



「四万十川」プロジェクト研究特集

〈概要〉

森林総合研究所四国支所では、平成11年度から（～14年度）環境省のプロジェクト「四万十川流域における環境保全型農林水産業による清流の保全に関する研究」に取り組んでいます。

〈研究の背景〉

高知県を流れる四万十川の名は、「日本最後の清流」というキャッチフレーズのもとすっかり全国区になりました。河川管理や環境問題に関わる様々な方面から注目される存在です。2001年4月には、高知県が「四万十川保全条例」

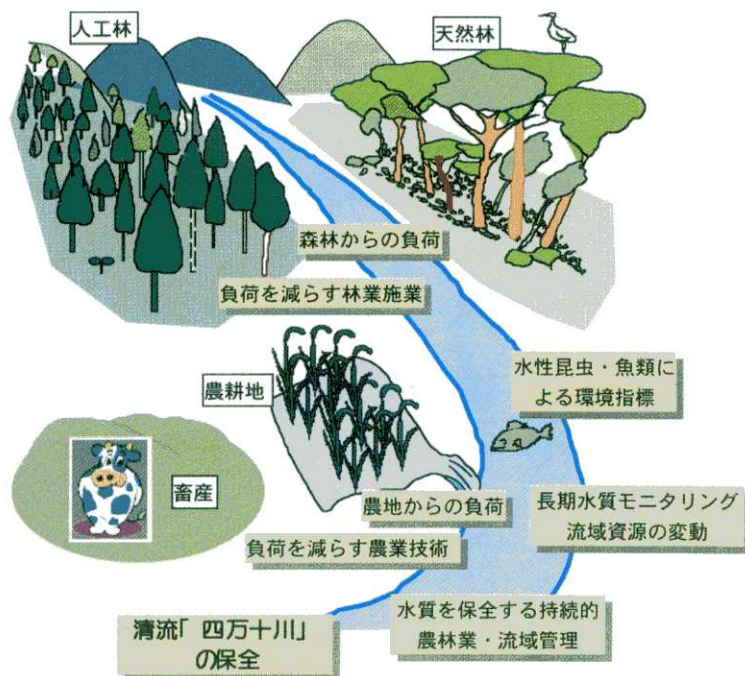
（通称）を施行するなど、水質や流域景観の保全のための取り組みが進みつつあります。しかし依然として、河川水質の形成過程や汚濁のメカニズムは十分に解明されているとは言えず、水質の悪化を懸念する声も少なくありません。

〈何を目標しているか？〉

四万十川が清流として保たれてきたのは、流域人口が少なく、流域の多くを森林が占めているためと考えられます。しかし、流域市町村の過疎化のために、手入れ不足の人工林が増え、農耕地の管理がおろそかになってきました。また、施肥量の増加や畜産業によ

る家畜糞尿の問題など農業の構造的な変化が著しいので、水質変化の実態把握や予防的な見地からの研究が必要です。

そこでこのプロジェクトでは、森林や農業地帯からの水質負荷の実態を解明することを第一の目的としています。次に、水生生物相と流域の特性との対応を把握し、水生生物相を流域環境の指標とすることを第二の目的としています。さらに、森林や農地からの流出負荷を抑制する技術を提案することが第三の目的です。



森林流域における渓流水質

森林生態系変動研究グループ：山田 毅

みなさんご存じのように、四万十川は清流として有名です。四万十川のもつ豊かな自然や良好な水質は、流域の9割近くを占める森林の存在によって支えられてきたと考えられています。高知県は古くから林業が盛んであり、降水量が多く、急傾斜な土地でありながらも森林の維持・管理が適切になされてきました。しかし、近年は木材価格の低迷や人手不足などにより、人工林の管理水準が低下しています。そのため、四万十川の水質の悪化が危惧されています。

そこで、四万十川の森林流域でみられる水質を2種類の方法で調査しました。まず、①いろいろな場所で水質を調査して、四万十川流域の水質をおおまかに把握するための多点調査。それから、②定期的に同じ地点で水質を調査して、水質の季節変動や年変動を明らかにするための定点調査です。

