

## 主要な研究成果

## ヒノキ人工林と広葉樹二次林の下層植生の比較

五十嵐 哲也（森林生態研究グループ）

### 1. はじめに

戦後、大規模に推進された拡大造林政策の結果、現在では日本全国に総計1,000万haを越える人工林が存在している。現在、その主体となっているのは樹齢40年前後の林分であり、間伐などの通常の保育施業が行われていない林分が相当面積にのぼっている。そのため、過密化に伴う下層植生の消滅による生物多様性の低下や、土壌の流亡などが指摘されるようになってきており、その対策として、広葉樹導入施業が試みられてはいるものの、具体的な技術の裏付けに乏しいのが現状である。人工林において間伐などの施業を行った後に成立する植生の組成は間伐前の人工林の下層植生に影響される。そのため、広葉樹導入施業を成功させるためには、人工林の下層植生の構成種を調査し、伐採後に広葉樹との混交林に誘導しうるだけの種が存在しているかどうかを明らかにする必要がある。本研究では、暖温帯から冷温帯においてヒノキ人工林の下層植生を調査し、隣接する二次林を含む天然林の下層植生と比較することで、天然林構成種の回復施業が成功する可能性を評価した。

### 2. 方法

天然林（二次林を含む）と隣接するヒノキ壮齢人工林（林齢40～90年）を調査地とし、全部で22組の調査地を設置した。調査地は天然林の林相によって5種類の林分タイプに区分した。老齢常緑広葉樹林（林齢約100年）、若齢常緑広葉樹林（林齢約50年）、老齢落葉広葉樹林（林齢約140年）、壮齢落葉広葉樹林（林齢約90年）、そして、老齢常緑針葉樹林（林齢約280年）である。天然林と人工林のそれぞれに面積0.03 haのプロットを設置し、出現した種と被度を記録した。

### 3. 結果と考察

各林分タイプあたりの下層植生の出現総種数は、全ての林分タイプで人工林の方が高かった（図）。人工林に出現した種の組成は若齢・壮齢広葉樹林によく似ており、老齢広葉樹林に比べてシダや草本が多く、遷移初期に出現する種が多く見られた（図）。ヒノキ人工林では、高木種の割合は老齢天然林に比べると減少しているが、全種数が増加しており、種数としては減少していなかった（図）。以上より、天然林と隣接した壮齢ヒノキ人工林の下層植生の多様性は天然林と同等以上に高く、適切な施業を行えば広葉樹林に誘導しうると推定された。

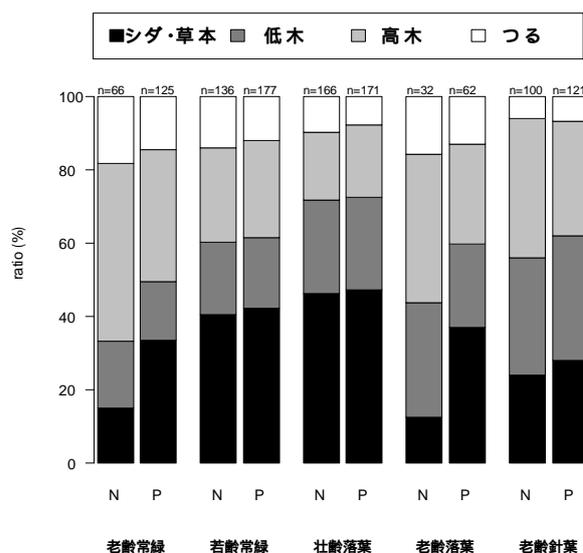


図 生育型組成の比較  
上部欄外のnは総種数。下部のNは天然林、Pは人工林。

## 超小型チャンバーを用いた森林内の様々な有機物からのCO<sub>2</sub>放出量測定を試み

小南 裕志・深山 貴文（森林環境研究グループ）

### 1. はじめに

森林のCO<sub>2</sub>吸収量の定量化を行う場合、群落全体では気象タワーを用いた乱流変動法による測定が、そして森林内のコンパートメントでのCO<sub>2</sub>交換量では森林内の葉、枝、幹、土壌面等のいろいろな位置に設置したチャンバー法によるCO<sub>2</sub>交換量の測定が用いられることが多い。これまでの取り組みの中で、暖温帯から熱帯にかけての広葉樹林においては、CO<sub>2</sub>の吸収過程である光合成の量と比較して、CO<sub>2</sub>の放出過程である植物自体の呼吸と林床面の有機物の分解に伴う呼吸を合わせた群落呼吸量が大きく（80%以上）、さらにその放出量の半分以上が土壌表面からのCO<sub>2</sub>放出量に依存することが明らかになっている。そのため、様々な森林において森林林床面からのCO<sub>2</sub>放出量（土壌呼吸）の測定が行われて来た。しかし、土壌呼吸には根の呼吸や土壌内の様々な有機物の分解に伴う呼吸量が組み合わさっているために、温度や含水率といった環境要因からのみでは、土壌呼吸量を定式化したり、あるいは環境変動時の放出量を推定したりするのは困難である。そこで、森林土壌を形成する様々な基質（根、枯死根、葉リター等）からのCO<sub>2</sub>放出量を測定するために、超小型のチャンバーシステムを開発し、サンプリングした基質からのCO<sub>2</sub>放出量を山城試験地において直接測定し、基質の特徴や固有の環境要因と比較することにより土壌呼吸プロセスのより高度な理解と関数化を試みている。

