林業新技術２００９
―生産現場への普及に向けて―

林野庁
独立行政法人森林総合研究所

「林業新技術2009」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、林野庁では、独立行政法人森林総合研究所等による林業技術に関する近年の研究成果のうち、早急に現場への普及を推進するべき重要なものを「林業新技術2009」として選定し、その普及推進を図ることとしました。

今回選定された獣害対策、林業経営等の5つの技術については、計画的、効果的な現場への普及、実用化に取り組むこととしています。

「林業新技術2009」技術一覧

◎サルを山に帰して被害を防止ー「追い上げマニュアル」を作成ー

技術概要：サルによる被害を減少させるため、里に居着いたサルを山に追い戻し人間の生活域から遠ざける「追い上げ」のマニュアルを作成。

期待効果：サルの被害対策を行う地方自治体や団体に活用される。

◎クマの大量出没を予測して被害を軽減するーKumaDAS（クマダス）を開発ー

技術概要：ブナの実の成り具合（豊凶）から、クマが人里域に出没する可能性を予測するKumaDAS（クマダス）を開発。

期待効果：近隣自治体が協力してモニタリングすることにより、より精度の高い、かつ広域的な予測が可能となり、被害が減少する。

◎いつ、どう伐ればいいんだろうか？　ー林業経営収支予測システム（FORCAS）を開発ー

技術概要：間伐から主伐までを見通したトータルな収支を予測するパソコン用ソフトウェアを開発。

期待効果：計画的な林業経営を支援し、間伐や主伐の促進に貢献する。

◎少花粉スギ、ヒノキ及び無花粉のスギ品種の開発

技術概要：花粉の少ないスギ135品種、ヒノキ55品種を開発。また、無花粉（雄性不稔）スギを探し求めて調査し、「爽春（そうしゅん）」、「スギ三重不稔（関西）1号」を開発。

期待効果：スギ花粉の飛散に強く影響を与えるスギ林を、花粉の少ないスギ等へ転換する。

◎スギの乾燥を進めよう　ー乾燥材生産と利用のポイントー

技術概要：原木丸太の用途別選別方法、乾燥割れを防ぐ方法、高速乾燥法、効率的生産システムを開発。

期待効果：川上から川下までの木材生産と供給、利用にかかわる多くの人々に活用され、ひいては木造住宅の需要拡大に貢献する。

問い合わせ先：（独）森林総合研究所 企画部 研究情報科
TEL：029-829-8130　E-mail：kouho@ffpri.affrc.go.jp

サルを山に帰して被害を防止

―「ニホンザルの追い上げマニュアル」を作成―

1. 現状と課題

ニホンザル（以下、サル）による被害が全国で深刻化しています。農林産物への食害が大きな問題になったのは1970年代からですが、近年は、それが慢性化したばかりでなく、いくつかの地域では、住宅地にサルが定着し、家屋への侵入や家財の破壊を恒常的に引き起こす事態に至っています。

サルを人間の生活場所や農業生産の場所から排除し、森林地帯へ押し戻す技術が求められています。

2. 技術開発の内容

サルによる被害を減少させるため、里に居着いたサルを山に追い戻し人間の生活域から遠ざける「追い上げ」のマニュアルと事例集を作成しました（図1）。詳しい内容は下記のURLで見ることができます。（http://www.fsm.affrc.go.jp/Nenpou/other/）

人間の生活域に侵入してきたサルの群れに対し、長期間、かつ頻繁にロケット花火やパチンコなどの飛び道具で威嚇することにより、群れの行動域を変え、排除できることが明らかになりました。

図1 追い上げマニュアル

図2 大きな群れでは追い上げは困難。

しかし、追い上げは、どのような群れに対しても、どのような場所であっても効果があるわけではありません。①人やイヌによる群れの追跡が困難な急傾斜地、植生の密生した地域の場合、②群れの進路をコントロールしにくい個体数の多い群れの場合（図2）、③サルの生息にとって好適な追い上げ先がない場合などは追い上げは困難であり、工夫や別の方法の採用が必要です。

効果的な追い上げを行うためには、①行動域の季節変化、移動ルート、農地・集落への侵入頻度の季節変化、群れの大きさ、隣接して他の群がいるかどうかなどを事前に把握すること（図3）、②追い上げ要員を複数の班に編成して役割分担すること（図4）、③追い上げの際の威嚇にはロケット花火、パチンコなど飛び道具を用いること、④サルが出没する里地の林縁の低木や下草を刈り払って見通しをよくし、サルの侵入を発見しやすく、かつ追い上げ要員が歩きやすくすること（図5）、⑤訓練したイヌを積極的に活用することなどが挙げられます（図6）。また、実際に追い上げを行う場合には、このマニュアルを参照しつつも、対象地域の地形、気象、サルの生息実態などに応じた独自の工夫や試行錯誤が必要です。さらに、効果の持続性を確かめるためにモニタリングも必要です。

