

季刊 森林総研 第11号

特集

森林生物のゲノム情報を 活用した新たな研究展開

- ◆地球の未来を切り開くGM樹木
- ◆樹木の有用遺伝形質と連鎖するDNAマーカーの開発
- ◆シイタケゲノムの解読とその利用

研究の“森”から

- 成長にあわせて体形を変え、競争を生き抜くブナの「知恵」
- 芽生えから大木まで多種多様な樹木の呼吸を一つの数式で表す新学説
- 人工林の間伐は生物多様性を短期的に高める



独立行政法人
森林総合研究所

目次

巻頭言

◆植物ゲノム解析を利用したスーパー樹木研究への期待

3

特集

森林生物のゲノム情報を活用した新たな研究展開

4

◆地球の未来を切り開くGM樹木

◆樹木の有用遺伝形質と連鎖するDNAマーカーの開発

◆シイタケゲノムの解読とその利用

研究の“森”から

◆成長にあわせて体形を変え、競争を生き抜くブナの「知恵」

◆芽生えから大木まで多種多様な樹木の呼吸を一つの数式で表す新学説

◆人工林の間伐は生物多様性を短期的に高める

12

研究領域紹介

◆バイオマス化学研究領域

◆きのこ微生物研究領域

18

森林（もり）を創り活かす

◆崩れにくい作業道の整備を目指して

19

生き物通信

◆カワラタケ

20

海外事情

◆アマゾンの熱帯雨林の炭素動態に関する国際共同研究を開始しました

21

何でも報告コーナー

◆各種イベントの報告と開催案内

◆研究に関する連携・協力の推進

◆森林総合研究所研究報告

22

巻頭言

植物ゲノム解析を利用したスーパー樹木研究への期待

二十一世紀に入り樹木研究にもゲノム研究の大きな波が押し寄せています。二〇〇〇年にモデル植物のシロイヌナズナのゲノムの精密解読が完成して以来、植物のゲノム機能解読に関する研究が加速的に進歩してきています。遺伝子、タンパク質、代謝産物など統合的なゲノム機能解析（オミクス解析）に発展してきており、重要な遺伝子制御系の同定や有用遺伝子の探索に利用されています。国際共同研究によるイネゲノムの精密解読により、育種に利用されてきた有用な遺伝子や野生系統の有用形質の遺伝子が次々と明らかにされてきています。

一方、樹木のゲノム解析に関してもポプラゲノムの解読に始まり、遺伝子組換え技術の進歩とともに大きく発展してきています。近年、「スーパー樹木」という言葉がよく使われますが、これはゲノム情報と遺伝子組換え技術を利用して、生産性が高く荒漠地でも育成できる優れた性質を持った樹木の開発に関わるものです。環境問題、二酸化炭素削減の長期的戦略のための樹木研究の重要性を訴えるための象徴的な言葉として利用されています。特に、環境・エネルギーに関する地球規模問題の解決のために樹木に関する研究が重要な問題として取り上げられています。

森林総合研究所と理化学研究所（理研）では共同してポプラやスギの発現遺伝子の収集と解析を行い、我が国の樹木ゲノム研究の展開に貢献しました。また、理研では木質バイオマスの生産性向上と利活用によるバイオプラスチックなど新バイオ素材の開発を目指した「バイオマス工学研究プログラム」が今年度から始まりました。理研と森林総合研究所では連携協定を締結しており今後協力して研究を進める予定です。一方、国際的にも木質バイオマス研究、バイオ燃料研究などの発展が期待されており、欧米だけでなくアジアでもポプラ、ヤナギ、ユーカリなどの早生樹木やパーム、ヤトロファなどの油脂生産樹木の研究に注目が集まっています。低炭素循環型社会の実現のための政府のアクションプランでも木質バイオマス研究の重要性が訴えられており、スーパー樹木研究は重要な役割を果たすことが期待されています。



篠崎 一雄

（独立行政法人理化学研究所
植物科学研究センター長）

森林生物のゲノム情報を活用した新たな研究展開

地球の未来を切り開くGM樹木

樹木の有用遺伝形質と連鎖するDNAマーカーの開発

シイタケゲノムの解読とその利用



篠原 健司
研究コーディネータ
(生物機能研究担当)

森林・林業分野における樹木の遺伝子組換え技術の開発は、地球温暖化を緩和する品種の開発、木質バイオマスの効率的利用を可能とする品種の開発、花粉症対策としての花芽形成制御技術の開発等を通じて、国内外の環境・資源問題の解決に大きく貢献すると考えられ、飛躍的な発展が期待される分野です。また、2025年までを視野に入れた成長に貢献するイノベーションの創造のための長期戦略指針「イノベーション25」でも、「環境保全に貢献するスーパー樹木の開発」の重要性が指摘されています。ここでいう「スーパー樹木」とは遺伝子組換え樹木 (genetically modified trees: GM樹木) のことです。

一方、樹木のゲノム研究も活発に進められ、米国エネルギー省を中心とする国際コンソーシアムは2006年にポプラゲノムの概要解読を報告しています。森林総合研究所は、理化学研究所と共同で、樹木のゲノム研究の一環として、約20,000種類のポプラやスギの遺伝子をそれぞれ大規模に収集しました。それらの塩基配列情報は、当所の森林生物遺伝子データベースを通じて誰でも自由に利用することができます。ごく最近、シイタケのゲノム解読も終了しました。これらゲノム情報は、国民共有の財産としての価値ある生物遺伝資源と言えますが、具体的にどのように活用されるのでしょうか？

本特集では、森林総合研究所が重点的に取り組んでいる

- 1) 地球の未来を切り開くGM樹木の開発
- 2) 樹木の有用遺伝形質と連鎖するDNAマーカーの開発
- 3) シイタケゲノムの解読とその利用

以上3つの研究テーマについて紹介します。

地球の未来を切り開くGM樹木



伊ヶ崎 知弘

（生物工学研究領域
主任研究員）

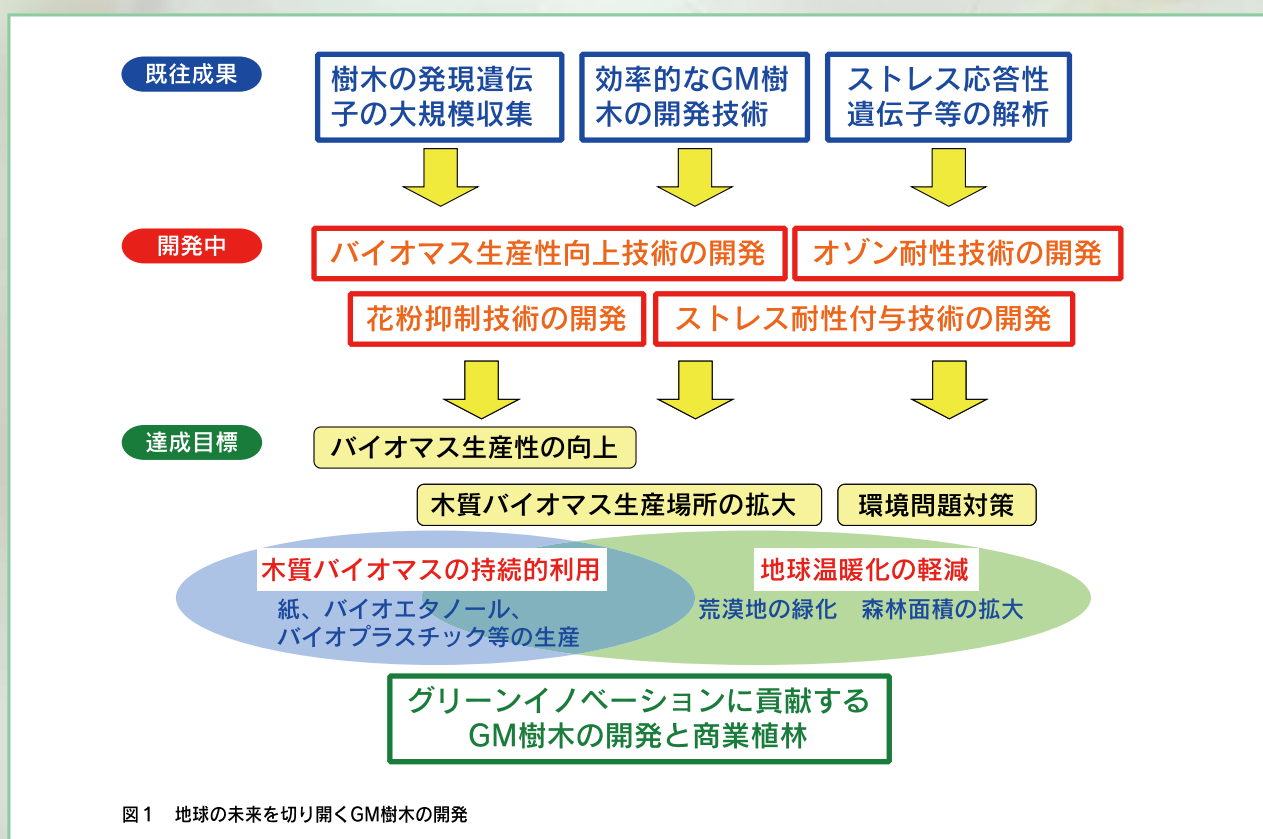
世界には、九〇〇万km²の乾燥地、二七四〇万km²の半乾燥地、四〇〇万km²の塩集積地が存在しています。こうした荒地には、通常の植物は生育できません。しかし、適切な遺伝子を改変することで、強い耐乾燥性や耐塩性が付与できることが、モデル実験植物等を使った実験で明らかになってきています。私たちは、その技術を樹木に応用することで、近い将来、そのような荒地にも生育可能なGM樹木（人為的に遺伝子を改変した樹木）が開発できると考えています。そして、GM樹木により緑化された荒地は、森となり、地球温暖化防止に貢献するばかりでなく、バイオマス資源として荒地での生活や、経済の安定にも貢献するものと考えられます。また、日本のような荒地でない場所でも、バイオマス生産性を飛躍的に向上することも可能性があると考えられます。つまり、適切なGM樹木の開発は、世界の環境資源問題の解決に大きく貢献すると期待できます（図一）。

