

研究資料

無下刈り試験地におけるヒノキ実生苗の初期成長の家系間変異

松永 孝治⁽¹⁾・久保田 正裕⁽²⁾・野村 考宏⁽²⁾
三浦 真弘⁽²⁾・田村 明⁽³⁾・栗延 晋⁽⁴⁾

Koji Matsunaga⁽¹⁾, Masahiro Kubota⁽²⁾, Takahiro Nomura⁽²⁾
Masahiro Miura⁽²⁾, Akira Tamura⁽³⁾ and Susumu Kurinobu⁽⁴⁾

Among-family variation in juvenile growth characters of Hinoki
(*Chamaecyparis obtusa*) in non-weeding site.

要旨：下刈りの省力化に貢献するヒノキの品種を開発するため，年1回の下刈りを行う処理区（下刈り区）と下刈りを行わない処理区（無下刈り区）からなる試験地を設定した。ヒノキ実生10家系を植栽して，樹高，地際直径，樹冠幅を6年間，相対照度を4年間，試験地の植生を5年間調査した。樹高は調査期間を通じて無下刈り区の方が高い傾向を示した。地際直径と樹冠幅ははじめ無下刈り区の方が大きい傾向を示したが，4年次以降下刈り区の方が大きくなった。樹高と地際直径について両処理区間で家系平均値の相関係数を調べると，時間とともに増加する傾向があり，樹高は3年次以降，地際直径は5年次以降有意となった。樹高の場合4年次以降，地際直径の場合5年次以降に家系間に有意差が見られた。またこれらの両形質において調査期間中に処理と家系の交互作用に有意差は見られなかった。本試験地は下刈り区と無下刈り区の両方でススキが最も優占しており，無下刈り区ではアカマツとクズの積算優先度（SDR2）が下刈り区に比べて大きくなった。これらの結果はススキが優占する本試験地のような林地において初期成長のよいヒノキ実生家系を選抜できる可能性があること，下刈り下で成長のよいヒノキ実生家系が無下刈り下でも成長がよいことを示唆する。

-
- (1) 林木育種センター九州育種場
〒861-1102 熊本県合志市須屋2320-5
Kyushu Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center
2320-5 Suya, Koshi, Kumamoto 861-1102 Japan
- (2) 林木育種センター
〒319-1301 茨城県日立市十王町伊師3809-1
Forest Tree Breeding Center
3809-1 Ishi, Juo, Hitachi, Ibaraki 319-1301 Japan
- (3) 林木育種センター北海道育種場
〒069-0836 北海道江別市文京台緑町561-1
Hokkaido Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center
561-1 Bunkyo-dai-midorimachi, Ebetsu, Hokkaido 069-0836 Japan
- (4) 林木育種センター関西育種場
〒709-4335 岡山県勝田郡勝央町植月中1043
Kansai Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center
1043 Uetsukinaka, Shoo, Katsuta, Okayama 709-4335 Japan

1 はじめに

ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)は日本の代表的な造林樹種であり、古くから建築用材などに利用されてきた(佐藤, 1971)。人工林面積はスギについて大きく、平成14年度の山行き苗の本数はスギを上回っている(林野庁, 2004)。一般的に造林地において植栽木はその他の雑草木との競合に弱いとされ、ヒノキの皆伐、一斉造林地では、植栽木の樹高が雑草木の樹高を超えるまで下刈りが行われることが多い(堤, 1994)。しかしながら、今日では林業の低迷を背景に、造林はしたものの下刈り、間伐や枝打ちといった育林を途中で放棄した林分が広がりつつある(例えば、林野庁2005;高宮, 2003)。ヒノキの植林地で下刈りを行わなかった場合、下刈りをした場合に比べて植栽6年後の樹高が低く、そのばらつきは大きくなること(赤井ら, 1987)、また地際直径や樹冠幅も小さくなることが報告されている(橋本・佐藤, 2000;寺師, 1993;長谷川・川崎2004a)。また、下刈りを行わずその後の保育も放棄した林分では、植栽したヒノキの一部がクリやコナラあるいはミズキやシラカンバに被圧されたことが報告されている(吉野ら, 1997;長谷川・川崎, 2004b)。

