

新庄村の天然ヒノキの分布に関する研究 (I)

〔家系分析と生長経過をもとにしたヒノキ
の天然林か否かの判定〕

原 田 公 造

Research on the Development of
Natural Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*)
in Shinjo Son (I)

The Trial of Judging whether Hinoki
(*Chamaecyparis obtusa*) is natural or not
by Family Analysis and the Investigation
of the Growing Process

Kozo HARADA

岡山県真庭郡新庄村の国六K・K山林内に分布するヒノキは、パーオキシダーゼ・アイソザイムによる家系分析の結果、類縁性の高い個体が5m以内に同心円状に分布しているうえ、根株部の肥大生長経過を人工植栽木と比較すると初期生長が極めて悪いことから天然生と判断した。また、分布区域内の小流域単位に遺伝的分化の実態をパーオキシダーゼ・アイソザイムの変異をもとに調査したところ、流域間で遺伝的分化が生じており、優良な遺伝子の保存は流域を単位として選抜する必要がある。

キーワード

天然ヒノキ、パーオキシダーゼ・アイソザイム、家系分析、肥大生長調査、遺伝的分化

1. はじめに

岡山県では天然スギの集団的分布は明らかにされ、特別母樹として種子採取源に利用されてきた。しかし、天然ヒノキは中国山脈沿いに分布していることが明らかにされながらかえりみられることがなかった。最近、中国電力による俣野ダムの建設に伴って新庄村の野土路、土用、田浪の各流域に跨がる国六K・K所有山林に散在するヒノキが、①天然生かどうか、②優良な遺伝形質をもつ家系があるかどうかについて注目され、この2点を明らかにして郷土に適する優良な遺伝子の保存を図ることを目的として調査した。

この調査にあたり国六K・K新庄出張所の稲田所長をはじめ所員の方々、真庭地方振興局の林務課の職員、当場の関係者の多大な御協力に対し衷心から感謝申しあげる。

2. 調査の方法

調査の目的は ① 天然性かどうか、② 優良な遺伝形質を持つ家系があるかどうかの2点であり、今回の報告は天然かどうかについて述べる。

2.1 天然生かどうか

天然林は天然下種によって成林しており、種子の飛散可能な範囲内では遺伝的に近縁の個体が分布していることを酒井ら¹⁾、栄花ら²⁾は家系分析で証明した。これにならって、林分内での各個体の位置を確定しパーオキシダーゼ・アイソザイムのザイモグラムによる類縁性から家系分析等を行った。

2.1.1 個体分布位置の確定

土用の谷の俣野ダム堰堤周回道路から徒歩で約40分、標高1,000 mの背梁尾根から約30m降った地点に24.17アールの集団林分があり(別図-1)、これを調査対象として周囲測量を行い、この各測点から個体ごとの位置をポケットコンパスによってヒノキ、広葉樹の区別なく測定のうえ決定し、個体ごとにナンバーテープを貼付した(別図-2)

2.1.2 パーオキシダーゼ・アイソザイムによる家系分析

調査林分内の143本のうち、採葉出来なかった4本を除く139本から力枝部分の2年生陰葉を採取し、一次元水平式澱粉ゲル電気泳動法で農林水産省林業試験場九州支場方式(不連続法)を採用して針葉中のパーオキシダーゼ・アイソザイムのバンドを分画した。バンドの位置決定のための標準試料としては、岡山県選抜のヒノキ精英樹苗田8号を用い、2反復によってザイモグラムを確定した。

2.1.3 肥大生長経過の分析

天然林では天然下種によって成林しており、上木の庇陰と同種間又は異種間の競合のため初期生長が極めて悪く、庇陰条件とか競合状態から頂芽が抜け出た時から旺盛な生長を示す。したがって、伐倒木の根株部の肥大生長の経過を比較調査した。

2.2 優良家系選抜区域(遺伝子保存源選抜範囲)の推定

新庄村に分布するヒノキがすべて遺伝的に分化が認められず類縁性が高ければ、土用の谷の調査林分内の優良な遺伝形質をもつ家系を選抜して保存すればよい。しかし、酒井ら³⁾によると小集団間でも遺伝的分化が生じていることを明らかにしている。このため土用の谷調査林分のみでなく、野土路地内の金ヶ谷で小流域を挟んで向い合った2林分(別図-1)からも採葉のうえ、パーオキシダーゼ・アイソザイムのザイモグラムをもとに3林分間の遺伝的分化の実態を調査した。