### 2. 試験地と測定法

試験地は京都府南部の木津川市山城町に位置する山城水文試験地である。本試験地は風化花崗岩を表層地質とする丘陵部に位置し、標高220m、流域面積1.6haの流域試験地である。植生としてはコナラやソヨゴを主要構成樹種とした落葉樹と常緑樹の混交林で1999年以降フラックスタワーを用いた乱流変動法による森林群落のCO<sub>2</sub>交換量観測が継続的に行われている。さらに、土壌呼吸や幹、枝呼吸等、さまざまな位置において自動チャンバーを用いたCO<sub>2</sub>交換量の観測が行われてきた。これと並行して1994年から、流域内の5年ごとの毎木調査や抜根調査による地下部バイオマスの測定、継続的な葉量（LAI）の測定などを通して、群落内の植物や土壌内有機物蓄積量の推定が行われている。本研究ではこれらの結果に加え、主に森林林床面もしくは森林土壌を形成する様々な有機物（根、枯死根、葉リター等）からのCO<sub>2</sub>放出量を測定するための超小型の機器（超小型チャンバー）を作り、これらの基質のCO<sub>2</sub>放出特性の評価を試みている。

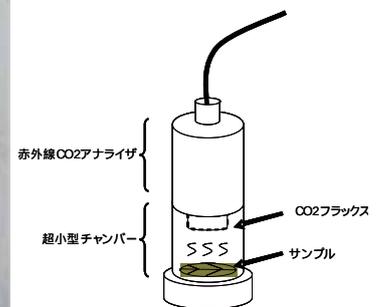


図1 チャンバーの外観と測定法

作製した小型チャンバーは内径6.5cm、高さ10.0cmの亚克力製で、上部に小型の赤外線CO<sub>2</sub>ガスアナライザー（Visala社製：GMP-343A）を装着している（図1）。ガスアナライザーの精度は1ppmで、チャンバー内にサンプルを入れた後のCO<sub>2</sub>濃度上昇を測定することによりサンプルからのCO<sub>2</sub>放出量の測定を行う。測定可能なサンプルの大きさは測定時間とサンプルのCO<sub>2</sub>放出特性に依存するが、約10分程度の測定時間をとれば乾重0.1～1g程度の細根や葉リターからのCO<sub>2</sub>フラックスが測定可能である。このチャンバーを用いて現在、山城試験地では細根、枯死細根、葉リターなどの森林土壌を形成する有機物からのCO<sub>2</sub>放出特性の評価を行っている。

### 3. 結果

開発したチャンバーを用いた解析例として、試験地内で採取した生存根からのCO<sub>2</sub>放出量と根直径の関係を図2に示す。

根からの単位重量あたりのCO<sub>2</sub>放出量(R<sub>root</sub>)は根直径に対し非常に高い依存性を示し（Dannoura et al., 2006; Makita et al., 2009）、直径の減少に伴い非線形的に増大する。このような結果は枯死根や地上部の枝でも得られており、サイズが小さく、また比表面積が高い基質ほど大量のCO<sub>2</sub>を放出する特性を持つ。サイズの違いによるCO<sub>2</sub>放出量の違いは10倍以上であり、土壌呼吸の内部プロセスは環境要因や大まかな有機物の量だけではなく、どのような形態の有機物が含まれているのかといった、細かな土壌の特徴に大きく依存していることが明らかとなってきている。これは地上部の葉の光合成量をもとに群落の光合成を推定する場合に葉の量の空間分布や葉の特性等を考慮に入れる必要があったのと同様に呼吸に伴うCO<sub>2</sub>放出推定においても環境要因と基質の特性の相互作用を考慮に入れた関数化を行わないと、土壌呼吸や群落呼吸などの群落レベルでの呼吸プロセスの高度な理解や関数化は困難であることを意味している。温暖化に伴う土壌からのCO<sub>2</sub>放出量の変動等、森林群落からのCO<sub>2</sub>放出プロセスの関数化は今後さらに重要な問題となってくるため、これらの森林内のさまざまな要素からのCO<sub>2</sub>放出量の測定と評価が重要である。

