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。

収集整理した文献は 66 文献であるが、同一試験地を別々の論文で分析・紹介している事例 があり、それらは別文献として扱った。

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。

(1) 収集文献リストと分類

収集した文献のリストを表 1-1~1-5 に示す。

表 1-1 収集した低密度植栽に係る文献のリスト

No.	樹種	都道府県	植栽本数 (本/ha)	植栽 年	文献名	筆者・発行者等	年
1	グイマツ F1 (i 成林試験地)	北海道 網走東部	1,000 -2,000	S43	平成 18 年度北海道立林業 試験場報告	北海道立林業試験 場	2006
2	スギ (i 成林試験地)	青森県 むつ市外	1,000 -1,700	S24	平成 13 年度、平成 26 年度 青森県林業試験場報告	青森県林業試験場 (中島外)	2001
3	スギ (i 成林試験地)	宮城県 登米市	1,000	S18	平成 22 年度福島県森林組 合連合会調査報告書	福島県森林組合連 合会	2010
4	スギ・ヒノキ (i成林試験地)	広島県 新元重山	1, 000 -3, 000	S49	平成 17 年度近畿中国森林 管理局 森林・林業交流研 究発表収録	岩田他	2005
5	スギ・ヒノキ (i成林試験地)	広島県 福山市	1, 000 -3, 000	S48	平成 13 年度広島森林管理 署植栽本数比較試験地報 告	広島森林管理署	2001
6	スギ・ヒノキ (i成林試験地)	広島県 廿日市	1, 000 -3, 000	S48 • H22	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
7	スギ (i成林試験地)	愛媛県 四国中央 市	750	S10	平成 21 年度宇摩森林組 合・住友林業フォレストサ ービス事業報告書	宇摩森林組合・住 友林業 FS	2009
8	スギ (i成林試験地)	宮崎県 南那賀郡	1,500	H17	平成 17 年度九州森林管理 局技術研究発表集	九州森林管理局	2005

表 1-2 収集した低密度植栽に係る文献のリスト

No.	樹種	都道府県	植栽本数 (本/ha)	植栽年	世代に係る又脈のリスト	筆者・発行者等	年
9	グイマツ F1 (ii 一貫作業)	北海道 千歳市・斜 里町他	1,000 -2,000	H20 • 21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
10	グイマツ F1 (ii 一貫作業)	北海道 紋別市	1,000	H21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
11	カラマツ (ii 一貫作業)	岩手県 葛巻町	1,500	H21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
12	コナラ (ii 一貫作業)	岩手県 奥州市	1,500	H22	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
13	スギ (ii 一貫作業)	山形県 金山町	2,000	H22	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
14	スギ (ii 一貫作業)	福島県 川俣町	1,000	H21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
15	カラマツ (ii 一貫作業)	福島県 金山町	1,000	H21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
16	スギ (ii 一貫作業)	福島県 飯館村	1, 000	H22	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
17	スギ (ii 一貫作業)	福島県いわき市	1,000	H21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
18	スギ (ii一貫作業)	福島県川俣町	1, 000 -3, 000	H21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
19	スギ (ii 一貫作業)	静岡県 浜松市	1,000 -3,000	H21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
20	ケヤキ・スギ混交 林(ii 一貫作業)	徳島県 那賀町	1,000	H21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
21	スギ (ii一貫作業)	徳島県 那賀町	1,000	H22	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
22	カラマツ (iii大苗試験)	北海道 旭川	850	S51	昭和 58 年度旭川営林支局 業務発表集	横山・中村	1983
23	ヒノキ (iii大苗試験)	三重県 尾鷲市	2, 500	H15	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009

表 1-3 収集した低密度植栽に係る文献のリスト

r	ī	表 1-3 丩	メ朱した仏	人	植栽に係る文献のリスト -		-
No.	樹種	都道府県	植栽本数 (本/ha)	植栽 年	文献名	筆者・発行者等	年
24	スギ(iii大苗試験)	和歌山県 古座川町	1, 000 -4, 000	Н16	平成 20 年度和歌山県農林 水産総合技術センター研 究報告	和歌山県酒井・萩 原	2008
25	スギ (iii大苗試験)	徳島県 三好市	1,500 -3,000	Н16	2012 応用森林学会大会要 旨集	徳島県酒井・西 澤・渡辺	2012
26	スギ (i i : 大苗試験)	愛媛県 新居浜市	1,000	Н22	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
27	スギ (i i : 大苗試験)	愛媛県 四国中央 市	2,000	Н22	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
28	スギ・ヒノキ (iii 大苗試験)	愛媛県 新居浜市	800	Н22	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業委託事業 報告書別Ⅲ	日本林業技士会	2009
29	スギ (iii 大苗試験)	高知県 土佐町1	1, 500 -3, 000	Н22	平成 26 年度近畿中国森林 管理局 森林・林業交流研 究発表収録	渡辺・北原・酒井	2014
30	スギ(証大苗試験)	高知県 土佐町 2	1, 500 -3, 000	Н22	平成 26 年度近畿中国森林 管理局 森林・林業交流研 究発表収録	渡辺・北原・酒井	2014
31	スギ(証大苗試験)	高知県 奈半利町	1, 500 -3, 000	Н22	平成 26 年度近畿中国森林 管理局 森林・林業交流研 究発表収録	渡辺・北原・酒井	2014
32	ヒノキ (iv苗木別試験)	三重県	1,000	Н22	平成 26 年度近畿中国森林 管理局 森林・林業交流研 究発表収録	奥田・島田・早瀬	2014
33	スギ (iv苗木別試験)	島根県 太田市	1,000	Н22	2012 応用森林学会大会要 旨集	山中・川部	2012
34	スギ (iv苗木別試験)	高知県 土佐山田 町	1,500	Н23	近畿中国四国の省力再造 林事例集・高知県立森林技 術センター報告	森林総研四国支 所・四国森林管理 局	2015
35	ヒノキ (iv苗木別試験)	高知県 土佐山田 町	1,500	H21	近畿中国四国の省力再造 林事例集・高知県立森林技 術センター報告	森林総研四国支 所・四国森林管理 局	2015
36	ヒノキ (v本数別試験)	高知県 奈半利町	1, 500 -3, 000	Н22	平成 26 年度近畿中国森林 管理局 森林・林業交流研 究発表収録	渡辺・北原・酒井	2014
37	ヒノキ (v 本数別試験)	三重県 尾鷲市	1,000 -8,000	Н15	平成 20 年度中部森林研究 56	島田	2008
38	スギ (v 本数別試験)	島根県 雲南市	1,000 -3,000	Н20	平成 23 年度低コスト育林 高度化事業報告書	林業機械化協会	2011
39	ヒノキ (v 本数別試験)	島根県 安来市	1,000 -3,000	Н20	平成 21 年度低コスト育林 高度化事業報告書	林業機械化協会	2009

