

季刊 森林総研 第25号

特集

未利用バイオマス資源の有効利用技術

- ◆枝葉からの空気浄化剤の開発
- ◆木を焙(ほう)じて優れた燃料をつくる！
「ハイパー木質ペレット」の製造技術開発
- ◆セルロースを解(ほぐ)して利用するナノセルロース
- ◆木材から採掘される黒いダイヤモンド「リグニン」

研究の“森”から

■ シミュレーションモデルで
海岸林の津波被害を再現する

■ 「ハーメルンの笛」で外来リスを誘い出す

■ 原発事故と山菜

■ 福島県のみずの放射性セシウム濃度

私たちのくらしと森林・木材の放射能



独立行政法人
森林総合研究所

目次

巻頭言

◆資源の特質を見極めた最適な利用技術を

1

特集

未利用バイオマス資源の有効利用技術

◆枝葉からの空気浄化剤の開発

◆木を焙(ほう)じて優れた燃料をつくる！

「ハイパー木質ペレット」の製造技術開発

◆セルロースを解(ほど)して利用する

ナノセルロース

◆木材から採掘される黒いダイヤモンド

「リグニン」

2

研究の”森“から

◆シミュレーションモデルで

海岸林の津波被害を再現する

◆「ハーメルンの笛」で外来リスを誘い出す

12

私たちのくらしと森林・木材の放射能

◆原発事故と山菜

◆福島県のミミズの放射性セシウム濃度

16

森林(もり)を創り活かす

◆特定中山間保全整備事業の完了と
期待される効果

18

森林講座のお知らせ

19

何でも報告コーナー

20

巻頭言

資源の特質を見極めた最適な利用技術を

バイオマス資源に対し大きな期待が寄せられて久しいが、それは言うまでもなく再生産性、生分解性、低環境負荷性といったその特質によるものである。

しかし、一口にバイオマス資源といっても、その内容は極めて多様であり、木質住宅や製紙用としての利用が進んでいるものから、資源として十分な量が存在していながら、ほとんど利用されていないものまで、置かれている状況も大きく異なっている。今後、未利用バイオマス資源の有効利用を図っていくには、それぞれの資源の特質を見極めたうえで、最適な利用方法・技術を適用していくことが重要である。

小径木や端材を一旦小さな木片や粒状とし、そこから改めて木質材料を構成することが広く行われているが、これによって資源に元々存在した欠点を分散し、均一な材料とすることができる。その資源に適した小片化技術、再構成技術の開発が重要となる。バイオマス資源を、それを構成するセルロース、リグニン、ヘミセルロースなどの主成分に分離することができれば、それぞれの成分を化学工業原料として有効に利用することが可能となる。バイオマスリファイナリーと称されるこのような主成分分離技術によって、最も低質とされる資源も、上質な資源と何らかわることない構成成分に分離し、利用することができ、ここで大切な点は、如何にそれぞれの成分を純粋な状態に

分離できるかであろう。以上のことから、バイオマス資源を新たな木質材料の原料として小サイズ化を行うのか、化学工業原料として構成成分への分離を行うのか、あるいはその他の利用を考えて別の処理を行うのかの選択を、資源の特質や社会経済情勢を考慮して適切に行うことが極めて重要である。

バイオマス資源の利用ではカスケード型の利用を行うことが重要であるとされている。すなわち、資源を単に利用するのではなく、その資源にとって最も付加価値の高い利用を図っていくことが重要である。利用の結果発生する残廃区分も廃棄するのではなく、その資源にとって最も有効に利用していかなければならない。



飯塚 堯介
(東京大学名誉教授)

未利用バイオマス資源の 特集 有効利用技術

枝葉からの空気浄化剤の開発

木を焙(ほう)じて優れた燃料をつくる！
「ハイパー木質ペレット」の製造技術開発

セルロースを解(ほぐ)して利用するナノセルロース

木材から採掘される黒いダイヤモンド「リグニン」



木口 実
研究コーディネータ
(木質バイオマス利用研究担当)

地球温暖化や原子力事故などから、環境に優しい資源として、木材などのバイオマスが見直されています。現在、わが国では林業における木材生産の過程で毎年 2,000 万 m³ (700 ～ 800 万トン) の林地残材が発生していますが、コストがネックとなっていて、そのほとんどが利用されていません。このため、平成 24 年 7 月には再生可能エネルギー固定価格買取制度 (いわゆる FIT 制度) が始まり、コストの問題を解決して切り捨て間伐材などの未利用木材をバイオマス発電の燃料として利用することが促されています。一方、バイオマスはすぐにエネルギー源として燃やしてしまうのではなく、始めに木材や合板、紙などのいろいろな製品 (マテリアル) として利用し、最終的には燃やして利用するのが理想とされています。このような視点に立って、森林総合研究所では第 3 期中期計画 (平成 23 ～ 27 年度) において木質バイオマスの利用技術の開発について重点的に取り組んでいます。

今回の特集号では、木質バイオマスの利用技術の中で特に実用化に近いホットな技術をご紹介します。製品の利用技術として、枝葉に含まれる成分を用いた空気浄化剤の開発、木材の化学成分の約半分を占めるセルロースから優れた性能を持つセルロースナノファイバーを作り出す技術、木材成分の 25 ～ 30% を占めるリグニンからコンクリート混和剤や電子材料などの有用資材を作り出す技術、また燃料として木質残材を比較的低温で炭化させて使いやすくした高性能なペレット燃料 (トレファクションペレット) の製造技術の 4 課題について紹介します。

これらの技術で未利用バイオマスの有効利用が進むことが期待されると同時に、中山間地域での新しい産業創出が期待されます。



枝葉からの空気浄化剤の開発



大平 辰朗

バイオマス化学研究領域
樹木抽出成分研究室長

はじめに

排気ガスなどから出る環境汚染物質（二酸化窒素など）は、私たちが毎日吸っている空気に微量ながら含まれており、様々な疾病の要因になると言われています。したがって、それらの効果的な除去法を開発することは、人間の健康増進を図る上で極めて重要です。私たちは、森林内の空気が周辺道路の空気に比べて、きれいであることに着目しました。その原因を究明していく過程で樹木、特に枝葉に含まれるテルペン類の機能について詳細に研究した結果、トドマツ葉部に含まれる精油成分（葉油）（写真1）が二酸化窒素の浄化能力に優れていることを発見し、その活性物質が数種のテルペン類であることを確認しました。さらに、実用化を図るためにトドマツ葉油の極めて効果的で新規な精油抽出法を開発するとともに、革新的な空気浄化剤を企業と共同で開発し、製品化しました。

精油成分の効率的な抽出法の開発

一般に植物の精油成分量は微量であるため製造コストが高くなります。それらを実用化するためには安価で効率的な抽出法の開発が必要でした。そこで、経済的かつ効率的な全く新しい精油抽出法（減圧式マイクロ波水蒸気蒸留法）を開発しました（写真2）。これは、減圧条件下で加熱方法にマイクロ波を利用して水蒸気蒸留を行うもので、抽出効率の向上、廃棄物の低減化を実現する省エネルギー型の画期的な装置です。さらに、抽出効率向上のための粉碎技術を開発し、抽出・製造に関わるコストを一般的な水蒸気蒸留法の五分の一以下に低減できました。抽出原料としては、伐採などで排出され、未利用のまま放置されることが多いトドマツ枝葉などの林地残材（写真3）の利用が可能でした。



写真2 新しく開発した減圧式マイクロ波水蒸気蒸留装置



写真1 二酸化窒素除去活性の高いトドマツ葉油

革新的な空気浄化剤として商品化

トドマツ葉油には人に対するリラクゼクス効果や抗菌・抗ウイルス効果、害虫に対する防虫効果、悪臭に対する消臭効果なども確認できており、総合的な空気浄化剤として活用できます。これらの成果を基に革新的な「空気浄化剤」を企業と共同開発し、加湿・芳香・消臭剤などとして商品化しました（写真4）。



