造林関係や生態とか成長とかそういう話で行っている研究と、山地防災の観点から行っている研究、いろいろと視点が違うと思うのですが、そういうものをどこに入れ込んで質問に対応して引っ張ってくるかというのは結構難しいところがあると思うのです。私は、先ほど言ったような問い合わせがあると関連した文献、研究者ですからそれに応じたものを拾ってくるということはできるのですが、一般的な御質問が森林整備に関してあったときに、どういうところに入れ込むかというのはやはりなかなか、2つ3つのカテゴリーに入ってくるものがたくさんあると思うのです。その辺、既に工夫されて行っておられると思うのですが、例えばこの5年間ぐらいで山地災害が増えてきているのでそれに関連してどういう樹木を植えるとか、再造林に使うとか、コンテナ苗を使うのか、どちらが大丈夫なのか、そういった質問というのは結構増えているので、その辺はどのように工夫されているかというところをもう少し説明していただければと思います。

もう一つ、ついでに言うと、里山林のところ、快適環境結成のところのカテゴリーがあるのですが、最近ほとんど文献がないということで、何となく今は広葉樹のいわゆる旧薪炭林の整備をしなければいけないというので各地域で広葉樹を使ったそういう取組が結構あると思うのですが、そのような文献というのは生物多様性のほうの人工林のところの混交林化とか、広葉樹林化のほうが多いからそちらのほうに入っているのかもしれないのですが、それも里山というのはどのような機能があって、それを管理することでいろいろな生態系の保全につながるとか、そういう部分も結構あると思うので、その辺もどちらのカテゴリーに入れるのかというのは難しいところだと思います。気がついたところで言うとその2つぐらいですか、どのように分類されているかというのを教えていただければと思います。

立花座長 事務局からお願いいたします。2点の質問です。

林経研／水村 今、梶本委員がおっしゃったように、例えば樹木根系の感じで、これは山地災害のほうは結構何年か前に一生懸命読んで行ったのですが、要するに根系の引張抵抗力とか何とかという辺りの試験結果というのは結構論文がたくさん出ていまして、その辺のところを集めたものです。実際は成長との関係もそこで論じられているので生物多様性辺りと重なる部分はあると思いますが、崩壊メカニズムを説明しているという点を中心に

こういう分類をしたということになります。

それから里山林のものが、今、入っていないというのですか、実は快適環境形成機能が例えば気象緩和や防音、防火、防水、湧水、暴風雨といった森林の機能として非常に細かく分類されているのですが、もう少し大きく分類することもできる。つまり里山林の機能として快適環境形成の中で分類することもできるのではないかというので、これは海岸林もそうですが、海岸林、里山林というのを特別にここで一つ分類を作ってみました。分類して作ってみたところを集めようと思ったけれどもとても手が回らなくて集められなかった部分があると御理解いただきたいと思います。

海岸林のほうは、実は病虫害が発生して、マツクイムシなどの被害が発生しているのです。それでこれを健全性のほうに入れるか、あるいは海岸林だから快適環境形成かということ結構難しいのです。それで快適環境形成だろうということで海岸林のほうに入れたということです。

おっしゃるとおり、どちらに入れるかというのは悩むのです。悩んで、ここの分類の仕方というのは、今、守さんのほうからあったように、想定問の質問の仕方によって文献の分類の仕方というのは結構大きく変わるだろうと思うのです。そちらのほうに引っ張られるか、あるいは昭和 63 年の分類にあったように、一つの林分を見て、その林分の森林の機能として細かく分類したほうがいいのかというのは悩ましいところではあります。これは短期的には決められないので、文献を見ながら、分類をしながら、分類の仕方について合理的な方法を見つけ出すという必要がある。

これはもう一つありまして、森林整備保全事業というのは長計と森林整備事業の成果目標というのがあるわけです。これと照らし合わせたときにどこに分類されるかという分類の仕方もあるのです。例えば海岸林などというのは明らかに森林整備保全事業計画目標に入っているわけです。そうするとこちらに入れてしまおうかということにもなりかねない。だから分類の仕方というものを少し学術的に非常に細かい分類を行うのか、あるいはこういう政策目標に照らし合わせた分類を行っていくのか、あるいは現実問題として起こっている現実問題分類から行くのか、そこら辺は少し検討させていただきたいと思っております。以上です。

