

林業新技術 2016

—現場への普及に向けて—



国立研究開発法人 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute



「林業新技術2016」について

森林の有する多面的機能の発揮、林業の持続的で健全な発展、林産物の供給や利用の確保を図るためには、将来の林業・木材産業の発展に資する技術開発を推進するとともに、開発された技術を計画的、効果的に現場に普及し、実用化を図ることが極めて重要です。

このため、国立研究開発法人森林総合研究所および公立林業試験機関の近年の研究成果のうち、現場への普及を推進するものとして「林業新技術2016」を選定しました。

今回選定された森林造成、木材利用など9件の技術については、計画的、効果的な現場への普及、実用化に取り組めます。



「林業新技術2016」技術一覧

東北におけるマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ種子の生産性向上…………… 3-4

森林総合研究所 林木育種センター

寒冷な東北地方の太平洋側地域においてマツ材線虫病に対して抵抗性があるクロマツの優良種子の生産性を飛躍的に向上させるシステムを構築しました。東北地方等のクロマツ海岸防災林の再生への貢献が期待されます。

樹木の風害の被害形態と等価限界風速の関係…………… 5-6

森林総合研究所、静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター

竜巻等の突風で発生した樹木被害から突風の強さを評定するため、根返りや幹折れなどの樹木の被害と被害を発生させる等価風速との対応関係を導きました。樹木の被害から突風の強さを評価する際に、精度の向上が期待されます。

天然更新を促進するための新たな作業技術の開発…………… 7-8

森林総合研究所、北海道森林管理局 森林技術・支援センター

過去の伐採によって劣化した北方天然林を再生し、持続的に利用するために、天然更新を促進する作業法として「小面積樹冠下地がき」と「人工根返し」を開発しました。これにより、確実かつ低コストで天然林の更新を実現することができます。

中小規模木質バイオマス発電施設には熱電併給が不可欠…………… 9-10

森林総合研究所

林道からの距離別の森林資源量範囲を算出する手法と、熱電併給に対応した木質バイオマス発電事業採算性評価ツールを開発しました。これにより、発電事業計画の妥当性を事前に評価できるようになります。

高齢級人工林の間伐と主伐の収支を評価する…………… 11-12

鹿児島県森林技術総合センター

鹿児島県の間伐収支試算ソフト「フォレストリー・フォーキャスター」を、大径木を含む高齢林での間伐や、主伐にも対応した総合的な伐出収支試算ソフトに改良しました。伐期を迎えた森林での施業の低コスト化を推進するツールとして活用できます。

誘引してシカを獲る新しいくりわなができました…………… 13-14

静岡県 農林技術研究所 森林・林業研究センター

草食動物用の餌で餌付けてシカを捕獲する、誘引式首用くりわな(角がないメスや幼獣を対象とし、締め付け防止金具により首は絞めない)を新たに開発しました。新たな体制づくりやクマの錯誤捕獲回避に繋がること期待されます。

安定同位体比解析でわかるクマの人里依存度…………… 15-16

森林総合研究所

安定同位体比解析を用いて、クマの体毛から食性履歴と農作物等被害との関連性、人里依存度を明らかにする手法を開発しました。捕獲個体の加害実態を把握し、何がクマを人里にひきつけているのかを明らかにすることで、科学的根拠に基づく被害防除対策の構築とその効果を検証する事に役立ちます。

新たな乾燥技術「コアドライ®」の開発と普及…………… 17-18

北海道立総合研究機構 林産試験場

カラマツの構造材利用を進めるため、割れやくるいの発生を抑える乾燥技術「コアドライ®」に加えて、その認定制度やトレーサビリティシステムを開発しました。地域のカラマツ材による産業振興が期待されます。

気圧を下げると乾燥時間が速くなる…………… 19-20

森林総合研究所、岐阜県森林研究所

減圧乾燥法は、乾燥装置内の気圧を低くして水の沸点を下げ、従来法よりも短時間で乾燥処理を可能とする技術です。この技術の応用により、住宅の梁等に使われる平角乾燥材の生産性向上とコスト低減が可能です。

東北におけるマツノザイセンチュウ 抵抗性クロマツ種子の生産性向上

1. 現状と課題

東北地方では、マツ材線虫病の被害が拡大し、クロマツ海岸防災林にも激害地が広がりつつあります。また、東北地方太平洋沖地震による津波は、東北地方太平洋側地域のクロマツ海岸防災林に壊滅的な被害をもたらしました。このためクロマツ海岸防災林の復旧・再生に向けマツ材線虫病に対して抵抗性があるクロマツ(以下、抵抗性クロマツ)苗木の需要が増加しています。青森、岩手、宮城、秋田、山形と新潟県からなる東北育種基本区では、これまでに開発した抵抗性クロマツで採種園を6箇所造成し、このうちの1箇所では採種木が十分に大きくなって種子が生産されていますが供給量は限られています。そこで、以下に紹介する3つの技術を統合して抵抗性クロマツ採種園において優良種子の生産性を飛躍的に向上させるシステムを構築しました。

2. 技術開発の内容

2.1 成長調節物質による種子の増産

植物成長調節物質である6-ベンジルアミノプリン(以下、BAP)には、クロマツの雄花芽を雌花芽に性転換する作用が知られています(図1)。東北産クロマツについて、BAPの処理方法として投与の濃度と時期について適正な条件を把握することにより、採種木1本当たりの種子増産率を30倍に増加させました。採種園での実用を想定し、薬剤投与による樹体への負担に配慮して処理規模を1/4とし、BAP処理で得られた種子の充実率68%(実測値)と発芽率60%(実測値)を用いて試算したところ、採種園における優良種子の増産率は3倍に増加すると見込まれました(図2)。



図1 BAP処理の様子と誘導された雌花

- ①個体あたりの雄花群数>1,500個:実測値
- ②雌花誘導枝率(雌花誘導枝数/処理枝数) 0.59
- ③雌花誘導枝あたりの球果着生数 5.6個:実測値
- 球果数 ①×②×③=4,956個
- ④球果4,956個から採れる種子量=1,480g
- ⑤無処理時の種子生産量 50g/本:5年平均値
- 採種木1本当りの増産率 ④/⑤=30倍
- ⑥処理規模 1/4:樹体への負担軽減
- ⑦種子の充実率 0.68:実測値
- ⑧種子の発芽率 0.60:実測値
- 採種園の種子増産率 30×⑥×⑦×⑧=3倍

図2 BAP処理による優良種子増産効果の試算

2.2 エタノールによる充実種子の選別

西日本産クロマツに適用されていた種子の選別にエタノールを用いる比重選(以下、エタノール精選)を導入することで、風選と目視による選別を組み合わせた従来法に比べて1/4の時間で、東北産抵抗性クロマツの充実種子をほぼ100%判別することが可能になりました。このエタノール精選の導入によって選別精度、労力の軽減と所要時間の短縮が著しく改善され、種子の選別現場においてもその実用性が実証されています。エタノール精選種子をマルチキャビティーコンテナの植え穴1つに1粒播種することによって、通常行われている苗畑播種に比べて1.3倍の得苗率が得られました(図3)。また、エタノールの1/40程度と安価で入手しやすい灯油を用いる比重選について、エタノール精選と同程度の選別精度と精選種子の高い発芽率(95%)が確認できたことから、種子の選別現場への導入も検討しています。

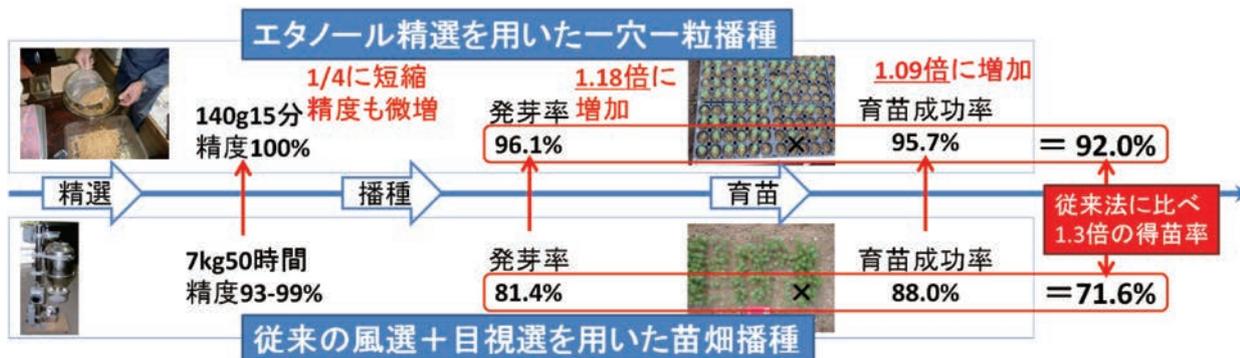


図3 エタノール精選と従来法による選別の所要時間と精度の比較及びエタノール精選種子のコンテナ播種と苗畑播種による得苗率の比較

2.3 簡易交配システムによる優良種子の生産

採種園では、受粉適期の花粉濃度が球果当たりの充実種子数と園外花粉による受粉の頻度に影響を及ぼします。そこで、果樹で実用化されている人工交配機を用いた簡易な人工交配(以下、SMP: supplementary mass pollination)によって、採種園の種子生産性を自然交配の3.4倍に向上させ、94%と極めて高い交配成功率を達成することができました(図4)。これにより種子の充実率を大幅に向上させること等ができ、遺伝形質であるマツノザイセンチュウ抵抗性のレベルを保持する採種園管理技術が確立されました。



