

主要な研究成果

マツ材線虫病抵抗性クロマツの実生苗におけるマツノザイセンチュウの挙動

黒田 慶子（地域研究監）・大平 峰子（林木育種センター九州育種場）

1. はじめに

マツ材線虫病の激甚な被害林分で生き残った個体から、抵抗性のアカマツ・クロマツの選抜育種が進められ、抵抗性マツの家系（抵抗性母樹の自然交配による実生苗）では線虫の増殖が抑制されることなど、抵抗性機作が把握されつつある。しかし線虫接種後の枯死率が高い家系もあり、実生苗には抵抗性の低い個体が混在することがわかっている。そこで、抵抗性クロマツ家系の樹体内での線虫の挙動、通導障害や病徴進展について、家系間差を明らかにした。また、小型苗では抵抗性が充分示されないとの指摘があるため、齢や樹高の違いによる病徴進展の差異を調べた。

2. 試料と方法

線虫接種後の枯死率の異なる抵抗性クロマツ8家系を選択した。2001～2004年の4年間に4回、林木育種センター九州育種場苗畑において、満1年生または満2年生苗に線虫を接種した（各年7月23日または24日。島原系統、5,000頭）。接種後10日ごとに各家系4本ずつ抜き取り、苗サイズや病徴の進展を記録した。主幹部と根から組織片を採取し、通道障害部の拡大状況、形成層と皮層の壊死について観察した。試料採取は1年生苗（2001、02年接種）では40日間、2年生苗（2003、04年接種）では50日間実施した。樹齢別の線虫密度の推移と病徴発現の経過から、家系の特徴を明らかにした。

3. 結果と考察

1年生苗は樹高33cm程度で、その基部への接種では、どの家系でも線虫密度の上昇した個体が多数発生し（図(A)）、早期から病徴が発現した。抵抗性強度が最高（強度5）の波方73では線虫の活動抑制が見られたが、抵抗性強度が1～3の大分8、穎娃425、志摩64では線虫の分布と増殖が迅速であった。育種場苗畑で調査された9月時点の健全率（供試木以外の調査）はこれらの家系では3割以下であった。育種センターで実施される接種検定においては、主幹部に線虫を接種するが、その方法では、線虫は接種部位から10cm程度しか離れていない根と主幹上部に容易に移動した。根の壊死は樹体全体への影響が大きく、枯死率の上昇につながった可能性がある。2年生苗は樹高90cm程度あり、梢端への接種では、どの家系でも主幹上部で線虫密度が高く、主幹下部（図(B)）と根では低密度であった。接種点から根までの距離が70～90cm程度あったため、線虫の樹体全体への分散に時間がかかり、マツの組織の防御反応が線虫の活動を抑制したと推察される。また、三崎90では、1年生苗の時には線虫の増殖が多数の供試木で認められたが、2年生苗では他の家系よりも高い抵抗性を示し（図(B)）、成長するにつれて抵抗性発現の強さが変化する家系が存在する可能性が示された。

抵抗性クロマツを線虫の活動抑制の程度で分類すると、次の4タイプになった。（1）1年生の小型苗の段階で線虫の移動と増殖が抑制される（波方73）。（2）1年生時の抵抗性は高くないが、樹高や齢が上がると線虫の活動抑制が非常に明確になる（三崎90）。（3）樹高や齢が上がると線虫の活動抑制がやや明瞭になる。（4）樹高や齢に関わらず線虫の活動抑制が弱く、病徴発現個体が多い。タイプ2の場合、現在のような1年生苗の主幹部への接種では、本来なら抵抗性の個体を多数除去している恐れがある。タイプ4は接種検定で健全率が20～30%であり、抵抗性マツとしての有用性に疑問があるので、母樹を採種園から除外するなど再検討を要する。これらの知見は、今後の抵抗性マツの選抜や抵抗性強度の判定に役立つであろう。

