

シラカシのマイクロサテライト

井鷲裕司（造林研究室）

1. はじめに

森林の更新過程を明らかにしたり、保続的な管理を考える上で、林床に生育する稚樹や林冠木の親子関係を明らかにすることは重要な項目であるが、長い間、人為攪乱にさらされ、島状に孤立した森林の多い関西地域における樹木の更新様式や、遺伝的多様性の実態に関しては不明な点が多い。また進化生態学の分野では個体の適応度を測る事が極めて重要であるが、森林の中で花粉親の判定は通常極めて困難である。

マイクロサテライトとは、DNAの塩基配列中に存在する、1～6塩基の短いモチーフが何度も連続して繰り返されている部分を指す。マイクロサテライトのモチーフの繰り返し数は個体レベルで極めて変化に富んでおり、樹木集団の更新過程と遺伝的構造を明らかにするのに適した遺伝マーカーとして利用できる。コナラ属の植物は多くの地域で極相林の主要構成要素となっている。ここでは、シラカシに関してマイクロサテライトを遺伝マーカーとして簡便に利用できるように、その構造を調べ、PCRプライマーの開発を行った。

2. 材料と方法

シラカシのゲノムバンク作成と集団内でのマイクロサテライト部位の多型を明らかにするために、京都市伏見区桃山町のシラカシ集団を構成する個体からそれぞれ約5gの葉をサンプリングし、DNAを抽出した。サンプルの葉は液体窒素で凍結後、乳鉢またはフードプロセッサで粉碎し、CTAB法で抽出を行った。多糖類が多く含まれているサンプルについては HEPESバッファーでサンプルの洗浄を数回行った後に、CTAB法で抽出を行った。抽出したゲノム DNAは、制限酵素 Mbo I で切断し、400～600 bpsの断片をpUC19のBamHIサイトへ挿入し、これで大腸菌の形質転換を行い、ライブラリーを作成した。マイクロサテライト部位のスクリーニングには、2塩基あるいは3塩基からなるモチーフを繰り返した合成オリゴヌクレオチドを用いて行った。それぞれの合成オリゴヌクレオチドは DIG 3' エンドテイリングキット（ペーリンガー）を用いてラベリングし、サザンハイブリダイゼーション法によって、ライブラリーをスクリーニングし、マイクロサテライト部位の検出を行った。陽性反応のコロニーからプラスミドを単離して、DNAオートシーケンサー、またはマニュアルによるシーケンシングによって塩基配列の決定をした。シーケンシングによって得られたマイクロサテライト部位近傍の塩基配列に基づき、PCRプライマーをデザインした。デザインされたプライマーはマイクロサテライト部位を増幅可能かチェックし、増幅を行ったプライマーについて、マイクロサテライト部位の集団内での多型を明らかにし、マーカーとしての有用性を調べた。

3. 結果と考察

約3,800個のコロニーからなるシラカシのライブラリーに対して、(CA)リピート、(GA)リピート、(GAG)リピート、(GTG)リピートのオリゴヌクレオチドを用いてスクリーニングを行い、45個の陽性コロニーを得た。

陽性であったコロニーのプラスミドのインサート DNAの塩基配列をもとに、マイクロサテライト部位を増幅する PCRプライマーをデザインしたところ、マイクロサテライト部位を増幅するプライマーがいくつか得られた。PCR産物をアクリルアミドゲルを用いて電気泳動し、詳しい分析を行った結果、それぞれの PCRプライマーで増幅されたバンドは、集団内で多型であり、集団を構成する各個体でいずれも1本あるいは2本のバンドが増幅された。マイクロサテライト部位の多型性を示すヘテロ接合度は0.8を越えるものもあり、酵素多型で一般に知られている値に比べると非常に高く、マイクロサテライト部位の多型性が高いことが分かった。

以上の結果はマイクロサテライトを用いた遺伝マーカーの優れた性質、すなわち、マーカーとして使える部位がゲノムの中に多数存在し、それぞれの部位において高度の多型が認められるが、解析は非常にシンプルである、という性質を満たしているものであった。また、少数のマイクロサテライト遺伝子座を組み合わせることにより、親子関係の推定が十分可能なことを示している。

本研究では、遺伝子工学的な手法を用いたが、PCR法に用いるプライマーの塩基配列がシラカシに関しては明らかになったので、今後は少なくともシラカシに関しては、遺伝子組み替え等は必要でなく、ごく一般的な実験設備で DNA分析による親子判定が可能になり、その生態研究へ波及するものは大きいと考えられる。

1. はじめに

スズタケは北海道、本州の太平洋側、四国、九州及び朝鮮に分布するササ類である。日本に生育するタケ・ササ類の中では最も耐陰性が強い部類に属し、暗い林床でも生育する。スズタケの稈の寿命は最大12年という報告もあり、また、葉の寿命が長いこともその特徴として知られている。このような興味深い生態特性を示すスズタケの生態特性を光合成活性から明らかにすることと、従来、光合成活性に関する測定事例の少ないタケ類の葉の光合成活性測定事例の蓄積のために、スズタケの光合成活性を測定した。

2. 材料と方法

調査は京都府宇治田原町奥山田のスギ林に生育するスズタケを用いて行った。光合成速度と光強度の測定には島津製作所のSPB-H3を用い、稈に着葉した状態で光合成速度の測定を行った。光源は天然光の他に人工の補助光を用い、光強度を最大 $1,200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ 程度まで変化させた。

3. 結果と考察

光強度(I , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)と純光合成速度(P , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)の関係は、一般的な飽和曲線、 $P = bI/(1 + aI) + c$ で表すことができた。最大光合成速度は当年生の葉で、 $6.22 \mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ であったが、葉齢とともに減少し、3.5年生の葉で、 $3.15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ となった(図-1)。

最大純光合成速度(P_{max} , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)は葉齢(t , 年)とともに経時的に減少し、両者には

$$P_{\text{max}} = 6.88 e^{-0.2292t} \quad (1)$$

の関係が認められた(図-2)。

図-2からも明らかなように、最大純光合成速度は葉齢に極めて強く依存しており、毎年約20%ずつ純光合成速度が低下していた。

純光合成速度の経時的な低下率についてはこれまで様々な樹種で報告があるが、それらと比較して(1)式の示す低下率は低い部類に属するものである。

良好な光環境下では最大光合成速度は高くなるが葉の寿命は短くなり、逆に、光条件が悪くなると葉の寿命が長くなることに関しては多くの事例が報告されているし、また、葉を作るためのコストと維持コスト、そして葉が生み出す生産量を勘案したコスト-ベネフィットモデルでも光環境の悪い条件下では、葉の寿命を長くすることが適応的であることが知られている。

日本に生育するタケ・ササ類の中で最も暗い条件に適応したスズタケが最も長い葉寿命を示し、最大純光合成速度の経時的な低下率が低かったこともこれらの点と一致する。

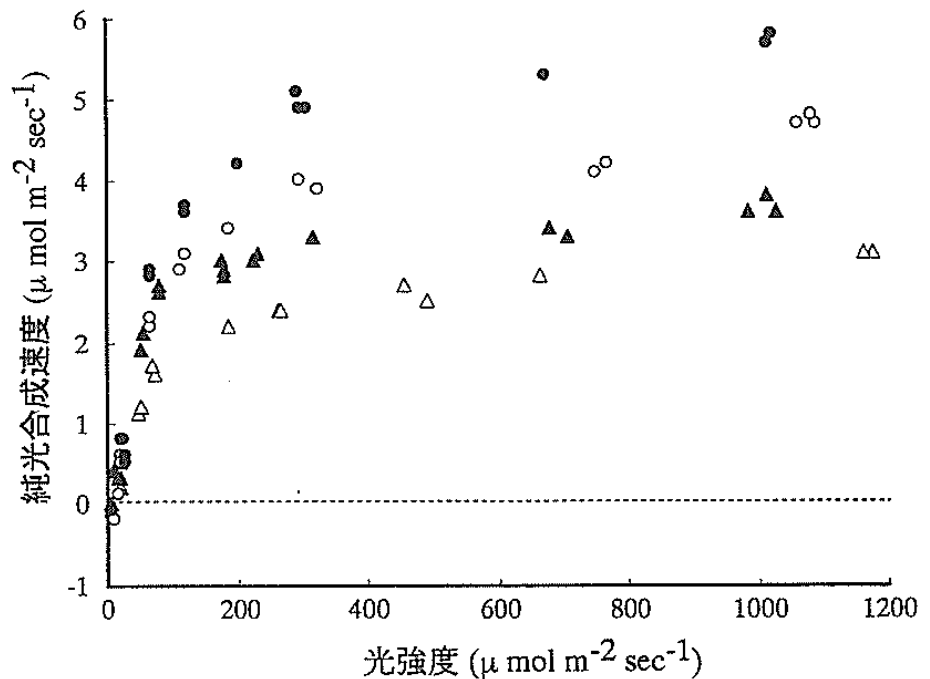


図-1 光強度と純光合成速度の関係

●: 0.5年生葉, ○: 1.5年生葉, ▲: 2.5年生葉, △: 3.5年生葉

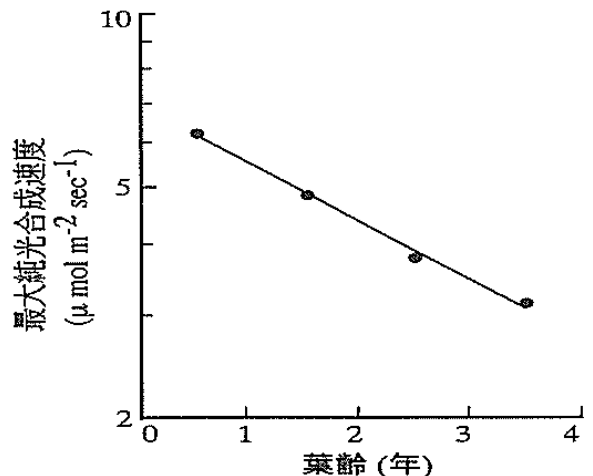


図-2 葉齢と最大純光合成速度の関係

気候条件にもとづく立地環境指標の材積生長モデルへの適用

杉村 乾（風致林管理研究室）

1. はじめに

林業生産は数十年を要するため、予測される地球温暖化によって大きな影響を受ける可能性がある。そこで、スギとヒノキについて、材積生長量と気温、降水量、日射量、材積との間の相互関係をもとに、気候変動による生産力の変化を予測するためのシミュレーションモデルを構築し、その関係式におけるパラメーターの決定法を検討した。また、作成したモデルをもとに、温暖化の生長パターンへの影響予測を試みた。

2. 研究方法

全国のスギとヒノキの国有林収穫試験地において、斜面の向き、傾斜度、緯度をもとに、斜面日射量の指標を計算するための簡便な方法を編み出した。次いで、米国で開発された単木を単位とする森林動態モデル（JABOWA-II）を一斉林の材積生長を林分単位でシミュレーションするためのモデルに作り替え、うち日射量と乾燥の影響の部分については、筑後モデルを導入したモデルを作成した。そして、各試験地における気温、降水量、日射量、材積、材積生長量を用いた重回帰式等をもとに、パラメーターの値を決定した。なお、気温と降水量は最も近いアメダスの観測地のデータ（月別）を用い、気温のみ標高補正を行って近似した。さらに、作成したモデルをもとに、温度条件を変化させて、東北日本と西南日本、計4個所の収穫試験地で、温暖化によるスギの材積生長パターンの変化を比較した。

3. 結果と考察

斜面が受ける日射量については、斜面の向き、傾斜度、緯度をもとに完全晴天日の直達日射量を計算するための以下の式が開発されている。

$$I = I_0 \left[\{1 - (\sin \alpha \cos \beta \cos \phi + \cos \alpha \sin \phi)^2\}^{1/2} \times \cos(\omega t + a) \cos \delta + (\sin \alpha \cos \beta \cos \phi + \cos \alpha \sin \phi) \sin \delta \right]$$

（ただし、 α は斜面の傾斜角、 β は斜面の向き、 δ は太陽の赤緯、 ωt は時角、 ϕ は緯度）

そこで、この式及び各地の日の出・日没時間を用いて、1日間の総日射量 $\int I dt$ を各月の中日について求め、さらに生長期間（月平均気温から日単位の平均気温を推定したときの5℃以上の日）にわたる合計を日射量の指標とした。この値を斜面の向きと角度を様々に変えて計算してみると、散乱放射成分を加味した既往の（阿蘇山における）推定値に比べて北側斜面の放射量の減少が著しい。そこで、平坦地の放射量と各方位・角度の斜面の放射量の比率はどの地域においても一定であると仮定し、既往の推定値をもとに各試験地における放射量を推定した。

次に、森林動態モデルと筑後モデルを導入した一斉林の材積生長をシミュレーションするためのモデル、

$$dV/dt = A \times f_1(V) \times f_2(W) \times R \times \exp(-\delta \times (R/P)^2) \quad \dots \dots \dots (1)$$

を用いた（ここで、 A 及び d は定数、 V は材積、 W は温量示数、 R は斜面日射量、 P は生長期降水量； $f_1(V) = (a-V)V$ 、 $f_2(W) = (b-W)W$ ）。

