

ヒノキ 精英樹 選抜 育種 の 検 証 — 生産性と経済性 —

丹 原 哲 夫

Verify the *Chamaecyparis obtusa*
Breeding by Plus-Tree
—Growth and Economic Effect—
Tetsuo TANBARA

要旨：岡山県民有林に造成している複数のヒノキ精英樹次代検定林を解析し、10年生樹高での選抜による育種効果と次代検定による育種効果を推定した。前者は約10%、後者は3%程度であった。

次に同様に10年生での調査結果をもとに、当地域の平均的立地条件で標準的施業を行なった場合、精英樹（平均）が伐期時期にどのような林分構造となり、どの程度の経済効果が期待できるかについて検討した。50年伐期で見れば、精英樹（平均）は従来種に比較し平均樹高、平均胸高直径が5～6%増加し、林分材積は約12%増加する。また主伐材の収穫金額（粗収益）は約1100千円/ha増加し、約8%の増加が見込まれた。さらに収穫金額の差を内部収益率との関係で見れば、約13%以上の育林経費、あるいは約30%の伐木集運材費に相当するであろうと推定した。

キーワード

ヒノキ 精英樹選抜育種 育種効果

I. はじめに

岡山県では1955年以来精英樹選抜育種事業を進めており、現在ではほとんどの造林が精英樹種苗で行なわれるようになってきた。また精英樹本来の遺伝的特性を把握するために、1969年から県下各地に次代検定林を計画的に設定している。

次代検定林の解析によって精英樹を評価することは、育種の検証であるとともに、今後の育種の推進方法やその効果を判断する上できわめて重要である。特に経済的観点から精英樹の評価を行なうことは意義が大きいと考える。

この報告はヒノキ精英樹次代検定林の生長調査の結果をもとにした、10年生での育種効果を推定した。また、伐期時期における精英樹（平均）の林分構造や主伐材の収穫金額を予測し、選抜による育種効果を経営、経済的観点から評価した。

なお、次代検定林の設定は岡山県林業会社のご協力を得て進めている。ここに衷心よりお礼申し上げる。

II. 育種効果の推定

1. 次代検定林の概況

現在までに10年次の生長調査を行なった表1および図1に示す12箇所のヒノキ精英樹次代検定林を解析の対象とした。

表1 ヒノキ精英樹次代検定林

検定林No.	設定年度	系統数	所在地
24	1975	22	真庭郡湯原町粟谷
28	1976	25	阿哲郡哲多町田淵
29	1976	22	苫田郡阿波村大谷
32	1977	22	英田郡英田町三保原
33	1977	23	和気郡吉永町多麻
34	1977	26	御津郡御津町下田
36	1978	21	"
37	1978	22	川上郡成羽町下日名
38	1978	22	真庭郡落合町上河内
39	1978	22	英田郡作東町小房
41	1979	22	阿哲郡神郷町下神代
42	1979	22	真庭郡落合町上山

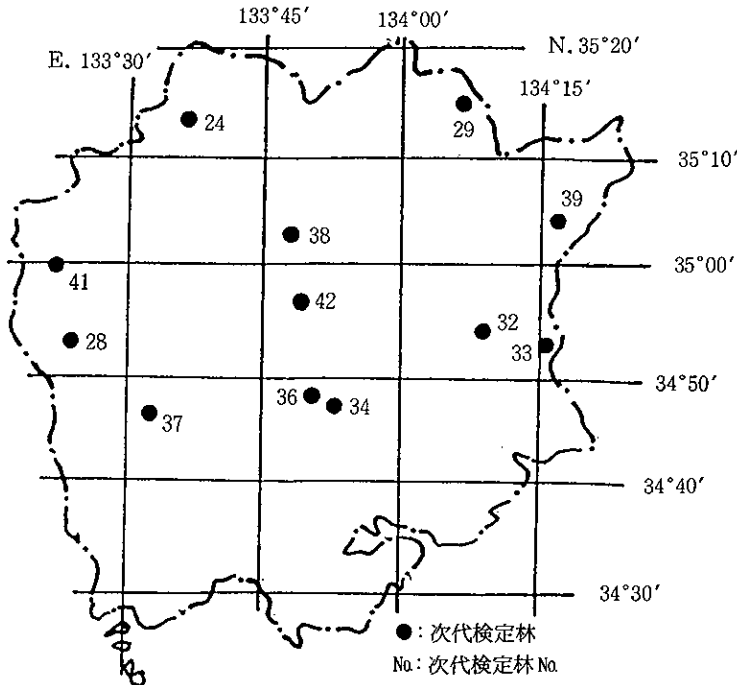


図1 次代検定林の設定位置

次代検定林は25クローンで構成している採種園から母樹別に採種した半兄弟家系（以下系統）を使用し、乱塊法3反復による設計である。次代検定林は1.5haの規模で、1箇所あたり20~25系統を検定している。また、いずれの次代検定林にも普通の母樹林あるいはそれに準じた一般林分からのものを対照（以下従来種）として植栽している。なお、従来種は次代検定林の造成年次によって遺伝的素成が異なっている。