GM樹木開発の現状

GM樹木の開発は、決して簡単ではありません。これまでに、GM樹木が作出された樹種は、ポプラやユーカ

リ、マツ、トウヒ等の一部樹種に限られています。世界では、木材からバイオエタノールを作る際にじゃまになるリグニンの含量を少なくする研究、競合する雑草を省力的に処理するために散布する除草剤に対する耐性の付与、虫害に対する抵抗性の付与等の研究がこれら四樹種で進められ、すでに隔離ほ場試験が行われた例もあります。中国は、GM樹木の開発において後発でしたが、食葉害虫抵抗性GMポプラを世界で唯一商業栽培しています。

私たちは、ポプラに存在すると予測されている遺伝子数の約四〇％に相当する約二万種類の発現遺伝子（働いていることが確認された遺伝子）や、スギの雄花由来の約一万種類の発現遺伝子を収集しています。そして、これらの遺伝子の中で、バイオマス生産性の向上、木質バイオマス生産場所の拡大、環境問題対策に効果がありそうな遺伝子については、どのような機能なのか解析を進め、有用なGM樹木の開発に利用しています。



バイオマス生産性の向上を目指したGM樹木の開発

バイオマス生産性を向上させる方法として、成長量を増大させる方法と生産場所を拡大する方法の二つが考えられます。私たちは、樹木の成長量を増加させること、つまり、現在、樹木が生育している現場に、より短期間で高収量の樹木を植栽し、バイオマス生産量を直接的に増加させることに対しては、植物ホルモンの量を調節する方法を考えています。既に、成長量に重要な植物ホルモンを合成したり代謝したりする遺伝子をポプラから単離することに成功しており、実験室レベルでは、初期の成長量が顕著に増大したGMポプラの作出に成功しております(写真1)。

また、木質バイオマス生産場所の拡大、つまり、砂漠など、樹木の生育していない荒漠地に植栽することで、全体のバイオマス生産量を増加させることに対しては、環境ストレス物質であるオゾンによる枯死を抑制する方法をテストケースとして研究しています。既に、オゾンで発現が誘導され枯死させる遺伝子をポプラで見つけ、この遺伝子が働かなくなるようにしたGMポプラの作出に成功しました(写真2)。しかも、驚いたことにこのGMポプラは、オゾンだけでなく、荒漠環境で問題となる塩ストレスや乾燥ストレスに対しても強い抵抗性を示しており、今後の展開が期待されます。

実用的・商業的栽培のための花成制御

GM樹木が単なる研究の成果としてとどまることなく、商業的に植栽されるためには、GM樹木の種子が飛散したり花粉がまわりの野生種と交雑して自然増殖したりしないように、花成や花粉形成を抑制することが求

められています。私たちは、花成を制御する遺伝子をポプラから複数単離し、花成制御効果の高い遺伝子を同定しています(写真3)。今後、花粉形成に関わる有効な遺伝子を特定することにより、遺伝子攪乱の防止だけでなく、将来的なスギ花粉症対策等にも貢献できると考えて

います。そして、近い将来、花成制御技術や不稔化技術を組み込んだGM樹木が開発され、現在懸念されている難題を払拭した形で商業植林されるようになることを期待しています。



写真1 成長を促進する植物ホルモン合成酵素遺伝子の働きを強化したGMポプラ(左)。野生型(右)と比較すると成長が顕著に促進されています。



写真2 オゾン処理後のオゾン耐性GMポプラ(左)と野生型ポプラ(右)。野生型に枯死が観察されるオゾン濃度でも健全に生育することができます。



写真3 花成を抑制する遺伝子を働かなくしたGMポプラ。開花が顕著に促進されました。

樹木の有用遺伝形質と連鎖するDNAマーカーの開発



津村 義彦

（森林遺伝研究領域
樹木遺伝研究室長）

樹木の有用形質と遺伝性

樹木の形質は、両親から受け継いだ遺伝子と、植栽された場所の気候や土壌などの環境条件によって決まります。形質によって、遺伝的要因が強いものと、環境によって大きく影響を受けるものがあります。例えば、球果の色などの形質は遺伝子によってほぼ決まりますが、樹高や幹の太さなどの成長に関わる形質は遺伝子だけでなく環境によっても大きな影響を受けます。樹木にとっての有用な形質とは何でしょうか？林業用の苗ならば、成長、幹の通直性、材質、病虫害抵抗性、気象害抵抗性などがあげられるでしょう。これらの形質のほとんどは環境の影響を強く受けるものが多く、優れた遺伝子を持っていたとしても環境が悪ければ十分に遺伝子の効果を発揮できません。また、一つの遺伝子ではなく数個から数十個の複数の遺伝子によって支配されていますので、それらの組合せによっても形成される形質が複雑に変わってきます。

樹木で明らかになっている有用形質の遺伝子はまだ数少ない状況です。例えば、北米のテーダマツで材質に

関連するいくつかの遺伝子が同定されています。また、スギの雄性不稔遺伝子（雄花が花粉を作らない遺伝子）が見つかっており、花粉症対策に使える遺伝子として非常に注目され、研究されています（図2）。

樹木の遺伝子地図を作る

遺伝子地図とは、生物の遺伝子が格納されている染色体（細胞の核にある）のどの位置に遺伝子があるか示したものです。有用形質の遺伝子を探る目的で樹木の遺伝子地図を作るには、まず交配を行います。両親の形質が大きく異なるものを選びます。これによって形質の遺伝性を調べることができます。両親の遺伝子型がそれぞれ異なるホモ接合型（AA型とaa型）の場合には、子供世代ではAa型となり、親と同じ形質が現れないことがあるため、子供の世代をさらに交配して孫の世代を作製します（図2）。

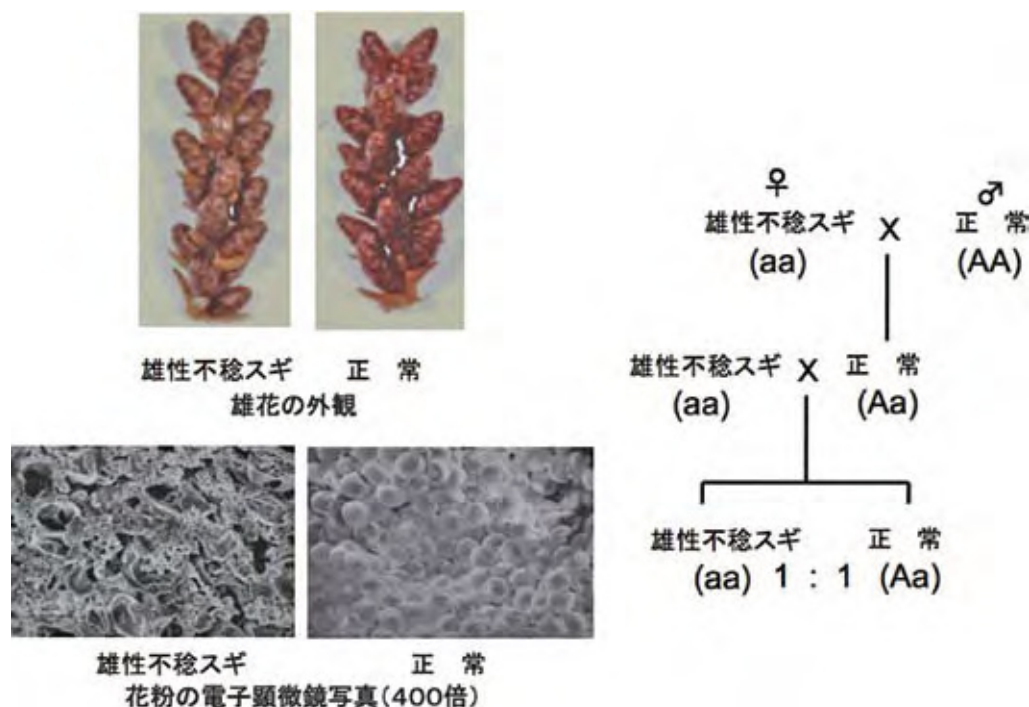


図2 雄性不稔スギと正常なスギ(写真は斎藤真己博士提供)
雄性不稔スギは正常な花粉が形成されず、花粉が飛散しません(左図)。雄性不稔スギを用いて、右図のような交配を行うと、メンデル遺伝をするため、雄性不稔スギと正常が1 : 1の割合で分離します。

遺伝子地図を作るためには、多数の遺伝子に対応するDNAマーカーが必要です。ヒトの血液型の調査と似ていますが、A型、B型、O型のような違いをDNAの調査により簡便に知ることができるようになったものを、DN

Aマーカーといいます。交配家系の各個体について、どの個体がA、A_a、a型を持つかを、DNAマーカーを用いて調査します。数百、数千という多数の遺伝子についてDNAマーカーを開発して調査することによって、ど

の遺伝子同士が近くにあるかが分かるようになります。最終的には、樹木のもつ染色体数と同じ本数の遺伝子地図ができあがります。スギでは詳細な遺伝子地図が作製されており(図3)、将来の品種改良に役立てる研究が行