狙った組み合わせ	種子数(粒)		交配成功率(%)
	波方37との交配による種子	分析した種子の総数	
いわき27 × 波方37	24	24	100
村上2 × 波方37	20	21	95
鳴瀬39 × 波方37	16	19	84
鳴瀬72 × 波方37	23	23	100
遊佐72 × 波方37	17	19	89

SMPIによる交配成功率は平均で94%

図4 採種園の種子生産性(上)と交配成功率(下)におけるSMPの効果

3. 期待される効果と普及の対象

紹介した抵抗性クロマツの優良種子の生産性を飛躍的に向上させるシステムは、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「東北地方海岸林再生に向けたマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ種苗生産の飛躍的向上」の成果として、同じく同事業の成果である抵抗性クロマツのさし木増殖技術および東北への温暖地産抵抗性苗木の導入技術とあわせて、抵抗性クロマツ苗木の安定供給システムとしてマニュアル化しました。マニュアルの冊子体は関連機関、苗木生産業者に配布し、電子版は森林総合研究所林木育種センター東北育種場のweb上で公開しています。今後、このシステムを東北を含めマツ材線虫病の被害が深刻化している地域に広く普及させることによって、抵抗性クロマツ苗木の需要に応えられる種苗の安定供給システムが構築され、各地でクロマツ海岸防災林の復旧・再生が進み、海岸部周辺における住民の生活と営農が継続されることを願っています。

開発担当機関: (研)森林総合研究所 林木育種センター 東北育種場

樹木の風害の被害形態と等価限界風速の関係

1. 現状と課題

近年、国内では竜巻の認知件数が増加し、突風による家屋などの被害が多くなりました。竜巻以外にもダウンバースト、ガストフロントなどの突風現象がありますが、いずれも短い時間、ごく狭い範囲に発生するので、台風のように既存の気象観測網で突風の強さを測定するのは困難です。そのため、被害状況から突風の強さを評価します(図1)。

竜巻等突風の強さの評価には藤田スケールが使われてきましたが、被害に対応付けられた風速が過大であると言われていました。そこで藤田スケールを改良する試みが米国やカナダで行われましたが、風速と被害との対応に科学的根拠が明確ではありませんでした。

竜巻等突風の強さを精度よく評価するには、被害と風速との関係を科学的に根拠をもって関連付ける必要があります。



図1 竜巻等突風強さの評価の概念と樹木の被害形態(上:枝折れ、中:幹折れ、下:根返り)

2. 技術開発の内容

2.1 被害形態ごとの被害が発生する風速を推定

突風が樹木や森林を襲った場合、枝が折れる「枝折れ」、幹が折れる「幹折れ」、根ごとひっくり返る「根返り」の被害形態が主にみられます(図1)。幹直径の鉛直分布、樹冠の長さ、枝張りを多数測定し、樹木に作用する風荷重と幹や根系が耐えうる限界の強さを計算しました。風荷重が限界の強さに達するときの風速が限界風速です(図2)。図2に示したものは、時間変化がなく鉛直方向に一樣な風に換算した風速なので、現実には吹いた風速とは異なります。ここでは等価限界風速と呼ぶことにします。

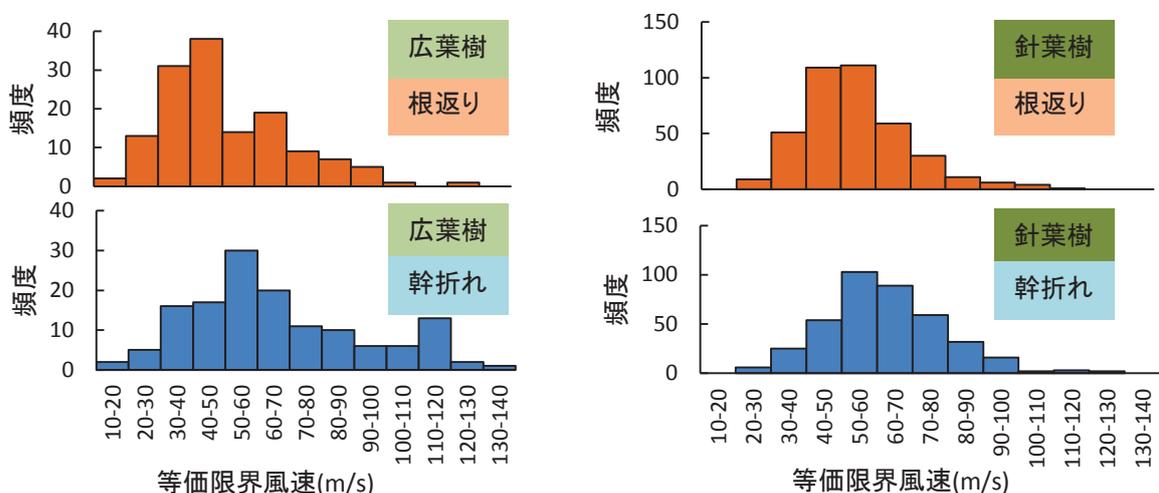


図2 広葉樹と針葉樹の等価限界風速の頻度分布。風速の小さい側にピークが現れ、風速の大きい側に裾野を伸ばした形の分布(対数正規分布)になります。

2.2 腐朽も考慮

幹や枝が腐っている場合は小さい風速で被害が発生するので、腐朽がある場合も考慮しました。直径の7割未満の腐朽は幹や枝の強度にほとんど影響しません。ここでは、腐朽が幹や枝の直径の7割以上まで進行している場合を、「腐朽あり」としました。



図3 腐朽のある幹や枝が強風によって被害を受けた様子。左：幹折れ、右：枝折れ

2.3 等価限界風速決定のフローチャート

樹木の等価限界風速は樹種、材質、樹冠の形によって異なるため、広い風速範囲にばらつきます。そこで、図4に示すように、頻度分布の中心50%の範囲の代表として「代表値」、下側25%の代表として「下側値」、上側25%の代表として「上側値」を設定し、形状比でどれに相当するか判断できるようにしました。

①はじめに被害形態を特定し、枝折れの場合は枝折れの代表値を限界風速の推定値とします。

②幹折れか根返りの場合、形状比の情報が得られるかどうかを判断します。形状比が不明の場合は代表値を限界風速の推定値とします。

③形状比が分かる場合は、形状比によって代表値、下側値、上側値を選択します。広葉樹と針葉樹とで形状比の範囲は異なります。

④腐朽がない場合は黒字、腐朽有りの場合は赤字を等価限界風速とします。

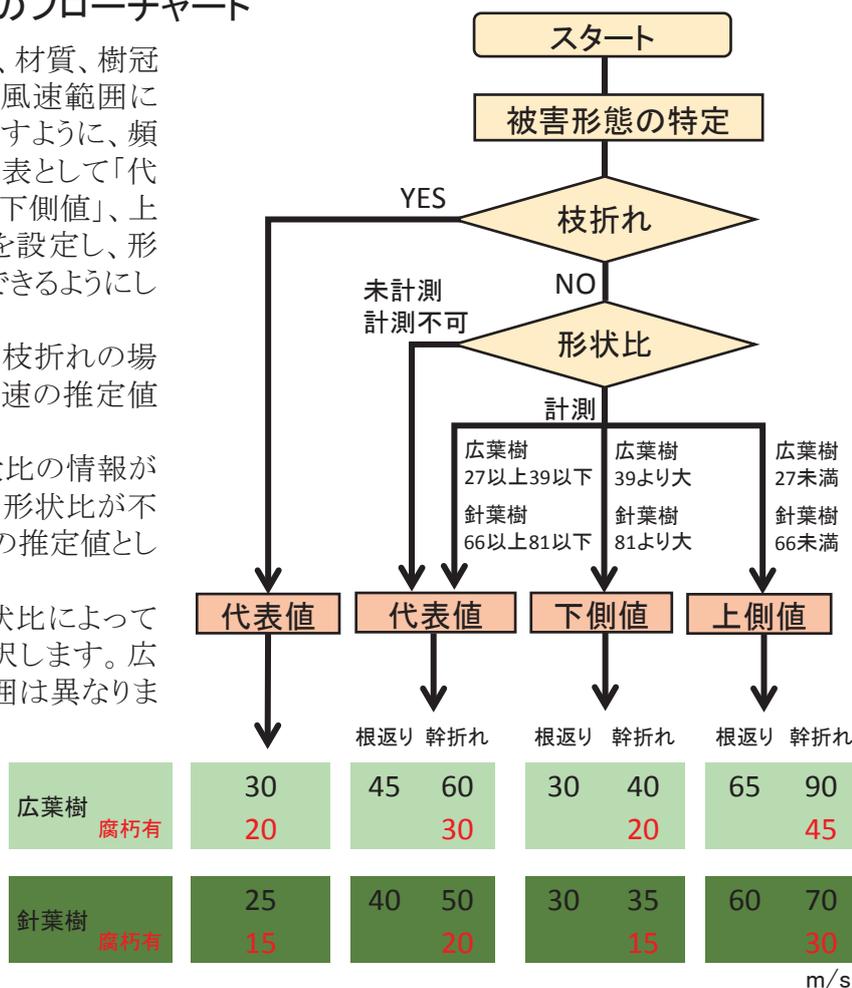


図4 等価限界風速決定のフローチャート

3. 期待される効果と普及の対象

開発した対応関係は気象庁の日本版改良藤田スケールに採用されており、平成28年度から運用がはじまりました。気象庁の職員が被害現場を調査する際に使われ、竜巻等突風の強さの評定に活用されています。

