

No. 35

森林総合研

季刊

特集

空から 森を観る

1

特集 空から森を観る

◆リモートセンシングによる森林観測

◆機動性を活かしたドローンの

森林・林業現場への活用

◆森林での災害把握に役立つ

空中写真と人工衛星画像の利用

◆航空機LiDARによる森林の三次元計測

◆地球観測衛星の画像を利用した

森林資源の広域評価

◆南米アンデスにおける

森林のモニタリング

14

熊本地震被害調査報告

◆阿蘇地域の大規模斜面災害

16

研究の“森”から

◆林道・作業道を雨から守る

◆木造住宅に伝わってくる揺れを見える化

◆森林での教育活動を通じた

持続可能な社会づくりに向けて

―学校での森林教育をすすめるために―

22

森林・林業の解説

南極報告3

24

森林(もり)を創り活かす

水源林造成事業における路網整備の取組

―作業道の排水処理について―

26

森林保険センターのお知らせ

森林保険業務講習会への取り組み

27

森林講座のお知らせ

28

何でも報告コーナー

◆土木研究所が森林総合研究所を視察

◆林木育種センターにおいて第21回「親林の集い」を開催

◆ダイバーシティ・サポート・オフィスの事務局

◆平成28年度 公開講演会

「2050年の森 未来の森をつくる研究開発」

◆森林総合研究所研究報告

空から森を観る

研究ディレクター 平田 泰雅

大空を舞う鳥のように自由に空を飛べたなら、眼下にはどのような景色が広がるのでしょうか。残念ながら私たちに鳥のような翼はありませんが、技術の進歩とともに、さまざまな眼で空から地上の様子を観ることができるようになりました。私たちは、お茶の間に居ながらにして、世界中のいろいろな場所で大きな出来事が起こるたびに、当たり前前に衛星画像や空中撮影の画像・映像を目にしています。

花が咲き若葉が萌える新緑の季節や、赤や黄色に染まる紅葉の季節に樹木で覆われた山々を眺めるのは風情があるものです。しかし、このように外から山を眺めるとき、私たちは山を一つの方向からしか見ることができません。また、ひとつ山を覆う森に足を踏み入れると、そこに育つ樹木の一本一本の幹や枝、葉が邪魔をして、森の奥まで見通すことができません。

森の働きを知るためには、森を詳しく観察する必要があります。それと同時に森がどのように広がっているのかを知ること也很重要です。今回の特集では、空から、そして宇宙から森を観る技術をご紹介します。鳥になったつもりで、あるいは宇宙飛行士になって宇宙から地球を眺めているつもりで、身近な森や世界の森林の様子を眺めてみましょう。



ヘリコプターから撮影したアマゾンにおける森林開発の様子（ブラジル・ロンドニア州）

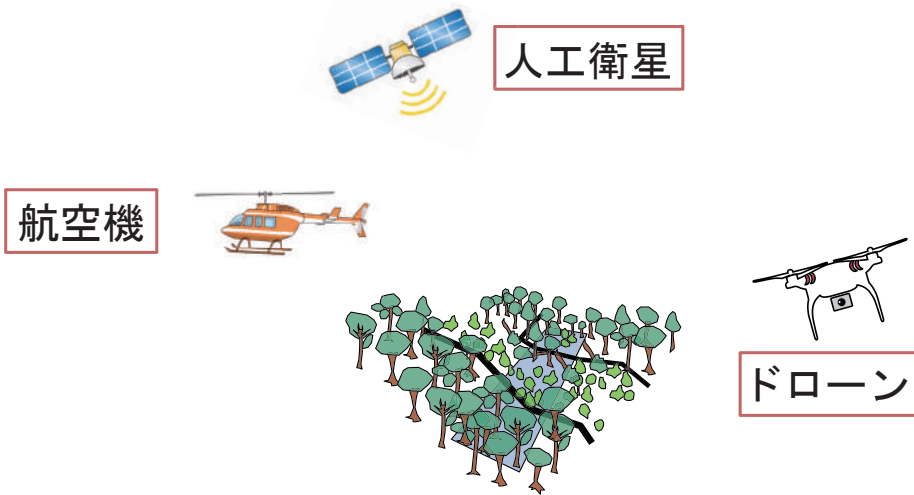


図1 様々なプラットフォーム



図2 ランドサット8号による広域観測(関東周辺) (Image courtesy of the U.S. Geological Survey)
地球観測衛星では、一度にこのように広い地域を観測することができます。

林業研究部門

森林管理研究領域

チーム長

齋藤 英樹

リモートセンシングによる

森林観測

リモートセンシングとは、離れたところからセンサを使って対象物に触れずにその特徴を観測する技術です。森林を対象としたリモートセンシングでは、主に空から観測が行われます。森林・林業の分野でのリモートセンシングの利用は、まず、航空機から撮影された空中写真を用いた地上の状況の情報収集から始まりました。また、1972年に米国により地球観測衛星ランドサット1号が打ち上げられてからは、宇宙から周期的に森林の変化を監視することができるようになりました。現在は、航空機から撮影する写真のデジタル化が進み、レーザを用いて森林の三次元構造をとらえるLiDAR(ライダー)計測という技術も開発されています。また、ドローンを利用した森林観測の取り組みも始まっています。

空中あるいは宇宙から地上を観測するためにセンサを搭載する機材をプラットフォームといいます。主なものに人工衛星、飛行機、ヘリコプター、ドローンなどがあります(図1)。プラットフォームは、観測する高度が

低いほど精細な画像を得ることができます。一方で、高度の高い人工衛星は、周期的に広い地域を観測できるメリットがあります(図2)。現在では航空機に搭載されるカメラがフィルムカメラからデジタルカメラへと換わり、人間の目に見える光(可視光)に加え、近赤外線など人間の目に見えない光を観測できるセンサも利用されています。森林をはじめとする植物は可視光だけでなく、赤外線特有の反射のパターンを示すため、この特徴を用いることで森林の樹種や活力度を詳細に観測することができます。

近年、注目されているセンサとしてLiDARがあげられます。LiDARは、レーザを対象物に向けて発射し、対象物で反射してセンサに戻ってくる時間と強さを測定することで対象物までの距離やその性質を観測する技術です。LiDARを用いることにより林冠や個々の樹木の高さ、地上の地形の様子などが観測できるようになりました(図3)。

最近ではドローンの利用が注目されています。ドローンは、観測者が観測する時期を自由に選べると同時に、観測高度が低いことから精細な画像が得られるというメリットがあります。

リモートセンシングにより得られた写真や画像は、目視での判読やコンピュータを用いた処理が行われ、林業現場への応用や災害の状況把握、広域での森林の分布や資源量の把握などの森林管理に利用されています。

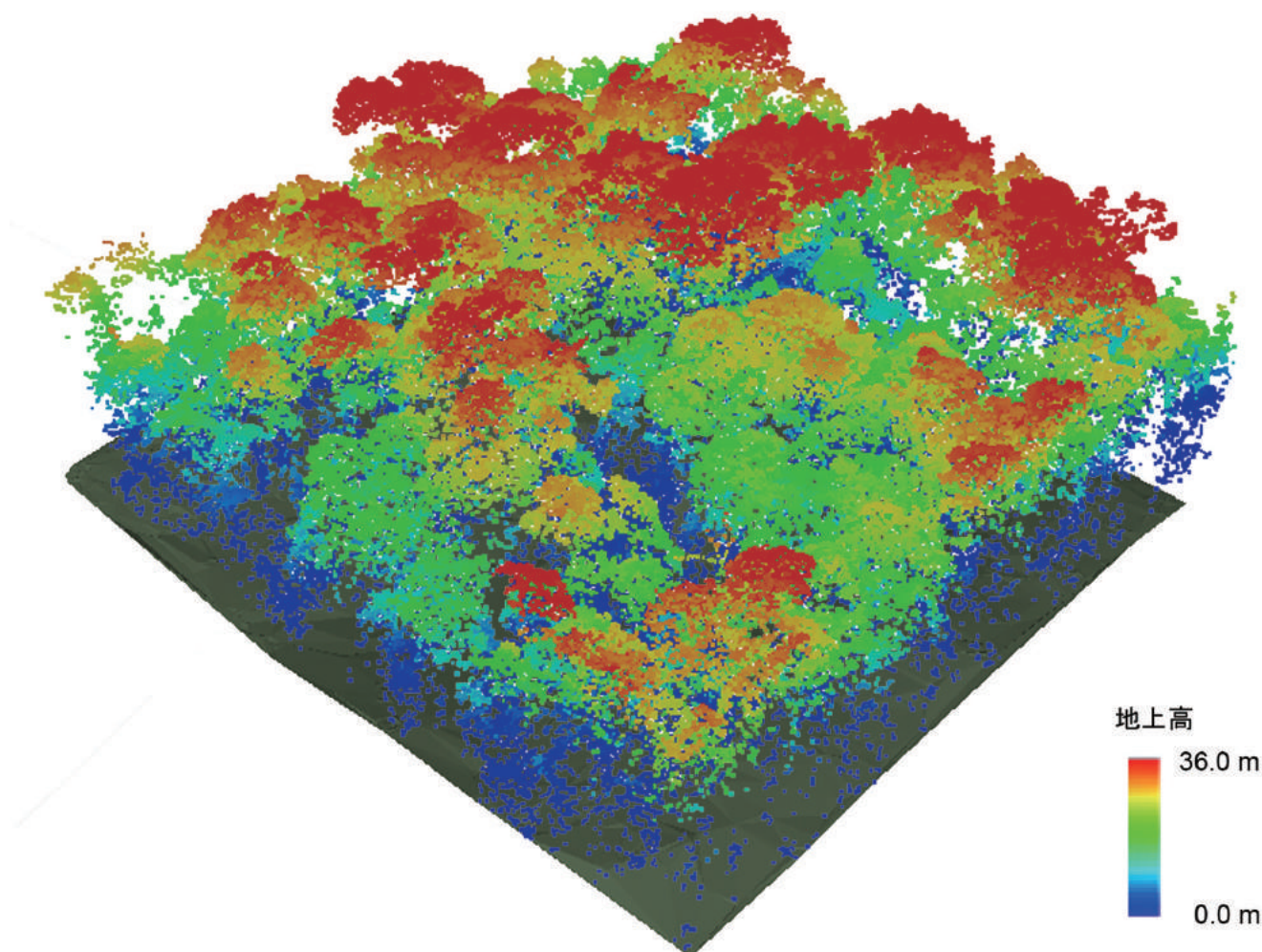


図3 レーザ計測から得られた林冠構造。三次元点群により大小さまざまな樹冠で構成される複雑な林冠構造をとらえることができます。(サバ大学 伊尾木慶子氏提供)