3. 結果と考察

3.1 天然生かどうか

3.1.1 パーオキシダーゼ・アイソザイムによる家系分析

酒井ら¹⁾はヒバの天然林の推定法について、パーオキシダーゼ・アイソザイムを調査してバンドの不一致数が0~3本のもを同一家系と推定し、針葉と小枝の形質を加えて家系相似度をもって判定した。また、栄花ら²⁾はパーオキシダーゼ・アイソザイムの分画型に酵素の活性度である濃度比を加えて家系を判定した。

今回の調査ではパーオキシダーゼ・アイソザイムのバンドの出現位置を確定のうえ、バンド数の不一致数が0~1本のもを同一家系とした。

(1) パーオキシダーゼ・アイソザイムのザイモグラフの作成
 139本の調査木のパーオキシダーゼ・アイソザイムで出現したバンドを集約したザイモグラムは図1のとおりであった。

陽極側の出現バンド総数は14本、陰極側で2本、計16本であった。
 16本のバンドのうち出現率が高かったのは陽極側のF, G, N,
 Oの4本であり、各バンドの出現率を示すと図2のとおりであった。

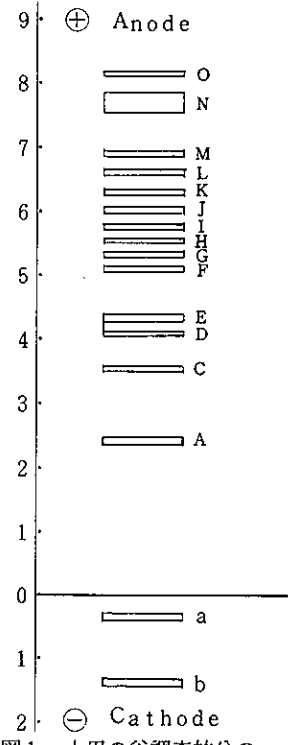


図1 土用の谷調査林分のザイモグラム

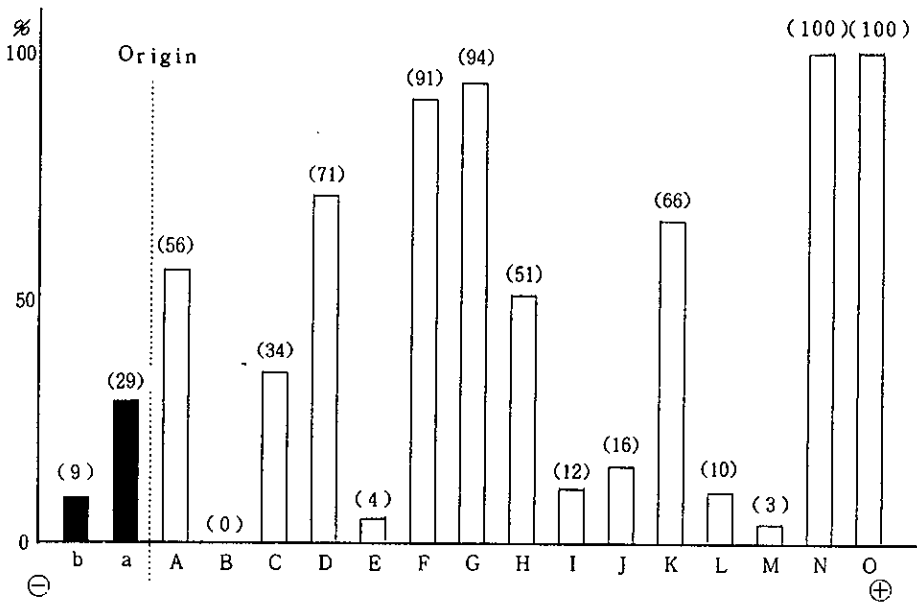


図2 土用の谷調査林分のパーオキシダーゼ・アイソザイムのバンド別出現率 (注) 括弧内は出現率

各個体ごとの出現バンド数をみると、最も少なかった個体は4本、最も多かった個体は13本、平均バンド数は7.45本であった。

(2) 家系分析

天然生林は天然下種更新で成林しているため、各個体を中心に0m~5m, 5m~10m, 10m~15m, 15m~20m, 20m~25m, 25m~30m, と5mごとの同心円を描いて、同心円内に分布する他の個体のザイモグラムとバンドの不一致数0~1をもとに家系分析すると、近い同心円内ほど類縁性の高い個体が多く分布しているはずである。この方法によって調査した同心円ごとの出現率は表1のとおりであった。

