

令和 7 年度森林整備保全事業推進調査

報 告 書

令和 8 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.....	2
1.2.1. 検討委員会の設置	2
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. 収集・整理方法及び文献数集計結果	3
2.1.1. 収集方法	3
2.1.2. 収集文献の整理方法.....	3
2.1.3. 収集文献数の集計結果	9
2.2. 水源涵養機能に関する収集文献一覧	11
2.3. 山地災害防止機能/土壌保全機能に関する収集文献一覧.....	20
2.4. 快適環境形成機能に関する収集文献一覧	25
2.5. 生物多様性保全機能に関する収集文献一覧	29
2.6. 経済評価に関する収集文献一覧.....	50
3. 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイス	52
3.1. 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイスの方針	52
3.2. 森林の多面的機能に関する補足 Q&A.....	52
3.2.1. 補足 Q&A の概要	52
3.2.2. 補足 Q&A の作成体制及び問一覧.....	53
3.3. Q&A の森林施業による逆引き	55
4. 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	59
4.1. 現在の森林整備保全事業計画における成果指標	59
4.2. 成果指標の検討に向けた方向性.....	62
4.3. 森林の施業履歴と生物多様性の変化に関する分析.....	62
4.3.1. 森林生態系多様性基礎調査の概要	62
4.3.2. 使用した NFI データ	63
4.3.3. 生物多様性の指標	65
4.3.4. 分析結果	66
5. 次年度に向けた課題	71
巻末資料 1 検討委員会議事録	73
巻末資料 2 森林の多面的機能に関する補足 Q&A 原稿.....	113

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と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行なわれたところであるが、次期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、その成果として森林の多面的機能に関するQ&Aを作成している。さらに、令和6年度の森林整備保全事業推進調査において追加の知見を調査・整理し、Q&Aのリバイス検討を行った。そのため、本調査では主に令和6年度森林整備保全事業推進調査の成果を基にQ&Aのリバイスを行うものとする。

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。

図表 1-1 検討委員名簿

(敬称略)

氏 名	所 属	専門分野
立花 敏	京都大学大学院農学研究科 森林科学専攻 森林・人間関係学分野 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(演習林) 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 森林防災研究領域 主任研究員	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、以下のとおり3回開催し、調査内容について助言等を受けて本調査を進めた。議事録は巻末資料1に示す。

(1) 第1回検討委員会

日時：令和7年6月26日(木) 14:00～16:00

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11月11日(火) 10:30～12:00

場所：日林協会館5階会議室

議題：実施項目ごとの進捗状況について

(3) 第3回検討委員会

日時：令和8年2月5日(木) 10:00～12:00

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. 収集・整理方法及び文献数集計結果

2.1.1. 収集方法

(1) 収集対象とする森林の多面的機能及び件数

本年度調査では、森林の多面的機能のうち林野公共事業の実施による効果と関連の深い、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の4種類の機能について最新の知見・研究成果を収集することとし、特に下記の内容を重点的に収集することとした。収集文献数は、各機能について10件以上とする。

- ・ 快適環境形成機能として、林野火災関連、森林の防火機能
- ・ 生物多様性保全機能（特に令和以降の事例）
- ・ 水源涵養機能、土壌保全機能等に関する海外文献（日本の研究者等によって海外ジャーナルに投稿されたものなど）
- ・ 山地災害防止機能/土壌保全機能（特に伐採等の森林変化と土砂流出・崩壊に係る最新の知見など）

(2) 収集対象文献の種類

学会誌、学術専門誌等を主に収集することとしているが、国、都道府県及び関連研究機関の公表情報、その他NPO等の公表資料、単行本、日本人研究者による海外専門誌投稿文献等、幅広く収集することとした。

(3) 収集対象年

過年度の本調査においても相当数の文献収集がなされていることから、直近年の公表文献を対象としたが、過年度の調査において収集されていなかった文献もあることから、過年度調査と重複しない文献については収集することとした。

(4) 収集方法

インターネット上に公開されている情報について適切なキーワードにより検索収集することとした。しかし、近年、会員登録、有料等の情報が増えており、また、海外専門の一部では、PDF版の入手は雑誌購入・有料登録が必要であることから、情報収集が困難な場合が多くなっている。本調査においても、海外専門誌の中には、要約html（HyperText Markup Language）のみのケースもみられた。

2.1.2. 収集文献の整理方法

(1) 文献原文の整理方法

収集文献は、原則PDF版としているが、htmlでのみ公表している文献については、ワード版に変換した。文献原文は、機能別に連番（1番から）として整理し、ファイル名は下記のように整理した。

文献原文ファイル名の例： 001_文献タイトル.pdf

(2) 収集文献の一覧表

収集文献についてエクセルを用いて機能別の一覧表として図表 2-1 で示すように項目別に整理することとした。

図表 2-1 収集文献一覧表の項目

文献一覧表整理項目	内容
文献番号	文献原文ファイルの先頭番号
文献種類	文献種類コード表
分類コード	機能分類コード表
分類1	機能分類名1
分類2	機能分類名2
分類3	機能分類名3
分類4	機能分類名4
掲載年	文献公表年
著者	著者名(代表者名他 名)で記載
掲載誌・号	掲載誌名称等
タイトル	文献タイトル
概要	文献内容について端的に表現
調査の目的・調査項目・ 方法・調査結果の概要	要旨等
キーワード	英文については英語で記載
研究の方法等の概要	モデル解析等の研究方法を記載
研究方法分類コード	研究方法分類コード表

(3) 収集文献一覧表におけるコード項目

収集文献一覧表において、コード化している項目は以下のとおりである。

①文献種類コード表

収集文献について図表 2-2 に示す種類に分類した。

図表 2-2 文献種類コード表

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	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

②機能分類コード表

図表 2-3 は、森林の機能を大分類（分類 1）から細分類（分類 4）までの 4 段階に分類した一覧表であり、それぞれに分類コードを付けてある。

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	10111
			樹冠遮断量	10112
			蒸発散量	10113
		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
			土壌面蒸散	10123
		地下部（根系・土壌）の影響	土壌の保水	10131
			浸透	10132
	森林と洪水	森林の洪水緩和作用	森林の作用	10211
			有林地と無林地の比較	10212
		森林状態と洪水	林種別の比較	10221
			森林面積率などによる比較	10222
			林況変化の影響	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	10231
			望ましい施業と配置	10232
	森林と水資源	森林の水資源涵養	森林の作用	10311
			有林地と無林地の比較	10312
			森林と水質	10313
		森林状態と水資源	林種別の比較	10321
			森林面積率などによる比較	10322
			林況変化の影響	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	10331
			望ましい施業と配置	10332
		森林と流量調節	森林の流量調節作用	10341
			森林状態と流量調節	10342
		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
	森林と流域保全		望ましい標準林分	10401
			望ましい林分配置	10402
			望ましい施業	10403
			目的別森林管理	10404
	その他			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	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
			森林伐採・放牧など	20124
	森林と土砂流出		土砂流出と森林	20201
			森林の作用	20202
			森林状態と土砂流出	20203
	表面浸食防止に望ましい森林とその取扱		望ましい標準林分	20301
			望ましい林分配置	20302
			望ましい施業	20303
	土砂流出防止に望ましい森林とその取扱		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	20403
	森林と山崩れ	森林の山崩れ防止作用	森林の作用	20511
			森林と斜面安定の関係解析	20512
			有林地と無林地の比較	20513
			林地と草地の比較	20514
		森林状態と山崩れ	林種別の比較	20521
			林齢別の比較	20522
	山崩れ防止に望ましい森林とその取扱		材積・疎密度別の比較	20523
			森林伐採	20524
			望ましい標準林分	20601
			望ましい林分配置	20602
			望ましい施業	20603
	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
		地面部の影響	地面部が浸食に及ぼす影響	20821
			地面部が山崩れに及ぼす影響	20822
		地下部の影響	地下部が浸食に及ぼす影響	20831
			地下部が山崩れに及ぼす影響	20832
	その他			20900
	斜面崩壊メカニズム	樹木根系と崩壊		21010
		表層崩壊		21020
		深層崩壊		21030
		崩壊現象全般		21040
		その他		21050
	流木対策			21110

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	分類コード
快適環境形成 機能	森林の津波被害 軽減機能			30100
	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
	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			30800
	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	31601
			保全・整備の方法・効果	31602
	里山林の機能		生態系の保全	31701
			景観保全・整備	31702
			森林整備・管理手法	31703
	風致・景観機能			31800
	森林環境教育機 能			31900
	その他			32000

図表 2-3 分類コード一覧表（4）

分類1	分類2	分類3	分類4	分類コード
生物多様性保全機能	林齢が生物多様性に及ぼす影響			40100
	林分構造が生物多様性に及ぼす影響			40200
	施業が生物多様性に及ぼす影響			40300
	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
	その他			40600
	人工林の生物多様性	高齡級化の影響	生物多様性への影響	40711
			成長への影響	40712
		天然更新の影響		40720
		混交林化・広葉樹林化の影響		40730
		その他		40740
	溪畔林の生物多様性			40800
	歴史・思想・文化・社会			40900
	健全性	森林被害	気象害	41011
			病虫害	41012
			動物被害	41013
			その他	41014
		健全性の評価・管理		41020
	多様性評価			41100
	生態系の多様性			41200
	絶滅危惧種			41300
経済評価				50000

③研究方法分類コード

図表 2-4 は、研究方法について分類したコード表である。

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 類コード
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

2.1.3. 収集文献数の集計結果

図表 2-5 は、収集文献数の機能別集計結果である。全体では 140 件で、内訳は水源涵養機能では 30 件、山地災害防止機能/土壌保全機能では 17 件、快適環境形成機能では 15 件、生物多様性保全機能では 75 件、経済評価では 3 件となった。

快適環境形成機能としては林野火災をテーマとして、近年のものに限らず文献を収集したが、文献数が少ない状況となっている。

生物多様性保全機能の文献数が多くなっているのは、整理上、人工林の高齢級化、天然更新、溪畔林等についても生物多様性保全機能として分類したことが要因の一つと考えられる。

経済評価の内訳は、生物多様性の経済評価が 1 件、生態系サービスの経済評価が 2 件で、いずれも生物多様性保全機能に関わるものであった。

図表 2-5 収集文献数の機能別集計結果

森林の多面的機能	整理文献数
水源涵養機能	30
山地災害防止機能/土壌保全機能	17
快適環境形成機能	15
生物多様性保全機能	75
経済評価	3
合計	140

図表 2-6 は、文献種類別の集計表である。各学会論文（原著論文、総説）が 62 件、次いで専門誌・雑誌が 33 件となっている。機能別にみると、生物多様性保全機能では 75 件中 34 件が原著論文であり、他の機能に比べて原著論文の割合が高くなっている。

図表 2-6 文献種類別集計表

文献種類		文献コード	水源涵養機能	山地災害防止等機能	快適環境形成機能	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	11	2	5	34	1	53
	総説	2		2	1	6		9
森林総研・演習林報告等		3	1	2	4	6	1	14
都道府県林業試験場報告		4	2					2
林野庁・国調査報告書		5	4		2	2		8
都道府県調査報告書		6		1				1
専門誌・雑誌		7	11	6	2	13	1	33
単行本		8	1	2		4		7
その他		9		2	1	10		13
合計			30	17	15	75	3	140

図表 2-7 は、研究方法別の集計結果である。生物多様性保全機能における事例調査研究の文献や、水源涵養機能における実測と推定モデル解析の文献が多かった。

図表 2-7 研究方法別集計表

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	快適環境形成機能	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	15		2	1		18
数値シミュレーション	2	1	2	1	1		5
理論研究(情報構造・データ解析、統計理論等々)	3			1	1		2
事例調査研究	4	6	2	7	44		59
その他(総合解説、社会経済調査、経済モデル等)	5	7	12	4	21	3	47
実験解析	6	1	1				2
未分類	9				7		7
合計		30	17	15	75	3	140

2.2. 水源涵養機能に関する収集文献一覧

図表 2-8 は、水源涵養機能に関する収集文献一覧表である。

2023 年の林野庁公表資料（文献番号 3）は、流域レベルでの水源涵養機能の評価手法・事例をとりまとめており、また、2024 年の同委託事業報告書（文献番号 2）では、企業が利用している涵養定数の事例、米国土壌保全局による評価手法の例等が紹介されており、水源涵養機能の定量評価において参考になると考えられる。

また、2007 年の「森林総合研究所研究報告」（文献番号 5）では、全国 52 流域の水文解析による森林の保水容量を計算しており、森林整備状況との関係についての今後の解明が期待される。

神奈川県報告（文献番号 6）では、シカ被害対策による水源涵養機能の変化を定量的に分析する試みが行われており、野生動物対策との関連において参考になると考えられる。

その他、樹冠遮断量、蒸発散量に関する定量的評価モデルの研究が近年盛んに行われており、間伐による水源涵養機能効果の定量的評価において参考になると考えられる。

図表 2-8 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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
1	5	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	2023	環境省	環境省報告書	気候変動への適応に向けた森林の水循環機能の高度発揮のための観測網・予測手法の構築	森林の水循環機能に関する観測網と予測手法の構築を通じて、気候変動への適応を目指す研究	本研究では、北海道から九州まで様々な植生や施業履歴を有する森林流域を対象に、水収支(降水量・水流出量)と水質(降水・溪流水の、電気伝導度、各種溶存イオン濃度)および気象環境要素(全日日射量・気温・湿度)の変動を調査・監視する観測網を設定し、既存の観測データとともにデータ整理を行い、経年変化や地域間の差異を検討するためのデータベースを構築した。降水量と気象観測要素については、山地森林での直接測定値とアメダスなどに基づく外部機関による推定値との誤差比較を行い、特に降水量と日射量については山地での直接観測が重要であることを把握した。また、長期観測地点を中心に、観測地点・機器の概要と森林施業の履歴と影響について情報収集と整理を行い、公開情報として学術誌に公表した。
2	5	10311	水源涵養機能	森林と水資源	森林の水涵養	森林の作用	2024	林野庁	林野庁報告書	令和5年度 山地保全調査森林の水涵養機能における簡易的定量評価手法に関する検討調査委託事業	森林の水涵養機能に関する簡易的定量評価手法の検討を目的とした調査委託事業	簡易評価手法について下記のように整理している。 ○水文学的な方法を使う場合の簡易手法候補の検討 (1) 流況曲線 もっとも簡易 (2) 成分分離 少し専門的 (3) タンクモデル(若しくはAIモデル) かなり専門的 ○日本企業等が利用している涵養定数 コカ・コーラによる 水源涵養率の定義式 $\frac{\text{水源涵養率(Replenish率)}(\%)}{\text{面積(ha)} \times 10,000 \times \text{降水量(mm)}} \times \frac{\text{生産量(kg)}}{\text{涵養効果}} \times 100$ ○カーブナンバー法 SCS法(Soil Conservation Service、合衆国土壌保全局)とも呼ばれ、土地被覆・土地利用・土壌に基づき、カーブナンバーcn(1～100)を決定し、累積流量を推定する経験的手法
3	5	10311	水源涵養機能	森林と水資源	森林の水涵養	森林の作用	2023	林野庁	林野庁公表資料	森林の水涵養機能に係る解説資料	森林の水涵養機能に関する過去数十年に及ぶ観測・解析により、多くの研究成果が積み重ねられており、森林管理・林野施策の方向性の検討に資する解説資料をとりまとめたもの。	(1) 森林の水涵養機能の評価をめぐる背景と評価に必要な科学的知見 現状での森林や森林土壌の機能としての水源涵養機能の知見をとりまとめるとともに、今求められている水源涵養機能の評価に必要な知見を体系的に整理 (2) 森林の水涵養機能の評価手法と流域スケールにおける評価事例 ①流域スケールで評価を実施する際に重要となる情報(たとえば、森林調査簿、航空機レーザー計測(LiDAR)とそれらのデータの活用方法、それらのデータから森林の水涵養機能の評価に必要な樹種や疎密度などの情報の抽出方法、流域の解析に必要な地形情報の取得方法を整理し、 ②それらの森林情報を活用した水源涵養機能の広域評価や時間変化(過去と現在の比較)も踏まえた評価事例を紹介
4	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	2024	情野 敦 小野 裕	日本森林学会誌	森林斜面中腹における土壌水分変動モデルの開発	洪水・土砂災害の発生リスクの評価を目的に、森林土壌内の水分動態を斜面単位で推定する必要があることから、地上部を樹冠遮断モデル、地下部を直列タンクモデルにより再現した。	洪水・土砂災害の発生リスクの評価のためには、森林土壌内の水分動態を斜面単位で推定することが重要である。本研究では、森林の特性に即した水分量分布や変動の再現を目的とし、比較的容易に取得可能なデータを用いてタンクモデルに基づいた構造の土壌水分変動モデルを作成し、精度の検証を行った。モデルは地上部を表す樹冠遮断モデルと地下部を表す直列タンクモデルで構成され、森林斜面中腹の深さ10、30、50、100 cmの土壌水分量の変動をモデル化することを目指した。その際、土壌の孔隙組成や樹木根系による水分吸収が水移動に及ぼす影響をモデルに組み込んだ。はじめに2021年のデータに対し、モデル定数を同定した。このモデルに対して、モデル定数は変えずに2020年の降水量を入力値として与え、その結果からモデルの再現性を検討した。その結果、モデルとしての精度の高さが確認された。また、モデルによる樹冠遮断率と蒸発散量の計算結果を検討したところ、蒸発散量の季節変化を考慮する必要があるものの、深度別の土壌水分変動を概ね再現しており、本モデルは予測モデルとしての有用性が高いことが示唆された。
5	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	保水容量と流域貯留量について、既往成果及び52流域について水文解析を行った。これらの結果から、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ほぼ同じであることが分かった。	森林流域の水涵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めた流域貯留量は50 ～ 250 mmの範囲にあり、表層地質と土壌質により異なる。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涵養に貢献する自然の貯水池である。

図表 2-8 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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
6	4	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	2025	内山 佳美	神自環保セ報19 (2025)17-33	神奈川県による森林の水源かん養機能評価の試み～水源環境保全・再生施策における事業効果検証のためのモニタリング～	神奈川県におけるシカ被害対策による水源涵養機能を、対照流域法(対策ありとなしとの比較)を用いて、8カ所の調査地において2009年から2021までの年間流域流出量をモニタリングして分析した報告書	施策を推進するための仕組みとして位置付けられた森林の水源涵養機能評価について、施策開始時から携わった行政機関のモニタリング担当者の視点から、背景も含めた大局的な視点で取組を振り返り、概説することを目的とする。なお、現在もモニタリングは継続中であり、引き続き関係者間で議論しながら結果を総括していく必要がある。このため、本稿に掲載したモニタリング結果は、すでに県民会議に報告し、最終評価報告書に掲載されたものを中心とした。
7	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	2010	斉藤 泰久	千葉大学大学院理学研究科地球生命圏科学専攻 地球科学コース	針葉樹人工林の生育がもたらす森林の水源涵養機能への影響 —針葉樹人工林と広葉樹林の1次谷流域の流量観測からみえるもの—	ほぼ同一の流域面積と表層土層(土壌)を有する2流域について、降雨流出特性を短期と長期について比較検討した研究報告。	本研究は、荒川流域入間川の支流、成木川の最上流に位置するほぼ同一の流域面積と表層土層の構成を持つ手入れの悪い針葉樹人工林と広葉樹林からなる2つの1次谷流域で観測されたハイドログラフを検討し、速い流出水の発生機構と流出特性の比較研究の結果に基づき、針葉樹人工林の根系層が短期の降雨流出特性に影響していることを明らかにし、針葉樹人工林流域における短期の降雨流出機構の概念モデルを提示した。また、2つの流域の年月の水収支の比較から、検討流域の長期降雨流出特性には山地地層の水文地質特性が影響していることを明らかにし、長期流出特性に影響する地下水涵養機能に林相の違いを見出すことは難しく、ほとんど山地地層の水文地質特性によって規定されと考えられることを示した。次に、短期流出特性の検討から、流域特性指標として新たに「流域平均浸透能」を定義し、狩野川大仁上流域の複数地点のハイドログラフに基づく流域平均浸透能と比較することにより、針葉樹人工林流域の短期の降雨流出機構の概念モデルを検証するとともに、さらにこの指標が流域間の流出特性や流域特性の経年的な変化の検討に利用できることを明らかにした。そして、成木川流域における観測結果および狩野川大仁上流域との比較研究の結果から、針葉樹人工林の成長に伴う根系層の発達が短期の降雨流出機構を変化させ流域特性が経年的に変化するという降雨流出機構の概念モデルを示した。針葉樹人工林の生育がもたらす水源涵養機能への影響は、根系層の発達とともに根系層を選択的な流出経路とする速い流出水が発生し、降雨は速やかに溪流へ流出するようになることから、根系層が発達していない森林、例えば落葉広葉樹の森林などに対して、相対的に洪水緩和機能を低下させることを示した。
8	7	10500	水源涵養機能	その他			2014	太田 猛彦	森林科学712014	日林誌に見る森林の水源涵養機能の研究	日林誌掲載の水文学に関する研究を端的にまとめたもの。	日林誌に掲載された過去の論文を概観している。なかでも、荒廃森林に対するマツの植栽に関する初期の論争(平田徳太郎と山本徳三郎)を取り上げ、現代に通ずる水源涵養機能の解明、森林水文学の重要課題の本質的問題に触れている。最後に、「防災分野全体での顕著な研究業績の一つ挙げるとすれば、水文学、地形学、土砂災害科学、さらに森林科学を結びつけた塚本良則の「0次谷」に関する一連の研究を挙げることになるだろう。その全体像は塚本自身の著書「森林・水・土の保全」(1998)にゆずるが、その成果は森林水文学研究にも大きな影響を与えている」としている。
9	7	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	2015	Yoshinori Shinohara, Delphis F. Levia, Hikaru Komatsud, Mari Nogatae, Kyoichi Otsuki e	Agricultural and Forest Meteorology Volumes 214-215, 15 December 2015, Pages 148-156	Comparative modeling of the effects of intensive thinning on canopy interception loss in a Japanese cedar (Cryptomeria japonica D. Don) forest of western Japan	日本杉の集中的な間伐後には樹冠遮断モデルが適用されない可能性を示唆。	In the last several years, thinning has been conducted in coniferous plantations throughout Japan, mainly to secure water resources. Although canopy interception loss (Ic) is a major component of evapotranspiration, this is among the first studies that have examined changes in Ic while considering the effects of thinning in Japanese cedar (Cryptomeria japonica) forests, the most common type of plantation in Japan. We compared and contrasted three canopy interception models (Mulder, revised Gash, WiMo) before and after intensive thinning operations. The experimental Japanese cedar forest was intensively thinned with removal of 54% of all stems, reducing the basal area by 50% from 99.7 to 49.6 m ² ha ⁻¹ . Prior to thinning, all three canopy interception models performed well with root mean square errors for the Mulder, revised Gash, and WiMo models of 2.96, 3.59, and 3.81 mm, respectively; while those after thinning were 1.32, 2.37, 2.38 mm, respectively. In addition, all three canopy interception models performed better than the mean before thinning as evaluated by the Nash-Sutcliffe model efficiency with values 0.51 (Mulder), 0.28 (revised Gash), and 0.19 (WiMo) but did not perform as well after heavy thinning. These results suggest that canopy interception models might not be applicable after intensive thinning of Japanese cedar forests.

図表 2-8 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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
10	7	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	2015	Xinchao Sun, Yuichi Onda, Hiroaki Kato, Takashi Gomi, Hikaru Komatsu	Journal of Hydrology Volume 525, June 2015, Pages 607-618	Effect of strip thinning on rainfall interception in a Japanese cypress plantation	列状間伐による降雨遮断の影響を現地調査と定量的評価モデルで検証。	We examined the effect of strip thinning on rainfall interception (EI) in a 32-year-old Japanese cypress plantation in central Japan. Strip thinning was conducted in the catchment in October 2011; that removed 50% of the stems. The gross precipitation (Pg), throughfall (TF) and stemflow (SF) were monitored in a 12-m × 13-m plot before and after thinning. Ei was calculated as the difference between Pg and the sum of TF and SF. The interception processes were illustrated using the revised Gash model with quantifying interception parameters. The results showed that the Gash model successfully predicted Ei on a rainy-season basis in both pre- and post-thinning periods. Thinning altered the interception components whereas the largest part during and after rainfall accounted for similar proportion in both periods. Additionally, after thinning, the annual TF rate was increased from 61.4% to 73.0%, whereas the annual SF rate was decreased from 9.8% to 6.1%, and the annual Ei rate was decreased from 28.7% to 20.8%. The summarized findings of previous studies indicate that the degree of decline in the Ei caused by thinning is related to Pg and the thinning ratio. These results provide useful information for understanding the changes in interception processes induced by thinning, and for acquiring a more accurate forecast of the effects of forest management practices on water resources in the watershed. The response in rainfall partitioning to strip thinning can also help us to acquire an integrated understanding of the changes in canopy water balance under different forest practices.
11	7	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	2022	Shoji NOGUCHI1*, Tomonori KANEKO2, Ayako IWAYA3, Shin'ichi IIDA4 and Hiroki TAMURA5	J. Jpn. Assoc. Hydrol. Sci., Vol. 52, No. 3, p. 93-105, 2022	Estimates of interception losses associated with Japanese cedar (Cryptomeria japonica) foliage of logging residues in two thinned watersheds	間伐により林床に堆積される伐採残渣と林床からの蒸発量を計測評価。	Cryptomeria japonica is the most representative tree species in Japan. Although the logging residues generated after non-commercial thinning of Cryptomeria japonica are piled up and left in the watershed, there have been few studies regarding interception losses associated with the logging residues. We estimated interception losses associated with foliage as logging residues in two sub-watersheds (sub-watershed 1: 6.55 ha, and sub-watershed 3: 6.50 ha) in Nagasaka Experimental Watershed, Japan. We conducted an inventory of all thinned trees (diameter at breast height (DBH) ≥ 3 cm) in both sub-watersheds, and measured gross rainfall and throughfall. The mean (± standard deviation) DBHs of thinned trees in sub-watersheds 1 and 3 were 13.6 ± 6.0 cm (n = 3,767) and 9.7 ± 3.2 cm (n = 5,848), respectively. Based on a forest inventory of both sub-watersheds, residual foliage was estimated to be 4.28-4.54 t ha ⁻¹ after thinning (50% reduction in stem density). During the snow-free period (April to November), gross rainfall was 1,397.5 mm, and throughfall amounts were estimated to be 1,151.8 and 1,179.2 mm in subwatersheds 1 and 3, respectively. The evaporation from the forest floor was estimated to be 156.9 mm. Assuming a uniform spatial distribution of residual foliage (i.e., 4.28-4.54 t ha ⁻¹), interception losses were estimated to be 24.9-26.3 mm, corresponding to 2.1-2.3% of throughfall and 15.9-16.8% of evaporation from the forest floor. However, we assumed that the foliage was locally concentrated in the watersheds at 20.0 t ha ⁻¹ ; as such, interception losses were estimated to be 116.0-116.1 mm, or 9.8-10.1% of throughfall, corresponding to 74.0% of evaporation from forest floor. Overall, residual C. japonica foliage generated by thinning has local effects on soil moisture conditions.
12	7	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	2023	Hiroki Momiyama a b, Tomo'omi Kumagai b c d, Naoya Fujime b, Tomohiro Egusa e, Takanori Shimizu	Journal of Hydrology Volume 623, August 2023, 129843	Forest canopy interception can reduce flood discharge: Inferences from model assumption analysis	樹冠遮断量の推定モデルについて人工林3地域について検討し、流域水収支モデルによる流出量を推定し、遮断モデルによる影響を評価した。樹冠遮断量が森林流域からの洪水流量の制御に重要な役割を果たしていることを示唆している。	Some interception (IC) models assume proportionality between the IC and rainfall amount during heavy rainfall, while others do not. Although differences in the assumptions of the IC model can significantly impact water balance and runoff prediction, quantitative analysis has not yet been conducted. In this study, we investigated the influence of IC model selection on runoff prediction and its parameter estimation in a forested catchment in Japan. First, an IC model was presented as a function that can continuously represent the case where the IC increases with rainfall but asymptotically reaches a flat plateau and the case where IC is completely proportional to rainfall. The IC estimation using the model was compared with the IC data observed in 2020-2021 at three coniferous plantation plots within the catchment. Second, the IC model was incorporated into a catchment-scale water balance model (TOPMODEL-based tank model), and then the IC model that optimally reproduced the runoff observed in 2010-2015 was determined. The results showed that the observed IC and runoff were optimally reproduced when the IC was completely proportional to rainfall. However, it was observed that the assumption of the IC was not as influential on runoff predictability as the water retention capacity parameter of the catchment water balance model. Meanwhile, once the appropriate water retention capacity parameter was fixed, the impact of the difference in IC models on runoff prediction was significant at high-flow periods. Moreover, estimated high flow became large without the assumption that the IC was somehow proportional to rainfall, suggesting the importance of adequately representing the occurrence of IC, especially during heavy rainfall events. This implies that the IC by the forest canopy plays a significant role in controlling flood discharge from forested watersheds.

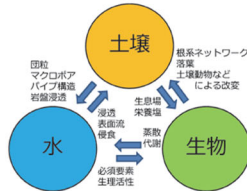
図表 2-8 水源涵養機能に関する文献一覧表 (4)

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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
13	7	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	2020	Hikaru Komatsu	Forest Ecology and Management Volume 475, 1 November 2020, 118395	Modeling evapotranspiration changes with managing Japanese cedar and cypress plantations	これまでの研究を基に、スギおよびヒノキの人工林管理における蒸散量の変化を予測する実用モデルを開発した。このモデルは、密度、胸高平均直径、基本的気象データのみを変数としている。このモデルがスギとヒノキの年間蒸散量を比較的小さな誤差(最大約60mm)で予測していることを初めて確認した。	Examining changes in evapotranspiration with forest management is one starting point for comprehensively understanding the impacts of forest management on water resources and forest resilience. This study builds on our previous work and develops a practical model that predicts changes in evapotranspiration with the management of Japanese cedar and cypress plantations. The model has distinct features that it requires only stem density, mean diameter at breast height, and basic meteorological data as inputs. This study first confirms that the model predicts annual evapotranspiration for cedar and cypress with relatively small errors (approximately 60 mm at the maximum). Next, this study shows that the model predicts changes in annual evapotranspiration with thinning and clearcutting of cedar and cypress with small errors (the mean absolute error of 86 mm). This study then demonstrates that coupling the model and yield tables enables prediction of annual evapotranspiration for different management scenarios and then the assessment of policy recommendations. Indeed, our model prediction suggests that the decrease in annual evapotranspiration with cedar and cypress aging is seemingly much smaller than that assumed in existing policy recommendations. Our model also suggests that the decrease in annual evapotranspiration with aging can more than triple by thinning at a rate of 50%, although this suggestion should be tested by future observation studies. The model is applicable only to Japanese cedar and cypress plantations under Japan's meteorological conditions, but similar models for other mono-specific plantations can be developed. This study will thus inspire forest scientists to develop models that assist policymaking for other species in other areas.
14	1	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	2008	田村隆雄他3名	水工学論文集, 第52巻, 2008年2月	吉野川池田ダム上流の森林流域の洪水低減機能に関する定量的評価	吉野川池田ダム上流の森林流域の洪水低減機能に関して、分布型流出モデルを適用して、保水量に新たに地表面流を加えた改良モデルにより評価した報告。	本研究の特徴は次の2点である。1つめは複数の斜面と河道からなる分布型流出モデルを適用して、斜面の保水量のみを抽出して比較する点である。これは河道と斜面を分離しない「集中型モデルを用いると、河道の貯留効果も含まれ、流域斜面の保水能の過大評価に繋がる可能性があるためである。2つめは、地中保水量に加えて地表面流の流れにも配慮した新たな指標を提案して洪水低減機能の評価を試みる点である。治水計画に用いられるような大雨の場合には、ピーク流量の殆どは地表面下に浸透できずに流出する地表面流で構成されることから、地表面下の保水量だけでは洪水低減機能を十分に議論することは難しいと考える。そこで本研究ではモデルで推算される保水量にモデルパラメータの1つである地表面流の流れの抵抗を乗じた洪水低減評価指標を考案し、洪水低減機能を左右する森林条件を検討する。
15	1	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	2020	田村隆雄他3名	土木学会論文集 B1(水工学) Vol.76, No.2, 1,127-1,132, 2020	遮断蒸発率と地表面粗度の増強による森林の洪水低減機能の早期向上に関する検討	森林の洪水低減機能について、遮断蒸発量と地表面抵抗の増強を変数とした地表面分離直列二段タンクモデル、流出シミュレーションモデルにより評価した報告。	流域治水における活用を念頭に、遮断蒸発率と地表面抵抗の増強による森林の洪水低減機能の向上について洪水ピーク流量の視点から検討した。徳島県内に位置する2つの林地(一斉植林・皆伐型施業のスギ人工林、弱間伐・択伐型施業のスギ・ヒノキを中心とする針広混交複層林)を対象に水文観測を実施し、地表面流分離直列二段タンクモデルと将来予測降雨を用いた流出シミュレーションを実施した。遮断蒸発率と地表面抵抗の洪水ピークの流量低減と遅延効果について検討した結果、対象としたスギ人工林を針広混交複層林・弱間伐に変更すると20%程度の洪水ピーク流量低減効果を得られる可能性が示唆された。
16	1	10221	水源涵養機能	森林と洪水	森林状態と洪水	林種別の比較	2011	小河健一郎他4名	土木学会論文集 B1(水工学) Vol.67, No.4, 1,571-1,576, 2011	樹種転換を伴う銅山川上流域における50年間の洪水流出特性の変化	別子銅山川上流域を対象に昭和29年、平成16年の洪水について分布型流出モデルによる解析を行い50年間の樹種転換について考察。	本研究で対象とする銅山川上流域は、約40年前まで稼動していた別子銅山により流域単位で荒廃し、その後広葉樹を中心とした植林、さらには針葉樹への樹種転換といった変化がここ100年程度の期間で起こり、その間に複数の大規模な洪水を経験している。本研究では、このような流域において樹種転換と洪水流出特性の変化との関連性について検討し、森林の洪水低減効果を評価することを試みる。具体的には、分布型流出モデルを適用し、昭和29年9月洪水(以下、「S29.9洪水」と記す)と平成16年10月洪水(以下、「H16.10洪水」と記す)の流出解析を行う。流出解析では、実績再現可能なパラメータを同定の上、流出特性の変化に最も影響するパラメータを見出す。その上で、50年間の樹種転換による流出特性や森林の遮断蒸発機能の変化などについて考察する。
17	1	10221	水源涵養機能	森林と洪水	森林状態と洪水	林種別の比較	2021	上田尚太郎他4名	土木学会論文集 B1(水工学) Vol.77, No.2, 1,157-1,162, 2021	人工林の針広混交林化による森林の洪水低減機能向上に関する研究	スギヒノキ林の中に積極的に広葉樹を残すことで針広混交とした徳島県の橋本林業地を参考に、それに隣接する長安ロダム流域を針広混交林化した場合の洪水ピーク流量低減率やその発現時間の遅れについて考察。	大流域における人工林の針広混交林化により期待される遮断蒸発率と地表面粗度の増強が森林の洪水低減機能にどれほど影響を与えるかを検討した。針広混交林を形成する一級河川那賀川流域の橋本林業地において水文観測を行うことで得られた遮断蒸発率と地表面粗度を長安ロダム流域に適用し、洪水シミュレーションを行った。ピーク流量やその発生時間等で洪水低減機能の向上具合を評価した。その結果、現地の将来予測100年確率雨量に対する洪水ピーク流量は、地表面粗度の増強により6.1%、遮断蒸発の増強によって3.6%の減少が推定された。

図表 2-8 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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
18	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	2026	Toshiaki Kameyama , Tomo' omi Kumagai b, Tomohiro Egusa, Hiroki Momiyama	Journal of Hydrology Volume 664, Part B, January 2026, 134205	Importance of bedrock hydrology for the rainfall-runoff process in a forested mountain catchment	バッキンガム・ダーシーの法則に基づき、土壌と基岩の両方の水収支計算を明示的に含み、土壌と基岩を集約する分散水文学モデルを開発。	Physically based, distributed hydrology-vegetation models are promising tools to understand the rainfall-runoff process, a complex system involving numerous interactions between hydrological components such as soil, bedrock, topography, vegetation, and atmosphere. Although the influence of bedrock groundwater dynamics on the water yield from headwater catchments has been demonstrated, its mechanisms remain poorly described in physically realistic runoff generation models. Here, we developed a distributed hydrological model aggregating soil and bedrock blocks with explicit water balance calculations for both the soil and bedrock modules, based on the Buckingham-Darcy law. Thus, our mechanistic model allows for direct evaluation of the importance of bedrock groundwater flow for catchment runoff generation. We validated the model against comprehensive observations of runoff, bedrock groundwater table, soil water retention, and hydraulic conductivity acquired in a forested mountain catchment of the Kanto region, Japan, in 2010-2017. Because of its ability to explicitly calculate spatiotemporal variations in the bedrock groundwater table depth, the model successfully reproduced the catchment baseflow. Refining the analysis, we demonstrated that accounting for bedrock hydrology was necessary to correctly evaluate soil water dynamics. From our model simulation, we inferred that bedrock groundwater, recharged by rainwater infiltration, dominated catchment runoff generation during low-flow periods. Insights from our catchment hydrology study should be extremely useful to optimize forest watershed management strategies toward water resource sustainability
19	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	2023	Shodai Inokoshi, Takashi Gomi, Chen-Wei Chiu, Yuichi Onda, Asahi Hashimoto, Yupan Zhang, Taku M. Saitoh	Forest Ecology and Management Volume 547, 1 November 2023, 121387	A watershed-scale evapotranspiration model considering forest type, stand parameters, and climate factors	針葉樹林及び広葉樹林の蒸発散量推定モデルを開発。モデルは、林分構造(林分密度、樹高)と気象条件(降水量、気温、受光量、湿度)を変数とした。データは、既往文献65件、FLUXNETからの37件。	We developed a model to estimate evapotranspiration (ET) for temperate coniferous and broadleaf forests that considers stand structure (density and height) and meteorological data (precipitation, air temperature, solar radiation, and vapor pressure deficit) as input. We used globally available data from 65 publications, as well as 37 datasets from sources such as FLUXNET, that were collected mainly from temperate climates. The wet canopy evaporation (Ewet) submodel consisted of a nonlinear function to determine the ratio of interception loss to precipitation from stand density for coniferous forests or stand height for broadleaf forests. The parameters of the Ewet submodel were determined separately for rainfall and snowfall. The dry canopy evaporation (Edry) submodel consisted of a simplified Penman-Monteith equation, including a nonlinear function to determine the reference surface conductance from stand height. We tested the prediction ability of the model using data from three locations covered by evergreen coniferous (ET, 13-83 mm/month) and deciduous coniferous forests (24-104 mm/month) in central Japan, and a deciduous broadleaf forest (1-59 mm/month) in northern Wisconsin, USA, for a mixture of rain and snow. Our model reproduced seasonal ET patterns, with mean absolute errors of 10 ± 5, 12 ± 7, and 6 ± 9 mm/month for the evergreen coniferous, deciduous coniferous, and deciduous broadleaf forests, respectively. The model is applicable to ET estimation over watershed-scale areas with heterogeneous biotic (forest condition) and abiotic (meteorological) factors in landscapes with complex topography.
20	1	10500	水源涵養機能	その他			2010	大野泰宏他1名	日林誌(2010) 92:171-175	森林のバイオマツがもつ濁水ろ過機能の定量的評価にむけた予備的実験	バイオマツがもつ濁水ろ過機能の定量的評価に向け、当該機能に影響を及ぼす因子が何であるのかを把握するための予備実験を行った。その結果、バイオマツがもつ濁水ろ過機能と単位面積あたりのバイオマツの量は正の相関関係にあること等が確認された。	近年、森林土壌表層部の落葉層や根系が高密度に存する層等を「バイオマツ」と呼んで区別する考え方が提唱されている。一方、森林土壌には土砂流出防止機能の一環として流入した濁水を浄化する働き(濁水ろ過機能)があるとされているが、当該機能の評価にあたっては、この透水性に富むバイオマツの果たす役割を正しく評価することが重要であると考えられる。しかし、そのような研究はこれまで行われていないため、今回、バイオマツがもつ濁水ろ過機能の定量的評価に向け、当該機能に影響を及ぼす因子が何であるのかを把握するための予備実験を行った。その結果、バイオマツがもつ濁水ろ過機能と単位面積あたりのバイオマツの量は正の相関関係にあること等が確認された。 キーワード:森林土壌、濁水ろ過機能、土砂流出防止機能、バイオマツ

図表 2-8 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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
21	5	10500	水源涵養機能	その他			2024	環境省 農林水産省 経済産業省 国土交通省	環境省 農林水産省 経済産業省 国土交通省	ネイチャーポジティブ経済移行戦略 ～自然資本に立脚した企業価値の創造～	自然資本の保全及び持続的利用により企業活動の価値創造を図る国家戦略。	○「ネイチャーポジティブ経済」とは、生物多様性国家戦略において定義されているように、自然を回復軌道に乗せるため、生物多様性の損失を止め、反転させることに資する経済である。個々の企業が自社の価値創造プロセスにおいて自然の保全の概念をマテリアリティ(重要課題)として位置づけ(ネイチャーポジティブ経営)、バリューチェーンにおける負荷の最小化と製品・サービスを通じた自然への貢献の最大化が図られ、また、そうした企業の取組を消費者や市場等が評価する社会へと変化することを通じ、自然への配慮や評価が組み込まれるとともに、行政や市民も含めた多様な主体による取組があいまって、資金の流れの変革等がなされた経済を意味する。 ○そのため、本戦略では以下の3点を示す。 ①企業の価値創造プロセスとビジネス機会の具体例 自然資本の保全及び持続的利用に取り組むことが、事業や組織のレジリエンス・持続可能性向上を通じて企業の価値創造に結びつくことを示す。また、リスクへの適切な対応や自然資本の保全や活用に資する技術を活用した新規事業開発等によりビジネス機会を得た事例を紹介するとともに、その推計市場規模を示す。 ②ネイチャーポジティブ経営への移行に当たって企業が押さえるべき要素 移行に当たって満たすべき要素を掲げることで、企業が取るべき行動の指針(何をゴールとし、何に留意して取り組むか、等)を示す。 ③国の施策によるバックアップ 企業の価値創造プロセスへの自然資本の保全の概念の組み込みを関係省庁が連携して支援することについて、価値創造プロセスの各ステップにおける具体的な施策例とともに示す。
22	4	10132	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	浸透	2011	小倉晃・恩田裕一	石川県林試研報 43:19～21(2011)	現地散水試験による枝条被覆した作業路の浸透能の測定	振動ノズル式散水装置を用いて、現地散水試験による作業路の浸透能の測定を①100%枝条を敷き詰めた場合、②50%程度枝条を敷き詰めた場合、③裸地の3つの条件で行った。測定の結果、各被覆率の最大浸透能は①100%被覆で65.1mm/hr、②50%被覆では18.9 mm/hr、③裸地で2.5 mm/hrであった。	近年、低コスト作業システムの構築のために路網整備が盛んに進められ、作設されてきた作業路は、次回作業まで裸地状態のまま使用されないことから公益的機能の低下が懸念される。そこで、振動ノズル式散水装置を用いて、現地散水試験による作業路の浸透能の測定を①100%枝条を敷き詰めた場合、②50%程度枝条を敷き詰めた場合、③裸地の3つの条件で行った。測定の結果、各被覆率の最大浸透能は①100%被覆で65.1mm/hr、②50%被覆では18.9 mm/hr、③裸地で2.5 mm/hrであった。このように裸地化した作業路の浸透能は著しく低下する。また、それを抑制するために路面に枝条を散布することは非常に有効である。 キーワード:作業路、浸透能、振動ノズル式降雨実験装置、枝条、土砂直出
23	7	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	2016	五味 高志	森林科学 77 2016. 6	森林土壌と水土保全機能	土壌・水・生物の相互作用という観点から、森林土壌の水土保全機能(雨水の浸透、土壌侵食の抑制)における役割について解説。	 図-1 土壌・水・生物の相互作用
24	1	10132	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	浸透	2018	谷 誠	水文・水資源学会誌 第31巻 第2号 (2018)	森林土壌の流出緩和と効果に関する研究の展開過程	土壌の効果はその間隙分布からもたらされる保水・透水特性に基づくのであるが、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現れる。	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後、山腹斜面の流出機構に関する理解にと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・透水特性に基づくのであるが、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現れる。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中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、土層発達にともなう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と効果が発揮されたとみなすことができる。 キーワード:森林影響、土壌物理性、流出緩和、斜面水文学、不均質性

図表 2-8 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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
25	7	10132	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	浸透	2021	谷誠他7名	水利科学No.377 2021	翻訳論文 土壌喪失をともなう森林攪乱が降雨流出応答に及ぼす影響に関する地質ごとの流出機構に基づく評価	異なる土壌・地質条件を持つ日本の数カ所の小流域を、HYCYMODEL という流出モデルを用いてそれらの流出特性を解析することによって相互に比較した。	今後の森林管理を考えるためには、土壌喪失をともなう人間による強い森林攪乱が降雨流出応答に及ぼす影響を理解することが重要である。しかしこの問題に取り組むことは、伐採の影響を水文学的に評価すること比べ、解析方法においてより困難な面がある。そこで本研究では、異なる土壌・地質条件を持つ日本の数カ所の小流域を、HYCYMODEL という流出モデルを用いてそれらの流出特性を解析することによって相互に比較した。また、人間による攪乱影響の範囲が地質ごとに特定できるように、比較結果に対して流出機構に基づいた検討を加えた。その結果、花崗岩山地においては、はげ山は高い洪水流出量のピークをもち、最も強い人間攪乱の結果を示したが、風化基岩内の貯留量変動によって大きな基底流出量が維持されるという傾向もあった。一方、堆積岩山地においては、褐色森林土壌を欠いた粘土質土壌を持つ森林が最大の攪乱の結果を示すと考えられた。その流域では、洪水流出総量が大きく、基底流出量が低いという、変動の激しい流出特性がみられた。また、その洪水流出総量は、それに先立つ無降雨時の乾燥状態によって大きく変化する傾向も見いだされた。 キーワード:森林攪乱, 斜面水文学, HYCYMODEL, 降雨流出応答, 流出予測
26	1	10132	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	浸透	2014	長塚結花他4名	日林誌(2014) 96: 315—322	林道路面の浸透能と水流出特性	林道の水流出量を評価するために、散水試験による路面浸透能測定(1×1m)、林道プロット(5×15m)による路面地表流と切土法面からの流出(林道遮断流)の観測を行った。	林道の水流出量を評価するために、散水試験による路面浸透能測定(1×1m)、林道プロット(5×15m)による路面地表流と切土法面からの流出(林道遮断流)の観測を行った。
27	7	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	2025	Chiu ほか	Ecohydrology Volume18, Issue7	Developing a Structural Framework to Estimate Forest Floor Evapotranspiration With the Relative Yield Index (Ry)	収量比数Ry(樹高・林分密度に対する現存材積/最大材積)を3次元の森林構造指標として導入し、Ryに基づき林内気象情報から改良Penman-Monteith式で林床蒸発散(蒸発+下層植生蒸散)を推定する手法を構築した。さらにヒノキ人工林のライシメータ観測で検証し、日変動を再現した。	Forest floor evapotranspiration (Ef) is a critical hydrological process in forested landscapes, accounting for up to 50% of total evapotranspiration. However, existing Ef estimation models primarily rely on meteorological inputs and overlook forest structural influences, limiting their applicability across diverse forest types. This study developed a modelling framework that explicitly incorporates the relative yield index (Ry) as a three-dimensional structural indicator to estimate Ef using a modified Penman-Monteith equation. Ry represents the ratio of current to maximum stand volume for given tree height and stand density, providing a comprehensive measure of forest structure. The framework estimates under-canopy meteorological conditions including net radiation, temperature, vapour pressure deficit and wind speed based on Ry and above-canopy meteorological data. We tested the framework using lysimeter measurements in Japanese cypress plantations with contrasting structural characteristics (Ry=0.57 and 0.82). Significant relationships were established between Ry, leaf area index (R2=0.34) and canopy openness (R2=0.71) using data from field inventory and literature review. The model successfully reproduced observed daily Ef with totals of 112.2-165.9 mm, representing 6.9%-13.2% of annual precipitation. Mean daily Ef ranged from 0.1 to 2.5 mm/day, comparable to previous studies. Residuals were smallest during low vapour pressure deficit conditions (<0.5 kPa), with larger deviations during high atmospheric demand periods when stomatal regulation and soil moisture limitations become important. This Ry-driven framework provides a transferable, inventory-based tool for estimating forest floor evapotranspiration across managed plantations.
28	8	10332	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	望ましい施業と配置	2021	恩田裕一・五味高志	東京大学出版会	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—	荒廃した人工林を管理することで、水資源効率の最大化を目指したプロジェクトの集大成。全国5カ所の人工林での長期観測や人工降雨実験により、強度間伐による森林管理は、流量増加や河川環境の改善にも通じることが明らかとなった。安定した水資源の供給に向けて、森林管理と水資源管理の統合化を提言する。	大規模モニタリングに基づいて、水源涵養機能を高めるためには、森林の樹冠だけでなく林床～土壌の健全性が鍵であり、土壌構造が保たれること、下層植生の回復により雨滴衝撃と土壌流出が抑えられ浸透が高まること、落葉・落枝などの維持が重要な条件である。

