

下刈り量の異なる植栽地における様々な初期サイズのヒノキ苗の

活着・成長

壁谷大介¹・鴨志田宏二²・仲田昭一²・川崎達郎¹・田中憲蔵¹・荒木真岳¹・韓慶民¹

1 森林総研

2 関東森林管理局

要旨：下刈り量の違いがサイズの異なるヒノキ苗木の成長・活着に与える影響を評価するため、茨城県桜川市の天岳良国国有林において2016年5月植栽にヒノキ苗木（1年生コンテナ苗、1~3年生裸苗、3年生裸苗大苗）を植栽し、3つの下刈り条件（連年・隔年・無下刈り）で育成した場合の活着・成長および他植生との競合状況を追跡した。いずれのサイズのヒノキも樹高成長は下刈り量の明確な影響は受けなかった。一方肥大成長は、下刈り省略に伴う他植生からの被圧の増加で抑制がみられた。この結果、苗木の形状比は下刈りにより直ちに低下し、下刈り休止で上昇するという鋭敏な応答を示した。これらの結果から、小サイズコンテナ苗でも毎年1回の通常の下刈り量で十分であり、苗木の形状比が下刈りの必要性判定の指標として利用可能であることが示唆された。

キーワード：下刈り、コンテナ苗、ヒノキ、成長、形状比

Survival and growth in different initial size of Hinoki saplings grown under different weeding schedules

Daisuke KABEYA¹, Koji KAMOSHIDA², Shoichi NAKADA², Tatsuro KAWASAKI¹, Kenzo TANAKA¹, Masatake ARAKI¹, Qingmin HAN¹

1: FFPRI

2: Kanto Regional Forest office,

Abstract: To evaluate the effect of weeding schedule on the survival and growth of saplings with different initial sizes, survival and growth of 5 sizes Hinoki saplings, which were planted in May and grown under three different weeding schedules, were monitored. Height growth was not affected by the weeding schedules regardless the initial size of saplings. Diameter growth was reduced by serious resource competition with other vegetations due to non-weeding in all size of the saplings. As a result, sturdiness quotient (SQ) of the saplings showed vivid response to weeding treatment: weeding treatment decreased SQ and vice versa. From these results, it was concluded that normal weeding schedule is enough for small size Hinoki saplings such as short grown containerized saplings, and that SQ would be useful indicator to decide for demands of weeding.

Key-word: weeding, containerized sapling, *Chamaecyparis obtusa*, growth, sturdiness quotient

I はじめに

全国的に普及しつつあるコンテナ苗は、圃場栽培の裸苗と比べて育苗期間を短くできる特徴がある(4)。この特徴を生かして施設利用の回転率を上げることで、苗木生産の高収益化が期待できる。さらに単年度育苗での出荷が可能となれば、苗木の需給調整の観点からもメリットが大きい。しかしながら育苗期間の短縮は、苗木サイズの縮小化に繋がる。とりわけ成長が遅いヒノキやトドマツでこの危険性が高い。

一方で、再生林の初期保育コスト削減のために下刈り回数の削減が検討されている。大苗の利用で場合によ

ては無下刈りも更新完了が見込める場合があり(1)、普通サイズの苗の場合、植栽後1~5年までの下刈り回数を半分程度にまで減らせる可能性も出てきている。では小サイズ苗は下刈り量削減に耐えうるのだろうか？小サイズの苗は競合植生に被陰されやすい。コンテナ苗の成長能力は裸苗と同程度のため(3)、コンテナ苗・裸苗によらず小サイズ苗を導入した場合、十分な活着・成長のためには毎年1回の通常の下刈り量では足りない可能性がある。

そこで本研究では、初期サイズの異なるヒノキ苗が異なる下刈り頻度のもとで生育した場合における活着・成

長の特性を明らかにすることを目的とする。

II 材料と方法

1. 調査地

本研究は、茨城県桜川市に位置する天岳良国有林 238 林班（標高 420m, 北東向き斜面, 平均斜度：23 度）で実施した。当該林分の前歴は約 50 年生のヒノキ林であり、2016 年冬に皆伐を実施し、その直後の 2016 年 5 月にヒノキ苗が植栽されている。

