

## ヒノキの耐やせ地性育種に関する基礎的研究

### I. 精英樹及び天然ヒノキの実生苗の やせ地における生育及び 肥料に対する反応の違い

橋詰隼人\*・若宮和泉\*\*

昭和61年5月31日受付

## Fundamental Studies on the Breeding of Resistance to Infertile Land in Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* ENDL.)

### I. Differences in Growth in Infertile Land and Response to Fertilizer among Families of Plus Trees and Native Races

Hayato HASHIZUME\* and Izumi WAKAMIYA\*\*

Differences of growth in infertile land and the response to fertilizer according to families were studied by using seedlings of 35 families of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) plus trees and native races. Seedlings of plus trees were sowed in pots of infertile soil and cultivated for 2 years. Plots of non-fertilizing, little fertilizing and much fertilizing were prepared for treatment plots.

The weight and germination percentage of seeds and the size of cotyledons varied according to mother trees or families, and it was recognized that the growth of seedlings in infertile soil was closely connected with 1,000-seeds weight and cotyledon length.

The growth of seedlings in infertile soil varied according to families more than twofold, but the ranking of growth changed according to the year. The response of seedlings to fertilizer varied according to families, and it was recognized that the effect of manuring was larger in families which showed poor growth in infertile soil as compared with those of good growth in infertile soil. A long-term test seems to be absolutely necessary to breed varieties of resistance to infertile land.

---

\* 鳥取大学農学部林学科造林学研究室

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

\*\* 鳥取大学農学部砂丘利用研究施設乾地生態部門

Air Land Agro-Ecology, Sand Dune Research Institute, Faculty of Agriculture, Tottori University

## 緒 言

ヒノキはスギと並んでわが国の主要造林樹種であるが、スギに比べて材価が高く、また立地条件に対する適応性がスギに勝ることなどから、近年ヒノキの造林面積が急速に増加している。特に最近マツクイムシ被害跡地の復旧造林にヒノキが多く植栽されているが、マツクイムシ被害跡地は土壌条件の不良なやせ地が多く、また海拔高が低く乾燥地帯に属し、ヒノキの生育には必ずしも適した場所ではない。このような場所にヒノキを造林する場合には、土壌条件を十分吟味して適地の選定を行わなければならないが、種苗の選択も重要で、耐乾性や耐やせ地性の強い品種の造林が考えられる。ヒノキの耐乾性・耐やせ地性品種の育成については関西林木育種場を中心に研究が進められているが、まだ実用品種はできていない<sup>1,2,4-7)</sup>。ヒノキの造林適地を拡大するためには耐乾性・耐やせ地性の強い品種を育成することが重要であると考え、その基礎研究として精英樹及び天然ヒノキの優良系統苗を用いて、やせ地における生育特性、肥料に対する反応などについて研究したので報告する。

## 材 料 と 方 法

### 1. 供試材料

関西林木育種場で選抜した耐やせ地性品種13品種(寸尾山1, 山口3, 岩国1, 玖珂3, 柳井2, 南山3, 4, 用倉2, 姥ヶ原1, 3, 安瀬平1, 3, 6), 関西林木育種場山陰支場の精英樹10品種(八頭1, 朝来1, 4, 倉吉1, 日野4, 仁多2, 城崎2, 邑智4, 舞鶴1, 豊岡2), 兵庫県緑化センターの精英樹4品種(朝来1, 3, 舞鶴1, 出石2)及び岡山県真庭郡新庄村金ヶ谷山の標高750~800m地点で選抜した天然ヒノキ優良個体8母樹(金ヶ谷1~8)の種子を用いた。精英樹の種子は採種園で自然交雑種子を採取した。天然ヒノキの種子は現地直接母樹から採取した。

### 2. 種子の形質測定

球果の高さ、直径及び種子の1,000粒重を測定し、室内で発芽試験を行った。発芽試験は直径10cmのシャーレに湿ったろ紙を敷いて発芽床とし、25°C暗所で3週間行った。1回に100粒用い3回繰り返した。

### 3. 子葉の形質測定

播種当年に無施肥区で生長の良かった上位5家系(寸尾山1, 岩国1, 柳井2, 安瀬平6, 城崎2), 生長の悪かった下位8家系(八頭1, 朝来4, 倉吉1, 日野4, 仁多2, 金ヶ谷5, 金ヶ谷7, 金ヶ谷8)及び生長中位