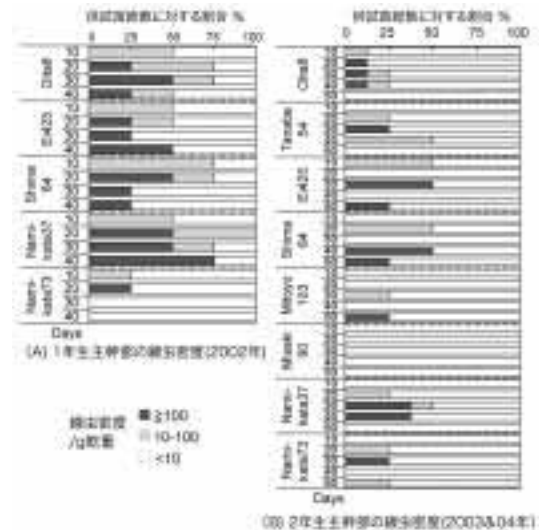


図 抵抗性クロマツ家系における線虫増殖の推移
1年生、2年生苗の主幹部から検出された線虫の密度を示す

*本研究は2007年発行の日本森林学会誌に掲載された。

比叡山高齢ヒノキ造林地における土壤養分分布と樹木養分濃度との関係

溝口 岳男・平野 恭弘（森林環境研究グループ）

1. はじめに

今後森林における炭素固定能の評価・高度化を企図していく上で、林木の成長がどのような環境因子に強く支配されているのかを明らかにすることが求められている。土壤の養分は樹木の成長を左右する重要な因子であるが、土壤養分と樹木の成長との関係については主に成長速度が大きい苗や若齢林で調査されており、現存量は大きい樹高成長が鈍化しつつある高齢林については調査例も議論も乏しいのが実態である。そこで、本研究では高齢林において斜面位置に沿った土壤養分分布の違いがどのように生じているか、またそれが植物体の養分濃度にどのように反映されるかを明らかにすることを目的として、高齢ヒノキ造林地の土壤養分の平面分布を調査し、さらに当年葉、細根、新鮮葉リターの養分濃度を分析して、土壤養分と植物体の養分濃度との関係を解析した。

2. 試験地と手法

本研究は比叡山延暦寺（滋賀県大津市）の90年生ヒノキ造林地で行った。林分の立木密度は約260本/ha、平均樹高約21m、平均胸高直径約36cmである。斜面の平均斜度は35度で、林床はネザサ、アセビ、シキミ、シダ類によって斑状に覆われ、シカによる摂食の影響により一部で下層植生の消失と表土の流亡が見られる。林内に斜面長120m、幅50mの方形区を設定し、7月に縦横10m毎の55点の交点から10cm深までの表層土を採取した。土壤の測定項目はpH、電気伝導度（EC）、アンモニア態・硝酸態窒素濃度、含水比、陽イオン交換容量（CEC）、交換性塩基濃度（K、Ca、Mg）、塩基飽和度、全窒素および全炭素含有率、炭素/窒素比（C/N比）である。また、現地培養法により窒素無機化速度を測定した。植物体については夏期（8月）に斜面上、中、下部各数本ずつの試料木から樹冠上部の当年生葉サンプルを採取した。また、土壤サンプリング時の試料中に含まれていた細根、および斜面上、中、下部にセットしたリタートラップで回収した冬期間の新鮮葉リターについても分析試料とした。各植物体試料は湿式灰化後に、窒素、リン、塩基類（K、Ca、Mg）の濃度を測定した。

3. 結果と考察

斜面位置による差異はpH、EC、硝酸態窒素濃度、含水比、CEC、交換性Mg濃度、全窒素・全炭素含有率、C/N比では明瞭に認められたが、アンモニア態窒素濃度、交換性Caおよび交換性K濃度、塩基飽和度などでは明瞭でなかった。また、EC、硝酸態窒素濃度や交換性Mg濃度と斜面位置との関係は一般則と異なっていた。これらのことから、当調査地では全体としては斜面位置による養分環境の差異が見られるものの、一部の因子は斜面位置以外の要因（微傾斜、小スケールの土壤の物理性、生化学的特性の差異など）に強く影響され、その空間分布に偏りを生じていることが示された。

こうした土壤養分分布の偏在傾向とは対照的に、斜面位置によるヒノキ植物体の養分濃度の違いは全体的に小さかった。窒素・リンに関してはいずれの植物体サンプルにおいても斜面位置による差は有意ではなかった。塩基については当年生葉では塩基種の一部で斜面位置による差異が見られたが、塩基全体を通しての特定の傾向は見られず、細根やリターでは塩基濃度の差は見られなかった。成長にもっとも強く関わると考えられる窒素に関して、土壤の全窒素、硝酸態窒素濃度、窒素無機化速度と当年生葉、細根の窒素濃度との関係を調べたところ、当年生葉ではいずれのパラメータとの間にも相関が見られなかったが、細根では全窒素濃度との間に有意な正の相関が見られた（図参照）。窒素に関しては、土壤における小スケールの分布の偏りに対して吸収器官である細根が反応しているのに対し、葉においては土壤窒素濃度の差は再配分や樹体内の貯留等の影響で反映されにくくなっている可能性がある。

