

モウソウチクの分布拡大速度

井鷲 裕司（造林研究室）

鳥居 厚志（土壌研究室）

1. はじめに

近年、おもに都市近郊の二次林でモウソウチクが活発に分布を広げている。この現象については、地元住人への聞き取りや、空中写真の読み取りから明らかである。しかしながら、実際の林分で毎年どのような速度でモウソウチクが他のタイプの森林に侵入し、分布を拡大しているのか、直接的に測定した例は少ない。そこで、モウソウチクの分布拡大フロントで年間の分布拡大速度を測定した。

2. 調査地と調査方法

調査は京都府田辺町で行った。この地域の丘陵地は大阪層群と呼ばれる堆積層により構成されており、モウソウチクの生育に適しており、活発なモウソウチクの分布拡大がみられる。

モウソウチクの稈はタケノコにより毎年更新される。したがって、分布拡大域において新稈の位置を押さえれば、分布拡大速度を明らかにできる。田辺町の10カ所におけるモウソウチク林と広葉樹林の境界域で、毎木調査を行い、各個体のサイズと位置を明らかにした。位置図から調査時のモウソウチク分布フロントと、1年前の分布フロントを明らかにし、1年間で拡大した面積(S)を求めた。この値を調査地の幅(W)で割ることで、その調査地における平均分布拡大速度が得られる(図-1)。

3. 結果と考察

1994年に発生した新稈による、モウソウチクの分布フロントにおける分布拡大速度は、 $0.9 \sim 4.7 \text{ m 年}^{-1}$ の範囲にあり、平均は、 2.1 m 年^{-1} であった。分布拡大速度は調査地点によって大きく異なっていたが、どの地点でも年間数メートルの分布フロントの拡大傾向がみられ、空中写真から読みとれる分布拡大傾向と一致した。

分布拡大速度は、斜面の傾斜、地質、侵入を受ける森林の林分構造等に影響を受けることが考えられる。今回の調査で、各地点における分布拡大速度が大きく異なっていた事は、そのような様々な要因を反映したものと思われる。これらの要因の影響の強弱に関しては更に詳しい解析が必要である。

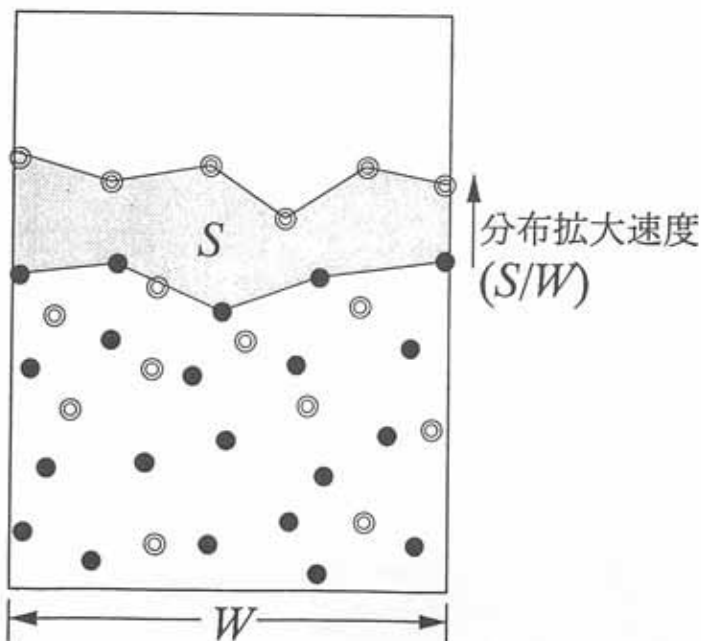


図-1 モウソウチク分布拡大フロントにおける平均分布拡大速度の測定方法
○：新稈，●：旧稈

表-1. 各調査地点におけるモウソウチクの分布拡大速度 (m 年^{-1})

Plot No.	調査地	分布拡大速度
1	田辺町三山木	4.7
2	田辺町三山木	0.9
3	田辺町緑池	1.8
4	田辺町興戸	2.2
5	田辺町下三ツ池	1.6
6	田辺町狼谷	3.1
7	田辺町長尾谷	0.7
8	田辺町水取	3.2
9	田辺町野間池	1.7
10	田辺町薪	0.9

広葉樹二次林内での常緑広葉樹の下層木の分布

伊東 宏樹
(造林研究室)

1. はじめに

関西の低山に成立する落葉広葉樹二次林は、常緑広葉樹林化が進行しつつある。これは遷移の系列に沿ったものであるが、土地的条件により、遷移が促進されたり、あるいは抑制されたりすることもあると考えられる。更新の初期にあたる、実生の定着から下層木への成長期においても、これが微地形によって影響を受けているかもしれない。

本研究では、関西の低山における代表的な常緑広葉樹であるツブラジイ (*Castanopsis cuspidata*) とアラカシ (*Quercus glauca*) の2種について、その下層木の分布と微地形との関係を調査考察した。

2. 調査地および調査方法

銀閣寺山国有林内において1993年に、植生・土壌・微気象・鳥獣の調査をおこなう目的で共同調査区を設置した。この共同調査区の標高はおよそ200m、表層地質は中生層堆積岩、平均の傾斜はおよそ17°である。上層の優占種はソヨゴ・クロバイ・リョウブなどであった。この共同調査区内ではツブラジイは成木が2株あるが、アラカシの成木はなかった。

1994年に、共同調査区内に8m×60mの下層調査用方形区を設置した。これをさらに、2m×2mの120個の小方形区に分割し、この小方形区内に出現したツブラジイ・アラカシの下層木の数を数えた。ここでいう下層木とは、実生から胸高直径3cm未満のものまでを指すこととしている。また、下層調査用方形区内の微地形を、斜面上方平坦部、平衡斜面、斜面下方平坦部の3タイプに分類した(図-1)。

この結果から小方形区を、A=斜面上方平坦部が2/3以上、C=斜面下方平坦部が2/3以上、B=それ以外の3タイプに便宜的に分類した。

以上の結果を用いて、ツブラジイ・アラカシの下層木の有無および本数と微地形タイプとの関係を解析した。

3. 結果および考察

ツブラジイ・アラカシとも、その下層木の有無と微地形タイプの間には有意な関係は認められなかった(それぞれ $\chi^2=5.529$, $\chi^2=1.894$)。ツブラジイについては、成木の下に特に集中するといった傾向はみられなかった。一方、実生数と微地形タイプの間には有意な関係がみられ(表-1)、ツブラジイ・アラカシともに下層木は平衡斜面に多いという結果が得られた。すなわち、ツブラジイ・アラカシの実生の有無自体は微地形タイプによって影響を受けているとはいえないが、その数は平衡斜面に多いという結果になった。

以上の結果からは、ツブラジイ・アラカシとも、この調査区内の微地形タイプいずれにおいても更新は不可能になるとはいえなかった。しかし、平坦部では下層木数を減らすような要因があるか、平衡斜面では下層木数を増やすような要因があるか、あるいはその両方があるという可能性が考えられる。

表-1 下層木の本数と微地形タイプとの関係

	微地形タイプ			計	X^2
	A	B	C		
微地形タイプの数	37	51	32	120	
シイ下層木本数	25	67	24	116	11.15 (P<0.005)
アラカシ下層木本数	20	53	28	101	6.393 (P<0.05)

微地形タイプ

A: 斜面上方平坦部の割合が1/3以上の小方形区

B: A・C以外的小方形区

C: 斜面下方平坦部の割合が1/3以上の小方形区

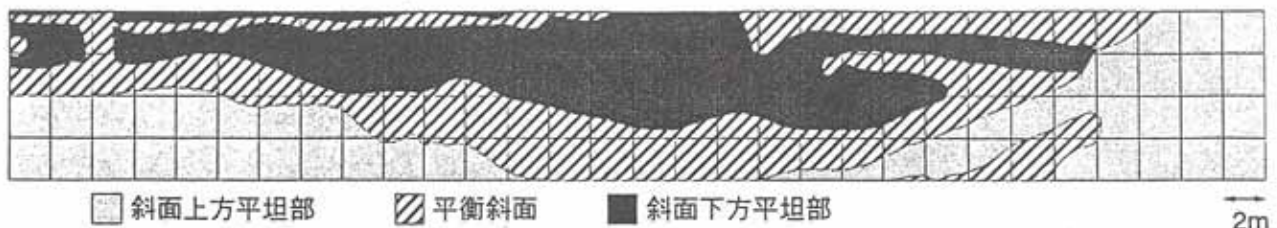


図-1 下層調査区の微地形の分布

間伐によって森林の炭素蓄積能を高めることができるか？

加茂 皓一（造林研究室）

家原 敏郎（経営研究室）

1. はじめに

森林は、地上部だけでも大気中の総炭素量に匹敵する炭素を蓄積し、地球上の炭素循環の中で大きな役割を果たしている。このような森林の炭素蓄積能を林業的な取り扱いによって増やせるかどうかはまだはっきりしていない。ここでは、高齢ヒノキ人工林を対象に地上部炭素蓄積能が間伐によって変化したかどうかを試算した。

2. 調査地と調査方法

調査林分は広島県福山営林署新重山国有林の77年生ヒノキ人工林の間伐区（0.2 ha）と無間伐区（0.2 ha）である。間伐区では過去50年間に材積間伐率7～17%の保育間伐が6回おこなわれた。樹木の各器官の中で、幹は生立時ばかりでなく伐採後も利用され長期間炭素を貯留する。他方、枝・葉はいずれ脱落し分解される。そこで幹の炭素蓄積量に着目して、地上部の炭素蓄積能が間伐によって変化したかどうかを検討した。なお各林齢の幹現存量、炭素蓄積量は幹乾重と胸高直径²×樹高の相対成長関係から推定した。

3. 結果と考察

77年生ヒノキ人工林の立木の炭素蓄積量と、過去に間伐された間伐木について間伐後利用された場合の炭素蓄積量の推定値を表-1に示した。間伐木の炭素蓄積量は40年生以上の比較的大きな間伐木を対象に、一本の立木から製品として木材が生産される割合を最大限60%と見積もり、推定した。その結果、立木の幹部炭素蓄積量は無間伐区の方が間伐区より大きかったが、間伐木を含めた幹部炭素蓄積量は間伐区の方が無間伐区より僅かであるが大きくなった。また、最近5年間の年平均幹部炭素蓄積量を調べたところ、年平均炭素蓄積量は間伐区の方が無間伐区より60%大きかった（表-1）。次に現在成立しているヒノキ林が伐採後利用された場合、伐採後の炭素蓄積能が間伐区の立木と無間伐区の立木で違いがあるかどうかを推測すると、間伐区では長年保育間伐が行われていたため、無間伐区より伐採後長期間利用可能な大きな立木が多く、伐採後の炭素蓄積能も高いと考えられる。ちなみに、胸高直径30 cm以上の立木が全体に占める割合は無間伐区では13%であったのに対し、間伐区では56%に達した。

これらのことを総合的に考えると、長期にわたる保育間伐は高齢ヒノキ林の地上部炭素蓄積能を増大させたと考えそうである。

表-1 77年生ヒノキ人工林の幹部の炭素蓄積量と最近5年間の年平均炭素蓄積量

	幹部炭素蓄積量(ton/ha)			年平均炭素蓄積量 (ton/ha/yr.)
	立木	間伐木	計	
間伐区	131	27	158	3.5
無間伐区	154	0	154	2.2

森林の風致機能評価における2つのアプローチ —兵庫県南部における比較—

杉村 乾（風致林管理研究室）

田村 和也（経営研究室）

1. はじめに

一定の地域内で小区域ごとに森林管理の主目的機能を決定するとき、各々の機能がどの区域で重要であるかを評価することから始められる。その際、森林がある機能をどの程度果たすことができるか、その機能が地理的に見てどれだけ重要な位置にあるか、という2つの評価の側面がある。しかし、実際の評価では、いずれか、あるいは双方を、両者の違いを検討せずに用いることが多い。そこで、本研究では、前者による評価をサプライサイド・アプローチ（SA）、後者による評価をディマンドサイド・アプローチ（DA）と呼び、両者の比較を行った。

