

四国の森を知る

森林総合研究所四国支所

特集：源流域における持続可能な森林経営に向けて —中期計画5年間の主要な成果の概要—

支所長 加藤 隆

平成13年4月に森林総合研究所が独立行政法人として出発してから、早くも5年が経ちます。この間、新たな研究計画と管理・運営体制のもとで研究推進を図ってきたところですが、第一期中期計画においては、森林・林業政策の基本方針が木材生産から多面的機能重視へと大きく転換されたことを踏まえて、分野横断的・総合的研究を推進するため森林総合研究所全体で11の重点分野を設定しました。この中で四国支所が中心になって推進する課題は、重点分野「多様な公益的機能の総合発揮に関する研究」の研究項目「豪雨・急傾斜地環境下における森林の機能を持続的に発揮させる管理手法の開発」に位置づけ、次の2つの実行課題を推進してきました。

- ・「急峻山岳林における立地環境特性の解析と複層林への誘導のための森林生態系変動予測技術の高度化」
- ・「高度に人工林化された河川源流域における地域森林資源の実態解明」

これらは、豪雨と急峻な地形という自然条件の下で、高度に人工林化が進んだ四国地域の森林の持続可能な経営・管理のあり方を明らかにすることを目指しています。前者は複層林など新たな施業技術の導入条件やその環境保全機能の評価を、また後者は源流域の人工林の経営状

況の把握とその生物多様性への影響を明らかにすることを柱としています。

本特集は、第一期中期計画5年間におけるこれらの実行課題の主な成果の概要を取りまとめたものです。課題によっては当初設定した研究目的をまだ十分に達成していない部分もありますが、関係者の皆様にご高覧いただくとともに、ご批判をいただければ幸いです。また、これらの研究を進める上で、試験地設定や現地調査に際して地域の関係者の皆様に、様々な形でお世話になりました。厚くお礼申し上げます。

森林・林業を巡る情勢は急速に変化しておりますが、社会のニーズの変化を的確にとらえ新たな技術開発に取り組んでいかなければなりません。とくに間伐遅れ林分の増加や再造林放棄の発生など、人工林の管理水準の低下が大きな地域問題となりつつある中、森林の機能の維持を図りながら林業の採算性を向上させるような施業技術の開発が強く求められています。四国支所ではこうした地域の研究ニーズに応えるべく、平成18年度に始まる第二期中期計画において、「強度間伐」による森林整備水準の向上に向けた研究課題に取り組んでゆく所存です。関係者の皆様のさらなるご支援、ご協力をお願いいたします。

実行課題「急峻山岳林における立地環境特性の解析と複層林への誘導のための森林生態系変動予測技術の高度化」の概要

複層林生態管理担当チーム長 奥田 史郎

急峻山岳地帯に位置し四万十川、吉野川など多くの水系をかかえる四国地域では、林地の安定、渓流水の水質保全など森林による環境保全機能の十分な発揮が強く要望されています。また、人工林化が高度に進んだ主要林業地であることから、林業労働の省力化を図りつつ高い生産性を維持するため、より攪乱度合いの低い皆伐を伴わない複層林施業など多様な施業技術を組み合わせながら、森林生態系に備わっている特性を適正に活用した施業技術の確立が求められています。

このために、この研究課題ではまず、急峻山岳林の立地環境特性と生態特性として、渓流水の水質と物資動態の解析や人工林、天然林など森林タイプ別に土壌の保水容量の評価を行い、天然林における林分動態と物質再生産機構の解

明を進めてきました。また、施業による森林生態系への影響を解明するために、植林による立地環境と林内植生への改善効果の解析や、間伐などの保育施業による光や土壌など林内環境の変化と林内植生の発達に関する研究を進展させました。さらには、立地環境解析を元にして、複層林施業を適用可能な林分のマッピングを試行するとともに、3通りの樹種、林齢の組み合わせを対象に複層林の林分成長モデル作成をしました。

これらを通じて、環境条件を考慮した複層林施業適地を区分することが可能となり、施業による物質循環の変動、評価、立地条件などに適応した森林管理方法を提案できると考えられます。本稿では主要な成果について述べることにします。

急峻山岳林の立地環境解析

林分環境変動による森林生態系の応答

複層林適用条件によるマッピング試算と林分発達モデルの作成

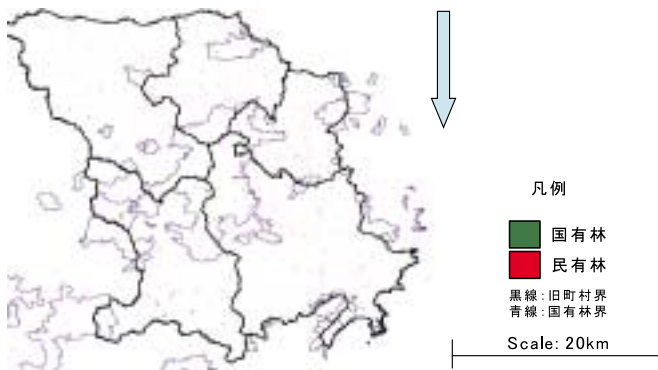


図 四万十源流域5町村での複層林施業候補地
(検索条件: 林齢50年生以上のスギ・ヒノキ林かつ林道より100m以内の国有林と民有林とした。面積としては、林野の1.2%が検索抽出された。)

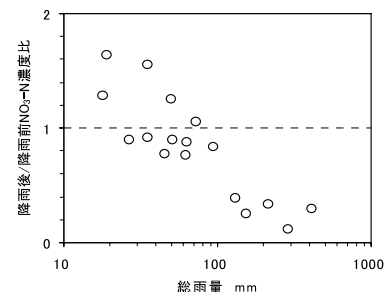


図 降雨前後のNO₃-N濃度の変化

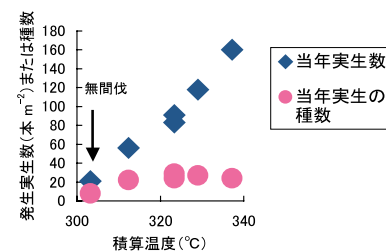


図 ヒノキ林間伐後の地温の積算温度(5月9日～29日)と発生実生数および種数の関係

複層林の環境保全機能と林分成長

複層林生態管理担当チーム長 奥田 史郎
森林生態系変動研究グループ 酒井 武

地形が急峻で降水量が多い四国地域では森林が持つ環境保全機能を十分に発揮させることが期待されています。また現在一斉皆伐人工林の比率が高いため、各種の環境保全機能の低下が懸念される皆伐を回避できる複層林施策が注目されています。ここでは、急峻な地形に関わる森林の土壌流亡防止効果と最近、地球温暖化で注視されている森林の炭素蓄積能を林分成長モデルを基に単層林（一斉人工林）と複層林で比較した結果を紹介します。

