

季刊 森林総研 創刊号

特集

木質バイオマスの利活用

育てて、収穫して、地域で使う

研究の“森”から

No.171

日本の森の土は
メタンをたくさん食べる



独立行政法人
森林総合研究所



「ヤマボウシ」 *Benthamidia japonica*

季刊 森林総研 Vol.1

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/>

2008年5月31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。

目次

巻頭言

◆創刊にあたって

1

研究所の紹介

◆組織概要 ◆ミSSIONステートメント
◆森林総研ネットワーク

2

特集

◆木質バイオマスの利活用

6

研究の”森”から

◆日本の森の土はメタンをたくさん食べる

12

全国巡り

◆多摩森林科学園
◆林木育種センター

14

研究領域巡り

◆植物生態研究領域
◆温暖化対応推進拠点

15

海外事情

◆インドネシアの大規模産業植林地

16

「これがお宝」

◆屋久杉

17

生き物通信

◆エドヒガン
◆ウスバシロチョウ

18

何でも報告コーナー

◆IPCCのノーベル平和賞受賞に
森林総合研究所研究職員が貢献
◆「もりの展示ルーム」
夏休み特別公開のお知らせ
◆平成20年度一般公開開催される
◆森林総合研究所研究報告刊行

20

巻頭言

創刊にあたって

森林総合研究所は、林業試験場を改組して二〇年、その後独立行政法人へ移行して七年が経過しました。前年度末に緑資源機構法を廃止する法律が成立し、水源林造成、特定中山間保全整備、農用地総合整備の三事業が所要の経過措置として研究所に承継されました。前者の事業は平成二二年度に設立予定の独法に移管する予定で、後者の事業はそれぞれ平成二五年度、平成二四年度に実施事業が完了すると廃止されます。研究所の研究開発独法としてのスタンスは従前と変わりありませんが、新たに五七四名の役職員を迎えて森林農地整備センターが発足しました。

振り返ると平成一九年度は激動の年でした。五月の長期戦略指針「イノベーション²⁵」では未来に向けての高い目標設定を、十二月の独法整理合理化計画では研究の推進における関係機関との連携と役割の徹底を、そして研究課題の重点化が求められました。現在検討されている研究開発力強化法案でも、国家戦略の明確な反映と研究成果の実用化の促進、さらに優秀な人材の確保と流動化が求められています。

二〇世紀には林業・林学ということばで語られていた森林研究は、森林のもつ多面的な機能の発揮を重視する森林科学ということばですっかり語られるようになりました。元来、森林科学の根幹は、森林を知り、造り、そしてその機能の発揮と、再生可能な資源の持続可能性の追求です。細分化された知から知の総合が標榜されて、まさに科学のための科学から社会のための科学へと取り組みの舵が取られています。

森林総合研究所は筑波研究学園都市に移転して三〇年、節目の年を迎えて新しい広報誌が創刊されます。国民の負託に応える研究開発という目標に向かって気持ちを新たにしたいと思います。



理事長 鈴木 和夫

● ミッション ステートメント ●

Mission

研究所の存在意義

森林・林業・木材産業に係わる研究を通じて、
豊かで多様な森林の恵みを生かした循環型社会の
形成に努め、人類の持続可能な発展に寄与します

Vision

ミッションを果たすための研究所のあるべき姿

日本の将来にとって、なくてはならない
先導的研究機関となることを目指します

Task

ミッションを実現するための具体的役割

1. 科学技術の発展に寄与します
2. 行政施策の推進に寄与します
3. 社会活動の活性化に寄与します
4. 国際協力の推進に寄与します

● 独立行政法人森林総合研究所の概要 ●

森

林は日本の国土の約七割を占め、私たちの生活に大きくかかわっています。森林総合研究所はつくばの本所を中心に、北海道から九州、沖縄までの支所、育種場などの全国的なネットワークを通じて、北の亜寒帯林から温帯林、暖帯林、そして南の亜熱帯林まで日本の森林を様々な角度から研究しています。また、林木の優良品種の開発普及を行う林木育種事業などを行っています。さらに熱帯林などを対象とした海外での研究も活発に行っており、地球規模での森林の研究に重要な役割を果たしています。

森林総合研究所の歴史は古く、明治三八年に農商務省山林局林業試験所として発足したのが始まりです。その後林業試験場時代を経て、昭和六三年に名称を森林総合研究所に変更しました。一方、昭和三二年から林野庁に設置された林木育種場は、その後林木育種センターを中心とする組織となり、平成三年には研究所、林木育種センターともに独立行政法人となりました。平成一九年に両組織が統合され、独立行政法人森林総合研究所となり、我が国最大の森林・林業・木材産業に係わる研究機関となっています。

森林総合研究所は、現在平成一八年度から平成二二年度までの中期計画により研究や事業を進めています。この中期計画では研究分野の重点課題として、開発研究では「地球温暖化対策に向けた研究」、

林と木材による安全・安心・快適な生活環境の創出に向けた研究」、「社会情勢変化に対応した新たな林業・木材利用に関する研究」を進め、基礎研究では「新素材開発に向けた森林生物資源の機能解明」、「森林生態系の構造と機能の解明」の研究を進めています。林木育種分野では花粉症対策に有効な品種の開発などを行う「林木の優良な新品種の開発」や「林木遺伝資源の収集・保存」などを進めています。

また、森林総合研究所は、研究所の存在意義を明確にしたミッションステートメントを発表していますが、本年一月このミッションを達成するために必要な研究開発の長期ロードマップ^{2050年の森}を公表しました。このロードマップでは、研究・技術開発を「水を育み国土を守る」、「自然環境との共生を図る」、「資源を循環利用する」、「森林の多面的機能の発揮」の四つの分野に分けて研究課題とその要素技術を示し、未来の森について考えていくこととしています。

なお、本年四月には旧緑資源機構で実施していた、森林が有する水源かん養機能の回復や高度発揮に役立つ水源林造成事業、農村の基盤整備を担う農用地総合整備事業などを承継実施する森林農地整備センターが森林総合研究所に新たに加わりました。



Forestry
& Forest
Products
Research
Institute

⑥ 林木育種センター（日立市） 森林バイオ研究センター

森林の保全や整備に必要な林木の優良な種苗を確保するため、成長、材質、病虫害抵抗性などの遺伝的に優れた品種を開発するとともに、開発した品種の苗（原種）の増殖・配布を行っています。また、絶滅の危機に瀕している樹種や天然記念物等の林木遺伝資源の収集・保存にも取り組んでいます。