普通、下刈りは雑草木が旺盛に成長しはじめる6月から8月に実施される。炎天下の過酷な作業であり、50年生のヒノキとスギの場合、それぞれ保育に必要な労働投下量の39%と36%をしめる(農林水産省統計情報部, 1999)。そこで下刈りを省力化するために、下刈り作業の回数を減らしたり、林床へのチップの敷設、シートを植栽木の根元に設置するなどして雑草木の成長を抑制する試みが行われている(金澤ら, 2004;上村・谷口, 2004)。また、冬季に下刈りを行うことで下刈り作業を省力化する試み(伊藤・山田, 2001)や帯状更新による光環境の制御で下刈りを省略する試みも行われている(井上ら, 1996;竹内ら, 1992)。

林木育種センターでは初期成長の旺盛な系統および雑草との競争に強い系統の選抜によって下刈り作業の省力化に資する品種の開発およびそれらの品種の選抜法の確立を目指している。これまでにスギ品種の開発についていくつかの報告があるが(平岡ら, 2004;野村ら, 2003, 2005)、ヒノキの品種開発についての報告はほとんどない。ここでは下刈りを行う処理区と行わない処理区からなる試験地でヒノキ10家系の初期成長を解析して、下刈りの省力に貢献するヒノキ品種の開発の可能性について検討する。

2 材料と方法

1999年4月に茨城県日立市にある林木育種センター構内に試験地を設定し、ヒノキ精英樹間の人工交配によって得られた実生10家系、計229本(家系あたり13~40本)を1.8m×1.8mの間隔で単木混交植栽した(表-1)。試験地は2反復からなり、各反復に毎年下刈り施業を行う処理区(以下、下刈り区とする)と下刈り施業を行わない処理区(以下、無下刈り区とする)が一つずつ含まれる。ただし、植栽年は両処理区とも下刈りを行った。

両処理区において植栽木にかこまれた方形区(1.8m×1.8m)を無作為に20カ所選び、2000年から2004年まで毎年下刈り直前に植生調査を行い、種ごとに被度(C)と高さ(H)を調べた。方形区内の平均被度と平均草高の最高の値を100とし、それぞれの種の相対値を求め、平均被度比数(C')と平均草高比数(H')とした。また積算優先度(SDR2)を次式で算出した(沼田・依田, 1957)。

$$SDR2 = (H'+C') / 2$$

2000年から2003年の毎年6~7月の下刈り前、2000、2002および2003年の9~11月の下刈り後に全植栽木について樹冠の頂端部と地際部で相対照度を測定した(LI-190SA, LI-COR Biosciences)。

植栽後6年間、成長休止期に全木の樹高、地際直径、樹冠幅および枯損を記録した。各年次の測定値と初回の測定値の差をとり、各年次における積算成長量とした。また各家系の成長量の平均値から形状比を算出した。各年次において処理区の比較をするために、家系の平均成長量間のピアソンの相関係数を算出した。次に無下刈り処理に対する家系の感受性を表す指標 (S) を次式で求めた。

$$S = 1 - (\text{無下刈り区の積算成長量の家系平均値} / \text{下刈り区の積算成長量の家系平均値})$$

この (S) は無下刈り処理が積算成長量に影響しない場合0であり、無下刈りに対する感受性が高いほど値が1に近づく。また下刈り処理より無下刈り処理において成長がよい場合、負の値を示す。ここでは6年次における各家系の積算成長量について (S) を求めた。この感受性の指標 (S) と下刈り処理区における積算成長量 (G) の関係を回帰分析で調べた。

次に各年次の個体の積算成長量について反復、処理と家系を要因として分散分析を行った。解析は次の線形モデルに従った。

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \beta\gamma_{jk} + e_{ijkl}$$