表 1-4 収集した低密度植栽に係る文献のリスト

No.	樹種	都道府県	植栽本 数(本 /ha)	植栽年	文献名	筆者・発行者等	年
40	スギ (v 本数別試験) (vi 多雪地試験)	秋田県 由利本荘 市	1, 000 -2, 500	H14	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	野口・八木・和田	2016
41	スギ (ii 一貫作業) (v 本数別試験) (vi 多雪地試験)	東北地域	1,000 -2,500	H14 -22	ここまでやれる再造林の 低コスト化(東北地域の 挑戦)	国立研究開発法 人森林総合研究 所	2016
42	スギ (i 成林試験地)	宮城県 登米市	1,000	S12	低コスト林業経営マニュ アル	県南広域振興局 農政部花巻農林 振興センター	2011
43	スギ、カラマツ (v 本数別試験)	岩手県 二戸市	400 -750	Н23	民国連携によるコンテナ 苗の実証試験と普及	岩手北部森林管 理署・岩手県林 業技術センター	2012
44	スギ (iii 大苗試験) (iv 苗木別試験)	高知県	1, 500 -3, 000	Н21	低コスト再造林の実用化 に向けた研究成果集	独立行政法人森 林総合研究所・ 高知県立森林技 術センター	2013
45	スギ、ヒノキ (iv苗木別試験) (v本数別試験)	高知県 四万十町 他	1, 000 -3, 000	H21	平成 27 年度技術開発の概 要「スギ・ヒノキ疎植施 業試験」	四国森林技術・ 支援センター	2015
46	スギ、ヒノキ (iii大苗試験) (v本数別試験)	島根・三 重・徳島	1, 000 -3, 000	H16 他	近畿・中国四国の省力再 造林事例集	独立行政法人森 林総合研究所	2015
47	スギ (v 本数別試験) (vi 多雪地試験)	秋田県・ 山形県	500 -2, 500	H26 • 27	東北の林木育種 -東北 森林管理局における低コ スト林業の取り組み-	東北森林管理局 技術普及課木村 光一	2016
48	カラマツ (v本数別試験)	岩手県宮 古市・山 田町	500 -2, 500	H26 • 27	東北の林木育種 -東北 森林管理局における低コ スト林業の取り組み-	東北森林管理局 技術普及課木村 光一	2016
49	スギ、ヒノキ (v本数別試験)	高知県 いの町・ 香美市	1, 000 -3, 000	H21	平成27年度技術開発の概要「スギ・ヒノキ植栽木 本数別試験」	四国森林技術・ 支援センター	2015
50	スギ (v 本数別試験)	岡山県 新見市	1, 000 -3, 000	H11	2014 未来を拓く技術の森	近畿中国森林技 術・支援センタ 一	2015
51	スギ (v 本数別試験) (vi 多雪地試験)	岩手県矢 巾町・秋 田県由利 本荘	500 -3, 000	H14 • 15	東北地方の多雪環境に適 した低コスト再造林シス テムの開発(総括セミナ ーここまでやれる再造林 の低コスト)	国立研究開発法 人森林総合研究 所	2015
52	カラマツ・広葉樹 (v 本数別試験)	岩手県・ 山形県	1,500 -2,000	H21	平成 21 年度低コスト林業 経営等実証事業の概要	日本林業技士会	2009
53	スギ (iii大苗試験) (vi多雪地試験)	石川県中 能登町	2,000	H24	グラップルによる耕耘跡 地に植栽されたスギ大苗 の初期成長	小倉晃(山林)	2016
54	グイマツ F1 (v 本数別試験)	北海道 美唄市	500 -32, 000	S60	グイマツF1の生長と低密 度植栽	北海道立総合研 究機構林業試験 場	

表 1-5 収集した低密度植栽に係る文献のリスト

				I	<u> </u> 世秋に除る又獣のリクト		
No.	樹種	都道府県	植栽本数 (本/ha)	植栽 年	文献名	筆者・発行者等	年
55	スギ (ii 一貫作業) (v 本数別試験)	宮崎県 宮崎市・ 日南市	700 -1, 200	S21	皆伐と一体的な地拵えと 下刈りの機会化による低 コスト化の実証	松岡林産株式会社 (モデル地域宮崎 新生産システム推 進対策事業)	2010
56	スギ(エリートツ リー) (iv苗木別試験) (v本数別試験)	茨城県	1, 000 -3, 000	Н27	平成 27 年度技術開発試験 の概要	関東森林技術・支援センター	Н28. 3
57	ヒノキ (v本数別試験)	三重県 紀北町	1,000 -2,000	H22-2 4	三重県鍛冶屋又国有林に おいて低密度で植栽した ヒノキの初期成長に及ぼ す植栽密度と下刈り及び 苗タイプの影響	三重県林業研究報 告7:島田・奥田・ 中井	Н29. 3
58	スギ、ヒノキ (v本数別試験)	広島県 福山市	1, 000 -3, 000	S48 • 49、 H11	低密度植栽で造成された スギ・ヒノキの標準伐期齢 を超えた林分の林分構造 及び材質(幹形・強度)調 査結果について	近畿中国森林管理 局•広島森林管理署	Н27. 3
59	スギ (v 本数別試験)	岩手県 宮古市	500 -3, 000	Н15	植栽密度がスギの成長に 及ぼす影響ー植栽 10 年目 の調査結果ー(後述文献No. 60 も参照)	岩手県林業技術セ ンター	2014. 3
60	スギ、ヒノキ、カ ラマツ等 (v本数別試験)	全国事例 の紹介	500 -10, 000	S37-H 15	東北地方における低コス ト再造林の実用化と課題	松本和馬・小谷英 司・駒木貴彰	2015. 3
61	スギ (v 本数別試験)	宮崎県 日南市	376 -10, 000	S37	低コスト林業に向けた植 栽密度の検討 (日本森林学 会誌 93:303-308)	福地・吉田・溝上・ 村上・加治・太田・ 長島	2011.3
62	スギ (v本数別試験) (vi多雪地試験)	秋田県 由利本荘 市	1, 000 -3, 000	H14	植栽密度の違いがスギ若 齢林の林分構造と成長に 及ぼす影響(第 125 回日本 森林学会大会学術講演 集:233)	野口麻穂子・和田覚	2014. 3
63	スギ (v 本数別試験)	福岡県 東峰村	2,000	Н25	スギ大苗植栽によるシカ 食害対策の事例(九州森林 研究 66:147-149)	佐々木・宮原・大 塚・野田・今村	2013. 3
64	スギ (v 本数別試験)	広島県 福山市	1,000 -3,000	Н19	植栽密度の違いが植栽木 の成長に及ぼす影響(九州 森林研究 62:14-17)	佐々木・竹内・寺岡	2009
65	スギ (v 本数別試験)	鹿児島県 垂水市	1, 500 -3, 000	Н19	下刈実施パターンの違い による下刈り作業工程(鹿 大演研報38)	金城・寺岡・芦原他	2011
66	グイマツ F1 (v 本数別試験)	北海道 美唄市	500 -32, 000	S60	グイマツ雑種 F1 の低密度 植栽(低コスト造林・育林 技術最前線. 全国林業改良 普及協会編:117-129)	八坂道泰	2013

収集した文献を、表2のi~viに分類し、樹種別、地域別に示した。

表 2 低密度植栽の分類別、樹種別、地域別の整理

	1,2		X ∨ > ∫ J ## / J 1 \		地			
分類	樹種	北海道	東北	関東	中部	近中	四国	九州
i 成林した	カラマツ・ ク゛イマツ F1	1						
低密度植 栽試	スギ		2 • 3 • 42			4 • 5 • 6	7	8
,	ヒノキ					4 • 5 • 6		
ii 一貫作業 システム	カラマツ・ ク゛イマツ F1	9 · 10 · 54	11 • 15					
の低密度植栽試験	スギ		13 · 14 · 16 · 17 · 18	19			20 • 21	55
	カラマツ・ ク゛イマツ F1	22						
iii 大苗の低 密度植栽 試験	スギ					24 · 53	25 · 26 · 27 · 28 · 29 · 30 · 31	44 • 63
	ヒノキ					23	28	
iv 苗木の種 類別の低	スギ		56	56		33	34 · 36 · 37	
密度植栽 試験	ヒノキ					32	35	
	カラマツ・ ク゛イマツ F1	52 • 65	43 · 47 · 52 · 60					
v 植栽本数 別の低密 度植栽試 験	スギ		41 · 42 · 43 · 47 · 50 · 51 · 52 · 59 · 60 · 62	52 • 56		38 • 46 • 48 • 52 • 64	45 • 49 • 52	52 · 55 · 61 · 65
	ヒノキ		45			39 · 46 · 52 · 57 · 58	45 · 49 · 52	
vi 多雪地域 の低密度 植栽試験	スギ		2 · 13 · 40 · 41 · 47 · 51 · 53 · 63					

(2) 文献内容の整理

収集、分類した文献を整理しその概要を表 3-1~3-18 に示す。

表 3-1 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献		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 成林した 低密度植 栽試	№. 1 ・北海道	網走東部	グイマッ 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 ㎡/ha、1,000 本だと間 伐 1 回で 338 ㎡/ha。低密度 植栽だと育林経費が 3 割程 削減された。	北海道立林 業試験場報 告(2006)
i 成林した 低密度植 栽試	No. 2・青森県	むつ市	スギ	1, 000 — 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。	青森縣 2001 : 密関する : 密関する : 密関する : 密関する : 密関する : 密関する : 密関する : でででである。 : ででである。 : ででである。 : ででである。 : ででいる。 : ででい。 : ででいる。 : ででいる。 : ででいる。 : ででいる。 : ででいる。 : ででいる。 : ででいる。 : ででい。 : ででいる。 : ででい。 : ででい。 : でで、 : ででい。 : ででい。 : ででい。 : ででい。 : でで、 : でで、 : でで、 : でで、 : でで、 : でで、 : でで、 : でで、 : で、 :
i 成林した 低密度植 栽試	№. 3 • 宮城県	登米市	スギ	1,000	S18	S18 植栽 66 年生、成林 のより を実施した不 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 m³/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。	H22 福島県 森林組合連 合会調査報 告書 (2010)
i 成林した 低密度植 栽試	№. 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功程は、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)