写真3 森林伐採現場などで排出する枝葉などの林地残材

利用価値の高い抽出残渣

新しく開発した減圧式マイクロ波水蒸気蒸留法では、前述したように乾燥した抽出残渣が得られます（写真5）。そのため、抽出残渣を乾燥などの前処理なしで利用することができます。それらの物理的・化学的特性を検討したところ、高いカロリー（トドマツ葉四・七五四キロ／キロ）を有していることや二酸化窒素や悪臭成分を高効率で浄化できることが判明し、有望な燃料素材や消臭剤素材として活用可能であることがわかりました。したがって、新規抽出法を用いることで、トドマツ枝葉から精油成分だけでなく、その抽出残渣まで余すことなく総合的に利用することが可能になります。



写真4 トドマツ葉油などを活用した商品

最後に

スギやヒノキなどの枝葉にもトドマツとは異なった利用価値があります。トドマツのように、これまで未利用であった林地残材を有効に利用でき、ビジネスとして展開できれば、林業・木材産業の新たな収入源にもなり得ます。さらに、製品加工まで含めた周辺産業の拡大による地域の活性化が可能になるかもしれません。新しい森林ビジネスとして今後の展開が楽しみです。



写真5 利用価値の高いトドマツ枝葉の抽出残渣

木を焙(ほう)じて優れた燃料をつくる！

「ハイパー木質ペレット」の製造技術開発



吉田 貴紘
(加工技術研究領域
主任研究員)

はじめに

木質バイオマスを燃料として利用しやすくするために、「木質ペレット」に加工する方法があります。木質ペレットは細かく砕いた木材を圧縮し、直径六〜八ミリの円柱状に成型したものです。形が小さく整っているので、運びやすくなるだけでなく、ストーブなどの小型の燃焼器でも自動運転ができます。また、圧縮の効果により、多くのエネルギー(発熱量)がとれるようになります。このような特徴から、木質ペレットの生産量は国内でも急激に増加しているほか(図1)、世界全体では約千六百万トに達しています。しかし木質ペレットの発熱量は石油や石炭よりもまだ低く、水や湿気に晒されると形が崩れて使えなくなるなどの欠点を有しています。そこで森林総合研究所は、トレファクション(半炭化)とよばれる熱処理技術を用いて木質ペレットの欠点を改良して、優れた燃料にする研究に取り組んでいます。

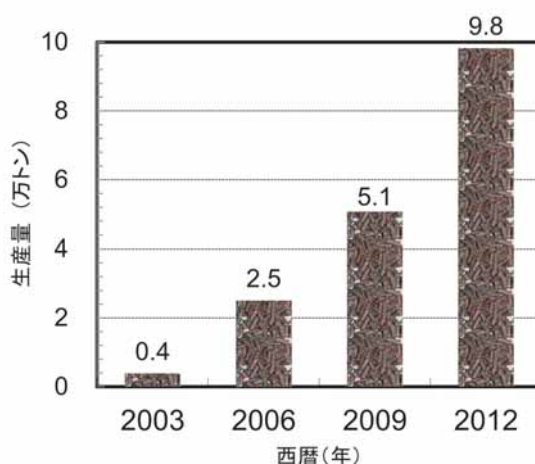


図1 国内の木質ペレット生産量

トレファクションとは？

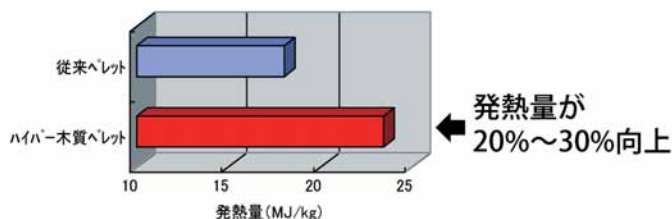
木を焙じてアップグレード！

トレファクションとは、本来「焙煎」を意味し、コーヒー豆や茶葉などの加工方法として知られています。木材のエネルギーを高める方法には、古くから炭化が知られていますが、通常八〇〇℃前後の高い温度で行うため、木材が本来持つエネルギーの三分の二は外に逃げてしまいます。そこで焙じる程度に「ほどほどに熱をかける(半炭化)」ことで、外へ逃げるエネルギーをできるだけ少なくすることにしました。写真6に製品の一部を示します。



写真6 従来の木質ペレット(左)とハイパー木質ペレット(右)

①エネルギー（発熱量）の向上



②水に強い（耐水性）

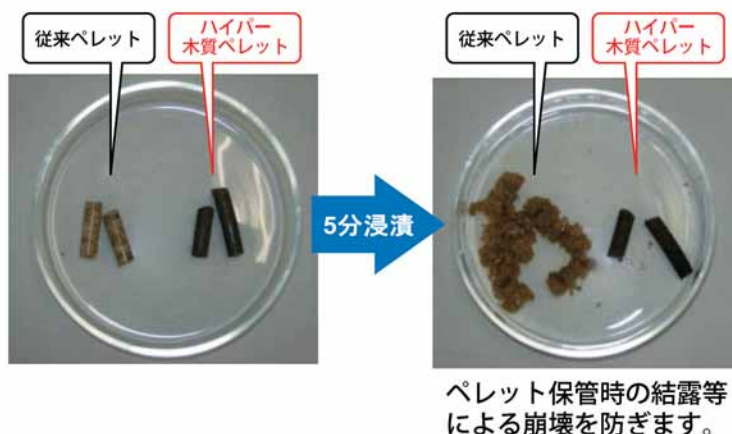


図2 ハイパー木質ペレットの性能

まず、針葉樹のスギと広葉樹のコナラに対して、チップまたはあらかじめペレットにしたものを30℃前後に半炭化したところ、製品の発熱量を従来品に比べて三割程度向上させることができました。また、原料チップを半炭化するとチップは脆くなることから、ペレットを作る際の粉碎エネルギーを最大九割減らせました。さらに高湿条件下でも吸湿しにくいほか、水に浸しても形状が崩れにくくなりました（図2）。

この高性能ペレットを「ハイパー木質ペレット」と名付け、これを実際にペレットストーブで燃やしたところ、ストーブ改良などの検討の余地があるものの、燃料消費量の低減や燃焼効率向上の可能性が示されました。製造コストは、一キロあたり五十円以下と試算しています（原料に製材工場からの木くずを使い、年間五千ト規模で生産する場合）。

ハイパー木質ペレットの活用方法

図3に活用イメージを示します。まず産業用途では発電用の燃料として利用が期待されます。トレファクション処理で発熱量と粉碎性が向上することから、石炭火力発電所においてバイオマス燃料との混合割合を従来（三〇程度）よりも大幅に増やせると考えられます。石炭は化石資源の中で二酸化炭素を最も多く出すことから、ハイパー木質ペレットの活用で石炭の使用量を減らし、温暖化の抑制に寄与できます。さらに民生用途では、保管方法が簡単で燃焼

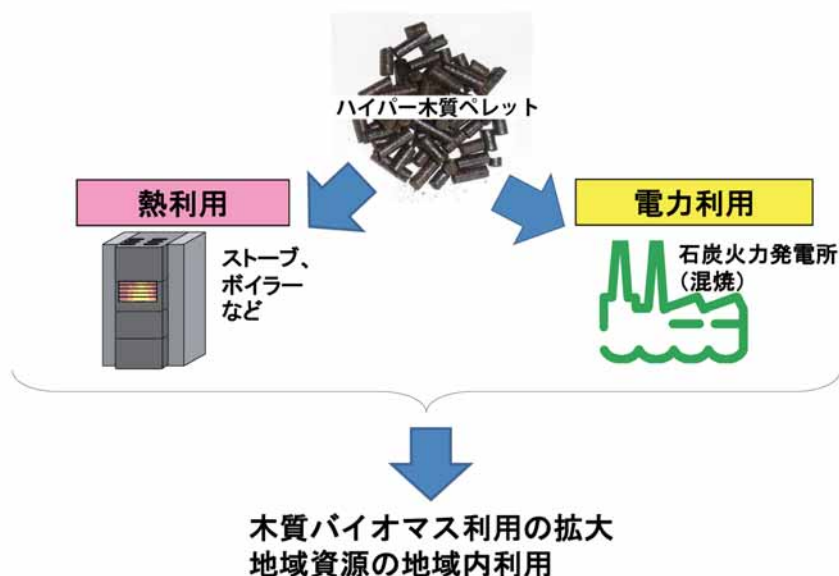


図3 ハイパー木質ペレット活用イメージ

セルロースを解(ほぐ)して利用するナノセルロース

効率が高いことなどの利便性を生かして、地域での暖房、給湯用としての熱利用が期待されます。地域内でハイパー木質ペレットの生産ができれば、地域資源の地産地消、地域経済の活性化に貢献できます。