開発した手法を用いることによって、誰でも突風の強さを知ることができます。実際の風速とは異なりますが、違う場所、違う時に発生した突風の強弱を比較できます。

開発担当機関：(研)森林総合研究所 森林防災研究領域、
静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター

天然更新を促進するための新たな作業技術の開発

1. 現状と課題

北海道の天然林のほとんどの林床にはササが繁茂しています。立木の伐採によって林内が明るくなるとササが密生するため、天然更新が妨げられ、次世代の林分の劣化につながります(図1)。

そこで、天然林の再生と持続的な利用を目指し、確実な更新が得られ、かつ、多様な樹種を天然更新させる低コストな作業法として、「小面積樹冠下地がき」と「人工根返し」を開発しました。



図1 択伐の繰り返しによってササが密生化して天然更新が妨げられ、後継樹となる小径木が減少した天然林（北海道・夕張）。

2. 技術開発の内容

2.1 新たな天然更新促進作業法

「小面積樹冠下地がき」は、上木を構成する多様な樹種の種子を利用することと地表面の明るさをコントロールすることを主眼に、最大で400m²程度の小面積の地表のかき起こしを行ってササを除去します(図2)。また、「人工根返し」は、伐根を油圧パワーショベルなどで人工的にひっくり返します。これは原生林において根返り木の根元の土の盛り上がり(マウンド)と地面のえぐれ(ピット)に天然更新がみられる現象を模倣した方法です(図3)。



図2 小面積樹冠下地がき作業
油圧ショベルを使用して、天然更新の妨げとなる林床のササを根系から除去します。



図3 人工根返し作業によってできたマウンドとピット
油圧ショベルを使用して、原生林において重要な更新サイトとなっている根返り木のマウンドとピットを模倣してつくります。

2.2 多様な樹種の更新が得られ、かつ低コスト

これらの作業法を上川北部森林管理署朝日天然林施業試験地において択伐後の更新補助作業として実施し、5年間の更新状況を観察しました。その結果、施工地においてはササが更新の阻害要因とはならず、ウダイカンバのほか比較的暗い場所で生育できるトドマツ、イタヤカエデ、ミズナラなどが更新していました。また、実施点の明るさに対応して上層を構成する多様な樹種が更新しており(図4)、北海道森林管理局の更新完了基準をクリアしていました。更新した樹種は建築材や家具材等様々な用途に利用される有用な樹種であり、多様な樹種が得られることには大きな利点があります。

天然林内での更新補助作業として一般的に行われている「植込み」と、今回開発した「小面積樹冠下地がき(人工根返しを含む)」の経費を比較しました(図5)。その結果、作業経費は地がきが最も低くなり、次いで伐根植*でした。地がきに使用される油圧ショベル等の大型機械は、伐倒搬出作業時にも使用されることから、伐倒搬出と更新補助を一貫作業で実施すれば機械の運搬費を削減でき、さらに経費低減が可能です。

※ 伐根の周囲に苗木を4~6本程度植栽する省力的植栽法。下刈は行わない。

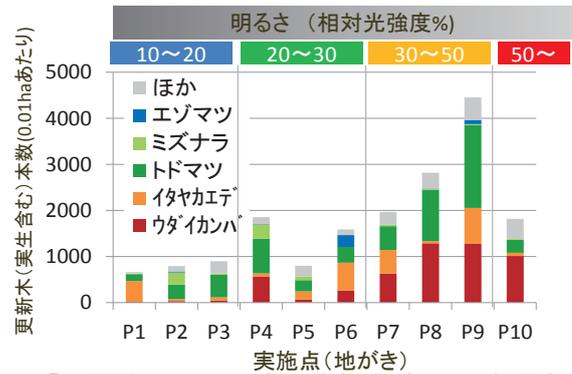


図4 「小面積樹冠下地がき」実施点ごとの更新本数と樹種構成
明るさの違いによって、本数と樹種構成が異なることがわかります。

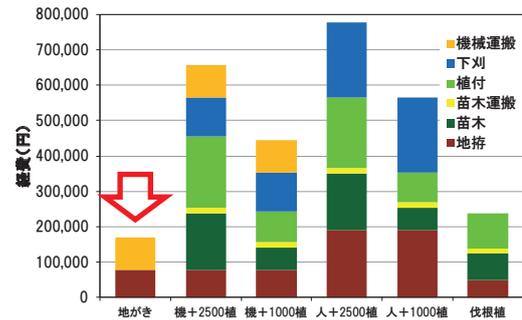


図5 更新補助作業経費の比較
植栽作業に比べて地がきは経費が少なく済みます。

2.3 生物多様性への負の影響は小さい

作業実施後の4年後に6種類の場所(無施業、択伐のみ、小面積樹冠下地がき、人工根返しのマウンド、同ピット、作業道)の間で植物種組成を比較した結果、作業を実施した場所では無施業、択伐のみに比べて種多様度が高い傾向がみられました(図6)。また、昆虫相の調査においても種組成が多様化するなど、作業による生物多様性への負の影響は小さく、むしろ多様な環境によって植物や昆虫の多様性を増進させる可能性があることがわかりました。

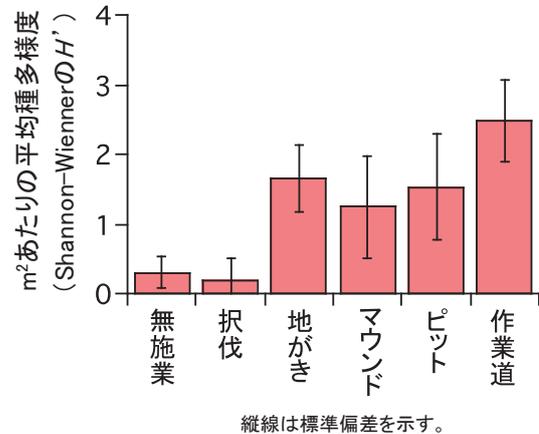


図6 林床植生の種多様度
種多様度 H' は大きいほど種の多様性が高いことを示し、作業を行った場所の方が高いことがわかります。なお、作業道が高いのは地表の攪乱に加え、上木の疎開度合いが大きく多様な草本類が侵入したためです。

3. 期待される効果と普及の対象

今回開発した技術は林床にササが存在する様々な林分に適用が可能であり、コストを大きくかけずに次世代の更新を得ることができます。また、この技術は一度に施業を実施する面積が大きいほどコスト削減につながることから、大規模な所有体が主な普及対象となると考えられます。

開発担当機関: (研)森林総合研究所 北海道支所、
北海道森林管理局 森林技術・支援センター

中小規模木質バイオマス発電施設には 熱電併給が不可欠

1. 現状と課題

木質バイオマス発電施設の建設が全国各地で進められ、その数は計画を含めて100件を超えています。多くは発電規模5,000kW以上の施設ですが、もっと規模の小さい2,000kW未満の中小規模発電施設の導入を考えている地域も増えているようです。こうした中小規模施設は、発電だけでなく発電の際に発生する熱も利用しなければ事業の採算性は厳しいと言われていています。そこで、岩手県A市をモデルに、2,000kW未満の発電施設の設置を想定して燃料の安定供給と熱電併給事業の可能性を検討しました。

2. 技術開発の内容

2.1 木質バイオマス燃料の供給可能性評価と効率的な搬出方法

森林バイオマス資源の供給可能性を評価するため、岩手県と森林管理署の森林資源データを基に地理情報システム(GIS)を利用してA市の森林分布図(図1)を作成し、さらに林内路網の地図データとGoogle Earthの空中写真判読結果を組み合わせることで精確な路網地図(図2)を作り、双方を組み合わせることで林道からの距離別の森林資源量(図3)を算出しました。その結果、林道から250m以内の比較的搬出し易い場所にある森林資源量が大半を占めることが分かりました。また、木質バイオマスを貯木場から発電施設まで運ぶコストを、貯木場でチップ化して搬送する場合と丸太で搬送する場合で比較したところ、チップ化して搬送する方が丸太で搬送するよりも安価であることを明らかにしました。

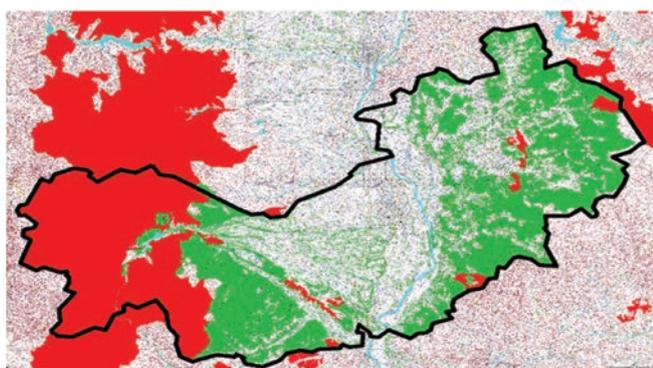


図1 A市の森林分布図(緑が民有林、赤が国有林を示す)

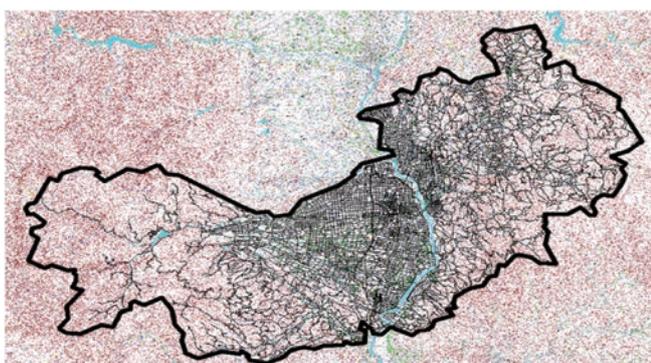


図2 A市の路網図(地形図を基に Google Earth 空中写真判読結果から精確な林道・作業道を抽出)

