

田上山クロマツ砂防造林地における樹木の 天然更新とその制限要因

飛田 博順・榎木 勉・川口 英之

Effects of Site Conditions on Natural Regeneration
in a *Pinus thunbergii* Plantation on Mt. Tanakami

Hiroyuki TOBITA, Tsutomu ENOKI and Hideyuki KAWAGUCHI

要 旨

滋賀県田上山の20年生クロマツ砂防造林地に様々な地形を含む調査区を設置し、天然更新した22種の樹木の空間分布と生育地の立地条件の空間分布を測定した。個体の空間分布様式には、ほとんどの樹種で集中斑が認められたが、集中斑の大きさや分布様式は樹種ごとに大きく異なった。各樹種の小株ごとの出現個体数を目的変数にとり、個体の空間分布を説明する変数に、光条件として相対照度、水分条件として土壌含水比、種子供給条件として母樹からの距離の3つをとり、重回帰分析を用いて、樹種ごとの分布の制限要因と樹種間の更新特性の違いを検討した。クロマツとアカマツの分布は、土壌含水比と負の相関、相対照度と強い正の相関を示し、明るく乾燥した立地により多く出現することが示された。コナラの分布も土壌含水比と負の相関がみられた。この3種を除くと、土壌含水比と明らかな負の相関を示した樹種はなく、土壌含水比と正の相関が高い樹種ほど相対照度との正の相関が強い傾向が認められ、湿潤な立地に分布する樹種ほど光条件のよい立地に分布することが示された。鳥散布型の種子を持つ樹種の分布は母樹からの距離と相関関係がなかったが、重力散布型や風散布型の種子を持つ樹種や根萌芽をする樹種では、母樹からの距離と負の相関があり、母樹を中心に稚樹の更新が進んでいることが確かめられた。

は じ め に

滋賀県南部の田上山では、荒廃裸地化した山腹に人工的に森林植生を回復させる努力が続けられ、水平階段工の施工ののち、クロマツにヒメヤシャブシを混交させて植栽し、施肥により樹木の成長を促進する方法が効果をあげている¹⁾²⁾。しかし、クロマツとヒメヤシャブシは、遷移系列の上で顕著な先駆性樹種であり、安定した森林植生の維持のためには極相樹種を主体とした森林への移行をはかる必要がある。また、マツノザイセンチュウによるマツ枯れの被害が田上山にも広がっており、クロマツ造林地の樹木の更新状況を把握し、クロマツ枯死後の植生の維持管理の方法を確立することが急務となっている。

本研究では、田上山のクロマツ砂防造林地において、様々な地形にわたって更新樹木の空間分布を測定すると同時に、光、水分、母樹からの距離などの立地条件を測定し、樹木の更新に与える立地条件の影響を明らかにする。さらに、樹種間での更新特性の違いを明らかにし、地形の影

響を考慮した今後の施業法について検討する。

研究を進めるにあたり有益なご助言を頂いた京都大学農学部岩坪五郎教授に感謝の意を表します。調査地の使用にあたりご協力いただいた琵琶湖工事事務所の皆様にお礼申し上げます。

本研究の一部は、文部省科学研究費総合研究（A）課題番号 04304003、奨励研究（A）課題番号 05760123 の補助によった。

調査地の概要

滋賀県田上山の標高420mにある20年生クロマツ造林地に設置された幅40m長さ64mの調査区²⁾で調査を行った。調査区は、地形の影響を検討するため様々な地形を含み、尾根、傾斜や方位の異なる斜面、風化程度の異なる母岩の露出、水路などの部分からなる（図1）。調査区内は4m×4mの160個のサブコドラートに分けられている。調査区の大部分を占める南向き斜面の方位はS55°E、土壌は風化花崗岩を母材として砂質である。1976年から1980年までの調査地付近の年平均気温は12.4℃、年降水量は1411mmである³⁾。

調査区における胸高直径1cm以上の立木の本数は39種2546本、胸高断面積合計は25.2m²/ha、断面積合計のうち植栽されたクロマツは67%、自然更新したとみられるアカマツは16%を占めている²⁾。他に胸高断面積合計に占める割合が1%以上の樹種にリョウブ（7%）、ヒメヤシャブシ（3%）、コバノミツバツツジ（2%）、ソヨゴ（1%）がある。

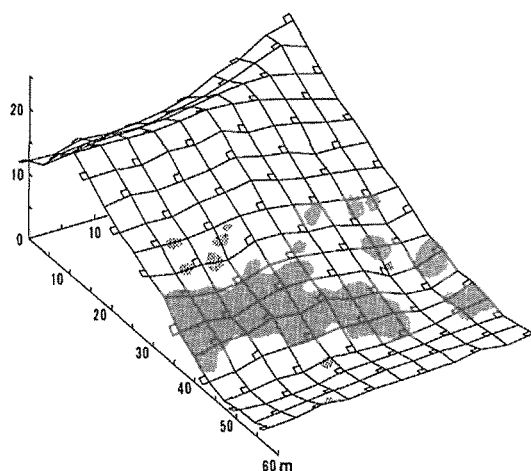


図1 調査区の地形の概略。点をほどこした部分は露岩を示す。小さい四角は実生調査枠の位置を示す。

調査方法

調査区内の94カ所の地点に、実生調査用の1m×1mの枠を設置し（図1）、出現する当年生実生と稚樹の位置と樹高を測定した。当年生実生の測定は、1991年5月24日から11月19日にかけて8回行った。リョウブとコバノミツバツツジは実生が小さく測定が困難なため調査から除外した。稚樹の測定は、1991年5月24日と12月6日の2回行った。

調査区内に数十個体から数百個体分布する樹種と、シイやカシなどの田上山の植生遷移に重要とみなされる樹種として、針葉樹5種、常緑広葉樹5種、落葉広葉樹12種、合計22種を選び、調査区全体にわたって当年生実生を含む全個体に標識を付け、位置と樹高を記録した。調査は、当年生実生が定着して、個体数の変動が小さくなる秋期に、1991年9月11日から11月14日にかけて行った。同一種の調査は、ほぼ1週間以内に行った。クロマツとアカマツの小さな実生の区別は困難なのでまとめて扱った。クロマツとアカマツは胸高直径1cm未満の個体を天然更新した個体