今後は、民間企業と共同でハイパー木質ペレット製造機の開発と利用実証を進め、低コスト量産化技術と利用システムの確立を目指しています。

なお、本研究は農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」(平成二一〜二三年度、福井県総合グリーンセンターと共同実施)、農林水産省「農山漁村六次産業化対策事業 緑と水の環境技術革命プロジェクト」(平成二二年度、三菱商事株式会社、株式会社三菱総合研究所と共同実施)、林野庁「木

質バイオマス加工・利用開発事業」(平成二五年度)、株式会社アクトリ、三洋貿易株式会社と共同実施)により行われました。



林 徳子

(きのこ・微生物研究領域
主任研究員)

セルロースは植物の骨格

木材を生産する木本植物の幹の中には、写真7aに見られるようにたくさんの細胞があります。木材の実質はこの細胞の壁です。木本植物は細胞を毎年毎年蓄積することで、高く、太い幹を形成します。細胞壁は、植物全体を支えるとともに、外敵から保護し、また、水分の調節を行っています。

細胞壁の主な成分は、セルロース、ヘミセルロース、リグニンという化学物質です。細胞壁は、

これらの化学物質が精緻に組み合わさることによって構成されています(図4)。木材の細胞壁を鉄筋コンクリートに例えて、セルロースは鉄筋、リグニンはコンクリート、ヘミセルロースはその間をなじませる針金であるといわれます。つまり、セルロースが樹木を主に支えている物質といえるでしょう。

セルロースは「セルロースミクロフィブリル」という繊維状の形で細胞壁中に存在します。写真7bは木材細胞壁の内側を拡大したものです。たくさんの繊維状のものが、びっしりと並んでいます。これがセルロースミクロフィブリルの束です。木材のセルロースミクロフィブリルは、三〇本から四〇本のセルロース分子鎖が集まった、幅が三から四ナノメートル、長さが約一マイクロメートルの繊維です。

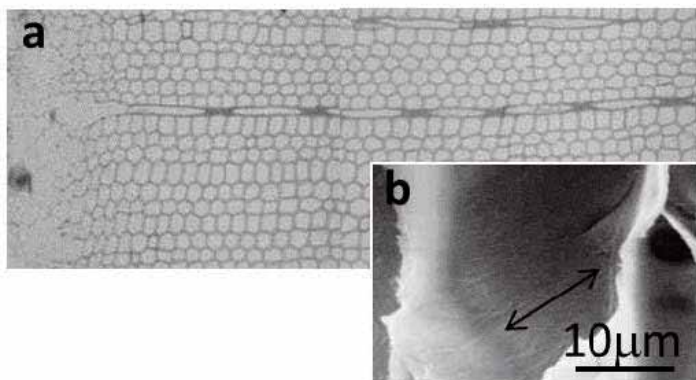


写真7 (a) スギ幹の横断面 (b) スギ仮道管の内表面
矢印は繊維方向を示します。

セルロースの構造

セルロースはグルコース（ブドウ糖）が直鎖状につながった高分子で、地球上で最も多く存在する炭水化物です（図4）。このセルロースの分子鎖は結晶のような構造となっており、これによってしなやかであり

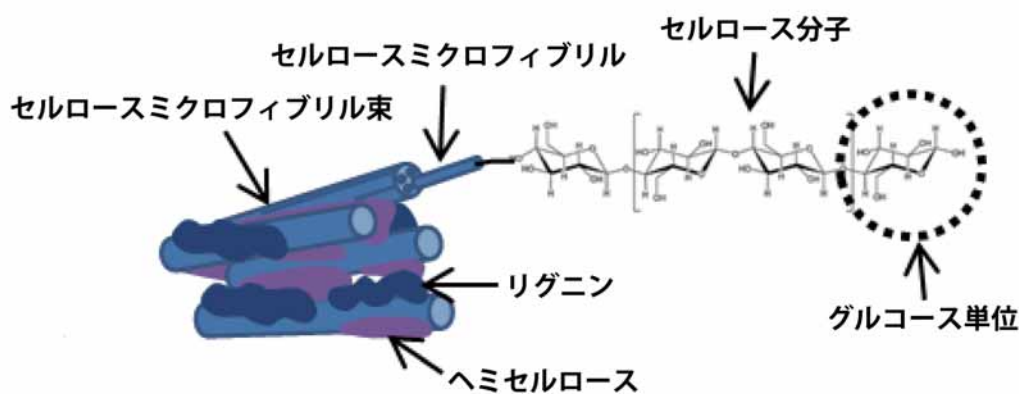


図4 細胞壁におけるセルロース、ヘミセルロース、リグニンの構造

ながら、寸法安定性がよく、硬くて丈夫な性質を示します。

セルロースは、紙や布として紀元前から利用されてきました。また、ナタデココは、酢酸菌という菌が生産するセルロースで、デザートとして食されます。さらに、パルプの微粉末は食品や薬剤に添加されています。

セルロースをナノサイズにして利用する「ナノセルロース」

これまでセルロースは、マイクロフィブリル同士がくっついたままの大きな束状の繊維として利用していました。最近、セルロースをナノサイズまで解して利用しよう、すなわち、セルロースマイクロフィブリルまで解そうという研究開発が進んでいます。

これが「ナノセルロース」です。ナノサイズまで解してもセルロースの性質は変わりません。

ナノセルロースはその構造や起源から、①長さが1マイクロメートル以上の繊維状のセルロースナノファイバー（CNF）、②よりやや短い棒状のセルロースナノ結晶（CNC）、③酢酸菌由来のセルロース（Microbial cellulose）の三種類に分類されています。①と②は、一般のセルロースをセルロースマイクロフィブリルまで解したもの、③は前述の酢酸菌が直接作るセルロースマイクロフィブリルです。

