

季刊 森林総研 第22号

特集

森ではたらく林業機械 —安全で効率的な木材生産を可能にする—

- ◆ 自走式搬器の自動化
- ◆ 自動追従走行型車両の開発
- ◆ 自動植付機の開発
- ◆ バイオマス対応林業機械の開発
- ◆ 林業機械と運転者を効果的に保護するには

研究の“森”から

■ ヒートポンプ装置を用いた
省エネ木材乾燥システム

■ 未曾有の大津波に堪えた樹々が
枯れていった原因を探る

私たちの暮らしと森林・木材の放射能

■ シイタケ原木の放射性セシウム汚染

■ 木材における放射性セシウム分布の
変化



独立行政法人
森林総合研究所

目次

巻頭言

◆ 林業の機械化を進展させるものは何か？

1

特集

森ではたらく林業機械

― 安全で効率的な

木材生産を可能にする ―

2

◆ 自走式搬器の自動化

◆ 自動追従走行型車両の開発

◆ 自動植付機の開発

◆ バイオマス対応林業機械の開発

◆ 林業機械と運転者を効果的に保護するには

研究の“森”から

◆ ヒートポンプ装置を用いた
省エネ木材乾燥システム

◆ 未曾有の大津波に堪えた樹々が
枯れていった原因を探る

12

私たちのくらしと森林・木材の放射能

◆ シイタケ原木の放射性セシウム汚染

◆ 木材における放射性セシウム分布の変化

16

森林（もり）を創り活かす

◆ 農用地総合整備事業美濃東部区域の完了と
事業の成果

18

森林講座のお知らせ

19

何でも報告コーナー

20

巻頭言

林業の機械化を進展させるものは何か？

かつての林業機械化は、海外の機械を国産化し、小型・高性能化することに関心が向けられていた。一方、自走式搬器のように我が国独自の技術が海外でも認められ発展してきた面も評価されるべきである。また、新たな林内走行車両も登場し、機能の向上と高出力化といった中身の充実の努力も積み重ねられてきた。さらに、技術革新はハードからソフトへと移り変わっている。自動化による安全性向上も意図され、それらの中心には、画像認識技術に見られるようなセンシング技術の進展がある。更なる技術革新の鍵はここにある。

今後の技術開発の戦略として、例えば、材の物理的特性を把握して選木し、優れた特性を有する立木だけを残して林分を育成し、収穫時には、最適な採材を実現するといった精密な森林管理に基づいた技術などが挙げられる。ある作業工程を機械化するだけの発想ではなく、一定の特性を持った材を安定的に、無駄のない経路で用材として、また木質バイオマスとして供給するシステムづくりといった大きな目標の中に機械化の意義を据えていくべきであろう。

戦略はその分野で共有されてしかるべきだが、これを実現するための個別の技術は特許という知的財産として個々に蓄積していかないと、本格的な開発の連鎖には繋がっていかない。また、個別の機械開発の場面では、あらゆる条件で動作する機械が理想であるが、想定した機能がフルに発揮できる作業地の条件も存在する。このよ

うな機械と林地との相性を明確にする必要がある。開発した機械が国内外のどこでどれだけ導入可能なのか、どこを改善すれば導入可能な地域が増えるのかを判断する時に、これらの情報が生きてくる。

「育てる」から「利用する」へ、人工林資源の充実とともに国産材の利用促進が図られている。川下では木材の安定供給を求めており、川上での木材生産力増強への期待が高まっている。このような時代の要請を受け、近年、林野庁事業として国内外の先進的な林業機械の導入普及や開発が進められてきている。これらの機械に加えて森林総合研究所を中心に、新たな機械も活発に開発されてきた。今後も、これらの機械や作業システムの特長を見極め、世界の林業機械マーケットにも狙いを広げた技術革新を推し進めていただきたい。特集で紹介されている取組みにも大いなる可能性を秘めた技術が随所に見受けられる。これらの成果を積み重ね、将来に向けて森林資源の価値が高まるように、機械化を進展させたいものである。



後藤 純

高知大学教育研究部自然科学系
農学部門・教授

森ではたらく林業機械

—安全で効率的な木材生産を可能にする—

自走式搬器の自動化

自動追従走行型車両の開発

自動植付機の開発

バイオマス対応林業機械の開発

林業機械と運転者を効果的に保護するには



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)

自走する機械を林内に入れて木を収穫する方法は、過去に主流であった集材機のように人が木を伐ってワイヤーなどで運び出す方法に比べ、同じ時間ではるかに多くの木を安全に収穫することができます。さらに、林道や森林作業道がネットワークのように配置されていれば木材を運び出す効率は高まります。

2011年に閣議決定された森林・林業基本計画は、平成32年における木材の総需要量を7,800万m³と見通し、国産材の供給量及び利用量の目標を3,900万m³としました。これは平成23年の生産量の2倍以上になります。その目標達成には、林業機械と路網の活用が欠かせません。

日本は、勾配20度を超える斜面が国土の3割以上を占め、雨も多く地震や台風などの自然災害も起きます。雑草木の多さは、皆伐・再造林時の下刈り作業を大変にします。こうした条件のもとで、林業のために機械を使い、道をつくることには他の国とは異なる独自の工夫が求められます。

用材だけでなく、合板やバイオマスなど多様化する木材の需要に対応した林業機械や作業システムの開発、今後増加が見込まれる皆伐・再造林の作業に対応した林業機械の開発、林業機械による作業の安全性への配慮などが課題としてあげられます。他産業で用いられている制御技術やITの導入が、これらの課題の解決にとって重要です。

本特集では、これらの問題に当研究所がどのように取り組んでいるのか、集材（伐採木を道に運び出すこと）のための自走式搬器の自動化技術、また、運材（収穫木を道で運んでいくこと）のための無人の自動追従走行型車両、伐採跡地で下刈り作業の軽減にも配慮して苗木植栽を自動で行う林業機械、また、林地残材を集め、運び出すバイオマス対応機械、そして、機械と運転者を保護するガードについて、最新の成果を紹介します。



自走式搬器の自動化



伊藤 崇之

林業工学研究領域
主任研究員

はじめに

自走式搬器はんきは、森林で伐採された丸太を運び出す「集材」と呼ばれる作業を行う機械です。空中に架け渡したワイヤロープの上を走行し、内蔵したウインチで丸太を吊り上げて運搬します（写真1）。操作は無線操縦で行われ、搬器に荷（丸太）を掛ける伐採現場と外す側（荷おろし土場）の両方に作業者と送信機が必要です。荷おろし土場には丸太が集積され、作業者や他の作業を行う機械などが交錯しているため、その中で作業をおこなうことは危険度が高く、災害発生の可能性も高いとされています。このような荷おろし土場での作業を省くとともに、作業者の数を減らして作業を効率化するために、私たちは自走式搬器を自動化する装置の開発に取り組んでいます（図1）。

自動化の方法

自走式搬器による集材は、荷掛け（丸太をウインチのフックに掛ける）→荷あげ（ウインチを巻き上げる）→実走行（搬器が走行して丸太を運搬する）



写真1 自走式搬器（自動運転試験風景）

↓荷おろし（ウインチを緩めて丸太を下ろす）↓荷外し（丸太をフックから外す）↓空フック上げ（ウインチ巻き上げ）↓空搬器返送、というサイクルで行われます。このうち実走行→空搬器返送までの間を対象として自動化することで、荷おろし土場における作業者が不要となります。

実走行と空搬器返送の自動化のために、ワイヤロープ上の滑車の回転数から搬器の走行距離を計測し、あらかじめ設定された位置で停止するようコンピュータで制御します。しかし、この計測方法では滑車のスリップに起因する計測誤差が発生し、その

量は走行距離に比例するとともに、集材を繰り返すと片方向に蓄積して停止位置のずれが大きくなることとが走行試験により明らかになりました。そこで、誤差の蓄積を解消して正確な自動停止を行うために、搬器位置の基準点を作り定期的に誤差を修正する装置と、誤差を予測して計測距離を補正する制御方法を併せて開発しました。誤差を修正する装置は、搬器の走行区間内、地面から搬器にレーザーを照射して搬器の受光器で検知する方法と、搬器の走行区間外のワイヤロープに、搬器が乗り越え可能な金属ブロックを設置して搬器と接触した時にセン