表1 個体間距離別パーオキシダーゼ・アイソザイムのザイモグラム不一致数出現率

項目	区分	個 体 間 距 離 別					
		0~5m	5~10m	10~15m	15~20m	20~25m	25~30m
ザイモグラム不一致数	0	3.7	1.4	1.2	0.9	1.5	1.9
	1	8.5 (12.2)	5.5 (6.9)	5.9 (7.1)	6.0 (6.9)	5.7 (7.2)	6.0 (7.9)
	2	16.8	13.5	14.1	12.4	14.0	14.5
	3	22.1	20.8	20.7	19.3	20.5	20.1
	4	21.8	20.8	20.4	21.4	20.8	21.9
	5	10.5	17.6	16.8	17.3	15.7	16.0
	6	8.3	11.4	11.0	10.7	11.7	10.5
	7	6.1	5.4	4.2	7.0	6.0	5.8
	8	1.7	1.8	4.0	2.9	3.2	2.1
	9	0.5	1.2	1.2	1.3	0.6	1.0
	10		0.5	0.5	0.8	0.3	0.2
11		0.1					
計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(注) 1 ()内はザイモグラム不一致数0,1の累計値

2 □内は中央値の位置を示す(50%点)

0m~5m以内でのバンドの不一致数0~1の出現率が最も高く12.2%であり、5m以上では6.9%~7.9%で大差がなかった。

また、同心円内の不一致の出現率の累計値が50%を示すザイモグラム不一致数をみると、0m~5mでは不一致数3、5m以上の同心円では不一致数4であった。このことから0m~5m以内に類縁性の高い同一家系の個体が分布しており天然下種によるためと推定でき、天然生と判断した。

ここで、不一致数0、すなわち同一遺伝子型(クローン)とみられる個体をグループに分類すると表2のとおりである。

表2 不一致数0 (同一クローン) のグループ

個 体 グループ No.	番 号									本数計
1	8	19	164	173						4
2	17	18								2
3	20	26	39	75	101	138	174	176		8
4	22	23	107	148						4
5	28	45								2
6	29	60	171							3
7	31	32								2
8	43	187								2
9	47	68	143	127	128					5
10	54	139	141	142						4
11	55	56	124	136	153					5
12	57	116	120	167						4
13	81	95	96	97	108	132	162	168		8
14	85	93								2
15	86	117	119							3
16	91	104								2
17	77	94	102	109						4
18	105	106	110							3
19	113	114								2
20	131	166								2
21	133	178	179							3
22	134	135								2
23	137	172								2
24	159	160	163							3
25	180	185								2
26	170	183								2

26グループが認められたが、グループ内各個体の分布範囲は相互に近距離に生立していた。
さらに、不一致数0～1の同一家系にグループわけした結果は表3のとおりであった。

表3 パーオキシダーゼ・アイソザイムの不一致数法による家系区分

項目	区分	個 体 番 号	計
家 系 番 号	1	(8), (17), (18), (19), 20, 26, 39, 55, 56, 75, (77), 79, 85, 93, (94) 101 (102), (109), 124, 136, 138, 149, 153, 164, 173, 174, 176,	27
	2	22, 23, 87, 107, 115, 148	6
	3	(27), 28, 45	3
	4	31, 32, (36)	3
	5	36, 43, 51, 138, 172, 186, 187,	7
	6	29, 47, 60, 65, 68, 99, 127, 128, (133), 143, 152, 157, 171 (178), (179)	15
	7	54, 118, (133), 139, 141, 142, 154, (178) (179)	9
	8	(17), (18), 57, (77), 81, 82, 90, (94), 95, 96, 97, (102), 108 (109), (116), 120, 129, 132, 162, 167, 168	21
	9	64, 66, 91, 104, 105, 106, 110, 122,	8
	10	113, 114	2
	11	(27), 134, 135,	3
	12	131, 159, 160, 163, 166, 170, 183	7
	13	(8), (19), 161, 166, 173, 180, 185	7
	14	65, 74, 86, 98, (116), 117, 118, 119, 133	9
不一致数2の時 どこかの家系に 所属するもの	6, 33, 49, 59, 69, 76, 100, 111, 112, 123, 144, 145, 146 150, 156, 158, 175, 177, 184	19	
家系不明	30, 34, 46, 53, 80, 84, 121, 125, 126, 147, 151	11	

