

上木皆伐後のシラベ・アオモリトドマツ前生稚樹の生長と微地形*

Growth of *Abies veitchii* and *A. mariesii* Advance Growths after the
Clear-Cutting of Overstory Trees in Relationship to Microtopographic Factors*

松 本 陽 介**, 斎 藤 実**, ***, 根 岸 賢一郎**

Yoosuke MATSUMOTO, Minoru SAITO, Ken'itiroo NEGISI**

I. はじめに

本州の亜高山帯には、シラベ、アオモリトドマツ、コメツガなどで構成される針葉樹天然林が分布している。これらの森林の林床には、シラベ、アオモリトドマツを主とした稚樹が数多く成立している場合が多く、前生稚樹を後継樹と考えての天然更新作業がころみられている。しかし、亜高山帯針葉樹林における施業の歴史が浅いために、たとえば上木の伐採に対する前生稚樹の生態生理的反応や生育環境の変化など、天然更新技術の基礎となる資料の集積は、まだ充分とはいえない。

上木が皆伐されると前生稚樹の生育環境は、閉鎖林内の暗く湿った状態から、伐採跡地の明るく乾いた状態へ急変する。天然更新の成否は、前生稚樹がこうした環境の変化に順応し、順調な生育を続けていけるかどうかによっても左右される。

本報では、シラベ、アオモリトドマツの前生稚樹による天然更新を期待して9~14年前に皆伐された大面積の伐採跡地において、前生稚樹の生育環境と更新状況の関係を調べた。皆伐後の針葉樹前生稚樹の生育は、場所によってかなりの差があり、その原因としては生育環境の違いが考えられる。ここでは生育環境に密接な影響をあたえる微地形要素をとりあげ、更新状況との関係を解析することによって、前生稚樹による天然更新に、かかわりのふかい生育環境を検討する。

II. 調 査 地

秩父山系の国師ヶ岳と、その南方約1kmの奥仙丈岳をむすぶ稜線の西側斜面(大弛峠付近, 38.5°

* 研究費の一部は、ウェアハウザー研究助成プログラム(1979)および文部省科学研究費補助金(昭54~55年度, 456103)によった。

** 東京大学農学部林学科 Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo

*** 現在の勤務先: 国際協力事業団 Japan International Corporation Agency (JICA)

E, 35.8° N) に調査地をえらんだ

(図-1)。この付近一帯は、シラベ、アオモリトドマツ、コメツガ、トウヒ、ダケカンバなどが混交する天然林によって、かつてはおおわれていた。しかし近年になっての一時期、かなりの部分で大面積皆伐が行なわれ、伐採跡地の多くは天然更新にまかされている。

調査地はこうした伐採跡地のひとつで、山梨県有林、塩山林務事務所管内1林班に所属し、1965~70年に上木が皆伐された。面積は約75ha、標高は2,120~2,420mである。太平洋側的気候で、暖かさの指数は25、亜高山帶上部に位置する。調査地の地形は南側と北側のふたつの谷に大きくわけられるが、さらに小さな地形的な変化については、あとで検討の対象にする。予備調査の結果によれば、調査地に生育する前生稚樹はほとんど針葉樹で、シラベ、アモリトドマツが9割、その他はコメツガ、トウヒである。

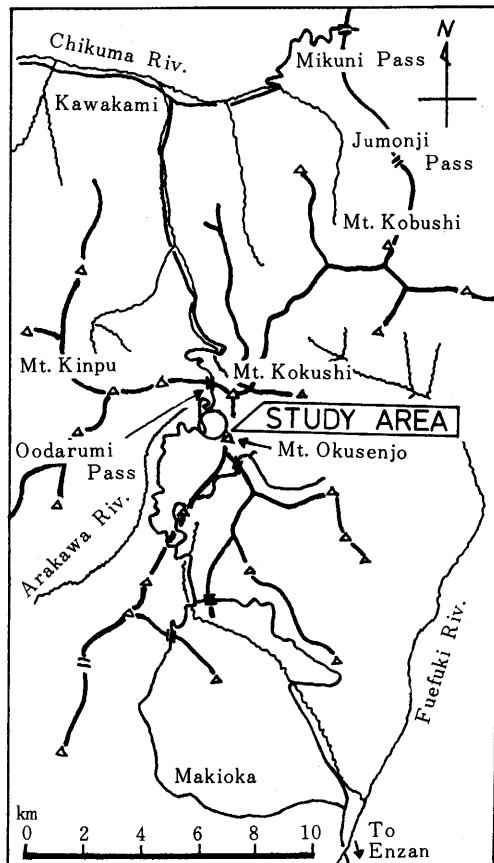


図-1 調査地の位置

Fig. 1 Location of the study area

III. 調査と解析の方法

I. メッシュサンプリング

調査地を5,000分の1の地形図上で、総数306の1cm方形メッシュ（現地で $50 \times 50\text{m}^2$ に相当）に区切った。各メッシュの中心部の標高、斜面方位、斜面形状、および傾斜角（方形に内接する円内に含まれる5mごとの等高線本数から計算）を地形図から読みとり、各要素ごとにカテゴリー（表-2）にわけた。