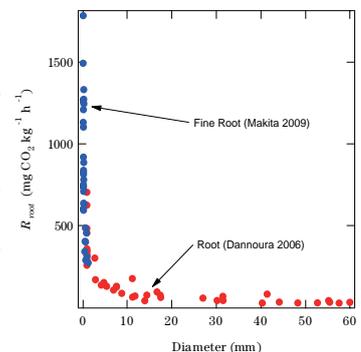


図2 根の呼吸量と根直径の関係

#### 引用文献

- (1) Dannoura M., Kominami Y., TAMAI K., JOMURA M., MIYAMA T., Goto Y. and Kanazawa Y. 2006. Development of an automatic chamber system for long-term measurements of CO<sub>2</sub> flux from roots. *Tellus* 58B, 502-512.
- (2) Makita N., Hirano Y., Dnnoura M., Kominami Y., Mizoguchi T., Ishii h. 2009. Fine root morphological traits determine variation of root respiration. *Tree physiology* 29, 579-585.

## メタン濃度プロファイルの尾根および谷タワー間比較

深山 貴文・小南 裕志 (森林環境研究グループ)

### 1. はじめに

地球温暖化対策として、温室効果ガスとされているメタンは、森林における排出源および吸収源の特定、群落レベルにおける交換量の定量化、排出量抑制に向けての方策の確立等が強く求められている。一方、実験室レベルの研究からは、植物がメタンを放出している可能性があること、衛星データからは熱帯雨林上空に高濃度のメタンが存在している可能性があること等も報告されていることから、森林におけるメタン動態の把握への関心は近年になって一層高まってきた。しかしながら、森林におけるメタン動態の把握は特に微気象学的観測の分野において不足している。そこで、本研究では森林群落におけるメタン濃度の変動特性の把握を目的として、定期調査による鉛直空間変動および季節変動特性、尾根部と谷部の同時観測による空間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180~220 m)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1449.1mm、地質は風化花崗岩で、樹木密度は5,953本 ha<sup>-1</sup>、平均樹高は約12 m、植生は落葉常緑広葉樹の混交林であり、地上部現存量全体の66%を落葉広葉樹が占めている。山城試験地には尾根部に26mの尾根タワー、谷部に35mの谷タワーが設置されている。本研究では2008年4月25日から10月8日まで概ね週に1回の間隔で降雨時を除いた16回、尾根タワーを用いて2 m 間隔で高さ0 m から26 mまでのメタン濃度の高度分布特性の定期観測を毎正午頃に行った。一方、7月10日には谷タワーにおいても尾根タワーでの観測から1時間後に同じく高度分布特性の観測を行った。

### 3. 結果および考察

メタン濃度の季節変動特性としては特に7~8月に低くなる傾向が認められた。この傾向は国内で観測されるメタンのバックグラウンド濃度の季節変化と一致した。しかし、夏期にコナラが大量に放出するイソプレンがメタンを酸化させるOHラジカルの生成に関わっている可能性もあることから、今後これらの関係性についても着目していく必要があると考えられた。プロファイル観測では風の渦による混合が弱い場合( $u^* < 0.3 \text{ m s}^{-1}$ )に、樹冠高付近(12~14 m)にメタン濃度のピークが観測され、7月10日に行った尾根-谷タワーの同時観測ではそのピークが尾根タワーと谷タワーで共通して認められた(図)。このことから樹冠高付近には群落規模で何らかのメタン濃度の変動要因が存在している可能性も示唆された。しかし、今回の測定数は少ないことから、今後さらに連続的な観測データに基づいて、これらの変動特性について多様な項目に着目した解析を行っていくことが重要と考えられた。

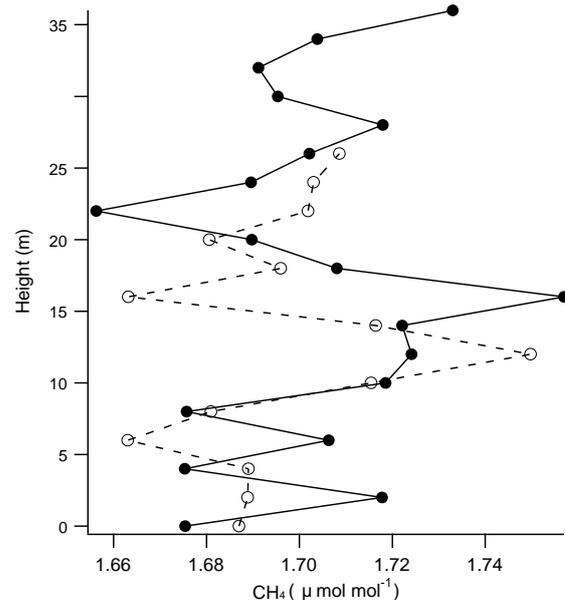


図 尾根(白丸)および谷タワー(黒丸)の比較

## 森林伐採法が木材腐朽菌多様性に及ぼす影響

- マレーシアサバ州での一例 -

服部 力 (生物多様性研究グループ長) ・ 長谷川 元洋 (企画部・木曽試験地)

