

ヒバの天然更新の稚樹群における遺伝的変異

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	酒井, 寛一 岩神, 正朗 三上, 進
巻/号	53巻8号
掲載ページ	p. 256-259
発行年月	1971年8月

短 報

ヒバの天然更新の稚樹群における遺伝的変異*

酒井寛一**・岩神正朗***・三上 進****

林木の天然更新については、従来生理生態学の立場からは多くの観察や調査がなされてきたが、遺伝学的立場から分析されたものはないようである。これからの林木育種学の最も重要な領域の一つが天然林にあることを思うと、天然更新も、ただ生理生態学的にばかりでなく、遺伝育種学の立場からもうどう接近ができるかを考えねばならないだろう。著者らは新潟県佐渡島の新潟大学演習林において、天然スギの伐採跡地に自生したヒバ稚樹の群生を見て大きい興味をそそられた。ヒバの天然更新においてつくられる稚樹群はどういう意味をもつか、それら稚樹群は遺伝的にどういう組成をもつかなどを解くことは大変面白そうである。そこで、著者らは予備的に多少の調査研究を試みた。この報告は、それらから得られた結果を記し、さらにこの研究からひき出されそうな問題に触れてゆこうとする。この研究調査には、新潟大学の船引洪三、豊島重造両助教授の好意にすぎり、また教えをうけたところが少なくなかった。ここに記して感謝の意をあらわす。

材 料 と 方 法

本研究の材料は、新潟県佐渡郡相川町大蔵にある新潟大学演習林のスギ伐採跡地に自生したヒバの稚樹群である。これら稚樹群は一見したところ直径5mぐらいの円盤状をなして伐採跡地に点々と分布していた。本研究ではそれら点在する稚樹群のうち、任意に近接する8個の群をえらび、その各々から5個ずつの試料を採取した。すなわち、各種樹群において少なくとも地上部ではつながっていない5小群を区別し、各小群から1本ずつの小枝をとった。それらの枝の葉について、一方では主葉と副葉について7形質の測定を行ない、同時に他方ではデンプンゲルによる電気泳動を行なってパーオキシダーゼの同位酵素を調べた。葉の形質の測定は5回反復としたが、後述するように7種の形質の大半はたがいに強く相関していたので、それらの中から3形質だけを分析した。

同位酵素は、同じ稚樹群を形成する個体群が栄養繁殖によってできたか、種子繁殖によったかを判定するため

に調べられた。試料の数は各種樹群当たり5であるから、それら5試料の相互間比較が10個とれる。この比較は、いわゆる不一致数 Disagreement count (SAKAI and MIYAZAKI 1971) によって行なったが、これは比較しようとする2個の試料につ

いて、対応するバンドが等しいかどうかを数えたものである。本研究におけるヒバのパーオキシダーゼ同位酵素を模式的に示したものが図-1である。不一致数のとり方は2種を試みた。一つは着色反応の強弱には注目せず、もっぱらバンドが見られるかどうか、すなわち存否について不一致かどうかを調べ、もう一つは、存否とともに着色反応の強弱をも判定に加えた。ただし、この場合は存否をまず調べてその数をとり、次に1~5ま

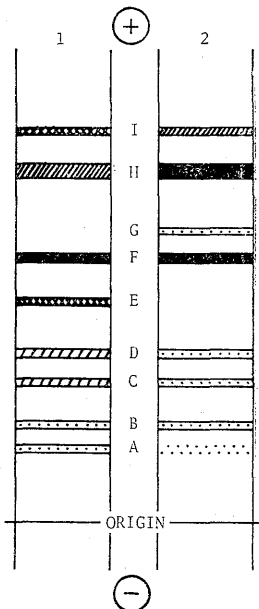


図-1. 供試ヒバ個体のパーオキシダーゼ同位酵素の2例

反応の強さについて両試料間の差の絶対値の半分を加えあわせたものである(表-1参照)。もし比較する2つの試料が、バンドの存否はもとより、その各濃度についても全く同じであれば、不一致数はゼロになる。以上のような

表-1. 図-1の同位酵素図による不一致数の計算例

バンド	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
試料 1	1	1	2	2	4	5	0	3	4	不一致数 (I) $\sum x_i$
試料 2	.5	1	1	1	0	5	1	5	3	
存否の差 (x)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
濃度の差 (y)	.5	0	1	1	4	0	1	2	1	7.25