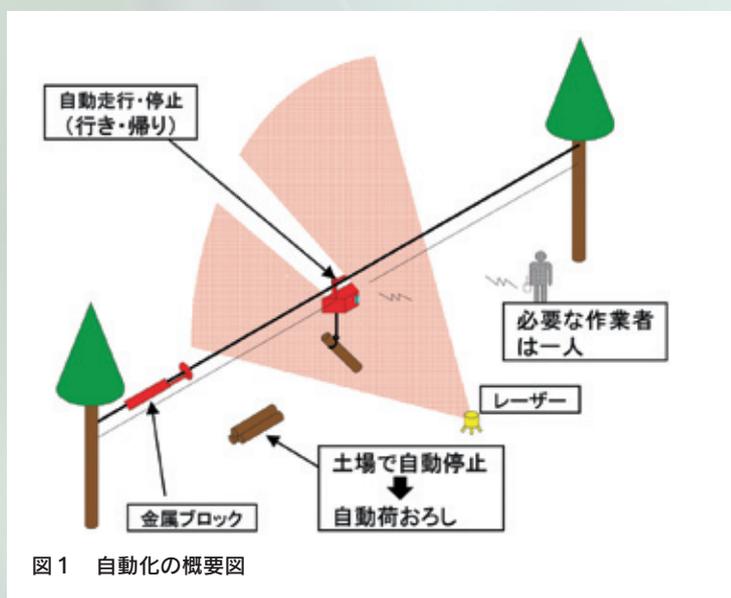


図1 自動化の概要図

サーで検知する方法を併用することとしました。通常は前者で修正を行い、その検知に失敗した場合には後者で確実に修正できるようにしています。レーザー装置は無くても自動運転を行うことはできませんが、金属ブロックを検知するには搬器が普段走行する区間外への走行が必要で、若干作業時間が増大します。

実際に集材作業を行って土場における停止位置の誤差を計測したところ、レーザーを用いた誤差修正方法では平均集材距離約二二八センチに対し最大で五センチ近い停止位置のずれが発生しましたが、制御方法の改善で二センチ以下まで低減が可能であると考えられました。また、金属ブロックによる誤差修正と走行距離の補正を行った場合のずれは最大で〇・七センチ程度になり、目標地点にほぼ正確に停止させることができました。

荷おろしの自動化については、吊り上げる丸太の重量を巻き上げウインチの負荷として検出し、丸太が着地して負荷が無くなったところで停止させるように制御しています。図2は荷おろし中の負荷変動を示したのですが、丸太の吊り上げ状態によって様々な変動パターンがあるため、ウインチの繰り出し量も同時に計測することで吊り上げ状態をコンピュータで把握し、適切な制御ができるようにしています。荷外については負荷が無くなると自動的に

外れる市販フックを使用しています。実際には作業を行った結果、フックやスリング（丸太を括ってフックに掛けるロープ）が外れない場合がある等、主に荷外しに関連した問題点が明らかになりました。しかし、荷外しが正常な場合には一連の自動運転は正確に行われることが分かりました。

おわりに
自動化技術については未だ開発段階であり、荷外しの正確さなどに改良すべき点はあるものの、制御そのものは正確で実用性が高いと考えられます。特にウインチ負荷を計測して材の着地を検知する方法は外国も含め他には無い技術であり、今後も開発を続けてなるべく早く実用化し、安全性の向上と効率化に貢献したいと考えています。

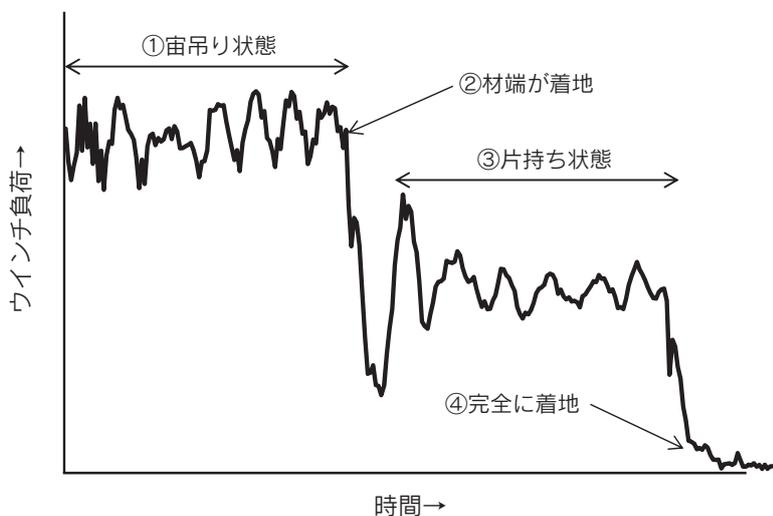
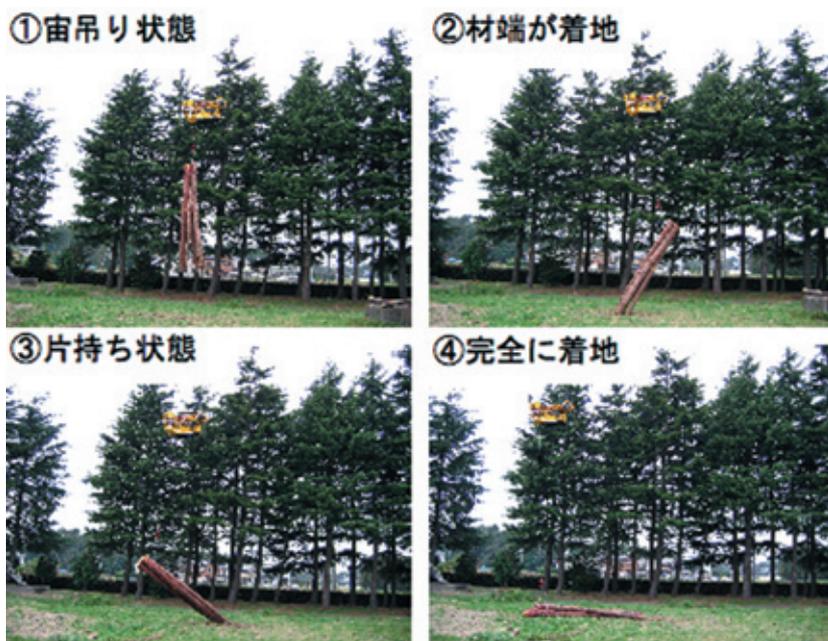


図2 吊り上げた丸太の状態とウインチ負荷の関係

自動追従走行型車両の開発



毛綱 昌弘

（林業工学研究領域
チーム長）

はじめに

道幅が狭く、トラック等が走行できない森林作業道では、収穫された木材はフォワーダと呼ばれる積載型林業専用車両を用いて運びます。この車両による運搬作業の能率をあげるには、速く走るか、一台にたくさん量を積むか、たくさん車両で運ぶかの選択肢があります。森林作業道は曲線部も多く、縦断勾配も大きいいため、速く走るとは危険です。一台の車両にたくさん積もうとしても、道の幅員の影響を受けるため、車幅を大きくすることは困難です。また、荷台を長くすると、曲線部で車両が曲がれなくなってしまうため、たくさん積むために高く積み上げると、車両の重心が高くなり転倒の危険が増します。たくさん車両を現場に導入しても、車両の台数分だけ、運転手も必要となり、労働生産性の向上はあまり望めません。そこで、一人で二台以上の車両を運転できるように無人走行させる方法なら、フォワーダによる集材作業効率の向上が期待できると考えました。

試作機の概要

作業員が運転する車両の後ろを無人車両が追従して走行すれば、一人で二台の車両を運転でき、木材の運搬量は約二倍となります。無人走行のために、前の車両が走った走行軌跡に沿って、無人車両を走行させることとし、前を走行する有人車両と後ろの無人車両の相対的な位置関係、車両の向いている方向、走行速度等の情報を使いました。これらの情報を得る方法として、試作機では超音波距離計を改造したセンサを使用します。有人車両の車両後部の両端に、自動車でいうとストップランプの位置にそれぞれスピーカを設置し、無人車両の前後部両端に、自動車でいうとヘッドランプの位置にマイクを設置することで、有人車両と無人車両の相対位置等を計測しました。このセンサから得られた情報をもとに、無人走行車両では走行および操向装置を自動制御して、無人追従走行を実現しました。

試作機による走行実験結果

試作機を用いて森林作業道上の追従走行実験を行った結果、無人車両は蛇行走行しながら前の車両に追従していくことを確認しました（写真2）。この蛇行走行は車間距離を走行速度に応じて適切な値に設定することで小さくできます。無人車両が追従走行するには、森林作業道は車幅の一・四倍程度



写真2 試作機による追従走行実験

の幅員が必要なこと、また、走行速度が大きくなるほど、制御誤差が大きくなることわかりました。これらの実験結果より、木材積載時における推奨走行速度である時速三・六^キ程度までの走行速度であれば、試作機は森林作業道を追従走行可能なことも確認できました。

おわりに

追従走行時の制御誤差をより小さくすることができれば、もっとたくさん車両を連ねた走行や、幅員の小さい道の利用が可能になります。制御誤差、走行速度、安全性を高めて実用化を図っていきます。

自動植付機の開発



山田 健

林業工学研究領域
機械技術研究室長

はじめに

国内の林業現場では一九九〇年代以降随所に高性能機械等が導入され、伐出作業はかなり機械化され、効率化されてきました。それに較べ造林作業は国内では機械化が進んでおらず、省力・低コスト化の要請が高まってきています。植付作業の機械化が進む北欧とは異なり、日本には強力な雑草木があり、初期育林コストのうち植付け以上に大きな比重を占めるのが、下刈り作業です。機械化に際しては、植付け省力化と同時に下刈りを軽減できないかと考えました。