写真1 コンパクトカメラを搭載した空撮用ドローン

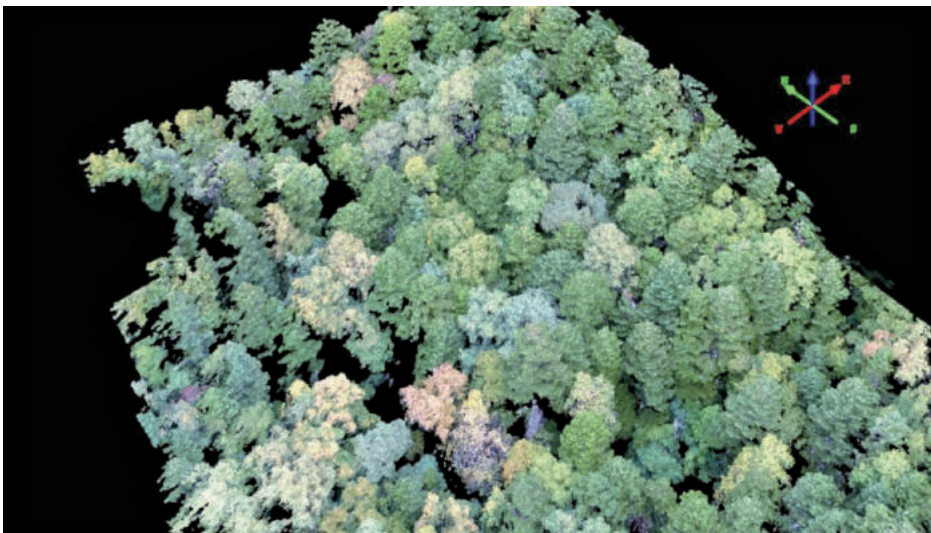


図1 針広混交天然林の三次元モデル（東京大学北海道演習林、富良野市）

機動性を活かしたドローンの 森林・林業現場への活用

北海道支所 主任研究員 古家直行

映画や報道でのリアルタイムの迫力ある撮影から、橋梁の検査、農地での病虫害の監視など様々な分野において、ドローン（写真1）の活用の動きが活発になっています。最近では、森林・林業の現場でもドローンの利用が始まっています。ドローン空撮は、撮影の機動性、詳細な三次元モデル（図1）やオルソ（正射影）写真の作成（写真2）に特徴があります。ドローンは、土砂災害の現場のように迅速な現況把握が必要な場面などでも活かされており、雨や風などの天候による飛行の制限はあるものの、高い機動性での情報の収集を可能にします。

ドローンにより地上百メートルから撮影した場合、コンパクトカメラでも数センチの地上解像度の写真撮影が可能です。また、隣り合った撮影写真を用い、右目と左目で見るとように三次元空間を再現できるため、現場作業の前に撮影することで、事前に作業を計画することができます。例えば、皆伐跡地でのドローンによる撮影で詳細に地形の様子を復元



写真2 植栽密度試験地のオルソ写真（北海道支所構内実験林、札幌市）
空から顕微鏡で覗いたように樹木の枝の付き方まで観察できます。



図2 ドローン空撮による皆伐跡地における地形把握と育林作業機走行危険箇所の表示（宮崎県えびの市）
赤い箇所は育林作業機の走行に危険な箇所、黄色い箇所は走行に注意が必要な箇所を表しています。

することができ、林業機械を安全に導入するための事前計画の立案に役立ちます（図2（注1））。また、リアルタイムの高精度な位置情報把握システムと連動させることで、空撮画像とそこから取り出した情報や計画と現場作業が完全に連動し、作業後には作業結果を直接空撮画像上に記録できます。このことは、将来的には、作業の自動化を進めることにつながると考えられます。

ドローンの活用の課題としては、飛行における安全性の確保やバッテリーの容量と重量による飛行時間の制約などが挙げられます。森林地帯での飛行では、地形の起伏に加えて、樹木そのものの影響もあり、視界の確保など農地のように開けた空間での飛行とは異なる注意が必要です。他方、ドローンは空撮のみならず、植栽位置のマーキングなどの簡単な作業を行なうことも可能で、山地の移動困難

な傾斜面での作業の効率化が図れる可能性もあります。ドローンを安全に運用しながら活用していくことで、森林・林業の現場への応用の裾野を広げていきたいと考えています。

注1 農林水産省農林水産業におけるロボット技術導入事業―大規模実証―「育林作業用精密ロボット技術開発事業」における共同研究の成果です。

森林での災害把握に役立つ 空中写真と人工衛星画像の利用

東北支所 チーム長 小谷 英司

森林の災害把握で、なぜ空中写真や人工衛星画像が有効なのか

東日本大震災による海岸林の被害把握の研究プロジェクトに参加して、空中写真の判読や人工衛星画像の分析が森林の災害把握に役立つと改めて思いました。東日本大震災で被害を受けた海岸林の現場へ調査に行きましたが、海岸林は巨大であるために地上からは林の奥がどうなっているか見通しが全く効きません。森林被害の現地調査は、見通しの効かない巨大な立体迷路の中で被害箇所を探し回る作業であり、現地踏査だけで災害の全体像を把握するのは容易ではありません。このため上空から撮影した空中写真や人工衛星画像は、被害の全体像の把握にたいへん有効であり、森林災害の把握に活用されています。

海岸林の被害把握の例

東日本大震災の津波による海岸林被害調査を、青森県から福島県まで実施しました。この調査の中で、津波を受けた海岸林の被害がどのように進んで行くのかが明らかになりま

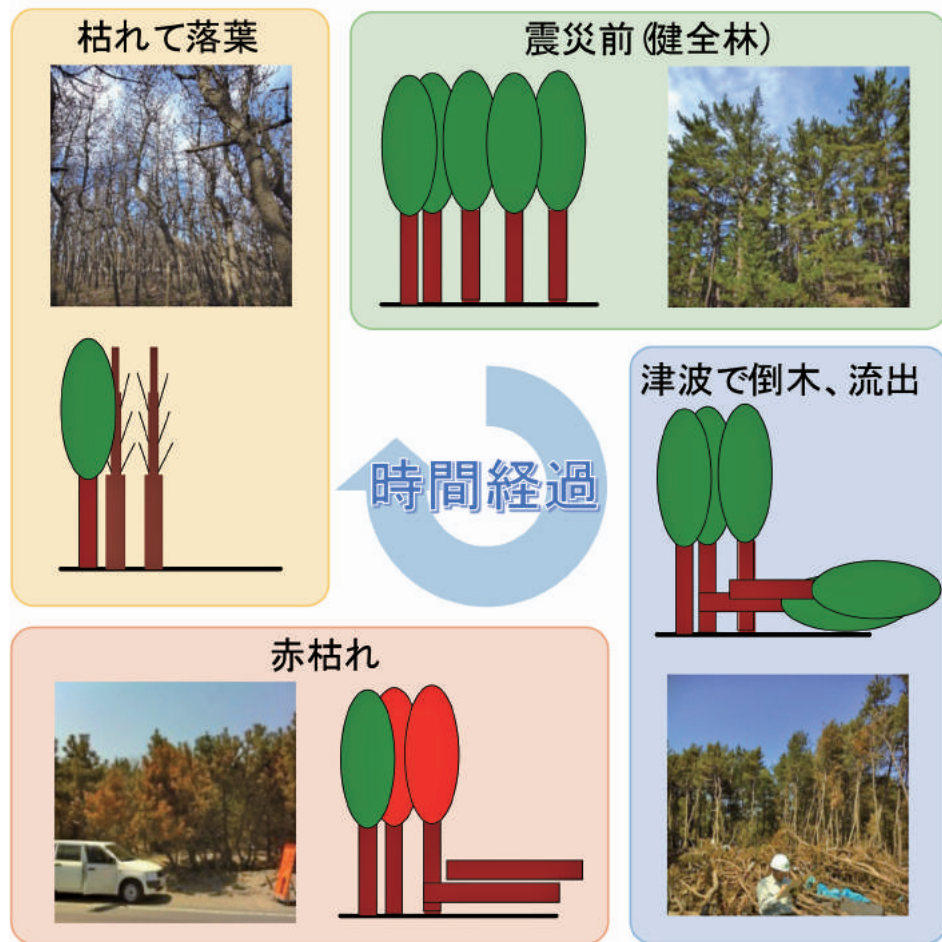


図1 津波被害の時間経過による変化の概念図

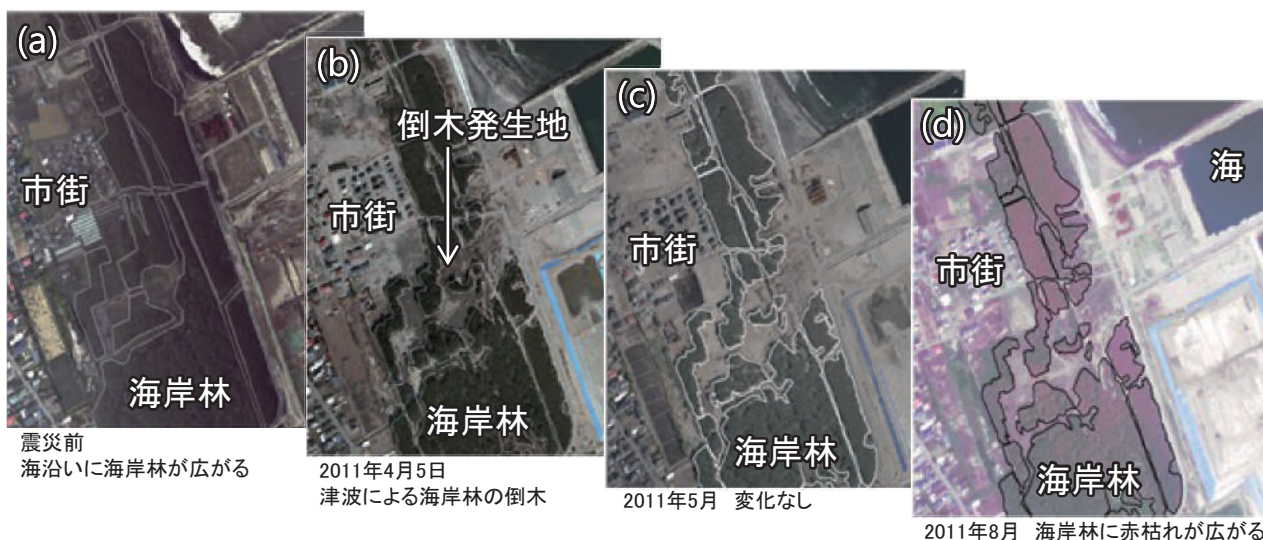


図2 時系列空中写真(a-c)と高解像度衛星画像(d)による海岸林被害の時間的変化
(*a-c: 国土地理院の被災地空中写真、*d: DigitalGlobe社WorldView-2)