の2家系(山口3, 南山3)の計16家系について子葉の長さ、幅及び気孔密度を測定し、苗木の生長との関係を調べた。本葉展開前(7月1日)に無施肥区の各鉢から10~15本苗木を掘り取り、80%アルコール溶液に貯蔵した。測定は、1家系当たり20枚の子葉を用い、長さとは幅は実体顕微鏡によりマイクロメータで測定した。気孔密度は、スンプ法及びレプリカ法により、光学顕微鏡を用いて子葉裏面の先端部、中央部及び基部の3か所で測定した。

### 4. 施肥試験

各品種について無施肥区、少施肥区、多施肥区の3処理区を設け、肥料に対する反応を調べた。試験は直径30cmの素焼鉢を使用し、用土として有機質を含まないミソ土(黄褐色火山灰土)とマサ土(花崗岩風化土)を混合して用い、第1表のとおり施肥した。播種は4月15日に

第1表 施肥量

処 理 区	1年目(g/m <sup>2</sup> )			2年目(g/m <sup>2</sup> )		
	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
無施肥区	0	0	0	0	0	0
少施肥区	8.0	6.2	4.0	19.8	14.1	4.6
多施肥区	16.0	12.4	8.0	39.6	28.2	9.2

備考：N：硫酸，P<sub>2</sub>O；過リン酸石灰，K<sub>2</sub>O；硫酸カリ。

行い、1鉢50本仕立てとした。6月から9月まで約2週間おきに1鉢につき20本ずつ苗高を測定し、更に10月中旬に1鉢から15~30本掘り取って苗長、枝数、地上部乾重、地下部乾重などを測定した。

翌年の実験は、4月上旬に床替えを行った。前年と同様に施肥し、1鉢当たり無施肥区は10本、施肥区は7本植栽した。次に堆肥に対する反応を調べるために、堆肥施用区を設けた。1年目に少施肥区で生長の良かった5家系(柳井2, 用倉2, 姥ヶ原1, 姥ヶ原3, 安瀬平1)と生長の悪かった5家系(山口3, 倉吉1, 日野4, 金ヶ谷7, 金ヶ谷8)の計10家系を選び、少施肥区と少施肥+堆肥(4kg/m<sup>2</sup>)区を設けて試験した。

## 結 果 と 考 察

### 1. 種子の形質

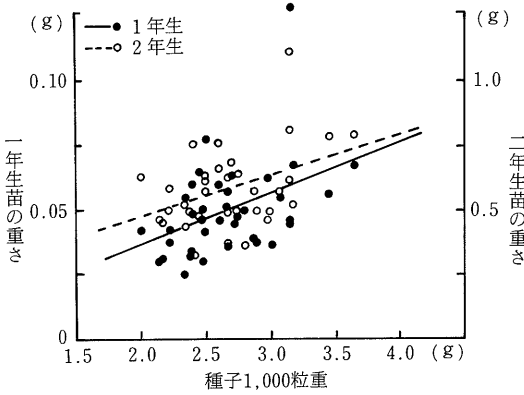
1,000粒重は品種あるいは母樹による差が大きく、最小2.02g、最大3.65gで、精英樹の中には1,000粒重の重いものも多く、28品種の平均値は2.73gであった。これに対して天然ヒノキはやや種子が軽く、8母樹の平均値は2.49gであった。

発芽率も品種間の差が大きく、最低3%から最高70%まで差があった。一般に精英樹は発芽率が高く、28品種の平均値は39.1%であったが、天然ヒノキは発芽率が低く、平均11.0%であった。精英樹の種子は採種園産の種子であったが、天然ヒノキの種子は天然林から採取した

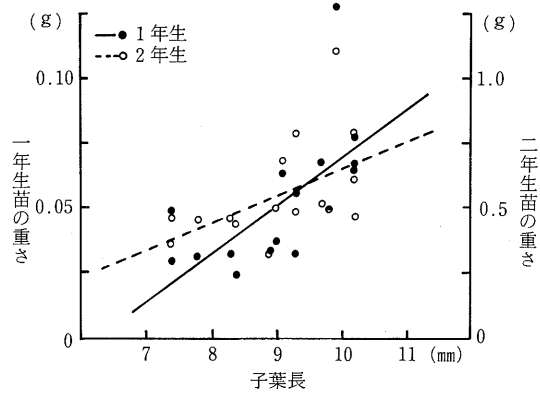
もので、採種園と天然林における着花量の違いによって発芽率に差を生じたものと思われる。

