

FORESTRY AND FOREST PRODUCTS RESEARCH INSTITUTE

No. 33

総研 森林

季刊



左からツガサルノコシカケ、コツブタケ菌根、ヤブニッケイすすす菌、マルバアキグミ根粒、線虫。背景は小川学術参考林。



マツタケはマツの根から養分を得て育つ微生物。秋になると土の中からキノコ（子実体）をつくる。

季刊
総研 森林
 No. 33

国立研究開発法人 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.029-829-8373
 FAX.029-873-0844
 URL <https://www.ffpri.affrc.go.jp/>

2016 (平成28) 年5月31日発行
 編集：国立研究開発法人 森林総合研究所 広報誌編集委員会
 発行：国立研究開発法人 森林総合研究所 企画部広報普及科
 ※本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。

1 特集 面白い微生物ワールド

- ◆ 本当は偉い！生きた木を腐らせるきのこ「生立木腐朽菌」
- ◆ コモン菌根ネットワーク
木の根は菌でつながっている
- ◆ 樹木病原菌の光と影
- ◆ 空気を養分に変える
— 窒素固定細菌の働き —
- ◆ 地球は線虫に包まれている
- ◆ 世界のいろいろな松茸

14 研究の森から

- ◆ 都市近郊林の植物の50年間の変化
— 希少種が減少し、外来種が増加した —
- ◆ リグニンからコンクリート用混和剤を開発
— 天然物系高性能の減水剤 —
- ◆ 地球温暖化への森林の適応策
— ブナ天然林を事例として —
- ◆ 外来植物の侵略で荒廃する
熱帯雨林の土壌

22 森林・林業の解説
南極報告

- 24 森林(もり)を創り活かす
「マサ土」地域における作業道法面の
早期安定について

26 森林保険センターのお知らせ

27 森林講座のお知らせ

28 何でも報告コーナー

- ◆ 110周年記念誌発行
「森林総合研究所百年のあゆみ」
- ◆ nano tech 2016 大賞 新人賞受賞
- ◆ 女性活躍推進法に基づく行動計画の策定
- ◆ 国際森林デー シンポジウム
「COP21パリ協定が求める森林のすがた」
- ◆ シンポジウム「前進する北の林業」を開催

特集

面白い微生物ワールド

国立科学博物館 植物研究部 細矢剛



森は、地球上でもっとも複雑な生態系です。様々な動植物が暮らしていますが、菌類のような微生物もその一員です。菌類は、酵母・カビ・きのこのことです。目に見えないようなカビとまじり合っていますが、このふたつは、菌糸という髪の毛よりも細い細胞が繋がった構造を本体としていて、基本的な体のつくりは同じなのです（酵母は菌糸が単純化したものと考えられます）。

さて、菌類をはじめとした微生物は森林では何をしているのでしょうか。長い間、菌類は森林の動植物の遺体を分解して栄養を得ている、と考えられてきました。つまり、菌類は「地球のお掃除屋さん」と考えられてきたのです。しかし、最近の菌類についての科学は、それ以外にも生きた動植物と様々な関係を持っていることを明らかにしてきました。時にきのこは、植物を育て（きのこは「木の子」ではなく、本当は木を育てる「木の親」なのです）、カビは生きた植物を攻撃し、様々な動物（特に昆虫）とも関係を持っているのです。バクテリアや線虫など他の微生物も、植物や昆虫などと密接な相互作用を有しています。森林の生態を理解する上では、「新しい微生物観」が必要とされています。



左：オオシロアリタケ、シロアリが栽培。中：ヨツデタケ、ハエが胞子を散布。右：クワガタムシの幼虫、菌による腐朽材を餌にする。



写真3 ノグチゲラの巣。天然記念物であるノグチゲラは心材の腐朽したシイやセシヤンなどに営巣することが多い。



写真4 カツラの幹にできた樹洞。心材腐朽が進展するとこのような樹洞になる。これらは小動物の巣として利用されることもある。

しますが、なかには生立木腐朽菌^{（生きた木を腐らす菌）}といって、生きた樹木の材に侵入して腐らせるものもあります（写真1）。

生立木腐朽菌は林業の大敵です。植栽された木の心材が高さ5メートルにわたって腐朽菌によって腐っていることもあります。このような木には、もはや材木としての利用価値はありません。また、心材部が腐った街路樹は強風によって容易に倒れ、時として道路をふさいだり、建物や車両などを破壊したりします。生立木腐朽菌は、我々の生活に直接迷惑を与えることもあるのです。

ただ、生きた樹木の材を腐らせることは、

実は森の中ではとても大事な営みの一つです。森に入ると、老齢の大木が倒れているのを目にすることがあります。その多くは、幹の基部や根などが腐朽菌によって腐っており、強度が低下したために倒れたのです（写真2）。

森の大きな樹木が倒れると周辺の樹木も巻き込まれて倒れてしまい、大きな空き地ができます。このような場所には林床まで日が差し込み、明るい環境を好む樹種の幼木や草本類が生育します。上を覆っていた木が倒れることで、林の中に多様な植物が育まれるのです。また、腐朽菌は様々な生き物に棲み場所を提供しています。キツツキの多くは生きている

木の幹に穴を掘って営巣します（写真3）が、いくらキツツキとはいえ硬い幹に自力で穴をあけることはできません。キツツキは腐朽菌によって心材部分が腐朽した木や、腐朽が進行して内部が空洞化したつたある樹木を選んで巣穴を掘っているのです。また、樹洞（写真4）がムササビをはじめ様々な哺乳類や鳥類などの巣として利用されていることは、皆さんもご存じでしょう。

このように生立木腐朽菌は、森の世代交代を進め、様々な植物や動物の生息場所を提供するという大切な役割を担っているのです。



写真1 マイタケ。食用として広く栽培されるが、ミズナラやシイなど生立木の心材腐朽菌としても知られる。



写真2 倒伏したトドマツ。心材腐朽菌によって心材が腐朽してポロポロになっている。

本当は偉い！生きた木を腐らせるきのこ「生立木腐朽菌」

森林研究部門 きのこ・森林微生物研究領域 森林病理研究室長 服部力

コモン菌根ネットワーク 木の根は菌でつながっている

森林研究部門 きのこ・森林微生物研究領域 主任研究員 小長谷 啓介

樹木の根には太さ数マイクロメートルの菌根菌と呼ばれる菌類が共生しています(図1)。樹木が光合成から得た栄養分を菌に渡す代わりに、菌は土壌中から吸収した窒素やリンなどの栄養分や水分を樹木に渡します。その結果、樹木は成長が促進され健やかに生育することができます。最近、隣り合う木の根同士が菌根菌の菌糸でつながってネットワークを形成しているという報告が出されました。これは「コモン菌根ネットワーク」と呼ばれ、菌を介して、樹木の間で様々な物質がやりとりされているようです。

陸上植物の約80%は菌根菌と共生しており、植物の根には様々な菌が共生しています。そのため、コモン菌根ネットワークによる植物間のつながりは、森林でごく普通に見られるのです。カナダのダグラスファー林では、約0.1ヘクタールの試験区に生育する樹木のほと

んどが2種の菌根菌によってつながっていました(Beller et al. 2010)。また、ここで生育するダグラスファーの幼樹の約6割が、成木とこれらの菌根菌を介してつながっており、成木がネットワークの中継点(ハブ)として働いていることが分かりました。幼樹は地中に張り巡らされているコモン菌根ネットワークに組み込まれることで、菌根菌が獲得した水分や土壌養分を効率的に得ることが出来ます。つまり、コモン菌根ネットワークは、成木が幼樹を養うための「ゆりかご」のような働きを担っているのです。

このようなコモン菌根ネットワークを介した物質の移動も実際に調べられてきています。アラスカで行われた最近の研究によると、フウセンタケの菌根菌が作る菌根ネットワークを介して、カバノキ属の樹木間で光合成由来の炭素が移動していることが明らかになりました