2. 調査項目

本研究では、植栽苗木の活着・成長への微地形等の環境影響を無作為化するため、伐開跡地の異なる斜面位置に 3 つの調査区を設けた。さらにそれぞれの調査区を 3 つのサブ・プロットに分割し、サブ・プロットの各々に異なる下刈りスケジュール（連年下刈り・隔年下刈り・無下刈り）を割り当て、実施年の 8 月に下刈りを実施した。個々のサブ・プロットに茨城県産の 4 種類のヒノキ通常苗（裸苗）—1, 2, 3 年生および大苗（苗高が 60cm を越える 3 年生規格外苗）—と、森林技術・支援センターで育苗した 1 年生ヒノキコンテナ苗をそれぞれ 20 本ずつ植栽し、植栽直後、および 2016 年から 2018 年の生育終了時点で、対象個体の活着・樹高（自然高）、基部直径を測定した。同時に、他植生との競合度合いを山川ら (7) の指標を用いて評価した。

3. 解析

苗木の生存率に対する苗木サイズ（苗種）と下刈り処理の影響評価、および期末の苗木サイズに対する期首のサイズ、苗種、期首の競合状況の影響評価のため一般化線形混合モデルを用いてモデル選択を行った。全ての統計モデルには、変量効果としてプロットの効果を加えた。苗木サイズの解析の場合は、プロットにネストされた下刈り処理も変量効果としてモデルに加えた。最良モデルの選択には AIC を基準として用いた。全ての解析は R ソフトウェア上の lme4 パッケージを利用した。

III 結果と考察

1. 競合状況

2016 年（第 1 成長期末）は、地拵えの影響で全ての苗が被圧の影響を受けなかった。2017 年（第 2 成長期末）においては、コンテナ苗・1 年生・2 年生苗では、9 割以上の個体が側方以上（側方及び上方）を競合植生に覆われていた。2018 年（第 3 成長期末）の無下刈り条件では、コンテナ苗・1 年生・2 年生苗だけでなく 3 年生苗や大苗も半数以上が側方以上を競合植生に覆われていた。競合植生としては、ニガイチゴ、アカメガシワ、カラスザンショウが多くみられた。

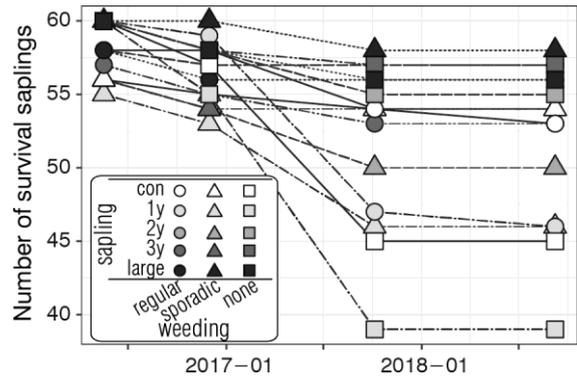


図-1. ヒノキ苗の生存個体数の時間変化
Fig-1. Time course of survival Hinoki saplings

2. 活着（生存率）

2018 年秋におけるコンテナ苗、1 年生・2 年生・3 年生裸苗および大苗裸苗の生存率は、それぞれ 87%, 75%, 93%, 95%, 95%であった。1 年生苗では 3 つの下刈り条件、コンテナ苗では無下刈り条件で生存率が低かった（図-1）。ただしこれらの苗の死亡要因の多くが、2016-2017 年間の冬期に生じたウサギによる食害であった。この時点では 3 つの下刈り処理のいずれも競合植生の発生はほとんどみられず、下刈りの量の違いが食害の発生に影響したとは考えにくい。これらの食害は特に林縁に接した特定のプロットに集中して発生しており、野兔の行動圏内にあったサブ・プロットの小さい個体の苗が食害にあったと考えるのが妥当であろう。

