

## 樹冠幅の狭いヒノキ（波佐見ヒノキ）の表現型と土壌要因

内田 煌二<sup>1)</sup>・戸丸 信弘<sup>2)</sup>・貞清 秀男<sup>3)</sup>・大庭喜八郎<sup>1)</sup>

Studies on slender cylindrical crown of Hasami hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.)  
and in relation to soil conditions.

Kohji UCHIDA<sup>1)</sup>, Nobuhiro TOMARU<sup>2)</sup>,  
Hideo SADAKEYO<sup>3)</sup> and Kihachiro OHBA<sup>1)</sup>

### 目 次

1. はじめに……………57	引用文献……………74
2. 材料および方法……………58	Summary ……76
3. 結果および考察……………59	

### 1. はじめに

長崎県東彼杵郡波佐見町一帯に生育しているヒノキ林の複数林分では樹冠幅が狭く、きれいな細い円筒形の形状の特徴を持つものがある。このヒノキ林では単木でも樹冠幅が狭いが、林分状態でもそろって樹冠幅が狭く、樹高のそろった樹形をもっている（以下、波佐見ヒノキという）

（西村, 1987）。波佐見ヒノキの林内では、枝が細く、ヒゲ状で樹幹に着生している。このような特徴ある樹冠形は造林の植栽密度を高くすることなどを可能にする有用な形質と考えられる。しかし、このような樹冠形をもったヒノキが波佐見地区でも限定してみられており、遺伝的なものか、立地環境によるものか不明とされている。

波佐見町は長崎県の北部にあり佐賀県に隣接している町で、東側に嬉野温泉、北側に陶磁器で有名な有田町がある。この波佐見町においても陶磁器の生産が多く、波佐見ヒノキが生育している所の土も昔は陶土の採取が行われていた。

当時、長崎県では造林用のヒノキ種子を採取する母樹がなく、他県から種苗を導入していたが、

---

この研究の一部は第104回日本林学会大会で発表した。

1) 筑波大学農林学系 Institute of Agriculture and Forestry, University of Tsukuba

2) 農林水産省, 森林総合研究所 Institute of Forestry and Forest Products Research

3) 長崎県総合試験場 The Nagasaki Agr. and Forest Experiment Station

波佐見ヒノキの種苗の産地は特定されていない。

ヒノキの挿し木造林はナンゴウヒ以外に見いだされていないこと、植栽年度が異なっても樹形が同じように狭いことから、波佐見ヒノキがクローン群であるとは考えにくい。そのためこの細い円筒形の樹冠が遺伝的に組成の似た実生によるものかあるいは環境要因によるものかを個別のアイソザイム遺伝子型の分析および成立林分の土壌調査を行い、検討を行った。1991年2月にアイソザイム分析用の葉のサンプリングと土壌調査等を行った。また、1995年10月にも土壌について補完調査を行った。

## 2. 材料および方法

樹冠幅の狭い細円筒形の樹冠という波佐見ヒノキの特徴を持つ4林分と樹冠幅が通常のヒノキ（以下普通ヒノキという）の2林分の計6林分を調査した（図-1）。各調査林分で、1林分当

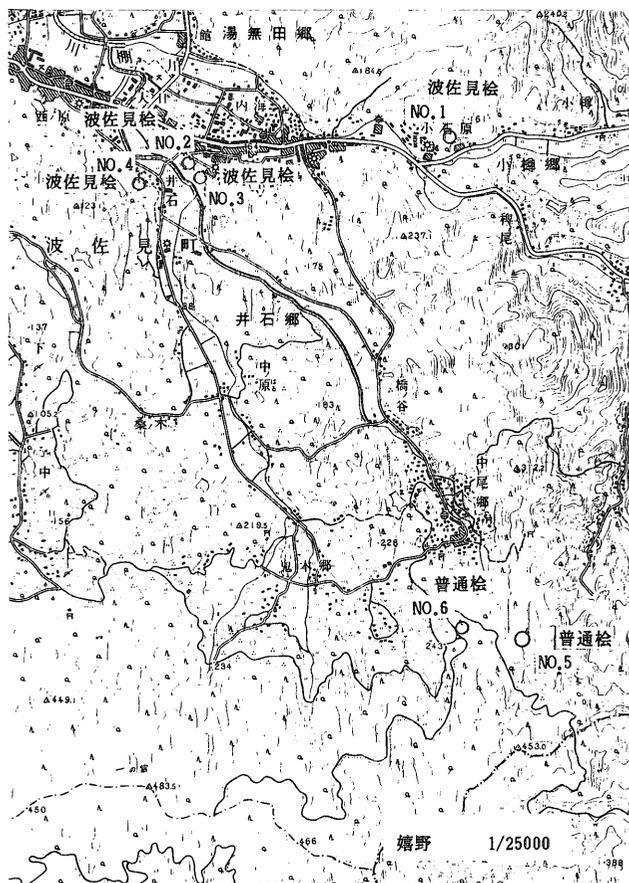


図-1. 調査した波佐見ヒノキ林と普通ヒノキ林の位置図  
（長崎県東彼杵郡波佐見町所在）

たり約60本を20本ずつ3小群にわけ個体別に針葉を採取した。針葉を採取した個体には、根元に個体番号をつけ、位置図を作成し、その後の成長試験や材質などとの対比した試験が出来るようにした。