梶本委員 ありがとうございます。私も分類だけの、どう分けるかということで質問したのですが、一旦文献としてはどこかの枠に入れるというのは仕方ないと思うのですが、その後どう使うかという辺りで本体の林野庁が整備を進める上でこういう質問があったときにこれに対応する内容の文献がここにあるということ把握してちゃんとつなげることができれば問題はないと思うので、先ほど言ったような、現実には災害が増えているといったときに、例えば苗木はどういう問題があるか、そういうことがカテゴリーとしては山地災害のほうに入っていないなくても、例えば造林のほうでコンテナ苗と裸苗を比べているような研究というのはもうたくさんあると思うのですが、あるいは海外でもコンテナ苗は 30 年 40 年前から行っていますから、そういうもの植えると 40 年たった林で根系がどうなのかとか、

そういった文献も探せば多分出てきますから、そういったところを専門家の知恵も借りながらひもづけで工夫するということを考えればとてもいい質問の例題集になるのではないかと思います。以上です。

林経研／水村 ありがとうございます。若干それに近いことは121ページに、想定問別の分類、こういう質問であればこういう分類が該当するというのを整理して、実は今回はそれで行っているのですが、これもなかなか……。

梶本委員 分かりました。私も全部細かいところまでちゃんと見ていなくてあれですけども、基本的にはすごくよく整理されていると思いました。

林経研／水村 一応、今、梶本委員がおっしゃったように行いたいと思って行っているのですがなかなかうまくいかないというのが実態でございます。

梶本委員 分かりました。了解です。

立花座長 ありがとうございます。五味委員からは御質問、御意見はございませんか。

五味委員 ありがとうございます。方向性としては新しいところを追加しているということ、想定問答集の追加の方針というのもそのとおりでいいのか、前回作ったものはそのままにしてほとんど手を入れずにむしろ補足説明ということで追加で入れていく、それは別に項目に限らずというところに入れていく方針でいいのではないかと聞いておりました。

個別のところでは少し質問ですが、これは林道・作業道、路網に関するところは、水路保全もしくは土砂災害に関しては、特に何か表に出していなかったような気がするのですが、そういうものは元々出さないということですか。

林経研／水村 いいえ、別に出さないのではなく、想定問としては原則森林整備の施業との関連で一覧表が作られていて、それを想定問の対象としたのです。だから最初の想定問の設定の仕方の中には治山施設つまり治山事業と山腹工はどうなるかというものは入っていないのです。

五味委員 分かりました。ただ森林整備基本計画では路網整備に関してかなり端的に項目出しされていたと思うのです。その点と、あとは最近の路網整備に関して様々な疑問点が投げかけられていますし、路網整備については、このような路網の整備がいいとか、森林総研の方々も路網の安定解析とか気候変動に対してどういう路網整備があるかといったところが行われているかと思うので、これは今年度というより次年度に、林野庁の方針にもよりますが、結構重要な問題ではないか。施業という観点から、木材利用という観点から、どれだけ持続的に木材を出し、かつ森林整備で多面的機能を維持していくかという観点です。林野庁の方針がどうなのかということを聞いてみたいと思うのですがいかがでしょうか。

立花座長 林野庁の皆様からお願いいたします。

林野庁／中山 五味委員、御指摘ありがとうございます。今は、Q&Aという観点からではまさに施業そのものが立っていますけれども、路網にフィーチャーしたものはないということで、施業の中の一体的なものとして捉えているのかとは思っています。確かに最

近話題になることとしては、皆伐との関係でいくと、今、皆伐関係で問いが立っていますが、実際皆伐現場に行くと災害の起因になっているのは路網ではないかというような事例が結構出てきていますので、そういった観点からも、今、問題提起していただいた路網整備という部分を追加的に補足するのかどうかというところは含めて考えていきたいと思っております。ありがとうございます。

五味委員 ありがとうございます。先ほど御説明があった近年の気候変動も立木の災害も、先ほどの主伐再造林という一つの流れと、そこに結構いろいろな面で路網整備というのはかかってくるのではないかということが気になったので、その辺がもし次年度に向けて何が取扱いがあるのならば追加していただくといいかと思いました。

それに関連するところですが、先ほど玉井委員からお話があった保健休養という部分に関連すると、施業との関係からすると保健休養のほうはあまり関係がないという理解でよろしいですか。例えば森林セラピーの分野では、どのような密度にしていくか、どのような林分が適切かといった施業がらみでの森の在り方といったものも議論されているような気がするのですが、そこはあまりタッチしないという御理解でよろしいですか。

