

ハリモミ保護林の風害に対する保護と 被害地におけるその復元

高 橋 啓 二⁽¹⁾

Keiji TAKAHASHI: Protection of *Picea polita* Forest against
Typhoons and Its Restoration on the Damaged Area in
Yamanaka Forest Reserve

要 旨: 富士山東北麓の鷹丸尾溶岩流上に成立するハリモミ純林は、溶岩流上における温帯の植生類型の一型で、現在、世界でこの箇所にのみ残存する貴重な林であり、1963年に天然記念物に指定され、隣接するアカマツ林、マメザクラ低林と共に国有林の保護林として保護されている。しかし近時、風害が著しく、その保護と復元問題に社会の関心がよせられている。

このハリモミ保護林は、この地域の地形、土地利用形態、林分状態などからみて、風害をうけやすい条件下におかれており、過去の被害解析からもそれが裏付けられる。とくに保護林の南部や、中部でも南ないし南東に面する林縁で、被害が今後も拡大すると予測される。このため、防風林などの効果的な設置が望まれる。また、すでに風害でハリモミを失った跡地、あるいは風害防止対策の困難な地域については、一部自然推移にまかせてその研究の場とするほか、ハリモミ遺伝子保存林としての役割を持たせてその復元をはかることも望まれるが、後者の場合にはハリモミ林は溶岩流上における遷移の途中相とみられるため、風害跡地にハリモミを人為的に植栽導入して、その復元をはかることになる。

1. ま え が き

1963年に天然記念物として指定されたハリモミ純林は富士山の東北麓、山中湖の北方、山梨県南都留郡山中湖村大字山中字沖新畑にあり、その森林面積は 56.63 ha で、隣接のアカマツ林、マメザクラ低林からなる地域 73.76 ha とあわせて、国有林の保護林となっている。

日本産トウヒ属のエゾマツ、アカエゾマツ、トウヒ、ヤツガタケトウヒ、マツハダ、ヒメマツハダ、ヒメバラモミなど多くの樹種が亜高山帯や亜寒帯に生育分布の中心をもつものに対して、このハリモミは山地帯すなわち温帯に生育し、福島県以南の本州、四国、および九州の鹿児島県にまで広く分布する²⁾ 特異な樹種である。しかし、アカエゾマツが溶岩上裸地に侵入して林をつくる³⁾ のと同様に、ハリモミも溶岩流上に純林を形成していて、その点に関しては生態的に共通な性質を示して興味深く、表日本山地帯の溶岩上における植生類型の一型をなしている。

面積的に広く純林状をなすハリモミ林は、この山中保護林にあるのみで、世界で一か所しかないまれな林である。1916年 E. H. Wilson⁴⁾によって世界に紹介されてより、その貴重な存在が広く認識されている。ところがこの林は近年、とくに伊勢湾台風以後、風害木・枯損木が多く発生し、かつその立地条件が厳しく、老齢林であるため、社会的にもその保護・復元対策に多くの関心が寄せられている。また、東海

自然歩道がこのハリモミ林の中を横断し、森林管理に特別の配慮を必要とする面も持っている。

筆者は1971年8月2日から7日にわたって、JIBPの研究の一環として調査する機会を得て、その概要をすでに発表した⁹⁾が、その詳細な結果と今後の保護・復元方法について報告する。

本文に入るに先だち、調査の機会を与えられ、天然記念物の取扱いについて助言をいただいた東北大学教授吉岡邦二博士に深甚の謝意を表すると共に、虫や菌について同定していただいた本場保護部小田久五科長、野淵 輝室長、陳野好之主任研究官、関西支場山田房男保護部長に深くお礼申し上げる。また、調査に便宜をはかっていただいた、当時の東京営林局計画課長前田 明氏、甲府営林署長伊坪梯市氏ら署員の方々、現地で協力いただいた担当区主任原田富男氏ら、気象資料について教示いただいた富士山・船津両測候所の方々に厚く感謝する。

2. 保護林の立地環境

この地域の地形・地質・地理条件の中で、風害および復元と関連の深い特徴を次に述べる。

保護林は Fig. 1 の斜線で示した地区で、西南方に富士山の山頂があり、その山裾の海拔高940~980mの範囲に位置して、きわめてゆるやかに北東方向に傾斜している。また、本地域の東側には丹沢・道志に連なる山塊がある。これら東西の山あい桂川の源流が山中湖、保護林を通過して北流し、保護林の北西端付近から西に曲がって富士吉田市の方向へ約3km流れた後、ふたたび直角に北に曲がって流れる。なお、保護林の北部にも杓子山・高座山の小山塊があるが、その山塊には、簗坂峠（静岡県との県境である稜線上の最低鞍部、海拔高1,100m）から山中湖・保護林を結ぶ谷線の延長線上に鳥居地峠の低い鞍部があり、保護林地域との比高は約60mにすぎない。

陸上における風の吹き方は地形によって大きく左右されるが、上述のような地形条件下にある本地域では、谷線に平行なほぼ南北方向の風が吹きやすいと考えられる。

一般に、台風時の風速や風向は台風の中心の進路との関係位置によって著しく左右され、中心の進行速度が早いときは進路の左側の地域よりも右側地域で風速が大となり、強風の持続時間も長く、その範囲も広がる。後述のごとく、本地域の森林に風害をもたらす台風の進路は本州中央部を南西から北東方向へ進むケースが多い。その場合、右側地域において最大瞬間風速をもたらす風は、地形の影響を除いて考えると南よりの風となる。本地域では谷線がほぼ南北方向に走っているため、地形にともなって吹きやすい風向と台風時の一般危険風向とがほぼ一致していて、台風時には非常に強い風になると推定される。このため保護林は地形的に風害危険地域に位置しているとみなされ、南よりの強風が最大の被害を与えられと考えられる。すなわち、台風の中心が本地域の西方を通ったとき吹く強風は、南方の簗坂峠などの県境の鞍部を越して吹きおろし、摩擦の少ない山中湖の湖面を吹走北上するが、その北岸では桂川に沿う南風と湖の北にある丘陵の鞍部を越して吹きおろす南東風となり、それらが保護林に吹き当たると推定され、保護林の南部、とくに南ないし南東の風に面する林縁が最も危険であろう。

次に保護林の周囲の状況をみると、Fig. 2のごとく、41a林小班の東側の一部だけが丘陵の支尾根の末端に接するのみで、他は、とくに南ないし南東の風に面する側は、風に対して摩擦の少ない平坦な水田地帯となっている。また、南ないし南東の風に面する側の林と無林地との境界は、きわめて不規則な屈曲の多い形をなし、しかも林の幅の狭い所が多い (Plate 1a 参照)。このような林地分布形態は、過去の風害実態調査で、一般に風害をうけやすいとされている。とくに境界林縁の凹部は、風がそこに収束するの

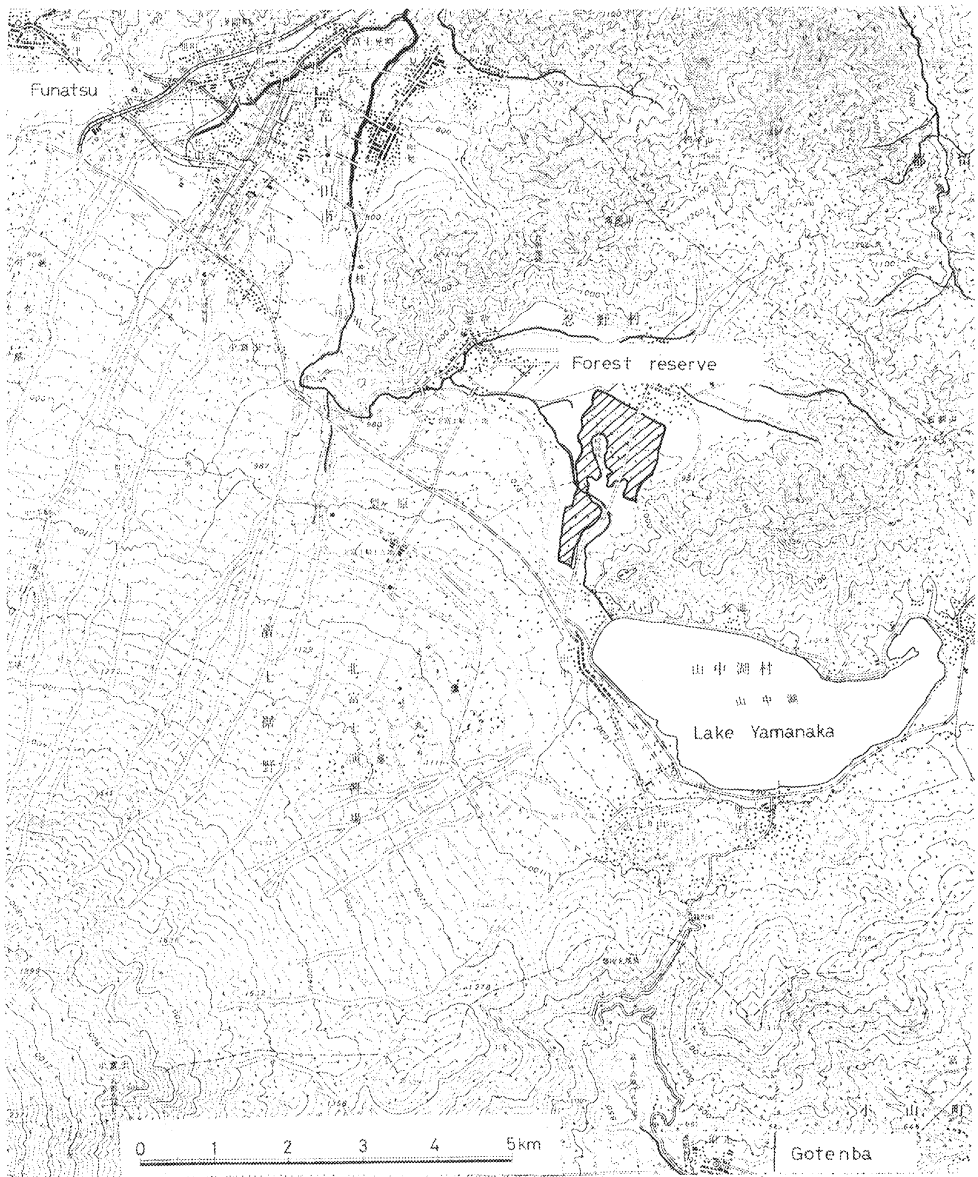


Fig. 1 保護林の位置
Location of forest reserve.

で危険である。

地質・土壌の面からみると、保護林地域は第四紀現世の新富士火山の新期に富士山の北東斜面の中腹、海拔高1,300m 付近から流れた鷹丸尾溶岩流の末端部にあって、林内は溶岩による小凹凸多く、土壌層の発達は凹地に多少みられるが、その他は薄く岩上をおおう程度できわめて不良である。溶岩は不規則な亀裂が多く、また多孔質で、堅くもろい岩質から成る。したがって、林木の根も浅く、ハリモミ風倒木の根系は表面の岩を抱いたまま根返りしている。このように、地質・土壌条件からも風害に比較的にかかりやすい林地といえよう。

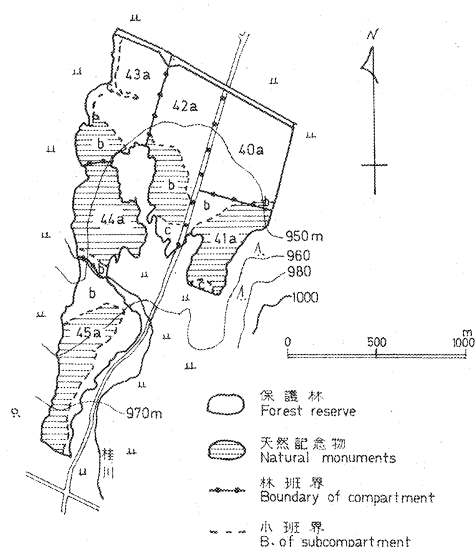


Fig. 2 保護林内の天然記念物の位置
Location of natural monuments
in forest reserve.

