

ヒノキ精英樹実生後代における成長とピロディン陥入量の関係 Relationship of growth and Pilodyn penetration among *Chamaecyparis obtusa* half-sib families

宮下久哉^{*1}・高島有哉^{*1}・平岡裕一郎^{*1}

Hisaya MIYASHITA^{*1}, Yuuya TAKASHIMA^{*1} and Yuichiro HIRAOKA^{*1}

* 1 森林総合研究所林木育種センター

For. and Forest Prod. Res. Inst., Forest Tree Breeding Center, 3809-1 Ishi, Juo, Hitachi, Ibaraki 319-1301

要旨：森林総合研究所林木育種センターでは、ヒノキ精英樹の評価および次世代化を進めるため、次代検定林において成長性や材質の調査に取り組んでいる。ヒノキにおいては、その木材利用上重要な形質である密度について、ピロディンによる推定を行っている。本報告では、自然交配により得られたヒノキ精英樹の実生後代が植栽された一般次代検定林において、成長とピロディン陥入量の関係について検討した。その結果、成長形質である樹高と胸高直径の相関関係と比較して、成長形質とピロディン陥入量との遺伝相関が低いことが認められた。このことから、成長形質と材質形質とを別々に選抜することが可能であることが示唆された。遺伝率に関しては、ピロディン陥入量の遺伝率が樹高や胸高直径といった成長形質とほぼ同等の推定値を示した。既往の研究と比べて、樹高と胸高直径の遺伝率は、高い値を示したが、ピロディン陥入量については低い値となった。

キーワード：ヒノキ, 材密度, 遺伝率

Abstract : A tree breeding project to develop the next generation of elite trees of Japanese cypress, *Chamaecyparis obtusa*, has been conducted by Forest Tree Breeding Centre through survey and study on tree growth and wood property in progeny test sites. Wood density, which is one of the important traits for wood utilization of *C. obtusa*, can be estimated by using Pilodyn. In this study, the relationship between tree growth and penetration of Pilodyn to *C. obtusa* was investigated. As a result, it is found that the genetic correlation of the growth with the Pilodyn penetration is low as compared with the correlation of the height with the diameter of the trees. This result suggests that the traits of growth and wood property can be selected respectively. With regard to the heritability, the estimate of heritability value on Pilodyn penetration shows almost the same value as that of tree height and diameter in this study. Although the heritability value of tree height and diameter is higher than the data in existing studies, the heritability value on Pilodyn penetration is lower than the data in existing studies.

Keywords : *Chamaecyparis obtusa* , Wood density, Heritability

I はじめに

森林総合研究所林木育種センターでは、ヒノキ精英樹の評価および次世代化を進めるため、国有林や民有林に設定した次代検定林において成長性や材質の調査に取り組んでいる。関東育種基本区における、ヒノキ精英樹の選抜数は402本であり、次代検定林数は国有林41箇所民有林62箇所の計103箇所が設定されている(表-1)。これら検定林に植栽された検定木の本数は、設定時には32万本以上にもものぼる。このように育種分野においては調査対象数が膨大な数となり、数千から数万本の測定を

行わなければならない。とくに、木材用として求められる特性を評価するためには、伐倒して試験体を作成しなければ、その材質特性を調べることが出来ない。そこで、林木育種センターでは、測定に時間が掛かる材質形質の系統間の遺伝的な差異を調べるために、立木状態で簡易的に材質を測定する方法を検討し、現在、ヤング率、密度及び含水率の推定を簡易的手法により行っている(7)。ヒノキにおいてはその木材利用において重要な形質である密度について重視し、ピロディンという機器を用いてピンの陥入量を測定し推定を行っている。

本報告では、自然交配により得られたヒノキ精英樹の実生後代が植栽された一般次代検定林において、胸高部位におけるピロディン陥入量の測定を行い、その測定結果を基にヒノキ精英樹実生後代における成長とピロディン陥入量の関係について検討したので報告する。

表-1. 関東育種基本区におけるヒノキ精英樹と次代検定林の概要
Table1 Overview of plus trees and progeny test sites
in the Kanto Breeding District