採取した針葉は、冷蔵輸送し、ポリ袋に詰め、分析時まで実験室で-80℃で冷凍貯蔵した。

アイソザイムの分析は平板ポリアクリルアミドゲル垂直電気泳動法で行った（津村ら 1990）。

ヒノキ針葉のアイソザイム分析は9酵素種11遺伝子座で行った（表-1）。

土壌調査は、波佐見ヒノキ林分（No.2）と普通ヒノキ林分（No.5）の各1個所で土壌断面を調査し、採取した土壌試料により物理性を調べた。

土壌の物理性は、国有林野土壌調査方法書（農林省林業試験場，1955）に基づき三相組成，淘汰分析，透水性を調査分析した。土壌の化学性については，PH（H<sub>2</sub>O，KCl），全炭素・窒素量をCNコーダー（柳本製作所，MT-500）により，置換性磷酸は，0.03N NH<sub>4</sub>F可溶の有効態磷を塩酸-モリブデン法により行い，置換性陽イオン（Ca，Mg，K，Na）および塩基置換容量は1N CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>（PH 7.0）によるPeech法，原子吸光光度法，セミマイクロ蒸留法により分析を行った。また，置換性陽イオンおよび塩基置換容量については波佐見ヒノキ林分のNo.1および普通ヒノキ林分のNo.6についても分析を行った。

### 3. 結果および考察

波佐見ヒノキは波佐見街筋のある標高の低い谷沿いのNo.1～No.4にあり，普通ヒノキは標高の高いNo.5～No.6にある（図-1）。

波佐見ヒノキは各個体のクローネの幅が狭く，樹高の揃った特長がある（写真-1）。それに対し，普通ヒノキはクローネ幅が広く，波佐見ヒノキのように揃っていない（写真-2）。

長崎県の地質図によれば，No.1～No.4は第4系の沖積統堆積岩類で，No.5～No.6は角閃石-輝石安山岩の火成岩となっており地質的に大きな違いが認められる。

表-1. 分析に使用した酵素種と遺伝子座およびE.C.番号

No.	Enzyme system	Abbreviation	Locus	E. C. number
1	6-Phosphogluconate dehydrogenase	6 PGD	<i>6Pg-1, -2</i>	1.1.1.44
2	Glucose-6-phosphate dehydrogenase	G6PD	<i>G6p</i>	1.1.1.49
3	Glutamate dehydrogenase	GDH	<i>Gdh</i>	1.4.1.2
4	Peroxidase	POD	<i>Pod</i>	1.11.1.7
5	Glutamate oxaloacetate transaminase	GOT	<i>Got-1, -2</i>	2.6.1.1
6	Glucokinase	GK	<i>Gk</i>	2.7.1.2
7	Phosphoglucomutase	PGM	<i>Pgm</i>	2.7.5.1
8	Esterase	EST	<i>Est</i>	3.1.1
9	Leucine aminopeptidase	LAP	<i>Lap</i>	3.4.11.1
Total		9 enzymes	11 loci	



写真-1. 波佐見ヒノキの林分，樹形  
(隣接のスギと比較すると樹冠幅が狭いのがよく判る。)

No.1～No.4の波佐見ヒノキ各林分の遺伝子型を表-2, -3, -4, -5に示す。また, No.5, No.6の普通ヒノキ各林分の遺伝子型を表-6, -7に示した。

表は縦に個体番号を示し, 横に遺伝子座と各個体の遺伝子型を示した。

1～6区全部の区で *6pg-1*, *Gdh* の遺伝子座で遺伝子型に変異がなかった。

1区は残りの9遺伝子座で変異が認められ, 60個体が48の遺伝子型に分別できた。19個体が7個の遺伝子型に2～4個体ずつ分別された(表-2)。

2区は *6pg-1*, *Gdh* の遺伝子座以外に *Got-2*, *Lap* の遺伝子座で変異がなかった。60個体が44の遺伝子型に分別でき, 26個体が10個の遺伝子型に2～4個体ずつ分別された(表-3)。3区では59個体が49の遺伝子型に分別でき, 18個体が8個の遺伝子型に2～3個体ずつ分別された(表-4)。同様に, 4区では54個体が42の遺伝子型に分別でき, 21個体が9個の遺伝子型に2～4個体ずつ分別された(表-5)。普通ヒノキの5区では *Got-2* の遺伝子座も変異がなく60個体が42の遺伝子型に分別でき, 29個体が11の遺伝子型に2～5個体ずつ分別された(表-6)。普通ヒノキの6区も *Got-2* の遺伝子座で変異がなく51個体が41個の遺伝子型に分別でき, 18個体が8



写真-2. 普通ヒノキの林分, 樹形 (5区)

個の遺伝子型に2～4ずつ分別された(表-7)。

わが国には、スギおよびヒノキについては在来さし木品種がある(宮島, 1983、大庭, 1972)。とくにスギの在来さし木品種は約200品種を上回るものといわれている(宮島, 1983, 林木育種協会, 1981, 1982)。そうして一般には比較的少数のクローンが混合した複合品種と考えられている。Miyazaki, Y. and K-I. Sakai (1969) はスギの在来さし木品種クモトオンについてパーオキシダーゼアイソザイムの電気泳動像パターンによって単一クローン品種であることを報告した。平 (1979) はボカスギ, リョウワスギなどをパーオキシダーゼの泳動像パターンによってそれぞれ数クローンの混合品種であることを報告した。その後スギのアイソザイムの遺伝子分析が進み, 対立遺伝子の解析が可能となった(黒丸ら, 1983, Tsumura et al., 1989)。奥泉・大庭 (1990) はオビスギ群の, さらに奥泉 (1993) はサンプスギのアイソザイム遺伝子型でクローン分析をおこない, 調査林分単位でみれば約10クローン以下の混合品種であることを認めた。

ヒノキについてはナンゴウヒ(佐藤・宮島, 1956、宮島, 1962)がわが国で, 唯一の在来さし木品種である。田島・宮崎 (1973) はナンゴウヒのパーオキシダーゼアイソザイムの電気泳動パターンによって, 総計9パターン, 調査林分単位では2～4パターン(クローン)を識別してい