(注) 1 不一致数0~1で家系区分した。

2 2家系以上にまたがる個体は()書とした。

家系別個所所属個体数にバラツキはあるが、14家系に区分され、所属家系のない個体が30本あった。しかし、30本のうち19本はバンドの不一致数を0~2を同一家系とすると、いずれかの家系に包含された。また、個体によっては2家系にまたがるものがあった。

家系分析法については、パーオキシダーゼ・アイソザイムの遺伝的変異が明らかにされていないため、バンドの不一致数をどの範囲にとるとよいかは明らかでない。葉型その他の形質の表現型を加えた分析手法をとるのがよいかどうかなど方法が確立されていない。しかし、0m~5m以内に類縁性の高い個体の分布が多く、同一遺伝子型の個体が26グループ認められたこと、109本の個体が14家系に区分されたことなどから、林分内で交雑によって種子が形成され、その種子の天然下種によって成林した天然性と推定した。

3.1.2 肥大生長経過の分析

人工植栽木は競合関係にある植生が下刈等の保育施業によって除去されることから幼令時の生長は旺盛であり、この状態は林冠閉鎖まで続く。その後は除間伐や枝打の程度によって肥大生長量は変動する。

天然生木は同種又は異種の競合植生が多い。上木の庇陰によって光環境が極めて悪く、上木の枯損等による除去が競合植生から林冠が抜け出した時点から旺盛な生長をする。

本調査では、人工植栽木として苫田郡加茂町物見地区で通常の施業で生育した根株と、新庄村土用の谷で堰堤工事のため伐倒された天然生と思われるヒノキの根株の肥大生長経過を5年ごとの平均年輪巾で求めた結果は図3のとおりであった。

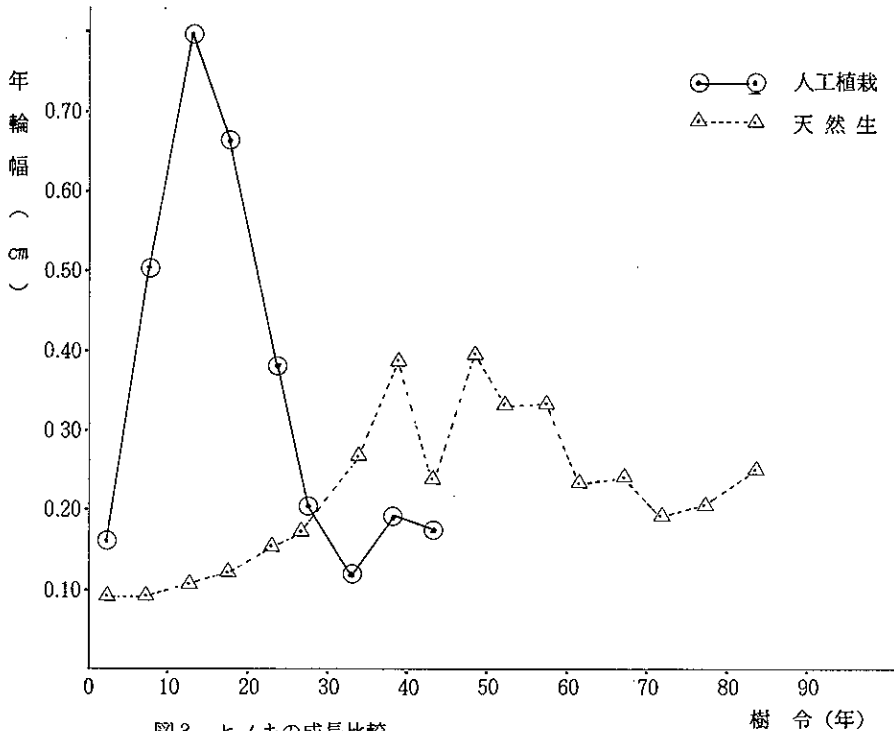


図3 ヒノキの成長比較

肥大生長の経過からみると土用の谷のヒノキは天然生と判断される。

3.2 優良家系選抜区域（遺伝子保存源選抜範囲）の推定

土用の谷のほか野土路、田浪に分布しているヒノキが遺伝的に類縁性が高ければ調査林分の優良家系を選抜して、この保存を図ればよいことになる。しかし、流域によって遺伝的分化が生じておれば各流域ごとに優良家系を選抜して保存する必要がある。そこで、土用の谷とは流域の異なる金ヶ谷（野土路）地内で小流域を境として約50m離れた2林分から23個体、34個体を連続的に選抜して採葉し、パーオキシダーゼ・アイソザイムのザイモグラムによって3地点間の遺伝的分化を調査した。パーオキシダーゼ・アイソザイムのザイモグラムの全バンドを表示すると図4のとおりであった。