育種区	都県	精英樹数	検定林数
北関東	福島県	33	2
	栃木県	8	9
	群馬県	9	7
関東平野	茨城県	18	11
	埼玉県	58	1
	千葉県	16	2
	東京都	15	0
	神奈川県	46	4
中部山岳	山梨県	15	3
	長野県	38	20
	岐阜県	49	25
東海	静岡県	64	7
	愛知県	33	12
計		402	103

II 材料と方法

調査対象検定林は関東育種基本区に設定されているヒノキ一般次代検定林6箇所とした。調査対象検定林の概要を表-2に示す。これら検定林は3反復（ただし関長15号検定林については林内斜面の崩落により2反復）、植栽方式は列状植栽であり、系統ごとに20本植えられている。成長データとして、これら検定林の30年次の樹高および胸高直径を用いた。ピロディン陥入量の測定には、Pilodyn 6J Forest（スイスProceq製）を用いて、ピンの陥入量を測定した。測定部位は地上高1.2mとし、測定は斜面に直交した二方向において実施した。ピロディン陥入量の測定は、30年以上が経過した個体のうち、反

復内で成長が良好な個体を対象とし、反復あたり系統原則5本以上とした。

供試検定林において評価したヒノキ精英樹の系統数は、104系統となった。そのうち2箇所以上の複数の検定林に植栽された系統数は80系統である。成長調査の供試数は7,988本、ピロディン測定の供試数は3,054本となった。

成長形質とピロディン陥入量の遺伝性を評価するため、全平均、検定林および検定林×反復の交互作用を固定効果、相加効果（母親の効果）を変量効果とする2形質の線形混合モデルに基づき、制限付き最尤法により求めた変量効果の分散成分および共分散成分から、遺伝率および遺伝相関を求めた。

遺伝率 = $4 \times \text{相加的遺伝分散} / \text{全分散}$

遺伝相関

= $2 \text{ 形質の遺伝共分散} / 2 \text{ 形質の遺伝分散の積の平方根}$

なお、分散成分は、統計解析ソフトASReml 3.0により算出した（4, 5, 6）。

III 結果と考察

検定林ごとの樹高、胸高直径、ピロディン陥入量の平均値と変動係数を表-3に示す。全検定林における樹高や胸高直径の変動係数と比較して、ピロディン陥入量の変動係数が低い値となった。さらに、検定林間の変動係数を比較すると、樹高では10.4%から26.5%、胸高直径では18.3%から33.7%と、検定林間でそれぞれ15%以上異なった。とくに、成長が良好でない関前30号および関長15号検定林において、変動係数が大きくなる傾向を示した。それに対して、ピロディン陥入量における検定林間の変動係数を比べると、8.0%から12.3%となり、検定林間での違いが4%程度であった。これらのことから、成長形質は検定林によって検定林内のバラツキが異なることが生じるが、材質形質はいずれの検定林においても検定林内ではバラツキがある程度一定であることが認められた。また、表-3より、ピロディン陥入量の平均値における検定林間の比較では15.6mmから17.3mmの

表-2. 調査対象検定林

Table2 Progeny test site

コード	検定林名	所在地	設定年	植栽系統	植栽本数	測定本数	
						樹高・DBH	ピロディン
412	関前29	栃木県矢板市	1975	42	4,031	1,549	613
413	関前30	栃木県那珂川町	1975	40	6,810	2,211	591
468	関東34	静岡県松崎町	1978	33	4,925	1,024	408
469	関東35	静岡県沼津市	1978	32	4,280	1,002	471
488	関長15	長野県豊丘村	1974	49	7,500	1,202	432
492	関長19	長野県下諏訪町	1975	38	3,600	1,000	539

幅であり全検定林平均値の16.6mmとの差が1mm以内となつて、検定林間で大きな差が生じなかつた。このことから、ヒノキ精英樹実生後代においては、検定林が異なつていてもピロディン陥入量の値がほぼ同じ値になることが認められた。