として扱った。

各樹種の分布を制限する立地要因として、相対照度と土壌含水比および母樹の調査を行った。

1) 照度調査. 2 m 間隔で合計693地点において地上1.3 mでの照度を測定し、同時に測定した広場での全天照度と比較し、その地点の相対照度を求めた。測定は、1991年7月中旬の曇天の日に行った。2) 土壌調査. 94カ所の実生調査枠の付近で、20 cm × 20 cmの枠を地表においてL層とFH層をそれぞれ採取し、次に、FH層下部の鉱質土壌の表層から深さ5 cmまでと5 cmから10 cmまでの土壌を面積100 cm²高さ5 cmの円形サンプラーで採取した⁹⁾。試料は湿重を測定した後、40℃での風乾重を測定した。含水比を、 $100 \times (\text{湿重} - \text{風乾重}) / \text{風乾重}$ と定義した。調査は、1991年7月中旬に、晴天の続いた後に行った。3) 母樹調査. 種子供給条件の指標として母樹からの距離を用いるため、調査区内とその外側約10 mの範囲内の母樹となり得ると考えられる立木の位置、樹高、胸高直径を測定した。樹種ごとに母樹となり得る胸高直径は、現地での開花結実状況などの観察から決定した。

樹種ごとの分布様式を制限している要因を明らかにするために、重回帰分析⁹⁾を行った。目的変数に、4 m × 4 m 枠ごとの各樹種の出現個体数を取り、説明変数に光条件として相対照度、水分条件としてL層の含水比、種子供給条件として母樹からの距離を用いた。相対照度とL層含水比は、4 m × 4 m 枠内の平均値を用いた。母樹からの距離は、4 m × 4 m 枠の中心までの距離を用いた。クロマツ・アカマツのように母樹が調査区全体にわたって密に分布している樹種や、調査区の内外に母樹が見あたらない樹種については、相対照度とL層の含水比の2変数で重回帰分析を行った。

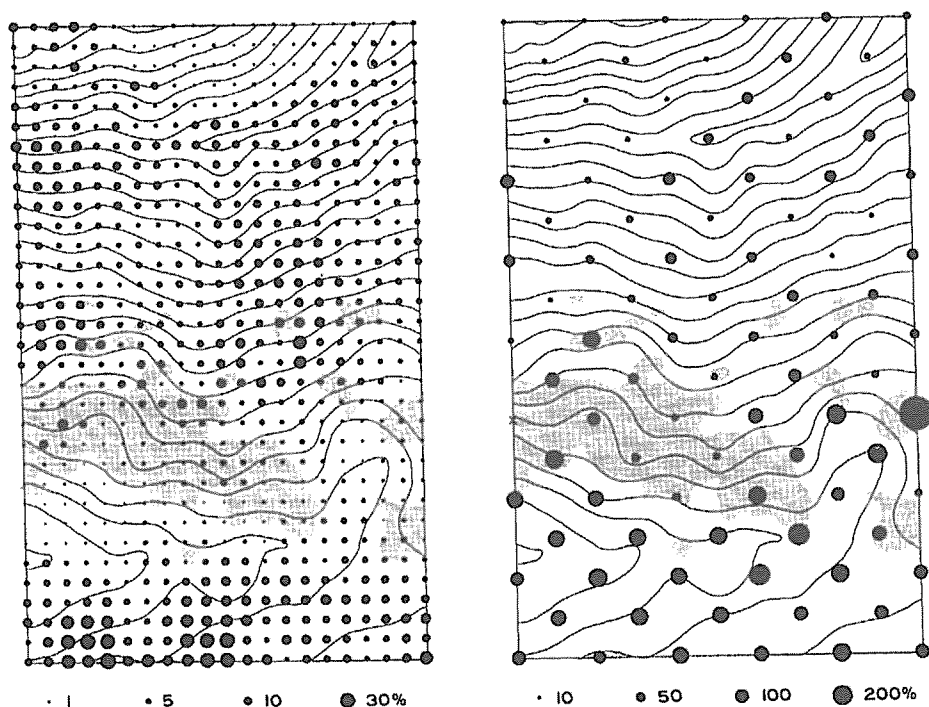


図2 左) 地上1.3 mの位置における相対照度の分布。黒丸の面積が各地点の相対照度の値に比例している。右) L層の含水比の分布。黒丸の面積が各地点の含水比の値に比例している。×印の地点にはL層がみられなかった。調査区の大きさは40 m × 64 m。等高線の間隔は1 m。

結 果 と 考 察

1. 調査区内の光条件と水分条件の分布

調査区内の相対照度の分布を図2（左）に示す。相対照度は、0.4%から32.7%の範囲にあり、平均値は6.6%であった。成長のよい斜面の下部から上部に向かって自然間引きが進行していること²⁾、台風による根返りやマツ枯れが斜面の下部で多いことから、斜面の中部や特に下部で林冠ギャップに対応した相対照度の高い部分がみられた。尾根部と尾根部をこえた北向き斜面の一部にも比較的明るい部分が観察された。母岩が露出している部分ではコバノミツバツツジやリョウブが藪状になり、相対照度は比較的低かった。同様に、北斜面はコバノミツバツツジが多く相対照度は低かった。露岩部と水路の間の部分では、施工以前から生育していたとみられるアカマツや広葉樹の生育によって藪状となり、かなり暗くなっていた。

図2（右）に調査区内のL層含水比の分布を示す。水路の部分で極端に高い値（531%）が記録され、最小値は15%、平均83%であった。斜面の下部で高く、斜面の中部や上部では低くなることがよくわかる。尾根部をこえた北斜面部では、尾根部よりもさらに低い値を示した。また、同じ斜面位置でも、小さな谷や岩などの微少な地形に対応して含水比にばらつきがみられた。L層より下部のF H層、鉾質土壌の含水比も同様の傾向を示していたが、層位が下がるほど地形による値のばらつきは小さくなった。