図3 事前に追い上げる群れの生態調査が必要。

図4 追い上げは役割分担をした複数の班で行う。

図5 生息地の確保と集落とその周辺の環境整備も重要。

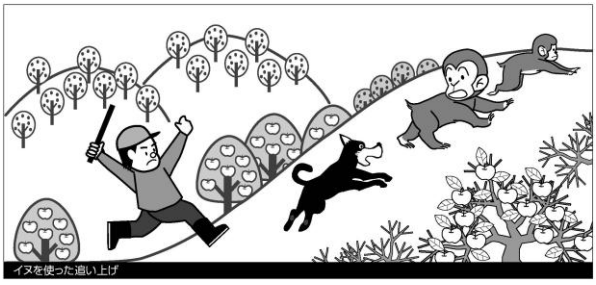


図6 訓練されたイヌを使うとサルは迅速に遠距離逃走するので効果的。

3. 期待される効果と普及の対象

追い上げは、どのような群れに対しても、どのような場所であっても効果があるわけではありません。マニュアルではこれらの適用条件をチェックシートで示し、地域で取り組むべき対策として適当かどうか具体的に検討できるようにしました。また、適用する際の配慮事項を整理し、対策を行う地方自治体や団体が活用できるようにしました。

開発担当機関：独立行政法人　森林総合研究所　関西支所

クマの大量出没を予測して被害を軽減する

―「KumaDAS」を開発―

1. 現状と課題

ツキノワグマ（以下、クマ）の人里域出没が社会的な問題となっています。とりわけ数年に一度起こる大量出没の際には、農作物の激害だけでなく、多くの人的被害が発生しています。

どのような年に出没が頻発するのか予測することができれば、あらかじめ注意を促し、対策を講ずることも可能でしょう。駆除するしかなかった管理手法を見直す時期に来ています。

ツキノワグマ

（自動撮影装置で撮影、岩手県八幡平市）

2. 技術開発の内容

東北地方において収集されてきたブナの豊凶データとクマの人里域出没の関連性を解析したところ、ブナが豊作の年には出没数が少なく、凶作の年には多いことがわかりました（図1）。そして大量出没は大豊作から大凶作へ転じた年に起こっていました。

ブナは大豊作を迎えるとその翌年はほぼ大凶作となることから、毎年ブナの実の成り具合（豊凶）をモニタリングし、大豊作を確認できれば、その翌年にクマが人里域に頻繁に出没する可能性が非常に高いということです。

出没を予測するためのブナ豊凶モニタリングでは、限られた地域に種子トラップを設置してその数を厳密に計測することよりも、広域に渡り、長期継続してモニタリングすることの方がはるかに重要です。豊凶記録は目視による豊作、並作、凶作、無結実の4区分でよく、このうち凶作、無結実が記録された地点数の割合をブナ凶作指数とします。指数が0に近いほど大豊作となります。

ブナ豊凶モニタリングの実施とその結果に基づいておこなわれる注意喚起をKumaDASと名付けました。岩手県、秋田県ではこれをもとに2006年春にクマ出没注意報を発令し、人里域での人身被害を少なくすることができました。

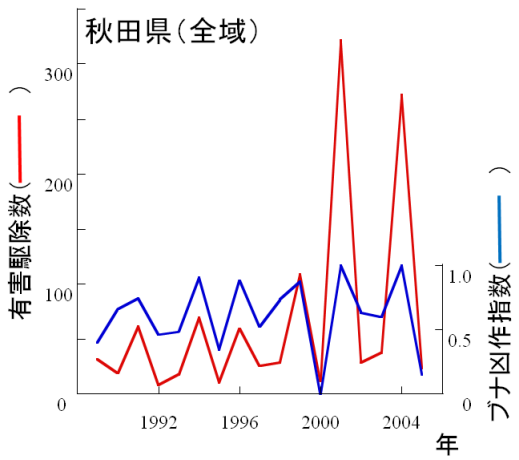


図1　クマ有害駆除数とブナ凶作指数の変動

人里域への出没頻度の指標として有害駆除数を用いている。

ブナ凶作指数：（凶作・無結実が記録されたモニタリング地点数）÷（各地域内のモニタリング地点総数）

ところで、ブナの豊凶がクマ出没の多寡を示す指標になるということがわかったのは現在のところ東北地方だけです。他の地域において、クマが何に大きく依存しているのかはまだわかっていません。

しかし、過去のクマの人里域出没を示す指数ともいうべき有害駆除数の変動パターンは県境を越えて非常によく似ている（図2）ことから、広域的に同調して変動する「何か」が出没の引き金になっていることは間違いないでしょう。KumaDASは全国の多くの地域で取り組み可能なのです。

ブナの種子

脂肪、タンパク質に富み栄養価が高い。

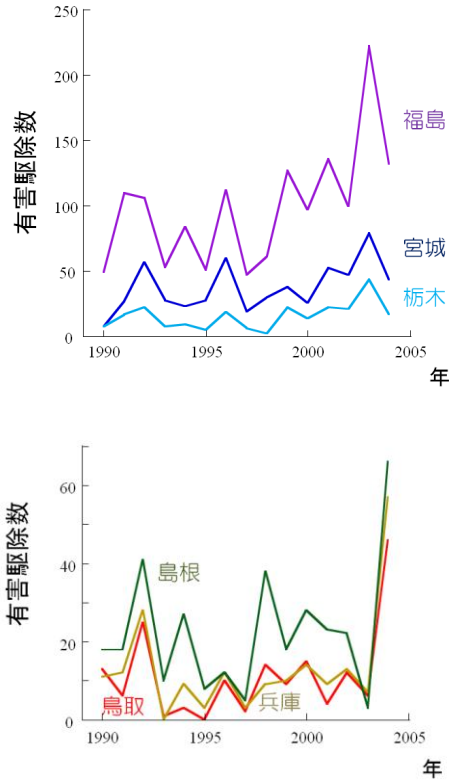


図2　クマ有害駆除数の変動

近隣県の駆除数はよく似た変動パターンを持つ。

3. 期待される効果と普及の対象

すでに、KumaDASの取り組み---「山の実」とくにブナやドングリなどの「堅果類」が豊作か凶作かによって、クマによる人里への出没多発を予測する---はクマの保護管理行政を担う各県でおこなわれています。

