

技術開発委員会説明資料

【課題名】

高齢級人工林の施業体系の確立

担当部署 森林技術・支援センター
共同研究機関 森林総合研究所

高齢級人工林の施業体系の確立

場所:茨城森林管理署管内
久慈郡大子町大字上岡
中ノ内沢国有林
2125に林小班外

期間:平成19年度～令和3年度

概要:現存する高齢級人工林を調査することにより、長伐期施業と高齢級の林分構造の違いなどのデータや資料を得て今後の人工林施業の参考とする。

試験地位置図(広域)



試験地位置図(試験地現況写真)

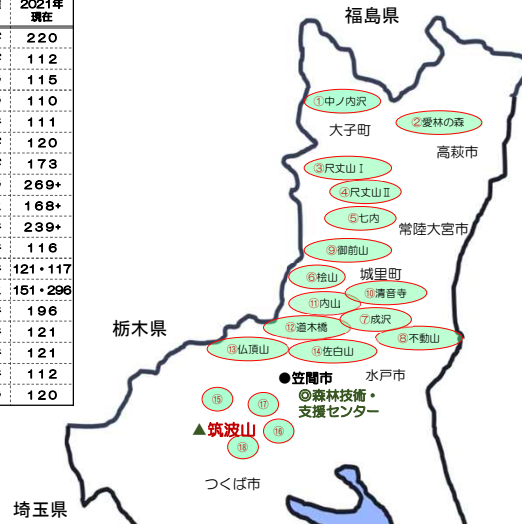


高齡級林分 調査個所

-調査地一覧-

番号	所在	名称	林小班	樹種	林齢 2021年 現在
①	大子町	中ノ内沢	2125に	スギ	220
②	高萩市	愛林の森	1074へ2・に1	スギ	112
③	常陸大宮市	尺丈山Ⅰ	5031	サウラ	115
④	〃	尺丈山Ⅱ	50と	サウラ	110
⑤	〃	七内	54段	ヒノキ	111
⑥	〃	檜山	42る	スギ	120
⑦	水戸市	成沢	1段	スギ	173
⑧	〃	不動山	132い1	サウラ	269+
⑨	城里町	御前山	30い1	ス・ヒ	168+
⑩	〃	清音寺	15い	ヒノキ	239+
⑪	〃	内山	31は	ヒノキ	116
⑫	〃	蓮木橋	271よ1・た	ヒノキ	121・117
⑬	笠間市	仏頂山	242ほ	ス・ヒ	151・296
⑭	〃	佐白山	251は	ヒノキ	196
⑮	石岡市	筑波道踏下	2230	ヒノキ	121
⑯	〃	筑波400下	223た2	ヒノキ	121
⑰	〃	つくばね	223に	ヒノキ	112
⑱	〃	月ノ新	222て	サウラ	120

-調査地位置図-



3

背景と課題

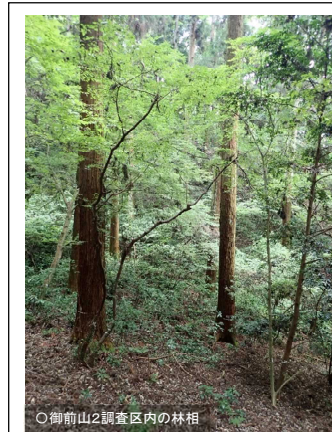
背景

茨城県内には藩政時代から明治期にかけて植栽された高齡な人工林が点在している。

当センターの試験地においては、伐期を120年から160年に設定した試験地があり、これらを適切に管理するための知見を収集する必要があった。



○伐期を160年に設定した長期育成循環林施業試験地



○御前山2調査区内の林相

課題

120年を超える高齡な人工林については、詳しい動態が明らかになっておらず、不明な点が多い状態であると考えられる。現存する高齡級人工林の林分構造や過去の施業履歴を明らかにする事で、今後増加すると考えられる高齡な林分を適切に管理するための指標とする。

4

開発目的

景観・環境的に長伐期が求められる林分が存在する。
しかしながら、その施業体系は確立しているとは言えない。

特殊な木材生産*

・城跡・寺社、史跡などの背景林
・希少な動植物の生育場所

高齢級人工林の成長

密度の変化と樹木サイズ
成長量の推移

高齢級人工林の動態

植栽木の生死・木本類の侵入と衰退
群集組成の変化

民有林・国有林に
向けての情報発信

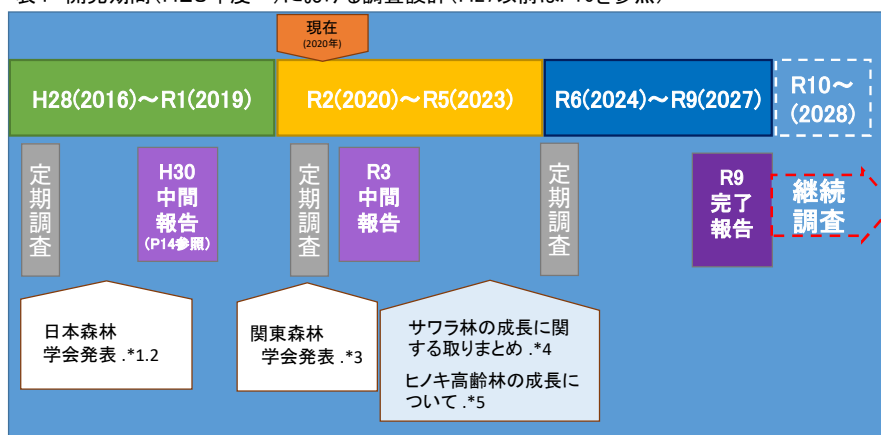
森林技術・支援センター
大沢試験地(120年伐期)・
複層林試験地(160年伐期)
の管理にフィードバック

*地域の寺社や史跡などの文化的木造建築物の補修や改築、復元などに
使用できる木材の生産を念頭に置いた、高齢な優良大径木材生産。

5

開発のロードマップ（R3第1回技術開発委員会まで）

表1 開発期間（H28年度～）における調査設計（H27以前はP16を参照）



*1. 太田ら(2016)茨城県高齢ヒノキ人工林における林床幼樹の動態. 日本森林学会. pp250. P2-084

*2. 宮本ら(2017)高齢スギ・ヒノキ人工林における過去の間伐履歴が林分構造と成長に及ぼす影響. 日本森林学
会. pp208. D11

*3. 須崎ら(2020) 茨城県に存在するスギ高齢級人工林の18年間の動態. 関東森林学会. pp22. 10造林16

*4. 太田ら(発表準備中)

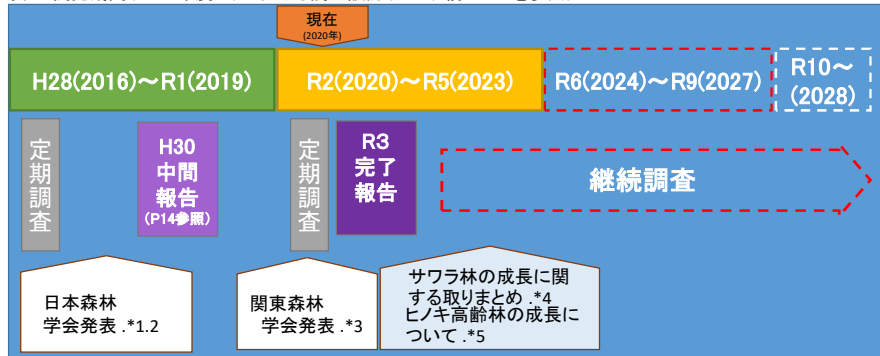
*5. 五十嵐ら(発表準備中)

6

開発のロードマップ(変更後)

本課題では、H19年度からR2年度まで14年間にわたって調査を行ってきた。その中でいくつかの成果も見られたところである。一方、本課題の目的である高齢級人工林の施業体系の確立に向けては、実際に間伐等を実施した結果どのような変化をするのかについて明らかにする必要があるが、現時点においては今後の事業計画がない。このため、中間報告年度に当たる本年度にこれまでの成果をとりまとめ、今後の取組方針や方法等について検討を行うこととする。

