

4 低密度植栽技術の現状の分析、評価

4.1 文献調査

4.1.1 文献整理

低密度植栽技術について、学術論文等から情報を収集し、現状における技術体系、課題等について、全国各地で低密度植栽技術を導入する際に参考となるよう内容を整理した。

収集整理した 40 文献の概要を表 4.1.1～4.1.13 に示す。

なお、本報告における低密度植栽とは、樹種や地域に関係なく便宜的に 2,000 本/ha 未満とするが、成長の早いカラマツと遅いヒノキに対する考え方や、植栽木の林冠閉鎖を阻害する下草・低木・つる類の侵入が早い九州地域等とそうでない地域とにおける考え方については、さらなる文献及び現地調査を積み重ね議論を行う必要があり、ここではあくまでも便宜的に定義するものである。

表 4.1.1 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
i 低 密度 成林 地の 比較 試験	No. 1 ・ 北海道	網走 東部	グイ マツ F1	1,000 － 2,000	S43	S40 植 栽 1,000 本:33 年 目 に 間 伐 。 2,000 本:18・25・ 35 年目に間 伐。間伐率 49%未満	グイマツ F1 植栽 後 40 年経過した 試験地。2,000 本 だと間伐 3 回で 40 年生材積が 330 m ³ /ha、1,000 本だと 間伐 1 回で 338 m ³ /ha。低密度植栽だ と育林経費が 3 割 程削減された。	・低密度 植 栽 だ と 間 伐 が 回 数 が 低 減 き 育 林 経 費 の 削 減 が 期 待 で き る。	北海道立 林業試験 場 報 告 (2006)
	No. 2 ・ 青森県	むつ 市	スギ	1,300 － 1,700	S24	1,300 本:54 年生(S24 植 栽)。1,700 本:43 年生 (S34 植栽)。 3,000 本:周 辺の一般事 例。	1,300 本は 3,000 本に比較し間伐 1 回で育林経費が 35%削減されるが、 下刈が 10 年間必 要であり幹曲がり 木が多く収穫材価 が低くなるので、 結果的に有効的 ではないとされた。	・低密度 植 栽 だ と、枯枝 多 く 無 節 材 生 産 が 困 難 で あ る。	青森県林 業試験場 報告:中島 (2001)

表 4.1.2 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
i 低 密 度 成 林 地 の 比 較 試 験	No. 3 ・ 宮 城 県	登 米 市	スギ	1,000	S18	S18 植栽 66 年生、成林 のため下 刈・蔓切り を実施した が詳細は不 明、利用間 伐2回実施。	本数 560 本、平均 DBH44.1 cm、平均 H 26.8 m、材積 800.6 m ³ /ha の高 蓄積林分。樹幹解 析より初期成長良 好なウラゴケ。 3,000 本との比較 では、低密度の方 が枯枝数多く無節 材生産が困難。	・低密度 植 栽 で は、通常 の 下 刈 期 間 後 も 下 刈 (蔓切) を 実 施 す れ ば 成 林 し 易い。 ・低密度 植 栽 だ け 間 伐 が 低 減 し 経 費 が 削 減 で き る。 ・ヒノキ 低 密 度 植 栽 だ け 枯 枝 数 が 多 く 無 節 材 の 生 産 が 困 難 だ る。 特 に ウ ラ ゴ ケ が 多 く 柱 材 に な り 難 い。	H22 福島県 森林組合 連 合 会 調 査 報 告 書 (2010)
	No. 4 ・ 広 島 県	新 元 重 山 国 有 林	ス ギ、 ヒノ キ	1,000 － 3,000	S49	S49 植栽の 1,000 ・ 1,500 ・ 2,000 ・ 3,000 本 試 験 地。育林 経費、形状 比の比較。	植付から下刈ま での工程は、植栽 本数が少ないほど 少ない。31 年生の 形状比 (DBH に対 する H 比) は、植 栽本数が少ないほ ど低く、立木とし ての健全性が高い。		近畿中国 森林管理 局 森林・ 林業交流 研究発表 収録: 岩田 等 (2005)
	No. 5 ・ 広 島 県	福 山 市 国 有 林	ス ギ、 ヒノ キ	1,000 － 3,000	S48	S48 植栽 28 年 生、 S48-51 下刈 4 回、S51-57 クズ切 8 回、 S57-61 蔓切 り 4 回、H10 保育間伐。	スギ 1,000 本は密 度 977 本・RY0.60 ・形状比 72、3,000 本は密度 1,681 本・RY0.82・形状 比 90 になった。ヒ ノキも似た傾向。 ヒノキ低密度はウ ラゴケ・枯れ枝・ 節抜け多く柱材に なり難い。クズ切 り回数が多。		H13 広島森 林管理署 植栽本数 比較試験 地 報 告 (2001)
	No. 6 ・ 広 島 県	廿 日 市 吉 和 原 市 東 城 町	ス ギ・ ヒノ キ	1,000 － 3,000	S48 ・ H22	H22 植栽、前 生スギ 50- 70 年生・ヒ ノキ 50 年生 (H21 伐採) 、低密度植 栽の実施。 既往低密度 植 栽 地 視 察。	スギ・ヒノキ低密 度植栽は閉鎖が遅 く下刈回数を削減 すると植栽木の質 が低下する。スギ ・ヒノキ低密度植 栽地 (新元重山国 有林) の現地視察 により低密度原木 は合板にはよいが 建材に向かない。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書) H22.3