ここで Y_{ijkl} は i 反復において j 処理した k 家系の l 番目のデータ、 μ は全体の平均、 α_i は i 番目の反復の効果、 β_j は j 処理の効果、 $\alpha\beta_{ij}$ は i 番目の反復と j 番目の処理の交互作用効果、 γ_k は k 番目の家系の効果、 $\beta\gamma_{jk}$ は j 番目の処理と k 家系の間の交互作用効果、 e_{ijkl} は誤差である。分散分析は6年次まで正常に生育した218本(無下刈り区112本、下刈り区106本)について行った(表-1)。解析には農林水産研究計算センターSAS 9.1のCORRプロシジャーとGLMプロシジャーを用い、TypeIIの平方和を用いた。

3 結 果

調査期間中に無下刈り区と下刈り区でそれぞれ1本(家系8)と2本(家系2, 6)の苗が枯死した。

植生調査の期間中、どちらの処理区においてもススキ、クズ、アズマネザサ、ヘクソカズラ、ネコハギ、ワラビ等が主要な植生であった(表-2)。クズやアカマツのSDR2は下刈り区に比べて無下刈り区で高い傾向があった。

樹冠頂端部における相対照度の平均値は無下刈り区の場合、1年次を除くと測定時期(下刈りの前後)にかかわらず約70%の値を示した(表-3)。下刈り区の場合は80%に近い値を示した。地際部における相対照度の平均値は無下刈り区の場合、1年時の下刈り前を除いて10%以下であった。下刈り区の場合、測定時期にかかわらず10%以上の値を示した。

調査期間を通じて実生苗の樹高の平均値は下刈り区より無下刈り区で高い傾向があるものの、その差は年次とともに小さくなる傾向があった(表-4)。地際直径の平均値は3年次まで下刈り区より無下刈り区で大きい傾向があったが、その後は下刈り区の値が大きくなった。樹冠幅の平均値は2年次まで無下刈り区でより大きい傾向を示したが、4年次以降は下刈り区の値の方が大きくなり、その差は大きくなる傾向を示した。無下刈り区の形状比は1年時を除いて82.3~96.0の間で変化した。下刈り区の形状比は61.2~72.1の範囲であり、無下刈り区より低い値を示した。

6年次樹高の各家系の平均値は10家系中7家系で下刈り区より無下刈り区で高い傾向があった(図-1)。地際直径の場合、家系9(付知2×小坂4)のみで下刈り区より無下刈り区で平均値が高い傾向を示した(図-2)。

無下刈りに対する各家系の感受性の指標 (S) の平均値(範囲)は樹高と地際直径においてそれぞれ、-0.055

(-0.142~0.119) と 0.177 (-0.046~0.341) であった。下刈り区における積算成長量 (G) の感受性の指標 (S) に対する回帰式は樹高と地際直径でそれぞれ $S = -0.0007 \times G + 0.078$ ($n = 10, R^2 = 0.0684, p$ (傾き) = 0.4653) と $S = -0.0016 \times G + 0.1305$ ($n = 10, R^2 = 0.0068, p$ (傾き) = 0.8203) であった。

下刈り区と無下刈り区における初期成長の家系平均値間の相関は、樹高の場合3年次以降、地際直径の場合5年次以降有意であった (表-5)。

反復、処理および家系を要因とした分散分析の結果、樹高の4年次以降、地際直径の5年次以降に家系間で有意差が見られた (表-6)。処理と家系の交互作用はどちらの形質においても、すべての年次で有意差が認められなかった。処理間で有意差が認められたのは3年次の樹高のみであった。