表1 開発期間(H28年度～)における調査設計(H27以前はP16を参照)



- *1. 太田ら(2016)茨城県高齢ヒノキ人工林における林床幼樹の動態. 日本森林学会. pp250. P2-084
 *2. 宮本ら(2017)高齢スギ・ヒノキ人工林における過去の間伐履歴が林分構造と成長に及ぼす影響. 日本森林学会. pp208. D11
 *3. 須崎ら(2020) 茨城県に存在するスギ高齢級人工林の18年間の動態. 関東森林学会. pp22. 10造林16
 *4. 太田ら(発表準備中)
 *5. 五十嵐ら(発表準備中)

7

開発設計

表2 開発期間(R2～R3年度)における調査設計と調査年度(R元以前はP16を参照)

		開発目的		
		林分密度・樹木サイズ・群集組成	適切な施業時期	経営コストの試算
定期調査 調査内容	毎木調査 [φ 5cm以上] (胸高周囲長・樹高)	R2(2020年)～R3(2021年)		
	更新木調査 [h130cm上・φ 5cm以下] (樹高)	R2(2020年)～R3(2021年)		
臨時調査	施業履歴調査		枯死木発生時	
	品等区分調査			風倒など新たな被害発生時

8

調査方法

①毎木調査(樹高、胸高直径)

調査内容: 胸高周囲長と樹高の測定

実施時期: R2年10月～R3年3月・R3年10月～R4年3月
(・R6年10月～R7・3月)

調査対象: 胸高直径5cm以上となった全ての木本類

②更新木調査(樹高)

調査内容: 高木性木本の幼樹の更新・樹高成長調査

実施時期: R2年10月～R3年3月・R3年10月～R4年3月
(・R6年10月～R7・3月)

調査対象: 樹高130cm以上、胸高直径5cm未満の高木性木本

③施業履歴調査

調査内容: 林分内に発生した枯死木

実施時期: 枯死木の発生や、かく乱が発生した時

調査対象: 新たな枯死木(場合によって樹冠解析)

④品等区分調査

調査内容: 品質区分

実施時期: 一度実施されているため、風倒など大きく
林分の価値が低下する場合に実施する。

調査対象: 植栽木

林分密度

年齢ごとの最適な密度を推察する。

樹木サイズの変化

年齢や密度が直径・樹高サイズにどのような影響を与えるのかを知る。

群集組成の変化

将来どのような樹種が林内に更新してくるか。

最適な施業時期

枯死木の発生割合やサイズから、将来どのような樹種が林内に更新してくるか検証します。

経営コストの試算

対象林分の経営コストを明らかにする

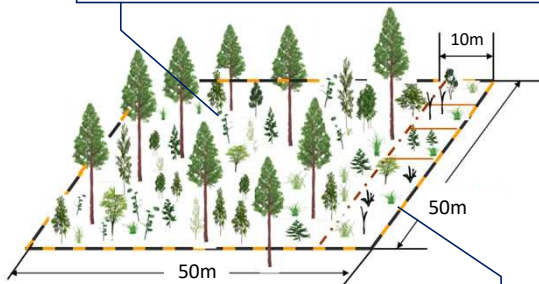
※④品等区分調査については、開発期間中に実施条件に当てはまる事象が起こらなかったため実施しなかった。

9

調査方法

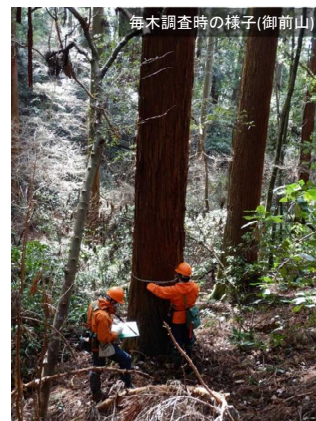
毎木調査区

50m×50mを基本サイズ(樹高の2倍の長さ)として調査区を設置した。



更新木調査区

林内を縦横に横断するように幅10mのラインプロットを設置した。



10

R2年度までの取組①

年度	調査内容	成果
H19	● 全プロットのモニタリング調査(毎木調査(5cm以上)、更新木調査、伐根調査等) ● 施業履歴の調査 ● 林内撮影	● 現況の記録と施業履歴の整理
H20	● 施業履歴の調査 (林分概況の作成) ● 林内撮影 ○ 日本森林学会パネル発表	● 林分概況の整理(現況と施業履歴)
H21	● 施業履歴の調査 (林分概況の作成) ● 林内撮影 ● 中間報告 ○ 森林施業研究会現地検討会 ○ 日本森林学会パネル発表	モニタリング調査の結果(中ノ内沢) ● 連年樹高成長量は約70年を過ぎたあたりでほぼ横ばい状態になり、その後は1年に10cm程度の樹高成長が100年間延々と続いている ● 肥大成長は高齢になっても順調に続いている
H22	● 林分概況データの収集・分析 ○ 日本森林学会関東支部大会発表	● 林齢200年を超えるスギ人工林(中ノ内沢)の間伐前後の調査の結果、間伐木のそばの方が肥大成長が大きいう傾向はみられなかった ● 間伐直後より3年後の方が肥大成長が大きかった ● 立木のサイズが大きくなるにつれて肥大成長も大きくなる傾向がみられた

11

R2年度までの取組②

年度	調査内容等	成果
H23	● 林分概況データの収集・分析 ○ 日本森林学会発表	● 1911年に植栽された100年生ヒノキ(七内国有林)は同齢のヒノキ林に比較して立木本数がありながら中下層の植生が発達していた。これは、精英樹に指定されたヒノキ林分を残し、その周囲が皆伐された林縁効果によるものと思われ、特にヒノキの実生が多く発生していた ● 複層林造成は、択伐を実施し植栽を実施しているが、周辺を皆伐するモザイク型の伐採でも、ヒノキの生育は確保されるのではないかとと思われる
H24	● 林分概況データの収集・分析 ● 中間報告 ○ 関東森林学会発表	● H21 成果の再掲 ● ヒノキの林齢と材積成長は、林齢が200年前後の林分は100年前後の林分に比べ、本数は少ないが1haあたりの成長には大きな減少がないことが確認できた。また、単木の成長は200年前後の方が大きい傾向がみられた ● ヒノキ・スギ・サワラ林齢と胸高直径は、ヒノキでは林齢200年を超えても成長は続いており大径木ほど大きい。また、スギ・サワラは林齢200年を超える林分で停滞している ● 間伐後の肥大成長は間伐直後よりも3年後以降の方が大きい ● 下層広葉樹の1年あたりの肥大成長は、間伐直後に比べ、3年後以降の方が大きい ● 間伐が行われなかったことで枝下高が上がり樹冠長率は下がる ● 樹冠長・樹冠長率と肥大成長は正の相関があり、また、同じ樹冠長・樹冠長率でも肥大成長は間伐区(本数密度が低い)の方が大きい傾向がある

12

R2年度までの取組③

年度	調査内容等	成果
H25	● 林分概況データの収集・分析 ● 林内撮影	
H26	● 林分概況データの収集・分析 ● 林内撮影	
H27	● データの管理と分析 ● 林内撮影 ● 中間報告	● ヒノキ高齢林の現況整理(9小班14プロット) ・ 110年生前後8箇所 平均密度300本/ha前後 平均直径45cm前後 ・ 200年生前後6箇所 平均密度150本/ha前後 平均直径60cm前後 ● 林齢100年前後のヒノキの胸高断面積比 93～98% ・ 上層木はほとんどヒノキが独占している状態 ● 林齢200年前後のヒノキの胸高断面積比 75%～84% ・ 一つだけ29%と極端に低い林分がみられた。200年生以上のヒノキ林では上層木にも広葉樹が混交し、胸高直径30cm以上のシラカシ、アカシデ、コナラといった樹種がプロット内に生育 ● ヒノキの肥大成長に影響を及ぼす要因として林齢、ヒノキ密度、隣接木との距離などを想定し、すべてのプロットで立木位置図を作成、毎木調査を平成24年度、26年度に行った。 ・ 林分全体の材積成長量・胸高断面積合計は林齢が高くなり、密度が落ちるほど下がる傾向がみられた ・ 立木一本当たりでは林齢の高い林分で直径成長は小さくなるが、胸高断面積の成長では林齢による違いはほとんどみられず、材積成長ではむしろ林齢が高い林分で大きい傾向がみられた