既存の研究例においては、比較的若齢のヒノキ林で斜面位置と土壤養分、植物体の養分濃度との間に相互関係がしばしば見られるが、今回の調査結果は土壤、樹体内における養分蓄積量の大きな高齢林分ではこうした関係を特定しにくいことを示唆するものであった。

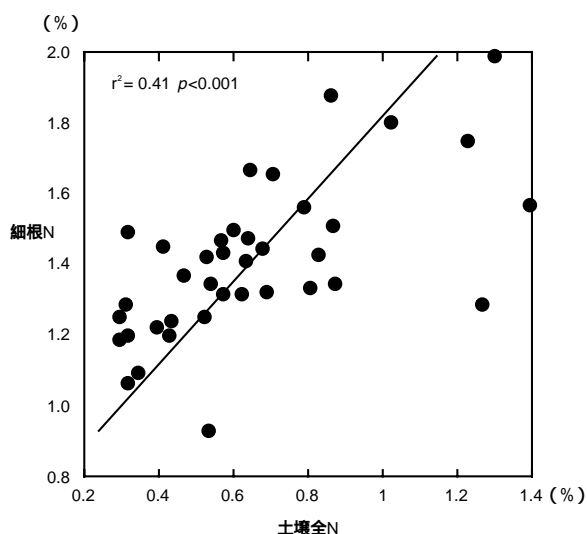


図 細根の窒素含有率と土壤の全窒素濃度との関係 (n=38)

落葉広葉樹二次林のCO₂固定量

小南 裕志（森林環境研究グループ）

1. はじめに

森林が固定するCO₂の量を推定するために、気象観測タワーを用いた微気象学的な手法（乱流変動法+貯留量観測）、森林内の様々なプロセスでのCO₂の交換量の観測（チャンバー法）、樹木と土壤にたまる炭素の量の推定（生産生態学的手法+RothCモデルによる土壤炭素蓄積速度推定）の3つの手法を組み合わせ、落葉広葉樹林の炭素交換プロセスの評価を行った。測定は京都府南部の木津川市にある山城試験地で行った。優占樹種はコナラで常緑のソヨゴが混交しており、地形は尾根と谷を含んだ複雑地形である。上記の3種類の測定法はそれぞれに長短所を持っており、それぞれ単独では森林の正味のCO₂吸収量（NEPあるいはNEE）を推定することは困難である。そのため、これらの方法を組み合わせることによって「妥当な」森林のCO₂吸収量とその内部プロセスの評価を行った。

2. 推定されたCO₂吸収量

乱流変動法と、樹木と土壤への炭素蓄積推定およびチャンバー法によって算出された2000年から2002年までの平均CO₂吸収量はそれぞれ1.23、 1.72 ± 0.64 、 $0.91 \pm 2.13 \text{ tC ha}^{-1} \text{ Yr}^{-1}$ であった。乱流変動法は群落全体の吸収量測定が可能であったが、夜間呼吸量に推定誤差が生じ、炭素蓄積量推定では土壤炭素蓄積への根系の寄与の評価が問題となった。また、チャンバー法は葉でのCO₂交換量や土壤呼吸などそれぞれの交換プロセスの特徴を評価するには適しているが群落への積み上げにおいては、誤差が大きくなる結果となった。

3. 森林の炭素蓄積の内訳

生産生態学的手法から求められたNPP（森林がCO₂を固定して樹体に一旦蓄えた量の合計）と個々の分解プロセスの解析から得られた結果を比較してみると、最低でもNPPの70%程度は、一度森林に炭素の形で固定されるが、その後分解者による呼吸によって再度大気へ放出されてしまうことがわかった。さらに蓄積された炭素の内訳を見てみると、森林の生きている樹体に蓄積される量が約60%で、残りが土壤圏に蓄積されることがわかった。土壤圏への蓄積のうち、一般的な土壤への蓄積は残り40%のうちの70%程度で、あとの30%は林床面に存在する枯死木という形をとって森林内に蓄積されていることがわかった。このように森林の正味のCO₂吸収量は光合成という、葉によって行われるCO₂固定活動と、森林群落内の全ての生物によって行われる呼吸という放出活動との差として求められるものである。森林のCO₂吸収量を評価するということはこれらの呼吸をしている全ての生物活動を評価することに他ならず、また残差の結果として現れる炭素蓄積も生きた樹木から土壤にいたるまで様々な場所に分布しているため、このような多面的なアプローチが重要となる。また正味の吸収量に対する分解量の寄与の大きさは、森林のCO₂吸収量が森林管理の手法によって大きく変動することを示唆しており、これらの知見の蓄積が今後の森林管理と炭素固定能の関係の評価に重要であると考えられる。

