

アカマツ林内に生育するハリモミ個体群の遺伝的構造

井出 雄二*

Genetic Structure of a *Picea polita* Population in a *Pinus densiflora* Forest

Yuji IDE*

はじめに

ハリモミ (*Picea polita* SIEB. et ZUCC.) は福島県から九州にかけて分布するマツ科トウヒ属の樹木であり、我が国のトウヒ属樹木では唯一四国、九州にまで分布する種である(林, 1960, 倉田・濱谷, 1971)。トウヒ属樹木は元来北方系の樹種であるにもかかわらず、本種は比較的南まで分布することから、地球温暖化の影響を強くうけることが予想される。

しかし、ハリモミの天然林については、これまで生態的に研究された例も少ない(林, 1960)、その遺伝的構造に関する研究は全くなく、今後遺伝子資源の保存を図る上で必要な情報が決定的に不足している。

そこで、本研究では、ハリモミ天然林およびハリモミが混在するアカマツ優占林(以下アカマツ林とよぶ)においてその森林の構造を調査するとともに、アカマツ林内に生育するハリモミ個体群の遺伝的変異について調査し、その実態を明らかにした。

なお、本研究に当たって協力いただいた、東京大学大学院農学系研究科島田健一(現森林総合研究所)、益守真也、木佐貫博光(現東京大学北海道演習林)、東京大学農学部附属演習林富士演習林永島初義(現東京大学千葉演習林)、千島 茂、西山教雄の各氏に厚く感謝する。また、調査地への入林の許可をいただいた東京営林局甲府営林署に、厚くお礼申し上げる。

調査地

調査は、山梨県南都留郡山中湖村沖新畑国有林(標高950~965m)のハリモミ林とそれに隣接するアカマツ林で行った。調査地は、ハリモミ林、アカマツ林ともハリモミの純林として国の天然記念物に指定されているが、純林の主要な部分はこの20年来衰退が進み、ほとんどハリモミが残存していない状態である。一方、それ以外の部分はアカマツを主林木とした林で、その中に様々な大きさのハリモミが混生している。両者とも、鷹丸火(タカマルビ)とよばれる溶岩流の上に成立した林分であり、立地的な違いはほとんどない。

文化庁(1972)の報告によれば、ハリモミの樹齢は260年前後、胸高周囲2m以上、樹高24m内外で、74haの区域に約30,000本が成立しているとされているが、1994年現在はハリモミの衰退が著しく、部分的に純林状態が維持されているにすぎない。なお、枯損木の伐根の年輪を数

* 東京大学農学部附属演習林研究部

Research Division of the University Forests, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.

えたところ約300年であった。

また、アカマツを主林木とした林は、明治時代に火災にあいハリモミの純林が焼失した場所に再生したものとされている。この部分のアカマツの伐根の年輪数は約100年であり、山火事後の再生を裏付けている。

材料と方法

植生調査

まず、1992年7月にハリモミ林および同種の混生するアカマツ林の群落構造を明らかにするため、1辺が30mの方形区を設けて植生の調査を行った。調査区は、アカマツとハリモミの混生する場所に4ヶ所(No. 1~No. 4)、高齢のハリモミが残存し他の高木がみられない場所に1ヶ所(No. 5)設定した(図-1)。調査は、高さ1.2m以上の樹木についてはすべて胸高直径と樹高を測定した。同時に各群落を3層に分け、それぞれの層に出現した全種について Braun-Blanquet (1964)の全推定法により被度を測定した。

遺伝子分析

植生調査により、アカマツ林において、ハリモミがその樹高により複数の階層を構成していることが明らかになった。そこで、ハリモミを樹高により上層、中層、下層の3層に区分し、それ