2. 研究方法

兵庫県南部の六甲山系と宍粟郡の森林を対象に、1kmのグリッド単位で評価を行い、2つのアプローチによる評価値の分布と地域的な差を比較した。SAについては、林況のみを考慮してつくられたモデル（1）に森林簿のデータを当てはめて算出した。DAについては、さらに居住地付近の日常的な景観と行楽地の風致機能に分けた。前者は人口分布と距離をもとに作成したグラヴィティモデルに兵庫県環境基本情報データベースのデータを用いて評価した。後者は建設省によるレクリエーション利用頻度に関するアンケート調査結果を用いて評価した。なお、グラヴィティモデルについては、一般に林相の見極めが可能とされる距離の限界を1.5kmとし、1kmのグリッドをさらに1/2に分割したグリッドを単位とする簡便なモデルを作成した。

3. 結果と考察

機能の評価は、両地域共通で最高10点、最低1点として小数点以下1位までの間隔尺度で表した。風致機能が管理主目的となる可能性がある評価の高い区域のみに着目して比較したところ、SAの評価が高い区域（8.5以上）は両地域とも少なかった（1%以下）のに対し、DAの評価が高い区域は六甲で多く（8%）、宍粟で少なかった（0.1%）（表-1）。これは周辺人口の多い六甲山系に社会需要の極めて高い区域が多いことをDAは反映するが、SAでは無視されることによる。さらに、両者を乗算した総合的な評価値の頻度分布は、評価値のばらつき（分散）が大きいDAの方に類似した結果となった（表-1の括弧内の数値）。

また、評価の高い区域の分布を見ると、六甲山系では、DAの評価が高い区域が表六甲に集中するのに対し、SAの評価が7.5以上の25区域は東部と北西部に片寄った。双方の間で評価が8.5以上の区域は両地域とも全く一致せず、SAの評価が7.5以上の区域まで含めて比較すると、一致する区域は六甲で3、宍粟で1であった。

このように、森林の公益的機能に対する社会需要の地域性は森林の現況とは無関係に大きなばらつきを持っているため、森林の現況のみから評価したものと社会需要による評価、あるいは両者を加味した総合的な評価とは大きな相違を生ずる。公益的機能は社会との関わりをその礎としているので、風致機能のみならず、全ての機能について後者の段階まで含めた評価を行う必要があると考えられる。なお、宍粟郡で評価が低かったのは、SAでは人工林率が高く、林齢が低かったためである。DAについては、選定した2地域の人口密度が非常に対照的であったため、宍粟のすべての区域の景観評価が低くなった。対象地域を兵庫県南部全域に広げれば、人口密度の低い地域をより多く含む。さらに、区域分けも地形や土地利用に合わせた形で行えば、宍粟郡においても評価の高い区域が出現することが見込まれる。

表-1. 2地域における風致機能評価の高い区域数の評価法による相違

引用文献

(1) 香川隆英 (1995)

アメニティ機能の評価手法、「緑資源の総合評価による最適配置計画手法の解説」、11～14、森林総合研究所関西支所

評価	六 甲 (総区域数 273)				宍 粟 (703)			
	7	8	9	10	7	8	9	10
アメニティ	161	22	3	0	3	2	0	2
居住地周辺	14(12)	7(8)	12(13)	6(2)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
行楽地	3(2)	3(3)	1(1)	3(1)	0(0)	0(0)	1(1)	0(0)
評価の分類は7(6.5～7.4点)、8(7.5～8.4)、9(8.5～9.4)、10(9.5～10.0)とした								

嵐山国有林における植生遷移

深町 加津枝
(風致林管理研究室)

1. はじめに

嵐山国有林の森林景観は単に視覚的な景観を考えるだけでなく、森林の生態的な推移を考慮しながら、目標とする景観を維持あるいは育成する方法を考える必要がある。そのため、まず、嵐山の森林景観が植生遷移によって現在までどのように変化してきたのかを把握しなければならない。そして、その遷移の要因となった自然、人為的な影響を生態学的な視点と施業履歴という史的な視点から考察することが重要になる。嵐山の森林景観を、現在という一面だけでなく、過去から現在までの時間的変化という観点から見直すのである。

2. 研究方法

嵐山国有林で行われた過去の植生調査、植生を記録した写真、空中写真を用いた植生の読みとり作業により嵐山の植生遷移の図化を行った。調査は、嵐山の重要な景観構成要素となるアカマツ、サクラに主眼をおいた植生図を作成することとし、現存資料によって正確にさかのぼれる昭和以降の植生図や植生調査の記録を重視した。植生が不明瞭な部分については京都営林署の施業履歴や森林簿などの記録にある樹種、林齢などの情報に基づいて判断した。

3. 結果と考察

昭和以前の記録によると、嵐山の大部分はアカマツが優占し、サクラは大堰川沿いの西側に集中していた。そして、昭和以降になると、嵐山の植生は図-1のように遷移した。昭和8年には、山頂や尾根を中心に大面積のアカマツ・ソヨゴ・ネジキ群集が、渡月橋付近にアカマツ・サクラの造林地がみられた。昭和38年には対岸や渡月橋から目立つ河岸沿いや中腹にサクラ主体の植林が行われた。一方、広葉樹に区分される林地ではヤマモミジやヤブツバキ、ケヤキなどの植林が部分的に行われたものの、基本的には自然の遷移にまかせる管理指針がとられた。昭和37年の植生調査には、低木層にアラカシなどの常緑樹が目立ってきたことが記録されている。また、スギ、ヒノキ、メタセコイアの植林も部分的に行われている。昭和40年代になると大規模な松枯れによりアカマツが激減し、広葉樹の面積が急増した。現在は昭和57年とほぼ同様の植生であり、山頂部などに天然更新によるアカマツの幼〜若齢林がみられるだけで、大部分はケヤキやヤマモミジ、アラカシなどの広葉樹が優占する森林である。一方、河岸沿いや林内歩道沿いの特定の林分では、長期間にわたるサクラの植樹などが行われ、人為的な影響が色濃く残っている。

以上のように、嵐山の植生は著しく変化しており、それにともない森林景観も大きく変化した。今日の嵐山の景観は時代ごとの管理方針に応じ、1ha以下という非常にミクロな、かつ選択的な人手が加った結果なのである。今後は長期的な植生遷移を考慮したマクロな景観管理と、きめ細かい植生管理が求められるといえよう。

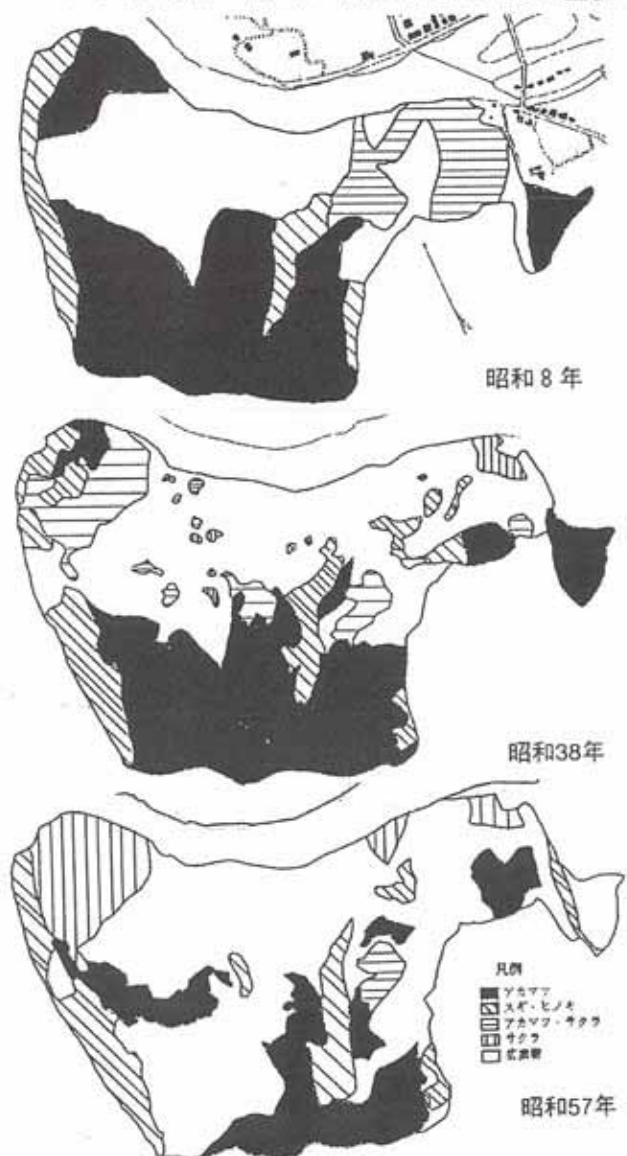


図-1 嵐山国有林における植生遷移

森林レクリエーション活動による風景認識の差異

奥 敬一

(風致林管理研究室)

1. はじめに

自然休養林をはじめとする森林空間利用林や、都市近郊のレクリエーション林においては、来訪者に対して森林の快適性を十分に発揮できるような空間管理計画が必要である。そのための基礎的な資料として、来訪者がどのようなイメージを抱いて森林レクリエーションの場に訪れ、どのような空間や景観に対して楽しさや快適さを意識するのかを明らかにする必要がある。そこで本論では来訪者の属性や利用類型によって現れる、風景認識の差異を明らかにする。

2. 調査方法

関西地方の代表的な都市近郊林である箕面自然休養林を調査対象地とし、調査手法には写真投影法を用いた。調査は1994年5/7(20組)、8/7(27組)、10/16(18組)、11/26(16組)の計4回(81組)行い、各組に一つずつレンズ付きフィルムを配布し、良い風景や楽しい出来事などを撮影するよう指示した。撮影された写真はその内容から「モノ(草花、特徴的な樹木、構造物等)」「コト(グループ内外の人との交流、活動等)」「バショ(遊歩道の様子、園地の風景等)」の3カテゴリーに分類し、被験者の組ごとに各カテゴリーの撮影率を計算した。そして被験者の活動類型、及びグループ類型との相関を考察した。活動類型は滞留型(活動範囲が園地周辺に限られるグループ)と散策型(園地を離れて散策するグループ)に分類し、グループ類型は5分類した。

3. 結果と考察

表-1はグループ類型と活動類型の関係を示している。子供連れや多人数の若いグループは園地周辺に留まり、バーベキューをしたり水辺で遊ぶ傾向

表-1 活動類型と被験者グループ類型

	30代以下 30代以下 40代以上 40代以上					
	子供連れ	(3人以上)	(2人)	(2人)	(1人)	計
滞留	17	6	3	0	0	26
散策	14	4	7	26	4	55
計	31	10	10	26	4	81

が強い。また、子供連れは比較的滞留時間が短く、若いグループは長時間滞留していた。一方、年輩のグループは全て散策型であり、活動時間の長短はあるものの散策を楽しむ傾向が見られた。

表-2 被験者属性と撮影対象の傾向

	モノ	コト	バショ
滞留	-	++	--
散策	+	--	++
子供連れ	--	++	-
30代以下(3人以上)		+	-
30代以下(2人)	++		
40代以上(2人)		--	++
40代以上(1人)		-	+