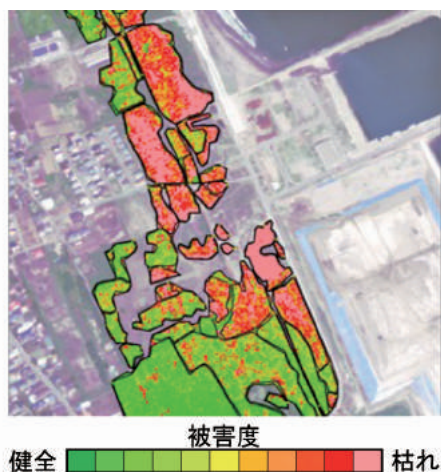


図3 高解像度衛星画像分析による海岸林の塩害赤枯れ被害度評価

した(図1)。ここでは、その一例として、青森県八戸市北部での海岸林被害の調査結果を示します。

現地では、2011年の震災前には海岸沿いにクロマツの海岸林が広がっていました(図2a)。東日本大地震により発生した巨大な津波により、海岸林の一部が倒木し、流出しました(図2b)。一方で、津波で浸水した多くの海岸林は問題なく残存しました。その後、2、3ヶ月は問題ないように見えたが(図2c)、2011年夏期より、塩害による赤枯れと落葉が発生し、海岸林の一部が枯死していききました(図2d)。地上調査と高解像度衛星画像の分析から塩害赤枯れ被害度マップを作成しました(図3)。このように海岸林の被害の経過が、時系列の空中写真判読と高解像度衛星画像分析から広域で把握できました。さらに、震災前の航空レーザ

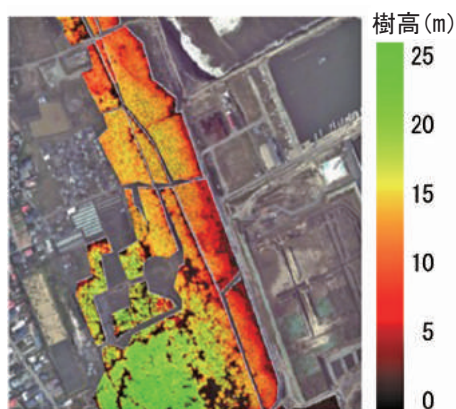


図4 航空レーザ測量データを用いた震災前の海岸林の平均樹高の推定(国土地理院の「海岸における3D電子地図事業」データを使用)

測量データの分析から、津波で倒れる前の海岸林の状態を復元できました(図4)。

インターネットによる空中写真等の災害地図情報の公開の普及に伴い、地図情報の共有方法も変わってきています。東日本大震災の際には、国土地理院やグーグル社のグーグルアースから、被災地域の空中写真が積極的にインターネット上で整備・公開され、さらに様々な団体や個人からも被災地の地図情報が公開されました。これら公開地図情報は被害把握に大変に役立ちました。一方で、インターネットの地図情報技術を利用して、震災に関わる研究者が整備した様々な地図情報を、調査のために関係者限定で共有しました。これは従来の紙の地図や印刷した写真の共有とは全く異なる情報のあり方です。分析した大量の地図情報が大人数で共有できる点で、災害把握と対策に非常に有効でした。

航空機LiDARによる

森林の三次元計測

九州支所 主任研究員 高橋 與明

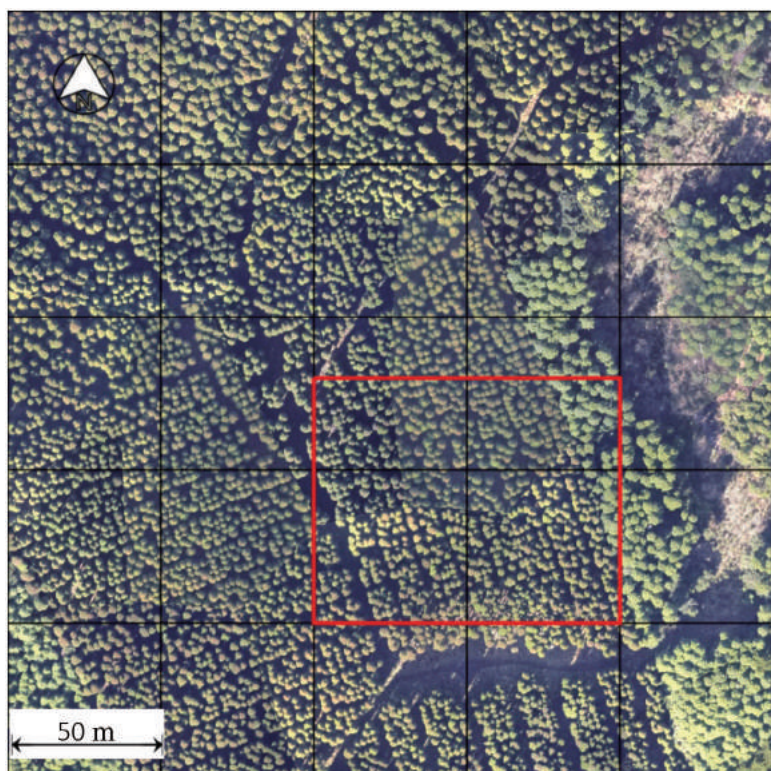


写真1 九州地域にあるスギ人工林の空中写真
赤枠内は主にスギ（一部はヒノキ）の列状間伐林分です（図1の中の赤枠および図2と図3は全て同一箇所）。

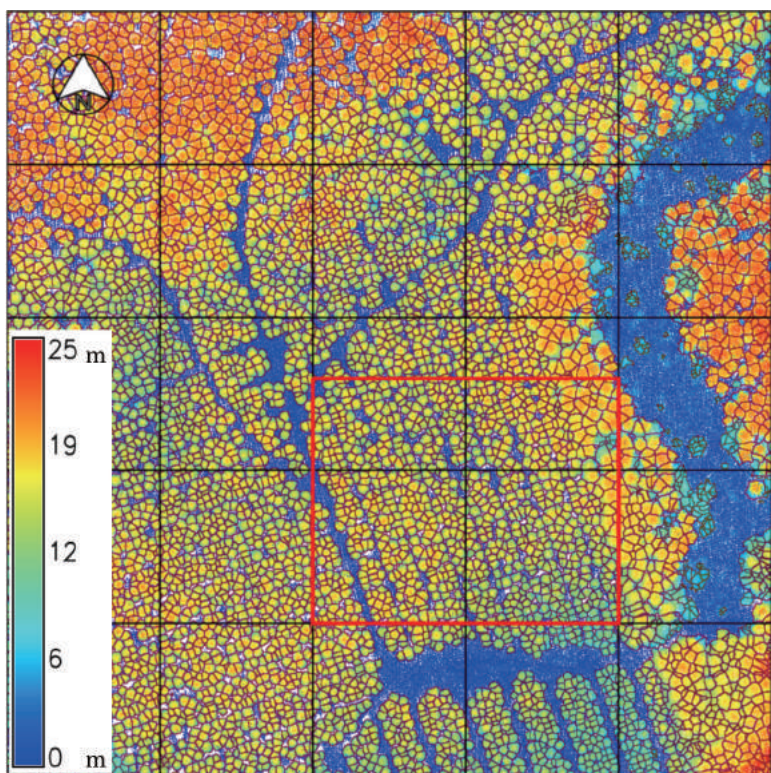


図1 航空機LiDARデータから作成した樹冠高を表す画像
色の違いは地面からの高さの違いを表しています。また、黒い線で丸く囲まれている部分は、領域分割処理によって抽出した樹木個体を表現しています。

航空機のリモートセンシング技術の中で、森林の三次元的な構造を広域かつ詳細に、そして高精度に把握できる技術に、航空機LiDAR（ライダー）があります。現在の航空

機LiDARシステムの中で最も普及しているタイプは、有人航空機に搭載したセンサの三次元位置を上空で高精度に測位しながら、レーザー光による距離測定を行うことでターゲ

ット（例えば樹冠や地面）の三次元座標を直接決定するものです。

例えば、写真1の空中写真と同じ場所を航空機LiDARで計測し、得られたデータを

処理すると、樹木個体レベルの樹冠の高さを
知ることができます(図1)。図1の画像は、
三次元の点群データ(図2)を元に作成され
ます。航空機LiDARの最大の利点は、葉
が着いている樹冠の表層の高さに関する情報
と、樹冠下の地面の高さに関する情報(地盤
高)を同時に得られることにあります(図2)。
このため、地盤高を樹冠の表層の点群データ
から差し引くことで樹木の高さに関する情報
が精度良く得られます。画像処理を施すこと
で、特にスギ人工林では高精度に個体を識別
できる場合が多く、同時に樹冠の形状や樹高
を個体ごとに直接得ることができます。また、
任意の高さにおける葉群の分布(図3)を推
定することもできます。

このように、航空機LiDARは森林に関
して多くの有益な情報を与えてくれる強力な
ツールですが、特に有人航空機を利用して高
密度で高品質の点群データを取得する場合に、
費用がかなりかかることが利用拡大への大き
な障壁となっています。今後、機体・センサ・
計測技術・情報処理技術など航空機LiDAR
計測を取り巻く環境が飛躍的に発展するこ
とで、高密度で高品質のデータを取得する費
用が大幅に低下することが期待されます。近
い将来、森林をマクロな視点で捉えるあらゆ
る研究分野や実務者にとって、必須のツール
になる日が来るかもしれません。