表 4.1.3 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
i 低 密 度 成 林 地 の 比 較 試 験	No. 7 ・ 愛 媛 県	四 国 中 央 市 新 宮 町	スギ	750	S10	スギ 63・75 年生 (S10・ S17 植栽、 S63 間伐〔間 伐率 50%〕)、 成育・材積 調査。	本数 385 本、平均 DBH50 cm、平均H 28.6m、材積 885 m ³ /ha の高蓄積林 分。曲がり少なく 形質良好。低密度 植栽でも、詳細は 不明だが、下刈さ え頻繁に行えば通 常通りの成林が可 能。	・低密度 植 栽 は 回 間 伐 数 の 削 減 が 可 能 と なる。	宇 摩 森 林 組 合・住友 林 業 フォ レ ス ト サ ー ビ ス 資 料 (2009)
	No. 8 ・ 宮 崎 県	南 那 賀 郡 大 荷 国 有 林	スギ	1,500	H17	37 年生 (S49 植 栽) 毎 木・成育・ 材積・収量 比数 RY 調 査。	過去に下刈 8 回、 除伐 1 回、間伐無。 2,500 本以上で林 齢 30 年以前に間 伐必要。1,500 本 未満では林齢 40 年まで間伐不必 要。33 年生材積は 1,500 本で 500 m ³ /ha、2,500 本で 580 m ³ /ha 程度。	・近畿中 国・四 国・九州 地 域 は シ カ 対 応 が 必 要 である。	H17九州森 林 管 理 局 技 術 研 究 発 表 16 林 分 密 度 試 験 地 の 経 過 と 現 状 について (2005)
ii 低 コ ス ト 造 林 一 貫 作 業 に お け る 低 密 度 植 栽 試 験	No. 9 ・ 北 海 道	斜 里 町 豊 里	グイ マツ F1	1,500	H21	前生カラマ ツ 42-44 年 生、H21 に伐 採、H21 一貫 作業により低 密 度 植 栽。 植栽苗高 38 cm。	苗木代を含む地拵 え・植栽に係る経 費は、2,000 本植 えの 6～7 割と低 コストであった。 翌年以降の下刈 は、通常の 3 年間 2 回全刈から、3 年間年 1 回全刈が 可能と判断され た。ネズミ害対策 が課題である。	・一貫作 業 と 低 密 度 植 栽 を 組 み 合 わ せ る と、 地 拵 え 及 び 植 栽 経 費 が 削 減 で き、 下 刈 の 工 夫 (坪 状・筋 状) に よ り、 育 林 コ ス ト 削 減 の 可 能 性 が 有 る。	低 コ ス ト 林 業 経 営 等 実 証 事 業 委 託 事 業 報 告 書 別Ⅲ(モデル地域別 事業報告書)日本林 業 技 士 会 : H22.3

表 4.1.4 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要		出典
ii 低 コスト 造林一 貫作に おける 低密度 植栽試 験	No. 10 ・ 北海 道	紋 別 市 八 十 士	グイ マツ F1	1,000	H21	前生カラマツ 56 年生、H21 に伐採、H21 一貫作業により低密度植栽。植栽苗高 30 cm。	苗木代を含む地拵え・植栽に係る経費は、2,000 本植えの 5～6 割と低コストであった。翌年以降の下刈は、通常の 3 年間年 2 回全刈から、3 年間年 1 回筋刈が可能と判断された。ネズミ害対策が課題である。	
	No. 11 ・ 岩手 県	葛 巻 町	カラ マツ	1,500	H21	前生は 50 年生のカラマツ人工林、H20 伐採、H21 にカラマツ裸苗を低密度植栽。	苗木代を含む地拵え・植栽に係る経費は、通常の 2,000 本植えよりコストが削減。下刈は、通常の 1-2 年目年 2 回・3-5 年目年 1 回全刈から、5 年間年 1 回筋刈が可能と判断された。	低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3
	No. 12 ・ 岩手 県	奥 州 市	広葉 樹 (コナ ラ等)	1,500	H22	前生 50 年生広葉樹林、H21 に伐採、H22 ナラ類天然更新木合間にコナラ苗木を低密度植栽。	通常の 2,000～3,000 本に比較すると植栽コストが削減し、全刈から坪刈にすることにより下刈コストも削減した。低密度植栽による短伐期のほだ木生産の優位性は今後の経過次第である。	低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3

表 4.1.5 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
ii 低 コスト 造林一 貫作 業にお ける低 密度 植栽 試験	No. 13 ・ 山形 県	最 上 郡 金 山町	スギ	2,000	H22	H21 に 伐 採 ・ 地 拵 え ・ 植 栽 の 一 貫 作 業 を 実 施。H22 ～ 低コスト型 の下刈を実 施。	機械による伐採・ 地拵え一貫作業に より地拵え経費を 削減し、低密度植 栽により植栽経費 を削減した。また 2-8 年目の年 1 回 下刈（全刈）を坪 刈に変え、年 2 割 程経費を削減し た。	・低密度 植栽は、 下 刈 の 工夫（坪 状 ・ 筋 状）と合 わ せ 実 施 す る こ と に よ り、 低 コ ス ト の 可 能 性 が あ る。 ・コンテ ナ 苗 を い た 作 業 と 低 密 度 の 組 み 合 せ は、 時 作 業 率 が あ る。	低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3
	No. 14 ・ 福島 県	伊 達 郡 川 俣町	スギ	1,000	H21	H21 伐採直 後に坪状地 拵え、H21 裸 苗・コンテ ナ苗植栽、 H22 以降は 坪状下刈を 検討。	地拵え経費は従来 の 4/5（植栽木周 辺の坪状地拵え）、 苗木代は従来 3,000 本植えの 1/3（裸苗：コンテ ナ苗＝800:200 本 /ha）により経費削 減。植栽効率はコ ンテナ苗は裸苗の 2 倍。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3
	No. 15 ・ 福島 県	大 沼 郡 金 山町	カラ マツ	1,000	H21	H21 伐採直 後に坪状地 拵え、H21 裸 苗・コンテ ナ苗植栽、 H22 以降は 坪状下刈を 検討。	地拵え経費は従来 の 3/5（植栽木周 辺の坪状地拵え）、 苗木代は従来 2,500 本植えの 2/5（裸苗：コンテ ナ苗＝800:200 本 /ha）によって経費 削減。植栽効率は コンテナ苗は裸苗 の 2 倍。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ(モデ ル地域別 事業報告 書)日本林 業技士会 ：H22.3