2. 選抜による育種効果

(1) 調査結果の概要

精英樹系統と従来種を比較することによって選抜による育種効果を検討した。各次代検定林における10年生樹高の調査結果を図2に示す。

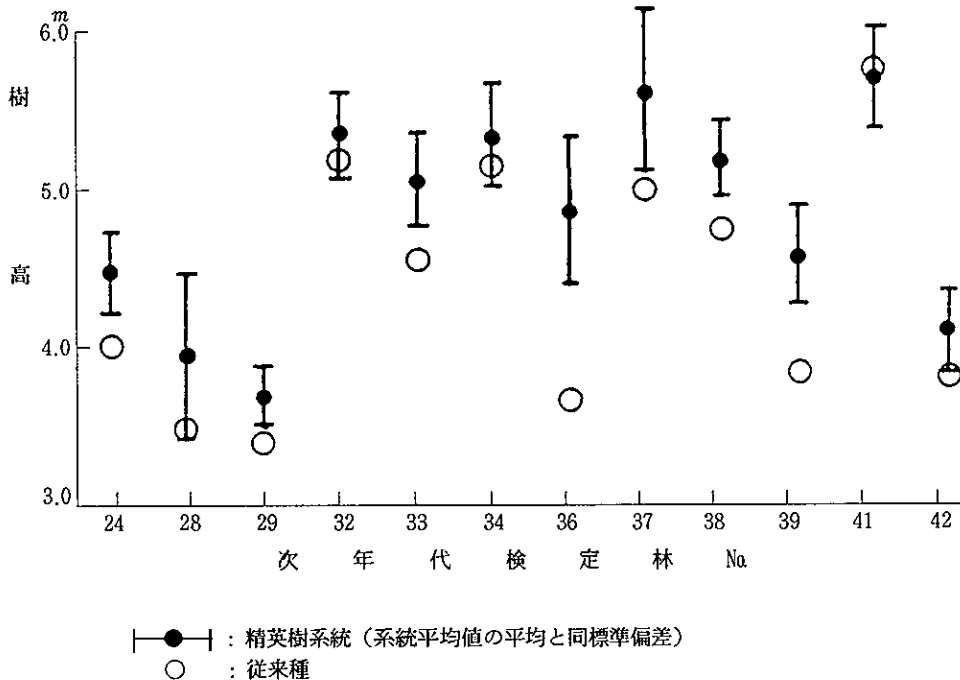


図2 次代検定林での精英樹系統と従来種の10年生樹高

No41 次代検定林では、精英樹系統と従来種がほぼ同程度の成績であるが、その他の次代検定林では、ほとんどの精英樹系統が従来種に比較して良好な成績であった。

従来種の遺伝的組成が異なっても、また次代検定林の立地環境が異なっても精英樹系統が安定的に良好な成績を示したことは、選抜による育種効果の確実性と精英樹系統の当地域での普遍的な立地適応性を示唆していると考えた。

(2) 最小2乗推定値による検討

次代検定林によって供試している精英樹系統が異なっているため、最小2乗推定値によって各精英樹を評価した。すなわちi系統のj次代検定林における平均値 (y_{ij}) は1式の加法モデルで表わせると仮定し、各系統の最小2乗推定値 ($\mu + \alpha_i$) を計算した。

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad (1式)$$

μ : 集団の平均, α_i : 系統効果, β_j : 次代検定林効果, ϵ_{ij} : 誤差

なおこの計算には栗延¹⁾のプログラムを使用した。また従来種は次代検定林によって遺伝的素成が異なるので問題が生じるが、精英樹系統と比較するために1つの系統として解析した。

こうして求めた各系統の最小2乗推定値を表2に示し、12検定林をまとめた分散分析の結果を表3に示す。

表2 ヒノキ精英樹の10年生樹高(最小2乗推定値)

コードNo	精英樹名	検定回数	樹高 (cm)
1	高 梁 1	11	479
2	新 見 1	11	480
3	真 庭 1	10	493
4	” 2	11	479
5	” 3	11	489
6	” 5	12	469
7	” 7	11	494
8	” 9	11	465
9	苦 田 1	12	491
10	” 2	12	502
11	” 3	12	488
12	” 7	10	466
13	” 8	11	502
14	英 田 1	11	500
15	” 2	10	513
16	局 津 山 1	12	467
17	” 2	12	490
18	福 山 2	6	465
19	三 次 3	10	507
20	” 4	4	489
21	” 5	8	467
22	永 上 9	12	486
23	世 羅 1	6	470
24	加 茂 1	12	469
25	玖 珂 2	12	495
26	従 来 種	12	439
精英樹平均			485

表3 12検定林をまとめた分散分析の結果と反復力

変動因	自由度	平均平方	期待成分
系 統	25	3030.88 **	$\sigma e^2 + 10.4 \sigma f^2$
誤 差	235	1384.32	σe^2
反復力		0.5433	