自動植付機の開発

森林総研では、コンテナ育苗技術を開発し、植付け作業の省力化を実現しました。さらにその先の段階として、コンテナ苗を活用した植付け作業の機械化を進めています。これまでの試験により、表土を耕耘すると雑草木の回復が遅くなることが判明しています。そこで、植付け機構と耕耘機構を組合わせて搭載し、植付け時に植栽木の周囲を耕耘することにより

雑草木の再生を抑える方法を考案し、二トクタラスのミニ油圧ショベルをベースマシンとするコンテナ苗自動耕耘植付機を試作しました(写真3)。二連のオーガと呼ばれる耕耘機構とプランティングチューブと呼ばれる植付け機構を備え、耕耘↓植付け↓苗木周囲の締め、という一連の動作を自動で行うものです。この機械については、「季刊森林総研6号」でも解説しています。

この機械による試験を重ねて要改良点を抽出し、新たに六トクタラスの油圧ショベルをベースマシンと



写真3 初期型コンテナ苗自動耕耘植付機

する改良型機を、林野庁「低コスト育林高度化事業」により開発しました(写真4)。初号機の基本構造を継承していますが、苗木の格納・供給装置を付加し、また大型化して耕耘面積を広くするとともに全体の強度を向上させました。さらに、これとは別にベースマシンを共有する二種類の育林作業機(地拵機、自動下刈機、写真5)を開発し、作業機を交換することによって複数の育林作業を一台のベースマシンで行うことができるようにしました。



写真4 改良型コンテナ苗自動耕耘植付機

植付け機械化の効果と課題

傾斜の異なる三箇所の試験地で改良型コンテナ苗自動耕耘植付機の作業試験を行い、各作業能率を測定したところ、傾斜が大きくなるにつれて苗木一本当たりの植付け作業時間が増大し、その主な要因はブーム操作(油圧シヨベルの腕の操作)時間にあることが判明しました(図3)。すなわち、傾斜が急になるほどブーム操作に時間をとられて、植付け作業に時間がかかるということです。平坦地では機械植付け



地拵機



自動下刈機

写真5 交換可能な育林作業機

の方がコンテナ苗人力植付け作業よりも高能率だったものが、傾斜が急になるにつれて人力を下回るようになってきます。今後は傾斜地でのブーム操作時間を短縮するような改良が必要と考えられます。

おわりに

人力で裸苗を植付ける従来型の植付け方法では作業能率が一人当たり二〇〇〜二五〇本/日であったのを、コンテナ苗の導入により二倍程度に引き上げることができました。さらに機械化により一〇〇〇

本/日程度まで向上させることを目標としていますが、すでに平坦地ではそれくらいの作業能率を達成していますが、今後は傾斜のある実際の林地でもそれに近い作業能率を実現したいと考えています。ゆくゆくは、広い造林地を一台の機械で地拵え、植付けから下刈りまでカバーし、造林作業は快適作業になる、という姿を思い描いています。

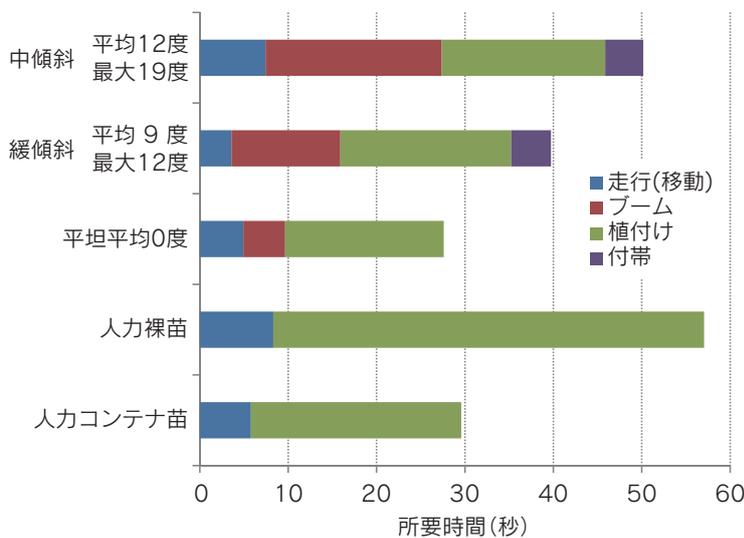


図3 地形傾斜別1本当たり作業時間
(人力はいずれも緩傾斜地(平均傾斜7.8度))

バイオマス対応
林業機械の開発



吉田 智佳史
林業工学研究領域
主任研究員

はじめに

再生可能なエネルギー資源として木質バイオマスが注目されています。建設現場や住宅等の解体時に発生する木材や製材時に発生する樹皮や背板、鋸屑等は、九割以上が燃料や製紙原料として利用されています。しかし、採算が取れないため搬出されない間伐材や、伐採木を丸太にする作業時に発生する梢端、枝葉、端材はほとんど使われず林地に残されています。木質バイオマスの利用拡大には、伐採総量の約五割を占め、年間二〇〇〇万立方メートル発生するこの林地残材の活用が重要です。

林地残材（以下、バイオマス）は森林に散在し、重さの割にかさ張ることから、これを効率的に低コストで収集運搬する機械が必要です。欧州等ではバンドラ（結束機械）やチップパ（破碎機械）など、バイオ

マスを減容するバイオマス専用機械が活躍していますが、大型で高価なことから、わが国に適したバイオマス用機械の開発が望まれています。そこで、バイオマスだけでなく用材生産にも兼用することによって、比較的小規模な事業者でも機械費の低減や稼働率の向上によりバイオマス生産コストを低減できる「バイオマス対応林業機械」を開発しました。



写真6 破碎機能付きプロセッサと破碎された梢端

破碎機能付きプロセッサ

プロセッサ（枝払い、測尺、玉切りを連続して行う自走式機械）は、多くの場合、集材機械と組み合わせさせて使います。一般に集材機械の生産性に比べプロセッサの方が生産性は高いことから、プロセッサに空き時間が生じます。この空き時間をバイオマスを減容化するための破碎時間として利用することが可能であり、バイオマス生産を低コストに行うことが可能です。既存のプロセッサに破碎機能を付加し、用材生産とバイオマス生産の二つを一台で可能とする「破碎機能付きプロセッサ」を開発しました（写真6）。本機は、丸太を取るところから梢端の破碎までを連続して行うことから作業効率の向上が期待でき、さらに、一台で二役を行うことから機械費の低

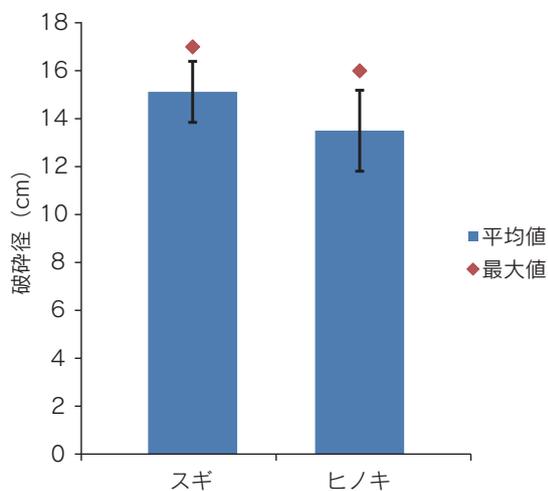


図4 破碎機能付きプロセッサによる破碎可能な末木の木口径 (最大、平均、標準偏差)

減も可能です。破砕機能は、ストローク式の送り装置と油圧はさみ式の切断装置からなり、丸太を取った後に残る梢端をつかんだまま連続的に破砕することができ、破砕サイズは、ストロークの調節により一〇〜三〇センチの任意の大きさに破砕できます。切断可能な木口径は、試験結果から最大一七センチ（スギ）で、柱用丸太（末口径一四〜一八センチ）の採材後に残る梢端を破砕するのに十分な性能でした（図4）。

本機を用いてスギ梢端の破砕試験を行ったところ、生産性は一時間あたり二・二ト（乾重）でした。また、破砕費は、従来の移動式破砕機では一ト（乾重）あたりおよそ八千円掛かるのに対し、本機を用いた場合は一四〇〇円程度と試算され、大幅なコストダウンが可能ながわかりました。

圧縮機能付きフォワーダ

フォワーダ（丸太を荷台に積んで運ぶ車両型機械）にバイオマスの圧縮装置を付加した「圧縮機能付きフォワーダ」を開発しました（写真7）。圧縮装置は、用材の積載機能を維持しつつ、バイオマスの積載量を増やすため、荷台に設けた側壁と天蓋が油圧シリンダで拡張・収縮して積荷を圧縮します。これにより荷台容積は五立方メートルから二〇立方メートルまで変化します。

本機を用いてバイオマス搬出試験を行ったところ、平均積載量は圧縮機能がないフォワー



写真7 圧縮機能付きフォワーダ（運材車タイプ）

ダの約二倍の三・九ト（生重）でした（図5）。また、生産性は、例えばスギの枝葉を五〇〇kg搬出する場合、一時間あたり二・八ト（乾重）と試算され、圧縮しない場合に比べ約一・五倍になる等しい作業性能を示しました。