獣害による死亡を除いた場合の 2018 年における個体の生存率について、苗種・下刈り処理およびこれらの交互作用を説明変数とした一般化線形混合モデル（誤差分布：ポアソン分布）を構築しモデル選択を行ったところ、最良モデルには苗種・下刈り量およびこれらの交互作用は有効な説明変数として採択されなかった。このことから 3 成長期までの苗木の生存は獣害を除けば基本的に高く、苗種や下刈り処理の影響を受けていないことが明らかとなった。

3. 樹高成長

植栽時の樹高は、大苗 > 3 年生 > 2 年生 > コンテナ苗・1 年生の順であり、同じ苗齢のコンテナ苗と 1 年生苗は同程度のサイズであった。いずれのタイプの苗木も良好な樹高成長を示したものの、下刈り処理をまとめた場合での 2018 年の大苗の平均樹高が 173cm であったのに対し、1 年生コンテナ苗で 105cm, 1 年生苗で 82cm と初期サイズの影響を引きずっていた（図-2）。樹高成長についてはどの苗タイプも下刈り省略による負の影響は明瞭ではなく、コンテナ苗・2 年生苗・大苗では連年下刈りより無下刈り処理で樹高が高くなる傾向がみられた（図-2）。こ

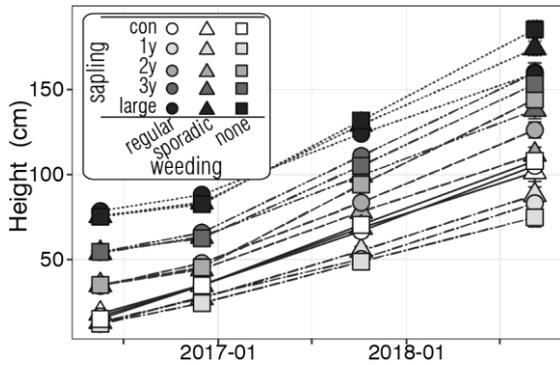


図-2. ヒノキ苗の樹高の時間変化 (平均±se)。
Fig-2. Time course of mean height in Hinoki saplings

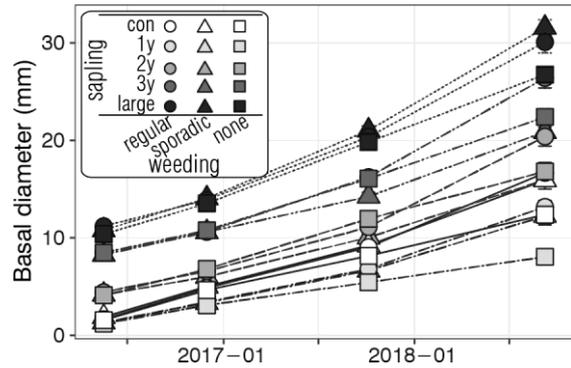


図-3. ヒノキ苗の基部直径の時間変化 (平均±se)。
Fig-3. Time course of mean diameter in Hinoki saplings

これは、競合植生の排除により側方に枝を展開できる連年下刈り区と比べて競合植生のため側方展開が困難な無下刈り区では光獲得のために樹高成長を優先した結果であると考えられる。

2017年秋の調査時点(期首)で競合状況にバリエーションがみられたが、翌2018年の成長期において、期末の樹高に対する期首の樹高と競合状況、および苗タイプの影響について一般化線形混合モデル(誤差分布:正規分布)を用いて解析した結果、期首サイズおよび苗種が最良モデルの固定効果として選択された。(表-1)。すなわち期末の樹高は、期首の競合の影響を受けておらず、期首の樹高および苗タイプの違いで説明可能なことが明らかとなった。また切片の推定値では、サイズの小さな苗ほど大きくなっていった(表-1)。この結果は、期首サイズの影響を調整した場合コンテナ・1年生・2年生の苗の方が3年生・大苗よりも期末の樹高が高くなることをあらわしており、小個体の方がより樹高成長を優先していることを示唆している。このことから、樹高成長のみに着目するのであれば1年生コンテナ苗であっても毎年1回の通常の下刈り量で十分足りているといえる。