表-2. 波佐見ヒノキ (1区) の個体とその遺伝子型

NO.	6pg-1	6pg-2	G6p	Gdh	Pod	Got-1	Got-2	Gk	Pgm	Est	Lap	
A405	a/a	a/b	b/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	①
A443	a/a	a/b	b/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	①
A408	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	②
A446	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	②
A453	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	②
A458	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	②
A409	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	③
A432	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	③
A416	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	④
A447	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	④
A449	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	④
A418	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	⑤
A420	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	⑤
A451	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	⑤
A424	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑥
A434	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑥
A425	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑦
A437	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑦
A456	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑦
A401	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	o/o	d/a	
A402	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/a	o/o	a/a	
A403	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A404	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A406	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A407	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A410	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A411	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A412	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A413	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A414	a/a	a/b	b/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A415	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A417	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A419	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A421	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A422	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A423	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A426	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A427	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A428	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A429	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A430	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A431	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A433	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A435	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A436	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A438	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A439	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A440	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A441	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A442	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A444	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	
A445	a/a	b/b	b/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A448	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A450		a/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A452	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A454	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A455	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	o/o	
A457	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A459	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A460	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	a/a	o/o	a/a	

樹冠幅の狭いヒノキ（波佐見ヒノキ）の表現型と土壌要因（内田他）

表-3. 波佐見ヒノキ（2区）の個体とその遺伝子型

NO.	6pg-1	6pg-2	G6p	Gdh	Pod	Got-1	Got-2	Gk	Pgm	Est	Lap	
A462	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	①
A504	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	①
A511	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	①
A518	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	①
A465	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	②
A468	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	②
A482	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	②
A476	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	③
A477	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	③
A495	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	③
A499	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	③
A483	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	④
A508	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	④
A513	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	④
A485	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑤
A498	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑤
A490	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑥
A520	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑥
A493	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	⑦
A494	a/a	a/b	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑦
A496	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑧
A501	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑧
A502	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑨
A507	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑨
A503	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑩
A510	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑩
A461	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	a/a	o/o	a/a	
A463	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A464	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A466	a/a	b/b	b/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A467	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A469	a/a	a/b		a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A470	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A471	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A472	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A473	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A474	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	
A475	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A478	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A479	a/a	b/b	a/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A480	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A481	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A484	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A486	a/a	b/b	a/b	a/a		a/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A487	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A488	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/c	o/o	a/a	
A489	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A491	a/a	a/b	b/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A492	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A497	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A500	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A505	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A506	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A509	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A512	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A514	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A515	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A516	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A517	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A519	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	

表-4. 波佐見ヒノキ(3区)の個体とその遺伝子型

NO.	6pg-1	6pg-2	G6p	Gdh	Pod	Got-1	Got-2	Gk	Pgm	Est	Lap	
A521	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	①
A524	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	①
A525	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	①
A531	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	②
A562	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	②
A532	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	③
A542	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	③
A538	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	④
A545	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	④
A554	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	④
A540	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑤
A557	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑤
A544	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑥
A547	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑥
A566	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑦
A575	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑦
A568	a/a	a/b	b/b	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑧
A570	a/a	a/b	b/b	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑧
A522	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A523	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A526	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A527	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A528	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A529	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A530	a/a	a/b	a/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A533	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A534	a/a	a/b	b/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A535	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	c/c	o/o	a/a	
A536	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	a/a	o/o	a/a	
A537	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A539	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A541	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A543	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/b	a/a	b/b	o/o	a/a	
A546	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/b	a/a	c/a	
A548	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A549	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	
A550	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A551	a/a	b/b	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A552	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A553	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A555	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A556	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A558	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A559	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A560	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	a/b	o/o	a/a	
A561	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A563	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A565	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A567	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/c	a/a	a/a	
A569	a/a	a/b	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A571	a/a	a/b	b/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A572	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/c	o/o	a/a	
A573	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A574	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	
A576	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/c	a/a	a/a	o/o	a/a	
A577	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A578	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A579	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A580	a/a	a/a	b/b	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	

表-5. 波佐見ヒノキ（4区）の個体とその遺伝子型

NO.	6pg-1	6pg-2	G6p	Gdh	Pod	Got-1	Got-2	Gk	Pgm	Est	Lap	
A588	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	①
A593	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	①
A589	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	②
A621	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	②
A597	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	③
A618	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	③
A630	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	③
A599	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	④
A619	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	④
A601	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑤
A613	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑤
A639	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑤
A616	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑤
A609	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑥
A634	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑥
A611	a/a	a/b	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑦
A629	a/a	a/b	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑦
A615	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑧
A623	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑧
A620	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑨
A625	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑨
A581	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A582	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A583	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A584	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A585	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A586	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A587	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A590	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	?	a/a	
A591	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	
A595	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A596	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A598	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a
A604	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A606	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A607	a/a	a/b	a/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A608	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A610	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A612	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	a/b	o/o	a/a	
A614	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A617	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A622	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A624	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A626	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A627	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A628	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A631	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	
A632	a/a	b/b	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A633	a/a	a/b	b/b	a/a	b/b	b/b	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	
A635	a/a	a/a	b/b	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a		
A636	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A637	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A638	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	o/o	a/a	
A640	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	

表-6. 普通ヒノキ(5区)の個体とその遺伝子型

NO.	6pg-1	6pg-2	G6p	Gdh	Pod	Got-1	Got-2	Gk	Pgm	Est	Lap	
A643	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	①
A682	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	①
A644	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	②
A645	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	②
A667	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	②
A677	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	②
A687	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	②
A646	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	③
A680	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	③
A648	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	④
A665	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	④
A649	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	⑤
A685	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	⑤
A651	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑥
A686	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑥
A696	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑥
A652	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑦
A658	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑦
A676	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑦
A659	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑧
A669	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	⑧
A700	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑧
A660	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑨
A688	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	⑨
A664	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑩
A674	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑩
A675	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑪
A692	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑪
A697	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑪
A641	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A642	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A647	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A650	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A653	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A654	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A655	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	a/a	o/o	a/a	
A656	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A657	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A661	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A662	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A663	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A666	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A668	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A670	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A671	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A672	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A673	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A678	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A679	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A681	a/a	b/b	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A683	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/b	b/b	o/o	a/a	
A684	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A689	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A690	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A691	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	c/a	
A693	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	
A694	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A695	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A698	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A699	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	

