森林総合研究所百年のあゆみ

平成17年11月

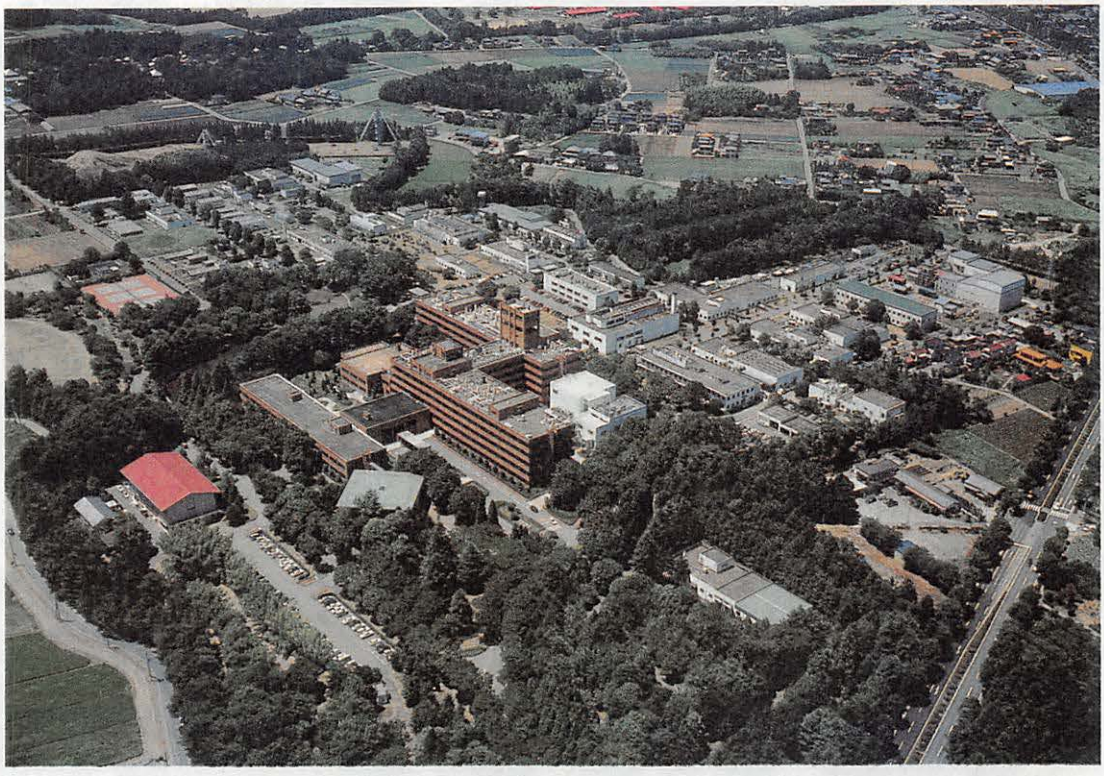
独立行政法人　森林総合研究所

森林総合研究所百年のあゆみ

独立行政法人　森林総合研究所



つくば移転直後（1978（昭和53）年頃）の森林総合研究所本所



最近の森林総合研究所本所（2001（平成13）年７月）

林業試験場（森林総合研究所）歴代場所長


初代　松野　磆


2、5代　白沢保美


3代　村田重治


4代　松波秀実


6代　藤岡光長


7代　太田勇治郎


8代　吉田正男


9代　長谷川孝三


10代　大政正隆


11代　斎藤美鶯


12代　坂口勝美


13代　竹原秀雄


14代　上村　武


15代　松井光瑤


16代　土井恭次


17代　難波宣士


18代　山口博昭


19代　小林富士雄


20代　勝田　柾


21代　小林一三

独立行政法人化後の森林総合研究所歴代理事長


22代　大貫仁人


初代　廣居忠量
(23代)


2代　田中　潔
(24代)


現　大熊幹章
(25代)



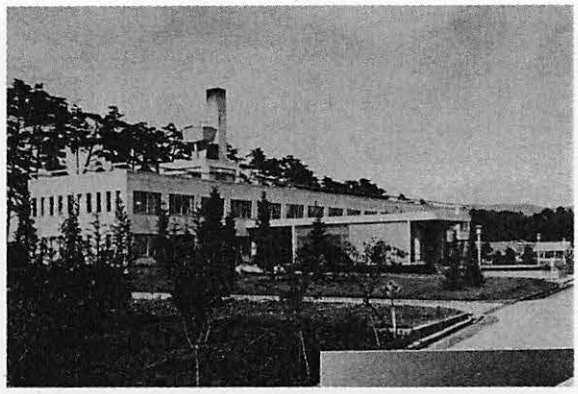
戦災前の林業試験場本場本館（東京目黒：1932（昭和7）年撮影）



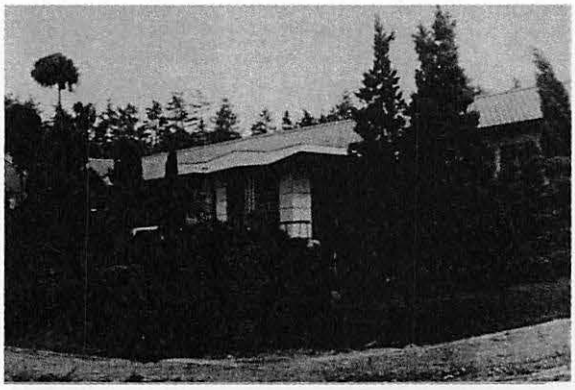
林業試験場本場本館（東京目黒：1949（昭和24）年建設）



北海道支場旧本館（札幌市：1953（昭和28）年建設）



東北支場本館（盛岡市：1960（昭和35年）建設）



関西支場旧本館（京都市：1956（昭和31）年建設）



四国支場本館（高知市：1964（昭和39）年建設）



九州支場旧本館（熊本市：1954（昭和29）年建設）

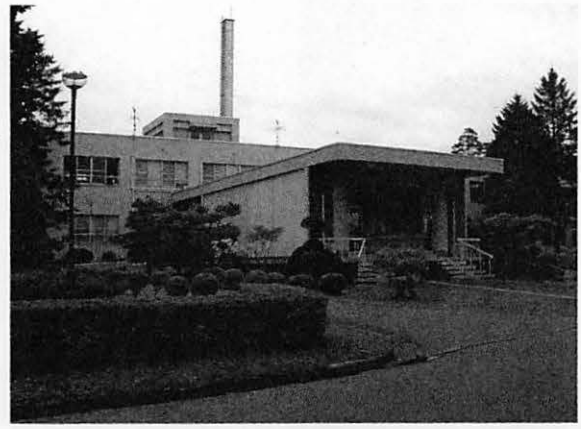


帝室林野管理局林業試験場（八王子市：1922（大正11）年建設）

各支所現況



北海道支所（札幌市）



東北支所（盛岡市）



関西支所（京都市）



四国支所（高知市）



九州支所（熊本市）



多摩森林科学園（八王子市）

皇室の当所（本所・つくば市、多摩森林科学園・八王子市）への行幸啓のご様子



1984（昭和59）年11月皇太子殿下本場（現本所）へ



1985（昭和60）年３月常陸宮殿下妃殿下本場（現本所）へ



2002（平成14）年10月桂宮殿下妃殿下本所へ



1966（昭和41）年皇太子殿下浩宮殿下浅川実験林（現多摩森林科学園）へ



1972（昭和47）年６月皇太子ご一家浅川実験林へ



1985（昭和60）年４月天皇陛下浅川実験林へ



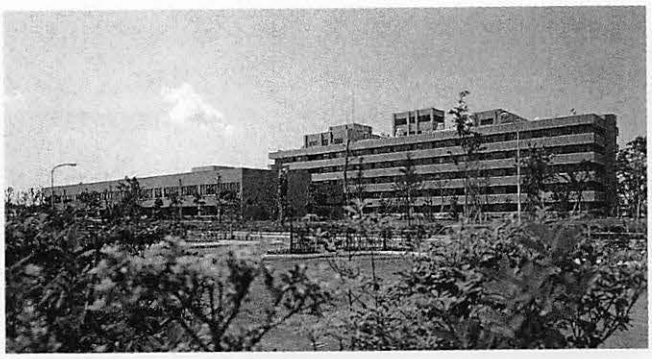
1991（平成３）年４月秋篠宮殿下多摩森林科学園へ



2000（平成12）年４月桂宮殿下多摩森林科学園へ



本所建設前の敷地航空写真（茎崎町）

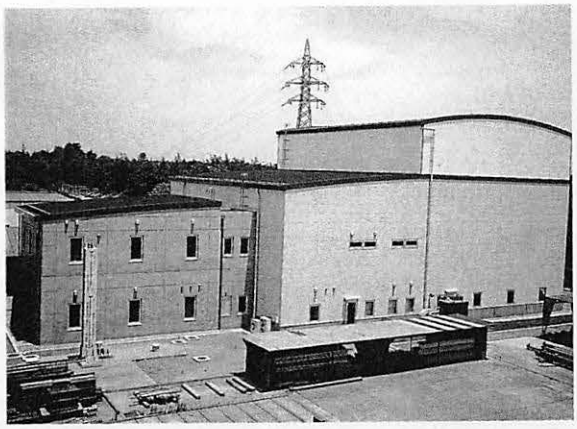


南側駐車場から

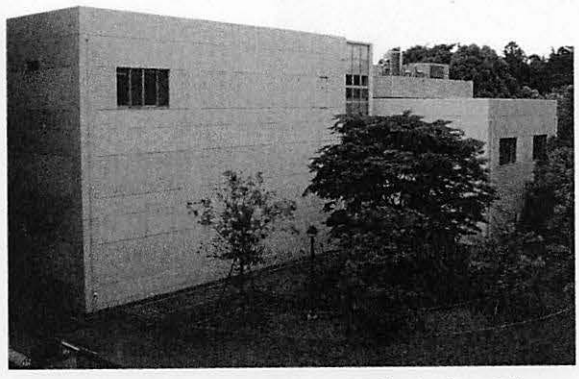


正門から

1978（昭和53）年筑波研究学園都市移転当時の本場本館（茎崎町）



木質耐震・快適性工学実験棟（1996（平成８）年３月）



生物多様性研究棟（2000（平成12）年12月）

90周年以降本所に建設された建物（代表的なもの）



“世界で初めて、線虫接種により枯れたマツ”
1969（昭和44）年　九州支場構内にて撮影（現九州支所：熊本市）

当時九州支場樹病研究室の清原友也研究員が、マツ材の中からよく分離される線虫を支場構内のマツに接種してみたところ、見事に枯れた。これはその時の写真である。このことがきっかけとなり、マツ枯れはマツノザイセンチュウを病原体とする材線虫病による被害であることが分かった。





造成時（1971（昭和46）年４月）の浅川実験林サクラ保存林の様子（現多摩森林科学園：八王子市）





1997（平成９）年４月の多摩森林科学園サクラ保存林遠景（八王子市）

独立行政法人　森林総合研究所「百年のあゆみ」によせて



１．森林総合研究所100年の歩み

独立行政法人森林総合研究所は、2005（平成17）年をもって創立百周年を迎えました。本研究所は、農務省山林局の目黒試験苗園が1905（明治38）年11月１日に同局の林業試験所として公式に改称された日をもって創立の日としており、その年から数えて100年、１世紀が経過したことになります。

この長い道のりは、我が国の林政の展開方向が社会の動きに沿って変化することに連動して組織変革を繰り返し、決して平坦なものではなかったと言えましょう。すなわち、戦後の1947（昭和22）年に行われた林政統一に伴い林業試験機関を合併して農林省林野局林業試験場として再編され、さらに、1978（昭和53）年政府の学園都市構想により、誕生の地東京目黒から筑波研究学園都市に移転、1988（昭和63）年には研究組織を改編して森林総合研究所に名称変更、そして2001（平成13）年には小泉内閣の行政改革方針に伴う省庁改編により独立行政法人森林総合研究所として新たに設立され、現在に至っております。また、次年度2006（平成18）年４月より非特定独立行政法人化され、いよいよ職員の非公務員化へと進みます。この間に幾多の制約や障害を乗り越え、研究・運営・組織面で的確な変遷を自らの手で断行されて来た数多くの先輩諸氏、暖かいご支援とご協力を賜った関係各位に深甚なる感謝の意を表する次第です。皆様のご尽力のおかげを持ちまして今日の森林総合研究所が存在するのであります。

いずれにせよ、森林総合研究所のこの100年の歩みは、そのまま日本における森林・林業・木材産業に関わる科学と技術の発展の歴史であったことは明らかです。この節目のときに当たり創立百周年を記念し、創立から現在までの道のりを振り返るとともに21世紀における今後の発展を願って、ここに「独立行政法人森林総合研究所百年のあゆみ」を刊行いたしました。

当研究所は、明治、大正、昭和、そして平成という時代の流れに伴う社会のニーズに対応させて試験研究の内容を変化させて行ったのですが、この変遷の詳細は本誌第Ⅰ章「林業試験場から森林総合研究所へ－100年の沿革－」、第Ⅱ章「専門別試験研究の動向」、第Ⅲ章「地域に対応した試験研究の動向」に述べられます。さらに、第Ⅳ章では、重要度を増してきた海外研究・国際協力について、そして第Ⅴ章では、多くの研究課題の中でも中心的に取り組んできた課題についてその動向と主要成果が記述されます。第Ⅵ章には、森林総合研究所百年の歩みを示す資料・データが分かりやすい表や図にまとめられています。

２．森林総合研究所の取り組むべき重要課題

創立から100年を経過した今、当研究所は我が国最大の森林・林業・木材産業に関わる科学と技術開発研究を担当する研究機関として、その果たすべき責務は益々重要度を増して来ております。とくに、地球環境の劣化、そして20世紀の工業化社会を支えてきた化石資源、金属資源の枯渇が進行する中で、今後の人類の持続的発展を考えるとき、次の二つ

の課題、すなわち、地球温暖化防止対策と生物資源の生産と利用を基盤におく循環型社会の構築、という二つの重要課題の解決が不可欠でありますが、これらの課題は森林・林業・木材産業の展開と直接的に関係するもので、まさに森林総合研究所が総力を挙げて取り組むべき課題であります。少し大げさな言い方ですが、森林総合研究所の活躍なくしては、また、森林総合研究所職員の遅滞なき職務遂行がなければ、人類の持続的発展に支障を来すと言っても過言ではないでしょう。以下にこれら二つの課題についてコメントを述べさせていただきます。

① 二酸化炭素排出削減問題に関わる森林整備と木材利用の推進

京都議定書が国際的に批准され、我が国は第1約束期間までに1990（平成2）年のCO_2排出量に対して6.0%の排出削減義務を負ったことになります。このうち上限3.9%までは森林のCO_2吸収固定能で賄うことが合意されています。現在、森林のCO_2等温室効果ガス吸収固定に関するメカニズムの解明、我が国森林のCO_2吸収固定能の調査、森林整備の合理化対策、伐採木材の炭素ストックの解明とその取り扱い方法、等々多くの調査研究が進められています。このような情勢から本課題はまさに当森林総合研究所が総力を挙げて今後取り組んでゆかなければならない重要課題であることは明らかです。

さらに、私は次のように考えています。木材の加工・解体・廃棄にかかるエネルギーが他工業製品に比べてはるかに少ないことから、他製品を木材で逆代替することによるCO_2放出削減量は極めて大きくなり、この削減効果によって我が国に課せられているCO_2放出6.0%削減のかなりの部分を達成できるものと考えています。要するに整備された森林のCO_2吸収能による3.9%削減に加えて、木材への代替による排出削減を数値目標として示し、カウントを実施できないでしょうか。もちろん、国際的合意が必要です。

森林を整備すれば必ず木材が産出されます。この木材を資源として有効利用しなければ、CO_2放出を助長するだけであるし、森林整備そのものも公共事業費を消化するだけの魂の入っていない一時の事業に終わってしまいます。森林整備と木材利用は車の両輪です。現状は森林整備に多くの関心が寄せられていますが、むしろ木材利用の合理化と効率化こそ必須であると考えます。

② 森林・林業・木材利用による循環型社会の形成

今、化石資源、金属資源の枯渇の進行、深刻な廃棄物処理問題が厳しく指摘されています。このような中で、自らの生命力と太陽エネルギーで再生産される森林資源、生分解や熱分解で環境への負荷が少なく、解体・廃棄ができる木材からの製品作りの重要性がクローズアップされてきています。

さて、資源を製品に加工するにはエネルギーの投入が必要であり、このエネルギーを得るには、CO_2の放出が伴います。また、製品の解体・廃棄の際にもCO_2が放出されます。この放出されるCO_2が再び森林に吸収されて樹木が成長してゆくと考えれば、ここに大きな循環図が描けます。生物資源である樹木の育成と木材の利用は、このように理想的な循環系を造っているのです。鉄やプラスチックは生命力を持たないため、資源の再生産は行えず、廃棄物と資源がつながりません。ここに生物資源である木材と他資源との間に資源の持続性、再生産性の面で決定的な違いが存在するのです。

このように森林の育成と木材の利用が支障なく、効率よく回転を始め、そして我々の生活の基盤がかなりの部分でこのシステムで支えられるようになること、このことはとりも

なおさず循環型社会の構築が実現し、人類の持続的発展が保証されることを意味します。

森林・林業・木材利用による循環型社会の構築こそ人類の持続的発展を可能にする重要課題であり、課題解決のための多くの研究開発遂行は当森林総合研究所の責務であります。

3．次の100年へのスタートに当たって

森林総合研究所が、独立行政法人に移行してすでに４年が経過し、本年度は第１期中期目標を達成させる最終年度に至っております。さらに、次期目標に向けて、新たな計画を設定し、業務を調整・確定することが中心的課題となります。同時に本年は新しい100年に向けてのスタートの年でもあります。森林総合研究所にとっては、ここはまさに正念場であると言えましょう。

私は研究機関における最も大切なことは、そこに新規性の高い、優れた研究がとぐろを巻くように多数存在し、研究者が生き生きと毎日の研究に取り組んでいることであると思います。このことは100年前も100年後も変わりないことです。そしてこの状況を実現するためには、いつも有能な事務機構の働きが不可欠であります。この点、当研究所はベテラン揃いの企画調整部、総務部がしっかりと機能しており、大変良い状況にあると思います。

当研究所の優れたところは、組織として森林・林業・木材研究が一体化していることだと思います。とくに独法化に当たって研究の横断的遂行を容易にした重点課題の設定、それを主宰する研究管理官を経常研究のラインから独立させた組織改編は、素晴らしいものであったと思います。縦糸となる領域研究ラインと横糸となる重点課題研究チームが織りなす面としての森林・林業・木材研究体制が今後も十分に生かされるよう期待します。

最後に、本誌の刊行に当たって企画、執筆、編集等にご尽力いただいた森林総合研究所OBの方々、現役職員・スタッフの皆様、さらに、林野庁を始め関係各位に衷心より深謝するとともに、皆様と森林総合研究所の益々の発展を祈念して、独立行政法人森林総合研究所創立百年記念誌刊行に寄せる言葉といたします。

平成17年11月１日

独立行政法人森林総合研究所

理事長　　大　熊　幹　章

創立100周年によせて



1905年、林業試験場として発足した森林総合研究所が今年11月100周年を迎えられる旨、心よりお慶び申し上げます。

また、これを記念し「百年のあゆみ」を刊行されることは誠に意義深いものと思います。

折りしも本年は、２月に地球温暖化防止のための京都議定書が発効しました。1997年の京都会議から７年を要した訳でありますが、この宇宙船地球号を守るため、世界各国が協力して温暖化防止のための取り決めを行ったことは人類史上画期的なことと思います。

この中で我が国はCO_2排出量の６％削減を義務付けられ、この2/3に当たる3.9％を森林吸収で賄うこととしております。

今や、森林対策が単に林業の世界を超え、我が国社会全体の中で大きな期待と役割を担うこととなった訳であります。その意味では、森林・林業に携わる者にとって、大きな役割と責任を課せられた訳でもあります。

今更申し上げるまでもなく、森林・林業は息の長い仕事であります。そして又、自然の中で営まれることから気象条件や立地条件に大きく左右されるものでもあります。しかも、一度その取扱いを誤れば、その影響は後世にまで亘り極めて甚大で、場合によっては、国土の防災や生命・財産にまで影響を及ぼしかねず、また、それを取りもどすのに何十年という歳月を要するものであります。

その意味で、森林の取扱いは非常に重いものであろうと思います。それと同時に、大変むずかしい面もまた有しております。

であるが故にこそ、森林・林業を律する技術及び試験・研究の役割は極めて大きい訳であります。

技術は、客観的法則性の意識的適用であると言われますが、森林・林業の場合、あまりにもその条件が地域によって、また、立地によって千差万別、大きく異なり、中央で律しきれない。現場での地道な調査と試験、研究そして実践、しかも息の長い長年月に亘る作業が必要であり、その集約の上に立ってはじめて一つの法則性等が成し遂げられると思います。加えて、ほかの産業分野と異なり、経済性も極端に低いところであります。

それが、国としてでなければ、また、組織としてでなければできなかった所以であろうと思います。

100年という歳月は、その意味で単に物理的な歳月ではなく、大きな意味をもった歳月であり、極めて意義深く、後世に誇れるものと思います。

このような中で、森林総合研究所は、時代の要請に応えつつ森林・林業の施業技術や作業技術、また、経営や木材利用、防災等に亘る巾の広い試験、研究、調査に取り組んできたところであり、まさに我が国の森林・林業技術と研究の総本山として、輝かしい歴史と重要な役割を果たしてきたところであります。

このような試験場の歩みを「百年のあゆみ」として冊子にすることは、これまでの成果

の集大成であると同時に、未来へのジャンピングボードであり、大変貴重なものであります。

今、我が国の森林・林業はかってない程厳しい状況下にありますが、21世紀においてその果たすべき役割は一段と大きくなっており、ぜひ、この一世紀に亘って培ってきた研究成果を活用しつつ、我が国森林・林業の発展のため一層のお力添えをお願いする次第です。

最後に、森林・林業研究の更なる進展と研究に携わる方々の益々の御活躍を祈念し、記念誌に寄せる言葉とさせて頂きます。

林野庁長官　　前　田　直　登

森林総合研究所100周年にあたって



森林総合研究所が歩んできた100年の研究の歴史は、日本の近世森林行政の骨格であったといえるでしょう。明治初期には日本の森林管理は畿内周辺から紀伊半島の林業地帯など一部を除けば、生産目標を持ち、それに見合う育林体系や流通をも備えていた地域は全国的にあまり無かったと言えます。

その中で森林総合研究所の歴史は、日本の国土の森林資源を充実させるために、地域に適合した育林技術の研究・普及などに大きな役割を果たしてきたと思います。

また、その時代の要請に応じて育林技術のみならず、植物学、治山技術、特用林産物、木材加工、林業機械開発、森林機能、山村問題の研究、温暖化問題等さまざまな研究を続け、とくにそれらを総合して進められてきた人工林の管理技術は優れた研究が進められました。

100年間さまざまな方々が、森林を如何に良くしていくか、そこに目的を定めた長い研究の成果が日本を覆う「緑の海」でしょう。

私の知りうる林業試験場、森林総合研究所は、目黒にあったころは試験場の前を通るくらいで訪問したことはありませんでした。昭和53年に筑波学園都市に移転してからの林業試験場、昭和63年の森林総合研究所への組織改編、平成13年の独立行政法人への移行が私にとっての歴史です。もちろん多くの研究者の方々とは面識があり、ともに林業に関する議論をし、とくに多数の大先輩の方々に影響を受け、育てられました。

そこで、私が100周年に関してお祝いを書く役目は、森林総合研究所の100年の栄光を書くのではなく、次の100年を遠望して激を飛ばすことが役目かと考えました。

日本ではあまり感じませんが、海外に行くと「Are you a forester?」と聞かれることがしばしばあります。つまり、森林管理というものは決して素人が単に経験だけに頼って行うものではなく、しっかりと専門の知識を持って、管理するものという認識が強いということです。

私はもともと大学では政治学を学び、その後林業経営に携わりましたが、そのときに「森林管理は科学だ」と感じ、林学の門をたたきました。２年間の研究生での経験でしたが、今、自分が行っている森林管理は常に科学の目を持って接したいと考えています。

日本の森林所有者や森林組合の職員がすべて林学を学んだ“Forester”であるわけは無く、そこに欠けている森林の科学的な取扱いは、森林総合研究所が常に支えていくことだと思います。

さて、森林総合研究所は667名の研究員、職員を抱える大きな組織です。この組織が総力をかけて今行うべきことは国内の森林の荒廃をどのようにして防止するかだと思われます。一つ一つの研究はそれぞれに確たる目的を持っていますが、森林総合研究所としてその時代の最大の問題を解決するための大きな方向付けが必要でしょう。それが森林経営問題です。

無論、森林の生物多様性に関する研究は急がれることです。野生生物、水土保全、木材

利用、林業機械など、どれも重要です。温暖化問題と森林管理の関係は非常に重要であり、大きく力を割かなければならないことは論を俟ちません。しかしそれらを実現させるためには林業経営の魅力が増して、森林所有者自らが積極的に森林管理を実行する必要があります。

私が考えるには、如何に林野庁が公的な森林管理を前向きに進めても、すべての森林を公的な管理で行うことは決して効率の良いものではありません。つまり、民間の資金が森林に投じられることが重要です。そのことをどのようにすれば可能になるかを研究していただきたいものと思っています。森林総合研究所が今後存立するためには最も必要な発想だと考えます。常に時代の流れを読んで、その方向に研究を集中していく、それが重要だと思われます。研究者各々が研究したい領域や現象を研究することは決して無駄ではないと思います。基礎研究が重要であることは間違いないことですし、無駄だと思われている研究が大きな成果を生む礎になることは研究を知るものにとっては常識でしょう。しかし、その中でばらばらの研究に方向付けすることこそ、独立行政法人として組織した管理システムが目指したものです。

独立行政法人としての研究機関は、国民の要請に応じた研究をする必要があります。そうでなければ、大学や民間の研究機関と同じになります。

私は林業経営に携わってから、㈳日本林業経営者協会の一員として森林税制の改正に長く携わってきました。その間に研究者から税制の適切な助言や研究成果を知らせていただいたことは数えるほどしかありません。あるいは森林政策の将来への方向付けを既存の政策から離れた形で提案している研究もあまり眼にしていません。今後は、政府の一員の研究機関としては、税制や補助政策など林業経営に関係する政策効果を研究し、より良い状態に誘導していく必要があると思われます。

先日も民間の金融専門家に、林業の投資環境を国債と比較して計算をしてもらいました。結果としては今林業に投資することは、補助金等を考えても到底国債にかなわないという結論が出ました。また、森林に関係した金融商品も検討されています。このように日本の森林管理の現場にも、より一般的な視点での経営感覚を持った研究が必要かと思われます。森林管理だけが長い歴史の中に埋もれているわけには行かない時代になってきました。

純粋な人工林を育てる技術は、日本の林業が世界に誇る技術であり、そうした中で、その科学的裏づけや研究は、持続的森林経営の発想には無くてはならないものと信じています。世界の原生林を増大する木材需要の伐採圧力から守るには、適切に管理された人工林からの木材生産は無くてはならないもので、森林総合研究所のさまざまな研究は原生林を守ること、人工林の育成、木材生産とその持てる力は世界に冠たるものと思われます。

しかし、足元にある国内森林の危機をどのようにして解決するか、これを乗り越えないと、患者としての日本の森林が病んでいる横で、それぞれの研究が淡々と進んでいく有様になってしまいます。まさに“緑の巨塔”になりかねない危険があります。

森林総合研究所が国民の研究機関となるべき方法は、国内の森林の危機を救う手立てを研究することのほかは無いのでしょう。それには、より明確な意識を持った組織として運営されていくことが重要であり、喜ばしいことにすでにその姿はできていると思っています。成果が一日でも早く出されることを期待します。

今後の100年、森林総合研究所の研究者は部屋にこもることなく、常に世界の森の中を

さまよい、木々を仰ぎ見て、その生命力に敬意を表し、生き物としての木を崇め、森から力を得る。現実に森に入れなくとも、少なくとも心は森を忘れることの無いように、自分の中で目指すべき森林を育て続けてほしいと思います。

どのような研究をしていようとも、すばらしい森のイメージを持てない研究者の研究成果からは、すばらしい森は生まれないでしょう。今までの100年の成果が日本の国土を覆いつくした「緑の海」であるならば、その100年を作り上げた研究者の心にはすばらしい森林が育っていたに違いないでしょう。次の100年を担う研究者は今の森をどのように磨き上げるか、大いに期待するものです。

研究者と森林所有者、森林管理者、そして行政それらが100年先の森を目指し、国民と語り合っていこうではありませんか。

森林総合研究所100周年本当におめでとうございます。

(財)日本林業経営者協会副会長　速　水　　亨
(速水林業代表)

目　　次

目　　次

独立行政法人　森林総合研究所「百年のあゆみ」によせて　　理事長　大熊幹章
創立100周年によせて　　林野庁長官　前田直登
森林総合研究所100周年にあたって　　㈶日本林業経営者協会副会長　速水　亨

第Ⅰ章　林業試験場から森林総合研究所へ　－100年の沿革－ …… 3

第Ⅱ章　専門別試験研究の動向…… 31
植物生態研究領域…… 37
森林植生研究領域…… 41
立地環境研究領域…… 46
水土保全研究領域…… 50
気象環境研究領域…… 56
森林微生物研究領域…… 61
森林昆虫研究領域…… 68
野生動物研究領域…… 74
森林遺伝研究領域…… 79
生物工学研究領域…… 86
樹木化学研究領域…… 92
きのこ・微生物研究領域…… 97
森林作業研究領域…… 101
林業機械研究領域…… 105
成分利用研究領域…… 110
複合材料研究領域…… 115
木材改質研究領域…… 120
木材特性研究領域…… 125
加工技術研究領域…… 128
構造利用研究領域…… 132
森林管理研究領域…… 137
林業経営・政策研究領域…… 142

第Ⅲ章　地域に対応した試験研究の動向…… 151
北海道支所…… 153
東北支所…… 160
関西支所…… 169
四国支所…… 174
九州支所…… 183
多摩森林科学園…… 191

十日町試験地…… 199

第Ⅳ章　海外研究・国際協力の動向…… 203

第Ⅴ章　総合的研究の動向と成果…… 221
林分収穫表及び立木幹材積表の調製…… 223
森林資源調査への空中写真の利用と森林航測研究…… 226
全国森林流域の長期モニタリングによる水文観測研究…… 229
林分密度管理図…… 232
人工林の保育形式比較試験…… 234
森林生産力研究（国際生物学事業計画　IBP）…… 238
激害型マツ枯損の原因解明と防除研究…… 241
大気汚染研究プロジェクト…… 249
農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究…… 252
人工林の非皆伐施業（複層林施業）に関する研究…… 255
農林水産業における自然エネルギーの効率的利用技術に関する総合研究…… 258
バイオマス変換計画…… 262
新需要創出のための生物機能の開発・利用技術の開発に関する総合研究…… 265
スギの高密度基盤連鎖地図と遺伝的多様性研究…… 268
国産材の主要樹種の性質・材質研究…… 271
南洋材の材質に関する一連の研究…… 273
スギ材の革新的高速乾燥システムの開発…… 276
酸性雨等森林モニタリング…… 279
森林の二酸化炭素吸収量の観測研究…… 283
農林水産系生態秩序の解明と最適制御に関する総合研究…… 285
小笠原諸島における外来樹種アカギの抑制と在来植生保全…… 288
スギ花粉症克服に向けた総合研究…… 291
世界林産物需給モデルの構築…… 295
衛星データ等リモセン情報利用技術の高度化…… 297
今も続くモントリオール・プロセス対応…… 300
国際基準に基づく持続的森林管理指針に関する国際共同研究…… 302

第Ⅵ章　付図・付表…… 307
年表…… 309
森林総合研究所本・支所位置図…… 315
組織変遷図…… 316
定員の推移…… 324
歴代幹部…… 325

編集後記…… 338

第Ⅰ章　林業試験場から森林総合研究所へ
－100年の沿革－

林業試験場から森林総合研究所へ

－100年の沿革－

はじめに

森林総合研究所の創立は、公式には1905（明治38）年11月１日の山林局組織改組に伴う、目黒試験苗圃から農商務省山林局林業試験所への移行時としている。しかし、それまでにも我が国では林業技術開発改良のための試験研究は長い間行われていた。その歴史は藩政時代あるいはそれ以前に遡ることになるが、ここでは明治維新以降を振り返って記述する。

なお、100年という森林総合研究所の歴史を辿れば、目黒以来の農林省林業試験場のほか、1947（昭和22）年の林政統一以前には内務省と宮内省に所属していたそれぞれの試験場が合併して今日があることを想起するために、詳細ではないが記述した。

１．揺籃期から戦時体制時までの林業試験場

1.1　揺籃期－西ヶ原時代

（1878（明治11）年～1899（明治32）年）

揺籃期の試験研究は林業行政や林業教育と分かち難い。この時代は1878（明治11）年にできた樹木試験場が目黒に移転する1900（明治33）年までを含む。

1874（明治７）年に内務省に設けられた地理寮は、主として官林管理のための山林事務を開始し、次いで1878（明治11）年西ヶ原に樹木試験場を設立した。これが我が国の林業試験の嚆矢であると同時に林業教育の嚆矢ともなった。

1.1.1　樹木試験場

1871（明治４）年の廃藩置県という実質的な維新革命を経て、明治政府の実質的な行政が動き出した。明治政府の林業行政の事始めは、1874（明治７）年の太政官布告「地所名称区別」により、藩籍奉還された山林等を中心にできた官林（国有林）の管理が急がれ、このため、1874（明治７）年に設立された内務省地理寮（1877（明治10）年地理局と改称）の森林課（同年木石課、山林課と改称）がその実務を担当したことに始まる。

山林課の主たる仕事は官林の管理であるが、この官林の事務開始当初から、その一翼として林業試験事業が掲げられている。この林業試験事業のため、1878（明治11）年に内務省地理局は東京府下滝野川村西ヶ原に用地９町９反余を買収して樹木試験場を開設した。これが林業試験場の前身であるばかりでなく、我が国近代林業の試験研究機関の嚆矢でもある。

この樹木試験場の狙いは設立趣旨の上申書にあるように、「各種の樹苗等を栽植培養し、その樹芸の得失、成長の度、風土の適否等を参考し、その効験の如きは探究のうえ各地へ公告し、漸次官民森林改良の基を相立てる」ことにあった。すなわち、主として造林に関する試験を狙ったものであったが、同時に内外主要樹木の見本園を整備して、当時の官林の管理に当たる青年官吏の林業教育の場にもしたいという狙いがあった。当初専任の職員は２名であった。

1875（明治８）年にドイツ林学を修めて帰朝し、大久保利通のもとで内務省雇となった松野磯は、プロシャの施業案にならって官林調査に着手したが、技術者不足のため思うに任せなかった。維新以前にも藩政維持に力を注いでいた尾張、土佐、秋田、青森などの林業従事者はいたが、運材以外は知識が乏しく、そのため西ヶ原樹木試験場には、官林管理のための林業技術者教育という松野の狙いがこ

められていた。

官林の管理組織としては1878（明治11）年に大、中、小林区署制度ができ、1879（明治12）年に内務省内に山林局ができ、官林事務が同省の山林局に移ったが、そのとき内務省山林局長通達で「本課」に試験場掛が設けられた。これが制度の上で林業試験が明示された最初である。この試験場掛の担任事項は次のとおりであった。

(1) 山林学術上の方法得失を考究すること
(2) 木実苗木を栽培し樹木の適否効用を試験報知すること
(3) 材鑑及び諸器械を蒐集し、山林学の考証に供すること
(4) 西ヶ原試験場掌管のこと
(5) 日本樹木誌編修のこと
(6) 山林叢書編修のこと
(7) 雑報編纂のこと

1881（明治14）年に農商務省が新設され、山林局がその所管となり、林業試験は同局の学務課の管掌するところとなった。学務課となったのは、山林学校の設立準備の含みがあったからである。当時の学務課長は松野礀である。学務課の担任事項は、翻訳が加わったほかは、前述の試験場掛の担任事項と大差がなく、ただ、植物帯の調査が追加されている。

試験調査は造林に関する事項が主であって、その細目を種子及び苗圃、森林植物帯、森林に対する有益有害動物、森林気象観測、林木と土地との関係の五つに分けている。ここで森林保護に関する事項と森林気象観測の二事項が新たに採りあげられたことになる。これらの業務は、山林局内の林業試験担当の課と、その課の管掌下にあった試験場と、官林の管理機関（山林局出張所、後に大林区署）の三者で分担した。1881（明治14）年の農商務省新設に伴い、山林局がその所管となった。

翌年に松野礀の悲願であった東京山林学校が樹木試験場構内に開校され、漸く林業技術者養成の体制が整った。この時、樹木試験場は山林学校の所管となったが、1886（明治19）年同校が東京農学校と合併し、東京農林学校として駒場に移転したので、その跡地は山林局用地となり山林局直轄の試験場となった。1890（明治23）年に同場内に農商務省農地局農事試験場が新設されて、山林局試験場の用地は２町２反余に縮小された。

1.2 拡充発展期－山林局林業試験所から農林省林業試験場へ

（1900（明治33）年～1923（大正12）年）

1899（明治32）年に至り、少数精鋭の林務官によって国有林野特別経営事業が企画され実施に移された。これは国有林野を整理し、それから得た資金で造林を大規模に行い林産物の生産を確保し、これまで活力に乏しかった国有林野事業を活性化しようとするものであった。林業試験事業もこの事業の中に繰入れられ、事業拡大の機会を掴んだ。

内務省山林局を経て設置された農商務省山林局が1898（明治31）年から1899（明治32）年にかけて官林の林区署制度を確立するにつれ、山林局と指定の大林区署との二本立てで林業試験を実行する体制が整えられた。この時期にはすでに試験場はできてはいたが、山林局内の課の主管下に置かれ、林業試験の主体は山林局内の課にあった。

1900（明治33）年、西ヶ原の山林局試験場が目黒に移転して林業試験苗圃が開設され、1905（明治38）年には試験苗圃が山林局林業試験所と改称し、山林局林業課の管掌から離れて山林局内の独立した課のような形に置かれた。ここで初めて林業試験が林業試験所の主体性のもとに運営されるようになったので、これをもって林業試験場の創立としている。

1910（明治43）年10月に山林局林業試験所から山林局林業試験場と改称、同時に業務分担が改訂されたが、これは主として編成替えであって、新たに追加されたのは林産物の分

析鑑定の業務だけであった。1911（明治44）年には森林測侯所が設置されて林業試験場の管掌となり、1921（大正10）年には仙台及び熊本の両支場が設置され、従来大林区署と協同施行中の試験を支場に吸収して林業試験場単独施行に移し、自主的な林業試験の運営ができるようになった。そして1922（大正11）年には農林省林業試験場となり、従来の国有林野経営上の機関という在り方から脱皮した。

1.2.1 試験研究機構の整備

1897（明治30）年に山林局長通牒で林業試験事項が定められ、試験担当の大林区署が指定されることになり、林業試験実行の体制ができた。翌年には全国16大林区署中、青森・宮城・東京・大阪・石川・高知・広島・熊本の８大林区署が林業試験の実行に当たることになった。各署における試験事業は山林局より指定した試験事項とその細目に従って行われた。

1902（明治35）年に林業試験規程が改正された。これによると林業試験の目的は国有林経営上直接必要な技術的事項を調査することとされ、その事項はつぎのとおり。

(1) 土地及び気象に関する事項
　林木と土地、森林と気象、水源林と河川などの関係
(2) 造林及び保護に関する事項
　種苗に関する調査及び検定、更新及び手入の方法、砂防植栽用樹種、外国産樹種、有益有害動植物、天然の災害、防火などに関する調査
(3) 林木の成長に関する事項
　収穫、材積、間伐及び受光伐などの調査
(4) 林産物の性質及び応用に関する事項
　木材の工芸的調査、副産物の製造、製材の方法、林業の器具器械に関する調査
(5) 混農林業に関する調査
　農用樹木の造林及びその施業、放牧の林野に及ぼす影響、火入れの毛上及び地力に及ぼす影響、秣及び肥料用草類の生産などに関する調査及び試験

1）林業試験所の誕生

1900（明治33）年６月に西ヶ原山林試験場は特別経営事業開始とともに廃止され、山林局は東京府荏原郡目黒村及び平塚村の民有地を購入し、ここに業務を移転して目黒試験苗圃と称した。圃地の面積14町６反余、西ケ原の見本園樹木も同時に移植された。この試験苗圃の業務は、

(1) 樹木図作製
(2) 試験苗圃のこと
(3) 森林参考品の蒐集であった。

発足当時の職員は主任白沢保美の外２名であった。同年10月試験苗圃内に林業講習所が開設され1904（明治37）年度に閉鎖されるまでの間に事務室・標本室・実験室・講習室・官舎などが建築されて、閉鎖後は林業試験所に引継がれて設備が充実した。

目黒試験苗圃は1905（明治38）年11月に山林局林業試験所と改称し、従来の林業課の管掌から離れて山林局の１課のような位置付けとなった。初代所長は松野礀である。

林業試験所の所掌事項は

(1) 林業試験に関すること
(2) 森林参考品に関すること
(3) 樹木図に関すること

で、験測、保護、工芸、庶務に分課し、林業試験は造林、林の成長及び収穫、林産製造、木材の工芸的性質の事項に分けられた。その後、化学実験室、工芸試験室、標本室が逐次建設され、明治末には15棟建坪延726坪となった。

1908（明治41）年５月所長松野礀死去、同年12月白沢保美が所長となった。

2）林業試験場の拡充

林業試験所は、1910（明治43）年11月、山林局林業試験場と改称した。試験業務が造林、林産利用、森林の施業及び保護、混農林業、森林気象及び観測の５業務に分化し、種苗の検査、林産物の分析鑑定をも行うことになっ

た。翌年には高萩試験地と鍛冶谷沢木工所とが開設され、さらに、森林測侯所が付設された。

高萩試験地は1910（明治43）年に、山林局が茨城県多賀郡櫛形村友部上台所在の国有林に設置し、東京大林区署所管のもとに、原野の放牧、原野の火入れ試験を開始したものを林業試験場に移管したものである。面積は国有林22町６反余であった。鍛冶谷沢木工所は、1910（明治43）年に山林局が未利用広葉樹の利用開発の目的で、宮城県玉造郡鍛冶谷沢に設置した製材工場を林業試験場に移管し、ブナ材を用いた木工家具の試作と販売を行った。なお、後年に水害にあって事業は頓挫し、それに加えて行政整理のため1914（大正３）年に廃止された。

森林測侯所は、1910（明治43）年に起きた大水害の対策として立案された国の治水事業の一部として、各主要河川の水源地帯に設置したものである。森林測候所は、その地域の気象を観測し、兼ねて洪水予報の資料蒐集を目的として、1912（明治45）年の妙義、日光を手始めに各地に開設された。林業試験場の管掌下に置かれ、年次計画により1919（大正８）年12月までに、我が国主要河川の流域水源地帯に合計39箇所の森林測侯所が設置された。

1921（大正10）年国有林野特別経営事業の終了とともに、翌年林業試験場も経常事業に復帰した。この年に仙台、熊本の両支場、小笠原試験地が開設されたが、その経緯を述べる。

従来国有林では８大林区署を指定して林業試験を行っていたが、1903（明治36）年10月からは宮城・東京・大阪・熊本の４大林区署に限定された。国有林の林業試験の実行は山林局長が定めた事項の細目について、大林区署長が方法書を提出し、試験の完結の都度その成績を山林局長に報告する定めであった。

試験項目は大林区署の立地に応じ、造林及び保護に関する広範な事項で施行された。これらの試験事項の多くは大正・昭和の年代を通じて調査が続けられ現在にも引き継がれている。この事業を充実するため1918(大正７）年度から各大林区署に林業試験担当の専任技師を置いて林業試験事業の刷新を図ったが、1921（大正10）年には林業試験場に仙台、熊本の両支場を開設、大林区署の試験担当職員を支場に結集して国有林内の試験実行及び試験地管理に当たらせた。ここで、これまでの大林区署の林業試験は一応発展的解消したのであった。仙台支場は仙台北六番町仙岳院苗圃内に設けられ、敷地面積９町４反余、建物８棟126坪からなる。熊本支場は熊本大林区署に併置された。支場は造林・利用・保護・庶務に分課された。

小笠原試験地は同島の国有林が東京府庁から農林省に移管され、府庁時代に設置された同島の熱帯植物に関する試験機関が林業試験場に移管されたものである。小笠原小林区署に併置され、署長が試験地主任を兼務した。

1921（大正10）年、当時の林業試験場の業務とその細目は次のとおりであった。

(1) 造林試験に関する事項

林木と土壌との関係、林木種苗の性質、造林撫育の方法

(2) 林産物利用に関する事項

林産物の工芸的化学的性質、副産物の増殖

(3) 森林施業及び保護に関する事項

施業法が林分及び単木の成長に及ぼす影響、林分及び林木の成長

計算、種子・林木・木竹材の有害動物及び菌

(4) 森林気象観測に関する事項

森林と気象との関係、山岳地方の降水量と出水との関係、気候と林木との関係

(5) 混農林業に関する事項

農用樹木の造林及び施業法、放牧の林野に及ぼす影響、火入の影響

(6) 種苗の検査及び配布
(7) 林産物の分析鑑定
(8) 林業参考品の蒐集

1922（大正11）年に処務規程が改正され、機構は造林部、生病理部、利用部、化学部、施業部、気象部の６部及び庶務課に分課された。

この期の中頃までは職員の試験事項は掛持ちが多かったが、後期には職員が増員されて掛持ちがなくなり、担当の専門事項に専念することができるようになった。

また、この期の後半には温室、庁舎、理化学実験室、昆虫飼養室、講堂、植物保育室、定温器室など建設されて施設も充実した。

1922（大正11）年３月に林業試験場官制が公布され、山林局林業試験場は農林省林業試験場となり、本省直轄の外局扱いとなった。

3）内務省北海道林業試験場

1947（昭和22）年の林政統一によって農林省林業試験場と合併することになる内務省北海道庁北海道林業試験場の前身野幌林業試験場が創設されたのは、目黒の山林局林業試験所に遅れること３年後の1908（明治41）年である。これに先だって、官有山林は逐次拓殖のため民有地に払い下げられ、1886（明治19）年に至り北海道の国有林はすべて内閣直属北海道庁の管理となり、1897（明治30）年以降内務省所管になった。このうち1889（明治22）年から1890（明治23）年にかけ約200万haが御料林に編入され（このうち1894（明治27）年に63万haを残し返還された）、さらに、1906（明治39）年から逐次道有林への移管が始まり、明治末に道有林面積は約65万haとなった。その後も内務省国有林は北海道開発の趣旨から、かなりの部分が開拓民に開放された。

野幌林業試験場の庁舎は当初江別村野幌志文別に建てられ（後に西野幌に移築）、トドマツなど原生林を含む3,500haを試験林として管理した。職員は場長を含む３名のほかは作業員数名であった。野幌試験林は平坦な美林で幾たびか開放の危機にあったが、1921（大正10）年に320haが史跡名勝天然記念物に指定され、今日に原生林の姿をとどめることになった。1933（昭和８）年北海道林業試験場と改称された。当時の職員は技師３名を含む13名であった。天然林施業から次第に内外産樹種の造林や副産物研究などが行われた。

1936（昭和11）年には軍需産業に応えるべく製材所、乾燥工場の建設とともに木材利用部が新設され、翌年には広葉樹の成分利用など化学的利用の研究も始まった。1937（昭和12）年の機構は育林、保護、利用、化学、気象の５部と庶務課となり、技師６、属２、技手17のほか助手などを含め総員68名の大所帯となった。試験地は上川に森林治水試験所、釧路と弟子屈に混牧林試験所が設けられた。

1947（昭和22）年の林政統一により内務省北海道林業試験場（野幌）と後述の帝室林野局北海道林業試験場（豊平）は統一することになり、農林省林業試験場札幌支場と改称。支場を野幌におき、豊平を分室とした。1953（昭和28）年に野幌の試験設備を豊平に統合、北海道支場と改称した。

4）帝室林野局林業試験場

1947（昭和22）年の林政統一によって農林省林業試験場と合併することになる宮内省帝室林野局林業試験場が官制上設立されたのは1921（大正10）年２月15日のことである。帝室林野局は皇室財産の基礎の確立を目的に1885（明治18）年御料局として発足したものであり、1908（明治41）年、帝室林野整理局（1924（大正13）年帝室林野局と改名）という宮内省の省外部局となって独自の施業案のもと積極的な経営を行ってきた。御料林事業の発展につれ試験研究の要望が強くなり、「林産の増殖及び改良に関する学術的並びに実地的の調査及び試験事項を行う為に」設置されものである。

1922（大正11）年11月、東京府南多摩郡横

山村大字下長房に完成した庁舎、実験室ほかの付属施設及び約2,000haの付属地に８名の職員をもって業務を開始した。発足当時から御料林経営に資するという精神により、実地試験を重点とする伝統は林政統一以降まで続いた。林木種子の活力検定法、簡易パルプ製造法、木材軽質油製造法、微生物によるマツケムシ防除などはその例である。職員は1932（昭和７）年時点で技師３、技手５を含め計17名である。その後1937（昭和12）年北海道御料林用に技師２、技手２の追加など増員が行われた。

北海道については1940（昭和15）年、帝室林野局北海道林業試験場ができ、東京の林業試験場は帝室林野局東京林業試験場となった。

北海道林業試験場は1940（昭和15）年、札幌市豊平に新設され、定山渓に130haの試験林をもった。当時の職員は北海道は技師１、技手２を含む計５名、東京は技師３、技手６、属１を含む計22名であった。

東京林業試験場は1945（昭和20）年８月、八王子空襲の余波で庁舎ほか施設の大半が消失したが、翌年いくつかの実験施設を再建し、1947（昭和22）年の林政統一によって、北海道林業試験場とともに農林省林業試験場に合併することになる。

1.3　縮小期－不況の下で

（1924（大正13）年～1931（昭和６）年）

1874（明治７）年に内務省に地理寮が設けられて山林事務を開始して以来、約半世紀の長い道程をたどり、林業試験を林業試験場一本の機構に改め、発展の基盤を築きあげた途端に、1924（大正13）年の行政整理によって仙台、熊本両支場廃止など、組織定員予算が大幅に縮小され、林業試験はまた林業試験場と営林局との二本立てに逆戻りした。この行政整理のため縮小された林業試験は、その後も拡充の機会が見出されず、この期の終末には国の予算から林業試験費が払拭されるのではないかと懸念されるまでになった。なお、北海道については、前項1.2.1の３）の記述を参照。

1.3.1　林業試験場組織の縮小

1924（大正13）年の行政整理に遭い、林業試験場の仙台、熊本両支場が廃止され、それまで築いた機構がもろくも潰え去り、再び林業試験場と営林局との共同事業に移すという従前の形に逆戻りした。なお、この年大小林区署制が廃され、営林局署制に変更した。森林測候所もこの前後から廃止が始まった。

この行政整理によって定員は技師６名、属・技手９名が減員されて技師14人、属・技手29人となり、事業費は半減されて、総経費予算26万円となった。

また、行政整理によって国有林内の試験地は、再び林業試験場と営林局との共同管理下に置かれた。この行政整理による試験地の移管は、従来の試験地を整理した上で合計37試験地であった。これらの試験地は試験場や営林局の諸般の事情によって管理が充分でなかったので、1934（昭和９）年にはさらに整理して、収穫試験地として格付けされた少数の試験地だけを残し、その維持と試験の進展を図った。試験地の主管は営林局の造林課である。この収穫試験地はA種、B種の二種に分けられた。A種収穫試験地は成長量の照査、林分構成の研究、間伐実行上必要な資料ならびに収穫表調製資料収集を目的とする試験地。B種収穫試験地は各種作業法の比較研究を行い、植生、土壌、気象などの基本的要素の精密試験を行う総合試験的性格を持つ試験地と規定されている。

昭和期の初めの一時期には、天然更新論議が盛んになり、燃料開発が脚光を浴び、そのため植生調査や木炭自動車調査などに人員、予算が追加されたが、これも緊縮財政の下では上昇機運にはならなかった。

1931（昭和６）年に林業試験場の部課が次のように再編された。

造林部：種苗・更新・混農林業・立地調査に関する事項、林木種子の鑑定、種苗の配布
生病理部：植物の生理及び病理、種苗・林木・木竹材に対する有害動植物の調査ならびに防除に関する事項
利用部：木材の物理的性質、木材の工芸的性質、木材処理及び保存に関する事項
化学部：林産物の製造、林産物の分析鑑定、土壌肥料に関する事項
施業部：森林の施業法、林木の成長査定、材積算定に関する事項
気象部：森林気象の調査及び観測
庶務課：庶務総務に関する事項

これらの中で造林部に立地調査、生病理部に植物の生理、病理が追加されているのが目立つ。これはこの時期に森林生態学的研究が林業試験に取り入れられたことの反映である。

縮小された予算人員の限定のなかで職員はそれぞれ努力したが、1934（昭和９）年頃まで事業拡大の機会を掴むことかできなかった。

そのような状況下で1932（昭和７）年１月に白沢保美に替わって、藤岡光長が場長の職についた。白沢保美は1900（明治33）年６月林業試験苗圃主任に就任以来、その後、松野、村田、松波三氏の短期間の所長時代を除き、通算26年の長期にわたって林業試験の発展に尽力した。

1.4　戦時準備態勢期－農村不況と戦時物資自給

（1932（昭和７）年～1944（昭和19）年）

1929（昭和４）年の世界大恐慌に端を発し、我が国には深刻な農村不況が1930（昭和５）年頃から始まった。林政は山村農家の更生施策の重要な課題をかかえながら、他方に1931（昭和６）年の満州事変に続き1937（昭和12）年に突発した日華事変を皮切りに、つぎつぎに展開してゆく戦時態勢下、林産物の生産確保、戦時必要物資の自給が至上命題となった。このような情勢のもとに林業試験業務も一変して、従来の国有林に設けられた造林・施業に関する試験は一切棚上げさせられ、それに代わって山村農家の福祉を狙った山林経営、軍馬育成に関係ある牧野の改良ならびに戦時の必需物資の生産確保を狙った林産部門などの試験研究が喫緊の要務として取り上げられた。これは林業試験場にとって大きな性格変化をもたらすものであった。かくて前期の沈滞ムードは払拭されるかに見えた。しかし、戦争の長期化につれ研究への悪影響が露わになり、1942（昭和17）年度以降は戦局拡大のため、新規事業を企画する余裕を失った。なお、内務省、宮内省の林業試験場については前々項1.2.1の３）、４）を参照。

1.4.1　戦時態勢下の林業試験場

未曾有の農村凶荒の対策としての山村更生の重要課題をかかえながら、戦時態勢を整えるという農林行政の二重の目的に即応して、林業試験もすっかり変容した。従来の造林施業に関する試験は一切棚上げされて、試験活動は主として農山村や農家所有の山林経営の面に集中し、つぎつぎに新規の試験地が開設され、また戦時態勢下の必需品である林産物の生産確保のための試験が矢つぎ早に取り上げられた。これらの試験は、業績の業界への急速な浸透を狙って、実務的な規模で行われた。

1934（昭和９）年に東京営林局と共同で埼玉県今宿村赤沼ほか二つの国有林に、農用林の試験研究が開始されるなど、時局に即応する研究課題が取り上げられ、林業試験再活動のきざしが認められた。

1935（昭和10）年には林産物の加工、闊葉樹利用開発の二つの新事業を開始し、技手３名の増員となり、ベニヤ製造・合板試験室が建設された。また、山形県下真室川営林署管内に釜渕試験地が開設され、広葉樹の製材、乾燥、木工の試験を開始した。1936（昭和11）年には第二期治水事業が開始されて、従来の森林測侯所が森林治水試験地と改称され、

当年度14箇所の森林測侯所が廃止され、全部治水試験地となった。このうち半数は翌年、翌々年にかけ廃止された。

1937（昭和12）年には農山村更正のため菌種培養と配布の事業を始め、技師１名、属１名が増員となり、菌類培養室が建設された。この菌種培養と配布の事業は、1941（昭和16）年度から林業試験場の指導監督のもとに全国森林組合連合会に移された。

また、1937（昭和12）年には岩手県岩手郡巻堀村好摩に好摩試験地が開設された。この敷地は試験地設置のために、岩手県が民地を買上げて林業試験場に貸与したのである。この試験地では森林治水試験に併せて、特用樹木の栽培及び牧野に関する試験、間伐材のパルプ製造、加工炭の製造などの試験研究を行った。1938（昭和13）年には牧野改良事業、間伐材利用、集材法に関する三項の新規試験が開始され、技師２名、技手４名の増員となった。軍馬生産の基盤である牧野改良事業は、当年度から開始する山林局の牧野改良事業に並行して始められたものである。試験地は福島県下郡山営林署管内の都路国有林内に置き、林内放牧試験と薪炭林経営試験を開始した。集材方法の試験は間伐材の架線による集材方法を研究する目的で開始され、場内に建設された集材研究室と神奈川県箱根県有造林地内とで試験研究を行った。

また、1937（昭和12）年に高島試験地と赤沼苗圃が開設された。高島試験地は岡山県上道郡高島村竜の口山国有林内に設けられた。大阪営林局と林業試験場との共同施行によるものである。業務は治水事業に関する観測と特用樹木の栽培とであった。この地方は従来から水田用水溜池の備林としてのアカマツ林の水源かん養機能について是非の議論が多かったので、この解決のためと、児島半島の禿山の砂防法の研究をするのが狙いであった。

赤沼苗圃は1934（昭和９）年以来東京営林局と共同施行中であったが、この年度に事務所、官舎、実験室などの施設を整備して、林業試験場の赤沼苗圃として発足したものである。この苗圃は山林の営農的利用に関する諸般の試験の見本市式展示を狙ったものである。

国際関係が悪化したため資源の輸入が次第に困難になり、1939（昭和14）年には松脂生産のため生松脂採取奨励規則が公布されたが、民間工場では不足のため林業試験場にも精製工場が建築され、生産された生松脂の精製に当たり、同時に松根油の製造法の改良試験に着手した。

1941（昭和16）年には未利用林産資源開発利用、間伐材利用、工業用木炭の製造ならびに製炭法の改良、パルプ適樹の生産確保などの新規試験が開始され、これらを含め職員・技手４名の増員を得た。このうち未利用林産資源開発利用の試験は、廃材・樹皮等を資材とする繊維板の製造試験であった。また、工業用木炭の製造は大型窯、成型木炭などの中間工業的装置の性能試験であった。

また、同年末には無霜地帯の宮崎県宮崎郡田野村に適地を選び、亜熱帯圏の特用樹木の養苗を始めた。この苗圃は1944（昭和19）年度に田野試験地となった

1941（昭和16）年12月８日に始まった太平洋戦争は、開戦当時こそ連戦連勝し資源問題を楽観視する気分も一時生じたが、半ばから次第に戦況の不利が明瞭になった。枯渇する資源と自給の逼迫に追われて、研究は軍需物資生産に傾斜した。

1941（昭和16）年度末の林業試験場の規模は、本場の営造物が85棟、延2,550坪。職員は技師21名、属・技手47名、雇員・助手・嘱託・傭人115名合計183名の大世帯に膨れあがっていた。林業試験場の研究も極度の困窮のなかに、非常時態勢に応じて辛うじて推進されていたが、1945（昭和20）年５月24日の空襲で建物及び施設ならびに図書標本の大半を焼失して呆然自失の状態となった。

2．戦後復興から筑波移転へ

2.1　混乱・復興期－敗戦から戦後復興へ（1945（昭和20）年～1950（昭和25）年）

1945（昭和20）年８月15日、終戦の日を迎えた。当時の職員は飢えとの戦いがなにより優先された。敗戦とそれにつながる混乱のなか、1946（昭和21）年度は暗中模索的に復興計画が進められたが、翌年から本格的に試験場の焼け跡に新たな林業試験場の施設が復興し始めた。

1947（昭和22）年の林政統一に伴い国の林業試験研究機関の再編が行われ、林業試験場一本となった。これについで営林局の試験部門が支場へ編成替えされ、各地の試験地も所属が確定された。施設も急ピッチで復興から拡充され、次の発展を目指し組織再編が行われ研究活動も開始された。1950（昭和25）年には、地方分散の必要性の少ない林産部門を集約する方針のもと、札幌、浅川、釜淵の研究者と施設を本場に集中し林産部門を強化し、基礎から応用まで一貫して試験を行う態勢ができた。

2.1.1　焼け跡からの復興

1945（昭和20）年５月24日の空襲で建物及び施設ならびに図書、標本の大半を焼失し、これに追い打ちをかける８月15日の敗戦で多くの職員は呆然自失の状態となった。しかし、次第に焼け残ったわずかの建物に集まって、焼け跡の整理に着手し、また、焼け残りの文献などを手がかりとして、素早く立ちあがろうとした。場長はじめ首脳部は施設の早急復興と、職員の不安を除くため懸命の努力を払った。

堅牢な施設を必要とする木材及び林産化学部門が、ほとんどの実験施設を焼失したため、しっかりした建物を探すほかないという考えから、試験場の移転問題がおこったが、諸般の事情で移転は不可能となり、結局元の位置に復興計画が立てられた。翌1946（昭和21）年２月、藤岡光長は14年間の長期にわたった困難な戦時態勢下を指導した場長の職を去った。

戦後日本政府の上に君臨した連合軍最高司令部（GHQ）の天然資源局（NRS）は農地改革を推進し、また、林政上も初の技術者林野局長官を誕生させ、林政に関する各種の勧告を行った。GHQはまた、林業研究にも林産研究組織の統一を骨子とする勧告を行った。

1946（昭和21）年度施設予算として立地研究室新営費等100万円が認められ、同年着工、翌年２月に木造平家建２棟197坪の研究室ができあがり、これが戦後復興の第一歩となった。続いて作業研究室68坪、防腐研究室107坪、木炭研究室100坪がそれぞれ林野局経費をもって建設された。建設資材の多くは、構内の製材所において現場担当員の手によってつぎつぎと製材され建築に供されていったが、当時食糧事情が最も劣悪であったにも拘わらず、よくその重労働にたえて復興に協力した。しかし、本格的な復興にはかなりの時間を待たなければならなかった。

2.1.2　林政統一と以降の組織・施設の拡大

大戦後の林政上の最大の課題は、異なる組織に属していた国有林地の統一であった。

1947（昭和22）年４月１日、それまで準備が進んでいた帝室林野局御料林の農林省国有林への移管手続きが終了し、これをもって林政統一の第一歩がなり、同年５月１日内務省北海道国有林を農林省に移管し、ここに林政統一が完成した。これに伴い、帝室林野局所管であった東京都南多摩郡横山村所在の東京林業試験場は林業試験場の浅川支場となり、北海道札幌市豊平町所在の宮内庁所管の北海道林業試験場は林業試験場の札幌支場となり、北海道札幌市江別町野幌所在の内務省所管の北海道庁林業試験場も林試札幌支場に合併された。

これに先立つ1947（昭和22）年３月31日、本場の機構を改編し、総務、造林、保護、防災、林産化学、木材及び調査室の６部１室が

設けられ、総務部に庶務、会計、用度の３課が置かれた。これと同日付で青森、秋田、大阪の３営林局の試験調査部門を支場として編成替えのうえ、それぞれの局内に併置し、好摩試験地は青森支場好摩分場に、釜淵試験地は秋田支場釜淵分場に、また、高島試験地は大阪支場高島分場に改められた。同年12月１日、さらに、高知、熊本の２営林局の試験調査部門を支場とし編成替えのうえ、それぞれの局内に併置し、1941（昭和16）年に設置された田野試験地を熊本支場田野分場に改め、小国、矢岳の２試験地は熊本支場の直轄とし、また、1939（昭和14）年設置の大正試験地は高知支場の直轄とした。

復興もおおむね順調にすすみ、1948（昭和23）年３月には本館事務室木造２階建１棟付属家付延375坪をはじめ、研究室12棟延750坪その他が建設され、これが戦後復興の中間点となった。1950（昭和25）年に入り、製材試験室、木材強度研究室、ドラフト室などが建設され実験が着手された。研究施設の復興とともに最も深刻な問題は住宅困窮下での職員の住宅確保であったが、新設、転用、その他南多摩郡稲城村所在の旧軍用施設の借上げなどによって、約５年間におおむね50世帯の収容ができた。

1949（昭和24）年５月31日農林省設置法の制定により、林業試験場は林野庁の付属機関となった。また、機構の整備により造林部及び木材部の一部を分離し、経営部を新たに設け、７部１室とし、経営研究室の建物も建設された。

復興が進むにつれ試験研究業務もようやく軌道にのり、1948（昭和23）年４月には研究報告第40号が戦後初めて報告として刊行され、その後相ついで研究成果が公表されるに至った。

このころ、国有林においては林業経営の合理化対策が治水・治山対策、造林対策と並列して重要施策として取り上げられ、1951（昭和26）年度予算に計上されるに至った。これよりさき、林業経営の集約化のため、さらに精度の高い収穫表が要求されるようになり、林野庁は既往の収穫表の検討方法及び新収穫表調製方法の研究を依頼してきたので、その要請に応えて経営部測定研究室でこの研究に着手した。

戦時中及び戦後の森林の乱伐により、本邦においていまだかってない松枯れ被害が顕著になった。1928（昭和３）年ごろ兵庫県及び長崎県下に集団発生して以来、林業試験場の調査研究が進められたが、これに関する組織的な調査研究を行うようになったのはむしろ戦後である。この過程において、いわゆる松くい虫と称されている各種類の昆虫について、個生態学的な調査がまず行われ、ついでこれらを害虫群集として扱う方向に研究が進められた。GHQは松枯れを民政上重要視し、防除方法・組織・研究に関する勧告を行い、これが森林病虫獣害防除法の基礎となった。この調査には林業試験場の研究陣が協力した。

林産に関する試験研究を実施するには特に施設を必要とするので、1950（昭和25）年４月浅川、札幌両支場及び釜淵分場の林産部門の研究施設と研究陣容を本場に集中し、研究の充実と能率的な進展に努力が払われ、かつ、基礎部門から中間工業試験までを一元的に行う計画が進められた。同時に浅川支場を本場の分室とし浅川分室と改め、高萩、赤沼、十日町、白河、小塚及び都路の各試験地を本場の直轄とした。また、前橋、長野、東京、名古屋の各営林局で行う林業試験については、それぞれ駐在員を配置して試験業務を担当させることとした。

2.2　発展期－好況下での林業林産研究（1951（昭和26）年～1961（昭和36）年）

戦後の混乱期から落ち着きを取り戻してきた1950（昭和25）年頃から、木材増産のための生産力増強が国の重要施策として取り上げ

られるようになった。このため、林野諸法制の整備が始まり、これに呼応して林業試験場の組織・人員が充実し研究が活性化した。なかでも生産力増強に関係ある土壌、育種分野が充実した。また、昭和30年代半ばから経済が上昇期に入り、木材価格が高騰し始めた。このため木材資源の合理的利用の観点から林産研究に力が注がれた。

支場の充実も次第に進み、各地域で順々に新庁舎ができ、地域での研究センターの役割が期待されるようになった。

戦後復興に中心的役割を果たした斉藤美鶯場長は1952（昭和27）年、労苦を共にした大政正隆に交代した。

2.2.1　生産力増強

1951（昭和26）年６月１日、土壌調査部が設けられ本場は８部１室となった。1935（昭和10）年ごろから始まった系統的な森林土壌の研究は、昭和30年代に国有林から始まった林野土壌調査事業（林地生産力調査事業）を背景にして発展期に入った。土壌調査部が独立して、２科５研究室が設置されるに及び、この分野の研究調査手法は大きく発展し、苗木の栄養や苗畑施肥の面でも解明が行われ、林地生産力の増強を目的とした林地肥培の研究、林地土壌生産力に関する研究が活発に行われ、拡大造林の技術的基礎を作った。

1950（昭和25）年頃より、我が国における林木の育種に対する関心が高まり、1957（昭和32）年度から国有林、民有林を通じて、林木育種事業を本格的に実施することになり、同年当場管理のもとに、北海道林木育種場が北海道江別市に、中央林木育種場が茨城県水戸市笠原町に、九州林木育種場が熊本県菊池郡西合志村に、また、翌年12月、関西林木育種場が岡山県勝田郡勝央町に、東北林木育種場が岩手県岩手郡滝沢村にそれぞれ設置された。

国の施設に呼応して一部の道府県においても育種事業機関を設置し、また、一部パルプ会杜でも育種研究室を設置し、自主的に育種事業が進められるようになった。1959（昭和34）年４月１日、北海道、中央（関東）、東北、関西及び九州の各林木育種場が林野庁特別会計へ移管され一本化され、ここに林木育種事業が本格化した。

また、本場経営部経済科に経済研究室が設けられ、林業試験場ではじめて林業の経済研究が取り上げられた。

2.2.2　林産研究

林産施設の中央集中については、1950（昭和25）年、浅川、札幌、釜淵の林産部門を本場に集中したほか、施設再建についても数年にわたり準備が進められた結果、1954（昭和29）年５月、鉄筋コンクリート２階建一部３階建坪421坪延909坪の林産館及び付属変電室ならびに機械室、ボイラー室のほか、木材強度試験室50坪と応用研究室鉄骨スレート葺365坪が完成し、林産研究業務推進に一転機を画した。

機構整備においては、1953（昭和28）年１月、林産化学部にパルプ繊維板科を置き、パルプ研究室、繊維板研究室の２研究室とし、林産化学部林産製造科特殊林産研究室を特殊林産第１研究室と特殊林産第２研究室に分離し、木材部に木材加工科製材研究室、材質改良科接着研究室が設置された。

戦後我が国における木材の需給関係は年々逼迫したため、1955（昭和30）年１月の閣議決定に基づき、木材資源利用合理化推進本部が設けられた。林産研究面では質的にも劣悪化の傾向にある木材をできるだけ完全に、かつ、効果的に利用するため技術の開発と、また、建築物で進出著しい競合材料に対し木質材料の特質を生かし、その付加価値を増大するための研究が進められた。

製材技術面では、製材歩止りの向上を目指し、薄鋸使用の研究とその目立技術確立に努力が払われ、その試験研究の成果をもとに1952（昭和27）年から目立技術講習所の設置

が漸次各府県にみられるようになり、木材加工専門技術員の協力と相まって薄鋸使用の研究成果が普及した。

2.2.3 機構・施設整備

以上述べたほか、本場及び付置施設についていくつかの整備が行われた。

1954（昭和29）年11月１日、長野県西筑摩郡福島町に本場直轄の木曽分場が設置され、我が国亜高山地帯における林業に関する試験研究が進められることになった。

翌４月、赤沼試験地に樹芸研究室、浅川実験林に樹木研究室、十日町試験地に雪害研究室、高萩試験地に牧野研究室、小国試験地に立地研究室がそれぞれ設置され、付置機構にも研究室が設置されたが、後日そのいくつかは試験地から移籍された。施設面では風洞実験装置やRI施設などの設置によって、新手法による研究が進展した。RI(放射性同位元素)については、原子力の平和利用の一環として1955（昭和30）年度より取り上げられ、翌年度にトレーサー実験室、1958（昭和33）年に鉄筋コンクリート造のガンマー線照射実験室が建設され、さらに、1959（昭和34）年には林木生理実験のためRI専用のガラス室が建設された。これらの施設を有機的かつ多面的に利用するためにRI資料準備室25坪が1960（昭和35）年度に完成し、施設としては一応整備された。これらの施設は共同利用の立前をとっているため、一般的管理は調査室があたった。

2.2.4 支場の整備拡充

本場の整備が一段落し、支場が地域研究の中核となることが要望され、支場の整備拡充が始まった。

北海道：1951（昭和26）年７月20日、それまで野幌にあった札幌支場を豊平に移し、豊平を札幌支場とし、野幌を野幌分室とした。1953（昭和28）年10月１日、札幌支場を北海道支場と改称し、野幌分室は野幌試験地に改め、野幌分室の試験設備の大部分を札幌市豊平所在の支場に移した。同年11月、経営研究室、昆虫飼育室、土壌調査室、造林研究室、倉庫などが移改築され、ここに同支場の体制が整った。

東北：1959（昭和34）年７月１日、青森支場、好摩分場、秋田支場を合併し、東北支場となった。東北支場新庁舎の完成までは東北支場青森連絡室を青森営林局内に、東北支場秋田連絡室を秋田営林局内に設けるなど一時的な処置がとられた。1960（昭和35）年に入り、盛岡市下厨川字鍋屋敷所在の東北農業試験場の用地の一部39,815坪を同試験場から所属換を受け、同年12月、同地に東北支場が建設された。建物施設の主なものは研究室及び事務室（鉄筋コンクリート造２階建）延712坪のほか、温室、昆虫飼育室、苗畑作業舎、倉庫、温室などで、待望の研究施設がここに完成し、研究環境も飛躍的に進展し、東北地方における地域林業の発展に大きな役割を果たすこととなった。この時好摩分場は東北支場好摩試験地となった。

関西：1952（昭和27）年７月、大阪支場を京都支場に改称。1956（昭和31）年３月京都市伏見区桃山町に京都支場の庁舎、研究室、木造平家177坪及び倉庫が建設されそれまで京都市東山区の仮住いから移転した。1959(昭和34）年、京都支場を関西支場に、京都支場高島分場を関西支場岡山分場に改称した。同年治山工法に関する試験地として岡山県玉野市に関西支場玉野試験地が設置された。

四国：1959（昭和34）年、高知支場は四国支場となり、新庁舎の建設を待つことになった（2.3.3参照）。

九州：1953（昭和28）年度に熊本支場建設用地として4.56町を熊本県護国神社から購入し、翌年３月に庁舎102坪ほか、標本室、作業舎などが建設され、新庁舎に移転し、営林局併設支場から独立し、九州の地域林業に大きな役割を果たすことになった。これと別に1951（昭和26）年、熊本支場田野分場は宮崎

市内に宮崎県庁の寄付によって建設された新庁舎の落成とともにここに移転し、熊本支場宮崎分場と改め、暖帯林研究を行うことになった。

2.3 転換期－国際化と林業不況へ（1962（昭和37）年～1973（昭和48）年）

1960年代に始まった高度経済成長の中にあって、林業は1960（昭和35）年からの外材自由化の影響が次第に現れ、一般経済に先だって不況がしのびよってきた。1964（昭和39）年の林業基本法はその対策として立てられ、これに関連した施策をめぐって研究にも生産力増強から生産性向上が重視されるようになった。また、日本の経済大国化に伴い、途上国への国際協力のほか、木材貿易摩擦など国際的な対応が必要になってきた。

一方、同時に、異常なまでに進展して来た経済成長は、次第にその歪みをみせはじめ、国民の豊かな生活への願望が、物量から質へと転換するとともに、研究目標も大きく転換し始めた。1970年代に入って自然保護運動は急速に進展するとともに、森林の持つ環境保全への期待が大きくなってきた。

このような時代に対応すべく、分野横断的な総合研究が必要となってきた。これらの多くは、基礎的研究分野において、成果の出始めたものを、体系づけようとしているものである。

カラマツ造林地の実態調査、合理的短期育成技術、林地生産力に関する研究、寒害防止に関する研究、豪雪地帯における造林技術に関する研究、松くい虫によるマツ類の枯損防止などである。これらは農林省特別研究などのほか一部は自主財源で行われ、成果をあげた。

この時期の終わりには、時代の研究要請に応える施設改編が盛んに行われ、また、国の行政方針に沿った本場の筑波研究学園都市への移転が決定し、建設工事に着工した。

2.3.1 林業・林産業の生産性向上に向かって

1）林業研究

工業化を基幹とした急激な経済成長に一次産業としての林業が遅れをとらないよう、林業基本法（昭和39年法律第161号）に基づき各種の施策が実行に移された。産業界の発展に足並みを揃えるべく、大面積一斉造林、林地肥培、伐採搬出作業の機械化、施業の省力化のための除草剤・病虫獣害防除薬剤など、林業研究も、生産力もさることながら、生産性の向上に重点がおかれた。林業の機械化は、作業の能率化と同時に、作業の安全性の研究が重視され、チェーンソー等の振動問題はこの期の重点課題として進められてきた。除草剤の研究については、研究室の創設とともに除草効果の試験と並行して、総合研究としての除草剤の林地生態系に及ぼす影響調査が行われた。防災部門においては古くから続いてきた森林の国土保全機能の研究から、保全機能を発揮させるための林地の地帯区分の研究が開始された。森林調査の能率化のために空中写真の利用法が開発されてきたが、波長別写真撮影法の開発及び衛星写真利用技術の開発に伴って、植物の活力判定、大気中の物質の濃度判定などができるようになり、現在に至る公害研究の有力な手法となってきた。

一方、大面積一斉造林が進むにつれ、不成績造林地も各所にみられるようになり、将来の拡大造林に対する懸念から、その原因を明らかにする必要が生じた。そのため、立地環境、気象害、病虫獣害問題が次第に表面化し、この対策が求められた。これらはいずれも広い分野の研究が必要であった。その先駆けとなったのは1955（昭和30）年頃に着手されたカラマツ落葉病の共同調査で、プロジェクトリーダーのもとに保護、土壌、気象、造林、育種分野の研究者の現地調査によって立地的諸要因が発病要因であることを明らかにした。これはそれまでの専門化、細分化が進展した

研究のやり方では、林地における複合した現象の解明が困難であり、広域にわたる複雑な現象への対応という社会の要請に応えるためには、各専門分野にわたる総合的判断が必要となってきたことを意味している。

気象害のうち寒害については、1962（昭和37）年から1973（昭和48）年にかけて本・支場にわたって防災、造林、保護分野の共同研究によって全国にわたる被害実態を明らかにし、被害発生の各種メカニズムについての知見が多く得られるとともに、その対策として樹木または林分としてこの耐性強化に主眼をおいた保育技術の開発が進展した。

このようにしてプロジェクトシステムが次第に浸透するなかで、特別研究、別枠研究などによりいくつかの成果が生まれた。そのうち「まつくいむしによるマツ類の枯損防止に関する研究」（昭和43～46）は、本・支場の昆虫・樹病・菌類・造林・土壌・気象各部門の共同研究によって、松枯れの真因がマツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリの共生的関係によって起きることを明らかにし、いわゆる松くい虫の研究と対策に一大転機をもたらした。この特別研究に続いて公立林試と連携し、松材線虫病の防除研究が進展した。

木材増産に重点をおいて行われてきた研究は、次第に環境保全との調和を指向した研究へと移行しつつあった。薬剤のみに頼る病虫害防除は、林業の経済性と必ずしも一致しないのみならず、生態学的にも不合理が多いことから、病虫害の生態的防除に関する研究は森林保護部門における重要な研究課題となった。別枠研究「害虫の総合防除に関する研究」（昭和46～50）は農業分野と交流し、林業の独自性を知らせる絶好の機会となった。

2）林産研究

昭和40年代に入り漸増している需要量を満たすため輸入が漸増し、1970（昭和45）年頃から輸入外材が半数を超えた。これに対応するため、林産研究においては、木材の有効利用と未利用材の活用研究、特に、木質パネルとそれに関連する部門の研究が重点的に行われた。また、拡大造林に伴い、間伐材利用開発のために未成熟材の材質特性とその改良の研究が進められた。輸入量の増大に伴い、外材とくに南方材の研究が必然的に増大し、研究蓄積は次第に増加した。

1974(昭和49)年に始まったツーバイフォー（２吋×４吋）材による建築は、木材多消費ではあるが、単純化された規格材を用いた枠組壁工法であるため次第に普及し、多種類の寸法の材を用いる在来構法にとって脅威になり始めその対応が研究面に要請された。

それまでは輸入材特に南洋材を主対象にしてきた木材特性や加工利用の研究を進めてきたが、次第に国内産材の研究も進んできた。1972（昭和47）～1974（昭和49）年の３年かけて、木材部の全精力をあげ、これに林産化学部、北海道林産試の共同研究が組まれカラマツ材の利用技術の可能性と問題点を明らかにした。

2.3.2　国際協力

農林省では国際協力の精神に基づき、アジア地域、中近東地域、アフリカ地域、中南米地域の開発途上の国との農林水産業技術協力の一環として研修生の受け入れを開始した。コロンボ計画に基づく海外研修生の集団受入れもその一つで、1956（昭和31）年に農業関係の研修コースが組織され、林業関係では、当場構内に木造２階建延50坪の海外研修生の研修室が1961（昭和36）年３月に竣工し、林業経営、林産加工の２コースを開設したが、1963（昭和38）年度は森林作業、木材加工研究の２コース、1964（昭和39）年度は森林調査、林産研究の２コースが開設されるなど、フィリピン、インド、ビルマ、スーダン、北ボルネオ、インドネシア、マレーシア、韓国、及び中華民国から多くの研修生を受け入れた。

我が国の経済成長に伴って、明治以来の海外技術の導入から逆に、海外への技術協力へ

と転換し始めた。資源に乏しい我が国としては、天然資源の有効利用、特に森林については、その再生産技術の研究において、国際協力の必要性が認識され、熱帯降雨林における更新に関する研究が開始され、在外研究員も派遣された。また、1969（昭和44）年、林業試験場が日本側担当機関となって始まった天然資源の開発利用に関する日米会議（UJNR）森林専門部会、さらに、IUFRO（国際林業試験機関連合）などを通じ、国際交流はさらに活発になった。1972（昭和47）年に東京で開催された遺伝部会の研究集会はアジア初のIUFROの集会である。

2.3.3 現地組織の整理統合と施設の整備拡充

組織の拡充は一段落し、戦前から各地に散在している組織としての試験地などが整理統合され、同時に後回しにされていた本・支場の施設整備が行われた。また、時代の要請により、機械化部の新設が行われ、支場では組織強化が行われた。

現地組織の整理については、先ず1937（昭和12）年に馬の放牧試験のために設けられた福島県都路試験地は、放牧試験の終了に続いて薪炭林施業法の試験を行っていたが、所期の目的を達したので1961（昭和36）年に廃止した。また、北海道上川試験地は1937（昭和12）年第二期森林治水事業開始のころ内務省北海道林業試験場に設けられて以来森林の治水問題の究明を担ってきたが、所期の目的を達したので廃止した。1962（昭和37）年、九州支場小国試験地及び東北支場好摩試験地は一応所期の目的を達したので、これを廃止した。関西支場玉野試験地は試験業務が終了したので1964（昭和39）年に廃止し、同岡山分場は1966（昭和41）年岡山試験地となった。北海道の釧路試験地は1965（昭和40）年に、野幌試験地は1972（昭和47）年に廃止された。これら試験地の整理に関連した研究室の再編も行われた。

本・支場の総務部、調査部関係の組織改編も盛んに行われたが、そのうち地域研究の調整連絡が重要になったので、1963（昭和38）年関西、四国、九州の各支場に調査室が設けられた。

1965（昭和40）年度予算において機械化部の新設が認められ、同年４月１日から発足した。機械化部は従来の経営部作業科を母体とする機械・作業部門が機械化部として独立したものである。

支・分場の組織施設整備については、前期に続いて行われた。関西支場では1963（昭和38）年土壌資料調整室が、1965（昭和40）年にはRC研究棟の新築のほか昆虫飼育室の増築が行われ、1966（昭和41）年に育林・保護の２部制となった。また、九州支場は1963（昭和38）年、ガラス室などのほか防災研究室が、1968（昭和43）年に２階建て（一部３階）共同実験室が完成した。

四国支場は1964（昭和39）年高知市朝倉行宮の森の新庁舎に移転した。庁舎の敷地は苗畑、見本園、実験林、庁舎敷、宿舎敷等あわせて7.3ha、建物施設の主なるものは、庁舎、研究室RC２階建一部地階付、昆虫飼育室、ガラス室など研究施設、公務員宿舎などである。ここに四国地域の林業研究の中心として活動が開始された。

北海道支場では昭和40年代から周辺の市街化が急激に進み移転計画が俎上に上がってきた。1972（昭和47）年に羊ヶ丘への移転整備計画が承認され、同年から1974（昭和49）年の３ヵ年にわたって建設工事を行い、1974（昭和49）年に羊ヶ丘へ移転した。敷地は農林省北海道農業試験場敷地の一部所管替を受けた約175haで、施設はRC３階建3,893㎡の本館を含み、総面積１万㎡余に達する。この移転で北海道での林業試験場の統一が実質的に成った。

本場の移転についても、昭和30年代末から話題になっていたが、1967（昭和42）年に筑

波研究学園都市建設が閣議了承され、林業試験場も移転機関に含まれることになった。そしてその後、1975（昭和50）年から1977（昭和52）年の３年にわたって建設工事を行ったのである（3.2.1　筑波移転参照）。

（小林富士雄）

３．環境重視の時代へ

3.1　環境問題への対応

1955（昭和30）年頃から始まった高度経済成長時代にさまざまな歪みが生じ、環境問題が人類共通の問題となってきた。我が国では、水俣病や四日市・川崎喘息に代表される「公害」が大きな社会問題となった。それまでは、金属精錬所周辺等の限られた地域の問題であった大気汚染による農林作物被害が、工業地帯や大都市周辺で生じるようになり、プロジェクト研究による対応が必要となった。1973（昭和48）年と1978（昭和53）年の二度のオイルショックを経て、我が国の経済は安定成長期に移行した。これに伴い、上昇を続けてきた木材需要も頭打ちとなり、１千万haに達した人工林の手入れを担うべき山村人口の減少は、林業の担い手の減少に加えて、林業労働力の高齢化を招いたほか、不在村森林所有者の増加による森林管理の粗放化が顕在化してきた。

1972（昭和47）年６月、スウェーデンのストックホルムで開催された国連人間環境会議は最初の世界的な政府間会合である。113ヵ国が参加したこの会議の主題は「かけがえのない地球（Only One Earth）」であり、経済発展に伴う環境汚染や自然破壊が人類にとって許容できないレベルに達しつつあることが警告された。同年の、「世界の文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約（世界遺産条約）」の採択、「国連環境計画（UNEP）」の設立と合わせ、先進諸国の政策は環境を重視する方向へ大きく転換した。しかし、環境重視政策が経済発展を阻害する要因ともなったため、発展途上国においては、貧困の解決が遅れ、「南北問題」を引き起こす原因にもなっている。

環境汚染の問題は都市部だけでなく、下刈り時の除草剤使用、有機塩素系農薬による害虫防除などの点で森林施業の現場にも大きな関係があった。人間環境会議の前年の1971（昭和46）年は、林野庁長官からBHC剤の全面使用中止通達、環境庁の設置による鳥獣行政の移管、世界野生生物基金日本委員会（WWWJ）の発足など、変革の年であった。

3.1.1　林業と自然保護の調和

昭和40年代の拡大造林は奥地が対象となり、ブナ林、亜高山針葉樹林がスギやカラマツの人工林に転換されるにつれ、自然保護の立場からの批判が高まってきた。特に、大規模林道の開発に対する反対運動が各地で発生、大規模な一斉造林に対して、研究者からも疑問の声があがるようになった。

森林が存在することの意義や森林の質についての国民の関心が高まり、1972（昭和47）年に林野庁は「森林の公益的機能計量化調査」により、森林が存在することによる価値が年間12.82兆円という試算結果を発表した。このように、天然更新を確実にするための研究に加えて、森林が存在しているだけで各種の公益的機能を発揮していることを強調する研究が進められるようになった。「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」、「山地崩壊ならびに洪水発生危険地判定法の確立」、「山地傾斜地における草地畜産管理システムの確立」、「農林水産業が持つ国土資源と環境の保全機能及びその維持増進に関する総合研究」、「都市及び都市周辺における樹林地の維持と管理」、「環境変化に対応した海岸林の環境保全機能の維持強化技術の確立」などがその現れである。

3.1.2　非皆伐施業の推進

拡大造林によって造成されてきた大面積一斉造林地については、間伐技術の改善や枝打

ち等、高付加価値材を生産する目的の研究が体系的に進められた。また、林地保全に関わる皆伐時問題を回避するために非皆伐施業が研究目標となり、複層林施業、非皆伐施業に適した伐出技術の研究が行われた。一斉単純林の増大に伴って多発するようになったスギ・ヒノキの病虫獣害に関して、できるだけ薬剤を使わない総合的防除法が模索され、天敵生物や生理活性物質の利用、育林的防除技術の開発が行われた。

3.1.3　広葉樹

国産材の需要増大を図るための木材の有効利用技術の開発は、昭和40年代終期に実施されたカラマツ材や間伐材の利用技術、針葉樹の単板積層加工利用技術など造林樹種に対するものから多様な樹種、新たな用途開発に目が向けられた。まず、1980（昭和55）年からの場内プロジェクト「広葉樹林の育成技術の予備的解析」、1981（昭和56）年度の技術開発課題「広葉樹用材林の育成技術」により、ブナ、ウダイカンバ、ミズナラ、シイの天然更新技術、好適立地判定技術に関する研究が進められ、1982（昭和57）年開始の「ミズナラ等主要広葉樹の用材林育成技術の開発」によって、天然生広葉樹林からの用材林生産を確立した。ほぼ同時期に開始された「バイオマス変換計画（生物資源の効率的利用技術の開発に関する総合研究）」では、利用技術が大きく進展した。薪炭としての利用が無くなり、紙パルプやしいたけ原木などの低位利用にとどまっていた広葉樹の新たな利用に道を開くものであり、良質なタンニン、キシロオリゴ糖等の化学成分、さらに、蒸煮・爆砕による家畜の粗飼料製造などである。東北地方のシラカンバ、九州のコジイなどでは、畜産試験場との共同研究により飼料化技術が完成したが、輸入乾草との価格競争に打ち勝つことはできなかった。

シイタケをはじめとした食用きのこ生産は、1983（昭和58）年に、その売り上げ金額が木材生産を上回るまでになり、農林複合経営の基幹作目として山村振興に重要な役割を果すようになった。栽培技術の高度化、原木供給不足、病虫害の多発などの問題が生じ、公立林業試験場と共に試験研究行われた。

3.2　リオサミット以降

1992（平成４）年６月、「国連環境開発会議（UNCED)」がリオデジャネイロで開催され、「生物の多様性に関する条約」、「気候変動に関する国際連合枠組条約」が採択された。

最も重要な問題であったはずの森林については、「すべての種類の森林の経営、保全及び持続可能な開発に関する世界的な合意のための法的拘束力のない権威ある原則声明」が採択されるにとどまったが、さまざまな分野での行動計画をまとめた「アジェンダ21」が合意され、フォローアップのための「持続可能な開発委員会（CSD)」が設置された。また、「生物の多様性に関する条約」、「気候変動に関する国際連合枠組条約」について、我が国を含めた150ヵ国以上が署名し、それぞれ、1993（平成５）年、1994（平成６）年に発効した。

森林に関する残された問題を討議するために森林に関する政府間パネルがCSDの下に設置され、国際的な取り決めの合意を含めた検討を引き続き行うことになった。これまで、先進国の環境問題と、発展途上国の貧困解決という二つの問題が平行していたものが、共通問題として森林減少、地球温暖化、生物多様性減少など人類の生存基盤に目を向けたということで画期的な会合であった。そのため、リオ会議以降は森林が各国の環境政策の中心となり、森林研究の方向も大きく転換し、「持続可能な森林経営」を達成するために、その進捗状況を測る国際的な「指標と基準」作りが各地域で活発化した。

リオサミットの背景には、世界的な森林の危機があった。FAOの「1990年森林資源調査」

によると世界全体の森林減少は1980（昭和55）年からの10年間で約１億ha減少した。そのほとんどは途上地域での急激な減少であり、ラテンアメリカ・カリブ地域では4.7％に達する。気候別に見ると非熱帯地域の森林と樹林地合計では１千４百万ha増加できたのに対し、熱帯では１億６千４百万haもの減少となっている。生物種の半数以上が生育している熱帯林の減少と劣化は、野生生物種の減少により遺伝資源の消失を招くだけでなく、森林生態系内に貯留された二酸化炭素の放出によって地球温暖化を促進するなど、地球的規模での問題となっていたのである。

（垰田　宏）

3.2.1　筑波移転

筑波研究学園都市構想について国の意志が初めて明示されたのは、1963（昭和38）年９月「研究・学園都市の建設について」の閣議了解である。その後新都市建設の推進体制が順次進み、1967（昭和42）年９月の閣議において林業試験場を含む36の移転予定機関が決定した。

1969（昭和44）年に入り林業試験場の建設個所として茎崎地区が概定し、現地の調査が行われ、続いて希望者全員を対象に現地視察が行われた。移転時期については各種議論があったが、翌年１月場長が全職員に対し移転計画の説明会を行い、早期建設に踏み切った。歴史ある目黒を去ることになるために起こる諸問題のうち、特に深刻な職員家族の移転困難者問題について、職場移動や住居、子弟教育などの諸対策を講ずることとなった。

建設推進の体制は、1971（昭和46）年に設置した建設委員会で基本計画などを検討してきたが、1975（昭和50）年に入り実施体制強化のためこれを建設本部とし、ここで具体的な建設の基本計画が作成された。先ず苗畑圃場が造られ、ついで一部の別棟建設が着工された。

研究本館については機能別の配置、建物の構造・外装から実験室・研究居室仕様などが次々に決定された。内装については可能な限り木質材料を使用するよう努めた。研究用特殊実験棟の多くは研究部を中心に検討され、エネルギーセンター、人工気象実験棟、RI実験棟など共用施設、樹木園、工作室・倉庫（体育館）などは関係部を中心に検討され、JV（建設共同事業体）により次々に建設された。

このようにして1977（昭和52）年に研究本館が概成し、1978（昭和53）年を中心に移転が行われた。移転作業を進めるため移転本部を設け、移転に先立って先発組が受け入れ側になり、本隊の移転が計画的に行われる体制をとった。本隊移転が終わったのは同年３月末であるが、そのあとも後発組が一部残り、移転事業が正式に終了したのは1979（昭和54）年10月の建設本部解散式の時点と言ってよいであろう。筑波移転は準備段階から数え10年以上にわたり、森林総研百年の歴史に残る一大事業であった。

（小林富士雄）

3.2.2　森林総合研究所へ

日本国内の森林・林業研究を取り巻く環境が大きく変化している。臨時行政調査会の最終答申（昭和58年３月）に「省庁の附属機関等については、整理合理化方針により全面的な見直しを行い、整理・改編合理化を進める必要がある」、また、民間の研究開発に待つことのできないものを中心に研究開発を行うことを基本原則とするとして、次のような視点が明示された。

①設置目的とした試験研究の必要性が社会・経済情勢等の変化に伴って低下したものの整理、合理化

②民間機関（公立、研究組合等を含む）の能力活用等を前提とした国の直轄機関の機能の整序・純化による整理、合理化、

③研究の総合化、研究管理の効率化、管理共通部門の簡素効率化を図るための同種類似または相互に関連性を有するものの統合等及び小規模機関の他との統合

④人事交流の促進、職務の特殊性に応じた人事管理の適正化

1984（昭和59）年に総務庁が発足、科学技術会議から「新たな情勢変化に対応し、長期的展望に立った科学振興策の総合的基本方策について」の答申が出され、1986（昭和61）年の「科学技術政策大綱」では、我が国が21世紀の来るべきより豊かな社会及び国民生活の創造に向けて、

①新しい発展が期待される基礎的、先導的な科学技術

②経済の活性化のための科学技術

③社会及び生活の質の向上のための科学技術

を重点に研究開発を推進していくことが示された。そして、翌年の「国立試験研究機関の中長期的あり方について」により、国立試験研究機関の方向付けがなされた。

これらを背景に、総務庁行政監察局による総合実態調査、農林水産技術会議の研究レビューが実施された。そして、1986（昭和61）年度末に林野庁に設置された「林業試験場検討会」で組織と研究運営等の見直しが行われ、総務庁行政管理局等との調整を経て、林業試験場を再編整備し、1988（昭和63）年10月に「森林総合研究所」が発足した。このとき、所掌とする範囲が「林業」から「森林一般」に拡大されることに対し、環境庁から異議が出された。この件は、国立公害研究所（後の国立環境研究所）が対象とする範囲を狭めるものではないということで、森林総合研究所発足の前夜に合意された。

3.2.3 組織改編の経緯と要点

社会経済情勢上の背景として、我が国が戦後の混乱期から現在の経済大国に成長する過程で、増大する木材需要に応え、さらに、森林の復興と森林資源の充実を図って進められてきた人工造林も、約1千万haに達し、一方では素材生産量は伸びず、木材自給率は35％と低下し、外材に対する国産材の価格競争力は極めて弱い状態になっていた。さらに、木造住宅建設の停滞、非木質系材料の進出等による木材需要の低迷による収益性の悪化と、山村の過疎化や林業就業者の減少と高齢化等によって、間伐・枝打ちなどの適正な保育管理ができない森林の増大をもたらすこととなり、林業・林産業は厳しい状況下に置かれた。その一方、国民の森林に対する期待・要請は、国土保全、水資源かん養、保健休養等の公益的機能に移り、多様化、高度化してきた。さらに、海外の森林・林業についても、地球規模の視点が求められるようになり、これらに対応した試験研究を進めることが緊要となってきた。

このため、森林の多面的機能の解明やその維持・増進技術の開発・高度化、環境保全や自然保護に配慮した森林生態系の総合的管理技術の開発、バイオテクノロジー等を利用した森林生物の生体機能利用技術の開発、森林バイオマスの有効利用や森林の総合利用、コストダウン等による林業の活性化方策の確立、木材の需要拡大及び用途拡大のための技術開発等が強く求められるようになってきた。

組織改編の具体的な検討に当たって、1987（昭和62）年1月林野庁内に、指導部長を座長に、庁内の関係課長、林業試験場の場長、総務部長、調査部長、企画科長並びに学識経験者で構成される「林業試験場検討会」が設置され、林業試験場の現状と問題点の分析が行われた。議論を通じて、以下の要点が改めて確認された。

①森林資源は、林産物生産機能のみならず国土の保全、水資源のかん養、自然環境の保全、保健文化活動の場の提供等の諸機能を有しており、その適切な管理を通じて多面的な機能を総合的かつ高度に発揮していくことが一層重要となってきていること、

②森林、林業、林産業は、自然との調和の上に成り立ち、しかも地域の社会経済的

な条件の影響を受けるなど地域性が高い特性を有していること、

③森林、林業、林産業に関する試験研究は、広範な科学的な基盤が要求されること等から、自然科学から社会科学までの諸分野の進歩等を速やかに反映していくことが重要である。

さらに、森林、林業、林産業に関する研究開発は、長期にわたる観測や調査資料の蓄積等が不可欠であり、研究分野も広範・多岐にわたること等から、今後とも、本・支場体制の下で、公立の試験研究機関等と一層の連携を図りつつ、林業試験場が中核となって組織的、一体的に研究開発を推進していく必要がある、との共通認識が得られた。

今後期待される役割を十分に発揮していくためには、次の諸点が重要であり、これらの視点から組織機構を見直した上で改編整備すべきである、との結論に達した。

①研究開発に関する企画調整機能の強化

②森林、林業、林産業分野に関する基礎的、先導的な研究の推進と分野間にまたがる研究推進のための調整機能の強化

③海外林業に関する研究協力、調整機能の強化

④バイオテクノロジー等の先端技術に関する研究分野の強化

⑤開かれた試験研究機関としての体制整備

⑥地域林業に関する研究の推進と支場機能の強化

これらの基本的考え方のもとに行われた改編の要点は次のとおりである。

①「林業試験場」を「森林総合研究所」に名称変更

森林の持つ生産機能や公益的機能への期待等国民の森林に対する要請が多様化・高度化するなかで、森林、林業、林産業に関わる広範・多岐にわたる試験研究を総合的に推進していく唯一の国の研究機関としてよりふさわしい名称とする。

②専門部門の改編整備

国立研究所に要請されている基礎的な研究をより着実に推進するため、森林、林業、林産業の各分野ごとに２部に研究体制を整備する。さらに、バイオテクノロジー等の先端技術部門の研究を強化するため、関連分野の研究を一元的に推進する「生物機能開発部」を設置する。

③企画調整機能の強化

多様化する研究ニーズの的確な把握と対応、研究の適正な進行管理等、企画調整機能の強化を図るため、調査部を「企画調整部」に改編整備する。

④研究管理官及び研究協力官の新設

専門部門間にまたがる研究課題を総合的、一体的に推進するため、２名の研究管理官を置くとともに、増大する海外からの研究協力の要請に積極的に対応していくため、研究協力官を置く。

⑤「多摩森林科学園」の設置

森林の持つ多面的機能の重要性、そこにおける林業や林産業の役割等について、試験研究の成果を通して国民の理解を深めていくため、浅川実験林を改組し「多摩森林科学園」を新設し、研究成果等の普及・広報の充実を図る。

⑥地域特性を踏まえた地域研究体制の確保

各支所に、その地域の森林研究の特性を反映させた研究を推進するための研究室を整備する。

3.3　森林総合研究所の新たな目標

3.3.1　研究の重点化方向策定と中期計画

新たな組織体制のもとで研究を推進するため、1987（昭和62）年秋から場内に「目標と運営の検討会」を設け、「研究基本計画」（昭和63年10月）と研究運営のための「研究運営要綱・同細則」（平成元年４月）が策定された。

一方、農林水産技術会議は、我が国の経済社会の成熟化・国際化に伴う国民の生活様式

の変化等、農林水産研究を巡る状況の変化を踏まえ、1983（昭和58）年の「農林水産研究基本目標」を改訂した（平成２年２月）。この改訂を踏まえ、森林総合研究所「研究基本計画」も一部修正された（平成２年10月）。

林政審議会は、我が国の森林、林業及び木材産業が直面する危機的状況について、国民の理解と早急な対策の必要性を訴えた「森林の危機の克服に向けて」（昭和60年11月）を取りまとめた。さらに、1990（平成２）年12月「今後の林政の展開方向と国有林野事業の経営改善」についての答申を行い、今後の林政の展開方向として、①「緑と水」の源泉である多様な森林の整備、②「国産材時代」を実現するための林業生産、加工・流通における条件整備との二つの林政の基本課題を提示し、これらの課題を達成するため「森林の流域管理システム」という新しい森林管理のあり方を提示した。そして、この新たな仕組みを実現するために、1991（平成３）年に森林法が改正された。さらに、1992（平成４）年度に行われた農林水産技術会議による「森林総合研究所研究レビュー」を受け、1988（昭和63）年度の研究基本計画を改定し、1992（平成４）年度版森林総合研究所「研究基本計画」が策定された。

研究基本計画の中では次の六つの研究推進の方向が宣言された。この時代のプロジェクト研究を研究推進の方向で分類すると、以下のようになる。

①森林生態系の特性解明と森林の環境形成機能の増進

「農林水産系生態秩序の解明と最適制御に関する総合研究」、「地球環境変化に伴う農林水産生態系の動態解明と予測技術の開発」、「緑資源の総合評価による最適配置計画手法の確立に関する研究」、「農林生態系利用による浅層地下水の水質浄化技術の開発」、「農林業における水保全・管理機能の高度化に関する総合研究」、「火山地域における土砂災害予測手法の開発に関する国際共同研究」

②森林資源の充実と林業における生産性の向上

「低位生産地帯のマツ枯損跡地におけるヒノキ人工林育成技術の確立」、「主要マメ科樹木等の生理機能の解明と育苗技術の開発」、「有用天敵生物の機能向上と新害虫防除技術の開発」、「野生鳥獣による農林産物被害防止等を目的とした個体群管理手法及び防止技術」、「生物的防除手法を導入した松くい虫被害の激化防止新技術の確立」、「スギ・ヒノキ穿孔性害虫の生物的防除技術の開発」、「林業機械化のためのセンシング技術開発」、「林業機械性能向上」、「林業用ハイブリッドベースマシンの試作開発調査」、「品質管理型林業のためのスギ黒心対策技術の開発」

③木質系資源の有効利用技術の向上と新用途開発

「生物資源の効率的利用技術の開発に関する総合研究」、「国産針葉樹中小径材の構造部材への新利用技術開発」、「有機塩素化合物を排出しない化学パルプ漂白法の開発」、「新需要創出のための生物機能の開発・利用技術の開発に関する総合研究」、「木質系新素材による高強度・高耐久環境調和型加工技術の開発」、「国産針葉樹材の適性乾燥技術と耐久性向上処理技術の開発調査」

④森林生物機能の開発と利用による技術革新

「生物情報の解明と制御に関する農林水産技術の開発に関する総合研究」、「糖鎖の構造・機能解析のための共通基盤技術の開発」、「糖質の構造改編による高機能性素材の開発に関する総合研究」、「組換え体の生態系導入のためのアセスメント手法の開発」、「優良木からの種苗増殖

技術の開発」、「菌床栽培用きのこの育種と栽培技術の改良」、「菌根菌の人工接種技術の開発」、「きのこ病害虫の発生機構の解明と生態的防除技術の開発」、「細胞融合による林木新品種の効率的創出技術の開発」

⑤地域に根ざした林業の発展と森林の多面的利用技術の高度化

「農林水産業の持つ国土資源と環境の保全機能及びその維持増進に関する総合研究」、「都市近郊林等森林の公益機能の維持強化のための管理技術の開発」、「自然度の高い生態系の保全を考慮した流域管理に関するランドスケープ・エコロジー的研究」、「森林資源環境の維持管理支援システムの開発」

⑥国際研究の推進と地球環境問題への貢献

「熱帯林の変動とその影響等に関する観測研究」、「熱帯林生態系の環境及び構造解析」、「熱帯林生態系の修復」、「熱帯林生態系における野生生物種の多様性」、「森林破壊が野生生物の減少に及ぼす影響機構」、「熱帯林の環境形成作用の解明」、「シベリア凍土地帯における温暖化フィードバックの評価」、「地球の温暖化が植物に及ぼす影響の解明」、「砂漠化機構の解明に関する国際共同研究」、「気候変動が高山・亜高山地域の植物への影響の解明」、「酸性物質の生態系に与える影響」、「スギ林における酸性降下物等の動態解明と影響予測に関する研究」、「酸性雨等モニタリング・センターステーションの構築」、「紫外線の増加が植物等に及ぼす影響」

3.3.2 モントリオール・プロセスと基準指標

1992（平成４）年の国連人間環境会議（UNCED）以降、持続可能な森林経営を実現するために、世界中の各地域で、それぞれ地域にふさわしい「基準・指標」のあり方が検討されてきた。我が国は、カナダや米国など、温帯林を有する環太平洋諸国と共同でモントリオール・プロセス・グループを結成した。具体的な協議は、林野庁と森林総合研究所の合同検討チームが対処し、1995（平成７）年２月の「温帯林等の保全と持続可能な経営の基準・指標に関する声明、サンチャゴ宣言（Santiago Declaration: Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests: The Montreal Process）」の作成を行った。

その後のフォローアップ会議や、1996（平成８）年のキャンベラ会合で設置が決定された技術諮問委員会には森林総研の研究者が委員として参加している。特に、2000（平成12）年の技術諮問委員会第４回会合を森林総合研究所主催で行い、2003（平成15）年の報告書作成の手順と様式を決定した。

日本国内で基準指標の考え方を普及させるため、具体的な事例を作成するためのプロジェクトが指定研究として立ち上げられ、調査の中心となった東京森林管理局笠間森林技術センターの名を冠したパンフレット「笠間レポート（1998）」を公表した。

1995（平成７）年度に総理府が実施した「森林・林業に関する世論調査」の結果によると、回答者の68.9％が森林の防災機能に、59.7％が水源かん養機能に期待を寄せている。このような国民の期待に応えるためには、公益的機能の高い森林を育成し、持続的な利用を可能にする技術開発、さらに、この基礎となる森林生態系の動態や維持機構の解明、各種公益的機能の定量化などの研究に取り組む必要があり、モントリオール・プロセスの合意に基づく基準・指標の測定手法を開発し、森林生態系の動態を長期的にモニタリングする体制を整えることが急務となった。

一方、地球規模の視点から資源や環境の問題を検討するため、海外森林、特に熱帯林の修復・再生、地球温暖化の抑制、種の多様性

や遺伝的多様性の保全等々、「持続可能な森林経営」の達成に向けた研究協力を二国間、多国間でさらに一層推進することが求められている。

1998（平成10）年、林野庁の森林林業、林産業と地球温暖化防止に関する検討会は、「森林生態系におけるカーボンサイクルの実態解明」や「LCAによる木材の循環利用の有利性の解明」及び木材の利用促進を図るための研究開発が必要であると指摘した。1999（平成11）年の中央森林審議会答申、「今後の森林の新たな利用の方向－21世紀型森林文化と新たな社会の創造－」では国民参加型の森林整備が重要であることが強調されている。

生物多様性の保全と持続可能な利用に関する「生物多様性条約」は、発効後10年にあたる2005（平成17）年４月に第６回締約国会議を開催して、森林の多様性や外来種に関する決議を行ったが、日本においても５年目を迎えた「生物多様性国家戦略」の全面的な見直しを同年３月に行っている。森林・林業関係の動きとしても、社会経済環境の厳しい中で、「WTO（関税と貿易）に関する新ラウンド交渉」が開始され、持続可能な森林経営と林産物貿易という枠組みのもと、地球環境の保全の視点から、丸太輸出規制や違法伐採の抑制、林産物のラベリング等の議論が現在も継続している。

これらの国内の変化に加えて、国際的には、「地球温暖化問題」への対応、「生物多様性条約」の批准、「カルタヘナ条約」の見直し、「セーフガードの暫定実施」等があった。森林総合研究所が今後ますます発展していくためには、競争的環境の整備（外部資金の獲得）が不可欠であり、これらの研究推進方向へ影響を及ぼすさまざまな動きに対して、的確に対応した研究プロジェクトを企画立案していくことが極めて重要である。

リオサミット後10年目に当たる2002（平成14）年度は、世界的なレベルで持続的な社会の発展に向けた取り組みが行われ、科学技術への期待がますます高まった年であった。８月に「持続可能な開発に関する世界首脳会議」が行われ、ミレニアム開発目標の設定や環境と開発の両立を盛り込んだ「ヨハネスブルグ宣言」がまとめられたほか、アジェンダ21の見直しとして気候変動に関する組織的観測等を盛り込んだ実施計画が採択された。

3.3.3　地球温暖化対策への貢献

1997（平成９）年12月に京都で開催された気候変動枠組条約第３回締約国会議で、2008（平成20）～2012（平成24）年には我が国の温暖化ガスの総排出量を1990（平成２）年の６％減に抑えるという厳しい削減目標が設定されるとともに、森林が温暖化ガスである二酸化炭素の吸収源と位置づけられた。そのため、森林研究分野では、温暖化ガスの貯留能をも含めた、森林の公益的機能の解明により一層の努力を傾注し、その計量精度の向上に努めることが求められた。

森林吸収に関する大きな取り組みとしては、1998（平成10）年度科学技術庁の総合研究の新規課題「森林生態系における二酸化炭素フラックスの動態評価と森林群落炭素循環モデルの開発」により、森林の二酸化炭素貯留機能の解明を目指している。これを援助するため、補正予算で、温暖化影響実験棟の改修、二酸化炭素観測タワーの建設、オープンラボ計画による林産別棟等の改修が進められ、よりよい成果を生み出す基盤が整備された。

2001（平成13）年６月、日本政府は気候変動枠組条約の「京都議定書」を正式に受諾し、「地球温暖化対策推進大綱」を基礎として「京都議定書目標達成計画」を設けた。農林水産省は「地球温暖化防止森林吸収源10ヵ年対策」を定めて、日本の森林に期待されている3.9％分の二酸化炭素吸収を確保するための森林整備や木質バイオマスの利用促進など、吸収源対策に取り組む姿勢を示した。2000（平成12）年に公布された「循環型社会形成推進

基本法」に基づき、循環型社会の形成、温暖化防止及び農林漁業の活性化を踏まえ、木質系廃材や林地残材を含む生物由来の有機性廃棄物からエネルギー源や製品を得るバイオマスの利活用の推進に関する「バイオマス・ニッポン総合戦略」が2002（平成14）年12月に、さらに、2003（平成15）年３月には「循環型社会形成推進基本計画」が閣議決定された。

これらの情勢を受けて、森林総合研究所では運営費交付金によるプロジェクトとして「CO_2フラックス観測の深化とモデル化による森林生態系炭素収支量の高度評価」を開始、林野庁から「森林吸収量報告・検証体制緊急整備対策事業」を受託し、都道府県との連携のもとに、我が国の森林による二酸化炭素吸収を、透明かつ検証可能な方法で算定・報告するため、森林資源データの統計的精度を高め、データを一元的に管理するシステムの構築を主導することになった。　（垰田　宏）

４．独立行政法人化

4.1　独立行政法人化へ至る道程

2001（平成13）年４月１日から森林総合研究所は独立行政法人となった。国の機関からの切り離し、さらに、2006（平成18）年度からの非公務員化へとつながるという点で、独立行政法人化は森林総合研究所の100年の歴史の中でも、最大規模の出来事であった。

4.1.1　行政改革会議

独立行政法人化の流れは、1996（平成８）年10月の第41回総選挙から始まる。橋本内閣は選挙で掲げた公約である行政の減量化・効率化を推進するため「行政改革会議」を設置した。1996（平成８）年11月28日に初会合が開かれ、会議は月２回のペースで精力的に行われた。「一人の首も切らずに省庁半減を行うやり方」が審議され、その方策として、企画立案と現業を分離し、現業はアウトソーシングするという原則が立てられた。アウトソーシングの切り札は、イギリスにおけるサッチャー改革のエージェンシー制度の採用であった。

はじめ、エージェンシーは、そのまま「エージェンシー」あるいは「独立行政機関」と呼ばれていたが、第５回会議（1997（平成９）年２月５日）から「独立行政法人」という呼称が登場する。「独立行政法人」という呼び名は理解しにくいといった意見も出たが、その後はこの呼び名で定着した。

第28回会議（1997（平成９）年９月３日）において、「中間報告」として、それまでの議論がとりまとめられ、この中で現業機関の独立行政法人化の方針が決まった。

試験研究機関の独立行政法人化が具体的に検討されたのは第29回会議（1997（平成９）年９月17日）以降である。その後３ヵ月間、独立行政法人の職員の身分、評価等が詳細に論じられ、第43回会議（1997（平成９）年12月３日）の議を経て、同日付けで行政改革会議の「最終報告」が公表された。この最終報告で、独立行政法人の創設が正式にうたわれ、「独立行政法人化等の検討対象となる業務」のリストが別表１と別表２に分けて表示された。別表１は独立行政法人化へ移行とされたが、別表２は、文教施設・医療厚生、作業施設、検査検定を業務とする機関が含まれていて、廃止、民営化、地方移管等を検討した上で、なおこれらになじまない場合に、独立行政法人化の検討対象とするとされた。この時点では、別表１か別表２か、どちらに入るかが大問題であった。林木育種センターは別表２であったが、森林総合研究所は、ほとんどの国立試験研究機関とともに、別表１のリストの中にあり、2001（平成13）年４月１日の独立行政法人の発足までの、長く、忙しい日々の出発点となった。

4.1.2　中央省庁等改革基本法

政府は、行政改革会議の最終報告で提案された諸改革を実行する法律を準備するため、

中央省庁再編等準備委員会を立ち上げた。この委員会は1998（平成10）年１月29日に、「中央省庁再編等基本法案（仮称）について」、と題する文書を発した。この中で、独立行政法人のうち、目的、業務等を総合的に勘案して必要と認められるものについて、職員に国家公務員の身分を付与するものとした。

仮称であった法案の名前は、「中央省庁等改革基本法（以下、基本法という）」となり、1998（平成10年）２月17日に第143国会に提出され、５月12日衆議院可決、６月９日参議院可決を経て、６月12日に公布された（1998（平成10）年法律103号）。この法律で、新体制への移行時期は、改革の緊要性にかんがみ、法律公布後の５年以内、できれば2001（平成13）年１月１日を目標とするとされた。

4.1.3　基本法に基づく作業

中央省庁等改革推進本部は、基本法に基づく作業を進めたため、1998（平成10）年の夏は、独立行政法人化への検討で多忙を極めた。

1998（平成10）年７月28日には、林野庁研究普及課から「中央省庁等改革基本法に沿った今後の見直しの検討について」と題する文書が出され、林野庁、森林総合研究所、林木育種センターとも、８月末の推進本部ヒアリングに向け検討作業を続けた。

検討項目は多岐にわたったが、農林水産省所管の独立行政法人の数（農林水で一つ、あるいは、林は単独で残れるかどうか）、林木育種センターを森林総研の内部組織とすることは可能か、業績評価、職員の身分等、それぞれに重い課題が多く、検討作業は難渋した。

このような中で、推進本部は1998（平成10）年９月29日に「中央省庁等改革に係る立案方針」を、1999（平成11）年１月26日には「中央省庁等改革に係る大綱」を決定した。これらの推進本部の審議を踏まえ、1999（平成11）年４月27日には「中央省庁等改革の推進に関する方針」が閣議決定され、森林総合研究所は単独で残り、合計で59の機関が独立行政法人へ移行となった（農６、林１、水１の８研究所）。別表２にあった林木育種センターも、このリストの中にあり、森林総合研究所とは別組織の独立行政法人化へという方針が出た。また、独立行政法人の発足の時期は、当初2001（平成13）年１月１日が望ましいとされていたが、３ヵ月遅れの、2001（平成13）年４月１日発足ということも、ここで決められた。さらに、森林総合研究所の役職員の身分は公務員となるなど、その後の法律整備に向けた一連の方針が出された。

4.1.4　通則法

通則法は、独立行政法人の運営の基本その他の制度の基本となる各独立行政法人に共通の事項を定めるものである。

通則法では、法人の長・監事は主務大臣が定める、中期目標・中期計画の期間は３～５年とする、財務・会計、評価委員会等について決められた。

第145国会の審議概況によると、独立行政法人通則法案及び独立行政法人通則法の施行に伴う関連法律の整備に関する法律は、衆議院では、1999（平成11）年６月９日に11項目にわたる付帯決議とともに採択され、参議院に回され、同年７月８日に、14項目の付帯決議とともに成立、同年７月16日公布となった。

衆参両院による付帯決議の中に、中期計画の終了時における存廃・民営化・国の機関への編入を含む、組織と業務の見直しが明記された。

独立行政法人通則法の施行に伴う関係法律の整備に関する法律は、総務省所管の国家公務員法をはじめとして、各省庁にわたる合計42本にのぼる法律を改正する必要が生じた。

4.1.5　個別法

個別法は、各独立行政法人の名称、目的、業務の範囲等に関する事項を定める法律をいう。

独立行政法人森林総合研究所法は、第146国会において審議され、1999（平成11）年12

月14日、他の独立行政法人の個別法とともに成立した（公布、同年12月22日）。

独立行政法人森林総合研究所法に、法人の目的として「森林の保続培養、林業における技術の向上」、業務範囲として「森林及び林業に関する総合的な試験及び研究」が掲げられた。

4.1.6　法人の長の指名と法人の発足

独立行政法人森林総合研究所は2001（平成13）年４月１日から発足した。それに先立ち、2001（平成13）年１月１日付けで、廣居忠量が法人の長（理事長）になるべき者としての任命を農林水産大臣から受けた。（田中　潔）

4.2　独立行政法人後の森林総合研究所

4.2.1　組織の改編

主務省から提示された中期目標を達成するために、５ヵ年の中期計画を樹立し、年度計画を公表して研究を実行し、毎年度評価委員会の評価を受けることになった。そこで、従来、専門研究部を単位として行っていた研究管理を、目的達成型の進行管理を効率的に行うために、中期計画に掲げた重点研究分野を単位とした進行管理を行う方法を採用した。

中期計画に掲げた「ア」から「サ」までの11の研究分野を評価の単位として進行管理をすることになった。一方で、組織、人員、予算執行、出張や勤務などの管理は、従来の研究科の規模で、専門研究分野ごとに括って管理することになり、研究部、研究科を廃止して、研究管理を行う研究管理官、組織・人員管理を行う研究領域を設定した。支所における研究も、全国規模で展開する専門研究分野の中の課題として行うことになった。一方で、地域のセンターであることを存在基盤と位置づけている支所では、地方自治体等の単独では対応しきれない課題の解決に、国の機関として対応すべき研究や調整、指導などを、従来にも増して積極的に行うために、部長職を振り替えて地域研究官と研究調整官を新設した。