4. 肥大成長

植栽時の基部直径は、大苗>3年生>2年生>コンテナ苗・1年生の順であった。苗木の肥大成長は大サイズの苗でより促進される傾向にあり、2018年の時点では大苗とコンテナ苗・1年生苗との基部直径の差は拡大していた(図-3)。樹高成長とは異なり、肥大成長はいずれの苗タイプにおいても無下刈り条件で抑制されていた(図-3)。第3成長期において、期末時の基部直径に対する期首の直径と競合状況、および苗タイプの影響について一般化線形混合モデル(誤差分布:対数正規分布)による解析を行ったところ、期首直径、苗種、競合度および期首直径と苗種の交互作用が最良モデルの固定効果として採択された(表-1)。すなわち期末直径は、期首直径・苗種に

加えて期首の競合度の影響を受けていた。またいずれの苗種においても競合が激しくなるほど切片の値が小さくなっていった(表-1)。これは、被圧度合いが厳しいほど期末の直径が小さくなることを示唆している。他植生との競合によって苗木の肥大成長が抑制されることはよく知られており(2, 5)、本研究の結果もこれに則しているといえる。

5. 形状比

植栽時におけるヒノキ苗木の比較苗高(形状比)は、1年生・コンテナ苗で100前後と高く、大苗・3年生で70前後であった。いずれの苗木も形状比は第1成長期で大きく低下した。連年下刈り区では、いずれの苗種も形状

表-1 期末の樹高・基部直径に対する期首サイズ(H₀, D₀)・苗種(type)・競合度(YI)の影響を評価した一般化線形混合モデルで推定された最良モデルとそのパラメータ

Table-1 Estimated parameters of the best models in GLMM				
	type	YI*	slope	intercept
Height	container			11.98
selected model:	1y			11.12
H ~ H ₀ + type	2y		1.38	11.14
(error: Normal)	3y			6.39
	Large			2.40
Diameter	container	C1		0.45
selected model:		C2		0.44
log(D) ~ log(D ₀) + YI		C3	1.04	0.41
+ type		C4		0.37
+ type*log(D ₀)	1y	C1		0.56
(error: log-Normal)		C2		0.55
		C3	1.02	0.52
		C4		0.48
	2y	C1		0.63
		C2		0.62
		C3	0.95	0.58
		C4		0.54
	3y	C1		-0.08
		C2		-0.09
		C3	1.18	-0.12
		C4		-0.16
	large	C1		0.28
		C2		0.27
		C3	1.03	0.24
		C4		0.20

* Yamagawa vegetative competition Index (7)

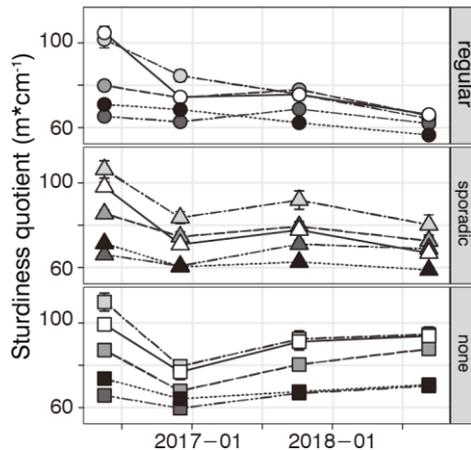


図4. ヒノキ苗の形状比の時間変化 (平均±se)。シンボルは図-1 と同じ。
Fig-4. Time course of sturdiness quotient in Hinoki saplings