* Kan-Ichi SAKAI, Seiro IWAGAMI and Susumu MIKAMI: Genetic variation in naturally reproducing sapling-clusters in *Thujaopsis dolabrata*

** 国立遺伝学研究所 Natl. Inst. of Genet., Misima

*** 高知大学農学部 Fac. of Agr., Kochi Univ., Nankoku

**** 農林省林業試験場 Gov. For. Exp. Sta., Meguro, Tokyo

な両種の不一致数を調べた結果、バンド数が少ないことを考慮に入れて、この研究では存否と同時に濃度の差をとり入れた不一致数を採用することにした。

結 果

1. 同位酵素

パーオキシダーゼ同位酵素に関する実験結果を図-2に示す。この図では不一致数の大きさを横軸にとり、縦軸には各種樹群別(A~H)に10個の不一致数の出現頻度をとった。不一致数は、起こり得る誤差を考慮に入れて1.5未満の試料はクローンとみなした。

図-2を見ると、8種樹群のうち、Dにはクローンが認められないが、他の7群には多かれ少なかれクローンが含まれる。また、DとHの両群には不一致数の大きなものは大きかった。不一致数の平均を各群について調べると、図-2に示したように、Dは4.10、Hは3.65でともに最高に属し、AとEは2.65、2.20でそれに次ぎ、BとFは0.95、0.90で第3位、CとGは0.55および0.50で最低値を示した。同じ樹群内の各試料間の不一致数を調べて、それによりクローン繁殖の状態を調べると図-3のようである。図-3には8個の樹群をAからHで示し、各種樹群内の試料は1~5の数字で示した。ただし、その順序は実際のならば方とは無関係である。各群内でたがいにくすばれたものはクローンを示す。したがって、樹群CとGとは、5個の試料でみる限りそれぞれ単一のクローンから成ることがわかる。ところが、D群のように栄養繁殖の全くないものもあることはすでに述べたとおりである。

図-3から、ヒバの天然更新における樹の栄養繁殖個体の全個体に対する割合、すなわち栄養繁殖率を計算することができる。それは、全個体40のうち栄養繁殖による26個体が占める割合で、0.65または65%がそれである。

2. 葉の形質

葉について調べた形質は、主葉の長さと同葉の幅、複合葉の幅、副葉の長さと同葉の密度、葉の厚さの7形質であったが、表-2に示すように、これら形質の多くはたがいが高い相関を示した。すなわち、主葉長と同葉長、副葉長、副葉垂直長、葉密度とはほぼ1に近い相関を示したし、同じこ