### 1. はじめに

マレーシアのサバ州では持続的森林管理のための基準・指標を適用した森林管理が一部で導入されている。同州デラマコット森林管理区では1995年から低インパクト伐採が実施され、マレーシア国内では初めてとなる森林認証を受けた。低インパクト伐採は環境保全に配慮したより軽度な伐採法であり、従来の伐採林と比較して樹木の多様性が保たれ、また比較的大径の樹木が残存する。本研究では、熱帯林生態系の維持と機能に関わる木材腐朽菌について、その指標性を検証するために、デラマコット森林管理区およびその近隣地域の施業履歴の異なる森林において、多様性調査を行った。

### 2. 材料と方法

デラマコット森林管理区内において、1970年代以降伐採の行われていない老齢林 (以下、「PRI」とする。) 4箇所、低インパクト伐採の行われている森林 (以下、「RIL」とする。) 4箇所、さらに隣接するタンカラップ地区内で従来型伐採の行われている森林 (以下、「CV」とする。) 3箇所にそれぞれ0.2ha (50×40mまたは100×20m) のプロットを設置。プロット内に存在する倒木等の粗大木質デブリ (course woody debris、以下、「CWD」とする。) から発生した木材腐朽菌の子実体発生状況を記録した。各プロット内である種の菌が発生していた倒木の本数を「頻度」とし、個体数にかえて定量化した。直径10cm以上のCWDについてはプロット全体を、また直径10cm未満のものについては各プロット内に設けた16のサブプロット (各5×5m) 内で記録した。

### 3. 結果と考察

直径10cm以上のCWD上に発生した種については、老齢林プロットで13～26種と多く、従来型伐採林プロットでは7～13種と少なかった。低インパクト伐採林では中間的であった (図1)。老齢林プロットでは発生頻度の低い種 (稀な種) が多く、また老齢林プロットに発生する種も存在した。このことが老齢林内での種の豊かさの一因と考えられる。

一方、直径10cm未満のCWD上に発生した種については、老齢林プロットで12～18種、低インパクト伐採林プロットで12～16種とほぼ同レベルであったが、従来型伐採林プロットでは4～12種と種数が少なかった (図2)。老齢林プロット、低インパクト伐採林プロットでは *Coriolopsis retropicta*、*Microporus affinis*、*Hyphodontia ovispora* 等の発生が顕著であったのに対して、従来型伐採林プロットでは *Earliella scabrosa* の発生が顕著であった。

小径のCWD上に発生した種のうち発生頻度の高い主要種について、除歪対応分析を用いて、各プロットの菌群集の類似性比較のための群集の座標付を行った (図3)。その結果、老齢林プロット、低インパクト伐採林プロットでは座標が重複するのに対して、従来型伐採林プロットでは座標が離れていた。このことから、低インパクト伐採林プロットの菌群集は老齢林プロットと類似するのに対して、従来型伐採林プロットでは群集組成が大きく異なることが明らかになった。

以上から、低インパクト伐採は従来型伐採と比較して、木材腐朽菌群集に与える影響が小さいと考えられる。一方で、大径の倒木に依存する種については、原生林的な森林に発生する種も示唆された。このように、デラマコット森林管理区において、木材腐朽菌群集は森林の状態を評価する指標性を有することが明らかになった。

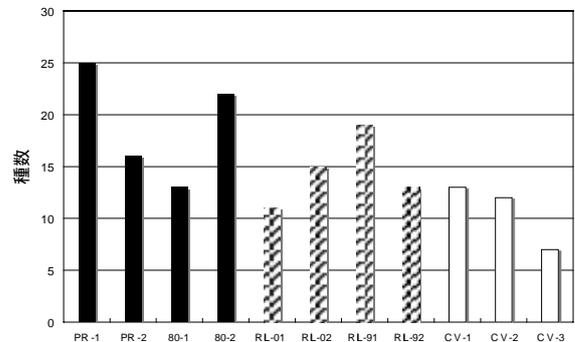


図1 プロット内の直径10 cm以上のCWD上に発生した木材腐朽菌種数。黒色：老齢林プロット、灰色：低インパクト伐採林プロット、白色：従来型伐採林プロット

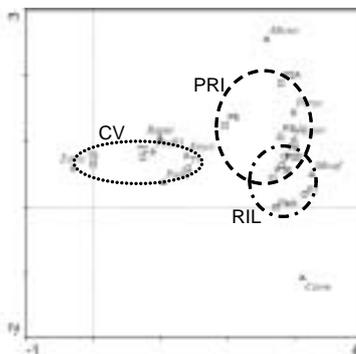


図3 除歪対応分析 (DCA) による、老齢林 (PRI)、低インパクト伐採林 (RIL)、従来型伐採林 (CV) プロット内における木材腐朽菌群集の座標付け (プロット：● 菌種：○ P1, P2, P3, P6: PRI、P4, P5, P7, P8: RIL、T1, T2, T3: CV)