本機によれば集材作業の空き時間を有効利用したバイオマス搬出が可能で、バイオマス生産を低コスト化できます。例えば、圧縮機能のないフォワーダを用いてバイオマス搬出を専門的に行う従来の方法では、一トあたり約八千円程度掛かるのに対し、本

機を用いた場合は、一トあたり一三〇〇〜三四〇〇円でした。

おわりに

今回開発したバイオマス対応林業機械により、林地残材が新たなエネルギー資源として有効に利用され、林業の採算性向上により間伐等の森林整備が促進されるなど、森林の健全な育成が進むことが期待されます。今後、生産性やコスト面のさらなる改善および利用可能な資源量の解明などについて研究を進めていきます。

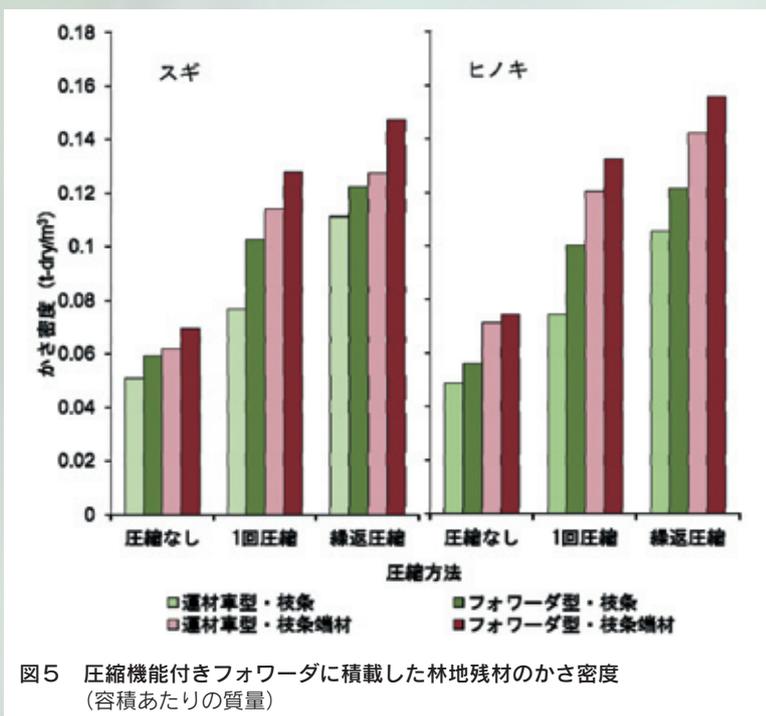


図5 圧縮機能付きフォワーダに積載した林地残材のかさ密度 (容積あたりの質量)

林業機械と運転者を
効果的に保護するには



上村 巧
林業工学研究領域
チーム長

はじめに

日本では、丸太の仕分けや積み込みを行うグラップルローダ、木を切り倒し丸太に加工するハーベスタやプロセッサ、ワイヤロープを用いて木を集めるスイングヤーダなど多くの林業機械が、汎用機械である油圧ショベルを改造して製作されています。こうした汎用機械の利用は、林業機械の価格を下げるともに、運転操作の共通化が図られる利点があります。しかし、障害物の多い森林内で長い木を扱うため、建設現場での使用とは違った安全対策が必要です。林業機械と運転者を効果的に保護するにはどのようなすれば良いのでしょうか。

林業機械の損傷の場所と原因

林業機械のどの部位に損傷が多いのか、その原因とともに調査しました。図6は林業機械の損傷箇所と件数（全五五三件の内一〇件以上の物）を表したものです。運転

室の前側や機体の右前（ミラー等）、機体の後方角（右後、左後）に損傷が多く発生していることがわかります。一般的に油圧ショベルは運転者から見て右側や後方の視界が良くありません。さらに機体上部が旋回する構造になっているので自動車とは違った運転時の車体感覚が必要となります。一般的に見えにくい部位や大きく動く部位に安全上注意を払うことが安全確保には重要ですが、林業機械も例外ではありません。

次に、損傷部位別に損傷の原因となった物の割合を図7に示します。運転室を含め車体の前側に位置する場所では林業機械が扱う木や丸太がぶつかることによって損傷が多く発生しています。林業機械の種類によってそれらの動き方は様々ですが、運転操作のミスや木や丸太の思わぬ動きが原因となっているようです。車体の後方や側面では伐り残された木（立木）や道の法面などにぶつかって損傷することが多く、機体の旋回や走行時の運転ミスが原因とな

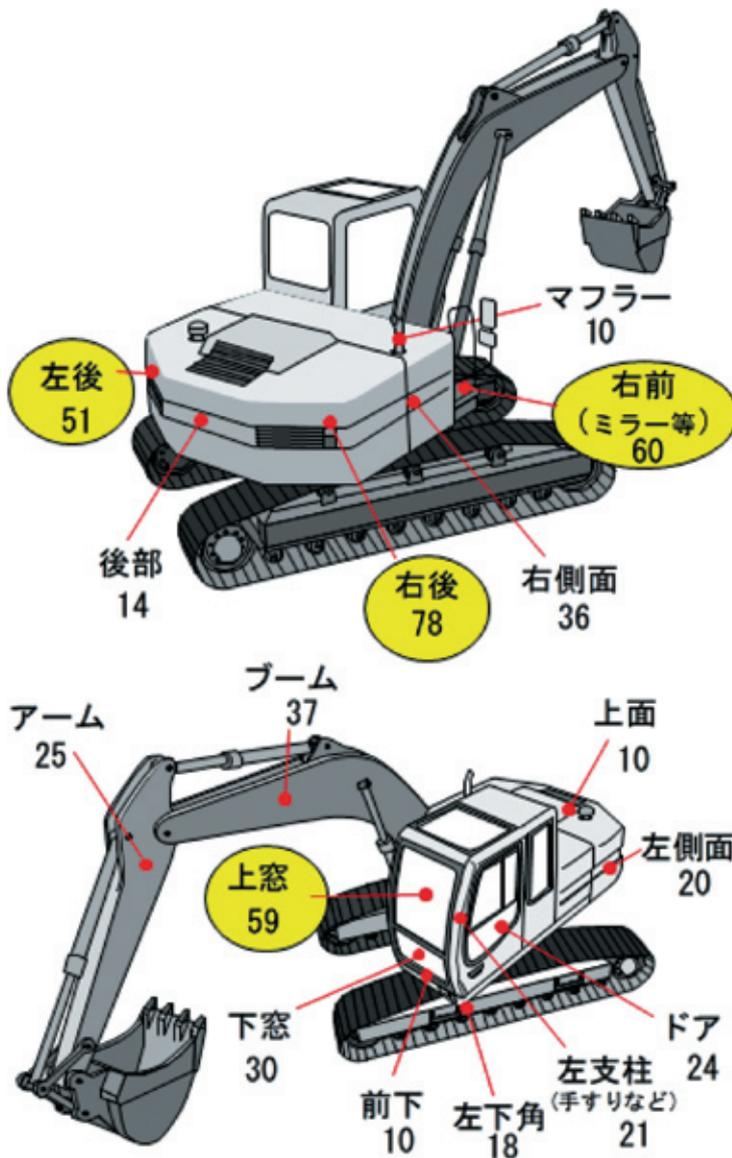


図6 林業機械の損傷箇所（作業機と10件未満の損傷を除く）

ります。これらの部位への損傷は通常の建設現場では起こりにくいため、油圧ショベルの構造があまり強固な物ではないことも損傷が多い原因だとも考えられます。

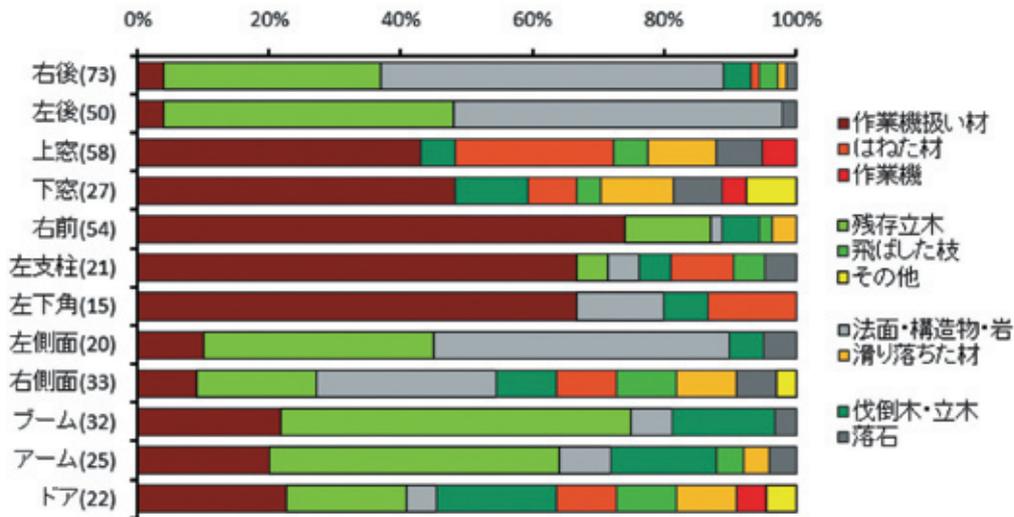


図7 林業機械に損傷を与えた物の割合(損傷原因回答分のみ集計)