2. 実生調査枠における実生と稚樹の動態

1991年5月24日から11月19日の間に実生調査枠に出現した当年生実生の総個体数と11月19日における生残率を表1に示す。調査枠には針葉樹3種、常緑広葉樹4種、落葉広葉樹16種、合計23種が出現した。このうち、ウラジロガシ、エニシダ、ミツバアケビ、コシアブラ、タムシバは調査区内に母樹と成り得るような個体が見あたらなかった。

当年生実生のなかで圧倒的に個体数が多かったのは、クロマツ・アカマツであった。しかし、11月中旬における生残率は10%とかなり低くなった。後に述べるように、調査区内の閉鎖林冠下の林床での樹高30cm以上のクロマツ・アカマツの稚樹はまれであることから、クロマツ・アカマツの種子は更新に十分な量が供給されているが、現在の調査区内の立地条件では数年以内にほとんどが枯死するものと考えられる。クロマツ・アカマツの次に出現数が多かったのはエニシダであった。エニシダは調査区内に母樹と成り得

表1 実生調査枠における当年生実生の総出現数と生残率。1991年5月24日から11月19日までの測定結果。ニセアカシアは根からの萌芽。

種 名	総出現数 (/94㎡)	生残数 (/94㎡)	生残率 (%)
クロマツ・アカマツ	507	50	10
ヒノキ	10	2	20
ヒサカキ	42	36	86
イヌツゲ	21	12	57
ソヨゴ	15	9	60
ウラジロガシ	3	3	100
エニシダ	202	64	32
ヌルデ	26	10	38
ノイバラ	20	5	25
ヤマウルシ	12	5	42
ミツバアケビ	11	3	27
ニセアカシア	5	1	20
タラノキ	4	1	25
マルバアオダモ	3	0	0
コックバネウツギ	2	1	50
コナラ	2	0	0
ガマズミ	1	1	100
ミヤマガマズミ	1	1	100
コシアブラ	2	0	0
ヒメヤシャブシ	1	0	0
アオハダ	1	0	0
タムシバ	1	0	0

るような個体はなく、種子がどこからどのようにして供給されたのか不明であったが、調査区全体にわたって実生が観察された。生残率を生活型ごとにみると、針葉樹と落葉広葉樹で低く、ヒサカキやウラジロガシなどの常緑広葉樹で高いことがわかる。

表2に実生調査枠に出現した稚樹の個体数と生残率を示す。稚樹は、針葉樹4種、常緑広葉樹7種、落葉広葉樹25種、合計36種が観察された。当年生実生の場合の23種に比べて種数が多く、

表2 実生調査枠における稚樹の出現数と生残率。
1991年5月24日の出現数と12月6日の生残
数の比較。

種 名	総出現数 (/94㎡)	生残数 (/94㎡)	生残率 (%)
クロマツ・アカマツ	16	13	81
ヒノキ	15	15	100
ネズ	3	3	100
ヒサカキ	78	73	94
イヌツゲ	23	23	100
ソヨゴ	18	17	94
ヤブツバキ	3	3	100
サカキ	1	1	100
カナメモチ	1	1	100
モチツツジ	1	1	100
コバノミツバツツジ	117	116	99
リョウブ	81	70	86
エニシダ	51	22	43
ウスノキ	25	25	100
ヒメヤシャブシ	18	15	83
ノイバラ	14	11	79
コナラ	11	11	100
マルバアオダモ	10	7	70
タラノキ	9	6	67
アオハダ	7	6	86
ヤマザクラ	7	6	86
ヤマツツジ	7	7	100
コバノガマズミ	6	6	100
ヤマウルシ	6	6	100
コックナベウツギ	5	4	80
ネジキ	5	4	80
ヌルデ	4	4	100
カマツカ	3	3	100
ナツハゼ	2	2	100
ニセアカシア	2	1	50
イソノキ	1	1	100
ネムノキ	1	1	100
ミツバアケビ	1	1	100
スノキ	1	1	100
キンキマメザクラ	1	0	0

実生の発生と定着は時間的空間的にばらつきの大きいことがわかる。生残率を生活型ごとにみると、針葉樹と常緑広葉樹で高く、100%近い種が多かった。表1の結果と比較すると、落葉広葉樹もかなり高い生残率を示した。初期の生残に成功すれば後の生残率はかなり高いことがわかる。

3. 更新個体のサイズ分布と空間分布

表3に調査区全体にわたって分布を調査した樹木の本数とそのサイズ分布を示す。調査した22種の総出現個体数は2551本、このうち、クロマツ・アカマツが最も多く、次いで、ヌルデ、コナラが多かった。ヤマウルシ、ヒノキ、マルバアオダモなども100個体以上出現した。サイズ階ごとの分布をみると、全種の合計では、樹高30cm以下の個体が全体の80%を占め、樹高130cm以下では94%を占めた。全体的に更新個体のサイズが小さいことがわかる。樹種ごとに比較すると、クロマツ・アカマツとヌルデは樹高30cm以下の個体が非常に多く、それぞれ97%、94%を占めた。タラノキ、ヤマザクラ、イソノキ、アオハダもそのほとんどが樹高1.3m以下の個体で占められた。これに対して、コナラ、マルバアオダモ、ヤマウルシ、ヒノキ、ヤブツバキは樹高1.3m以上の個体も比較的多く観察された。

図3に各樹種の個体の空間分布を示す。60個体以上出現した樹種について、 m^* - m 回帰法⁹⁾によって、各樹種の分布様式を解析した。調査区全域にわたってランダムに分布すると判断されたのは、ヤブツバキとヤマザクラだけで、他の樹種はすべて、集中分布と判断された。このうち、

表3 調査区全体で分布を調査した樹種とその出現個体数.