①の多点調査では、夏と冬の年2回、それぞれ91地点ずつを対象に調査を行いました。その結果、水の酸性度を示すpHは、夏と冬で値に差が認められないこと、流域の地質によってpHの値がほぼ決まることが明らかになりました(図1)。また、近年問題となっている富栄養化について、指標の1つである窒素の濃度と比較すると、今回の91地点の平均値は0.2mg/Lであり、汚濁のみられる河川の値、数mg/Lと比べて低いことがわかりました。

②の定点調査は、大正町と檮原町の森林流域で、現在も継続して月2回おこなっています。大正町での定点調査例でみると、窒素の濃度は5年間の観測期間を通して0.4mg/L以下でした。水道水の窒素濃度の基準は10mg/Lであり、農業用水の基準が1mg/Lであることを考えると、森林からの流出水はきれいな状態が保たれているといえます。

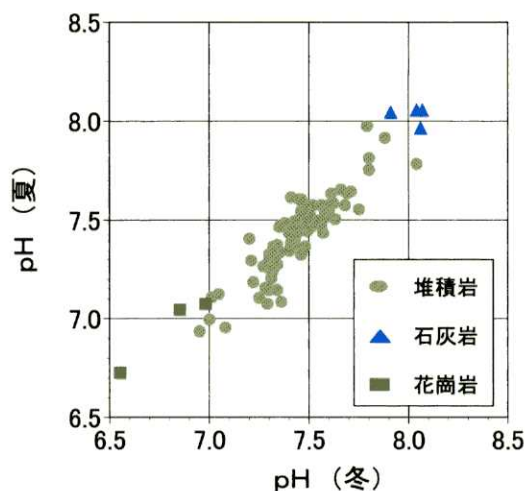


図1 四万十川の渓流水のpH
(夏と冬の比較)

ここまで、窒素の濃度について述べてきました。しかし、高知のように降水量が多いところでは、濃度は低くても全体の量(負荷量)としては大きくなる傾向にあります。ですから、濃度だけでなく負荷量についても調べることが必要です。檮原町で測定した渓流水の例では、窒素濃度の年平均値は0.5mg/L以下です。これを負荷量に換算すると年間1~5kg/ha程度になります。この程度の負荷量であれば、富栄養化などの問題が起こる値ではないと考えられています。

しかし、豪雨時には一時的な出水によって水質が変化し、窒素の負荷量が急増することが知られています。関東地方の一部の流域では、恒常的に森林流域から窒素濃度の高い水が流出していることが報告されており、四国地域でも同様に高濃度の値が観測される可能性があります。その場合には、窒素負荷量が大幅に増大し、生態系におよぼす影響もいっそう強まると予想されます。以上のことから、降雨時の観測精度を高めることや継続的に水質の観測をおこなうことが必要であると考えています。

今回の調査結果から、四万十川の森林流域でみられる水質はおおむね良好であることがわかりました。しかし、この結果は今後も水質が良好であることを保証するものではありません。清流四万十川がいつまでも清流であり続けるために、私たちの不断の努力が必要です。

トンボを通じて流域環境を評価する

チーム長 源流域森林管理：前藤 薫

「トンボは森の生き物」といえば意外に思われるかもしれませんが。しかし、トンボの幼虫（ヤゴ）が生息する溪流や池沼には森林から水が流れ込みます。森林が荒廃すると水質や水量が変化し、ヤゴの餌になる色々な水生動物そしてヤゴ自身も棲めなくなってしまいます。そればかりではありません。トンボの成虫には水辺を離れて樹林地で餌を捕えたり繁殖行動を行うものが多く、暮らしやすい森を必要とします。

四万十川流域には約80種のトンボが分布し、急峻な源流域から市街化が進む平地にいたるまで多彩な環境に生息しています。下流の中村市にある「トンボ自然公園」は国内有数の水辺ビオトープとして有名ですが、実は四万十川流域全体が「トンボの王国」なのです。「清流四万十川」を守るには、河川水を汚さないことはもちろん、人と野生生物が共にいきいきと生活できる流域環境を維持することが大切です。良好な水質と豊かな植生に依存するトンボ類は、そうした流域環境の証人といえるでしょう。