注: 平均平方のみ表示

系統間に著しい有意差が認められ、系統反復力は0.54であった。この反復力は平均値レベルの遺伝率として使用され²⁾、次項において次代検定の育種効果の推定に使用した。

いずれの精英樹系統も従来種に比較して良好な成績であり、精英樹平均値では従来種との差は0.46 mであった。またその増加率は10%であり、10年生の樹高で10%の選抜による育種効果が認められた。

現在までのヒノキ10年生樹高での解析例では、四国地域³⁾および関東中部地域⁴⁾の次代検定林を対象とした解析において、それぞれ5%、3%の選抜による育種効果が確認されている。これらの地域に比較して当地域での育種効果が比較的高いことが明らかになった。精英樹選抜育種事業は集団選抜育種の考えにもとづき選抜した精英樹を直ちに造林用を使用している。したがって、この選抜による育種効果が高いことは一般造林地において早期に改良効果を上げるうえできわめて有効であることを示している。

3. 次代検定による育種効果

採種園を構成している精英樹の中で、次代検定林の結果から相対的に下位に位置している精英樹を除去するか、他の優良な精英樹と入れ替え(体質改善)を行うことによって採種園の遺伝的素質を高めることが可能である。このように精英樹を選択的に活用することによって期待できる次代検定による育種効果について検定した。

選抜と次代検定による育種効果(G)は2式²⁾で計算できるとされている。

$$G = (X_p + 2 \cdot S' \cdot R_f) / X_c \quad (2式)$$

X_p : 精英樹平均, S' : 選抜差, R_f : 反復力, X_c : 従来種平均

そこで前述の最小2乗推定値を使用し、25クローンで構成している採種園で下位1/3(8クローン)と2/3(17クローン)の精英樹を対象に上位1/3と同程度の精英樹によって体質改善を行なうと仮定した場合(下位1/3を対象としたときの $S' = 0.11$, 下位2/3を対象としたときの $S' = 0.16$)の育種効果を図3に示す。

次代検定による育種効果は、下位1/3の精英樹を対象とした場合2.7%、下位2/3の精英樹を対象とした場合3.9%であった。これら次代検定によって期待できる育種効果は、前述の選抜による育種効果に比較して30~40%程度である。次代検定による育種効果を高めるためには、選抜差が大きいことが必要である。そのためには、今後同一育種区からより優れた精英樹の導入について、さらに第2次精英樹の選抜について検討する必要がある。

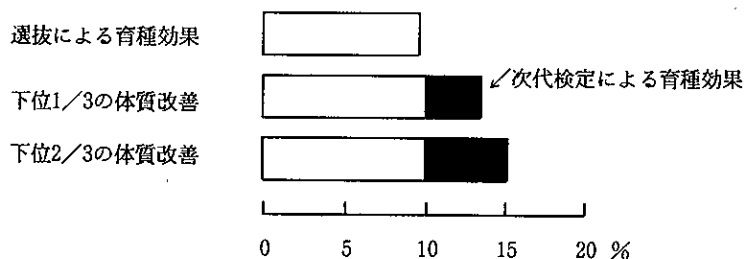


図3 選抜と次代検定による育種効果

Ⅲ. 精英樹の成長と林分材積等の予測

10年生の次代検定林での調査結果をもとに、収穫予想表でのヒノキの生育性や生長パターン、林分密

度管理図での樹幹材積等の推定式を使用し、精英樹（平均）の伐期時期での樹高や林分材積等を予測した。もちろん、既存林分での調査をもとにした林分密度管理図等を遺伝的素質の異なる集団に適用する点については、今後次代検定林において説明すべき課題と考えるが、ここではこれら既存資料を使用して生長等の予測を行なった。

1. 樹高生長の予測

当地域の平均的立地条件での精英樹（平均）の生長を次のステップ⁵⁾によって予測した。

ステップ1：ガイドカーブ

多くの次代検定林の平均値は、当地域の地位中位での生長を表わすと仮定し、収穫予想表⁶⁾の地位中位の齡階別樹高（15～80年）に次代検定林の従来種の最小2乗推定値（10年生）を加えたデータにゴンベルツ式を適用し地位指数曲線⁷⁾のガイドカーブ（3式）を作成した。

$$h_1(t) = 20.0896 \exp(-1.4396e)^{0.2649(t-2)} \quad (3式)$$

$h_1(t)$ ：林齡 t における樹高

ステップ2：精英樹（平均）の地位指数

10年生で平均樹高が H_{10} となる林分の地位指数（ S 、40年生樹高）は4式で表わせるとされる。ここで $h_2(t)$ は、既存林分の資料⁸⁾から求めた変動幅曲線（5式、林齡に対応した林分における樹高の標準偏差）を表わす。

$$S = h_1(40) + (H_{10} - h_1(10)) \times h_2(h_1(40)) / h_2(h_1(10)) \quad (4式)$$

$$h_2(h_1(t)) = 0.2628 \times h_1(t)^{0.6847} \quad (\gamma = 0.9024) \quad (5式)$$