図表 2-8 水源涵養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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
29	7	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	2026	Inokoshiほか	Water Resources Research	Shaping Subsurface Water Storage Dynamics: Climatic, Topographic, and Geologic Controls in Forested Headwater Catchments	日本と米国の複数の源流域データを比較した結果、溪流水の流出がどれだけ長く安定して出続けるかは、雨の多さや地形だけでなく、地下の岩盤の種類や風化の深さに強く左右されることを示した。風化が深い流域ほど雨水が深くしみ込み、ゆっくり排水されるため、渇水期でも基底流が持続しやすい。	Understanding how catchments regulate water storage dynamics is crucial for predicting hydrological responses to environmental change. These dynamics unfold within the critical zone, the near-surface layer extending from the canopy to fresh bedrock, where water mediates coupling among climate, vegetation, and geology. We analyzed water storage dynamics in 33 forested headwater catchments spanning a broad range of climatic and geomorphic settings in Japan and the United States. A modified recession analysis incorporating evapotranspiration was applied to quantify storage-discharge relationships and the storage sensitivity of streamflow (ϵS). We then evaluated the influence of climatic, topographic, and geologic attributes (e.g., annual precipitation, snow ratio, slope, drainage density, lithology, and weathering depth) on ϵS . Values of ϵS varied substantially among catchments (0.006–0.215 mm ⁻¹). Multivariate analyses showed that subsurface and geomorphic attributes predominantly controlled ϵS , with lithology and weathering depth emerging as the best predictors. Weathering depth correlated negatively with ϵS ($R = -0.518$; $p = 0.002$), indicating enhanced deep infiltration and prolonged drainage in deeply weathered bedrock. Budyko-based water-balance analysis further showed that deeply weathered catchments with low ϵS align more closely with the theoretical curve, suggesting larger effective subsurface storage and more sustained baseflow under variable climatic conditions. Our findings revealed that weathering depth, which integrates subsurface critical-zone development through long-term interactions among climate, topography, and geology, to be a primary control on catchment-scale storage dynamics. These insights highlight the importance of subsurface critical-zone structure for water availability, flood potential, and hydrological resilience.
30	7	10311	水源涵養 機能	森林と水 資源	森林の水 源涵養	森林の作 用	2023	五味高志	森林技術 (975), 2-6, 2023-07	森林の水源涵養機能評価の 今日的課題と展望	森林管理で用いる立木密度・樹高・直径・ 収量比数などの指標は、遮断・蒸散・林床 蒸発散や流出特性の評価指標をつながる ことが重要である。そこで両者を流域スケ ールで対応付け、航空機レーザー計測等で 森林状態を広域に把握しつつ、水源涵養 機能を定量化する枠組みを示した。	・森林の水源涵養機能を理解するためには、森林の水の動きすなわち降雨量が流出量として河川に流出する過程(水文プロセス)を明らかにする必要があると説明。 ・水文プロセスには、降雨後の樹冠に付着する雨水の蒸発(樹冠遮断)、土壌への水の浸透、根から吸収された水の樹木からの蒸散などが含まれると解説。 ・流域スケールで流出を解析する指標として、ハイドログラフや流況曲線、流出解析を列挙。

2.3. 山地災害防止機能/土壌保全機能に関する収集文献一覧

図表 2-9 は、山地災害防止機能/土壌保全機能に関する収集文献一覧表である。

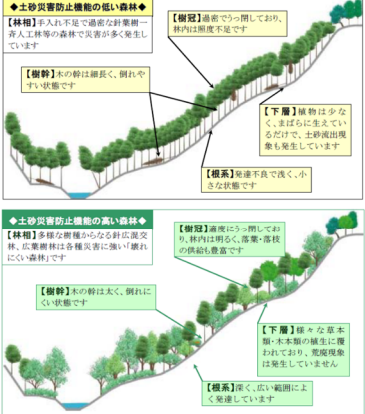
自然災害が激甚化していることを踏まえ、その状況や対策について整理した研究や（文献番号 7）、防災・減災のための技術解説書である「森林を活用した防災・減災のための COOKBOOK」（文献番号 3）等があった。

また、山腹斜面崩壊、土石流等とともに発生する流木により被害が甚大となることから、流木対策に係る研究も複数あり（文献番号 10、11、12）、近年頻発化・激甚化する自然災害の状況やその対策についての関心が高くなっていることが伺われた。

図表 2-9 山地災害防止機能/土壌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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要																																										
1	2	20201	山地災害防止／土壌保全機能	森林と土砂流出	森林状態と表面浸食	土砂流出と森林	2011	堀田紀文他1名	砂防学会誌, Vol. 63, No. 5, p. 52-61, 2011	山地からの土砂流出の変遷の実態 一流域の土砂貯留量の変化に着目してー	森林伐採(皆伐)後に土砂流出量が「増えなかった」事例を通して、森林と土砂流出の関係を検討。さらに、森林率と土砂流出の関係、過去のイベント(地震、降雨等)との関係、土砂貯留の長期変動などを検討し、土砂流出メカニズムの複雑性を解説。	近年も国内外で大規模な土砂災害が多数発生しています。それらの流域において、今後、長期的にどのような土砂流出が生じるのかを予測する上でも、過去の事例を基に、土砂流出の長期変動の実態を整理しておくことは重要です。本稿では、山地流域からの土砂流出の長期的な変動を、森林の変化や過去の大きな災害など、流域の変遷と合わせて理解しようと試みます。まず、森林と土砂流出の関係を整理した上で、過去の大規模なイベントが現在の土砂流出に影響を与えている事例と与えていない事例の比較から、山地からの土砂流出の長期的な変動に影響を与える要因について考察。																																										
2	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	2002	川口武雄	水利科学45巻6号p. 52-68	山地からの土砂流出対策としての森林・治山工を考える	国土の2／3を山地が占める我が国において洪水被害のリスクは高く、山地からの土砂流出の占める割合は、平時・洪水時ともに大きい。山地からの土砂流出の形態を解説し、今後の災害対策のあり方を検討している。	1. 山地からの土砂流出 (1) 表面侵食 地被別の平均年侵食深 荒地地 $10^2 \sim 10^4$ mm, 裸地 $10^{1 \sim 10^0}$ mm, 農耕地 $10^0 \sim 10^1$ mm, 草地・林地 $10^{-1} \sim 10^{-2}$ mm (2) 山崩れ・地すべり(厚層侵食) 1) 表層型山崩れ 山地流域1km2あたり数ha程度の発生割合で 2) 深層型山崩れ (4) 掃流 (5) 流出土砂量 河川堰堤発電堰堤115例の堆砂量から計算した平均年流出表土深は0.22mm 災害時の山崩れ・土石流による平均流出表土深は0.02～0.11 m 日本の山地からの平均年流出土砂量は200m3/km 日本の山地面積2,400万haでは、200m3/km2 x 240,000 km2 = 4,800 × 104 m3 荒地地の平均年流出土砂量は100m3/haとみられるので、荒地地30万haでは、100m3 /ha x 300,000 ha= 3,000 x 104 m3 (6) 防止の観点からみた土砂流出 土砂流出の原因の6つを、重要度の順にA,B,Cの3ランク <table><tr><td></td><td>時間</td><td>場所</td><td>確率</td><td>予測</td><td>総 合</td></tr><tr><td>表 面 侵 食</td><td>A</td><td>B</td><td>A</td><td>A</td><td>A3、B1</td></tr><tr><td>表層型山崩れ</td><td>B</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>A1、B2、C1</td></tr><tr><td>深層型山崩れ</td><td>B</td><td>B</td><td>C</td><td>C</td><td>B2、C2</td></tr><tr><td>地 す べ り</td><td>B</td><td>C</td><td>C</td><td>B</td><td>B2、C2</td></tr><tr><td>土 石 流</td><td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>B</td><td>B1、C3</td></tr><tr><td>掃 流</td><td>A</td><td>B</td><td>A</td><td>B</td><td>A2、B2</td></tr></table>		時間	場所	確率	予測	総 合	表 面 侵 食	A	B	A	A	A3、B1	表層型山崩れ	B	A	B	C	A1、B2、C1	深層型山崩れ	B	B	C	C	B2、C2	地 す べ り	B	C	C	B	B2、C2	土 石 流	C	C	C	B	B1、C3	掃 流	A	B	A	B	A2、B2
	時間	場所	確率	予測	総 合																																																	
表 面 侵 食	A	B	A	A	A3、B1																																																	
表層型山崩れ	B	A	B	C	A1、B2、C1																																																	
深層型山崩れ	B	B	C	C	B2、C2																																																	
地 す べ り	B	C	C	B	B2、C2																																																	
土 石 流	C	C	C	B	B1、C3																																																	
掃 流	A	B	A	B	A2、B2																																																	
3	3	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2025	REDD プラス・海外森林防災研究開発センター	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 REDD プラス・海外森林防災研究開発センター	森林を活用した防災・減災のためのCOOKBOOK	森林を活用した防災・減災に関する技術、知識を集大成したハンドブックである。	本書は、森林の機能を活用した防災・減災に取り組むための基礎知識や技術について、平易に説明した技術解説書です。全体は「導入編」、「計画編」、「技術編」、「参照編」の4部で構成されています。「導入編」は森林を活用して防災・減災に取り組む全ての方々、「計画編」は防災・減災プロジェクトの立案者、「技術編」はプロジェクトレベルで携わる技術者を想定しています。また、「参照編」は発展途上国における森林を活用した防災・減災の取組動向を紹介しています。「導入編」と「計画編」、あるいは「計画編」と「技術編」を組み合わせることで、より理解を深められるように構成されています。「導入編」、「計画編」、「技術編」、「参照編」では、森林を活用した防災・減災に取り組む上で必要となる知識や技術に関する項目を、Recipe(レシピ)という解説の単位でとりまとめました。																																										
4	9	20822	山地災害防止／土壌保全機能	土壌保全に及ぼす森林の影響	地面部の影響	地面部が山崩れに及ぼす影響	2021	自伐型林業推進協会	自伐型林業推進協会	土石流被害と林業の関係性の調査報告(概要版)	近年の土砂災害の拡大傾向に対して、豪雨による要因だけではなく、土地要因(地質・土質)、人為的要因について検討し、事例調査の分析結果も併せて報告。	自伐型林業推進協会が3年間の調査をとりまとめた報告書。本文は有料のため、概要版のみを収集。																																										
5	3	20522	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	林齢別の比較	2011	伏見 知道他3名	愛媛大学農学部演習林報告15号,p.23-42(1978-12)	昭和51年台風17号による愛媛県蒼社川流域の山地災害に関する研究	台風による大災害について、降雨要因、崩壊発生率、土砂量などの地形要因、森林の状態等の関係について解析した報告。	台風7617号による愛媛県の山地災害につき、前報に続いて、山腹荒廃と森林の関係を、林種および齢級にわけて考察した。占有率が高い人工林と天然林についてみると、山腹および林道沿いを合わせた荒廃では、林種間の差は明らかでない。これを山腹に限れば人工林の荒廃率がやや高く、林道沿いに限れば天然林の荒廃率がやや高い。齢級と荒廃の関係は幼齢林で荒廃率が最も高く、齢級の増加とともに減少する傾向を示す。この様相は個数率で最も明瞭である。またIX齢級以上の林地、特に天然林では荒廃率の著しい増加が認められた。荒廃と森林の齢級の関係は、台風7617号発生以前の山腹荒廃についても、同様に認められた。																																										

図表 2-9 山地災害防止機能/土壌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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
6	7	20832	山地災害防止／土壌保全機能	土壌保全に及ぼす森林の影響	地下部の影響	地下部が山崩れに及ぼす影響	2016	松四雄 崎	日本地形学連合の機関誌「地形」の2016年10月25日発行号	斜面土層の発達と崩壊を「ししおどし」から考える ―山地災害科学の最前線―	土層崩壊のメカニズムの解明は進んでいるが、崩壊後の土層形成についてはほとんど注目されていない。土層発達と崩壊の仕組みを「ししおどし」にヒントを得てシミュレーションした報告。	山地斜面の土層は大雨があるとくずれ（いわゆる表層崩壊）、大きな災害をもたらし、そのメカニズムを理解することが対策に欠かせません。しかし、土層の崩壊するメカニズムの解明に焦点が当てられ、土層が崩壊後数百年かかって厚く発達してくるのはなぜなのかは、あまり注目されませんでした。プロジェクトでは、土層発達をシミュレーションするモデルを開発しましたが、土層が厚く成長するには2つの条件が必要だとわかりました。ひとつは、森林の根が土をつなぎ止めるはたらきでした。それがなければ、岩盤の上に土層が無いはず山になってしまいます。もうひとつは、浸み込んだ雨水の流れ方です。大雨で地下水が地表にあふれるときにくずれることが多いのですが、数百年の間に大雨は何度もあるのに、土層がくずれないのは、土層の中にパイプ状の水みち構造が自然にできてきて、地下水が速やかに排水されるからだと推測されました。斜面では岩盤が風化して土の粒子が作られますが、森林がなく、排水がうまくはたらかないと、土粒子はどんどん流されます。しかし、森林と排水のおかげで、数百年の間、土層が安定して厚く発達できるので。京都洛北の詩仙堂にある「ししおどし」の仕組みは、注がれる水が竹筒の中にためられ、いつばいになると竹筒が転倒して排水されるものです。同じように土は斜面上に土層としてためられますが、ししおどしが転倒するのと同じように、いつかは崩壊して土は川に流されます。研究から次のような山地災害に対するいくつかの情報が得られます。 1)いつかは斜面の土層はくずれます。住居選定や森林管理には、この自然の摂理を前提として減災を図る必要があり、立派な森林にも防災施設にも頼りすぎないことがたいせつです。 2)しかし、土層の発達と崩壊のようすは沢の地形によって異なることがわかりました。この結果は、どこから防災工事を優先的に行うべきかにも応用できます。 3)表層崩壊の発生は、ししおどしの竹筒にどのくらい水がたまってるかと同じように、土層の厚さが以前の崩壊の後、現在どのような発達段階にあるかに影響されます。また、森林の根の発達ぐあいも関係するでしょう。発達ヒストリーを考えた現場調査が今後重要になると考えられます。
7	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	2023	一ノ瀬 友博	森林環境 2023	激甚化する自然災害と森林環境	自然災害の現状 激甚化の“診断書” 頻発化・激甚化する災害への対応を地域の持続性につなげる土地利用 沖積平野の開発と水害 ～命を救うためには何が必要か？～ 森林斜面で起きる土砂災害のこれまでとこれから 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	本特集は、前半と後半の2部構成となっている。前半では気候変動と人口減が進む中で、日本の自然・森林環境の現状と、激甚化する自然災害の状況を整理する。いわば各分野の専門家による自然・森林環境の「診断書」である。後半は、前半の診断を踏まえ、私たちはどのように備えるべきか、「処方箋」を示してもらおう。
8	6	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2008	長野県森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会編	長野県 林務部	災害に強い森林づくり指針	長野県の治山事業における災害に強い森林づくり指針。	本指針は、長野県が実施する治山事業において災害に強い森林づくりを推進するために必要となる調査・計画・整備手法等を以下のように整理しており、県が実施する森林づくりのみならず、森林・林業に携わる全ての関係者を対象に災害に強い森林づくりに関する基本的事項を共有するために策定しました。 

図表 2－9 山地災害防止機能/土壌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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
9	2	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		2025	Rozaqqa Noviani, Takashi Gomi ORCID Icon, Gumbert Maylda Pratama,Rasis P. Ritonga &Teuku Faisal Fathani	Journal of Forest Research Volume 30, 2025	Understanding the role of vegetation root systems in the initiation of rainfall-induced shallow landslides: scaling perspectives	森林の根系や林分構造が水文学的および力学的プロセスを通じて地すべりの動態にどのように影響を与えるかを探求。	The contribution of root systems, defined as the arrangement of belowground structures formed within plant communities through both individual plant root systems and their interactions, to the stability of forested hillslopes can be assessed at individual root and plant levels. Root systems influence both vertical and lateral flow by creating preferential flow pathways or bypassing flow and influencing pore-water development and slope stability. Root systems development differs depending on stand density (i.e. tree spacing) and species composition, which are also associated with resource competition among individual plants. Forest stand conditions related to plant density and resultant root system development possibly alter frequency and size of landslides. Scaling effect, defined as translation of insights of individual root system into entire hillslopes or watersheds, poses challenges due to the heterogeneity of forest stand conditions, soil properties, topography, and hydrological processes. The primary goal of this review is to explore how forest root systems and forest stand conditions influence landslide dynamics through hydrological and mechanical processes, thereby providing insights for further research to address sustainable forest management and disaster risk reduction.
10	1	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			1989	石川芳治他1名	新砂防 Vol. 42 No. 3(164) Sept. 1989	土石流に伴う流木の発生及び流下機構	土石流にともない発生した流木の実態調査結果を整理し、発生流木本数、発生流木量等を算定するための経験則を得た。漢流の流域面積1km2当りの発生流木の幹材積(Vgam3/km2)の上限値と流域面積(Akm2)にはVga=200/Aの関係がある。また発生流木の幹材積(Vgm3)の上限値と生産土砂量(Vym3)にはVg=0.02Vyの関係がある。	本研究では漢流を流下する流木の移動・停止条件、狭窄部における流木の通過と停止について水路実験を行い基礎的な流木の運動機構を検討した。その結果水路上の流木の移動開始と停止の境界を与える計算式を得た。また、水路上の狭窄部における流木の捕捉率Tを算定するための次式を得た。 $F\gamma \cdot \theta \leq 0.1 \text{ のとき } T \approx 1.0$ $0.1 < F\gamma \cdot \theta < 1.0 \text{ のとき } T = \log(1 / Fr \cdot \theta)$ $1 \leq F\gamma \cdot \theta \text{ のとき } T \approx 0$ ここでFr: フルード数, $\theta = hw2/dl2$, h: 狭窄部直上流の水深(m), ω : 狭窄部の幅(m), d: 流木の直径(m), l: 流木の長さ(m)である。 土石流にともない発生した流木の実態調査結果を整理し、発生流木本数、発生流木量等を算定するための経験則を得た。漢流の流域面積1km2当りの発生流木の幹材積(Vgam3/km2)の上限値と流域面積(Akm2)にはVga=200/Aの関係がある。また発生流木の幹材積(Vgm3)の上限値と生産土砂量(Vym3)にはVg=0.02Vyの関係がある。
11	1	21110	山地災害防止／土壌保全機能	流木対策			2025	鈴木拓郎他1名	関東森林研究 76-1 (2025)	流木の停止条件式を用いた数値シミュレーション手法の開発	流木混じり土石流の堆積過程に関する水路実験の再現計算を実施したところ、摩擦係数の大きい流木はより上流側に堆積し、後続流による再移動が生じにくいという実験結果を良好に再現し、本手法の有効性が示された。	土石流に伴う流木の捕捉には透過型堰堤が有効であるが、既設の不透過型の堰堤においても流木が捕捉される場合がある。施設による流木対策を効率的に進めるためには、既存の不透過型堰堤の捕捉効果を適切に評価することが重要である。そこで本研究では、流木が受ける摩擦抵抗力と土石流流体力の関係から流木の停止条件式を開発し、既存の数値シミュレーション手法に導入した。流木の停止角度には既往研究による調査結果となる35度を用いた。開発した手法を用いて、流木混じり土石流の堆積過程に関する水路実験の再現計算を実施したところ、摩擦係数の大きい流木はより上流側に堆積し、後続流による再移動が生じにくいという実験結果を良好に再現し、本手法の有効性が示された。 キーワード: 流木, 停止条件, 数値シミュレーション
12	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.153,3961～(2018)	流木災害と対策	山地・溪流部において多く発生し人命等への危険性が高く被害が大きいのは、流木が橋梁・カルバート、水路等に詰まることにより土石流や洪水が河道から溢れて周辺や下流の人家、施設等に与える被害である。	山地において山腹斜面崩壊、土石流等が発生すると崩壊部や侵食部に生育している樹木は土砂とともに溪流を流下する。また、山地や河川域では土石流や洪水による溪畔域・河畔域の侵食や崩壊等に伴い樹木が流木になって流下する。このような流木により引き起こされる災害形態を大きく分類すると、 ①流木が橋梁・カルバート、水路等に詰まることにより土石流や洪水が河道から溢れて周辺や下流の人家、施設等に被害を与える。 ②流木が橋梁に詰まって上流で土石流や洪水がダムアップしこれらによる流体力や水圧により橋梁が押し流される。 ③取水堰、貯水ダムおよび放水路の取水口や放水口に流木が詰まって取水機能や放水機能を低下させる。 ④流木の衝突による衝撃力により家屋あるいは河川に設置してある構造物等を破壊する。 ⑤貯水池等に貯って一部は沈積する。これらは腐敗し水質や景観を損ねる。 ⑥海に流出して船舶の航行の障害となったり、海岸に漂着してゴミとなる。 これらのうちでも特に山地・溪流部において多く発生し人命等への危険性が高く被害が大きいのは①の被害である。
13	8	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			1998	塚本良則	朝倉書店	森林・水・森の保全－湿潤変動帯の水文地形学	表層崩壊は、0次谷流域を単位として発生する。	[内容] 日本の山地／土壌形成・崩壊・地形変形プロセス／0次谷流域の地形と水文侵食現象／流域地形の構造と相似性／山地の流域地形／森林・水・土壌の保全と土砂災害／森林と表層崩壊／水循環／森林機能の活用／土砂災害回避システム。

図表 2-9 山地災害防止機能/土壌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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
14	8	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2016	谷誠	京都大学学術出版会	水と土と森の科学	侵食外力に抵抗して土壌層が発達するためには、植生の根による補強に加え、地下水の効果的排水が必要であり、この不均質構造が降雨流出応答関係を創り出す。	山地水源地帯の水移動現象は、地殻変動・侵食という地球科学プロセスと森林生態系及びその作り出す土壌という生物学プロセスの、多様な時間スケールで繰り広げられる相互作用が深くかかわっている。その観点から、観測知見に基づくモデル予測に新たな方向性を見だし、森林資源の持続利用と防災のバランスを考えた次世代の地域設計に貢献する。
15	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		2016	松四雄騎ら	地形 37(4)、427-453	土層の生成および輸送速度の決定と土層発達シミュレーションに基づく表層崩壊の発生場および崩土量の予測	谷頭凹地における表層崩壊の周期的発生を規制する要因として、地形や土層の厚みのほか、森林の成立による根系の発達が強影響を及ぼしていることが示唆された。	This study demonstrates simulation of soil development and hillslope stability analysis on a geographic information system for prediction of location and volume of shallow landslides by rainfall in a granite hilly watershed near Kyoto, central Japan. Soil production rates were estimated by analysis of terrestrial cosmogenic ¹⁰ Be in quartz in saprolite beneath soil layer, and then empirical coefficient of soil transport by soil creep was determined by relationship between soil thickness and topographic curvature in a nose, to calculate soil accumulation onto head hollow. Soil thickness reaches a steady state on nose at mostly thinner than 0.5 m, and increases with time in hollow upto ~1.2 m for a few hundreds of years. We employed a slope stability model taking into account the effect of cohesive shear strength enhancement by tree roots. Return period of shallow landslide to remove soil in a hollow, i.e., lifetime of soil layer, is estimated to be 700-800 years, which is comparable to the timescale of forest regeneration. This approach helps understand the evolution of an eco-hydro-geomorphological system in temperate humid mountainous landscapes.
16	9	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	千木良雅弘	(社)日本地すべり学会関西支部シンポジウム「深層崩壊/高速地すべりとその発生場の評価」	岩盤クリープと深層崩壊の発生場	深層崩壊は、地すべりのように緩慢な土砂移動ではなく、急速な移動を伴い、多くの場合、移動距離が長い。	本講演は、深層崩壊を突発的な現象としてではなく、重力に起因する長期的な岩盤クリープの進行過程の帰結として捉える視点を提示している。深層崩壊は基盤岩の深部から大規模に崩壊する現象であり、発生頻度は低いものの一旦発生すると甚大な被害をもたらす。その発生場には、断層や破碎帯、地層境界、遷急線付近といった地質・地形的条件に加え、厚い風化帯の発達と地下水の集中という水文条件が関与していることが示される。また、大規模崩壊の発生前には小規模な滑落崖や段差、線状凹地、斜面のはらみ出しなど、岩盤クリープに由来する微地形が認められる場合が多く、空中写真判読や地形解析によってこれらを把握することが発生場評価に有効である。さらに、深層崩壊は必ずしも降雨の最盛時に発生するとは限らず、地下水位の上昇過程が最終破壊に重要な役割を果たす可能性が指摘されている。以上より、深層崩壊の予測には、地形・地質・水文の統合的評価とともに、岩盤クリープを含む斜面の長期変形過程の理解が不可欠であることが論じられている。
17	7	20900	山地災害防止／土壌保全機能	その他			2002	佐々恭二	地すべり39, 2, 1-4	(社)日本地すべり学会の今後の重点課題	「岩、土あるいはその混合物の斜面下降運動」との表現は、その現象の原因について直接触れていませんが、誘因に着目すると「重力に起因する地表変動現象」をひとまとまりの現象としてとらえていることになりそうです。	本稿は、地すべり研究を取り巻く国際的動向と社会的要請を踏まえ、日本地すべり学会が果たすべき役割と今後の重点課題を整理したものである。まず、Landslides の学術的定義を国際的な枠組みの中で再確認し、地すべりを岩・土・デブリの斜面下方への移動現象として広義に捉える必要性を示すとともに、国内外での用語・概念の統一の重要性を指摘している。さらに、地すべり研究と技術のグローバル化を背景に、APECエンジニアやJABEE認定、CPD制度への対応など、技術者教育と国際的認証の整備を学会の重要課題として位置づけるとともに、UNESCOやIUGSと連携した国際斜面災害研究機構(ICL)および国際地すべり研究計画(IPL)の設立経緯とその意義を示し、日本が国際的枠組みの中核的役割を担うべきことを強調している。また、従来中心であった再活動型地すべりのみならず、都市域や大規模地震時に発生する高速・長距離移動型地すべりなど、新たな重点研究領域への対応が不可欠であるとし、人口増加や都市化の進展に伴う災害リスクの高まりを背景に、予測技術の高度化と社会実装を推進する必要性を論じている。以上より、本稿は、日本地すべり学会が学術的深化と国際連携を両立させつつ、社会的責務を担う学術団体として発展していくための基本方針を示したものである。

2.4. 快適環境形成機能に関する収集文献一覧

図表 2-10 は、快適環境形成機能に関する収集文献一覧表である。

本年度調査においては、林野火災に関する文献を収集した。林野火災に関する調査研究文献は、少なく、かつ、令和以降の文献は2件であった。

近年、国内外で大規模な林野火災が発生している中、被災面積の推定や地球環境への影響を評価する研究（文献番号9）や、森林の状態から将来予測を行う研究（文献番号10）があった。また、森林群落の防火機能（文献番号2、4、6）、林床植生と防火機能（文献番号8）、林分葉量と火災発生危険度（文献番号12）等、地形と林分配置、林齢構成等が火災規模・延焼に与える影響に関する研究があり、これらの知見は林野火災対策として参考となると考えられる。

図表 2－10 快適環境形成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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
1	7	31100	快適環境 形成機能	森林の防 火機能			1996	福岡 司	森林科学171996	森林を利用した都市防災計 画	樹木と樹林の発揮する防火機能の内容を 整理し、大地震時に発生するであろう火災 に対して、森林に期待される防火効果と安全 な避難場所のあり方について検討。	現在の都市災害のうち、最も危惧されるのは地震と二次災害としての火災の発生である。火災は初期消 火が最も大切といわれるが、同時多発的な発生であるために人力・機械力による完全な消火は不可能 で、空き地、道路、河川、公園など空間の存在で発揮される自然の消火力に頼るしかない。都市に分布 する樹林地は延焼をくい止めるだけでなく、関東大震災時にはその中に避難した多くの人命を守ったこ とが直後の調査で証明されている(田中、1923 ;河田・柳田、1923)。ここでは、樹木と樹林の発揮する 防火機能の内容を整理し、大地震時に発生するであろう火災に対して、森林に期待される防火効果と 安全な避難場所のあり方について考えてみたい。
2	2	31100	快適環境 形成機能	森林の防 火機能			2003	吉武 孝	樹木医学研究 第 7 巻1 号(2003)	樹木の耐火性・防火性	林業試験場(1971) は、「耐火性」を「被災 後の個体の生死、すなわち再生力の強さ の性質」、「防火性」とは、「樹冠の生葉に よる熱遮断効果が大きく、枝葉自身の着 炎性が少なく、引火時間が長く、かつ引火 後の火勢が弱いなど延焼防止に役立つ性 質である」としている。この定義に該当する 樹種の一覧表を報告。	2002 年は春先の気温が高く降雨が少なかったため、全国的に林野火災の発生件数が多くなった。最近、林野火災発生件数が多いことや、延焼拡大し易いことなどの原因として、松くい虫被害林の放置や 森林の保育管理不足による林床可燃物の堆積が指摘されている。しかし、具体的な延焼拡大防止策と して有効な防火樹帯や防火林道の造成はほとんど進んでいない。また、都市の火災と樹木の耐火性・ 防火性の研究は、古くは田中八百八による1923 年9 月1日の関東大震災のときの焼け残り樹木の調査 が有名である。同様の調査は阪神淡路大震災のときにも公園の緑化樹を対象に行われている。ただ、 都市火災対策として、耐火性・防火性の高い樹種を利用した並木や公園緑化樹の植栽が行われている とは言い難いようである、その理由のひとつは、樹木の耐火性・防火性に関する情報が一般に広まって いないためと思われる。
3	5	31100	快適環境 形成機能	森林の防 火機能			1988	消防庁消防 研究所	消防研究所研究 資料第21号	林野火災の飛火延焼に関す る研究	強風・烈風下における林野火災の飛び火 対策に関する研究報告。	夜間あるいは強風・烈風下の林野火災の対策について、いくつかの調査研究報告書が出されている が、まだ検討の余地が残っている。例えば、本研究のように強風・烈風下では飛火が発生して火災を拡大 させてしまうことが多いため、そのメカニズムを明らかにして飛火対策をより具体的なものにする必要が ある。また、林野火災に及ぼす地況と林況の影響が大きいことから、その影響の度合いを明らかにし消 防活動においてより効率的に地形と樹林を活用することが望まれる。今日、山村の過疎化、人口の高齢 化及び消防団員の減少など森林を取り巻く環境が大きく変化しているなかで、その変化に合わせて消 防活動をより効率的なものにする必要があり、これに本書がいささかも役立つことを願う次第である。
4	3	31100	快適環境 形成機能	森林の防 火機能			1983	福岡 司他2 名	千葉大学園芸学 部学術報告32号	森林群落の構造からみた防 火機能の評価	森林群落の防火機能について、効果程度 の評価方法とその基準について事例調査 を基に検討した報告。	樹木はそれ自体可燃物であるが燃えにくい樹木が集まって森林群落を形成している場合、その群落に 多くの防火効果を期待できる(高橋ら1980)。実際にその効果が発揮され延焼が阻止された例は関東大 震災後の調査結果に詳しい(田中1923,河田ら1923)。しかし、都市化された地域に残っている森林群落や 公園などに植栽された樹木群にどれだけの防火力を期待できるのかについてはあまり検討されていな いようである。本研究は植生(特に森林群落)のもつ防火機能の大小を診断するためにその評価方法を探 ることを目的に行なったものである。前報(福岡ら1983)では植物の防火性(田中1923,河田ら1923,中村 1956,高橋ら1980)を基本に森林群落の質(種類構成)と量(階層構造)の両面から評価方法を導き出すこ とを試みた。そして、森林群落の最上層,中間層(亜高木層と低木層),アズマネザサの層の3つの層の防火 力の強さの組み合わせにより9タイプの評価基準を提案した。本報告はこの評価基準を用いて調査対象 地である我孫子市全域を踏査し作成した植生の防火力分布図を用いて、各タイプの分布の特徴と各地 区の将来の防火効果の予測,防火機能からみた我孫子市の指定避難場所の現状と問題点およびその 改善方法などについて考察したものである。
5	3	31100	快適環境 形成機能	森林の防 火機能			1992	井上章二	九州大学学術情 報リポジトリ	林野火災の延焼拡大予測に 関する基礎的・応用的研究	林野火災の大規模化のメカニズムを明ら かにし、延焼拡大の予測を可能にすること を目的とし、過去の事例に関する現地調 査、文献資料を解析して検討した報告。	日本における林野火災の発生原因は、タバコ、焚火の不始末が圧倒的に多く、人災的な様相を呈して いる。アメリカでは落雷による林野火災がかなりの割合を占め、さらに火山活動によって発生する林野火 災も地域によっては多い。日本では、このような自然発火の林野火災の割合は全体からみれば少なく、 自然災害としての認識を得るまでには至っていないようである。しかしながら、発生原因は人為的なもの であっても、一度発生した林野火災が自然に鎮火していくにせよ、前述のような大規模林野火災になる にせよ、森林に火が燃え広がる現象そのものは自然現象であり、気象、植生、地形等の自然、条件が大 きく影響してくる。したがって、林野火災を自然災害として捉える方が防災上は有効であると考えられる。 しかも、林野火災跡地の保全に関しては、降雨による土砂災害、乾燥による裸地化の進行等、自然条 件との対応に終始するといっても過言ではなく、この意味からも林野火災を自然災害として扱うべきであ ると考える。 本研究は多発する林野火災の大規模化のメカニズムを明らかにし、延焼拡大の予測を可能にすること を目的としたものである。これが達成されれば、最終的には理論的にも体系化された林野火災に対する 防火、消防等の施策が可能となると考えられる。研究の方針としては、まず、過去の林野火災の事例に ついて現地調査、文献資料の収集によって解析し、さらに、林野火災跡地の環境保全の問題にも触れ ながら、日本における林野火災の実態を明らかにするとともに、研究をすすめていくうえでの問題点を抽 出し、それを理論的な基礎実験として風洞を用いた燃焼実験を行い、その結果を、現地にフィードバック して実際に適用可能な、延焼拡大予測理論の構築を目指した。

図表 2－10 快適環境形成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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
6		31100	快適環境形成機能	森林の防火機能			2016	二神 透他1名	第 53 回土木計画学研究発表会・講演集	防火樹木を用いた地震火災対策の評価に関する研究	都市の樹林による防火効果について、「地震火災延焼シミュレーション・システム」に防火樹木のモデルを組み込んだシステムにより、緑化による防災効果について定量的評価を行っている。具体的には、住民による緑のまちづくり計画が進んでいる、神奈川県茅ヶ崎市浜竹一丁目を対象として、現在の樹木の持つ防火力、オープンスペースの宅地化、前述した緑化計画の定量的評価を行っている。Key Words : fire prevention tree, earthquake fire, tree planting, evaluation of fire protection effect	まちに緑を増やすことはアメニティーや温暖化対策、ゲリラ豪雨の抑制といった防災対策や地震火災対策につながる。従来、防火樹木の防火効果について、葉一枚の防火力、複数配置した場合の輻射熱遮断力、樹木背後の建物の可燃性の可否に関する実験が行われている。本研究では、従来の地震時火災延焼シミュレーションを用いて、セツバックのような道路の拡幅、生け垣化、空き家の更地化と樹木の配置といった、緑化による防災効果について定量的評価を行っている。具体的には、住民による緑のまちづくり計画が進んでいる、神奈川県茅ヶ崎市浜竹一丁目を対象として、現在の樹木の持つ防火力、オープンスペースの宅地化、前述した緑化計画の定量的評価を行っている。Key Words : fire prevention tree, earthquake fire, tree planting, evaluation of fire protection effect
7		31100	快適環境形成機能	森林の防火機能			2003	総務省消防庁農林水産省林野庁 報告書	総務省消防庁農林水産省林野庁 報告書	林野火災対策に係る調査研究報告書	平成14年度の調査報告であり、下記のような構成となっている。 (1)林野火災の発生及び対策に関わる実態の調査・整理 (2)林野火災の予防対策のあり方 (3)林野火災におけるヘリコプター利用のあり方 (4)新しい技術を用いた情報収集・共有のあり方	毎年、春先は空気が乾燥し林野火災が多発する傾向にあるが、特に平成 14 年は、消防庁に報告された焼損面積 10ha 以上または空中消火のためにヘリコプターが出動を行ったものに限ってみても、1 月から 3 月までに全国で発生した林野火災が 61 件と、平成 13 年に比べて 2 倍になるなど大変憂慮すべき事態となった。また、気候の温暖化によると思われる異常気象により、林野火災の態様は従来と異なる様相を呈している。一方で、ヘリコプターの早期大量投入による林野火災への空中消火の効果に対しては高い評価がでている。そこで本調査研究は、昨今のこのような林野火災を取り巻く状況に鑑み、その発生の抑制と拡大防止に向けて、メカニズムの分析や既往の対策事業等を点検するとともに、今日的な社会経済情勢等を踏まえた、ヘリコプターを活用した効果的な林野火災対策について再構築することを目的とするものである。
8		31100	快適環境形成機能	森林の防火機能			2006	独立行政法人森林総合研究所	「森林総合研究所第 I 期中期計画成果12」研究成果シリーズ NO.5	風害・森林火災軽減対策	森林総合研究所が平成18年3月にとりまとめた報告書であり、後半が森林火災となっている。鶏、家畜の林内飼育等が植生制御として効果が高いことなどが解説されている。	10ha 以上の延焼があった森林火災は、最近 5 年間の平均では約 2,700 件/年の発生である。現在、各都道府県で1機以上の防災ヘリコプターが配備されて、火災の初期消火がおこなわれることで、10ha 以上延焼した森林火災件数は昭和 40 年代の 1/3 程度に減少しています。しかし、森林での余暇活動を行う人口の増加に伴い、不用意な火の取扱で発生する火災は今後増加する危険があります。
9		31100	快適環境形成機能	森林の防火機能			2023	濱野 周他1名	データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM) 2023 5b-7-1	森林火災の被害可視化・評価方法と多地点比較分析への応用	時系列地理情報データを用いて森林火災の被災面積と重症度を計算・推定し、多地点比較分析により森林破壊の地球環境への影響について評価・分析・可視化する方法について報告。	本稿では、時系列地理情報データを用いて森林火災の被災範囲と重症度を計算・可視化し、被災面積を推定する方法、および、その多地点間比較分析への応用により森林損失の地球環境への影響について評価・分析する方法について述べる。具体的には、GIS と人工衛星データを用いて、第一に、森林の正規化燃焼率(NBR)、第二に、森林火災の重症度(dNBR)を計算・可視化し、第三に、それら結果から被災面積を推定し、多地点比較分析を行う。また、推定被災面積と実際の被災面積を比較することにより、本方式の精度を評価する。近年、深刻な森林火災が世界中で発生している中で、森林火災による影響や都市・地球環境における森林の重要性を的確に評価する方法に対して需要が高まっている。本研究ではオーストラリア、インドネシア、日本で発生した森林火災を対象とした実験により、本方式の実現可能性、および、SDG15実現に対する貢献可能性について示す。 キーワード 森林、植生、火災、SDGs、SDG15、人工衛星、GIS
10		31100	快適環境形成機能	森林の防火機能			2020	Chae Yeon Park,他7名	Earth's Future, 9, e2020EF001786	How Will Deforestation and Vegetation Degradation Affect Global Fire Activity? (森林伐採・植生劣化が全球の野火火災発生に及ぼす影響)	本研究では、まずDDF(森林火災)の複数因子を考慮した評価を実現するために、既存の陸面モデルCommunity Land Model (CLM)の火災モデルの拡張を行い、林野火災の予測評価を行った。	世界的にみると、多くの森林火災が森林伐採に関連して発生している。しかし、森林伐採・植生劣化による火災(DDF)の現状及び将来の発生の現状評価・将来予測の研究は少ない。本研究では、まずDDFの複数因子を考慮した評価を実現するために、既存の陸面モデルCommunity Land Model (CLM)の火災モデルの拡張を行った。これにより、因子(気候変化、木材伐採、農地・牧草地・都市の土地利用変化)別および季節別のDDFを区別して扱うことが可能となった。さらに、同モデルを用いて、2つの排出シナリオ(RCP2.6とRCP6.0)下での2050年代・2090年代での野火火災について予測を実施した。
11		31100	快適環境形成機能	森林の防火機能			2002	阿部 恭久	森林総合研究所森林微生物研究領域微生物多様性チーム 報告	森林火災による自然資源への影響とその回復の評価に関する研究	森林火災の過去の研究をレビューし、回復過程を捉える手法について整理。	本研究は、森林火災の全体的な影響についてこれまでの研究事例をレビューすると共に、既存の衛星データによる影響地域の把握とその回復過程を捉える手法を整理し、現時点での森林生態系や生物多様性研究推進のための基盤的情報を整備・提供することを目的とする。また先駆的リモートセンシング手法の開発およびそれらの手法の森林火災地域での利用についての検討を行い、森林火災の生態系・生物多様性への影響評価と回復過程の評価を行う。さらに、森林火災の影響の可視化、マップ化を図り、地上観測を、高分解能衛星データを介して広域観測衛星データにスケールアップするための手法を開発することを目的とする。
12		31100	快適環境形成機能	森林の防火機能			2017	玉井幸治他1名	関東森林研究 68-2(2017)	植栽木の葉量増加に伴う林野火災発生危険度の変化予測ー熊本市立田山での事例ー	熊本市立田山における観測から、林冠の閉鎖した森林に比べて新植地での林野火災発生危険度は飛躍的に大きいことを明らかにした。また葉量の増加に伴う林野火災発生危険度の減少速度をモデル計算したところ、林野火災発生危険度が十分に低下するには、葉面積指数が4～5 程度になるまで植栽木が成長する必要があることがあきらかになった。	林冠が閉鎖している森林では林床に達する日射量が少ないため、林野火災の発生危険度は低い。しかし皆伐後の新植地では林床可燃物は乾燥しやすく、林野火災の発生危険度は高い。一方、木材自給率が30%にまで回復するなど、新植地の増加に伴う林野火災件数の増加が予想される。植栽木の成長による葉量の増加に伴って林床に達する日射量は減少し、林野火災の発生危険度も減少していくと考えられるが、その減少速度を明らかにすることは、林野火災の防止施策を講じる上で重要である。本研究では、熊本市立田山における観測から、林冠の閉鎖した森林に比べて新植地での林野火災発生危険度は飛躍的に大きいことを明らかにした。また葉量の増加に伴う林野火災発生危険度の減少速度をモデル計算したところ、林野火災発生危険度が十分に低下するには、葉面積指数が4～5 程度になるまで植栽木が成長する必要があることがあきらかになった。 キーワード: 林床可燃物含水比・日射量・Beer-Lambert 法

図表 2－10 快適環境形成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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
13	1	31100	快適環境形成機能	森林の防火機能			1980	高橋 啓二他1名	森林立地 1980年 21 巻 2 号 p. 1-9	大震災時の広域避難場所における植生の防火機能と調査方法について	避難場所の安全性を高めたり、逆に安全性を低下させることもある植生を中心に、その調べ方について一つの試案を提示。	現在、避難場所として指定されている所は公園・大学・研究所などが多く、それらは本来の避難場所として効果を発揮するように当初から計画設定されたものではない。いわば震災時に一時的にそこを借りて利用しようという構想である。したがって避難場所の内部を調べてみると果たして震災時に安全なのか、疑問をいだく所もある。本稿は避難場所の安全性を高めたり、逆に安全性を低下させることもある植生を中心に、その調べ方について一つの試案を提示したい。勿論、調査方法は種々の角度からする見方によって様々な方法がありうる。ここでは植生、群落構造の面から検討してみた。
14	1	31100	快適環境形成機能	森林の防火機能			2005	後藤義明他3名	日林誌87(3)2005 193～201	日本で発生する山火事の強度の検討 Rothermelの延焼速度予測モデルを用いたByramの火線強度のsuitei	火事の延焼速度予測モデルとして最も一般的に使用されているRothermelモデルと、山火事の物理的強度の指標であるByramの火線強度を、日本の森林の可燃物に適用して、日本で発生する山火事の強度を推定した。火線強度推定のために必要な、可燃物の燃焼特性を示すパラメータ値の相対的な重要度を調べたところ、表面積・体積比以外のパラメータは、可燃物の種類を問わず固定値を用いても問題はないものと考えられた。火線強度は樹林地よりも草原で大きく、斜面の傾斜や風速の影響を強く受けた。日本で発生する山火事の火線強度を推定したところ、林床にコシダが密生するアカマツ林を除いて、いずれも850kWm-1以下とアメリカやカナダの森林で報告されている地表火の火線強度の範囲内(10～15,000kWm-1)にあった。しかし、コシダが密生するアカマツ林の火線強度は20,000kWm-1以上に達していたと推定された。この値は、繰り返し起こる山火事によって維持されていると考えられているフィンボスやチャパラルなど、地中海性気候下の植生での火線強度に匹敵するものであった。 キーワード:アカマツ林,延焼速度,火線強度,燃焼特性,林内可燃物	火事の延焼速度予測モデルとして最も一般的に使用されているRothermelモデルと、山火事の物理的強度の指標であるByramの火線強度を、日本の森林の可燃物に適用して、日本で発生する山火事の強度を推定した。
15	1	31200	快適環境形成機能	森林の大気浄化及び環境指標機能			2019	R.J. Mitchell	Biological Conservation Volume 233, May 2019, Pages 316-327	The ecology of the British oak, implications of its decline and mitigation options	オークの減少がもたらす生態学的影響の事例調査。	Oak (Quercus spp.) is declining globally due to a variety of pests, pathogens and climate change. Assessments of the impact of losing keystone species such as oak, should include the impact on associated biodiversity and ecosystem functioning, and consider mitigation options. Here, we assess the potential ecological implications of a decline in Quercus petraea/robur within the UK. We collated a database of 2300 species associated with Q. petraea/robur of which 326 were found to be obligate associates (only found on Q. petraea/robur). One potential mitigating measure for lessening the impact of oak decline on associated biodiversity would be establishing alternative tree species. However, of 30 alternative tree species assessed, none supported a high proportion of the oak-associated species (maximum 28% by Fraxinus excelsior ash, which is currently declining due to Hymenoscyphus fraxineus, a fungus). However, the functioning of oak (leaf litter/soil chemistry and decomposition) was potentially replicable owing to its similarities with other tree species. The impact on the four main oak woodland communities within the UK, of a theoretical 50% decline in oak on ecosystem functioning and associated species was explored for five scenarios, that differed in the selection of replacement tree species. The most resilient woodland communities (in all the aspects assessed) were those capable of supporting the greatest diversity of tree species and when the currently occurring tree species replaced oak. The greatest change was predicted where F. excelsior was lost in addition to a decline in oak, and if only one species, particularly Acer pseudoplatanus sycamore, filled the canopy gaps.