まず、スギの試験地を日本海側と太平洋側、ヒノキを北部（東北から東海地方）と南部（近畿から九州地方）に分けて、 dV/dt を従属変数、 V 、 V^2 、 W 、 W^2 、 R 、 $(R/P)^2$ を独立変数とする重回帰分析を行うことによって、定数 a 、 b の値を決定した。日射量については、直達日射量よりも純放射量の指標の方が偏回帰係数が大きかったので、後者を採用した。次に、式(1)の δ については dV/dt の対数を取り、 $\ln(f_1(V) \times f_2(W) \times R)$ と $(R/P)^2$ を独立変数として回帰分析を行って求めた。最後に、各試験地における生長量と式(a)による推定値との誤差が最小になるように（最小二乗法を用いて）定数 A の値を決定した。

作成したモデルをもとに、温度条件を変化させて、収穫試験地の最寒地と最暖地（日本海側は秋田と福岡県、太平洋側は福島県と宮崎県）で、気温を各月一律に1度あるいは2度上昇させたときのスギの材積生長パターンへの影響を比較した結果、秋田と福島では生長が促進されたが、福岡県では温度が2度上昇したときに生長量が著しく落ちることが予測された。また、宮崎では大きな差は見られなかった。

モデルの骨格とパラメータの決定法は以上のとおりであるが、予測の精度を信頼性の高いものにするためには、今後特に土壌に関する定量的なデータの収集と斜面純放射量のより正確な推定法を導入することが必要であると考えられた。

嵐山国有林の景観構造解析

ーテクスチャマッピングによる解析結果の三次元表示ー

奥 敬一（風致林管理研究室）

1. はじめに

地形的な面からの景観構造解析には、一般に数値地形モデル（DTM）を用いた可視領域計算や被視頻度解析、視線入射角解析といった方法が採られている。しかし、その結果を二次元の地図上に表示するだけでは、透視図法的な人間の視覚にとっては実際の景観に即した理解が困難である。そこで三次元表示されたDTM上に景観解析結果をテクスチャマッピングによってオーバーレイし、実際の視点と同様の角度から解析結果を検討するための手法を開発して、嵐山国有林の景観解析への適用を試みた。

2. 方 法

嵐山国有林周辺の20mメッシュDTMを用いて被視頻度と視線入射角を指標値とした景観解析計算を行い、各メッシュ毎に指標値が高い部分が濃、低い部分が淡となる平面画像を作成した。そして、ワークステーション上で三次元表示されたDTMに対してこの画像を用いてテクスチャマッピングを施した。被視頻度は嵐山を展望する代表的な視点10点を対象として計算を行った。また視線入射角は渡月橋を視点とした場合について計算を行った。テクスチャマッピングに使用したソフトウェアはSide Effects社PRISMS5.4.3、ハードウェアはSGI社Indigo Entryである。

3. 結 果

図-1に被視頻度解析の三次元表示結果を示す。山腹から斜面上部にかけての尾根筋で被視頻度が高く、谷筋では被視頻度が低くなるのが視覚的に把握できる。図-2（上）には、（中）の写真（35mmレンズにより撮影）と同じ画角を設定して作成した、渡月橋を視点とする視線入射角解析の三次元表示結果を示す。この両画像を α 合成によって重ね合わせ表示することにより（下）、森林景観の実際に見えている範囲、斜面の角度や向きによる樹冠の見え方の違いなどが把握でき、具体的な景観管理育成手法の検討が可能となる。またこの両図からわかるように、多くの視点から見られやすい尾根部、視角に占める割合が大きい山腹、斜面下部といったように、地形条件によって景観的な位置づけが異なる。地形ごとの景観的な特性を活かした取り扱いを行う必要があると考えられる。

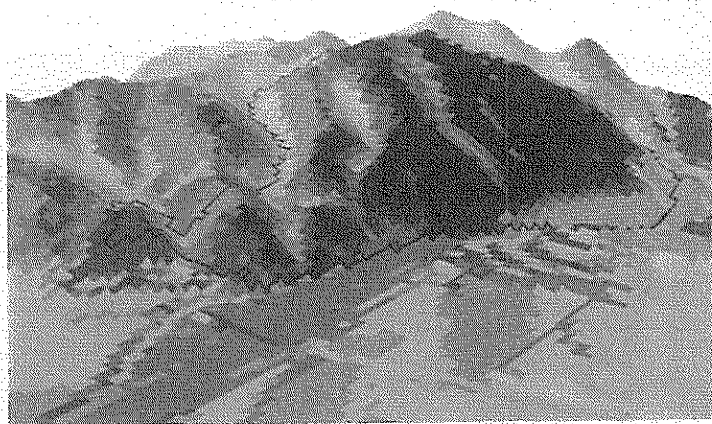


図-1 被視頻度解析の結果
黒線は国有林境界

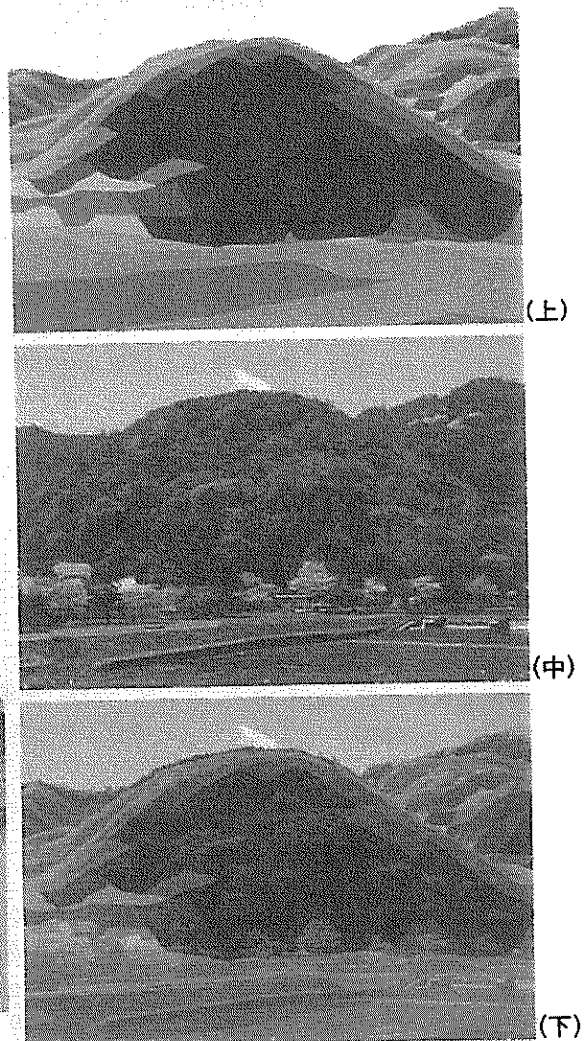


図-2 視線入射角解析の結果

地盤液状化による臨海部防災緑地の被害調査

荒木 誠・金子真司（土壌研究室）

清野嘉之（造林研究室），池田武文（樹病研究室）

1. はじめに

1995年1月17日の兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）において、臨海部埋立地では、地盤の液状化によって海水を含んだ砂が噴出し、緑化樹林地に厚さ20cm～60cmもの砂が堆積した。多量の塩分を含んだ埋立砂が地表に噴出し、堆積するという現象は、臨海部防災緑地の緑化樹木の生育に何らかの障害をもたらすと考えられる。そこで、地盤液状化にともなう噴砂・堆砂現象が、土壌と緑化樹に与える影響を明らかにし、今後の防災緑地の維持・管理に必要な知見を得る。

2. 調査地と調査・分析方法

本調査研究では、最も被害の激しかった神戸市ポートアイランドの樹林地に試験区を設定した。樹林地に、噴砂をそのままの状態で放置した区（堆砂区）と噴砂に覆われなかった区（対照区）の2つを設定し、アキニレ、ヤマモモ、ウバメガシ、シャリンバイ、ヤブツバキ、ハマヒサカキの6樹種について樹木の生育状況を調査するとともに、噴砂と表土の化学分析を行った。土壌試料の採取は、堆砂区の噴砂とその下の埋没した表土（埋没表土）、及び対照区の表土の各区12ヶ所において行った。土壌分析は、風乾細土（ $\leq 2\text{mm}$ ）10gに対して純水を50ml加えて1時間振とうした後の濾液を用い、pHをガラス電極法で、電気伝導度（EC）を導電率法で、水溶性成分濃度をイオンクロマト法で求めた。

3. 結果と考察

噴砂及び表土の水溶性陽イオンの濃度は、堆砂区の噴砂及び埋没表層土で Na^+ の濃度が圧倒的に高かったのに対して、対照区では Ca^{2+} の占める割合が最も高く、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 NH_4^+ などの濃度も高かった。水溶性陰イオン濃度は、堆砂区では Cl^- 濃度が極めて高く、2番目に多い SO_4^{2-} を合わせると陰イオンの90%以上を占めていたが、対照区では SO_4^{2-} 、 Cl^- とともに NO_3^- 濃度が高く、特に4月には陰イオンの約30%を占めていた。これは対照区では硝化が進行したためと考えられる。また、ECは、地震発生から2週間後の堆砂では $1,000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 以上であり、埋没表土よりも高かった。しかし、2ヶ月後（3/14）には、堆砂で $658 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 、埋没表土で $945 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ となり（図-1）、堆砂中の塩分の多くは埋没表土に移動していた。さらに、地震後4ヶ月目の5月18日には、埋没表土のECが $135 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ と対照区とほぼ同じ程度にまで低下した。堆砂区における水溶性イオンの大部分は Na^+ と Cl^- であったので、ECはNaCl濃度を指標している。したがって、地震後4ヶ月目に堆砂区のNaCl濃度は対照区と同レベルとなり、塩分による樹木の枯損の危険は無くなったと考えられる。なお、対照区のECが4月11日に高いのは、上述のように NO_3^- 濃度が高かったことが影響している。

樹木の生育状態を見るため8月上旬の葉一枚当たりの葉面積を比較したところ、堆砂区で新葉の開葉時期が遅いヤマモモ以外の5樹種では小さく、堆砂が樹木の生育に影響を及ぼしたことが示唆された。また、高温、無降雨が続いた8月下旬には、ヤマモモ、ウバメガシ、シャリンバイの夜明け直前の樹木の水ポテンシャルは、対照区でそれぞれ、 -1.5MPa 、 -2.0MPa 、 -3.5MPa を示したのに対し、堆砂区ではそれぞれ、 -2.5MPa 、 -3.5MPa 、 -4.5MPa を示し強い水分ストレスを受けていた。10月には対照区と堆砂区の両区で、調査対象とした6樹種いずれにおいても、水分ストレスは約 -1.0MPa 以下に低下し、生育上問題のない値となった。ただし、堆砂区のハマヒサカキの一部には強い水ストレスを受け続け枯損したものもあった。

今回の地盤液状化では、樹木の大量枯損を招くことはなかった。これは、①地震発生が樹木の休眠期間であったこと②例年に比べ5月に降水量が多かったため蒸散が最も盛んになる夏までに堆砂及び埋没表土中の塩分が希釈され流出したこと、によると考えられる。

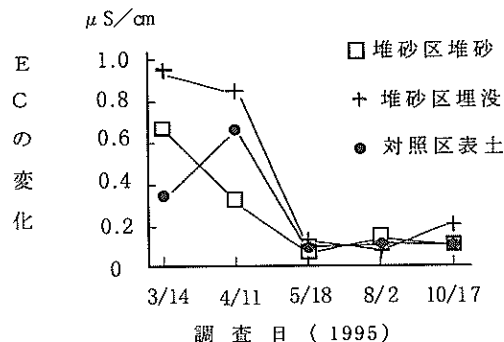


図-1 土壌の電気伝導度の変化

渓流水のpH測定について

金子真司（土壌研究室）

1. はじめに

わが国では酸性降下物による土壌や湖沼の酸性化といった現象は顕在化していないが、酸性雨が常時観測されていることから渓流水質をモニタリングしていく必要があるといえる。水質モニタリングの中でpHは最も基本的な項目であり、ガラス電極式のpHメーターによって容易に測定できる。しかし、渓流水のpHを測定する際にpHメーターの表示を注意深く見てみると、pH値が時間とともに少しずつ変化してなかなか一定にならないことがわかる。ただし、ずっとそのままにしておくとpHの表示は変化しなくなる。このことから、渓流水の測定ではpHの表示が安定するまで待つべきであるといえるが、どのくらい待つのが適当であるか水分析の方法書にも記載されていない。そこで、渓流水のpHを測定するのに必要な時間の検討を行った。

2. 試料及び分析方法

試料は岡山市旧岡山試験地（南谷）、滋賀県マキノ町（知内川）、京都市山科区安祥寺山国有林（山科川）で採取した渓流水を用いた。渓流水と比較するために、安祥寺国有林で採取した降雨、林内雨、樹幹流のpH測定も行った。測定に使用したpHメーターは東亜電波工業（TOA）IM-40Sであり、電極はガラス複合電極（GST-5311C）を用いた。pHの校正は渓流水はpH7（リン酸塩溶液）とpH9（ホウ酸塩溶液）の標準液で行い、そのほかの試料はpH7（リン酸塩溶液）とpH4（シュウ酸塩溶液）の標準液で行った。各試料とも電極に浸してから1、3、5、10、15分後のpH値を記録した。