また、単位研究室当たりの研究員を増やすと同時に、研究室管理から解放された、中期計画達成のためのプロジェクト研究等を主体的に遂行する研究チーム長を新設した。支所においては、研究部単位の研究管理を総合的な研究推進へと変更させるため、広い分野の研究者からなる研究グループをそれぞれの支所の特性に応じて新設した。これらの改編に伴い、本所では研究部毎にあった庶務係を第１～第４までの領域庶務係に再編した。総務部にあっては、従来の人事課と庶務課を総務課と職員課に組み変え、会計課と経理課、施設管理課を管財課として名称を変更した。

4.2.2　研究の動向

特定独立行政法人として、職員の身分は公務員法に準拠するものであったが、運営管理の中で従来と異なって自主的に運営を決めることができるようになった部分については、大きな変化が生まれてきている。

例えば、野外調査を中心とした研究者の長い間の要求だった研究費に占める旅費の増加が可能になったことはその一つである。また、交付金の使用範囲を拡げることが可能になり、国際研究集会などへ出掛ける機会が増加した。国際化が進んでいる現在、これは研究成果を外国語で書き、外国の雑誌に投稿する機運を加速している。このことは、国際的な場で活躍する研究プロジェクトの獲得数が大幅に増えていることにも、強い影響を与えている。

国全体の予算が減少傾向にあるものの、科学技術基本計画では基礎研究分野の研究費を毎年増額することとしており、競争的予算の拡充を進めている。このような傾向に対応して、競争的予算への応募は着実に増えており、獲得額も増加している。

このような情勢を得て、研究者の技量や評価が高まっている。今後とも森林・林業・林産業に対する国民の期待に応え、国際規模での連携を強めて更なる成果を挙げることを、

新しい100年に向かうこととしたい。

5．次期100年に向けて

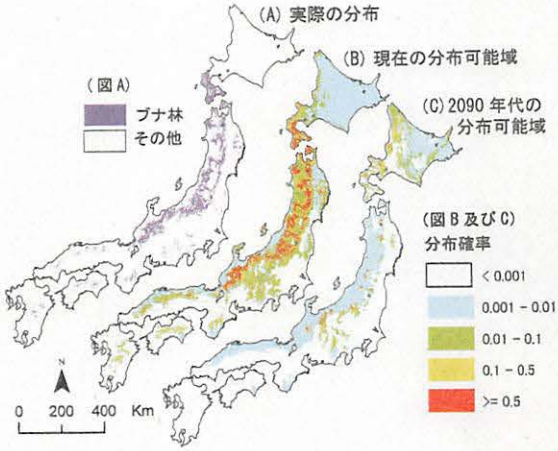
第一期の中期計画が2005（平成17）年度に終了して、翌年から第二期中期計画期間が始まる。第二期に向けて、総務省政策評価独立行政法人委員会の勧告を受けて、独立行政法人は特定を外して非公務員が研究所の事務事業を担うこととされ、農林水産省はそれに向けた中期目標を作ることになった。さらに、地方で出来ることは地方に委ね、独立行政法人は真に担うべき国が行う必要のある事務・事業に特化重点化することになった。

国が行うべき試験及び研究業務として、森林の炭素吸収機能に着目した研究課題等の地球規模での環境問題や森林の多面的機能の発揮に関わる課題及び木質バイオマスの利用促進に関わる課題、全国的に対処すべき課題等が中期目標として指示されることになった。

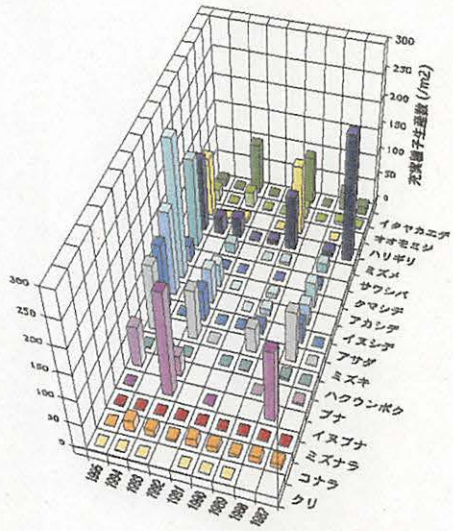
いずれも、現在の人間生存環境や資源条件を大きく変化させうる重要な課題であり、本研究所が取り組むのにふさわしい課題である。

100年後にどうなるか解らないのは、過ぎ去った100年を振り返ってみれば、明らかである。しかし、森林を舞台にした気候変動を和らげる技術、森林と共存してゆとりある安全で安心できる生活を享受する技術を獲得している社会の姿が目に浮かぶ。便利さを追求し続けた結果としての、資源を使い尽くし、大気や大地を汚染し、水環境を汚濁してしまうという恐ろしいシナリオを回避して、化石エネルギーや機械力に依存しすぎた怠惰な生活と決別した社会が見える。自然力を本来的には持っている動物部分の人間力を生かして利用している、省エネルギーの健康な世界が出現している緑溢れる生存空間、それを遙か宇宙からも実感している庶民のいる世界、そんな科学と直結した世界が実現できるように、まず自然の仕組み、資源の価値を明らかにし、利用技術を開発して、共存できる仕組みを作ることを目的にしたい。　　（桜井尚武）

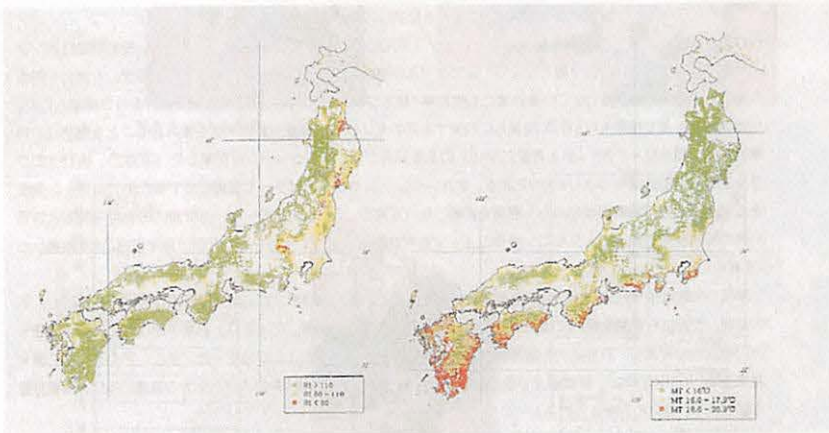
第Ⅱ章　専門別試験研究の動向



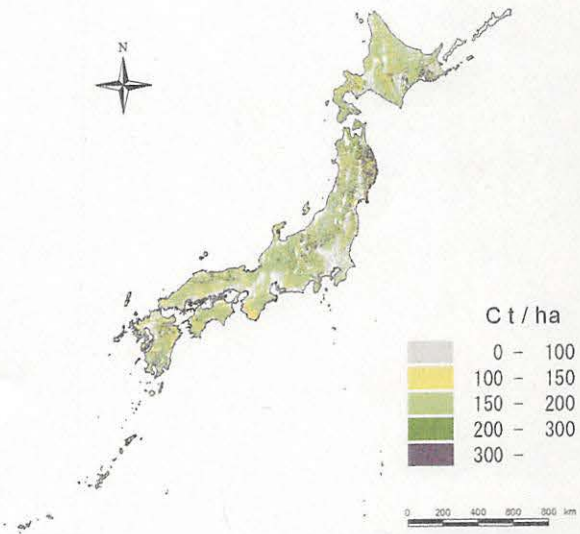
第Ⅱ章　植物生態研究領域　図－5（41ページ）



第Ⅱ章　森林植生研究領域　図－2（44ページ）



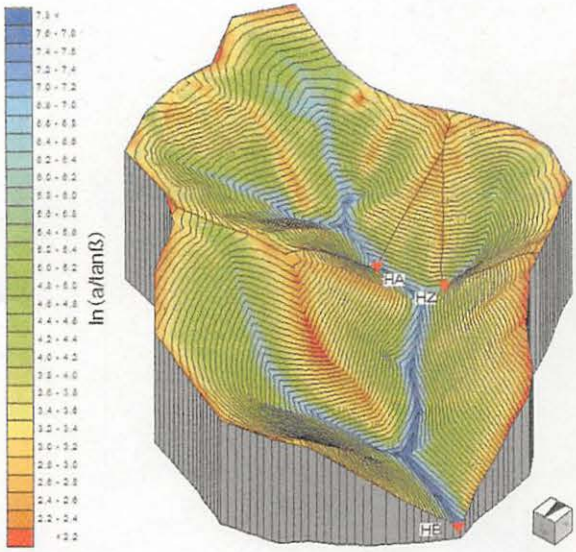
第Ⅱ章　植物生態研究領域　図－6（41ページ）



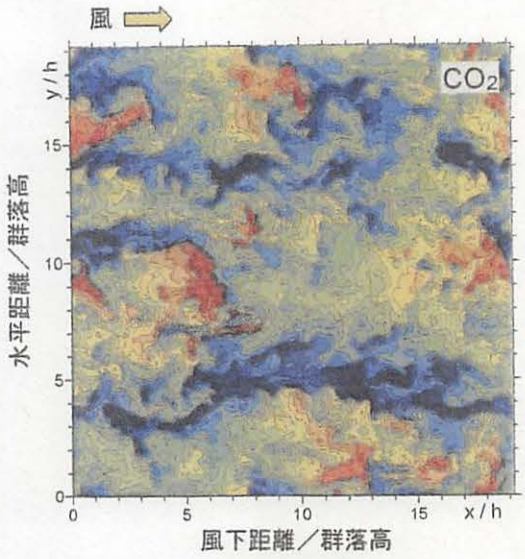
第Ⅱ章　立地環境研究領域　図－1（46ページ）



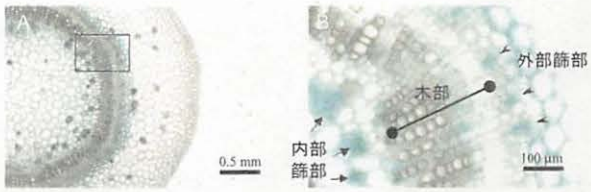
第Ⅱ章　水土保全研究領域　図－3（53ページ）



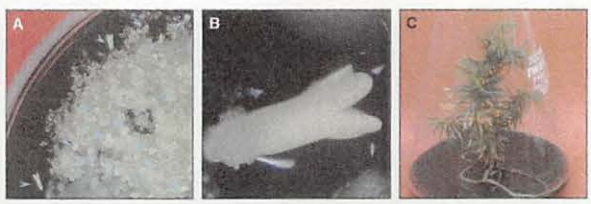
第Ⅱ章　水土保全研究領域　図－6（55ページ）



第Ⅱ章　気象環境研究領域　図－2（59ページ）



第Ⅱ章　生物工学研究領域　図－3（88ページ）



第Ⅱ章　生物工学研究領域　図－5（90ページ）



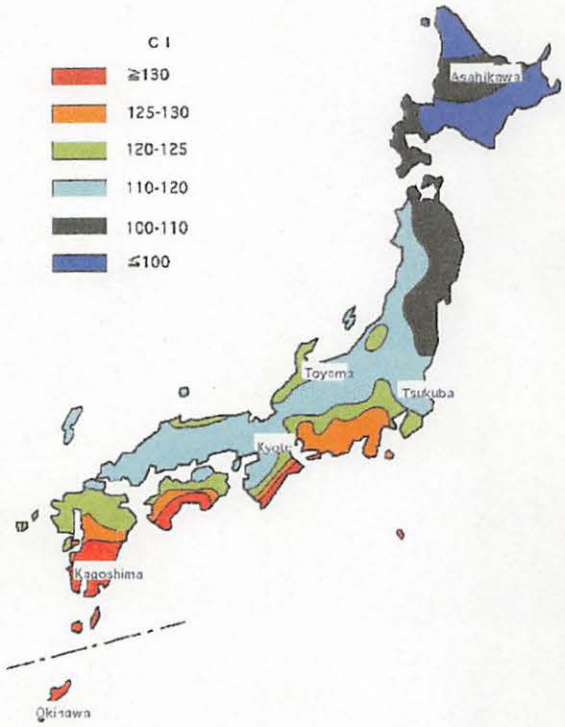
第Ⅱ章　生物工学研究領域　図－6（90ページ）



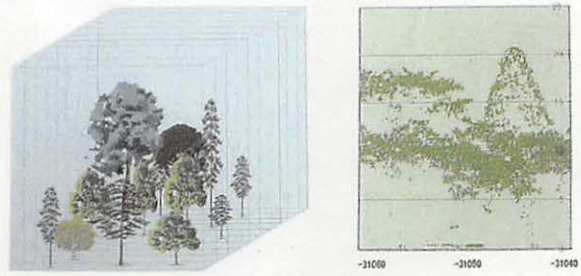
第Ⅱ章　成分利用研究領域　図－6（113ページ）



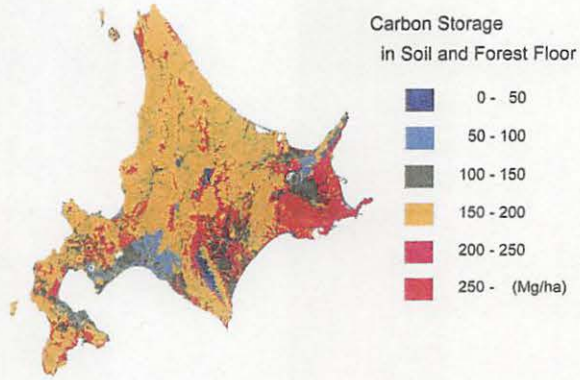
第Ⅱ章　成分利用研究領域　図－10（114ページ）



第Ⅱ章　木材改質研究領域　図－3（122ページ）



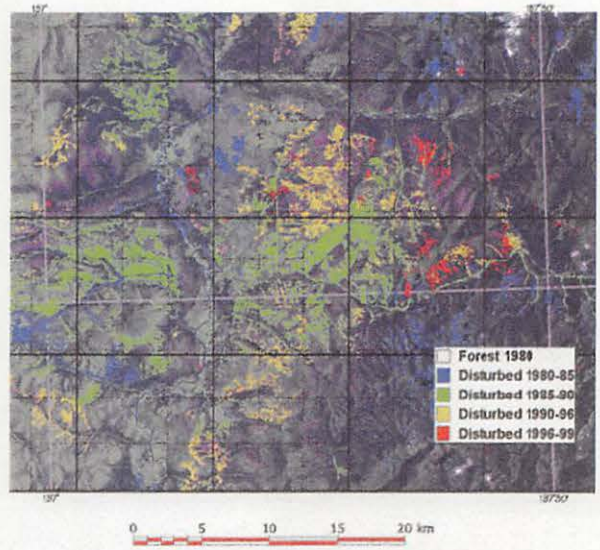
第Ⅱ章　森林管理研究領域　図－3（141ページ）



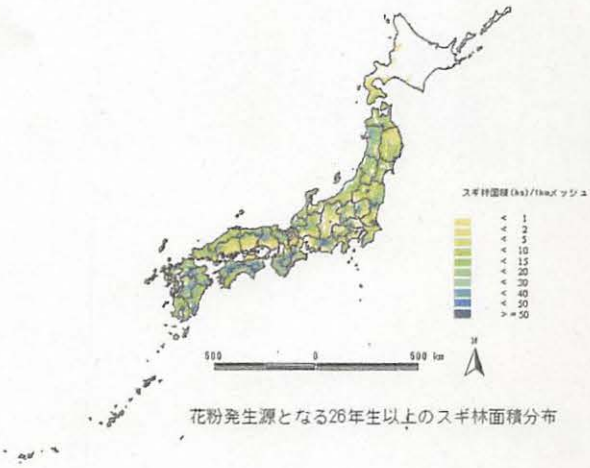
第Ⅲ章　北海道支所　図－1（156ページ）



第Ⅱ章　森林管理研究領域　図－1（139ページ）



第Ⅲ章　北海道支所　図－4（160ページ）

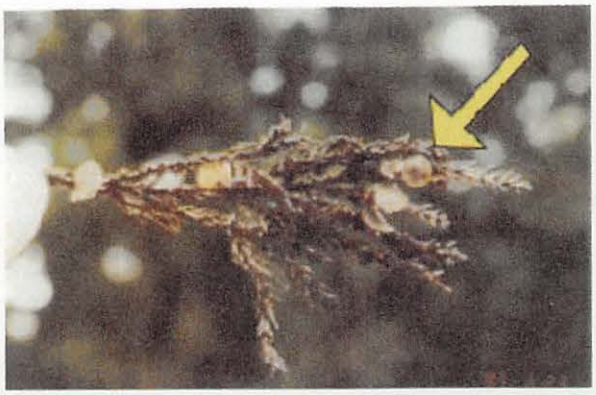


第Ⅱ章　森林管理研究領域　図－2（140ページ）

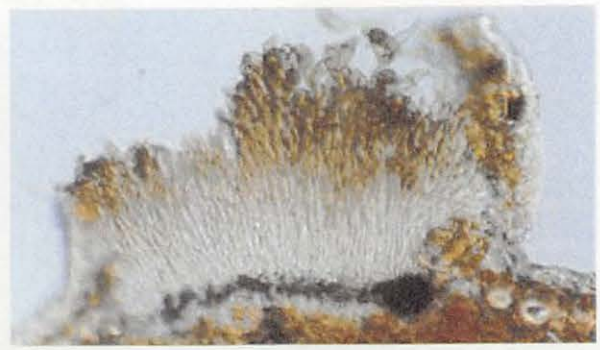
第Ⅴ章　スギ花粉症　図－2（292ページ）



第Ⅲ章　東北支所　図－6（166ページ）



第Ⅲ章　東北支所　図－７（166ページ）



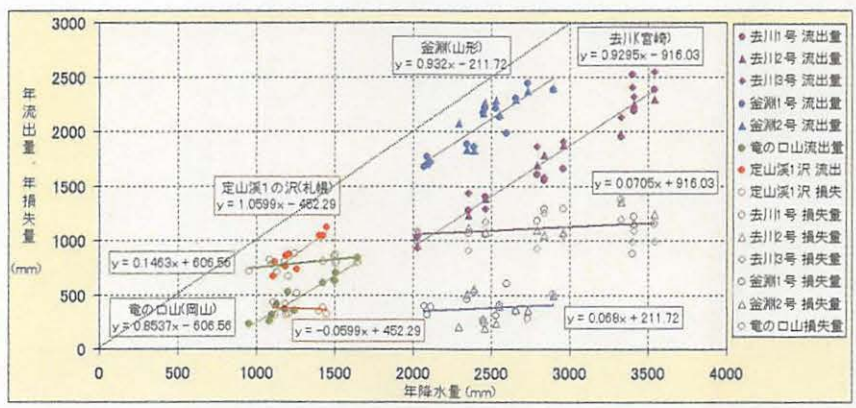
第Ⅲ章　東北支所　図－８（167ページ）



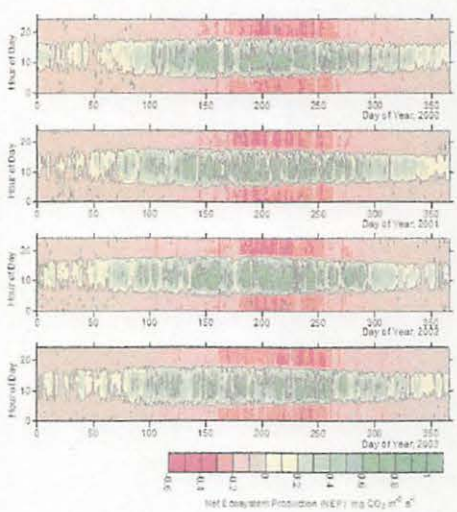
第Ⅲ章　九州支所　図－６（186ページ）



第Ⅲ章　多摩森林科学園　図－６（198ページ）



第Ⅴ章　全国森林流域の長期モニタリング　図－２（230ページ）



第Ⅴ章　森林の二酸化炭素吸収量　図－２（284ページ）



第Ⅴ章　衛星データ等　図－１（298ページ）

植物生態研究領域

1．はじめに

林業試験場がその基礎を固めた1900（明治33）年頃、着手すべき試験項目として政府があげた造林研究は種子試験、育苗、植栽・播種・萌芽・天然更新による森林造成、枝打ち、間伐、混交林、複層林、外国産樹種など応用的研究主体の多岐にわたるものであった。造林地の増加に伴って育苗と更新、間伐が主要なテーマとなる。我が国では明治期以前から林業地が各地に発達し、保育技術も経験的には確立していたが、学問としての間伐研究が発展するのは明治期にヨーロッパの林学が導入され、長期の間伐試験等の成果が現われた第二次世界大戦後のことになる。極端に林を疎開したりしなければ、地位が同じであれば間伐のやり方によって主間伐合計の総収穫量に有意差はないことや、植栽から間伐、主伐までの立木密度管理の方法によって材の形質や大きさを目的に合わせて整えられることが明らかになった。密度法則や物質生産の研究を基礎とするこれらの成果は、定量的な立木密度管理の指針である林分密度管理図に集大成されていく。

1920年代にヨーロッパの自然主義林業の考え方が導入されたことをきっかけに、生態学が森林造成の基礎学として重視されるようになる。林業試験場にも生態学の思想と環境解析の手法が持ち込まれ、第二次世界大戦後に植物社会学の手法による天然林の組成の解明、適地適木のための林床植生型などの研究成果が生まれた。試験場開設初期には少なかった森林植物の分類や分布、植生、樹木個体の生態・生理といった基礎的研究もしだいに増えていく。樹木個体の成長習性に及ぼす環境影響の解明や樹木根系の研究を進め、1970（昭和45）年頃からは大気汚染や酸性降下物、砂漠化、地球温暖化といった人間活動が主要な原因となった環境変化に対する樹木の反応や影響予察の研究が増える。

2001（平成13）年の森林・林業基本法で政府は、それまでの木材生産・供給など森林の経済的な側面を重視する政策から森林の多様な機能の発揮を可能にする森林管理を目指す方向への転換を明確にした。森林総合研究所の2001（平成13）年４月の組織改編で植物生態研究領域が設立され、旧森林環境部植物生態科の環境生理研究室が樹木生理研究室に、旧生産技術部育林技術科の物質生産研究室と更新機構研究室が物質生産研究室と温暖化影響チームとなり、それまでの研究課題を継承しつつ、研究領域の理念に沿った課題の枠組みで研究を進めることとなった。植物生態研究領域では現在、樹木の生理生態的特性や林木の物質生産プロセスの解明を通して、環境の変化が樹木や森林に与える影響の研究、森林の炭素固定機能や木材生産機能を効率的に発揮させるための研究を行っている。以下に、改組前も合わせ最近10年間で得られた主な成果について述べる。

2．樹木の生理生態に関する研究

樹木の光合成・蒸散・水利用など生理機能や葉の形態に及ぼす温度・乾燥・CO_2など各種環境要因の影響を熱帯から温帯の樹種まで幅広く調べてきた。とりわけ、温暖化はさまざまな環境の変動をもたらすため、樹木の生理機能に及ぼす各種環境要因の複合的な影響の解明に取り組んでいる。

2.1　熱帯樹木の強光阻害

熱帯林には多くの樹種が共存するが、それらの生理生態特性の違いを明らかにすることで、共存のメカニズムの解明や荒廃地造林など、熱帯林の回復のために有用な情報を提供



図－１　ボルネオ島における熱帯雨林の先駆樹種マカランガ*Macaranga conifera*の林冠葉
葉の傾き具合と強光阻害の関係を調べるために、ワイヤーで一部の葉を水平に固定して実験しているところ。

してきた。特に熱帯では、樹冠上部の葉は強光に晒され光合成能力が低下しやすいため、樹種による強光阻害に対する耐性の違いやそのメカニズムを調べることで、そのような樹種の生理特性と生育場所との関係を明らかにした。とりわけ、熱帯雨林の先駆樹種であるマカランガ属の樹種を用いて、林冠の葉が傾斜する（垂れ下がる）ことが強光阻害を回避することを明らかにした（図－１）。

2.2　小笠原諸島における移入樹種の生理生態特性

小笠原諸島は「東洋のガラパゴス」といわれるほど、多くの固有種を有する。樹木についてもいくつかの固有種が生育するが、アカギ等の移入樹種の繁茂により固有樹種の分布が狭められてきた。このような移入樹種繁茂のメカニズムを探るため、林冠ギャップの形成に伴う葉の生理特性の応答変化を調べた結果、アカギはギャップ形成で好転した光環境資源を素早く獲得し、成長を促進させる能力が高いことが明らかになった。

また、ギャップのアカギは成長が旺盛で早くから種子を生産し繁殖を行うため、アカギを駆除するためには、ギャップに繁茂したアカギを重点的に行う必要があることを提言した（図－２）。

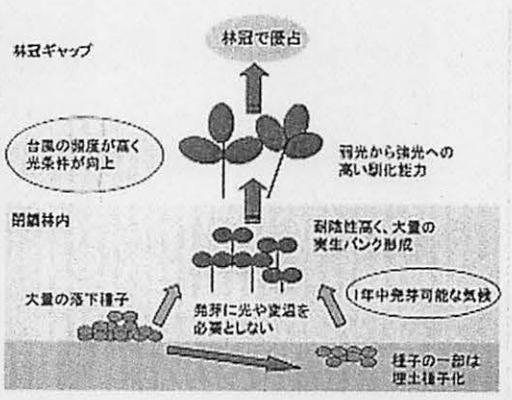
2.3　光、水分環境の変化に対する馴化

根の水や栄養塩の吸収能力といった生理機能と、葉の光合成や蒸散能力、地上部と地下部の間の物質分配といった、個体レベルでの馴化の仕方に着目し、光や水分環境などの変化に対する形態的生理的特性の馴化を樹種間で比較している。そして、変動環境下での資源の獲得能力の違いが樹種間のさまざまな適地を作り出していることを仮説に研究を進めている。

2.4　落葉樹の樹冠内の光環境と葉の光合成特性

林木の樹冠は陽の当たる上部は明るく、下部は庇陰により暗い。そのような樹冠の中で上部と下部の葉の形態的生理的な分化のメカニズムを調べるとともに、樹冠の中でどのような葉をどのようにつけ、どのように光合成を行っているかを陽樹と陰樹の間で比較した。





図－２　ギャップに優占するアカギの稚幼樹（左）とアカギ繁殖成功に至るまでの要因（右）

その結果、陽樹と陰樹それぞれにおいて、明るい樹冠上部の葉は下部の葉より厚くより高い光合成能力を持っており、樹冠内の光環境に適合した葉を作ることによって、樹冠全体の光合成を高めていることが明らかになった。

3．森林生態系におけるCO_2収支に関する研究

森林の炭素固定能が温暖化の緩和に期待されているが、森林は光合成に匹敵する量の呼吸（植物体呼吸、分解呼吸）を行っているため、両者の正確な把握をはじめ環境変動や施業の影響の評価が求められている。そのため、物質生産研究室では森林の物質生産（群落光合成、群落呼吸等）のプロセスの定量化とモデリングの研究を行ってきた。

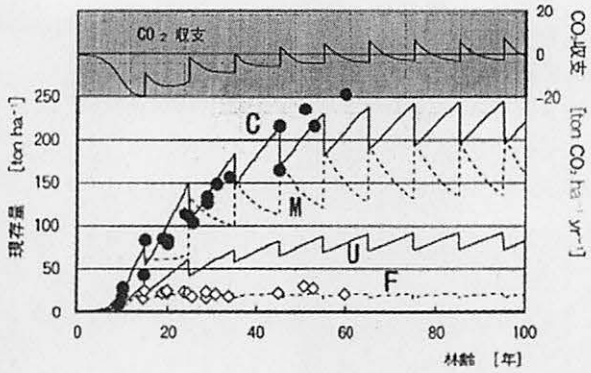
3.1　樹冠内の窒素の分配と炭素固定

CO_2フラックスのタワー観測サイト（富士吉田アカマツ林、安比ブナ林）や天岳良共同試験地のヒノキ林、千代田試験地のスギ林、本所構内のコナラ林等で、群落光合成（個葉からスケールアップ）や幹呼吸の測定を行い、物質生産プロセスの詳細な定量化を進めた。

林冠光合成に関与するさまざまな要因をパラメータ化するなかで、光合成能を制限する葉の窒素が、樹冠内で明るい上層の葉に多く投入され、限られた窒素で個体全体の炭素固定量を最大化していることが明らかになった。

3.2　炭素循環モデルによるスギ人工林の炭素収支の推定

森林生態系を四つの炭素プール（葉群、地上木部、根系、土壌有機物）に分割して、各炭素プール間の炭素移動速度（光合成、呼吸、同化産物の転流、リター生産などの速度で、以下炭素フラックスと呼ぶ）を決定することで、森林生態系の炭素動態をシミュレートするモデルを構築した。個々の炭素フラックスは林齢に関係なく一定と見なし、間伐材とその伐根は林地に放置され土壌有機物になると仮定して、スギ人工林にこのモデルを適用した結果、現存量の成長経過が良好に再現され、CO_2吸収量は林齢15年生頃に最大となり、その後は間伐による変動を伴いながら漸減していく結果が得られた（図－３）。



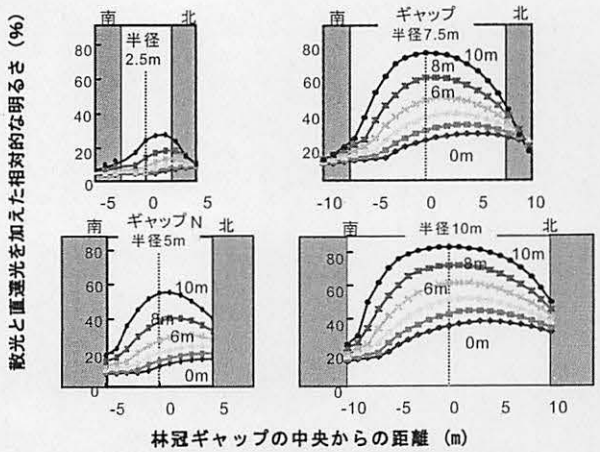
図－３　スギ人工林の間伐を伴う成長とCO_2収支のシミュレーション（Chiba, 1989より）
F：葉群、C：地上木部、U：根系、M：土壌有機物、●と◇は、それぞれ地上木部と葉量の実測値を示す。

4．森林施業に伴う林分成長予測技術に関する研究

独法化以前の生産技術部育林技術科では、非皆伐施業、長伐期施業、天然林施業等、育林技術に関する研究を行ってきたが、植物生態研究領域に改組された後もこれを引き継ぎ、森林施業に伴う林分成長予測技術に関する研究を進めてきた。

4.1　樹形モデルの開発

枝や幹の形成過程と木材生産との関係の定量化を目指して、樹形とその成長過程に関する研究を行ってきた。幹または枝について、ある位置の断面積と、その位置より上部の全重量との関係を調べたところ、針葉樹や広葉樹などすべての樹種でほぼ比例関係にあることが明らかになった。これは、幹や枝の断面には、どの場所でも常に同程度の荷重が加わっている（樹体が力学的に安定な構造をしている）ことを示すものである。さらに、この比例関係から、分枝構造と幹の太さを表現



図－4　異なるサイズの林冠ギャップ（半径2.5m～10m）における散光と直達光を加えた相対的な明るさの例（Ishizuka et al., 2002より改写）。
曲線群がギャップ内の高さ別の相対的な明るさを示している。平坦地の林冠高16m、林内相対照度４％の林分、直達光は茨城県北部における５～10月の成長期間を想定したもの。

するモデル式を誘導し、間伐や枝打ちなどさまざまな森林施業に伴って変化する幹形の変化をシミュレートすることが可能になった。

4.2　択伐、群状伐採に伴う林内光環境の予測

長期育成循環施業の推進により、群状伐採や帯状伐採による複層林の造成が広がってきたが、伐採のサイズや上木や下木の成長に伴うギャップの光環境の変化がある程度予測できると施業の計画が立てやすい。そこで、林冠ギャップを単純に天井に空いた窓のように想定し、散光条件ばかりでなく直達光も加味し、任意の林冠高、ギャップ・サイズにおけるギャップ内の高さ別の光環境を推定するシミュレーションモデルを作成した（図－４）。さらに、地位別の樹高曲線と組み合わせることで、上木や下木の成長に伴うギャップの光環境変化を簡単に予測する光環境管理図を試作した。

５．地球温暖化が森林に与える影響に関する研究

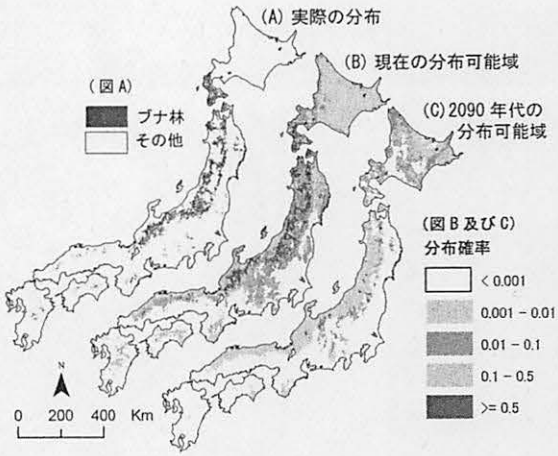
地球温暖化の影響が森林生態系に現れている可能性がある。温暖化の森林生態系への影響を的確に把握し、影響の範囲や程度を予測し、影響を軽減する適応策を検討することが重要である。このような視点から、ブナ林とスギ人工林について温暖化の影響予測研究を行ってきた。

5.1　ブナ林の分布を規定する気候要因の解明と温暖化影響予測

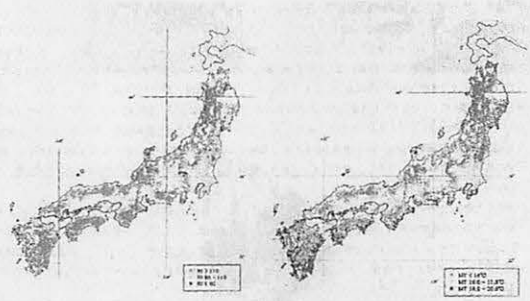
３次元メッシュ植生データ（環境省）や気象メッシュデータ（気象庁）等をもとに、１kmメッシュを単位に、分類樹解析手法を用いてブナ林の分布を規定する気候因子を解析し、ブナ林の分布確率を示す分布可能域マップを作成した。ブナ林分布への気候因子の貢献度は寒候期降水量、暖かさの指数、最寒月最低気温、暖候期降水量の順に高いという結果であった。さらに、我が国の気候変化シナリオに基づいて将来の分布可能範囲を予測した。気候変化シナリオの2090年代には、九州、四国、中国地方、紀伊半島のブナ林の分布可能域はほとんど消失すると予測された。一方、北海道では現在の北限よりも東部や北部に分布可能域が広がるが、温度上昇時には石狩低地帯付近にブナ林に適さない地域が広がるため、石狩低地帯よりも東や北へ分布を拡大することは困難であると予測された（図－５）。

5.2　スギ人工林への温暖化の影響

温暖化に伴う乾燥と高温の進行により、代表的人工林であるスギ林の衰退が危惧されていることから、スギ林の分布地と気候要因の関係を解析した。乾燥ストレスと関係する雨量係数（年平均降水量mm/年平均気温℃）を用いた予測では、渇水年の降水量が温暖化シナリオの予測値の70％であると仮定すると、スギの生存がほとんど不可能な雨量係数100以下の地域は、現在のスギ林面積の約１％から2090年代には約10％に増加すると予測された。スギが2090年代に生育不適地となるのは、関東平野に面する北西地域や東北地方の太平洋側の地域と予想された（図－６左図の赤色）。



図－５　(A) ブナ林の実際の分布、(B) 気候値や環境条件より推定した現在のブナ林分布可能域、(C) CCSR／NIES気候変化シナリオで予測した場合の2090年代のブナ林分布可能域 (Matsui et al., 2004より)
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。



図－６　左図：温暖化シナリオCCSRの降水量を70％とした場合のスギ林分布地における2090～99年の雨量係数。この仮定にしたがうと、赤色の地域はスギ林の生育困難が予想され、黄色は衰退が予想される。右図：温暖化シナリオCCSRによるスギ林分布地の2090～99年の年平均気温。赤色はスギ林の生育困難が予想され、黄色は衰退が予想される地域。
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

一方、スギ衰退原因を高温とした場合、すなわち、年平均気温による予測では、スギが2090年代に消滅する地域（図－６の赤色）は、関東以南・以西の太平洋に面した低標高地域で、また、スギ林の衰退地（図－６の黄色）は東北地方南部より以南の低標高地域であると予測された。生育困難地及び衰退の両者を合わせると、日本全体の森林面積の約10％、現在のスギ林の50％に達する。

なお、これら将来についての推定には、生理生態学的な研究の裏付けが必要であるが現状はまだとぼしい。今後、分布を規定する生理生態的プロセスの解明と並行して、研究を進める必要がある。　（清野嘉之・石塚森吉）

森林植生研究領域

１．はじめに

森林植生研究領域では植物生態学の知見を基に、更新・育林技術への応用を図っている。その母体は、古くは林業試験場造林部造林科（造林第１・造林第２・種子・生理・植生・除草剤の６研究室）にさかのぼる。1988（昭和63）年の組織改編により森林総合研究所が設立され、造林科の研究室は、森林環境部植物生態科（環境生理・種生態・群落生態の３研究室）及び生産技術部育林技術科（更新機構・物質生産・植生制御の３研究室）に再編された。その後2001（平成13）年の独立法人化により森林植生研究領域が設立され、群落動態研究室、植生制御研究室及び植物多様性チームが、以前の種生態・群落生態・植生制御の３研究室から移行、設立された。ほかの研究室は植物生態研究領域へと移行した。各研究室ではそれまでの研究課題を継承しつつ、研究領域の理念に沿った課題の枠組みで研究を進めている。なお、林業試験場設置以来の造林研究の歴史は「植物生態研究領域」の項に記述している。

日本の森林に対する国民の期待は木材生産性から森林の環境維持機能の重視へと変化している。1992（平成４）年の国連環境開発会議（地球サミット）を節目に、持続可能な森林経営、生物多様性の保全、地球温暖化の防止などに関する国際的な研究需要が増加した。

日本政府は2001（平成13）年の森林・林業基本法において、それまでの木材生産・供給など森林の経済的な側面を重視する政策から森林の多様な機能の発揮を可能にする森林管理を目指す方向への転換を明確にした。森林の炭素固定能力や生物多様性維持に果たす役割への期待が高まる一方、その機能の実際の評価が必要であり、内外の環境問題に関わるプロジェクト研究が増加している。それらに対応する一般研究費の研究課題とあわせ、森林植生領域の研究者は森林総合研究所がもつ12の研究分野のうち七つ（ア、イ、エ、オ、カ、キ、シ）の研究推進に関わり、そのほかの受託事業も含めて、中期基本計画に沿った業務にたずさわっている。

森林にはいろいろな生物種が生活している。樹木同士の関係や、樹木と花粉を運ぶ昆虫、種子を運ぶ動物との関係、樹木の養分吸収を助ける菌根菌との関係といった生物間の相互作用は、森林の物理的環境の多様さとあいまって森林の構造を複雑にしている。林業はこの森林に人工の手を加え、林産物を生産する産業である。

生産効率を上げるために価値の高い樹木を集めて育てたのが人工造林の始まりである。森林の多様な機能を長く受け取れる社会を実現するには、生物間の相互作用の理解を深めることと、理解に基づいて森林管理の技術を高めることがともに重要である。このため、森林植生研究領域では森林の現状の把握と生態の解明を基本に、天然林の動態と構造に関する研究、植物多様性に配慮した森林管理の研究、より安全で効率的な木材生産技術に関する研究などを行っている。また、それらを通して、適切な森林管理システムの選択に必要な情報の提供に努めている。ここでは、最近10年間で得られた主な成果について述べる。

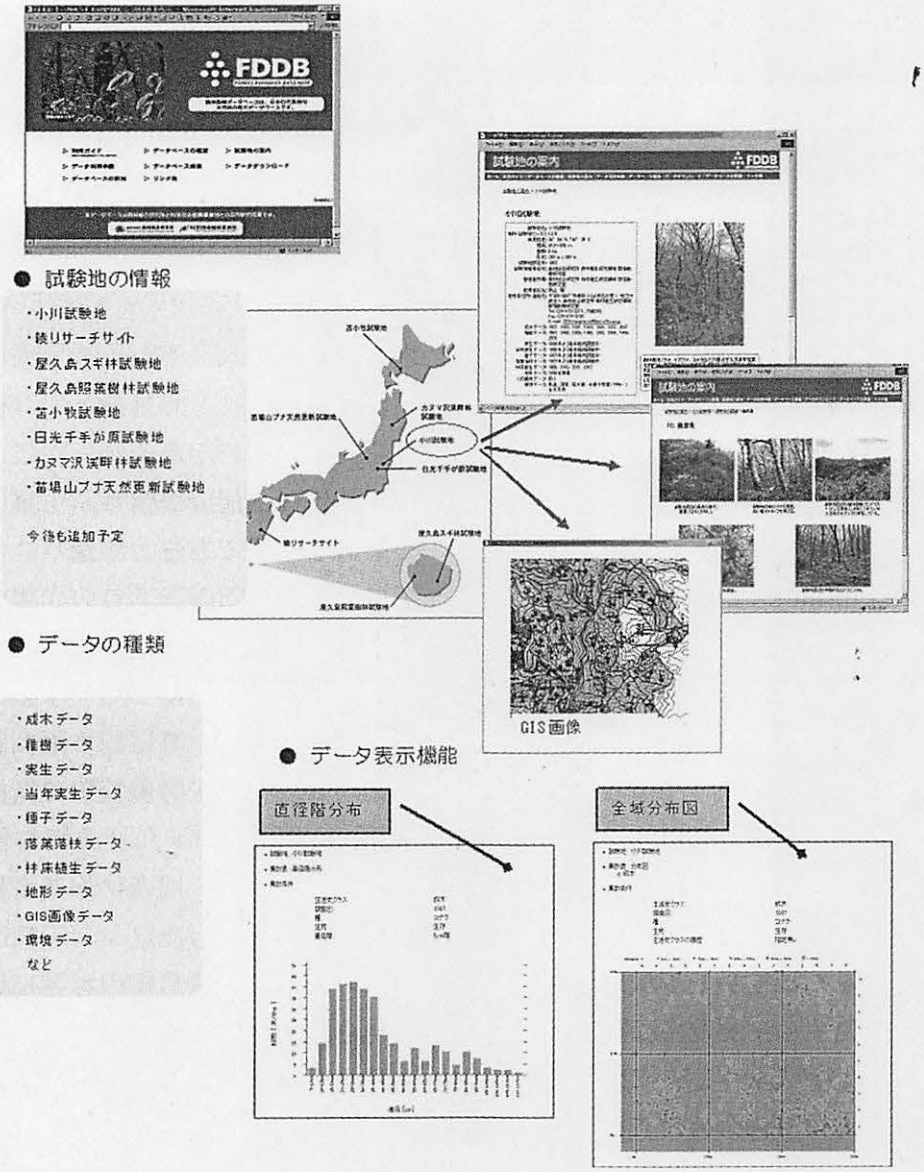
2．森林における生物群集の長期モニタリングとデータベースの構築

樹木は長い時間をかけて大きく育つ。森林では自然や人為的撹乱による森林の部分的破壊と修復が大小さまざまな規模で、繰り返し起きており、そのありさまを正確に把握するには、広い面積の森林を対象に時間をかけた調査を行う必要がある。その調査手法として大面積プロットによる長期観測が有効であることから、日本では先駆的な長期モニタリング試験地を茨城県北部に1987（昭和62）年に設定した（小川試験地。約100ha）。同試験地の森林はコナラ、ブナ、イヌブナが優占し、シデ類、カエデ類などをまじえる落葉広葉樹林である。中心となる6haの調査地では樹木の生活史全体を通じた個体群動態を明らかにするため、樹種別に種子の生産量、散布量、実生の発生、生存、樹木の成長を継続調査している。

同様の数ha規模の試験地が、国内各地の重要な天然林にその後つぎつぎに設置されており、膨大な科学的データが集積されつつある。

森林総合研究所が持つこれらの基礎情報を公開し、内外に提供するなどしてその効率的な利用をはかるため、科学技術振興機構の研究データベース化事業の支援を受け、データの形式を揃えた森林動態データベース（以下、FDDB）を本・支所の研究員と共同で開発し、公開している（図－1）。

FDDBには北海道から九州、屋久島までさまざまな森林帯にまたがる8試験地（苫小牧（広葉樹林）試験地、カヌマ沢渓畔林試験地、小川試験地、日光千手が原試験地、苗場山天然更新試験地、綾リサーチサイト、屋久スギ林試験地、屋久島照葉樹林試験地）のデータを収録している。FDDBはデータ処理が可能なリレーショナルデータベースで、試験地の樹木の幹を単位に個体識別番号、幹の位置情報、樹種名、2乃至4年ごとの直径の計測値データから構成される。幹は成木、稚樹、実生、当年実生に分けてあり、付随する種子生産や落葉落枝量、下層植生のデータ、また、

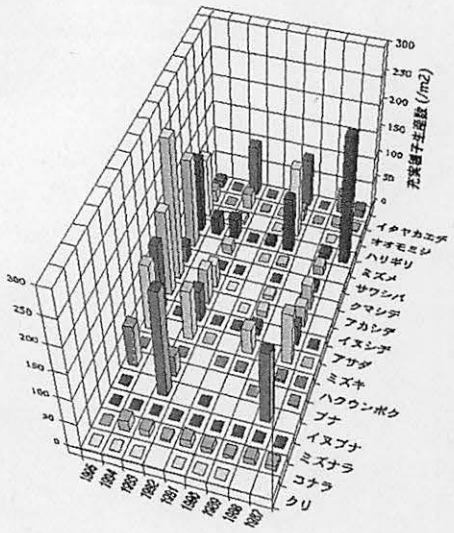


図－1　森林動態データベースの公開Webページ
上段：トップページ
下段：データベースの概要
http://fddb.ffpri-108.affrc.go.jp/index.html

地形やGIS画像、環境データなども加えてある。このように整備したデータセットを2003（平成15）年10月10日に公開し、英語版も作成した。希望者は申請に基づき、生データを利用することもできる。

3．天然林の構造と機能の解明

天然林を保全するうえで、結実や種子散布、萌芽など樹木の繁殖のしくみを知ることがとくに重要である。樹木の種子生産には大きな年変動がある。例えば、ブナの場合、豊作年には地面に敷き詰められるほどの実が落下するが、凶作年には実がまったく見られない。このような極端な「成り年」現象はマスティングと呼ばれ、世界中のさまざまな森林で知られている。マスティングが起きる理由は、種子を餌とする昆虫やネズミが食べきれないほど大量の種子をある年に集中して実らせ、食べ残しの種子を生き延びさせたり（捕食仮説）、揃って開花することで受粉の効率を上げ、遺伝的に健全な種子を増やしたりする（受粉効率仮説）など、より良い子孫を残すためであると言われている。しかし、マスティングの利点に関するこれらの仮説をデータで検証



図－２　小川試験地（茨城県北部）に生育する樹種の種子生産の年変動
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

した例は世界的に少ない。このため、茨城県北部の落葉広葉樹林（小川試験地）で、主要構成樹種の種子生産を、種子トラップを用いて14年あまり企画調整部実験林室の協力で継続測定し、マスティングの実態と利点を明らかにした。

樹種同定が済んだ16樹種９年間の種子生産の変動幅は樹種によって異なるが、豊凶年は一致することが多かった（図－２）。ブナとアサダ、イタヤカエデのように近縁でなくても部分的に良く似た豊凶パターンを示すことがあるが、イヌシデとアカシデ（クマシデ属）、あるいはイタヤカエデとオオモモジ（カエデ属）といった近縁な樹種がより同調した種子生産の年変動パターンを示した。近縁の樹種がともに豊作の年ほど、各樹種の種子の虫害率が低くなることから、豊凶を同調させることで豊作年には飽食、凶作年には種子を食べるものを飢えさせて減少させる効果があると推察した。また、風媒樹種では開花量が多い年ほど健全種子の数や割合が増加したので、豊凶には豊作年に受粉効率を上げ、健全な種子をつくる利点があると考えられる。この種子生産調査は継続中で、今後受粉実態の計測、同定樹種の追加などデータの充実を図っていく予定である。

４．省力的・低負荷型の育林技術の開発

下刈りは夏に行うのが一般的であるが、炎天下の過酷な労働であることや、ハチ被害などが問題になっている。また、林業労働者の減少や高齢化の事情もあり、労働負担の軽減・省力化技術が求められている。これまで冬に下刈りを行わなかったのは、生育養分が地下に蓄えられる季節に地上部を刈っても効果が劣るうえに、寒地などでは植栽木が低温害を受ける恐れがあるからなどが理由であるが、最近は上記の事情や、労務の季節的集中を避ける意味でも魅力が増し、冬下刈りが話題に上っている。下刈りの効果が劣る分を除草剤の併用で補う設計で、キイチゴ類とススキが優占する茨城県のヒノキ新植地で冬の下刈り試験を行い、夏に行う下刈りと比較した。作業時の心拍数を労働負担の指標とし、単位時間･人当たりの下刈り面積を作業効率の指標とした。また、同時に作業者に対してアンケート調査を行った。

この結果、労働負担の軽減には顕著な効果は見られなかったものの、作業効率は冬の方が２～３割上がり、また、ハチなどへの不安感の軽減においては効果があるという結果が得られた。ほかのメリットには、植栽木や足場が見え易いので安心して作業できる、冬場の仕事を創出できるなどがある。雑草木の抑制については、冬下刈りと除草剤の組み合わせは、本調査地のようにツル類が少なく、下刈りによりキイチゴ類からススキに植生が遷移する下刈り地においては、ススキに対する除草剤の効果により、夏に行う下刈りと同様な効果が期待できる。一方、デメリットとしては下刈り作業と除草剤散布作業の２重のコストをかけたにも拘わらず、夏に行う下刈り１回分の効果しか得られず、コストに見合った効果が現段階では得られていない点があげられる。加えて、枯れて硬化した雑草木やツル類に対する下刈り作業者の不慣れや、汗の冷え、日が短いので作業時間も制約されるこ



図－３　冬の下刈り風景

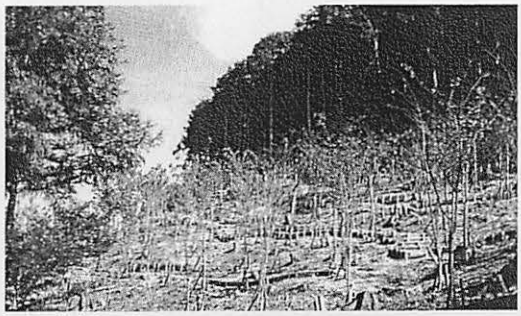
とがある。なお、除草剤の使用については、健康へのリスクが低いことについては比較的理解は得られたものの、実際の使用に対しては意見が分かれた（図－３）。

刈払い刃の選定方法、組み合わせる除草剤の種類や施用時期、除草剤の残留問題、気候や植生の違いによる効果の差など技術的な課題はまだいろいろあるが、林業作業の省力化、安全性確保がより求められていることから、従来から行われている以外の作業形態の可能性も検討する必要がある。

５．スギ花粉症に配慮した森林の適正な管理技術の開発

スギ花粉症対策には、発症予防や症状軽減の医療とともに、現存するスギ、ヒノキ林の花粉生産の抑制管理が重要である。林業用薬剤による抑制も検討されているが、林野庁はスギ、ヒノキ林に対する花粉生産抑制の方策ともなる間伐や枝打ちに取り組んでいる。そこで間伐や枝打ちの効果を把握するためのモデルを開発し、間伐の実証試験を行った。また、現在のスギやヒノキを伐り、アレルゲンの少ない木に植え替える樹種転換のモデルを森林作業研究領域と共同で作成し、効果的な方法を検討した。

間伐による方法では、伐られた木の雄花は除去されるが、残った木は日当たりが良くなって雄花の生産は盛んになる。トータルとしての抑制効果が期待できる間伐は毎年数％ずつ間伐するか、幹材積にして15％程度の木を伐る間伐を５、６年ごとに主伐まで行うというものであった。枝打ちは高い枝まで切り落とす必要があり、それは幹の成長を落とし材質の劣化や木の枯死もまねく恐れもあることから、補助的な手段と考えるべきであることが分かった。樹種転換では、同じ面積を転換するなら小さい転換地をたくさんつくるより、大きな転換地を少数つくる方が大きな効果を期待できるという算定結果が得られた（図－４）。



図－４　スギ、ヒノキ林の伐採跡に広葉樹（サクラ）を植えた例（京都市）

樹種転換にはスギ、ヒノキを伐採し、木材を道まで運び出す費用、跡地に他樹種の苗を植栽し、保育する費用及びこれらの作業を効率よく行うための道を増設する費用がかかる。伐出費と造林費は道が多い方が安くて済むが、道を増やせば道路建設費がかさむことから、総費用を最も安くするという観点から樹種転換費を試算した。路網の現況や森林の位置データが限られているため、文献等の諸資料を参考に日本の標準的山林と道路密度を10m/haと想定して計算したところ、ha当たり35mほどに道を増やしながら樹種転換を進めるのが最も安上がりと分かった。花粉の飛散経路の推定に日本気象協会などが取り組んでいる。そうした情報の精度が上がれば、花粉症が問題となっている地域に飛んでくる花粉の供給源となるスギ林、ヒノキ林を特定できる。林の位置や道の情報などと合わせて樹種転換効果の大きい地域を選び、対策の効率をあげることが重要である。　　（清野嘉之）

立地環境研究領域

1．試験研究の動向

立地環境研究領域における研究は、戦後の荒廃した森林の復旧や生産力増強に関連する森林土壌の調査研究を基に発展してきた。昭和20～30年代は、森林土壌の生成、分布、分類、理化学的特性の解明等を中心とする基礎的研究とともに、我が国の国有林野土壌調査事業や民有林適地適木調査等の推進、指導に大きな功績があった。高度経済成長期には、林地生産力や林地肥培、森林の持つ公益的機能の評価に関する研究が進展した。昭和40年代以降は、環境問題や熱帯林問題に関する研究要請が強まり、研究課題もこれらに対応して変化した。近年に至り、酸性雨や温暖化等の地球環境問題が一段と深刻になり、国内のみならず北方林や熱帯林を含めたグローバルな温室効果ガス動態、炭素蓄積、降水や渓流水などの水質等に関連する研究が増加している。

旧土壌部は1988（昭和63）年の、いわゆる、「63体制」によって、旧防災部や旧造林部の一部と合体してできた森林環境部立地環境科として再スタートした。さらに、2001（平成13）年の独立行政法人化に伴い、立地環境研究領域として、領域長、２チーム長（温暖化物質担当、環境影響物質担当（2003（平成15）年10月以降は環境モニタリング担当に変更））、３研究室（土壌資源評価研究室、土壌特性研究室、養分環境研究室）の体制で中期計画の達成を目指した研究を推進している。また、立地環境研究領域では、全支所及び木曽試験地にも研究者を配置し、本・支所の連携を図って研究を推進している。

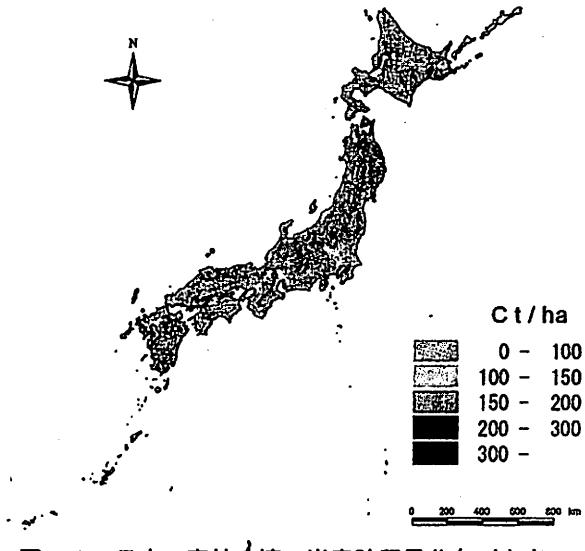
2．研究の成果

以下に立地環境研究領域における近年の主要な研究成果を掲げる。

2.1　森林土壌の炭素貯留量の評価に関する研究（図－１）

1997（平成９）年に採択された京都議定書では、地球温暖化に対処するため、森林を二酸化炭素の吸収源と位置づけ、森林だけでなく落葉落枝、倒木及び土壌に貯留されている炭素量の変化を評価することになった。そのため、それぞれが貯留している炭素量を把握する研究に着手した。

農林水産技術会議の特別研究「林地土壌生産力に関する研究」（昭和38～42年度）で得られた全国810箇所の土壌断面の炭素含有量と容積重のデータを集計して、森林土壌の炭素貯留量を推定した。その結果、土壌型毎の深さ方向への積算炭素量は、深さのベキ乗式で表すことができ、この関係から深さ１mまでのha当たり炭素貯留量は、適潤性褐色森林土で約200トン、黒色土で315トンと推定した。次に、各土壌型毎の単位面積当たりの炭素貯留量に土壌型の面積を乗じて全国の森林土壌の炭素貯留量を算出し、日本の森林土壌の炭素貯留量を約54億トンと推定した。このうち70％が褐色森林土、10％が黒色土で占められ



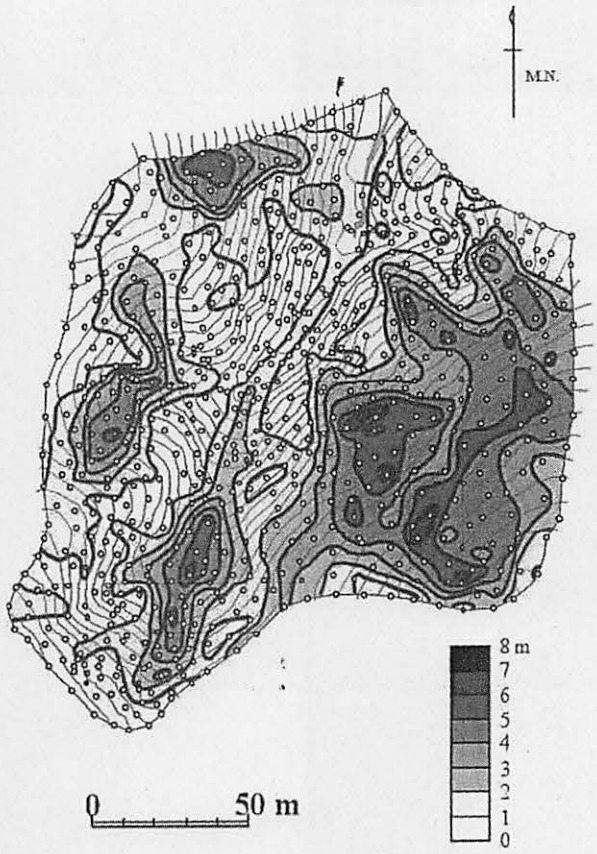
図－１　日本の森林土壌の炭素貯留量分布（森貞、2004）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

ている。また、54億トンという値は、日本の森林で樹木が貯留している炭素量の約５倍、1990（平成２）年に日本で１年間に消費された化石燃料の約18年分に相当し、森林土壌が二酸化炭素の封じ込めに重要な役割を果たしていることを明らかにした。さらに、この値は国有林野土壌調査事業、民有林適地適木調査事業で得られたデータを基に推計した森林土壌の炭素貯留量との整合性が認められた。

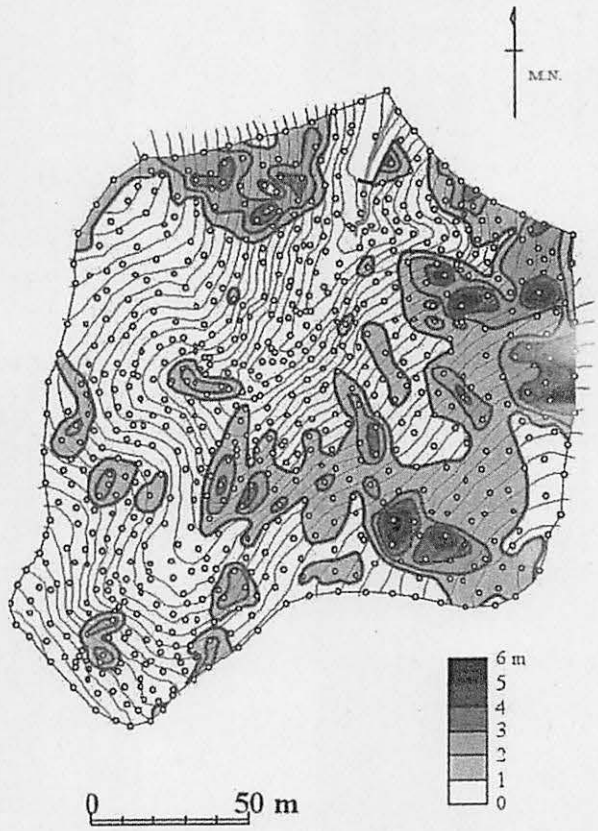
2.2　森林土壌の保水機能の評価に関する研究（図－２、３）

1980（昭和55）年代以降、宝川森林理水試験地、筑波共同試験地、常陸太田森林理水試験地等での精密な土壌調査及び孔隙特性の解析結果を基にして、森林土壌の保水容量の推定が行われた。また、多目的ダム流域の流出解析を基にした流域保水容量の推定を含め、森林土壌が持つ保水機能に関する研究が進展し、森林流域からの水流出量と土壌の保水容量が密接な関係を持つことが明らかになりつつある。

さらに精密な保水機能の評価を行うためには、土層深度や微地形の詳細な情報の蓄積及びこれらの関係の解析が必要である。そのため、茨城県桂村に位置する2.3haの小流域を対象に精密な土層深度の測定を行い、土層深度と表面微地形との関係を解析した。この研究では、表層地質が中古生層堆積岩の2.3haの流域全体にわたって微地形分布調査とともに、571地点で土建式簡易貫入計を用いて表層土層厚と風化層厚を測定した。その結果、表層土層厚は、谷頭凹地の上流側～谷頭斜面にかけて３mを超える厚い土層が線状に分布している。右岸側の上部谷壁斜面と上部谷壁凹斜面には広い範囲で４mを超える厚い土層が分布し、場所によっては７mを超える地点も認められた。これに対し、左岸側の頂部斜面や両岸の下部谷壁斜面では、表層土層が１m以下の地点が広く分布している。



図－２　表層土層厚の分布（大貫ほか、2003）



図－３　風化層厚の分布（大貫ほか、2003）

風化層厚は、流域全体に１m以下の地点が広く分布するが、右岸側の頂部斜面、上部谷

壁斜面、上部谷壁凹斜面に４mを超える地点が認められるほかは、微地形との明瞭な対応関係は認められなかった。この事例のように、森林流域の土層厚の分布は一様でなく、かつ火山灰の影響が大きい地域では、４mを超える非常に厚い表層土層が広範囲に認められることを明らかにした[2)]。

2.3 酸性雨等のモニタリング調査及び渓流水質に関する研究

いわゆる酸性雨は低濃度の広域汚染であり、森林生態系や渓流、湖沼等への影響は蓄積的かつ慢性的なものといわれる。近年、酸性雨の問題が社会的に大きく取り上げられ、1990（平成２）年度から林野庁の「酸性雨等森林被害モニタリング事業」が開始された。しかし、この事業では、都道府県に委託した降水の採取が６月の10日間とされたため、全国的な降水の年間を通じた水質変動を明らかにすることが必要となり、森林総合研究所の本・支所の立地環境部門が年間を通した精密なモニタリングを担当することとなった。林野庁事業との連携を図り、1990（平成２）年度から特定研究「酸性雨等モニタリングセンターステーション構築」を開始した。2000（平成12）年度からは交付金プロジェクト研究「酸性雨等の森林・渓流への影響モニタリング」として、渓流水質を含めて調査研究を継続してきた。

これまでの結果では、降水のpHや溶存成分濃度に大きな変化はみられず、特に酸性化が進行している兆候は認められない。年間の窒素や硫黄等の負荷量も横ばい乃至やや減少傾向を示している。溶存物質の負荷量は年によって変動が大きいが、これには降水量の違いが強く反映する傾向が認められている。また、大陸からの黄砂が激しい時期の降水では、各地でpHや溶存成分濃度が顕著に変動することを確認している。

渓流水質についても大きな変化は認められないが、多雪地域では融雪期に溶存有機態及び無機態炭素の流出量が増加する傾向や融雪初期に硝酸態窒素濃度が上昇する等の特徴ある変動を示すことを明らかにした。また、関東・中部地域の80地域、270地点の渓流水質を調べ、硝酸イオン濃度が関東平野周辺部の森林域や愛知県で顕著に高い分布傾向を示すことを明らかにした。さらに、代表的森林土壌の酸緩衝能についても、その概要を明らかにした。

2.4 森林流域における窒素等の自然循環機能に関する研究

森林・林業は自然環境に依存して成立している。特に、生物を介在する窒素等の物質の循環に依存し、かつ、これを促進する機能である自然循環機能を利用することで持続的な維持が可能となる。2000（平成12）年度に農林水産技術会議の特別研究「森林・農地・水域を通ずる自然循環機能の高度な利用技術の開発」が開始され、立地環境研究領域では全研究室が参画している。この研究では平成12～14年度を前期として、茨城県桂村の桂試験流域（面積2.3ha、斜面中・下部が37年生スギ人工林、それ以外の部分が落葉広葉樹二次林）を対象とし、樹木が吸収・固定する窒素量、窒素循環に関わる土壌微生物、土壌－渓流系での窒素の移動・流出プロセス、水循環過程と有機物の流出について、立地環境研究領域、森林微生物研究領域、水土保全研究領域が共同して研究を行った。その結果、各プロセスでの窒素の現存量や移動量、収支等を明らかにした。窒素の収支としてみると、降水による窒素流入量が８～９kg・ha^{-1}・y^{-1}、渓流を通じた無機態窒素流出量が２～３kg・ha^{-1}・y^{-1}、有機物としての窒素流出量が約１kg・ha^{-1}・y^{-1}であることを明らかにした。また、個々の窒素プールの現存量や各プロセスでの窒素フローの大きさは、これまでの既存の事例と類似の値を示した。2003（平

成15）年度からの後期では、スギ林の間伐による影響を調査中である。

この自然循環に関する研究では、もう一方の柱として、矢作川流域を対象に森林－農耕地－水域全体を通じた窒素の動態解析を行っている。立地環境研究領域では、名古屋大学と連携して森林域からの窒素流出負荷量の広域的評価に取り組んでいる。ここでは、矢作川流域の森林域について、森林タイプ区分を行い、各タイプ毎の土壌窒素貯留量を推定してその分布図を作成した。こうした森林土壌の窒素貯留量の推定と実際の水流出量や渓流水質の調査結果を総合的に解析することによって、矢作川流域の森林域からの窒素流出負荷量を推定することとしている。

2.5　温室効果ガスの動態解明に関する研究

地球温暖化に関連して、二酸化炭素と並んでメタンや亜酸化窒素フラックスが大きな問題となっているが、森林土壌におけるメタンや亜酸化窒素の動態に関するデータは非常に乏しいのが現状である。2002（平成14）年度に開始した先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「森林・林業・木材産業分野における温暖化防止機能の計測・評価手法の開発」では、森林総合研究所を中核機関として、６大学、10道県等が加わって、北海道から沖縄県に至る広域の観測ネットワークを構築し、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素の動態を解析している。その結果、日本の森林土壌は、大気中のメタンを吸収し、シンクとして機能していることを確認した。また、土壌からの亜酸化窒素の発生は、一般に微量で発生のみられる森林はごく一部に限られている。このプロジェクト研究では、温室効果ガスの吸収や発生メカニズムの解析、皆伐や間伐等の施業による影響等を解明することとしており、今後の成果が期待される。

2.6　樹木の細根動態に関する研究

樹木の細根は、養分や水分の吸収に重要であるとともに、枯死脱落によって土壌に有機物を供給し、二酸化炭素の固定という面でも大きな役割を担っている。こうした樹木の細根の発生・成長量や枯死脱落量を明らかにするため、千代田試験地のスギ林において、ミニライゾトロン法と採土円筒を用いた土壌の一定容積中の細根量の計測を併用して解析を行った。その結果、細根の成長量は夏季に大きく、冬季に小さい季節変動を示すこと、枯死脱落量も同様の変動を示すことを明らかにした。また、細根バイオマス量の約３倍の細根が１年間に成長し、ほぼ同量の細根が枯死することから、細根は年に３回程度入れ替わるが、林分としての細根バイオマス量はほとんど増加しないことを明らかにした。

2.7　そのほかの研究成果

上記のほか、簡易貫入試験を併用した土層の物理性の推定、2000（平成12）年三宅島噴火に伴う噴出物の化学特性の変化、関東平野の平地林における浅層地下水の水質動態、斜面における土壌の撥水性発現メカニズムやその分布実態、近赤外分光分析法による落葉落枝の分解過程における質的変化、既存土壌調査データのインベントリー化、スギ苗木の土壌水分状態と成長との関係、森林生態系における重金属類の降雨に伴う流入量等に関する研究成果を蓄積し、関連学会誌などを通じて公表している。また、周極域北方林やタイ、マレーシア、インドネシア、カンボジア、ブラジル・アマゾン、南太平洋・マングローブ林等の熱帯林の森林土壌の物理化学的特性、物質循環、CO_2やメタン等のガス動態、森林再生等に関連する研究にも数多くの研究職員を派遣し、貴重な成果を得つつある。

3．今後の課題

立地環境研究領域では、森林土壌をベースとしつつ、森林生態系という視点に立って水

や各種物質の動態解明に関する研究を中心に推進してきた。近年では、持続可能な森林管理、地球環境問題等に関連して、国内のみならず北方林や熱帯林を含む広範囲な研究成果が求められ、温室効果ガスの動態や炭素蓄積量の変動評価に関する研究要請が強くなっている。今後は、これまでの研究蓄積を基礎として、森林土壌資源が持つ多様な機能の発現メカニズムの解明とともに、広域的な機能の分類・評価手法の開発、施業や環境変動に伴う土壌諸機能の変動予測手法の開発に関する研究を推進する必要がある。　　(加藤正樹)

文　献

1）森貞和仁ほか（2004）：森林土壌による炭素蓄積分布図の作成，平成15年度森林総合研究所研究成果選集，28-29

2）大貫靖浩（2003）：森林土壌の保水機能に関する研究動向，山林　1430，66-72

水土保全研究領域

1．試験研究の動向

水土保全研究領域に関わる研究は、森林測候所が1911（明治44）年４月に林業試験場所管として発足したことに始まる。当時はたびたび大規模な水害が発生したため、世論の高まりもあって第１期治水事業が開始されることになった。この事業を推進するため、森林測候所が全国各地に設置されることになり、その業務を林業試験場で取り扱うことになった。

森林測候所の当初の業務は、河川上流山岳地帯及び森林の気候・気象調査、河川水位観測などである。森林測候所は、その後施設の改廃や業務の変更・拡充を経て第２期治水事業の始まりによって1936（昭和11）年５月に廃止され、森林治水試験地となった。

森林治水試験の業務は、山地の崩壊及び土砂かん止保安林の取り扱い、水源かん養保安林の機能増進、荒廃林地復旧工事の改善、遊水林及び水害防備林に関する試験などである。

第二次世界大戦後に本場気象部は防災部となり、国土保全と森林災害の防止に関する研究を担当することになった。1951（昭和26）年には、治山事業の主目的である国土保全に関する研究は防災部治山科（水土保全研究領域の前身）が担当することになった。

荒廃地の予防・復旧に関する研究では、戦時中から戦後にかけて度重なる台風の襲来により全国的に水害や土砂災害が多発し、森林の荒廃が著しく進行した。そのため、水害・山地災害の現地調査を行い、森林の崩壊防止機能について多くの知見が得られ、林業生産基盤の安定という見地から予防治山の必要性が再認識されるようになってきた。一方、全国各地に発生した山地荒廃地を復旧するため、各地で侵食の実態調査を行い、荒廃地土壌の理化学性、侵食の発生機構、流出土砂量の測定法などの基礎的な研究成果が得られた。それらの成果に基づき、山地荒廃地の早期全面緑化を図るため、治山用樹草の繁殖法、施肥法、植栽方法についての研究が進展した。なかでも外来草を導入したことは、その後の早期斜面緑化工法の発展に大きく貢献した。

昭和30年代には再び台風による水害・土砂災害が多発したため現地調査を行い、それらのデータの集積によって降水、地形、地質、林相など山地荒廃と関連の深い要因を抽出し、多重回帰式による崩壊危険地の判定手法の開

発が進められた。また、森林の崩壊防止機能を定量的に解明するため、林木根系の引き抜き試験を実施し、伐採による根系の腐朽が土壌緊縛力に及ぼす影響を力学的に評価した。

治山事業の拡大に伴って、全国を気象、地質そのほかの立地条件から類型的な地帯区分を行い、その地帯の特性に適した工法を経済性や施工効果も考慮して施工するため、経済的治山工法に関する総合的な研究が実施された。さらに、施工後の保育・管理を主眼とした既施工地の取り扱い方法についてもあわせて研究を行った。

治山構造物については、治山ダムに作用する土圧、動水圧などの外力に関する基礎的研究のほか、材料強度や耐久性に関する研究も行われた。

森林の理水機能に関する研究では、森林測候所時代から水源かん養機能に関する調査が行われてきたが、戦後、本場・支場等に設置された森林理水試験地において水文観測を継続するとともに、森林の理水機能に関する研究が進められた。戦後まもなく発生した利根川の水害では、出水解析に当たり宝川森林理水試験地の水文データが有力な資料として利用された。森林の状態が流出に及ぼす影響については、各森林理水試験地の地域性にあわせて伐採、火入れ、刈払いなどの処理を行い、それぞれの特性に応じた林木の成長と流出の関係、たとえば、釜淵森林理水試験地ではなだれ防止のための階段工施工が流出に及ぼす影響について、竜の口山森林理水試験地では山火事・渓岸伐採が流出に及ぼす影響などについて解析を行った。その結果、森林の伐採・消滅が流出量、特に洪水時ピーク流量を増大させることが明らかになった。また、宝川森林理水試験地では、ライシメータを用いて行った階段、溝、穴など山腹理水工法の効果に関する現地実証試験も行われた。

1978（昭和53）年には、本場が東京目黒から筑波研究学園都市に移転し、それを機に地すべりに関する研究室が新設された。1988(昭和63）年になって林業試験場から森林総合研究所に改組され、防災部は、土壌部及び造林部の一部とともに森林環境部を構成し、その中で治山科は水土保全科として森林の水土保全機能の維持増進に関する研究を担当することになった。

森林の国土保全機能に関する研究では、森林の崩壊防止機能を定量的に評価するため、樹木根系の現地引き抜き試験や大型一面せん断試験を行い、スギ根系によるせん断抵抗力の補強モデルを開発した。将来発生が懸念される大規模地震による山体の地震動シミュレーション解析を行い、大地震による山地災害危険地の判定手法を開発した。積雪地帯における地すべりの移動機構を解明するため、地すべり移動量、積雪量、融雪水量などを現地観測した結果、融雪末期のみならず積雪初期においても地すべり移動量の大きいことが明らかになった。水源かん養機能に関する研究では、ヒノキ人工林の間伐により林分の蒸発散量、樹冠遮断量が減少し、林内雨量が増加することが現地観測により明らかになった。また、温暖湿潤地帯の森林流域を対象に、森林伐採が水流出に及ぼす影響を評価するため、貯留型の水収支モデルを開発して解析を行った。その結果、調査流域においては、森林伐採に伴い年直接流出量が21.3%、年基底流出量が11.5%増加し、年蒸発散量は30.0%減少することが予測された。

2001（平成13）年には、森林総合研究所の独立行政法人への移行に伴い、水土保全科は水土保全研究領域として森林の国土保全、水資源かん養機能の高度発揮に関する研究を担当することになった。研究組織は、研究領域長以下水資源利用担当チーム長、災害危険地判定担当チーム長、水保全研究室、山地災害研究室、治山研究室の２チーム長・３研究室である。

担当する研究項目は、人工林地帯における

崩壊防止機能の力学的評価手法の開発、山地崩壊・地すべり発生に関わる間隙水圧と土塊移動の相互作用の解明、水資源かん養機能の解明と評価及びモデルの構築である。

以下に水土保全研究領域における近年の主要な研究成果を示す。

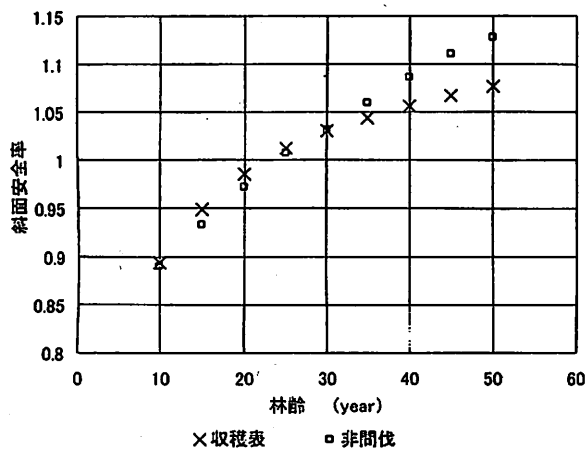
2　研究の成果

2.1　山地荒廃の予防に関する研究

2.1.1　林木根系の崩壊防止機能に関する研究[1)]

樹木による斜面崩壊防止機能は、崩壊すべり面における根の量とその根による崩壊に対する抵抗力によって発揮されている。ここでは、スギ根系による崩壊防止機能を評価するため、スギ根系の分布状態をシミュレートできるスギ根系分布再現モデルとスギの根による土のせん断抵抗力補強強度を、根の引き抜き抵抗力から算定する手法を開発した。スギ根系分布再現モデルは、樹高、胸高直径、根の最大成長深さの情報から任意の深さの直径階別根系本数を推定することができる。

スギ林地の安全計算を行うため、スギ伐採後の根の引き抜き試験を行い、直径別の引き抜き抵抗力の経年変化を求めた。その結果、根の引き抜き抵抗力は、伐採後徐々に低下し、10年目になると崩壊防止機能はほとんど消滅することが示された。また、スギ収穫表に示されている胸高直径、樹高、本数密度等の値に従って成長している林分を想定して斜面安定解析を行い、間伐が表層崩壊防止機能に及ぼす影響をシミュレーション手法により評価した一例を示す。この場合の間伐林の斜面安全率は、非間伐林と比較して15年生、20年生の時点では若干高いが、25年生、30年生の時点ではほぼ同程度、35年生以上になると徐々に低くなる傾向が認められた（図－1）。林地崩壊は一般に幼齢期に多く発生することから、幼齢期では間伐林の方が崩壊発生の危険度は低くなる傾向が示された。一方、壮齢期



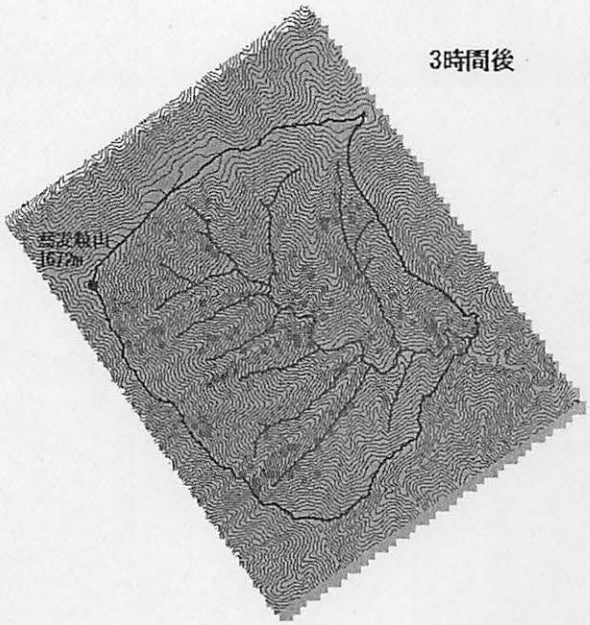
図－1　スギ間伐林分（収穫表）及び非間伐林分における斜面安全率の変化

では間伐林、非間伐林とも斜面安全率が高くなり崩壊発生の危険性は低くなるため、斜面安全率の差はそれほど崩壊発生に影響しないと推定された。

2.1.2　レーダーアメダスデータを用いた崩壊危険度判定手法に関する研究

台風や梅雨時の集中豪雨による山地崩壊は、下流域に甚大な被害を与えることから、その被害を軽減・防止するため、山地崩壊の発生危険度予測の精度向上が期待されている。現在、山地崩壊の発生危険度予測には、既往の災害データを用いた統計的手法が用いられているが、この方法は、災害発生箇所の特定やリアルタイムで予測結果を出すことは困難で、精度もあまり高くない。そこで、気象庁が1時間毎に発表している、今後6時間後までの時間降雨量予測データ（レーダーアメダス6時間降雨予測データ）を用いて山地崩壊の発生位置及び発生時刻を予測できる山地崩壊危険度予測手法を開発したので、その概要を以下に示す。

まず、山地崩壊危険度を求めようとしている対象地域のレーダーアメダス6時間降雨予測データを入手し、このデータと崩壊に密接に関連する地形、土質、植生などのデータを斜面安定解析モデルに代入して、どこの斜面が、いつ崩れるかを計算する。ここでは、予測の対象地域を一辺が50m四方の区域（グ



図－２　降雨開始３時間後の崩壊危険地予測地図

リッド）に区切り、各グリッド毎に崩壊が発生するか否かを計算する。その結果、崩壊が発生すると判定されたグリッドを地図データに重ね合わせて描画することにより山地崩壊の危険地を示すことができる。この手法を用いて静岡県大井川支流の流域で崩壊危険度を判定した結果、時間降雨量100mmを連続して与えた場合、３時間後に93箇所のグリッドで崩壊の発生が予測された（図－２）。本手法は、さらに精度向上を図るため、さまざまな条件下で実証試験を重ねる必要がある。

2.2　山地荒廃の復旧に関する研究

2.2.1　情報通信技術（IT）を活用した地すべり総合管理手法に関する研究

近年、地すべり対策事業が進捗し、多くの地すべり地で工事概成を迎えているが、施工後の経年変化による施工効果の減退や新たな不安定斜面の発生などに起因して地すべりの再活動の可能性が指摘されている。そのため、重要な保全対象を持つ地すべり地では、工事概成後も監視を継続し、地すべりの兆候を早期に発見して再発を防ぐため、本研究ではIT技術を活用した自動観測システムと地理情報システム（GIS）を取り入れた地すべり総合管理手法を開発した。

対象地すべり地は静岡県由比地すべり地で、同地すべり地は長年にわたり降雨や地震動に対する安定解析やそれに基づくさまざまな地すべり対策工事が施工されてきた。まず、地すべりの移動を観測するための孔内傾斜計や地中伸縮計、その誘因となる降雨、間隙水圧を観測するためのセンサー、そのほか地震計及び監視カメラなどを地すべり地内に多数設置した。これらの観測データを管理する自動観測システムは、目的に応じた複数のコンピュータによって構成され、それらをデジタル通信回線で相互に接続してイントラネットを形成した。このシステムの中核となるデータベース装置は、現地から定期的に送信される計測データを蓄積すると同時に管理基準値に対して超過判定を行い、万が一基準値超過が認められた場合には、各関係機関に対し自動的に電話、FAX、電子メールなどによる警戒通知を発信するようになっている。一方、各関係機関には情報端末を設置し、この端末からデータベース装置に接続すれば地すべり地における最新観測データを常に把握することができる。さらに、GISの特徴である複合検索及びレイヤー（重ね合わせ）機能を用いて、災害時における最適避難経路の判定ができる（図－３）。本研究によって開発された



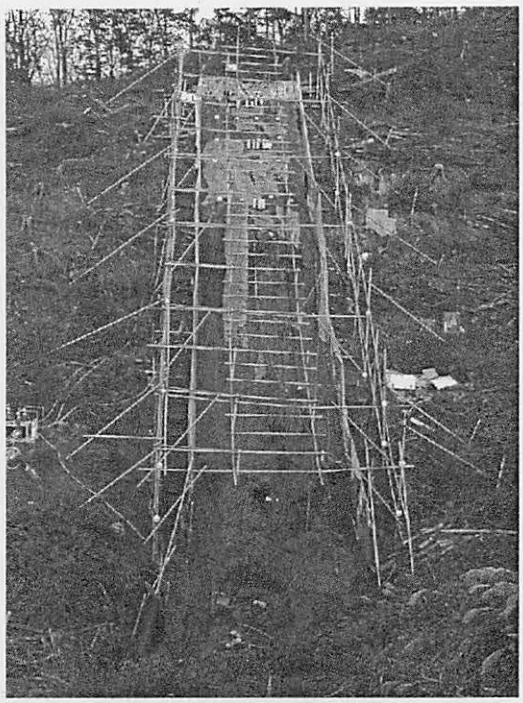
図－３　自動観測システムのホームページ（避難経路を示す）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

地すべり総合管理システムは、2001（平成13）年度から由比地すべり地において採用され、その有効性は静岡県による防災訓練などで確認されている。

2.2.2　崩壊土砂の流動化に関する研究[2)]

近年、豪雨による大規模な山地崩壊やそれに伴う崩壊土砂の流動により甚大な被害を被っている。さらに、都市域の山間地への拡大と過疎地域における高齢化は、潜在的な土砂災害危険度を増加させている。今後は災害危険区域と安全区域の判別を行って、効果的な防災施設の配置計画や警戒避難対策の構築が望まれている。そこで、斜面崩壊の運動を再現できる数値シミュレーションモデルの開発とその成果を検証するための粒状体の崩壊・移動実験を行った。さらに、崩壊した土砂の流動化継続条件を解明するため、2003（平成15）年11月12日と14日に現地崩壊実験を行った。

まず、斜面が崩壊する現象を物理的に正しく表現するため、崩壊土砂が土粒子の集合体であることを直接的に表現したモデルを構築するとともに、粒状体運動シミュレーション手法を開発した。それによると、粒子は互いに衝突やすべりを繰り返しながら運動量を伝達し、運動エネルギーを消耗していくことが分かった。さらに、このモデルを検証するため、一辺が10cmの花崗岩ブロックを最大1,000個用いて、斜面上端から一気に落下させる崩壊実験を行った。この実験結果とシミュレーションを比較したところ、崩落したブロックの堆積様式及び先端の到達した距離ともシミュレーションでよく再現できた。一方、土質試験や室内崩壊実験によって得られた、崩壊土砂の流動化継続条件を検証するため、茨城県加波山の国有林内に実験斜面を設定し、人工降雨装置を用いて散水し、土層内の間隙水圧の変動、斜面の挙動、斜面からの流出水・土砂量を観測した。１日目は降雨強度約78mm/hで４時間30分、累積雨量にして



図－４　崩壊後の実験斜面の概況（加波山）

349mm散水した。１日おいて再び散水し、実験開始から５時間30分後に斜面中下部が表層近くまで飽和し、斜面中央部で変位が観測された。その後加速度的に変位が増大し、６時間51分経過後、斜面下端から約17mを滑落崖として崩壊が発生した（図－４）。崩壊土層深は約１mで、崩壊土砂量は約40m^{3}と見積もられた。崩壊した土砂は流動化して対岸に乗り上げた後、速度を落として地形に沿って下流側に約30m流下したところで先端が停止した。また、観測データの分析により、崩壊に至るまでの地表面の移動量と崩壊に伴う過剰間隙水圧が観測され、土質試験や室内崩壊実験との整合性が認められた。

2.3　水源の理水に関する研究

2.3.1　森林の水流出調節機能の向上技術に関する研究

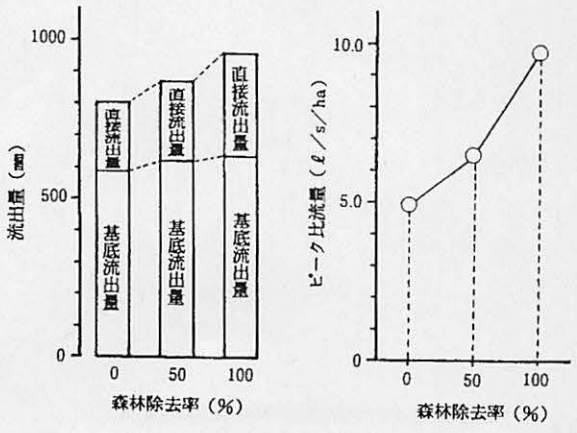
河川の水量を安定的に確保するためには、森林の水源かん養機能を向上させることが必要である。森林は、樹冠遮断や蒸散などの蒸発散機構と保水性に富む表層土壌によって水流出に関与している。ここでは、森林施業が水収支、水流出に及ぼす影響を明らかにする

ため、モデル林分における間伐試験と流域単位の施業試験を行った。

間伐試験では、ヒノキ人工林において本数換算で40%、胸高断面積換算で43%の間伐を行った。その結果、年降水量に占める樹冠通過雨量及び樹幹流下量の総量の割合は、間伐前では82.9%、間伐後は90.4%となり、樹冠遮断率の減少は約44%と見積もられ、間伐率とほぼ一致した。間伐前のデータによる回帰式を用いて、間伐をしなかった場合の樹冠遮断量の予測値を求め、間伐後の実測値と比較すると、樹冠通過雨量が168.6mm増加し、樹幹流下量が29.5mm減少した。この結果、樹冠遮断量は139.1mm減少したが、これは間伐前の樹冠遮断量の約40%に相当する。

一方、流域試験では、面積6.48haの森林小流域を等高線に沿って帯状に一列おきに伐採した。帯状伐採後は伐採前と比較して、期間流出量に占める平水流出量、低水流出量、渇水流出量の割合が大きくなった。温暖期の蒸発散量は帯状伐採によって平均で66.3mm減少した。これは皆伐による減少量の43%に相当する。直接流出量は帯状伐採により流出率で6～13%の増加が認められ、一連続降水量が100mmを超える場合のピーク流量は伐採前と比較して1.16～1.41倍となった。しかし、これらの値は皆伐試験と比較して小さな値である。

森林の量的変化により、流出量を調節することは、高水時の流量を許容範囲内に抑え、いかに低水時の利用水量を増加させることができるかということであることから(図－5)、間伐などの保育、帯状伐採などの非皆伐施業は、水保全機能を向上させる森林管理技術であることが示された。

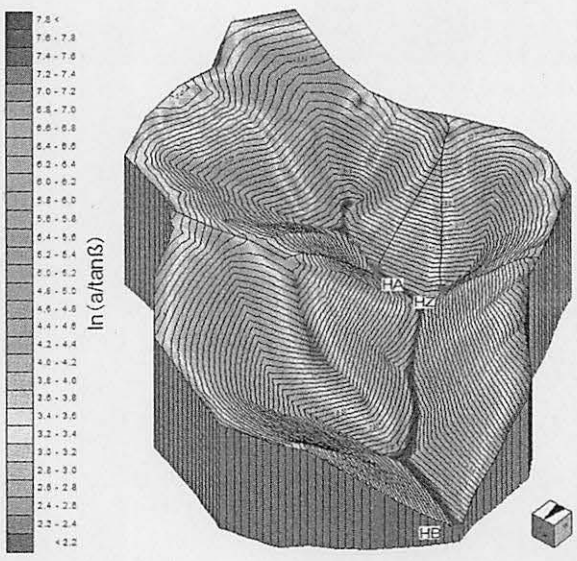


図－5　伐採による流出特性の変化

2.3.2　水流出経路の解明に関する研究[3)]

降雨などにより変動する川の水量を正確に予測するためには、流域内の水移動についての科学的知識が不可欠である。大河も無数の支流から成り立ち、それらの支流を遡れば谷頭斜面と呼ばれる凹地形に達する。つまり、谷頭斜面は山と川の接点であり、水や各種物質が集まり、また、気候条件や土地利用の変化などの影響を敏感に受けやすい場所でもある。したがって、谷頭斜面における水や物質の移動を解明し、予測することは、森林管理の面からも重要な課題となっている。

そこで、茨城県常陸太田市内の試験地において、谷頭斜面（図中のHZ；0.25ha)、1次流域（HA；0.84ha)、それらを含む観測流域全体（HB；2.48ha）の流出量、降水量、谷頭斜面内の地下水位などを観測した(図－6)。その結果、谷頭斜面が流域全体の流出に寄与



図－6　対象地域の地形、分水界及び地形指数ln（a/tanβ）の分布。aは等高線1m当たりの集水面積(m²)、tanβは勾配。

＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

する程度は、全く流出の生じない状態から、単位面積当たりでは流域内で最も多くの流出を生じる状態まで、流域全体の乾湿状況に応じて大きく変化することが明らかになった。さらに、谷頭斜面からの流出が飛躍的に増加するのは、谷頭斜面の上部と下部を繋ぐような地下水分布が現れる時と一致することが判明した。このような谷頭斜面の流出特性を定量的に解析するため、TOPMODELと呼ばれる準分布型流出モデルを観測結果に適用した。このモデルは、主に流域地形に関するパラメータから予測できるようにつくられている。このモデルによる流域全体（HB）の流出の再現結果は良好であったが、谷頭斜面（HZ）の流出については乾期の予測が実測と食い違っていた。これは、土壌が湿潤な時の水移動には重力の影響が卓越するのに対して、土壌が乾燥している時は毛管張力など重力以外の影響が相対的に強く表れることを示していると考えられる。

このように、流域内の水移動には地域因子以外にもさまざまな因子が作用しており、それらの因子を考慮して、より広範囲な状況に適用可能な予測法の開発が今後の課題である。

（竹内美次）

文　献

1）阿部和時ほか（2004）：間伐が森林の持つ表層崩壊防止機能に及ぼす評価手法の開発，日本地すべり学会誌，41(3)，9-19

2）大倉陽一ほか（2003）：斜面崩壊の到達範囲を予測する点平成15年度研究成果選集，12-13，独立行政法人森林総合研究所

3）坪山良夫ほか（1999）：川はどこから始まるか？，平成11年度研究成果選集，6-7，森林総合研究所

気象環境研究領域

1．試験研究の動向

気象環境研究領域における研究は、林業試験場気象部からスタートした。1947（昭和22）年の林政統一時に林業試験場の本場気象部は防災部に改編された。このとき防災部には砂防、理水、風害、雪害の４研究室が設置され、後者の２研究室が現在の気象環境研究領域の基礎となった。防風林及び森林の風害関係を風害研究室、なだれ防止林及び森林の雪害関係の研究を雪害研究室が担当した。

1951（昭和26）年には気象研究室を造林部から移管し、森林の立地気象と森林災害の防止の研究を担う体制に替えた。1964（昭和39）年には防災部内に治山科、防災科の両科が設置され、防災科は防災第１研究室、防災第２研究室、気象研究室に編成替えになった。「63体制」の再編整備では林業試験場防災部防災科から森林総合研究所森林環境部防災科への改編を行い、2001（平成13）年の独立行政法人化に伴い、気象環境研究領域として、領域長、１チーム長（渓畔林担当）、２研究室（気象研究室、気象害・防災林研究室）、十日町試験地の体制で幅広い研究を推進している。

1.1　第１期治水、第２期森林治水時代の研究動向

1907（明治40）～1910（同43）年にわたる大洪水を機に、1910（明治43）年12月の帝国議会で第１期治山事業計画が成立した。この

計画により1911（明治44）年度から61年度に至る間に森林測候所が全国20重要河川の上流地帯に計39箇所（延べ41箇所）に設置された。森林測候所関係の組織として、林業試験場本場に森林気象系（1922（大正11）年４月１日から気象部）が属し、各地に森林測候所（職員３名）を置いた。第２期森林治水事業計画では、森林測候所も実際の事業に連繋した調査研究機関に拡充転換することが考慮された。

1936（昭和11）年から第２期森林治水事業に入り、現存した森林測候所14箇所で森林治水試験を行うことになった。林政統一までの森林治水試験としては、気象観測、水源かん養林試験、土砂かん止取扱い試験、なだれ防止の基礎試験、出水通報等の内容であった。

1934（昭和９）年の東北地方冷害を契機として防風林の調査試験を開始した。また、北海道では林帯の防霧効果を測定した。さらに、十日町試験地を中心にしてなだれ防止に関する研究が前進した。

1.2　林政統一後から現在までの研究動向

1.2.1　森林気象害・防災林に関する研究

森林気象害に関する研究は、1954（昭和29）年の15号台風による風害の総合調査、スギ・ヒノキの凍害の全国的な危険区域調査、1956（昭和31）年の冠雪害調査、1961（昭和36）年の岩手県三陸海岸の大火災調査等各種の災害研究を実行した。昭和40年代には拡大造林に伴う干害・雪害に対応する研究や山火事の消化剤やヘリコプターによる消火法、空中消火業務の運用法に関する研究が進展した。また、森林内の道路開設による森林の風害・捨土害等の発生や植物群落に与える影響の研究も新たな研究課題として取り組んだ。

昭和50年代には、56豪雪（1981）による冠雪害・雪圧害やなだれ災害、1984（昭和59）年の寒波等に伴う寒害や寒風害の発生機構についての研究が進展した。昭和60年代には、北海道のカラマツ林の冠雪害の発生機構を明らかにした。また、日光白根山の山岳林衰退現地で酸性霧等の複合被害の調査研究が行われた。独法化後は、風害に関し、間伐施業が樹幹の揺れに及ぼす影響や風害危険度地区区分図の作成を行った。また、林野火災に関し、火災延焼速度の推定やニワトリを利用した防火帯の林床可燃物の除去方法を開発した。

防災林に関する研究は、昭和20年代には雛形防風林試験によって、林帯による海風中の塩分濾過機能を定量的に解明した。また、海岸林及び内陸防風林の基準幅決定方法を提案した。さらに、1953、54（昭和28、29）年の九州地域の水害の際、水害防備林の効果調査を行った。昭和30年代に入ると、伊勢湾台風やチリ地震津波を契機に潮害防備林や防潮林の津波防止効果や海岸林の取り扱い法に関する研究、さらに、1963（昭和38）年豪雪を機に、十日町試験地と共同で林木のなだれ防止機能の研究が行われた。昭和40年代には海岸林の必要限度幅がほぼ把握できるようになった。また、なだれの発生を防止できる最小限度の立木密度がほぼ明らかになった。さらに、森林の騒音防止機能を明らかにした。昭和50年代になると環境変化に対応した海岸林の機能と維持管理に関する研究を北海道の石狩海岸から宮崎県の一ツ葉海岸まで、多くの海岸林を対象にして取り組み、海岸林の環境保全能力の判定や保育更新法について成果をあげた。1983（昭和58）年の日本海中部沖地震津波被害では、海岸林の被害軽減効果に関する調査研究を行った。さらに、多雪・豪雪地帯の雪食荒廃地に関する実態調査が実行された。昭和60年代に入ると海岸防災林の塩分捕捉機能や海岸林の適性配置に関する研究に取り組んだ。また、低木性広葉樹（ボイ）のなだれ防止機能とボイ山の改良試験を行った。独法化後は、海岸林の維持管理のため、本数調整遅れ林分、幼齢林分に分け、本数調整伐の指針の作成に取り組んでいる。また、渓畔林の環境保全機能に関する研究では、渓畔域の保

全を考慮した治山施設の整備ならびに渓畔林の施業に資するために、渓畔域が持つ多様な機能を明らかにするとともに、渓畔域の機能を評価する手法の開発を行っている。さらに、なだれ発生危険度判定の精度を向上するため、湿雪なだれの発生しやすい気象条件を明らかにし、アメダス気象データにより融雪量をリアルタイムに推定するシステムを開発し、なだれ発生と融雪量の関係を明らかにする研究に取り組んでいる。

1.2.2　森林気象に関する研究

森林立地気象に関する研究は昭和40年代には北海道における任意地点の月平均気温推定法や東北地方における任意地点の平均気温の推定法を開発し、それぞれ分布図を作成した。また、全国を対象にした寒風害危険地帯区分図の作成や群馬県、岩手県単位の寒風害危険区分が試みられた。昭和50年代には風しょう地の風速をササ群落から推定する方法や寒風害対策に関連し、ヒノキ上木による下木植栽の微気象改良機能について研究が進展した。

昭和60年代に入ると、地球環境研究も中心的な課題として位置づけられ、森林と大気の熱・物質交換機構によるさまざまなスケールでの気候形成作用に関する基礎的研究に取り組んだ。特に、森林群落内部に設置した気象観測タワーを用いた乱流変動法（渦相関法）の適用により、森林－大気間のエネルギー交換特性が把握される等、森林の気候形成機能に関する基礎的知見が得られた。独法化後は、1997（平成９）年の温暖化防止京都会議（COP3）に関するさまざまな社会的要請に応え、森林生態系による大気からCO_2吸収量の解明に取り組んだ。気候帯や森林群落タイプの異なる全国６箇所に微気象観測サイトを設定し、気象観測タワーを設置した。その結果、各サイトで森林－大気間のCO_2交換量の季節変化を明らかにするとともに、森林生態系の純生産量に及ぼす気候の影響を明らかにした。また、地域規模の気候を再現する数値モデルを用いて、森林による蒸散活動の強弱が広域の気温形成に及ぼす影響を明らかにした。さらに、流体力学的数値モデルを開発し、タワー観測による測定データと乱流の空間構造との関係を検討し、タワーによるフラックス測定手法の妥当性を検証した。

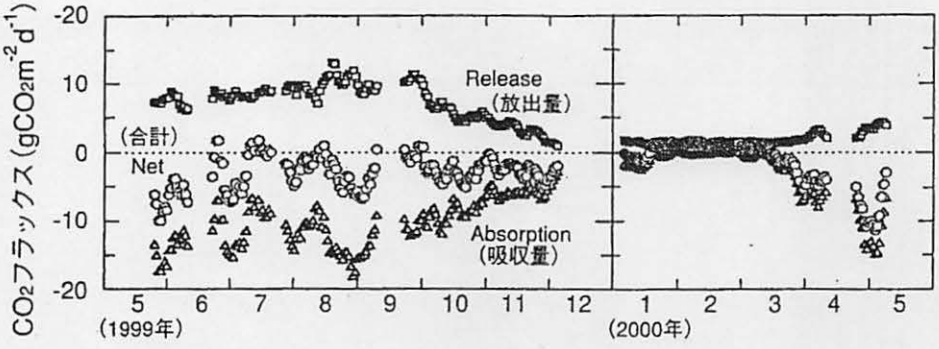
２．研究の成果

森林環境部防災科と気象環境研究領域が、1998（平成10）年から10年間に行った主要な研究の概要を以下に述べる。

2.1　国際的なフラックス観測ネットワークと森林における二酸化炭素の発生・吸収量のメカニズムに関する研究

地球温暖化防止の国際的な取り組みにおいて、1997（平成９）年に開催された温暖化防止京都会議（COP3）以降、温帯森林における二酸化炭素吸収量の解明は重要な社会的要請課題になった。現在、陸域生態系のCO_2収支に関わるフラックス観測の国際的な研究ネットワークワーク（FLUXNET）が構築されつつあり、アジア域をまとめるAsia Fluxが2000年に活動を開始した。森林総合研究所フラックス観測ネットワーク（FFPRI Flux Net）も、アジア域の森林生態系においてフラックス観測研究を展開する数少ない研究グループとして、Asia Fluxに参加し、国際的なフラックス観測ネットワークの一翼を担っている[1)]。

森林に、大気の二酸化炭素のフラックス観測タワーを設置し、国内でいち早く観測を開始したのが、埼玉県川越試験地である。ここで観測手法を開発し、この成果をもとに森林総研ではほかの国内５箇所の試験地での森林－大気間のCO_2フラックス測定を1999（平成11）年に開始し、CO_2吸収量について異なった樹種毎に特徴ある季節変化を明らかにした。図－１は富士吉田のアカマツ林で観測された群落上のCO_2フラックスの季節変化である。



図－1　富士吉田アカマツ林における群落上のCO_2フラックスの季節変化
Absorption、Releaseはそれぞれ日中に吸収、夜間に放出されたCO_2、Netはその合計を表す。
森林による吸収をマイナス側として、5日間の移動平均値で表す。

このような観測結果から、各地の森林におけるCO_2収支の特徴が明らかになってきている。

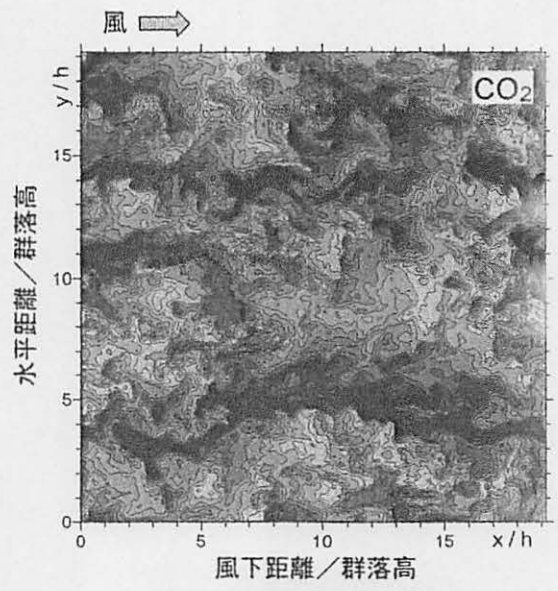
2.2　森林の気候緩和機能に関する研究

森林の気候緩和機能を定量化するため、埼玉県川越市において、落葉広葉樹林の森林気象試験地に観測タワーを設置して観測を行った。その結果、冬期（落葉期）には潜熱割合が小さく、正味放射の大部分が顕熱となり、森林が大気を強く加熱する。この状況は樹木の展葉とともに急変し、潜熱へのエネルギー配分が大きくなるため、夏期（着葉期）には顕熱が小さくなる。森林の気候緩和機能を定量的に説明するため、森林と大気間の熱、水蒸気の変換過程をモデル化した。さらに、地域規模の気候を再現する数値モデル（局地循環モデル）を構築し、森林による蒸発散活動の強弱が広域の気温形成に及ぼす影響についてシミュレーションを行った。関東・中部地方に適応した結果、森林の活性の違いによって広域の地上気温に大きな影響があらわれることが分かった[2)]。

2.3　LESモデルによる熱収支インバランス問題に対する検討

世界各国で、森林と大気間の二酸化炭素や熱エネルギーのフラックスを観測タワーを設置し、渦相関法によって解析してきた。この方法は、精度が高いとされてきたが、渦の空間構造の影響を受け、場合によってはフラックスを過小評価する問題が提起された。そこで、風の空間分布を詳細に再現できるLES（Large Eddy Simulation）数値モデルを開発し、渦相関法によるフラックスが熱収支から要請されるフラックスに比べて過小評価となるインバランスの原因に関する考察を行った。

理想化された森林付近の渦の空間構造をモデルにより再現した。風の中には大小さまざまな渦が存在し、それらが二酸化炭素等を上下方向に運ぶ役割を担っている。この渦構造が風下へ流され、それを観測タワーで計測するのが、渦相関法の概念である。図－2は森林上端における、ある瞬間の二酸化炭素濃度の水平分布であるが、高濃度を示す暖色部分、



図－2　森林上端における二酸化炭素の水平分布（図－1と同時刻：暖色；高濃度、寒色；低濃度）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

低濃度を示す寒色部分がパッチ状に存在している。暖色パッチ付近では上下方向への二酸化炭素輸送が活発に行われ、一方、低濃度を示す寒色部分では、渦が弱いため輸送は活発ではない。縦軸４～５くらいのところに、渦の弱い青色部分が風下方向に長く形成されることがある。もし、この部分に観測タワーが入ってしまうとフラックスを過小評価してしまう。観測領域内に定常的な流れが存在し、その流れがスカラー量の場と空間的相関を持っている場合には、点計測フラックスでは系統的に負のインバランスが生じることを明らかにした。

2.4　林野火災に関する研究

林野火災対策に関しては、林野火災の延焼状態の正確な予測は消火活動を進める上で重要な課題である。2002（平成14）年４月岐阜県各務原市権現山周辺の林野火災をもとに「林野火災応急シミュレーション」ソフトウエアによる予測と現実の適合性の検証を行った。その結果、延焼方向や領域の予測、消防隊配置の反復シミュレーション等の判断材料として活用できると考えられた。今後の検討課題として、飛火発生後の延焼予測精度向上のための飛火モデルのパラメータの再検討、林野火災の燃焼熱による風系の乱れを風系モデルに組み込むこと等があげられる。

2.5　紫外線増加が生物に与える影響評価

成層圏のオゾン層破壊に伴い、地表面に到達する紫外線量が増加し、生態系への影響が懸念されている。特に高山帯にまで分布域が広がる森林生態系への長期的な紫外線増加量の影響評価は重要である。樹木幼苗へのUV-B照射試験における照射強度に伴う生育量の変化をみると、乗鞍岳等の標高の高い山岳地帯における紫外線環境の場合には、強いUV-B紫外線が樹木の光合成阻害を引き起こすことが確認された。UV-Bが樹木に及ぼす影響の発現機構に関しては未解明であるが、照射によって樹木細胞内の産物が発現・増加することが確認されるとともにDNA損傷量が増加することを明らかにした。

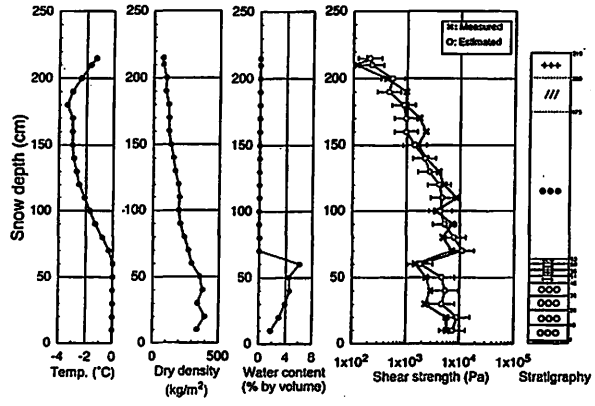
2.6　渓畔林の環境保全機能に関する研究

渓畔林の研究は気象環境領域のほかに水土保全研究領域、森林植生研究領域、東北支所、埼玉県農林総合研究センターが参画している。

これまでの森林施業や治山事業は、木材生産や土砂災害の防止を主目的としてきた。しかし、森林に対するニーズは多様化し、自然環境の保全と調和した治山事業の実施は時代の要請である。渓畔域の持つ多様な機能を明らかにするとともに、渓畔域の保全に配慮した治山事業の方向性を提示することを目的に研究が推進されている。堰堤建設による土砂堆積の変化、主要な渓畔樹種の種特性と地形区分の関係、樹冠が夏期の渓流水温に及ぼす影響等を推定した。また、渓流に対する有機物供給源としてリター供給と藻類生産を比較すると、ブナ自然林、スギ人工林ともに大部分をリター供給が占めること等が判明した。

2.7　なだれ防止に関する研究

大規模ななだれ災害は、短時間に多量に降るドカ雪時に発生することはよく知られてい



図－３　積雪の断面観測結果とせん断強度の鉛直分布の推定

＊2001（平成13）年１月18日に森林総合研究所十日町試験地で測定した。

＊雪質は、+++新雪、///はこしまり雪、●●●はしまり雪、○○○はざらめ雪を示す。

る。なだれの発生予知には、積雪深や降雪深、降水量、気温などの気象データが必要であるが、重要な降雪深を自動計測する装置は無い。

そこで、自動計測化が可能な積雪深と降水量のデータから降雪深を推定するシステムを開発した。このシステムから得られた数値を用いて斜面積雪の密度、強度、荷重、安定度を推定し、ドカ雪のなだれ発生予知を可能にした。また、本州に広く分布する温暖積雪地域では、濡れ雪に関わるなだれが発生している。しかし、濡れ雪やしもざらめ雪のせん断強度と密度の関係はこれまで不明な点が多かった。濡れ雪は乾き雪に比べせん断強度が小さく、含水率が大きくなるほどせん断強度が小さくなる傾向がみられた。そこで、せん断強度の低下率の関係を体積含水率の指数関数で表すことによって、積雪の密度、体積含水率及び雪質からせん断強度を推定した（図－3）[3]。この推定式によって積雪断面調査にせん断強度の鉛直分布を明らかにすることができた。（河合英二）

文　献

1）大谷義一（2001）：二酸化炭素フラックス，森林科学，33，1-6

2）渡辺　力（2000）：広域の気候に対する森林影響の評価，森林総合研究所主要成果，平成12年度，8-9

3）山野井克己・遠藤八十一（2002）：積雪におけるせん断強度の密度及び含水率依存性，日本雪氷学会誌，64(4)，443-451

森林微生物研究領域

1．研究の動向

2001（平成13）年の独立行政法人化を機に、それまで森林環境部に所属していた土壌微生物分野と森林生物部に所属していた樹病分野が統合され、今日の森林微生物研究領域を構成するに至った。遡るとこのうち樹病分野は、1800年代の末に世人の注意をひきはじめ、1900年代始めには、全国的に被害が拡大したスギ赤枯病を契機として、その解決のために当時の農商務省農事試験場に樹病研究者が配置され、その後当所の前身である林業試験場に移されたところに端を発する。ここでの研究成果や研究内容の推移については後の病害群毎の説明に譲るが、戦前戦後を通して木材生産を脅かす針葉樹病害研究を主として進めた。この間、1969（昭和44）年のマツノザイセンチュウ発見は、末長く歴史にとどめられよう。一方、土壌微生物分野は1950（昭和25）年土壌部土壌肥料科土壌微生物研究室としてスタートした。当初は荒廃した山林に緑を復活することが目的であったが、最近では火山災害等に伴う荒廃地の緑化技術の開発などが大きなウェイトを占めるに至っている。

1988（昭和63）年の森林総合研究所への改組の頃から、広葉樹を含む樹木病害研究のほか森林管理指標としての多様性や森林の健全性評価といった研究も展開され始めた。また、研究手法として微生物の高度な識別や発病機構解明に遺伝子解析が取り入れられ、不可欠の研究手法となっている。

1.1　今後の課題

海外からの侵入病原体の脅威は依然として続いており、それらの潜在感染を識別・診断

する技術を構築し、初期段階で対応できる体制を整えておく必要がある。また、マツ材線虫病など防除にコストがかかるもの、有効な防除手段のない病害についての遺伝子解析は、将来的な防除構築に重要なヒントを与える。

また、地球レベルの環境問題を考える上でも二酸化炭素の削減は喫緊の課題であり、国内はもとより地域の在来植物を使い、共生微生物により環境耐性を付加し、砂漠などの緑化に利用し得る技術の研究ニーズも益々高まると考えられる。（楠木　学）

2．マツ材線虫病

2.1　試験研究の動向

九州から始まり戦後に分布範囲を急速に広げてきた激害型マツ枯損の原因は、樹皮下に寄生する穿孔虫（松くい虫）であろうと長い間考えられていた。しかし、穿孔虫が産卵する前には必ず樹脂流出の停止(衰弱)が起こっていることが明らかとなると、穿孔虫枯損原因説に疑念が生じた。被害拡大に抜本的な解決策を求められていたこともあり、技会特別研究「まつくいむしによるマツ類の枯損防止に関する研究、1968（昭和43）～1971（昭和46)年」が行われることになり、本・支所(場)の樹病関係研究室はそれぞれ原因微生物の探索を分担し、枯損原因としてマツノザイセンチュウを発見したが、これはその時から現在まで続く、発病・枯損機構解明研究の始まりとなった。

2.2　研究の成果

2.2.1　マツノザイセンチュウの発見

枯損木から収集した糸状菌等微生物の中に、病原性をもつものは認められなかった。その取り組みの中で、九州支場樹病研究室では、収集した各地の被害材から、普遍的に検出される線虫を見出した。この線虫を培養し、マツ苗木やマツ生立木に接種したところ、樹脂流出を停止させ、その後急速に黄赤色に葉が退色するという激害型マツ枯損の特徴的症状が再現され、接種枯死木からは接種源に用いた種類と同じ線虫が分離された。これらの事実は、コッホの４原則を満たすもので、内外の学会で真の枯損原因がこの線虫であることが認知された。この線虫には、和名マツノザイセンチュウが与えられた。なお、マツ材線虫病以外に、たき火跡に限定的にみられるマツ枯損が子のう菌ツチクラゲによることが東北・樹病研究室によって究明され、これに対しては殺菌剤の土壌処理による防除方法が開発された。

2.2.2　マツノザイセンチュウの分布拡大

激害型マツ枯損の原因がマツノザイセンチュウであることが発見されると、マツ林からマツ林へと分布拡大する機構を解明するため、場内特別研究「マツ類材線虫によるマツ類の枯損防止に関する研究、1972(昭和47)年」等が行われた。研究の開始からほどなく、この線虫の媒介者マツノマダラカミキリが見つかったことにより、激害型マツ枯損が何故急速に、自然界で分布を拡大していくのかの機構が解明され、防除対象別に各種防除法が開発された。

1975(昭和50)年には、マツノザイセンチュウの分布範囲は、太平洋側の北限が宮城県、日本海側では、石川県であった（その後30年近くを経過した現在は、青森県・北海道以外のすべての都府県に分布している)。この調査を進める中で、マツノザイセンチュウに良く似た線虫が発見され、これに和名ニセマツノザイセンチュウが付けられた（学名*Bursaphelenchus mucronatus*)。1981（昭和56）年には、1934（昭和９）年のマツノザイセンチュウのタイプ標本（学名*B. xylophilus*）がアメリカに存在することが分かり、マツノザイセンチュウの方が侵入生物で、ニセマツノザイセンチュウの方が日本在来種であると推定された。このことは、1990年代における各国の線虫の遺伝子解析によって裏付けられた。

2.2.3 マツノザイセンチュウの病原性と発病機構の解明

枯損原因としてのマツノザイセンチュウは解明されたが、それでは何故マツノザイセンチュウはマツを枯死させるのか、の疑問が残された。それが解明されることにより新しい防除技術が開発されるのではないかという期待がよせられ、技会特別研究「マツ枯損防止に関する新防除技術開発のための発病機構の解明（1981（昭和56）～1984（昭和59）年）」が行われた。

この中で、マツノザイセンチュウが、多種の糸状菌上で容易に増殖するだけでなく、マツや、アルファルファのカルスでも繁殖すること、この線虫が食菌性である一方、食植性であること、また、無菌のマツ稚苗に無菌のマツノザイセンチュウを接種し、無菌での枯死を明らかにした。これらにより、マツノザイセンチュウがマツ樹体内でほかの生物の介在がなくとも寄生できる可能性が示された。

マツノザイセンチュウを接種し、マツ材線虫病を起こしたマツ樹体には、樹脂道から仮道管に流出した樹脂による水分通導の阻害現象（キャビテーション、エンボリズム）がみられるが、マツノザイセンチュウの浮遊液から抽出した細胞壁分解酵素（セルラーゼ）の投与マツ苗木には、これと類似の病徴がみられることを見出した。2004（平成16）年には、マツノザイセンチュウからセルラーゼ遺伝子を単離し、これが糸状菌類のものと類似の配列を持つものであることを明らかにした。

2.3 今後の課題

材内での分散型幼虫の発現機構、強弱病原性線虫による媒介虫への乗り移り機構、強弱病原性線虫の系統発生機構、マツ材線虫病によるマツの発病機構、抵抗性機構など今後に残された解明すべき課題は多い。（松浦邦昭）

3．針葉樹病害

3.1 試験研究の動向

明治末期から第二次世界大戦前までは、林業上重要な針葉樹病害の記載及びその病原菌の探索研究が主であった。多数の病原菌及び発生生態が報告されたが、病因が未解明の病害も多かった。そのなかでスギ赤枯病に関する研究は特筆に値する成果を生んだ。第二次大戦後の混乱期を経て、時代の要請とともに樹病研究が本格的に始動した。国土緑化推進政策の下に造林用苗木が大量に育苗されるようになると、苗畑病害が問題になった。造林面積の急増に呼応するように造林木の重要病害が次々に発生し、精力的に問題解決に対応した。導入外来樹種の病害についても注目すべき成果が得られた。近年には、マツ材線虫病枯損跡地への造林面積の増加とともに全国的に顕在化したヒノキ病害、全国的に広く発生するスギの枝枯れ性病害など材質劣化病害についての成果が得られた。