2.5. 生物多様性保全機能に関する収集文献一覧

図表 2-11 は、生物多様性保全機能に関する収集文献一覧表である。

生物多様性の定量的評価に関しては、米国における生物多様性モデルによるデータ解析（文献番号 31）、英国における生物多様性計算ツールガイド（文献番号 37）などの文献がある。

国内では生物多様性保全機能に関する経済評価の文献がいくつかあったが、これらについては 2.6 章において経済評価に関する収集文献として整理した。

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
1	3	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2004	奥田史郎他4名	森林総合研究所四国支所 平成16年度研究発表会	管理されなくなった森林のゆくえ	平成16年度研究発表会要旨集 管理されなくなった森林のゆくえ 1. 放置林が増えている、そこで何が問題か 複層林生態管理担当チーム長 奥田史郎 2. 人工林伐採跡地の植生回復 森林生態系変動研究グループ 酒井 敦 3. 伐採跡地の植生と動物による樹木の種子散布との関係 源流域森林管理担当チーム長 佐藤重徳 4. 里山林の放置と竹林の拡大 森林生態系変動研究グループ長 鳥居厚志 5. 再造林放棄地をめぐる諸問題（特別講演） 高知大学農学部森林科学科 教授 川田 勲	日本では長年に渡って森林が人間社会の生産活動の場として利用されており、それぞれの目的に応じた有効な方法で管理されてきました。それは、たとえば木材や資材の生産のみならず治山治水などの環境保全機能の発揮と両立させながら現在まで維持してきました。 スギやヒノキなどを植栽して管理する人工林は戦後特に面積が増えました。これは木材需要を背景としたものでしたが、木材の輸入が始まり安い外国産材が市場に流入するようになって以来、国産材の材価は低迷し、人工林の管理がだんだん疎かにされるようになってきました。一般的に人工林では植栽に始まって、下刈り、間伐と林分の成長に伴って適切な管理が必要です。たとえば、適切な間伐を怠っていると過密な状態になり木材の商品価値が低下するだけでなく、気象害等の恐れが出たり、林内が暗くなりすぎて下層植生が減少して土壌流失を引き起こす危険性があります。また、伐採後に植栽せずにそのまま放置するケースも近年増えてきていますが、自然にスギ・ヒノキが再生するわけでもなく、かといって自然に高木性の樹種が更新できる保証もありません。モウソウチクなどからなる竹林は、主として食用タケノコを生産する目的で里山を中心に整備されてきましたが、これも安価な輸入タケノコの登場で次第に放置されることが多くなり、こうした放置竹林はその繁殖特性から周囲の森林に侵入しながら拡大している現状が確認されており、その影響が懸念されています。こうした現状は各地で報告されていますが、その影響に関する詳細はまだ明らかになっていない点が多いのです。問題解決に向けて、現在四国支所では放置林が増えている現状や背景、影響について、従来の管理された森林と比較して調べており、さらには森林が持っている機能を最大限発揮できるような方策について研究を進めています。
2	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			2023	日本学術会議 報告書	日本学術会議 報告書	持続可能な森林管理における現状と課題	日本学術会議農学委員会・林学分会において取りまとめ公表した報告書。森林環境税の効果的な活用を目的として、森林経営の課題を分析整理した。	林学分会では、こうした背景、集積した科学的知見、科学技術の動向を踏まえ、市町村による新たな森林管理と森林環境税の効果的な活用に向けた課題を整理し、持続可能な森林経営を実現するために学術の立場から検討を行った。森林所有者が自力で森林管理を行うことが困難な状況が増えている中で、国や都道府県よりも現場に近い市町村は、地域の実情に合った独自の森林管理を実現できる可能性を持っている。また、市町村主体の森林管理を行うためには、森林環境税と税による財政的支援が不可欠である。しかしながら、持続可能な森林経営を実現するためには、以下の課題が残されている。 第1に、森林の持つ多面的機能の科学的評価と森林の管理に関しては不確実性が存在する。このため、持続可能な森林経営を実現するためには森林の状況や環境への影響などに対して継続的なモニタリングを行い、その結果を反映することで順応的に管理経営を行う体制を構築することが重要である。 第2に、市町村が森林の経営管理を担う能力や体制が現状では十分とはいえない。このため、市町村の専門職員の育成に向けて大学などの教育研究機関との連携、および国や都道府県による支援が不可欠である。 第3に、経済林と非経済林の区分が容易ではない。森林の多面的機能を発揮するためには、単に経済性だけで判断するのではなく、木材生産を目的とする森林と環境保全の観点から重要な森林と適切に区分するゾーニングが求められる。 第4に、国民が求める森林の役割と森林環境税の本来の趣旨を鑑みると、現在の配分の妥当性について科学的知見やエビデンスの観点から検証を行うことが必要である。
3	5	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			2009	森林における生物多様性保全の推進方策検討会	森林における生物多様性保全の推進方策検討会	森林における生物多様性の保全及び持続可能な利用の推進方策	林野庁が平成20年12月に外部有識者9名からなる「森林における生物多様性保全の推進方策検討会」を設置してとりまとめた報告書。	林野庁では平成20年12月に外部有識者9名からなる「森林における生物多様性保全の推進方策検討会」を設置してとりまとめた報告書。 本報告書は3章から構成される。第1章では、生物多様性の損失の問題が私たちの日々の暮らしや人類の生存に対してどのような影響を及ぼすかについて、特に森林が生物多様性の保全に果たす役割を踏まえ、広く国民の方々の理解が深まるような解説に努めている。第2章では、生物多様性を保全することの意味について考察を加えた上で、我が国の森林における生物多様性の保全に向けた望ましい方向性を明らかにしている。そして第3章では、望ましい方向性を実現するために必要な具体的な施策について、各種提言を行っている。
4	7	40711	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	生物多様性への影響	2011	牧野 俊一他7名	森林科学 No63	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	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

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
5	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			2021	山浦悠一他11名	Ecosystem Services、49 巻 (2021 年6 月)	森林管理と10 種類の生態系サービスの関係性を明らかに 多様な森林の機能を過去から未来へ広域評価－プレスリリース	森林の10種類の生態系サービスの評価モデルを茨城県北部で開発した。このモデルによれば茨城県北部では生物多様性保全機能や保健休養機能は天然林の方が人工林よりも高い一方、他の機能は人工林と天然林の差は小さいか人工林の方が高いこと、半数の機能は森林を伐採することによって減少することが示された。	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所と関東学院大学らの研究グループは、森林の多様な生態系サービスを林相と林齢から評価するモデルを世界で初めて開発し、第二次大戦後の生態系サービスの変遷と、維持・向上方法を明らかにしました。世界的に人工林が地域の生態系サービスに及ぼす影響に関心が集まる中、日本国内では戦後造成された人工林が伐期を迎え、生態系サービスの低下を防ぎつつ、いかに森林を伐採し、木材を生産するかが大きな課題です。本研究では森林の10種類の生態系サービスの評価モデルを茨城県北部で開発しました。このモデルにより、茨城県北部では生物多様性保全機能や保健休養機能は天然林の方が人工林よりも高い一方、他の機能は人工林と天然林の差は小さいか人工林の方が高いこと、半数の機能は森林を伐採することによって減少することが示されました。さらにシナリオ分析によって、急傾斜地での伐採を避けることで土砂崩壊抑制機能の低下が軽減できると予測されました。一連のモデルを発展させ、全国に展開することにより、木材を生産しながら生態系サービスを維持・向上するための森林の管理計画の策定に寄与することが期待されます。
6	9	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2021	NPO 法人森づくりフォーラム	NPO 法人森づくりフォーラム	人工林の多様性を高める森づくり事例ガイド 2021 年3 月 ベータ版 編	人工林の生物多様性を高めるための専門家の知見を整理し、事例を整理したガイド集。	『人工林の多様性を高める森づくり事例ガイド』では、第1 章で世界の森づくりにおける潮流を研究者や専門家に紹介していただきました。第2 章では、人工林・混交林・鳥類など森林生態について、研究者による紹介とインタビューをお願いしました。そして、第3 章では、より具体的に人工林の多様性を高める森づくりについて、行政・自治体、企業、広域での連携・協働事例を見ていきます。
7	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		2016	山浦悠一	公益財団法人農学会 日本農学進歩賞	生物多様性の保全・創出から見た森林管理の研究	人工林内に広葉樹が混交することで多様な鳥類が生息する。針広混交林の社会的価値についての研究報告。	人工林が優占する日本の森林景観。残存する天然林は、まるで人工林の海の中に、島のように小さく隔離されて浮かんでいる。残存する天然林の面積が小さくなると、天然林内の鳥類の単位面積当たりの種数が減少することが野外調査から示された。一方人工林内でも、広葉樹が混交すると多様な鳥類が生息することが明らかになった。私たちは現在、北海道の道有林で、トドマツ人工林を主伐して再造林する際、混交する広葉樹を残す実験を行なっている。残した広葉樹が、主伐後の生物多様性やその後の回復過程にどのような影響を及ぼすのかを検証している。混交広葉樹を未来への遺産として残す——この実験は、林業が国民から理解と支持を得るための大事な試みだと考えている。
8	7	40600	生物多様性保全機能	その他			2010	原田 一宏	林業経済 62 (10) >	生物多様性保全から気候変動緩和へ —REDD が保護地域に与える影響に関する考察—	REDD (途上国における森林減少・劣化からの排出削減「Reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries」)の意義と概要を解説し、保護地域とREDD との関係を明らかにした上で、土地や資源の所有・利用に着目しつつ、REDD 実施による地域社会への影響について論じた総説論文。	1990 年代の気候変動枠組条約などの国際会議を契機に、森林の二酸化炭素吸収による地球温暖化防止が注目されるようになった。その中でも昨今議論されているREDD は、森林減少の防止により、森林内の二酸化炭素を吸収・固定し、気候変動緩和に寄与することが期待されている。REDD を実施する対象地の1 つと考えられる保護地域には、今までの木材生産や生物多様性保全に加えて、二酸化炭素排出削減による気候変動緩和という新たな役割が求められることとなる。しかし、REDD を保護地域に導入することは、地域住民の土地所有・利用権の排除や地域住民の資源へのアクセスの制限といった既存の保護地域管理に起こっている社会問題をより悪化させる恐れがある。一方、REDD が社会的側面に配慮した基準・指標を備え、独立した第三者機関がその基準・指標に基づいて、REDD プロジェクトを適切に評価できる体制が構築されれば、REDD は既存の保護地域の問題点を改善できる可能性もある。 キーワード: REDD、森林減少、保護地域、地域住民、資源の所有・利用権、利益配分



写真2. 単木中量保残区

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
9	3	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2008	友 延 栄 一	同志社大学	生物多様性保全政策の動向と課題ー岡山市における希少淡水魚保全政策を事例としてー	国の生物多様性保全の政策動向について概観した上で、地域での生物多様性政策展開の課題について岡山市の希少淡水魚保全の事例を分析した報告。	筆者は、岡山市を中心に、都市近郊の里地里山における身近な自然環境の保全活動及び、そのような環境に生息・生育する野生生物の保全を巡る問題に、環境保全行政担当の市職員及び、市民として約20年間関わってきた。2008（平成20）年、生物多様性基本法が成立するなど、筆者が関与する保全活動も、生物多様性保全政策の一つとして見直し、保全活動そのものの社会的役割や方策の再検討が必要になっている。本稿は、まず、生物多様性保全を巡る国の政策の推移をまとめ、その多面的な広がりを整理した。つづいて、生物多様性保全政策の中でも多く行われている希少野生生物種の保全の事例として、筆者が関わっている岡山市における希少淡水魚保全活動及び市の政策の推移を整理し、都市及び里地里山地域など人間の活動が盛んな地域では、生態学的課題だけでなく、社会的課題への配慮の重要性が増している政策の現状を示したものである。
10	2	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2011	尾崎 研一	第122回日本森林学会大会	動物から見た人工林の生物多様性	人工林は動物の生息場所として天然林よりは劣るものの生物学的砂漠ではなく、絶滅危惧種を含む多様な種が生息することが分かってきた。人工林の林齢、植栽樹種の影響などを考察した報告。	日本では、戦後の拡大造林により広葉樹天然林が伐採され人工林が造成されてきた結果、森林の44%が人工林である。これらの人工林においても生物多様性に配慮した森林管理が求められている。ここでは人工林に生息する動物の種多様性についての研究をレビューし、人工林での木材生産と生物多様性保全の両立について考える。
11	9	40600	生物多様性保全機能	その他			2021	黒田慶子	独立行政法人農林漁業信用基金 基金now2021.5 No.6	里山の管理と資源利用への提案	昨今の森林管理不足は、林業を営む「林家」の課題ではなく、実は「農村集落」の課題であり、里山村の流通促進策の必要性を論じた報告。	環境保全の上で森林の重要性に注目が集まるが、放置森林の管理再開は容易に進むものではない。補助金は管理を再開する駆動力にはなるが、SDGsの観点で森林を持続させるには、森林所有者の収入を増やして管理意欲を出していただくことが非常に重要である。筆者は病虫害の研究と森林管理の指導に長年携わってきた経緯から、持続的な管理には本気の目標と戦略戦術が大事なことを痛感している。日本の国土の3分の2を占める森林の植生や健康状態は、地域ごとに異なり、「適正に間伐する」「病虫害を適宜防除する」のような指示は役に立たない。資源利用という意識のない団体への管理委託では、むしろ悪影響がある。人工林には様々な補助制度があるので、本稿では里山の管理を中心に将来への提案をしたい。
12	3	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2023	正木隆	生物多様性保全に資する森林管理のあり方に関する検討会	林業・人工林が森林の生物多様性に及ぼす影響～主に森林総合研究所の最近の研究成果から～	生物多様性において特に注意すべき点として ・希少な種だけが重要なのではなく、「大多数の普通の種」の保全・回復も重要であること ・種数が多ければよい、というわけではないこと とを上げて最近の研究成果を報告。	保全・回復すべき生物多様性とは ・本来その場所に生育していた生物の集まり（遺伝的多様性、種の多様性） ・それらのさまざまな生物の生存に好適なさまざまな環境の存在（景観的多様性） ・その場所に本来生育していた生物らが互いに関連し、バランスを保って存在していること（生物間相互作用） 特に注意すべき点 ・希少な種だけが重要なのではなく、「大多数の普通の種」の保全・回復も重要であること ・種数が多ければよい、というわけではないこと
13	1	40600	生物多様性保全機能	その他				R Cazzolla Gatti	PNAS(Proceedings of the National Academy of Sciences)January 31, 2022 119 (6) e2115329119	The number of tree species on Earth	地球について存在する樹木種を地域別に推計。	One of the most fundamental questions in ecology is how many species inhabit the Earth. However, due to massive logistical and financial challenges and taxonomic difficulties connected to the species concept definition, the global numbers of species, including those of important and well-studied life forms such as trees, still remain largely unknown. Here, based on global ground-sourced data, we estimate the total tree species richness at global, continental, and biome levels. Our results indicate that there are ~73,000 tree species globally, among which ~9,000 tree species are yet to be discovered. Roughly 40% of undiscovered tree species are in South America. Moreover, almost one-third of all tree species to be discovered may be rare, with very low populations and limited spatial distribution (likely in remote tropical lowlands and mountains). These findings highlight the vulnerability of global forest biodiversity to anthropogenic changes in land use and climate, which disproportionately threaten rare species and thus, global tree richness. biodiversity forests hyperdominance: rarity richness
14	1	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			2019	R.J. Mitchell	Data in Brief Volume 25, August 2019, 104120	OakEcol: A database of Oak-associated biodiversity within the UK	英国におけるオーク林の減少に関連する生物多様性の影響をデータベースから分析。	Globally there is increasing concern about the decline in the health of oak Quercus trees. The impact of a decline in oak trees on associated biodiversity, species that utilize oak trees, is unknown. Here we collate a database of all known birds, bryophytes, fungi, invertebrates, lichens and mammals that use oak (Quercus petraea and Q. robur) in the UK. In total 2300 species are listed in the database. For each species we provide a level of association with oak, ranging from obligate (only found on oak) to cosmopolitan (found on a wide range of other tree species). Data on the ecology of each oak associated species was collated: part of tree used, use made of tree (feeding, roosting, breeding), age of tree, woodland type, tree form (coppice, pollarded, or natural growth form) and season when the tree was used. Data on use or otherwise by each of the 2300 species of 30 other tree species was also collated. A complete list of data sources is provided. For further insights into how this data can be used see Collapsing foundations: The ecology of the British oak, implications of its decline and mitigation options [1]. Data can be found at EIDC https://doi.org/10.5285/22b3d41e-7c35-4c51-9e55-0f47bb845202 BiodiversityOak declineOak-associated speciesQuercus petraeaQuercus robur

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
15	1	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2010	Leah L. Bremer	Biodivers Conserv (2010) 19:3893-3915	Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness	植林が劣化した土地に実施される場合、また外来種ではなく在来樹種を用いる場合に生物多様性に最も寄与する可能性が高いことを示唆。	Plantations are established for a variety of reasons including wood production, soil and water conservation, and more recently, carbon sequestration. The effect of this growing land-use change on biodiversity, however, is poorly understood and considerable debate exists as to whether plantations are 'green deserts' or valuable habitat for indigenous flora and fauna. This paper synthesizes peer-reviewed articles that provide quantitative data on plant species richness in plantations and paired land uses, most often representative of preplantation land cover. The results of this synthesis suggest that the value of plantations for biodiversity varies considerably depending on whether the original land cover is grassland, shrubland, primary forest, secondary forest, or degraded or exotic pasture, and whether native or exotic tree species are planted. The results of this study suggest that plantations are most likely to contribute to biodiversity when established on degraded lands rather than replacing natural ecosystems, such as forests, grasslands, and shrublands, and when indigenous tree species are used rather than exotic species. These findings can help guide afforestation and reforestation programs, including those aimed at increasing terrestrial carbon sequestration. Keywords Afforestation Reforestation Plantations Land-use change Biodiversity Plant diversity Species richness Carbon sequestration
16	1	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2023	平岡裕一郎 他6名	日林誌(2023) 105: 216-224	北八ヶ岳における亜高山帯針葉樹林に及ぼすニホンジカの影響—20年間の観測に基づく森林動態—	亜高山帯針葉樹老齢林内に設定した1 ha 固定調査区において、20年間の樹種・階層ごとのニホンジカ被害が林分動態と優占樹種の更新に及ぼす影響を明らかにし、今後の林分の存続可能性を検討した	本研究では亜高山帯針葉樹老齢林内に設定した1 ha 固定調査区において、20年間の樹種・階層ごとのニホンジカ被害が林分動態と優占樹種の更新に及ぼす影響を明らかにし、今後の林分の存続可能性を検討した 林冠木および下層木の肥大成長により胸高断面積合計は微増した。各階層への加入率は調査期間中にそれぞれ0.1%未満に低下した。2011年以降の死亡率と加入率に基づいた場合、林冠木の本数は68～90年後に半減すると試算され、被害程度が軽減されない場合、近い将来、森林の衰退につながる可能性が高いことが示された。 キーワード: 亜高山帯針葉樹林, 森林動態, 長期生態学的研究, ニホンジカ
17	1	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2008	Fumitoshi Imaizumi 他2名	Earth Surface Processes and Landforms Earth Surf. Process. Landforms 33, 827-840 (2008)	Effects of forest harvesting on the occurrence of landslides and debris flows in steep terrain of central Japan	航空写真により森林伐採後の40年間の、地すべり、土砂流、森林再生状況を調査し、伐採後の再生による植物への影響を分析。	Landslides and debris flows associated with forest harvesting can cause much destruction and the influence of the timing of harvesting on these mass wasting processes therefore needs to be assessed in order to protect aquatic ecosystems and develop improved strategies for disaster prevention. We examined the effects of forest harvesting on the frequency of landslides and debris flows in the Sanko catchment (central Japan) using nine aerial photo periods covering 1964 to 2003. These photographs showed a mosaic of different forest ages attributable to the rotational management in this area since 1912. Geology and slope gradient are rather uniformly distributed in the Sanko catchment, facilitating assessment of forest harvesting effects on mass wasting without complication of other factors. Trends of new landslides and debris flows correspond to changes in slope stability explained by root strength decay and recovery; the direct impact of clearcutting on landslide occurrence was greatest in forest stands that were clearcut 1 to 10 yr earlier with progressively lesser impacts continuing up to 25 yr after harvesting. Sediment supply rate from landslides in forests clearcut 1 to 10 yr earlier was about 10-fold higher than in control sites. Total landslide volume in forest stands clearcut 0 to 25 yr earlier was 5.8 × 10 ³ m ³ km ⁻² compared with 1.3 × 10 ³ m ³ km ⁻² in clearcuts >25 yr, indicating a fourfold increase compared with control sites during the period when harvesting affected slope stability. Because landslide scars continue to produce sediment after initial failure, sediment supply from landslides continues for 45 yr in the Sanko catchment. To estimate the effect of forest harvesting and subsequent regeneration on the occurrence of mass wasting in other regions, changes in root strength caused by decay and recovery of roots should be investigated for various species and environmental conditions. Copyright © 2007 John Wiley & Sons, Ltd. Keywords: slope stability; forest management; landslide; debris flow; hydrogeomorphological processes

図表 2－11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
18	7	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2009	Seiki Takatsuki	Biological Conservation 142 (2009) 1922-1929	Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review	ニホンジカによる食害の変遷及び現状をレビュー。	The Japanese sika deer <i>Cervus nippon</i> has expanded its range by nearly 70% during the last two decades. Browsing by sika deer affects vegetation in both agricultural and forested habitats. Effects of sika deer on vegetation are conspicuous on deer-inhabited islands: forest structure and composition are altered by deer grazing and browsing, and consequently regeneration is prevented. By felling of old trees, forest gaps are formed, but since sapling recruitment is prevented, shade intolerant plants invade. Unpalatable forb-like ragwort <i>Senecio cannabifolius</i> and ferns like bracken <i>Pteridium aquilinum</i> (Dennstaedtiaceae) become dominants in open habitats. At the places of highest deer density, the <i>Zoysia japonica</i> community, a low growing grass mat, develops. Sika deer function as a seed dispersal agent of this grass. Indirect effects of sika deer are not well studied, but some studies have shown reduction of understory bamboo cover, which in turn improves the survival of tree seedlings and declines of wood mice <i>Apodemus</i> spp. Japanese forests in lower mountainous areas were widely logged during the 1940s and 1950s. These areas were not well planted during the war and until 1950, but thereafter intensively planted to alter to conifer plantation as a nationwide campaign. For several decades after the war, rodents and hares grazed planted trees. According to growth of the planted trees to form canopy, which is unfavorable for rodents and hares, their damage declined. After the 1960s, old-growth forests in high mountainous areas were logged, and conifers were planted. Animals causing forestry damage were replaced by sika deer during the 1980s. Sika deer eat a wide variety of foods, and are gregarious, which causes heavy impacts on vegetation. Effects of sika deer are expanding to natural forests, alpine vegetation, and marshes. To reduce damages on forestry and natural vegetation, as many as 100,000 sika deer are culled every year. However, the hunter population is rapidly declining, and it is expected population control by culling will be insufficient. Although sika deer are an important component of Japanese forests, current population densities exceed the capacity of many ecosystems to tolerate herbivory.
19	1	40600	生物多様性保全機能	その他			2024	Pavithra Rangani Wijenayake	Journal of Asia-Pacific Biodiversity 17 (2024) 800e806	Effects of stochastic intraspecific seed dispersal variation on dispersal distance predictions in a temperate forest in Japan	日本の温帯原生林保護区を中心とした20kmの区画内で、異なる種子散布過程が個々の種の分布にどのように影響するかを調査	The incorporation of seed dispersal models into conservation practices plays a pivotal role in predicting future ecosystems. Seed dispersal significantly influences plant population dynamics; however, our understanding of its implications at a landscape scale remains limited. We investigated how different seed dispersal processes impact the distributions of individual species within a 20 km × 20 km plot centered around a temperate old-growth forest reserve in Japan. We hypothesized that random variation in seed dispersal (i.e., stochastic processes) and variation mediated by distance (i.e., deterministic processes) would explain landscape-scale species distributions more effectively than deterministic seed dispersal processes alone. We evaluated 16 tree species with different seed dispersal modes by simulating seed dispersal processes. Stochastic simulations predicted higher dispersal distances for the majority of species. The findings of this study suggest that stochastic simulations are a more reliable tool for identifying dispersal restrictions in the context of climate change and biodiversity loss, highlighting the significance of using stochastic simulations for analyzing seed dispersal patterns in temperate forests, rather than more conventional deterministic methods.
20	9	41300	生物多様性保全機能	絶滅危惧種			2019	International Union for Conservation of Nature	International Union for Conservation of Nature	European Red List of Trees	ヨーロッパのレッドリスト。	The European Red List is a review of the status of European species according to IUCN regional Red Listing guidelines. It identifies those species that are threatened with extinction at the regional level - in order that appropriate conservation action can be taken to improve their status. This publication summarises results for all Europe's native species of tree (454 species), of which 265 species (over 58%) are endemic to continental Europe, with 56% (252 species) endemic to the 28 EU Member States. Of these, 168 (42%) of the species are threatened with extinction at the European level, however, for 57 species (nearly 13%) there was insufficient information to assign a conservation status, and are therefore classified as Data Deficient, and in need of further research. The main threat to tree species in Europe has been identified as invasive or problematic species, impacting 38% of tree species, followed by deforestation and wood harvesting, and urban development (both affecting 20% of tree species). For threatened species, livestock farming, land abandonment, changes in forest and woodland management, and other ecosystem modifications such as fire are the major threats, impacting the survival of trees.

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
21	2	40600	生物多様性保全機能	その他			2023	Jiaojiao Deng	Forestry Research 2023, 3:6	Forest understory vegetation study: current status and future trends	森林生態系の再生と回復の効果的な管理、ならびに生態系の多層構造、空間パターン、生態学的機能の維持についての既往文献調査。	Understory vegetation accounts for a large proportion of floral diversity. It provides various ecosystem functions and services, such as productivity, nutrient cycling, organic matter decomposition and ecosystem self-regeneration. This review summarizes the available literature on the current status and progress of the ten most studied branches of understory vegetation on both its structural and functional aspects based on global climate change and forest management practices. Future research directions and priorities for each branch is suggested, where understory vegetation in response to the interplay of multiple environmental factors and its long-term monitoring using ground-based surveys combined with more efficient modern techniques is highlighted, although the critical role of understory vegetation in ecosystem processes individually verified in the context of management practices or climate changes have been extensively investigated. In summary, this review provides insights into the effective management of the regeneration and restoration of forest ecosystems, as well as the maintenance of ecosystem multilevel structures, spatial patterns, and ecological functions.
22	1	41012	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	病虫害	2010	Etsuko Shoda-Kagaya	BMC Ecology 2010, 10:21	Genetic structure of the oak wilt vector beetle <i>Platypus quercivorus</i> : inferences toward the process of damaged area expansion	カシノナガキクイムシ (<i>Platypus quercivorus</i>) によるナラ枯れについて遺伝的構造を解明し、ナラ枯れの拡大過程を分析。	Background: The ambrosia beetle, <i>Platypus quercivorus</i> , is the vector of oak wilt, one of the most serious forest diseases in Japan. Population genetics approaches have made great progress toward studying the population dynamics of pests, especially for estimating dispersal. Knowledge of the genetic structuring of the beetle populations should reveal their population history. Using five highly polymorphic microsatellite loci, 605 individuals from 14 sampling sites were assessed to infer the ongoing gene flow among populations as well as the processes of expansion of damaged areas. Results: Population differentiation ($F_{ST} = 0.047$, $G'_{ST} = 0.167$) was moderate and two major clusters were detected by several methods, dividing the samples into north-eastern and south-western populations, a similar genetic divergence was reported in host oak trees. Within the north-eastern populations, the subgroups mostly corresponded to differences in the collection period. The genetic characteristics of the population might have changed after 2 years due to the mixing of individuals between populations with enhanced migration related to population outbreaks. Because isolation by distance was detected for whole populations and also within the northeastern populations, migration was considered to be limited between neighbouring populations, and most populations were suggested to be in genetic equilibrium of genetic drift and gene flow. Recent bottlenecks were found in some populations with no geographical bias; however, they were all from newly emerged oak wilt forests. The emergence of oak wilt should have induced intense fluctuations in the beetle population size. Conclusions: Because the genetic boundaries coincide, we suggest that the geographical structuring of the beetle was formed by co-evolution with the host species. Our findings indicate the oak wilt expansion process.
23	9	40600	生物多様性保全機能	その他			2017	E. Beech	JOURNAL OF SUSTAINABLE FORESTRY 2017, VOL. 36, NO. 5, 454-489	GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions	世界の国別の樹種数を調査。	This article presents, for the first time, an overview of all known tree species by scientific name and country level distribution, and describes an online database—GlobalTreeSearch—that provides access to this information. Based on our comprehensive analysis of published data sources and expert input, the number of tree species currently known to science is 60,065, representing 20% of all angiosperm and gymnosperm plant species. Nearly half of all tree species (45%) are found in just 10 families, with the 3 most tree-rich families being Leguminosae, Rubiaceae, and Myrtaceae. Geographically, Brazil, Colombia, and Indonesia are the countries with the most tree species. The countries with the most country-endemic tree species reflect broader plant diversity trends (Brazil, Australia, China) or islands where isolation has resulted in speciation (Madagascar, Papua New Guinea, Indonesia). Nearly 58% of all tree species are single-country endemics. Our intention is for GlobalTreeSearch to be used as a tool for monitoring and managing tree species diversity, forests, and carbon stocks on a global, regional, and/or national level. It will also be used as the basis of the Global Tree Assessment, which aims to assess the conservation status of all of the world's tree species by 2020.

図表 2－11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
24	7	40900	生物多様性保全機能	歴史・思想・文化・社会			2013	Lars Gamfeldt	Nature Communications volume 4, Article number: 1340 (2013)	Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species	生産林の管理は、森林から得られる社会のあらゆる利益を維持するために複数の樹種を考慮する必要がある。	Forests are of major importance to human society, contributing several crucial ecosystem services. Biodiversity is suggested to positively influence multiple services but evidence from natural systems at scales relevant to management is scarce. Here, across a scale of 400,000 km2, we report that tree species richness in production forests shows positive to positively hump-shaped relationships with multiple ecosystem services. These include production of tree biomass, soil carbon storage, berry production and game production potential. For example, biomass production was approximately 50% greater with five than with one tree species. In addition, we show positive relationships between tree species richness and proxies for other biodiversity components. Importantly, no single tree species was able to promote all services, and some services were negatively correlated to each other. Management of production forests will therefore benefit from considering multiple tree species to sustain the full range of benefits that the society obtains from forests.
25	1	40600	生物多様性保全機能	その他			2024	Takashi Masaki	JOURNAL OF FOREST RESEARCH 2024, VOL. 29, NO. 5, 374-382	How long do tree seeds survive in soil seedbanks? A multi-species comparison in an old-growth deciduous temperate forest	温帯落葉樹原生林の土壌種子バンクにおける樹木の種子のパフォーマンスを、苗木として発芽した種子の総割合(PTOTAL)と、苗木として発芽する前の土壌に存在した平均時間(TAVERAGE)を評価。	We evaluated the performance of tree seeds in the soil seedbank of a temperate deciduous oldgrowth forest with respect to the total proportion of seeds that emerged as seedlings (PTOTAL) and the average time seeds were in the soil prior to emergence as seedlings (TAVERAGE). We analyzed 12 years of data on the seed dispersal and seedling emergence of 16 important tree species collected from more than 100 seed traps and quadrats. Using these estimates, we assessed whether seed banking is an effective regeneration strategy in forests compared to other life-history strategies. Persistence in the soil did not necessarily increase overall seed mortality. Phylogenetic constraints played a limited role in variations in PTOTAL and TAVERAGE among species, likely due to pronounced differences between closely related species. Estimated values of TAVERAGE were mostly less than 1.5 years. Some species had a PTOTAL greater than 0.20, despite having seeds with no known physical or chemical protection mechanisms. Seed size was not associated with seed performance. By contrast, greater per capita fecundity appeared to compensate for lower performance of banked seeds. Contrary to our expectations, species with longer TAVERAGE values exhibited higher seedling survivorship, implying an absence of trade-offs between seed banking and seedling banking, and even implying a synergy between these strategies. In old-growth forests, seeds stored in soil seedbanks likely provide a buffer during years with little or no seed production; however, seedbanks may not promote adequate regeneration following natural or artificial large-scale disturbances that remove parent trees. KEYWORDS deciduous forest; old-growth forest; phylogeny; seedbank; tree regeneration
26	1	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2020	Keiichi Fukaya	NATURE COMMUNICATIONS (2020) 11:1695	Integrating multiple sources of ecological data to unveil macroscale species abundance	種の個体数のマクロスケールパターンを推定するための階層的モデリング手法を開発した。この手法を用いることで、亜熱帯から温帯の生物系にまたがる東アジアの島々にて、10kmのグリッドスクエア解像度で1248種の木本類の絶対個体数を推定可能。	The pattern of species abundance, represented by the number of individuals per species within an ecological community, is one of the fundamental characteristics of biodiversity. However, despite their obvious significance in ecology and biogeography, there is still no clear understanding of these patterns at large spatial scales. Here, we develop a hierarchical modelling approach to estimate macroscale patterns of species abundance. Using this approach, estimates of absolute abundance of 1248 woody plant species at a 10-km-gridsquare resolution over East Asian islands across subtropical to temperate biomes are obtained. We provide two examples of the basic and applied use of the estimated species abundance for (1) inference of macroevolutionary processes underpinning regional biodiversity patterns and (2) quantitative community-wide assessment of a national red list. These results highlight the potential of the elucidation of macroscale species abundance that has thus far been an inaccessible but critical property of biodiversity.

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
27	1	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2023	Felix Storch	Annals of Forest Science (2023) 80:3	Linking structure and species richness to support forest biodiversity monitoring at large scales	ドイツ国有林の森林調査属性データを基に開発された林分構造多様性指数の算出に用いられた変数が森林生息植物種の豊かさと比較可能かを検討。	Key message: Authors have analyzed the possible correlation between measurements/indicators of forest structure and species richness of many taxonomic or functional groups over three regions of Germany. Results show the potential to use structural attributes as a surrogate for species richness of most of the analyzed taxonomic and functional groups. This information can be transferred to large-scale forest inventories to support biodiversity monitoring. Context: We are currently facing a dramatic loss in biodiversity worldwide and this initiated many monitoring programs aiming at documenting further trends. However, monitoring species diversity directly is very resource demanding, in particular in highly diverse forest ecosystems. Aims: We investigated whether variables applied in an index of stand structural diversity, which was developed based on forest attributes assessed in the German National Forest Inventory, can be calibrated against richness of forestdwelling species within a wide range of taxonomic and functional groups. Methods: We used information on forest structure and species richness that has been comprehensively assessed on 150 forest plots of the German biodiversity exploratories project, comprising a large range of management intensities in three regions. We tested, whether the forest structure index calculated for these forest plots well correlate with the number of species across 29 taxonomic and functional groups, assuming that the structural attributes applied in the index represent their habitat requirements. Results: The strength of correlations between the structural variables applied in the index and number of species within taxonomic or functional groups was highly variable. For some groups such as Aves, Formicidae or vascular plants, structural variables had a high explanatory power for species richness across forest types. Species richness in other taxonomic and functional groups (e.g., soil and root-associated fungi) was not explained by individual structural attributes of the index. Results indicate that some taxonomic and functional groups depend on a high structural diversity, whereas others seem to be insensitive to it or even prefer structurally poor stands. Conclusion: Therefore, combinations of forest stands with different degrees of structural diversity most likely optimize taxonomic diversity at the landscape level. Our results can support biodiversity monitoring through quantification of forest structure in large-scale forest inventories. Changes in structural variables over inventory periods can indicate changes in habitat quality for individual taxonomic groups and thus points towards national forest inventories being an effective tool to detect unintended effects of changes in forest management on biodiversity.
28	9	40600	生物多様性保全機能	その他			2023	Christina Carrero	Plants People Planet. 2023;5:600-616.	Data sharing for conservation: A standardized checklist of US native tree species and threat assessments to prioritize and coordinate action	アメリカ本土に存在するすべての樹木種の更新チェックリストを作成。	Summary: · The Global Tree Assessment aims to complete threat assessments for all the world's ~60,000 tree species, but most species native to the continental United States had either never been assessed or were outdated on the two most widely used threat assessment platforms in the United States, International Union for the Conservation of Nature (IUCN) Red List and NatureServe. There was also no coordinated mechanism for sharing data between these platforms, resulting in missing, duplicated, or outdated information. · We (1) created an updated checklist of all tree species native to the contiguous United States based on the standardized Global Tree Assessment tree definition, (2) created over 700 new or updated IUCN Red List assessments and NatureServe Global Ranks, and (3) developed a replicable assessment data sharing process. · We present an updated checklist of native US trees that includes 881 species from 269 genera, with Quercus and Crataegus as the most species-rich tree genera. We present the first country-wide analysis of tree extinction risk, patterns of geographic and taxonomic diversity, and leading threats. An estimated 11-16% of US tree species are threatened with extinction, with the most common threat being invasive and problematic pests and diseases. We introduce a “crosswalk” process for efficient, large-scale data sharing between the IUCN Red List and NatureServe, using IUCN Red List Species Information Service (SIS) Connect, which can be applied to other taxonomic groups in North America. · The checklist, threat assessments, and crosswalk methodology represent a significant advancement in prioritizing conservation action for at-risk tree species and restoration of forests in the United States, supporting the global goals of the United Nations Decade for Ecosystem Restoration and the Global Tree Assessment effort.

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
29	1	40600	生物多様性保全機能	その他			2006	Takuo Nagaike	Forest Ecology and Management Volume 236, Issues 2-3, 1 December 2006, Pages 278-285	Changes in plant species diversity over 5 years in Larix kaempferi plantations and abandoned coppice forests in central Japan	5年間の森林の階層構造変化を、カラマツ人工林と放棄広葉樹二次林(薪炭林)で調査し比較検討した。	We studied the forest layers (understory and overstory) of two forest types (Larix kaempferi plantation and secondary, broad-leaved, abandoned coppice forest) according to stand development in order to examine differences in the changes in plant species diversity over the 5 years from 1999 to 2004. Increased stem density in the plantations had decreased the species diversity in the overstory, whereas species diversity in the understory was stable. However, species replacement was greater in the understory than in the overstory for both forest types. In the understory of both forest types, more small-animal-dispersed species and tall tree species had colonized, and the frequency of occurrence of some bird-dispersed tall tree species had increased. These results support our previous studies, which used a chronosequence approach and found that older plantations contained more animal-dispersed tall tree species than young plantations.
30	1	40740	生物多様性保全機能	人工林の生物多様性	その他		2021	Nobuhiro Akashi	Forest Ecology and Management Volume 497, 1 October 2021	Effect of forest management on understory vascular plants in planted Abies sachalinensis forests	北海道の47～61年生のトドマツ人工林と隣接する天然林について下層維管束植物を調査した。人工林の多様性は隣接天然林による。	The montane region of Hokkaido, northern Japan, was originally dominated by mixed forests of broad-leaved trees and conifers. Since the 19th century, human disturbance has eliminated most of the original conifers. During the second half of the 20th century, after the clearcutting of the degraded natural forests dominated by broad-leaved species, the native conifer species Abies sachalinensis was planted. We have investigated the understory vascular plants in mature planted A. sachalinensis stands (aged 47-61 years) and in neighboring natural stands to identify the importance of the planted conifer forests as habitats for understory species. Often the planted A. sachalinensis forests are mixed with broad-leaved trees retained in the planted area. Species composition was associated with elevation, thinning history, and overstory types (evergreen conifers or deciduous broad-leaved trees), and split into six community types using the non-metric multidimensional scaling (nMDS) analysis. The understories of the stands dominated by broad-leaved trees were commonly covered with Sasa spp. and the species richness was low. At the same time, some species exhibit a positive association with the basal area of the broad-leaved trees and coverage of Sasa spp. Alternatively, the closed canopies of the A. sachalinensis kept Sasa from dominating the understory. Variable thinning operations can also lead to provide a variety of habitats for understory plants. Thus, planted conifer forests can provide habitats for various understory plants through the diversity of forest management, such as retention of broad-leaved trees and thinning operations.
31	1	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2018	Yude Pan	Forest Ecosystems (2018) 5:14	Forest biodiversity, relationships to structural and functional attributes, and stability in New England forests	米国農務省森林局の森林インベントリおよび分析(FIA)データを活用し、ニューイングランドの森林における森林生物多様性とBEFの調査を実施し、生物多様性モデルによりデータ解析を行った。	Background: Forest biodiversity is the foundation of many ecosystem services, and the effect of biodiversity on ecosystem functioning and processes (BEF) has been a central issue in biodiversity studies. Although many hypotheses have been developed to interpret global gradients of biodiversity, there has not been complete agreement on mechanisms controlling biodiversity patterns and distributions. Differences may be due to limited observation data and inconsistencies of spatial scales in analysis. Methods: In this study, we take advantage of USDA Forest Service forest inventory and analysis (FIA) data for exploring regional forest biodiversity and BEF in New England forests. The FIA data provide detailed information of sampled plots and trees for the region, including 6000 FIA plots and more than 33,000 individual trees. Biodiversity models were used to analyze the data. Results: Tree species diversity increases from the north to the south at a rate about 2-3 species per latitudinal degree. Tree species diversity is better predicted by tree height than forest age or biomass. Very different distribution patterns of two common maple species, sugar maple (Acer saccharum) and red maple (Acer rubrum), highlight the vulnerability of sugar maple and its potential replacement by red maple on New England landscapes. Red maple generally already outperforms sugar maple, and will likely and continuously benefit from a changing climate in New England. Conclusions: We conclude that forest structure (height) and resources (biomass) are more likely foundational characteristics supporting biodiversity rather than biodiversity determining forest productivity and/or biomass. The potential replacement of red maple for sugar maple in the New England areas could affect biodiversity and stability of forest ecosystem functioning because sugar maple plays important ecological roles distinct from red maple that are beneficial to other tree species in northern hardwood forests. Such a change may not affect forest resilience in terms of forest productivity and biomass as these are similar in red maple and sugar maple, however, it would almost certainly alter forest structure across the landscape. Keywords: Forest biodiversity, Biodiversity effect on function (BEF), New England, Forest inventory data, Species diversity, Latitudinal diversity gradient, Forest stability of ecosystem functioning, Forest resilience, Sugar maple, Red maple, Changing climate.

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
32	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		2012	Takuo Nagaike	Forest Ecology and Management Volume 283, 1 November 2012, Pages 48-55	Interactive influences of distance from seed source and management practices on tree species composition in conifer plantations	スギ人工林の侵入樹種について、近隣天 然林からの距離との関係を調査分析。	To examine which factors (i.e., distance from seed source and management practices) interactively affect habitat affinity, functional traits and strata (size categories) of naturally regenerated tree species in conifer plantations, we studied tree species composition in <i>Cryptomeria japonica</i> (sugi) plantations that differed in their management history and proximity to natural forests in central Japan. Although distance from natural forests (i.e., seed source) to plantations was an important variable for colonization of plantations by naturally regenerated trees, we found that the effects of management (e.g., number of rotations) were stronger than distance from natural forests. Interactive effects of management and distance from natural forests on species composition in plantations were observed. Some habitat affinity and functional traits, particularly seed dispersal traits of naturally regenerated tree species were related to this distance. Species composition of large and small saplings of naturally regenerated tree species in plantations located near natural forests resembled those of the tree layer of natural forests; however, the species composition in the tree layer in plantations was not similar. If such saplings successfully developed into the plantation canopy, the conversion of plantations would meet ecological restoration targets. Because this study showed that management variables strongly influence naturally regenerated trees in plantations, management decision-making for successful ecological restoration should consider not only distance from seed sources but also management practices. Highlights ► We studied the tree species composition in conifer plantations in Japan. ► Seed dispersal traits of naturally regenerated tree species were related to distance from source forests. ► Distance from natural forests to plantations was not always the most influential variable. ► Management practices interact with the effects of distance from a natural forest.
33	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		2020	Yuki Negishi	Forest Ecology and Management Volume 468, 15 July 2020, 118184	Role of thinning intensity in creating mixed hardwood and conifer forests within a <i>Cryptomeria japonica</i> conifer plantation: A 14-year study	14年間の調査の結果、人工林の強度間伐 が針広混交林を迅速に形成する。	For managers of conifer plantations, conversion to mixed hardwood and conifer forests is an important management goal. However, the extent to which thinning intensity affects stand volume and timber quantity and quality remains unclear. We investigated the growth of conifer and hardwood trees over 14 years (at 5 and 9 years after the first and second thinning operations, respectively) under unthinned (Control), 33% thinned (Weak), and 67% thinned (Intensive) treatments in a <i>Cryptomeria japonica</i> plantation. The diameter growth of both conifers and hardwoods, stand volume of hardwoods, and relative increment of stand volume of conifers increased with greater thinning intensity in the order of Control < Weak < Intensive, whereas the reverse was observed for the stand volume of conifers, dead conifer trees, and total yield of stand volume (i.e., gross production). These results suggest that intensive thinning can create large conifers and hardwoods, but reduces gross production. Mean annual tree ring width (ATRW), consistency of ATRW value, and mean crown ratio increased with increasing thinning intensity in the order of Control < Weak < Intensive, while height-to-diameter ratio (i.e., slenderness) showed the opposite trend. These findings suggest that timber quality (e.g., wood density, stiffness, visual grading) was better under Weak than under Intensive thinning. However, the production of large conifer timbers with homogeneous ATRW may offset reductions in quality. This study suggests that intensive thinning is a reliable method for rapidly creating mixed hardwood-conifer forests at the canopy level and producing large timbers of both conifer and hardwood species, whereas weak thinning is suitable for producing high-quality conifer timbers and maintaining net primary production, although repeated thinning is necessary.

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
34	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		2012	Kenji Seiwa	Forest Ecology and Management Volume 269, 1 April 2012, Pages 177-187	Roles of thinning intensity in hardwood recruitment and diversity in a conifer, <i>Cryptomeria japonica</i> plantation: A 5-year demographic study	5年間の調査の結果、人工林の強度間伐は下層林木種を増加させ、針広混交林の可能性を増加させる。	To evaluate the role of thinning intensity in increasing hardwood diversity in managed coniferous forests, we investigated the effects of environmental changes caused by thinning on the seedling demography (i.e. seedling emergence, survival, and growth) of hardwood species for 5 years after thinning in 67% thinned (Intensive), 33% thinned (Weak), and unthinned treatments (Control) in a <i>Cryptomeria japonica</i> plantation in northern Japan. Intensive thinning strongly increased light and soil temperature but reduced litter accumulation, thus facilitating seed germination, seedling emergence, and seedling survival of primarily early- and mid-successional species compared to late-successional species. As a result, more early- and mid-successional species were observed in Intensive compared to Weak and Control, whereas the number of late-successional species did not differ among thinning intensities. Thus, the number of species was greatest in Intensive but lowest in Control throughout the 5 years. However, Shannon's diversity index (H') did not strongly differ among thinning intensities, largely due to the predominance of the mid-successional species <i>Cornus controversa</i>, particularly in Intensive. In Control and Weak, both seedling survival and height were often greater for advance regeneration than for seedlings newly emerged in the year following thinning, whereas neither variable differed between advance regeneration and seedlings newly emerged in Intensive, mainly due to selective predation of advance regeneration by mammalian herbivores. These results suggest that the future composition of hardwoods can be roughly predicted by the composition of advance regeneration in Weak but by the composition of both advance regeneration and seedlings newly emerged in Intensive. When comparing large individuals (height >1.5 m), the number of species was greatest in Intensive in 2008, 5 years post-thinning, primarily due to rapid vertical growth regardless of successional status. These results suggest that within a <i>C. japonica</i> plantation, a canopy-level mixed conifer-hardwood forest would be more probable and occur more rapidly in Intensive compared to Weak. In Weak, enhanced species diversity would likely be restricted to the understorey layer because of the slower growth rate and lower survival rate of hardwood seedlings caused by the more rapid deterioration of favourable environmental conditions. Highlights ► We evaluated the role of thinning intensity in species diversity in a conifer plantation. ► Intensive thinning (67%) strongly increases environmental conditions. ► Environmental improvement facilitates establishment of pioneer species. ► More early- and mid-successional species are observed in Intensive thinning. ► Number of species is greatest in Intensive but lowest in Control.
35	1	40600	生物多様性保全機能	その他			2023	Kawata, Naoto	Forest Research, 28(5):345-352	Secondary succession of an unmanaged coppice woodland adjacent to late-successional, lucidophyllous forest in western Japan	照葉樹林に隣接する放棄二次林(里山)の種構成、林分構造を調査し、放棄後の遷移過程を調査・分析。	The combined effects of management history and ecosystem connectivity make it difficult to predict future dynamics of abandoned, unmanaged ecosystems. In Japan, unmanaged, secondary forests (satoyama) face risk of arrested or diverted succession, due to extensive human influence across the landscape. Proximity to climax forests, which function as seed sources could determine the course of succession of abandoned satoyama. Here, we investigated spatial/temporal variation of species composition and stand structure of abandoned satoyama adjacent to a mature lucidophyllous forest in warm-temperate Japan to elucidate the course of succession after abandonment. Two study plots were established in the unmanaged, secondary forest at varying distances from the mature lucidophyllous forest. We calculated vegetation similarity indices among the plots to elucidate spatial variation and temporal change of species composition and stand structure and visualized relationships using nMDS (non-metric multidimensional scaling) ordination. Over the past 15 years, species composition and stand structure of the secondary forest changed following the normal sere of succession. This was because shade-intolerant shrubs, such as <i>Rhododendron</i> were replaced by recruitment of climax species originating from the lucidophyllous forest. However, <i>Quercus serrata</i> (deciduous oak) and shade-intolerant evergreen trees continued to dominate the upper-canopy. Although the adjacent lucidophyllous forest is an effective seed source for recruitment of climax species, it may take several decades for the secondary forest to reach late-successional composition and structure, due to legacy effects of past management. Keywords: traditional forest management, legacy effects, plagiosere, forest fragmentation,

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
36	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		2003	Satoshi Ito	J For Res (2003) 8:49-57 The Japanese Forestry Society and Springer-Verlag Tokyo	Species richness in sugi (<i>Cryptomeria japonica</i> D. DON) plantations in southeastern Kyushu, Japan: the effects of stand type and age on understory trees and shrubs スギ人工林における木本植物の種多様性	スギ人工林における木本植物の種多様性	The species richness of trees, shrubs and climbing plants was investigated in 41 sugi (<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don) plantations of different stand age and area in southern Kyushu, southwestern Japan. Altogether 174 species were found, of which 145 infrequent species were selected for analysis. Two groups were extracted from the species list according to their occurrence in older (49 spp.) or younger (28 spp.) stands, the latter containing a higher percentage of climbing plants and species with wind-dispersed seeds. In contrast, the older stand group contained major tree components typical of seminatural, evergreen broadleaved forests in the region and was more heavily dependent on stand age, especially for species with gravity- and frugivore-dispersed seeds, showing a gradual increase up to 60 years old. The species richness was less correlated with edge perimeter facing seminatural forests and the years after latest thinning. The juxtaposition of plantation compartments with stands of seminatural forest or other plantations, as well as the compartment's origin as former plantation site or a seminatural stand, had relatively little influence on species richness. However, topographic variation was important in determining the species composition, with valley stands having higher species richness and containing many plants typical of the regional seminatural forests. These results suggest that (1) the major trend of species richness is determined by the presence of old stand type species, (2) topographic variation of species richness remains even after establishment of plantations, and (3) the normal rotation period of sugi plantations (35-40 years) may therefore be too short to conserve the maximum potential species diversity within the working forest. Key words Edge effects · Stand ages · Previous stand type · Seed dispersal · Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don)
37	9	41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2024	The Statutory Biodiversity Metric User Guide	www.gov.uk/government/publications	The Statutory Biodiversity Metric User Guide	英国の生物多様性指標計算ツールの利用ガイド。	Purpose of this guidance This document provides guidance to support a competent person (assessor or reviewer) using the statutory biodiversity metric calculation tool (hereafter referred to as the biodiversity metric tool). This guidance has been developed to provide essential information on how to input the relevant data values into the biodiversity metric tool. It is recommended this guidance is read in full before using the biodiversity metric tool.
38	1	41011	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	気象害	2004	Takashi Masaki	Forest Ecology and Management Volume 194, Issues 1-3, 14 June 2004, Pages 389-401	Structure and dynamics of tree populations within unsuccessful conifer plantations near the Shirakami Mountains, a snowy region of Japan	白神山地におけるスギ人工林(20年生)と在来広葉樹について積雪被害後の遷移過程を調査・分析。	At plantations of the evergreen conifer <i>Cryptomeria japonica</i> (ca. 20 years old) damaged by heavy snow, the growth of planted trees, composition of colonizing native hardwoods, and successional trends of tree populations were investigated. The study site of ca. km was established in 1998 within a river basin contiguous to the Shirakami Mountains which was registered as a World Natural Heritage site. This site was originally covered with old-growth forests of <i>Fagus crenata</i> . Twenty-one plots (each 400 m ²) were established (11 in the plantations and 10 in adjacent remnant natural forests) and a census of trees was conducted in 1998 and in 2000. During this period, the mean basal area slightly decreased from 39.8 to 38.8 m ² ha ⁻¹ in the natural forests. In the plantations, the mean basal area increased from 15.3 to 20.3 m ² ha ⁻¹ . Only focusing on <i>C. japonica</i> , the value changed from 11.4 to 14.2 m ² ha ⁻¹ , which was smaller than expected in the management table for this district (14.5-22.5 m ² ha ⁻¹ on average). The smaller basal area of the plantations had resulted from a high mortality of <i>C. japonica</i> . That was caused by damage from heavy snow falls during winter, especially on east-facing slopes. This was considered to have resulted from spatial variation in snow depth depending on slope aspect. Native hardwoods had colonized the resulting openings in the plantations, and increased their basal area more rapidly than the planted conifers. They presently occupy 29% of the total basal area of the plantations on average. The composition of native hardwoods differed between the natural forests and the plantations; climax species occupied a significantly larger proportion of the basal area in the natural forests (e.g., <i>F. crenata</i>) and pioneer species had greater importance in the plantations (e.g., <i>Pterocarya rhoifolia</i> , <i>Swida controversa</i> , <i>Phellodendron amurense</i>). Pioneers in the plantations tended to distribute on the east-facing slopes, probably reflecting higher number of openings created there. As the result of the natural succession, tree communities in the plantations are expected to become dominated by climax species, but it will take quite a long time.