⑦ 北海道育種場（江別市）

北方系樹種であるトドマツ、エゾマツなどの針葉樹やミズナラ、ウダイカンバなどの広葉樹をおもな対象に、林木の新品種を開発しています。また、ジーンバンク事業として、国内最大の天然林を擁する北海道で、絶滅のおそれのある樹種や巨木・名木をはじめ、さまざまな森林構成樹種を収集・保存しています。

⑧ 東北育種場（岩手郡滝沢村）

東北育種場では、ブナ、スギ、ヒバ、アカマツ等の植栽木の遺伝資源について探索・収集等を行い、それをもとに雪による根曲がりが少ない品種、成長や材質が優れた品種等、東北地域で求められる品種の研究・開発を行っています。

⑨ 関西育種場（勝田郡勝央町）

成長、材質に優れたスギやヒノキ、ハチカミの原因となるスギカミキリに抵抗性のあるスギや松枯れの原因となるマツノザイセンチュウに抵抗性のあるマツ等の品種を開発しています。また、四国の魚梁瀬地方と紀伊半島の一部にのみ分布する「トガサワラ」の保全のための研究にも取り組んでいます。

⑩ 九州育種場（合志市）

九州育種場では、マツノザイセンチュウに対して抵抗性の高いマツや、成長・形質の優れたスギ・ヒノキ等の重要な樹種の育種をおこなっています。また、天然記念物や希少種の収集・保存などを行っています。



⑪ 森林総合研究所（つくば市）

森林総合研究所では、わが国国土の7割を占める森林や木材などをさまざまな角度から研究するため、植物生態など20の研究領域と国際連携および温暖化対応の2つの推進拠点を設け研究プロジェクトを進めています。また、海外機関とも連携しながら、地球温暖化対策など海外での森林研究にも取り組んでいます。



⑬ 森林農地整備センター（川崎市）

森林農地整備センターでは、森林や農用地の有する公益的機能の維持増進、農林業の振興に寄与するために水源林造成事業、特定中山間地保全整備事業、農用地総合整備事業などを実施しています。

東北北海道整備局（仙台市）
関東整備局（東京都）
中部整備局（名古屋市）
近畿北陸整備局（大阪市）
中国四国整備局（岡山市）
九州整備局（福岡市）

全国に広がる 森林総研 ネットワーク



⑫ 多摩森林科学園（八王子市）

多摩森林科学園では、森林環境教育の場における動植物の多様性保存・生態系の役割解明の研究を進めながら、都市近郊の貴重な自然を守っています。また、森林総合研究所における研究成果の普及・広報という役割も担っています。



① 北海道支所（札幌市）

北海道の森林面積の3分の2は針広混交林を主とした天然林で占められており、人工林もトドマツやアカエゾマツなど本州と異なった樹種で構成されています。北海道支所では、こうした北海道特有の森林の多様性を保全し、将来にわたって持続的に維持管理するための研究を進めています。

② 東北支所（盛岡市）

東北地域の森林は日本海側の多雪、太平洋側の寒冷気候に影響されながら人間の営みと深く関わってきました。東北支所では森林の持続的管理、さらに地域の活性化、環境問題、人と森とのふれあいなどへの貢献をめざし、研究を進めています。

③ 関西支所（京都市）

近畿・中国から北陸地方にかけては古くから都市化が進んだため、有名林業地が発達した一方、森林の劣化や断片化が進行してきました。関西支所は、里山および都市近郊林をおもな対象として森林の総合的管理手法の開発を目指し、風致形成、環境保全、生物多様性保全などの高度機能発揮のための研究を行っています。

④ 四国支所（高知市）

四国の森林は、急傾斜地が多いうえ台風や豪雨にたびたび見舞われる厳しい自然環境のもとにあります。また、スギやヒノキの人工林が高い割合を占めています。四国支所では、このような厳しい自然環境下で、人工林資源を有効利用する新たな施業方法や森林の水土保全機能にかかわる研究に取り組んでいます。

⑤ 九州支所（熊本市）

南北に1,100km以上の広がりを持つ九州・沖縄地域には、暖温帯～亜熱帯の様々な樹木や生物が分布しています。九州支所では、これらの多様な森林の持続的活用と生物多様性の保全をめざし、山村地域の経済振興に向けたスギ等の膨大な人工林資源の活用と南西諸島における貴重な野生生物の保全を重点に研究を行っています。

木質バイオマスの 利活用

育てて、収穫して、地域で使う

はじめに

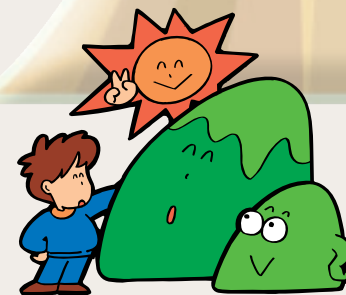


山本 幸一
(研究コーディネータ
木質バイオマス利用研究担当)

最近、日本でも大風や大雨などの激しい天気が多くなったと多くの人が感じています。テレビ・新聞でも、地球温暖化に起因して私達の想像を超える大変化が、近未来の二一世紀中におこることが、しばしば話題に上げられており、多くの人が将来に不安を感じ始めています。地球の気候変動を調べているIPCCと言う国際的な組織は、地球温暖化の責任はエネルギーを猛烈に使う私達人間の生活の仕方にあると警鐘を鳴らしています。地球温暖化問題に対して私達がどう向き合おうかを考え行動することは、今、もっとも大切なことでしょう。地球温暖化を止めることはすぐには出来ないことが解っていますが、大気中のCO₂増加を遅らせて、影響を少しでも減らすことは、私達にも出来ます。省エネは、すでに多くの人達が実践しています。これは、私たちが使う化石燃料エネルギーを少なくして空气中に排出されるCO₂の量を減らすことによります。



方法は他にもあります。それは、CO₂を吸収し光合成をしている植物体(木や草や海草など)と上手に付き合うことです。日本には、豊かな気候に育まれた素晴らしい森林が沢山あります。日本の森林全体では、一五億トンの炭素が樹木の中に蓄えられています。そして、これらの樹木は生長しているのです。毎年、毎年、空気中のCO₂を吸収して二千万トンの炭素を蓄え続けているのです。この蓄え続けた量だけを収穫し、森からの「恵み」として利用するのであれば、大気中のCO₂を増やすことにはなりません。カーボンニュートラルと言われる魔法のような仕組みなのです。木を生長の範囲内で上手に使うことは、地球温暖化を遅らせることに役立つということです。



木の毎年の生長分を利用して得られるエネルギー量は、日本のエネルギー使用量の三%にもなると試算されています。残念ながら、日本で使われる木の八割は輸入に頼り、森林が沢山あるにも関わらず国産は二割しかなく、たまたまですが毎年の生長分の二割程しか利用していないのです。