表 3-2 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献	•	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 成林した 低密度植 栽試	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。 【※H27 本 調査の現地 調査を 施】	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 り回数が多い。	H13 広島森 林管理署植 栽本数比較 試験地報告 (2001)
i 成林した 低密度植 栽試	No. 6 ・広島県	廿日・庄原市・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 伐疾 、 低寒施。度 え 、 は 、 、 、 、 、 、 、 、 、 と 、 、 、 、 、 、 、 、	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 実証事業 リエ リン リン リン リン リン リン リン リン リン リン リン リン リン
i 成林した 低密度植 栽試	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H28.6m、材積 885 ㎡ /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。	宇摩森林組 合・住友林 業フォレス トサービス 資料 (2009)
i 成林した 低密度植 栽試	No. 8 · 宮崎県	南那賀郡大荷田	スギ	1, 500	Н17	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㎡/ha、2,500本で580㎡/ha。	H17 九州森 林管理究 新研 46 林分の 16 林 30 31 32 32 32 32 33 34 35 36 36 37 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38

表 3-3 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類		狀No. · 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 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 9 • 北海道	斜里町豊里	グイマッ F1	1, 500	H21	前生カラマ ツ 42-44 生、H21に 採、H21 ー 作業 密 植 栽。 植 栽。 植 載 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年間年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。	低業証事別ル は る と は 業 事業 の は は は は は は は は は は は は は と き き き き き き
ii 一貫作業 システム の低密度 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。	
ii 一貫作業システムの低密度植栽試験	No. 11 • 岩手県	葛 野	カラマツ	1, 500	H21	前生は50年 生のカオ林、 H20 伐けカ H21 に 展 田21 に 田21 で 低 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 ス 大 ス 大 ス ス ス 、 、 、 、	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。	低コス学表 本学の 本学の 本学の 本学の 本学の はは、 はは、 はは、 はは、 はいで、
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 12 · 岩手県	奥州市	コナラ等広葉樹	1,500	H22	前生50年生 広葉樹林、 H21に伐採、 H22 ナラ新木 合間木を ので で 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。	低業証事別ル業日士 と ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ 等委告モ別書業 ・ ・ ・ ・ り ・ り ・ り ・ り ・ り ・ り ・ り ・ り
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 13 · 山形県	最上郡金山町	スギ	2,000	Н22	H21 に 伐 採・ 地 栽 っ 貫作 と 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大	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。	低コスト林 業事業 事業 別別地報告 業本 日本 大会: H22.3

表 3-4 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

					<u> Т</u>	但秋に示る処法	25 (10) 1 2 2 3 A A A	
分類	文献場	所	樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年		植栽試験報告等の概要	出典
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 14 • 福島県	伊達郡川俣町	スギ	1,000	H21	H21 伐採直 後に 様え、H21 裸 苗 苗 苗 は 以下 は 大 大 は 大 は 大 は は り は り は り り り り り り り	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。	低業証事別ル業日本 ス営業報(域告株 実託書デ事) 大会: H22.3
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 15 • 福島県	大沼郡金山町	カラマツ	1,000	H21	H21 伐採直 後に 持え、H21 標 苗 苗 苗 以 下 は 大 は 大 は り 大 は り は り は り は り は り り り り	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。	低業証事別ル業日大等委告モ別 リカリッ は要業報(域告林 は場本本会: H22.3
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 16 •福島県	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。	低業証事別ル業日大 の選業報(域告株 を要告モ別書 が は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 17 • 福島県	いわき市田人町	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 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。	低業証事別ル業日本 ス営業報告 事別 地報本 会: H22.3
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 18 • 福島県	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、運搬経費をを 1/3 に削 減した。	低業証事別ル業日本 ス営業報(域告株 まま、別地報本会 : H22.3

表 3-5 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

					ХШ/ХІ		土又獣の登理結果	
分類		狀No. • 所	樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年		植栽試験報告等の概要	出典
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 19 • 静岡県	浜松市天竜区	スギ	1,000 - 3,000	H21	H20 伐採、ス 様 栽、H21 に 状・筋本に応 地形底 地順 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。	低業証事別ル業日士 ス営業報(域告林 上別書業 (域告林 出2.3
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 20 • 徳島県	那賀郡那賀町	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。対 象地は社有林。	低林実託書デ事書業 コス経事業Ⅲ地業 日士 は城 4本会 H22.3
ii 一貫作業 システム の低密度 植栽試験	No. 21 · 徳島県	那賀郡那賀町	スギ	1,000	Н22	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。	低業証事別ル業日大 ス営業報(域告株 ままで、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、
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。	旭川営林支 局業務発表 集:横山・ 中 村 等
iii 大苗の低 密度植栽 試験	No. 23 · 三重県	尾鷲地域社有林	ヒノキ	2,500	H15	H21時点5-6 年生密 大植。 大植。 とら 等 が が で が で た に た た た た た た た た た た り た り た り た り た	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。	低業証事別ル業日よ ス営業報(域告株 と別書業 は が は は は は は は は は は は は は は は は は は

表 3-6 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

			1		хш/хі	EWICK ORD	土义队仍登垤稻未	
分類		狀No. · 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 大苗の低 密度植栽 試験	No. 24 · 和歌山県	東牟田郡古座川町	スギ	1,000 - 4,000	H16	H26 時点 10 年生、大・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	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 載は林冠閉鎖が遅い。	***
iii 大苗の低 密度植栽 試験	No. 25 • 徳島県	三好市池田町松尾	スギ	1,500 - 3,000	H16	H26 時点 10 年生 裸 cm 裸 (55 cm) 成験の 3 に 本 田と 通 の 裁 28 の 3 施 区 性 地 で の は 地 で で は 地 で で は 地 で で で は 地 た で で で で で で で で で で で で で で で で で で	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。樹高は大苗が普通るの倍近くで推移してか被害が多い。	応会集 2012 (63:60) 西澤・渡・国 準県四 所)
iii 大苗の低 密度植栽 試験	No. 26 · 愛媛県	新居浜市立川町	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。	業経営等実 証事業委託 事業報告書 別Ⅲ(モデ
iii 大苗の低 密度植栽 試験	No. 27 • 愛媛県	四国中央市富郷町	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。	低 業 証 事 別 ル 業 ままままままままままままままままままままままままままままままままま

表 3-7 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

衣 3-7 仏名及他秋に馀る枕仕人脈の登埋結朱									
分類		狀No. · 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 大苗の低 密度植栽 試験	No. 28 • 愛媛県	新居浜市・本山町	スギ・ヒノキ	800	H22	前生雑木伐植 (H21 採)H22 貫(大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大)	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。		
iii 大苗の低 密度植栽 試験	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。下型 は毎年実施するのが理想だ が、隔年下刈でも林冠閉鎖 しつめ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。	流研究発表 収 録 46	
iii 大苗の低 密度植栽 試験	No. 30 · 高知県	土佐郡土佐町東石原	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・3,0 00 本植栽。 H22-25 下刈 試験 (毎年 ・照年・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、生存率がる。下刈は毎年実施するのが理想だが、隔年下刈で刈るのまた、下側がある。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。	収 録 46	
iii 大苗の低 密度植栽 試験	No. 31 · 高知県	安芸郡奈半利町	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・3,0 00 本植栽。 H22-25 下刈 試験(毎年・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、隔年下刈でも林冠閉鎖しつつある。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。	近株林流収(14-19)2014 無要が ・研録・14-19)2014 高原森支 ・2014 知・総所 ・2014 知・総所 ・2014 知・総所 ・2014 知・総所 ・2014 知・ ・2014 知・ 2014 知 知・ 2014 知 知・ 2014 知 知 第 2014 知 知 第 2014 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知 知	

表 3-8 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

			- 1		УШ/Х1		土义队仍登垤枯未	
分類		狀No. • 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 類別植栽 密験	No. 32 · 三重県	紀北町鍛冶屋又国有林	ヒノキ	1,000	H22	H26時点4年 生、と一苗ップ植 大と一苗ップ植 大と一苗ップ植 (H23 -25・・。 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。	林管理局森
iv 苗木の種 類別の低 密度植栽 試験	No. 33 ・島根県	大田市川合町	スギ	1,000	H22	H26時点4年 生コ (150cc-41 cm)宮苗 (37 38 cm)えを を を を が が が が が が が が が が が が が が が が	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 能性がある。	林学会発表 要 旨 63 (54) · 山 中 (島根 県)、川部
iv 苗木の種 類別の低 密度植栽 試験	No. 34 • 高知県	香美市土佐山田町	スギ	1, 500	Н23	H26時点3年 生、150cc (43 cm)・300 CC(57 cm)コンテナ苗と 裸大苗(96 cm)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司 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 費削減の可能性がある。	林タ中省事法合国 (H27) 林フ国力例森究支 (H27)
iv 苗木の種 類別の低 密度植栽 試験	No. 35 · 高知県	いの町・桐ノサコ	ヒノキ	1, 500	H21	H26時点5年 生、挿イポッカ (38 cm)と 古 実 在 報	セラミックポット苗は活着率が 60%程度と悪く、その後の肥大・上長成長ともに裸苗より劣っていた。	四理術ン畿の林(総四四理術ン畿の林独合国別・タ中省事法)研支村をは、四再例森究支付27)