3.2 研究の成果

スギ赤枯病は1910（明治43）年頃には被害が全国の苗畑に蔓延し、累々たるスギの枯死苗の山を築き、スギ育苗を危機に陥れた。当時の研究では病原菌の確定が後に残されたが、濃厚ボルドー液散布を主体とした予防法が開発され、育苗に貢献した。第二次世界大戦後、造林需要に伴ってスギ育苗が急増すると、再び全国的に大流行した。これを契機として病原菌の確定及び適切な防除体系の確立がなされ、以降の安定的なスギ育苗に貢献した。スギ溝腐病は苗木時代に茎幹に形成されるスギ赤枯病の胴枯型病斑が基になって発生することが証明され、苗畑における健全苗の育成及び山行苗の厳重検査の重要さが示された。また、本病原菌は北米からの侵入病原菌であることが明らかにされた。

播種床の苗立枯病については、主要な病原菌の確定及び病害発生環境の解明、有機水銀剤による種子消毒と土壌消毒を組み合わせた

防除体系の確立がなされた。後に水銀剤の代替薬剤が探索され、新防除体系が確立された。

育苗床の病害であるくもの巣病、暗色雪腐病や菌核病などについても的確な防除法が確立され、安定的な苗木生産に貢献した。

カラマツ林では早期落葉を起こすカラマツ落葉病が発生した。次いで1960（昭和35）年を境に、茎枝頂端の枯死により樹高成長を停止させ、造林の成否を左右するとも思われたカラマツ先枯病が激発した。これらの研究には樹病だけでなく造林や土壌部門が参画する研究班が組織され、病害発生生態の解明及び防除法の確立を目指して共同研究が行われた。

落葉病については林木育種場と協力し、抵抗性クローンの選抜育種が推進された。また、先枯病については強風が病原菌侵入の誘因であることを実証するなど、研究に新機軸を拓いた。各地の幼齢造林地で萎凋枯死被害を起こしたカラマツならたけ病については、加湿または極度の土壌乾燥による樹勢低下が誘因であることが明らかにされ、適地適木の観点から病害回避と軽減に指針を与えた。

1950年代に北海道では外来樹種のストローブマツ導入が積極的に進められたが、欧米において猛威を振るう五葉マツ類発疹さび病に対する危惧がもたれた。1972（昭和47）年に北海道で発疹さび病が初めて発見され、その後北海道各地の造林地で相次いで発生が確認された。これを契機に従来日本ではハイマツそうほう病とされていた病害が実は発疹さび病菌であることが明らかにされた。この成果は広く北半球に分布する発疹さび病菌に病原性を異にする系統があることを明らかにしたもので、世界的な注目を集めた。

ヒノキ樹脂胴枯病については、伝染源となるヒノキ科樹木、特に造林地の天然生ネズミサシの除去が防除に有効であることを示した。ヒノキ漏脂病は特別研究として取り組まれ、異論があった病原菌が再確認され、ヒノキカワモグリガ食害が凍害や雪害による傷害と同じく病原菌侵入または発病の契機になっていることが明らかにされた。発生誘因の除去を念頭に傷害回避のための適正な造林地の選択と施業が提言された。

スギ黒点枝枯病については、スギ落枝葉に形成される子のう盤が病原菌の完全世代であることが発見され、新種として命名記載が行われた。さらに、雄花をポリエチレン袋で覆う方法により、病原菌の感染時期及び感染部位などが解明され、それらの成果を基に予防対策が立てられた。スギ黒粒葉枯病も全国的に局地的な恒常発生や広域的な大発生を引き起こすが、病原菌の生活史、感染時期、潜伏期間などが明らかにされ、被害の軽減と回避対策が提言された。スギ暗色枝枯病は枝枯れ被害に伴って木部に材変色を起こすことに加え、心材が黒く変色する、いわゆる、黒心の発生原因のひとつになっていることが明らかにされた。激害を受けやすい特定のスギ品種の植栽を避けることが提言された。

3.3　今後の課題

スギ赤枯病やマツ材線虫病など外国からの侵入病害により未曾有の被害を被ったが、このような海外からの侵入病原体による病害に迅速に対応する体制の確保が必要である。

（河辺祐嗣）

4．腐朽病害

4.1　試験研究の動向

大正期から木材腐朽菌類に関する研究が行われ、当初は建築用材の腐朽を中心に菌の同定、主要な種の培養的性質、腐朽力などが研究された。第二次世界大戦後は明治・大正期に植栽されたカラマツ造林木の腐朽が問題となり、被害実態調査や原因究明が進められた。

奥地の天然林開発が進められた時期には、ブナ材の変色防止の研究や天然林の腐朽被害の実態調査が実施された。食用きのこの栽培に関する研究も木材腐朽菌研究の一部として

推進された。近年は戦後植栽された造林木に各地で腐朽被害が発生し、原因究明や被害軽減対策が求められている。一方では森林生態系における木材腐朽菌類の役割が認識され、生物多様性保全や物質循環の面からも注目されるようになった。

4.2　研究の成果

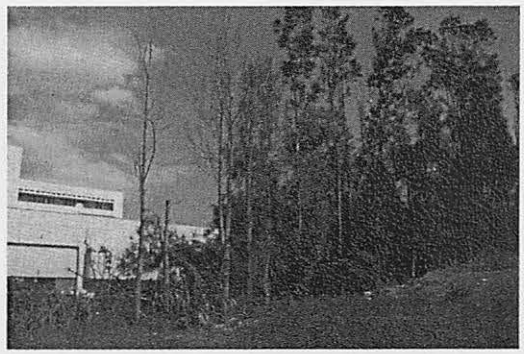
明治期に長野県下でカラマツの腐心病が発見され、大正末にはその原因がカイメンタケであることが報告された。昭和30年代にはカラマツ根株腐朽被害が調査され、ハナビラタケ、レンゲタケなど数種の腐朽菌が同様の被害を起こすこと、立地条件が誘因となることが明らかにされた。カラマツの幹腐朽の原因となる菌類や発生環境が報告された。

石狩川源流原生林調査により、エゾマツやトドマツの風倒木の腐朽被害の実態が報告された。九州南部のヒノキの根株腐朽や、千葉・茨城県下のスギの非赤枯性溝腐病の調査が行われ、それぞれの原因がキゾメタケとチャアナタケモドキであることが明らかにされた。

木材腐朽菌類の分類学的研究も進み、多くの日本新産種が記載され、所属や学名が整理された。さらに、培養菌糸の形態的特徴による木材腐朽菌の種の判別技術の開発が行われた。

1990年代以降は新たな腐朽病害が問題となった。沖縄県石垣島の防風林の枯損がシマサルノコシカケによることを確認して南根腐病と命名し、本菌が根系の接触などを通して隣接木に感染することを確認した。その後本病害は沖縄県や鹿児島県の島嶼で次々に発見され、現在では南西諸島における樹木の重要病害となっている。

茨城県下のサワラ老齢林の根株腐朽被害がナミダタケモドキによる未報告の被害であることを明らかにした。四国支所と共同研究を行い、香川県下のヒノキ人工林の根株腐朽被害がキンイロアナタケによることを明らかにした。また、ボンゴシ材木橋の腐朽・落下事故の原因がシイサルノコシカケであることを明らかにした。



図－1　南根腐病によるモクマオウ防風林の枯損被害



図－2　ナミダタケモドキによるサワラの根株腐朽被害

日本産ナラタケ類の生物学的種と分布を整理した。狭義のナラタケについて海外のナラタケとの類縁関係を解析した結果、日本産ナラタケはアフリカ産ナラタケと同じグループに属することを明らかにした。日本産アイカワタケ属菌の分子系統解析を行った結果、日本産種が四つのクラスターに分かれ、ヒラフスベとアイカワタケは同種であることが判明した。

4.3　今後の課題

従来、腐朽被害が少なかったスギやヒノキにも、近年は腐朽被害の発生が多く報告されている。長伐期化が進むにつれて腐朽被害は増加すると考えられ、対応が必要となる。樹木医制度の定着などにより、都市部における樹木管理が社会的に関心を持たれ、緑化樹や街路樹の腐朽病害への対応を求められること

が多くなった。緑化樹木の腐朽病害は重要な課題であるが所掌上の問題もあり、調査研究の円滑な遂行には行政部局との調整が必要である。（阿部恭久）

5．広葉樹病害

5.1　試験研究の動向

林業試験場発足からの90年間における広葉樹病害に関する研究報告は意外に少ない。それは、用材生産を目的として広葉樹が殆ど植林されなかったことと、天然生広葉樹に顕著な被害がなかったことによる。そのような中で注目されるのは、特用林産樹種として重要なキリの病害とサクラに代表される緑化樹病害に関する研究である。一方、林業試験場から森林総合研究所に改組された後の10年間における広葉樹病害研究は、従来からの病害のほか、森林生態系の構成員である多種類の天然生広葉樹の病害が加わった。

5.2　研究の成果

キリは我が国における重要な林産物であり、精力的に研究が行われて来た。キリに胴枯性病害を引き起こすキリ腐らん病菌の侵入機構や発生生態が明らかにされた。また、新病害としてキリさめ肌胴枯病が記載された。緑化樹に関する病害研究も古くから行われてきたが、特にサクラにおいて、てんぐ巣病、幼果菌核病、ならたけ病などの発生生態や薬剤防除に関する研究が実施され、防除法が開発された。1970年代、北海道各地のヤチダモ、ウダイカンバ、イタヤカエデにがんしゅ病が発生し、Nectria属菌によって発生することが突き止められた。1980年代街路樹として多植されたトウカエデに、首垂細菌病が発生し壊滅的な被害を与えた。本被害は*Xanthomonas acerneae*によって発生することが明らかにされ、薬剤防除法が開発された。一方、近年10年間における広葉樹病害の研究では、遺伝子技術を利用した病原学的研究と天然生広葉樹に発生する病害研究が注目される。すなわち、キリてんぐ巣病、ホルトノキ萎黄病などでPCR法を用いて、病原体のファイトプラズマを検出・識別する手法が開発された。ブナ稚樹の生育や更新の阻害因子として*Colletotrichum dematium*が見出され、ブナ稚樹の枯死・消失の主要な原因菌であることが判明した。また、1980（昭和55）年以降日本海側の地域において、里山林を構成するナラ類に発生した集団枯損被害はカシノナガキクイムシによって運ばれる新種の菌、*Raffaelea quercivora*によって引き起こされる萎凋病害であることが明らかになった。

近年、細菌による樹木病害が発生し、重要性が高まっている。北海道において発生したイヌエンジュがんしゅ病は、*Pseudomonas syringae*により、またヤナギ類水紋病は、*Erwina salicis*による細菌病であることが突き止められた。九州において確認されたカシ・ナラ類枝枯細菌病は、*Xanthomonas campestris*の新病原型であることが明らかにされた。現在、これら細菌病の発生生態に関する研究が行われており、防除法の確立に向けた研究が進められている。

5.3　今後の課題

1980（昭和55）年以降猛威を振るっていたナラ類集団枯損被害の原因菌が、2002（平成14）年に明らかにされた。しかし、本病に対する有効な防除法は未だ確立されておらず、林地保全や公益的機能維持の点で、依然危惧を抱かせている。このように、天然生広葉樹林に発生した病害は人間の生活に重大な影響を与える恐れがあることから、今後の広葉樹病害の研究では、防除法を立案する研究が重要になるであろう。（窪野高徳）

6．根粒・菌根分野

6.1　試験研究の動向

我が国の近代産業の発展に森林資源は多大

な貢献をした。しかし、時とともに資源の枯渇、山地の荒廃が進んだ。戦後、緑の復活に向けた施策とともに1950（昭和25）年土壌部土壌肥料科土壌微生物研究室が設置され、共生微生物の機能を荒廃地の回復に活用する研究に着手した。以降、一貫して共生微生物の生理・生態学的な解明を進めるとともに、おもに荒廃地の回復、食用菌栽培、森林生態系における役割解明を担い社会ニーズに応えてきた。

6.2　研究の成果

植物の根と共生する微生物群（根粒菌、菌根菌）への取り組みは、この半世紀で飛躍的な発展を遂げた。植物は単独で生育するより根と共生した微生物を伴うことで、成長促進を始め、乾燥や凍害、病害といった諸障害の軽減化、根圏を通じてほかの微生物との相互作用、土壌動物の個体群調節に関わるなど土壌生態系における重要な役割を担い、さらに、植生遷移に影響を与えるなど数多くの知見を得た。

当所では、非マメ科樹木の根粒菌が放線菌であることを明らかにし、各所の荒廃地に適用した。菌根分野では、1917（大正６）年にいち早く内生・外生菌根に着目し、1968（昭和43）年には外生菌根菌、1973（昭和48）年にはAM菌（＝VA菌根菌）についてそれぞれ本格的に取り組みはじめ、その後の研究を先導した。15府県とのマツタケに関する共同研究は約20年間継続した。1980年代に入ると、土壌蓄積リンの再生循環利用技術の開発（1984（昭和59）～1988（昭和63））、根圏環境の動態解明と制御技術の開発（1986（昭和61）～1991（平成３））、主要マメ科樹木等の



図－３　三宅島噴火災害地における菌根共生を生かした緑化

生理機構の解明と育苗技術の開発に関する研究（1988（昭和63）～1991（平成３））、農林水産系生態秩序の解明と最適制御に関する総合研究（1989（平成元）～1998（平成10））などにおいて、根粒や菌根の生理、生態機能、また植物と共生微生物間の相互作用の解明を行い、農業や緑化技術への実用化に貢献した。これまでの研究は、有用微生物群の生理・生態的な特性情報を得て、森林生態系における役割解明、さらに、現地への適用技術の開発、たとえば、桜島、雲仙普賢岳、三宅島などの火山性荒廃地で共生微生物の活用にみることができる。

6.3　今後の課題

近年、森林の衰退や荒廃地化、地球温暖化、酸性雨問題、生物多様性、有機農法といった天災、人災、社会的な課題に対して森林の共生・分解微生物が有用な微生物として着目されている。生物機能や物質循環機能に関わる共生微生物の生態解明がこれまで以上に求められる。そのためには、共生系の再現性や森林における共生機能の解析技術をさらに向上させ、これらを応用面に活かす必要がある。

（岡部宏秋）

森林昆虫研究領域

1．試験研究の動向

1905（明治38）年の林業試験場設立当時より昆虫研究は重要な位置を占めていた。当初は被害調査が主だったが、しだいに応用昆虫学の一部として森林昆虫を研究する体制が整い、1910（明治43）年以降は苗畑害虫や各種林木害虫の防除試験などが行われた。さらに、第二次世界大戦以降は、害虫防除が林業経営上不可欠と認識されたことで多様な観点から研究が行われたのである。コガネムシなど苗畑害虫、マツカレハなどの食葉性昆虫は被害が目に付きやすいこともあり、最も古くから調べられ、生活史や発生予察、薬剤・生物的防除に関する成果が得られた。

研究資源の傾注という点から見ると、マツノマダラカミキリは群を抜いている。マツノザイセンチュウの媒介者としての役割が明らかとなった1970年代初頭以降、その生態、形態、生理、行動について多大の資源を投入して研究されることとなった。侵入生物であるこの線虫が日本在来のカミキリと出会い、強力な松キラーとしてほぼ全土を席巻したありさまは、比類のない生物被害の表れではあったが、一面非常に興味深い研究材料を提供し続けてきたわけである。

1970年代中盤以降、スギ・ヒノキ穿孔性害虫が多くのプロジェクトの研究テーマとなった。第二次世界大戦後の拡大造林の所産である1,000万haの人工林の大部分を占めるこれら針葉樹の若齢造林地に、スギカミキリ、スギノアカネトラカミキリ、ヒノキカワモグリガ、スギザイノタマバエといった害虫の被害が顕在化してきたためである。これらの昆虫については生活史の解明や被害解析など総合的な研究が精力的に推進され、被害回避のための方法が提案されるにいたった。また、トドマツオオアブラやスギタマバエ、マツバノタマバエなどの吸汁性・虫えい形成害虫に関しても総合防除法が開発され、採種園での種子球果害虫についても研究された。こうした生態・防除研究の一方で、カミキリムシやキクイムシ、ゾウムシ、コマユバチなど重要な森林昆虫の分類研究も綿々と行われてきた。

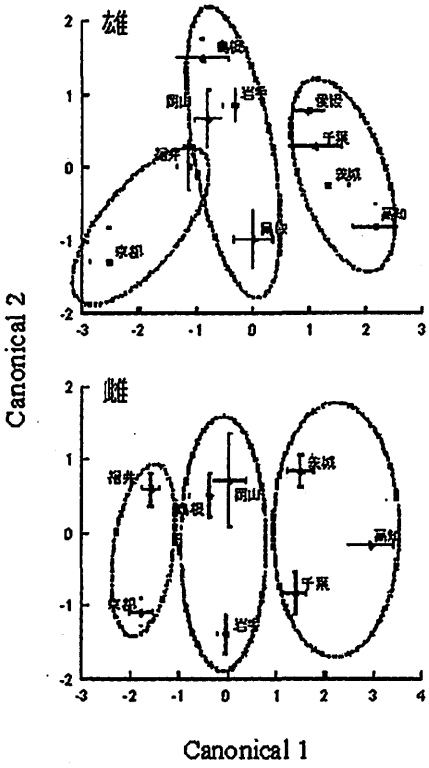
さて、最近10年を振り返るなら、生物多様性関連の研究の重要性が従前より一層増してきたことでまず特徴づけられる。いうまでもなく昆虫は種数の点でも生態系内で果たす機能の点でも、森林の生物多様性において最も重要な要素の一つであり、多様性関連研究が前面に出てくるのは必然的な流れといえよう。

2001（平成13）年の独立行政法人化に伴う組織改編により、昆虫関連分野の研究室は、それ以前の５研究室体制（昆虫管理、化学制御、昆虫生態、昆虫病理、及び昆虫生理）から２研究室体制（昆虫管理、昆虫生態）に統合された。また、課題構成も大きく変更された。とはいえ、独法化前後の研究課題が全く断絶しているわけでなく、むしろ継承されていることは言うまでもない。それゆえここでは、独法化前後であえて区切ることはせず、ここ10年間の研究を次のように分けて振り返ってみる。

2．研究の成果

2.1　分類や生活史に関する研究

熱帯の昆虫多様性研究が本格的に始まったことは大きな動きである。インドネシア東カリマンタンのムラワルマン大学ブキットスハルトの森林では700種以上のカミキリムシが得られた。わずか２年間の調査で捕獲された種数は日本全土のそれに匹敵する。北米全土約2,200万km^{2}にカミキリムシ950種ということを考えれば、この数字は驚異的であるし、熱帯降雨林の生物多様性の高さが改めて裏付



図－１　多変量解析によるスギカミキリ個体群の形態的特徴（森林総合研究所平成15年度成果選集より）

けられた。また、日本産のカミキリムシについても分類学的な整理が進み、将来的に約770種となるとの予測を行った。

スギ・ヒノキの代表的害虫スギカミキリの進化を寄主であるスギの分布変遷と結びつける研究がなされた（図－１）。多変量解析によるスギカミキリ外部形態の解析から、太平洋側の個体群と、若狭湾付近の個体群の間で形態は大きく異なること、中国地方と岩手個体群はその中間的な形態を持つことが判明した。これは、太平洋側と日本海側に分断されていた宿主であるスギの最終氷期の待避地（レフュジア）間でスギカミキリが遺伝的に分化したためと考えられた。さらに、ミトコンドリアDNAの地理的な変異にもその進化の道筋が刻まれていた。

ナラ類の集団枯損を引き起こす病原菌の伝播者、カシノナガキクイムシに関して、そのCytb及びCOIについて、無被害地である南西諸島のサンプルを含む分子系統樹を作成した結果、カシノナガキクイムシは、石垣島（無被害地）、徳之島（無被害地）、本州・九州（被害地）の三つのグループに分けられることが分かった。

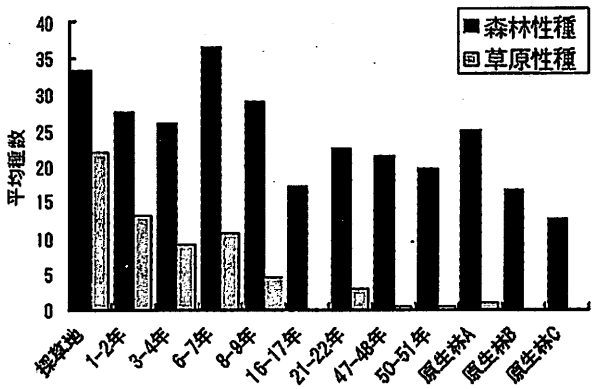
代表的な寄生蜂であるコマユバチは森林昆虫の捕食寄生者として森林生態系の動態に深く関わっている。形態から分けた五つの系統群（亜科群）は、寄主や寄生様式にそれぞれ特殊化が見られることが明らかになった。コマユバチの寄生様式には寄主を発育させながらその体内に寄生する飼い殺し寄生者と産卵時に寄主を永久麻酔してしまう殺傷寄生者がある。これら二つの様式や寄主範囲は、亜科群の中でよく安定していることが明らかとなった。

また、クマムシや昆虫寄生性のダニについても新種記載や、生活史の解明が進んだ。キノウエコナダニ科のダニは特定の有剣ハチ類と共生するものが多いが、クマバチやドロバチ類に寄生するダニについて、寄主の巣内での発育過程や便乗のメカニズムなどが明らかにされた。

社会性狩りバチであるスズメバチ類は、林野作業の刺傷害をもたらす点から大いに嫌われるが、森林害虫を含むさまざまな昆虫の天敵としての役割を果たしている。誘引トラップを用いた調査によって、オオスズメバチ、コガタスズメバチなど重要な種ごとの季節消長が明らかとなり、また、スズメバチの寄生虫であるネジレバネが高頻度で寄生していることが分かった。さらに、やはり社会性昆虫であるムネボソアリの営巣場所の違いや社会構造の変異は、系統的な分化を伴わないことがミトコンドリアDNA、リボソームDNAの分析から示され、環境に応じて種内レベルで柔軟に対応することが分かった。

2.2　生物多様性や保全に関わる研究

北茨城の小川学術参考林とその周辺において、夏期にライトトラップで得られた蛾の群集について解析すると、基本的に原生林では



図－２　落葉広葉樹林の二次遷移に伴うチョウ類の種数（森林総合研究所平成15年度成果選集より）

ひとかたまりになり、林業地域（伐採地・スギ林・二次林）とは異なっていた。ただし、二次林を詳しく見ると、２林分がほかの林業地帯と一緒のグループに、また別の２林分が原生林と同じグループに分類されており、遷移に沿って蛾類群集が修復されつつあることが示された。一方、スギ林は全く別のグループにひとかたまりとなって分類された。

また、チョウ類について見ると、草原性の種は採草地や若い林で多く、十数年生以上の林にはほとんど見られなかった（図－２）。森林性の種も採草地や若い林に多く古い林では減少した。これは採草地や伐採跡地にはチョウの餌となる花が森林内よりも多いためのようである。しかし、原生林を好む種の種数と個体数は、若い二次林では少なく、約50年生以上の高齢林では多くなることが分かった。チョウの保全には草原的環境と原生林的環境の双方が必要なわけである。

小川及びその周辺についてはこのほか、甲虫類、ハチ類、ハエ類、土壌動物などさまざまな分類群で系統的な調査が行われ、林齢や林分構造と、昆虫の種組成や種多様性との対応が探られているところである。また、植物と昆虫との対応をより正確に把握するため、植物研究者と共同研究も行われ、さらに効率的な調査法の開発も進められている。

絶滅のおそれのあるチョウ、ミヤマシロチョウは長野県を中心とする本州中部亜高山帯に生息するが、年々減少し、将来の絶滅も危惧されている。本種の生息地を人工的に造成し、導入・保護するための基礎的な技術の開発のために、食樹の生育しやすい環境作り、巣の移動、天敵からの保護などが効果的であることが明らかにされた。

固有昆虫が多数生息することで知られる小笠原諸島の研究でも、精力的な調査がなされた。1997（平成９）年にマレーストラップで捕獲された甲虫は、父島が50種770個体、母島が48種743個体で大半が材に穿入する昆虫であった。共通種数での比較では、母島と父島がはっきり分かれた。これは両島で島ごとの固有種がかなりあるためと考えられる。また、甲虫組成に関して父島のムニンヒメツバキ－コブガシ群集が似ており、母島の桑ノ木山のウドノキ－シマホルトノキ群集は、ほかとはかなり異なっていた。また、多くの植物の送粉者（花粉媒介者）と考えられるハナバチ類を各島で調査すると、母島や父島ではほとんどセイヨウミツバチとオガサワラクマバチしか見られなかった。一方無人島の兄島ではクマバチ以外の在来ハナバチが多数採集され、母島や父島での衰退ぶりが裏付けられた。

さらに、小笠原では、固有陸産貝類の絶滅原因が外来プラナリアであることをはじめて裏付ける研究や、固有昆虫を捕食し絶滅に追い込んでいる原因として、やはり外来種であるトカゲの１種グリーンアノールの影響を強く示唆する研究など、外来種の脅威を裏付ける成果がもたらされている。

保全に関わるテーマとしては、両生は虫類や昆虫における内分泌攪乱物質の蓄積に関する研究も行われ、昆虫の食性によって蓄積する物質の構成が異なることなどが明らかとなった。

2.3　群集に関わる生態学

森林昆虫が果たす生態系サービスを考える際、森林生物が生態系の中でどのような群集

を保ち、その多様性がどのようなメカニズムで維持されているかを知ることが重要である。

土壌動物のなかには分解者として大きな役割を果たすものが多いが、代表的な土壌節足動物であるトビムシとササラダニについて、その群集を特徴づける要因として、総有機物量、針葉・広葉の量、含水量などが上げられることがリターバッグを使った調査などから明らかとなった。

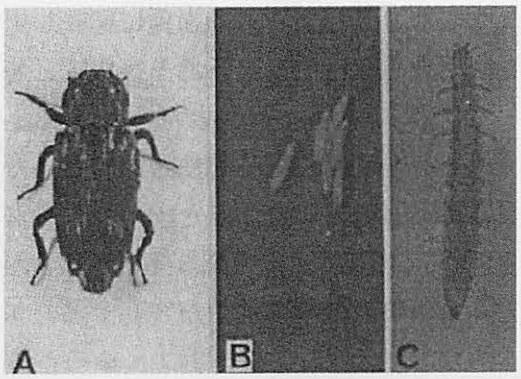
甲虫群集が長期的に変動する様式を解明するため、誘引トラップで得られた５年間の結果を解析した。捕獲個体数は年により大きく変動したが、科数や種数は比較的安定し、科ごとの組成にも大きな変化はみられなかった。一方、種組成は年により大きく変化した。数十倍から数千倍もの個体数変動を示す種が含まれている反面、かなり安定して採集された種もいた。

2.4　森林昆虫の生理や行動に関わる研究

スギカミキリについては人工飼料で成虫を得ることが可能となっていたが、それを産卵させるための最適条件が分かっていなかった。そこで、羽化５日後から５～７℃で90日間、15℃で10日間低温処理し、20℃で産卵させるのが最適であることが分かった。また、マツノマダラカミキリの卵形成（卵巣発育）に、成虫が後食するマツ内の成分が及ぼす影響の研究も進められた。

マツノマダラカミキリの有力な捕食性天敵であるサビマダラオオホソカタムシの人工飼育法も大きな成果である。一般的に捕食性昆虫は共食いなどを起こしやすく、飼育しにくい。飼育法と飼料に工夫を重ね、乾燥酵母・酵母抽出物・しょ糖・ペプトン・大豆油とラードの混合物・仔牛血清・寒天・防腐剤・蒸留水などを成分とする幼虫用の人工飼料で正常な成虫まで飼育することに成功した。

また、カシノナガキクイムシ研究のネックとなっていた飼育法についても、丸太を水に



図－３　サビマダラオオホソカタムシの成虫（A）、卵（B）、幼虫（C）

漬けて含水量を高くして成虫を接種すれば、材内での繁殖が室内で可能になり、研究の進展に大きく寄与した。

マツノマダラカミキリの捕食性天敵であるオオコクヌストは、マツノマダラカミキリと同じようにα-ピネンとエタノールに誘引されることを室内の行動実験によって明らかにした。さらに、マツの匂いを経験したオオコクヌストのα-ピネンとエタノールに対する定位速度が、マツの匂いを経験する前よりも迅速になることも解明された。

2.5　化学信号物質を用いた虫害制御技術

スギ・ヒノキ材の重要な穿孔性害虫であるスギノアカネトラカミキリの雄成虫が放出し雌をごく近距離から誘引する性フェロモンが、(*R*)-３-ハイドロキシ-２-ヘキサノンと(*R*)-３-ハイドロキシ-２-オクタノンの混合物であることを明らかにし、すでに実用化されている訪花誘引剤（メチルフェニルアセテート）と組み合わせると誘殺された雄成虫数が誘引剤単独のときの約２倍に増えた。誘引剤に惹かれてトラップ周囲にやってきた成虫を最終的に正確にトラップに導くのに、性フェロモンが役に立っており、その結果捕獲される雌成虫が増えたのだろうと考えられる。

マッシュルームの重要な害虫であるツクリタケクロバネキノコバエについて、化学生態学的な防除を目指した性フェロモンの研究もなされた。

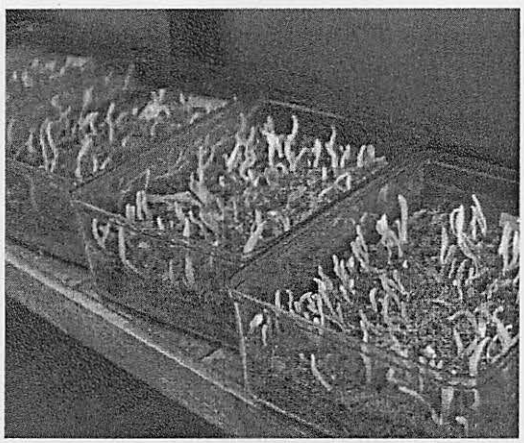
コウモリガはさまざまな樹種に穿孔し、折損や枯死をもたらすこともある害虫で、特に広葉樹造林で大きな問題となっている。性フェロモンを利用した防除法を開発するため、従来ほとんど記録のなかった配偶行動の詳細な解析や、雄性フェロモンの決定がなされた。また、多種の広葉樹に幼虫が穿孔するヒメボクトウ雌成虫が放出する性フェロモンが、(*E*)-3-テトラデセニルと(*Z*)-3-テトラデセニルの混合物であり、フェロモントラップに多数の雄成虫が誘殺されることを野外にて明らかにした。今後ヒメボクトウ防除への実用化が期待される。

また、カシノナガキクイムシのフェロモンを用いた防除を目指した研究が進められ、揮発成分の触覚に対する影響を電気生理学的方法で測定するための方法を開発することに成功した。有効成分の同定と合成フェロモンの開発に拍車がかかるであろう。

2.6　天敵微生物を用いた制御技術

マツノマダラカミキリの天敵微生物であるボーベリア菌*Beauveria bassiana*を用いた防除試験は、以前からなされてきたが、不織布上に菌を培養し、それを枯損木に貼り付けて中に生息する幼虫を駆除する方法が開発された。燻蒸剤に変わる方法として期待される。さらに、キイロコキクイムシという微小な昆虫がマツの枯損木に集まることを利用し、この昆虫の体にボーベリア菌を付着させ、マツの枯損木内に菌を誘導する方法も試みられた。さらに、ボーベリア菌をカミキリの成虫に対しても効果的に感染させる方法への取り組みも始まっている。また、全く新しい試みとしてマツノザイセンチュウの餌であるマツ材内の青変菌を、拮抗する菌によって減らし、線虫を制御するという野心的な研究もスタートしている。

コガネムシ類幼虫は「根切り虫」と呼ばれ、かねてよりスギ・ヒノキ苗畑の主要な害虫だ



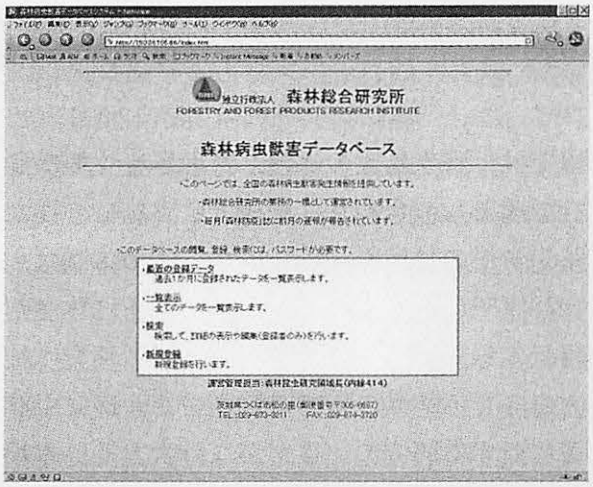
図－4　サナギタケの人工培養

が、その重要な天敵生物にクシダネマがいる。この線虫は共生細菌によってコガネムシ幼虫を殺すが、細菌がどのようにして昆虫の生体防御機構を回避するのかを明らかにするため、この幼虫の主要な抗菌ペプチドに着目し、その相補的DNA（cDNA）を単離して構造解析を行い、特性を明らかにした。このような分子レベルの解析により、殺虫効率をより高める研究へ発展させることが期待される。

天敵生物を「防除技術」ではなく、有用産物として利用するための研究もなされた。冬草夏虫である。虫を殺して生えるキノコ、冬虫夏草（*Cordyceps*属）の仲間は、漢方薬や高級中華料理材料として注目を浴びている。人工的に品質のそろった子実体（キノコ）をより短期間で生産する技術を開発することを目的とし、この菌類の大量生産、価格低下に資するための研究を行った。冬虫夏草の一種サナギタケを液体振とう培養して増殖させた細胞を、蛾の蛹に注射接種することにより、短期間で効率よく子実体を得ることに成功した。

2.7　緑化樹や拡大危惧害虫の研究

テントウノミハムシ属等の重要な緑化樹害虫に関してその生活史に関する詳細な試験に基づき、有効な防除法がたてられたことが大きな成果といえる。また、近年関東地域で分布を広げているチョウの１種、ムラサキツバメに関して分布域の拡大過程の様相を詳細に



図－５　森林病虫獣害発生情報のトップページ

記録することができた。これは今後、さまざまな昆虫の拡大推移を考えるうえでモデルケースとして重要となろう。

森林害虫の発生情報の収集は、被害の拡大や突発的な発生を監視する目的で以前から行われている。2001（平成13）年からは森林総合研究所に設置した専用サーバに、発生情報収集用のウェブサイトを開設した。これにより、従来のハガキ形式の調査票に加え、専用のサーバに設けられた入力用ページから手軽に発生情報を報告でき（図－５）、ハガキより手軽に情報を寄せることが可能となった。2001（平成13）年９月から2004（平成16）年５月までの間に、約200件の虫害情報が寄せられている（松くい虫を除く）。こうして収集された発生情報は、速やかに雑誌『森林防疫』に掲載されるシステムになっている。

昆虫による被害は、初期にはごくわずかでも、拡大することが多々ある。特に近年外来生物の侵入が、大きな問題となっているが、万一こうした外来生物の初期の発生があった場合、こうした発生情報システムは早期警戒システムとして有効に機能すると思われる。今後は情報の発信をより広範囲に呼びかけるなどして、さらなる充実を図ることが必要である。

３．今後の課題

100年という節目を迎えた後、森林総合研究所の昆虫研究は何を目指して進んでいくべきだろうか。生物を研究対象とする私たちとしては、人類共通の課題である生物多様性保全と、森林資源の持続的利用が大きな目的であることは当然である。従来の昆虫研究は「生態の解明」を主とするテーマと、「害虫の制御」を主とするテーマがかなりはっきり分かれてきた。しかし「害虫」は、人工林であれ、天然林であれ、生態系の構成要素であることは間違いない。健全な森林生態系では、捕食者や寄生者が存在することにより、特定の昆虫が爆発的に増えることや、その状態が継続することを難しくしているとされる。健全な森林生態系が求められるゆえんである。しかし、生態系の健全性とはどのように評価すればよいのだろうか。単に捕食者がいればよいわけではない。花粉媒介者、分解者、寄生者といったさまざまな生物が機能を果たしていなければならない。

進むべき方向の一つとしては、森林の健全性の客観的な評価に対して、昆虫領域のさまざまな局面からアプローチすることが挙げられよう。幸い私たちには、生態学、分類学、化学生態学、昆虫病理学、分子生物学等多くの分野を専門とするスタッフがいる。こうした専門分野の知識と技術で、森林生態系の健全性を評価できれば、それはおのずと持続可能な森林管理への貢献となるだろう。

（牧野俊一）

野生動物研究領域

1．90周年までの林業試験場、森林総合研究所における鳥獣研究の沿革

農林省における鳥獣類研究の歴史は古く、1883（明治16）年、農商務省通達により農業上有益な鳥の繁殖保護、有害な鳥の駆除に関する調査を開始したことに端を発する。主にその任にあたったのが鳥獣調査室であり、鳥獣調査事業として、鳥獣の分布ならびにその密度、渡り、繁殖そのほかの習性に関する研究、鳥類の食性調査、鳥類の飼育試験などの基礎研究、有益鳥類の保護繁殖、人工繁殖に関する応用研究を行った。そのうち、鳥類の渡りの調査研究のために、林業試験場所属の十日町（新潟県中魚沼郡十日町）、十日市（広島県双三郡十日市）、檮原（高知県高岡郡檮原村）の各森林測候所などにその当時、調査を委託している。また、全国各地の灯台のうち、特に渡り鳥の中継地と推定される59箇所に依託し、灯台衝突死鳥の回収を行い、貴重な情報を得た。その折りに全国から収集した鳥類標本は、森林総合研究所に現在も保管されており、重要な研究資料として数多くの研究に活用されている。鳥獣実験場（現在の多摩試験地）では、1917（大正６）年から狩猟鳥類、特にキジ類の飼育繁殖に関する研究を開始し、同場で人工繁殖したキジの一部は、種鳥として、毎年各府県に提供された。

その後、第二次世界大戦の混乱期を経て、1947（昭和22）年に林業試験場本場に野生鳥獣に関する研究室が創設された。当時は、マツクイムシ、野蚕に対する天敵としての鳥類の有用性を分析、また、野生鳥類の保護増殖に関する研究が主体であった。1959（昭和34）年に林野庁造林保護課に属していた野生鳥獣研究班が移籍、鳥獣第１、第２の２研究室ができた。鳥獣第１研究室では、森林有害動物の駆除、動物害の防除を研究、第２研究室では、野生鳥獣の保護、管理等を主要な研究課題とし、合わせて狩猟行政実施に必要な基礎資料の整備を行っていた。この体制は、1988（昭和63）年に森林総合研究所に体制が移行するまで維持された。この間、林業へ被害を与える害獣としての野ネズミ及びノウサギに対する研究の比重がかなり大きく、本場のみならず支場、分場でもこれら加害種についての防除研究が精力的に行われた。特に、北海道支場では、野鼠研究室が1950（昭和25）年に作られ、エゾヤチネズミの防除研究がかなり進行した。

一方、1970（昭和45）年に入ると、開発による自然破壊に対する国民の反発意識が高揚し、1971（昭和46）年の環境庁発足に伴い、自然保護の考え方が浸透してきた。環境庁の誕生により、それまで林野庁に置かれていた鳥獣行政は同庁へ移管され、林業試験場における鳥獣研究も、これまでどおり有害鳥獣の防除研究にとどまらず、環境保全に伴う野生鳥獣の保護に関する研究へと方向を発展させていった。この傾向は、1980年代、90年代になって、さらに発展するとともに、森林環境の変化に伴い、主要加害獣類が、野ネズミ類、ノウサギからシカ、カモシカ及びクマといった大型動物に変化していったことを反映して、有害獣の被害防除に関する研究もその性質を大きく変えていった。したがって、90周年までの林業試験場、森林総合研究所の鳥獣研究は、森林加害獣の被害防除に関する研究と森林性野生鳥獣類の生態と保全に関する研究の二つに大別される。それぞれについての研究動向を示すと以下のようになる。

1.1　森林加害獣の被害防除に関する研究

1.1.1　野ネズミ、ノウサギを対象とした被害防除研究

前述のように、戦後から1980年代に至るまで、主要森林加害獣であった野ネズミ、ノウサギに関する被害防除研究が進行した。特に、周期的に個体群の大発生をくり返す北海道のエゾヤチネズミの林木への大被害を防除するための研究は、1948（昭和23）年に北海道営林局内に北海道森林有害動物調査所が設立されたことを契機に本格的に開始され、その後林業試験場北海道支場野鼠研究室に引き継がれた。そこでは、北海道における野ネズミの生息分布を中心に研究が進められ、さらに、基礎的な生態に関する知見を数多く蓄積、殺鼠剤の改良に関する研究も進展し、防除技術の確立に大きく寄与した。殺鼠剤の空中散布には、焼き払い地ごしらえなどの林床処理を加味することで防除効果が挙がることを明らかにし、エゾヤチネズミの食性調査から、クマイザサが周年をとおして重要な餌植物であることを突き止めた。これらは、防除技術の確立に大きく寄与する基礎資料となった。また、殺鼠剤の二次被害、環境汚染の問題に対して、基材となる雑穀の詳細な配合法を開発するなど、今日広く普及している殺鼠剤の基礎を作り上げた。殺鼠剤の野外における散布量の適正化の研究を行い、空中散布の技術に理論的な裏付けを与えた。1990年代には、造林面積の小規模化、中・高齢級に成長した造林木といった林況変化に伴う野ネズミ防除対策の改良を目的としたプロジェクト「林況変化に伴う野鼠被害の防除に関する研究」が実施され、小面積造林地におけるエゾヤチネズミの行動の変化などについて、数多くの知見を得た。ノウサギについては、飼育法を確立し、飼育下における繁殖習性や成長過程に関する重要な結果を得た。一方、野外において、雪上の足跡から推定するノウサギの生息数調査法を開発し、推定式を検討した。

1.1.2　シカ、カモシカなどの大型獣類を対象とした被害防除研究

一方、1980（昭和55）年以降、新植造林地の減少、大規模に植林した造林木の成長に伴い、加害種、加害形態も変化して、これまでの小型哺乳類中心の被害防除から、大型哺乳類の防除、個体群管理の必要性が強調されるようになった。シカ、カモシカを始めとする大型林業加害種については、防護柵の設置や忌避剤の散布などといった防除や、有害鳥獣駆除などによる個体数調整がおもに行われ、その方法も改良を重ねてきた。1981（昭和56）～1985（同60）年にかけて行われた農林水産技術会議受託プロジェクト「森林食害発生機構の解明及び被害抑制技術に関する研究」では、カモシカの個体数増加による林業被害について、当時の環境、文化、林野の３庁協議による特別駆除が行われるにあたって、共存を目的として、カモシカの個体群構成、分散動向などを適切に分析、保護管理手法を開発することを目的とした。その中で、ヘリコプターによるセンサス法を導入し、より精度の高いカモシカ個体数推定法として地形や森林形態に適した飛行方法を開発した。本法は、その後もシカなどの個体数推定法として、有効利用されている。

しかし、従来行われてきたような対症療法的な防除では、根本的な解決にはならず、方法を誤ると、逆に被害を他地域に拡充させる結果となるなど、不備な点が浮き彫りにされて、地域的なまとまりをもったレベルでの野生動物個体群管理を念頭に置いた、科学的な管理目標策定、実行の必要性が叫ばれるようになった。

1.2　森林性野生鳥獣類の生態と保全に関する研究

1.2.1　森林性鳥類の生態と有益性に関する研究

森林害虫に対する捕食者として、森林保護上、鳥類がきわめて重要な役割を果たしているという観点から、1950（昭和25）～1960（同35）年に、野生鳥類の食性調査が盛んに行わ

れた。まず、食性調査法につき、材料の集め方、調査の方法、まとめ方の解説を行い、実際に数多くの鳥類について食性調査を実施し、その有益性を強調した。このように、食習性から農林業との関係を追求することによって、森林性鳥類の誘致に重要な意味づけを行った。また、環境庁受託プロジェクト「野生鳥獣の保護増殖に係る体系的手法の開発に関する研究（1977（昭和52）～1981（昭和56）年）」の中で、巣箱に設置した自動記録装置による猛禽類の給餌物の分析により、食物連鎖の高位に位置する動物の生息に必要な環境収容力について、詳細な解析を行った。さらに、成体の飼育による餌摂食量の計測により、非繁殖期における食物要求量を推測するなど、森林生態系を構成する重要な要素としての鳥類の生息制限要因を明らかにした（フクロウ、ハイタカ）。また、昆虫食鳥類の餌内容と給餌総重量について、ふ化から巣立ちまで直接観察で詳細に調査した。特にマツノザイセンチュウの媒介者で知られる林業主要害虫マツノマダラカミキリ幼虫の主要な捕食者として重要なアカゲラの保護増殖を目的として、ねぐら用巣箱を開発した。

野生鳥類の保全管理に不可欠な生息個体数把握のための手法として、東北支場（のちの東北支所）を中心に、精力的な研究を推進した。すなわち、繁殖期のなわばり記図法（テリトリーマッピング）、線センサス法（ラインとランセクト）の適切な応用に関する検討、記録率、結果に及ぼす諸要因の解析などを行った。さらに、繁殖期に加えて、冬期における最適の森林原野性鳥類生息数推定法の高度化を目指し、確立された森林原野性鳥類の生息数推定法を活用して、各種林相における野生鳥類の生息状況を調査した。

1.2.2 希少野生動物種の遺伝的多様性とその保存に関する研究

野生動物生息地の孤立、分断化等による個体群サイズの縮小、近親交配などとそれに伴う遺伝的多様性の減少により絶滅への危機がおとずれる可能性がある。そこで、希少野生動物の絶滅を防ぐために、生息地での分布状況、個体群サイズ、個体群の遺伝的多様性とその変動を生態学、集団遺伝学の立場から総合的に把握することを目的として、環境庁受託プロジェクト「希少野生動物の遺伝的多様性とその保存に関する研究（1993（平成5）～1995（平成7）年）」が開始され、なかでも大型哺乳類であるツキノワグマを対象に、繁殖などの生活史特性の知見をレビューし、ブナ、ミズナラの豊凶の変動幅を推定、これを環境のゆらぎとして、それに伴う繁殖特性と個体群サイズの変化をシミュレーションによって追跡した。その結果、50年後の絶滅確率を10％以下にするためには、少なくとも100頭以上の初期個体群サイズが必要となり、これが、人口学的な最小維持個体群サイズ（MVP）と思われた。成獣生存率のわずかな低下が絶滅確率の急激な増加につながるために、この初期個体群サイズを維持できる生息地面積（最小要求面積）は、かなり広大となり、まとまったブナ、ミズナラ林を確保したり、回復させたりする努力が必要と考えられた。また、隣接集団の存在が絶滅率を飛躍的に低下させる効果があることから、複数の集団からなる地域個体群の分布域を孤立化させないための回廊による連結などの手法が重要であることを指摘した。

2．90周年以降における鳥獣研究

2.1 鳥獣被害防除と個体群管理手法に関する研究

森林加害獣に対する被害防除研究では、従来の防除技術の開発に加え、加害獣も森林生態系の構成要素としての重要性を考慮し、共存の考え方に基づき、適正な管理技術の開発に重きを置いてきている。特に、1999（平成11）年に「鳥獣保護及び狩猟に関する法律」の一部改正が行われ、その数が著しく増加も

しくは減少している鳥獣に対して都道府県知事が特定鳥獣保護管理計画を策定し、科学的な根拠に基づく個体群管理を行うこととなった。それに伴い、管理計画に必要な技術的指針、考え方を提供する方向で研究が進められている。2001（平成13）年度に組織が独立行政法人化の後、ウ分野「森林に対する生物被害、気象災害等の回避・防除技術に関する研究」の一項目「野生動物群集の適正管理手法の開発」として統合され、研究を推進することとなった。この間における主要な成果及び現在進行中の研究は以下のとおりである。

1999（平成11）～2000（同12）年度に実施された行政対応研究「野生鳥獣の農作物被害の防止に関する研究」では、主要成果として、九州のシカ被害が標高により発生頻度が異なること、被害は地域的にまとまって発生し、隣接地域で被害発生が見られる場合には、拡大する可能性が高いことを明らかにした。さらに、2001（平成13）年度から、農林水産技術会議受託プロジェクト「野生鳥獣による農林業被害軽減のための農林生態系管理技術の開発」では、茨城県北部に２箇所の大規模実験シカ柵を設置し、シカを放獣することにより、既知の生息密度を作り出し、その内部でのシカによる環境への負荷を年を追って追跡する研究を続けている。

2.2　生物多様性研究

希少野生動物種についての保全生物学的研究が本格的に開始され、独法化以前には、環境庁地球環境総合推進費プロジェクト「野生生物集団の絶滅プロセスに関する研究（1993（平成８）～1999（平成11）年度）」の中で、野生動物が絶滅に至る主要要因として考えられる生息地の破壊消失に伴う少数集団化した個体群を絶滅に導く機構として、人口学的、遺伝学的変動とその要因についてシミュレーションモデルを作成することを目的とした研究を行った。下北半島ツキノワグマ個体群は現状のままでは絶滅の危険性が高く、初期個体数と環境収容力の両要因が重要であることが指摘され、当面、有害駆除捕獲数の減少努力が絶滅を回避させる方策の一つであることを示した。また、エゾヤチネズミ実験個体群を用いて、世代ごとのヘテロ接合体率の変化を追跡した結果、創始世代でもっとも高い接合体率を示し、世代が下るにしたがって減少する傾向を認め、近親交配を回避している機構が働いていると考えられた。さらに、「地理的スケールにおける生物多様性の動態と保全に関する研究（1999（平成11）～2001（平成13）年度）」の中で、野生鳥獣の生物多様性の保全を目的に、ランドスケープ構造と野生鳥獣のメタ個体群動態やその維持機構の解明に着手した。まず、ニホンリスについて、高尾山周辺における森林断片化の歴史と現状の森林面積、隔離程度とニホンリスの生息状況との関わりを明らかにし、断片化された森林環境におけるリスの保全策として、生息林分面積として112ha以上が必要なこと、また、森林間の最短距離も28m以上必要なことを明らかにした。また、分布域の最西端にあたる西日本のツキノワグマ個体群の遺伝的特性を明らかにするためにマイクロサテライトプライマーを開発し、それを用いて遺伝的多様性を調べた。その結果、西日本のツキノワグマ個体群は、森林の分断化により西中国、東中国、北近畿といったさらに小さな孤立した個体群に分かれており、それらの遺伝的多様性がかなり低くなっていることを明らかにした。このように、森林分断化による生息域の孤立化、遺伝的多様性の低下など、希少野生動物の保全に関わる重要な知見を明らかにしている。

独法化に伴い、ア分野「森林における生物多様性の保全に関する研究」の中で、野生鳥獣研究は、生物多様性把握指標の開発、人為による森林分断化が及ぼす影響の解明、脆弱な生態系における希少・固有個体群に及ぼす

影響の解明などの多岐にわたる項目の中に位置づけされ、現在も中期計画に基づき、それぞれの観点から研究を推進中である。

環境省国立公害研究プロジェクト「アンブレラ種であるオオタカを指標とした生物多様性モニタリング手法の開発に関する研究（1999（平成11）～2002（平成14）年度）」及び「生物間相互作用ネットワークの動態解析に基づく孤立した森林生態系の修復技術の開発に関する研究（1999（平成11）～2002（平成14）年度）」では、オオタカやシカといった重要な指標となる野生動物を中心に研究が推進され、重要な研究成果が蓄積されてきた。すなわち、絶滅危惧種として注目されているオオタカに関して、本種を保全することが生息域の生物多様性を保全することにつながることになるかどうかについて、オオタカ行動域内と外での環境組成とそこに生息する鳥類、蝶類、地表性甲虫類、植物などの多様性の差を求めた。その結果、オオタカの生息は、地域的な種多様性全体の保全には必ずしも有効とはいえないが、生息環境に特異的な生物種の抽出が可能となった。

また、個体数増加により自然生態系にも影響を及ぼしているシカについて、甚大な被害をもたらしている奈良県大台ヶ原を調査地として、シカ個体数管理とササ現存量の管理実験区を設けて、シカーササー土壌間の窒素循環動態についてシミュレーションモデルを作成、さらに、シカ個体数増加に伴う樹木実生、鳥類、地表節足動物、土壌動物といった生態系構成要素の多様性に及ぼす影響を組み入れて、シミュレートした結果、大台ヶ原の森林生態系修復に最適な手法の提示を行うことができた。このように、これまでの鳥獣に関する生態研究にとどまらず、それを取り巻く生息環境を広く生態系としてとらえ、微妙なバランスのもとでの森林管理手法を提示している面で、これらはこれまでの研究と比較して非常に特異的といえる。

さらに、希少野生動物種個体群に及ぼす影響要因の一つとして、外来種が近年問題視されてきている。そこで、環境省地球環境推進費プロジェクト「侵入生物による生物多様性影響機構に関する研究（2001（平成13）～2003（平成15）年度）」の中で、タイワンリス、ソウシチョウ及びガビチョウを取り上げ、それらが在来動物群集に与える影響を解明し、外来種への対策に示唆を与える研究を行った。

また、鳥獣の生態研究にとどまらず、深刻な社会問題となった環境汚染物質と野生動物との関係についても積極的に取り組み、農林水産技術会議受託研究「農林水産業における内分泌かく乱物質の動態解明と作用機構に関する研究（1999（平成11）～2004（平成16）年）」において、食物連鎖を通じ、魚食鳥類や捕食性哺乳類で高い濃度のダイオキシン類が蓄積していることを明らかにした。

3．今後の課題

これまでの森林総合研究所の鳥獣研究を俯瞰してみると、それぞれの時代を反映して、的確な対応を求められてきたことが分かる。すなわち、保全生物学的研究については、森林生態系の多様性、種の多様性、遺伝的多様性の三つのレベルに応じた適切な研究課題の設定が求められ、森林性鳥獣類の生息環境変化にいち早く対応する姿勢が必要である。希少動物種保全に対するニーズはさらに高まることが予想され、生息環境の改善のみならず、外来生物による影響なども考慮した総合的な対策研究が求められている。

また、近年、新たにニホンザル、イノシシといったこれまでおもに農業害獣として対処されてきた野生動物に対する被害防除研究、個体群管理手法の開発などの研究において、行政もしくは社会的要望が大きく、従来からのシカやカモシカといった林業加害獣に対する的確な生態的管理手法の開発などとともに、しっかり対応する態勢が必要である。さらに、

ツキノワグマに代表されるように、森林生態系の連続性（緑の回廊の有効性の検討）のような行政課題、保護管理に対する的確な施策に対する提言が求められる種も少なくない。

（川路則友）

森林遺伝研究領域

1．試験研究の動向

東京・目黒の農林省林業試験場時代は、造林部育種科に育種、生理、植生に関する研究室が設けられていたが、1966（昭和41）年の遺伝育種科への組織改編で遺伝育種第１～４研究室体制になった。この頃は国の林木育種事業の進展と密接に連携し、林野庁各林木育種場及び農業技術研究所放射線育種場との人的交流も活発であった。国有林、民有林での精英樹選抜の進展とともに、サシキ、ツギキ、採種園、採穂園、開花結実、着花促進、人工交配技術、種子、遺伝率、次代検定等、精英樹選抜育種に関連する研究が主に行われた。

これと並行して、抵抗性育種、材質育種、産地試験に関する研究も開始された。遺伝的変異の解析対象は形態変異や放射線による突然変異、色素異常であり、それらの諸形質について遺伝子分析が行われた。

1978（昭和53）年３月に林業試験場は筑波移転し、翌年に組織培養研究室が新設され、遺伝育種科は５研究室に拡大した。遺伝育種第１研究室では成長等の量的形質についての統計遺伝解析、次代検定林データの分析プログラム開発、気象害や病虫害抵抗性の遺伝様式の解明など、第２研究室では成長と抵抗性、材質等の複数の実用形質を集積する育種法の開発、雑種強勢の発現解析、ハンノキやスギの倍数性育種に関する研究が行われた。第３研究室ではジベレリン処理等による有性繁殖技術の向上、採種園での花粉飛散に関する研究が行われ、第４研究室では林木遺伝資源の評価と保全に関する調査、アイソザイムによるスギやヒノキ等天然林の遺伝的構造や遺伝的分化に関する解析が進められた。組織培養研究室ではバイテクによる大量増殖技術の確立を目指して、プロトプラストの単離及び融合、カルス培養による器官分化、胚培養に用いる培地の探索等の研究が始められた。

1988（昭和63）年４月には森林総合研究所に改組され、造林部遺伝育種科は生物機能開発部遺伝科として３研究室に集約された。大まかにみて遺伝育種第２研が遺伝分析研に、第１研が集団遺伝研に、第４研の業務内容が生態遺伝研に振り替わったと見なしてよい。

その後の大きな変革は、2001（平成13）年４月の独立行政法人化に伴う組織改編であろう。研究部・科が廃止され、これまでの３研究室体制から森林遺伝研究領域として２研究室（ゲノム解析研、生態遺伝研）に統合された。同時に独法化された林木育種センターとの関連で業務の仕分けが問題になったが、森林総研は森林の主要な構成要素である森林植物を対象とした遺伝研究を行うということには変わりはない。

研究ニーズとしては、森林生物が持つ多様な機能を解明し利用するために、それぞれの機能を支配する遺伝的背景を明らかにする必要があること、また、森林生態学や保全生態学等の分野への新たな研究手法、科学的知見を提供する波及効果に大きな期待がある。

想定される研究領域は、森林生物の生命現象解明のための基礎的・先導的研究については、ゲノム研究等による生物遺伝情報の蓄積がある。また、森林の保続培養のための森林

生態系の維持機構の解明については、林木の遺伝的多様性及び多様性維持機構の解明が主要な課題となる。

最近の動向として、分子マーカーを用いた各種技術の実用化が急速に進み、個体識別や集団の遺伝的構造の解明等にDNA多型を利用する研究が精力的に進められてきたことがあげられる。DNAマーカーを利用する量的形質遺伝子座の解析とともに、基盤となる連鎖地図作製等のゲノム研究への対応が求められる。また、生物多様性の保全と持続的利用への関心から、特に森林遺伝資源の現地保全のための集団生物学的研究への期待が大きくなった。1996（平成８）年に策定された「農林水産ゲノム研究の推進方策」では、林木、果樹、野菜を含めた今後の研究目標が示され、林木でも高密度汎用連鎖地図の構築と、量的形質のDNAマーカー選抜による育種年限の短縮を目指したゲノム研究の進展に期待が高まった。2001（平成13）年に閣議決定された「第２期科学技術基本計画」でも、ライフサイエンス及び環境分野が最重要分野とされ、森林・林業においても、ゲノム解析、遺伝子機能の解明、森林植物の遺伝的多様性の保全等が生産性の向上や環境問題の解決等に資すると期待されている。同年の「森林・林業基本法」でも、森林の生物多様性保全機能が重要な機能として位置づけられており、2004(平成16)年の生物多様性条約締結国会議(COP6)では、森林における生物多様性の保全が論議された。このような内外の動向から生物多様性の評価手法及び生物多様性の保全に関わる研究の一層の進展が求められている。

２．研究の成果

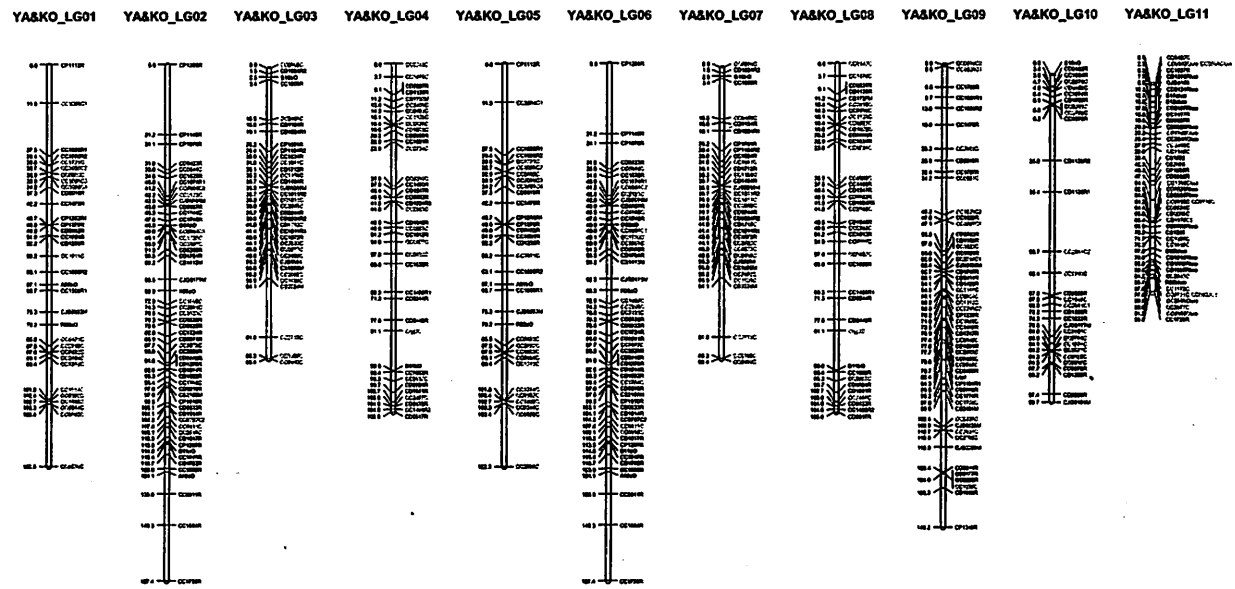
2.1　スギゲノム解析及びその応用研究

1997（平成９）年から５年間、生物系特定産業技術研究推進機構（生研機構）プロジェクトで「スギのゲノム解析とその高度利用に関する基礎的研究」を行った。スギの基盤連鎖地図構築及びDNA遺伝マーカーを開発し、分子レベルでの利用を効率的に行うとともに、塩基配列情報による森林遺伝資源の高度な管理を目指すことが目的であった。

DNAマーカーの作出では、多型性のある共優性のマーカーを中心に約500遺伝子座以上の分子マーカーを開発した。これらのマーカーは簡便な設備投資で使用可能になるため、都県等の研究施設への急速な普及が期待される。また、スギの分子マーカーをヒノキに応用したところ約１/３が直接利用可能であることが明らかになり、今後、スギゲノム研究の成果を直接ヒノキの比較連鎖地図の構築及びヒノキ科樹種の遺伝資源評価にも活用できる目途がついた。高密度連鎖地図の作製では、複数家系で作製した連鎖地図を統合し、スギの基本染色体数と同じ11連鎖群からなる基盤連鎖地図を構築した。この地図は今後の分子育種及び遺伝資源管理に利用するために十分な遺伝子座数を備えたものである。これらの情報を効率的に活用するためにスギゲノムデータベースの構築もあわせて行い、インターネットで森林総研ホームページに公開した。今後の問題点として11連鎖群と11本の染色体との対応解明が残されている（図－１）。

スギ天然林集団の遺伝的多様性評価では、高密度連鎖地図情報に基づき開発されたCAPSマーカー94遺伝子座を用いて、全国から収集した20集団の遺伝的多様性の解析を行ったところ、東日本集団よりも西日本集団の多様性が高い傾向にあった。また、日本海側集団と太平洋側集団が遺伝的に分化していることが明らかになった。これまでの研究例では、限られた遺伝子座でしか遺伝的分化の研究が行われていなかったが、高密度にマップされたゲノム情報をもとにした解析で、従来見落とされていたわずかな変異をも把握できるようになった。

スギゲノム情報を活用して、島根県三瓶山の噴火で約3,600年前に埋没した古代スギか



図－１　11連鎖群に統合されたスギ基盤連鎖地図

ら抽出した遺伝子を増幅することができた。周辺のスギ天然林と比較したところ、現代のスギからは古代スギに無い遺伝子が見出された。今後、遺伝的多様性の歴史的比較研究への応用が期待される。

スギゲノム解析の成果はヒノキ解析のためのマーカー開発にも応用された。ヒノキの遺伝的多様性について明確な地理的傾向はなかったが、天然分布の南限（屋久島）と北限（いわき）集団は明らかに低い値を示した。また、特定の集団で高い連鎖不平衡が検出されたが、これは過去の集団の縮小または個体密度の低さが主な原因であることが考えられた。集団間の遺伝的分化は低いものであったが、分化程度の大きな地域は中国、四国、九州であり、大きな天然分布のある中部と近畿は近縁で分化程度は低かった。集団間の距離と遺伝的な近縁関係が示唆された。

マイクロサテライトマーカーを多数開発し、スギ採種園における遺伝子流動を解析した。採種園で生産される種子の品質及び遺伝的特性の総合評価を行い、得られた情報をもとに遺伝的に保証された優良種苗の生産が可能になるような採種園の管理のありかたを提案することを目的とした。多型性が高く安定したパターンが得られるマイクロサテライトマーカー６遺伝子座を用いて、５箇所のスギ採種園での遺伝子流動解析を行った。外部花粉混入率は採種園によって35～68％と大きく異なった。周囲のスギ植栽面積と外部花粉混入率は密接な相関があることが明らかになった。また、周囲にほとんどスギ林がなくとも30％程度の花粉混入が見られた。５箇所の採種園で花粉親としての貢献度はクローンによって有意に偏っていることが明らかとなった。これは花粉生産量及び開花フェノロジーの違いにより生じていることが示唆された。これらの結果から、ハウス等の室内採種園が必要なこと、自殖率は植栽されている構成クローン数及びそれらの平均ラメート数と関係があるため、少なくとも40クローン以上が望ましいことが明らかになった。今後、小面積で生産性が高く、しかも植栽後４年で種子生産が期待できるミニチュア採種園の活用が望まれる。

スギの雄花着花に関する遺伝子を解析し、雄花について1,500遺伝子、栄養シュートに関して350遺伝子が組織特異的である可能性を認めた。さらに、他の植物種の遺伝子情報との比較から、新たにGIGANTEA、HEN2、FT、GAIなどと相同性を持つ遺伝子の部分塩基配列を得た。

2.2 DNA塩基配列に基づく連鎖地図作製及び系統進化解析

葉緑体DNAを用いて針葉樹45種の分子系統樹を構築し、ヒノキ科がスギ科の中に含まれること、コウヤマキがスギ科から独立した位置にあることを明らかにした。モミ属5種の集団レベルでの遺伝的多様性と種分化のメカニズムを調べ、葉緑体及びミトコンドリアゲノムそれぞれで種内、種間に多様な変異を認め、葉緑体多型が約40kbpの逆位に起因することを明らかにした。

バイカル湖から採取されたマツ化石花粉のDNA解析を試み、現生マツ科樹種のDNAと比較して、DNA塩基配列に基づくマツ科樹木の系統進化関係を多数の種で明らかにし、花粉及びDNAデータベースを構築した。

マレーシアにおけるフタバガキ科樹木については、葉緑体及びミトコンドリアDNAの遺伝子の塩基置換程度を調べ、フタバガキ科の分子系統関係とホペア属の遺伝的多様性の程度を明らかにした。

濃縮法を用いて大量に開発したマイクロサテライトマーカーを、サクラソウの基盤連鎖地図作製のためのアンカーマーカーとして活用し、AFLPマーカーも加えて10連鎖群からなる連鎖地図を構築した。地域集団内の局所集団間での遺伝的分化はほとんどないこと、ラメートが沢沿いに流出していることを明らかにした。

2.3 三宅島治山緑化のための遺伝変異調査

2000（平成12）年の三宅島火山活動で壊滅的被害を受けた森林植生回復のために、遺伝的多様性の観点から適切な緑化種苗の選択法について考察した。

ハチジョウイタドリでは、アイソザイム変異において集団間分化の程度が高く、葉緑体DNAにおいても多くのハプロタイプが観察された。三宅島集団については他の集団と遺伝的に遠いため、神津島など他の島嶼集団からの導入を極力避けるべきと考えられる。

オオバヤシャブシでは、葉緑体DNA変異は伊豆諸島内の分化はほとんど見られなかった。AFLP分析では神津島の集団が遺伝的に最も近いことが明らかになったことから、オオバヤシャブシを他の島嶼集団から導入する際には神津島の集団を用いるとよい。

ハチジョウススキでは、アイソザイム変異において集団間分化の程度は最も低く、御蔵島、次いで伊豆半島が近いことが分かった。しかし、葉緑体DNA変異では伊豆半島は八丈島とともに他の島嶼集団では稀なハプロタイプを高い頻度で保有していた。したがって、アイソザイム変異には反映されていないが、伊豆半島と三宅島の集団間の遺伝的な分化は進んでいると考えられた。以上の結果から、ハチジョウススキについて他の島嶼集団からの導入を行う場合は御蔵島の集団からの導入が望ましいということになる。一方、三宅島内のススキ7集団の解析では形態的及び遺伝的分化が見られた。このことは同じ島内であっても緑化の際には十分な遺伝的配慮が必要であることを意味している。

三宅島早期遷移種について、タマアジサイでは葉緑体DNAの1領域において、八丈島の個体にユニークな塩基多型が見られた。ガクアジサイでは6島嶼集団を用いAFLPについて多型解析を行った。オオシマザクラでは葉緑体DNAの2領域において塩基多型が見られ、自家不和合性遺伝子の変異に明瞭な地理的勾配があることが明らかになった。また、優性遺伝をするAFLPマーカーの情報を効率的に解析するソフトウェアを開発した。

2.4 主要樹木の遺伝的多様性及び保全に関する研究

森林植物の遺伝的多様性管理手法の開発を進めるために、主要樹種及び北方系樹種の遺伝的多様性や地域分化、繁殖動態を解析した。

雄性両全性異株樹木のアオダモ集団は、個

体密度が高い集団ほど高い自殖率を示すが、発芽後大きな近交弱勢が現れるため、自殖個体は消滅し、次世代への遺伝子伝達の点では外交配集団になっていることを実証した。また、Lloyd理論「雄性両全性異株植物の性表現に関する理論」では説明できない高い雄比をもつ集団があることが明らかになった。

ホオノキに関して、シミュレーションの結果、突然変異率が高ければ、自殖不稔個体の増加が致死遺伝子頻度を増加させ、近交弱勢が大きくなることが示された。ホオノキ集団では高頻度の他家受粉不足が本種における自家和合性の進化・維持の原因となっている可能性が示唆された。

トドマツについてマイクロサテライトマーカーを開発し遺伝的多様性を比較した。奥定山渓及び糠平のトドマツ天然林では1マイクロサテライト遺伝子座で、対立遺伝子数が5個と8個、遺伝子多様度が0.670と0.785であり、糠平集団で高かった。また、阿寒集団が定山渓集団より多型性が高かった。アカエゾマツの阿寒集団では7座のうち6座で多型があり、0～0.817の遺伝的多様性を示した。

カラマツの繊維長について最外周年輪とそれ以前の年次の年輪との間で相関の高いことが明らかになった。ウダイカンバの成長形質について16家系の分散分析を行った結果、樹高と胸高直径で家系間に有意差が検出された。

シラカンバの日周性の産地間変異を研究するため、人工気象室で異なる日長条件に対する成長反応を調べ、山梨産では10時間以下を、北海道産では14時間以下を短日として認識することを確認した。

ブナ天然林で遺伝変異の空間構造を解析した結果、斜面の上下、母樹の有無、個体間の距離によって、遺伝子頻度や遺伝子の類似度に空間的な不均質性が確認された。ギャップ内の実生集団では有性繁殖によると思われる遺伝変異の顕著な増加を認めた。丹沢山系のブナ局所集団の個体分布調査では3地域集団内で特定遺伝子の局所分布が顕著であった。

アイソザイムで調べたコナラ属3種19集団の遺伝距離は非常に小さく、カシワに比べコナラとミズナラはより近縁であることを明らかにした。ミズナラ、カシワ及び種間雑種個体でフェノロジーに個体間差を確認した。

北海道石狩地方の海岸線から内陸にかけて、カシワ及びミズナラで構成されている林分の浸透交雑を調査した。マイクロサテライト及びAFLPの双方において、種特異的なマーカーとして利用できる結果は得られなかったが、AFLP多型フラグメントの出現頻度が種間で異なることが明らかになった。40マーカーの結果を用いて主座標分析を行ったところ、第1座標でカシワとミズナラを明瞭に区別することができた。

コナラ属の26集団の遺伝子頻度は種により分布に特徴のある遺伝子座が見られたが、地域による違いはあまり大きいものではなかった。長野地域のミズナラについては、北部の飯山地方集団は他の集団と比較して遺伝距離が大きい傾向が見られた。ミズナラ林分で調査した実生144本中37本は周辺40m内の親木に当てはまらない遺伝子型を有しており、重力落下以外にカケスやネズミなどによる持込みが示唆された。

スダジイ老齢林では対立遺伝子の空間配置において同類の対立遺伝子が近い位置に出現する傾向が見られるのに対して、二次林ではそのような傾向が見られず、天然林の特性は遺伝的多様性の高さだけでなく遺伝構造にも見られることを明らかにした。シイ老齢林4haプロット内の成木と中心部の1haの稚幼樹について、マイクロサテライト遺伝子型を決定した。実生890本中224本は親木が見つからず、470本は片親のみ、194本は両親が検出され、動物による50m以上の種子の持込みが示唆された。

マングローブのメヒルギ及びオヒルギについて多型性の高いマイクロサテライトマー

カーを新たに開発した。

2.5 希少及び固有樹種の遺伝的多様性及び保全に関する研究

絶滅が危惧される希少樹種等の個体群構造や生活史特性を解析し、遺伝的多様性の現状と劣化の程度を把握することにより、具体的な保全条件を解明した。

カバノキ属の核リボソームDNAのITS領域の塩基配列の比較により、アポイカンバについて近縁のダケカンバ及びヤチカンバとの系統関係を比較すると、アポイカンバは両種間のランダムな交雑によってできた雑種起源の種とみなすことができた。アポイカンバは自家不和合性で、健全種子の生産は花粉不足によって制限されていることが認められた。アポイカンバの母樹集団と実生集団をマイクロサテライトマーカーの表現型で比較解析した結果、自殖率も種間和合性も低いと推定された。一方、健全種子は十分に生産されていることから、当面は現存集団の生息域内保全は繁殖過程に関して十分に可能と考えられた。

ケショウヤナギについて、新たに日高山脈を源流とする7河川にも同種が分布することを明らかにするとともにDNAサンプルを収集した。500個体以下と分布が限られている帯広川集団における種子の父性解析の結果、花粉親として関与した花粉の70％以上は1km以上離れた雄個体から供給されたものと認められた。帯広川の両側に流れる2河川の集団のうち、北側の美生川集団は他の2集団と遺伝的に分化していた。

早池峰山のアカエゾマツ遺存集団においてマイクロサテライトマーカーによる遺伝的多様性を解析した結果、小集団は大集団より多様性が多少減少する傾向が見られた。アカエゾマツ遺存集団の林分構造解析より、一定間隔で繰り返された土石流によってアカエゾマツ集団が維持されたと考えられ、大きな撹乱のない条件下ではアカエゾマツの更新は困難で、次世代はコメツガやヒバが優先する森林に移行することが示された。北海道集団との遺伝的多様性を比較した結果、遺存集団の多様性は明らかに低かった。

ユビソヤナギのマイクロサテライト遺伝マーカー8座を開発し、それを用いて湯檜曽川流域内の集団を解析した結果、後継稚樹の地理的分布に明らかな遺伝構造があることが認められた。只見川水系伊南川流域で、ユビソヤナギの分布範囲としては最大規模の分布を初めて確認した。ユビソヤナギを含む林分の最高林齢は約50年で、この間ユビソヤナギは河川撹乱に対応して個体群を維持していることが分かった。湯檜曽川では河川に沿って強い遺伝的構造や遺伝子流動の方向性を示すが、集団や個体が稀な和賀川ではこうした構造は認められず、多様性も低かった。河川改修の影響で遺伝的多様性の低下と構造の分断化をもたらすことが示唆された。

ヤツガタケトウヒとヒメマツハダは、球果の大きさやRAPD分析から、別種としての区別が困難であることを報告した。ヤツガタケトウヒのマイクロサテライト変異に基づく遺伝解析により、西岳遺伝資源保存林の特殊性が確認された。孤立母樹の種子の多くは自殖由来であることが認められ、更新には人為的管理が必要であることが示唆された。八ヶ岳から南アルプスにわたる5地域9集団の遺伝解析の結果、八ヶ岳の遺伝資源保存林として最も大きい集団であるカラマツ沢集団は遺伝的多様性が低い一方、その他の集団は地域で異なる遺伝的変異を持つことから、赤石山地集団がヤツガタケトウヒの保全上重要であることが確認された。

ヒメバラモミについてマイクロサテライトマーカーを適用し極めて高い変異性を示す遺伝子座を確認した。ヒメバラモミの分布域を詳細に踏査し、現存する母樹総数は1,000本以下と推定した。赤石山域では母樹密度が高いが、八ヶ岳域では母樹のほとんどが単木的

に残存し、更新の可能性は非常に低い。成木段階では他殖性が高く近親交配による繁殖は行われていないが、単木分布の母樹の近隣にある稚樹は自殖由来が多かった。

ハナノキ集団の雌雄の性比は1：1から雄側に偏る傾向があった。花粉媒介昆虫は自生地によってやや異なり、一部の雌花に機能しない葯があることが認められた。林分構造解析から、ハナノキ林は人為との関わりで成立し維持されたと考えられ、更新はほとんど行われていなかった。地理的に隔離している居谷里集団は遺伝的にも離れていると認められた。

東海地方に隔離的に分布するシデコブシでは、遺存する集団間の遺伝的分化が大きく進んでいることが明らかになった。マイクロサテライトマーカーを用いたシデコブシ集団の解析を他のモクレン属樹種と比較すると、遺伝的変異性はホオノキ集団より低く、オオヤマレンゲ集団より高い傾向が認められた。結実率では近交弱勢が認められた。シデコブシ種子は種子親から距離的に近い個体が花粉親になる傾向が強い一方、比較的長距離の花粉散布も生じている可能性が示唆された。小集団では近親交配の程度が高いこと、また、そのような集団では致死遺伝子が自然選択によって除去され、近交弱勢の大きさが減少すること、花粉不足や資源不足などの近交弱勢以外の要因が自然受粉花における胚の生存率を低くしている場合があることなどが認められた。結実率に現れる近交弱勢と実生生存率に現れる近交弱勢との間には負の相関が認められ、推移確率行列モデルによるシミュレーションでは、シデコブシ集団は孤立化して個体数が半減すると、5世代後には結実率が20～30％減少する可能性が示された。

屋久島のヤクスギについて、稀な対立遺伝子の数が本州等のスギよりも有意に多い傾向が見られたが、巨樹の調査では遺伝子突然変異は認められなかった。ヤクスギ切株の調査から、現在見られる切株の多くが江戸時代に伐採されたものだと考えられ、その伐採はきわめて大規模で、細い個体までの皆伐に近いものであったと推測された。その4ha試験地の過去集団である切株について、110本からDNA抽出とPCR増幅を試みたが、約1/5の個体からPCR増幅に成功し遺伝子型を決定した。平均ヘテロ接合度、対立遺伝子多様度はそれぞれHo＝0.665、Ar＝14.81であった。近隣集団（Ho＝0.738、Ar＝14.74）と比較した結果、過去の森林もほぼ同程度の遺伝的多様性を保持していたことが明らかとなった。江戸時代に択伐された切株の個体群、択伐以前から存在していた個体群、択伐以後に更新した個体群の間で遺伝的多様性の差は見られなかった。ヤクスギ集団と全国のスギ集団を遺伝的に比較した結果では、ヤクスギ集団は太平洋側の集団に含まれ、遺伝的多様性はかなり高いものであった。

同じ屋久島のヤクタネゴヨウの個体数減少に、マツ材線虫病の関与の可能性は低いことを明らかにした。更新阻害要因の検討では、充実種子率と周囲個体の雄花着生量とに相関関係は見られなかった。破沙岳においてヤクタネゴヨウ生残個体の分布位置及び個体サイズを調査した。胸高直径分布はL字型分布を示し、最大個体は145cmであった。高平岳において枯死した1個体からはマツノザイセンチュウは検出されなかった。球果着果個体率は50～70％であったが、着果の非常に少ない個体が多く、約70％の個体が種子生産に十分寄与していなかった。Neiの標準遺伝距離に基づきデンドログラムを作成すると、屋久島の高平岳集団は、同じ島内の他の2地域とは遺伝的に遠く、むしろ種子島集団と比較的近い関係が示唆された。西部林道の調査地域内において、新たに22個体の成木を確認した。西部林道の試験区内12個体の樹冠下に設置したトラップに落下した雄花と種子数の平均は、屋久島森林管理署構内の植栽個体に比べ雄花

で20%、種子は30%と低い値を示し、種子生産が活発に行われていない実態が示された。種子島では1994（平成６）年からの枯死が合計41個体に達し、生残率は70%まで減少した。枯死要因の50%はマツ材線虫病であった。立地に関して地形面ではヤクタネゴヨウのみが急斜面に多く分布し、他種が定着しにくい立地に分布する傾向が明らかとなった。

オガサワラグワへのシマグワによる遺伝子汚染の実態をアイソザイムで調べ、雑種化の進行を明らかにした。オガサワラグワと移入種シマグワを識別するためにSCARマーカーを開発し、弟島、父島等で純粋なオガサワラグワの個体位置図作成に着手した。オガサワラグワ、シマホルトノキの林内外での生残率は、より暗い林内での低下が顕著であった。オガサワラグワでは、父島や母島の集団に比較して、弟島集団の遺伝的多様性がやや低い傾向が示唆され、島嶼生態系での遺伝資源保全に貴重な情報を提供した。

３．今後の問題

森林植物の連鎖地図を構築しそのゲノム情報を遺伝子保全研究に応用することが期待されている。スギではゲノム解析による高密度連鎖地図を構築し、天然林の遺伝資源としての再評価及び特定林分集団における遺伝子流動研究等に顕著な成果をあげた。今後は、保全研究にも連鎖地図情報を活用した取り組みがさらに求められてくる。それには、それぞれの植物種または個体が保有する環境適応遺伝子の検出を可能にすることが急務だと考えられる。これらの遺伝子研究は種の進化とも直接関わり、基礎的でかつ将来への発展性もある重要な研究分野である。

環境適応遺伝子の検出は植物の遺伝的改変に応用でき、保全研究でもそれぞれの地域にあった遺伝子資源の管理を可能にする。また、遺伝子汚染研究にも活用が期待される遺伝子である。広葉樹の植林が各地で行われているが、そこで植えられる種苗の由来について、地域固有の変異を無視した移動による遺伝子撹乱が心配されている。遺伝的変異性を考慮した植物集団の導入について、その取り扱い基準を早急に作成する必要がある。このために、それぞれの緑化対象種の保有する遺伝的多様性及び地域間での遺伝的分化を詳細に把握することが重要になる。　　（長坂壽俊）

生物工学研究領域

１．試験研究の動向

ライフサイエンスを基礎とするバイオテクノロジーは、21世紀の農林水産業に新たな展開をもたらすと期待されている。「総合科学技術会議分野別推進戦略」の中でもライフサイエンス分野が重点分野として位置付けられている。また、「バイオテクノロジー戦略大綱」でも、バイオテクノロジーの発展は「生きる」「食べる」「暮らす」という人間生活の基本的な分野で巨大な変革をもたらし、国民経済へ大きなインパクトを与えると考えられている。植物科学の分野では、植物のゲノム解読と遺伝子機能の解明を進め、環境ストレス耐性、生産性や病害虫抵抗性に関わる遺伝子とその発現機構を多数解明し、革新的な組換え植物を開発すること、遺伝子組換え技術等による生物機能の高度活用技術の開発などが重要視されている。しかし、バイオテクノロジーの活用には、その基礎となるライフサイエンス研究を深化させることが前提とされている。

樹木の生理特性は未解明な点が多く、林

業・林産業へのバイオテクノロジーの活用には未知の樹木の生理特性を分子レベルで解析する必要がある。生物工学科(遺伝子発現研・細胞操作研・組織培養研・生理機能研)は森林総合研究所と同時に誕生し、独法化後は2チーム長及び2研究室(分子生物研・形質転換研)の生物工学研究領域が発足した。ここでは、生物工学科と生物工学研究領域の主要成果を紹介する。 (篠原健司)

2．研究の成果

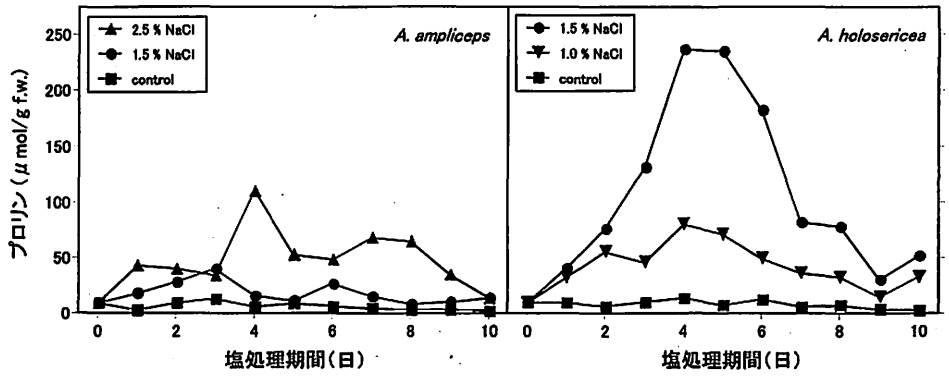
2.1 樹木の耐塩性に関する研究

塩ストレスは植物の生育に大きな影響を及ぼす環境要因である。植物の耐塩性機構は多様であるが、浸透圧調節物質の蓄積もその一つである。植物は浸透圧調節物質を細胞内に蓄積し、その浸透圧を高めることで、浸透圧の高い高塩土壌からも吸水できると考えられている。アカシアはオーストラリアやアフリカの半乾燥地に生育する樹木であるが、樹種によって耐塩性の程度が異なる。そこで、耐塩性の強い*Acacia ampliceps*と弱い*A. holosericea*を用い、塩処理後の浸透圧調節物質であるプロリン量の変化を解析した。その結果、両種とも塩処理によってプロリンが10倍以上に増加した(図－1)。しかし、顕著な増加は耐塩性の弱い*A. holosericea*で見られ、耐塩性の強弱とプロリン量の変化の大きさに因果関係はなかった。また、プロリン合成に関わる酵素遺伝子を単離し、塩処理後の遺伝子発現も解析したが、明確な耐塩性の強弱と遺伝子発現量の変化の関係はみられなかった。 (横田 智)

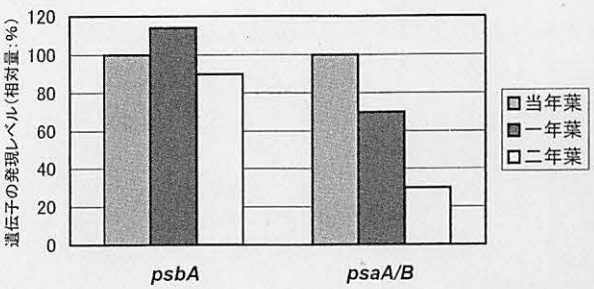
2.2 樹木の遺伝子研究

樹木の成長や環境適応の機構を遺伝子やタンパク質のレベルで理解するため、それらの現象に関わる遺伝子を単離し、遺伝子の機能や発現調節機構の解明に取り組んだ。

針葉樹の葉の寿命は落葉樹に比べて長く、数年間にわたって光合成を行う。この特性に着目し、葉齢の進行に伴う光合成機能の低下と光合成関連遺伝子群の発現量の変動の関係を解析した。光合成活性の最も高い初夏のクロマツからその年に伸びた葉(当年葉)、前年に伸びた葉(一年葉)、2年前に伸びた葉(二年葉)をそれぞれ採取し、光合成機能を担うタンパク質の量とその遺伝子の発現レベルを調べた。光合成の電子伝達系で中心的な働きをする光化学系Ⅰ及びⅡのうち、光化学系Ⅱ複合体は葉齢が進むにつれて増加したが、光化学系Ⅰ複合体は一年葉で最も多く、二年葉では減少した。光化学系Ⅱ複合体を構成するタンパク質遺伝子の一つである*psbA*の発現レベルは老化の始まった二年葉でも当年葉の約90%を維持していた。一方、光化学系Ⅰ複合体を構成するタンパク質遺伝子*psaA/B*の発現レベルは二年葉では当年葉の約30%に低下していた(図－2)。調べた各遺伝子の発現レベルはそれぞれの光化学系タンパク質の変



図－1 アカシアの葉におけるプロリン量に及ぼす塩ストレスの影響

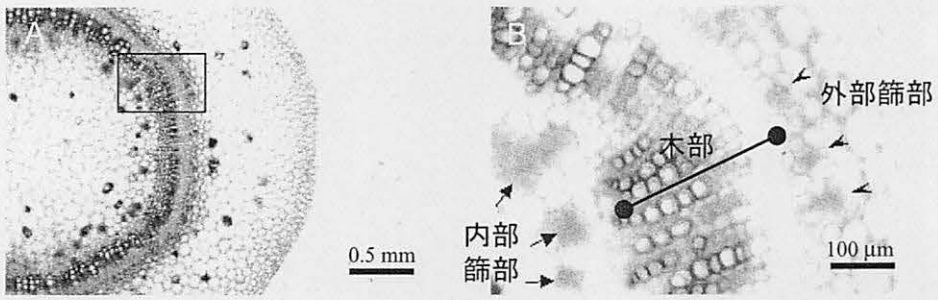


図－２　光合成遺伝子の発現レベルの変化。針葉当たりの相対変化を当年葉を基準として示す。
psbA：光化学系Ⅱ複合体の遺伝子、*psaA/B*：光化学系Ⅰ複合体の遺伝子

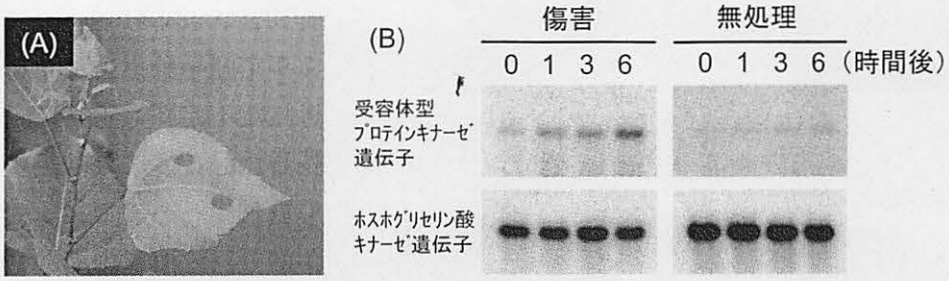
動と関連していた。このように、個々の遺伝子は葉齢により異なる発現調節を受け、光化学系Ⅰと光化学系Ⅱの構成比は葉齢の進行に従い減少した。この構成比の減少が、葉齢の進行による光合成機能の低下をもたらす要因の一つであると考えられる。

樹木には内樹皮（篩部）に、特定の糖とのみ結合する性質をもつレクチンとよばれるタンパク質を蓄積するものがある。この内樹皮レクチンは秋から冬に蓄えられ、春になると速やかに減少することから、窒素等の貯蔵の役割を担っていると考えられる。内樹皮レクチン遺伝子は主に内樹皮で発現するという特徴をもつが、この遺伝子がどのような発現調節を受けているかは不明であった。そこで、レクチン遺伝子を単離し、発現調節領域の塩基配列の構造と機能を解析した。マメ科の落葉樹であるニセアカシアから４種類のレクチン遺伝子を単離した。それらの塩基配列と各器官別の発現様式を調べることにより内樹皮レクチンをコードする遺伝子を特定した。遺伝子が特定の器官で発現するよう制御される機構には、プロモーターとよばれる遺伝子の発現調節領域の塩基配列が深く関わっている。内樹皮レクチン遺伝子プロモーターが内樹皮（篩部）だけで遺伝子を発現させることができるかどうかを確かめるために、そのプロモーターにレポーター遺伝子（どこでどれくらい発現しているかを簡単に調べることのできる指標となる遺伝子）をつないだ融合遺伝子を、実験植物であるタバコに導入した。遺伝子導入したタバコにおいて、レポーター遺伝子は樹木の内樹皮に相当する茎の内部篩部、外部篩部及び外部篩部周辺の柔細胞だけで発現していた（図－３）。したがって、内樹皮レクチンのプロモーターは組換え植物を作出する際に、篩部に特異性の高いプロモーターとして利用可能である。

樹木は一定の場所で長年月生育するために、環境の変化や病虫害などのさまざまなストレスから身を守る能力を備えている。一般に、生物はストレスなどの外界の情報を細胞に存在する「受容体」と呼ばれるタンパク質によって受け取り、それを細胞核内の遺伝子へ伝え、必要な遺伝子が働き、外部環境の変化に対応する。種々の生物で「受容体型プロテインキナーゼ（リン酸化酵素）」と呼ばれるタンパク質が受容体として機能していることが分かってきたが、樹木ではこの受容体に関する報告例は全くなかった。樹木の受容体型プロ



図－３　遺伝子導入したタバコの茎におけるレクチンプロモーターによるレポーター遺伝子の発現様式
青色の部分がレポーター遺伝子の発現している部位を示す。(B)は(A)の枠内を拡大したもの。
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。



図－４　受容体型プロテインキナーゼ遺伝子の傷害による発現誘導
(A)傷害実験の方法　(B)傷害によって発現が誘導された受容体型プロテインキナーゼ遺伝子。ホスホグリセリン酸キナーゼ遺伝子はそれぞれの試料で同じ量のRNAが含まれていることを示す対照として調べた。

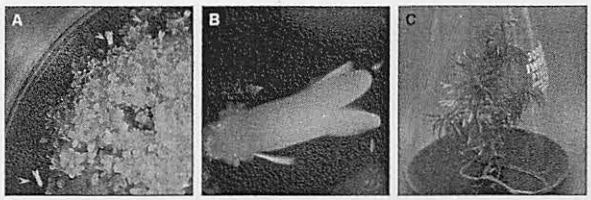
テインキナーゼの役割を明らかにするため、ポプラの受容体型プロテインキナーゼ遺伝子を単離した。単離した遺伝子を用い組換えタンパク質を作製し、酵素活性を測定したところ、このタンパク質はタンパク質をリン酸化する活性を持つことが分かった。つまり、この受容体型プロテインキナーゼは情報を伝えるために必要なリン酸化活性を保持している。この遺伝子はポプラの根や成熟葉、増殖中の培養細胞で発現していたが、若い葉ではほとんど発現していなかった。しかし、若い葉に傷害を与えると、新たな遺伝子の発現が誘導した（図－４）。以上の結果から、この受容体型プロテインキナーゼ遺伝子は樹木の生体防御に関与していると考えられる。さらなる遺伝子の機能解析は樹木の防御機構の解明につながると期待される。

スギ花粉症患者の増加が大きな社会問題となっている。その原因の一つに戦後、造林されたスギやヒノキ林の多くが着花年齢に達し、花粉の生産量が急激に増加したことが挙げられる。遺伝子組換え技術を用い、花粉症の原因物質であるアレルゲンを作らないスギを創出するため、スギのアレルゲン遺伝子を単離し、それらの発現特性を解析した。スギ花粉の主要なアレルゲンとしてCry j 1とCry j 2がある（表－１）。これらをコードする遺伝子を単離し、ほかのアレルゲン遺伝子と比較したところ、スギ科及びヒノキ科樹木のアレルゲン遺伝子の配列と類似していた。アレルゲンの構造が似ていることがスギとヒノキの両方に反応する花粉症患者が多い原因となっている。２種類のアレルゲン遺伝子はどちらも花粉で大量に発現していた。ビャクシン（ヒノキ科）花粉症ではスギのCry j 1、Cry j 2に相当するアレルゲンのほかに、第３のアレルゲンが報告されている。それに対応するスギのアレルゲン遺伝子を探索し、候補となる６種類の*Cry j 3*遺伝子を単離した。このうち*Cry j 3.5*遺伝子は花粉での発現レベルが高く、スギの新規アレルゲンをコードしている可能性が高い。本研究で単離したアレルゲン遺伝子はアレルゲンフリーの組換えスギの開発だけでなく、ペプチド療法やDNAワクチン、機能性食品の開発などスギ花粉症の治療にも応用できる。

遺伝子組換え技術は遺伝子の機能解析等の基礎研究だけでなく、形質の改良を目指した

表－１　スギ花粉アレルゲンの特徴

アレルゲン	主な発現組織	タンパク質の特性
Cry j 1	花粉	ペクテートリアーゼ
Cry j 2	花粉	ポリメチルガラクツロナーゼ
Cry j 3	Cry j 3.5：花粉	感染特異的タンパク質
(Cry j 3.1～Cry j 3.6)	Cry j 3.5以外：雌性球果、雄性球果	



図－5　スギの不定胚分化に及ぼすPSKの効果
(A)培地上に誘導された不定胚（矢印）　(B)不定胚の拡大写真　(C)幼植物体
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

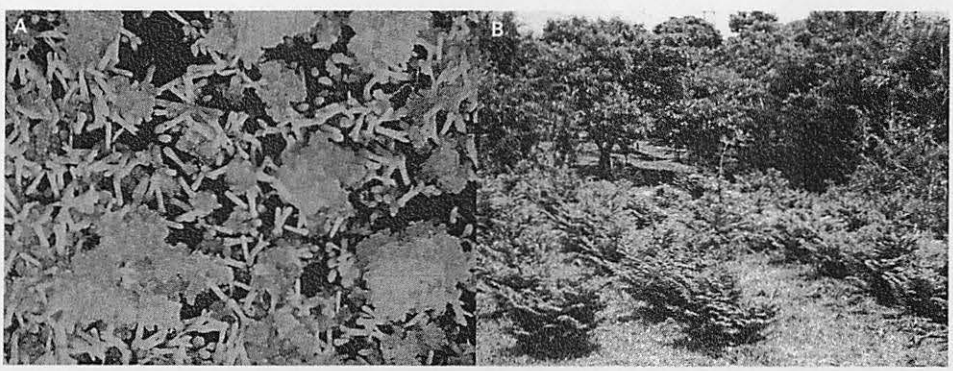
応用研究にも有用である。遺伝子組換えには、導入して発現させる遺伝子、遺伝子を導入する技術、遺伝子を導入した細胞から個体を再生する技術が必要である。これまで遺伝子組換えスギの作出例は報告されていない。それは培養細胞からの効率の良い個体再生技術が確立されていなかったためである。そこで、被子植物で報告されている細胞増殖因子ファイトスルフォカイン（PSK；phytosulfokine）をスギ個体再生系へ応用した。PSKは五つのアミノ酸から成るペプチドで、細胞の増殖や特定の組織への分化を促進することができる。これまでアスパラガス、ニンジンなどの被子植物でその存在が確認されていたが、裸子植物からの報告例はない。スギについて調べたところ、PSK遺伝子が存在し、その遺伝子が発現していることを明らかにした。これは裸子植物での初めての発見である。PSKをスギ培養細胞の増殖培地や分化培地に添加すると、細胞増殖を良好にする効果、細胞分裂の活性低下を抑制する効果、不定胚への分化を促進する効果等が認められ（図－5）、培養細胞を効率良く不定胚へ分化誘導することに成功した。誘導した不定胚は正常に発芽し、幼植物体に成長した。この成果は組換えスギの作出に大きく貢献するものである。

そのほかにも、ヤナギの熱ショックタンパク質遺伝子や雄花で特異的に発現する多糖類分解酵素遺伝子、スギの雄花の形態形成を支配する遺伝子を単離し、その機能や発現特性を調べた。また、DNA制限酵素断片長多型等を遺伝マーカーとして、スギ基盤連鎖地図を作製した。この成果は、後に遺伝研究領域による高密度遺伝子連鎖地図の構築に発展した。　（吉田和正）

2.3. 不定胚を経由した針葉樹個体再生技術の開発

主要針葉樹において、遺伝子組換えや大量増殖に必須な不定胚（受精によらず、体細胞から形成された胚）経由の個体再生技術を開発した。スギでは6月下旬から7月中旬にかけて採取した未熟胚より不定胚形成細胞の誘導に成功し、不定胚培養用培地を開発した。

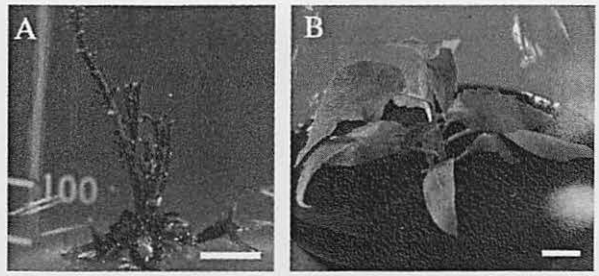
不定胚の成熟には、糖としてマルトースを用い、ポリエチレングリコールやアブサイシン酸が必要なことを明らかにした。不定胚の発芽は植物ホルモン無添加の活性炭含有培地で行い、発芽した幼植物体はバーミキュライト土壌で順化することができた。このほかに



図－6　不定胚を経由したサワラ個体再生系の開発
(A) サワラ不定胚　(B)野外で生育する不定胚経由で再生したサワラ
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

も、ヒノキ、サワラ、クロマツ、アカマツ、ヤクタネゴヨウで未熟種子胚からの不定胚経由の個体再生系を開発した（図－６）。再生された植物体は苗畑で育苗した後、試験地に植栽して、健全な生育を確認した。不定胚経由の針葉樹個体再生技術の開発により、遺伝子組換え研究が促進されると期待できる。

（石井克明）



図－７　組換え広葉樹の例
(A)ホメオボックス遺伝子*OSH1*によるセイヨウハコヤナギの形態制御　(B)除草剤耐性を付与した組換えギンドロ
Bar＝１cm

2.4　樹木の遺伝子組換え研究

遺伝子組換え技術はもとの植物の望ましい形質を全て保持させたまま、目的とする形質のみを選択的に改変する手段である。この技術を利用すれば、従来の交雑育種では不可能なほかの生物種由来の遺伝形質をも導入でき、短期間で新品種の作出が可能となる。そこで、アグロバクテリウム法を用い、セイヨウハコヤナギとギンドロのポプラ２種、シラカンバ、ニセアカシア及びココノエギリの広葉樹で遺伝子組換え技術を開発した。また、ホメオボックス遺伝子の過剰発現によるセイヨウハコヤナギの形態制御や除草剤抵抗性を付与したギンドロの作出に成功した（図－７）。針葉樹では、パーティクルガン法を用い、スギ、クロマツやアカマツへの遺伝子導入技術を開発した。

（毛利　武）

３．今後の課題

シロイヌナズナやイネの全ゲノムの塩基配列が決定され、植物においてもゲノム機能の解析が本格化している。これらのモデル植物では、ポストゲノム時代に対応すべく変異体ラインの作製、完全長cDNAの収集、DNAマイクロアレイ技術やバイオインフォマティクス（生命情報学）の拡充など遺伝子機能研究のための手法開発が活発に進められている。一方、ポプラの全ゲノムの塩基配列は2004（平成16）年９月に解読され、モデル樹木としてのポプラの役割が重要視されている。今後は、ポストゲノムとしてのポプラ完全長cDNAライブラリーコレクションの整備が急務である。また、スギゲノムの遺伝子情報の集積も忘れてならない。こうした樹木のゲノム情報を、DNAマイクロアレイによる多数の遺伝子発現パターンの網羅的解析手法に利用すると、樹木の生理現象が遺伝子レベルで理解でき、迅速な有用遺伝子の単離にも役立つはずである。

樹木の遺伝子組換え分野では、耐乾燥性や耐塩性等環境ストレス耐性を強化した組換え樹木、環境汚染対策を目指した組換え樹木や病虫害抵抗性を強化した組換え樹木の開発が重要である。また、遺伝子組換え技術による成長制御や花成制御も必要である。特に、導入遺伝子の拡散防止策として、開花の抑制技術または花粉や種子の不稔化技術の開発は最重要課題である。効率的な日本産針葉樹の組換え体作出技術の確立も残されている。組換え樹木の実用化には、パブリックアクセプタンスの獲得、すなわち、国民の関心に的確に対応した情報を提供し、最新の科学的知見に基づく安全性評価を実施することが必須である。国連気候変動枠組条約締結国第９回会合（COP9）の中でも、地球温暖化対策として、組換え樹木の植林も条件付きで合意しており、21世紀の組換え樹木の事業化も期待されている。

（篠原健司）

樹木化学研究領域

樹木化学研究領域では、植物細胞壁の構造と機能の解明、樹木抽出成分の特性解明と利用、木材炭化に関する三つの試験研究を主に推進してきた。

植物細胞壁の構造と機能の解明に関する研究は、1988（昭和63）年の林業試験場から森林総合研究所への組織改編時に、樹木生化学研究室が新たに設置され、本格的に着手された。樹木生化学研究室では、それまでの木材成分を対象とした研究から、成長中の樹木の細胞壁多糖類の化学構造と機能を解明する新たな分野に重点的に取り組むこととなった。

樹木抽出成分の特性解明と利用に関する研究は、戦時中から林産化学部抽出成分研究室で行われてきたが、1988（昭和63）年の組織改編に伴い、木材化工部抽出成分研究室と機能開発部生物活性物質研究室の２研究室で実施されることになった。前者は主に抽出成分の特性解明、利用障害、木材の着色機構に関する研究を担当し、後者は主に抽出成分の生物活性を担当した。独法化後は、再び樹木抽出成分研究室に統合されて現在に至っている。

当所における木材炭化の研究の歴史は非常に長く、炭の燃焼試験の報告が1908（明治41）年の林業試験場報告に初めて掲載されている。以後、木材炭化研究室において製炭、木炭の土壌施用、木酢液の利用に関する多くの研究が行われてきた。1988（昭和63）年の組織改編時に、木材炭化研究室は生物活性物質研究室に改称されたが、その後も木酢液・木タールの物性、成分組成や木炭の微生物増殖機能に関する研究が継続されている。

以下、上記三つの試験研究の動向、主な成果を年代順に振り返って記すこととする。

（大原誠資）

１．木本植物細胞壁の構造と機能

1.1　試験研究の動向

樹木の成長は形成層組織で誕生した細胞が体積を増加する伸長成長と伸長した細胞が肥厚、木化（リグニンの堆積）する２段階からなる。この二つのステージを経て形成された強靭な細胞壁の集合体が木材である。木材を有効利用するためにこれまでは主に成熟した木材組織を対象に研究が行われており、成長中の樹木組織に関する研究は少なく、不明な点が多かった。そこで、成長中の樹木の細胞壁多糖類の化学構造と機能を解明するための研究に着手した。得られた主な三つの成果について概説する。

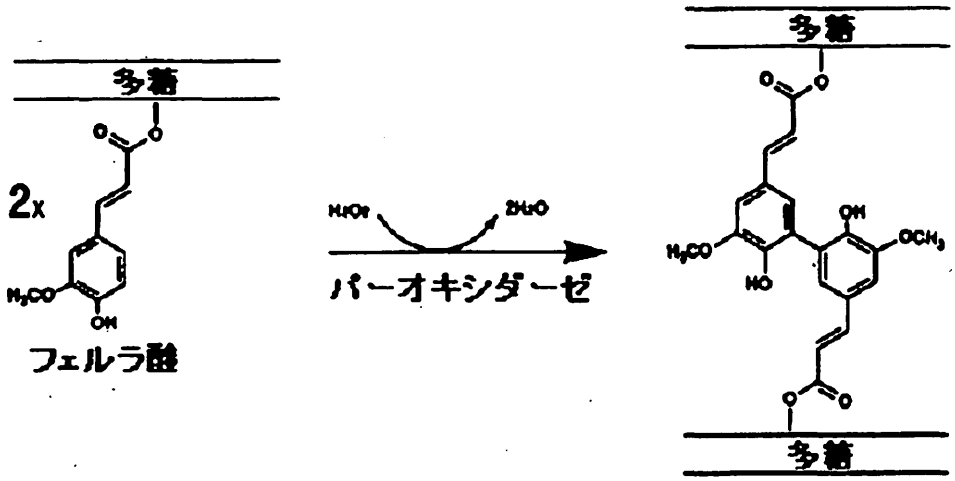
1.2　研究の成果

1.2.1　伸長成長を停止するフェルラ酸の架橋

成長中の植物細胞壁は少量の多糖類に結合したフェルラ酸を含む。このフェルラ酸はパーオキシダーゼの作用により重合し、ダイフェルラ酸を形成して多糖類を架橋する。この架橋により細胞伸長を停止すると仮説されていた（図－１）。この仮説を証明するため、タケノコ約500kgを細胞壁分解酵素で加水分解してダイフェルラ酸を含むオリゴ糖を単離、同定した。これによりダイフェルラ酸架橋が実存することが初めて証明された。その後、この架橋は細胞壁が硬さを増すにつれて増加し、成長が停止した組織に多いことが報告され、成長に関与することが示唆された。

1.2.2　スギ形成層組織の多糖類の化学構造

針葉樹と広葉樹では外観が著しく異なるだけでなく、木材の化学組成も異なる。そこで、針葉樹を代表するスギと広葉樹を代表するポプラの形成層帯組織の細胞壁の化学構造に差があるかどうかを検討した。ポプラ形成層帯組織の化学構造は既に報告されていたため、



図－1　フェルラ酸の重合による多糖の架橋

スギの形成層帯組織を対象とした。スギは千代田試験地に植栽されていた樹齢15～20年生のものを伐倒し、１本当たり約１gの形成層帯組織を採取した。詳細な分析の結果、スギ形成層帯の化学構造はポプラのそれと同じであることを明らかにした（表－１）。また、これまでに研究されたカエデ培養細胞、ダイズ、モヤシ、タバコ培養細胞などとも同じであった。これらの結果から成長中の植物細胞壁は植物の種類に拘らず同じ機能を持つことが予想され、ダイズやカボチャなど１年生草木植物を使用した成果が成長中の樹木細胞壁にも適用できると考えられた。

1.2.3　植物の必須微量元素ホウ素の機能解明

1978（昭和53）年にカエデの細胞壁から単離されたペクチン多糖の一つであるラムノガラクツロナンII（RG-II）は非常に複雑な構造を持つ。なぜ植物が100以上の酵素を使ってこの複雑な構造をしたRG-IIを作るかは長い間謎であった。植物の必須微量元素であるホウ素がRG-IIの結合部分であることが明らかになって、この謎が解けた。ホウ素が欠乏した組織ではRG-IIはホウ素と結合できないので単体として存在し、細胞壁が膨潤する。

ホウ素が十分に供給されると、RG-IIは２量体を形成し、細胞壁は薄く密度が高く、正常なものと同じ厚さに回復する。これらの結果から、植物の必須微量元素であるホウ素はペクチン多糖を架橋して細胞壁の構造安定化に働いていることが明らかになった[1)]。

（石井　忠）

2．樹木抽出成分の特性及び利用

2.1　試験研究の動向

大正時代における当所の木材抽出成分の研

表－１　成長中の植物細胞壁の主要な多糖類*

多糖類		双子葉植物		裸子植物	
		カエデ培養細胞	ポプラ形成層組織	ダグラスファー培養組織	スギ形成層組織
セルロース		30	22	23	35
ヘミセルロース	キシログルカン	25	6	15	18
	キシラン	5	11	2	5
	グルコマンナン	－	1	－	8
ペクチン	ホモガラクツロナン	15			
	ラムノガラクツロナンI	15	} 47	} 22	} 35
	ラムノガラクツロナンII	5			

*細胞壁当たりの重量%

究は、樟脳・漆・油脂関連の特殊林産物という概念で行われていた。本格的に木材抽出成分の研究が行われるようになったのは1950（昭和25）年以降のことである。当時の研究は、主に抽出成分による木材識別の観点で行われていた。昭和40年代以降になると、邦産材及び熱帯材を対象とした木材の利用障害や選択育種との関連が考察されるようになり、昭和50～60年代以降では抽出成分の生物活性やアレロパシーの研究が主流になった。平成になってからは、林地残材や製材工場残廃材から得られる精油や樹皮抽出成分の機能解明に関する研究が中心になり、技術研究組合や民間企業との共同研究を通した実用化研究も進められている。

2.2 研究の成果

2.2.1 特殊林産物

大正時代における抽出成分の研究は、その時々の社会情勢が反映されており、樟脳を安価に生産するためのクスノキの製脳試験、皮革工業に関連したカシワ樹皮からのタンニンの生産・定量等が行われた。また、キリ油の軍需物質としての重要性からアブラギリ種子の分析・品質判定が行われていた。北海道ではイタヤカエデ樹液の採取試験が行われ、その結果に基づいて第二次世界大戦末期には飲料用としての大量生産が試みられたが、精製工程に入らないうちに終戦を迎え、実用化には至らなかった。

2.2.2 木材識別

マツ属樹木の化学分類上の基準物資であるピノシルビン系フェノール物質を分別定量する簡易法が開発された。サクラ属については化学分類の面から詳細な研究が行われ、24種のサクラ属樹木の材成分が検索され、フラボノイド類による化学的分類が試みられた。昭和40年代にはケヤキ及び関連ニレ科樹木の材から多数のカダレン型セスキテルペン、フラボノール*C*-配糖体の存在が明らかにされ、ニレ科樹木の化学成分分類が詳細に考察された。

2.2.3 木材利用障害

主に熱帯産樹木を対象に、輸入木材の利用障害を解明する目的で実施された。樹脂障害は抽出成分含有量と関連しており、全抽出物量が6％以上含まれる材に著しく現れた。また、チーク材からシミ状変色原因物質、ジャイアントイピルイピル材からパルプの色戻り原因成分を同定するとともに、中国との二国間研究協力で輸送過程におけるキリ、ナラ材の変色原因物質とその防止法を解明した。さらに、スギ材の利用上大きな障害となる黒心材の対策として、黒心化原因成分の同定及び生成機構の解明を行った。

2.2.4 生物活性

昭和50～60年代以降、天然物の有する生理機能が注目され、当所でも樹木抽出成分の有する抗菌性、抗蟻性、植物成長制御作用、殺ダニ性、抗酸化能等の生物活性に関する研究が盛んに行われた。タウン材、エゴノキ材、ハリギリ材から多種のサポニンを分離同定し、これらの魚毒性、抗蟻性を検定した。また、化学反応、酵素反応によってトリテルペンに糖鎖を導入し、得られたサポニンの糖鎖構造と生物活性との構造活性相関が解明された。魚毒性、抗蟻性に関しては短い糖鎖構造（糖残基数１～２個）が有効であり、一方、植物成長制御作用及びヒラタケ子実体誘起活性では、比較的長い糖鎖（糖残基数４個）を有するサポニンが高い活性を示した。

ハツカダイコン等の検定植物の幼根及び胚軸の成長を測定する方法及びブラインシュリンプ幼生の致死活性を調べる検定法により、アカギ、アオモリトドマツからトリテルペン類、フェノール類等のアレロパシー物質を見出した。また、ヒノキ科サワラ葉の樹脂酸（ピシフェリン酸）及びその類縁体が強い抗酸化能及び殺ダニ作用を有することを明らかにした。特にピシフェリン酸メチルは強い抗酸化

表－2　主な樹種の精油含量*

樹　種	葉油含量（ml）	材油含量（ml）
ヒノキ	4.0	1.0～2.5
サワラ	1.4	1.0～2.0
ヒバ	1.4	1.0～1.5
スギ	3.1	0.5～1.0
トドマツ	8.0	～0.5
クスノキ	2.4	2.0～2.3

*試料100g当たりの精油含量

表－3　樹皮のタンニン含有量*

樹　種	タンニン量（%）
スギ	2.5
カラマツ	6.7
エゾヤナギ	17.2
モリシマアカシア	30.7
アカシアマンギウム	19.8
マングローブ	15.9

*絶乾樹皮に対する重量%

能を示す合成品BHT（ブチル化ヒドロキシトルエン）よりも強い活性を示した。

木材腐朽菌や細菌に対する抗菌成分の研究も進められており、熱帯産樹木*Gmelina arborea*心材からのリグナン類やミカン科植物由来の光化学反応性アルカロイド類が単離同定されている。

2.2.5　精油

表－2に主な国産針葉樹の葉油、材油含量を示す。トドマツが最も高い葉油含量を示した。一般に葉の方が材よりも精油含量が多い。精油成分のほとんどはテルペン類であり、針葉樹の場合、葉油ではモノテルペンが多く、材油ではセスキテルペンが多く含まれる。精油は通常、試料の水蒸気蒸留によって得られるが、当所では超臨界二酸化炭素流体を用いた方法でベイスギ材から抗菌性成分であるヒノキチオールを選択的に採取することに成功している。樹木精油が副交感神経を刺激してストレスの解消、心身のリラックスに効果的であることが確認されている。最近では、樹木精油のこのような機能を木質建材に応用する住環境向上資材の開発研究も行われている。さらに、精油がアンモニア等の消臭作用やホルムアルデヒドの吸着にも有効であること、ヒバ材油、ヒノキ材油がヤケヒョウヒダニに対して強い殺ダニ活性を有することを明らかにした[2)]。

2.2.6　樹皮抽出成分

日本の製材工場から発生する残廃材の中で樹皮は最も未利用率が高く、2002（平成14）年度からの焼却施設の規制強化に伴い、樹皮の有効利用法の開発が重要な問題となっている。当所では、樹皮に多量に含まれているタンニンの用途開発を目指した研究を進めている。表－3に主なタンニン含有樹種の含有量を示した。アカシア属樹木にはタンニン含有量の高いものが多く、ヤナギ属、カラマツ等の針葉樹にもタンニンが広く分布している。

タンニンは化学構造に基づいて縮合型タンニンと加水分解型タンニンに分類されるが、樹皮に存在するものはほとんどが前者である。樹皮タンニンの機能として、気中アルデヒド吸着能、抗菌・消臭作用、シロアリに対する抗蟻性を明らかにしている。また、タンニン・木炭懸濁液を木質材料表面に塗布することにより、タンニンを木質材料表面に固定化する方法を見出した。さらに、タンニン・木炭添着パルプシートによる有害ガス吸着材やタンニン・炭化物複合体の特性を活かした重金属吸着材を調製した。

2.3　今後の課題

林産由来の有機性廃棄物が約3,800万t/年発生していることから、廃棄物の減量化・循環利用技術の開発に貢献する変換・利用技術の開発が今後重要な課題の一つである。そのためには樹皮等の工場廃材、枝葉等の林地残材の収集、運搬、共同処理施設等を充実させるとともに、タンニン、リグナン、テルペン等の有用物質は資源化し、残渣は敷料やエネルギーとして利用する多段階利用を地域の実情に合わせて開発していくことが必要である。また、バガス、籾殻、茶殻等のほかの農林産

廃棄物についても同様の開発研究が重要である。さらに、樹木二次代謝成分の森林生態系における変性特性や環境への影響評価に関する基礎的知見の集積も、今後解明すべき重要な課題と考える。（大原誠資）