私達は、四国支所で整備を進めている地理情報システム（GIS）を利用してトンボ類の生息地を分析し、絶滅危惧種が置かれている状況を把握すると同時に、流域環境の変化を監視する指標種を選ぶ研究を行っています（図1）。

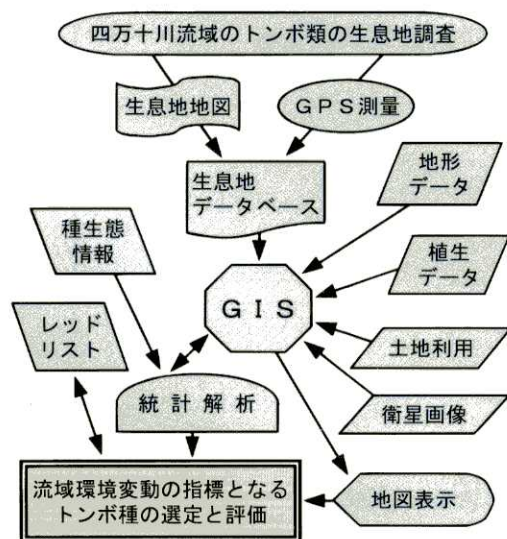


図1 トンボの生息地解析と環境指標種の選定



写真 中山間の緩流に生息するグンバイトンボ

これまでの研究から、トンボの生息を左右する最も大きな要因は地形（起伏量）であることが明らかになりました。起伏量を反映する横軸に沿って四万十川流域のトンボ種を座標づけ、各種の水質選好性の違いと高知県レッドリスト（絶滅の恐れのある生物種のリスト）への掲載状況を示すと図2のようになります。流水性のレッドリスト種には、急峻な源流域に生息する種（ムカシトンボなど）のほか、それと対照的に里地の緩流域に生息する種（グンバイトンボなど）が多く、前者は森林管理、後者は農林業のほか河川改修と関わりがありそうです。また、開発が進む平地に止水性のレッドリスト種が多いのは当然でしょうが、丘陵地でもカトリヤンマなど有機物の少ないきれいな止水に生息する種は衰退していることが分かります。

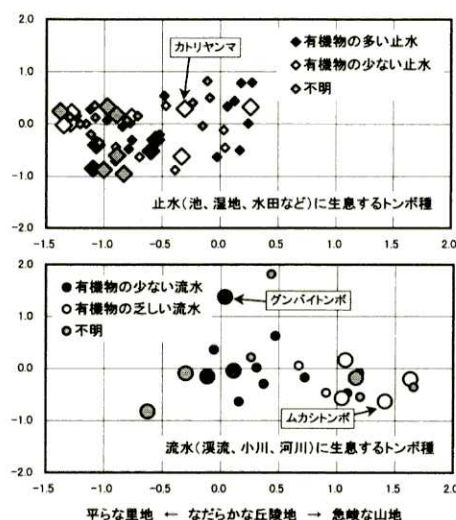


図2 トンボ種の座標づけ（横軸は生息地の地形特性を、縦軸は植生など複数の弱い要因を反映します）
大きな記号は、高知県のレッドリスト種

流域環境にやさしい森林の取扱い

チーム長 複層林生態管理：田淵 隆一

豊かな森林から流れ出る水は冷たく澄んでいますが、時には濁りが混じることがあります。強い雨などで流された森林の表土が濁りを生み出してしまうのです。この濁りを抑えるために、地面近くの低い位置の植生がしっかり繁っていることが有効なことが判ってきました。杭として働く茎、地表直下で張った根、なかでも草や低木が広げた葉は雨で地面が削られるのを防いでくれます。清流を保つためには林内に草木を繁茂させることが重要ですが、どのように森林を管理していけば林内植生を増やすことができるのでしょうか。

まず清流が維持されている天然林では、どの程度の林内植生があるのでしょうか。四万十川流域で調べた植生の豊富さを、葉面積指数(LAI)という値で比べてみました。これは葉の面積が土地面積の何倍あるかを示す値で、大きいほど葉がよく繁っています。尾根にヒノキやモミ、ツガ、斜面に常緑広葉樹が多い成熟した林内では、低木の葉はLAIにして0.05～1強の範囲でばらつき、平均で地面の半分程度を覆っていました。同じ林でも、ヒノキを数本抜