+, -: $P < 0.05$ ++, --: $P < 0.01$

表-2はグループ類型、活動類型別の「モノ」「コト」「バショ」の撮影率の傾向を示している。「+」はそのカテゴリーの撮影率の平均が有為に高いことを、「-」は有意に低いことを表す。まず活動類型別では、滞留型のグループが人や行動などの出来事を非常に多く撮影している。一方、散策型のグループでは散策中に目撃した花、目立つ樹木、滝などの「モノ」や、林内の遊歩道の風景、時折開ける眺望といった「バショ」的な風景が多く撮影されている。さらにグループ類型との関連で見ると、子供連れや若いグループといった滞留する傾向のあるグループは「コト」の撮影率が高くなる。それ以外のグループでは、若い2人連れのグループに「モノ」を多く撮影する傾向が、また年輩のグループでは「バショ」を多く撮影する傾向が見られた。

以上のように、目的とする活動、グループの構成、年代などの違いによって、良い、楽しいと感じられる事柄や風景に差異が存在することが明らかとなった。今後はこうした知見を生かして景観管理におけるゾーニングや演出方法を考えていく必要がある。

田辺丘陵のタケ群落の増減と群落規模の解析

鳥居 厚志 (土壌研究室)

井鷲 裕司 (造林研究室)

1. はじめに

西日本各地でタケの分布拡大が観察されている。その実態について、これまで京都府下で面積の増加については一定の知見が得られたそこで次に、田辺丘陵(京都府田辺町)を例に、増加の「質」を解析するために、タケ群落の数の増減や群落規模の変化を調べた

2. 研究方法

1/25,000地形図(1953年)および土地利用図(1975年)から竹林と森林の分布をトレースした。また、1985年の同エリアの空中写真を用いて、竹林と森林の分布を判読・トレースしたこれらをイメージスキャナーでパソコンに取り込み、ドロー系ソフトを用いてデータ形式の変換、縮尺や方位の修正をした後、画像解析ソフトを用いて面積測定などを行ったそれらのデータを解析し、タケ群落の規模の変化や土地利用の変化を検討した。

3. 結果と考察

竹林と森林の群落数、1群落あたりの面積の平均、面積合計を表-1に示す年を追う毎に群落数は竹林、森林ともに増加しているが、1群落あたりの面積と合計面積は、竹林では増加し、森林では減少している。土地利用図をみると、1953年→1975年の森林の減少は、関西学研都市の造成によるところが大きく、そのために森林群落が分断・断片化され規模が小さくなったと考えられる。1975年→1985年の変化をみると、おおむね森林が竹林に置き換わっている。これは竹林が自然に森林に侵入して分布を拡大したためとみられる。

図-1に、竹林の群落規模の変化の詳細を示す。図のX軸(面積を示す軸)は、1ha(10,000m²)を境に尺度を変えて表している。図をみると、1953年には1ha以上の群落はほとんどないが、その後、大面積の群落が増加していることがわかる。それと同時に1ha未満の小さな群落の数も年を追う毎に増加している。タケの場合、種子が散布されて天然更新が行われているとは考えにくいので、この群落数の増加は人為的な植栽と考えられる。ただし、データソースが古いほど、また、縮尺が小さいほど判読の精度は低くなるので、タケ群落数の増加率などについては単純に論じられない。

今後、できるだけデータソースの精度をそろえて、より詳細な解析を行う予定である。

表-1 竹林、森林の群落規模の変化

年	1953	1975	1985
竹林の群落数	24	112	174
1群落の平均面積*	0.73	1.42	1.59
竹林の合計面積*	17	159	277
森林の群落数	23	42	53
1群落の平均面積*	41.95	20.41	14.70
森林の合計面積*	965	857	779
竹林+森林の面積*	982	1016	1057

*面積の単位はha
エリア総面積は1934ha

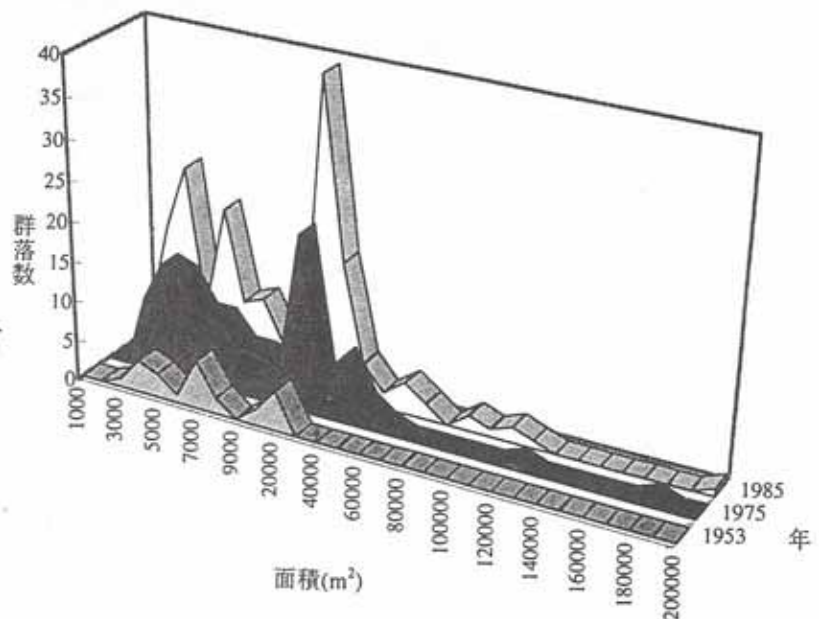


図-1 竹林の群落規模の変化

氷ノ山の湿原堆積物中の鉱物とその起源

鳥居 厚志
(土壌研究室)

1. はじめに

湿原堆積物中には植物化石やテフラなど様々な環境指標物質が累積されており、そこから様々な情報を層序学的に引き出すことができる。ここでは鉱物分析を行い、その供給起源を検討する。それによって、この地域の土壌の生成に関わる風成塵の影響などを明らかにすることができる。

2. 試料と方法

兵庫県の高生沼（氷ノ山の山頂直下；標高約1,500m）でボーリングコア試料を採取した（深さ120cmまで）。その試料を5cm刻みに切断し、無機物含有率を調べた。無機物のうち100-200 μ mの画分は光学顕微鏡で一次鉱物の同定を、20 μ m以下の画分はX線回折装置を用いて粘土鉱物の同定を行った。全般に無機物の量が少なく、分析に不十分なので、適宜3～8サンプルをまとめた。また、付近の土壌中から採取した安山岩腐朽礫を粉砕し、湿原堆積物と同様の分析を行った。

3. 結果と考察

表-1に結果を示す。表には、放射性炭素年代測定結果（高原；未発表）も付記した。表のように、無機物含有率は深さ95cm以下で大きく、湿原形成初期（およそ3,000年前より以前）に無機物の流入が多いことがわかる。また、深さ25cm未満（およそ800年前より以後）でも何らかの原因でやや大きい。一次鉱物の組成は、全試料で火山ガラスが50%以上を占めており、その他に長石類や輝石類などが含まれている。すなわち一次鉱物の大半は火山灰由来であるが、基岩（安山岩）の風化物も少なからず混入している。粘土鉱物の組成は石英を主体とし、次いでクリストパライトが多い。クリストパライトは安山岩由来と考えられるが、石英は安山岩には含まれておらず、また、一般的に火山灰にも含まれていない。このような微細な石英の起源について、中国大陸からの風成塵由来であるとの報告があり、本研究に関してもその可能性が高い。すなわち堆積物中の鉱物は、火山灰や風成塵を主体としており、それらは周辺の土壌の母材としても重要な要素であると考えられる。

表-1 高生沼湿原堆積物の鉱物組成

深さ (cm)	放射性 炭素年代* (years B.P.)	無機物 含有率 (重量%)	一次鉱物 (100-200 μ m画分；粒数%)						粘土鉱物 (20 μ m以下の画分)					
			火山 ガラス	石英	長石類	角閃石	輝石類	磁鉄鉱	クリストパ ライト	長石	雲母	7 μ 入 鉱物	14 μ 入 鉱物	
0-5		12.6												
5-10		5.8	56.2	0.7	8.2	1.3	8.5	0.7						
10-15		11.2												
15-20		15.5	71.7	1.4	6.1	1.4	6.4	1.1						
20-25	800 $\pm$ 80	10.6							+++	+	+-	+	+-	+-
25-30		4.3	81.1	1.3	2.5	0.6	1.3	-						
30-35		1.7												
35-40		1.9												
40-45		2.5												
45-50		0.0												
50-55		1.4	59.7	2.5	14.2	1.9	4.4	0.9						
55-60		1.1												
60-65		1.4												
65-70		2.8												
70-75		2.2												
75-80		1.9												
80-85	2350 $\pm$ 65	2.7	91.3	0.8	9.5	1.8	1.3	0.3						
85-90		5.3												
90-95		14.9												
95-100		77.2	80.4	1.1	10.4	3.7	1.2	0.3	+++	++	+-	+-	+-	+-
100-105		80.3	82.3	1.0	10.6	3.0	0.5	0.3	+++	+	+-	+-	+-	+-
105-110	3380 $\pm$ 105	89.9	89.9	-	6.8	0.3	1.3	-	+++	+	+-	+-	+-	+-
110-115		92.2	85.5	0.3	8.9	1.0	0.9	0.3						
115-120		90.4	80.0	-	10.7	0.3	11.7	0.6	+++	+	+-	+-	+-	+-
安山岩腐朽礫			-	-	++	+	+	+-	-	+++	++	+-	-	-

*高原（未発表）

+++すこぶる富む、++富む、+含む、+あり、-なし

平成6年度の関西支所構内の酸性降雨について

金子 真司

(土壌研究室)

1. はじめに

pH 4 台の酸性雨が全国的に観測されており、森林への影響が心配されている。土壌研究室では特定研究「酸性雨モニタリングステーション構築」の一環として、関西支所構内において雨水を採取し化学成分の分析を行っている。ここでは、昨年度記録されたpH 4 以下の酸性降雨の特徴を述べるとともに、降雨中の有機物濃度について報告する。

2. 研究方法

鳥獣棟北側にあるガラス温室前において、ポリロート（直径30cm）とポリタンク（10ℓ）を組み合わせた雨水採取装置によって降雨を採取した。採取した降雨はpH（ガラス電極法）、EC（導電率法）、有機体炭素（燃焼—赤外線吸収法）、無機イオン（イオンクロマト法、原子吸光法）の測定を行なった。

3. 結果および考察

pH 4 以下の降雨は1 昨年は1 度しか観測されなかったが昨年度は5 度記録した。これら降雨は6 月下旬から10 月にかけて採取された。昨年夏は記録的な猛暑であり降水量も少なかったため、このことが降雨pH に影響していると推察される。図-1 は、pH 4 以下の降雨に含まれるイオン濃度を当量に換算して示したものである。年平均にくらべて陽イオン、陰イオンとも濃度が高かった。陰イオンでは硝酸イオンと硫酸イオンの濃度が高く、pH 低下の主因となっている。陽イオンではアンモニウムイオンが高い特徴がみられた。pH 4 以下の降雨は降水量20mm 以下に発生しており、先に述べたように夏季に集中しているため、植物体に付着した降雨が蒸発によって濃縮して生育に影響をあたえる可能性も考えられる。

降雨中の有機体炭素(TOC)濃度の加重平均濃度は2.2mg/l であった。この値は京都市周辺の渓流水中のTOC が1 mg/l 以下であることから考えてかなり高いといえる。特に、TOC は降水量が少なくなると増加する傾向にあり、10mm 以下の降雨の多くは5 mg/l 以上であった(図-2)。

今回の測定では乾性降下物も含めて測定しているので、TOC を過大評価している可能性もあるが、大気中における揮発性有機化合物の汚染が進行しつつあるといわれているので、降雨中の有機物濃度は今後も監視していくことが必要であろう。