3．木材炭化

3.1　試験研究の動向

当所における木炭関係の初めての研究報告は、家庭用の燃料を目的とした木炭の製炭試験に関するものである。1911（明治44）年には日本で初めて炭窯の炭化温度の計測、炭質の分析がなされ、製炭技術に科学的検討が加えられた。また、炭窯の排煙の利用法についての研究では、木酢液から酢酸石灰を製造し、アセトンの原料とする技術などが研究された。日露戦争の時には、アセトンが火薬原料として大量消費されたため、その原料である酢酸石灰が重要物資となり、その供給源の一つとして木酢液の採取法に関する技術が重要となった。当所においても木酢液の採取法についての研究がこの頃から盛んになっている。そのほか松根油製造に関する研究も行われている。また、1918（大正７）年には、純銑鉄製造用木炭の研究も行われ、工業用木炭の先鞭をつけている。1929（昭和４）年には木炭の規格が設定され、木炭の品質管理についても検討された。このころは家庭用燃料、製鉄用等としての需要が多く、全国のさまざまな炭焼き窯の特性に関する調査が行われ[3)]、優れた製炭技術が確立されていった。第二次世界大戦下ではガソリン等の燃料不足が深刻になり、代替燃料の一つとして木炭が注目され、木炭の増産にむけた製炭技術の研究が盛んに行われた。このころの木炭の利用面での研究は自動車等の燃料として検討されたものが多くある。終戦直後からは、木酢液の除草効果等の利用に関する実証研究が盛んに行われるようになった。また、市販木炭の破砕性等に関する研究も行われた。昭和40年代は一般家庭の暖房用熱源が木炭から石油に変わった時期で、木炭の生産量も年々減少したが、工業用木炭の需要は変わらず、木炭の製造法も安価な輸入木炭に対応するための大量生産方式に関する研究が主なものとなった。一方、木酢液については分析法、生産法、生成機構等に関する研究が行われた。また、炭化現象を学問的に追究する動きも活発になり、優れた研究成果が多く出された。1965（昭和40）年以降は燃料以外の用途としての需要が高くなり、機能性木炭として土壌改良剤、融雪剤、水質浄化等の環境浄化資材、調湿剤など多方面での利用が検討された。また、木酢液については、需要の拡大などを目的として品質の安定化が図られ、規格の策定、新たな利用法の開発等が行われている。

3.2　研究の成果

3.2.1　製炭技術

栗山らは林試式角型ブロック釜による製炭試験[3)]、流動炭化による新しい製炭法に関する試験[3)]などを行い、それぞれの製炭法の特性を明らかにした。また、移動が可能な移動式炭化炉も開発されている。この炉の特徴は軽量かつ移動が容易なように解体・組み立てが簡単な構造となっている点である。このほか、U字型波型鋼板を２枚組み合わせたO字型簡易炭化炉や可搬性を考慮して車輪を付した移動式簡易炭化炉の試作も行われている。いずれも短時間の炭化が容易であり、多種類の炭材への使用が可能であった。

3.2.2　木炭の物性と利用

岸本らは系統だった一連の研究を展開し、木材の炭化に関する基礎的なデータの多くを蓄積した。木炭製造時における流出液、製炭法、電気抵抗による木炭の品質の判定、木炭の精錬度、木炭の性質、活性炭、特殊用炭、触媒製炭、樹皮の炭化等成果は多岐にわたっている[3)]。特に木炭の精錬度に関する研究では研究成果の普及のために精錬計の開発も

行っており、特許７件[3]を取得している。

辻らは、自動車または据置小型発動機燃料用の木炭について研究した。農林業用の木炭の利用についても検討され、林業用としては木炭、樹皮炭等の苗木生産への利用が検討され、成長の促進効果等が見出されている。また、クロマツの活着、成長促進、食用菌根菌の増殖効果なども検討され、木炭と松露菌との共生関係が見出されている。木炭の土壌改良資材としての機能性評価が行われ、木炭中で増殖可能な微生物の種類や木炭の物性と微生物増殖能との関連性が解明されている。各種木炭の水質浄化機能が検討され、アンモニア性窒素、有機リン等の除去効果やCODの低減効果が実証されている。さらに、木炭の調湿効果についての研究も行われ、木炭による吸・放湿機構が解明されている。

3.3.3　木酢液及びタール

燃料等を目的とした松根油や酢酸石灰の効率的な製造法が見出された。木酢液に関する研究としては、分析法、生産方法、炭化現象を科学的に解明する熱分解反応に関する研究が行われ、木酢液の生成機構等が明らかにされた。木酢液の除草効果に関する研究、木酢液の樹病菌に対する抗菌効果も研究されている。

各種木材から得られる木酢液、木タールの化学分析や木酢液の植物の発芽・成長に及ぼす影響が検討され、成長促進に効果的な木酢液の種類、濃度、構成成分が明らかにされた。また、木酢液の香りに着目し、それらの機能として植物成長制御活性などが明らかされている。そのほか木酢液の抗酸化性に関与する物質の特性が検討されている。

3.3　今後の課題

木炭、木酢液にはさまざまな機能性が経験的に知られている。今後は、それらの機能の科学的な解明と新たな利用分野の開拓が課題である。　（大平辰朗）

文　献

1）石井　忠，松永俊朗（2003）：植物細胞壁多糖ラムノガラクツロナンⅡの化学構造と機能，木材学会誌　49，153-160

2）谷田貝光克（2004）：生理機能性物質としての新展開，木質系有機資源の新展開，226-237，シーエムシー

3）岸本定吉（1998）：炭，194-295，創森社

きのこ・微生物研究領域

１．試験研究の動向

1.1　きのこ分野

きのこ類の2002（平成14）年度の総生産量は38万８千t/年、生産額は2,314億円（林業粗生産の41％）であり、特用林産物の総生産額の2,955億円の77％を占め、きのこ栽培は農山村の貴重な収入源であり、地域経済の安定と就労の場の確保に大きく貢献している。

近年、大規模生産企業の参入や中国産のシイタケの輸入増加による供給過剰できのこ類の市場価格が低迷しており、中山間地域きのこ生産者の経営を脅かしている。原材料の経費削減、収穫の効率化など生産者の経営努力によっても収益が上がらず、生産意欲を萎えさせており、中山間地のきのこ産業の振興には公的研究機関による支援が必要な状況と

なっている。

2001（平成13）年の独立行政法人化の組織改編で、旧生物機能開発部きのこ科のきのこ生態研究室ときのこ育種研究室の２研究室が合併し、きのこ研究室とチーム長（きのこ遺伝子、子実体形成）の体制で研究を推進している。食用きのこ生産の基礎的・基盤的技術の開発を担当し、有用な遺伝資源の探索・収集・保存管理、病虫害発生機構の解明、きのこの変異判別と変異発生予防技術の開発、子実体形成機構の解明、新育種技術・品種判別技術の開発、きのこの形質転換に必要なベクターや遺伝子導入技術の開発、きのこの付加価値を高める栽培技術の開発等の研究を進めている。

1.2　微生物・酵素利用分野

木材成分は主にセルロース、ヘミセルロース及びリグニンからなる。木材は紙・パルプの原料として利用されているが、食料、飼料、燃料及び化学工業の原料としても潜在的に高い価値を持っている。近年、地球環境問題が大きくクローズアップされ、省資源（リサイクルやカスケード利用）、省エネルギー、有害汚染物質の微生物による環境修復など、地球環境を保全する研究開発が要請されている。

微生物・酵素利用による木材多糖類の工業原料としての有効利用の研究やリグニン分解能を有する白色腐朽菌による環境汚染物質の分解機能の評価及び解明を進めてきた。

2001（平成13）年の独立行政法人化の組織改編で、旧生物機能開発部森林化学科の微生物化学研究室と旧木材化工部成分利用科の酵素利用研究室の２研究室が合併し、微生物工学研究室とチーム長（微生物環境修復、酵素利用）の体制で研究を推進している。木材成分を分解する微生物・酵素の利用技術の開発を担当し、セルロース、ヘミセルロースを発酵可能な糖類・液体燃料（エタノール）・オリゴ糖・機能性多糖素材（バクテリア・セルロース）・化学工業原料などの有用物質に変換する技術の開発、セルラーゼ・ヘミセルラーゼの構造と機能の解明、白色腐朽菌の環境汚染物質の分解能力を利用した環境修復技術の開発、リグニン分解酵素の性質の解明等の研究を進めている。

２．研究の成果

2.1　きのこ分野

きのこの育種素材・遺伝資源の確保のため九州、佐渡島、奈良県、長野県秋山郷、八甲田山・十和田湖、白神山地の６地域のブナ帯において野生きのこの調査、収集、保存を行い、保存株の特性を評価して、一部を農林水産省ジーンバンクに登録した。亜熱帯の奄美大島に分布する野生きのこの調査、収集を行い、その発生の様式を解析した。

きのこ栽培は原木栽培から菌床栽培に移行しているが、閉鎖環境下の菌床栽培では病虫害が一度発生すると壊滅的な被害を受けることが多く、病虫害の発生機構を解明し生態的に防除する技術開発が必要となっている。病害菌である真菌類や細菌類の同定を行い、非薬剤防除法としての生態的防除法やきのこの耐病性育種の基礎となる検定法の開発を行った。

きのこは母菌から多段階の拡大培養を経て生産される種菌をもとに栽培されているが、母菌や種菌に変異が起きると収量減少、品質劣化等の発生異常をきたし、多大な被害が起こる。きのこ菌糸の変異発生機構を解明し、変異回避法を開発した。DNAや染色体レベルの情報を用いた簡便で信頼性の高いきのこ変異の検出手法を開発した。エノキタケには核外因子として２本鎖RNAが存在し、その褐色変異は遺伝的要因によるものでなく、この２本鎖RNAに起因していることを明らかにした。変異を起こしにくい菌株維持法として、−85℃の超低温槽での直接凍結保存法を開発した。

きのこの特異な生命現象である子実体形成を誘起する化合物の活性と構造の相関を解明した。サポニンはヒラタケの子実体形成を刺激する生理活性物質であり、実際の栽培でショ糖脂肪酸エステルが利用できることを明らかにした。

近年のシイタケの輸入の急増は我が国のきのこ産業に深刻な影響を与えており、国内生産者保護のため2001（平成13）年に中国からの生シイタケにセーフガード暫定措置が発動された。乾シイタケの輸入量は国産を上回り、生シイタケも消費量の３分の１以上を輸入品が占めており、国産ブランドを喚起する上で輸入シイタケの系統判別は緊急の課題であったが、ゲノム情報に基づくシイタケの系統判別法を開発した。

マツタケのゲノムより担子菌で初めてレトロウイルス様遺伝子をクローニングし、marY1と名付けたレトロエレメントは一対の末端反復配列がコートタンパク質・タンパク質分解酵素・逆転写酵素・核酸分解酵素・組換え関与酵素等の遺伝子を挟み込む構造をもち、レトロウイルスと異なるのは感染に関わる膜タンパク質の遺伝子を持たない点であることを明らかにした。マツタケのゲノムより単離したもう一つのレトロエレメントmarY2Nは、末端反復配列を持たずレトロウイルスとは異なる構造をもつことが分かった。２種類のレトロエレメントの存在を多くの高等菌類で確認し、外生菌根性の担子菌類が異なる進化の過程を経てきたことを明らかにした。マツタケ種特異的遺伝子をマーカーにしたマツタケ菌根の系統判別法を開発した。marY1遺伝子の組換えに関わる領域を取り出し、担子菌の形質転換用のベクターに組み込むことにより形質転換効率の高い組換え系を開発した。また、遺伝子導入法の一つであるパーティクルガン法でヒラタケの形質転換体を作成した。

カカオハスクなどの未利用の培地基材やエリストール生産酵母菌体、ビール粕などの栄養材を導入することによりきのこの菌床栽培の培地経費の削減、きのこの嗜好性に影響する成分の解明、きのこの機能性成分を高める栽培技術を開発した。

2.2　微生物・酵素利用分野

木材の主要成分である高分子の多糖類を発酵可能な糖類にまで低分子化し、石油資源を代替する燃料や化学工業の原料として利用する鍵は、セルロース成分をいかに効率よくグルコースに変換するかにある。広葉樹材の酵素糖化の前処理技術として蒸煮・爆砕を検討し、成分の効率的分離と分離した各成分の特性を活かした利用法を開発し、木材の成分を総合的に利用するプロセスを確立した。

蒸煮・爆砕処理は、確実に木材を酵素糖化できる機械的微粉砕法よりもエネルギーを必要とせず、化学的脱リグニン法のように溶媒や化学試薬を必要としないので環境への負荷が少ない点で注目されたが、リグニン含有量が多く縮合度の高い針葉樹材ではほとんど効果が認められなかった。広葉樹材を蒸煮・爆砕処理することによりヘミセルロースのキシランはキシロースやキシロオリゴ糖としておよそ15％の収率で回収でき、リグニンの大部分は有機溶媒やアルカリに可溶となった。ヘミセルロース画分は精製して低カロリー甘味料に、リグニンは接着性能の優れた樹脂または水素化分解により熱溶融性を付与して炭素繊維に、残渣のセルロースは酵素加水分解によりグルコースにそれぞれ変換できた。生成したグルコースは容易にエタノールに変換できる。これらの成果を受けて木材成分総合利用研究技術組合では広葉樹材の主要成分を効率的に分離して総合的に利用するプロセスの経済性を企業レベルで検討した。

セルロースの酵素糖化を効率的に行うため、セルロースの高次構造やセルロース誘導体の構造とセルラーゼの作用機構との関係を解明

した。セルロースは結晶（Ⅰα、Ⅰβ）と非晶の状態で存在するが、結晶セルロースはミクロフィブリルの束からなり、分子鎖間が水素結合で規則正しく緊密に結ばれているため、セルラーゼがミクロフィブリルの中に直接侵入し、攻撃することは不可能である。結晶セルロースはその分子鎖の外側からエキソ型の作用様式で徐々に分解を受けるため、加水分解をしても残渣の結晶的性質は損なわれなかった。また、セルロースⅠαはⅠβよりも酵素分解を受け易いことを明らかにした。6位のみ置換のメチルセルロースは酵素分解を受けるが、2位と3位にメチル基が存在するセルロース誘導体は酵素の拮抗阻害剤として働くことを明らかにした。

ヘミセルロースの利用を推進するため、植物に対して生理活性をもつ酸性キシロオリゴ糖を効率的に生産するキシラナーゼの選抜、予め還元処理をして抽出したキシランから得られる中性分岐オリゴ糖の構造、キシロース異性化酵素によりキシロースをキシルロースに変換して酢酸菌セルロースに変換する方法、遺伝子のランダムシャッフリングによるキシラナーゼの改質等の検討を行った。

木材成分を分解する微生物機能に関して、多クローン性抗体の交差反応による木材腐朽菌セルラーゼの類型化や褐色腐朽菌が菌体外に生産するキレーターによるフェントン反応を明らかにした。難分解性色素の脱色能からクラフトパルプの微生物漂白用の白色腐朽菌として *Phanerochaete crassa* MAFF 420737（WD1694）株を選抜し、同菌の生産するマンガンペルオキシダーゼの性質を解明した。リグニン分解能力をもつ白色腐朽菌は、ダイオキシン類等の有害物質に汚染された土壌の環境修復に利用できる。ダイオキシンの分解菌の選抜に利用できる新規蛍光物質を特許出願した。国内に生息し難分解性色素の脱色能力において優れているウスヒラタケの土壌中での菌糸の蔓延条件を明らかにし、環境修復の実用化技術の開発を目指している。

3．今後の課題

3.1　きのこ分野

2000（平成12）年1月に遺伝子組換え作物等の安全性に関する議定書（カルタヘナ議定書）が採択されている。遺伝子組換え体は、栽培きのこよりも担子菌のリグニン分解機能の強化やパルプ漂白を目的とした酵素の生産性の向上等で近い将来に研究開発の可能性があり、遺伝子組換え体きのこが自然の生態系へ侵入したケースのリスク評価法の開発など、生物多様性への悪影響の防止対応策の具体的検討が求められている。2003（平成15）年6月にカルタヘナ議定書の担保法が成立し、組換え体の研究開発は従来のガイドラインから法律による規制に変わっている。種苗法が2003（平成15）年6月に改正され、育成者権の侵害に対する罰則の対象が収穫物段階での権利侵害まで拡大された。しかし、育成者が権利侵害により生産された収穫物であることを証明しなければならず、栽培環境による個体変異の大きいきのこでは形態的特徴だけでの判別は困難であり、主要栽培きのこのゲノム情報を利用した簡便で信頼性の高い品種判別技術の開発が必要となっている。

3.2　微生物・酵素利用分野

地球環境の保全に関する認識の高まりから、人と自然が共存する豊かで快適な生活が求められる中で、安易な化石資源の大量利用への依存からの脱却が迫られている。我が国は国土の66％が森林で覆われ、森林の年成長量が1億m^3とみられる森林国であるが、国内で消費される木材の82％は輸入材であり、国産材の利用は不振に喘いでいる。低質の広葉樹材は用途が見出されず、林地残材、間伐材、工場残材等の木質バイオマスも、紙パルプ工業を除き、十分に活用されているとは言えない。2002（平成14）年12月に国が策定したバ

イオマス・ニッポン総合戦略に沿って、きのこ栽培の廃菌床や建築廃材など針葉樹材を含めた未利用の木質系資源を燃料や産業素材へ変換し、循環資源利用の持続性社会の実現を目指す上で、環境に優しい微生物・酵素の利用技術の開発は不可欠となっている。

(石原光朗)

森林作業研究領域

1．試験研究の方向

森林作業研究領域の研究は、森林作業、労働科学、林道の３部門からなっている。森林作業、労働科学に関する研究は使用される林業機械と関連しており、まず、主要な林業機械の導入経過等について述べる。

1920（大正９）年、木曽の御料林に米国製の集材機が導入された。トラクタ集材は1920年代に始められたが、戦争の影響を受けて行われなくなり、1950（昭和25）年に国有林に再び導入された。チェーンソーは米国製のものが1953（昭和28）年に国有林に導入された。

1954（昭和29）年、国産の刈払機の製造、販売が開始され、国有林では、1958（昭和33)年頃から本格的な導入を始めた。1965(昭和40）年に「白ろうの指」と題するテレビ放送がなされるなど、チェーンソーなど手持ち機械の振動に起因する「レイノー氏現象」が社会の注目を集めることになり、林業試験場では、チェーンソーの低振動化に向けた研究が行われた。林業試験場、メーカー等の研究の結果、チェーンソーの防振化は大きく進展し、チェーンソーのハンドル部分の振動加速度は1966(昭和41)年には16～３Gであったが、2004（平成16）年には1.0～1.4G、平均1.2Gとなっている。1988（昭和63）年、木材生産の生産性の向上を目指した新たな林業機械として高性能林業機械が導入されるようになった。図－１～３はその一部である。



図－１　タワーヤーダ



図－２　プロセッサ



図－３　フォワーダ

2．研究成果の概要

2.1　森林作業部門

戦前における森林作業に関する研究は、農山村で低廉かつ豊富な労働力が自由に得られたこともあり、多くはなかった。戦後においては、作業能率調査、伐木運材作業コストの分析、国有林における作業基準作成のための調査研究などが行われてきた。振動問題の発生後は、森林作業の研究分野においては、作業員が受ける振動を如何に少なくするかの観点から研究が行われた。チェーンソーによる伐木造材作業の中で振動暴露時間が多く、振動発生の大きい枝払い作業について斧作業との比較を行った結果、作業能率は、伐採木の胸高直径が40cm以下であれば、チェーンソーによる枝払いよりは有利となること、労働時間内における消費カロリーには大差がないことを明らかにした。

森林作業部門におけるここ10年間の研究は、高性能林業機械を使用した森林作業を対象としたものが中心となっており、その概要は以下のとおりである。

タワーヤーダを用いた間伐作業において、列状間伐方式と単木間伐方式との比較を行った結果、生産性は単木間伐方式では1.8m³/時であったのに対し、列状間伐方式では3.5m³/時（1.9倍）であった。ハーベスタとフォワーダを用いた間伐作業において、列状間伐方式と単木間伐方式における残存木の損傷について調査を行った結果、残存木の損傷率は単木間伐方式では24％であったのに対し、列状間伐方式では15％（0.63倍）であった。タワーヤーダ集材の作業効率の調査を行った結果、上荷集材は3.1m³/時で下荷集材2.1m³/時の1.5倍であった。タワーヤーダ集材の横取作業の時間分析に基づき、横取時間を最小にする横取角、伐倒角を求めた。その結果、例えば横取距離が20mの場合、最適な横取角は40°、伐倒角は10～30°で、このときの横取時間は77秒となった。伐採方法別の横取速度は、皆伐0.44m/秒、列状間伐0.27m/秒、単木間伐0.20m/秒であった。

スイングヤーダ集材とプロセッサ造材との作業工程の調査を行った結果、スイングヤーダ集材の生産性は4m³/時前後、プロセッサ造材は10m³/時前後であった。この生産性の違いからプロセッサには多くの待ち時間が生じることになる。そこで、集材作業の終了後に造材作業を行う方式と集材作業と造材作業を並行して行う方式との比較を行った。その結果、後者においては集材した材の滑落防止のための材の引き上げ作業をプロセッサが行ったため、サイクルタイムは短くなり、後者の生産性は前者の1.4倍であった。

フェラバンチャによる伐倒時間の時間分析を行った結果、伐倒時間は、従来型の機械であるチェーンソーによる場合の1/5～1/10であることが分かった。ホイール式のスキッダの走行速度はクローラ式の約2倍であった。フォワーダの林内走行における障害物（立木、伐根、転石）の密度と走行速度等の関係を明らかにした。トラック運材の作業効率の調査を行った結果、グラップルクレーンによる積込はウインチクレーンによる場合の1.3～1.6倍の作業効率となった。森林作業は地形の影響を大きく受けるため、森林作業のための地形評価に関する研究を行った。

下刈作業において、刈払機を用いた場合の作業効率は、手鎌の場合の2.2～2.6倍であった。刈払機を用いた下刈作業について、地形傾斜別の作業効率の調査を行った結果、地形傾斜が10～20°程度のときに最も作業効率は高かった。作業員を対象に調査を行った結果、地形傾斜が10～20°程度のときが最も刈払作業が行いやすいとの回答を得た。その理由として、少し傾斜があった方が作業はしやすく、平坦地では刈払った植生は倒れにくいが、傾斜地では下方に倒れやすくなるとともに、作業しやすい刈り幅となることが分かった。

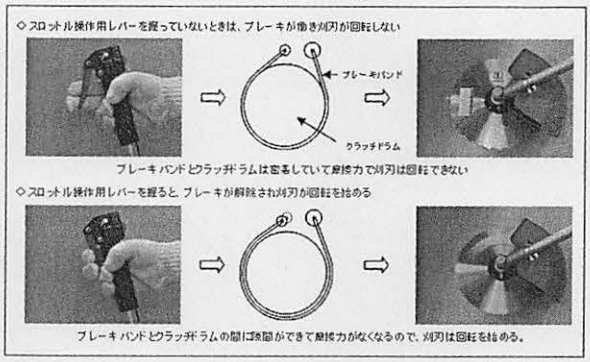
2.2　労働科学部門

戦前、林業試験場における労働科学に関する研究は多くはなかった。戦後、国有林の合理化方策の中で標準工程を把握することとなり、その一環として、各種作業の労働強度をエネルギー代謝率によって測定する研究が1950(昭和25)年から始まった。チェーンソー等の振動問題の発生後、チェーンソーの振動の調査、チェーンソー使用時の作業動作、作業姿勢、作業方法、ソーチェーンの目立て状況と振動との関係、チェーンソーの振動の腕等への伝わり方などの研究も行った。それらの結果は伐木造材作業基準の改正、ソーチェーン目立て要領となり、国有林においては、それらの基準に基づいて作業員の技能教育が行われた。また、1973（昭和48）～74（同49）年、通産省の機械安全化・無公害化委員会は、国会などの要請に基づいて、チェーンソー及び刈払機の安全化・無公害化問題を取り上げ、林業用手持機械の安全化・無公害化目標の策定を行ったが、それには、林業試験場の試験研究成果を活かしたとりまとめが行われた。

2001（平成13）年の林業労働者の死傷災害者数は2,974人（休業４日以上）で、そのうち死亡者数は54人となっている。死亡災害の作業種別内訳は伐木造材作業が33人、集運材作業が11人、造林作業が５人、そのほか５人となっている。林業における労働災害は、度数率、強度率ともに全産業平均の約10倍となっている。

ここ10年間の労働科学に関する主な研究は以下のとおりである。

下刈作業における災害の実態を明らかにするため、実災害やニア事故に関する調査を行った結果、足の滑りや転倒時に刈刃で脚部を切創するケースが多かった。刈払機の回転している刈刃が伐根等の障害物に当たったとき、キックバックと呼ばれる跳ね返りが生じ、そのことによる災害が生じているのである。



図－４　プレーキ付き刈払機。スロットルから手を離すと刈刃の回転は停止する。

キックバック現象の解明を行った結果、反力の最大値は刈刃の回転数が4,000～6,000rpmのときに生じ、各回転数における最大値をトレースした曲線はエンジンの出力曲線に似た形となることが明らかとなった。従来の刈払機は、ハンドルから手を離しても刈刃は回転し続ける構造となっている。このため、作業時に転倒、足の滑りが生じた場合など、労働災害が発生する。このため、刈払機メーカーとの共同研究により、ハンドルから手を話すと刈刃の回転が自動的に停止する新たな刈払機（図－４）を開発した。この刈払機の操作性、作業効率等の調査を行った結果、問題はないことが確認された。この刈払機は特許出願、製品化を行い、販売されている。

森林作業の中で最も災害発生が多いチェーンソーによる伐木作業を対象としてヒヤリハットの調査を行った。その結果、伐倒方向が急変したために被災しそうになった場合やかかり木処理中に被災しそうになった場合が多かった。伐木作業における危険な行動についての調査を行った結果、危険な行動をとる比率の高いものは「伐倒木がかかり木となったので、かかり木を外すために、かかり木の元玉部分を鋸断した。」が38％、「伐倒木がかかり木となったので、かかり木を外すために、隣接する立木をかかり木に浴びせ倒すように伐倒した。」が36％であった。タワーヤーダ集材の作業者を対象としてヒヤリハットの調

査を行った結果、「今まで１～２回経験」が67%、「ときたま経験する」が21%、「しばしば経験する」が12%であった。発生時刻は、午前中では10時、午後では14時から15時にかけて発生する頻度が最も高かった。この時間は、実際の労働災害の発生時間帯と一致している。発生時の作業内容では、横取作業中が最も多く52%、次いで集材作業中が17%、荷卸し、架線の架設撤去がそれぞれ13%であった。

チェーンソー玉切り時の振動伝達機構の解明のため、ハンドル部及び左手腕各部に伝達する振動、作業者の作業姿勢、腕角度、グリップ把持力を計測し、左腕に伝わる振動を３次元的に解析した。その結果、手首及び肘への振動の伝達は、把持力の増加に伴い減衰量が小さくなることが明らかになった。

ハーベスタ、プロセッサ、スキッダを対象として、運転作業環境の評価を行うため、座席上の振動、オペレータの耳位置での騒音、操作器具類の配置、オペレータの視野、注視点、心拍数等の測定を行い、人間工学的な見地から検討を行った。また、高性能林業機械の運転者の年齢と作業速度の関係、高性能林業機械の運転者の精神的負荷の状況の調査を行った。

2.3　林道部門

我が国では、木材の輸送には古くから河川を利用した流送が行われてきたが、次第に陸送に席をゆずり、1964（昭和39）年に姿を消した。森林鉄道には大量輸送能力があり、国有林や御料林では1910年代以降各地に森林鉄道の敷設を進めていった。しかしながら、トラック運材の方がコスト的に有利であることなどから、1959（昭和34）年、国有林は既設の森林鉄道は自動車道に改良することを決定した。1975（昭和50）年、長野営林局の大滝森林鉄道の廃止をもってその歴史の幕をとじた。2002年度の林道の開設量は895km、作業道の開設量は3,252kmである。

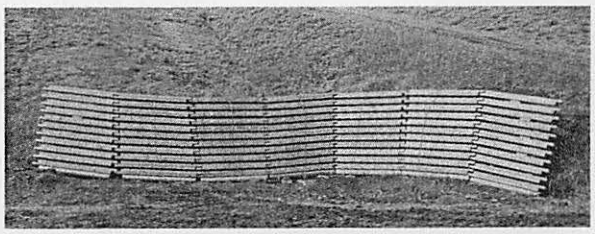
我が国で林道の研究が活発に行われるようになったのは1951（昭和26）年ころからで、大学の農学部を中心としていた。林業試験場では1969（昭和44）年に林道研究室が新設され、岩石の岩質を判断するための弾性波探査法、林道の排水のあり方、急傾斜地及び特殊地帯における林道設計法等の研究が行われた。

ここ10年間の林道等に関する主な研究は以下のとおりである。

茨城県里見村内の民有林を対象にタワーヤーダ集材を前提とした路網配置計画を作成した。計画区の数は43で、全面積は6,002haであった。配置された路網の分析を行った結果、路網計画上必要な定数、関係式を得た。

林道を谷筋林道、中腹林道、稜線林道に区分し、地形分析、迂回率、縦断勾配の測定を行った。その結果、稜線林道は迂回率、縦断勾配はともに最も小さく、稜線林道には走行性の面で利点のあることが分かった。林道、作業道、集材路の開設単価の実態調査を行い、路網の規格、地形傾斜に応じた路網の作設単価の計算式を導いた。この計算式を用いれば、地形傾斜を測定するだけで路網作設費の概算値を容易に求めることができる。林道開設の不適区域、要注意区域等の区域区分を行うため、地形図、地質図、空中写真から地質情報を抽出し、地盤情報図を作成した。循環路網の利便性を数量的に表すため、その評価法の開発を行った。路網の機能を総合的に評価するため、路網における林業的交通量、林道密度と木材生産費の関係、作設費、規格構造、路網配置等の調査を行った。

砂利道の路面の沈下を少なくする方法として、実験棟内において、路床の上にジオテキスタイルを敷き、その上に砂利の敷設を行い、10,000回の車輪自動往復通行を行った結果、効果のあることが確認された。林道における敷き砂利のうち、粒径4.76mm以上をレキ、それ以下を砂とし、砂利の締固め後の乾燥密



図－５　新たな木製擁壁（森林総研構内）。設置方向、縦断勾配の変化に対応している。

度を最大にするレキと砂の混合比率を実験により求めた結果、レキと砂の比率は60：40であった。路面流による砂利道路面の浸食を防止する観点から、路面の緑化試験を行った結果、植生の被覆率が高かったものはバミューダグラス、ノシバ、ウィーピングラブグラスであった。林道路面流の定量評価を行うため、路面流量、土砂流出量等の測定を行った。また、横断排水溝の機能状況、林道における擁壁の設置状況の調査を行った。

林道建設には木製擁壁が多く使用されてきている。木製擁壁に関する現場担当者に対する調査を行った結果、標準歩掛が整い、施工が容易でかつ安価なユニット式の二次製品の開発が必要であることが明らかになった。従来の木製擁壁は曲線部や勾配変化点に設置する場合には部材の切断を要するという欠点があった。そこで、曲線部や基礎地盤の勾配の変化のある箇所においても、部材の切断等の加工を要することなしに、容易に設置しうる擁壁の開発に取り組み、新たな木製擁壁（図－５）の開発、特許出願に至った。

（大川畑　修）

林業機械研究領域

１．試験研究の動向

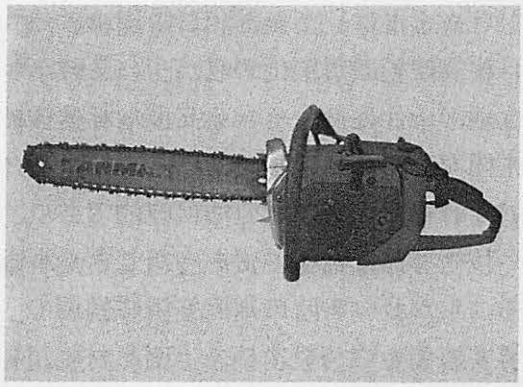
我が国の林業機械化は、すでにこれまで半世紀を越える発達史を展開してきた。奇しくも本年は林業機械分野が森林総合研究所に組織として発足してから40年目を迎えている。

我が国の林業機械化の歴史は、森林鉄道や軌道・索道などの集運材分野の機械の導入から始まっている。本格的な林業の機械化は第二次世界大戦後であり、とくに1954（昭和29）年の洞爺丸台風による風倒木処理にチェーンソーやトラクタが使われて以来のことである。また、我が国の森林の地形条件に合わせて、国産の自動変速２胴集材機が開発されたのもこの時代であった。1955～1965年代に入り、独自の構想を持った国産の小型集材機やチェーンソー及びトラクタが次々と開発改良され、伐木造材作業にチェーンソー、集材作業にトラクタや集材機、運材作業では森林鉄道等から林道に代わりトラックによる運材など機械化が進められた。一方、戦後に積極的に植林された人工造林地の間伐に対して、間伐搬出用の機械として林内作業車、簡易架線、モノレール、自走式搬器などの小型の林業機械が次々と開発され、民有林を中心に多様な間伐搬出の機械作業システムが展開された。これらの林業機械は、後述の高性能林業機械に対する従来型林業機械と呼ばれるものであり、いわゆる、従来型作業システムの原形がこの頃に確立された。これらの林業機械による作業システムは機械の改良を進めながらも1975（昭和50）年頃まで大きな進展がないまま推移してきた。この理由の一つには、作業規模の零細化や我が国の急峻かつ複雑な地形条件に適合できる高度な林業機械の技術開発不足が挙げられるが、素材生産技術に対する対応が各地域とも保守的であり、新しい技術導入に消極的であったことも挙げられる。しかし、当時の高度経済成長期の下で、上昇する賃金や一般物価を上回る材価が労働生産性を上げなくてもこれを吸収できたこと

が、新たな機械化の進展を鈍らした大きな原因と言える。

当時の林業機械研究の特筆すべき試験研究として、チェーンソー、刈払機等の林業用手持機械の振動・騒音の防止に関する研究がある。チェーンソーの普及とともに、チェーンソー作業者の手指に発生するレイノー氏現象（白蝋病）が林業労働災害として社会的な問題となり、その対応研究が重点的に進められた。その結果、ハンドルを持つ手指に伝わる振動を正確に測定する方法（定圧測定法）を開発し、各種レシプロチェーンソーや電動・空気チェーンソーの防振効果や振動伝達機構の解明、振動と騒音の相関、イヤストップ・イヤマフ類の遮音効果、ロータリーチェーンソーの開発等の成果を収めた（図－１）。

これらの研究は、1975年代にさらに展開し、チェーンソーの排ガスの問題、キックバック現象、チェーンブレーキ等の諸現象の解明につながり、現在の完成品（１G以下のチェーンソー）の原形をみることになる。また、もう一つの特筆すべき試験研究として、集材架線機械に関する研究がある。当時、多径間索道に代わって盛んに使用され始めた集材機の索張設計法に関するものである。この研究では、架線用ワイヤロープの曲げ疲労や損傷試験、スプライス、クリップ止め、クランプ類の性能試験、張力計の試作改良など集材機に関わる諸器具類の性能に関する研究とともに、索の張力測定法や架空線理論と呼ばれる索張設計のあり方を索張方式ごとに評価し、体系化した。これらの結果は我が国の各種索張方式に適用できる集材架線設計計算法として世にでることになり、架線集材の安全性確保の課題として大きな成果をもたらした。このほかにこの時代に、すでに高性能林業機械の走りとなる無線操縦式林業トタクタや二胴ウインチ付きフォワーダの開発が試みられている。



図－１　ロータリーチェーンソー

機械化技術は、1975年代に入ると安定成長の経済基調にのり、林業機械及び生産施設の開発普及が目覚ましくなる一方、林業の労働生産性の向上や林地保全及び林業就労者の労働安全などに調和した効率的な作業やその技術が模索され始めた。林業機械の試験研究も、これに従って多少広範な領域に進化し、新しい機械への模索が試みられた。当時(1975(昭和50）～1985（同60）年）の特筆すべき林業機械研究として、非皆伐施業に適した伐出技術として自動制御型集材機や気球(バルーン)集材に関する研究とバイオマス関連収穫機の開発研究が挙げられる。前者は、経済性の観点から最終的には実用までには至らなかったが、非皆伐施業の新しい有効な集材法として森林総研式の三線式索張法を提示している。また、後者は、ササやホプラ、カンバ類のバイオマス収穫搬出技術の開発に関わるものであり、機械研究では、その作業機と急傾斜地・不整地の走行を可能とするベースマシンの開発研究であった。この研究開発では、足回り機構の異なる二つの車両を試作し、現在にも受け継ぐ連結装軌車両と段軸式車両の開発として実用に供する成果を得た（図－２）。

連結装軌車両は、４自由度を有する連結機構により２台の車両を連結させ、関節部の制御によって地面に接地させる履帯接地部の接地圧分布を変えることにより、履帯の粘着けん引力を増加させ、従来の車両に比べてより推進力を発揮できるようにした機構である。また、段軸式車両は、左右の車軸の高さを制御できる構造であり、コンピュータ制御によ



図－2　段軸式車両

り地形傾斜の感知と車両の姿勢制御を自動的にコントロールすることで斜面での横走行を可能にしたものである。これらの開発研究は、車両の足回り機構の研究の新しい展開として大きな成果を挙げるとともに、その貴重な技術蓄積は、その後の車両系足回り機構に関する研究に反映されている。

我が国の林業の機械化にとって飛躍的な技術革新は、1985（昭和60）年に入ってからである。フェラーバンチャ、ハーベスタ、プロセッサ、タワーヤーダなどいわゆる高性能林業機械の導入が始まったのが、この時期である。当時は、木材価格は下降をたどり、賃金上昇による伐出コストの上昇と立木価格の低迷が、林業経営に極めて深刻な影響を与えていた。加えて、森林・林業をめぐる情勢は、円高等による外材との競合の激化、林業労働力の減少や高齢化、若年労働者の林業離れ、国民ニーズの多様化に対して多様で高度な森林作りに向けた森林管理の要請などの林業に対する否定的な問題が山積していた。これらに対応して林業の健全な発展、活性化を図るためには、従来型の機械化から新たな機械化への展開が必要であり、林業先進地で実績を挙げている高性能林業機械の導入が各地で模索され始めた。国は、1991（平成３）年に国産材供給体制の整備のための生産性増強という観点から、伐出・育林作業の現場を高性能林業機械を中心とした効率的な形態に転換していく方向を示した（高性能林業機械化促進基本方針）。林業機械の試験研究もこれに呼応して、機械の大型・高性能化に関するものあるいは新規性や自動制御機構を有する機械開発の研究に力点がおかれた。

1988（昭和63）年に林業試験場は森林総合研究所となり、従来の個別的な試験研究から時代ニーズやシーズに対応する総合的研究に展開していった。1985（昭和60）～1995（平成７）年の試験研究の代表的なものでは、新しい足回り機械としてテーブルスライド型歩行機械や４脚２補助脚機構を持った脚式車両、３組クローラを芒星状に配置した構造の車両（Tri-Track-Mover）等のハイブリッドマシンの開発がある。また、伐倒機の自動化のための制御装置の開発、プロセッサに組み込まれる材測尺装置の開発、掻き起こし・耕耘・植付け等の自走式造林機械の作業機の試作開発、枝打ちロボットの試作開発などが挙げられる。

現在に至る過去10年間の機械化は、第３～４期の機械化と呼ばれるファイナルステージの時代と言える。より操作性の高い機械が開発され、高性能林業機械の国産化が進み、林業現場に普及していき、その労働生産性は徐々に向上してきた。しかし、当初予期した労働生産性の飛躍的向上や大幅なコスト低減などは期待どおりの展開になっていないまま前半を推移した。その原因として高性能林業機械の作業システムの未構築や稼働率の低さなど、主としてソフト的な問題が明らかになってきた。機械自体の開発改良は不可欠であるが、それ以上に機械を使いこなすマネージメントの質をそれぞれの地域・経営体がどう高めるか、そのことが最終成果を左右する要因であった。

2001（平成13）年に森林・林業基本法が改正され、森林の多様な機能の持続的な発揮と資源の循環利用の推進が求められる中で、森林施業に的確に対応できる機械化作業の有り様をどの様に構築するかが求められたのもこの時代の大きな変化であった。具体的には、

次のような問題が機械化の動向を左右した。

高性能林業機械の作業システムとしての未構築や稼働率の低さに対する対応、急傾斜地での作業や間伐等の非皆伐作業あるいは育林作業への対応が可能な機械や作業システムの構築への対応、環境負荷低減への配慮した機械ハード部分の開発改良や普及に対して小型軽量、低価格な機械の開発などへの対応である。

林野庁では、先に策定した我が国の林業機械化のガイドラインである高性能林業機械化促進基本方針を改定し、21世紀に向けた新たな林業機械の構築・普及に向けての施策を展開することになった。林業機械の試験研究も、これに呼応して機械化による作業技術の体系化の実現に向けて、林業生産の能率の向上、作業の安全性の確保、環境負荷低減を目的として伐出機械の高度化と造林機械の技術開発に関わる新たな研究を推進することになった。

2．1995（平成７）～2004（平成16）年までの研究成果

2.1　伐出機械研究

伐出機械研究では、効率的かつ安全性の高い伐出機械の開発に向けて、各種伐出機械類の性能試験をもとに機械の機構特性を解明し、林地・林分の保全及び制限された作業条件に対応できる新しい伐出機械の概念を模索した。その一つとして集材作業の安全性の確保や省力化に対する無人化への展開として、自律走行や自動搬送型の集材機械の開発に取り組んだ。車両系では集材路上を走行する無人集材車両の開発、架線系では自走式搬器の自動化の技術開発を行った。前者は、簡易な位置内界センサと自律走行を制御するプログラム搭載の車両であり、集材路に埋設した永久磁石により路上のスリップ誤差を補正しながら集材路上の自律走行を可能にしたものであり、その試作機を完成させた。

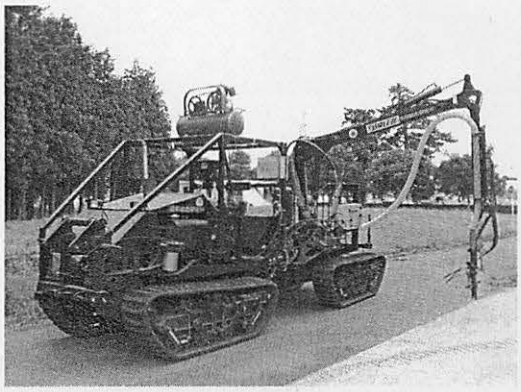
また、我が国の複雑急峻な地形に対して林業労働の安全性の確保と林地攪乱の防止のための機械が模索され、乗用可能な林業用モノレールや急傾斜地用車両系機械の機体支持装置及び新素材を使った林業労働災害防止用機械器具類などの研究開発を行った。林業モノレールの開発では、急傾斜地における安定走行に関わる各部の強度、安全性等の設計上の問題を抽出し、傾斜地走行に適したレール構造や機構を明らかにし、林道等に代わる新しいレール路線網のあり方を展開した(図－３)。また、機体支持装置では、車両の転倒や暴走の抑制や安定走行に対して自動制御により機体を一定の力でコントロールするサポート機構を明らかにし、その試作機を開発した。新素材を使った林業労働災害防止用機械器具類の研究では、タワーヤーダの控索にスーパー繊維を適用したもの、防振用として制振合金を用いたチェーンソー、チタンや炭素繊維を駆使したフェリングレバー等の開発を行った。これらの機械器具類は、民間との共同研究により試作機が完成しており、今後実用機として現場で展開されることが期待される。



図－３　林業モノレール

2.2　造林機械研究

造林機械研究では、人力に依存する育林作業から機械化による育林作業の作業仕組みの確立を目指し、種々の育林機械の機構・性能・作業効果を解明し、省力的かつ効果的な育林作業の機械化技術を開発することに主眼がおかれた。特に、労働力が集中する植栽及



図－４　植付多工程処理機

び初期保育に焦点をあて、機械植栽に適した造林材料や省力化のための植付け機構や地拵えの方法、マルチング材の効果等を解明し、コンテナ苗を用いた新しい植栽機械の開発に取り組んだ。また、育林作業は林内での作業が余儀なくされ、森林作業が林地環境に与える影響の評価と軽減技術の開発として、足回り機構や車両構造が林地地表に与える影響を解明し、高性能で環境負荷の少ない育林用軽量ベースマシンの開発に取り組んだ。前述の連結式装軌車両やTri-Track-Moverが継続して研究開発、改良され、その実用機の開発に成果を収めた。これらの作業機及びベースマシンの一連の機械は、ヘッド式・連続処理型の植付多工程処理機としてその試作に着手した（図－４）。また、下刈作業等の労働災害防止機械器具として刈払機に関してブレーキ付き刈払機の開発を行った。これは、スロットル操作用レバーから手を放すと刈払機のシャフト回転を強制的に止めるブレーキ機構を備えた刈払機であり、本開発機は実用機として既に市販に至った。

2.3　自動化技術に関する研究

自動化技術に関する研究では、森林作業の多様化に伴い、森林への環境負荷低減を前提として、森林施業・経営の基礎となる森林情報を自動的に識別し、離れたところから森林作業をコントロールする技術やシステムの開発に関する研究を行った。具体的には、地形・地理及び林況の自動計測装置の開発、マニュピュレータのテレイグジスタンス技術やテレコントロールシステムによる森林管理用機械の開発に取り組み、育林から伐出までの各機械の自動化や無人化ならびにこれを統合してコントロールするシステムの開発を推進した。

これらの機械が実践的に展開し、機械作業システムとして使いこなすようになるためにはソフト面も含めた解決しなければならない多くの課題があるが、新しい機械化の有り様として一つの成果を収めた。このほかに、前述の段軸車両の開発研究の成果をもとに４WD車両のサスペンションをベースにし、傾斜不整地で車体の姿勢を常に水平に保つことのできる森林管理用車両の開発もこの時代の成果として挙げられる。

３．今後の課題

科学技術は、人類の予想を遙かに越える範囲と速度で進んできた。19世紀には夢にも描けなかった人類の生活が実現した。しかし、この大量消費型文明は、環境への大きな負荷を与えることになり、また、安全であると認識された製品あるいは技術が実際にはそうでなかったということが相次いで判明してきた。

安全・安心な社会の構築は、林業分野でも不可避の課題である。厳しい自然条件下での重筋労働が主体であり、労働災害の発生もほかの産業に比べて多い林業労働では、人的な安全性の確保はきわめて重要な問題である。

日本林業が直面する高齢化・少子化などの担い手の問題に対して、特に近年では、ボランティアや雇用対策による新規参入者の急増に対応した林業労働災害防止等の安全性の確保は、緊急に対応すべき社会的課題となっている。

一方、昨今の地球温暖化、CO_2等に代表される環境問題に対して森林の有り様が大きくクローズアップされる中で、林業生産過程においても自然の有する物質循環機能を活かし

た生産性の向上と環境負荷低減を両立させた技術が急務の課題となっている。

このことから、林業の機械化の開発目標は、生産性向上を前提としながらも安全、環境に力点をおいたものになっていく必要がある。

今後の林業機械研究は、大別して六つの課題が考えられる。(1)生産性向上のための機械・装置の開発・改良、(2)森林の自然循環機能発揮のための機械・装置の開発、(3)中山間等地域特性に適応した機械の開発・改良、(4)高付加価値化のための機械・装置の開発、(5)林業機械の安全性及び林業作業の快適性向上のための技術開発、(6)林業機械の開発のための基礎・基盤技術の開発、である。

(井上源基)

成分利用研究領域

1．試験研究の動向

木材の主成分であるセルロース・ヘミセルロース・リグニンの研究は、木材からグルコースを得るための木材糖化に関連して1950（昭和25）年ごろに始まった。グルコースを結晶で得るため、ヘミセルロースの前加水分解法などが研究された。その後1960年代には、ヘミセルロースの構造に関する基礎研究が実施された。リグニンに関しては、生合成、構造、反応等、基礎研究とともに、リグニンの水素添加分解による分解物の利用に関する研究も盛んに行われた。また、パルプ化に関しては、本邦産材及び南洋材のパルプ化試験が広範に行われた。セルロースの高分子材料としての研究も、1960年代から始められた。

ここ十数年の試験研究動向は、環境対応研究と基礎研究が中心であった。1980年代半ばに、木材パルプの塩素漂白過程で生成する有機塩素化合物、とりわけダイオキシンの問題が大きな社会問題となり、成分利用研究領域においても、ダイオキシン、クロロホルム等有機塩素化合物生成機構の解明と生成防止技術の開発に関する研究が積極的に行われた。また、21世紀に入ると、地球温暖化問題がますます大きくクローズアップされ、化石資源に頼る生活が見直されるようになった。バイオマスニッポン総合戦略も閣議決定され、バイオマス利用に関する試験研究が盛んになった。成分利用研究領域においても、木質資源のオゾン酸化、酵素糖化によるエタノール製造技術の開発や、セルロースを用いた機能性膜製造技術の開発に積極的に取り組んだ。また、基礎研究としては、樹木中のリグニンと炭水化物の化学結合の直接的証明や、セルロースの結晶構造や非晶領域の特性に関する研究に取り組んだ。

2．研究の成果

2.1　クラフトパルプの中濃度オゾン漂白

1989（平成元）年、クラフトパルプの塩素漂白排液からダイオキシンが検出されたことにより、塩素及び二酸化塩素などの塩素系化合物を使わない完全無塩素漂白方法の開発が急務となった。そこで、フッ素に次ぐ酸化力を持つオゾンによるクラフトパルプの漂白を検討した。これまで、オゾン漂白はパルプ粘度が大きく低下するため実用化が難しいとされてきたが、パルプ濃度10％の中濃度でハイシェアミキサーを用いることにより、粘度低下を最小限に抑えながら70％程度の白色度を得ることが可能となった。また、酸素と過酸化水素漂白と組み合わせることにより、80％を超える白色度のパルプも製造可能であった。加えて、パルプ粘度が低下しても紙の強度は

表－1　オゾン漂白－過酸化水素漂白広葉樹クラフトパルプから作成した試験紙の物性

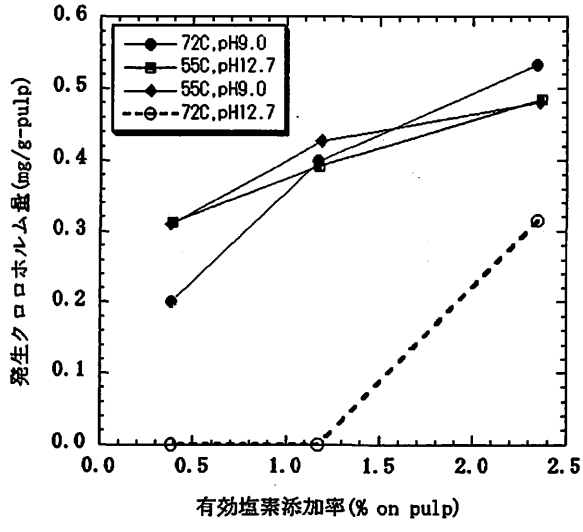
パ　ル　プ	LKP-ZP		LKOP-ZP	
オゾン添加率（% on pulp）	0.6	1.0	0.6	1.0
Kappa価	1以下	1以下	1以下	1以下
粘度（mPa・s）	20.3	13.4	13.6	9.6
白色度（% ISO）	71.0	79.8	80.5	84.4
裂断長（km）	8.4	8.0	8.1	8.5
比破裂強さ＊	6.0	5.7	5.8	6.0

LKP-ZP：広葉樹クラフトパルプ－オゾン漂白－過酸化水素漂白
LKOP-ZP：広葉樹クラフトパルプ－酸素漂白－オゾン漂白－過酸化水素漂白
＊比破裂強さ：破裂強さ（kgf/cm²）／試験紙の坪量（g/m²）
＊＊比引裂き強さ：引裂き強さ（gf）／試験紙の坪量（g/m²）

低下しないことも明らかとなった。結果の一例を表－1に示す。

2.2　パルプの次亜塩素酸塩漂白から発生するクロロホルムの削減

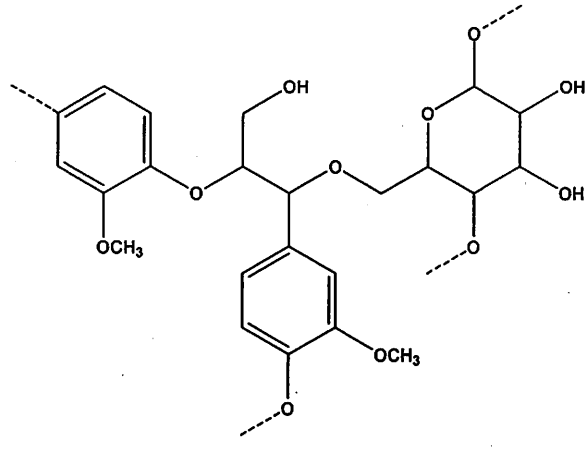
1999（平成11）年7月の環境汚染物質排出移動登録法（PRTR法）の制定に伴い，クラフトパルプの塩素及び次亜塩素酸塩漂白工程から約1,500t/年のクロロホルムが大気中へ排出されていることが明らかとなった。クロロホルムは、強アルカリ性下で加熱すると脱ハロゲン反応を生じてギ酸へ変換される。そこで、次亜塩素酸塩漂白の条件をpH12以上、温度70℃以上としてパルプ漂白を行ったところ、有効塩素1.0%対パルプまでの次亜塩素酸塩添加率においてクロロホルムの発生を抑制することが可能となった（図－1）。



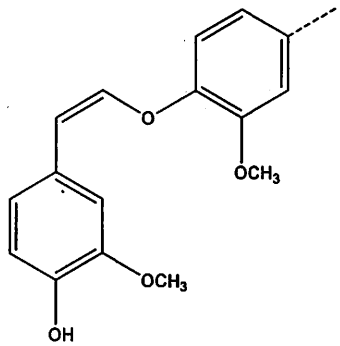
図－1　クラフトパルプの次亜塩素酸塩漂白におけるクロロホルム生成量

2.3　クラフトパルプの希硫酸漂白

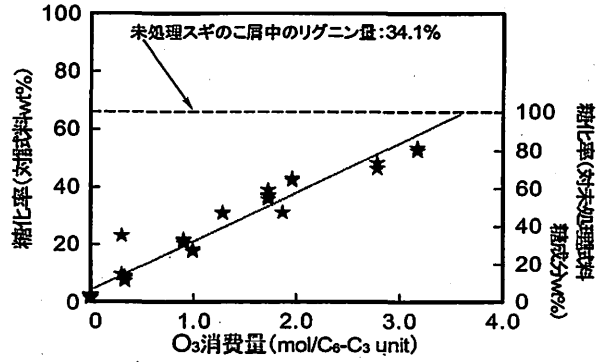
希硫酸漂白は、これまで行われたことがない新たな漂白方法であり、初めにpH1からpH2程度の希硫酸を用いた酸処理が行われた後、アルカリ抽出が行われる。また、脱リグニンをより進める必要がある場合には、少量の硝酸ナトリウム、亜硝酸ナトリウムが希硫酸に添加する。モデル化合物を用いた実験より、酸漂白の漂白機構には、(1)ベンジル位で結合したリグニン・炭水化物結合体のベンジル位結合の開裂（図－2）、(2)ビニルエーテル型リグニン構造の分解の二通り存在することが明らかにされた（図－3）。さらに、パルプ化の過程でヘミセルロース中のウロン酸基から生成するヘキセンウロン酸が、pH2、



図－2　ベンジル位結合リグニン・炭水化物結合体



図－３　ビニルエーテル型リグニン構造



図－４　乾式O_3前処理スギのこ屑の糖化率

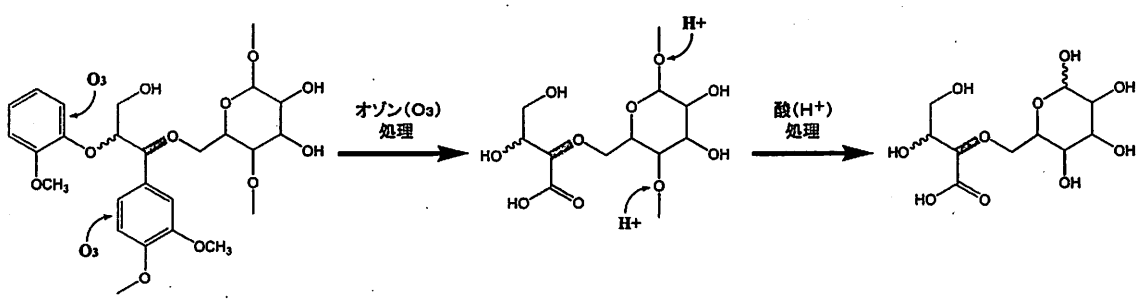
100℃、１時間程度の酸処理により、容易に除去されることも明らかにされた。無塩素漂白が行われる場合、一般にはオゾンもしくは過酸化水素が用いられるが、オゾンはヘキセンウロン酸との反応性が高いために、ヘキセンウロン酸を多く含むパルプではオゾン漂白の効率が著しく低下することが知られている。しかし、オゾン漂白の前に酸処理を行うことにより、オゾン漂白の効率を大きく改善することが可能である。このような、オゾン漂白の前処理として希硫酸を用いる手法は、現在いくつかのパルプ工場で導入されている。今後、希硫酸漂白法の実用化をより進めるためには、穏和な条件下で漂白を行えるよう改善することが必要である。

2.4　木質資源のオゾン前処理・酵素糖化

木質バイオマスから酵素糖化・発酵により燃料用エタノールを生産する場合には、効果的な前処理が必要である。本研究では木質バイオマスの例としてスギのこ屑を用い、これにオゾン前処理を施してその後の酵素糖化率に与える影響を検討した。のこ屑にオゾンガスを直接反応させる乾式前処理の場合、のこ屑の含水率がオゾンの消費効率に大きく影響することが分かった。その結果を踏まえ、最適含水率（含水率40％前後）で乾式オゾン前処理を行った結果、糖化率は最大で対出発糖成分当たり８割近くとなった。同様の前処理を廃材・廃合板等にも適応してみたが、同様に糖化率が向上することが確認された。

2.5　リグニンと炭水化物の化学結合の直接的証明

バイオマス利用等で樹木含有成分を利用する場合には、セルロース・ヘミセルロースとリグニンを、いかに低コストで効率良く分離するかということが最も重要なポイントとなる。これまでの研究より、リグニンとセルロース間、リグニンとヘミセルロース間には化学結合（リグニン・炭水化物間化学結合：LCC結合）が存在すると推定されてきたが、明確にされることがなかった。本研究では、LCC結合について明らかにし、樹木化学成分の効率的分離技術の開発につながる知見を得ることを目的とした。ベンジルエーテル型リ



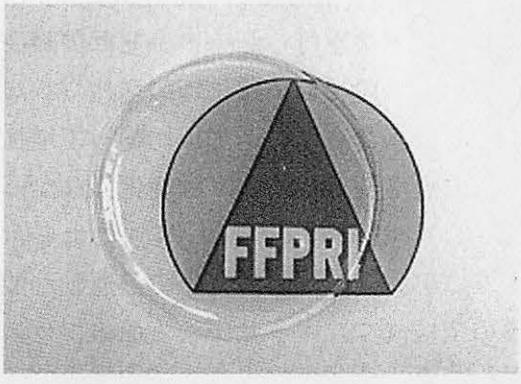
図－５　リグニン・炭水化物間化学結合の単離過程

グニン・炭水化物結合体モデル化合物を用いた実験よりも、オゾンと酸処理を併用した手法を用いてLCC結合を開裂することなく、LCC結合が含まれる生成物（LCC結合体）を単離できることが明らかにされた（図－５）。このようなLCC結合を直接分析できる手法は本研究が初めてである。さらに、本手法をアカマツ材に適用した結果、GCクロマトグラム上の保持時間とマスフラグメントパターンが、モデル化合物から得られたLCC結合体と一致する生成物が得られた。

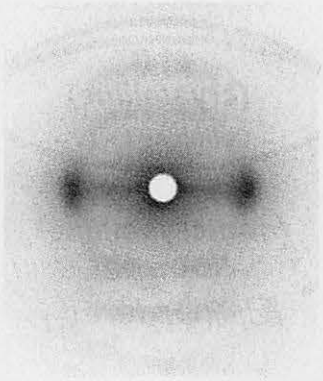
2.6　セルロース系新材料構築のための高次構造制御技術の開発

セルロースの高次構造は、これまで一定の繰り返し三次元構造からなる「結晶」と特定の周期構造が規定されない「非晶」の二相に分けての検討が行われてきた。しかし、セルロースの高次構造は、上記の二相のみから構成されているだけでは説明できない結果が得られたことから、セルロース構造の分類を新しく確立することが必要となった。その際、材料の性質を左右する重要な因子である分子鎖の「配向（Order)」の概念を非晶領域にあてはめて、グルカン鎖の配向程度を基準とした分子集合構造形成の新コンセプトを提案した。

分子集合状態を制御した新セルロース材料を構築するために、その先駆体として開発したのが図－６に示す水膨潤セルロースである。



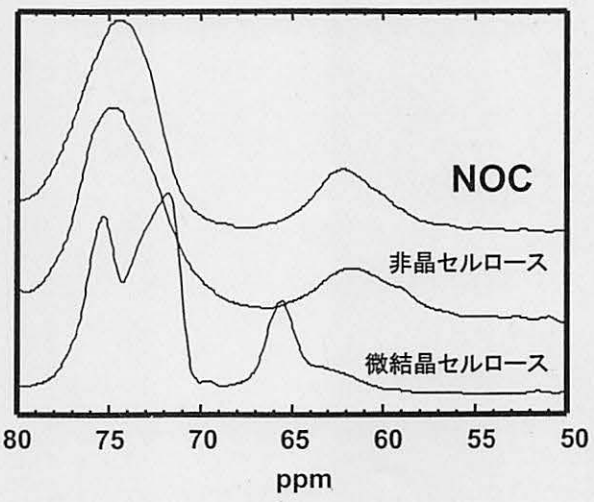
図－６　高い透明性を示す水膨潤セルロース
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。



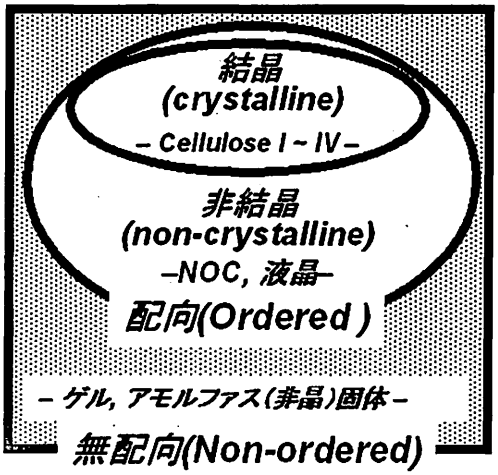
図－７　NOCのX線回折パターン

この水膨潤セルロースは、これまで困難であった固体セルロースの延伸による構造制御を可能にした。水膨潤セルロースを延伸・乾燥させた後、X線回折を測定したところ、その構造は「配向」をもっているが結晶ではないという、結晶と非晶の中間領域に属する新しい構造であった（図－７）。これをNOC（nematic ordered cellulose）とした。次に、高分解能電子顕微鏡観察による分子鎖の構造解析や、固体NMRの測定から得られるグルコース環の立体構造解析から（図－８）、詳細な三次元構造情報を得た。このように、NOCはこれまでの分類では説明できない分子集合構造を有することから、セルロース構造におけるグルカン鎖凝集（配列）状態を、従来の「結晶／非晶」で区分するのではなく、「配向」の程度を基準に分類した（図－９）。

グルカン鎖の配向はその材料物性に大きな



図－８　NOCの固体NMRスペクトル



図－9　セルロース分子鎖集合構造のコンセプト

影響を与えることから、セルロース材料の創出においては、分子鎖の配向状態の解析情報が重要である。

2.7　重水素化赤外法によるセルロース非結晶領域の構造解析

セルロース非結晶領域中の分子鎖凝集状態の詳細は解明されていない。そこで、重水蒸気による非結晶性セルロースフィルムの重水素化過程の赤外吸収スペクトル解析と重水素化反応の速度論的解析を組み合わせた手法で、セルロース非結晶領域の構造を解明した。

異なるフィルム調製法（溶液凝固法及びキャスト法）由来のセルロースフィルムの表面の形状は異なったが、重水分子の拡散定数はほぼ同じであった。すなわち、フィルム表面の構造は、重水分子のフィルム内部への拡散に影響を与えなかった。次に、過剰の重水蒸気が均一相では擬一次反応的に水素（H）－重水素（D）交換反応をすると仮定し、フィルム中のOH相対残存量の対数と時間の関係をプロットして反応速度解析をした。その結果、上記の関係は３次の指数関数と近似され、三種の速度定数を得た。位置選択的にメチル化した2,3-ジメチルセルロースと６-メチルセルロースの非結晶性フィルムも同様に三種の速度定数を与えた。このことは、セルロース及びセルロース誘導体から調製された非結晶性フィルムでは分子鎖はランダムに存在するのではなく、三種類のドメインが存在することを示唆している（図－10）。

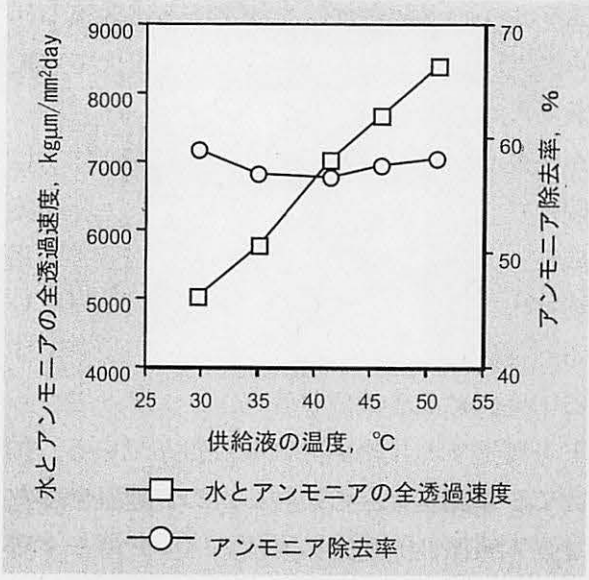


図－10　セルロース非結晶領域のモデル図
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

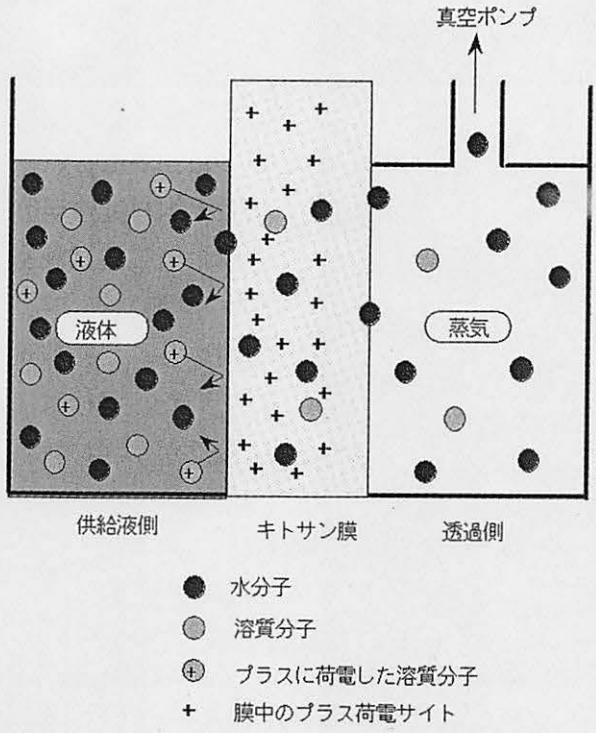
2.8　水の汚染物質であるアンモニアをキトサン膜で除去する

キトサンはカニやエビの殻に含まれるキチンから製造されることで知られている。キチンはカビ菌、酵母菌、キノコなどの細胞壁にも多量に存在し、接合菌類にはキトサンも含まれる。すなわち、キチンとキトサンはセルロースと同様に森林バイオマスの循環系を構成する重要な資源である。これらの資源はそれぞれ特色のある分離膜素材である。ところが水の汚染物質であるアンモニアを膜分離法で除去する場合、水とアンモニアの分子の寸法に差が無いので濾過で分離するのは不可能である。本研究では分子構造にアミノ基を有するキトサン膜をパーベーパレーション法（PV法、或いは浸透気化法と呼ばれる）に適用して水とアンモニアを分離することに成功した。

脱アセチル化度の異なるキトサン粉末からキトサン膜を作製し、PV法によるアンモニア水の分離実験を行った。アンモニア除去率はキトサンの脱アセチル化度の増加（すなわち、アミノ基含有量の増加）に従って増加し、供給液の温度変化に対しては変化しなかった（図－11）。この結果から、PV法による水とアンモニアの分離機構は分子の熱運動が関係するのではなく、キトサン膜表面のプラスに荷電したカチオンとアンモニア水中のプラスに荷電したアンモニア分子との間の電気的反



図－11　温度と全透過速度及びアンモニア除去率の関係



図－12　電気的反発による溶質分子の膜への浸透抑制機構を表すモデル

発がアンモニア分子のキトサン膜への浸透を妨げ、透過を抑制することによる水とアンモニアの分離モデルを提案した（図－12)。

3．今後の課題

地球温暖化問題が大きな社会問題となっているため、化石資源代替としての木質資源の利用開発は、今後ますます重要な課題となってくる。木質資源からのエタノール等液体燃料の製造に関しては、早急に実用化をはかる必要がある。また、木質バイオエネルギー製造の採算性を上げるためには、リグニン樹脂やリグニン炭素材料等より付加価値の高い製品の開発も続ける必要がある。パルプ製造技術の開発については、引き続き環境負荷の少ないパルプ製造技術を開発する。

セルロースは地上最大量の有機高分子物質で木材の50％を占めており製紙原料に大量に使われている反面、精緻な構造を有する天然高分子材料としての高度な利用は僅かな量に過ぎない。その最大の理由はセルロースの構造と物性について理解が充分でなく、構造をどのように変えたら物性はどう変わるのかという基本的な知識さえも充分でないことにあると言って過言ではない。セルロースと同等の量が毎年生産されセルロース系高分子とされるキチンやキトサンも然りである。これまでに非結晶の研究に焦点をあてて新規の構造制御法や解析手法を開発し、新しい知見を得てきたことを基礎にして、今後は利用面についても新材料の創製、医療材料、音響材料、機能性膜などの可能性を検討する。利用・応用法の目処が得られた成果についても実用化に向けた検討を行う。　（細谷修二）

複合材料研究領域

1．研究の背景と概要

木質複合材料は、木材のひき板、単板、削片や木材の繊維などを接着して製造した材料である。代表的な製品である合板、集成材、

ボード類は、接着剤の開発とともに発展してきた。

接着剤研究に関しては、1924（大正13）年に林業試験場における最初の報告がなされ、1935（昭和10）年に林業試験場木材乾燥研究室内に、実験施設としての単合板製造試験室が作られた。1942（昭和17）年頃には、フェノール樹脂など、今日でも用いられる接着剤に関してもデータが取られていた。戦後は、1950（昭和25）年頃に林産関係が本場に統合された経緯の中で、接着及び合板、集成材、パーティクルボード関係は木材部材質改良科、繊維板関係は林産化学部第３科において研究が実施され、以降、1978（昭和53）年つくば移転時に、接着及び合板関係は木材利用部、集成材関係は木材部、ボード関係は林産化学部に分かれて研究が実施され、1988（昭和63）年森林総合研究所へ名称変更した際、合板、ボード及び接着関係は木材化工部、集成材関係は木材利用部とそれぞれ分かれて研究が実施されていた。これらが、2001（平成13）年独立行政法人化を契機に、接着技術を利用して再構成した材料である「木質材料」全般を研究する「複合材料研究領域」として、大きくまとめられた。

現在、接着技術・合板・集成材を研究する積層接着研究室とボード類などを研究する複合化研究室の２研究室があり、領域長の下に、１チーム長、２研究室長など計11人の研究員によって関連の研究が推進されている。

これまでの関連研究成果によって、接着剤の性能評価や合板、集成材、ボード等製造技術の発展に大きく寄与してきた。特に、日本での合板製造技術に関しては、戦後初期の段階から関わり、その定着に貢献した。加えて、合板から放散するホルムアルデヒドなど安全性に関する研究に関しては、合板が出回り始めた1950年代に研究発表するなど、先導的役割を担いつづけている。そのため、1978（昭和53）年のつくば移転時に、実大合板のホルムアルデヒド放散性状を測定する試験室も作られた。2004（平成16）年には、実大でVOC放散性状を測定できる「ラージチャンバー」が完成した。また、当初化粧柱など造作材に限定されていた集成材に関しても、大断面集成材による大規模木造建築物の実現による用途拡大の確立に寄与するなど成果を上げている。近年では、信頼性の高い設計を可能とする国産材による集成材等エンジニアードウッドを製造する技術開発に取り組んでいる。加えて、循環型社会の実現のため、建築解体材など木質系バイオマスを原料としたボード等の製造技術の開発など、より安全でより健康的な住環境実現のための研究を続けている。

２．研究分野ごとの研究の展開

2.1　接着研究分野

接着研究分野においては、合板・集成材などの「木質材料」を製造するために用いられる接着剤に関する研究を行っている。接着研究分野における最近10年間の主な成果をまとめると、以下のとおりである。

2000（平成12）年に施行された住宅品質確保促進法では、住宅の主要構造部材は10年間の瑕疵担保が義務づけられた。合板集成材等接着製品についても、実際の環境における長期間の接着耐久性に関する技術資料を提供し、木質材料の持続的用途拡大に寄与した。

木質材料の接着性能及びその耐久性やシックハウスの原因化学物質であるホルムアルデヒド放散量を調べる木質材料の日本農林規格（JAS）試験方法について、科学的な裏付けをすると同時に、JAS制定のためのデータを提供した。JAS試験では、接着耐久性の評価のために、煮沸水や温水に試験片を４～72時間浸しているが、JAS試験により評価される性能と実際の住宅で使われた場合の性能はどのような関係にあるかを明確にする必要がある。森林総研では、屋外や軒下のいろいろな条件で長期間の暴露試験（図－１）を実施し、

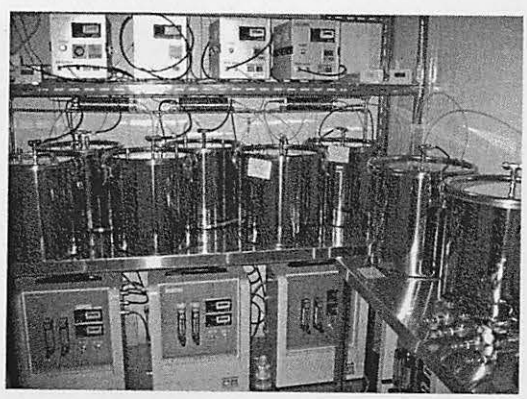


図－１　軒下環境を想定した合板の暴露試験

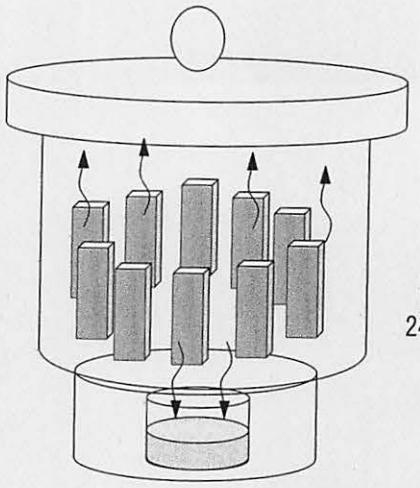
実際の環境における接着耐久性に関するデータを蓄積するとともに、短期間の試験で長期間の接着耐久性を予測するための方法を開発した。これにより、新しく開発された接着剤による木質材料の接着耐久性の評価を行っている。これらの成果は、接着製品の安心な使用の根拠として有効に活用されている。

また、2003（平成15）年に改正、施行された建築基準法により、シックハウス症候群の原因となるホルムアルデヒドを発散する建材の規制が開始された。この改正に関し、JAS試験によるホルムアルデヒド放散量から、実際の室内の気中濃度を予測するための換算式を開発していたので、建築基準法の改正の根拠として、この換算式が引用、活用された。この換算式により、JAS規格の最上級区分であるF☆☆☆☆は、規制対象外として無制限に使えるようになった。

さらに、各種木質建材からの揮発性有機化合物（VOC）の放散特性に関するデータを蓄積（図－２）し、広く活用に供するため、「シックハウスと木質建材」資料集を刊行した。データは林野庁などによる行政施策の基本データとしても、評価活用されている。



図－２　揮発性有機化合物測定装置（小形チャンバー）



図－３　デシケータ法

加えて、アセトアルデヒド放散量の簡易測定法として、デシケータ法（図－３）を開発した。この簡易測定法は、今後予想される建材のアセトアルデヒド放散量についての建築基準法等の規制に関し、JISで規定した小形チャンバー法に代える簡便方法として有効であるとともに、当該物質の放散量を抑制するための建材メーカーでの早期検証による技術開発への利用が期待されている。

以上の例のように、安全・安心な接着技術の開発を引き続き行っており、今後とも、安心・安全な木質材料が供給・利用されるための科学的データの整備を続けていく。

2.2　積層材研究分野

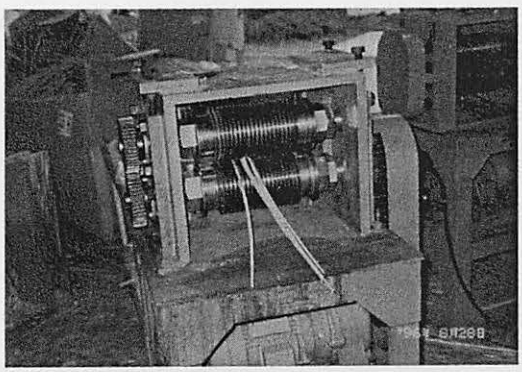
積層材研究分野においては、集成材に代表される木質軸材料の製造技術及び集成材構造物の性能などの研究を行っている。積層材研究分野における最近10年間の主な成果をまとめると、以下のとおりである。

集成材の原料となるラミナについて、樹種別に強度特性、比重、年輪幅等との関係を検

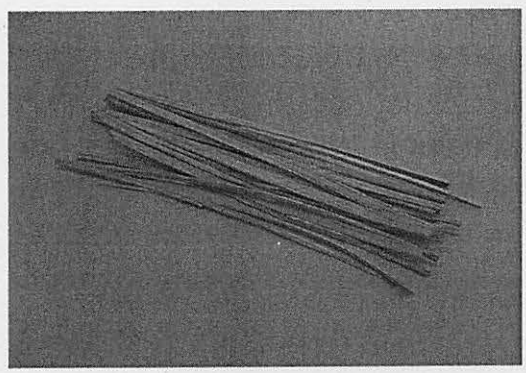
討し、構造用集成材の強度性能を統計的に評価できるようにした。集成材、単板積層材（LVL）、木質ボード等各種のエンジニアードウッドの強度試験に基づいて、確率論による強度分布特性を明らかにした。

集成材ラミナの継ぎ方の形状とその分布が集成材の引張強度に及ぼす影響を定量化し、構造用集成材の製造基準を明確化した。

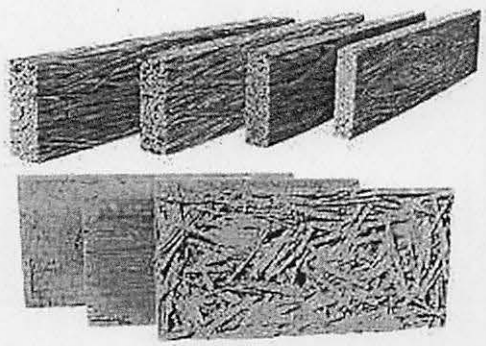
繊維補強プラスチック（FRP）板挿入による大断面部材の接着接合方式について特許を取得し、接合強度に及ぼす接合補強材（ガセット）の形状等の影響を明らかにし、FRP板挿入ガセット接着接合技術を開発した。



図－4　小径木を割裂する装置



図－5　割裂して得られたストランド



図－6　SST（上）とCSS（下）

スギ、ヤナギ等の早生樹の小径木や工場端材等を割裂したストランドを接着・成形した木質材料を開発・実用化しSSTと命名した（図－4～6）。割裂ストランドにモルタルを配合して製材品と同等の強度を持つセメント複合材料（CSS）を開発し、特許を取得した。

木造橋に適用可能な、高い強度、耐久性を有する集成材桁等の製造技術を開発した。加えて、集成材大型構造物の耐久性に関する総合的な評価方法を明らかにした。

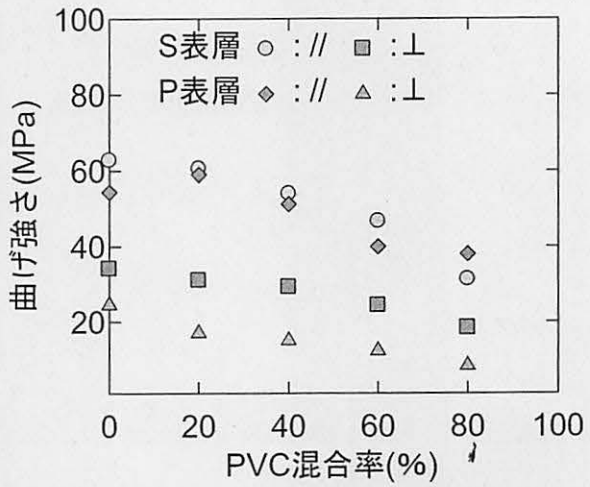
建築廃材、林地廃材等のリサイクルを促進するため、熱圧後急速減圧放冷する爆裂という手法によるストランドの製造技術を開発し、それらを用いたボード製品及びセメント複合材を開発した。

以上の例のように、集成材を主体とした軸材料の製造技術や、実使用における耐用性の解明など、安全・安心な木質積層材料製造技術の開発を引き続き行っている。

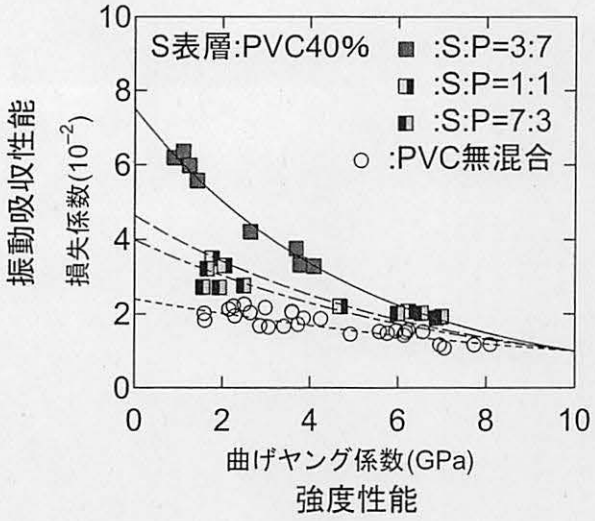
2.3　木質ボード研究分野

木質ボード研究分野における最近10年間の主な成果をまとめると、以下のとおりである。

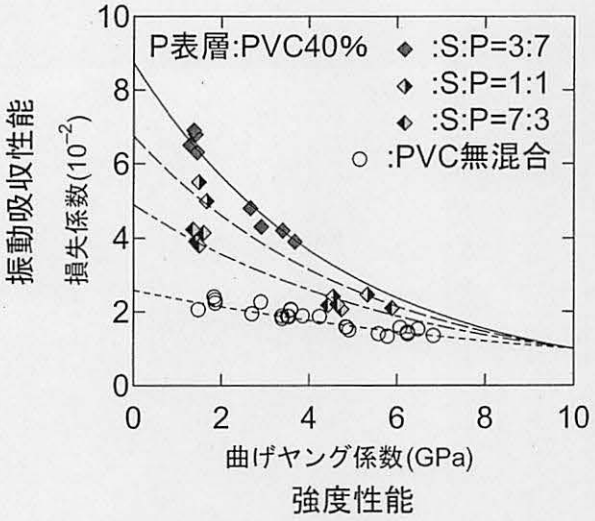
木片と農業用塩化ビニール（PVC）の廃棄物を混合して、必要な強度性能と高い振動吸収性能を有するボードを開発した（図－7～9）。開発したボードの製造技術については、



図－7　PVC混合率と曲げ強さとの関係



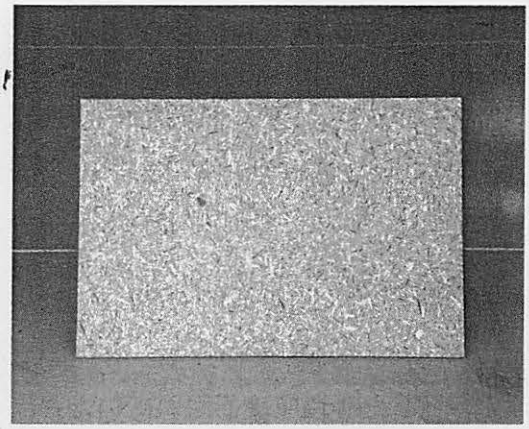
図－8　PVCの混合割合と振動吸収性能（表層が木片S）



図－9　PVCの混合割合と振動吸収性能（表層がPVC）

3件の特許を取得した。

振動を熱に変換する特性の高い接着剤を利用して、ドアや床を想定した、音の静かな振動減衰性の積層材を開発した。クリープ特性の向上、枠等への固定のためにビス止めが有効であることも見出した。開発品は実大ドアモデルとして展示に供した。



図－10　使用済みボードから再生されたボード

合板及びボードを厚物化することにより、床、壁の強度・断熱・遮音・防火等の性能が改善された。厚物合板の床性能を利用して、住宅金融公庫仕様書に、根太を必要としない仕様として取り入れられ普及が図られている。

使用済みボード等の建築廃材破砕片をスチーミング前処理して、接着剤を加水分解し、実用性能に近い再生ボードを製造する技術を開発した。この結果、ボードが再資源化できるようになった。

オゾン処理とアセチル化を併用し、寸法安定性と強度性能がともに優れたボードを開発した。

以上の例のように、ボードを主体とした廃材を原料とした面材料の製造技術など、循環型社会を目指したカスケード型の木質面材料製造技術の開発を引き続き行っている。

（鈴木憲太郎）

文　献

1）森林総合研究所監修（2004）：木材工業ハンドブック改訂４版，1221pp，丸善.

2）森林総合研究所監修（2004）：シックハウスと木質建材資料集，178pp，㈶林業科学技術振興所.

3）複合積層材とその製造方法：日本国特許第2896499号

4）WOOD COMPOSITE LAYERED MATERIAL：米国特許第5786063号

5）MANUFACTURING METHOD FOR A WOOD COMPOSITE LAYERED MATERIAL：米国特許第5814170号

木材改質研究領域

1．試験研究の動向

木材を加工処理して、短所（腐る、燃える、狂う等）を改善し、長所を生かし、本来持つ性質よりはるかに優れた性質を木材に付与していこうという考えかたは、古くからあり、経験から発した手段で実行されていたが、現代における学問的体系に基づく手法によるものは極めて近年のものである。

林業試験所設立時から木材改質の成果について簡単に触れておきたい。

1902（明治35）年に鉄道敷設に伴い枕木防腐の必要に迫られ、設立時より木材防腐の研究がなされクレオソート、コールタール、塩化第二水銀、硫酸銅などによる、菌糸に対する発育阻止効力試験及び塗布処理、注入処理剤の杭試験などが行われた。その後、各種の防腐剤で処理したブナ材を地中に埋設し67ヵ月間腐朽させた後その重量減少率を求める研究が行われ、これは今日の野外試験法の基礎となった。

1928（昭和３）年に木材保存会が発足し、木材の防腐、防火に関する研究は一段と高まった。戦後、ペンタクロロフェノール（PCP）を始め有機水銀等の新しい防腐剤が紹介され、これらの合成、研究が進められた。防腐分野でも基礎研究が求められ、生化学的研究も発展の道が開かれた。

そのころより、木材改質の基礎である木材への溶液浸透・拡散の研究が始められた。また、高分子化学的立場から木材が研究され、放射線を利用したポリマーと木材の複合化（WPC）の研究が20年近くなされた。

1960年代に都市建築の高層化等一連の社会情勢を背景として建築基準法が改正され、都市不燃化が推進され、木材不燃化の研究が進められるようになった。また、現在のJISの難燃性判定法についての研究のほか、難燃材料の認定機関として200種以上の検定試験を行っており、この方面への寄与は大きい。

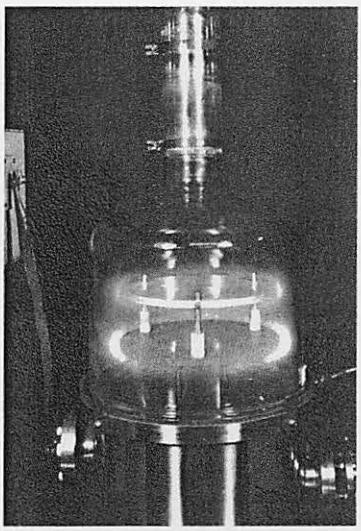
21世紀を迎えて人類は大きな転換期を迎えた。機械と物を中心に発展し続けた文明は、エネルギー資源の枯渇、地球規模での環境問題などを引き起こし、近年では、地球の有限さと発展の危機を肌身に感じるまでに至った。その中で、人に潤いと安堵感を与える材料として木材の持つ意義はますます増大している。自然融合素材としての木材を化学改質によって高性能・高機能化する木材改質研究領域での研究開発を紹介する。　　（瀬戸山幸一）

2．研究の成果

2.1　化学加工研究

木材の化学加工研究は、化学加工研究室及び耐候処理研究室において、１）木材の表面改質、２）木材及びセルロース材料の性能の向上及び機能性の付与を中心に研究が推進されてきた。独法化後は、主として木材改質研究領域機能化研究室及び表面加工担当チーム長が担当し、木質新素材や木質系福祉材料開発のため、木材及び木材表面に各種機能性を付与するための新技術の開発研究を推進している。

木材表面改質法を代表するものとして、木材表面の親水化と撥水化、染色性の改善、グラフト重合の前処理、低温プラズマ処理技術があげられる[1)]。新たなプラズマ処理法として、反応槽をヘリウム置換することによって大気圧下で処理する大気圧グロー放電プラズマ装置も開発した。また、表面のみを化学修飾により熱溶融化する表面プラスチック化についても精力的に研究を行った。表面のアリル化処理による反応性の高い二重結合を利用した無接着剤熱圧接合法を検討し、さらに、ベンジルエーテル化処理により寸法安定性及



図－１　プラズマ処理装置

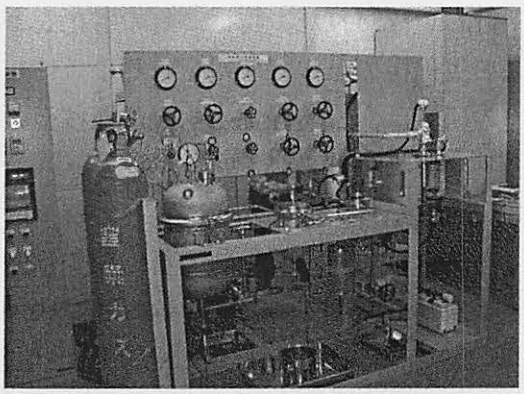
び耐水性に優れた高強度を有するボードを開発した。

セルロース材料への含フッ素アクリレートのグラフト重合に関する研究により、撥水・耐吸湿性が高く、かつ良好な熱的・電気的性質を有する新たな電子機能性材料の開発の可能性を示した。

超臨界流体を用いた研究においては、木質資源からのバイオエタノール等の有用ケミカルス生産開発に資することを目的として、超臨界・亜臨界水処理により木材から高速かつ高効率での糖の生産を可能にした[2)]。また、超臨界二酸化炭素処理により、処理後の薬剤の注入性が未処理木材と比較して約６倍に向上することを明らかにした。

そのほかに、機能化木材のレオロジー特性、木材表面の汚染に関する基礎的研究、超高圧による微木粉の接着剤なしでの高強度木材の成型などの研究を進めている。さらに、高齢化等の進展を踏まえた新たな木材利用を図るため、高齢者や障害者に適したユニバーサルデザインとして福祉用具材料の開発研究を行っている。

従来に増して環境への関心が高まり、同時に安全・安心な住環境創造への要求が高まることが予想されるため、木材の化学加工についても、化石資源に替わり持続的に再生産が



図－２　超臨界水処理装置

可能な木質資源の多角的な利用の推進と、環境と調和した循環型社会の構築に資することが最大の課題となる。また、木材の新たな利用法として、高齢化社会の中で、人の心に安らぎを与える木材を用いたいと言うニーズに応えた、木製の生活・福祉用具の開発は今後とも重要である。　　（松井宏昭）

2.2　耐候処理研究

耐候性とは、屋外の風雨や太陽光などの自然環境劣化（weathering）に対する性質であり、これらによる材料・製品などの性能低下を防ぐための処理が耐候処理である。

森林総合研究所における耐候処理に関する研究は、1978（昭和53）年の筑波移転の際に行われた組織改編において、新しく発足した木材利用部資源利用科に耐候処理研究室を設置したことに始まる。木材の屋外への利用は、プラスチックや軽金属などの新素材の開発や接着技術の耐水性の問題などにより、戦後その使用量は激減した経過があった。そのため、木材の屋外使用のための塗装処理や耐久化処理に関する研究は我が国ではほとんど行われておらず、耐候処理研究室の新設は我が国の木材耐候性研究のスタートとなる画期的なことであった。

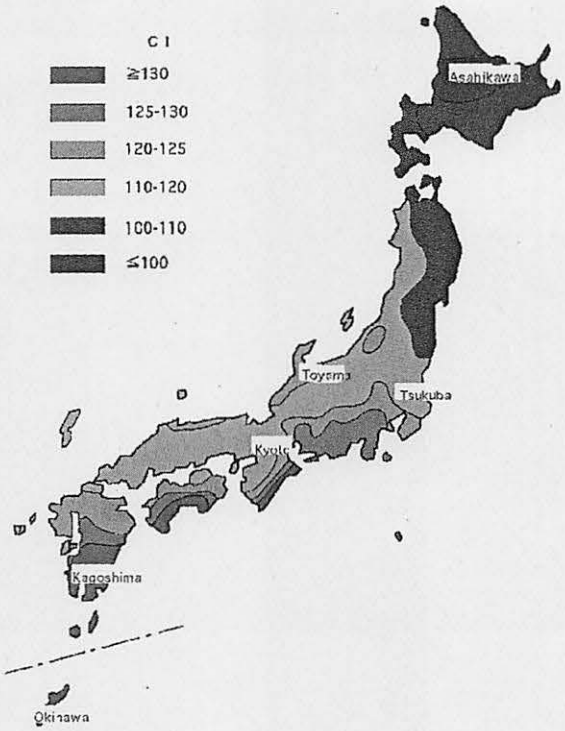
当初は、それまでの塗装研究のうち特に塗膜耐久性に関する研究が主であり、また、木造住宅の性能向上に関する研究の一環として、木造住宅の劣化診断技術の開発に関する研究

も平行して行われた。特に、釘の劣化を木造住宅の劣化指標として使用できるようにした一連の研究は、木造住宅の劣化診断技術の一つとして取り上げられた。

昭和末期から平成にかけて、日本経済の好調さを受けて材料分野も新素材、新用途開発への要求が高まり、この頃より屋外での木材の使用が注目されはじめた。我が国では、欧米諸国とは異なりクリア系、淡色系処理が要求されたため、これらの耐候性向上が大きな問題となった。耐候処理研究室では、屋外暴露試験及び促進耐候性試験による透明・淡色系エクステリア用塗料の性能評価と評価基準の提案を行った[3)]。また、木材の耐候性向上には塗装性能だけでなく、木材表面の耐候性向上が不可欠であることを明らかにし、木材表面の光劣化機構の解明と表面処理による耐候性向上技術の開発を行うこととなった。光劣化機構に関する研究では、XPS（X線光電子分光分析装置）による光照射木材表面の光酸化現象の解明、ケミルミネッセンスによる光劣化の定性、定量化、顕微FTIRによる木材表面への光浸透深さ測定などの研究成果を得た。一方、耐候性向上研究では、基材処理としてのポリエチレングリコール（PEG）処理やアセチル化処理、木材成分との結合が期待できる紫外線吸収剤のグラフト処理などによる透明塗膜や淡色系塗料の耐候性向上技術を開発した。

21世紀に入ってからは環境への対応が重要となり、天然物系成分による塗料の性能評価、塗料や塗装基材からのVOC（揮発性有機化合物質）放散量の測定、低VOC型塗料の耐候性評価などに関する研究がスタートした。また、非薬剤による耐久性向上の流れから、塗装や表面処理のメンテナンス、塗装設計などに関する研究も積極的に行っている。

従来にまして環境への対応が高まり、同時に安全・安心な住環境創造への要求が高まることが予想されるため、これまでの透明系・



図－3　木材のウェザリング劣化マップ
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

淡色系塗装の高耐候化を進めつつ、低環境負荷型の塗装システムの提案、塗装木材のライフサイクル評価や廃棄方法、天然物系塗料とメンテナンスを合わせた新しい塗装システム、木材表面の光劣化現象の解明とこれによる新しい耐候処理技術の開発などが今後重要である。　（木口　実）

2.3　防火研究

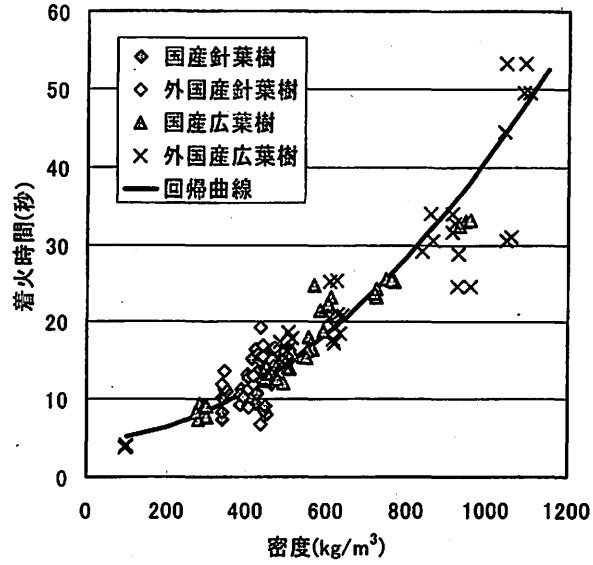
2000（平成12）年に建築基準法、同施行令、国土交通省告示などが改正され、それまでの仕様書的な規定から性能規定を目指した規定へと生まれ変わった。改正では、建築物や建築材料の火災安全性を評価する試験法や評価項目が変更され、従来、原則、木造禁止とされていたものについても耐火設計法により性能が確かめられた場合は、主要構造部に木質材料を使用することが可能となったほか、性能を満たせば木質材料であっても不燃材料となりうるなど、建築部材への木質材料の利用拡大への機運が高まりを見せている。関連する研究機関等と連携を図りながら、制度改正

に向けた検討に参画し、木材の燃焼機構に関する研究、新しい評価手法の下での木質防火材料の開発、木質構造の耐火性能向上に関する研究を行い木造建築物や木質材料の利用拡大にむけた取り組みを展開してきた。

木材の燃焼機構の解明については、木材の組織構造や物理的・化学的性質が木材の着火時間、発熱速度、重量減少速度に及ぼす影響の研究を進めた。着火時間は、密度、熱伝導率、放射熱強度との間に相関があり、木材の密度が大きいほど着火時間が遅れ、熱伝導率の違いから同じ樹種であれば、木口面を加熱した場合の方がまさ目面や板目面を加熱した場合よりも着火が遅れることを明らかにし、理論モデルから着火時間を推計する予測式を提案した。また、木材の燃焼時の発熱速度は、重量減少量と相関があり、さらに、木材の密度、加熱面の種類、組織構造因子、樹種ごとの有効燃焼発熱量、放射熱強度が影響し、これらを因子とする簡易な予測式で推計できることを明らかにした[4)]。熱伝導率については、その密度依存性、異方性、温度依存性について検討し、理論モデルによる解析を行った。さらに、国産材22樹種、外国産20樹種の着火性、燃焼発熱性に関するデータをまとめた。

防火材料の開発については、ポリリン酸系薬剤の木材への注入量と難燃処理木材の燃焼発熱性との関係を明らかにし、薬剤注入量が固形量80kg/m^{3}で難燃材料、160kg/m^{3}以上で準不燃材料となることを明らかにしたほか[4)]、岩手県林業技術センターとの共同研究で、準不燃材料の性能を有するシナ材の商品開発に取り組んでいる。また、難燃薬剤を用いない木質防火材料の開発では、木材の表面に溶融亜鉛/アルミを溶射処理することで難燃または準不燃材料の性能が得られることを示した。

木質構造の耐火性能については、水性高分子イソシアネート系接着剤を用いて接着した大断面構造用集成材の耐火性能がレゾルシノール接着剤で接着された集成材と同等であることを明らかにした。接合部についてもFRP板とエポキシ樹脂でガセット接合した集成材や強化LVLの接合板と接合ピンで接合した集成材、鋼板等で接合した大断面構造用LVLの耐火性能を明らかにし、火災安全性を有する新たな木質構造用材料とその接合方法の開発の可能性を示唆した。また、火災被害を受けた大規模木構造建築物(中学校体育館)の被害調査を行い、各部位の炭化の進行状況から火災がどのように進行したかを明示するとともに、被害木を再度載荷耐火試験に供し、一度火災被害にあった集成材であっても使用可能であることを証明した。さらに、大断面製材の炭化速度を求め、製材品における燃え代設計導入に向けた指針作りに寄与したほか、H型鋼と集成材を複合化することで、これまで不可能であった木質系材料での1時間耐火構造が可能となることを見出した。また、厚物の木質面材料の耐火性能についても検討を進めている。



図－4　木材の密度と着火時間
(コーンカロリーメーター試験、放射熱強度50kW/m^2)

1時間の耐火構造では4階、2時間の耐火構造では14階までの建築物の建設が可能となる。改正建築基準法の下で、防火性能、耐火性能を付与した新しい木質材料の開発を行い、木質材料の利用可能性をさらに進めていくことが今後の課題である。　(原田寿郎)

2.4 木材保存研究

保存剤の注入性向上ではカラマツを始めとする難注入性樹種や高含水率材への保存剤の浸透性を高めるために新たな加圧注入法について検討し、オシレーション法を用いることで高含水率材への注入性が改善されることを明らかにした。また、段階的に圧力を上げることで、注入性に改善が認められることを示した。水溶性銅系木材保存剤の木材組織内での分布をSEM-EDXA法で調べ、辺・心材で薬剤の分布位置が異なることなどを明らかにした。

各種処理材の効力評価では、クレオソート油やCCAに代表される保存剤の耐朽性を最長33年間にわたり調査し、各種薬剤の耐用年数を明らかにした。また、近年木炭生産の副産物として生産される木タール・木酢液による耐久性向上について評価した。一方、乾燥時における耐久性変化を調べる目的で、燻煙乾燥したスギ材及びスギ丸太の耐久性を、室内試験・野外試験によって調べた。乾燥時の耐久性変化については、高温乾燥と絡めた研究も行い、高温乾燥及び高温熱処理により耐朽性が低下する場合と向上する場合とがあることを示すとともに、耐蟻性も熱処理によって変化することを明らかにした。さらに、天然物系保存剤の効力評価やボンゴシ材に壊滅的被害をもたらすシイサルノコシカケに対する薬剤の効力を明らかにした。

野外杭試験は木材の耐朽性評価法として古くから行われてきたが、時間がかかりすぎるという欠点があるため、時間を短縮することを目的にファンガルセラー試験法を開発した。最終的にこの成果は「木材保存剤の防腐効力試験法（JIS K1571 (2004)）」に反映された。さらに、より簡易に耐朽性を推定することを目的に室内試験から耐朽性を予測する方法を提案した。

保存剤を用いないシロアリ防除に対する要求が高いことから、昆虫寄生菌を用いたシロアリ防除法を検討した。また、近年環境負荷が小さいという理由から広く用いられつつあるベイトシステムの効果をより高めるためのシロアリ誘因物質を探索し、蒸煮したカラマツの成分やドクダミの抽出成分にシロアリ誘因物質があることを明らかにした[5]。

使用中の保存処理木材による環境負荷を調べる目的で各種研究を行った。CCA処理木材に接した土壌に含まれる銅・クロム・ヒ素の濃度を測定した。また、雨水によって溶脱して環境中に放出される保存剤量についても明らかにした。さらに、化審法改正により化学物質の環境影響に対する評価が必要になることを受け、木材保存剤ならびに保存処理木材の水生生物への影響を評価した。シックハウス症候群への保存処理合板の関与を調べる目的で、接着剤混入保存処理合板からのVOC及びアルデヒド類の放散量を測定し、保存剤のVOC放散への影響を明らかにした。

（桃原郁夫・大村和香子・西村　健）

文　献

1）松井宏昭・瀬戸山幸一・黒須博司（1992）：含フッ素ガスプラズマによる木材の表面改質（第1報）テトラフルオロメタンガス処理，木材学会誌，38(1)，73-80.

2）松永正弘・松井宏昭（2004）：超臨界水及び亜臨界水処理によるスギの高速化学変換，木材学会誌，50(5)，325-332.

3）木口　実・片岡　厚ほか（1996）：地域別暴露による木材保護着色塗料の耐候性評価，木材保存，22(3)，17-25.

4）Harada, T. (2001): Time to ignition, heat release rate and fire endurance time of wood in cone calorimeter, Fire and Materials, 25(4), 161-167.