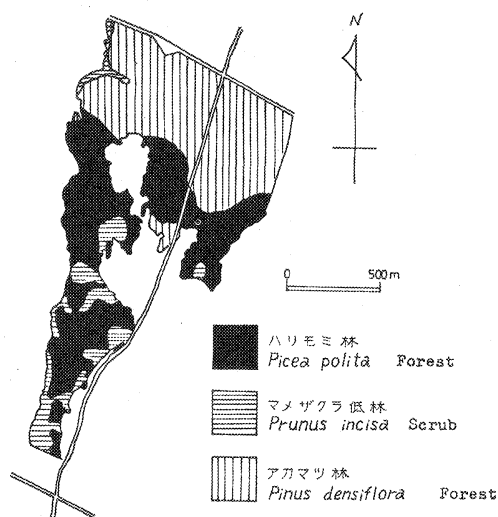
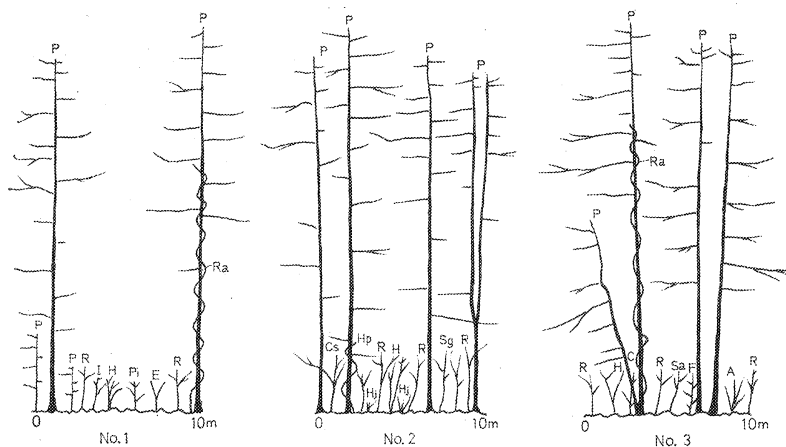


Fig. 3 群落分布
Distribution of communities.

Table 1. 各群落の面積
Area of each community

群 落 Community	面 積 Area (ha)
ハリモミ林 <i>Picea polita</i> forest	55.94
マメザクラ低林 <i>Prunus incisa</i> scrub	13.19
アカマツ林 <i>Pinus densiflora</i> forest	61.26
合 計 Total	130.39



P: *Picea polita* ハリモミ, Cs: *Corylus sieboldiana* ツノハシバミ, Q: *Quercus serrata* ナンキンナナカマド, Pi: *Prunus incisa* マメザクラ, Pv: *Pourthiaea villosa* v. *laevis* アオハダ, K: *Kalopanax pictus* センノキ, C: *Clethra barbinervis* リョウブ, Sc: *Symnus sieboldiana* コバノトネリコ, H: *Hydrangea paniculata* ノリウツギ, E: *Euonymus* : *Abelia spathulata* ツクバネウツギ, Hp: *Hydrangea petiolaris* ゴトウツル, Ra: *Rhus* *Vitis coignetiae* ヤマブドウ

復元に関連する地理条件をみると、保護林は水田・造林地など既開墾地に囲まれ、孤立した状態となっていて、保護林の生物相はそれらの影響をうけているとみられる。また保護林の一部、とくにその中央を南北に走る車道沿い、および北部道路沿いのアカマツ林内にはごみの投棄が見られ、それによる生物相の変化も予想される。

3. 保護林の植物群落

この地は江戸時代に御鷹巣山禁伐林として保護され⁴⁾、溶岩の分布状態から当時は現在よりも広くハリモミ林が分布していたものと推定され、また溶岩上にハリモミが侵入するためには、往時その周辺地域にもかなりのハリモミが存在していたとみられよう。明治時代になって御料林となったが、北半部が火災によって焼失し、その跡地はアカマツ林に変化した。第二次大戦後、国有林に移管されたが、食糧不足の時代で、周辺が開放・伐採されて、畑・水田・二次林となり、現在みられる林が残存するに至ったものとみられる。

保護林に現存する群落は、天然記念物指定地域 (40b, 41a, 42b, 43b, 44a, 45a の各林小班) の大部分、およびそれ以外の保護林地域の一部に分布するハリモミ・ヤマウルシ・コケ類群落と、そのハリモミが風害によって失われた跡地の樹高約 5 m のマメザクラ低林群落、および森林火災跡 (40a, 41b, 42a, 42c, 43a の各林小班) に天然に生育したアカマツ・コキンレイカー・コケ類群落に 3 大別される (以下、群落の名称は簡略化して、上層優占種の林名で呼ぶ。Fig. 3 参照)。

除地を除いた保護林の全面積 130.39 ha 中に占める各群落の面積は Table 1 に示すごとくで、アカマツ林とハリモミ林がその主体をなしている。

これら 3 群落について、面積 100 m² のコードラートをおのおの 5 個設定し、その林分構造・植物組成・主林木の稚樹に関する諸調査を行なった。調査方法は JCT (P) 植生調査票説明書 (1967) に準拠し、被度は PENFOUND-HOWARD 法によって測定した。その平均被度の算定にあたっては、被度を百分率中央値

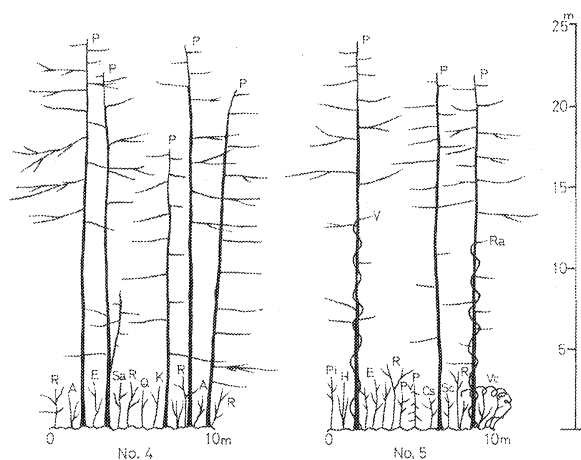


Fig. 4 ハリモミ林における各コードラートの断面図
Profiles of each quadrat in *Picea polita* forest.

コナラ, Sa: *Sorbus alnifolia* アズキナシ, Sg: *Sorbus gracilis* カマツカ, R: *Rhus trichocarpa* ヤマウルシ, I: *Ilex macropoda plicoc chinensis* v. *leucocarpa* f. *pilosa* サワフタギ, F: *Fraxinoxyphyllus* ツリバナ, H: *Helwingia japonica* ハナイカダ, A: *ambigua* ツタウルシ, V: *Vitis flexuosa* サンカクヅル, Vc:

に換算して平均値を求めた。

被 度	+	1'	1	2	3	4
中 央 値(%)	0.5	3.0	15.0	37.5	62.5	87.5

1) ハリモミ林

ハリモミ林は Fig. 4 のごとく、相観上ほぼ一斉林型を呈し、また Fig. 5 に示すように、樹高21~24 m, 胸高直径 46~86 cm のハリモミが上層林冠を形成している。ヘクタール当たりのハリモミ成立本数は

は約 400 本で、区域内の密度分布はほぼ一様であるが、風害をうけた部分は疎林となっているところがある。

樹齢は風害木の伐根について測定したところ、260 年前後と推定された。ただし、44 a 林小班の北部には部分的ではあるが、やや若いとみられる林分が分布している。後述のごとく、ハリモミは遷移初期相ないし中期相の構成種とみられるので、林分内の樹齢構成はある範囲の齢級に集中するものと考えられる。

Fig. 6 の階層構造図にみられるように、ハリモミのみからなる高木層はその平均植被率が86%で、さほど閉じた林ではない (Plate 2a, b 参照)。したがって、高木層の林冠の下限高も 4 m という低い高さを示し、各樹木の風心高⁷⁾ も一

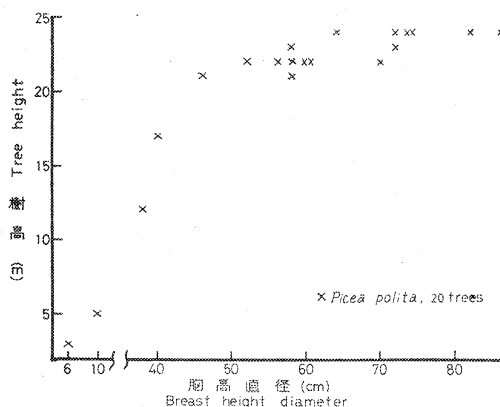


Fig. 5 胸高直径 5 cm 以上の樹木の樹高と直径 (ハリモミ林)

Height and diameter of trees above 5 cm at breast height diameter in *Picea polita* forest (Area; 500 m²).

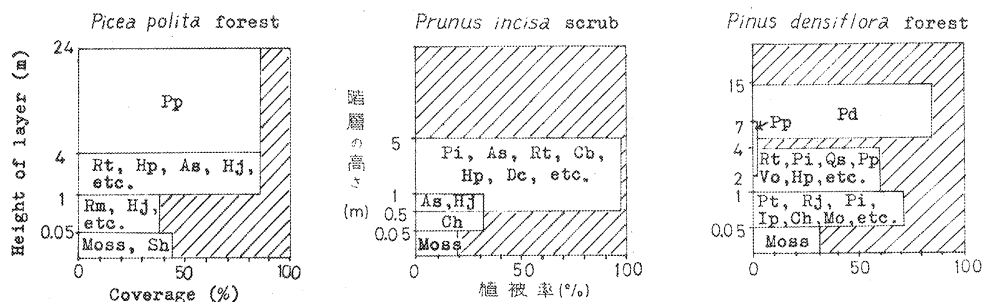


Fig. 6 各群落の階層構造図

Stratified figure of the coverage in each community.

Pp: *Picea polita* ハリモミ, Rt: *Rhus trichocarpa* ヤマウルシ, Hp: *Hydrangea paniculata* ノリウツギ, As: *Abelia spathulata* ツクバネウツギ, Hj: *Helwingia japonica* ハナイカダ, Rm: *Ribes maximowiczianum* ザリコミ, Sh: *Schizophragma hydrangeoides* イワガラミ, Pi: *Prunus incisa* マメザクラ, Cb: *Clethra barbinervis* リョウブ, Dc: *Deutzia crenata* ウツギ, Ch: *Calamagrostis hakonensis* ヒメノガリヤス, Pd: *Pinus densiflora* アカマツ, Qs: *Quercus serrata* コナラ, Vo: *Vaccinium oldhamii* ナツハゼ, Pt: *Patrinia triloba* v. *triloba* コキンレイカ, Rj: *Rhododendron japonicum* レンゲツツジ, Ip: *Ilex pedunculosa* ソヨゴ, Mo: *Miscanthus oligostachyus* カリヤスモドキ

般にやや低い。またコードラート内の高木層をつくっているハリモミの形状比はその範囲が28~46, 平均36という低い値を示す。これらの点は、個々の木が風害に対して有利な形状をもっているともいえる。そして、過去の被害が徐々に拡大する形態をとり、一挙に壊滅的な被害をうけなかった理由の一つともなっている。しかし上述のように、樹高24mで上長成長がほぼ限界に近づき (Fig. 5参照), 樹齢約260年のほぼ一斉林型で、土壌の瘠薄な溶岩上に生育するという視点から、寿命に近い老齢林とみなされるのではなかろうか。この老齢林の結実状態は復元用ハリモミ苗育成のため、営林署によって毎年観察されているが、1959年に豊作があった後はほとんど結実していないといわれる。このような一斉林型の老齢針葉樹林は各地の実態調査結果から、一般に風害を受けやすいとされている。

このハリモミ林の階層構造は、北海道における溶岩上のアカエゾマツ林が林床にササ類を欠如し、発達した低木層を持ち、草本層所生植物に乏しく、また地床にコケ類を多く有すること⁸⁾と相似の階層構造をもっていて興味深い。

Fig. 4 の断面図, Table 2 の群落組成表に示すごとく、高木層から草本層にかけて木本性のつる植物が多い。また組成植物の中には陽生植物が多く含まれ、先駆植物さえも残存している (Table 3 参照)。これらのことは、現在のハリモミ高木層がうっ閉状態ではなく、陽光がかなり林内に入射することと共に、本林がもともと遷移の中期の群落であるためとみられる。