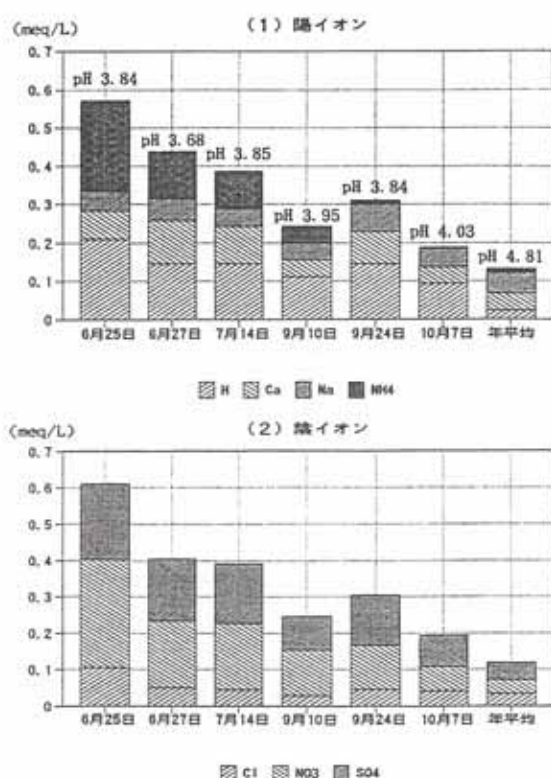


図-1 pH 4 以下の降雨のイオン濃度

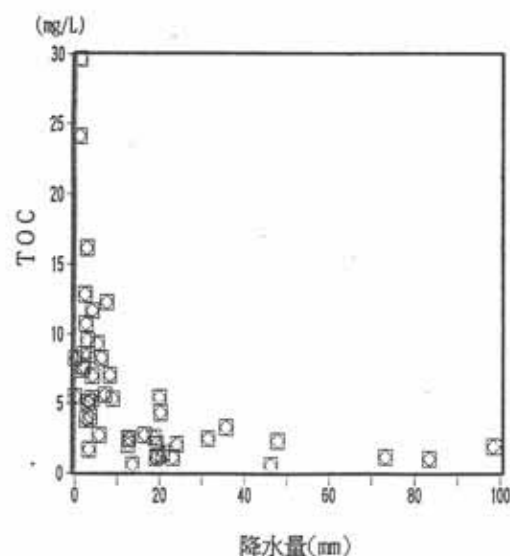


図-2 降水量と有機体炭素濃度の関係

京都市山科区における林野火災跡地の植生回復初期過程

後藤 義明・玉井 幸治
(防災研究室)

1. はじめに

林野火災による森林の焼失は、単に林業上での林木の損失にとどまらず、森林の持つ重要な環境調節機能を喪失させてしまうなど、周辺環境に大きな影響を及ぼす。林野火災跡地における植生の回復は、失われた環境調節機能を取り戻すための基礎になるものであり、その研究資料は、森林の保全と管理への具体的な指針となる。林野火災跡地の植生回復の調査は、現在まで北海道や東北、関東、瀬戸内海沿岸地方を中心に精力的に行われてきた。これらの研究を通し、各地方により、火災跡の植生再生の方式や速度に大きな差があると同時に、共通点も多いことが明らかにされてきた。本研究では、今まで少数の研究例しかなかった近畿地方において、林野火災の跡地を継続的に調査し、当地域における林野火災跡地の植生の特徴とその動態を明らかにすることを目的としている。今回は火災発生後半年間の植生回復状況について報告する。

2. 調査地および研究方法

調査は京都府山科区御陵大谷町の林野火災跡地で行った。調査地は大文字山の南斜面に位置し、標高は約130m、斜面の方位はSである。1994年の夏は雨が少なく、乾燥した状態が長く続いたため各地で林野火災が発生し、特に瀬戸内海沿岸地方では大規模な林野火災が続発した。本研究で対象とした調査地の林野火災は、1994年8月11日に発生したもので、アカマツ林が被災した。調査地は樹冠まで焼失したアカマツ林内に設けた。調査地内にはアカマツの他、林冠木としてクリ、コナラ、ネジキ、ソヨゴ等が生育していたが、いずれの個体も地上部は火災のため枯死していた。

調査地内の斜面に10m×10mの方形区を2個設け、それぞれ2m×2mの小方形区25個に分割した。対照として同様の方形区を、被災地周辺の被災していないアカマツ林内にも1個設けた。小方形区内に出現した木本種のすべてを個体識別し、ほぼ1ヶ月間隔に調査を行い、その消長を記録した。調査は、被災の3ヶ月後の1994年11月から開始した。

3. 結果および考察

再生した植物には、種子の発芽によるものと地下の栄養体からの萌芽によるものがあった。1995年3月までに、調査地に出現した植物の再生方式を、表-1に示した。種子から再生したものの大部分は埋土種子の発芽によると考えられるが、コナラやアカマツ等、一部他所から飛来した種子に起源するものもあった。図-1には、主な木本実生の出現密度を月ごとに示した。最も高密度で出現したのは、アカメガシワであった。アカメガシワやヌルデは火災の3ヶ月後の11月には既に多くの実生が出現しており、調査期間を通じて実生数はほとんど変化がなかった。これに対しアカマツは、火災の4ヶ月後から出現しはじめ、月ごとに漸増していく傾向がある。また、ミツバアケビは、火災の7ヶ月後の翌年の3月になって初めて出現した。ミツバアケビの他にもコナラやクリ、エノキ等は翌年から出現し始めた。調査期間内で枯死する個体はほとんどなく、結果として全体の密度は増加した。草本類は、ヒメムカシヨモギやヨウシュヤマゴボウが火災の3ヶ月後の11月には多数出現していた。11月の時点で全体の植被率は1%未満であったが、3月になっても植被率にはほとんど変化がなかった。

表-1 火災跡地の主な植物の再生方式

栄養的に再生したもの	木本	ネジキ
	草本	ヨウシュヤマゴボウ
種子の発芽により再生したもの	木本	アカメガシワ、ヌルデ、アカマツ、ミツバアケビ
	草本	ベニバナボロギク、ノゲシ、ヒメムカシヨモギ
両方法によるもの	木本	コナラ
	草本	なし

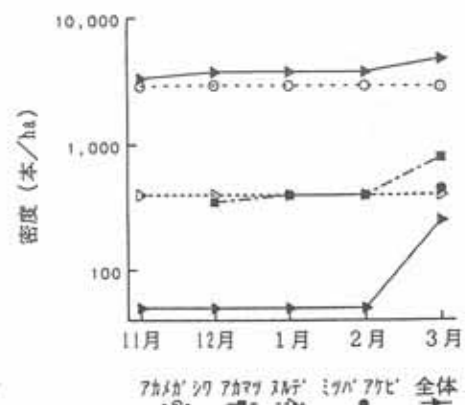


図-1 主な木本実生の密度の変動

群落コンダクタンスの季節変化 —落葉広葉樹二次林の場合—

玉井 幸治・服部 重昭・後藤 義明
(防災研究室)

1. はじめに

植物群落は生理作用などを通して、水収支の主要項目である蒸散に影響を及ぼす。この影響度を示す変数の一つに、群落コンダクタンス (g_c) がある。これは速度の次元を単位に持つ変数である。そして数値が大きいほど、植物群落は盛んに蒸散を行っていることを意味する。ところが、 g_c に関する研究は常緑樹林を対象に行われた例が多く、落葉樹林に関する報告例は少ない。そこで、関西地域に広く分布する落葉広葉樹二次林における g_c の特性について報告する。

2. 試験地と理論、方法

試験対象とする森林は、京都営林署管内にある山城水文試験地の北谷流域 (1.6ha) である。高木層にコナラ、ネジキなど、中下層にリョウブなどが生育している。断面積合計は19.6m²/haであった。年平均値でみると気温15.8℃、相対湿度74.6%である。

g_c は、ペンマン・モンテイス式に基づいた (1) 式を用いて算定した。

$$g_c = \frac{g_a \gamma (1E - 1E_i)}{\Delta (R_n - G) + \rho C_p \Phi \cdot g_a - (\Delta + \gamma) (1E - 1E_i)} \quad (1)$$

ここで、1E: 蒸発散量, 1E_i: 林床面蒸発量, R_n: 純放射量, G: 地中熱流量, Φ: 飽差

Δ: 飽和蒸気圧曲線の勾配, γ: 乾湿計定数, C_p: 大気の定圧比熱, g_a: 空気力学的コンダクタンス

R_n, G, Φは、北谷流域に設営した気象観測鉄塔において観測した値を用いた。Δ, g_aはそれぞれ気象観測鉄塔で観測された気温、風速から計算によって求めた。また、気象観測鉄塔における観測値などに基づいて、1Eはボーエン比法 または空力熱収支法, 1E_iはEFFモデルによって算出された値をそれぞれ用いた。なお、1992年3～8月のデータを日単位で解析した。

3. 結果と考察

g_c の季節変化を図に示す。全般にバラツキが大きい、3月上・中旬は比較的小さな値を示す傾向がある。開葉する期間である4月下旬から5月上旬にかけて急増するが、それ以降増加速度は低下するものの引き続き増加傾向が持続するという季節変化が認められる。具体的に数値で示すと、平均して3月上・中旬は0.25cm/s、5月中旬以降は0.8cm/sであった。針葉樹林の g_c は0.5～1.0cm/sであるの比べると、5月以降では同程度、3月上・中旬では小さな値を示したことになる。 g_c が急増する期間は、ちょうど落葉樹の開葉時期と一致する。これらのことから、 g_c と葉量には正の関係があると推測された。

群落コンダクタンス(cm/s)

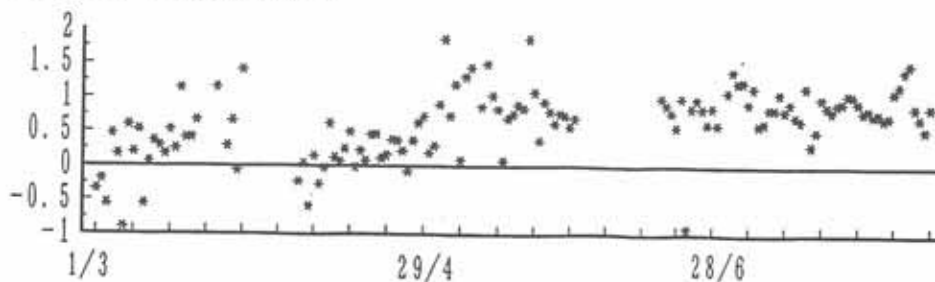


図-1 群落コンダクタンスの季節変化
(北谷流域 92年3～8月の場合)

落葉広葉樹二次林の水収支特性

服部 重昭・玉井 幸治・阿部 敏夫
(防災研究室)

1. はじめに

滋賀県南部から京都府南部、瀬戸内海沿岸にかけて位置する落葉広葉樹二次林には、明治初期に緑化工が導入されるまでは「はげ山」であったところが多い。当時は、これらの地域では豪雨のたびに山からの激しい水と土砂の流出に悩まされていたことが記録されている。それから約120年が経過し、山からの水土流出は大幅に減少したと思われる。この間の水文、流出土砂のデータが存在しないため、森林の成立にともなう水土流出の変化を定量的に知ることはできないが、今後も遷移が進行する二次林の水文環境の一断面を正確に記述しておく必要がある。そこで、落葉広葉樹二次林に試験流域を設定し、水循環の素過程を詳細に調査した。ここでは、それらの結果を針葉樹林での既往の成果と比較しながら、落葉広葉樹二次林の水収支特性を報告する。