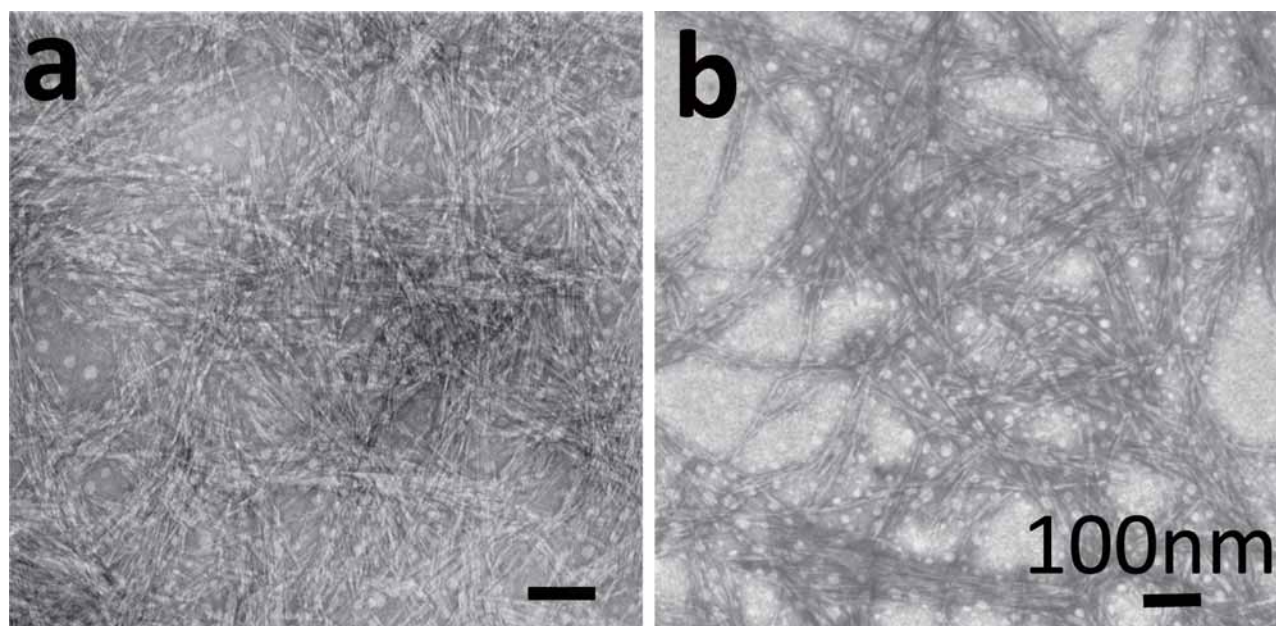


写真8 ボールミル処理時に酵素を投入して得られたナノセルロースの電子顕微鏡写真 a：微結晶セルロース由来 b：広葉樹パルプ由来
セルロース試料において、機械処理によって生じる微細な亀裂に酵素が作用し、セルロースの凝集がほぐれて CNF が生産されます。

環境にやさしいナノセルロースの生産法

現在、ナノセルロースの生産法は、高圧ホモジナイザーや石臼式グラインダーなどの機械処理、あるいは硫酸などを用いた薬剤処理が主なものです。

我々のグループでは、ボールミルや短時間超音波照射と攪拌などの軽微な機械処理時にセルロースを分解できるセルラーゼという酵素を投入することにより、ナノセルロース化できることを見出しました。この方法は、常温で処理できること、廃液処理が簡単であることから環境にやさしい方法です。

この方法で得られたナノセルロースを写真8、9に示します。得られたナノセルロースは、元の結晶性を保ちます。長さは0.3から1マイクロメートルと若干短くCNCに近いですが、ヘミセルロースが残っている点でCNFと似通っています。機械処理や使う酵素を変えることで、得られるナノセルロースの長さを変えることができます。

ナノセルロースの利用

セルロースはナノサイズまで解すことで、寸法安定性や高い強度を保持したまま、透明で軽い高強度の素材になります。さらに、他の樹脂との複合によりナノコンポジットを作るなど、ナノテク材料への用途が広がりました。また、粘性の高い懸濁液は、化粧品、食品などの増粘剤への用途も考えられています。

ナノセルロースには、加工性の悪さや耐熱性などの問題点が残されています。しかし、地球環境に優しい再生産可能な生分解性材料として期待されています。



写真9 ナノセルロースの使用例

木材から採掘される黒いダイヤモンド「リグニン」



山田 竜彦

バイオマス化学研究領域
木材化学研究室長

かつて石炭が最大のエネルギー源とされていた時代には、国内にも多くの炭鉱がありました。「炭坑節（月があーでたでたあー）」の歌詞の「私も掘りたあや〜黒ダイヤ（サノヨイヨイ）」の「黒ダイヤ」は石炭の高い価値を象徴する俗称です。黒ダイヤ（石炭）による一大産業が展開され、炭鉱地域の経済は

大いに潤ったとのこと。さて、石炭は古生代の森林の堆積物の地層から採取される化石資源ですので、元々は木質バイオマスでした。主に石炭に残った「リグニン」に由来するものが多いと考えられています。

リグニンは木質バイオマスの二〇～三五%を占める主成分の一つで(図5)、化学的には芳香核(ベンゼン環)を持つ化合物が結合して巨大化した化合物です。その存在量は多大で、地上で二番目に多量に存在する有機化合物といわれています。リグニン(Lignin)という言葉は、ラテン語で木材を意味するリグナム(Lignum)に語源を持ち、木質を木質たらしめている成分そのものとしての「木質素」という意味を持ちます。実際、木材からリグニンを抜くと木材としての物性を失い、繊維である紙パルプが残ります。これが製紙産業で行われる蒸解と呼ばれる工程です。パルプを取った残りのリグニンは焼却して熱源として利用する以外は、ほとんど使われていません。そこで我々は、リグニンに価値を付与するための研究開発を開始しました。リグニンに高い付加価値を付けると、リグニン供給源としての森林の価値が向上し、木材供給地域にとつての新たな「黒ダイヤ」として、新しい産業の創出が可能となります。

一つの技術として、活性炭素繊維という高付加価値製品の製造技術を開発しました。活性炭素繊維は、表面積が広い繊維状の炭素で、主に空気浄化や水質浄化材料として活用されています。

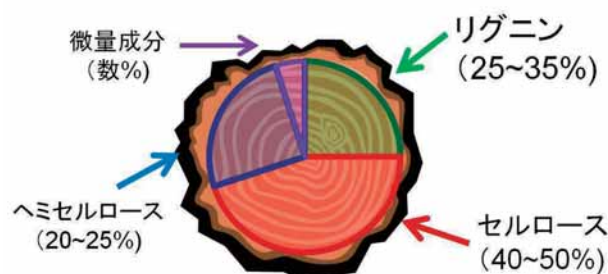


図5 木材の成分構成比
木材の25～35%はリグニン

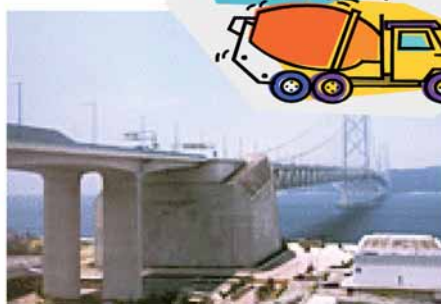
す。我々がリグニンから開発した活性炭素繊維は、表面積が、一グラムあたり二千平方メートルを超える高性能品で、このレベルの市販品の市場価格はグラムあたり二万円を超えています。私達は、国産スギ材のリグニンから、この高性能な活性炭素繊維を製造することに成功しました。開発のポイントには繊維状に糸をひくことが可能で、リグニンを作り出すことにありました。そこで、ポリエチレングリコール(PEG)という化合物を導入することで、これまで難しかった針葉樹リグニンを熱に溶かして糸を引くことに成功し、この基盤技術を完成しました(図6)。

成功！

高い市場性
(400～500億)



コンクリート用
減水剤として調製



コンクリート施工現場での活用

高い減水性能(流動付与性)を発揮

この他にも、コンクリート用化学混和剤という薬剤をリグニンから開発しました。コンクリート用化学混和剤は、ほぼすべてのコンクリート施工に用いられており、そのマーケットは膨大で、国内だけでも年間四〇〇〜五〇〇億円規模の市場があります。私たちは、混和剤のうち、最も多用されている「減水剤」を、様々なリグニンから開発する新しい手法を開発しました。減水剤とは、コンクリートの粒子を分散させ、流動性を与えて、施工性を高めるコンクリート施工において必要不可欠な混和剤です。リグニンの構造と、導入するポリエチレングリコール系の化合物の構造を精密にデザインすることで、高性能な減水剤の製造に成功しました（図7）。その分散性能は、最低でも現在よく使われている類似製品の三倍を示し、更に十倍以上の高性能製品の開発にも取り組んでいます。

リグニンは、活性炭素繊維のような高付加価値な製品や、コンクリート混和剤のような市場の大きな製品の原料としての高い価値を持っています。森林から産出可能なリグニンを、キラリと光る「ブラックダイヤモンド」とした、地域での新産業創出へ向けた取り組みを進めています。



図6 針葉樹リグニンからの活性炭素繊維製造の工程



図7 リグニンからのコンクリート用化学混和剤（減水剤）の製造



野口 宏典
(気象環境研究領域主任研究員)

二〇一一年東北地方太平洋沖地震津波で多くの海岸林が被災

二〇一一年東北地方太平洋沖地震津波は東日本の多くの海岸林を襲いました。

ここでは、クロマツを対象とした水路実験をもとに、津波を再現するシミュレーションモデルをつくり、二〇一一年三月の津波で部分的に被害を受けた海岸林を対象として、海岸林が津波を弱める効果、津波による海岸林の被害について解析しました。