表 4.1.6 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
ii 低コスト造林一貫作業における低密度植栽試験	No. 16	相馬郡飯館村	スギ	1,000	H22	H19 伐採、H21 低木全刈部分地拵え、H22 裸苗植栽、H23 以降は坪状下刈を検討。	伐採後 2 年経過し丈 2m の低木繁茂地。低木全刈後 1/2 の部分地拵え（経費は 7/10 程度）、植栽は従来の 3,000 本から低密度（裸苗 1,000 本/ha）に変え、植栽経費を 7/10 に削減した。	・低密度植栽前の地拵えは、棚積み（粗朶積み）を計画的に行い、植栽間隔を統一的にすることで、下刈の省力化（坪刈・筋刈）に繋がる可能性がある。 ・低密度植栽による成林は、林冠閉鎖の遅れに配慮しなければならない。	低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ（モデル地域別事業報告書）日本林業技士会：H22.3
	No. 17	いき市人町	スギ	1,000	H21	H21 伐採直後に坪状地拵え、H21 自家製挿木裸苗植栽、H22 以降は坪状下刈を検討。	地拵え経費は従来の 3/5（植栽木周辺の坪状地拵え）、苗木購入費は従来の実生苗 3,000 本植えから自家製さし木裸苗 1,000 本植えに変え、経費を 2/5 に削減した。		低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ（モデル地域別事業報告書）日本林業技士会：H22.3
	No. 18	伊達郡川俣町	スギ	1,000	H21	H21 伐採直後に筋状地拵え、裸苗植栽、H22 以降は坪状下刈を検討。	植栽列の幅 2m の筋状地拵えにより経費は従来の 2/3、苗木購入費は従来の実生裸苗 3,000 本植えから実生裸苗 1,000 本植えに変え、植付、運搬経費を 1/3 に削減した。		低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ（モデル地域別事業報告書）日本林業技士会：H22.3
	No. 19	松田区藤浜市竜東平	スギ	1,000 ～ 3,000	H21	H20 伐採、スギ裸苗植栽、H21 に坪状・筋状下刈を本数・地形に合わせ順応的に実施。	通常はスギ 3,500 本植えであるが、1,000～3,000 本スギ裸苗の低密度植栽を行った。植栽翌年に坪状・筋状下刈を実施し経費削減を確認した。シカ対策が課題。		低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ（モデル地域別事業報告書）日本林業技士会：H22.3

表 4.1.7 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
ii 低コスト造林一貫作業における低密度植栽試験	No. 20 ・ 徳島県	那賀郡那賀町有林	ケヤキ・スギ混交林	1,000	H21	前生雑木 80 年生 (H14 伐採)、H21 植栽、前生広葉樹の萌芽枝保残。	地拵えは有用広葉樹を残す部分地拵え、直後にケヤキ・スギ裸苗 1,000 本を混交植栽。下刈は簡略化 (2 年間 1 回坪刈)。今後の除間伐は実施しない。地拵え・植栽経費は軽減。	・低密度植栽前 の地拵えは、棚積み (粗朶積み) を計画的に行い、植栽間隔を統一的にすることで、下刈の省力化 (坪刈・筋刈) に繋がる可能性がある。	低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ (モデ ル地域別 事業報告 書) 日本林 業技士会 : H22. 3
	No. 21 ・ 徳島県	那賀郡那賀町	スギ	1,000	H22	前生スギ 80 年生 (H21 伐採)、H22 植栽、通常の伐採・植栽作業。	地拵えは巻立枝条処理を簡略した。直後にスギ裸苗 1,000 本を植栽 (枝条多くも植栽間隔広く問題無)。今後の下刈は年 1 回の筋刈を 3 年実施予定。地拵え・植栽経費は軽減。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ (モデ ル地域別 事業報告 書) 日本林 業技士会 : H22. 3
iii 大苗の低密度植栽試験	No. 22 ・ 北海道	旭川	カラマツ	850	S51	S51 大型ポット苗 850 本、裸苗 850 本の生育と成長量、下刈期間の比較。	大型ポット苗は普通苗より枯損少なく (大型ポット苗 2%・普通苗 8%)、当年伸長・地際径などの成長が良く、下刈期間が 8 年から 6 年に短縮され、下刈経費が 40%程軽減された。	・普通苗の低密度植栽は林冠閉鎖のため丁寧な下刈りが必要で経費が高騰する。特に下刈期間を 1～2 年延ばすことが望ましいが、大苗はその限りではない。	旭川営林 支局業務 発表集: 横 山・中村等 (1983)
	No. 23 ・ 三重県	尾鷲地域有林	ヒノキ	2,500	H15	H21 時点 5-6 年生、大苗低密度植栽試験地。侵入低木との競合から下刈を丁寧に実施。	ヒノキ大苗の低密度植栽地。植栽は通常の 4,500 本に比較し低コストで済んだが、下刈は幹曲軽減やシカ対策用に早く林冠閉鎖させるため丁寧に行う必要があり経費は高騰した。		低コスト 林業経営 等実証事 業委託事 業報告書 別Ⅲ (モデ ル地域別 事業報告 書) 日本林 業技士会 : H22. 3

表 4.1.8 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
Ⅲ 大の密植栽試験	No. 24 ・ 和歌山県	牟田古座川町	スギ	1,000 － 4,000	H16	H26 時点 10 年生、実生ポット大苗 (133 cm)・実生裸大苗 (73 cm)・裸普通苗 (51 cm) の 1,000 ・ 4,000 本植栽。H16-18 下刈 (坪刈 [1,000 本] ・全刈 [4,000 本]) 。	7 年後の成長は、普通大苗＞ポット大苗＞普通苗の順に樹高、根元径が大きい。下刈は、無下刈より通常下刈 (毎年実施) の方が早く成林する。普通苗の低密度植栽は林冠閉鎖が遅い。	・大苗植栽でも、植栽前地の地拵えを省略すると、下刈終了後も雑草進入が著しく成林難い。 ・大苗を使用しない低密度植栽は、通常の下刈期間終了後も林冠閉鎖しないので、通常より 1～2 年多い下刈が望まれる。	和歌山県農林水産総合技術センター研究報告 9(2008 : 61-72) : 酒井・萩原 (和歌山県)
	No. 25 ・ 徳島県	三好池田町松尾	スギ	1,500 － 3,000	H16	H26 時点 10 年生、実生裸大苗 (80 cm) と挿木裸普通苗 (55 cm) の低密植栽試験。H26-28 の 3 年間下刈実施。1,500 本区は植栽前年地拵えせず。	枯死率は、植栽直後は大苗 3,000 本区で 8%、他は 5% 未満であった。下刈期間終了後から 1,500 本区普通苗で枯死率が増え 8 年目には 20%、9 年目には 40%を超えた。樹高は大苗が普通苗の倍近くで推移している。その後全体的にシカ被害が多い。		応用森林学会大会要旨集 2012 (63 : 60) 酒井・西澤・渡辺 (徳島県・森総研四国支所)
	No. 26 ・ 愛媛県	新居市立川町	スギ	1,000	H22	前生雑木 80 年生 (H21 伐採)、H22 植栽、大苗 (裸苗) の低密度植栽。	スギ大裸苗 80 cm の低密度植栽により、地拵え (等高線列状)・植栽 (密度 1,000 本) 経費を削減。下刈は翌年 2 回を 1 回に列状下刈で軽減するか、又は省略し経費削減を図る。	・一方、大苗の低密度植栽は、下刈の一部回数を省略できる可能性がある。	低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ (モデル地域別事業報告書) 日本林業技士会 : H22. 3