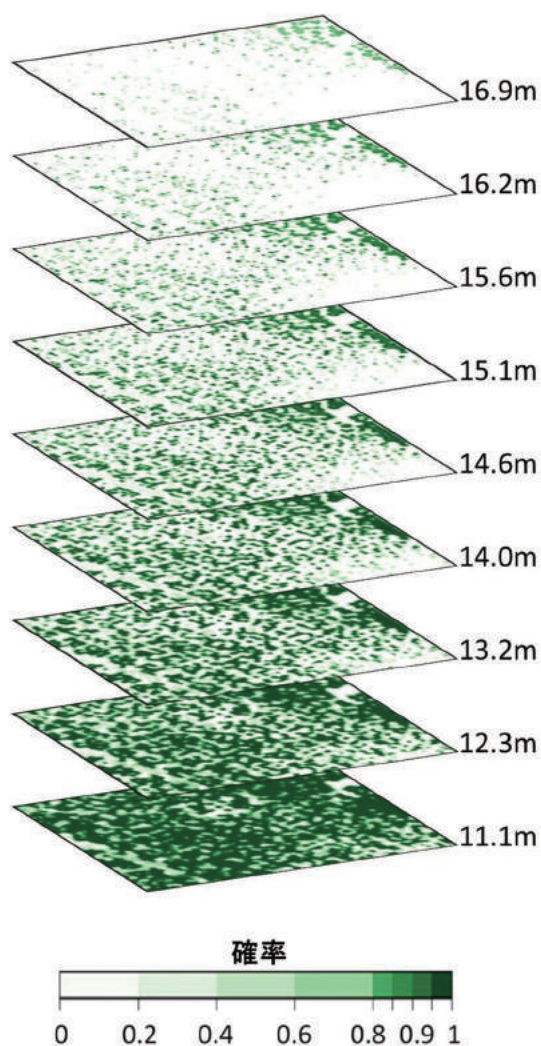


図3 地面からの高さ別の葉群分布の確率
各高さは、図2(b)のグレー色の各平面高に対応しています。

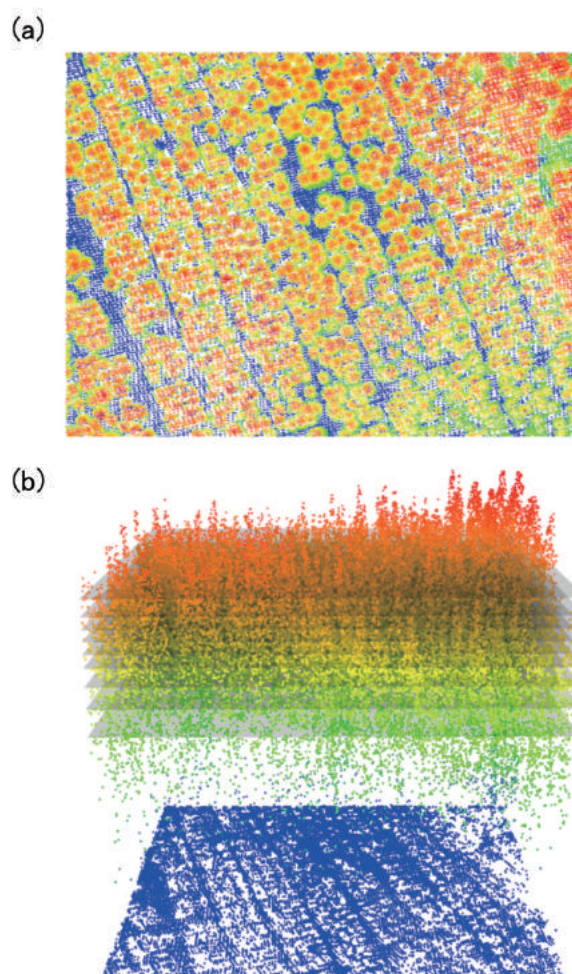


図2 点群データを、上空から垂直に見下ろした場合(a)と、斜めに見た場合(b)
(b)のグレー色の9枚の平面は、樹冠部の点群データを対象に、下から順に10～90パーセンタイル点の高さを表しています(点群データの色の判例は図1と同じ)。



写真1 見渡す限り広がるカラマツ林（北海道東部）
このように見渡す限りの森林にどのくらいの蓄積量があるのかを知るのに、限なく歩いて調べるのは現実的に不可能なため、サンプリング調査やリモートセンシングによる方法が必要になります。

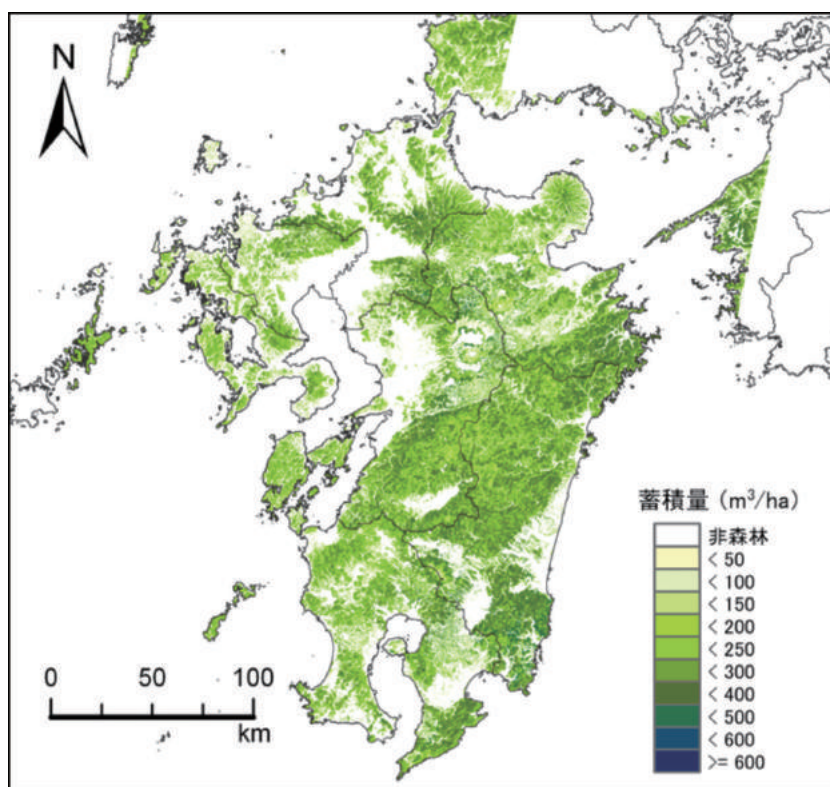


図1 九州地域の森林の蓄積量（林分材積； m^3/ha ）の地理的分布
2002年前後の4観測日のランドサット画像を解析した推定値を示しています。

地球観測衛星の画像を利用した 森林資源の広域評価

関西支所 主任研究員 田中真哉

森林の資源量を正確に知るためには、その場所を訪れ、すべての樹木の種類や太さ、高さを1本ずつ丁寧に調べる必要があります。しかし、見渡す限り広がる森林の資源量を知るために1本ずつ全て調べてまわるのは不可能です（写真1）。それでは、地域全体、あるいは全国といった広い範囲の資源量を知りたい場合にはどうすればいいでしょうか。

世界の各国では系統的なサンプリングによって調査する場所を選び出し、それぞれのサンプリングの地点で同じ方法を用いて樹木を調べる全国調査（国家森林資源調査）を実施しています。このような森林調査を定期的の実施すれば、森林の総蓄積量はどのくらいか、1年にどのくらい変化しているか、といった基本的な疑問に答えることができます。さらに、近年入手が容易になっている衛星画像を使えば、費用をあまり増やすことなく地域レベルでの資源量の推定精度を高めたり、その地理的分布をわかりやすく地図に示したりすることが出来ます。

私たちは、系統的なサンプリングによる森林調査データと衛星画像を使って森林資源の評価を進めています（図1）。分析結果の精度を衛星画像のひとつひとつの画素単位で検証すると、推定した蓄積量は現地で調べた蓄積量と大きく異なっていました。しかし、図2に示すように、推定した蓄積量と現地で調べた蓄積量をそれぞれグループに分け、その平均値を比較すると、推定した蓄積量は実際

の蓄積量と同じような値になっていることがわかります。この結果は、推定値の偏りが小さいことを示しており、数キロ四方のメッシュ単位や市町村といった広い範囲の平均蓄積量や総蓄積量の評価をする上では、信頼できる数値が得られることを意味しています。このような方法で作成した地図は、日々の森林管理の実務に直接利用できるような情報ではありませんが、マクロな視点から森林の長期的な取扱いを考える際に有用です。

細部に注目しすぎて全体を見通さないことのたとえとして、「木を見て森を見ず」という言葉があります。現場で森林を詳しく調べることが森林調査の基本であることは言うまでもありませんが、それだけでは全体を見通して、地域や日本全国といった広い範囲の資源管理を考えることはできません。だからこそ、空からの森林の調査が必要になるのです。

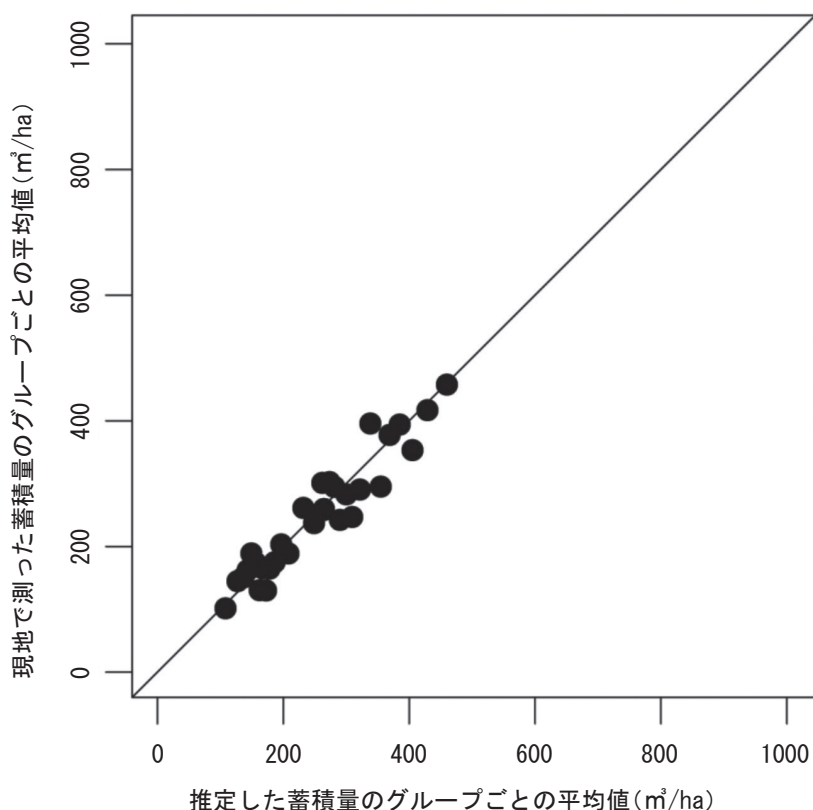


図2 実測した森林の蓄積量とランドサット画像等を用いて推定した蓄積量の関係
推定値と実測値は推定した蓄積量を基準にしてグループ分けした時の平均値で示しています。Tanaka et al. (2015) Remote Sens. 7: 378-394を改変。



写真1 ペルーにおけるさまざまな森林
上から、山地二次林、山地疎林、熱帯雨林（左：森林内、右：遠景）

南米アンデスにおける 森林のモニタリング

戦略研究部門 国際連携・気候変動研究拠点 任期付研究員

ルイス・アルベルト・ベガ・イスワイラス

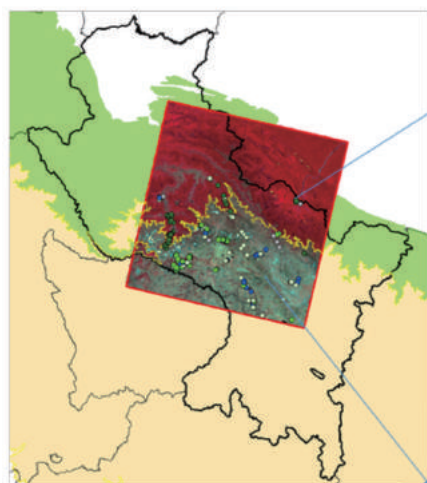
南米のペルーには、多様な生態系が分布しています。標高1000メートル未満まではアマゾン生態系ゾーンと呼ばれ、熱帯降雨林が広がっています。標高1000メートルから4000メートル付近まではアンデス生態系ゾーンと呼ばれ山地二次林、山地疎林が分布しています。このアンデスの標高差が多様な森林生態系を生み出しています（写真1）。