今後、出没パターンが似ている近隣県が協力してデータを収集、分析することにより、クマの出没多発をより精度よく予測し、被害回避のための対策を事前に検討することができるようになるでしょう。クマの保護管理にはこうした広域的な体制作りが不可欠であり、KumaDASはその一つの柱となると考えられます。

開発担当機関：独立行政法人　森林総合研究所

いつ、どう伐ればいいんだろうか？

ー林業経営収支予測システム（FORCAS）の開発ー

1. 現状と課題

スギ、ヒノキ、カラマツといった人工林では、間伐が必要です。しかし、木材価格が低迷しているなかでは、間伐による収入と経費のバランスが見合わなければ実行できません。さらに、間伐による一時的な収支だけではなく、主伐までを考えた中長期的な収支を予測し、いつ、どう伐るかという施業計画を立てることが理想です。このような林業経営の収支を予測する手法が求められてきました。

高性能林業機械による間伐作業

2. 技術開発の内容

下層間伐や列状間伐を含めたさまざまな間伐様式に対応した収穫予測手法と、収穫システムや立地条件による収穫コストの予測を統合し、小班レベルで間伐から主伐までを見通したトータルな収支を予測するパソコン用プログラムFORCAS（FORrest management CAsh forecast System：フォーカス）を開発しました。

FORCASは、いまのところ、スギ（15地域）、ヒノキ（10地域）、カラマツ（4地域）に対応しています。間伐方法は下層間伐、上層間伐、列状間伐を含む全層間伐に対応し、間伐の回数、間伐時期、強度、方法を自由に選択・指定できます。また、収穫システムとして、林内作業車型、集材機型、タワーヤーダ型の3タイプに対応しています。今後、対応樹種や地域、収穫システムの種類を増やしていく予定です。

FORCASはマイクロソフト社の表計算ソフトExcelの上で作動し、ほとんどのWindowsパソコンで利用することができます。

3. 期待される効果と普及の対象

FORCASを使えば、施業計画やコスト条件を変えながら、収支予測や比較を簡易かつ迅速に行い、いつ、どう伐れば良いかなど、目的に合った計画立案が容易にできるようになります。これにより、森林組合などの現場や行政で、計画的な林業経営や提案型施業を支援し、間伐や主伐の促進に貢献します。

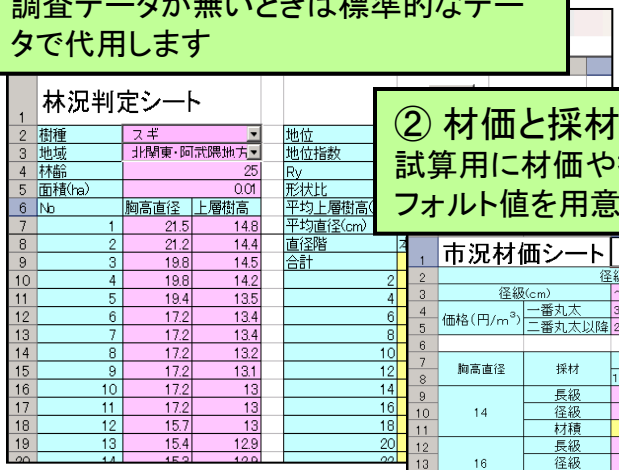
FORCASの最新版は、森林総合研究所のホームページからダウンロードができます。以下のページにアクセス下さい。

http://www2.ffpri.affrc.go.jp/labs/FORCAS/index.html

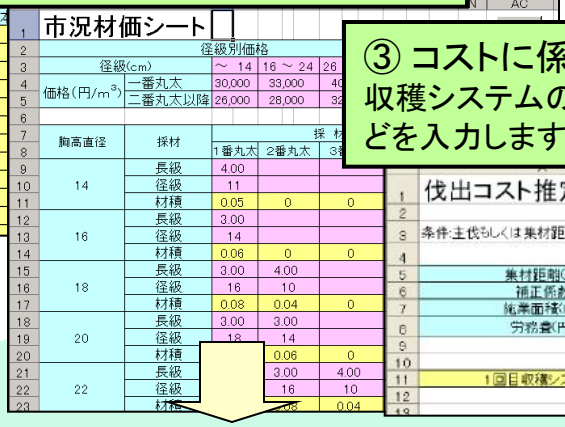
ノートパソコンでも軽快に作動しますので、現場の状況を見ながら計画を立てるという使い方ができます

FORCASは①～⑥の手順により、条件に沿った予測結果が得られます。その結果を参考に、施業計画、収穫システム、立地条件などを変更しながら再計算を繰り返し、目的に合った経営計画を見つけ出します。