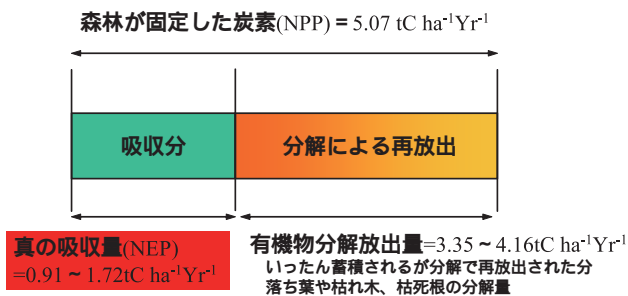


図1 山城試験地におけるNPPとNEP

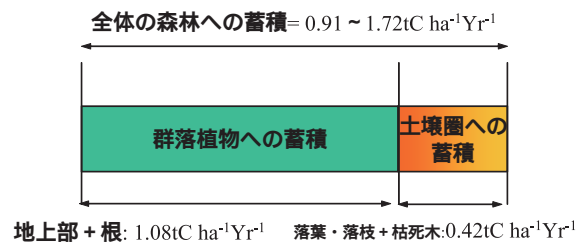


図2 山城試験地における炭素蓄積量(C)の内訳

山城試験地におけるイソプレン濃度の日変動特性について

深山 貴文・小南 裕志（森林環境研究グループ）

1. はじめに

山城試験地では、地球温暖化対策に向けた森林の炭素固定量の定量化と炭素動態の解明を目的とし、微気象学的手法、チャンパー法、生態学的手法等の多面的な取り組みによって解析を行ってきている。特に気体としての炭素については、これまでその交換量が特に大きいことから二酸化炭素にのみ注目して解析を行ってきた。しかし、世界的に炭素動態の客観的評価に基づく将来予測が求められていることから、今後はフルカーボンアカウンティング（大気 - 森林間での正味炭素交換量の評価）として、CO₂以外を含めた全炭素プールにおける全炭素ストック変化量の定量化も必要と考えている。このような背景から、山城試験地では大気中に放出されている森林起源の揮発性有機化合物（Biogenic Volatile Organic Compounds, BVOCs）の動態把握を開始した。これまでにBVOCsの放出量は、熱帯の低地湿地林で生態系純交換量の10%と見積もられた例（Geron *et al.*, 2002）等もあり、炭素固定量の評価の上で重要と考えられている。また、我が国の森林に多く分布するコナラ、ミズナラ等はBVOCsの一種であるイソプレン（C₅H₈）の主要な放出樹種であるため、その放出量は森林の炭素固定機能解明の上で特に重要と考えられている。そこで、本研究ではコナラが優占する山城試験地に自動大気採集装置を設置し、微気象タワー上の2高度におけるイソプレン濃度の日変動特性の評価を行った。

2. 試験地と方法

山城試験地（NL 34° 47', EL 135° 50', 標高180~220m）は京都府南部木津川市山城町の北谷国有林509林班い小班に位置し、北東から南西にのびる2本の尾根に挟まれた1.6haの流域試験地である。年平均気温は15.5℃、年平均降水量は1,449.1mm、地質は風化花崗岩で、樹木密度は5,953本 ha⁻¹、平均樹高は12m、地上部現存量全体の66%を落葉広葉樹が占めている。特にコナラが占める割合は27.5%と高く、50樹種以上の構成樹種の中で最大である。山城試験地には尾根部に26m、谷部に35mの微気象観測タワーが設置されており、本研究では尾根部の微気象観測タワーを用いて9.3mと25m地点の2高度に自動大気採取装置を設置し、イソプレン濃度の観測を行った。観測時間は2007年6月7日の0:00から24時間であり、各採取時間を2時間とした。自動大気採取装置は吸着剤であるTenaxTA 200mgとCarbotrap 100mgを詰めたステンレス製捕集管にマスフローコントローラーで制御したポンプによって毎分0.2Lの流量で大気を通気させ、管内にイソプレンを捕集するものであり、通気する捕集管をプログラブルリレーと電磁弁によって切り替えることにより自動連続観測を可能としている。捕集されたイソプレンの分析にはガスクロマトグラフ質量分析計（QP5050A, 島津）と加熱脱着装置（Tarbo Matrix ATD, Parkin Elmer）を用いた。キャピラリーカラムにはSPB-5（0.25mm×50m, 1μmフィルム厚）を用いた。また、イソプレンの観測結果についてはGuentherら（1993）のG93モデルとの比較を行った。