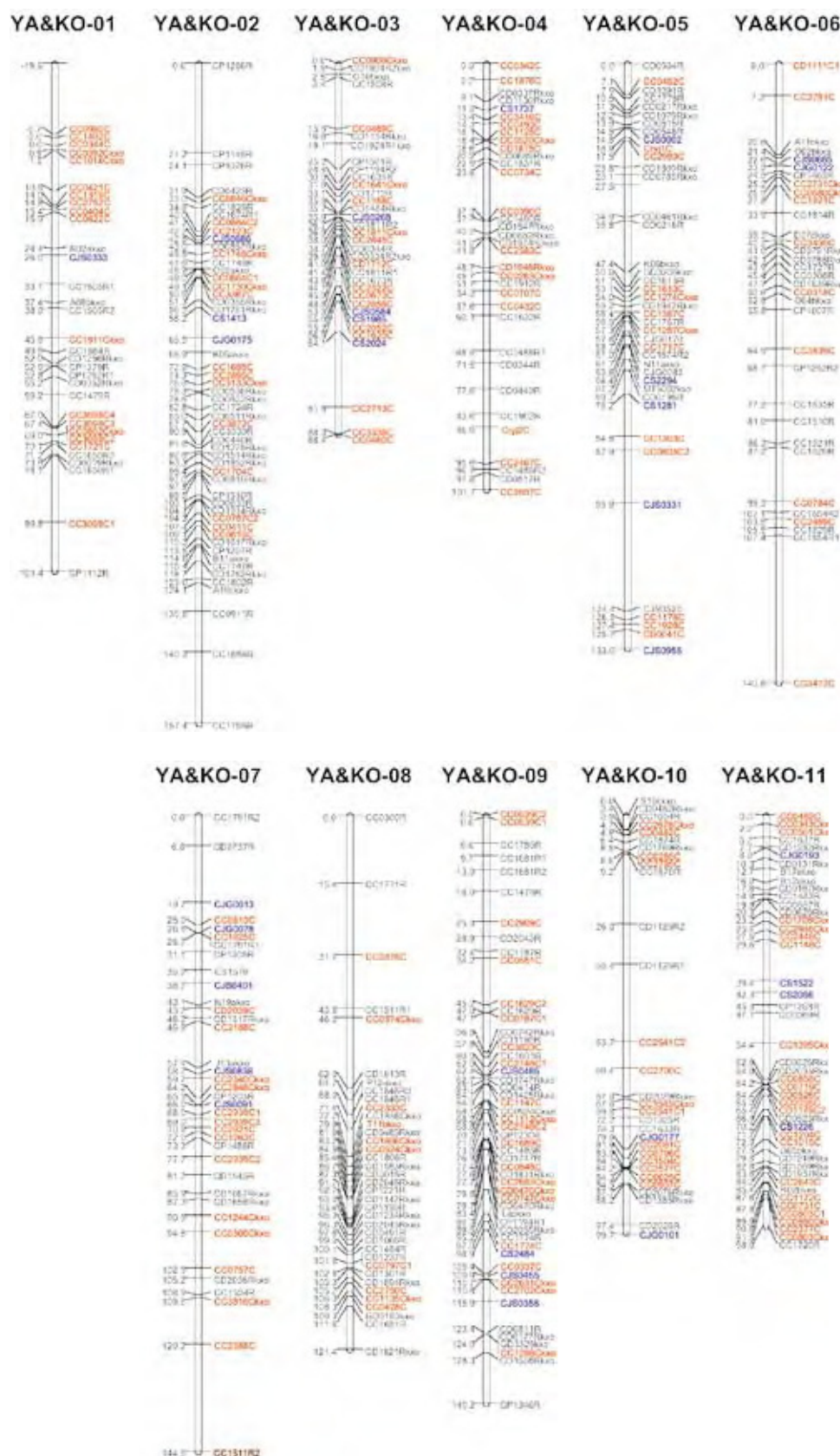


図3 スギの遺伝子地図

スギの染色体数と同じ11本の遺伝子地図ができていて、縦の棒それぞれが染色体1本に対応しています。棒に位置が示されている名前はそれぞれが一つの遺伝子の位置を示す遺伝子座です。赤及び青で示してある遺伝子座は簡単に使える遺伝子マーカーを示しています。

われています。

量的形質を調べる

有用な遺伝形質の多くは、1個の遺伝子ではなく、複数の遺伝子によって支配されています。これらの形質の次世代での分離は、血液型や優性不稔(図2)のようなメンデルの遺伝をするものと異なり、単純な三対一とか一対一の比にはなりません。樹高を例にとってみると、低いものから高いものまで様々なサイズの個体が存在し、中くらいの樹高のものが最も多くなる分布(正規分布)をとるのが一般的です。このような形質は、質的ではなく量的に支配されているので量的形質と呼び、この形質を支配している遺伝子を量的形質遺伝子座と呼びます。

この複雑な遺伝子でも、現在の科学の力で遺伝子地図上にマッピングすることが出来ます。これはゲノム全体をカバーする詳細な遺伝子地図という基盤が確立されたことにより、どの遺伝子がどの程度の効果をもって量的形質に関与しているかが分かるためです。こうして調査を進めていくと、遺伝子地図の上に比較的効果の大きい量的形質遺伝子座を位置付けることが出来ます。スギでも成長、花芽の着果性、発根性に関する量的形質遺伝子座のマッピングが行われています(図4)。こうして作成した量的な遺伝子地図は、それを作成した交配家系において有用形質の効率的な選抜に使うことが出来ます。

DNAで優良な個体を選ぶ

ここまで見てきたように、詳細な遺伝子地図ができるとその情報に基づいて優良な形質を選ぶことが出来ます。例えば、量的形質遺伝子座の位置が分かっていると、

その隣接したDNAマーカーを利用して、成長の早い個体や材質のよい個体を同じ家系内であれば効率的に選抜することが出来ます。しかし、さらに進めて、どの家系や個体でも選抜に利用できるDNAマーカーを開発することはできないのでしょうか。

実は、近年開発されたアソシエーション(関連)解析では、遺伝的に血縁関係のない同一種のような個体を膨大な数の遺伝子(数百から数万遺伝子)のマーカーで解析して、どの遺伝子がどの量的形質と関連しているかを調査する方法が開発されており、作物や家畜の優良個体の選抜に使われ始めています。私たちも、この画期的な方法を用いて、樹木で同様の研究を開始しており、近いうちに有用形質を支配している遺伝子が特定され、林業分野でも優良個体の効率的な選抜に利用できるようにしたいと思っています。

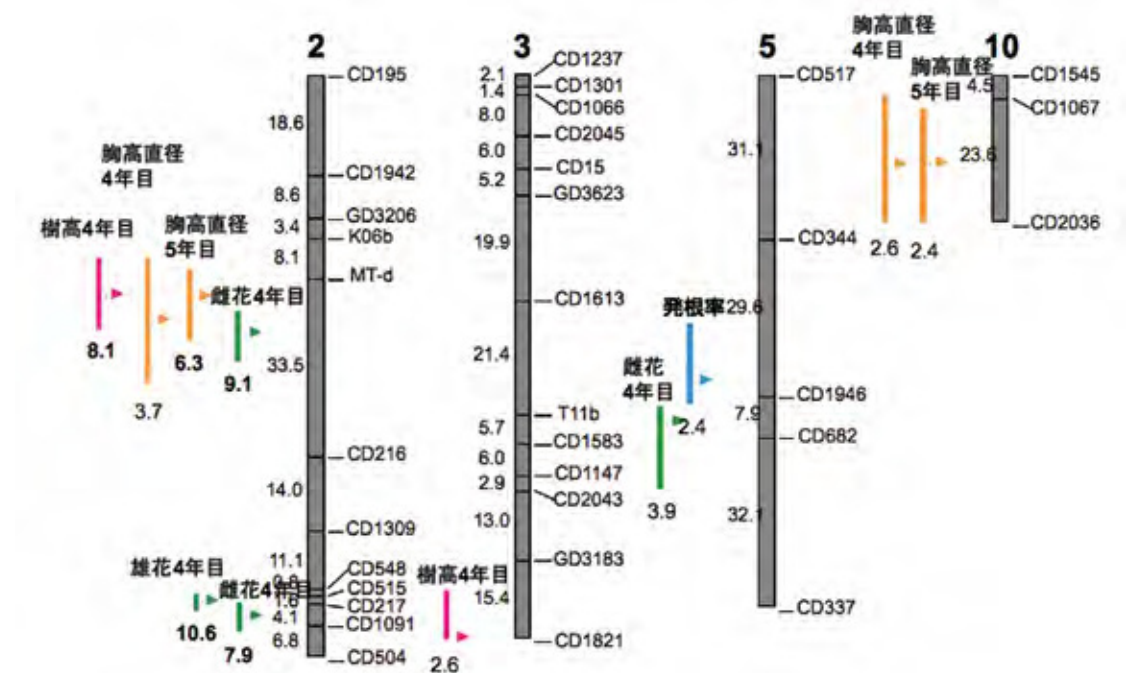


図4 スギの量的形質遺伝子座
遺伝子地図(灰色の長いバー)の横にある色つきの短いバーが量的形質遺伝子座の位置を、その中でも三角印が最も確からしい位置を示しています。例えば、緑色のバーは雌花の着花量を示し、2本目の遺伝子地図に2カ所、5本目の遺伝子地図に1カ所存在します。色つきバーの下の数字は、遺伝的な貢献度を示し、高いほどその量的形質遺伝子座の効果が大きいことを示しています。

シイタケゲノムの解読とその利用



宮崎 安将

(きのこ微生物研究領域)
主任研究員

シイタケ生産の貢献と問題

きのこは、日本人が好んで食べる親しみやすい食材です。きのこの国内生産額は、四半世紀以上、年間二千億円を超え、その生産は、農山村の経済と人口の維持確保に大きく役立ってきました。特に、乾シイタケは企業生産が難しいため、高値で取引され収益性が良いこと、市場と生産地の遠近が商品の価格へ影響しないこと、放置されたコナラ、クヌギなどの薪炭木を原木栽培に利用できることなどの利点があり(写真4)、その生産が農山村で急速に拡大しました。

一方、高度成長期に入ると、乾シイタケに加え生シイタケの需要が急増したため、大消費地近郊での原木生シイタケ栽培や、企業の参入による菌床生シイタケの大量生産の普及、さらには安価な輸入乾生シイタケの急増を招くことになりました。その結果、生産現場では多くの問題が生じてきました。例えば、大消費地から離れた生産地の不利益の拡大、シイタケ価格全体の下落、生産資材費や光熱費等の高騰による収益の悪化があります。近年では、温暖化に伴う原木栽培や自然栽培シイタケの品質や生産量の低下もあり、さらに季節を問わずに生産

を求める消費者ニーズに対応した空調施設栽培法が環境負荷とコスト高の点で岐路を迎えています。このため、これまでに増して、生産現場の抱える問題解決に役立つ品種の開発や技術革新が求められています。