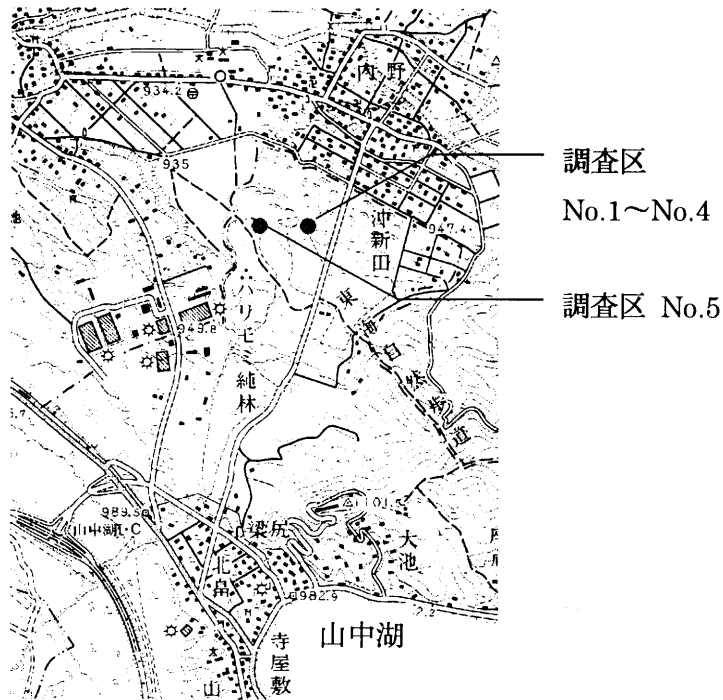


図-1 調査林分及び調査区の位置。

Fig. 1. Study area and investigated plots.

ぞれの階層に属する個体から針葉を、1992年12月に採取し、アイソザイムの分析を行った。分析酵素種は、アスパラギン酸アミノ転移酵素(GOT)、非特異的エステラーゼ(EST)、ジアホラーゼ(DIA)とした。アイソザイムの分析法は、津村ら(1990)の方法によった。なお、階層ごとの調査個体はアカマツ林内の約3haからランダムに50個体をめどに採取した。その結果、上層木40、中層木50、下層木53個体が採取できた。

結果と考察

植生調査

本研究では、樹高10m以上の階層を上層、1.2~10mを中層、1.2m未満を下層として以下の議論を進める。各調査区の植生の組成は表-1に示す通りである。

ハリモミが優占する調査区No.5では、周囲のハリモミが枯損して上層は疎開しているため林内は明るく、他の4調査区に比べ中層、下層の出現種数が多くなっている。この林分については、これまでに林(1960)や文化庁(1972)による簡単な植生調査の報告がある。調査区No.5の植生とこれら報告の調査結果と比べると、高木層や低木層に出現した種には、それまでの調査で出現した種の多くが含まれているが、コナラをはじめウリカエデ、マルバアオダモなど種が圧倒的に増加している。また、草本類は、ホタルブクロ、ツリガネニンジンなどの種(林, 1960)から、ナガバノコウヤボウキなどのより乾燥地に適した種へと変化している。

一方、アカマツを主林木とする調査区No.1~No.4では、林内はNo.5に比べ暗く、出現種数も中層、下層でかなり少なくなっている。種組成はこれら4調査区間で大きな違いはみられない。また、上層にはハリモミが出現する場合とそうでない場合があるが、どの調査区でも中層または下層にはハリモミが必ず出現している。

そこで、アカマツ林の階層構造を明らかにするため、No.1~No.4をひとまとめにし、樹高1.2m以上の樹木について、ほぼ5m毎の樹高階ごとの本数分布を求めた(図-2)。これから、アカマツの樹冠下にハリモミが連続的に生育する様子が明らかとなった。遺伝分析のためのサンプルを採取した範囲において、枯損木の伐根の年輪数を、各階層別に2~3本調査した。伐根の直径から成立時の樹高を推定し、各樹高階に属するハリモミの樹齢を推定した結果、15m以上では約300年、10~15mでは100年から300年、1.2~10mでは100~150年、1.2m未満では50年未満と推定された。

以上の結果より、現在上層にハリモミが優占する林分では、中層、下層にハリモミの後継樹を見ず、調査地周辺の既にハリモミの消失した部分では、ウラジロモミが多く生立しているのが観察されるので、将来は、ウラジロモミを中心とした森林に移行する可能性も指摘できる。

また、アカマツを主林木とする林分では、山火事以前から成立していたと思われる少数の個体およびアカマツと同時に成立したと思われる個体が、樹高10m以上の層を、また、アカマツと同時あるいは少しおくれて成立した個体が1.2~10mの層を、さらに、最近50年程度の間で成立した個体が1.2m未満の層を形成しているものと考えられた。このことから、10m未満層のハリモミは、上層木の後継樹群とみなすことが可能である。