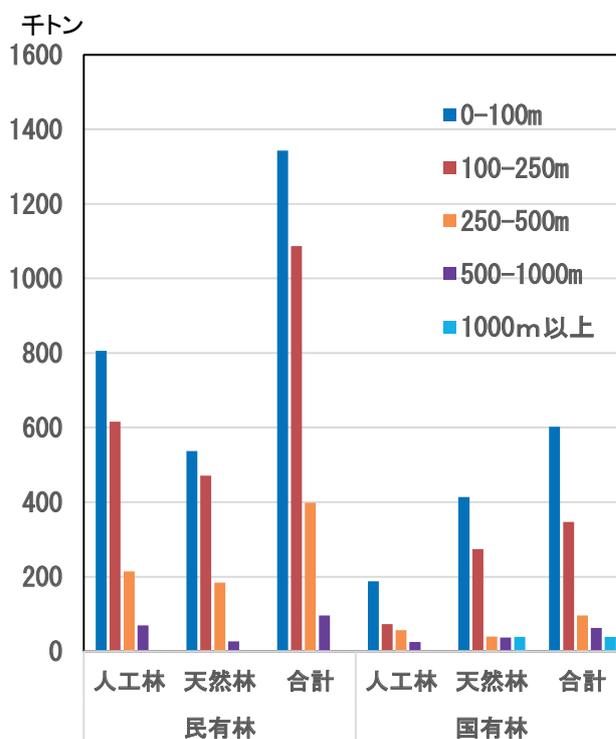


図3 A市の民有林・国有林別、林道からの距離別森林資源量

2.2 熱電併給に対応した木質バイオマス発電事業採算性評価ツール

Microsoft社の表計算ソフトExcelを利用して、中小規模の熱電併給(CHP*)に適用可能な木質バイオマス発電の事業採算性評価ツールを開発しました。ユーザーが想定する発電規模(1,000~1,999kW)、燃料バイオマスの集荷状況等を入力すると(図4)、発電事業の大まかな経済性を評価できます。発電のみの経済性評価結果からは、燃料価格が安ければ高い内部収益率が得られます。しかし、燃料価格がわずかに上昇するだけで赤字に陥る結果となりました。そこで、熱も一緒に利用するCHPにすれば経済性を高めることができます(図5)。この場合、地域にどれだけの規模の熱需要(工場・公共施設・ホテル等での熱需要)があるかによって発電規模や設置場所が変わってくることから、熱利用のニーズを事前に把握しておく必要があります。

* CHP: Combined Heat and Powerの略で、欧州のバイオマス発電所の多くがこの方式を採用しています。

燃料情報の入力								
燃料の種類		燃料の比率 % LHVベース混合比	燃料の購入単価 円/t-wet	燃料の含水率 % wet base	燃料の高位発熱量 MJ-HHV/kg-dry	燃料の灰含有率 % dry base	年間価格上昇率 %	(売電単価) 円/kWh
A-1	未利用木材(針葉樹)	間伐材、林地残材等	9,000	40	19.0	1	0	40
A-2	未利用木材(広葉樹)	間伐材、林地残材等	9,000	40	19.0	1	0	40
B	一般バイオマス	製材端材、PKS等	12,000	20	19.0	3	0	24
C	建築資材廃棄物	建築廃材(リサイクル)等	10,000	20	18.0	1	0	13
D	一般廃棄物その他のバイオマス	剪定枝等	10,000	30	18.0	1	0	17
(E)	石炭	石炭	10,000	5	26.0	15	0	8

発電所運転情報の入力		経済性関連情報の入力	
発電所規模(1,000~1,999)	1,999 kW	建設費	15.00 億円
発電所年間稼働日数	330 日/年	自己資金割合	30 %
発電所稼働率	90.4 %	割引率(利率)	3.0 %
発電効率(発電端、8~20)	18.0 %	借入金金利	3.0 %
所内動力(200~400)	300 kW	借入金返済期間	15 年
所内率	15.0 %	保守・点検費率	3.0 %、対建設費
熱利用規模	0 kWh	保険費率	0.4 %、対建設費
熱利用率	0.0 %、対燃料発熱量	運転要員人件費単価	5.00 百万円/年/人
運転要員数	6 人	一般管理費率	25 %、対人件費
建設費減価償却年数	15 年	ユーティリティ費	2.0 %、対建設費
事業期間	20 年	売熱単価	4.55 円/kWh
		灰処理単価	20,000 円/t

図4 木質バイオマス発電事業採算性評価ツールの入力シートと設定条件の一例(発電方式は蒸気タービン方式に対応)

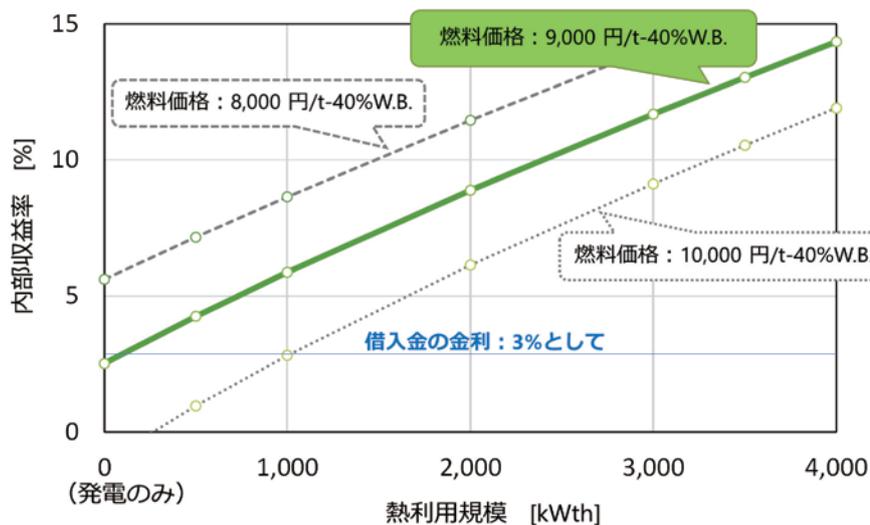


図5 木質バイオマス発電事業の経済性評価結果の出力例

3. 期待される効果と普及の対象

本研究成果は、木質バイオマスを安定的に集荷できる範囲や低コストで搬出する方法を想定した事業計画の立案に役立てることができると期待されます。また、電力の固定価格買取制度(FIT)の下で様々な規模の木質バイオマス発電の経済性評価ができる事業評価ツールを開発しました。このツールは、発電事業計画の妥当性を検討する際に利用できます。「hatsuden@fpri.affrc.go.jp」に必要事項を記入して森林総合研究所に申し込めば、この事業評価ツールを無料で利用できます。ただし、現時点では蒸気タービン方式の発電事業にしか対応していないため、今後、熱の利用を加えた熱電併給事業に対応した評価ツールを作成し、公開をしていく予定です。

開発担当機関: (研)森林総合研究所 東北支所、林業経営・政策研究領域、
木材加工・特性研究領域

高齢級人工林の間伐と主伐の収支を評価する

1. 現状と課題

鹿児島県では、間伐の集約化・機械化を推進し、高性能林業機械の導入台数はここ数年で飛躍的に増加しました。

一方、伐期を迎える人工林が増えるとともに、高齢林化しつつあり、今後は、間伐と併せて主伐についても機械化・低コスト化を推進していく必要があります(図1)。

そこで、主伐や高齢級間伐等、高齢級人工林での施業において、どのような作業システムが低コスト化につながるのかを現場ごとに見極めるツールが必要となると考え、収入と支出を事前に机上計算できるパソコンソフトを開発しました。



図1 高性能林業機械の作業システムによる高齢級人工林の主伐状況

2. 技術開発の内容

2.1 間伐収支計算ソフトの改良

鹿児島県では2009～2012年に、間伐施業の生産性や収支を試算する間伐収支計算ソフト「フォレストリー・フォーキャスター」を開発しました(図2)。しかし、高齢級人工林では、高性能林業機械で処理可能な径級を超える大径木が多く含まれるため、これら大径木の伐出では人力による補助作業が必要となり作業効率が低下します(図3)。そこで、大径木伐出において人工数がかかり増しとなる調査結果を踏まえてプログラムを改良し、大径木の間伐施業の収支計算に対応させました。



図2 間伐収支計算ソフト「フォレストリー・フォーキャスター」のインストールディスクと操作画面



図3 プロセッサの処理可能径を超えた大径木処理の様子
人力(チェンソー)で1番玉や2番玉を造材しなければならない。

2.2 主伐収支計算ソフトの開発

県内で見られる主伐の作業システムを、車両系(林内や路網上で造材を行う2段階集材型)と架線系(土場で造材を行う集中土場型)に分類して、作業条件(地形、林分、路網等)と機械の組合わせに応じて、伐採、集材、造材の作業効率と素材生産量を推定し、作業経費と素材収入を算出する主伐収支計算ソフトを開発しました(図4)。

間伐収支計算ソフトと同様、スギ・ヒノキの収穫予測式等は鹿児島県独自のものを採用し、ユーザーの設定した採材長に応じて丸太生産本数・材積を算出し効率を評価するため、現場ごとの状況を踏まえた生産性の予測が可能です。また、素材収入についても、生産本数の見込みが規格別に算出されるため、直近の市場単価を反映した計算が可能です。