樹木がどれだけ抵抗として
はたらくのかを調べる水路実験

水路実験により、水流に対するクロマツの葉の抵抗力を調べました(図1)。実験の結果から、葉の抵抗力は、一・五メートル/秒程度の流速までは変わりませんが、それ以上の流速では流速に応じて大きくなっていくことがわかりました(図2)。これは、限界の流速までは流速の上昇に応じて葉が徐々に流れの力を受けにくい形に変形する

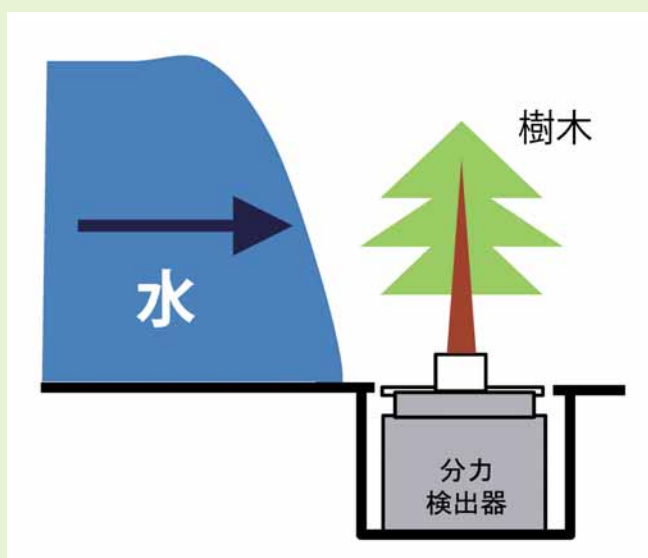


図1 水路実験の概要
水の流れを受けた時の樹木の抵抗力を分力検出器で測定しました。

ため、抵抗力が増加しませんが、限界の流速を超えると、葉がそれ以上変形できなくなるため流速に応じて抵抗力が高くなっていくものと考えられました。この実験の成果を津波のシミュレーションモデルに用いました。

シミュレーションモデルで
海岸林の津波被害を再現する



数値シミュレーションの結果

二〇一一年三月の津波で部分的に被害を受けた青森県三沢市の海岸林は、波打ち際からの距離が一〇〇mから三八〇m付近にかけて林帯があり、二〇一一年の津波では波打ち際から二〇〇mまでの範囲で被害が発生しました(図3a)。実際に現地で観測された浸水状況に合うようにシミュレーションの条件を調整して津波を再現し、林帯が津波を弱める効果について評価しました。波打ち際から三八〇m地点で比較すると、線流量(一定幅の流量)の最大値は、林帯が有る場合が一・〇平方m/秒であったのに対して無い

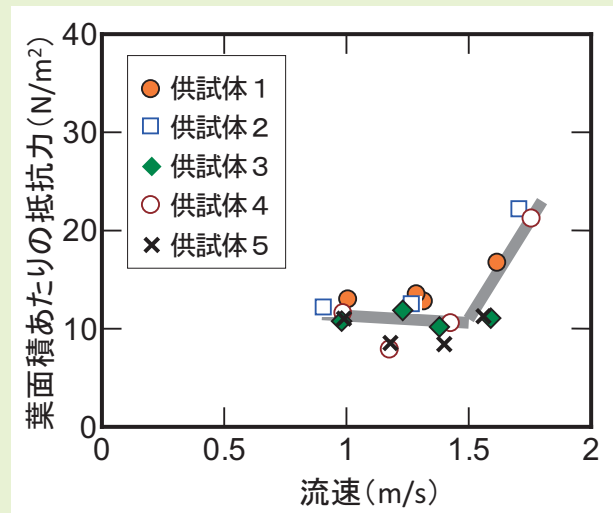


図2 流速と葉面積あたりのクロマツの抵抗力の関係

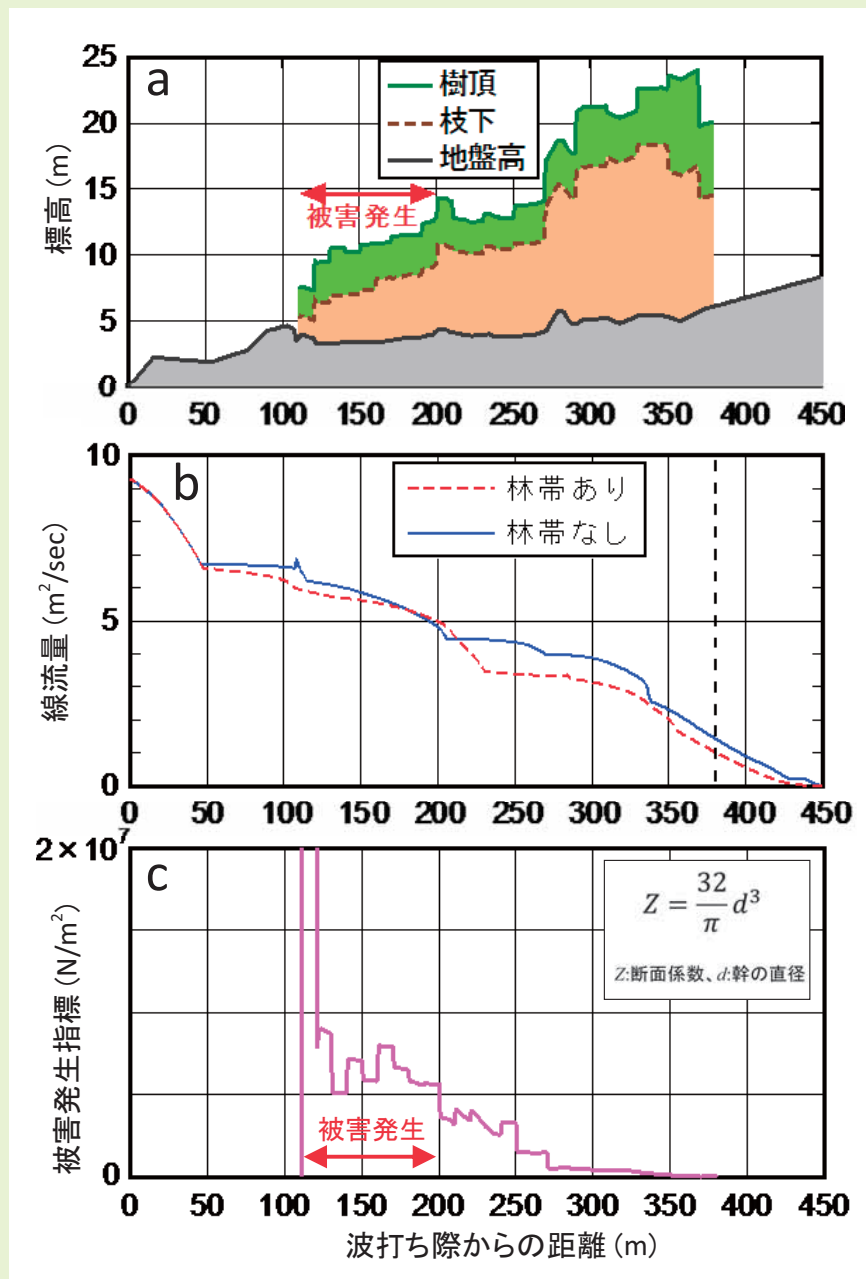


図3 対象地の横断面図と林帯の分布(a)、線流量の各地点の最大値(b)、樹木被害指標(c)

場合が一・四平方m/秒となり、林帯が津波を弱める効果を数値的に評価することができました(図3b)。シミュレーションモデルで推定したクロマツの根元への曲げモーメント(大きいほどクロマツが損傷しやすい)を、クロマツの丈夫さを表わす値(断面係数・幹の太さの三乗に三三・πをかけた値)で割った値を被害発生指標として計算しました(図3c)。被害発生指標