13

R2年度までの取組④

年度	調査内容等	成果
H27		・ ヒノキ上層木同士の隣接木までの距離と各立木の直径成長の相関を調べたところ、林齢100年前後の林分では距離が大きくなるほど直径成長が大きくなる傾向がみられた。一方、林齢200年以上の林分では隣接木までの距離と直径成長には相関がみられなかった。100年前後の林分のヒノキの密度は360本/ha、200年以上の林分では192本/haであり、間伐によって成長の改善が見込めるかどうかの一つの目安になるのではと考えられる。
H28	● データの管理と分析 ● 林内撮影	
H29	● データの管理と分析 ● 林分調査 ● 林内撮影	
H30	● データの管理と分析 ● 林分調査 ● 林内撮影 ● 中間報告	● 愛林の森106年生スギ人工林ほかスギを主体にした伐根調査の結果、1000本/ha近い過密な状態でも、その後の間伐で直径成長が順調であったことが確認され、手遅れではないことがわかった ● 無間伐、間伐区を比較した結果、無間伐区より間伐区の直径成長速度は大きい ● 間伐から10年以上経過すると、林分によっては直径成長が低下することが確認された ● 高齢期においても間伐は直径成長に有効であることが示唆された
R元	● データの管理と分析 ● 林分調査 ● 林内撮影	

14

R2年度までの取組⑤

年度	調査内容等	成果
R2	● データの管理と分析 ● 林分調査 ● 林内撮影 ○ 関東森林学会発表	● 針葉樹人工林の管理において、生態系としての多様性が確保されていなければならないと考えられるが、200年生での本数密度を150～200本/ha程度に管理することで、大径・高蓄積なスギ人工林を維持しつつ、高い多様性も維持することが可能。

※R2年度の調査は愛林の森ほか12箇所の調査を予定していたが、このうち桧山については、新型コロナウイルスの感染予防対策等のため調査が実施できなかったためR3年度に実施。

令和3年度の取組(一部令和2年度計画を含む)

- ① 毎木調査(樹高、胸高直径)・更新木調査(樹高)
調査区: 1. 中ノ内沢、5. 七内、6. 桧山、15. 筑波道路下、
16. 筑波400本区下、17. つくばね
- ② 施業履歴調査(枯死木調査)
調査木の枯死が発生した場合、円盤を採取し林齢等を
適宜調査
- ③ 完了報告のとりまとめ(第2回技術開発委員会にて報告)

15

R2年度までの取組※(調査履歴と調査予定)

番号	名 称	技術開発期間（平成19（2007）年度～令和9（2027）年度）																		調査予定							
		調査履歴（注：年度）																									
		平成19 2007	平成20 2008	平成21 2009	平成22 2010	平成23 2011	平成24 2012	平成25 2013	平成26 2014	平成27 2015	平成28 2016	平成29 2017	平成30 2018	令和元 2019	令和2 2020	令和3 2021	令和4 2022	令和5 2023	令和6 2024	令和7 2025	令和8 2026	令和9 2027					
1	中ノ内沢	G.H.品.S.伐		位					G				G.H							G.H.S							
2	愛林の森	G.H.品.S.伐				G.H.Hb.位		G			G			G.H.S						G.H.S							
3	尺文山Ⅰ	G.H.S				G.H.Hb.位	G.H									G.H.S											
4	尺文山Ⅱ	G.H.S				G.H.Hb.位	G.H							G.H.S						G.H.S							
5	七内					G.H.S.位					G.H.S					G.H.S					G.H.S						
6	桧山	G.H.品.S.伐			G.H	G.H.Hb.S.位				G.S			G.H			G.H.S				G.H.S							
7	成沢	G.H.品.S												G.H.S						G.H.S							
8	不動山	G.H.品.S					G.H.Hb.位							G.H.S						G.H.S							
9	御前山	G.H.品.S.伐	G.Hb.位	G	G.位		G.H.Hb	G	G.雪	S	G.H.S			G.H.Hb	G.H.S	S				G.H.S							
10	静音寺	G.H.品.S			G.位		G.H.Hb	G.雪	S	S				G.H	S					G.H.S							
11	内山	G.H.S.位				G.H.Hb		G	雪	S				G.H	S					G.H.S							
12	道木橋	G.H.S				G.H.Hb.S	H.Hb.位	G	雪	S				G.H	S					G.H.S							
13	仏頂山	G.H.品.S			G.H.位	G.位	G.H.Hb	G.H.Hb.雪	G.H.Hb.雪	G.H.S			G	G.H.Hb.S	S					G.H.S							
14	佐白山	G.H.品.S.位					G.H.Hb	G.雪		S				G.H						G.H.S							
15	筑波道路下		G.H.S			G.H										G.H.S					G.H.S						
16	筑波400下		G.H.品.S				G.H.Hb.位	G.雪		S				G		G.H.S					G.H.S						
17	つくばね	G.H.Hb.S	G.H.S				G.H.Hb.S.伐.位	G	S.伐.雪					G.H							G.H.S						
18	月ノ折		G.H.S				G.H.Hb.伐		G					G.H.S							G.H.S						

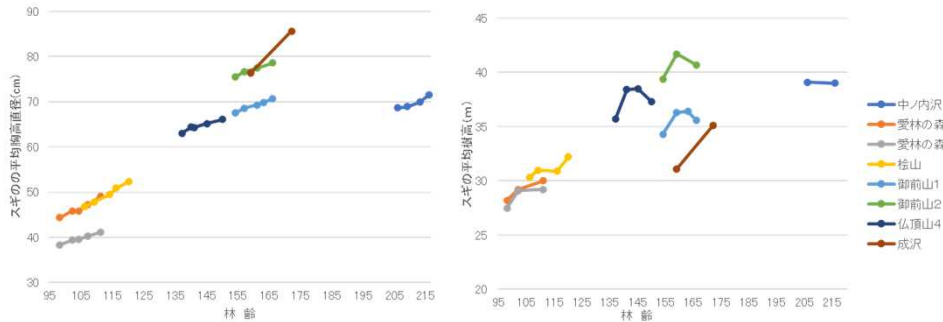
G: 胸高周囲長、H: 樹高、Hb: 枝下高、品: 品等級、S: 更新木、伐: 伐根、位: 位置図作成、間: 間伐被害、雪: 雪害

※R2年度は新型コロナウイルスの感染防止のため、予定していた調査を一部完了できなかったが、R3年度に実施する。
※5七内、15筑波道路下は今回の解析には用いていない。

16

結果① スギ

① 高齢級人工林(スギ)の成長 ・樹木サイズ(胸高直径・樹高)の変化



胸高直径

- 林齢が進むにつれて植栽木の平均胸高直径は大きくなっている

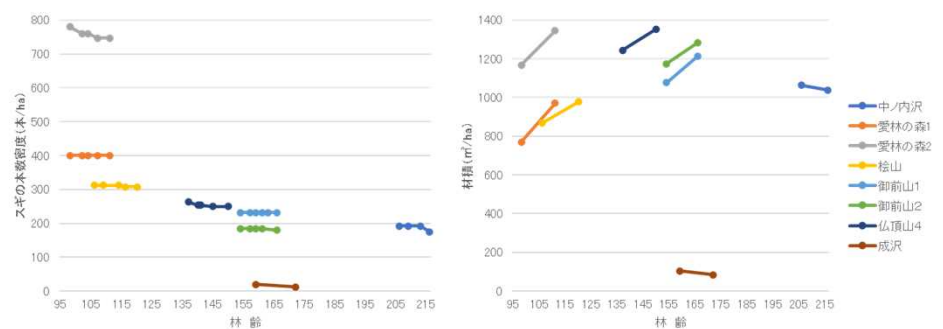
樹高

- 林齢が進むにつれて植栽木の平均樹高は高くなる傾向にある
- 平均樹高が低くなった林分が一部見られるが、測定器による誤差と思われる(御前山1・2、仏頂山4)