表 4.1.9 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
Ⅲ 大の密植栽試験	No. 27 ・ 愛媛県	四 国 中 央 富 山 県 郷 町	スギ	2,000	H22	前生スギ 50 年生 (H19 伐採)、H22 大苗 (裸苗) 植栽、シカ対策 (ツリーシェルター)。	スギ大裸苗 70-95 cm の低密度植栽により、地拵え (枝条処理等簡略) ・植栽 (密度 2,000 本) 経費を削減。また次年度以降の下刈を省略して経費削減を図る。	・大苗の低密度植栽と下刈の工夫 (坪・筋状刈) によりコスト削減ができる。 ・大苗を使用した低密度植栽では、隔年下刈でも成林する可能性がある。	低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ (モデル地域別事業報告書) 日本林業技士会 : H22. 3
	No. 28 ・ 愛媛県	新 居 浜 市 ・ 岡 本 山 町	スギ、ヒノキ	800	H22	前 生 雑 木 (H21 伐採) H22 植栽、一貫作業 (伐採-植栽) による裸苗・ポット苗・大苗植栽。	裸苗・大苗 (70-95 cm) ・自家製ポット苗を合わせて 800 本の低密度植栽し、植栽経費を削減。なお地拵えは、伐採直後に植栽を行うことにより簡易に実施可能。		低コスト林業経営等実証事業委託事業報告書別Ⅲ (モデル地域別事業報告書) 日本林業技士会 : H22. 3
	No. 29 ・ 高知県	土 佐 郡 土 佐 町 南 川	スギ	1,500 - 3,000	H22	H26 時点 4 年生、実生裸大苗 (75 cm) ・裸普通苗 (48 cm) の 1,500 ・ 3,000 本植栽。H22-25 下刈試験 (毎年・隔年・無下刈 (3,000 本のみ))。	毎年下刈区 > 隔年下刈区 > 無下刈区の順で、樹高、根元径、生存率が高い。下刈は毎年実施するのが理想だが、隔年下刈でも成林しつつある。また、下刈をきちんと実施すれば低密度植栽区の成長は良い。特に大苗の方が良い。		近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表収録 46 (14-19) : 2014 渡辺 (高知県)、北原・酒井 (森総研四国支所)

表 4.1.10 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
iii 大 苗の 低密 度植 栽試 験	No. 30 ・ 高知 県	土佐 郡土 佐町 石原	スギ	1,500 - 3,000	H22	H26時点4年生、実生裸大苗(80 cm)・裸普通苗(45 cm)の1,500・3,000本植栽。H22-25下刈試験(毎年・隔年・無下刈(3,000本のみ))。	植栽直後は毎年下刈区>隔年下刈区>無下刈区の順に樹高、根元径、生存率が高い。下刈は毎年実施するのが理想だが、隔年下刈でも成林する。また、下刈をきちんと実施すれば低密度植栽区の成長は良い。特に大苗の方が良い。	・大苗を用いない低密度植栽は下刈終了後も林冠までの1~2年間は下刈を行うと望ましい。	近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表収録 46 (14-19) : 2014 渡辺(高知県)、北原・酒井(森総研四国支所)
	No. 31 ・ 高知 県	安芸 郡半 利須 川国 有林	スギ	1,500 - 3,000	H22	H26時点4年生、実生裸大苗(71 cm)・裸普通苗(47 cm)の1,500・3,000本植栽。H22-25下刈試験(毎年・隔年・無下刈(3,000本のみ))。	植栽直後は毎年下刈区>隔年下刈区>無下刈区の順に樹高、根元径、生存率が高い。下刈は毎年実施するのが理想だが、隔年下刈でも成林しつつある。また、下刈をきちんと実施すれば低密度植栽区の成長は良い。特に大苗の方が良い。		近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表収録 46 (14-19) : 2014 渡辺(高知県)、北原・酒井(森総研四国支所)
iv 苗 木の 種類 別の 低密 度植 栽試 験	No. 32 ・ 三重 県	紀北 町紀 長区 治又 有林	ヒノ キ	1,000	H22	H26時点4年生、実生裸苗と挿木チューブポット苗・セラミックチューブ苗の低密度植栽下刈試験(H23-25:坪刈区・無下刈区)。	枯死率はセラミックチューブ坪刈・無下刈区で50%前後、チューブポット苗で30%前後と高く、普通苗の坪刈区で20%、無下刈区で5%と低かった。樹高は普通苗下刈区>無下刈区、根元径も同様の順で成長が大きくチューブ苗は小さい。	・セラミックチューブ苗は、活着率、成長とも普通コナ苗に劣る。	近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表収録 46 (14-19) : 2014 早瀬(近中局)、奥田・島田(三重県)

表 4.1.11 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
iv 苗木の 種類の 低密度植 栽試験	No. 33	大田川 合町 ・ 島根県	スギ	1,000	H22	H26時点4年生、宮城産コンテナ苗（150cc41cm）と島根・宮城産普通苗（37～38cm）との春植え植栽試験。下刈（坪刈）毎年実施。	コンテナ苗の倒伏・傾斜が約3割と普通苗より活着が劣った。植栽時のコンテナ苗は根元径が小さく徒長苗が使用されていた（形状比74、普通苗経常費44～66）。坪刈り、間伐軽減によってトータル的な経費削減の可能性はある。	・コンテナ苗は樹高/根本比率の高い徒長苗が多く、徒長苗は活着率が劣り被害を受けやすい。	2012 応用 森林学会 発表要旨 63(54)・ 山中(島根 県)、川部 (林野庁)
	No. 34	香美土山 市佐田町 ・ 高知県	スギ	1,500	H23	H26時点3年生、150cc(43cm)・300CC(57cm)コンテナ苗と裸大苗(96cm)等の植栽試験。下刈（坪刈）毎年実施。	植栽直後は裸大苗が樹高・直径とも大きかった。4年経過後はコンテナ苗の成長量が大きくなり、樹高は同程度、胸高直径は裸大苗を超えていた。坪刈り、間伐軽減によってトータル的な経費削減の可能性はある。	・コンテナ苗は、植栽後2年は肥大生長し3年目から上長成長を始め、4年目には直径・樹高ともに裸苗に追いつく。	高知県立 森林技術 センター: 近畿中国 四国の省 力再造林 事例集(独 法)森林 総合研究 所四国支 所(H27)
	No. 35	吾川町ノ コ有 郡の桐サ 国林 ・ 高知県	ヒノキ	1,500	H21	H26時点5年生、挿木セラムックポット苗(38cm)と実生裸苗(49cm)の植栽試験。H21-24の4年間下刈実施。	セラムックポット苗は活着率が60%程度と悪く、その後の肥大・上長ともに裸苗より劣っていた。	・セラムックポット苗は、活着率、成長ともに普通苗やコンテナ苗に劣る。	四国森林 管理局森 林技術・ 支援セン ター: 近畿中国 四国の省 力再造林 事例集(独 法)森林 総合研究 所四国支 所(H27)