林業機械と運転者の保護

林業機械の多くは運転室が機体の前側に位置しています。そこに損傷が多く発生していることがわかりました。運転者の保護を第一に考えるなら運転室にガードを設ける必要があります。建設機械用に用意されているガードよりも幅を広くし、左側支柱を保護可能な物にすべきであることから、この調査結果を基に車体左側に1000mm以上広くしたガードを作成しました(写真8)。これは、輸送時に車幅・五尺を超えないように固定することが可能です(写真9)。運転室ガードと車体右側にガードを設ければ車体の



写真8 運転室より幅の広いガード

損傷はかなり防ぐことができます。他の部分も林業機械の種類や元の油圧ショベルの形状に合わせて補強できます。また、予め林業用に各部にガードが施された油圧ショベルも販売されていますので、それらを選択されるのも良いでしょう。

おわりに

林業機械と運転者を効果的に保護するには、適切な場所にガードを設けることが有効です。今後様々な林業機械の損傷原因について分析を進め、ガードの改良を図っていきます。



写真9 輸送時の状態と車体右側のガード

研究の“森”から

No.226

ヒートポンプ装置を用いた 省エネ木材乾燥システム



齋藤 周逸

(加工技術研究領域チーム長)

木材の乾燥加工

伐採直後の木材は水分を多く含んでいます。水分を多く含んだ木材を木造住宅の柱や梁に使うと、建築後の長い年月の間に乾いてきて、収縮や狂いを生じてしまいます。その結果、住宅の耐久性・気密性・断熱性は損なわれ、皆さんの健康的な暮らしを妨げることももつなかりかねません。そのため、品質の良い木造住宅を建てるためには、木材を乾燥してから使うことが必須となっています。

木材の乾燥加工は、身近な日常生活では洗濯物を乾かす作業に相当します。すなわち、衣類という固体中に含まれる水分に熱を与え、蒸発によって分離除去させて、着られる状態まで乾かす操作です。この乾かすための熱源としては、普段の生活では、自然の太陽エネルギーや電気エネルギーが利用されています。

人工乾燥法

木造住宅に用いる木材の乾燥加工には人工乾燥法という技術があります。人工乾燥法とは、図1の左側の木材乾燥機側のように、木材を積み置いた乾燥機の中に加熱空気を流入攪拌させて処理をする工業的な乾燥方法です。この人工乾燥法は乾燥加工材を短時間で計画的に生産できるメリットがあります。洗濯物を乾燥機で乾かすことに相当しますが、加熱するためのエネルギーが必要となります。写真1は木材を人工乾燥機(後方)へ入れ込むところです。



写真1 木材乾燥機に投入される製材品

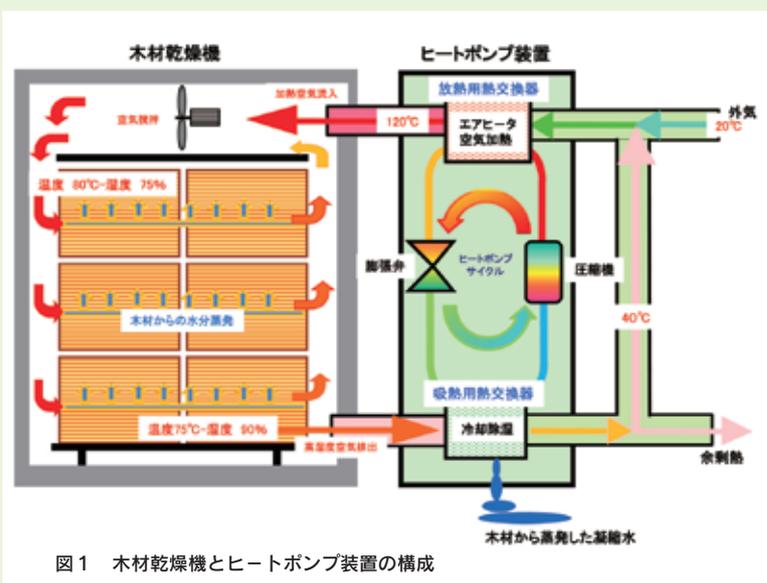


図1 木材乾燥機とヒートポンプ装置の構成

ヒートポンプとは

ヒートポンプとは、皆さんの家庭でも身近に使われているエアコン、冷蔵庫、給湯、洗濯物の乾燥機など、冷やしたり暖めたりする機械に広く応用されている装置のことです。この技術は、一八二四年に物理学者サディー・カルノーが「カルノーサイクル」と呼ばれる熱機関を考え出したことに始まります。それは、装置回路に封入されている冷媒(あるいは熱媒)の圧縮、膨張によって、その液化、気化に伴う温度変化を利用できるという理論です。

省エネルギー効果

図1の右側はヒートポンプの仕組みを示しています。まず、吸熱用熱交換器では、木材乾燥機から送られてくる熱い空気により冷媒が加熱されます。加熱された冷媒は、圧縮機で加圧され、さらに温度が上昇します。この熱せられた冷媒が放熱用熱交換器に送られ、乾燥機内に送られる空気を熱することで、乾燥機内を加熱します。ヒートポンプによる加熱に必要なエネルギーは、ボイラなどを用いる通常の加熱方法の四〇〜六〇%であるため、ヒートポンプ加熱は省エネルギーのキーテクノロジーとなっています。

CO₂冷媒の登場

省エネの切り札と考えられるヒートポンプですが、

従来型ヒートポンプは冷媒としてフロンガスを用いています。フロンガスの中にはオゾン層破壊や地球温暖化の原因物質として使用規制されているものがあります。また、一般的な木材乾燥加工に用いられる温度が五〇〜九〇℃であるのに対して、フロンガス冷媒による加熱方法は、最高温度が五〇℃程度であるため、木材乾燥の加熱方法としては能力が不足しています。

そこで、森林総合研究所は、近年実用化された、CO₂を冷媒としたヒートポンプ装置に着目しました。CO₂冷媒ヒートポンプ装置は、元々の開発目的を給湯としていたことから、加熱操作を得意とする特徴を持っています。

木材乾燥システムの開発

森林総合研究所では、木材乾燥に特化したCO₂冷媒ヒートポンプ装置を産学官共同で作製し、この装置と高気密高断熱型の木材乾燥機を接続した乾燥システムを開発して木材の乾燥試験を行いました。この目的は、五〇℃を超える加熱や湿度の制御の可能性そして補助加熱の必要性などを実験的に確認することでした。また、加熱装置の主流である油焚きボイラを対象に省エネ性や二酸化炭素排出量について比較しました。

その結果、CO₂冷媒ヒートポンプを用いた木材乾燥システムは、補助熱源を用いることなく五〇℃、六〇℃、七〇℃、八〇℃という各温度域で温湿度条件を安定的に制御することに成功しました。この温度域の特徴は、主要な国産材であるスギやヒノキの材色や芳香を損なわないで効率的に乾燥加工できるこ

とです。また、図2のように、このシステムは一般住宅約一五〇軒分に相当する木材を乾燥加工する場合、同等の加熱を一般的な油焚きボイラで行うことに比べて、エネルギー費を半減させる省エネ効果と、二酸化炭素排出量を約1/3に抑えることが可能という低環境負荷の効果が生み出されました。

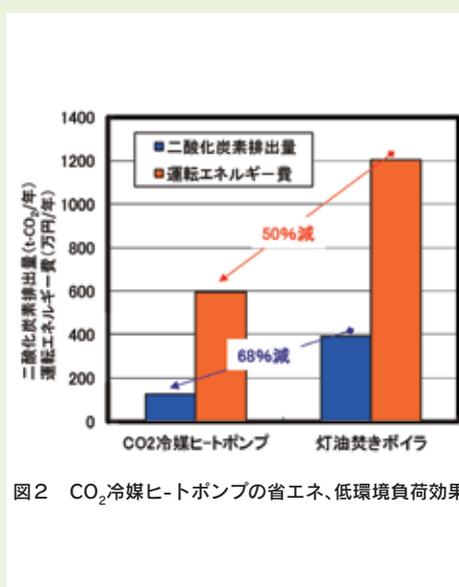


図2 CO₂冷媒ヒートポンプの省エネ、低環境負荷効果

おわりに

森林総合研究所は、住宅や公共建築物等の高信頼・高快適化を目指し、新しい材料開発やその加工技術の改良を続けています。CO₂冷媒ヒートポンプを用いた木材乾燥システムの開発より、近い将来には、低コストで環境に配慮した技術によって住宅の品質を高める乾燥材の供給が行われていくものと考えられます。

この研究開発は、農林水産技術会議「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」によって行いました。

研究の“森”から No.227

未曾有の大津波に 堪えた樹々が 枯れていった原因を探る



平井 敬三

(立地環境研究領域
養分動態研究室長)



小野 賢二

(東北支所 主任研究員)