森林内で土壌の流亡を防ぐ目安となる林内植生の葉面積指数（単位面積当たりの全葉面積）を様々な森林で調べたところ、葉面積指数は択伐頻度の高い複層林や最近間伐が行われた複層林で2.5～3.9（ha/ha）となり、天然林や単層人工林と比べて高く、択伐頻度の低い複層林でも一定の林内植生が成立していることが分かりました（図1）。このことから頻繁に択伐が行われている複層林や最近間伐された複層林では他の森林に比べて土壌の流亡防止効果が高くなる考えられます。また複層林で、森林の混み具合をあらわす収量比数と林内の植生量との関係を調べました。その結果上木と下木を合わせた収量比数が大きくなるほど林内照度が低下し、下層植生量が減少することが分かりました。つまり複層林で林内植生の発達を促し、土壌流亡防止効果を高めるためには、上木と下木の適正な密度管理が必要と言えます。

次に単層林と上木と下木を合わせた複層林の林分成長モデルを、スギ複層林の上木と下木の

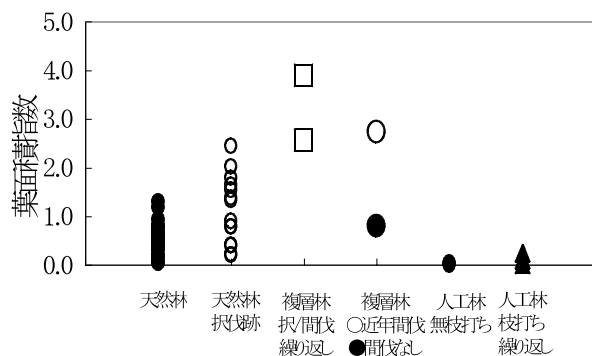


図1 林種、施策 / 保育別の林内植生量

継続調査データを用いて作成し、各種の単層林と複層林の林分材積ならびに炭素蓄積能を比較しました。単層林では林分成長曲線から林分収穫量が最多になる伐期齢が約30年生と推定されました。そこで伐期30年生の林分を標準伐期単層林とし、標準伐期のおおよそ2倍が長伐期とされていますので伐期60年生の林分を長伐期単層林としました。そして複層林については次のような施策に基づく3つのタイプを想定しました。①標準伐期単層林の伐採時30年生で間伐し、下木を植栽する。②植栽後の下木の被陰期間によって、被陰期間が30年の林分を短期二段林、60年以上の林分を長期二段林とし、上木の間伐、収穫を繰り返しながら下木は常時被陰されている林分を多段林とする。このような条件を設定して各種の成長関数を当てはめ単層林と複層林の林分成長モデルを作成しました（図2）。その結果、森林の成立期間を通して林分材積は長伐期単層林がもっとも大きく、次いで長期二段林、短期二段林、標準伐期単層林の順で小さくなることが分かりました。多段林は下木植栽当初は長期、短期二段林や標準伐期単層林より林分材積は大きいのですが、時間がたつにつれて減少傾向を示し、もっとも小さくなりました。これらのことから、森林の炭素蓄積能は長伐期単層林がもっとも大きく、長期二段林や短期二段林のような複層林は標準伐期単層林より小さくなると言えます。多段林は森林としての炭素蓄積能は小さいのですが、愛媛県久万高原町の一部の複層林で行われているように持続的に間伐木が収穫、利用されると炭素蓄積能の向上が期待できます。

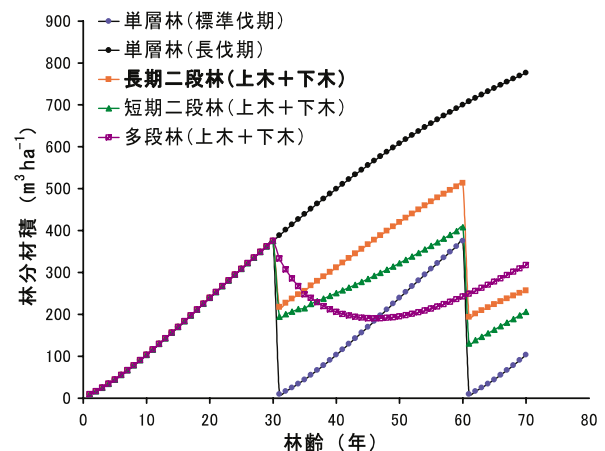


図2 各種の単層林と複層林の林分成長経過

針葉樹人工林の埋土種子集団の組成と働き

森林生態系変動研究グループ 酒井 敦
酒井 武
倉本 恵生

強度間伐や針広混交林化など多様な森林施策が求められている中で、針葉樹人工林を生物群集としてとらえ、その生態を詳しく知る必要があります。今回の中期計画では人工林の土壤に含まれるいろんな植物の種子（埋土種子）の組成とその働きに焦点を置いて研究を行いました。

高知県内の林齢18～80年のスギまたはヒノキの人工林5林分で土壤サンプルを採集し、日なたにまき出して発芽した実生を数える方法（発芽検定法）によって埋土種子組成を調べました。その結果、土壤から41～67種、384～1,754個/m²の埋土種子が検出されました。埋土種子はキイチゴ属やタラノキ、アカメガシワなどの先駆性樹種他、ハシカグサ、コナスビなどの小型草本種、コガクウツギなどの林床性低木種から構成されていました。林床植生も同時に調べたところ、それぞれの構成種はあまり重ならないことが分かりました（図1）。これは埋土種子の寿命や発芽特性、耐陰性など様々な種特性によって、埋土種子として存在するか、林床植生で存在するかがある程度決定されているためと考えられます。