森林総合研究所では、私達が日本の森林から自然

の「恵み」をより多く受け取る仕組み、森林資源を化石資源代替として利活用するためのバイオマス研究を進めています。現在進めている研究には、バイオマス林を育てる技術、森林から丸太や枝葉(林地残材)を効率良く収集・運搬するシステム、木質バイオマスを地域で利用するシステム、木をチップやベレットにして利用する技術、木からバイオエタノール、バイオプラスチック、木とプラスチックの複合材料を製造する技術などがあります(写真1~4)。ここでは、①バイオマス林を育てる、②林業バイオマスの収集・運搬を低コスト化する、③木質バイオマスの地域利用を促進するの、三つに絞って説明します。木質バイオマスのいろいろな利用技術については、改めて特集を組みます。

森林総研で 現在進めている研究

- 1 バイオマス林を育てる技術
- 2 森林から丸太や枝葉(林地残材)を効率良く収集・運搬するシステム
- 3 木質バイオマスを地域で利用するシステム
- 4 木をチップやベレットにして利用する技術
- 5 木からバイオエタノール、バイオプラスチック、木とプラスチックの複合材料を製造する技術



写真1 オガコ(木粉)を固めて作った木質ベレット



写真2 パルプ(木からリグニンをのぞいたもの)がバイオエタノール原料



写真3 パルプからバイオエタノールを製造する実験装置



写真4 木質廃材と廃プラスチックを混ぜて作った植木ポット

1

バイオマス林を育てる



丸山 温
(北海道支所地域研究監)

バイオマスは、①廃棄物系バイオマス、②未利用バイオマス、③資源作物の三つに区分されます。現時点では①と②が主で、③の資源作物の利活用はほとんど見られません。木質バイオマスでは、廃棄物系バイオマスはすでに80%以上が利用されており、林地残材などの未利用バイオマスはその量は多いものの収穫・運搬コストに課題があります。そのため、将来的にバイオマス生産を拡大し安定供給するためには、未利用地や遊休地などを活用した新たな資源作物の作出が必要です。バイオマス林はその資源作物を生産するための手段の一つです。

バイオマス林は決して新しい概念ではありません。化石燃料が広く普及する以前の昭和三〇年頃までは、一般家庭で使われる熱源の大部分は薪や炭などの木質バイオマスに頼っていました。薪や炭を得るための林はその名の通り薪炭林と呼ばれ、人里近い山、いわゆる里山の至る所にこの薪炭林が広がっていました。余談ですが、近年問題になっている里山荒廃の原因の一つは、薪炭林としての利用が減って、伐

採など人の手が入らなくなったためだと言われています。

バイオマス林には、熱帯ではユーカリやアカシア、温帯ではヤナギやポプラなどの生長が著しく早い樹種が用いられています。成立の条件は、造成や収穫が容易で効率よく生産できコスト面で有利であること、繰り返し生産・収穫できる持続性を備えていること、周辺の環境（とくに流域の水質）に影響を及ぼさないこと等です。ここでは、ヤナギを取り上げて、森林総合研究所で取り組んできた研究の成果と実用化に向けた課題について解説します。

ヤナギは、国内の河川敷や耕作放棄地に広く生育していますが、これまでほとんど利用されていません。しかし、①挿し木が容易で、②生長が早く、③萌芽（切り株から出た芽が生長した木）の再生能力が旺盛、という優れた特徴を持っていることから、バイオマス資源として急速に注目を集めています。

①については、当年生の枝（その年に伸びた枝）から鉛筆程度の長さの挿し穂を採り、挿し付けておくだけで発根、発芽します（写真5）。挿し穂を採った個体の遺伝的性質をそのまま受け継ぐので、生長の優れた個体を選んで穂を採取することで生産力の向上を図れます。また萌芽の一年目と

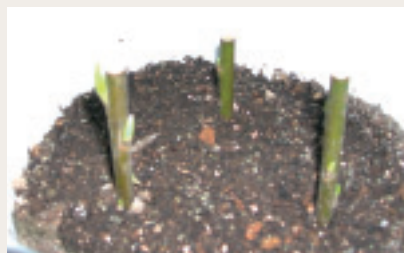


写真5 ポットに挿し付けた挿し穂が発芽してきた様子

三年目でクローン*1間の生長の良否に違いがないことがわかっており、短い期間で優良クローンを選抜することも可能です。

②については、これまでの研究から最大で年二五トン／ヘクタールもの潜在的生産力が確かめられています。日本の主な森林の生産力と比較しても、ヤナギの生長が優れていることがわかります（表1）。

表1.日本の森林タイプごとの地上部生産力 (ton/ha/年)	
亜寒帯針葉樹林	11.15 ± 3.75
冷温帯落葉広葉樹林	8.74 ± 3.47
温帯針葉樹林	14.25 ± 5.78
暖温帯常緑広葉樹林	20.65 ± 3.75
エゾノキヌヤナギ*	21.3 / 25.0
※エゾノキヌヤナギ選抜クローン3年生時平均/最大 エゾノキヌヤナギ以外はKira1976による	

③については、切り株から萌芽して速やかに再生するので、収穫した後に再造林する必要がありません。写真6はエゾノキヌヤナギで、春に地上部を収穫したあとに萌芽したものが一夏で樹高3m程度に成長しています。この株は、挿し付け後一二年を経過したもので、その間五〜六回地上部を収穫しており、繰り返し収穫・再生が可能ながわかります。

以上のように、ヤナギの樹種特性については一定の研究成果が得られています。しかしこれらは苗畑



写真6 ヤナギ萌芽1年生時の様子。
元の株は挿し付け後12年目

のような最適な条件下で栽培した場合のもので、実用化のためには植栽地に応じた栽培技術、低コスト収穫技術などを開発する必要があります。そこで森林総合研究所では、一〜三年程度で繰り返し収穫する超短伐期栽培システムの確立を目的とする研究を、平成二〇年度より三年間の予定で行います。

植栽場所として北海道の下川町を選びました。北海道には広大な遊休地や緩傾斜の山林などバイオマス生産に適した場が広く存在しています。また下川町は長年にわたり森林資源の造成に努め、林業・林産業を地域活性化の柱として、持続可能な森林共生社会を目指した活動を展開し、既にチップやペレット、木炭など木質バイオマス利用の実用化が進んでいます。本研究によりヤナギの栽培を実用化することで、ヤナギを核とする地域木質バイオマス利用システムの基礎を築き、将来的な低炭素・循環型バイオマス・タウンの実現を加速させたいと考えています。

（*1親と同じ性質を受け継いだ木。挿し木、萌芽、組織培養により得られる。）

②

林業バイオマスの収集 運搬を低コスト化する



陣川 雅樹
(林業工学研究領域チーム長)