3. 結果及び考察

図-1に示した渓流水では、ガラス電極に浸した直後急激にpHが変化し時間の経過とともに変化は小さくなるが、5分後では安定せず、10分経過するとpHはほぼ安定した。最も安定しなかった知内川の試料でも10分後になると15分後との差は0.05になった。

それに対して、図-2に示した降雨、林内雨、樹幹流の試料では、測定開始1分でpHはほぼ安定し以後はほとんど変化しなかった。以上の結果から、渓流水のpH測定では10分待つ必要があるといえる。

ただし、電極が古くなると安定するまでの時間が長くなることも予想されるので、pHの表示が安定するまでにかかる時間をときどきチェックしたほうがよいといえる。

また、最近のpHメーターには、pH変化が小さくなると表示を固定するオート・ホールドと称する機能をもつものが多いが、このモードで渓流水を測定すると実際のpHとかけ離れた値となる可能性が大きいので、オート・ホールドモードによる測定は避けてマニュアルモードで測定すべきである。

以上まとめると、渓流水の測定ではマニュアルモードで10分経過後のpHを測定するのが適当と考えられる。

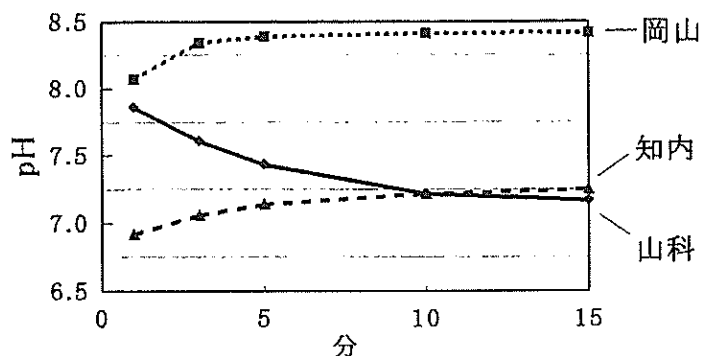


図-1 渓流水のpH値の時間変化

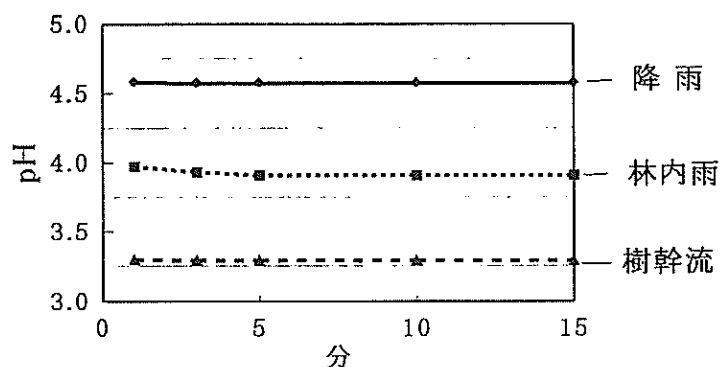


図-2 降雨成分のpH値の時間変化

京都市周辺における竹林、森林の増減とその背景

鳥居厚志（土壌研究室）

井鷲裕司（造林研究室）

1. 研究目的

近年、都市近郊の里山地域ではモウソウチクが自然に分布を拡げる一方で、宅地造成などのために竹林が消滅したケースも多い。京都市周辺の竹林を例に、竹林面積の推移とその背景を検討した。

2. 研究方法

西山地域(京都市西京区～京都府長岡京市)、大山崎地域(京都府大山崎町～大阪府島本町)、田辺地域(京都府田辺町)、山城地域(京都府井手町～山城町)の4つの地域について、10～20年スパンで撮影された空中写真を用いて竹林や森林の分布をトレースし面積を測定した。

3. 結果と考察

表-1に面積測定、増加率の算定結果を示す。4地域のうち西山、大山崎の2つは田辺、山城の2つと比べて、都市域に近くタケノコや竹材の生産の歴史が古い。それを反映して前2者の地域では、1950年代～1960年代初めにすでに広く竹林が存在している。そしてその後はあまり面積が変化していないようにみえる。ただし実際にはこの2地域では、都市化にともなって平地→丘陵地の竹林はある程度消滅し、丘陵地→山地にかけては竹林が拡大し、その差し引きの結果表-1のような面積変化になっていた。森林の減少は、都市化と竹林化の両方の要因から説明できる。

一方、田辺、山城の両地域では1953年当時には竹林はほとんどないが、その後大幅に増えた。1953年→1978年の増加は、少なからぬ部分が人工的に植栽されたと考えられ、おもに畑や果樹園が竹林に変わった様子が空中写真で確認された。西山や大山崎地域ほど都市化は進んでおらず、森林は大幅には減少していないので、「竹林+森林」の面積は増加している。1978年→1985年の竹林増加は、森林が自然に竹林に置き換わった場合がほとんどで、「竹林+森林」の面積はほぼ横ばいである。

このように竹林の拡大現象は、竹林の総面積を測定しただけでは十分には把握できず、他の土地利用との関連や社会背景を考慮しなければならない。都市域周辺ではむしろ竹林は減少しており、特に手入れの行き届いた竹藪は非常に少なく、その保全が問題となっている。

表-1 竹林と森林の面積変化及び増加率

	西山地域 (2,955ha)				大山崎地域 (3,408ha)			
	面積 1961 (ha)	1986 (ha)	増加率 1* (%)	増加率 2** (%/yr)	面積 1955 (ha)	1976 (ha)	増加率 1* (%)	増加率2 2** (%/yr)
竹林	876	787	-10.2	-0.43	316	352	11.4	0.52
森林	1,318	1,040	-21.1	-0.94	1,668	1,444	-13.4	-0.68
合計	2,194	1,827			1,983	1,795		

	田辺地域 (1,934ha)				山城地域 (1,539ha)		
	面積 1953 (ha)	1978 (ha)	増加率 1* (%)	増加率 2** (%/yr)	面積 1985 (ha)	増加率 1* (%)	増加率2 2** (%/yr)
竹林	17	159	835.3	9.35	277	74.2	8.25
森林	965	857	-11.2	-0.47	779	-9.1	-1.35
合計	982	1,016			1,057		

	山城地域 (1,539ha)				田辺地域 (1,934ha)		
	面積 1953 (ha)	1978 (ha)	増加率 1* (%)	増加率 2** (%/yr)	面積 1985 (ha)	増加率 1* (%)	増加率2 2** (%/yr)
竹林	54	346	540.7	7.71	432	24.9	3.22
森林	686	707	3.1	0.12	642	-9.2	-1.37
合計	741	1,053			1,074		

*各々の期間における増加率 **1年あたりの増加率
各地域名の後ろに付した面積は解析対象総面積を示す

岡山県における林野火災発生の特徴

阿部敏夫 (連絡調整室)

後藤義明 (防災研究室)

1. はじめに

瀬戸内海沿岸地方は日本でも林野火災の多い地域として知られており、毎年数百件にものぼる林野火災が発生している。この地域の林野火災は延焼拡大しやすく、最近でも大規模林野火災が頻発している。ここでは瀬戸内海沿岸地方の代表として岡山県を選び、過去の林野火災データを用いて、岡山県における林野火災発生の特徴を解析した。

2. 試料と方法

解析には1984年から1993年までの10年間に、岡山県で発生した林野火災の全データを用いた。瀬戸内海沿岸の市町村とそれ以外の市町村とを区別するため、ここでは便宜的に瀬戸内海より20km以内に位置する市町村を南部市町村、それ以外の市町村を北部市町村とした。

3. 結果と考察

調査期間内に岡山県で発生した林野火災は1,287件で、焼損面積は1,664haに達している。これは、件数では全国第5位、焼損面積では全国第4位の値となっている。

図-1は、岡山県の各市町村の林野面積 10^4 ha当たりの林野火災発生状況を、南部市町村と北部市町村とに分けて示したものである。南部市町村は発生件数率及び焼損面積率ともに、北部市町村のそれらに比べて高くなっている。発生件数率が高いのは船穂町、早島町、倉敷市、玉野市、鴨方町等であり、焼損面積率が高いのは日生町、倉敷市、笠岡市、山手村、玉野市等であって、いずれも瀬戸内海に面しているかあるいは瀬戸内海から10km以内に位置する市町村である。

南部市町村の林野火災発生件数は、調査期間の10年間で930件、焼損面積は1,534haであったのに対し、北部市町村ではそれぞれ357件、130haであり、県全体の林野火災のうち、件数では72%、焼損面積では92%が南部市町村で発生している。1件当たりの焼損面積は、南部市町村で1.6ha、北部市町村で0.4haである。焼損面積が10ha以上の大規模林野火災は、北部市町村では調査期間内に1件も起きていないのに対し、南部市町村では28件発生し、1,150haの林野が焼失している。この値は、件数では南部で起きた火災の3%に過ぎないが、焼損面積では74%に達しており、県全体でも全焼損面積の69%を占めている。このように岡山県では、平均して年に2～3回発生する南部市町村での大規模林野火災が、火災による林野焼失の大部分を占めている。この傾向は、他の瀬戸内海沿岸地域にも共通する現象であろう。

図-2は南部に位置する岡山市と北部に位置する津山市の相対湿度と降水量の変化を示したものである。年間を通して岡山市は津山市に比べ相対湿度が低く、降水量も少ない。すなわち、南部市町村は北部市町村に比べて、一年中乾燥した気候条件にあり、このことが南部市町村での林野火災の多発と大面積化の大きな要因の一つであるといえる。

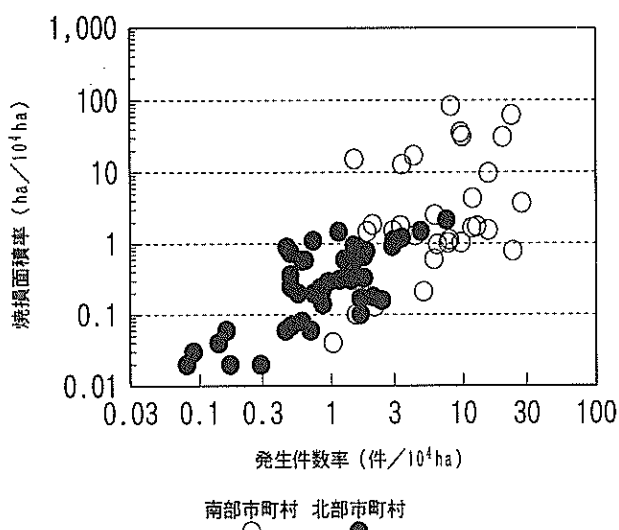


図-1 岡山県における市町村別の林野面積 10^4 ha
当たりの林野火災発生状況 (1984年～1993年)

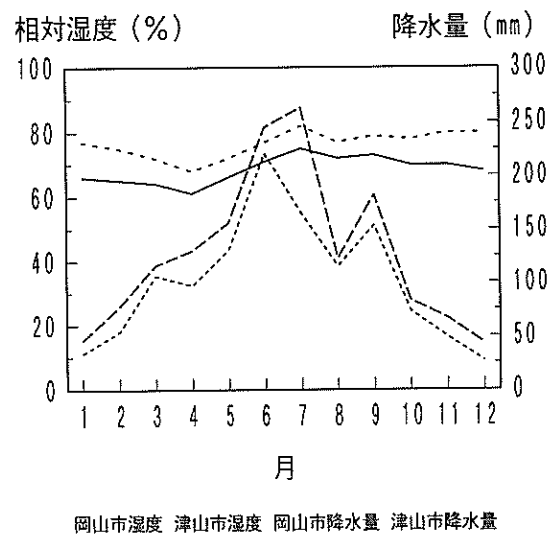


図-2 岡山市と津山市の相対湿度と降水量の変化
(1984年～1993年平均)

樹冠層と大気間の熱交換効率の季節変化

—京都府南部における落葉広葉樹二次林の場合—

阿部敏夫（連絡調整室）

玉井幸治（防災研究室）

1. はじめに

森林群落は耕作地や草地に比べ、樹冠の凹凸の程度が激しい。一般に凹凸の程度が激しい物体ほど、熱交換の効率は高い。エンジンなどに放熱板が取り付けられているのは、エンジンの表面に凹凸をつけるためである。落葉樹林は、落葉期と着葉期とで樹冠の凹凸度が大きく変化するため、熱交換効率も大きく変化するものと思われる。しかし定量的に評価した例は極めて少ない。そこで京都府南部における落葉広葉樹林を対象に、熱交換効率の季節変化を報告する。

2. 対象林分と方法

対象とした森林は、京都府相楽郡山城町にある北谷国有林内に設定した山城森林水文試験地北谷流域である。水文観測、森林気象観測が行われている。胸高断面積合計、約19.6 m^2/ha のうち、約3分の1はソヨゴ、アカマツなどの常緑樹が占めていた。開葉は4～5月、落葉は10～11月にかけて生じた。森林気象観測を行った地点付近の平均樹高は約6 m であった。解析に使用した数値は1992年1～12月の観測に基づいた。