種 名	個 体 数					合計
	H≤30cm	30<H≤130cm	0<DBH<1cm	1≤DBH<3cm	DBH≥3cm	
クロマツ・アカマツ*	561	14	5	-	-	580
ヒノキ	115	51	2	6	4	178
ヒメコマツ	10	1			1	12
ネズ	6	3		1	2	12
ヤブツバキ	77	31	2	12	3	125
サカキ	21	4	2		1	28
シキミ	9	1				10
ウラジログシ	5					5
コジイ	2					2
ヌルデ	423	24		2	1	450
コナラ	260	69	3	10	10	352
ヤマウルシ	137	39	7	5	2	190
マルバアオダモ	67	31	17	18	5	138
タラノキ	95	17		1		113
ニセアカシア	49	51	7	2		109
ヤマザクラ	75	11	1	1	3	91
イソノキ	70					70
アオハダ	47	10	2	1		60
クリ	4	3		4		11
カキノキ	2	8				10
タカノツメ	5					5

*クロマツ・アカマツは胸高直径1cm未満の個体のみを調査の対象とした.

ヌルデ、ヒノキ、ニセアカシアは密な集中斑をもつと判断された。ヒノキの稚樹は樹高10mを超す個体を中心に分布しており、これらの個体が種子の散布源になっていると考えられた。ニセアカシアの稚樹は調査区外にある樹高15mの個体の周辺からうねりながら列状に分布しているのが観察され、根からの萌芽によって繁殖したものとみられた。ヌルデは、斜面の下部の8m×4mの範囲内に200個体以上も出現した。この部分は、最近、雪害によって生じた林冠ギャップで、相対照度がかなり高かった（図2）。クロマツ・アカマツも相対照度の高い立地に対応して分布がみられた。コナラ、マルバアオダモ、ヤマウルシ、ヤマザクラなどは調査区全体に分布するのに対して、タラノキ、ヌルデは斜面の下部に多く分布していた。ヌルデとヤマウルシは同じウルシ属であるが分布の様式はかなり異なり、ヤマウルシは調査区全体にわたって分布が観察された。

個体数の少ない樹種の分布についてみると、サカキは、斜面の下部に多く現れた。コジイとウラジログシは小数の個体が斜面の上部で観察された。どちらの種も調査区内に大きな個体は存在しないので、ネズミなどの小動物が種子を運んできたものと考えれる。クリは斜面の上部にも下部にも現れた。ネズとゴヨウマツは、ヒノキと同様に尾根部を越えた北側の斜面部で多くの個体が観察された。

4. 空間分布様式の制限要因

各樹種の個体の空間分布を制限している要因を明らかにするために重回帰分析を行った。表4

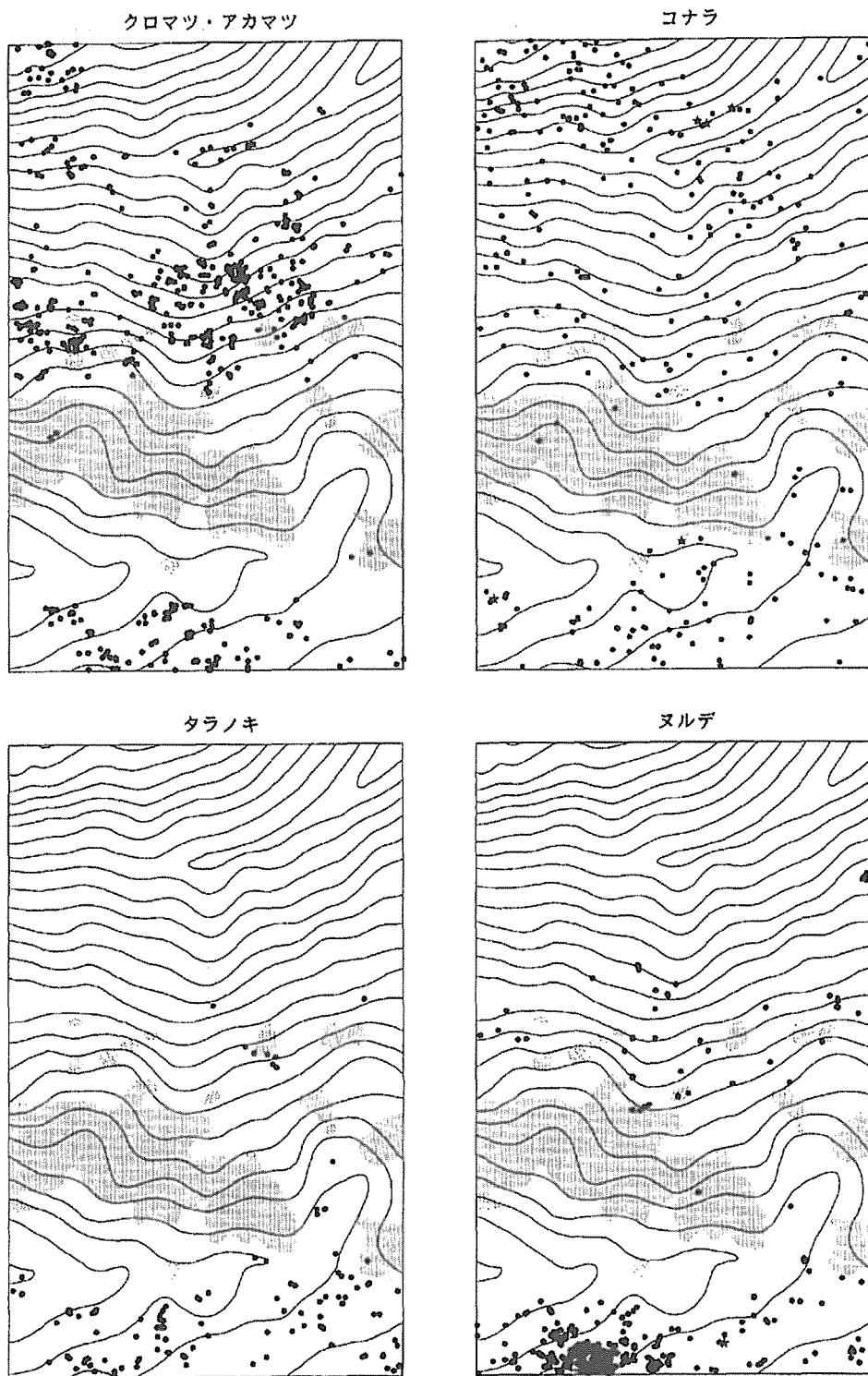
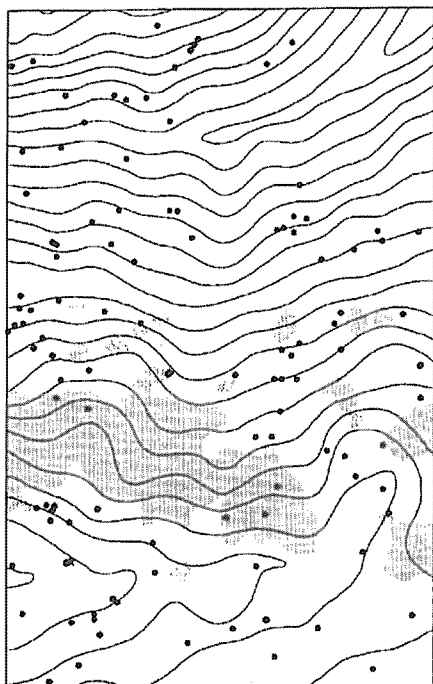
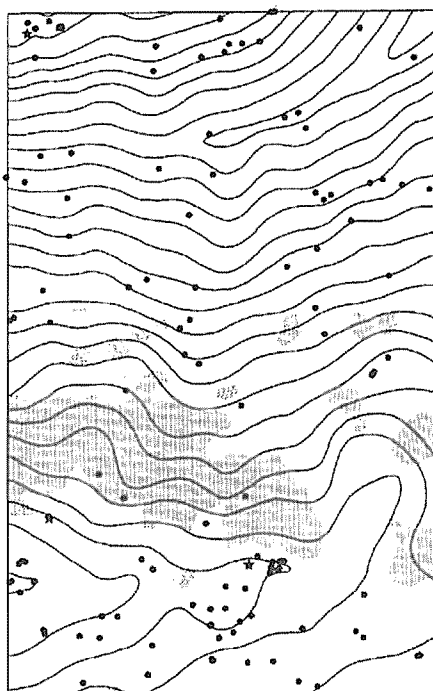