表 4.1.12 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
v 植 栽本 数比 較に よる 低密 度植 栽試 験	No. 36 ・ 三 重 県	紀北 町紀 伊長 島区 鍛治 屋又 国有 林	ヒノ キ	1,000 － 2,000	H22	H26時点4年生、実生裸苗の密度別植栽試験。 H23-25 と下刈試験（坪刈と無下刈の比較）。	無下刈に比較し、坪狩り試験地の方が根元径も樹高も大きく、樹高は2,000 本が高く、根本径は1,000 本も2,000 本も変化なかった。	・下刈方法別では、坪刈だと刈残が多く、全刈だと誤伐が多い。無下刈と植栽木の長が著しく劣る。 ・低密度植栽は、初期に肥大生長と横方向への枝張りが見られるものの、林冠閉鎖が遅い。 ・低密度植栽は、成林するまでは下刈（又は蔓切）管理が重要となる。	近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表収録46（14-19）：2014 早瀬（近中局）、奥田・島田（三重県）
	No. 37 ・ 三 重 県	尾鷲 市大 字南 浦	ヒノ キ	1,000 － 8,000	H15	H19時点4年生、実生裸苗（50 cm）の下刈省力化（下刈区・無下刈区・除草剤区・防草シート区）試験。	1,000 本区の生存率は除草剤区で75%と低く、他は80 数%と変わらない。8,000 本区は下刈時の誤伐もあり生存率が低いが多数が多いので数多くが成林する。樹高成長は各区とも変わらないが、根本径や林冠面積は1,000 本下刈区が一番大きい。なお、全体的に、全刈りだと誤伐が多く、坪刈りだと刈り残しが多い。		中部森林研究 56：43-46（2008）島田（三重県）

表 4.1.13 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献No. ・ 場所		樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年	低密度植栽試験報告等の概要			出典
v 植 栽 本 数 比 較 に よ る 低 密 度 植 栽 試 験	No. 38 ・ 島 根 県	雲 南 市 吉 田 町	スギ	1,000 － 3,000	H20	H26時点6年生、挿木裸苗の密度別植栽試験。H21-22と下刈試験（1,000本坪刈、2,000本坪・全刈、3,000本全狩り）。	下刈種別の作業時間は、1,000本、2,000本植えの坪刈、3,000本植えの全刈の順に時間が掛かった。同一人が作業を行ったところ、1年目の坪刈より2年目の方が時間が早くなった。	・低密度植栽は、下刈等のし易さに配慮し、地拵え時の棚積み（粗朶積み）を計画的に行うと効率的にできる。	低コスト育林高度化事業報告書（林業機械化協会：2011〔38-50〕山中：島根県）
	No. 39 ・ 島 根 県	安 来 市 広 瀬 町 布 部	ヒノキ	1,000 － 3,000	H20	山火事跡地の植栽試験。H26時点6年生、実生裸苗の密度別植栽試験。H21-24の4年間下刈実施。	低密度植栽は費用が1/3程度に減少。植栽間隔が広く植栽時の位置把握が困難ゆえ地拵え時の棚積み（粗朶積み）位置の設定が下刈も含めたその後の施業の効率化に関係する。		低コスト育林高度化事業報告書（林業機械化協会：2009〔67-72〕山中：島根県）
vi 多 雪 地 域 の 低 密 度 植 栽 試 験	No. 40 ・ 秋 田 県	由 利 本 市	スギ	1,000 － 2,500	H14	H25時点11年生、低密度（1,000・2,000本）と通常密度（2,500本）の植栽試験。	植栽密度1,000本は形質不良や下刈時の誤伐割合が高く優良形質木が6割程度と少ないが、2,500本は8割程度を占めていた。胸高直径は1,000本が一番大きい不良木とのバラツキが目立つ。	・多雪地では1,000本だと根抜け・根曲りによる形質不良木が増え、2,000本だと普通に成林するが、形質優良木は2,500本の通えが一番良い。	多雪地域で低密度植栽を行ったときのスギの成長と形成2016：野口・八木（森総研東北支所）。和田（秋田県）等

4.1.2 文献整理結果の分析

既往の低密度植栽の事例は、おおむね平成 15 年以降、各地域にて試験的な実証を行うようになってきた。それらの試験の意図は、地域や植栽樹種により一概には言えないが、ほとんどが再造林の低コスト化につなげるための実証試験であった。さらに、昭和年代に設定した古くからの低密度試験地もあり、事例は少ないものの、間伐回数の低減化や収穫時の形質評価等の報告も見られた。

そこで、将来の低コスト化を主目的とした低密度植栽について、実証試験の試み別に、既往文献の結果を(1)～(8)に細分類して成果と課題の分析を行う。

- (1) 低密度植栽による収穫時のトータルコストや形質について
- (2) 地拵えの簡略化（筋状地拵え・坪状地拵え）について
- (3) 苗木の植栽本数を少なくして植栽経費の削減を図ることについて
- (4) 一貫作業システムにおけるコンテナ苗の使用について
- (5) 低密度植栽による成林（林冠閉鎖）の状況について
- (6) 坪刈りや筋刈りによる下刈り経費の削減について
- (7) 大苗植栽による下刈り経費の削減について
- (8) 将来的な間伐回数の削減について