2. 試験地の概要と測定方法

調査地は、京都営林署管内にある山城水文試験地の北谷流域（1.6ha）である。高木層にコナラ、ネジキなど、中下層にリョウブなどが生育している。断面積合計は19.6m²/haであった。地質は風化カコウ岩で、土壌は乾性型の割合が高く、砂質で未熟土的であり、土層は全般的に薄い。年平均値でみると気温15.8℃、相対湿度74.6%、降水量1,627.0mmである。森林における水収支は、いわゆる「収入」の降水量、「支出」の流出量と蒸発散量によって構成されている。蒸発散量は、さらに蒸散量と樹冠での降雨遮断量（以下、遮断量と記す）に二分される。これらを時系列データとして測定することにより、その流域の水収支を知ることができる。ここでは、降水量は気象露場の自記雨量計で、流出量は量水堰で測定した。蒸発散量は、流出量を用いて短期水収支法で計算し、その構成成分である遮断量は、樹冠通過雨量と樹幹下流量の測定から求めた。蒸散量はこれらの残差から算出した。なお解析には1989～1992年のデータを用いた。

3. 水収支の比較

水収支や蒸発散の内訳を針葉樹林での結果と比較することにより、落葉広葉樹二次林の水収支特性を調べた。比較対象林分として、京都大学の桐生試験流域（5.99ha）を取り上げた。桐生試験流域は本試験地の北東25kmに位置し、地質が風化カコウ岩であるうえ、気象環境も似ている。植生は明治・大正期の治山事業により回復したなど、施業履歴も類似している。したがって林分がマツとヒノキの混交林である点が、北谷流域と大きく異なるとみなすことができる。解析対象期間は異なるが、年平均降水量は北谷流域が1,627.0mm、桐生流域が1,777.9mmで、このときの年蒸発散量は前者が743.5mm、後者が749.1mmであった。北谷流域は降水量が少ない分だけ流出量は少なくなるが、蒸発散量にはほとんど差は認められない。そこで、蒸発散量の内訳の違いを知るため、図-1に両流域の蒸散量（林床面蒸発量を含む）と遮断量の季節変化を比較した。遮断量は北谷流域の方が年間を通して少なく、その差は平均的にみて10mm/月に相当する。これは北谷流域の林分葉量が少ないこと、冬期に落葉することに起因すると考えられる。一方、蒸散量の季節変化のパターンはほぼ一致しているが、その大きさは遮断量とは反対に、北谷流域の方が大きい。これは、桐生流域は、針葉樹林であり葉量が多いこと、年間を通じて林冠が閉鎖しているため林床への入射量が小さいことなどから、北谷流域に比べて林床面蒸発量が少なくなるためと推察される。したがって、図-1に示した蒸散量から林床面蒸発量を除いた正味の蒸散量は、両流域でかなり近似する可能性がある。気象条件、立地条件、林分条件（たとえば材積）を統一した上での比較でないため、落葉広葉樹二次林と針葉樹林の差を厳密に抽出したとはいえないが、二次林の水収支特性として遮断量が小さく、林床面蒸発量が大きいことが見いだされた。また、もし両流域の降水量が等しいならば、水収支に大差はないことが推察された。

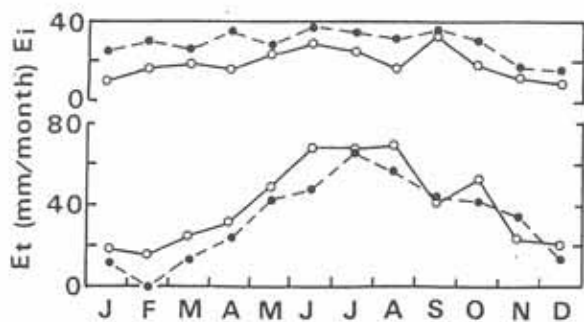


図-1 蒸散量(Et)と遮断量(Ei)の比較
○：北谷流域 ●：桐生流域

木造住宅建築構造の変化と木材流通システムの新しい動き ーハウスメーカー主導の直結型木材流通の形成ー

野田 英志
(経営研究室)

1. はじめに

近年、わが国の木造住宅建築市場においてハウスメーカー（大手ハウスメーカーや地域ビルダー、また、有力工務店のフランチャイズ組織など）の台頭が著しい。それは従来のプレハブ・ツーバイフォー住宅に留まらず、大工が高齢化し減少する中で、木造在来工法住宅の分野においても顕著である。そこで、こうしたハウスメーカー住宅の特徴と、そこでの新しい住宅部材調達システムの実態を探り、わが国の住宅用木材流通システムの現状とその課題について考えたい。

2. 近年の新設木造住宅の特色とハウスメーカー住宅の特徴・位置づけ

新設木造住宅の中心をなす戸建住宅（木造住宅戸数の8割弱、床面積では9割強を占める）について、住宅金融公庫編「住宅・建築主要データ調査報告」の戸建住宅調査データの分析から、次の3つの特色が指摘できる。①洋風化の進展、②住設備の高機能・高級化、③住宅性能保証の長期化。データは省略するが、近年の戸建住宅のこうした変化を創り出しているのがハウスメーカーであり、①～③はハウスメーカー住宅の特徴でもある。なお、住宅用木材との係わりで指摘すると、住宅性能保証の普及は、とくにハウスメーカーを中心として、住宅用木材における品質管理重視の動きを強める重要な背景をなしている。

3. ハウスメーカーの住宅部材調達システムと使用木材の質的特徴

木造住宅建築においてハウスメーカーの進出を促してきた要因の1つに、住宅部材の複雑な継手・仕口加工等を、コンピュータ制御による機械加工で行う「プレカット加工システム」の開発・普及がある。今日、CAD/CAMシステムを備えた、ハウスメーカーの系列ないし直営プレカット工場が、ハウスメーカーの住宅部材加工調達の核心的役割を担っている。このためハウスメーカー関連のプレカット工場を対象に基礎調査を行った結果、そこで使用される「木材の質」や「流通の仕組み」が大きく変わりつつあることがわかった。前者の「木材の質」については、品質（乾燥・規格精度・強度等）の安定性重視の動きがより強まっていることである。具体的には、乾燥構造材の使用とともに、集成材多用化の動きがとくにここ1・2年で急速に強まっており（とくに柱や間柱など）、今後もその比率をいっそう高める計画が多く見られた（聞き取りの11工場中9工場）。歪みや曲がりの出ない高品質材の需要は今後も安定して増加すると見られ、こうした需要の動きに対応して、国産材（間伐材等）の高品質化や集成材化の必要性もいっそう強まるものと予想される。次ぎに後者の「木材流通の仕組み」の変化については、従来の在来型の多段階流通から、ハウスメーカー主導による「製材工場・木材揚港→プレカット工場→住宅施工現場」といった短絡化された直結型流通（物流）に変わってきていることである。現状では、こうしたハウスメーカーと直取引を行う産地製材の多くは、ツインバンドソーを備え、乾燥を含む品質管理体制を整えた量産型の手製材メーカーである。製材メーカーにとっては利は薄いものの、ハウスメーカーの安定した需要が確保でき、ユーザー情報のフィードバックがスムーズになされ、結果として高品質製品の大ロット流通が形成されているのである。

4. 木材流通システムの基本構図の変化と残された課題

現時点でハウスメーカーは、プレカット加工システムを中軸に置いて、製販統合化されたロジスティクスの構築を指向していると見られる。これに伴い、木材流通システムの基本的な構図も従来の見方を変える必要が出てきたといえよう。すなわち従来の、外材を大量大型基幹流通とし、国産材を小量小型の補完流通と捉える「外材vs国産材」の流通構図から、「ハウスメーカー主導の直結型流通」と「在来型の多段階流通」の重層化した流通構図へと、流通システムの基本構図が大きく変質してきたと見られることである。前者の「ハウスメーカー主導の直結型流通」には、主として品質管理型の大規模製材が対応し新たな展開を見せており、他方、後者の「在来型の多段階流通」では、縮小・後退する多くの中小製材群や中小木材流通業そして小零細大工・工務店が対応しているのである。こうした中小製材・木材流通業を、どのようにニーズ対応（発掘・創造）型の木材加工・供給システムづくりに結び付けていくかが今後に残された課題である。

竹材生産量・面積の地域的推移について

田村 和也
(経営研究室)

1. はじめに

昭和50年頃より減少の続く竹材生産量はここ数年その度を強め、平成4年には580万束と昭和50年(1,049万束)の半分近くまで落ち込んだ。また、竹林面積も昭和50年12.8万haから平成4年8.0万haと縮小している。竹材生産の減少は需要減退の結果であるが、人手が入らないことにより生産に適さない竹林が増加しているとも言われており、相乗的に竹林資源が失われるおそれがある。そこで、どこで放置竹林が増加しているか、最近の統計資料により地域的に検討を行った。加えて生産減少に関して若干の予測を試みた。

2. 研究方法

「特用林産関係資料」(林野庁;昭和60年まで「特用林産物需給表」)の昭和50年から平成4年までの都道府県別マダケ、モウソウチクの生産量・面積を用いた。

3. 結果と考察

生産量に関しては、生産量上位の県が全国生産に占める割合が明らかに高まっており(上位10県のシェアはマダケで昭和50年69%→平成4年83%、モウソウチクで83%→90%)、特に比較的生産量を維持している数県のシェアが拡大している(マダケ大分30%・山口18%、モウソウチク鹿児島42%・熊本15%など)。逆に他県の生産減退が顕著と言える。

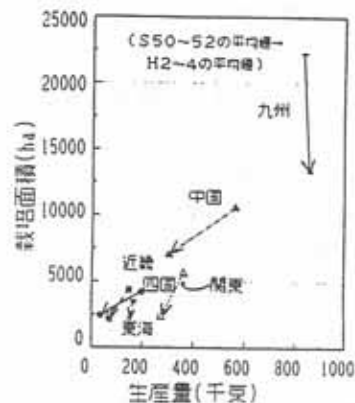


図-1 マダケの生産量・面積の地域別推移

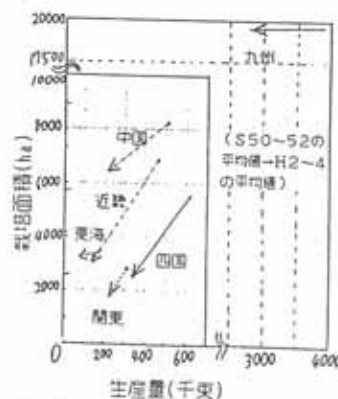


図-2 モウソウチクの生産量・面積の地域別推移

図-1, 2は生産量・面積の地域毎の減少傾向を昭和50~52年と平成2~4年の平均値で表わしたもので、矢印が左水平を向くほど生産量減少が面積減少を上回ることを示す(東北、北陸は生産量が少ないので割愛)。関東地方は面積減少にもかかわらず比較的生産水準を維持しているが、中国地方や四国のマダケは面積以上に生産が減っている。生産量上位県について昭和50~52年平均を100とした平成2~4年の平均生産量・面積を見ると、マダケでは茨城が95・40、千葉80・27、栃木123・190に対し、京都52・101、山口72・94、愛媛6・10、島根9・2であった。ただ九州では大分169・88、鹿児島184・100など活発な生産が続く県もあるが、福岡23・51、宮崎37・56と大幅に減退した県もあり、地域内でも傾向はそれぞれ異なっている。モウソウチクの場合は、茨城69・73、千葉103・56、高知67・32、熊本102・102、鹿児島99・116に対し、京都30・68、山口63・160、福岡42・61、宮崎23・129となっている。このように特定の産県で面積(大幅)減にもかかわらず生産水準を維持している一方、面積減以上に生産が落ち込んでいる県では、竹材価値の下がった放置竹林が次第に増えていると見られる。

