

スギ再造林地での下刈り期間の短縮が成長に与える影響

小谷二郎

要旨: スギ再造林地において、植栽密度と下刈り期間の違いが成長に及ぼす影響を調査した。植栽密度と無関係に、植栽後3年間(2~4年生)で下刈りを終了した翌年には、樹高が下刈り終了の目安にほぼ達した。また、それ以後下刈りを継続した場合と比較しても、樹高、地際直径、枝張りに大きな差はみられなかった。下刈り期間や植栽密度とつるの巻き付き状況には、はっきりした傾向はみられなかった。下刈り作業時間は植栽密度の影響よりも斜面の傾斜度など立地条件が影響し、下刈り期間が長いほど誤伐の割合が高くなる傾向がみられた。

キーワード: スギ再造林地、下刈り期間の短縮、植栽密度、作業工程

I はじめに

戦後の拡大造林で植栽された多くの人工林が本格的な主伐期を迎えつつあり、国産材の供給に対する期待が高まってきている。平成28年度段階で、国内の木材自給率は34.8% (林野庁企画課, 2017) と、平成21年の森林・林業再生プランで掲げた目標である50% (森林・林業基本政策検討委員会, 2011) へ徐々に近づきつつある。石川県の人工林の資源状況からも、10年後には7割以上が利用可能な年齢配置 (石川県農林水産部森林管理課調べ) となると予想され、計画的な主伐再造林によって安定した木材供給と資源の平準化を図っていく必要がある。しかしながら、依然として続く木材価格の低迷や採算性の悪化等により、主伐再造林意欲を低下させている状況にあり、森林所有者への収益還元率を高める技術の確立が早急な課題となっている。

主伐後の再造林意欲を高めるためには、材の生産性を高めることに加え、再造林にかかるコストの低減が重要と考えられる。そのため、これまで

の再造林方法を見直す取り組みが全国的に行われてきた (全国林業改良普及協会, 2013; 森林総合研究所, 2016; 同東北支所, 2016)。この取り組みでは、コンテナ苗を用いて伐採搬出と再造林を同時並行で行う一貫作業システムが検証され、その後の下刈り作業の省略化の可能性も検討されてきた。

石川県でも平成23年から5年間、本県に適した低コスト再造林方法の確立を目指して、地拵え、植栽、下刈りのそれぞれの作業の見直しとともに、トータルのコスト低減に向けた作業システムを検討してきた。この中で、最も労力と経費がかかる作業は、6~7年毎年必要とされる下刈り作業で、下草が繁茂する夏場に行うことが効果的とされている (野上, 1981)。したがって、この作業の期間短縮の可能性を検討することは、森林所有者のみならず作業を請け負う事業者にとっても事業の効率化に大きな影響を与えるものと考えられる。また、植栽本数の低密度化も低コスト再造林を考える上で重要な検討事項である (島田, 2009; 小谷, 2012; 太田ら, 2013; 全国林業改良普及協

表-1. 試験地の概要とスギの生育状況

植栽密度 (本/ha)	処理区	方位	傾斜度 (°)	面積 (m ²)	供試本数	1年生時(植栽直後)			6年生時		
						H(cm)	D(mm)	B(cm)	H(cm)	D(mm)	B(cm)
2500本	省略	南	15~20	600 (200×3)	47	40.0	7.3	36.8	212.8	33.1	94.3
	3年間				50	39.7	7.2	33.4	291.0	55.5	127.7
	4年間				48	40.6	7.1	34.9	265.7	52.1	121.5
1500本	省略	北	25~30	600 (200×3)	30	47.6	7.8	34.1	125.0	17.7	57.0
	3年間				30	43.2	7.0	37.4	253.8	52.3	113.7
	4年間				30	41.5	6.8	35.3	269.3	61.8	126.4
1000本	省略	東	5~10	600 (200×3)	20	44.7	7.0	39.0	185.8	26.7	80.5
	3年間				20	48.0	8.1	40.7	288.9	59.0	135.4
	4年間				20	43.6	6.8	41.5	373.3	80.0	155.1