しかし、人類による長い森林の利用の歴史の結果、多くの森林は人間活動による改変を受けています。アンデス山脈は世界で最も生態系が脅かされている地域の一つなのです。

また、アマゾン上流域にあたるアンデス山脈の低標高地域に広がる熱帯降雨林では、近年農地の拡大による森林の減少や劣化が大きな問題となっています。

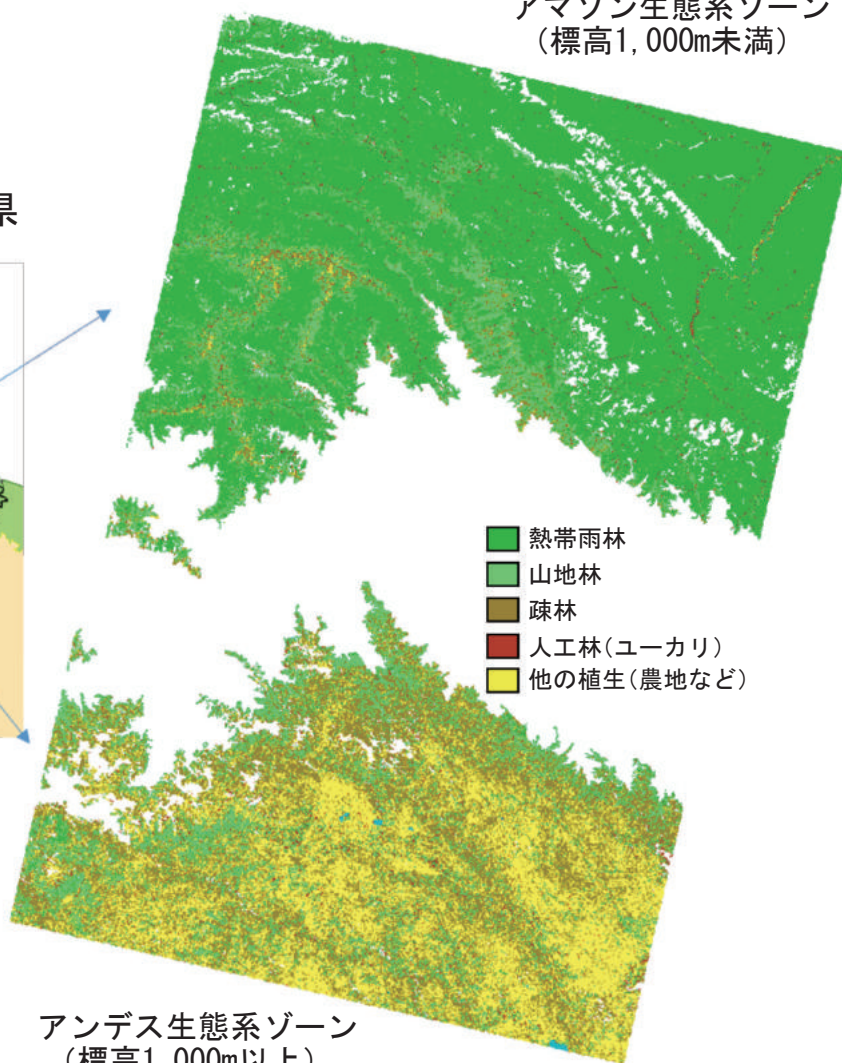
南米アンデスの貴重な森林生態系を適切に管理し現状を改善するためには、どのようなタイプの森林がどこにどの程度分布しているのかといった現状を正しく把握することが重要です。そのための森林のモニタリングには地球観測衛星が力を発揮します。1972年

ペルー共和国：クスコ県



アマゾン生態系ゾーン
アンデス生態系ゾーン

アマゾン生態系ゾーン (標高1,000m未満)



アンデス生態系ゾーン (標高1,000m以上)

図1 衛星画像を用いたアンデスにおける森林植生の分類

に打ち上げられて以降、現在後継機が8号まで打ち上げられているランドサット衛星による観測は、雲の影響は受けるものの、16日ごとと同じ地域を観測するため、森林の現状のみならず、森林の減少や劣化による変化も把握することができます。

現在、国連では、気候変動を緩和するため、発展途上国での森林の減少や劣化を抑制する「REDDプラス」という枠組み作りに取り組んでいます。この枠組みの中で、各国における森林の炭素蓄積がどのように変化しているかを計測することが求められています。そこで、アンデス山脈において、ランドサット衛星画像を用いてタイプの異なる森林がどのように分布しているかを調べました。その結果、アンデス山脈で見られる森林のほとんどは山地疎林であり、また、非常に標高の高い地域まで、道路から離れた場所でも広い範囲にわたり農地に開墾されていることがわかりました(図1)。衛星画像の解析により得られた森林タイプごとの面積に、現地調査から得られる各森林タイプの平均炭素蓄積を掛け合わせることで、その地域での炭素蓄積量を知ることができます。

ランドサット衛星画像は、インターネットで米国の地質調査所にアクセスすることにより、世界中のどの地域のデータでもダウンロードすることができます。国内のみならず海外の森林の状況を知るのにも、地球観測衛星画像は役に立っています。

阿蘇地域の大規模斜面災害

森林研究部門 森林防災研究領域 治山研究室長 浅野 志穂

写真1 阿蘇カルデラ外輪山内壁斜面で発生した崩壊群

平成28年4月に熊本地方で発生した一連の大きな地震により、都市域では熊本城を初めとする建造物や交通網、ライフラインが大きな被害を受けました。また、森林が広がる阿蘇地域では、斜面崩壊や地すべりなどの土砂災害が多数発生し、その復旧活動が現在も進められています。

今回の地震では広い範囲で斜面崩壊や地すべりが発生しましたが、特に阿蘇カルデラの西側とその周辺地域に発生が集中しました。この地域では、地震後に地表に地震断層が多く見られており、かなりの大きさの地震動や地盤変動が発生していたと考えられます。

一般的に地震にともなう斜面崩壊や地すべりは、地震動の揺れによって斜面の土塊が持っている強さを超える力が作用するために発生します。このため斜面崩壊が発生するか否かについては、地盤の

強さと地震動の大きさが大きく影響します。これは降雨によって発生するタイプの崩壊とは異なるメカニズムです。

今回阿蘇地域で発生した斜面崩壊は、河川沿いの溪岸斜面、カルデラ外輪山の内壁斜面（写真1）、中央火口



写真2 中央火口丘の御蔵山で発生した大規模崩壊

丘の上部（写真2）や下部の斜面で目立っています。阿蘇周辺地域には比較的新しい火山性堆積物が多く、もとの地盤の安定性が低いことや、これらの斜面では地震動が大きく現れやすい傾向にあるため、特に災害が大きくなったと考えられます。



写真3 地震により発生した崩壊（写真左側）と地震後の雨で拡大崩壊して土砂流出があった崩壊地（写真中央）

地震による斜面崩壊の発生機構は降雨によるものとは異なるため、崩壊発生に対する森林の影響についてはまだよく分かっていません。しかし、今回見られた崩壊では樹木根系の深度よりも深い位置にすべり面ができるような大規模なものも多く、森林の影響は限定的であったかもしれません。他方、山麓の緩斜面に森林が分布する箇所では、崩落土砂が森林によって留められて被害が軽減したケースも見られました。今後は、このような上部斜面からの崩落土砂に対する緩衝機能の評価も検討が必要になると思われます。

地震で生じた崩壊地には不安定な土砂が堆積し、周囲の斜面にも亀裂が多く残って不安定な状態です。これらは、余震や豪雨などにより崩落や流下する危険性が高く、実際に地震発生後の6月から7月にかけて発生した大雨で、新たに起きた崩壊や崩壊地の拡大などによる土砂災害が発生しています（写真3）。このため地震による斜面災害に加えて、地震後の降雨による斜面災害についてもその発生要因の解明や対策方法の開発が必要となっています。

林道・作業道を 雨から守る

2016/07/14

写真1 林道路面を流れる雨水

降雨量に対してどれだけの量の水が林道や作業道の路面を流れているのかを明らかにするために、林道上に試験地を設け、降雨中に路面を流れる水の流量を観測しました。この結果、降り始めからの雨量が1mmを超えたあたりで路面を水が流れ始め、その後雨が強まっていくのに同調して路面を

どれだけの量の水が流れるのか

森林に雨が降ると土壌に速やかにしみ込んでいきます。しかし、林業活動のために作られた林道や作業道の路面は、自動車や林業機械が通行できるように締め固めているため、水がしみ込みにくくなります。しみ込まない雨水は路面上を流れ(写真1)、路面を侵食する場合があります。さらに、林地斜面の侵食、崩壊につながったり、周辺の溪流を濁らせたりするおそれがあります。

雨水が引き起こす問題



宗岡 寛子

林業研究部門 林業工学研究領域 研究員

流れる水の流量も増加していくことがわかりました。降雨強度が90mm/時間の時には、路面を流れる水の流量は約2.5L/秒に達しました(図1)。これは、300Lの浴槽が2分でいっぱいになる流量です。試験地では約20m間隔で横断排水溝を設けた状態での流量を観測しましたが、横断排水溝の間隔が広くなるとさらに流量が増すと考えられます。

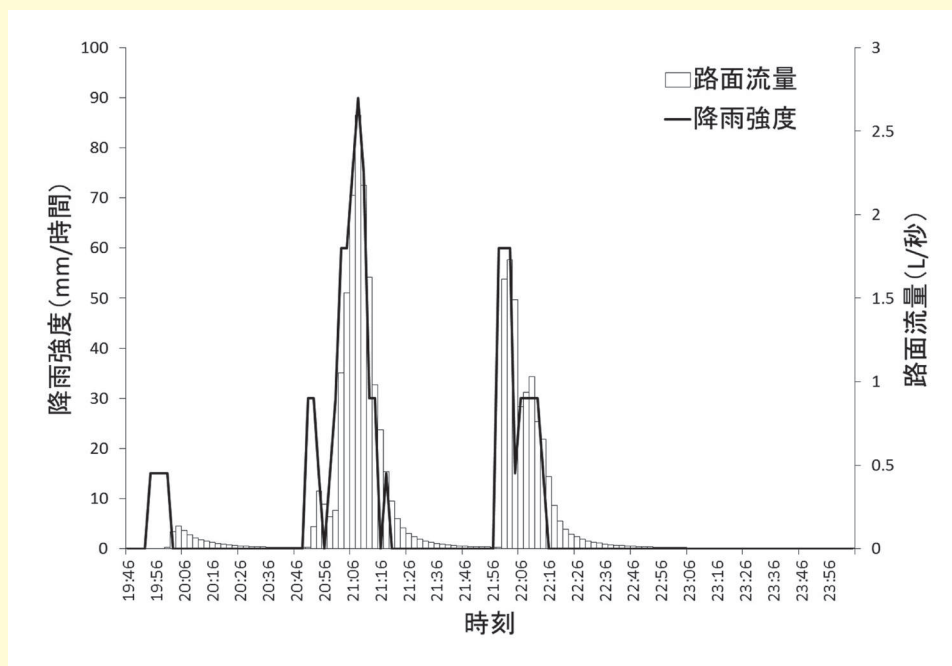


図1 降雨強度と路面を流れる水の流量観測結果の一例

波状の縦断勾配を利用した排水方法

林道や作業道の排水には、これまで鋼製やコンクリート製の、あるいは丸太やゴム板を使った横断排水溝が用いられてきました。しかし、大量の水が集中的に横断排水溝から排水されることで、排水先となる林地斜面の侵食につながる場合があ