き伐りして明るくした場所ではLAIは0.2～2.5、平均で1強と大きく、低木が繁っていることが判ります。

次に、近年手入れ不足が問題となっているスギ・ヒノキの40年生程度の人工林ではどの程度でしょうか。いくつかの林で調べたところ、最近間伐していない林ではほとんど無植生でLAIが0の箇所から、多くても0.05に達せず、平均ではわずか0.01と草木がほとんど育っていませんでした。ところが、そのすぐ隣の10年ほど前まで枝打ちを繰り返した箇所では、多いところで0.2以上、平均で0.1強までに増えていました。天然林には及びませんが、暗い林の中に光を入れるようにしたことが草木を繁らせました。

では、上木の抜き伐り収穫(択伐)や、保育のための間引き(間伐)はどの程度効果があるのでしょうか。複層林にしてから上木択伐と下木間伐を40年近く繰り返してきた90～120年生程度の林では、LAIで2.5～4近い植生が繁茂していました。択伐や間伐の繰り返しで、いかに豊富な光が林内に届いていたかを物語っています。70年近く経った暗い複層林でも、6年前の強い間伐でLAIを3程度まで高めることができました。適切な手入れを繰り返すことが、林の育成だけでなく清流保全にも効果をもたらしてくれます。

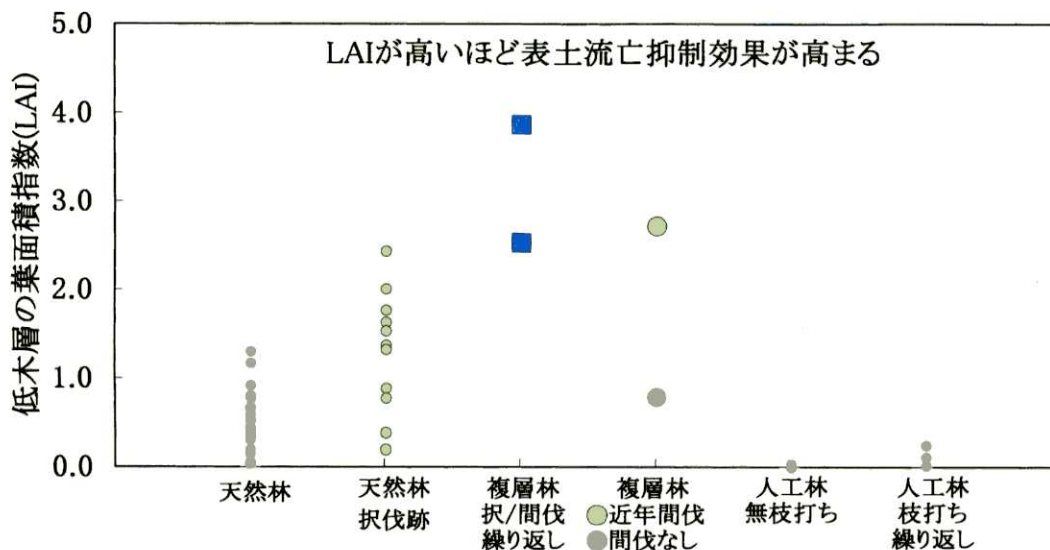


図 森林の状態や手入れと林内植生の葉面積指数

四万十河流域の森林の変化

流域森林保全研究グループ：小谷英司

四万十川沿いをドライブしていると、美しい流れが続き、山には見渡す限り森が広がっています。目の前の山は、遙か昔からずっと緑に覆われているような気がしますが、長い目でみると少しずつ変化しています。統計資料（林業センサス）と人工衛星画像の分析から、四万十川流域や四万十川森林計画区で森林が人の手によって少しずつ変化する様子を分析しました。