陸前高田市



大槌町

写真1 「赤枯れ」が発生したスギ林。
(津波被災直後は健全に見えたが、次第に針葉が赤く枯れていった)

東北太平洋沿岸に広まった「赤枯れ」

平成三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震では、太平洋沿岸に押し寄せた未曾有の巨大津波により、広大な面積の海岸林が壊滅的な被害を受けました。一方、海岸の後背地や奥地の斜面にあった森林は、津波が林内まで押し寄せたものの、倒伏



写真2 津波が襲来した海岸林
(マツ林:宮城県東松島町、スギ林:岩手県釜石市)

や折損、根返りなどの直接的な損傷を免れました。しかし、被災直後には生き残ったと思われた樹々の針葉が、五月以降、次第に赤く変化していきました。この現象は、「赤枯れ」と呼ばれました(写真1)。さらに「赤枯れ」の木の中には、その後徐々に枯れて死んでしまった木もあり、大きな問題となりました。こうした海岸林の「赤枯れ」被害が、東北太平洋沿岸各地のマツ林やスギ林に広がりました。

「赤枯れ」発生の状況と原因

一三年六月〜七月に三陸沿岸の森林を踏査したところ、「赤枯れ」の発生範囲は津波が到達した箇所とほぼ一致していました。マツやスギの「赤枯れ」は、五月上旬までは認められなかったので、暖かくなって成育を開始した時期から急に広まったと考えられました。

森林に押し寄せた大津波は、林床の植物や落葉層を流し去り、一部では土壌を浸食し、樹木の根が洗掘（波に洗われて根が露出）されたところもみられました（写真2）。斜面上の森林でも、海砂や被災した建物の建材や家具などの漂流物が地表にたまりました。一方、海岸線近くの平地のマツ林では、地盤沈下によって根系が水没してしまった林もみられました。「赤枯れ」の原因はどうかやら土壌にあるように思われました。

そこで、赤枯れの発生した森林の土壌を分析したところ、海水と海砂がもたらしたナトリウムなどの塩分が過剰に集積し、pHや電気伝導度（EC）、塩分が多いほど高い値となる（ \uparrow ）が上昇していることがわかりました（ \uparrow ）。過剰な塩分を含む土壌では樹木の根が水分を吸収できなかったり、必要な養分の吸収が阻害された可能性があります。また、マツの根に共生して樹木の養分吸収を助ける菌根菌等土壌生物相も影響を受けたと考えられます。これら塩分の影響によって、東北太平洋沿岸の森林では広範

囲に「赤枯れ」が発生し、一部枯死に至ったものと思われまます。

降雨による除塩の効果

津波の発生から七ヶ月後の再調査では、スギ林土壌のpHやEC、ナトリウム濃度は海水をかぶらなかった土壌の状態と同程度まで回復していました（ \downarrow ）。「赤枯れ」が発生したスギ林の多くは、海岸から遠く水はけのよい傾斜地に分布するので、土壌にたまっていた塩分は降雨による排水とともに自然に除塩されたことを示しています。

一方、海岸近くのマツ林土壌のpHやECは、津波七ヶ月後でも高いままでした（ \uparrow ）。このことは、平坦地にあるマツ林では地盤沈下に伴って相対的に地下水面上昇したため排水が悪くなり、自然な除塩が妨げられたことを示しています。そのため、スギ林に比べてマツ林の方がより「赤枯れ」から「枯死」へ進行したものと考えられました。このような場合は、排水溝を施工するなどの改善が有効と考えられます。

今後も津波浸水地の土壌環境をモニタリングし、その改善状況を把握するとともに、海岸線の再生を目指して研究を続けます。

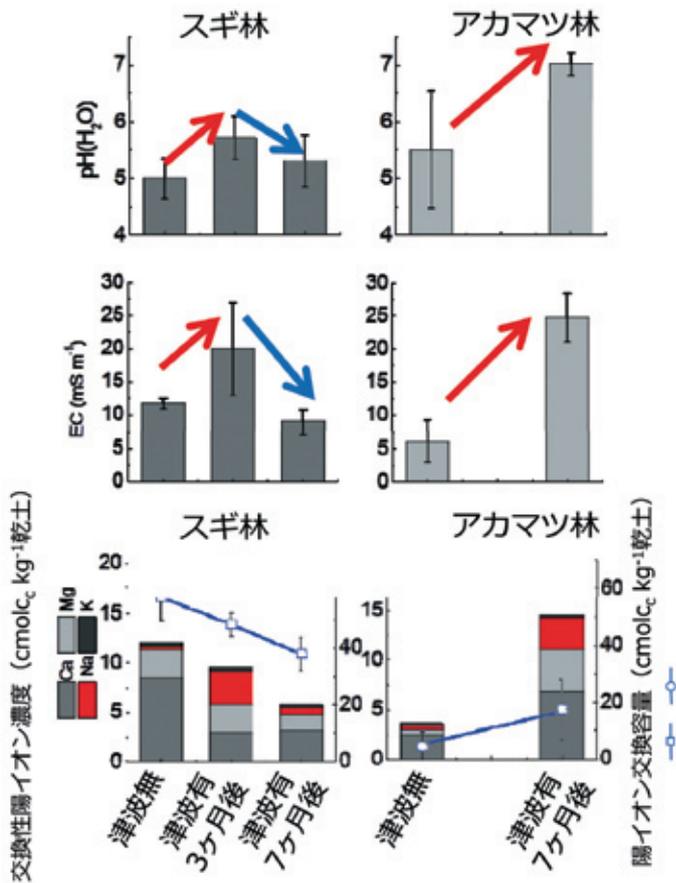


図1 大津波によって海水をかぶった森林土壌の化学性の変化
上段：土壌pH、中段：電気伝導度、下段：交換性陽イオン濃度
縦棒は標準偏差

林・木材の放射能

シイタケ原木の放射性セシウム汚染

根田 仁 (きのこ・微生物研究領域長)

平成二十三年三月に発生した東京電力福島第一原子力発電所（以後、原発という）の事故で飛散した放射性物質によって東日本のコナラなどのシイタケ原木が汚染された可能性があります。そこで森林総合研究所では、林野庁委託事業の「平成二十三年度安全な「きのこ原木」の安定供給対策事業」により平成二十三年七月から八月にかけて東北・関東地方の四〇箇所からコナラ原木（以下「原木」という）を集め、その放射性物質の濃度を調べました。その結果、総放射性セシウム（ ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計）濃度は、最大値が二二一五 Bq/kg （ベクレル kg^{-1} ）、最小値は二・九 Bq/kg という結果が得られました。

原発からの距離ときのこ原木の放射性セシウム濃度の関係を見ると、三〇～五〇 km 圏では四三～一〇六五 Bq/kg 、五〇～一〇〇 km 圏では八八～三二二五 Bq/kg 、一〇〇～一五〇 km 圏では九～三三三 Bq/kg 、一五〇～二〇〇 km 圏では三～五六五 Bq/kg でした。原発から一〇〇 km 以内では原木の放射性セシウム濃度が高いことがわかりましたが、一〇〇～二五〇 km 圏、二五〇～一〇〇 km 圏の中にも高い放射性セシウム濃度を示す調査地（いわゆる、ホットスポット）があり、広く汚染されたことが確認されました。

文部科学省が作成した放射性汚染マップによる「空間線量率」や「総放射性セシウムの土壌への沈着量」と「原木の放射性セシウム濃度」との間には相関が見られました（図1）。また、原木の部位別放射性セシウム濃度は、樹皮が材部の約四〇倍高く、樹皮部に放射性セシウムが集中していることがわかりました。

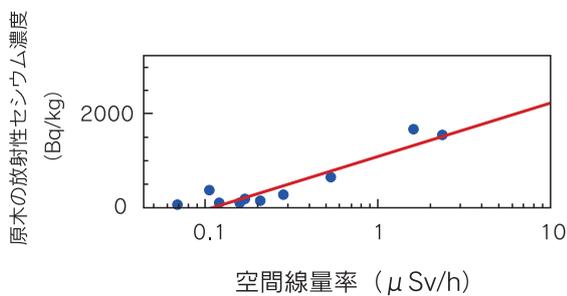


図1 空間線量率と原木の放射性セシウム濃度との関係

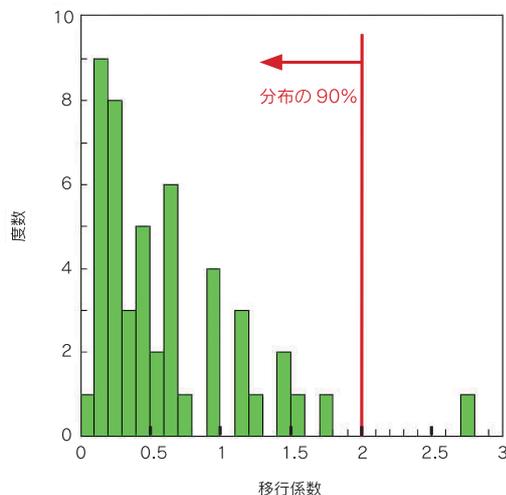


図2 原木栽培シイタケの放射性セシウム移行係数の分布

汚染された原木でシイタケを栽培した時、シイタケは原木から放射性セシウムを吸収します。吸収しやすさを示す移行係数（シイタケの放射性セシウム濃度（生重量あたり）を原木の放射性セシウム濃度（乾重量あたり）で割った値）を求めたところ、平均値は〇・四二九（対数正規分布と仮定した場合）であり、分布の九〇％が含まれる上限の値は一九二二でした（図2）。すなわち、原木の放射性セシウム濃度の二倍の値のシイタケが栽培される可能性があります。この調査結果から、厚生労働省の定める一般食品の基準値一〇〇 Bq/kg を下回る安全なシイタケを栽培するために、農林水産省及び林野庁によって原木の指標値が五〇 Bq/kg と決められました。