遺伝子分析

アイソザイム分析の結果、図-3に示すようなザイモグラムが得られた。

表-1 調査区の植生

Table 1. Floristic composition of investigated quadrats

階層 Stratum	構成種 Species	調査区 Quadrats					
		1	2	3	4	5	
上層 Upper (10 m <)	アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	5	4	5	4	
	ハリモミ	<i>Picea polita</i>		3		2	5
	カスミザクラ	<i>Prunus leveilleana</i>	1				
中層 Middle (1.2~10 m)	ヤマウルシ	<i>Rhus tricarpa</i>	2	3	2	3	2
	コナラ	<i>Quercus serrata</i>	2	2	2	r	1
	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i>	+	+	1	+	1
	ナナカマド	<i>Sorbus americana</i>	+	+	1	+	r
	ツクバネウツギ	<i>Abelia spathulata</i>	+	+	+	+	r
	ウリカエデ	<i>Acer crataegifolium</i>	2	1	2	1	
	マルバアオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	2	1	1	1	
	アズキナシ	<i>Sorbus alinifolia</i>	1	1	1	1	
	ナツハゼ	<i>Vaccinium oldhami</i>	1	+	1	1	
	ツリバナ	<i>Euonymus oxiphyllus</i>	+		+	+	1
	ミヤマガマズミ	<i>Viburnum wrightii</i>		+	+	r	+
	ハリモミ	<i>Picea polita</i>	4		4	2	
	ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>		+	+	1	
	サクラ sp.	<i>Prunus sp.</i>				+	r
	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>					1
	ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>			1	1	
	オトコヨウゾメ	<i>Viburnum phlebotrichum</i>				+	+
	ツノハンバミ	<i>Corylus sieboldiana</i>		+		r	
	マメザクラ	<i>Prunus incisa</i>		+	+		
	ヒナウチワカエデ	<i>Acer tenuifolium</i>					4
	ナツツバキ	<i>Stewartia pseudo-camellia</i>					2
	アブラチャン	<i>Lindera praecox</i>					+
	アラゲアオダモ	<i>Fraxinus launginosa</i>					+
	サラサドウダン	<i>Enkianthus campanulata</i>					+
	サワフタギ	<i>Symprocos chinensis</i> var. <i>leucocarpa</i>					+
	ヤマグワ	<i>Morus bombycus</i> var. <i>spontanea</i>					+
	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i>					r
	ウツギ	<i>Deutzia crenata</i>					r
	ウワミズザクラ	<i>Prunus grayana</i>					r
	クロモジ	<i>Lindera umbellata</i>					r
	ダンコウバイ	<i>Lindera obtusiloba</i>					r
	ハナイカダ	<i>Helvingia japonica</i>					r
	ミヤマイボタ	<i>Ligustrum tschonoskii</i>					r
ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>					r	
オオツリバナ	<i>Euonymus planipes</i>					+	
シナノキ	<i>Tillia japonica</i>					r	
カマツカ	<i>Pourthiaea villosa</i>			+			
ミツバツツジ	<i>Rhododendron dilatatum</i>			r			
ミネカエデ	<i>Acer tschonoskii</i>	1					
ニシキギ	<i>Euonymus alata</i>	+					
コリンゴ	<i>Malus toringo</i>	r					
下層 Lower (1.2 m >)	キンレイカ	<i>Patrinia triloba</i>	3	4	3	4	
	ウラハグサ	<i>Hakonechola macra</i>	1	+		+	3
	マイヅルソウ	<i>Maianthemum dilatatum</i>	2		+	1	r