林経研／水村 これは実は想定問の中でも 2016 年の想定問で施業とセラピーというものをを行ったのですが文献がなく、皆同じ内容になっていて、施業のところも重複して同じ内容になっています。文献が見つからなかったもので、一応森林の機能としてのセラピー機能というのは書いてあるのですが、施業によってそれが簡単に向上するとかあるいは低下するとかということは一切回答の中に入っておりません。

五味委員 ありがとうございます。これはもしかしたら国内文献ではなく海外文献かもしれないですが、ちょこちょこ見てみると密度管理とセラピー機能といった話が出てきているような気もするのです。その辺は私が個人的に気になっているところです。これは林野庁がどのようにまとめていくかということでもあると思いますが、ただ、かなり保健休養の観点というのは多面的機能のうちの結構重要な柱になってくるのではないかと私は思っています。

もう一つあるのですが、立花座長、もう 1 ラウンドぐらいしますか。これでおしまいですか。

立花座長 質疑応答ですか？

五味委員 はい。

立花座長 ええ。2 つ目のところの成果指標の検討とは一応分けようとかと思っておりました。

五味委員 分かりました。後のほうで質問します。ありがとうございました。以上です。

立花座長 ありがとうございます。私から一つだけ確認したいのですが、長期にこうやって文献をレビューしていくと、新たな知見として加わっている部分と元から言われていたことが変わってきている部分というのがあると思うのですが、そうした辺りで、安定して知見が加わってきているところと大きく内容が変わってきているところというのはかなり

あるものなのでしょうか。

林経研／水村 見ている限りは、水源涵養なんかはもう 1990 年代にメカニズムについては捉えられていて、施業についても捉えられています。ただ山地災害については、2012～2013 年以降の山地災害の発生メカニズムというのはかなり変わってきて、例えば豪雪、豪雨被害、線状降水帯の発生と降雨量が格段に違う場合、これは委員会でもかなり議論になったのですが、要するに表層崩壊と深層崩壊が同時に発生するという今までにない事例が多数見られるというようなこともあって新しい知見が出てきているかという感じがします。

それから先ほどあった作業道と多面的機能とか、この辺についてはやはり作業道、路網の密度が今までと大分変わってきているので、これは新しい知見だと思います。

それから治山施設についても、例えば流木被害が圧倒的に多くなっているのです。溪畔林の整備の仕方が変わってきているということが一つ、それから流木探索のための治山施設、堰堤が透過型堰堤などを使い始めるということで、今までの堰堤の整備とは変わってきているのです。だからその辺の違いというのはやはりあると思います。ただ、それを想定問でどう捉えるかというのはまた少し検討が必要だと思います。以上です。

立花座長 そうですね。ありがとうございます。今、報告書をまとめていくという整理の段階と、想定問に対しての書きぶりやその辺をうまくプラスさせる必要があるのかと思ったりしました。ありがとうございます。

五味委員 関連するところで補足したいと思います。例えば今回はかなりメカニズムという観点でまとめられているので、そういう観点ではいいと思います。ただ、最近のこの研究の傾向の中で少し見えてきているのは、過去の状態と現在の状態を比較して、例えば過去の森林と現在の森林ではどれだけ脆弱性が異なるのかとか、例えば雨に対して、過去ではこれだけの雨だったら崩壊したけれども、森林が成熟したことによって今のこれだけの森林では崩壊は起こらないとか、そういったメカニズム論というよりは因果関係論ということで掘り下げていく研究というのが、つまり過去のメカニズムは分からないけれども、降雨や条件に対する機能評価、水粒子とか崩壊の脆弱性という評価をすることによって統計的に昔よりは今の森林のほうが雨に強かったとか、そのような記述です。そういった傾向はあるかと思います。往々にしてそういう研究の多くが国際誌に出ているので国内的な視点ではなかなか目にとまらないことが思いのですが、少しそのような傾向もあるということを補足できればと思います。立花座長、ありがとうございます。

立花座長 ありがとうございます。そうした視点も加えて報告書がまとめられて、来年度の Q&A に生かせられたらいいのかと思いました。ありがとうございました。

林経研／水村 ありがとうございます。

立花座長 それではあとは成果指標の検討です。ここについて何かお気づきの点があれば、パワーポイントの資料となりますけれども、皆様からお願いできればと思います。五味委員、先ほど何かございましたね。お願いいたします。