熱交換効率を示す指数には、(1)式に示すThornthwaite-Holtzmanモデル中の定数Aを用いた。

$$\lambda E = R_n - G - \rho C_p A u T D_a \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 λE は蒸発散量、 R_n は純放射量、 G は地中熱流量、 u は風速、 $T D_a$ は樹冠上における2高度間の気温差（本報告では林床面から8 m と10 m ）、 ρ は大気密度、 C_p は定圧比熱。

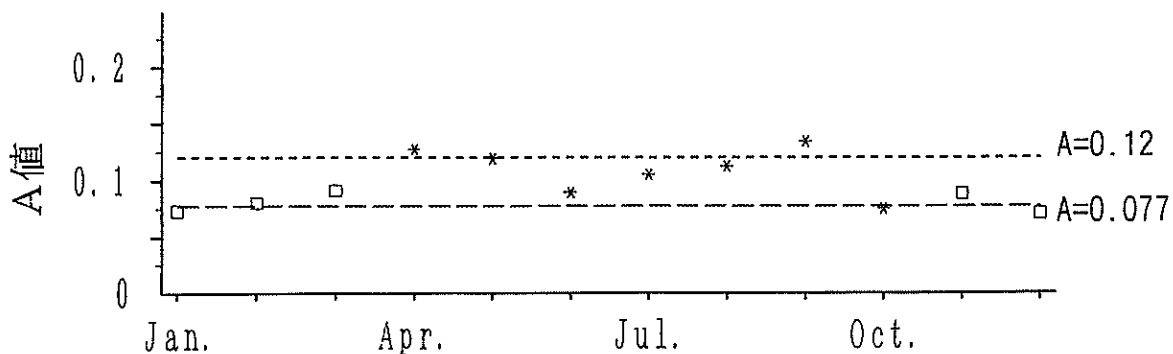
R_n 、 G 、 u 、 $T D_a$ には森林気象観測によるデータを、 λE には短期水収支法による蒸発散量計算値を用いた。 ρ 、 C_p は定数とした。そして、月単位でA値を逆算した。

3. 結果と考察

Aの算出値を図—1に示す。着葉期（4～10月）の方が、落葉期（11～3月）に比較して値が大きい傾向が認められた。それぞれの期間中の平均値は、着葉期が0.12、落葉期が0.077であった。熱交換の効率は、着葉期は落葉期の1.5倍であると計算された。ところで、渡辺（1994）は、葉面積密度の増減に伴う運動量のバルク輸送係数の変化を示している。運動量のバルク輸送係数は、樹冠層と大気間における運動量の交換効率を示す数値である。それによると葉面積密度が中程度の場合にバルク係数は最大になり、非常に粗な場合や密な場合には低下する。北谷流域で落葉期にA値が低下したのは、樹冠が過粗になったためと考えられる。

引用文献

1. 渡辺 力（1994）：植物と大気、（近藤純正 編著：水環境の気象学、pp348, 朝倉書店、東京）、pp. 208-234



図—1 A値の季節変化

*：着葉期 □：落葉期

電気探査による眉山東面の地下構造の解析

深山 貴文 (防災研究室)

1. はじめに

眉山（長崎県島原市）は1792年に寛政島原地変と呼ばれる大崩壊を起こし、約1万5,000人もの犠牲者を出したが、未だその地下構造については不明な点が多く、崩壊の原因についても十分に解明されていない。そこで本研究では、眉山東面において電気探査を行い、帯水層と九千部断層延長の確認を中心とした地下構造の解析を試みた。なお、調査にあたっては、東京農工大学の山口 伊佐夫講師と治山緑化学工学研究室の方々のご指導、ご協力をいただいた。

2. 調査地と調査方法

調査地は眉山七面山東斜面の標高約200mから山頂付近に位置している。眉山は、雲仙火山帯より東方に傾いた状態で噴出された溶岩円頂丘であり、普賢岳の火山活動による火山性地震などの影響を受けている。また、当調査地は、ボーリング調査の結果から約70mの角閃安山岩層の下に凝灰角礫岩層が存在することが分かっている。気象的条件としては年平均降水量が2,200mmを超え、梅雨末期や台風期には豪雨にみまわれやすい条件にある。標高300m付近から山頂にかけては、多数の崩壊地が存在し、1792年には2度の強い地震の後、大量の土砂が島原湾に流下している。

本研究ではこの大崩壊を崩壊型地すべりと仮定し、現在も眉山東面に残る急峻な斜面の地域を、今後も大規模な崩壊の可能性の残る地域と想定し、Wennerの4極法により電気探査を行った。測定機材は横川電気製L-10型大地比抵抗測定器を用い、調査は地すべり想定面を得るための垂直探査を4ヶ所、調査地の側面に位置すると予想される九千部断層を確認するための水平探査を1ヶ所で行った。垂直探査のうち、1ヶ所(K5)はボーリング地点付近で行い、垂直探査結果をSundbergの標準曲線法と曲線対比法を併用して解析した。

3. 結果と考察

垂直探査の結果、眉山七面山東斜面において複数の岩相界面が解析され、角閃安山岩層は一様に固結した岩盤ではなく、複数の難透水層の間に帯水層が介在している可能性の高いことが分かった。そして、それらの結果から3層の地すべり想定面が得られた。結果を図-1に示す。

図-2には水平探査の解析結果を示した。

解析の結果、今回の地すべり予想地域の南端である眉山5溪の地下には断層中の裂隙水と思われる低比抵抗帯が存在することが分かり、九千部断層の延長線が5溪を通過している可能性が示唆された。今後、さらに広範囲での測定の必要があると思われる。

以上の結果から、眉山東面の地下構造は、火山性地震等による地下水位上昇によって不安定になりやすい可能性があることが分かった。また、調査地は九千部断層に隣接している可能性があり、断層周辺での地震加速度を考慮に入れた対策も検討する必要があることが分かった。

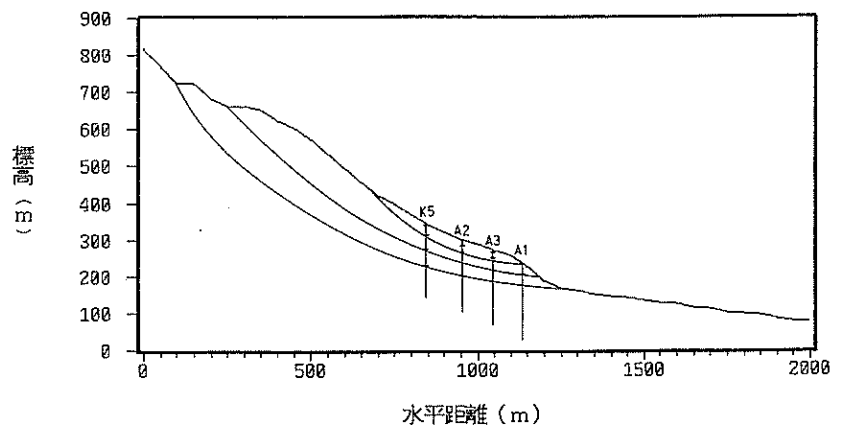


図-1 地すべり想定面
—: 想定帯水層

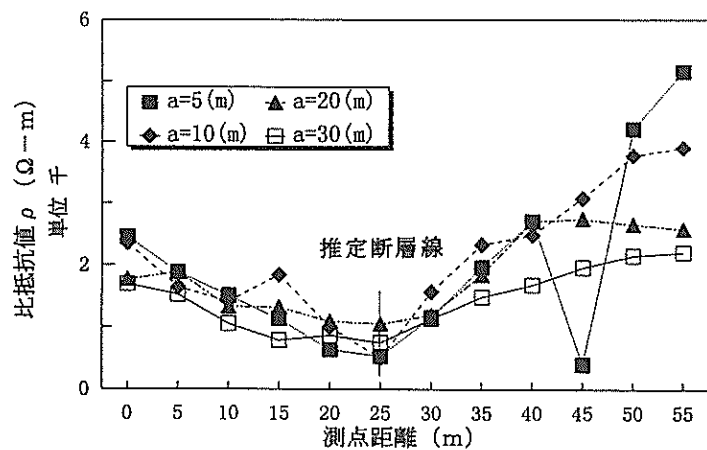


図-2 水平探査結果
a: 電極間隔 (m)

ハウスメーカーによる「直結型木材流通システム」の形成と国産材産地の対応

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の台頭が著しい。バブル経済崩壊以降の住宅の低価格化や性能向上の流れに応じて、こうしたハウスメーカーでは住宅部材のコストダウンや品質の向上等を図るために、独自の住宅部材調達システムを構築し、既存の木材流通システムとは別に、後述するような「直結型の木材流通システム」を形成してきた。このことは、大工・工務店の手による木造在来工法住宅を主要な市場ターゲットに編成されてきたわが国の国産材関係業界に様々なインパクトを与えることとなった。そこで本稿では、ハウスメーカーの住宅部材調達システムの特徴を整理し、それに応じた国産材業界の動きや、新たな木材供給の仕組みのあり方などを探る。

2. ハウスメーカーによる「直結型木材流通システム」の形成

今日、ハウスメーカーでは「住宅用材の調達から部材の加工、住宅の施工管理、販売」までを統合化したシステムを創り、品質管理を高めた規格住宅の供給を拡大している。こうしたシステムの構築を可能とした背景には、住宅部材の「プレカット加工システム」の開発・導入がある。このようにハウスメーカーが、その住宅供給システムの中に機械プレカットシステムを組み込んだ結果、そこで使用する木材の流通の仕組みを大きく変えることとなった。

従来、木材消費地（都市部）への国産材製品の供給は、一般的には「国産材製材工場→（産地ないし消費地の）製品市売市場・製品問屋→材木小売店→大工・工務店（刻み加工）→住宅施工現場」といった多段階型の流通システムに支えられていた。しかしハウスメーカーではそのバーゲニングパワーや与信力をフルに活用して、製材品を製材工場からプレカット工場に直接配送する「製材工場→プレカット工場（機械加工）→住宅施工現場」といった、より短絡化した直結型の流通（物流）システムを新たに創り出したのである。このハウスメーカーによる直結型流通は、次第にその流通ウェイトを増し、構造材ではすでに平成6年時点で2割前後のシェアに拡大したものと推測される。この新しい流通に対応する産地製材メーカーの多くは、自動化された加工ラインを備え、乾燥・表面仕上げ工程や一部では機械による自動強度等級区分工程も含む品質管理型加工体制を整えた大手・中堅の製材メーカーである。製材メーカーにとって、ハウスメーカーのバーゲニングパワーの下で利は薄いものの、安定した需要（＝実需）が確保でき、ユーザー情報のフィードバックもスムーズになされており、結果としてニーズに対応した高品質製材品の大ロット流通が形成されている。近年、わが国の製材工場総体は工場数・素材入荷量ともに縮小しているが、表－1に示すように、製材用動力の出力規模300kW以上の大型国産材専門工場のみは、工場数・素材入荷量共に大幅な拡大を示している（工場数では平成3年の132工場から7年の174工場に増大）。その一つの要因として、前記の拡大する直結型流通との結びつきが考えられるのである。

表－1 類型別・出力階層別にみた製材工場の素材入荷量の推移

単位：千立方メートル

		H. 3	H. 4	H. 5	H. 6	H. 7	H. 7/H. 6	H. 3→H. 7	
		1991	1992	1993	1994	1995	伸び率	伸び率	増減量
国産材専門工場・計		11, 086	11, 316	11, 735	12, 161	11, 296	92. 9%	101. 9%	210
出力階層別	7. 5～37. 5	1, 289	1, 265	1, 239	1, 311	1, 162	88. 6%	90. 1%	-127
	37. 5～75	2, 743	2, 723	2, 697	2, 735	2, 528	92. 4%	92. 2%	-215
	75～150	2, 768	2, 735	2, 777	2, 860	2, 543	88. 9%	91. 9%	-225
	150～300	2, 751	2, 831	3, 019	3, 072	2, 860	93. 1%	104. 0%	109
	300kW以上	1, 535	1, 762	2, 003	2, 183	2, 203	100. 9%	143. 5%	668
国産材・外材併用工場		14, 413	13, 643	12, 823	12, 243	11, 483	93. 8%	79. 7%	-2, 930
外材専門工場		16, 016	15, 431	14, 506	14, 287	13, 891	97. 2%	86. 7%	-2, 125