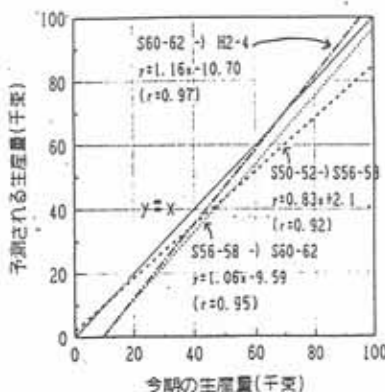


図-3 マダケの生産量の回帰直線

図-3は、各県の昭和50~52年・56~58・60~62・平成2~4のマダケ生産量を、連続する2期間の間で当期を独立変数、次期を従属変数に取った際の回帰直線である。50~52→56~58間では生産量が多いほど次期の生産量が減る傾向にあったが、その後生産量が多い場合は比較的次の減少が緩やかになり、逆に生産量7万束以下では生産量が少ないほど次期はもっと減ることが読み取れる。回帰式なので必ずしも個々の県の事情を反映しているとは限らないが、一定以上生産が落ち込むと歯止めが利かないおそれを示唆している。

図-3は、各県の昭和50~52年・56~58・60~62・平成2~4のマダケ生産量を、連続する2期間の間で当期を独立変数、次期を従属変数に取った際の回帰直線である。50~52→56~58間では生産量が多いほど次期の生産量が減る傾向にあったが、その後生産量が多い場合は比較的次の減少が緩やかになり、逆に生産量7万束以下では生産量が少ないほど次期はもっと減ることが読み取れる。回帰式なので必ずしも個々の県の事情を反映しているとは限らないが、一定以上生産が落ち込むと歯止めが利かないおそれを示唆している。

スギ黒心材形成要因の検討 II —発生を回避するための施業技術—

黒田 慶子・伊藤 進一郎
(樹病研究室)

1. はじめに

スギ黒心材の被害を誘発する環境要因を解析するために、先に被害多発林分において、立地環境の特徴について調査および試料採取を行い、黒心材の発生に関わる要因、特に枝打など傷害との関係について解析を行った。引き続き、被害の少ない林分で枝打や傷害と材の変色との関係について解析を行い、黒心材多発地と比較して被害回避技術を検討した。

2. 試料と方法

京都市左京区花背では黒心材の発生は目立たないが、西隣はボタン材の発生が多い京北町である。花背の3林分で植栽品種、枝打ち年度や黒心発生 の程度について調査した。また、製材所で黒心材の混入程度を調べた。調査林分のうち2林分で赤色および褐色～黒褐色系の心材を持つ3個体を採取した。材を輪切りにし、枝跡の位置で縦切りにして枝打ちによる傷害部と変色の広がり具合の関係を調べた。典型的な黒心材と比較するために、材の含水率、pHの測定を行った。

3. 結果と考察

【品種および施業方法と黒心材の発生状況】

花背では柱や板材生産を行うので、黒心材になりやすい系統は植栽しない。種子は兵庫県の妙見スギなど他地域から入れるか地元で採取する。調査した3林分共に、黒心材は少なかった。製材所でも黒心材はまれであった。花背では、主幹に達するような深い枝打は行われておらず、大きな外傷もなかった。

【枝打跡と変色との関連】

赤心材(15年生)の枝跡は黒褐色を示した心材の枝跡に接する部分は、やや褐色であった。褐色の心材を持つ個体の根元には、材が露出したままの大きな傷があり、樹幹横断面の3分の1が変色していた。さらに、上下方向への変色範囲も広がった。黒心材になりにくい系統でも、大きな外傷の部分には不特定の微生物の感染があり、材の変色が起こる。黒褐色系の心材を持つ個体(22年生)では、心材部の色調は枝打ち基部の褐色域と色調が類似していた。しかし京北町で見られた典型的な黒心材の色調よりは、かなり明色であった。花背地域では、心材が黒くなりやすいシバハラ系のスギは植栽していないというが、実生苗であるため遺伝的形質は一定でないと思われる。施業方法や立地環境が同じであっても、まれに心材色が濃い個体が出現するのは、遺伝的要因ではないかと推定された。

【心材含水率、pHと心材色調との関係】

黒心材は高含水率、高pHであると報告されている。本研究でも心材の色調が濃いほど含水率、pHが高い傾向を示し、この2点は黒心材に付随する現象であると推定された。

【施業上の指針】

(1) 黒心材形成の要因としては、遺伝的に心材が濃色になりやすい品種があげられ、京都では北山のシバハラ系が知られている。磨き丸太生産地では心材色が濃くても問題がないのでこの品種を好んで用いるが、今後磨き丸太の需要が減り、柱や板材への利用がやむを得なくなると、非常に大きな問題になる。また、実生苗を植栽する地域で、黒心材が多発する場合は、別系統の種子への変更を検討することも重要である。

(2) 黒心化を促進する要因として、特定の微生物の関与は否定的である。しかし、枝打などの外傷が材の変色に関わることがわかった。木部に達する大きい傷がある場合、巻き込みによる治癒に数年以上かかるため、不特定多数の微生物の感染もあって材の変色が助長され、しかも変色範囲が大きい。ボタン材はこのような条件で形成される例が見られた。黒心材の発生を抑制するには、遺伝的に黒心化しにくいスギでも施業時に傷害を小さくすることが重要である。枝打の技術や季節に留意することによって黒心化を軽減できる。

(3) 立地については、明らかな要因は発見できなかった。土壌水分が多い林地で心材含水率が高くなる傾向があるなら、黒心化しやすい品種で、より黒い色調になる可能性がある。

ヒノキにおける傷害樹脂道形成位置の季節的变化

黒田 慶子
(樹病研究室)

1. はじめに

ヒノキ漏脂病の特徴は、永続的な樹脂漏出である。健全なヒノキには本来樹脂道がなく、樹幹が傷ついて傷害樹脂道が形成された後、樹脂が漏出する。傷害樹脂道の形成機構については研究報告が少なく、形成される季節や形成位置・範囲等不明点が多い。漏脂病における異常な永続的漏脂の原因究明に向けて、まず傷害樹脂道形成に関する基礎知識を得るため、単純な物理的傷害の場合について、傷害の季節と樹脂道形成位置との関係を明らかにした。

2. 試料と方法

2本のヒノキ樹幹に、1ヶ月に1度横方向に位置を変えながらナイフで木部に達する傷を与えた。2年後に全ての傷害部から組織を採取し、樹皮の横断切片を作成した師部内のどの年輪に傷害樹脂道が形成されているか調べ、傷害によって樹脂道エビセリウム細胞に変化し得る柔細胞の範囲を特定した。また、傷害の季節と樹脂道形成位置の関係を明らかにした。

3. 結果と考察

ヒノキの二次師部の繊維は春季に形成されたものの直径が大きく、そのため木部と同様の年輪構造が認められる。それを目印に、傷害と樹脂道形成位置との関係を確認した。4月から7月までに師部を傷つけた場合、傷害樹脂道は師部の前年度の年輪(図-1の-1)と2年前形成の年輪(-2)内に1~2列形成された。8月から翌年3月までに傷つくと、傷つけた年の年輪(0)および前年輪(-1)に樹脂道が形成された。このように樹脂道形成の位置は、8月頃を境にして1年輪分内側(形成層側)へ移動していた。1度の傷害で樹脂道が2~3列、年輪に沿って形成された例はあったが、放射方向の形成範囲は年輪界をはさんで2年輪以内であった。

3年以上前に形成された古い年輪に、樹脂道が新たに形成された例はなかった。この結果から、傷害樹脂道エビセリウムに変化する柔細胞は、分裂後2年以内の若い細胞であることが明らかになった。従って、漏脂病患部の外樹皮および内樹皮全体にわたって多層分布する傷害樹脂道は、全層が同時に形成されたり、あるいは数年以内に形成されたものではなく、何年にもわたって繰り返し形成された結果であることが判明した。

この事実から、漏脂病における樹脂道形成および漏脂症状発現の要因としては、何らかの刺激が繰り返し樹幹に与えられ、樹脂道の形成が繰り返し起こることが重要ではないかと示唆された。

(↑外樹皮側)

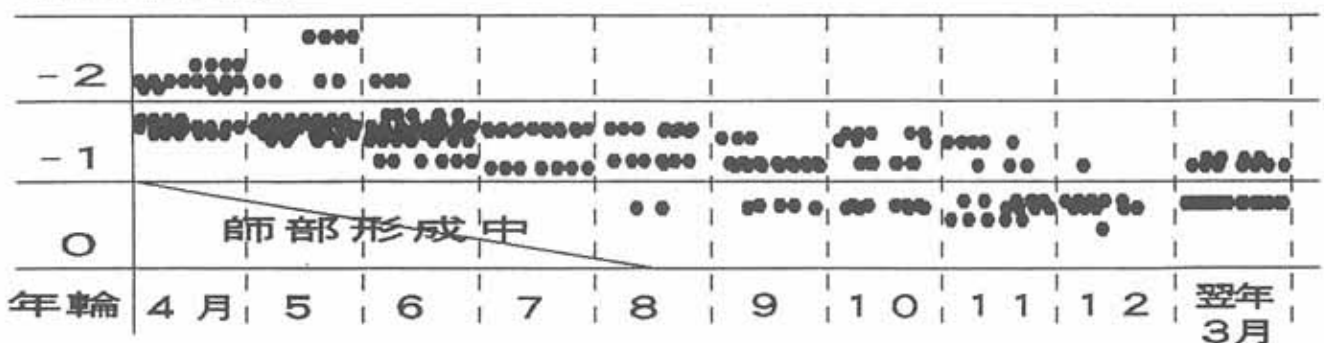


図-1 傷害樹脂道形成位置の季節的变化(内樹皮横断面)

年輪0, -1, -2は師部の年輪で傷害の当年, 1年前, 2年に前形成された年輪を示す
●: 傷の両側に形成された樹脂道を示す2年3ヶ月分を重ね合わせた

スギノアカネトラカミキリの分布実態調査

藤田 和幸, 細田 隆治, 浦野 忠久, 上田 明良

(昆虫研究室)

1. はじめに

アカネコール、黄色トラップ（いずれもサンケイ化学（株））を用いたスギノアカネトラカミキリ捕殺法は、生息モニタリング調査の手段としての有効性が実証されている。本研究では、3年度以来、（3年度：福井県、京都府、4年度：大阪府、兵庫県、5年度：滋賀県）この誘引捕獲システムを用いて、主に近畿地区のスギノアカネトラカミキリの分布を調査してきた。その結果、本種の場合、生息地域と非生息地域がはっきりと色分けされ、生息が確認されている地域においても、林分によって生息していたり、生息していなかったりした。

これは、他の地域での既往成果とも一致し、本種成虫の移動能力が弱いことが原因と考えられる。そのため、未調査地域においても、まず生息地域であるか否かを明らかにし、その上で生息地域については林分単位のよりきめ細かい調査が必要となることが再確認された。

今年度は、3年間の調査で最も多数の成虫個体が捕殺された兵庫県内の1つの林分において、より簡便なモニタリングのやり方の検討を行った。

2. 研究方法

既往成果では、トラップは高所、また、林縁に架けることによって、より多くの個体を捕殺できた。しかし、作業が煩雑であること、また、林外から目だつことから、林内の低い場所に架けて目的を達成できれば、これに越したことはない。そこで、4月27日、林分内の様々な場所に10個のトラップを設置して、6月24日まで4回の回収を行い、架設場所による捕獲数の差異を検討した。

3. 結果と考察

調査林分は、4年度1基（Iと同位置）で76頭の成虫が捕獲されたが、今回も55頭の捕獲がみられた。他の地域の例からみて、激害林分と判定してよい。内訳は、取り扱いが簡易で、目立たないという、トラップを掛けるのに都合の良い林内低所では、ほとんど捕れなかった。林縁の高い場所という、利便性が低く、人間にとって目立ちやすい場所で多く捕れており、そうした場所では、スギノアカネトラカミキリ以外のカミキリムシも多く捕獲されていることから、カミキリムシ（一般的に訪花性をもつ）にとっても見つけやすい場所であったことが分かった。