比は緩やかに低下し 2018 年時点で 60 前後となった。無下刈り区では、競合植生の回復がみられた 2017 年以降に形状比は再び上昇し、この傾向は特に小さい苗タイプで顕著であった。隔年下刈り区では下刈り省略年 (2017 年) には形状比が上昇する傾向がみられたものの、下刈りを実施した 2018 年には再び低下する傾向にあった。樹高成長・肥大成長の結果と合わせて考えると本研究でみられた形状比の下刈り量に対する応答は、下刈り省略により他植生による被圧生じた場合、苗木は肥大成長よりも樹高成長を優先し形状比は上昇する、逆に下刈りにより被圧から開放された場合、樹高成長と肥大成長のバランスが回復し形状比安定の方向に向かった結果であると考えられる。

谷本 (6) は、スギ苗の成長に対する他植生との競合の影響を物質生産的側面から論じている。他植生による被圧は光合成による資源獲得量の低下に繋がるため、被圧の程度に応じた樹高成長の抑制がみられるはずである。しかしながら実際は、競合状況下にある苗木は光資源獲得のため樹高成長へ資源分配シフトさせる。その結果、下刈り省略状態でも樹高成長は本研究のように大きく低下しないことも起こりうる。その一方で被圧条件下では総資源獲得量の減少に加えて枝葉への資源分配率も低下するため、肥大成長が明確に抑制される (パイプモデルのアナロジーから)。形状比は樹高成長と肥大成長の両方の変化を反映するため、下刈りの有無による被圧状況の変化に応じて鋭敏に応答するのだろう。このことから形状比は、下刈りの必要性を判断するのに有効な指標であるといえる。

6. まとめ

本研究で、1 年生ヒノキコンテナ苗でも毎年 1 回の通常

の下刈り量で十分活着・樹高成長することが明らかとなった。場合によってはさらに下刈り量を減らすことも可能かも知れない。ただし下刈り省略により他植生による被圧が継続した場合、小サイズの苗がどの程度まで耐えられるか、今後も検証を続けていく必要がある。その際に形状比の変化が苗の状態変化を表す良い指標となるだろう。また小サイズ苗の樹高成長速度は大苗と変わらないとはいえ、初期サイズの小ささがもたらす不利益は解消されないため、下刈り完了時期が延びる恐れがある。この点については調査を継続して確認を行う必要があるだろう。

謝辞: 本研究は、生研支援センターの支援を受けて実施している地域戦略プロジェクト「優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発」の一部として実施した。

引用文献

- (1) 原山 尚徳・上村 章・韓 慶民・宇都木 玄 (2015) 生分解性防草シートを施工したカラマツ大苗無下刈試験地の 3 年目の状況. 北方森林研究 **63**: 21-22
- (2) 平岡 裕一郎・重永 英年・山川 博美・岡村 政則・千吉良 治・藤澤 義武 (2013) 下刈り省略とその後の除伐がスギ挿し木クローンの成長に及ぼす影響. 日本森林学会誌 **95**: 305-311
- (3) 壁谷 大介・宇都木 玄・来田 和人・小倉 晃・渡辺直史・藤本 浩平・山崎 真・屋代 忠幸
梶本, 卓也・田中 浩 (2016) 複数試験地データからみたコンテナ苗の植栽後の活着および成長特性. 日本森林学会誌 **98**: 214-222
- (4) 林野庁森林整備部整備課造林資材班, (林野庁, ed.), p. 14. 林野庁, 東京, 2018.
- (5) 丹下 健・鈴木 祐紀・八木 久義・佐々木 惠彦・南方 康 (1993) 雑草木の刈り払い方法が植栽木の成長に与える影響. 日本林学会誌 **75**: 416-423
- (6) 谷本 丈夫 (1883) 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 2 報) スギ幼齢木の生長と雑草木との相互関係の解析とその応用. 林業試験場研究報告 **324**: 55-79
- (7) 山川 博美・重永 英年・荒木 眞岳・野宮 治人 (2016) スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響. 日本森林学会誌 **98**: 241-246