

## 富士山亜高山帯雪崩攪乱跡地におけるイタドリの分布様式とカラマツ実生の定着に対するナースプラントとしての機能

南 佳典<sup>\*1</sup>・渡邊 功<sup>1</sup>

南 佳典・渡邊 功：富士山亜高山帯雪崩攪乱跡地におけるイタドリの分布様式とカラマツ実生の定着に対するナースプラントとしての機能 日林誌 89: 183~189, 2007 富士山亜高山帯の雪崩発生から数十年経過した調査地 A と雪崩発生から間もない調査地 B において、イタドリパッチのカラマツ実生の定着場所（マイクロサイト）としての機能を明らかにすることを目的とし、イタドリパッチの分布とカラマツ実生の定着状況について比較検討を行った。調査地 B にみられたイタドリパッチは調査地 A に比べ大きなものが多く、その内側には樹齢の高いカラマツ実生が定着していることが示された。このことから、調査地 B のイタドリはカラマツ実生の攪乱跡地への侵入を助けるナースプラントとしての機能があると考えられる。一方で、調査地 A のイタドリはパッチサイズが小さく、次の遷移段階の構成種の侵入におけるナースプラントとしての機能を十分に果たしているとは考えられない状況であった。

キーワード：イタドリパッチ、カラマツ実生、遷移、ナースプラント、マイクロサイト

Minami, Y. and Watanabe, I.: Distribution of *Reynoutria japonica* (Polygonaceae) and Establishment of *Larix kaempferi* in Avalanche Disturbance Areas of the Subalpine Zone, Mt. Fuji. J. Jpn. For. Soc. 89: 183~189, 2007 We studied relationship of spatial distribution between patches of *Reynoutria japonica* Houtt (Polygonaceae) and *Larix kaempferi* seedlings in the subalpine area of Mt. Fuji in order to examine how the *R. japonica* patch functioned as a nurse plant for the establishment of *L. kaempferi*. The two contrasting sites were selected; one (site A) was located on the slope with scattered *L. kaempferi* trees where avalanche occurred several decades ago (>40 years), and the other (site B) was located on the frequently avalanche-disturbed slope. The size of *R. japonica* patches in the site B were larger than those in the site A. *Larix kaempferi* seedlings with the age of two or more inside the *R. japonica* patches were abundant in the site B than those in the site A. These results suggested that relatively larger patches of *R. japonica* observed mainly in the avalanche-prone site (i.e., site B) enhanced establishment of *L. kaempferi* by reducing physical disturbances such as wind and drought damages. On the other hand, *R. japonica* patches found in the old avalanche slope (i.e., site A) which were mostly smaller patches, may not function as a nurse plant for *L. kaempferi* that could be dominant following the succession in the study area.

**Key words:** *Larix kaempferi* seedling, microsite, nurse plant, *Reynoutria japonica* patch, succession

### I. はじめに

近年、森林動態研究において、攪乱の果たす重要性が認識されてきた。日本の森林では台風の影響が大きいといわれているが（中静・山本, 1987）、多雪斜面では雪崩も重要な攪乱と考えられている（上野・林田, 1999）。雪崩は滑り面が地表面である全層雪崩と、積雪内部である表層雪崩に大別される（小野寺, 1990）。全層雪崩は斜面の移動の際に岩石、土砂、なども運搬し林地を著しく破壊するため、崩壊地の形成と拡大に関与する場合がある（小野寺, 1979）。

富士山は日本の最高峰でありながら、他の山岳の高山域に分布するハイマツ (*Pinus pumila*) やガンコウラン (*Empetrum nigrum*)、ミネズオウ (*Loiseleuria procumbens*) などを欠いている。その原因としては富士山の成立が地質学的に非常に新しいこと、近隣の高山域をもつ山岳地帯から距離的に隔離した独立峰であること、山容が単純で、山中に溪谷、湿原、湖水などがみられないこと、山体がたえず崩

壊、転移する岩石や、砂礫、火山灰からなり、安定した地盤に乏しいことがあげられている（高木, 1971）。富士山の土壌は玄武岩由来のスコリアと呼ばれる多孔質砂礫と年代約 1000~2000 年の母岩が層構造をなしており（津屋, 1971；中村・小幡, 1982）、その斜面は安定性が低くしばしば雪崩を引き起こしている。

雪崩による攪乱を受けた跡地では、長い年月を経過しても植生の回復が滞っている場所がみられる。雪崩攪乱を受けて裸地化した砂礫層は、非常に不安定で、植物の定着を困難にする。また、この砂礫層は植物の生育にとって極端な貧栄養環境であり、乾燥も著しい（広瀬・丸田, 1976；石川, 1976）。このような不利な条件下で最初に定着できるのは、不安定な地盤でも種子発芽および幼体の定着ができ、栄養不足や乾燥にも強い限られた先駆植物だけである。表土や植物遺体のない堆積地では、風散布型の種子がとくに重要な植生回復の材料であり、土石流の堆積地上にみられる遷移初期相の種のほとんどが翼のある長距離散布に適

\* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: yoshi-min@agr.tamagawa.ac.jp

<sup>1</sup> 玉川大学農学部 (194-8610 町田市玉川学園 6-1-1)

College of Agriculture, Tamagawa University, 6-1-1 Tamagawa Gakuen, Machida 194-8610, Japan.