資料：「木材需給報告書」、H. 7は速報

3. 木材流通システムの変化と国産材産地の対応

プレカット工場経由の直結型木材流通システムは、今日、ハウスメーカーの台頭に危機感を持つ各地の有力木材流通業者も積極的に導入を図っており、大工・工務店のプレカット材採用を促進している。また大型国産材製材工場の中には、自らプレカット経営に乗り出し、川下へ向けた事業拡張を図る動きも出てきている（例えば岡山県I林業や三重県O）。他方、既存の多段階型木材流通システムには、依然として縮小・後退する多くの中小の国産材製材工場や木材流通業そして小零細大工・工務店などが対応しており、高コスト体質などの問題を抱えたまま低迷を余儀なくされている。戦後50年を経て、そこには様々な“制度疲労”が顕在化しているといえよう。したがって今後、国産材産地の市場対応においては、「在来型の多段階型システム」を前提とした従来方式の対応（例えば銘柄材産地形成など）だけでは限界がある。図-1に示したように、プレカット加工システムをも組み込んだ、新しい実需対応型の地域木材供給システムを創り出し、ハウスメーカーにも対抗（或いは対応）できる新たな拮抗力を形成していくことが必要である。その際には、住まい手の多様な好みに応じた様々な部材ニーズに即応しうよう、高度化する情報システムをフルに活用して、多様な木材産地（スギ並材産地、ヒノキやカラマツまた広葉樹主体の産地、銘木・役物産地等々）間の連携を図り、新しいネットワーク型の木材総合供給システムを創り出すことも考えられよう。未だそうした事例はないが、グローバル化する木材競争時代に勝ち残るためには、既存の仕組みや枠組みを打ち破るようなイノベティブな活動が、国産材産地に求められているのである。

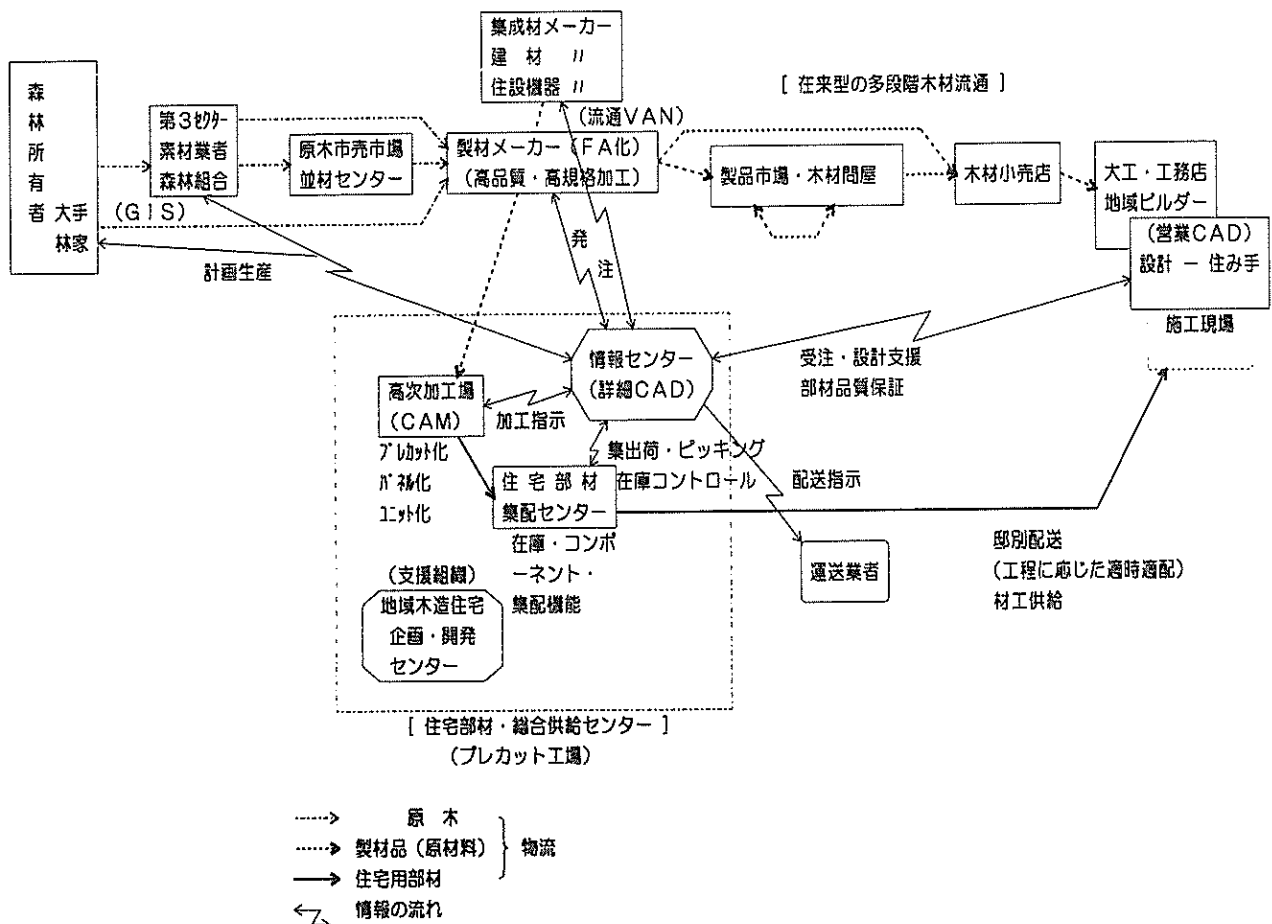


図-1 実需対応型の地域木材供給システム

アンケート調査に見る京北町林家の経営動向

田村和也（経営研究室）

1. はじめに

近年の林業経営の変容の実態や今後の意向を把握して変化の要因や問題点を明らかにし、今後保続的経営を展開していくための諸課題を探ることを目的に、林家へのアンケート調査を実施したのでその概要を報告する。

2. 調査方法

アンケートは29の設問により経営状況や今後の意向などを問うもので、各種の林業経営が展開されている京都府京北町内に森林を所有する方を対象に郵送で行った。なおアンケートは京北町地域林業振興対策協議会の協力を得て実施し、結果としてはほぼ全ての森林所有者が対象となっている。調査に当たっては府京北地方振興局、町森林組合、町役場から多大な御協力をいただいた。発送数862に対し有効回答数は499（町内392・町外107；回収率58%）で、そのうち所有森林面積区分及び家計の林業収入依存度が明らかな451回答を抽出して分析した。その際表-1に示す11の類型区分を用いた。

表-1 分析に用いた類型区分

上類型番号 下該当数	家計の林業収入への依存度			
	なし	2割以下	3～6割	7割以上
所有森林面積 5ha以下	1 170	2 31	3 6	
5～30ha	4 86	5 46	6 14	7 15
30ha以上	8 26	9 24	10 15	11 18

3. 結果の概要と考察

主として、林業経営を端的に表す伐採動向と今後の生産指向、保続のための重要な要因である労働力について述べる。家計がなんらか林業に依存しているのは5ha以下層で18%、5～30ha層で47%、30ha以上層で69%と高い値を示している。最近5年間に保育活動を行った割合は、全体で再造林36%・拡大造林13%・下刈72%・枝打72%・除間伐52%で、全類型にわたってほとんどの林家がこのいずれかの作業を行っている。また伐採は最近5年間に1・4・8類型を除くほとんどの林家が行っており、活発な活動の続けられている様子がうかがわれる（表-2(1)）。

伐採した林家数のうち一般材を伐採した林家数の割合は39%・同優良材8%・大径材8%・桁丸太13%・磨丸太72%・その他7%で(2)、概して中・小規模層は磨丸太（＋一般材）、大規模層は一般材＋磨丸太（＋桁丸太など）という生産パターンと把握できる。今後生産したい目標を列挙してもらったところ、磨丸太や一般材よりも優良材や大径材への指向が認められた。伐採量(3)については、林業依存度が高いほど増やし、低いほど減らしている傾向が明らかとなった。

労働力について、「労働力確保に困難を感じるか」(4)との問いに対し、全体では感じない41%・家族労働力が不足14%・雇用労働力が不足37%であったが、1・2類型を除いた各類型では雇用労働力不足を挙げた回答が4～7割を占め、当地では林業労働者の減少が各層共通の問題となっている。今後の労働力確保については(5)、家族労働力に期待する者が小・中規模層ほど、また林業依存度が増すほど多い傾向が見られた。また中規模層(4・5・6類型)は森林組合への期待が高く、大規模層(9・10・11類型)では雇用労働力に期待する割合が相対的に多い。これらは現在の家族労働力の投入や植林・保育における労働力の調達方法の傾向を反映したものである。ただし、現状と(5)を比べると概ね各類型とも森林組合への期待のみが高まっており、労働者不足解消への待望が感じられる。

表-2 調査結果の概要

類型	(1)ここ 5年間に伐採 した	(2)伐採したのは		(3)10年前に比べ て伐採量が		(4)労働力に困難を感じるか			(5)今後の労働力を誰に 期待するか？			(%)
		一般材	磨丸太	増えた	減った	感じ ない	家族労 働力が 減った	雇用労 働力が 減った	家族	雇用	森林 組合	
1	24	31	67	2	18	57	14	19	37	5	30	
2	87	15	92	13	43	35	19	35	32	10	29	
3	100	0	100	0	40	20	20	60	83	33	0	
4	35	30	56	6	44	32	11	45	18	1	54	
5	80	50	74	3	66	34	17	39	31	17	40	
6	100	36	79	42	42	18	18	73	45	0	45	
7	93	50	93	40	13	27	27	53	77	23	15	
8	32	57	29	13	44	27	23	41	17	4	50	
9	92	50	59	21	50	38	5	52	23	36	32	
10	93	50	79	33	47	20	13	67	0	29	43	
11	94	65	76	31	19	35	0	65	29	35	24	
全体	52	39	72	11	35	41	14	37	31	10	37	

注1) 各数値は各設問に対して回答のあった合計に対する比率

注2) ここに掲げたのは各設問の項目の一部の抜粋

ヒノキ元玉の通直性におよぼす間伐の効果

—広島県三和町80年生人工林の事例—

細田 和男（経営研究室）

1. はじめに

素材価格の形成においては、樹種・径級・材長はもとより、節の有無・年輪幅の均一性・通直性・心材色などの材質要因も重要であることが、広く知られている。このため、収穫予測や経営評価モデルでは、素材の量とサイズだけでなく材質をも考慮することが望ましい。しかしながら、枝打ちとの関連が明らかな無節性を除き、年輪幅や通直性など材質要因と立地・品種・保育との関係には不明な点が多く、材質の予測方法を構築する段階には至っていない。そこで筆者は現在、ヒノキの材質要因のうち通直性を取り上げ、立地や保育条件との関係を調べている。ここでは、立地条件と初期保育を同じくするヒノキの間伐林分と無間伐林分について元玉の通直性を比較し、間伐が残存木の材質におよぼす効果を検討した事例を報告する。

2. 場所と方法

調査林分は広島県三和町新元重山国有林内、新重山ヒノキ人工林収穫試験地の間伐区と無間伐区である。両試験区とも80年生のヒノキ一斉人工林、面積はそれぞれ0.2ha、ほぼ均一な斜面上で等高線方向に隣接している。両試験区の20年生までの施業履歴は同一であるが、無間伐区は20年生以降間伐されていない。78年生時点の本数密度は間伐区が870本/ha、無間伐区が1,715本/haであった（詳細については平成6年度森林総合研究所関西支所年報：41～44頁を参照）。

1995年12月、両試験区のすべての残存木について根元曲がり・幹曲がり量の測定を行った。根元曲がりは、根元曲がりの回復点までの地上高、幹曲がりは根元曲がり回復点を元口とする3m元玉の内曲面最大矢高を測定した。すでに得られている関西地域のヒノキの細り曲線と78年生時点の胸高直径・樹高データから、3m元玉の末口直径を推定し、「素材の日本農林規格」に従って曲がり率を求めた。

3. 結果と考察

測定及び推定の結果を表1に示す。間伐区と無間伐区における、幹曲がり矢高の平均値に大差はなかった。間伐区では寺崎式A～B種に相当する定性間伐が反復されてきたが、このことによって幹曲がりの大きい個体が減少してはいないようである。しかし無間伐区には末口径の小さい個体が多く、この結果、曲がり率の平均値は無間伐区のほうが大きくなっている。ただし、優勢木に限定して比較すると両区の差は小さい。JASで1等材に相当する曲がり率10%以下の元玉の本数割合を算出すると、両区の差は全残存木で26ポイント、胸高直径の大きい方から500本/haまでの優勢木に限っても15ポイントであり、明らかに間伐区のほうが通直木が多い。以上から本事例では、間伐の実施は残存木の通直性にも好影響を及ぼしているが、これは幹曲がりの絶対量の差ではなく、直径成長の差に由来しているといえる。

表1 新重山ヒノキ収穫試験地の元玉通直性（平均±標準偏差）

調査区	範囲	根元曲がり高 (m)	幹曲がり矢高 (cm)	推定末口径 (cm)	曲がり率 (%)	曲がり率10% 以下の割合(%)	標本数
間伐区	300/ha以下	0.49±0.209	2.05±0.915	32.18±2.154 (b)	6.375±2.154 (f)	93.3 (j)	60
	500/ha以下	0.48±0.217	2.04±1.997	30.84±2.398 (c)	6.644±2.398 (g)	87.0 (k)	100
	800/ha以下	0.47±0.215	2.06±0.985	28.70±3.492 (d)	7.283±3.492 (h)	81.3 (l)	160
	全残存木	0.46±0.212 (a)	2.09±1.009	28.08±4.018 (e)	7.696±4.018 (i)	78.7 (m)	174
無間伐区	300/ha以下	0.49±0.204	2.28±1.087	29.73±2.373 (b)	7.806±3.953 (f)	73.3 (j)	60
	500/ha以下	0.52±0.211	2.28±1.104	28.24±2.633 (c)	8.169±4.145 (g)	72.0 (k)	100
	800/ha以下	0.52±0.225	2.24±1.102	26.52±3.081 (d)	8.563±4.373 (h)	65.0 (l)	160
	全残存木	0.53±0.246 (a)	2.27±1.031	22.13±5.002 (e)	10.866±5.750 (i)	47.8 (m)	343