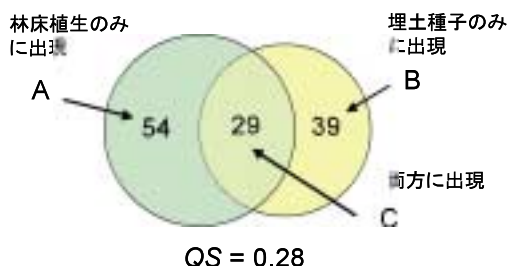


図1 75年生針葉樹人工林における埋土種子と林床植生の組成的関係 円は種数の多さを示す。QSはSørensenの類似商。

埋土種子を調べた林地を伐採して実生の発生状況を調べると、実際に発生する実生は埋土種子の数に比べかなり少なく、また、種子の小さい種ほど発生実生数が少ないことが分かりました（図2）。このことから、埋土種子は実際に必要な量よりかなり多めに用意されているようです。人工林の植生を伐採前と後で比較してみると、林床植生になかった多くの種が伐採後に出現します。このような種はすべて埋土種子が起源であり、埋土種子集団は人工林伐採後の植生回復に大きな役割を果たしていると言えます。

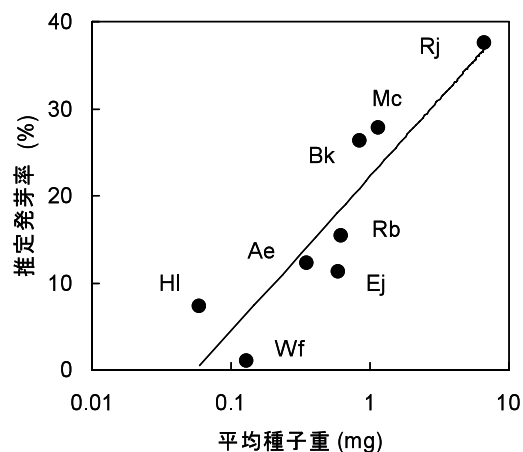


図2 種子の大きさと推定発芽率（埋土種子数に対する発生実生数の割合）の関係 Rj：ヌルデ，Mc：タケニグサ，Bk：ヒメコウゾ，Rb：キイチゴ属，Ej：ヒサカキ，Ae：タラノキ，Wf：ヤブウツギ，Hl：コガクウツギ

一方で、埋土種子の構成種は先駆種や草本種が多く、ブナ科樹木やツガなどの天然林の構成樹種は含まれていませんでした。一斉人工林を針広混交林に誘導するような場合、このような樹種を混交させることが必要になってきます。天然林の構成樹種が人工林に出現する場合は図1のAの部分（林床植生のみ）に出てくることがほとんどです。従って、人工林の林床にどれだけこれらの稚樹が成立しているか見極めることが必要になるでしょう。

森林は溪流水質にどのように影響しているか？

森林生態系変動研究グループ長 鳥居 厚志
森林生態系変動研究グループ 篠宮 佳樹

森林の多面的機能の一つに水資源の涵養機能があります。近年では、水量とともに水質に対する関心が高くなりました。従来、森林から流れ出る水は綺麗であると漠然と考えられていましたが、実際の測定例は限られています。また人工林化に伴う水質変化が懸念されています。そこで天然林と人工林を比較して溪流水質を調査しました。調査流域は、「最後の清流」と呼ばれる四万十川の上流域です（高知県梼原町鷹取山国有林内）。森林から流れ出る小さな溪流（流域面積2～18haほど）から本流に注ぐ箇所ので定期的に溪流水を採取し（月に2回）化学的性質を調べました。

図1は2003年の降水量、降水と溪流水の酸性度（pH）の測定結果です。降水のpHは4～6の範囲で、多雨の夏～秋にややpH値が高いのは酸性物質が希釈されるためと考えられます。一方溪流水のpHは、両流域ともほぼ7.5～8で安定しています。すなわち酸性の降水は森林と土壌を通して溪流水として流出する過程で、中性～弱アルカリ性に変化していることが分かります。

図2は、主な陽イオン（ナトリウムとカルシウム）の濃度です。両イオンともに、人工林と天然林での違いはみられません。夏季にやや濃度が下がっているのは、多雨期に流量の増加で希釈されたためと考えられます。

図3は、硫酸イオンと硝酸イオンの濃度です。硫酸イオンは陽イオンと同様に、夏季にやや濃度が下がり両流域の差はみられません。一方、硝酸イオンは季節変動が不明瞭であり、常に天然林の方が人工林よりも高濃度です。ただし、ここに図示した2流域以外の試験流域も含めてみた場合、一概に天然林の方が高濃度とも言い切れませんでした。しかし、少なくとも人工林の方が高濃度ということではなく、人工林がとくに窒素の汚濁源となる可能性は低いと考えられます。

人工林の方が硝酸イオン濃度が低い理由として、林木の成長段階による窒素収支の違いが考えられます。比較的林齢の若い人工林の現存量は増加傾向ですが、成熟した天然林ではほぼ頭

打ちです。そのため人工林の方が窒素を蓄積する傾向が強く、相対的に系外へ流去する窒素が少ないと考えられます。ところで、降水による窒素のインプット量と溪流水による森林からのアウトプット量を比較すると、インプット量はおおよそ11kg/ha/年、アウトプット量は0.8～5.4kg/ha/年でした。すなわち窒素に関する限り、森林は降水を浄化して下流に清澄な水を供給していると言えます。