17

結果① スギ

① 高齢級人工林(スギ)の成長 ・本数密度と材積の変化



密度

- 林齢が進むほど植栽木の本数密度は減少する傾向
- 愛林の森1と2では同じ林齢でも密度のばらつきがみられる
→ 調査期間以前の間伐の影響(愛林の森1:間伐3回、愛林の森2:軽度間伐1回、p46参照)

材積(開発期間 期首・期末の比較)

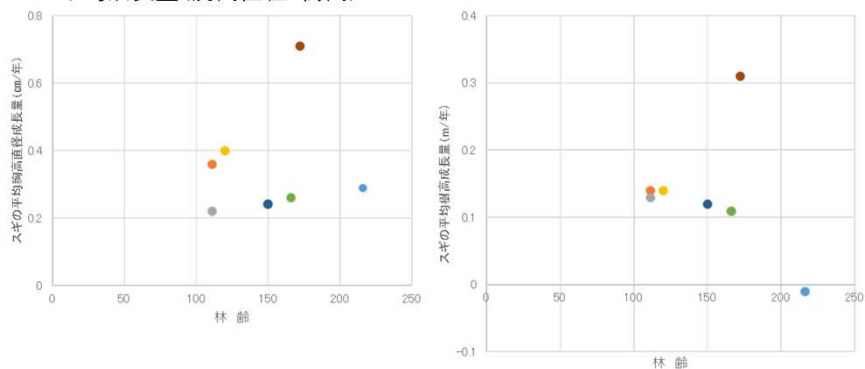
- 林齢が進むほど材積が大きくなる傾向
- 本数密度200本/ha以下で、本数密度が減少した「中ノ内沢」と「成沢」では材積の減少傾向が見られた→気象害による枯損の影響

18

※「成沢」は天然広葉樹林内にスギが数本点在している調査林分。

結果① スギ

① 高齢級人工林(スギ)の成長 ・平均成長量(胸高直径・樹高)



開発期間中の平均成長量

胸高直径

- 林齢が進んでも肥大成長は見られる。

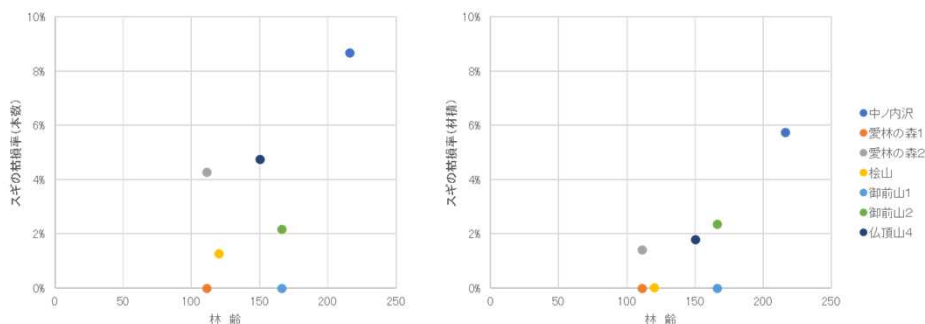
樹高

- 林齢が進んでも樹高成長は見られるが、林齢が高くなると停滞してくる傾向が見られる
- 「中ノ内沢」で樹高がマイナス成長しているが、落雷等の気象害のほか測定器による誤差の影響が示唆される

※「成沢」は天然広葉樹林内にスギが数本点在している調査林分。

結果① スギ

② 高齢級人工林(スギ)の動態 ・植栽木の生死<胸高直径5cm以上>



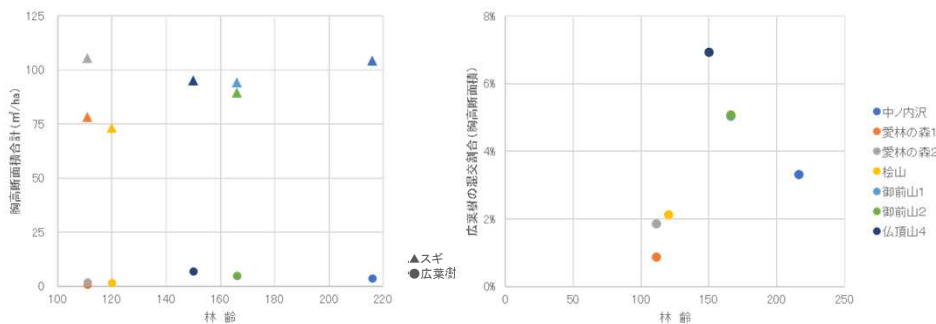
枯損率

- 林齢と枯損率の関係性は不明瞭
- 本数枯損率よりも材積枯損率が低くなっている
→ 枯損木の胸高直径・樹高が低い

結果① スギ

②高齢級人工林(スギ)の動態

・広葉樹の混交割合<胸高直径5cm以上>



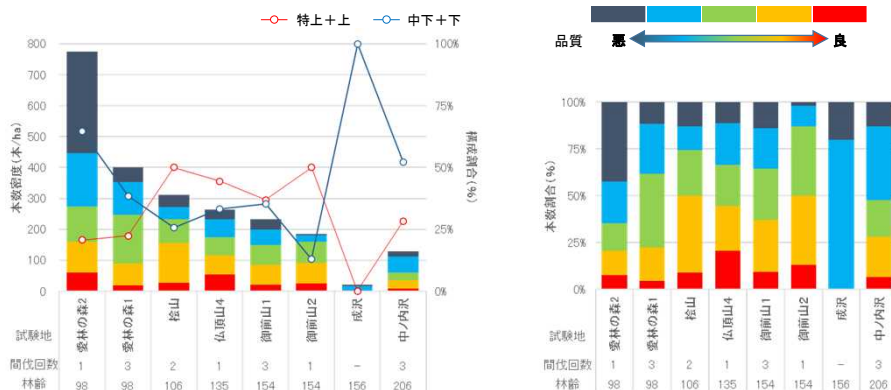
広葉樹の混交割合

●林齢と広葉樹の混交割合の関係性は不明瞭

21

結果① スギ

②高齢級人工林(スギ)の品等区分



品等区分

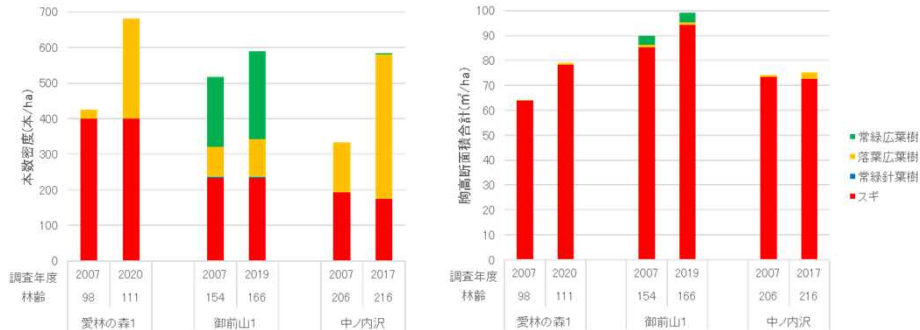
- 林齢が高くなるほど植栽木の本数密度は減少する傾向(p18参照)
- 愛林の森1と2では同じ林齢でも密度と品等の構成割合にばらつきがみられる
→調査期間以前の間伐の影響(愛林の森1:間伐3回、愛林の森2:軽度間伐1回、p46参照)
- 愛林の森1では3回の間伐により「中下」以下の品等の構成割合が愛林の森2より下がっている

※「成沢」は天然広葉樹林内にスギが数本点在している調査林分。22

結果① スギ

②－1高齡級人工林(スギ)の動態

・群集組成の変化<胸高直径5cm以上>



群集組成の変化(胸高直径5cm以上)について、最高齢林・最若齢とその中間の林分を1箇所ずつ選定し、技術開発期間初期と最新のデータで比較を行った。(p6調査履歴参照)