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
39	1	40600	生物多様性保全機能	その他			2021	Robin M. Hayward	Forest Ecology and Management Volume 488, 15 May 2021, 119036	Three decades of post-logging tree community recovery in naturally regenerating and actively restored dipterocarp forest in Borneo	ボルネオの熱帯雨林における択伐の影響の調査・分析報告。	Selective logging has affected large areas of tropical forests and there is increasing interest in how to manage selectively logged forests to enhance recovery. However, the impacts of logging and active restoration, by liberation cutting and enrichment planting, on tree community composition are poorly understood compared to trajectories of biomass recovery. Here, we assess the long-term impacts of selective logging and active restoration for biomass recovery on tree species diversity, community composition, and forest structure. We censused all stems ≥ 22 cm diameter at breast height (DBH) on 46 permanent plots in unlogged, primary forest in the Danum Valley Conservation Area (DVCA; 12 plots, totalling 0.6 ha) and in sites logged 23-35 years prior to the census in the Ulu Segama Forest Reserve adjacent to DVCA (34 plots, totalling 1.7 ha) in Sabah, Malaysian Borneo. Active restoration treatments, including enrichment planting and climber cutting, were implemented on 17 of the logged forest plots 12-24 years prior to the census. Total plot-level basal area and pole (5-10 cm DBH) stem density were lower in logged than unlogged forests, however no difference was found in stem density amongst saplings (2-5 cm DBH) or established trees (≥ 10 cm DBH). Neither basal area, nor plot-level stem density varied with time since logging at any size class, although sapling and pole stem densities were lower in actively restored than naturally regenerating logged forest. Sapling species diversity was lower in logged than unlogged forest, however there were no other significant effects of logging on tree species richness or diversity indices. Tree species composition, however, differed between logged and unlogged forests across all stem size classes (PERMANOVA), reflected by 23 significant indicator species that were only present in unlogged forest. PERMANOVA tests revealed no evidence that overall species composition changed with time since logging or with active restoration treatments at any size class. However, when naturally regenerating and actively restored communities were compared, two indicator species were identified in naturally regenerating forest and three in actively restored forests. Together our results suggest that selective logging has a lasting effect on tree community composition regardless of active restoration treatments and, even when species richness and diversity are stable, species composition remains distinct from unlogged forest for more than two decades post-harvest. Active restoration efforts should be targeted, monitored, and refined to try to ensure positive outcomes for multiple metrics of forest recovery. Keywords: Selective logging, Tropical forest, Lowland rain forest, Silviculture, Enrichment planting, Species diversity
40	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	杉田久志他3名	日林誌 (2015)97:296-303	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	岩手県雫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。	岩手県雫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。 岩手県雫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。
41	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高齡級林、林齡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した。	奈良県川上村にある高齡級林、林齡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した。

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要	
42	1	40600	生物多様性保全機能	その他			2012	斎藤智之他3名	日林誌(2012)94:175-181	チマキザサの現存量および成長特性のギャップから林内にかけての変化	ササが弱光環境である林床でも繁茂できるメカニズムを光強度の分布とササの現存量の分布パターンの違いから検討するため、ギャップから周囲の林内に向けて開空度とチマキザサの現存量を連続的に調べ、光環境とササの現存量および成長特性との関係を解析した。開空度はギャップからの距離依存性が強い変化パターンを示した。チマキザサの現存量は開空度よりも、むしろギャップからの距離に強く依存しており、ギャップで最大となり、ギャップ縁まで緩やかに低下するが林内では一定になった。林内において開空度には変異があったが、ササの現存量はその変異に依存的にはならなかった。この現象には主に二つの解釈が考えられる。一つは、ササが弱光下でも高い同化能力を持っているためであり、成長特性の結果は弱光環境下の光強度に適応していることを示している。二つ目は、その周辺ラメットからの同化産物の転流(生理的統合)によって成長量が補償されている可能性を示唆している。 キーワード:光、成長解析、ササ、クローナル植物、生理的統合	ササが弱光環境である林床でも繁茂できるメカニズムを光強度の分布とササの現存量の分布パターンの違いから検討するため、ギャップから周囲の林内に向けて開空度とチマキザサの現存量を連続的に調べ、光環境とササの現存量および成長特性との関係を解析した。開空度はギャップからの距離依存性が強い変化パターンを示した。チマキザサの現存量は開空度よりも、むしろギャップからの距離に強く依存しており、ギャップで最大となり、ギャップ縁まで緩やかに低下するが林内では一定になった。林内において開空度には変異があったが、ササの現存量はその変異に依存的にはならなかった。この現象には主に二つの解釈が考えられる。一つは、ササが弱光下でも高い同化能力を持っているためであり、成長特性の結果は弱光環境下の光強度に適応していることを示している。二つ目は、その周辺ラメットからの同化産物の転流(生理的統合)によって成長量が補償されている可能性を示唆している。 キーワード:光、成長解析、ササ、クローナル植物、生理的統合	
43	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		2019	伊東宏樹他6名	「森林総合研究所研究報告」(Bulletin of FFPRI) Vol.18-No.4 (No.452) 355-368 December 2019	トドマツ人工林伐採後の地がきによるカンパ等の更新への効果	トドマツ人工林の主伐後に地がきによってカンパ類など高木性樹種の天然更新を図る際に、稚樹密度に影響を及ぼす要因を特定することを目的として、北海道内5カ所に試験地を設定した。	トドマツ人工林の主伐後に地がきによってカンパ類など高木性樹種の天然更新を図る際に、稚樹密度に影響を及ぼす要因を特定することを目的として、北海道内5カ所に試験地を設定した。 キーワード:カンパ類、散布種子密度、地がき、天然更新、稚樹密度	トドマツ人工林の主伐後に地がきによってカンパ類など高木性樹種の天然更新を図る際に、稚樹密度に影響を及ぼす要因を特定することを目的として、北海道内5カ所に試験地を設定した。そして、地がきの有無、競合する植生の群落高、またカンパ類については周囲の成木からの距離と稚樹密度との関係を解析した。その結果、(1) 地がきは稚樹密度に正の影響を及ぼし、(2) 植生の群落高は稚樹密度に負の影響を及ぼし、(3) 地がきは植生の群落高に負の影響を及ぼしていた。また、(4) カンパ類の稚樹密度は、カンパ類成木からの距離が遠くなるほど低くなっていた。しかし、カンパ類の稚樹密度は既往の研究例と比較すると低く、今回の地がき試験地におけるカンパ類による天然更新の可能性は高いとはいえなかった。その理由として、散布種子密度が低かった可能性が考えられた。 キーワード:カンパ類、散布種子密度、地がき、天然更新、稚樹密度
44	2	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2003	崎尾均	日林誌85(4)2003	ニセアカシア(Robinia pseudocacia L.)は溪畔域から除去可能か?	生物多様性に影響を与えている帰化植物ニセアカシアを除去し在来樹種による溪畔林の再生を目的とした。	本研究は生物多様性に影響を与えている帰化植物ニセアカシアを除去し在来樹種による溪畔林の再生を目的とした。1997年2月に荒川上流の溪畔域に分布するニセアカシアを伐採除去し、すでに中下層木として侵入している在来樹種の林分に転換できるかどうか検討した。ニセアカシアの伐採後、切株や地下の水平根から1個体当たり平均49.5本の萌芽が発生した。水平根からの萌芽は、土壌深11cm以内の浅いところから発生した。伐採後に、相対照度と林冠の空隙率は増加したが、中下層木として侵入していた在来の溪畔林構成樹種の枝葉の伸張によって、5年間で伐採前の値にもどった。その結果、これらの萌芽は年々減少し5年後には大部分の萌芽が枯死した。このように、在来樹種が中下層木として混交しているニセアカシアの林分では、伐採によって比較的たやすくニセアカシアを除去することが可能であった。 キーワード:溪畔林、根萌芽、再生、ニセアカシア、光環境	本研究は生物多様性に影響を与えている帰化植物ニセアカシアを除去し在来樹種による溪畔林の再生を目的とした。1997年2月に荒川上流の溪畔域に分布するニセアカシアを伐採除去し、すでに中下層木として侵入している在来樹種の林分に転換できるかどうか検討した。ニセアカシアの伐採後、切株や地下の水平根から1個体当たり平均49.5本の萌芽が発生した。水平根からの萌芽は、土壌深11cm以内の浅いところから発生した。伐採後に、相対照度と林冠の空隙率は増加したが、中下層木として侵入していた在来の溪畔林構成樹種の枝葉の伸張によって、5年間で伐採前の値にもどった。その結果、これらの萌芽は年々減少し5年後には大部分の萌芽が枯死した。このように、在来樹種が中下層木として混交しているニセアカシアの林分では、伐採によって比較的たやすくニセアカシアを除去することが可能であった。 キーワード:溪畔林、根萌芽、再生、ニセアカシア、光環境
45	2	40600	生物多様性保全機能	その他			2018	鮎川和泰他9名	Journal of Ecotechnology Research, 19[1], 1-8 (2018)	ヤクシマカワゴロモの生息域とその一次生産が溪流水質へ与える影響	屋久島に生息するヤクシマカワゴロモの生息条件、成長過程を観察し、水質調査により分析。	Despite the fact that many rivers exist in Yakushima island, Hydrobryum puncticulatum inhabits only in the middle stream of Issoh River. To clarify their habitat condition and growth process, a multi water quality meter was installed in the middle stream of Issoh River where Hydrobryum puncticulatum was observed. During the summer season, the pH value of daytime showed about 0.4 higher than that of night time, indicating that the daytime H ⁺ concentration was 2.5 times higher than the night time H ⁺ concentration. Issoh River has a high stream velocity due to its steepish slope. Therefore, photosynthetic species such as algae are difficult to live in Issoh River. The difference in the H ⁺ concentration between daytime and night time may be attributed to photosynthetic activity by Hydrobryum Japonicum. Other factors than Hydrobryum puncticulatum habitation could be the water temperature and stream velocity in the upper stream, and salinity in the downstream. Key Words: Hydrobryum puncticulatum; Primary Production; Variation of Water Quality; Mountain Stream; Hyper-Oligotrophic State	Despite the fact that many rivers exist in Yakushima island, Hydrobryum puncticulatum inhabits only in the middle stream of Issoh River. To clarify their habitat condition and growth process, a multi water quality meter was installed in the middle stream of Issoh River where Hydrobryum puncticulatum was observed. During the summer season, the pH value of daytime showed about 0.4 higher than that of night time, indicating that the daytime H ⁺ concentration was 2.5 times higher than the night time H ⁺ concentration. Issoh River has a high stream velocity due to its steepish slope. Therefore, photosynthetic species such as algae are difficult to live in Issoh River. The difference in the H ⁺ concentration between daytime and night time may be attributed to photosynthetic activity by Hydrobryum Japonicum. Other factors than Hydrobryum puncticulatum habitation could be the water temperature and stream velocity in the upper stream, and salinity in the downstream. Key Words: Hydrobryum puncticulatum; Primary Production; Variation of Water Quality; Mountain Stream; Hyper-Oligotrophic State
46	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	2022	國崎貴嗣他2名	日林誌(2022) 104: 223-228	過密なスギ壮齡人工林における間伐効果―一樹冠長と胸高直径成長量に基づく分析―	(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±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ると考えられる。 キーワード:過密壮齡林、間伐、胸高直径成長量、樹冠長	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±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ると考えられる。 キーワード:過密壮齡林、間伐、胸高直径成長量、樹冠長	
47	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	2021	國崎貴嗣他1名	日林誌(2021) 103: 285-290	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林分における林齢134~175年の林分成長経過を、斜面区と平坦区別に調べた。	過密なスギ老齡人工林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10m3/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20m3/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、相対幹距比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、20m3/ha/年前後になることが確認された。 キーワード:過密老齡林、間伐効果、地位、林分材積純成長量	過密なスギ老齡人工林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10m3/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20m3/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、相対幹距比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、20m3/ha/年前後になることが確認された。 キーワード:過密老齡林、間伐効果、地位、林分材積純成長量

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
48	1	40600	生物多様性保全機能	その他			1991	玉泉 幸一郎 他1名	九州大学農学部演習林報告. 64, pp.13-28, 1991-03-25	海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの根萌芽の分布とその形態的特徴	海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアについて水平根および根萌芽の分布を調査し、根萌芽の発生機構を検討するとともに、根萌芽の形態的特徴を組織学的に研究した。	海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアについて水平根および根萌芽の分布を調査し、根萌芽の発生機構を検討するとともに、根萌芽の形態的特徴を組織学的に研究した。ニセアカシアの水平根は土壌深10cm程に広く分布し、根萌芽はこの水平根上に発生した。水平根の最大長は60.9mで伸長速度は平均1.64m/年と推定された。調査区内で生育するニセアカシア個体143本のうち根萌芽で繁殖したと考えられる個体は142本で、ほとんどの個体が根萌芽由来であった。これらの根萌芽の発生時期は、その年輪数が水平根の年輪数にほぼ一致することから、水平根が新しく伸長した年であると考えられた。また、その年齢構成は連続的であることから、毎年継続して発生していると判断された。これらの結果から、ニセアカシアの根萌芽は、ストレス条件下で発生する萌芽とは異なり、水平根の伸長にともない恒常的に発生する萌芽であると考えられた。水平根の切断処理により発生したすべての根萌芽は、根の中心柱から表皮に向かって伸びる維管束跡上に位置した。この維管束跡は水平根の表皮上に5本の直列線を形成しており、二次側根の分裂組織が休眠することによって形成された組織と考えられた。維管束跡の先端部には分裂組織が認められ、この分裂組織の一部には葉原基様の組織が形成されていた。これらは地上部の潜伏芽と類似した組織形態であった。自然環境下で発生した根萌芽の組織形態は切断処理で発生した根萌芽に類似したが、維管束跡が中心柱から直接肥大している点で異なり、分裂組織は休眠なしに根萌芽を形成していると考えられた。
49	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	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	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し要因について検討した。	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し要因について検討した。間伐前の立木密度は458本/ha、収量比数0.55で比較的確であり、樹冠長率は45.0%であった。間伐により立木密度は167本/ha、収量比数0.27へと低下した。間伐後に枯損した個体はなく、樹高成長速度は0.15m/年で、間伐前後で変わらなかった。胸高直径の成長速度は間伐前の0.21cm/年から0.43cm/年に増加した。間伐後の林分材積成長速度は8.20m ³ /ha/年で、間伐直前の8.55 m ³ /ha/年からあまり低下しなかった。期首直径と直径成長速度との関係では、間伐前にみられた正の相関が間伐後にみられなくなったが、間伐20年後には再びみられるようになった。個体間競争が胸高断面積成長速度に及ぼす影響は、間伐後に一方向的な競争の影響がみとめられ、樹冠を接している個体の中で最大サイズのものの成長が旺盛であった。一方、双方向的な競争関係の影響はみられなかった。以上のことから、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。 キーワード: スギ、高齢人工林、強度間伐、成長、サイズ依存、個体間競争
50	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		2014	田村淳	日林誌(2014)96:333—341	高齢級スギ・ヒノキ人工林の林床植被の多寡が択伐後の高木性樹木稚樹の更新に及ぼす影響	シカが高密度で生息する90年生のスギ・ヒノキ人工林において、同一林分内で林床植被率の異なる3試験区(低、中、高植被区)に択伐と同時に植生保護柵を設置して、択伐後2年目から5年目までと12年目に柵内外で天然更新により発生した高木性樹木の更新木を調査した。択伐後には光環境の改善とともに柵内の各試験区の林床植被率は高まり、択伐前の植被率が80%の高植被区と同程度に林床植被率が高まるまでに低植被区は4年、中植被区は1年を要した。択伐後の更新木の種数と個体数は調査した期間を通して低植被区で多く、択伐後12年目の樹高1m以上の更新木は低植被区で11,873本/ha、中植被区で7,499本/ha、高植被区で2,083本/haであった。これらの結果は、植被率が低い試験区ほど択伐後に更新木が多く発生、定着、成長したことを示している。一方、柵外では択伐後12年目には試験区による更新木の種数と個体数に差異はなく、柵内と比較すると種数と個体数ともに少なかった。シカが高密度で生息する高齢級人工林内に高木性樹木を更新させるには、上層木の密度管理だけでなく、低木の除伐や林床植生の刈り払いとシカ採食圧の排除が必要である。 キーワード: シカ、植生保護柵、択伐、天然更新、林床植被率	シカが高密度で生息する90年生のスギ・ヒノキ人工林において、同一林分内で林床植被率の異なる3試験区(低、中、高植被区)に択伐と同時に植生保護柵を設置して、択伐後2年目から5年目までと12年目に柵内外で天然更新により発生した高木性樹木の更新木を調査した。択伐後には光環境の改善とともに柵内の各試験区の林床植被率は高まり、択伐前の植被率が80%の高植被区と同程度に林床植被率が高まるまでに低植被区は4年、中植被区は1年を要した。択伐後の更新木の種数と個体数は調査した期間を通して低植被区で多く、択伐後12年目の樹高1m以上の更新木は低植被区で11,873本/ha、中植被区で7,499本/ha、高植被区で2,083本/haであった。これらの結果は、植被率が低い試験区ほど択伐後に更新木が多く発生、定着、成長したことを示している。一方、柵外では択伐後12年目には試験区による更新木の種数と個体数に差異はなく、柵内と比較すると種数と個体数ともに少なかった。シカが高密度で生息する高齢級人工林内に高木性樹木を更新させるには、上層木の密度管理だけでなく、低木の除伐や林床植生の刈り払いとシカ採食圧の排除が必要である。 キーワード: シカ、植生保護柵、択伐、天然更新、林床植被率
51	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	高齢級人工林の発達様式と施業との関係を示すため、林齢の異なる20年生から240年生までのヒノキ人工林7林分を調査し、高齢級化に伴う群集組成・林分構造の変化を考察した。	高齢級人工林の発達様式と施業との関係を示すため、林齢の異なる20年生から240年生までのヒノキ人工林7林分を調査し、高齢級化に伴う群集組成・林分構造の変化を考察した。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。 キーワード: 群集構造、高齢級人工林、種多様性、ヒノキ、林分構造

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
52	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4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いて強度の間伐を実施した後の林床植生の発達過程を明らかにした。2002 年に高知県内の2箇所の試験地(旧宮および天狗)において、処理区の設置と間伐が行なわれた。本数間伐率50% の間伐区と対照区を各試験地に設置し、天狗では間伐率25% の処理も設けた。間伐後、林床植生の優占度(被度・高さ)および種多様度の変化を6 年間にわたって観測した。	四国地方のヒノキ人工林において強度の間伐を実施した後の林床植生の発達過程を明らかにした。2002 年に高知県内の2箇所の試験地(旧宮および天狗)において、処理区の設置と間伐が行なわれた。本数間伐率50% の間伐区と対照区を各試験地に設置し、天狗では間伐率25% の処理も設けた。間伐後、林床植生の優占度(被度・高さ)および種多様度の変化を6 年間にわたって観測した。	四国地方のヒノキ人工林において強度の間伐を実施した後の林床植生の発達過程を明らかにした。2002 年に高知県内の2箇所の試験地(旧宮および天狗)において、処理区の設置と間伐が行なわれた。本数間伐率50% の間伐区と対照区を各試験地に設置し、天狗では間伐率25% の処理も設けた。間伐後、林床植生の優占度(被度・高さ)および種多様度の変化を6 年間にわたって観測した。
53	1	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2014	有本 勲他4名	哺乳類科学 54(1):19-31, 2014 19 ©日本哺乳類学会	集落周辺に生息するツキノワグマの行動と利用環境	2010 年から2011 年に7 頭のツキノワグマにGPS首輪を装着し、得られた位置情報にスイッチング状態空間モデルを適用し、移動軌跡の平滑化、および活動量センサーを併用して「移動」・「活動中の滞在」・「休息中の滞在」への行動区分を行った。	近年、ツキノワグマ(Ursus thibetanus)の分布拡大に伴い人間活動との軋轢が増加しているが、集落周辺におけるツキノワグマの生態に関する知見は限られている。そこで、2010 年から2011 年に7 頭のツキノワグマにGPS首輪を装着し、得られた位置情報にスイッチング状態空間モデルを適用し、移動軌跡の平滑化、および活動量センサーを併用して「移動」・「活動中の滞在」・「休息中の滞在」への行動区分を行った。さらに、「活動中の滞在」とされた測定点が集中した地域を現地踏査し、植生や生活痕跡を記録した。ツキノワグマは、多くの個体は夏前期および夏後期に集落に近い場所を利用し、秋期には集落から遠い場所を利用した。一方、個体によっては、これらの傾向に当てはまらない個体もみられた。集落から遠い場所では夏後期はアリ類やサクラ類の果実、秋期はミズナラの果実が多く採食されたのに対し、集落に近い場所では、夏後期はオニグルミやクリ、秋期はカキノ果実が多く採食された。また、集落の近くでは夜間の活動割合が増加した。以上より、ツキノワグマは、食物資源の分布の季節変化に応じて季節的に集落に近い場所を利用し、特に集落周辺に自然状態とは異なった状況で、特異に集中的に食物が存在する状況下では、多くの個体が集落の周辺を利用していた。
54	1	40600	生物多様性保全機能	その他			2014	東若葉他3名	日林誌(2014) 96: 75-82	照葉樹林および耕作地に隣接する管理放棄された落葉広葉樹二次林の林分構造の変化	耕作地および照葉樹林(コジイ自然林およびウバメガシ二次林)に隣接する管理放棄された落葉広葉樹二次林(コナラ二次林)において、5年間の林分構造の変化および林縁効果を調べた。	都市近郊の孤立林や放棄林ではしばしば、偏向遷移が問題視されるが、遷移の方向は周辺の景観によって異なると考えられる。本研究では耕作地および照葉樹林(コジイ自然林およびウバメガシ二次林)に隣接する管理放棄された落葉広葉樹二次林(コナラ二次林)において、5年間の林分構造の変化および林縁効果を調べた。二次林では5年間で常緑樹の個体密度および胸高断面積合計が増加し胸高直径の小さい落葉樹が枯死した。また、耕作地に面した林縁から林内に向かって、常緑樹のサイズ、個体密度および胸高断面積合計が大きくなり、落葉樹の枯死率が高くなった。境界木の多くは鳥散布型種であった。半数以上が近接するコジイ自然林の構成種であり、定着パターンが林縁に集中していなかった。そして、緑化木や外来種の侵入はなかったことから、二次林は偏向遷移していないと考えられる。今後は林内から林縁に向かって常緑樹の拡大が進み、耐陰性の高い常緑広葉樹が低木層で増加し、近接する照葉樹林に類似した林分構造へ変化すると予想される。種子供給源となる成熟林が近隣に存在する景観内では、放棄された孤立林であっても偏向遷移が起きにくいと考えられる。 キーワード:孤立林、照葉樹林、偏向遷移、林分構造
55	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	山川博美他4名	日林誌(2009) 91: 277-284	針葉樹人工林の小面積皆伐による異齡林施業が下層植生の種多様性およびその構造に及ぼす影響	小面積皆伐による異齡林施業が下層植生の種組成およびその構造に及ぼす影響を解析した。	小面積皆伐による異齡林施業が下層植生の種組成およびその構造に及ぼす影響を解析した。
56	2	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			1997	崎尾均他1名	砂防学会誌 Vol.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	溪畔林の現状を文献、事例などから紹介し、溪畔林の一般的構造と動態についての定義、多様性、攪乱(洪水等)の影響、水辺林の機能、砂防工事による影響等々、溪畔林・水辺林について幅広く解説している貴重な文献。	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きない。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。 溪畔林の現状を文献、事例などから紹介し、溪畔林の一般的構造と動態についての定義、多様性、攪乱(洪水等)の影響、水辺林の機能、砂防工事による影響等々、溪畔林・水辺林について幅広く解説している貴重な文献。

図表 2-11 生物多様性保全機能に関する文献一覧表 (17)

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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
57		41100	生物多様性保全機能	多様性評価			2021	環境省 生 物多様性及び生態系サービスの総合評価に関する検討会	環境省 生 物多様性及び生態系サービスの総合評価に関する検討会	生物多様性及び生態系サービスの総合評価 2021 (JBO3: Japan Biodiversity Outlook 3) 政策決定者向け要約報告書	生物多様性国家戦略の最終年にあたり環境省がとりまとめた報告書。	愛知目標及び生物多様性国家戦略の最終年である 2020 年は、新型コロナウイルス感染症 (COVID19) の世界的流行がもたらした人間の健康と福祉に対する脅威をきっかけに、人間の活動と地球環境の変化の係係性をこれまでも増して意識する年となった。このような背景を踏まえ、わが国の生物多様性及び生態系サービスの現状を評価するとともに、2021 年以降の新たな国際目標 (ポスト 2020 生物多様性枠組) 及び次期生物多様性国家戦略の下で取り組むべき課題を整理するため、環境省が設置した「生物多様性及び生態系サービスの総合評価に関する検討会」(座長:中静透 国立研究開発法人森林研究・整備機構理事長) が、14名の有識者の協力を得て、「生物多様性及び生態系サービスの総合評価2021 (JBO3)」を取りまとめた。
58		41012	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	病虫害	2023	楠本大他3名	日林誌(2023) 105: 103-109	千葉県鴨川市のマテバシイ林と愛知県瀬戸市のコナラ林におけるナラ枯れ被害の年次推移	千葉県鴨川市のマテバシイ林および愛知県瀬戸市のコナラ林においてナラ枯れ被害の初期から終期までの年次推移を調査した。	千葉県鴨川市のマテバシイ林および愛知瀬戸市のコナラ林においてナラ枯れ被害の初期から終期までの年次推移を調査した。カシノナガキクイムシの侵入を受けた被害木の個体数は両調査地とも最初の3〜4年間は増加したが、被害木の割合がマテバシイ林で90%、コナラ林で80%を超えると急速に被害が収まった。被害終息時、どちらの調査地も胸高直径階10cm未満の個体のほとんどは無被害だったのに対し、胸高直径階10〜20cmでは70〜80%の個体が、20cm以上の胸高直径階では90〜100%が穿入を受けていた。個体ごとの症状の年次推移をみると、コナラは前年穿入生存木だった個体の95%以上は翌年も生存したが、マテバシイは穿入生存木の20〜30%が翌年半枯れや枯死に推移し、立木の枯死への進展過程に調査地間で違いがみられた。本研究から、マテバシイ林とコナラ林のどちらの林分においても、直径10cm前後の小径木を除くほぼ全ての個体がカシノナガキクイムシの穿入を受けるとナラ枯れ被害が終息することが示唆された。 キーワード:カシノナガキクイムシ, 胸高直径, 枯死率, 被害率, ブナ科樹木
59		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	杉田久志他6名	東北森林科学会誌第8巻第1号 1〜9頁 2003	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、小岩井農場山林における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。	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パを主としてホノキ、ミズナラ、ウミズグサ、ヤマガワ、アズキナシ、アカイナシ、ミズキ、シラカンバ、ダケカンパなどが更新していた。幅20mの帯状皆伐を行い、重機による地掻きを行った白川試験地では、処理7年後にはウダイカンパを主としてシラカンバ、ミズナラ、カラマツ、アカマツ、ヤマガ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。
60		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8名	「森林総合研究所研究報告」 (Bulletin of FFPR) (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)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、中庸度間伐2区、弱度間伐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ている。試験開始後は35〜11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1,000〜2,000m 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。 キーワード:スギ人工林、成長モデル、長期モニタリング、長伐期施業、収穫量	添畑沢スギ間伐試験地は1953年(45年生)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、中庸度間伐2区、弱度間伐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ている。試験開始後は35〜11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1,000〜2,000m 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。 キーワード:スギ人工林、成長モデル、長期モニタリング、長伐期施業、収穫量
61		40600	生物多様性保全機能	その他			2019	山ノ内崇志ほか		維管束植物和名チェックリスト	在来維管束植物のリスト	本チェックリストは、和名に基づく維管束植物のリストやデータベースの利用に際し、異名を含む和名全般から標準的な和名を検討するための和名チェックリストである。学名は分類学の進展により変化することが多いのに対し、和名は比較的安定であり、データとして分類群を取り扱う上では便利である。その一方で、和名には日本語の表記上の揺らぎが存在し、標準的に使われる和名が収束していないものもある。これらのことは、制作者や制作年代が異なる多量の植物名データを比較するときの障害となる。本チェックリストには、日本産の維管束植物に加え、よく知られた外来植物および園芸植物、一部近隣国に分布する植物の和名が採録されている。また、日本国内で使用されている著名な植物種リストおよび図鑑の掲載種への紐づけを行った。
62		40600	生物多様性保全機能	その他			2025	環境省		第5次レッドリスト(植物・菌類)	日本産絶滅危惧種のリスト	環境省レッドリストは、日本に生息又は生育する野生生物を対象に、専門家で構成される検討会において生物学的観点から種の絶滅の危険度を客観的に評価してリストにまとめたものです。 絶滅危惧種の保存施策は、生物学的知見に立脚し、時機を失うことなく適切に実施する必要があるとあります。このため、環境省では、こうした施策に必要な各種の調査研究を積極的に進め、種の保存法に基づく希少野生動物植物種保存基本方針に基づいて、概ね5年ごとにレッドリストを見直しています。 第5次レッドリストでは、これまでの評価手法を変更し、全分類群で統一した評価を行うこととし、新たに「レッドリスト作成の手引」を作成して、絶滅のおそれに関する基準をより具体的に設定しました。 評価の結果、植物及び菌類における絶滅危惧種の種数は第4次レッドリストの2,270種から207種減少して2,063種となりました。

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
63	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			2010	A. Sakaiほか	Journal of Forest Research,15,316-327	Soil seed banks in a mature Hinoki (Chamaecyparis obtusa Endl.) plantation and initial process of secondary succession after clearcutting in southwestern Japan	ヒノキ人工林皆伐後に発生した広葉樹のほとんどは先駆種であったことを示した。	To profile secondary succession after clearcutting a conifer plantation, we examined the composition of the soil seed bank and the process of vegetation recovery after clearcutting a mature Hinoki (Chamaecyparis obtusa) plantation in southwest Japan. We set up two study plots and collected 25 and 26 soil samples (each 20 cm × 30 cm × 5 cm depth), respectively, in April 1999, before clearcutting. Using the seedling emergence method, we detected 500-839 buried viable seeds m ⁻² in 42-44 species. Soil seed banks in both plots contained typical pioneer species but few late-successional species. After clearfelling the plantation in June 1999, we censused seedling establishment for 4 years and the composition of the vegetation for 6 years. More than half of the seedlings emerged in the second year, suggesting that the timing of clearcutting is possibly critical to seedling establishment. Nineteen plant species disappeared after clearcutting, 40 species were retained and 43 species newly emerged after clearcutting. Most of the newly emerged species were pioneer species which originated in the soil seed bank. Seven of the pioneer species, as typified by Rubus crataegifolius, showed clonal growth from the third year after clearcutting. Japanese serow browsed the seedlings of major pioneer species, possibly affecting the process of secondary succession. Late-successional species such as Abies firma declined in coverage or disappeared after clearcutting. Our results suggest that the soil seed bank makes a major contribution to vegetation recovery after clearcutting, but possibly not to restoration of the late-successional species.
64	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			2006	A. Sakaiほか	Journal of Forest Research,11,253-265	Effects of elevation and postharvest disturbance on the composition of vegetation established after the clear-cut harvest of conifer plantations in southern Shikoku, Japan	四国の低標高の人工林伐採地ではカシヤシイなどの常緑広葉樹が更新した事例を報告した。	Large areas of previously clear-cut conifer plantations have been recently abandoned in Japan. We investigated the vegetation in the clear-cut sites and examined the environmental factors affecting species composition of the vegetation. We set up 32 study sites, each composed of several study plots (5 × 5 m), ranging from 220 m to 1060 m a.s.l. Elevation and warmth index (cumulated thermal quantity) were the primary factors affecting the species composition, with clear-cut areas showing a smaller effect in the nonmetric multidimensional scaling (NMS) ordination. Two-way indicator species analysis (TWINSPAN) divided the 32 study sites into ten vegetation groups, clustering the sites by elevation or by postharvest disturbances (i.e., replanting or browsing of Sika deer). Deciduous trees and shrubs were significant in the vegetation cover at higher elevations, while they were less so in areas of high Sika deer populations. We also investigated the abundance of old-growth species, which are expected to regenerate where the clear-cut site is abandoned. Evergreen Quercus and Castanopsis saplings were abundant at low elevations (<600 m), suggesting that they will successfully regenerate. The sapling densities of Abies firma and Betula grossa were significantly large where a clear-cut site was adjacent to natural forest, which is expected to act as a seed source. This implies that degraded deciduous forests may establish after clear-cutting at intermediate and high elevations (>600 m) if the clear-cut site is distinct from seed sources. It is argued that the preservation of natural forests is critical for the regeneration of old-growth species.
65	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			2006	E. Utsugiほか	Forest Ecology and Management,237(1-3),15-28	Hardwood recruitment into conifer plantations in Japan: Effects of thinning and distance from neighboring hardwood forests	縁から林内にかけて光環境が低下し広葉樹稚幼樹の多様性が減少するが、間伐区では低下が緩和された。	Conservation of plant species diversity in managed and natural forests is a concern worldwide. To clarify the effects of thinning and distance from neighboring hardwood forests on hardwood establishment in conifer plantations, we measured the abundance and diversity of hardwoods at different life stages (seed-fall, soil seed bank, seedling, sapling) and environmental conditions (light, soil temperature, litter accumulation, and composition) from -2 to 40 m from the hardwood-coniferous forest boundary into the coniferous forest interior in five unthinned and four thinned stands in Cryptomeria japonica plantations in Japan. In unthinned stands, hardwood abundance and diversity decreased with increasing distance into the coniferous forest interior for all life stages, perhaps because of a distance-dependent decrease in seed-fall and the subsequent soil seed bank for wind- and bird-dispersed seeds. Higher light and soil temperatures and shallower litter accumulation were observed at the hardwood-coniferous forest boundary compared to the coniferous forest interior, suggesting favorable environmental conditions for germination, emergence, and seedling growth for hardwood species, and resulting in higher species diversity near the boundary. In thinned stands, hardwood abundance and diversity also decreased with increasing distance into the coniferous forest interior for seed-fall and the soil seed bank, but did not decrease for seedlings and saplings, probably because of distance-independent improvement of environmental conditions due to thinning. Higher light availability and soil temperature and lower litter accumulation in thinned stands enhance seedling establishment for not only shade-tolerant but also shade-intolerant and light-demanding species. Our results suggest that distance-dependent diversity of juvenile hardwoods in dense coniferous plantations is closely related to distance-dependent gradients in both seed-fall and environmental conditions, but thinning enhances diversity, even in the forest interior.

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
66	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	R. Kitagawaほか	Journal of Forest Research, 2018-03, Vol.23 (2), p.120-128	Initial effects of thinning and concomitant disturbance on the understory woody community in Japanese cedar plantation	間伐後に下層木本は一時的に減少するが、5年後には先駆種が増加し群集が変化した。	restoring planted forests to more natural forests has become an important goal of recent forest management strategies. Thinning is an effective method of restoration that improves understory light conditions and encourages the growth and establishment of future canopy tree species. However, ambiguous results have been reported depending on location and circumstances. In this study, we examined the trend in the initial response after thinning across a region to consider understory disturbance accompanied by thinning and overgrowth of shrub species that prevent the growth of tree species. Field surveys were implemented in 49, 48, and 31 Japanese cedar plantations at different times before and after thinning (before thinning and at 2 and 5 years after thinning). Compared to before thinning, understory hardwood abundance was significantly lower at 2 years after thinning, whereas it was higher at 5 years. The increase in the abundance of the understory community was conspicuous for tree species with a rapid regeneration strategy after disturbance. These results suggest that understory disturbance resets the understory community structure by increasing light levels, thereby allowing the establishment of pioneer tree species. However, the abundance of understory hardwoods after thinning was correlated with that before thinning. Thus, we suggest that the possibility of colonization of tree species are largely affected by the abiotic or biotic environmental conditions with no direct relationship to the present thinning treatment (i.e. is the factor that remains essentially intact even after thinning).
67	8	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2002	崎尾均	東京大学出版会	水辺林の生態学	水辺域の森林群集の種組成や構造的多様性が魚類・両生類や水生昆虫の多様性を高めている。	生物多様性の宝庫——水辺。その美しい景観をつくりだしている水辺林を構成するさまざまな樹木について、生活史や適応のメカニズムなど、生態学的な視点から詳細に解説する。水辺環境の保全に携わる人たちに必携の書。
68	8	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2017	崎尾均	東京大学出版会	水辺の樹木誌	水辺域の攪乱が水辺環境の多様性を生み出し、ひいては生物多様性を維持している。植栽などによって再生した水辺林の更新に関しては、自然の攪乱体制のもとでの修復・再生過程に委ねる。水陸一体となった、また上流と下流の連続性のある水辺環境の再生・復元のためには河川工作物の撤去ないしは工法改善が必要である。	失われゆく豊かな生態系——水辺林。上流から下流まで架線に沿って分布する溪畔林、過半林、湿地林など、さまざまな水辺林に生きるカツラ、ヤナギ類、ハンノキ、そして外来樹種ニセアカシアなどの生活史をはじめ生態学的な特徴をとらえて、水辺林の保全について考える。
69	8	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2001	溪畔林研究会	日本林業調査会	水辺林管理の手引き 基礎と指針と提言	二次林の種組成が潜在自然植生と類似している場合は、そのまま放置し、加齢による自然の推移にしたがって、老齢な水辺林を再生させる。二次林の種組成が潜在自然植生と大きく異なっている場合は、水辺林本来の優占樹種を人工植栽する。水辺域が人工林の場合、人工林を部分的に伐採し、水辺林構成樹種を植栽する。原生的、あるいは自然度の高い水辺林の連続的な存在は、将来の水辺林の回廊を復元する際のモデルや核、かつ再生事業の更新材料の供給源となる。	水辺およびそこに成立する水辺林に関する基本的な国内外の知見と情報をわかりやすく解説するとともに、先進事例に学びながら、水辺林の保全・管理、さらに修復・再生を図るための指針を提示。流域別森林管理に必須の手引書。
70	8	40800	生物多様性保全機能	溪畔林の生物多様性			2009	崎尾均	文一総合出版	ニセアカシアの生態学	ニセアカシアやセイタカアワダチソウ、アレチウリ、オオブタクサなど河川敷での優占が問題となっている外来植物の葉に強いアレロパシーが見られた。ニセアカシア林床の土壌もレタスの幼根伸長を阻害し、ニセアカシア由来の物質による阻害が示唆された。	河川に沿って分布を拡大し、その旺盛な成長で在来種を被圧するニセアカシア。日本に導入された後、荒地緑化用に利用された歴史を持ち、現在でも養蜂の蜜源植物として重要な位置を占めるこの有用な外来生物を、これからどう扱うべきなのか？ 生態学的知見に基づき、現実的な管理・利用の途を探る。

図表 2-11 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・号	タイトル	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
71	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			2008	S. Shibuyaほか	Web Ecology,8(1),116-124	Effects of small-scale management on biodiversity of an abandoned coppice forest in Japan: a case study on vegetation regeneration and ground beetle community	薪炭林で管理の有無が地表性昆虫群集の構成と多様性を変化させる	We studied the effects of small-scale vegetation disturbances on biodiversity in an abandoned coppice forest in central Japan during 2004-2006. We assessed biodiversity by examining vegetation regeneration and by changes in the diversity and abundance of ground beetles after experimental manipulations including tree felling, vegetation clearing, and litter removal. Our experimental design was dictated by the need of producing only small disturbances; therefore we could not replicate plots. Instead, we used a repeated measures approach during three years to document the consistency of experimental effects. We found that the diversity of regenerating vegetation increased dramatically due to recruitment of many new species after clearing ground vegetation. Tree cutting caused strong environmental changes and affected vegetation regeneration rate but not diversity. Tree cutting also significantly increased the diversity of ground beetle species, while litter removal affected the abundance of ground beetles. Our results suggest that a sound conservation practice shall combine tree cutting with ground vegetation clearing and litter removal. Besides, conservation of abandoned forests may be based on low-intensity labor, including tree cutting on restricted areas. Finally, ground beetles appeared to be surprisingly sensitive to vegetation disturbance on a restricted area and thus can be suggested for monitoring such small-scale-disturbance-based conservation practices.
72	7	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	1999	Akashi, N.ほか	Forest Ecology and Management,113(4),75-82	Effects of bark-stripping by sika deer (<i>Cervus nippon</i>) on population dynamics of a mixed forest in Japan	剥皮は個体群動態・枯死・林分変化を通じて森林構造に影響する。	The effects of tree bark-stripping by Sika deer (<i>Cervus nippon</i>) on population dynamics of forest trees were studied in a cool-temperate mixed forest in Ohdaigahara, western Japan. Detailed observation of all trees ≥ 2 cm in diameter at breast height in a 1 ha plot for 2 years showed that stems of <i>Abies homolepis</i> , <i>Clethra barbinervis</i> , <i>Viburnum furcatum</i> , <i>Stewartia pseudo-camellia</i> and <i>Ilex geniculata</i> suffered serious bark-stripping by deer. Smaller stems of <i>A. homolepis</i> were girdled all at once, and dead soon after that. Larger stems were bark-stripped little by little, and did not die unless completely girdled. Stems of <i>C. barbinervis</i> and <i>S. pseudo-camellia</i> did not die soon after bark-stripping even if completely bark-stripped. The tree population monitored in two 0.2 ha belt transects for 15 years demonstrated that the mortality of <i>A. homolepis</i> and <i>V. furcatum</i> has increased consistently, especially in the last 5 years. In contrast, no tendencies were found for <i>Fagus crenata</i> , <i>Pourthiaea villosa</i> and <i>Symplocos coreana</i> ; these species were seldom bark-stripped by deer. Recruitment rate in the whole forest decreased in recent years. Thus the density of smaller trees decreased due to high mortality of bark-stripped species and low recruitment rate for all species. Though the bark of trees is less important as forage for deer than green forage such as dwarf bamboo, bark-stripping does more serious damage to trees than browsing on leaves and twigs because the injury by bark-stripping does not readily recover and kills considerably large trees. The ratio of canopy gap will be increased by browsing unless the density of deer is reduced. Furthermore, bark-stripping accelerates the increase of canopy gap ratio.
73	7	41013	生物多様性保全機能	健全性	森林被害	動物被害	2004	Oka, T.ほか	Journal of Wildlife Management,68(4),979-986	Relationship between changes in beechnut production and Asiatic black bears in northern Japan	ブナ堅果の豊凶とクマの人里域出没の関係	Minimizing human-caused mortality by providing alternative solutions to human-bear conflicts is important for the conservation and management of Asiatic black bear (<i>Ursus thibetanus</i>) populations. We found a positive correlation ($P < 0.05$) between the number of nuisance bears killed and a beechnut (<i>Fagus crenata</i>) crop failure index in 5 of 7 zones in the Tohoku region of Japan. In areas where bears are highly dependent on beechnuts as food in autumn, we suggest that agencies could issue warnings about nuisance bears in years of crop failure using the current monitoring network of beechnut production. This system could be a valuable method not only to reduce human-bear conflicts but also to enhance public consciousness of bear conservation and management.
74	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			2009	山川ほか	日本森林学会誌,91(4),277-284	小面積皆伐施業が針葉樹人工林の下層植生の種多様性および階層構造に及ぼす影響	森林植生の多様性評価でShannonの多様度指数を用いることができる。	小面積皆伐による異齡林施業が下層植生の種組成およびその構造に及ぼす影響を解析した。下層植生は、樹木の生育環境および生活形の違いや垂直的な構造の違いによって特徴付けられた七つのタイプに分類できた。下層植生の垂直的構造に着目すると、複数の階層が同時に発達するタイプは少なく、亜高木層が発達する箇所の多くで、低木層および草本層が未発達であった。また、分類された下層植生タイプのなかで、種多様度および垂直的構造の発達度合いの両方をともに高く維持しているタイプは検出されなかった。特に、40年生以下のパッチでは、一つの下層植生タイプがパッチ内に優占しており、単純な構造であった。したがって、小面積皆伐による異齡林施業の実施は、林齡の異なるパッチをモザイク的に配置することで、さまざまな種組成や構造の異なる下層植生タイプを林分内に分布させることができ、林分全体として多様な種組成および構造の複雑さを維持していると評価できた。
75	9	40600	生物多様性保全機能	その他			2025	UK Department for Environment, Food & Rural Affairs		Statutory Biodiversity Metric: User Guide	生物多様性指標算定ツールを使う指針を説明している	Tools and guides for measuring the biodiversity value of habitat for biodiversity net gain (BNG).