ります。それに対して、波のように上り下りを繰り返す道とすることで、勾配変化点(凹部)で排水を行う方法では、路面の水が凹部の周りで薄く広がって林地に流れ落ちることがわかりました(図2)。同じ量の水でも、狭い排水溝に集めて流すよりも広い断面積で流した方が流速が落ちるため、林地斜面の侵食が低減できると期待できます。

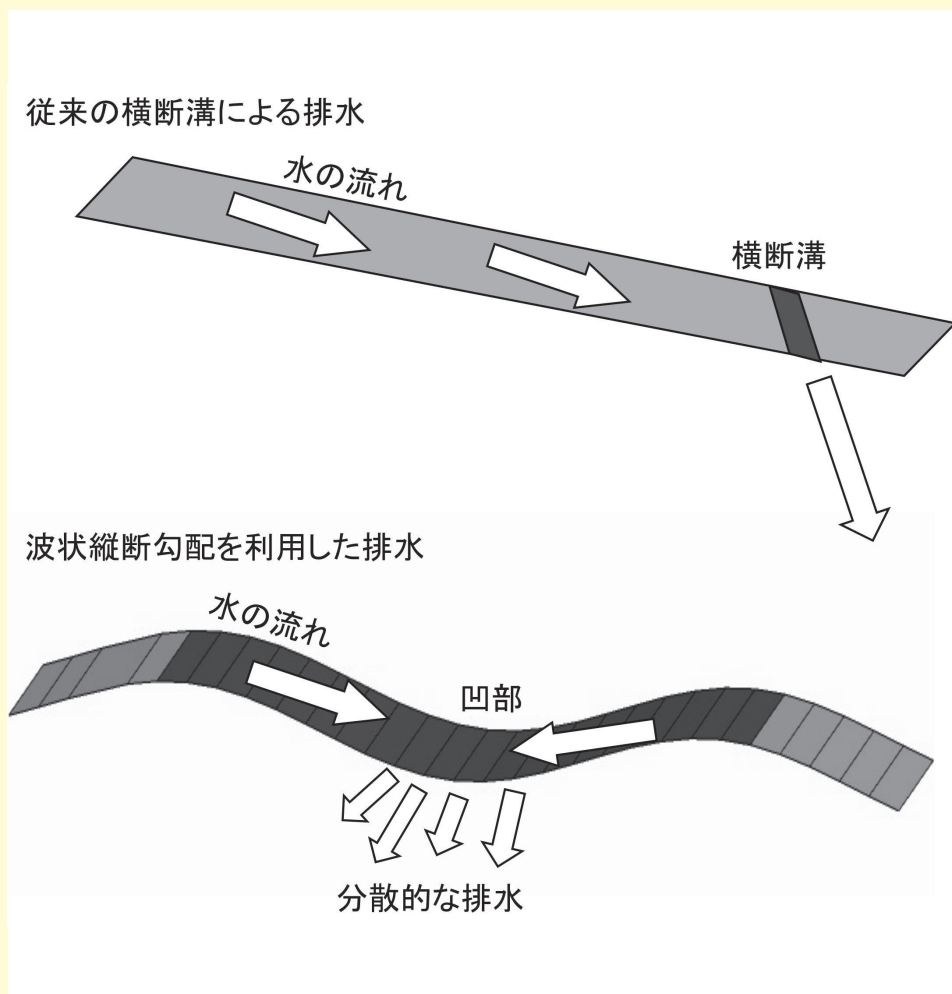


図2 排水溝を利用した排水と波状縦断勾配を利用した排水



写真1 実験住宅の外で振動を発生させている様子

木造住宅に伝わってくる 揺れを見える化

地震がなくても家が揺れることがある？

住宅のなかにいると、地震が起こっていないときでも揺れを感じることがあります。鉄道、道路交通、建設現場、工場の生産活動など住宅の外部で発生した揺れが地盤を介して建物に伝わることによって建物が揺れるからです。こうした揺れは繰り返し発生するため、不快に感じる人もいます。また、揺れ自体を不快と感じなくても、自分の住まいが日頃から揺れるようでは、いざ地震が起こ



宇京 斉一郎

木材研究部門 構造利用研究領域 主任研究員

ったときに大丈夫か、と不安に感じたりする場合もあるようです。こうした揺れが、木造住宅の内部にどのように伝わり、どのような部分で揺れやすいのかは、測定した例も少なく、まだよくわかっていません。

木造住宅内に伝わる揺れの特徴

そこで、森林総合研究所内に建てられた木造の実験住宅を使って、住宅の外で発生した揺れが、屋内にどのように伝わるかを調べました。住宅に伝わる揺れには、周期が長いものから短いものま



写真2 住宅の内部の床にセンサーを置いて、振動を測定している様子
住宅内で1階と2階合わせて257箇所を測定

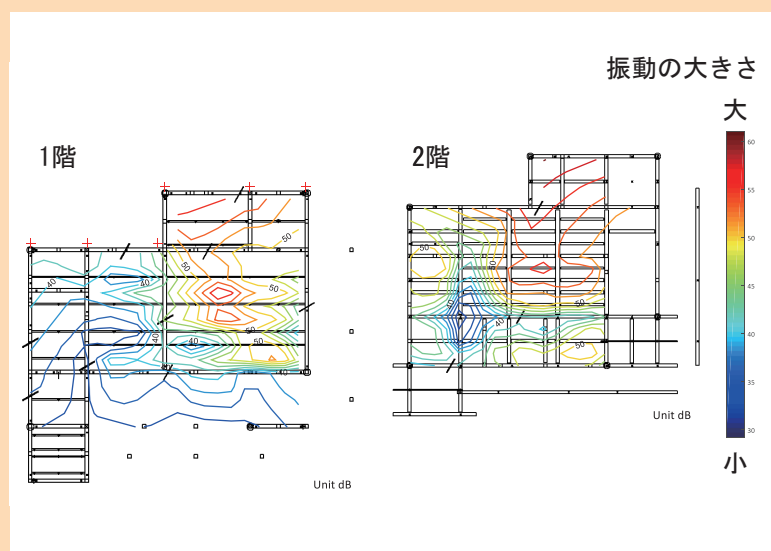


図1 住宅内に伝わった鉛直方向の振動（40Hz）の大きさの分布

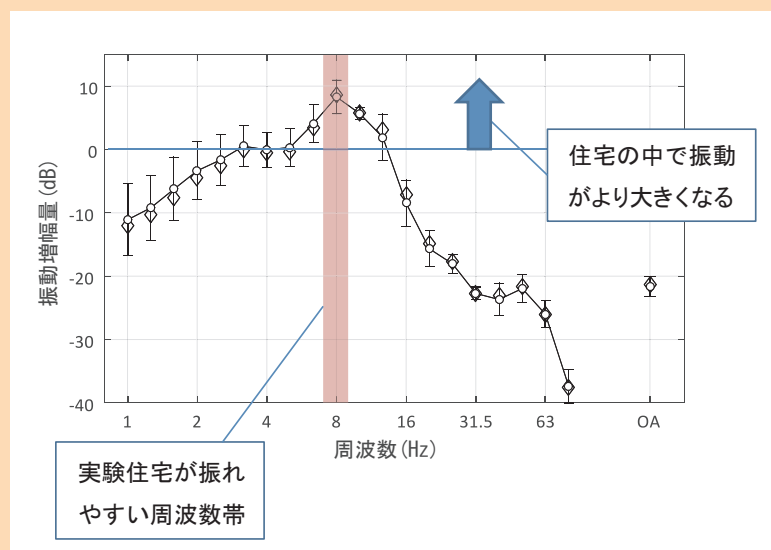


図2 住宅内での水平方向の振動の増幅量と周波数の関係

で様々な波の成分が含まれます。木造住宅がどのような周期で揺れやすいか、またどのような場所で揺れが大きくなりやすいかを調べるために、様々な波の成分が入った振動を住宅の外で発生させ（写真1）、住宅のなかに伝わってきた揺れの大きさをセンサーで測りました（写真2）。

建物の鉛直方向（縦）の揺れについては、床の下に壁や土台がある場所では、ない場所と比べて振幅（揺れの大きさ）が小さくなる傾向があることがわかりました（図1）。

建物の水平方向（横）の揺れについては、外から伝わる揺れの周期が建物に固有の周期と一致す

ると、共振という現象が起きて、建物全体が大きく揺れることが知られています。今回の測定での家屋の2階部分の揺れは、共振により特定の周波数で住宅の外と比べて3倍程大きくなっていました（図2）。

外部で生じた揺れを、住宅に伝わらないように完全に遮断することは難しいかもしれませんが、木造住宅の揺れの特徴を知ることが、揺れを軽減するための対策を講じることが可能になるはずです。今後さらに測定事例を増やし、木造住宅の構造的な特性と振動との関係を明らかにしていきたいと考えています。

森林での教育活動を通じた 持続可能な社会づくりに向けて ―学校での森林教育をすすめるために―

学校教育からの森林への期待

教育分野から森林や林業への関心が高まっています。近年、環境に配慮した持続可能な社会づくりを目指して、「環境教育等による環境保全の取組の促進に関する法律」（平成二十三年）が制定され、環境教育が推進されてきました。その背景には、都市型の生活が一般化する中で、子どもたちの自然体験不足の問題があります。特に、林野庁が中心となって進められている森林環境教育や木育など、森林や木に関する教育「森林教育」（図1）では、森林の中でさまざまな体験を通じて森林への理解を深める活動や、木材にふれて、木の良さを感じる活動が行われており、学校教育への貢献が期待されます（写真1）。