2) マメザクラ低林

この群落はハリモミを風害によって失った跡地の群落で、風害前に低木層を占めていた植物が主として繁茂し、Fig. 6 のごとく、階層の高さ0.5~5.0 m のマメザクラ、ヤマウルシ、コナラ、アズキナシ、リョウブ、ノリウツギ、ウツギなどが混生して、その植被率は98%を示す。また木本性のつる植物は Table 2 のごとく14種を生じて、ハリモミ林の11種、アカマツ林の5種と比べて多く、かつそれらが繁茂しているため、林内に踏み入るのに困難を感じるほどである (Plate 3 b 参照)。低木層がきわめて密生しているため、草本層以下 (1 m 以下) の階層の発達は不良となっている。ただし、ハリモミが根返りして生じた裸地には、ヌルデ、クマイチゴ、ナワシロイチゴ、タラノキ、バライチゴ、ウド、ヨツバヒヨドリ、ヨモギ、アキノキリンソウ、ノコンギク、ススキ、カリヤスモドキなどの先駆植物やネジキ、クマヤナギ、アマズル、スイカズラ、キンミズヒキ、ノアザミなど各種の陽生植物が局部的に草本層に侵入している。このため、先駆植物の種類数およびそれに伴って総種類数も3群落中最大を示している。

本林は溶岩上のわずかな土壌に依存するため、生育は遅いが、コナラ、ミズナラ、クリ、サワシバ、アズキナシ、カエデ類からなる落葉広葉樹林に推移するとみられる。

3) アカマツ林

このアカマツ林は、樹齢から推定して、1880年前後のころの火災跡地に天然に生育した二次林で、薄い土壌層とその下の溶岩との間に炭化物が認められる。

本林については雨天のため十分な調査ができなかったが、アカマツ林の分布区域の中で、南部の林は樹高・直径とも大きく、北部の林 (Fig. 7 のコードラート No. 3 参照) は樹高・直径の小さいアカマツで構成されているように観察された。コードラートは地域内に分散して設定したため、これらを一括して樹高と直径の分布をみると、Fig. 8 のように、択伐林型の様相を示すことになる。しかし実際には、Fig. 7 の断面図にみられるように、上層にアカマツ、中層に本数はやや少ないがハリモミを持つ二段林の形態を一般に示している。林内のハリモミは、広くみると火災後アカマツとほぼ同時に侵入したとみられるも

Table 2. 群落組成表
Floristic composition of the three communities

	Species	種 名	階層 Layer	ハリモミ林 <i>Picea polita</i> forest		マメザクラ 低林 <i>Prunus</i> <i>incisa</i> scrub		アカマツ林 <i>Pinus</i> <i>densiflora</i> forest		散布型 Dis- semi- nule form	先駆植 物 Pio- neer plant
				F%	C%*	F%	C%	F%	C%		
高 木 Tree	<i>Picea polita</i>	ハリモミ	I II III IV	100 — 40 40	87.5 — 1.2 0.2	— — — 20	— — — 0.1	20 40 100 80	3.0 3.6 12.6 0.9	D1c	P
	<i>Abies homolepis</i>	ウラジロモミ	III IV	20 —	0.1 —	(20 0.1)**	—	— —	— —	D1c	
	<i>Pinus densiflora</i>	アカマツ	I II III IV	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	100 Fr. 87.5 20 40 80	0.6 0.6 3.1 0.4	D1c	P
	<i>Salix bakko</i>	バッコヤナギ	III	—	—	—	—	60	1.3	D1b	P
	<i>Betula ermanii</i> v. <i>subcordata</i>	アカカンバ	III	—	—	—	—	20	0.1	D1c	P
	<i>Carpinus cordata</i>	サワシバ	III	60	3.7	20	0.6	—	—	D1c	
	<i>Quercus mongolica</i> v. <i>grosseserrata</i>	ミズナラ	III IV	40 —	0.7 —	40 20	1.2 0.1	40 40	0.7 0.7	D4	
	<i>Quercus serrata</i>	コナラ	III IV	60 20	1.8 0.1	100 40	7.8 0.2	80 40	9.6 1.2	D4	
	<i>Castanea crenata</i>	クリ	III	—	—	20	0.6	—	—	D4	
	<i>Magnolia obovata</i>	ホオノキ	III	20	0.1	—	—	—	—	D2a	
	<i>Magnolia kobus</i>	コブシ	III IV	60 20	0.8 0.1	— —	— —	— —	— —	D2a	
	<i>Sorbus alnifolia</i>	アズキナシ	III IV	100 20	5.4 0.1	100 20	3.0 0.1	80 20	1.9 0.1	D2a	
	<i>Sorbus commixta</i>	ナナカマド	III IV	60 —	1.3 —	— —	— —	20 20	0.1 0.6	D2a	
	<i>Amelanchier asiatica</i>	ザイフリボク	III	—	—	20	0.1	40	0.2	D2a	
	<i>Malus sieboldii</i>	ズミ	III IV	— —	— —	60 20	1.3 0.6	20 20	— 0.1	D2a	
	<i>Prunus incisa</i>	マメザクラ	III IV	60 100	4.2 2.5	100 Fr. 24.0 40	80 1.2	80 80	12.0 12.0	D2a	
	<i>Prunus grayana</i>	ウワミズザクラ	III	20	0.6	20	3.0	—	—	D2a	
	<i>Maackia amurensis</i>	イヌエンジュ	II III	— —	— —	20 20	3.0 0.6	— —	— —	D3	
	<i>Rhus trichocarpa</i>	ヤマウルシ	III IV	100 Fr. 42.5 40	— 0.2	100 Fr. 7.8 40	— 0.7	100 Fr. 19.5 80	— 2.4	D2a	
	<i>Rhus japonica</i>	スルデ	III IV	— —	— —	20 20	0.1 0.1	— —	— —	D2a	P
	<i>Ilex macropoda</i>	アオハダ	III	80	0.9	—	—	—	—	D2a	
	<i>Acer argutum</i>	アサノハカエデ	III	—	—	20	0.6	—	—	D1c	
	<i>Acer palmatum</i> v. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ	III IV	40 20	0.2 0.1	— —	— —	— —	— —	D1c	
	<i>Acer mono</i>	イタヤカエデ	III IV	80 40	2.4 0.2	20 —	0.1 —	— —	— —	D1c	
	<i>Acer rufrinerve</i>	ウリハダカエデ	III	20	0.1	—	—	20	0.1	D1c	
	<i>Acer sieboldianum</i>	コハウチワカエデ	III	20	0.6	60	6.6	—	—	D1c	
	<i>Acer japonicum</i>	ハウチワカエデ	III IV	— —	— —	20 20	0.6 0.1	— —	— —	D1c	
	<i>Acer tenuifolium</i>	ヒナウチワカエデ	III	—	—	20	0.1	—	—	D1c	
	<i>Acer shirasawanum</i>	オオイタヤメイゲツ	IV	—	—	—	—	20	0.1	D1c	
	<i>Acer cissifolium</i>	ミツデカエデ	IV	20	0.1	—	—	—	—	D1c	
	<i>Meliosma myriantha</i>	アワブキ	III	20	0.6	—	—	—	—	D2a	
	<i>Tilia japonica</i>	シナノキ	III IV	20 20	0.1 0.1	40 —	0.7 —	— —	— —	D1c	

Table 2. (つづき) (Continued)

	Species	種 名	階層 Layer	ハリモミ林 <i>Picea polita</i> forest		マメザクラ 低林 <i>Prunus</i> <i>incisa</i> scrub		アカマツ林 <i>Pinus</i> <i>densiflora</i> forest		散布型 Dis- semi- nule form	先駆植 物 Pio- neer plant
				F%	C%	F%	C%	F%	C%		
高 木 Tree	<i>Stewartia pseudo-camellia</i>	ナツツバキ	III	—	—	40	3.6	—	—	D1c	
	<i>Kalopanax pictus</i>	センノキ	III	20	0.6	40	0.7	—	—	D2a	
	<i>Cornus kousa</i>	ヤマボウシ	III	20	3.0	—	—	—	—	D2a	
	<i>Cornus controversa</i>	ミズキ	III	—	—	40	0.2	—	—	D2a	
	<i>Clethra barbinervis</i>	リョウブ	III	80	2.4	100 Fl.	12.6	40 Fl.	6.0		
			IV	80	2.4	80	7.2	20	0.6	D1c	
			V	—	—	—	—	20	0.1		
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	コバノトネリコ	III	60	1.8	60	1.3	80	0.9	D1c	
			IV	—	—	20	0.1	20	0.1		
	<i>Fraxinus lanuginosa</i>	アラゲアオダモ	III	—	—	20	0.6	—	—	D1c	
低 木 Shrub	<i>Salix reinii</i>	ミヤマヤナギ	III	—	—	—	—	20	0.1	D1b	P
	<i>Corylus sieboldiana</i>	ツノハシバミ	III	100 Fr.	5.4	100	5.4	—	—	D4	
			IV	40	0.7	20	0.6	—	—		
	<i>Berberis thunbergii</i>	メギ	IV	—	—	20	0.1	—	—	D2a	
	<i>Lindera umbellata</i>	クロモジ	III	20 Fr.	0.6	40	0.2	—	—	D2a	
			IV	20	0.1	—	—	—	—		
	<i>Lindera obtusiloba</i>	ダンコウバイ	III	60	1.3	20	0.1	—	—	D2a	
			IV	40	0.2	40	0.2	—	—		
	<i>Parabenzoïn praecox</i>	アブラチャン	III	20	0.1	—	—	—	—	D4	
	<i>Hydrangea involucrata</i>	タマアジサイ	IV	—	—	—	—	20 Fl.	0.6	D1a	
	<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ	III	100 Fl.	7.8	100 Fl.	7.8	100 Fl.	10.2	D1c	P
			IV	20	0.6	—	—	20	0.6		
	<i>Philadelphus satsumi</i>	バイカウツギ	III	40	1.2	20	0.6	40 Fr.	1.2	D1c	
			IV	20	0.6	40	0.2	—	—		
	<i>Ribes maximowiczianum</i>	ザリコミ	III	40	1.2	—	—	—	—	D2a	
			IV	100	14.7	100 Fr.	2.0	—	—		
	<i>Deutzia crenata</i>	ウツギ	III	60	1.3	100 Fr.	5.4	40 Fr.	3.6	D1c	P
			IV	20	0.6	40	0.7	80 Fr.	2.4		
	<i>Spiraea japonica</i>	シモツケ	IV	—	—	—	—	80 Fr.	7.2	D4	P
	<i>Rosa luciae</i>	アズマイバラ	IV	—	—	40	0.2	—	—	D2a	
	<i>Rosa multiflora</i>	ノイバラ	III	20	0.1	—	—	—	—	D2a	
			IV	—	—	20	0.1	—	—		
	<i>Sorbus gracilis</i>	ナンキン	III	40 Fr.	3.6	80 Fr.	2.4	40	0.2	D2a	
		ナナカマド	IV	40	0.2	80	0.9	40	0.2		
	<i>Pourthiaca villosa</i> v. <i>laevis</i>	カマツカ	III	100	2.0	60	3.7	—	—	D2a	
			IV	—	—	20	0.1	—	—		
	<i>Rubus crataegifolius</i>	クマイチゴ	III	—	—	40	0.2	—	—	D2a	P
	<i>Rubus parvifolius</i>	ナワシロイチゴ	IV	—	—	20	0.1	—	—	D2a	P
	<i>Lespedeza bicolor</i> f. <i>acutifolia</i>	ヤマハギ	IV	—	—	—	—	40	0.7	D4	P
	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	サンショウ	III	20	0.1	—	—	—	—	D4	
			IV	20	0.1	—	—	—	—		
	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	イスザンショウ	III	—	—	20	0.1	—	—	D4	
			IV	20	0.1	20 Fr.	0.6	60 Fr.	4.2	D2a	
	<i>Ilex pedunculosa</i>	ソヨゴ	III	80	1.9	100	1.5	100	11.8		
			IV	—	—	—	—	—	—		
	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	ツリバナ	III	100 Fr.	4.9	80 Fr.	4.3	—	—	D2a	
			IV	40	0.7	20	0.1	—	—		
	<i>Euonymus macropterus</i>	ヒロハツリバナ	III	—	—	—	—	20	0.6	D2a	
	<i>Euonymus alatus</i>	ニシキギ	III	40 Fr.	0.7	20	0.6	40 Fr.	1.2	D2a	
			IV	—	—	40	0.7	20	0.6		
	<i>Euonymus sieboldianus</i>	マユミ	III	20	0.1	—	—	—	—	D2a	
			IV	20	0.1	20	0.1	—	—		
	<i>Euonymus melananthus</i>	サワダツ	IV	—	—	20	0.1	—	—	D2a	

Table 2. (つづき) (Continued)