5）大村和香子（2002）：蒸煮カラマツ心材抽出物を利用したイエシロアリ防除への応用研究，境動物昆虫学会誌，13(1)，1-10。

木材特性研究領域

1．試験研究の動向

当研究領域は、2001（平成13）年の独立行政法人化に伴う組織改編で、２研究室と１チームとなり、組織材質研究室(木材の組織・構造、木部形成、材質関係の研究担当）と物性研究室(木材物理関係)及び識別データベース化担当チーム（木材の樹種識別）で研究を行っている。

当研究所における木材の組織、材質及び物性分野の研究は、明治の末期から大正のはじめにかけて行われたのが最初である。この頃には、樹種識別のための生材から搾り取った木材水分の蛍光現象の検討やスギの黒心問題が藤岡光長らにより取り上げられ、1909（明治42）年には民有林の主要樹種の材の硬軟、収縮率や欠点調査などが行われた。その後も、いくつかの主要樹種の性質に関する研究が続けられてきたが、1930（昭和５）年頃にはヒノキの材質研究が三好東一ら[1)]により行われ、これは体系的な材質研究のはじまりと評価されている。

第二次世界大戦後の1947（昭和22）年には、木材部が設置され、近代的な設備が徐々に整備されたこともあって本格的な木材特性に関する研究が開始された。この頃には、上村武[2)]による抵抗式木材含水率計の開発や原田　浩らによる電子顕微鏡による木材の微細構造の研究、カード式の樹種識別方法の開発などが行われた。

現在でも用いられている本邦産の主要樹種の性質に関するデータは、薭木自輔や加納孟らが体系的に行ってきた研究成果を、東京大学と協力して1954（昭和29）年から６年間にわたって整理しまとめたもので、その成果である性質の一覧表は、日本木材加工技術協会から1966（昭和41）年に「日本の木材」として刊行された[3)]。また、1950（昭和25）年頃からは林木育種に関する関心が高まり、1961（昭和36）年にはアカマツの試験林が整備され、材質育種に関する特別研究が開始された。

一方、外材については、1965（昭和40）年には木材利用量のうち外材が占める割合は30％程度であったが、1974（昭和49）年には65％にも達し、中でも南洋材の性質の調査が急務となった。そのような流れの中で昭和30年代後半から、南洋材の樹種種別と基礎材質の研究が行われ、同時に行われた加工適性の研究成果も併せて「世界の有用木材300種」として刊行され[4)]、現在ではホームページにも公開され利用されている。

しかし、安価な外材利用が進む中で、一方では国産材の利用が低迷を続け、国産材の利用問題の解決が、近年においてますます重要な課題となってきた。我が国の森林における人工林面積は全体の約40％、人工林蓄積の割合は約58％にも達し、中でもスギの占める割合が際だって大きくなっている。しかし、国産材の蓄積が増加し続けているのに対して、間伐材として生産される中小径材の利用は一向に進んでいない。このような流れの中で、近年においては、以下のような研究を行い、成果を公表してきた。

2．研究の成果

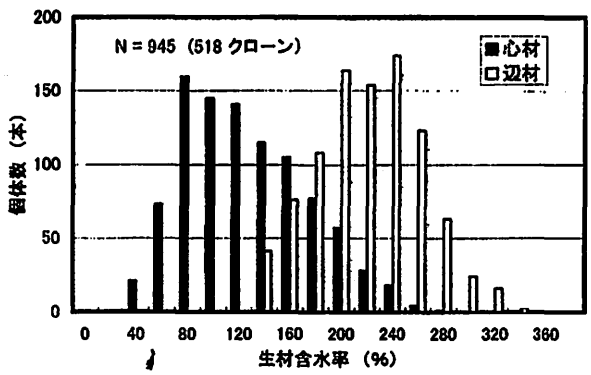
2.1　木材の材質評価

国産材の特にスギなどの間伐材や中小径木である中目材の有効利用が大きな問題となっていることを受けて、スギの材質評価、特に若齢木や未成熟材に関する研究を行ってきた。スギの造林木では、未成熟材部のヤング係数が低い個体や品種があったり、樹幹内の上下方向で値が異なったりして品質のバラツキの大きいこと、心材含水率が高く黒心発生率も高い傾向にあることが大きな問題であり、それらの実態解明と解決法を見出すことが主たる研究課題であった。

スギの材質について、これまでの常識と異なる多くの事例が認められる原因については、ミクロフィブリル傾角や密度の樹幹内変動に関する解明等を行った結果、理論的に説明することができた[5)]。

また、スギでは心材含水率の高いものが多く（図－1）、乾燥時の重大な障害になっているが、スギの心材含水率の樹幹内での変化のパターンや品種間での違いなどが明らかにされた。

さらに、これらのスギの材質は、品種などの遺伝性に大きく左右されることが明らかになり、早期の材質検定の可能性も示された。また、環境の影響では、年輪幅などは環境の影響が大きいものの、心材含水率などでは遺伝的影響の方が大きい可能性が示された。スギの若齢木を中心に材質に関する情報が多く発信されたことから、今後は利用サイドでこれらのデータを有効に使っていくことが期待



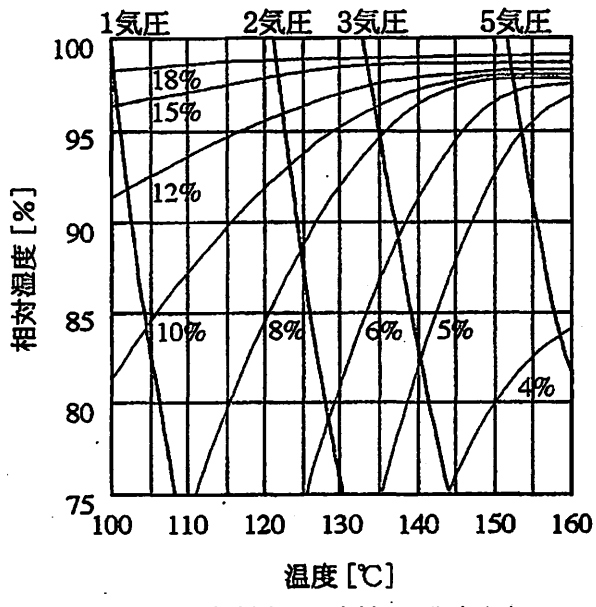
図－1　スギの辺材と心材における生材含水率のクローン間変動

されている。さらに、スギ以外の造林木に関する研究では、カラマツの成長と材質との関係や密度と組織及び構造との関係、外国産樹種についての成長と材質に関する研究などを行い樹種的特性を明らかにした。

2.2　木材の物性評価

中小径材や間伐木の有効利用を図るには多目的な利用形態に対応できるように、材料としての木材性能を評価する必要がある。それには非破壊による評価方法が不可欠であり、そのための方法として木材の振動特性の利用に関する研究を行ってきた。材内の不均質性等を振動試験で評価できる方法を確立し、床構造の性質を振動試験で評価する方法などを明らかにした。また、木材の各種の機械的な性質を試験するための問題点とその解決方法を明らかにした。

人工造林木の利用には、低コストで乾燥した材を供給する技術が求められている。そのためには特殊な乾燥方法、例えば、高温乾燥のような極めて木材にとっては厳しい環境下での処理条件が必要であるが、そのような非定常状態での木材の物性変化について測定する方法を開発し、平衡含水率や振動特性などの物性変化を明らかにした（図－2）。



図－2　100℃以上での木材の平衡含水率

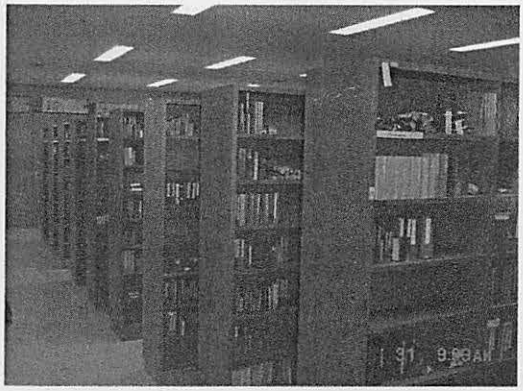
さらに、非破壊による木材性能の評価及び多用途での木材利用を促進するための基礎物性解明の観点から、木材の電気的特性の中でも未知の領域であった圧電緩和現象について詳細な研究を行った。さまざまな条件下における圧電緩和についての情報を得、それを利用したセルロース新材料の圧電性を高める方法を明らかにした。さらに、誘電特性を利用して高含水率心材の含水率を測定する方法を開発するために、高周波域における誘電特性を明らかにした。

また、木材に何らかの処理を施してその特性の一部をより高めて利用しようとの研究も行っており、炭化木材（木炭）の床下調湿機能の吸放湿特性が明らかになった。

さらに、木材と温室効果ガス等の関係については、森林吸収源としての樹木の木部の炭素固定量算出のための基礎データである樹種別基準密度の研究やリサイクル及び木質資源の有効利用に関する多くの提言などを行ってきた[6]。これは、我が国で削減する二酸化炭素等温室効果ガスについては、森林吸収源として約3.7%が認められることになり、森林資源の重要性や木材資源のリサイクルの必要性がより強調されるようになってきたことによる。

2.3　木材の組織・構造と木部形成

戦後の土地開発ブームにより各種の建築物や高速道路の建設が増加し、1950（昭和25）年の文化財保護法の施行もあり、開発現場で発見された遺跡では一定の発掘調査が義務付けられ、木質遺物の樹種鑑定や保存処理が問題となってきた。遺跡の数が極めて多いこともあって毎年数～十数件程度の遺跡で木質遺物が発掘され、樹種鑑定は当時の植生推定や文化史の研究に重要な役割を果たしてきている。また、樹種識別の技術は、遺跡の出土材研究のためだけでなく、現今における建築材の樹種保障に関するクレームや食品などに混入した木片の鑑定などにも必要不可欠となっている。



図－3　新設された材鑑標本庫

そのような状況の中で、樹種識別の基準となる標本を収集して保存し（図－3）、さらにはそれらを用いて識別基準となる木材の組織・構造の特徴を観察・記録しデータベース化する研究を行ってきた。現在では、樹種識別技術を一般に普及することを目的に組織を示す光学顕微鏡写真を89属約300樹種について当所のホームページで公開した。これまでに蒐集した本邦産材の標本数は約800樹種8,000点に達しており、残りの樹種の組織写真や組織構造的な特徴を記載したデータベースについても公開の準備を進めている。

また、樹種識別に関連して、木材組織の個体内変異や遺伝や環境による変異等に関する研究を行い、最近では、栽培ウルシと天然に生えているウルシ類の組織的な違い、国宝級の仏像の樹種選択に関して、これまでのヒノキ利用説と異なるカヤ利用の事実を明らかにした。また、環境影響による木材の組織・構造変異や成長変化に関する研究では、樹体中や土壌中の水分が樹木の細胞形態と構造に及ぼす影響の解明や、生体電位の測定法の開発を行い、環境による年輪構造変化に関する世界各地の樹木におけるデータの収集も行ってきた。

3．今後の課題

当研究領域における研究成果の還元先とし

ては、造林・育林技術分野と材質評価・木材利用技術分野がある。前者については、これまで植物形態学や組織構造学的な観点からの研究が主であったが、今後は、生理学や遺伝子工学などの新たな研究手法を導入した研究展開が必要となるであろう。また、後者については簡便で実用的な材質評価手法の開発や国内だけでなく海外も視野に入れた造林木の選定とその木材利用法に関する研究が必要になるだろう。緑化と木材利用を永続的に両立させることは地球規模での大命題となっているからである。（平川泰彦）

文　献

1）三好東一（1932）：帝室林野局林試報，2
2）上村　武（1956）：林試研報，90
3）日本木材加工技術協会（1988）：日本の木材
4）農林省林業試験場木材部編（1990）：世界の有用木材300種
5）平川泰彦（2002）：林業技術，718
6）外崎真理雄（2003）：木材工業，58

加工技術研究領域

1．試験研究の動向（背景と対応）

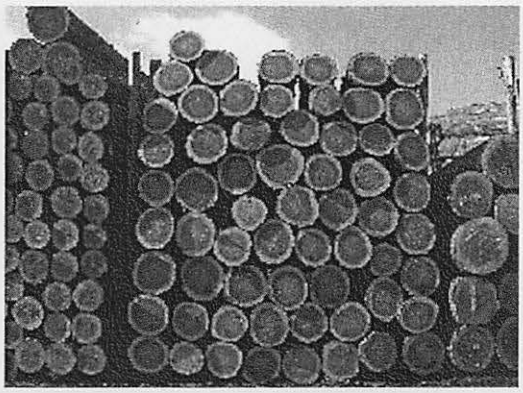
1960年代～70年代には、高度経済成長による合板や製材品の国内需要拡大によって、フィリピン、マレーシア、インドネシアからの原木輸入が活発に行われた。これを背景にして、熱帯産広葉樹材の鋸断性、鉋削性、接着性などの加工適性や人工乾燥スケジュールの検討、ロータリー単板切削、単板乾燥などの合板製造試験が重点的に行われた。1970年代半ばには、東南アジア諸国からの丸太輸入が減少し始め、太平洋地域の樹種の利用促進が求められるようになった。このため、パプアニューギニア産材42樹種についても、製材、乾燥、合板製造試験等を行い、輸入材の適切な加工・利用技術の開発に貢献した。

1970年代後半から1980年代には、戦後造林された国内の人工林蓄積が増加するとともに、スギ等の小径間伐材の利用促進が課題となった。この間、木材の需要が低迷し、また、原木の多様化・低質化の流れのなかで、従来の加工精度の向上、高能率の追求に加えて、各種原木の特性に適合した効率的な加工技術の開発に重点をおいた研究を行った。すなわち、間伐材等小径木の型削り式製材機（チッパ・キャンター）を開発し、製材品とチップとを同時に生産する加工方式を検討した。また、針葉樹材（スギ、アカマツ）の単板積層材製造技術を開発し、新たな人工林材利用方法を提案した。他方、製材業界は、原木事情や製品市場の構造変化から従来の存立基盤が低下し、効率的な生産と運営が求められるようになった。このため、国産材の製材工場について、原木の形質、木取り方式、生産方式などを分析し、適切な製材方式や経営管理技法について検討を行った。また、ツーバイフォー工法やプレハブ工法などが住宅建築に導入されるようになり、針葉樹製材についても人工乾燥の必要性が生じた。このため、高温乾燥、減圧乾燥、除湿乾燥等の新たな乾燥方法の開発にも取り組んだ。

1990年代に入ると、輸入材の増加に伴い、我が国における木材自給率は25％程度にまで

低下してきた。一方、戦後に植林された人工林材の蓄積量は増加し、特にスギの供給量が増加した。他方、主要な供給先の木造住宅建築では、大手住宅メーカーを中心に住宅の部材化が進み、木造住宅の品質向上、高性能化、工期の短縮に伴うプレカット化が進んだ。国産針葉樹材製材品は輸入製材品との競合を強いられ、国産材製材工場の体質強化のために生産効率の向上や針葉樹乾燥材の供給が求められるようになった。また、合板用原木等の熱帯産広葉樹丸太の輸入が減少し、合板製造においては針葉樹材原木への転換を余儀なくされる状況にあった。これらを背景に、針葉樹合板用の単板製造技術の高度化、製材工場における生産性向上・製材能率を高めるための製材システムの検討や鋸断特性の解明、人工林丸太の製材木取りの適正化、針葉樹材の適正乾燥技術等の研究に取り組んだ。また、製品生産のコンピュータ制御システムが大きく発展したことを受け、帯鋸の腰入れや目立ての自動化、NCルータによる成型加工、乾燥コスト低減のための乾燥機の自動化に取り組んだ。他方、大型構造物への大断面集成材の急激な需要拡大を背景にして、すでに集成材製造技術は確立していたものの、その品質の確保ならびに性能評価が求められるようになった。このため、ラミナの接合強度やその評価方法、製造基準の明確化、耐久性の評価方法等について取り組みを行った。また、優良な木材資源の枯渇に伴い、早生樹等の人工林材の有効活用が求められ、木材資源の新たな需要開発のための製品開発が求められた。このため、スギ等早生樹材や廃材を用いた次世代木質材料の開発を進めた。

1990年代半ばには、地域の林業・木材産業を活性化させることが急務とされ（林野三法の成立）、人工林蓄積の多くを占めるスギ材の需要拡大のために、その中小径木の利用促進のための加工技術開発研究が求められるようになった（図－1）。このため、スギ中小



図－1　スギ原木供給の多様化

丸太の利用目的に即した木取りの最適パターンの解明や、集成材ラミナや板材を有効に製造する木取り技術、ラミナ材の乾燥歩止り向上や急速乾燥条件の解明にも取り組んだ。また、その大断面製材への転換利用を見越して、スギの各種大断面の製材品やタイコ材、カヤ碁盤用材等の効率的な乾燥方法の開発に取り組んだ。

2000（平成12）年には住宅の品質確保の促進等に関する法律（品確法）が施行され、それまで以上に性能を明らかにした材料の供給が求められるようになった。スギ材はほかの建築用針葉樹材に比べて材内の水分が多く、乾燥経費が必要以上にかかることが問題視され、既存技術をしのぐ大幅な乾燥時間短縮、品質向上を実現するための高速乾燥技術の開発に取り組んだ。他方、地球環境の保全を前提としたゼロエミッションの工場生産が求められるようになり、製材工場においても廃棄物を可能な限り削減しうる生産システムの確立が求められるようになった。また、2002（平成14）年にはバイオマス日本総合戦略が閣議決定され、工場廃材のバイオマス資源としての評価と利用が求められようになった。このため、加工の効率化のための研究とともに、製材工場における廃材発生量の調査に取り組み、廃材処理方法のシステム化と省エネ化に関わる研究を実施した。

2．研究の成果



図－２　製材試験

2.1　製材・機械加工研究

2.1.1　新歯先処理帯鋸の鋸断特性

製材工場における生産性を向上させるには、帯鋸の耐久性向上が必要である。このため、帯鋸歯先の材質の相違が摩耗特性に与える影響を検討し、ステライト、パウダーハイス、超硬合金を付歯した帯鋸が従来の帯鋸と比較して鋸断性及び耐摩耗性に優れていることを明らかにした。また、帯鋸の年間保守費の計算式を作成し、帯鋸の寿命についての経済的評価方法を提示した（図－２）。

2.1.2　帯鋸腰入れ技術

腰入れ機のローラの圧締位置と長さ、圧締圧、腰入れ量、背盛り量等の指標を定量化し、これに基づいて腰入れの理論的な解析と検証を行い、コンピュータ制御による自動腰入れのための基本式を示した。

2.1.3　帯鋸緊張装置の振動抑制技術

緊張装置の振動は挽き材面の仕上がりと歩止りに影響するため、一般に使用されている帯鋸盤の分銅－レバー式緊張装置の減衰振動特性ならびに振動吸振装置の効果を明らかにした。

2.1.4　帯鋸盤鋸車の回転数変化の解明

挽き材中に帯鋸に負荷がかかり、鋸車の回転数が帯鋸盤の消費電力や挽き材面に影響する。このため、挽き材中の帯鋸盤鋸車の回転数と消費電力の挙動を明らかに、適正な挽き材の条件を示した。

2.1.5　製材作業の効率化

国産材製材作業の作業時間分析を行い、作業方法の問題点を摘出してそれらの改善方法を示した。製材作業の標準化を目的として、丸太形質等の作業条件から作業時間を推定するためのニューラルネットワークモデルを作成した。また、中丸太から高品質の製材品を生産するための木取り方式を明らかにした。

2.1.6　機械加工作業環境の改善

製材や機械加工等の作業環境改善のための集塵機開発に資するため、各種材料の丸鋸加工時に生じる浮遊粉塵の詳細な解析を行った。

2.1.7　単板切削技術の高度化

振動切削法及び引き切り切削法を単板切削に採用し、スギ材の単板品質が著しく向上できることを実証した。

2.1.8　NCルータによる成型加工技術

ルータの回転方向と繊維方向との角度が加工面仕上げに与える影響を明らかにした。また、加工面の品質評価のため鏡面光沢度測定を応用した簡易評価方法を示した。

2.1.9　工場における木質残廃材の発生と利用

製材工場において発生する木質残廃材の再資源化利用を促進するため、それらの発生量を把握し、利用上の問題点を明らかにした。

2.2　木材乾燥研究

2.2.1　難乾燥広葉樹材の乾燥

乾燥が難しいホワイトオーク等３種の輸入材の乾燥スケジュールを作成し、割れや狂いの少ない乾燥材の生産方法を明らかにした。

2.2.2　乾燥室制御の自動化

広葉樹板材及びスギ板材の表面ひずみ挙動と含水率の関係、表面ひずみの挙動と板厚との関係に基づいて、表面ひずみ測定装置による乾燥室自動制御ができることを明らかにした。また、常圧下における湿球温度での飽和水蒸気圧と水蒸気分圧との差を指標として、乾燥スケジュールを関数化するとともに、乾燥装置自動化のためのタイムスケジュールを

示した。

2.2.3　大断面製材の乾燥

高周波加熱減圧乾燥法による梁、桁等大断面スギ製材の乾燥スケジュール、蒸煮処理と高周波加熱減圧乾燥を組み合わせることによるログハウス用スギたいこ挽材の乾燥方法、碁盤用カヤ材の乾燥条件を明らかにした。

2.2.4　スギ材の乾燥スケジュール

背割りの有無、乾燥前の含水率選別を勘案したスギ心持ち柱材の乾燥速度や割れの出現頻度などの検討により、中温域での柱材のスケジュールの改良を行った。高温乾燥による乾燥性への影響やスケジュールを明らかにし、また、前処理として丸太に燻煙処理を施すことによる乾燥仕上げへの影響や製材品の燻煙乾燥による処理性を明らかにした。

2.2.5　過熱蒸気処理技術

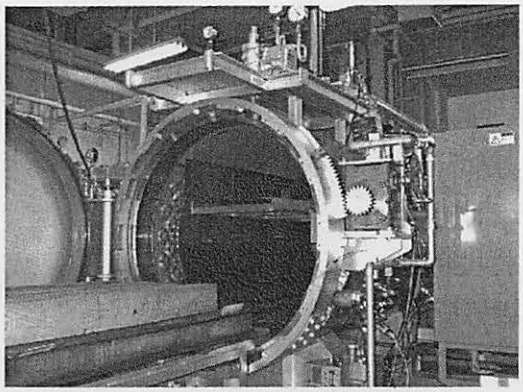
過熱蒸気の活用によって、無背割り心持ち材の材面割れを抑制できる可能性を示した。また、天然乾燥や通常の中温乾燥における材面割れを防ぐには、過熱蒸気による前処理が有効であることを明らかにした。併せて、過熱蒸気処理下での含水率の変化や処理材の平衡含水率の変化を明らかにした（図－３）。

2.2.6　無背割り心持ち柱材の高速乾燥技術

圧力容器内において高温の過熱蒸気雰囲気（加圧状態）下で心持ち無背割り柱材乾燥することによって、高温処理でも材面、内部ともに割れを生じさせずに、３日以内で乾燥が可能であることを明らかにした。

３．今後の課題

「最近のニーズを踏まえた森林・林業・木材産業分野のあり方（平成12年）」では、循環型社会の構築に向けた木質資源のより高度な利用が、重要な政策課題の一つとして挙げられている。2001（平成13）年に新たな「森林・林業基本計画」が策定され、2002（平成14）年には「地域産材利用の推進方向及び木材産業体制整備の基本方針」がまとめられた。



図－３　過熱蒸気処理試験装置

この中では、1999（平成11）年の国産材需要2,000万m³を2010（平成22）年には2,500万m³にするとの目標が立てられている。また、国産材の自給率は20％を切る事態となり、国産材の需要拡大に資する木材の加工・利用技術の開発に対する期待が高まっている。

人工林材の加工・利用技術に関して、製材技術や、合板、集成材、LVL等への転換技術、乾燥技術が検討され成果を上げてきたが、今後中径木や根曲がり材、小径間伐材などの新たな用途の開発が必要であり、主製品と各種用途の木質原料を能率的に生産する加工技術が求められる。特に、製材品に占める乾燥材の割合はこの15年間において着実に上昇してきているが未だ10％台にあり、乾燥材供給増のために一層の低コスト化技術と乾燥材品質の向上技術とが求められている。循環利用社会の構築に向けては、木材加工コストと同時に環境への負荷を低減する見地からも、廃材の削減技術や、工場廃材等のエネルギー転換技術による資源循環利用型の木材加工システムの構築が求められる。また、製材・木工工場における低騒音化、低粉塵化技術など、安全で快適な作業環境を創出する技術の開発も必要である。

（黒田尚宏）

1．試験研究の動向（背景と対応）

1.1　材料強度研究

材料強度研究は、1906（明治39）年、大蔵省臨時建築部が国産樹種の建築材料としての調査を山林局林業試験場に依頼したことに始まった。国産の針葉樹・広葉樹合計29樹種の試験結果を基に、1914（大正３）年、大蔵省臨時建築部より、「本邦産石材及び木材」として刊行され、長期にわたって建築設計の参考資料として利用された。

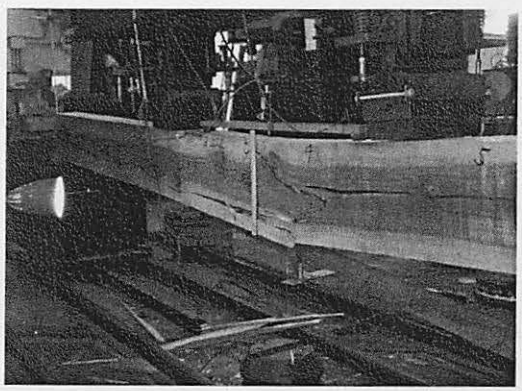
大正から昭和初期には、強度に影響を及ぼす因子として、年輪幅、比重、繊維傾斜及びクリープ特性が取り上げられ、強度との関係についての研究が開始された。戦後に入ると、木材を構造部材として利用することを目的とし、設計の際に基礎的な知見とされる荷重と変形との関係及び木材の直交異方性について検討された。その結果、当時の強度研究室を中心に梁についての評価方式が確立され、その後の集成材の強度について理論的な解析を可能にし、この分野の製造技術に大いに貢献した。

さらに、木材全般にわたる試験方法が検討され、日本工業規格（JIS）の木材試験法の制定（1958（昭和33）年）に貢献した。そして、この標準試験方法に基づいて国産主要樹種の性質を明らかにするための研究が開始され、強度については1982（昭和57）年にまとめられた[1)]。また、東南アジアから輸入材の増加を背景に、1964（昭和39）年から南洋材の性質についての研究が開始され、これらの成果は南洋材の利用指針として有効な役割を果たしてきた。

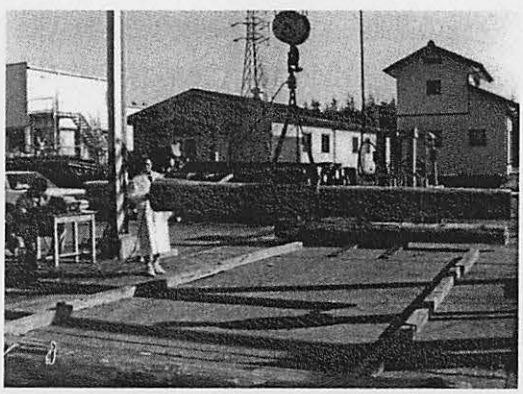
1980年代に入ると、従来、木材の許容応力度の設定の基礎として利用されてきた無欠点小試験体による強度データに代わり、実大材による強度データ（図－１）を蓄積していくことの必要性が一層認識されてきた。そこで、構造用材として使用される国内外の樹種を対象に、実大材による曲げ・縦引張り・縦圧縮試験が実施され、節などの欠点による強度低減を明らかにするなど、構造用製材の強度等級区分法についての研究が進められた。

また、スギ中目材の利用拡大を目的に、スギ平角、丸太、たいこ材の曲げ強度を明らかにするとともに、試験体の形状の影響を明らかにし、試験体の形状・寸法や含水率が曲げ・縦引張り・縦圧縮強度に及ぼす影響についての検討が開始された。さらに、製材品や丸太の非破壊的に測定される静的・動的ヤング係数（図－２）によって強度を推定する手法についても検討された。

最近では、森林総合研究所が事務局となり、公立の試験研究機関で得られた強度データを



図－１　製材品の曲げ破壊試験



図－２　丸太の非破壊手法によるヤング係数の測定

一括集積し、「製材品の強度性能に関するデータベース」が構築されつつあり、今後、規格・規準の改正への貢献が期待される。

1.2 接合研究

1980年代後半から1990年代前半にかけて、ドリフトピン、シアプレートといった大規模木質構造用の耐力の大きな金物接合部について集中的に研究を行い、その結果を基に、日本建築学会編「木質構造設計規準・同解説」に許容耐力を示し、大規模木質構造の発展を推進した。また、同じ時期に、かねてより提唱してきた在来軸組構法における継手・仕口の金物補強に関する研究を進め、各種金物接合部の強度評価を行った。

1995（平成７）年の阪神・淡路大震災の後、金物による接合部の補強はより一般的なものとなり、現在では建築基準法、品確法、住宅金融公庫の標準仕様書のいずれにおいても各種補強金物の使用が厳しく義務づけられている。

1990年代後半以降、スギの需要拡大に資するため、スギ高速乾燥材やスギ異樹種複合集成材の接合強度の評価、メタルガセットトラスへのスギの応用などの研究を行った。また、我が国古来の伝統建築における接合部の構造的評価も、積極的に行ってきた。

1.3 構造研究

構造研究は、1950年代より集成材による大型建築の研究を開始した。1970年代からは筋かいや合板等を用いた耐力壁による今日的な在来軸組構法や、枠組壁工法、プレハブ構法、丸太組工法による住宅、大地震による木造建物の被害調査を行い、その耐震化の研究を行ってきた。1978（昭和53）年の宮城県沖地震を契機として始まった建設省、科学技術庁等との共同研究では、一連の耐力壁や床・屋根構面の研究を行い、その成果は新耐震設計法に盛り込まれた。また、1980年代には集成材のトラス・ラーメン構法による大規模木造建築の研究を集中的に行い、1987（昭和62）年の建築基準法改正に貢献した。1995（平成７）年の兵庫県南部地震では、古い時代に建てられた木造住宅が倒壊し、比較的新しい時代に建てられた住宅（新耐震基準による）は被害が小さかった。そこで改めて木造住宅の耐震性評価が必要となり、1995（平成７）年に香川県の多度津工学試験所にて実大木造住宅６棟の振動台実験が行われた。また、1996（平成８）年３月には、森林総合研究所内に木質耐震・快適性工学実験棟が完成し、２階建木造住宅規模の擬似動的応答実験や木造耐力壁の振動台実験が可能になった。2000（平成12）年度には在来軸組構法の床の施工を合理化する目的で、厚物合板を利用することにより根太を省略する構法の検討を行った。

1997（平成９）～2000（平成12）年度に実施された「木材利用促進のための緊急支援研究開発」では、公立の林業・林産業関係試験研究機関を支援し、国産材を利用した構造部材の開発とその性能評価を行った。公立試験研究機関との連携は、2002（平成14）～2006（平成18）年度に実施する「国産材利用の為の地域と共同した加工技術の開発及び強度データベースの構築」に受け継がれ、岩手県、岡山県、広島県と地域産材を活用した耐力壁・水平構面の開発及び性能評価に関する研究を実施中である。2000（平成12）～2004（平成16）年度の「スギ高速乾燥」では、壁・床に組み込まれたスギ乾燥材の強度的品質評価を、2001（平成13）～2004（平成16）年度の「バイオリサイクル」では、建設リサイクル法施行で大量に発生する木質建設廃材の用途として厚物の再構成木材を想定し、それらの需要拡大を図るために厚物再構成木材を使用した壁・床の開発と性能評価を実施している。また、2003（平成15）年度からの２年間、文部科学省の大都市大震災軽減化特別プロジェクトにコア機関として参加し、e-ディフェン

ス（兵庫県三木市に造られた世界最大の震動台）実験の準備的研究として、既存木造住宅の劣化と構造性能との関係解明に取り組んでいる。

1.4 木質環境研究

木材を活用して居住環境の質的向上を図る“木質居住環境の改善に関する研究”は、林業試験場木材部物理研究室で行われ、1988(昭和63）年の組織再編に伴い新設された森林総合研究所木材利用部木質環境研究室に引き継がれた。2001（平成13）年の独立行政法人化後、快適性評価チームを経て、木質構造居住環境研究室において、木質居住環境の改善に関する研究を推進中である。温熱環境については、木造住宅がコンクリート住宅に比べ、「温まりやすく」「冷めにくい」といわれている点を実験的に解明した。また、木造住宅の耐久性の向上を目指して、実際の木造住宅を用いて建築廃材を原料とする粒状木炭の調湿効果を実証した。交付金プロジェクト「機能性木炭（1998（平成10）～2002（平成14）年度)」では、実大規模のコンクリート布基礎モデルにおいて、木炭敷設による床下の調湿機能の持続性を検証した。音環境については、木造住宅の軽量及び重量床衝撃音遮断性能の向上を目指した。

軽量床衝撃音については、床の表面仕上げ材料を改善することにより、また重量衝撃音については床構造の質量を増加させることにより、それぞれの床衝撃音レベルを低減できることを実証した。木質環境の快適性評価については、木造住宅の床衝撃音に対する生理応答を指標とした床衝撃音の不快感の評価の可能性とともに、心理音響解析による木造住宅の床衝撃音遮断性能評価の可能性を示した。また、木材への接触時の快適性評価を行うため、木材に接触した時の温度や熱流の変化と生理応答の関係を明らかにした。この間、特別研究「複合部材（1993（平成５）～1995（平成７）年度)」では、木造床の遮音性、歩行安全性、及び蓄熱性の向上技術を開発し、特別研究「新機能性内装材（1997（平成９）～1999（平成11）年度)」では、吸音性木質内装材を開発した。交付金プロジェクト「国産材利用（2002（平成14）～2006（平成16）年度)」では、スギ単層フローリングと遮音材の積層複合化によって、民家型工法床の床衝撃音遮断性能の向上を図った。

農林水産バイオリサイクル研究では、再構成木材による床・壁の遮音性能向上技術の開発（2002（平成14）～2003（平成15）年度）を担当し、厚物パーティクルボードを活用して、根太や受材を省略して施工を合理化しても、重量床衝撃音遮断性能が低下しないことを実証した。

2．研究の成果

2.1 材料強度研究

2.1.1 日本産主要35樹種の強度的性質

日本産主要樹種の利用上の基礎資料を得るため、針葉樹11種、広葉樹24種について、気乾状態での無欠点小試験体による強度試験を行い、樹種別の強度特性を明らかにした。

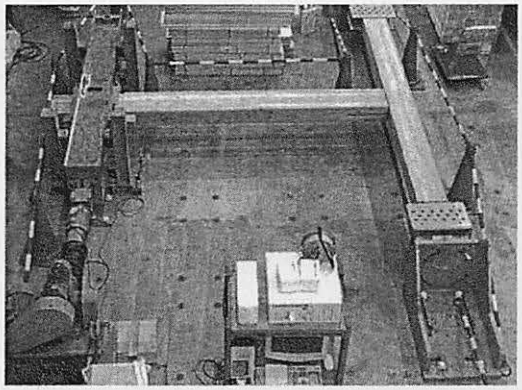
2.1.2 製材品の非破壊的手法による強度推定

製材品の非破壊的に求めたヤング係数と曲げ・縦圧縮・縦引張り強度との関係を明らかにした[1)]。これらの考え方と強度データは、構造用製材のJASの制定に貢献した。

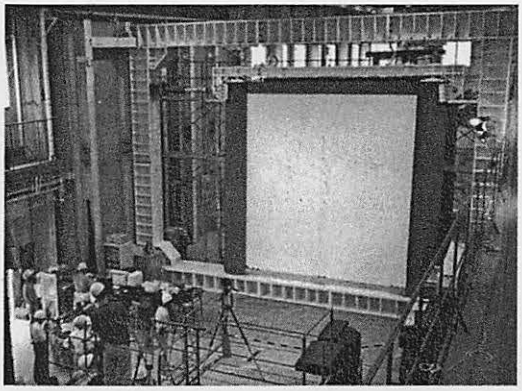
2.2 接合研究

2.2.1 接合の耐力発現機構の解明

接合部を強度設計･構造計算する上で、釘やボルト・ドリフトピンなど、その基本的単位である１本当たりの強度や変形能力等の耐力発現機構を知ることは重要である。このため、ドリフトピンをはじめとする「dowel型」接合具のめり込み特性やクリープ特性に関する研究を行った。



図－３　モーメント抵抗接合部の加力実験



図－４　実大土壁の公開加力実験

2.2.2　大型構造用接合部の開発と評価

大規模木質構造やラーメン構造を実現する上で重要な技術である「ドリフトピンを用いたモーメント抵抗接合部」の構造耐力に関する研究を行った（図－３）。また、その接合部が地震などによって大変形を受けたときの補修方法についても技術開発を行った。

さらに、大型構造用接合部の典型的な応用例として、近年建設数が増加している木橋を対象に、接合部の保守・管理方法の確立を目標としてさまざまな調査を行った。

2.2.3　住宅用接合金物の評価

補助接合金物については、新しい金物自体の開発、使用実態に即した施工方法、屋外暴露実験による劣化等に関する多くの研究を行った。接合の耐力を金物のみに依存する金物構法用金物については、代表的な数種について実験を行い、その構造特性を検討した。

2.2.4　スギの需要拡大のための接合研究

交付金プロジェクトで進められてきた高速人工乾燥されたスギ材を対象に、プレカット接合部の強度、補助金物の接合強度に関する研究を行った。また、従来スギを使うことが許されていなかったメタルガセットトラスの実大実験を行い、等級区分されたスギなら十分使用可能であることを示した[2)]。この成果を基に、スギトラスを用いた畜舎が宮城県に建築された。

中心層にスギラミナを外層に異樹種のラミナを配置する異樹種複合集成材について、接合強度の研究を行い、その強度特性が両者の中間的な値を示すことを明らかにした。

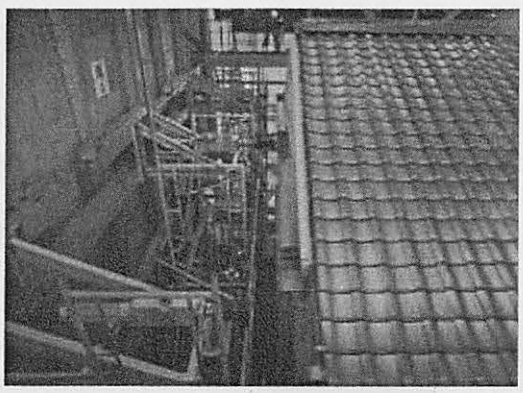
2.2.5　伝統構法の耐力発現機構の解明

伝統架構を温故知新的に検討するため、伝統継手の強度試験をはじめとして、実大の斗組、架構、土壁に関する研究を行った（図－４）。これらの結果は2010（平成22）年に予定されている平城京大極殿の復原に関する貴重な資料となった。なお、この公開実験には数百人の見学者があり、その結果はNHK等多くのマスコミで大々的に取り上げられた。

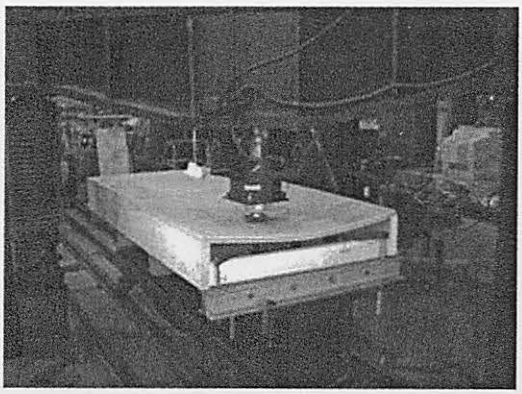
2.3　構造利用研究

2.3.1　木造住宅の耐震性向上に関する研究

多度津で振動台実験に供した６棟のうち１棟は森林総合研究所が㈱中央住宅とともに実験計画と解析を担当した。1997（平成９）～1999（平成11）年には日本住宅パネル工業協同組合（図－５）、大和団地㈱（現、大和ハウス工業㈱）、伊藤建友㈱の各社との共同研



図－５　擬似動的応答実験



図－６　厚物合板を使用した床の集中荷重試験



図－７　床衝撃音に対する生理応答測定

究により、木質耐震・快適性工学実験棟の装置を使用して擬似動的応答実験を実施した[3]。1997（平成９）年度の「市民の安心を確保し安全な市街地を創出するための総合的な地震防災に関する研究」（科学技術振興調整費・生活・社会基盤研究）においては、耐力壁強度の速度依存性の解明を行った。

2.3.2　厚物合板の構造性能評価

厚物合板による床の性能の向上を図るために、水平構面としての性能、集中荷重に対する性能（図－６）及び釘接合部の強度を解析・評価した。これらの成果は、厚物合板利用マニュアルに盛り込まれた。最近では国産材を使った厚物合板が生産され、需要が飛躍的に増えている。

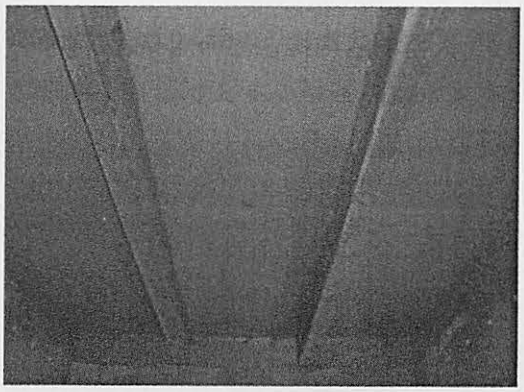
2.3.3　国産材を利用した構造部材の開発

「木材利用促進のための緊急支援研究開発」において、1998（平成10）～2000（平成12）年度には、広島県、福岡県と「国産材を利用した耐力壁の開発及び評価」、鹿児島県と「国産丸太材用途開発のためのポールファウンデーションの設計法の確立」、岡山県、広島県と「国産材を利用したダイアフラムの開発及び評価」を実施した。

2.4　木質環境研究

2.4.1　木造住宅の温熱的特徴の解明

躯体の蓄熱性に着目し、RC造と比べて木造住宅各部の断熱性や熱容量の改善点を明らかにした。



図－８　厚物パーティクルボードを張った木造軸組床

2.4.2　木炭敷設による床下調湿機能の解明

実大のコンクリート布基礎モデルで建築廃材を原料とした木炭の床下の調湿機能の持続性を実証した。

2.4.3　木質構造の床衝撃音レベル低減に関する研究

実大木造モデル床の高剛性化や高密度材料の積層複合化により、床衝撃音レベルを低減できることを実証した（図－７、８）。

2.4.4　生理応答を指標とした木質環境の快適性評価

床衝撃音に対する不快感や木材への接触時の快適感について、生理応答を指標として、評価できることを明らかにした[4]。

３．今後の課題

3.1　材料強度研究

現在、木材の試験方法や評価方法についてISOによる国際規準化が進められており、我が国において、これまであまり検討されな

かった実大材によるめり込み強度やせん断強度などの評価方法について、さらに検討していく必要がある。また、近年、橋、ダム、防護柵など土木構造物への木材の利用が見直されており、土木構造部材としての利用を目的とした研究が要求されている。

3.2 接合研究

今後の研究課題は上に述べた五つの方向性の延長線上に存在するが、新たな課題としては、既存木質構造の耐力評価技術の開発があげられる。現在のレベルで木質構造の量が推移すれば、今後確実に既存木質構造は増加してくる。したがって、接合部の残存耐力の非破壊的推定方法の確立や補修・補強のための技術開発がさらに必要となるであろう。

3.3 構造利用研究

既存木造住宅の経年劣化等による構造性能の低減を定量的に評価し、適切な維持管理指針を提示することが木造住宅に対する信頼を高める上で不可欠となっている。木造住宅に留まらず、大・中規模の木質構造物、土木施設などに対する構造性能の評価技術を開発する必要がある。また、木質構造の動的性能及び動的性能と静的な性能評価との関係について、最近一部明らかになってきているが、その解明を促進する必要がある。

3.4 木質環境研究

環境負荷の低い木質資源を活用して木質環境の改善を推進するため、パーティクルボード等の再構成木材や建築廃材を原料とした木炭の利用を推進する必要がある。特に、厚物パーティクルボードについては、その剛性や断熱性を活かし、施工の合理化をすすめながら、床や壁の下地材としての利用方法を開発していかなければならない。また、居住者の観点から木質環境の改善を推進するため、各種の物理量計測と並行して、人間の生理応答や主観評価に基づいた木質居住環境の快適性評価を重視した研究を推進すべきである。

(神谷文夫)

文　献

1）長尾博文ほか（2003）：樹幹内のヤング係数分布に基づいた製材品の強度推定－カラマツへの試み－，木材学会誌，49(2)，p. 59-67

2）Tomoyuki Hayashi, Masahiko Karube et al. (2002): Shear Tests of Timber Joints Composed of Sugi Composite Glulam Beams Using Newly Developed Steel Connectors, Journal of Wood Science, 48, 6, 484-490

3）神谷文夫ほか（1998）：パネル化在来軸組構法住宅の仮動的応答実験，日本建築学会大会学術講演梗概集構造Ⅲ，C-1，p. 233-234

4）Sueyoshi, S., Miyazaki, Y. (1995): Physiological and psychological responses to light floor-impact sounds generated by a tapping machine in a wooden house, Mokuzai Gakkaishi, 41, 293-300

森林管理研究領域

1．これまでの歴史

森林計画及び森林経理分野の研究は、林業試験場発足当初は造林部の経営、測定、営農林牧野の各研究室で取り組まれ、国有林野特別経営事業に伴う林業上諸種の試験研究が主として行われていた。1949（昭和24）年の機

構の整備により新たに経営部が設けられ、測定、航測、営農林、経営、経済の各研究室となった。当時の研究分野は、木材生産増強が主流の時代背景もあり、森林計画のための森林資源量の把握や推移予測、森林施業と林木成長の関係から材積推定を行う研究などが主なものであった。戦後は、空中写真判読、標本調査法、統計数理の応用、電算機など先進的な技術導入も図られ、空中写真はその後の人工衛星からの画像解析を行う遠隔探査研究室へ、電算機は電算機室の開設へと発展した。牧野研究と林野開拓の問題解決が求められた営農林牧野研究室は、農業と結びつく森林を意図した混牧林研究として引き継がれ山地畜産マニュアルの完成に至ったが、1980年代になると森林はそれまでの単なる林木生産の場としてから、環境あるいは保健休養といった人々との生活とに関連する多面的な機能が強く求められるようになり、1988（昭和63）年に森林環境、風致分野を意識した環境管理研究室に再編された。現在の森林管理研究領域は、森林の資源量や構造的形態を計測する分野と、森林施業と林木成長の関係から材積推定を行う森林計画の分野、それと森林の多面的機能の一つである環境、保健休養に関連する研究分野とからなっている。

2．試験研究の動向

2.1　森林資源計測研究

明治維新以後芽生えた我が国の林業研究はドイツに学ぶ森林経理理念であり、1905（明治38）年誕生した林業試験所では、簡易測量法、測樹、林価算法、森林施行法などが実施され、1910（明治43）年林業試験場に改称後も、森林の測定及び計画、材積測定に関する研究が行われた。また、1934（昭和９）年には各営林局に人工林収穫試験地が設定された。

当時、収穫表の重要性を痛感していた寺崎渡の働きにより、1938（昭和13）年国有林が組織的な収穫表の調整を開始し、林業試験場がその指導と研究を担った。戦後、拡大造林による人工林の間伐時期を迎えると、間伐効果及び人工林や天然生林の構造分析など成長に関連する研究を中心に進められた。相対幹距を指標とした林分密度の異なる施業法や地形環境の差違による生育状況を長期的に観測することも収穫試験地で開始された。試験地は当初、営林局の調査課によって担当され、戦後は林業試験場の各支場が担うことになった。

このように、戦前はほとんどが材積表の調製や収穫表の作成に関するものであったが、1950（昭和25）年以降はビッターリッヒ法の研究なども進展した。成長を予測する上で重要な林地の地位については、数量化理論による判定や地位指数曲線の作成が行われ、拡大造林によって成林した林分の成長予測に広く全国で適用された。林分密度管理図の現地適用に関しては、全国規模でスギやヒノキなど主要樹種の林分密度管理図の作成が行われ、実用に供された。森林計画の分野では、電算機利用による保続計画の作成手法の研究が行われ、実際の森林計画に使用されるまでに至った。1980（昭和55）年には、収穫試験地の測定データが充実してきたこともあり、林分の成長解析や高齢級林の収益性予測、複層林収穫予測の研究が主となった。1990（平成２）年以降は、地球規模での環境問題に絡む温暖化防止として、森林バイオマス量の推定をはじめ、スギ花粉の飛散推定など、森林資源を基とする指標推定には必須の研究分野となっている。

2.2　空中写真、衛星リモートセンシング研究

戦後、新たな森林調査法として急速に進展したのが空中写真計測である。1953（昭和28）年から空中写真を併用した標本調査法の研究が開始され、写真判読による林相区分や樹冠面積、本数を計測し材積推定を行う研究

が行われた。1965（昭和40）年ごろには赤外カラーフィルムなど、多様なフィルムを用いた季節別、縮尺別撮影と地上調査を実施した結果に基づき、写真材料と森林判読、標本調査法の基礎研究も行われた。林分写真の濃度を測定して林分ごとの特徴を求める測定も行われ、解析の電子計測の研究が進んだ。1972（昭和47）年には、米国の地球探査衛星アーツが打ち上げられ、最新科学技術である人工衛星搭載のセンサー観測による宇宙からの森林解析が始まった。写真とは異なり、太陽光からの反射スペクトルをデジタル的に処理するため高度な画像処理技術が求められ、ハードウエアの構成からプログラム開発、応用解析に至るまでが主な研究課題となった。特に、1988（昭和63）年にアメリカから導入したエンジニアリングワークステーション（EWS）をベースとする画像解析装置「System600」では、飛躍的に高速、大容量に解析することができ、衛星画像解析の先導的研究に活躍した。1990（平成２）年前半は日米欧からさまざまな衛星が打ち上げられ、多種、多時期の解析が可能となった。同時にパーソナルコンピュータの技術革新が始まり、GIS技術と合わせて地図情報と組み合わせた統合的な解析技術へと進んだ。これらの研究、解析技術は国内外への普及、とりわけ東南アジア諸国への指導に大きな働きとなった。

2.3　環境、レクリエーション研究

1980年代に入ると森林はこれまでの木材生産の場から、自然環境や生活環境の場として森林を捉える気運が出てきた。森林が持つ多面的機能として、環境、風致、保健休養、レクリエーション、教育的効果などである。それらに対応すべく新たな分野として研究者を増強し、さまざまな環境研究分野に取り組んできた。ただ、産業技術や植物生態の研究とは異なり、人が介在する分野でもあるため、複雑・多岐にわたる取り組み方が望まれる反面、長期的な展望に立った総合的な研究推進が求められる研究分野である。

3．最近の研究の成果

3.1　資源解析

3.1.1　透明検証

地球温暖化防止条約に基づく３条３項の新規植林、再植林及び森林減少による森林の炭素貯留量等の変動に対応できるようにと実施されたのが、透明かつ検証可能な手法による吸収源の評価に関する研究（2001（平成13）～2003（平成15）年度）である。ここでは、林野庁と共同で暫定プロットを全国各地に設定し、吸収量を算出するのに必要な基本パラメータを信頼性の高いレベルで計測、提出するとともに、得られた基本パラメータを用いれば、約束期間中に個別林分が獲得する森林統計から得られる基本的なデータと、一部の環境条件を測定するだけで科学的に評価できるシステムの開発を目標とした。その結果、幹材積を総バイオマス量に換算するための拡大係数については、国内の主要樹種についてIPPC-LULUCFグッドプラクティスガイダンスの資料として示し、検証用試験地としては、収穫試験地等39プロットのバイオマス調査を行い、バイオマス拡大係数の精度を向上させた。間伐施業が及ぼす林分成長と気温などの環境条件との関係についても求めた(図－１)。



図－１　バイオマス量測定調査の概要
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

3.1.2 スギ花粉

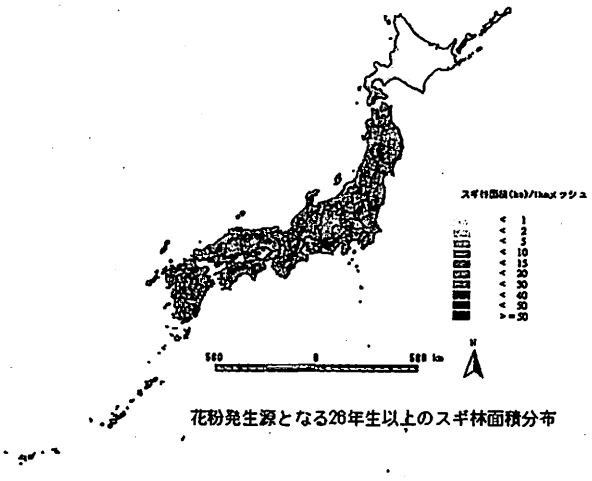
スギ、ヒノキは造林樹種として大変優れており、戦後広大な面積に植林されてきたが、成長とともに大量の花粉を飛散させ、また、一方で生活様式の変化も加わって、アレルギー疾患の原因となり、春先には多くの人がスギ花粉症で悩むことになった。この花粉症の被害を軽減するべく、飛散状態を予測する花粉情報を発表することになったが、関東地方のスギ、ヒノキ林についてその分布図を作成し、より高精度の花粉飛散予測モデルを確立することになった。

スギ林の分布データセットを作成した結果、1995（平成７）年花粉発生源の対象となるスギ林は関東平野を取り巻くように分布しており、埼玉県・東京都の西部、茨城県北部、赤城山付近、伊豆半島などで分布密度が高かった。ヒノキ林もほぼ同様の分布を示したが、分布密度はスギの約１/３であった（図－２）。

将来のスギ花粉発生源面積は、主伐が停滞した状態では今後20年間に約25％増加し、ヒノキの発生源面積は今後も大幅に増加すると推定された。

3.2 航測研究、遠隔探査

リモートセンシング技術を活用した研究は、それまでは主としてセンサー画像の前処理技術の高度化であったが、徐々にさまざまなプロジェクト内での森林資源把握のための研究として取り組まれるようになった。



図－２　花粉発生源となるスギ林の広域分布図
（1995（平成７）年）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

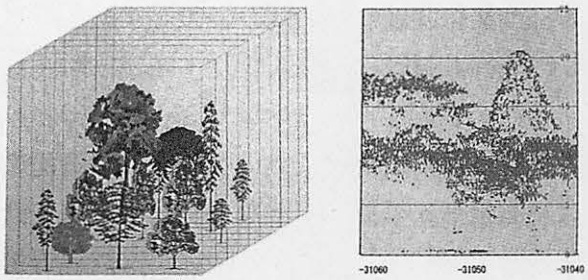
タイ熱帯林の生育環境と季節変動の観測研究では、水分環境の変動によって季節変化を示す熱帯季節林を対象に、森林の分布と生育状況の季節変動及びその経年変化を、広い範囲を長期で観測できる手法を開発することとなった。ランドサット衛星のTM画像を用いて、タイ北部のチェンマイでは、熱帯山地常緑林地帯を対象に、雨期の終わりから乾期の終わりにかけていくつかの衛星画像を重ね合わせ、落葉林から常緑林への移行帯が標高700～800mにかけて分布している様子を鮮明に抽出した。また、タイ中部のカンチャナブリでは、フタバガキ科を主体とする混交林が優勢であるが、現存植生と標高との関係はあいまいで、水分環境よりは人為的な影響（とくに火入れ）によって複雑な植生分布が示されている様子が抽出された。ここでは、TMデータによる近赤外と中間赤外データを用いる水分含有指数（LWCI）を開発し、植生の乾燥状態を相対的に観測することで水分環境区分図が作成された。

2000（平成12）年になると、新たなセンサーによる観測も行われるようになった。航空機やヘリコプターにレーザー光を用いた測距器（LIDAR）を搭載し、上空から森林表面の凹凸計測を行うものである。これによって、森林の垂直方向における断面構造の解析や、地表面におけるわずかな微地形が求まり、現地計測では不可能であった立体的な把握技術が進み、立木位置、本数、樹高の計測の高度化が図られた（図－３）。

3.3 環境、レクリエーション

3.3.1 環境レクリエーション

森林が持つ、レクリエーション機能に関する研究として、森林レクリエーション資源の分布に関するものと、観光レクリエーション



図－３　林冠の階層構造の模式図（左）とレーザー測距による林分断面（右）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

のために森の管理が効果的な場所を選定する手法に関するものが取り組まれた。前者は、レクリエーション需要が高い首都圏近郊で、保健休養や余暇活動として利用される森林を整備するための計画策定に使用できる手法を検討した。対象地域として、平地林地帯である霞ヶ浦流域の808箇所の観光レクリエーション資源・施設のうち、無形文化財など地理的に把握が不可能なものを除く528箇所を対象に実施した。位置情報を国土数値情報の３次メッシュ（約１kmメッシュ）単位に取りまとめ、森林管理面からみた重要度を基準に得点を付与した。画像処理の一つである３×３のフィルタリング手法を行いて周囲との重み付けを計算し、定量化を図った。

その結果、①自然資源が卓越した地域（11箇所）、②歴史文化資源が卓越した地域（30箇所）、③自然・文化両資源が卓越した地域（12箇所）、④山間型レクリエーション施設を導入した地域（14箇所）、⑤都市型レクリエーション施設を導入した地域（４箇所）、⑥そのほか（４箇所）に類型化できた。また、地域の広がりも最小１メッシュから最大66メッシュまでの幅が見られた。これにより、現実の森林計画区に対応した地域のレクリエーション的な類型や、その拡がりを判定できる評価手法が開発できたため、地域の森林整備計画や市町村森林整備計画に応用することで、余暇活動と森林との地理的関係を具体的かつ定量的に把握することができると期待される。

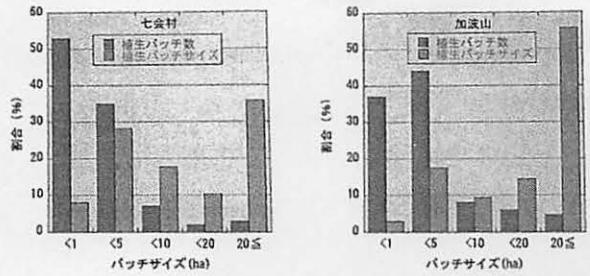
次に、管理側の立場に立って、積極的森林づくりが行える、効果が期待できる重要な地域を判定し、類型化する手法も開発された。

上記の平地林地帯としての霞ヶ浦流域に加え、地勢や林況が大きく異なる茨城県八溝多賀流域を中山間市町村が多い地域として入れた。二つの流域内の観光レクリエーション資源・施設の数は、１km^2当たり、八溝多賀流域で0.23箇所、霞ヶ浦流域で0.24箇所と大差はなかった。そこで、地理的メッシュ手法を用いてポイント計量を行い、特に効果的と判定された重要地区は、八溝多賀流域で36箇所、霞ヶ浦流域で75箇所となり、単位面積当たりに換算するとこれも大差はない。しかしながら、それらを地形の形状や森林型及び植生の形態などをもとに細分化し、さらに、歴史的文化的な要素や農山村か都市型かなどの集落形態を考慮すると、流域により大きく異なることが判明した。これらの結果から、八溝多賀流域は、凹地伏の谷間の集落作った山間レクリエーション施設や、川沿いの湿原・渓流釣りなど自然資源に依存した観光レクリエーション地区であり、霞ヶ関流域は平地に点在する市民の森や神社仏閣などの平地林や、伝統的な城下町や研究学園都市などの市街地を中心とした観光レクリエーション地区が多く見られることがより明確化されたのである。

3.3.2　ランドモザイク解析

近年の急激な土地利用改編などにより本来の森林が分断化され、それによる生態系の劣化が懸念されている。そこで、分断度合に関するモニタリング法として、ランドモザイク解析による森林の分断度合いの定量化に取り組んだ。対象地域は、茨城県西茨城郡七会村と筑波山系加波山周辺を対象とした。前者は全面積の83％が山林が占める農村地域であり、後者は小規模ならが山頂付近にブナ、アカガシの自然林が残る山岳地域である。

1992（平成４）年及び1993（平成５）年の空中写真から現存植生図を作成し、GIS化し



図－4　植生パッチ数とパッチサイズの分布（七会村（左）と加波山（右））

た。分断度合いは、植生のパッチ数、パッチサイズ、植生パッチの総エッジ数に占めるほかの森林植生と隣接するエッジの割合の３とおりとした。その結果、加波山では20ha以上の植生パッチが森林面積の21％、５ha未満の植生パッチが21％だったのに対し、七会村では36％、36％となり、加波山と比べて小面積パッチの割合が高く、また、パッチの数からも小面積の数が多数分布していることが示された。植生タイプ別では、七会村の落葉広葉樹林では20ha以上のパッチが全面積の約半分を占め、分断化が進んでいなかった。隣接するエッジとの割合からは、両地域とも森林としての分断度合いは低レベルにあると判断してよいことが判明した。これらは、古くは薪炭林生産、近年はシイタケ原木生産に用いられ、かつスギ・ヒノキの造林不適地であったことが分断化が抑えられた理由として考えられた。このように、森林分断度合いの定量化が行えるようになったことで、より地域森林計画策定への科学的数値の取り組みが可能となった（図－４）。

４．今後の課題

4.1　資源解析

1992（平成４）年に地球サミットが行われ、木材生産だけでなく森林の多種多様な機能の保続を目指す「持続可能な森林経営」の実践が強く要請されるようになった。「持続可能な森林経営」では、科学的なモニタリングが大変重視されている。また、同時期に気候変動枠組み条約が採択され、京都議定書で温室効果ガス排出削減義務が定められ、我が国は、透明かつ検証可能な方法で、森林に関するCO_2吸収・排出を報告する義務を負うこととなった。この二つの動きによって、CO_2に直接関係する森林バイオマスや、生態学的な森林タイプ、森林の分断化などランドスケープの計測など、森林の種々多様な側面の計測が強く求められる時代となり、当分野でも林野庁と密接に協力し、研究を進めている。

4.2　環境計画

森林セラピーについては、高齢化社会の進展、生活習慣病の拡大、子どもたちの不登校や鬱など心の健全性の確保等が今後ますます必要になってきており、森林浴による癒し効果を科学的に検証し、療法メニューの開発やセラピートレイルのデザインなどに関する研究が待たれている。また、環境教育についても、子どもたちの創造性や活力を育むために、森林空間を活用した教育プログラムの開発や環境教育に適した森林の保全活用手法の確立が望まれている。　　（中北　理）

林業経営・政策研究領域

１．はじめに

森林総合研究所における林業経営・政策研究領域関係は、1949（昭和24）年に林業試験場時代の経営部に経営研究室が設置されたことに始まる。その後、1952（昭和27）年には経済研究室が設置され、経営分野の基本的研究体制が確立された。それ以来、経営研究室は個別の森林経営問題を、経済研究室は林業

生産を巡る経済的な側面の研究、特に木材流通・市場に関する研究を行ってきた。

その後、いくつかの組織の改編を経て、2001（平成13）年の独立行政法人化に伴う組織改編により現在の組織構成ができ上がった。当研究領域は当時の林業経営部経営管理科が一つの組織として独立したものであり、林業動向解析研究室及び林業システム研究室、チーム長（現在、担い手育成担当）から構成されている。当研究領域が担う主な研究課題は「森林・林業・木材産業政策の企画立案に資する研究分野」であり、従来以上に行政や政策との密接な関連をもつこととなった。

2．試験研究の動向

2.1　経営問題の研究

経営研究室では常に森林管理の担い手問題が中心的研究課題の一つとなってきた。

まず取り上げられたのが農家林家である。当時は我が国の農家経済の中に育林業的な展開がかなり顕著に見られ、林業改良普及事業の主要な政策客体である農家林業に関する基礎データを収集する必要があった。このため各地において農家林家の実態調査が精力的に行われ、普及事業の政策客体の圧倒的多数が農家であることを明らかにした。当時は農家林家の林政上の位置づけや政策客体としての的確性などの討議が華々しく行われた時代であり、当所におけるその研究成果は林業基本問題答申や林業基本法の審議過程においても活用された。

昭和40年代に入ると、研究に大きな影響を及ぼすような社会経済的枠組みの変化が起こった。すなわち、日本経済が驚異的な発展を示す一方で都市部での人口が急増し、生活環境の悪化が指摘された。また、森林・林業関係においては産業としての林業の確立を目指した林業基本法の施行にも拘らず外材輸入の激増とともに国内林業が急速に停滞し始め、山村における過疎化の進行や所得の低下が顕著となり、林地の転用の進行など、問題が多様化してきたのである。また、世界経済は石油ショックに苦しみ、経済のグローバル化も進んだ。このような情勢の変化は当領域の研究にも大きな変化をもたらした。

期待された農家林家が日本経済の発展とともに昭和40年代を中心に若年家族労働力の流出や離村などによって次第に困難な状況が生まれ始めるとともに、経営研究面においては新たな森林管理の担い手の問題の研究も始まった。

昭和50年代の成果として、山村集落を対象にして森林管理を担う者の実態調査に関する研究が本・支所一体となって実施された研究がある。この研究では各支所は統一した様式によって過疎化段階区分と挙家離村跡地の森林管理実態を調査した、その結果、林家は離村後も山村保有を続けることが多く、森林管理の後退と作業能率の低下を防ぐために公的機関の管理代行と森林管理組織再編成の必要があることが指摘された。山村振興調査や林業構造改善事業調査など、行政需要による諸調査の要請がますます強まったのもこの時期である。

昭和60年代は、プラザ合意とその直後に始まった急速な円高の進行、ガット・ウルグアイ・ラウンドの合意、第二次産業を主とする生産拠点の海外移転等、国際的な経済と環境保全の進行の荒波を受けた年代であった。急激な円高は木材輸入の増大を招き、用材における国産材の割合は昭和55年代半ばに初めて20％を割り込んだ。

こうしたことから林業・林産業の経営の収益性が従前にも増して危機的状況を呈し始めた。このため、農林業センサス等の統計書や現地調査結果の分析により、伐期の延長、就業者の減少・高齢化、作業の委託・請負化の進展などの構造変化の実態を明らかにした。このような困難な状況にある個別の経営体の森林管理を代行するものとして森林組合など

の協業組織体の動向分析とその果たすべき役割と体制整備の必要性を指摘した。これらの研究で得られた知見は「流域管理システム」における流域林業活性化方針書の策定にも活用された。

また、弱体化する山村問題に関する研究も行われた。めまぐるしく変貌する社会経済の下での林業集落の変貌とその活性化のための方策の検討や、海外に目を転じてイギリスやドイツ、EUの山村活性化のための政策の動向について調査分析を行い、国内における政策の立案の一助とした。

一方で戦後造林地の林齢が上昇し、木材資源としての潜在的利用価値に注目が集まるようになり「国産材時代」の到来が期待された。そのための支援研究として林業生産及び経営情報のデータベース化に関わる研究及び労働力・林政・木材需給構造の変化に関わる研究を進行させるとともに、森林・林業・木材産業の活性化を図り、地域の社会・経済条件に適合した持続的な流域管理システムを確立させるための研究を行った。

また、混牧林に関する研究も複合的土地利用の一環として当研究領域として行われた時があった。その成果は、林畜複合利用の形態を幼齢林型、長伐期型、チップ型、牧野林型の４タイプに類型化し、それぞれのタイプにおける牧養力や適正放牧頭数等を明らかにし、混牧林経営マニュアルとして集大成した。

2.2　経済問題の研究

経済研究室がスタートした当時は、産業復興と国民生活の再建を契機として林産物の需要が大きく高まり、国内の木材供給がこれに対応し得なかった時期である。このため、林産物の統制撤廃や需給ギャップを通じて価格問題が大きく取り上げられるようになった。

これに対して当所の経営研究では、林産物市場構造の解明を通じて林産物の価格形成の理論の研究を行った。木材価格に関する研究はその後も継続され、我が国の木材市場に占める外材のシェアの高まりとともに、外材との関連も含めて林産物の需要構造の定量的な把握のために計量経済学的研究をさらに進めた。

昭和40年代に入ってからの我が国の林業を巡る大きな変化により経済研究面においては国内の木材流通問題や外材問題の研究が一層、重要となってきた。

1972（昭和47）年に木材価格が高騰したのを受けて、当時の経営部の本・支所をあげてその要因の解明を行った。調査の重点を主要市場における流通の各段階の在庫調整機能におき、価格の不安定性に与える要因を分析した。その結果、硬直的な供給体制にインパクトを与えた需要構造、なかんずく末端の零細な小売り・大工・工務店などの遅れた体制に問題点があることを見出した。

50年代になると、日本の木材市場における外材のシェアが急速に増大した。このため、木材需要の中でも最も重要な建築用材と普通合板、紙パルプ等の林産物の需給に関する計量モデル研究を行い、外材輸入が価格に対して非常に弾力的に入ってくること、すなわち、国内林業に及ぼす外材の影響の大きさを計量的に明らかにするなどの成果を上げた。

また、我が国林業の計測可能な経済諸量の長期的統計を基にした計量的研究も行われた。その結果、林業はその産出高の伸びにも拘らず、趨勢的には縮小しつつある産業であることを明らかにした。

国内市場における外材のシェアが高まり、外材の輸入動向が国産材価格ひいては国内の森林・林業に大きな影響を与えるようになってくる中で、必然的に木材輸出国の資源状況、林業構造についても関心が向けられた。当初は東南アジア諸国を中心としていたが、アメリカ、カナダ等の環太平洋諸国に対象範囲を拡大し、森林の資源及び木材生産の構造、制度・政策の状況、流通構造などに関する資料

の収集・分析が行われた。

外材産地の研究の中でも最も重要な米材については、米材の丸太及び製材品について対日市場競争力を研究した結果、スギ丸太に比して米マツ丸太は立木価格・伐出費・造林費のいずれにおいても下回ることを明らかにした。また、アメリカやカナダを中心とする環太平洋諸国の木材生産と貿易の動向についての調査研究と計量経済モデル研究により、アメリカにおける自然保護運動の高まりの影響を受けること、丸太輸出から製品輸出へと急速な変貌が予想されることなどをいち早く指摘した。

2.3 政策問題の研究

市場経済が環境問題を合理的に解決できないことが明らかになるに連れ、両者のバランスを取るための公的部門の役割が増大してきた。このため、昭和40年代後半頃から政策問題に対する研究が開始された。

当領域における本格的な政策研究の始まりは、経済学を援用した森林の環境保全機能も含めた森林政策の理論的な枠組みに関する研究である。地球規模の環境の悪化が懸念され森林の環境効果に対する社会的需要が増大する中で、経済性と公益性との調和を図った森林の利用計画を策定するには、公共部門の果たすべき役割がますます重要となる。そのための理論的根拠として、まず、環境効果の経済的性質を明らかにし、望まれる森林利用が満たすべき条件やその便益の評価、守るべき保全基準などの設定に関し経済学的な接近を試み、公的規制のあり方について考察を加えた。

昭和50年代に入ってからは森林利用を巡る環境保全諸問題が経済分析の立場から理論的に整理され、保全基準と施業基準を軸とした森林利用計画体系について検討が加えられた。また、環境保全との関連で発生する損失補償及び森林造成のための費用負担、海外の環境保全政策についても調査された。さらに、森林造成の費用分担の事例調査を実施し、水源林基金や水源の森基金が上流と下流の住民の長い結びつきの上に成立していることを明らかにした。

また、国内産業における林業の経済的地位が低下するに伴い、中央や地方の政府による財政的な支援が重みを増してきた。そのため、国の財政がどのように森林・林業に影響を及ぼしているか、林業財政の規模や支出構造などの財政に関する研究も行い、林業財政が国の一般会計の中で比較的安定したシェアを占め、そのため林業所得に対する林業財政の比率が急速に増大していることを明らかにした。

また、我が国の造林補助金の分析を行い、現行の造林補助金制度がもともと経営意欲のある林家には有効であるが、森林の管理には関心が低下した林家の森林整備には不十分であることを指摘した。

3．最近の研究成果

今からほぼ５年前の2001（平成13）年６月に、37年ぶりに林業基本法が抜本的に見直され、森林・林業基本法が成立した。その背景には、⑴国民の森林に対する要請が木材生産から水源かん養、国土・自然環境の保全、地球温暖化防止、生物多様性の保全等、多面にわたる機能の発揮へと多様化、⑵一方で、木材価格の低迷、林業採算性の悪化、林業収入の定価など林業を取り巻く情勢の悪化、⑶それに伴う管理不十分な森林の増加、などがある。森林・林業基本法はこれらに対応し、森林の有する多面的機能の発揮と林業の持続的かつ健全な発展とを基本理念として、今後の森林・林業政策の基本方向を示したものである。さらに、これに基づきより具体的な政策指針が森林・林業基本計画として発表された。

当研究領域の研究も基本的にはこの方向に沿って行われ、多くの研究成果を得ている。以下、ここ10年間程度に行った研究の成果の

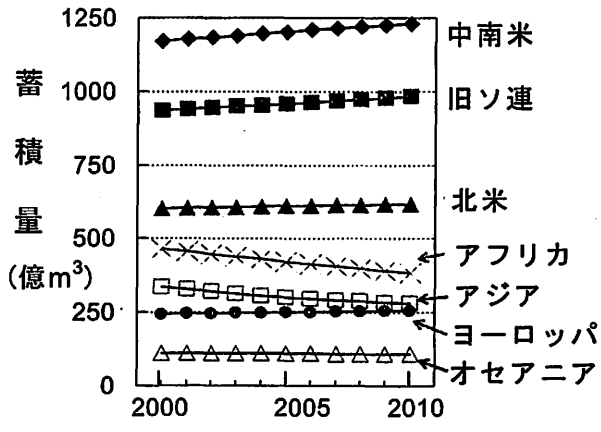
一部について述べる。

3.1 林産物貿易が及ぼす影響に関する研究

世界の森林資源と林産物市場は、木材需要の大部分を輸入に依存している我が国の林業、ひいては森林・山村ばかりでなく、輸出国の森林資源・環境にも大きな影響を及ぼす。このため、この分野の研究は早くから進めてきたところであるが、新たに農林水産技術会議の行政対応特別研究（2000（平成12）～2002（平成14）年度）としてこの研究に取り組んだ。この研究は我が国政府のWTO交渉を支援するために、我が国独自の林産物貿易モデルの構築と文献調査等により、林産物関税の撤廃が我が国や主要な木材輸出国に及ぼす影響を明らかにすることを目的としていた。

貿易モデルに関しては、世界林産物需給の先駆モデル（GFPM）の構造と特性のほぼ全容を解明した。そして、FAOの林産物統計、森林資源評価等に基づく基本データセットを構築し、JIRCAS（国際農研センター）の世界食料モデルを基礎にした世界林産物需給・貿易均衡モデルを開発した。このモデルによって、林産物輸入関税が撤廃された場合に日本国内の木材産業に影響が及ぶこと、東南アジア諸国など森林資源が減少傾向にある地域ではさらに減少が加速されること、などの推計結果が得られた。

文献や現地調査等により、アメリカ及びカナダ等の環太平洋諸国、さらにはロシア・東欧を対象に森林・林業・林産業及びその政策の動向、木材貿易の拡大による地域の森林資源や環境、住民への影響の分析を行った。また、日本における調査では、木材価格の低下により伐採跡地の放棄、立木の土地付き販売などの管理水準の低下、さらには林地所有の放棄などの深刻な地域の実態が明らかにされるなど、森林管理問題に関する多くの知見が得られた。



図－1 森林蓄積量の地域別将来推計

当モデルを用いたシミュレーションの結果や文献調査による分析結果は、WTO本格交渉に向けた我が国政府の対処方針を打ち出すための基礎情報としてすでに活用され、諸外国の最新の森林・林業政策の動向についても林野庁の政策立案の資料として利用されている。

3.2 国産材需要拡大に関する研究

昭和50年代に入ると戦後造林地も利用可能な林齢に達し、国内の木材の供給能力が増大してきた。このため、国内木材市場において国産材の復権、いわゆる「国産材時代」の到来が口にされるようになり、木材流通・市場の分野では新たな国産材産地体制の整備のあり方に関する研究が活発に行われた。

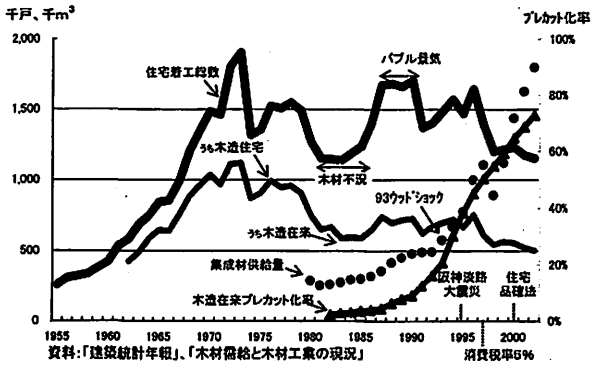
当時の住宅建築市場の状況は、大手ハウスメーカーや地域ビルダーが在来の大工・工務店のシェアを蚕食し、さらにコンピュータ制御による住宅部材の加工を行うプレカット加工システムが平成の時代に入って急速に普及していった。そしてこのプレカット加工システムに見合う工業製品並みの精度と品質を備えたものとして集成材の需要量も急激な増加を示した。その傾向は1995（平成７）年の阪神淡路大震災による在来住宅の大きな被害、2000（平成12）年の住宅品質確保法の施行によって一層強まった。このような木材需要サイドの動きから、未乾燥のスギ並材の大量供給システムではなく、人工乾燥化、あるいは

集成材化こそが国産スギ材産地の進むべき道であるとし、集成材等のエンジニアードウッド加工を組み込んだ「国産材新流通加工システム」の構築の必要性を明らかにした。

また、集成材等の国産材の高次加工製品の生産とともに、国産材の無垢製材品でも一定の品質・価格・供給の量的安定性が確保できれば地方圏での住宅メーカーを中心に需要の拡大は可能であり、それに対応できる国産材の供給システムの確立が求められていることを示した。こうした研究成果に沿って林野庁は、地域材利用に関する二つの推進方向の一つとして大量消費の市場に向けた取り組みを取り上げ、施策を展開している。

林野庁が取り上げた地域材利用の推進方向のほかの一つは、地域材を活用した、いわゆる、「顔の見える木材での家造り」である。このような地域材の利用はあくまでもニッチ市場ではあるが底堅い需要があり、小・零細規模の業者に適した需要拡大策として重要であることを明らかにした。

これらの木材流通・市場研究を通じて、今後の木材の加工・流通の展開方向としては、首都圏等の大規模消費地をターゲットにした大規模な設備による大量生産の方向と、「顔の見える関係」で主として地場の消費者をターゲットにした方向があることを明らかにした。そして前者は大量の原木供給が必要であるが、原木供給側がそれに対応していないことが問題であり、大量原木消費に見合う素材の生産・供給体制の整備が必要であることを指摘した。



図－2　木造住宅建築システムと部材需給の変化

3.3　林業労働力問題に関する研究

林業労働力の問題についての近年の研究では、中山間地域の活性化あるいは林業活性化という視点から、当時注目されつつあった林業労働への新規参入者の実態を全国的に明らかにし、その中から林業労働者の育成・定着条件を解明した。全国358森林組合へのアンケート調査から、新規採用者の４割が林業労働を経験したことがないこと、就業者募集の情報は林業労働の未経験者ではハローワークや就職情報誌から得ている割合が経験者の場合よりも高いこと、静岡・長野・岐阜の３県においては未経験者の４割弱が県外出身者で占められることなど、従来とは異なったタイプの労働者が林業に参入している実態を明らかにした。

さらに、新規参入者が引き続き林業労働者として定着するためには、合目的的な採用プロセス、班編制での新規参入者への配慮などが求められることを指摘した。これらの研究成果は、林業就業前の研修の実施など林業労働力対策の一部として行政にも活用された。

3.4　森林管理問題に関する研究

林業と森林管理を担ってきた林家と森林組合の存在形態と両者の有機的関係について分析し、住民として山村社会を支えてきた林家や林業労働者への支援策を検討した。その支援策の一つとしてドイツの林業に対するデカップリング的施策が有効であると指摘した。

「林産物貿易が及ぼす影響に関する研究」の一部として述べたように、土地付きの立木販売の実態など、国内林業の危機的な状況がさらに進行していることを明らかにした。また、ほぼ４分の１の面積が不在村者によって所有されると推定される私有林の森林管理の問題点を統計と実態調査により明らかにした。さらに、このように個別的に管理ができない

所有者の森林については施業や経営の集団化を進める方策が採られた。このため、実態調査を基に施業の集団化を円滑に進めるための条件について提示した。

3.5 環境問題に関する研究

平成の時代に入ってからは、環境保全問題の一層の高まりに対応して、自然資源・環境などの状態を「勘定」の形式で記述し、環境保全と経済成長のつながりを明示することを目的とした森林資源勘定の開発に関する研究を行った。この研究では森林資源勘定のメインフレームに関して、理論的な根拠・裏付けとなる日本の森林・林産物統計の整備状況・研究上の重点領域及び実施上の問題点等を解明した。さらに、北欧・フランス・国際機関等の文献調査によりその特徴を明らかにするとともに、森林資源勘定の下位勘定の一つである森林管理勘定をレクリエーション目的の森林管理ならびに水資源管理目的の森林管理についてそれぞれ試作した。また、地域勘定と土地勘定を推計すると同時に、テストサイトにおいて土地勘定を作成した。長期にわたる所有権の移転経緯をSNAの制度部門別に集計・表示した林地勘定は、諸外国の土地勘定研究に前例のない独自性をもつ。

3.6 海外の森林・林業に関する研究

経済のグローバル化により海外の森林・林業・木材産業動向が我が国に大きな影響を及ぼすようになった今日、国内問題だけに目を奪われているわけにはいかない。また、国内の森林・林業政策のあり方を検討する際にも、社会経済的条件の似通ったヨーロッパをはじめとする先進諸国の政策の動向は大いに参考になる。

こうしたことから、EUやイギリス等の森林・林業・木材産業に関する調査研究を行った。EUの林業政策に関しては、自然・環境・景観保護の高まりによって1980年代から大きく転換したことを明らかにした。また、1985（昭和60）年以降から農地への造林費助成、農地造林による農業収入の低下分の補償、さらには木材加工・流通過程への助成などにまで急速に広がっていることを明らかにした。イギリスの森林・林業政策に関してはEUの余剰農産物削減対策の一環としての農地造林に対する補助制度の影響を分析するとともに、独自の造林補助金にも競争的資金制度が導入されるなど、新しい動きがあることを明らかにした。

4．今後の研究課題

当領域が研究対象とする森林・林業・木材産業の状況は、大まかに森林・林業を主な対象とする、いわゆる川上部門と、生産された木材の流通・加工を対象とする川下部門とに分けることができる。そのいずれもそれぞれの時代の社会・経済的枠組みとともに絶えず変化しており、その動向に常に注意を払い、かつ、森林経営の現場や行政とも密接な関係を保ちつつ新しい情報を絶えず収集しておかずには試験研究が進まないのが特徴である。

繰り返しになるが、森林・林業基本法では木材生産に限らず、環境保全等の国民の要請に応えて森林の多面的な機能の発揮の実現を目指しており、われわれの研究もこれに寄与するような成果を生み出していくことが必要である。

今後取り組むべき国内的な課題の一つとして、森林を持続的に管理・利用していく問題がある。特に、地球環境問題との関連で国産材利用の拡大が求められる中、いかにしてその体制を構築していくかは、われわれに課せられた大きな研究課題であるのは言うまでもない。森林の保全管理の段階に留まるのではなく、木材を伐採し、加工・流通・消費のルートに乗せて循環的に木材を利用していくためには、林業経営・政策領域だけではなくそれに関連する他分野との連携・協力によっ

て進めていく必要がある。

経済のグローバル化によって我が国の森林・林業・木材産業全体に大きな影響を与えるものとして、海外の森林資源や木材生産の動向にも絶えず目配りを怠るわけにはいかない。また、地球環境問題への取り組みが世界的に重要な課題となっている中で社会科学的な側面から森林の多面的機能の発揮に寄与する研究がますます求められている。

（鶴　助治）

第Ⅲ章　地域に対応した試験研究の動向

北海道支所

1．試験研究の動向

北海道支所は、北海道の森林管理に必要な試験・研究を実施する目的で1908（明治41）年６月に江別市大字野幌志文別に内務省野幌林業試験場として設立されたのが始まりで、1927（昭和２）年に野幌国有林の北側（現林木育種センター北海道育種場）に移設された。一方、帝室林野局北海道林業試験場が1938（昭和14）年に札幌に設立された。1947（昭和22）年の林政統一によりこれら二つが合併し、林業試験場札幌支場となった。1953（昭和28）年に、野幌の試験設備をすべて札幌市豊平に統合し、林業試験場北海道支場と改められた。1974（昭和49）年に現在の羊ヶ丘に移転し、その後1988（昭和63）年に森林総合研究所北海道支所に改組された。そして、2001（平成13）年４月に、独立行政法人森林総合研究所北海道支所となり、現在に至っている。

この間、北海道支所は林野行政からの研究ニーズに対応するとともに、常に先を見越した研究を展開してきた。1954（昭和29）年の洞爺丸台風により石狩川源流域は特に大被害を受け、国有林の要請を受けて被害調査並びに風害後の植生遷移の研究が開始され、風害後20年及び40年後の総合調査も実施された。また、昭和30年代は国有林による拡大造林政策が推進され、北海道の人工林率は27％に達した。このため、研究面でも人工林の造成技術、成長予測や産地試験に関する調査・研究が推進されるとともに、大面積の植林による病虫獣害の発生を契機にエゾヤチネズミ対策等森林保護に関する研究も精力的に行われた。

急速な経済成長による環境問題の発生や拡大造林の反省から、1973（昭和48）年に林野庁は「国有林における新たな森林施業方法」を定め、森林の有する各種公益的機能が高度に発揮されるように事業を進めた。これによって、北海道においても非皆伐による人工林施業（複層林等）や天然林施業（択伐等）の研究が推進されることとなった。また、同時に、森林の水源かん養や山地災害防止等の多面的な機能の研究も推進された。1996（平成８）年には全国森林計画が改訂され、森林整備の方向が「水土保全林」、「森林と人との共生林」及び「資源循環林」の三つに分けられ、多面的機能がさらに重要視されることとなった。北海道支所においても、一層、公益的機能に関する研究に拍車がかかり現在に至っている。ここでは特に、最近10年間の北海道支所の研究の流れを振り返ってみる。

森林総合研究所の研究基本計画が1994（平成６）年４月に改訂され、北海道支所では研究問題Ⅸ「北方系森林の高度に自然力を活用した管理技術の確立」を担当することとなった。この研究問題のもとに、研究部単位で次の三つの大課題を立てて、独立行政法人になるまでの７年間にわたって研究を進めた。

「北方系森林の多様性及び動態の解明と更新・保育技術の向上（育林部：造林研究室、樹木生理研究室、遺伝研究室、土壌研究室）」では、林木の遺伝、樹木生理、森林生態、土壌、保育の５分野の中課題を立てて、北海道を中心とした北方系森林の実態を遺伝子から生態系レベルにわたって解明し、その知見によって森林の取り扱い技術の開発に関する研究を推進した。また、北方圏の環境問題にも取り組んできた。

「北方系森林の施業・経営管理及び保全技術の改善（経営部：天然林管理研究室、防災研究室、経営研究室）」では、北方系森林の資源量の予測・管理、水資源・土砂の流出、森林経営や木材の流通実態の解明等について研究・調査を進めてきた。

「北方系森林の生物被害回避及び生物管理技術の改善（保護部：樹病研究室、昆虫研究室、鳥獣研究室）」では、人工林の長伐期施業への移行と育成天然林施業の増大によって発生する被害を制御、または回避する技術の改善及び森林における野生鳥獣、昆虫、樹病に関する管理技術の改善に関する調査・研究に取り組んできた。

2001（平成13）年４月に、独立行政法人森林総合研究所北海道支所となってからは、研究部制が廃止され、五つの研究チームと五つの研究グループに組織が改編された。この組織改編に伴って、支所の研究は森林総合研究所の全所横断的研究計画に組み込まれ、この中で北海道支所の重点研究項目及び実行課題の下に支所の研究を進めることとなった。

支所の重点課題として、択伐を主とした天然林施業・管理技術の高度化、北方林の長伐期化に伴う森林管理システムの構築、北方林における環境保全・持続的利用の実態把握と多目的管理手法の開発のほか、森林におけるCO_2収支の総合評価、国際基準に基づいた生物多様性及び森林の健全性評価手法の開発、都市と里山のランドスケープ構造が森林の生物多様性に及ぼす影響評価等の研究を進めている。

森林の木材生産機能以外の公益的機能に関する施策がこれまでにも増して求められる中、北方林の持つ森林の環境保全機能や森林生態系の維持機構の解明等に関する研究をより一層進める必要がある。一方、木材資源の保続も将来的には重要課題であり、現在ある北方系人工林の育成方法及び人工林の新たな管理方法に関する研究も同時に推進して行く必要がある。北方林の持つ多面的機能をバランス良く、持続的かつ総合的に管理する方法についての研究が益々重要になると考えられる。

（猪瀬光雄）

2．研究分野ごとの研究の動向

2.1　森林の育成及び遺伝に関する研究分野

2.1.1　研究の概要

森林育成研究グループは独立行政法人化に伴い、造林研究室と遺伝研究室が統合されてできた。造林部門では1908（明治41）年の林業試験場が設立された当時から天然更新及び人工造林に関連する調査研究が行われてきた。

1950年代には洞爺丸台風による風倒跡地の植生回復過程の調査が開始され、調査は現在まで継続して行われている。1960年代は画一的な人工造林の反省より天然力を極力活用しようとする漸伐作業に関心が高まりトドマツ、エゾマツを主とした天然林施業の基礎的な研究が行われ、更新の阻害要因であるササ植生の省力的制御技術として林地除草剤の施用に関する研究も進められた。一方、ササをバイオマス資源として活用する観点から、ササの再生能力、分布及び現存量に関する研究が行われた。また、有珠山噴火後の植生遷移に関する研究が開始され、針広混交林の生態的構造に関する研究や天然生有用広葉樹林の育成を目的とした落葉広葉樹林の更新特性に関する研究、林内の光環境の推定法に関する研究、バイオマス資源としてのヤナギ類の生産力に関する研究などが行われた。

遺伝部門では1930年代より育種的な観点からの研究が行われてきた。当初はトウヒ属・モミ属・カラマツ属の種間交雑育種が、その後は、カンバ、トドマツなどで選抜育種のためのさまざまな形態の遺伝性の評価が産地試験や次代検定林を用いて行われてきた。また、カラマツ先枯れ病の抵抗性育種にも取り組んできた。1957（昭和32）年の北海道林木育種場の創立以降は協力して研究と育種の推進に努めてきたが、近年は育種の基盤となる各種形質の遺伝性の評価や森林の遺伝的管理を行うための研究が行われている。前者ではカラマツ・トドマツの成長や材質の産地試験、ウダイカンバの心材形成とそれに相関する外部形質の探索、カラマツの連鎖地図作製の試み

など、後者では1970年代後半からのアロザイム多型を用いた解析技術、1980年代後半からのDNA多型を用いた解析技術の発展により飛躍的に研究ニーズが高まり、ホオノキ・アオダモの自殖率の推定、近交弱勢の同定、ヤマナラシのクローン構造の解明、ミズナラの遺伝子流動の解明、コナラの産地間アロザイム変異の解明を行っている。

当研究分野では現在、固定試験地を用いた長期モニタリングによる広葉樹及び針葉樹天然林の動態と回復過程に関する研究、森林施業が植物の多様性や現存量に与える影響に関する研究、そして、炭素吸収源としての森林の役割を評価するため、森林のCO_2吸収能力に関する研究を行っている。また、主要樹種の遺伝構造の解析を通じて健全な次世代を残せる持続的森林管理手法の開発や、アポイカンバなど希少植物保全のための系統や繁殖動態の解明、産地試験を通じてウダイカンバの心材形成変異の解析を進めている。

2.1.2　主要な成果

1）北海道における森林の炭素吸収量

環境省の植生データを元にして現在の森林面積を把握し、北海道の森林が吸収可能である潜在的な炭素の量及び樹体や土壌中に貯えられている炭素量を合わせた森林の炭素量を試算した。その結果、北海道の森林の炭素貯留量は1,121.0メガトン、１年間の炭素吸収量は9.64メガトンで、これは全国の森林の潜在的な炭素吸収量の約５分の１に相当した（表－１）。

2）自殖率の高い樹種における近交弱勢の解明

ホオノキは一般の樹木に比べて高い自殖率（0.54～0.90）を示す。特に、種子～実生段階での自殖率は0.90～0.97とどの集団でも高いのに、成木ではほとんど自殖種子由来の子孫が残っていなかったことから、近交弱勢の大きいことが分かった。さらに、人工交配により自殖由来のものと他殖由来のものを比較したところ、１年目の発芽率には差がなかったが、２年目の発芽率や樹高、葉面積など自殖のものは有意に低く、生存率にも違いのあることを明らかにした。

2.1.3　今後の課題

森林の木材生産以外の環境保全的機能が重視され、林業の厳しい経済的状況により施業の省力化の必要性の増加と長伐期化が進行しつつある中、森林のもつ多面的機能の発揮及び経済性を考慮した森林の管理技術の高度化に取り組む必要がある。また、生態・遺伝など、生態系のさまざまな要素を統合的に評価した持続的森林管理手法を構築していく必要がある。　（河原孝行）

2.2　樹木生理及び土壌に関する研究分野

2.2.1　研究の概要

土壌に関する研究は、昭和初期の天然更新と土壌因子の関係及び苗畑における施肥の研究から始まった。1940年代に入り、針葉樹林に厚く堆積する腐植層の重要性に着目した研究が進められた。1950年代には、戦後の荒廃した森林の復興と1954（昭和29）年の洞爺丸台風による風倒跡地の緑化のための生産力増

表－１　北海道における森林別の年間炭素吸収能力と炭素貯留量

植生区分	面積（千ha）	炭素吸収量（メガトン／年）	炭素貯留量（メガトン）
針葉樹林	2,042	3.89	388.8
針広混交樹林	743	1.40	150.9
広葉樹林	2,843	4.35	581.3
その他（農地・市街地等）	2,236	－	－
合計	7,864	9.64	1,121.0

＊その他（農地・市街地等）の炭素吸収量及び炭素貯留量は試算していない。

強策を背景に適地判定技術に関する研究が進められ、1960年代の土壌生産力や地力維持と林地肥培に関する研究に発展していった。また、土壌調査も進められて、1970年代には全道の林地土壌図がまとめられた。その後は環境保全的立場から、施業や風倒などによる攪乱や酸性雨など環境汚染が土壌に与える影響に関する研究が進められた。

樹木生理に関する研究は、1930年代の種子の発芽生理や冷・温床による養苗、陽光及び灌水調節などの育苗に関する研究から始まった。1940年代から1960年代にかけて、天然更新における陽光問題や稚樹の成長と水分・温度条件、北海道特有の冬の寒さの害に関する研究が行われ、林木の耐陰性、耐凍性、耐乾燥性などの生理的特性解明の研究に発展していった。その後は、針広混交林を主とする天然林の持続的利用と維持に向けて森林生態系の構造と動態の解明が重要な課題となり、多様な樹種について光利用や環境応答などの生理生態的特性に関する研究が進められた。

近年は森林の大気CO_2吸収・固定能に対する期待の高まりから、主要樹種の光合成・呼吸特性や土壌の炭素貯留能などに関する研究が進められている。

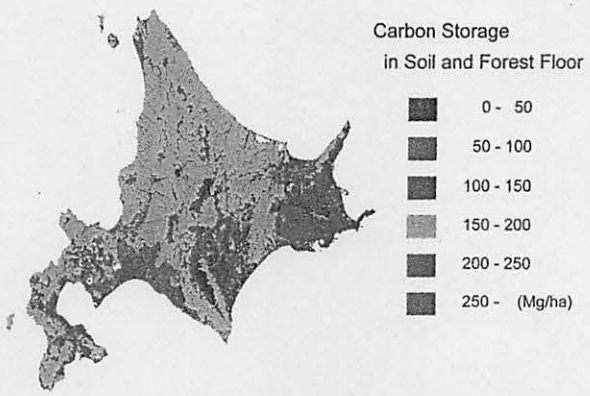
2.2.2　主要な成果

1）広葉樹の光利用特性の解明

天然林は複雑な階層構造を持っているが、それぞれの階層は異なった樹種群によって構成されており、樹種によって光の利用特性が異なっている。主要樹種30種以上について光合成特性や葉の構造を調べて強光利用型、弱光利用型、中間型の３タイプに分類し、同一樹種でも成長段階に応じて光利用タイプが変化する場合のあることを明らかにした。

2）森林土壌の有機物と炭素貯留量の解明

森林は陸域における最大の炭素貯蔵庫であるが、中でも土壌中には地上部植生と比べてより多くの炭素が存在しており、森林生態系の炭素貯留機能に果たす土壌の役割は大きい。



図－１　北海道の土壌炭素貯蔵量マップ
土壌（０～70cm）と落葉の合計炭素貯蔵量　Mg=t(トン)
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

本研究では、土壌型毎に深さ70cmまでの炭素量を計算し、その結果を元に北海道における土壌中の炭素貯留分布を明らかにした（図－１）。

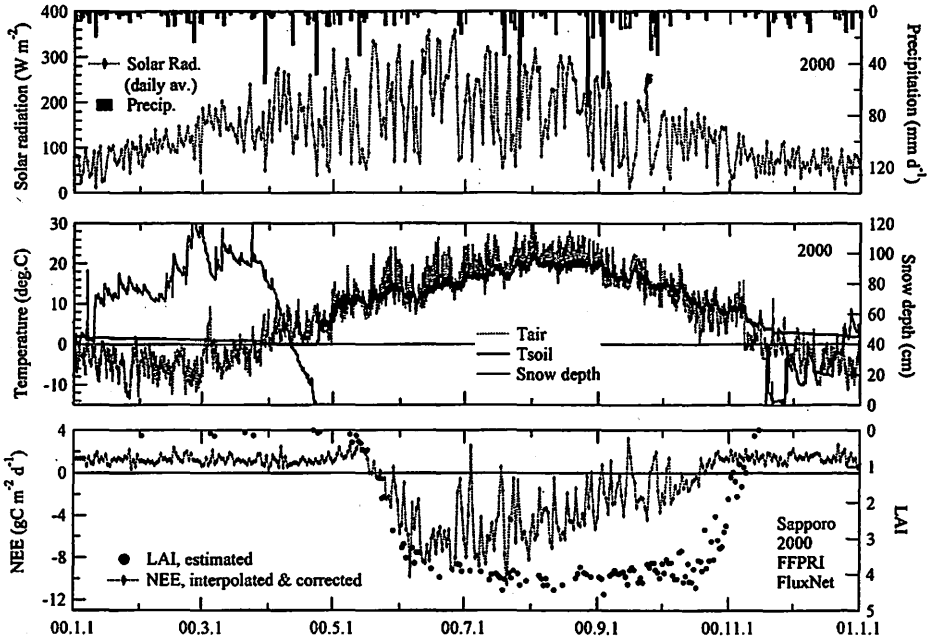
2.2.3　今後の課題

大気CO_2濃度の上昇と温暖化という地球規模での環境変動が進んでいる。温暖化影響は高緯度地域ほど大きくなると予測されており、北海道の森林は我が国でも特に大きな影響を受けるおそれがある。当研究分野では引き続いて森林土壌の立地特性や分布様式、生産力、物質の循環移動などを明らかにし、光、水、温度などの環境条件に対する樹木の反応を明らかにすることで、環境変動が立地環境と樹木に与える影響をさまざまな角度から評価・予測する研究に取り組む。　　（丸山　温）

2.3　寒地の環境保全に関する研究分野

2.3.1　研究の概要

森林の水土保全、防災機能は北海道においても最重要の公益的機能であり、それに関連した調査研究は1908（明治41）年の支所設立当初から行われていた。1950年代は拡大造林の新植地の問題や台風災害に関連して森林気象、森林理水、また、耕地保全等のため防風林・防霧林などの防災林、さらに、森林火災に関する研究が主に進められた。1960年代にはいると研究の多様化と山地災害の頻発から、山地荒廃の予防と復旧に関する研究が始まり、



図－2　CO_2フラックス及び関連要素の測定結果（2000（平成12）年）
CO_2フラックス（NEE）と葉面積指数（LAI）の季節変化、ならびに、日射量（Solar Radiation）、降水量（Precipitation）、気温（Tair）、地温（Tsoil）、積雪深（Snow depth）

樹木の山崩れ防止機能、落石防止や土壌侵食に関する研究も多くなった。その後、森林の水源かん養機能への関心の高まりから、森林・樹木が水収支に及ぼす影響、蒸発散の研究が開始され、平面ライシメータによる調査、地下水位の面的な測定や流域試験が行われた。さらに、森林の環境保全機能に対する要請が高まる中で、森林群落と大気との相互作用を明らかにするため、気象学的な手法を用いて熱エネルギーや水蒸気、二酸化炭素ガスなどの輸送量を測定する研究が進められた。

現在、CO_2等温室効果ガスの増加が気候変動をもたらすと考えられている。そこで、当研究分野では森林と大気との間のCO_2交換の実態を明らかにする長期の微気象観測を重点的に行っている。また、森林の理水機能の解明には長期モニタリングが必要なため、定山渓試験地において積雪寒冷地森林の量水試験を継続している。

2.3.2　主要な成果

1）山地小流域におけるパイプ流の実態と流域流出における役割

山地小流域１次谷の斜面において、地表流が生じないにも拘らず降雨に対して流出が素早く応答することは従来の数値シミュレーションでは合理的に説明できなかった。この疑問について羊ヶ丘実験林及び定山渓理水試験地での集中的な測定によって土壌内のパイプ状の大きな空隙が重要な排水機能を発揮していることを明らかにした。

2）森林の降雪遮断に関する研究

頻繁に降雪の生ずる気候条件下において、常緑針葉樹林の樹冠では長期間着雪が生じ、そこから大気への蒸発が無視し得ない大きさで生じていることを、羊ヶ丘実験林において水収支的な方法と微気象学的な方法を用いて解明した。

3）北方系の冷温帯落葉広葉樹林－大気間におけるCO_2交換量の長期変化

樹木の展葉－成熟－落葉に対応したCO_2交換量の季節変化などを数量的に示すとともに、変動要因の影響を解明した（図－２）。

2.3.3　今後の課題

森林の環境保全機能に関する研究では、その機能を定量的に明らかにすることが求められている。森林と大気との間のエネルギーや物質交換のフラックス観測に関しては、長期連続観測が必要である。また、複雑地形への

適用方法を明らかにする必要がある。さらに、水需要の変化や台風・火山など自然災害が多い中で、寒冷地森林の水土保全機能の解明は益々重要となり、保全的森林管理の在り方などを検討することが課題となっている。

（中井裕一郎）

2.4　森林生物に関する研究分野

2.4.1　研究の概要

本研究分野は、独法化以前は「保護部」として昆虫・樹病・鳥獣の３研究室があった。この「保護」とは林木保護の意で、林業推進のため林木に対する生物害の防止を研究の主旨とした。独法化に伴い森林に期待される役割が、林木生産から環境的機能の発揮へと大きく変化したことからこの部門を「森林生物」研究分野とした。昆虫・微生物・野生生物を森林生態系の構成員として幅広くとらえ、その生態や機能の解明、また、保全を含めた管理技術の研究開発に主眼を移したのである。これに伴って各担当分野の呼称も、森林昆虫・森林病理・野生生物へと変更された。

保護関連研究は、1920年代より行われており、1933（昭和８）年にはすでに試験部の一つに「保護」が見られる。1950（昭和25）年に野鼠研究室が設置され、1955（昭和30）年に病理昆虫研究室が分離されて、樹病研究室と昆虫研究室が誕生している。野鼠研究室は1975（昭和50）年に鳥獣研究室へと名称変更された。

1950年代後半から、いわゆる、拡大造林政策が進められ、昆虫・樹病・野鼠・野兎の害が多発した。このため、保護部門の研究はこれらの被害防止の流れの中で展開した。しかし、1980年代以降になると被害が沈静化して、研究の重点は保全も含めた基礎研究へと徐々に移行してきた。

最近では、森林病理分野では広葉樹の細菌性病害における病理解剖学的解析や立木腐朽の被害動態及び木材腐朽菌の生態と多様性の研究が、森林昆虫分野では北方針葉樹の主要害虫に対する対策技術の開発や、森林の孤立・分断化が生物多様性に与える影響の研究が、野生生物分野では生息環境解析、モニタリング手法開発、樹洞利用研究、集団遺伝解析などが進められている。

2.4.2　主要な成果

１）ヒラタハバチの被害解析

1993（平成５）年に始まった、カラマツを食害するヒラタハバチ３種の同時大発生と、気象条件との関係を解析した結果、大発生が始まる４年前から３年連続で年平均気温の高い年があり、これが要因であることが示唆された。また、道央部での大発生は、最初に発生した地点を中心に、毎年、周辺地域に拡大していったことが分かった。このように被害範囲が移動したため、大発生そのものは長期間継続したものの、激害が２年以上続いた林分は少なく、カラマツ枯損の可能性は低いことが分かった。

２）細菌性の広葉樹病害に関する研究

これまであまり知られていない細菌性広葉樹病害の研究に取り組み、イヌエンジュに激しいがんしゅ症状を起こす病原細菌（*Pseudomonas syringae*）を見出し、がんしゅ形成過程や初期病徴である師部放射柔細胞の異常増生を明らかにし「イヌエンジュがんしゅ細菌病」と命名した。また、北海道中央部で発生しているヤナギ類の萎凋枯死病害が英国・オランダ等で発生しているwatermark disease（水紋病）と同一の病原細菌*Erwinia salicis*によるものであることを明らかにした。

３）野生生物モニタリング手法の開発

自然環境保全のため自動撮影による効率的な野生生物調査手法を開発した。開発した自動撮影装置は商品化され、技術の一部は特許出願した。各地の森林を調査した結果、知床ではシカの多さが際だち、奥定山渓でも外来種アライグマが確認されるなど、各地の野生生物の生息状況が明らかとなった（図－３）。



図－3　自動撮影装置

2.4.3　今後の課題

北海道には本州以南に見られない大規模な森林が残されている。しかし、森林にどのような姿・機能を求め、それをどう維持していくかについては模索状態にある。こうした中で当分野は広範な生物を対象に分布・生息状況の把握、生息環境及び個体群動態の解析、基礎生態等の研究を推進し、北海道本来の自然環境の保全、森林の持続的利用・生物害防止のための森林管理手法について技術的な提言を行っていくことにしている。（平川浩文）

2.5　北方系森林の管理方法に関する研究分野

2.5.1　研究の概要

当研究分野は、独法化後は、経営研究室と天然林管理研究室の二つの研究室で実施してきた調査研究を引き継いでいる。旧経営研究室では、1980年代以降はカラマツ人工林の農地転用とカラマツ製材業の発展過程の実証的研究や、森林のリゾート開発が地元経済に及ぼす影響調査を行った。また、北海道大学と共同でランドスケープエコロジーの概念を導入した多目標流域管理計画策定手法のプロトタイプ構築を行った。その後は、自然公園のレクリエーション地域管理手法の提案や森林所有者の経営行動の調査など、森林の多様な利用や森林経営に関係する研究を実施している。一方、旧天然林管理研究室は、人工林の収穫予想表の作成など森林の成長予測の研究を実施してきたが、1990年代に入って本格的に天然林にも研究対象を広げ、天然林の成長予測や択伐を中心とする天然林施業方法の改善などの研究を行うとともに、最近発達が著しいリモートセンシング技術やGISを利用した森林全体の管理手法についての研究にも取り組んできた。

当研究分野では現在、衛星画像を用いた北方系森林の現況把握手法、多目的森林計画策定手法、天然林の施業方法など技術開発型の研究とともに、木材生産やレクリエーション利用など人と森林との多様な関わり方を社会経済的視点から解析する研究も実施している。

2.5.2　主要な成果

1）自然環境に及ぼす影響を考慮した土地利用計画策定手法に関する研究

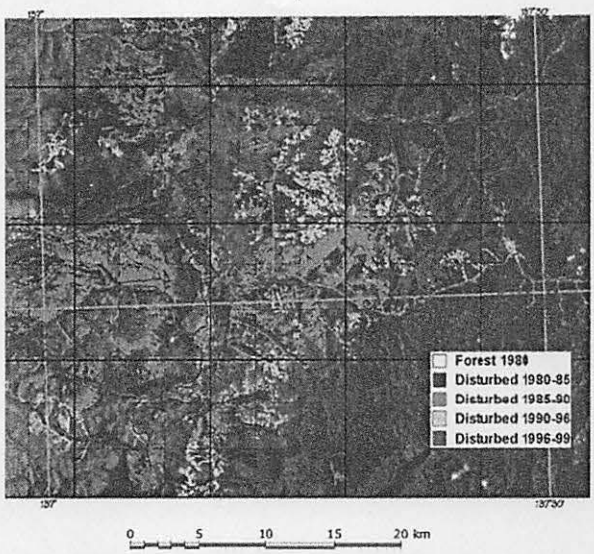
GISと数理計画法を用いて、収益と水資源賦存量の把握を目標とし、森林面積、森林成長量、流出土砂量を制約条件とする流域管理計画モデルを作成した。

2）北方林の多様な機能及び持続的管理に関する研究

赤外線カウンターを用いた入林者数の正確な把握手法を用い、大雪山国立公園の入山者数を調査した結果、入山者数は従来予想されていた人数の２倍に達していることが明らかとなった。この調査手法とレクリエーション空間管理計画手法（ROS）を組み合わせることにより、レクリエーションを目的として森林を利用する国民の要求に配慮した森林管理計画策定に利用できる。

3）生物多様性に及ぼす森林の組成・構造の評価手法の開発

長い冬の間、雪に覆われる北方林で積雪期画像による森林変化の抽出を試みた。対象地はロシア極東のハバロフスク近郊で、1980（昭和55）年から1999（平成11）年まで、５シーンのランドサット画像を用い、それらから得られる指標を連続する２時期のシーンで比較して変化抽出を行った。その結果、特に可視



図－４　北方林の森林分布変化図（ロシア・ハバロフスク州）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

バンドとWetness指標（ランドサット画像から算出される一つの指標値）が森林変化抽出に優れていること、夏期のWetness指標は抽出された変化の後の遷移を表すのに適していること、そして冬季に晴天率が高い北方林では森林変化の把握手法として実用的であることが明らかとなった（図－４）。

2.5.3　今後の課題

森林の多面的利用が進んでおり、自然公園、保護林などの保護地域における環境保全に配慮した森林の持続的利用の確立のための制度及び管理体制の構築が求めれている。また、カラマツやトドマツなど北方系の造林樹種に対する間伐作業の指針となるシステム収穫表の開発が必要である。これに関連して、森林管理を担う主体形成に関する研究に取り組む必要がある。さらに、北海道でも森林認証に対する意識が徐々に高まっており、森林認証と木材製品認証表示が森林管理と木材流通及び消費者の購買意識に及ぼす影響評価を行う必要がある。　（駒木貴彰）

東北支所

１．東北支所の歴史概要

1959（昭和34）年、青森支場と秋田支場が統合され、岩手県玉山村好摩に林業試験場東北支場が置かれた。その翌年、盛岡市下厨川に新庁舎が落成し、この地に移転した。設立当時の組織は庶務課と調査室、育林部４研究室、保護部２研究室、経営部４研究室、それに山形分場の１課２研究室からなる一大勢力であった。1964（昭和39）年には庶務課に職員厚生係が新設されるとともに、会計係と用度係が新設の会計課に移り、育種を担当する育林第３研究室が本場に統合された。その後、1968（昭和43）年には念願の鳥獣研究室が増設されて３部12研究室の体制ができた。しかし、1978（昭和53）年の組織改編では山形分場が廃止されて山形試験地が設置され、多雪地帯林業第１研究室は育林部へ、多雪地帯第２研究室は本場防災部に編成換えとなり、３部11研究室、１試験地の体制となった。1988（昭和63）年の組織改編では調査室が連絡調整室となり、育林部４研究室、経営部３研究室、保護部３研究室が置かれた。1991（平成３）年には山形試験地が無人化され、さらに、2001（平成13）年の独立法人化では会計課と研究部が廃止され、庶務課と連絡調整室、研究調整官、地域研究官、４チーム６研究グループから成る現在の体制に移行した。

２．森林・林業研究を取り巻く環境変化

東北地方は南北約500kmに及ぶ奥羽山脈を境に、西側が多・豪雪、東側が寒冷という厳しい気象条件に特徴付けられており、このことが森林造成・林業生産の大きな阻害要因となっており、雪や寒さに関連して発生する気

象害や各種病虫害対策も重要な課題である。また、当地方では、森林が古くから農・畜産の生産基地としても利用されてきた歴史がある。さらに、1990年代以降、地球環境問題とそれに果たす森林の役割が大きくクローズアップされるとともに、林野庁による「森林生態系保護地域」の指定・設定、白神山地の「世界自然遺産」への登録等を反映し、東北支所では渓畔林研究や緑の回廊、酸性雨モニタリング、森林によるCO_2固定能評価、野生動植物の多様性や保全に関わる研究等森林環境問題に関わる研究の重要性が飛躍的に増大しており、今後、こうした地域課題とともに全国規模の課題へも積極的に対応していく必要がある。

3．研究分野ごとの要請変遷と対応状況

3.1　森林生態・育林研究

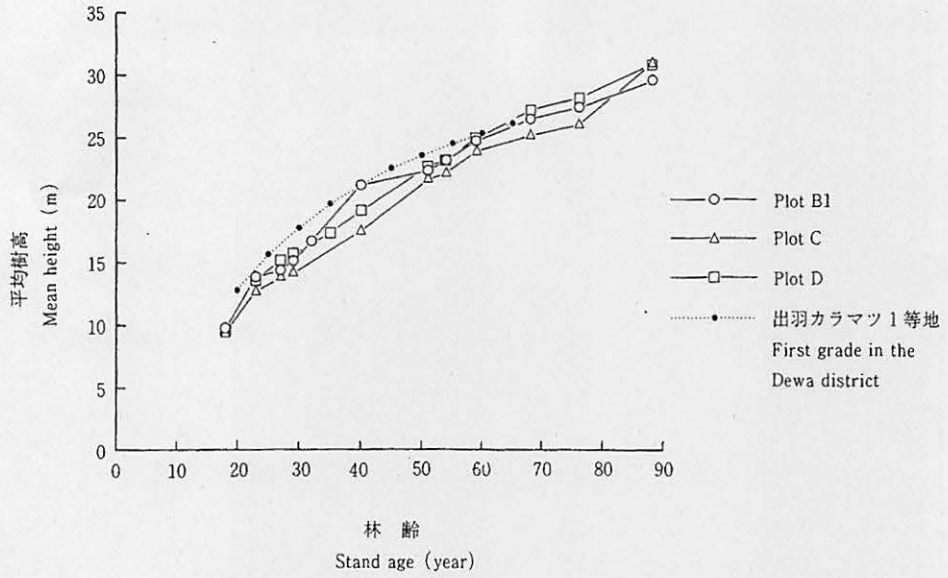
3.1.1　地域ニーズへの対応概要

1960年代、木材価格の高騰や丸太輸入の自由化等を背景に、樹種更改等による拡大造林が国策として推進され、厳しい自然条件に適応した更新や保育技術の体系化、自然環境の実態把握等が強く求められた。

立地環境分野では、1960～1970年代、国有林で木材増産計画が策定されたこと等を受け、林地肥培や除草剤の効果、施用量等が検討され、このほかにも造林適地の解明、地力維持・生産力増強のための施肥技術の研究等が行われた。また、森林土壌型に立脚した地域区分や土壌と森林分布、生育状態についての研究が進められ、養分欠乏や苗木の形質に関する研究も行われた。1980年代後半には環境と関連した課題が主流となり、酸性雨モニタリング、土壌有機物の分解特性、地球温暖化が高山・亜高山地域の植物に与える影響、樹幹流と樹種特性、土壌の酸性化抑制作用、気温と植生の変化等の研究が展開された。1990年代になると酸性雨が森林生態系に及ぼす影響のほか、森林タイプと渓流水質特性の関係及び変動要因等、森林環境研究の重要性が一層増大した。

育林分野では、1960年代にアカマツ更新技術が体系化され普及に移された。この頃、広葉樹林分を対象に天然更新を主体とする施業技術の確立を目指した研究が進められ、ブナについて皆伐形態での更新初期の成績等が明らかにされ、国有林の施業指針として利用された。薪炭林施業のためのナラ類を主とする天然林研究はシイタケ原木林及び有用広葉樹用材林へ誘導するための研究として進められた。1980年代に入り、東北地方の拡大造林はほぼ終了したことから、人工林の質的充実が課題となり、良質材生産を目指した密度管理、高齢林の成長量、複層林、寒害回避効果、保育方法等が検討された。また、広葉樹資源育成技術の開発に対する強い要望を受け、天然林施業研究も進められた。さらに、自然度の高い天然林の保全が重要かつ今日的課題となり、多様性に富んだ自然林の一つとして、ブナ帯渓流沿いに発達する渓畔林の総合的な研究が開始された。1990年代以降は生物多様性保全や温暖化防止等、環境と森林機能との関係が重視され、広葉樹とスギ等を組み合わせた複層林や渓畔林の多様性・維持機構に関する研究とともに、不成績人工林を針広混交林へ誘導する技術開発研究等も開始された。資源量の減少が著しいヒバについては資源保持、成長量増大を目指し、更新や成長の動態、育苗、漏脂病対策等の研究を進めた。

東北地方の日本海側は有数の多雪・豪雪地帯で、しばしば甚大な雪害が発生したことから、主に人工林を対象とした雪害発生要因の解明と防除対策とともに、豪雪地帯における造林適地の判定と育林技術開発のための研究を行ってきた。特に山形試験地で行われた先駆的な業績は雪害研究の草分けとして高く評価されている。雪害は1970～1980年代にもしばしば発生し、「56豪雪」では広い範囲で甚大な被害が発生した。そこで、耐雪機能に関



図－1　カラマツモニタリングサイトの樹高成長曲線（破線は出羽地方カラマツ林林分収穫表1等地の値）

する調査や雪害防除技術について研究を進め、総合的に雪害危険度を区分した積雪環境区分図を試作した。

太平洋側の少雪寒冷地帯ではスギ寒害発生環境調査を行い、寒害地帯区分図を作成した。

1990年代には、凍裂の発生実態と発生機構の解明が重点的に進められ、寒害についても立地環境と被害要因の解明、寒害回避技術の開発について研究を進めた。近年、多雪・豪雪地帯の森林維持機構や荒廃地の修復・再生過程等、特異な環境と森林との関係解明が一層重要となっている。　（中島　清）

3.1.2　主要成果の概要

1）東北における100年以上の人工林長期成長モニタリング（林試研報No.361）

1899（明治32）年に国有林野特別経営事業が開始され、秋田県大曲市にカラマツが植栽された。これはその後の国有林造林の初期事業であり、人工林長期成長モニタリング研究の始まりでもあった。同試験地の研究は現在も継続しており、世界的にも希な個体識別をした研究サイトになっている。同試験地からは100年を経た現在も成長には明瞭な頭打ちが観察されない等予想を超えた成長データが得られており、樹木の成長制限要因等を考える上で貴重な情報が発信されている（図－1）。また、1917（大正6）年にはスギ人工林の大面積長期モニタリングサイトが出羽丘陵（秋田県山本町）に設定された（図－2）。同サイトも個体識別した研究が現在も継続されており、前者と同様に明瞭な成長頭打ちが報告されていない。これらの長期モニタリングサイトは資源問題のみならず環境問題を考えていく上でも、今後さらに重要性が高まるであろう。　（森　茂太）

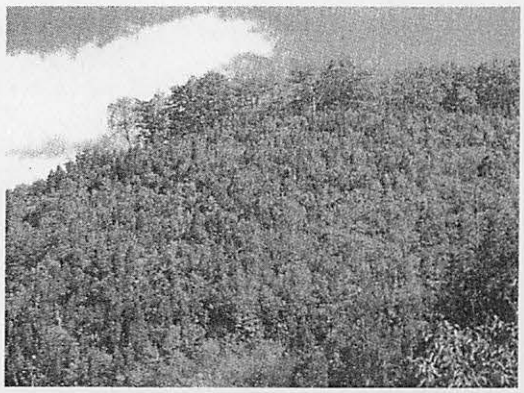
2）スギの不成績造林地から針広混交林への誘導（Forest Winds No.11）

東北地方では拡大造林面積が縮小した後、森林に対するニーズも多面的機能を重視したものへシフトし、植栽針葉樹のみでなく、天然生広葉樹にも着目した研究が多くなった。

多雪地域では厳しい環境条件のため、スギ



図－2　秋田県のスギ長期モニタリングサイト



図－３　若齢の針広混交林地（秋田県比内町）

だけでは成林が見込めない人工林がかなりの面積で生じているが、その中には幼齢期に広葉樹が侵入して針広混交林が形成されているものがある(図－３)。このような人工林は「不成績造林地」と呼ばれてきたが、３層の階層構造に分かれることが多く、林齢が進むほど種の多様性が高まる傾向にある等から、侵入広葉樹を活用して多様な樹種構成の森林を省力的・合自然的に維持するための好条件を備えており、混生広葉樹を生かした新しい人工林施業の可能性を秘めたケースとして注目を集め、積雪地帯区分ごとの針広混交林の成立過程とともに、その取扱いに関する知見を蓄積しつつある。　（杉田久志）

3.1.3　今後の課題

東北地方の豊かな森林資源と生物多様性を維持・管理するため、各種の試験地においてモニタリングを長期に継続し、森林の環境・生物多様性維持機能と木材生産機能との調和を図るための研究を進める必要がある。

（森　茂太）

3.2　林業経営・経済研究

3.2.1　地域ニーズへの対応概要

1959（昭和34）年東北支場発足を境に、択伐作業を主とした天然林の施業法研究から、人工林の施業法及び薪炭林作業法の研究に重点が推移した。1960～1970年代には人工造林地で保育や間伐の基準が必要となり、施業方法に応じた伐期と間伐方法別に収穫予想表が作成された。一方、1950（昭和25）年頃より土地利用の面から林畜の競合が問題となり、林畜複合の林地利用研究が開始され、林木の更新や幼齢時の保育問題と放牧・草生産の関係に重点を置いた研究へ推移した。また、土地経営の高度化についての調査研究や国土保全、森林の持つ公益的機能の数量化等の研究が盛んになる一方、山村の人口減少、高齢化、林業生産や生活環境基盤整備への対応が必要となり、地域林業と地域経済の発展を指向するための研究も進められた。1980～1990年代は長期にわたる木材価格の低迷や林業従事者の減少等のため、従来の施業目標に沿った林分管理が困難となり、施業目標の転換とそれに基づく林分管理のため間伐種の特性把握が進められた。また、成長量試験地における70年以上に及ぶ長期継続調査から、スギ人工林の長伐期施業を提案した。近年はコンピュータを利用したシステム収穫表を調整し、多様な施業方法等に応じた成長予測を可能とした。また、広葉樹林の地位指数判定スコア表や林分密度管理図を作成し、施業管理指針を提示することで育成樹種の多様化にも対応してきた。1980（昭和55）年半ば以降は、農山村経済及び農林業経営の再建が喫緊の課題となり、農山村経済再建のため林業経営者の所得向上に必要な諸条件を明らかにする研究を推進した。1990年代以降、山村集落の人口減少の実態、その背景について調査・分析を進めるとともに、急速に進歩した遠隔探査技術、画像処理技術等の導入によって森林計測技術の研究を進め、種々の衛星データを森林に適用する基礎的な解析を行い、赤の波長データを用いることにより蓄積推定の精度を高めた。

一方、白神山地等自然度の高い森林に恵まれた東北地域では、森林の多面的機能の中でもレクリエーション等に関わる機能が重要であることから、保健休養機能や教育機能に関する研究を展開し、森林内における人の心理構造に空間的な因子と価値的な因子を見出し、

空間因子と本数密度の間には定量的な関係があることを明らかにした。　　（中島　清）

3.2.2　主要成果の概要

1）森林植生の動態解明と遷移予測（農林水産技術会議研究成果420号）

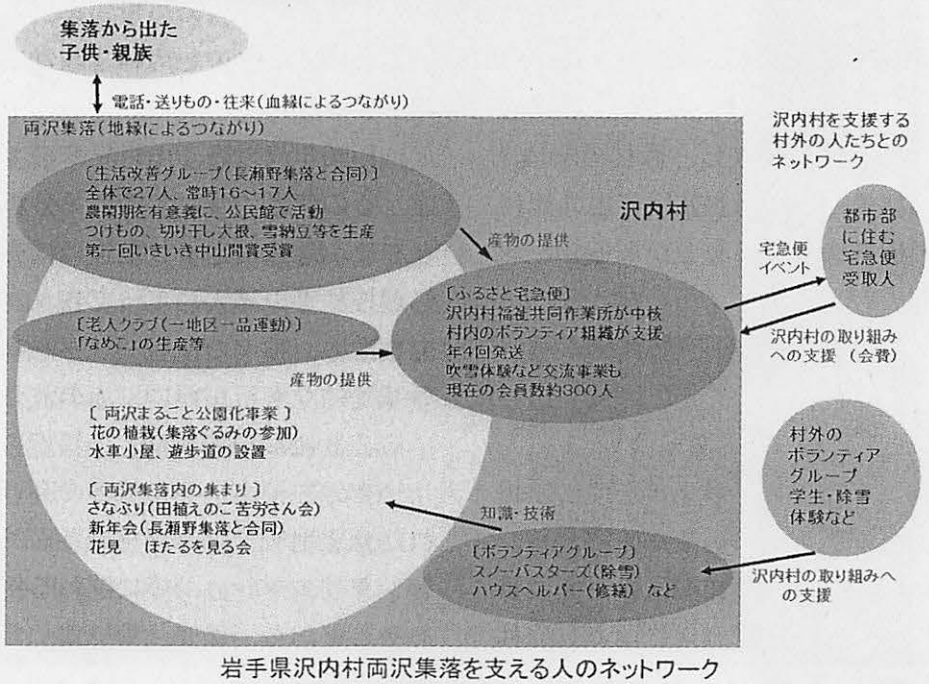
世界自然遺産の白神山地はブナ天然林を主体とした地域で、その外縁部にはブナ林を伐採してスギを植栽した地域があるが、寒冷・多雪な自然環境下のため、成長不良で広葉樹が侵入している林分（混交林）も少なくない。

このような造林地の管理指針策定に必要な基礎情報を得るため、ランドサット衛星のMSSとTMのデータを用い、森林植生タイプの把握と森林の経年変化のモニタリングをマクロレベルで行った。その結果、世界遺産外縁部における20年間の森林変遷は、1980（昭和55）～1986（昭和61）年には伐採が顕著であったが、1986（昭和61）～1992（平成４）年には減少し、奥赤石等の造林地で植被の回復が見られた。1992（平成４）～2000（平成12）年には古い伐採地の植生変化は顕著でなくなった。一方、世界遺産地域でのブナ林は安定しており、この間の変化は認められなかった。　　（粟屋善雄）

2）山村振興（支所たよりNo.464）

東北地方の山村人口の減少は依然として続いており、今後消滅する集落も少なくないと予想される。このような状況の中で、人が「住みたい」山村はどのような山村かを提示することが求められている。

岩手県沢内村両沢集落では、高齢者の生活をサポートするための地縁による人的ネットワークをベースにした活動が活発に行われ、それを支援する人たちのネットワークが村外・都市部へと広範囲に形成されている（図－４）。このような山村内外に張り巡らされた人的ネットワークが強いほど、また、その広がりが広いほど、山村に住む人たちの活動が活発化し、集落は活性化する。こうして住民は山村で、自信と誇りを持って暮らしていくことができる。このような人的ネットワークが集落を活性化させ、山村を魅力あるものにしていることがこの事例研究から明らかになった。　　（奥田裕規）



岩手県沢内村両沢集落を支える人のネットワーク

資料：東北の森・科学の散歩道（森林総合研究所東北支所　編著，（株）熊谷印刷）p224 を基に作成

図－４　集落を支える人的なつながり

3.2.3　今後の課題

近年、普及した地理情報システム（GIS）上でこれまでの研究成果を重ね合わせて検討することにより、森林の多面的機能を調和的に発揮するための森林の類型化手法等の開発を進めつつあり、今後、森林資源管理技術のさらなる高度化を図り、持続可能な森林資源管理に資することを目指す。　（古井戸宏通）

3.3　森林環境研究

3.3.1　地域ニーズへの対応概要

森林理水等の研究は、研究の主体を復旧治山技術や予防治山技術の研究に置いて、支場発足以降も引き継がれた。1970年代には、各種緑化工試験により北上山地に多数分布する風衝荒廃地の植生回復を図る目処を立てることができた。この頃、森林の公益的機能への関心の高まりや林地の林畜利用が推進されたことから、放牧利用地における土壌の物理性や水土流出量の研究が行われた。1980年代後半以降も畜産用草地への林地転用の影響や荒廃地の成立、自然復旧過程等の研究が継続され、放牧草地における渓岸林の水土保全機能や林地転用による地表攪乱と土壌物理性や地表流下量、流出土砂量の変化等の解析が進められた。1983（昭和58）年に発生した真室川水害を契機に、山地災害発生危険地区判定法の研究が開始され、数量化理論を用いた判別解析により的中率の向上が図られた。

当地方に多いスギの寒害の被害実態、積雪地帯における積雪の動態や雪圧が森林や土地保全に及ぼす影響、森林の理水機能や雪崩防止林、治山工法に関わる研究等も進められた。

1939（昭和14）年、釜淵試験地に理水試験地が設定され、その後60年以上にわたって観測が継続された。得られたデータの解析から、森林の水源かん養機能には流域の植生や施業方法が大きく関わっていることを明らかにした。さらに、森林によるCO_2吸収能評価の一環として、安比高原のブナ二次林内で乱流変動法によるCO_2収支の観測が開始された。

（中島　清）

3.3.2　主要成果の概要

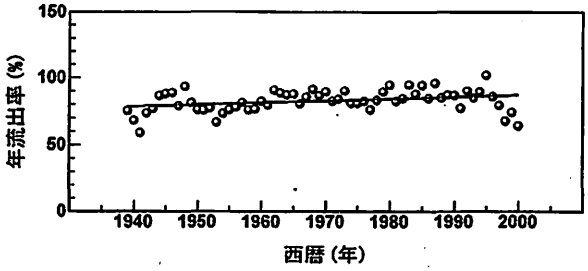
1）冷温・多雪地帯の森林水源かん養機能の解明（Forest Winds No.3）

釜淵森林理水試験地（山形県最上郡真室川町大字釜淵）では、多雪地帯山地流域における森林の水源かん養機能を解明するため、1939（昭和14）年から60年以上にわたって水文観測が継続されている。本試験地は気象観測露場と3流域からなり、1号沢はブナ・ナラ類を主とする広葉樹林、2号沢はスギを主とする針広混交林、3号沢はスギ林の流域である。1号沢は自然状態に放置された流域であるのに対し、2号沢と3号沢は広葉樹を皆伐してスギを植栽した後、40年及び30年経過した流域である。試験開始から現在までの流出量の変動傾向を解析した結果、(1)年流出率は1号沢で僅かな上昇傾向にあるが(図－5)、2号沢と3号沢では下降傾向にあること、(2)低・渇水期の日流出量は2号沢より3号沢での減少傾向が大きいことが分かった。これらの結果から、森林は蒸散として水を消費するため、スギ植栽から30～40年経過した流域では流量が減少するが、60年以上自然放置された流域では増加に転ずることが示唆される。これは、森林の水源かん養機能の発揮に長伐期施業等の施業方法が深く関わっていることを実証する貴重なデータといえる。

（細田育広）

3.3.3　今後の課題

寒冷多雪地域にある東北地方では、温暖化



図－5　釜淵1号沢における年流出率の変動傾向

等による環境変化の影響を強く受けると予想されることから、環境負荷物質、栄養塩類、温暖化ガス等の森林生態系内における収支と動態を明らかにし、環境変動に対する森林の応答予測と、これに対応した森林管理体系（技術）の再構築を目指し、釜淵理水試験地、安比森林気象試験地（CO_2収支観測）、姫神試験地（水質観測）等、現実の森林を対象とした実測、モニタリングの継続と観測精度の向上を継続する。（三浦　覚）

3.4　スギの葉枯・枝枯性病害に関する生態学的研究

3.4.1　地域ニーズへの対応概要

東北地方はスギの人工林率が高いため、発生する病害も多く、これまでに約30種の重要病害が報告されている。東北地域では特にスギ黒粒葉枯病、スギ黒点枝枯病、スギ枝枯菌核病及びスギ褐点枝枯病が重要な病害であり、古くからこれらの病害に取り組んできた結果、病原菌とその発生生態を明らかにすることができた。

3.4.2　主要成果の概要

1）スギ黒粒葉枯病（森林総研研報No.368）

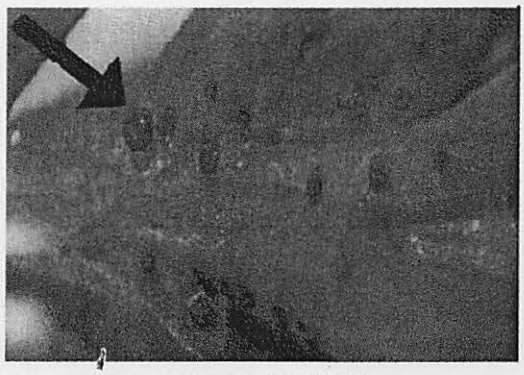
本病はスギ人工林に激しい赤枯病類似症状を呈する病気として1927（昭和２）年に報告され、病原菌は*Chloroscypha seaveri*と同定された。しかし、本病の発生生態に関する研究は乏しく、的確な防除方法の確立が遅れていた。そこで、1972（昭和47）年以来、本病の研究を進め、感染源である子のう盤（図－６）と子のう胞子の形成は春と秋の年２回であるが、小雪地帯では６月上旬、多雪地帯では２ヵ月遅れの７～８月であることを明らかにした。また、本病は高海抜地帯や風衝地形、霧の停滞する陰湿な環境条件下に植栽された場合に大発生することを明らかにし、本病に対する防除対策として、劣悪な環境下に植栽しないこと、枝打ちや間伐などの保育の励行及び抵抗性品種（ウラスギ系統）の導入を提示した。