本数密度

- 林齢が進むと広葉樹の本数密度は増加している

胸高断面面積合計

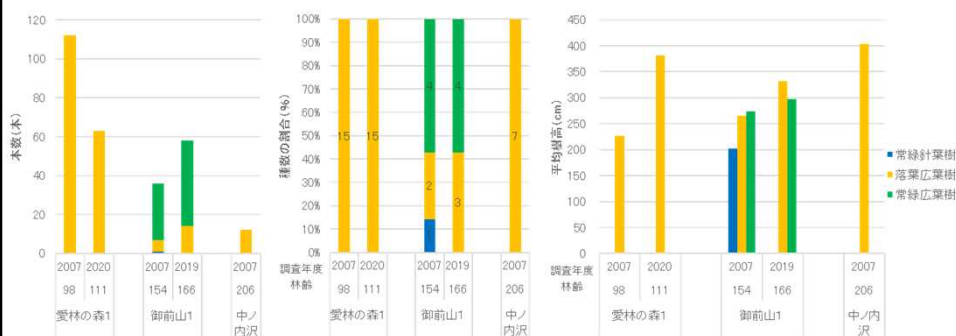
- スギの胸高断面面積は増加している
- 広葉樹でも減少はみられず、増加傾向がみられるが植栽木と並び立つ状態にはなっていない

23

結果① スギ

②－2高齡級人工林(スギ)の動態

・群集組成の変化<樹高130cm以上、胸高直径5cm未満の高木性木本>



群集組成の変化(樹高130cm以上、胸高直径5cm未満の高木性木本)について、P21と同様の条件により比較を行った。(p6調査履歴参照)※「中ノ内沢」は更新調査を2007年にのみ実施

本数

- 更新木の本数増減は林分により異なっている

種数

- 更新種は植栽木以外の上層木と同様の構成になっており、年数経過に伴う種数の大きな変化は見られない

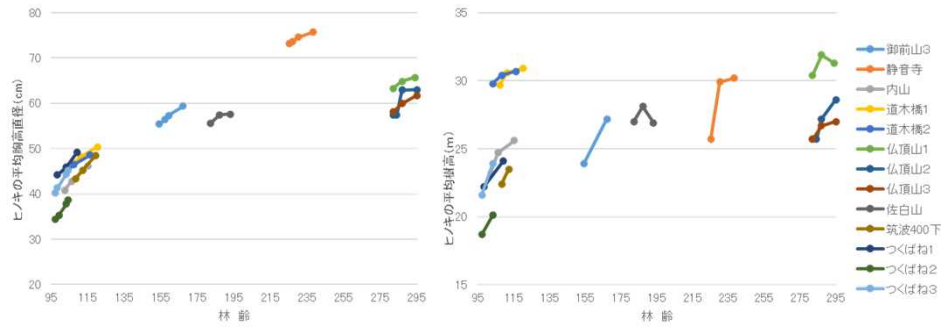
樹高

- 平均樹高は年数の経過とともに伸びている

24

結果② ヒノキ

① 高齢級人工林(ヒノキ)の成長 ・樹木サイズ(胸高直径・樹高)の変化



胸高直径

- 林齢が進むほど植栽木の平均胸高直径は大きくなる傾向が見られる

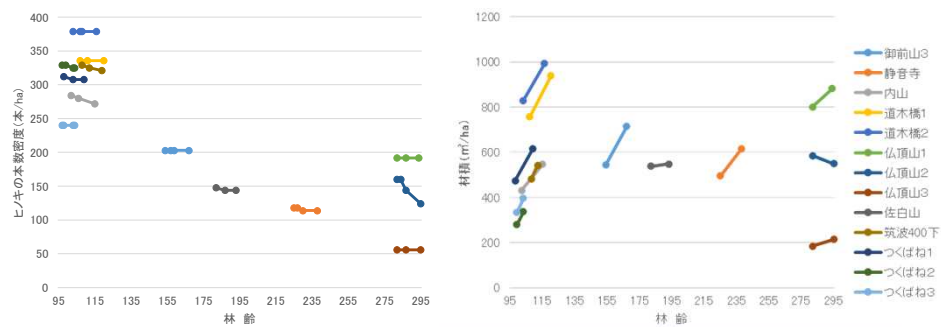
樹高

- 林齢が進むほど植栽木の平均樹高は大きくなる傾向が見られる
- 「仏頂山1」「佐白山」の樹高が低下→測定器による誤差が示唆される

25

結果② ヒノキ

① 高齢級人工林(ヒノキ)の成長 ・本数密度と材積の変化



密度

- 林齢が進むほど植栽木の本数密度は減少する傾向が見られる
- 同じ林齢でも密度のばらつきがみられる
→ 調査期間前の間伐の影響が示唆される

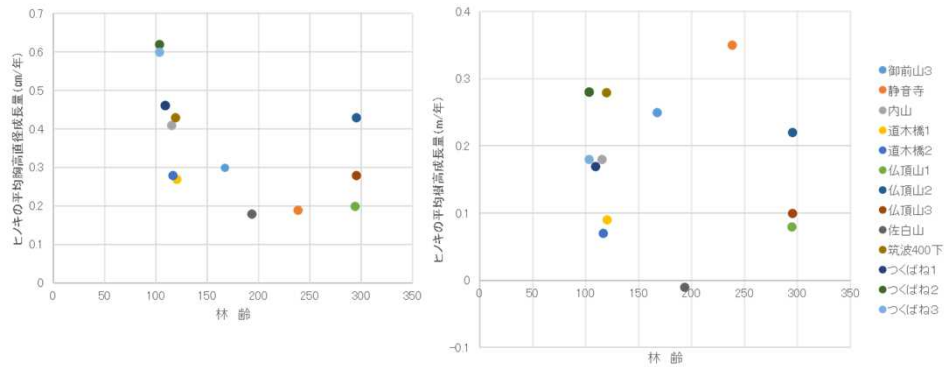
材積(開発期間開始時と最新データの比較)

- 林齢が高いほど材積が大きくなる傾向
- 「仏頂山2」は材積が下がった→気象害(落雷)等による枯損の影響が示唆される (p28枯損率参照)

26

結果② ヒノキ

① 高齢級人工林(ヒノキ)の成長 ・平均成長量(胸高直径・樹高)



開発期間中の平均成長量

胸高直径

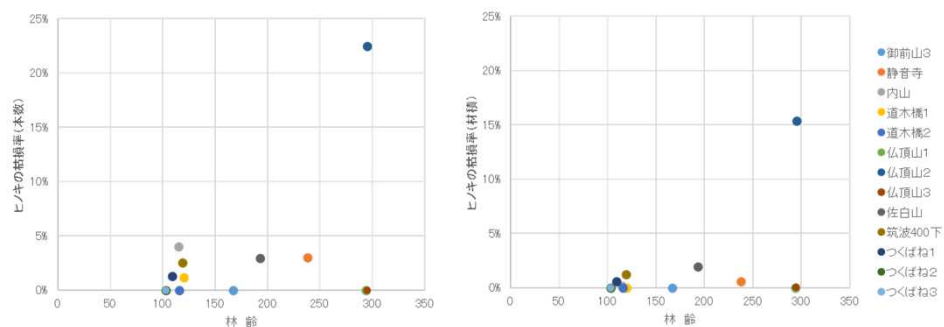
- 林齢が進んでも肥大成長は見られるが、林齢との間に明瞭な関係性は見られない

樹高

- 林齢が進んでも樹高成長が見られるが、林齢との間に明瞭な関係性は見られない

結果② ヒノキ

② 高齢級人工林(ヒノキ)の動態 ・植栽木の生死



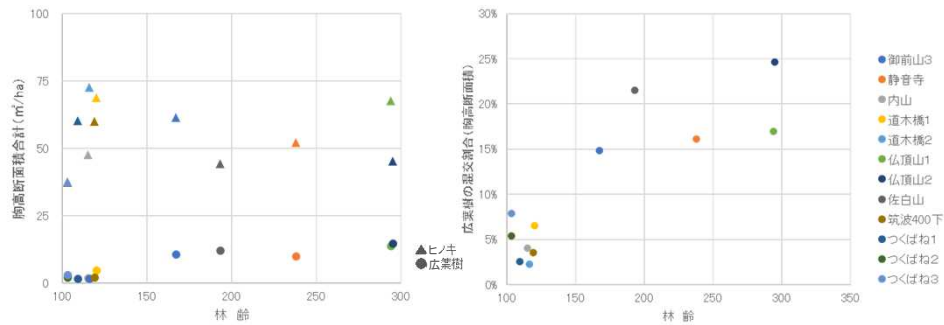
枯損率

- 林齢と枯損率の関係性は不明瞭
- 「仏頂山2」で枯損率が高くなっている→気象害(落雷)による枯損が示唆される
- 本数枯損率よりも材積枯損率が低くなっている
→ 枯損木の胸高直径・樹高が低い