した(Desjardine et al. 2016)。この他にも、植物間の窒素や水分の移動に菌根ネットワークが関与していることが分かっています。これまで、共存する樹木は光や土壌中の養分を奪い合っていると単純に解釈されてきましたが、地中を拡がる菌根ネットワークを介して資源を分けあい助けあっているのかもしれない(図2)。

参考文献
Beller et al. (2010) *New Phytologist* 185:543-553
Desjardine et al. (2016) *New Phytologist* 210:393-390

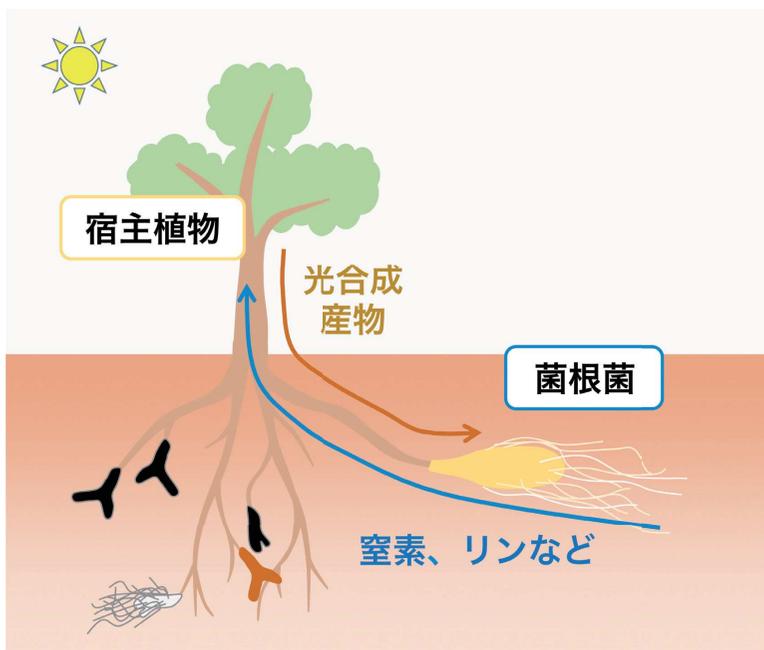


図1 樹木と菌根菌の共生関係

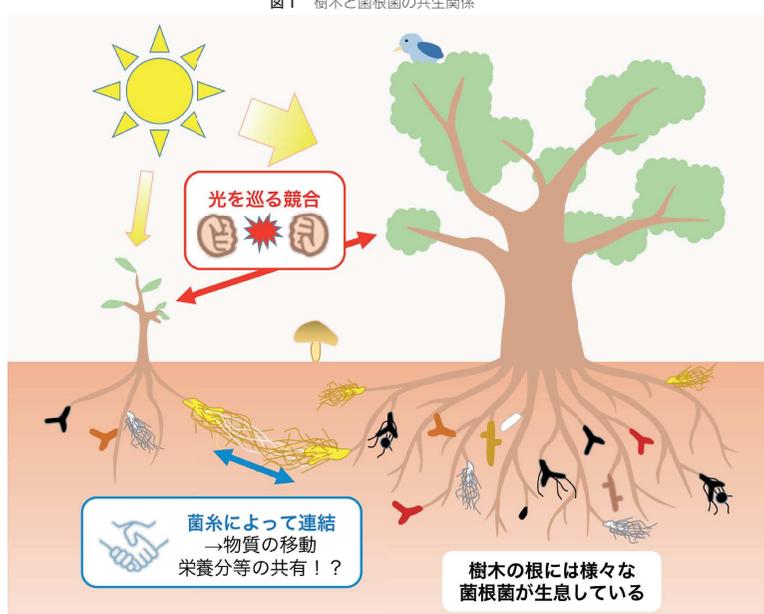


図2 コモン菌根ネットワークの概念図

樹木病原菌の光と影

森林研究部門 きのこ・森林微生物研究領域 チーム長 佐橋 憲生

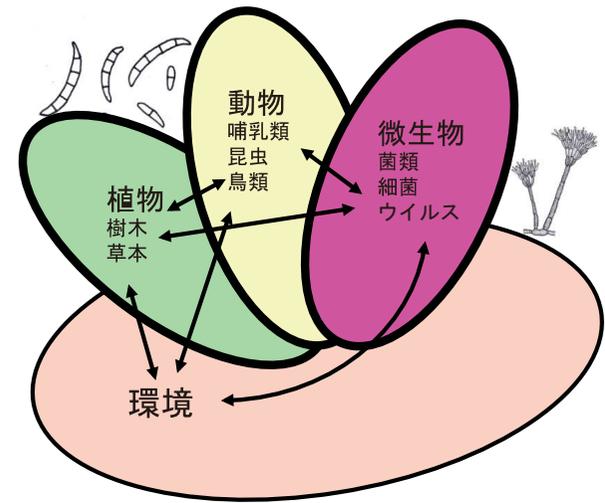


図1 森林生態系を構成する生物

森林には樹木だけでなく、林床に生える草本植物、ほ乳類や鳥類、昆虫などの動物、さらにはきのこ・かびなどの菌類といった多種多様な生物群が生息しています。菌類の一部は生きている樹木に寄生して、樹木の病気を引き起こします。これらを樹木病原菌と言います。

ブナの豊作年の翌春には多くの実生が芽生えます。しかしそのほとんどは、炭疽病菌という樹木病原菌の一種によって、発芽後およそ2ヶ月の間に枯れてしまいます(写真1)。この菌は様々な

植物に感染しますが、病原力はそれほど強くはありません。しかし芽生えたばかりの実生のほとんどは、生育に適さない暗い林床に生えているため、病原菌の攻撃に対して十分に身を守ることができません。そのため、病原力がさほど強くない炭疽病菌がブナの実生を枯らすことができるのです。こうしたことから、炭疽病菌はブナの更新に大きな影響を及ぼすと考えられます。

一方、病原菌の中には特定の樹種にのみ病気を引き起こすものも存在します。熱帯林では、親木の周辺では実生の生き残りにくく、親木から離れるに従い実生の生き残る確率が高くなる樹木が知られています。親木の周りには、その種に特異的な病原菌が高密度で存在するため、親木周辺の種子や実生は病原菌に侵されやすいのです。親木の周りでは同じ樹種の実生が生き残れなくなることから他の樹種の実生が育ち、結果として森林内に様々な樹種が維持されることにつながります。つ

まり、樹木病原菌が樹種の多様性を高めているのです。

一般に樹木病原菌は、樹木や森林に被害を引き起こすという負のイメージを持たれているかもしれませんが、しかしこれらは森林の中で、樹木の更新や多様性の維持などで多くの重要な機能を担っているのです。少し極端ですが、適度に樹木が病気に罹ることにより、森林生態系の機能が正常に維持されているという言い方ができるかも知れません。樹木病原菌は森林生態系の重要な構成者であり、生態系が健全に維持され、機能するためにはなくてはならない重要な存在として認識する必要があります(図1)。



写真1 ブナの芽生えと立枯病(炭疽病 左)と罹病した芽生え(右)
 上段、野外で発生した立枯病(炭疽病 左)と罹病した芽生え(右)
 下段、林床一面に発生したブナの芽生え(左、中) そのクローズアップ(右)

空気を養分に変える —窒素固定細菌の働き—

森林研究部門 きのこ・森林微生物研究領域 微生物生態研究室長 山中高史



写真1 さまざまな樹木の根に形成された根粒。上から、ヤシヤブシ、ヤマモモ、ドクツツギ。

窒素は、タンパク質やアミノ酸などを構成する重要な物質で、植物にとってはカリウムやリンと並ぶ肥料の三要素です。窒素は大気成分の約8割近くを占めていますが、大気中

の窒素を直接利用できる（窒素固定をする）のは、一部の細菌や放線菌に限られています。他の生物はこれらの微生物が固定した窒素を利用しているのです。

マメ科の植物およびヤシヤブシやヤマモモなどの樹木は窒素を固定するので、痩せた土地でも良く育つ、また、窒素肥料を与える必要がないことが知られています。これには、

窒素を固定する根粒菌という細菌の助けがあります。これらの植物の根には、根粒菌によって根粒という組織が形成されています（写真1、2）。根粒菌は窒素が十分ではない条件で活発に活動して窒素を固定するという特性を持つため（図1）、これらの植物は痩せた土地でも根粒菌の働きを通じて成長に必要な窒素が供給されるのです。