2. 種子及び子葉の質質と苗木の生長との関係

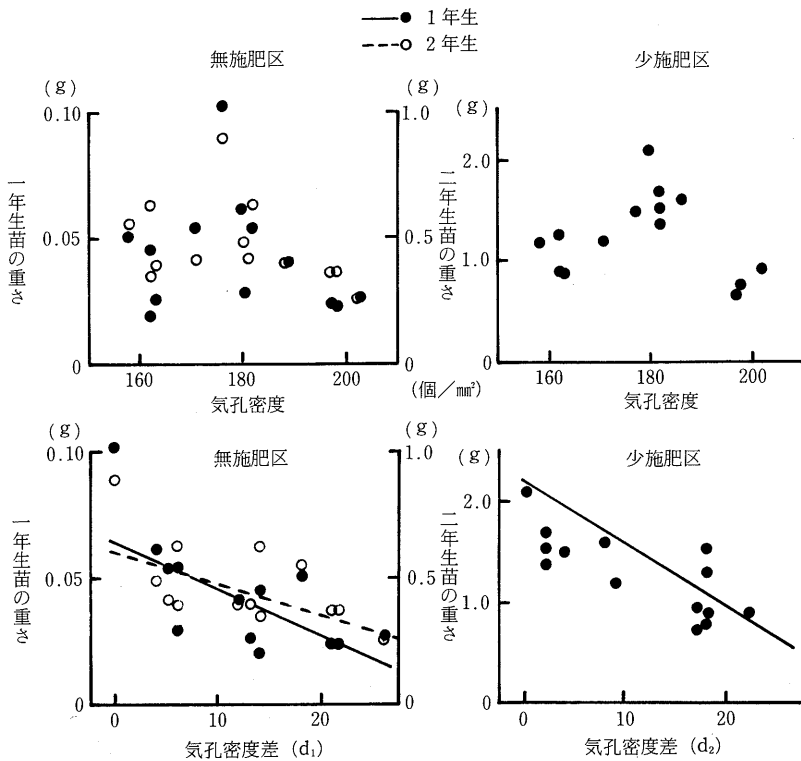
各品種あるいは母樹の平均種子重(種子1,000粒重)と無施肥区における各家系の平均苗重との関係を第1図に



第1図 種子1,000粒重と無施肥区における各家系の平均苗重との関係



第2図 各家系の平均子葉長と無施肥区における平均苗重との関係



第3図 子葉の気孔密度と各家系の平均苗重との関係

示した。両者の間には有意な相関が認められ、1,000粒重の重い品種は稚苗の生長が良い傾向が認められた。伸長生長との関係については、5~6月及び7月の伸長量と1,000粒重との間に有意な相関が認められた。

次に各家系の平均子葉長と無施肥区における平均苗重との関係について調べた(第2図)。両者の間には有意な相関が認められ、子葉が大きい家系は稚苗の生長が良い傾向が認められた。伸長生長との関係については、7月の伸長量との間に有意な相関が認められた。種子1,000粒重と子葉長との間には相関関係が認められなかったが、これは品種によって種子の稔性に差があるためであると思われる。