a) 林業センサス分析：

1970-1990年までの20年間に森林がどのように変化したか、1970と1990年の世界農林業センサス林業編から分析しました。一例として、市町村ごとに20年間の人工林の増加をX軸に天然林の減少をY軸にして、図1に示しました。天然林から人工林へ森林が変化した場合に図1の線上にのり、ほとんどの市町村がこの線上に位置しています。1960-70年代にかけて、二次林などの広葉樹林や茅場や農耕地などにスギやヒノキの人工針葉樹を植える拡大造林が活発に行われました。図1は拡大造林による森林の変化を端的に示しており、四万十川流域では主に天然林から人工林へと変化した。また、梶原町など線分の上に位置する市町村ではさらに茅場などにも人工林を植えたことを示します。

b) 人工衛星画像：

市町村単位の林業センサスでは、さらに細かくどこで森林が変化しているか把握することは出来ません。そこで、どこで森林が変化しているか把握するために人工衛星画像を分析しました。1970年代後半から人工衛星LANDSATが定期的に地球を観測しており、四万十川流域については1980年代前半から撮影画像が入手出来ます。この人工衛星LANDSATの画像分析から、森林、田畑、

都市などの土地被覆分類や変化地の抽出を行いました。ここでは最も変化の大きい森林の伐採に着目して、1985、89、92、95年の人工衛星画像を比較分析し、伐採時期を図2に示しました。図2から、どこで、何年頃、どのような面積規模で伐採が行われたかわかります。さらに所有界毎に伐採規模について分析すると、国有林と民有林では国有林の方が伐採規模が大きい傾向にありました。