樹冠幅の狭いヒノキ（波佐見ヒノキ）の表現型と土壌要因（内田他）

表－7．普通ヒノキ（6区）の個体とその遺伝子型

NO.	6pg-1	6pg-2	G6p	Gdh	Pod	Got-1	Got-2	Gk	Pgm	Est	Lap	
A704	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	①
A722	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	①
A708	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	②
A738	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	②
A709	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	③
A760	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	③
A711	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	④
A726	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	④
A730	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	④
A742	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	④
A715	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑤
A758	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	⑤
A716	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑥
A721	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑥
A724	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑦
A745	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑦
A754	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑧
A756	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	⑧
A702	a/a	a/b	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A703	a/a	b/b	a/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A706	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A707	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A710	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A712	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A714	a/a	a/b	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A717	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A719	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	o/o	a/a	
A720	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	c/c	o/o	a/a	
A727	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A731	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A732	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A733	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	
A734	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A735	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A736	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A737	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A739	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	?	o/o	
A740	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A741	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A743	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A744	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	
A746	a/a	a/a	a/b	a/a	a/b	b/b	a/a	a/b	a/a	o/o	a/a	
A747	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A748	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A750	a/a	a/b	a/b	a/a	b/b	b/b	a/a	a/a	a/a	a/a	a/a	
A751	a/a	a/b	b/b	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A752	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/c	o/o	a/a	
A753	a/a	b/b	a/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A755	a/a	a/b	a/b	a/a	a/a	a/b	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	
A757	a/a	a/b	b/b	a/a	a/a	b/b	a/a	a/a	a/a	o/o	a/a	
A759	a/a	a/b	b/b	a/a	a/b	a/a	a/a	a/a	a/b	o/o	a/a	

る。Uchida et al. (1993 a) はナンゴウヒの老齡樹群, 成熟林分 (樹群), さし木苗の3樹齡群の総計527個体について, 6遺伝子座の遺伝子型を決定し, 構成クローン数を推定した。その結果, 総計32種類の遺伝子型を決定したが, 林分あるいは苗集団ごとにみれば10遺伝子型 (クローン) 以下であった。とくに, 3樹齡群を通じて, 1遺伝子型が60%以上と優先し, 次位の2遺伝子型 (クローン) を加えれば約80%となり, ナンゴウヒの構成クローン数が少ないことを報告した。ちなみに Uchida et al. (1993 a) は同報告で, 調査ナンゴウヒ林分の近隣のヒノキ実生1林分, 63個体のアイソザイム分析で56種類の遺伝子型を検出し, 実生由来の集団の遺伝子型の多様性を証明した。

9遺伝子座の遺伝子型で判定した波佐見ヒノキ林分のアイソザイム遺伝子型の種類数が, 林分別の調査個体数よりわずかに少ないこと, さらに普通ヒノキ林分で検出された遺伝子型の種類数とほぼ同じであることから, 波佐見ヒノキは実生由来と考えられる。いずれの区も酵素種と遺伝子座を増やすことにより個体の遺伝子型が分離してくるものと思われ, さし木林分ではなく実生林分と判断した。

#### 波佐見ヒノキ4林分と普通ヒノキ2林分との比較

波佐見ヒノキ, 普通ヒノキについて遺伝子型の対立遺伝子の頻度をもとに均一性の検定を行った (Workman, P. L. and J. D. Niswander, 1970)。6pg-2, G6p, Got-1の遺伝子座では有意性は認められなかった。Pgmの遺伝子座においては, 波佐見ヒノキ4区の間で1%の有意性が認められ, 波佐見ヒノキと普通ヒノキを含めた6区の間でも1%の有意性が認められた。これは遺伝子Pgm<sup>c</sup>が出現する2, 3, 6区と出現しない区1, 4, 5区があるためである。樹冠幅の狭い波佐見ヒノキ林分間でもPgmの遺伝子頻度に1%の有意性が認められることからこれら遺伝子頻度が樹冠幅に直接的に関係していないと判断された。

以上から樹冠幅の狭い事象は遺伝的なものではないと判断された。

長崎県では, 近年はヒノキ精英樹による採種園からの種苗の供給が行われているが, 古くは県外からヒノキ種苗が入っている可能性が高い。そこで, アイソザイム分析をした6林分の遺伝的変異を, 全国の12育種区の精英樹群と8つの天然林集団の常在の遺伝子頻度を用いた主成分分析 (SAS, 1985) により調べた (図-2)。

この主成分分析結果によると, 波佐見ヒノキ, 普通ヒノキとも精英樹群内に位置しているが波佐見ヒノキ1区は東海育種区の遺伝子頻度と近く, 波佐見ヒノキ3区, 4区は近畿育種区の遺伝子頻度と, 普通ヒノキの6区は関東平野育種区の遺伝子頻度と類似していた (Uchida et al. 1991, 1993 b, Shiraiishi et al. 1987)。波佐見ヒノキ2区と普通ヒノキ5区はこれらの育種区と離れた分布を示した。遺伝子頻度の均一性の検定と同様に波佐見ヒノキ, 普通ヒノキは大きくは人工林集団に類似性をもつが, 人工林集団の中ではかなりの差異が認められた。