注) (a)～(e)はt検定, (e), (f)はG検定による有意差(p < 0.05)が認められたことを示す

スギ・ヒノキ人工林の集団枯損被害

池田武文・高畑義啓（樹病研究室）

1. はじめに

1994年の夏以後、西日本各地のスギやヒノキの人工造林地で乾燥害と思われる枯損が多発した。滋賀県内でもスギやヒノキ人工林で例年になく枯損被害が多く発生し、その被害は8月上旬にはすでに確認されていた。そのほとんどはおおむね夏の記録的な高温、少雨による乾燥被害であると考えられている。ところが、スギやヒノキの暗色枝枯病も乾燥という気象要因を誘因として発生することが多いと考えられており、過去に関西地域で発生したズギ、ヒノキの集団枯損と暗色枝枯病との関係が議論されている。そこで、滋賀県で発生したスギ、ヒノキ人工林の集団枯損の原因を再度検討するために、被害林分の調査をした。

2. 調査方法

滋賀県内で発生したスギ、ヒノキ人工林の集団枯損林分の樹種、地形、林令、保育施業（間伐や枝打ち）の有無、被害地の状況、被害木の幹の溝の有無や材内部の状態について、1995年7月から9月にかけて県内46林分について調査した。ここで、集団枯損林分とは1林分でおおむね10本以上の枯損が見られる林分をさす。実際は部分的に枝が枯れたものも多数見られるので、外観的には枯損本数以上の被害を感じさせた。さらに、1994年の気象状況を把握するために滋賀県気象月報から県内5箇所（虎姫、今津、彦根、土山、大津）の気温と降水量のデータを取りまとめた。

3. 結果と考察

1994年の夏の気象条件は記録的な高温、少雨、多照となり、県下5ヵ所の気温は平年よりかなり高く、降水量も非常に少なかった。特に県北部の降水量は7、8月の2ヵ月間で100mmにも達しなかった。

被害地は野洲川から県北の湖東、湖北地方にかけて多く、特に平坦地に集中していた。また、全被害地の33%は河川敷、ないしその周辺に位置していた。被害林分のほとんどはスギ人工林であった。また特徴的な点として、被害木の多くで暗色枝枯病によると考えられる被害痕の溝が観察され（写真-1）、その数は健全木に比べて有意に多かった（図-1）。部分枯れをおこした林木の材の内部は変色をおこし、水分の通導が狭い範囲に限定されていることから、被害木ではごく限られた部位だけで水分の通導がおこなわれていたと思われる。

1994年の集団枯死木にはきびしい水不足、いわゆる干害による被害の場合と、この夏のきびしい乾燥が過去複数回にわたって暗色枝枯病に罹病した林木の枯損を促進した場合の二通りの枯損被害があったと考えられる。

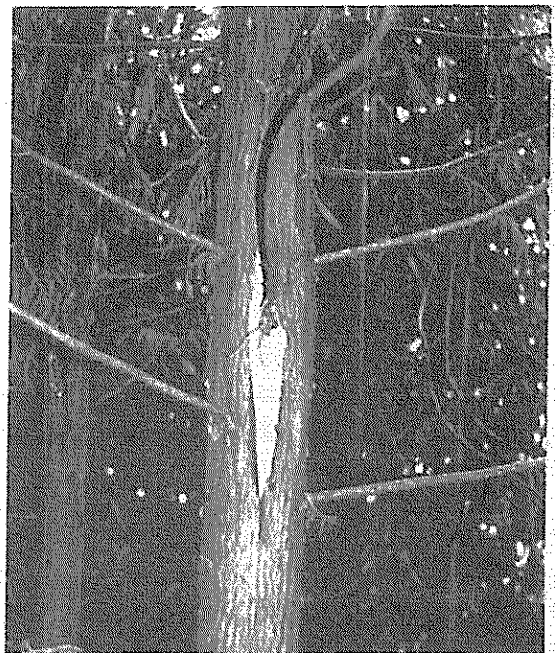


写真-1 暗色枝枯病被害痕跡の溝

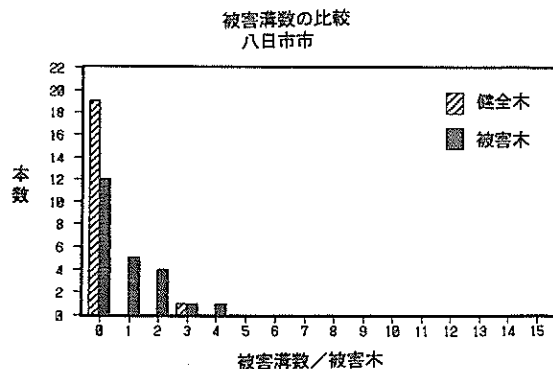
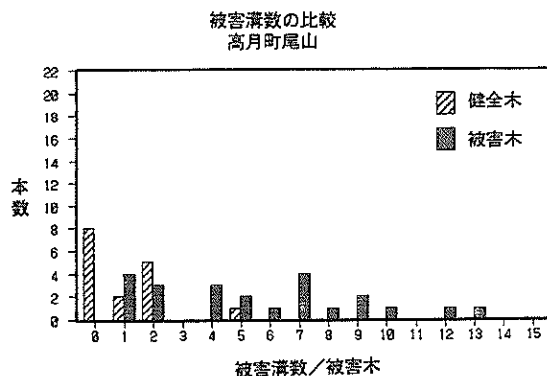


図-1 健全木と枯損木の被害痕跡の溝の数

コナラ・ミズナラの集団枯損にみられる木部変色と通水阻害

黒田慶子（樹病研究室）

1. はじめに

日本海沿岸各地で7月上旬からコナラ (*Quercus serrata*), ミズナラ (*Q. crispula*) の集団枯損が発生し、増加傾向にある。枯損木及びその周辺のナラ類樹幹には常にカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) の大量侵入が認められる。孔道周辺などから検出される菌1種（未同定）はこの養菌性キクイムシが持ち込んだ可能性があり、その病原性について検討されている。一方、萎凋現象のメカニズム解明のために、キクイムシや菌の活動に対する樹木の生理的反応を明らかにすることが重要であると考え、キクイムシの孔道伸長や菌の感染と並行して樹幹内部に起こる生理学的、細胞学的変化をとらえ、萎凋する個体に共通して見られる特徴を明らかにした。

2. 試料と方法

滋賀県西浅井町、福井県今庄町、河野村で、コナラ・ミズナラを1989～1992年のあいだ定期的に伐倒し、健全木7本、カシノナガキクイムシ穿入木16本、萎凋木13本を供試木とした（樹齢：29～65年、胸高直径：8.0～22.5cm）。一部の個体は通水機能測定のため、伐倒の前に樹幹に1%酸性フクシン注入を2時間行った。1mごとに円盤を採取し、形成層の壊死、材の変色の状況、変色部断面積を測定した。実体顕微鏡下で孔道と変色範囲の関係を観察し、また光学顕微鏡により柔細胞の壊死、菌糸の分布を調べ、道管の通水機能や柔細胞類の生理的变化について検討した。

3. 結果と考察

萎凋木及びキクイムシの穿入があり萎凋していない個体では、本来は辺材であるべき部位が広範囲に黒褐色に変色していた（図-1, Dis）。この変色部は傷害心材とも呼ばれ、傷ついたり菌に感染した場合に防御反応の一つとして形成される。フェノールなど二次代謝産物の生産増大という心材形成と同様の現象があり、柔細胞類が壊死して通水機能を失った組織である。

樹幹横断面での変色面積は、キクイムシ穿入孔の多い樹幹基部から胸高位付近まで最も広い傾向があった。外観的病徴が発現した時期には主幹の変色部が樹幹下部で辺材のほぼ全域に拡大し（図-2, c）、形成層が広範囲にわたって壊死していた。

健全木の色素吸入は40ml/時であったが、キクイムシ穿孔個体では7ml/時以下と非常に少なかった（図-2, ab）。色素液は未変色の辺材部を上昇しており、変色部が通水しないことは明らかであった。葉の半数が萎凋していた個体では色素吸入がほとんどなく、また、胸高位付近で変色域が最大となり未変色の部分は樹幹横断面積のわずか12%に低下していた。実体顕微鏡観察により、変色部とその隣接部の大径道管内にチロース充填が観察された。これらはすでに通導機能を失った道管であることを示している。変色部が拡大した個体では、当年輪道管にもすでにチロース形成が観察され、通水がほぼ停止した状況であった。以上の観察結果から、ナラ類の萎凋は、傷害心材（変色部）の形成及び範囲拡大により、樹幹下部のある高さで道管の通水機能が全面的に停止したため起っているという結論に達した。

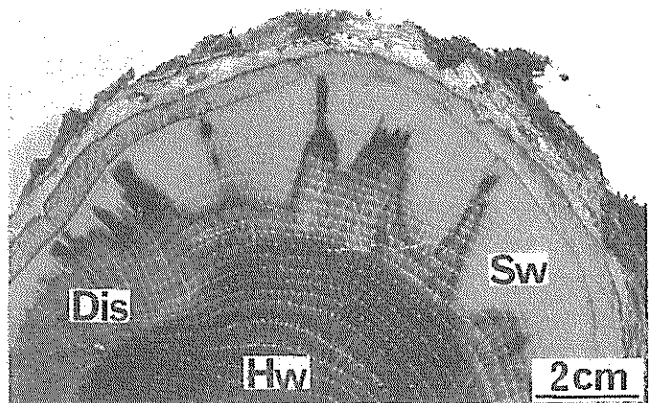


図-1 キクイムシ穿入木横断面
Hw：心材，Sw：辺材，Dis：変色部

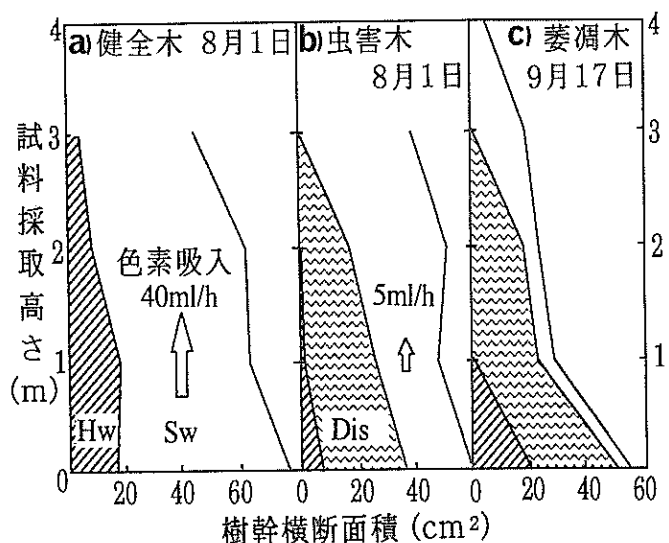


図-2 虫害・萎凋木に見られる変色断面積の拡大と通水能力低下

マツノマダラカミキリの発生消長と気温の関係

藤田和幸・上田明良・浦藤野忠久（昆虫研究室）

1. 目的と方法

マツ枯損防止をめざしたマツノマダラカミキリ成虫に対する各種防除法の有効性を高めるためには、防除時期を成虫の脱出・活動期に合わせる必要がある。しかし、脱出時期の年次変動が大きいことやその変動要因の解析が進んでいないことから、有効な発生予察手法が確立されていない。本種成虫の発生の地域差を考慮すると、脱出時期の予測はそれぞれの地域で、たとえば地元の気象台データを利用する等の簡便な方法で、きめ細かく行われることが望ましい。

関西支所では、主として実験材料を確保する目的で、野外網室内で餌木となる伐倒したマツを1年ごとに交換しながら、マツノマダラカミキリの累代飼育を行ってきた。また同時に、1986～1995年の年ごとの脱出消長の記録が続けられてきた。そこで、これらの結果をまとめるとともに、簡易な発生予察法の開発に資するべく、気象台発表の京都市の日平均気温データとの関係を解析した。

2. 結 果

図-1に示すように野外網室累代飼育のマツノマダラカミキリ成虫の脱出消長は、50%脱出日（中央値）に年ごとに大きな差が認められればかりか、脱出期間の長短、また、前半一気に脱出して後半ダラダラ脱出した年、あるいはその逆の傾向の年と様々で、これまでの各地での傾向と変わりなかった。