写真4 シイタケの原木栽培

シイタケの栽培品種と子実体(きのこ)形成

シイタケの品種開発は積極的に行われ、現在一七〇品種が開発されています。しかし、生産者が使用する品種は限定されており、何十年もの間同じ品種が使われてきました。これは、栽培特性が同じとされる新しい品種を

用いて栽培しても、しばしば全く子実体が発生しないという予期せぬ結果となるため、生産者は納得する品種や生産システムを見つけると、それを一途に守り続けるためです。一方、きのこの子実体形成に関わる遺伝子やメカニズムが解明されていないため、生産現場の問題に即応できる品種開発や、将来展望を持った戦略的な品種開発が困難な状況にあります。そこで、森林総合研究所はシイタケを中心に子実体形成に関わる遺伝子を単離し、そのメカニズムを解明し、それらを育種や生産現場へ還元し、役立てることを考えました。

シイタケの子実体形成には、光温度・重力などの環境刺激が必要であることが知られています。これまでに、「きのこの目」となる光受容体遺伝子・光応答遺伝子、「きのこの姿勢制御」に関わる重力応答性遺伝子、子実体を形作る遺伝子などの遺伝子を特定することに成功しました(図5)。そして、光や温度などの環境条件とそれぞれの遺伝子の応答の関係も明らかにしました。

シイタケのゲノム解読とその利用

子実体形成に関連する遺伝子の一部を特定することに成功しましたが、個々の遺伝子を単離していく研究手法には限界があるため、シイタケの設計図であるゲノム全体の解読を行いました(図6)。その結果、シイタケの子実体形成に関連する遺伝子の情報を大量に収集することができました。現在、これら遺伝子情報を利用して、シイタケの子実体形成を自在にコントロールし、生産現場や品種開発で役立つ技術開発を目指しています。また、このゲノムの塩基配列情報は、シイタケの品種育成者に与えられる権利の保護、原産国偽装の問題、食品と

しての安全性などに対応する行政の現場が要望するDNAマーカーの開発に利用したいと考えています。一例を挙げますと、輸入シイタケの一部が、日本の特定の登録品種や栽培品種と同一であり、日本の品種が持ち出された可能性があることを明らかにしています。さらに、品種判別に優れたDNAマーカーを開発することで、このような問題により正確な情報を提供することができます。

今後の展望として、シイタケのみならずマツタケのゲノム解読を進め、人工栽培に必要な因子を解明し、人工栽培を実現させたいと考えています。また、日本国内で生産されるきのこ(エノキタケ、ブナシメジ、ナメコ、エリンギ、マイタケなど)のさらなるゲノム解読も視野に入れています。

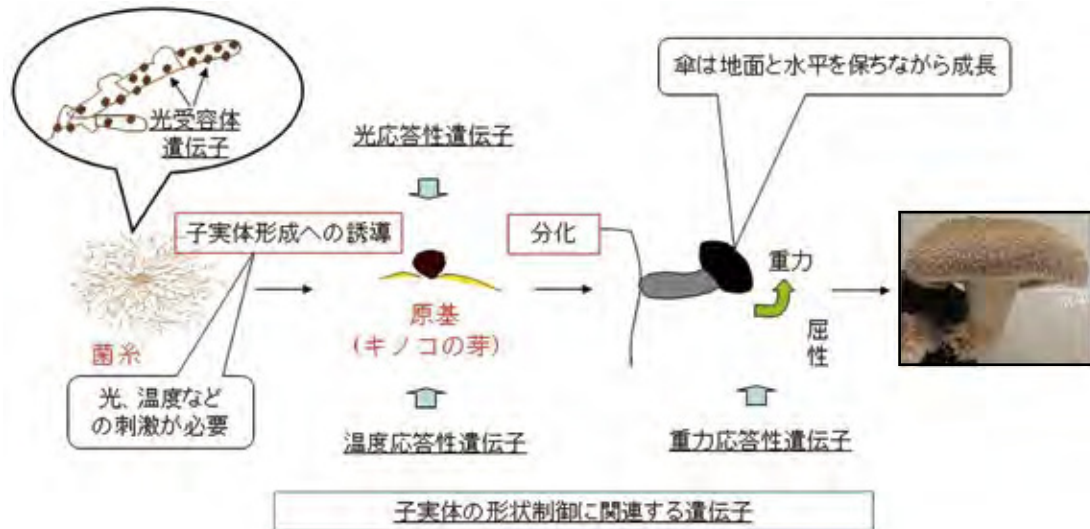


図5 シイタケの子実体形成に関わる遺伝子の解明
子実体形成の開始に関わる遺伝子を中心に解析した遺伝子を示します。きのこでは、光刺激、温度の低下、栄養飢餓などで子実体形成が誘導されます。また、子実体の分化及び成熟過程では、重力刺激などに対する屈性を示します。

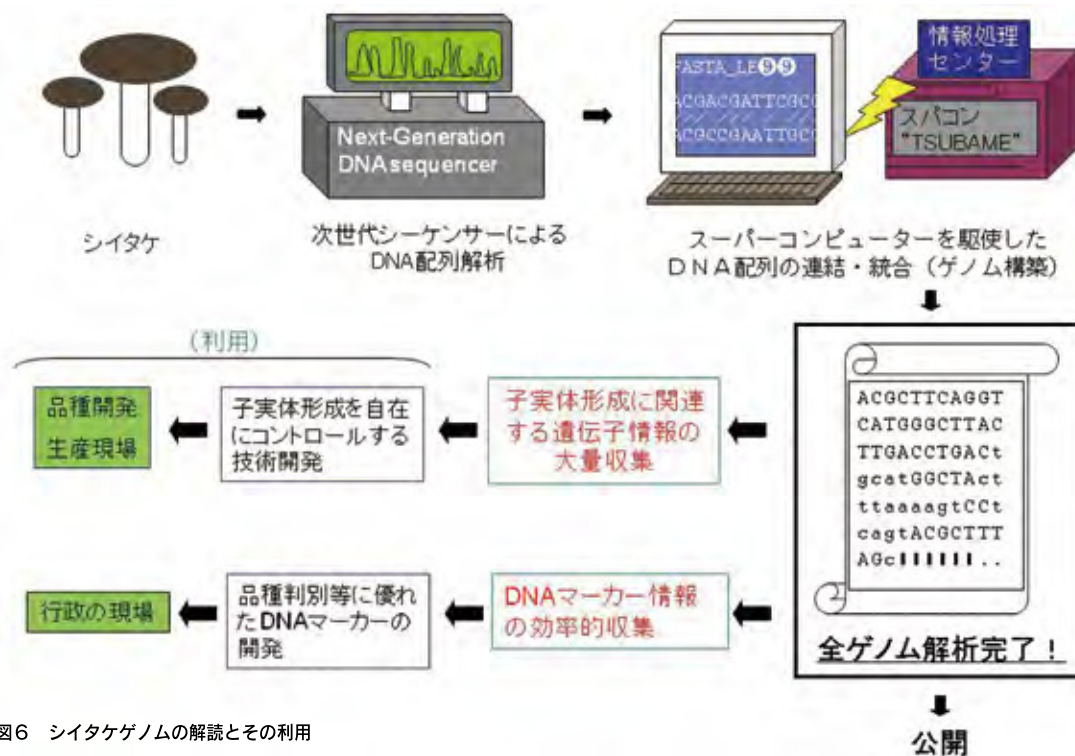
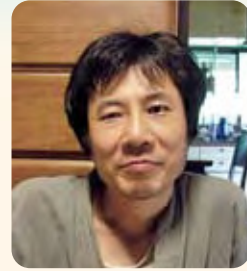


図6 シイタケゲノムの解読とその利用

研究の“森”から No.199

成長にあわせて体形を 変え、競争を生き抜く ブナの「知恵」



八木 貴信
(東北支所 主任研究員)

ブナの宿命―下層植生との競争―

ブナは雪深い東北の山々ではもともと普通に見られる高木です。これはブナが雪圧に強い樹種だからです。雪深い地方の林床には同じく雪に強いササ類を中心に数(やぶ)状の下層植生が繁茂します(写真1)。雪によつて結びつけられたブナと藪状の下層植生。ブナにとって、このような下層植生との光や水、養分を巡る競争は宿命的で、これまでブナの天然更新は困難といわれて来ました。しかし注意深く観察すると、藪を抜けて成長したブナもあり、ブナにはこの競争を生き抜いていく「知恵(戦略)」がありそうです。そこでブナの天然更新を成功させる鍵を見つけるために、秋田駒ヶ岳のブナ林(岩手県)で、ブナの若木が持つ木の形、すなわち樹形から、このようなブナの戦略を解析しました。

木の形から読み解くブナの「知恵」

樹形からなぜ競争を生き抜くブナの戦略が解析できるのでしょうか。樹木を含め植物は、動物と違って動き回ることができません。そこで植物は形を変えます。例えば光は植物の生存成長に欠かせない光合成の源で、茎の伸長、葉の展開にも作用します。すなわち光合成をおこなう葉を陽当たりの良い場所に出せるように植物は茎を伸ばします。動物は食物を求めて動き回りますが、光合成する植物は光を求めて形を変え、そこにその植物の戦略があらわれます。昔話の「聞き耳頭巾」とま

ではいきませんが、樹形をうまく読み解けば、その樹木が生き抜く戦略の一端を知ることができます。

下層植生との競争は悩ましい

ブナの若木に話を戻しましょう。地表で発芽したブナが下層植生を抜け、高木層に達し、木の実をつける成熟個体になるまでには数々の試練があります。最初に述べた周囲の下層植物との競争はもともと厳しい試練の一つです。これは人工林管理での下刈りの重要性からも想像できます。この競争は厳しいだけではありません。例えば、林の中は暗いので、上層の木がなくなり下の方まで光が届くようになるのはブナの若木にとって好機ですが、同時に競争相手の下層植生もますます繁茂してしまうというジレンマがあります。