バイオマス利用拡大の観点から、丸太を収集した後に森林内に残される端材や枝葉などの林地残材（林業バイオマス、写真7）に注目が寄せられています。収集・運搬のコストが割高となることから、ほとんど利用されていません。これら林業バイオマスをい



写真7 プロセッサによる造材時に発生した林地残材



写真8 チッパー機能の付いた北欧の大きな林業機械



図1 林業作業の方法

かに安く、安定的にプラントへ供給できるかが大きな課題となっています。林業の進んだ北欧では、チッパー機能の付いた大きな車両（写真8）で丸太までも粉碎し、大型トラクターでプラントまで運搬する方法が主流であり、収集・運搬コストは四、〇〇〇円／トン程度です。北欧では、地形が緩やかで林業機械が林内へ容易に入ることができ、特別な道を作る必要もありません。ところが、急峻な山岳地形の多い日本では、機械が林内に入るためには道が必要であり、小形の機械を使って行っているのが現状です。

日本の林業作業（伐採した立木を集めて収穫する）の方法には、全木集材、全幹集材、短幹集材の三つがあります（図1）。全木集材は、伐採した立木を枝や葉が付いたそのままの形状で道端（土場）まで集

め、丸太とそれ以外（林地残材）に分けて収穫する方法、全幹集材は、林内で枝葉を切り落とし幹だけ集める方法、短幹集材は、林内で枝葉を落とし、丸太の形状に玉切りして集める方法です。全幹集材や短幹集材では、丸太を集めるという点では合理的ですが、林内に残された端材や枝葉は薄く広く散ばっているため、これを集めようとすると丸太を集める以上のコストと手間が必要となってしまいます。近年は、作業能率の高い高性能林業機械と呼ばれる車両系の機械が導入され、林道など道の整備も進められていますが、形が不揃いでかさ張る林業バイオマスを広い林内から集める作業では、能率の高い機械を使っても二割程度の性能しか発揮できません。収集・運搬のためのコストも四〜五倍かかってしまうため、全幹集材や短幹集材の現場で林業バイオマスを収穫することは現実的ではありません。バイオマス利用を考えると、大量の林地残材が一箇所の土場に発生する全木集材が好都合です。

森林総合研究所では、高性能林業機械の中で今もっとも現場に普及しているスイングヤーダ、プロセッサ、フォワーダを組み合わせた全木集材で丸太を収集・運搬するシステムについて、機械毎の作業能率の違いに着目しました。例えば、間伐材を収集・運搬する場合に、それぞれの作業時間を異なる機械の間で比較すると、作業能率の高いプロセッサには余裕時間が発生します。この余裕時間を使ってバイオマスを集めるという発想です。もう一つは、フォワーダの荷台にあり（ダンパーの荷台についている

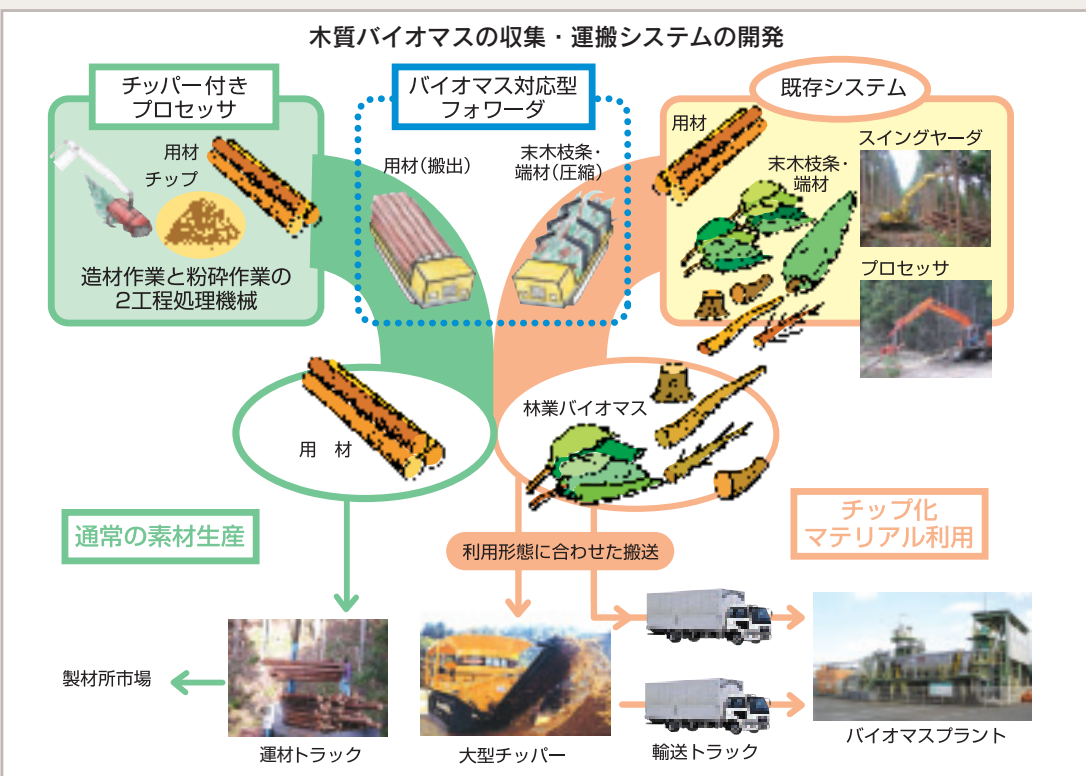


図2 森林総研での研究開発の取り組み

杵）を付け、枝葉を積み込んだ後にあおりを閉じて圧縮し、積載能力を高める方法です。これらの新しい機械の開発・改良を進めると同時に、これらの機

械を組み込みながら、丸太と林業バイオマスを同時に収集・運搬することができる作業システムの開発を行っています（図2）。

林業バイオマスを効率的に低コストで収集・運搬するためには、ハードウェアだけではなくソフトウェアの開発も必要です。すなわち、必要なもの（丸太）だけを集めようとしてきたこれまでの作業方法を、丸太だけではなくバイオマスも一緒に集めようとする作業方法に変えて行く必要があります。さらに、実際に利用できるバイオマス資源量を把握し、どこに、どれだけの資源があり、いくらで収集・運搬することができるのか、これらを総合的に評価することによって低コスト化が実現できると考えています。

木質バイオマスの利用を拡大するには、化石資源利用に対する経済性を高めることが重要です。その実現には、①原料燃料バイオマスの低コスト・安定供給、②製品やエネルギーへの低コスト・高効率変換技術、③製品やエネルギーの高い販売価格と大きな需要、の三要素がそろふ必要があります。