3. 結果及び考察

山城試験地におけるイソプレンの濃度は日中に高まり、分解によって夜間にほぼ0 ppmとなる明瞭な日変化を示すことが分かった。特に正午頃に9.3m地点と25m地点の濃度差が大きくなっており、この時間帯にイソプレンの濃度傾度が大きくなっていったことが示された（図1）。一方、風速プロファイルの影響を加味したイソプレンフラックスの指標と、葉温や気温及び有効光合成放射量を変数としたG93モデルによるイソプレン放出量の推定値の日変動特性を比較した結果、両者は概ね同様の変動傾向を示した（図2）。これらのことから山城試験地では日中にコナラの樹冠から大量のイソプレンが放出され、これによって大気 - 森林間において上向きのイソプレンフラックスが生じていることが示唆された。当試験地の年間炭素固定量を推定していく上で、イソプレンフラックスの定量化と日中の大きな日変動特性、季節変動特性の評価は今後の重要な課題として考えられた。

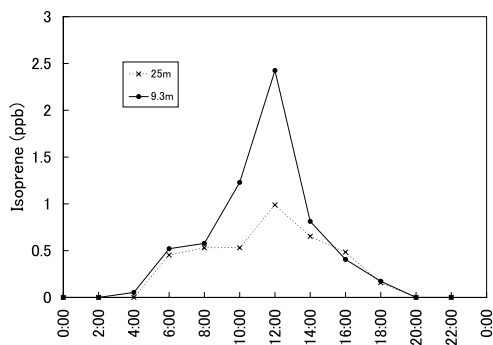


図1 イソプレン濃度の日変化

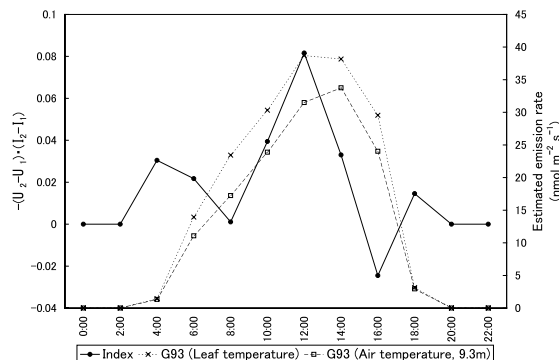


図2 イソプレンフラックスの指標の日変化

体毛を用いたツキノワグマの個体情報収集

大西 尚樹（生物多様性研究グループ）

1. はじめに

森林性の大型哺乳類であるツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) は、四国では生息数が数十頭と推定されており、絶滅の可能性が極めて高い状況である。四国は人工林率が54.2%と高く、ツキノワグマにとって好適な環境である広葉樹林は剣山山系や石鎚山系の稜線域などの比較的標高が高い地域に残っている程度である(図)。ツキノワグマの生息調査には糞や足跡などの痕跡調査、ラジオテレメトリーを用いた行動圏調査などが古くから用いられてきた。しかし、痕跡調査は調査努力量に対して得られる情報が少なく、また調査者による調査能力の差が大きい。ラジオテレメトリーによる行動圏調査は、最初に捕獲をする必要がある。ツキノワグマは捕獲効率が悪い上に、地形が急峻な四国では捕獲および追跡における労力的なコストが高いため、複数頭数の同時追跡は困難である。また捕獲自体が個体に与える影響についても考慮しなければならない。そこで、ヘアートラップと呼ばれる体毛を集める装置から回収された体毛を用いて個体識別を実施した。

2. 材料と方法

ヘアートラップを剣山山系に3ヶ所設置した(図)。立木を支柱にして、地上50cm程度の高さで、1辺2~3mになるようにして有刺鉄線を四角形に巻いた。ベイトにはハチミツを用い、上部に穴を開けたプラスチック製ボトルに入れ、ヘアートラップの中心に地上1.5mの高さで吊した。ヘアートラップの見回りは2003年5月から2005年12月まで2~4週に1度行い、毎年1~4月の間はツキノワグマの冬眠期間につき見回りを行わなかった。ヘアートラップに付着した体毛はピンセットで回収し、チャック付きビニール袋に入れて持ち帰り、DNA抽出まで-20℃で保存した。見回りの際にベイトが被食されていた場合は補充した。