処理区: 省略—無下刈り区、3年間—2~4年生時下刈り(連続)、4年間—2~5年生時下刈り(連続)。

H: 平均樹高、D: 平均地際直径、B: 平均樹冠幅。

会, 2013)。したがって、低密度植栽した場合に下刈り期間の短縮や作業工程にどのような影響を与えるかも併せて検証する必要がある。

そこで、石川県の多雪地帯で異なる密度で植栽されたスギの再生林地において、下刈り作業の期間短縮が苗木の成長にどのような影響を与えるのかを調査し、低コスト化の可能性について検討した。

II 試験地および試験方法

試験地は、石川県小松市西俣の西俣県有林地内の60年生スギ人工林伐採跡地の再生林地 (2.5ha) に設定された。標高320m、斜面傾斜5~30°、斜面方位南~北向きである (表-1)。この地域の最深積雪深は200cm程度と推定される。このでの伐採は2010年秋に行い、植栽はその1年後の2011年11月に行ったので、植栽前に地拵えを行っている。再生林地は、2,500本/ha、1,500本/ha、1,000本/haの3つの密度で植栽され、それぞれに1箇所ずつ縦20m×横30m ないしは縦10m×横60m の試験地を設け、さらに試験地内を3等分した。それぞれの試験区は、下刈り期間によって3年間区 (2~4年生)、4年間区 (2~5年生)、省略区 (下刈り無し) の3区とした。それぞれの供試本数と植栽直後の樹高、地際直径、枝張りの平均値は表-1のとおりである。

なお、今回の試験では裸苗を用い、多雪地であることから「斜め植え」の方法で行った。

6年生まで、毎年夏の刈り払い前 (7月下旬から8月初旬) に、植栽木の樹高と雑草の高さ (草丈) とつるの種別の巻き付き高さを測定した。そして、植栽直後と毎年秋には、樹高、地際直径、樹冠幅 (4方向) を測定するとともに、誤伐本数をカウントした。なお、試験区内の下刈りは5年生までであるが、植栽地全体は6年生まで行っており、比較のため試験区の周辺木を5年間の下刈り区として6年生時の成長を試験区内の供試本数と同数測定した。

また、2年目と3年目は刈り払い機による下刈り作業時間を計測し工程調査を行った。

結果の統計解析は、エクセル統計 (SSRI, 2010) で行った。

III 結果

1 夏場のスギ樹高と草丈の推移

植栽密度別の各試験区間のスギ樹高と草丈の推移を図-1に示す。ここでは、下刈り区では下刈り終了の目安の1つとされる草丈の1.5倍 (野上, 1981) の値の推移も示した。省略区は、1,500本/ha 区以外はスギと草丈がほぼ同じ高さで推移した。下刈り区では、3年間区の1,500本/ha 区以外では、4ないしは5年生でスギの樹高が草丈の1.5