(2006年10月11日受付；2007年2月26日受理)

した種子をもつことが知られている (Dale, 1989; Nakashizuka *et al.*, 1993)。富士山亜高山帯の裸地上には地衣類、蘚苔類、オンタデ (*Pleuropteropyrum weyrichii* var. *alpinum*)、イタドリ (*Reynoutria japonica*)、ミネヤナギ (*Salix reinii*)、カラマツ (*Larix kaempferi*)、ダケカンバ (*Betula ermanii*)、ミヤマハンノキ (*Alunus maximowiczii*)などを主とする一次遷移初期相種が定着するのが一般的である (高橋・梨本, 1980)。

亜高山帯の火山噴出物上における遷移研究では、カラマツ林からの遷移によってシラベ林が成立し、さらにコメツガ (*Tsuga diversifolia*) 林へと遷移するとされている (前田ら, 1976; 中村, 1980; 高橋・梨本, 1980; Ohsawa, 1984; Nakamura, 1985)。Yura (1988) は野外および実験下でカラマツおよびシラベの種子発芽調査を行い、カラマツにはシラベより高い乾燥耐性があることを報告している。同様に、Yura (1989) はカラマツの根の伸長速度が早いことを明らかにし、乾燥を避ける戦略をもっていることを示した。これらのことは、カラマツが遷移段階初期種として攪乱跡地に定着できる能力があることを表している。丸田 (2000) は、森林限界にみられるカラマツの樹形をその扁平化の程度によって五つのタイプにわけ、矮性型として定着したカラマツはそれより山頂側のカラマツが増えるにしたがって環境緩和が進んで偏形型が軽減するとしている。これは種子発芽後もカラマツは厳しい攪乱跡地での定着に有利な生育特性をもっていることを示しているが、岡ら (1992) によると富士山の森林限界 (2,400~2,700 m) にみられるカラマツ低木林では、その埋土種子量が樹冠から離れると急激に減少することから、種子が母樹からそれほど遠くまで飛ばないようである。すなわち、森林限界付近におけるカラマツによる森林限界線の上昇は、それほど早くないことが推察される。

梨本・石井 (1999) は、富士山の雪崩跡地において攪乱要因としての雪崩発生時期、頻度や規模が異なる跡地で、それぞれの条件に対応した植物群落が成立していると報告している。その中で、雪崩によって林床が攪乱されなかった場所では、多数のシラベ前生稚樹が残存しており、林冠被害後の再生を担うと推定され、カラマツやダケカンバの稚樹は雪崩による林冠破壊後に侵入した後生樹であることが確認されている。また、梨本ら (1999) の報告では弱度攪乱ではシラベ前生稚樹またはダケカンバ、中度攪乱ではダケカンバ、強度攪乱ではカラマツによる再生が進むことが明らかにされている。

強度攪乱を受けた立地において、その後引き続き起こる表土の移動などが起こる場合には、カラマツの実生の定着が滞る場合がみられる。より早い段階で攪乱跡地に侵入するといわれているイタドリは、根茎を張りめぐらすことによる地表面の安定化、有機物および窒素をはじめとする栄養塩類の蓄積などの機能を有する (高木・丸田, 1996)。その結果として、他の植物の定着促進といった機能によって貧栄養条件下である攪乱跡地における植生の発達に貢献し

ていると考えられている (高木・丸田, 1996)。このことを考慮して、本研究では富士山亜高山帯域において、雪崩による攪乱から数十年経過した地点とごく最近雪崩が発生した地点を選定し、両地点に分布するイタドリがカラマツ実生の発芽・定着に寄与するマイクロサイトとしてどのように機能しているかを、イタドリの生育状況を加味して検討することを目的とした。

## II. 方 法

### 1. 調査地の概要

調査地は、Fig. 1 に示した富士山亜高山帯における富士スバルライン御庭洞門付近で、植生の被害状況、再生群落の分布状況および過去の調査結果 (梨本・石井, 1999; 梨本ら, 1999; 南ら, 2000) を参考にし、雪崩発生年の異なる2カ所の雪崩跡地を選定した (調査地 A および B)。

調査地 A (標高約 2,170 m) として選定された雪崩攪乱跡地は、雪崩発生から数十年経過している立地である。1962年に撮影された航空写真にも雪崩跡が認められることより、雪崩が生じたのは少なくとも40年以上前であると推測されている (南ら, 2000)。攪乱跡地の斜面上部では傾斜角約 14° であり、途中で 18° とやや急になるが、末端で再び 14° となる。この付近の土壌は主にスコリア礫によって形成されており、攪乱地では地表面のリターがあまり発達せず、不安定な状態になっている。立木としてカラマツがわずかに点在し、ほかにシラベ、ナナカマド (*Sorbus commixta*) も少数ながらみられる。低木ではミヤマハンノキ、ミネヤナギなどが分布している。草本層ではコケモモ (*Vaccinium vitis-idaea*) が優占し、イタドリなどの多年生