表-1 続き
Table 1. Continued

階層 Stratum	構成種 Species	調査区 Quadrats					
		1	2	3	4	5	
下層	レンゲツツジ	<i>Rhododendron japonicum</i>	+	+	1	+	
Lower	ウリカエデ	<i>Acer crataegifolium</i>	+	+	+	+	1
(1.2m >)	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i>	+		+	+	1
	ナツハゼ	<i>Vaccinium oldhami</i>	+	1	+	+	
	ウツギ	<i>Deutzia crenata</i>	+	+	+	+	+
	ツクバネウツギ	<i>Abelia spathulata</i>	+	+	+	+	+
	マメザクラ	<i>Prunus incisa</i>	r	+	+	+	+
	サウダツ	<i>Euonymus melanantha</i>	r	+	+	+	+
	ヤマウルシ	<i>Rhus tricocarpa</i>	+	+		+	+
	コナラ	<i>Quercus serrata</i>		r	r	r	+
	アズキナシ	<i>Sorbus alinifolia</i>	+	+		+	r
	オトコヨウゾメ	<i>Viburnum phlebotrichum</i>	+	+	+	+	
	ナナカマド	<i>Sorbus americana</i>	+	+	+	+	
	ハリモミ	<i>Picea polita</i>	+	+	+	+	
	ソヨゴ	<i>Illex pedunculosa</i>	+	+	+	+	
	ミヤマガマズミ	<i>Viburnum wrightii</i>	+	+	+	+	
	スノキ	<i>Vaccinium smallii</i> var. <i>glabrum</i>	+	+	+	+	
	ツノハシバミ	<i>Corylus sieboldiana</i>	+	+	r	+	
	ツマトリソウ	<i>Trientalis europaea</i>	r	r	r	r	
	ハナイカダ	<i>Helwingia japonica</i>	+	+			+
	ミツバアケビ	<i>Akebia trifoliata</i>	r		+		+
	アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i>	+		+		+
	ツタウルシ	<i>Rhus orientalis</i>	r			+	+
	カスミザクラ	<i>Prunus leveilleana</i>	+		+		+
	ツルウメモドキ	<i>Celastrus orbiculatus</i>		+		r	r
	ボタンツル	<i>Clematis apiifolia</i>	+	+		r	
	マルバアオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	r		+	+	
	ガマズミ	<i>Viburnum dilatatum</i>	r	r	+		
	ツルリンドウ	<i>Trioterospermum japonicum</i>	r	r		r	
	ナンキンナナカマド	<i>Sorbus gracilllis</i>		+	+	+	
	イチャクソウ	<i>Pyrola japonica</i>	r	r	+		
	ナガバノコウヤボウキ	<i>Pertya scandens</i>	+				1
	オシダ科 sp.	Aspidiaceae sp.	+				+
	ミヤマイボタ	<i>Ligustrum tschonoskii</i>	+				+
	ヤブサンザシ	<i>Ribes fasciculatum</i>			+		+
	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>				r	+
	スマレ sp.	<i>Viola</i> sp.	r				r
	クロウメモドキ	<i>Rhamnus japonica</i>			r		r
	シュスラン	<i>Goodyera velutina</i>			r	r	
	イタドリ	<i>Polygonum cuspidatum</i>		+	r		
	イネ科 sp.	Gramineae sp.			+	+	
	ホツパノキリンソウ	<i>Sedum aizoon</i>	+	r			
	ウメモドキ	<i>Illex serrata</i>		+	r		
	ヒメムヨウラン	<i>Neottia asiatica</i>	r	r			
	テツカエデ	<i>Acer nipponicum</i>		r		r	
	ウラジロモミ	<i>Abies homolepis</i>		r	r		
	シモツケ	<i>Spiraea japonica</i>	r		r		
	タニウツギ sp.	<i>Weigela</i> sp.		r	r		