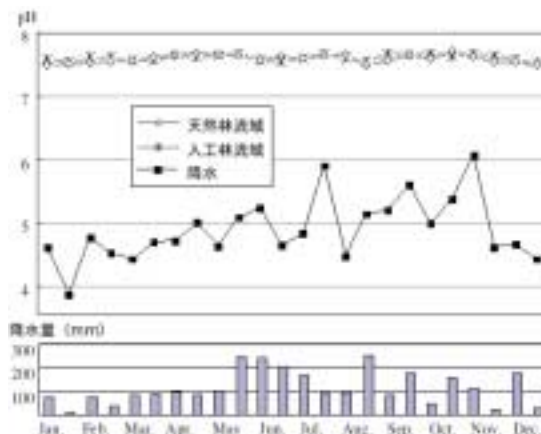


図1 降水と溪流水の酸性度（梼原町 2003年）

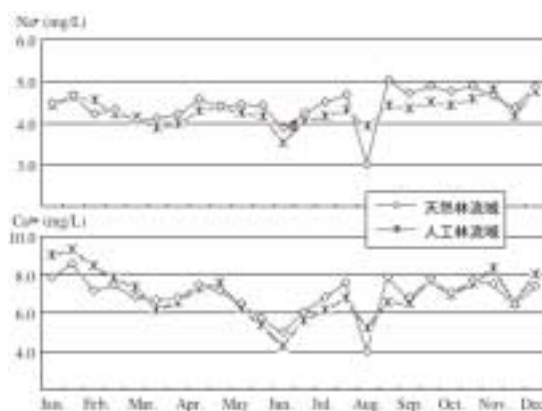


図2 溪流水の陽イオン濃度（梼原町 2003年）

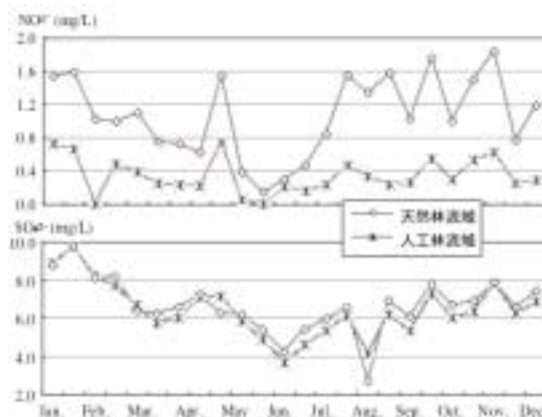


図3 溪流水の陰イオン濃度（梼原町 2003年）

棚田に木を植えよう

森林生態系変動研究グループ長 鳥居 厚志
森林生態系変動研究グループ 篠宮 佳樹

1970年頃からの減反政策や農山村の過疎化に伴って多くの棚田が耕作放棄されてきました。放棄棚田をそのまま放置すると、荒地地化して景観を損なうだけでなく、土砂崩れなどを引き起こす危険性があります。一方、放棄された棚田跡にスギヒノキが植栽されている例も珍しくありません（写真1）。

棚田跡の植林地の土壌を掘ってみると、まだ水田の名残を留めています（写真2）。かつての作土層の下に堅い耕盤層があり、水を通しにくいのですが、植栽木の根がこの層を貫通すると、水の通りが良くなります。旧作土層の最上部の地表に接した黒い部分は、樹木を植栽した後に集積した有機物です。

図1は、棚田跡地にスギやヒノキを植栽した後に、年数の経過とともに表層土壌の保水容量（何ミリの降雨を土壌中に貯留できるかという数値）がどのように変化するかを、高知県の土佐町内で調べた結果です。図のように、年数経過とともに保水容量が増加する傾向にあります。図の枠外右の緑色の三角印は、棚田の周囲の山林の土壌について同様に調べた参考値です（深さ30cmまで積算）。一般に森林の土壌は保水容量が大きいと言われますが、棚田跡に植林して30年以上経過すると、表層土壌の性質が周囲の山林に近づく様子が分かります。

従来、棚田跡へ樹木を植栽しても十分な成長は見込めないのではないかと考えられてきました。しかし、この土佐町の例で見る限り（図2）スギの樹高は30年生で20mに達しており、周囲の山林に引けを取りません（図中の緑矢印のレンジは、この地方のスギ適地の樹高の目安）。また直径成長についても樹高と同様に良好でした。

棚田跡地は一般の林地と比べて、地面が平坦で作業がし易く、下層植生が少なく下刈りの手間が省けるなどの利点があります。遊休地の有効利用のためにも、環境保全のためにも、管理できない棚田にはもっと植林を薦めるべきではないでしょうか。