生き方を変えて競争を生き抜く

ブナの若木はこの競争をどのように生きているのでしょうか。太陽の光は上からくるので、光を巡る競争上の優劣は樹木個体の背丈によつて決まります。そのため樹木が成長し背丈が高くなるにつれ周囲の下層植物との相互関係は大きく変化します(下層植物は絶対的な庇圧者から対等な競争相手になる)。ブナの若木は、背が低い間、すなわち下層植生の底で競争に勝ち目が無い間は、平べったい樹形をとっていました(写真1、図1)。それがじわじわと背が伸びて下層植生の高さに近づき競争に勝ち目が出てくるにつれ、すらりとした樹



写真1 ブナ林の下層植生に生きているブナの若木

下層植生の藪の底で耐える小サイズの個体（左の写真）と、成長して下層植生の高さに近づいた個体（右の写真）。下層植生は高さ1～2mにまで繁茂するシマザサを中心とし、そこに他の木本類が散在。

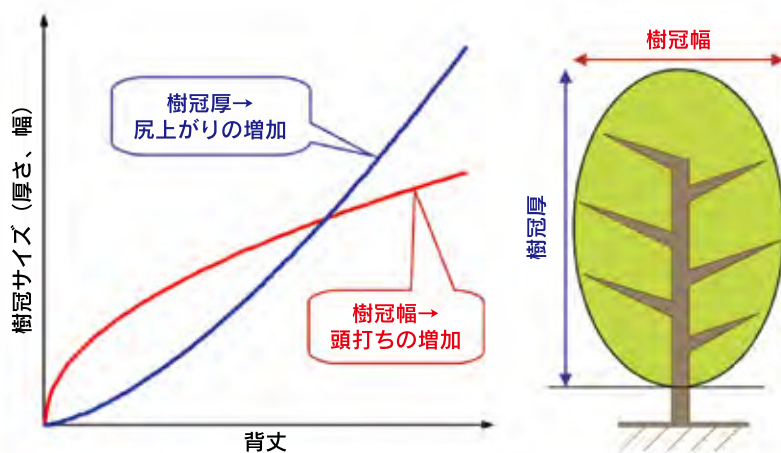
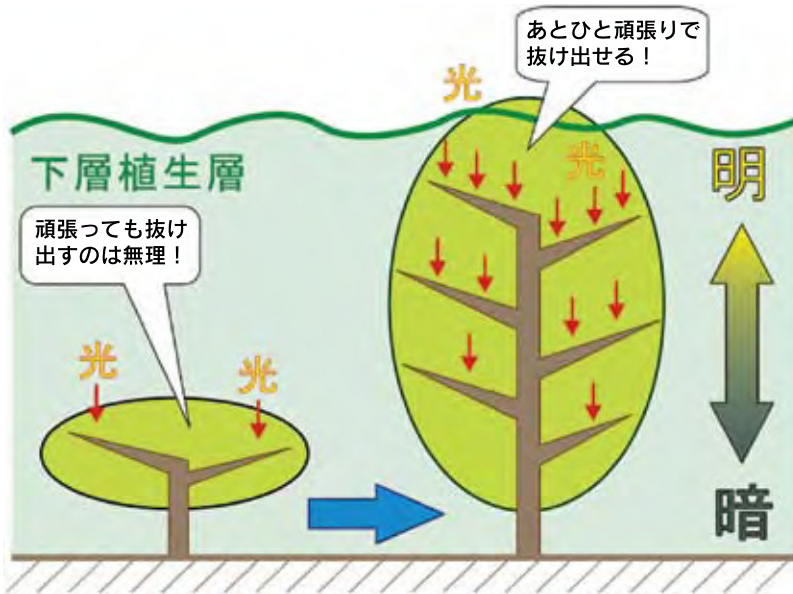


図1 成長にともなうブナ若木の樹形変化

ブナ若木の背丈と樹冠形状の関係（左図）。背が高くなるにつれて樹冠部分は大きくなるが、樹冠の厚さ（青）と幅（赤）とはそのパターンが異なる。その結果、樹冠形状は平たい形から縦に伸びたほっそりした形へと変化する。ここで、樹冠とは樹体の葉の着いた部分をさす。樹冠厚とは一番上の葉から一番下の葉までの垂直距離、樹冠幅とは樹冠の水平方向の長ささをさす（右図）。



成長にともなう戦略の変化

暗い環境に耐える平べったい樹形⇒暗い環境から抜け出すほっそりした樹形
・平たい樹形⇒葉の重なりを小さくできて暗いところで有利
・ほっそり樹形⇒背丈を稼げ、葉を何層にも着けられるので明るいところで有利

図2 ブナ若木の樹形変化が持つ生存戦略上の意義

形を持つようになっていました。平べったい樹形は葉同士が重ならず互いに影にならないようにできるので暗い光条件に耐えるのに適しています（図2）。すうりとした樹形は背丈を稼げるので、「攻め」に転じて周囲の藪から抜け出すのに有利です。葉の重なりは増えますが背が高くなって明るい場所に出た個体なら、多少影になった葉にも十分に光が当たります。葉は無駄にならず、個体が獲得する光の量を大きくするのに役立ちます。耐えるばかりでもなければ攻めるばかりでもない。

ブナの天然更新を成功させる技術を目指して

「人生」のステージに合わせて戦略を変えていくことで、彼らは下層植生との競争を生き抜いていました。

戦略の使い分け方は、成長ステージによって、また樹種によっても異なるに違いなく、これは樹木の「生き方」といってよいものです。樹形を読み解くことは、いわば、生態学的「聞き耳頭巾」で、色々な樹種の更新戦略の解

明に大いに役立つと考えられます。樹種の更新特性に関するこのような知見は、天然更新の成否や予測の判断材料になりますし、様々な山仕事の現場で出合う個々の局面においても私たちの判断の助けしてくれるに違いありません。（この研究の詳細については、Canadian Journal of Forest Research 39巻、1186-1196頁、2009年発行をご覧ください。）

研究の“森”から No.200

芽生えから大木まで 多種多様な樹木の呼吸を 一つの数式で表す新学説



森 茂太

(植物生態研究領域 チーム長)

樹木は光合成だけでなく呼吸もする

樹木(森林)が大気中の CO_2 を吸収することは、温暖化を緩和する働きとしてよく知られていますが、 CO_2 を放出していることもご存じでしょうか。樹木は、大気から取り入れた CO_2 と土壌中から吸い上げた水を用い、太陽からの光エネルギーによって炭水化物を生産します(光合成による CO_2 の「固定」)。この炭水化物は葉・幹や根など主に樹体を作りますが、一部は呼吸によってエネルギー源として消費され、再び CO_2 として大気に戻っていきます(呼吸による CO_2 の「放出」)。光合成による固定量と呼吸による放出量の差が吸収量(純固定量)で、それが蓄積することで、樹木は成長していきます。樹木全体の光合成量と呼吸量を求めるのは容易ではないため、一般に樹木や森林の CO_2 吸収量を推定するには成長量から推定されています。

樹木全体の呼吸測定の難しさを克服

樹木の光合成や呼吸の研究で常に問題になるのが、樹木が巨大なため、測定が難しいという点です。何故なら、光合成は葉のみでおこなわれるので、葉のサンプル

から光合成量を推定できますが、呼吸の場合は、枝の先から根まで木全体で呼吸し、しかも幹・葉・根のそれぞれの位置ごとに日当たりや温度が異なるからです。そのため、樹木全体の呼吸の実測は比較的小さな木に限られていました。このような難問解決のため、私たちは大木の根を含む樹木個体呼吸をそのまま全部「直接、正確に測定する方法」(写真1、2)を開発しました。この方法は、樹木全体を密封して温度を一定に保ちながら CO_2 濃度の変化を測定するものです。そして、熱帯・シベリアの森林生態系の CO_2 収支を解明するために、私たちはこの方法で樹木個体の呼吸を測定してきました。

樹木の呼吸からグローバルな生物学的法則の解明へ

私たちは成長に伴う呼吸量の変化を明らかにするために、熱帯・シベリアの樹木の芽生えから大木まで六三種の多種多様な二七一個体を調査し、世界的にも比類のない包括的なデータを得ました。その結果、単に呼吸量が分かっただけでなく生物学的法則に関する画期的な知見を得るに至りました。

その生物学的法則とは、「生物が大きく成長するとともに呼吸はどんな変化をするか?」というもので、このことをめぐり長年にわたるホットな論争が続いていました。これまで、マックス・クライバーの法則として樹木を含む生物個体の呼吸は重量の四分の三乗に比例する傾向があることが経験から知られていましたが、どうして四分の三乗に比例するのか、また、巨大な生物の呼吸データが少ないために、小さな個体から大きな個体

まで一貫して四分の三乗に比例するの不明でした。

私たちが収集した樹木呼吸のデータは、統一的な方法で得られた実生から大木まで重量で十億倍もの幅のあるもので、その法則性を世界で初めて検証することができたのです。その結果、大きな樹木ではマックス・スライバーの法則に従い呼吸は重量の四分の三乗に比例していました。しかし、樹木が小さくなるにつれてこの法則から徐々にはずれ、呼吸は重量比例へと変化していきまし。つまり、大木から芽生えまで、樹木個体呼吸は二つの異なる原理に導かれてシフトする二相変化すること明らかにしたのです(図1)。これは、従来の一相系のマックス・スライバー法則を包括する二相系の生物学的合理性の高い新事実でした。

芽生えから大木にかけて呼吸量が二相に変化する原因は、呼吸する生きた組織の占める割合が異なることにあります。すなわち、葉の割合が大きい芽生えでは、全体の組織が生きているので呼吸は重量比例します。しかし、大木個体全体では、幹中心部分で呼吸の低い死んだ組織の重さの占める割合が大きくなるため、個体重量当たりの呼吸は低くなります。つまり、「受光器官の葉」と「支持器官の幹、枝」との構成割合が重力などの物理環境で変化し、それが二相系の樹木個体呼吸の特性となっていると考えられました。この二相系モデルは生物個体呼吸を「物理化学的」に解明する糸口になる発見とFaculty 1000 Biology^(注)に選定されました。

本研究は科学技術研究費補助金基盤(B)「フルレンジ・スケールにおける根を含む個体呼吸の一般化

(平成一八(二〇) Grant-in-Aid 18380098等により行われ、論文はMor S. et al. (2010) アメリカ科学アカデミー紀要 107に発表されました。