皆伐後の針葉樹前生稚樹の更新状況の指標には、樹冠被覆度を用いた。空中写真（国土地理院、1976年10月撮影、約7,000分の1、カラー）を立体視して、メッシュごとに針葉樹の樹冠で被覆されている面積の比率を目測で読みとった。写真的撮影時期が、たまたま10月であったので、現地に生育する広葉樹や草本はすべて落葉ないし枯死し、比較的簡単に針葉樹の樹冠被覆度を求めることができた¹³⁾。空中写真は、カメラレンズによるひずみや、カメラと被写体の距離の違いによるひずみなどのために、地形図に区切ったメッシュとのあいだに、大きなずれを生じている。ここでは、10数点の目標物によって空中写真上のメッシュの位置を補正した。

なお、伐採前の調査地の状況を知るために空中写真（国土地理院、1962年7月撮影、約7000分の1、白黒）を用い、同じような手順でメッシュごとの上木のうっつい度を読みとった。

2. 現地調査

皆伐当時から現在までの針葉樹前生稚樹の生育状況の測定と、空中写真や地形図による樹冠被覆度および各要素の読みとり値の検定を目的とした現地調査を、1979年8月21日から9月9日まで行なった。あらかじめ各微地形要素の組み合わせが、いろいろになるような60メッシュをえらび、コンパスを用いた簡単な測量によって、各メッシュに対応する現地での地点をさだめた。

各メッシュに対応する地点に調査区を設け、前生稚樹の樹種、樹高、根元直径、生枝下直径、クローネ直径、クローネ長、判別可能な節間数と節間長などを調べた。調査区の広さは25m²を原則としたが、稚樹が多く、しかも比較的そろって成立しているばあいは、状況に応じて最小2m²まで小さくした。なお各地点で、空中写真から読みとった樹冠被覆度の検定、地形図から読みとった標高、斜面方位、斜面形状、傾斜角についての検定を行なった。

以上のほかに、前生稚樹の更新状況が調査地全体からみて、良好、普通、不良のそれぞれを代表すると思われる場所（図-6参照）に、今後の生長経過の1例もあわせて調べる目的で、A, B, C 3個の固定試験区を設定した。各試験区の前生稚樹について、上記の各メッシュの調査区と同じ事項を調べ、さらに樹冠投影図を作成した。

3. 更新状況の指標としての樹冠被覆度

天然更新では、稚樹の成立密度、大きさ、年齢などがまちまちなばあいが多い。したがって、更新状況について人工造林のばあいのような、統一した表現方法をとりにくい。ここでは、個々の稚樹の状況はとらえられないが、樹冠被覆度によって各メッシュの更新状況を把握しようとした。樹冠被覆度は空中写真から容易に読みとれるので、広い地域の調査に適している。

樹冠被覆度が更新状況の指標として適當かどうかを確かめるために、前生稚樹についての現地調査結果との対応を、相関マトリックスとして表-1に示す。樹冠被覆度は平均稚樹高、平

表-1 相関マトリックス

Table-1. Matrix of coefficient relating to the growth of advance growths

	Grown coverage (%)	Density (No./m ²)	Mean height (cm)	Mean age* estimated (year)	Leaf weight (g dw/m ²)	Total overcast area by crowns (m ² /m ²)
Density	0.83					
Mean height	0.28	0.05				
Mean age	0.32	0.08	0.74			
Leaf weight	0.80	0.70	0.55	0.32		
Total overcast area of crowns	0.85	0.79	0.49	0.33	0.97	
Mean height growth (cm/year)	-0.35	-0.39	0.64	0.28	-0.06	-0.17

*The rate of height growth of the lower stem part, whose the internodes are not distinguishable probably because of the slow growth under thick canopy, is assumed 1 cm per year. The age of advance growths was estimated from the number of internodes counted and that of years required to reach the height below which the internodes are not distinguishable.

均稚樹齢、平均年間伸長量などとは相関が高くない。しかし、クローネ直徑から計算した樹冠投影面積合計、稚樹密度および生枝下直徑とクローネの厚さから相対生長式⁸⁾により計算した葉量とは、高い正の相関を示した。稚樹の大きさなどがそろっていないのに、密度とも高い相関があるので、樹冠被覆度は更新状況の指標として有用と思われる。

4. 読みとり値の検定

現地調査を行なった各メッシュについて、空中写真による樹冠被覆度と現地でえた値を対応させて図-2に示す。回帰直線は原点を通らず、傾きも1より小さい。空中写真は1976年撮影のもので、現

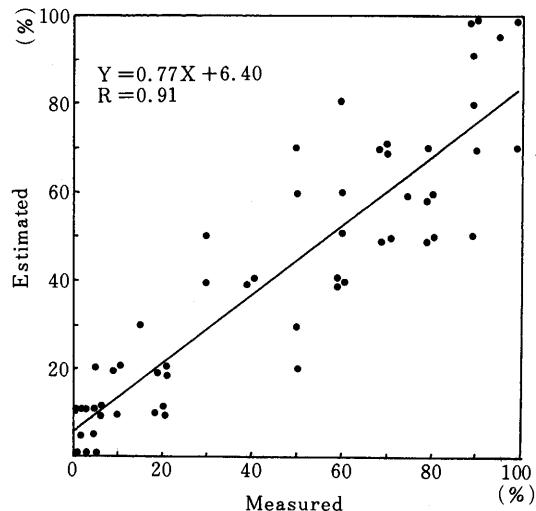


図-2 空中写真から読みとった樹冠被覆度と実測値の比較

Fig. 2 Difference in crown coverage ratio between the measured by field survey and the estimated by aerial photographs

地調査はそれより3年後の1979年に行なわれた。その間の樹冠被覆度の増大が、図-2の結果となったと思われる。しかし、読みとりも現地測定も、10%括約の目測値なので、空中写真からの値をそのまま、以後の資料の解析に使用しても、大きな支障はない判断される。