表 3-9 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類		狀No. • 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 別の低栽試 験	No. 36 · 三重県	紀北町	ヒノキ	1,000 - 2,000	H22	H26時点4年 生、実生裸 苗の密試験。 H23-25 と下 刈試験下 刈と無下 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。なお、No.32 と同地の試験区である。	近畿 中国森 林・研録 46 (14-19) 20 14 早局) 田・島 田・島 田・島 田・島 田・島 田・島
v 植栽本数 別の植栽 験	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 (50 cm) の化区で・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	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りで75%と低が本数りで数多くが本を関するので数多くが本を関するので数多くが表にない。なお、根本径や林冠面番は1,000 本下刈区が多く、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)
v 植栽本数 別の低報 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 苗の密試験。 H21-22 と下 刈 試 験 (1,000 本 坪刈、2,000 本坪・全刈、 3,000 本全 刈り)。	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。	化 協 会 : 2011 〔38-50〕山 中:島根県)
v 植栽本数 別の低栽試 験	No. 39 •島根県	安来市広瀬町布部	ヒノキ	1,000 - 3,000	H20	山火事跡地の植栽時に 6年生、実施 6年生、密報 別。 H21-24 の4年間 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 化協会: 2009 [67-72]山 中:島根県)

表 3-10 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

			-21		ЗШД	IE/A(-)/(O)	住 人 獣 伊 登 理 超 未	
分類	文献場	状No. ・ 所	樹 種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年		植栽試験報告等の概要	出典
vi 多雪地域度 動物で を 動物で を が を が を が を が を が が り が り が り が り が り	No. 40 ・秋田県	由利本荘市	スギ	1,000 - 2,500	H14	H25 時点 11 年生、低密 度 (1,000・ 2,000 本)と 通 常 窓 (2,500 本) の 植 栽 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 本が一番大きいが 不良木とのバラツキが目立 つ。	多低をき成2016 : 木東和県 2016 : 木東和県) で栽との成 八研。田県) (14年) (14年
ii ーシの植地別度験多の植でのででででででででででできます。 買ス低栽栽の植 雪低栽 ででででででででできます。 では、 では、 では、 では、 では、 では、 では、 では、	No. 41・東北地方	秋田・岩手県	スギ・カラマツ	1,000 - 2,500	H12 - H22	【秋田本荘 ・ 事例】H25 11 12 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11	【秋田本荘事例】 No.40 と同様 【岩手一貫作業事例】 (㈱ノースジャパンの報告では、グラップルによる機械地拵え直後にスギ・カラアツコンテナ苗を密度1,500-2,000本/haで植栽。相栽費用の低コスト化を実現。今後は下刈り省力化を目的に除草剤試験等を継続する。	こる低(の16 開発 大地)立法合研究所
i 成林した 低密度植 栽試	No. 42 • 宮城県	登米市	スギ	1,000	S12	H23 時点 74 年生、低密 度植栽 (1,000 本)。	H21 年までに保育間伐を行い密度 600 本/ha、形状比 59 (平均樹高 27.6m・平均胸高直径 46cm)を H21 に間伐を実施し本数 344 本/ha にした。そのような事例も含め宮城県では低コスト林業経営マニュアルを作成しその中で低度植栽を行い成林している事例を紹介。	広域振興局 農政部花巻 農林振興セ ンター
v 植別度験苗類密試 本低栽 のの植 ボリ度 が 本ので が が が が が が が が が が が り を り を り を う が り を う の も り も り も り も り も り も り も り も り も り も	No. 43 ・岩手県	二戸市	スギ・カラマツ	1,330 - 1,500	H23	H23 植栽、スギ1,500 マスカラマ 本のカラマ 本の田戸普育 計地。	岩手北部森林管理署と岩手 県林業技術センターでは、 スギ (1,500 本/ha)・カラ マツ (1,330 本/ha) のコン テナ苗と普通苗の植栽試り 地を H23 に設けモニタリテ がを始めた。スギコン大成 もは植栽翌年根本肥大成 も普通苗と同等になった が、カラマツでは明確な傾 向は見られなかった。	民よけ試別2012 北理県セン実普岩林岩技」 2012 部署林ター 大田 及手管手術

表 3-11 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

双 3 11 - 四面及恒秋に床る処任人脈の定理相木									
分類	文南 • 場	所	樹 種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年		植栽試験報告等の概要	出典	
iii 大田 田 田 田 恵 恵 は 田 本 の の の の の の の の の の の の の	No. 44 • 高知県	県内各所	スギ	1,500 - 3,000	H21	H21 植栽、スギ1,500・3,000 本のコンテナ苗と裸大苗の生育試験地。	高知県立森林技術センターではスギのコンテナ苗(h45cm)と裸大苗(h88cm)の植栽試験地(1,500本/ha・3,000本/ha)をH21に行ない植栽人工数や運搬経費等のコストの検討を行なった。植栽本数に関わらずコンテナ苗は運搬経費が掛からずは運搬経費が掛からず植栽経費が掛からず結果的に低コストであった。	低造化研20行林所立セコ林に究13 政総・森ンスの向成:法合高林タト実け果独人研知技ーー・	
iv 苗類密 大別度 大別度 大別度 大別度 大別度 大のの植 大のの植 大のの植 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大ののも 大のも 大	No. 45 ・高知県	四万十町他	スギ・ヒノキ	1,000 - 3,000	H21	H21 植栽、スギー・ ギ・甘と裸苗 コ,500 3,000 本の生 地。	H21に挿木苗(セラミックポット挿木苗)と裸苗(普通苗)の1,000本/haと3,000本/haの低密度植栽試験を開始した。活着率はヒノキ挿木苗が悪く挿木苗の発育は不十分で成長はスギ、ヒノキともに普通苗の方が良い。	平度のギ疎験四術ンス (27 開「ノ業 (2015) 本援 (2015) から (
iii v 大密試植別度験 古度験栽の植 本低栽 数密試	No. 46・近畿・中国	島根・三重県	スギ・ヒノキ	1,000 - 3,000	H20 • H22	【市】H20に1,000区 は は は い は り に り り り り り り り り り り り り り り り り り	【島根安来市】山火事跡地にヒノキ1,000・3,000本/ha 試験地にヒノキ1,000・3,000本/ha 試験地で度度は一個であった。 (実はは一個であった。 (大きな) を 1,000・3,000本/ha を H20 を H20 を H20 を H20 を H20 に 大きな に いきな に いきな に からな に からな に からな に 大きな に からな に 大きな に からな に 大きな に からな	近国省事20行林所畿・力 15政総・国造 独人研・国造 独人研中の林集立森究	

表 3-12 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

					<u>з</u> , ш // с	10/1/(1 - 1/1 0 5)	住 人 獣 の 釜 珪 結 未	
分類	文献場	狀No. • 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 植別度 大 を を を を を を の を を の を の を の を の で を の で を の で を の で を の で も の で も の で も の は あ の に も に も の に も の に も の に も の に も の に も の に も の に も の に も の に も の に も の に も の に 。 に 。 。 に 。 に 。 に 。 に 。 に 。 。 に 。 。 。 。 。 。 。 。 。 。 。 。 。	No. 47・秋田・山形県	秋田・山形県内 5 箇所	スギ	500 - 2, 500	H26 - H27	H26-27 年度 にスギ 5 箇 所 に 500-2,500 本の試験区 を設定。	H26-27 年度にスギ 5 箇所の 低密度試験区 (500-2,500 本 /ha) を設定。また筋刈り・ 全刈り等の下刈り試験も実 施。植栽密度が低いほど単 木材積が大きくなることを 期待し、並材生産を目標に、 今後のモニタリングにより 伐期、経済性を検討してい く。	
v 植栽本数 別 植栽 度 験	No. 48 ・岩手県	岩手県内2箇所	カラマツ	500 - 2, 500	H26 - H27	H26-27 年度 にカラマツ 2 箇所に 500- 2,500 本の 試験区を設 定。	H26-27 年度にカラマツ 2 箇所の低密度試験区(500-2,500本/ha)を設定。また筋刈り・全刈り等の下刈り試験も実施。植栽密度が低いほど単木材積が大きくなることを期待し、並材生産を目標に、今後のモニタリングにより伐期、経済性を検討していく。	北森林管理 局における
v 植栽本数 別の低報 度植栽試 験	No. 49 • 高知県	いの町・香美市	スギ・ヒノキ	1,000 - 3,000	H21	H21 年にスキ ギ1・ヒノに 1,000-3,00 0 本の設定。 【※H27 て現を 調所を を 調所を 施】	下刈り (全刈り) を実施し H26に終えた。	ギ・ヒノキ 植栽 試 験 」 2015: 四国 森林セン ウ
v 植栽本数 別の低栽試 験	No. 50 ・岡山県	新見市鎌谷	スギ	1,000 - 3,000	H11	H11 にスギ 1,000-3,00 0 本の別の 度 験 定 、 H27 本 調 地 関 地 実 に 変 表 に 数 に 数 に る で り 設 に る に る に る に る に る に る に る に る に る に	保育区(下刈り・枝打ち実施区)では、2,000 本植栽区の樹高生長が最も良く、次に1,000 本、3,000 本の順となった。1,000 本植栽区が最も樹高生長が良好となると想定していたが、地形・地質・傾斜・ツル植物等のような結果となったと推測される。	2014 未来を 拓く技術の 森 2015:近 畿中国森林 技術・支援 センター