ステップ3：任意の林齡における樹高

そして4式を転換して6式によって、精英樹（平均）の10年生の成績から外挿した任意の林齡（ t ）における樹高（ H_t ）が推定できるとされる。

$$H_t = h_1(t) + (S - h_1(40)) \times h_2(h_1(t)) / h_2(h_1(40)) \quad (6式)$$

なお従来種の樹高生長はガイドカーブを直接使用した。

このようにして求めた精英樹（平均）と従来種の樹高生長を図4に示す。

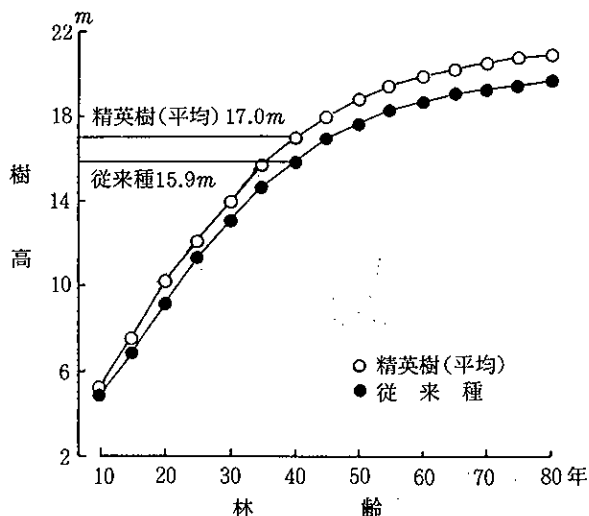


図4 精英樹と従来種の樹高生長

精英樹（平均）と従来種の地位指数はそれぞれ17.0m, 15.9mでその差は1.1mであった。両者の差は林齢とともに漸次拡大したが、増加率で見れば20年生で8%, 40年生で7%, 80年生で6%であり、林齢の増加にともなうやや減少する傾向を示した。栗延⁵⁾らは熊本県民有林を対象とした解析において同様の傾向を認めている。

2. 林分材積等の予測

次に標準的施業を行った場合の林分材積等の推移を林分密度管理図⁹⁾の推定式を使用して予測した。ha当り幹材積(V)は収量密度効果式(7式)によって表わせるとしている。

$$V = (0.0391^{-1.1473} + 8524.5H^{-3.1029} / N)^{-1} \quad (7式)$$

H:平均樹高, N:林分密度

ここで平均樹高は前項での推定樹高を使用し、林分密度は後述する保育形式によって密度管理を行なうとして自然間引曲線(8式)によって推定した。なお間伐後の林分密度は、間伐後の残存本数と間伐時の樹高から7, 8式を利用して漸次近次法を利用して初期本数を推定した後、再び8式によって計算した。

$$\frac{1}{N} = \frac{1}{N_0} + \frac{V}{1.5125 \times 10^5 N_0^{-0.5867}} \quad (8式)$$

N:林分密度 No:初期本数

保育形式は3000本/ha植栽し、収量比数0.5~0.6の密度管理を行なう一般材生産と、5000*/ha植栽し収量比数0.63~0.73の密度管理を行なう高品質材生産を標準的施業⁶⁾とした。

保育形式別の間伐状況を表4に示し、林分材積の推移を図5, 6に示す。

表4 間伐林齢と間伐率

生産目標	区分	1回	2回	3回	4回	5回
一般材	精英樹	18 (31)	22 (28)	28 (30)	36 (27)	52 (28)
	従来種	19 (28)	24 (32)	30 (28)	39 (27)	60 (27)
高品質材	精英樹	18 (32)	23 (31)	29 (28)	38 (27)	61 (27)
	従来種	19 (29)	24 (30)	30 (27)	40 (27)	68 (27)