表-1 続き

Table 1. Continued

階層 Stratum	構成種 Species	調査区 Quadrats				
		1	2	3	4	5
下層	ウワミズザクラ	<i>Prunus grayama</i>	r		r	
Lower	サワフタギ	<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>leucocarpa</i>				1
(1.2 m >)	ヒナウチワカエデ	<i>Acer tenuifolium</i>				1
	ナツツバキ	<i>Stewartia pseudo-camellia</i>				+
	クロモジ	<i>Lindera umbellata</i>				+
	コバノガマズミ	<i>Viburnum erosum</i>				+
	ハウチワカエデ	<i>Acer japonicum</i>				+
	スゲ sp.	<i>Carex</i> sp.				+
	バイカウツギ	<i>Philadelphus satsumi</i>				+
	アブラチャン	<i>Lindera praecox</i>				+
	チヂミザキ	<i>Oplismenus undulatifolius</i>				+
	ツルアジサイ	<i>Hydrangea petiolaris</i>				+
	マタタビ	<i>Actinidia polygama</i>				+
	ツツジ sp.	<i>Rhododendron</i> sp.				+
	イワガラミ	<i>Schizophragma hydrangeoides</i>				+
	ミツバウツギ	<i>Staphyllea bumalda</i>				+
	ミヤマクマワラビ	<i>Dryopteris polylepis</i>				+
	ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>				+
	クジャクシダ	<i>Adiantum pedatum</i>				+
	ヤブハギ	<i>Desmodium fallax</i>				+
	ヤマグワ	<i>Morus bombycus</i> var. <i>spontanea</i>				+
	コウゲイスクグラ	<i>Lonicera ramosissima</i>				+
	ダンコウバイ	<i>Lindera obtusiloba</i>				+
	マツブサ	<i>Schizandra nigra</i>				r
	ヤマウコギ	<i>Acanthopanax spinosum</i>				r
	ヤマブドウ	<i>Vitis coignetiae</i>				r
	ヨツバムグラ	<i>Galium trachyspermum</i>				r
	オクモミジハグマ	<i>Ainsliaea acerfolia</i> var. <i>subapoda</i>				r
	イワセントウソウ	<i>Pternopetalum tanakae</i>				r
	クマヤナギ	<i>Berchemia racemosa</i>				r
	ニワトコ	<i>Sambucus sieboldiana</i>				r
	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>				r
	スゲ sp.	<i>Carex</i> sp.				r
	アザミ sp.	<i>Cirsium</i> sp.				r
	イヌザクラ	<i>Prunus buergeriana</i>				r
	ナツノタムラソウ	<i>Salvia lutescens</i>				r
	イタヤカエデ	<i>Acer mono</i>				r
	ハンショウヅル	<i>Clematis japonica</i>				r
	サラサドウダン	<i>Enkianthus campanulatus</i>				+
	コハウチワカエデ	<i>Acer siboldianum</i>				+
	カマツカ	<i>Pourthiaea villosa</i>				r
	オオツリバナ	<i>Euonymus planipes</i>				r
	ニシキギ	<i>Euonymus alata</i>				+
	ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i> var. <i>gosseserrata</i>				+
	オシダ科 sp.	Polypodiaceae sp.				r
	ミヤマヤブタバコ	<i>Carpesium triste</i>				r
	トンボソウ sp.	<i>Platanthera</i> sp.				r
	イロハモミジ	<i>Acer palmatum</i>				+

表-1 続き

Table 1. Continued

階層 Stratum	構成種 Species	調査区 Quadrats				
		1	2	3	4	5
下層 Lower (1.2 m >)	イヌワラビ		r			
	ヒトリシズカ		r			
	ミズキ		r			
	エンコウカエデ		r			
	ミヤマウズラ		r			

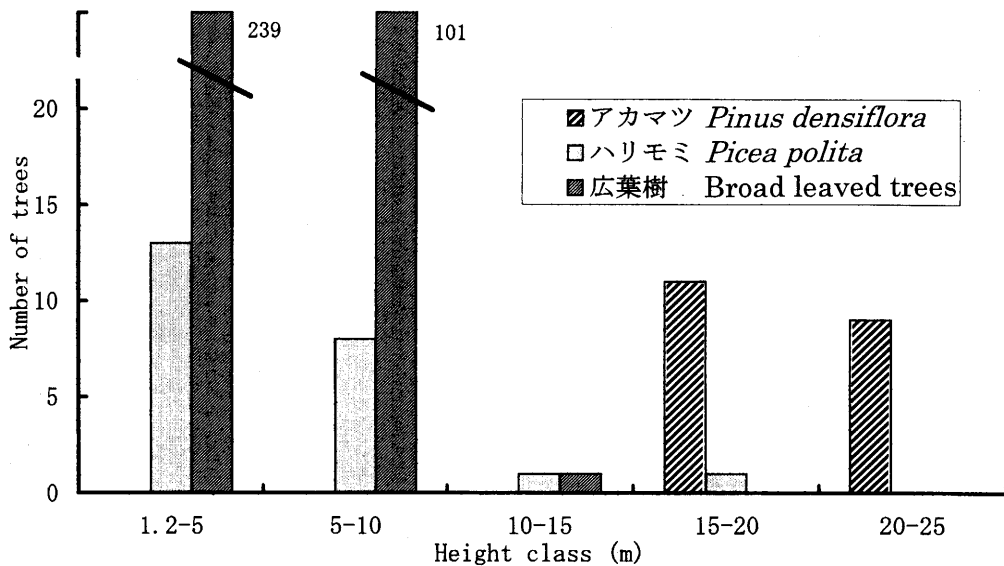


図-2 樹高階ごとの樹種別本数。

Fig. 2. Number of main tree species in each height class.