2.6. 経済評価に関する収集文献一覧

図表 2-12 は、経済評価に関する収集文献一覧表である。

針葉樹人工林を針広混交林化することにより生物多様性保全機能が高まり、社会的価値が付与されることを示す研究（文献番号 1）や、森林の生態系サービスの恩恵を受ける市民を対象に行った調査から、森林は生態系保全機能などの非利用価値に対しても重要な役割を持つ可能性が示唆される研究（文献番号 2）などがあり、近年の森林の生物多様性保全機能や生態系サービス、それらの経済的価値などに関心が高くなっていることが伺われた。

図表 2-12 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	概要	調査の目的・調査項目・方法・調査結果の概要
1	3	50000	経済評価				2016	山浦悠一他1名	森林総合研究所 森林植生研究領域 北海道大学大学院 農学研究院 森林 政策学研究室	森林が有する生物多様性の保全機能を経済評価ー針葉樹人工林に広葉樹を混交させることの社会的価値を解明ー	針広混交林の有する社会的価値の経済的評価。	私たちはインターネットを通じた質問により、一般市民が鳥類の保全にどのくらいの金額を支払ってもよいと考えているかを調査しました。11,800 人に調査を依頼し、1,194 人(10.1%)の回答から、針葉樹人工林に生息する鳥類の個体数を増やすことに、ha あたり最大約30 万円の経済的価値があると試算されました。針葉樹人工林に広葉樹を混交させると生息する鳥類の個体数が増加するため、人工林に広葉樹を混交させることは、木材の経済的価値に鳥類の経済的価値を加えることから、人工林に大きな社会的価値を付与することが明らかになりました。森林が有する機能を経済的に評価することにより、森林を持続的に管理するための判断手法の開発につながると期待されます。
2	7	50000	経済評価				2021	岩田 健吾他2名	森林応用研究 Applied Forest Science 30 (1): 1-10 (2021)	森林生態系サービスの経済価値評価ー滋賀県の水源地を事例としてー	森林生態系サービスのうち5機能について、サービス水準と年間負担額をアンケート調査により収集し、コンジョイント分析その他により経済評価を行った報告書。	生態系サービス(ESSs)とは、自然資本から生みだされ、人間の福利をもたらす無償で提供されるサービスのことである。ESSs の重要性の認識は高まっているが、生態系から恩恵を受けている人々の立場から評価された情報はまだ少ない。市民がESSs の機能をどのように評価しているのかを理解することは、行政・自治体の保全計画や施策をより効果的かつ望ましいものにするに繋がる。本研究は、滋賀県の琵琶湖の水を利用している20 代～60 代を対象に、森林ESSsの効果を定量的に評価するため、選択型実験を実施した。さらに推定においては条件付ロジットモデルと混合ロジットモデルの両者を用いた。結果、限界支払意思額は、水源涵養機能が503 円、土砂災害防止機能が266 円、生態系保全機能が323 円、そして木材生産機能が212 円であると推定された。このことから滋賀県の森林は、生態系保全機能などの非利用価値に対しても重要な役割を持つ可能性が示唆された。 キーワード: 森林生態系サービス, 経済評価, 選択型実験, 混合ロジットモデル
3	1	50000	経済評価				2019	佐藤真行他3名	統計数理(2019) 第67 巻第1 号3-20©2019 統計数理研究所	日本における森林生態系サービスの経済評価	環境の経済評価手法の理論的背景と、その目的を明確にしたうえで、生態系サービス評価に応用するための条件や実践を検討した報告。	本研究では、日本における森林資源の生態系サービスを定量的に評価することを目的とし、経済価値評価を実施した。その際に、これまで発展してきた環境の経済評価論の観点から本目的に合致する評価手法の検証を行い、生態系サービスの評価における効用理論の枠組を整理したうえで、経済学的理論背景と照らし合わせて概観した。その上で、生態系サービスの経済価値評価を行う上で重要となる非利用価値を含めた幅広い価値を推定可能とする表明選好法のうち仮想評価法(CVM)を利用し、支払カード型CVMによって森林の原単位価値評価を行った。CVM は支払意思額(WTP)に基づいて評価を行うものであることに鑑み、ランダム効用モデルを基礎にもち同様にWTP に基づくコンジョイント分析を応用することで属性別のウェイトを推定した。こうした分析から、非利用価値を考慮した森林生態系サービスの経済価値を原単位および属性単位で推定した。こうした評価は、生態系サービスの可視化のひとつの方法である生態系勘定への応用に資するものである。 キーワード: 生態系サービス, 経済価値評価, 仮想評価法, 森林資源, 原単位価値, 属性別価値。

3. 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイス

3.1. 森林の多面的機能に関する Q&A のリバイスの方針

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、森林の多面的機能に関する知見を収集・整理し、森林の多面的機能に関する Q&A（以下「既存 Q&A」という。）を作成した。本年度調査では、既存 Q&A について誤字脱字等の修正を行うほか、最新の知見を取り入れた新たな Q&A（以下「補足 Q&A」という。）を作成することとした。また、森林施業の種類から、既存 Q&A 及び補足 Q&A を検索できるよう、森林施業からの逆引きを新たに作成することとした。

なお、既存 Q&A について内容面のリバイスが必要かどうか検討を行ったが、既存 Q&A 作成当時と同様の体制で行うことが時間的に難しかったことや、当時の有識者が執筆した内容の一部を、別の有識者が削除・変更することは困難であることから、内容面のリバイスは行わないこととした。したがって、既存 Q&A については誤字脱字や句読点、書式設定などの軽微な修正にとどめることとした。

3.2. 森林の多面的機能に関する補足 Q&A

3.2.1. 補足 Q&A の概要

補足 Q&A は、既存 Q&A にはない多面的機能の総合的な解説や、近年の傾向や最新の知見を取り入れた問立てとし、各 Q&A を読むことで具体的な森林施業との関係やより専門的な興味のある分野の知見を得られるようにした。各機能別のポイントとしては、以下のとおりである。

○水源涵養機能

- ・森林における水循環機能についての総合的な解説
- ・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

○山地災害防止機能/土壌保全機能

- ・山腹崩壊の発生メカニズムに関する総合的な解説
- ・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対策としての溪畔林整備

○快適環境形成機能

- ・林野火災に強い森林づくり

○生物多様性保全機能

- ・生物多様性保全機能についての総合的な解説
- ・日本の森林の樹種数、植物の種数、世界との比較
- ・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
- ・二次林の森林管理
- ・野生動物による森林被害と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

3.2.2. 補足 Q&A の作成体制及び問一覧

補足 Q&A の作成体制は図表 3-1、問一覧は図表 3-2 に示す。補足 Q&A の各問に対する答及び根拠となる文献については巻末資料 2 に示す。

図表 3-1 補足 Q&A の作成体制

氏名	所属	問番号
水源涵養機能		
五味 高志	名古屋大学大学院 生命農学研究科 教授	補足問 01-1
鈴木 秀典	森林総合研究所 林業工学研究領域 省力化技術研究室長	補足問 01-2
山地災害防止機能/土壌保全機能		
落合 博貴	日本森林技術協会 技術指導役	補足問 02-1,2
快適環境形成機能		
玉井 幸治	森林総合研究所 森林防災研究領域 主任研究員	補足問 03-1
生物多様性保全機能		
岡 輝樹	森林総合研究所 多摩森林科学園 主任研究員	補足問 04-8
河原 孝行	日本森林技術協会 業務執行理事	補足問 04-1,2
崎尾 均	Botanical Academy 代表 / 新潟大学 名誉教授	補足問 04-6
正木 隆	近畿大学農学部 環境管理学科 教授	補足問 04-3,4,5,7,9

※敬称略、機能ごとに五十音順

図表 3-2 補足 Q&A の問一覧（1）

問番号	問
水源涵養機能	
補足問 01-1	森林の水源涵養機能を支える水循環プロセスと流域スケール評価とはどのようなものか。
補足問 01-2	森林の適切な管理と林業の生産性向上には路網整備が不可欠である。作業道の作設に際し、水源涵養機能や土砂流出防止機能の低下につながらないようにするためには、どのような点に留意すべきか。
山地災害防止機能/土壌保全機能	
補足問 02-1	森林の土砂災害防止/土壌保全機能とはどのようなものか。また、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。
補足問 02-2	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いる。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 3-2 補足 Q&A の問一覧 (2)

問番号	問
快適環境形成機能	
補足問 03-1	近年、世界的に大規模森林火災が発生しているが、我が国においても森林火災が多く発生している。森林火災に強い森林づくりとはどのようなものか。
生物多様性保全機能	
補足問 04-1	森林の生物多様性保全機能とはどのようなものか。
補足問 04-2	世界・日本の森林には何種類ぐらいの樹種があるのか。また、森林には何種類ぐらいの植物があるのか。アメリカ・ヨーロッパと比較して日本の森林植物はどのような特徴があるか。
補足問 04-3	人工林の高齢級化が進んでいるが、高齢級人工林は成長するのか（単木材積・林分材積等）。林分の成長を維持するためにはどのような整備が必要か。また、高齢級人工林を放置した場合と整備を行った場合とでは、生物多様性にどのような違いが生じるのか。
補足問 04-4	人工林を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、また、生物多様性への影響はどのようなものか。
補足問 04-5	人工林の高齢級化に伴い、針広混交林化及び広葉樹林化を促進するための施業が見られるが、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。
補足問 04-6	溪畔林は、水土保持、溪畔・水生生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。
補足問 04-7	薪炭林、桑などかつて利用されていた二次林のほとんどが利用されず放置されているが、森林管理・整備の必要性はないのか。また、生物多様性への影響とはどのようなものか。
補足問 04-8	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。
補足問 04-9	生物多様性の計量的評価手法とはどのようなものか。計量的評価により生物多様性の何が評価されるのか。

3.3. Q&A の森林施業による逆引き

既存 Q&A 及び補足 Q&A は、森林の多面的機能ごとに設問が分かれている。閲覧者が森林施業の種類から既存 Q&A 及び補足 Q&A を検索できるように、森林施業からの逆引きを作成した（図表 3-3）。

図表 3-3 森林施業からの Q&A 逆引き（1）

森林施業	多面的機能	問番号
施業のサイクル		
主伐	水源涵養機能	問 02
		問 03-3
		問 03-5
		問 05-3
		問 05-21
		問 05-24
	山地災害防止/土壌保全機能	問 02
		問 03-10
		問 08-7
	快適環境形成機能	問 02
	生物多様性保全機能	問 02
		問 03-17
集材・搬出	生物多様性保全機能	問 03-15
		問 03-18
地拵え	水源涵養機能	問 03-4
	生物多様性保全機能	問 03-18
植栽	水源涵養機能	問 03-4
	山地災害防止/土壌保全機能	問 03-11
		問 08-7
	生物多様性保全機能	問 03-18
		問 03-19
保育全般	水源涵養機能	問 03-1
		問 03-5
		問 04
		問 05-24
	山地災害防止/土壌保全機能	問 08-4
	生物多様性保全機能	問 03-18

図表 3-3 森林施業からの Q&A 逆引き (2)

森林施業	多面的機能	問番号
施業のサイクル (続き)		
枝打ち	水源涵養機能	問 03-2
		問 05-23
	山地災害防止/土壌保全機能	問 03-9
	生物多様性保全機能	問 01
		問 03-16
間伐	水源涵養機能	問 01
		問 03-1
		問 05-10
		問 05-23
	山地災害防止/土壌保全機能	問 01
		問 03-8
		問 03-13
		問 06
		問 07
		問 08-2
		問 08-3
		問 08-4
		補足問 02-2
	生物多様性保全機能	問 01
		問 03-15
		問 03-16
		問 03-19
		問 03-20
		問 12-2
		問 12-3
		問 12-5
		補足問 04-3
		補足問 04-5
		補足問 04-7

図表 3-3 森林施業からの Q&A 逆引き (3)

森林施業	多面的機能	問番号
森林の構造・状態		
高齢級化	水源涵養機能	問 03-7
	山地災害防止/土壌保全機能	問 03-14
	生物多様性保全機能	問 03-21
		問 11
		問 12-2
人工林化	水源涵養機能	問 03-5
	山地災害防止/土壌保全機能	問 03-12
	生物多様性保全機能	問 03-19
		問 12-5
混交林化・天然更新	山地災害防止/土壌保全機能	補足問 02-2
	生物多様性保全機能	問 03-20
		問 11
		問 12-2
		問 12-5
		補足問 04-4
		補足問 04-5
複層林施業	水源涵養機能	問 03-6
		問 05-3
		問 05-11
		問 05-15
		問 05-23
	山地災害防止/土壌保全機能	問 03-13
		問 08-3
		問 08-7
		問 08-18
	生物多様性保全機能	問 03-20
		問 11
		問 12-2
		問 12-5

図表 3-3 森林施業からの Q&A 逆引き (4)

森林施業	多面的機能	問番号
森林の構造・状態 (続き)		
モザイク施業	生物多様性保全機能	問 03-15
		問 03-20
		補足問 04-7
保残木施業	生物多様性保全機能	問 03-17
		問 11
		問 12-02
溪畔林整備	山地災害防止/土壌保全機能	補足問 02-2
	生物多様性保全機能	補足問 04-6
そのほか整備等		
獣害・病虫害	水源涵養機能	問 05-23
	生物多様性保全機能	問 02
		問 12-4
		補足問 04-3
		補足問 04-8
路網整備	水源涵養機能	問 03-1
		問 03-5
		補足問 01-2
	山地災害防止/土壌保全機能	問 03-13
		補足問 01-2
治山整備	山地災害防止/土壌保全機能	補足問 02-2
防火帯	快適環境形成機能	補足問 03-1

4. 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

本項では、次期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。

4.1. 現在の森林整備保全事業計画における成果指標

令和6年度から令和10年度を計画期間とする現行の森林整備保全事業計画では、図表4-1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4-2～図表4-5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 4-1 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 4-2 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 4-3 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

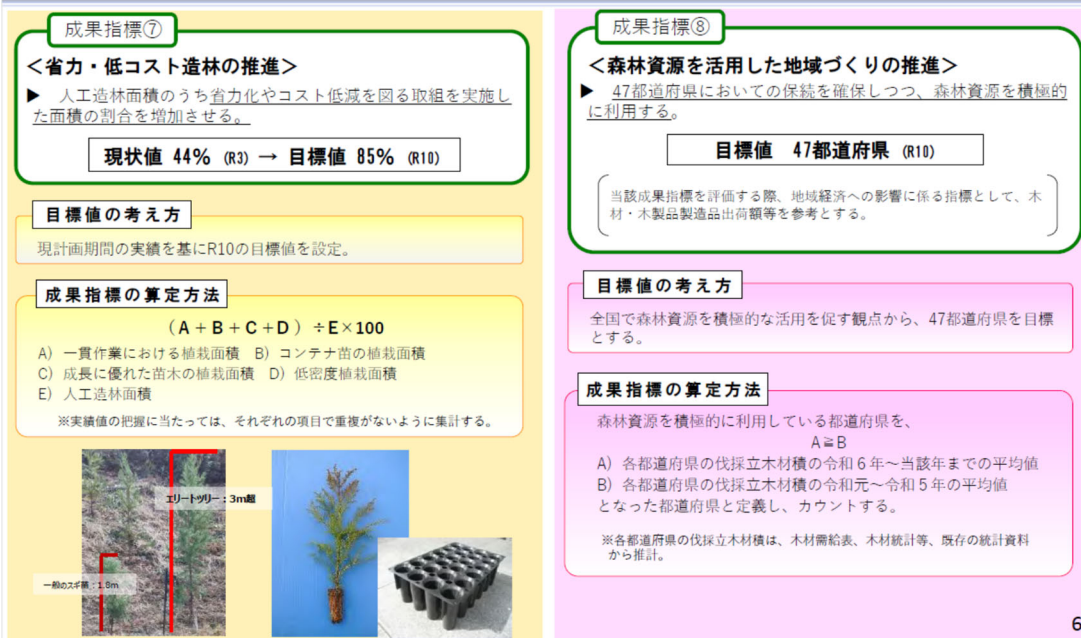


図表 4-4 目標(3)に対する成果指標の内容(林野庁資料)

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 4-5 目標(3)(4)に対する成果指標の内容(林野庁資料)

4.2. 成果指標の検討に向けた方向性

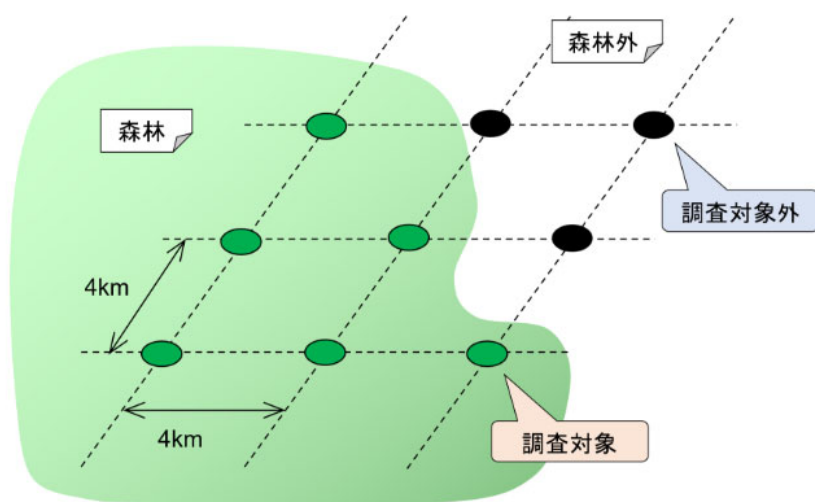
近年、生物多様性に関する社会全体の関心が高まっており、森林の多面的機能の一つである生物多様性保全機能にも注目が集まっている。しかし、現行の森林整備保全事業計画における成果指標では、生物多様性保全機能に直接関わる指標はないことから、次期計画においてはこれをカバーするような成果指標の改善が期待される。

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、本調査では、林野庁が実施している森林生態系多様性基礎調査（4.3.1 参照）のデータを用いて、特に森林の施業履歴と生物多様性の変化に関する分析を行い、成果指標への活用を検討する。

4.3. 森林の施業履歴と生物多様性の変化に関する分析

4.3.1. 森林生態系多様性基礎調査の概要

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」という。）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り、全国レベルのマクロ的な解析などに活用されている。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。調査の概要は以下のとおりである。



図表 4-6 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 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としており、令和 5 年度までに第 5 期調査が終了。令和 6 年度から第 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）
- ・ 施業形跡（過去 5 年以内に実施したと推定される施業形跡の種類）
- ・ 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）

4.3.2. 使用した NFI データ

森林の施業履歴とそれに対する生物多様性の変化の分析を行うため、第 3 期から第 5 期までの 3 期連続して調査を実施しているプロットのデータのみを使用することとした。そのほかの条件は下記に示すとおりである。これらの条件をすべて満たすプロットは 3,814 プロットであった（図表 4-7、図表 4-8 参照）。

【使用したデータのプロットの条件】

- ・ 第 3 期～第 5 期（平成 21 年度～令和 5 年度）の 3 期連続して調査を実施している
- ・ 3 期連続して立木調査対象の立木（胸高直径 1cm 以上）が 1 本以上記録されている
- ・ 第 5 期調査において単一林分かつ人工更新林分と判断されている

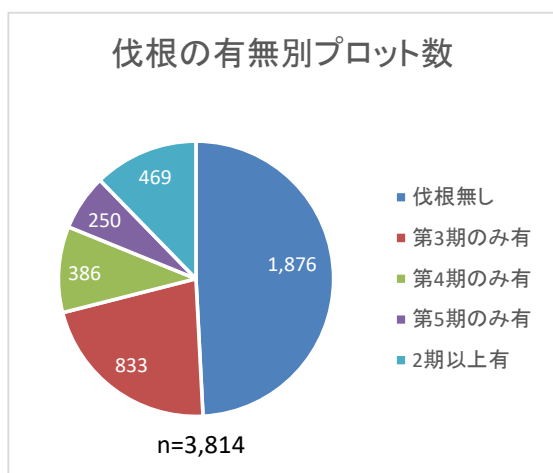
これらの条件を満たすプロットのデータについて、以下の項目を使用し、分析を行った。

【分析に使用した項目】

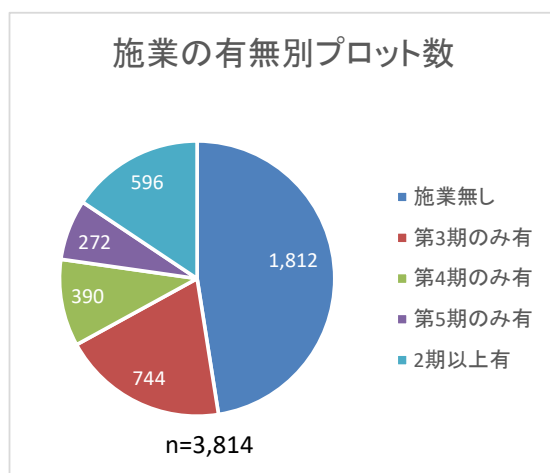
- ・ 立木の種数、個体数¹、立木の胸高直径
- ・ 伐根の有無：過去 5 年以内に新たに出現した伐根の有無
- ・ 施業の有無：過去 5 年以内に実施したと推定される施業形跡の有無
（施業形跡の種類：伐根、伐倒木、末木枝条、枝打痕、下刈跡、植栽、補植、人工播種、天然更新補助作業、その他）

図表 4-7 に使用したデータの伐根の有無別プロット数、図表 4-8 に施業の有無別プロット数を示す。また、東日本、西日本別に集計したプロット数は図表 4-9、図表 4-10 に示す。

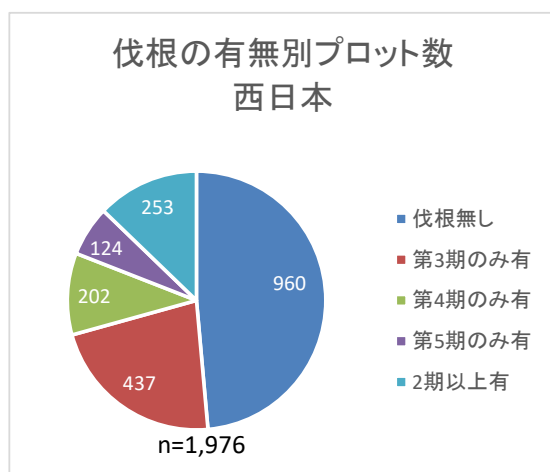
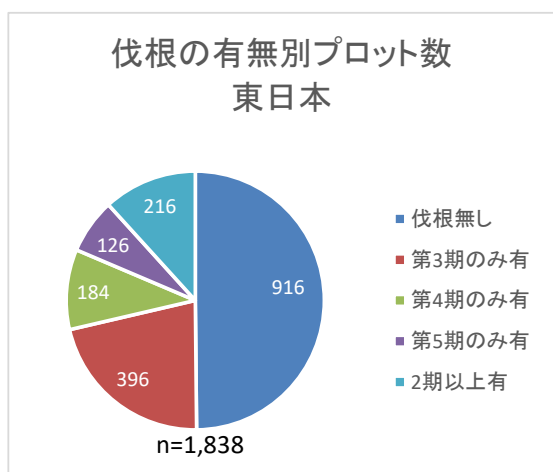
¹調査プロットは小、中、大円に分かれており、それぞれ調査対象となる胸高直径が異なるため、円の大きさごとに係数をかけて、ha あたりの本数（個体数）を算出した。



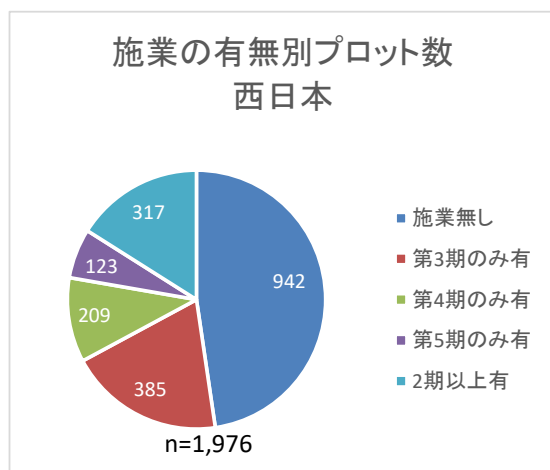
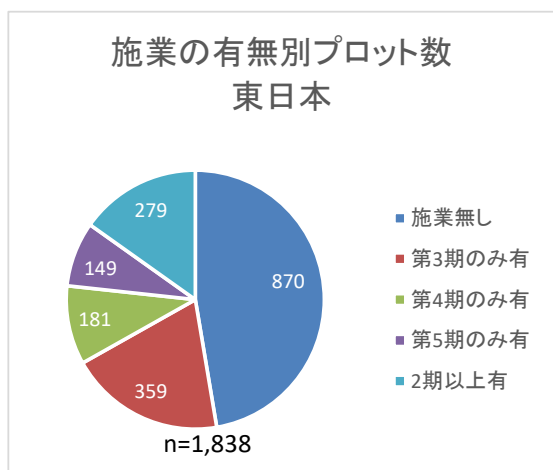
図表 4-7 伐根の有無別プロット数



図表 4-8 施業の有無別プロット数



図表 4-9 伐根の有無別プロット数（東日本、西日本）



図表 4-10 伐根の有無別プロット数（東日本、西日本）

4.3.3. 生物多様性の指標

生物多様性の変化の指標として、多様度指数（Shannon 多様度指数、Simpson 多様度指数）と針広混交率を使用した。

多様度指数は立木の種数と ha 当たりの個体数を使用して、種の数的多様性を示すものである。Shannon 多様度指数（Shannon-Wiener 指数）は、群集内の種の豊富さと均等度の両方を考慮した指標であり、値が大きいほど種の多様性が高いことを示す（図表 4-11）。一方、Simpson 多様度指数は、群集内で特定の種がどの程度優占しているかを評価する指標である。優占種の影響を強く反映するため、値が大きいほど特定種による支配が弱く、多様性が高いことを示す（図表 4-12）。

針広混交率は、単一樹種の林分と比較して針広混交林の方がより生物多様性が高いということを前提として、森林施業により針広混交率（胸高断面積合計の針葉樹、広葉樹の割合²）に変化があるかどうかを調べた。

図表 4-11 Shannon 多様度指数の計算式 $H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ S：群集に含まれる種数 <i>p_i</i>：群集内における全個体数に占める種 <i>i</i> の個体数の割合	図表 4-12 Simpson 多様度指数の計算式 $D = 1 - \sum p_i^2$ <i>p_i</i>：群集内における種 <i>i</i> の相対頻度
---	---

² プロット内の立木を針葉樹、広葉樹、その他（草本類や枯損木等）に区分し、プロットにおける胸高断面積合計の割合

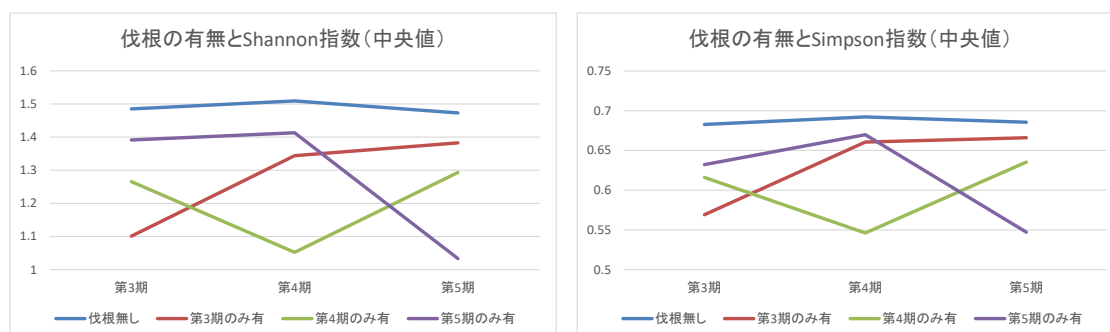
4.3.4. 分析結果

(1) 多様度指数

図表 4-13 は伐根の有無と多様度指数の関係、図表 4-14 は施業の有無と多様度指数の関係を示したものである。

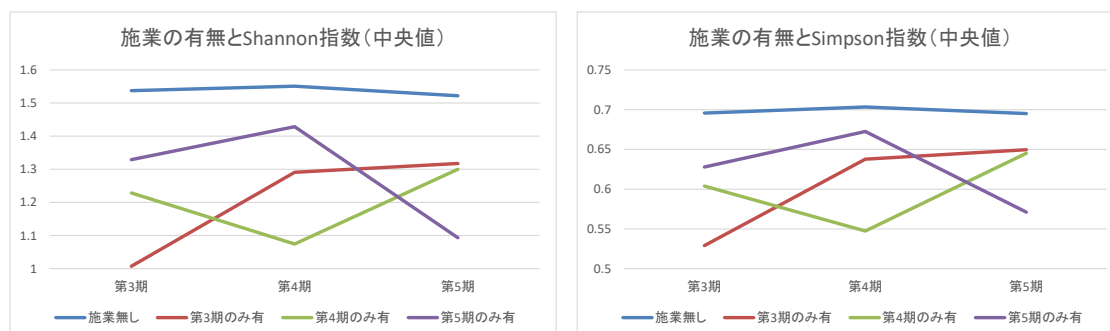
伐根や施業形跡があった NFI 調査期には多様度指数が一時的に低下するが、次の調査期では回復する傾向が確認された。一方、3 期間通して伐根や施業形跡が確認されなかったプロットでは、多様度指数はおおむね一定の値で推移した。

なお、Shannon 指数と Simpson 指数の 2 つの多様度指数を用いたが、いずれも同様の傾向が確認された。



図表 4-13 伐根の有無と多様度指数（中央値）

（左：Shannon 指数、右：Simpson 指数）



図表 4-14 施業の有無と多様度指数（中央値）

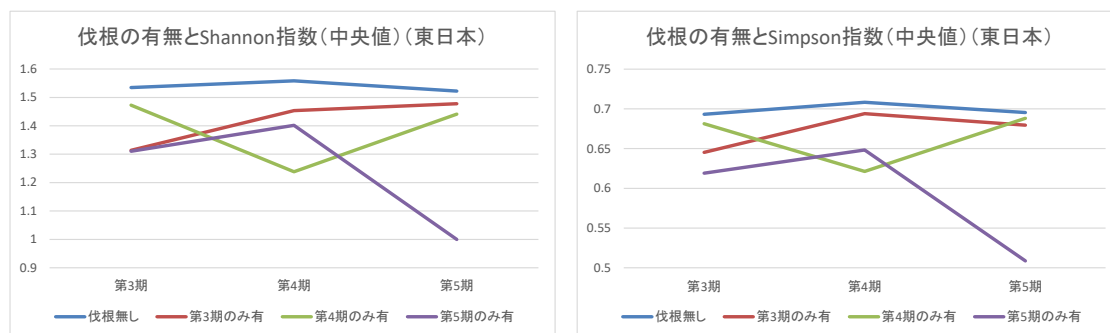
（左：Shannon 指数、右：Simpson 指数）

地域によっては人工林率やスギ・ヒノキなど人工林の優占樹種が異なるため、ここでは東日本と西日本に分け、同様に伐根や施業の有無と多様度指数の関係を示す。なお、図表 4-9、図表 4-10 に示したとおり、地域によるサンプル数の偏りはない。

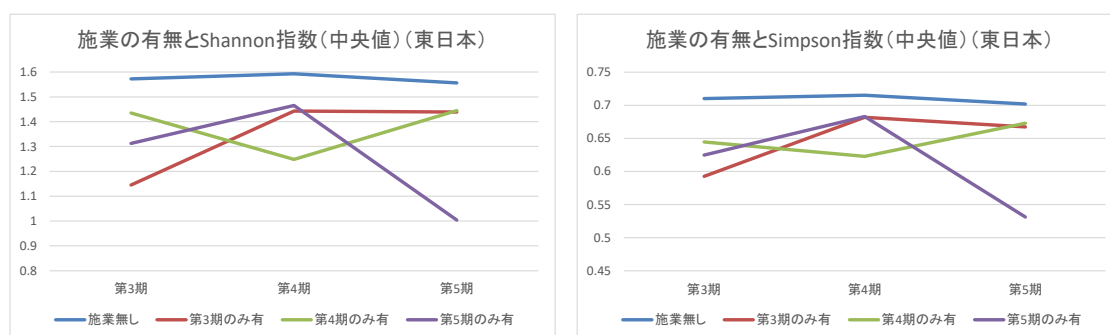
図表 4-15、図表 4-16 は東日本における伐根の有無、施業の有無と多様度指数の関係、図表 4-17、図表 4-18 は西日本における伐根の有無、施業の有無と多様度指数の関係を示したものである。

3 期間通して伐根や施業形跡が確認されなかったプロットでは、東日本と西日本のいずれも、全国と同様に多様度指数はおおむね一定の値で推移した。伐根や施業形跡がいずれかの NFI 調査期で確認されたプロットにおいては、東日本と西日本とで多様度指数の高低の違いはあるものの、やはり全国の傾向と同様に、伐根や施業形跡が確認された調査期では多様度指数が一時的に低下し、次の調査期では回復する傾向が確認された。

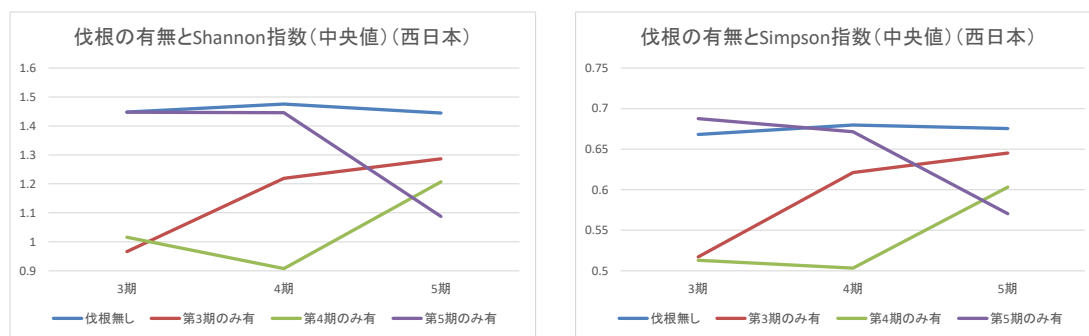
なお、Shannon 指数と Simpson 指数の 2 つの指数はいずれも同様の傾向が確認された。



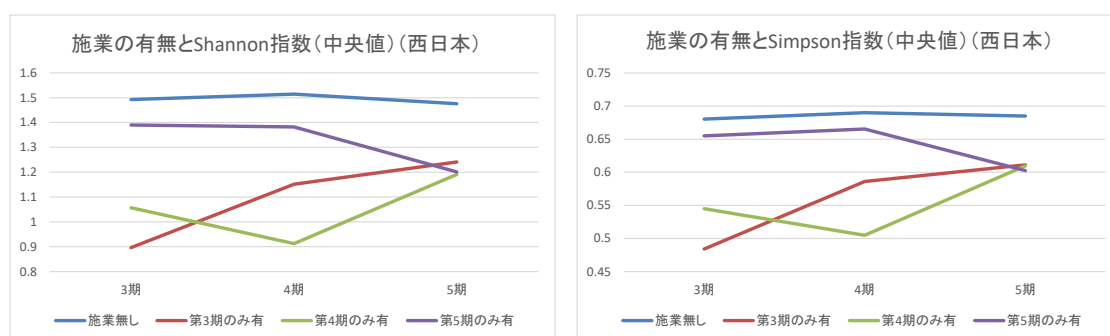
図表 4-15 伐根の有無と多様度指数 (東日本)
(左：Shannon 指数、右：Simpson 指数)



図表 4-16 施業の有無と多様度指数 (東日本)
(左：Shannon 指数、右：Simpson 指数)



図表 4-17 伐根の有無と多様度指数(西日本)
(左: Shannon 指数、右: Simpson 指数)

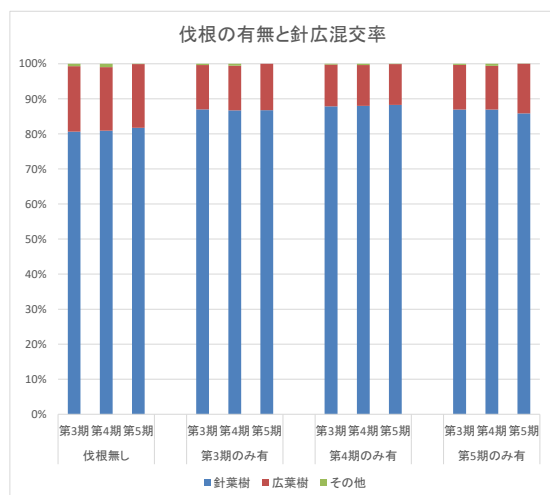


図表 4-18 施業の有無と多様度指数(西日本)
(左: Shannon 指数、右: Simpson 指数)

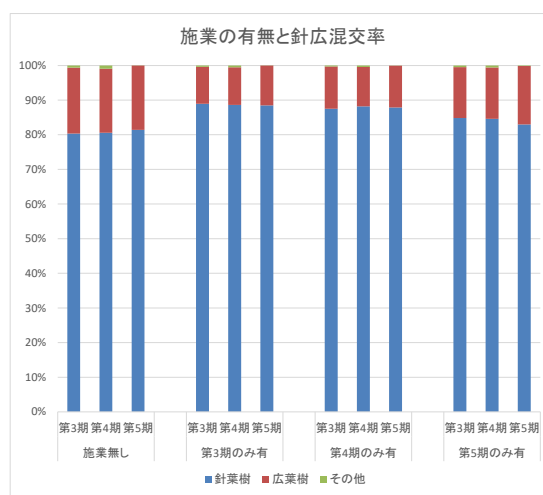
(2) 針広混交率

図表 4-19 は伐根の有無と針広混交率の関係、図表 4-20 は施業の有無と針広混交率の関係を示したものである。伐根や施業の有無にかかわらず、調査期間を通じて針広混交率に大きな変化は確認されなかった。これは、胸高断面積合計を基準として算出しているため、人工林において相対的に大径となる育成樹種の影響が大きく、広葉樹の侵入などがあった場合でも変化として検出されにくいことが一因と考えられる。

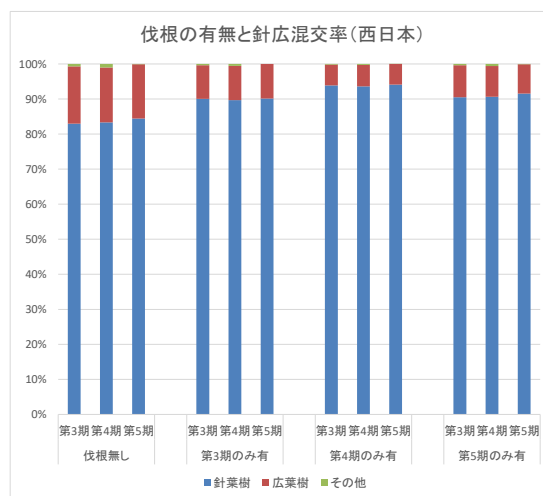
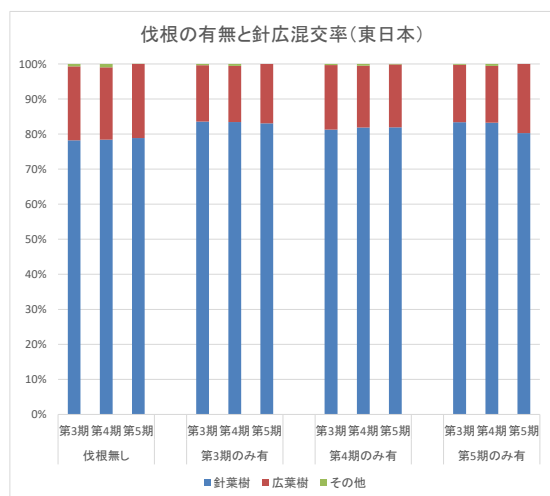
多様度指数と同様に、東日本と西日本に分け、伐根や施業の有無と針広混交率の関係を図表 4-21、図表 4-22 に示す。地域による針広混交率の違いは見られるが、全国と同様、伐根及び施業の有無による顕著な変化は確認されず、調査期間を通じて針広混交率は大きく変化しなかった。



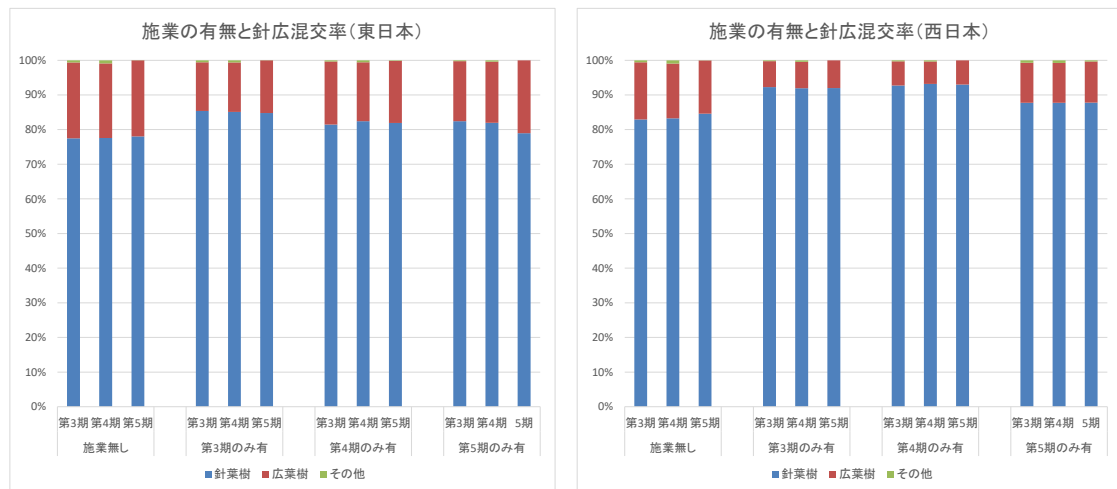
図表 4-19 伐根の有無と針広混交率



図表 4-20 施業の有無と針広混交率



図表 4-21 伐根の有無と針広混交率 (左：東日本、右：西日本)



図表 4-22 施業の有無と針広混交率（左：東日本、右：西日本）

5. 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 140 件の文献を収集し、その半数以上（75 件）は近年、社会的関心が高まっている生物多様性保全機能に関するものであった。快適環境形成機能としては林野火災をテーマとして収集したが、近年のものに限らず文献数が少ない状況であった。近年は国内で大規模な林野火災も発生しており、今後知見が増えていくことが考えられるため、引き続き収集・整理を行うことが望ましい。

森林の多面的機能に関する Q&A については、本年度は既存 Q&A のリバイスを行わないこととしたが、委員会において問の表現の揺らぎや概念の曖昧さを懸念する意見があった。現状の問に対して、主に指摘のあった点は以下のとおりである。

- ・「森林整備が実施されないこと」という表現は不適切であり、「未実施」や「整備不足」などに分けるべき
- ・「皆伐」、「間伐」なども、伐採の規模や手法により影響が異なるので整理が必要
- ・「高齢級化」「人工林化」「複層林化」などの閾値の整理が必要

補足 Q&A については、生物多様性関連として「保持林業（保持伐）」の研究や取組が全国で広がっており、昨年 of 森林・林業白書にも新たに出てきた項目である。こうした近年の新たな取組などを補足 Q&A に追加するかの検討が必要である。

成果指標の検討については、本年度は NFI データを用いて森林施業と生物多様性指標との関係性を整理し、その傾向を示した。しかし、本分析は NFI の枠組みに基づくものであり、森林整備保全事業計画の成果指標等の量的指標と直接的に結び付く段階には至っていない。今後は、施業の実施内容をどのように生物多様性指標として位置付けるかを明確にし、施業が生物多様性に与える影響を定量的に示す枠組みを構築することが課題である。

卷末資料 1 検討委員会議事録

令和 7 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 7 年 6 月 26 日（木）14：01～15：07

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／和田 今年の 4 月から計画課企画班のほうに参りました和田と申します。こちらに来る前は林野庁の整備課企画班で森林整備事業、林道の関係を担当しておりました。

この事業は、先ほど御紹介がありましたように、森林整備保全事業計画は昨年 5 月に立てられて、今年度でいいますと、次の計画の策定に向けた指標の検討やその基礎となるような知見の収集・整理といったものを行うことを考えております。

特に多面的機能の関係でいいますと、最近自然災害のほうで激甚化・頻発化ですとか、そういったこともあって、多面的機能のほうの興味・関心が非常に幅広く、また強くなってきていると感じております。特に最近でいいますと、2 月に大船渡の林野火災、非常に大規模のものが発生して、愛媛県や岡山県でも同じように火災が発生しておりまして、インターネット上などではいろいろと、人工林だから燃えたのではないとか、あるいは手入れが行き届いてなかったからではないとかいろいろと言説が出ているのですが、そういういわゆる防火機能的なものも整理していく必要があるかと思っております。

また、生物多様性の関係でいいますと、今年の森林・林業白書で生物多様性の特集がなされているのですが、非常に国際的にも関心の高い事項でありまして、今年の 4 月から地域生物多様性増進法が施行されておりまして、自然共生サイトを実際を選んでいくということが法定化されているというようなこともあって、どのように林業経営を行ったら生物多様性が高まっていくのかというのが自治体や企業からも非常に関心が高いという状況でございます。

こういったこともあって、森林の持っている多面的機能というものを分かりやすく整理して外部に発信していくということが次の計画の指標の検討の基礎にもなりますし、国民一般にとって意義のあるものと考えておるところです。委員の皆様、事務局の皆様、どうぞよろしくお願いいたします。

(3) 委員紹介、座長選出

2. 議事

立花座長 それでは、議事に入ります。(1) 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
- (3) 質疑応答

立花座長 ありがとうございます。それでは、今、御説明いただきました事業の背景・目的並びに実施項目ごとの今年度実施方針につきまして委員のお二人から御意見をいただければと思います。

最初に、事業の背景・目的について何かお気づきの点がございましたでしょうか。基本的に昨年度から継続しているということですので特段のことはないのかと思うのですがよろしいでしょうか。ありがとうございます。

それでは(2) 実施項目ごとの今年度の実施方針につきましてお気づきの点があれば御質問・御意見等を賜れればと思います。いかがでしょうか。

私から一つ伺ってよろしいですか。

事務局／木村 お願いいたします。

立花座長 森林の防火機能というのは、火の勢いを弱めるぐらいかと思うのですが、こういった試験研究、調査等はなされているものなののでしょうか。防火機能の説明とともに教えていただけないでしょうか。

事務局／金森 これまで収集した文献の中には防火機能に当たるものはないようなので、これから探すという形になるのですが、もし委員の皆様からこういうものがあるという御紹介があれば逆にお願いしたいところです。

玉井委員 玉井です。森林総研の中でも林野火災を担当して行っておりますので発言いたします。

今までの研究で、樹種によって燃えやすい、燃えにくいという研究例はあって、それは昔からあるもので既に知られているかと思うのですが、特に都市火災において燃焼を食い止める効果が高い樹種というのは報告されています。それが林地での火災となるとちょっと事情が違って、林地ですと本当に防火を目的として植える樹種というのはすごく限られた地域なので、普通の林地において火の勢いを弱めるような森林の構造であるとか、樹種構成というのは難しいかと思います。

ただ研究の事例として、スギ・ヒノキ林で、成熟したスギ・ヒノキ林だとそうではないスギ・ヒノキ林に比べて林野火災の発生危険度は低いという研究成果はあります。そういったものが森林の防火の役割として評価できると思いますので、そのような成果を集めていくことはできるかと思います。以上です。

立花座長 ありがとうございます。水村さん、お願いします。

林経研／水村 森林火災の論文を集めました。あまりないです。古いのはもう 1990 年前、つまり 1970 年代ぐらいに若干あり、都市防災です。それに関してはありまして、今、12 件ぐらいを一応集めたということです。

先ほど玉井委員が言ったように、樹種との関連とか、簡単にタイトルだけを言うと、「飛

び火の延焼に関する研究」とか、「延焼拡大」「樹木の樹種」「森林火災を可視化する」上から見るという研究とか、それから「火災後の回復」です。森林火災の後の回復の研究というのは見られます。ただ火災そのものについてはあまりありません。英文の文献もあることはあるということで、これから調べなければいけないのですが、例えば「カリフォルニアの森林火災の防火帯の研究」というのがあって、これは過去に否定されたのですが、防火帯がいいからといってつくったけれども、結局防火帯が駄目だという研究もあるので、ここら辺は少し調べてみないといけないと思うのです。

今回論文を調べてみたら論文収集というのは結構難しくなっていて、PDF にするときには Acrobat Reader を使うのですが、これが基本的にみんなに有料アプリのほうへ飛ばされるのです。去年、私は論文をやっていたら例のサブスク詐欺に引っかかりまして、1 万 5,000 円ぐらい自動的に引き落とされたということがあって、今回気をつけなければいけないのですが、なかなか難しくなっているのが実態です。

事務局／木村 ありがとうございます。

立花座長 ありがとうございました。海外にはいろいろな火災に関する研究もあると思いますので、論文収集の難しさがあると、今、お話があったのですが、可能な範囲で見ていただきながら重要なものをピックアップしていただくということも必要かと思います。ありがとうございました。

ほかに御意見・御質問等、お願いできますでしょうか。

梶本委員 今年度の方針ということで幾つか目標を掲げていますが、以前につくった Q&A についてですが、いろいろリバイスされていて大分進んでいると思うのですが、今回添付されていたものは一番基のもの（平成 28 年度作成のもの）ですか、あれがそのままの原稿という形としてまだ残っているということでしょうか。

その上で、先ほど説明の途中でリバイスする点で幾つか委員の方から質問があって、内容が重複しているのがあるのではないかと、幾つかあったと思うのですが、添付されていた資料の Q&A がありましたね。

事務局／木村 こちらですか。

梶本委員 それでもいいですけども、いろいろな機能に分けてあるのですが、多様性のところでもいいですが、例えば防災機能のところでもいいのですが、樹齢の違いで何々の機能に影響を与えるかというところで、ほとんど同じような質問が 3 つ、4 つ見えるのです。その辺は整理されたということではないですか。大きくしないと見えないのですが、例えば問 08-8 の「齢級の違いは表層崩壊防止機能の発揮にどのような影響を与えるか」というのと、その前の問 08-4 の「齢級の違いは表面侵食防止機能の発揮にどのような影響を与えるか」です。確かに表面侵食と崩壊は違うとは思いますが、一般的な観点で見ている人は質問としてはほとんど一緒に見えるという気がするのです。その辺は、何かもう少し工夫してまとめるとか、整理してもいいのではないかと、改めて見て一つ思いましたが、その辺はこれ以上まとめる必要はないとか、これぐらいの区分がちょうどいいという辺りの説明があ

れば聞かせてもらえますか。

事務局／木村 御質問、御指摘、ありがとうございます。こちらにお見せしているものが平成 28 年度につくられた Q&A でして、今、林野庁のホームページのほうで公開されているそのものになっております。昨年度のリバイス検討の中で、今、おっしゃったように、内容が重複しているのではないかとといった御意見をいただきまして、実際にリバイスの作業を行うのは今年度からとなっております。今年度は、これとこれは重複しているから一つにしていとか、これは要らないのではないかとといったものをこちらで一度もんだ上で、各分野の御専門でいらっしゃる先生方に御意見を伺いたいと考えております。

梶本委員 そういう作業はまだ進んでいないということですか。今回、そのたたき台のようなものが出てくるのかと思ったのですが、そういうわけではないですか。まだこれからということですか。

事務局／木村 申し訳ございません。今回は第 1 回ということで、方針ということで、まずこういった形でこれからリバイスを進めていく中で委員の皆様に御協力を仰げるかどうかというお願いも今回の委員会に含めておりました。これから作業を進めていって、第 2 回の委員会にはある程度の作業が進んだ段階のものをお見せできればと考えておりますけれども、その前に委員の方々にそれぞれ御相談することを予定しております。

梶本委員 分かりました。

事務局／木村 すみません。ありがとうございます。

梶本委員 もう一ついいですか。今年度の目標というか、実施方針で、林野庁の森林整備保全の計画のところで、複層林化というのですか、単層林から複層林化を進めるような意味合いだという話があったのですが、それで、途中で複層林によって多様性がどうなるかといった関連の資料も収集しなければという話があったのですが、実際には複層林というのは、現実に林分があって調査したというのはあまりないのではないかと思います、その辺はどうでしょうか。

というのは、林野庁が進めているというのはいわゆるスギやヒノキの単純な林から混交林化するとか、広い意味でいろいろな広葉樹林も入れていくとか、そういうものも含めた意味で複層林化という言葉を使っていると思うのですが、単純に複層林というと、本当に二段林とか、上木にスギとか、下木にヒノキとか、そういった話になってくるので、その辺はどう考えておられるのかということを聞かせてください。この 2 番目にあるものです。

立花座長 ありがとうございます。事務局。

事務局／金森 おっしゃるように、二段林のような形の林相が NFI データにあるかということですが、実際に調べてみるとかなり少ないだろうというのは梶本委員が御想像のとおりです。何らかの基準で具体的に複層林な林相というものを定義してしまっていて、それに該当する林分、林相を抽出してくるというような形になってくるかと思うのですが、そこら辺をどのように定義するかというところはまだこれからの検討課題になっておりまして、そういったものと多様性の関係を見ていくということを今の段階では想定しているところで

ございます。

梶本委員 分かりました。私も昔多様性の基礎調査の委員会をやっていたことがあるのでよく分かっているのですが、むしろ本当にそういう複層林化とこういう多様性の関係をそこまで調べた研究があるのか私はよく知らないのですが、こういうデータを使ってというのも一つの手ではあります。県の試験所などでそういうレベルで実際に行ってデータを取って報告しているという例は逆に幾つかあると思うので、そういうものをカバーして進めていくのがいいのではないかと聞いていて思いました。以上です。

立花座長 ありがとうございます。今のところですが、まず、一つの複層林化のところはNFIデータで生物多様性というのを確認しているということになりますか。

事務局／金森 そうですね。NFIデータのほうでは基本的には動物については定量的な調査をしておりませんので生息情報ぐらいしかないのですけれども、多分植物の種の多様度といった形での、それを生物多様性の一つの指標として見る、比較していくということを想定しています。

立花座長 それは木本で見た種数でいくということですか。

事務局／金森 木本もそうですけれども、下層植生も被度の調査をしておりますので、下層についてもある程度多様度というものは見ていけるのではないかと考えております。

立花座長 分かりました。それから、先ほど梶本委員がおっしゃったように、二段林のような複層林化を想定しているということでもよろしいですか。あるいは人工林に天然林が混じってきたような、これを複層林とっていいかどうかですけれども、そうした森林もあるかと思うのですが、いかがでしょうか。

事務局／金森 そうですね。きれいに二段になっているような森林というのは実際にはサンプリングですので引かかってくる可能性は非常に少ないかと思っております。ここで着目するのは恐らく林分構造だろうと思いますので、何らかの数値的な閾値を決めて林分構造を数値化して、そういったものとある程度複層林的な林相のような形でつくっていくのかという想定をしております。

立花座長 分かりました。ありがとうございます。水村さん、お願いします。

林経研／水村 実は私は25年ぐらいスギのNFIデータを扱って調べてきたのですが、実はデータの中に林種というものが入っていて、育成単層林となっているのですが、実態としてそれが二段林、つまりスギとヒノキの混交林になっている状態というのは多分1割ないぐらいですけれどもあることはあります。だから実態としては複層林になっているけれどもあることはあるのです。ただ、複層林だけを調べても恐らくデータの件数としては非常に少ないです。だからそれから統計的に分析するということはほとんど不可能に近い。

もう一つ言えるのは、自然に混交林状態になっているものです。これはかなりあるのです。だからむしろ複層林と定義づけているけれども、いわゆる自然の状態で混交林化しつつあるような森林も含めて、そういう定義をすると少し見方が変わってくるのではないかと思います。

それから、草本と木本とを基本的に分けないとスギの場合は草本の種類がすごく多いのです。これは菌根の関係もありますけれども、スギの場合は草本の種数が多くなるという傾向があります。要するに落葉広葉樹の天然生林とそれよりも多いぐらいの草本種数を持っているのです。多様度指数というものをどういう数量指標で調べるかということも含めて検討の必要があるかと私は思っています。以上です。

立花座長 ありがとうございます。私が言わんとしたところを丁寧に構造立てて説明していただいてありがとうございます。事務局から今の説明について何かお話はございますか。

事務局／金森 水村さんがおっしゃるとおりかと思います。植物種に関してですけれども、昨年別の計画課の調査で植物種の同定がどれほど正確かということも確認をしております、やはり出現の頻度が少ない種については、調査の季節的なタイミングやあるいは調査をする人の植物同定能力といったところでもかなりばらつきがあるということも分かってきていて、ただ一方ではある程度被度がある種、それなりにポピュラーにそのサイトに存在している種に関してはそれなりに正しく評価できているだろうということが分かってきているので、下層植生に関してもある程度定量的な解析はできるのかと思っています。当然木本に関しては種の同定もされて個体数も分かっているのも水村さんが言うような多様度というのは比較的簡単に評価ができますので、そういったもの、使えるもの、使えないものを吟味しながら指標になり得るものを探していくという作業になるのかと考えています。

立花座長 ありがとうございます。そのほか、御意見、御質問はございませんか。玉井委員から御質問、御意見等ございませんか。

玉井委員 それでは1件だけ確認させてください。お送りいただいている資料でスライドの8ページ目、昨年度のQ&Aのリバイス検討結果の3つ目のところで、回答の中には推定として記述されている回答があり、説明の仕方など工夫が必要ということが書いてありますが、それを踏まえていくと、論文としてちゃんとエビデンスが提示されているものに基づいて回答がなされていくということによろしいのですね？