表 3-13 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

	衣 3-13 「仮名及他私に係る成任人制の登理結果									
分類	文献	所	樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植 栽 年		植栽試験報告等の概要	出典		
v 植別度験多の植栽の植 地密験多の植栽の植 地密験	No. 51・岩手・秋田県	矢巾町・由利本荘市	スギ	500 - 3,000	H14 - H15	【岩手県午 市町】 H23 カンラン 苗 1,000 植栽。 【秋田25 年 (No.40・41 と同地)	【岩手県矢巾町】 カラマツコンテナ苗の低密 度植栽による下刈の省力化 試験。2年間下刈り、3年間 下刈り、5年間下刈り区を設 けた。通常5年間の下刈が3 年間下刈りで可能であっ た。 【秋田本荘事例】 No.40・41と同様	東多適スシ開セこる低20研人研北雪しトス発ミま再コ15究森究地環た再テ(ナで造ス:開林所方境低造ム総一や林ト国発総のにコ林の括これの)立法合		
v 植栽本数 別の植栽試 験	No. 52 ・岩手・福島県	岩手・福島県	カラマツ・広葉樹	1,000 - 2,000	H21 • H22	・H21 岩手県 森組関連カ ラ マ ツ 1,500-1,80 0 本植栽。 ・H21-22 福 島県森組関連 ス ギ 1,000-2,00 0 本植栽。	・岩手県水沢森組・葛巻森 組カラマツ 1,500-1,800 本 /ha 植栽の実施(下刈り省力 化試験も兼ねる)。 ・福島県磐城造林・飯館森 組・福島北森組・会津若松 地方森組・田村森組スギ 2,000 本/ha 植栽の実施(下 刈り省力化試験も兼ねる)。	平成21年度 低コスト 業経営等悪 要2009:日 本林 会		
iii 大苗の低 密度 試験 vi 多電・地域 の低栽試験 植栽試験	No. 53 ・ 石川県	中能登町	スギ	2,000	H24	H24 グラップル地拵え 直後にスギ 大苗 90cm程 度 1,100 本 植栽 (春植 え)。	グラップル地拵え後にスギ 大苗を1,100本/ha 植栽、雪 起こしを行った。大苗の活 着率100%、グラップ地拵え したので下草生育不良で50cm も上長成長したが、ノウサ ギ害で1割枯損。雪起こし の手間は削減できなかなが、下刈り省力化につなが った。	//		
v 植栽本数 別の低栽試 験	No. 54 • 北海道	美唄市	グイマツ F1	500 - 32, 00 0	S60	S60 にグイマツ F1 を500・1,000・2,000・4,000・32,000 本を植栽。	S60 にグイマツ F1 の植栽本 数別試験地 (500・1,000・ 2,000・4,000・8,000・32,000 本/ha) を設定。林齢 8 年生 で 4,000 本/ha 区に、林齢 14 年生で各区で成長に差が 見られた。胸高直径は低密 度植栽区で太く、枝の枯れ 上りが遅く樹冠長が長く、 大きな節が多い。	グイマツ F1 の生長 植 表 2016:総構 道立機構 で機場 試験場		

表 3-14 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

	双 5 14				РМПР	CID/00 - 01 0 0	加工文献の金塔和木	
分類	,	狀№. • ·所	樹種	植栽 密度 (本 /ha)	植栽年	低密度	E植栽試験報告等の概要	出典
ii ーシの根裁 貫ス低試本低 を を を が が が が が が が が が が が が が	No. 55 · 宮崎県	宮崎・日南市	スギ	1, 500 - 3, 000	H21	H21 にスギ 1,500 3,000 本を 植栽。1,500 本は一貫作 業で、3,000 本は通常作 業で植栽。	H21 年皆伐跡地の再造林に当って、通常の人力棚積み地拵え後スギ3,000 本/ha の通常植栽区と、グラップル地拵え後スギ1,500 本/ha の低密度植栽区との比較試験を行った。(㈱松岡林産の報告によると、コストは一貫作業型低密度植栽地の方が2/3程度であった。	皆的と機る低のよりにス実 と地別にス実 とのよりにス実 とのよりにス 実 2010: 株産
iv 苗類密試 植別度験 本低裁 数密試	No. 56 • 茨城県	日立市	スギ	1,000 - 3,000	Н27	H27 スギエリーコンデン は 1,000 本 は 表。 【※H27 本 表 現地 調地 実施】	コンテナで育苗したエリートツリーの1,000・1,500・3,000本/hamの植栽試験地を設定した。40~50cmの通常苗は5年で樹高2m以上に生長するが、エリート苗は3年で2m以上となる。そのエリートツリーをコンテナン苗として養苗し試験地に植栽した。	平成 27 年度 技術開発試 験 の 概 要 2017: 関東森 林技術・支援 センター
iv 苗類密試植別度験不別度験栽の植本低栽 数密試	No. 57 · 三重県	紀北町鍛冶屋又国有林	ヒノキ	1,000 - 2,000	H22 - H24	植000・/h度た6存り験タ生木苗ラ苗響裁・1,500の植ノ間、省果プ苗ュ挿 別検度,500 低栽キの下略、(、一木ツの討りの本密しの生刈試苗実挿ブセク影	文験を表表している。	三屋に密しのに栽刈タ響業7(田重究・森重又お度た初及密りイ三研1・県所中林県国いでヒ期ぼ度及プ重究9)奥林)井管鍛有て植ノ成すとびの県報(王署)に乗り、大会・大会・大会・大会・大会・大会・大会・大会・大会・大会・大会・大会・大会・大

表 3-15 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類		狀No. · 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植別度験	No. 58 · 広島県	福山市	スギ・ヒノキ	1,000 - 3,000	S49	S49 に 1,000- 3,000 本設 に ノー 植け た ** ・	S48・49にスキーの1,000・1,500・2,000・3,000 本/haの植栽区を分けた。 が1,000・1,500・2,000・3,000 本/haの植栽区を分けた。 で分けりででからいたがるのは を分には、 を分にしていた。 を分にしていた。 を分にないででででいた。 をではないででででいた。 をでいた。 をでいた。 をでいた。 をでいた。 をでいた。 とでが、 とでが、 とでが、 とでが、 とでが、 とでが、 とでが、 とでが、	たノ伐え林び形調つ:森スキ期た分材・査い近林で度果2016国理がは、とは、これのでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これ
v 植栽本数 のは栽 験	No. 59 · 岩手県	矢巾町	スギ	500 - 3,000	H15	H15、平坦地 にスギ 500- 3,000 本の 密度設け、 10 年後に毎 木った。	H15、平坦地にスギ 500・1,000・2,000・3,000 本/ha の植栽区を設けた。10 年後の調査結果は、枯死なく、他は 15%前後であった。はどものの本区が高くなるをである。 下で、	に及ぼす影響-植栽 10 年目の調査 結果-(後 述文献No.60 も参照) 2014