です。必要な養分は、スギの落ち葉の分解によって供給されるだけでなく、活発な細菌による窒素固定によってさらに多く供給されることとなります。このように土の中に棲む微小な細菌の働きによって、森の木々の成長は支えられています。

スギは日本を代表する造林樹種ですが、スギの落ち葉の分解途中で窒素固定菌の働きが高まることが知られています。これは、スギの場合にのみ見られる現象で、コナラやアカマツの葉をスギ林の地面に置いて分解させても窒素固定活性は高くなりません（図2）。逆に、スギの葉をスギ以外の林の地面に置いて分解させると、窒素固定菌の働きが高くなります。分解により、スギの落ち葉がアルカリ性側に近づくことで細菌の生育に適した条件になっているのです。

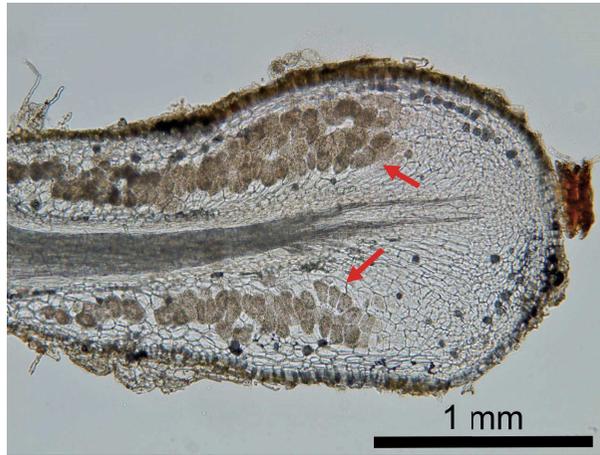


写真2 オオバヤシヤブシ根粒の断面図。窒素固定細菌が根粒の細胞内（矢印）に存在。

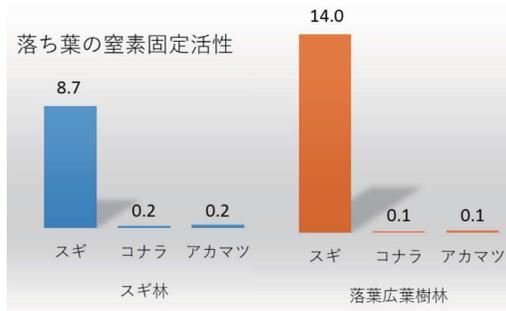


図2 落ち葉の窒素固定活性。スギ、コナラ、アカマツの新鮮な落ち葉をスギ林および落葉広葉樹林内に置き、19ヶ月後に窒素固定活性を測定した。値は、各10個の試料の平均値（単位：μgN/day/g）。Yamanaka et al. (2011)のデータに基づいて作成した。

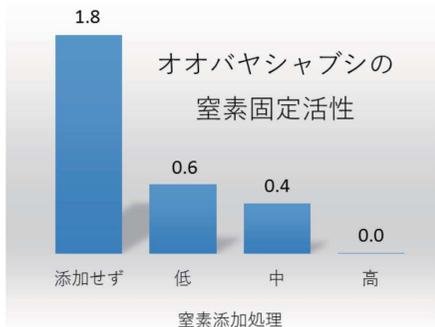


図1 オオバヤシヤブシの窒素固定に及ぼす窒素添加の影響。根粒を形成したオオバヤシヤブシ苗に、異なる濃度で窒素を1週間に1回添加した。窒素添加15週間後に窒素固定活性を測定した。値は、処理につき10本の試料の平均値。（単位：μgN/h/plant）。Yamanaka et al. (2016)のデータに基づいて作成した。



写真3 線虫の口器の形状
Parapristionchus gibbindavisi の捕食型(上左)と細菌食型(上右)、細菌食性線虫 *Caenorhabditis elegans* (下左)、糸状菌食性線虫 *Aphelenchoides* sp. (下右)。
Parapristionchus gibbindavisi は周囲の環境に応じて捕食型、もしくは細菌食型になる。

種程度なので、この試算が正しければ99%以上が未記載種ということになります。しかし、寄生虫などの有害種や、生物防除資材となるような有用種以外については、その重要性はあまり理解されていません。
遺伝資源としての線虫多様性
 生物多様性保全の目的の一つに、将来人類が有効利用できるかもしれない、潜在的な価値を持つ遺伝資源の保護があります。我々に

とって最も身近な自然環境の一つである森林にも、多くの線虫が生息しています(写真4)。近年の森林における線虫研究から、新たな事実が発見されています。例えば、昆虫からの化学的刺激を受けて休眠状態になり、老化を停止することで通常2週間程度の寿命を1年に伸ばす線虫がいます。また、通常は細菌を中心とした微生物を主食とする線虫の中には、生息密度や餌の多寡に応じて体の形や食性が

大きく変化し、他の線虫を主食とするようになるものもいます。これらの遺伝子情報を解析することにより、老化を食い止める遺伝子や環境に適した形態を形成する遺伝子など、新たな有用遺伝子が見つかるかもしれません。今後、森林を始め、様々な環境にも生息する線虫相を明らかにしていくことにより、さらに多くの有用な遺伝資源としての線虫が発見されるのが期待されます。



写真1 捕食性線虫 *Ektaphelenchoides spondylis* による捕食の様子
 他の線虫に口針を刺し、吸汁する。



写真2 昆虫寄生性線虫 *Deladenus* sp. の寄生型
 昆虫(キバ子)の体内で栄養摂取をし、宿主を不妊化するため、生物防除資材として利用される。

線虫という生物

線虫には長さ数百マイクロメートルから数メートルまで様々な大きさのものがありますが、その多くは1ミリメートル程度で細長い体を持ちます。ほとんどのものは肉眼では見えないため、顕微鏡でしか観察できませんが、菌類やバクテリアなどのいわゆる「微生物」とは異なり、節足動物に近い無脊椎動物の1グループです。
 線虫は動物の中でもタニ類と並んで非常に適応性が高く、地球上のほぼ全ての環境に適応し、また多様化しています(写真1~3)。ある試算では、地球上の1平方メートルあたり平均で100万個体以上の線虫が生息しており、また線虫の総種数は数百万種以上になるといわれています。現在知られているのが25,000~30,000



写真4 森林内の線虫の生息場所
 森林総研構内の雑木林にも多様な線虫相が存在し、多くのものが昆虫や節足動物によって運ばれている。

地球は線虫に包まれていく

森林研究部門 きのこ・森林微生物研究領域 主任研究員 神崎 菜摘

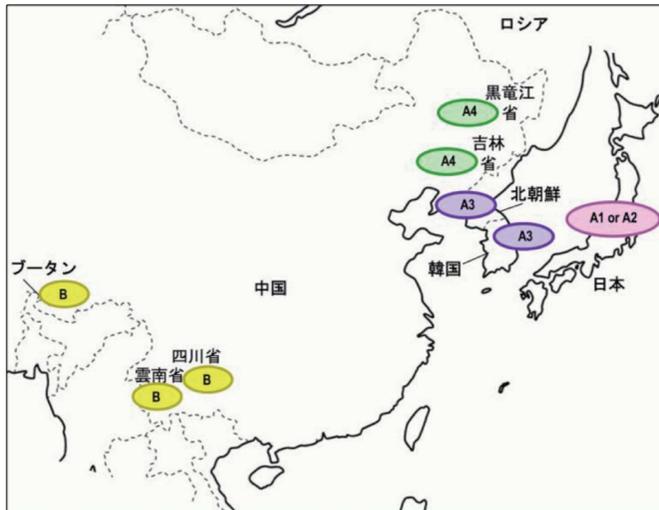


図1 DNA分析によるアジア産マツタケの地理的タイプ。アジア産のマツタケは大きく4つの地理的なタイプ（日本、朝鮮半島、中国北東部、中国西南部及びブータン）に分けられます。Murata et al. (2008) Appl. Environ. Microbiol. 74:2023-2031より作成。