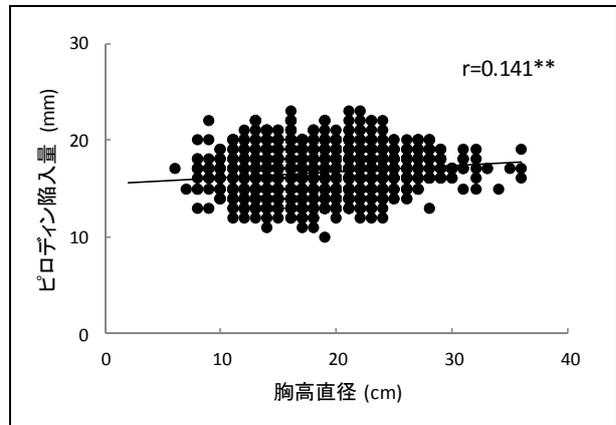
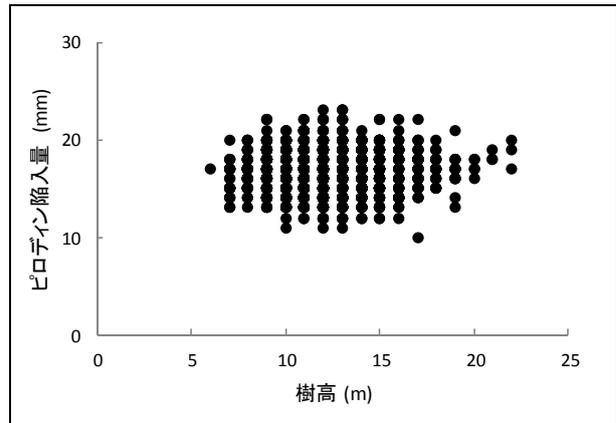
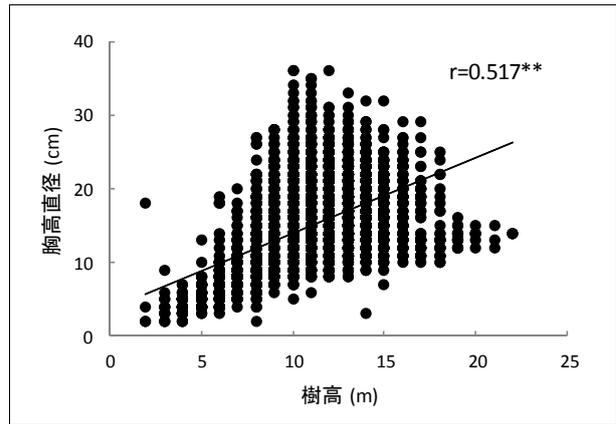
表-3. 検定林ごとの各形質の平均値と変動係数

Table3 The data for the traits

	樹高		胸高直径		ピロディン値	
	平均 (m)	変動係数 (%)	平均 (cm)	変動係数 (%)	平均 (mm)	変動係数 (%)
関前29号	10.5	15.7	18.7	26.7	17.3	8.0
関前30号	10.6	24.6	12.8	31.4	15.9	10.0
関東34号	12.8	10.4	17.9	18.3	15.6	11.0
関東35号	12.0	20.2	15.4	24.7	16.2	12.3
関長15号	10.4	26.5	12.4	33.7	17.3	10.2
関長19号	11.0	16.7	14.5	19.4	17.3	10.2
全検定林	11.1	21.4	15.1	31.3	16.6	11.0

図-1に全検定林における形質間の表現型値の関係を示す。さらに、表-4に形質間の表現型相関と遺伝相関を示す。図-1より樹高と胸高直径の表現型相関は0.517となり高い正の相関を示した(P<0.01)。これに対し、樹高とピロディン陥入量の表現型相関は0.018で相関が認められなかつた(P=0.117)。さらに胸高直径とピロディン陥入量の表現型相関は0.141となり1%水準で有意ではあるが、樹高と胸高直径の表現型相関と比べると低い相関であつた。表-4より、樹高と胸高直径の遺伝相関は0.585となり正の相関を示した(P<.001)。また、樹高とピロディン陥入量の遺伝相関は-0.041、胸高直径とピロディン陥入量の遺伝相関は-0.108と負の相関を示した。表現型相関と遺伝相関との間に1対1の対応は認められなかつたが、形質間の相関関係はほぼ同様の傾向を示した。以上の結果から、成長形質である樹高と胸高直径の相関関係と比較すると、成長形質と材質形質との相関関係は低いことが認められた。このことから、成長形質と材質形質とを別々に選抜することが可能であると考えられる。