表 3-16 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

					3, pa //c	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	任文献 少 至 互 和 木	
分類		献No. ∙ ·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植別度験本低裁密試	No. 60・全国各地	東北地方に向けた全国各地の事例や考え方の紹介	スギ・ヒノキ・カラマツ	500 - 10,000	S37 - H15	全国に変列というでは、自然を担じたのでは、自然を対して、自然を対し、自然を対して、自然を対して、自然を対して、自然を対して、自然を対して、自然を対して、自然を対して、自然を対して、自然を対して、自然を対し、自然を対し、自然を対して、自然を対し、自然をは、自然をは、自然をは、自然をは、自然をは、自然をは、自然をは、自然をは	・大ケ股がい・坪刈伐で点・的地経夕述・にを間林ば・巻力は刈性・るのでは、大大大股がい・坪刈伐で点・的地経夕述・にを間林ば・巻力は刈性・るのでのでは、大大大変を変わの計け強が、大大大変を変して変が減らして見行、をでいを、必減ム生のでの指おでは、世界ででがはなどれ意をで度して標けるをテ選定とか低力をう成継いるがはなどがはないにでので見行、をでいを、必減ム生のでではないながながよるをトー、、形に要集無無低立とをり。栽のにたりの年りれがよるをトー、、形に要集無無低立とをり。栽のにたりの年りれがよるをトー、、形に要集無無低立とをり。栽のにたりの中等のより、削な一科試質モ性、成節く密する取の今し必おとうや輪や。い、下間減利・学験、二が、材材、度れ。り省後下要け。ゴニ幅す、、下間減利・学験、二が、材材、度れ。り省後下要け	スト再造林 の実用化と 課題 2015 : 松 本 和 馬・小谷英
v 植栽本数 別植栽 度 験	No. 61 • 宮崎県	日南市	スギ	376 - 10,000	S47	S47 に、 S47 に、 配 だ 、 配 だ 、 Ne1-der (19 62)	測密を を を を を を を を を を を を を を	

表 3-17 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

分類	文献場	•	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 別の低密 度植栽試 験	No. 61 ・宮崎県	日南市	スギ	376 - 10, 000	S47	各は36本か は 数る。 本が る。本で 調を で 地 変 を 変 を 変 を 変 を の が る。 を の の を の を の の を の を の を の を の を の を	1,615 本の植栽密度区以上ではほぼ一定であった。一方、形質を求める場合は、高密度の植栽では形質が悪く、逆に低密度では良形質材の林分材積量が低かった。この結果、植栽密度は2,000~2,800 本が望ましい。	※前ページ参照
v 植別度験 報の植栽本低報 等の植栽試験 植栽試験	No. 62 ・秋田県	由利本荘市	スギ	1,000 - 3,000	H14	No.40・41・ 51 と同様	No.40・41・51 と同様	植違若分長影回学術33)のギ林成す25杯学:: 233)・和田
iii 大苗 植栽	No. 63 · 福岡県	東峰村	スギ	2,000	H22	H22、植カ年にシ調っ、通大000 栽被経大カ査た、通大000 栽と経大カ査た、お苗本し、高過根被をでかる後の害行	シ普でをたいた。 主でをたいた。 を表示した。 を、 を、 を、 を、 を、 を、 を、 を、 を、 を、	ス栽カの州66:147-149大よ害例林7-149・塚今村に食事森147-149・塚今村が、研り、日本のは、日本の村の、日本の村の、日本の、日本の、日本の、日本の、日本の、日本の、日本の、日本の、日本の、日本

表 3-18 低密度植栽に係る既往文献の整理結果

			1		:	TEAXIC IN SU	任义队の登垤結果	
分類		就No. • ∶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植別度験本低裁案のは表数密試	No. 64 · 広島県	福山市	スギ	1,000 - 3,000	S49	No. 59 とに 349 に 349 に 7 の 1,000-3,000 を 1 で 1,000-3,000 を 1 で 1 で 1 で 1 で 1 で 1 で 1 で 1 で 1 で 1	本/haの4段階から成るヒノ キ34年生林分を調査。植栽 密度の違いが植栽木の成長 に及ぼす影響を検討。平均 胸高直径と平均幹材積は密	違いが植栽 木の成長に 及ぼす影響 (九州森林 研究62: 14-17) 2009
v 植栽本数	No. 65 · 鹿児島県	垂水市	ヒノキ	1,500 - 3,000	H19	H19 1,500 1,500 2 3,000 後過林、験、業検 2 2 を年た対刈を刈程し	下刈り作業の実労働時間記録と下刈り実施面積より1人1日6時間労働として人工数(人・日/ha)を算出。また、雑草木の平均群落高、植栽木の視認率を調査した。4年間の下刈りに要した合計人工数は、下刈りを毎	ターンの違 いによる下 刈り作業工 程(鹿大演 研報 38) 2011 : 金

表 3-18 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 別の低密度 植栽試験	No. 65 ・ 鹿児島県	垂水市	ヒノキ	1, 500 - 3, 000	H19		工数の増加には、下刈りを 省略することで雑草木が繁 茂し平均群落高が高くなる こと、雑草木の平均群落高 の増加に対して人工数が増 加する傾向が関連した。	
v植栽本版教密は大変を対している。	No. 66 · 北海道	美唄市	グイマツ F1	625 - 1,000 • 2,000	S60 • H14 - H16	道内20箇所において イマット1の低事例の 析。	冠閉鎖が遅れ、ツルや広葉 樹が侵入できる期間が長く	種F1の低密 度 植 栽 2007 : 来 田・黒丸・ 内山(北海

4.1.2 文献整理結果の分析

既往の低密度植栽の事例は、古くからあるものの、平成 15 年以降、各地域にて比較的盛んに実証試験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材の形質等について
- (2) 低密度植栽時における地拵えの簡略化(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よる低密度植栽とコンテナ苗の使用について
- (5) 低密度植栽による林冠閉鎖の状況について
- (6) 低密度植栽地における坪刈りや筋刈り等による下刈り経費の削減について
- (7) 大苗の低密度植栽による下刈り経費の削減等について
- (8) 低密度植栽による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材の形質等について

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 ㎡/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。また、通常の密度(2,000 本/ha) に比較し、低密度植栽だと、地拵えから最終間伐までの育林経費は、つる切り除伐回数が1回増えるものの、トータルでは約70%と低コストであった。(文献No.1・66)
- ≫ 岩手県の事例だと、スギ植栽後 10 年経過した植栽密度別の形状比を見ると、500 本区で形状 比 63、3,000 本区で 77 と植栽密度が高くなるほど幹が細身となり、高密度だと雪害(冠雪)を 受けやすく、低密度だと受けにくい。(文献№59)
- ≫ 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・42)
- ≫ 広島県におけるスギ、ヒノキの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。また、スギ、ヒノキともに密度 1,500 本/ha 以上であれば樹形・形質・強度的に利用が可能であった。特に、スギの場合は、強度の高い品種を用いれば 1,000 本/ha でも形質・強度的に利用可能であった。(文献 $N_0.4\sim6\cdot58\cdot64$)

- ≫ 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 (1,500 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。しかしいったん林冠閉鎖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№8)
- ≫ 全国各地における経験的な概念では、一般論ではあるが、スギ等の低密度植栽だと、植栽 経費が安く、坪刈りなどの工夫を行うことにより下刈り経費が削減でき、間伐回数を減ら してトータル経費を削減できる可能性があると言われている。特に、生産目標を並材や集 成材とすれば、通直で無節材を生産する必要性が無く、間伐回数を減らした低密度林業シ ステムが成立すれば、林業経営上有利となる。(文献№60)

- ≫ 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№2)
- ≫ 広島県におけるスギ、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№4~6・64)
- ≫ 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№6)
- ≫ 全国各地における経験的な概念では、一般論ではあるが、スギ等の低密度植栽だと、大きな節ができやすく、ウラゴケになりやすく、曲りや二股木が増え、年輪幅が広くなって強度が弱くなりやすいと言われている。(文献N₀60・64)
- ≫ 北海道におけるグイマツF1の低密度植栽の林齢14年生の事例では、低密度植栽になる程、 胸高直径は太く、枝の枯れ上りが遅く、樹冠長が長く、ウラゴケで大きな節が多くなる傾向が 見られた。(文献№54)
- ≫ 岩手県の事例だと、スギ植栽後 10 年経過した植栽密度別の形状比を見ると、500 本区で形状比 63、3,000 本区で 77 と植栽密度が高くなるほど幹が細身となり、一方低密度だとウラゴケになりやすく、製材時の歩留まりが下がる可能性が指摘されている。 (文献№59)
- ≫ 宮崎県における、スギ植栽密度の異なる(376~10,000 本/ha)の円形試験地の事例では、極端な高密度と低密度では林木形質や目標サイズに達するまでの時間などから望ましくない。利用上、特に形質にこだわる場合は、高密度の植栽では形質が悪く、逆に低密度では

良形質材の林分材積量が低かった。この結果、植栽密度は 2,000~2,800 本の中庸な植栽密度が望ましい。(文献No.61)