また、地形図から読みとった微地形要素を現地で照合したところ、60メッシュのうちの約10%で、カテゴリー1段階分の違いがみられた。しかし、この程度の差は、資料の解析結果に大きな影響をあたえないと思われる。

5. 資料の解析

樹冠被覆度を被説明変量に、微地形要素その他を説明変量として、数量化I類により解析した。これは重回帰分析を名義や序数尺度などの質的データに拡張した多変量解析法である²⁾。計算には東京大学大型計算機センターを利用した¹¹⁾。

IV. 結果と考察

I. 針葉樹前生稚樹の皆伐後の生育状況

調査地における針葉樹前生稚樹の生育は、場所による差が大きい。ここでは同一メッシュ内に更新状況により設定した3つの固定試験区——A区（更新良好）、B区（普通）、C区（不良）について調べた、前生稚樹をはじめとする植生の生育状況について述べる。

各固定試験区の樹冠投影図を図-3に示す。いずれの試験区でも、大きな稚樹は比較的ランダムに分布し、その根元付近に小さな稚樹が集中するように思われる。固定試験区を設定した本メッシュ内にはダケカンバの残存木があり、他のメッシュよりもダケカンバの侵入が多い。ダケカンバの稚樹は、針葉樹稚樹のない場所に分布する傾向がつよい。

針葉樹稚樹の年齢を節間数などから推定すると、1979年9月の時点では、ほとんどの個体が10年生以上であって、伐採後に発生したものではないと考えられた。さきに、大井川源流部の亜高山帯林における調査で皆伐跡地の針葉樹の更新樹は、その大部分が前生稚樹であると報告したが⁹⁾、このことは本調査地でも確認されたことになる。ダケカンバの稚樹は、大半が4年生で6年生以上の個体はなかった。したがって、これらのダケカンバは、針葉樹前生稚樹の生育が不良か、または密度が低いためにできた空地に、皆伐後侵入したものといえよう。

A試験区では稚樹高がほぼそろっていて、密度が高い点をのぞけば、スギ、ヒノキなどの幼齢造林地が閉鎖するときの状態に似ている。ダケカンバの侵入は少なく、シナノキイチゴに代表される落葉低木類の侵入もみられない。

B試験区の稚樹高はA試験区のようにそろってはいない。図-3のように、数本の大きな稚樹の傘下に多数の小さな稚樹が集中して分布し、コロニーを作ることが多い。大きな稚樹のう

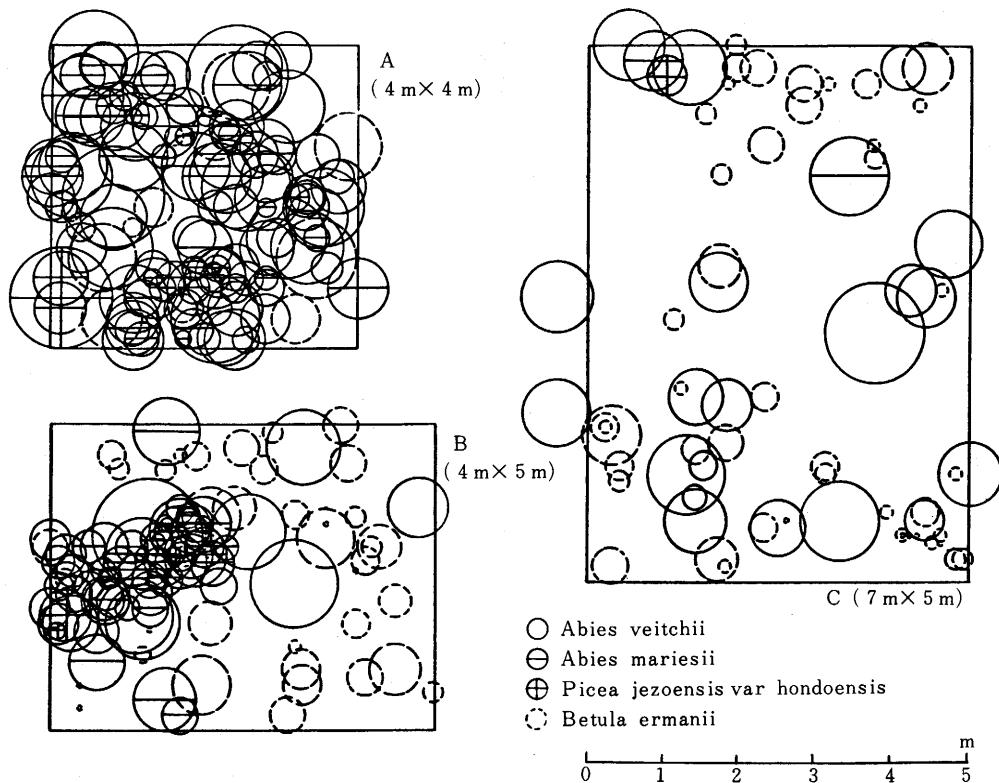


図-3 固定試験区の樹冠投影図

Fig. 3 Projective figures of crowns in permanent plots 9 years after the clear-cutting

A-plot: Dense advance growths survive on WNW-facing slope.

B-plot: Moderately dense advance growths survive on SW-facing slope.

C-plot: Sparse advance growths survive on S-facing slope.

A circle represents the maximum crown diameter of each advance growth.