（1）低密度植栽による収穫時のトータルコストや形質について

現在、成林し記録が残されている低密度植栽地は少なく、各種分析が困難であるが、評価・分析されていた文献の中から成果と課題を整理し述べる。

【 成果 】

- ≫ 北海道におけるグイマツ F1 の低密度植栽（1,000 本/ha）では、植栽後 40 年で収穫可能となり（材積 350 m³/ha 前後）、間伐回数削減によりトータルの育林経費が 3 割削減された。（文献No.1）
- ≫ 宮城県や愛媛県におけるスギの低密度植栽（1,000 本/ha）では、通常の下刈りを実施し成林した。植栽後 60 数年経過した現在では、ウラゴケだが高蓄積林分となり、保育間伐を行わないで利用間伐を 2 回実施できた。ただし形質的には無節材生産には向かない。（文献No.3・7）
- ≫ 広島県におけるスギの 1,000～3,000 本/ha の比較試験だと、低密度植栽ほどウラゴケで樹勢健全であった。下刈り等の保育は通常通り実施したので低密度によるトータルコストの削減は、苗木植栽費用と 1 回の間伐費用が削減できた。ただし、収穫時の評価までには至っていない。（文献No.4～6）
- ≫ 宮崎県のように侵入草木の生育の早い地域におけるスギの低密度植栽（1,5000 本/ha）だと、スギ林冠が閉鎖するまでの 8 年間下刈りが必要であった。しかしいったん成林すると

間伐が不要で、40 年経過後の材の蓄積量は、通常の 2,500 本/ha 植栽とあまり変わらなかった。(文献No.8)

【 課題 】

- ≫ 青森県におけるスギの低密度植栽 (1,300 本/ha) では、植栽後 50 数年経過し間伐回数削減によって間伐経費が 3 割以上削減できたが、下刈りが通常より 4 年多い 10 年必要とされ、幹曲り木が多く販売価格は低かった。(文献No.2)
- ≫ 広島県におけるヒノキの低密度植栽 (1,000 本/ha) だと、成林はしたものの形質に枯枝数が多く無節材生産が困難であった。特にウラゴケ材・枯れ枝・節抜け材が多くて柱材にはなり難い。そのため、販売価格が期待できない。(文献No.4～6)
- ≫ 広島県におけるヒノキの低密度植栽 (1,000 本/ha) の事例では、ヒノキは成長が遅いので、低密度による形質低下を防ぐためには、下刈り回数を通常より増やす必要があったが、それでも柱材には成り難かった。(文献No.6)

(2) 地拵えの簡略化(筋状地拵え・坪状地拵え)について

地拵え手法を、低密度の植栽間隔に合わせ、坪状・筋状に実施し、経費の削減とその後の植栽、下刈りのし易さ等について検討している。

【 成果 】

- ≫ 福島県のスギ・カラマツの低密度植栽 (1,000 本/ha) における坪状地拵え、筋状地拵えによる作業効率、通常の全刈り地拵えに比較すると、作業量が軽減され掛かる人工数が減少した。(文献No.14～18)
- ≫ 特に、一貫作業として伐採時に高性能林業機械にて部分的な筋状地拵えを実施した事例(福島県スギ 1,000 本/ha 植栽)では、経費が通常の 2/3 に軽減された。(文献No.18)

【 課題 】

- ≫ 福島県スギ・カラマツ、島根県ヒノキの低密度植栽 (1,000 本/ha) における部分地拵え(坪状・筋状地拵え)箇所では、非地拵え箇所から部分地拵え箇所への草本・低木・つる類の繁茂と侵入が激しく、そのような場所では、部分的にその後の下刈り効率が劣る可能性が指摘されている。(文献No.14～18・39)

(3) 苗木の植栽本数を少なくして植栽経費の削減を図ることについて

現状では、低密度植栽による下刈りまでの初期経費の削減事例は多い。ただし、その後の林冠閉鎖や成林、形質について言及した総合的(トータルの)な評価事例は乏しい。

【 成果 】

- ≫ 北海道・東北地域、静岡・島根・徳島県におけるカラマツ・グイマツ F1・スギ・ヒノキの低密度植栽 (1,000～1,500 本/ha) の事例では、植栽本数が少ない分、苗木代や植栽費用が密度の低減に応じて削減でき、下刈りまでの低コスト化に繋がっていた。(文献No.1・4・

9・10～21・39)

- ≫ 特に、一貫作業と合わせて低密度植栽を行うと(福島県スギ・カラマツ 1,000 本/ha 植栽)、裸苗より高価なコンテナ苗を用いても、下刈りまでの低コスト化に繋がる。(文献No.14・15)

【課題】

- ≫ 広島県のスギ・ヒノキ 1,000 本/ha の低密度植栽の事例では、植栽本数が少ない分、林冠閉鎖が遅れ、樹種(特にヒノキ)によっては下刈りが余計に必要とされ、形質も今までの柱材生産には向かない事例が報告されている。(文献No.4～6)

(4) 一貫作業システムにおけるコンテナ苗の使用について

低コスト造林の推進においては、伐採時に地拵えと苗木運搬を行い連続的に植栽を行う一貫作業システムが推進されている。その際、植栽時期を選ばず活着が可能で、植栽作業に慣れていない伐採作業員でも容易に植栽可能なコンテナ苗を使用する例が増えてきている。

しかしコンテナ苗は、通常の裸苗と比較すると苗代が2倍程度と高く、通常密度で植栽すると経費が嵩んでしまうので、通常より低密度で植栽を行い、経費の増加を抑え、トータル的に低コスト化を目指す試みが増えてきている。

【成果】

- ≫ 福島県のスギ・カラマツ 1,000 本/ha、島根県のスギ 1,000 本/ha、高知県のスギ 1,500 本/ha の低密度植栽事例では、一貫作業と低密度植栽とを組み合わせることにより、地拵え及び植栽経費が削減でき、加えて下刈りを工夫(坪刈り・筋刈り)することによって育林コストが大きく削減される。特に、コンテナ苗の低密度植栽を行うと苗木代が高くなるが、植栽時の作業効率が上がり、またその後の坪刈り等によってトータル的な経費が削減できる可能性が指摘されている。(文献No.14・15・33・34)
- ≫ 福島県のスギ・カラマツ、島根・高知県のスギの低密度植栽(1,000～1,500 本/ha)では、1本1本のコンテナ苗は裸苗と比較し斜面への運搬が重く大変であるが、低密度植栽だと通常密度植栽より運搬本数が少なく、また植栽自体が容易なので経費的には大きな差は出ないと報告されている。(文献No.14・15・33・34)