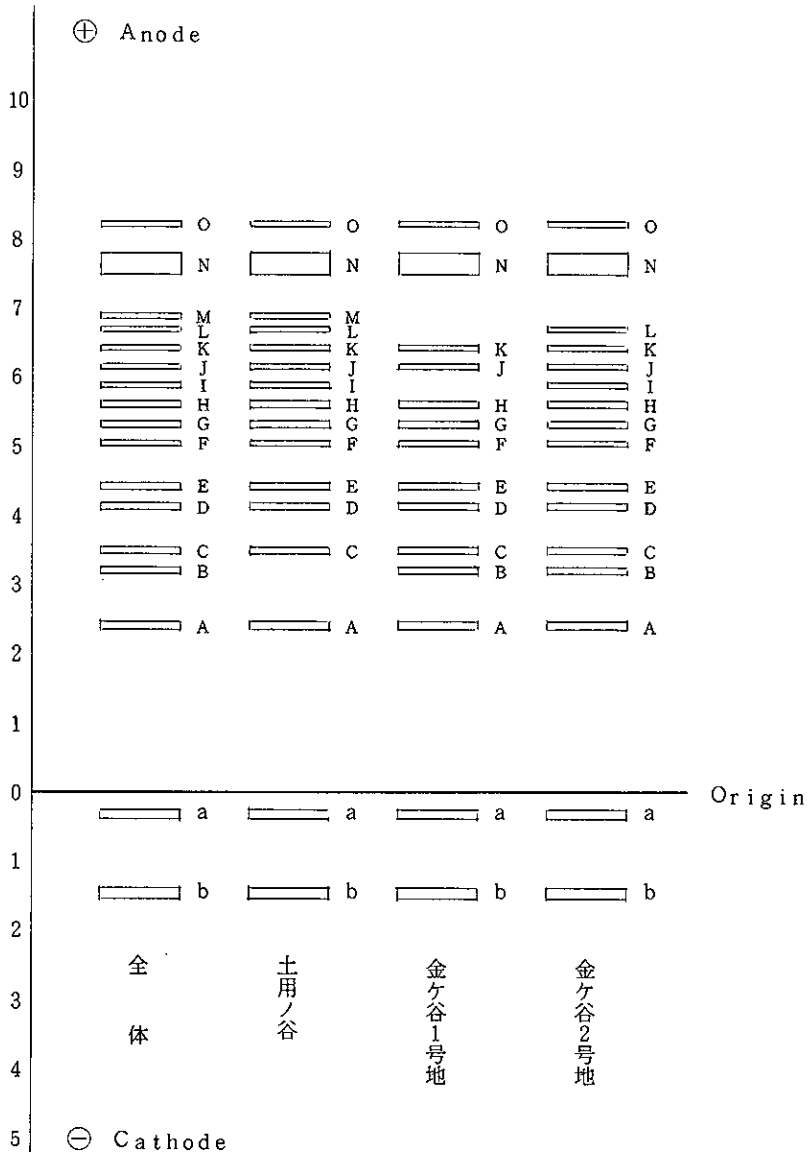


図4 調査地別パーオキシダーゼ・アイソザイムの出現模式図

バンドの総出現数を表示すると陽極側に15本、陰極側に2本で計17本であった。

調査地間の出現バンドを比較検討すると、土用の谷ではBバンドが出現せずかわりにMバンドが出現している。金ケ谷1号地(野土路)ではI, L, Mバンドがなく、金ケ谷2号地ではMバンドのみがなかった。

調査地別出現バンド数の個体数を示すと表4のとおりであった。

表4 各調査地における個体当たりバンド数

	個体数	4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15														平均値	平均不一致数
																$\frac{-}{+}$ \times \div \sim	
土用の谷	139	6	18	31	24	22	9	15	8	5	1					7.45	4.01
金ケ谷1号地	23			1	4	2	5	10	1							8.96	3.87
金ケ谷2号地	34					5	8	12	7	1					9.88	3.04	

土用の谷は調査本数が多かったせいかバンドの出現本数の範囲が広いが、個体の平均出現バンド数は少なかった。調査林分別の平均出現バンドの多い順は、金ケ谷2号地、金ケ谷1号地、土用の谷であった。また、この平均出現バンド数が調査地間で有意差が認められるかどうか平均値の差の検定を試みたが認められなかった。