ち、コロニー内にある個体は生長がよいが、コロニー外の個体の多くは、樹冠の大きいわりに生長がわるく貧弱である。ダケカンバのほかに、シナノキイチゴが侵入して高さ50~100cmに達し、地表をおおっている。

C試験区は図-3のように、全体がB試験区のコロニー以外の部分と似た状態になっている。稚樹の大部分はシナノキイチゴによって50~100cmの高さまでおおわれ、梢端部だけが出ているばあいが多い。

本調査地内の更新不良な場所はシナノキイチゴの群落になってしまることが多く、そうした場所を生育期に遠望すると更新良好地と見違えるほどである。さらに条件のわるい場所には、シナノキイチゴさえ生育せず、大雨のたびに土壌侵蝕がおきている。

固定試験区付近のシラベ前生稚樹について最近数年間の樹冠直径の生長速度を調べたところ、5~20cm/年であった。したがってC試験区のような更新不良の場所にみられる空間が、針葉

樹稚樹によって閉鎖するには、なお長い年月が必要と思われる。

シラベ前生稚樹の皆伐直前の樹高を主軸の節の位置から調べ、現在の樹高と対比させて図-4に示す。伐採後9または14年を経過したあいだに、非常に大きくなったり稚樹がある。しかし、伐採時に大きかった稚樹ほど、現在大きくなっているとはかぎらない。現在まで生き残った前生稚樹のほとんどは、皆伐直前の高さが40~50cm以下で、このような傾向は宮川ら、¹⁰⁾松本ら⁹⁾の調査結果と一致する。

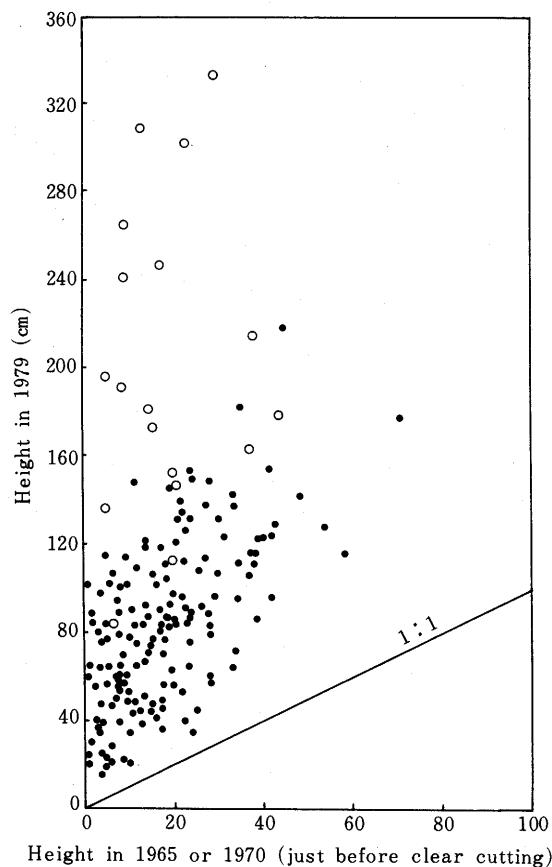


図-4 針葉樹前生稚樹の皆伐直前（1965年または1970年）と調査時（1979年）の樹高

Fig. 4 The relation between the height of advance growths measured in 1979 and the estimated height about the clear-cutting of overstory trees

The clear-cutting was made in 1965 (white circles) or in 1970 (black circles).

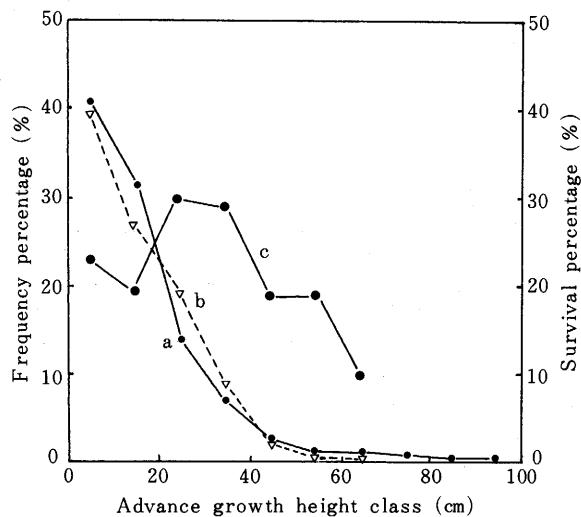


図-5 前生稚樹の樹高階別度数分布と皆伐後の残存率

Fig. 5 Frequency distribution of advance growth height and survival percentage in each height class

a: Frequency observed in advance growths in the surrounding natural forests.

Number of advance growths and area amounted to 2611 and 65m², respectively.

b: Frequency at the time of clear-cutting observed in advance growths surviving for 9 and 14 years after it (see Fig. 4).

c: Survival percentage. (calculated)

現地調査のさいに設けた調査区で、針葉樹前生稚樹の樹高をさかのばって調べた。その結果と上記の固定試験地での数値から、現在まで生き残った前生稚樹の皆伐直前における樹高階分布をえた。これと、調査地に隣接する針葉樹天然林の林床に生育する前生稚樹について調べた⁷⁾樹高階分布を図-5にならべて示す。いずれもL型分布を示す。

もし現在の伐採跡地に皆伐直前は、隣接の天然林内と同じ密度および樹高階分布で針葉樹前生稚樹が生育していたと仮定すれば、樹高階別の稚樹の残存率を試算できる。その結果によれば、伐採直前の樹高が20~40cmの前生稚樹の残存率は30%で、それ以上または以下の樹高の稚樹にくらべても、また稚樹全体の平均残存率22%にくらべてもやや高いといえよう。