(2) 低密度植栽時における地拵えの簡略化(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は、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№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№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№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(トータル的)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№14・15)
- ≫ 島根県の事例では、低密度植栽は1本当りの植栽経費が1/2~1/3であった。(文献№46)
- ≫ 高知県の事例では、スギコンテナ苗 (h45cm) を低密度植栽した場合、コンテナ苗は植栽本数に関わらず1本当りの運搬経費が裸苗の大苗 (h88cm) よりも掛かるが、植栽経費が掛からず、結果的に低コストになった。 (文献No.44)
- ≫ 宮崎県の事例では、通常のスギ植栽密度 (3,000 本/ha) に比べると、1,500 本/ha だと植 栽経費が 2/3 と低コストであった。 (文献№55)

【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№4~6)

(4) 一貫作業システムによる低密度植栽と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N₀.14・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)
- ≫ 岩手県におけるグラップルを活用した地拵え直後にカラマツのコンテナ苗を植栽した事例では、植栽経費を削減できた。コンテナ苗は運搬が重たいが一貫作業による機械運搬を行い、また植栽自体が容易で、普通苗よりも低コストとなった。(文献No.41)

- ≫ 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N₀.33・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N₀.34)

- ≫ 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)
- ≫ 岩手県におけるカラマツコンテナ苗と裸苗の低密度植栽事例では、コンテナ苗は裸苗と比較し、根元径が細いものが多かった。そのため、植栽後1年間は上長成長よりも肥大成長ばかりしていた。ただし、1年経過後は、裸苗と同等の太さになった。(文献№43)

(5) 低密度植栽による林冠閉鎖の状況について

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林冠閉鎖する。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つる類が少ないので、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)

- ≫ 北海道におけるグイマツF1の低密度植栽の事例では、通常の密度に比較し、林冠閉鎖が遅れ、ツルや広葉樹が侵入できる期間が長くなる。従来の植栽方法(2,000 本/ha 程度)では、ツル切り・除伐が10年生までに2回程度必要になるが、低密度植栽では15年生頃までに3回必要になった。(文献№66)
- ≫ 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つる類が多く、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№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

 $(3,000\sim5,000$ 本/ha)の植栽地よりは $1\sim2$ 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 $No.4\sim6\cdot23\cdot35$)

(6) 低密度植栽地における坪刈りや筋刈り等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 2.0 mであったのが、1,600 本/ha 植えだと 2.5 m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、植栽木による林冠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、林冠閉鎖の状況や 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N₀.11~21・33・34・36・38・39)
- ≫ 島根県における事例では、低密度植栽地の下刈りを、坪刈り及び筋刈りで実施したところ、 全刈りと比較して省力化が可能となった。(文献No.46)
- ≫ 三重県の事例では、ヒノキ苗木種別に1,000・1,500・2,000 本/haの低密度植栽試験区にて、植栽後6年間の生存率や下刈り省略等の影響を検討した。その結果、密度別の生存率と成長に対する影響はわずかであった。下刈りをしないと、した場合より成長が遅れるが植栽木の樹形異常は少なかった。低密度植栽においては、下刈り省略により木材生産が可能な森林を育成できる可能性があるが、今後は侵入広葉樹の除伐が必要である。(文献No.57)

- ≫ 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№9・10)
- ≫ 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。また、 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)

- ≫ 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№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。特に、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り、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)

(7) 大苗の低密度植栽による下刈り経費の削減等について

大苗を低密度で植栽して、その後の林冠閉鎖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N₀.22)
- ≫ 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、隔年下刈でも林冠閉鎖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N₀.26・27・29~31)
- ≫ 石川県におけるグラップルを活用した地拵え直後にスギ大苗(90cm)を低密度植栽した事例では、翌年の下草の繁茂が少なく、通常より下刈りを1年軽減できた。ただし、雪起こしに係る経費やウサギの食害に対するリスクは変わらなかった。(文献№53)
- ≫ 福岡県の事例では、大苗に対するシカ食害の被害状況は、苗木の主な被害の高さは101~115cmで、最も高いものは155cmであった。その結果、普通苗に比べ、大苗に対する被害が少なかった。(文献63)

【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№23)

(8) 低密度植栽による将来的な間伐回数の削減について

低密度植栽により林冠閉鎖した林は、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№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№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N₀2)

4.1.3 既往文献から得られたまとめと考察

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林冠閉鎖する。
- ◆ 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

- ◆ 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。ただし、低密度植栽で成林したスギでも形質 に問題が無いとの報告もある。
- ◆ 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、通常の下刈りを行へば、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、滞りなく林冠閉鎖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、通常の下刈りだと林冠閉鎖が遅くなり、その分下刈り経費が増す。 林冠閉鎖後は、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、トータル的な低コスト化を見込めるかどうか課題になっている。ただし、低 密度に植栽を行い下刈りを省略化した場合、下刈りを行った場合よりも成長が遅れるが、 植栽木の樹形異常は少なかったとの報告もある。

(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)、積雪地域の実態(iv)などがあげられる。そのため、今後も引き続き $i \sim iv$ の状況を明確にした上での検討が必要となる。その上で、昨年度から今年度に把握した事例から、明らかになりつつある課題を整理する。

i 植栽木の成長量や被覆状態、形質について

◆ 広島県における事例の紹介

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。ただし、低密度植栽で成林したスギでも形質に問題が無いとの報告もある。(文献No.4・5・6・49・58・64)

ii 侵入雑草木・つる類や下刈りとの関連性

◆ 埼玉県、長崎県における事例の紹介

昨年度及び当年度の当該事業における既往植栽試験地(埼玉県、長崎県)におけるヒノキ低密度植栽試験地(林齢 11-15 年、密度 1,000-1,500 本)の事例では、下刈り後の除伐・つる切り・補植等を怠ると侵入雑草木・つる類(クズ等)による被害が多く発生し、植栽後 10 年以上経過しても林冠閉鎖には至らない。

◆ 三重県における事例の紹介

ヒノキ人工林施業において下刈り省略が可能な条件を明らかにするために, 三重県鍛冶屋又

国有林において植栽密度 1,000 本/ha、1,500 本/ha、2,000 本/ha の低密度で植栽したヒノキ植栽木の 6 年間の生存率、成長に及ぼす植栽密度、下刈り省略等の影響を検討した。

植栽密度の植栽木の生存率と成長に対する影響はわずかであった。下刈りを省略したとき植 栽木の成長に影響がみられ、下刈りを行った場合よりも成長が遅れるが、植栽木の樹形異常は 少なかった。

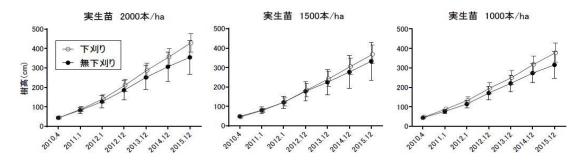


図 1-1 各試験区における植栽木の樹高の経年変化(誤差線は標準偏差)

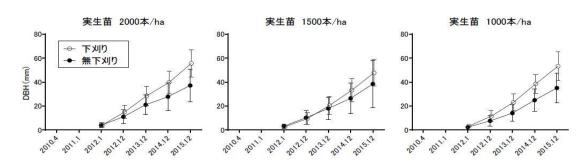


図 1-2 各試験区における植栽木の胸高直径の経年変化(誤差線は標準偏差)

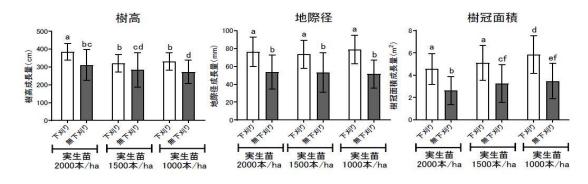


図 1-3 実生苗の植栽密度間、下刈り有無間の成長量(6年間)の比較(誤差線は標準偏差を示す。また異なる英文字間には有意差がある)

【図 1-1~1-3 の引用】

三重県鍛冶屋又国有林における低密度植栽ヒノキの初期成長に及ぼす植栽密度と下刈り及び苗木品種の影響・三重県林業研究所研究報告第7号2017:島田・奥田(三重県林業研究所)・中井(三重森林管理署)三重県林業研究所研究報告第7号(2017.3):文献No.57