つぎに調査地別の各バンドの出現率を求めると表5のとおりであった。

表5 調査地別パーオキシダーゼ・アイソザイムのバンド別出現率

調査地	(-)		(+) A B C D E F G H I J K L M N O														
	b	a															
土用の谷	10.1	28.8	56.1	-	33.8	71.2	3.6	91.4	93.5	51.1	12.2	15.8	66.2	10.1	2.2	100.0	100.0
金ケ谷1号地	73.9	60.9	73.9	82.6	13.0	82.6	21.7	82.6	95.7	13.0	-	73.9	21.7	-	-	100.0	100.0
金ケ谷2号地	79.4	55.9	94.1	94.1	2.9	100.0	29.4	97.1	97.1	32.4	2.9	73.5	26.5	2.9	-	100.0	100.0
平均	54.5	48.5	74.7	59.2	16.6	84.6	18.2	90.4	95.4	32.2	5.0	54.4	38.1	4.3	0.7	100.0	100.0

金ケ谷1号地と金ケ谷2号地の各バンドの出現率は類似しているが、土用の谷はこの2調査地と大きく異なっていた。

各各バンド別出現頻度を調査地区別に酒井ら³⁾、川述⁴⁾の手法で比較すると表6のとおりであった。

表6 調査地間のアイソザイム・バンド別出現頻度の比較

調査地	(-)		(+) A B C D E F G H I J K L M N O														
	b	a															
土一金1	***	**	N.S.	***	*	N.S.	*	N.S.	N.S.	**	*	***	***	*	N.S.	N.S.	N.S.
土一金2	***	**	***	***	***	***	***	N.S.	N.S.	*	N.S.	***	***	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
金1一金2	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

***: $\alpha = 0.001$, **: $\alpha = 0.01$, *: $\alpha = 0.05$

金ケ谷1号地と2号地間では、A、Dバンドの出現頻度に差が認められたのみで類似していた。しかし、土用の谷と金ケ谷の両調査地間では10本のバンドの出現頻度に大きな差が認められた。

また、各調査地間の相違度指数^{3), 5)}と林分間不一致数⁶⁾を求めると表7、表8のとおりであった。

表7 調査地間相違度指数

調査地別	金ケ谷2号地	金ケ谷1号地	土用の谷
土用の谷	4.01	3.56	
金ケ谷1号地	0.48		
金ケ谷2号地			

これらの結果でも土用の谷と金ケ谷2号調査地間では大きく異なっており遺伝的に分化が生じているとみられ、橋詰ら⁷⁾も同様の結果を報告している。

表8 アイソザイム・バンドの調査地間不一致数

調査地別	金ケ谷2号地	金ケ谷1号地	土用の谷
土用の谷	5.19	5.35	
金ケ谷1号地	3.50		
金ケ谷2号地			

4. 結論

真庭郡新庄村の国六K・K所有山林内に分布するヒノキについて、パーオキンダーゼ・アイソザイムのザイモグラムと根株部の肥大生長経過を調査したところ、次のことが明らかになった。

- ① 各個体から0m～5m, 5m～10mと5mごとの同心円を描き、同心円ごとの類縁性を調査した結果、0m～5m内に類縁性の高い個体が多かった。
- ② 同心円ごとのザイモグラム不一致数出現率の累計値50%点を示す不一致数は0m～5mが3となって類縁性が高かった。
- ③ ザイモグラムの不一致数0をクローンとすると26クローンが認められ、各クローン内の個体は相互に近距離に生立していた。
- ④ ザイモグラムの不一致数0～1を同一家系とすると14家系に109本が区分された。
- ⑤ 根株部の肥大生長経過を人工林と比較したところ初期生長が極めて悪く、30年生前後から旺盛になっている。
- ⑥ 土用の谷の金ケ谷（野土路）では遺伝的に分化が生じている。