#### 波佐見ヒノキ (2区) と普通ヒノキ (5区) の環境要因

遺伝子頻度に大きな違いがないことから, 樹冠幅の違いは環境要因によるものと考えられた。

樹冠幅の狭いヒノキ（波佐見ヒノキ）の表現型と土壌要因（内田他）

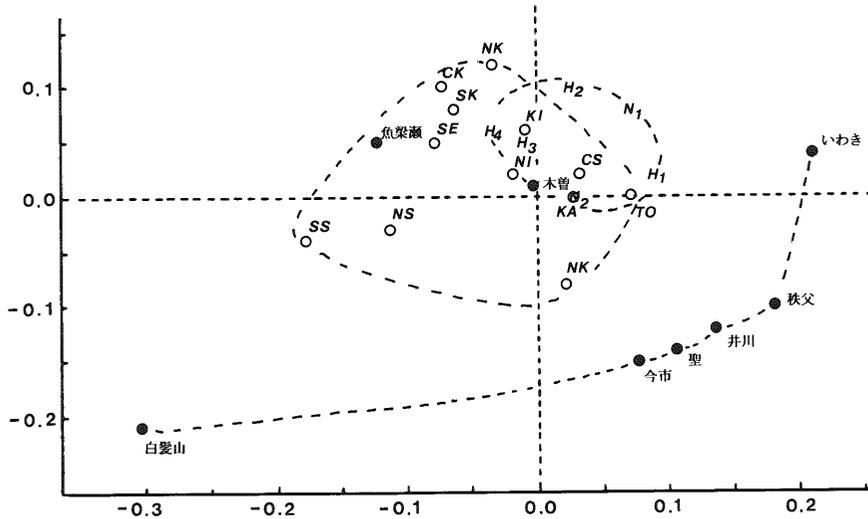


図-2. 波佐見ヒノキ ( $H_1 \sim H_2$ ), 普通ヒノキ ( $N_1 \sim N_2$ ) と天然ヒノキ集団 (●) および精英樹群 (○) の遺伝子頻度を用いた主成分分析。

(NK; 北関東, KA; 関東平野, CS; 中部山岳, TO; 東海, KI; 近畿, NI; 日本海岸東部, 西部, SE; 瀬戸内海, NS; 四国北部, SS; 四国南部, NK; 北九州, CK; 中九州, SK; 南九州の各育種区を表す)

波佐見ヒノキ区、普通ヒノキ区は近接しており、標高差が200 m程度であることから気象条件に大きな差はないと考えられる。長崎県のヒノキの生長に及ぼす環境要因については西村による詳しい調査がある(西村, 1986)。しかし、この西村による調査は長崎県全县にわたる調査であり、ここで問題にした樹冠幅の広い、狭いと云った特定の事象のものではない。従って、樹冠幅の狭い波佐見ヒノキと樹冠幅の広い普通ヒノキの林分についての土壌を中心として調査した結果を報告する。

波佐見ヒノキ(2区)と普通ヒノキ(5区)の林分状況を調べた(表-8)。ha当たりのの植栽本数、樹高がやや異なるも大きな違いはない。しかし、波佐見ヒノキで間伐木は偽年輪が多く、年輪を数えることが困難であった(3区)。また、主軸が数本になっているものが4区で多く見られた。

両区の土壌断面調査結果は表-9に示す。波佐見ヒノキ区の土壌断面は表層がA-B層で、全

表-8. 林分状況

	本数/ha	平均直径	樹高
波佐見ヒノキ	3300本	14cm	9.5-11m
普通ヒノキ	3000本	14cm	10.5-11.5m

表-9. 土壌断面

波佐見ヒノキ (2区)

土壌型 B<sub>D(d)</sub>, 傾斜33°, 斜面方向 N55E, 標高80m, 堆積様式 匍行

層位	厚さ	推移状態	色	腐植	石礫	構造	堅密度	孔隙	水湿状態
A <sub>0</sub>	0.5-1cm								
A-B	15-25cm	漸	7.5YR3/2 黒褐	富む	5-10mm あり	l.gr	しょう	多	やや乾
B <sub>1</sub>	15-23cm	漸	7.5YR5/4 にぶい褐	含む	5-10mm0 含む	gr	軟	多	やや乾
B <sub>2</sub>	40+ cm		7.5YR5/6  明褐	乏し	50-100  mm 多	  m	  堅	  少	  潤

普通ヒノキ (5区)

土壌型 B<sub>D</sub>, 傾斜36°, 斜面方向 N70W, 標高300m, 堆積様式 匍行

層位	厚さ	推移状態	色	腐植	石礫	構造	堅密度	孔隙	水湿状態
A <sub>0</sub>	2-5cm								
A	13-15cm	漸	7.5YR3/2 黒褐	富む	2-3cm あり	gr	しょう	多	やや乾
A-B	7-10cm	漸	7.5YR3/3 暗褐	含む	2-3cm あり	亜塊 2-5cm	軟	あり	潤
B	60+ cm		7.5YR4/5 にぶい褐	乏し	2-5cm 多	亜塊 2-5cm	軟	少	潤

体に土色が淡い色を示し、標高の低い場所 (80 m) に分布するのに対し、普通ヒノキの土壌断面はA層で、波佐見ヒノキより標高の高い場所 (300 m) にあること、斜面方位が異なること、土壌型が B<sub>D(d)</sub> と B<sub>D</sub> であることなどが異なっていた。

長崎県地質図によれば、波佐見ヒノキ区と普通ヒノキ区では地質的に異なっている。すなわち、波佐見ヒノキ区の全部が第4系沖積統の堆積岩類地であり、普通ヒノキ区は角閃石-輝石安山岩の火成岩類地となっており、母材が大きく異なっていた。波佐見ヒノキ、普通ヒノキの違いはこの地質母材の違いによるものと考えられたので、土壌の分析を行い両者の違いを明らかにした。

### 土壌の物理性

三相の容積表示と土壌の淘汰分析結果を図-3に示す。

波佐見ヒノキ区と普通ヒノキ区の土壌では大きく異なっている。波佐見ヒノキ区の土壌は粘土の含量が多いのに対し、普通ヒノキ区の土壌は砂の割合が高い特徴を持っている。粘土成分が多い堆積岩であることから波佐見ヒノキ区の土壌が古くから陶土として使われていたと思われる。

この波佐見ヒノキ区の土壌は、粘土分が多いことから最小容気量の割合が多くなり、このことは透水量にも現れている。波佐見ヒノキ区の透水量は5-10 cmの深さで0.5 cc/minであり、25