久保山 裕史
（林業経営・政策研究領域主任研究員）

③

木質バイオマスの地域でのエネルギー利用を促進する

「バイオマス・ニッポン総合戦略2006」によれば、日本のおもな木質バイオマス供給源は、建築廃材四六〇万トン（以下、乾燥重量）、製材残材五〇〇万トン、林地残材三七〇万トンの三つです。その中で、建築廃材は①②③の三つがそろって、近年、発電への利用が二〇〇万トン以上増加しています。その背景には、産業廃棄物がきちんと処理されるような法律ができて、建築廃材が安く大量に供給されるようになったことや、バイオマスで発電された電力等を電力会社に一定量買い取らせる法律ができたこと、また、化石燃料が値上がりしたためバイオマス燃料の需要が増えたことがあります。このように政策の影響はとて大きく、欧州においても石炭等の化石

燃料に対する炭素税の課税が、木質バイオマスの利用拡大を後押ししています。

製材残材や林地残材は、不定形でかさばるうえに水分が多くて輸送や燃焼が困難であるという問題がありますが、これらの有効活用を進めるにはどうしたらよいのでしょうか。まず、林地残材のような低質の資材に高い購入価格を提示できるような需要が必要です。電気は、利用料金が大きく膨大な需要があるので可能性がありそうです。技術的にも、大規模ボイラーで燃料チップを燃やして生産した蒸気でタービンを回して発電する方法がすでに確立されています。しかし、この方式では大規模にしないと発電効率が上がりません。そして、大規模にすると廃熱を売りさばけないので、発電のみとなり、表2に示したように、林地残材を多量に使うと採算をとるのは困難です。

給湯・冷暖房といった熱利用は料金はやや低くなりますが、大きな需要があり、欧州では木質バイオマスはおもにこのために利用されています。日本でこうした利用が進んでいないのは、セントラルヒーティング住宅やそれに熱を供給するシステムが普及していないこと、欧州で普及しているような不定形で高含水率の製材・林地残材を高効率・全自動で燃焼できる小規模のチップボイラーが存在しなかったことが大きな理由です。高性能チップボイラーは、チップの重さの半分が水分というような湿った生チップでも利用でき、それが六円/kgでも採算がとれるのです。

表2. 木質バイオマスエネルギー利用の採算性比較結果

利用形態	チップボイラー	小規模ガス化 電熱併給	中規模ガス化 電熱併給	大規模 蒸気発電
定格出力		電気140kW _e および 熱270kW _{th}	電気2000kW _e および 熱6800kW _{th}	電気 10000kW _e
燃料 チップ価格				
0円/kg-50w t%	○	○	○	○
2円	○	○	○	△
4円	○	△	○	×
6円	○	×	△	×

注)「○」は経済的に持続可能であり、「△」は単年度黒字ですが持続可能でなく、「×」は単年度赤字で採算がとれないことを示しています。

表3. 燃料別のエネルギー価格

燃料の種類	価格(円/MWh)
針葉樹製材用材	8,500
重油(50円/L)	4,600
針葉樹パルプ材	3,800
林地残材	3,000前後
製材残材	1,900
石炭(1万円/t)	1,400
建築廃材	520

注) 木質燃料はすべてチップ化してエネルギー機器に供給することを前提に計算しています。

す。ただし、小型チップボイラーの燃料消費量はわずかなので、熱出力の大きなものを地域に複数台導入することによって燃料チップのまとまった需要を確保することが重要です。そうした需要先としては、病院やホテル等の滞在型の施設や食品加工等の製造施設が有望であり、使用している化石燃料ボイラーをチップボイラーで代替・補完する方法が考えられます。

こうした熱利用が経済的に成り立つには、燃料チップの低コスト供給が欠かせません。燃料価格がどの程度であれば化石燃料と対抗できるかについて、表3に燃料別のエネルギー価格(MWh:メガワット時間=86万kcalあたりの価格)を示しました。建築廃材は石炭よりも安いために利用拡大し、その次に有望なのは製材残材となっています。六円/kgの林地残材チップは約三、〇〇〇円/MWhと計算でき、重油の四、六〇〇円/MWh(五〇〇円/lの場合)と比べると大幅に安いのですが、チップボイラーとその付帯設備は高価なのでこのくらい価格差があれば重油に対抗できるということとです。パルプ材のエネルギー利用はある程度可能性がありそうですが、製材用丸太は高すぎて使えないことがわかります。

つまり、高価な用材を使うのではなく、安価な製材残材や林地残材を利用することによって重油や灯油に対抗していくのが現実的であるといえそうです。このような木質バイオマス利用の流れを地域において築き上げることができれば、日本林業の活性化や地球温暖化の緩和につながるでしょう。

日本の森の土は メタンをたくさん食べる

メタン

地球温暖化を緩和する森林土壌

わが国の森林土壌は温室効果ガスであるメタンを吸収し、
高い地球温暖化緩和能力を持つことがわかりました。



森下 智陽
(立地環境研究領域)

メタンは二酸化炭素の次に重要な温室効果ガス

メタン

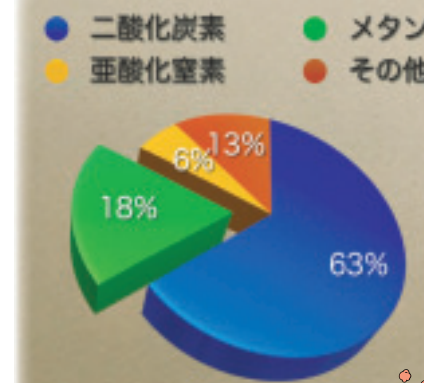


図1 温室効果ガスの温暖化への寄与度。
IPCC(2007)より作成。

メタンは二酸化炭素と同様に地球温暖化の要因となる温室効果ガスです。大気中のメタン濃度は、二酸化炭素の二〇〇分の一程度で、とても薄い濃度ですが、メタン一個は二酸化炭素二一個分の温室効果を持つっており、温暖化への寄与は二酸化炭素について二番目の大きさです(図一)。

メタンは湿地など自然の発生源もありますが、水田、それから家畜などの反すう動物、石炭、石油の利用など人間活動による発生が大きいガスです。そのため、産業革命以降、大気中メタン濃度は二酸化炭素と同様に上昇し続けており、排出量を削減することが求められています。