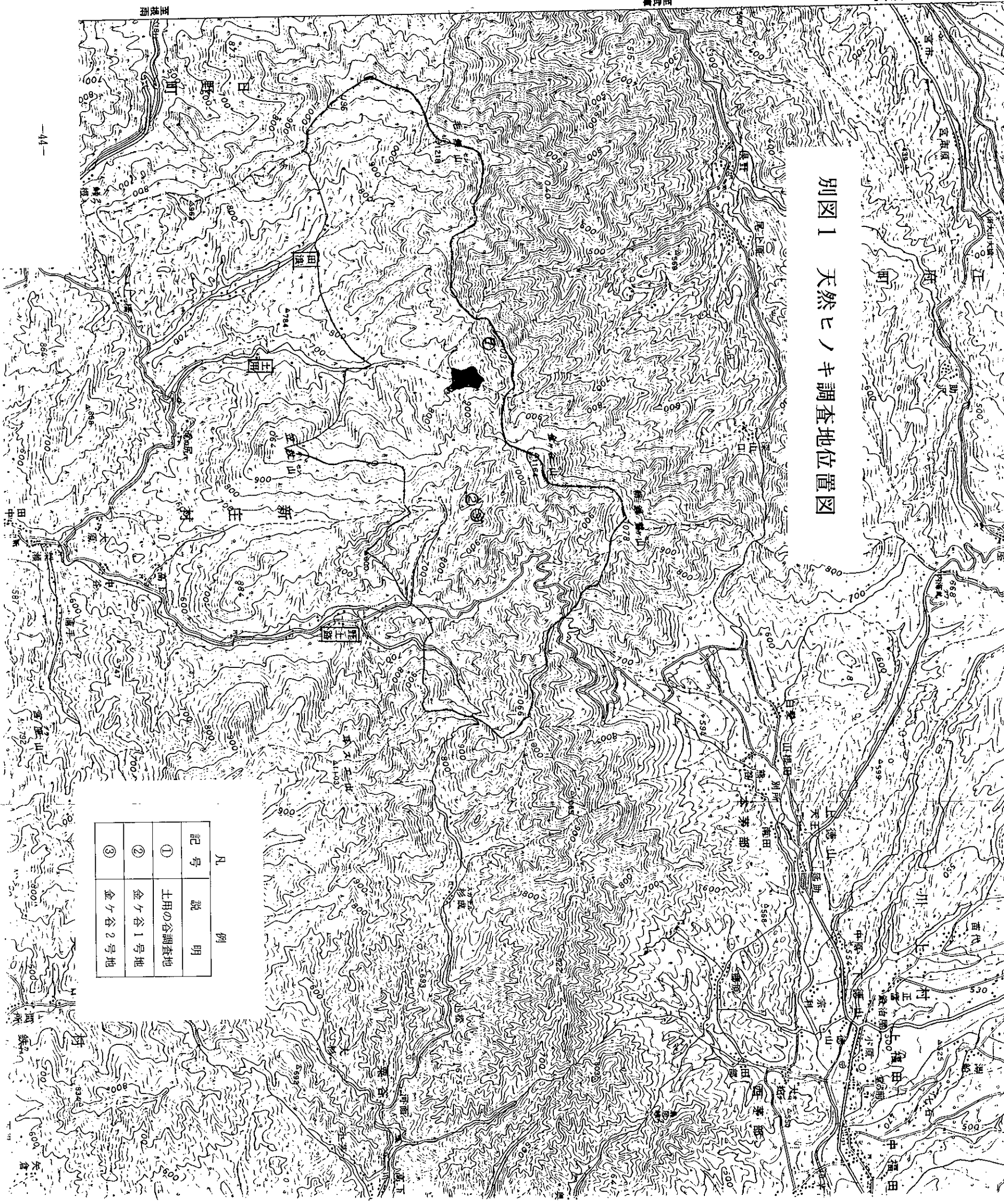
以上の結果から天然ヒノキであり、優良な遺伝子を保存するためには土用の谷、田浪、野土路の各流域別に選抜する必要があり、さらにより小さい区域で遺伝的分化の状態を調査して選抜区域を決定し、優良家系を保存する必要がある。