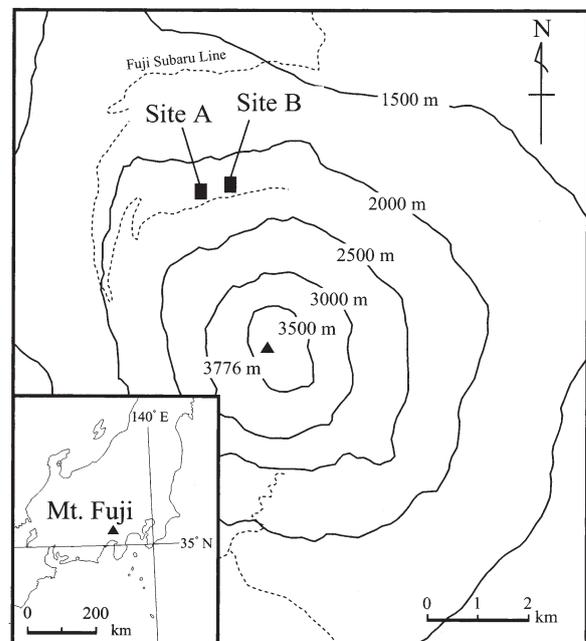


Fig. 1. Location map of Mt. Fuji.

The study sites A and B were selected in avalanche disturbed areas around the treeline in the northern slope of the mountain flank.

草本がまばらに生育しているにすぎない。多くは、ハイイロキゴケ (*Stereocaulon vesuvianum*), ハナゴケ (*Cladonia rangiferina*), マキバエイランタイ (*Cetraria ericetorum*) などの地衣類が優占する群落となっている。

調査地 B (標高約 2,200 m) として選定された雪崩攪乱跡地は、最近雪崩が発生した新しい攪乱跡地で、調査地 A から東に 700 m 程度離れている。傾斜角は約 18° である。富士スバルライン付近の雪崩を監視している山梨県道路公社富士河口湖富士線有料道路管理事務所 (私信) によると、最近では 1998 年 4 月 14 日に大規模な雪崩が発生し、2003 年 2 月および 4 月にも小規模な雪崩の発生が確認されている。このことから調査地 B は雪崩の頻発地であり、攪乱地の地表面は非常に不安定で絶えず崩壊を繰り返していると推測される。樹高数メートルに達するような立木は存在せず、低木もみられない。草本層にイタドリが優占し、コケ層にはシモフリゴケ (*Racomitrium lanuginosum*) やミヤマスギゴケ (*Pogonatum alpinum*), ハリスギゴケ (*Polytrichum piliferum*) などの蘚苔類がわずかに生育している程度である。

## 2. 調査コドラートの設置と植生状況

両調査地でイタドリパッチが分布しているところを中心にコドラート (5 m×5 m) を 10 カ所ずつ設置し、各コドラート内に出現したすべての植物種を記録し、それらの被度 (%) を測定した。

## 3. イタドリの個体数と外部形態

各コドラート内に出現したイタドリの総個体数 (パッチ数) を記録し、それぞれのパッチサイズを測定した。パッチサイズは葉の広がりについて測定し、長径および短径から平均値を求めた数値とした。イタドリは地下茎を伸ばし栄養繁殖を行うため、地上部だけの観察だけでは同一個体であるか判断が難しいが、丸田 (1981) では地上部が明らかに離れているものは別個体であると報告しているため、本研究でもそれに従った。

## 4. イタドリパッチへのカラマツ実生の定着

両調査地間で、イタドリのパッチがカラマツ実生のセーフサイトとしての機能を有しているかを把握するために、各コドラート内においてカラマツ実生が定着している場所 (マイクロサイト) を抽出した。抽出されたマイクロサイト内に定着しているカラマツ実生の個体数、および節間数から推定された樹齢を測定した。なお樹齢 4 年生以上の個体は主軸交代がみられるため確実な樹齢が判断できない。したがって、樹齢は当年生、2 年生、3 年生および 4 年生以上とした。

## 5. 砂礫の粒径

両調査地の地表面を覆う砂礫の粒径分布を明らかにするため、0~5 cm (以下、表層)、5~10 cm (以下、下層) の各層ごとに砂礫を採取し (縦×横×深さ: 20 cm×20 cm×5 cm), 各粒径毎の重量を測定した。砂礫の採取は、両調査地において 1 コドラートにつき 5 カ所から行った。なお、植生の被覆状況などから、コドラート内から砂礫採取がで

きないコドラートもあったため、両調査地とも 5 コドラートとした。採取した礫は研究室に持ち帰りバットに広げ風乾後、ふるいにかけて粒径 0.2 cm 未満、0.2~1.0 cm, 1.0~3.0 cm, 3.0~5.0 cm, 5.0 cm 以上の 5 区分とした。各区分ごとに乾燥重量を測定し、それぞれの含有率 (%) とした。