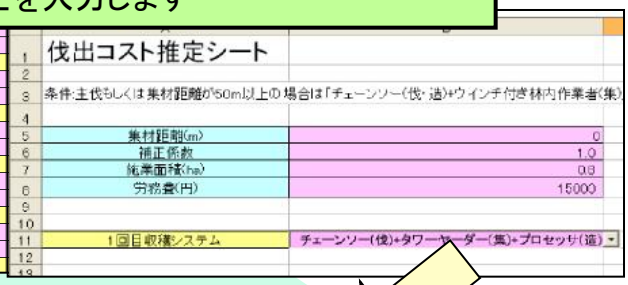
① 対象林分の調査データを入力
調査データが無いときは標準的なデータで代用します

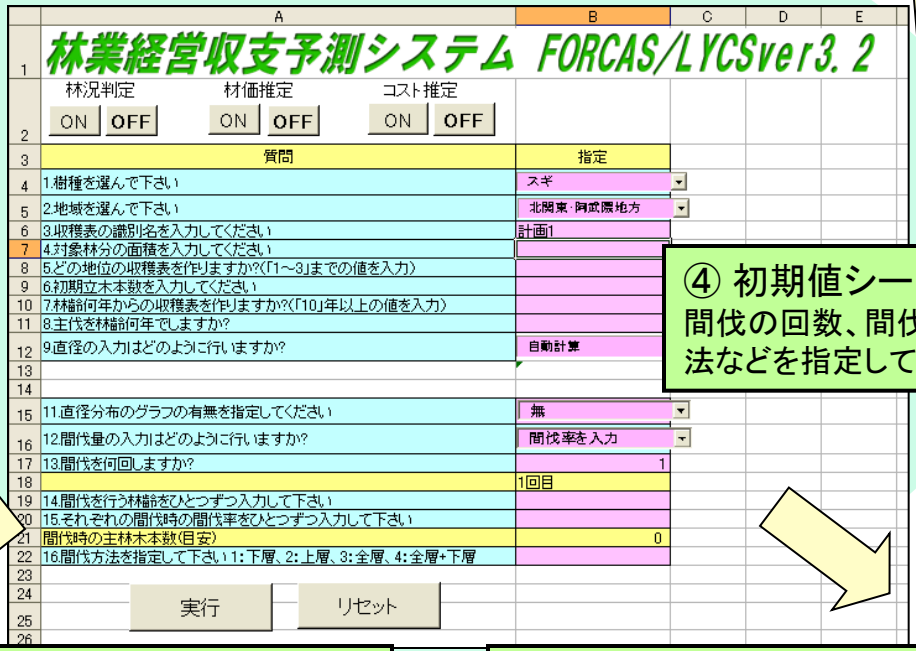


② 材価と採材方法を入力
試算用に材価や採材方法のデフォルト値を用意しています



③ コストに係わる条件の入力
収穫システムの選択や集材距離などを入力します





④ 初期値シートの入力
間伐の回数、間伐時期、強度、方法などを指定して「実行」します

⑤収穫予測・収入予測結果の出力
指定した前提や条件にしたがい収穫予測と収入予測の結果が出力されます

北関東・阿武隈地方スギ収穫表(地位2)　収穫表識別名:計画1

林齢	主林木(1ha) 直径	樹高	断面積合計	本数	材積	Ry	形状比	副林木(1ha) 間伐方法	直径	本数	本数間伐率	断面積合計	材積
(年)	(cm)	(m)	(m^2)	(本)	(m^3)				(cm)	(本)	(%)	(m^2)	(m^3)
10	7.6	5.2	14.3	3000	41	0.44	68						
15	10.3	7.9	26.4	2884	102	0.62	77						
20	13.7	10.6	35.4	2307	188	0.69	77	下層	10.6	577	20.0	5.2	27
25	16.0	12.6	48.1	2307	301	0.77	79						
30	19.0	15.0	47.0	1615	348	0.74	79	下層	14.5	692	30.0	11.8	84
35	20.4	16.5	54.7	1615	436	0.78	81						
40	21.4	18.0	60.1	1586	516	0.82	84						
45	23.5	20.2	49.7	1111	488	0.76	86	下層	18.3	476	30.0	12.9	121
50	24.4	21.0	53.5	1111	545	0.78	86						
55	25.1	22.1	56.9	1111	608	0.80	88						
60	25.7	23.2	59.7	1111	671	0.82	90						

⑥コスト予測・収支予測結果の出力
指定した条件にしたがいコスト予測と収支予測の結果が表示されます

	林齢24 (千円)	林齢34 (千円)	林齢50 (千円)
収入	178	1,069	3,729
支出	507	410	2,054
収支	−329	659	1,675

	総収支 (千円)
収入	4,976
支出	2,971
収支	2,005

開発担当機関:独立行政法人　森林総合研究所
林業経営・政策研究領域、林業工学研究領域、九州支所

花粉の少ない苗木を植える

ー少花粉スギ、ヒノキ及び無花粉スギ品種の開発ー

1. 現状と課題

スギ等の花粉症が、社会的に大きな問題となっています。

スギの雄花は、日光が良くあたる、その年に伸びた葉の先に着き、雄花１個の中に約40万個の花粉が入っています。雄花の着生量は個体によって大きな違いがあり、雄花の少ないスギが存在します。また、まれに雄花が着いても中に花粉が全くないスギも存在します。