	Species	種名	階層 Layer	ハリモミ林 <i>Picea polita</i> forest		マメザクラ 低林 <i>Prunus</i> <i>incisa</i> scrub		アカマツ林 <i>Pinus</i> <i>densiflora</i> forest		散布型 Dis- semi- nule form	先駆植 物 Pio- neer plant
				F%	C%	F%	C%	F%	C%		
低 木 Shrub	<i>Staphylea bumalda</i>	ミツバウツギ	III	—	—	20	0.6	—	—	D1c	P
	<i>Acer crataegifolium</i>	ウリカエデ	III	—	—	60	6.6	20	3.0	D1c	
	<i>Aralia elata</i>	タラノキ	IV	—	—	40	0.2	—	—	D2a	
	<i>Helwingia japonica</i>	ハナイカダ	III	—	—	20	0.6	—	—	D2a	
	<i>Rhododendron japonicum</i>	レンゲツツジ	III	80 Fr.	7.2	60 Fr.	1.8	—	—	D2a	
	<i>Rhododendron dilatatum</i>	ミツバツツジ	IV	60 Fr.	4.2	60	9.0	—	—	D1c	
	<i>Rhododendron wadanum</i>	トウゴク ミツバツツジ	IV	20	0.1	60	0.8	80	9.6	D4	
	<i>Menziesia multiflora</i> f. <i>brevicalyx</i>	ツリガネツツジ	III	20	0.1	40	0.7	20	0.6	D4	
	<i>Enkianthus</i> <i>campanulatus</i>	サラサドウダン	III	—	—	—	—	20	0.6	D4	
	<i>Vaccinium oldhamii</i>	ナツハゼ	III	—	—	—	—	80 Fr.	7.2	D2a	
	<i>Lyonia ovalifolia</i>	ネジキ	IV	20	0.1	40	0.2	40 Fr.	3.1	D4	
	<i>Vaccinium smallii</i> v. <i>glabrum</i>	スノキ	III	—	—	40	0.7	—	—	D2a	
	<i>Symplocos chinensis</i> v. <i>leucocarpa</i> f. <i>pilosa</i>	サワフタギ	IV	20 Fr.	0.1	—	—	—	—	D2a	
	<i>Ligustrum tschonoskii</i>	ミヤマイボタ	IV	60 Fr.	0.8	40	0.2	40	0.7	D2a	
	<i>Ligustrum tschonoskii</i> v. <i>glabrescens</i>	エゾイボタ	III	100	3.0	40	3.6	—	—	D2a	
	<i>Callicarpa japonica</i>	ムラサキシキブ	IV	—	—	20	0.1	—	—	D2a	
	<i>Lonicera demissa</i>	イボタ	III	—	—	80 Fr.	4.3	—	—	D2a	
	<i>Lonicera gracilipes</i> v. <i>glandulosa</i>	ヒョウタンボク	III	40	0.7	20	0.1	—	—	D2a	
	<i>Abelia spathulata</i>	シヤマ ウグイスカグラ	IV	60	0.8	40	0.2	—	—	D2a	
	<i>Viburnum wrightii</i>	ツクバネウツギ	III	80	1.9	20	0.1	—	—	D2a	
	<i>Viburnum erosum</i>	コバノガマズミ	IV	40	0.2	40	0.2	—	—	D2a	
	<i>Viburnum phlebotrichum</i>	イボタ	III	20 Fr.	0.6	20	0.6	—	—	D2a	
	<i>Weigela decora</i>	ヒョウタンボク	IV	—	—	60 Fr.	0.8	—	—	D2a	
	<i>Pertya glabrescens</i>	シヤマ ウグイスカグラ	III	—	—	60	1.8	—	—	D2a	
	つる Liana	<i>Clematis japonica</i>	ハンショウズル	IV	100	1.5	20	0.6	—	—	D1c
		<i>Clematis ochotensis</i>	ミヤマハンショウズル	III	60	6.6	80 Fr.	12.0	80 Fr.	4.8	D1b
		<i>Akebia trifoliata</i>	ミツバアケビ	IV	80	4.8	80	7.2	80	4.8	D1b
		<i>Schisandra repanda</i>	マツブサ	III	40 Fr.	1.2	40	3.1	—	—	D2a
<i>Hydrangea petiolaris</i>		ゴトウズル	IV	—	—	60	0.3	20	0.1	D2a	
<i>Schizophragma</i> <i>hydrangeoides</i>		イワガラミ	III	20	0.6	20	0.1	—	—	D2a	
			IV	40	1.2	—	—	—	—	D2a	
			III	80 Fr.	1.9	60 Fr.	1.8	20	0.6	D2a	
			IV	—	—	40	0.7	20	0.6	D1c	
			III	20	0.6	80 Fr.	4.8	60 Fr.	4.2	D1c	

Table 2. (つづき) (Continued)

	Species	種 名	階層 Layer	ハリモミ林 <i>Picea polita</i> forest		マメザクラ 低林 <i>Prunus</i> <i>incisa</i> scrub		アカマツ林 <i>Pinus</i> <i>densiflora</i> forest		散布型 Dis- semi- nule form	先駆植 物 Pio- neer plant
				F%	C%*	F%	C%	F%	C%		
つる Liana	<i>Rhus ambigua</i>	ツタウルシ	I III IV	60 40 80	1.3 1.2 0.9	— — 80	— — 1.9	— — 60	— — 1.3	D2a	
	<i>Celastrus orbiculatus</i> v. <i>papillosus</i>	オニツル ウメモドキ	III IV	— 20	— 3.0	20 60	0.1 0.3	20 20	0.1 0.1	D2a	
	<i>Berchemia racemosa</i>	クマヤナギ	III IV	— —	— —	20 20	0.1 0.1	20 Fl. —	0.1 —	D2a	
	<i>Vitis coignetiae</i>	ヤマブドウ	III IV	80 40	2.4 0.2	80 20	2.4 0.1	— —	— —	D2a	P
	<i>Vitis flexuosa</i>	サンカクズル	I III	20 60	0.6 1.8	— 20	— 0.1	— —	— —	D2a	P
	<i>Vitis saccharifera</i>	アマズル	III	—	—	20	0.6	—	—	D2a	P
	<i>Actinidia arguta</i>	サルナシ	III IV	40 20	1.2 0.1	60 —	0.8 —	20 —	0.6 —	D2a	
	<i>Lonicera japonica</i>	スイカズラ	III	—	—	40	0.2	—	—	D2a	
	<i>Smilax sieboldii</i>	ヤマガシユウ	III IV	40 20	0.2 0.1	20 20	0.1 0.1	— —	— —	D2a	
草	<i>Boehmeria tricuspis</i>	アカソ	IV	20	0.1	—	—	—	—	D1c	
	<i>Polygonum cuspidatum</i>	イタドリ	III IV	— 40	— 0.2	40 Fl. 40 Fl.	0.7 0.2	20 Fl. 60	0.6 0.8	D1c	P
	<i>Sedum kamtschaticum</i>	キリンソウ	IV	—	—	—	—	40 Fr.	0.2	D1c	
	<i>Cimicifuga simplex</i>	サラシナショウマ	IV	20 Fl.	0.6	—	—	—	—	D1c	
	<i>Agrimonia pilosa</i>	キンミズヒキ	IV	—	—	20	0.1	—	—	D2b	
	<i>Rubus illecebrosus</i>	バライチゴ	IV	—	—	40	0.2	—	—	D2a	P
	<i>Desmodium fallax</i>	ヤブハギ	IV	40	0.2	—	—	—	—	D2b	
	<i>Hypericum erectum</i>	オトギリソウ	IV	—	—	20	0.1	—	—	D4	P
	<i>Viola grypoceras</i>	タチツボスミレ	IV	—	—	60	0.3	—	—	D3	
	<i>Aralia cordata</i>	ウド	III IV	— —	— —	20 Fl. 40	0.6 0.2	— —	— —	D2a	P
本 Herb	<i>Pyrola nephrophylla</i>	マルバノ イチヤクソウ	IV	—	—	—	—	20	0.1	D1a	
	<i>Trientalis europaea</i>	ツマトリソウ	IV	60	0.3	20	0.1	100	0.5	D4	
	<i>Galium pseudo-asprellum</i>	オオバノ ヤエムグラ	IV	40	0.2	—	—	—	—	D2b	
	<i>Rubia akane</i>	アカネ	IV	—	—	20	0.1	—	—	D2a	
	<i>Patrinia triloba</i> v. <i>triloba</i>	コキンレイカ	IV	—	—	60 Fl.	0.8	80 Fr.	18.6	D1c	
	<i>Eupatorium chinense</i> v. <i>sachalinense</i>	ヨツバヒヨドリ	IV	—	—	20	0.1	—	—	D1b	P
	<i>Artemisia princeps</i>	カズザキヨモギ	IV	—	—	100	0.5	—	—	D1c	P
	<i>Solidago virga-aurea</i> v. <i>asiatica</i>	アキノキリンソウ	IV	—	—	60	0.3	20	0.1	D1b	P
	<i>Senecio nemorensis</i>	キオン	IV	—	—	20	0.1	—	—	D1b	P
	<i>Senecio cannabifolius</i>	ハンゴンソウ	III	—	—	20	0.1	—	—	D1b	P
	<i>Cirsium japonicum</i>	ノアザミ	IV	—	—	20	0.1	—	—	D1b	
	<i>Aster ageratoides</i> v. <i>ovatus</i>	ノコンギク	IV	—	—	20	0.1	—	—	D1b	P

Table 2. (つづき) (Continued)

	Species	種 名	階層 Layer	ハリモミ林 <i>Picea polita</i> forest		マメザクラ 低林 <i>Prunus</i> <i>incisa</i> scrub		アカマツ林 <i>Pinus</i> <i>densiflora</i> forest		散布型 Dis- semi- nule form	先駆植 物 Pio- neer plant
				F%	C%*	F%	C%	F%	C%		
草	<i>Erigeron annuus</i>	ヒメジョオン	IV	—	—	20	0.1	—	—	D1b	P
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ス ス キ	III IV	—	—	80 20	2.4 0.6	— 60	— 1.3	D1b	P
	<i>Miscanthus oligostachyus</i>	カリヤスモドキ	IV	—	—	60 Fr.	0.8	100 Fl.	9.7	D1b	P
	<i>Calamagrostis hakonensis</i>	ヒメノガリヤス	IV	20 Fr.	0.1	100 Fr.	7.3	100 Fr.	7.8	D1b	
	<i>Brylkinia caudata</i>	ホガエリガヤ	IV	60	1.8	—	—	—	—	D1c	
	<i>Muhlenbergia japonica</i>	ネズミガヤ	IV	20	0.6	—	—	—	—	D2b	
	<i>Carex siderosticta</i>	タガネソウ	IV	80	4.3	—	—	—	—	D4	
	<i>Carex sachalinensis</i> v. <i>alterniflora</i>	オオイトスゲ	IV	—	—	100	7.8	—	—	D4	
	<i>Maianthemum dilatatum</i>	マイズルソウ	IV	100 Fr.	2.0	100	1.0	100 Fr.	2.5	D2a	
	<i>Goodyera repens</i>	ヒメミヤマウズラ	V	—	—	20 Fl.	0.1	—	—	D1a	
本 Herb	<i>Lycopodium obscurum</i>	マンネンスギ	IV	—	—	—	—	20	0.1	D1a	
	<i>Woodsia polystichoides</i>	イワデンダ	IV	—	—	60 Sp.	0.3	60 Sp.	1.3	D1a	
	<i>Osmunda asiatica</i>	ヤマドリゼンマイ	IV	20	0.1	—	—	—	—	D1a	
	<i>Athyrium pycnosorum</i>	ミヤマシケシダ	IV	20 Sp.	0.1	—	—	—	—	D1a	
	<i>Athyrium yokoscense</i>	ヘビノネゴザ	IV	60 Sp.	0.8	80 Sp.	0.9	60 Sp.	0.3	D1a	
	<i>Lastrea dryopteris</i>	ウサギシダ	IV	60	1.3	60 Sp.	0.8	40 Sp.	0.2	D1a	
	<i>Pteridium aquilinum</i>	ワ ラ ビ	IV	—	—	—	—	20	0.1	D1a	
	<i>Dryopteris saxifraga</i>	イワイタチシダ	IV	60 Sp.	0.8	40 Sp.	0.2	—	—	D1a	
	<i>Dryopteris polylepis</i>	ミヤマクマワラビ	IV	60 Sp.	1.3	—	—	—	—	D1a	
	<i>Adiantum pedatum</i>	クジャクシダ	IV	40	0.2	60 Sp.	0.3	—	—	D1a	
	<i>Lastrea japonica</i>	ハリガネワラビ	IV	20	0.1	—	—	—	—	D1a	
	<i>Lastrea phlegopteris</i>	ミヤマワラビ	IV	—	—	40 Sp.	0.2	20 Sp.	0.6	D1a	
	Moss	コ ケ 類	V	100	33.0	100	19.5	100	33.0		