なお、砂礫の粒径の比較は、アークサイン変換後パラメトリック検定法 (*t*-test) を用いて行った。

## 6. 学名

学名は、維管束植物は佐竹ら (1981, 1982a, b, 1989a, b), 蘚苔類は岩月 (2001), 地衣類は吉村 (1982) に従った。

## III. 結 果

### 1. 攪乱跡地の植生

Table 1 に両調査地に設置した各コドラート内に出現した植物の被度 (%) を示す。調査地 A の出現種は 33 種確認され、維管束植物 12 種、蘚苔類 10 種、地衣類 11 種であり、蘚苔類および地衣類の優占度が高かった。優占種はハイイロキゴケ、ハナゴケ、コケモモであり、イタドリの被度は全コドラートで低かった。維管束植物のうち 5 種が木本植物の稚樹で、カラマツは全コドラートに出現し、カラマツ以外の木本植物は出現したコドラート数は少なく、被度も低かった。調査地 A のみに出現する種は 19 種で、ハナゴケ、ミヤマハナゴケ (*Cladonia stellaris*) などであった。調査地 B の出現種は 23 種確認され、維管束植物 13 種、蘚苔類 8 種、地衣類においてはハイイロキゴケとマキバエイランタイの 2 種のみであった。イタドリを除いたその他の種の被度は低かった。全コドラートに出現したのはイタドリを除いて、カラマツのみであったが被度は低かった。調査地 B のみに出現する種は 9 種で、オンタデ、キオン (*Senecio nemorensis*), ミヤマスギゴケなどであった。両調査地に共通して出現した種は 14 種であったが、コケモモは調査地 A において出現頻度および被度がよく示されているのに対し、調査地 B では 1 カ所のみ出現であった。カラマツ実生および稚樹は両調査地の全コドラートに出現がみられた。

### 2. イタドリの生育状態

調査地 A および B の全コドラート内 (合計 250 m<sup>2</sup>) におけるイタドリの出現数では、それぞれ 174 個体および 969 個体が生育しており、調査地 B の個体数は調査地 A の約 5.5 倍であった。

Fig. 2 に出現個体のパッチサイズ別分布を示す。5 cm 以上のイタドリパッチは調査地 A で 158 個体、調査地 B で 243 個体で、パッチサイズ 5 cm 以下 (当年生実生) はそれぞれ 16 個体および 726 個体であった。調査地 A のパッチサイズ分布は 5~25 cm に集中しており、25 cm のサイズを境に個体数は急激な減少を示した。最大サイズは 60 cm で、1 個体のみであった。調査地 B のパッチサイズの分布は、5 cm 未満の当年生実生個体に集中しているが、大きなパッチを形成しているものも多く、最大パッチサイズは

Table 1. Cover class of two study site communities.

Species	Plot No.	Study site A										Study site B									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V* <i>Reynoutria japonica</i>		2	3	2	2	2	2	2	1	2	1	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5
V <i>Larix kaempferi</i> **		1	2	1	1	3	2	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
L* <i>Stereocaulon vesuvianum</i>		5	4	3	3	5	4	3	4	2	2				+				+	+	+
V <i>Vaccinium vitis-idaea</i>		4		4	1	5		4	5	2	3		+								
L <i>Cetraria ericetorum</i>		1	3	1	1	3	1	2	2	+	+						+		+	+	
V <i>Campanula punctata</i> var. <i>hondoensis</i>			3			3		+	1	1	1						2		1	+	2
M* <i>Polytrichum piliferum</i>			+	1	1	1	+								+	+					1
V <i>Sarix reinii</i> **			1	1		+								1	+	+					
M <i>Racomitrium lanuginosum</i>			+	+	+	+	1	+	+		+	+			+				1	+	+
M <i>Racomitrium sudeticum</i>			1	+			+						+	+		+	+	+			
V <i>Alnus maximowiczii</i> **				+	+		+	+				+	+			+					
M <i>Pogonatum sphaerothecium</i>					+			+	+												+
M <i>Cynodontium polycarpum</i>			+																		
V <i>Arabis serrata</i>		+											1		1	1					
L <i>Cladonia rangiferina</i>		5	2	2	3	5	2	4	5	2	2										
L <i>Cladonia stellaris</i>		1	3		1	2	+	2	1	+											
L <i>Cladonia pleurota</i>		+		+	+	1		1													
L <i>Cladonia nigripes</i>					1	1	+		+	+											
L <i>Cladonia pleurota</i>			1				+		+												
V <i>Betula ermanii</i> **			+			1															
M <i>Dicranum nipponense</i>		1																			
V <i>Abies veitchii</i> **		+	+							+											+
L <i>Cladonia ceratophyllina</i>		+				+															
M <i>Dicranum polysetum</i>						+				+											
V <i>Rhododendron brachycarpum</i> **				+				+													
L <i>Cetraria hepatizon</i>			+																		
L <i>Cladonia krempehuberi</i>			+																		
M <i>Arctoa fulvella</i>						+															
M <i>Dicranum flagellare</i>						+															
L <i>Cladonia merochlorophaea</i>										+											
V <i>Clematis ochotensis</i>						+															
V <i>Sorbus commixta</i> **						+															
M <i>Grimmia</i> spp.								+													
V <i>Pleuropteropyrum weyrichii</i> var. <i>alpinum</i>												1	1	1	+	2	1	+	1		
V <i>Senecio nemorensis</i>												1	1	1	+	1	1			+	+
M <i>Pogonatum alpinum</i>												2		+							
M <i>Polytrichum juniperinum</i>												+	+								
V <i>Hedysarum vicioides</i>												+							1	+	
V <i>Artemisia princeps</i>															+	+	+				
V <i>Artemisia pedunculosa</i>												+									
M <i>Racomitrium</i> spp.																+					
V <i>Poaceae</i> spp.																+					
Number of species in each plot		12	17	13	13	20	12	14	12	11	9	11	8	10	12	7	9	5	8	7	8