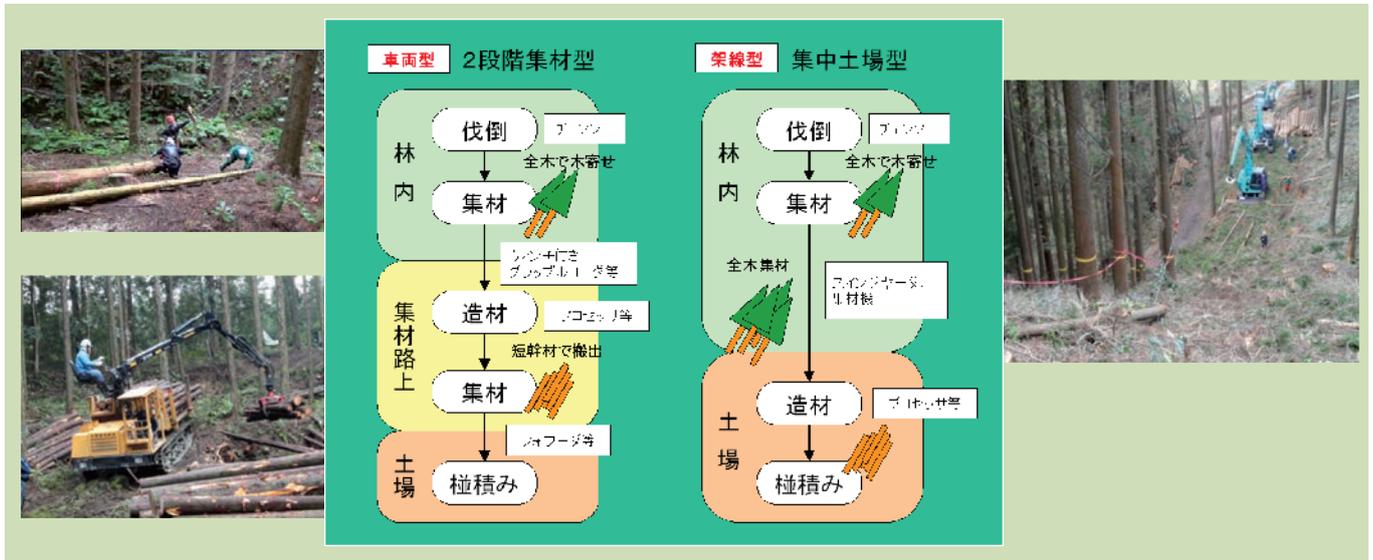


図4 車両系と架線系の主伐作業システムの概要
 車両系(2段階集材型): ウインチ等による全木集材→路上で造材→フォワーダによる短幹集材→土場
 架線系(集中土場型): スイングヤーダ等による全木集材→土場で造材

2.3 間伐収支計算ソフトと主伐収支計算ソフトの統合

間伐から主伐まで総合的な収支計算が求められる林業現場での便宜を図るため、「フォレストリー・フォーキャスター」と「主伐収支計算ソフト」を統合しました(図5)。森林所有者や林況が異なる複数筆を集約した施業地において、筆ごとに生産性と収支を見積もることが可能です。しかも、間伐にも主伐にも対応できるので、伐期を迎えた森林をすぐに主伐する場合や、長伐期への移行を想定して間伐する場合などを比較したり、車両系と架線系の集材経費を比較するなど、同じ現場でも施業や伐出方法を変えた複数の収支計算が作成可能となっています。

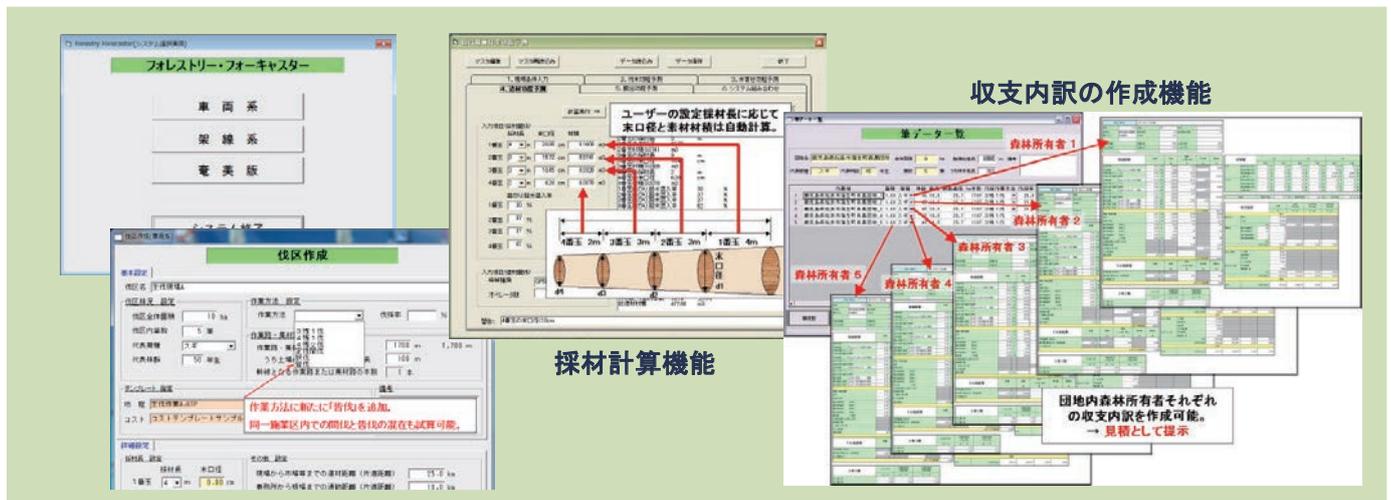


図5 統合版のフォレストリー・フォーキャスターの各種操作画面
 統合版では、主伐収支の計算が対応可能となり、従来の間伐収支計算ソフトの機能はそのまま引き継いでいます。

3. 期待される効果と普及の対象

従来の間伐版のソフト「フォレストリー・フォーキャスター」は、施業集約化のための活動支援ツールとして、鹿児島県内の森林施業プランナーや林業事業体、行政関係者等に無償配布していますが、今回の統合版へのバージョンアップについては順次進めているところです。

今後は、収支計算の現地実証を行いながらソフトの改良を行うとともに、利便性を向上するため、さらなる機能拡充に取り組んでいきます。

開発担当機関: 鹿児島県森林技術総合センター

誘引してシカを獲る新しいくりわなができました

1. 現状と課題

急増するニホンジカ(以下シカとする。)を捕獲するわなとして、汎用性が高いワイヤーで足をくくる「足くりわな」が各地で普及し、実績を上げています。しかし、足くりわなによる捕獲は、わなを設置する場所を選定する技術が求められるなど、経験の浅い人がすぐに実績を上げることは難しく、課題となっています。また、くり輪の直径が12cmを超えて掛けることを禁止する現行の措置では、ツキノワグマ(以下クマとする。)の錯誤捕獲を回避することは困難(図1、2)です。さらに厳冬期、土が凍結する条件下では穴が掘れないため、設置しにくいといった課題も抱えています。



図1 足くりわなで錯誤捕獲されたツキノワグマ

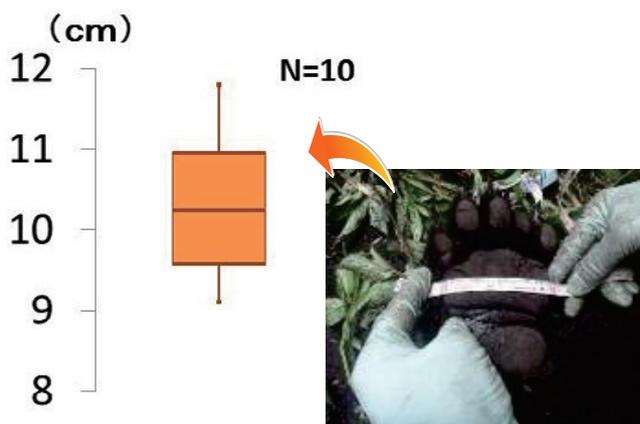


図2 足くりわなで錯誤捕獲されたクマの前掌球幅

2. 技術開発の内容

2.1 誘引式首用くりわなを開発

そこで、このような足くりわなの課題を克服するわなとして、草食動物用のハイキューブ(成形乾草)でシカを餌付けてから捕獲する「誘引式首用くりわな」(図3左・中、角がないメスの成獣や幼獣を対象としたわな、締め付け防止金具により首は絞めつけない構造のもの)を新たに開発しました。



図3 考案、開発した「誘引式首用くりわな」(左・中)とわなに掛かったシカ(右)

2.2 効果の検証と留意点

平成28年1月に富士山南麓(標高約1,000m)約1km²のエリアで、開発したわなを1日当たり平均で9.5基33日間設置した結果、24頭のシカを捕獲しました(図3右)。捕獲効率は周辺地域で6~8月に足くりわなで捕獲したときの約2倍と好成績でした。また、このわなは餌を食べるためにシカの方からわなに寄ってくるため、設置場所の選定に時間が掛からず、また、地面を掘らずに設置できるため作業性がよく、設置に掛かった時間は8±2分でした。一方で、足くりわなと違って隠さないため、十分に餌付けて警戒心を取り除いてから作動させること(図4)が必要です。