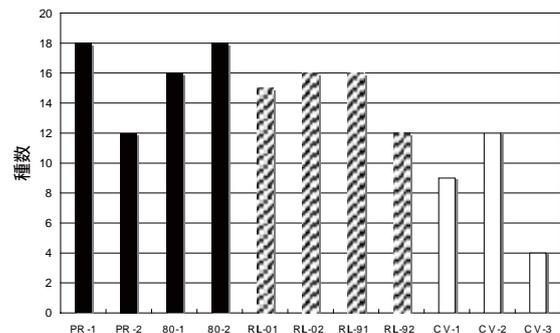


図2 プロット内の直径10 cm未満のCWD上に発生した木材腐朽菌種数。黒色：老齢林プロット、灰色：低インパクト伐採林プロット、白色：従来型伐採林プロット

## ケケンボナシてんぐ巢病ファイトプラズマの分子系統解析

宮下 俊一郎 (生物多様性研究グループ)

### 1. はじめに

ケケンボナシ (*Hovenia tomentella*(Makino) Nakai) は本州、四国に分布するクロウメモドキ科の落葉広葉樹である。1990年代に黄化・てんぐ巢症状を示す病気(ケケンボナシてんぐ巢病)が見つかり、罹病葉の電子顕微鏡観察により病原がファイトプラズマであることが判明した。ファイトプラズマは多型性のため形態的識別ができず、分離培養も不可能であるため、長年にわたりその分類についてはほとんど手付かずであった。近年になって分子生物学的手法と分子系統解析の発達により、ファイトプラズマがいくつかのサブグループに分かれることが明らかにされてきている。そこで本研究は、先に報告されたケケンボナシてんぐ巢病ファイトプラズマがファイトプラズマのどのサブグループに属するかを明らかにすることを目的として行った。

### 2. 材料と方法

罹病葉を乳鉢中で磨砕し、全植物体DNAを抽出した。全植物体DNAに対してファイトプラズマの16S rDNAに特異的なプライマーセットを用いてPCRを行い、得られたPCR産物の塩基配列を決定した。分子系統解析は、本研究により決定した塩基配列とともにDDBJ (1) からダウンロードしたファイトプラズマおよび *Acholeplasma* の塩基配列データを用いた。分子系統解析はKimura 2-parameterモデルによる近隣結合法により行った。

### 3. 結果及び考察

PCRを行った結果、約1.4kbpのPCR産物が検出された。シーケンシングにより、PCR産物のほぼ全域にあたる1367bpの塩基配列を決定した。配列はDDBJに登録した (Accession No. AB361249)。

ケケンボナシてんぐ巢病ファイトプラズマの分子系統学的位置を明確にするため、本ファイトプラズマの配列データを含む分子系統樹を作成した(図)。この結果、ケケンボナシてんぐ巢病ファイトプラズマ (*hovenia witches' broom phytoplasma*) は、解析に用いたナツメてんぐ巢病ファイトプラズマ (*Jujube witches' broom phytoplasma*) の全配列データおよびPaper mulberry witches' broom phytoplasma, Peach yellows phytoplasma, Nectarine yellows phytoplasmaの配列データとともに一つのクレイド(図中に両矢印で示した)を形成した。

ファイトプラズマの分類については、Jungら(2)によって16S rDNAの塩基配列による分子系統解析の結果から大きく8つのグループに分ける分類体系が提唱されている。先に示した、ケケンボナシてんぐ巢病ファイトプラズマを含むクレイドはJungらのJWB subgroupに相当する。Jungらの分類体系ではJWB subgroupは16S-VIII group内のサブグループとして位置づけられている。したがって本研究結果により、ケケンボナシてんぐ巢病ファイトプラズマが16S-VIII groupのJWB subgroupに属することが明らかになった。

### 4. 引用文献

- (1) Hideaki Sugawara, Kazuho Ikee, Satoshi Fukuchi, Takashi Gojobori, and Yoshio Tateno (2009) DDBJ dealing with mass data produced by the second generation sequencer. *Nucleic Acids Res.*37: Database issue D16-D18.  
 (2) Jung, H.-Y., Sawayanagi, T., Kakizawa, S., Nishigawa, H., Wei, W. W., Oshima, K., Miyata, S., Ugaki, M., Hibi, T. and Namba, S. (2003) '*Candidatus* *Phytoplasma ziziphi*', a novel phytoplasma taxon associated with jujube witches'-broom disease. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.* 53: 1037-1041.