事務局／木村 御質問をありがとうございます。平成28年度の段階で推定として記述されている回答があったということで、これまでの知見の中で新たな研究成果などによる推定ではなくちゃんとした根拠としてつけられる文献があれば更新する予定ですし、それでも現段階で推定としているのであれば、設問の設定方法について記載のほうの工夫・検討が必要かと考えております。

玉井委員 ありがとうございます。林野火災だと結構そういう悩ましい部分が少し多くなってしまうのかと想像したので、その辺は相談しながら進めていくようにさせていただきます。お願いします。

事務局／木村 はい。まさに、特に林野火災に関しましては、昨年度から林野庁への問い合わせなどもかなり増えているということで、何らかの形でこのQ&Aに追加したいと考えておりますので、すみませんが御協力をお願いいたします。

玉井委員 了解しました。ありがとうございます。

立花座長 ありがとうございます。ほかには何か御質問等はございますか。

梶本委員 せっかくなのでもう一つだけ。Q&A に関連するのですが、機能別に森林の持つ多面的機能に分けて質問を設定するという感じにはなっているのですが、最近だと山地災害のような豪雨災害の話になってくると、そこに植えた苗木が問題だったのではないかとといった話も絡んできます。例えば九州で山地災害が起こると苗木が実生ではなく挿し木だったからだとか、大分前にそういった問い合わせが来たことがあるのですが、そういった割と複合的な部分での質問のようなものがあると思うのですが、そういうカテゴリーは何か設定しているのか、そこまでは踏み込まないとか、そういった辺りはどうかと思っています。

というのは、山地災害だからそういう防災の機能の専門的な立場側の文献を拾って従来の知見からこうですという話にするのか、やはり単純に物理環境というか、土壌の環境だけには絡まないところで災害というのは起こるので造林のほうも絡めるとか、かなり難しいと思うのですが、この委員会ではそこまでいかないのか、林野庁の担当の方もおられるのでその辺のことを教えてください。

事務局／木村 御質問ありがとうございます。事務局としましては、平成 28 年度に大きく 4 つの機能別に分けた Q&A ということで、こちらの基本はこれをこのまま生かす形でリバイスという形を取っていければと思っております。そういった複合的な問題などが出てきたら最初の共通というところに項目が一応 2 問だけありますので、ここに追加ということも一つの手かとは考えております。

梶本委員 分かりましたけれども、水源涵養機能とか、今、概念が出てきていますけれども、単純にその質問にあるような人工林にしたらどうなのかとか、天然林ならどうなのかとか、そういうレベルの質問で終わるのか、さらに枝分かれという部分、そういうところは少しはせっきゃ平成何年かの前の時点から研究者もいろいろと研究していると思いますし、メインの質問はこのぐらいでいいのかもしれないですけども、さらにサブみたいなのところも少しは加えるとか、そういったリバイスもあってもいいのかと思いました。以上です。

立花座長 とても大事なところを御指摘いただいたと思います。事務局で今どうお考えですか。改めてお願いします。

事務局／金森 実際の Q&A ということになると、今、梶本委員が投げかけられたような形での質問があったと想定したときに林野庁がどう答えるかだと思うのですが、そこら辺は林野庁はどうでしょうか。

林経研／水村 少しよろしいですか。

立花座長 どうぞ。

林経研／水村 これは、大分前、4～5 年前に治山に関する調査というのをやっていた、そのときに文献を相当集めました。最近のものは、梶本委員がおっしゃったように、降水量の違いが出てきているものですから表層崩壊だけではなく深層崩壊が圧倒的に多くな

っています。山腹崩壊、山崩れに関する基本的メカニズムというのが実はこの設問の中に何も説明されておりません。回答にもありません。総合的な山腹崩壊というのはこういうメカニズムで起きるということをきちんと簡便にかつ簡略に説明する資料が必要で、実は論文の中に幾つか昔から図形入りでそういう説明がされている部分があります。だからこういうものを利用して総合的な解説というものを一つ入れてあげて、そこに、先ほど言ったように、造林の必要性とか、あるいは人工林の機能ということをきちんと説明することを少し加えてあげる必要があるのではないかと考えて、それで昨年度報告書の中に入れたのですが、でも、総合的な解説を入れたらどうでしょうかということです。以上です。

立花座長 私まさにそういうことを入れてはどうかと思って先ほどからお話を伺っていました。それぞれの影響はあるか、影響を与えるかという形で答えているのですが、そもそもどうということかというメカニズムを説明して、その上でどのような影響かということ解説するような二段構えの Q&A のほうがいいのかと思うのですが、いかがでしょうか。林野庁の皆様はどういったお考えでしょうか。

林野庁／西村 ありがとうございます。今、まさにおっしゃったように、水源涵養もそうですし、防災の観点もそうですし、そういった基本的なメカニズムを説明した上で、それぞれの設問で、具体の施業の実施がどのような影響を与えるのかという細かいところに入っていくという立てつけがいいのかと思いますので、今年度はそういったことを念頭に置いて進んでいければと思います。

立花座長 ありがとうございます。もしそうだと、恐らく Q&A の作成に入る前にどういう構成にするかということ一度この委員会でしっかりと決めてからのほうがいいのかと思うのですが、そうだと 10 月の開催でいいのかという、その辺りはスケジュール的にはどうお考えでしょうか。

事務局／金森 そういった形では事務局の中であまり想定していなかったのですが、今、御議論いただいたように、例えば現状で課題として認識されているように、似たような回答が重複しているというところも恐らく分類整理せずにとただ羅列されている状況なので、そういった形で基本的なメカニズムがあって、もう少し体系的に Q&A を分類し直すようなことを行ったほうが分かりやすい Q&A になるだろうということも理解できますので、そういった整理を事務局のほうで行ったほうがいいのか。その上でまた御相談に乗っていただくという手順かと、今、想定しましたけれどもいかがでしょうか。

立花座長 私はその方向かと思いました。梶本委員、玉井委員はいかがお考えですか。

梶本委員 私もそのほうがいいと思います。そんなに大変なほど加わるわけではなく、先ほど言われたように全体の大まかなところ、それがあつた上でこの質問に入るというだけなのでそのほうがいいと思います。

玉井委員 はい。玉井も同意見です。

立花座長 どうもありがとうございました。そうしましたらこの Q&A については、今、お考えの構想を少し拡充する形で、それぞれのメカニズムのポイントを紹介した上で、どう

いった影響が出るか、結構多くのところが影響を与えるかのように書かれているのですが、どのような要因が重要なのかというような要因・要素を整理した上で、どのような影響かという形にするとより分かりやすくなるのかと思いますし、恐らく使う上でも使い勝手としてよくなるのかと思いますので、その辺りを含めて少し検討していただけますでしょうか。

事務局／金森 承知しました。恐らく説明されている内容が必ずしも一致しているとも限らないので、中身もよく読んだ上で、もしかしたら問いそのものが内容と一致していない可能性もあるので、そういったことも含めて整理をしていきたいと思います。ありがとうございます。

立花座長 よろしく願いいたします。併せて、どのような構造になるのかによって後の作業量が変わってくる可能性があるのですが、場合によっては、第2回については少し早めるということも必要になるかもしれませんし、その辺りも含めて御検討いただくほうがいいのではないかと思います。

事務局／金森 そうですね。また予備的に事前に御相談するというプロセスになるかもしれないのでよろしくお願いいたします。

立花座長 どうもありがとうございました。一通り御意見、御質問、御提案は出そろったかと思うのですが、いかがでしょうか。梶本委員、玉井委員、何か追加でございますか。

玉井委員 玉井は特にありません。

梶本委員 私も特にないです。

立花座長 ありがとうございます。私も折々に意見を申してきましたので特段にはございませんので、質疑応答の部分はここまでかと思いますが、事務局から何か確認しておきたいことはございますか。

事務局／金森 水村さん、大丈夫ですか。

林経研／水村 今の総合的解説のところですが、既存の Q&A は、前にも言ったように、マトリックスをつくって自動的にそこに当てはめながら設問をつくったという形式になっています。そこで、総合的解説は専門的用語により簡略に説明し、専門的用語を後段で解説するという形式が良いと思われます。また、近年の話題についても取り上げる必要があるのではないかと考えています。

立花座長 どうもありがとうございました。それではここまででよろしいでしょうか。一通り御意見、御質問を含め、御発言は賜ったかと思いますが、私の進行はここまでとして、あとは事務局にマイクをお返ししようかと思いますがいかがでしょうか。

3. 閉会

事務局／木村 立花座長、ありがとうございました。それでは、委員の皆様、林野庁の皆様、Web にて御参加いただきました皆様、本日は多岐にわたり御議論をいただき誠にありがとうございました。本日の議論の内容ですけれども、議事録を作成いたしまして、皆様に御確認をいただいた上で会議記録といたします。お忙しい中、恐れ入りますが御協力のほどよ

ろしくお願いいたします。

立花座長 すみません。五味委員からは何か御意見などありましたか。

事務局／木村 すみません。五味委員は急遽大学の都合で御欠席ということで、こちらの議事録ができ次第共有し、必要に応じて個別の Web 打合せ、または書面で御意見をいただくという形になっております。

立花座長 承知しました。安心しました。ぜひ御意見をいただいたほうがいいかと思いましたが、よろしくをお願いします。

事務局／木村 そうですね。はい特に水源涵養のところなどは五味先生に御意見をいただきたいと考えております。

それでは、本事業の成果がよりよいものになりますよう、御議論いただいた内容を踏まえ、誠心誠意進めてまいりますので、今後とも御指導御鞭撻のほど、よろしくお願いいたします。

それではこれもちまして令和 7 年度森林整備保全事業推進調査第 1 回検討委員会を閉会いたします。本日は誠にありがとうございました。

(了)

令和 7 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 11 月 11 日（火）10：30～11：52

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／和田 林野庁計画課の和田でございます。本日は皆様、お忙しいところありがとうございます。

前回の委員会でも申し上げましたが、最近、災害の発生や地球温暖化、生物多様性をめぐる国際的な動きなどもあり、森林の持つ多面的な機能について国民の関心も非常に高まってきているところです。本年は例年よりは比較的災害が少なかったものの、2 月から 3 月にかけて大船渡市を初めとして大規模な林野火災が発生しております。

また最近、熊による人身被害が非常に増えているところです。熊の出没にはいろいろな要因があるかと思いますが、東北森林管理局が発表した調査によりますと、ブナの結実の状況が東北 5 県全てで大凶作だったという結果も出ており、野生生物の生息環境としての森林というものも注目されているところです。

そのような状況も踏まえ、森林の整備や保全は今後とも重要なテーマになるだろうと考えており、林野庁としても来年 6 月の森林・林業基本計画の見直しに向けて、現在、その検討を進めているところです。本事業は森林の持つ多面的な機能を整理することで、外部への発信やより適切な指標の設定などに役立つと思いますので、委員の皆様、事務局の皆様、どうぞよろしくお願いいたします。

2. 議事

立花座長 引き続き、私のほうで進行させていただきます。

皆様、よろしくお願いいたします。

議題の 1 つ目として、実施項目ごとの進捗状況について事務局から資料 2 に基づき説明をお願いいたします。

事務局説明

- (1) 事業の背景等
- (2) 実施項目ごとの実施進捗の報告
- (3) 今後のスケジュール

質疑応答

立花座長 今回の資料2に基づく御説明について、委員の皆様から御意見、御質問を頂戴できればと思います。途中退席される五味委員から最初に御意見をいただいてもよろしいでしょうか。

事務局／木村 五味委員は既に退席されているようですが、11時半ぐらいにお戻りの予定です。

立花座長 承知しました。

では、そのほかの皆様、いかがでしょうか。

梶本委員 Q&Aの改訂に関して、古いものをバージョンアップする際に補足も加えるということですが、前の執筆者の方の了解については事務局のほうで個別に対応されるのでしょうか。了解を得ようにも中には既にお亡くなりの方もいらっしゃると思いますが、その辺はどのようにされるのでしょうか。

事務局／木村 平成28年度に作成したQ&Aのリバイスに当たって、第1回検討委員会の段階では内容を精査し、必要に応じて当時の執筆者の方々の了解を得た上で改訂するというお話になっていました。しかしながら、おっしゃるとおり既にお亡くなりの方もいらっしゃいます。そのため、全体を通しての削除・修正はかなり難しいため、明らかな誤字・脱字のみの修正とし、今回、基本的には既存のQ&Aはそのまま残す形で予定しています。ただし今年度新しく追加する補足Q&Aを頭に持ってきて、そちらを総合的解説として最新の知見も取り入れていければと考えています。

梶本委員 誤字・脱字は事務局でチェックすればいいと思いますが、当時の古い内容から新しい知見に変わった部分については残しても意味がないと思います。その辺は新しく、今回執筆される方、補足をされる方が責任を持って、削除すべきものは削除するなどして整理するほうがいいのではないかと、その上で全体の概要を補足として加えれば分かりやすくなるのではないかと思います。

立花座長 大事な御指摘をいただいたと思います。要するにそのまま使うのではなく、新たな科学的知見を踏まえた上で取捨選択したり新規に執筆をお願いするといったことを検討すべきではないかという御指摘です。ごもっともな御意見だと思いますが、いかがでしょうか。

事務局／木村 おっしゃるとおりで、第1回の検討委員会の際もその方向で議論を進めておりました。資料3に過年度のQ&A、平成28年度のQ&Aがあります。機能別にそれぞれ複数名の執筆者の方に書いていただいていた、当初はこれを今年度御担当いただく執筆者の方に直していただくということでしたが、検討の結果、あまり現実的ではないとの考えに至りました。そこで今年度の補足Q&Aは今お願いしている執筆者の方々に総合的解説として書いていただき、過年度のQ&Aに関しては誤字・脱字の訂正のみと考えておりましたが、ただいまの御指摘を踏まえ、過年度のQ&Aについても誤字・脱字だけでなく最新の知見の反映なども含めて修正が可能かどうか、改めて検討させていただきたいと思います。

立花座長 梶本委員、よろしいですか。

梶本委員 それでも構いませんけれども、せっかく改訂して今の時代に合ったものにするというのであれば、過年度分についても追加や削除などの修正が必要ではないかと思います。私は防災について専門ではありませんけれども、例えば最近、豪雨災害で流木、流れ木の被害がたくさん出ていることを例として考えると、過去に造った森林の防災機能、表土の流出を防ぐ機能についても伐採して再造林するような話が進んでいる中、どのような苗木を植えれば良いかなど、いろいろな議論が今、出てきていると思います。従来はそういうことは想定しておらず、ごく一般的に、例えば表土の流出には森林があれば大丈夫だというぐらいの話が Q&A に書いてあったと思います。その辺も含めて全体を通して見直しを行い、少なくとも要らない部分は削除するなど、その程度の整理はしたほうがいいのではないかとコメントです。今の新しい委員のメンバーを見ると、大体その辺はフォローできそうな人ばかりなので、問題ないのではないかとコメントしました。

立花座長 今の梶本委員の御提案はとても大事な点だと思いますので、ぜひ、事務局で検討をお願いします。

事務局／木村 はい、承知いたしました。最終的には林野庁のホームページに掲載されるものですので、過年度の Q&A の取扱いも含めて林野庁様と共に再度検討させていただきたいと思います。

立花座長 玉井委員はいかがでしょう。

玉井委員 梶本委員の御提案はごもっともなことだと思います。ただ、どこをどう更新するのかについて誰が判断するのかということもあり、なかなか大変かなとは思いました。

立花座長 そのほか、防災等の報告の部分についてはいかがでしょう。

玉井委員 私は環境形成機能の担当ですが、従来の Q&A に関して私自身はよく分からないところが多く、環境形成機能のどこを更新していくのがいいのかと聞かれても、私には答えられないのかなと思いました。

防災に関しては五味先生なり落合さんなり、しっかりした方が担当されているので、そういう方が適宜判断していかれるといいのかなとは思いました。

立花座長 今の御発言に関して、事務局から何かありますか。

事務局／木村 今回、玉井先生には森林火災に関する補足 Q&A を御執筆いただくことになっています。快適環境形成機能からは「森林火災における防災機能」の 1 問のみということで、例えば快適環境形成機能の既存の Q&A のリバイスを玉井先生にお願いするとなったときにどう考えるのか。快適環境形成機能については気候緩和機能なども含まれると思いますが、私自身は気候緩和機能についてはあまり聞いたことがありません。大気浄化機能など、森林火災とはかなりかけ離れた内容となり、そちらについても御検討いただくのかといったこともありますので、先ほどの梶本委員のお話も含め、過去の Q&A のリバイスについては再度検討させていただきたいと思います。

立花座長 ありがとうございます。

梶本委員 もう一つだけいいですか。最後のほうで話されていた生物多様性の基礎調査の結果の解析については私もすごく大事だと思っています。もう5期目、6期目に入っているんで20年ぐらいのデータがあると思いますが、第5期でしょうか、最近5年間のデータを使って多様性の指標を木本と草本で考えるというのはすごく良いと思います。先ほど少し結果の御紹介をいただきましたけれども、施業の有無でどうかということがあったと思います。ちらっとしか見ていませんが、基本的に選んだところというのは、多分そのプロットのうち人工林の中に入っているものですね。違いますか。

事務局／木村 人工林かどうかというよりは、実際に現地へ行った調査員が、人工更新されている林分か天然更新されている林分かということで見ています。もともと人工林で伐採した後、そのまま放置ではありませんけれども自然と広葉樹が入ってきたようなものは天然更新のほうに含まれています。

梶本委員 18 ページの左のグラフでいくと、人工更新は青い部分ですね。二次林も含めて、要するに人手が入っている林だと思いますが、その中で最近5年間に施業がなされているかどうかで分けて比べたところ、多様性指数としてどちらがどうだったというのがこの結果ですね。

事務局／木村 おっしゃるとおりです。

梶本委員 シャノンの多様度指数でいくと、やっていないほうが多様性指数は高くなるということですよね。

事務局／木村 木本の場合はそうです。ただし草本のほうは被度で見ているので植生調査の調査プロットの中で、例えば1種・2種が広く繁茂して被度をカバーしている場合などは指数が低くなってしまうため、かなり下振れすることになります。その結果、20 ページのグラフでは下が全部、0のラインに接しているような箱ひげ図になっています。

梶本委員 私が言いたかったのは、こういうことです。選んだ林分のプロットが仮にほとんど人工林だとして、5年の間に間伐しているかどうかを見ているわけですが、人工林は何十年もかけて育てていて、そういう時間の流れの中でどうなのかというところが見えにくい。要するに5年ごとに調査を1回入れて、それで全て把握できるという話ではないと思います。最後のほうで第4期のデータもさらに加えてというお話がありましたから、もう少し長いスパンで見たデータも入れて、両方を加味しながら今後の管理について検討していくべきではないか。5年間だと手を入れた瞬間になくなった樹種が反映されるだけだと思うので、ちょっと気になってコメントさせていただきました。

事務局／木村 おっしゃるとおりです。今回なぜ施業形跡だけを見たのかというと、間伐の記録以外にも伐根の有無なども調査しているのですけれども、それらも含めて見ようとするとプロット数がかなり限られてしまいます。今回は全体の傾向を見るという意味で、5年以内の施業形跡の有無だけで見ていますけれども、施業の有無、間伐実施林分に加えて伐根の記録なども用いれば、おっしゃるような時系列的な変化も見られるのではないかと思います。地点数はかなり限られてしまいますけれども、それは可能だろうと考えます。初期

の頃に比べて調査項目が変わっている部分もありますので、1 期から 5 期までの全体を通しての比較は難しいと思いますが、3 期以降のデータの比較から何かさらなる分析ができないだろうかと考えています。

梶本委員 分かりました。

立花座長 私からも関連して。5 年ではなく 10 年にということはあり得ないのでしょうか。というのは間伐に関して言うと、間伐した後、その次はまた 10 年後ぐらいということが多いように思います。例えば保安林の場合には 10 年といった期間を置いてからの間伐になりますよね。5 年だと本当に直近だけですが、10 年間にすると間伐実施地についてはかなりの部分がカバーできますから、その中での変化を見るということもあるのかなと思いました。

事務局／木村 NFI 自体は 5 年で 1 周しますので、あるプロットでは 2020 年にやったら次は 2025 年というように、ちょうど 5 年で 1 区切りになります。例えば伐根に関して言うと、伐根があれば調査履歴として ID 番号が打たれるわけですが、調査者は 5 年前と比較して ID 番号のない新しいものがあるかどうかを見ます。そういう意味での 5 年であって、間伐などの期間を考慮したものにはなっていません。

立花座長 ただ、第 4 期や第 3 期を合わせて見ることはできますよね。

事務局／木村 そうですね。第 3 期から見れば最大 10 年の期間で見ることができます。例えば第 3 期の頃に間伐をやっているところが、その後 10 年たってどうなっているかということは見られるかもしれません。

立花座長 もしも可能であれば、そのようなことも検討していただければと思いました。

事務局／木村 承知いたしました。ありがとうございます。

林経研／神沼 4～5 年前ぐらいでしょうか、この事業の調査の中で勉強したことを思い出したのですが、皆伐した跡地に人工造林しないということが全国的にぐっと進んだ時期がありました。それと合わせて林野庁のほうで、皆伐跡地の天然更新について 5 年経過時点で見るという指針を出したと思います。それに基づいて各都道府県が 5 年を基軸に皆伐跡地が天然更新されているかどうか、調査していった記録があります。ただし 5 年後の時点での調査というのは、期間としてやや短いと思います。皆伐跡地を放置しておくと天然更新していきますが、生態学的には 10～20 年ぐらいの間は短寿命の樹種が多く、30～40 年以降に長寿命の樹種が天然更新してくると言われています。そこからすると 5 年で区切るというのはどうなのか。5 年で区切るについて、当時私たちが勉強したことからすると一定の根拠はあると思いますけれども、本当に 5 年でもいいかどうかというのはまた別問題だと思います。

立花座長 情報をありがとうございました。

林経研／水村 私は 20 年ぐらいずっと生物多様性について研究してきましたが、施業のデータは人工林のうち 7% ぐらいしかありません。その中でスギタイプとヒノキタイプでは基本的に下層植生が異なっています。カラマツも含め、人工林を全部一まとめにして生物多

様性の多様度指数を出すことにはかなり無理があつて、全体を俯瞰するという意味でも問題が多いと思います。

スギタイプがどのくらいあるかという、使えるデータは約 1,400 件です。5 年間ごとに見ていくとしても、毎回 7%ですから 90 件ぐらいしかないわけです。そこから施業の有無を統計的に比較するということはかなり難しい。さらに 5 年前にさかのぼって 10 年間ぐらいの調査もやっていますけれども、かなり難しいのではないかとというのが私の感想です。

それから、北方圏といわゆる南のほう、四国・九州辺りとでは、人工林といっても中身が違います。だから多様度指数として、これを同列で比較することは難しいと思います。

できるとすれば人工林の階層構造の多様性というはあるかもしれない、これもやりましたけれども、その辺を少し工夫する必要があるように思います。

立花座長 とても大事な御指摘ですけれども、事務局として御対応はいかがでしょうか。

事務局／木村 水村さんへの質問ですけれども、階層構造の解析というのは具体的にはどのようなものでしょうか。例えば高木層なら高木層の被度などで見られたのでしょうか。

林経研／水村 これは 2 つあります。1 つは人工林の中に侵入している広葉樹を含める場合と、含めずに植栽種だけでもって階層構造を見る場合。ただし樹高のデータは採れていません。上のほうだけしか採ってなくて、私は直径で見えています。上は 15cm 以上・15cm 未満、下は 5cm 以上・5cm 未満といった形で 3 段階か 4 段階に分けて、その階層構造の多様性を見るわけです。施業の有無ではなく、要するに人工林全体で捉えていって、階層構造の変化が非常に激しいところと少ないところということで多様度を見ることができます。ただし、その辺は少し工夫というか試行錯誤が必要で、調査としてはおよそ 2 本分に相当します。これだけでも作業量としてかなり大変なので、単年度でやるのはちょっと難しいかもしれません。2～3 年かけてやるという感じになると思います。

立花座長 今の御指摘について、どうでしょうか。

事務局／木村 今日は土屋さんは御欠席ですけれども、今回、林業経済研究所の土屋さんを初め神沼さん、水村さんには文献収集や Q&A のほうで主に御尽力いただいている、こちらの成果指標の検討については日林協の中だけでやっておりました。今後、林業経済研究所も含めて事務局内でさらにいろいろな分析・解析をしていければと考えていますので、引き続きよろしくお願いいたします。

立花座長 はい。よろしくお願いいたします。

水村さんから、きちんとやるのであればもう 1 年、2 年といった期間が必要だという御指摘もありましたので、今後また御検討いただければと思います。

事務局／木村 はい。ありがとうございます。

立花座長 そのほか、何か御指摘はございますか。

ささいなことをお聞きしますけれども、資料 2 の 16 枚目、被度 1～5 はこの表記の仕方でいいのでしょうか。例えば 10%が被度 1 にも被度 2 にも入っています。被度 1 のほうは 10%未満ということでしょうか。

事務局／金森 「1-10%」というのは1%以上10%未満という意味です。

事務局／金森 修正させていただきます。

立花座長 よろしくをお願いします。

ほかに何か御指摘はございますか。

先ほどの梶本委員からの御指摘に関して、今後どこを削るかなど、作業の内容についてはどのような形で進めていくことになりますか。

事務局／金森 分野によって対応できそうなところと難しそうなところに分かれると思いますので、個別にどのような対応がとれそうかということは、一旦、事務局で検討させていただいてよろしいでしょうか。

立花座長 委員から指摘があるかどうかは別として、ある程度方針が決まったら情報共有をしていただけますか。

事務局／金森 それはもちろん共有させていただきます。委員の先生方の御意見を伺いながらでないと、事務局単独ではなかなか決められない話かと思いますので、引き続きよろしくお願いいたします。

事務局／木村 次の第3回、今年度最後の委員会を2月頃に予定しています。日程調整はこれからですが、そこでまた御意見を伺うとなると、かなり遅くなってしまうので、委員会の外になってしまいますけれども、メール等で委員の皆様に御意見を伺えればと考えています。事務局で検討の上、再度御連絡させていただきますので、御協力のほどよろしくお願いいたします。

立花座長 はい。どうぞよろしくお願いいたします。

五味先生がまだ戻られていないようですので、つなぎの意味も含めてお尋ねします。来年度以降、この事業はどのような形になる見込みでしょうか。続くのであれば、どのようなことをやっていくのかといったことについて、現状で何か決まっていることがあれば教えてください。

林野庁／西村 この事業は5年に1度の森林整備保全事業計画の策定に向けて、その見直しの年に指標の具体的な検討や計画について検討委員会を開かせていただいています。それ以外の年については成果指標としてどのようなものがふさわしいのかということを検討するなどして、今年と昨年度はQ&Aのリバイスの検討をしています。来年度に関して具体的なことはまだ決まっていませんけれども、例年、最新の知見の収集・分析、指標の検討といったことを行っていますので、恐らくそのようなことになろうかと考えています。

立花座長 分かりました。先ほど水村さんから御指摘があったように、NFIのデータをどのように取り扱っていくのかということも大事だと思いましたので、そのことも含めて何かお話があれば思ってお伺いしました。

林野庁／西村 当然、前年度までの成果も踏まえて可能な限り連続的に、途切れさせないようにと考えています。事業としては単年度ごとですが、5年で一巡というイメージを持ってやっていますので、しっかりと成果は後年度に引き継いでいきたいと考えています。

立花座長 分かりました。どうもありがとうございました。

一通り御意見は出たようですけれども、ほかに何か御発言があればお願いいたします。

事務局／木村 資料2のスライド21、「③成果指標の検討」の「NFIを用いたその他の分析の検討」というところで幾つか候補を挙げさせていただきました。ほかにこのような視点はないのか、また、この視点は難しいのではないかとといったことも含めて、アイデア出しのレベルで結構ですので、何かあればお伺いできればと思います。

立花座長 皆さん、いかがでしょうか。何か御提案等はございますか。

梶本委員 時間が余っているようですので発言させていただきます。

NFIの多様性の調査に関しては、私も以前、そちらの委員会で関わったことがあるのですが、確かに途中でやり方も変わるなどして、初期の頃のデータがそのまま最近のものとはつながらないという話も出ていたと思います。ただ、これだけ膨大なデータを採っているのも、同じものが採れていないから古いものは使えないというのではなく、少し工夫すれば使えるものもあるのではないかと。場所が変わっている場合は駄目かもしれませんが、同じ場所で調査をして、例えば新しい伐根が5年間の間に入ったかどうかということもあると思います。20年以上前に間伐されてそのまま放棄されているもの、あるいはまた最近新しいものが入ったというのでは、同じような施業がされていても、それぞれ施業のやり方は違うわけですから、そういったことも時間があれば区分して行って、それによって多様性がどう変わるかなど、アイデアとしてはいろいろなことができると思います。最近、そういうものを使って調査をしている研究者もいると思いますけれども、事務局のほうでもこの事業に関連して、ここは大事なのではないかと考えた上で、何かに絞って20年分あるデータを活用して何らかの指標を出していくといいのではないかと思います。すぐに思いつく話ではありませんけれども、そのようなデータだという認識を持っています。有識者がほかにもたくさんいると思いますので、いろいろな方にお聞きしながら検討されるといいのではないかと思います。

立花座長 事務局、いかがでしょうか。

事務局／木村 一部変わっているところもありますが、NFIは長期にわたって同じ地点で、基本的には同じプロットで5年に1度、既に6期目に入っていますが継続してやってきています。その時系列的な変化について、項目を絞るなどして見られるところだけでも有効に活用できればと考えています。御意見、ありがとうございました。

林経研／水村 この20年間のデータですが、実は分析が非常に難しい。同じプロットの中の経年変化をずっと探っていくわけですが、例えば木本がどう変わったか、草本の種類や量がどう変わったか。実は3期と4期は量を採っていません。だから量については1期、2期とあって、次は5期になる。それは別にしても、一つ一つのプロットの変化をまとめ上げて総合的に評価するという手法を検討しなくてははいけません。例えば演習林のようなところを調べていくのはいいのですが、これは全国ですからね。個別のものを積み上げて何が評価できるか、その分析手法については少し検討したほうがいいと思います。恐らくほとん

どやっていないので、統計学的にはかなり複雑な作業になるはずです。

それからもう一つ、何度も言いますが、変化を見つけ出そうと思っても単年度ではとても無理です。5期分のものについてデータをそろえるという作業だけでも丸一年ぐらいかかるでしょう。林野庁のほうで少し考えていただいて、2か年ないし3か年ぐらいでやるようにしたほうがいいのではないかと思います。大変ですけれども、それができれば実は多様性指数が要らなくなります。つまり α 、 β 、 γ という種の多様性だけで大体評価できるのではないかと思います。

立花座長 ありがとうございます。

事務局あるいは林野庁から何かございますか。

事務局／金森 もともとの多様性基礎調査の設計には2つあって、マクロにオールジャパンを一元的に評価するというのが基本的な設計の1つとしてあったわけですが、一方で同じ点を継続的に再調査することで同一地点の時系列的な変化も見られるだろうということもあって、その2つの側面を持った調査であることは間違いありません。

ただ、同じ点を継続してきちんと計れているのかということ、今まさに時系列的にデータを見ようとしているときに、例えば樹木にナンバーをつけて個体識別をしていますけれども、必ずしも全ての木について個体識別をしているわけではありません。要は標準木の20本について調査をし、それには全部ガンタッカーでナンバーテープを付けて個体識別をしているわけですが、必ずしも5年後にもテープが残っているとは限らず何%かは失われていきます。例えば25年たったときに同じ木を継続して計れているかということ、そういうところは恐らくほとんどありませんから、時間方向で同じ点を見て比較できるといっても、そこまで厳密にはできないと思います。

演習林のように厳密な個体識別はされていませんから、時間方向で見るためには何らかの解析上の工夫が必要です。地点ごとの時間方向の変化を見ようとしたときに、かなりそういった問題があるということに、我々自身も最近ようやく気づき始めているような状況でもあります。その辺りをどう解析していくのかという工夫が求められていることは我々事務局も認識しているところですので、専門家の御意見も伺いながら適切に対応していくことが必要だろうと思っています。その点も含めて、引き続き御指導をよろしくお願いいたします。

立花座長 どうもありがとうございました。

私からも一つ。災害があったところについてもNFIでデータを採られているのでしょうか。どのようなところで、どのような災害があって、どのような状況になっているのかということも分かるのでしょうか。例えば地形や林相がどう変わったかといったことは分かるものなのでしょうか。

事務局／金森 災害について、どのレベルで捉えていくのかということはあると思います。例えば風害など、いわゆる気象害によって木が失われているようなところについては、当然そこはまだ森林であり続けていますので継続調査されていきます。一方で、大きな災害

で地滑りがあったり、あるいは火山の噴火などがあったときには調査点そのものが失われてしまう場合もあります。具体例で言うと三宅島にも当初、25 年前には調査点があったわけですが、噴火によって調査点そのものが失われてしまいました。そこはもう森林ではないため、調査対象から外れています。したがって、以降、経過観察はできていない状況です。そのようなところと、いわゆる局所的な攪乱のようなものとで大きく分かれるわけですが、局所的な攪乱に関しては時系列で追えると認識していただいて結構かと思います。

立花座長 例えば松枯れや凍裂の状況なども含めた詳細な調査をするのか。どこまで把握していくのがいいのか、そこにどの程度の意味があるのかは分かりませんが、いろいろな形で調査ができるだろうと思います。また、何年何月に地滑り等の災害が生じたといったことが記録として残っていれば、それも今後の分析に生かして何らかの活用ができるのではないかともしました。

事務局／金森 立ち枯れや幹折れした木についても計測対象になっているので、そのような中小規模の攪乱が起きているところに対しては恐らく分析できるだろうと思います。

立花座長 分かりました。一つ、そのような視点も加えられるのではないかともしました。事務局／金森 ありがとうございます。

立花座長 五味委員がお戻りですので、御意見を賜ればと思います。

この間に指摘があったのは、主に Q&A のリバイスについて。科学的な知見がアップデートされることによって内容が変わってきたり、あるいは削除したほうが良いような部分もあるだろうから、その辺を少し検討して、出し入れがあってもいいのではないかという御意見がありました。それが重要なところかと思いますが、あとは何があったでしょうか。

事務局／木村 そのほか成果指標のところでは NFI の活用について、いろいろ御意見を伺ったところですが、大きな駄目出しのようなものはなかったと思っています。今後まだ分析が必要ということですが、やはり大きなところは Q&A のリバイスについてだと思います。

立花座長 五味委員、いかがでしょうか。

五味委員 先ほど立花先生がおっしゃったように、出し入れというか確認というのはあってもいいかなと思います。多分、大きな変更点はないだろうと思いますけれども、水源涵養のところや土砂など、私の専門領域のところでは知見として、また、用語の使い方などに関する修正点はもしかしたらあるかもしれないということは少し考えています。

それも踏まえての補足説明かもしれませんが、その補足説明の位置づけをどう考えるのか。別の先生が書かれた内容をどのように変更するのか、それはもう一つの大きな課題であって、よくよく考えなければいけないところです。その辺も踏まえて、例えば認識がこうだとか、用語としてはこういう使われ方もあるとか、そういったところを補足説明の中に入れ込むようなことでもいいのではないかと考えています。

また NFI については、これまでも NFI を使った研究があると思いますけれども、その辺を少し整理してみてもどうか。そんなに多くはないと思いますが、NFI を活用した事例は日本森林学会の発表の中でもたまに出てくることがあります。論文としてどれぐらい使われ

ているのかは私も把握していませんけれども、そのような使い方はあるだろうと思います。

実際にうちの学生が NFI を使って、ダム貯水池の流域内の NFI ポイントの森林状態と、そのダム貯水池から出てくる流木量をディープラーニングで解析する研究を行っています。森林の状態とダム貯水池に出てくる流木量の間にはどのような関係があるのかという検討を行っていて、ほかにも活用された事例は幾つかあるのではないかと思います。もしかしたら森林総研の中でもいろいろ活用されている事例があるかもしれませんので、その辺も把握しておくことが大事なのかなと思いました。

また、これは前回欠席した際、後ほどのヒアリングのときにお話しさせていただいたのですが、Q&A のところで、現状、機能別に分けられているところを森林整備ごとに逆引きできるような仕組みもあったほうが、現場目線では使いやすいように思います。こんな森林管理であればここを参照するといいというような、逆引きタイプのものもあると便利ではないかと思っています。それを作るかどうか、また、今回やるかどうかは皆様の御判断によりますけれども。

立花座長 ありがとうございます。

今の最後の点は大事ですね。例えば後ろの索引のところには何かあって、そこから行くということも可能かもしれませんし、整理ができれば有用かなと思いました。

事務局から、今の御指摘に対する回答をお願いしますか。

事務局／金森 五味先生、ありがとうございます。

NFI を使った成果の事例収集というお話がありましたけれども、計画課の別の事業で、実はこの NFI データ自体は第 4 期までのデータが公開されており、登録すれば誰でも利用できる状態になっています。また、御利用いただいて成果を発表された場合には情報をお寄せくださいというお願いもしているところです。連絡がないものも含めて、成果がどれぐらい公表されているかということを計画課の別事業のほうで事例収集していますので、それについては御利用いただけるような状況にあると考えています。

五味委員 NFI の情報がどのように利用されているかという、そのデータベースは公開されていないのですか。

事務局／金森 生データ自体、データそのものは公開されています。

五味委員 データの利用状況についてはどうですか。

事務局／金森 利用状況については計画課の事業の中で集めて分析し、このようなところで利用されていますというようなことをやっています。一般にはまだ公開されていなくて、今まさに事業の中で分析している状況ですが、その結果をこちらの事業で御利用いただくことは可能かと思います。

五味委員 それはぜひ見てみたいですね。

事務局／木村 もう一点、Q&A のリバイスに関して、森林整備別で逆引きができればいいのではないかということでしたが、今回、補足 Q&A の追加、並びに既存の Q&A の構成について再度検討する中で、そちらも前向きに検討させていただきたいと思います。

立花座長 よろしくお願いいたします。

これで一通り、皆様から御意見等をいただいたと思います。追加で何か御発言があればお願いいたします。

よろしいでしょうか。それでは、私の進行はここまでとさせていただき、事務局にマイクをお返しいたします。

皆様、積極的な御発言をありがとうございました。

事務局／木村 立花座長、ありがとうございました。

今回はウェブ会議システムの変更などイレギュラーな点があり、御迷惑をおかけして申し訳ございませんでした。

本日は立花座長を初め委員の皆様には長時間にわたり御議論いただき、貴重な御意見をいただきました。誠にありがとうございました。

本日の議事概要は事務局のほうで取りまとめ、委員の皆様にはメールにてお送りしますので御確認いただければと思います。

また、第3回検討委員会は2月頃の開催を予定しています。別途、近日中に日程調整の御連絡をさせていただきますので、御協力をお願いいたします。

五味委員 第3回検討委員会は、私たちが執筆中の補足 Q&A について、皆さんで確認するという作業になりますか。

事務局／木村 執筆者の方々には12月26日、年内をめどに提出をお願いしております。その後、林野庁と事務局で中身を一度確認した上で、必要に応じて執筆者の方に御連絡させていただき、まとまった段階で第3回検討委員会にて委員の皆様には内容を御確認いただきます。第3回検討委員会後に、必要に応じて執筆者の方に再度、修正の依頼等をかける可能性はあります。

五味委員 既存のQ&Aの見直しについて、これは私がやったほうがいいのでしょうか。

事務局／木村 そちらに関しては、まずは事務局のほうでどうするかを検討させていただき、その後また御相談させていただきます。

五味委員 了解しました。まずは宿題をやり切るということですね。

事務局／木村 五味委員には委員としてのお役目と、さらには執筆のほうもお願いして恐縮です。まずは補足 Q&A の執筆をいただき、リバイスについては一度検討した上で4名の委員の方々に御意見を伺うことになると思いますが、そちらは別途御連絡いたします。

五味委員 分かりました。

事務局／木村 よろしくお願いいたします。

以上をもちまして、本日の議事は全て終了いたしました。これにて閉会とさせていただきます。御多忙のところを誠にありがとうございました。

3. 閉会

(了)

令和7年度森林整備保全事業推進調査

第3回検討委員会

日時：令和8年2月5日（木）10:00～12:00

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／和田 林野庁計画課企画班の和田でございます。よろしくお願い致します。本日は委員の皆さまをはじめ、お忙しいところ出席頂きありがとうございます。

現在、林野庁では、わが国の森林・林業施策の方向性などを定めます「森林・林業基本計画」の見直しの作業を行っているところでありまして、林政審議会でもご議論を頂いているところでございます。新しい「森林・林業基本計画」ですけれども、森林・林業・木材産業の好循環による森の国、木の街の実現というものをうたっておりまして、その柱の一つといたしまして、適切なゾーニングに基づいた多様な森林づくりというものが位置づけられる見込みでございます。そういったこともありまして、森林の多面的機能の発揮ですとか、そのための森林づくりをどうしていくかというのは、引き続き重要になると考えているところでございます。また基本計画の見直しと併せまして、森林の整備・保全の目標ですとか、計画量を定めます「全国森林計画」、こちららも変更を行うこととなりますし、そのあとは次の「森林整備保全事業計画」を見直す議論も進められていく予定となっております。こういった森林・林業行政の大きな動きがある中で、この事業で実施しております森林の多面的機能に関する知見の整理といったものは、ますます重要になってきていると思います。

今回今年度最後の委員会ということですので、今年の事業の成果をしっかりと整理できるようにしていければと思っております。本日はどうぞよろしくお願い致します。

2. 議事

立花座長 オンラインでの出席で恐縮ですけれども座長を務めさせていただきます。よろしくお願い致します。

それでは早速、議事に入ってまいります。資料の量が多いので、皆様から様々なご意見をいただきながら時間内に終わられるように進めたいと思いますのでよろしくお願い致します。

それでは議事の1つ目、実施結果の報告について、事務局から資料2に基づき説明をお願いします。

【事務局説明】

実施結果の報告

【質疑応答】

立花座長 説明ありがとうございました。ちょっとお願いがあるのですが、スライド 18 の図の記載に、凡例に「3 期のみ」や「4 期のみ」とあるのですが、「第 3 期のみ」や「第 4 期のみ」と「第」をつけていただけますか？説明文のほうは「第 3 期～第 5 期」と書いてあるので分かるのですが、この表記だと「5 期の内の 3 期であった」とも捉えられるので特定しにくいのです。これは論文等でも「2 章」が「第 2 章」なのか「2 つの章」なのか分からないということになりかねないので、記載の仕方として少し注意していただいたほうがいいと思いました。

事務局／木村 承知いたしました。

立花座長 あと、もう一つですが、生物多様性に関係する部分については、今日御欠席の梶本委員にぜひ資料に対してのコメントをお願いしたほうがいいと思います。

事務局／木村 はい、承知しました。先ほどは直前だったので、私も御欠席のことしかお伝えできなかったのですが、資料は御確認いただいて、「何かあればメールなどで御連絡します」という御連絡はいただいておりますので、こちらからも今回の議事録ができ上がり次第、共有させていただいて、御意見は別途伺いたいと考えております。

立花座長 ぜひ、そうしていただければと思います。それぞれの専門性からカバーし切れない部分も出てくるかと思うので、ぜひそのあたりは対応をお願いできればと思いました。

事務局／木村 はい、ありがとうございます。

立花座長 どうもありがとうございました。それでは、これから審議に入ります。資料 2 について御意見、御質問等を頂戴することになりますが、資料 2 は今御説明がありましたように実施項目が①②③と分かれていますので、この順に御意見を頂戴していきたいと思います。特に森林施業による逆引きと、補足で原稿を書いていますので、特に実施項目②では、別途に送っていただいている資料 3 と 4 についても併せて御検討いただくということでお願いします。

では、最初に実施項目①最新の知見・研究成果の収集・整理のところで、何か確認の必要なことはございますか。オンラインで私が進めると少しやりにくいので、それぞれお二人から御意見をいただこうと思うのですが、五味委員から何か実施項目①について御意見がございませうか。

五味委員 ありがとうございます。最新の収集ということで、非常にいろいろと集めていただいていると思います。先ほど、内容の情報がよく得られないというものがあったということでしたが、もし、それがどれか分かれば、私のほうでも調べることはできるのではないかと聞いていて思いました。今回は今年度収集の文献のリストはないのですね。

事務局／木村 ございます。すみません。共有できていないのですけれども。

五味委員 分かりました。もし共有できるようでしたら、していただければ。お送りいただいたものの中にはなかったですね。

事務局／木村 そうです。今回の委員会資料としてはおつけしていなかったです。

五味委員 了解です。そこは後ほどで構いませんので、文献収集分を共有していただければと思いますので、よろしくお願いします。

事務局／木村 承知いたしました。

立花座長 ありがとうございます。今、五味委員から御指摘がございましたけれども、大学にいとダウンロードできるものもあるので、その辺は大学にいる者として御協力できる部分があるかもしれません。よろしくお願いいたします。では、玉井委員から実施項目①について何か御意見、御質問等ございますか。

玉井委員 できる限りの範囲で、すごく誠実に集めていただいていると思いました。もともと文献が少ない分野もありますので、そこを一律に同じような数を集めるというのは、どだい難しい問題もありますので、その辺はできる限りで対応していただいたと私としては評価したいと思います。以上です。

立花座長 どうもありがとうございます。それでは実施項目②に移ります。既存 Q&A のリバイスですが、リバイスは字句の修正等にとどめて、そのほかに追加として補足の原稿を書いていたということですが、これについて委員の皆様から御意見、御質問、御提案等をいただければと思います。最初にまた五味委員からお願いします。

五味委員 ありがとうございます。非常にいろいろと網羅的にまとめられている感じがします。土砂災害のところですが、これは落合さんがまとめられた補足問 2-1 と 2-2 で、各文献の項目がまだ資料に記載されていないのですが、これは今後ここ入るということですか。例えば補足問 2-2 の③と④に文献名は入っていますが、中身がないところがあるのですが。

事務局／木村 ここは落合先生にもう一度確認したいと思います。

五味委員 分かりました。あとは、ざっと見たところ、補足問 4-4 の下のところは多分先ほどの落合さんが書かれた 2-2 と関連してくると思いますが、多分用語の説明とか定義というのが補足問ごとに若干違っていて、例えば 4-4 の一番下の文章に「地すべりや土石流」とあるのですが、これはこの文献から見ると表層崩壊のことだと思いますので、これは統一させたほうがいいのではないかと思います。一方で、2-1 には地すべりの説明がありまして、深層と表層の考え方等があるのですが、行政対策上、地すべりと深層崩壊と表層崩壊は違いますので、そこは確認が必要だと思います。

今のが Q&A のところですが、逆引きのところも非常にいい形で項目立てをいただいていると思います。ただ、この利用者を想定したときに、例えばこれがこういう形でホームページに載るのかは分かりませんが、「間伐、枝打ち、皆伐」と載せているのは、目立つ項目から選んでいるからだと思うのですが、森林施業の時間スケールを入れたらいいのではないかと思います。すなわち、主伐から更新、植栽、間伐、最後に多様性や保育、管理と

という観点でまとめられるといいのではないかと思います。そして、その実際に施業を行うという観点から考えると、抜けているものがあるのではないかと思います。例えば、獣害対策です。これは多分植栽がらみの項目になると思います。今は「植栽・再造林・更新」となっていますが、保育と実際の植栽は多分違いますし、更新も違ってきますし、更新の在り方も多分異なる。そこまで細かく分ける必要はないかもしれないけれども、天然更新とか萌芽更新とかいろいろありますし、更新の在り方、植栽の在り方、獣害対策とか。また、Q&Aの細かいところまでは覚えていないのですが、「地拵え」もあったかと思いますが、そうすると、植栽の後、間伐までの間の「下刈り」といったものも森林整備の多面的機能にどのように効いてくるのか、それも細かい項目にあったのか、よく覚えていないのですが、その辺は少し関連してくるように思いました。この中では「獣害対策」は特出しであったほうがいいと思います。

あと、これはどうしたらいいのかなと思ったのが、「路網整備」に関連してくると思うのですが、施業上重要になってくるのが搬出、これは路網に入るのか搬出に入るのか分からないのですが、タワーヤード等を使って搬出する場合は林地への影響が変わってくるので、それがQ&Aの中で特出しされていたかどうかは覚えていないのですが、それもあると整備上、気になるなという感じはしています。

あと、これはちょっと入れるのかどうか分からないのですが、もしQ&Aの補足説明の追加で、これも次年度かもしれないませんが、保持林業（保持伐）は去年の森林・林業白書の生物多様性の中に多分初めて出てきて、整備の中で保持林業をどのようにやるべきか、従来の「保残」という考え方は複層林施業等の中にあるのですが、保持林業というものが今また新しい形で出てきて、森林総研の山浦さんはじめ、いろいろなところで整備センターと一緒に研究をしているので、それを特出しするかどうかは別ですし、少し考えなければいけないのですが、せっかく更新するのであれば最新情報としてあってもいいのではないかという感じがします。以上です。

立花座長 はい、ありがとうございます。事務局から今の御指摘について御対応をお願いいたします。

事務局／木村 はい。まさに的確な御指摘ありがとうございます。まず、この施業の並びですが、こちらは既存Q&Aの問1から順に、出てきた施業の順番になっているので、施業の時間軸の並びにはなっていないです。確かに利用者のことを考えれば施業の時間軸に合わせたほうがいいと思いますので、こちらは直していきたいと思います。また見ていく中で、確かに「獣害」等も文献の要所に含まれていましたので、ほかに抜けている施業がないか見直したいと思います。それから保持林業はあったかどうか分かりませんが、そちらも既存Q&Aと補足Q&Aを含めて、施業のくくりに入ってくるようなものがないか見直しを行いたいと思います。ありがとうございます。

五味委員 保持林業は新しいので多分なかったと思います。だから補足の生物多様性のところに入れるか、特出しするほどでもないのかもしれないですけども、それは私が気に

なっているところなので、何か入れておいたほうがいいのかというのは計画課さんと御相談していただければと思います。

事務局／木村 はい、分かりました。ありがとうございます。

立花座長 ありがとうございます。「保持林業」は国有林でも取組が始まっていると聞いていますし、全国的に様々な取組の広がりがありますから、加えられるといいのかもしれないなという感じもしました。