【課題】

- ≫ 島根県スギ 1,000 本/ha、高知県スギ 1,500 本/ha の低密度植栽事例では、コンテナ苗は形状比の高い徒長苗が多く、徒長したコンテナ苗は、形質の整っている裸苗に比較し成育が劣り、また獣害を受けやすかった。(文献No.33・34)
- ≫ 高知県スギ 1,500 本/ha の低密度植栽事例では、徒長したコンテナ苗の苗木は、植栽後1～2年目は肥大生長し、3年目に上長成長し始め、4年目以降は直径・樹高ともに裸苗に追いついたが、植栽直後の成育の遅れは、下草に被覆されたり獣害を受けやすいリスクを伴う。(文献No.34)
- ≫ 島根県スギ 1,000 本/ha、高知県スギ 1,500 本/ha の低密度植栽事例では、コンテナ苗の規格が裸苗と比べるとバラバラで整っておらず、良い苗と徒長苗が混在していた。徒長苗は

生存率が劣る可能性が指摘された。（文献No.33・34）

（５）低密度植栽による成林（林冠閉鎖）について

通常密度の植栽に比較し、低密度植栽の場合、下刈りが終了し林冠閉鎖するまでにどの程度の期間（年月）を要するのか、地域や樹種、密度別に下刈り回数をどの程度に設定すればよいのか、現時点ではいくつかの試験報告があるのみで、よく解らないのが実情であり、今後はより多くの事例検証等が望まれている。

【 成果 】

- ≫ 北海道グイマツ F1 の 1,000～1,500 本/ha、北海道・岩手・福島県のカラマツ 1,000～1,500 本/ha では、他の樹種に比較し成長が早く、極端な低密度でなければ通常通り成林する。また、該当地域（東北・北海道地域）にはクズ等の猛烈に繁茂する侵入する類が少ないので、低密度植栽でも林冠閉鎖への影響は少ない。（文献No.1・9・10・11・15）
- ≫ 宮城・福島・静岡・広島・島根・徳島県のスギ（1,000 本/ha）、高知県のスギ（1,500 本/ha）、山形県のスギ（2,000 本/ha）の低密度植栽（山形県は本調査の定義上は低密度植栽ではない）は、カラマツやグイマツ F1 ほど成長は早くないが、ヒノキよりは成長が早い。そのためこれらの事例では、通常の下刈りや除伐等の育林施業（坪刈り等の低コスト型の下刈りも含む）を実施すれば通常通り林冠が閉鎖し成林する（若しくは成林すると思われる）。（文献No.3・4・13・14・16～19・21・33・34）

【 課題 】

- ≫ 広島県のスギ（1,000 本/ha）、愛媛県のスギ（750 本/ha）、宮崎県のスギ（1,500 本/ha）の低密度植栽地では、猛烈に侵入繁茂する類が多く、通常の下刈りや除伐等の育林施業では林冠が閉鎖せず、通常より 1～2 年下刈り期間や回数を多くしないと成林しない事例が報告されている。（文献No.2・5・6・7・8）
- ≫ 広島県のヒノキ（1,000 本/ha）、三重県のヒノキ（大苗〔樹高 70 cm 程度〕2,500 本/ha）、高知県のヒノキ（1,500 本/ha）の低密度植栽（三重県は本調査の定義上は低密度植栽ではない）は、初期に肥大生長と横方向への枝張りが見られるものの、林冠閉鎖が通常密度（3,000～5,000 本/ha）の植栽地よりは 1～2 年遅れる傾向が見られる。そのため、ヒノキの低密度植栽による成林は、林冠閉鎖の遅れに配慮し、その分下刈り（若しくはつる切り）期間を余計にとらないと成林しない可能性が高い。（文献No.4～6・23・35）

（６）坪刈りや筋刈りによる下刈り経費の削減について

植栽密度が少なくなると、例えば、密度 2,500 本/ha 植えだと植栽間隔が 2.0m であったのが、1,600 本/ha 植えだと 2.5m になり、実際の下刈り時には植栽幅が相当広く感じられる。

特に、侵入草木の繁茂が著しくない場所では、坪刈り・筋刈り等の部分刈りでも植栽木に対する侵入草木による被覆量はそれほど多くなく、カラマツやグイマツ F1、スギ等の樹種であ

れば、全刈りと同程度の期間や回数でも、植栽木による成林（樹幹閉鎖）が通常と同様に期待できる事例が多い。

しかし多くの事例では、経費の削減効果のみ注目されているものが多く、成林の状況（林冠による閉鎖の状況）や作業のし易さ、誤伐や刈り残しの状況、成林後の形質、成長量にまで言及された事例は少なく課題となっている。

【 成果 】

≫ 岩手県カラマツ（1,500本/ha）、山形県スギ（2,000本/ha）、福島・静岡・三重・島根・徳島県スギ・ヒノキ・カラマツ（1,000本/ha）、高知県スギ（1,500本/ha）の低密度植栽における坪刈りや筋刈り等の部分刈りは、作業面積が小さくなるので、作業が慣れてくると掛かる人工数が減少し低コスト化に繋がる。ただし、同じ作業者が実施した場合でも、作業が慣れない1年目は、全刈りに比較して部分刈りによる作業量の低減効果は少ない。（文献No.11～21・33・34・36・38・39）

【 課題 】

- ≫ 島根県（スギ1,000本/haの低密度植栽）の報告より、地域、樹種、地形、作業員の慣れ具合によって部分刈り（坪刈り・筋刈り）の生産性は大きく異なってくる。（文献No.38）
- ≫ 島根県（スギ1,000本/haの低密度植栽）の報告より、植栽時の間隔が格子状に整っていると坪刈りが効率的に実施できるが、植栽間隔がずれていると誤伐や刈り残しが増加し、全刈りの方が生産性が増す場合もある。（文献No.39）
- ≫ 三重県（ヒノキ1,000本/ha）の報告より、高密度植栽の場合は、その後の下刈り時の誤伐も多く生存率が低くなるが、元々の植栽本数が多いので成林への問題とはならない。（文献No.37）
- ≫ 島根県（スギ1,000本/haの低密度植栽）の報告より、傾斜地における棚積み（粗朶積み）地拵え（巻落とし地拵え又は等高線上枝条整理とも言う）をきちんとした場所であれば、筋状の下刈りの作業がし易くなるが、そうでないと植栽木を探しながら下刈りする必要がある、全刈りの方が計画的に下刈りが実施でき効率的である。（文献No.39）
- ≫ 三重県（ヒノキ1,000本/ha）の報告より、全体的に、全刈りだと誤伐が多く、坪刈りだと刈り残しが多い。（文献No.37）
- ≫ 北海道のグイマツF1の低密度植栽（1,000～1,500本/ha）では、植栽密度に関係なく、全刈りを行わないとネズミ被害が増加するとの危惧があり、全刈りの地拵え・下刈りが一般的であり、場所によっては火入れ地拵えが行われている。なお北海道では、カラマツも同様の指摘がされている。（文献No.9・10）