写真1 土佐町内の棚田跡植林地

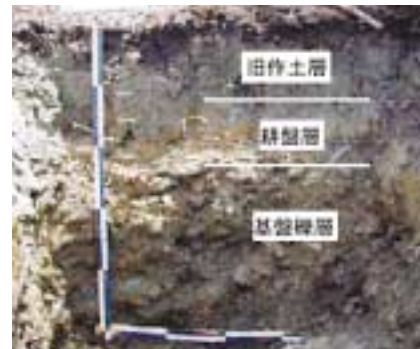


写真2 棚田跡土壌の断面

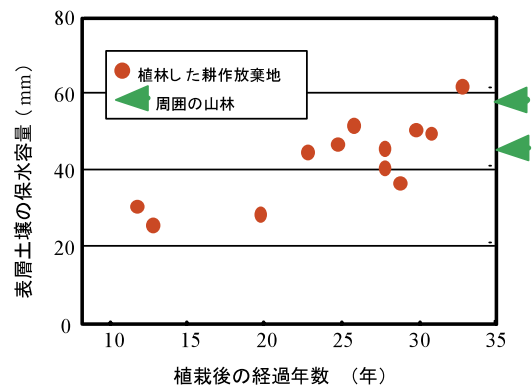


図1 棚田跡地における植栽後の保水容量の変化

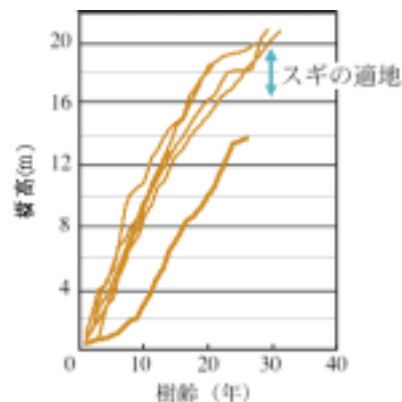


図2 棚田跡地におけるスギの樹高成長

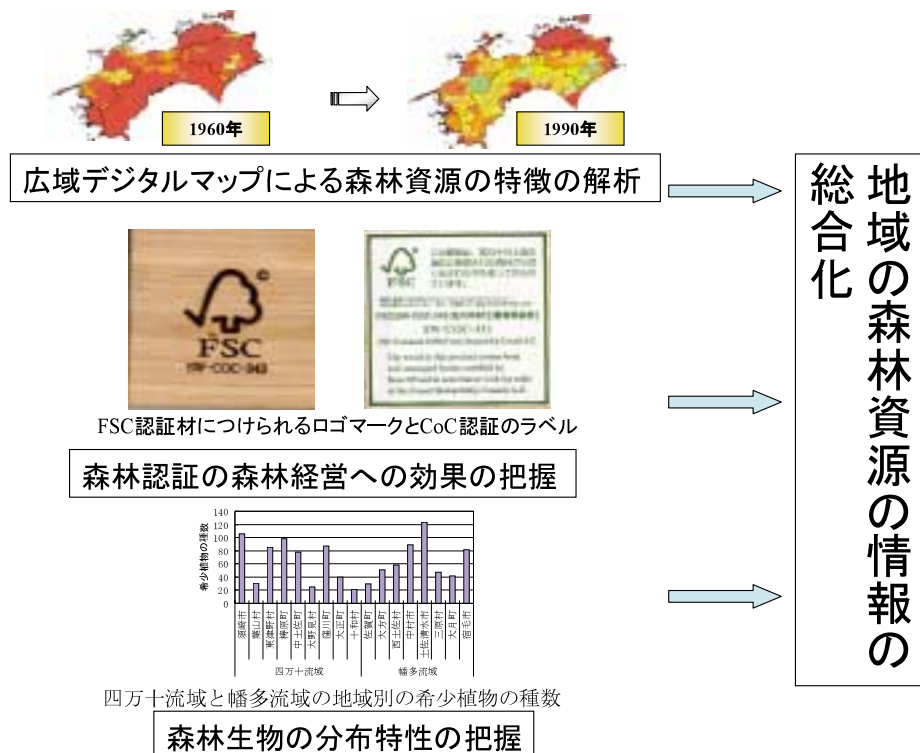
実行課題「高度に人工林化された河川源流域における 地域森林資源の実態解明」の概要

源流域森林管理担当チーム長 佐藤 重穂

これまで四国地域では、山裾から河川の源流域にいたるまで徹底した人工林化が進められてきましたが、近年、社会情勢の変化に伴い、その森林管理水準はしだいに低下していて、森林資源の持続的利用が困難になりつつあります。一方では絶滅のおそれのある生物の保全や緑の回廊の設置をはじめとして、森林生態系や野生生物に配慮した森林管理に対する社会的要望も大きくなっています。成熟途上の人工林が卓越する四国において、森林が多面的な機能を維持するためには、地域の森林実態を的確に把握し、その特徴を明らかにして、森林所有者・管理者や一般市民に対して分かりやすく公開するといった「開かれた森林管理システム」を構築する必要があります。

この研究課題では、高度に人工林化した河川の源流域を代表するモデルとして、高知県の四万十川流域を選び、地域の森林情報を総合化

することを目的として、次のような研究に取り組みました。まず地形的データと林業センサスによる統計情報を一体化した広域デジタルマップを作成して、森林資源の分布実態を把握しました。また、四万十川流域の国有林と民有林の森林情報を統合してGISと連動したデータベースを整備するとともに、人工衛星画像データを用いた流域スケールでの森林伐採の実態の把握、我が国で初めて集団でFSCの森林認証を取得した梶原町の事例について認証が林業経営と木材流通へ与える効果の解析、森林に生息する代表的な生物について四万十川流域での分布特性の解析、持続可能な森林経営のためのモニタリング指標の適性の検討などを行いました。これらを通じて、地域における持続的な森林管理手法を検討しました。ここでは、このうちのいくつかの成果を提示します。



森林認証制度による地域森林管理

流域森林保全研究グループ 都築 伸行

森林認証制度は、自然環境保全のみならず社会・経済的にみて「持続的管理」が行われている森林を第三者が認証する制度です。認証森林から産出された木材や木製品は、認証を証明するラベルが貼付されます。ラベリングが適切に行われているか、すなわち認証材と非認証材が適切に仕分けられ、量や産地、樹種などの偽装がないかをチェックするために、認証材の流通・加工に携わる者はCoC（Chain Of Custody）認証の取得が必要となります。

この制度の狙いは、ラベリングにより他の製品と区別された認証材や認証製品に価格プレミアムがつき選択的に購入されることで、森林管理コストの一部を消費者に負担させることです。企業や公的機関などの森林管理者は認証を取得することにより、社会に対して環境保全に貢献していることをアピールできます。FSCとはForest Stewardship Council＝森林管理協議会の略で、いくつかある認証制度の中で世界統一基準を持つものの一つです。

森林総合研究所四国支所では、2000年にFSC森林認証の取得に成功した高知県梼原町の事例から、認証取得後の地域住民の意識変化と木材流通の変化について調査しました。

木材流通構造の変化については、当初CoC認証取得が少なかったなどの理由から図1のように、認証材として出荷される割合が低かったものの、関西方面など新たな販路を確保するなど認証取得による宣伝効果があった事が明らかとなりました。その後、認証森林の拡大とCoC認証取得の増加により、認証材として加工・販売する率は高まりました。それに伴い、これまでの単一品目大量生産によるコストダウン戦略を変更し、多様な販売先に対応するための他品目少量生産を注文挽きで行う事で、国産材需要が外材に押される中、地域材の販売先を確保

する事に成功していることが明らかとなりました。

住民意識の変化については図2のように、梼原町の森林所有者（森林組合員）に対し認証取得後の2001年に行ったアンケート調査から、実際に認証制度に同意し参加した者で、参加しなかった者に比べ、「今後環境配慮型施業を行いたい」という意向を持つ者が高い割合で存在し、認証取得過程において「森林の持続的管理」の必要性等を認識する事により住民の環境意識が高まる効果が窺われました。

このように森林認証取得は地域住民の森林管理に対する意識を高めるとともに、山村地域の基幹的産業である木材産業の安定化を図る効果があり、今後の住民参加型森林管理を考える上で有益な情報を教示していると言えるでしょう。

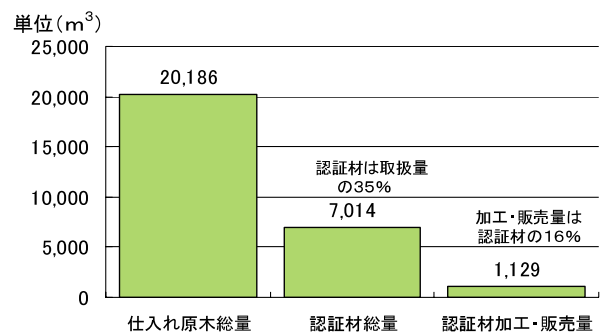


図1 認証材取扱量と加工・販売量
(2000.11～2002.9)