それでは次に、玉井委員から御発言お願いできますでしょうか。

玉井委員 はい。玉井です。結構五味委員のコメントとかぶるところもあるのですが、まず Q&A のほうは、同じことを言っているけど著者によって文言が違ってしまっているのはいくつかあることだし、その辺は全部を読む人がいれば気がつくかもしれないですけども、そのページしか読まない人であればあまり気にならないかもしれませんが、もし可能であれば少し調整されたほうがいいのかと思いました。

つづきまして、逆引きについてはいろいろな項目が出ていて、これは本当にコメントなので、「だから、どうしたらいい」というものではないのですが、まず「溪畔林整備」のところの土砂災害防止・土壌保全機能に補足問 2-2 が書いてあって、その下の生物多様性保全機能には 4-6 が書いてあります。補足問 2-2 では、いわゆる治山堰堤なり治山施設設備を設けることの意義が書いてあるわけですが、一転、生物多様性の保全機能のほうでは「過剰にそういうものを造るな」と書いてあって、その辺は読む人はどう思うのだろうかと思いました。

あともう一つは本当に素人的な感想なのですが、「枝打ち」が特出しで書いてありましたが、枝打ちというのは今でも結構盛んに実施されているのかしらという印象を持ちました。以上です。

立花座長 はい、ありがとうございます。今の点、事務局から発言をお願いできますか。

事務局／木村 はい。御意見ありがとうございます。溪畔林整備のところは、今映している並びだと機能が全く違う観点なので、対極のことになってしまっているのだと思います。今回はいろいろな先生に御執筆いただいたために設問間の統一ができていなかったのも、表現方法の修正なども踏まえて、どのような形がいいのか、今一度本文を見直したいと思います。

玉井委員 今の件は、本当にしょうがないことだと思うので、ちょっとないものねだりだったと思いますけれども、一応コメントです。

事務局／木村 はい、ありがとうございます。こちらでも設問をまたいでという観点はなかったのも、一度その観点からちゃんと見たいと思います。それから、枝打ちのところですが、これは既存 Q&A の問いのタイトルの中に「枝打ち」が 3 か所入っていたので、一応施業として入れました。今も枝打ちは普通に行っているのですか。すみません。林業のほうはあまり詳しくないのですけれども。

事務局／金森 最近だと、ニュージーランドでは結構枝打ちをやっているという林政ニ

ユースを見ました。

玉井委員　そうですか。勉強になりました。ありがとうございました。

事務局／木村　ありがとうございます。

立花座長　どうもありがとうございました。では、私からですけれども、まず補足問 4-3 の正木さんが書かれたところですが、「こういう報告がされている」と例を挙げられているのですが、これは問いに対してどうなのかという感じを受けました。問いに対しては、一定程度「こうだ」というものが書かれていたほうがいいのではないかと思ったのです。報告のようなものが多少散見されるので、そのあたりの対応関係をどこまで求めるかによりますけれども、その辺が少し気になりました。

事務局／木村　そうですね。恐らく今報告されている事例の紹介にとどまってしまっているという御指摘ですよ。

立花座長　そうです。問いに対して答えが出ているものもあるし、例を幾つか挙げているものもあるので、こういうものでいいのかどうか気になりました。この補足原稿を斜め読みする中で感じたところですが、その辺をどうするのがいいのかは、御執筆された皆さんの異論などもあるかもしれませんし、事務局と林野庁の皆さんとの間で御検討いただいたほうがいいのではないかと思います。

あと、逆引きのところの表を見て思ったことですが、これはもともとの問いがそうなのだろうと思うのですが、非常に分かりにくいというのが正直なところ。例えば問 01 に「森林整備が実施されないことにより」と書いてあり、全くされないことを想定しているのだと思いますが、本来であれば間伐を 2～3 回やっておきたいところを 1 回だけしかやっていないような、不足している場合もあるわけです。そのあたりに対しても「森林整備が実施されないことにより」という書き方でいいのかと気になったのですけれども、これは、もし来年度以降改正するのであれば、それに採用することになるのかなと思いました。

また補足問 4-3 にある「高齢級人工林」とは何だろう、どこから「高齢級」と言うのだろう、そのあたりもどのように考えればいいのかだろうと思いました。

あと補足問 4-7 に「天然生林」という言葉がありますけれども、これは今、基本計画の変更において、機能区分が変えられる方向にありますので、そうすると、これも変えなければいけないのか、あるいは来年になって基本計画が固まった時点でリバイスする形になるのか、そのあたりの対応関係も考えておく必要があると思いました。

もう少し言いますと、逆引きの皆伐のところ、問 03-3 の「皆伐の実施は」も分からないなと思います。2～3 ヘクタールの小面積皆伐をするのか、数ヘクタールの皆伐をするのかで状況は全く違ってくるはずなので、これを単に「皆伐の実施は」ということでもいいのかなと思いました。今、私が言っていることの大半は来年度の課題になるかもしれませんけれども、そうしたことも検討しなければいけないのではないかと思います。それでいくと、その下のほうにある「人工林化」や「複層林化」も何をもって「人工林化」や「複層林化」とするのか、難しい話ではありますけれども、何らかの閾値があつて議論する形にしないと、

実は分かりにくくなるのではないかと感じました。

これらは今年度対応することができる部分と、来年度以降の対応という部分があると思いますが、今、曖昧な感じがするところがもう少し整理されると、より皆さんにとっていい内容になるのではないかと感じました。私からは以上です。

事務局／木村 ありがとうございます。今いただいた御意見は、大きく既存の Q&A への御指摘と、一部は補足 Q&A への御指摘があったと思うのですが、既存 Q&A に関してはやはり今年度の対応は難しいかなというところですよ。一方で、おっしゃるとおり、表現の揺らぎや、例えば問 01「森林整備が実施されないこと」が全くされていないのか、それとも少しはされていたり、間伐が遅れていたりするのかな、今、問 01 を見てみたところ、全くされていないというだけではなく、例えば間伐遅れの人工林についての知見なども書いてあるので、「森林整備が実施されないこと」という表現はあまり適切ではないというのは確かにおっしゃるとおりだと思います。また、この問 01 だけでなく、既存の Q&A について今後どのように対応するのかについては、今日の最後に次年度以降の作業の検討として委員の皆様にご意見をいただければと思っていますので、そういったところの次年度以降の課題としてできればと考えております。

一方で、先ほど御指摘があった補足問 4-7 の「天然生林」の最新の動向と用語の使い方ですが、こちらはもう問いの文章になってしまっているんで、その取扱いについては今一度林野庁様と確認したいと思います。ありがとうございました。

立花座長 はい。この「天然生林」にするか「天然林」にするかのところは、まさに今、基本計画で検討をしているところで、原案としては「天然林」になっているのですが、どのようにするかは林野庁内での話し合い、あるいは再来週の林政審議会の中での議論になるかもしれませんので、その辺も踏まえて対応していただくことになろうかと思います。

事務局／木村 分かりました。ありがとうございます。

立花座長 そして、先ほどの「森林整備が実施されないこと」については、場合によっては書き分けてもいいわけです。少なくとも「全くされていないとき」と「整備が不足している場合」に書き分けるなど、そのような形の整理も、この改訂に当たっては必要になってくるのではないかと思います。

五味委員 立花先生、私もそちらの件に関しては次年度以降かなと思っていたところですよ。施業から逆引きを見ていくと、これは先ほど玉井先生がおっしゃったところとも少し関連してくるのですが、この問いの立て方としては、エビデンスベースであるものを問いに立てていく感じで作っていったと思うのです。例えば「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」という問 03-1 も、すなわち、それはどういう間伐か、30%か 35%かというものを今あるものをベースにしながら流域全体やある地域全体で間伐がどう影響を及ぼすのかをまとめたと思いますし、下の「皆伐」でも、現状ではどんな皆伐なのかというのをあまり限定せず、皆伐によるエビデンスを集めてここに記述していったという経緯があると思うのです。つまり、ある意味サイエンスとして、または研究として分かるものをここ

にまとめていったために、こんな感じになっているのですけれども、実は逆引きにしてみると、先ほど立花先生がおっしゃったように、今度は実際の施業を想定していかなければいけないので、では実際の施業を想定した中でどういう使い方がされるのかを考えたときに、この問いのタイトルを変えるのか、逆引きからたどっていったときに「ここの記載にこういう状態がある」というものを説明していくのか、どういうやり方がいいのか分からないのですけれども、もともとの Q&A のタイトルを変えると多分中身も変わってくると思うので、その作業をするのか、それとも現状、例えば「皆伐にはこういう手法があって、こういうエビデンスに基づいた皆伐の影響はここに書かれている」というような、少し注釈的な形で逆引きさせるような方法もあるのではないかと思います。

事務局／木村 例えば、現状の並びとして、左から森林施業が「皆伐」で、多面的機能で分けていますが、ここを多面的機能ではなく、例えば間伐が全く行われない場合と間伐が遅れている場合とか、そういうイメージですか。

五味委員 そうです。森を管理する側の施業ベースの視点で並び替えていくと。

事務局／木村 そうですね。やはり問いの文章や中身を変えとなると多分相当な労力なので、少なくとも次年度以降の検討課題になると思うのですが、今おっしゃった施業ベースの分類であれば修正可能かと思います。ただ、実際にそうかどうかは分かりませんが、今の懸念事項としては、並べたことで見えてくる「こことここで全く逆のことを言っているけれども」みたいなものが出てきたら怖いなど。

五味委員 ただ、それは先ほどおっしゃっていた例の溪畔林の話と同じで、でもそこをやりくりするのがある意味、施業ですよ。

事務局／木村 そうですね。

五味委員 だから、それを考えてもらうための基礎情報として、この補足問 2-2 と 4-6 があるので、そこは決して矛盾しているものを否定するのではなく、その矛盾を受け入れながら、どう適切な森林管理や森林整備を行うのかを現場で考え得る情報を提供できればいいのではないですか。

立花座長 本当にそのとおりです。そういう意味でも、先ほど五味委員がおっしゃっていたように、施業については「地拵え、植栽から始まり」としていったほうが、きっと使い勝手もよくなるだろうし、その関係性のところがより見やすくなるだろうと思いますね。

林経研/水村 ちょっといいですか。

立花座長 はい、どうぞ。

林経研/水村 この文献をずっとやって、私がこの補足の Q&A を作ったのですけれども、矛盾するのです。例えば、先ほどの山地災害、溪畔林の例ではないのですけれども、流木対策をやるとしたら、やはりある施設を造らなければならないけれども、施設を造れば生物多様性に影響すると。だから常に生物多様性の観点と経済活動の観点の間には矛盾が必ずあるのです。それをどう緩和していくかということはこの問いの中で問うことはかなり難しいということを私は感じています。だから、そこら辺を回答の中にどういう文章で入れ込むか

ということに少し配慮していただけると、回答文の内容を受ける印象がかなり変わってくる感じがします。先ほどの皆伐の問題や保持林業の件についても、従来の例えば帯状伐採や列状伐採、またはスポットの伐採等、伐採の仕方はいろいろあるわけです。これも文献の中に結構出てきます。例えば海外の文献なら「帯状伐採をやった後の生物多様性」等もあります。だから「皆伐」「伐採」と言った場合も実は程度の差がたくさんあって、それを逆引きから拾い上げていくためには相当厳しい Q&A をたくさん作らなければならなくなるということです。これを最初に作ったときは、従来の施業概念とその機能というマトリックスを作って、そこに当てはめていきながら設問を作っていたのです。つまり逆引きを想定しながら作ったわけではないということです。それからもう一つは今回のような総合的な解説ですが、総合的な解説をずっとブレイクダウンしながら作っていくというような方法でも作っていないのです。だから、ここで一応やったから、これから再度もう少し整理して作っていくとしたらどうしたらいいかということ自体を少し検討しないと、個別にここに出てきたものを組み合わせてもなかなかうまくいかないのので、Q&A を構成するときのシナリオをどう作るかということ一度検討したほうがいいと思います。すぐに行くのではなくて、検討を 1 年ぐらいやった後に、そのシナリオでやっていくというのも一つではないかと感じています。それから、今回林野火災が物すごく多く、世界的に相当増えているのですが、林野火災の文献はほとんどなく、非常に少ないので、これを集めるのに苦労したというところがありました。以上です。

立花座長 ありがとうございます。どうでしょうか、今の水村さんの御指摘について、何か事務局からございますか。事務局というか林野庁の方かもしれないですね。来年度以降に向けて、何か計画などはあるのでしょうか。

林野庁／和田 林野庁計画課の和田です。来年度のことはまだ決まってはいたのですが、Q&A に触るのはなかなか、過去のもので考え方が違う部分もある中で、それを逆引きにしようとしたので、整合しない部分が出てきているのだと思います。今の時点で直せる部分や整理できる部分、先ほど「天然林」の話もありましたけれども、今の時点でどこまでできるかというところをやって、この一回作ったものの扱いをどうするかは今後の課題かなと思っています。

林経研/水村 もう一ついいですか。

立花座長 どうぞ。

林経研/水村 実は今回の質問 14 問全部を Google の Gemini に聞いたのです。これは既に日林協さんに送ってありますけれども、生成型 AI による 250 ページにわたるいいレポートです。いいレポートができ上がっているのですが、実はこの中で引用されている文献のうち教師データとして何を使ったかというと、大体が林野庁から発表されている報告書を基にしているのです。それを基準にしながら都道府県のレポートを集めています。そして学会の発表論文についてはほとんど引用されていません。これは非常に面白いです。これは Gemini の回答の中に書いてありますが、「最も権威があるのは国からの発表だ」とあるので

す。なので、実は今回、この Q&A を作って公開すると、Gemini はこれを参考資料として、つまり最も権威あるデータとして使う可能性が高いのです。だからそのところを考えると、これから、いろいろな問題がおきるところではないかという感じはします。ただ今回の報告書の中に、この Gemini の回答文の一部を掲載することはできないのです。著作権の問題が絡むのでなかなか公開できません。若干書いているのですけれども。ちょっと参考までに。実は今はもう AI でこの Q&A をやりたいと思ったら、このままの文章を入れれば Gemini が回答するということになっていますので、だから Q&A の作り方が、ちょっと問題があることもあるという感じです。以上です。

立花座長 ありがとうございます。問題文をどう作るか、そもそも全体としてどんな枠組みにするかですね。

林経研/水村 そうですね。

立花座長 どうもありがとうございます。

五味委員 今の関連するところで、AI ではないのですが、今、少なくとも基本の問いの立て方というのは修正しないと思うのですが、先ほど補足資料の中でその問いの立て方の粒感が結構違っているので、ここだけは少なくとも変えたほうがいいのではないかと思います。すなわち一文、一行で終わっているものもあれば、複数行のものもあって、どういうことでこの問いになっているのかが少し見えにくい感じはしました。

あとは今年度のことを考えると、この逆引きに関しては例えば森林管理の施業手順に合わせるということと、あとは関連する多面的機能に関する記述が項目として補足問 4-3、問 4-5、問 15 等いろいろと出てくるのですけれども、この中に書いてある問いの立て方も、先ほど立花先生がおっしゃったように、「この問いの立て方はこれでいいのか」という感じもするので、問いだけを書いて、関連することはこういうことを書いてあるというような補足説明で、「ここを参照してください」ぐらいの逆引きのピンポイントで、問いというよりは、例えば「間伐に関連する事項はこの Q&A では水源涵養機能と土砂災害防止機能と生物多様性機能がそれぞれあって、問番号はここです」と。そして、ここに関連して書かれていることのサマリーみたいな感じで「これを参照してください」ぐらいの逆引きにしておけばいいのではないのでしょうか。だから、この中身は問いの番号さえ分かればいいですね。別に Q が出てこなくてもよいのではないのでしょうか。

立花座長 そうですね。はい、おっしゃるとおりですね。

五味委員 例えば「間伐によっては水源涵養機能、土砂災害防止機能、生物多様性への影響が懸念されるため、水源涵養機能に関連する項目としては問 03-1、土砂災害防止機能については 03-8、生物多様性機能については問 03-15 をそれぞれ御参照ください」ぐらいの逆引きで収めておけばどうでしょうか。そうすると、見た人は「これに関してはこういうエビデンスがある」と。

事務局/木村 問の文を入れずに、ということですね。

立花座長 いいアイデアだと思います。これから原稿に手を入れていただくのも時間

的にも厳しいでしょうから、いただいている原稿をいかに生かすかを考えてということですよ。御提案ありがとうございました。

五味委員 すみません。ありがとうございます。

事務局／金森 ありがとうございます。

立花座長 はい。この実施項目②のところですけども、ほかには何か御意見・御質問等ございますか。よろしいでしょうか。

そうしましたら、次は実施項目③の成果指標の検討のところですよ。ここにつきまして、皆様から御意見、御質問、御提案等をお願いできればと思います。

そして日林協の皆さんも御存じだと思うのですが、これからこの NFI をベースにしながら森林資源量を出していくという議論が、今、基本計画の検討の中で進んでいます。ですので、恐らく再造林率も今公表されているものとは変わってくる、恐らく3割ぐらい変わるような方向性になるのではないかという状況です。それでは、この項目③のところ、五味委員から御指摘事項があれば、お願いできますでしょうか。

五味委員 すみません。あまりここはなくて、今、考えていたのですが、第3期から第5期まで丁寧に見ていただいていると思いましたが。何か表が出てきているのですが、これは中央値ですよ。

事務局／木村 スライド21は中央値です。スライド22の針広混交率は平均値です。

五味委員 このスライド21と22は3,814か所全部入っているのですか。

事務局／木村 今、スライド18を共有しておりますけれども、正しく言いますと、全部でその3期連続して調査が行われている今回の対象箇所が3,814プロットあるのですが、第3期と第4期のように2期以上で伐根や施業が行われたプロットが一定数ありまして、伐根だと469、施業のほうだと596プロットで二つ以上の期で施業が確認されているところがありますが、そちらについては今こちらの表には載せていません。

五味委員 ああ、なるほど。

事務局／木村 あくまで伐根がこの3期間にわたってなかったか、もしくはこの第3期、第4期、第5期のいずれかで施業や伐根があったところのみを今図示しています。

五味委員 そうするとサンプル数は幾つになるのですか？

事務局／木村 伐根のほうは大体3,300プロットぐらいで、施業のほうは大体3,200ぐらいのプロット数になります。

五味委員 ああ、なるほど。ああ、この水色のところですね。なるほど。だからサンプル数nがこれだということですね。

事務局／木村 そうです。

五味委員 分かりました。どのぐらいのデータを使っているのかと思っていたのですが、この点数は日本全国でばらつきはないのですか、これを選別していく段階で。

事務局／木村 仮に3,814とさせてもらいますけれども、3,814が例えば東日本に偏っているとかそういう話ですか。

五味委員 3,814 ぐらいだとそんなに偏ってないような気がするのですが、そこから例えばこの多様度指数の経年変化のデータ解析、伐根の有無や施業の有無と shannon 多様度指数の評価をしていく上でどこかに偏りが出てしまうのではないですか。例えば東日本と西日本で違うということはないですか。多分データが絞られていますよね。

事務局／木村 そうですね。もともと全国で何万点でしたか。

事務局／金森 森林の調査プロットは1万5,000～6,000点です。

林経研/水村 少なくとも均一ではないですよ。例えば、西日本の九州や四国が多いとか、東北地域は少ないとか、それから非常に人工林密度が高い地域が幾つか分かりますから、そのところでは伐根の確率は高くなります。日本全国で見っていますが、結構ばらつきがあります。それからスギとヒノキでは違うということもあります。

五味委員 今おっしゃっていただいたところは私も気になっていまして、多分西日本と東日本ではそもそも人工林率が全然違うので、だから、どういうふうにしたらいいのか分からないのですが、日本全国をこのデータでパーンとやってしまうのが成果指標の検討というか多様性の検討の中で適切なかどうか、このデータとしてはいいのですが、もう少しブレイクダウンしたほうがいいのではないかとはい思いました。どれだけサンプルがあるか、分けた時にサンプル数 n がどれぐらいになるかということも踏まえて、解析に耐え得るサンプル数が確保できているのかどうかということもあるのですが。

事務局／木村 御意見ありがとうございます。NFI データの特性上、先ほどのスライドにもありましたけれども、特定の地域等であまり細分化し過ぎるとサンプル数が少なくなり、統計的に有意差を出すのが難しいのではないかとということももちろんありますし、NFI の特性上 4 キロメッシュという機械的に区切られたところでやっているのも、全国で見たらどうかというところで、今回はスギとヒノキで分けたり、東日本と西日本で分けたりは特にしていませんでした。確かにおっしゃるとおり、その地域や樹種で分けることも検討の価値はあると思いますが、一方で個人的に懸念しているのは、これは最終的に森林整備保全事業計画の成果指標の検討が目的ですので、今現在、実際の計画で出されている成果指標は、あくまで全国でこの目標に対して何パーセント達成できたかといった形なので、地域を細分化して見えてきたものがあつたときに、地域ごとに何かを設定するところに結びつくのかというのが、今ぱっと思いついた個人的感想です。

五味委員 分かりました。ありがとうございます。まず、これを全国レベルで見たときにどうなるかという点はいいと思うのですが、一方で、私は水源林造成事業の委員なので、そちらでもこの NFI を使っていて、その水源林造成事業で進んでいる森林整備と NFI のデータの比較が去年ぐらいから入ってきているのです。そうすると、もちろん全国レベルのデータも必要だと思いますが、日本をそんなに細分化する必要はないと思うのですが、少なくとも地域特性とか、もちろんそれぞれの成長曲線等も地域ごとに違っているので、それを考えると、ある程度は地域を考慮したものがあってもいいのではないかとと思うので、もしかしたらそれを計画課さんと相談されたほうがいいのではないかと思います。

事務局／木村 もし地域で分けるとなった場合、どのぐらいの規模が適切ですか？

五味委員 東北地方とか。

事務局／木村 例えば東北にしても太平洋側と日本海側で大きく異なるので、どこまで分けるのかというところもあると思います。

五味委員 そこまででなくてもいいと思うので、西日本、東日本ぐらいでもいいかもしれないですね。実は、うちの学生が NFI を使ってダム貯水池の流木量の評価を西日本と東日本で分けてやっていますが、やはり違ってくるのです。それはそうですよね。西日本のほうが人工林率が高いですし、ダム貯水池の人工林率は 90%と西日本に偏っていて、東日本では 70%か 60%になってしまうので、大分印象としては違います。ただ、どこで分けたいのか、サンプルの分布がよく分からないので、何とも言えないのですが。

立花座長 私も今、学生と一緒に成長曲線等の分析をやっていますが、都道府県だとサンプルが少なくて厳しいです。

林経研/水村 無理ですね。

立花座長 ええ。なので、例えば森林管理局ぐらいの広がり、まずはやってみるとどうかと思って、今その計算をしてもらっているのですけれども。

林経研/水村 特に裏日本型（積雪地域）と、それからもう一つは、スギの場合は比較的標高差があって、下は 0 メートルから上は 1,300 メートルぐらいありますから、これが緯度と関係しますし、特に生物多様性になると水と温度の関係が効いてくるので、その辺のところをどう分けるかが結構面倒くさいのです。過去この調査は私が 3～4 年前に 1 回やっているのですが、地域別に分けたり標高で分けたりしました。ただスギとヒノキの場合では違うので、特に生物多様性をやろうとするとヒノキとスギとは大違いになるので、少なくともスギとヒノキのタイプは分けておく必要があると思います。

それからもう一つは、今、五味先生が言ったように、2023 年から林野庁で水の評価をやっていますので、これも結構参考になるのではないかなという感じがします。例えば今回文献を集めてみたら、2024 年度の報告では林野庁で「山地保全調査 森林の水源涵養機能における簡易的定量評価手法」の開発をやっていますから、こういうものが参考になるのではないかなという感じがします。以上です。

立花座長 ありがとうございます。事務局のほうからはいかがでしょうか。

事務局／木村 ありがとうございます。今いただいた御意見を受けまして、報告書のほうには少なくとも東日本と西日本、あとはそもそもこのプロットに偏りが無いかも含めて、そういうものを報告書に記載していきたいと思います。ありがとうございます。

林経研/水村 それからもう一つ。

立花座長 はい、どうぞ。

林経研/水村 イギリスの文献を調べていたら、イギリスの生物多様性指標計算ツールのガイドラインが出ていたのです。中身はよく見ていないのですが、生物多様性の計算指標を幾つかつくっているようです。こういうものも一つ参考になるのと、これは「Forest

Ecosystems」に載っていたのですが、多様性評価としてアメリカの New England 地域で生物多様性の数理モデルと確率モデルで従来と全然違う形で実際に評価している例があります。なので、一気にここに行くのではなくて、少し海外でやっている森林の生物多様性の評価手法を少し調査したほうがいいのではないかと思います。以上です。

立花座長 貴重な情報をありがとうございました。ぜひ次年度の事業の中で検討できたらいいのかもしれないですね。

林経研/水村 いいと思いますね。水の評価と生物多様性の評価と、こういうものを少し調査をしてから取り組んではいかがでしょうかという感じがします。

立花座長 はい、どうもありがとうございました。玉井委員からは何か御意見、御質問、御提案等ございますか。

玉井委員 いや、玉井からはこれ以上重ねてのコメントはありません。どうもありがとうございます。

立花座長 はい、どうもありがとうございました。

事務局/笹川 事務局の笹川ですけれども、補足の話提供として、今の生物多様性のことについて NFI と多様度の話で今回結果をお示ししたのですが、森林整備保全事業計画ではどれぐらいやったかというのを KPI という量的な指標で林野庁さんが公開している中で、あくまでも今計算している指標というのは NFI の中で計算するようになったという施業と生物多様性のある指標の関係を示しただけなのですが、多分この先考えなければならぬのは、実際に施業のどういうものを生物多様性の指標としていくのかまでつなげることだと思うのです。というところでは、ここはまだ道半ばなのかと思ひまして、そのことについて NFI ではこういう傾向が出るのだけれども、実際に施業をすると生物多様性はどうなっているのかをどのように表現していけばいいのかを今後考えていかなければならない気がしています。今回の結果だけではなく、この先この森林整備保全事業計画の公開資料に結びつけていく道筋としてこういうものが必要なのではないかと思ったので発言させていただきました。

立花座長 はい、ありがとうございました。これはどうでしょうか、林野庁の和田さんから何かコメントいただいてもいいでしょうか。

林野庁/和田 先ほど「道半ば」というコメントもありましたけども、正直すぐに森林整備保全事業計画の指標に持っていくのはなかなか難しいと思っております、まずはどういう施業をしたらどういうふうに機能につながるのかという知見を積み重ねていく必要があるのではないかと考えているところです。

立花座長 はい、どうもありがとうございました。そうしましたら、これで一通り検討すべきところはできたのかなと思いますが、追加で何か御発言の希望はございますか。

五味委員 一点いいですか。最後に笹川さんがおっしゃっていたところは林野庁さんの方向性の中で今あるデータをどう整理していくかということと、最終的にどういう形で多様性を評価したらいいのかということですね。そこへつなげていくためには今日御欠

席の梶本先生にしっかり確認していただくのが大事なのではないかと思います。場合によっては、今日出てきている生物多様性保全機能のデータベースをかなり収集していただいているので、「こういうエビデンスだった」ということではなくて、「このような指標を使っている」ということを見直していただくことがいいのではないかと思います。そして必要によって、例えば今回書いていただいている正木先生とかにヒアリングをさせていただくとか、梶本先生、正木先生それぞれに御意見をいただくとか、これも年度内か、次年度か分からないですが。

立花座長　そうですね。

五味委員　今後のビジョンを設定する上で必要なことを検討していただければと思います。すみません、ありがとうございます。

立花座長　ありがとうございます。例えば、日林協の河原さんからいろいろな意見があるかもしれませんね。笹川さんどうでしょうか。今の五味委員からの御提案がありましたけれども。

事務局／笹川　ありがとうございます。NFI だけで分からない部分や最終的な形などは先生方に聞きながら、どういう指標を使っていくかというところをまた調べていきたいと思っています。ありがとうございました。

立花座長　どうもありがとうございました。ほかに何か御発言の御希望はございますか。事務局からはどうでしょう。何か意見をさらに受けたいというものがあれば、ここで御発言をお願いできればと思いますが。

事務局／木村　はい、事務局の木村ですけれども、今日、本来は最後に次年度以降に向けた課題と検討というものがあつたのですが、かなり今回の質疑応答の中で次年度以降の課題をもう十分すぎるぐらいいただいたと考えておりますので、今年度できるところに関しては報告書に入れ込み、あとは Q&A のところなど今年度林野庁様のホームページで公開するところの成果物として落とし込んでいき、今年度中には対応しきれないところに関しては次年度以降の対応ということで今後も進めてまいりたいと思いますので、どうぞ引き続き御指導のほど、よろしくお願いいたします。

立花座長　はい、承知いたしました。どうもありがとうございました。ということは、今日の委員会としてはここまでの議論でいいということになりますでしょうか。繰り返すけれども、梶本委員が御欠席でしたので、本委員会でこのようなことがあつたという報告とともに、梶本委員の御専門の立場からの御意見や御提案等をぜひ集めていただいて、それを反映した形での最終的な報告書等の作成をお願いできればと思います。

事務局／木村　はい、承知いたしました。

立花座長　それでは、私が進行するべきところはここまでと認識しますので、議事は以上としまして、進行を事務局にお返しいたします。よろしくお願いいたします。

(了)

卷末資料 2 森林の多面的機能に関する 補足 Q&A 原稿

森林の有する多面的機能に関する補足Q & Aの作成体制

水源涵養機能			
		回答案作成者	
		所属	氏名
補足問 01-1	森林の水源涵養機能を支える水循環プロセスと流域スケール評価とはどのようなものか。	名古屋大学	五味高志
補足問 01-2	森林の適切な管理と林業の生産性向上には路網整備が不可欠である。作業道の作設に際し、水源涵養機能や土砂流出防止機能の低下につながらないようにするためには、どのような点に留意すべきか。	森林総合研究所	鈴木秀典
土砂災害防止/土壌保全機能			
		回答案作成者	
		所属	氏名
補足問 02-1	森林の土砂災害防止/土壌保全機能とはどのようなものか。また、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。	日本森林技術協会	落合博貴
補足問 02-2	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いる。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。	日本森林技術協会	落合博貴
快適環境形成機能			
		回答案作成者	
		所属	氏名
補足問 03-1	近年、世界的に大規模森林火災が発生しているが、我が国においても森林火災が多く発生している。森林火災に強い森林づくりとはどのようなものか。	森林総合研究所	玉井幸治
生物多様性保全機能			
		回答案作成者	
		所属	氏名
補足問 04-1	森林の生物多様性保全機能とはどのようなものか。	日本森林技術協会	河原孝行
補足問 04-2	世界・日本の森林には何種類ぐらいの樹種があるのか。また、森林には何種類ぐらいの植物があるのか。アメリカ・ヨーロッパと比較して日本の森林植物はどのような特徴があるか。	日本森林技術協会	河原孝行
補足問 04-3	人工林の高齢級化が進んでいるが、高齢級人工林は成長するのか（単木材積・林分材積等）。林分の成長を維持するためにはどのような整備が必要か。また、高齢級人工林を放置した場合と整備を行った場合とでは、生物多様性にどのような違いが生じるのか。	近畿大学	正木隆
補足問 04-4	人工林を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、また、生物多様性への影響はどのようなものか。	近畿大学	正木隆
補足問 04-5	人工林の高齢級化に伴い、針広混交林化及び広葉樹林化を促進するための施策が見られるが、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。	近畿大学	正木隆
補足問 04-6	溪畔林は、水土保全、溪畔・水生生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。	Botanical Academy	崎尾均
補足問 04-7	薪炭林、桑などかつて利用されていた二次林のほとんどが利用されず放置されているが、森林管理・整備の必要性はないのか。また、生物多様性への影響とはどのようなものか。	近畿大学	正木隆
補足問 04-8	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。	森林総合研究所	岡輝樹
補足問 04-9	生物多様性の計量的評価手法とはどのようなものか。計量的評価により生物多様性の何が評価されるのか。	近畿大学	正木隆

補足 問 01-1	森林の水源涵養機能を支える水循環プロセスと流域スケール評価とはどのようなものか。
答	森林の水源涵養機能は、雨水を土壌に浸透・貯留させて洪水時の流量ピークを抑える「洪水緩和」、貯留された水を渇水期に安定的に河川へ供給する「水資源貯留」、さらに土壌・植生を通じて水を浄化する「水質浄化」という三つの働きから成り立つ。それらの機能は、降水が森林に入ってから河川へ至るまでの過程で、どこに水が配分され、どれだけ貯留されるかによって左右される。そこで、水源涵養機能を理解・評価するためには、樹冠・林床・土壌・地下を含む水循環プロセスを整理し、森林の状態や施業、立地条件と結び付けて捉えることが不可欠である。 降水が森林に入ると、「樹冠での分配」と「大気への回帰（蒸発散）」によって水量が調整され、その後に土壌へ供給される水量が決まる。樹冠では枝葉が降水の一部を受け止め、遮断蒸発として大気へ戻る。残りは林内雨（樹冠通過雨と樹幹流）として林床へ到達する。樹冠遮断率は、針葉樹では立木密度、広葉樹では樹高との関連が報告されており、森林状態や密度管理が遮断率に影響する（根拠①）。また、蒸散も林分密度や樹高と関連することが知られている（根拠①）。さらに、林床に到達した雨水は林床植生（低木を含む）によっても蒸発散するため、収量比数などの林分構造の把握から推定する手法も提案されている（根拠②）。 土壌では、林床に到達した水が浸透して孔隙に貯留されることで表面流の発生が抑えられ、洪水時のピーク流量が緩和される（根拠③）。この機能を高めるためには、根系が発達して土壌構造が維持され孔隙が増加すること、下層植生が土壌流出を抑えて浸透を促進すること、落葉・落枝などの有機物供給による表層土壌の維持が重要である（根拠④）。一方で、林床が裸地化すると雨滴による目詰まり（クラスト化）で浸透能が低下し、表面流が生じやすくなる（根拠⑤）。加えて、樹木根系のつながり（根系ネットワーク）が土壌内の水の通り道と保持のバランスに関わる点も指摘されている（根拠⑥）。 流域スケールでは、地質による土壌形成に加え、風化帯や岩盤の割れ目に浸透・貯留される水を含む「流域貯留」が、洪水流出や渇水期の安定流出（基底流）を支える重要な要素となる（根拠⑦）。さらに、流域貯留の挙動は気候や地形だけでなく、地質や風化帯の透水性・厚さに強く支配され、風化が深い流域ほど深部浸透が進み、ゆっくりとした排水により基底流が持続される傾向がある（根拠⑧）。したがって、水源涵養機能を高めるには森林施業と土壌管理に加え、地下構造を踏まえた流域の一体管理として設計することが重要である。

	森林の水源涵養機能を実効的に高めるには、遮断・蒸散・浸透・貯留といった水文プロセスを、立木密度や樹高、林分構造などの森林状態と結び付けて評価することが重要である。近年は航空機レーザー計測により、樹高や林分密度などを広域・高精度に把握できるため、森林簿の更新や施業履歴情報を活用することで、森林情報と水源涵養の効果を流域スケールで統合する基盤が整いつつある（根拠⑨）。 森林の水源涵養機能の理解と評価は、社会実装の観点からも重要性が高まっている。水分野では、利用水量以上を地域へ還元する考え方や、流域全体で協働する取り組みが広がり、その効果を国際的に比較可能な形で算定する枠組みづくりが進んでいる。こうした動きは、生物多様性の回復と生態系機能の向上を目指す「ネイチャーポジティブ」の潮流とも連動し、森林の保全・管理を水循環の観点から定量的に示す必要性を高めている（根拠⑩）。また、TNFD（自然関連財務情報開示タスクフォース）では、企業活動における水資源を含む自然資本への依存度・影響度を定量評価し、リスク・機会として開示するための枠組みを示している。この動きを踏まえ、企業や自治体が自ら簡易に水源涵養量を定量化し、「見える化」する手法の整備も進められている（根拠⑪）。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (19)	樹種・林分密度・樹高を説明変数に、蒸発散を遮断蒸発（降雨・降雪）と蒸散に分解し、流域スケールで同時推定できるモデルを構築して、森林構造が水収支を左右する過程を定量化した。	図 1 と図 2
	発表年：2023／著者：Inokoshi ほか／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：A watershed-scale evapotranspiration model considering forest type, stand parameters, and climate factors	
② (27)	収量比数 R_y （樹高・林分密度に対する現存材積/最大材積）を 3 次元の森林構造指標として導入し、 R_y に基づき林内気象情報から改良 Penman-Monteith 式で林床蒸発散（蒸発＋下層植生蒸散）を推定する手法を構築した。さらにヒノキ人工林のライシメータ観測で検証し、日変動を再現した。	図 1
	発表年：2025／著者：Chiu ほか／掲載誌：Ecohydrology／タイトル：Developing a Structural Framework to Estimate Forest Floor Evapotranspiration With the Relative Yield Index (R_y).	
③ (24)	不飽和帯は貯留量の変動を伴うため、降雨強度の変化を土層内で「ならして」排水を平準化する。一方、飽和帯	図 2

	はより集中的な流れとなり流出応答を増幅しやすい。斜面土層は降雨後ほどなく不飽和化し、蒸発散の影響下での不飽和浸透流が渇水期の基底流を支える。	
	発表年：2018／著者：谷誠／掲載誌：水文・水資源学会誌／タイトル：森林土壌の流出緩和効果に関する研究の展開過程	
④ (28)	大規模モニタリングに基づいて、水源涵養機能を高めるためには、森林の樹冠だけでなく林床～土壌の健全性が鍵であり、土壌構造が保たれること、下層植生の回復により雨滴衝撃と土壌流出が抑えられ浸透が高まること、落葉・落枝などの維持が重要な条件である。	図 2
	発表年：2021／編著：恩田裕一・五味高志／出版社：東京大学出版会／タイトル：水資源対策としての森林管理一大規模モニタリングデータからの提言一	
⑤ (23)	林床植生や落葉層が保たれると団粒構造と孔隙が維持され浸透能が高まり、表面流出が抑制され洪水ピークが緩和される。裸地化すると雨滴でクラスト層が形成され浸透が低下し、表面流が増える。根孔やパイプなど大孔隙は水みちとなり、貯留と排水のバランスを左右する。	全文
	発表年：2016／著者：五味高志／掲載誌：森林科学／タイトル：森林土壌と水土保持機能	
⑥ (山地災害 防止/土壌保 全機能 9)	根系ネットワークが根孔を連結して水みちを形成し、浸透や斜面内の横方向移動を促して土壌水分を再配分する一方、孤立した根孔では水が滞留して間隙水圧が高まりやすく、排水と保持のバランスが変化し得る点を指摘している。	図 4
	発表年：2025／著者：Noviandi ほか／掲載誌：Journal of Forest Research ／タイトル：Understanding the role of vegetation root systems in the initiation of rainfall-induced shallow landslides: scaling perspectives	
⑦ (25)	土壌喪失を伴う森林攪乱の影響を「流域貯留（＝土壌＋風化帯＋岩盤割れ目）」の違いとして整理し、地質によって洪水流出と基底流の応答が大きく分かれることを示した。花崗岩流域では、はげ山化で洪水ピークが増大する一方、深層風化した基岩の大きな貯留量変動により基底流が維持されやすく、年降雨の相当量が土壌から風化基岩へ浸透する機構が重要となる。一方、堆積	図 4

	岩流域では褐色森林土壌を欠く粘土質土壌で洪水流出総量が大きく基底流が小さい「変動の激しい流出」になり、さらに洪水流出は事前の乾燥状態に強く左右される。	
	発表年：2021／著者：谷誠ほか／掲載誌：水利科学／タイトル：土壌喪失をともなう森林攪乱が降雨流出応答に及ぼす影響に関する地質ごとの流出機構に基づく評価	
⑧ (29)	日本と米国の複数の源流域データを比較した結果、渓流水の流出がどれだけ長く安定して出続けるかは、雨の多さや地形だけでなく、地下の岩盤の種類や風化の深さに強く左右されることを示した。風化が深い流域ほど雨水が深くしみ込み、ゆっくり排水されるため、渇水期でも基底流が持続しやすい。	図 7 と 8
	発表年：2026／著者：Inokoshi ほか／掲載誌：Water Resources Research／タイトル：Shaping Subsurface Water Storage Dynamics: Climatic, Topographic, and Geologic Controls in Forested Headwater Catchments	
⑨ (30)	森林管理で用いる立木密度・樹高・直径・収量比数などの指標は、遮断・蒸散・林床蒸発散や流出特性の評価指標をつなげることが重要である。そこで両者を流域スケールで対応付け、航空機レーザー計測等で森林状態を広域に把握しつつ、水源涵養機能を定量化する枠組みを示した。	図 3 や 4
	発表年：2023／著者：五味高志／掲載誌：森林技術／タイトル：森林の水源涵養機能評価の今日的課題と展望	
⑩ (21)	COP15 で掲げられたネイチャーポジティブに向け、生物多様性国家戦略 2023-2030 の下、環境省や農林水産省など 4 省庁連名で「ネイチャーポジティブ経済移行戦略」を策定した。企業の自然資本依存（森林や流域の水資源を含む）をリスクと捉え、価値向上や施策支援を示す。	全文
	発表年：2024／著者：環境省・農林水産省・経済産業省・国土交通省／掲載箇所： https://www.env.go.jp/page_01353.html ／タイトル：ネイチャーポジティブ経済移行戦略	
⑪ (--)	企業・自治体が TNFD 等の情報開示に活用できるよう、降水量から「直接流出（日本版カーブナンバー法）」と「蒸発散（遮断＋蒸散モデル）」を差し引いて水資源涵	全文

	養量を算出する簡易手法を提示し、水源涵養の「見える化」を可能にした。	
	発表年：2026／著者：林野庁／ 掲載箇所： https://www.rinya.maff.go.jp/j/suigen/suigen/260311.html ／タイトル：林地における水資源涵養量（貯留機能）の簡易評価手法（The Volume of Water Resource Recharge(VWRR) in Forest Land）	

補足 問 01-2	森林の適切な管理と林業の生産性向上には路網整備が不可欠である。作業道の作設に際し、水源涵養機能や土砂流出防止機能の低下につながらないようにするためには、どのような点に留意すべきか。	
答	作業道は林業用車両のための道であり、伐採や集材作業を行う林業機械が走行・作業するほか、トラックなどの車両が走行することもある。一般的には長期間にわたって繰り返し使用される道であり、入念な締固めによって強固な路体が形成される。 作業道の作設によって森林の水源涵養機能と土砂流出防止機能が低下するとされる。これは、水源涵養機能については、作業道路面のような裸地では浸透能が森林に比べて低くなる（根拠①②）ことから、土壌中に浸透・貯留される水量が作業道作設によって少なくなるとされるためである。また、土砂流出防止機能については、作業道路面における低い浸透能によって表面流が増加する上に、のり面などの裸地・急傾斜面がつくられることによる崩土や侵食量が増加することで、土砂流出量が増えると考えられる。 このような機能低下を抑制するため、水源涵養機能については、作業道の排水施設（横断排水溝など）に集めて排水した表面流を再び森林土壌に浸透させることが有効と考えられる。そのためには、1）表面流を集めずになるべく分散して排水する、2）高い浸透能が期待できる緩傾斜面や、植生や落葉層が豊富な斜面を排水先とする、3）作業道と河川との距離を確保し、排水した表面流が直接河川に流れ込まないようにするといった対策が考えられる。さらに、しばらく使用しない作業道では、間伐で発生した枝条などで路面を被覆することで、浸透能の低下を抑制することができる（根拠①）。土砂流出防止機能については、1）のり面の高さの抑制（そのためには緩傾斜面に作業道を作設することが必要）、2）丸太構造物などによるのり面や路肩の補強、3）作業道縦断勾配の抑制などの対策によって、作業道からの崩土や侵食量を抑制することが必要となる。 これらの対策は作業道の作設後に実施できるものもあるが、路線配置計画の段階から検討しなければならないものもあるため、これらの機能に配慮した計画が求められる。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (22)	裸地面の浸透能は相対的に低く、枝条被覆によってその低下を抑制することができる。 発表年：2011 年／著者：小倉晃ほか／掲載誌：石川県林業試験場研究報告／タイトル：現地散水試験による枝条被覆した作業路の浸透能の測定	

② (26)	林道のような締固められた裸地面では浸透能が低くなる。	表-3
	発表年：2014 年／著者：長塚結花ほか／掲載誌：日本森林学会／タイトル：林道路面の浸透能と水流出特性	

補足 問 02-1	森林の土砂災害防止/土壌保全機能とはどのようなものか。また、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。
答	森林を構成する樹木および林床被覆は斜面を覆うことによって、降雨や地震等の外力による表面侵食や斜面崩壊の発生を抑制し土壌を保全するとともに土砂災害の発生を防止している。 森林の樹冠を構成する枝葉・樹幹は降雨の 3～4 割程度を遮断し、蒸発散により直接大気に戻すとともに、樹幹から供給された落葉・落枝と下層植生から構成される林床被覆は、雨滴の落下による衝撃力を緩和して雨滴侵食を抑制している。土壌孔隙が雨滴から保護されることにより、地表面の浸透能が維持されて降雨の大部分は地表面に浸透し、地表面の粗度も大きいいため、侵食の最大の営力である表面流の発生が抑制される。さらに林床被覆は、侵食により発生した濁水を濾過・捕捉することも確認され（根拠①）、溪畔林などの林帯の緩衝機能の一つとされている。 一方、浸透能の高い林地表面から表層土壌に鉛直不飽和状態で浸透した降雨は、浸透能の低い風化層上面に到達すると、そこで浸透が妨げられて飽和状態となり飽和側方流を生じる。特に飽和域拡大による土層中の間隙水圧上昇により土のせん断力がせん断強度を上まわると、せん断破壊を生じ斜面崩壊が発生する。この際、飽和側方流はパイプ状の水みちにより斜面下方へ急速に排水され飽和域の拡大・上昇が抑制されれば斜面崩壊は発生しない。また、林地では地表面付近に発達した主に水平根のネットワークが土壌を補強することにより表層崩壊を防止していると考えられるようになっており、水平根に特化した根系のモデルも提案されているものの、根系の土壌補強効果の定量的評価は充分ではないのが現状である。 「表層崩壊」の発生場として、崩壊発生場としての 0 次谷（②）が注目され、森林根系の存在が 0 次谷における土壌層の安定に寄与していることとされた（根拠③、④）。 近年、根系の及ばない深層からの大規模な崩壊が発生しているが（根拠⑤）、気候変動による長時間・多量の降雨の頻度の増加により、深層の風化基岩層にまで浸透した降雨によるせん断破壊によって多量の土砂が流出したと考えられるが、せん断破壊の発生箇所が深部の風化基岩であることを除けば崩壊発生メカニズムは表層崩壊と同様であり、いずれも広義の「地すべり：岩、土あるいはその混合物の斜面下降移動」（根拠⑥）に含まれる現象である。従来わが国では緩斜面を土塊がゆっくり移動する現象を示す狭い意味で用いられてきた。 「土石流」は、その多くが水を多く含んだ斜面が崩壊して流動化し長距離を流下するため下流に大きな被害を与える。流動化の直接の原因は緩く

	間隙の多い土砂が水を含み、崩壊時にせん断されて間隙水圧が上昇して流動化すると考えられ、水圧が消散しなければ土石流は長距離を流動する。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (水源涵養 機能 20)	濁水ろ過機能は、 ① 累積捕捉土砂量の増加に伴い減少する ② 斜面勾配や流入する濁水濃度に影響される ③ 単位面積あたりの L・F 層や根系マット層に影響される。	p 175:V まとめ
	発表年：2010／著者：大野泰宏・落合博貴／掲載誌：日本林学会誌 92：171-175／タイトル：森林のバイオマットがもつ濁水ろ過機能の定量的評価に向けた予備的実験	
② (13)	表層崩壊は、(1) 0 次谷流域を単位として発生する。	p 41
	発表年：1998／著者：塚本良則／掲載誌：森林・水・森の保全－湿潤変動帯の水文地形学（朝倉書店）／タイトル：3. 4.1 0 次谷流域と表層崩壊	
③ (14)	侵食外力に抵抗して土壌層が発達するためには、植生の根による補強に加え、地下水の効果的排水が必要であり、この不均質構造が降雨流出応答関係を創り出す。	口絵説明（3 章 3-5 参照）
	発表年：2016／著者：谷誠／掲載誌：京都大学学術出版会／タイトル：水と土と森の科学	
④ (15)	谷頭凹地における表層崩壊の周期的発生を規制する要因として、地形や土層の厚みのほか、森林の成立による根系の発達が強い影響を及ぼしていることが示唆された。	p 445
	発表年：2016／著者：松四雄騎ら／掲載誌：地形／タイトル：土層の生成および輸送速度の決定と土層発達シミュレーションに基づく表層崩壊の発生場および崩土量の予測	
⑤ (16)	深層崩壊は、地すべりのように緩慢な土砂移動ではなく、急速な移動を伴い、多くの場合、移動距離が長い。	1. はじめに
	発表年：2011／著者：千木良雅弘／掲載誌：(社) 日本地すべり学会関西支部シンポジウム「深層崩壊/高速地すべりとその発生場の評価」／タイトル：岩盤クリープと深層崩壊の発生場	

⑥ (17)	「岩,土あるいはその混合物の斜面下降運動」との表現は,その現象の原因について直接触れていないが,誘因に着目すると「重力に起因する地表変動現象」をひとまとまりの現象としてとらえていることになる。	p 1
	発表年：2002／著者：佐々恭二／掲載誌：地すべり 39, 2, 1-4／タイトル：（社）日本地すべり学会の今後の重点課題	