メタンを吸収する土壌

メタン

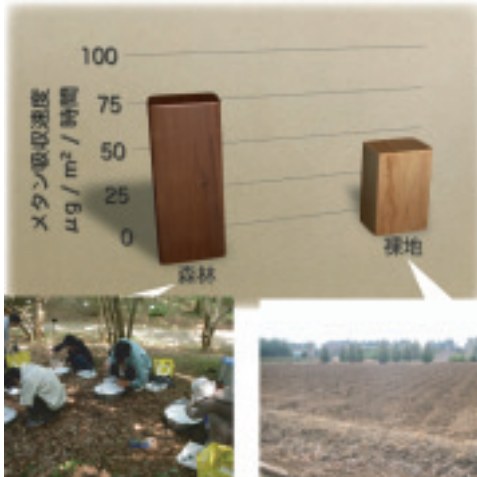


図2 樹木園と裸地におけるメタン吸収速度の比較(注1)。
写真は、実際の測定の様子。

一方、土壌は大気中のメタンを吸収することが知られています。土壌中には、メタン酸化菌と呼ばれる微生物が棲息しており、大気から土壌中に流れ込んだメタンを二酸化炭素に分解します。メタンが二酸化炭素に分解されるといことは、大気中メタン濃度の上昇を抑え、地球温暖化を緩和することにつながります。

海外でおこなわれた研究から、なかでも森林土壌は、面積あたりのメタン吸収量が多いことが知られていました。森林総研構内における観測(注一)からも、裸地よりも木々に覆われた樹木園の方でメタン吸収量が多いことがわかります(図二)。

これは、森林土壌の方で、土壌水分や養分状態がメタン酸化菌の生育に適しているためと考えられます。

メタン吸収能が高い日本の森林土壌

メタン



図3 メタンの観測地点。

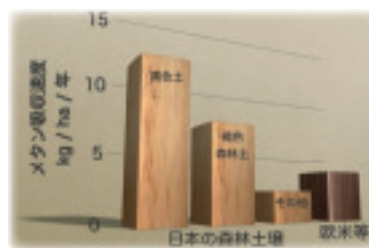


図4 土壌の種類別のメタン吸収速度。
「欧米等」の値は過去に発表された約30の文献から算出した平均値。

わたしたちは、森林・林業関係の研究機関と共同で(注二)、日本の森林土壌におけるメタン吸収量を観測しました。北海道から沖縄まで二六ヶ所の森林で毎月、メタン吸収量を測定しました(図三)。

その結果、わが国の森林土壌は、面積あたりのメタン吸収量が、欧米などに比べて大きい傾向にあることがわかりました(図四)。土壌の種類で比べると、黒色土で特に大きなメタン吸収量を示しました(図四)。黒色土はおもに火山灰から生成した土壌で、通気性がよい特徴を持っています。このため、大気中のメタンが土壌中に流れ込みやすく、メタン酸化菌に活発に分解されたと考えられます。

今後は、間伐や皆伐など森林施業が土壌のメタン吸収機能におよぼす影響について研究を進めます。

注1. 2006年8月に開催されたサイエンスキャンプ (<http://ppd.jsf.or.jp/camp/>) の「森林土壌で温室効果ガスを調べてみよう」に参加した高校生がおこなった観測結果。

注2. 北海道立林業試験場、秋田県農林水産技術センター、福島県林業研究センター、富山県林業技術センター、長野県林業総合センター、愛知県森林・林業技術センター、愛媛県林業技術センター、大分県農林水産研究センター、沖縄県森林資源研究センター、北大北方生物圏FSC、東大千葉演習林、神戸大学大学院農学研究科、島根大学生物資源科学部、鹿児島大学演習林

研究領域巡り



植物生態研究領域

森林は、それを構成する種や個体間の競争や共存の結果として存在し、それぞれは大気中の二酸化炭素を光合成で吸収し、呼吸で放出する個々の植物生理的メカニズムによって律せられています。

植物生態研究領域では、このような炭素固定に関わる樹木の生理生態的特性や葉・枝・幹の物質生産プロセスの解明をベースに、森林の木材生産機能を十分に発揮させるための研究や、環境変化が樹木や森林に及ぼす影響を予測評価する研究を行っています。

当研究領域は樹木生理研究室、物質生産研究室及び二チーム（個体生理、育成林施業）、総勢一三名の研究職員からなり、支所に配置された当該分野の研究職員と連携を取りながら、国内の森林施業問題から地球環境問題まで、幅広く各種のプロジェクトに参画しています。環境省・環境総合プロジェクトにおいて、日本のブナ林の分布予測法を確立し温暖化影響評価を行った研究成果が、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第四次報告書に引用されました。領域から発信した最近の際だった成果の一つで、これからも社会に貢献する研究を目指します。



スギ林冠において生産構造と微細環境を調査中。



全国巡り

多摩森林科学園

多摩森林科学園は、大正十年二月に宮内省帝室林野管理局林業試験場として発足し、昭和二年の農林省林業試験場への統合を経て、現在では、支所の一つとして位置づけられています。

八王子市高尾の約8ヘクタールのサクラ保存林、約7ヘクタールの樹木園そして約40ヘクタールの実験林の他に、多摩市の約5ヘクタールの連光寺実験林、そして埼玉県鳩山町の約七ヘクタールの赤沼実験林を主な研究の場として、動植物の多様性保全・生態系の役割解明に関する研究成果を活用して、森林環境教育研究を中心とした研究を実施しています。



また、広く国民の皆様にも、森林・林業・木材産業について理解を深めていただくため、森林総合研究所が蓄積してきた研究成果を基にした「森林講座」を開催する等、研究成果の普及・広報活動を行うとともに、園内の桜遺伝子保存林・樹木園・試験林、森の科学館の展示等を活用して、研究試料の提供や研鑽の場・森林環境教育の場として大きな役割を果たしています。

林木育種センター

林木育種センターは、茨城県日立市にあります。ここでは、関東・東海地方等を対象に、林木の新品種の開発、林木遺伝資源の収集と保存、それらに必要な技術の開発を行っています。また、全国で実施している育種事業のとりまとめや調整に加え、海外協力を行っています。

最近の成果として注目されるのは、スギ、ヒノキの花粉症対策品種、マツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発です。また、林木遺伝資源の収集・保存の一環として取り組んでいる林木遺伝子銀行110番（天然記念物などのクローン増殖）も各地で話題となっています。



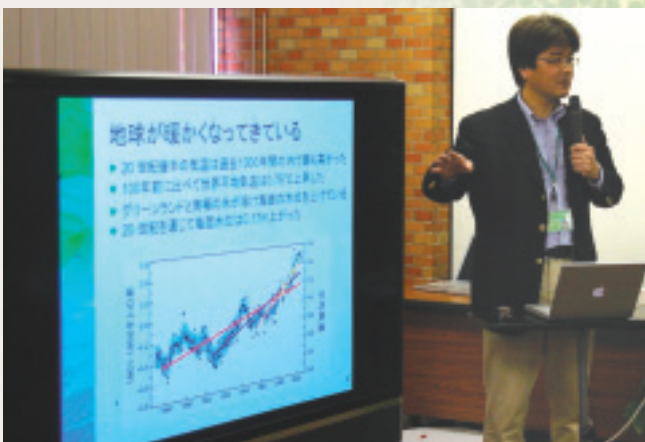
松の人工交配の様子。

春は樹木が活動を始める季節です。増殖、人工交配、試験地への植栽などを、適期を逸しないように職員が一丸となって作業しています。写真はマツの人工交配の様子です。種子が得られるのは一年半後の来年の秋。マツノザイセンチュウに抵抗性を持つマツをDNA分析によって見つけるための研究に用います。