図3 各樹種の個体の調査区内における分布。クロマツとアカマツは胸高直径1 cm未満の個体を示す。★印は母樹を示す。

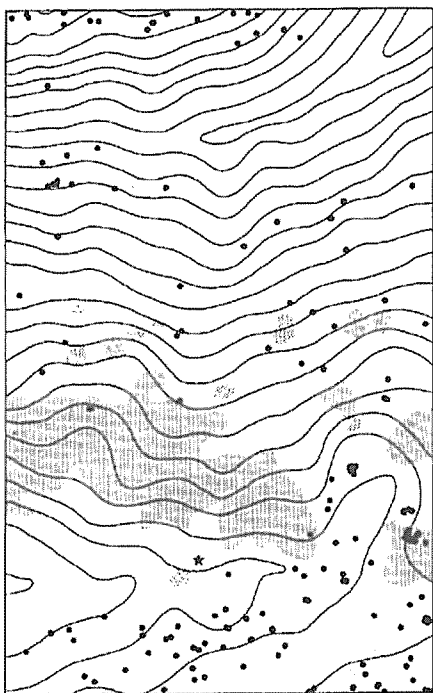
ヤブツバキ



マルバアオダモ



ヤマウルシ



ヤマザクラ

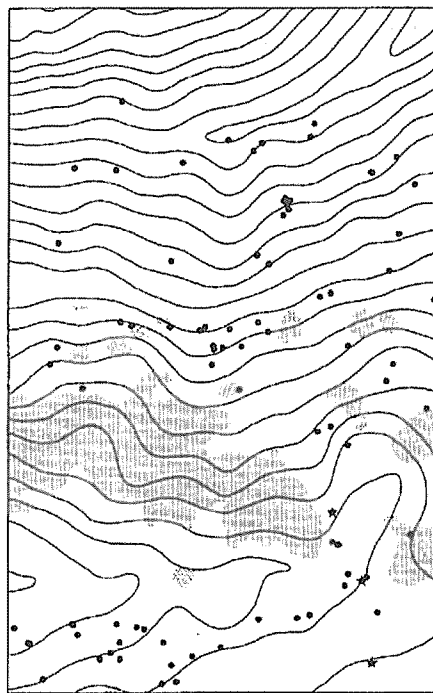
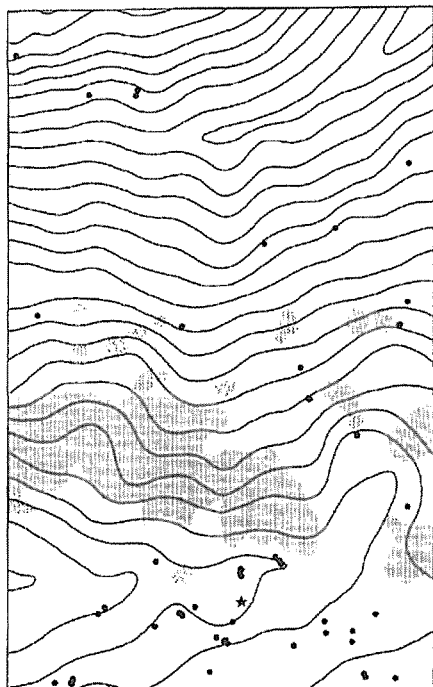
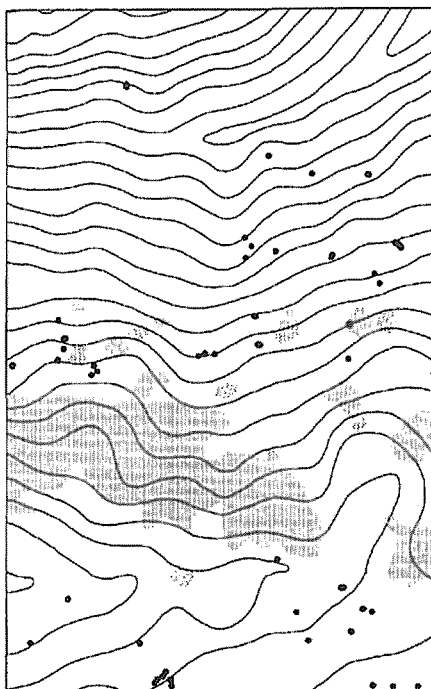


図3 続き.