DIA では、Rf22~28 の間に 5 本の異なるバンドの組み合わせによる 7 つの泳動型がみられ、4 つの対立遺伝子に支配される、単量体型の遺伝子座と推定された。

EST では、Rf84~86 の間に 2 本の異なるバンドの組み合わせによる 2 つの泳動型がみられ、2 つの対立遺伝子に支配される、単量体型の遺伝子座と推定された。

GOT では、Rf27~37 の間に 3 本の異なるバンドの組み合わせによる 2 つの泳動型がみられ、2 つの対立遺伝子に支配される、二量体型の遺伝子座と推定された。

上記に基づいた、ハリモミの個体ごとの遺伝子型の分析の結果を表-2 に示す。なお、個体により遺伝子分析がうまく行かなかったものがいくつかあり、それらは表から除いてある。

Got と Est の両遺伝子座では、各階層にわたり遺伝子型の観察値と期待値の間に有意な違いは認められなかった。すなわち、この集団は、ハーディ・ワインベルグの法則の成り立つ任意交配集団とみなすことができる。

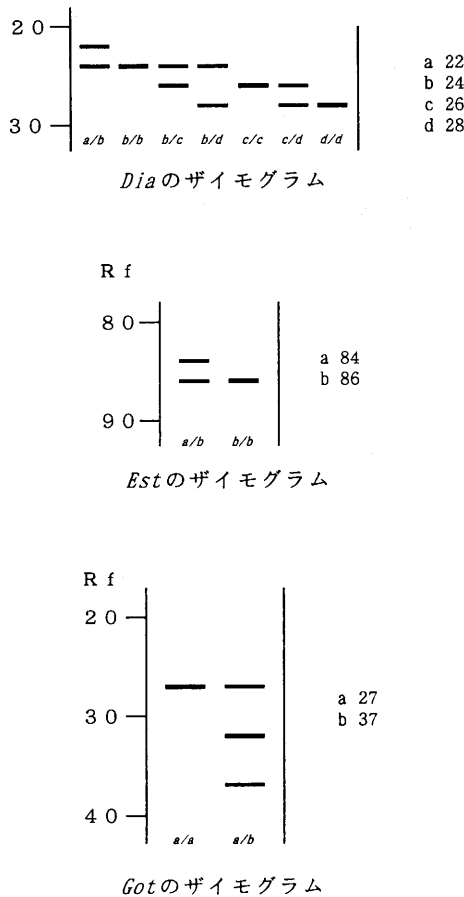


図-3 3酵素種のアイソザイム分析における変異のパターン。

Fig. 3. Patterns of variation in *Picea polita* in three enzyme systems.

的多様性は維持され得るものと考えられる。

以上のように、純林状態のハリモミ天然林では衰退が著しく、林床に稚樹の発生もみないことから、このまま放置しても、将来ハリモミ林が再生することはとないと思われる。

一方、アカマツ林内では林床から上層まで連続的にハリモミが成立しており、適切に管理されれば、このハリモミ林が現在持っている遺伝的多様性を将来にわたって維持できる可能性があると考えられた。

しかし、このハリモミ林自体の持つ遺伝的多様性の大きさについては本研究のみからは評価できないので、今後、他のハリモミ林との比較において検討する必要があるものと考えられる。

一方、*Dia* では、上層、中層においてはハーディ・ワインベルグの法則が成り立つが、下層では遺伝子型の観察値と期待値の間に有意な差が認められ、ハーディ・ワインベルグの法則が成り立たなかった。これは、下層木において遺伝子頻度の低い対立遺伝子が偏って存在することによるものと考えられる。