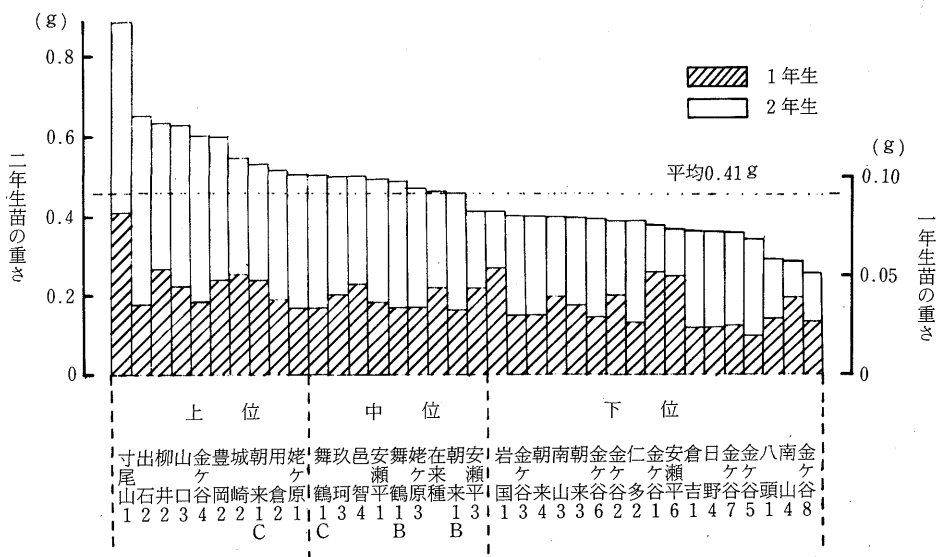
ヒノキでは種子が発芽すると直ちに子葉が地上に現れる。子葉の役割については明らかでないが、針葉樹の子葉は葉緑素を有しており、本葉が発生するまでの間光合成を行うものと思われる。光合成を直接測定しなかったため、子葉の気孔密度を測定し苗重生長との関係を調べた(第3図)。各家系の1mm<sup>2</sup>当たりの平均気孔密度は160~200個の範囲にあり、苗重との関係は約180個/mm<sup>2</sup>をモードに山型の関係を示すようであった。そこで苗重の最も大きな家系の気孔密度数から各家系の気孔密度数を

差し引いた値(d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>)と苗重との関係をみたところ、負の相関関係が認められた。すなわち、子葉の気孔密度は高すぎても低くすぎても苗木の生長は良くなく、最適気孔密度が存在するようであるが、この関係については更にくわしい研究が必要と思われる。

### 3. 苗木の重量生長の家系間差異

10月に苗木を掘り取り、乾重量を測定して家系間の比較を行った。苗重は、各処理区とも、生長の長い家系は生長の悪い家系の2倍以上あり、分散分析の結果家系間に差が認められた(第4~6図)。そこでLSD法により検定し、各処理区の平均値をもとにして、上位、中位、下位の3グループに分けたが、1年生時と2年生時とで家系間に順位の変動があり、上位から下位へ、逆に下位から上位へ入れ替わる家系があった。重量生長の年次変動は、上位→上位、上位→下位、下位→上位、下位→下位の4つのパターンに分けられた。

1年目上位→2年目上位のものは、無施肥区では寸尾山1、少施肥区では姥ヶ原3、多施肥区では安瀬平1であった。1年目下位→2年目下位のものは、無施肥区では金ヶ谷8、少施肥区では倉吉1、多施肥区では金ヶ谷7であった。関西林木育種場で耐やせ地性品種として選