4 考 察

本試験は下刈りを行わない処理区と毎年一回の下刈りを行う処理区からなる試験地の6年間の調査結果に基づき、下刈りの省力化に貢献するヒノキの実生家系の選抜の可能性について検討した。初期成長の分散分析によって樹高では4年次以降、地際直径では5年次以降に家系間に有意差があった。これは樹高、および地際直径について家系を単位とした選抜が可能であることを示唆する。処理区間の初期成長の家系平均値間の相関は、樹高の場合3年次以降、地際直径の場合5年次以降有意であり、また分散分析は樹高と地際直径のどちらにおいても処理と家系の交互作用が有意でないことを示した。これらの結果は下刈り処理下で成長のよい家系が無下刈り処理下でも成長がよいことを示唆する。そのため、下刈りを行っている次代検定林等において優れた初期成長を示した家系は、下刈り回数が少ない箇所に植栽した場合でも、優秀な成績を残す可能性があると考えられた。また各処理区において積算成長量 (G) の感受性の指標 (S) に対する回帰式の傾きは樹高と地際直径のどちらの形質においても有意ではなく、成長量と無下刈りに対する感受性が独立の形質として扱えることを示唆した。

これまでにヒノキの植栽地において下刈りの有無が枯損に影響しないことが示されている (長谷川・川崎, 2004a, 赤井ら, 1987; 橋本・佐藤, 2000; 寺師, 1991)。本試験でも同様に、植栽後6年間に枯死した苗は無下刈り区と下刈り区でそれぞれ1と2本であり、枯死本数は少なく、処理による影響もみられなかった。一方、極端に相対照度が低い場合にはヒノキ苗が枯死することが報告されている。河原ら (1983) は相対照度10%以下でヒノキ苗をポットで育てた場合、4年後までに50%以上の苗が枯死することを報告している。本試験地の無下刈り区における樹冠頂端部の相対照度の平均値は植栽4年後においても70%程度あり、ヒノキ苗が枯死するほど相対照度が低くなかったのであろう。

本試験においてヒノキの植栽6年後までの樹高は下刈り区より無下刈り区で高く、地際直径は植栽後4年次以降下刈り区の値が無下刈り区の値を上回った。川那辺・四手井 (1968) は一年生苗を用いた庇陰試験によって、ヒノキ苗の伸長成長と肥大成長がそれぞれ相対照度27%と100%で最大になったことを報告している。今回の結果では無下刈り区であっても樹冠頂端部の相対照度は平均70%程度であり、下刈り区の相対照度の平均値は80%程度であった。無下刈り区での成長が下刈り区の成長を上回ったのはこのようなヒノキの耐陰性に関連した性質のためかもしれない。また、無下刈り区では雑草木が存在することで、土壌の乾燥が抑えられたり、植栽木の風よけになることで根の活着等に影響したのかもしれない。

本試験地の植生は下刈り区と無下刈り区のどちらにおいてもススキが最も優占していた。無下刈り区では下刈り区に比べてアカマツ、クス、ヘクソカズラ、フジ等のSDR2が大きくなったものの、全体として木本等の侵入