五味委員 ありがとうございます。前半の部分と後半の部分のつなぎのところですが、現

状では、提案としては DCHM、LiDAR、DEM、微地形要素というのが評価されていると思うのですが、やはり前半で出てきている指標、例えば大きいところでは樹種や立木密度だと思うのですが、そういったものと後半の部分の情報をどのようにつなげていくのかという道筋を、フローチャートではないですけども、例えばどのような森林だとかここに繋がっていくのかといったところを、もしそういうものができるのであれば少し考えていただくと、多分前半と後半のつなぎの部分になってくるのか。今のところは後半はこれですといった感じであまりつなぎの情報が見えないので、これは今年度の作業というよりはむしろ来年度に向けての作業かもしれませんが、そのようなことを検討していただくといいのかと思いました。以上です

立花座長 ありがとうございます。今の御指摘について事務局から御回答をお願いしますか。

日林協／金森 今、水村さんのほうで作業されているものを②の成果指標側でどうつなぐかというところがまだできていない状況ですけども、それは水村さんのほうで整理されている内容をどのように具体のデータで説明するかというところで、今、スライドでイメージを示しているのですが、多様性基礎調査なり高精度森林資源情報データ中のどの部分が対応するかというロジックをしっかりと整理しておいたほうがいいという御助言ということでしょうか。

五味委員 はい。そのとおりです。つまり生態系多様性基礎調査のデータも一生懸命頑張って取っているけれども、この多面的機能の評価につながるようなものもあればつながらないようなものもあるので、では何がつながって、何がつながらないのか、足りないものを航空レーザーのデータでどう補っていくのかというところがあればいいのかと思います。

多分**（音途切れ） 保全や斜面安定評価ということ考えたときは立木密度というのが一つのキーワードになってくると思うのです。それは収量指数や相対関係比でいいと思うのですが、今、生物多様性基礎調査のほうでそれは情報としてはちゃんと正確には上がってこないで、継続的に取られている点がいいのですが、それを補う形で航空レーザー**（音途切れ）だという、その辺が少しずつ明示されるといいと思いますし**（音途切れ）。

立花座長 話が途中で切れてしまったようです。

日林協／金森 おおむね理解しました。例えば密度に関して言いますと、多様性基礎調査で、一応立木調査ということで毎木調査がされているので、プロットレベルではありますけれども密度、おっしゃるように収量比数であったり、相対幹距比であったり、そういったものは採取することができますし、ある程度の林分構造を表現することもできます。さらに高精度森林資源情報で DCHM という時間情報がございますので、これによってもある程度密度の指標というものを作っていくことができ、これに関しては面的なデータとして表現できますので、こういったものと、例えば微地形図と組み合わせることによって、災害リスクのあるところとその密度の関係といったものをお示ししていくことは可能でございますので、例えば密度であったり、密度であっても収量指数、相対幹距比、そういった幾つかのキ

一となる指標の基になる項目というものをこれらのデータでどのように表現できるかというのを整理しておく必要があるのではないかとということでしょうか。

五味委員 そのとおりです。

日林協／金森 分かりました。承知しました。

五味委員 森林管理者が使える指標をひもづけて行うということです。

日林協／金森 そういうベーシックな指標の基になるものがこれらのデータからどのように出てくるかということのを整理する。はい。承知しました。

立花座長 ありがとうございます。玉井委員、梶本委員からは何か御質問、御意見はございますか。

玉井委員 玉井は特に大丈夫です。ありがとうございます。

立花座長 ありがとうございます。梶本委員、いかがでしょうか。

梶本委員 私のほうも特に大丈夫です。

立花座長 ありがとうございます。そうしましたら次に移ってよろしいでしょうか。次年度以降の作業です。はい、お願いいたします。

日林協／金森 今日、御議論いただいた内容を踏まえまして、①②ともにまだ解決しなければいけないかなり大きな課題が残っているという認識をしておりますけれども、今年整理し切れない分については一部次年度に持ち越していくという流れになるかと思います。特に前段のほうで知見の研究経過の収集・整理におきましては、例えば分類を最終的にどのようにしていくかというところは基本的に一番重要な部分で、どういう視点で分類項目を行っていくかという非常に重要な部分もありますので、そういったところは林野庁と打合せをしながら、また委員の先生方にもいろいろと御意見を伺いながら進めていく必要があるかと思っております。

さらに想定問のリバイスの視点については、元のものはある程度置いた状態で必要なものについては追加していくといった対応になってくるかということで、ここについてはある程度共通認識はできたかと思っております。