写真2 マツタケ（中国雲南産）



写真3 オウシユウマツタケ（イタリア産）

国北東部、中国西南部やブータンの順に違いが大きいことがわかりました(図1)。つまり、マツタケを、これら地域間で識別することができるとのことです。これによって、日本にやってくるマツタケの産地を正しく解析して、国産マツタケと識別できるようになりました。北欧のマツタケは1905年にノルウェーから初めて報告されました。最初は日本のも

のとは別種とされ、つけられた学名の種小名はなんと「nauseosum」（吐き気をもよおさせる）です！日本人が好むマツタケの香りは、北欧では、とても不快なものとされたのです。この北欧のマツタケも、最近、DNA解析の結果から同種であることが判明しました。このほか、地中海沿岸には、別種のオウシユウマツタケ（写真3）が分布します。この

マツタケは日本のマツタケと同じ香りがしますが、きのこの柄の部分のツバから下がブーツを履いているように見えるため、*caligatum*（半長靴）の名前がついています。北欧でも、地中海沿岸でも、マツタケの香りは、欧州の人には好まれないため、地元の人々のきのこ狩りの対象とはならず、発生しても採取されることはないそうです。



写真1 マツタケ（長野県産）

日本の秋の味覚を代表するマツタケは、年間約1,200トン消費されていますが、日本国内の生産量は、近年50トン以下の年が続き、食卓やレストランで食べるマツタケのほとんどは海外からの輸入に頼っています。その輸入マツタケは、主に中国や米国産ですが、このほか、トルコ、カナダ、韓国、メキシコ、ブータン、さらにはるか遠くのモロッコや北欧からも輸入されています。これらの海外のマツタケは、同じ香りがありますが、日本のマツタケとは別種なものもあります。日本のマツタケ (*Tricholoma matsutake*) (写真1)と同種のマツタケは、東アジアと北欧に分布しています。実際に中国や韓国のマツタケ(写真2)は、姿・香りが日本のマツタケによく似ています。しかし、これらのマツタケのDNAを比較したところ、同種とはいえ、日本のマツタケとは、朝鮮半島、中

森林研究部門 きのこ・森林微生物研究領域長 根田仁

都市近郊林の植物の50年間の変化

— 希少種が減少し、外来種が増加した —

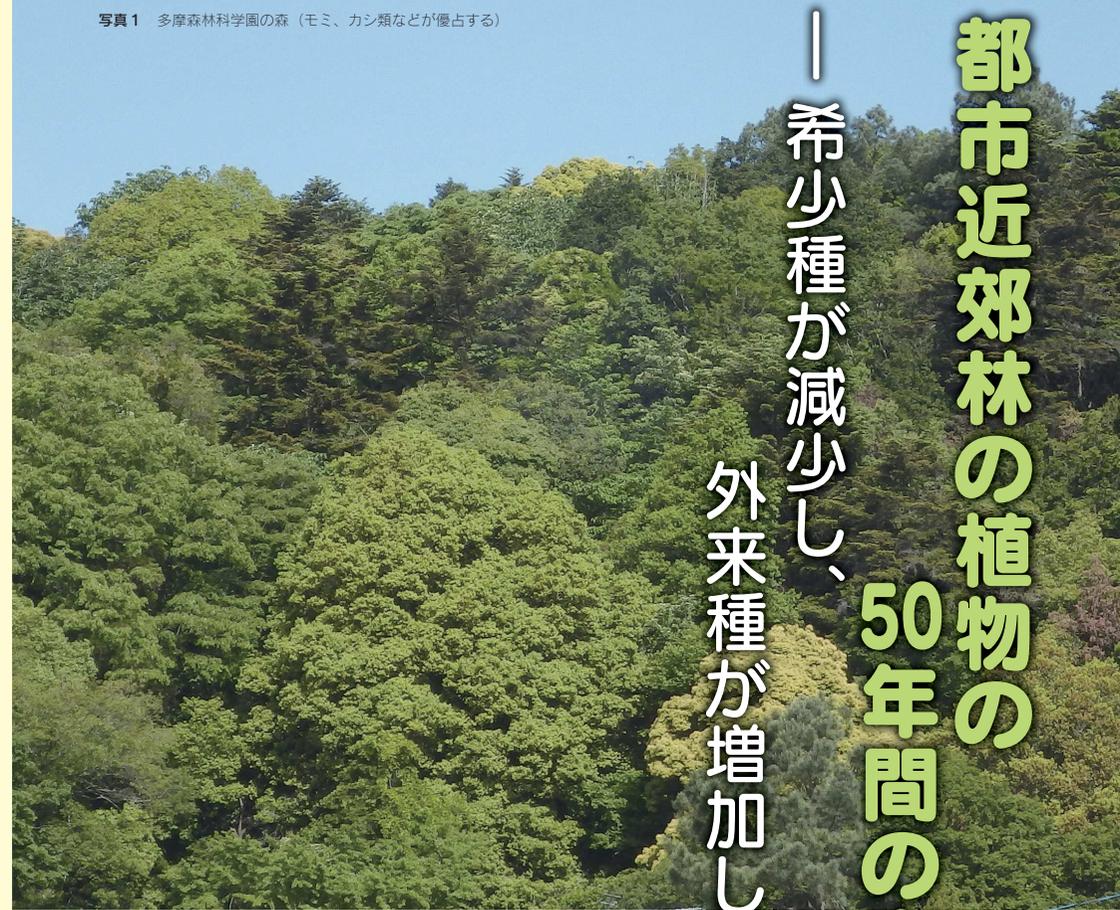


写真1 多摩森林科学園の森（モミ、カシ類などが優占する）

都市近郊林を長期間見守る



島田 和則
多摩森林科学園 主任研究員

大都市周辺にある森林（都市近郊林）は、都市住民にとって身近な自然ですが、多様な生物を育む場としても重要です。ただ、都市近郊林の周囲は市街化が進み、森林の分断化や孤立化による悪影響が懸念されます。時代の変遷の中で、都市近郊林の生物多様性は、どのように変わってきたのでしょうか。それを知るには、長期間のモニタリングが必要となります。

東京の郊外にある森林総合研究所多摩森林科学園（写真1）では、1953年、1965年、2010年の3回にわたって、植物目録を作成しました。この資料にもとづいて、約50年間の都市近郊林の植物相（ある地域に出現する全ての植物種）の変化を見ることが可能になりました。

植物種の中身が変わった

過去（1963年、1965年）に記録された植物の種類（亜種、変種などを含む）は合計790種類、現在（2010年）では767種類で、全体の種類数はほとんど変化しませんでした。

この中で過去にだけ記録された植物は164種、現在にだけ記録された植物は626種、過去と現在の両方で記録された植物は626種でした（図1上）。つまり、2割弱の植物が入れ替わったことになりました。

さらに、過去に記録され現在では消失した植物を見ると、希少種（環境省（2010年）および東京都南多摩地域（2010年）のレッドリストカテゴリのうち、絶滅、野生絶滅以外にランクされた種）の割合が高く、新しく加入した植物では、外来種の割合が高いことが分かりました（図1下）。

都市近郊林のこれからに向けて

このように、都市近郊林の植物は全体の種類数は大きく変わっていませんが、その中身を見ると希少種が減って外来種が増えるという質的な変化がありました。地域本来の在来種が外来種に置き換わったことは、生物多様性を守る視点からみると好ましいことではありません。周辺の開発による森林の分断化・孤立化（写真2）で、個体数の少ない種が絶滅しやすくなること、周囲を取り囲む人工的な環境から外来種が侵入しやすくなること