花粉発生源対策として、雄花が少ない少花粉スギやヒノキ、雄花が着いても中に花粉が全くない無花粉スギを利用することが求められています。

花粉の飛ぶ様子

2. 技術開発の内容

2．１　少花粉スギ、ヒノキ

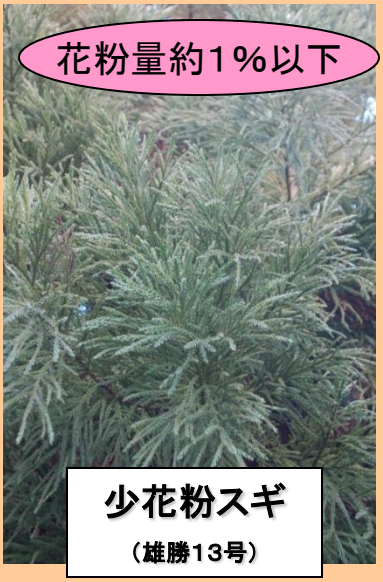
森林総合研究所では、都府県と連携し、 成長や幹の通直性等に優れた精英樹を対象に、それぞれ複数年に亘って花粉生産の基となる雄花着花性（１枝当たりの着生量、着生部位、着生枝の範囲）を調査しました。

その結果、平年では雄花が全く認められないか、極めてわずかであり、花粉飛散量の多い年でもほとんど雄花が認められない品種を平成20年度末までに、スギで135品種、ヒノキで55品種を開発しました。