図4 わなを設置する時のポイント
最初は針金でばねを固定しておきます。バケツの外の餌を連続して食べるようになったら、餌をバケツの中だけにして、バケツの中の餌も連日完食するようになったら、ばねの固定を解いてわなが作動するようにします。



図5 「シカ捕獲ハンドブック くりわな編」
2016年3月 改訂版

3. 期待される効果と普及の対象

本技術はクマの錯誤捕獲が回避できるなど、足くりわなが使いにくい条件下での活用が期待されるほか、足を痛めずに捕獲できることから、調査用の生け捕りにも活用が可能です。また、これまでのGPSによる行動調査から、冬は解放地の草が枯れてしまいシカは林内で過ごすことが多くなることがわかっています。新しく開発したわなは初心者でもわずかな手間で設置できることから、今後は冬に伐採作業で山に入る森林作業者などが使用して捕獲に取り組むなど、新しい捕獲体制に繋がることが期待されます。ただし、くり輪の直径が12cmを超えて掛けることが禁止されている(規制緩和がされていない)地域では使用できませんのでご注意ください。

本技術についての詳細は、同時に開発した、足くりわな「空はじき知らず」などと共に「シカ捕獲ハンドブック くりわな編 2016年3月改訂版」に掲載しています(図5)。センターHP:<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-850/sikahokaku.pdf>からダウンロードできます。また、わなメーカーと共同研究により改良・製品化を進め、現在、有限会社オーエスピー商会(TEL: 097-551-2205)からテスト販売しており、購入可能です。

開発担当機関: 静岡県 農林技術研究所 森林・林業研究センター

安定同位体比解析でわかるクマの人里依存度

1. 現状と課題

近年、クマ(ツキノワグマおよびヒグマ)の人里出没や農作物等の被害が増加しています。捕獲すれば被害は減らせるのでしょうか。なぜクマは人里にやってくるのでしょうか。個体群の保全に配慮しつつ、被害を防除・軽減するためには、科学的根拠に基づいた保護管理政策、被害対策の構築が不可欠です。しかし現状では、被害発生や人的被害回避を理由に、毎年多くのクマが捕獲されているものの、捕獲された個体とその地域で発生した被害との関連についてはほとんど検討されていません。

そこで、被害と捕獲の関連性を明らかにするため、捕獲されたクマがいつ頃から、どの程度人里の農作物等に依存していたのか、という食性履歴を推定する手法を開発しました。



養魚場で魚を獲ったクマ(写真:NPO信州ツキノワグマ研究会)



トウモロコシ畑に通うクマ(写真:後藤光章)

2. 技術開発の内容

2.1 安定同位体比が示す動物の食性

わたしたち生き物のからだは、食べ物から摂取した多くの物質で構成されています。中でも炭素と窒素はたくさん含まれており、大切な役割を果たしています。その窒素には ^{14}N と ^{15}N 、炭素には ^{12}C と ^{13}C という重さが違う安定同位体が存在します。少し重い同位体の比率である、窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)や炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)は、自然界の様々なプロセスを経ることによって変化します。これを利用して、生態系における食物連鎖や動物の食性解析が行われています(図1)。

クマの場合、本来の生息地である山の食物(堅果類等果実など)と人里での食物(トウモロコシなどの農作物や残飯、家畜飼料など)が異なる窒素・炭素同位体比をもつことから、体の組織を分析すればどの食物に依存しているかを推定することができ、被害との関連を明らかにすることができます(図2)。

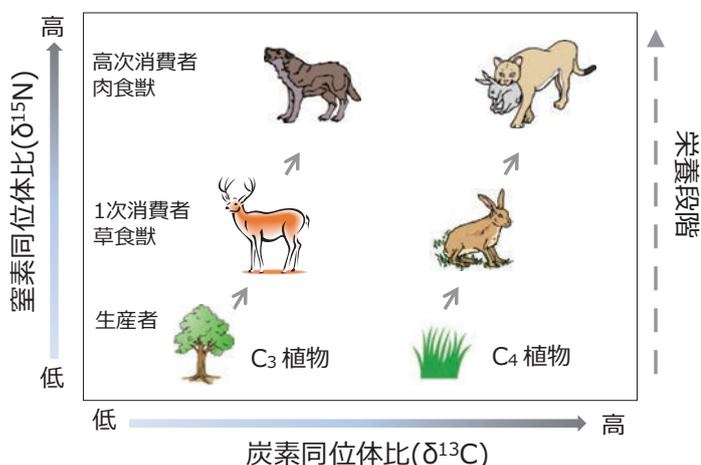


図1 動植物の炭素・窒素安定同位体比と食物連鎖の関係。

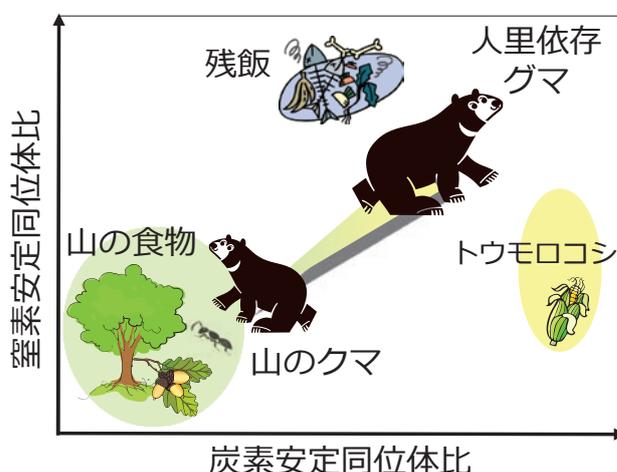


図2 安定同位体比解析によるツキノワグマの食性解析
図の右上へ分布するほど人里の食物への依存度が高い可能性を示す。

2.2 体毛から食性履歴がわかる

飼育実験により、ツキノワグマの体毛は春から秋までコンスタントに成長することがわかっています。1本の体毛にはそれが成長した期間の食べ物の変化が記録されているというわけです。そのため、毛根側から毛先に向かって試料を細断してそれぞれの部位の安定同位体比を分析することによって、毛先部分の春から毛根側の秋までの食性履歴を読みとることが可能です(図3)。

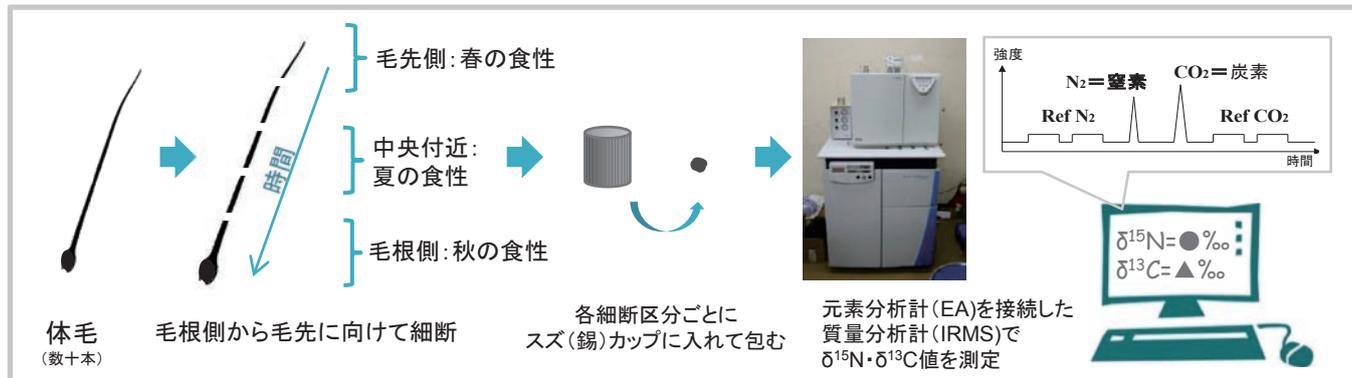


図3 クマの体毛の炭素・窒素安定同位体比分析を行う手順

2.3 出没クマの人里依存度の推定

山で捕獲されたクマと人里で捕獲されたクマの同位体比分析を行った結果、個体によって様々な食性履歴をもつことがわかりました。山で捕獲された個体の場合、体毛の成長期間を通じて、山の植物に近い値を示し、炭素同位体比($\delta^{13}\text{C}$)はほとんど変動しないことがわかります(図4)。一方、人里で捕獲された個体は、炭素同位体比($\delta^{13}\text{C}$)も窒素同位体比($\delta^{15}\text{N}$)も大きく人里での食物の値に引っぱり(図5)、そのパターンは山のクマと大きく異なります。その変動から、その個体がいつ頃からどの程度人里の食物に依存していたのかが解明できます。