隣接の針葉樹天然林内に生育する前生稚樹を観察すると、主軸から枝が出始めるのが樹高5~10cm（樹齢5~10年）から、根が厚いA₀層をぬけて鉱質土層に達するのが樹高15~20cm（樹齢約20年）からのはあいが多い。樹高20cm以下の前生稚樹の残存率が低いとすれば、それは皆伐にともなうA₀層の乾燥、分解、流亡¹⁵⁾などによって地下部の環境が急変し、乾燥死^{5, 20)}しやすいためと思われる。樹高40cm以上の前生稚樹の残存率が低い理由としては、上木伐採のさくいに物理的な損傷をうけやすい¹⁰⁾ことがあげられる。

2. 微地形その他と樹冠被覆度

メッシュごとの樹冠被覆度を図-6に示す。上木の皆伐後9~14年を経過しているが、総数306メッシュの樹冠被覆度の平均値は39.5%で、更新不良の部分がかなりある。

図-3にも示したように、前生稚樹による更新は場所による差が大きい。その原因の一部は、伐採前の前生稚樹の分布状況や密度に求められよう。隣接の天然林における樹高10~50cmの針葉樹前生稚樹の密度は、100~500m²の広さの単位で場所による差がみられ、少ない場所では1~5本/m²であるが、多い場所では80本/m²⁷⁾にも達する。いっぽう調査地で、現在まで生き残った針葉樹前生稚樹の密度は、少ない場所では0~1本/m²、多い場所でも20本/m²程度である。更新不良の場所は、伐採前の前生稚樹の密度が低い部分であったとも考えられるが、それだけでは数haものまとまった更新不績地の成因を説明できない。

上木の皆伐にともなって環境は急変し、それまでは林内にあった前生稚樹の生存、生長に大きな影響をあたえる。生育環境の変化の程度は、それぞれの場所の地形と密接な関係があると考えられる。

図-6のように、調査地の南側と北側にあるふたつの谷のうち、南側の谷では、南斜面に樹冠被覆度の小さなメッシュが、北斜面に大きいメッシュが多い。北側の谷では、斜面方位による差は明瞭でなく、ほかの微地形要素やその他の要素の影響が考えられる。そこで、樹冠被覆度と各要素——標高、斜面方位、斜面形状、傾斜角、皆伐前の上木うっべき度、隣接天然林との位置関係、上木皆伐年度——との関係を検討するために、数量化I類による解析をこころみ

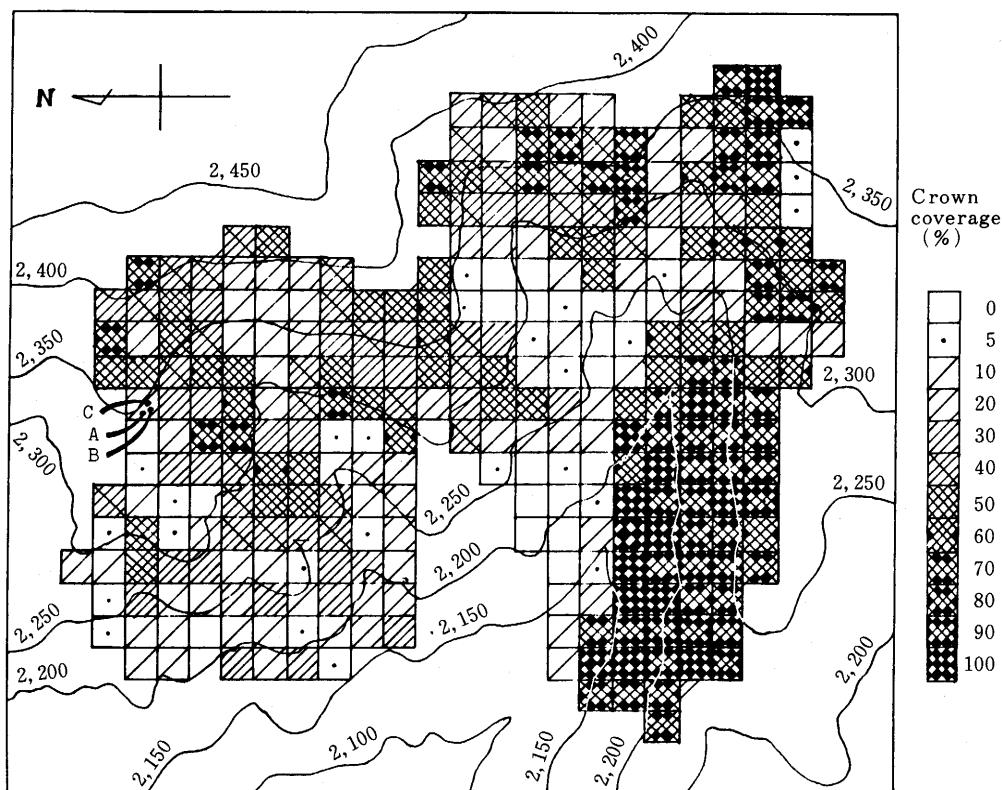


図-6 樹冠被覆度と微地形

Fig. 6 Crown coverage in each mesh quadrat and land features

A, B, C are the permanent plots shown Fig. 3.