成果指標につきましては、五味委員ほうからもありましたけれども、知見のほうとのつなぎをどうしていくかというところで、各収集したデータの中でどういったことができるのかといったところをもう少し丁寧に整理をしてまとめていきたいと思っております。それを受けてどうように成果指標を出していくかといったことを次年度以降の作業として進めていきたいと思っております。簡単ですが以上でございます。

立花座長 ありがとうございます。確認をしたいのですが、想定問と書かれている Q&A の Q ですが、これは前回林野庁の中でもらったものは作るというお話だったのでしょうか。どのような形で想定問というところを考えるか、教えていただけますか。

林野庁／中山 ありがとうございます。前回どういったタイムスパンで行っていくかということも御質問いただきました。基本的に今回の文献調査の結果に加えて、また来年度追加的に分類していくものも踏まえて、来年度にかけて、現在の想定問はいじらないというこ

とを基本としながら補足説明的な問いあるいは資料ができればいいのかと思っております。想定問関係では来年度で一回止めようかと思っております。来年度そしてその次にかけては、今回の新しい成果指標の検討、分析のほうにまた力点を置いていければいいのかなと考えているところでございます。

立花座長 ありがとうございます。想定問をどのようにするかということは、より使っていただけるようなものにするにはどうするのかということが関係してくるか少し思いました。ありがとうございます。

委員の皆様から次年度以降の作業のところで何か御意見や御質問があれば出していただきますでしょうか。

五味委員 ありがとうございます。スケジュールというのはどのような感じになるのでしょうか。次年度という大ざっぱなものよりもむしろどのような形で、そして次年度末には一応完成しているということでしょうか。ある程度追加される？ その辺もし何かありましたらお願いします。

林経研／水村 恐らく想定問に関してはこういう質問がいいのではないかという例については幾つか検討できると思うのです。まだ決まったことではありませんから。しかし回答については、それは一体誰ができて、回答までを来年度中に作ってしまうというのはかなり難しいです。特に生物多様性に関する回答を作るということは、いわば林野庁が作るわけですね。これを公開しますから。水源涵養といった今までの機能であれば長い研究の成果がありますのでこれについては森林の機能として説明はできるけれども、生物多様性について分類し、それに関しては想定問を規定し、なおかつ回答までも決めつけるということになると、これは単年度では恐らくできない。設問はこういう質問はいいのではないかということとは言えるかもしれませんが、回答まではかなり厳しいと私は思います。これは私の個人的な見解です。

五味委員 ありがとうございます。私も何となくそのような感じはしていました。回答の大筋は何となく論文を選んでいく段階で見えてくると思うのですか、公開ができるかというとなかなか厳しいのではないかと少し頭をよぎったので、これは林野庁が考えていただくことになると思うのですが、どのようなスケジュール感で行って、予算の確保やその辺は検討していただければと思います。以上です。ありがとうございます。

立花座長 ありがとうございます。来年度、再来年度どのように進めるかということも含めて、今、御指摘がありました。想定問についてもある程度意見を頂きながらということも含めて、今、御指摘がありました。想定問についてもある程度意見を頂きながら行うということが必要かもしれませんし、回答についても専門家の皆さんに見ていただくことが必要になるかもしれません。ありがとうございます。

ほかにはございませんか。それでは特段これ以上の質問、御意見はないようですので、あとは事務局にマイクをお返ししてもよろしいでしょうか。

3. 閉会

日林協／金森 立花座長、ありがとうございました。事務局からは特にほかはよろしいですか。

ひたすら報告書を取りまとめてまいりたいと思っております。取りまとめに当たりましてはまた林野庁と調整して進めていきたいと思っております。次年度以降につきましてもちゃんとしたスケジュール感を持って進めていけるようにしたいと思っております。

本日は朝早い時間から、また年度末の大変お忙しい時期にお集まりいただきありがとうございます。非常に活発に御議論を頂きまして、御意見を頂きまして、ありがとうございました。今年度はこれで最終の委員会となりますけれども、納期に向けてしっかりと取りまとめを進めてまいりたいと思います。本日はありがとうございました。これにて閉会いたします。ありがとうございます。

(了)

令和 6 年度 森林整備保全事業推進調査
報告書

令和 7 年 3 月

(受託者)

令和 6 年度 森林整備保全事業推進調査共同事業体
一般社団法人日本森林技術協会 ／ 一般財団法人林業経済研究所