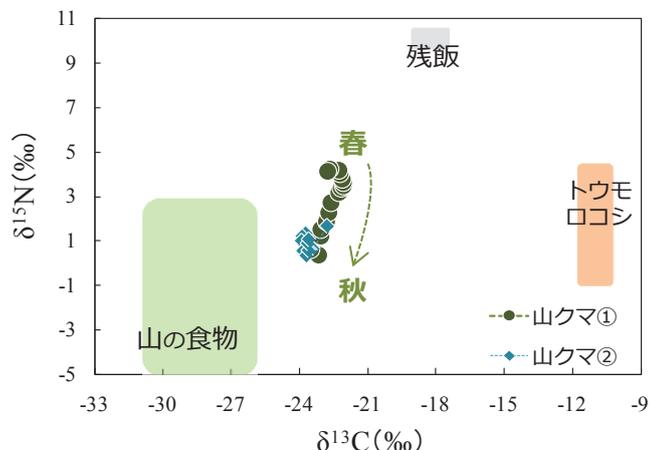


図4 山のクマ(2個体)の体毛の同位体比分布パターン

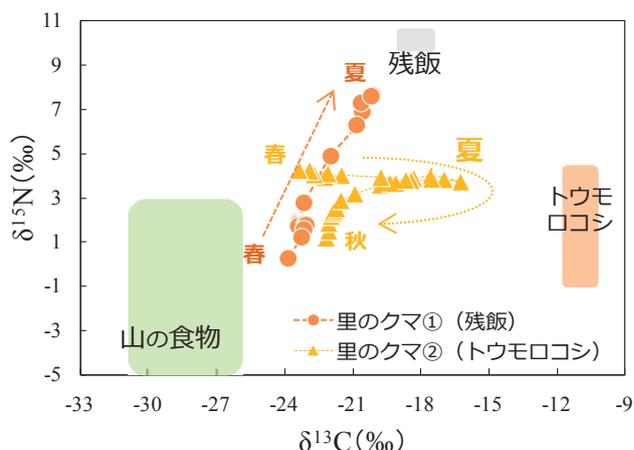


図5 人里の食べ物に依存したクマ(2個体)のパターン
①は残飯に依存して8月末に捕獲された個体。春は山の植物を食べていたが次第に残飯に依存していく様子が見てとれる。
②は11月に民家の軒先で捕獲された個体。夏にトウモロコシに重度に依存していたことが推測される。

3. 期待される効果と普及の対象

クマの行動圏は広いため、山の中を生活圏にしても動き回っているうちに偶然人里に現れてしまうことがあります。一方、人里近くに生活圏をもち、農作物等に依存しているクマもいます。本研究の成果から、捕獲されたクマがどちらのクマなのか調べることができるようになりました。人里依存度の高いクマが捕獲される地域では、被害軽減をクマの駆除に頼るだけでなく、その原因を排除するように努めなければ解決へは向かいません。捕獲個体の加害実態の把握は、それぞれの地域において、科学的根拠に基づく被害防除対策の構築とその効果の検証に役立ちます。

新たな乾燥技術「コアドライ®」の開発と普及

1. 現状と課題

北海道においては、本州のスギと同様にカラマツ資源が充実してきていますが、多くは梱包材などの輸送用資材として利用されています。林産試験場では、北海道立総合研究機構の戦略研究(平成22年～26年度)として、カラマツの高付加価値な利用を推進することが、今後の北海道の林業、木材産業の発展につながるとの観点から、カラマツ構造材の研究開発を行いました。



図1 乾燥による割れとコアドライ

2. 技術開発の内容

2.1 カラマツ心持ち正角材の乾燥技術

乾燥技術「コアドライ」により、カラマツ心持ち正角材の表面割れと内部割れを極力防止することを目指しました(図1)。次に、カラマツ特有のねじれの発生を抑制するには、仕上がり含水率を平均11%以下にする必要が明らかとなり、これらの成果を合わせ、詳細な生産工程を示しました(図2)。図3は乾燥した材内部の含水率分布を示しています。コアドライ材は、一般的なJAS(日本農林規格)のSD15相当の乾燥材と比べ、材の内部まで十分乾燥されています。



図2 コアドライ材の生産工程。なお、1次と2次乾燥の間に、養生工程を設ける場合もあります。

2.2 コアドライ材の寸法安定性の検証

冬季室内を想定した恒温恒湿室で養生し、寸法変化を測定した結果、コアドライ材は、輸入集成材と同等以上の寸法安定性があることがわかりました。そこで実証住宅を建て、ねじれなどの不具合を調査しましたが、不具合は発生しませんでした。

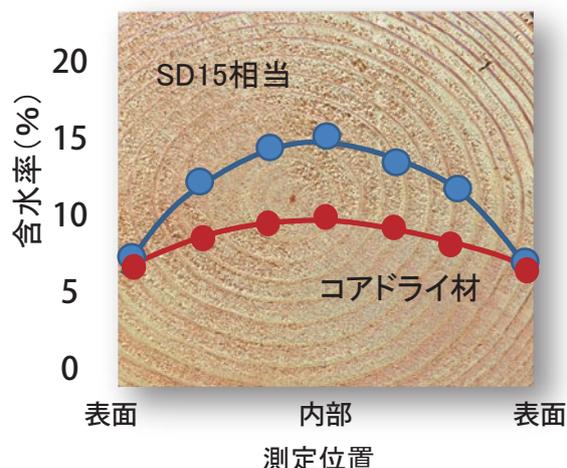


図3 含水率分布のイメージ。コアドライ材は、表面と内部の含水率の差が小さい状態になります。

2.3 「コアドライ」製品に至るトレーサビリティの確立

製品の品質を保証するためには、乾燥技術の徹底とともに、原木の産地、乾燥方法、含水率、強度などを製品ごとに明確に表示する、トレーサビリティが有効です。そこで、QRコードやバーコードを活用したトレーサビリティ技術を開発し、これらの情報を付与するシステムも確立しました(図4)。



図4 QRコードやバーコードを活用した品質管理システム

2.4 コアドライの認証制度の確立

「コアドライ」は、北海道木材産業協同組合連合会が登録商標を取得し、認定制度を制定しました。この制度に則った乾燥材は、コアドライの認証マーク(図5)を貼付して出荷されます。マークに併記してあるQRコードを読み取ることで、製品の製造に関する情報を表示することができます。

○知的財産権: 商標登録 第5700825号
(北海道木材産業協同組合連合会)



図5 コアドライマーク

3. 期待される効果と普及の対象

新しい乾燥技術は、コアドライと名付けました。材の内部(コア)まで乾燥(ドライ)するという意味です。その認定第1号は、栗山町ドライウッド協同組合が平成26年12月に取得しました。林産試験場では、同組合と協力しながら講演会や住宅見学会を開催するほか、普及組織を通じた説明会や個別企業に向いて普及を進めています。また、栗山町ドライウッド協同組合は、製材JASの針葉樹構造材「機械等級区分」の規格認定も取得して、道内のみならず道外への販売も始めています。

現在、新たな事業体が認定を申請中です。今後も、林業、木材産業の発展、カラマツの構造材としての需要拡大に向けて、コアドライを平角材、大型正角材などにも適用し、製品ラインナップの充実を図っていきます。

開発担当機関: (地独)北海道立総合研究機構 林産試験場

気圧を下げると乾燥時間が速くなる

1. 現状と課題

スギから生産される製材品は主に一般住宅の部材、特に着工数の多い在来軸組構法住宅の部材に使用されます。

在来軸組構法では、短い工期で高品質の住宅建築という施主の要望に応えるため、予め工場で作成したプレカット材が使用されており、プレカット材には品質・性能の確かな乾燥材の利用が不可欠となっています。乾燥材は需要を伸ばしており、その出荷率は年々増えています。

スギ大径材からは中小径材から製材できない大断面の平角材を製材できます。しかし、スギ平角材の人工乾燥は、スギの材質的特徴である含水率の高さとそのバラツキのため、長時間を要し、コストが高くなってしまいます。このことは、品質・性能の確かな平角材の乾燥材普及を遅らせる一因と考えられます。

ここでは、平角材の乾燥材を短時間、低コストで生産できるようにするため、人工乾燥の技術である減圧乾燥法を一つの解決法と考えて技術開発を行いました。

2. 技術開発の内容

2.1 乾燥加工は不可欠

製材された直後のスギ材は、水分を多量に含んでいます。木材は内部の水分が減少するにしたがって、形状変化や割れの危険が生じやすくなったりします。そのため、水分の多いまま住宅の構造用材として組み立てて建築を続けると、時間の経過により材内の水分が蒸発して少なくなり、変形や収縮が生じて木造住宅の品質・性能を損ないます。完成した住宅に住まい始めた後、部材の乾燥を原因とした不具合発生クレームを施主が申し立てた場合、施工側は部材の交換や修理をしなければなりません。このようなことを避けるためには建築施工の段階で乾燥材を用いることです。したがって、住宅の構造用部材として木材を利用する場合、この水分を所定の値まで蒸発乾燥させてから組み立てることが必要不可欠です。

2.2 乾燥処理時間の短縮には

建築用木材の乾燥技術開発は、短時間に、日本農林規格(JAS)の基準を満たす、高品質の乾燥材を低コストで生産することを目標にしています。ここでは、乾燥装置内の気圧を下げることで木材の乾燥時間を短縮する減圧乾燥法について検討・検証しました。

水分蒸発は、図1左のように外気の温度と湿度の関係による気化現象として起こります。特殊な装置を用いて周辺の気圧を低くすれば、図1右のように低い温度でも沸騰が起こるため、水分の蒸発は著しく速くなります。