は、多少の変動はあるものの、海側林縁で特に大きく、内陸側に向かって減少する傾向を示し、実際の被害の分布を概ね説明できるものであると考えられました。このシミュレーションモデルは海岸林の樹木の密度やサイズなどの条件を変更して計算をすることができ、今後、東北地方の海岸林の復興や、他の地域での海岸林の効果の予測に利用できます。

ハーメルンの笛で 外来リスを誘い出す

外来生物クリハラリス

最近、アライグマやマングースなど、ペットや天敵として日本に導入された外来生物が定着して問題となっている例がよく話題に上ります。同様にクリハラリスというリスの仲間も、最近各地で分布を広げている外来生物の一つです。クリハラリスというと聞きなれないかもしれませんが、一般的にはタイワンリスとも呼ばれる東南アジア原産のリスです。神奈川県鎌倉市や東京都伊豆大島など観光地で見かけたこともあるかもしれません。クリハラリスは、雑食傾向が強い種類で、果樹類、野菜類、シイタケ、木材などの産物に被害が出ている地域もあります。また、樹皮を剥いで樹液を舐めるため、自然林の植生（写真1）や鳥類の繁殖への影響など、生態系への被害も心配されています。

日本ですでにクリハラリスが野生化している地域は伊豆大島や神奈川県のほか、静岡県、岐阜県、和歌山県、大阪府、兵庫県、長崎県、大

分県、熊本県などです。導入されてから五十年以上たつ地域もあり、個体数はすでに多くなりすぎて、捕獲による排除もなかなか効果が上がりません。どの外来生物においても言えることですが、重要なのは個体数がまだ少ない定着初期に捕獲しつくしてしまうということです。そこで問題になることは、まだ個体数が少ない時点で、どこで捕獲を試みればよいのかを知る手段です。一般的には、樹皮剥離や巣などの生活痕跡を探したり、聞き取り調査を行うことによって生息地点



林 典子
(多摩森林科学園チーム長)



写真1 クリハラリスは樹皮を線状に剥ぎ、出てくる樹液を舐める

を調査するのですが、こうした作業もクリハラリスの密度が低い定着初期にはあまり成果がありません。そこで新しい手法として、グリム童話の「ハーマルンの笛吹き男」が笛でネズミを惹きつけたように、音でリスを誘引する方法を開発しました。

音声再生する新手法

クリハラリスは天敵が現れると独特の音声をあげ、周囲に危険を知らせ合う習性をもっています。ヘビ類に遭遇すると、「チー」という甲高い音声を発し、この声によって周囲のリスは寄ってきて、集団でヘビに攻撃を仕掛けます。このヘビに対する「チー」という音声を録音しておき、それを再生することで周囲に生息するクリハラリスを集めてみようと考えたわけです。すでにクリハラリスが生息することが分かっている神奈川県鎌倉市の山林で試してみると、三〇回再生したうちの六三・八三%でクリハラリスを誘引できました(図一)。

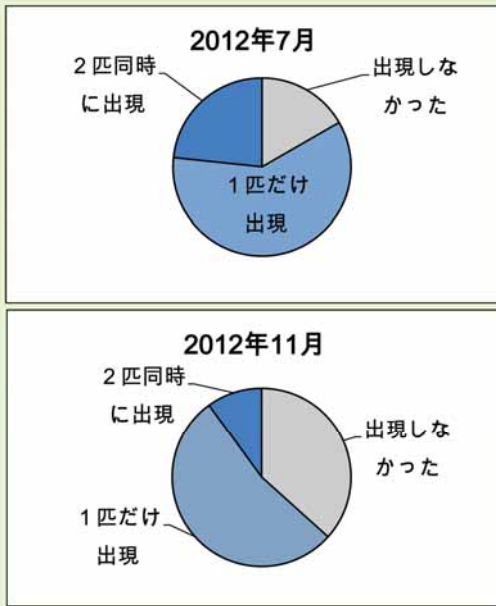


図1 神奈川県において行なった音声再生法で集まったクリハラリスの個体数
2012年7月と11月にそれぞれ30回ずつ再生し、83%及び63%でリスが出現した。

そこで、まだ分布状況が分かっているない埼玉県入間市で音声再生を行い、生息場所の確認を行いました。放獣された地点から半径二キロ以内



リスが出現した林にワナを設置して餌付ける



効率的に捕獲成功

図2 クリハラリスの初期防除手法の流れ

でほとんどの個体を排除できたと考えられます。

参考文献

田村典子・重昆達也・金田正人・御手洗望・繁田真由美・繁田祐輔・山崎文晶・森崎将輝・津田朋香・小野晋・長谷川奈美・和栗誠、[Sound playback surveys to reveal the distribution of invasive alien Pallas's squirrels, *Callosciurus erythraeus*], Mammal Study, 38, 97-103, 2013

森林・木材の放射能

原発事故と山菜

清野 嘉之（研究コーディネータ（林業生産技術兼国際研究担当））

福島第一原子力発電所事故は山菜にも深刻な放射能汚染をもたらしました。山菜には栽培品と野生品があり、栽培品については出荷制限とその解除、除染といった一般の野菜と同じような処理の手段を講じられます。しかし、野生品は「天然もの」の価値がある反面、採取地が特定されない場合が少なくなく、栽培品と同じことはできません。森林総合研究所では二〇一二年五月以来、福島県などで野生の山菜や薬用植物を採取し、放射性セシウム濃度や採取地の空間線量率を計測しています。それによると、山菜植物の放射性セシウム濃度と空間線量率との間には正の相関関係がありました。空間線量率が同じでも、イワガラミのように他の樹木に張り付くための付着根を持つ種や、地形的に周囲より低く、表層水や地下水が集まる土地に育った山菜植物はより汚染されていました。二〇一三年春に空間線量率が〇・八マイクログシーベルト／時（ $\mu\text{Sv/h}$ ）以上の場所で採取した山菜に、出荷制限の目安となる生重一キログラムあたりのベクレル数が一〇〇以下のものはありませんでした。これらの結果にもとづき、高濃度汚染の野生山菜を採る危険を減らすためのガイドラ

イン（案）を次のように作成しています。
（一）空間線量率（Japan Atomic Energy Agency, <http://ramap.jnc.or.jp/map/eng/>）が高い場所ほど、山菜は汚染されています。二〇一三年の春に空間線量率が〇・八 $\mu\text{Sv/h}$ 以上あった場所では、山菜を採らないようにして下さい。

（二）空間線量率が同じでも、付着根を持つ山菜や、集水地形（窪地や谷型をした地形で、地表面水や地下水が集まりやすい場所）で育つ山菜は、より汚染されています。

（三）放射能汚染された場所ではコシアブラの芽は採らないで下さい。コシアブラは空間線量率が〇・二 $\mu\text{Sv/h}$ 以上の場所では強く汚染されている可能性があります。空間線量率以外にコシアブラの汚染度を高める条件にどのようなものがあるのか、現時点では不明です。

（四）放射性物質の減衰や生態系内での移動に伴い、空間線量率と放射能汚染の関係は刻々変化していくと考えられます。判断に当たっては、最新の情報を利用するようにして下さい。



野生のフキとミズ（ウワバミソウ）

詳しくは[http://ritchi.ac.affrc.go.jp/PDFvol55no2/55\(2\)_2013_113-118.pdf](http://ritchi.ac.affrc.go.jp/PDFvol55no2/55(2)_2013_113-118.pdf)をご覧ください。

[http://ritchi.ac.affrc.go.jp/PDFvol55no2/55\(2\)_2013_113-118.pdf](http://ritchi.ac.affrc.go.jp/PDFvol55no2/55(2)_2013_113-118.pdf)