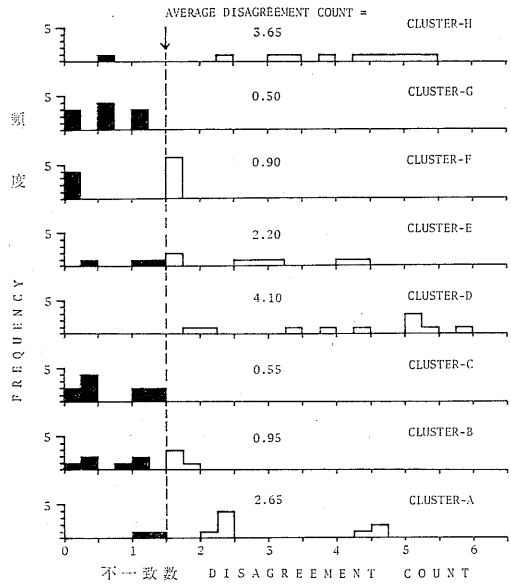


図-2. 8種樹群(A~H)における群内不一致数の分布。不一致数の1.5以下はクローンとみなし、図では黒くぬってある

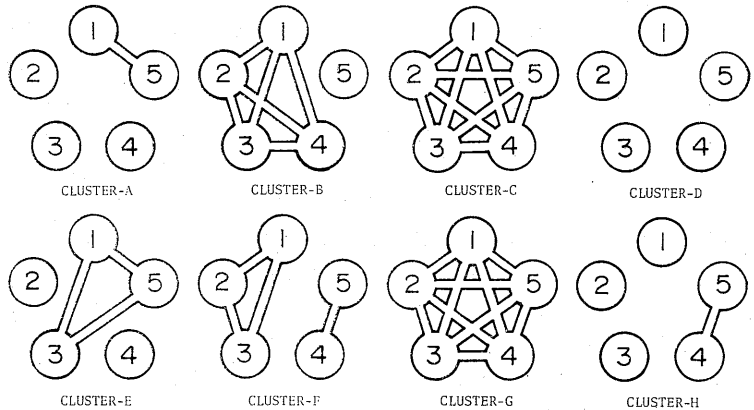


図-3. ヒバの8種樹群における栄養繁殖の起こり方。各群5個体のうち相互に連結されたものがクローンである

とは副葉長と同葉高、葉密度、あるいは副葉高と同葉密度にも見られた。それで本研究の分析には、主葉長、主葉

表-2. 葉の各形質間の相関表

	主葉長	複合葉の幅	副葉長	副葉垂直長	葉の密度	葉厚
主葉長	0.619**	0.623**	0.924**	0.908**	0.951**	0.665**
主葉幅		0.432**	0.531**	0.512**	0.610**	0.514**
複合葉の幅			0.753**	0.697**	0.622**	0.447**
副葉長				0.975**	0.926**	0.555**
副葉垂直長					0.904**	0.567**
葉の密度						0.586**

表-3. 葉の3形質の分散分析

要因	自由度	平均平方		
		主葉長	主葉幅	複合葉幅
稚樹群間	7	.1165**	.0042**	.0285*
群内個体間	32	.0102**	.0012**	.0122**
個体内	160	.0029	.0004	.0036

表-4. 葉の3形質の稚樹群内の分散分析

形質	要因	自由度	平均平方							
			A	B	C	D	E	F	G	H
主葉長	個体間	4	.0116**	.0186**	.0036	.0211**	.0063	.0060	.0020	.0124**
	個体内	20	.0020	.0041	.0035	.0034	.0027	.0034	.0025	.0018
主葉幅	個体間	4	.0024**	.0016**	.0004	.0015	.0012*	.0019**	.0003	.0004
	個体内	20	.0005	.0003	.0003	.0006	.0003	.0004	.0006	.0003
複合葉幅	個体間	4	.0384**	.0088	.0101*	.0098	.0084*	.0016	.0042	.0207**
	個体内	20	.0030	.0065	.0026	.0051	.0019	.0022	.0050	.0024

幅、複合葉幅の3形質をつかうことにした。これらの形質について稚樹群の群間、群内個体(試料)間、個体内反復間の分散分析を行なった結果は表-3に示すようである。

表-3から、群間にも、群内個体間にも十分な変異のあることが認められる。それで、次には各群別に分散分析を行なった。

表-4を見ると、稚樹群Gは3形質ともに個体間に有意差のないことがわかるが、Cは3形質のうち、複合葉幅において5%水準で有意性があらわれた。この有意性がどうしてあらわれたかは明らかでない。あるいは、同位酵素から単一クローンと見られたCの5個体は実は単一クローンではなく混合個体を含んでいるのか、あるいは形質測定上に重大な誤りがあったのかもしれない。あるいは更に別の原因があるのかもしれない。複合葉幅を別にすれば、CとGはそれぞれ単一クローンであるが、他の稚樹群はいずれも混系型で、特にその著しいものはA、B、Hであるとしてすることができる。

考 察

林木の天然更新がどういった遺伝的機作によって支えられているかについては、いままでほとんど研究されていないようである。しかし、これからの林木育種が天然林の遺伝的管理をその重要な領域の一つに数えるだろうことを考えると、天然更新の遺伝学的研究こそ今後の課題となろう。

SQUILLACE and KRAUS (1963)は、スラッシュマツの集団にふくまれるアルビノ遺伝子にヘテロの個体の頻度を推定し、そのヘテロ個体Aaから開放受粉で採種したときに出現するアルビノ個体の頻度から、自然自殖率が0から27%までであることを示した。TEICH (1970)は*Pinus banksiana*と*P. contorta*の球果の閉鎖型と開放型との調査から、それらマツ類は天然林の中でかなり自殖することを明らかにした。ヒバではSAKAI and MIYAZAKI (1971)が、天然林における遺伝研究から、自殖または近親交配がかなり多く起っている可能性を指摘した。近親交配は本来有性生殖をする生物にとっては一般に不利なはずにもかかわらず、なぜ林木にその可能性が残され、かつ現実に近親交配が起こる