\*本研究は2008年発行の森林応用研究に掲載された。

宮下俊一郎・楠木学：ケケンボナシてんぐ巢病ファイトプラズマの16S rDNA塩基配列解析。森林応用研究 17:29-32, 2008

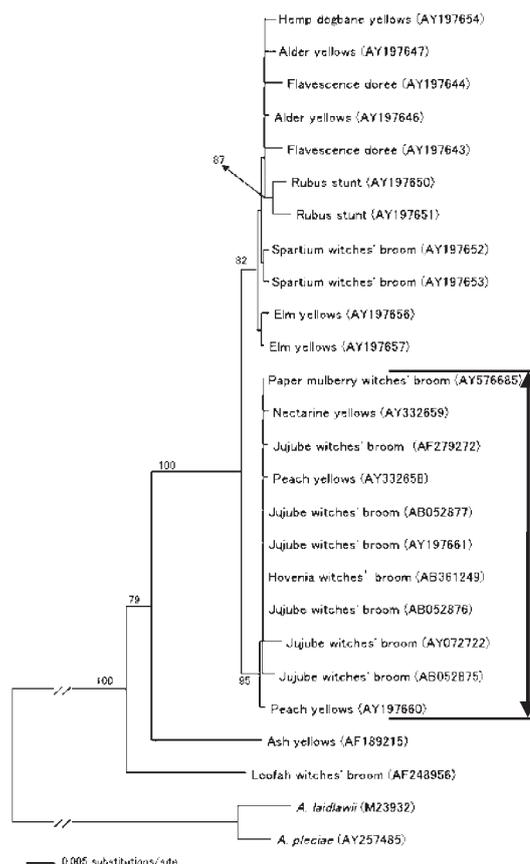


図 ケケンボナシてんぐ巢病ファイトプラズマ (*Hovenia witches' broom*) の分子系統学的位置。*A. laidlawii* および *A. pleciae* はout group。各配列データの括弧内にAccession No.を示した。枝に付した数値はブートストラップ1,000回の%値(70%以上のみを表示)

## ニホンジカによる攪乱跡地利用とその早期検出

高橋 裕史（生物多様性研究グループ）

### 1. はじめに

ニホンジカ（以下、「シカ」という。）の分布拡大と密度増加にともない、全国的にシカの採食による農林業被害や自然植生の衰退が深刻化している。シカの密度増加の一因は、「林冠開放（攪乱）による下層植生の繁茂が多量の餌資源を供給したこと」であると指摘されている（以下、「攪乱 - シカ増加説」と仮称。）。短期間に劇的な植生改変をもたらすキーストーン種としてのシカ個体群の増加プロセスは、生態学的にも保全生物学的にも解明すべき緊急かつ重要な課題である。

2004年台風18号により北海道の支笏湖周辺では人工林・天然林ともに大面積で風倒が発生した。そこで本研究は、風倒攪乱後の森林再生過程に沿ってシカの分布と利用度を明らかにし、攪乱 - シカ増加説検証のための基礎資料を蓄積することと、攪乱後早期にシカによる跡地利用を検出するうえで有効な指標を検討することを目的とした。

### 2. 試験地と方法

試験地は大規模な風倒が発生した千歳・苫小牧・糸井国有林管内とした。植え付け後1～2年の風倒跡地、近隣の広葉樹林、複層化しつつある針葉樹林の各2地点において、100m<sup>2</sup>（2m×50mまたは障害物に応じて5m×20m）の調査区を2区ずつ設定した。

局所的なシカ利用度の指標として、北海道による稚樹食痕率（高さ40cm以上、胸高直径1cm未満の稚樹の本数と食痕の有無；環境省生物多様性センター（2008）を改変）を用いた。

2008年7月に、稚樹食痕率の調査中に発見したシカの糞塊および生体の数を、直接的なシカ密度指標として記録した。また、調査区付近を通る林道上において、調査区の近接点から半径約1kmの範囲において、昼間のロードカウントと夜間のスポットライトカウントを2回ずつ行った。

### 3. 結果と考察

2004年の風倒跡地（開放地）においてはタラノキ、近隣の森林内下層においてはオガラバナ、ノリウツギ、エゾニワトコなどが、出現頻度、食痕頻度ともに高かった。また、エゾアジサイ、ナナカマド、アズキナシなどは出現数は多くないが、ほとんどの株で食痕がみとめられた。風倒跡地や下層に光の入る林内では、先駆種とその稚樹の食痕率に着目することにより、早期にシカによる利用を検出できるものと考えられる。

稚樹食痕率は、越冬期以後調査時までには排出されたと判断された糞塊数（図）および昼夜合わせた生体目撃数と正の関係にある傾向がみとめられた。シカによる調査地の利用は昼夜どちらかとは限らないため、昼夜合わせた目撃数が食痕率または糞塊数と相関する可能性がある。一方でこのことは同時に、昼または夜の生体目撃数だけでは検出できないような密度レベルでも、稚樹食痕率や糞塊数が有効な利用指標となりうることを示唆する。