現在、指標値以下の原木の不足が深刻です。私たちは栽培きのこへの放射性セシウム低減技術の確立にむけた研究開発にも取り組んでおります。

私たちの暮らしと森

木材における放射性セシウム分布の変化

高野 勉 (木材特性研究領域 領域長)

森林総合研究所では、福島第一原発の事故によって放出された放射性セシウムによる森林や木材への影響について、継続して調査を行っています。事故当年の結果については季刊森林総研第一八号でご紹介しましたが、ここでは事故後二年目となる平成二十四年の調査結果から、木材中の放射性セシウムの変化についてご紹介します。

平成二十三年と同様に、汚染度の異なる福島県川内村、大玉村、只見町の林地で樹木を切り倒し、樹皮、丸太の外側となる部分の辺材、中心部分の心材、の三つに分けて試料を採取し、放射性セシウムの濃度を測定しました。対象樹種としては、全ての調査地でスギを、一部の調査地ではコナラ、アカマツ、ヒノキについても調べました。

一時間あたり0.1マイクロシーベルトと空間線量率が低い只見町の調査地では、今回も木材から放射性セシウムは検出されませんでした。全体的な傾向として、樹皮の放射性セシウム濃度は事故後二年目には大きく低下しました(図1)、木材の濃度はほとんど変化していませんでした。木材内部の変化について、辺材と心材の放射性セシウム濃度を比較したところ(図2)、スギでは辺材の濃度が低下し、心材では逆に増加し、結果として辺材と心材の濃度がほぼ同じ値となっていました。その他の樹種では、昨年と同様に外側部分の辺材で濃度が高い結果となっています。このことから、木材内部での放射性セシウムの動きが、木の種類によって異なる場合があることがわかりました。

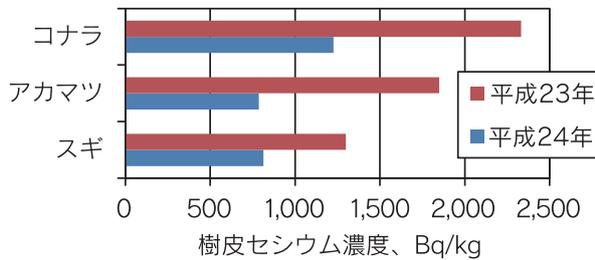


図1 樹皮のセシウム濃度の変化 (大玉村で採取した3樹種の比較)

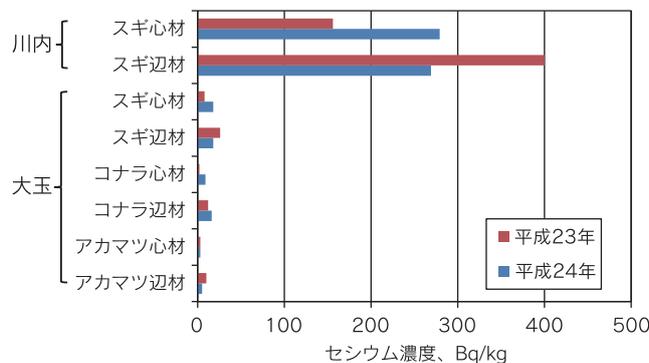


図2 木材の心材と辺材の放射性セシウム濃度の変化 (川内村と大玉村で採取したスギ、コナラ、アカマツの比較)

樹皮の濃度は木材よりも大幅に高い状態ですが、一年間で半分程度に減りました。濃度が下がった理由としては、雨による地表への流下や樹木の生長に伴う樹皮の入れ替わりが考えられます。今回の調査では、樹皮をさらに外側(外樹皮)と内側(内樹皮)に分けた測定も行いました。その結果、外樹皮の濃度は内樹皮の約二五倍となり、外側ほどセシウム濃度が高い状態でした。放射性物質は依然として樹皮の表面に付着し、外側ほど濃度が高い状態が続いています。

チエルノブイリの原発事故による影響調査では、根からの放射性物質の吸収によって木材中の濃度が年々上昇したといわれていますが、今回の調査結果からはそのような状況は観察されませんでした。しかし、森林内の放射性セシウムが落葉の層から土壌に移動するなど、根からの吸収に影響する変化が観察されていることから、今後も注意深く調査を続け、将来予測に結びつけていきたいと考えています。

森林（もり）を創り活かす

農用地総合整備事業美濃東部区域の完了と事業の成果

森林農地整備センター 農用地業務室

農用地総合整備事業とは

当センターの農用地総合整備事業は、昭和六三年度に創設され、農用地や農業用道路の整備を総合的・集中的に行って、農業生産性の向上と農業構造の改善を図り、地域の活性化に貢献することを目的として、これまで一道二府一四県において二〇区域を実施してきました。平成二四年度末にすべての事業が終了しましたので、最後の区域となった美濃東部区域の事業の成果をご紹介します。

美濃東部区域の事業の成果

美濃東部区域は、岐阜県のほぼ中央に位置する関市、中津川市、恵那市、郡上市、下呂市、加茂郡白川町、東白川村の五市一町一村を対象に、平成一〇年度の事業着工から約一五年間、総事業費三九五億円に及ぶ当該事業最後の区域です。

この地域は、南北に貫流する長良川、飛騨川、木曾川の谷沿いに集落が形成され、区域の東側と西側での高速道路の整備から市場拡大が期待されているものの東西方向の交通体系の整備が遅れていたため、農用地の整備と東西方向の農業用道路の整備を一体的に行いました。

本事業により、農業経営の安定と農産物の流通条件が改善され、地域の活性化が期待されています。

棚田景観を生かした区画整理

農家の高齢化等により荒廃しつつあった棚田を機械化営農が可能となるよう整備し、併せて石積棚田(坂折棚田)として「日本の棚田百選」にも選定)



坂折棚田（橋立団地：恵那市）

○事業の内容

区画整理 122ha、暗渠排水 33ha、
客土 2ha、農用地造成 4ha、
農業用道路 23.0km
(全幅員7.0m、車道幅員5.5m)

を残すなど景観にも配慮しました。

これを契機に棚田オーナー制度など都市住民と地元が一体となった棚田の保全活動を通じて、都市と農村の交流が活発に行われています。

特産品「白川茶」振興への貢献

農用地整備によって、茶園に乗用型茶園管理機の導入が可能となり、農業用道路の整備による域内の茶加工施設へのアクセスが改善されたため、白川茶の生産効率、品質の向上及びブランド化が図られています。

高速道路間を結ぶ農業用道路

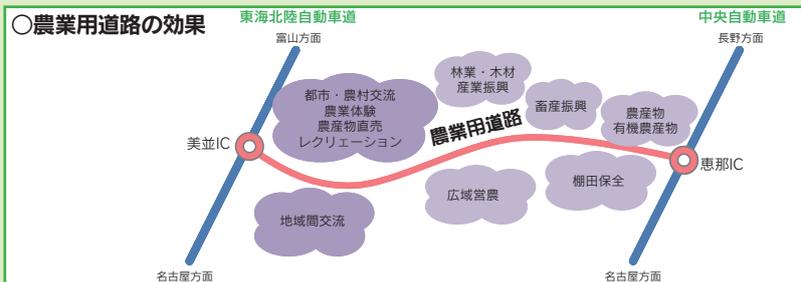
農業用道路の整備により、この地域の東側の中央自動車道と西側の東海北陸自動車道が横断的に結ばれ、農産物等の広域流通や、沿線の森林管理の効率化のほか地域の生活道路としての利用から、利便性が向上するなど、

活力ある地域づくりに大きく貢献しています。



整備された農業用道路（白川町）

○農業用道路の効果



白川茶の生産（宇津尾団地：白川町）

平成二五年度 森林講座のお知らせ

多摩森林科学園では六月から二月まで毎月森林講座を開講し、研究の成果を分かりやすく解説しています。
今回は一〇月から二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。
お申し込みはこのページの下をご覧ください。

山から木材を伐り出す
様々な方法

一〇月三日（木）

昔より人は木を森林から伐り出して利用してきました。人力から最新鋭の機械まで、重労働である丸太を山から伐り出すための方法を紹介します。

陣川 雅樹

（林業工学研究領域長）



未利用材で作る

環境に優しい木製トレイ

— 新しい木製容器の製造技術 —

一二月九日（土）

プラスチック容器に取って替わられた木製包装用品の復興を目指して開発した、未利用材を原料とした環境負荷の少ない木製トレイの製造技術を紹介します。

高野 勉

（木材特性研究領域長）



森の攪乱跡地を修繕する
ハンノキ属の樹木

一二月六日（金）

ハンノキ属樹木は微生物と共生して大気中の窒素を利用します。この窒素固定能力について、成木林分での量的評価とポット苗での環境応答実験の結果を紹介します。

飛田 博順

（植物生態研究領域）



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、申込多数の場合は抽選）
入園料 300円（受講は無料です）