\* V, Vascular plant; M, Moss; L, Lichen. \*\* Seedling.

365.0 cm であった。5 cm 未満の個体を除けば、調査地 B でのパッチサイズ分布は緩やかな逆 J 字型を示した。それぞれの平均パッチサイズは、19.6(±10.2) および 40.7(±44.4) であった ( $p < 0.01$ )。

### 3. イタドリパッチへのカラマツ実生の定着と年齢構成

Fig. 3 にマイクロサイト別のカラマツ実生の年齢構成を示す。調査地 A ではカラマツ実生のマイクロサイトとして、イタドリパッチ内、他の植物がまったく生育していない裸地上、直径が数十 cm 程度の岩石周囲、雪崩時に流されてきたと思われる倒木上およびコケマット上の五つが確認された。調査地 A の全コドラート内には 392 個体のカラマツ実生がみられ、うち当年生個体が全体の 7 割を占めていた。各マイクロサイトに定着していた個体数はイタドリのパッチ 75 個体、裸地上 128 個体、岩石周辺 65 個体、倒木上 50

個体およびコケマット 74 個体であった。当年生個体は裸地上に多く定着していたが、年齢が上がるにつれその個体数は全マイクロサイトで急激に減少した。調査地 B ではイタドリパッチ内、裸地、岩石周辺、倒木がマイクロサイトとして確認できたが、倒木自体の本数は少なかった。全コドラート内では 214 個体のカラマツ実生がみられ、イタドリパッチに 7 割以上の実生が定着し、その多くは 3 年生個体であった。全体に当年生個体は少なく、イタドリパッチ以外では年齢が上がるほど個体数は減少した。

### 4. 表層土壌の状況

Fig. 4 に両調査地の深さ別土壌粒径組成を示す。調査地 A における表層部の粒径組成は 0.2 cm 未満から 1.0 cm の細かい礫が多く (48.1%)、下層部でも 0.2~1.0 cm の礫が 51.8% を占めていた。両層の比較では、表層において 3.0~

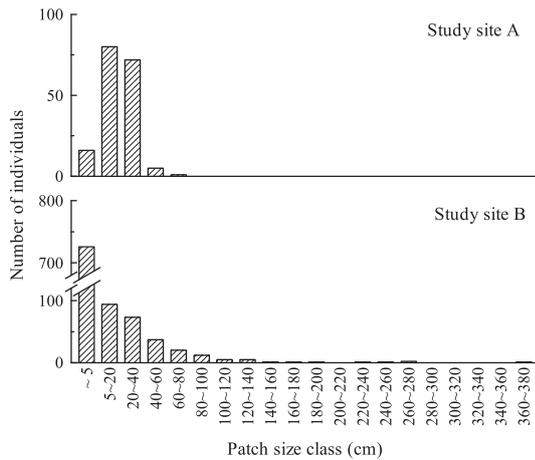


Fig. 2. Number of individual distributions for the patch size class of *Reynoutria japonica* in the study sites A and B.

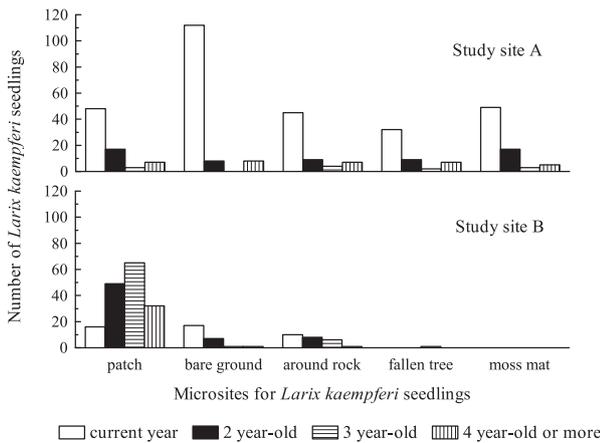


Fig. 3. Number of *Larix kaempferi* seedlings growing on the five microsites, *Reynoutria japonica* patch, bare ground, around rock, fallen log and moss mat, in the study sites A and B.