裸数字:間伐林齢 ():本数間伐率

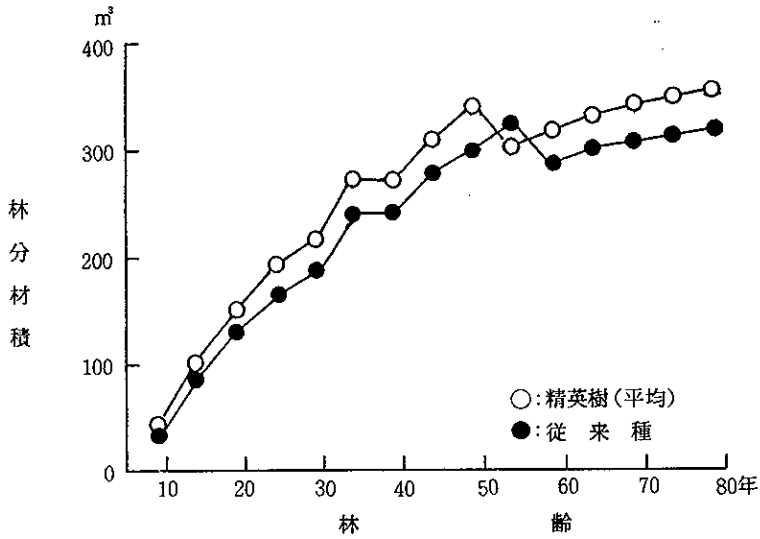


図5 精英樹と従来種の林分材積の推移（一般材生産）

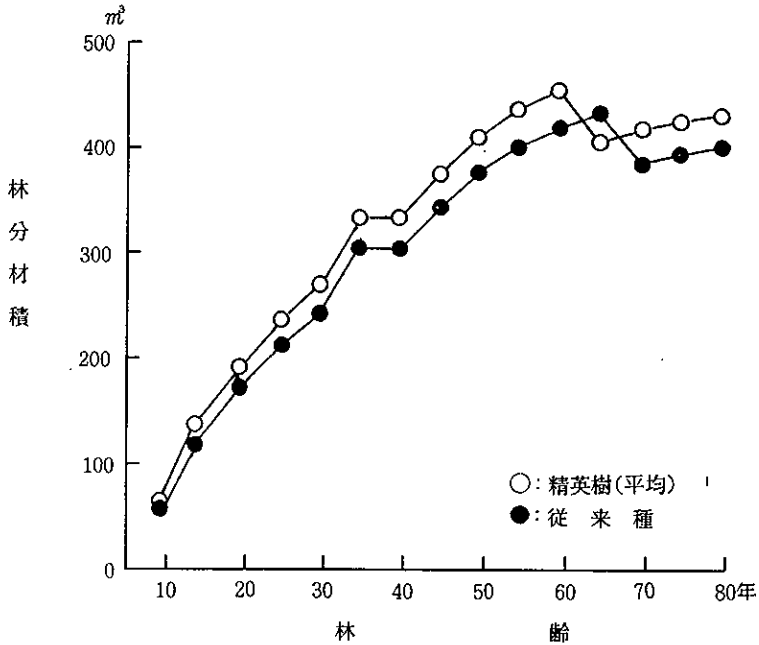


図6 精英樹と従来種の林分材積の推移（高品質生産）

林分材積は間伐の実施年によって異なるが、精英樹（平均）と従来種の差は樹高生長と同様に林齢の増加にともなって拡大する傾向を示した。そして収量比数を基準に間伐を行ない、間伐の程度が収量比数の差0.1程度であれば、1～4回目の間伐は精英樹（平均）は従来種に比較して1～3年早期に実施することになり、また、5回目の間伐は7～8年早期に実施することになる。

次に50年生と80年生での林分構造の比較を表5に示す。

表5 50年生と80年生での林分構造

生産目標	伐期	区分	平均樹高 m	平均胸高直径 cm	成立本数 本	林分材積 m ³	収量比数
一般材	50	精英樹	18.8	27.5	585	338	0.59
		従来種	17.7	26.2	610	302	0.57
	80	精英樹	20.9	31.9	411	351	0.55
		従来種	19.7	30.3	432	315	0.53
高品質材	50	精英樹	18.8	25.1	809	399	0.70
		従来種	17.7	23.8	876	364	0.69
	80	精英樹	20.9	29.4	569	418	0.65
		従来種	19.7	27.7	624	385	0.64

いずれの保育形式、いずれの林齢でも精英樹（平均）は従来種に比較すると平均樹高、平均胸高直径が5～6%増加した。そして林分材積は一般材生産の場合約12%、高品質材生産の場合約9%増加した。ここで精英樹（平均）と従来種の収量比数はいずれの場合も同程度で、成立本数は精英樹が従来種に比較して一般材生産の場合約5%、高品質材生産の場合約8%少なくなっている。

IV. 精英樹の経営、経済的評価

1. 主伐材の利用材積と収穫金額

前項で保育形式によって一般材生産を行なったときの精英樹（平均）と従来種の利用材積と収穫金額（粗収益）を次のステップ¹⁾によって予測した。

ステップ1：主伐材の胸高直径分布

主伐材の直径分布にワイブル分布¹²⁾を適用し、直径階(x)に対応する確率密度を9式によって推定した。

$$F(x) = (c/b) \left\{ (x-a)/b \right\}^{c-1} \exp \left[- \left\{ (x-a)/b \right\}^c \right] \quad (9式)$$

ここでa(位置のパラメーター、最小直径限界)は資源調査(岡山県, 1983)の原資料を使用して10式によって推定した。またb, c(それぞれ尺度、形のパラメーター)については、林分密度管理図の推定式から求めた平均胸高直径、平均断面積合計を使用して木梨の方法¹³⁾によって推定した。

$$a = -19.6488 - 4.0726 \log t + 30.3919 \log d \quad (r=0.9027) \quad (10式)$$

t: 林齢, d: 平均胸高直径

ステップ2：樹高曲線式

資源調査の資料の中で地位中位に相当する林分の資料を使用し、林齢、直径階に対応する樹高(h)