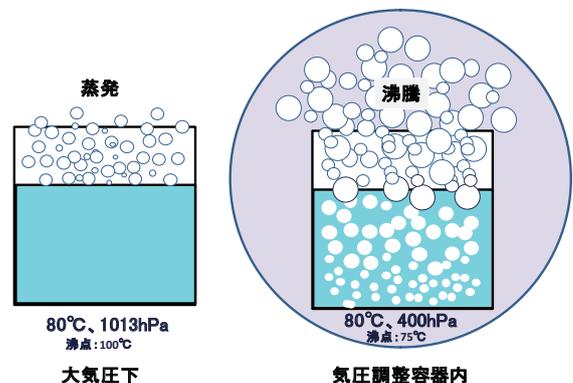


図1 周辺気圧を低くすると水の沸騰温度は低くなる

2.3 減圧乾燥法の効果は大きかった

減圧乾燥法による時間短縮の検証試験は、岐阜県森林研究所に設置された箱型の減圧乾燥装置(図2)を使用して行いました。試験材は図3に示した木取りで大径材から製材されたスギ平角材です(図4)。従来の一般的な乾燥法の場合、住宅の梁などに使われるスギ平角材(初期含水率90~110%)を処理温度80~90℃の条件で、日本農林規格(JAS)の基準を満たす含水率20%を下回る状態まで乾燥にするためには19日間以上必要でした。一方、装置内の気圧を400hPaにした減圧乾燥法では(このとき水の沸点は75℃)、上と同じ初期含水率条件と温度条件で、従来法の半分以下の9日程度で基準を達成できました。



図2 箱形の減圧乾燥装置
乾燥室内寸法:
幅2,000×高さ1,500×奥行4,700(mm)

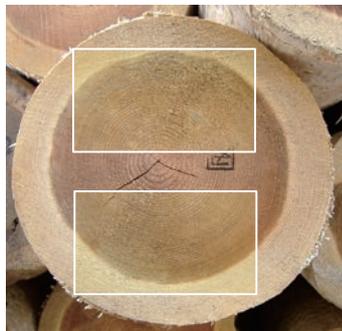


図3 大径材から製材される
心去りスギ平角材木取りの例



図4 乾燥試験に用いたスギ平角材
製材寸法:180×135×3,050(mm)
(製品寸法:150×120×3,000(mm))

2.4 乾燥材生産コストの削減

減圧乾燥法は乾燥時間短縮に有効ですが、装置の価格が現時点では同規模の従来装置に比べると倍近くになります。しかし、減圧乾燥法を使えば乾燥材の生産性が従来2倍以上に向上するため、乾燥装置の初期投資の回収を含めた乾燥コストは図5に示すように従来乾燥法によるコストの7割程度に抑えられます。

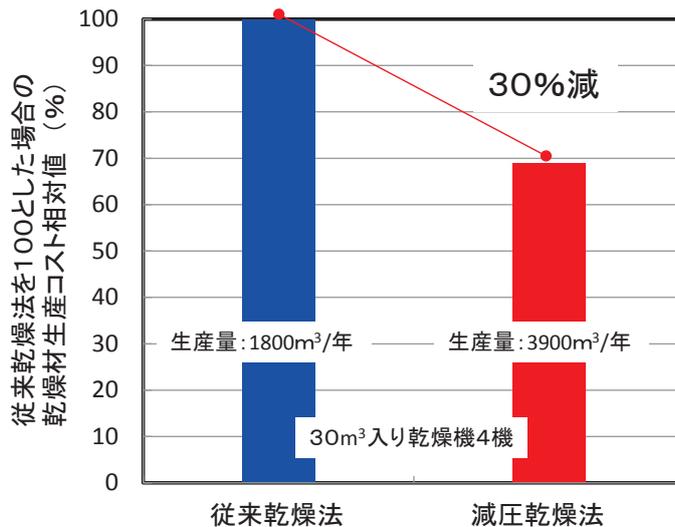


図5 装置の減価償却を含めた乾燥材生産コストの削減率

3. 期待される効果と普及の対象

新たな「森林・林業基本計画」(林野庁、平成28年5月)の中では、無垢乾燥材について、乾燥施設の効率化、大径材の製材・乾燥技術の確立等を推進しています。減圧乾燥法は、各材種の乾燥材の生産性を向上し、かつ乾燥材生産コストも低減できるひとつの解決法です。減圧乾燥法の製材工場への普及が進めば、一般建築用部材として国産材が大量に要求されたとしても迅速な供給が可能となり、日本農林規格(JAS)に対応する高品質な一般建築用部材の供給促進や国産材を利用した公共建築物等の大規模建築物、高品質木造住宅の供給に貢献します。

「過去の林業新技術」技術一覧

下記の技術の詳細は、森林総合研究所ホームページから、ご覧になれます。

URL : <https://www.affrc.go.jp/pubs/shingijutu/index.html>

林業新技術2011

- ・国産樹種のコンテナ育苗技術 (森林総合研究所林業工学研究領域)
- ・マツノザイセンチュウ抵抗性第二世代品種の開発 (森林総合研究所林木育種センター)
- ・おとり木トラップとハザードマップを組み合わせたナラ枯れ防除システム (森林総合研究所他9機関)
- ・間伐遅れの過密林分のための強度間伐施業のポイント (森林総合研究所四国支所他)
- ・高齢者・障害者に配慮した木製福祉用具の開発 (森林総合研究所他1機関)
- ・放射線による被害を予測する一樹木への放射線の影響を解明 (森林総合研究所生物工学研究領域)

林業新技術2012

- ・広葉樹林化を促進する誘導技術の開発 (森林総合研究所他10機関)
- ・富山県におけるナラ枯れ跡地の森林再生技術 (富山県農林水産総合技術センター森林研究所)
- ・スイングヤードを使用した伐出作業の軽労・省力・安全化技術 (森林総合研究所林業工学研究領域)
- ・「安全・安心な乾燥材の生産・利用マニュアル」が完成 (北海道立総合研究機構林産試験場他12機関)
- ・液状化対策としての木杭の利用 (森林総合研究所他4機関)
- ・現場施行を可能にする簡易な耐火集成材製造技術の開発 (森林総合研究所木材改質研究領域)
- ・未利用木質バイオマスを原料とした木粉・プラスチック複合材の高性能化 (森林総合研究所他4機関)
- ・未利用林地残材を原料とする空気質改善剤の開発 (森林総合研究所、日本かおり研究所(株))
- ・Q&A「森林と水の謎を解く」を公開 (森林総合研究所水土保持研究領域)
- ・林産物としてのシカ肉を衛生的に管理する (森林総合研究所北海道支所)
- ・スギカミキリ抵抗性品種の開発 (森林総合研究所林木育種センター)
- ・木酢液を用いたきのこ類のナメクジ食害防除法の開発 (長野県林業総合センター)
- ・海岸防災林の津波軽減効果を解明 (森林総合研究所他12機関)
- ・森林の放射性物質の分布を明らかに (森林総合研究所立地環境研究領域他)
- ・菌床栽培きのこへの放射性セシウムの移行低減技術の開発 (森林総合研究所、放射線医学総合研究所)

林業新技術2013

- ・造林未済地の把握と天然更新を利用した森林化 (北海道立総合研究機構林業試験場他5機関)
- ・再造林の低コスト化をいかに進めるか (森林総合研究所他4機関)
- ・間伐が水流出に及ぼす影響を明らかに (森林総合研究所、秋田県森林技術センター)
- ・森林作業道からの土砂流出抑制技術の開発 (森林総合研究所他2機関)
- ・森林用ドロップネットで効率よくシカを捕獲する (森林総合研究所他3機関)
- ・耐震性・施工性に優れた厚板耐力壁の開発 (奈良県森林技術センター)
- ・竹炭製品の吸放湿および結露防止効果 (鹿児島県工業技術センター)
- ・林地残材を原料とした木製単層トレイの量産化に成功！ (森林総合研究所、庄内鉄工株式会社)
- ・きこの栽培に有用なLED照明法の開発 (森林総合研究所他8機関)

林業新技術2014

- ・高齢のコナラ林を若返らせる (石川県農林総合研究センター林業試験場)
- ・「ネットフェンス」と「くくりわな」を併用してニホンジカを効率的に捕獲する (静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター)
- ・チェーンソー用防護服が事業者経営を護ります (森林総合研究所他2機関)
- ・高精度DEMを使った路線選定プログラム (森林総合研究所)
- ・過去の写真から山地崩壊発生の前兆をつかむ (森林総合研究所)
- ・膨大な木材の強度データを活用するには？ (森林総合研究所)
- ・スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害材の土木資材等への利用 (神奈川県自然環境保全センター、神奈川県産業技術センター工芸技術所)
- ・これからの低コスト造林の基本は成長の優れた苗木の選択から (森林総合研究所林木育種センター)
- ・遺伝子と形態からサクラ栽培品種を見分けて正しく管理しましょう (森林総合研究所他3機関)

林業新技術2015

- ・近赤外光を用いた健全なスギ種子の自動判別技術 (森林総合研究所他2機関)
- ・中距離対応型架線集材システムの開発 (森林総合研究所)
- ・木材の直接メタン発酵技術～放射能汚染した木材にも応用可能な新技術～ (森林総合研究所)
- ・地下の見えないマツタケ菌糸を測る (森林総合研究所)
- ・サクラ栽培品種のクローンを増殖・保存する (森林総合研究所)
- ・木材生産のための過密林の間伐のしかた (岐阜県森林研究所、岐阜県立森林文化アカデミー)
- ・木製治山ダムを効率的に修繕する (京都府農林水産技術センター森林技術センター)
- ・宮崎モデルによる大規模建築物の木造化に関する研究 (宮崎県木材利用技術センター構法開発部、木構造相談室)
- ・トドマツの水食い材発生の低減に向けた心材含水率の改良 (森林総合研究所林木育種センター)



林業新技術2016

現場への普及に向けて

編集・発行

国立研究開発法人 森林総合研究所

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地

発行日 2016年(平成28年)8月31日

お問い合わせ先 広報普及科編集刊行係

TEL 029-829-8373

E-mail: kanko@ffpri.affrc.go.jp

* 本誌掲載内容の無断転載を禁じます。

リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。