写真3 多摩森林科学園では外来種を選択的に除去する取り組みを始めています（要注意外来生物のキシヨブを除去している様子）。



写真2 多摩森林科学園からみた北側の住宅地。住宅開発や道路整備により、周囲からの分断化が進んでいきました。

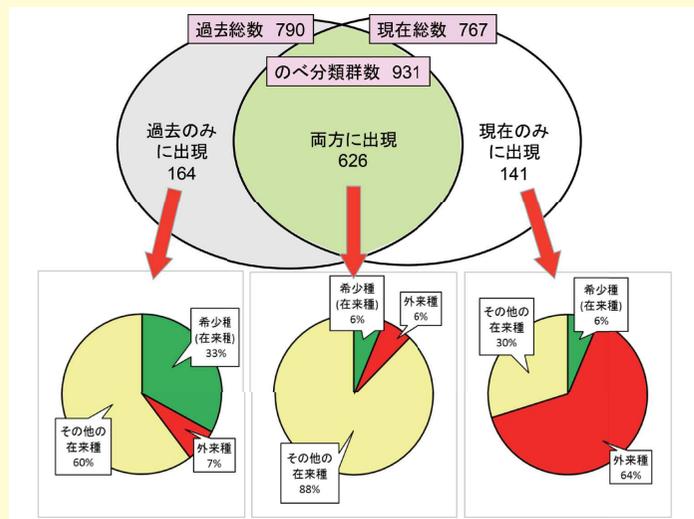


図1 多摩森林科学園で確認された植物種の構成の変化(過去:1953・65年、現在:2010年、円グラフの%値は四捨五入しています。)

とが、こうした変化をもたらしたと考えられます。また、森林内の土地の改変、林内を利用する人々の活動などの要因も、外来種の増加に影響していると考えられます。

都市近郊林には、外来種が侵入しやすいというリスクがあり、また一度失われた希少な植物を復活させることは困難です。多摩森林科学園では、

都市近郊林の生物多様性を守るために、園内で外来種を選択的に除去する取り組みを始めています（写真3）。また、この成果を地域の希少種保全にも役立てていきたいと考えています。

参考文献
島田和則他（2014）植生学雑誌31:71-84

リグニンからコンクリート用 混和剤を開発

天然物系最高性能の減水剤



図1 スギソーダリグニンから減水剤の開発

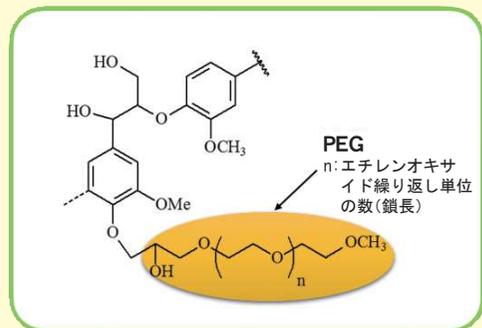


図2 開発したリグニン系減水剤の化学構造（ソーダリグニンのフェノール性水酸基にPEG鎖を導入したものの）

私たちは、リグニンを付加価値の高い新しい工業原料にする技術の開発を行っています。一般にリグニンはそのままでは水に溶けにくいのですが、親水性が高いポリエチレングリコール（PEG）で改質することで水にも油にも溶ける性質が付与されます（両親媒化といえます）。両親媒化したリグニンは、界面活性剤としての機能を持ち、減水剤に利用できるようになります。減水剤というのは、セメントの粒子を分散させコンクリートの流動性を向上させるために添加する薬品（混和剤）の一種です。混和剤はほぼすべてのコンクリート施工現場で用いられており、その市場は大きく、年間約400～500億円の規模があります。

スギのリグニンを使って高性能な減水剤を開発

私たちは、アルカリ処理によりスギ材からバルブを製造する方法でリグニン（スギソーダリグニン）を抽出し、そこからPEGによる両親媒化により高性能なスギリグニン系減水剤を開発することに取り組んでいます（図1、2）。その中で、分子の鎖の長さが長いPEG（図2に示した化学構造式でPEGの繰り返し単位数nが大きいもの）で改質したスギソーダリグニンが、セメントを分散させる力が大きく、コンクリートの流動性向上に有利であることを発見し、新たな減水剤を開発しました。私たちが開発したスギソーダリグニン系減水剤は、市販合成系のナフタレンスルホン酸系減水剤よりも少量の添加量で高い流動性を与えることができます。また、従来から使用されている市販天然物系のセメント減水剤であるリグニンスルホン酸系よりも10倍性能が高く、天然物系では最高性能をもつ減水剤です（図3）。本成果は、パルプ産業等で副産されるリグニンの高付加価値利用を可能にし、林地残材等これまで未利用であった木質バイオマスの新規需要を促進させるものとして期待されています。

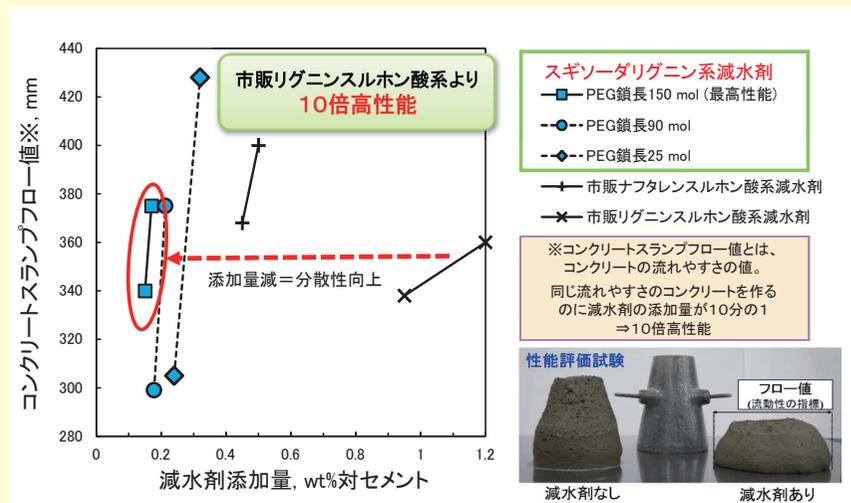


図3 減水剤のコンクリート流動性試験結果。スギソーダリグニン系の減水剤は、市販リグニンスルホン酸系よりも少量の添加量で高い流動性を発揮し、10倍高性能。

リグニンに機能性を付与する

木材の約2～3割を占めるリグニンは、地上で最も多く存在する天然物系芳香族化合物（¹⁾です。リグニンは木材を化学的に処理することによって取り出すことができ、主に紙パルプや木質バイオエタノールの製造工程から、副産物として大量に得られます。リグニンの分子構造は多様で、製造方法によっても性質が変わるため、主として燃焼させてエネルギー利用されるだけで、化学製品等のマテリアルとしての利用はわずかなのが現状です。



山田 竜彦
木材研究部門 森林資源化学研究領域
木材化学研究室長



高橋 史帆
木材研究部門 森林資源化学研究領域
研究員

（注1）芳香族化合物は、ベンゼンを代表とした環状の有機化合物の群で、各種機能性高分子、医薬品や香料等の原料として利用されています。

地球温暖化への森林の適応策 ―ブナ天然林を事例として―



ブナ林 (福島県奥只見)