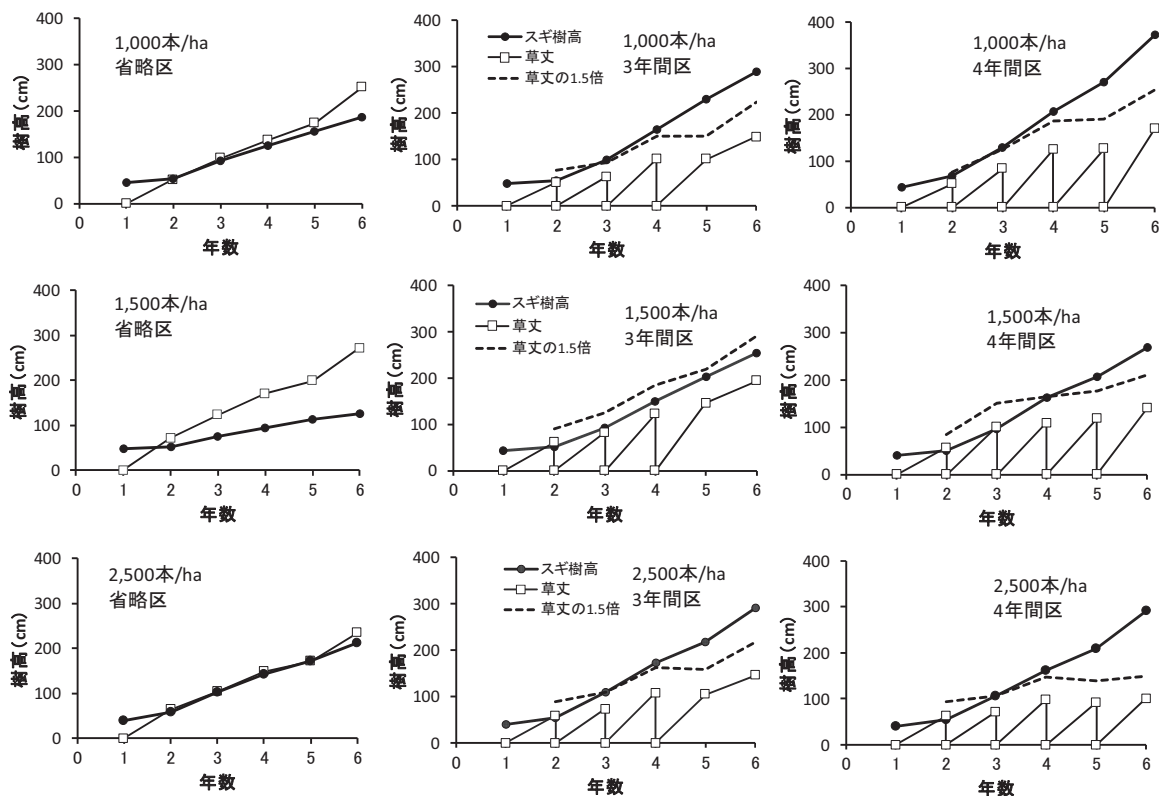


図-1. 下刈り期間別のスギ樹高と草丈の推移

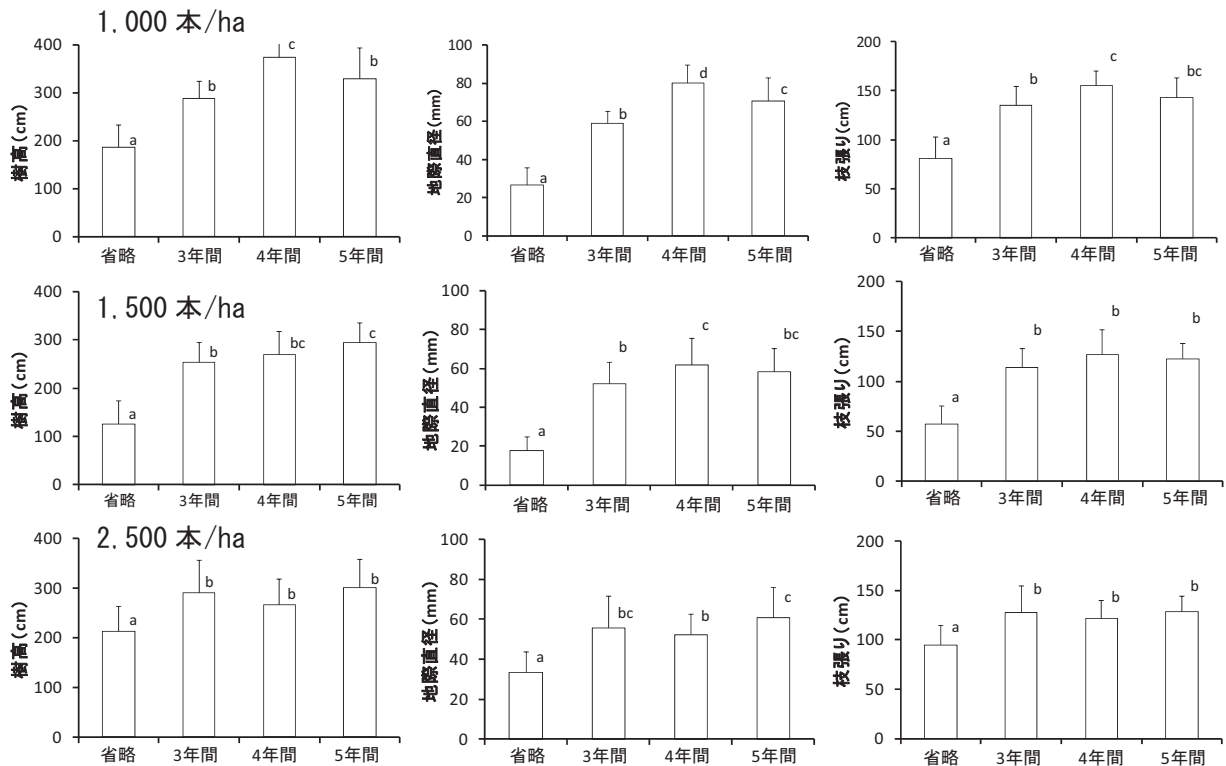


図-2. 下刈り期間別のスギの樹高、地際直径、枝張り（6年生時）
 5年間区は、それぞれの植栽密度区で5年間下刈りを行った周辺木の測定値
 異なるアルファベット間には有意差がある事を示す（1元配置分散分析、Tukeyの多重比較 $p < 0.05$ ）。

倍を超えていた。1,500本/ha 区の3年間区ではスギの樹高は5年生時で草丈を56cm上回っていたが、草丈の1.5倍以下であった。

2 6年生時の成長の比較

6年生時の下刈り期間別のスギの樹高、地際直径、枝張りを比較した（図-2）。ここでは、試験区周辺の5年間下刈りを行っているものも比較として示した。これによると、植栽密度に関係なく、樹高、地際直径、枝張りとも下刈り区が省略区よりも大きくなる傾向がみられた（1元配置分散分析、 $p < 0.05$ ）。しかし、下刈り期間区別では、一部（1,000本/ha 区の樹高と地際直径、1,500本/ha 区の樹高）を除き、差はみられなかった（1元配置分散分析、 $p < 0.05$ ）。また、植栽密度間での差を比較したところ、樹高、地際直径、枝張りとも1,000本/ha > 2,500

表-2. 出現したつるの本数とその割合（6年生時）

種名	1,000本/ha		1,500本/ha		2,500本/ha		平均	
	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%
木本性								
フジ	2	6.5	0	0.0	1	1.6	1.0	2.9
イワガラミ	1	3.2	0	0.0	0	0.0	0.3	1.0
ツルアジサイ	1	3.2	0	0.0	0	0.0	0.3	1.0
アケビsp	1	3.2	1	9.1	0	0.0	0.7	1.9
ノブドウ	0	0.0	1	9.1	2	3.3	1.0	2.9
ヤマガシユウ	0	0.0	0	0.0	1	1.6	0.3	1.0
草本性								
ヘクソカズラ	13	41.9	6	54.5	23	37.7	14.0	40.8
トコロsp	8	25.8	2	18.2	32	52.5	14.0	40.8
ヤマノイモ	4	12.9	1	9.1	2	3.3	2.3	6.8
ヒヨドリジョウゴ	1	3.2	0	0.0	0	0.0	0.3	1.0
合計	31	100	11	100	61	100	34.3	100