表-5に、樹高と胸高直径およびピロディン陥入量に関する遺伝率を示す。本報告と調査対象検定林は異なるが、栗延はヒノキ一般次代検定林12箇所8系統における15~18年次の樹高や胸高直径の遺伝率が0.1以下であることを報告している(3)。また、武津らはヒノキ一般次代検定林1箇所27系統における30年次の樹高から算出した材積の遺伝率が0.03と報告し(1)、ヒノキ精英樹同士の人工交配実生後代が植栽されているヒノキ育種集団1箇所27家系における15年次の樹高の遺伝率が



** : 有意水準1%で有意差あり

図-1 全検定林における形質間の表現型値の関係

Fig.1 Relationship of phenotype values between trait

表-4. 形質間の相関

Table4 Correlation coefficient among the characters

	樹高	胸高直径	ピロディン陥入量
樹高		0.517	0.018
胸高直径	0.585		0.141
ピロディン陥入量	-0.041	-0.108	

相関の右上は表現型相関、左下は遺伝相関

0.035, 胸高直径の遺伝率が0.050, ピロディン陥入量の遺伝率が0.664と報告している(2)。本報告は, 成長形質においてはこれらの報告よりも高い値を示した。しかし, ピロディン陥入量の遺伝率については, 検定林数や自然交配苗と人工交配苗といった交配様式等供試条件に違いがあるが, 武津らと異なる結果となった。野村らは, ヒノキ一般次代検定林11箇所における20年次の樹高の遺伝率が検定林ごとに0.00から0.40, 胸高直径の遺伝率が0.01から0.50と, 検定林によって大きく異なることを報告し, 検定林と系統の交互作用が大きいことと系統間の差が小さいことを挙げている(8)。ヒノキ一般次代検定林における, ヒノキ精英樹実生後代の成長形質および材質形質の遺伝性の検討においては, 今後, 検定林間差や検定林と系統の交互作用等の検討を進める必要がある。

表-5. 各形質の遺伝率

Table5 Heritability for the traits

	樹高	胸高直径	ピロディン陥入量
全検定林	0.233	0.141	0.264

IV おわりに

本報告では, 自然交配により得られたヒノキ精英樹の実生後代が植栽された一般次代検定林において, 胸高部位におけるピロディン陥入量の測定を行った結果, 成長形質である樹高と胸高直径の相関関係と比較して, 成長形質とピロディン陥入量との相関が低いことが認められた。このことから, 成長形質と材質形質とを別々に選抜することが可能であることが示唆された。遺伝率に関しては, ピロディン陥入量の遺伝率が樹高や胸高直径といった成長形質とほぼ同等の推定値を示した。既往の研究と比べて, 樹高と胸高直径の遺伝率は, 高い値を示したが, ピロディン陥入量については低い値となった。今後は, 検定林ごとに検定林と系統の交互作用等の検討に取り組む考えである。

引用文献

- (1) 武津英太郎・高橋誠・藤澤義武・栗延晋(2006) ヒノキ精英樹における炭素固定量の家系間変異への諸形質の影響. 日林関東支論 57:143-145
- (2) 武津英太郎・松永孝治・倉原雄二・千吉良治・高橋誠(2013) ヒノキ材密度の簡易推定精度および材密度と成長形質との遺伝的関係の検討. 九州森林研究 66:13-16
- (3) 栗延晋(2006) 次代検定林における精英樹の材質

について. 林木の育種 161:28-32

(4) 栗延晋(2009) 林木育種のための統計解析(13) - BLUP法を用いた系統評価:Sireモデルの適用事例-. 林木の育種 232:64-67

(5) 栗延晋(2009) 林木育種のための統計解析(14) - BLUP法を用いた個体評価-Animalモデルの適用事例-. 林木の育種 233:47-51

(6) 栗延晋・久保田正裕(2012) 林木育種のための統計解析, 社団法人林木育種協会, 81-95

(7) 宮下久哉(2009) スギの材質を立ったまま測っています. 緑の東北 66:5

(8) 野村孝宏・久保田正裕(2003) 関東育種基本区のヒノキ検定林における遺伝パラメーターの吟味. 日林学術講 114:554