開発された品種は、精英樹から選ばれているため、花粉生産量も少なく、かつ成長等も優れています。

一般のスギと少花粉スギ

一般のスギ

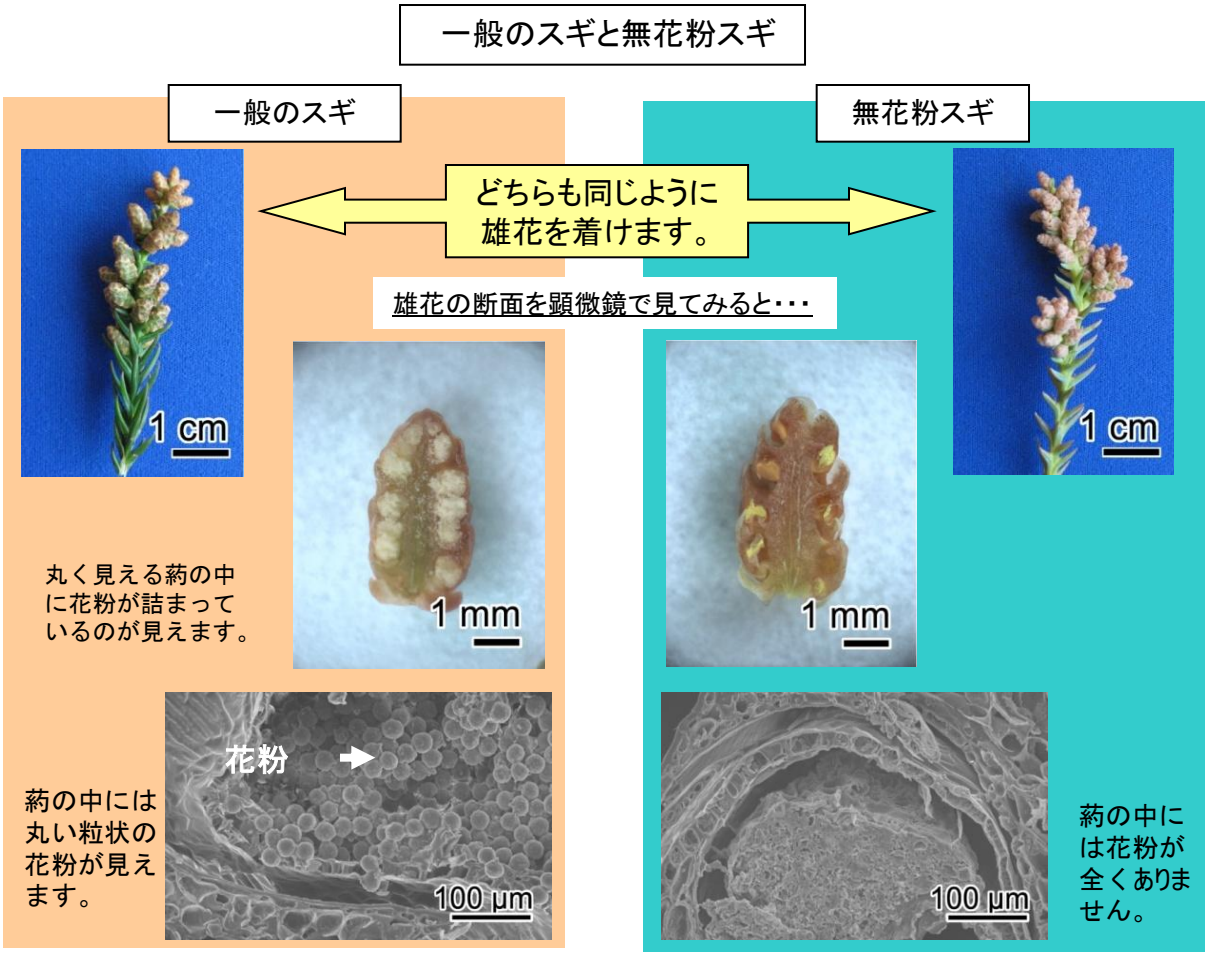


少花粉スギ
（雄勝13号）

2．2　無花粉スギ

無花粉スギは、普通のスギと同様に雄花を着けますが、雄花が成熟する過程で花粉が正常に発達せず、花粉が生産されない特徴を有しているものです。

森林総合研究所では、そのような無花粉（雄性不稔）スギを探し求めて調査した結果、平成16年度には、通直性に優れ、寒さの害にも強い「爽春（そうしゅん）」、平成19年度には、精英樹と同等の成長等を示す「スギ三重不稔（関西）1号」を開発しました。



3．期待される効果と普及の対象

少花粉スギ、ヒノキ及び無花粉スギの苗木を植栽することは、極めて有効な花粉発生源対策となります。そのため、これら苗木の供給量を大幅に増大させる必要があることから、森林総合研究所では、少花粉品種等の開発、原種苗木の供給、都府県等への採種（穂）園の造成・改良に係る技術指導に取り組んでいます。

開発担当機関：独立行政法人　森林総合研究所　林木育種センター

スギの乾燥を進めよう

―「乾燥材生産と利用のポイント」―

1. 現状と課題

スギは、蓄積で我が国の人工林の6割を占める主力造林樹種であり、多くは製材品として住宅建築に使われています。材料の寸法変化による住宅の不具合を防ぐためには乾燥した製材（乾燥材）が必要ですが、スギは多様な材質を持ち、しかも保有する水分が多いために、ニーズに合った高い品質の乾燥材を多く市場に供給することが困難です。このため、原木の選別技術や割れを防止する技術の活用によって、品質の良い乾燥材を効率的に生産する技術が求められています。

図1　製材工場における乾燥材の生産

＊いかに効率よく、高品質の乾燥材を生産するかが課題です。

2. 技術開発の内容

2．1　原木丸太の選別方法

多様な材質を持つスギ材を効率的に加工・利用するには、丸太の段階で用途を選別することが必要です。

図2は、ヤング係数（E）や含水率（MC）によって用途を選別する一例です。まず、ヤング係数の高低によって、主製品の用途を選択します。次いで、含水率の高低によって、柱材等の角製品を製材するのか、ラミナ等の板材を製材するのかを選択します。この際、現段階では含水率を直接評価することは難しいので、みかけの密度を測ることで代用します。この原木選別過程において、丸太のヤング係数と製材のヤング係数との間の高い相関関係（図3）を利用して、最終製品の正角や平角の強度性能を予測することもできます。

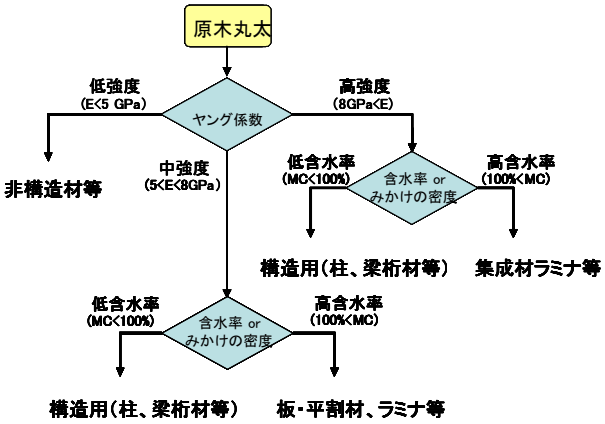
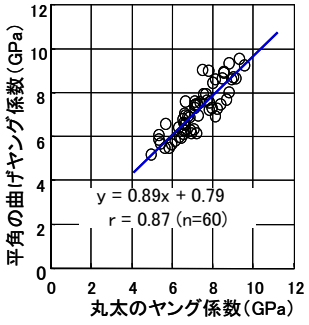


図2　原木丸太をヤング係数と含水率の指標に基づいて用途を判別するフロー



＊ヤング係数は、丸太の一方の木口をハンマー等で打撃し、他方の木口から放射される振動を解析する方法（縦振動法）によって求めます。

図3　丸太のヤング係数と平角のヤング係数との関係

2．2　乾燥材生産の効率的なシステムをつくる

スギ乾燥材の生産効率を上げ、ひいてはコスト低減を図るためには、生産規模の拡大はもとより、原材料選別、天然乾燥との組み合わせの導入、さらには木質廃材の燃料への活用などを考慮し、効率的な乾燥材生産システムを構築することが必要です。また、乾燥材に求められる品質は使用目的によって異なるため、材種や用途に適した乾燥方法・条件を選択することが大切です。

表１は、材種・用途別に、原木選別から最終的な品質・性能評価にいたる生産工程を例示したものです。例えば、心持ちの柱材を、乾燥割れを生じさせずに速く乾かすには、高温処理を前処理として活かし、仕上げに減圧処理や高周波加熱処理を使うと効果的です。図４には、高温過熱蒸気処理と減圧乾燥とを組み合わせて、従来の乾燥方法の約1/2の４日程度で乾燥するための処理条件と処理後の様子を示しています。