森林教育の目的

「森林教育」とは、何のためのどんな教育でし

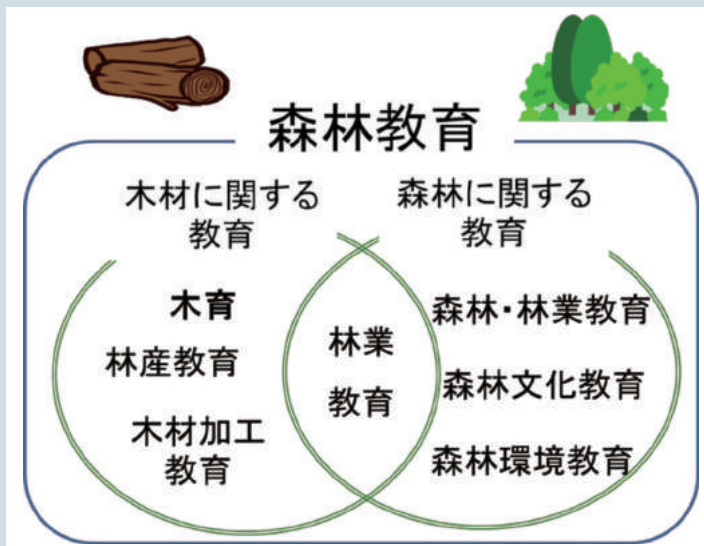


図1 森林や木に関する教育

ようか。学校教育で行われている森林教育活動の事例をみてみますと、間伐などの林業体験活動や、植物・動物などの自然観察学習、木の実や枝での

多摩森林科学園 主任研究員

井上真理子

多摩森林科学園 教育的資源研究グループ長

大石 康彦

クラフト製作などのものづくり活動、登山やハイキングなどの自然体験活動、キャンプや野外炊飯などでのコミュニケーション活動など、多様です（図2）。そこで、実践されている森林教育活動の実態調査をもとに、活動の目的について分析しました。その結果、森林教育は、森林への理解の促進や、林業などを通じた森林と人間社会との関わりへの理解の深化、さらに森林での体験活動を通じた感性や社会性の育成や心身の鍛錬、循環型社会の実現に向けた人材育成など、幅広い目的で行われていることがわかりました。

学校教育の中で森林教育をすすめるには

森林教育は、多様な内容を含みますが、教科での位置づけが明確になっていないため、学校では

扱いにくいのが現状です。そこで、「森林教育」について明確にするために、実態調査から把握さ

されることで、持続可能な社会を担う人材が育まれ、森林の保全や循環型資源を有効に活用する社

会の実現につながるでしょう。

括し、教育や環境教育の目的に沿って森林教育の目的をとりまとめ、教えるべき「森林の5原則」「森林との関わり」の5原則」を整理しました。これらの原則は、持続可能な社会の実現を目指したESD (Education for Sustainable Development) の理念にもつながるものです。「森林教育」の整理によって、教育関係者等の森林関係者以外に理解しやすいようにしています(図3)。



写真1 高校生の林業体験(多摩森林科学園 2012年サイエンスキャンプ)

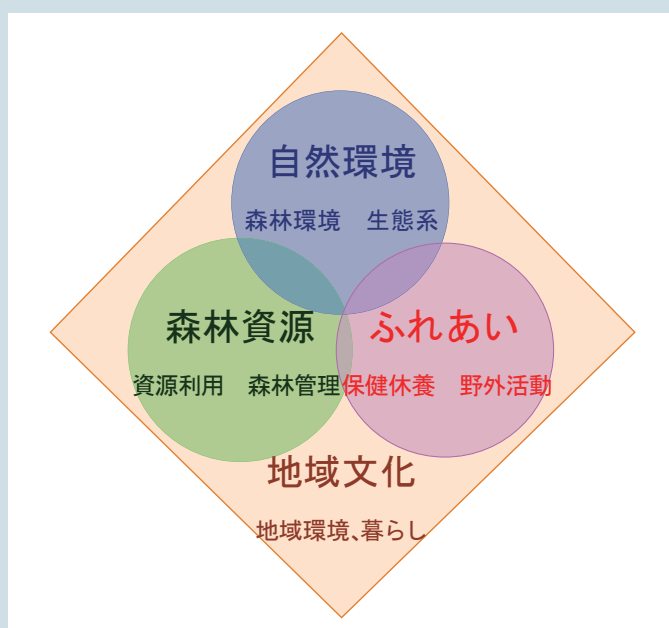


図2 森林教育の内容の4要素

【森林教育】

森林での直接的な体験を通じて、循環型資源を育む地域の自然環境である森林について知り、森林と関わる技能や態度、感性、社会性、課題解決力などを養い、これからの社会の形成者として、持続的な社会の文化を担う人材育成を目指した教育。

【森林の5原則】

多様性、生命性、生産性、関係性、有限性

【森林との関わり5原則】

現実的、地域的、文化的、科学的、持続的

図3 森林教育の定義と教えるべき2つの5原則

昭和基地沖に停泊する南極観測船「しらせ」



森林研究部門 森林防災研究領域 チーム長 竹内 由香里

昭和基地は南極大陸ではなく、大陸氷縁から4 km程離れた東オングル島の露岩上にあります。夏の昭和基地は砂埃の舞う工事現場のようだと聞いてはいましたが、ヘリコプターで初めて降り立つて目にした光景は本当にそのとおりでした。しかし、顔も服も真っ黒になった（顔は日焼けして服は汚れて）前次（56次）越冬隊員が一人一人握手して満面の笑顔で出迎えて下さった光景は、殺風景を打ち消して余りあるほど感慨深いものでした。56次越冬隊26名にとっては10ヶ月ぶりの「外界の人」との再会でした。

前号で紹介したように、私は主に大陸沿岸での観測を担当していたので、観測点から昭和基地に戻って調査中に出たゴミを処理し、次に出かけるための観測機材や食料などの準備をして、また出かけるという日々でした。昭和基地で過ごしたのは南極滞在期間の約半分でしたが、昭和基地において他の隊員らの風力発電2号機の建設作業（写真5）や潮位観測（写真7）を手伝う機会もあり、得難い体験と達成感を共有することができました。



写真2 夏期隊員宿舎での食事の準備（2015年12月25日）



写真1 56次(左)と57次(右)越冬隊の越冬交代式(2016年2月1日)
この日から1年間、57次越冬隊が昭和基地の維持と観測を担う。



写真3 昭和基地主要部（写真4の足場から撮影）。右遠方に「しらせ」、その向こうに南極大陸が見える。（2016年1月23日）



写真5 風力発電機のブレード（風を受ける羽根）を取り付ける作業（2016年1月23日）



写真4 建設中の風力発電2号機と57次隊が運び込んだ35 t ラフタークレーン（2016年1月24日）



写真7 昭和基地・西の浦験潮所における潮位観測（海上保安庁担当）（2016年1月27日21時）



写真6 高層気象観測用ラジオゾンデの放球
1日2回、センサーと発信装置を付けた気球を世界中の観測点
で同時刻に放つ（気象庁担当）（2016年1月23日14時30分）。

水源林造成事業における路網整備の取組 ―作業道の排水処理について―

森林整備センター 中国四国整備局 松江水源林整備事務所

はじめに

森林整備センター松江水源林整備事務所は、昭和36年度の事業開始以来、約3万1千haの水源地を造成・整備してきました。

現在、搬出間伐の本格化に向けた路網整備を進めていますが、近年、局地的豪雨が頻発していることから、作業道開設に当たっては林地崩壊等が発生しないよう、災害に強く崩れにくい作業道づくりが重要な課題となっています。

今回は、災害に強い作業道の条件の一つである適切な排水処理に焦点を絞って、当事務所の取組を紹介します。

排水処理について

雨水から道を守るため、作業道の排水処理に当たっては、次の3点が重要となります。

- ① 路面を流れる水を集中させず分散させて排水すること。
- ② 排水は常に水のある谷や土壌が安定した尾根等の崩れにくい安全な箇所で行うこと。

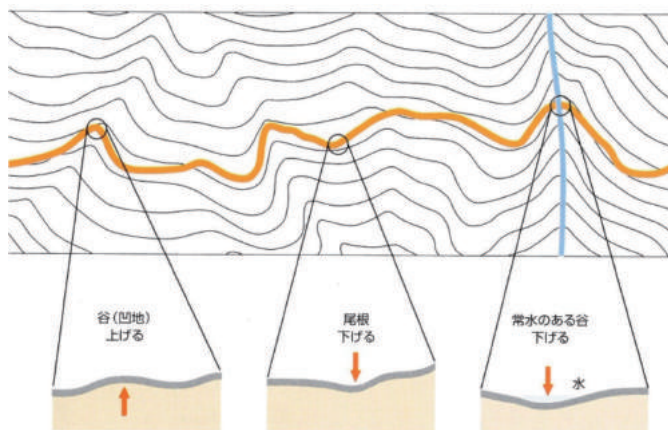


図1 路面排水の考え方
(大橋慶三郎著「道づくりのすべて」より引用)
路面勾配を凸凹にして水を分散させて排水

③ 谷渡り箇所では、詰まりが大きな被害に繋がる暗きよの使用は基本的に避け、洗い越しで排水すること。

更に、これらの排水処理の導入に当たっては、豪雨時の出水状況を想定しながら、計画・施工段階で適切に行うことが必要となります。



写真1 縦断勾配を利用し、尾根筋等の地質が安定した箇所へ水を誘導

森林（もり）を

具体的な排水の対応例として、降雨時に路面を流れる水进行处理する「路面排水」の考え方と事例を写真1・図1に、水の誘導事例を図2に、「谷渡り箇所の排水」の事例を写真2、3に示します。

排水処理の効果の事例

平成25年7月から8月にかけて、島根県西部を中心とする記録的豪雨があり、この地域は大きな被害を受けました。しかし、同地域で豪雨に襲われた川戸造林地の作業道（平成20年～21年度開設）は、殆ど被害を受けていませんでした。その理由を検証したところ、横断勾配や路面の起伏による分散排水、洗い越しによる沢水の処理など、排水対策が徹底され、有効に機能していたことが分かりました。この排水対策は綿密に計画・施工されていたものです。当作業道はその後特別な修理を要しないまま、保育施業のため継続的に利用されています（写真4）。

技術普及に向けた取組

当事務所では、今回紹介したような排水処理を含む作業道の計画・施工全般について他機関と連携し、地域の作業道マニュアル作成へ参加するなど技術普及に努めています。

森林整備センターでは職員・造林者・施工者に対して①各地域の整備局等において検討会を開催、②ポイントとなる事項を詳しく解説したDVDを制作し教材として活用、などの取組を行っています。