2）スギ黒点枝枯病（支所たよりNo.449）

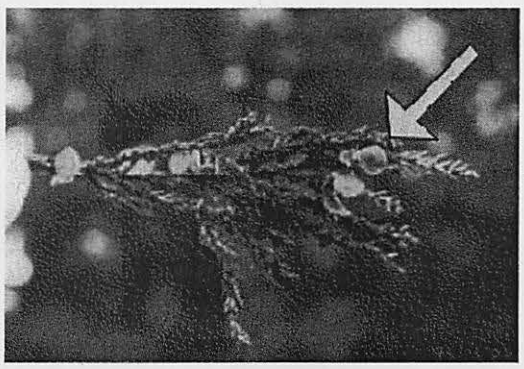
黒点枝枯病の発見は古く、1925（大正14）年に北島君三によって「スギ樹枝枯病」の病名で報告された。1965（昭和40）年には伊藤一雄によって病名を「黒点枝枯病」と改名された。伊藤は病患部に多数の黒点状の子座様態を認めたものの、病原菌の胞子確認には至らず、本病は樹木病害の難病の一つに挙げられていた。支所では1988（昭和63）年より本病の研究を進め、1994（平成６）年に病原菌の完全世代を発見し、*Stromatinia cryptomeriae* Kubono et Hosoyaとして新種記載した（図－７）。また、本菌子のう胞子が花粉飛散中のスギ雄花から侵入することを突き止め、本病の感染経路及び伝染環を明らかにした。

3）スギ枝枯菌核病（スギ褐点枝枯病）（森林総合研究所平成10年度研究成果選集）

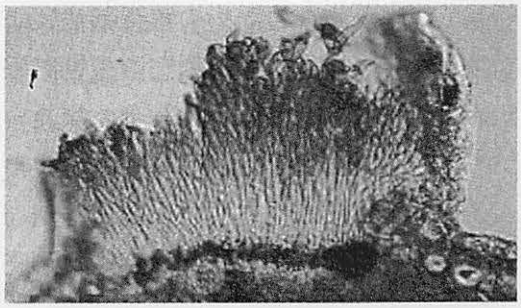
スギ枝枯菌核病は1952（昭和27）年、佐藤邦彦によって「枝枯菌核病」と名付けられた



図－６　子のう盤（矢印）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。



図－７　完全世代（子のう盤）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。



図－8　*Scolicosporium* sp
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

が、長年、伝染に関与する胞子体は発見されなかった。一方、スギ褐点枝枯病は1959（昭和34）年に報告され、病原菌名は*Scolicosporium* sp.と名付けられた。しかし、1972（昭和47）年、佐藤はスギ枝枯菌核病の罹病枝上にスギ褐点枝枯病の病原菌とされる*Scolicosporium* sp.の子実体が高頻度で形成されることを見出し、*Scolicosporium* sp.はスギ枝枯菌核病の不完全世代の胞子型ではないかと指摘した。そこで、1981（昭和56）年以降、スギ枝枯菌核病とスギ褐点枝枯病の同根関係を明らかにする研究が進められ、2004（平成16）年に両者は同一の病原菌によって発生することが判明し、病名をスギ枝枯菌核病に統一して病原菌名を*Scolicosporium* sp.とした（図－8）。また、*Scolicosporium* sp.はスギ枝枯菌核病の伝染に関与する胞子体であり、スギタマバエの虫えいから感染することを突き止め、本病の伝染環を明らかにした。

3.4.3　今後の課題

長年の研究により、東北地域に発生するスギ病害の発生生態や伝染機構が解明された。今後、これらの貴重な成果を基に実用化に向けた防除手法を開発する研究が必要である。

（窪野高徳）

3.5　昆虫研究

3.5.1　地域ニーズへの対応概要

1960年代、東北地方の昆虫研究はマツカレハの生態と発生予察、防除技術の開発を中心に進められた。マツカレハはマツ類の重要な食葉性害虫で、当時は若い林を中心に数万ヘクタール規模で大発生し、成長が低下して衰弱したマツはほかの害虫の被害を受け、大量に枯死することが問題になっていた。こうした被害は越冬幼虫によることから、春に各地で幼虫の密度を推定する簡易な方法を開発した。

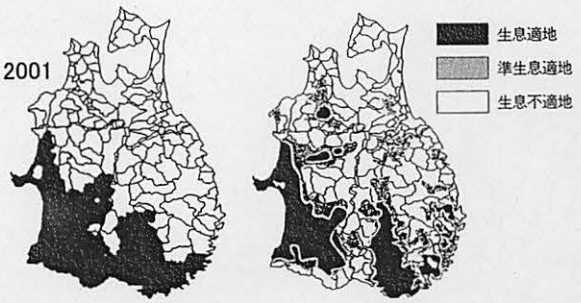
1975（昭和50）年に宮城県石巻でマツ材線虫病が発生して以降、高緯度地方へも拡がりつつあり、寒冷地におけるマツ枯れ発生機構の解明や被害の拡大防止方法の開発が求められた。そこで、ザイセンチュウの生理・生態とマツの枯損動態、マツノマダラカミキリの生態解明や防除法等の研究が本格化し、ザイセンチュウの低温耐性、殺線虫剤による防除、生立木への接種試験等が進められた。マツ材線虫病は1990（平成２）年以降も依然として重要な病害であり、低温期感染が「年越し枯れ」の要因であること、弱毒線虫を用いた誘導抵抗性が寒冷地方でも有効であること等を確認した。天敵微生物であるボーベリア菌を利用した防除方法も検討され、この菌を運ぶキイロコキクイムシの大量増殖法等を確立した。

スギ、ヒノキ穿孔性害虫の研究では広域的な被害分布図の作成、スギノアカネトラカミキリ成虫移動調査法の確立等の成果が得られている。

3.5.2　主要成果の概要

１）マツノマダラカミキリ分布地域の推定（東北支所たよりNo.422）

東北地方において、マツ材線虫病が拡がる可能性のある地域を媒介虫であるマツノマダラカミキリの発育に必要な温度量の地理的分布から推定し、現在は松枯れが拡がっていない地域の中にも、マツノマダラカミキリの生息に適した地域があることが分かった（図－9）。こうした被害の最前線に隣接する地域や生息適地では、松枯れが発生してもすぐに根絶できるよう監視を強める必要がある。



図－9　マツ材線虫病北端地域における2001（平成13）年度の被害分布（左）とマツノマダラカミキリの生息可能地域（右）

3.5.3　今後の課題

マツ材線虫病の高緯度地域への拡大防止に向け、寒冷気候下におけるマツ枯れ発生機構の解明と被害拡大防止・防除技術の開発に取り組み、マツ林の保全に資する。スギ人工林においては材質劣化害虫による被害蓄積等、林の健全性に関わる要因の評価技術を高め、スギ林の健全な育成に資する。　（後藤忠男）

3.6　野生動物の保全と管理

3.6.1　地域ニーズへの対応概要

鳥類は、林業上有害な昆虫や野兎鼠の捕食者として有益であるとの観点から、森林タイプ別の生息状況を明らかにするとともに、樹洞が少ない人工林へ誘致するためのねぐら用巣箱の開発等、その保護策を検討してきた。

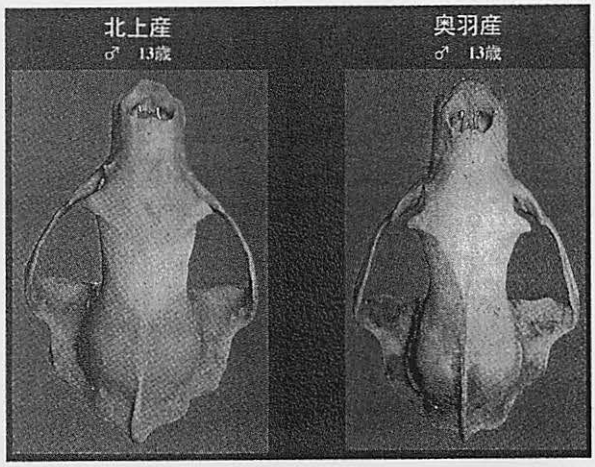
近年は、森林生態系の多様性評価の指標としても注目され、また、固定調査地で継続している繁殖群集の長期的動態を明らかにするためのモニタリング調査も、保全生物学上重要視されている。滝沢鳥獣試験地（岩手県森林公園野鳥観察の森）では、1970（昭和45）年から毎年「なわばり記図法」による繁殖鳥類群集の調査を行い、全国的に減少が心配されている夏鳥の動向や、繁殖群集の変動等を明らかにした。

哺乳類については、若い造林地が多かった時代、野兎鼠による被害が多発したため、これらの生態と被害防除、猛禽類の生態、保護の問題等についての研究が進められ、ノネズミ発生予察法の確立のための再捕獲法による個体群変動機構や、スギ品種別耐兎性試験による品種間差異等を明らかにした。また、成長した林木にも被害を与えるニホンジカとツキノワグマの保護管理対策が課題となり、五葉山周辺でニホンジカの個体数推定と適正頭数の算出を行い、岩手県の保護管理計画策定に貢献した。ツキノワグマは農林業の有害獣であると同時に、豊かな森林生態系を代表する種であり、近年では国有林野緑の回廊の設定に際して指標種の一つとされている。その一方、人里近くへ出没するクマと住民との遭遇による人身被害等が大きな社会的関心事となっており、クマの適切な保護管理のため、齢構成、生息実態、個体群の地域分化、クマ出没とブナ豊凶との関係等について調査・解析が進められている。

3.6.2　主要成果の概要

1）ツキノワグマ個体群の地域分化（森林総研平成12年度研究成果選集）

岩手県で捕獲された個体の頭骨形態変異を解析したところ、北上山地と奥羽山脈の個体群間の遺伝的交流は長い時間、ごく限られてきたことが明らかとなり（図－10）、それぞれ別のユニットとして保護管理する必要があることを提言した。また、設定された緑の回廊をツキノワグマがどのように利用しているかを明らかにするため、DNA分析用の体毛



図－10　北上・奥羽山系のクマの頭骨

サンプルを効率よく採取する方法を考案し、北上高地緑の回廊で調査を開始した。今後、設定区域の検証や変更に際し、有効な情報を提供できるものと期待される。

3.6.3　今後の課題

野生動物による農林業被害を軽減するため、適正な保護管理対策を検討し、提案する。また、森林からのさまざまな恩恵を将来にわたって享受していくため、生物多様性保全の観点から必要な科学的根拠を提供する。

（鈴木祥悟）

関西支所

1．岡山市竜の口山理水試験地の設置

1.1　試験研究の動向

この試験地は、昭和初期に岡山県南部地方で頻発した、ため池の水不足をめぐって繰り広げられた論争をきっかけとして設置された。

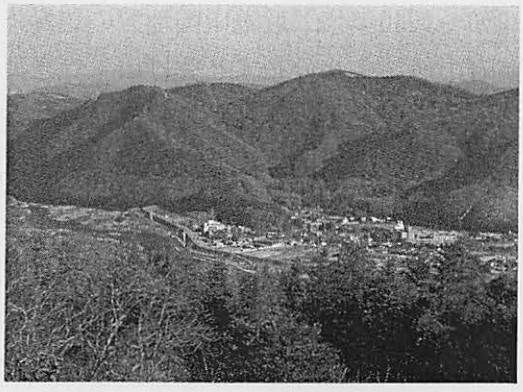
この試験地の位置する瀬戸内海沿岸地方では、水不足が深刻な問題であり、渇水対策が緊急の課題となっていた。1933（昭和８）年の同地方は例年にない少雨に見舞われ、ため池の水不足が各地で発生するという異常事態となった。従来からこの地方の人々は、森林は水源を枯渇させるものだと信じており、これを契機に多くの人たちがため池に注ぐ集水地の森林伐採を希望し、そのために保安林解除を願い出る人が続出するという事態になった。

この水不足の原因をめぐり、農林省林業試験場（現森林総合研究所）の平田徳太郎博士と岡山県林務課の山本徳三郎技師の間で、流域のアカマツ林の影響が論じられた。現地調査をした平田博士は、ため池が満水するかしないかは雨の降り方によるものであり、森林の影響はわずかなもので森林の伐採では解決できない、というものだった。これに対し山本技師は、岡山県南部地方のような少雨地方では、ため池の水確保に水源かん養林は効力を持たず、かえって水源を枯渇させるものだと主張した。この論争は３年間に及び、結局決着を見ることはなかったが、平田博士の提言に従い、当時の山林局は1937（昭和12）年に岡山市郊外の国有林に竜の口山理水試験地を設け、森林伐採による流量変化を調べる研究に着手した。

1.2　研究の成果

竜の口山理水試験地は隣接した北谷（17.3ha）と南谷（22.6ha）の２流域からなり、北谷を基準流域、南谷を処理流域とする並行流域法をとっている。南谷では1959（昭和34）年に流域のほぼ全域が焼失する山火事が発生し、その後に植栽されたクロマツも、1980（昭和55）年頃をピークとするマツクイムシ被害でほぼ全滅した。この山火事とマツ枯れの前後で南谷と北谷の流出量を比較したところ、以下のようなことが明らかになった。

・森林が消失することにより、総流出量が増加した。
・直接流出量は1.3～2.0倍に増加した。



図－１　竜の口山理水試験地の遠景

・基底流出量は1.5～2.0倍に増加した。
・ピーク流量は1.2～2.2倍に増加した。

森林の消失が蒸発散量の低下をもたらし、その結果流出量が直接、基底に拘らず、年間を通じて増加する。増加の程度はマツ枯れ時よりも山火事時の方が大きい。これは山火事では地表植生のほか、落葉・落枝なども消滅してしまうのに対し、マツ枯れでは上層木がなくなるだけであり、森林に対するインパクトが大きいほど、流出量の増加も大きくなるという結果が得られた。

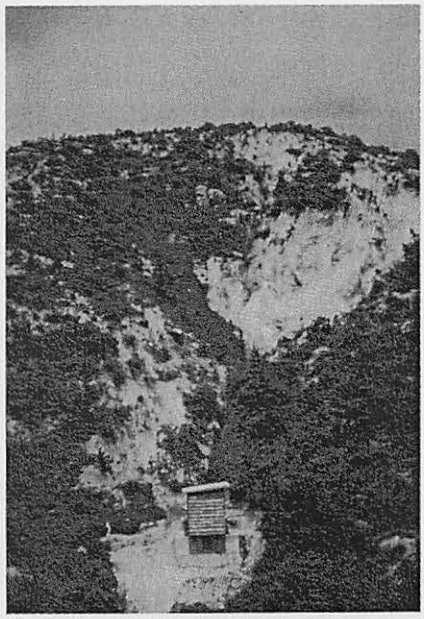
1.3　今後の課題

これまでの研究で、森林の消失が流出量の増加に結びつくことが明らかになった。今後は、単に植生が変わったためというのではなく、植生がどのように変わり（量と質を含めて）、それに伴って水循環過程のどの部分がどのように長期的に変化したのか、そのメカニズムはどうであるのか、長期間の観測の中に現れている数十年～数百年に一度の割合でしか発生しないような確率の低い現象が、通常とはどのように違うのか、といった解析が重要になってくると考えられる。こうした研究を通して、われわれが実際に利用することが可能な水量に及ぼす森林の影響を解明していく必要があろう。

2．瀬戸内地方の禿げ山の緑化試験及びせき悪林地の育林技術に関する研究

2.1　試験研究の動向

1950～1960年代、近畿中国地方の花崗岩、流紋岩山地に広く分布する禿げ山・せき悪林地は、国土保全上の見地から早急な緑化が求められていた。関西支場は高島分場の玉野試験地で緑化促進による禿げ山の早期復旧に関する試験を開始した。また、土壌条件不良のせき悪林地にクロマツ、ヤシャブシ、ハンノキ、アカシヤ、ヤマモモ、ハギなどの植栽試験も行った。

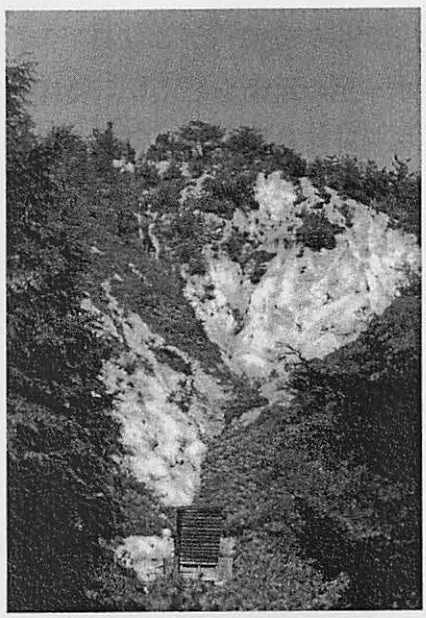


図－2　玉野試験地、復15号区施工前（1959（昭和34）年6月撮影）

2.2　研究の成果

禿げ山の緑化試験には、クロマツのほか、テーダマツ、リギダマツ及びユーカリなどの外国産樹種が用いられたが、ユーカリは全く成林の見込みがないことが明らかになった。また、ほかの外国産マツ類についても、施肥が不可欠であることが分かった。

せき悪林地の育林技術に関する試験では、クロマツ、ヤマモモ以外では不成績であり、施肥効果も小さいことが明らかになった。



図－3　玉野試験地復15号区施工後31年（1991（平成3）年4月撮影）

2.3 今後の課題

かつての禿げ山、せき悪林は戦後60年を経て、大部分が改良された。現在近畿中国地方では、マツ枯損跡地対策、山火事跡地対策が該当地域の大きな課題となっている。

3．竹林に関する研究

3.1 試験研究の動向

京都府下における竹林施業は古くから伝統的集約栽培技術が伝えられていた。1950～70年代まで、戦後の食料増産の時代要請の下で、筍及び竹材生産についてもさまざまな施業法と収穫量との関係を明らかにし、竹林の施業改善が求められた。1980年代になって、竹林の生態学的研究に取り組んだが、次第に竹林の施業放棄地が増え、竹林拡大が社会問題化するに至り、竹林拡大防止のための技術開発が求められるようになった。

3.2 研究の成果

竹林の密度試験（2,000、4,000、6,000、8,000本/ha）及び施肥試験を８年間実施した。立竹密度を少なくすると、発筍本数は変わらず、新竹の竹高、直径が小さくなり、形質も悪化した。一方、立竹密度を多くすると、林分成長量は大きくなり、新竹の形質も良くなった。また、施肥試験では施肥の効果が大きく表れ、無施肥区の約２倍の収穫量が得られた。

竹林の生態学的研究結果は、モウソウチク林とマダケ林の地上部純生産量と炭素蓄積・循環（Isagi et al. 1997　そのほか）としてまとめられている。

それによると、モウソウチク林の総生産量は10～20t/ha・年と推計され、スギ、ヒノキ人工林のそれに劣らないことが分かった。また、放置竹林の拡大現象は、1953（昭和28）～1985（昭和60）年の32年間で、面積にして７～20倍に増加し、竹林境界の拡大速度は、年間２～３mと算出されている。

3.3 今後の課題

関西地域における放置竹林の拡大現象は、景観の激変、生物多様性の減少、及び土地所有権の侵害に関わる紛争の原因などとして、現在でも大きな社会問題と認識されている。しかし一方で、生産力の大きい竹資源の有効利用、高い二酸化炭素の固定機能などを、効率的に利用するための技術開発への指向も高く、産官学の各分野で試験研究が行われつつある。

4．森林の断片化による遺伝子交流の解析

4.1 試験研究の動向

関西地域の都市近郊では、開発によって森林の断片化が進んでいる。森林の断片化は、花粉・種子を介した植物の遺伝子交流を妨げ、結果として植物集団の遺伝的多様性の低下と消失リスクの増加をもたらすと考えられている。そこで、都市近郊域における生物多様性の保全技術を開発するための基礎的知見を得ることを目的として、森林の断片化が構成種の遺伝子交流に及ぼす影響を解析した。

4.2 研究の成果

主要構成樹種であるホオノキとシラカシについて、開発したマイクロサテライトマーカーを用いた遺伝分析により実生と成木の親子関係を推定し、断片化した森林における花粉流動と種子散布の実態を解明した。特にホオノキについては、森林内における花粉移動距離が平均で130mとかなり長いことを明らかにした。

4.3 今後の課題

関西地域には、森林の断片化によって絶滅が危惧されている動植物種が多く分布している。これらの種について消失リスクを評価し保全策を構築するため、遺伝的多様性の推定と繁殖動態の分析が課題となっている。

5．生物的防除手法を導入した松くい虫被害防止技術の開発

5.1　研究の背景と対応

明治の終わり頃から始まった松枯れは、九州から西日本、東日本、東北方面へと今なお北上を続けているが、西日本では高海抜地域に被害が拡大している。過去の研究は加害原因の究明や被害実態の解明、薬剤を中心とする防除技術手法の開発に関する研究に多大の勢力が投入されてきた。しかし、薬剤防除による環境汚染等の懸念から、最近では環境に配慮した天敵等による生物的防除技術手法の確立が求められている。関西支所では、この生物的防除技術の確立にいち早く着手した。

5.2　研究の成果

サビマダラオオホソカタムシの孵化幼虫がマツノマダラカミキリ幼虫に対して寄生能力（天敵効果）があることを、室内外で明らかにした。昆虫寄生性糸状菌*Beauveria bassiana*の胞子を付着させたキイロコキクイムシによるマツノマダラカミキリ幼虫の防除効果を室内で実証した。保菌キイロコキクイムシの幼虫数とマツノマダラカミキリ幼虫の死亡率との関係を調べ、防除に必要な放虫数、放虫点数、距離の相互関係を明らかにした。オオコクヌストの天敵効果の有効性を室内試験により検証した。マツ穿孔虫類であるサビカミキリの代表的な天敵キタコマユバチの寄主サイズ評価を個体間で比較し、捕食効果の有効性に関する基礎試験を行った。

5.3　今後の課題

サビマダラオオホソカタムシの天敵効果が実証され、現地でもその効果が確認された。今後、人工培養技術と大量養殖法を確立するとともに、現地の周辺への拡散の影響・効果調査などを含め、関係府県と連携協力しながら実用化に努めていく必要がある。ほかの生物についても天敵効果の役割について幅広く



カシノナガキクイムシ（メス成虫）
2003年７月採集

図－４　カシナガキクイムシの標本

対象を考慮しながら、総合的な防除技術の確立が必要である。

6．ナラ類集団枯損の原因究明と病原性の解明

6.1　研究の背景と対応

1980年代後半から、本州の日本海側を中心に落葉ナラ類の集団枯損が増加し続けている。

西日本では最近、奈良県や和歌山県まで南下した。薪炭林の施業が行われなくなり、高樹齢となった林分での被害が特徴である。

6.2　研究の成果

ナラ類集団枯損が発生しているいずれの地域の枯損木にも養菌性甲虫であるカシノナガキクイムシの穿入があり、糸状菌*Raffaelea quercivora*が存在することを明らかにした。また、被害木の樹幹木部は黒褐色に変色し、水分通導が停止していた。この菌はカシノナガキクイムシの体、孔道、そこからのびる材変色部から高頻度で検出されることから、健全木への接種実験を行い、病原性の確認を行った。接種部位では木部の変色と通導の停止が発生し、この菌が病原体として被害に直接関与していることを実証した。自然環境ではこの菌はカシノナガキクイムシの背中にある菌嚢に入って健全なナラ樹幹に感染する。

感染後は孔道を利用して迅速に分布を拡大

し、広範囲に材変色を起こす。その結果、キクイムシ穿入の多い樹幹下部では木部樹液の上昇が完全に停止し、葉の萎れから枯死へと進むことが分かった。

6.3 今後の課題

病原体が確定し、菌の感染から枯損に至るメカニズムがかなり解明された。今後は被害の発生を促進する環境要因や菌の伝搬役であるカシノナガキクイムシの生態を明らかにし、被害軽減対策に役立てていく必要がある。

7．材質劣化に関与する獣害の実態解明と個体群管理技術手法の開発

7.1 研究の背景と対応

西日本では、野生鳥獣による森林被害が深刻化したため、各府県から被害防除に関する研究機関の設置の要望が強く出され、1992年（平成４年）４月に鳥獣研究室が関西支所に新設された。以来、野生鳥獣による森林被害防止技術、野生鳥獣の個体群生態、個体群管理技術手法の確立に関する研究を行っている。

7.2 研究の成果

材質を劣化させる獣害としては、ノウサギ、ニホンザル、ニホンジカ、ツキノワグマなどによるものがある。ノウサギでは、食害と材質劣化の関係、生息地の下層植生と造林木への食害の程度の関係について明らかにした。

ニホンザルでは、鳴き声から居場所の方向と距離の推定を可能にした。今後、被害対策や生息数推定調査の基礎資料として生かしていく。ニホンジカでは、捕獲個体の解析により、西日本での繁殖特性を明らかにした。

ツキノワグマによるクマハギは５～７月に発生し、造林木に致命的な腐朽被害を与えることが分かった。このツキノワグマの分布は、西日本で分断、孤立化しているが、分布の分断の程度と遺伝的多様性の実態を遺伝学的に明らかにした。

ニホンジカとツキノワグマについて、駆除時の捕獲データや生息地の状況などを活用し、野生動物管理に役立てるシステムを確立した。

7.3 今後の課題

平成11年より、農林業被害を与える野生動物や大幅に減少が見られる野生動物を対象に、各府県が特定鳥獣保護管理計画をたてることになった。西日本では、森林被害や農業被害が深刻な府県が多いため、関西支所の鳥獣担当者に対して研究協力や指導依頼が多く、対応に苦慮している。地域の関係各府県、大学等の研究機関と連携して、速やかに野生動物の生息地環境、生態解明、個体数の把握技術などの基礎的解明を行い、個体群の適正保護管理技術に結びつけていくことが必要である。

8．野生鳥獣害対策のための森林生態系管理（バイオネット）

8.1 試験研究の動向

日本各地でニホンジカによる実生や樹皮の激しい食害のために天然更新の阻害や立ち枯れが顕著となり、森林の存続が危ぶまれている。「新環境基本計画」では、保全すべき原生的自然環境が劣化している場合には、自然的環境の回復や野生生物の保護管理などの適切な施策によって生物多様性の高い健全な生態系を維持・回復すべきとしている。生物多様性保全を考慮しながら自然環境や野生生物の管理を行っていくためには、生態系を構成するさまざまな生物間の相互作用を明らかにし、それに基づいて生態系全体の動態を予測し、制御手法についての提言を行っていく必要がある。本研究では、奈良県大台ヶ原の森林におけるニホンジカやミヤコザサなどの実験的除去に伴う植生、動物相、土壌の性質等の変化についての８年間にわたるモニタリング調査及びシカ密度の異なる場所での植生や鳥群集の違いについての比較調査によって生物間相互作用ネットワークを明らかにし、そ

れに基づいて、シカ個体数やササ現存量の管理が生態系の動態に及ぼす効果を予測できるシミュレーションモデルを構築した。

8.2 研究の成果

ニホンジカの個体数とミヤコザサの地上部現存量は、現在、需給の釣り合いによって、平衡状態にあると考えられた。ところが、ニホンジカの除去区では、ミヤコザサの地上部現存量はその生産力の高さによって、わずか５年間で最大値まで回復した。ニホンジカによって食べられなかったミヤコザサはリターとして、ニホンジカによって食べられたミヤコザサは死体や糞尿として土壌にかえり、それが養分として、再びミヤコザサに吸収される。このニホンジカーミヤコザサー土壌の各要素間の窒素循環の動態についてシステムダイナミクスモデルを作成した。さらに、このモデルを拡張させて、ニホンジカ個体数増加と、それに伴うミヤコザサ現存量の減少や枯死木の増加が、樹木実生、鳥類、地表節足動物、土壌動物の個体数や多様性に及ぼす影響を組みこんだ。シカ密度あるいはミヤコザサ現存量の影響は、生物群によってさまざまに異なっており、すべての生物群にとって好ましいニホンジカ密度やミヤコザサ現存量は存在しなかった。森林の再生が最も促進され、かつ、生物多様性が最も高くなる管理手法を検討した結果、シカの個体数駆除と同時に、その主要な餌であるミヤコザサの現存量を減らす必要があることが分かった。本モデルの予想を応用して、ほかの群落も含めた大台ヶ原全体の自然再生についていくつかの提案を行った。環境省による大台ヶ原自然再生推進計画策定のための調査が今年度から行われており、再生手法のオプションとしてササ刈りが採用された。

8.3 今後の課題

本研究で作成したシミュレーションモデルを、環境条件の影響や樹木の生活史を組み入れ改良していくことによって汎用性の高いモデルへ拡張していくとともに、予測の検証を行っていく必要がある。（河室公康）

四国支所

１．四国支所の変遷

四国支所の発足は、1947（昭和22）年に大正試験地と高知営林局の試験調査部門を統合し、林業試験場高知支場として高知営林局内に併設された時点に遡る。その後、1959（昭和34）年に四国支場と改称し、専任の支場長がおかれることになった。1947（昭和22）年の設立当時の組織は、庶務係と研究員のみからなり、営林局を兼務する職員もいたが、次第に拡充され、1951（昭和26）年に経営、造林、土壌の３研究室が、1959（昭和34）年に保護研究室、1963（昭和38）年に調査室が設置された。2001（平成13）年の独立行政法人化では、造林研究室と林地保全研究室が森林生態系変動研究グループと複層林生態管理担当チームに、保護研究室と経営研究室が流域森林保全研究グループと源流域森林管理担当チームに再編された。

２．四国支所における研究の流れとその背景

2.1 生産力増強と連動した研究目標－併設支場から独立支場時代－

四国支所の前身である高知支場発足当初の営林局内併設時代においては、戦後の大面積造林の推進を背景に木材生産力の増強を目標とした研究が求められ、適地適木調査、土壌

調査、更新と保育、薪炭林調査、収穫表調整のための調査研究が進められた。「森林の構造と成長に関する研究」、「外国産マツ類の導入試験」、「薪炭林綜合試験」、「スギ、ヒノキ、アカマツ等の産地別試験」、「林床植生のウラジロ・コシダに関する研究」、「土壌調査」、「病虫獣害の基礎調査」等が主要な課題であった。鑑定や指導依頼への対応も多く、造林分野ではスギ品種の鑑定、育林技術・育苗技術・更新技術の指導が求められた。土壌の分野では、国有林から土壌理学分析、土壌化学分析及び肥料分析などが、また、国有林、民有林を問わず土壌調査法等の指導が求められた。保護分野では病・虫・獣害の鑑定と防除指導等の要請が国有林、民有林から毎年多数寄せられた。

1959（昭和34）年から翌年にかけて、それまでの国有林重点の調査研究から脱皮を図るべく、研究目標の検討が行われ、関係機関との協議を経て、「森林成長量の増大」と「農山村経済の振興」を目標とすることが打ち出された。この研究目標の整理は、独立支場となった意気込みが感じられる作業であり、当時の世論を受けた木材生産中心、拡大造林指向の生産力増強計画と連動するものであった。

具体的な課題として、「森林成長量の増大」に関しては、①樹種・品種に関する特性研究（気象・土壌などの立地条件と成長特性、林分構造、諸被害に対する抵抗性、造林方法、マツ類の育種）、②地力の維持培養に関する研究（林地肥培、地力低下、苗畑の土壌肥料）、③森林保護に関する研究（被害をもたらす病虫獣の生態並びに防除または回避方法）であり、後者の「農山村経済の振興」に関しては①私有林経営計画、②農家林業・薪炭林施業の改善等が取り組まれた。

こうした木材の増産という時代の要請を受けた研究目標は、1960年代の高度経済成長の時代に引き継がれていった。

2.2　木材生産と公益的機能との調和－生産重視から環境重視の時代へ－

1970年代に入ると高度経済成長がもたらした大気汚染、水質汚濁といった公害問題や自然環境の破壊に国民の関心が向けられるようになり、それとともに森林に対する期待も木材生産から森林の環境保全機能の発揮へと大きく移った。木材生産と公益的機能の発揮を調和させる森林施業が強く要請されるようになり、四国支場の試験研究項目においても、生産力の増大や被害防除に関する研究と並んで、非皆伐施業など環境保全的施業に関する研究が大きな柱になった。また、1970年代から1980年代には、本・支所体制による全国規模の研究や営林局署・四国４県との共同研究、農林水産技術会議予算による研究等も実施されるようになり、「合理的短期育成林業」、「外国産マツ類の導入試験」、「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」、「野生鳥獣の保護増殖に係る体系的手法の開発に関する研究」、「人工林の非皆伐施業に関する研究」、「まつ類枯損激害地域の更新技術」等の研究プロジェクトを分担する研究課題に取り組んだ。

さらに、1980年代後半から1990年代にかけては、国民所得の向上や価値観の多様化に伴い、森林の環境保全機能に対する期待は一層強いものになり、森林・林業政策の柱も環境保全機能を重視する方向に大きく転換された。1988（昭和63）年に策定された森林総合研究



図－１　四国支所庁舎（1964（昭和39）年建築）

所の研究基本計画では、このような流れを受けて「森林生態系の特性解明」や「環境形成・保全機能の増進」、「地球環境問題への貢献」等、環境保全に関する研究が重点的に推進すべき研究方向として打ち出された。あわせて地域研究に関しては「地域に根ざした林業の発展と多面的利用技術の高度化」が重点方向として打ち出され、これに沿って四国支所においては、「豪雨急傾斜地域における森林施業技術の体系化」を目標に、「環境保全的森林施業技術の向上」と「高度に人工林化した地域における林業経営技術の向上」の二つの大課題を設定した。具体的な研究課題として、前者に関しては「森林施業と土壌保全効果との関係」、「複層林の施業技術（光環境と下木の成長）」、「複層林施業による土壌特性の変化」、「雨水・渓流水等の水質モニタリング」等に、また後者に関しては、「枝打ちによる林木の成長、材質への影響」、「下刈りの省力化技術」、「スギ・ヒノキの穿孔性害虫」、「獣類による造林木被害」、「人工林の構造解析と収穫予測」、「林分成長モデルの構築」、「広葉樹林施業」、「森林の広域調査とモニタリング」、「地域林業振興」等に取り組んだ。またこの時期においては、農林水産技術会議や林野庁、環境省予算によるプロジェクト研究として、「中山間地域における農林業の環境保全機能の変動評価」、「スギ・ヒノキ穿孔性害虫の生物的防除技術の開発」、「生物的防除手法を導入した松くい虫被害の激化防止新技術」、「酸性雨等の森林生態系への影響モニタリング」、「人工針葉樹林における土壌劣化機構の解明」、「人工衛星データ等を利用した陸域生態系の３次元構造の計測とその動態評価に関する研究」、「四国傾斜地に対応した野菜・花き等の集約的生産技術の確立」、「森林、海洋等におけるCO_2収支特性の解明」、「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」、「流域圏における水循環・農林水産生態系の自然共生型管理技術の開発」等が推進され分担課題に取り組んだ。中でも、「四万十川流域の清流保全に関する研究」は四国支所を主査とするプロジェクト研究で、清流保全のための流域の農業及び林業生産の改善方策や水質、生物層のモニタリング方法に関して新たな知見を提供した。

３．研究の成果

3.1　造林・保育分野の研究

造林・保育分野の研究は、社会的要請の変化に伴い、「生産力の向上」や「省力技術」から「優良材の生産技術」へ、さらには「環境保全的技術」の開発へと大きく移り変わってきた。

支場として発足した当初は、スギ、ヒノキ、アカマツ等の「産地別試験」や苗畑での巨大苗の選抜による「育種試験」が行われた。

1951（昭和26）年からは「耐瘠性のスギ品種の育成」と「老齢木のさし木試験」が取り組まれた。1950年代半ばからは、生産力向上と省力に向けた研究として、「シダの撲滅試験」が始まり雑草制御法として火炎放射器による焼き払いといった思い切った試験も行われた。

シダ類の制御法に関する研究は、除草剤の開発に伴いその適用試験へと移り、1970年代はじめには除草剤で枯殺した跡地の植生変化が調べられ一連の研究の取りまとめがなされた。また、1950年代後半からは、生産力増強の一翼を担う研究として外国樹種の植栽試験が取り組まれ、1964（昭和39）年に開始された特別研究「合理的短伐期育成林業に関する研究」の一環として大規模な試験地がいくつか設定された。これらはその後、病虫害や気象害により中止されたが、スラッシュマツとテーダマツだけが継続されている。一方、1950年代終わりからは育種分野の研究員の転入により、育種研究が着手されマツ類やハンノキ類、アカシア類などの交雑ならびに倍数性育種を中心とした研究が進められた。



図－２　複層林の林相

保育に関する研究では、「同齢単純林の密度管理に関する生態学的研究」（林試研報210、1968）がまとめられ、これをもとにした「密度管理」（農林出版会、1968）が出版された。

植物の密度効果理論は日本人研究者によって作られた生態学分野での独創的な研究の一つであるが、それをもとに単純一斉林の密度管理理論が組み立てられた。現在、本理論は一斉単純人工林で所定の大きさの材を収穫するための間伐の経路を決めたり、収穫を予測するため広く利用されている。1970年代には、下草刈りの省力化に関連した研究として、造林木と雑草木の相互作用に関する研究が進められ、「造林地の下刈り、除伐、つる切り等についての基礎的研究」としてまとめられた。

このほか植生制御に関する研究として、コシダ群落の生態研究やササ群落の生態研究が精力的に取り組まれ、植生の遷移や組成について研究成果が発表された。枝打ち技術に関しては、枝打ち後の成長経過や枝打ち跡の巻き込み、穿孔害虫による食害などの研究が進められ、適正な枝打ち強度と頻度、材の変色防止や無節性を高めるための指針が示された。

1980年代には、環境保全面で長所を持つ複層林施業に関する研究に本格的に取り組んだ。愛媛県久万地方に数箇所設置された長期複層林試験地で開始された調査を通じ、基礎となる光環境測定手法の開発、低照度下におけるスギクローンの耐陰性、林内の光環境と下木の樹高成長、雑草木の制御効果等に関する研究成果が次々と報告された。スギクローンの耐陰性についての研究では、65系統のスギクローン苗の樹下植栽試験から生存率や形状比などの耐陰性に関わる要因が明らかにされ、樹下植栽木選定の目安が得られた。

さらに、1990年代には、林内光環境の把握・解析が一層の進展をみせ、下刈りなどを省いた二段林造成法や、帯状伐採跡造林地などさまざまなタイプの複層林における下木の光環境と成長の関係の解析を進めた。中でも、上木伐採後の下木の成長と取扱いに関する研究は、環境変化の影響を調べたもので複層林のみならず天然林の施業研究にとっても重要な意義を持つものである。また、下層植生を維持するための上層木の管理技術の開発の一環として、上層木の間伐、枝打ち等による光環境の変化が下層植生の種数、被度に与える影響を解析し、木材生産の維持と土壌の保全機能の発揮を調和させる人工林の密度管理のあり方を提示した。

1990年代後半からは、各種林業機械の普及とともに、単層人工林施業にも列状間伐や強度間伐等、新たな作業方法の導入が広がり始め、これらの効果を明らかにする研究が要請されるようになってきた。こうした中で、間伐様式と強度の違いがスギ・ヒノキ人工林の林分成長量と下層植生の発達に及ぼす影響を明らかにする研究を進めている。また、一部で見られ始めた再造林放棄地を適正に管理するための技術開発に向け伐採後の植生回復と遷移のメカニズムに関する研究に着手している。

天然林の管理技術指針を策定する上で重要な知見である天然林の動態については、長期的な観測が不可欠であることから、固定試験地を設定し、林分構造の解析を進めるとともに、林分の成立と発達過程を把握するため、

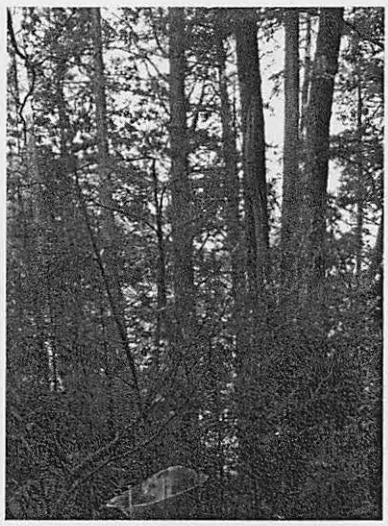
種子生産から稚樹の消長や林木の成長を定期に測定し、天然林の成立・維持の過程が明らかになりつつある。ヒノキなどの針葉樹天然林についても、伐採後の天然更新について稚樹の発生消長を追跡するとともに、低標高域の照葉樹林も含めた自然林の、種子生産量と落葉落枝量を測定し、樹木の生育動態の年別変動を明らかにするとともに、断片化した天然林の林分維持メカニズムに関する研究を進めている。

3.2　林地保全分野の研究

土壌・林地保全分野の研究は、支場発足当初の「国有林野土壌調査事業」に始まり、「苗畑施肥」、「林地生産力の維持(土壌保全)」、「雨水・渓流水の水質」、「水保全機能及び炭素蓄積機能の評価」という変遷をたどってきた。

国有林の土壌調査は、1948（昭和23）年に開始された。調査基図や踏査経路の未整備、移動手段の貧困さ等から調査が軌道に乗るまでには数年を要するなど苦労の多い作業であったが、三つの事業区の調査を完了し、1962（昭和37）年に営林局に引き継がれた。

一方、1950年代には荒廃した林野復興のための造林事業が強力に進められ、拡大する育苗事業のために苗畑の施肥に関する試験が求められた。営林局からの要請を受け、施肥試験が実用的見地から実施され、その結果は管内苗畑の育苗事業に応用されていった。



図－3　天然林固定試験地

1963（昭和38）年からはプロジェクト研究として、「林地生産力に関する研究」が5ヵ年計画で実施された。環境条件の異なる四国脊梁地帯と、太平洋沿岸地帯を対象に土壌の分布状態、土壌の諸性質、林木の成長との関係などが明らかにされた。得られた成果は、後の林木成長予測技術の進歩に大きく寄与するものであった。

1970年代半ばからは、森林施業による土壌保全機能の変動に関する研究が開始され、森林の成長に伴う土壌の諸性質の経時的変化や土壌の侵食量の測定と解析が進められた。この一連の研究を通じて、皆伐地では非皆伐地に比べて土壌侵食が進行すること、落葉・落枝、草本などの地被物が土壌侵食の防止に重要な役割を果たしていることが分かった。特にヒノキ林では間伐遅れなどにより下層植生が皆無の場合、林冠からの雨滴衝撃によって年間落葉量の40～90％が飛散しながら移動・流亡するとともに、土砂が下層植生が存在するところの2～3倍移動することが判明し、四国地方のように豪雨多雨の気候下にあり急峻な立地に成立する多くのヒノキ林で、林床を保全するため下層植生が重要な要因になっていることが定量的に明らかとなった。

これらの研究はさらに、ヒノキ林の斜面上における位置、微地形、林分状態と土壌侵食との関係や、枝打ちが土壌侵食に与える影響に関する研究につながっていった。1960年代半ばからは、ヒノキ一斉林を複層林化するための施業が土壌侵食や土壌の諸性質に及ぼす影響に関する研究に取り組み、複層林は林床植生並びに堆積有機物層の現存量が多く地表保護効果が高いため、粗孔隙率も高くなり林地の保水機能を向上させていることが明らかになった。これらの研究を発展させ、林地の土壌流亡を予測するためのUSLE式（米国農務省土地保全局による汎用土壌流亡予測式）

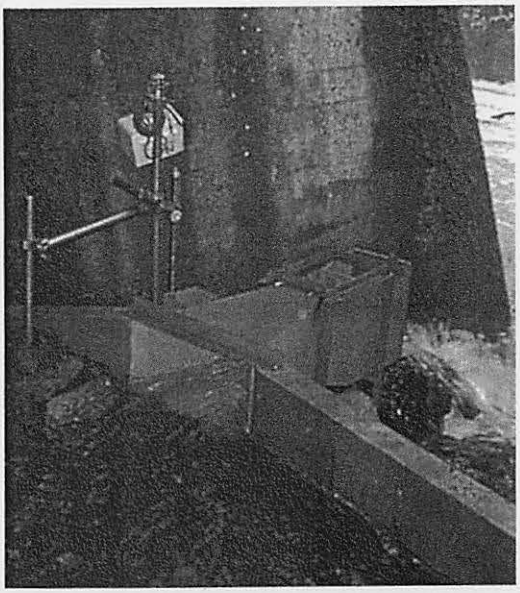


図－４　土壌流亡量の計測

の適用とそのための係数に関する研究が取り組まれ、その一環として広葉樹林、アカマツ林及び林齢と管理水準の異なったヒノキ林とスギ林について土壌流亡量の計測を行った。その結果、アカマツ林と管理水準の低下したヒノキ林では大きな差があることが明らかとなり、これらの結果を踏まえUSLE式の林地適用のための改良がなされた。

1990（平成２）年には林野庁による「酸性雨など森林被害モニタリング事業」の開始と平行して、研究プロジェクト「酸性雨等モニタリングセンターステーション構築」が始まり、「森林衰退及び森林環境の総合的解析と評価」を目指した研究が行われた。四国支所では「四国ヒノキ林における森林環境の解析」を分担し、構内実験林のほか、試験地を設定して林外雨、林内雨、樹幹流、土壌溶液の溶存成分濃度の計測を開始した。この研究は「酸性雨等の森林生態系への影響モニタリング」として継続され、樹冠で捕えられた雨水が流下する過程での成分濃度の変化とその特質が明らかとなった。雨水の水質モニタリングは、現在まで継続されデータが蓄積されている。

一方、渓流水の水質に関しては、1994（平成６）年に四万十川上流域の異なった林相の流域に試験地を設定しモニタリングを開始した。その結果、森林は基本的に降水中に含まれる窒素などの汚濁成分を吸収して下流に清澄な水を供給していることが明らかになった。また、人工林流域と天然林流域の比較では、



図－５　水量及び水質の測定

天然林流域の方が窒素濃度がやや高い傾向がみられ、人工林が特に渓流の水質に悪影響を及ぼしているわけではないことが解明された。これらの成果は、河川・湖沼の総合的な水質環境保全の面から非常に有益な知見と言える。

1999（平成11）年からは、中山間地の土地利用変化という社会情勢を踏まえ「棚田跡の植林効果」に関する研究が行われた。減反政策や過疎化によって放棄された山間の棚田跡にはスギなどが植林されるケースが多いが、植栽木の成長に伴って表層土壌の炭素量は増加し、物理性が改善されることが明らかになった。また、孔隙量の増加に伴って土壌の保水容量も増加することが解明された。これらの結果から、棚田跡への林木の植栽が、環境保全上きわめて有効であることが検証され



図－６　棚田跡の植林地

た。

また、2000（平成12）年頃から、地球温暖化の防止に向けた取り組みの一環として全国的に森林の炭素プールとしての役割を評価する試みが行われ、当支所でも「枯死木や切り株等の分解速度の推定」が実施された。スギ・ヒノキ、放置丸太・切り株に分けて分解速度が推定され、スギよりもヒノキが、切り株よりも放置丸太の分解速度が速いことが明らかになった。これらの数値は、京都議定書に示された森林の二酸化炭素吸収・排出量の算定に有効に活用されるものと考えられる。

3.3　保護分野の研究

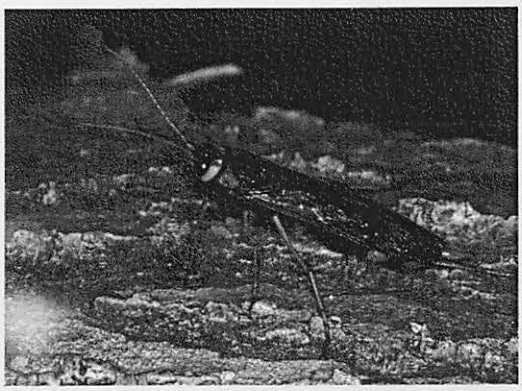
保護分野の研究は、拡大造林時代の「苗畑と植林地における病虫獣害の基礎調査」に始まり、「松くい虫による激害型マツ枯損の原因究明と対策技術」、さらには戦後造林地の成林に伴い「スギ・ヒノキ人工林の病虫害と被害対策」へと移っていった。1990年代に入ってからは「キバチ類とその共生菌によるスギ・ヒノキの材変色被害」について重点的に取り組み、先導的な研究成果を上げてきた。近年は、「伐採跡地の植生遷移における鳥類や小動物の役割」に関する研究に着手している。

病害に関しては、苗畑の針葉樹苗立枯病やスギ赤枯病、造林地のスギ溝腐病、スギ暗色枝枯病等に重点的に取り組み、発生生態や環境との関係を明らかにした。その後もスギ赤枯病について研究を続け、スギ赤枯病菌の培養において培地内に作られる菌核様体から大量の分生胞子を形成させることに成功し、これによって耐病性試験や薬剤スクリーニング試験が進展することになった。その後、スギ赤枯病菌の分生胞子の形成条件や飛散・伝播について精力的な研究に取り組んだ。1990年代には、木材腐朽菌類相の基礎調査とあわせ、スギ・ヒノキ生立木の根株腐朽被害実態調査を進めた結果、ヒノキの根株腐朽にキンイロアナタケが関与することを明らかにした。

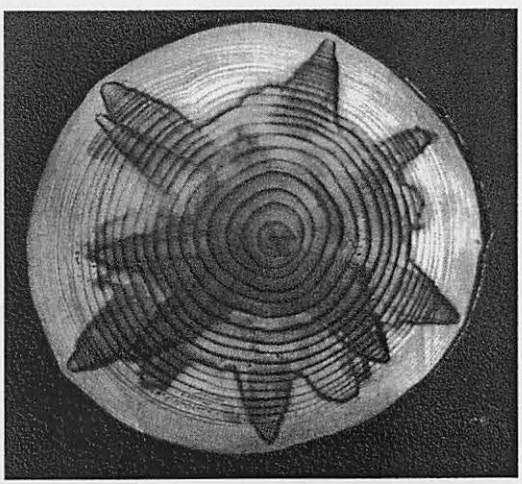
獣害に関しては、1958（昭和33）年からほぼ20年間にわたり、四国全県下でスミスネズミの個体数変動と繁殖状態の調査に取り組み、被害回避のための基礎資料が整備された。

1970年代後半からは造林木被害をもたらすカモシカやシカ、ノウサギの生息と被害実態について調査が進められ、被害回避策が検討された。

虫害に関しては、1960年代まではコガネムシ類などの苗畑害虫のほか、外国産を含むマツ類やアカシア類の虫害について被害の実態調査と防除試験に取り組んだ。1970年代にはヒノキ成木の立ち枯れに、マスダクロホシタマムシが関与することを明らかにした。1980年代になるとスギ・ヒノキ生立木の穿孔性害虫による材質劣化被害がしだいに顕在化し、四国では特にニホンキバチによる材変色被害



図－7　ニホンキバチ成虫



図－8　スギ材に生じた変色被害

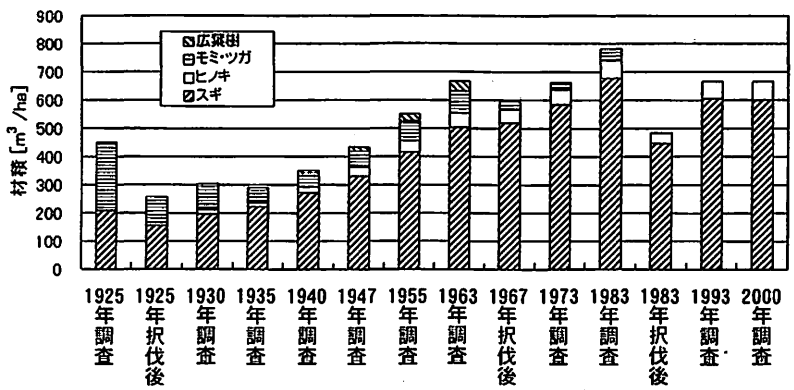
が甚だしいことが明らかになったことから精力的な研究を進め、1980年代後半にはニホンキバチの生活史と加害様式のほぼ全容が解明された。これを受けたニホンキバチの発生生態調査の結果、伐り捨て間伐の一般化によりニホンキバチの繁殖源となる伐倒木が増加し、成虫の発生数が維持されていることが明らかとなった。さらに、ニホンキバチの被害による材の変色と材質の低下は、産卵時に材内に持ち込まれるニホンキバチの共生菌で日本においては未記録種であるキバチウロコタケ（*Amylostereum laevigatum*）であることを突き止めた。これにより、接種実験による変色の発生機構及び変色部位の腐朽や強度についての厳密な研究が可能となり、被害回避策に向けた研究につながった。

一方、1960年代には四国でも西南部の海岸林を中心に大量のマツ枯損被害が発生するようになり、主因と考えられていた穿孔虫類について寄生実態や寄生時期、発育状況などについて詳細な調査に取り組んだ。その結果、枯損木の中には穿孔虫の寄生をうける以前に枯死しているものが少なくないこと、そして枯死時期はマツノマダラカミキリの活動期と重なることが明らかになった。マツ枯損原因の解明には1969（昭和44）年のマツノザイセンチュウの発見を待たねばならないが、マツノマダラカミキリの生活史や寄生生態、幼虫の材内死亡経過、個体群動態についての一連の研究は、マツノザイセンチュウとその媒介者であるマツノマダラカミキリの関係の解明やその後の個体群管理に関する研究の進展に大きく寄与することになった。その後、林業試験場をあげた共同研究によりマツ枯損の原因であるマツ材線虫病の全貌が明らかにされ、研究成果を受けて防除試験が取り組まれた。

野生生物との共生を目指した森林の管理法に関する研究としては、マツ枯損防止のための空中散布が試行された当初の1960年代から、薬剤散布がマツ林の生物相に及ぼす影響に着目して、無脊椎動物群集の変動について検討した。1970年代には照葉樹林における野鳥のセンサス法を検討するとともに、鳥類の餌資源量についても評価した。1996（平成８）年からは高知県が行う四万十川森林計画区のモニタリング事業と連携し、森林利用が生物多様性に与える長期的インパクトを流域レベルで評価するために、トンボ類、カミキリムシ類、アリ類、鳥類などを環境指標として用いる手法について研究を進めている。

3.4　経営・計画分野の研究

経営・計画分野の研究は、経営計画策定に係る林分収穫量などの基礎データ整備と技術開発を大きな柱としつつ、地域林業振興に関する調査分析にも取り組んできた。前者に関しては、国有林を対象にした「収穫試験地調査」、「施業標準地調査」、「天然林の択伐作業法」、「広葉樹施業」、「森林情報の効率的管理システムの開発」等があげられる。また、後



図－９　魚梁瀬千本山収穫試験地の林分材積の推移

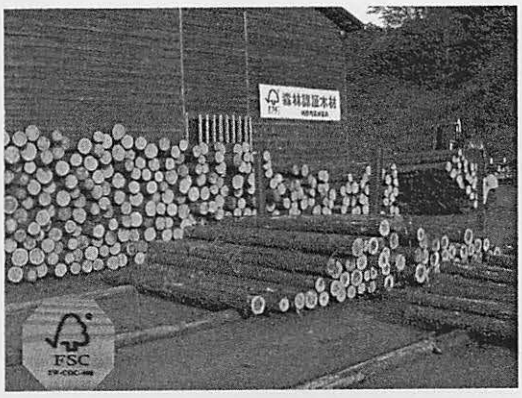
者に関しては、「地域林業の実態分析」や「担い手育成方策」等を明らかにするための調査分析を進めてきた。

収穫試験地調査は経営研究室創設以来の中心課題の一つで、1959（昭和34）年に策定された「収穫試験地要項」に基づき、現在14箇所の試験地が設定され、間伐などの施業と林分成長との関係を解析するための資料を集積している。その中で２箇所の試験地は、故寺崎博士が1925（大正14）年に魚梁瀬千本山に設定したスギ天然生林択伐試験地である。現在、林齢は250～300年とされ、高齢スギ林の成長量に関わる貴重なデータが蓄積されつつある。

1980（昭和55）年からは生産目標施業体系に基づく林分成長量、収穫量及び林分構造の推移を予測するため「施業標準地」を高知営林局と共同で、スギ225箇所、ヒノキ261箇所で設定し調査を実施している。得られた結果についてはデータベース化を進め、林分構造の解析や収穫表調整の基礎資料として活用されている。

1980年代には、収穫試験地においてスギ天然林の択伐作業法に関わる調査を行った。魚梁瀬営林署管内スギ択伐試験地における調査結果から、天然更新作業の方が人工更新作業よりも事業投入量が多くなることが示され、コスト面からみた択伐作業の評価に新たな知見が加えられた。

広葉樹施業については、コナラ、クヌギ、タイワンフウなどを対象に、材積表、細り表、収穫表の調製を進めた。とくにコナラに関して高知県独自の立木材積表の調製を行った。また、1980年代半ばから1990年代にかけては、木材価格の低迷や伐出コストの上昇により間伐作業の遅れや長伐期化の傾向が強まってきたことから、間伐作業の採算性を評価するシステムの作成や複層林施業の収穫予測モデルの開発を進めた。これらは民有林における施業指針作成のための基礎情報の整備に活用された。



図－10　FSC認証材とロゴマーク

1992（平成４）年の地球サミット、さらに1994（平成６）年のモントリオール・プロセスにより持続可能な森林経営に対する社会の要請が強まることにより、森林の現況を正確に把握し、森林情報を効率的に管理することが求められるようになってきた。そこで、地理情報システム（GIS）及び汎地球測位システム（GPS）を用いた、森林情報を林分レベルあるいは価値の高い天然木の単木レベルで管理するシステムの開発に取り組んだ。また、多時期の衛星データを用いた伐採地の抽出手法の開発を行い、広範囲での一元的な森林管理へ向けた新たな技術開発を行った。

地域林業振興に関する課題については、1970年代半ばから本格的に取り組み始め、主に徳島県下の林業地を対象とする実態調査により、地域の林業生産活動の特質や問題点等を明らかにし、労働者の技術向上や生産と流通の組織化など地域林業振興に向けた取り組みの方向性について提言を行った。また、1990年代に入ってからは林業の採算性が一層低下する中、個別経営の限界を克服する方策の一つとして、森林組合による森林管理の受託方策を検討し、具体的な仕組みづくりや所有者が森林組合に管理委託する場合の条件などについて明らかにした。森林組合を核とする地域林業振興策のあり方を検討する一環として、国内初のグループ森林認証を取得した梼原町の森林組合の事例調査を行い、認証取

得の効果について分析した。その結果、認証材の加工・販売率は低い水準にとどまるが、一方で認証材に関心を持つ都市住民と生産者側との交流が始まり地元住民の森林管理への意識が高まるなど、地域振興につながる副次的効果が現れつつあることを明らかにした。

（加藤　隆）

九州支所

1．概要

1.1　地域ニーズへの対応の概要

九州支所の森林・林業研究の動向は、まさに九州の森林・林業の変遷に沿ったものであった。戦後の荒廃した山林の復興運動の中で、スギ・ヒノキの造林研究、育種研究、土壌図の作成、成長予測研究、水文観測、造林初期の気象害・生物害、複合経営等から始まり、拡大造林によって植栽されたスギ・ヒノキ人工林の成熟に従って、収穫予測、材質劣化を起こす生物害、特用林産研究等次々と発生する要請に応えてきた。また、本地域では豪雨、台風、火山噴火等自然災害も多く、時折に発生する災害の素因となる地質・地形・植生などの要因の解析を行ってきた。20世紀末からは、人工林一辺倒への反省、種の多様性の維持、希少種の保護など多様な森林の育成が課題になってきた。研究の視点を「林業」から「森林・林業」に移して時代の要請に応えようとしている。

1.2　今後の課題

戦後造林され成熟期に達したスギ・ヒノキ人工林を次の世代に繋いでいくため、また、暖温帯から亜熱帯という気象条件下ではぐくまれた多様な森林生態系の保全管理技術、地球規模での環境問題等の新たな研究要請に応えて、九州の地域特性を生かした研究を推進していく。

2．研究分野ごとの研究の展開

2.1　造林研究・暖帯林研究

2.1.1　地域ニーズへの対応の概要

1950年代まではスギ、ヒノキ、カラマツなど戦後を代表する造林樹種を中心に、ツバキやカシ類などの広葉樹も含めて、育種や保育・成長試験などの研究が行われた。1960年代に入ると、この時期頻発した凍霜害に関する研究や、九州で広まったアカシア造林や薪炭林としてのシイ萌芽林に対応した研究が多くなった。1970年代には、環境保全や非皆伐といった時代の流れを反映した研究方向にシフトし、スギ・ヒノキを中心とした樹木生理や物質生産に関する研究とともに、遺伝子保全や都市近郊林の研究など日本の高度経済成長に伴う開発で失われつつある森林への対応も始まった。1980年代は耐凍性の研究や、アイソザイムによる家系分析、水分生理・光合成などの実験的研究が施設・機械の充実を背景に行われるようになった。この時期には、



図－1　高海抜地域で凍霜害を受けた成長不良のスギ



図－２　綾町の照葉樹林試験地



図－３　酸性雨モニタリング

農林水産技術会議の大型プロジェクトのもと複層林施業や常緑広葉樹林の生態に関する研究が展開され、アカシア・ユーカリ・シイなどのバイオマス研究も進められた。その一方で、マツノザイセンチュウによるマツ枯れやスギザイノタマバエなど病害虫防除に連携した研究も行われた。1990年代以降は、広葉樹を対象とした研究がクローズアップされ、宮崎県綾町に設置した常緑広葉樹林動態解明試験地での照葉樹林の生態・動態に関する研究とともに、かつての拡大造林が生み出した放置・不成績人工林の維持、管理に関する研究も始められた。

2.1.2　主要成果の概要

１）照葉樹林における更新機構と動態の解明

綾町の照葉樹林に設定した大規模試験地（4 ha）で台風常襲地域の森林の変化を約15年間モニタリングし、成熟した照葉樹林では100年周期の大型台風でも一斉倒壊は起こりにくい反面、小規模の林冠被害でもさまざまな樹種が混交する契機となることを明らかにした。

2.1.3　今後の課題

綾町の照葉樹林試験地は、九州地方を代表する大規模試験地として環境省「モニタリングサイト1000」の中核サイトの一つに指定されており、今後も毎木等の調査を長期的に継続していく。また、環境保全の視点からは、屋久島をはじめとする南西諸島の暖温帯・亜熱帯林も対象にして、天然林の動態、維持機構に関する基礎的研究を進めていく。

2.2　土壌研究

2.2.1　地域ニーズへの対応の概要

1960年代までは、黒色土壌に関する研究、スギ品種の環境調査、林地土壌生産力に関する研究、林地肥培試験、苗畑施肥試験、木場策の研究を行った。1970年代には、森林土壌の分類とその生産力、林地肥培に関する研究、森林生態系における養分の動態、苗木の栄養生理、苗畑の土壌及び施肥管理が主な研究課題として取り上げられた。1980年代は、土壌の生成・分類に関する研究が沖縄の赤、黄色土などを対象に精力的に行われたが、以前に比べこの分野の比重は小さくなった。一方、地力維持、養分動態、物質収支というキーワードで代表される森林生態系における養分動態の研究は幅広く実行されてきた。また、水質問題、保水機能など森林の持つ公益的機能に取り組み始めた。最近では、これまで蓄積してきた分析技術を武器に、雨水などの成分分析を行う酸性雨モニタリング研究をはじめ、土壌酸性化研究、沖縄におけるマングローブの立地変動、赤土流出研究など、森林をとりまく環境変動が森林生態系に及ぼす研究課題の比重が高くなっている。さらに、土壌の保水機能の研究では地表面付近の土壌層ばかりではなく、地下深部の風化層の保水特性も扱うようになった。1990年代は、台風19号被害、雲仙普賢岳噴火の森林への影響など、



図－４　褐色森林土の土壌断面

九州地域に特徴的な地域研究も進めてきた。

2.2.2　主要成果の概要

１）九州地方における土壌の生成分類に関する研究

九州地方の低山帯に分布している褐色森林土群の化学特性の決定には母材の寄与が大きいことを明らかにした。褐色森林土、黄褐色森林土の分化が従来、気候の影響を強く反映した結果であるとされてきたのに対し、新たにこれが土壌母材への火山灰影響度の差異によるものであることを提唱した。これらは日本の森林土壌の約７割を占める褐色森林土群の広域的な機能評価手法の開発において基幹をなす知見となっている。

２）沖縄における森林の水土保全機能に関する研究

沖縄における赤土の流出問題で、その要因の一つと考えられた森林伐採が土壌侵食に及ぼす影響を、現場における長期観測と実験的手法を用いて定量的に評価した。その結果、森林伐採が土壌侵食に及ぼす影響は、農地・宅地造成と比較して非常に小さいことが明らかになった。また、集中的な土層厚調査及び土壌水分測定により、沖縄の亜熱帯林の保水機能はかなり高いことが明らかになった。

2.2.3　今後の課題

土壌生成・分類に関する研究の比重が低くなったとはいえ、この分野では日本で唯一担当する研究機関であることを認識しつつ、森林の根幹をなす土壌の調査技術や知識の伝承に務めていく。さらに、立地環境が要因となっていると考えられる諸問題に関して公立試験研究機関と密接な連携をはかり、九州地域における森林土壌・立地環境研究の発展に貢献していく。

2.3　経営研究

2.3.1　地域ニーズへの対応の概要

当研究分野の始まりは、九州地方における林分収穫表の調製業務で、現行または将来予想される施業法によって施業した場合の成長量、収穫量及びそのほかの統計資料を収集するとともに林分構造の推移を解明することを目的に行われた。林分収穫表は、地位区分の判定、将来の成長量や収穫量の予想、間伐の指針等に使用されるが、それには固定的に設定した試験地における定期的な長期にわたる調査で得られる基礎的データの蓄積を必要とする。この調査研究は、収穫試験地調査として今も継続しており、そこで得られた資料はほかの諸研究にも有効に利用されてきている。

林業の経営経済的研究も当分野の大きな柱の一つである。九州地方の農林複合経営に取り入れられる可能性のある林業技術を取り上げ、経営経済的諸関係の究明が実態調査等により行われてきた。そこでは、木炭需要の減少など生産方式の行き詰まりを打開し山林所



図－５　久間横山収穫試験地（67年生スギ）



図－6　IT技術を活用した森林資源情報の解析
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

有者の大多数を占める兼業農家の所得向上を計るために必要な施策の検討を行い、生産性の高い樹種の植林も含めた林野の高度利用、林間放牧（いわゆる混牧林）、成長が早い外来樹種モリシマアカシアに関する経営的性質等の研究を実施した。1970年代に入ると自然環境保全法（1972（昭和47）年）制定にみられるように、次第に自然環境に対する関心が高まってくる中、農林地域における緑地環境に関する研究需要の高まりをうけ、人間行動分析の立場から山村における観光行動や森林レクリエーション行動を調査し、森林保健休養機能の計量化手法の検討、山村地域の観光開発アセスメント手法の研究等を行った。

2.3.2　主要成果の概要

1）九州地域における林分収穫表等の調製

収穫試験施行要綱に即して収穫試験地の定期毎木調査から九州地域におけるスギ、ヒノキ等の立木材積表、林分収穫表、林分密度管理図が調製され、現在林野庁をはじめとして活用されている。

2）スギ並材生産の経営分析

九州地方の特徴である並材生産の採算性は、1970（昭和45）年当時と比べ1986（昭和61）年では造林補助金制度がはるかに充実したにも拘らず悪化していることとその要因を明らかにした。そこで提示された補助金と融資の制度など林業活性化に必要な課題は林野行政における林業制度金融の政策展開に活用された。

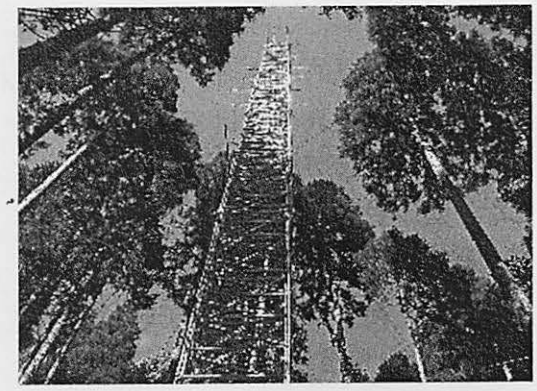
2.3.3　今後の課題

厳しさを増す林業の経済的情勢に対処するため、生産から加工・流通まで一貫した地域ぐるみの組織化にかかる研究を今後も進めていく。一方、森林資源管理のための技術開発に対する要請も多いことから、林業経営の効率化をねらいとする森林情報の処理・管理技術の高度化に関する研究、木材生産だけでなく森林が持つ多様な機能に対する需要を考慮した森林資源管理方策に関する研究の取り組みを進めていく。

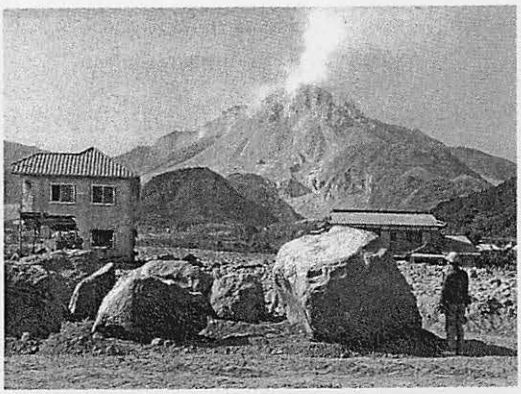
2.4　防災研究

2.4.1　地域ニーズへの対応の概要

水保全に関する研究では、1957（昭和32）年宮崎県大淀川上流去川国有林内に３流域からなる去川森林理水試験地が設定され、観測研究が現在まで継続されている。この試験地では皆伐試験、部分伐採試験などを行って、森林の変化が水流出に与える影響を明らかにしており、九州森林管理局と共同で、森林の成長に対応して100年単位で維持することを合意している。また、当研究所の全国に展開している水文試験ネットワークを構成する試験地の一つとしても観測結果を公表してきた。1990（平成２）年には熊本県菊池川水系岩野川上流部の鹿北町長生国有林に鹿北流域試験地を設けて、スギ・ヒノキ人工林流域の水循環特性について、水蒸気輸送量の観測など、



図－7　鹿北試験地の観測タワー



図－８　雲仙普賢岳噴火の被害地

個別水文要素に対応した観測研究を開始した。

土保全に関わる研究では、1953（昭和28）年の白川水害時の阿蘇地域の山地災害、1972（昭和47）年の天草地方の山地災害、1990（平成２）年の阿蘇地域の災害、雲仙普賢岳の平成噴火など山地災害のデータを蓄積し、災害の発生条件や危険度評価を行った。1991（平成３）年の19号台風では倒木の流出実態に関する研究を行った。森林気象に関わる研究では、小国試験地において、林業試験場熊本支場の直轄試験地となる前の1913（大正２）年の夏から熊本営林局内の森林測候所として40年以上にわたって観測を継続し、筑後川の出水通知をはじめ防災上貴重な種々の業績を上げた。

近年では、地球温暖化問題への対応から、森林の二酸化炭素吸収量を微気象学的手法によって把握することが急務とされ、鹿北流域試験地に高さ50mのタワーを設置して1999（平成11）年よりCO_2フラックスの観測を行っている。

2.4.2　主要成果の概要

１）去川森林理水試験地における長期流出観測

試験流域内の地形・土壌・植生や土壌型毎の浸透能・透水能といった基盤データとともに、1957（昭和32）年以降４回の調査で流域内の森林蓄積の変化を明らかにした。1965（昭和40）年に皆伐、1982（昭和57）年に部分皆伐を行い、その影響を解析した。この結果は、全国の流域試験地の結果とともに皆伐や部分皆伐が水流出に与える影響について評価する際の重要な基礎資料となっている。

２）雲仙普賢岳生成噴火による土砂災害

1990（平成２）～1995（平成７）年の雲仙普賢岳の噴火が森林に与えた影響について調査を行うとともに、噴火直後の表面流や土石流がきわめて発生しやすい状況を再現した実験を行った。この結果は、火山灰堆積斜面からの土石流発生危険度を予測するための重要な知見となっている。

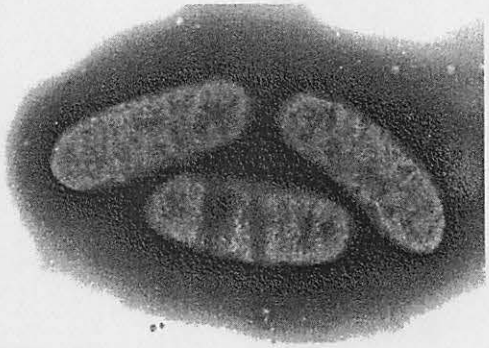
2.4.3　今後の課題

森林水文の研究は長期流量観測を継続する一方で、気象学や土壌学など他学問分野との共同による研究の進展が著しいことから、学際的な視点からの研究を遂行していく。土保全に関する研究では、土砂災害の実態調査に加えて、土砂移動現象の長期モニタリングを継続していく。

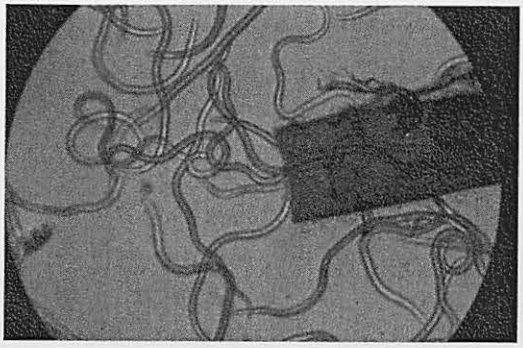
2.5　樹病研究

2.5.1　地域ニーズへの対応の概要

初期にはスギ・ヒノキの幼齢造林木を集団的に枯損させる凍霜害に取り組み、九州地域のような温暖地でも凍霜害が発生することを実証した。その後、この研究は造林分野に引き継がれた。苗畑病害では、マツ葉枯病の防除法を確定し、林業苗畑での土壌線虫の生態を初めて明らかにした。激害型のマツ枯損被害である松くい虫被害の真の原因が、マツノザイセンチュウであることを発見した（後出）。



図－９　シラカシ枝枯細菌病菌



図－10　マツノザイセンチュウ

拡大造林が一段落して用材生産の量から質への転換が求められるようになって、材の変色と腐朽被害を起こす材質劣化関連病害が問題になった。当初から研究されていたスギ赤枯病・溝腐病やスギ暗色枝枯病については、被害回避の観点から病害に対する品種間差異を明らかにした。スギ・ヒノキの根株腐朽病害は樹齢の増加とともに被害がひどくなっており、長伐期化が指向されるなかでより深刻な問題になると思われる。昆虫加害に伴う材の変色・腐朽被害やヒノキ漏脂病では、スギザイノタマバエやヒノキカワモグリガの加害が病原菌や腐朽菌の侵入口となっていることを指摘した。1990（平成２）年頃から苗畑でカシ類の枝枯れ被害が拡大した。新病害シラカシ枝枯細菌病として報告した。近年は環境問題が注目されるようになり、針葉樹一辺倒の造林から広葉樹を見直す傾向にある。広葉樹林の腐朽病害であるツブラジイ幹腐病、絹皮病などについて、用材生産の阻害要因としてだけでなく、森林生態系の遷移に果たしている役割を明らかにした。

2.5.2　主要成果の概要

１）マツ材線虫病に関する研究

松くい虫被害の真の原因が、マツノザイセンチュウであることを発見した。この業績は線虫学や植物病理学の分野に画期的な知見をもたらした。その後の九州におけるマツ材線虫病研究は、罹病マツの水分生理、線虫のマツ樹体内動態、線虫の病原力の変異、誘導抵抗性、病態組織の解剖、発病機構など、マツ材線虫病防除の基幹をなす知見となっている。

２）スギの暗色枝枯病に関する研究

スギ暗色枝枯病が心材の黒心化を引き起こす原因の一つであることを明らかにした。暗色枝枯病に罹りやすい九州産スギ品種、また暗色枝枯病の発生が促進される立地条件を明らかにし、黒心化被害の軽減と回避法に指針を与えた。

2.5.3　今後の課題

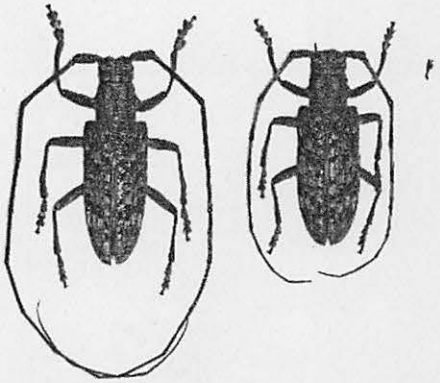
森林を中心とした環境研究が求められる現在、森林生態系の構成要素である菌類の役割解明へと深化させる。また、人工林、天然林とも広葉樹林の病害については未知の部分が大きく、今後も侵入病害等による新病害や既知病害の大発生が予測されるので、その点を考慮した研究を進めていく。

2.6　昆虫研究

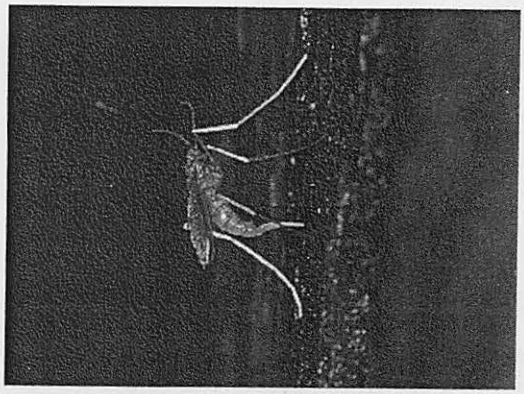
2.6.1　地域ニーズへの対応の概要

昆虫分野における研究テーマは、スギ・ヒノキ等の造林木、マツ、広葉樹の虫害及び生物多様性に大別できる。野生鳥獣に関する研究は1997（平成９）年に鳥獣研究室に引き継いだ。スギタマバエ、スギザイノタマバエは1950（昭和25）年頃に九州南部から徐々に拡がったスギの新しい害虫で、前者はタマバエ類の総合防除法の研究で実害がないことを示した。後者については特別研究として生態及び加害機構、防除に関する一連の研究を行った（後出）。1980年代にスギ材に大きな傷を作るヒノキカワモグリガの生態研究と防除研究を行った。1950年代に、対馬をはじめとして各地で、マツバノタマバエによるマツの枯損が多発した。タマバエ類の総合防除法の研究の中で２種の天敵寄生蜂がその密度を制御していることを明らかにした。これら２種の天敵を韓国に移植したこともあった。このほか、マツ針葉を加害するマツカレハ、新梢を加害するメイガ類とその天敵の研究を行った。

これらのマツの害虫はその後、マツ材線虫



図－11　マツノマダラカミキリ（左：雄、右：雌）



図－12　スギザイノタマバエ

病の侵入によってその激烈な被害の陰に隠れて問題にされることは少なくなった。松くい虫の原因生物であるマツノザイセンチュウの伝播者の防除研究を行った（後出）。マツノマダラカミキリの研究は九州の昆虫研究の中で最も大きな比重を占めている。生物多様性に視点をおいた昆虫研究は、すでに1976（昭和51）年に大型別枠研究として始まっている。

常緑広葉樹林生態遷移における昆虫相などのテーマで大型別枠研究が行われるなど、数々の試みがなされている。そのほか、苗畑における根切り虫の防除研究、ダニを含む土壌動物や森林の重要な捕食者である狩りバチの生態研究、マングローブ林育成を阻害する害虫相、希少植物であるヤクタネゴヨウ保存に関わる松くい虫などの解明研究を進めてきた。

2.6.2　主要成果の概要

1）スギザイノタマバエの生態と防除

本種の原産地が屋久島であることを明らかにし、九州本土の北上経過、湿度が高い場所で生息密度が高くなること、内樹皮の厚さが被害量を決定していることを解析し、間伐等のスギの成長を促す方法で実害を減少させることができることを明らかにした。

2）マツ材線虫病の生態と防除

マツ材線虫病の原因生物であるマツノザイセンチュウの伝播者がマツノマダラカミキリであることを明らかにし、九州でのマツノマダラカミキリの防除法として現在使われている予防散布、駆除等の技術の開発とその裏付けとなる生態を明らかにした。

2.6.3　今後の課題

害虫問題と森林の生物多様性とは表裏一体の関係にある。九州地域で経済林として最も重要なスギ・ヒノキ造林木の害虫に関する研究と、環境保護にも関わる広葉樹人工林及び天然林または保護すべき森林の昆虫相に関する研究を平行して進めていく。

2.7　きのこ研究（特用林産）

2.7.1　地域ニーズへの対応の概要

昭和20年代から50年代にかけて「シイタケの栽培技術」が主要な課題であった。この時期、シイタケ栽培技術の根拠については十分解明されているとはいえなかった。伏せ込み期間の温度、湿度、含水率などの諸条件とほだ付き率、病害発生率などとの関係、あるいは収穫時におけるほだ木成熟度や温度、湿度、光などほだ場の環境条件と収量・形質との関



図－13　黒腐病の被害ほだ木（左）

係などの解明を行った。また、九州に適したシイタケ優良品種を得るために、既存の品種及び交雑育種で得られた系統の栽培試験を行い選抜を行った。さらに、シイタケ原木栽培の抱える原木の入手問題、高齢化に伴う労働力問題等から脱却するために行った「人工培地によるシイタケ発生」の研究成果は現在普及しているおが粉菌床栽培のベースとなった。

昭和40年代に「シイタケ原木栽培の病害」が全国的なレベルで問題になり、シイタケ種菌の雑菌による劣悪化の原因と判定法、原木栽培に伴って発生するほだ木の害菌防除法の開発を行った。九州地区に特異的で激甚な被害を与える「シイタケほだ木の黒腐病」について重点的に試験を行った（後出）。1985（昭和60）年から、ヤナギマツタケ、マツオウジなどの新しい食用きのこの栽培化のための諸性質を明らかにした。また、これまで利用が十分でなかったコジイ材及びスギ間伐材などを用いたきのこ栽培技術の開発を行った。

1993（平成５）年からはDNA解析技術などの新技術を利用した試験研究を行い、害菌の系統識別方法の開発やきのこの類縁関係の解明を行ってきた。

2.7.2　主要成果の概要

1）シイタケほだ木の黒腐病に関する研究

関与するヒポクレア・ニグリカンスなどの諸菌の生理、生態的特性の解明を行った。また、黒腐病の病徴再現にもっとも影響を与える条件は湿度条件であることを明らかにした。これは栽培現場の指針となっている。

2）菌床栽培における病虫害対策

害菌はこれまで系統の識別手法が無かったが、DNA解析などの新技術を利用し、害菌の種及び系統の判別を可能にする手法を開発し、菌床栽培施設の管理に利用されている。

2.7.3　今後の課題

九州は、日本の乾シイタケ原木栽培の中心地である。また、菌床栽培も盛んに行われており、現在も日本のきのこ生産の重要な地域であることから、研究課題は山積している。

菌床栽培で発生する病害は、原木栽培における病害とは異質なものであるため、新手法を活用して新しい病害防除技術の開発を行っていく。きのこは森林生態系において重要な役割を果たしており、地球的規模の視点できのこの生態とその利用を進めることを今後の課題としている。

2.8　鳥獣研究

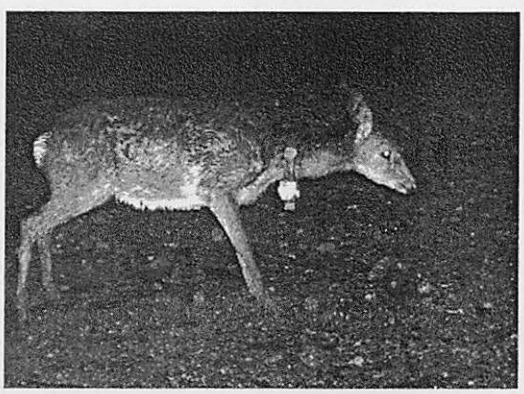
2.8.1　地域ニーズへの対応の概要

九州の森林は50％以上がスギ・ヒノキを中心とした人工林となっている。このため、人工林における鳥獣害が深刻な林業問題に発展する一方で、天然林に生息する野生鳥獣の保護がクローズアップされるようになってきた。

鳥獣研究は1996（平成８）年まで昆虫研究室で所掌されていたが、1997（平成９）年４月１日付けで鳥獣研究室が設置され、以下の三つの地域要請課題に対応した研究が始まっ



図－14　害菌の被害（右側のポット、色の濃い部分）



図－15　発信器を装着したシカ



図－16　ヤマガラ

た。(1)管理研究：1990（平成２）年に「特定鳥獣保護管理計画制度」が新設され、科学的な個体数管理を進めることが求められるようになった。このため、九州地域のニホンジカの生態に適応した被害防除と個体群管理技術の開発を進めている。(2)保全研究：日本の絶滅のおそれのある野生生物の約70％は南西諸島に生息しており、保全計画の策定が求められている。このため、絶滅危惧種であるアカヒゲをモデルとして、地理的に隔離された小集団の存続性評価に関わる手法の開発を進めている。(3)群集研究：再造林放棄地の針広混交林への誘導や小規模に残存している天然林の保全を図るために、森林－鳥獣群集系における生物間相互作用に関する研究を進めている。

2.8.2　主要成果の概要

１）九州におけるニホンジカの個体群特性の解明

1978（昭和53）～1991（平成３）年の間に九州におけるニホンジカの分布は1.3倍に拡大し、個体数も明らかに増加している。発信器装着個体の追跡から、メス個体には定住タイプが多く一部季節移動タイプもあることが判明した。九州は積雪が少なく、林業を中心とした土地利用や山岳地形によるモザイク状の生息環境であることから、北日本のニホンジカと比べて移動距離、行動圏ともに小規模であると推定された。これらの成果は九州各県が行う個体群管理に利用されている。

２）台風による森林撹乱が鳥類群集に与える影響評価

台風による大規模な森林撹乱の後の冬期には果実・種子を餌とする鳥類種群で生息密度が減少した。また、生息密度に変化が見られなかった種でも採餌場所が植生の下層に移動し、より大きな群で採餌するようになるなど、樹冠の被覆減少に伴う行動の変化が観察された。

2.8.3　今後の課題

被害防除、希少種保全問題とも森林環境の変動が我々の想像以上に野生鳥獣に大きな影響を及ぼしていること示している。個別の種の個体群研究と同時に、今後は野生鳥獣の生息地管理問題にアプローチしていく予定である。また、特定鳥獣保護管理計画に対する技術支援を継続し、地域における専門家の養成に関与していく。　　（吉田成章）

多摩森林科学園

１．これまでの経過

多摩森林科学園は、1921（大正10）年に帝室林野管理局林業試験場として、林産の増殖と改良に関する試験のために開場され、庁舎は翌年11月に中央線浅川駅前の高台の現在地に新築落成した。その後、1940（昭和15）年に帝室林野局北海道林業試験場の創設に伴い東京林業試験場に改称され、1947（昭和22）年の林政統一によって農林省に移管され、林業試験場浅川支場となった。この間、林産研究が本場へ統一されるまでは、御料林の試験場として広範囲な林業研究に取り組んでいた。

1950（昭和25）年、林産部門の本所集中に伴い浅川分室となり、1957（昭和32）年に浅川実験林と改称された。1958（昭和33）年に樹木の分類に関する研究のために樹木研究室が設立され、1967（昭和42）年には天敵による害虫駆除の研究を目的とした天敵微生物研究室が発足した。本場がつくばに移転した1978（昭和53）年、実験林は一つの支場として独立し、天敵微生物研究室が本場に移転し、赤沼試験地がその樹芸研究室とともに浅川実験林の管轄となり、樹木研究室と樹芸研究室の２研究室の体制となった。1980（昭和55）年には、野生鳥類の保護に関する試験調査を目的とする多摩試験地が併設された。

1988（昭和63）年の林業試験場から森林総合研究所への組織改編に伴い、浅川実験林から多摩森林科学園と改称し、樹芸研究室が森林生物研究室となり、同時に、赤沼試験地と多摩試験地は本所へ移管された。2001（平成13）年の独立行政法人化に伴い、環境教育を視野に入れた動植物の生態・保全へと研究の重点を移行し、研究チーム長と教育的資源研究グループの体制となり、かつ、多摩試験地を再び管轄することとなった。

その間、農林水産省の桜遺伝子保存事業で1966（昭和41）年から３年間にわたって植栽されたサクラが見事な花を咲かせるようになり、一般からの見学の要請に応えて小規模に公開していた。1991（平成３）年の森の科学館（図－１）の竣工に合わせて、1992（平成４）年４月からはサクラ保存林及び樹木園を有料で一般に通年公開することとなった。これによって、森林総合研究所全体の研究成果の普及・広報に果たす多摩森林科学園の役割が強く認識されるようになった。近年の入場者数は毎年８万人前後で、2003（平成15）年までの12年間で累計は100万人を突破している。



図－１　森の科学館

当科学園は関東平野の西端に位置し、今では周囲を住宅地に取り囲まれて、都道を隔てて隣接する多摩御陵とともに、小さな島のように取り残された約56haの面積の森林の中にある。園内には、永年にわたって育成してきた樹木園、サクラ保存林、試験林、そしてシイ・カシが優占する天然林が存在している。

このような複雑な状態を呈しているフィールドにおいて、最近の10年間は関東・中部地域における森林・林業に関する研究の一部を担当するとともに、前半では「首都圏地域の島状森林生態系の保全及び教育的活用技術の高度化」の課題のもとで研究を進め、また、後半の独立行政法人化後には「森林の環境教育的資源活用技術と機能分析・評価手法の開発」の課題のもとで研究に取り組んできた。

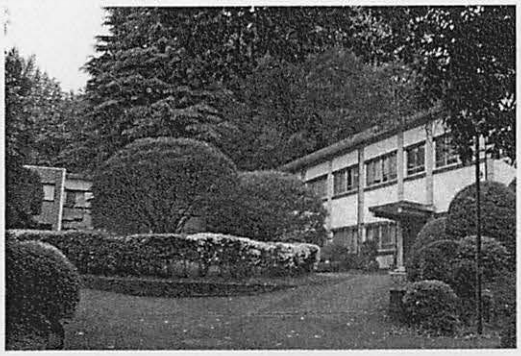
ここでは、最近10年間の主要な研究成果を紹介するとともに、後半では帝室林野局林業試験場、浅川実験林、多摩森林科学園時代の過去84年間の主な研究成果を振り返ることとした。

（三輪雄四郎）

２．樹木研究関係の最近10年間の成果

近年の研究は、樹木の花生態と都市近郊林から奥地まで含めた森林に対する人為影響の二つの大きなキーワードでおおよそまとめることができる。

花粉症対策としてスギ花粉に関する研究を実施し、毎年の花粉生産量予測のために、花粉生産が盛んな林分を把握するとともに、気象、立地ならびに林齢等の林分因子と生産量との関係を明らかにした。また、スギ林の雄花生産量推定のために、目視判定基準を開発し、簡便な予測を可能とした。同時に、広域



図－２　多摩森林科学園本館（右：1966年竣工）と研究別棟（左奥）



図－３　クルミを運ぶニホンリス

のスギ林を対象とした花粉生産量推定に用いる各因子との間の回帰式を得ることができた。

保存林の設置以降のサクラに関する研究では、系統間の分類学的差異を詳細に検討し、異なった名称で呼ばれてきたいくつかの系統が同一のものであること等を明らかにしてきた。また、サクラを含めた広葉樹の展葉・開花から落葉までのフェノロジー（生物季節）に関する研究を、高尾山、科学園から神代植物公園までの気候差のある立地を対象として10年以上にわたり継続し、開花時期に影響を及ぼす環境要因を解析した結果、前年の落葉以降に経験する低温の程度により開花時期が左右されることを明らかとした。これは、最近の温暖化傾向が樹木開花に及ぼす影響を予測するための基礎データとして重要である。近年は、対象地を熊本、盛岡及び札幌まで拡大した研究を展開中である。

森林に関する人為影響に関する研究の一つとして、科学園内の実験林を対象に、断片化され島状に取り残された都市近郊林の管理技術の開発にむけてシイ・カシ林の更新動態を積極的に調べてきた。スダジイは当年生の実生が多いが、稚幼樹として定着・生存するものはほとんどなく、アラカシが優占する林に変わりつつある。これは、林分構造等がつくり上げる現在の立地環境がシイの実生定着に不適であることを示唆している。また、過去の植生調査との比較からは、このスダジイをはじめモミやアカマツ等の減少とアラカシやヤブツバキの増加、先駆性の高いホオノキ、イイギリ、ミズキ等の出現が顕著となる傾向が窺え、樹種毎の種子散布ならびに実生定着様式の違いが森林動態に重大な影響を与えることが明らかになった[1)]。さらに近年は、多摩地方から八王子周辺までの幅広い地域のいわゆる里山や都市近郊林を対象とし、元来の森林タイプや森林管理履歴の違いと林分構造の関係の詳細な調査を継続中であり、林況と管理手法・強度による林相変化予測が可能となってきた。また、科学園に隣接する森林を対象にオニグルミ等の広葉樹更新・定着動態を調べ、大型種子散布への小型哺乳類の関与を解析する等[2)]、植物分野と動物分野の連携研究も進展してきた（図－３）。

人為影響との関係に関する研究は都市近郊林のみならず、八ヶ岳周辺の山岳地帯に分布するヤツガタケトウヒやヒメバラモミ等のトウヒ属樹種の生態研究も発展させてきた。奥山の人工林化により断片化されたこれら天然生の針葉樹個体群がどのように維持され、あるいは衰退するのか等、稀少樹種個体群の保全手法開発にとっても貴重な情報を蓄積している。

（田淵隆一）

３．森林生物研究関係の最近10年間の成果

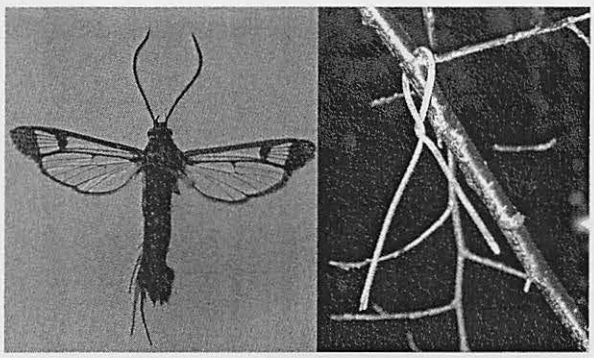
「首都圏地域の島状森林生態系の保全及び教育的活用技術の高度化」では、大都市周辺の開発地域に残存する森林を「島状森林生態系」と位置づけ、科学園と周辺の近郊林を主なフィールドとして、森林の断片化がニホン

リスやヤマドリ等のそこに生息する動物に及ぼす影響、リス、ネズミ、鳥類による種子散布、ガビチョウ、タイワンリス等外来鳥獣の在来生態系への影響等の研究を実施した。

これらの成果を発展させ、2001（平成13）年以降は森林の環境教育的資源としての活用を図ることを目的として、チョウ類、ハチ類、ゴミムシ類等の昆虫群集に基づく環境評価に関する研究、土壌動物の種数、個体数、現存量の測定とそれに基づく落葉落枝の分解機能の研究を実施している。また、ミゾゴイ、ヤマドリ、アオゲラ、ニホンリス、ギフチョウ、ルイヨウマダラテントウ等近郊林に生息する固有種を対象とした個体群に影響を与える要因及びガビチョウ、タイワンリスを対象とした外来種が生物多様性に与える影響に関して研究している[3)]。

2003（平成15）年には、科学園の森林を環境教育林として活用することを目的として、その準備を始めた。この計画では、環境教育の場としての整備・公開と同時に、生物多様性保全、生活環境保全等の森林の多面的機能に関するモニタリングをしつつ、その調査現場での成果の展示を前提とした観測研究にも着手している。動物に関しては穿孔性甲虫類、管住性ハチ類、地表徘徊性ゴミムシ類、鳥類の群集を定量的に解析し、林相間の比較と年次変化のモニタリングを行っている。

そのほかに、家畜排泄物の堆肥化を促進する技術、録音による鳥類個体数の調査法の開発、サクラ保存林の虫害に関する研究等も行っている。サクラ保存林では、樹幹穿孔性害虫のコスカシバ（図－４左）による被害が毎年発生していたため、薬剤防除を継続してその効果をフェロモントラップによる発生量調査でモニタリングしていたが、1995～6（平成７～８）年頃から発生数が増加傾向となった。そこで、2000（平成12）年に合成フェロモンによる交信撹乱法を適用した防除を開始した（図－４右）。この方法は大面積で傾斜



図－４　左：コスカシバ、右：フェロモンディスペンザー

の小さい土地で有効であるとされてきたが、急傾斜地に立地するサクラ保存林でも年々被害が減少し、効果があることが判明した。サクラではモンクロシャチホコ、アメリカシロヒトリ等の鱗翅目昆虫の幼虫の食葉被害も大きいのが一般的であるが、科学園のサクラ保存林ではこれらの被害はほとんど問題になっていない。ビデオカメラによる観察の結果、サクラ保存林に生息する４組のシジュウカラが巣立ちまでの19日間に18,000個体以上の食葉性昆虫を捕食しており、野鳥の捕食圧がこれらの食葉害虫の大発生を抑制していることが示唆された。（松本和馬）

４．多摩試験地の沿革と最近の研究成果

多摩試験地の歴史は1933（昭和８）年に野生鳥獣の保護繁殖を図るため農商務省が鳥獣実験場を開設したときから始まる。その後、1956（昭和31）年に林野庁造林保護課への移管を経て、1980（昭和55）年に林業試験場移管となり、現在に至っている。

設立当時から一貫して鳥獣関連の研究が進められ、現在では都市近郊林における鳥類相の把握及び保全に関する研究が進められている。1930年代には120種の鳥類が確認されているが、2000年代では60種類弱まで減少しており、周囲の環境変化の影響が歴然と現れている。しかし、一方ではソウシチョウ・ガビチョウ等の移入種の出現も見られる。

最近の標識調査では、シジュウカラ、ヤマ



図－5　多摩試験地本館

ガラ等のカラ類が多く捕獲され、また、アオゲラ、コゲラも捕獲されている。この調査結果と1959～1961（昭和34～36）年の調査との比較により、この40年間で試験地の植生が森林化方向に向かっていることが鳥類相の調査から言える。また、アオゲラの詳細な調査により、営巣樹の90％が比較的古いサクラの樹であり、それらの樹幹の内部はスポンジ状の心腐れ状態となっており、アオゲラは樹木を叩いたときの音で営巣樹に適した樹木を選択していることが判明した。　（三輪雄四郎）

5．帝室林野局林業試験場・浅川実験林・多摩森林科学園におけるこれまでの研究概要

5.1　林木種子に関する研究[4)]

帝室林野局林業試験場開設と同時に、長谷川孝三は林木種子全般の研究を開始し、とくにテルル塩類を利用した還元法による種子活力の検定のための種子鑑定紙の考案は、造林用種子の発芽力を推定するのに極めて簡便であり、国際的にも大きく評価された。また、小山良之助とともに、薬剤を利用した実用的な貯蔵法も考案した。

5.2　樹病に関する研究[4)]

樹病の研究は1939（昭和14）年の長谷川によるスギ赤枯病予防試験に始まり、次いで野原勇太のヒノキ稚苗の腐敗病の研究があるが、本格的な研究は第二次世界大戦後に発足した樹病研究室によって行われた。当時、全国各地の苗畑で激しい被害が発生したスギ苗の赤枯病に対して、野原勇太・陳野好之は広範な防除研究により、有効薬剤の検索と合理的薬剤施用技術に検討を加えて本病の防除法を確立した。また、各種の針葉樹のまき付苗に多発する立枯病の防除対策についても、一連の研究から、製炭時に排出される木酢液がこの病気に対してかなり有効であることを発見し、実用化に成功した。

5.3　木材材料に関する研究[4)]

三好東一は気候の影響が材質に及ぼす影響を調査するため、本州産材９種、北海道産材８種を供試し、含水率の変化に伴って生じるそり・ねじれ量の調査、収縮試験、強度試験等を行った。また、三好は全国約400の天然生林からの供試木を用い、ヒノキの材質変動に関する広範な調査をし、ヒノキ材に関する材質の体系を完成させた。

5.4　外国産樹種に関する研究[4)]

明治中期には多くの外国産樹種の試植が開始され、それらの造林成績と成長状況について種々報告されたが、草下正夫は世界の植生分布図から導入樹種のおおよその基準を設けて導入可能地帯の区分を行った。また、野原らは育種材料としてテーダマツを利用した。

5.5　育苗及び更新に関する研究[4)]

大正末期から昭和初期にかけての天然更新に対する関心の急激な高まりの中で、人工造林に対しても天然更新の長所をとり入れ、人工と自然との調和を図ることが必要とされていた。中村兼一郎と山内俊枝もこれに関する研究を開始し、多くの成果を得た。また農薬の開発が急速に進展するとともに、林業への応用も活発になったが、長谷川、野原、小山は戦前において既に、地拵え用笹枯殺剤の研究を進めており、戦後の再開で実用化の段階まで進めた。

5.6　土壌微生物に関する研究[4)]

大政正隆は落葉層の分解に関連した森林土壌の微生物相の研究に着手し、土壌温度と水分が土壌中の細菌・糸状菌、放線菌類に及ぼす影響を調査した。ついで森経一と共同で、自然状態における数種針葉樹の落葉量、分解過程、成分を調査し、さらに、高尾山のモミ林における皆伐前後の土壌微生物の量と、その作用について調査した。

5.7　林木の交雑育種に関する研究[4)]

1932（昭和７）年に野原は、スギ、ヒノキ、マツについて品種間及び種間交雑の研究を開始した。多収性・耐病性品種の育成を目的とした関東系スギと秋田系スギ、北山台スギとの間の人工交配、ヒノキとサワラの種間交雑、アカマツとクロマツの自然雑種または人工雑種の特性に関する研究を実施した。

5.8　パルプに関する研究[4)]

1935（昭和10）年頃から三好・牧野幸次郎らは間伐木やそのほかの未利用木利用の一方法として、木材パルプ製造の調査・研究を開始し、いかなる樹種の原料にも対応でき、かつ、山間地でも容易に実施しうる方法として簡易ソーダ木材パルプ法を考案した。また、製造工程における蒸煮法、ソーダ回収法、パルプの収量、色調、含有水分、漂白性、経済的考察等について研究を行い、事業上の指針を定めた。

5.9　抽出成分に関する研究[4)]

1937（昭和12）年、三好・中塚友一郎はパルプ用削片から水蒸気蒸溜により、パルプ製造と並行して精油を採取する方法とその装置を考案した。また、三好は簡易製油採取装置を考案し、ヒノキの葉及び根を原料とした精油はガソリン代用燃料として十分に利用可能であることを実証した。長谷川・三宅　勇・磯部　甫は広葉樹材を水蒸気により加圧蒸溜し、木灰を主成分とする触媒を用いて採取した軽質油の中性のものはガソリン代用として使用可能であり、酸性の強いものはクレオソートと同様塗料や防腐剤として効果があることを実証し、この製造法は1944（昭和19）年に特許となった。堀岡邦典・柳原昌一は針葉樹精油を蒸溜した粘度のある残滓を原料として、潤滑油の研究で成果をあげた。

5.10　材質改良に関する研究[4)]

第二次大戦中、航空機用材として、木材の持つ比強度の優秀性が注目され、さらに、素材の欠点を改良するため、合成樹脂を利用した圧縮積層材、樹脂注入圧縮材等一連の強化木と称された改良木材が着目された。堀岡は1942（昭和17）年頃からこの様な強化木の材質向上のための基礎研究として、摩擦係数、腐朽性、湿潤現象、耐火性を検討し、さらに、顕微化学的研究、X線的研究を行い、航空機の桁材、プロペラの製造に貢献した。

5.11　木材炭化に関する研究[4)]

野原らは製炭の副産物である木酢液の利用に関する各種の研究を行った。木酢液応用による竹繊維の採集法、竹蒸解廃液から得たフルフラールの利用法、笹パルプの製造法、及び針葉樹の立枯病防除に対する木酢液の効果についての研究を行い、それぞれ特許を取得した。木材炭化の研究では、三宅・杉浦銀治らが竹材を原料とした製炭法、根曲竹を原料とした活性炭の製造、炭化過程における木材収縮、製炭窯における障壁効果、アカシヤの木炭等多くの研究を推進し、多大の効果をあげた。

5.12　鳥獣に関する研究[4)]

宇田川竜男は森林に生息する野生鳥獣の益害性の分析を行い、松くい虫の天敵鳥類、野蚕の天敵鳥類等に関する研究ならびにノネズミの駆除、被害の防除を重点的に研究した。

さらに、ノウサギそのほかの森林有害動物についても、その生態ならびに被害の防除、駆除について研究した。

5.13 天敵微生物に関する研究[4)]

浅川実験林設立以来、長谷川・小山等によって進められて来た天敵微生物による害虫防除の研究は、1967（昭和42）年の天敵微生物研究室創設によってさらに強力に進められることになった。

ウィルス関係では、マツカレハの細胞質多角体病ウィルス（CPV）について病理・病原学的及び応用的研究がなされ、生物殺虫剤として開発し、農薬登録された。マイマイガ、ハラアカマイマイ等の核多角体病ウィルス（NPV）、CPVについても疫学的・病理学的研究を進め、ほかの多くの森林昆虫についても各種ウィルス病について基礎研究を進め、個体群を病理学的に理解するための基本資料を蓄積した。

細菌関係では、大桿菌*Bacillus thuringiensis*（Bt）の利用についての研究に集中した。片桐一正らによって、森林害虫に対する毒素の応用試験が繰返された結果、森林害虫の防除剤としての利用範囲が広く、特に、CPVとの併用・混用は有効であることが判明した。

糸状菌関係は串田　保・片桐・青木襄児により、*Beauveria tenella*菌が苗畑根切虫の防除に利用できることが判明し、その基礎的及び応用的試験が強力に進められた。

そのほか、マイマイガの地域種系統の分離固定、個体群変動の要因検索、天敵昆虫ブランコヤドリバチの生態・性フェロモンによる個体群動向予察等が個体群病理研究の基礎分野として研究された。

5.14 樹木の分類に関する研究[5)]

草下は日本産樹木の新知見として数種の新たな変・品種を発表するとともに、邦産松柏類図説を著した。これは日本産針葉樹の分布、形態等について、豊富な図を添えて詳説し、分類ならびに解説書としては戦後の特筆すべきものであった。林　弥栄もまた日本産樹木新報知において計38樹種の新変・品種を発表し、分類学的に考察し、草本類19種類の新変・品種をも報告した。また、小林義雄は、日本産ブナ科の樹木学的研究、各種の針葉樹の花及び果実の形態と果実の成熟期間を調査し、分類学的研究の新知見を報告した。

草下・小林は初めて実験林内の野生植物目録をまとめ、その後、林らによって浅川実験林天然林の生態学的研究において高等植物総数127科894種が報告された。草下・小林は福島県東白川郡樹木目録をまとめ、また、林らは丹沢山塊の高等植物の植物目録を作成し、総数136科1,537種を報告した。続いて、高尾山天然林の高等植物の植物目録を作成して、153科1,598種を報告した。

植物地理、分布に関するものとしては、林が日本産針葉樹の分類と分布に関するそれまでの研究成果を集大成して有用樹木図説林木編を著し、日本産主要針葉樹の分布と生態を詳説し、分布図を掲載し、さらに、日本産針葉樹の各種類について分類的知見を記述した。種類毎に類似種との区別点を解説していることが特筆される。

林らによってまとめられた実用樹木要覧は、裸子植物及び被子植物全般の樹木の分類及び識別を、外国種を含めて、一般向けに解説したものである。

5.15 主要樹木への大気汚染による影響に関する研究[5)]

都市圏の大気が著しく汚染され、緑地帯、公園、街路樹等の樹木が著しく衰退している実態を調査し、亜硫酸ガスに対する指標植物を探索した。東京都内におけるアカマツ、モミ、ヒマラヤスギ、スギ等の針葉樹、ケヤキ、ムクノキ、エノキ等の落葉広葉樹は、大気の汚染度の高い都心ほど衰退が甚だしく、その

影響は三多摩地域にも及んでいるが、イチョウ、マテバシイ、カイヅカイブキ等は影響が少ないことを明らかにした。

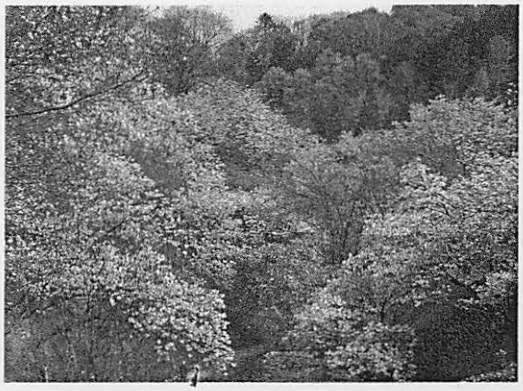
5.16　日本産サクラの分類及び特性

サクラ保存林のサクラ品種の収集と品種の同定を目的として、形態及び増殖法等を検討するため、各地から多数の品種の穂木が収集され、接ぎ木により増殖されてきた。定植した苗の同定は開花を待って順次調査し、同名異種、異名同種等の個体を判別し、品種名を同定するとともに、サクラ品種群の形態類別と分類の研究を進めてきた。サクラ保存林の品種については、さらなる検討調査の必要があったが、1981（昭和56）年にひとまず同定した品種目録を作成した。

また、サクラの花粉の大きさの測定と花粉母細胞の減数分裂過程の観察を行い、花粉に異常がみられる品種を検索した。不稔花粉の出現率と粒径変異の大きさを基準とすると、調査した186品種のうち34％に異常があった。さらに、全品種の花の形態について詳細な測定を実施してデータの蓄積を行ってきた。

5.17　サクラ保存林の維持管理

サクラ保存林における適切な病虫害の防除、樹勢の回復、補植導入、品種保存のための増殖方法、更新方法等、具体的な撫育管理方法を明らかにする必要が生じてきた。それまでの研究から問題になっていたものは、地際及び根株を喰害するコスカシバ、ナラタケ病、ガンシュ病等の複合被害による根腐れと、地上部の幼果菌核病である。根腐れの原因は台木そのものに若い時に既に病菌が侵入していることにあり、低位接ぎの接木方法、接木部位の創口からの病原菌侵入につながる覆土、さらに、山地植栽で深植の傾向が問題と考えられた。このため、実生の健全な台木養成と接木方法の検討が必要となった。種子の取り扱いについては充分満足な発芽率が得られる方法や長期保存の有効な方法を見出した。



図－6　咲き誇る保存林のサクラ
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

5.18　キリ栽培に関する研究

南米諸国や東南アジアではウスバギリが主体であり、材質の優るニホンギリは成長が悪く、温帯地方を郷土とするキリにとっては、熱帯地方の気温が高すぎることが原因と考えられていた。しかし、北緯30度より北側のキリと南側のキリでは日長に対する反応のしかたが異なり、北側に分布するキリは低緯度地方では生育できないことが明らかとなった。

てんぐ巣病に強い抵抗性を持ったキリを作るため、各地のキリを集めて、抵抗性を調べた。種類によって抵抗性に違いがあり、南方型のココノエギリ、タイワンギリ等は抵抗性が強く、ニホンギリ、チョウセンギリ等は抵抗性が弱く、また、ウスバギリ、ラクダギリ等幼時に成長のよいものは、幼齢時に罷病すると病状の進展が早く、枯死するものが多くなることが判明した。

5.19　都市及び都市近郊林樹木の繁殖生態

東京及びその周辺の樹林地にみられる大気汚染環境が樹木の繁殖に与える影響を知るため、主要構成樹種であるケヤキを指標に用い、大気汚染が種子生産及び稚樹の成長に与える影響を調べた。天然更新の状況を知る目的で種子の飛散状況、天然更新稚樹の消長調査を行うとともに人工更新に必要な資料を得る目

的で、ケヤキの開花結実時期、種子の豊凶、採取時期、貯蔵法、発芽促進法及び育苗方法について検討し、ケヤキ種苗の取り扱い方法を確立した。

5.20　樹木の諸特性に関する研究

コナラ属における種間雑種の問題を取り上げ、榛名山火口原のカシワ・ミズナラ混生林において、両種の中間的な形態をもつ個体群の実態を明らかにし、雑種形成の要因を探った。稀少植物の保全に関する特定研究のなかでヤツガタケトウヒ等トウヒ属を担当し、分布、更新、分類について研究を進めてきた。

和紙原料として知られていたコウゾの多くの品種が失われつつあるため、品種を収集して保存するとともに形態変異の面から品種分類について調査した。

このほか、電子顕微鏡による針葉樹花粉の発芽初期の形態、アズマネザサ類の地上部現存量や繁殖特性、ハンノキ属の倍数性等についての研究を実施した。　（三輪雄四郎）

6．今後への期待

「持続可能な開発のための教育の10年」の国連決議（2002年）等を背景とした「環境保全活動・環境教育推進法（2003年）」では、森林等の自然環境の育成と維持管理の重要性に対する一般の理解を深めるために必要な配慮を農林水産省を含む国の責務としている。

新たに制定された農林水産研究基本計画においても、豊かな環境の形成に関する研究を今後10年間の重点目標として掲げ、森林資源が持つ教育機能の活用のための研究開発を期別達成目標の一つとして位置付けている。

このため、植動物に関わる生態学等の研究成果を基盤とした環境教育及び生物多様性保全の場として、サクラ保存林及び樹木園さらには試験林までも含めて対象とした調査・研究を重点的に推進するとともに、そのために必要な施設等の整備が多摩森林科学園としての主要な責務である。　（藤井智之）

文　献

1）勝木俊雄・島田和則・西山嘉彦（2003）：関東南部の人工林跡地に成立した放置二次林における高木種組成の変化，日本林学会誌，85，265-272

2）Tamura N., Katsuki T. & Hayashi F. (2005): Walnut seed dispersal-Mixed effects of tree squirrels and field mice with different hoarding ability.; Seed Fate (P. M. Forget ed.), 241-252, CABI

3）Kawakami, K. & Yamaguchi, Y. (2003): The spread of the introduced melodious laughing thrush *Garrulax canorus* in Japan, Ornithological Science, 3, 13-21

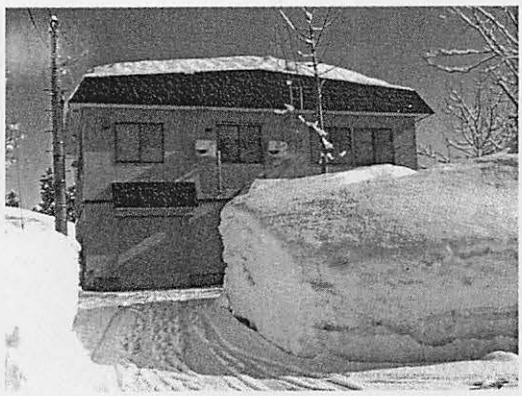
4）浅川実験林（1971）：試験研究の経過とその業績，浅川実験林五十年のあゆみ，7-12

5）浅川実験林（1980）：浅川実験林のこれまでの研究経過と業績，林業試験場浅川実験林年報No.1，61-95

十日町試験地

1．試験研究の動向と沿革

明治時代末期の1907（明治40）～1910（明治43）年にかけて毎年全国各地で大水害が発生し、政府はその対策として1911（明治44）年から第1期治水事業を開始した。この事業に伴い、農商務省山林局（現農林水産省林野



図－１　現在の十日町試験地庁舎

庁）は中央気象台（現気象庁）の協力の下、全国の主要河川に沿って39箇所の森林測候所を設置した。これは、当時の気象観測施設が主に都市域に偏在しており、水害の防止・軽減のためには河川上流域での気象観測を充実させる必要があったためである。森林測候所の業務は山岳地帯の気象、特に降水量の観測・調査を行い、それらを基に河川の下流域に洪水情報を提供することであり、その事務は林業試験場が執り行うものとされた。

十日町試験地（図－１）は、このような時代背景の下で1917（大正６）年林業試験場十日町森林測候所として信濃川中流域に位置する現在の地に開設されたものである。当初の業務は気象観測のみであったが、1920（大正９）年、後に日本雪氷協会（現社団法人日本雪氷学会）初代会長となる平田徳太郎が全国の森林測候所の責任者となると、業務の一つに森林の治水並びに水源かん養機能の研究が加えられた。

1922（大正11）年の大雪によって山形県米沢市付近で積雪に埋もれた桜桃の枝折れが多発し、鉄管や鉄棒が曲がる被害も発生した。しかし、当時この現象（積雪の沈降現象）のメカニズムは未知であった。このため、山形県新庄の積雪地方農村経済調査所が林業試験場に委託してその試験研究が行われ、十日町で主要な実験が行われた。さらに、1934（昭和９）年からは雪質の分類名称や積雪の変態に関する研究が同調査所からの委託によって行われた。

なお、1934（昭和９）年４月８日、ストーブの灰の不始末から出火し、十日町森林測候所は全焼した。しかし、観測資料は持ち出されて焼失をまぬがれ、庁舎は翌年の11月15日に再建された。

1935（昭和10）年に第１期治山事業が終了すると全国の森林測候所は廃止され、1936（昭和11）年の第２期森林治水事業の開始とともに、そのうちの14箇所が治水事業に直結した試験研究を行う森林治水試験地に転換した。

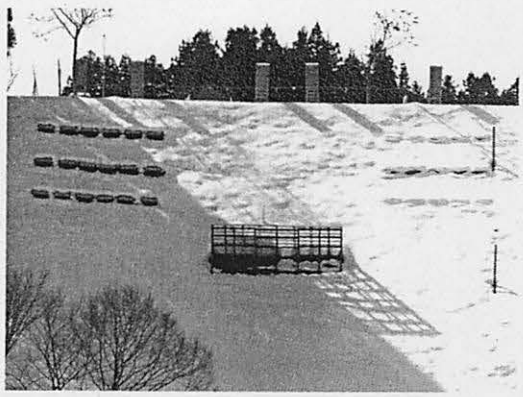
当試験地の名称も十日町森林治水試験地と改められ、それ以来現在に至るまで、社会的要請の強い森林雪害や雪崩の防止に関する調査研究が主業務となった。1950（昭和25）年、名称は林業試験場十日町試験地と改められる。1988（昭和63）年に林業試験場は森林総合研究所と名称を改め、さらに、2001（平成13）年には独立行政法人森林総合研究所となったが、十日町試験地はそのまま存続されて現在に至っている。

2004（平成16）年10月23日に新潟県中越地震が発生し、十日町市では震度６強の揺れが観測された。十日町試験地でも本棚やロッカーが倒れて庁舎内に物品が散乱し、実験斜面に亀裂が生じる、観測装置が破損する等、大きな被害が出た。

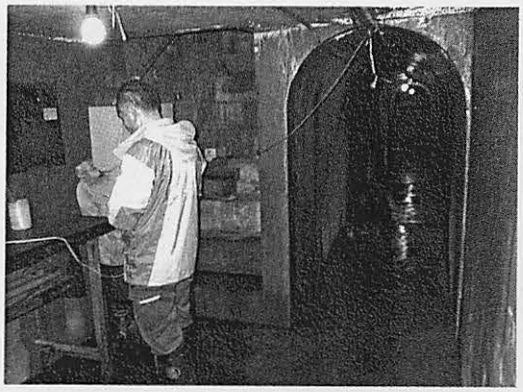
２．研究の成果

1920年代には林内外の積雪の観測、融雪の研究など水源かん養に関係した研究が行われた。

1930年代には、雪質、密度・硬度・引っ張り強度（抗張力）・せん断強度（抗せん力）、含水量、圧縮性など積雪の物性についての基本的な研究が数多くなされ、その後の雪氷学の発展へとつながっている。さらに、1937（昭和12）年、実験斜面（図－２）での雪崩の発生を積雪の下から観測するための地下道（図－３）と周りを雪で囲った恒温室（雪室）が



図－２　実験斜面（傾斜40°、斜面長40m）



図－３　地下道（延長約50m）

造られる。1938（昭和13）年冬、勝谷　稔は雪崩の発生過程を自動記録することに成功し、積雪のグライドやクラックの発生、積雪移動圧に関する研究が推進される。

1938（昭和13）年冬からは積雪の沈降力の研究が開始され、露場に種々の高さの鉄棒を設置してその曲がり具合の測定が行われた。

1942（昭和17）年からは、受圧板の高さと形をさまざまに変えて測定が行われた。これらの研究の結果、積雪の沈降力は受圧面上に存在する積雪荷重のみによって生じるのではなく、受圧面を中心とした雪冠の重さがあたかも受圧面にふとんを掛けたかのように作用することが明らかになった。