5.0 cm の粒径サイズが有意に多いことが認められた ( $p < 0.05$ )。一方、調査地 B の表層部では粒径サイズによる含有率の偏りは小さく、表層面には 10.0 cm 程度の大礫も含まれて構成されていた。しかし、下層部の含有率では、0.2 cm 未満の礫が 40.8%、0.2~1.0 cm が 33.4% と、細かい礫の含有率が 7 割を超していた。両層の比較では、1.0~3.0 cm の粒径サイズ以外で有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。調査地間の比較では、表層部においてすべてのサイズで有意差が認められた ( $p < 0.01$ )。また、下層部では 0.2~1.0 cm、1.0~3.0 cm、および 5.0 cm 以上の 3 区分の粒径サイズで有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。

IV. 考 察

新しい攪乱跡地である調査地 B にみられたイタドリのパッチ内には、調査地 A のパッチ内に比べ、より多くのカ

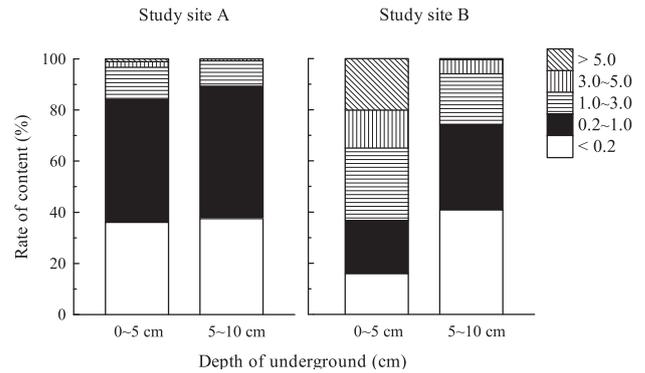


Fig. 4. Rate of content for grain size divided five classes in two depth layers, 0~5 cm and 5~10 cm.

ラムツ実生が定着していることが示され、その樹齢も高いものが多いことが確認された (Fig. 3)。イタドリパッチ以外のマイクロサイトでは裸地か岩石周辺にカラマツ実生がみられたが、その多くは当年生であり齢が上がるにつれてその数は急激に減少している。すなわち、その大部分が当年生の内に枯死しているとみられる。それに対し、イタドリパッチに定着しているカラマツ実生は、その他のマイクロサイトに定着しているものより齢を増した 3 年生以上の個体が占める割合が多い。高木・丸田 (1996) は、実際にイタドリパッチ内と裸地に生育しているカラマツを比較し、イタドリパッチに定着しているカラマツの方が著しく成長がよいことを述べている。調査地 B のようなガレ地ではその表層は常に動いていることが知られており (大賀・沼田, 1971)、イタドリパッチに定着したカラマツ実生は乾燥や地表攪乱などの物理的環境から守られ、当年生の多くが枯死せずに生育できると考えられる。また、Adachi *et al.* (1996) は富士山砂礫地においてイタドリのパッチサイズとその中に侵入する種数の関係を報告し、その中でパッチ面積が 1 m<sup>2</sup> を超すと、侵入する種数はほぼ面積に対して直線的に増えていくことを示している。調査地 B の平均パッチサイズは 40.7 cm と調査地 A の 19.6 cm よりも大きく、最大のパッチサイズのものでは 365.0 cm の個体も出現していた (Fig. 2)。このことが調査地 B のイタドリのパッチに多くのカラマツの定着を可能にしていた原因であると考えられる。もし、今後大規模な攪乱が起こらなければ、高橋・梨本 (1980) が指摘するような、カラマツを中心としてミネヤナギやダケカンバ、ミヤマハンノキの侵入による一次遷移が進行することになるだろう。

大規模な攪乱を受けた裸地に植物が定着するには、まずそこに種子が散布され定着する必要がある。10 月末から 11 月にかけて成熟したイタドリの種子は土壌表面に散布されるが、散布後にその場にとどまるもの、風や水の移動などにより別の場所へ運ばれるものなどその行き先はさまざまである。Fig. 4 から調査地 B の土壌表面は空隙が多い大礫で構成されていることが理解され、かつその下層部には細礫の割合が急増することが示された。Anisuzzaman and

Masuzawa (2002) は富士山高山帯域において、土壌粒子サイズが細くなるほどイタドリやオンタデの大きな種子は土壌に捕捉されにくくなると述べている。また、Chambers *et al.* (1991) はアメリカ合衆国モンタナ州の高山帯砂礫地での実験で土壌への種子の侵入様式について模式化しており、同様にサイズの大きな種子 (*Fetuca idahoensis* など) は小さな粒径の土壌表面に入ることができないが、サイズの小さな種子 (*Cerastium arvense* など) はほとんどの粒径サイズの土壌中に入ることができると報告している。イタドリの実生個体数が調査地 A よりも調査地 B において格段に多く分布していた理由として、散布された種子が礫サイズの大きい調査地 B の土壌表面に多く捕捉されたからではないかと考えられる。多くの実生定着が可能となる調査地 B のイタドリは、年を経るにつれ個体数の減少はみられるものの、パッチサイズの大きな個体にまで成長できる。反対に、調査地 A では、細かな礫で地表面が覆われており (Fig. 4)、調査地 B に比べ種子が土壌中に捕捉されにくく実生数も少なくなることが推察できる。