私たちのくらしと

福島県のミミズの放射性セシウム濃度

長谷川 元洋（森林昆虫研究領域 昆虫生態研究室 主任研究員）

福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質は、森林では、落葉層及び土壌に高濃度で蓄積していることが明らかになり、土壌生物に強い影響を及ぼすことが考えられました。放射線は生物の体外と体内の双方から影響を与えますが、特に落葉などの放射性物質が土壌生物の体内に入る際に、生物体内で高濃度に濃縮されることが懸念されました。そこで筆者らは、福島県内の三地点（川内村三ツ石、大玉村玉井、只見町布沢）のスギ林に調査地を設定し、ミミズの放射性セシウム濃度の調査を行っています。ミミズ（図1）は落葉層及び土壌層に住む代表的な動物で、落葉分解や土壌形成を行うと共に、他の動物の餌としても重要とされています。ミミズには様々な生活型を示す種がありますが、落葉層が高い放射性セシウム濃度を示したので、ここでは、落葉層を主な餌とする、表層性のミミズについて調査を行いました。

三地点のミミズ相は異なり、川内村ではフトミミズ科の一種、大玉村ではタニマミミズ、只見町ではヒトツモンミミズあるいはハタケミミズが優占種でした。各地点の優占種のミミズの放射性セシウム濃度は落葉の放射性セシウム濃度と土壌層（〇～五センチ）の放射性セシウム濃度の間の値を示すことがわかり、ミミズの放射性セシウム濃度は落葉と土壌層の影響を受けると考えられました（図2）。一方、ミミズの放射性セシウム濃度は、



図1 調査地のミミズの様子

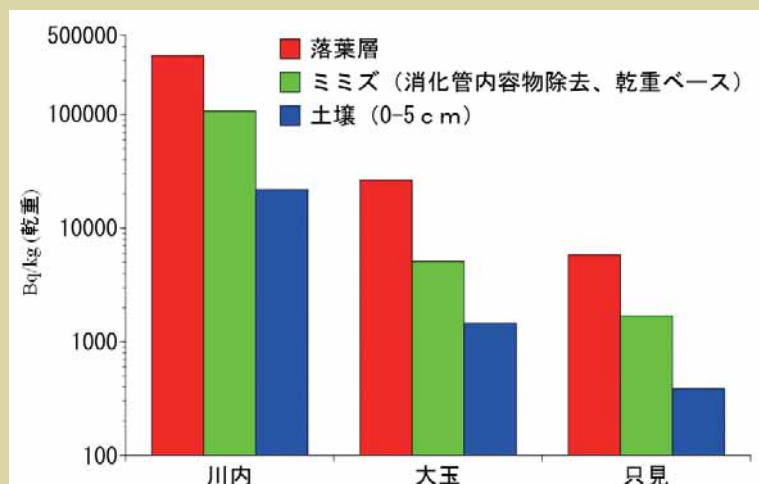


図2 原発事故後半年の福島県のスギ林における落葉層、土壌層とミミズの放射性セシウム濃度 ($^{134+137}\text{Cs}$)

餌である落葉層の濃度よりは低く、餌からミミズへと移行する際の顕著な濃縮は確認されませんでした。さらに、一年半及び二年半後にも継続して測定したところ、ミミズの放射性セシウム濃度は年々減少していました。

以上から、現時点の調査の範囲内では落葉からミミズへの過程で放射性セシウム濃度の濃縮は認められませんでした。今後、森林生態系内への、放射性セシウムの拡散過程を把握するために、落葉層、土壌への放射性セシウムの浸透状況とともに、ミミズなどの土壌動物を捕食する動物（ネズミ、モグラなど）の放射性セシウム濃度の測定などを含めたモニタリングを長期的に継続する必要があると考えています。

森林(もり)を創り活かす

特定中山間保全整備事業の完了と期待される効果

森林農地整備センター 農用地業務室

特定中山間保全整備事業とは

特定中山間保全整備事業は、農林業の振興と森林及び農用地の有する公益的機能の維持増進を図るため、水源林の造成と一体として農用地の保全・整備等を実施する事業であり、全国三区域で実施してまいりました。

平成二六年三月には、最後の事業区域となった島根県・邑智西部区域での事業が終了しましたので、これまでの実績や発現された効果等をご紹介します。

特定中山間保全整備事業の実績

本事業は、河川上流域の森林・農地が混在する中山間地域で、既存の農林関係の補助事業の連携では十分対応しきれない部分を力バするため、次の内容の事業を行うユニークな農林一体事業です。

【森林整備】

- ① 水源林造成 ② 分収育林

【農用地等整備】

- ① 農用地整備 (区画整理、暗渠排水、客土、農用地保全工等)
- ② 林地転換 ③ 農林業用道路整備
- ④ 農業用排水施設整備 ⑤ 鳥獣害防止施設等

実施した三区域の事業実績は表のとおりです。

三区域で発現された主な効果等

① 区画整理による生産の効率化と多様な作物生産

阿蘇小国郷区域では、区画整理により大型機械の活用による生産の効率化が図られました。また、暗渠排水の整備により水田の水はけが良くなり、米の収穫後にキュウリやホウレンソウ等の野菜の作付けが増加し、生産量も着実に増加しています。

邑智西部区域では、農産物の集出荷に輸送時間やコストがかかっていたですが、本事業により開通した農林業用道路(愛称「日桜(ひざくら)ロード」)の活用で効率的な農産物輸送が実現しました。また、周辺の森林の効率的な管理や、区域内の交流拠点などへのアクセス向上による都市との交流促進が期待されています。

② 流通や交流基盤としての農林業用道路の整備

邑智西部区域では、農産物の集出荷に輸送時間やコストがかかっていたですが、本事業により開通した農林業用道路(愛称「日桜(ひざくら)ロード」)の活用で効率的な農産物輸送が実現しました。また、周辺の森林の効率的な管理や、区域内の交流拠点などへのアクセス向上による都市との交流促進が期待されています。

③ 地域農産物での六次産業化の推進

富良野区域では、農地の傾斜改良や鳥獣害防止施設の設置等により、バレイシヨの安定生産が可能となり、町内に新設されたポテトチップス工場に出荷(約二千トン/年)されるなど地域の六次産業化の推進に貢献しています。

結びに

特定中山間保全整備事業の完了により、平成二〇年に旧緑資源機構から当センターへ承継された農用地関係の事業が全て完了しました。今後においては、事業完了後の評価に係る業務を実施してまいります。これまで事業の推進にご支援をいただいた関係者の皆様に心から感謝申し上げます。

表 特定中山間保全整備事業の実績

No	県名	区域名	工期	受益面積(ha)	事業量	
					森林整備	農用地整備
1	熊本県	あそおぐにこ郷阿蘇小国郷	H15~H21	5,785	水源林造成・分収育林 72ha	区画整理等 141ha 基幹農林道 14.9km その他農林道 8.3km
2	島根県	おおち せいぶ邑智西部	H19~H25	3,162	水源林造成・分収育林 91ha	区画整理等 141ha 基幹農林道 9.1km
3	北海道	みなみふらの南富良野	H20~H24	1,270	水源林造成・分収育林 258ha	区画整理等 597ha
合計				10,217	水源林造成・分収育林 421ha	区画整理等 879ha 基幹農林道 32.3km



新設されたポテトチップス工場
(北海道・南富良野区域)



「日桜ロード」
(島根県・邑智西部区域)



大型機械による稲刈り作業
(熊本県・阿蘇小国郷区域)