結果② ヒノキ

②高齢級人工林(ヒノキ)の動態

- ・広葉樹の混交割合<胸高直径5cm以上>



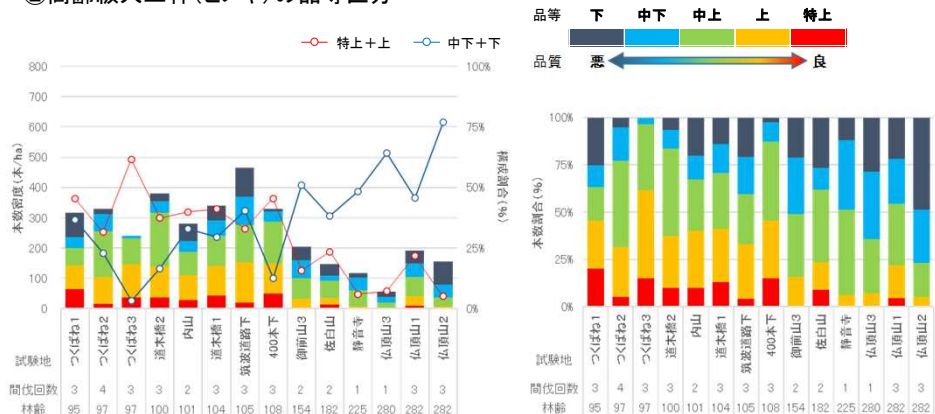
広葉樹の混交割合

- 林齢が進むにつれ広葉樹の混交割合は高くなる傾向が見られる

29

結果② ヒノキ

②高齢級人工林(ヒノキ)の品等区分



品等区分

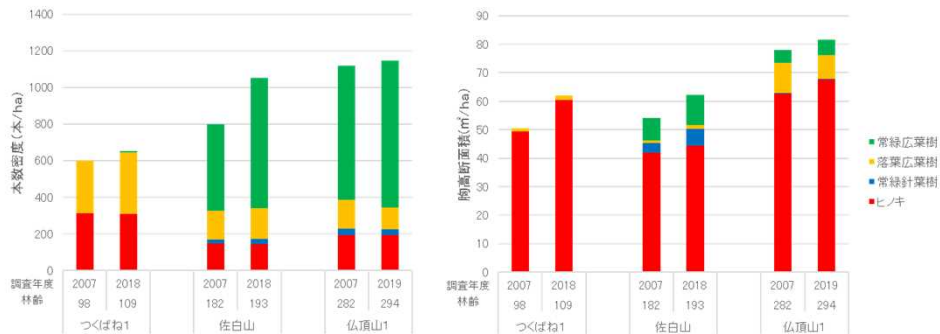
- 林齢が進むほど植栽木の本数密度は減少する傾向 (p26本数密度参照)
- 林齢が進むほど「中下」以下の品等の構成割合が高くなっている
→間伐で収益性を優先させ、良木選木が行われた可能性が示唆される
- 隣接林分であるつくばね1・2・3で品等の構成割合にばらつきが見られる
→間伐方法、時期や強度の影響が示唆される (p46参照)

30

結果② ヒノキ

②-1 高齢級人工林(ヒノキ)の動態

・群集組成の変化<胸高直径5cm以上>



一群集組成の変化(胸高直径5cm以上)について、最高齢林・最若齢とその中間の林分を1箇所づつ選定し、技術開発期間初期と最新のデータで比較を行った。(p6調査履歴参照)

本数密度

●植栽木の本数密度に明瞭な差は見られない、広葉樹の本数密度は増加傾向がみられる

胸高断面積合計

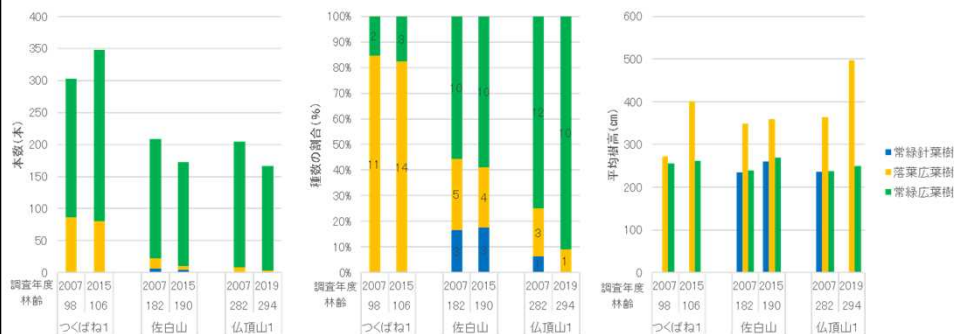
●植栽木、広葉樹ともに胸高断面積は増加傾向にあるが、広葉樹が植栽木並び立つ状態にはない

31

結果② ヒノキ

②-2 高齢級人工林(ヒノキ)の動態

・群集組成の変化<樹高130cm以上、胸高直径5cm未満の高木性木本>



群衆組成の変化(樹高130cm以上、胸高直径5cm未満の高木性木本)について、P28と同様の条件により比較を行った。(p6調査履歴参照)

本数

●更新木の本数増減は林分により異なっている

種数

●更新種は林分によって異なるが、年数経過に伴う種数の大きな変化は見られない

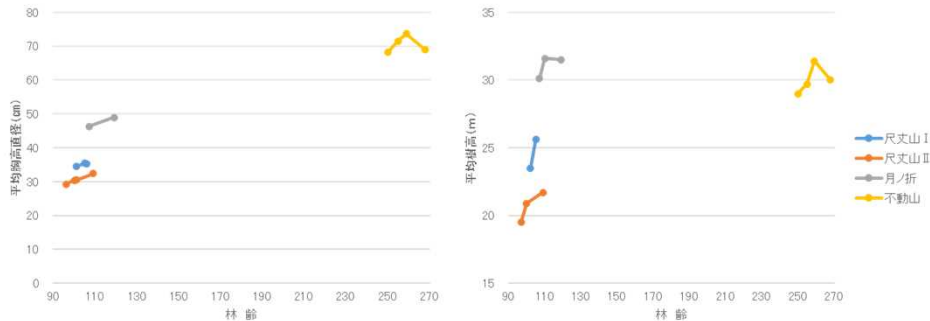
樹高

●落葉広葉樹の平均樹高は林分により年数の経過とともに伸びているが、他の樹種はほとんど伸びていない

32

結果③ サワラ

① 高齢級人工林(サワラ)の成長 ・樹木サイズ(胸高直径・樹高)の変化と



胸高直径

- 林齢が進むほど植栽木の平均胸高直径は大きくなる傾向
- 林齢が高い「不動山」で平均胸高直径が低くなった
→ 植栽木の半分以上が幹折れにより枯損したことが原因

樹高

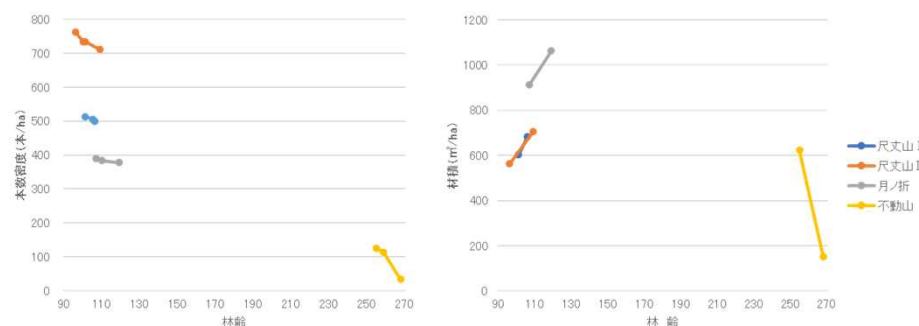
- 林齢が進むほど植栽木の平均樹高は高くなる
- 林齢が高い「不動山」で平均樹高が下がった
→ 植栽木の半分以上が幹折れにより枯損したことが原因