樹冠幅の狭いヒノキ（波佐見ヒノキ）の表現型と土壤要因（内田他）

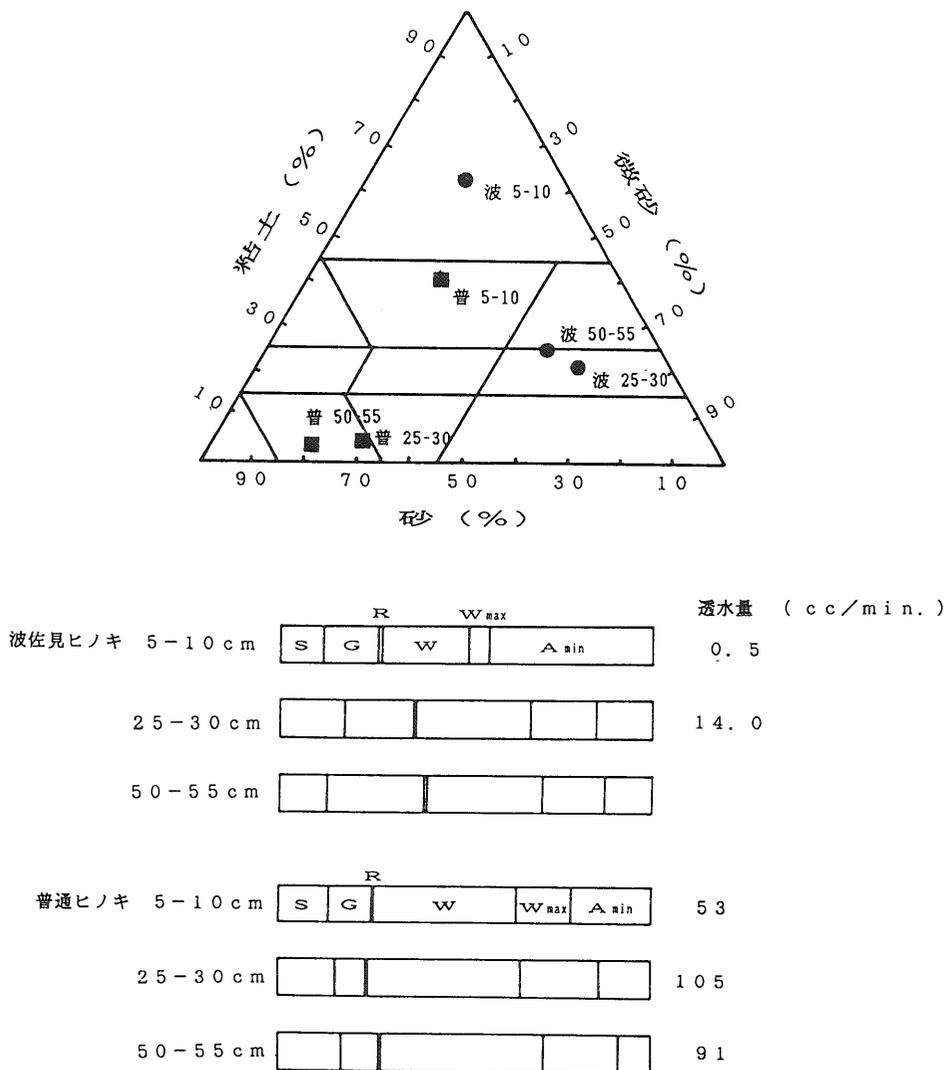


図-3. 波佐見ヒノキ林（2区）と普通ヒノキ林（5区）の土壤の物理性

-30 cmの深さで14.0 cc/minと少なかった。これに対し、普通ヒノキ区の土壤の透水量は5-10 cmの深さで53 cc/min、25-30 cmの深さで105 cc/min、50-55 cmの深さでは91 cc/minであった。波佐見ヒノキ区は表層の粘土分の含量が高いばかりではなく、一部には水性をもち降雨が土壤の下層に浸透しにくい状態が見られた。

#### 土壤の化学性（表-10）

pHは、H<sub>2</sub>Oでは、すべての深さで波佐見ヒノキ区の方がやや低い。KClでは、波佐見ヒノキ区と普通ヒノキ区の両土壤とも4.0~4.3と示し大きな違いが認められない。置換酸度は普通ヒノ

表-10. 波佐見ヒノキ林と普通ヒノキ林の土壌の化学性

採土深さ	PH		Y <sub>1</sub>	可溶性		C %	N %	C/N	0.03N NH <sub>4</sub> F 可溶P (ppm)
	H <sub>2</sub> O	KCl		Al	A1				
1 区	5-10cm	4.75	4.14	32.61	12.91	3.754	0.171	22.0	
	25-30cm	4.77	4.27	27.41	11.81	0.877	0.067	13.1	
	50-55cm	4.72	4.28	35.81	12.70	0.846	0.044	19.2	
2 区	5-10cm	4.38	4.00	38.36	14.44	4.005	0.261	15.3	2.03
	25-30cm	4.58	4.07	30.69	12.00	1.117	0.121	9.2	0.75
	50-55cm	4.51	4.02	29.41	11.42	0.983	0.149	6.6	0.50
5 区	5-10cm	5.06	4.18	58.82	17.52	2.885	0.248	11.6	0.96
	25-30cm	4.88	4.12	57.54	27.66	1.683	0.179	9.4	0.65
	50-55cm	5.10	4.17	86.96	18.36	1.545	0.113	13.7	0.39
6 区	5-10cm	5.09	4.25	33.25	9.88	5.101	0.364	14.0	
	25-30cm	4.95	4.18	48.59	16.11	3.824	0.293	13.1	
	50-55cm	4.90	4.08	93.35	31.13	1.411	0.088	16.0	