かはまだ理解できない。

WEBB, TRACEY and HAYDOCK (1968)は、熱帯樹種で非群居性の*Grevillea robusta*は植栽しても成林しにくく、また天然更新もはなはだ行なわれにくいことの原因を知ろうとして、実験的研究を行なった。その結果によると、成木は根から自種の幼木を選択的に枯らすような化学物質を分泌するという。この物質は他種の植物には有毒でないし、また樹勢が旺盛なときには分泌量も多いが、老衰とともに分泌が弱まり、その効果が弱まるという。

ヒバは本報告に記したように、天然更新に際して稚樹が不連続な群をつくる。各群の大きさは2~2.5mの半径で描かれるまんじゅう型をなすが、その中にいくつかの地上部では独立した個体が共存している。この研究に供した各群あたり5個の試料は、少なくとも地上部では互いに連結していない株である。実際には、恐らくもっと多数の株が含まれているかも知れない。これらが将来成林した場合に近接個体は一体どうなるだろうか。

SAKAI and MIYAZAKI (1971)は、青森県の下北、津軽両半島のヒバ天然林で家系分析を行なったが、そのときのデータを検討したところ、林内の個体の分布について次のような事実がわかった。すなわち、2.5mの半径で描いた円の中にはいる個体の数の分布は次の表のようであった。

さらに著者らは、新潟大学演習林内で、本研究のための材料をとった近辺のヒバ天然林を調べたところ、2.5m

	1	2	3	4	5	個体数	平均
大畑	18	23	5	4	0	60	1.92
増川	21	28	9	2	0	60	1.87

半径の円内に複数個体はいるようなところはなかった。もし本文で述べた天然更新の稚樹群が、将来上述の成林のようになるとすれば、各種樹群内にある個体の多くは、やがて枯死してしまうと考えねばならない。さらに、本研究の稚樹群に見られる栄養繁殖個体の全個体数に対する割合は 65% であったが、実際に青森県の両天然林における栄養繁殖率は、下北で12%、津軽で4%であった。青森県と新潟県とは地理的にも環境的にも、さらにヒバ集団の遺伝的組成も異なるだろうから、栄養繁殖率に差があるのはあえて不思議ではないかも知れないが、あるいは、新潟県の稚樹群の高い栄養繁殖率も枯死により低くなってゆくのではないかと思われる。もしそうとすれば、その枯死の機作をさぐることは興味深い。

動物では個体が自らの食餌や産卵を確保するためにしばしば、いわゆる「なわばり」(Territory)をつくることが知られている (MAYR 1963)。植物の「なわばり」形成はまだ知られていないが、しかしヒバの天然更新の稚樹群を見ると、はじめ横ひろがりへの生長をすることは「なわばり」的意味をもっているかも知れない。これについては、さらに研究を進めて論及したいと考えている。

ま と め

ヒバの稚樹は天然更新のはじめにまんじゅう型の群をつくるが、この群はすくなくとも地上部では連結してい

ない数株の集合である。これらの株は、同じクローンに属する場合もあれば、また全く別々の個体である場合もある。これらの群の遺伝的構成をみると、調べた8個の群のうち、2個は単一クローン、3個は比較的単純なクローン混合、3個は複雑な個体群であった。成林したヒバ天然林では、このような小面積に多数の株が群生することはないから、これら稚樹群の構成個体の多くはだんだんと枯死すると思われる。異なる遺伝子型よりなる稚樹群と、単一クローンよりなる稚樹群とは、稚樹群における生存株選択の機作はちがうであろう。今後の興味深い問題である。

引用文献

- 1) MAYR, E.: Animal Species and Evolution. Harvard Univ. Press, U.S.A., 1963
- 2) SAKAI, K. I. and Y. MIYAZAKI: Genetic studies in natural populations of forest trees (II). Family analysis: A new method for quantitative genetic studies. Proc. IUFRO Meeting, Brno Univ., Tschechoslovakia, 1971 (in press)
- 3) SQUILLACE, A. E. and J. F. KRAUS: The degree of natural selfing in slash pine as estimated from albino frequencies. *Silvae Genet.* 12: 46~50, 1963
- 4) TEICH, A. H.: Cone serotiny and inbreeding in natural populations of *Pinus banksiana* and *Pinus contorta*. *Canad. J. Bot.* 48: 1805~1810, 1970
- 5) WEBB, L. J., TRACEY, J. G. and K. P. HAYDOCK: A factor toxic to seedling of the same species associated with living roots of the nongregarious subtropical rain forest tree *Grevillea robusta*. *J. appl. Ecol.* 5: 13~25, 1968

(1971年1月22日受理)