※ 不動山については人家に接していた隣接林分を1999年に伐採したことが原因と示唆される。

33

結果③ サワラ

① 高齢級人工林(サワラ)の成長 ・本数密度と材積の変化



密度

- 林齢が進むと植栽木の密度は減少する傾向
- 同じ林齢でも密度のばらつきがみられる
→ 調査期間前の間伐の影響が示唆される(尺丈山 I・II、月ノ折)

材積(開発期間開始時と最新データの比較)

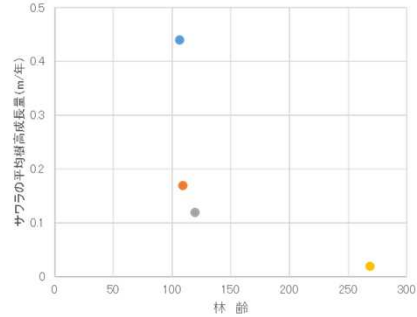
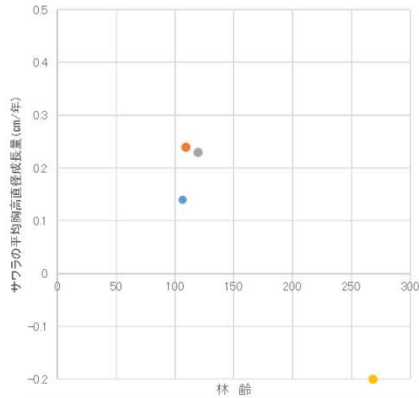
- 林齢が高いほど材積が大きくなる
- 本数密度が約1/4にまで減少した「不動山」では材積が大きく下がった
※ 人家に接していた隣接林分を1999年に伐採したことが原因と示唆される。

34

結果③ サワラ

① 高齢級人工林(サワラ)の成長

・平均成長量(胸高直径・樹高)



開発期間中の平均成長量

胸高直径

●林齢が進んでも肥大成長は見られるが、林齢の高い「不動山」では減少。

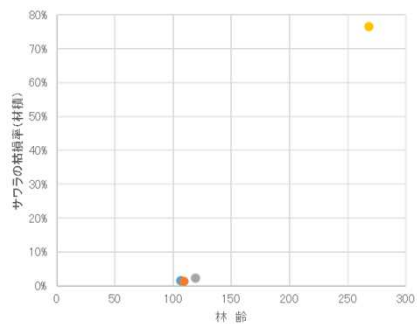
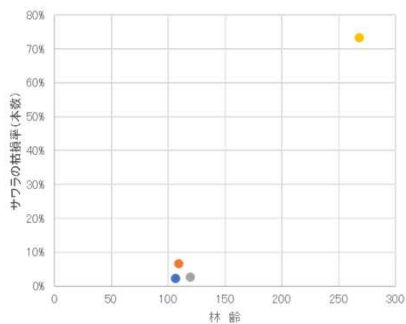
樹高

●林齢が進んでも樹高成長は見られるが、林齢の高い「不動山」では停滞傾向。³⁵

結果③ サワラ

② 高齢級人工林(サワラ)の動態

・植栽木の生死<胸高直径5cm以上>



枯損率

●林齢と枯損率の関係性は不明瞭

●サワラの最高齢林分「不動山」の枯損率が高くなっている

→隣接林分で行われた伐採が影響した可能性が示唆される

●「不動山」以外は本数枯損率よりも材積枯損率が低くなっている

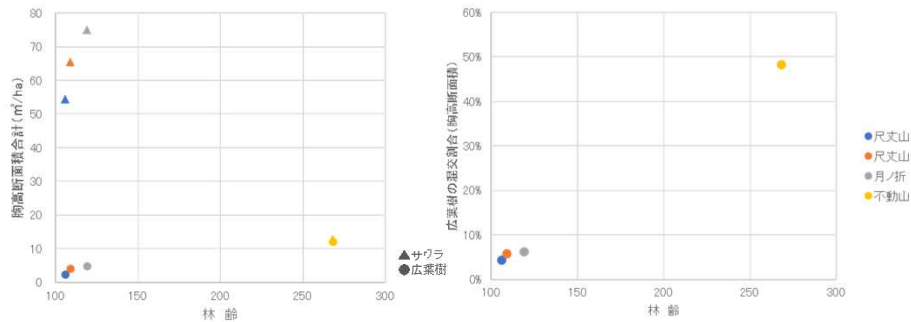
→枯損木の胸高直径・樹高が低い

36

結果③ サワラ

②高齢級人工林(サワラ)の動態

・広葉樹の混交割合<胸高直径5cm以上>



広葉樹の混交割合

- 林齢と広葉樹の関係性は不明瞭
- サワラの最高齢林分「不動山」で広葉樹の混交割合が高い
→ 風倒木によりギャップが生じたため広葉樹の混交が進んだ

37

結果③ サワラ

②高齢級人工林(サワラ)の品等区分



品等区分

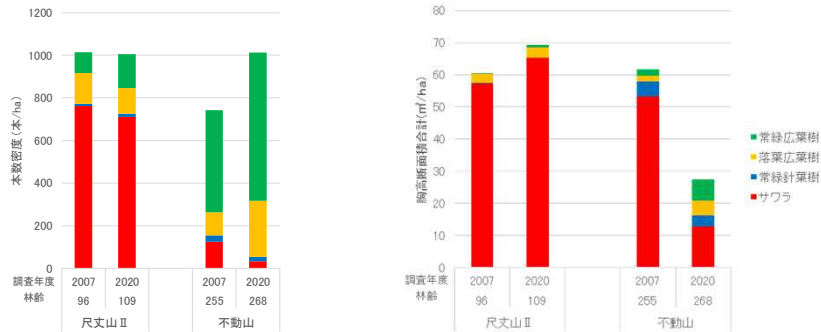
- 林齢が進むほど植栽木の本数密度は減少する傾向 (p34本数密度参照)
- 本数密度の高い「尺丈山Ⅱ」は73%「中下」以下の品等で構成されている
→ 本数密度が下がると「中下」以下の品等の構成割合も低下

38

結果③ サワラ

②高齢級人工林(サワラ)の動態

・群集組成の変化<胸高直径5cm以上>



群集組成の変化(胸高直径5cm以上)について、最高齢と最若齢の林分を1箇所ずつ選定し技術開発期間初期と最新のデータで比較を行った。(p6調査履歴参照)

本数密度

●植栽木の本数密度は減少傾向にあり、広葉樹の本数密度は増加傾向にあった

胸高断面積合計

●植栽木の胸高断面積は、「尺丈山Ⅱ」で肥大傾向、「不動山」では減少傾向が見られた

●広葉樹は「不動山」で増加傾向が見られた

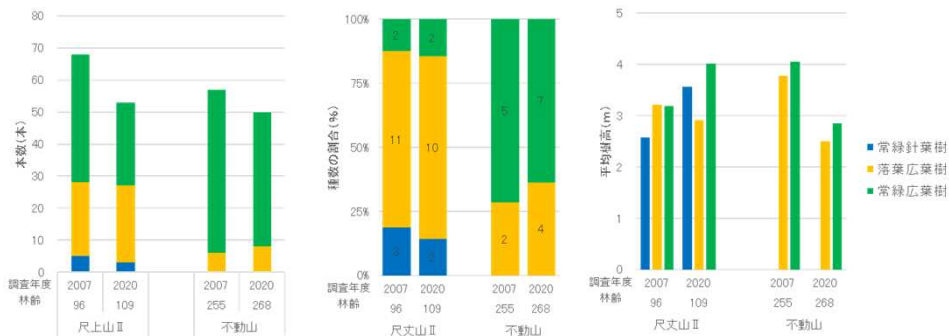
※「不動山」では隣接林分を伐採したことが原因と示唆される風倒木が発生。

39

結果③ サワラ

②高齢級人工林(サワラ)の動態

・群集組成の変化<樹高130cm以上、胸高直径5cm未満の高木性木本>



群集組成の変化(樹高130cm以上、胸高直径5cm未満の高木性木本)について、P34と同様の条件により比較を行った。(p6調査履歴参照)