写真3 川側の洗掘防止対策
現地材を利用した丸太組・石積み等を行い、路面と水叩きの落差を極力小さくし、洗掘を防止

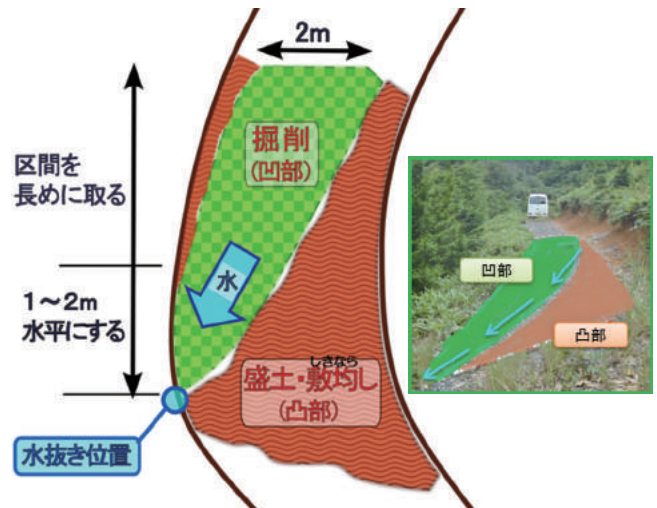


図2 水の誘導事例
路面の起伏により水を誘導し排水
原図：榎本慎一氏（三重県）作成



写真4 川戸造林地(島根県江津市)の作業道整備状況



写真2 洗い越し
路面を凹ませて路面の上で水が浅く流れるように施工

森林保険センターのお知らせ

森林保険業務講習会への取り組み

森林保険センター 保険業務課

森林保険センターでは「森林保険業務講習会」を開催しています。この講習会は、森林保険業務の委託先である森林組合系統の担当者が、適正な損害実地調査を実施する知識と技術を習得することを目的とし、今年度は全国8箇所で開催します。

講習会は3日間の日程で行い、座学と実習・演習を行います。

座学では、森林保険制度の基礎事項から、森林火災のメカニズムや、風害、雪害等の気象災害を保険事故として認定するための留意点など専門的な内容も盛り込まれています。実習では、森林内で損害区域内に設定する標準地の測量や被害木の確認を行います。演習では、壮齡林の被害木の適正な品等区分を判定し、保険金の額を算出するまでを行います。

この講習会を受講して損害実

地調査を担う有資格者として認定・登録を受けた森林組合系統の職員は、今年度すでに78名（8月末時点）おり、昨年度と合わせると268名、森林国営保険の時代に養成された有資格者を加えた人数は約1,350名になります。

講習会では毎回アンケートを行うことで受講生の要望等を把握し、講習内容の改善に努めています。現在は資格のない方を受講の対象としています。森林国営保険の時代と異なる点などもあることから、今後は有資格者のフォローアップ研修を行うことも検討して参ります。

これからの計画的に講習会を開催して、損害調査を担う職員の損害認定技術の向上を図り、損害の公正な評価と迅速な支払いを通して、被保険者に対する森林保険のサービス向上と加入促進を図って参ります。



講義風景



壮齡林実習風景



若齡林実習風景（円形標準地法）



修了証書授与

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8回

1月27日
(金)

木材の樹種の見分け方

身近に使われている木材の樹種と、その性質、用途、簡単な見分け方について、実際の木材に触れてもらいながらお話します。

講師：安部 久

木材研究部門 木材加工・特性研究領域 主任研究員



第9回

2月17日
(金)

抵抗性クロマツで海岸防災林を再生する

マツ材線虫病が広がりつつある東北において、東日本大震災海岸防災林再生事業に抵抗性クロマツを供給するための取組みをご紹介します。

講師：織部 雄一郎

東北育種場 育種課長



第10回

3月18日
(土)

森づくりの技(わざ)を科学で読み解く

有名林業地には長い年月をかけて編み出された優れた施業技術があります。「勘と経験」が導き出した「凄技の科学」と、森を育てるための施業のポイントをご紹介します。

講師：千葉 幸弘

研究コーディネーター



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 【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@ffpri.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

土木研究所が 森林総合研究所を視察

平成28年9月2日に国立研究開発法人土木研究所の
魚本健人理事長、野口宏一理事ら13名が当所を視察し
ました。当日は、大会議室において森林総合研究所及
び土木研究所の最近の研究成果等について、互いに簡
単に紹介した後、シロアリ飼育室、SIPリグニン製
造施設、木質構造第2実験棟を見学していただき、最
後に意見交換会を行いました。

施設見学では、シロアリを離れたところから検知す
る技術や、これまで未利用だったリグニンを高性能
コンクリート混和剤等に利用する技術、CLTや大断
面集成材にも対応可能な世界最大級の木材用引張試験
機をご覧いただき、それぞれの研究や応用の可能性等
について活発な質疑応
答がありました。また、
最後の意見交換会にお
いて、今後も積極的
に情報交換や連携を進め
ていくことを両理事長
で確認したところです。



魚本土木研究所理事長の挨拶



世界最大級の試験機を視察する
土木研究所の方々

林木育種センターにおいて 第21回「親林の集い」を開催

森林総合研究所林木育種センター（日立市）では、10月
22日（土）に第21回「親林の集い」を開催しました。地域住
民を中心に約900名もの方々に来場いただきました。

集いでは、林木育種センターの研究成果の紹介、場内
施設探索ツアー、森の迷路、森のクイズラリー、草木染
め、木の工作、苗木プレゼント等の林木育種センターが
行う企画のほか、保育園による鼓笛隊や和太鼓、中学校
による吹奏楽もあり、林木育種センターと地域の方々
との合同によるイベントとなりました。

本年度は林木育種のみならず、広く森林・林業への理
解を得られるように、林野庁の広報誌「林野」でもおな
じみの「お山ん画」のイラスト展を行い、作者の平田美紗
子さんにイラスト作品の解説を行っていただきました。

さらに、関東森林管理局茨城森林管理署、森林総合
研究所（本所）、同森林保険センター、同森林整備セン
ター、森林ボランティア常
陸の森クラブからも出展
していただき、多くの方
々に木材工作など木に親
しんでもらうこともでき
ました。



中学校による吹奏楽の演奏



平田美紗子「お山ん画」
イラスト展

ダイバーシティ・サポート オフィスの事務局

2016年9月5日に開催されたダイバーシティ・
サポート・オフィス（DSO）総会において、森林総
合研究所（森林総研）が事務局となること、桂川理事
が会長に就任することが決まりました。

DSOは、研究・教育機関を構成員として、連携し
て男女共同参画をはじめとするダイバーシティを推進
しています。2007年に発足したDSOは事務局と
会長は産業技術総合研究所が担当し、当初から参画し
た森林総研は物質材料研究機構とともに、幹事機関を
務めてきました。現在は18機関が参加しています。主
な活動内容は、各研究機関のセミナーの紹介、毎月の
ニュースレターの発行、他機関の取組についての情報
収集と比較・分析、DSO懇話会の開催などです。職
員が働きやすい職場環境を目指して取組んで参ります
ので、今後とも、森林総研のダイバーシティ推進に一
層のご協力、そして自らのご参加をお願いします。



会長就任の挨拶をする桂川理事

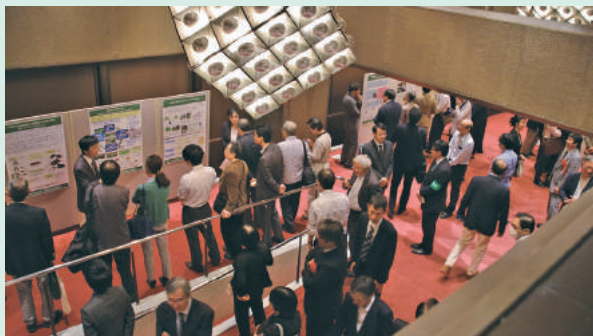
平成28年度 公開講演会 「2050年の森 未来の森をつくる研究開発」

10月27日（木）13時30分～16時30分、ヤクルトホール（東京都港区）において、平成28年度公開講演会を開催しました。今年度は「2050年の森 未来の森をつくる研究開発」をテーマに、講演とポスターセッションを行いました。森林総合研究所では2008年度に作成した「2050年の森」を本年度大幅に改訂し、新たに研究開発の目標とロードマップを掲げました。公開講演会では、新しい「2050年の森」を構成する「森とくらす」「森をまもる」「森をそだてる」「森をつかう」の各項目について研究のロードマップを示しながら、「未来の森」づくりに向けた研究開発の現状を報告しました。

講演プログラム

1. 基調講演「森を活かし、木を活かし、人を活かす」
東京大学教授 林政審議会議長 鮫島 正浩氏
2. 「2050年の森」について 理事 田中 浩
3. 「森とくらす」 立地環境研究領域 土壌資源研究室長 石塚 成宏
4. 「森をまもる」 四国支所流域森林保全研究グループ長 長谷川 元洋
5. ポスターセッション
6. 「森をそだてる」
植物生態研究領域
物質生産研究室
主任研究員 壁谷 大介
7. 「森をつかう」
木材改質研究領域
チーム長 石川 敦子

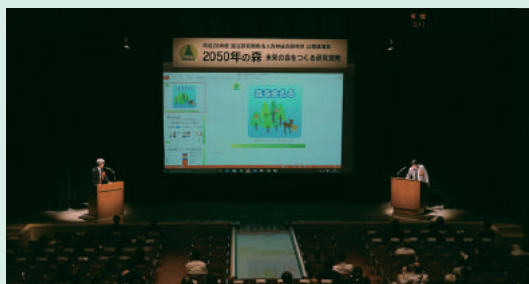
会場には、一般の方々をはじめ、関係団体・企業、大学・研究機関、行政機関など200名を越える方々にお越しいただき、大盛況の開催となりました。



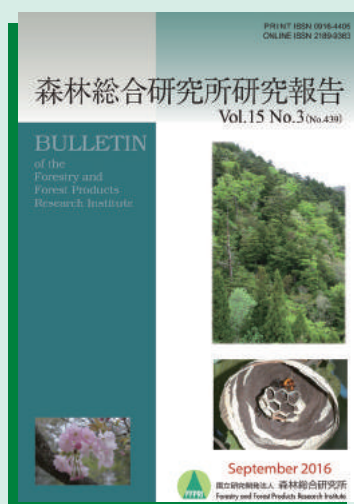
ポスターセッションの様子



登壇者の記念撮影



森林総合研究所研究報告



Vol.15No.3 (通巻439号)
2016年9月
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/>

論文

CIT用スギフィンガージョイントラミナの加力方向による曲げ強度性能の違い

小木曾純子、井道裕史、長尾博文、原田真樹、加藤英雄、宮武敦、平松靖

海岸防災林復旧・再生事業における生育基盤盛土の現状

―事業着手初期の未耕起盛土の物理性および盛土への各種耕起工が土壌硬度鉛直分布に及ぼす効果の評価―

小野賢二、今矢明宏、高梨清美、坂本知己

ノート

サーモグラフィを用いたコガタスズメバチ創設女王による抱卵行動の観察（英文）

牧野俊一

研究資料

現存する「立田山ヤエクチナシ」の由来および特徴

宮崎寛、金谷整一、河原畑濃、松永順、松永道雄



ドローンから見た針広混交林の樹冠（東京大学北海道演習林）



飛行中のドローン

季刊 森林総合 研究

No. 35

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11月30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。