ヘアートラップにより回収された体毛よりQIAmp DNA mini kit (QIAGEN) を用いてDNAを抽出した。個体識別にはマイクロサテライトDNA10遺伝子座を用いた。性別別は、XとY染色体上においてY染色体側のイントロン内に欠失があるアメロゲニン遺伝子領域の増幅により行った。

3. 結果と考察

3台のヘアートラップからツキノワグマの体毛が36サンプル回収された。36サンプルのうち、10遺伝子座全てで遺伝子型を決定できたものは5サンプルあった。また、8遺伝子座以上で遺伝子型を決定できたのは17サンプルで、そのうち3頭のオス(A、B、C)が確実に識別された。

遺伝解析で識別された3頭のうち2頭(オスA、B)は、共同研究者が同時期に同地域で捕獲した3頭の成獣個体(オス2頭、メス1頭)のうち2頭のオスのものであることが確認された。これらの捕獲個体はラジオテレメトリー調査により行動圏が調査されている。残る1頭のオスCの体毛は捕獲されたことが無いものであるが、その体毛が回収されたヘアートラップはオスAの行動圏の東西の端に位置するヘアートラップから回収されたものであり、このオスCとオスAの行動圏は大きく重なっていることが示唆された。ヘアートラップ自体の数が少ないので、体毛が回収できたのは2基からだけであるが、ヘアートラップの数を増やすことにより異なる場所でも同一個体の体毛が回収される可能性は高い。同一個体の体毛が複数ヶ所のヘアートラップで回収されることにより、その個体の行動圏が推定されるようになると考えられる。

解析できた体毛由来の17サンプルから性別別ができたのは14サンプルで、そのうちメスと判定されたサンプルは一つだけだった。サンプルは同一個体の重複もあるため比率は算出できないが、メス個体の体毛の回収率はオスよりも低いことが伺われる。捕獲メス個体の体毛がヘアートラップで回収されなかったのは、ラジオテレメトリー調査により推定される行動圏内にヘアートラップが設置されていなかったためと考えられる。

このようにヘアートラップを用いて遺伝学的に個体識別をすることで、捕獲を伴わずにツキノワグマの生息情報を調査できることが明らかになった。今後、ヘアートラップの数を増やし、また設置範囲を広げることで、絶滅に瀕した四国のツキノワグマの詳細な生息情報が収集されることが期待される。

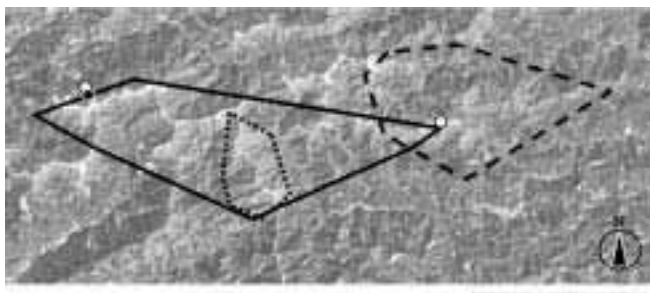


図 四国のツキノワグマの分布域(上)とヘアートラップの位置、捕獲檻の設置場所および捕獲個体の行動圏(左)。航空写真はGoogle Earthよりダウンロードしたもの。○、オスCの体毛が回収されたヘアートラップ；△、オスCの体毛が回収されなかったヘアートラップ；実線、オスAの行動圏；破線、オスBの行動圏；点線、捕獲メスの行動圏。

10km

*この研究は2008年6月に発行された保全生態学研究に査読付き論文として掲載されました。

大西尚樹・金澤文吾・長久保義紀(2008) 四国におけるツキノワグマの個体情報の収集～体毛をもちいた遺伝学的手法による個体識別～ 保全生態学研究. 13(1): 129-135.