本/ha > 1,500本/ha 区となる傾向がみられた（2元配置分散分析、 $p < 0.05$ 、Tukeyの多重比較、 $p < 0.05$ ）。

3 つるの巻き付き状況

6年生時に巻き付きが確認されたつるの種別の本数とその割合を表-2に示した。トータルの本数

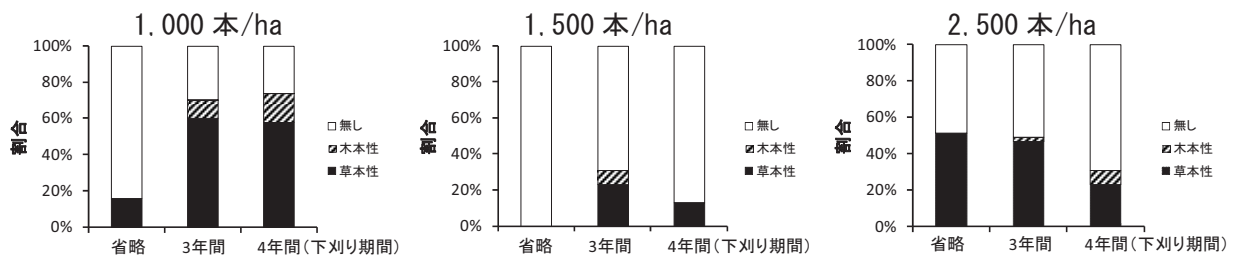


図-3. 下刈り期間別のつるの巻き付き割合（6年生時）

は、2,500本/ha 区>1,000本/ha 区>1,500本/ha 区であった。また、ヘクソカズラやトコロ類など草本性が圧倒的に多かった。木本性ではフジ、ノブドウ、アケビなどがみられた。植栽密度別の草本性と木本性の巻き付き割合を図-3に示す。2,500本/ha 区を除き、省略区で巻き付き割合が少ない傾向がみられた。下刈り区では、1,500本/ha で、3年間区の木本性と草本性の巻き付き割合が高かった (χ^2 検定、 $p<0.05$)。2,500本/ha 区で、4年間区の巻き付き無しと木本性の巻き付きの割合が高かった (χ^2 検定、 $p<0.05$)。植栽密度別のつるの巻き付き高の比較を図-4に示す。2,500本/ha 区を除き、省略区で巻き付き高が低い傾向がみられた (1元配置分散分析、 $p<0.05$)。

4 下刈りの作業時間

それぞれの植栽密度区で、2区画ずつ2年間(2012年：2年生時、2013年：3年生時) 下刈り作業時間を計測した(表-3)。その結果、1,500本/ha 区が他に比べやや時間がかかる傾向がみられた。しかし、植栽密度間、年次間で有意差はみられなかった (2元配置分散分析、 $p>0.05$)。

5 誤伐状況

植栽密度別の誤伐の割合を図-5に示した。どの植栽密度区でも省略区が有意に低くなった (χ^2 検定、 $p<0.05$)。1,000本/ha 区を除き4年間区で誤伐の割合が高くなる傾向がみられた (χ^2 検定、 $p<0.05$)。しかし、その割合は1,500本/ha 区と2,500本/ha 区であまり変わらなかった。

IV 考察

1 下刈り期間短縮による成長への影響

下刈りの回数を減らせば、雑草木に被圧される割合が高くなるため、植栽木の成長は減退することがこれまでの報告(谷本, 1983; 丹下ら, 1993)で指摘され、その影響は樹高よりも肥大成長で大きい(丹下ら, 1993)とされている。そのため、多

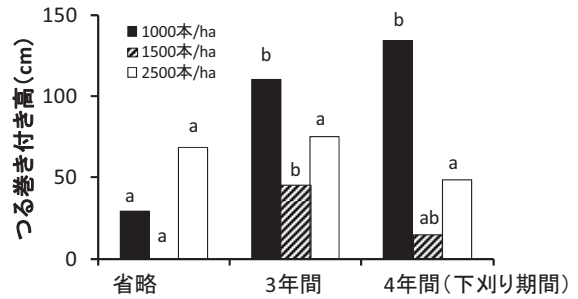


図-4. 下刈り期間別のつるの巻き付き高 (6年生時) アルファベットは図-2と同様

表-3. 植栽密度別の下刈りの工期調査結果

植栽密度	区画	2012年		2013年	
		作業者	時間	作業者	時間
2,500本/ha	1	A	33分34秒	C	28分59秒
	2	B	47分24秒	D	36分38秒
	平均		40分29秒		32分48秒
1,500本/ha	1	A	32分24秒	D	54分56秒
	2	B	48分51秒	C	37分12秒
	平均		40分38秒		46分48秒
1,000本/ha	1	A	26分20秒	D	49分49秒
	2	C	34分15秒	C	32分44秒
	平均		30分17秒		41分17秒