本数

●更新木の本数は減少傾向にある

種数

●更新種の年数経過に伴う種数の大きな変化は見られない

樹高

●最若齢の「尺丈山Ⅱ」では常緑樹の樹高は伸びているが、落葉樹は減少傾向にある

●最高齢の「不動山」ではすべての更新木の樹高が減少している→倒木による損傷を確認

40

まとめ① 高齢級人工林の成長

結果

密度と樹木サイズの変化

- 本数密度
 - ・樹種に関係なく林齢が高くなると本数密度は減少する傾向
- 胸高直径
 - ・樹種に関係なく林齢が高いほど平均胸高直径は大きくなる傾向
- 樹高
 - ・樹種に関係なく林齢が高いほど平均樹高は高くなる傾向
- 材積
 - ・樹種に関係なく林齢が高くなるほど材積の蓄積量は高くなる傾向

品等区分

- 樹種に関係なく「特上」と「上」の合計本数割合が60%以上占める林分は見られない

41

まとめ② 高齢級人工林の動態

結果

植栽木の生死・広葉樹の混交割合

- 植栽木の生死
 - ・樹種に関係なく林齢と植栽木の枯損率の間に関連性は見られない
- 広葉樹の混交割合
 - ・スギ
 - 林齢と広葉樹の混交割合の間に関連性は見られない
 - ・ヒノキ
 - 林齢が高くなると広葉樹の混交割合は進む
 - ・サワラ
 - 試験地が少なく関連性は判断できなかった

42

まとめ② 高齢級人工林の動態

結果

群集組成の変化＜胸高直径5cm以上＞

●広葉樹の本数密度と胸高断面積

・スギ

広葉樹の本数密度は増加しているものの、胸高断面積に変化は見られない

・ヒノキ

広葉樹の本数密度は増加傾向が見られ、胸高断面積も肥大傾向が見られた

・サワラ

広葉樹の本数密度は増加傾向にあり、胸高断面積は本数の増加にともない増加している

43

まとめ② 高齢級人工林の動態

結果

群集組成の変化＜樹高130cm以上、胸高直径5cm未満＞

●更新木の種類

植栽樹種と更新木の樹種の関連性はみられないが、植栽木以外の上層木との間に関連性は見られる傾向

●更新木の本数

更新木の本数は全体的に減少する傾向

●更新木の樹高

・スギ

更新木の樹高は年数の経過とともに伸びる

・ヒノキ

落葉広葉樹以外の更新木の樹高の伸びは見られない

・サワラ

更新木の樹高と年数との関連性は判断できなかった

44

高齢級人工林の施業体系の確立に向けて

これまでの結果から、高齢級人工林の施業体系の確立に向けて、明らかとなった重要な情報や留意点は以下のとおり。

① 高齢級人工林の間伐の効果

・スギ

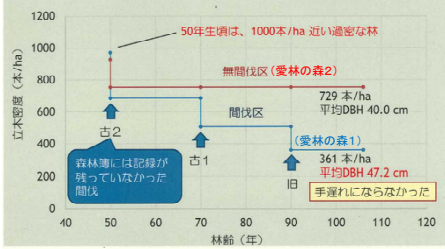
50年生頃1000本/ha近い過密な林分であった「愛林の森1」でも、その後の間伐により胸高直径は順調に成長していることから、伐期齢に達した林分であっても間伐が直径成長に有効かつ重要であることが確認されている(P14参照)。

また、間伐により下層植生の成長に大きな効果が得られることも確認されている(平成30年度関東森林管理局技術開発課題中間報告)。

愛林の森(スギ)

復元された間伐履歴

・高萩スギ人工林(106年生)



平成30年度関東森林管理局技術開発課題中間報告

伐根の腐朽区分: 新・旧・古[古1、古2]

45

高齢級人工林の施業体系の確立に向けて

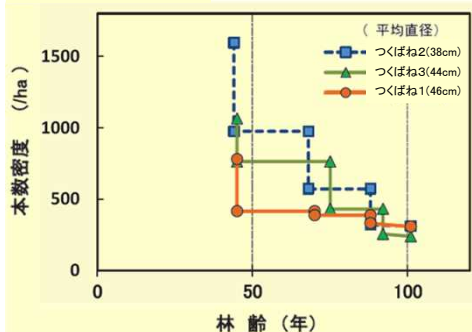
・ヒノキ

100年生時の本数密度がほぼ同じである「つくばね1・2・3(ヒノキ)」において、平均胸高直径で差が見られる。これは、50年生頃の密度管理の違いが、現在の平均胸高直径の差に影響を与えていると示唆される(平成30年度関東森林管理局技術開発課題中間報告)。

50年生頃約1500本/haと本数密度が3林分の中で一番高かった「つくばね2」は3回の間伐をし、成長はしているものの、平均胸高直径、平均樹高ともに「つくばね1・3」よりも下回っている。

50年生頃約1000本/haと本数密度が3林分の中の中程度であった「つくばね3」は、3回の間伐をしたことにより、一番本数密度の低かった「つくばね1」に平均胸高直径、樹高ともに近づいており間伐の有効性が確認されている。(p25、26、46参照)。

つくばね(ヒノキ)



出典: 森林総合研究所(2014)

「人工林施行の長伐期化に対応した将来木選定の指針策定」

注) 平均直径は許可を得て103年生時点のものに改変して表示

46

高齢級人工林の施業体系の確立に向けて

② 高齢級人工林の間伐にかかる留意点

- ・林齢200年を超える人工林での間伐は、短期間での胸高直径の肥大成長を期待することは難しいので、間伐を実施する際は長期的な視野のもと行っていく必要がある
- ・間伐後の林分価値を下げないで、健全な林分を維持していくためにも、間伐の際の保残木への損傷は避ける必要があり、伐採技術が求められる

③ 高齢級人工林を目指す場合の留意点

- ・中ノ内沢(スギ)、仏頂山2(ヒノキ)では雷による気象害が発生した(P18、19、26)
- ・不動山(サワラ)では、隣接林分の間伐の影響と見られる枯損が発生した(P36)
- ・品等区分については外形的には把握できるものの、材の腐れをどのようにして把握するのが課題

47

高齢級人工林の施業体系の確立に向けて

本課題において、10齢級頃の間伐が高齢級林分の肥大成長に有効かつ重要であることが確認された。また、高齢級林分については、気象害や隣接林分の間伐の影響により枯損が発生することに留意が必要であることが確認された。これらのことから、長伐期の高齢級林分に誘導するためには壮齢段階までに計画的に、長い期間風害等のリスクに耐えられる、着葉量のしっかりとした“いい木”(品等区分の「特上」と「上」)を残すような間伐を行っていくことが必要であると考ええる。

また、20齢級以上の高齢級林分においても樹高、胸高直径ともに成長を続けており、立木サイズが大きいほど肥大成長も大きくなる傾向であることが確認された。これらのことから、伐期を延長しても、材積の確保は可能であると考ええる。

以上より、高齢級林分の施業にあたっては、計画的な間伐により“いい木”を残していくことが、長伐期においても材積の確保が可能な、より価値の高い林分を作り上げることにつながると考える。

48

開発期間後の取扱いについて

技術開発課題完了後は、今後の取組の方針や内容について共同研究機関である森林総合研究所と必要な整理・見直しを行った上で、森林技術・支援センターが継続して調査を行い、成果の発信が可能な情報を収集できた時点で適時にとりまとめを行い、局森林・林業技術等交流発表会等の場を活用して民有林等へ広く発信する。



49

参考資料① スギ試験地の林相



参考資料① スギ試験地の林相



桧山(ドローン撮影)



成沢(ドローン撮影)



桧山(林内)



成沢(林内)

参考資料② ヒノキ試験地の林相



仏頂山1



佐白山



仏頂山3



道木橋1

参考資料② ヒノキ試験地の林相



静音寺(ドローン撮影)



静音寺(林内)

53

参考資料③ サワラ試験地の林相



尺丈山 I



尺丈山 II



月ノ折

54

参考資料③ サワラ試験地の林相



55