(注)アクセス出版のBioMed Centralが提供する評価システムで、全世界の約四千名の研究者がFacultyメンバーとして毎月読んだ論文で優れたものを推薦します。



写真1 個体呼吸の測定

シベリア永久凍土地帯のカラマツ個体呼吸測定、装置の高さは約10m、シベリアのカラマツの成長は遅く、樹木の年齢は240年。現場では、電源確保が困難なため地下30cmにある「永久凍土」と「焚き火」を利用して装置内部の温度を制御しました。



写真2 大型個体呼吸の測定

大型樹木(高さ33m、直径1m)は写真1の装置に入らないので、切断して測定箱に入れて測定しました。素早く測定を行うことで切断による影響はありませんでした。

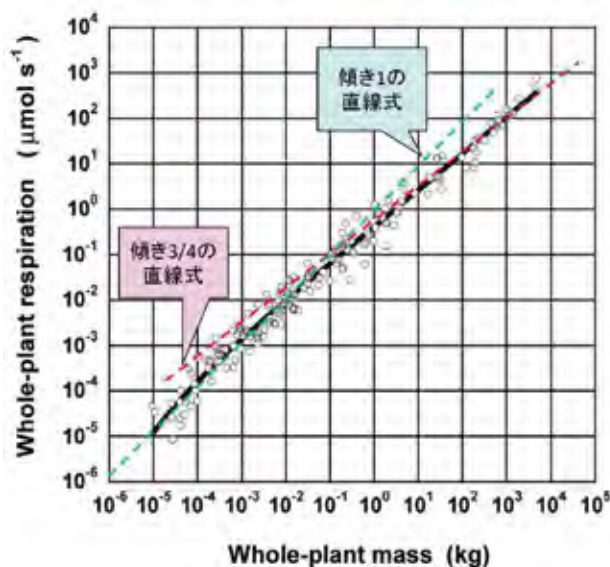


図1 根を含んだ個体重量(Whole plant mass)-全個体呼吸(Whole plant respiration)の関係

赤い破線がマックス・スライバーの法則を表す傾き3/4の直線式(単純べき関数)、青い破線が個体重量と呼吸が比例関係にあることを示す傾き1の直線式。傾きをそのままに直線を上下しても実測値に当てはまりません。私たちは、この2本の直線式を漸近線として統合する二相系の「曲線(混合べき乗式)」式(黒線)を新たに提案しました。

研究の“森”から No.201

人工林の間伐は 生物多様性を 短期的に高める



滝 久智

(森林昆虫研究領域 任期付研究員)

人工林の生物多様性と間伐

二〇一〇年一〇月に名古屋で生物多様性条約第十回締約国会議(COP10)が開催されるなど、生物多様性の保全の推進が世界的な関心を集めています。国際的には、森林消失による生物多様性の減少が報告されています。一方で、我が国は国土の約六八%を森林が占める森林国ですが、うち四二%が人工林です。人工林は天然林と比較して高木層が単純ですが、その面積の大きさからも生物多様性の保全と調和した、持続可能な人工林の管理が求められています。こうした手法の一つとして、代表的な施業であり、木材供給に寄与する

間伐が着目されています。

間伐すると、林床には植物が増え、生物多様性に良い影響を与えているようにみえます。実際はどうなのでしょうか。

スギ人工林で実際に検証

茨城県常陸太田市にて約二五年生の間伐したスギ人工林と間伐しなかったスギ人工林の生物を間伐一年後に比較しました(写真1)。下層植物ハナバチ類、チョウ類、ハナアブ類、カミキリムシ類を対象生物として調査しました。さらに、間伐の影響がいつまで続くかを明らかにするため、同じ調査地で三年後に比較しました。



写真1 間伐されなかった約25年生のスギ人工林(上)と間伐された約25年生のスギ人工林(間伐率:材積率で約30%、本数率で約50%)(下) 写真中に白く見えるのは昆虫採集用マレーストラップ。

間伐後の下層植物と昆虫の反応

調査の結果、植物では一年後、三年後ともに種構成が変わりましたが、種数や被度(地表面を被覆している面積)には大きな違いがありませんでした。一方、昆虫のハナバチ類、チョウ類、ハナアブ類、カミキリムシ類では、一年後は、すべてのグループで、間伐した林で種数が多く、また総個体数も多くなりました(図1)。ところ

が三年後にはハナバチ類を除く昆虫グループで種数には大きな違いがなくなり、カミキリムシ類では総個体数にも大きな違いはなくなりました(図1)。

間伐の効果とその活用

これらの結果から、一般的に間伐は植物の種構成に変化を与えること、一部の昆虫の種数や個体数を短期間に増加させる効果があることが明らかになりました。

た。

間伐の生物多様性に与える効果は短期的とはいえ、重要です。というのは、間伐は計画的に繰り返し実施されるからで、人工林地域において常に多様性の高い間伐林が存在することになるからです。生物多様性のためには天然林と人工林の適正配置だけでなく、間伐の適切な実施が望ましい管理手法となる場合があるでしょう。

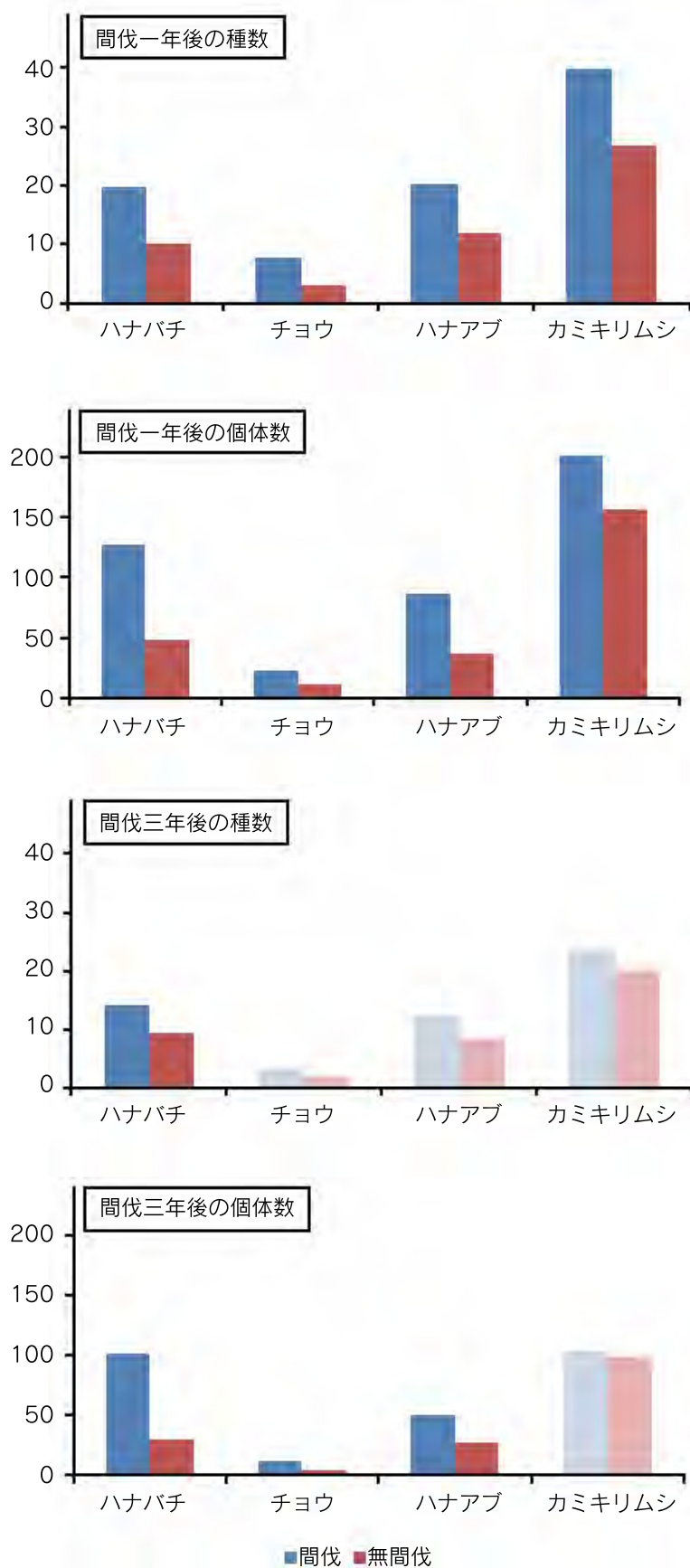


図1 間伐一年後と三年後に採集された昆虫(ハナバチ類・チョウ類・ハナアブ類・カミキリムシ類)の種数と個体数
図中の色の濃い箇所は統計的に間伐区の方が多かったと判定されたことを示す。

研究領域紹介

森林総研の22ある研究領域、推進拠点を順番に紹介しています

バイオマス化学研究領域

バイオマス化学研究領域では、木材を構成する成分である、セルロース、リグニン、抽出成分などを分離精製し、それぞれの特長を生かしながら有用な製品を作り出す素材にしていく技術に関する研究開発を行なっています。

ここでは現在進めている研究開発の中から、代表的な二つを取り上げてご紹介しましょう。

一つ目は、木材の二〇～三〇%を占める芳香族の天然高分子化合物であるリグニンの素材化です。リグニンにはこれまで余り有効な利用法がありませんでした。領域では、リグニンを熱処理し、紡糸工程と炭素化を経ることにより、炭素繊維を製造する技術を開発しています(写真一)。

もう一つは樹木に含まれている香り成分である精油の利用です。この香り成分には、鎮静作用などの癒しの効果に加え、抗菌、防虫、有害物質の除去など、様々な機能があります。これを利用して、空気質を改善し、快適な生活環境を作り出すための研究に取り組んでいます(写真二)。