このように、短期間の調査ではあるが、これまでのところ、攪乱 - シカ増加説に矛盾しない結果が得られた。今後の継続追跡によって、さらに攪乱 - シカ増加説の検証を深めることが可能となった。またシカの存在・利用の指標として、とりわけ先駆種の稚樹の食痕率を用いることにより、シカ密度は低くても攪乱後早期にシカによる利用を検出できる可能性が示唆された。

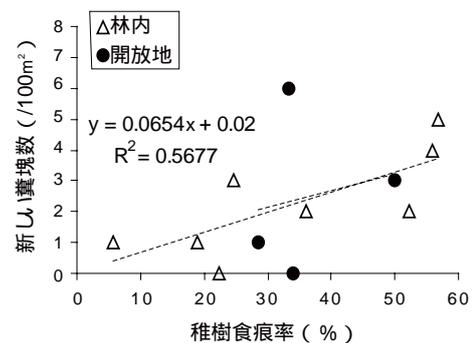


図 シカによる稚樹食痕率と糞塊数

### 引用文献

環境省自然環境局生物多様性センター．2008．種の多様性調査（北海道）報告書．101pp.

## 森林タイプと溪流性底生動物との関係

吉村 真由美（生物多様性研究グループ）

### 1．底生動物とは

水の中を利用して生活している昆虫たちの総称を水生昆虫という。幼虫の間だけ水の中ですごすものもいれば、成虫になっても水の中ですごす水生昆虫もいる。

水生昆虫にはタガメやゲンゴロウなど流れのない水（池・沼など）に生息するものと、カゲロウ、カワゲラやトビケラなど流水（河川・溪流・湧水）に生息するものがある（写真）。また、川の中には水生昆虫以外にもプラナリアやエビ・カニ類が生息しており、それらを総称して底生動物という。

### 2．河川における底生動物

これまで、底生動物は河川での水質指標として用いられてきた。どのような生きものが生息しているか調べることで、その地点の水質を「きれいな水」、「すこしきたくない水」、「きたくない水」、「たいへんきたくない水」に判定するという方法である。水質の悪化により、底生動物相が変化する事を利用した指標である。しかし、河川での水質指標を使って溪流を調べても、「きれいな水」であるとは分からないので、溪流のみを対象にした底生動物の指標が必要になってくる。

### 3．森と底生動物

森林と底生動物は密接な関係があるということに意外に感じるかもしれない。しかし、底生動物は水の中で菌類・珪藻や落葉等を食べながら幼虫期間をすごしている。もちろん肉食性の底生動物もいる。溪畔林から供給される落葉は幼虫の巣としても用いられている。溪畔林がないと、水温が上昇し底生動物相は変化してしまう。

落葉の種類が異なると、そこから溪流に溶出する養分は異なってくる。落葉が複雑に重なることによって出来る空間は幼虫の生息場所としても利用されるが、森林を構成する種が異なれば、溪流に供給される落葉の質や量が変化し、落葉による空間的構造も変わってくる。成虫期を水辺のみですごす底生動物もいれば、水辺を離れて樹林地で繁殖行動を行うものもいる。底生動物は暮らしやすい森を必要としているので、森の状態が異なれば、生息している底生動物相も異なるものになると考えられる。

### 4．森林のタイプと底生動物

四万十川の支流黒尊溪流の上流域において、流域面積の約8割が林齢100年以上の広葉樹林でおおわれている老齢天然林流域と林齢40年程度の人工林針葉樹でおおわれている針葉樹林流域に生息する底生動物群集を比較した。底生動物の群集の構造は2流域間で大きく異なっていた。溪畔林は日陰をつくり水温が上がるのを抑制するが、溪畔林の森林タイプが異なるとその抑制効果は異なってくる。広葉樹と針葉樹は栄養状態のちがう落ち葉を溪流にもたらすので、流域の植生が違っていると、溪流の落ち葉の量や種類、水温、水質、樹冠の状態なども違ってくると思われる。そして、それらが互いに関連して溪流中の底生動物の生息環境の違いをつくり、底生動物の群集の違いをもたらしていると思われる。



1．ヒラタカゲロウ科の一種



2．カクツツトビケラ科の一種



3．カワゲラ科の一種

写真 底生動物の代表的な種 H: 1mm

## ガーナ国における林業・木材産業の動向と違法伐採対策

田中 亘（森林資源管理研究グループ）

### 1. はじめに

ガーナ共和国はアフリカ西部に位置し、南を大西洋に面している。気候は首都アクラを含む南部で熱帯雨林気候、北部でより降雨量の少ないサバナ気候と分けられる。人口は全国で約2,300万人（2007年：UNFPA）、森林面積は550万haで国土面積の24%を占める。森林は南部に広く分布し、特に熱帯常緑樹が生育するウェスタン州に多い。林業・木材産業に関する行政は土地林業鉱山省の一部局である森林委員会が担い、その傘下に森林サービス局、野生動物局、木材産業開発局を置く。木材生産・輸出管理に関しては木材産業開発局が業務主体である。