が少なく、ある種特異な環境であったと考えられる。ヒノキの下刈り省力化品種の開発については異なる植生環境下で更に検討する必要があるだろう。

引用文献

- 赤井龍男・吉村健次郎・岡田 寔 (1987) 下刈りを省いた若い造林木の成長について (II) - 少雪地帯の広葉樹繁茂地におけるヒノキの生長 - . 98回日林論, 287-288.
- 伊藤武治・山田容三 (2001) 下刈り時期の変更による労働負担軽減度と雑草抑制効果の解析. 日林誌, 83: 191-196.
- 金澤好一・竹内忠義・高橋史彦 (2004) 木材チップ等の敷設による下刈りの削減効果. 群馬県林業試験場研究報告, 10: 1-12.
- 長谷川健一・川崎圭造 (2004a) 下刈りを省略したヒノキ植栽地の林分構造. 中部森林研究, 52: 17-18.
- 長谷川健一・川崎圭造 (2004b) 下刈り省略試験地のヒノキの成長. 第115回日林学術講, 690.
- 橋本 明・佐藤貴志 (2000) 保育作業の省力化 (無下刈りによる森林育成技術の研究) 経過報告. 平成11年度四国森林管理局四国地域業務研究発表集: 36-44.
- 平岡裕一郎・岡村政則・賀納 清・木下康則・千吉良治・佐々木峰子・藤澤義武 (2004) 人工林施業の省力化への育種的アプローチスギ精英樹に対する無下刈り試験 - 第115回日林学術講, 696.
- 井上昭夫・岩神正朗・田淵隆一・川崎達郎・酒井 武・竹内郁雄 (1996) 下刈りを省いた帯状更新地におけるスギ・ヒノキ下木の成長. 高知大学農学部演習林報告, 23: 1-10.
- 河原輝彦・鈴木健敬・斎藤勝郎 (1983) 人工庇陰がスギ, ヒノキの生長に及ぼす影響. 林試研報323: 135-138.
- 川那辺三郎・四手井綱英 (1968) 陽光量と樹木の生育に関する研究 (III) - 針葉樹苗木の生育におよぼす被陰の影響 - . 京大演報, 40: 111-130.
- 農林水産省経済局統計情報部 (1999) 平成8年度林家経済調査育林費報告, 農林統計協会, pp209.
- 野村考宏・田村 明・久保田正裕 (2003) 下刈り作業の省力化に向けた林木育種面からの取り組み, 林木の育種, 特別号: 11-13.
- 野村考宏・三浦真弘・久保田正裕 (2005) 無下刈り試験地におけるスギさし木クローンの成長特性: 116回日林学術講要, 657.
- 沼田 眞・依田恭二 (1957) 人工草地の群落構造と遷移I, 日草地研究会誌, 3: 4-11.
- 佐藤敬二 (1971) 日本のヒノキ-上-, 社団法人全国林業改良普及協会, 東京.
- 高宮立身 (2003) 日田地方のスギ・ヒノキ造林地における下刈り放棄の影響. 九州森林研究, 56: 200-201.
- 竹内郁雄・川崎達郎・森 茂太 (1992) 低コスト育林の事例 (II) - 下刈りを省いた帯状更新 - . 103回日林論, 457-458.
- 谷本丈夫 (1982) 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) - スギ幼齡造林地におけるスギと雑草木の生長 - . 林試研報, 320: 53-121.
- 寺師健次 (1991) 低コスト林業に関する研究 - 下刈りモデル試験 - . 鹿児島県林業試験場業務報告, 40: 16-20.
- 堤 利夫 (1994) 造林学, 文永堂出版, 東京, pp253.
- 林野庁 (2004) 森林・林業統計要覧2004年版. 199pp, 林野弘済会, 東京.
- 林野庁 (2005) 平成16年度森林・林業白書. 283pp, 日本林業協会, 東京.
- 上村公浩・谷口真吾 (2004) 短冊状のスギ単板を編んだシートの雑草抑制効果. 森林応用研究, 13: 151-154.
- 吉野 豊・前田雅量・乾 雅晴 (1997) 下刈りを省略したヒノキ人工造林地の森林構造と成長. 兵庫森林技研報, 44, 40-44.

表-1 試験に用いたヒノキ実生家系の詳細

家系	雌親	雄親	植栽個体数		解析個体数	
			無下刈り区	下刈り区	無下刈り区	下刈り区
1	坂下 2	野尻 6	7	6	7	5
2	坂下 2	鰻沢 3	8	8	8	7
3	坂下 2	大月 1	16	14	11	14
4	野尻 6	大月 1	10	10	10	10
5	鰻沢 3	大月 1	10	10	10	10
6	鰻沢 4	付知 2	9	11	9	10
7	鰻沢 4	小坂 4	22	18	22	18
8	鰻沢 4	高山 1	21	17	19	16
9	付知 2	小坂 4	8	8	8	8
10	付知 2	高山 1	8	8	8	8
合計			119	110	112	106