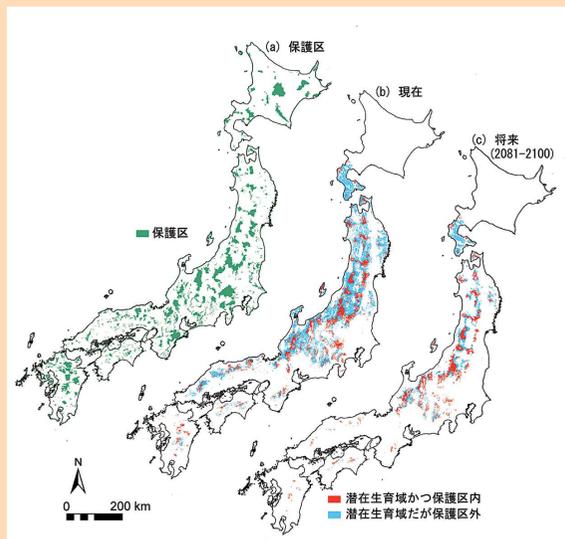
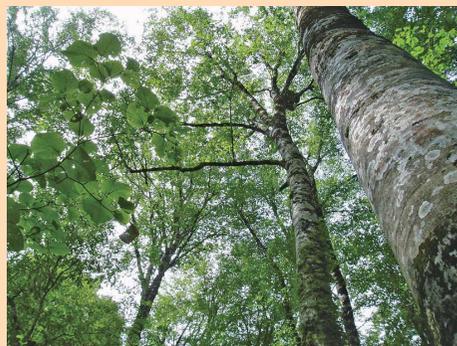


図1 現在および将来のブナの潜在生育域と自然保護区の比較。(a)保護区、(b)現在気候下における潜在生育域、(c)2081～2100年の気候下における潜在生育域。

一方、西日本では現在のブナの生育域がすでに山岳地帯の最上部に位置しているため、温暖化の進行にともなう生育可能な地域そのものがほぼ消滅すると予測されました。このため、人為的な植栽などを含め積極的な維持管理が必要になると考えられます。ただし、西日本のブナは遺伝的に東日本と異なるため、植栽する場合でも、その苗木はできるだけ現地で生産する必要があります。地球温暖化によるブナへの影響をあらかじめ予測し、地域により保護区の見直しや植栽などの積極的な管理などの対策を選択することが適応策として必要です。



夏のブナ林 (福島県奥只見)



春 新緑のブナ (茨城県つくば市)



冬のブナ林 (北海道黒松村)



秋のブナ林 (栃木県奥鬼怒)

適応策に注目が集まっています。

地球温暖化への対策として、温室効果ガスの排出を抑制する緩和策に加え、気候変化に伴う影響に備える適応策の重要性が増しています。国内では、政府が2015年11月に温暖化適応計画を閣議決定したことを受けて、今後自治体レベルでの温暖化適応策の検討を進めていく必要があります。

自然保護区の管理を温暖化の適応策として評価しました

私たちは、日本の冷温帯で優占する落葉広葉樹のブナについて、生育に適した地域（潜在生育域）の温暖化に伴う変化と、適応策としての自然保護区の設計について検討しました。

温暖化が進んだ65～85年後の気候の下では、東日本から北海道にかけては、ブナの潜在生育域の多くが現在の保護区域内で減少すると予測されましたが、周辺には潜在生育域が継続する場所も多く予測されました（図1）。そのため、この地域では、保護区域の見直し、ブナの保全に有効です。



中尾 勝洋
関西支所 主任研究員

外来植物の侵略で荒廃する 熱帯雨林の土壌



写真1 オオバノボタン
Thomas W. Giambelluca撮影



写真2 土壌荒廃が進んだオオバノボタン林の林床
地面が露出し、根がむき出しになっている。Ryan G. Mudd撮影



南光 一樹
森林研究部門 森林防災研究領域 主任研究員

オオバノボタンの侵略

中南米を原産とするオオバノボタン (*Miconia calvescens*) (写真1) は、太平洋諸島の熱帯雨林に侵入して、在来種を駆逐し、森林土壌を荒廃させることが知られています。世界の侵略的外来種データベース100に選定され、侵略のスピードが速いことから「緑のガン」とまで呼ばれています。しかし、オオバノボタンの侵略によって土壌荒廃が進む具体的な仕組みは、これまで分かっていませんでした。

葉に集まってできる大粒の雨滴

雨滴の衝撃エネルギーをレーザー雨滴計(写真3)で測定したところ、オオバノボタンの下では林外や在来種の林に比べて大きな衝撃エネルギーを持つ雨滴が、たくさん落ちてくるのが分かりました。長さ30cmを超える大きな葉の上で集まった大粒の雨滴は、落下スピードも早く(図1)、大きなエネルギーで地面を直撃し、土壌侵食を一層促進することになります。

土壌荒廃は、雨滴の直撃により土壌が侵食され、侵食された土壌が流出することで進んでいきますが、多くの森林では、地表の植生や落葉、落枝が地面を保護し、土壌侵食が起りにくくなっています。しかし、オオバノボタンの分厚く大きな葉は光を透過させにくいため、地表の植生が育ちにくくなってしまいます。さらに、オオバノボタンの落葉は短期間で分解されてしまうため、落葉による保護効果もあまり期待できません。オオバノボタン林では、土壌侵食によって根がむき出しになることもあります。(写真2)。



写真3 林外(左)や林内(右)に設置されたレーザー雨滴計
雨滴がレーザーシートを通過し遮断したときのデータから雨滴の大きさと速さを測定する

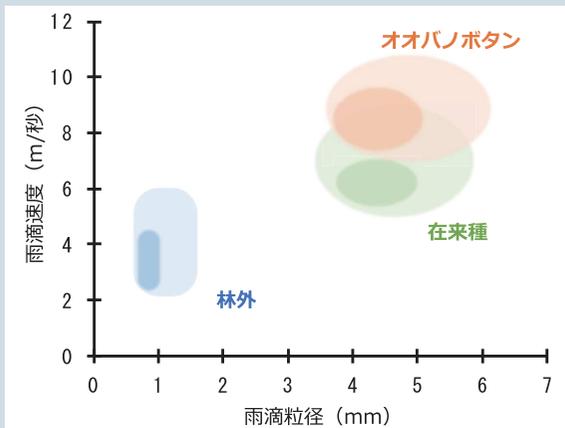


図1 大きな衝撃エネルギーを持つ雨滴の、サイズと速さの分布

オオバノボタンの侵略は、植生や落葉による地面の保護効果を失わせるだけでなく、雨滴による侵食を増大させるという、二重の悪影響があることがわかりました。このような仕組みをもつため、ひとたび侵略が始まると土壌荒廃は急速に進んでいきます。したがって、太平洋諸島の熱帯雨林の土壌を保全するためには、何よりもオオバノボタンのさらなる侵入を防ぐことが重要です。

参考文献
Nanko, K. et al.(2015) Land Degradation & Development
26:218-226.



しらせの飛行
甲板に着陸す
るヘリコプ
ター。



観測機材や野外
生活の食料と
装備をヘリコプ
ターに積み込む
しらせ乗員と観
測隊員。

日本へ持ち帰る
物資を昭和基
地からしらせへ
運ぶヘリコプ
ター。
後方は南極大
陸。



写真2 南極における物資輸送。観測船しらせから昭和基地や大陸上観測点へ人や物資の輸送は、主としてヘリコプターで行われる。輸送は夏期の南極でもっとも重要で、時間のかかる仕事のひとつである。



写真3 昭和基地沖に停泊する南極観測船しらせ（上）。そりを引いて南極大陸氷床を行く雪上車（中）。海氷原の日没としらせの航跡（下）。



森林研究部門 森林防災研究領域 チーム長 竹内 由香里

第57次日本南極地域観測隊（夏隊員）として南極へ行ってきました。南極観測船「しらせ」で12月6日にオーストラリアのフリーマントルを出港、12月23日に氷海上の「しらせ」からヘリコプターで昭和基地に到着しました。南極では、大気、海洋、雪氷、地学など様々な研究観測が行われていますが、57次隊では「南極域から探る地球温暖化」の研究に重点をおき、学問分野の領域にとらわれず、地球全体を一つのシステムと捉えて地球環境問題を解明するための観測が行われました。