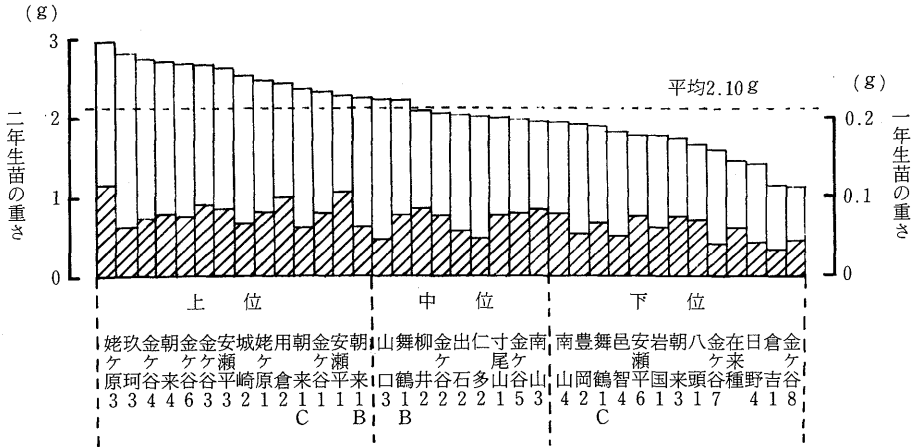
第4図 無施肥区における家系別重量生長の順位

LSD法により検定

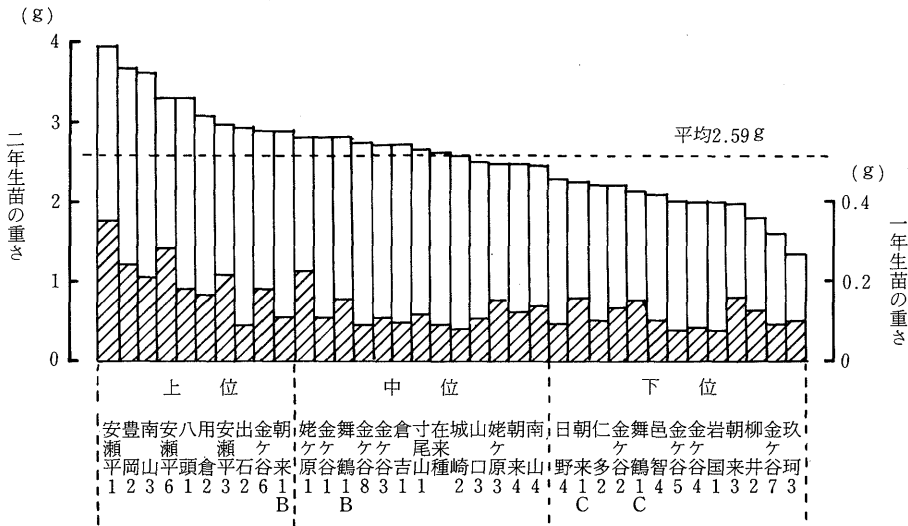
上位…全体平均より大きくて、有意差のある範囲の家系群

中位…全体平均に対して有意差のない範囲の家系群

下位…全体平均より小さく、有意差のある範囲の家系群



第5図 少施肥区における家系別重量生長の順位



第6図 多施肥における家系別重量生長の順位

抜しているものは無施肥で上位のものが多かった。金ヶ谷の天然ヒノキは中国山地の高所に生育しており耐寒性を期待して選抜したが、やせ地では生育が良くないようであった。

次にやせ地で生育の良いものは根の発達が良いのではないかと考えT/R率を比較した。T/R率は家系間に差が

あり、また施肥によって大きく変動したが、苗木が小さすぎて品種間の比較は困難であった。しかし、T/R率は施肥区よりも無施肥区で小さく(1年生では無施肥区1.6, 施肥区2.3), やせ地では相対的に根の発達が良いことがわかった。



写真1 無施肥区と少施肥区における1年生苗の生育状況

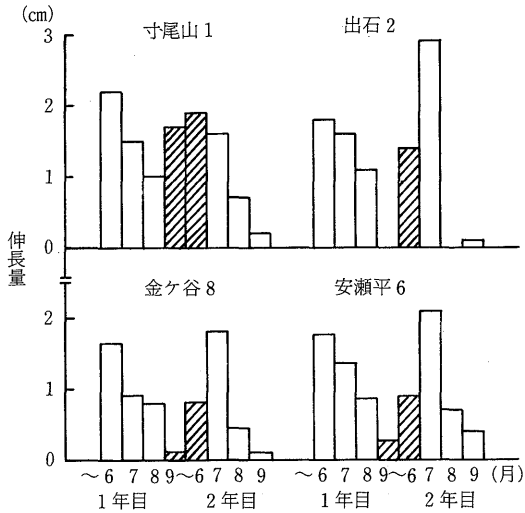
上段は無施肥区で生長上位の寸尾山1号, 下段は無施肥区で生長下位の金ヶ谷3号であるが, 施肥区では両者の生長に差がみられない。左側は無施肥区, 右側は少施肥区。

#### 4. 苗木の伸長生長パターンの家系間差異

苗木の伸長生長のパターンは家系によって差があった。一般に伸長生長は6~7月がおう盛で, 8~9月は減少した。伸長生長と2年生苗の重量生長との関係についてみると, 1年目の9月の伸長量及び2年目の5~6月の伸長量と苗重との間に有意な相関が認められたが, 7~8月(夏期)の伸長量と苗重の間には相関は認められなかった。

重量生長の上位(寸尾山1, 出石2)と下位(金ヶ谷

8, 安瀬平6)の代表的な家系の伸長生長パターンを第7図に示した。寸尾山1は1年目の9月と2年目の5~6月の伸長生長が共に大きい, 出石2は9月の伸長量は小さい。金ヶ谷8と安瀬平6は1年目の9月と2年目の5~6月の伸長量が共に小さい。この関係は多施肥区にも当てはまるようであったが, 少施肥区でははっきりしなかった。無施肥区では春期の伸長量の大きいものが重量生長も大きいようであった。