タイ東北部の民間セクターにおけるチーク人工林管理

野田 巖（森林資源管理研究グループ）・

Tosporn Vacharangkura・Woraphun Himmapan・Arunee Pusudsavang・Narin Tedsorn

（タイ王室林野局森林経営林産研究部）

1. はじめに

タイ東北部は、急激に森林が消失・劣化したとされる地域のひとつである。数字で見ると、タイ東北部は日本の国土の約47%にも達する広さ（17.6万km²）であるが、森林率が1961年からのわずか30年で約30ポイントも減少（42% 13% / 1961年 1991年）した。その原因は急速な農地化によるものとされているが、タイ東北部は依然として経済的貧困地域であり、2004年現在貧困に苦しむ人々が3,800万人にのぼり国全体の半分を占めるといわれる（The Nation, March 14, 2004）。

こうした危機的背景の中でタイ政府は全国を対象にした国家森林政策、国家長期造林計画を樹立し王室林野局を中心に造林補助事業を行ってきた。これまでタイ東北部では約63,000haのチーク林が農民造林事業の一環で私有地に造成されたとされる（鈴木, 2004）。今後、森林劣化・減少に対処するために、こうしたチーク人工林が現在どのように管理されているのかについて調査した。

なお、本報告は国際農林水産業研究センターがタイ王室林野局（Royal Forest Department, RFD）と共同で行っている研究プロジェクト¹（略称：郷土樹種育成）の一環によるものである。

2. 材料と方法

タイ東北部に位置するUdon Thani県、Nong Bua Lam Phu県におけるチーク植林農家への聞き取りとチーク人工林の現地調査を行った（図1）。調査した林地は、Udon Thani県の西部にあるKud Chap郡とNong Wua Saw郡、Nong Bua Lam Phu県の中央郡にまたがり、当プロジェクトの調査対象地域の全域をカバーしていないものの比較的広範囲に分布している。林地では植栽間隔の確認のほか平均胸高周囲長（GBH）、平均樹高（H）のラインサンプリングによる計測、上層樹高（DHT）とそのGBH、そして林況ならびに周辺環境について調査した。

3. 結果と考察

1) 民間セクターにおけるチーク植林の歴史とタイ東北部のチーク人工林の関係

タイにおけるチークはChiang Mai県など北部を中心に生育しており、その加工・利用にかかる活動も盛んに行われてきた。チーク人工林の造成は国有林セクターで早くから行われてきたが、ほとんどが東北部を除く北部、西部、中部の地域となっている。

東北部も含め全国的に民間セクターでチーク造林が広く行われるようになったのは1994年に始まった農民造林事業（通称、3,000パーツ造林補助プロジェクト）も含む国王在位50周年記念植林事業（内務省所管）からである。それは経済樹種を活用した地域開発、国土緑化と生活向上を目的にされたもので、他の地方と同様に東北部でも民有のチーク人工林が農民によって造成されてきた。そのため、民有チーク人工林の林齢は古いものでせいぜい14年生前後となっている。しかし、同事業が1997年のアジア通貨危機に伴う財政悪化で事実上形骸化したことと、チーク造林を支える社会経済的条件が整っていないことでそれ以降のチーク造林量はわずかにとどまっている。

2) 東北部におけるチーク人工林

2-1) 林分成長と地位

調査林分の地位を推定するためにタイにおけるチーク人工林の地位指数曲線（石橋, 2005）の上に、簡易調査でDTHが過大推定されているかもしれないのでHをプロットしたのが図2である。通常、地位は基準林齢時の樹高を3等分する上中下の3区分で表される。なお、図には別途実施した北部（Chiang Rai県、Tak県、Kamphaeng Phet県）の調査データも掲載した。これより、北部の調査チーク林分は地位の下から中位であること、東北部の調査林分は地位の下から中位であるが、中位の中でも良好な成長を示していることがわかる。つまり、東北部で



図1 タイの分県地図。東北部は太い実線で県境が示されている。

¹地域における植林振興とあわせて地域農民の生活向上を支援するために、農民等がチーク等の在来で経済的価値の高い有用郷土樹種の生産を農業生産活動に取り入れて農林複合経営を实践できる手法に関する研究プロジェクト（平成18～22年）である。

もチークに対して地位の下位ばかりではなく少なくとも中位以上の林地が期待できること、北部であってもチークにとって地位の悪い箇所に植栽された林分も少なくないことを示すものである。望ましくはこうした地位の少なくとも中位以上の林地でチーク人工林経営を行うことであるから、立地条件から地位を推定する適地選定の重要性がこの結果でも確認されたといえる。

2 - 2) 施業管理

植林者によるチーク人工林の施業管理を北部と東北部と比較したところ、チークを植林する前の土地利用はキャッサバ、サトウキビあるいは水田でいずれも農地だった箇所に植林していること、施業管理技術は一部RFDや農業普及事務所職員の指導がみられるが、自分が持つ農業の知識をもとに行っているケースがほとんどであった。その他に植栽間隔、施肥、間伐や枝打ちといった施業全般で特徴的な差異は認められなかった。