私は、雪崩の観測でも使用している微気圧計を用いて南極周辺の波浪や冰山、氷床の動きにより発生するインフラサウンド（人には聞こえない20Hz以下の低い周波数の空気振動で、減衰しづらく遠くまで伝わる）を長期にわたって観測し、気候変動との関連を明らかにする研究を担当しました（写真1）。太陽が沈まない白夜の南極で、多種多様な分野の隊員と一緒に生活し忙しく動き回っているうちに、短い夏はあっという間に過ぎていきました。2月14日、57次越冬隊を昭和基地に残して「しらせ」は帰路につき、海洋観測を行いつつ航海を続けて3月24日にオーストラリアのシドニーに帰港しました。



センサーの位置に目印の竹竿を立てるため、ドリルで穴をあけている。



南極大陸氷床上に立てた雪尺（竹竿）の雪面上の長さを定期的に測定し、氷床の質量収支を知るためのデータを蓄積している。



インフラサウンドを観測する微気圧計センサー（昭和基地）

写真1 インフラサウンドおよび南極氷床質量収支の観測

森林（もり）を創り活かす

「マサ土」地域における作業道法面の早期安定について

森林整備センター 中国四国整備局 山口水源林整備事務所

はじめに

山口水源林整備事務所は、これまでに山口県内に造成した約1万2千ヘクタールの水源林を適切に管理するとともに、その木材資源の有効利用に向けて路網の整備に取り組んでいます。

山口県の水源林造成事業地は、奥地山間地域の急峻な地形であることに加え、細粒分が多く粘着力の低い花崗岩の土質のいわゆる「マサ土」地域が多いことから（図1）、作業道の開設に当たっては、盛土法面の降雨等による土砂移動（洗掘）の防止が課題となっています（写真1）。

今回、「マサ土」地域において、作業道盛土法面の洗掘を防止する工法として、透水性に優れた「竹ソダ」と「竹マット」を組み合わせた竹製土留工を試験的に施工し、その効果の検証を行いましたので紹介します。

竹製土留工の試験施工

森林整備センターでは、急傾斜地における作業道の開設に当たっては、丸太組工（のり留工）を基本としています。しかし、土質が「マサ土」の場合、盛土法面が比較的長くなり、これに法

よる土砂の移動は最小限に抑えられていることを確認しました（写真4）。

考察

今回の試験施工の結果として、竹製土留工は、土質が「マサ土」の場合にも有効と考えられます。今後も試験箇所を経年変化を観察するとともに、最適な部材形状や組立方法を検討し、「マサ土」など流失しやすい土質における盛土法面の早期安定に有効な工法としての確立に向けて、試行と検証を重ねていきたいと考えています。

竹製土留工標準断面図

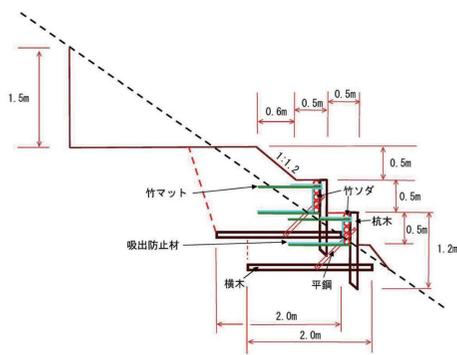


図2 竹製土留工標準断面図



写真2 施工状況



写真1 マサ土地域における法面洗掘



写真4 1年経過後



写真3 竹製土留工設置

山口県内の花崗岩類分布図

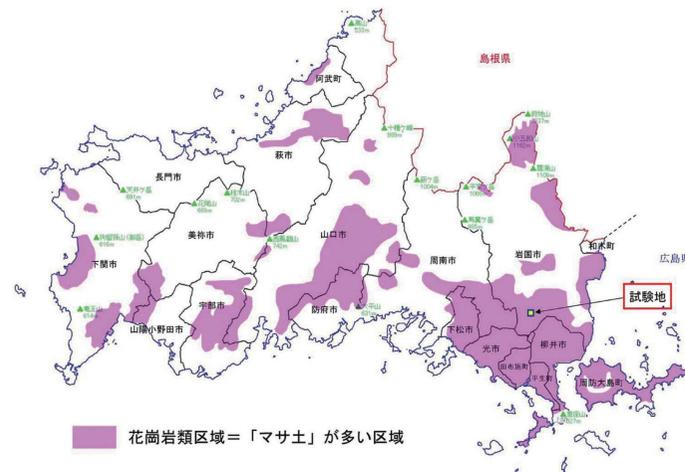


図1 山口県内の花崗岩類分布図
（『新編山口県地質図（山口地学会）』を参考に当事務所で作成）

平成28年度 森林講座のお知らせ

多摩森林科学園において、研究の成果等を分かりやすく解説する森林講座を開催しております。多数のご来場をお待ちしております。

第3回
7月1日
(金)

～冬虫夏草～ 昆虫をえさにするふしぎな菌類

ヒトが病気になるように昆虫も病気になります。昆虫を病気にして生えてくるきのこである冬虫夏草類について、多様性、生態、殺虫剤利用をご紹介します。

講師：佐藤 大樹

森林研究部門 森林昆虫研究領域 昆虫生態研究室長



第4回
9月24日
(土)

樹木は強風に耐えている

風が吹くと樹木は揺れます。樹木が風に対してどのように揺れているのか、強風にどこまで耐え得るのかについてお話します。

講師：鈴木 寛

森林研究部門 森林防災研究領域 気象害・防災林研究室長



第5回
10月28日
(金)

樹木も病気に悩まされる！

樹木もヒトや動物と同じように病気に罹ります。樹木に病気を引き起こす病原菌や病気が起こるしくみについてご紹介します。

講師：窪野 高徳

多摩森林科学園 園長



開催概要

【時間】各日午後1時15分～午後3時 【会場】多摩森林科学園 森の科学館2階 【定員】40名(要申込、先着順)
【受講料】無料(要入園料 大人300円 高校生以下50円 ※年間パスポートもご利用できます。)

申込方法

- 電子メールまたは往復はがきでお申込みください。
- 電子メール本文または往復はがき裏面に、下記についてご記入ください。
 - ①受講ご希望講座名・開催日 ②郵便番号・住所 ③受講者名(3名まで可) ④電話番号
- 受け付け期間は、各講座開催日の前月の1日から講座開催日の1週間前までです。
- お申し込みは先着順で受け付け、定員に達した時点で締切ります。
- 受け付けましたお申込みに対し、先着順で順次ご連絡いたします。
- 電子メールの宛先▶shinrinkouza@fpri.affrc.go.jp
- 往復はがきの宛先▶〒193-0843 八王子市廿里町1833-81 多摩森林科学園
- お問合せ先▶TEL:042-661-1121



電子メール送付先
QRコード

雪害

森林保険センターのお知らせ

森林保険では、雪害を「豪雪、積雪、雪崩、雨水などによる被害」としています。森林の雪害は、大きく分ければ、多雪地帯にしばしば発生する被害と、少雪地帯の不時の大雪で突発的に起こる被害があります。しばしば発生する被害としては雪圧害があります。これは埋雪により樹木が倒伏する被害で、形態としては、根元曲がり、根元折れ、根元割れ、根元浮き、根抜けなどがあります。突発的な被害としては冠雪害や雨水害、雪崩による被害などがあります。代表的な冠雪害は、湿雪が樹木の樹冠に着雪し、その重みを幹や根が支えきれないときに発生します。形態としては、幹折れ、梢端折れ、根返り等があります。太平洋側や西南日本の少雪地帯での雪害はこの冠雪害が多く、時として大きな被害をもたらします。また、近年は記録的な大雪の発生に伴い雪害での保険金支払いが増加傾向にあります(図1)。平成26年2月に関東、東北地方を中心に発生した雪害では、保険金支払額が約一億三千七百万円になるなどこれまでの保険事故の中でも大きな被害となっています(図2)。また、平成28年1月に長野県で発生した雨水害でも冠雪害と同様の形態で被害が報告されています。近年の異常気象では雪の降り方も変化しているように見受けられます。これまで雪害のない地方での被害の発生もありますので、気象害への備えとして森林保険に加入することをお勧めします。森林保険センターホームページ
<https://www.fpri.affrc.go.jp/fic/>