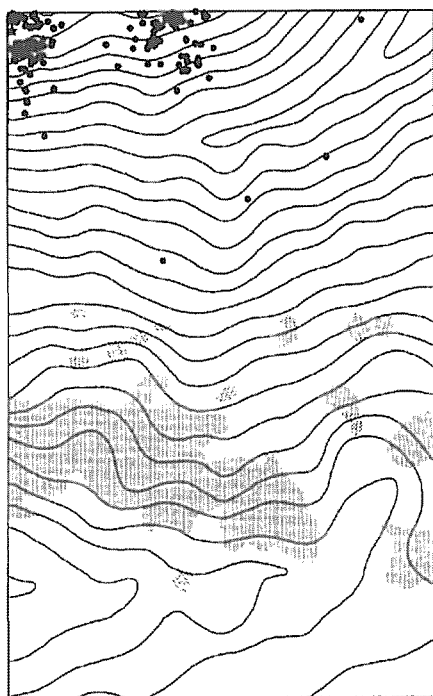
アオハダ



イソノキ



ヒノキ



ニセアカシア

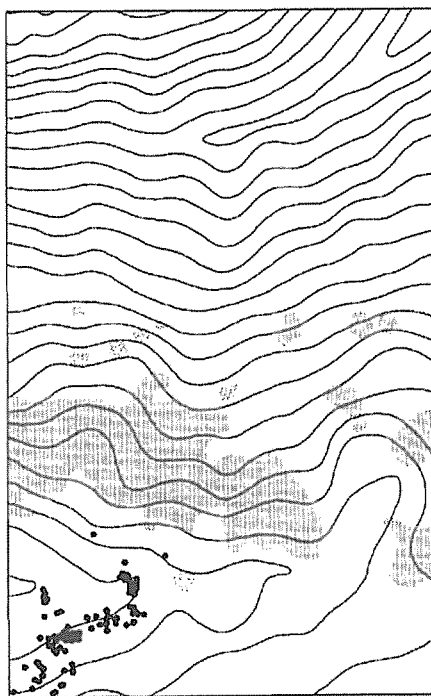


図3 続き.

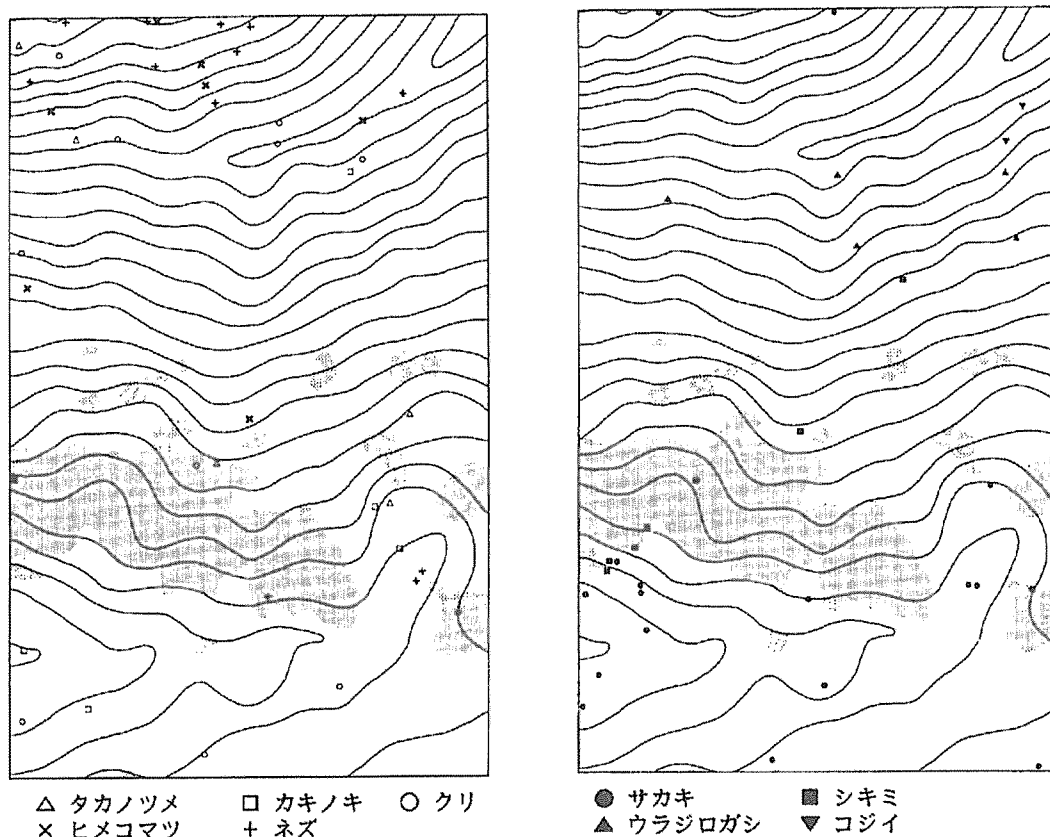


図3 続き.