温暖化対応推進拠点

林野庁の地球温暖化対策事業への対応を役割として、平成十八年につくられた組織です。森林総合研究所は、京都議定書を背景とする政府の地球温暖化対策推進大綱にもとづく林野庁委託事業（平成十五年）で、京都議定書国別報告に必要な日本の森林吸収量を算定するためのデータ収集や分析手法を開発する等、技術的側面から行政を支援しています。当拠点は、地球温暖化対策に係る研究と行政にまたがる業務の窓口を務めるとともに、気候変動に関する国際連合枠組み条約（UNFCCC）に係る国際会合に対する政府の対応への技術的支援や、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）への職員の対応等、地球温暖化対策に係る所の活動への支援を担当しています。また、研究プロジェクトとして、地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響の評価と高度対策技術の開発（農水省）、森林減少の回避による排出削減量推定の実行可能性に関する研究（環境省）等を推進しています。



4月18日の一般公開で地球温暖化について講演する松本光朗温暖化対応推進室長

インドネシアの大規模産業植林地

国際連携推進拠点国際研究推進室長 藤間 剛

インドネシアのスマトラ島には、パルプ原木を供給するための大規模な産業植林地があります（写真1）。インドネシア林業省の統計では、二〇〇五年までにスマトラ島で認可された産業植林地は四〇〇万haを超えています。九州（三六七万ha）よりも広い土地に、アカシアマンギウム（*Acacia mangium*）に代表される生長の早い樹種が植栽され、七年から八年程度で伐採と再植林が繰り返されているのです。本稿では、年産百万トンのパルプ工場を仮定して、平均的なアカシアマンギウム産業植林施業の規模を紹介します。

アカシアマンギウムの年平均材積生長速度は、ヘクタール当たり二五m³、八年伐期でヘクタール当たり二〇〇m³の収穫があります。材比重からの概算では一トンのパルプを生産するのに必要な原木は四・四四m³ですので、百万トンのパルプ生産に必要な原木は四四〇万m³、年間の収穫面積は二一、〇〇〇haになります。八年に一度収穫する場合、原木生産に必要な土地は一七六、〇〇〇haになります。産業植林地の中にも、川沿いを始め自然保全のために残すべき土地、林道、苗畑等、植栽が行われない土地も必要です。それらを全体の二割としますと、年産百万トンのパルプ工場を操業するために必要な植林地面積は二二万ha、東京都と同じくらいの土地が、一つの工場に原木を供給するための植林地として必要なのです。ここで想定した工場が一日に必要なとする原木は二一、〇〇〇m³、毎日の収穫面積は六〇haです。これは、一日あたり六〇haで再植林が行われる

ことを意味します。平均的な植栽密度をヘクタール当たり一、一〇〇本（3m×3m間隔）としますと、一日あたり六六、〇〇〇本、年間では二、四〇〇万本の苗木を植栽することとなり、苗木を大量供給するための苗畑が必要となります。

早生樹産業植林地は、もちろん森林です。しかし、植林地の中ではつねに植栽から伐採にいたる施業が継続し、収穫された木材は絶え間なく工場へ運ばれつづけます（写真2）。あたかも木材生産工場のようなです。天然林を伐り尽くすことなく、世界的に増え続ける木質資源に対する需要に応えるためには、すでに造成された植林地の生産力を維持、向上させねばなりません。優良樹種の選抜や品種改良、立地管理技術、効率的な施業方法、病虫害対策など、多くの技術課題があります。国際的な産学協同体制の確立が望まれます。



写真1 インドネシア・スマトラ島のアカシアマンギウム産業植林地の例。



写真2 インドネシア・スマトラ島 アカシアマンギウム産業植林地における収穫

こ・れ・が・お・宝 屋久杉

企画部 研究企画科長 平川泰彦



写真1 縄文杉



写真2 森林総合研究所玄関に飾られている、樹齢1,430年のヤクスギの板。表面に白くみえるのは、年輪を数えるために貼ったスケールです。

屋久杉は、日本における自然の神秘と古代への憧憬だけでなく現代における環境保全の象徴ともいえる樹です。かつては縄文杉と名付けられた個体（写真1）の推定樹齢七千二百年説が話題となり、セルロース成分の放射性炭素年代測定が行われましたが、サンプルによって千年から二、一七〇年の間で値が大きく異なったことから合本木説もありましたが、最近の遺伝子などの研究では否定的な結果が出ています。また、一般的な屋久杉の年輪数調査では、当所の所蔵円盤で一、四三〇年（写真2）、旧下屋久宮林署の円盤で一、七七六年、信州大の立木調査で

一、三五六年など二千年以上の年輪は確認されていません。縄文杉の樹齢は未だ不明なままですが、屋久杉の存在は、少なくとも千数百年以上にわたり屋久島の自然環境が変わらずに維持されてきたことの証であるといえます。また、縄文杉などの有名杉については粗穂からクロンが育てられており、材質調査から屋久杉の木材は密度が高くて強いが、黒心で心材の含水率が高いことが明らかとなっています。



エドヒガン

Cerasus spachiana
(Lavallee ex H.Otto) H.Otto

日 本の春を代表する樹といえばサクラでしょう。四月は日本中にサクラが咲いているかのようにサクラのことを毎日耳にします。もっとも親しまれているサクラは栽培品種の『梁井吉野』ですが、日本にはもともと九種のサクラが分布しています。その中でもヤマザクラと並んで古くから花を鑑賞されてきた種がエドヒガンです。エドヒガンは彼岸の頃に咲くので以前は「彼岸桜」とも呼ばれていましたが、栽培品種の『小彼岸』と区別するため「江戸」を加えた名前をつけられました。一般に関西では『小彼岸』が植えられていたのに対し、関東ではエドヒガンが植えられていたからです。巨木となって長命を保ちやすい性質をもっていますので、「根尾の薄墨桜」（岐阜県）や「山高の神代桜」（山梨県）など天然記念物となっている老大木も多いです。ただし、山の中でまとまって自生するエドヒガンを目にすることはまれです。町中に植えられたものだけではなく、こうした山の中のサクラも大事にしていきたいと思っています。