表-2 無下刈り区および下刈り区における各年次の主な植生

調査年	2000		2001		2002		2003		2004	
処理区	種	SDR2(%)	種	SDR2(%)	種	SDR2(%)	種	SDR2(%)	種	SDR2(%)
無下刈り区	ススキ	100.0	ススキ	100.0	ススキ	100.0	ススキ	100.0	ススキ	100.0
	ヤマヌカボ	28.7	クズ	28.4	クズ	27.6	クズ	36.1	クズ	42.9
	メリケンカルカヤ	20.6	メリケンカルカヤ	17.2	ヘクソカズラ	16.7	アズマネザサ	20.5	アズマネザサ	24.7
	ワラビ	18.6	ヘクソカズラ	14.1	アズマネザサ	15.8	アカマツ	18.0	アカマツ	21.4
	スズメノヤリ	16.5	ネコハギ	13.4	メリケンカルカヤ	12.4	ヘクソカズラ	14.5	ヘクソカズラ	16.7
	セイダカアワダチソウ	12.9	アズマネザサ	12.2	ネコハギ	11.0	ワラビ	12.4	ネコハギ	14.3
	ヒカゲスゲ	12.7	ワラビ	12.2	ワラビ	9.9	ネコハギ	11.3	ワラビ	13.7
	アズマネザサ	12.6	セイダカアワダチソウ	12.1	ヤマウルシ	9.6	ヤマウルシ	10.0	フジ	9.3
	クズ	10.2	スズメノヤリ	11.1	セイダカアワダチソウ	8.8	ヒカゲスゲ	8.6	ミツバチツチグリ	7.3
	ミツバチグリ	9.3	オカトラノオ	9.9	アカマツ	8.5	メドハギ	8.0	メドハギ	6.6
	下刈り区	ススキ	100.0	ススキ	100.0	ススキ	100.0	ススキ	100.0	ススキ
ヤマヌカボ		33.0	ヤマヌカボ	26.5	アズマネザサ	24.0	ワラビ	21.8	メリケンカルカヤ	46.5
ワラビ		23.3	ワラビ	22.1	ワラビ	17.5	ヒカゲスゲ	18.5	ネコハギ	21.4
メリケンカルカヤ		16.2	メリケンカルカヤ	16.5	メリケンカルカヤ	17.4	アズマネザサ	17.4	ワラビ	19.0
スズメノヤリ		15.8	アズマネザサ	14.4	スズメノヤリ	15.9	メリケンカルカヤ	16.6	アズマネザサ	16.9
アズマネザサ		15.3	ヒカゲスゲ	12.9	ヒカゲスゲ	15.2	スズメノヤリ	14.7	クズ	13.8
ヒカゲスゲ		13.5	スズメノヤリ	12.9	ヘクソカズラ	9.2	ニガナ	14.2	ヒカゲスゲ	13.4
ヘクソカズラ		9.3	ヒメジョオン	12.1	ネコハギ	9.1	ヒメスイバ	7.1	ニガナ	12.4
ネコハギ		7.7	ネコハギ	9.9	ヒメスイバ	8.9	ネコハギ	6.9	メドハギ	8.3
ミツバチグリ		6.5	ヘクソカズラ	9.2	ニガナ	8.4	クズ	6.9	ヤマヌカボ	7.5

SDR2は積算優先度を示す。

無下刈り試験地におけるヒノキ実生苗の初期成長の家系間変異

表-3 ヒノキ実生苗の無下刈り試験地における相対照度の平均値

測定時期	年次	樹冠頂端部				地際部			
		無下刈り区		下刈り区		無下刈り区		下刈り区	
下刈り前	1	81.9	± 11.6	82.9	± 9.8	23.4	± 7.8	25.9	± 8.3
	2	70.4	± 20.5	78.3	± 15.5	8.2	± 5.1	15.1	± 5.8
	3	69.3	± 18.3	80.0	± 12.6	6.8	± 3.5	10.5	± 4.2
	4	72.0	± 19.5	85.6	± 10.8	6.8	± 4.4	13.2	± 6.0
下刈り後	1	75.2	± 15.0	83.9	± 11.2	12.3	± 6.5	21.8	± 6.2
	3	69.9	± 15.8	81.7	± 10.1	3.3	± 2.2	12.2	± 5.6
	4	70.4	± 19.5	85.0	± 10.8	5.0	± 3.4	13.0	± 6.0