表-1. 各トラップの総捕獲数（6年度）

トラップ	場所	高低	アカネ	トゲヒゲトラ	その他カミキリ
I	林外	高	2	2 3 7	1 6
II	林縁	高	9	7 3 9	3 5
III	林内	中	3	5 1 1	2 6
IV	林内	低	1	2 2 9	4
V	林内	低	1	2 7 3	5
VI	林縁	高	1 1	9 0 3	2 2
VII	林内	低	2	1 4 2	1 5
VIII	林内	低	0	2 9 0	1 9
IX	林縁	低	4	2 6 9	1 4
X	林縁	高	2 2	1 0 7 8	1 5 6

VI, IX, Xは連続した広葉樹林との境目

オオコクヌストの産卵と発育の経過

細田 隆治・上田 明良・藤田 和幸・浦野 忠久

(昆虫研究室)

1. はじめに

枯損したマツの樹皮下に生息する捕食者オオコクヌスト（以下オオコク）はマツ材線虫病（いわゆるマツクイムシ被害）の媒介者マツノマダラカミキリ（以下マダラ）幼虫の有力な天敵のひとつである。オオコクをマダラの生物的防除に利用可能かどうかを検討するうえで、産卵と発育の経過を知ることは重要であり、これを調査した。

2. 研究方法

1993年に捕獲したオオコク成虫8ペアと94年に捕獲した25ペアを産卵用供試虫として用いた。いずれの供試虫とも前翅長を測定し、その値で体サイズを比較した。腰高シャーレに濾紙を敷き、その上に樹皮を剥皮して長さ4cmに切断した直径約4cmのアカマツの枝を立て、1ペアの成虫を放し、濾紙と枝のすき間に産卵させた。その後、取りだした卵を別のシャーレに移して孵化させたのち、若齢幼虫は直径1cmのガラス管瓶内でキロコキクイムシ幼虫を、また、老齢幼虫はフィルムケース内でハチミツガ幼虫を与えて飼育した。採卵と飼育は全て常温の室内で行った。また、雌成虫の一部を解剖して、卵巣小管数を数えた。

3. 結果及び考察

日当たり平均産卵数の推移を図-1に示した。産卵は6月下旬から10月下旬までみられたが、7・8月に集中した。この時期はマダラの産卵期にもあたり、オオコクの孵化幼虫がマダラ幼虫を好んで捕食するなら、マダラ個体数の増減に大きく影響する可能性が示唆された。

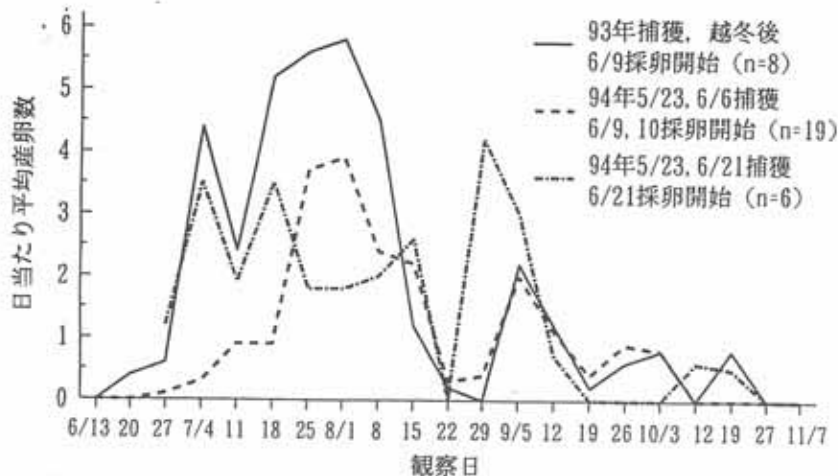


図-1 オオコクヌスト産卵数の推移

オオコク雌成虫の前翅長が長くなるほど卵巣小管数が多くなる傾向がみられ ($r^2=0.92$, $n=6$), 体サイズが大きいほど多くの卵を産下することができると考えられた。しかし、前翅長と実際の産卵数との間の相関係数は0.18 ($n=36$) と低く、何らかの要因によりばらついたと考えられる。

オオコクの発育経過を図-2に示した。幼虫は孵化後約1年で蛹化・羽化し、羽化成虫はそのまま越冬し、翌年産卵した。捕獲した成虫の一部が越冬して、2年にわたって産卵したことから、成虫は2年以上生存可能と考えられる。

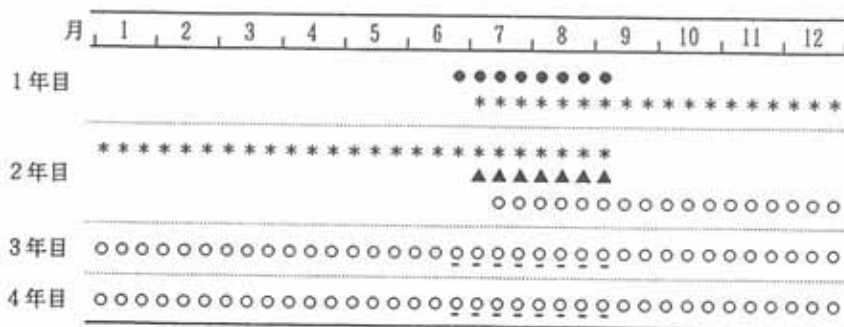


図-2 オオコクヌストの発育経過

● 卵 * 幼虫 ▲ 蛹 ○ 成虫 ◯ 成虫(産卵)

スギカミキリの天敵ヨゴオナガコマユバチの発育経過

浦野 忠久・細田 隆治・藤田 和幸・上田 明良

(昆虫研究室)

1. はじめに

当研究室では、スギカミキリの天敵相およびそれらのもたらす死亡率に関する調査を、過去に京都市内および福井県内で行った。その結果、スギ丸太に接種した幼虫に対しておもに4種類のコマユバチ、ヒメバチが寄生すること、そしてほとんどの調査地において、寄生率（スギカミキリ死亡率）は60から90%に達することが明らかになった。京都市内ではヨゴオナガコマユバチ (*Dolycytes yogoi* Watanabe) が優占しており、本種が林内におけるスギカミキリ幼虫の死亡要因のひとつとして、重要な役割を持つことが示唆された。しかし本種の生活史などに関する知見は、これまでにほとんど得られていない。そこでスギカミキリ幼虫の接種丸太を用いて、野外におけるヨゴオナガコマユバチの発育に関する調査を行った。

2. 研究方法

3月に被害木から粘着バンドを用いて採集したスギカミキリ成虫を室内で産卵させ、恒温器内で孵化させた。孵化幼虫は長さ1.5mのスギ丸太に40頭接種した。このような接種丸太16本を京都市内のスギ林に放置し（5月22日）、ヨゴオナガコマユバチに寄生させた。その後2週間おきに丸太を4本ずつ持ち帰り、実験室内で剥皮してヨゴオナガコマユバチの寄生状況および発育経過を調べた。

3. 結果と考察

ヨゴオナガコマユバチ成虫の野外における羽化は5月下旬から6月上旬にピークとなり、産卵活動もこのころから始まるものと思われる。供試丸太に飛来した雌成虫は、樹幹上から産卵管を樹皮下に挿入し、内樹皮を食害しているスギカミキリ幼虫（寄主）の体上に1～5個産卵する。この際寄主には毒液が注入されるため、動けなくなる。孵化した寄生バチ幼虫は寄主の体表面に付着し、内部組織を吸収しながら成長する。寄主はこの段階で死亡する。成熟した幼虫は繭を紡ぎ、その中で蛹化し、成虫となる。

スギカミキリ接種幼虫に対する寄生率と、寄生バチの発育ステージの変化を図-1に示した。第1回の剥皮（6月9日）ですでに卵・幼虫が認められたが、寄生率はまだ20%ほどであった。しかし2回目（同19日）には寄生率は80%近くに達した。したがって寄生活動のピークは6月中・下旬頃と思われる。また、2回目の剥皮ですでに営繭を終えた個体が出始め、第3回（7月6日）では90%以上が繭であったことから、幼虫が寄主を摂食する期間は2週間以内と推測される。第3回調査以降は寄生率はほぼ100%であり、第4回（7月20日）には、すでに成虫の羽化後に残された繭が見られた。その他の個体も8月中旬までにはすべて羽化脱出した。

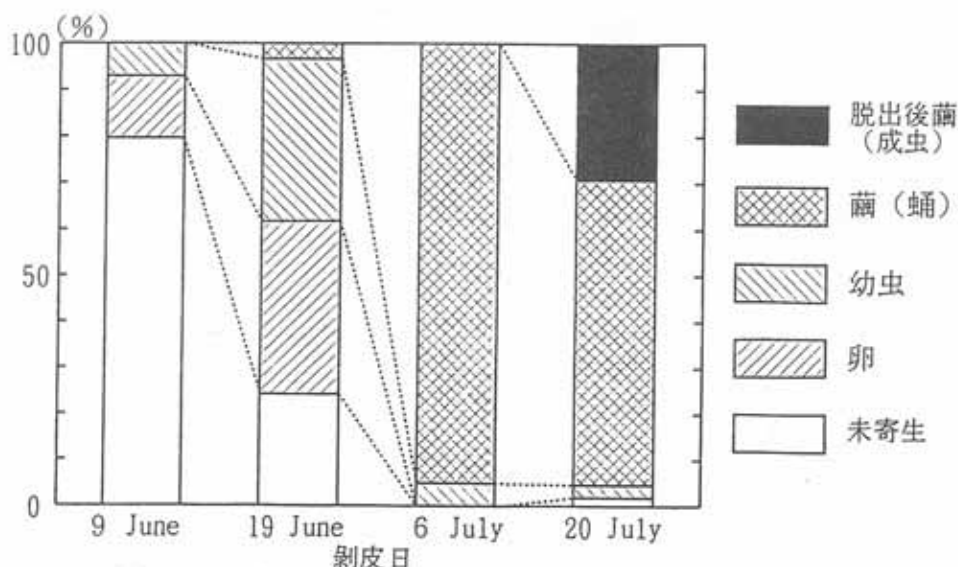


図-1 ヨゴオナガコマユバチ各発育ステージの割合の変化

ヤチネズミにおける外部形質の発育

北原 英治・島田 卓哉
(鳥獣研究室)

1. はじめに

成長と発育は関連する種間の系統関係を反映すると広く考えられており、その種の生活様式と深い係わりを持っている。飼育下においてヤチネズミの繁殖に成功し、詳細な成長・発育に関する資料を得ることが出来たので、ハタネズミ亜科に属するネズミ類との比較を試みた。

2. 研究方法

供試個体は紀伊半島において捕獲されたヤチネズミから得られた2, 3世代の6腹(一腹仔数:2, 4, 4, 4, 4および5)の23個体(13雌, 10雄)であった。本ヤチネズミの飼育と繁殖の方法については別の機会に報告する。仔獣が生まれた当日を0日齢として、切歯の萌出日, 耳介の起立日, 前指・後趾の分離日, 開眼日および活動状況等の発育過程を30日齢まで毎日観察した。