マツノマダラカミキリ脱出消長を温度で説明するため、10%、50%脱出日とその日までの有効積算温量（発育零点13℃）の関係を解析したが、積算温量の大小では脱出時期の予測は困難であると思われた。しかし、なんらかの発生予察手法の改善ができないかということで、脱出初期にあたる6月10日までの有効積算温量の10%脱出日の関係を示した。猛暑と云われた1994年、梅雨寒、一転して猛暑となった95年のデータを除けば、気温の高い年は早く、低い年は遅く脱出する傾向が認められるが、回帰直線から10%脱出日を推定しても、±4日程度の狂いは覚悟しなければならない。

実用的な予察法確立にはより早い時点での予測が望まれる。そこで、脱出開始1ヵ月前の5月10日までの有効積算温量と10%脱出日の関係をみたのが図-2である。94、95年の点を除いて回帰直線を引けば、おおまかな予測は可能である。しかし、バラツキはより大きくなっている。本種の脱出時期には春期の気象傾向による成長速度の大小とともに脱出時の気象条件が関係しているため、1ヵ月前には予測できない面があることが予測を困難にしているといえる。

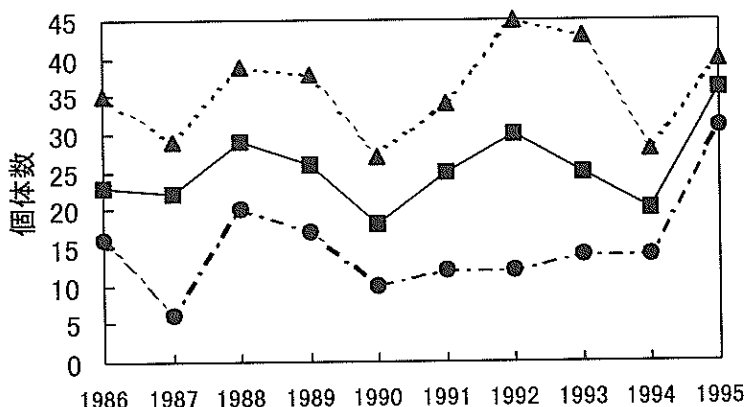


図-1 1986-95年の10(●), 50(■), 90(▲)%脱出日

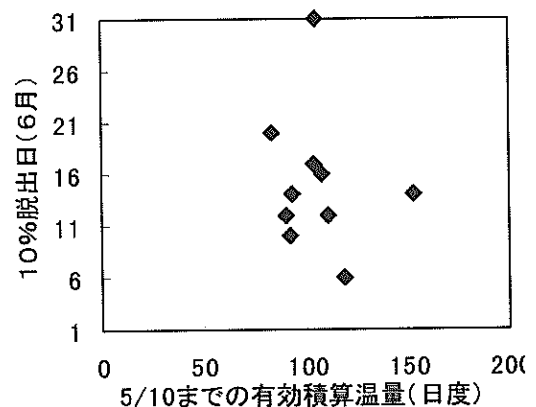


図-2 5月10日までの有効積算温量と10%脱出日との関係

オオコクヌスト幼虫によるマツノマダラカミキリ防除試験

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性甲虫オオコクヌスト（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）幼虫の有力な天敵である。これをマダラの生物的防除に利用可能かどうか検討するため、オオコク幼虫をマダラ被害丸太の樹皮下に接種し、防除効果の試験を行った。

2. 研究方法

1994年7月21日にアカマツ数本を伐倒後約1mに玉切りし、野外網室内に保存した。8月1日にマダラ雌成虫120頭と雄成虫60頭をこの網室内に放し、15日間産卵させた。9月22日に卵から飼育したオオコク幼虫を各丸太の樹皮下に潜り込ませたのち、1本ずつ寒冷紗製袋に入れ、試験区ごとに別々の網室内に入れた。試験区は丸太1本当たりオオコク2齢幼虫2頭、3齢2頭、4齢2頭、3齢4頭、2齢4頭・3齢3頭とした。また、オオコクを接種しない試験区を設け、対照区とした。95年6月1日に寒冷紗を除去し、マダラの羽化脱出が終了した8月27、28日に各丸太を剖材して、マダラ蛹室数・羽化脱出孔数、オオコク数等を数えた。

3. 結果と考察

各試験区の丸太の平均直径と長さ及びマダラ産卵痕数はほぼ同じであり、試験区間の比較に問題はなかった。試験結果を表-1に示す。3齢2頭区、4齢2頭区、3齢4頭区で捕食を受けなかった個体数、すなわちマダラ羽化脱出数と材内生・死亡個体数の合計（表中のA+B）が、対照区と比べてU検定で有意に少なかった。また表中のA+B+Cはマダラ幼虫が成熟して蛹室形成に至るまで生き残っていた個体数を反映すると考えられるが、この数もこれら3区で少ない傾向があり、4齢2頭区では対照区と有意な差があった。空室のマダラ蛹室（C）はオオコクによるマダラの捕食がおこった痕跡である可能性が高いが、これが全マダラ数に占める割合（表中のC/D）もこれら3試験区で対照区より大きかった。またこれら3試験区ではオオコクの蛹と成虫が数頭採集された（表の脚注参照）。以上より、これら3試験区ではオオコクの捕食効果があったと判断できる。3齢2頭区と3齢4頭区の結果を比較して差がほとんどないことから、オオコクの接種密度を高めても捕食効果は高くないと考えられる。2齢2頭区では対照区と差がなく、オオコクの捕食効果が見られなかったのは、放虫時にはマダラの産卵から1ヶ月以上経過していて、マダラ幼虫が大きすぎたものと考えられる。高密度放虫の2齢4頭・3齢3頭区ではA+B、A+B+Cともに小さかったが、対照区との有意差はなかった。オオコクは共食いすることが知られていて、混みすぎによる共食いがひとつの要因として考えられる。このようにオオコク幼虫接種によるマダラ個体数の減少が示唆されたが、今回の結果は網室内でのオオコクとマダラだけが存在する状況下でのしかも特定時期の接種によるごく断片的な試験結果であり、複雑な野外環境下での実際の利用を検討するには、今後様々な試験が必要である。

表-1. 放虫されたオオコクヌストによるマツノマダラカミキリ捕食の効果

オオコクの操作	調査丸太数	丸太1本あたりマダラ数			A+B	A+Bの 対照区との U-検定	A+B+C (D)	C/D (%)
		脱出口付 き蛹室数 (A)	材内個 体数 (B)	空室の 蛹室数 (C)				
対照区	12	2.42	0.33	2.00	2.75	—	4.75	42.0
2齢幼虫2頭接種	4	2.00	0.25	2.00	2.25	non.	4.25	47.1
3齢幼虫2頭接種	10	0.80	0.10	1.10 ^a	0.90	p=0.017	2.00	55.0
4齢幼虫2頭接種	8	0	0.38	1.00 ^b	0.38	p=0.006	1.38 ^d	72.7
3齢幼虫4頭接種	10	0.60	0.10	1.40 ^c	0.70	p=0.011	2.10	66.7
2齢4頭・3齢3頭接種	8	1.13	0.38	0.50	1.50	non.	2.00	25.0

^a オオコク蛹がいた1蛹室とオオコク成虫がいた1蛹室を含む。 ^b オオコク成虫がいた1蛹室を含む。 ^c オオコク蛹がいた1蛹室を含む。 ^d U-検定で対照区との有意差あり（p=0.038）

京都府におけるツキノワグマの捕獲状況

北原英治（鳥獣研究室）

1. はじめに

ツキノワグマ（*Selenarctos thibetanus*）はわが国では本州と四国の冷温帯広葉樹林を中心として生息している。しかし、九州から始まった人工林化の波により西日本においてはツキクマの地域個体群の存続が危惧されている。一方、剥皮被害の深刻な地域では被害の軽減を目的とした有害駆除事業も実施されており、林業との共存の意味からも被害防除技術の確立と地域個体群の大きさやその遺伝的多様性の調査が強く要望されている。本年度は地域個体群の大きさなどを検討するため、1994年と1995年の京都府における捕獲状況についての資料を整理した。

2. 方 法

ツキノワグマが捕獲されると、京都府各地方振興局の担当者は捕獲の月日、地点、性別、体重や頭胴長などの外部形態を記載した一定様式の書類とともに、ツキノワグマの冷蔵もしくは冷凍試料（頭部、肝臓、胃など）を支所へ送付することになっている。これらから得られた情報のうち、捕獲・出現地点とその時期について整理分析した。

3. 結果と考察

捕獲頭数は1994年の17頭と1995年の16頭の計33頭であり、そのうち雌が12頭、雄が21頭であった。

捕獲個体を月別に見ると、1994年には3月に2頭、5月に1頭、7月に1頭、8月に7頭、9月に6頭が捕獲され、駆除が終了していた。

一方、1995年には7月に6頭、8月に4頭、9月に3頭捕獲されたが、この年は前年より遅くまで駆除が実施されていて、11月に2頭捕獲された。外に時期不明個体1頭が捕獲されている。

また、捕獲場所を市町村別で見ると、久美浜町で4頭、大江町と宮津市で各3頭、網野町で2頭、加悦町と福知山市で各1頭、美山町で12頭、京北町で7頭が捕獲されている。

それ故、京都府で捕獲された個体群は大別すると宮津・舞鶴群と美山・京北群の2群が認められ、後者においては過去2年間で19頭のツキノワグマが捕獲されている（図-1）。

このように狭い地域から多数の個体が捕獲されている状況から考えて、これらの地域、及び隣接した地域におけるツキノワグマ個体群の質的な解析はその保全を図るためにも喫緊の課題といえる。

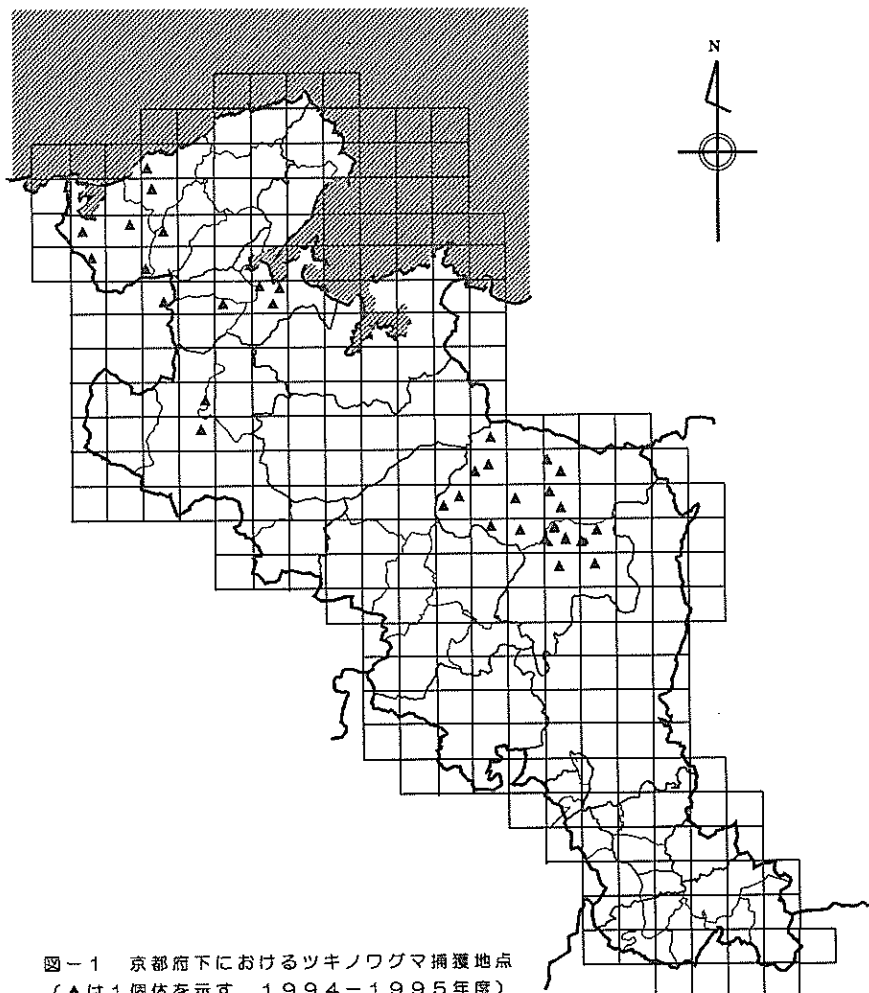


図-1 京都府下におけるツキノワグマ捕獲地点
（▲は1個体を示す。1994-1995年度）

カシノナガキクイムシのナラ被害木からの羽化状況

浦野忠久・藤田和幸・上田明良（昆虫研究室）
池田武文（樹病研究室）

1. はじめに

カシノナガキクイムシとナラ類集団枯損の関係を明らかにすることを目的として、現在健全木への穿入密度調査、樹幹上での成虫捕獲などを継続中である。これらと平行して、カシノナガキクイムシの穿入を受けた樹幹からの、新成虫の羽化状況を調査したので報告する。

2. 方 法

福井県内の2カ所の試験地（試験地A：河野村，B：今庄町）において、1993年から94年にかけてカシノナガキクイムシの穿入を受けた5本のミズナラ及びコナラ供試木とした。樹幹の高さ70cm～1mの範囲における穿入孔をマークし、穿入密度を計算した（表-1）。カシノナガキクイムシは親の穿入孔から次世代が羽化するため、穿入の翌年5月下旬に、前年マークしたすべての穿入孔にビニールチューブを差し込んで管ピンで受け、樹幹にガムテープで固定した。これを6月中旬から2週間おきに回収し、新成虫の羽化消長を調べた。