本報告は、林野庁からの受託事業である「違法伐採対策等のための持続可能な森林経営推進計量モデル開発事業」において実施したガーナ現地調査の結果をまとめたものである。

### 2. 調査結果

国内の森林は森林保全区内と区外とに分けられ、それぞれで木材生産が行われている。年間許容伐採量は各50万 $m^3$ に設定され、計画上の伐採量は100万 $m^3$ である。表に見るように、2002年までは森林保全区内外ともに総材積も100万 $m^3$ を超えていた。しかし、2003年以降は伐採量が減少する傾向にあって、総材積が許容伐採量を超えることはなくなっている。森林保全区内では比較的減少の幅が少なく40万 $m^3$ 台にとどまっている。一方、森林保全区外で減少が激しく、2006年には20万 $m^3$ を割り込んでいる。正規に伐採された木材は、伐採現場で刻印された上で国内の各製材工場へ運ばれる。木材産業開発局は国内主要道路脇に8箇所の輸送木材のチェックポイントを設け、合法性をチェックしている。

木材産業の集積地はクマシ市（アシャンティ州）、タコラディ市（ウェスタン州）であり、年間生産量1万 $m^3$ を超える製材工場が複数ある。主な木材輸出港はタコラディ港である。この他に陸路経由もあるが、全てに関して木材産業開発局が制度的に関与している。同局は輸出業者と輸入業者との売買契約について審査する他、輸出税の一部を徴収する。輸出税は本船渡し価格（FOB）の10～30%であり、樹種および木材製品の加工段階によって異なる。原木丸太輸出に関しては、自国の木材企業の振興と環境問題への懸念から1995年に禁止されたが、2006年に再開している。図からはベニヤ（単板）や合板など加工材の輸出量が丸太禁輸後に増加していることが分かる。したがって、丸太禁輸がガーナの木材企業の発展に影響を与えているものと考えられる。木材輸出先上位3国（金額）は、インド・アメリカ・ナイジェリアである。方面別ではヨーロッパが約4割を占め、日本向け輸出は僅少である。

違法伐採取り締まりに関するデータは存在せず、実際にどれだけの木材が違法に取引されているかは推計も極めて困難である。政府関係者からは、「人目に付きにくい森林保全区内で夜間に伐採された木材が陸路で隣国に輸出されることが多いようだ」という話を聞いた。ガーナはEUと合法認証木材に関する協定を2008年に締結したことから、貿易される木材の「合法性の定義」ならびに「合法性の原則および基準」を確立した。

### 3. まとめ

統計担当者に対する聞き取りから統計資料が一定程度の精度を有すること、および木材流通貿易担当者に対する聞き取りからガーナ国内では合法的な木材供給を行う施策が実践されていることが分かった。一方で、彼らは違法伐採およびその輸出は依然として行われていると認識し、その消滅に向けて今後さらなる管理および監視体制の強化が必要であると考えている。それに対して、EUは協定に基づいて継続的な援助を行っていくことを表明しており、違法伐採対策の進展が期待される。

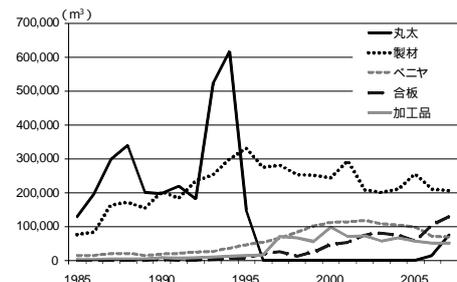


図 木材輸出量の推移

表 丸太生産量の推移

年	森林保全区外			森林保全区内			総材積 ( $m^3$ )
	伐採木 (本)	丸太 (本)	材積 ( $m^3$ )	伐採木 (本)	丸太 (本)	材積 ( $m^3$ )	
2001	41,939	104,987	608,433	44,783	105,874	603,408	1,211,841
2002	38,302	92,754	503,970	40,042	103,814	600,382	1,104,351
2003	31,891	79,613	418,855	34,568	89,917	501,115	919,970
2004	25,300	63,222	335,406	33,560	82,792	421,508	756,914
2005	21,657	54,040	284,429	33,630	90,910	450,646	735,914
2006	25,193	109,692	187,905	37,248	227,451	481,931	669,836

注：2006年は人工林からの伐採も含む

資料：木材産業開発局（Timber Industry Development Division）資料より作成