ところで、農作物は収穫までの生育期間が長年にわたる樹木と異なり通常、単年性作物で短期間に効率的に成長させるために集約的な管理が必要とされる。ユーカリは超短伐期施業で最も農作物に近い樹木といえるかもしれないが、チークは少なくとも10~15年を必要とされるので、その施業にはなるべく粗放にして労働投入量を削減しながら効率的に林産物を収穫する技術が必要とされる。こうしたことから農業知識由来でチーク林を管理すれば、作業効果が低いかあるいは無駄ともいえることにもなりかねない。そのため経費削減の可能性が十分あり、もっと粗放に持続的にチーク人工林経営を行える見込みがあると考えられた。次に主な施業項目で観察された特徴を述べる。

(A) 植栽間隔と間伐

北部での古くからのチーク人工林の植栽間隔は、林産公社 (FIO) では現在でもそうであるが 4 x 4 m とされている。農家での植栽間隔は 2 x 2、2 x 3 や 2 x 4 m で、標準よりも密なので密度管理が重要とされる。しかし、多くが林齢 10~15年生の要間伐林分であるにもかかわらず間伐はほとんど実施されていなかった。こうした林分では被圧木のほかに、空間的に開放されている林縁部で特段に成長した林木が認められた。このことから 2 x 2 や 2 x 4 m の密植とする際には間伐により適切な密度管理が必要とされることが分かる。これら未間伐林分で、適切に間伐が実施されていれば、適度に本数が制御されて被圧木あるいはそれに近い林木の材積が全体に分配されて、単木材積が全体に大きい林分となっていたであろうと予想される。チークの素材価格は、一般的にその用途から大径になると急に高くなる傾向があるので、その損失は小さくないと考えられる。間伐を予定しない計画であれば標準的な 4 x 4 m とするのが望ましいといえよう。

(B) 施肥

有機肥料が土壌改良の目的で施用されるケースもわずかにみられたが、化学肥料の施用が大半であった。化学肥料は N - P - K = 15 - 15 - 15 といった彼らが農作物に用いているものが多かった。彼らが購入した肥料の価格は、化成肥料が 500Bt / 50kg袋 に対し有機肥料が 10Bt / 30kg袋で、施用量も関係するので厳密には言えないが、双方に大きな差があると考えられる。こうした通常の化成肥料の効果は持続性よりも即効性を特徴とするもので、生育期間の長い樹木への施用には費用対効果を考えると慎重になる必要がある。一方、有機肥料は土壌改良に作用し遅効性で長期間にわたり効果が期待できるといわれているので、施肥法を再検討することは経費削減の有効な手段となりうると考えられた。

4 . おわりに

チークを植林するには立地条件から、タイでは北部を中心とする地域が望ましいとされ、東北部は不適地とされてきた。しかし、今回の調査から、少なくとも地位中以上の箇所は比較的広く存在すること、一方、施業管理が不適切なために林木の本来の成長が抑えられ価値損失を生じていること、同時に一部で削減可能な施業経費があるため経済的に不効率な結果をもたらしていることが推察された。こうした点を改善することが今後、チーク人工林経営の振興に繋がると考えられた。

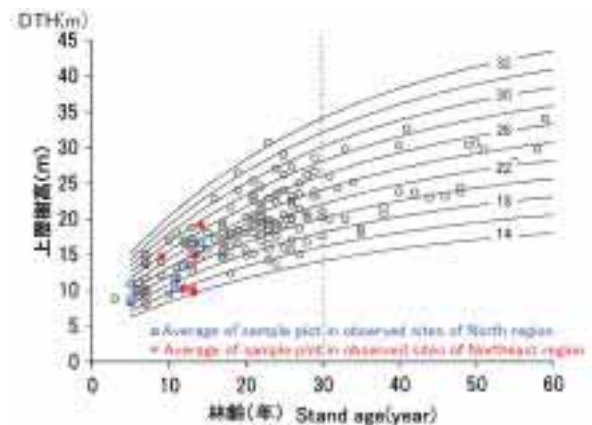


図2 調査林地の地位。石橋 (2005) のタイ国チーク人工林の地位指数曲線の上に今回の調査結果をプロットした。



写真 タイ東北部調査地で見られるチーク人工林の一般的な例 (13年生、無間伐、植栽間隔 2 x 3 m、Kud Chap郡、Udon Thani県、2007年7月撮影)