戦後は高橋喜平を中心に再び活発な研究がなされた。実験斜面では、切取り階段工の雪崩防止効果の研究がなされ、群杭工の雪崩防止効果の研究が国鉄と共同で行われた。こうした雪崩防止工に関する研究成果は、その後1961（昭和36）年から杭施工による雪崩防止林の造成、1971（昭和46）年から雪崩防止柵の研究、1983（昭和58）年からグライド抑制工の開発へと発展し、現場で活用されている。

北陸地方の豪雪地帯には、雪圧による樹木の倒伏と薪炭林として短伐期施業が繰り返された結果、根元曲がりのはなはだしい灌木化した低質広葉樹林（ボイ山）が広く分布している。積雪のグライドに関する研究は、主としてこのボイ山との関連においてなされ、1968（昭和43）年から若齢林の雪崩防止機能、1983（昭和58）年から雪食荒廃地の発生機構、1987（昭和62）年から埋雪樹木の移動低抗などの研究が実施され、雪崩防止に必要な立木密度について知見が得られている。

1950（昭和25）年の冬からは樹木の冠雪害の研究が始められ、同年冠雪量の自記記録に成功した。これにより冠雪と気象条件との関係の解明が進んだ。1958（昭和33）年からは枝打ちによる冠雪害の軽減効果に関する実験が行われ、枝打ちにより葉量を１／３減少させると効果が高いことが示された。1983（昭和58）年からは人工冠雪実験手法の開発が行われた。1984（昭和59）年からはこの手法を用いて、冠雪害抵抗性品種の評価基準を確立する目的で、４品種のスギについて被害形態と抵抗性要因の解析が行われた。

1987（昭和62）年以降は、遠藤八十一が中心となって粘性圧縮理論に基づく雪崩の発生に関する研究が行われてきた。積雪の粘性圧縮係数と密度及びその時間変化の関係が明らかにされ、これに基づいて降雪強度と雪崩の発生並びに発生時間の関係が求められた。

これによる計算結果は過去の雪崩発生事例とよい一致を示した。さらに降水量と積雪の深さの観測値だけを用いて降雪の深さ（ある時間内に新たに降り積もった雪の深さ）をリアルタイムで推定する装置が開発され、降雪深自動計測システムとして市販されている。

2001（平成13）年からは湿雪雪崩の危険度評価手法の開発に関する研究が開始され、乾

雪に比べて研究が遅れていた湿雪のデータが蓄積され、湿雪にも適用可能な雪崩発生危険度の評価手法が示された。

3．今後の課題

雪崩の研究は社会的に重要であり、今後とも継続・発展させる必要がある。一方、林地における雪氷は水資源であり、しかも能動的に森林施業を行うことによって融雪の時期を制御することが可能である。しかし、森林と融雪との関係は、観測の困難さから十分な解明がなされていない。十日町試験地は豪雪地に位置する利点を生かして、今後とも雪崩や融雪に関する研究を推進し、森林・林業政策に貢献していくであろう。　　（村上茂樹）

第Ⅳ章　海外研究・国際協力の動向

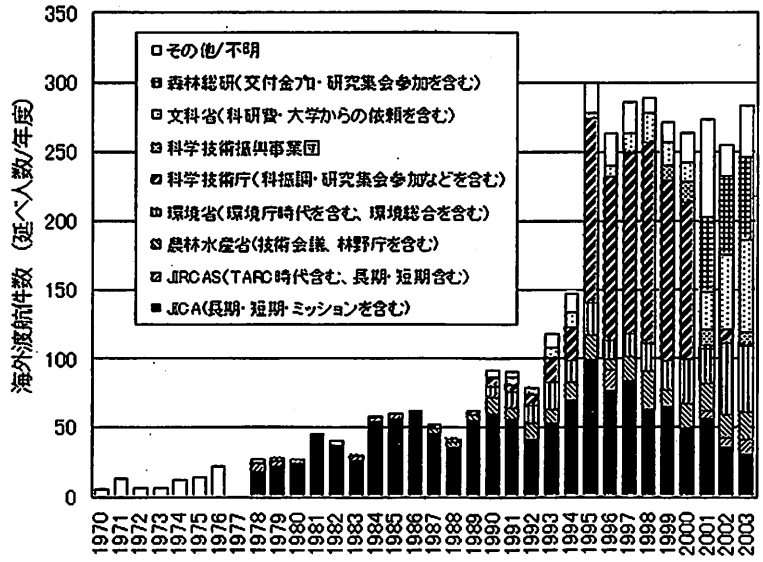
海外研究・国際協力

1．はじめに

これまでは、当所職員による海外関連の研究及び技術協力は、1970（昭和45）年設立の熱帯農業研究センター（TARC、現国際農林水産業研究センター（JIRCAS））と1974（昭和49）年発足の国際協力事業団（JICA、現国際協力機構）による派遣により主に行われてきた。近年では、国際農業研究協議グループ（CGIAR）の傘下である国際林業研究センター（CIFOR）に研究員を外務省経由で派遣していることが特筆される。

一方、1980年代以降は科学技術庁（現文部科学省）などによる海外研究課題によっても推進されるようになった。なかでも、森林総合研究所が主査を務め、タイで行われた大型研究プロジェクト「熱帯林の変動とその影響等に関する観測研究」が1990（平成２）年度に開始された。また、ほぼ同じ時期に閣議決定予算で環境庁（現環境省）が担当している“地球環境研究総合推進費”によるマレーシアを対象とした研究プロジェクトが加わった。これらの海外研究プロジェクトによって、その後の当所における海外研究の著しい増加の先鞭がつけられた。

図－１に1970（昭和45）年度からの海外派遣職員数を示す。当所からの延べ派遣者数は1970年代では各年度30名程度であったが、最近では250名を超えている。一方、JICAによる派遣は1995（平成７）年度をピークに減少傾向にある。1995（平成７）年度から2000（平成12）年度までの科学技術庁予算での派遣数の急増は、二国間型及び多国間型の海外共同研究が行われたことも見逃せないが、同庁予算による国際研究集会参加が毎年度100名程度行われ、海外における研究発表の機会が急増したためである。2001（平成13）年度の省庁再編により科学技術庁予算は文部科学省や科学技術振興事業団（現科学技術振興機構）へと引継がれた。国際研究集会参加に関しては、当所の独立行政法人化により当所の運営交付金からまかなわれるようになった。運営費交付金による所内研究プロジェクト（交付



図－１　森林総合研究所における海外渡航件数の変遷の概要
各年度の年報の資料から作成。基本的にJICAミッション派遣、海外研究集会参加及び長期留学・派遣などの数を含むが、年度ごとの年報で統一されていないため、過小値になっている年度もある。なお、1977年度は年報に資料の記載が無かった（作成：海外研究領域）。

金プロ）での海外研究は、2001（平成13）年度の渡航者数が数名であったが、現在、増加傾向にある。また、2001（平成13）年度以降、科学研究費補助金（以下、科研費）の申請が独法からも可能になったことで当所の海外研究も増加傾向にある。

このように、当所はJIRCAS、JICA及びCIFORによる研究・技術協力に職員を短期・長期の出張・派遣を続けているが、最近では、当所職員の発案による海外研究も増加傾向にある。ここでは、当所の職員がこれまでに関与した、主な海外研究及び技術協力に関して国ごとにその概要を紹介する。

2．マレーシア

2.1　国際生物学事業計画への参加：科研費（文部省）、（1966～1974）

国際生物学事業計画（IBP）におけるマレーシアでの研究にマレーシア森林研究所（FRI、FRIMの前身）の協力を得て、当所の２名の研究員が森林班の一員として参加した。マレー半島のパソー保護林で熱帯雨林の一次生産力推定のために伐倒調査を行い、その研究成果は東南アジア熱帯林の現存量と一次生産力に関する最も基本的な研究成果となっている。なお、パソー保護林は、現在も当所職員を含む日本の研究者の研究フィールドとして利用されている。

2.2　マレーシア森林研究所（FRI、FRIMの前身）との共同研究：TARC（1971～1981）

フタバガキ科の開花結実を気象要因や海抜高との関係から検討する一方で、種子の貯蔵は困難であるが北方まで分布する樹種では低温耐性が高く数ヵ月間は貯蔵が可能なことや、マメ科やラタンの種子発芽促進法を見出した。

フタバガキ科、マメ科及びラタンの苗木の成長特性の解明などにより各種の造林技術を高めた。また、有用樹種の分布が土壌・地形・地質や気候に密接に関係していることを明らかにし、大縮尺の立地区分図作成及びチークと南洋スギの造林適地区分などを行った。

2.3　マレーシア林産研究協力計画：JICA（1985.3～1990.3）

マレーシア森林研究所（FRIM）における林産研究技術の向上を図るため、我が国の林産研究に関する技術移転を行った。木材集成加工、木材抽出成分、木材分析、木質パネル製品、木材保存、木材乾燥に関して幅広い研究協力を行った。

2.4　アセアン諸国とのリモートセンシング技術の高度化とその応用に関する研究：科学技術振興調整費（科学技術庁）、（以下、科振調）（1986～1990）

熱帯林の広域環境特性把握手法の開発を目的に、時系列的衛星リモートセンシングデータを用いて、森林伐採等の森林資源の変化を効率的に把握する手法を開発した。森林型やその樹種構成と温度・水分等の環境条件との対応をマレーシア森林研究所（FRIM）の協力を得て、地上調査と地上観測で調べるとともに、主な構成種の環境特性を明らかにした。また、熱帯林の区分手法及び森林地帯の生態的なゾーニング手法の開発を目的とし、森林モニタリング手法の研究、熱帯林の森林区分と環境特性の解明、リモートセンシング技術による広域的な環境情報の収集法の開発などの研究を行った。

2.5　マイクロ波センサデータ利用等によるリモートセンシング高度化のための基盤技術開発：科振調（1992～1996）

マレーシア森林研究所（FRIM）の協力を得て、森林地帯の環境変動把握手法の開発を目的に、マレーシアの熱帯湿地林を対象地として、日本の人工衛星JERSの合成開口レーダー（SAR）とランドサットTMデータの特

性などを明らかにした。

2.6　複層林経営、早生樹育成に関する技術協力：JICA（1991～2002）

マレーシア連邦森林局（FDPM）、ペラ州森林局（PSFD）を相手機関としたJICAプロジェクト「複層林経営プロジェクト（MSFM、1991～1999）」とアフターケア的な「小規模短伐期植林プロジェクト（1999～2002）」が実施された。両プロジェクトではチクス（ペラ州ビドー町）が共通のサイトとして使われた。アカシア・マンギウム林を列状伐採した場所に有用樹種を植える方法は成功し、現在立派な森林になりつつある（図－2）。一方、早生樹と有用樹を同時に裸地に植栽する方法は、成林の見込みが得られなかった。当所から造林、土壌、樹病、経営、機械などの広範な分野から10数名が技術協力に参加した。

2.7　熱帯林生態系の環境・構造・機能に関する研究：地球環境研究総合推進費（環境庁）、（以下、環境総合）（1990～1992、1993～1995、1996～1998、1999～2001、2002～2005年現在）

マレーシア森林研究所（FRIM）と共同で、熱帯林の環境及び構造解析に関する研究（1990～1992）をはじめ、多くの一連の研究プロジェクトを行った。マレー半島のパソー保護林とセマンコック保護林（図－3）に6haの試験地を設定し、熱帯林の主要な構成樹種のサイズ構造・空間分布と群落動態、択伐後の回復過程や小面積皆伐後の種組成の変化、マイクロサテライトマーカーの開発などによりフタバガキ科樹種の遺伝的差異、親子関係解析による遺伝子多様性保全及び、苗木～小経木サイズにおける多数の熱帯樹種の葉の光合成、蒸散、水分特性などを明らかにした。これらの成果を、「Pasoh: Ecology of a Lowland Rain Forest in Southeast Asia (2003)」として発刊した。なお、以下の2.8～2.9と同様に、我が国の国立環境研究所（NIES）とマレーシア森林研究所（FRIM）を主体とする共同研究覚書（MOU）のもとで総合的な研究が行われ、一部は2005（平成17）年現在も継続している。



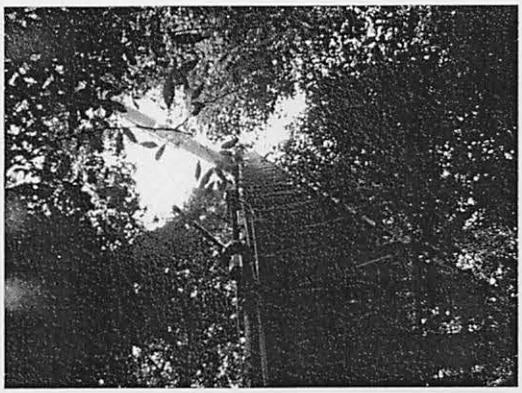
図－2　JICAの複層林経営プロジェクトで植栽されたショレア・レプロースラ（*Shorea leprosula*）
マンギウムアカシア（*Acacia magium*）林内に1991（平成3）年11月に植栽された約13年後の状況（写真：松本陽介）。



図－3　丘陵フタバガキ林に設置したリタートラップ
林冠はセラヤ（*Shorea curtisii*）が優占し、林床はパームが多い（写真：新山馨）。

2.8　熱帯林の熱・水収支に関する研究：環境総合（1990～1992、1993～1995、1996～1998、1999～2001、2002～2005年現在）

マレーシア森林研究所（FRIM）と共同で、マレー半島ブキタレ水文試験地やパソー保護林において水文・気象観測・土壌調査を実施し、降雨特性、選択的水みち経路と土壌物理特性、土壌貯留量の季節変動、降雨流出応答に対する土壌水分の役割、自然のダムとして



図－４　パソー保護林に建てた53mタワー
FRIMの協力を得て日本の国立環境研究所と共同で建てた。約40mのタワー２基と上部で連結されている。フェノロジー観測、昆虫採集、気象観測、フラックス観測などに利用している（写真：松本陽介）。

の熱帯降雨林の機能、短期水収支法を用いた蒸発散量の推定、浮流土砂流出特性などについて明らかにした。なお、ブキタレ水文試験地では森林伐採による水流出や土壌変化研究、パソー保護林では渦相関法などによるフラックス観測研究を現在も継続中である(図－４)。

2.9　熱帯林の微生物・昆虫・動物に関する研究：環境総合（1990～1992、1993～1995、1996～1998）

マレーシア森林研究所（FRIM）と共同で、パソー保護林を中心として腐朽菌、昆虫、哺乳類などのセンサスを行った。その結果、熱帯林では数ha内に、ヨーロッパ全土に分布する種数に匹敵するサルノコシカケ類が分布していること、フタバガキ科樹木を特異的に寄主とする木材腐朽菌が多いこと、強度の森林伐採を行うとその数十年後においても木材腐朽菌の種多様性が回復しないことを明らかにした。昆虫研究では、原生林で訪花性コガネムシが多く二次林では森林性チョウ類が少ないこと、キクイムシやコガネムシの森林内垂直分布などを明らかにした。さらに、原生林と二次林での哺乳類相の違いを明らかにした。

2.10　キナバル山における熱帯林の種多様性と生態系機能の解明：環境総合（1995、1996～1998、1999～2001、2002～2004）、科振調（1996～1999）

環境総合では、熱帯山岳地における調査研究（1995）など、科振調では、安定同位体を用いた熱帯雨林の種多様性機能の解明(1996)などのプロジェクト研究を行った。樹木の成長の経年変化測定と２週間毎のリター（落葉落枝）量の測定を継続し、温度（標高）と土壌栄養塩が森林生態系の機能（特に純一次生産と分解）に与える相互作用について、地上部純一次生産、炭素貯留量、栄養塩利用の面で知見を得た。なお、このプロジェクトの成果は米国の科学雑誌Science誌（22 March、2002号）で取り上げられた。

2.11　熱帯林修復に関する研究：環境総合（2002～2004）

マレーシア・プトラ大学（UPM)、マレーシア森林研究所（FRIM)、タイ・カセサート大学、インドネシア科学院（LIPI)、国際林業研究所（CIFOR）などとの共同研究で、荒廃した熱帯林の修復に関する生態、造林、社会経済及び情報交換ネットワークに関する研究を行った。研究の成果は国際ワークショップを毎年度開催し、“Rehabilitation of degraded tropical forest, Southeast Asia”として合計３冊刊行した。

３．インドネシア

3.1　南スマトラ森林造成技術協力計画：JICA（1979.4～1984.3、1984.4～1986.3、フォローアップ：1986.4～1988.3、アフターケア：1994～1995）

州都パレンバンから西約180kmの地域において苗木生産事業、造林事業、林道開設及び森林保護に関する技術協力を行い、3,100haの人工造林を行った。50ha以上を植栽した樹種は14種であった。防火対策には十分な配慮を行い、防火帯、防火線を高密度に配置して消防隊を組織した。アグロフォレストリーを導入して収入が得られるようにと企画したが、



図－５　伐採（左）と森林火災（右）の影響を受けた低地フタバガキ林
ムラワルマン大学ブキットスハルト演習林（インドネシア東カリマンタン州）にJICAの第３フェーズ基盤整備費で設置した観測タワーより同じ林を撮影。右の写真は伐採とその後の火災の影響を受けている（写真：藤間剛）。

その継続は困難であった。造林成果をインドネシア国から高く評価され、1984（昭和59）年から南スマトラ造林技術開発センターとして林業省造林総局直属の組織に組込まれた。

3.2　インドネシア熱帯降雨林研究計画：JICA（1984.12～1989.11、1990.1～1994.12、1995.1～1999.12）

東カリマンタン・サマリンダのムラワルマン大学に、ガジャマダ大学とボゴール農科大学を加えた３大学共同利用施設として熱帯降雨林研究センター（PUSREHUT）がJICAによって設立された。この研究センターを活用して、大学教育充実国家プロジェクトの一環として、熱帯造林のための人材養成を図るべく研究プロジェクトが開始された。林地利用、天然林管理、人工林管理、地位級区分及びアグロフォレストリー研究を行った。第Ⅱフェーズでは、熱帯林の修復及び再生に貢献しつつインドネシアにおける森林研究を支援した。プロジェクトサイトの土壌は熱帯地域の標識土壌の一つになった。さらに、同州に分布している蛇紋岩や火山灰由来の土壌の理化学的性質を明らかにし、熱帯林の二次林化・荒廃草地化に伴う土壌の理化学性の変化及び焼畑・火災など人為的撹乱に伴う植生変化に関する知見を得た。また、フタバガキ科樹木の開花結実に関する記録を集積し、モミガラ薫炭を利用した苗木への菌根菌の実用的な接種法を確立した。第Ⅲフェーズでは、森林生態系の長期モニタリング研究及び造林技術の高度化に関する研究を実施した。同フェーズ中、1997（平成９）年から1998（平成10）年にかけて非常に強いエルニーニョの影響により東カリマンタン州は異常乾燥と森林火災という災害に見舞われたが、それ以前から継続して森林生態系に関する情報を蓄積していたことにより、乾燥及び火災の影響並びにその後の生態系回復過程を詳細に記録することができた（図－５）。また、第Ⅰフェーズからの15年にわたる研究協力により蓄積した知見をGuhardjaほか編著（2000）「Rainforest ecosystem of East Kalimantan: El Nino, drought, fire and human impact」として取りまとめ、Springer社から出版した。森林総研は、原稿の内容に関する査読や編集作業を担当した。

3.3　インドネシア国マングローブ林資源保全開発現地実証調査：JICA（1991～2004、フォローアップ：2004～2006）

バリ島南部ブヌア湾で、1992（平成４）年から1997（平成９）年には育苗、育林技術開発、生態研究及び施業体系確立に向けての活動を行った。東部インドネシアでのマングローブ天然林の生産力を明らかにするとともに、主要樹種の開花から種子成熟までの発達過程を明らかにした。苗畑技術についても潅水頻度やハードニング手法に関する情報を蓄積し、マニュアルを作成した。造林技術では、

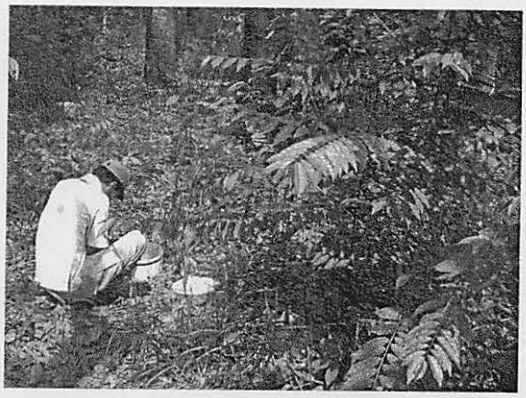
地盤高を数段階に調整した場所への植栽と成長観測により、樹種毎に必要な冠水頻度の範囲を明らかにし、サイト毎の植栽樹種選定を容易にした。経営分野ではマングローブ植物*Rhizophora apiculata*の収穫表を作成した。

3.4　インドネシア・森林火災予防計画：JICA（1996～2000，2001～2006）

スマトラとカリマンタンを主な対象地として、第Ⅰ期では森林火災早期発見・警戒システムの導入、住民参加と教育・訓練、火災に強い森林の造成・管理の三つを柱とする活動を行った。第Ⅱ期では衛星情報による森林火災の早期警戒・発見システムの改善と、森林火災予防に関わる普及・啓蒙活動の推進を行っている。森林総研では短期派遣により、衛星データ直接受信システムを導入した森林火災早期発見・警戒システムの開発などの協力を行った。この成果を、「地球観測衛星を利用したアジア太平洋地域農林災害ネットワーク研究（科学技術振興事業団：1998－2001）」に引継ぎ、タイで受信された衛星データを高速ネットワークを介してリアルタイムで入手して、東南アジアの森林火災を発見・通報するシステムに発展させた。このシステムは完全自動で、農林水産省研究計算センターで運用している。

3.5　熱帯アジア陸域生態系からの温室効果ガスの発生・吸収量に関する研究：環境総合（1997～2002）

BIOTROP／ICSEAとボゴール農科大との共同研究によって、熱帯林における温室効果ガスの発生・吸収の制御要因を研究した。スマトラ島中央部において、温室効果ガスである二酸化炭素、メタン及びN_2Oの３種類の地表面フラックスの継続調査を行い、土地利用変化が温室効果ガスの発生に与える影響として、森林伐採時のインパクトが大きいこと、そのインパクト継続期間は１年から２年程度



図－６　インドネシアのジャンビ州Bangko市のゴム林にて地表面から出てくるガスを採取している様子（写真：石塚成宏）

であること、森林伐採後はなんらかの植栽が行われれば土壌の生産力は回復し、温暖化ガスの収支に与える影響は少なくなることなどを明らかにした。また、硝化過程がN_2O生成の主過程であるという推論が支持され、硝化速度とN_2Oフラックスの間の関係を見出した（図－６）。

3.6　陸域生態系の吸収源機能評価に関する研究：環境総合（1999～2001）

ムラワルマン大学林学部（インドネシア）とBIOMA（インドネシア）を共同研究機関とし、インドネシアの産業造林事業地を事例として、大規模造林活動が地域社会に与える影響及び造林活動がもたらすリーケージ／ポジティブ・スピルオーバー（Leakage／Positive Spillover）を明らかにした。そのため、社会構造や周辺地域の経済状況、自然状況なども調査し、地域住民の生活のリアリティ（「文化生態的複合」）を把握した。

3.7　森林火災による自然資源への影響とその回復評価に関する研究：環境総合（2001～2003）

1997（平成９）～1998（平成10）年に発生したインドネシアの大規模森林火災が熱帯林の森林環境や生物多様性に与えた影響を、リモートセンシング手法や現地調査により解析し、被害林の回復過程を評価するための指標

を提示した。当所では衛星データ解析による影響地域の解析、腐生菌類、菌根菌及び昆虫類への影響に関する調査研究を実施した。

天然林の被災地では、葉面積指数と植生指数は負の相関を示すことが明らかになり、植生指数を介して広域での被災の評価を行うことが可能となった。重度被害林、軽度被害林、無被害林において生物相や微気象の調査を行った。腐生菌類に関しては、各調査区の3箇所の小プロットで子実体を採集し、子実体や腐朽材から菌株を分離し特性を調査した。

昆虫類に関しては、3種類のトラップを用いてカミキリムシ類の捕獲調査を行った。菌根菌に関しては、調査区で菌根性きのこを採集するとともに、土壌試料を採取して外菌類の有無を調査した。

4．タイ

4.1　タイ造林研究訓練計画：JICA（1981.7～1986.7、1986.7～1991、1991～1993）

王室林野局（RFD）に対して、早生樹種の造林育成に関して造林、育苗、機械、土壌の各分野、1984（昭和59）年からは森林生態と土壌分野の研究協力を行った。第Ⅱフェーズでは造林、森林生態、森林土壌、森林経営、林木育種、森林保護の6分野で研究協力を行った。マングローブ林を含む各種森林群落の構造・機能の解明研究及び人工林の物質生産・成長解析などの天然更新・人工更新に関する基礎研究を行い、在来の有用樹種の植栽密度と枯死率の関係、庇陰下における樹種別の成長特性や活着率、有用樹種の収量－密度効果及びマングローブ胎生種子の生産・消長などを明らかにした。土壌分類を基礎とした土地利用区分、適地適木の選定技術、土地改良技術等の研究を行い、全国5箇所の土壌調査及び分類、マメ科樹種の成長と土壌に及ぼす影響の解明及び経済樹種の適地選定技術の移転等の成果を得た。また、マングローブの更新及び植栽密度、乾性フタバガキ林における山火事防止施業、混生落葉樹林における天然林保育の試験研究、組織培養による無菌繁殖の研究・種子のX線解析、長期種子保存技術の開発・改良研究、マツ苗畑における病害菌の発生と分布、フタバガキ科樹木の種子貯蔵期間中の種子起源の病原菌の影響、チークを落葉させる蛾の生態と加害状況の研究、チークビーホールボーラーの生態、飼育手順及び被害防止の研究など広範な研究・技術指導を行った。

4.2　熱帯林の変動とその影響等に関する観測研究：地球科学（科学技術庁）（1990～1999）

国家研究評議会（NRCT）、王室林野局（RFD）、カセサート大学等を共同研究機関として、10年間の長期観測研究として認められた研究で、森林総研を主査とし、関係省庁と大学を含めた大規模な研究プロジェクトを行った。熱帯林における植生の変動に関する観測・解析的研究のために、衛星データを用いた広域の植生変動解析、熱帯林の植生の維持・更新機構、植生変動機構の観測研究を行った。また、土壌有機物の分解及び物質循環に関する観測研究を行うとともに、熱帯林の変動とその影響評価のために、植生の変動の評価・予測に関する研究と熱帯林を中心とする炭素循環・水循環の変動を評価・予測する研究を行った（図－7）。

4.3　東北タイ造林普及計画：JICA（1992.4～1997.3）

王室林野局と連携して、東北タイの緑化推進を目的として行われた技術協力プロジェクトである。ここでは、新たに社会林業のアプローチを採用し、地元住民が自らの意志で植林を中心とした活動の中から自分たちの生活・福祉の向上を図ることで、森林・農地の合理的利用・保全を学び、自然環境の回復に寄与しようというものであった。ベースライ



図－7　チーク造林地における微気象観測
チーク（*Tectona grandis*）の成長に伴う林内気象の変化を追跡した（写真：高橋正通）。

ンサーベイの実施、大規模苗畑管理技術の開発、普及手法の開発・改良及び地域住民・政府職員を対象とした訓練計画の策定・教材開発に研究側から参加した。

4.4　地球科学技術研究のための基礎的データセット作成研究：科振調（1993～1997）

国家研究評議会（NRCT）、王立林野局（RFD）、カセサート大学、オーストラリア国立科学産業研究所（CSIRO）及び中国林業科学院と共同で、森林被覆度データセットを作成するため、衛星データ等の収集と基準点情報のデータベース開発、森林の林相別分布状況及び立体構造の把握研究を行った。また、森林における炭素蓄積量の算出手法を開発するため、林相別森林生態系における炭素蓄積等の算出手法や、林相別森林生態系の炭素蓄積量の基準化、炭素貯留量評価手法などを開発した。

4.5　熱帯低湿地林の炭素貯留に関する研究：環境総合（2003～2007）

タイ・チュラロンコン大学理学部、マレーシア・プトラ大学（UPM）林学部及びインドネシア科学院（LIPI）などと共同し、泥炭湿地林、マングローブ林、淡水湿地林における炭素貯留機能の解明研究を行っている。

5．中国

5.1　中国黒龍江省木材総合利用研究計画：JICA（1984.10.14～1989.10.15、フォローアップ：1989.10.15～1991.10.14、アフターケア：1995.9.26～1997.9.25）

黒龍江省森林工業総局、黒龍江省林業科学院、及び林産工業研究所を対象機関とし、森林資源を保全し木材資源の有効利用を図るため、木材の加工技術及び廃材の有効利用技術の開発、改良を行うことを目的とした共同研究・技術移転を行った。当初の５年間は製材、パーティクルボード、木材材料性能、複合材、木材乾燥及び接着・塗装の６分野、フォローアップの２年間には、製材、パーティクルボード及び木材材料性能の３分野、アフターケアの２年間には、木質複合材料及び接着剤の２分野について技術協力を行った。移転された技術は中国の林産工業に広く普及している。

5.2　砂漠化機構の解明に関する国際共同研究：科振調（1989～1994）

新疆生物土壌沙漠研究所及び蘭州沙漠研究所を共同研究機関とし、植物群落の調査、類型化並びに環境との関係解析研究を行った。タクラマカン沙漠周辺において約250のプロットを調査した結果、約20種の群落が区分された。河西回廊では33プロットを調査した。乾燥地域に成立する植物群落に共通する特性として、立地条件に応じた分化が認められた。現地調査の結果、植生に対する最も大きな制限要因は水条件であったため、供給される水量・期間・質（塩類濃度）によって群落を、半固定砂地型、荒漠洪水型、地下水依存型及び塩類集積地型の四つの植生型にまとめた。

5.3　中国・黄土高原治山技術訓練計画：JICA（1990.1～1994、1995～1999）

北京林業大学に対して、土壌侵食防止及び荒廃地復旧に関わる技術の開発及び向上を図り、黄土高原における水土保全的流域管理の推進に資することを目的とした研究協力を行った。北京林業大学の中国黄土高原水土保持技術訓練センター及び吉県科学研究試験場の２箇所で行われた。訓練の協力分野は、森林水文、水土保全計画、水土保全造林、治山工法、農地防災の５分野であった。研究・調査分野は、森林水文、リモートセンシング、土壌科学、治山設計、農地防災の５分野であった。また、現地セミナーの開催、中堅技術者養成対策、モデルインフラ基盤整備、造林プロジェクト対策推進事業などを行った。

5.4　アジア地域の微生物研究ネットワークに関する研究：科振調（1995～1997）

黒竜江省において北方系の森林に生じる立木腐朽性の担子菌類を採集し、菌株を分離・収集した。それらをマレーシアのパソー保護林で採集した担子菌類と比較した。また、子実体100個を収集し、北海道産の同じタイプと対峙培養した結果、交配可能であることを明らかにした。

5.5　中国人工林木材研究計画：JICA（2000.5.14～2005.5.15）

中国林業科学研究院・木材工業研究所を実施機関として、①人工林材の特性、②人工林材の化学的処理、③人工林材の物理的処理の３分野において木材利用のための基礎的な知見の蓄積をプロジェクトの成果とする一方で、中国林業科学研究院の基礎研究実行力を強化し、さらに、中国における人工林材研究を広く推進することを目標とした研究プロジェクトである。５年間の実施期間で多くの成果を上げたなかの一例として、複合化技術では、木粉、木材繊維及びポリマーの最適混合率を決め、さらに、木粉の粒度により複合材料の分布が異なること、繊維方向に木粉粒度が配向していることを明らかにした。

６．フィリピン

6.1　パンタバンガン地域森林造成技術協力計画：JICA（1976～1987、1987～1992）

JICAが二国間海外林業協力を開始した最初のプロジェクトであり、環境天然資源省森林管理局に協力した。ルソン島中北部パンタバンガンダム流域において、土壌保全のための森林造成に関わる技術開発と技術移転を行うことを目的とした。フェーズⅠは、森林造成技術と技術訓練を主体とした治山技術協力で、約7,900haの植林活動を通じ、熱帯草原における苗木養成、植林、山火事防止、林道建設等の技術移転を行った。また、森林造成と治山技術の研修とあわせて、簡易工法による山腹基礎工、緑化工、渓間工によるモデル施設の建設を行った。フェーズⅡでは、造林地の保育・保護及び樹種更改に関する技術及び現地に適合する治山工法及び治山造林に関する技術協力に取り組み、人材育成など我が国の国際林業協力のパイオニア的存在としてその後のプロジェクトの設立、運営に教材的な役割も果たした。

6.2　熱帯地域における早生樹種の成長解析・林分生産量に関する研究：JICA（1981～1986）

フタバガキ科樹種の更新並びに竹の造林に関する研究、熱帯地域における早生樹種の林分生産量に関する研究及び熱帯地域における早生樹種の成長解析に関する研究を行った。

ケシアマツは瘠悪地でも直根や菌根菌の働きにより幅広い立地特性を有すること、アカシア類では立地条件の違いが成長状態に大きく影響し立地選択性が極めて高いこと、メリナでは環境条件に対する馴化適応力が大きいことなどを明らかにした。

6.3　熱帯季節林地域における森林動態と森

林修復に関する研究：TARC／JIRCAS（1993～2006）

フィリピン大学・ロスバニョス校（UPLB）林学部との共同研究で、熱帯山地季節林の林分構造研究と更新研究を行った。マキリン山に設定した４haの調査区（標高500m）には、胸高直径５cm以上で188種約5,000本が生育し、種多様度が高いことを明らかにした。一方、熱帯山地林上部に当たるバリグの調査区（標高2,000m）では、0.25ha内に胸高直径５cm以上で、34種約4,000本の生育を確認し、東南アジア在来有用樹種の種子生産に関する現地調査なども実施した。1999年度以降は、ルソン島南部のバナハウ山荒廃草地に12haの植林試験地を設置し植林プロジェクトを実施した（図－８）。アカシア類などの早生樹と在来有用樹との混植を行う過程で、各植栽樹種の成長速度、耐乾燥性などの特性を明らかにし、降雨量が少ない土地でギンネムなどアカシア類、レインツリーなどマメ科早生樹の定着、成長が良好であることを明らかにし、さらに、用材生産に適する在来有用樹の中から乾燥に耐え得る樹種を複数選択した。

７．ブラジル

7.1　ブラジル・サンパウロ林業研究協力計画：JICA（1979～1986、アフターケア：1989～1991）



図－８　バナハウ山の有用樹植林試験地
熱帯山地林の下部（標高約1,200m）にあるため霧が多い。早生樹のギンネム（*Leucaena lecocephala*、右側）、用材樹種のアクレ（*Albizia akle*、左側）の混植区（写真：高橋和規）。

サンパウロ州森林院を対象に、流域管理、伐出技術研究、リモートセンシング及び小径木利用について研究協力を行った。

クーニャ森林水文試験により海岸山脈は水源地帯として重要であることを実証するとともに、代表的な造林木であるエリオッテイ・マツの材積表の改良及び山岳林における伐出工程の解明などの成果をあげた。アフターケアでは流域管理及びリモートセンシングの研究協力を行った。海岸山脈では年間を通じて基底流量の安定化が期待できる水源林の拡大が、流域の土壌保全のみならず水資源確保の上からも有効であることを提言した。また、ランドサット衛星データの解析・利用技術の移転を行った。

7.2　ブラジル・サンパウロ州森林研究計画：JICA（2002～2003）

サンパウロ州森林院を対象に、上記プロジェクトで造成した各種試験林のうち、定期的に成長を測定しているものについて、データの補完ととりまとめを行った。20数種の樹種を植栽し、大きいものは８年間で樹高10mを超えた。また、表面侵食が激しい試験流域における流出土砂量の推定方法に関する研究では、試験流域を方形メッシュに分割し、流域からの流出土砂量を推定する手法を提案した。

7.3　ブラジル・アマゾン森林研究計画：JICA（1995～1997、1998～2003）

アマゾン地域の熱帯雨林について環境保全と持続可能な森林管理モデルの確立を目指して、1995（平成７）年６月より国立アマゾン研究所（マナウス市）において、リモートセンシング、荒廃地の回復、天然林の管理を主体に活動を開始した。その後、フォローアップ期間の技術協力を経て、1998（平成10）年10月より森林型の分布様式、天然林の動態、立地特性、種子の生理生態特性及び立地適応



図－９　アマゾン川流域の水没林
雨季の後、上流からの水量が多くなりマナウス周辺では水位が上昇し、低地では１ヵ月以上水没した森林となる。これは、魚の繁殖・稚魚成長の場所となる（写真：田内裕之）。

性の五つの分野でフェーズⅡを展開した。

共同研究の成果として森林動物の生態、リモートセンシング技術を用いた森林型の類型区分、地形と林分構造の関係、主要樹種の更新機構の解明などがなされ、荒廃地回復に向けた試験地の造成と植栽木の成長に関する資料の収集、蓄積が行われ、技術移転がなされた（図－９）。

８．韓国

8.1　東アジアにおける環境酸性化物質の物質収支解明のための大気・土壌総合化モデルと国際共同観測に関する研究：環境総合（1996～1998、2000）

韓国林業研究院との共同研究を行った。森林生態系に及ぼす環境酸性物質の影響を解析し、酸性物質の影響評価手法の開発に資するために、中国及び韓国での環境酸性化物質の森林生態系への影響の現地調査、韓国ソウル市郊外と東京八王子のアカマツ林流域における物質収支の比較、人工的に酸性処理した土壌での中国及び韓国の植栽樹種の苗木の成長特性の調査、土壌型や林相を異にするさまざまな土壌を用いた森林土壌の窒素無機化・硝酸の生成速度の解明及び土壌酸緩衝試験などの研究を行った。その結果、中国及び韓国では酸性化物質負荷量の供給が大きいこと、土壌酸性化に対する樹木の感受性は樹種によって異なるので地域に適した臨界負荷量を評価する必要があること及び韓国の土壌は緩衝能が弱く渓流水から塩基の流亡が観測されることなどが明らかとなった。また、森林土壌の酸性化プロセスには硝酸化成と有機酸類の影響が大きいことを明らかにした。

8.2　アジア地域の微生物ネットワークに関する研究：科振調・国際研究［多国間型］（1995～1999）

亜寒帯針葉樹林及び熱帯林に生息するきのこ類について、種の同定と系統分類学的検討、種の多様性の解析及び菌株の特性調査を行った。中国東北部の森林で確認した木材腐朽性担子菌類の年ごとの総出現種数はそれぞれ50種前後であった。一方、インドネシア熱帯林の菌根性及び腐生性菌類に関しては、フタバガキ科林から菌根性きのこを中心に約400点のきのこを採集し65種を同定した。さらに、半島マレーシアの低地熱帯林に分布する木材腐朽菌類の子実体700サンプルを用いて子のう菌類２科７属30種、担子菌類８科33属59種を同定しそれらの子実体から286菌株を分離培養し菌株リストを作成した。

９．ロシア

9.1　シベリア凍土地帯における温暖化フィードバックの評価に関する研究：環境総合（1991～1996、1994～1996、1997～2000、2005～2005年現在）

科学アカデミー・ヤクーツク生物学研究所（現寒冷圏生物学研究所）及び科学アカデミー・スカチェフ森林研究所との共同研究によって、森林生態系における二酸化炭素貯留と収支の解明に関する研究、森林生態系における一次生産と二酸化炭素収支、森林火災が二酸化炭素収支に与える影響、群落レベルの炭素集積とそのモデル化等の研究を行った。

極北の永久凍土上に成立した森林生態系について、これまでの植物生態学、土壌地理学



図－10　永久凍土地帯のシベリアのカラマツ（*Larix gmelinii*）の黄葉（写真：松浦陽次郎）

の常識とは全く異なる多くの知見を得た（図－10）。

9.2　バイカル湖の湖底泥を用いる長期環境変動の解析に関する研究：科学技術庁－総合（1995～2000）

ロシア科学アカデミー地球化学研究所、陸水学研究所、植物生理学研究所及び米国地質調査所との共同研究によって、古生物情報解析に関する研究の中で植生変遷に関する研究などの一連の研究プロジェクトが実行され、当所では植生変遷及び生物進化データベースの構築に関する研究を担当した。

バイカル湖底泥200m（BDP96）と600m（BDP98）の掘削に成功し、この２本のコアの花粉分析を行った。コアは1,200万年間の連続試料であることが判明し、第三紀中新世から現在までの植生変遷が明らかになった。また、化石花粉のDNA分析に成功し、約15万年前のモミの葉緑体DNAについて、スペーサー領域の塩基配列の復元を行った。

10.　パプアニューギニア

10.1　パプアニューギニア森林研究計画：JICA（1989.4～1994.3、1995.4～2000.3）

森林研究所を対象に、林業関連では、人工造林、種子、土壌・肥料及び昆虫・樹病の研究協力を行い、林産関連では、木材保存・木材化学、木材組織・利用及び木材加工について研究協力を行った。天然林の持続的経営分野では収穫跡地の成長及び更新に関する育林技術研究、森林伐採と水、土壌との関係に関する研究を行った。人工造林に関する研究では人工造林用樹種の選択（高海抜地における郷土産有用樹種の造林適正に関する研究、産業造林用樹種の材積表作成）と主要造林樹種の育種に関する研究を行い、森林生物分野ではコンピュータを用いた林木樹種の同定の研究を行った。

11.　ヴェトナム

11.1　ヴェトナム・メコンデルタ酸性硫酸塩土壌造林技術開発計画：JICA（1996～1999、2000～2001）

ヴェトナム森林研究所南部支所を対象に、ロンアン省タンホア地区の酸性硫酸塩土壌地帯で実用的な造林技術の開発を目指した。期間中、土壌改良、造林及び育苗の３分野に関して協力した。メラルーカ等ロンアン省タンホア地区の酸性硫酸塩土壌地帯に適した造林樹種を選定するとともに、現場向けの育苗マニュアルを作成した。試験地の土壌・環境影響モニタリングを行い、造林技術ガイドラインを完成させた。

12.　ブルネイ

12.1　ブルネイ林業研究計画：JICA（1985～1997、フォローアップ1990～1992、アフターケア1995～1997）

造林、木材利用及び森林管理に関する長期林業計画の策定、適切な国家林業計画の策定、国内外の研究活動を通じた林業研究者と技術者の育成を目的に技術協力を行った。混合フタバガキ林、泥炭湿地林及び熱帯ヒース林を中心に11箇所の試験地におけるフェノロジー調査を行った。アイソザイムによる遺伝分析によるカプール山引苗の遺伝的健全性の確認、森林立地評価や苗木の生理研究によるフタバ

ガキ科樹木の苗木生産への貢献及び主要樹種の材積表調整などの成果を得た。さらに、伐採によって劣化した二次林の質的向上を目指した試験地を設定し、土壌調査、バイオマス調査及び植生調査を行い、このプロジェクトで考案したギャップ・プランティングを実施した。この手法は、後にJICAがパプアニューギニアやマレーシアで実施した林業プロジェクトにも取り入れられた。

13. ペルー

13.1 ペルー・アマゾン林業開発現地実証調査：JICA（1981～1990）

ペルー共和国林業動物研究所（INFOR）を対象に、抜伐り等によって低質化した熱帯降雨林において、生態系を保全しつつ、有用樹種の多い森林に改良するための更新技術を開発し、民間資金による試験造林事業を誘導するための技術協力を行った。天然更新試験では1,500haの試験区域の中の560haを天然更新試験区として設定し、28樹種の天然更新試験を実施した。人工更新試験では580haの試験区に15樹種を植栽し、生育状況を調査した。苗木養成・苗畑試験では２haの苗畑を造成し、各樹種の育成技術開発を行った。このほかに種子飛散量調査、種子貯蔵試験、施肥試験、害虫防除試験及び密度試験などを実施した。熱帯低地林及び丘陵林における地形と土壌分布の関係を明らかにし、フンボルト実験林の土壌図を完成させた。また、人工林対象樹種の15樹種について、植栽方法や土壌と初期成長との関係を明らかにした。また、主要造林樹種であるセンダン科のセドロ及びカオバ（オオバ・マホガニー）の新芽が芯くい虫の度重なる食害を受けたため、害虫防除研究を実施し、その成果を実証試験に活用した。

14. ミャンマー

14.1 ミャンマー中央林業開発訓練計画：JICA（1990～2000）

森林局の中央林業開発訓練センターを対象に、中央林業開発訓練センターにおける訓練コースでの技術協力を行った。森林局職員を対象とするコースでは造林技術、育苗技術、森林保護、林道及び林業機械を設け、一般住民を対象とする訓練コースでは地域開発のための林業一般コースとアグロフォレストリー特別訓練コースを設け、それぞれ訓練に関する技術協力を行った。当所では短期専門家派遣による技術協力を行った。

15. ミクロネシア連邦

15.1 マングローブ林の更新機構及び炭素固定機能の解明に関する研究：科研費、環境総合（1993～2005年現在）

本研究は、ポナペ州におけるポンペイ島マングローブ林の保全と持続的利用技術の開発のための日米共同基礎研究（1993～）などの一連の研究プロジェクトによって推進されている。ポンペイ島の４タイプのマングローブ林に設定した永久調査区において、立木密度、幹断面積合計、平均直径と樹高などを調査した。ミクロネシアの他州におけるマングローブ林概況を調査し、住民のマングローブ林利用あるいは関与の仕方にも、州間での大きな違いが目立つことを明らかにした。

16. その他の国

16.1 アジア地域

カンボジア森林・野生生物局（FA）との共同で「アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う水資源変化予測モデルの開発（文科省委託経費、2002～2005年現在）」として、メコン全流域の水文・水資源シミュレーションモデルの構築に関わる研究を行っている。2003（平成15）年には60mの観測タワーを熱帯常緑林に建設した。毎年現地で国際ワークショップ等を開催し、これら一連の活動に対して2005（平成17）年にフンセン首相から友好騎士勲章が贈られた。

ネパールとは、ネパール王国植物資源局との共同研究によって「アジア産マオウ科マオウ属植物の学術的調査研究（金沢大・薬学部、2001～2003)」としてマオウ属植物の多様性、種ごとに生育地の環境要因及び種間・種内における変異と生育環境との関係などを明らかにした。

インドとは、「熱帯樹種による樹木年輪解析とそれに基づく気候復元（科学技術庁)」によって、熱帯モンスーン地域に生育する樹木の気候変動に対する成長応答を年輪気候学の手法により解析するとともに、既知の気候変動に対する成長応答から過去の気候変動を復元する研究を行った。

16.2　オセアニア地域

オーストラリアとは、「乾燥地植林による炭素固定システムの構築（科振調、1998～2003)」や「荒漠地でのシステム的植林のための環境適応型・土壌制御技術の開発に関する研究（環境総合、2003～2007)」により、半砂漠地での炭素貯留機能を高めるための造林研究を行っている。

ニュージーランドでは「エンジニアリングウッド利用のための統一的な性能評価法の確立（科技庁)」によって、各種エンジニアリングウッドの接着耐久性、放出ホルムアルデヒド量及びせん断性能について性能水準の導出を行い、パーティクルボードのせん断性能と接着剤から放出されるホルムアルデヒドについて我が国とオーストラリアの３ヵ国のISO規格案として提案し、ISO原案のためのオストラリア・ニュージーランド規格を作った。

16.3　そのほかの環太平洋地域

マダガスカルとは、チンバザザ動植物園との共同研究「マダガスカル島における鳥類の社会進化の研究（科研費・大阪市大、1994～1996)」により、マダガスカル島で適応放散したオオハシモズ科鳥類の系統関係の解明、及び形態・採食生態・繁殖生態の比較研究を行い、オオハシモズ科の鳥がその種間関係をとおしてマダガスカルの鳥類群集や森林生態系の安定性及び生物多様性促進に大きく貢献していることを明らかにした。

メキシコとは、国立メキシコ大学と共同して「メキシコ産ステビア属における有性生殖・無性生殖型の変異と進化（九州大学大学院、1999～2001)」によって、有性生殖型・無性生殖型を有するステビア・オリガノイデスの無性生殖型倍数体がどのように起源したかを明らかにするため、DNA塩基配列の解析研究を行った。

さらに、カナダ森林局などとの共同研究「国際的基準に基づく持続的森林管理指針に関する国際共同研究（交付金プロジェクト、1999～2004)」によって、日本国内における生物多様性の変化のモニタリング及び評価の手法に関する研究を行った。

16.4　ヨーロッパ地域

スロバキアとはタトラ国立公園研究センターへの技術協力「森林環境影響評価（JICA個別派遣、1999～2001)」によって、カルパチア山地西部に位置するタトラ国立公園における森林衰退研究に関して、森林植生、樹木



図－11　強風被害を受けた後にバークビートルの食害で壊滅したドイツトウヒ（*Picea abies*）天然生林
チェコのシュマバ国立公園。チェコの林学者や林業関係者が今後の対応について現地討論を行っていた（写真：松本陽介)。

生理生態、森林土壌及びリモセン・GIS分野の研究協力を行った。この協力を通じて、かつて強度の大気汚染のために森林衰退が進んでいた東ドイツ・ポーランド・チェコスロバキアの国境が交わるブラックトライアングルと呼ばれた地域での森林衰退は1990年代の中頃には被害が軽微になったこと、過去100年間にも数回発生している大西洋方面からの強風被害(その後のバークビートルによる食害)（図－11）の発生頻度が高まっていることの知見を得た。

ノルウェーとは「地すべり移動体の流動化に関する研究（科技庁、1994)」などを端緒に地すべりに関する研究を継続している。クイッククレイ堆積域において、高精度・高密度な長期自動観測を1997（平成９）年から実施し、これまでに２回の地すべりイベントの詳細観測に成功し、現在も国際電話回線によりモニタリングを継続中である。

（関係者からの資料を基に編集

文責：沢田治雄・松本陽介）

第Ⅴ章　総合的研究の動向と成果

林分収穫表及び立木幹材積表の調製

1．材積表の調製

1.1　材積表

材積表とは、樹種ごとに胸高直径、樹高、年齢などの因子別に樹幹材積またはその一部分の平均的な値を示した表である。適用する地域ごとに作成されるもので、一般的材積表や特定の地域に利用する地方材積表がある。また、用いる因子の数により、胸高直径のみによる一変数材積表や、樹高を加えた二変数材積表などと呼ばれる。さらに、幹材積ばかりでなく、枝条材積を示す表も材積表の類である。

1.2　材積表調製の時代背景

1903（明治36）年林業試験規定を制定し、林業試験の大綱を定めた。試験項目として４項目が挙げられ、その一つに「林木ノ成長ニ関スル事項」が指定され、重点化が図られた。

当時、材積表は近代林業経営の基礎と考えられ、各国でもその調製が行われていた。日本においては志賀泰山が1891（明治24）年に、直径と樹高に応じて幹材積を示した「幹積表」がその最初と言われている。

1.3　材積表の作成研究

林業試験場においては、寺崎　渡が材積表の開発に取り組み、1910（明治43）年に

$$y=Ae^{ax-\frac{b}{x}}$$ （A、a、bは定数）

という幹曲線式を利用して、アカマツ、スギ、ヒノキ、モミ、ツガ及びヒバ[1]、1913（大正２）年にシラカシ、ブナ、クリの材積表を発表した。

1914（大正３）年に国有林野事業規定が発布され、国有林におけるすべての事業がはじめて統合的に規定され、先の林業試験規定は廃止された。そのような中で、山本和蔵は薪材として利用されていたアカマツの枝条量を算出する計算式や、アカマツの樹皮付と樹皮を剥がした幹材積を比較して、樹皮率など発表している。

1918（大正７）年に各大林区署の林業課に林業試験係がおかれ、山林局で第１回の会議が行われた。これは国有林において林業試験がようやく重視され始めたことの表れである。この会議の五つの協議事項の一つに、「材積表調製方法別案に関する件」が取り上げられている。また、収穫試験は青森大林区署で「天然生ヒバ林の成長及作業種」という１項が取り上げられた。これは施業案編成のための資料とするために、成長、収穫に関する試験地がこのころから設置され始めたことを示している。

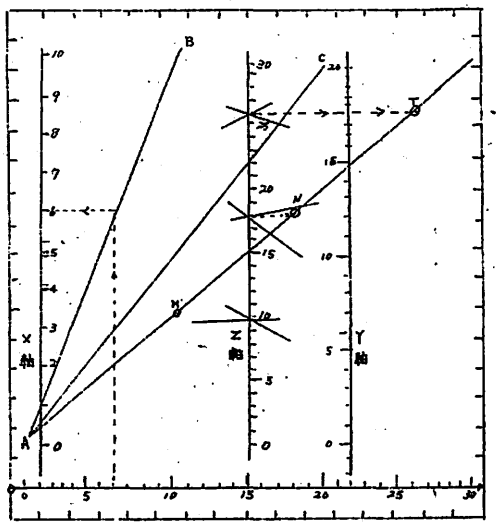
同年に、山本和蔵は経験的事実から

$$v=k\cdot h^{k_1}\cdot d^{k_2}$$ （k、k_1、k_2は定数）

という材積モデルを考案して、アカマツ材積表を発表した[2]。これは極めて有効な材積モデルであり、これによって日本の立木材積表調製の方法が確立したと言える。なお、このモデルは翌1919（大正８）年にアメリカでシューマッカーとホールによって発表されたために、欧米ではシューマッカー・ホール式と呼ばれている。

1.4　材積表調製事業

戦後、1947（昭和22）年に林政統一が行われ、山林局、御料林、道庁所管林として別個に経営されていた森林が統一的に林野庁で管理されるようになった。その際に個別に利用されていた従来の材積表の不具合を是正して、統一的な材積表を利用する必要が生じた。そこで、1951（昭和26）年に林業試験場と林野庁との協議により、立木材積表測定要綱案を定め、各営林局で資料収集を開始した。当時は収穫表調製業務が軌道に乗り出した時でも



図－１　共線図表法による材積表の調整

あり、作業は遅々として進まなかったが、1952（昭和27）年７月に林業試験場に送られたデータに基づいて、経営部測定研究室では近代的統計手法を取り入れた材積表調製方法を考案してとりまとめ、立木材積表調製要綱を発表した。材積表調製事業は1965（昭和40）年にひとまず終了し、スギ、ヒノキ、アカマツ、モミ・ツガ、サワラ・ヒバ、エゾマツ・トドマツ、ブナ、そのほかの広葉樹合計58種の立木材積表が調製された。

なお、材積表の精度を示す尺度として、実材積と材積表による材積とを比較して、累積偏差と平均偏差を求めて評価する方法が長く使われている。西沢正久は材積表の調製に際して、累積偏差は±0.5％を超えてはならず、±１％を超える場合は再調製すべきであるとしている。また、平均偏差は主として使用された資料の変動性を示すものであるが、いろいろな材積表の作成法を適用したとき、相対的に精度を比較する場合には有効とされている。

２．林分収穫表の調製

2.1　林分収穫表

林分収穫表とは、林分の樹種と地位別に、林齢と立木本数、樹高、胸高直径、林分幹材積、材積成長率などの関係を１枚の表として示したもので、成長条件が近似している地方ごとに作成されるものである。林業経営の最も基礎となる表で、何年生ではどの位の収穫があるか、また、その林分は成績が良いか悪いかといったことが収穫表から判断できる。地域や国レベルでは、木材生産量の計画・予測の基礎データとなる。

2.2　収穫表の歴史

収穫表はドイツで1787年に作られたものが最初といわれ、Hartig, R.（1865）は今日の形式に近いものを作成した。ドイツでは、1876（明治９）年に林業試験場連合が収穫表調製指針を作成し、組織的な収穫表の作成に着手し、固定試験地を多数設けて測定を始めた。

第二次世界大戦中にはその測定結果がまとまったので、多数の収穫表が作られた。日本では志賀泰山がアカマツの収穫表を明治20年代（1887～96）に作ったのが初めで、アメリカの最初の収穫表（1896（明治29）年）より古く、おそらく欧州以外の国では日本が一番早いといわれている[3)]。

2.3　林業試験場の指導による林分収穫表の作成

1932（昭和７）年に国有林野事業規定の一部が改正され、収穫試験を行う固定試験地について、初めて公式文書に明記された。1934（昭和９）年には営林局試験係員協議会が開かれ、収穫試験にとっては画期的な「収穫試験施行法」が作られた。ここで初めて収穫試験地をA種とB種に分け、A種は「所属作業級ニオケル現行施業法ニ従イテ施業シ」、B種は「現存林分ニ種々ナル施業ヲ試ミ」成長量及び収穫に関する統計量を収集するとともに施業効果の比較を行うこととした。人工林と天然生林で収穫試験を行うこととし、それぞれの場合について詳細に試験方法を規定した。その結果、数多くの収穫表が作られたが、

1938（昭和13）年に当時の山林局は、管轄の国有林に対して統一した方式で林分収穫表を作成することを決め、林業試験場を指導機関として各営林局（現森林管理局）に担当者をおき資料の収集を開始した。しかし、第二次世界大戦のため、この時完成したのは三つの収穫表にすぎなかった。

戦後ただちに、山林局は林業試験地の現況調査を行った。1946（昭和21）年に林業試験関係業務打合せ会をもったが、収穫試験地であっても、各局の総合試験指定樹種であれば総合試験の中に入り、それ以外の樹種は一般試験に区分されるなど、営林局によって取り扱いがまちまちであることが明らかになった。そこで、1949（昭和24）年に林野庁は「同齢単純林の林分収穫表調製要綱」（昭和13～14年に林業試験場の清野　要、麻生　誠原案作成）を作り、改めて収穫表作成に乗り出した。

林業試験場経営部では1954（昭和29）年から収穫試験の資料を整備し、営林局ごとの収穫試験地中間報告書を1957（昭和32）年から1958（昭和33）年にかけて発行した。さらに、1958（昭和33）年から「収穫試験施行要綱」、「収穫試験地の管理方法」、「収穫試験地の整備計画」の検討と立案に着手し、翌1959（昭和34）年にとりまとめた。この結果を踏まえ、林野庁との協議の上で林野庁長官と林業試験場長から、全国の営林局と支分場に通達した。「収穫試験施行要綱」は1934(昭和９)年に制定された「収穫試験施行方法」を基に作ったものであるが、B種収穫試験を除外したこと、簡易調査を行う場合に省略できる項目を明示したこと、成長率の計算式を改めたこと、記録を保存するためにホールソートカードを採用したこと、などが主な改正点であった。「収穫試験地の管理方法」では、被害の発生した場合の注意や、施業計画を編成



図－２　収穫試験地の調査

する場合の取り扱い方法を指示した。「収穫試験地の整備」については、整理基準を定めて試験地の廃止を決め、全国で130箇所の試験地を廃止し、６箇所の試験地を新設することで、全国で331箇所が収穫試験地として確定された。

林野庁は各営林局に収穫表担当官をおき、林業試験場経営部の嶺　一三、大友栄松らが指導もしくは直接作成し、以来、1969（昭和44）年までに、主要造林樹種（スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ）について、36の収穫表が作成された。

2.4　近年の動き

試験地の廃止、新設の整備が行われ、現在約210箇所の試験地が存続している。林分収穫表は、標準的な施業や、林分密度が作成当時最適な密度と思われたものの平均であることを前提としており、作成方法も厳密であった。そのため実務的には、現実林分収穫予想表（林分幹材積表と呼ばれることもある）が、営林局や都道府県によってより簡便な手法で作成され、森林計画で使われることが多くなった。また、コンピュータによる林分収穫表の作成手法も開発されている。

（沢田治雄・家原敏郎）

文　献

1）寺崎　渡（1910）：あかまつ、すぎ、ひのき、もみ、つが及びひばの単木幹材積計算補助表並材積表,

林業試験報告，8
2）山本和蔵（1918）：あかまつ単木幹材積表並胸高形数表，林業試験報告，16，311-315
3）嶺　一三（1995）：収穫表に関する基礎的研究と信州地方カラマツ林収穫表の調製，収穫表調製業務研究資料12，201pp，林野庁・林業試験場

森林資源調査への空中写真の利用と森林航測研究

国内の森林資源調査に航空写真を利用した記録としては、1933（昭和８）年の木曽における旧御料林調査がある。戦後は1948（昭和23）年に進駐軍から縮尺４万分の１で撮影された航空写真の利用許可が下り、森林調査での利用が開始された。1952（昭和27）年に戦後はじめて航空写真を日本独自で撮影できるようになり、1955（昭和30）年から国有林資源調査に航空写真による標本調査法を採用することで航空写真の利用が本格化した。森林総合研究所では1964（昭和39）年に航測写真の林業的利用に関する試験研究を行う目的で経営部内に航測研究室を新設し、研究体制を整えた。

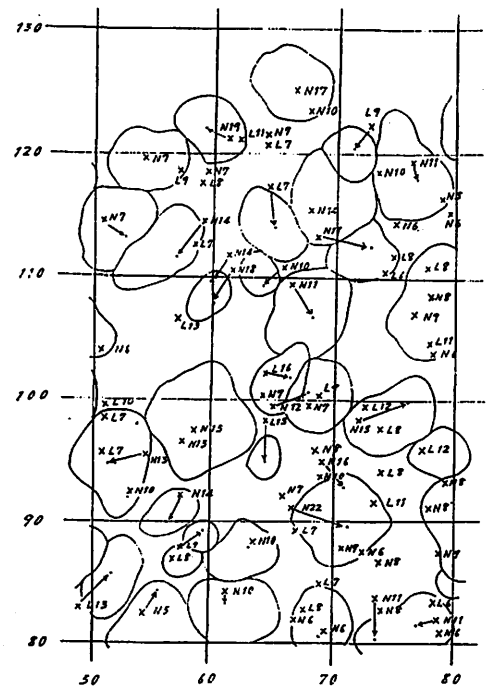
１．航空写真の森林分野での利用

航空写真による森林位置図の作成は空中三角法の技術を応用することで可能であり、森林位置図や森林基本図の作成は実務的に行われた。また、森林位置図に加えて、1950（昭和25）年代には、蓄積量調査や林相図作成の研究を進めた。1963（昭和38）年にはヘリコプターによる大縮尺写真の利用研究を開始し、立木位置図の作成（図－１）など、その有効性を確認した。また、航空写真による積雪調査も同年から行われるようになった。さらに、森林地域における治山分野でもその利用研究が行われ、マニュアルなどが整備された。

２．森林蓄積量・成長量推定

森林蓄積量の把握研究では、1953（昭和28）年から山梨県にある約620haの水源林を対象とした蓄積調査を縮尺１万分の１の航空写真で行い、林相判読を行って５千分の１の林相図を作成し、引き続き標本調査法の研究を行った[1)]。航空写真で天然林と人工林に層化して蓄積を推定した結果、全蓄積の推定誤差率は信頼度95％で9.5％となり、調査費用と労力が極めて僅少ですむことを明らかにした。また、カラマツと広葉樹を対象として作成した判読因子の重回帰推定による写真材積表は、その後の写真材積表作成の基準となった。

日本の航空写真は森林測量事業や国土基本図事業でほぼ５年ごとに繰り返し撮影されているため、その間の変化把握が可能である。



図－１　立木位置図

変化としては森林開発などの林地改編の把握だけでなく、林分成長量も２時期の縮尺２万分の１の航空写真を利用した多段サンプリングで推定可能であることを示した。

３．森林基本地形図と林相区分図の作成

航空写真を利用した標本調査法を1955（昭和30）年に国有林調査に導入するに当たって、林業試験場でその手法を開発し、全営林局担当者に対する講習を行った。1957（昭和32）年には空中三角法を採用した森林基本図の図化を開始し、国有林では1976（昭和51）年、民有林では1981（昭和56）年に完了した。これらによって森林管理の現場での航空写真利用が急速な発展を見るに至った。

林業試験場ではさらに、林分材積量調査を目的とした林相区分図の適切な作成手法の開発と、材積推定精度の向上に関する研究を行った[2)]。林相区分の分類基準及び調査基本図の作成手法を考案するとともに、地上調査実施法とその取りまとめ方法を示した。航空写真は海外でも森林調査に使われ始めていたが、先進国の比較的単純な林相と地形を対象とするもので、日本のような集約的な林業地帯での研究は世界的にも始めてであった。

４．事業化の進展

林業試験場の指導の下に、1958（昭和33）年から20年間ほど空中写真判読資料（ステレオグラム）の作成が続けられ、1977（昭和52）年にはカラー空中写真判読基準カード集が作成された。これらは、全国の航空写真判読技術の均質化に貢献するものであった。航空写真に関する研究の成果は、1967（昭和42）年に民有林空中写真測量作業規定の制定を生んだ。また、1970（昭和45）年には国有林で空中写真林分材積表を作成する事業が開始されるとともに、治山事業への航測技術の利用が促進されるようになった。1972（昭和47）年ころから正射写真図（オルソフォト）の利用研究を開始し、林相入り写真図の有効性を確認した。それらの有効性評価を背景に、1981（昭和56）年にはオルソフォト作成事業が全国展開された。

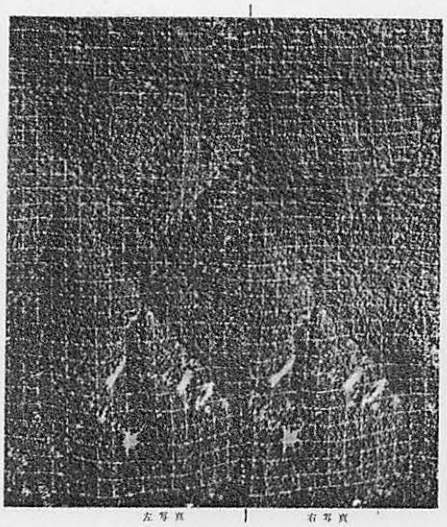
５．航空写真の自動判読の試み

航空写真による地況解析、森林解析、材積調査への利用、さらに、生産事業調査への応用をとりまとめて刊行し、いわゆる、航空写真判読技術上の研究は完成の域に達した。

肉眼写真判読は、経験や熟練に依存しているため、その成果の均質化を図る手段としてさまざまな林分を対象としたステレオグラムの作成が続けられたが、1960年代になると中島らはさらに客観的に判読させる技術開発に取り組んだ。写真濃度読み取り装置（マイクロ・フォトデンシットメータ）を開発して空中写真をデジタル化し、計算機処理によって森林型を自動識別する試みであった。具体的には立木本数と、林分構造パラメータの把握に取り組んだ。この技術は10年後に利用できるようになった衛星データのデジタル処理や今日の超分解能衛星データによる立木の確認処理と相通じるものである。

６．トムラウシ天然林調査

最も体系的な航空写真利用研究としては、1960年代に精力的に行われた北海道トムラウシ天然林調査がある。これは、航空写真の観察と計測で得られる情報を主体として、森林経営に直ちに必要な全体的ならびに局地的な林地情報を、効率的に求める手法を開発したものである。写真判読による、林型区分、林分構造と環境因子の判読による林分形成の要因解析、要因解析に基づく現地調査項目の決定、ステレオグラムによる林型区分ごとの細部判定、要因解析による森林推移と生産力予測などの一連のフローをまとめた[3)]。多変量解析を適用した森林の数量化試験などが含まれている。また、この立体方眼紙を航空写



図－2　数値写真図

真にかぶせた数値写真図（図－2）が作成された。

これは森林情報にメッシュの概念を利用したもので、後の衛星データの「画素」に相当する情報収集単位と相似している。

7．赤外カラー写真の利用

1967（昭和42）年頃には、日本でも赤外カラー写真が利用できるようになった。そこで、樹木活力、病虫害、林地生産力などの調査を目的とした赤外カラー写真の利用研究を行った。マツクイムシの被害判定に赤外カラー写真を使った研究では、赤外カラー写真で把握できる被害はすでに樹脂流動に異常を生じているものに限られ、予防対策資料としての意義は少ないと判断された。そのため、この分野における赤外カラー写真の利用としては、正確な被害現象と推移現象の把握により、基本的な防除計画樹立のための資料や森林保全、保続施業計画資料としての整備を目的とすることが提案された。

これらの知見をもとに、1973（昭和48）年に赤外カラー写真による松くい虫被害実態調査を開始した。また、航空機搭載のマルチスペクトルスキャナー（MSS）の利用研究も同年に開始した。MSSは波長別にモノクロ写真を撮影するもので、可視（青、緑、赤）と近赤外域の計４枚の写真が同時に撮影された。これをカラー合成することで、赤外カラー写真やナチュラルカラー写真が作成でき、判読に利用された。

1976（昭和51）年には、赤外カラー空中写真を利用して、甲府営林署管内ハリモミ保護林の調査を行った。赤外カラー写真の立体観測によりハリモミ林を径級構成、疎密度、枯損木率、樹冠色調によって林型区分することで、林分ごとの健全度を評価した。

8．衛星データのカラー合成写真の利用

森林総研は衛星データ（ランドサット１号）を世界的にも最も早く利用開始した研究機関の一つである。当初はランドサット衛星の波長別画像であるMSSをポジフィルムで入手して、森林判読に適したカラー合成（フォールスカラー）を行った。原理は航空機MSSと同様であるが、１枚の写真範囲は185km×185kmであり、関東地方が一望できる範囲であった。これらをそろえることで、1974（昭和49）年に全国規模ではじめて森林分布の実態が確認されるようになった。その後、衛星データなどがデジタルデータとして利用できるようになり、航測研究はデジタル処理に重点が置かれるようになった。　（沢田治雄）

文　献

1）大友栄松・中島　巌（1956）：航空写真による森林蓄積法の研究，日本林学会誌，38(10)，379-388

2）中島　巌・粟屋仁志ほか（1960）：航空写真による林相区分図の作成と材積調査法の研究(1)，林試研報，146，33-82

3）中島　巌・樋渡幸男ほか（1970）：天然林の調査法に関する研究－北海道トムラウシ天然林の調査，林業試験場研究報告，227，83-239

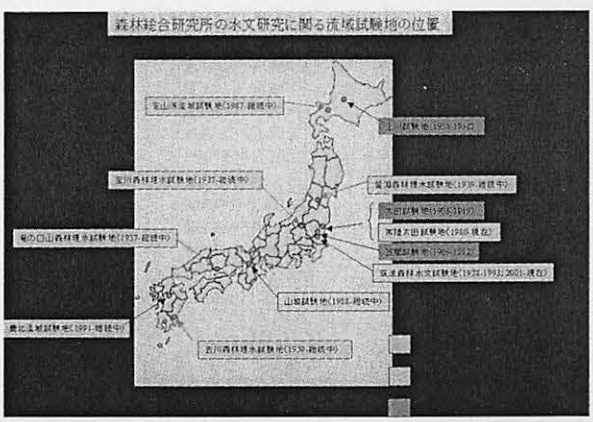
全国森林流域の長期モニタリングによる水文観測研究

1．森林総合研究所の全国森林水文試験地

森林総合研究所（林業試験場）における森林水文観測は1906（明治39）年の太田、笠間試験地に始まり、研究の目的に対応して試験地の完了や新規試験地の設定を続けている。図－１にはこのようにして作られ、研究が実行されたすべての試験地をまとめている。現在までに試験が完了した流域試験地は３箇所であるが、2001（平成13）年度の独立行政法人化以降、全国を対象とした森林水文ネットワークの構築に向けて、北海道から九州に至る５森林水文試験地（名称は森林理水試験地と呼ばれている流域が多い）の統一的なデータベース化を目指して森林水文観測研究を継続している。また、さらに各地域に固有の問題解決のために関東、関西、九州地域ではネットワークと連携する形で森林流域試験地を設定し、研究を進めている。長期森林水文観測研究は、森林水文ネットワークに参加している５箇所の森林理水地を中心に推進されていることから、北海道地域の定山渓試験地から順にその研究状況を述べる。

2．定山渓流域試験地（北海道地域；積雪寒冷地域）

北海道地域では上川森林理水試験地（1938～1958）の観測完了後、約30年近く森林水文試験地での観測は行われていなかったが、1986（昭和61）年に積雪寒冷地における山地流域の水文特性を解明する目的で林業試験場北海道支場治山研究室により定山渓流域試験地が設定された。試験流域は、「時雨１の沢」及び「時雨２の沢」の２流域からなり、水文観測は1986（昭和61）年から始められた。最初は無積雪期のみの観測であったが、その後、1991（平成３）年より通年観測が始まった。本試験地では1991（平成３）年～1998（平成10）年の観測により平均水収支として降水量1,253mm、流出量845mm、損失量408mm及び各流況指標が得られている。また、浮遊土砂や炭素流出についても多くの研究成果が得られている。



図－１　水文試験研究サイトの位置図

3．釜淵森林理水試験地（東北地域；多雪地域）

釜淵森林理水試験地は多雪地帯の森林流域における水文特性、施業効果の把握を目的に1939（昭和14）年から山形県最上郡真室川町大字釜渕字鶴下田沢地内（北緯38度56分、東経140度15分付近）において観測が継続されている。主な成果は伐採処理に関するもので以下のような研究成果が見られる。(1) 皆伐後の流域では積雪面が被陰されないため融雪が促進されるが、谷筋に雪崩が堆積した場合、森林流域に比べて融雪期間が長くなることが示された。(2) 皆伐により年流出水量・年流出率が増加し、植被の再生に伴いその割合が小さくなる傾向が示された。

4．宝川森林理水試験地（関東、中部地域；首都圏の水がめ、利根川源頭部流域）

宝川森林理水試験地は首都圏の水がめである利根川最上流部の支流宝川流域を対象に森

林の水源かん養機能を解明することを目的に1937（昭和12）年から観測を継続している。

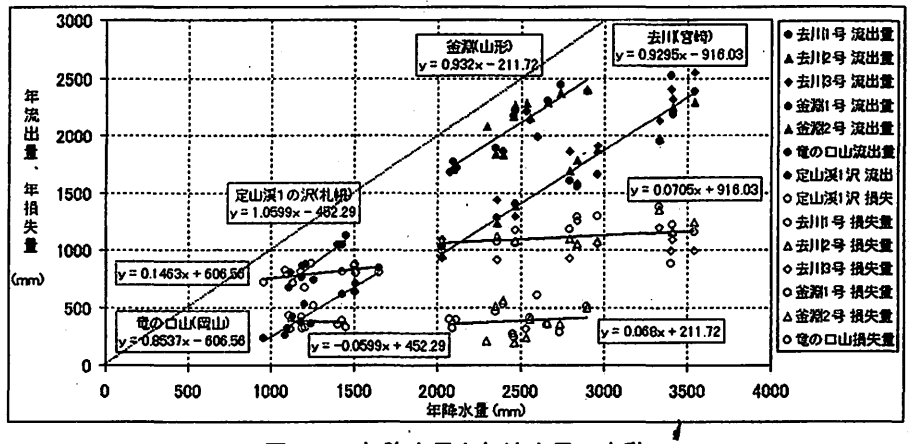
本流域は我が国の森林水文試験流域の中ではほかと比較にならない規模の流域面積を誇っており（約2,000ha）、宝川流域の中流部以上の流域を占めている。試験流域は海抜高1,000mから最高1,945mの急峻な山岳に囲まれている。流域本流の宝川は源を上越国境に発し、流域外の藤原ダムの地点で利根川本流に合流する約12kmの山岳河川である。気象観測露場は、試験区域の最東端（東経139°01′、北緯36°51′、海抜高816m）にあり、付近に本流試験区量水施設、初沢試験区量水施設がある。本流域では、多くの成果が得られているが、森林施業と流出量に関して初沢流域内に設けられた小試験区1号沢の等高線沿帯状伐採の結果によると、直接流出量は帯状伐採により流出率で6～13%の増加が認められたが、これは皆伐の場合より増加率は小さい。また、帯状伐採後は伐採前に比べて平・低・渇水流出量の期間流出量に占める割合が大くなることが確認された。

5．竜の口山森林理水試験地（関西地域；寡雨地域）

竜の口山森林理水試験地は瀬戸内の比較的降水量の少ない地域における森林の水源かん養機能を解明することを目的に設置され、1937（昭和12）年から観測を継続している。試験地は東経133°58′、北緯34°42′に位置し、南谷と北谷の2流域からなる。試験流域は南北約250m、東西約600mの扇形に広がり、中央を東西に走る分水界で南北両流域が分かれている。本流域の成果により、伐採や林野火災及びマツ枯れにより材積が減少した期間中には、1）流出量の多寡にかかわらずほぼ全日において日流出量が増加したこと、2）増加割合は、日流出量の少ない日ほど大きい傾向にあったこと、などが明らかになった。

6．去川森林理水試験地（九州地域；温暖多雨地域）

去川森林理水試験地は温暖多雨地域の森林流域における水源かん養機能解明のためにほかの地域に数十年遅れて1956（昭和31）年に設営に着手し、その後、1959（昭和34）年から水文観測を継続している。ほかの長期3流域（釜淵、宝川、竜の口山）に遅れること20年、定山渓流域には30年先んじている。試験地は宮崎県東諸県郡高岡町内山字和石地内にあり、大淀川水系に属している。本流域の成果も伐採に伴う流出量の変化が中心であり、ほかの流域同様、伐採により、直接流出量・ピーク流量とも増加した結果が得られている。



図－2　年降水量と年流出量の変動
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

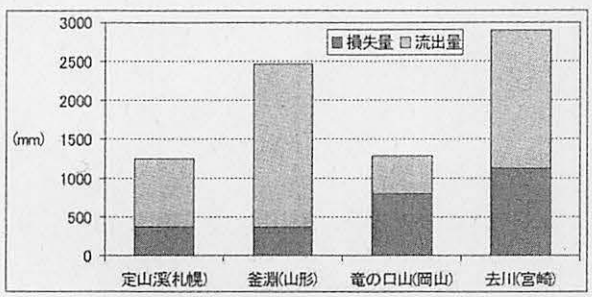
7．全国試験地の水収支比較

北村ら[1]は以上の全国の長期理水試験地の水収支について解析を行い、図－２、図－３のような結果を得た。対象流域は流域面積が同規模（およそ数ha）の定山渓、釜淵、竜の口山、去川の各森林流域である。この結果から、気候状況が非常に異なるにもかかわらず、北海道と関西地域及び東北地域と九州地域の水収支に比較的類似した傾向が見られ、降水量の多寡によって大きく分類されることが確認できた。しかしながら、二つのグループの中では西日本（関西と九州）の損失量（降水量から流出量を差し引いたもの；蒸発散量にほぼ等しい）が東日本北日本よりも明確に高いものとなっており、積雪地帯とそれ以外の地域との蒸発散量の違いがはっきりと現れている。この４流域では、多雪地帯の釜渕試験地が最大の流出量を生み出しており、暖温帯地域の去川試験地は降水量は多いものの、流出量は２番目という結果になっている。また、ほぼ同じ降水量である定山渓と竜の口山では、定山渓が竜の口山の半分程度の損失量となっており（これは釜淵とほぼ等しい量であるが）、その結果、流出量はほぼ倍になった。したがって、４試験流域では、釜淵、去川、定山渓、竜の口山の順で流出量が多いという結果になっている。

8．今後の長期モニタリングの基本方針

8.1　モニタリングの時間的側面：観測（モニタリング）期間

試験地での観測期間について、森林の成長期間や従来からの伐期齢、伐採齢を考慮することにより、一定期間以上の長期モニタリングが必要であると容易に理解される。さらに、保続森林経営から持続性への変換もモニタリング期間設定には考慮する必要があると考えられる。これについては、箕輪光博[3]は理念としての法正林矩形モデル（輪伐期100年）と生態系における林齢構成モデル（撹乱インターバルを100年とする）の検討から、経営林と天然生林の林齢構成を比較し、生態系維持を重視する立場からは自然の撹乱を模倣する輪伐期が望ましいとの結論を得ている。このように今後の日本における森林管理は多くの要素を含んだ持続性中心型になるものと考えられ、これに対応した観測期間（少なくとも100年（10^2のオーダー））は必要になると思われる。これに加えて流出には、より長期の要因（たとえば、土壌関係では10^2～10^3のオーダー）もさまざまな形で関わっており、さらには試験地の具体的管理の面などを総合的に勘案して当面の観測期間は少なくとも100年とし、今後、全国の試験地データを蓄積していく予定である。



図－３　各流域の水収支

8.2　モニタリングの空間的側面：観測（モニタリング）サイトの配置とその意義

観測サイトの配置については現在全国に展開する試験地がネットワークの基礎になることは当然である。しかしながら、これらの長期理水試験地は第１期治水事業（1910（明治43）年頃）、第２期森林治水事業（1937（昭和12）年頃）に対応して設定されたものが大半であり、その活用意義も設定当初に比較してより広範なものに対応してくると思われる。

塚本良則は[2]、森林整備と水源かん養林について「森林整備のモニタリングには県単位程度で２、３箇所の小流域試験地を設けて、国内外の試験結果を地域に応じて修正適用できるようにすると良い。」と述べており、このように森林整備の評価の観点からは地理的

にかなりきめ細かい試験設定が要求されると思われる。また、このような施業評価に加えて全国を対象とした比較水文学的研究や防災情報など、さまざまな社会的要請によるデータの必要性は一層高まるものと思われる。このような状況にかんがみ、森林総合研究所では今後の観測推進方針として、従来の研究解析に加えて各地域の基盤的データベース構築及び都道府県による観測試験の相互チェックサイトとしての試験地活用（森林整備の効果検証の役割も含む）などに取り組み、さまざまな形で情報発信を行っていくことも重要な試験地の継続意義であると考えている。

（清水　晃）

文　献

1）北村兼三・中井裕一郎ほか（2003）：森林総合研究所北海道支所，研究レポートNo.70

2）塚本良則（1998）：森林の現状にふさわしい水源かん養林の考え方，林業技術，680

3）箕輪光博（2003）：保続性と持続性を考える，林業技術，733

林分密度管理図

1．試験研究の背景と対応

国内の木材需要は、戦後の復興で大きく伸びた。一方で、我が国の造林面積は、1950（昭和25）年からの造林未済地への造林、続いて1957（昭和32）年からの拡大造林が行われた結果、1950（昭和25）年から1972（昭和47）年まで年間30万ha以上に達した。戦後に植栽された人工林には、昭和40年代になると樹冠が閉鎖した林分が増え、生産目的を達成するための人工林の保育、特に、間伐による密度管理が必要となった。

我が国の古くから発達した有名林業地では、自然環境に合った独自の経営方式が採用され、特色のある木材が生産されてきた。坂口勝美は有名林業地の本数密度を解析し、各林業地の植栽密度や枝打ち、間伐の繰り返し方法の違いによる密度管理、伐期の違いと生産材の質と量の関係を明らかにした。また、目的とする材を生産するには林業地固有の密度管理があることを示し、それぞれの経営方式を保育形式と呼んだ。保育形式を特徴づける密度管理と林分構造や収穫量などは、すでに作成されていた林分収穫表からある程度の予測が可能であった。しかし、収穫表に示されている密度管理は一種類であり、それ以外の密度管理では予測が困難であった。

密度の違いが植物群落の物質生産に及ぼす影響について、吉良竜夫らはダイズなど1年生作物で密度効果の法則を解明した[2)]。これらの研究成果を森林に応用する研究が行われ、安藤　貴はアカマツで幹材積についての密度効果式と最多密度曲線式との結びつきを求め、只木良也・四手井綱英は密度と物質生産に関する研究を育林技術に取り入れた。

以上のように、密度管理が必要な人工林が増加した時期に、植物生態学的な法則を基礎として、同齢単純林における密度効果の法則を森林に適用し、林分及び個体成長について密度管理理論や応用研究が行われた。ここでは、安藤[1)]による林分密度管理（図）を中心に述べる。

2．研究の成果

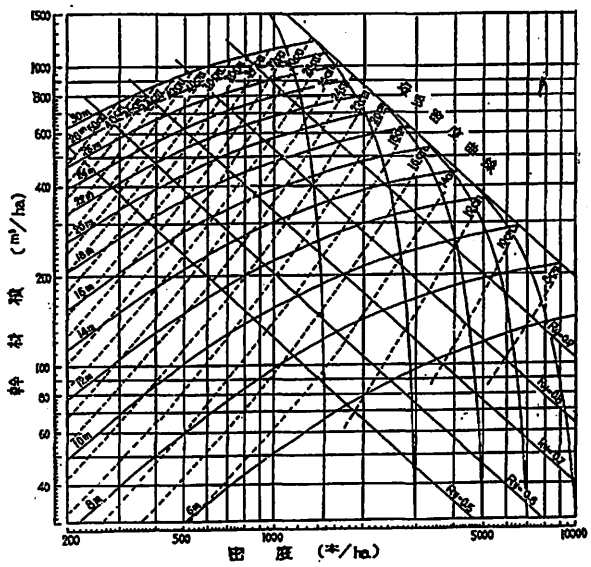
林分の密度と幹材積の成長関係を、ある同一の生育段階でみると、平均幹材積は高密度ほど小さく、低密度ほど大きくなり、ha当た

りの幹材積は高密度ほど多く、低密度林分ほど少ない傾向がある。このような時、密度と幹材積の関係は密度効果の逆数式によく適合する。

無間伐でひどく混んだ林分は、成長に伴って自然に枯死木が発生し、それぞれの生育段階に応じて、それ以上の密度になれないある一定限界の最多の密度があり、最多密度に達した林分の密度と幹材積は最多密度曲線式によって示される。

このような密度と成長の関係を示す植物の密度効果法則を用いて、多くの林分調査資料を解析し、スギ、ヒノキ、アカマツ、それにカラマツの４樹種で全国を一括した一般林分密度管理図を作成するとともに、地域では秋田地方スギ林分、木曽地方ヒノキ林分、磐城地方アカマツ林分、信州地方カラマツ林分密度管理図を作成した。例としてスギ一般林分密度管理図を図－１に示す。林分密度管理図は、等平均樹高線、最多密度曲線と自然間引線、等平均直径線、それに収量比数曲線などから構成され、密度の影響を受けにくい上層木の平均樹高階別に、密度と幹材積、平均直径などの関係が、一つの図から読み取ることができる。そして、上述した曲線を組み合わせることにより、林分密度、上層木の平均樹高、幹材積、平均胸高直径の相互関係を読み取ることができる。

このように、ある林分である時点での諸量を求めることができるが、林分密度管理図の特徴は、植栽密度、間伐開始期、間伐繰り返し期間、間伐率、あるいは密度の混み具合を示す収量比数の違いなど、いろいろな密度管理に応じて収穫量や形質（直径）について予測を行い、その得失を比較できることにある。このため、林分密度管理図を用いて、植栽密度や間伐時期・回数の違いなどいろいろな密度管理に検討を加えることができ、実用的な間伐指針が作成された。



図－１　スギ一般林分密度管理図

全国を一括して作成された４樹種の一般林分密度管理図、地域ごとに作成された秋田地方スギ林分、木曽地方ヒノキ林分、磐城地方アカマツ林分、信州地方カラマツ林分密度管理図などは、幹材積などの推定値に誤差が大きくなる場合がみられた。眞邊　昭は推定精度の改良方法を示すとともに、各樹種で地域ごとの林分密度管理図作成のためのプログラムを作成した。その後、林分調査資料を追加して地域の民有林、国有林別の林分密度管理図が作成され利用されるようになった。地域民有林を対象とした林分密度管理図は（表－１）、スギが７地域、ヒノキが４地域、カラ

表－１　民有林における樹種ごとの林分密度管理図

樹　種	地　域
スギ	表東北、裏東北・北陸、北関東・東山、南関東・東海、北近畿・中国、南近畿・四国、九州
ヒノキ	関東・中部、北近畿・中国、南近畿・四国、九州
カラマツ	北海道、本州
アカマツ	表東北、関東・中部、日本海、西日本・九州
ナラ類・クヌギ	東北、関東・中部、北陸・山陰、近畿・山陽、九州・四国

マツが２地域、アカマツが４地域、広葉樹のナラ・クヌギが５地域に区分されて作成された。また、県下の林分調査資料を用いて、県単独で独自の林分密度管理図を作成・利用している場合もみられる。

以上のように、人工林施業の主要な位置を占める密度管理に関する研究は、林分を構成する個体間の競争、密度効果の解明、それに森林の生産構造などに関する生態学的研究の成果を取り込んだ林分密度管理図が作成・利用されるとともに、大きく発展した。我が国の主要な造林樹種については、林分密度管理図を利用することで、生産目標に応じた植栽から間伐の強度や繰り返し、主伐までの密度管理に違いがある各種保育形式の得失を明らかにすることが可能になった。また、密度と材積成長との定量的関係が解明されたことで、経営目的に応じた保育形式を合理的に選択することができるようになった。

３．今後の課題

一般林分密度管理図は1968（昭和43）年に当時の林分調査資料で作成されたものであり、その後に作成された国有林、民有林別、地域ごとの密度管理図は、その後の林分調査資料が加えられて作成された。しかし、これらの林分調査資料は、木材市況が活況を呈していた時代で短伐期であったことから林齢が60年生以上の林分資料がきわめて少なかった。また、林分密度管理図が利用できる間伐方法は、木材の量的生産に有利な下層間伐に限られている。このため、林分密度管理図は、上層木平均樹高が30m以上の林分資料が少ない中で作成されたものである。また、間伐前後で上層木平均樹高が変化しない下層間伐しか利用できず、上層木平均樹高が間伐前後で変化する上層間伐、間伐後の樹冠空間が列状に集中する列状間伐には利用できない。

最近は、大径材生産目的、あるいは木材価格の低迷による長伐期化が進んでいる。長伐期になった場合に、現在使用されている最多密度曲線が適合するのか、幹材積などの推定誤差などについて地域ごとに検討することが必要である。また、間伐効率を上げるため、列状間伐を導入することが多くなっており、列状間伐後の林分変化を推定する手法も検討することが必要であろう。　　（竹内郁雄）

文　献

1）安藤　貴（1968）：同齢単純林の密度管理に関する生態学的研究，林試研報，210，1-153

2）Kira, T., H. Ogawa and N. Sakazaki (1953): Intraspecific competition among higher plants. I Competition-density-yield interrelationship in regularly dispersed population., J. Inst. Polytech. Osaka City Univ., D4. 1-16

人工林の保育形式比較試験

１．保育形式

人工林で生産される材の形質や量は、植栽密度、間伐、枝打ち、伐期の長さなどと密接な関係を持っている。日本各地の歴史の古い林業地は、かつて地域それぞれの生産材に特徴を持っていた。その材を生産したのは、要求される生産材の規格や品質に、その場所の自然環境の特徴や市場までの距離などの地理的条件が加わって生まれた特有の育成方式であった。その育成方式、すなわち、植栽密度、間伐開始時期、間伐強度、間伐繰り返し期間、（枝打ち）、主伐の時期、主伐時の立木密度

表－1　我が国林業地の保育形式（坂口[2]）

植栽密度	間　伐	伐期の長さ	林　業　地	主な用途
密植乃至多植	ほとんど行わない	短	旧四ツ谷林業	足場丸太
	弱度	短	西川、青梅、尾鷲、芦北林業	足場丸太、角材、柱材
	早くからしばしば	長	吉野林業	優良大径材、樽丸
中庸	弱度	長	智頭林業	同　上
	しばしば保育間伐	長	国有林	大径材
疎植	単木の成長に重点をおいて行う	長	飫肥林業	弁甲材
	ほとんど行わないか弱度	短	天竜、日田、小国、木頭、ボカスギ、日光林業	一般用材、電柱

＊植栽密度の多少や、伐期の長短は、従来その地方で行われてきた大体の傾向で他地方との比較による記載である。

などの違いによる各種の施業方式のことを「保育形式」と呼んだのは、坂口勝美元場長[2]であった。

保育形式はさまざまある。密植～疎植、長伐期～短伐期、強間伐～弱間伐、これらの組み合わせでいろいろな保育形式が想定できるが、我が国の林業地にそれぞれの経営目標に応じて発達していた保育形式は、表－１のように例示される。

例えば歴史の古い吉野林業。ha当たり10,000本を超す植栽密度で、スギ林の間伐は14、15年生から開始、伐期100年までに13回の間伐を行い、第１回から４、５回までの間伐材は洗丸太（磨丸太）、５～10回材は普通材、11～13回と主伐材は樽丸・酒桶等優良大径材という緻密な密植長伐期の保育形式が、1898（明治31）年発行の「吉野林業全書」（土倉）に記されている。また、宮崎の飫肥林業では、和船用の弁甲材生産のために、ha当たり1,500本程度（750本ともいう）の疎植で、60年以上の主伐までに弱度間伐３回程度という、大径材ねらいの疎植－長伐期方式であった。

表－１には無いが、京都北山林業も一種独特の保育形式を持っていた。極端に品質を重視する床柱生産用の造林地では、ha当たり7,000～8,000本の密植、伐期50～60年までほとんど無間伐、幼時からの強度枝打ちの繰り返しで高品質の床柱材に導くが、枝打ちは同時に無間伐林での個体間競争を緩和する手段である。

昭和後期から、これらの地域ごとの特色を持った保育形式は影を薄くし、全国的に均一化されつつあるようである。質より量の重視、外材利用の拡大、国内林業の低迷、そのほかさまざまな理由はあろう。そして、拡大造林で過去の経験的歴史を持たない人工林域が増加し、そしてそこでは「間伐手遅れ」という保育形式が採用され、普及してしまった。

２．保育形式比較試験

昭和30年代（1955～64）は、大戦後10年余、我が国は高度成長を目指した時代であった。木材の需要も伸びたが、まだ輸入外材も限られた時代で、木材増収を急務とした。拡大造林が進行するのと並行して、密植、早生樹品種、施肥など増収を目途とした木材生産の効率化が叫ばれた。そこでは木材を量的に確保することが優先し、品質面は軽視されがちであったことは否めない。最適・最効率の保育形式が策定対象になったのもこの時期である。

その頃には、密植造林が迎合される風潮があった。大阪市大の吉良竜夫を中心とするグループの研究が、「植物の生育密度と生産」の基本的な法則性を数理的に明らかにしたが、それを一言でいうと「生育密度が高いほど平均個体は小さいが、個体群全体の現存量は大

表－２　保育形式比較試験地一覧

樹種	担当機関		面積 (ha)	植栽年月	試験地の存廃 (＊：28年生まで)
	林業試験場	営林局・営林署			
カラマツ	北海道支場	札幌・苫小牧	35.8	1958.5	廃止（先枯病）
	本場	長野・岩村田	28.4	1962.4	廃止（つる、晩霜、台風）
アカマツ	東北支場	青森・久慈	17.2	1959.4	存続＊
	関西支場	大阪・福山	3.0	1960.3	存続＊
	関西支場	大阪・西条	2.5	1960.3	廃止（成長不良、虫害）
	九州支場	熊本・加久藤	14.4	1962.3	存続＊
スギ	本場	前橋・今市	15.1	1961.4	廃止（寒風害）
	九州支場	熊本・加久藤	17.4	1963.2	存続＊

きい、ただし十分時間が経てばその差はなくなる、高密度では自然枯死が生育密度を減らす」というものであった。これらの法則性は、草本群落で見出されたが、木本にも適合することが明らかになり、それが密植造林の根拠となった。木材が単に量だけでないのはいうまでもないが、量的生産優先、また、小径木需要の大きい時代であった。

林業試験場では、植栽密度や間伐といった林分密度管理方式と木材生産という基本的な林業課題に取り組むべく、「保育形式比較試験」を立ち上げた。試験期間を35年と置き、早生樹的意味も加味してカラマツ、アカマツ、スギを材料樹種とし、全国規模でその試験地を設置したのは1959（昭和34）～1963（昭和38）年のことであった。

３．試験の設計と経過

試験地は、表－２に示すように、全国６営林局７営林署管内（設定時名称のまま）の国有林に設置された。試験設計は、植栽本数４段階、伐期本数２段階、間伐開始年２段階(14年、21年)、間伐年数は１段階（７年）である。伐期は35年であるので間伐回数はそれぞれ３回と２回となる。この組み合わせに無間伐を加えて14通りの保育形式が設計された。アカマツについての設計を表－３とする。

こうして開始された35年という長期計画の８試験地であったが、表－２に記載のとおり、半数が試験途中で廃止せざるを得ないことと

表－３　保育形式試験設計（アカマツ）

形式符号	植栽本数 (本/ha)	伐期本数 (本/ha)	間伐開始年 (年生時)	間伐回数 (回)	予定間伐率 (%)
A	1,250		無間伐		
B	2,500		無間伐		
C-1		1,000	14	3	26
C-2		1,000	21	2	36
D-1		1,800	14	3	10
D-2		1,800	21	2	14
E	5,000		無間伐		
F-1		1,000	14	3	40
F-2		1,000	21	2	50
G-1		1,800	14	3	27
G-2		1,800	21	2	34
H	10,000		無間伐		
I		1,000	14	3	47
J		1,800	14	3	39

伐期は35年、間伐間隔は７年

表－４　今市スギ保育形式比較試験地の設計と収穫予測（只木1963　林試研報154）

保育形式	試験設計－伐期は35年、間伐間隔７年				幹材積収穫量（m^3/ha）		
	植栽本数（本/ha）	伐期本数（本/ha）	間伐開始年（年生時）	間伐回数（回）	間伐合計	主伐	主間伐合計
A'	1,500	無間伐			－	445	455
A	3,000	無間伐			－	529	529
B-1		1,100	14	3	84	405	489
B-2		1,100	21	2	96	403	499
C-1		1,700	14	3	37	478	515
C-2		1,700	21	2	43	476	519
D	6,000	無間伐			－	581	581
E-1		1,100	14	3	132	405	537
E-2		1,100	21	2	144	406	560
F-1		1,700	14	3	85	475	560
F-2		1,700	21	2	90	478	568
G	10,000	無間伐			－	590	590
H		1,100	14	3	161	402	563
I		1,700	14	3	107	477	584

なったのは、残念なことであった。そして、存続してきた４試験地も1987（昭和62）～1991（平成３）年の28年生時調査をもって終了することとなった。その理由は、試験地管理負担増、諸被害危険増などもあるが、この段階で試験目的にも応えられると判断したためであった。

存続してきた４試験地の試験結果は、保育試験研究班[1]によってまとめられている。それには「28年生まで存続の試験区（アカマツ、スギ）の何れでも、高密度の無間伐区では自然枯死が起こり、自然枯死線に沿って本数が減少し、また、両樹種の現存量や成長量は、既往の常識的な値が得られている。立木密度と幹材積との間には理論通りの逆数式の関係が得られた。当初の目的であった林分立木密度と成長の法則性（競争密度効果、収量密度効果）が実証された」と集約されている。

計画よりまとめまで40年にわたる多数の関係者各位の精進努力に敬意を表したい。

付．今市スギ保育形式比較試験地の収穫予測

栃木県の今市スギ試験地は、残念ながら寒風害のために廃止されたが、設定後間もなく試験設計に基づいて収穫を予測した資料があるのでそれを表－４に示しておこう。これは北関東阿武隈地方スギ収穫表調製のための標準地資料から密度管理図を作成し、これによって計画された形式について主・間伐材積を推定したものである。結果の要点は次のとおりである。

1）伐期本数が多いほど主伐材積は大。
2）無間伐モデル間では、植栽本数の多いものほど主伐時本数・材積も多い。ただし、主伐時に最多密度線に達しているもの相互間には差はないはず。
3）同一植栽本数モデル間では、主伐材積・主間伐合計材積ともに無間伐モデルで最多。ただしモデル間の差は10％以下。
4）同一植栽本数・伐期本数では、主間伐合計材積は間伐開始が遅いもので大。
5）同一植栽本数・間伐回数では、主間伐合計材積は伐期本数が多いもので大。
6）同一伐期本数・間伐回数では、主間伐合計材積は植栽本数が多いものほど大。

何れも設計条件範囲内でのという注釈が付く。また、生産材のサイズ・品質は無視した幹材積の量としてのみの比較であることはいうまでもない。　　（只木良也）

文　献

1）保育試験研究班（2000）：保育形式比較試験－28年間の経過と結果－，森林総研研報，379，9-33
2）坂口勝美（1961）：間伐の本質に関する研究，林試研報，131，1-95

森林生産力研究（国際生物学事業計画　IBP）

1．森林生態系の生物生産

1.1　生産力

生態系という概念がある。この生態系の骨格的構造を構成するものは植物であり、また、系内の物質循環の原動力となるものは植物が行う光合成生産、すなわち、無機物からの有機物生産である。ある期間内の光合成総量を総生産量、これから植物の生活に必要な呼吸量を差し引いた残り、すなわち、実際の植物体として固定された量を純生産量と呼んでいる。

総生産量－呼吸量＝純生産量
＝新生した植物体量

ただし、純生産量は植物体量（現存量）のその期間内の増加分ではない。その間に枯れ落ちるもの（枯死量）や動物に食べられるもの（被食量）があるからである。すなわち、

純生産量－枯死量－被食量
＝現存量増加量

なのである。

なお、一定期間当たりの生産量、すなわち、生産速度のことを生産力という。また、現存量とはある時点における生物体量（biomass）のこと、これが本来のバイオマスの意味である。

1.2　森林の現存量

森林では、年々の純生産量の一部が幹や根の形で蓄積されていくので、幼壮齢期では現存量は逐次大きくなる。しかし、老齢期に至ると純生産量の中の枯死量の割合が大きくなって、ついには現存量の増加は見られなくなる。極相原生林などで見られる現象である。

生産の担い手である葉の現存量、その測定は1930年代からヨーロッパで開始され、我が国では森林水文の分野で蒸散に関係するものとして調査が行われてきた。その後多くの資料が蓄積され、閉鎖という条件さえ満足されれば、同樹種の林分の単位土地面積当たりの葉量は、立木密度や生育段階等のほかの条件とは関係無く、ある定まった量を持つ、という林分葉量一定論が支配的となった。その後、近縁種同士、類似生活型同士でもほぼ似た値となると集約された。表－1にその例を示す。

1.3　森林の生産量

期始と期末の現存量の差額と期間内の枯死量等を合計する方法、また、当年新生部分を精密に分けて測定する方法などによって、純生産量の資料も大量に集積された。表－1と対応する形で表－2にそれを集約する。

こうした資料が蓄積されると、さまざまな検討が可能となった。例えば、葉量とその生産効率、太陽エネルギーの捕捉効率、総生産量に対する純生産量の比率等である。なお、大規模な群落である森林ではその呼吸量の把握が難しく、総生産量の推定例は少ない。しかし、非同化部分が大量でその呼吸消費も大きい森林は、草本群落に比べてずっと大きな総生産量を持ちながら、純生産における両者の差は小さいことなどが分かっている。

林業試験場は1950年代から、以上集約したような森林生産力の課題に大いに関心を示し、調査研究や資料収集に力を入れてきた。生態

表－1　日本の主要森林タイプの閉鎖時葉重（t/ha）と葉面積指数（イタリック）

	亜熱帯	暖温帯/低山帯	冷温帯/山地帯	亜寒帯/亜高山帯	（寒帯）/高山帯
落葉広葉樹林					
陽樹林		==========2.6[2-3] *3-5*=========			
陰樹林		===3.8[2-5] *4-7*===			
落葉針葉樹林			======3.0[2-4] *4-5*=====		
常緑広葉樹林					
1年葉林	=======3-4 *5*=====				
多年葉林	=====8.6[6-11] *5-9*====				
タケ林	=======7 *6*======				
常緑針葉樹林					
マツ林	=========6.8[5-8] *3-6?*=========				==20 *8?*==
ヒノキ林		=====14.0[12-16] *5-7*====			
スギ林		======19.6[15-24] *5-7*=====			
その他		=======16.9[12-22] *6-10*=====			

[　] は葉重範囲。
常緑広葉樹・1年葉林とは着葉期間約1年のもの（例：クスノキ）（Tadaki[2)]）

学系の研究体制が本支場を通じて充実しつつあった1960年代、IBPが発足し、林業試験場もこれに協力することになる。

2．国際生物学事業計画（IBP）

2.1　IBPの発足

1960年代は、地球人口はまだ40億人未満であったが、その後の人口急増が憂慮され始めていた。特に急増する人口を扶養するだけの食糧供給能力が地球にあるかどうかが問題で、食糧問題の基礎である生物資源量とその生産力を検証する必要が生じ、地球上の生物生産力を把握することを中心課題として、ICSU（International Council of Scientific Unions、国際学術連合会議）主導のIBP（International Biological Programme、国際生物学事業計画）が、1964（昭和39）年に発足した。

この研究事業の主題は「人類の福祉と生産力の生物学的基礎」。生物資源の有効な利用の方途や開発の可能性を追求すべく、地球上のさまざまな生物群集の生産力が調査研究された。我が国においては、日本学術会議が窓口となり、文部省が特定研究「生物圏の動態」を組んで対応した。参画した研究者数は約600名という大プロジェクトであった。

IBP全体は、①陸上生物群集の生産力、②

表－2　日本の主要森林タイプの純生産量（t/ha/年）（Tadaki[2)]）

	亜熱帯	暖温帯/低山帯	冷温帯/山地帯	亜寒帯/亜高山帯	（寒帯）/高山帯
落葉広葉樹林					
陽樹林		========= 7[5-9] ==========			
陰樹林		====9[7-11] ====			
落葉針葉樹林			=======10[8-15] ======		
常緑広葉樹林					
1年葉林	====14[12-16] ====				
多年葉林	====18[14-22] ====				
タケ林	====10[9-12] =====				
常緑針葉樹林					
マツ林	=======14[10-17] =========				==12 *?* ==
ヒノキ林		======14[11-18] =====			
スギ林		=======18[13-23] ======			
その他		=========14[11-19] ==========			

[　] は範囲。

生物生産過程、③陸上生物群集の保護、④陸水生物群集の生産力、⑤海洋生物群集の生産力、⑥ヒトの適応性、⑦生物資源の利用と管理、の七つの部門から構成されており、世界各国が単独あるいは国際的なチームを組んで各課題に取り組み、1972（昭和47）年まで継続された。

この間に一次（植物）生産力、二次（動物）生産力の概念やそれらの測定方法等が国際的に検討・標準化され、これによって、世界各地で統一的手法によって生物生産を測定することが可能となった。そのことと併せて、国際共同研究の気運が向上した意義は大きい。

2.2 森林調査研究の対応

上記「①陸上生物群集の生産力」の森林に関して、当時の我が国は現存量や生産力の測定手法や既往資料ともに世界をリードしており、これらの点で国際的に大いに貢献した。

期間中に我が国のチームがメインプロジェクトとして調査した国内森林は、熊本水俣の照葉樹林、長野志賀高原の亜高山針葉樹林の二つであったが、これを支援するかたちで、岩手アカマツ二次林、新潟と京都のブナ林、高知モミ・ツガ林、岩手カラマツ人工林、沖縄亜熱帯広葉樹林等の調査が行われた。これらの調査のほとんどのものに林業試験場の研究員が関与したが、特に水俣の照葉樹林（九州支場）、岩手のアカマツ林とカラマツ林（本場造林部、東北支場）、高知のモミ・ツガ林（四国支場）には貢献するところが大きかった。

なお、スギ林については、すでに大量の調査資料が蓄積されており、新規調査よりはその資料整理が主となった。それを含め、我が国の既往の資料を整理し、世界に公表することも重要な業務であったが、当時の林業試験場の持つ資料量とスタッフの調査能力は、ここでも大いに力を発揮した。公式報告書には、安藤　貴、蜂屋欣二、苅住　昇、河原輝彦、只木良也、谷本丈夫の名がみえるが、このほかにも直接間接に関係した人は多数にのぼる。

一方、マレーシア、イギリスとの国際共同研究として、マレー半島中部の熱帯多雨林における生物生産を中心とする生態調査も大規模に行われた。この調査には、林業試験場からは、加藤亮助（東北支場）、只木良也（造林部）が長期間の調査に参加し、最大樹高60mの熱帯多雨林の調査区20×100m^{2}を悉皆層別刈取り測定した（Kato et al. 1978）。

3．IBPその後

国内のIBPの成果は、1972（昭和47）年の研究期間終了後、全20巻のJIBP Synthesis（英文、東京大学出版会）として出版されたが、その内の3巻（文献[1]はその例）は森林の生産力に関するものであった。

1960年代後半から、地球レベルでの環境問題が顕在化してくる。暴走ともいえる人間活動が生んだ環境汚染や環境破壊がもたらす人類の将来に対する世界的な危機感は、1972（昭和47）年ストックホルムでの第1回国連人間環境会議を実現させ、人間環境宣言を採択、これらを受けてIBPは、MAB（Man and Biosphere、人間と生物圏計画）へと展開していった。

森林の生物生産の研究はIBP時代がピークであったが、その後も各地で継承されている。また、1990年代から問題化してきた地球温暖化と、それを抑止する森林の機能（光合成による二酸化炭素吸収と現存量増加によるその固定蓄積）を検討するに当たって、森林の生物生産の理論枠組みはそのまま適用される。また、フラックス観測等の新手法が導入されたとはいえ、基本的な生物生産量やそれらから換算可能な炭素収支等の数値資料を提供できるのは、1960～70年代の森林生産力研究の遺産と言ってもよいであろう。　（只木良也）

文　献

1）Shidei T. and T. Kira (ed.) (1977): Primary Production of Japanese Forests-Productivity of Terrestrial Communities. JIBP Synthesis 16. 289pp., Univ. of Tokyo Press, Tokyo.

2）Tadaki, Y. (1986): Productivity of forests in Japan. In crown and canopy structure in relation to productivity (T.Fujimori & D.Whitehead eds.), 7-25. FFPRI, Ibaraki.