平均値±標準偏差を示す。

下刈り前(6から7月)と下刈り後(9~11月)の曇天日に相対照度を測定した。

全植栽木についてそれぞれ樹冠頂端部と地際部で測定した。

表-4 下刈り試験地のヒノキ実生苗の家系平均樹高, 地際直径, 形状比の年次変化

形質	年次	無下刈り区		下刈り区	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
樹高 (cm)	1	60.7	± 16.0	52.6	± 17.5
	2	84.0	± 24.2	69.5	± 20.1
	3	106.7	± 33.2	84.8	± 23.0
	4	130.5	± 44.9	104.6	± 32.8
	5	157.3	± 57.7	140.6	± 45.5
	6	194.7	± 73.0	185.5	± 59.2
地際直径 (mm)	1	9.3	± 2.6	8.9	± 3.1
	2	10.6	± 3.1	10.1	± 3.4
	3	12.6	± 4.0	12.2	± 4.0
	4	14.3	± 5.7	15.1	± 5.4
	5	17.2	± 7.7	20.7	± 7.7
	6	24.0	± 11.7	29.8	± 11.6
樹冠幅 (cm)	1	38.0	± 11.4	32.2	± 11.0
	2	34.6	± 10.3	32.4	± 8.8
	3	52.3	± 15.4	52.4	± 16.7
	4	58.8	± 19.1	70.0	± 22.6
	5	60.1	± 21.6	78.1	± 23.6
	6	70.0	± 26.2	90.8	± 24.4
形状比	1	67.4	± 14.0	61.2	± 15.3
	2	82.3	± 21.2	72.1	± 18.0
	3	87.3	± 19.9	71.6	± 12.2
	4	95.2	± 20.6	71.3	± 11.6
	5	96.0	± 19.6	69.6	± 10.6
	6	85.7	± 16.9	64.5	± 9.8

表-5 下刈り試験地のヒノキ実生苗における異なる処理下の家系平均値間の相関

形質 年次	樹高		地際直径		樹冠幅	
	相関係数	P 値	相関係数	P 値	相関係数	P 値
2	0.342	0.333	0.495	0.146	0.613	0.060
3	0.677	0.032	0.586	0.075	0.591	0.072
4	0.728	0.017	0.553	0.097	0.355	0.314
5	0.807	0.005	0.764	0.010	0.540	0.107
6	0.898	0.000	0.724	0.018	0.809	0.005

ピアソンの相関係数 (n=10)。
p 値は相関係数の有意性を示す。

表-6 下刈り試験地のヒノキ実生苗の初期成長についての分散分析表

形質	変動要因	自由度	積算成長量 (平均平方)				
			2年次	3年次	4年次	5年次	6年次
樹高	ブロック	1	1122.2	1798.8	8840.0	18592.0	38959.3
	処理	1	2100.8	9773.0 *	15311.8	2941.1	30.9
	ブロックx処理	1	87.9	15.2	1883.8	9781.6 *	7724.1
	家系	9	178.3	506.0	2216.6 *	5735.7 **	11530.7 **
	処理x家系	9	97.4	123.6	449.0	756.7	801.0
	ブロックx処理x家系	18	104.1	304.2	628.3	1266.3	2644.5
	誤差	178	100.2	325.6	790.3	1530.4	2693.6
地際直径	ブロック	1	4.0	43.7	114.3	244.9	1448.3
	処理	1	0.0	0.9	100.8	921.7	2420.9
	ブロックx処理	1	0.8	4.3	38.1	309.0 **	225.0
	家系	9	1.4	8.1	29.7	89.4 *	314.8 *
	処理x家系	9	0.4	2.0	8.6	11.5	56.1
	ブロックx処理x家系	18	1.0	5.1	14.4	32.5	103.4
	誤差	178	0.7	3.6	14.0	33.2	83.2