刈り払い区画面積は、いずれも264m²

雪地帯では植栽翌年から8年目まで継続しなければ、下枝の張りが十分で根元曲りの小さい健全木を80%程度に保てない(佐藤, 1984)とされている。ただし、これは拡大造林地を対象とした場合であり、再造林地ではどの程度まで下刈りが必要かについてはこれまであまり報告されていない。今回の調査で、植栽密度に関係なく秋植えの場合、植栽翌年から3年間(2~4年生)でもその後継続した場合と成長に大きな差はみられなかった(図-2)ことから、初期3年で終了可能な目安が示された(図-1)。また、この再造林地の地拵えが伐採の1年後であったにもかかわらず、植栽翌年(2年目)の省略区と下刈り区で秋の成長に差がみられなかった(小谷, 2016)ことから、一貫作業により下草の再生力がより抑えられた状態では、2年目の下刈りも必要ないことが推察される。今回の試験の

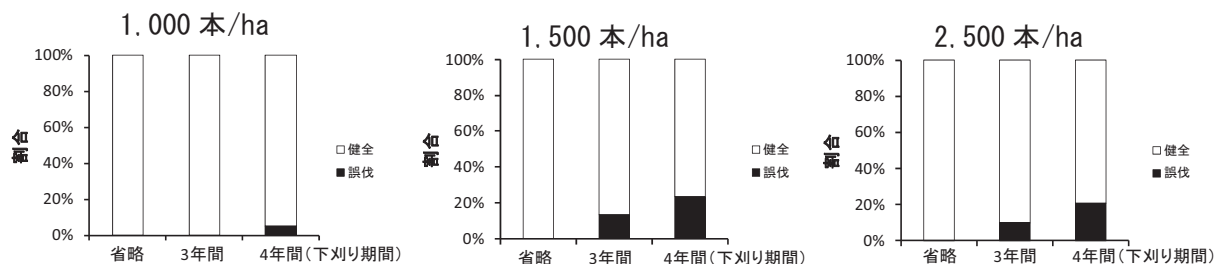


図-5. 下刈り期間別の誤伐の割合 (5年生時までの合計)

一部(1,500本/ha区)では、省略可能の目安とされる樹高が草丈の1.5倍または草丈よりも60~80cm 抜きんでた時という基準(野上,1982)に僅かながら達しなかった場合もあった(図-1)。この場所は、傾斜25~30°と他よりも急斜面で雪圧の影響などもあってかスギの成長が他よりも劣っていた(表-1、図-2)。このことから、斜面傾斜や植生の違いによって省略期間を変える必要があると考えられる。再造林地での下刈り期間短縮による成長への影響評価として、雑草木からの露出度(丹下ら1993)や先端および測方からの雑草木の被圧程度の数値化(平田ら,2012;小谷,2016)などが提案されている。スギの先端が雑草木より上に出ていたら樹高成長には影響が少ない(重年,2012)ことから、夏場でのその本数割合などで下刈り実行の有無を判断するのも1つの方法と考えられる。

2 下刈り期間短縮によるつるの影響

下刈り期間短縮によってつるの巻き付きがどの程度影響するかも評価する必要がある。今回の調査では、省略区よりも下刈り区で巻き付きの割合も巻き付き高も高い傾向がみられた(図-3、4)。しかし、下刈りの期間による差には一定の傾向はみられなかったことから、つるの繁茂は土壌や光環境など場所による影響が強いと考えられる。また、現時点では草本性が多い(表-2)ため害害は少ないが、今後時間の経過に伴う木本性の巻き付きの増加に注意する必要がある。

3 植栽密度の違いが下刈り作業に与える影響

これまでの報告では、低密度区ほど、また緩傾斜ほど作業時間が短い傾向が示されている(岡本ら,1988;金城ら,2011;伊藤ら,2015)。今回、2年目と3年目の作業時間を計測した結果では、植栽密度による違いははっきりしなかった(表-3)。1,500本/ha区でやや時間を要した原因は、傾斜が急であったことが考えられる。また、誤伐に対する影響を比較した結果、4年間区で割合が高くなった(図-4)ことは必然的な傾向と考えられる。しかしながら、同じ割合で発生すると低密度植栽地ほど成立本数が減り損失が大きくなるため、より慎重な作業が要求されると考えられる。