た。その結果を表-2に示す。

解析の結果は、上記の全要素を含めたばあい（EX-1），隣接天然林との位置関係要素をのぞいたばあい（EX-2），上木皆伐年度要素をのぞいたばあい（EX-3），について示した。各解析での樹冠被覆度との重相関係数は，EX-1，EX-2が 0.68 ，EX-3が 0.62 で，それぞれ要素とのあいだに比較的高い相関がみとめられる。樹冠被覆度に対する各要素間の影響の強弱は，各要素のカテゴリーのスコアーの最大値と最小値の差のレンジによって示される。また，それぞれの要素内では，スコアーの大きいカテゴリーほど樹冠被覆度にプラスの影響をあたえる。

EX-1を例にとると，微地形の4要素のうち，標高，斜面方位，斜面形状のレンジが，23.4，23.4，13.9で大きく，樹冠被覆度への影響がつよい。残りの要素のレンジは4.7～8.8で，あまり大きくない。（上木皆伐年度要素については，あとでのべる）影響がつよい3要素について，各カテゴリーにあたえられたスコアーをみると，標高は高いほど，斜面方位は北向きに近いほど，斜面形状は凸地形ほど値が大きい。すなわち，高い場所，北斜面，凸地形の組み合わせは，

表-2 樹冠被覆度と微地形その他の関係についての数量化 I 類による解析結果

Table- 2. Score of each factor affecting crown coverage

要 素 Item	カテゴリー Category	度 数 Frequency	平均樹冠被覆度 Average crown coverage	スコアー Score				レンジ Range		
				EX-1	EX-2	EX-3	EX-1	EX-2	EX-3	
標 高 Elevation	2,120-2,200m	38	49.1%	- 5.7	- 4.8	- 3.5	23.4	18.7	17.8	
	- 2,250	67	36.3	- 6.1	- 5.0	- 5.7				
	- 2,300	82	36.8	- 4.3	- 3.3	- 3.6				
	- 2,350	77	38.2	3.2	2.8	3.9				
	2,351-2,420	42	43.7	17.3	13.7	12.1				
斜面方位 Facing	N	53	73.7	17.6	18.1	37.1	23.4	24.0	49.4	
	N・W	62	43.9	1.6	1.4	4.6				
	W	69	32.6	- 5.3	- 5.1	-11.0				
	S・W	73	26.0	- 5.8	- 5.9	-12.2				
	S	49	27.0	- 5.0	- 5.3	-12.3				
斜面形状 Land type along the slope	Convex	19	40.3	6.6	8.2	0.0	13.9	15.6	10.3	
	Gently convex	51	33.6	0.4	0.2	0.6				
	Rectilineous	152	46.8	2.7	2.6	3.0				
	Gently concave	53	30.9	- 7.3	- 7.4	- 7.2				
	Concave	31	27.7	- 5.6	- 5.6	- 3.5				
傾斜角 Inclination	0-11°	18	48.6	- 5.0	- 5.2	- 2.7	8.8	8.8	4.8	
	-17	70	42.5	0.4	0.1	2.1				
	-22	112	38.3	- 0.9	- 0.8	- 0.8				
	-27	78	38.4	0.8	0.9	0.4				
	-39	28	34.5	3.8	3.6	- 1.3				
皆伐前の上木う つべき度 Crown density of overstory trees before clear- cutting	0-20%	44	32.5	- 2.2	- 1.8	- 2.2	4.7	4.0	6.5	
	-40	42	37.4	0.3	0.3	- 1.1				
	-60	71	42.2	2.5	2.2	4.2				
	-80	79	39.6	- 1.2	- 1.5	- 2.3				
	-100	70	42.6	0.1	0.4	0.4				
隣接天然林との 位置関係 Distance from edge of natural stand	Adjacent to lower edge of stand on slope	49	45.9	- 5.9	-	0.2	8.5	-	1.8	
	Adjacent along slope	31	51.0	2.6	-	1.6				
	Not adjacent	226	36.6	0.9	-	- 0.2				
皆伐年 Year of clear- cutting	1965	79	67.9	20.6	20.1	-	34.4	32.7	-	
	1966	59	42.5	3.3	2.2	-				
	1968	21	21.7	-12.6	-12.6	-				
	1969	76	25.9	- 7.7	- 7.1	-				
	1970	71	25.5	-13.7	-13.0	-				
Multiple correlation coefficient		重回帰係数		0.68	0.68	0.62				
Estimation error		推定誤差		22.0%	22.0%	23.4%				

総 数 総平均

Total 306, Total average crown coverage 39.5%, Standard deviation 29.9

樹冠被覆度が高く、反対に低い場所、西～南斜面、凹地形の組み合わせは、樹冠被覆度が低くなりやすい。EX-2でも、ほぼ同じ傾向がみられる。

前生稚樹の樹冠被覆度は、図-2でも検討したように、伐採後の経過期間によって当然かわると思われる。この点を考慮してEX-1, EX-2では、上木皆伐年度要素をくわえて解析したところ、34.4, 32.7とレンジの値は大きかった。ただし、伐採は各年度ごとに、ひとつの斜面や小さな谷単位で行なわれたために、上木皆伐年度要素と斜面方位要素のあいだに内部相関がみとめられ、解析結果に悪影響をあたえている¹³⁾と思われる。ちなみに、上木皆伐年度要素をのぞいたEX-3の解析結果では、斜面方位要素のレンジだけが、いちじるしくかわり、EX-1の23.4から49.4へ大幅に増加している。