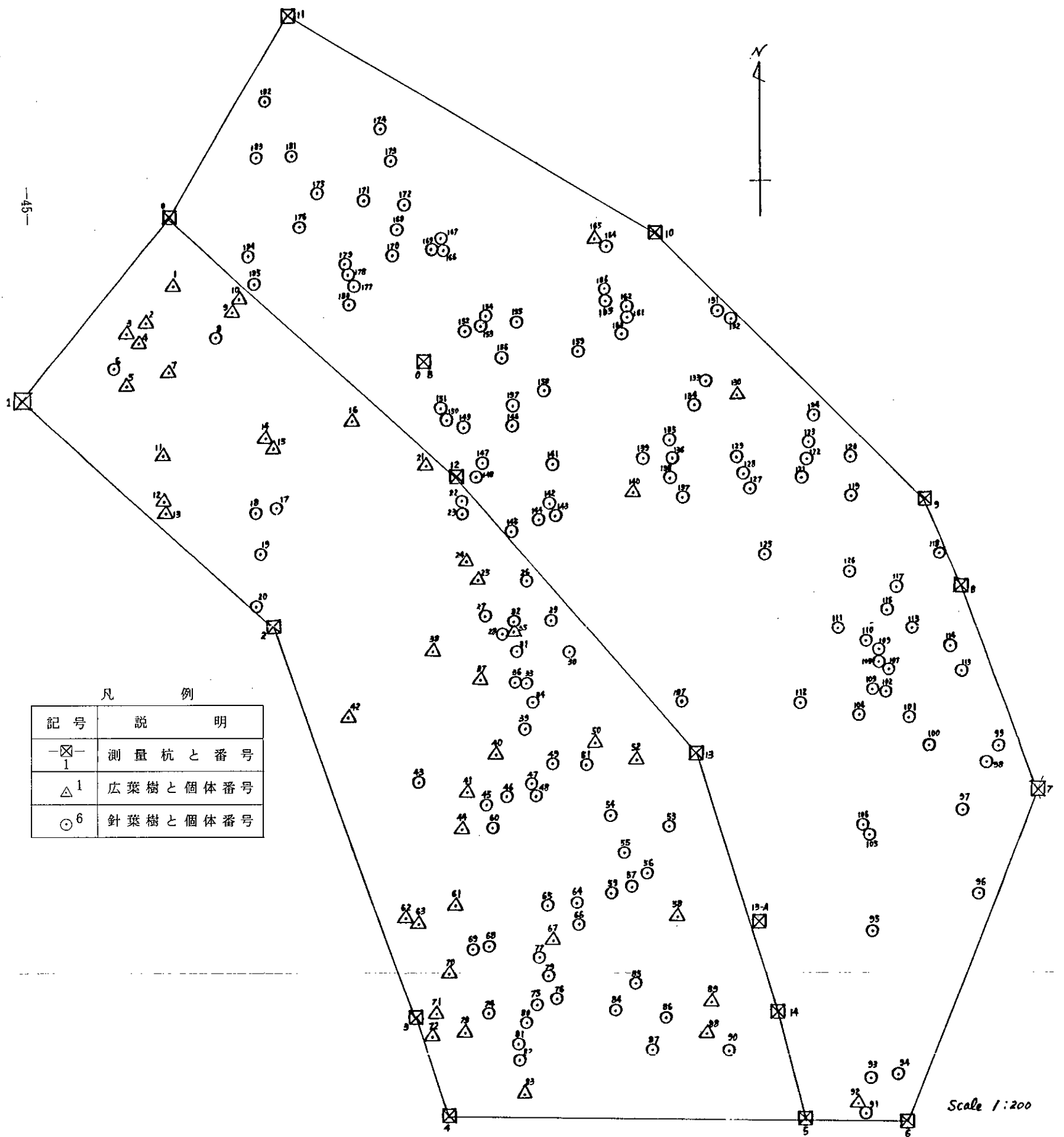
5. 参考文献

- 1) 酒井寛一, 宮崎安貞, 家系分析法によるヒバ天然林の遺伝研究. 第81回日本林学会大会発表論文集, 東京, 日本林学会. P. 150-152 (1970)
- 2) 栄花茂, 岩手県早池峰山におけるヒバ天然林の遺伝的構造. 第87回日本林学会大会発表論文集, 東京, 日本林学会. P. 177-178 (1976)
- 3) 酒井寛一, 朴竜求, 宮崎安貞, スギ天然林における遺伝的分化. 第81回日本林学会大会発表論文集, 東京, 日本林学会. P. 148-150 (1970)

- 4) 川述公弘. ヒノキ産地別実生苗の *Peroxidase Isozyme* について. 第86回日本林学会大会発表論文集. 東京, 日本林学会. P. 171-172 (1975)
- 5) 三上進. カラマツの同位酵素における産地間変異. 第83回日本林学会大会発表論文集. 東京, 日本林学会. P. 195-197 (1972)
- 6) 関西林木育種場四国支場. 魚梁瀬スギ天然林の遺伝子保存に関する調査報告書. No. 2. P. 1-71 (1978)
- 7) 橋詰隼人, 渡辺陽, 大北誠. 岡山県新庄村における天然ヒノキの遺伝的変異について: 中国山地の天然ヒノキに関する研究(II). 第32回日本林学会関西支部講演集. 大阪, 日本林学会関西支部. P. 111-114 (1981)

別図1 天然ヒノキ調査地位位置図





別図2 天然ヒノキ調査地個体位置図