* F...Frequency, C...Cover, ** Planted trees
Fl...Flower, Fr...Fruit or Seed, Sp...Spore

Table 3. 各群落における先駆植物の種類数
Comparison of the number of pioneer species in three communities

群 落 Community	ハリモミ林 <i>Picea</i> forest	マメザクラ低林 <i>Prunus</i> scrub	アカマツ林 <i>Pinus</i> forest
総 種 類 数 Total number of species	86	111	58
先 駆 植 物 種 類 数 Species number of pioneer plant	8 (9%)	26 (23%)	14 (24%)

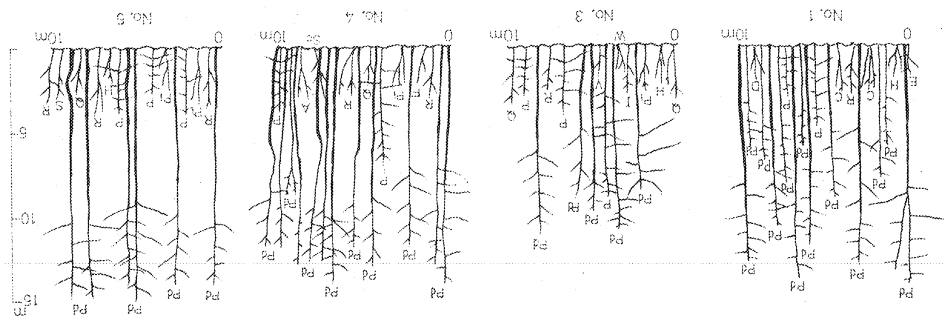


Fig. 7 アカツツ林における各コーナートの断面図
Profiles of each quadrat in *Pinus densiflora* forest.

Pd: *Pinus densiflora* アカツツ, P: *Picea polita* ハリモミ, Q: *Quercus serrata* コナラ, S: *Sorbus alnifolia* アズキナシ, Sc: *Sorbus commixta* ナナカマド, R: *Rhus trichocarpa* ヤマウルシ, C: *Clethra barbinervis* リョウノヅ, A: *Acer crataegifolium* ヲリカエズ, H: *Hydrangea paniculata* ノリウヅキ, E: *Euonymus macropterus* ヒロハヅリ, V: *Vaccinium oldhamii* ナツハゼ, W: *Weigela decora* シキウツキ

● *Pinus densiflora* 45 trees
○ Dead tree of *Pinus* 12 trees
× *Picea polita*

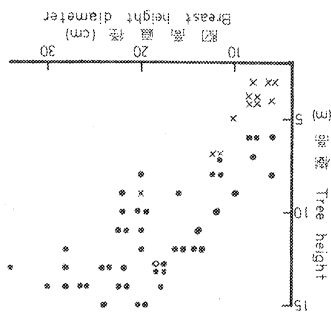


Fig. 8 胸高直径 5 cm 以上の樹木の樹高と直径 (アカツツ林)
Height and diameter of trees above 5 cm at breast height diameter in *Pinus densiflora* forest (Area; 500 m²).

のほか、それ以後に侵入したのもも認められ、全林にかなり広く分布するが、その密度分布は多少地域的に片よった部分もある。

Fig. 6 の階層構造図のごとく、高木層 (5~15m) の植被率は85%で、かつ、アカツツの林冠は陽光をかなり通すため林内は明るい。また低木層 (1~4m) も3群落中で植被率が最低であるため、草本層 (0.05~1.0m) は逆に植被率が最も高くなっている。このように、林内が下層まで明るいことが、ハリモミの発生・生育にとってプラスとなっているものと考察される。

アカツツ林は Table 3 に示すように、総種類数は最も少なく、単純な組成を持つ。先駆植物の種類数はハリモミ林より多く、メサザラ林より少ないが、総種類数の中で占める割合は高い値を示している。

4. ハリモミ林における過去の風害と今後の風害対策

1) 過去の風害

天然記念物指定地域内における、1956年から1969年にかけての14年間のハリモミの風害を、富士吉田担当区の被害報告から集計すると Table 4 のごとくとなる。すなわち、14年間に原因の明らかなもので、8回の台風と2回の低気圧に伴う寒冷前線上の強風による被害を生じ、発見時期が遅れるなど原因が不明りょうな風害を含めると被害本数は合計2,714本となる。このうち、著しい被害を生じたのは、伊勢湾台風の15号と、小型であるが強い風を伴って富士川を北上した7号台風のおそった1959年で、これに次いで1966年の足和田災害を起こした台風26号と、1961年の18号（第2室戸）台風の風害である。これら3か年の被害を合わせると総被害本数の87%を占めている。

8個の台風コースを Fig. 9 に示した。1958年の21号台風を除いた7個の台風コースは、本地域の西方

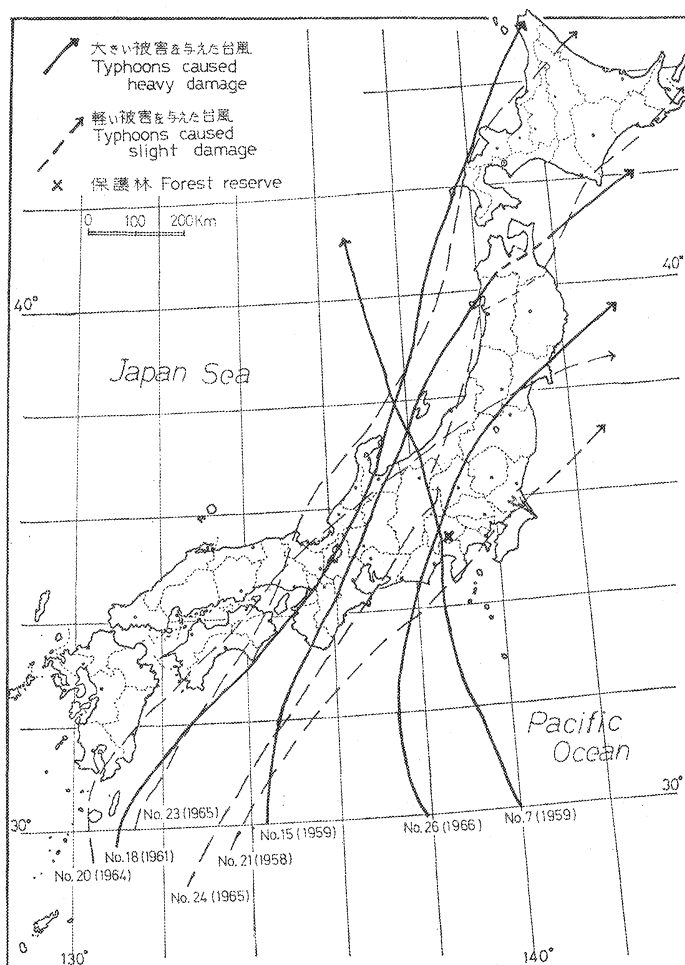


Fig. 9 ハリモミ林に風害をもたらした台風の径路 (1958~'69年)
Track of the typhoons which caused wind damage in
the *Picea* forest. (Years of obs. 1958~1969)

Table 4. 林小班別ハリモミ風害木本数
Number of wind-damaged trees in each of the subcompartments
(From Oct., 1956 to Dec., 1969)

林小班名 No. of subcompartment			40b	41a	42b	43b	44a	45a	計 Total
原因と年月日 Cause and its date									
原因不明	Unknown cause,	1956	0	3	0	0	7	6	16
原因不明	Unknown cause,	1957	0	58	0	0	6	0	64
台風21号	Typhoon No. 21, Sep. 18,	1958	0	10	0	4	27	11	52
台風7号 15号	Typhoon No. 7, Aug. 14, No. 15, Sep. 26~27,	1959	7	85	191	80	347	1,158	1,868
		1960	0	0	0	0	0	0	0
台風18号	Typhoon No. 18, Sep. 16,	1961	0	16	0	0	72	143	231
		1962	0	0	0	0	0	0	0
寒冷前線	Cold front, Jan. 21,	1963	0	0	0	0	18	53	71
台風20号	Typhoon No. 20, Sep. 25,	1964	0	29	0	0	14	0	43
台風23号 24号	Typhoon No. 23, Sep. 10, No. 24, Sep. 17~18,	1965	0	11	0	0	16	1	28
台風26号	Typhoon No. 26, Sep. 25,	1966	0	63	0	0	100	108	271
寒冷前線	Cold front, Apr. 4,	1967	0	0	15	9	11	0	35
原因不明	Unknown cause,	1968	0	0	0	0	33	0	33
原因不明	Unknown cause,	1969	0	2	0	0	0	0	2
計 Total			7	277	206	93	651	1,480	2,714

Table 5. 風害をもたらした強風
Strong winds caused damage
(1958~1969)

年月日 Date	原因 Cause	最大風速* Maximum wind velocity				最大瞬間風速 Maximum instantaneous wind velocity	
		船 津 Funatsu		御 殿 場 Gotenba		船 津 Funatsu	
		速 度 Veloc- ity (m/sec)	風 向 Direc- tion	速 度 Veloc- ity (m/sec)	風 向 Direc- tion	速 度 Veloc- ity (m/sec)	風 向 Direc- tion
Sep. 18, 1958	台風 Typhoon No. 21	23.1	NW	14.9	NNW	30.7	NW
Aug. 14, 1959	台風 Typhoon No. 7	30.4	SE	17.1	E	38.0	ESE
Sep. 26~27, 1959	台風 Typhoon No. 15	27.0	SSW	21.7	SSW	38.9	SSW
Sep. 16, 1961	台風 Typhoon No. 18	24.2	SSW	23.5	SSW	40.9	SSW
Jan. 21, 1963	寒冷前線 Cold front	16.7	NW	10.8	SW	28.6	NW
Sep. 25, 1964	台風 Typhoon No. 20	19.3	SSW	20.2	SSW	over 34.0	SSW
Sep. 10, 1965	台風 Typhoon No. 23	17.7	SSE	15.2	SSW	31.0	SSE
Sep. 17~18, 1965	台風 Typhoon No. 24	22.0	SE	16.5	SSW	33.0	SE
Sep. 25, 1966	台風 Typhoon No. 26	24.7	SSE	24.1	SSW	40.1	SSE
Apr. 4, 1967	寒冷前線 Cold front	14.7	SSW	19.0	SW	28.5	SSW

* Maximum of the average values selected for an arbitrary ten minutes of the day is shown.