今後は、地形や林道からの距離などの影響から、どのような場所で伐採が行われやすかったか、伐採動向についてさらに分析を進めて行きます。

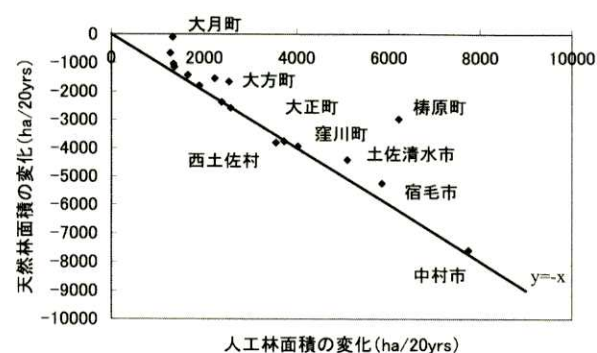


図1 1970年から90年までの20年間の人工林の増加と天然林の減少

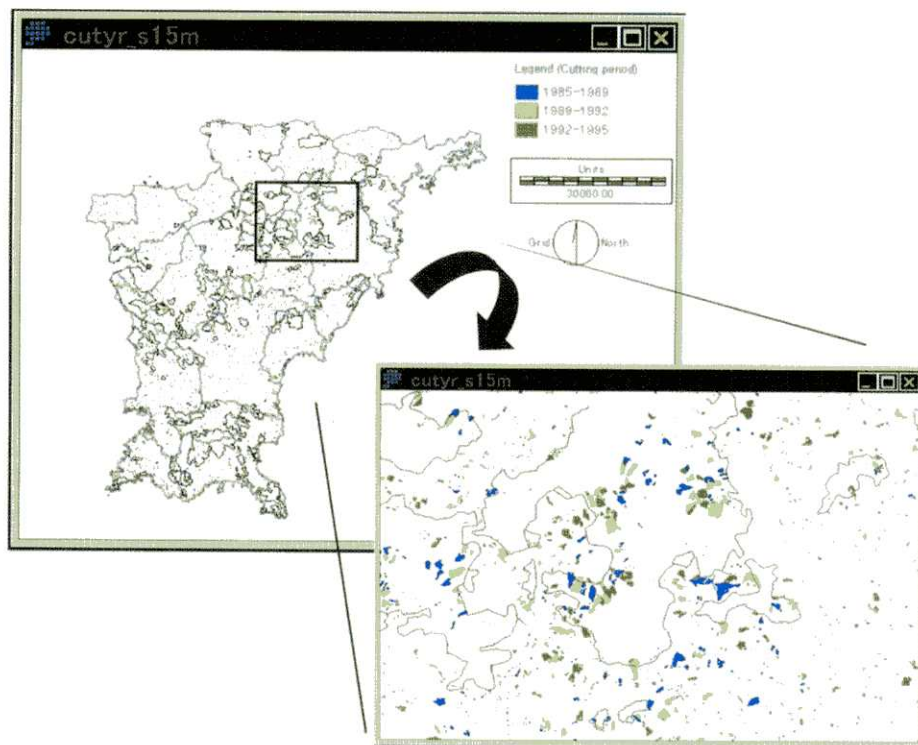


図2 衛星画像解析による四万十河流域の伐採箇所と伐採時期

四万十川プロジェクトへの取り組み 森林生態系変動研究グループ長：鳥居厚志

このプロジェクトでは、高知県環境研究センター、高知大学農学部、農業技術研究機構・近畿中国四国研究センター（農研機構）など様々な組織から参画していただき、地域一体となった取り組みを行っています。

農研機構では、高知県環境センターと協力して四万十川本流や主な支流の長期間の汚濁状況と流域市町村の人口や土地利用・産業構造の変化などの対応を調べています。これによって、流域の汚濁全体のうち、農業が原因となっている割合を推定し、そのうえで、どの地域のどのような作物または家畜が河川水質にとくに影響が大きいかを解析できると期待されています。こうしたデータをもとに、具体的に負荷物質を減らすための農業技術のメニュー作りを目指しています。

高知大学農学部では、アユなどの淡水魚類の生息状況と河川の形状や水質との関係を調べ、

魚類を通して流域環境を評価する試みを行っています。高知県の「四万十川保全条例」では「生物多様性の保全」を謳っており、魚類やトンボ（3ページ）のリスト・基礎資料は、今後の流域のアセスメントでも活用できるでしょう。

かつては、河川の水質汚濁は工業廃水や生活排水の問題と考えられてきました。その後、農業地域の農薬や肥料も汚染源として無視できなくなり、漠然と「きれいである」と考えられていた森林地帯の渓流水についても、調査に着手する必要が出てきたわけです。

河川や溪流の水質は降雨などの影響を受け、季節あるいは年によって変動します。現時点では、四万十川の水質を一言で言い表せるほどのデータは蓄積していませんが、引き続き調査研究に取り組む予定です。

しかし、研究を研究だけで終わらせてしまっただけでは意味がありません。国や自治体の行政機関、地域住民、産業界や環境NGOなどとの連携が欠かせません。我々も機会あるごとに成果情報を発信してゆく予定です。多方面からのご意見・ご質問をお待ちしています。

お知らせ

★平成13年度林業研究開発推進四国ブロック会議開催

平成13年10月23日、林業研究開発推進四国ブロック会議が、林野庁研究普及課から堀研究企画官、森林総合研究所本所から中井研究管理官を迎え、高知市内（高知グリーン会館）で開催されました。

林野庁における林業研究開発推進のための施策および各機関の林業試験研究・技術開発の動向や課題提案と重要研究課題の成果とその利用状況が報告されました。議論の結果、次の4課題が重要課題として摘出されました。14年度新規林業普及情報活動システム化課題として「ニホンキバチの被害回避技術の実証」を提案し、「竹林（もうそう）の転換技術の開発並びに竹林の有効活用」と「森林タイプ別昆虫相の評価と保全に関する研究」の2課題を現在実施中の普及指導事業へ中途参画を目指すことになりました。また、昨年から討議している4県共同の提案課題を「四国地域森林の公益的機能評価のための関連情報データセットの作成手法の開発」として、引き続き内容の検討を行うことが合意されました。

★四国支所研究発表会の開催

隔年で開催してきている研究発表会を本年5月に予定しています。詳細については、決まり次第、当所ウェブページにてお知らせします。

★人事異動（平13.9 ～ 平14.2）

13.12.1

〈転出〉

吉田 聖（庶務課長）

→ 多摩森林科学園庶務課長

〈転入〉

堀 孝司（庶務課長）

← 本所経理課長補佐

森林総合研究所四国支所 四国情報 No. 27

平成14年2月28日 発行

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

電話 088-844-1121

FAX 088-844-1130

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

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