3. 微地形その他と前生稚樹の生育環境

前節では、前生稚樹の樹冠被覆度に対する微地形その他の要素の影響の強弱を検討した。樹冠被覆度は更新状況の指標としてとりあげたが、樹冠被覆度は個々の前生稚樹の生育状況によってきまるものである。ここでは、生育にかかわりのふかい環境条件が、上記の各要素によって、どのような影響をうけるかを考察する。調査を行なった伐採跡地は亜高山帯にある。高海拔地は低海拔地に比べて、気温、日射量などの較差が大きい¹⁸⁾ため、亜高山帯では微地形の差にもとづく生育環境の変動もいちじるしいと思われる。

標高差による生育環境の違いとして、ここでは温度差のほかに、伐採作業時の地表面の攪乱の程度が考えられる。温度は調査地内の標高差が約300mなので、日平均気温の開きは約1.8°C、日較差の開きは、これよりやや大きいと思われる。しかし、この程度の温度差が、樹冠被覆度をかえるほどに前生稚樹の生存や物質生産量に影響するとは考えられない。いっぽう集材用架線の主線下と思われる周辺や、土場跡に近い場所には、地表面の攪乱跡が残されている。こうした攪乱の程度は、伐採の各単位面の低い場所ほど大きいようで、前生稚樹の生育にかなりの悪影響をあたえたと思われる。

斜面方位による生育環境の違いとしては、日射量、日照時間、それらがもたらす地表面温度、土壤水分の差などが考えられる。調査地で前生稚樹の生育がさかんな6月～9月の期間にかぎれば、南斜面ほど日射量は多く、日照時間も長い³⁾。しかし表-2によれば、南斜面のほうが北斜面よりも樹冠被覆度の小さいばあいが多い。上木の皆伐跡地では強光にともなう諸条件が、前生稚樹の生育をさまたげていると考えられる。

日射がつよく空中湿度の低い日中には、土壤水分が充分にあっても気孔が閉鎖して、蒸散速度とともに光合成速度もさがることがある。さらに根系の分布する表層付近の土壤が乾燥すると、植物の体内水分の不足から、光合成による物質生産はいちじるしく低下し、生長にひびくと考えられる。表-3は南中時の南および北斜面の日射量の比較であるが、日射のつよい南斜

表-3 南中時における北斜面と南斜面の直達日射量の違い（相対比）

Table-3. Ratio of solar radiation intensity received on N-facing slope to that on S-facing slope in the latitude 36°N at southing

S-facing slope = 100%					
Month/Day	5/16	6/15	7/15	8/14	9/13
Sun elevation	73.3°	77.6°	76.0°	68.9°	58.4°
Inclination of slope	10°	90. %	92.5 %	91.6 %	87.3 %
	20°	80.3	85.2	83.4	75.4
	30°	70.5	77.5	74.8	63.6
	40°	59.8	68.8	65.4	51.1
					31.9

面は、地表面からの蒸発量が大きく、土壤が乾燥し、水分不足によって前生稚樹の生育がさまたげられやすいといえよう。欧州アルプスの標高2,300mの地点では、北斜面の蒸発量が南斜面の1/3にすぎなかったとの測定例¹⁹⁾がある。

春さきの融雪時期に南斜面と北斜面では、1日の日射量に20~50%の開きを生じる³⁾。雪が少ない太平洋側では、この時期にまだ土壤が凍結しているため、日射によって樹体の地上部があたためられても、根からの水分供給が充分でなく、南斜面の稚樹は北斜面に比べ、大きな水ストレス¹⁶⁾をうけると思われる¹⁷⁾。

地表面温度の最高は南斜面が高いが、夜間の放射冷却は斜面方位に無関係である。したがって温度の日変化は、南斜面が北斜面よりも大きく、稚樹にとってはこのましくないと思われる。以上のように、前生稚樹の生育をさまたげる条件は、南斜面のほうが北斜面よりも多い。

斜面形状による生育環境の違いとしては、土壤が凸地形ほど乾燥しやすく、凹地形ほど湿潤になりやすいことがあげられる。しかし、日照時間、夜間の温度低下、融雪時期などの点では、凹地形が凸地形にくらべ、稚樹の生育に対して不利なように思われる。

傾斜角は表層土壤のふかさなどとの関係から、皆伐前の上木うっべき度は林床の明るさ、したがって林内の前生稚樹の密度¹⁾との関係から、隣接天然林との位置関係は寒風害などに対する保護効果⁶⁾との関係から、それぞれとりあげた要素である。しかし、いずれも樹冠被覆度への影響はよわかった。皆伐前の上木うっべき度は、空中写真からえたものであるが、亜高木、低木層の状態はほとんどわからないので、前生稚樹の生育する林床面の明るさの指標としては不充分かもしれない。

V. おわりに

大面積にわたる上木皆伐跡地の天然更新地を調査して、シラベ、アオモリトドマツを中心とした針葉樹前生稚樹による更新状況と微地形などとの関係を検討した。その結果、更新成績を左右する要因として、伐採作業時における地表面の人為的攪乱のほかに、微地形と関連した土壤の乾燥や地表面温度の上昇などが考えられた。研究のつぎの段階では、伐採にともなう生育環境の変化のもとで、シラベ前生稚樹のCO₂代謝、水分代謝などをくわしく調べたい。

山梨県林業試験場の大橋邦夫氏、山梨県塩山林務事務所の横井昭男氏に、調査地への入山にあたりお世話になった。静岡大学元教授橋本與良先生からは、たびたび貴重なご教示をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