イタドリパッチあたりのカラマツ実生定着本数 (実生数をパッチ数で割った値) でみると、調査地 A では 0.43 個体、調査地 B では 0.22 個体となり、調査地 A のイタドリはパッチ数が少なく、かつサイズが小さいながらもカラマツの実生の定着に貢献しているように見える。しかしながら、古い攪乱跡地である調査地 A のイタドリパッチ内では、カラマツ実生は当年生個体がほとんどであり、2 年生以降では枯死する可能性が高いことも示している。

調査地 A では、調査地 B とは異なりその他のマイクロサイトにもカラマツ実生が定着していた。とくに、裸地では他のマイクロサイトに比べ高い定着個体数を示した。調査地 A の土壌表面には細かな礫が多く堆積していた (Fig. 4)。大賀・沼田 (1971) によると、時間の経過に従い、火山礫は風化作用によって細分化され、植物の生育に適した粒度組成をもつ土壌が形成されるとしている。これがカラマツの散布種子を補足することに寄与した可能性がある。また、調査地 A ではカラマツの母樹となりうる立木が、ある程度点在しているため、種子供給が十分に行われた結果でもある。しかしながら、前述の通りほとんどが当年生個体であり、齢が上がるにつれ急激に個体数が減少していた。調査地 A のような古い攪乱跡地では、地表面に堆積した細礫によりカラマツの種子が補足され発芽するまでに達するが、冬季における積雪や融雪時における地表面の礫移動などの攪乱により、2 年生以上まで成長する個体が著しく減少すると推測される。このことが、調査地 A においてカラマツの閉鎖林分が形成されない要因であろうと思われる。

両調査地における植生は、古い攪乱跡地である調査地 A においてもシラベ、ハクサンシャクナゲなどの極相構成樹種が優占的に生育する遷移段階に至ってはならず、亜高山帯の極相林分に一般的にみられるイワダレゴケ (*Hylcomium splendens*) やタチハイゴケ (*Pleurozium schreberi*) などの大型の蘚類も欠いている (Table 1)。南ら (2000) は、

調査地 A 周辺の森林内で林床植生の報告を行っているが、イワダレゴケやタチハイゴケを中心とする亜高山帯極相林に一般的な種がみられたとしている。しかし、調査地 A 内ではハイイロキゴケなどの地衣類が優占種となっている (Table 1)。ハイイロキゴケは岩上性で乾燥した立地を好み、ハナゴケも同様に乾燥した地上や岩上などに群生する種であり (吉村, 1963)、これらのことから調査地 A が遷移段階途中相であることを示している。一方で、イタドリの調査コードラート内においてコケモモの優占度が高く示され、局所的に遷移が進行しているとも考えられる。大賀・沼田 (1971) はコケモモの優占するところは土壌が発達し、水分条件に恵まれていると述べており、コケモモの分布状態から判断すると調査地 A の土壌は発達してきているといえる。丸田 (1981) は、イタドリは実生から出発した 1 個体が、地下茎による成長で直径 6 m のパッチにまで拡大すると述べている。調査地 A のイタドリは最大のパッチでも 60 cm (長径 70 cm × 短径 50 cm) で、健全に生育しているとは言い難い状態であり (Fig. 2)、地下茎の発達が何らかの要因によって妨げられているからであると思われる。これらから推測すると、コケモモの侵入による競争がイタドリのパッチ拡大を抑制している可能性があると考えられる。いずれにしても、カラマツなどの高木種の侵入が未だ進んでおらず裸地も多いため、調査地 A のイタドリが遷移の次のステージで優占する種に好適な環境を提供し、遷移を進めるナースプラントとしての機能 (高木・丸田, 1996) を十分に果たしているとは考えられない。

本研究を進めるにあたり、山梨県環境科学研究所の中野隆志博士には、調査許可の取得や調査に対する助言をいただいた。厚く御礼申し上げる。

## 引用文献

- Adachi, N., Terashima, I., and Takahashi, M. (1996) Central die-back of monoclonal stands of *Reynoutria japonica* in early stage of primary succession on Mount Fuji. *Ann. Bot.* 77: 477-486.
- Anisuzzaman, G.M. and Masuzawa, T. (2002) Effect of soil particle size and seed morphology on seed entrapment at the alpine zone of Mt. Fuji. *Rep. Fac. Sci., Shizuoka Univ.* 36: 1-5.
- Chambers, J.C., MacMahon, J.A., and Haefner, J.H. (1991) Seed entrapment in alpine ecosystems: effects of soil particle size and diaspore morphology. *Ecology* 72: 1668-1677.
- Dale, V.H. (1989) Wind dispersed seeds and plant recovery on Mount St. Helens debris avalanche. *Can. J. Bot.* 67: 1434-1441.
- 広瀬忠樹・丸田恵美子 (1976) 富士山砂礫地における植生の発達と土壌の形成. 植物群落の物質代謝による環境保全に関する基礎的研究論文集: 95-108.
- 石川 勲 (1976) 富士山の夏の表層地温. *北海道地理* 28: 77-82.
- 岩月善之助 (2001) 日本の野生植物 コケ. 352 pp, 平凡社, 東京.
- 前田禎三・宮川 清・宮崎宣光・寺師健次 (1976) 富士山の亜高山帯の森林植生, およびスバルライン沿線の森林破壊とその復元について. (森林生態学論文集—鈴木時夫博士退官記念. 農林出版, 東京). 77-132.
- 丸田恵美子 (1981) 富士山におけるイタドリのサイズ構成. *日生態誌* 31: 441-445.
- 丸田恵美子 (2000) 森林限界のなりたち. (高山植物の自然史—お花畑の生態学. 工藤 岳編, 北海道大学図書刊行会, 札幌). 53-