3. 結果と考察

供試木No. 1と5は比較的高密度の穿入を受けた枯死木、No. 6は低密度で穿入翌年の枯死木、No. 2及び17は穿入は受けたが外見上健全な木であった。これらの中で次世代成虫が羽化したのはNo. 1と5、すなわち高密度穿入の枯死木のみであった。特に密度の高かったNo. 1では合計600頭以上が羽化した。穿入した親世代がすべて繁殖に成功したわけではなかった。穿入孔による羽化数のばらつきは大きく、1穿入孔あたりの最大羽化数は68頭、最小0頭であった。また、穿入した親数（＝穿入孔数）の内、繁殖に成功した（1頭以上の次世代が羽化した）率は供試木No. 1で83%、No. 5で43%であった。親の穿入時期による繁殖成功率の差はNo. 1では認められなかったが、No. 5では初期穿入における成功率がやや低い傾向があった。新成虫の羽化消長を図-1に示した。1994年の羽化は6月中旬から始まり、7月上旬にピークとなって9月下旬まで続いた。羽化成虫の性比はやや雄に偏る傾向があり、初期に雄が多く羽化する傾向が見られた。

以上の結果から、穿入を受けても健全な状態にあるナラ樹幹でのカシノナガキクイムシの繁殖の可能性は低く、穿入密度の高い枯死木ほど繁殖成功率が高いことが考えられる。

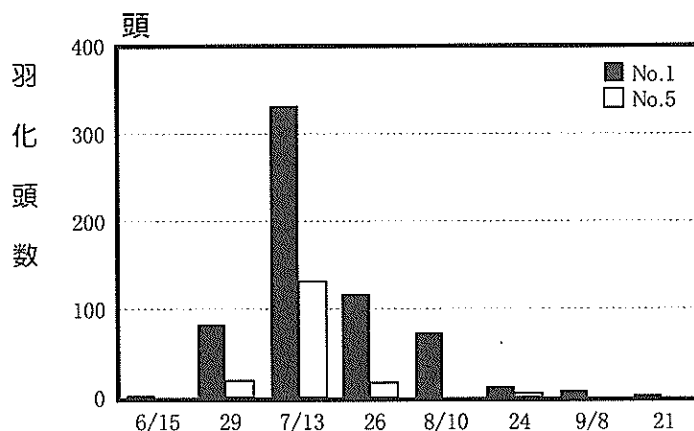


図-1 新成虫の羽化消長

表-1 トラップ設置木からの新成虫の羽化状況

供試木 No. #	穿入開始年	状態 (枯死確認日)	穿入密度 (/100cm ²)	トラップ数	合計羽化数	性比 (雄率)
1	1993	枯死 (93.9.21)	3.33	36	640	0.55
2	1993	健全	1.44	40	0	
5	1993	枯死 (93.9.21)	1.66	37	179	0.58
6	1993	枯死 (94.9.21)	0.59	5	0	
17	1994	健全	0.91	20	0	

* No. 17のみ試験地B，その他は試験地A

ヒメネズミにおけるハドリングの効果

島田卓哉（鳥獣研究室）

1. はじめに

体表面からの熱欠損を減少させるために、低温環境下において複数の個体が体を密着させる行動をハドリング huddlingといい、野ネズミ類においてもハドリングの存在が報告されている。ハドリングが熱欠損を減少させる効果を持つことは明らかであるが実際にその効果を測定した報告は少ないため、実験系においてその評価を試みた。

2. 実験方法

実験にはヒメネズミ *Apodemus argenteus* 8頭（いずれも奈良県大台ヶ原で捕獲したもの）を用い、冷温恒温槽内で一日あたりの摂食量を測定した。雄1頭、雌1頭、雌雄ペアの3通りの組み合わせを2組づつ用意し、底面に5cm程チップを敷き詰めたケージで飼育した。試料は高脂飼料（船橋農場 F-1）と低脂飼料（船橋農場MM-3）を供餌し、水の摂取は自由とした。飼料の秤量は60℃で3日以上乾燥させてから行った。恒温槽内の温度を、4℃、15℃、25℃、35℃の順に設定して実験を行い、温度変更の際には1週間の慣らし期間を設けた。

供餌飼料のマウスにおける同化率は既知であり、F-1では3.76kcal/g、MM-3では3.68kcal/gが同化される。したがって、秤量によって得られた摂取量に前記の同化量を乗じれば吸収エネルギー量が推定可能である。

3. 結果と考察

実験期間全体を通して有意な体重変化が認められたのは5個体であったが、各設定温度内では有意な体重変化は認められなかった。すなわち、余剰なエネルギーが摂取されることも体内に蓄積されたエネルギーが動員されることもなかったとみなせるので、実験期間中の吸収エネルギー量がほぼエネルギー要求量に等しいと考えることができる。

表1に共分散分析の結果を示した。

気温、雌雄及びペアの違い、及びその交互作用項のいずれについても吸収エネルギー量との間に有意な相関が認められた。気温との負相関については、低温であるほど熱欠損が増加し、それを補うためにエネルギー要求量が増加したため、このような結果になったと解釈される。

雄・雌の単独飼育よりもペアの方が、単位重量あたりの吸収エネルギー量は少なかった。この傾向は、低温時（4℃、15℃）により顕著であった（図1）。低温時には、ペア飼育個体はハドリングをすることによって単独飼育個体よりも熱欠損を減少させたため、このような結果になったと考えられる。すなわち、ハドリングによるエネルギー要求量の節約効果が確認された。25℃や35℃のときに違いがなかったのは、この温域が熱的中性温域に近くエネルギー要求量の節約の必要がなかったため、ハドリングが行われなかったものと思われた。

表1 摂取量試験 共分散分析表

	平方和	自由度	平方平均	F比	P
雌雄及びペア	0.310	2	0.155	10.154	<0.001
気温	3.544	1	3.544	232.214	<0.001
性 x 気温	0.129	2	0.065	4.227	0.017
誤差	2.106	138	0.015		

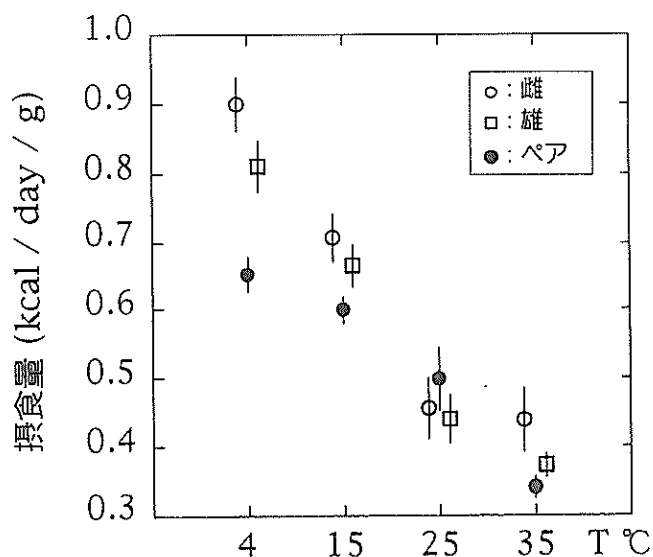


図1 摂食量と気温との関係

鱗翅目幼虫量の季節変動に対する鳥の採餌行動の変化

日野輝明（鳥獣研究室）

1. はじめに

鳥は樹木の葉を食害する鱗翅目幼虫類の重要な捕食者である。したがって、「鳥—虫—樹木」の3群集間の相互関係とその動態を調べることは、鳥が森林生態系の維持に果たしている役割を明らかにするうえで重要である。この研究目的のために本調査ではまず、異なる樹種上での鱗翅目幼虫の個体数及び体長の季節的な変化に対応して、鳥の採餌行動がどのように変化するかについて調べた。

2. 調査方法

大台ヶ原の針広混交林内に設けた固定調査地において、鳥の繁殖期である4月下旬から7月下旬まで月に2回ずつ6日間の調査を計7回行った。特に樹冠で餌を採るシジュウカラ科4種（シジュウカラ・ヒガラ・コガラ・ヤマガラ）について行動観察を行い、樹種ごとの餌の採食速度と滞在時間の割合を調べた。これと平行して、主要構成樹種であるブナとオオイタヤメイゲツ（カエデ）各5本の木に枝単位の固定プロットを設け、各プロット内で見られた鱗翅目幼虫の個体数と体長を継続的に調べた。

3. 結果と考察

鱗翅目幼虫の出現は開葉の時期に対応してカエデのほうがブナよりも早かったが、それ以外の時期では樹種間で幼虫の個体数密度（葉100枚当たり）に差は見られなかった。しかし、カエデのほうが季節をとおして幼虫の平均体長が大きく、その結果バイオマスも大きかった。鳥（カラ類4種）の採食速度を両樹種間で比較すると、カエデのほうがつねに高く、また摂食効率とバイオマスとの間には有意な正の相関が得られた（ $r=0.928$, $p<0.001$, $n=12$ ）。この結果から、鳥は鱗翅目幼虫の個体数よりもサイズをおもに餌選択の基準にしていることが示唆された。一方、樹種ごとの滞在時間の季節変化は幼虫の個体数や体長からでは説明できず、鳥は採食効率の高い樹種を必ずしも選択的に利用しているわけではないことが分かった。

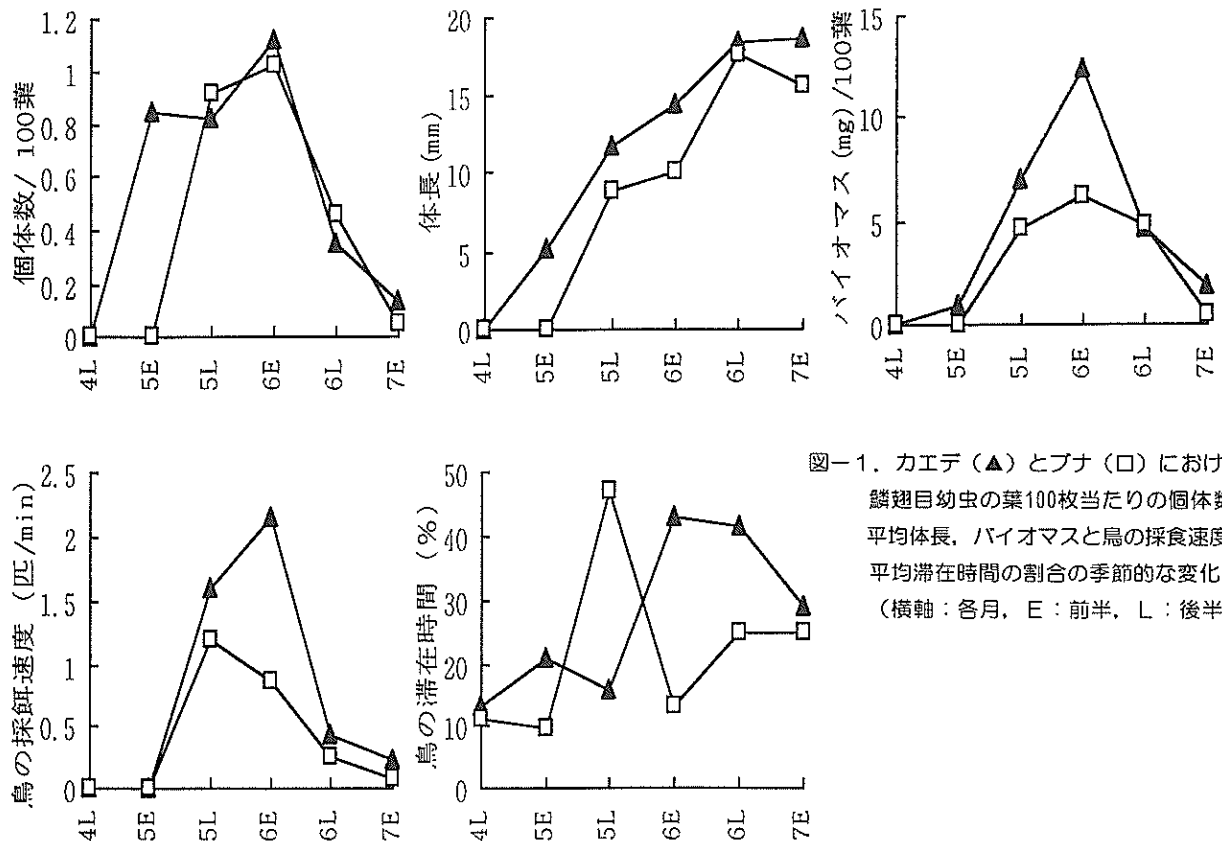


図-1. カエデ(▲)とブナ(□)における
鱗翅目幼虫の葉100枚当たりの個体数、
平均体長、バイオマスと鳥の採食速度、
平均滞在時間の割合の季節的な変化
(横軸: 各月, E: 前半, L: 後半)