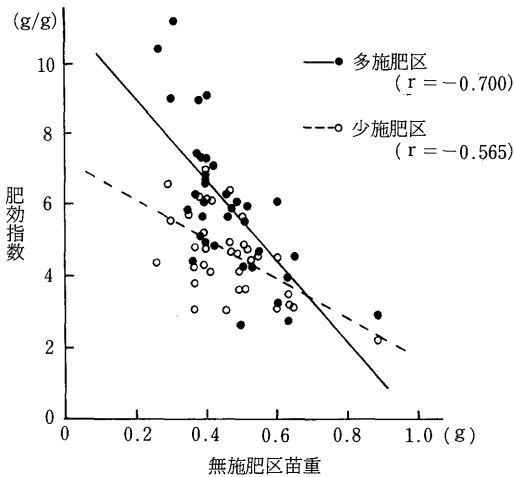
第7図 無施肥区における伸長生長のパターン

5. 肥料に対する反応の家系間差異

肥料に対する反応は家系によって著しく異なり、肥効の顕著なものと、顕著でないものがあった。そこで肥料に対する反応を無施肥区の苗重に対する各施肥区の苗重の割合でみることにし、これを肥効指数とした。

$$\text{肥効指数} = \frac{\text{各施肥区の苗重 (g)}}{\text{無施肥区の苗重 (g)}}$$

無施肥区の苗重と各施肥区の肥効指数との関係を第8

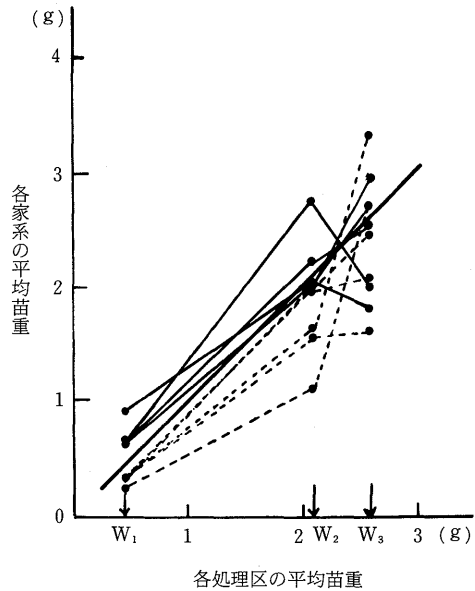


第8図 無施肥区の苗重と各施肥区の肥効指数との関係

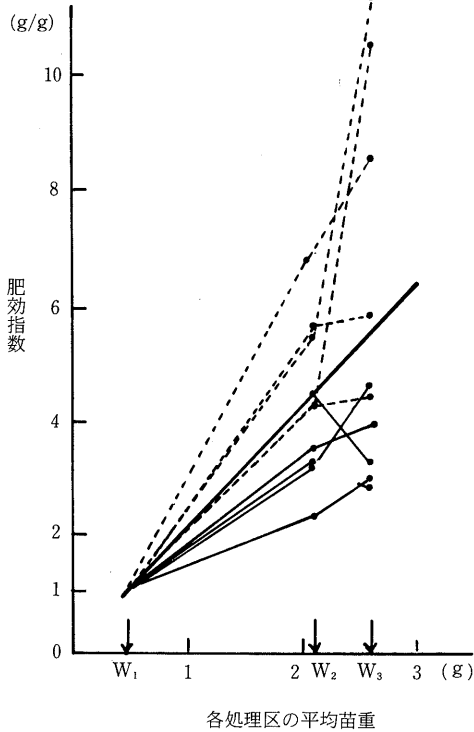
図に示した。両者の間には負の相関関係が認められ、無施肥区の苗重が小さいものは肥効指数が大きく、肥料に対する反応が大きいことがわかった。また少施肥区と多施肥区とを比較すると、多施肥区の方が相関関係、回帰係数共に大きく、家系による肥効の違いが大きく現れるようであった。

次に無施肥区で生長が上位の5家系と下位の5家系を選んで、各処理区(無施肥区、少施肥区及び多施肥区)の平均苗重と各家系の平均苗重との関係をみたところ(第9図)、上位のものは下位のものよりも少施肥区で苗重が大きい傾向がみられたが、多施肥区では一定の傾向はみられなかった。そこで肥効指数を用いて各処理区の平均苗重との関係をみたところ(第10図)、上位のものは下位のものよりも肥効指数が小さく、第8図の結果と一致した。