可溶性A1はY<sub>1</sub>測定液を使った簡便法による数値である。

置換性塩基と塩基置換容量

採土深	5-10cm						25-30cm						50-55cm					
	Ca	Mg	K	Na	CEC	Ca	Mg	K	Na	CEC	Ca	Mg	K	Na	CEC			
波佐見ヒノキ	NO.1	0.34	0.35	0.28	0.19	27.22	0.07	0.10	0.18	0.09	13.10	0.11	0.11	0.27	0.17	10.27		
	NO.2	0.40	0.43	0.31	0.18	22.12	0.17	0.26	0.25	0.05	13.83	0.15	0.32	0.23	0.16	10.99		
平均	0.37	0.39	0.30	0.19	24.67	0.12	0.18	0.22	0.07	13.47	0.13	0.22	0.25	0.17	10.63			
普通ヒノキ	NO.5	9.32	4.95	0.53	0.31	36.81	4.39	3.17	0.60	0.24	46.32	7.89	11.00	1.26	0.34	40.48		
	NO.6	7.80	4.03	0.74	0.34	43.50	6.07	3.50	0.74	0.33	37.11	3.49	3.97	0.93	0.42	49.66		
平均	8.56	4.49	0.64	0.33	40.16	5.23	3.34	0.67	0.29	41.72	5.69	7.49	1.10	0.38	45.07			

キ区が大きい。全炭素は5-10 cmの深さではあまり変わらないが、25-30 cm, 50-55 cmの深さで波佐見ヒノキ区が少なく普通ヒノキ区に対し約半量である。全窒素は普通ヒノキ区の方が含有率が高い。波佐見ヒノキ区では土壌の深さが深くなると急激に窒素の含有率の低下が見られる。リン酸の含有率は、両区とも低く、非常に乏しいランクに位置づけられる（青峰・原田，1964）。

置換性塩基は5-10 cmの深さで波佐見ヒノキ区のCaは普通ヒノキ区と比較すると1/25, Mgでは1/11, Kでは1/2, Naでは約1/2と少なく、塩基置換容量(CEC)も約1/2であった。これらの塩基飽和度はそれぞれ5%と35%であった。同様に、25-30 cmの深さで両区を比較するとCaで1/43, Mgで1/18, Kで1/3, Naで1/4, CECは1/3であった。塩基飽和度は4%と23%であった。5-10 cmの深さとの比較ではCaとMgの含有率の低下が大きい。50-55 cmの深さの比較ではCaが1/44, Mgは1/34, Kは1/4, Naは1/2, CECは1/4であった。塩基飽和度は7%と32%であった。

波佐見ヒノキ区は5-10 cmの深さでの塩基類の含有率がやや高いが、25 cm以下は含有率が低く変化が少ない。塩基飽和度も5%, 4%, 7%と非常に低い数値を示している。普通ヒノキ区は全層にわたり大きな変化を示していない。塩基飽和度も35%, 23%, 32%である。

樹冠幅の狭いヒノキ（波佐見ヒノキ）の生育している土壌は、樹冠幅が通常のヒノキ（普通ヒノキ）の生育する土壌と比較すると物理性、化学性とも林木の成長からみて貧栄養な土壌といえる。

今までの多くの土壌調査により土壌の化学性より物理性の良否が林木の成長に大きく影響していることが明らかにされている。樹木の成長結果は長年月を必要とし、成長環境をコントロール出来ないことなどがあって土壌の化学性から樹木の形状を論ずるのは難しい状況にある（芝本1952, 橋詰1986a, b）。

最近、中間報告された「酸性雨等森林被害モニタリング事業」（林野庁，1995）では、全国で87箇所のヒノキ林の分析結果がある。この調査では土壌表層の分析が中心であり、塩基置換容量の分析値はないが表層のCa, Mg, K等の塩基類や全窒素量、置換酸度等に波佐見ヒノキ区と数値的に近いものが数地点存在している。波佐見ヒノキの樹冠幅の狭い形状の解明は、樹冠幅の狭い林分が他の地域にも存在すると思われ、多数の事例の調査結果を基にして総合的に判断することが必要である。また、ヒノキについての生理的な研究も同時に進めることが必要になる。

この報告が樹冠幅の狭い形状についての立地土壌の研究データの基準値となれば幸いである。結論として、

1. ヒノキ針葉のアイソザイムの分析から波佐見ヒノキ、普通ヒノキとも実生由来であり、遺伝子頻度の均一性の検定によって波佐見ヒノキについて有意性はなかった。8つの天然ヒノキ林集団と12育種区の精英樹群と遺伝子頻度の主成分分析結果、波佐見ヒノキ4林分、普通ヒノキ2林分の離散的な散布状態から判断してそれぞれが別の種子源であると推察された。
2. 波佐見ヒノキ林で偽年輪、主軸が分岐した個体のある林分があった。原因等については調査していない。
3. 樹冠幅の狭い樹高の揃った現象について、種苗がさし木によるものでなく実生によるもので

あり、種子源が異なると推察されることから、その原因は環境要因にあると判断した。波佐見ヒノキ区の土壤条件は陶土に利用されるような物理的、化学的に特殊な貧栄養性のものであることがわかった。

- a. すなわち、波佐見ヒノキ区の土壤は、母材が第4系の沖積統の堆積岩地帯にあることから、淘汰分析で粘土分が非常に多く、透水性が悪く、一部には水性を持つものもあること。最小容気量が多いが透水性が非常に悪い特徴があること。
- b. 土壤の化学性では、pH(H<sub>2</sub>O, KCl)が低く、Y<sub>1</sub>が高い。Ca、Mgなどの塩基類の含量が非常に少ない。塩基置換容量、塩基飽和度も非常に少ない。これら土壤の貧栄養性が波佐見ヒノキの樹型形成に何らかの影響を及ぼしているものと思われた。