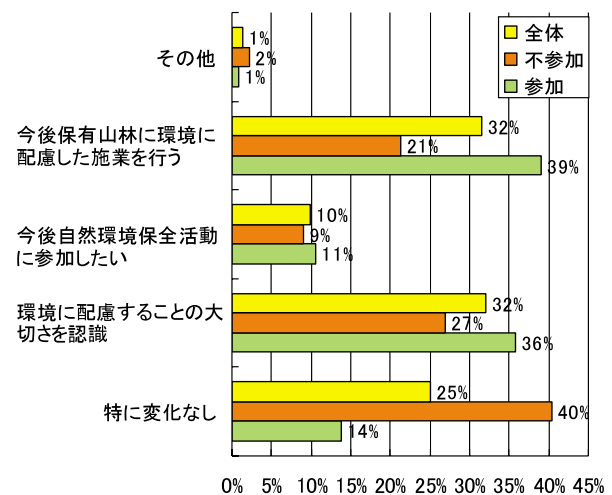


図2 参加・不参加別 FSC 取得後の意識変化

森林の再生メカニズムをモデル化する

流域森林保全研究グループ長 平田 泰雅
源流域森林管理担当チーム長 佐藤 重穂
森林生態系変動研究グループ 酒井 敦
倉本 恵生

戦後の拡大造林期を中心に植栽された人工林はその大半がスギやヒノキ、カラマツ、アカマツ、クロマツといった針葉樹種であり、我が国の森林面積の44%を占めています。現在、その多くが伐期を迎えています。これらの人工林は木材生産という一義的な目的以外にも、都市と原生的な天然林の間に位置することから、天然林を保全するためのバッファゾーンとしての役割も担っています。しかしながら、林業の衰退は山村部から都市部への人口の移動を招き、森林を所有する人々が森林から遠ざかってしまっています。このため、手入れの行き届かない森林が増加し、森林の質が低下してきています。また、人工林を伐採した後、再度植林しないケースも目立ってきています。

森林が伐採された後の土地では、樹木の種子がどこからか運ばれてこないで森林に戻ることはありません。周囲を人工林に囲まれた場所と種子をたくさん生産している成熟した天然林に隣接した場所ではその再生の仕方が異なりますし、標高や斜面傾斜の違い、種子供給源となる天然林の面積や質の違いによっても差があるでしょう。森林の再生メカニズムを理解するためには、種子を供給する側の天然林と供給される側の人工林や伐採地がどのような配置になっているのか、天然林の構造はどのようになっているのか、伐採地にはどのようにして種子が運び込まれるのか、運ばれた先の環境で種子はどのように定着するのかといったことを知る必要があります。

我々は四万十川流域を対象として、人工衛星から森林の配置と構

造を抽出し、鳥・ネズミなどの動物や風による種子の散布を明らかにし、種子供給源としての天然林の構造を調べ、伐採跡地における植生が保残帯との隣接状況によりどのように異なるかを明らかにすることで、その再生メカニズムを探ってきました。

まず、流域レベルで高分解能衛星データを用いて種子供給源となる天然林を抽出し、そのサイズ構造を把握しました。また、標高帯別に多数の試験地を設けて、種子を運搬する動物の調査や天然林、人工林、伐採跡地における植生調査を行いました。この調査結果をもとに、対象となる流域の標高データから天然生の主要樹種の芽生えの数を推定しました。この芽生えの数が多いほどより早く植生が回復すると考えられます。さらに天然林の境界からの距離を算出し種子がどの範囲まで散布されるのかを推定しました。これらの推定結果をもとに、伐採跡地における森林の再生能力を評価しました（図1）。

この評価に基づき森林が再生する速度が遅いと考えられる箇所では、林地保全のために森林の再生を促進するような手段を講じる必要があると考えられます。また、森林の再生が十分に期待されない箇所では伐採面積や伐採方法などに配慮することも重要です。現在、残り少なくなった原生林の面影をとどめる自然林をどのように保全し、放棄された伐採跡地においていかに森林を再生させるかは、下流域・都市での生活を改善し、次の世代によりよい環境を残す上で重要な課題です。この森林の自己再生の機能を予測するモデルの開発を通して、森林の機能を最大限に発揮する適正な森林管理方策を考えていく必要があります。

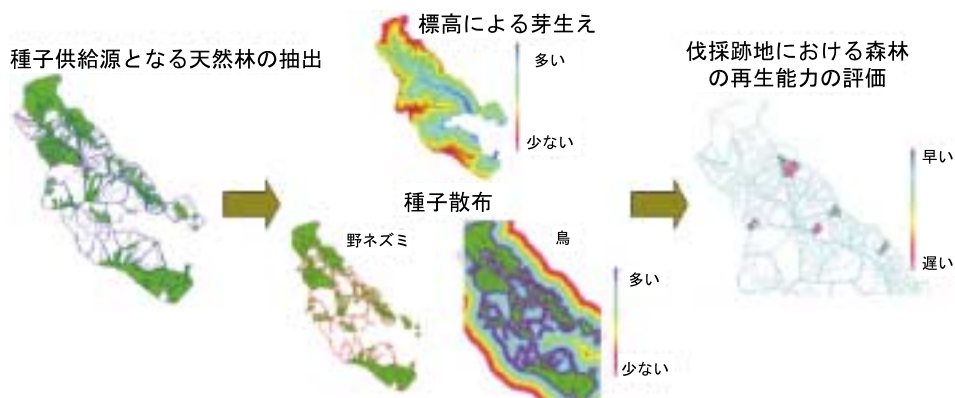


図1 流域圏レベルでの森林再生能力の評価

持続可能な森林経営のための モニタリング指標の検討

源流域森林管理担当チーム長 佐藤 重穂
複層林生態管理担当チーム長 奥田 史郎
森林生態系変動研究グループ長 鳥居 厚志
流域森林保全研究グループ長 平田 泰雅
研究調整官 加茂 皓一

高知県の四万十川森林計画区では、平成8年度から10年間にわたって「森林生態系を重視した公共事業の導入手法調査」が、林野庁からの高知県への委託事業として実施されました。この事業は、持続可能な森林経営のための国際的な基準・指標を日本国内の地域レベルで適用することを目指してモニタリングを行うというもので、北海道の石狩・空知森林計画区とともに四万十川がモデル流域として選定されました。四万十川森林計画区では、高知県が主体となってモニタリングに取り組み、森林総合研究所四国支所が協力してきました。