このようにこれまでは石油

など化石資源を原料として

いた材料やエネルギーを、木

材という再生可能なバイオマ

ス資源から製造するための

技術開発に取り組んでいます

です。工場廃材や林地残材など

現状では未利用の木質バイ

オマスを余すところ無く利用

する技術開発を通じて「持続

可能な社会の実現」を目指し

ています。



写真1 炭素繊維調製のために溶融紡糸したリグニン（左は原料粉末）



写真2 原料のスギ葉と抽出した精油

きのこ・微生物研究領域

きのこ・微生物研究領域では、森林などの自然界に存在する多様な菌類の中で、有用なきのこの開発改良や微生物分解を利用した木材由来の工業用素材の開発などを進めています。

健康食品としての期待が高まっているきのこの生産額は、今日、林業総生産額の過半を占めるまでになっていますが、さらなる消費の拡大につながる新品種、栽培法の開発が求められています。また、食の安全・安心に対する国民の強い要望に応え、輸入きのこの安全性や産地偽装の問題を解決するための研究や日本の知的財産である優良な菌種の育成者権を確保するための研究が求められています。こうした要請に応えて、きのこが持つ薬用成分などを強化したきのこの開発、シイタケの品種やマツタケの原産国の判別、きのこの成長に関わる遺伝子の特定等に力を入れて開発を進めています。最近では、シイタケゲノムの解読(本号特集、一〇頁)やきのこの病害菌とウイルスの検出方法の開発(図一)などの成果を挙げています。

また、木材成分が微生物によって分解される仕組みや分解する酵素を利用した有用素材の開発に関する研究も行っています。酵素の力で効率的に木質バイオエタノールやバイオプラスチックを生産することや、グリーンケミストリーと呼ばれる、環境低負荷型のセルロースナノファイバーを生産することに取り組んでいます。最近では、それまで有効利用できなかった木質成分のリグニンから工業用素材に効率的に変換する技術開発(図二)を進めました。

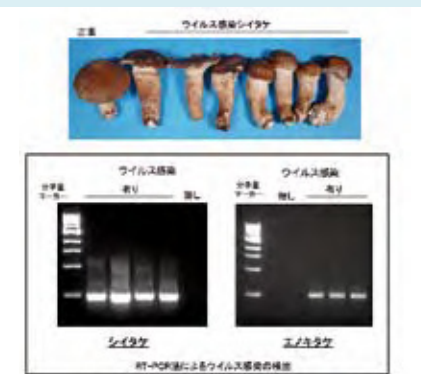


図1 栽培きのこのウイルス検出方法

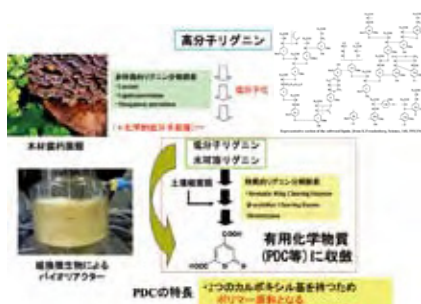


図2 微生物の能力を活用した木質成分から化学工業素材への変換技術

森林（もり）を創り活かす

崩れにくい作業道の整備を目指して

相原 政行 森林農地整備センター森林事業課長

森林農地整備センターでは、都市用水の水源に当たる奥地水源地域で、無立木地など水源かん養機能が低下している民有保安林を整備する『水源林造成事業』を進めています。

この事業は、長期の契約により、土地所有者や林業事業体と役割分担して共同で水源林を整備するものであり、所有者が自ら整備することが困難な水源の森に期待されている公益的機能を確保していく、まさに「公的なセーフティネット」と言えるものです。

事業の対象地は、奥地で急峻な箇所が多いため、間伐等の森林整備に不可欠な作業道をどのように整備していくかが課題になっていました。センターでは、急傾斜地での、崩れにくい作業道の効率的な整備に平成二年からいち早く取り組み、「急傾斜地の路網マニュアル」の著者で大阪府の指導林家である大橋慶三郎氏と京都大学教授神崎康二氏が提唱された「無崩壊作業道」森林に優しい作業道」の考え方を積極的に導入しました。平成二二年度末時点で、開設延長は実に二、二万kmに達しています。

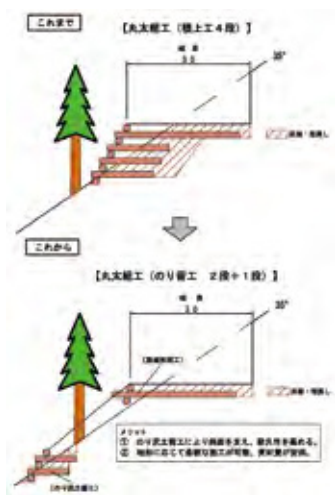
これまで進めてきた「丸太組工法」は、山側の切取り高さを低く抑えて掘削土量を減少させるとともに、谷側に張り出す盛土部分を丸太組（一定の長さの丸太を縦横に組合せ、その交差する位置に孔を開け、異形鉄筋を打ち込み固定したもの）により補強するものです。路面の洗掘を避ける水の処理にも配慮するなど、崩れにくい作業道になるよう工夫を重ね

てきました。この工法によって、急峻な箇所でも作業道開設が可能になり、林内へのアクセスが容易になるとともに、間伐材の搬出作業が効率化されています。

さらに、昨年度末からは、より崩れにくい作業道とするために丸太組工法を改良し、これまでの丸太を数段積み上げる「積上工」から、斜面下端に丸太組を数段設置する「のり留土留工」と路肩に丸太組を設置する「路面処理工」を併用した「のり留工」を主体に施工していくことにしています（図参照）。のり留工は、積上工に比べ、①丸太組を設置するために土砂を掘削し、埋戻す二連の作業に伴う土砂の移動量が少なく済み、盛土の下端に設置するのり留土留工によつて斜面を支えることから、道の耐久性と安全性を高めることが期待できます。また、②地形に応じて柔軟な施工が可能であり、かつ、③資材費が安価である等のメリットがあります。

このように、のり留工による丸太組工法は、崩れにくく簡易で、自然にもやさしい施工法と考えられます。現在、農林水産省が進められている森林・林業再生プラン

○丸太組工法の改良（積上工→のり留工）
（地山傾斜35° の場合）



○丸太組工（積上工）により設置した作業道



○丸太組工（のり留工）により設置した作業道

の具体化の中で簡易で耐久性のある作業路網の整備が課題となっています。丸太組工法は、路網の整備を推進する一手法として急傾斜地等での活用が期待されます。センターでは、路網整備について研究者との連携を深めつつ地域林業の再生にも貢献できるよう、地域の森林・林業関係者に広く参加を呼びかけて丸太組工法の現地検討会を開催するなど、その普及に努めています。



写真1 カワラタケの子実体(きのこ)
写真提供: 森林総研 服部 力

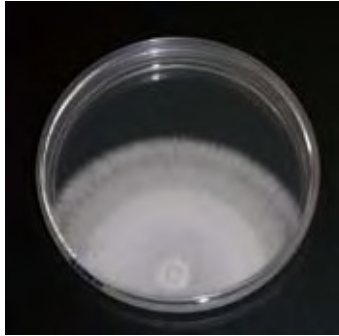


写真2 カワラタケの菌糸

カワラタケ

Trametes versicolor

写真1のきのこが木の幹や切り株にびっしりと生えているのを見たことはありませんか。このきのこはカワラタケという菌が、より多くの子孫を増やすために作った組織です。このきのこを見つけたら、一つ剥がして裏側を見て下さい。そこには小さな穴が沢山あいているはずです。カワラタケはこの穴の中で胞子と呼ばれる細胞を作り放出しています。

カワラタケの胞子は大変小さく軽いので、風に乗って遠くまで飛んで行きます。生育に適した環境に落下した胞子は、そこで細胞分裂を繰り返して、糸状の菌糸(写真2)と呼ばれる構造になります。カワラタケの菌糸は写真の様な白い綺麗な色をしています。しかし、綺麗な色にだまされてはいけません。この菌には木材を速やかに分解するという恐ろしい能力があるからです。では、その能力はどれほどなのでしょう。

その腐朽力を調べるためにおこなった、長さ10cmのスプルス材をカワラタケの菌糸の上に立て、重さの減り具合を確かめる実験では、木材の重さが六ヶ月で半分程度まで減ってしまうことが分かりました。腐朽材の軟X線写真(写真3)を撮影したところ、培地接触面の少し上が明るく写っていたことから、その部分で特に腐朽が進行していたことが分かりました。

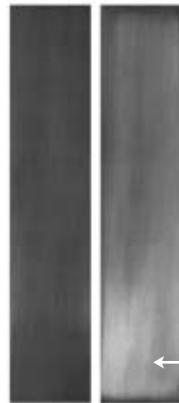
さて、木材を長期にわたって使用するためには、腐りやすい木材に保存処理を施し、木材腐朽菌の攻撃から木材を守る必要があります。その薬剤はカワラタケのように高い腐朽力を持つ菌に対しても効力を発揮しないといけません。そこで、日本工業規格や欧州規格、米国材料試験協会規格等ではカワラタケを防腐効力を確認するための標準菌に指定しています(写真4)。

桃原 郁夫

(木材改質研究領域 チーム長)

写真3 カワラタケで腐朽させたスプルス材の軟X線写真

左：腐朽開始から5週目
右：同、15週目
(写真提供：東京大学 前田啓氏)
説明：写真底面が菌糸接触面
5週目ではそれほど腐朽が進行していませんでしたが、15週目になると底面から少し上が激しく腐朽されていました。



菌糸接触面

← 激しく腐朽した部分



写真4 カワラタケを用いた木材保存剤の性能試験

アマゾンの熱帯雨林の炭素動態に関する国際共同研究を開始しました

左：アマゾナス州サンガブリエル付近の原生林

右：アマゾナス州マナウス付近の上空から見たリオネグロ川流域

石塚 森吉 研究コーディネータ(国際研究担当)

アマゾンの森林は現存する熱帯雨林の半分以上の面積を有し、炭素貯蔵量や純生産量が陸域生態系全体の約一〇％にも達するため、「地球の肺」とも呼ばれています。しかし、一九六〇年代以降森林減少が進み、とくに二〇〇〇～〇五年の間に一段と急速に減少したことから、世界自然保護基金(WWF)は気候変動枠組み条約COP13(二〇〇七年)の際に、「このままでは二〇三〇年までにアマゾンの熱帯雨林の最大六〇％が消滅または破壊され、世界各地に影響を及ぼす」と警告する報告書を発表しました。現在、「途上国の森林減少劣化に由来する排出削減(REDD)」への国際的な取り組みが盛り上がりを見せているのは、こうしたことが背景になっています。