【お申し込み方法】

往復はがき、FAX、または電子メールで、各講座開催日の1ヶ月前からお申し込み頂けます。

- ①受講したい講座名
- ②郵便番号・住所
- ③氏名
- ④電話番号をご記入のうえ、受講希望講座開催日の2週間前必着でお申し込み下さい。

申し込み1通に対し、1講座3名までの応募とさせていただきます。電子メールによるお申し込みは、多摩森林科学園ホームページにある「森林講座」をご覧ください。
URL <http://www.ffpri.affrc.go.jp/tmk/>
なお、抽選の結果は、講座開催日の1週間前にお知らせいたします。

【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

平成二五年度(独)森林総合研究所
公開講演会「オープンラボ開催のお知らせ」
「技術イノベーション」で拡がる林業・木材産業

今年度は公開講演会に引き続き、翌日オープンラボを本所、各支所、多摩森林科学園で同時に開催致します。皆様奮ってご参加下さい。

本所(公開講演会)

日時 一〇月九日(水)一〇:〇〇～一六:〇〇
会場 イイノホール(東京都千代田区内幸町二ー一)講演プログラム

基調講演Ⅰ「新段階の森林・林業再生政策とその論理」

岡田秀二(林政審議会会長、岩手大学教授)

林業再生に向けた新たな再造林技術のシステム化

基調講演Ⅱ「自伐林業経営現場における最近の動向」

速水 亨(日本林業経営者協会顧問、速水林業代表)

シカ対策技術のイノベーション

森林吸収源対策に向けたエリートツリーの今後の活用について

大規模建築物のための革新的木質構造材の開発と規格化

木質バイオマスの総合利用システム「収集から利用までの一貫消費」

本所(オープンラボ)

日時 一〇月一〇日(木)一〇:〇〇～一六:〇〇

会場 木材会館(東京都江東区新木場二丁目一八)

支所(公開講演会・オープンラボ)会場

開催日はいずれも一〇月一〇日(木)

北海道支所 (公開講演会) 千歳市民文化センター

東北支所(オープンラボ) 胆振東部森林管理署

関西支所(オープンラボ) 関西支所 大会議室

四国支所(オープンラボ) 四国支所 森の展示館・樹木園

九州支所(オープンラボ) 熊本市男女共同参画センター はあもに

多摩森林科学園(オープンラボ) 森の科学館

なお、詳細についてはホームページをご覧ください。

公開シンポジウム
私たちのくらしと森林・木材の放射能
— 森林総研が解き明かすその実態と今後 —

平成二五年七月一八日(木)に木材会館にて公開シンポジウムを開催しました。定員三〇〇名のところ、定員を越す申込みがありました。

森林総合研究所の行った放射性物質関連の調査・研究による最新の成果をわかりやすく紹介した後、研究所や行政部局、業界などの方々と交えてパネルディスカッションを行いました。参加者からは有意義なシンポジウムだったとの感想コメントを頂きました。



「植物CO₂資源化研究拠点ネットワーク」
之代表者による特別講演会を開催

平成二五年五月九日に、東京大学副学長の福田裕穂教授をお招きして、「木質バイオマス改変に向けた基盤研究」と題して、木質バイオマスの高付加価値化に必要な二次細胞壁の改変技術に焦点をあて、最新の基盤研究の成果に基づく応用研究の方向性について講演していただきました。福田教授は、国際的な植物生理学者で、平成二四年秋に紫綬褒章を受賞されました。



▲東京大学副学長の福田裕穂教授

研究協定を結ぶ

一、人工林の公益的機能と木材生産を両立する
施業に関する協定

森林総合研究所北海道支所は、北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場、北海道大学農学部森林科学科、北海道と、公益的機能と木材生産の両立を目指した保残伐施業の大規模実験を行うための研究協定を締結しました。こうした実験としては国内初の大規模なものです。

二、二ホンシカ被害対策に係る協定

多くの森林において、二ホンシカの食害による後継樹や林床植生の消失等が急増し、森林生態系の存続が危ぶまれる状況の中、森林総合研究所と林野庁関東森林管理局は、二ホンシカ被害対策に係る協定を締結し、より一層の連携強化を図り、二ホンシカ被害防止に向けた技術の開発、普及、人材育成等について取り組んでいきます。

つくば市環境都市の推進に関する協定を締結

低炭素社会の構築に向け、つくば市と茨城県、大学、研究機関が「つくば環境スタイル」の推進及び環境に配慮した町作りに寄与することを目的に、平成二五年六月二四日(月)につくば市、茨城県、協定の趣旨に賛同した二〇の大学、研究機関がつくば市環境都市の推進に関する協定を締結しました。



神谷文夫
セイホク(株) 技師長

林業・林産業では、かつてない強い追い風が吹いています。幸いに、日本の研究組織・施設は充実しており、木材関係では旧国立公立・法人、大学など、外国と比べて立派な施設を持つ組織が数多くあります。

しかし、個人的には危惧を抱いています。それは横のつながりが公式には皆無に近いからです。例を最新のテーマであるCLTにとれば、昨年一昨年と実に多くのプロジェクトが走りまわりました。資金の出処は農水省、国交省、運営交付金などで、同じ出処からも複数のプロジェクトが実施されました。しかし、横の連携は公式には一切ありませんでした。資金は元をたただせば一つ、つまり日本国の税金であるのにも拘らずです。

林業・林産業が発達しているオーストラリア、スウェーデン、ノルウェーなどは、少ない研究機関が連携して効率の良い研究や技術開発が行われています。また、とりやすいのは、人口が二千万人以下と小国であることでもあるでしょう。カナダ、ドイツ、アメリカ合衆国のような大国でも、組織だった研究・技術開発が行われています。日本には、優れた研究機関が沢山ありながらまとまりがない理由は、各省庁・個々の組織が独立し過ぎて、予算や評価の壁があるからではないでしょうか。外から見ると、そのように見えてなりません。

決して、研究機関の統廃合を唱えている訳ではありません。何事にも時があると思います。時に対応できてこそ、組織や人であり得ます。森林総研には、この追い風の中で現実を見据えつつ、外部との密接な連携体制を構築し、その中心になっていただきたいと思っています。

※フェローとは平成三年より、「研究所の活動を支援する」ことを目的に、研究所を退職した者に対し、森林総合研究所フェローの称号を授与しており、今回から、外から見たご意見を書いて頂くプログラムを始めました。

森林総合研究所研究報告



Vol. 12-No. 2 (通巻427号)
2013年6月発行
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/>

論文

フローリングと梁桁で構成される民家型土法床の床衝撃音遮断性能

末吉 修三・宇京 斉一郎・森川 岳

短報

水耕栽培でのハンノキおよびトキワギョリュウへの根粒菌フランキア接種による根粒形成 (英文)

山中 高史・マンズール・R・サミール

研究資料

前回の萌芽更新から六四年を経過したコナラ二次林の萌芽試験

伊東 宏樹

編集後記

今夏は日本92地点で観測史上最高気温を観測し、日本の最高気温も四万十市で41℃が記録されました。

さて、今回は「森ではたらく林業機械 一安全で効率的な木材生産を可能にする」という特集を組み、林業における新しい機械化の取り組みを紹介しました。「研究の森から」では、ヒートポンプ装置を用いた省エネ木材乾燥システムと、未曾有の大津波に堪えた樹々が枯れていった原因について解説しました。また、「私たちの暮らしと森林・木材の放射能」コーナーを新設し、本号から4回に分けて森林・木材の放射能関係の情報を紹介します。今回は木材とシイタケの放射能について紹介しました。皆様、本号もお楽しみ下さい。(企画部 研究情報科 秦野恭典)

編集委員 小泉 透 市田 憲 認定NPO法人 才の木 秦野恭典 関 充利 野畑直城 松本陽介 北村兼三 田中 亘 伊原徳子 高麗秀昭 浦野忠久

(表紙の写真) 上からネズコ、コブシ、スダジイ(誌名の背景)屋久杉の木目

(裏表紙の写真) カヤ:イチイ科カヤ属の常緑針葉樹。日本では、九州から本州の群馬、福島あたりまで分布する。雌雄異株で、幹は直立し樹高はおよそ20m、周囲は3m程度で見た目は幅広い円錐型になる。花期は4~5月頃。実は食べることができるが、アクが強いため数日アク抜きをしたのち煎るか、土に埋め皮を腐らせてから蒸して食べる方法などがある。また、成長がとても遅いが寿命は長く、日本には推定樹齢900年のカヤも生存している。



「カヤ」 *Torrey nucifera*

季刊 森林総研 Vol.22

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/>

2013(平成25)年8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。