**と*はそれぞれ危険率1%と5%で有意差があることを示す。

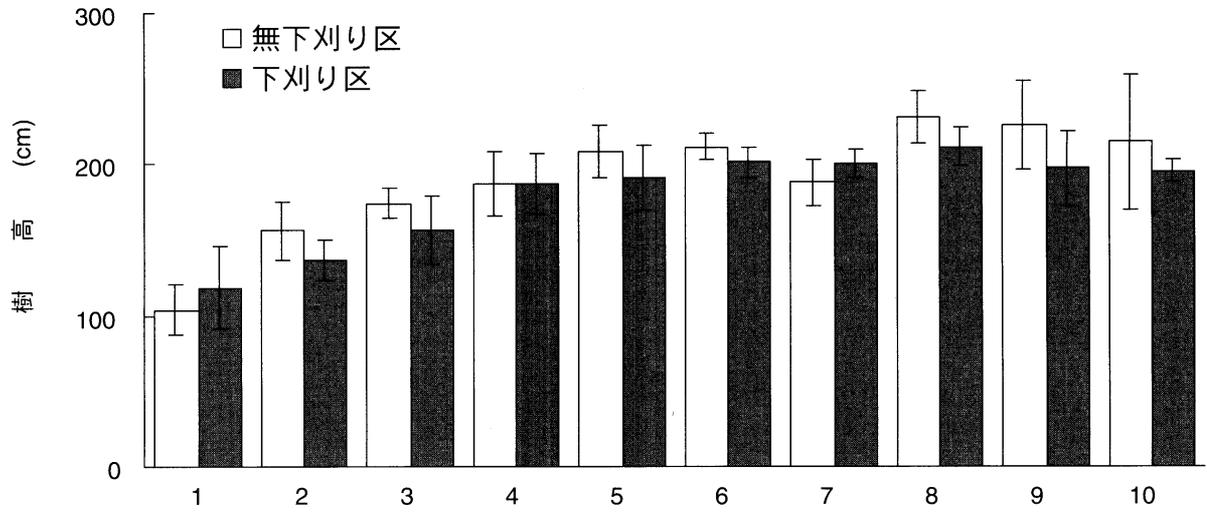


図-1 植栽後6年次におけるヒノキ実生苗の樹高の家系平均値
棒線は標準誤差を示す。

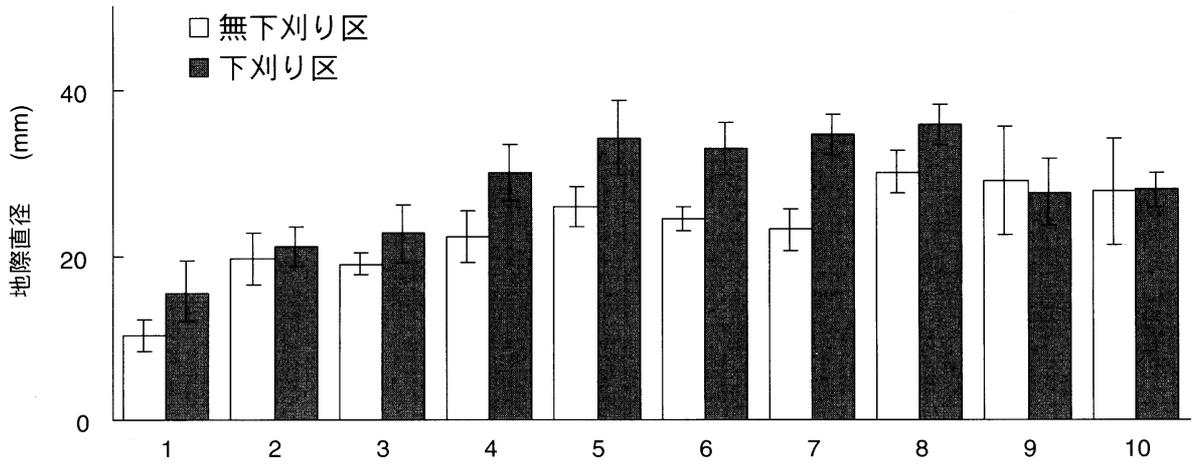


図-2 植栽後6年次におけるヒノキ実生苗の地際直径の家系平均値
棒線は標準誤差を示す。