に重回帰分析の結果を各説明変数との偏相関係数で示す。出現個体数の少なかったウラジログシ、コジイ、シキミ、カキノキ、タカノツメ、クリは重回帰が有意でなかったが、これは立地要因に対して相関がないというより個体数が少ないために相関が検出されなかったものと考えられる。

相対照度と分布の相関が特に高かった樹種として、クロマツ・アカマツ、タラノキ、ヌルデがあげられる。落葉広葉樹は概して、相対照度との相関が高かったが、ニセアカシアとヤマウルシでは有意な相関が得られなかった。L層含水比はクロマツ・アカマツ、コナラの分布と負の相関がみられた。タラノキ、サカキは正の相関が高く、ヤマウルシも有意な正の相関があった。母樹の周囲に稚樹が多数見られたヒノキと、母樹の根から萌芽をしていたニセアカシアでは、母樹からの距離と高い負の相関を示した。マルバアオダモ、ヤブツバキ、サカキでも有意な負の相関があった。

各樹種の分布様式の特徴の相対的な位置付けを行うために表4の各説明変数の偏相関係数を軸にとりグラフ上に展開した(図4)。出現個体数が多かった樹種の結果のみを用いた。図4(左)は、横軸にL層の含水比、縦軸に相対照度との偏相関係数を取り、光と水分条件で展開した。図4(右)は、横軸に母樹からの距離、縦軸に相対照度との偏相関係数をとって、光と母樹条件で展開した。

光と水分条件で各樹種の相対的な位置をみると(図4左)、全体として右上がりの傾向があり、水分要求度が高く湿潤なところに分布する樹種ほど、明るいところにより多く分布し光の要求度

も高いといえる。タラノキが最も顕著にこの性質を示した。落葉広葉樹は、樹種間で差はあるものの、全体的に光条件の良いところに分布していた。これに対して、ヒノキとヤブツバキはグラフの原点付近に位置し、その分布様式が落葉広葉樹に比べて光条件にも水分条件にも影響されないことがわかる。これらのグループに比べて、コナラとクロマツ・アカマツはグラフ上で離れた

表4 各樹種のサブコドラートあたりの出現個体数を3要因により重回帰した場合の偏相関係数と重相関係数

樹 種	相 対 照 度	L層含水比	母樹からの距離	重相関係数
クロマツ・アカマツ	0.495 **	-0.217 **	-	0.511 **
ヒノキ	-0.010	-0.056	-0.201 **	0.322 **
ヒメコマツ	-0.079	-0.199 *	-0.097	0.278 **
ネズ	-0.194 *	-0.016	-0.152	0.297 **
ヤブツバキ	0.027	-0.037	-0.266 **	0.270 **
サカキ	-0.070	0.282 **	-0.239 **	0.362 **
シキミ	-0.155	0.153	-	0.206 *
ウラジロガシ	0.062	-0.113	-	0.124
コジイ	-0.000	0.104	0.191 *	0.192
ヌルデ	0.413 **	0.090	-0.007	0.451 **
コナラ	0.255 **	-0.285 **	-0.143	0.353 **
ヤマウルシ	0.133	0.175 *	-0.061	0.264 *
マルバアオダモ	0.247 **	-0.010	-0.339 **	0.381 **
タラノキ	0.528 **	0.398 **	0.036	0.636 **
ニセアカシア	0.121	0.062	-0.262 **	0.390 **
ヤマザクラ	0.279 **	0.047	-0.085	0.328 **
イソノキ	0.236 **	0.016	-	0.238 *
アオハダ	0.347 **	0.140	-0.068	0.459 **
クリ	0.144	-0.044	-	0.147
カキノキ	-0.046	0.171 *	-	0.173
タカノツメ	0.011	-0.134	-	0.134

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

ところに位置した。コナラは他の落葉広葉樹に比べて乾燥したところを好んで分布することがわかる。クロマツ・アカマツも乾燥した場所のほうが好適であるが、光に対する要求度がかなり高いことがわかる。これらの2種は乾燥の厳しい田上山の斜面上部の立地条件での更新樹種として優れた樹種であると考えられる。

光と母樹条件でみた場合(図4右)、コナラ、マルバアオダモ、ニセアカシア、ヤブツバキ、ヒノキといった重力散布型や風散布型の種子を持つ樹種あるいは根萌芽をする樹種のグループと、タラノキ、ヌルデ、アオハダ、ヤマザクラ、ヤマウルシといった鳥散布型の種子を持つ樹種のグループに大きく分けることができた。前者のグループは母樹からの距離に対して負の相関があり、母樹の近くに稚樹が多いことを示している。このグループのうち、コナラは最も左にあり、鳥散布種子を持つ樹種のグループに近いところに位置していた。コナラの種子がネズミなどの動物によって運ばれることが影響していると考えられる。また、全体に左上がりの傾向があり、鳥散布型の種子を持つグループのほうが光の要求度が高いことが示された。

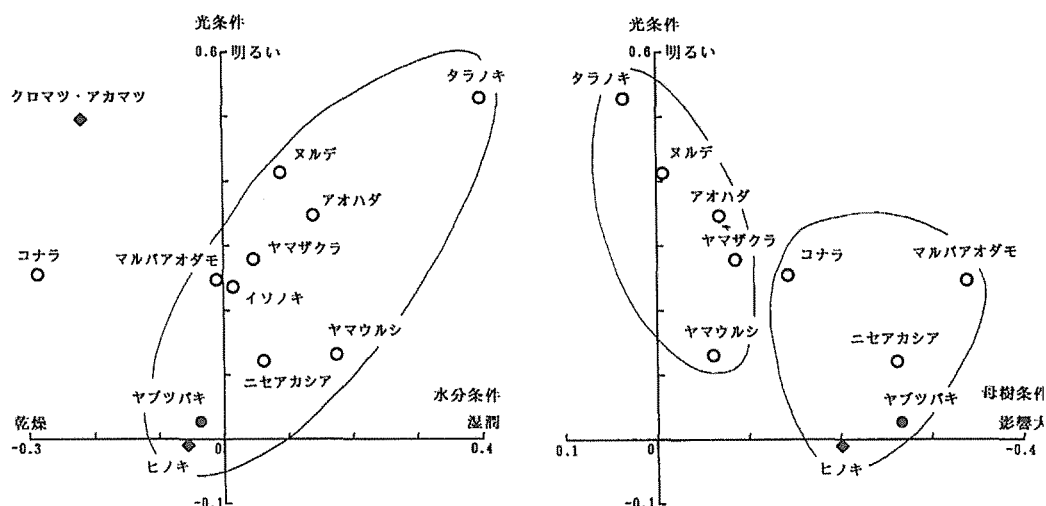


図4 各樹種の分布特性の光と水分要因による展開 (左)、光と母樹要因による展開 (右)、重回帰分析による各要因との偏相関係数を縦軸と横軸にとった。◆針葉樹 ●常緑広葉樹 ○落葉広葉樹