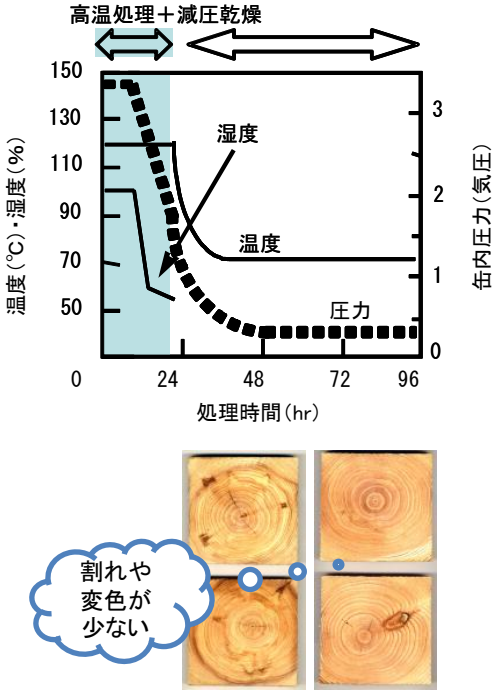


図４　高温過熱蒸気・減圧併用乾燥の処理条件（上）と仕上がり（下）

表１　製材用途別の乾燥処理工程の例

工程		原木選別	製材	乾燥処理			品質評価	備考
				製材選別	前処理	乾燥・仕上げ		
材種	用途	指標	方法	指標	方法・条件	方法・条件	指標	乾燥機等
平角	梁・桁材	形質、含水率 ヤング係数	自動木取り 自動製材	重量	蒸煮処理＋ 高温処理	中温・高周波	含水率、強度	蒸気・高周波 複合式
正角	管柱 土台	形質、含水率	自動木取り 自動製材	―	天然乾燥	中温	含水率、強度	蒸気式
	管柱 土台	形質、含水率	自動木取り 自動製材	重量	蒸煮処理＋ 高温処理	中温	含水率、強度	蒸気式（高温）
	管柱 土台	形質、含水率	自動木取り 自動製材	重量	蒸煮処理＋ 過熱蒸気処	減圧	含水率、強度	圧力容器式
	化粧柱	形質	背割り	―	―	低温	含水率、材色	蒸気式（中温）
板	造作材 下地用材	形質	自動木取り 自動製材	―	天然乾燥	中温	含水率、材色	蒸気式
	集成材用 ラミナ	―	曲がり挽き	重量	天然乾燥	中温	含水率、強度	蒸気式

3．期待される効果と普及の対象

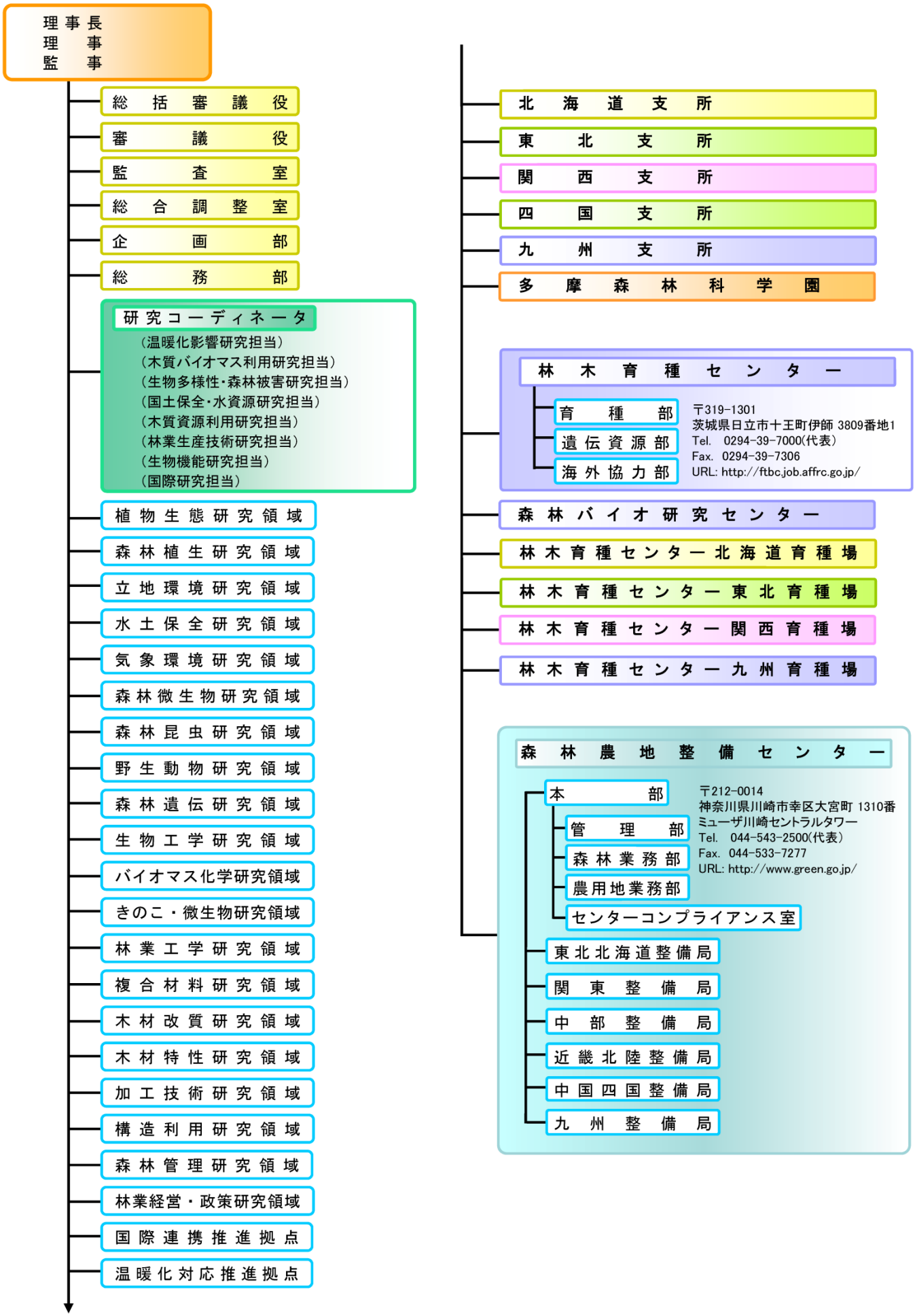
製材工場における乾燥材品質の向上や生産コスト削減が進むことにより、乾燥材供給が拡大し、ひいては良質の木造住宅が増えることが期待されます。 原木供給業者、原木市場、製材工場、プレカット工場、住宅供給業者など、川上から川下までの木材生産と供給、利用にかかわる多くの人々に、この成果が活用されることを期待しています。