を通っていて、それら台風の最大瞬間風速時の風向は前述のごとく南ないし南東の風となり、その強風にさらされた林縁に被害が多発したとみられる。

本地域には気象観測所がなく、被害をもたらした強風の風速・風向は厳密には不明であるが、本地域に近い富士山北麓の船津と、東麓の御殿場の両観測所における観測値を Table 5 に示した。これによると、前述の7個の台風および1967年4月4日の寒冷前線上の強風の場合は、本地域でも南よりの風が強く吹いたと考えられる。また台風を中心コースが本地域の東方を通った1958年の21号台風では、北西よりの風が吹いたとみられる。残る1963年1月の寒冷前線上の強風については、船津と御殿場で風向を大きく異にし、保護林での風向は確言できない。なお、船津における最大瞬間風速からみると、寒冷前線に伴う風は台風に比して小さい。

上述のことから、本地域にとって最も危険な台風時の風向は、台風の中心進路が本地域の西側を通り、いわゆる危険半円に入ったときの南ないし南東の強風であり、風害防止対策はこの方向の風に対して最大の考慮をはらうべきであろう。

次に、前述の南よりの強風をもたらした風によるハリモミ林の林小班別の被害をみると、Table 6 のごとくとなる。面積あたりの被害本数は保護林の南に細長く突き出た45a小班で最も多く、次いで中部の44a、42b各小班となり、北部の43b、40b、および中部でも丘陵に接した41aの各小班は、45aの被害を100とすると、わずか18前後にすぎない。また、南ないし南東の風に直接面する小班界の長さを各小班ごとに求めると、Table 6 のごとくとなる。ただしこの場合、樹高の低いアカマツ林およびマメザクラ低林がハリモミ林の風上にあっても、それらの防風効果は低いので、それらが前面にあっても林縁とみなした。また、41a小班の東縁の丘陵支尾根に接している部分は除いた。各小班ごとの風に面する境界線長のメートルあたりの被害本数は、面積あたりの被害本数と同様に、南の45a小班で最大、北部および丘陵に接する40b、43b、41aの各小班で少なく、44a、42b各小班はその中間の被害程度を示す。このように、南に位置し、周囲に保護する地物のない林ほど被害が大となっている。

Fig. 10 に、1966年26号台風時に営林署によって調べられた風害箇所の概略的な分布図を示したが、こ

Table 6. 南よりの強風による小班別の面積あたり、境界線あたり被害本数
Number of damaged trees per hectare and per unit length of the
border of subcompartment by south-wardly winds

林 小 班 名 No. of subcompartment	40b	41a	43b	42b	44a	45a
面 積 Area (ha)	0.43	11.70	5.06	8.33	16.06	15.05
小 班 界 の 長 さ* Length of border (m)	50	555	155	240	625	515
風 害 木 本 数 Number of damaged trees	7	204	89	206	560	1,410
ヘクタールあたり被害本数 Number of damaged trees per hectare	16	17	18	25	35	94
境界線メートルあたり被害本数 Number of damaged trees per metre of border	0.1	0.4	0.6	0.9	0.9	2.7

* 南～南東の風に面する小班界の長さ。
Length of border facing souther or southeaster.

れによっても危険な風向・箇所がある程度推定しうる。また、1959年の7号台風でも、45 a 小班の南東風に面する林縁の被害が著しかったと報告されている⁹⁾。さらに過去の累積された被害地分布は、Fig. 3 の群落分布図の中のマメザクラ低林の分布域ではぼ示され、その状態は上述の各小班における風害傾向とはほぼ一致する。

以上の被害の出方を総合すると、ハリモミ林の風害に対して危険なところは

- a) 保護林の南部に位置する林。
- b) 南ないし南東の風に面する林縁，その中でも林縁が凹形のところは特に危険。
- c) 林の幅の狭いところ。

であるといえよう。これらのところは今後も被害を生じやすいとみられる。

過去の風害の実態は以上のごとくであるが、1971年の調査時にはハリモミの葉色が褐色を帯びたものが目立ち、中には立枯木も点在していて、とくに南部の45林班東側林縁木 (Plate 1 b 参照) と、中部の44・41林班の南側林縁木に衰弱木や立枯木が多く、中には二次的にエゾマツキクイムシ、ゾウムシ類、ヒゲナガカミキリ、ハマキ類、ケンモン類、落葉病 (*Lophodermium* sp.) などの虫菌害にかかっているものもある。それらの木の分布からみて、これらは老齢の上に、さらに強風によって傷害をうけているのではないと思われる、そのため樹勢が衰えたことも原因の一つと推定されるが、厳密には衰弱・立枯木についてはさらに詳細な検討を必要としよう*。このような木は今後いっそう増加する可能性があり、近い将来、南部の林からハリモミが消えていくものと推測される。

2) 今後の風害対策

現存ハリモミ林の風害を防止軽減する方策は、あまりにも地形・地理・林分条件が悪く、完全な対策を望むことは困難であろう。とくに南部の45林班は直接南ないし南東の強風により多くさらされて、しかも林縁長が長く、かつ屈曲多く、林の幅が狭いなどの悪条件が重なっているため、効果的な対策を立てることがむずかしい。したがって、防止対策の中心は、現在まだまとまったハリモミ林をもつ中部以北の林分に重点をおくことが賢明であろう。

対策としては、防風網の風速減少効果が顕著である⁹⁾から、これらの林分の南ないし南東の風に面する林縁の中でも、とくに危険なそして重要な箇所に応急的に防風網を設置することがまず考えられよう。ただその施工には、保護対象のハリモミの樹高が高いので、設置箇所の立地条件、安全な設計、経費などに諸種の検討すべき問題点があると思われる。恒久策としては、林縁に防風林帯を造成し、林帯の林縁はなるべく危険風向に直角に、直線となるよう設置する。防風林帯の樹種は夏期の台風が主体となるので、落葉樹を考慮に入れて良く、早期に防風効果を期待するにはポプラ (*Populus nigra* var. *italica*) の雄木が

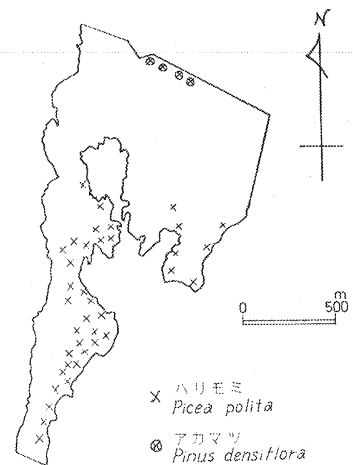


Fig. 10 1966年台風26号による
風害箇所
Places of wind damage by
Typhoon No. 26 in 1966.

* 1975年7月に短時間であるが観察したところ、1971年当時に葉が変色していた木は枯木となっていた。立枯木は保護林の外周林縁や疎開した部分に多く分布するが、林内でも群状に立枯木がみられた。なお、老木のみならず、中小径のハリモミにも被害がでていて、当初は風害によって虫害が二次的に発生し、それが一次的な虫害に変化したものとも思われるが、細部は各分野の詳細な専門的検討を要する。

候補に挙げられる。本種はさし木繁殖が容易で、成長も早い。ただし浅根性で耐風力が弱いともいわれている¹⁰⁾。したがって、当初は本種を用い、防風林帯の後方は将来別の樹種に更改することも考えられ、また防風林帯の前面の耐風性を増すために、ポプラを截頭萌芽させた形で、後方に入るほどその樹高を高くして維持することも考えられる。ポプラは外国樹種であるが、日本では雄木が多く、雌木はまれである。したがって雄木を選べば、ニセアカシアのように自己繁殖によって日本本来の自然の遷移を乱す恐れは少ない。

なお、土壌条件が不良なため、客土して防風林帯を作る必要があるが、周囲の休耕水田を買収したり、貸付地をもどして防風林帯の敷地を確保できれば理想的である。

防風林帯を造成したり、防風網を設置すると風致的に異質な景観となるため異論がでるかもしれないが(保護林は自然公園第一種特別地域になっている)、この問題は現存ハリモミ林を可能な限り長く維持すべきか否かに帰着しよう。

5. ハリモミ林の復元

現存ハリモミ林は老齢であり、また風害対策も全面的には困難なため、できれば次代のハリモミ林を期待したいところである。

老齢木が枯れたり、風害で倒れてもハリモミの後継樹が生育していれば、その復元にはさほど危惧を必要としないが、Table 2 の組成表や Fig. 4 の群落断面図に示すごとく、ハリモミ林や風倒跡地のマメザクラ低林には、ハリモミの幼齢木はほとんどない。また、Table 7 の高木性稚樹(胸高直径 5 cm 以下)の発生本数をみても、これら両群落にはハリモミ稚樹がきわめて少ない。すなわち、ハリモミ林は風害をうけたり枯死すると、その跡地はコナラ、アズキナシ、カエデ類、コバノトネリコなどの多種類の落葉広葉樹からなる林に推移していくとみられる。このように、後継稚樹の面からもハリモミ林そのものが溶岩上における植生遷移の中期相とみることができる。このため、これを放置する限り、ハリモミ林は消滅の一途をたどる。なお、このような性質は溶岩上のアカエゾマツ老齢林においても、その中・下層にアカエゾマツの後継樹が少なく、群落として不安定であること⁸⁾と共通している。

Table 7 のアカマツ林内のハリモミ稚樹をみると、本数も頻度も高く、また Table 2 の組成表や Fig. 7, 8 を見ても低木層や亜高木層にハリモミが主要構成種として入っている。これは前述のように、他の 2 群落と異なって、森林火災によって一時植被を失ったことと、その後の侵入植生も高木層や低木層の被覆が密でなく、光の入射が多いためとみられる。したがって、ハリモミ後継樹のみに注目した場合、将来のハリモミ林はこのアカマツ林地域に期待しうるように考えられよう。

しかし、ハリモミ林の復元を考える場合、単に高木層にハリモミがあればこと足りるという単純なものではない。溶岩流出後そこに生育した天然のハリモミは低木・草本・コケ類・その他動物・微生物などと混然一体となって一つの森林社会を形作っているものであるから、当然ハリモミ以外の生物相も類似した林を復元しなければ、その存在意義は小さいものとなる。

Fig. 11 に、各群落の構成種類数と組成種からみた群落の類似度をあらわす Jaccard の共通係数を示した。アカマツ林は最も構成種類数が少なく、マメザクラ低林が最多種類数を示す。マメザクラ低林の種類数がハリモミ林より多い主な原因は、ハリモミの風倒根返りによって生じた部分的な裸地に、先駆植物やその他陽生植物が侵入してハリモミ林構成種に加わった形となっているためである。アカマツ林の種類数

Table 7. 各群落における主要樹種の稚樹本数と頻度
Frequency and number of seedlings of the main tree species
in each community

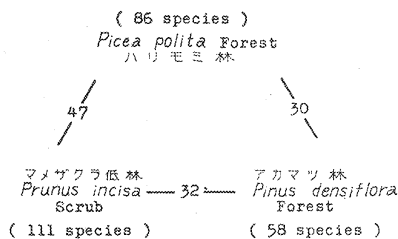
群 落 Community		ハリモミ林 <i>Picea</i> forest		マメザクラ低林 <i>Prunus</i> scrub		アカマツ林 <i>Pinus</i> forest	
頻度と本数*	Frequency and number	頻 度	本 数	頻 度	本 数	頻 度	本 数
稚樹の高さ	Height of seedling (cm)	Fre- quency (%)	Number per 100 m ²	Fre- quency (%)	Number per 100 m ²	Fre- quency (%)	Number per 100 m ²
種 Species							
<i>Picea polita</i>	>10	80	1.0	20	0.2	100	6.2
ハリモミ	<10	0	0	0	0	40	1.0
<i>Pinus densiflora</i>	>10	0	0	0	0	100	2.4
アカマツ	<10	0	0	0	0	40	1.2
<i>Abies homolepis</i>	>10	20	0.2	0	0	0	0
ウラジロモミ							
<i>Salix bakko</i>	>10	0	0	0	0	60	1.0
バッコヤナギ							
<i>Betula ermanii</i> v. <i>subcordata</i>	>10	0	0	0	0	20	0.2
アカカンバ							
<i>Carpinus cordata</i>	>10	60	0.6	20	0.6	0	0
サワシバ							
<i>Quercus serrata</i>	>10	60	2.4	100	4.6	100	9.0
コナラ							
<i>Quercus mongolica</i> v. <i>grosseserrata</i>	>10	40	0.4	60	1.0	80	1.2
ミズナラ							
<i>Castanea crenata</i>	>10	0	0	20	0.4	0	0
クリ							
<i>Magnolia kobus</i>	>10	60	0.8	0	0	0	0
コブシ							
<i>Magnolia obovata</i>	>10	20	0.4	0	0	0	0
ホオノキ							
<i>Sorbus alnifolia</i>	>10	100	5.0	100	5.4	80	1.8
アズキナシ							
<i>Sorbus commixta</i>	>10	60	0.6	0	0	40	2.0
ナナカマド							
<i>Amelanchier asiatica</i>	>10	0	0	20	0.2	40	0.6
ザイフリボク							
<i>Prunus grayana</i>	>10	20	0.2	20	1.0	0	0
ウワミズザクラ							
<i>Maackia amurensis</i>	>10	0	0	20	0.2	0	0
イヌエンジュ							
<i>Ilex macropoda</i>	>10	80	2.6	0	0	0	0
アオハダ							
<i>Acer japonicum</i>	>10	0	0	40	1.4	0	0
ハウチワカエデ							
<i>Acer sieboldianum</i>	>10	20	0.4	60	5.6	0	0
コハウチワカエデ							
<i>Acer tenuifolium</i>	>10	0	0	20	0.2	0	0
ヒナウチワカエデ							
<i>Acer palmatum</i> v. <i>matsumurae</i>	>10	60	0.6	0	0	0	0
ヤマモミジ							
<i>Acer mono</i>	>10	80	1.2	20	0.4	0	0
イタヤカエデ							
<i>Acer argutum</i>	>10	0	0	20	0.6	0	0
アサノハカエデ							
<i>Acer rufinerve</i>	>10	20	0.2	0	0	20	0.2
ウリハダカエデ							
<i>Acer cissifolium</i>	>10	20	0.2	0	0	0	0
ミツデカエデ							