5. 田上山におけるクロマツ枯死後の天然更新の検討

今回、分布を調査した樹種は、調査区内に100個体程度出現している樹種とコジイやウラジロガシなどの田上山の植生遷移に重要と考えられる樹種を中心に選んだ。これらの樹種の他にも天然更新している樹種があげられる。常緑広葉樹では、ヒサカキ、ソヨゴ、イヌツゲ、落葉広葉樹では、リョウブ、コバノミツバツツジ、ネジキ、カマツカ、スノキなどは多数の個体が出現し、調査区全体にわたって分布していた²⁾ (表2)。カナメモチ、ネムノキ、ナツハゼ、コバノガマズミなども小数の個体が観察された²⁾。出現した種数の上では更新が良好に行われているといえるが、高木性の樹種が少なく、気候的な極相林への移行には種組成的に不十分と考えられる。

母樹の周囲に集中して分布していたヒノキや、調査区全域に出現したヤブツバキ、コナラ、マルバオダモは、比較的耐陰性があり、上層木のクロマツが枯死する以前から閉鎖林冠下で稚樹集団を形成してきたと考えられる。これに対して、ヌルデのように、林冠木の枯死による環境条件の変化にすばやく反応して小面積に一斉に出現した樹種もみられた。ヌルデは樹林下に埋土種子集団を形成することが知られ⁷⁾、種子は高温処理により休眠が打破される⁸⁾ことから、これらの実生も埋土種子起源であると考えられる。このように、クロマツの枯死が進行する以前に十分な稚樹集団や埋土種子集団が形成されれば、クロマツ枯死後の樹木の更新を速やかに進行させることができる。

田上山のクロマツ砂防造林地において、クロマツ枯死後の樹木の天然更新を速やかに進行させるための方法として、田上山の立地条件で定着成長して母樹になるとともに、実生の耐陰性が比較的大きくて稚樹集団を形成する樹種、あるいは埋土種子集団を形成する樹種を施工時に混植することがあげられる。この場合、樹種によって生育可能な立地条件が異なるため、斜面の上部と下部のような立地の違いによって植栽樹種を選択する必要がある。斜面の上部のように比較的乾燥した立地ではコナラ、ヒノキ、ヤブツバキなどの樹種を混植することにより、稚樹の更新を期待できる。クロマツとアカマツは多くの種子を供給しているが、光に対する要求度が高いため、現在の自然間引きやマツ枯れなどの変化だけでは不十分で、間伐などの施業により光環境

を改善しなければならないとみられる。また、斜面の上部や中部には厚いF H層が形成されるので、種子の小さいクロマツ・アカマツやヒノキは定着が困難であるとみられる。この点で種子の大きいコナラやヤブツバキは有望である。また、コナラとヤブツバキは開花結実を開始する個体サイズが比較的小さいことも好都合である。

今回の調査では、コジイやウラジログシなどの極相種の稚樹も斜面の上部で定着が確認されている。これらの樹種の種子はかなりの距離を動物によって運ばれたと推察されることから、斜面の下部の生育可能な部分でシイやカシ類の母樹を生育させ、種子の供給源とすることも可能だろう。これらの樹種の場合には、開花結実を開始する個体サイズがコナラやヤブツバキに比べて大きいと考えられるため、比較的大きな個体を植栽する必要があるだろう。また、ヌルデやアカメガシワ⁷⁾などのように休眠性の鳥散布型の種子を持ち、初期成長が大きい先駆性樹種を用いて、埋土種子集団の形成を促すことは、林冠にギャップが生じた時の早急な植被の回復と土壤浸食の防止に特に有効である。

引用文献

- 1) 堤 利夫 (1983) 保育B工法の効果に関する調査報告. 建設省琵琶湖工事事務所
- 2) 榎木 勉・川口英之・岩坪五郎 (1992) せき悪土地におけるクロマツ植栽林の林分構造. 日林論. 103. 461~462
- 3) IWATSUBO, G., HIRABAYASHI, Y. and TSUTSUMI, T. (1982) On the spraying of sewagewater in a forest (II) Effects of the spraying on the run-off water chemicals and the nutrient budgets of the forest watershed. J. Jpn. For. Soc. 64. 419~428
- 4) 榎木 勉・川口英之・岩坪五郎 (1993) 田上山クロマツ砂防造林地における土壌有機物の堆積様式と細根量. 日林論. 104. 印刷中
- 5) 田中 豊・垂水共之・脇本和昌編 (1984) パソコン統計解析ハンドブックⅡ 多変量解析編. 共立出版
- 6) IWAQ, S. (1972) Application of the m*-m method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. Res. Popul. Ecol. 14. 97~128
- 7) 永野正弘・梅原 徹 (1980) 森林表土のまき出しによる植生回復法の検討. 箕面川ダム自然回復の促進に関する調査研究. 大阪府. 6~113
- 8) WASHITANI, I. and TAKENAKA, A. (1986) 'Safe site' for the seed germination of *Rhus javanica*: a characterization by responses to temperature and light. Ecol. Res. 1. 71~82

Résumé

Spatial distributions of natural regenerating trees were measured in a *Pinus thunbergii* plantation on Mt. Tanakami, Japan. Most of species showed a contagious distribution, while distribution patterns of trees differed among the species. The effects of site conditions on the distribution pattern of regenerating trees were analyzed by the multiple regression method. Relative light intensity, moisture content of soil and distance from the mother tree were measured as factors of site conditions. *P. thunbergii*, *P. densiflora* and *Quercus serrata* favored drier conditions. The demand of *P. thunbergii* and *P. densiflora* for light was notably greater than other species. Excepting these three species, deciduous broad-leaved species showed more demand for light and moisture than evergreen. The distribution of saplings and seedlings of barochores, anemochores, and coppicing species was especially clustered near their mother trees.