調査結果から、低密度植栽においては、下刈り省略により木材生産が可能な森林を育成できる可能性があるが、今後も順調に成長させるためには、侵入広葉樹の除伐が必要になると考えられた。

iii ネズミやウサギ、シカ等による獣害の状況

◆ 宮城県におけるウサギ、シカ害事例の紹介

昨年度の当該事業における既往植栽試験地(宮城県・三重県)におけるスギ低密度植栽実証試験地(H27.12 植栽、密度1,100-2,500 本)の事例では、植栽後3か月経過した初春雪解け時期に、ウサギ、ニホンジカによる食害を3割程度受けた。該当地域では獣害の発生は稀であったが、近年の再造林地の増加に伴い、ウサギやニホンジカ等に対する対策が必要になってくる。

iv 積雪地域の実態

◆ 秋田県における積雪地域の事例の紹介

【多雪地域で低密度植栽を行なった時のスギの成長と形質】

幼齢期に雪圧害を受けやすい多雪地域の場合、1,000 本/ha 以下の植栽では、主伐時の優良木の収穫本数が減少するおそれがある。一方、2,000 本/ha の低密度植栽では、従来と同等の本数の優良木を収穫することが可能と見込まれた。

多雪地域では、優良木生産をめざす場合には、1,000/ha よりも高い植栽密度を維持した方が良いと報告されている。



図 2-1 多雪地域の植栽密度試験地の状況(2013年4月、植栽から11年経過)

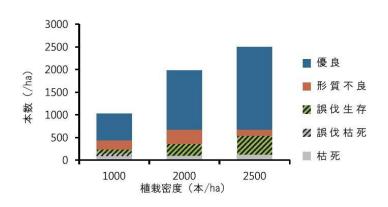


図 2-2 スギの優良木・形質不良木の ha 当たりの本数

【図 2-1, 2-2 の引用】

多雪地域で低密度植栽を行なったときのスギの成長と形質(野口・和田・八木・櫃間)東北地方の多雪環境に適した低コスト再造林システムの実用化に向けた研究集(国立研究開発法人森林総合研究所 2016.2): 文献No.40・41

◆ 青森県における積雪地域の事例の紹介

【多雪地域での低密度植栽に関する調査結果】

青森県内3箇所におけるスギの低密度植栽試験地について、生育調査と樹幹解析を行った。 標準的な植栽密度における成長曲線(地位級1~5)と比較したところ、樹高と胸高直径とも に生育は順調であった。また、利用に支障ない立木(曲り小+曲り中)の割合は9割以上であ り、樹幹形を比較した結果、標準形と大差なかったと報告されている。

区分	植栽密度	林齢	面積	調査本数	備考
	(本/ha)	(年)	(ha)	(本)	加与
$A \boxtimes$	1,700	58	0.31	164	下北地区
B区	1, 100	56	0. 13	144	上北地区
C区	1,000	67	0.72	101	三八地区

表 4 青森県における低密度植栽地の状況

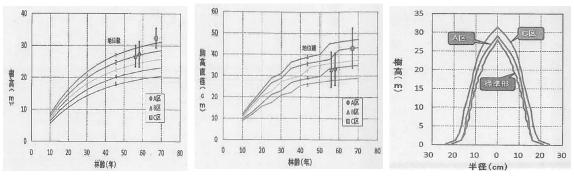


図 3-1 (左図) 青森県低密度植栽試験地における成長曲線との比較(樹高)

図 3-2 (中図) 青森県低密度植栽試験地における成長曲線との比較(胸高直径)

図 3-3 (右図) 青森県低密度植栽試験地における樹幹形の比較

【表4・図3-1~3-2の引用】

低密度植栽に関する調査(青森県林業研究所報告 2014): 文献No.2

4.1.4 既往文献結果から得られた今後の課題について

前項 $4.1.1 \sim 4.1.3$ で整理した内容を受け、既往文献結果から得られた今後の課題について以下の $(1) \sim (8)$ に整理し示す。

(1) 低密度植栽による収穫時のトータルコストや材の形質等について

- ≫ 低密度植栽により、地域、樹種を問わず、無間伐若しくは間伐の低減まで含めたトータルコストはおおむね軽減できる。しかし、収穫時期にまで達した事例が極端に少なく課題となっている。
- ≫ 低密度植栽により、地域、樹種を問わず、節の多い「ウラゴケ」形質になりやすく材の用 途及び強度面から課題であるとの文献が多い。数 10 年前の植栽当時は、無節柱材生産が主 流で、材の形質の良し悪しは大きな課題であった。しかし近年は、集成材等並材生産の用 途が増え、そのような生産目標にした場合、低密度植栽は適する可能性が高いので、今後 の検討が望まれる。
- ≫ なお、短伐期における節の多い「ウラゴケ」形質は、その後長伐期に移行すれば、徐々に「完満」形質に移行していく可能性がある。また、地域や樹種においては、通常密度とあまり変わらない形質の試験結果もあるので、今後の検討が望まれる。

(2) 低密度植栽時における地拵えの簡略化(筋状地拵え・坪状地拵え)について

≫ 植栽前の地拵えを、低密度植栽に併せて部分地拵えで対応する文献が見られ、おおむねコストの軽減が図れる。しかし、最近は一貫作業システムと連動した低密度植栽を行うことにより、コストの削減と翌年の下刈りの軽減化が図れる可能性があるので、そのような観点からの検討が望まれる。

(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

≫ 低密度植栽であれば、苗木の本数が少なくなるので植栽経費は確実に削減できる。また、 一貫作業システムと連動した低密度植栽におけるコンテナ苗の使用においては、苗木代そ のものは嵩むが、植栽効率が良くなり、また翌年の下刈り軽減化と併せて考えると、植栽 翌年までの経費は低コスト化につながるとの文献が多い。

(4) 一貫作業システムによる低密度植栽とコンテナ苗の使用について

- ≫ 前述(2)(3)に記載しているが、グラップル等林業用機械を用いた地拵え直後にコンテナ苗等を林業用機械で運搬して植栽する一貫作業システムと連動した低密度植栽は、植栽翌年の下刈りの軽減も併せて考えると、低コスト化に繋がるとの文献が多い。
- ≫ ただし、コンテナ苗の生育については、植栽後 1~2 年は上長成長せず下草に負けたり、獣害を受ける等の文献が見られる。それらのコンテナ苗は、形質が良くなく徒長苗が多い。今後は、地域、樹種に関係なく、形質の良いコンテナ苗が生産、入手できるようなシステムも含めた検討が望まれる。

(5) 低密度植栽による林冠閉鎖の状況について

≫ 樹種の特性(成長量)によって林冠閉鎖の状況は異なる。特にヒノキは、成長が遅く林冠 閉鎖も遅くなるため、下刈り期間が増すとの文献が多い。今後は、林冠閉鎖との兼ね合い から、地域別のヒノキの低密度植栽に見合った適正密度の検討が望まれる。

(6) 低密度植栽地における坪刈りや筋刈り等による下刈り経費の削減について

- ≫ 低密度植栽地は、例えば 1,100 本/ha 植栽であれば植栽間隔が 3m間隔なので、全面刈りを行わなくても部分刈りで対応できるのではないかとの試験事例が多い。結果的に部分刈りで低コスト化に繋がったとの報告が多い。一方、斜面地における部分刈りが技術的に難しいことや、周辺からのつる類の侵入、ネズミやウサギ等獣害の問題など、部分刈りによる課題も見受けられる。現在、低密度植栽に係る下刈りの部分刈り試験地も多く設定されているので、今後もデータを蓄積し検討を行う必要がある。
- ≫ 地域における事例では、年間の下刈り回数を2回から1回に減らし、また5年から4年に減らしても問題なく成育しているとの報告がある。また、場所によっては下刈りで地域住民の就業の場が確保されていて、下刈りの省力化を推進することが困難な地域もある。しかし、全国的に見ると下刈り従事者が年々減少しており、計画的な下刈りの実行が困難な地域が多く、また下刈作業そのものが重労働で省力化が切に望まれている地域が多い。今後は、地域や樹種に応じて下刈りの考え方を整理していく必要がある。

(7) 大苗の低密度植栽による下刈り経費の削減等について

≫ 大苗を低密度植栽する場合は、苗木代と植栽経費が嵩むが、その後の下刈りの軽減につながるとの文献が見られる。大苗による下刈りの軽減化は、地域や樹種により異なるもので、特にクズ等つる類の繁茂が著しい地域では、下刈りを終了しても適正なつる切りの実施が望まれる。今後は、大苗の低密度植栽によって、苗木代及び植栽経費の割り増しと、下刈りの省力化との兼ね合いから、どの程度の低コスト化に繋がるのかを検討していく必要がある。

(8) 低密度植栽による将来的な間伐回数の削減について

≫ 僅かではあるが、スギ、ヒノキについて、低密度植栽により間伐を行わずに収穫または利用間伐できたとの文献が見られる。また、間伐回数が3回から1回に軽減できたとの報告もある。しかし、収穫時期に達した事例が極端に少なく今後の課題になっている。

最後に、本調査の目的として、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、地域別に生産目標(利用目的)に応じた施業や伐期を明確にしていく必要性があり、今後の大きな検討課題である。