Table 7. (つづき) (Continued)

群 落 Community		ハリモミ林 <i>Picea</i> forest		マメザクラ低林 <i>Prunus</i> scrub		アカマツ林 <i>Pinus</i> forest	
頻度と本数* Frequency and number		頻 度	本 数	頻 度	本 数	頻 度	本 数
Height of seedling (cm)		Fre- quency (%)	Number per 100 m ²	Fre- quency (%)	Number per 100 m ²	Fre- quency (%)	Number per 100 m ²
種 Species							
<i>Meliosma myriantha</i> ア ウ ブ キ	>10	20	0.2	0	0	0	0
<i>Stewartia pseudo-camellia</i> ナ ツ ツ バ キ	>10	0	0	40	2.0	0	0
<i>Kalopanax pictus</i> セ ン ノ キ	>10	20	0.4	20	0.6	0	0
<i>Tilia japonica</i> シ ナ ノ キ	>10	40	0.4	40	2.2	0	0
<i>Cornus controversa</i> ミ ズ キ	>10	0	0	40	0.4	0	0
<i>Cornus kousa</i> ヤ マ ボ ウ シ	>10	20	0.2	0	0	0	0
<i>Fraxinus sieboldiana</i> コバノトネリコ	>10	60	1.4	80	2.8	100	2.2
<i>Fraxinus lanuginosa</i> アラゲアオダモ	>10	0	0	20	0.6	0	0

Notes) *5 コードラートの平均本数と頻度。

The frequency and average number of five quadrats.

Fig. 11 各群落の構成種類数と群落間の共通係数 (調査面積は各群落とも 500 m²)JACCARD'S similarity coefficients between the several communities and the number of species in each community (The area of investigation is 500 m² in each community).

なった。各群落における散布型の種類数百分率は Table 9 に示される。

ハリモミ林とマメザクラ低林は D1b を除いてほぼ類似した散布型組成を示しているが、アカマツ林は他の群落と異なり、D1型の風散布のものが最も多く、とくにその中でも飛散分布しやすい形態をもつ D1a, b の占める割合が高く、他の群落と比べて、遷移の初期により近い群落であることを表わしている。なお、ハリモミ林よりもマメザクラ低林で D1b が高いのは、風倒根返りによる局所的な裸地が存在するためである。

以上述べた、種類組成の類似度、構成種類数、散布型の構成状態から、アカマツ林は他の 2 群落とは異なる群落となっていることが理解されよう。アカマツ林の次代のハリモミ林は火災跡地の二次遷移相の一

が少ないのは、火災後の経過時間が短いこと、溶岩地帯で土壌が浅いこと、繁殖子を供給する周辺の植生が南部を除いて農耕地や宅地などとなって、適応しうる種が少ないことなどが影響して、自然の復元が遅いためとみられる。

共通係数をみると、ハリモミ林とマメザクラ低林の間は高く、それら両群落とアカマツ林の間は低い係数を示す。

群落の類似性を比較したり、遷移を診断するには、このほかに休眠型・繁殖型・生育型などの生活型組成による方法もあるが、ここではその一例として種子・果実などの繁殖器官の散布型について、種類数百分率を群落間で比較してみよう。散布型の分類は沼田⁵⁾の方式を基準にして、さらに D1, D2型を細分し、Table 8 に示す分類によって行

Table 8. 散布器官型の分類
Classification of the disseminule form

記号 Symbol	散布型 Disseminule form	種子, 果実, 胞子などの形 Shape of seed, fruit, spore, etc.
D1	a 胞子・微細種子散布 Sporochore, Sclerochore	胞子, 0.02 mg 以下の微細種子 Spore and very small seed below 0.02 mg.
	b 羽毛散布 Pogonochore	冠毛, 長羽毛, 長軟毛をつけた種実 Pappose, plumed, or villous seeds and fruits.
	c 翼散布 Pterochore	翼のある種実, 薄片状の種実, 舟形の種実, のう状の種実 Winged, thin, cymbiform, or saccate seeds and fruits.
D2	a 肉質果散布 Sarcochore	多肉果, 仮種皮のある種子 Juicy fruit and arilled seed.
	b 付着散布 Demochore	有刺, 有鉤, 粘着性の種実 Spiny, hooked, or viscid fruits and seeds.
D3	裂開散布 Ballochore	裂開性の果実 Dehiscent fruit.
D4	重力散布 Bolocchory	堅果, 殻斗果, 肉芽など Nut, acorn, and bulbil.
D5	栄養繁殖 Vegetative propagation	栄養繁殖によるもの Only vegetative propagation.

Table 9. 各群落における散布型の種類数百分率
The percentage composition of species number on disseminule form in each community

群落 Community	散布型 Disseminule form			D1		D2		D3	D4	D5
	a	b	c	a	b	a	b			
ハリモミ林 <i>Picea</i> forest	9	2	28	39		48	4	0	9	0
マメザクラ低林 <i>Prunus</i> scrub	6	11	23	40		47	1	2	10	0
アカマツ林 <i>Pinus</i> forest	14	12	29	55		33	0	0	12	0

型として意義があるが、本来の溶岩上における一次遷移のハリモミ林とは、厳密に言えば異なったものになるおそれがある。したがって、ハリモミ林を復元しようとする場合は、風倒跡地のマメザクラ低林にハリモミを植栽導入して、自然なハリモミ林社会に近い群落を復元することがより確実に望ましいと考えられる。

ハリモミは元来、溶岩流上の疎開した初期群落が分布する土地に侵入して、現在の林を形成したと推定されるので、マメザクラ低林地域の植被をはぎとり、溶岩を裸出せしめて、再度自然の植生遷移をはかって復元することも一応考えられる。しかし、往時の溶岩上裸地と周辺の生物相との関係は、水田に囲まれ、道路が通り、周辺の生物相が変化した現状とは異なっていること、また溶岩上における遷移の実態も詳細は不明であること、さらに老齢の結実のみられない残存林といった条件下では、往時の遷移の繰返しを期待することは困難と考えられる。たとえ、裸地を造成し、ハリモミを播種によって成立せしめたとし

ても、果たして現在のようなハリモミ林群落に推移しうるか疑問が残る。

ハリモミを植栽導入する場合、その苗は、天然記念物地域外のマメザクラ低林内で甲府営林署の手によって試みられているように¹⁾、土付きの形で植栽しないと枯損しやすい。また、つる類や低木層の繁茂が著しいため、植栽後少なくとも十数年は苗木周辺の除伐と下刈りを要し、つる伐りはさらに長期間実施する必要がある。

植栽密度は疎植とし、かつ、うっ閉する前に弱度の除伐を繰り返して個々の木の風心高や形状比を低め、根張り範囲を広くするように育てて耐風性を増させ、現存密度に導くことが大切である。

天然記念物を人手を加えて復元することについては、それは天然のハリモミ林群落ではなくなるという意見も出るかと思われるが、ハリモミ林のような途中相の場合は、人手を加えて復元・維持する以外に方法はない。要は人為を加えてもそのための影響をなるべく少なくして、その林分の復元を図るべきであろう。その場合、ハリモミの多様な遺伝子が将来を考慮してこの林で保存されるような配慮を払えば、その価値はいっそう高くなると思われる。

ハリモミ風倒木や立枯木については、これを放置すると土壌の富栄養化を促進し、ハリモミ林本来の土壌が失われていくため、原則として伐採除去する必要があると考えられるが、老齢林の虫害を防ぐためにはシジュウカラ類、キツツキ類、コノハズクなどの営巣場所として、立枯木の少数をわざわざ地域を考慮して残存せしめるのが賢明であろうと思われるが、この分野の検討を要する。

また、保護林の一部には、風害跡地のマメザクラ低林が今後どのような森林社会に推移していくかを研究しうるように、マメザクラ低林をそのまま保存する地域を設定することが望ましい。この場合はハリモミの被害木はそのまま残し、自然の推移にゆだねる。

なお、ハリモミ林内を東海自然歩道が通っているが、これに伴う森林火災の危険、自然の損壊には十分な対策が要求されよう。歩道沿いの下層植生の難燃化、喫煙の規制などが考えられるが、できれば火災発生危険日には、ハリモミ林内を避けて通る補助歩道を設けることも対策としてあげられる。

文 献

- 1) 秋山悦男：溶岩地帯におけるハリモミ造林の一考察，東京営林局業務研究発表集，3，54～57，(1971)
- 2) 林 弥栄：日本産針葉樹の分類と分布，農林出版，208～209，(1960)
- 3) 樫山徳治・松岡広雄・河合英二：防風網の塩風防止効果調査（昭和45年度湘南海岸砂防林調査報告書），神奈川県土木部砂防課湘南海岸整備事務所，22～33，(1971)
- 4) 甲府営林署：ハリモミの純林（とう写印刷）
- 5) 沼田 真：植物の繁殖型について，生物，2，4，121～123，(1947)
- 6) TAKAHASHI, K.: Protection and restoration of *Picea polita* forest. Ann. Rep. JIBP-CT(P), 109～115, (1971)
- 7) 玉手三稟寿・高桑東作：キティ台風に依る森林の風害，林試集報，59，61～85，(1950)
- 8) 館脇 操：アカエゾマツ林の群落学的研究，北大演報，13，2，122～151，(1943)
- 9) 東京営林局：昭和34年台風第7号及び第15号による森林の風害調査，191 pp., (1960)
- 10) 上原敬二：樹木大図説，I，有明書房，571～574，(1959)
- 11) WILSON, E. H.: The conifers and taxads of Japan. Publications of the Arnold Arboretum, 8, 36～37, (1916)

**Protection of *Picea polita* Forest against Typhoons
and Its Restoration on the Damaged Area
in Yamanaka Forest Reserve**

Keiji TAKAHASHI⁽¹⁾

Summary

Picea polita forest on the northeastern foot of Mt. Fuji is one of the coniferous forest types on a lava flow in the temperate region, and the pure forest is a rare community in the whole world. *P. polita* is distributed from Fukushima to Kagoshima Pref. in Japan, but it is nowhere plentiful except at Mt. Fuji.

The forest was designated as one of Japan's natural monuments in 1963, and, together with the surrounding forest, it has been preserved under the name of "Forest Reserve" in the National Forests. However, in recent years, the *Picea* forest has been frequently damaged by typhoons or extratropical cyclones.

This investigation was carried out in Aug., 1971. In this paper, the writer reports on the actual conditions of vegetation and damage, and describes the measures of protection and restoration of the *Picea* forest.

1. Geographical features

The forest reserve is situated in lat. 35°27'N. and long. 138°51'E. and in the altitudes of 940~980 m above sea level.

During a typhoon, wind direction and speed at a certain place are remarkably affected by the path of the typhoon. The wind at the right area of the path is stronger, blows for a longer time, and extends over a wider expanse than that at the left area. The most dangerous wind, in the majority of cases, can be considered as a southerly wind. The local wind of this area is liable to blow hard in the direction of north or south from the natural configuration also (see Fig. 1). The forest reserve, accordingly, lies in a dangerous place.

As shown in Fig. 2, the boundary between the national forest and private land is full of indentations, especially on forest edge facing south or southeast, and the width of the forest is very narrow in the southern part. Excepting the northeastern part adjacent to hills, the forest reserve is almost encircled by a flat paddyfield area. The reserved forest is on an old lava flow of Mt. Fuji; the lava is broken into a maze of irregular rugged blocks, and is very porous in structure. This lava flow is only slightly weathered at the surface, the soil is immature, and consequently the trees have a shallow root system. In general, the above-mentioned forest land is apt to suffer forest damage by storms.

2. Communities in the forest reserve

This area had been preserved as a cutting-prohibited forest by the government in the Edo Period. It is presumed that the area of *P. polita* forest in those days was larger than it is at the present time, but it has been decreased by forest fire, reclamation, and so on as times changed.