3. 結果と考察

本種の成長に伴う発育現象は日齢順に下顎切歯の萌出, 耳介の起立, 上顎切歯の萌出, 前指の分離, 後趾の分離, 開眼, 離乳であった(表-1)。これらの現象について, ハタネズミ亜科3種, すなわちスミスネズミ, ハタネズミおよびエゾヤチネズミと比較すると, まず下顎切歯の萌出(3.6日齢)は, スミスネズミ(5.0日齢)とエゾヤチネズミ(7~8日齢)よりハタネズミ(4日齢)に近かった。耳介の起立時期(3.9日齢)は, スミスネズミ(4.1日齢)とエゾヤチネズミ(4~5日齢)に近く, ハタネズミ(2~3日齢)より遅かった。更に, 上顎切歯の萌出(4.9日齢)はスミスネズミ(4.8日齢)とハタネズミ(5~5.3日齢)に似ており, エゾヤチネズミ(7~8日齢)より早かった。また, 本種における前指の分離(7.9日齢)は, ハタネズミの7.1日齢より遅く, スミスネズミの9.2日齢とエゾヤチネズミの9~10日齢より早かった。後趾の分離(9.1日齢)は, 前指と同じくハタネズミの8.4日齢より早いものの, スミスネズミの11.7日齢とエゾヤチネズミの9~11日齢より早く起こった。耳孔の開口は11.8日齢で, ハタネズミ(7~7.1日齢)より遅く, スミスネズミ(12.3日齢)とエゾヤチネズミ(10~11日齢)に近かった。本種の開眼は比較的遅く(12.3日齢), エゾヤチネズミ(12~13日齢)やスミスネズミ(13.8日齢)とほぼ同じ日齢で起こっている。

一般に, 動物の離乳は母獣からの哺乳以外の栄養摂取と定義されていることから, 本種においても固形の飼料摂取が確認された14日齢を離乳とした。

他のネズミ類でも指摘されている様に, 本種においても開眼時期に黒味の糞が排泄され, 開眼は摂食開始やその後の離乳と密接に関連することを示唆した。本種の離乳(14日齢)は, ハタネズミの9日齢やエゾヤチネズミの12~13日齢より遅く, 開眼の翌日(15日齢)とされるスミスネズミに近かった。以上のことから, 上・下顎切歯の萌出を除いて耳介の起立, 前指の分離, 後趾の分離, 耳孔の開口および離乳時期について見れば, ヤチネズミはハタネズミよりスミスネズミやエゾヤチネズミに近いことが分かった。また, 本種の上・下顎の切歯萌出時期はスミスネズミやハタネズミに近いことをも考え合わせれば, 発育における本種の特徴は *Microtus* 属と *Clethrionomys* 属の中間的な形質を持つスミスネズミに極めて近い類縁を示していると結論される。

表-1. ハタネズミ類4種における外部形質の発育比較

種	発 育 の 各 事 項†						文 献
	EP	EI	SFD	SHD	OAM	OE	
<i>E. andersoni</i>	3.9	4.9(U) 3.6(L)	7.9	9.1	11.8	12.7	本研究
<i>E. smithii</i>	4.1	4.8(U) 5.0(L)	9.2	11.7	12.3	13.8	Ando et al. (1987)
<i>M. montebelli</i>	2.0	5.3(U) 4.8(L)	7.1	8.4	7.1	7.9	小原 (1975)
	3	6	-	-	7	10	白石 (1969)
	-	5 (U) 4 (L)	-	-	-	7-8	田岡 (1959)
<i>C. rufocanus bedfordiae</i>	4-5	7-8	9-10	9-11	10-11	12-13	Abe (1968, 1973)

* 発育の様子は、以下の出来事が起こった日齢で表示している。

† EP, 耳介の起立; EI, 切歯の萌出 (U, 上顎切歯; L, 下顎切歯); SFD, 前指の分離; SHD, 後趾; OAM, 耳孔の開口; OE, 開眼。

野ネズミの種子嗜好性について —種子分散との関係—

島田 卓哉・北原 英治
(鳥獣研究室)

1. はじめに

樹木と動物との相互作用の研究では、樹木の寿命が長いため、実証的研究は主に種子の生産から実生の定着に至る過程についてなされている。これらの報告によれば、更新初期において、種子の分散あるいは加害に齧歯類が大きな役割を果たすことがしばしばある。本州の暖帯林では、一般的にコナラ林はシイの林へと遷移することが知られているが、その過程で両種が同所的に分布する。この状況下で野ネズミは種子に対してどのような嗜好性を示し、森林の群落構成にどのような影響をもたらしているのだろうか。本研究では、森林に生息する野ネズミが、コナラとシイの種子の嗜好性に樹種間差を有するかどうかを室内実験によって評価した。この実験の結果から、種子嗜好性の差が種子の分散や生存率に違いをもたらし、森林の群落構成に影響を与える可能性を考察する。

2. 実験の方法

実験は、野ネズミ単独飼育ケージ内に一定数のコナラ及びシイの堅果を放置し、翌朝その利用状況を記録することによって行った。実験に用いた野ネズミは、アカネズミとヒメネズミ2頭ずつであり、アカネズミとヒメネズミの内の1頭は京都市大文字山で捕獲されたもの、もう1頭のヒメネズミは奈良県大台ヶ原で捕獲された個体である。両種は、日本の低山帯における普通種であり、種子・昆虫食者である。堅果を各10粒入れた実験シリーズは4回繰り返しを行い、各20粒入れたシリーズは6回繰り返しを行った。堅果は外見上健康なものを使用した。翌朝の堅果の状況は、1)その場で採食、2)巣に持ち帰り採食、3)巣に持ち帰り貯蔵、4)手つかず、の4通りに区分した。なお、完全に食われていない堅果も採食されたもの、としてカウントした。

3. 結果と考察

実験の結果を表-1にまとめた。アカネズミ・ヒメネズミに共通する大きな傾向としては、シイの堅果の方が良く採食されており、「運搬」される個数も多いということが挙げられる。また、コナラに関しては、ヒメネズミは「手つかず」の割合が高く、ボディサイズの違いが影響しているものと考えられた。10粒から20粒に供餌堅果数を増やすと、アカネズミでは傾向に違いは認められなかったが、ヒメネズミの場合次のような変化が認められた。1)コナラの「手つかず」が増加した。2)シイに関して「その場で採食」が減り、「巣に持ち帰り採食」が増えた。実験の結果は、アカネズミにおいてもヒメネズミにおいても、シイの方が運搬されやすく、嗜好性が高いことを示している。一般に、ネズミによる種子の分散は、2つのプロセスに分解することができる。初めのプロセスは堅果を「放置」するか「運搬」するかであり、次のプロセスは「運搬」された堅果が「採食」されるか「貯蔵されたまま放置」されるかである。今回の実験は、堅果の追跡期間が短いことやネズミの行動できる範囲が限られていることのために、第2のプロセスの評価には適していないが、第1のプロセスに限れば、シイの方がより分散されやすいと云えるだろう。即ち、野ネズミは、コナラからシイへの遷移を促す働きをしているのではないかと推測される。また、ヒメネズミの場合、供餌堅果数の多少が堅果に対する反応の違いをもたらしている。これは、嗜好性の高いシイが豊富に存在すればヒメネズミはコナラを分散しなくなることを示唆している。動物による種子への加害・分散を考える場合には、種子の豊凶の樹種間での斉一性が種子分散については更新に影響を持つ可能性も考慮する必要があるだろう。

表-1 シイ堅果とコナラ堅果の嗜好性比較

a) 供餌堅果数が各10粒の場合(繰り返し回数4回)

堅果の状況	アカネズミ			ヒメネズミ		
	東山1	東山2	合計	東山	大台	合計
シイ その場で採食	0	0	0	23	10	33
巣に持ち帰り採食	34	36	70	9	25	34
巣に持ち帰り貯蔵	6	3	9	2	2	4
手つかず	0	1	1	6	3	9
コナラ その場で採食	0	1	1	10	2	12
巣に持ち帰り採食	18	19	37	3	12	15
巣に持ち帰り貯蔵	14	16	30	7	21	28
手つかず	8	4	12	20	5	25

b) 供餌堅果数が各20粒の場合(繰り返し回数6回)

堅果の状況	アカネズミ			ヒメネズミ		
	東山1	東山2	合計	東山	大台	合計
シイ その場で採食	0	0	0	12	15	27
巣に持ち帰り採食	86	110	196	86	88	174
巣に持ち帰り貯蔵	31	10	41	9	16	25
手つかず	3	0	3	13	1	14
コナラ その場で採食	0	0	0	0	2	2
巣に持ち帰り採食	42	53	95	10	15	25
巣に持ち帰り貯蔵	47	67	114	15	37	52
手つかず	31	0	31	95	66	161

シカによる下層植生の食害が鳥類群集に与える影響

日野 輝明
(鳥獣研究室)

1. はじめに

近年増えすぎたシカによる下層植生や稚樹の食害が植物種の絶滅や森林の衰退をもたらしていることが、全国的に深刻な問題となっている。このような森林植生の変化はまた、そこに生息する動物群集の種構成や多様性に影響を与えると考えられる。本調査は、シカが高密度状態（平均約30頭/km²）にあり植生に与える影響が深刻化しつつある大台が原の森林において、鳥類群集と植生の構造をしらべた。

2. 研究方法

大台が原のなかでも特にシカの食害が顕著な針広混交林内に10haの調査地を取り、1994年の4月から7月まで定期的にテリトリー・マッピング法による繁殖種の個体数センサスを行なった。また、植被の垂直分布を調べるために調査地内120ポイントで、一定の高さごとに植被の占める割合を3段階で評価し、平均値を求めた。

3. 結果と考察

調査地10ha内で繁殖していると考えられた鳥類は18種、55つがいであった。シカの食害のない同規模の天然林では、約30種、50つがいというのが一般的な値である（表-1）ことから、種数が少なく多様性の低い群集であるということが出来る。種の構成を採餌場所および営巣場所のちがいによって分類し、他の地域の鳥類群集と比較すると、調査地の群集は草本層で採餌および営巣する種を欠いており、また、樹冠で営巣する種（多くの種が低木層に営巣する習性をもつ）が極端に少ないことが分かる。シカの食害のほとんどない北海道北部のような健全な森林では、高木層、低木層、草本層のいずれにおいても植被がほどよく発達した三層構造を示すのが一般的である。それに比較して調査地においては、シカの稚樹採食による更新阻害のために低木層が空いており、また、草本層ではササがシカの食害に対する対抗戦略として短茎化しているのが特徴である（図-1）。このような植生構造の特徴が、草本や低木層を利用する種にとって不適な環境を生み出していると考えられる。つまり、過密状態のシカによる下層植生の食害が森林植生の構造を単純にした結果、そこに生息する鳥類群集の構造をも単純なものに変えてしまっているといえよう。しかしながら、シカの食害が鳥類群集に与える影響を正確に理解するためには地域的な特徴を除去する必要がある、周辺域の健全な森林における調査結果との比較がさらに行われなければならない。

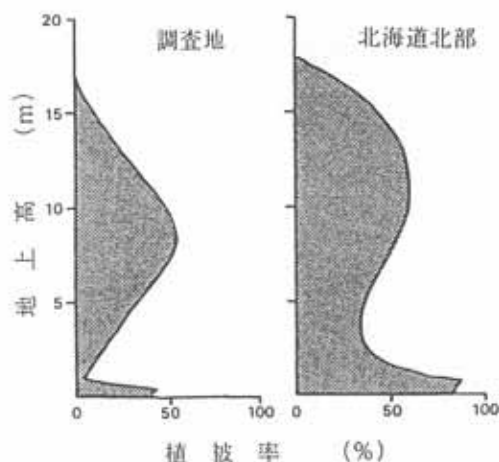


図-1 植被の垂直分布の比較

表-1 鳥類群集の比較

	種数		採餌場所					種構成					営巣場所					
	番数/10ha		枝葉	幹	空中	草本	地上	枝葉	樹洞	草本	地上	托卵						
調査地	18	55	7	6	1	0	4	2	10	0	6	0	本研究					
北海道北部	29	47	13	6	2	2	6	10	10	3	5	1	日野・中野(1992)					
北海道中部	30	50	10	5	3	2	10	9	10	3	7	1	Fujimaki & Hikawa(1982)					
北海道南部	31	49	13	5	3	1	9	10	2	3	5	1	Fujimaki(1986)					
長野県	28	49	11	6	2	1	8	8	12	3	3	3	中村(1983)					
山梨県	26	51	8	5	3	2	8	7	10	2	6	0	Uramoto(1961)					