を11式によって推定した。

$$h = -11.3279 + 0.9303 \ell \log D + 13.636 \ell \log t + 1.430151 \log D \cdot \ell \log t \quad (r=0.9818) \quad (11式)$$

t: 林齢, D: 胸高直径

ステップ3: 幹の細り, 樹皮厚

ある胸高直径階, 樹高の立木について, 任意の高さにおける皮付直径 (do) と皮内直径 (di) を近畿瀬戸内海地域の資料によって家原¹¹⁾が求めた12, 13式を直接使用して推定した。

$$do = 1.199D \cdot x + 0.852D^2/h \cdot x - 1.766D^2/hx^2 + 0.83130D^2/h \cdot x^3 - 0.7693$$

$$x = (h - h_1) / (h - 1.2) \quad (12式)$$

$$di = do \left\{ 0.0058 (h_1/h) - 0.1087 (h_1/h)^2 + 0.9527 \right\} \quad (13式)$$

D: 胸高直径階, h: 樹高, h₁: 任意の高さ

ステップ4: 採材方法と収穫金額

ステップ1で求めた直径階ごとの立木について, 元口0.2mを除き, 元玉から順次13式によって4,3,2m材の末口径を求め, 総当りに採伐可能な全ての組み合わせについて素材価格を算出した。なお, 素材規格および素材単価は表6に示す当地域での一般的素材規格と近年の素材市況の中値を使用した。そして立木1本あたりの価格が最高値となる組み合わせを選択して, その立木の素材材積および立木価格とした。またその集計を主伐材の利用材積および収穫金額とした。ここで素材単価が比較的高い6m材の採材を考慮に入れてなかったのは, 6m材は搬出, 輸送にあたって取り扱い上の制約があり, 市場においても出材が比較的少ないためである。

表6 素材規格と単価 (m³ 単価)

末口直径 (cm)	長さ (m)		
	2	3	4
7-10	95,000	14,100	25,100
11-12	15,000	17,700	25,100
13	30,000	34,800	25,100
14-16	30,000	57,700	57,600
18-	40,000	52,800	52,400

岡山県森林組合連合会津山木材共販所中値

(平成1~2年平均)

50年生と80年生での主伐材の胸高直径と素材材積および立木価格を表7に示す。

表7 主伐材の胸高直径と素材材積および立木価格

伐期	本当り			精英樹（平均）			従来種		
	直径階	樹高	単価 千円	本数	素材 材積 m ³	立木 価格 千円	本数	素材 材積 m ³	立木 価格 千円
50	18	16.1	7.2	9	1.8	65	19	3.8	136
	20	16.2	10.7	37	8.6	395	58	13.4	619
	22	16.3	13.3	65	20.0	866	89	27.3	1,186
	24	16.5	17.2	85	30.6	1,460	103	37.1	1,769
	26	16.6	20.6	93	39.8	1,916	100	42.8	2,061
	28	16.7	24.6	89	44.6	2,194	85	42.6	2,095
	30	16.8	30.1	74	44.0	2,229	64	38.1	1,928
	32	16.9	34.9	55	38.1	1,921	42	29.1	1,467
	34	17.0	40.3	37	29.6	1,491	25	20.0	1,008
	36	17.1	45.7	22	19.5	1,005	14	12.4	639
	38	17.1	52.1	11	11.5	573	7	7.3	365
	40	17.2	58.7	5	5.9	293	3	3.5	176
	42	17.3	65.7	2	2.7	131	1	1.3	66
	44	17.4	74.1	1	1.4	74			
	計			585	298	14,613	610	279	13,514
80	18	19.2	9.6				1	0.2	10
	20	19.4	12.8	2	0.5	26	9	2.4	115
	22	19.5	16.7	12	4.1	201	23	7.9	385
	24	19.7	20.4	25	10.4	511	39	16.2	796
	26	19.8	25.7	40	20.4	1,030	54	27.5	1,390
	28	19.9	29.8	51	30.9	1,520	63	38.2	1,878
	30	20.0	35.2	58	40.9	2,041	65	45.9	2,287
	32	20.1	40.5	58	47.8	2,350	59	48.6	2,390
	34	20.2	47.8	52	48.5	2,483	47	43.8	2,244
	36	20.3	54.4	42	44.2	2,283	33	34.7	1,794
	38	20.4	61.6	30	36.2	1,848	20	24.1	1,232
	40	20.5	68.8	20	27.2	1,377	11	15.0	757
	42	20.6	77.3	11	16.8	851	5	7.6	387
	44	20.6	86.1	6	10.0	517	2	3.3	172
46	20.7	95.4	3	5.6	286	1	1.9	95	
48	20.8	105.9	1	2.1	106				
	計			411	345.6	17,428	432	317.4	15,933

精英樹（平均）は従来種に比較し、50年生では利用材積が19m³/ha増加し、収穫金額は1,099千円/ha増加した。そして増加率は前者は約7%、後者は約8%であった。一方、80年生では利用材積が28m³/ha増加し、収穫金額は1,495千円/ha増加した。そして増加率はともに約9%であった。