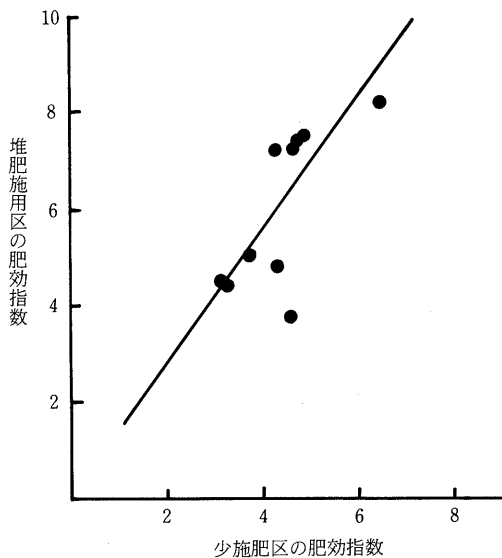
次に堆肥に対する反応を調べた(第11図)。試験区として少施肥区と少施肥+堆肥区を設けて比較した。堆肥施用区の苗重は少施肥区よりも大きく、少施肥区の肥効指数と堆肥施用区の肥効指数との間には相関関係が認めら



第9図 各処理区の平均苗重と各家系の平均苗重との関係  
W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>は無施肥区, 少施肥区, 多施肥区それぞれの平均苗重を示す。太い実線は36家系の平均を示す。



第10図 各処理区の平均苗重と肥効指数との関係  
図の説明は第9図と同様である。



第11図 堆肥に対する反応 ( $r=0.853$ )

れ、少施肥区で肥効の大きいものは堆肥施用区でも肥効が大きいことがわかった。

6. 考察

ヒノキの耐やせ地性品種の育成は造林適地を拡大するために必要である。特にマツクイムシ被害跡地の復旧造林やスギの造林のできない不良林地の造林には土壤条件に対する適応性の大きいヒノキを植栽するしか方法がなく、関西林木育種場では1970年からヒノキの耐やせ地性育種に取り組み、58本の候補木が選抜され、検定林が設定された<sup>1,2,4-7)</sup>。これまでの調査結果によると、やせ地における生育は家系間に差があり、耐やせ地性品種育成の可能性が示唆され、早期検定法の開発と選抜効果の推定が今後の課題になっている<sup>4,5,7)</sup>。

耐やせ地性品種を育成するためには長期間のやせ地における生育試験が必要であるが、耐やせ地性の本質について生理学的に研究することも重要である。やせ地は肥料分が少なく、一般に乾燥地である。したがって肥料分の少ない乾燥地で生育の良いものが耐やせ地性品種で、やせ地における光合成能率の高いもの、根の養分吸収力の大きいもの、耐乾性の強いものなどが耐やせ地性品種になる可能性が大きいと思われる。しかし、これらの性質についてはほとんど研究されていない。今後の研究課題である。本研究の結果によると、やせ地におけるヒノキの稚苗の生育は家系間に差があり、2年生苗の苗重は上位のものと同位のものとして2倍以上開きがあった。しかし、この差がいつまで続くか明らかでない。種子の形質は稚苗の生育に大きく影響し、一般に種子が大きくて重いものは稚苗の初期生長が良好である。本研究では、種子が重く、子葉が大きい家系は種子が軽く、子葉の小さい家系に比べてやせ地における稚苗の生育が良い傾向がみられたが、家系間の生長の順位は年によって変動し、遺伝的な性質を見きわめるためには長期間の観察が必要である。

林地は場所によって土壤条件が著しく異なる。特に傾斜地では斜面の位置によって土壤の肥沃度や乾燥の程度が異なり、造林木の生長に差を生ずる。ヒノキは個体変異の小さい樹種といわれているが、壮老齢林を調査してみると尾根筋の土壤条件の悪い所でも生育の良好な個体が見られる。土壤中の養分や水分に対する反応はみな同じではない。大山は<sup>3)</sup>ヒノキ精英樹のうち14年間の生長量が上位、中位、下位のものからそれぞれ5精英樹を選び出し、合計15家系の実生苗を用いて肥料に対する反応の違いを調べた。それによると、肥料に対する反応は家系によって異なり、施肥量が多いほど生長量が大きいもの