清藤(1990)は、ヒノキ天然林において母樹群と林床の稚樹群の遺伝子頻度を比較して、その繁殖構造を推定しているが、林分を小さなプロットに区画したときに、母樹の偏りに起因する不平衡が観察されている。しかし、その面積を大きくすると、林分全体ではハーディ・ワインベルグの法則が成り立っているという。このことから、ハリモミにおける *Dia* の偏りは、母樹の偏りによるものである可能性が指摘できる。

次に、階層間に遺伝子構成に差があるかどうかを、階層別の遺伝子数について χ 自乗法を使って検定した。その結果、どの遺伝子座においても観察値と期待値の間に有意な差は認められなかった(表-3)。このことは、上層木における遺伝的多様性が、中層木、下層木にも引き続き維持されていることを示している。中、下層のハリモミの樹齢を考えると、これらは上層のハリモミ集団に由来する実生集団であると推察され、将来において、中、下層のハリモミが繁殖に参加することができれば、ハリモミの遺伝

表-2 各階層における遺伝子型の出現個体数と対立遺伝子頻度

Table 2. Number of genotypes and gene frequencies at different stratum

遺伝子座 Gene locus	上層 Upper	中層 Middle	下層 Lower	全体 Entire
<i>Got</i>				
観察値 Observed genotype				
a a	37	47	49	133
a b	3	3	4	10
b b	0	0	0	0
個体数 Number	40	50	53	143
頻度 Gene frequency				
a	0.963	0.970	0.962	0.965
b	0.037	0.030	0.038	0.035
期待値 Expected genotype				
a a	37.06	47.07	49.08	133.18
a b	2.89	2.91	3.85	9.65
b b	0.05	0.05	0.07	0.17
χ^2	0.061	0.048	0.082	0.188
<i>Est</i>				
観察値 Observed genotype				
a a	0	0	0	0
a b	3	5	6	14
b b	33	37	48	118
個体数 Number	36	42	54	132
頻度 Gene frequency				
a	0.042	0.060	0.056	0.053
b	0.958	0.940	0.944	0.947
期待値 Expected genotype				
a a	0.06	0.15	0.17	0.37
a b	2.88	4.70	5.67	13.26
b b	33.06	37.15	48.16	118.37
χ^2	0.068	0.168	0.187	0.414

表-2 続き

Table 2. Continued

遺伝子座 Gene locus	上層 Upper	中層 Middle	下層 Lower	全体 Entire
<i>Dia</i>				
観察値 Observed genotype				
a a	0	0	0	0
a b	1	5	2	8
a c	0	0	0	0
a d	0	0	0	0
b b	15	19	26	60
b c	6	6	6	18
b d	11	10	9	30
c c	3	1	1	5
c d	3	6	8	17
d d	1	1	2	4
個体数 Number	40	48	54	142
頻度 Gene frequency				
a	0.013	0.052	0.019	0.028
b	0.600	0.615	0.639	0.620
c	0.187	0.146	0.148	0.158
d	0.200	0.187	0.194	0.194
期待値 Expected genotype				
a a	0.01	0.13	0.02	0.11
a b	0.60	3.07	1.28	1.96
a c	0.19	0.73	0.30	1.27
a d	0.20	0.94	0.39	1.55
b b	14.40	18.13	22.04	54.50
b c	9.00	8.60	10.22	27.89
b d	9.60	11.06	13.42	35.7
c c	1.40	1.02	1.19	3.57
c d	3.00	2.63	3.11	8.72
d d	1.60	1.69	2.04	5.33
χ^2	3.921	8.557	12.733**	18.123**

表-3 階層ごとの遺伝子数の偏りの検定
Table 3. Chi-square test on gene numbers among strata

遺伝子座 Gene locus	遺伝子 Gene	観察値 Observed				期待値 Expected			
		上層 Upper	中層 Middle	下層 Lower	全体 Entire	上層 Upper	中層 Middle	下層 Lower	全体 Entire
<i>Got</i>	a	77	97	102	276	77.2	96.5	102.3	276
	b	3	3	4	10	2.8	3.5	3.7	10
	合計	80	100	106	286	80	100	106	286
$\chi^2=0.114$									
<i>Est</i>	a	3	5	6	14	3.8	4.5	5.7	14
	b	69	79	102	250	58.2	79.5	102.3	250
	合計	72	84	108	264	72	84	108	264
$\chi^2=0.253$									
<i>Dia</i>	a	1	5	2	8	2.2	2.7	3.1	8
	b	48	59	69	176	49.6	59.5	66.9	176
	c	15	14	16	45	12.7	15.2	17.1	45
	d	16	18	21	55	15.5	18.6	20.9	55
	合計	80	96	108	284	80	96	108	284
$\chi^2=3.744$									