なお、この技術の詳細を知りたい方は、独立行政法人森林総合研究所第１期中期計画成果集18「スギ乾燥のための10の要点」（http://www.ffpri.affrc.go.jp）をご参照下さい。

開発担当機関：独立行政法人　森林総合研究所　加工技術研究領域

森林総合研究所の沿革

明治38年（1905年）　農商務省山林局林業試験所として東京府目黒村に発足
明治43年（1910年）　林業試験場に名称変更
昭和22年（1947年）　農林省林野局林業試験場に改編
昭和53年（1978年）　筑波研究学園都市に移転
昭和63年（1988年）　森林総合研究所に改編・名称変更
平成13年（2001年）　独立行政法人森林総合研究所発足
　　第Ⅰ期中期計画開始（平成13年度～17年度）
平成17年（2005年）　創立100周年
平成18年（2006年）　非公務員型独立行政法人化
　　第Ⅱ期中期計画開始（平成18年度～22年度）
平成19年（2007年）　独立行政法人林木育種センターと統合
平成20年（2008年）　「2050年の森」研究開発ロードマップを公表
平成20年（2008年）　旧緑資源機構業務を承継し、森林農地整備センターを設置


理事長
理事
監事
総括審議役
審議役
監査室
総合調整室
企画部
総務部
研究コーディネータ
（温暖化影響研究担当）
（木質バイオマス利用研究担当）
（生物多様性・森林被害研究担当）
（国土保全・水資源研究担当）
（木質資源利用研究担当）
（林業生産技術研究担当）
（生物機能研究担当）
（国際研究担当）
植物生態研究領域
森林植生研究領域
立地環境研究領域
水土保全研究領域
気象環境研究領域
森林微生物研究領域
森林昆虫研究領域
野生動物研究領域
森林遺伝研究領域
生物工学研究領域
バイオマス化学研究領域
きのこ・微生物研究領域
林業工学研究領域
複合材料研究領域
木材改質研究領域
木材特性研究領域
加工技術研究領域
構造利用研究領域
森林管理研究領域
林業経営・政策研究領域
国際連携推進拠点
温暖化対応推進拠点
北海道支所
東北支所
関西支所
四国支所
九州支所
多摩森林科学園
林木育種センター
育種部
遺伝資源部
海外協力部
〒319-1301
茨城県日立市十王町伊師 3809番地1
Tel. 0294-39-7000(代表)
Fax. 0294-39-7306
URL: http://ftbc.job.affrc.go.jp/
森林バイオ研究センター
林木育種センター北海道育種場
林木育種センター東北育種場
林木育種センター関西育種場
林木育種センター九州育種場
森林農地整備センター
本部
管理部
森林業務部
農用地業務部
センターコンプライアンス室
〒212-0014
神奈川県川崎市幸区大宮町 1310番
ミューザ川崎セントラルタワー
Tel. 044-543-2500(代表)
Fax. 044-533-7277
URL: http://www.green.go.jp/
東北北海道整備局
関東整備局
中部整備局
近畿北陸整備局
中国四国整備局
九州整備局

林業新技術2009

生産現場への普及に向けて

編集・発行
林野庁 森林整備部 研究・保全課
〒100-8952　東京都千代田区霞が関１－２－１
TEL 03-6744-2312
独立行政法人 森林総合研究所 企画部 研究情報科
〒 305-8687　茨城県つくば市松の里１番地
TEL 029-829-8134

リサイクル適正の表示：　印刷用の紙へリサイクル可

平成２１年６月作成