林木育種の特性として、この選抜による経済効果は採種園から種子が供給されることによって自動的に広範囲に普及される。ここで本県でのヒノキの年間造林面積を1千haと仮定し、伐期50年として試算すれば、伐期時での育種効果は約10億円と推定できる。さらにこの育種効果は年々累積されていく特

性を持っていることから、今後の造林にあたっては図り知れない経済効果が期待できよう。

なお、素材材積等の予測精度を高めるため、今後次代検定林において樹高曲線式や幹の細り等の情報を収集していく必要がある。

2. 内部収益率による検討

前項で予測した収穫金額、すなわち選抜による育種効果を、経営の採算性の指標としてよく使用される内部収益率（費用フロー前格＝収益フロー前価格となる計算利率）によって検討した。内部収益率については林業においては収穫までに賃金、木材価格等が変動することから無意味であるとする意見も存在する。しかし、林業を経営として考える以上、それらの不確定要因を理解した上で検討を加えることは意義があると考えた。ここでは賃金単価および伐木集運材単価がそれぞれ一定金額で変動したときの精英樹（平均）と従来種の内部収益率について検討した。

なお、賃金単価は8千円/日、伐木集運材費単価は15千円/m³、収穫金額は前項の一般材生産での予測値を基準とし、地ごしらえ、植付け等の所要人員は県内林業団体の聞きとり調査によって表8に示すモデルを使用した。

表8 ヒノキ林育成作業種別所用人員モデル

作業種	年																	
	-1	0	1	2	3	4	5	6	8	9	11	12	13	19	20	24	計	
地 拵 え	35																	35
植 付 け		20																20
補 植				3														3
下刈り			10	20	12	12	12	12										78
つる切り										9								9
除間伐											15			10		10		35
枝打ち													15		25			40
保護管理									3				3					6
計	35	20	10	23	12	12	12	12	3	9	15	3	15	10	25	10		226

また造林、下刈り、除伐および初期2回の間伐に係る補助金（標準的一般林地として試算）は収益として計上し、3回目以降の間伐は経費と収益が見合うものとして計算から除外した。ここで利率は高次の一次方程式の解となるため漸次近似法によって求めた。

賃金単価が2千円単位で変動した場合、および伐木集運材単価が5千円単位で変動した場合の精英樹（平均）と従来種の各伐期での内部収益率を図7、8に示す。

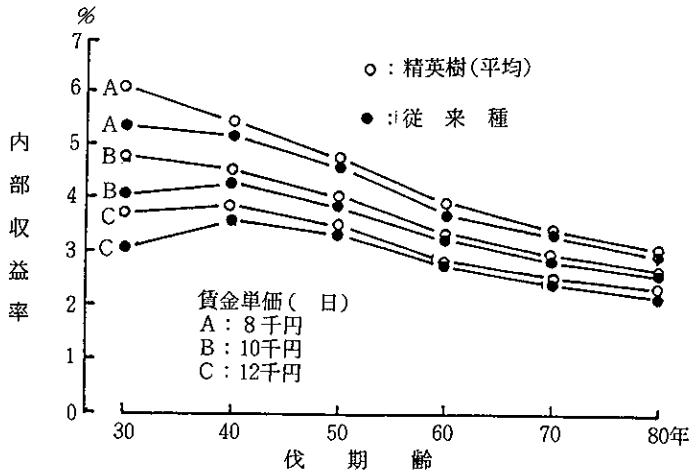


図7. 賃金単価が変動したときの内部収益率

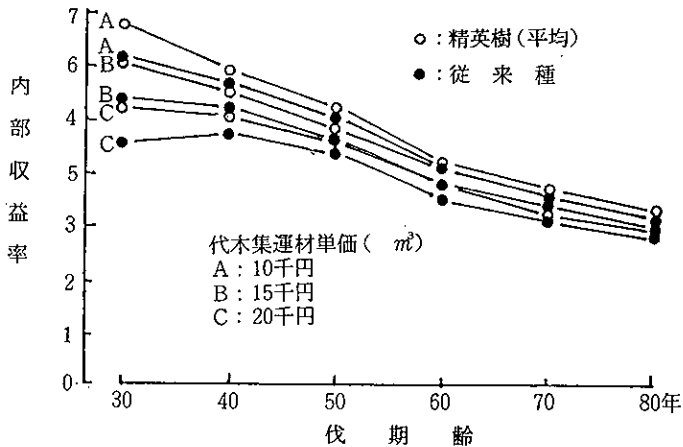


図8. 伐木集運材単価が変動したときの内部収益率

賃金単価の変動によって約0.5~1.5%, 伐木集運材費単価の変動によって約0.3~1.0%の内部収益率の差が認められた。一方, 精英樹(平均)は従来種に比較し, いずれの場合も約0.2~1.0%向上する傾向が認められた。このことは選抜による育種効果が賃金単価でみれば約1千円以上すなわち約13%以上の育林経費に相当するとともに, 伐木集運材費でみれば約5千円, すなわち約30%の伐木集運材費に相当しているといえよう。今後, 労務状況等の林業をめぐる経営環境の悪化が予想される中で, その意義は一段層大きくなると考えられる。