温帯林の管理のための基準・指標に関する国際的な作業グループであるモントリオール・プロセスでは7基準67指標が掲げられています。しかし、たとえば「森林依存種の数」という指標においては、森林に生息するすべての生物について調査すること自体が不可能であり、地域レベルでどのような指標が適用できるのか検証する必要があります。そこで、四万十川森林計画区におけるモニタリング結果から、各指標の適用可能性を検討しました。

四万十川森林計画区では、この事業の開始にあたって、モントリオール・プロセスの67指標のうち、地域レベルで適用できる可能性のあるものとして39指標が選定され、これに基づいて10年間にわたってデータの収集や計測が行われました。しかし、モニタリング結果を見ると、調査対象となったすべての指標について10年間の継続調査が行われたわけではなく、毎年調査する項目、5～10年の間隔で調査する項目、繰り返しをせず1回だけ調査する項目に区分されました。当初に選定された指標の中には、実際には地域レベルで適用することが困難などの理由で調査されなかったものもあり、整理した結果、四万十川森林計画区では21指標がモニタリ

ングに適用されていました。これらの指標は既存資料や林業センサスなどから把握可能なものの、現地調査を必要とするもの、両者を組み合わせることで適用可能なものに分けられました(表1)。また、調査対象とする生物群の絞り込みのように、それぞれの指標について地域レベルで適用するにあたって考慮すべき点などが抽出されました。

持続可能な森林経営を実施するには、こうした点を考慮に入れて、森林の状態を的確に把握することが重要です。森林管理者や地域のNPO等と協力するなどして指標のモニタリングを継続し、その結果を適切に森林経営に反映させていくことが、今後の課題と言えます。

表1 四万十川森林計画区において
モニタリングを実施した指標

	指標	調査区分
基準1. 生物多様性の保全		
生態系の多様性		
1.1.a	全森林面積に対する森林タイプごとの面積	○
1.1.b	森林タイプごと及び齢級または遷移段階ごとの面積	○
1.1.c	IUCN又は他の分類システムにより定義された保護地域区分における森林タイプごとの面積	○
1.1.d	齢級又は遷移段階ごとに区分された保護地域における森林タイプごとの面積	○
種の多様性		
1.2.a	森林に依存する種の数	●
1.2.b	法令又は科学的評価によって生存可能な繁殖個体群を維持できない危険性があると決定された森林に依存する種の状態(希少、危急、絶滅危惧又は絶滅)	●
遺伝的多様性		
1.3.c	従来の分布域より小さな部分を占めている森林依存種の種の数	◎
基準2. 森林生態系の生産力の維持		
2.a	森林の面積及び木材生産に利用可能な森林の正味面積	○
2.b	木材生産に利用可能な森林における商業樹種及び非商業樹種の総蓄積	○
2.c	自生種と外来種の植林面積と蓄積	○
2.d	持続可能と決定される量と比較した木質生産物の年間伐採量	○
基準3. 森林生態系の健全性と活力の維持		
3.b	森林生態系に悪影響を与える可能性のある特定の大気汚染物質(イオウ酸化物、チッソ酸化物、オゾンなど)や紫外線Bが一定のレベルに達している森林の面積及び比率	◎
3.c	生態系の基礎的な過程(例、土壌養分循環、種子分散、受粉)及び/又は生態学的な連続性の变化の指標となるような生物学的な構成員の減衰の見られる森林面積及びその比率(線虫、樹上着生植物、甲虫、菌類、ハチ類等の機能的に重要な種のモニタリングなど)	●
基準4. 土壌及び水資源の保全と維持		
4.a	顕著な土壌侵食の見られる森林面積及びその比率	◎
4.c	森林流域において流量や時期が歴史的変動の範囲を著しく超えて変動した河川延長(キロメートル)の比率	◎
4.d	土壌有機物が顕著に減少し、及び/又は他の土壌の化学的屬性が変化している森林面積及びその比率	●
4.e	人間の活動の結果として顕著な圧満状態であるか又は、土壌の物理的屬性が顕著に変化している森林面積及びその比率	●
4.g	森林地域において、pH、溶存酸素、化学物質のレベル(電気伝導性)、堆積、又は温度の変化が歴史的な変動の範囲を著しく超えて変動した水系の比率(例、河川キロメートル、湖ヘクタール)	◎
基準5. 地球的炭素循環への森林の寄与の維持		
5.a	森林生態系の総バイオマス(生物現存量)及び炭素蓄積量として、妥当ならば、これらの森林タイプ、齢級及び遷移段階ごとの区分	●
5.b	炭素の吸収・放出を含む、地球上の全炭素収支への森林生態系の寄与(植物生体現存量、倒木、根株中の炭素量、泥炭及び土壌中の炭素量)	◎
基準6. 社会の要望を満たす長期的・多面的な社会・経済的便益の維持及び増進		
基準7. 森林の保全と持続可能な経営のための法的、制度的及び経済的枠組み計測及びモニタ		
7.4.c	各指標についての測定、モニタリング及び報告に関する他国との整合性	◎

○:統計資料等から把握可能な指標
◎:現地調査を実施した指標
●:資料調査と現地調査を組み合わせた指標

わずかに残された自然林の生物群集にはどんな特徴があるか

源流域森林管理担当チーム長 佐藤 重穂

四国は急峻な山岳地形が多いにも関わらず、人工林率が63.2%に昇ります。森林の1/3以上が天然林ですが、多くは薪炭材を採取するために利用されてきたシイやカシ等の二次林です。天然林の中でも、もっとも自然度の高い高齢天然林（以下、自然林）の現状はきわめて厳しいもので、森林面積のわずか2%弱に過ぎません。しかも、その大半が四国山地の上部の亜高山帯域にあるため、平地から低山帯域では自然林は極端に狭い面積に断片化し、かつ孤立しています。すなわち、元来自然林であった場所が、人間の利用によって人工林や二次林に置き換わっているのです。

このようにわずかに残された自然林に棲む生物にはどんな特徴があるのでしょうか。森林を保全するためには、生物群集としての森林生態系が果たしている機能を損なうことなく、維持していく必要があります。そこで、自然林が人工林や二次林に改変されたことで何が変わり、何が失われたのかを明らかにするために、自然林とともに二次林や人工林に調査地を四万十川流域の低山帯に設けて、森林の生物群集について調査しました。調査対象として、枯死材を分解するカミキリムシ類、林床環境の指標となるアリ類、昆虫の捕食者や樹木の種子散布者としての働きを持つ鳥類などを選びました。