（7）大苗植栽による下刈り経費の削減について

大苗を低密度で植栽して、その後の成林の状況や下刈り経費の削減等に係る試験が多く見受けられた。

【 成果 】

- ≫ カラマツ大苗の低密度植栽は、下刈り期間を 1～2 年短縮でき、低コスト化に繋がる。（文献No.22）
- ≫ スギの樹高 80 cm 以上の大苗を使用した低密度植栽は、下刈りの一部回数を省略でき、隔年下刈でも成林する可能性が指摘されている。また、大苗の低密度植栽地の下刈り手法を経費の掛からない部分刈り（坪刈りや筋刈り）にすることにより、苗木代の掛かり増しを上回るコスト削減が期待できる。（文献No.26・27・29～31）

【 課題 】

- ≫ ヒノキ大苗の比較的に密度の少ない植栽（2,500 本/ha）では、高密度植栽（4,500 本/ha）に比較し、苗木・植栽・下刈り経費を軽減させることができた。しかし、形質は幹曲木に成りやすく、また林冠閉鎖に時間を要するためシカ食害に合いやすい。そこで、高密度植栽と同様に早く林冠閉鎖させるためには、下刈りを必要以上に丁寧に行う必要があり、結果的に経費が高騰してしまった。（文献No.23）

（8）将来的な間伐回数の削減について

低密度植栽により成林した林は、間伐回数を軽減できる可能性が高く、間伐期にまで達した試験地が少ないながらも、いくつかの事例が報告されている。

【 成果 】

- ≫ 北海道のグイマツ F1 の低密度植栽（1,000 本/ha）では、通常の 3 回の間伐から 1 回に軽減でき、トータル的な育林経費を 3 割程度削減できた。（文献No.1）
- ≫ 宮城県スギ（1,000 本/ha）、愛媛県スギ（750 本/ha）、宮崎県スギ（1,500 本/ha）の低密度植栽では、間伐回数を 3 回から 1 回に軽減できたり、保育間伐を実施しなくても最初から利用間伐を 2 回実施できた事例が報告されている。ただし形質的には無節材生産には向かない。（文献No.3・7・8）

【 課題 】

- ≫ 青森県のスギの低密度植栽（1,300 本/ha）では、通常の 3 回の間伐から 1 回に軽減でき、間伐の育林経費が 35%削減できた。ただし、下刈りは通常より 4 年多く実施し、形質的には幹曲り木が多く販売価格は低くなる可能性があり、トータル的にみると経費削減効果はみられない。（文献No.2）

4.1.3 現時点での結論

既往文献結果を基に、現時点における主な結論について考察する。

(1) 低密度植栽で林冠が閉鎖し成林するか

- ◆ 成長の早いグイマツ F1 やカラマツは、千本/ha 程度の低密度植栽でも十分成林する。
- ◆ 成長の中庸なスギは、侵入草木の状態等（地域や地形、地利）により、林冠閉鎖が遅れるか通常通り成林するかが決まる。
- ◆ 成長の遅いヒノキは、ほとんどの地域で通常の下刈り期間を脱しても侵入草木に被覆され、下刈り期間や回数を多くする必要がある。

(2) 成林した低密度植栽木の形質は

- ◆ 集成材等の並材生産を目標としたグイマツ F1 やカラマツは、形質に問題ない。
- ◆ 低密度植栽で成林したスギは、多節、ウラゴケ形質なので、柱材には向かないが、節目のある板材や集成材等への活用には問題ない。
- ◆ 低密度植栽で成林したヒノキは、多節、節抜け、ウラゴケ形質なので、柱材や板材には向かず、集成材としての需要も少ない。

(3) 低密度植栽による低コスト化について

- ◆ 成長の早いグイマツ F1 やカラマツは、通常の下刈りを行えば、例えば間伐回数を 3 回から 1 回に軽減できるので、十分な低コスト化を見込める。
- ◆ 成長の中庸なスギは、侵入草木の状態等（地域や地形、地利）により成林（林冠閉鎖）の早遅が決まり、それによって下刈り期間や回数が異なるので一概には言えないが、滞りなく成林すれば間伐回数を軽減でき、低コスト化を見込める可能性が高い。
- ◆ 成長の遅いヒノキは、通常の下刈りだと成林（林冠閉鎖）が遅くなり、その分下刈り経費が増す。成林後は、間伐回数を軽減できるが、形質は柱材生産には向かず、材価が安くなる可能性があり、トータルの低コスト化を見込めるかどうか課題になっている。

(4) 低密度植栽による指針の作成に向けた課題

樹種別、地域別の検討を進めていく上で、現在キーポイントになっているのは、植栽木の成長量や被覆状態、形質（i）、当該地域における侵入草木の状態（ii）、ネズミやウサギ、シカ等による獣害の状況（iii）などがあげられる。そのため、今後の調査においては i～iii の状況を明確にした上での検討が必要となる。その上で、今年度の文献調査（事例検討調査）にて明らかとなった課題を整理する。

- ◆ 樹種別、地域別に低コスト化に繋がるための適正な植栽密度を提示する必要があるが、現段階では事例が少なく課題となっている。
- ◆ 低コスト化に繋がるための適正な植栽密度を提示するためには、樹種別、地域別に利用目的に応じた施業や伐期を明確にしていく必要がある。
- ◆ 植栽密度が定まれば、樹種別、地域別の望ましい育林手法（下刈りや除間伐等）の提示も可能となり、本業務の到達点である指針の作成が可能となる。しかし現時点では、年月が経過し間伐にまで到った事例が極端に少なく課題となっている。
- ◆ そのため、本年度を含めた平成 31 年度までの 5 年間を区切りと考えると、本業務にて提示可能な指針は、下刈り等初期保育が終了し、林冠が植栽木で閉鎖し成林するまでをターゲットとする。
- ◆ なお、低密度植栽として求められる生産目標とは、一般的には、合板・集成材等の素材生産（並材生産）を目標とし、間伐回数を抑えた短伐期施業により育て上げる森林であり、無節の柱材生産を目標とするのは本来の意図ではないことを付記しておく。