勝木 俊雄
(森林バイオ研究センター 森林バイオ第二研究室)



エドヒガンの群生地 (2006.4.27 山梨県北杜市)



ウスバシロチョウ

Parnassius glacialis Butler

ウ スバシロチョウは北海道、本州、四国に分布しています。新緑の山里をハイキングすると、滑空を交えながら緩やかに飛んでいるところや、畑のネギや林道脇のウマノアシガタなどの花に吸蜜に訪れているところをよく目にします。緩やかに飛んでいるのはオスばかりで、メスはじっと止まっているか、弾道を描くように短く敏速に飛んでは草むらに潜り込むので、目には止まりにくいです。このような飛行行動を見せるメスは産卵活動中です。幼虫はムラサキケマンやジロボウエンゴサクなどのケシ科植物を食べて育ちますが、これらの植物は夏には地上部が一度枯れてしまうためか、卵は地上の枯れ枝等に産みつけられます。

「ウスバシロチョウ」と名付けられてはいますが、シロチョウ科ではなくアゲハチョウ科で、名前の通りに白い個体ばかりではなく、黒い部分が広がった個体もいます。このような変異は体温調節に関係しているらしく、曇りがちな地方では黒っぽい個体が多いようです。

松本 和馬
(森林昆虫研究領域 昆虫生態研究室長)



IPCCのノーベル平和賞受賞に
森林総合研究所研究職員が貢献

IPCC(気候変動に関する政府間パネル)のノーベル平和賞受賞に貢献したとして、松本光明 温暖化対応推進室長、高橋正通 立地環境研究領域長、外崎真理雄 木材特性研究領域長のもとに、IPCC事務局よりノーベル平和賞受賞への貢献を認定する賞状が届きました。

IPCCは、UNEP、WHOの協力で一八八八年に設立された世界各国の科学者が参画する組織で、科学的根拠に基づいた地球温暖化とそれによる影響の将来予測や、対策・適応策の可能性の提示を行ってきました。

とくに、昨年、IPCCの第四次評価報告書が公表され、ここ五〇年の温暖化のおもな原因は「人間が排出した温室効果ガス」であるとほぼ断定し、今世紀中の温度上昇は1.8℃(排出量が少ない社会)〜4.0℃(排出量が増加し続ける社会)に達すると予測したことが、マスコミに大きく取り上げられました。このようなIPCCのこれまでの活動に対して、ノーベル賞委員会は、人間の活動によって引き起こされる気候変動の問題を世に知らしめ、対応策の土台を築いたことを評価し、二〇〇七年ノーベル平和賞を授与しました。

IPCCのパチャウリ議長は、「このノーベル平和賞は報告書作成に関わってきた科学者達に贈られ

るものだ」として、このたびIPCC事務局から、ノーベル平和賞受賞への貢献を認定する賞状が三人のもとに届きました。

松本室長は、IPCC第四次評価報告書、「土地利用、土地利用変化および林業のためのグッド・プラクティス・ガイダンス」、「2006改訂ガイドライン第4巻 農業、林業、その他土地利用」の代表執筆者、高橋領域長は「森林劣化に係わる報告書」の代表執筆者、外崎領域長は「2006改訂ガイドライン第4巻 農業、林業、その他土地利用」の代表執筆者として貢献したことが認められました。

高橋領域長

松本室長

外崎領域長

「もりの展示ルーム」
夏休み特別公開のお知らせ

●期間：7月18日(金)〜8月31日(日) ただし8月11日(月)〜8月15日(金)は休館日とさせていただきます
●時間：午前10時〜午後4時(午後3時30分受付終了)
●展示内容：生物多様性の研究情報などのパネル展示、ツキノワグマなどのほく製、世界一重い木・軽い木 他
※予約不要で無料です。つくばの研究所を巡るスタンラリー「つくばびびっ子博士(つくば市主催)」の会場にもなっています。皆様のご来場をお待ちいたしております。



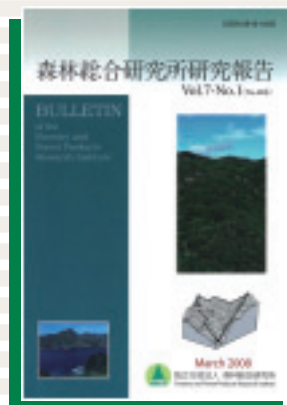
平成20年度一般公開 開催される

4月18日(金)〜19日(土)の2日間、一般公開を行いました。今年度は、森林総合研究所ではじめて土曜日を含む2日間の開催となりました。18日(金)は、強風に大雨と恵まれない天気でしたが、開催時間前から多くの方が受付に列ばれ、2日間で1138名の来場者がありました。

正面玄関ロビーでの講演会や研究成果などの説明、研究施設見学、樹木園案内、もりの展示ルーム見学、4機関スタンブラーなど、たくさんの方で賑わいました。大勢の皆様にお越しいただきありがとうございました。



森林総合研究所研究報告刊行



Vol.7-No.1 (通巻406号)
2008年3月発行

●論文

多摩森林科学園の土壌動物に関する研究
2.常緑樹天然林における大型土壌動物
新島漢子・橋本みのり

●短報

コテングコウモリ *Mura ussuriensis* による
春から夏にかけての人工ねぐらの利用
松岡茂

●研究資料

去川森林理水試験地観測報告(1987年1月〜2000年12月)
清水晃・宮縁育夫・清水貴範・小川泰浩・
大丸裕武・佐藤保・竹下幸
わが国に生育する放線菌根性植物とフランキア菌
山中高史・岡部宏秋

編集後記

今年度新たに広報誌を創刊することになり、今年1月から本格的に執筆依頼、誌面構成の決定、編集作業が始まりました。5月中の刊行という目標に向かってなんとか間に合って安堵しています。いっぽうで、編集作業を担当した研究情報科スタッフにとってはまったく未知の経験であり、読者の皆さんの反応が興味深くもあり、かつ心配でもあります。掲載して欲しい記事、読みたい記事などとともに本誌に対するご意見をお寄せ下さい。次号以降の編集に参考にしたいと思います。(企画部 研究情報科長 中牟田潔)

編集委員：大河内勇 市田憲(NPO法人の木の) 中牟田潔 荒畑真 田中伸彦 軽部正彦 佐藤保 杉元倫子 伊ヶ崎知弘 村上巨

(表紙の写真) 上からプラタナス、アスナロ、サクラ (誌名の背景) イヌエンジュの木目
(裏表紙の写真) ヤマボウシ：本州から九州に分布する5〜10mの落葉高木。初夏に特徴のある花をさかせる。
材はかたく、器具材として利用される。