Received June 3, 1975

(1) Forest Influences Division

The vegetation of the reserved area is divided into the following communities; *Picea polita*-*Rhus trichocarpa*-Moss community, *Prunus incisa* scrub, and *Pinus densiflora*-*Patrinia triloba*-Moss community (cf. Fig. 3). The extent of each community is summarized in Table 1.

Field work was done on the basis of a standard method of CT(P), JIBP, and the number of seedlings, stand structure, and floristic composition in each community were investigated by the five quadrats of 10 m × 10 m.

The *Picea* forest ranges from the middle to the south of the reserved area, subcompartment No. 40b, 41a, 42b, 43b, 44a, and 45a. The tree layer of 4~24 m in height is made up of only *Picea polita* of about 260 years of tree age, and the forest shows the uniform forest type as in Fig. 4. The trees are pyramidal in outline, although the tops of many are flattened (cf. Fig. 5). Most of the old trees have not borne seeds since 1960. The density of *Picea* is about 400 trees per hectare, and its distribution in the forest is equable. In general, of all the forest types, an old uniform forest composed of shallow-rooted coniferous trees shows the lowest resistance to storm.

This community has many liana or sun species in addition to pioneer species because it is an intermediate stage in succession (Table 2, 3).

The *Prunus* scrub is the wind damaged stand which lost *Picea polita* trees by storms, and it is a mixed stand which is composed of *Prunus incisa*, *Abelia spathulata*, *Rhus trichocarpa*, *Clethra barbinervis*, *Hydrangea paniculata*, *Deutzia crenata*, etc. The height of the scrub is about 5 m. The coverage of the herb or moss layer shows low percentage for the dense shrub layer, but the bare spots which were produced by the fallen *Picea* trees have many sun or pioneer plants in the herb layer. This community, therefore, has the greatest number of species among the three communities.

The *Pinus* forest is a secondary stand after a forest fire in 1880 or thereabouts, and the height of pine trees is about 15 m (Fig. 6). The under and middle layers of this forest have *Picea polita* trees which have invaded the land since the forest fire. The coverages of tree and shrub layers show low percentage (cf. Fig. 6), the canopy of pine is pervious to sunlight with greatest ease among three communities, and so the forest floor is light. It is favorable for the development of *Picea*. This community, as compared with the others, has a small number of species, and a high proportion of pioneer species to the total number (cf. Table 3).

3. Wind damage of *Picea polita* trees

On the site of this natural monument, the number of wind damaged trees of *Picea polita* amounted to 2,714 for the period of 1956 to 1969 as shown in Table 4. Heavy losses were brought about when this area happened to be on the right of the path of typhoons as shown in Fig. 9. On those occasions, the dangerous wind directions of a maximum wind speed above 20 m/sec were recorded in the range of SE to SSW at Funatsu and Gotenba Weather Stations near this area (cf. Table 5).

The distributions of the wind damaged places caused by the Typhoon No. 26 in 1966 as in Fig. 10 and of *Prunus* scrub after wind damage as in Fig. 3 show that the damage was caused by south or southeast wind.

On the wind damage by southerly strong winds for the period of 1956 to 1969, the number of damaged trees per hectare or per unit length of forest edge in each subcompartment is shown in Table 6. As a result, it can be seen that there is the greatest damage in the subcompartment No. 45a of the south of the *Picea* forest; No. 44a and 42b follow this, and No. 43b and 40b of the north and 41a near hills show small damage.

On the forest edge facing more to the south or southeast, a number of debilitated or dead-standing trees of *Picea polita* were observed in August, 1971. It seems that the vitality of the old trees was greatly reduced by a high wind; next it was weakened by such insects or fungi as *Polygraphus jezoensis*, *Monochamus* sp., or *Lophodermium* sp.

The preventive measures of damage are as follows: As emergency measures, the establishment of a shelter net on the forest edge facing dangerous wind direction and the control of insects or fungi, are necessary. As permanent measures, it is advisable to establish a windbreak with the condition that the soil of the windbreak is amended by soil dressing.

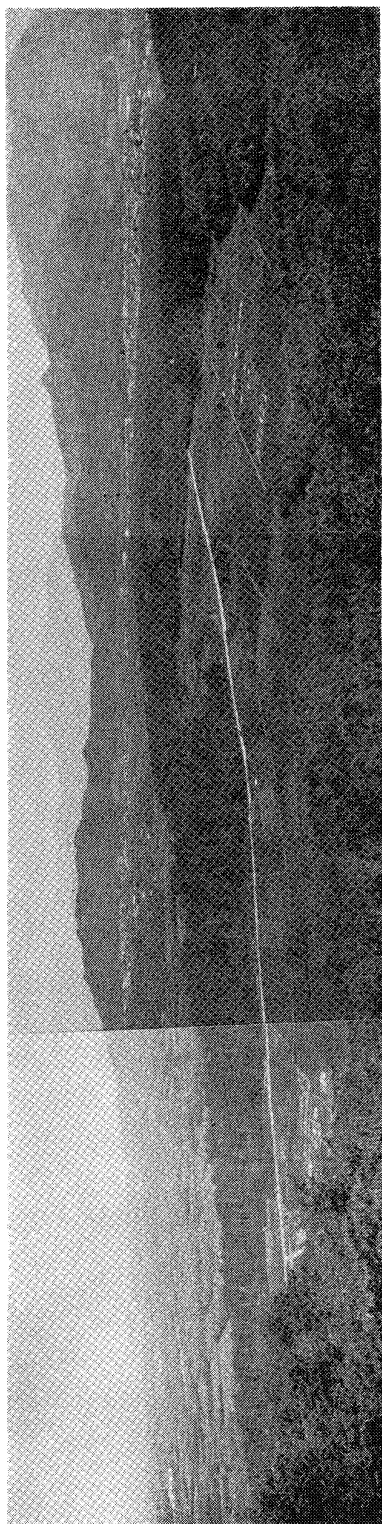
4. Restoration of the *Picea* forest

The existing old trees of *Picea polita* will become extinct automatically in the near future. Accordingly, the actual state of natural regeneration of *P. polita* was investigated in the three communities.

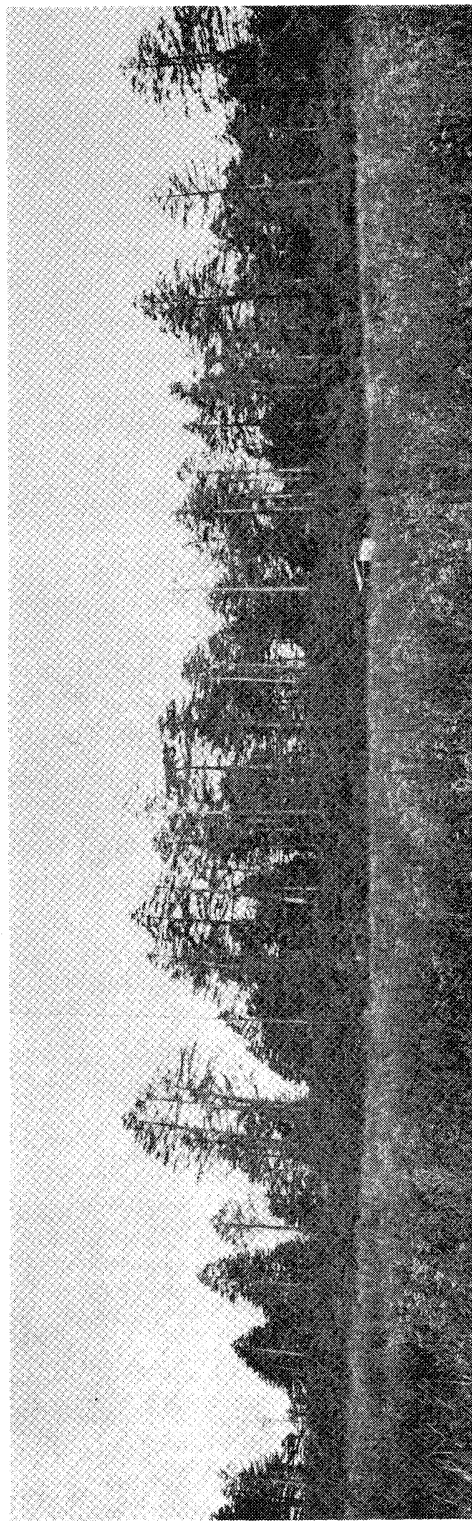
As shown in Fig. 4, 7, 8, and Table 7, the young trees and seedlings of *P. polita* in *Prunus* or *Picea* community were insufficient in the number, while those in the *Pinus* forest were sufficient. Therefore, the *Prunus* and the *Picea* communities will be changed into the deciduous broad leaved forest composed of *Quercus serrata*, *Sorbus alnifolia*, *Acer* spp., etc., and the *Pinus* forest will be replaced by the forest of *Picea polita* in the next stage of succession.

The *Pinus* forest, however, is a heterogeneous community which has low similarity coefficients to the other two communities and the smallest number of species among the three communities (cf. Fig. 11). In the percentage composition of species number on disseminule form (cf. Table 9) also, the *Pinus* forest has the dominance of species of the D1 type, unlike other communities. It seems that these characteristics of the *Pinus* forest were originated by forest fire, accordingly, the *Picea* community in the next stage of the *Pinus* forest will be essentially different from the *Picea* community in primary succession. On the other hand, the floristic composition of the *Prunus* scrub is similar to that of the *Picea* forest.

Consequently, it is to be desired that the pot seedlings of *Picea polita* are planted in the *Prunus* scrub, and the stand is restored to the *Picea* forest. On the planting distance, sparse planting is desirable to facilitate low form point, low ratio of tree height to d. b. h. and large root extent of each tree. On the care after planting, spot weeding and vines cutting will be required over a long term of years, and the trees must be developed gradually from early youth by repeated improvement cuttings so that they possess exceptionally broad crowns and sturdy stems, and are strongly rooted to withstand as individual trees the onslaught of storms.



a) 保護林の全景
Whole view of Yamanaka Forest reserve.



b) ハリモミ林の衰退状態 (45 林班東側林縁)
Decay of *Picea polita* in east edge of compartment No. 45.



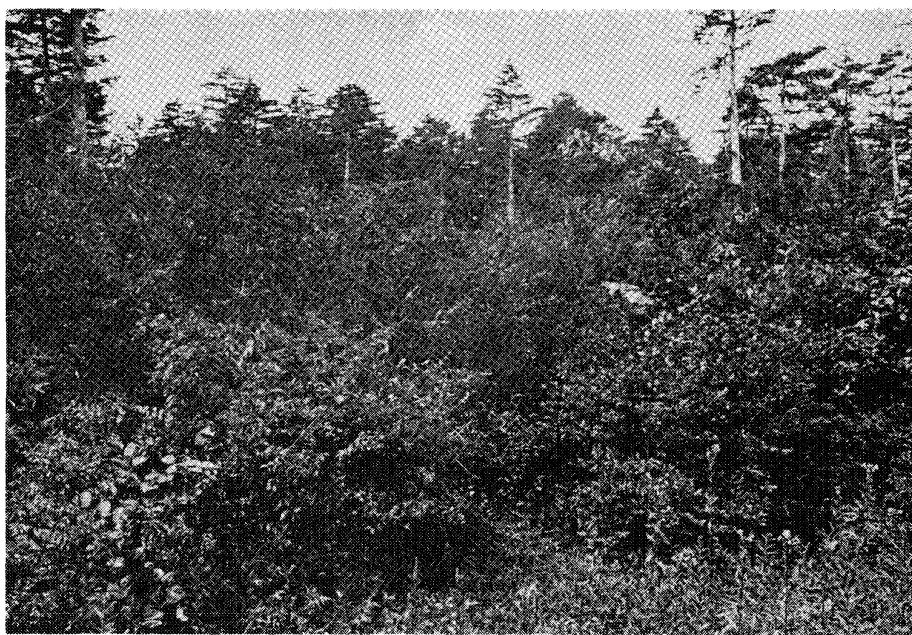
b) ハリモミ林の林冠 (コードラート No. 1)
Canopy of *Picea polita* forest in
quadrate No. 1.



a) ハリモミ林 (41 林班, コードラート No. 1)
Picea polita forest of quadrate No. 1
in compartment No. 41.



a) ハリモミの健全木と衰弱木
Healthy and declined trees of *Picea*.



b) ハリモミ風倒跡地のマメザクラ低林 (44a 林小班, コードラート No. 2)
Prunus incisa scrub after windthrow of *Picea*,
quadrate No. 2 in subcompartment No. 44a.