補足 問 02-2	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いる。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。	
答	流木は、山腹斜面の崩壊や土石流により、斜面上の樹木が土砂と共に流出する現象であり、主に豪雨時の土砂移動や洪水に伴って発生する。また、溪流を流下する土石流や洪水流が溪岸・溪床を侵食あるいは溪岸崩壊により溪床・溪流沿いの立木（溪畔林）が倒伏し土砂とともに下流に流出する。流木量の上限は流出土砂量および流域面積に比例し、流木防止の基本が土砂流出の防止にあることが示された（根拠①②）。 溪流沿いに成立した健全な溪畔林は、下層植生とともに溪岸斜面を安定化させ、上流から流下してきた流木や土砂を枝葉や幹で捕捉し、下流への流出を軽減する災害緩衝機能を有する。また、水辺の生態系保全や景観形成にも重要な役割を果たす一方、流木発生源ともなり得るため溪畔林の整備は治山施設と一体的な整備が必要である。 そのため、人工林は適正な間伐を実施し健全な林分の成立を目指すとともに、広葉樹を積極的に導入し下層植生を豊かにすることで土壌侵食を防ぎ、溪岸斜面を安定化させ流木発生の抑制をはかることが重要とされる（資料③）。 治山ダムには流木を捕捉する機能があり、水や細かい土砂は流しつつ、大きな流木や石礫を効果的に捕捉して積極的に下流の橋梁閉塞や氾濫を防ぐ目的でスリット構造を持つ透過型治山ダムが設置されている。また、従来の不透過型治山ダムに流木捕捉工を追加設置し、流木捕捉機能を強化する事例も増えている。捕捉された流木や土砂は除去が前提であるため、管理のためのアクセス道が必要である。 樹木の存立する場である斜面崩壊の予測は LiDAR 技術等の進歩があるものの流木発生の予測は依然困難である。従って、流木災害防止のためには流木発生時の挙動予測が重要であり、有効な手法として流動シミュレーションが積極的に開発されている（根拠④）。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (12)	山地溪流における流木の発生原因としては、図－1に示すように溪流の源頭部（0次谷）における斜面崩壊に伴う立木の滑落とその下流での土石流の流下による溪床・溪岸の侵食に伴う立木の流出がある。 図－1 発表年：2018／著者：石川芳治／掲載誌：フォレストコンサル 153, 3961-3968／タイトル：流木災害と対策	

② (10)	流木量の上限は流出土砂量および流域面積に比例する。	図－7、図－8
	発表年：1989／著者：石川芳治ら／掲載誌：新砂防，第 42 巻第 3 号：4-10.／タイトル：土石流に伴う流木の発生及び流下機構	
③ (8)	間伐等の森林整備により樹木の成長を促進し、幹を太く、根系による樹幹支持力を発達させることにより、災害緩衝機能が向上する。	P3. 森林の災害緩衝機能
	発表年：2008／著者：長野県／掲載誌：災害に強い森林づくり指針／タイトル： https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/sangyo/ringyo/hozen/chisan/documents/shishin_8.pdf	
④ (11)	流域における流木堆積・捕捉能力を評価するためには数値シミュレーションが有効な手段である。	p 109：I はじめに
	発表年：2025／著者：鈴木拓郎・経隆悠／掲載誌：関東森林研究 76-1, 109-112／タイトル：流木の停止条件式を用いた数値シミュレーション手法の開発	

補足 問 03-1	近年、世界的に大規模森林火災が発生しているが、我が国においても森林火災が多く発生している。森林火災に強い森林づくりとはどのようなものか。
答	森林火災は燃える場所によって、落葉落枝などの林床可燃物のみが燃える「地表火」、幹も燃える「樹幹火」、樹冠も燃える「樹冠火」、地中の泥炭などが燃える「地中火」に分類される。このうち日本では地中火の発生する地域は極めて限られており、件数も非常に少ない。最初に地表火が発生し、勢いが強くなるにつれて樹幹火、さらに樹冠火へと拡大する。 「火災に強い森林」には、1)火災が発生しにくい森林、2)燃えても勢いよく燃えない森林、3)火災に遭っても枯死しにくい樹木で構成されている森林、の3つの意味が考えられる。 まず 1)について紹介する。森林火災で最初に燃えだすのは林床可燃物である。林床可燃物が十分に湿っていて不燃な状態では火災が発生する可能性は低い。そのため火災が発生しにくい森林とは、樹冠層が充分に発達して林内が暗くて、林床可燃物が乾燥しにくい森林である。林床可燃物が乾燥しやすい森林とは樹冠層が未発達で閉鎖していない森林（根拠①）で、例えば若い人工林、落葉期の落葉樹林、灌木林などが該当する。 次に 2)である。火の勢いを示す数値に火線強度がある。この数値に強い影響を持つ最大の要因は「風速」、次いで「傾斜」である。この2つに比べて林況の違いによる影響は小さく、見出すことは難しい。無風状態で平坦地にある仮想的な森林での地表火の火線強度をシミュレーションした結果では、林床可燃物量の多い森林での地表火ほど火線強度が大きくなる傾向が認められた。しかし実際の林野火災における地表火をシミュレーションした結果では風の状態、傾斜が様々であり、林況の違いによる傾向を見出すことはできなかった。立ち枯れたコシダによって林床が被覆されている森林での地表火をシミュレーションした結果では、他の森林でのシミュレーションに比べて桁違いに大きな火線強度となった（根拠②）。 次に 3)についてである。火災に遭うと枯死しやすいとされる代表的な樹種はスギ、ヒノキである。火災直後には樹冠が緑色であっても、数年の間に枯死に至る場合も多い。枯死しにくいとされる代表的な樹種は、ブナ、コナラなど、萌芽更新する樹種である。地表火などでは、地中の温度が100℃を超えない場所も多い。そのため地上にある樹体が燃え尽きても根系は生き残る。萌芽更新する樹種ならば、生き残った根系からの萌芽によって自然に再生する。常緑植物や葉肉の厚い植物は、枝葉が燃えだすまでに長い時間を要したり燃えても火の勢いが弱く、防火性が大きいとされている（根拠③）。

	最後に防火帯について紹介する。防火帯には地表火による延焼を止める効果が期待され、火災に強い森林とするための方策の一つである。そのためには防火帯を舗装するなどして草木の繁茂を防ぐことが重要であろう。また舗装することによって消防車両の走行を可能にすることにより、火災発生時の消火活動を容易にする効果も期待できるようになる。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (12)	相対日射率の増加に伴う、林野火災発生リスクを示す林野火災発生危険日出現割合の増加が、シミュレーション結果として示されている。	図 4
	発表年：2017／著者：玉井・後藤／掲載誌：関東森林研究／タイトル：植栽木の葉量増加に伴う林野火災発生危険度の変化予測	
② (14)	火線強度に強く影響する因子は「強風」と「急傾斜」であること、無風状態で平坦地にある仮想的な森林での地表火では林床可燃物量が多いほど火の勢いが強くなる傾向があるが、実際の林野火災では林況の違いによる傾向を見出すことはできないこと、立ち枯れているコシダなどで林床が被覆されている森林での地表火では、火の勢いが非常に強い例があったこと、がシミュレーション結果として示されている。	図 1, 2, 3 表 5
	発表年：2005／著者：後藤義明／掲載誌：日本林学会誌／タイトル：日本で発生する山火事の強度の検討－Rothermel の延焼速度予測モデルを用いた Byram の火線強度の推定－	
③ (13)	防火力の大きい植物を定義し、それに基づいた推定や既往文献により、樹種ごとの防火力を大・中・小・危険の 4 段階で区分している。	表 1
	発表年：1980／著者：高橋・福嶋／掲載誌：森林立地／大震災時の広域避難場所における植生の防火機能と調査方法について	

補足 問 04-1	森林の生物多様性保全機能とはどのようなものか。	
答	森林は非常に多様な環境を提供することで、多様なニッチを生み出し、多くの動植物が生息することを可能なものとし、生物多様性の維持や創出に貢献している。 日本の森林面積は国土の 67% を占め、亜寒帯から冷温帯、中間温帯、暖温帯、亜熱帯に至る幅広い気候帯に位置する。さらに、太平洋側と日本海側の積雪量の違いが植生に大きく影響を与えている。このように、多様な環境条件が多様な森林タイプを生み出すことで、収容できる生物の総種数を増加させている。また、14,000 余りある島々は森林生態系の隔離を促進し、新たな遺伝的分化・種分化に貢献している（根拠①）。 より小さい視点で見れば、森林は、尾根、斜面、谷の地形要素が連続・連結し、さらに、土質（母岩、土壌の深さなど）が異なる。また、日本の森林は急傾斜地も多く、日当たりや風当たり、土壌水分などの環境の傾度が大きくなるため、斜面の上部と下部でも異なる環境を生みやすい。さらに地すべりなどでの攪乱は新たなニッチの創出を起こしやすくしている。 特に森林が草原や湿地と比べて特徴的なのは、森林が林冠から林床（さらに土壌）まで 3 次元の空間環境を提供していることである。すなわち、ある 1 点をとっても、そこには高木・亜高木・低木・林床草本が存在し、それぞれと関連を持つ植物(着生植物、寄生植物を含む)や動物、菌類(腐朽菌、菌根菌を含む)が生息する。また、森林自体が日射・温度・湿度などの環境緩和機能を果たすほか、他の生物への食糧供給、枝や洞を通じた巢の提供、捕食者への隠れ場所の提供など多くの生態的機能を果たすことで、生物多様性の維持に貢献している。例として、イギリスのセイヨウナラ（<i>Quercus petraea</i>, <i>Q. robur</i>）には 2,300 種以上の生物（地衣類、コケ、菌類、無脊椎動物、哺乳類、鳥類）がかかわっており、このうち 236 種がこのナラに完全依存していることが知られる（根拠②）。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (26)	島嶼で種分化が進んでいる。 Fukaya K, Kusumoto B, Shiono T, Fujinuma J, Kubota Y. (2020) Integrating multiple sources of ecological data to unveil macroscale species abundance. Nature Comm. 11:1695.	

② (快適環境 形成機能 15)	セイヨウナラの事例	
	R.J. Mitchell, P.E. Bellamy, C.J. Ellis, R.L. Hewison, N.G. Hodgetts, G.R. Iason, N.A. Littlewood, S. Newey, J.A. Stockan, A.F.S. Taylor (2019) Collapsing foundations: The ecology of the British oak, implications of its decline and mitigation options. Biological Conservation 233: 316-327.	

補足 問 04-2	世界・日本の森林には何種類ぐらいの樹種があるのか。また、森林には何種類ぐらいの植物があるのか。アメリカ・ヨーロッパと比較して日本の森林植物はどのような特徴があるか。
答	世界の樹木の種数は約 73,300 種と推定がされている（根拠①）。このうちの 9,000 種はまだ未発見のものが含まれている。樹木種の 43% が南米、22% がユーラシア、15% が北米、11% がオセアニアに分布している。 日本の在来維管束植物のリストである維管束植物和名チェックリスト（通称グリーンリスト、根拠②）掲載種 9,531 分類群のうち、種内分類群「亜種、変種、品種」、雑種、確実な外来種、生育環境不明を除いた 5,680 種を対象に、森林性、水・湿性、草原・畑地・路傍、崖・礫地性、海岸性に分類した結果、森林性植物*は 3,635 種 64% であった。このうち、樹木**は 96 科 312 属 964 種であった。また、樹木以外の森林性植物（林床、林縁、着生など）2,673 種の内訳はシダ植物 659 種、ソテツ 1 種、タケササ類 84 種、タケササ以外の被子植物 1,929 種であった。実際には、森林性植物以外に分類された植物種には林地内の湿地に生育する植物や渓谷の崖に生育する植物も含まれるため、実質的に森林に依存する植物種はさらに多い。森林樹木のうち、特に種の多い属は、シャクナゲ属 56 種、カエデ属 28 種、ヤナギ属 26 種となっている。種内分類群を含む場合、森林樹木は 1,693 分類群、その他森林性植物は 3,896 分類群で、日本の全分類群の 64% を占めている。 アメリカ合衆国ではハワイ・アラスカ州の除いた 48 州で 79 科 269 属 881 種の樹木種が知られる（根拠③）。特に種の多い属は、コナラ属 85 種、サンザシ属 84 種、ヤナギ属 45 種、マツ属 38 種となっている。 ヨーロッパでは在来樹木種は 47 科 92 属 454 種***である（根拠④）。特にバラ科樹木が 216 種を占める。特に種の多い属は、ナナカマド属 170 種****、コナラ属 24 種、ヤナギ属 22 種、スモモ属・ギョリュウ属各 14 種となっている。 日本の森林樹木の多様性は欧米と比べて小面積のわりに高く、特定の科・属への偏りが小さく、多種多様を呈していると言える。 また、日本の森林樹木の絶滅危惧種は、野生絶滅（EW）1 種（コブシモドキ）、絶滅危惧 IA 類 68 種（CR、種内分類群を含む、以下同）、絶滅危惧 IA 類（EN）63 種、絶滅危惧 II 類（VU）77 種、準絶滅危惧種（NT）48 種となっている。その結果、絶滅危惧種は 208 種で、樹木種の 12% を占める。一方、欧州では絶滅及び野生絶滅はなく、CR68 種、EN62 種、VU38 種、NT13 種となっている。その結果、絶滅危惧種は 168 種で、37% を占める。アメリカ合衆国では EW1 種、CR21 種、EN46 種、VU27 種、NT37 種となっている。その結果、絶滅危惧種は 94 種で、11% を占める。このように、森林樹

	木の多様性は、日本は米国と同程度であり、欧州より高いと言える。 *：森林性植物とは高さ 2m 以上の樹群のある生態系を森林とし、その内部または林縁に生ずる植物とする。そのためハマナス群落など矮性・匍匐性樹木が優占するものは森林と定義しない。なお、ハンノキ群落のように湿地に立地するものでも樹木であれば森林性に優先して分類している。 **：欧米のデータと基準を合わせるため、根拠⑤と同様の定義を用いた。すなわち、樹木種の定義を樹高 2m 以上で、木性シダ・ソテツ・樹木様のイネ科・バショウ科などを除いたものを木本植物とする。 ***：原文では 45 科とあるが、他との比較のため APG3 分類体系による科に変換して数え直した。 ****：このナナカマド属には狭義のナナカマド属とアズキナシ属（グリーンリストはこの扱い）を含む。 国レベルでの森林性植物（林床・林縁性植物を含む）データはないため、比較を行っていない。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (13)	世界の木の種類・本数の推定	
	Gatti C. et al., (2022) The number of tree species on Earth. ProcNAS 119 (6), e2115329119.	
② (61)	在来維管束植物のリスト	
	山ノ内崇志ほか.(2019) 「維管束植物和名チェックリスト」 (https://gbif.jp/activities/checklist/wamei_checklist_110)	
③ (28)	アメリカの在来樹種数と絶滅危惧種	
	Carrero C. et al. (2023) Data sharing for conservation: A standardized checklist of US native tree species and threat assessments to prioritize and coordinate action. Plants People Planet. 5:600–616.	
④ (20)	ヨーロッパの在来樹種数と絶滅危惧種	
	Rivers M. et al.(2019) European Red List of Trees. IUCN. 72pp.	

⑤ (23)	対象とする樹木の定義	
	Beech E. et al. (2017) Global Tree Search: The first complete global database of tree species and country distributions. Journal of Sustainable Forestry 36(5): 454-489.	
⑥ (62)	日本産絶滅危惧種のリスト	
	環境省(2025) 第5次レッドリスト(植物・菌類) https://www.env.go.jp/press/press_04578.htm	

補足 問 04-3	人工林の高齢級化が進んでいるが、高齢級人工林は成長するのか（単木材積・林分材積等）。林分の成長を維持するためにはどのような整備が必要か。また、高齢級人工林を放置した場合と整備を行った場合とでは、生物多様性にどのような違いが生じるのか。	
答	人工林の高齢級化が進む中で、高齢級人工林の成長低下が懸念されることが多いが、近年の研究では、高齢級人工林が必ずしも成長の停滞を示すものではないことが示されている。スギ人工林では 100 年生を超えても林分材積成長が維持される事例が報告されており（根拠①②）、強度間伐後に林分成長が回復する例も報告されている（根拠③）。 高齢級での林分成長を維持するためには、着葉量すなわち樹冠長率が維持されるような施業が重要である。高齢級人工林においても間伐によって樹冠下部の枝の枯れを抑制できることが示されており（根拠④）、また、相対幹距比 15%を超える下層間伐の実施が高齢級人工林の成長維持に有効だった事例が報告されている（根拠⑤）。 植物の多様性の観点では、高齢級のスギ・ヒノキ人工林では地域の典型的な広葉樹が混交しやすいことが報告されているが（根拠⑥）、高齢級となるまでの期間に適切な間伐を行うことが条件であることを示唆する報告もあり（根拠⑦）、放置された状態で高齢級となった人工林では生物多様性は回復しにくいといえる。また、シカの多い地域では植生保護柵等でシカの採食圧を排除する森林管理が不可欠である（根拠⑧）。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (41)	高齢級スギ人工林の成長が持続することを実測した。	図-4、表-7
	発表年：2005／著者：竹内郁雄／掲載誌：日本森林学会誌／タイトル：スギ高齢人工林における胸高直径成長と林分材積成長	
② (60)	高齢級スギ人工林の成長が持続することを実測した。	図-7
	発表年：2015／著者：正木隆ほか／掲載誌：森林総合研究所研究報告／タイトル：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	
③ (49)	高齢級スギ人工林の成長が持続することを実測した。	図-2

	発表年：2017／著者：杉田久志ほか／掲載誌：森林総合研究所研究報告／ 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	
④ (46)	70～85 年生スギ人工林で間伐によって樹冠長が回復す ることを確認した。	図-1
	発表年：2022／著者：國崎貴嗣ほか／掲載誌：日本森林学会誌／タイトル： 過密なスギ壮齢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―	
⑤ (47)	高齢スギ人工林での相対幹距と材積成長の関係を示し た。	図-1、2
	発表年：2021／著者：國崎貴嗣ほか／掲載誌：日本森林学会誌／タイトル： 過密なスギ老齢人工林における 41 年間の林分成長経過	
⑥ (36)	高齢人工林では地域の典型的な常緑広葉樹が多く見ら れることが示された。	図-4
	発表年：2003／著者：S. Ito ほか／掲載誌：Journal of Forest Research／タ イトル：Species richness in sugi (<i>Cryptomeria japonica</i> D. DON) plantations in southeastern Kyushu, Japan: the effects of stand type and age on understory trees and shrubs	
⑦ (51)	適切に間伐が行われたヒノキ人工林に広葉樹が侵入し、 階層構造が発達することが示された。	図-3
	発表年：2005／著者：鈴木和次郎ほか／掲載誌：日本森林学会誌／タイト ル：高齢級化に伴うヒノキ人工林の発達様式	
⑧ (50)	シカが高密度の地域の高齢級人工林で高木性稚樹を更 新させるにはシカ柵が必要であることを示した。	図-4
	発表年：2014／著者：田村淳／掲載誌：日本森林学会誌／タイトル：高齢 級スギ・ヒノキ人工林の林床植被の多寡が択伐後の高木性樹木稚樹の更新 に及ぼす影響	

補足 問 04-4	人工林を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、また、生物多様性への影響はどのようなものか。	
答	人工林を伐採後に植栽せず天然更新に委ねた場合の成林可能性は、立地条件と更新材料の有無に強く依存する。一般に若齢～壮齢のスギ・ヒノキ人工林では林床が暗く、前生稚樹が乏しい場合が多く、天然更新は容易ではない。しかし、林分周辺に広葉樹林が存在する場合には、伐採前から下層に鳥散布型や重力散布型の広葉樹の前生稚樹が存在する可能性がある（根拠①）。ただし、広葉樹が単木状に周辺に存在するだけでは種子の供給量は不十分であり、まとまった広葉樹林である必要がある（根拠②）。なお、埋土種子は、アカメガシワ、ヌルデ、タラノキなど寿命の短い先駆種については期待できるが（根拠③）、天然林に分布する主要樹種の埋土種子の寿命は短いので期待することは難しいことから（根拠④）、前生稚樹の有無や伐採後の種子の到達が人工林伐採後の天然更新を左右するといつてよい。 生物多様性への影響については、一般的に、天然更新によって成立した林分は単一樹種の植栽による人工林と比較して、樹種が多様となる。たとえば、四国のスギ・ヒノキ人工林の皆伐跡地では、常緑広葉樹（シイ、カシなど）が比較的多く更新することが報告されている。この事例では、標高や周囲の天然林との位置関係が更新樹の組成に影響していたことが示されている（根拠⑤）。カラマツ人工林の皆伐跡地では、伐採から7年後にウダイカンバやミズナラなど複数の広葉樹種からなる群落が成立した事例が報告されている（根拠⑥）。 一方で、天然更新は必ずしも成林を保証するものではない。ササ類などの競合植生が繁茂した場合や草食動物による採食圧が強い場合には更新が進まない可能性がある。このため、人工林伐採後に天然更新を成功させるためには、地掻きなどの補助作業を適切に組み合わせることが必要である（根拠⑥⑦）が、必ずしもそれが成功するとは限らない（根拠⑧）ことに注意が必要である。仮に天然更新がうまくいかなかった場合に草地の状態が長く続くと、表層崩壊の発生につながる恐れもある（根拠⑨）。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (36)	高齢のスギ林で鳥散布・重力散布型種の常緑広葉樹が多いことを示している。	表-3
	発表年：2003／著者：S. Ito ほか／掲載誌：Journal of Forest Research／タイトル：Species richness in sugi (<i>Cryptomeria japonica</i> D. DON) plantations	

	in southeastern Kyushu, Japan: the effects of stand type and age on understory trees and shrubs	
② (19)	100ha の保護林の周辺に十分な数の種子（10 万個/ha）が供給される距離は林縁から 200m 以内であることを示した。	図-4
	発表年：2024／著者：P. R. Wijenayake ほか／掲載誌：Journal of Asia-Pacific Biodiversity／タイトル：Effects of stochastic intraspecific seed dispersal variation on dispersal distance predictions in a temperate forest in Japan	
③ (63)	ヒノキ人工林皆伐後に発生した広葉樹のほとんどは先駆種であったことを示した。	表-2
	発表年：2010／著者：A. Sakai ほか／掲載誌：Journal of Forest Research／タイトル：Soil seed banks in a mature Hinoki (<i>Chamaecyparis obtusa</i> Endl.) plantation and initial process of secondary succession after clearcutting in southwestern Japan	
④ (25)	成熟林に分布する広葉樹種子の土中での寿命は数年以下であることを示した。	表-1
	発表年：2024／著者：T. Masaki ほか／掲載誌：Journal of Forest Research／タイトル：How long do tree seeds survive in soil seedbanks? A multi-species comparison in an old-growth deciduous temperate forest	
⑤ (64)	四国の低標高の人工林伐採地ではカシやシイなどの常緑広葉樹が更新した事例を報告した。	表-4
	発表年：2006／著者：A. Sakai ほか／掲載誌：Journal of Forest Research／タイトル：Effects of elevation and postharvest disturbance on the composition of vegetation established after the clear-cut harvest of conifer plantations in southern Shikoku, Japan	
⑥ (59)	カラマツ人工林の皆伐後に重機による地掻きを行い、7 年後に広葉樹の更新林分が成立したことを報告した。	図-7, 8
	発表年：2003／著者：杉田ほか／掲載誌：東北森林科学会誌／タイトル：天然更新によるカラマツ人工林の広葉樹林への誘導 ―小岩井農場山林における事例―	
⑦ (40)	カラマツ人工林の皆伐に地掻き処理を行うことで先駆種の実生定着が促進された事例を報告した。	図-4
	発表年：2015／著者：杉田ら／掲載誌：日本森林学会誌／タイトル：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	
⑧ (43)	トドマツ人工林を皆伐して地掻きを行ったがカンバ類の更新成績が改善されなかった事例を報告した。	図-4

	発表年：2019／著者：伊東ほか／掲載誌：森林総合研究所研究報告／タイトル：トドマツ人工林伐採後の地がき施業によるカンバ等の更新への効果	
⑨ (17)	スギ人工林の皆伐後 25～30 年間は更新木の根系が未発達で表層崩壊の発生頻度が高いことを示した。	図-7
	発表年：2007／著者：F. Imaizumi ほか／掲載誌：Earth Surface Processes and Land forms／タイトル：Effects of forest harvesting on the occurrence of landslides and debris flows in steep terrain of central Japan	

補足 問 04-5	人工林の高齢級化に伴い、針広混交林化及び広葉樹林化を促進するための施業が見られるが、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。
答	国内では、高齢人工林の針広混交林化（以下、混交林化という）の事例はあるが、完全な広葉樹林化に成功した事例は見当たらない。したがって、人工林の林相転換は混交林化を目指すのが妥当である。 混交林化は、種子の供給等による広葉樹の侵入から始まる。閉鎖したスギ人工林では、林縁から林内に向かって広葉樹稚幼樹の多様性が低下し、間伐によって光環境が改善されると低下が緩和されることが報告されている（根拠①）。また、間伐作業は林床を攪乱して下層木本群集の組成を再編成する。たとえばスギ人工林において、間伐から2年後に下層広葉樹の密度が低下したが、5年後には先駆種が増加するなど間伐からの時間とともに更新過程が変化した事例がある（根拠②）。 ただし、混交林化は、侵入した広葉樹稚樹が成長し、林冠層に達することで完了する。適切に密度管理されたヒノキ人工林では、200年生前後で上層に広葉樹が混交する事例が報告されており、基本的に混交化はかなりの長期間を要するといえる（根拠③）。一方、スギ人工林を対象とした5年間の研究では、間伐強度が高いほど広葉樹の生残や成長が促進され、混交林化が加速することが示されている（根拠④）。さらに14年間の研究では、強度間伐は林冠層での混交林化を比較的短期間で実現する一方、弱度間伐では広葉樹が長期間下層にとどまり、間伐の繰り返しが必要であることが示唆されている（根拠⑤）。したがって、混交林化を目標とする場合、周辺林分からの種子供給の予測に加え、間伐の頻度・強度を含む長期的な計画と順応的な管理が不可欠である（根拠⑥）。 なお、多雪地域のスギ人工林では、植栽直後から雪害によって植栽木が枯損・倒伏してギャップが形成され、先駆的な広葉樹が侵入・定着することで混交林化が早期に進むことがあるが（根拠⑦）、これは特殊な事例といえよう。 また、北海道のトドマツ人工林では広葉樹を含む多様な植物群集が下層に成立しやすいことが示されており（根拠⑧）、カラマツ人工林でも林齢とともに動物散布型や高木性の広葉樹が下層で増加しやすい傾向が報告されている（根拠⑨）。 生物多様性の観点からは、国内で混交林化後の多様性を元の人工林と直接比較した例は見当たらない。一方、海外では、混交林での樹種の多様性の増加が林内環境の不均一性等を通じて生物多様性を底上げし（根拠⑩）、下層植生や昆虫類などの生物群で多様性が単一樹種の人工林よりも高まる傾向が報告されている（根拠⑪）。

根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (65)	縁から林内にかけて光環境が低下し広葉樹稚幼樹の多様性が減少するが、間伐区では低下が緩和された。	図-2, 3
	発表年：2006／著者：E. Utsugi ほか／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Hardwood recruitment into conifer plantations in Japan: Effects of thinning and distance from neighboring hardwood forests	
② (66)	間伐後に下層木本は一時的に減少するが、5年後には先駆種が増加し群集が変化した。	図-3、表-2
	発表年：2018／著者：R. Kitagawa ほか／掲載誌：Journal of Forest Research／タイトル：Initial effects of thinning and concomitant disturbance on the understory woody community in Japanese cedar plantation	
③ (51)	ヒノキ人工林では林齢の進行とともに階層構造が発達し、200年生前後で多層化が確認された。	図-4
	発表年：2005／著者：鈴木和次郎ほか／掲載誌：日本森林学会誌／タイトル：高齢級化に伴うヒノキ人工林の発達様式	
④ (34)	間伐強度が高いほど広葉樹稚樹の生残と成長が促進され、更新と多様性が増加した。	図-2, 4
	発表年：2012／著者：K. Seiwa ほか／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Roles of thinning intensity in hardwood recruitment and diversity in a conifer, Cryptomeria japonica plantation: A five-year demographic study	
⑤ (33)	14年間で強度間伐区では林冠での広葉樹の混交が進んだが、弱度間伐区では下層にとどまった。	
	発表年：2020／著者：Y. Negishi ほか／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Role of thinning intensity in creating mixed hardwood and conifer forests within a Cryptomeria japonica conifer plantation: A 14-year study	
⑥ (32)	広葉樹の侵入は種子供給源からの距離と施業の有無の相互作用により規定された。	図-3
	発表年：2012／著者：T. Nagaike ほか／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Interactive influences of distance from seed source and management practices on tree species composition in conifer plantations	
⑦ (38)	多雪地のスギ人工林では雪害によるギャップ形成を契機に広葉樹侵入が進行した。	図-2, 4

	発表年：2004／著者：T. Masaki ほか／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Structure and dynamics of tree populations within unsuccessful conifer plantations near the Shirakami Mountains, a snowy region of Japan	
⑧ (30)	トドマツ人工林では施業条件により広葉樹を含む下層植物群集が成立しやすいことが確認された。	図-2、表-1
	発表年：2021／著者：N. Akashi ほか／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Effect of forest management on understory vascular plants in planted <i>Abies sachalinensis</i> forests	
⑨ (29)	カラマツ人工林では林齢とともに動物散布型・高木性広葉樹が下層で増加した。	図-3
	発表年：2006／著者：T. Nagaike ほか／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Changes in plant species diversity over 5 years in <i>Larix kaempferi</i> plantations and abandoned coppice forests in central Japan	
⑩ (24)	樹種の多様性が高い森林ほど複数の生態系サービス水準が同時に高かった。	図-1, 2
	発表年：2013／著者：L. Gamfeldt ほか／掲載誌：Nature Communications／タイトル：Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species	
⑪ (15)	混交林や多樹種植栽林は単純人工林より植物多様性が高い傾向を示した	表-1
	発表年：2010／著者：L. Bremer ほか／掲載誌：Biodiversity and Conservation／タイトル：Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness	

補足 問 04-6	溪畔林は、水土保全、溪畔・水生生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。
答	天然の溪畔林の構成種は溪畔を代表する樹種だけでなく山腹や尾根を分布域とする樹種も含み、林床植生も絶滅危惧種を含むなど溪畔林自体が非常に高い多様性を保持している（根拠①）。そして、それらを利用する昆虫や鳥類の多様性を維持している（根拠②）。また、溪流に生息する水生昆虫の多様性を確保し、その結果、サケ科の魚類の生息環境を生み出している（根拠②）。これらの溪畔域の生物多様性は、山腹崩壊や土石流などの溪畔域の自然攪乱によって維持されている（根拠③）。つまり自然攪乱が、樹種や構造など溪畔林の多様性の要因となっている。そのために溪畔林の森林整備の最終的な目標林型は、天然の林冠木を有する複雑な構造を保持した森林である。 現在、スギやヒノキの拡大造林によって多くの自然の溪畔林が失われるとともに、薪炭林など繰り返し伐採されてきた広葉樹二次林が多く存在しており（根拠④）、溪畔林整備は重要な課題である。 溪畔域に残っている広葉樹二次林において本来の溪畔林樹種を含んでいたたり、その実生や稚樹が分布している場合は、そのまま放置することで高齡林化を目指す（根拠⑤）。溪畔林樹種が分布せず先駆樹種や低木が優占している場合は、林冠木を形成する溪畔林樹種の苗木の植栽を検討する（根拠⑥）。 溪畔域まで人工林化していて、皆伐のあと針葉樹の植林が予定されている場合は、溪畔域の人工林を残して皆伐する。その残存した人工林によって渓流域の被陰を維持し水温の上昇を防ぐことができる。また、山腹からの溪流への土砂の流入を防ぐことができる。それによって溪流内の生物の多様性を保つことができる。そして、針葉樹の植栽木が成長した段階で溪畔域に残された人工林を伐採して、溪畔林樹種の侵入を待つ。周囲に母樹となる溪畔林がない場合や実生の侵入が見られない場合は溪畔林樹種の苗木を植栽する（根拠⑦）。 ハリエンジュなどの外来樹は、アレロパシーによって在来植物の成長を抑制したり（根拠⑧）、根萌芽による分布拡大（根拠⑨）で溪流生態系に重大な影響を与えている。ハリエンジュなど外来樹種が溪畔域に侵入している場合は、除去することが望ましい。溪畔林の構成樹種が亜高木や下層木として存在する場合は、伐採することによって除去することが可能である（根拠⑩）。それによって他の植物の侵入が可能となり植生の多様性を確保することができる。

	溪畔林の森林整備において重要なことは、現在残されている天然の溪畔林は、そのまま手を加えず保全する。この溪畔林は再生や復元のモデルになるとともに、遺伝子資源の供給源となる（根拠⑪）。また、溪畔林を整備する際には、できるだけ渓流域の自然の遷移に任せてコストをかけないことが重要である（根拠⑫）。そして、過度な治山構造物は設置しないとともに、既存の治山構造物のスリット化などの改修によって上下流の連続性を創出することで渓流域の自然攪乱体制を保つことが、渓流域の溪畔林を更新させ生物多様性を保全する上で重要である（根拠⑬）。また、河川には沈水植物のカワゴケソウ科などの絶滅危惧種（天然記念物を含む）などが分布しており、このような場所での水質や環境の改変は避けるべきである（根拠⑭）。	
根拠 (文献番号)		
① (56)	溪畔林を構成する樹木の中には、溪畔域に依存的な種群のみならず、山腹斜面の大規模な攪乱跡地などで優占する先駆的な種群や隣接する植生帯の構成種、そして個体数の極端に少ない種がある。	全文
	発表年：1997／著者：崎尾均・鈴木和次郎／掲載誌：砂防学会誌，49(6)，40-48. / タイトル：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	
② (67)	水辺域の森林群集の種組成や構造的多様性が魚類・両生類や水生昆虫の多様性を高めている。	P14-16, 図 1-15
	発表年：2002／著者：崎尾均／掲載誌：書籍／タイトル：水辺林の生態学	
③ (68)	水辺域の攪乱が水辺環境の多様性を生み出し、ひいては生物多様性を維持している。	P8-26
	発表年：2017／著者：崎尾均／掲載誌：書籍／タイトル：水辺の樹木誌	
④ (56)	水辺林は二次林化、人工林化した結果、原生的な水辺林が連続して存在する大規模な河川は日本には存在しない。	全文
	発表年：1997／著者：崎尾均・鈴木和次郎／掲載誌：砂防学会誌，49(6)，40-48. / タイトル：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	

⑤ (69)	二次林の種組成が潜在自然植生と類似している場合は、そのまま放置し、加齢による自然の推移にしたがって、老齢な水辺林を再生させる。	p106-107
	発表年：2001／著者：溪畔林研究会／掲載誌：書籍／タイトル：水辺林管理の手引き 基礎と指針と提言	
⑥ (69)	二次林の種組成が潜在自然植生と大きく異なっている場合は、水辺林本来の優占樹種を人工植栽する。	P107-109
	発表年：2001／著者：溪畔林研究会／掲載誌：書籍／タイトル：水辺林管理の手引き 基礎と指針と提言	
⑦ (69)	水辺域が人工林の場合、人工林を部分的に伐採し、水辺林構成樹種を植栽する。	P110-111
	発表年：2001／著者：溪畔林研究会／掲載誌：書籍／タイトル：水辺林管理の手引き 基礎と指針と提言	
⑧ (70)	ニセアカシアやセイタカアワダチソウ、アレチウリ、オオブタクサなど河川敷での優占が問題となっている外来植物の葉に強いアレロパシーが見られた。ニセアカシア林床の土壌もレタスの幼根伸長を阻害し、ニセアカシア由来の物質による阻害が示唆された。	P238-254
	発表年：2009／著者：藤井義晴・石川恵理・浦口晋平・渡辺泉・星野義延／掲載誌：書籍／タイトル：ニセアカシアの生態学	
⑨ (48)	ニセアカシアは広くはりめぐらされた水平根から根萌芽を発生させる。根萌芽は水平根の伸長によって毎年恒常的に発生する。	全文
	発表年：1991／著者：玉泉幸一郎・飯島康夫・八幡久／掲載誌：九州大学演習林報告, 64, 13-28. /タイトル：海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの根萌芽の分布とその形態的特徴,	
⑩ (44)	在来樹種が中下層木として混交しているニセアカシアの林分では、伐採によって比較的たやすくニセアカシアを除去することが可能である。伐採によって多数の根萌芽が発生するが、在来の溪畔林構成樹種の枝葉の伸長によって根萌芽は枯死した。	全文
	発表年：2003／著者：崎尾均／掲載誌：日本林学会誌, 85(4), 355-358／タイトル：ニセアカシア(<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)は溪畔域から除去可能か？	

⑪ (69)	原生的、あるいは自然度の高い水辺林の連続的な存在は、将来の水辺林の回廊を復元する際のモデルや核、かつ再生事業の更新材料の供給源となる。	P101-104
	発表年：2001／著者：溪畔林研究会／掲載誌：書籍／タイトル：水辺林管理の手引き 基礎と指針と提言	
⑫ (68)	植栽などによって再生した水辺林の更新に関しては、自然の攪乱体制のもとでの修復・再生過程に委ねる。	P214
	発表年：2017／著者：崎尾均／掲載誌：書籍／タイトル：水辺の樹木誌	
⑬ (68)	水陸一体となった、また上流と下流の連続性のある水辺環境の再生・復元のためには河川工作物の撤去ないしは工法改善が必要である。	P217-218
	発表年：2017／著者：崎尾均／掲載誌：書籍／タイトル：水辺の樹木誌	
⑭ (45)	カワゴケソウ科植物の分布する河川の水質のほとんどが貧栄養の清冽な河川である。カワゴケソウ科植物の現存量の減少の原因の一つに水質汚濁が考えられている。	全文
	発表年：2018／著者：鮎川和泰・永淵 修・中澤 暦・篠塚賢一・横田久里子・北渕浩之・手塚賢至・手塚田津子・斎藤俊浩・田辺雅博／掲載誌：Journal of Ecotechnology Research, 19(1), 1-8／タイトル：ヤクシマカワゴロモの生息域とその一次生産が溪流水質へ与える影響	

補足 問 04-7	薪炭林、桑などかつて利用されていた二次林のほとんどが利用されず放置されているが、森林管理・整備の必要性はないのか。また、生物多様性への影響とはどのようなものか。
答	薪炭林など人為的利用を受けて成立した二次林の多くは、燃料革命や農業構造の変化により用途の対象外となり、現在は放置林となっている。これらの森林の管理・整備の必要性は、森林に期待する機能、生物多様性、リスクの質などを踏まえて判断する必要がある。 薪炭林は本来、伐採と萌芽更新、下草刈りなどの周期的な人為攪乱を前提として成立してきた森林である。そのため、利用が途絶え長期間放置されると、林冠が閉鎖し林床の光環境が悪化することで、陽性の草本や低木が減少し、下層植生の種多様性が低下する傾向がある。人工林の研究では、閉鎖した林分ほど下層植生の種数が少なく、間伐で光環境が改善されるとその低下が緩和されることが示されている（根拠①）。このような光環境と下層植生の関係は、二次林にも共通する生態的特性と考えてよい。 放置された二次林では、さらに時間の経過とともに常緑広葉樹などの陰樹が侵入し、周辺の成熟林に近い構造へと遷移する場合が多い。この過程で樹種構成や階層構造が変化し、より閉鎖的な森林構造へと移行することが報告されている（根拠②）。この変化は生物多様性の単純な低下ではなく、明るい環境を利用する種から、閉鎖林を利用する種への入れ替わりとして理解すべきである。しかし、里山性の植物や昆虫など、半自然的な環境に依存する生物を保全したい場合、必ずしも望む結果ではない。 さらに、近年顕在化しているナラ枯れも、森林管理を考える上で重要な要素である。ナラ枯れは、カシノナガキクイムシによって媒介される病原菌によりブナ科樹木が集団的に枯死する現象であり、薪炭林としての利用が停止された二次林を含む各地で被害が拡大してきた。大径木ほどカシノナガキクイムシの穿入を受けて被害木となる確率が高く（根拠③）、また、被害は寄主となりうる木の分布に沿って面的に広がる傾向がある（根拠④）。これらの知見から、放置された薪炭林のように大径木を含む林分が連続して分布する景観で被害が広がりやすいと考えられる。 里山二次林では、管理の有無が昆虫群集の構成や多様性に影響を与えることが報告されており（根拠⑤）、また前述のとおり長期放置により常緑広葉樹の侵入と林分構造の変化が進行することも示されている（根拠②）。したがって、放棄された薪炭林における管理・整備は、全面的・画一的に行うのではなく、希少種保全、防災、病害リスク低減といった目的に応じて重点的に実施する必要がある。管理する森林と遷移に委ねる森林を空間的に組み合わせ、異なる遷移段階をモザイク状に配置することが、生物多様性の保全と森林管理の両立に資すると考えられる。

根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (52)	林冠閉鎖により下層植生の種多様性が低下し、間伐で緩和される。	図-2, 3
	発表年：2009／著者：野口ほか／掲載誌：森林立地／タイトル：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	
② (35)	放置二次林で常緑広葉樹が侵入し林分構造が変化する。	図-4, 5
	発表年：2023／著者：N. Kawata ほか／掲載誌：Journal of Forest Research／タイトル：Secondary succession of an unmanaged coppice woodland adjacent to late-successional, lucidophyllous forest in western Japan	
③ (58)	大径木ほどカシノナガキクイムシの穿入・被害を受けやすい。	図-4, 5
	発表年：2023／著者：楠本ほか／掲載誌：日本森林学会誌／タイトル：千葉県鴨川市のマテバシイ林と愛知県瀬戸市のコナラ林におけるナラ枯れ被害の年次推移	
④ (22)	ナラ枯れ被害は時間の経過とともに面的に拡大する。	図-1
	発表年：2010／著者：E. Shoda-Kagaya ほか／掲載誌：BMC Ecology／タイトル：Genetic structure of the oak wilt vector beetle <i>Platypus quercivorus</i> : inferences toward the process of damaged area expansion	
⑤ (71)	薪炭林で管理の有無が地表性昆虫群集の構成と多様性を変化させる。	図-2、表-3
	発表年：2008／著者：S. Shibuya ほか／掲載誌：Web Ecology／タイトル：Effects of small-scale management on biodiversity of an abandoned coppice forest in Japan: a case study on vegetation regeneration and ground beetle community	

補足 問 04-8	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。
答	野生動物による森林被害の中心はニホンジカによる植生への過度な採食であり、1990 年代以降の個体数増加に伴って、造林木の枝葉・樹皮の摂食、天然更新の阻害、林床植生の消失が全国的に拡大している。これらの被害は、単に樹木の成長を妨げるだけではなく、更新の停滞による森林構造の単純化、下層植生の喪失に伴う土壌流出リスクの増大、草本・低木層を資源とする昆虫・小型哺乳類・鳥類の生息環境の消失など、多面的な影響として森林生態系に及ぶ（根拠①）。 特に、林床植生の衰退は、光環境・土壌水分・養分動態にも影響し、樹種構成の偏りを助長する。シカの嗜好性により耐食性の高い樹種のみが残り、広葉樹の多様性が低下する現象は全国で観察されている。また、造林地では樹皮剥ぎによる材質劣化や枯死が生じ、森林整備コストを押し上げるなど社会経済的影響も顕著である。長期的には、森林の更新遅延とともに、水源涵養や斜面安定といった森林の多面的機能の低下を招く（根拠②）。 一方、クマ類については 22 道府県が第 2 種特定鳥獣管理計画を策定しており（環境省 2025、https://www.env.go.jp/nature/choju/plan/pdf/plan3-1b.pdf）、近年問題となっている出沒多発は個体数増加を反映していることもあるが、森林生態系との関係も強い。クマは堅果類（ブナ・ミズナラ等）を主要な高栄養源としており、豊凶の年変動は生息状況や人里への出沒に影響する。ブナ科堅果が凶作となった年には広範囲を移動するようになり、結果的に人里域に出沒する傾向が強まることが知られている（根拠③）。 里山の管理放棄や耕作放棄地の増加、果樹の存在などにより、人里近くで利用可能な食物資源が増えることで、クマの採食場所の選択や行動圏が人の生活域と重なりやすくなり、遭遇機会が増えうる（根拠④）。近年の人身被害の増加は、餌資源の不足、個体の学習など複合的な要因が重なった結果と考えられている。 なお、現時点ではニホンジカによる森林被害がツキノワグマの生息状況や餌植物の利用に直接的な影響を及ぼしていることを実証した研究はない。しかし、シカの過度な採食によって林床植生や低木層が衰退し、広葉樹の更新が阻害されることは各地で確認されており、こうした植生構造の変化が、将来的にクマの餌資源の量や分布に影響を与える可能性は否定できない。 とくに、クマが重要な餌資源として利用するブナ科樹種や果実類の更新が長期的に低下した場合、クマは代替食物を求めて行動圏を拡大し、人の

	生活域に近づくことが考えられる。この点については、先述の通り堅果類の凶作年にクマの人里出没が増加するという森林の餌資源条件とクマの行動との関係は一例といえる。今後は、シカによる森林構造の変化がクマの餌資源や行動に及ぼす影響について、長期的かつ広域的な視点から検証していくことが重要である。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (18)	シカの個体数増加は下層植生の減少、森林構造・樹種組成の改変を通じて自然林への影響を拡大している。	総説
	発表年：2009／著者：Takatsuki, S.／掲載誌：Biological Conservation／タイトル：Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review.	
② (72)	剥皮は個体群動態・枯死・林分変化を通じて森林構造に影響する。	Fig.1
	発表年：1999／著者：Akashi, N.・Nakashizuka, T.／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Effects of bark-stripping by sika deer (<i>Cervus nippon</i>) on population dynamics of a mixed forest in Japan	
③ (73)	ブナ堅果の豊凶とクマの人里域出没の関係	Fig.2
	発表年：2004／著者：Oka, T.ほか／掲載誌：Journal of Wildlife Management／タイトル：Relationship between changes in beechnut production and Asiatic black bears in northern Japan	
④ (53)	集落近傍において秋にカキが主要な採食資源となり、その結果として、季節的に集落の近くを高頻度で利用する個体がいる。	表 4
	発表年：2014／著者：有本勲ほか／掲載誌：哺乳類科学／タイトル：集落周辺に生息するツキノワグマの行動と利用環境	

補足 問 04-9	生物多様性の計量的評価手法とはどのようなものか。計量的評価により生物多様性の何が評価されるのか。
答	生物多様性は、遺伝子・種・生態系という複数の階層から構成される概念である。森林の生物多様性の状態を把握し、管理や施業の妥当性を検証するには、生物多様性の計量的評価が不可欠である。 計量的評価で最も基本的な指標である種数は、調査区内に存在する種の数を示し、群集の構成要素の多さを直接的に表す（α多様度）。一方で、種数のみでは、特定の少数種が優占する状態と、各種が比較的均等に存在する状態を区別できない。このため、種数と個体数分布の偏りを同時に反映する多様度指数も広く用いられてきた。例えば Shannon の多様度指数は、種数が多く、かつ各種の個体数が均等であるほど高い値を示し、森林群集の構造的な複雑さの指標として定着している（根拠①）。 生物多様性の計量的評価は、単一林分の内部構造を捉えるだけでなく、林分間の違いや攪乱・施業に伴う変化を評価する方向へと発展してきた。類似度指標やβ多様度は、異なる林分や時点間での種組成の差異を定量化するものであり、森林管理や土地利用履歴の違いが群集構造に及ぼす影響を明らかにする際に有効である。これにより、「どの程度多様か」だけでなく、「どのように異なっているか」という生物多様性の別の側面を評価できる（根拠②）。 近年は、こうした群集組成に基づく指標に加え、森林の立体構造や空間的不均一性を定量化する試みも進んでいる。樹高分布や林冠構造、枯死木量などに代表される構造的多様性は、生物が利用可能な生息場所の多様性と密接に関係しており、リモートセンシング技術の発展によって広域的な評価が可能となっている。これらの構造指標は、下層植生や昆虫類、鳥類などの多様性と相関することが示されており、種数や多様度指数だけでは捉えにくい生息環境の質を補完する役割を果たしている（根拠③）。 さらに近年では、上記の指標とは異なるアプローチも実務の中で実装されている。英国では、開発行為に伴う生物多様性の損失を補償・改善する制度として「生物多様性ネットゲイン」が制度化され、そこでは、生息地タイプごとの特異性、保全状態、面積、空間的連結性などを組み合わせて算出される「生物多様性ユニット」を用いて、開発前後の生物多様性の変化を定量的に比較する。これにより、生物多様性の量的な増減を一貫した尺度で評価し、一定割合以上の純増を確保することが求められている（根拠④）。これは、生物多様性を間接的に評価するものであり、上記の多様度指標とは異なるが、政策や土地利用計画の場面において、生物多様性を計量評価する実践的な枠組みの一例と位置づけられる。

	国レベルでの生物多様性の計量的評価は、海外では森林調査データを用いた長期モニタリングの中に明確に位置づけられている。たとえば米国では、Forest Inventory and Analysis (FIA) プログラムによって全国規模で収集された森林プロットデータを集約し、種数や多様度指数を算出することで、地域間における樹木の種多様性の違いや空間分布の特徴が示されてきた。こうした解析は、国レベルの森林調査データを基盤として、生物多様性指標を用いて森林の状態を把握・比較する枠組みが実際に運用されていることを示している（根拠⑤）。 日本でも近年、「生物多様性及び生態系サービスの総合評価（JBO3）」などで、人為・管理の観点から生物多様性の変化を評価し、政策判断に結びつける方向性が示されている（根拠⑥）。計量的評価は生物多様性の現状把握にとどまらず、森林管理の成果や課題を検討するための基盤情報として、国内外で重要性を高めつつある。	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (74)	森林植生の多様性評価で Shannon の多様度指数を用いることができる。	表-2
	出典：発表年：2009／著者：山川ほか／掲載誌：日本森林学会誌／タイトル：小面積皆伐施業が針葉樹人工林の下層植生の種多様性および階層構造に及ぼす影響	
② (39)	履歴の異なる林分間で群集組成の違いを定量化した事例を報告している。	図-4
	出典：発表年：2021／著者：R. M. Hayward ほか／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Three decades of post-logging tree community recovery in naturally regenerating and actively restored dipterocarp forest in Borneo	
③ (27)	森林構造に関する変数が様々な分類群の種数と相関することを報告している。	表-3
	出典：発表年：2023／著者：F. Storch ほか／掲載誌：Annals of Forest Science／タイトル：Linking structure and species richness to support forest biodiversity monitoring at large scales	
④ (75)	生物多様性指標算定ツールを使う指針を説明している。	全編
	出典：発表年：2025／作成機関：UK Department for Environment, Food & Rural Affairs／資料名：Statutory Biodiversity Metric: User Guide	

⑤ (31)	国レベルの森林調査データ（FIA）を用いて樹種多様性が評価されている。	図-3, 4, 5
	出典：発表年：2018／著者：Yude Pan・Kevin McCullough・David Y. Hollinger ／掲載誌：Forest Ecology and Management／タイトル：Forest biodiversity, relationships to structural and functional attributes, and stability in New England forests	
⑥ (57)	生物多様性の評価とその変化要因の総合評価を行っている。	全編
	出典：発表年：2021／編者：環境省／報告書名：生物多様性及び生態系サービスの総合評価 2021（JBO3）	

令和7年度 森林整備保全事業推進調査
報告書

令和8年3月

(受託者)

一般社団法人日本森林技術協会