- 66.
- 南 佳典・中島貴子・綾野まどか・梨本 真 (2000) 富士山雪崩跡地におけるシラベ・カラマツ実生動態と地表攪乱. 玉川大農研報 40: 31-43.
- 中村俊彦 (1980) 富士山亜高山帯域の遷移. 採集と飼育 42: 303-306.
- Nakamura, T. (1985) Forest succession in the subalpine region of Mt. Fuji, Japan. *Vegetatio* 64: 15-27.
- 中村俊彦・小幡和男 (1982) シラベ, コメツガの生態学的特性に関する研究 I: 富士山亜高山帯林のギャップに見られる稚樹の動態. 東大演報 72: 121-138.
- 中静 透・山本進一 (1987) 自然攪乱と森林群集の安定性. 日生態誌 37: 19-30.
- Nakashizuka, T., Iida, S., Suzuki, W., and Tanimoto, T. (1993) Seed dispersal and vegetation development on a debris avalanche on the Ontake volcano, Central Japan. *J. Veg. Sci.* 4: 537-542.
- 梨本 真・石井 孝 (1999) 森林の再生過程に関する研究—亜高山帯林のシラベ前世稚樹による再生様式—. 電力中央研報 U98062: 1-29.
- 梨本 真・石井 孝・小林卓也 (1999) 森林の再生過程に関する研究—亜高山帯林のカラマツとダケカンバによる再生様式—. 電力中央研報 U98071: 1-47.
- Ohsawa, M. (1984) Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fuji. *Vegetatio* 57: 15-52.
- 岡 秀一・大賀宣彦・菅野洋光 (1992) 富士山北西斜面七太郎尾根におけるカラマツ低木林の成立と斜面形成. 第四紀研究 31: 213-220.
- 小野寺弘道 (1979) 積雪地帯の山地侵食防止に関する基礎的研究. 北大演研報 36: 255-316.
- 小野寺弘道 (1990) 雪と森林. わかりやすい林業解説シリーズ 96. 81 pp. 林業科学技術振興所, 東京.
- 大賀宣彦・沼田 真 (1971) 富士山における遷移系列とその解析. (富士山, 富士山総合学術調査報告書. 富士急行, 富士吉田). 422-455.
- 佐竹義輔・原 寛・亙理俊次・富成忠夫 (1989a) 日本の野生植物 木本 I. 321 pp, 平凡社, 東京.
- 佐竹義輔・原 寛・亙理俊次・富成忠夫 (1989b) 日本の野生植物 木本 III. 303 pp, 平凡社, 東京.
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亙理俊次・富成忠夫 (1981) 日本の野生植物 草本 III 合弁花類. 259 pp, 平凡社, 東京.
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亙理俊次・富成忠夫 (1982a) 日本の野生植物 草本 I 単子葉類. 305 pp, 平凡社, 東京.
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亙理俊次・富成忠夫 (1982b) 日本の野生植物 草本 II 離弁花類. 318 pp, 平凡社, 東京.
- 高木勇夫・丸田恵美子 (1996) 自然環境とエコロジー. 228 pp, 日科技連出版社, 東京.
- 高木典雄 (1971) 富士山の蘚類植物. (富士山, 富士山総合学術調査報告書. 富士急行, 富士吉田). 586-602.
- 高橋啓二・梨本 真 (1980) 土石流堆積によるカラマツ-シラベ林の植生変化. 日林誌 62: 73-81.
- 津屋弘達 (1971) 富士山の地形・地質. (富士山総合学術調査報告書. 富士急行, 富士吉田). 1-149.
- 上野真一・林田光祐 (1999) 多雪斜面におけるブナ林の表層雪崩による攪乱の実態と攪乱後の林分構造. 日林誌 81: 78-80.
- 吉村 庸 (1963) 珪質岩上のハナゴケ群落. 高知学芸高研報 4: 63-67.
- 吉村 庸 (1982) 原色日本地衣植物図鑑. 349 pp, 保育社, 大阪.
- Yura, H. (1988) Comparative ecophysiology of *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr. and *Abies veitchii* Lindl. I. Seedling establishment on bare ground on Mt. Fuji. *Ecol. Res.* 3: 67-73.
- Yura, H. (1989) Comparative ecophysiology of *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr. and *Abies veitchii* Lindl. II. Mechanisms of higher drought resistance of seedlings of *L. kaempferi* as compared with *A. veitchii*. *Ecol. Res.* 4: 351-360.