このようにアマゾンの森林は世界が注目するところですが、その研究はこれまで欧米が中心であり、森林動態の計測技術の蓄積を有するわが国の貢献が求められていました。そのような折に、私たちと交流のある国立アマゾン研究所(INPA)のニロービク博士が中央アマゾンでの壮大な森林インベントリ調査を提唱したことから、ブラジル宇宙研究所(INPE)、東京大学生産技術研究所を交えて共同研究の立案を進め、本年五月、ローブラジル共同研究プロジェクト「アマゾンの森林における炭素動態の広域評価(略称CA DAF)」^(注)が立ち上がりました。

それまで、アマゾンの森林炭素量に関しては、米・ブラジルのチームによる地上部バイオマス推定の試みがありました(二〇〇七年)。しかし、その数百点の地上データは様々な論文から寄せ集めたもので、しかも調査プロットの多くは〇.一haと小さく、調査年も調査方法も統一されていませんでした。



写真1 森林インベントリに使用するポート



写真2 森林インベントリを実施する地域(左図の■)と設置したプロットの位置(右図のピン)



写真3 根のバイオマス調査(サンガブリエル)

また、中央アマゾンには道路が無いために、地上データの空白地帯になっていました。

このため、本プロジェクトでは、三階建てのポートに総勢約二〇名が乗り込み(写真1)、中央アマゾンの二六地域に〇.二五haのプロットをおよそ百ヶ所設置(写真2)として、三～六年間隔で地上部の成長量などを測定することになっています。総プロット数は千を超えますが、既に七～八割のプロットが設置済みなので、本プロジェクトでは二回目の調査を中心に進めます。また、地下部を含めたバイオマス調査も、これまでに実施した三ヶ所に加えて、本年八月に最奥のサンガブリエル地域で調査を行いました(写真3)。これらをもとに、アマゾンのほぼ全域を対象にしたバイオマス推定式(地下部を含む)を開発します。そして、この膨大な地上データを航空機搭載ライダーやALOS衛星等の合成開口レーダの観測データとリンクさせて、アマゾンの炭素動態の広域推定を目指すことにしています(東大、INPEと共同)。

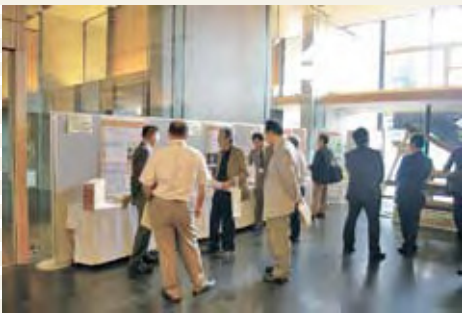
(注) 科学技術振興機構(JST)と国際協力機構(JICA)が共同実施する地球規模課題対応国際科学技術協力事業の四年間のプロジェクト

平成三十二年度公開講演会＋オープンラボ開催

一〇月二日、三日の二日間、「イノベーションでリードする木材需要の創出ー国産材・木質バイオマス利用拡大戦略のための研究開発ー」と題し、木材会館（東京都江東区新木場）において平成三十二年度公開講演会＋オープンラボを開催しました。

公開講演会は、毎年一般の方に森林総合研究所の研究成果を紹介する目的で開催しているもので、今年度は木材利用の推進における課題や最新の研究成果を発表したほか、林野庁木材産業課長から木材利用の技術開発研究への期待について講演頂きました。オープンラボでは、共同研究等による産学官連携を目指し、研究開発成果や研究リソースを展示パネルや展示品、セミナー等で分かりやすくご紹介しました。

会場には、一般や木材業界の方々をはじめ、研究機関、報道関係、行政関係など二日間延べ四〇〇名を超える方々にお越し頂きました。



シンポジウム

「清流四万十川の水源の森林づくりーかけがえのない清流を守るためにー」開催

一〇月三〇日（土）高知商工会館（高知市）において、「清流四万十川の水源の森林づくりーかけがえのない清流を守るためにー」と題するシンポジウムを開催しました。森林農地整備センター高知水源林整備事務所が、「日本最後の清流」四万十川の地質的特徴や歴史、地域の伝統文化を紹介し、地域住民に親しまれてきたことや流域の水源林造成事業が森林の公益的機能の発揮や地域の雇用・経済に役立ってきたことを報告しました。また、共催した四国森林管理局、梶原町、梶原町森林組合、NGOよみがえれ四万十源流の会、四万十高等学校が、産学官それぞれの立場から四万十川を守るための取組みを紹介しました。最後に、森林総研四国支所が水源林の多様な機能を解説し、それを維持するには、関係者が協議、検討、実践していくことが重要であることを説明しました。参加した約三百人の方々に、四万十川の清流を守って行くことの大切さや水源の森林づくりに対する認識を深めていただくことができました。



木材自給率五〇％を達成するための課題と方策

ー森林・林業再生プランの実現に向けてー

木材自給率五〇％を達成するための課題と方策を考えるシンポジウム（主催 NPO 法人の木、後援（独）森林総合研究所、（社）日本木材学会、森林木材・環境アカデミー）が開催されます。木材自給率五〇％を達成するための課題と方策を様々な立場から講演していただきます。また、才の木理事長 川井秀一氏がモデレータを務めるパネルディスカッションも行われます。

【講演】

森林・林業再生プラン

ー国産材の加工流通利用検討委員会の概要ー

原木の安定供給に向けて（東京大学 井上雅文氏）

素材流通・木材加工の現場から（東京大学 丹下健氏）

住宅産業から見た木材調達の現場から（有限会社マルヒ製材 日當和孝氏）

（住友林業筑波研究所 梅咲直照氏）

日時：平成三十二年一月一九日（水）

会場：東京大学弥生講堂アネックス

参加費：無料（要 申込） 定員：八〇名

詳しいことやお申し込みは、NPO 法人の木事務局

電話・FAX：〇三三三八二二一五六七

E-mail：info@sainoki.org

HP：http://www.sainoki.org



森林総合研究所では、関係する研究を行っている大学・研究機関と研究協力関係の一層の推進を図るため、連携・協力に関する協定書を取り交わしました。

研究者の交流を積極的に推進するため、東京大学大学院農学生命科学研究科と協定書を取り交わしたのを皮切りに、独立行政法人建築研究所とは「木質資源を活用した次世代住宅・構造物」に関する研究分野について、さらに独立行政法人理化学研究所とは「樹木などの植物ゲノム科学及びバイオテクノロジー」に関する研究分野について、それぞれ協定書を取り交わして、密接な協力関係のもと研究推進に努めています。

研究に関する連携・協力の推進
—東京大学大学院、(独)建築研究所、および(独)理化学研究所と連携・協力に関する協定書に署名—



森林総合研究所では、関係する研究を行っている大学・研究機関と研究協力関係の一層の推進を図るため、連携・協力に関する協定書を取り交わしました。

研究者の交流を積極的に推進するため、東京大学大学院農学生命科学研究科と協定書を取り交わしたのを皮切りに、独立行政法人建築研究所とは「木質資源を活用した次世代住宅・構造物」に関する研究分野について、さらに独立行政法人理化学研究所とは「樹木などの植物ゲノム科学及びバイオテクノロジー」に関する研究分野について、それぞれ協定書を取り交わして、密接な協力関係のもと研究推進に努めています。

森林総合研究所研究報告



Vol.9-No.3 (通巻416号)
2010年9月発行

● 論文

四国のヒノキ人工林において台風が落葉動態に及ぼす影響(英文)
稲垣 善之・倉本 恵生・深田 英久

● 短報

各種光子センサーの特性比較(英文)
溝口 康子・大谷 義一・青島 武・平方 宏治・

油田 さと子・高梨 聡・岩田 拓記・

中井 裕一郎

ブナシメジ子実体を食害するキノコバエ

末吉 昌宏

● 研究資料

ベイヒバ製材品の強度性能—曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込み—

井道 裕史・長尾 博文・加藤 英雄



編集後記

日も大分短くなり気温も急激に下がってきました。10月には生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)が名古屋で開催され、生物多様性の保全に各国の関心が高まっています。生物資源の経済的価値やその分配についての議論ばかりが目立ってしまったような感がありましたが、貴重な生物や生物の遺伝子資源を守ろうということには、誰も異論がないと思います。ワトソン、クリックらによるDNAの二重らせんの構造が提唱されてから60年近く経ちましたが、その間、遺伝子に関する研究の発展はめざましいものがあります。今回は、樹木やきのこの遺伝子の解析や遺伝子組換えについて特集しました。生物多様性や貴重な遺伝子資源を守るためには、多様な生き物が生存するための場所としての森林の適切な保全が必要です。これからも、森林について幅広く理解していただける広報誌作りに努めてまいります。(企画部 研究情報科 荒木誠)

編集委員:藤田和幸 市田憲(認定NPO法人 才の木) 荒木誠 浪岡保男 飯塚淳 藤枝基久 川崎達郎 篠宮佳樹 佐々木達也 安部久 石崎涼子

(表紙の写真) 上からネズミサシ、ケヤキ、ハウチワカエデ(誌名の背景)キリの木目

(裏表紙の写真) クロガネモチ:モチノキ科モチノキ属の常緑高木。花期は5~6月頃。冬期に赤い実をたくさんつける。若い枝や葉の軸が黒紫色を帯びるのでクロガネ(黒鉄)の名がついたと言われる。庭木や街路樹、公園樹として植えらる。



「クロガネモチ」 *Ilex rotunda* Thunb.

季刊 森林総研 Vol.11

独立行政法人 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
TEL.029-829-8134
FAX.029-873-0844
URL <http://www.ffpri.affrc.go.jp/>

2010(平成22)年11月30日発行
編集：独立行政法人 森林総合研究所 広報誌編集委員会
発行：独立行政法人 森林総合研究所 企画部研究情報科
※本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。