平成二六年度

森林講座のお知らせ

多摩森林科学園では、八月を除く五月から翌年三月まで、森林講座を開講し、研究の成果を分かりやすく解説しています。

今回は六月から九月までの講座を紹介いたします。ご来聴をお待ちしております。

お申し込みは下記をご覧ください。

木造で高層ビルを建てる！

六月二十五日（水）

欧米では直交集成板（CLT）の登場によって木造で高層ビルを建てることも夢ではなくなってきました。そんな木質材料たちの最前線についてご紹介します。

塔村真一郎

（複合材料研究領域長）



人はどのように

木材を切ってきたか

七月十六日（水）

有史以来、人がどのような道具や機械を使って木材を切削加工してきたか、また、近年、木工機械がどのくらい進歩しているかについてご紹介します。

村田光司

（加工技術研究領域長）



そこに山があるから？

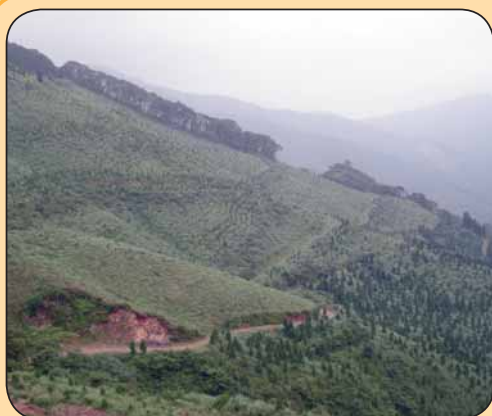
—— 山林保有と管理経営 ——

九月二十六日（金）

山は金にならない、という話をしばしば耳にします。それでも山林を保有する人の数は減っていません。人が山を保有する理由について考えます。

田中 亘

（林業経営・政策研究領域 主任研究員）



【開催概要】

時 間：午後1時15分～午後3時

会 場：多摩森林科学園（受付場所：森の科学館）

定 員：各回40名（要申し込み、先着順）

受講料：無料（ただし、入園料として大人300円必要です。入園には今春から発売開始の年間パスポートもご利用できます。）

【お申し込み・お問い合わせ先】

多摩森林科学園

〒193-0843 八王子市廿里町1833-81

TEL：042-661-1121 FAX：042-661-5241

電子メール：shinrinkouza@fpri.affrc.go.jp

【お申し込み方法】

電子メール、FAX、または往復はがきで、

- ①受講したい講座名 ②郵便番号・住所
- ③受講者名 ④電話番号

をご記入の上、左記申込先へお申込みください。

・お申し込み1通で、1講座3名までの応募ができます。

・各講座開催日の前月の1日からお申し込みいただけます。

・受付は先着順で、定員に達したら締切となります。定員に達しない場合でも、講座開催日の1週間前が締切となります。応募受付の回答は、先着順で順次お知らせします。

平成二六年度 一般公開を開催

四月十八日（金）、十九日（土）の二日間、平成二六年度の一般公開を本所において開催しました。初日はあいにくと小雨がぱらつく寒い日でしたが、両日で一一二八名の来場者を迎えることができました。研究成果の説明展示を始め、雨が地表の土を動かす実験や木の壁を実際に壊して強さを調べる実験を見学してもらいました。恒例の樹木園見学やウッドクラフト、苗木のプレゼントなども好評のうちに終了しました。

来年度も四月中旬に開催する予定です。多数のご来場をお待ちしております。



国際生物多様性記念シンポジウムを札幌市で開催

森の木を伐りながら生き物を守る
木材生産と生物多様性保全の両立に向けて

平成二六年四月二六日、道民活動センター「かでる27」で国際生物多様性の日を記念し、林業においてどのような施業をすれば木材生産や生物多様性などの公益的機能を最大限に発揮させられるかについて、シンポジウムを開催しました。

シンポジウムでは、樹木の伐採に際し一部の木を切らずにわざと残して生物多様性に配慮する保残伐と呼ばれる施業方法を用いた大規模実験について、研究と行政双方の立場から具体的な計画や意義、予想される成果が述べられました。また、環境や生物多様性への配慮について、世界的な研究動向や先進的な取り組み事例、市民参加型の森林利用などが報告されました。

約一三〇名の参加者で会場はほぼ満席となり、社会経済活動の中に生物多様性への配慮を組み込む「生物多様性の主流化」の一環にふさわしく盛況となりました。



みどりとふれあうフェスティバルに出展

五月十日（土）、十一日（日）の二日間、東京都立日比谷公園においてみどりとふれあうフェスティバルが開催されました。この催しは「みどりの月間」に因む各種緑化行事を締めくくべく、森と花の祭典「みどりの感謝祭」に併せて行なわれるものです。両日とも好天に恵まれ、多くの参加者が訪れました。

当研究所もブースを設け、樹木に関する相談受付や研究紹介を実施するとともに、ウッドクラフトを提供して木材の良さをアピールしました。ウッドクラフトは木片を組み合わせて犬のマスケットを作る簡便なものですがおかげさまで、親子連れを中心として多くの方に楽しんでいただくことができました。



フェローのつぶやき

研究者よ森（ムラ）を出でよ



福山 研二

一般社団法人 国際環境研究協会
プログラムオフィサー
信州大学特任教授

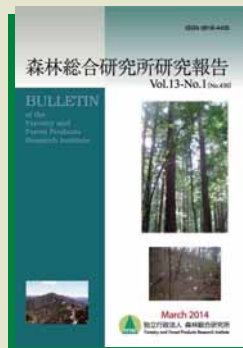
先日、久しぶりに森林学会の大会をのぞいてみた。百周年記念ということもあってか、会場は、大宮駅周辺のソニックホールという立派な施設であり、なつかしい方々の顔が随所に見かけられた。

百周年記念式典の後、男女共同参画のシンポジウムに参加したが、その中で、研究の多様性を保つ上でも女性の参画が重要であるという議論があった。それを聞いていて、思ったのであるが、研究の多様性を求めるためには、確かに女性の参画も大切であるが、森林総研の研究者はもつと森から出て広い世界に出て行くべきではないのか。

私は退職後、環境省環境研究総合推進費のプログラムオフィサーをしているが、自然共生社会関係の評価委員などを捜すときに適任者が少ないことに悩む。もちろん、環境研究として自然生態系が重要なテーマになるようになったのは、比較的近年であるため、評価委員を務めることができるそれなりの歳の幅広い見識を持った人が育っていないと言つこともあるが、ほとんどの研究者が、森林学会のような狭い世界で過ごしていることも問題なのではないかと感じた次第である。

もちろん、森林学会は、森林の研究をする上では必須の学会の一つであるが、もつと世の中には幅広い、多様な研究テーマや課題があることを知るべきである。よく、ふるさとの良さは、そこから外に出て初めて気づくと言われている。その意味でも、特に若いうちは、大いに森というムラから出て、広い世界を知り、外部の研究者とのコラボレーションを体験すべきではないだろうか。

森林総合研究所研究報告



Vol.13-No.1 (通巻 430 号)
2014 年 3 月発行
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/>

論文

北関東の山地斜面における希な樹種を用いた
落葉移動距離の解明

阿部 俊夫・坂本 知己・壁谷 直記・
萩野 裕章・延廣 竜彦・野口 宏典・
田中 浩

森林総合研究所モデル木造住宅における
環境振動の伝搬性状

宇京 斉一郎・佐野 泰之・末吉 修三・
杉本 健一・青木 謙治・小林 久高・
原田 真樹

ノート

オオキノコムシからの

Pristionchus bucculentus の検出
神崎 菜摘・滝久智・升屋 勇人・
岡部 貴美子

編集後記

今号の特集ではバイオマス資源の有効利用を論じました。

充実しつつある我国の森林資源の利用を促進するには、王道である材木としての利用のみならず、高付加価値を目指したマテリアル利用や高効率なエネルギー利用の実現が重要です。

これらを推進した暁には、中山間地域の活性化のみならず、林業の高次産業化が果たせると期待しているところです。

(企画部 研究情報科 森澤 猛)

編集委員：小泉 透 市田 憲（認定NPO法人 才の木） 森澤 猛 辻 祐司 野畑直城 高梨 聡 浦野忠久 高野麻理子 高麗秀昭 田中 亘

（表紙の写真） 上からセイヨウトチノキ（マロニエ）、メタセコイヤ、ウバメガシの若葉 （誌名の背景） トチノキの木目
（裏表紙の写真） ペニバナトチノキ：北米南部原産のアカバナトチノキとヨーロッパ原産のセイヨウトチノキ（マロニエ）の交雑種で、高さは8～10メートルほどになる。5月頃、枝先に長さ15から25cmの大きな円錐花序を付ける。



「ベニバナトチノキ」 *Aesculus x carnea*

季刊 森林総研 Vol.25

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/>

2014 (平成 26) 年 6 月 16 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。