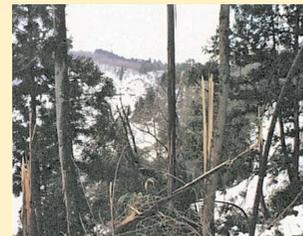
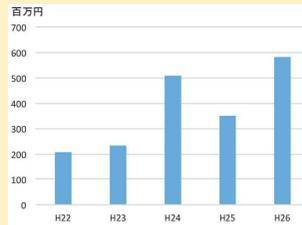
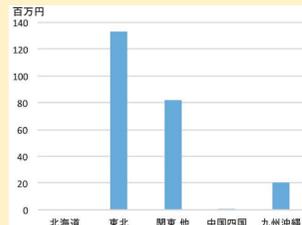


図2 平成26年2月雪害への保険金支払い状況

図1 森林国営保険での雪害への保険金支払い状況

幹折れ被害の例

■保険金をお支払いした事例

平成26年2月、関東甲信及び東北地方での記録的な大雪により雪害が発生しました。

【事例1】栃木県 市町村所有林
栃木県内では、最深積雪が観測史上1位を記録し、広範囲にわたり幹折れや幹曲がりの被害が発生しました。

樹種・損害時林齢 : スギ・54年生
実損面積/契約面積 : 2.14 ha / 6.23 ha
支払保険金 : 6,848,000円

(参考) ha当たりの保険料/年 : 9,600円
付保率 : 100%

【事例2】宮城県 市町村所有林
仙台市では観測史上3位の最深積雪を記録するなど、広範囲にわたり根返り、幹折れ等の被害が発生しました。

樹種・損害時林齢 : スギ・42年生
実損面積/契約面積 : 2.94 ha / 9.79 ha
支払保険金 : 8,790,600円

(参考) ha当たりの保険料/年 : 9,388円
付保率 : 100%

110周年記念誌発行
「森林総合研究所百年のあゆみ」

森林総合研究所は、2015年（平成27年）11月1日に110周年を迎え記念行事を行い、その記念行事の一環として、110周年記念誌「森林総合研究所百年のあゆみ」を発行し、創立100周年以降の10年間についての足跡をとりまとめました。
内容は次のとおりです。

- (I) 森林総合研究所100～110年の沿革
 - (II) 研究開発部門の動向
 - (III) 育種部門の動向
 - (IV) 森林保険部門の動向
 - (V) 森林整備部門の動向
 - (VI) 総合的研究所の動向と成果
 - (VII) 付図・付表
- 「百年のあゆみ」は、森林総合研究所の活動を社会に「より広く」「より強く」発信することを目的として、インターネットで配信しています。森林総合ホームページから、記念誌とCDジャケットをダウンロードいただけます。
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/ayumi/110ayumi/index.html>



記念誌CDジャケット（表・裏）

nano tech 2016 大賞
新人賞受賞

平成28年1月27～29日に東京ビッグサイトで開催された nano tech 2016（第15回国際ナノテクノロジー総合展・技術会）において、当所が nano tech 2016 大賞新人賞を受賞しました。
nano tech は約600の企業・団体が出展するナノテクノロジーに関する世界最大級のイベントで、当所は「国産材を原料としたセルロースナノファイバーの製造実証」・酵素加水分解と機械処理による「ナノ化」について出展し、多くの来場者にいただきました。 nano tech 2016 大賞新人賞は本展示会の新規出展者の中から、斬新かつ先駆的な技術・製品を表彰するもので、次世代素材のセルロースナノファイバーの製造技術を開発、日本に豊富にある木材の有効活用に貢献するとして高く評価されました。



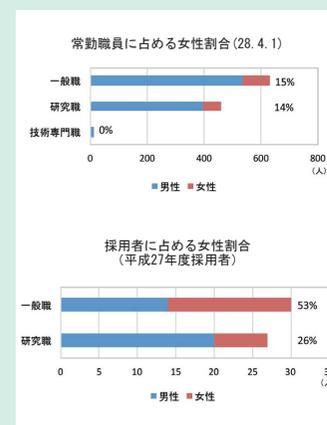
授賞式の様子



展示ブースの様子

女性活躍推進法に基づく
行動計画の策定

森林総合研究所は、女性活躍推進法に基づく行動計画として、公正な選考に基づき女性職員を一定率以上採用するための数値目標と将来の女性管理職の比率を高める数値目標を策定しました。これは、全職員および管理職における女性割合が低い現状を改善して、女性の一層の活躍を図るためのものです。これと併せ、男性の育児休業取得促進に関して、職種にかかわらず育児休業取得者を増やすこと为目标に定められました。これは、すでに次世代育成支援行動計画で定めています。当研究所に働く一人一人の女性が、その個性と能力を十分に発揮できる職場を目指し、本行動計画の推進に取り組んでまいります。



- 【計画期間】平成28年4月1日～平成33年3月31日
- 【目標1】採用者に占める女性割合を30%以上にする。
- 【目標2】管理職に占める女性割合を7%以上にする。
- 【目標3】職種にかかわらず育児休業を取得しやすいよう、職場環境の整備をはかる。

国際森林デー シンポジウム
「COP21パリ協定が求める森林のすがた」

2012年12月に開催された国連総会において、毎年3月21日を「国際森林デー」とすることが決議され、森林総研ではこれにあわせて関連する研究集会を開催してきました。今年度は、3月18日(金)に早稲田大学小野記念講堂において「COP21パリ協定が求める森林のすがた」と題して、パリで開催されたCOP21の論点を5名の論者に解説していただきました。シンポジウムでは、林野庁沖修司次長にご挨拶いただき、パリ協定における森林の位置づけ、森林総研 松本光朗、国際的な取組の中で日本の立場（ICCA 五関一博氏、温暖化対策における REDD+ の役割 早稲田大学 天野正博氏）、排出削減に向けた木材利用の現状と予測（森林総研 恒次祐子）、温暖化対策の新しい手法としての BECCS の可能性（信州大学 高橋伸英氏）が報告されました。当日は151名の参加者があり、REDD+ の推進とセーフガードにおける日本の立場、木材利用による排出削減シミュレーション、BECCS の実現可能性等について熱心な討議が行われました。



パネルディスカッション



登壇者の記念写真
(沖林野庁次長・左から4人目、沢田理事長・左から5人目)

シンポジウム「前進する北の林業」を開催

「先進林業機械を利用した安全で低コストな林業」をテーマに、2月16日(火)、札幌コンベンションセンター（札幌市白石区）でシンポジウムを開催しました。講演では北海道支所と下川町が共同開発した、林内走行型機械を用いた短幹集材（CTL）、クラッシュ地持え、コンテナ苗の活用、低密度植栽等を組み合わせた伐採・造林一貫システムについて、その具体的技術、コスト評価、および環境影響の三つの点から研究担当者が講演し、機械をフルに活用することが生産性やコストの点から有利であることが示されました。

また、機械化林業の先進地であるフィンランドとスウェーデンの研究者による、伐採作業や苗木生産・造林作業の機械化に関する講演や、下川町や林野庁といった行政サイドからも低コスト林業や伐採・造林一貫作業の必要性や期待について講演がなされました。講演者全員と司会者によるパネルディスカッションでは、開発されたシステムを適用する際の地形の影響や環境インパクト、地域振興に対する林業の役割等、様々な角度から意見交換が行われました。用意した会場は約250名の参加者により満席で、このテーマに関する関心の高さがうかがわれました。



講演の様子



パネルディスカッション

編集委員：小泉透 河原孝行 市田恵(NPO人材の木) 宮本基杖 宮俊輔 大沼清仁 河野裕之 齋藤英樹 松永正弘 中村充博

表紙の写真：左からツガサガノコシカケ、コブツタケ菌根、ヤブニッケイすす病、マルバアキグミ根粒、線虫。背景は小川学術参考林。
裏表紙の写真：マツタケはマツの根から養分を得て育つ微生物。秋になると土の中からキノコ（子実体）をつくる。