V. 結 論

岡山県民有林に造成している12箇所のヒノキ精英樹次代検定林の生長調査の結果から, 精英樹系統と従来種の最小2乗推定値によって育種効果を推定した。10年生樹高での選抜による育種効果は10%であった。この育種効果は他地域での事例に比べて比較的高く, 一般造林地において早期に改良効果を上げる

うえてきわめて有効である。また次代検定の結果によって、25クローンで構成する採種園の下位1/3あるいは2/3の精英樹を上位1/3と同程度の精英樹で体質改善を行なうとすれば、3~4%の育種効果が期待できる。この次代検定による育種効果を高めるためには、今後、同一育種区からより優れた精英樹の導入や第2次精英樹の選抜について検討する必要がある。

次に精英樹（平均）が伐期時期にどのような林分構造となり、主伐したときにどの程度の経済効果が期待できるかについて検討した。まず前述の最小2乗推定値をもとに、当地域の平均的立地条件で標準的施業を行なった場合の生長と林分構造の推移を予測した。この予測には既存林分でのヒノキの生長パターン、個体変動の大きさ、および林分密度管理図の推定式を使用した。また密度管理は、収量比数によって制御することとした。伐期時期（林齢50年以上）において、精英樹（平均）は従来種に比較し成立本数が5~8%減少するが、平均樹高、平均胸高直径は5~6%増大し、林分材積では9~12%の増加が見込まれた。

そしてワイブル分布、既存の幹の細り推定式等を利用し、主伐材の利用材積と収穫金額（粗収益）を予測した。50年伐期で一般材生産を行なった場合、精英樹（平均）は従来種に比較し利用材積が19m³/ha、収穫金額が約1,100千円増加し、ともに7~8%の増加が見込まれた。当県での年間造林面積を1千haとして試算すれば、伐期時での1年間の収穫金額の差は約10億円と推定できる。

さらに、これら収穫金額の差を貸金あるいは伐木集運機費との関係で内部収益率の面から検討した。その結果選抜による育種効果は約13%以上の育林経費、あるいは約30%の伐木集運材費に相当するであろうと推定した。

なお、10年生時での育種効果は、次代検定林によって確認された育種効果である。しかし、伐期時期における生長や林分材積、あるいは利用材積等の予測にあたっては、既存林分での資料をもとにした推定式を使用しており問題がある。今後次代検定林からこれらの情報を収集し、より適確な予測を行なう必要がある。またこの報告は生長形質での育種効果について検討したが、今後樹幹形態等の他の形態についても総合的に精英樹を評価し、育種の検証を行なっていく必要がある。

VI. 引用文献

- (1) 栗延晋・最小2乗推定値を用いた選抜指数による精英樹評価プログラム・林木育種場研究報告, No.5, P.33~58, 1987
- (2) 栗延晋・カラマツ精英樹の次代検定に関する研究, 林木育種場研究報告, No.2, P.1~60, 1984
- (3) 半田孝俊ら, 最小2乗推定値を用いた高知営林局の次代検定成果の解析—ヒノキ実生10年次の解析—, 日本林学会関西支部大会講演集, No.38, P.137~140, 1987
- (4) 糸屋吉彦・栗延晋, 最小2乗法を用いた林木次代検定成果の解析(IV) 関東・中部地方のヒノキ精英樹の10年生の事例, 日本林学会大会発表論文集, No.97, P.413~414, 1986
- (5) 栗延晋, 新谷安則, 熊本地方におけるヒノキ精英樹選抜育種の経済性に関する分析(I)—主伐時の林分収穫増加量の推定—, 材木の育種, 特別号, P.28~32, 1986
- (6) 岡山県・岡山県ヒノキ人工林収穫予想表, 1984
- (7) 真辺昭, トドマツ人工林の収穫量と収益の予測システムに関する研究, 林業試験場研究報告, No.317, P.1~65, 1982

- (8) 原田公造・丹原哲夫, 未発表
- (9) 林野庁・近畿・中国地方国有林ヒノキ林分密度管理図, 日本林業技術協会, 1975
- (10) 栗延晋・熊本地方におけるヒノキ精英樹選抜育種の経済性に関する分析(Ⅱ)－林分収穫増加量予測値の育種的検討－, 林木の育種, 特別号, P.32～36, 1986
- (11) 家原敏郎・ヒノキ林の利用材積と素材価格の推定に関する検討, 日本林学会大会発表論文集, No. 100, P.157～160, 1989
- (12) 西沢正久ら, 林分シュミレーションに対する生長モデルの研究(Ⅲ)－ワイブルのパラメーターの推定による直径確率分布の予測－, 日本林学会大会発表論文集, No.87, P.87～88, 1976
- (13) 木梨謙吉, “ワイブル分布”, 森林調査詳説, 東京, 農林出版, 1978, P.268～280