その結果、カミキリムシ類では自然林、二次林、人工林という森林タイプの間で種構成に大きな違いがありました（図1）。大半のカミキリムシの仲間は森林タイプが違っていても生息種数はあまり変わらないのに対し、ヒメハナカミキリ類というグループは自然林で特に多く、人工林で少ないことが分かりました。ヒメハナカミキリ類の幼虫は湿った倒木などの中で成育し、成虫は樹木の花粉を媒介するという性質を持ち、自然林の生態系の持つ機能に深く関わっています。

アリ類では、自然林、二次林、人工林という森林タイプの間でアリの種数には大きな違いは見られませんでした。アリ類の種構成は自然林と二次林・人工林との間で大きく異なりました（図1）。この調査をした二次林はいずれも伐採後40～70年が経過していましたが、それでも自然林とはほど遠いという結果であり、伐採後の森林生態系の回復には非常に長い時間が必要であることが分かります。

一方、鳥類でも自然林と二次林・人工林との間で種構成が明らかに異なっていました。調査地ごとの鳥類群集の違いは林齢や樹木のサイズ構成などの違いが影響していることが分かりました。

こうした調査結果から、自然林の生態系を保全することの重要性が裏付けられるとともに、今後の森林管理のあり方を検討する際に参考とすべき重要な情報が得られたと言えます。残されたわずかな自然林を核にして、周辺の二次林や人工林をうまく管理することで、豊かな森林生態系を維持していくための方策を考えていきたいと思います。

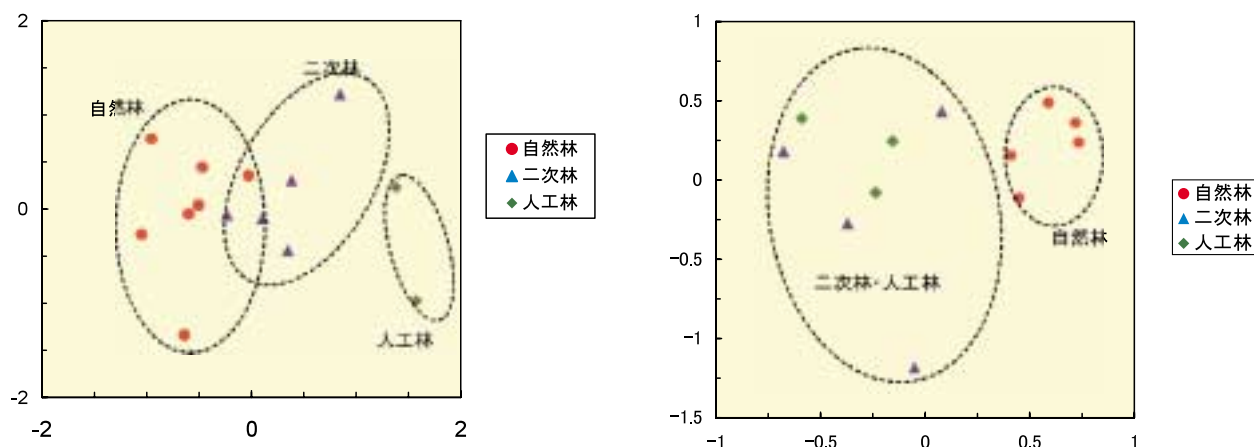


図1 カミキリムシとアリの種構成からみた各調査地の位置づけ
調査地を表す点と点との間の距離が近いほど、住んでいる昆虫の種類の構成が似ていることを示す。
左図：カミキリムシ 右図：アリ

四国の博物誌（４）

ニホンカモシカ (*Capricornis crispus*)

偶蹄目 ウシ科

流域森林保全研究グループ 奥村 栄朗

ニホンカモシカはヤギやヒツジの仲間（ウシ科ヤギ亜科）で、ニホンジカ（シカ科）とはちがう動物です。日本の固有種で、国の特別天然記念物にも指定されています。本州、四国、九州に生息し、ヤギ亜科の中では祖先型に近い非常に古いタイプの種と考えられていて、学術上も貴重な動物です。

四国では、かつては石鎚山系にも生息していましたが密猟等によって絶滅し、現在では東南部の高知・徳島両県内にだけ生息しています。

この四国東南部のカモシカは、形態上のいろいろな特徴から、本州・九州のカモシカとはかなり違うようだとされてきました。まず、小柄で足が短く、全体にずんぐりした体型です。

本州産が体重35～45kgであるのに対して、四国産はほとんど30kg未満です。体毛は毛足が短く、下毛が少なく、体色はきわめて黒っぽい個体が多く、本州、中でも中部以北で、毛足が長く、白い下毛が密で、上毛も淡色の白っぽい個体が多いのとは著しく異なります。目（虹彩）の色も特徴的です。本州・九州産では明るい色で、黄色ないし金色のものが多いのですが、四国産のものは暗褐色をしています。このような形態的な違いから、四国産のカモシカは本州・九州産とは別亜種に区分しても良いのではないかと考える人もいます。



写真1 馬路村のニホンカモシカ（中西安男氏 撮影）

お知らせ

★平成17年度四国支所一般公開を開催

四国支所では、17年10月29日（土）に一般公開を行いました。ミニ講演会、実験林案内、技術実習、標本展示館公開、木の葉のしおり作成、ならびに苗木、コースター等のプレゼント配付を行い、117名の皆様にご来場され、ご好評をいただきました。



写真1 ミニ講演会（実験の様子）

★四国支所研究発表会のご案内

四国支所では、5月10日（水）に平成18年度研究発表会（隔年開催）を行います。

詳細につきましては、当支所のホームページやパンフレット等で追ってお知らせいたします。

四国の森を知る No. 5

平成18年2月28日発行

編集・発行 独立行政法人森林総合研究所四国支所
〒780-8077 高知市朝倉西町2丁目915

電話 088-844-1121 FAX 088-844-1130

U R L: <http://www.ffpri-skk.affrc.go.jp>

E-mail: koho-ffpri-skk@gp.affrc.go.jp