要旨

亜高山帯針葉樹天然林の伐採跡地で、シラベ、アオモリトドマツを中心とした前生稚樹による天然更新の進行状況を調べ、微地形その他との関係を検討した。調査地は秩父山系西寄りの大弛峠付近にあり、9～14年前に上木が皆伐され前生稚樹による天然更新にまかされているが、更新状況は場所による差が大きい。現在生育している針葉樹稚樹のほとんどは、上木伐採当時の樹高が40～50cm以下の前生稚樹である。更新状況の指標として、ここでは樹冠被覆度を用いたが、樹冠投影面積合計、稚樹密度、稚樹葉量と高い正の相関があり、有効な指標とみとめられた。空中写真と地形図からえた樹冠被覆度と微地形その他の要素について、現地で検定したのち、両者の関係を数量化I類を用いて解析した。樹冠被覆度に対して標高、斜面方位、斜面形状の各要素の影響がつよかつた。更新成績は北斜面、凸地形、高い場所でよいばかりが多く、南斜面、凹地形、低い場所ではわるいことが多い。こうした違いがおこる理由として、伐採作業時における地表面の人為的攪乱と、土壤の乾燥の程度の微地形による差を考えた。

引用文献

- 1) 赤井龍男・浅田節夫：物循環上よりみたシラベ林の更新法について。77回日林講、175～177、1963
- 2) 本多正久・鳥田一明：多変量解析法。174PP., 産業能率大学、東京、1977
- 3) 草下正夫・岡上正夫・松井光瑠：亜高山地帯の造林技術。27～89、創文、東京、1970
- 4) 前田禎三：郡落生態からみた森林。森林学（大政正隆監修）、20～44、共立出版、東京、1978
- 5) MAGUIRE, W. P. : Radiation, surface temperature, and seedling survival. For. Sci. 1 : 277-285, 1955
- 6) 松岡広雄：保護樹帯の防風機能と設定について。日林誌、59 : 453～457, 1977
- 7) 松本陽介（未発表）
- 8) ———・湯浅保雄・橋本与良：亜高山帯林施業に関する基礎的研究（II）シラベ稚樹の樹冠形と各器官

- の相対生長関係. 88回日林講, 233~234, 1977
- 9) —————：同 (III) *Abies*属現存稚樹の上木伐採前後の生長過程について. 26回日林中支講, 123~127, 1978
- 10) 宮川 清・前田禎三：亜高山帯の更新に関する研究 (V) 更新に適した稚樹の大きさおよび樹齢. 77回日林講, 531~535, 1966
- 11) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎：SPSS統計パッケージ. II解釈編, 318PP., 東洋経済新聞社, 東京, 1977
- 12) 森川 靖：ヒノキの樹液の流れ——林分の水分収支と関連して——. 東大演報 66: 251~297, 1974
- 13) 中島 巍：空中写真利用による森林調査法に関する研究. 林試研報 251: 1~253, 1973
- 14) NEGISI, K. : Photosynthesis, respiration and growth in 1-year old seedlings of *Pinus densiflora*, *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*. Bull. Tokyo Univ. For. 62: 1~115, 1966
- 15) 大角泰夫・有光一登・松井光瑞・平山良治：森林伐採の土壤環境に与える影響 (I) ——表日本の亜高山帯針葉樹林の場合——84回日林講, 100~102, 1973
- 16) 佐藤 明・森川 靖：ふたつの斜面に生育するスギ林分における木部圧ポテンシャルの日経過. 日林誌 58: 321~327, 1976
- 17) —————：スギ幼令木の木部圧ポテンシャルの日経過と季節変化. 日林誌 59: 293~297, 1977
- 18) TRANQUILLINI, W. : The physiology of plants at high altitudes. Ann. Rev. Plant Phys., 15: 345~362, 1964
- 19) WALTER, H. : Einführung in die Phytologie III, Teil 1, Standortslehre, 212S. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1951
- 20) 山本進一・堤 利夫：ヒノキ人工林における天然生ヒノキ稚樹の個体群動態 (II) 当年生稚樹の死亡要因. 日林誌 62: 343~349. 1980

(1981年5月30日受理)

Summary

A series of investigations have been carried on through the mesh-sampling on topographical maps on 1/5000 and field surveys in an area of subalpine coniferous forest, mainly composed of *Abies veitchii*, *A. mariesii* and *Tsuga diversifolia*, in the central Honshu, in order to know whether or not this area can be regenerated by advance growths of these conifers after the clear-cutting of overstory trees and how microtopography or land features affect it. The natural forests in this area (ca. 75ha) were clearly cut in 1965 to 1970 with the expectation of regeneration by abundant advance growths of *Abies*.

The progress of natural regeneration 9 to 14 years after the clear-cutting varies with land features. The saplings of *Abies* growing on the cut-over area seem to be exclusively survivors from the advance growths which were from 20 to 40 cm in height at the time of clear-cutting. The crown coverage, expressed as a ratio of the area overcast by crowns of conifer saplings in a quadrat area and easily estimated from aerial photographs, is closely correlated with sapling density, total overcast area of crown projection and total leaf weight, and seems useful as a parameter of the progress of natural regeneration.

The analyses of correlation between the crown coverage and the micro-topographic factors estimated from topographic maps make obvious that the crown coverage is larger on N and NW facing convex slopes at higher elevations than on W to S facing concave slopes at lower elevations. This result suggests that the conditions of soil surface disturbed by logging and skidding and the soil moisture conditions are the most important among many factors affecting the growth of advance growths and the progress of natural regeneration.