と、施肥量が多いとかえって生長量が劣るものがあった。また母樹の樹高生長との関係については、各施肥量区とも母樹の樹高生長量が下位のグループのものに実生苗の生長が劣るものが多かったという。本研究においても施肥に対する反応は家系によって差があり、施肥量が多いほど生長量大きいものと、施肥量を多くしても生長量はそれほど増加しないものがあった。無施肥区で生長下位のものが施肥区では上位に進出し、無施肥区と施肥区における生長量の順位が逆転することがあった。また肥効指数からみると、無施肥区で生長下位のものが上位のものよりも肥効指数が大きい傾向がみられた。このことは、やせ地で生長の良いものが肥沃地でも常に生長が良いということではなく、やせ地で生長が悪くても肥沃地に植栽すれば生長が良いものがあるということを示している。土壌の肥沃度に対する反応は一定でなく、品種によって異なることが暗示され、やせ地向きの品種と肥沃地向きの品種が考えられる。耐やせ地性育種を進める場合には、このことに十分留意する必要があると思う。

### 総 括

関西林木育種場で選抜したヒノキの耐やせ地性候補木、山陰地区で選抜した精英樹及び天然林で選抜した優良木の実生苗を用いてやせ地における生育及び施肥に対する反応について調べた。種子をミソ土とマサ土を混合して入れた鉢にまきつけ、無施肥区、少施肥区、多施肥区の3区を設けて2年間栽培した。本研究の結果を要約すると次のとおりである。

1. 種子の形質(1,000粒重, 発芽率)は母樹間に差があり, 1,000粒重の重いものはやせ地における稚苗の生長が良い傾向がみられた。
2. 子葉の大きさは家系間に差があり, 子葉の大きいものはやせ地における稚苗の生長が良い傾向がみられた。
3. やせ地における苗木の生長は家系間に差があり, 2年生苗の苗重は上位のものと同下位のものと同で2倍以上開きがあった。しかし, 家系間の生長の順位は年によって変動した。伸長生長のパターンとの関係については, 春期の伸長量の大きい家系はやせ地における生長が良い

傾向がみられた。

4. 施肥に対する反応は家系によって差があり, 施肥量が多いほど生長量大きいものと, 施肥量が多くても生長量はほれほど増加しないものがあった。また無施肥区で生長の悪い家系は生長の良い家系に比べて肥効指数が大きい傾向がみられた。

5. 本研究は播種後2年間の試験であり, 種子の形質の影響が稚苗の生育にかなり大きく出ているように思われる。遺伝的性質を判定し, 耐やせ地性品種を育成するためには, 長期間の検定が必要である。

### 謝 辞

本研究に際し供試種子を提供していただいた関西林木育種場河村嘉一郎研究官, 関西林木育種場山陰支場綱田良夫育種研究室長, 兵庫県緑化センター吉野豊主任研究員に対し厚くお礼申し上げる。また実験に際しご協力いただいた造林学研究室大学院生船越修(現福岡県庁), 今村大輔(現京都府三和中学校), 田坂仁志(現前橋営林局), 林親生(現鳥取県庁)の諸君に感謝の意を表す。

### 文 献

- 1) 小林玲爾ほか：耐やせ地性個体の選抜と育成。52年度関西林木育種場年報, 14 72~76 (1978)
- 2) 岡田 滋ほか：耐やせ地性個体の選抜と育成。54年度関西林木育種場年報, 16 45~51 (1980)
- 3) 大山浪雄・白石 進・藤本吉幸：ヒノキ精英樹15家系実生苗の施肥反応。日林九支研究論集, 35 61~62 (1982)
- 4) 佐々木 研ほか：ヒノキの耐やせ地性候補木クローンの現地検定。55年度関西林木育種場年報, 17 100~105 (1981)
- 5) 佐々木 研ほか：ヒノキの耐やせ地性候補木クローンの初期生長。日林関西支講, 34 169~172 (1983)
- 6) 綱田良夫ほか：耐やせ地性個体の選抜と育成。53年度関西林木育種場年報, 15 61~64 (1979)
- 7) 植月充孝・津田知明・大田 昇：スギ, ヒノキの耐やせ地性一予備選抜と早期検定。林木の育種, 特別号, 29~30 (1978)