以上のことから、秋植えの再造林地での下刈りは植栽密度に関係なく初期3年で概ね終了可能な結果が示された。また、一貫作業では2年目も省略が可能と判断された。しかし、傾斜度やつるの繁

茂など場所による特性を見極めながら、下刈りの継続の要否を判断することが重要と考えられる。また、低密度植栽地では作業時間が増加することは無かったものの、誤伐による本数減少には注意が必要と考えられた。

引用文献

- 平田令子・伊藤 哲・山川博美・重年英年・高木正博(2012) 造林後5年間の下刈り省略がヒノキ苗の成長に与える影響. 日本森林学会誌94: 135-141.
- 伊藤 愛・綿野好則・袴田哲司・山本茂弘・近藤晃(2015) 植栽密度の異なるスギ・ヒノキ造林地における下刈り方法の違いが作業工程と植栽木の初期成長量に及ぼす影響. 静岡県農林技術研究所研究報告8: 89-93.
- 金城智之・寺岡行雄・芦原誠一・竹内郁雄・井倉洋二・浦めぐみ(2011) 下刈り実施パターンの違いによる下刈り作業工程. 鹿児島大学農学部演習林報告38: 7-11.
- 小谷二郎(2012) 特集伐跡地の森林再生、更新・保育技術を考えるー成林の要! 保育施業技術とその課題. 森林技術847: 14-18.
- 小谷二郎(2016) 多雪地帯での低コスト再造林技術ー下刈り省略試験ー. 雪と造林16: 38-41.
- 野上寛五郎(1981) 閉鎖前の保育. (新版造林学. 234pp、朝倉書店、東京) 158-171.
- 岡本憲和・渡辺政俊・中井 勇・古野東州(1988) 上賀茂試験地における樹木植栽地の下刈り作業工程に関する検討. 京都大学農学部演習林報告 18: 53-64.
- 太田徹志・高比良聡・中間康介・吉田茂二郎・溝上展也(2013) 伐採収益と植栽経費の観点からみた低密度植栽の有効性. 日本森林学会誌95: 126-133.
- 林野庁企画課(2017) 平成28年木材需給表:10pp. http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokuzai_zyukyu/index.html. 平成30年2月25日閲覧.
- 佐藤啓祐(1984) 雪害防除技術ー6保育作業ー(2) 下刈り. (雪に強い森林の育て方. 豪雪地帯林業技術開発協議会編、170pp、日本林業調査会、東京). 104-105.
- 重年英年(2011) スギ再造林の低コスト化を目指した技術開発(2) 下刈り回数を削減する施業への取り組み. 現代林業543: 52-55.

- 島田博匡 (2008) 低密度植栽したヒノキの初期成長に及ぼす雑草木処理方法の影響. 中部森林研究56 : 43-46.
- 森林・林業基本政策検討委員会 (2011) 森林・林業の再生に向けた改革の姿. 平成22年11月, 山林1520 : 別頁1-22.
- 森林総合研究所 (2016) コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開～実証研究の現場から～. 29pp.
- 森林総合研究所東北支所 (2016) ここまでやれる再造林の低コスト化ー東北地域の挑戦. 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成果集27pp.
- SSRI (2010) 統計解析アドインソフトーエクセル統計2010 for Windows.
- 丹下 健・鈴木祐紀・八木久義・佐々木恵彦・南方 康 (1993) 雑草木の刈払い方法が植栽木の成長に与える影響. 日本森林学会誌 75 : 416-423.
- 谷本丈夫 (1983) 造林地における下刈、除伐、つる切りに関する基礎的研究 (第1報) スギ幼齢造林地におけるスギと雑草木の生長. 林試研報 320 : 53-121.
- 全国林業改良普及協会編 (2013) 低コスト再造林・育林技術最前線. 林業改良普及双書172、143pp、全国林業改良普及協会、東京.