要 旨

ハリモミ天然林およびそれに隣接するアカマツ林において植生調査を行い、ハリモミの更新状況を調査した。その結果、約100年前に山火事で焼失し再生したアカマツを主林木とする林では、ハリモミが更新しているものの、純林状態で維持されてきた森林は衰退が著しく、ハリモミも更新していないことが明らかになった。また、アカマツ林におけるハリモミの遺伝子構造をアイソザイム分析によって明らかにした。ハリモミは樹高および樹齢により階層構造をなしているが、それぞれの階層での集団の遺伝的な変異は大きくなく、全体としてひとつの遺伝子プールを共有する集団と考えられた。

キーワード：ハリモミ、アイソザイム分析、天然林、遺伝構造

引 用 文 献

- Braun-Blanquet, J. (1964) Pflanzensozioologie, 865 pp. Springer-Verl., Wien, New York.
 清藤城宏 (1990) アイソザイム遺伝子をマーカーにしたヒノキ天然林の繁殖構造の解析. 日林誌, 72: 431-434.
 津村義彦・戸丸信弘・陶山佳久・モハマド=ナウム・大場喜八郎 (1990) アイソザイム実験法. 筑波大演報, 6: 63-95.
 文化庁 (1972) 天然記念物緊急調査 植生図・主要動植物地図 19 山梨県. 15-40, 文化庁, 東京.
 林 弥栄 (1960) 日本産針葉樹の分類と分布. 90-146 農林出版, 東京.
 倉田 悟・濱谷稔夫 (1971) 日本林業樹木図鑑第1巻 (第2版). 221, 地球社, 東京.

(1995年4月28日受付)

(1995年7月3日受理)

Summary

The vegetation was surveyed in a natural forest of *Picea polita* and in its neighboring secondary forest of *Pinus densiflora* at Yamanakako, Yamanashi, Japan. Regeneration of *P. polita* was observed in the *P. densiflora* forest which was regenerated by forest fire about 100 years ago. However the pure old stand of *P. polita* had declined considerably and no advanced seedlings and supplings of *P. polita* were observed. The genetic structure of *P. polita* in the *P. densiflora* stand was investigated by isozyme analysis. The regenerated trees of *P. polita* in the *P. densiflora* stand had a multi-storied composition. However there was no genetic difference among the stories. The *P. polita* individuals growing in the different stories are considered to belong to a population holding a gene pool in common.

Key words: *Picea polita*, Isozyme analysis, Natural forest, Genetic structure

Genetic Structure of a *Picea polita* Population in a *Pinus densiflora* Forest

Yuji IDE

The vegetation was surveyed in a natural forest of *Picea polita* and in its neighboring secondary forest of *Pinus densiflora* at Yamanakako, Yamanashi, Japan. Regeneration of *P. polita* was observed in the *P. densiflora* forest which was regenerated by forest fire about 100 years ago. However the pure old stand of *P. polita* had declined considerably and no advanced seedlings and saplings of *P. polita* were observed. The genetic structure of *P. polita* in the *P. densiflora* stand was investigated by isozyme analysis. The regenerated trees of *P. polita* in the *P. densiflora* stand had a multistoried composition. However there was no genetic difference among the stories. The *P. polita* individuals growing in the different stories are considered to belong to a population holding a gene pool in common.

Operational Efficiency of Thinning with a Harvester-Forwarder System

Hideo SAKAI, Masahiro IWAOKA, Sangjun PARK
and Hiroshi KOBAYASHI

Operational efficiency of both line and qualitative thinning by a combination of harvester and forwarder was investigated. The theoretical operational efficiency of the harvester fitted well to past operations when adjusted by a correction coefficient. The productivity tended to be higher as stem volume increased. Operational efficiency of the forwarder was derived from its cycle time. It was more affected by loading and unloading time than moving speed and hauling distance.