## 謝 辞

この調査に際し、長崎県総合農林試験場（林業部）および長崎県県北振興局の関係各位に御世話頂いた。ここに謝意を表します。

## 引用文献

- 青峰重範・原田登五郎 1964. 土壤肥料学実験ノート. 養賢堂, 109 pp.
- 橋詰隼人・若宮和泉 1986 a. 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. 鳥取大学農学部研究報告 39: 58-66.
- 1986 b. ヒノキの耐やせ地性育種に関する基礎的研究 II. 肥沃地とやせ地に生息する造林木の水ストレスと葉の形態の比較. 鳥取大学農学部研究報告 39: 67-75.
- 黒丸 亮・河崎久男・大庭喜八郎 1983. ヨレスギ自殖家系幼苗におけるパーオキソダーゼアイソザイムの遺伝子分析. 日林誌, 65 (7), 253-257.
- 宮島 寛 1962. ヒノキ栄養系の育成に関する基礎研究. 九州大学演習林報告 34: 1-164.
- 1983. 品種, 坂口勝美監修, 新版スギのすべて, 全林協, 126-140.
- 1989. 九州のスギとヒノキ. 九州大学出版会, 275 pp.
- Miyazaki, Y. and K-I, Sakai 1969. Use of zymography for identification of a clone in *Cryptomeria japonica* D. Don. J. Jpn. For. Soc. 51, 235-239.
- 西村五月 1986. 西海地方の林地生産力に関する環境解析, 長崎県総合農林研究報告(林業), 第17号, 1-100 p.
- 1987. 長崎県のヒノキ林と環境. 森林立地X, X (1), 33-35 p.
- 農林水産省, 林野庁, 1955. 国有林林野土壤調査方法書. 林野共済会, 47 pp.
- 大庭喜八郎 1972. ヒノキの葉緑素変異個体の遺伝. 日林誌 54: 56-58.
- 奥泉久人・大庭喜八郎 1990. アイソザイムの4遺伝子座の遺伝子型による集植されたオビスギ系14品種, ヤブクグリおよびメアサのさし木品種内クローン数の推定. 日林誌, 72 (6),

501-507.

Okuizumi, H. 1993. Clone analysis of collected sugi-cutting cultivar from Sanbu, Chiba Prefecture, by the multilocus genotypes of twelve isozyme loci. J. Jpn. For. Soc. 75 (5), 398-404.

林木育種協会 1981. 種苗特性分類調査報告書, スギ, 73 pp.

林木育種協会 1982. 種苗特性分類調査報告書, スギ, ヒノキ, 158 pp.

林野庁 1995. 酸性雨等森林被害モニタリング事業 平成2年度調査結果の概要（データ集）（1990年実施 第1期1年目）, 237 PP.

——— 1995. 酸性雨等森林被害モニタリング事業 平成3年度調査結果の概要（データ集）（1991年実施 第1期2年目） 217 PP.

——— 1995. 酸性雨等森林被害モニタリング事業 平成4年度調査結果の概要（データ集）（1992年実施 第1期3年目） 219 PP.

SAS Institute, Inc. 1985 : SAS user's guide: statistics, version 5 edition. 956 pp, SAS Institute, Inc., Cary, NC.

佐藤敬二・宮島 寛 1956. ヒノキの一品種南郷桧について. 暖帯林, (11), 4-8.

shiraishi S.・H. Kaminaka and N. Ohyama 1987. Genetic variation and differentiation recognized at two allozyme loci in hinoki (*Chamaecyparis obtusa*). J. Jpn. For. Soc. 69 : 88-93.

芝本武夫 1952. スギ, ヒノキ, アカマツの栄養並びに森林土壌の肥沃度に関する研究. 林野庁, 253 pp.

平 英彰 1979. 富山県のスギさし木品種—パーオキシダーゼ・アイソザイム及び針葉形質によるスギさし木品種の分類と同定について—. 富山県林業試験場研究報告, 5, 66 pp.

田島正吾・宮島安貞 1973. アイソザイム分析によるナンゴウヒの遺伝変異. 日林九支論, 26, 127-128.

Tsumura, Y., K. Uchida, and K. Ohba 1989. Genetic control of isozyme variation in needle tissues of *Cryptomeria japonica*. J. Hered. 80, 291-297.

津村義彦・戸丸信弘・陶山佳久・モハマド=ナイム・大庭喜八郎 1990. アイソザイム実験法. 筑大演報 6 : 63-95.

Uchida, K., Y. Tsumura and K. Ohba 1991. Inheritance of isozyme variants in leaf tissues of hinoki, *Chamaecyparis obtusa*, and allozyme diversity of two natural forests. Japan. J. Breed. 41 : 11-24.

———, H. Yamashita, Y. Tsumura, C. Takahashi and K. Ohba 1993a. Analysis of Nango-hi, a vegetatively propagated cultivar of *Chamaecyparis obtusa* Endl. based on isozyme genotypes. Japan. J. Breed. 43 : 219-230.

———, N. Tomaru, Y. Tsumura, T. Takahashi and K. Ohba 1993b. Allozyme variation in plus-tree of hinoki, *Chamaecyparis obtusa*, selected from artificial stands. Japan. J.

Breed. 43 : 485-494.

Workman, P. L. and J. D. Niswander 1970. Population studies on south western Indian tribes. II. Local genetic differentiation on the Paapgo. Am. J. Hum. Genet. 22, 24-49.

## Summary

At Hasami town in Nagasaki Prefecture, there are some hinoki stands (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) which have very narrow and slender cylindrical crowns. As the cause of this particular form is unknown, we investigated individual isozyme genotypes of four stands with narrow cylindrical crown form (Hasami hinoki) and two stands with normal crown trees (normal hinoki) on eleven isozyme loci. As a result, it became clear that these stands of narrow cylindrical crown form (Hasami hinoki) are thought to have derived from seedlings, not cutting. Therefore, the geological structures of Hasami hinoki stands and normal hinoki stands are quite different based on principal component analysis.

As a consequence of soil survey and soil analysis, soil permeability of Hasami hinoki stands were lower than those of normal hinoki stands. Cation exchange capacity, the degree of base saturation, and exchangeable base, namely, ex-Ca, ex-Mg, ex-K, and ex-Na of Hasami stands were lower than those of normal stands. Those estimates suggested that narrow width of Hasami hinoki crown might be ended by pedological specificities.