激害型マツ枯損の原因解明と防除研究

1．研究の背景

激害型マツ枯損とは、まつくいむし、マツクイムシ、松くい虫と呼びならわされてきた集団的、流行病的マツ枯損のことである（現在の正式な名称はマツ材線虫病）。この激害型マツ枯損の日本いや世界で最初の報告者は、農林省林業試験場林務技師矢野宗幹である。

彼は、激害型マツ枯損が1905（明治38）年頃に、長崎県長崎市周辺で起こったこと、その原因は生物害と思われること、ただし、原因生物が何であるのかは不明であること等を山林公報に記述している[1)]。適切に処置されたことにより、その被害は終息したもののその後、被害は多発・拡大し、最初の被害の報告から40年経った戦後の1947（昭和22）年時点では、すでに九州から千葉県まで27都府県に被害が広がっていた。拡大する一方のマツ枯れに対し、1964（昭和39）年に、この枯損の原因を穿孔性昆虫類とする観点の研究（林業試験場特掲項目研究「マツ類の穿孔虫に関する研究、1964（昭和39）～1969（昭和44）年」）が行われ、穿孔性昆虫類とマツ枯れの関係についての研究が進んだ。この中で、枯れに伴って樹皮下に穿孔する昆虫種（松くい虫あるいは、まつくいむしの語源、ゾウムシ類10種、キクイムシ類６種、カミキリムシ類15種）と、その穿入時期が明らかにされ、樹皮下に穿入する虫の種類による枯損型（夏型、夏秋型、秋型、秋春型、春型）の分類がされた。また、昆虫種ごとにその虫が健全なマツを加害できるどうかの加害性（健全なマツを加害し、生育あるいは増殖できるものを一次性。マツに防御反応が起こらない弱った条件でないと加害できないものを二次性）をみるため、接種試験が実施された。しかし、樹皮下穿孔虫類のいずれにも、一次性種はみられなかった。そのような中で、樹皮にポンチ穴を開け、そこから流出する樹脂量からマツの健康度を判定する手法が考え出され、樹脂流出が止まって異常と判定された木（異常木）の枯死率は著しく高いことが明らかとなった。樹脂流出の停止と、穿孔性昆虫類の樹皮下への産卵には強い関係があり、穿孔虫類の産卵前には必ず樹脂流出の停止が起こっていたことから、何か不明のマツへの一次性の加害要因があって樹脂流出の停止が起こる。その結果、穿孔性昆虫類による二次性の攻撃が起こるのではないかと考えられるようになった。

2．研究の成果

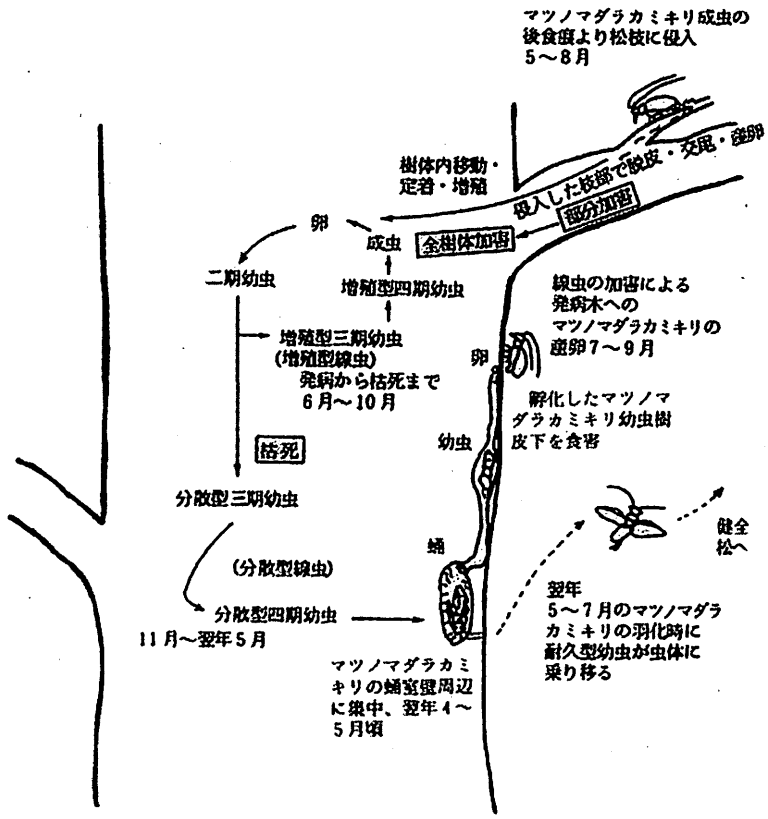
2.1　枯損原因マツノザイセンチュウ及びその媒介者マツノマダラカミキリの発見

穿孔性昆虫を対象にした防除事業が各地で行われていたが、マツ枯れが一向におさまる様子をみせないことから、激害型マツ枯損の原因を明らかにすることで、的確な防除技術を確立しようと、農林水産技術会議特別研究「まつくいむしによるマツ類の枯損防止に関する研究、1968（昭和43）～1971（昭和46）年」

が実施された。枯損原因として穿孔性昆虫の一次加害性には、この時点ですでに疑念が持たれていたため、微生物、土壌、樹木生理等の専門家を加えて広く枯れの真因探しが行われた。想定された原因がいずれもネガティブな結果しか得られないという閉塞状況の中で、九州支場樹病研究室では、収集した各地の被害材から、*Bursaphelenchus*属線虫が普遍的に検出されることを見出した。この線虫はマツの衰弱の初めにはあまりみられないことから、一次加害者とは考えられていなかったが、これを培養し、マツ苗木やマツ生立木に接種したところ、樹脂流出を停止させ、その後急速に黄赤色に葉が褪色するという激害型マツ枯損の特徴的症状が再現され、接種枯死木からは接種源に用いたと同じ線虫が分離された。これらの事実は、病原微生物に関するコッホの四原則を満たすもので、これで激害型マツ枯損の真の原因が、この線虫によるものであることが明らかになった[2、3]。この線虫には、和名マツノザイセンチュウ（1971）、学名*Bursaphelenchus lignicolus*（1972）が与えられる（のちに、*Bursaphelenchus xylophilus*と変更）とともに、病名としてマツ材線虫病が与えられた。ところが、枯損原因マツノザイセンチュウには、マツからマツへの伝播能力がないことが分かり、媒介者が探索された。そして、線虫の媒介者がマツノマダラカミキリであること、この虫の後食時にマツに線虫が伝播されることが明らかになった。

2.2　両種の生活環の解明

マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリの共生関係が解明されたことから場内プロジェクト研究「材線虫によるマツ類の枯損に関する研究、1972（昭和47）年」、続いて、農林水産技術会議プロジェクト研究「マツ類材線虫の防除に関する研究、1973（昭和48）～1975（昭和50）年」[4]が行われた。それにより、マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリが共生して被害を拡大するしくみが、詳細に明らかにされた（図－1）。それは、



図－1　マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリの生活環

①マツノマダラカミキリ成虫が健全木の枝の樹皮を摂食する際の食害痕に虫体から脱出したマツノザイセンチュウが侵入する。②マツの枝に侵入したマツノザイセンチュウはマツに病気を起こす（樹脂流出が停止する）。すると、③発病木にマツノマダラカミキリ成虫が誘引され、産卵する。④マツノマダラカミキリは発病木で育ち、老熟幼虫は蛹室を作る。翌年マツノマダラカミキリが羽化脱出する時、蛹室周辺に集まっていたマツノザイセンチュウがマツノマダラカミキリに移る。⑤この過程を繰り返し、被害が広がるというものである。この生活環（共生環）に関わる両生物の発育温度等環境条件や、以下の防除技術の開発が先述のプロジェクト研究「マツ類材線虫の防除に関する研究」の中で行われたのである[4]。

2.3 媒介者マツノマダラカミキリ及び病原生物マツノザイセンチュウを対象とする防除技術の開発

マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリの巧妙な連環が分かると、その連環を断つための各種の防除方法が検討された。①この虫が健全木の枝の樹皮を摂食する際のかじり傷にマツノザイセンチュウが侵入するのを防止（後食予防）するため、樹冠に殺虫剤を散布する方法、②マツノマダラカミキリ成虫を誘引器に誘引する方法、③次年度のマツノマダラカミキリ成虫の発生源となる枯損木を伐倒し、材表に薬剤を散布するなどし、材中のマツノマダラカミキリ幼虫を駆除する方法、④マツノザイセンチュウの樹体内での加害を防止することを目的とする薬剤及びその効果的な施用技術としての樹幹注入法と土壌処理法の検討がされた。

2.3.1 マツノマダラカミキリ後食予防剤

1）後食予防剤の開発

マツノザイセンチュウがマツノマダラカミキリにより健全なマツに伝播されることが明らかにされたことにより、場内プロジェクト研究「材線虫によるマツ類の枯損に関する研究、1972（昭和47）年」において、後食防止剤のスクリーニングが行われ、MEP、MPP、NAC等の散布による枯損防止効果が認められた。以後、各県との連絡試験や、林業薬剤協会の委託試験によって、地上散布で枯損防止効果を得るための散布諸元（薬剤の種類、濃度、マツ１本当たりの施用量、施用時期）が、定められた。さらに、これらの薬剤は空中散布用薬剤として実用化した。

2）後食予防剤のマツ枯損防止に果たす意義

実際の後食予防剤散布地で、枯損率を調査する一方、樹冠に飛来した後、一定面積の清掃した路上に後食・落下するマツノマダラカミキリを計数したところ、枯損木の多かった散布初年には多くの虫が落下するが、枯損本数の減少につれて次年、次々年と落下虫数は減少した。この後食予防剤のマツ枯損防止に果たす意義を室内試験でみたところ、殺虫効果は、経口によるもので、経皮やガス効果によるものではなかった。後食予防剤が殺虫・後食防止効果を得るには枝表面積当たりの有効成分量で一定（MEPで0.44$\mu g/cm^2$）以上が必要で、その濃度以上では、僅かな後食で致死する。それによって、マツノザイセンチュウの樹体内への侵入が防がれ、当年度の枯れが防止できる。また、成虫を殺すことで産卵を防止し、次年度の成虫発生数を減らし、周辺マツ林への飛び出しを減らし、枯れの広がりを止めているものと推察された。

2.3.2 マツノマダラカミキリ後食予防剤の環境安全確認調査

1977（昭和52）年に制定された「松くい虫防除特別措置法」では、マツノマダラカミキリを松くい虫とし、マツノマダラカミキリ成虫の後食防止剤の空中散布を特別防除と定義した。しかし、森林への殺虫剤の散布という方法は効果の反面、生態系への影響が懸念され、安全確認の試験研究が要請された。それ

を受け、技会特別研究「有機合成（有機りん）殺虫剤の環境生物に及ぼす影響と代替技術としての害虫誘引物質の開発利用に関する研究、1977（昭和52）～1981（昭和56）年」が組まれ、空中散布薬剤の安全確認調査が行われた。

1）昆虫相に及ぼす影響

散布地と非散布地の比較を行うことで各種昆虫類への影響をみると、樹冠部から路上に落下する昆虫類には、散布継続年数による種数、総個体数に大きな変化はなかった。しかし、多様性は幾分減少の傾向がみられた。これは、林外から飛来する昆虫で樹冠昆虫が補われたためと考えられた。下木類に生息する昆虫群集は、散布による著しい単純化とその後の回復を毎年繰り返した。これは、MEPの残留量の減少による死亡率の低下、新たな個体の発生、ほかの優占種による置き換えや飛び込みによる穴埋め現象によるものと考えられた。下草類に生息する昆虫類への影響についてみると、捕食性昆虫類と食植性昆虫類の個体数は散布により急激に減少するが、1ヵ月以内にはほぼ元の個体数へと回復するという周期変動を示した。オサムシ、ゴミムシなど地上徘徊性昆虫類は連年の薬剤散布で個体数が減少したままで、後の回復が弱かった。

2）野鳥に及ぼす影響

散布が散布地内の鳥類のなわばり数、群行動に及ぼす影響、斃死体や、衰弱個体がみられなかったことから、MEP散布による野鳥の種類、生息密度に与える影響はなかった。これは、散布地で薬剤を取り込んだ昆虫をシジュウカラに食べさせた室内実験において、この鳥に生理的変化がみられなかったことからも裏付けられた。

2.3.3 被害材内マツノマダラカミキリ幼虫の駆除

1）薬剤による幼虫駆除

有機りん剤の殺虫、丸太内移行・残留試験が行われ、その丸太表面散布で防除効果のある薬剤数種が選ばれた。しかし、丸太表面散布では蛹室にまで薬剤が入らず、冬に蛹室を形成した終齢幼虫には高い効果は得られなかった。この問題を解決するため、野外に集積した被害丸太をビニールシートで覆い、シート内にくん蒸剤を施用し、それにより材内虫を駆除する方法が開発された。顕著な効果のある薬剤として当初メチルブロマイドが開発されたが、この剤にはオゾン層破壊の問題があることが分かり、後には施工者への安全性と防除効果にも優れたNCS剤が開発され、代替している。

2）天敵微生物による幼虫駆除

日本各地からマツノマダラカミキリの病死個体が集められ、殺虫効果の高い微生物の検索が行われた。その中で、マツノマダラカミキリ幼虫に対して強い病原力のあるボーベリア菌、*Beauveria bassiana*が選抜され、種駒、やキイロコキクイムシを菌の運び手とする方法なども検討されたが、強い殺虫力を防除効果として引き出せる方法はなかった。ボーベリア菌の培養基材（不織布）を、伐倒丸太上におき、さらに、シートで覆う方法をとると、不織布上に形成された胞子がマツノマダラカミキリに付着することで、羽化脱出後の成虫は2週間ほどで100％近く死亡することが明らかになった。現在、この方法での農薬登録が期待されている。

3）天敵昆虫による幼虫駆除

オオコクヌスト等の捕食性昆虫15種が確認されたが、これらは大量飼育が困難であった。大量飼育が容易なサビマダラオオホソカタムシについて、実用性を検討している。

4）昆虫寄生性線虫による幼虫駆除

昆虫に敗血症を起こす共生細菌を体内に持つ昆虫寄生性線虫である*Steinernema feltie*の導入が図られたが、この線虫が乾燥に弱いため、農薬登録にいたらなかった。串田　保がドウガネブイブイ幼虫に寄生して死亡させる線虫*Steinernema kushidai*を検出した。この線

虫にもマツノマダラカミキリ幼虫に対する殺虫性はみられなかった。

5）昆虫捕食性鳥類による幼虫駆除

アカゲラは樹幹内の昆虫類の幼虫を捕食するが、樹洞の少ないマツ林にはあまり生息しない。そこで、マツ林に繁殖用巣丸太とねぐら用巣箱を開発し、設置してみたところ、アカゲラの観察例が増え、4年後にはマツノマダラカミキリの羽化率は半分に低下した。これは、マツ林へのアカゲラの誘致がマツノマダラカミキリの幼虫防除に結びついた結果といえる。

2.3.4　マツノマダラカミキリ成虫誘引剤

マツ材線虫病に罹ったマツ、あるいは伐倒したマツ材からマツノマダラカミキリ成虫を誘引する匂い物質が発散することを突き止め、それがエタノール、α-ピネンであることを明らかにした。そして、これをベースとする誘引剤が実用化した。しかし、この誘引剤には羽化初期の性成熟前のマツノマダラカミキリ成虫を誘引する効果はなく、当年の枯損防止に用いることは困難である。現在、これは主に、マツノマダラカミキリのモニタリングに利用されている。

2.3.5　マツノザイセンチュウの防除

1）マツ材線虫病防除薬剤の開発

激害型マツ枯れの原因であるマツノザイセンチュウが発見されたことから、マツノザイセンチュウそのものを防除対象とする薬剤開発の研究が前述の農林水産技術会議プロジェクト研究「マツ類材線虫の防除に関する研究」（1973（昭和48）～1975（昭和50）年）において開始された。マツノザイセンチュウはマツ枝から伝播し樹体内に侵入することから、薬剤を予め樹体内に浸透・移行させる必要がある。そこで、樹体内を浸透・移行し、マツノザイセンチュウに作用し、防除に必要な期間樹体内に残留する薬剤のスクリーニング試験が苗木を用いて行われた。薬剤の処理方法としては、樹幹注入、土壌処理が考えられ、樹幹注入によるスクリーニング試験において、フェンスルフォチオン、チオナジン等に高い防除効果が認められ、土壌処理ではダイスルフォトン等に防除効果のあることが明らかになった。これらの薬剤については、林野庁システム事業「松の枯損防止新技術に関する総合研究、1978（昭和53）～1982（昭和57）年」によって、8県の参加による成木試験が行われ、効果のある薬剤、材積重量当たりの処理量、処理時期や防除効果のある樹体内分布濃度が明らかにされた。この研究で防除効果の明らかとなった酒石酸モランテルやメスルフェンホスは薬剤メーカーにより農薬登録され、実用化した。これはその後の薬剤開発のモデルとなって現在にいたっている。

2）マツノザイセンチュウに対する作用機構

これら有効な薬剤は線虫のアセチルコリンエステラーゼ等の神経系に作用し、体運動を阻害するものであることから、マツ材線虫病がマツノザイセンチュウの樹体内移動と関係するものであることが明らかにされた。

3）治療効果

殺線虫剤を処理することによる予防効果が認められたことにより、これを治療剤として用いることの可否が検討され、市販の薬剤ではないが、樹脂流出の停止で発病が認められた段階であれば、数種の薬剤に生残・治療・回復効果のあることが認められた。ただし、実際の自然でのマツ材線虫病の治療に必要になる、発病木の非破壊的、かつ、簡易な診断技術がまだなく、殺線虫剤による治療は実用的なものにはいたっていない。

しかし、マツ材線虫病発病木が、殺線虫剤の処理で生残・回復するということは、発病・枯死がマツノザイセンチュウそのものに起因することを改めて示すものといえる。

2.4　マツノザイセンチュウの起源、枯損機構、伝播機構、抵抗性機構の解明

2.4.1　マツノザイセンチュウの起源

マツノザイセンチュウの1975（昭和50）年当時の分布範囲は、太平洋側の北限が宮城県、日本海側では、石川県であった（その後30年近くを経過した現在は、青森県・北海道以外のすべての都府県に分布している）。この調査を進める中で、マツノザイセンチュウに良く似た線虫が発見され、1979（昭和54）年にはこれに和名ニセマツノザイセンチュウが付けられた（学名*Bursaphelenchus mucronatus*）。ところが、1981（昭和56）年になり、1972（昭和47）年に学名*Bursaphelenchus lignicolus*が与えられていたマツノザイセンチュウのタイプ標本（1934（昭和９）年作製）が米国にすでに存在することが1981（昭和56）年に分かり、*Bursaphelenchus lignicolus* は *Bursaphelenchus xylophilus*のシノニムであることが判明した。これにより、マツノザイセンチュウが日本に侵入した線虫で、ニセマツノザイセンチュウの方が日本在来種であると推定された。このことは、1990年代における各国のマツノザイセンチュウの遺伝子配列の比較によって裏付けられた。このマツノザイセンチュウが、全国的に分布するようになると、何故かニセマツノザイセンチュウの分布は限定的、狭小になってきている。

2.4.2　病原性の変異

各地のマツ枯死木やマツノマダラカミキリから分離したマツノザイセンチュウを分離し、アイソレート（分離個体群）としたものをクローンのマツに接種し、アイソレート別の病原性の強さをみたところ、それぞれのアイソレートで発病率が異なること、つまり、アイソレート別に病原性が異なることが明らかになった。また、同一林分内においても枯死木別、マツノマダラカミキリの個体別に病原力の違いがあることが明らかになった。アイソレート別に病原性と培地上での繁殖性の関係を調べると、強病原性のアイソレートグループの方が繁殖がよかった。また、強病原性線虫と弱病原性線虫を同時に接種したマツでは、発病・枯死が起こるがその枯死木の樹体内では強病原性線虫のみが検出された。これらのことから、病原性と線虫の繁殖性との間には強い関係があると考えられた。現在、内外の強・弱病原性アイソレートや各地のニセマツノザイセンチュウを合わせ、200株ほどが継代培養されており、病原性の指標となる性質そのほかを探索している。

ところで、２年生マツ苗木に弱病原性線虫を先に接種し、後から強病原性線虫を接種すると、枯損率が下がる現象がみられた。これは、植物ウィルスのような誘導抵抗性によると考えられ、実用化を図る研究が実施されたが、成木では安定した効果は得られていない。

2.4.3　発病・枯死機構

マツノザイセンチュウによるマツの枯損機構が解明されれば、新たな防除技術の開発が可能と考えられた。そのため、技会特別研究「マツ枯損防止に関する新防除技術開発のための発病機構の解明、1981（昭和56）～1984（昭和59）年」が行われた。その中で、特に検討されたのは奥　八郎ら（1979）の毒素原因説である。この説は、マツ材線虫病に罹ったマツからはマツの稚苗を枯らす物質が生成されるというものであったが、これに関しては、再現性が得られない結果となった。しかし、マツノザイセンチュウが、多種の糸状菌上で容易に増殖するだけでなく、マツや、アルファルファのカルスでも繁殖すること、この線虫が食菌性であるだけではなく、食植性であること、また、無菌のマツ稚苗に無菌のマツノザイセンチュウを接種し、無菌状態で培養することで、マツ稚苗が衰退致死するなどのことも明らかになった。これらは、マツノザイセンチュウはマツ樹体内でほかの生物の介在なしで生活でき、発病させ得ることを示すものである。また、マツノザイセンチュウを接種し、マツ材線虫病を起こしたマツ樹体には、樹脂道から道管に流出した樹脂による水分通導の阻害現象（キャビテーション、

エンボリズム）がみられるが、マツノザイセンチュウの浮遊液から抽出した細胞壁分解酵素（セルラーゼ）の投与マツ苗木には、これと類似の病徴がみられることを見出した。なお、セルラーゼに関しては、マツノザイセンチュウからセルラーゼ遺伝子を単離し、その遺伝子配列から、これが糸状菌類から水平転移で獲得されたものと考えられること、腹部唾液腺で生成され、口針から分泌されているなどのことが、2004（平成16）年に明らかになった。発病との関係は今後の課題である。

2.4.4　マツノザイセンチュウの伝播機構

マツノザイセンチュウには、樹体内や培養条件で卵・幼虫・成虫・産卵を繰り返す増殖型と、枯死が進んだ材中にいた個体が秋冬期になって蛹室壁へ集合し、マツノマダラカミキリの羽化とともにその気門へ乗り移り、マツノマダラカミキリの後食時に、マツ枝に侵入するまでの間を過ごす分散型との２型があることが生活環の研究の中で明らかにされた。増殖型から分散型に切り替わるのにはどのような条件が必要かが分かれば、マツノザイセンチュウ－マツ－マツノマダラカミキリをつなぐ生活環を人為的に断ち切ることも可能であるとの観点からその機構の解明に向けての研究が行われている。

2.4.5　マツノザイセンチュウに対するマツの感受性、抵抗性機構

マツノザイセンチュウの加害生、病原性に遺伝的変異がみられる一方、宿主であるマツ側にも、さまざまな感受性レベルのあることが明らかになった。樹種では、国産のアカマツ、クロマツ、リュウキュウマツやアジア・ヨーロッパのマツの感受性が高い一方、テーダマツやスラッシュマツ等米国土着マツは抵抗性である。これは、米国産のマツがマツノザイセンチュウとの長い闘いの歴史を経て、マツノザイセンチュウに対する抵抗性を獲得したからではないかと考えられている。マツノザイセンチュウが米国原産で、日本やアジア近隣国に侵入したものであることは、マツノザイセンチュウの遺伝子解析によって確認された。そのことは、この考えの一つの裏付けといえる。マツノザイセンチュウをマツに接種すると、初期の発病から枯死にいたるその進展の過程で、樹脂流出の停止、生細胞の変成、水分通導機能の阻害や形成層の壊死等さまざまな現象が生起している。これらが何故、どのようにして起こるのか。厳密には発病（感受性）によって起こる現象と発病を抑制すること（抵抗）によって起こる現象とは分けて考えるべきであるが、両者は複雑に絡んでいて分けにくい。マツノザイセンチュウの樹体内での挙動と各種の現象の起こる機構を抵抗性と感受性に分けて解明・整理していくことは、今後の課題である。

2.5　マツ林の枯損動態の解明

2.5.1　枯損動態に絡む要因

枯損動態に関しては、「マツ類材線虫の防除に関する研究、(1973（昭和48）～1975（昭和50）年)」及び「マツ枯損防止に関する新防除技術開発のための発病機構の解明、1981（昭和56）～1984（昭和59）年」において取り組まれた。

1）気温、土壌乾燥と枯損動態

夏季の夏日、真夏日が発病に必要なことを、線虫接種苗木の温度条件を制御した実験で明らかにした。すなわち、接種苗木を20℃、25℃、30℃の温度条件においたところ、20℃では枯死しなかったが、25℃、30℃では接種後１ヵ月で枯死し、苗木体内では日数経過にしたがって指数関数的に線虫個体数が増加していた。また、土壌乾燥は接種後の枯死率を高めることが明らかになった。10年間の現地調査の結果を照合すると、夏季が特異的に高温少雨だった年には枯損率の急激な増加がみられたのに対し、夏の高温期間の短かった年の枯損率は低かった。このことは、高標高地や寒冷地では、冷涼になってからの発病が起

こるため、通常は枯損率が低かったり、年越し枯れが多かったりするが、夏の高温少雨の年には夏型枯損が増加する傾向がみられることと共通の結果といえる。

2）大気汚染と枯損動態

室内で50ppbのSO_2を処理したもの、処理しなかったもの双方にマツノザイセンチュウを接種したが、マツ材線虫病の発病率に差はみられなかった。現在の日本でのSO_2濃度、数ppb程度ではマツの生理への影響がみられないことなどから、SO_2がマツ枯れの要因になる可能性は低いものといえる。

3）マツ林の管理と枯損動態

立木密度と枯損の関係では、調査林分は立木密度の粗密に拘らず、いずれの林分も最終的に壊滅し、立木密度の粗密の差はなかった。下刈りと枯損では、下刈り区の方が僅かに枯損が少なかった。菌根菌をマツの健全性強化に利用する試みがされたが、明確な結果は得られなかった。

4）マツノマダラカミキリ成虫の移動・分散と枯損動態

羽化・脱出したマツノマダラカミキリの大部分は脱出木から100m～200m以内に停留していて、発病木が発生すると発病木とその周辺木に集中する行動が明らかになった。また、被害林分からの距離と被害発生との関係では、距離の指数に反比例して枯損率が減少する傾向がみられた。また、この虫の飛翔力が強くないこと、夏期の風向は、被害拡大方向を決定することが明らかにされた。

3．今後の課題－マツ材線虫病の終息

矢野宗幹が記録した激害型マツ枯損の起こった年（1905（明治38）年）から数えて、本2005（平成17）年は丁度100年の節目の年になるが、これは奇しくも我が所の創立年と重なる。この間に、被害が侵入生物マツノザイセンチュウの起こす病気（マツ材線虫病）であること、この病気は媒介者マツノマダラカミキリによって広がっていることが解明され（昭和46・47年）、その仕組みに基づいて各種の防除技術が開発された。

しかし、日本全国津々浦々にまで激害型マツ枯損が拡大してしまったのは、一つは、媒介者マツノマダラカミキリの個体群密度を落とす程強力な天敵が現われなかったこと、二つは、日本のマツにマツノザイセンチュウに対する抵抗性が現われなかったこと、また、一つは原因と対処技術が開発された時点においては、すでに人の手に負えない大火状態であったためである。限定された地域であれば、マツ枯れ発生の仕組みに基づいて開発された防除手法を統合し、防除を徹底・継続する体制をとれれば、マツ林の保全が可能なことは改めていうまでもない。ただし、無限定にそれを広げることは経費的、環境保全的に無理であり、また、伝染源が残る限り防除をやめたら元の木阿弥に帰するという問題がある。

守るべきマツ林を限定し、その中を重点的に防除する一方、そのコア部分にマツノマダラカミキリに飛び込まれることのないように、周辺２kmを樹種転換林で囲むという現在の行政施策は妥当といえる。それでは、地域に限定しないで、両生物に起因するマツ枯損を究極的に終息させるにはどうしたらいいのだろうか。米国のマツでそうだったと考えられていること、つまり、日本のマツの中からマツノザイセンチュウに強いマツがでてきて、全国のマツがそれに置き換われば、枯れは沈静化（土着化）するはずである。しかし、それには長年月を要するであろう。マツ枯れ研究に関する期待の半面、厳しい目のある中で当所は、マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリに関する基礎研究を内外の研究機関と時に競争しながら、時に連携しながら進めることで効果的なマツ枯れ防止技術の開発につなげていかなければならない。

（松浦邦昭）

文　献

1）矢野宗幹（1913）：長崎県下松樹枯死原因調査，山林公報，４号付録1-10

2）清原友也・徳重陽山（1971）：マツ生立木に対する線虫*Bursaphelenchus* sp.の接種試験，日本林学会誌，53(7)，210-218.

3）農林水産技術会議事務局（1971）：昭和48年度まつくいむしによる松類の枯損防止に関する研究推進会議資料，農林水産技術会議事務局，pp. 405

4）農林水産技術会議事務局（1977）：マツ類材線虫の防除に関する研究，農林水産技術会議研究成果96，pp. 166

大気汚染研究プロジェクト

1960年代に入って急速に進んだ高度経済成長に伴い、都市域や工業地帯において大気汚染や水質汚濁等の公害問題が発生し、大きな社会問題となり、森林・樹木にも影響が見られるようになった。このため、1965（昭和40）年以降、農林水産技術会議参加の研究機関を中心とした大型プロジェクト研究が実行された。

１．研究の経過

1.1　大気汚染による樹木被害の認識

「公益を害する」さまざまな現象が「公害」という言葉で表現されていた。このうち，二酸化硫黄（亜硫酸ガス）やばいじん（煤塵）による大気汚染が大都市や工業地帯の樹木の生育に悪影響を及ぼしていることが指摘されてきた。そのため、科学技術庁の特別調整費による「公害防止に関する総合研究」の一環として「大気汚染の樹木に及ぼす影響」という課題が、造林部、土壌部、防災部、浅川実験林の共同研究として1965（昭和40）年に開始された。当時、大気汚染に対する社会一般の認識はまだきわめて低く、いわゆる“公害”という言葉も比較的なじみの薄いものであった。しかし、大気汚染による影響は一部ではかなり深刻な形であらわれてきており、とくに人体影響の面で見過せない時点にきていたことも事実であった。樹木に対する影響についても、主要汚染地域では、公園緑地の樹木、街路樹などに衰退現象が指摘されはじめていた。

最初に、都内20箇所の公園・緑地に生育する樹木について樹種別、個体別に生育状況、病虫害などを詳細に調査した結果、都心部では、アカマツ、スギ、モミの成木はほとんど枯死して見当らず、ケヤキ、シラカシなどの衰退が目立ち、地域による衰退の違いは大気中の硫黄酸化物濃度の分布とほぼ対応することを明らかにした。また、樹葉中に含まれるイオウ量と大気中の二酸化イオウ濃度と相関があること、葉面に付着しているダスト量から樹林によるフィルター効果も明らかにした。

1.2　被害発生機構の解明

農林水産技術会議の特別研究による最初のプロジェクト研究「大気汚染による農林作物被害の測定方法に関する研究」は、1968（昭和43）年から４年間、二酸化硫黄とフッ化水素による農林作物被害の測定方法の確立、指標植物の探索等を目標として行い、林業試験場は樹木と野生植物を分担した。東京都内の主要樹種について追跡調査を行い、被害解析が進められる一方、燻煙（ガス暴露）実験によって主要汚染物質の影響を確かめた。

主要な成果としては、東京都心部での樹木衰退が進行し、特にケヤキの異常落葉、スギ、モミの枯死現象が都心周辺部へ拡大していること、主要道路の交差点付近では、都心と同様の衰退が起きていることなどを明らかにした。アカマツ、ケヤキなどの樹葉中の硫黄含有量を分析し、大気汚染の有力な指標となることを確認した。浅川実験林に設置された大型のビニールハウスを用いた燻煙実験によって、樹種による被害症状の特徴、ガスに対する相対的感受性の差異を約90種の樹木・草本について明らかにした。ガス濃度と燻煙時間、生育時期、土壌条件、光条件、葉齢、品種系統に関する解析を行い、ガス濃度・時間と被害の発現の関係、葉内の成分の変化と生理作用への影響を明らかにした。岡山県水島地区での現地植栽試験では、アカマツ、スギ、ヒノキのポット植えを距離別に配置、アカマツが最も被害が大であること、被害発生時間と大気中のガス濃度の関係が燻煙実験とほぼ一致することを確かめた。さらに、マツのすす葉枯病の発生に対し、二酸化硫黄が誘因となることを実験的に証明した。また、大気汚染指標としての樹皮着生蘚苔類を観察して広域の大気汚染地図を作成した。

1.3 光化学オキシダントの発生

この間、1970（昭和45）年には新たに光化学オキシダントによる汚染が発見されるなど、一次、二次汚染物質からなる複合汚染の実態が深刻化したことを受け、1970（昭和45）年７月に内閣に総理大臣を本部長とする公害対策本部、関係閣僚からなる公害対策閣僚会議が設置され、翌年には環境政策を一本化するために環境庁が設置された。

大気汚染関係のプロジェクトは環境庁一括計上特別研究となり、1972（昭和47）年から５年間の計画で「農林水産生態系における汚染物質の循環と指標生物に関する研究」が始まった。この中では「農林水産環境における指標生物の耐性限界とその利用」のうち、ケヤキ、ポプラの成長に及ぼす影響、主要汚染物質に対する樹木の反応とその指標性、樹木の異常落葉、ケヤキの着果短枝等に関する研究を分担した。

大気汚染防止法の制定に伴い、最も主要な汚染物質であった二酸化硫黄の濃度は1969（昭和44）～1970（昭和45）年をピークに急激に減少し、代わって光化学オキシダントが大きな問題となった。そのため、1977（昭和52）年から５ヵ年計画で「光化学オキシダントの農林作物の生育収量に及ぼす影響の解析に関する研究」が環境庁一括計上国立機関等公害防止研究予算によって行われた。ここでは、被害と生育収量、光化学オキシダントによる被害機構の解明、被害の定量化手法（とくに、浄化チャンバーの改良）が行われた。

2．大気汚染に対する樹木被害の実態とその指標性

2.1 樹木被害の実態把握

東京都内の公園緑地に生育する樹木の衰退調査から、樹種間で衰退程度は異なり、スギ、モミ、ケヤキなどは衰退が著しく、葉量の減少、枯れ枝の発生等の現象が認められた。衰退程度に地域間差が認められ、その差は大気中の二酸化硫黄濃度分布とほぼ対応していた。また、樹木葉中の硫黄含有量と大気汚染度との関係についても、マテバシイ、アカマツ、スギ、ケヤキの葉中の硫黄量とPbO_2法に大気中の二酸化硫黄濃度との相関があることを明らかにした。さらに、樹種をスギ、ケヤキに絞って関東平野全域における衰退分布地図を作製し、それらの耐性限界を明らかにした。

野外調査結果の補強と、大気汚染外の実証のために二酸化硫黄ガスによる暴露実験も行い、樹木、草本、シダ植物の汚染耐性を序列化した。この結果と野外での生育状況をあわせ、指標植物としての利用法、緑化対策の指針となる表を作成した。大気汚染による主要

樹木の被害症状の発現とこれに関与する要因については、樹種、季節、土壌条件等の違いによって被害の発現状況が異なること、葉中の硫黄含有量と有害限界が実験と野外で一致することを示した。大気汚染に関連して発生する病害として、アカマツのすす葉枯れ病の発生率が汚染地で顕著に高率となり、二酸化硫黄による暴露実験でも同様の傾向があることを明らかにした。

2.2 樹木の二酸化硫黄、オゾンに対する反応－暴露実験－

葉の変色などの可視被害の程度を調べた二酸化硫黄及び光化学オキシダントの主成分であるオゾンの暴露実験から、それらガスに対する樹種の相対的な感受性の違いを明らかにし、野外の衰退調査による樹種間差とほぼ一致する傾向を確認したが、スギ、シイなどで適合しない樹種もあり、ほかの要因の存在が予想された。二酸化硫黄に対する感受性の樹種間差の発現機構について、葉の気孔から取り込まれた二酸化硫黄の葉中の蓄積速度、蓄積量と可視被害発現の関係から明らかにした。また、オゾンに対するポプラクローン間の感受性の違いを光合成や気孔抵抗の生理的反応で説明した。

2.3 大気汚染に対する樹木の指標性

2.3.1 長期的・総合的指標としての樹木評価

関東地域の樹木の被害分布地図では、樹木の被害程度を正常樹形から立ち枯れ状態までを５段階に分けて地図化したもので、その汚染指標としての有効性を検証するためケヤキの被害解析を行った。その結果、ケヤキの枝の成長量、年輪構造、種子の着果量等の変化との間で大気汚染度との相関が高いことを明らかにした。ケヤキのように大気汚染に感受性の高い樹種と、ヤツデ、イチョウなど比較的抵抗性の高い樹種を含めて定点観測を行うことで、総合的な大気汚染環境に対する長期的指標として利用できることを示した。

2.3.2 短期的・個別的指標としての樹木及び着生蘚苔類の評価

前項で示したガス暴露実験からガスの種類によって葉に特徴のある可視被害症状が発現することを明らかにし、野外で高濃度のオキシダントの発生後にケヤキやポプラに同様の症状が存在することを確認し、指標としての有効性を示した。また、これらの樹種では汚染地域でしばしば異常落葉現象が認められており、その特徴的な現象がオゾンの暴露実験で再現できること、そして、その発現機構はオゾンの吸収に伴い生成される内生エチレンによることを明らかにし、光化学オキシダント汚染に対する有効な指標となることを裏付けた。また、大気汚染に最も敏感な植物群である樹皮着生蘚苔類の分布調査を行い、東京都の大気汚染地図を作成した。

2.3.3 指標植物による配置法・空気浄化チャンバー法

土壌条件などの環境要因の影響を除去して大気汚染の影響をより的確に把握する方法として配置法及び空気浄化チャンバー法を採用した。前者については汚染度の異なる東京都内と周辺でケヤキ苗のポットの配置試験及び岡山県水島地区のコンビナートにおいて汚染源から距離を変えてアカマツ、スギ、ヒノキのポット苗を配置し、二酸化硫黄をはじめとした大気汚染の被害が配置した位置によって異なることを確認し、汚染程度の評価に有効であること実証した。後者については、二つの透明なチャンバー内にそれぞれに指標とする植物検体を配置して、一方には外気をそのまま導入し、もう一方には活性炭フィルターで浄化した空気を導入する装置を野外に設置して検体の反応から汚染の状態を評価する方法である。検体として樹木の幹に着生する蘚苔類とケヤキやポプラの苗木を用いた装置を作成した。前者は、装置が小型で配置しやす

く、汚染に対する感受性は一般の樹木に比べて高いため、汚染環境の短期的な指標として利点がある。そこで、ブリオメーターと命名し、生物計器として実用新案を取得した。後者では装置は大型になるが可視被害のみならず不可視被害を苗木の成長で検知できる。これらの方法で大気汚染による植物被害の存在を実証した。（井上敞雄・垰田　宏）

文　献

1）千葉　修・田中　潔（1968）：大気中の亜硫酸ガスがマツのすす葉枯病の発生に及ぼす影響(1)，日本林学会誌，50(5)，135-139

2）Taoda, H. (1972): Mapping of atmospheric pollution in Tokyo based upon epiphytic bryophytes., Jap. J. Ecol., 22(3), 15-23

3）山家義人（1973）：東京都内における樹木衰退の実態，林試研報，257，101-107

4）井上敞雄（1974）：オゾンによる内生エチレンの生成と樹木の落葉現象の関係，大気汚染研究，9(2)，375

5）太田貞明（1978）：ソフトX線による樹木の年輪構造解析（第1報）－汚染大気下で生育した樹木の年輪構造，日本木材学会誌，24(7)，429-434

農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究

1．研究の経過

昭和30年代後半から40年代中頃にかけて日本経済が著しく成長した反面、大気汚染、水質汚濁等の公害問題が指摘されるようになり、農林漁業についても、自然及び人間環境の保全という立場から見直しを行い、生産機能との調和を図る必要に迫られた。

そこで、1973（昭和48）年から5年間、農林水関係60場所が参加して農林水産技術会議別枠研究「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」が行われた。目的は、農林漁業の環境保全機能の計量、環境保全からみた農林漁業技術の再評価と代替技術の提示、土地利用における科学的指標や考え方を明らかにすることなどである。その後、外部インパクトによって農林水産生態系の保全機能がうける影響の定量的評価、保全機能を維持増進させる技術の開発を目的とした「農林水産業のもつ国土資源と環境の保全機能及びその維持増進に関する総合研究」に引き継がれた。

2．農林漁業における生態系の変動

2.1　道路開設の影響

路線の伐開によって風当たりが急に強くなると風害が発生する。林内稚樹にも被害が発生するので、被害立木を残存させることで拡大を防ぐ。捨土石や雪の吹き溜まり、除雪による雪堤によって林床植物や林木に被害が生じる。土壌動物も捨土裸地や伐開裸地で非常に少なくなる。林内への影響を指標種で見ると5～20mとなる。これは排気ガスより植生の有無の影響が大きい。

2.2　森林施業による生態系変動

栃木県高原山地区の太平洋型ブナ天然林及びヒノキ人工林の調査から、土壌をよく緊縛する植生はスゲ類、ササ・タケ類、シダ類であり、林木では針葉樹より広葉樹の方が表土保全機能が高い傾向にあり、伐採直後のブナ伐根（径40cm）の引き抜き張力が30トンあったが10年後にほとんど張力がなくなる。

北海道の針広混交天然林の伐採と人工林化に対して、林床植生が一時的に減少するが、伐採翌年には38％まで回復した。落葉落枝量は針葉樹林と広葉樹林で差がないが、針葉は広葉より分解しにくく、Ao層として堆積するため、土壌中への養分還元は針葉樹の方が遅くなる。東北のブナ天然林の暗色系褐色森林土は伐採によって表層の有機物の急激な分解、一時的な塩基の増加、表層の透水性低下が観察された。トラクター運材や放牧の影響をうけた所では植生回復が遅い。九州の照葉樹林及びスギ人工林の調査で落葉量の季節変化パターンは常緑広葉樹林では春型、落葉広葉樹林及びスギ・ヒノキ林では秋型であった。落葉落枝中の養分量に対するAo層中の養分現存量の割合は窒素が最も高くカリが最も低い。

動物と植物の相互関係では、鳥の営巣材料に林内のコケ類が関係すること、冬の越冬昆虫期が人工単純林より混交林や天然林で豊富であり、鳥類にとって安定した生態系であること、さらに、林縁にヤブや低木類を残すことが鳥類生息に望ましいことなどを明らかにした。天然林を皆伐すると草食性のエゾヤチネズミが増加するが、地ごしらえ、下刈りなどもネズミ類の種類に影響する。ブナ天然林の伐採により豊富な鳥類相が一時的に皆無状態になり、幼齢林では草原性や林縁性のものが多くなった。照葉樹林を皆伐して人工林化することにより植生が単純化し、昆虫群も単純化する傾向が認められた。

水収支調査では樹冠遮断量、地表流出量、林地浸透能などがブナ天然林とヒノキ人工林で異なること、火山灰土壌の林地の中間流の速さが森林の種類より土層の構造に影響されることなど、また、地表変動調査では森林は山地崩壊、山地土壌侵食いずれにも軽減効果があることを明らかにした。水収支を照葉樹林とスギ人工林で比較すると、樹幹流下量はスギ林で高く、地表到達量は照葉樹林の方が若干高く、樹冠遮断量（率）は両試験地間で顕著な差がなかった。

2.2　重金属が林地生態系に及ぼす影響

公園緑地及び社寺境内の土壌に含まれる鉛、カドミウム、銅、亜鉛の濃度の変動域が広く、重金属による土壌汚染の著しい所もある。銅は住宅地域でも含有量の高い所があるが、ほかの重金属は住宅地域での濃度が比較的低い。

土壌中の重金属濃度が高くとも、植物体の含有量が多いとは限らない。蘚苔類の体内に含まれる銅と亜鉛は土壌に含まれている濃度より高く、濃縮があるらしい。広葉樹林内のカドミウムはAo層に多く分布していた。汚染地区ではミズナラの樹皮のカドミウム濃度が高くシイタケ原木としての利用は検討を要する。

3　環境保全機能の解明

3.1　水保全機能

針広混交天然林の最大浸透強度は草原や牧草地の５～10倍、30cmまでの表土層の重力水貯溜容量も３倍であった。天然林地の地表はその凹凸によって大きな貯水容量を持つ。ブナ天然林の平均地表流出率は約１％、大雨時でも約２％であった。スギ、ヒノキ人工林で皆伐・更新の繰り返し回数と散水型浸透計による浸透能との間で明瞭な関係は見られなかった。スギ人工林の樹冠遮断率や樹幹流下率は照葉樹天然林より大きい傾向があった。

3.2　土地保全機能

土砂崩壊防止機能は林木の根系の緊縛作用と土砂の落下抑止作用による。森林伐採後の経過年数とともに更新樹の根系の緊縛力が増加するが、伐採根の緊縛力低下も伴うため、伐採後10～20年後に抵抗力の低下が存在する。

温帯林の林相別侵食土量測定結果では、ブナ天然林の侵食土量が最も少なく、伐採跡地、ヒノキ壮齢人工林の順に多くなる。ヒノキ林

の林床植生量を低下させないよう、適切な密度管理が必要である。全国の崩壊発生地をみると、有林地（新植地を含む）の崩壊面積割合は無林地の約１/２であった。

3.3　都市の気候緩和機能

気温に及ぼす樹林地の影響はそれほど広範囲ではないので、樹林地の都市気候緩和機能とくに気温への効果を期待するには規模の大きな樹林地を小数設けるよりは、小さな樹林地を多数散在させる方が効果がある。

3.4　大気浄化機能

人間に有害とされる10μm以下の径浮遊粒子状物質を含んだ風が幅40～50mの広葉樹林帯を通過する間にろ過されて粒子状物質が減少する割合は10～30％程度であった

3.5　防音機能

森林の騒音減衰機能は奥行きの深い森林では明確に識別できる程度の効果を持つが、並木程度の幅の狭い樹列ではあまり期待できない。音源側林縁付近では騒音は林木からの反射音のため増加する場合もある。森林による騒音減衰作用は高周波数帯域で大きく現われ、中心周波数8,000Hzの帯域の音を最も良く減衰させる。

3.6　生物保全機能

森林の中層、下層植生の有無及び林床植生の多様性がそれに付随する昆虫相にも関連し、鳥類保護機能に果す役割が大きい。林相では、針葉樹林の占める割合が多くなるにつれて生息種数が減少する傾向があるが、針葉樹林、広葉樹林、混交林がほぼ同面積で混在する場合に最も種数が多くなった。

4．環境保全的土地利用技術と管理方式

4.1　農林漁業における環境保全指標

環境保全指標は、環境に関する多くの情報を体系的に捉え、環境保全の目的に対する評価を単純明快に行うものである。水源かん養に関する林地の重要度評価では、土壌型、母岩の種類、傾斜、標高との関係が重要であったことから、これら４要素の合計評点によって林地の水源かん養に関する重要度を評価することができた。

4.2　林地における土地利用技術と管理方式

腐植の分解促進や養分循環の円滑化の観点から針葉樹林に広葉樹を混交させることは望ましい。自然環境がきびしい所では皆伐面積を５ha以下とし、更新は母樹保残の天然下種更新か漸伐・択伐的取り扱いにより確実な更新を図る。スギ・カラマツの人工造林は土地条件の良好な所に限り、急峻多雨の条件下では皆伐一斉林施業より、複層林施業が環境保全・地力維持のために望ましい。今後の森林施業の具体的方向として長伐期高蓄積森林の造成、小面積施業、天然林施業の充実、非皆伐施業の確立などがあげられ、関西の都市近郊林の造成ではスギ・ヒノキの造林地に広葉樹の導入を図るか、または直接広葉樹を造林する。立地条件の悪い所ではアカマツ林から広葉樹林に転換させていくことを提言した。

荒廃林地では根粒樹木による早期緑化から恒久的な樹種に転換させる。林分維持のため禁伐を原則とし、場合によっては耐陰性樹種の下木植栽が考えられる。

5．今後の展望

森林施業が適切であれば、施業に由来するインパクトも森林生態系の持つ環境容量の限界内に収まり、水土保全そのほかの公益的機能を損うことなく木材を保続生産することが可能である。一般的に環境保全上好ましいのは、長伐期の非皆伐施業により複層林型を維持することと考えられているが、今後の森林はこれまで以上に木材生産林あるいは環境保全林として期待が高まると考えられ、地域の

気候風土や木材需要に応じた多様な森林の存在が必要である。たとえば、長伐期林と短伐期林、針葉樹林と広葉樹林、単純林と混交林など各種の組み合わせによる経営が求められるようになるであろう。そこで、多様な森林状態のそれぞれの容量限界を地域毎に立地条件毎に具体的に把握しておかないと、生産活動が活発になるに伴い限界を越えたインパクトが加わる森林も出てくる危険がある。各種の条件に対し安全に対処できるよう従来の成果を整理し、足らざる部分を補い、容量限界の具体的把握を指向した研究がさらに展開されることを期待する。　　(垰田　宏)

文　献

1）農林水産技術情報協会（1980）：人間環境としての農林生態系－環境保全と評価－，1-222

2）林業試験場（1971）：保健保全林－その機能、造成、管理－，林試研報，239，1-139

3）只木良也（1974）：生活環境保全のための森林，わかりやすい林業研究解説シリーズ，54，1-75，林業科学技術振興所

人工林の非皆伐施業（複層林施業）に関する研究

1．複層林施業の研究推進の経緯

戦後の復興期から高度経済成長期にかけて木材は不足物資であった。木材価格の高騰は日本経済の足を引っ張るものとして、1960(昭和35）年前後から拡大造林政策が推進され、それに伴い大面積皆伐の一斉更新施業が広く進められた。これは日本の高度経済成長と軌を一にするものであったが、1970（昭和45）年に公害問題（環境問題）が一気に噴出したのに伴って、大面積皆伐にも批判の声が高まった。それに応えるべく非皆伐施業の研究が始まったといえるが、関西、四国、九州の西日本３支場の造林研究室では、その２、３年前頃からすでにその研究を経常研究として着手していた。

非皆伐施業への関心の高まりと、西日本３支場の研究成果を踏まえて、全場的な造林分野のプロジェクト研究「人工林の非皆伐施業に関する研究」が1975（昭和50）年度から５年間にわたり実施された。その成果は1983(昭和58）年に林業試験場報告323号にまとめられている[1)]。一連の研究の推進者は関西支場の早稲田　収、四国支場の安藤　貴、九州支場の尾方信夫の諸室長であった。

このプロジェクトのスタート時点までは、「非皆伐施業」と呼ばれていたものが、1980（昭和55）年頃から「複層林施業」という呼び方に変わっていった。その理由は必ずしも明確に説明されていないが、当初の大面積皆伐への批判に応える意味からの「非皆伐」という呼び方に対して、常に森林に覆われているという、より良いイメージの呼び方へ行政的にシフトしたように思われる。

2．研究の内容

プロジェクト研究のタイトルのとおり、対象は人工林であり、そのほとんどがスギとヒノキの人工林であった。表－１の研究項目と分担からプロジェクト研究の枠組みが把握できる。この研究項目から複層林施業に関する当時の研究は、ほとんどが複層林の造成に関するものであったことが分かる。全体を通して重要なテーマは、「林内の光環境と下木または雑草木の成長」であった。そこでまず林

表－1　プロジェクト研究項目と担当

	本　場	東北支場			関西支場	四国支場	九州支場
	除草剤研	造林第1研	造林第2研	土じょう研	造林研	造林研	造林第2研
1．光環境の測定方法							
i　全天空写真の利用	○	－	－	－	○	○	－
ii　照度積分計の開発	○	－	－	－	○	－	－
iii　ジアゾ感光紙照度積算計開発	－	－	－	－	－	○	○
2．光環境の変動							
i　測定条件による光環境の変動	－	－	－	－	○	－	○
ii　間伐後の相対照度	－	－	－	－	－	○	○
iii　光環境の経年変化	○	－	○	－	○	○	○
iv　林分構成因子と光環境	－	－	－	－	－	－	○
3．庇陰下における樹木品種の生態特性							
i　スギクローンの耐陰性	－	－	－	－	○	○	○
ii　下木の光環境と成長	○	－	○	－	○	○	○
iii　庇陰試験	○	－	－	－	○	○	○
iv　ヒノキの陰湿害	－	－	－	－	－	－	○
4．庇陰下における雑草木の再生量と下刈りの要否	○	－	○	－	○	○	－
5．複層林の林分構造と成長	－	－	－	－	○	○	－
6．複層林の寒害防止効果	－	○	－	○	－	－	－

研究担当者：主査：森下義郎(四国支所長)、副査：蜂屋欣二（本場造林部長)、事務局：安藤　貴・宮本倫仁(四国支場)
(所属肩書きは当時)

内の照度をどのように測るかが問題となり、照度計のほかに、全天空写真やジアゾ感光紙などの利用技術の実用化が図られた。また、積分照度計の開発も図られた。「林内光環境の変動」は最も中心となった研究課題であった。それは「庇陰下における樹木品種の生態的特性」と「庇陰下における雑草木の再生量と下刈りの要否」とセットとなったものであった。

3．研究の成果[1)]

林内の光環境とスギやヒノキなどの成長との関係については、ほぼ明らかになった。その結果、林内照度をどの辺りの範囲で維持すればよいか、そのためには（複層林の造成段階において）林分密度をどの程度に管理していけばよいのか、おおよその目安がつかめるようになった。上木の収量比数（最多密度線に対する相対的な混み合いの度合い）や形状比（H/D）などと林内の光環境との関係から、上木の密度管理をどの程度にしていけばよいかの指針が得られるようになった。ただし林齢段階によって収量比数や形状比の意味が異なり、そのことを含めた吟味は今後とも必要である。

林内光環境の変動は、若齢林においては、間伐後の再閉鎖の速度がかなり早いため、相対照度の低下速度の早いことが分かった。再閉鎖の速度が早いこととともに、上木の経済価値が乏しいことなどのために、若齢段階の森林において複層林を造成することには無理があるということが分かってきた。長年維持されてきた典型的な複層林（択伐林）の構造と成長の事例についての資料も得られ、下木と上木の成長特性と、下木から上木への成長の移行過程などが把握できた。光環境が低下すると下木は樹高成長よりも枝の伸長成長が相対的に高まり、結果として傘型の樹形を呈するというような成長形態の変化なども分かった。林内光環境と下木の成長の関係を明らかにしたことはこのプロジェクト研究の最大の成果であった。

このプロジェクト研究の成果を受けて、国が都道府県の研究を助成する大型プロジェクト研究「複層林の造成管理技術の開発」が1989（平成元）年から5年間実施され、その

成果が1996（平成８）年に報告されている。そこでも光環境と下木の成長の関係資料がさらに多く集められた。また、上木の収量比数や形状比と林内の光環境との関係のさらに詳しい情報が集まった。当プロジェクト研究とその後の研究の成果を踏まえて、このプロジェクトに参加した人たちの多くが、複層林施業の普及に向けて研究成果をさまざまな形で取りまとめている。

４．このプロジェクトから得られたもの

この研究の意義は、単純一斉林施業から多様な森林施業の展開の研究への第一歩にあったといえる。上述した研究の成果とは別に、この研究を通して、当初考えていたことと異なることがいくつか分かってきた。そのことがその後の施業技術の発展に大きな役割を果たしているものといえる。複層林施業の研究開始当初は、「まず簡単な二段林施業から始めよう」ということであったが、耐陰性が同じか類似した樹種同士（例えばスギとスギやスギとヒノキ）の二段林を長期に維持していくということは困難な施業だということが分かってきた。自然状態において、同じ程度の耐陰性の樹種同士の安定した二段林が見られないことはそれを示唆するものである。

若齢段階の森林は、林内が暗くて下層植生が成立しにくく、間伐をしても再閉鎖速度が早く、そのために二段林や多段林は維持しにくいことが分かったが、若齢林の間伐後の林内照度の低下速度の早さが実証されたことは無駄なことではなかった。なお、若齢林の複層林への誘導は、上木の経済価値が乏しい段階で、下木を傷めないように伐出しなければならないという、コスト的な問題からも普及性の乏しいことが分かった。

当初は、高度な技術を要すると思われていた、択伐林施業（伐ったらその跡に複数の苗木を植栽する方式）の方が、実は簡単なのではないかということが分かってきた。それは生態学的に見たギャップ形成の更新機構に照らしても説明できることである。このことを始めとして、研究の当初に生態学的な階層構造の成立機構をもっと研究すべきであったと思われる。当時としてはそこまで認識が至っていなかったが、このプロジェクトによって生態的な構造の見方の必要性が分かってきた。

複層林施業における研究の生態的なベースとしては、天然林の攪乱と時間の経過に伴う林分構造の発達段階の法則性を把握し、その応用として伐採方式と林分構造の動態を解析するというプロセスが必要だということが分かってきた。そうすれば複層林施業は長伐期多間伐施業の延長上に展開されるものという考えがより明確になろう。

非皆伐施業のプロジェクト研究は、その後の複層林施業の研究の大きな土台となった。近年、複層林施業の研究は、単木択伐のほかに群状択伐や帯状択伐、そしてそれらをミックスさせたものや、広葉樹との組み合わせなど、幅広い手法が展開されている。それらもこのプロジェクト研究の流れの上にあるものといってよい。現時点では複層林施業の実践には、林齢が若かったり、路網が未整備であるなど多くの制約があるが、持続可能な社会の構築に向けて複層林施業の意義は高まっていくものと思う。複層林施業のプロジェクト研究には不足した点もあったが、未来に向けての第一歩を踏み出したことは大きな意味を持つものであった。　　（藤森隆郎）

文　献

1）複層林施業研究班（1983）：人工林の複層林施業に関する研究，林試研報，323，218pp.

農林水産業における自然エネルギーの効率的利用技術に関する総合研究

1．研究の背景と目的

1970年代に至り、資源・エネルギー問題、環境問題、都市問題等の複雑かつ困難な問題が続出し、これらの諸問題を早急に解決するとともに、国民生活の向上に寄与する革新的技術の開発が強く求められた。このため、農林水産技術会議事務局は、これらの要請に応えるべく産官学の連携による長期的かつ大規模なプロジェクト研究を構想した。その一環として、1978（昭和53）年度から1987（昭和62）年度までの10ヵ年計画で「農林水産業における自然エネルギーの効率的利用技術に関する総合研究（グリーンエナジー計画）」を実施した。この研究は、光合成能力の向上や生物的窒素固定の有効化等、植物体そのものが持つ物質生産能力を向上させるとともに、太陽エネルギー等の自然エネルギーを一層積極的に利用することにより、化石エネルギーに大きく依存している農林水産生産技術から脱脚し、革新的な技術体系を開発することを目的とした[1)]。

この総合研究は、国立試験研究機関をはじめ、都道府県の試験研究機関、大学、民間等の多くの研究分野が関わる多岐にわたる学際的な研究であるため、以下の五つの研究系を設定して研究を推進した（表－1）。

2．研究の経過と成果

2.1　研究系と担当課題

林業試験場（当時）では、それぞれの系で以下の課題を担当した（表－2）。

2.2　主要な研究成果

2.2.1　Ⅰ系の主な研究成果

Ⅰ系では、自然エネルギーの分布の把握、農林水産業におけるエネルギー消費実態の把握と問題点の指摘、効率的生産を営むための資源管理の基本計画の策定を研究目的とした。

林業試験場では、木材工業の中でも製材業、合板製造業、集成材製造業を対象として、各生産要素をエネルギー尺度に換算し、その投入量と産出効果について研究を行った。その結果、製材業については、製品1 m³当たりの総エネルギー投入量は大規模工場ほど、また、国産材工場より外材工場が省エネルギー型であり、全国の製材工場で年間に投入される総エネルギー量が約23兆kcalであることを明らかにした。合板製造業については、廃材の約63％が燃料として自家消費されること、直接エネルギーの中で製品1 m³当たりの消費量が最も多いのは木屑エネルギー（平均約46万kcal）であり、続いて重油エネルギー（平均約26万kcal）、電力エネルギー（平均約22万kcal）の順であること、全国の合板工場で年間に投入される総エネルギー量が約16兆kcalであることを明らかにした。さらに、集成材製造業については、廃材の約71％が燃料として自家消費されること、製品1 m³当たりの総エネルギー投入量は229～517万kcalであり、全国の集成材工場で年間に投入される総エネルギー量は約1兆kcalであることを明らかにした。

表－1　研究系

Ⅰ系	エネルギーの分布と利用系（昭和53～57年度、一部62年度まで）
Ⅱ系	物質固定系（昭和53～59年度、一部62年度まで）
Ⅲ系	生産環境制御系（昭和54～56年度、組み替えにより57～62年度まで）
Ⅳ系	補助エネルギー変換利用系（昭和53～59年度）
Ⅴ系	生産技術系（昭和56～62年度）

表－2　研究系ごとの担当課題

Ⅰ系	「林業における生産工程とエネルギー利用実態の解明」（経営部経済研） 「木材の加工過程におけるエネルギー利用実態とその評価」（木材部製材研） 「木材工業における廃棄物の処理実態の解明とその評価」 （木材利用部廃材利用研）
Ⅱ系	「植物根面の内生菌と根粒との関係」（土じょう部土壌微生物研） 「植物群落の反射電磁波特性の計測手法の開発」（経営部航測研） 「水分環境による光合成の変化と樹種による適応性の違い」 （造林部造林第１研） 「スギにおけるエネルギーの効率的利用に関する遺伝育種的解析」 （造林部遺伝育種第１研・第２研・第３研）
Ⅲ系前期 （昭和54～56年度）	「林木葉の光学的性質と群落の放射環境」（防災部気象研） 「系における熱・水蒸気・炭酸ガスの輸送過程の解明」（防災部理水第２研） 「系における炭素・窒素の収支の解明」（土じょう部土壌第３研） 「系における太陽エネルギー利用の季節的・年次的変化」（造林部造林第２研） 「林地植生における遷移機構」（造林部植生研） 「系における物質とエネルギーの流れのモデル化」（防災部理水第２研）
Ⅲ系後期 （昭和57年度以降）	「間伐による光質、光量の変動」（防災部気象研） 「間伐による熱、水分環境の変動」（防災部理水第２研） 「間伐による炭素、窒素の動態の変動」（土じょう部土壌第３研） 「間伐による林分構造と物質生産の変動」（造林部造林第２研） 「間伐による林内植生の変動」（造林部植生研）
Ⅴ系	「茨城林業における生産システムのエネルギー利用実態解析」 （機械化部作業第１研、作業第２研） 「対象地区におけるに自然立地条件と樹種の選択配置」（土じょう部地質研） 「施業技術の類型化と省エネルギー的改善」（造林部造林第２研） 「木材生産における効率的生産システムの実証と評価」（経営部）

2.2.2　Ⅱ系の主な研究成果

Ⅱ系では、生産力の飛躍的向上を図るため、自然エネルギーの効率的利用による物質固定能力の増大を中核とする革新的技術の開発を研究目的とした。

林業試験場では、水分環境による光合成の変化と樹種による適応性の違いを明らかにするため、ミズナラ、ダケカンバ、ウラジロモミの葉の水分特性に関する研究を進めた。その結果、ミズナラとダケカンバの水分特性は、成長・成熟過程、成熟葉、落葉前の３時期で異なり、ウラジロモミでは成長・成熟過程と成熟葉の時期に分けられること等を明らかにした。このほか、マメ科植物の根に共生する内生菌根はリン酸の吸収を高め、根粒形成と窒素固定能を高めることに役立っている。そこで、これらの共生微生物を選抜し、木炭等の資材を使用して土壌中で増殖させ、利用技術の開発を図るための研究が行われた。その結果、樹皮炭をすき込んだ土壌の微生物相では、細菌数が増加すること、マツ、カラマツの木炭及びイナワラ炭では成長阻害が少なく、モミガラ、マメガラ、ヤシガラ等の炭で成長阻害がみられることを明らかにした。

2.2.3　Ⅲ系の主な研究成果

Ⅲ系では、生産環境の成立機構の解明と好適生産環境の作出を研究目的とした。

林業試験場では、東京営林局笠間営林署管内天岳良国有林38林班に小班（現天岳良共同試験地）（茨城県西茨城郡岩瀬町）の31年生ヒノキ人工林に共同試験地を設定し、1982（昭和57）年11月と1984（昭和59）年12月にそれぞれ本数、材積ともに24%、25%の２回の間伐を行い、間伐前後の林内光質、熱と水分収支、炭素・窒素の動態、林分構造と物質生産、林内植生等の変化について研究を推進した。

林内光質に関しては、間伐を行うと放射量率は各波長ともに明るい方へ移動するが、移動程度に波長の差は少なく、スペクトルの傾向は間伐前の傾向に近似することを明らかに

した。また、林内に最も透過しにくい675nm光の強度を分母とし、透過しやすい800nm光を分子とする強度比と葉面積指数の関係を解析した結果、強度比と葉面積指数との間には直線関係が成立することを明らかにした。

熱と水の収支に関しては、２回の間伐後に全短波放射量に対する反射短波放射量の割合、降雨量に対する樹幹流下量の割合が減少し、吸収短波放射量に対する純放射量の割合、降雨量に対する樹冠通過雨量の割合が増加することを明らかにした。また、これらの変化と林分構造との関係を解析した結果、その変化を林冠の閉鎖程度の関数として表現できることを明らかにした。

炭素と窒素の動態に関しては、地上部と地下部の固相、液相、気相を幾つかのコンパートメントに区分したフローモデルを作成し、これに沿って炭素と窒素の動態を解析した。その結果、間伐によって林内に放置された枝条は年間リター量の約３倍に相当すること、間伐時に林内に放置された枝条の下では、温湿度や土壌水分張力等の変化が放置されなかった部分に比べて小さく、窒素の無機化の進行や土壌呼吸に伴うCO_2濃度の上昇が顕著に認められること、林内雨や樹幹流によって地表面にもたらされる炭素量と窒素量は、落葉落枝として地表面に還元される量のそれぞれ約３％と50％に達すること等を明らかにした。また、枝条が放置されなかった部分でも、炭素と窒素の輸送過程は間伐前と大差ないレベルで推移することを明らかにした。

林分構造と物質生産の変化に関しては、間伐によってヒノキの純生産量が減少し、下層純生産量が増加し、その合計量は減少すること、両者の関係は間伐の強度及び頻度によって変化し、ヒノキ純生産量が同じでも間伐が弱度で、かつ、頻度が高いと下層純生産量が増加し、最大10数％の違いが生じることを明らかにした。また、下層植物群落の発達を促すには、木材生産量をある程度犠牲にする必要があり、林内照度を２％以上とするように間伐することが望ましい。しかし、葉量を約９t/ha以下に減らすことは生産量を著しく減少させるので避けるべきであるとした。

林内植生の変化に関しては、間伐によって林内照度は６％程度に回復するが、３年後には４％に減少すること、間伐による光環境の好転によってキイチゴ類、タラノキ、アカメガシワ、ススキ、チジミザサ等の先駆性の草本や木本類が侵入し、林床植生の種数、被度ともに増加して間伐後４年後にピークに達し、その後減少することを明らかにした。また、林床植生の地上部現存量は、間伐後５年目に乾重で50g/m^{2}となり、その中でもキイチゴ類の占める割合が50％と高い割合を占めた。林床植生によるリターの供給量は0.25t/ha・yr.と推定された。

このように、Ⅲ系では共同の試験地で各方面から間伐前後のデータを集積し、間伐による光やエネルギー、水や炭素、窒素等の動態の変化を明らかにするとともに、林分構造や生産量、林床植生の変化等について貴重な成果が得られた。現在に至るも間伐による森林生態系への影響の解析という面では、これら一連の成果に比肩するものはなく、貴重な研究事例となっている。

2.2.4　Ⅴ系の主な研究成果

Ⅴ系では、自然エネルギー分布の地域性の中でそれぞれの立地する環境条件、社会経済的条件を最大限に活用して適作目の導入と適正配置を図り、自然エネルギーの効率的利用を推進して、化石エネルギーへの依存度を極力低減しながら土地生産性の可能な限りの増大を実現するためのシステムの確立を研究目的とした。

林業試験場では、全国を北部、中部、南部に区分した地域性の中で中部の茨城県八郷地域を対象とし、森林土壌の分布と樹種選択、樹種毎の生産量、各施業類型のエネルギー収支と経済性に関する研究を推進した。

土壌分布と樹種選択に関しては、八郷町全域の山地、丘陵地等の林野土壌の形態的特徴を把握し、これらを母材、層の厚さ等によって細区分して14の土壌単位を設定した。その中から林業の対象となり得る11の土壌単位に標準地を設定し、スギとヒノキの地位指数を求めた。また、1/25,000の土壌図を作成し、土壌単位毎の分布面積を算出した。これらの結果、全林地のうち69%が山地に位置し、丘陵地や台地には31%の林地が存在すること、大部分のヒノキ林の地位指数が比較的大きいこと等を明らかにした。

樹種毎の生産量に関しては、立地条件に応じたスギ林とヒノキ林の配置及びそれらの施業体系の策定を行い、材積を算出した。その結果、施業体系を集約度の高いものから順に集約、普通、粗放の3段階に区分したスギのha当たり主間伐材積収穫量は、集約、普通、粗放の順に888、834、800m³となり、材積収穫としては10%以内の差であることを明らかにした。また、ヒノキの場合は、同様に652、689、701m³で7%以内の差であることを明らかにした。スギでは集約度が増すほど収穫材積量が増加するのに対して、ヒノキではその逆の傾向を示すことについては、収量比数の維持範囲に違いがあること、スギの方が成長がはやいので多くの間伐によっても空間ロスが少ないためと推定している。さらに、地位中の普通施業の主間伐材積収穫量は、スギ660m³、ヒノキ538m³となり、樹種毎には最大27%、地位毎には最大22%の材積収穫量の差がみられることを明らかにした。エネルギー効率の面からは、投入作業量が植栽後10～15年目位までに集中する一方、成長は80年を過ぎても継続することから、伐期50年生以下の短伐期では効率が低いとしている。

施業類型のエネルギー収支と経済性に関しては、立地別、樹種別、生産目標別の各施業類型について、エネルギー収支と経済性の面から計数的評価を行った。その結果、エネルギー投入／算出比は、スギで75～95、ヒノキで70～85となり、集約度別には粗放施業の場合が最も高い値を示し、産出レベルが多少低下しても極力省力化を図り自然力に任せた方がエネルギー収支の面からは効率的であることを明らかにした。また、一般的な指標である内部収益率でみると、伐期を80年とした場合、スギで3.3～4.7%、ヒノキで3.7～5.2%となった。集約度別に比較を行うと、スギは集約施業より普通施業の場合に、ヒノキは普通乃至粗放施業の場合に最も経済効率性が高まる傾向がみられた。さらに、各種作業の省力効果では、下刈り、枝打ち、間伐の順に大きく、特に下刈りについては労働投入量を10%省くと内部収益率が絶対値で0.06高まることを明らかにした。

3．今後の研究展開

本総合研究では、「自然エネルギー」というキーワードのもとに、延べ10年間という多大な時間と労力を費やして研究を行い、幾多の貴重な成果やデータが得られた。農林水産業の中でも、とりわけ自然エネルギーに依存する割合の高い森林・林業において、この研究で得られた成果や基礎的データは貴重なものである。特に、Ⅲ系では、1箇所の共同試験地を対象として、間伐による影響を多方面から解析しており、その成果は今なお他に類をみないものとなっている。また、木材産業に関わるエネルギーの投入、廃材の利用によるエネルギーの消費等についても貴重なデータが得られている。さらに、茨城県八郷町を対象としたⅤ系の研究成果も施業とエネルギーの投入、経済性等の解析等の面で貴重なものである。

現在では、本総合研究が開始された昭和50年代始め以上に化石エネルギーや原子力エネルギーに依存する割合が高くなっている。また、温暖化等の地球環境問題が大きな社会問題となり、循環型社会への移行が急務となっ

ている。そのため、本総合研究で得られた誇るべき成果を見直すことは、「自然エネルギー」に強く依存する森林、林業、木材産業に関連する試験研究の今後を展望し、さらなる深化、発展に寄与するものと確信する。

(加藤正樹)

文　献

1）農林水産技術会議事務局（1990）：農林水産業における自然エネルギーの効率的利用技術に関する総合研究（グリーンエナジー計画）総括集，農林水産技術会議事務局，564p.

バイオマス変換計画

1．研究の背景

「生物資源の効率的利用技術の開発に関する総合研究」(バイオマス変換計画)は1981(昭和56）年度から始まった農林水産技術会議の大型別枠研究である。1974（昭和49）年の第１次オイルショック、1978（昭和53）年の第２次オイルショックと２度の石油危機を経て、化石燃料資源の有限性、地域偏在性が認識されるとともに、資源やエネルギーに逼迫感のある社会では、経済活動もそれに大きく左右されるとの意識が生じ、代替資源、代替エネルギーの開発に関心が高まった。そうした中で農林水産業に関わる生物体、いわゆるバイオマスは、太陽エネルギーのもとで再生産機能を有する資源として再認識されるに至り、食料・飼料・工業原料・エネルギーなどに効率的に変換を図り、有効利用していこうという視点から取り組みがなされた。

特に、木材はバイオマス資源としては確固たる地位を占めており、本プロジェクト推進上も中核となると目され林業、林産関連研究への期待は高かった。このプロジェクト化に林業分野を代表して企画立案に取り組み、その後も積極的に研究を推進した１人が当時の造林科長であった佐々木恵彦であった。

ここでは、①生物資源評価系（現存の生物資源量を評価。特に成長量、再生産可能量を明らかにし、持続可能な生産に環境保全的な立場を含めて利用可能量を推定)、②新資源導入系（現存の資源が豊富なほか、生産力が高く、しかも有用成分の含有率の高い植物を導入し、積極的な造成を図る。高成長で、各種変換の容易な樹種の短伐期多収穫技術の開発)、③素材化系（変換に至る前処理法の系で、薄く広く分布するバイオマス資源の効率的な収穫・運搬技術の開発及びリグノセルロース系素材を物理、化学、生物的な処理で木材の成分を効率的に分離する技術の確立)、④変換系（資源を効率的に変換し、付加価値を高め有効に利用する技術の開発で、ローカルエネルギー化技術や有用成分の一貫抽出分離法の開発）⑤共通基幹系（変換に必要な基本的な技術の開発、特にバイオマス資源の変換に必要な微生物、酵素の利用技術の開発と省力的な膜濃縮技術の適応）⑥地域利用系（研究成果の総合化と地域社会へのシステム応用化研究）と六つの研究問題から構成され、これらを有機的に関連づけた研究を行うために、Ⅰ期（４年)、Ⅱ期（３年)、Ⅲ期（３年）に分かれて10ヵ年の計画で推進された。

1.1　研究体制

このような枠組みの中で、研究の効率化の観点から、資源の探索、造成から、変換、利用まで一つの流れのように研究を行う体制が必要とされ、それぞれの対象ごとに研究チー

ムを編成することとした。林業・林産関係では、林産資源変換チームや資源評価チーム、基幹技術チームなどがそれにあたる。特に林産資源変換チームが林業・林産に関する研究の中心となり、新樹種生産サブチームでは、ポプラ、カンバの超高密度超短伐期林の造成技術の開発、ササ類の繁殖、再生の研究、ギンネム、アカシア、ユーカリ等の暖地性樹種の特性把握、さらに、ササの収穫、搬出技術の開発、ポプラ・カンバ短伐期林の収穫機械の開発などがなされた。新樹種変換サブチームでは、前処理技術、成分の変換利用、抽出成分の利用などの技術開発が行われた。一方、資源評価チームでは、森林バイオマス資源の利用可能量の評価や土壌生産力の評価などが展開された。また、基幹技術チームでは、セルラーゼ、ヘミセルラーゼの固定化などの技術が研究された。さらに、地域利用システムの組み立てには、林産資源変換チームの開発した技術を利用して行われた。このように本プロジェクトでは、研究対象が広く、研究期間も長かったため、造林、土壌、保護、木材、林産、機械、経営とほぼすべての分野の研究者がこれに参画、本場だけでなく各支場を含めて、当時の林業試験場あげての取り組みがなされたと言って過言ではなかった。

2．研究成果

プロジェクトの研究成果は、「林業試験場90年のあゆみ」で志水一允が、その時点の成果をほぼ網羅している。その後の成果も、別掲のバイオルネッサンスの中でも触れているので、ここでは主だった成果を羅列的に記述するに止めたい。

2.1　生物資源利用可能量の評価法の開発

・衛星リモートセンシング、空中写真、地上での測樹データを利用した多段抽出法により、里山広葉樹林の現存量を評価。
・生態系維持のために必要な有機物還元量及び現存量の評価手法を開発、生物資源の適正利用のための生産力・有効利用量分布図の作成。
・民有林、国有林の森林簿と広葉樹賦存状況調査データにより広葉樹の資源量、利用可能量を樹種ごとに市町村単位で分布図を作成。
・林道からの距離500m以内にある林分の低質広葉樹材の利用可能量は、全国で2.8億トンと算出。

2.2　林産資源の導入と生産技術の開発

・利用度の低い広葉樹資源やササの種ごとの地域別分布状況と既存資源の現状把握。
・既存資源中成長の旺盛なユーカリ類、ギンネム類の環境適応性やコジイ、ササ類の生産特性を解明。
・早生樹を対象に集約的多収穫のための超短伐期林施業法の開発とその経済性の評価。
・シラカンバの葉柄培養による増殖と苗条原基の人工種子化によるマイクロプロパゲーション法を開発。
・バイオマス資源の収穫・搬出を効率化するため、複雑で急峻な地形に対応した自走型段軸式車両と連結装軌車両の２台のベースマシンを開発。
・ベースマシンに装着する小径木やササなどを伐倒、収穫する収穫機を開発。
・収穫・搬送システムを確立し、収穫コストを試算。

2.3　林産資源の素材化、変換技術の開発

・生物的処理技術として、高能率リグニン分解菌を選抜し、木材中のリグニンを選択的に分解するための培養条件を確立。
・物理的処理技術として、蒸煮・爆砕処理はシラカンバ、ヤマナラシなどリグニン含量が低く、シリンギル型リグニンの比率の高い樹種では効率的なリグニン可溶化法であること、高収率でキシランを可溶化できる

有益な方法と立証。
・化学的処理技術として、酢酸、プロピオン酸による蒸解が広葉樹をはじめ、スギ・ヒノキ等針葉樹の脱リグニンに有効であることを立証。
・蒸煮・爆砕処理による木材飼料化工業や蒸煮・爆砕処理あるいは酢酸、プロピオン酸蒸解処理により成分を分別し、分離成分を有用物質に変換する木材成分総合利用システムを確立し、これらの経済性を分析、実用化の可能性を評価。
・蒸煮・爆砕処理した広葉樹材は、畜産関係試験研究機関で長期飼養試験を実施、嗜好性、安全性に問題なく、消化率が表示されれば十分飼料として利用可能と評価。
・蒸煮処理材から得られるオリゴ糖はイオン交換樹脂、合成吸着剤で脱色、精糖し、甘味料や食品添加物としての用途を開発。
・リグニンをピッチ系炭素繊維と同強度の炭素繊維に変換する方法を開発。
・ヘミセルロースやリグニンから従来のフェノール樹脂と同程度の接着性能を持つフラン系及びフェノール系樹脂を開発。
・均一反応によるサクシノイル化セルロースの合成法を確立、キトサンとの複合により高能率のアルコール分離膜を開発。
・セルロース中のグルコース残基のC-5と6位への二重結合導入法を確立、新機能を有するセルロース誘導体である5.6-セルロセンを開発。
・シラカンバ外樹皮のベチュリンについて、その配糖体の合成法を確立。
・タモギタケ、ヤナギマツタケはシラカンバ、ドロノキに対する高い活着率と原木重量減少率を示し、これらの材での原木栽培の可能性を実証。
・木材表面をシアノエチル化、ベンギル化、アリル化などエーテル化することにより耐久性、撥水性、耐紫外線性、熱融着性、反応性などの機能を付与、表面高度や光沢の向上した木質材料を開発。
・木材エレメントと金属や無機材料との複合化による木質系新素材開発を目指し、イソシアネート系接着剤を用いることにより高強度の鉄箔積層パーティクルボードを開発。

2.4　林産システムの確立
・北上山地平庭地区の資源構成を精査、資源を保続的に収穫する場合の年伐採量を試算。
・未利用の広葉樹、針葉樹材や、鋸屑、ササ等をキノコ栽培基質として適正を評価、最適培養条件や栽培方法を確立。
・木材成分総合利用システムとして、セルロースの燃料アルコールへの変換プロセス等については、その経済性を分析し、企業化の可能性を評価。
・木材飼料化に関しては、広葉樹資源の実態や畜産農家の経営規模等についての資料をもとに生産コストを算出、ケーススタディーとして、原料入手から飼料生産までの最適生産システムを検討。
・広葉樹林の分布、資源構成をもとに、保続的に収穫する森林管理方式に加えて夏山冬里の畜産方式を前提に、混牧林経営と木材飼料化工業を組み合わせた地域システムを検討。

2.5　微生物・酵素の利用技術の開発
・立木や倒木の腐朽菌、落葉落枝分解菌、土壌微生物等から採取した菌株や保存菌株の1万株以上からリグニン分解能の高い菌を選別、リグニンを効率よく分解・除去する培養法、培養条件を整理。
・ラッカーゼやメタノールオキシダーゼなどのリグニン分解酵素を分離・精製し、その酵素的諸特性を解明。
・リグノセルロース資源を大規模に連続糖化を目的に、生成した糖類の分離とセルラーゼの回収、再利用を可能にする限外濾過機能を有するバイオリアクターを設計、試作。

さらに詳細は農林水産技術会議事務局編「バイオマス変換計画」(1991) を参照願いたい。

3．今後の課題

現在、地球温暖化防止の観点から、バイオマス利用に関心が高まっているが、バイオマス変換計画の中でも再三指摘されている、薄くて広く分布する資源をどう効率よく集めるか、コストダウン、経済性の改善といった課題は、依然として解決されないまま残されている。

（佐藤　明）

新需要創出のための生物機能の開発・利用技術の開発に関する総合研究

1．研究の背景

我が国は亜熱帯から亜寒帯に及ぶ多様な気象条件と変化に富んだ地形や広大な海洋に恵まれ、多様な生物資源の持つ大きな可能性を活かし得る自然条件を備えている。我が国の農林水産業は、新たな消費ニーズに的確に応え得る多様な素材を供給していくための画期的な技術を開発し、地域社会の活性化を図ることが強く求められている。農林水産省は本プロジェクトを1991（平成３）年からスタートさせ、取り組むべき課題を以下のように設定した。

①生物の持つ多様な物質変換機能を活用した化石資源に依存しない産業用素材の開発
②生物の持つ水域・土壌の浄化作用等の環境保全機能の活用
③有用な形質や特性の強化による農林水産物の高付加価値化
④地域の自然条件及び社会的条件にあった生物資源の生産管理、変換・利用技術の開発

1.1　研究体制

研究体制は「共通基盤技術開発系」と「地域技術開発系」の二つに分け、７のチームと14のサブチームが配置された。森林総合研究所は、産業素材開発チームのチームリーダーと高機能素材、バイオプラスチック、寒冷地林業資源、温暖地林業資源サブチームのサブリーダーを送り、37課題を担当し、本プロジェクトの主な推進母体となった。

2．主要な成果

2.1　SSTの製造技術及び利用技術の開発

１）スギ、ヤナギ等の早生樹種の小径材や、製材端材を割裂し、その細片（ストランド）を積層接着成型した、木質新素材SST（Superposed Strand Timber）を開発した。その強度は製材品の1.5～2.0倍、吸水膨張はJIS規格の12％以下であった。２）スギ割裂ストランド層間に廃棄物由来の可塑性塩化ビニールを分散・複合したボードを開発した。これは既存のボード類より強度性能、振動吸収性、寸法安定性で優れていた。３）スギ割裂ストランド層間に、セメントグラウトを硬化促進剤や混和剤とともに、圧入することにより硬化障害のないCCS（セメント・ストランド・スラブ）を、また、ウレタン樹脂を注入することによりBBS（発泡樹脂・ストランドスラブ）を開発した。

2.2　バイオプラスチックの開発

１）非結晶性だが、極めて良好な分子の配向性を示す生分解性・高強度セルロースフィルムを創った。セルロース分子鎖間の距離は0.66nm、１分子鎖の幅は、0.47nm。２）有機溶媒可溶、熱可塑性、紫外線吸収性のリグノベンジル化セルロースフィルムを開発した。３）セルロースを高温・酸性下でエチレング

リコールと反応させ、その生成物とイソシアネートと反応させて、ポリウレタン発泡体、ポリウレタンフィルム、接着剤を合成することに成功した。4）炭酸エチレンを用いた高速かつ効率的な液化法を開発し、この液化物とイソシアネートを反応させて断熱性の発泡体を形成させることに成功した。

2.3 エコマテリアルの開発

1）フィルム表面にフッ素をコーティングし、フィルム中に高誘電率の$BaTiO_3$などを均等に混入することで吸湿性と絶縁性を改善した高蓄電性のシアノエチルセルロースフィルムを開発した。2）末端にエポキシ基を持つ紫外線吸収剤（UVA）を合成し、単板表面や木粉に化学結合させて高耐光性木質材料を開発した。3）リグニンをアルカリ性酸素処理、あるいはアルカリ性酸素－サルファイト処理して土壌中のアルミニウムイオン捕捉する誘導体を開発した。4）高温で蒸煮処理した単板を圧密化して、寸法安定性と表面硬度に優れた複合床材料を開発した。

2.4 スーパーツリー・ヤナギの開発

ヤナギ5樹種、計54クローンの成長を調べた結果、エゾノキヌヤナギが最も優れていることが分かった。この樹種から19クローンを選び、植栽密度を変えて成長を調べたところ、8年後の1本当たりの材積は平均で6.8～28.1（千cm^3）で、クローンによって生産力に4倍以上の開きがあった。選抜された2クローンでは、年・ha当たり平均で30m^3以上の材積成長が期待できる。これは熱帯の早生樹に匹敵するほどで、まさにスーパーツリーと言える。

2.5 モリシマアカシア林造成とタンニン利用技術の開発

モリシマアカシア樹皮を蒸煮処理して抽出したタンニンは、高タンパク質吸着材、殺蟻剤、染色剤、アンモニア消臭剤、大腸菌に対する抗菌剤、ホルムアルデヒド放散抑制剤等として利用できる。アカシアタンニンあるいは樹皮粉末とイソシアネートとを反応させて生分解性の軟質や硬質のウレタンフォームの調製法を開発した。

モリシマアカシアは養分要求度が低く、乾燥・塩害には強いが台風被害が発生しやすい。伐採後火入れを行うことによって効率的な更新が可能で、林齢10～15年の間に約100～200m^3/haの収穫が期待できる。病害としてガモシス及び根株腐朽病があり、ガモシス被害は幼齢林で発生し、10年生以下の林分で最高84％の被害率を示す。漏脂病は短伐期生産では施業上の問題とはならない。天草地方には既存の広葉樹林やみかん廃園の利用により最大3,603haの適地が確保でき、病害を回避できれば、地域資源としてのモリシマアカシア林の造成は有望と考えられる。

2.6 ヒバ材生産技術の確立と材抽出成分の利用

積雪環境下のヒバでは、T/R率は約1～4の範囲に納まり、埋幹部が樹体のバランスを維持し、鉛直方向に発達する支持根は雪圧に対応している。支持根のない個体は生育の過程で積雪移動圧によって転倒し、消滅する。ヒバ閉鎖林内稚樹の樹高は1m以下であるが、帯状伐採地では5～7mに達しており、帯状伐採は稚樹の成長速度を増大させる効果が著しく、15年間の林分材積成長量は点状伐採地の約19倍にも達する。

ヒバチップから発散された香り成分の吸入によって、収縮期（最高）血圧が、有意に低下し、生体がリラックスし、脳活動も有意に低下し、脳が鎮静化することが新規に開発した快適性評価システムによって明らかとなった。また、ヒバ材油及びヒノキ材油はヤケヒョウヒダニの強い行動ならびに繁殖抑制効果を示すことが分かった。

2.7　富栄養湖の木本植物による浄化

湖畔林の造成技術の開発を目的に、沈降式植栽基盤にはラクウショウを、浮上式植栽基盤にはヤナギ類を植えた。樹高１m程度のカワヤナギは、成長期に１日当たり15.2mgのNと2.73mgのPを吸収し、25本/m²の植栽密度であれば、Nは228kg/ha/60日、Pは41kg/ha/60日の吸収量が見込まれる。ラクウショウは７月～８月が最も成長が良く、この時期の基盤内のN濃度は基盤外の濃度の57％に低下した。ヤナギやラクウショウを植えた浮上式植栽基盤には、魚付き機能のほか鳥類、昆虫類等の生物の生息、繁殖場所としての環境が創出できることが観測された。

2.8　野生ニホンジカの生息数調査技術の開発

陸上自衛隊東北方面航空隊からの支援を得て、ヘリコプターに赤外線探査装置を搭載し、本州北のニホンジカの個体数や分布の状況を調査（センサス）した。

冬季、恒温動物である哺乳類は周囲よりも多くの赤外線を放出している。落葉樹の陰にかくれて色彩的に見つけにくい鹿の姿も600m以内の距離なら鮮明に検出、記録できた。しかし、雌雄の判別はできなかった。五葉山周辺の目視によるセンサスでは、総生息数は約6,000頭で、一辺約2.5kmのメッシュ内の最大個体密度は51頭/km²であった。

2.9　ウダイカンバ資源を活かす

非破壊的に心材率を判断できる方法や心材化を人為的に促進する方法を開発することを目的にいくつかの試験を試みた。放射線木材水分量測定装置では空洞は認識できたが、腐朽については判読できなかった。ストレス波速度測定装置では、腐朽木と健全木を識別できた。レーダー波非破壊探知装置では、実際に変色・腐朽があった62本のうち約76％、47本に異常あるいは腐朽があると事前判定できた。この装置で精度は落ちるがある程度心材と辺材の境界部の深さを非破壊で測定できることが示唆された。

ウダイカンバの心材着色成分は、^{13}C-NMRスペクトルからジアリルヘプタノイド類の重合物であること、フェノールオキシダーゼによって、本来無色であるジアリルヘプタノイド類が有色の重合物に変換されていることを明らかにした。

2.10　竹林の管理指針とタケ材の利用

マダケとモウソウチク固定試験地の現存量、純生産量、呼吸量等を検討し、収穫量を最大にする管理指針を作成した。竹桿構造の発現を経時的に究明するなど生物模倣材料（バイオミメテイク）のデザイン等に重要な情報を得た。

燻煙熱処理によって竹材の欠点である割れの生じやすいことを克服することができた。また、竹炭は、水の改質、浄化、水中バクテリアのためのバイオフィールドの改善に有効であることを明らかにした。

2.11　有用樹種

ケヤキ材は、形質によって付加価値が高まる材である。そこで、高萩営林署管内の約90年生のケヤキ人工林にプロットを設定し、プロット内の113個体について、年輪幅、容積密度、心材色などの内部的形質と、胸高直径、樹高、枝下高、樹幹直線性など幹の形態に関する形質を測定したほか、いくつかの方法を用いて近縁度の推定を行ったが、容積密度及び心材色b*が、ほかの形質に比べて相対的に遺伝性が高いことが明らかになった。

2.12　針広混交による広葉樹の育成

針葉樹一斉林の欠点を補いつつ有用広葉樹を成林させるため、針広混交林育成に関する基本データを得ることを目的として35年生のスギ林の間伐後に広葉樹を植栽した試験結果

から、残ったスギが台風害を受けやすいことや、植栽した広葉樹の樹形を考慮すると20年生以下のスギ人工林の混交林化を考慮していく必要があることが分かった。

3．成果の普及等

SSTに関しては、1995（平成7）～1997（平成9）年度に農林水産省補助事業「新木質建材（割裂片積層材）開発事業」で、段谷産業下関工場にテストプラントが設置され、実用化に向けて各種の試験が試みられた。ニホンジカ生息数調査研究の推定結果は、地元岩手が個体数調整計画をたてるための重要な基礎データとして活用している。　（志水一允）

スギの高密度基盤連鎖地図と遺伝的多様性研究

1．背景と目的

林木は農作物に比べて長い世代サイクルを持ち、選抜や検定に長期を要するため、育種年限の大幅な短縮や、森林の多様な遺伝資源の合理的な保全方法の確立が求められている。それには、遺伝子解析や遺伝情報を活用した新たな技術の開発が不可欠であり、林木のゲノム解析研究はこれらの課題を解決する基盤的研究となる。

本研究は、日本固有の最も重要な造林樹種であるスギを対象に、ゲノム解析のための目印となるDNA多型マーカーの開発を通して、遺伝子の並びを調べる連鎖解析を行い、高密度な基盤連鎖地図を構築することを主な目的にしている。有用形質と強く連鎖したDNAマーカーを用いることで目的にあった個体を直接選抜することができ、林業の生産性向上への貢献、花粉症等の諸問題の解決、森林資源の効果的な遺伝的管理手法の策定に向けた前進が図られ、我が国の林業の活性化への貢献が期待される。

2．研究の経過と概要

大型プロジェクトとしてのスギゲノム解析研究は1997（平成9）年度から2001（平成13）年度の5年間、生物系特定産業技術研究推進機構（生研機構）の「新技術・新分野創出のための基礎的研究推進事業」で実施された。研究実施体制と全体の概要は次のとおりである。

2.1　「スギのゲノム解析とその高度利用に関する研究」（総括・森林総合研究所）

2.1.1　スギゲノム上の遺伝マーカーの開発と高密度基盤連鎖地図の確立（森林総研）

スギの高密度連鎖地図を作製した。連鎖地図を効率的に構築するための共優性遺伝マーカーを多数開発した。全国に分布する天然スギ集団の遺伝的多様性の評価を行い、地域的な特徴を明らかにした。

2.1.2　*in situ*ハイブリダイゼイション及びトリソミー系統を用いた染色体と連鎖群との対応（愛媛大学、1999（平成11）年度で終了）

三倍体子孫からのトリソミーの整備を進め、細胞学的観察とRFLP分析により3連鎖群に対応するトリソミーを決定した。

2.1.3　スギ材質関連遺伝子のQTL解析（育種センター）

ヤング率等の材質関連遺伝子のQTL解析を行い、検出のためのDNAマーカーを開発した。

2.1.4　スギ雄性不稔遺伝子のマッピング解析（新潟大学、1999（平成11）年度で終了）

スギ雄性不稔の遺伝様式と発現機構の実態

を解明した。

2.1.5　環境ストレスがスギの遺伝子発現及び遺伝的多様性に与える影響の解析（静岡大学、2000（平成12）年度から課題名を「スギ花粉cDNAクローンの構造及び発現解析と多型マーカーのスクリーニング」に変更）

花粉アレルゲン遺伝子の特性及び連鎖群での位置を明らかにした。

2.1.6　スギゲノム上の遺伝子マーカーのシーケンス情報に基づく分子進化学的解析（九州大学）

種内・種間の塩基配列変異パターンを自然淘汰との関係で理論的に明らかにした。スギ・ヒノキ科樹種の系統関係を葉緑体DNA配列から推定し、さらに、核遺伝子の分子進化学的解析から適応的変異候補サイトの存在を明らかにした。

3．高密度基盤連鎖地図とその応用

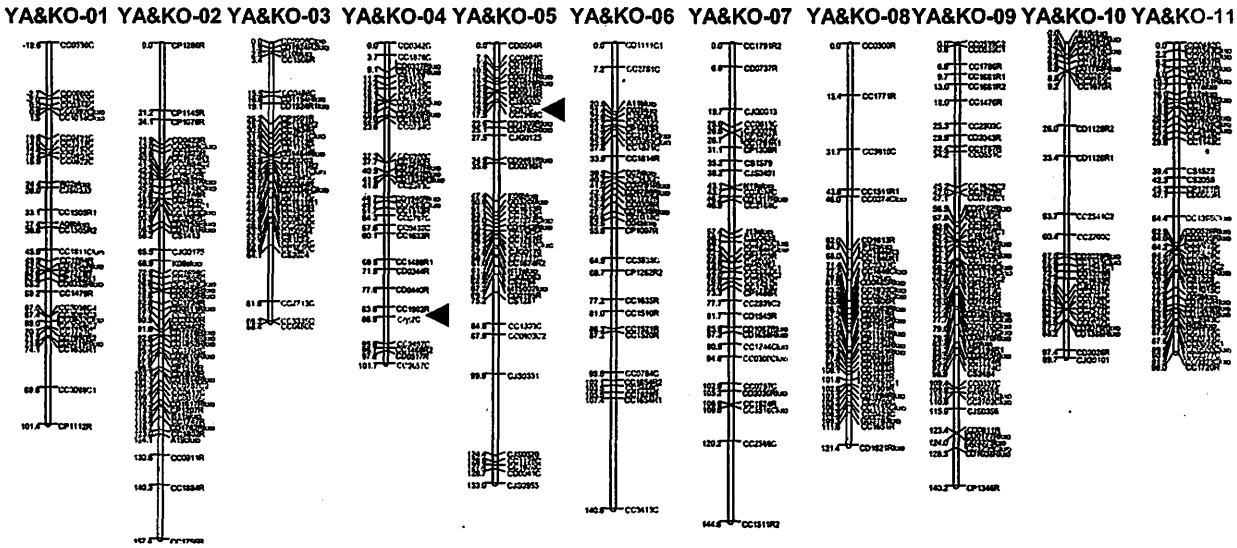
森林総研が担当する課題では、高密度基盤連鎖地図の構築及びマッピングしたDNAマーカーをPCRベースの簡便なマーカーに変換することによる効率的な連鎖地図作製技術の確立をねらい、また、早期発現形質のQTL解析と開発したマーカーによる森林遺伝資源の評価を行った。

3.1　cDNAの塩基配列と簡便な共優性DNAマーカーの開発

実生、内樹皮、雄花、雌花、花粉由来の発現遺伝子群であるcDNAライブラリーから約8,000の部分塩基配列を得た。これらのシークエンス情報からDNAの特定領域を数百万倍に増幅するPCR法を活用した共優性DNAマーカーを496個開発した。さらに、スギで開発した遺伝子部分を特異的にPCR増幅するSTSマーカーの約１／３がヒノキに直接利用できることが明らかになり、これから64個のヒノキのDNA多型マーカーを開発した。

3.2　高密度基盤連鎖地図の作製

スギ交配家系を用いて遺伝子の並びを表すDNAマーカー連鎖地図を構築した。そのうち、YA家系では遺伝子の集まりである連鎖群がスギの基本染色体数に対応する11本の連鎖群に収束した。このYA家系による連鎖地図とクモトオシ×オキノヤマスギF_2家系による連鎖地図との統合を共通マーカーで行い、高密度基盤連鎖地図を構築した[1]（図－１）。



図－１　２連鎖地図を統合した基盤連鎖地図

433遺伝子座（172 CAPS、22 RAPD、200 RFLP、37 SSR、１形態）、総地図距離　1351.5cM、平均遺伝子座間距離　3.1cM、矢印はスギ花粉アレルゲン遺伝子である*Cryj1*と*Cryj2*を示す。

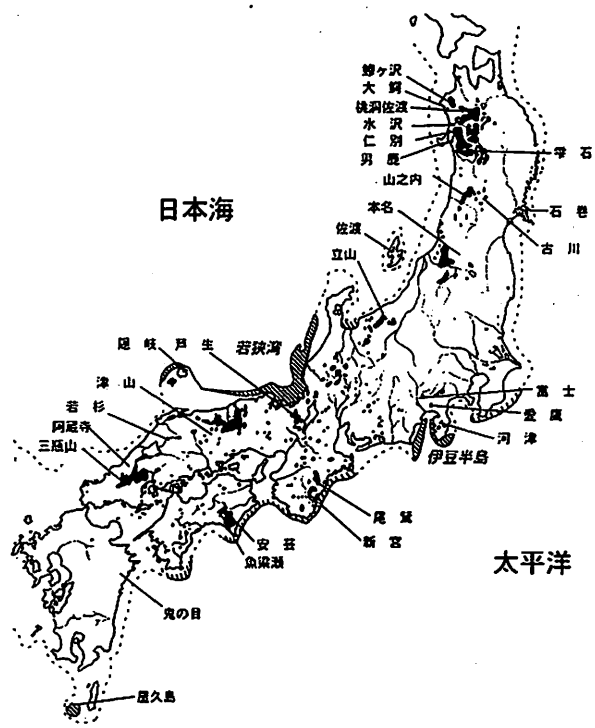
量的形質遺伝子座（QTL）については、クモトオシ×オキノヤマスギF_2家系で、雄花着花性、雌花着花性、成長量、発根性のQTLを解析し、連鎖地図にマッピングした。

3.3 連鎖地図ベースのスギ遺伝資源の評価

遺伝資源の評価に供するため全国の天然林25集団からスギ711個体を収集した。連鎖地図上にマップした共優性DNAマーカー120遺伝子座を使用し、これらの集団の違いを解析した。

その結果、日本海側と太平洋側の集団に大きく二分することができ、これまで形態的特徴からいわれてきたウラスギ系、オモテスギ系の２系統がゲノム上でも分化していることが明らかになった。また、遺伝的多様性は西日本の集団が東日本に比べて高く、これまでの花粉分析による結果を支持するものであった。また、北限、南限等の分布の端の集団では高い連鎖不平衡が検出された[3)]。

さらに、最近の「屋久島森林生態系における固有樹種と遺伝子多様性の保全に関する研究（2001（平成13）～2005（平成17）年、環境省地球環境保全等試験研究費）」及び「希少な森林となっている主要針葉樹天然林の保全遺伝学的研究（2004（平成16）～2006（平成18）年、科学研究費補助金）」の成果から、多型性の高いマイクロサテライトマーカーを使ったスギ天然林集団の遺伝的多様性の研究では、屋久島をはじめとして、現在では小集団となった愛鷹山（神奈川県）、隠岐島、伊豆半島のスギ天然林でも、約18,000年前の最終氷期のスギ逃避地近くの天然林では、現在でもそれ以外の天然林には存在しない遺伝子を多く保有しており、高い遺伝的変異を維持していることが明らかになった[2)]（図－２）。



図－２　スギ天然林の分布（黒ぬり：林　1951）と調査した25地域のスギ天然林
点線は最終氷期（約18,000年前）の海岸線を示し、網線（伊豆半島周辺、若狭湾周辺、隠岐、屋久島）は当時のスギの逃避地を示す（Tsukada 1982）。

このように、将来に残すべき貴重な森林の保全方法を検討する上でも、さらに詳細なゲノム情報を天然林集団の解析に活用することが、今後ますます重要になる。（長坂壽俊）

文　献

1）Iwata H. et al. (2001): Cleaved amplified polymorphic sequence markers in sugi, *Cryptomeria japonica* D. Don, and their locations on the linkage map. Theor Appl Genet, 103, 881-895

2）Takahashi T. et al. (2005): Microsatellite markers reveal highallelic variation in natural populations of *Cryptomeria japonica* near refugial areas of the last glacial period. Journal of Plant Research (in press)

3）Tsumura Y. & N. Tomaru (1999): Genetic diversity of *Cryptomeria japonica* using co-dominant DNA markers based on sequence tagged site. Theor Appl Genet, 98, 396-404

国産材の主要樹種の性質・材質研究

1．研究の背景

「木材をできるだけ合理的に、効果的に利用するためには、その木材の特性によって使途を選ぶことが必要である。このためには、それぞれの木材の諸性質を明らかにしておかなければならない。しかしいかんながら、我が国にはこの意味での十分な資料が整っているとはいえない。なるほど古くから、我が国のおもな樹種について、多くの研究者によって機械的性質をはじめ、ほかの物理的、化学的性質が求められているが、これらはいずれも断片的にすぎず、系統的に求められたものではない。また、その方法も区々であるため、それらの資料を相互に比較できないのが実情である。」

日本産主要樹種の性質に関するプロジェクトは、1959（昭和34）年に始まったが、1963（昭和38）年その試験計画を林試研報153号に報告している。上記はその冒頭に書かれた一文である。これからも明らかなようにこのプロジェクトは、日本産の木材利用上の主要な樹種についてその各種性質を同じ材料、同じ試験方法を用いて求めようとするものである。

2．試験計画

2.1　試験材料の採取

試験の対象とする樹種は試験計画当初、針葉樹24樹種，広葉樹45樹種の合計69樹種を選んだ。その後、試験期間中に早生樹種５樹種を加え、合計は74樹種となった。これらの樹種は、利用面や蓄積量などからその重要度に応じA、B、C’、C”に４区分し、この区分によって採材地区数、供試木本数、試験項目などを決めた。

A樹種には針葉樹ではスギ、アカマツ、広葉樹ではブナ、ミズナラの４樹種、B樹種には針葉樹ではカラマツ、エゾマツ、ヒノキ、広葉樹ではマカンバ、アカガシ、ケヤキ、ヤチダモの７樹種、また、C’樹種には16樹種、残りの47樹種がC”樹種である。

供試木は国有林から採取したが、どの樹種区分の樹種についても該当樹種の主要生産地域の営林局（当時の機構による営林局）の国有林において、現地で選木して伐採した。また、伐採地は、業務実行の便宜上、A、B樹種については各局の年度内伐採予定地から選ぶように計画した。A樹種については複数の営林局管内国有林から、ほかの樹種区分については１営林局管内国有林から採取した。採取数量は、A、B樹種については約６m^3、C’樹種については約1.5m^3、C”樹種については約0.6m^3を目標とした。

試験丸太は根張りや根曲がりの影響を避けるため、供試木の胸高部位の上から採取し、材長2.1mのもの１本としたが、供試木が細い場合、材積を増やすため２番玉も採取した。供試丸太には防腐剤を散布して腐朽を防ぐとともに、木口にはワセリンを塗布して木口割れを防ぎ、速やかに搬送した。

林業試験場に到着した供試丸太は速やかに製材を行った。樹心を含んだ６cm厚さの板を中心に両側に同じ厚さの板をだら挽きした。これらの板は桟積みして天然状態で乾燥した。人工乾燥を施した場合、熱を加えることから、試験項目によっては試験結果に影響がでて、その信憑性が危ぶまれることもあるからである。約１年間の天然乾燥の後、試験項目に応じた試験体を作製し、担当研究室に配布した。残りの板についてはライブラリーを設け、補足試験や新しい試験に対応できるよう保管した。そのいくつかは現在も木工室横のライブラリーに保管され、各種試験に利用されている。

2.2 試験項目

試験は主としてJIS（日本工業規格）の木材の試験方法に従って行ったが、この規格に規定されていない項目については、担当研究室で試験方法を検討し、それに基づいて試験を行った。木材部が分担した項目は木材の物理的性質として；比重（密度）、収縮率、繊維飽和点、吸湿量、平衡含水率、吸水量、乾燥試験として；乾燥速度係数、天然乾燥日数、強度的性質として；静的曲げ、縦圧縮強さ、縦引張強さ、衝撃曲げ吸収エネルギー、せん断強さ、硬さ、上記以外の項目として；腐朽による重量減少率、磨耗量、回転かんなによる切削抵抗のほか、限られた樹種ではあるが、釘引抜抵抗及び帯鋸による切削抵抗である。

林産化学部が分担した項目は化学的な組成として；熱水及びアルコール・ベンゼン可溶分、ペントサン、ホロセルロース、αセルロース、リグニン、硫酸塩パルプ及び漂白硫酸塩パルプの性質として；収率、ローエ価、白色度、硫酸塩パルプについて；各種強度である。

3．研究成果

試験結果は、木材部が分担した項目については、日本産主要樹種の性質、木材の性質一覧表、林試研報 319（1982）に、林産化学部が分担した項目については、日本産主要樹種の性質、材の化学組成及びパルプ化試験、林試研報 263（1973）にそれぞれ報告した。いずれの報告も、試験項目の値が樹種別に配列された一覧表として示されている。これらの表を利用することによって、樹種の性質についての多くの情報が得られる。

表－1は一例としてブナ、ミズナラ、クリについて、いくつかの試験項目の数値を比較対照したものであるが、これによって各樹種の性質の特徴が浮かび上がってくる。ブナの偽心材は、天然乾燥日数が長くかかるほか、乾燥に伴う狂いが大きく、また、湿気や水分を吸いやすく、腐りやすいことも明らかである。これに対し対照的なのがクリで、繊維方

表－1　ブナ、ミズナラ、クリ材の性質の比較

試験項目	ブナ 辺材(偽心材)	ミズナラ 心材	クリ 心材
全乾比重（密度）(g/cm³)	0.58 (0.63)	0.65	0.52
収縮率（気乾まで）(%)			
接線方向	6.06 (6.84)	5.91	5.33
半径方向	2.18 (2.34)	2.11	2.43
繊維方向	0.19 (0.10)	0.13	0.00
24時間吸湿量 (mg/cm²)			
木口面	319 (313)	282	250
柾目面	98 (72)	73	64
24時間吸水量 (g/cm²)			
木口面	522 (346)	326	180
柾目面	79 (46)	41	37
腐朽による重量減少率 (%)			
オオウズラタケ	34.3 (22.7)	18.4	3.1
カワラタケ	22.3 (18.1)	14.8	3.6
磨耗量　板目面 (mm)	0.50	0.54	－
板目面硬さ (kg/cm²)	1.86	2.07	1.75
衝撃曲げ (kg-m/cm²)	1.02	1.06	0.69
天然乾燥日数（厚さ6cmの板）			
初期含水率 (%)	86 (97)	72	92
含水率30%まで（日）	49 (149)	69	118
含水率40%から30%まで(日)	15 (42)	27	37

向の気乾までの収縮率が全くなく、湿気や水分を吸う量が少なく、耐朽性に優れている。クリは針葉樹のように構造材として使われてきたが、それを裏付けるものといえる。これらに対してミズナラはほとんどの項目でブナとクリの中間の値を示し、広葉樹として標準的な良材であるといえる。

4．本研究の意義

この種の研究で大事なことは、供試材料の選定の問題であろう。スギは秋田、茨城、宮崎で採取したが、61、66、48年生の造林木であった。当時の国有林では主伐の対象木であったとはいえ、この種の試験の材料としてはいかにも若齢である。これに対しヒノキは250年生前後の木曽の天然林から採取した。

木曽ヒノキは天然ヒノキとして著名であるが、そのような優良材が日本の人工林のヒノキを代表するものとは必ずしもいえない。今後スギ、ヒノキ材とも供給の主体が造林木ということになろうが、これに対応するためには両者とも百年生前後の造林木の材料があればその標準的な性質を知る上でも、また、今後の育林目標を得る上でも好都合であろう。そのような材料が得られるようになれば、是非補充したいものである。また、アカマツは岩手、茨城、広島の3箇所から材料を入手したが、その後マツノザイセンチュウがはびこり、広島や茨城では壊滅的な被害があり、多くの林が失われ、何時回復するのか見通しは立っていない。また、マカンバはB樹種区分であったが、当該年の伐区には適当な林がなく、やむなく3本の供試木を選木して採取するに止まった。その後マカンバの大径木は一層少なくなり、今では銘木級扱いにされていてますます入手が困難になってきている。

この研究が始まったのは丁度拡大造林の最盛期で、まだ高樹齢の広葉樹林が残されていて、予定の樹種の供試木を入手することができた。その後の森林の変遷を見ると、これだけ多くの樹種の高樹齢材を入手することは今後長伐期に移行するとしてもおそらく200年以上を待たないと困難なものと考えられる。したがって、この研究は拡大造林前の国産材の性質について、記念碑ともいうべき意味を持つものであるといえよう。　　（中野達夫）

南洋材の材質に関する一連の研究

1．背景

我が国の木材需給のなかで、外国産材の占める比率は1950年代に入ると徐々にではあるが着実に増加し始め、1960年代に入ると、需要量の1/4を超えるようになった。このことから、外国産材が、国産材の補完的な役割を超え、木材需給の主役になりかねないことが予測されるようになり、将来の木材利用のあり方について、研究・技術の立場からの対応が急がれることになった。

外国産材（南洋材、北米材、北洋材、そのほか）の比率が総需要量の50％を超える1970年代になると、その中に占める南洋材（東南アジア産の木材）の比率はほぼ一定して40％以上を維持するようになってきた。しかし、熱帯材利用の経験のほとんどなかった当時、その材質について、研究者は勿論、木材工業界、消費者何れもが、十分な知識、経験を持っていたとは考えられなかった。とはいえ、当初は南洋材は殆どがフィリピンからのラワン類であったため、含まれる樹種数が限られていたことから、国産材とは違った対応をせまられたものの、材質が比較的均一であるため、当時の木材工業の技術的努力で対応する

ことができていた。

1960年代後半から1970年代に入ると、木材需要の高まりに対応して、それまで暫増していたインドネシア、サバ、サラワクなどからの木材が急増に転じてきた。これらの地域からの木材は上述のラワン類と同類のメランチ類に加えて、広範囲にわたる科の多種類の木材を含んでいる。これらの地域からの輸入が急増すると、当然のことのように、日本市場で未知の木材の種類と量が増加して来た。このような状況の中では、名前も分からず、材質の不明な木材が急増し、それらへの対応が不十分なまま、適材適所の利用がおろそかになり、それらの木材を量として使う傾向が広まり始めた（MLH：雑軽軟広葉樹材という言葉が使われるようになり、多くの木材がいわば固有の名無しで一括して取り扱われた）。

貴重な熱帯アジアの天然資源の有効利用に危機感が持たれるようになったのもこの頃である。さらに、1970年代に入ると、パプアニューギニアを主とした太平洋地域から知名度の低い多種の木材が市場に入ってくるようになって、この傾向は益々強まっていた。

当時、南洋材の材質に関する研究は、林業試験場を始め、いくつかの研究機関において、限られた樹種については、断片的に行われていた。しかし、多くは、市場に流通している木材を研究試料として用いており、その樹種名、出所などの正確さを欠いていた。そのため、可能な限り多数の樹種のより正確な試料に基づいて多くの項目についての研究を行い、その資料の集積によって南洋材利用をより有効にすることが急務であった。

2．研究の目標と経過

当時の木材部長はこの一連の研究の開始に当たり、「相当量の試験木に対して系統的な研究を行い、各種の材質や材質相互間の関連、現場で利用する場合の適応性、加工方式などの検討を加え、利用上の指針を与えるために本シリーズの研究を始めることにした」と目標を述べている。

この一連の研究には木材部及び林産化学部両部の多くの研究員が参加、協力した。この研究の中で、最も大きな課題は、可能な限り信頼性のある試料の採集を行うことであった。幸いにして、1964（昭和39）年に、カンボジアにおいて、８樹種の試験材を腊葉標本とともに採取することができ、それらを研究試料として用いることができた。この研究成果が、21報に及ぶ南洋材の性質研究報告の第１報となった。その後の試料は、現地での採集が出来なかったため、丸太輸入企業の協力を得て、出所の明らかな丸太を入手し、木材鑑定を行い、その結果に基づいて試料の命名をして、研究試料とした。したがって、腊葉標本との照合はできない。

1973（昭和48）年になって、科学技術庁の特別研究促進調整費による「未利用樹種の利用技術に関する総合研究」が承認され、1974（昭和49）から1976（昭和51）年にわたり、３年間の研究が実行された。その研究対象として、市場で未利用樹種材の代表的な供給地となっていたパプアニューギニアの木材が取り上げられた。この研究では、現地で試料採集が行われ、それらの腊葉による同定が、同国ラエにある国立腊葉標本館の研究員によって行われた。したがって、試料の信頼度は我が国の熱帯材研究の中では、画期的なものとなった。この計画によって、同国ニューブリテンでの２年度にわたる試料採集が行われ、成果は10報にわたり報告された。さらに、この研究においては、木材利用に加えて、国立病院の研究者の参加を得て、「未利用材含有成分の健康阻害に関する研究」が取り上げられた。

3．研究成果の報告

東南アジア及びニューギニア11地区から採取した試験材は、27科47属、67樹種で、試験



65. セルチス
Celtis sp.
（樹心部の褐色部分）



43. ウリン
Eusideroxylon zwageri
（はなはだしい木口割れ）



7．ターミナリア
Terminalia sp.
（中央の材色の異なる部分）

項目は、材質関係が85項目、加工適性関係が79項目に上った。各樹種についての結果は研究報告及び「世界の有用木材300種（1975）」ほかに詳述されているので、ここでは測定項目とデータのまとめ方についての概要を記載するに留める。

3.1　試験項目

3.1.1　南洋材の材質研究

南洋材については、基礎材質及び加工的性質の双方について詳細なデータを収集した。項目を以下に列挙する。

1）基礎材質：a. 肉眼的構造、顕微鏡的構造、年輪幅などの組織的事項。b. 密度（比重）、収縮率、吸湿性、吸水量、摩耗等の物理的性質。c. 圧縮、引張り、剪断、静的曲げ、衝撃曲げ、硬さなどの強度的性質。d. 耐朽性、着炎性、注入抵抗等の木材保存上の特性。

2）加工的性質：e. 素材及び単板としての接着性。f. 素材加工及び単板製造のための被削性、切削法（ロータリー切削、プレーナー切削を含む）。g. 丸鋸及び帯鋸による鋸断性、鋸断法。h. 素材及び単板としての乾燥性、乾燥法。i. 合板製造条件としての材質、塗装性。j. 必要に応じ化学的性質、そのほか。

3.1.2　パプアニューギニア材の加工的性質

パプアニューギニア材については、以下の加工的性質のデータ収集を主に行った。

1）ひき材加工：鋸断、乾燥、鉋削、接着、塗装、曲げ加工、釘打ち。2）合板製造：単板切削、単板乾燥、単板接着。3）ボード類製造：パーティクルボード、ファイバーボード、セメント硬化傷害。4）パルプ化：繊維形態、パルプ化。5）木炭製造。6）丸太の形質。7）物理的性質：密度（比重）、収縮、吸水、強度。8）化学的性質：木材成分、抽質成分、化学的変色。9）耐朽性。

また、ニューギニア産材については、健康阻害を引き起こす熱帯産材の化学成分について国立病院機関と連携して詳しい研究を行った。未利用含有成分の健康阻害に関する研究（国立病院機関による研究項目）は、1）内科的、小児科的及び皮膚科的領域からの研究、特に呼吸機能に及ぼす影響。2）小児科的及び皮膚科的領域からの研究。3）耳鼻科的及び皮膚科的領域からの研究に分かれており、いくつかの興味深い知見が得られているが、詳細については本稿では触れない。

3.2　研究成果

以上に挙げた試験項目の結果の詳細については、当時の林業試験場研究報告（現森林総合研究所研究報告）にシリーズ南洋材の性質として21報にわたって報告した。第1報は林試研報第190号に1966（昭和41）年6月に発表され、第21報は同誌第277号1975（昭和50）年の報告となっている。

詳細な結果報告は行われたものの、一般向けの研究成果の普及と利用にはやや詳しすぎる面があったため、上記の項目の中で主要な

ものを選び、樹種ごとに一定基準による材質及び加工適性の評価を行い、その一覧表を作成し、その結果を日本木材加工技術協会から「世界の有用木材300種」という単行本にまとめて1975（昭和50）年に刊行した。評価の一覧表は、材質については物理的、強度的性質、耐朽性、加工適性については、ひき材加工、合板製造、塗装性、パルプ化、ファイバーボード製造に分けて示した。その際の評価基準は、原則として各特性値の平均値を中央におき、階級限界値を標準偏差に基づいて定めた。そして、基礎的性質を５段階評価、加工適性については物理的利用と化学的利用に分け３段階評価で示した。また、この「世界の有用木材300種」には、南洋材だけでなく本邦産及び北米など世界の主要樹種のデータも含まれており、林業試験場の戦後の総力を結集した樹種利用マニュアルとして評価され、現在に至っている。

以上のように、「南洋材の性質」及び「パプアニューギニア材の加工的性質」の一連の研究では、信頼度の高い試料を用いて熱帯産材の材質及び加工的性質について系統的な研究を行い、さらに、試験結果を一定基準に基づいて階級評価し、用途に対する適性、加工性の難易など示して利用上の指針を作り上げた。この研究は我が国における東南アジア及び太平洋地域産材の利用技術の発展をもたらし、熱帯材の材質研究の進歩に大きく貢献をすることとなった。これらの成果は、既にホームページにも公開され、今後とも有用なデータとして活用されることは疑いなく、貴重な熱帯材資源の有効利用に資すると考えられる。（須藤彰司）

文　献

1）科学技術庁研究調整局（1978）：未利用樹種の利用技術に関する総合研究，236，科学技術庁研究調整局

2）木材部（1966）：南洋材の性質１　カンボジア産材の性質(1)，林試研報，190，3

3）木材部・林産化学部（1975）：南洋材の性質21南洋材の材質及び加工性の評価，林試研報，277，87，未利用樹種研究班（1977）：第１報　東ニューブリテン材のひき材加工，林試研報，292，22

スギ材の革新的高速乾燥システムの開発

１．試験研究の動向

戦後、ほぼ一貫して増加してきた日本の木材需要量は1973（昭和48）年をピークに、その後は約１億m^3乃至これをやや下回る水準で推移しているが、この間の需要増の大半は輸入材によってまかなわれてきた。一方、我が国における木材資源の蓄積は年々増加し、現在では十分な供給能力がある。これらの木材の用途としては、主に建築用の構造材や板材等が想定されるが、近年の建築構法や工事方法の変化によって、次第に寸法安定性の高い乾燥材が要求されるようになり、未乾燥材が大半を占める国産材の需要は低迷している。このため、乾燥材生産量の増大は我が国の木材資源の利用拡大にとって解決すべき緊急の課題となってきた。

これに対し、我が国の人工林蓄積の６割近くを占めるスギは、含水率が高く、水分が抜けにくい性質のほか材質のばらつきが大きく、用途面でも心持ち材としての使用が多いことから、乾燥処理が難しく、ほかの樹種に比べ乾燥コストが格段に高い問題点がある。また、

1998（平成10）年からの一連の建築基準法の改正によって、木材製品にもこれまで以上に高い性能保証や製造者責任が求められるようになり、戦後植林され伐採可能時期がピークを迎えつつある国産スギ材の利用環境には、より一層の困難が予想された。

こうした状況を打破するには、輸入乾燥材よりも安価でかつ性能を保証し得る国産スギ製材の供給を可能とする革新的な乾燥技術の開発が必要となり、2000（平成12）年度から2004（平成16）年度にかけて、産学官の連携の下に木材利用部門の総力をあげてこの研究が実施された。スギは我が国の木材産業、木造住宅産業における主要な原材料であるため、その成否は、木材生産者や製材業者の雇用だけではなく、我が国の人工林が抱える間伐促進をはじめとする林業活性化、さらには森林機能の維持・管理にまで大きな影響を及ぼす。このため、本研究では高品質なスギ乾燥材の安定供給と利用拡大を可能にするための一連の技術開発、すなわち、材質的なバラツキの多いスギ材の用途を原木供給段階で選別する技術開発、圧力制御下における水分除去と木材物性に係る最新の知見を活用した乾燥日数を従来の数分の一に短縮可能な革新的高速乾燥技術の開発に取り組み、建築用材としての性能確保と経済性を達成しうる乾燥技術を体系的に明らかにした。

研究の実施にあたっては、木材特性研究領域から物性研究室と組織材質研究室が、加工技術研究領域から木材機械加工研究室と木材乾燥研究室が、構造利用研究領域から強度性能評価チームと材料接合研究室及び木質構造居住環境研究室が、また、木材改質研究領域から木材保存研究室が参加した。また、研究の一部を京都大学木質科学研究所、愛媛大学農学部、高知大学農学部、九州大学農学研究院、長野県林業総合センター、愛媛県林業技術センター、大分県林業試験場、愛媛県林業技術センター、熊本県林業研究指導所、住友林業株式会社筑波研究所及び山本ビニター株式会社に委託した。研究の立案及び実施には、責任者として久田卓興があたり、これを黒田尚宏、平川泰彦、林　知行が補佐した。

2．研究の成果

建築用針葉樹材の乾燥技術は1975（昭和50）年頃から注目されるようになり、スギについては1989（平成元）年頃から特に関心が高まった。スギ材は用途面から背割りのない乾燥材が要求される傾向があり、このため技術的には心持ち材をいかにして割れなく乾燥するかが最大の課題であった。この技術にようやく見通しがついたのは1996（平成８）年になってからであり、これには従来とまったく異なる高温域での乾燥処理が有効であることが明らかになった。高温乾燥技術はその後2002（平成14）年頃までには実用レベルに達したが、この研究はこうした処理技術の基本となる木材の熱湿特性を明らかにして技術の高度化に貢献した。

また、この研究で開発された新乾燥システムは、さらに一歩進んだ品質の優れた乾燥材の生産を可能にしうる技術であり、次世代の乾燥法として適用できる。スギ乾燥材に対する市場の要求は、乾燥割れが無いこと、木材の強度性能や耐久性を劣化させないこと、乾燥処理時間が短いこと、乾燥コストが安いことであり、これを達成するには高温乾燥を含む従来の熱風乾燥技術では限界がある。このため、高温の熱処理に加え、従来あまり利用されていなかった圧力の制御や高周波加熱等を組み入れる新しい乾燥処理技術を開発した。研究は大きく次の四つの課題に分かれている。

2.1　乾燥の効率化・品質安定化のための材質評価技術の開発

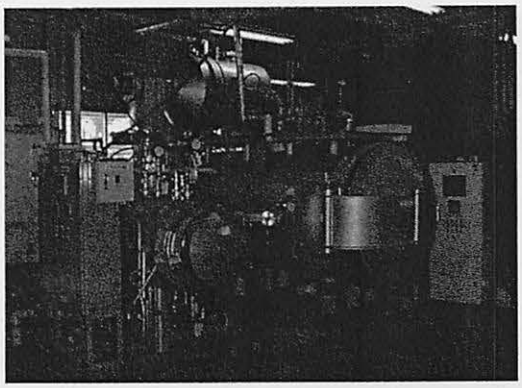
スギ材の乾燥材生産の効率化、高品質化、低コスト化を実現するには、木材加工・利用の早い段階で、丸太の持つ材質的特性を把握

し、適正な用途及び加工方法を判断する必要がある。このため、木材の密度、含水率、強度等の材質を原木段階で評価する技術、製材及び乾燥コストを考慮に入れた材の最適用途を原木段階で判別する技術、乾燥過程の材質変化モニタリングによって乾燥装置を制御する技術の開発を行った。

丸太段階で内部の材質的特性を把握する技術は、一般には非常に高価な測定装置を必要とし、現場での利用は困難であった。このため、密度は丸太外部からのピロディンを打ち込む深さまたは穿孔抵抗を測定する方法によって、また、含水率は周波数可変の交流抵抗を解析する方法によって、強度は丸太の縦振動周波数を測定する方法によって行うこととした。その結果、丸太段階で製材後の材の性質を予測することが可能になり、原木の最適用途の分類が可能となった。

2.2　品質安定化・乾燥歩止まり向上のための木材改質技術及び乾燥処理条件の改良

スギ材の乾燥では乾燥時間の短縮と乾燥コストの低減が大きな課題であり、輸入材や他材料との競合に打ち勝つためには、既存技術をしのぐ大幅な技術の革新が必要である。このため、乾燥材の割れや狂いを防止し急速乾燥を可能にする、新たな考え方に基づく温度、湿度、圧力等の効果的な処理条件を明らかにするとともに、乾燥促進につなげる木材改質技術の開発を行った。このうち乾燥温度を120℃付近とした湿熱処理と引き続く急速乾燥の組み合わせは、心持ち材の表面割れの防止に有効であり、また、適切な減圧と高周波加熱との組み合わせはさらに効果を高める方法であることが明らかになった。また、これらの技術を応用して大型構造物のための丸太材や大断面材の乾燥を可能にする技術の開発を行った。



図－1　高速乾燥技術の開発に用いられた実験設備

2.3　圧力・温度制御による木材可塑化機構の解明による乾燥処理技術の開発

割れ、狂い、変色などの発生を抑え、従来に比べ大幅な乾燥処理時間の短縮や低コスト化を実現するには、これまであまり行われていなかった圧力を制御する技術の導入が必要であり、これによって急速乾燥と乾燥材の高品質化が実現できる可能性がある。この技術の開発に当たっては、温度と圧力条件を自在に制御する技術と最適な乾燥処理条件を設定するための水分通導性や力学的性質など木材物性に関わる情報が不可欠である。このため、高温域における水蒸気の移動経路の分析や粘弾性的性質の変化が研究された。乾燥割れの発生は木材の応力緩和と密接な関係があるが、特定の高温高湿条件下で著しい応力緩和がおこるため、この特性を利用して乾燥割れを防止できることが明らかになった。

スギ材を割れ少なくしかも急速に乾燥する新しい処理技術としては、乾燥初期における130～140℃の過熱蒸気処理が有効であった。これに続く二次乾燥工程では減圧条件を用いるが、高周波加熱との組み合わせにより非常に急速な乾燥が可能になった。また、過熱蒸気処理後の二次乾燥については、材の利用目的に応じて色々な方法の組み合わせが可能であり、技術の適用性は広い。

2.4　乾燥方法に応じた建築用材の品質評価と乾燥技術の体系化

建築基準法の改正や住宅ニーズの多様化に

伴って、建築材料としてのスギ製材品には従来にもまして住宅部材としての品質保証と安価で安定した供給とが求められることとなった。これを実現するためには、住宅部材が満たすべき性能基準を明確にし、さらに性能を保証するための効率的な乾燥材生産システムを構築することが必要であり、同時に乾燥コストの低減を図る必要がある。このため、スギ材の材質特性や用途に応じた乾燥材生産の最適プロセスと、建築用材としての乾燥材の適正な利用条件を明らかにした。

3．今後の課題

この研究によって、今後の乾燥材需要に対応しうるスギ材の適正乾燥技術を明らかにしたが、実用化に際しては現場適用性の優れた大型の乾燥設備の開発が不可欠であり、また、基本となる技術の普及が必要である。この研究の成果をスギ材の需要拡大につなげるためには、さらに行政、民間企業と一体となった実用化の推進が必要である。　（久田卓興）

酸性雨等森林モニタリング

1．はじめに

1980年代になって、光化学オキシダントが原因とみられるケヤキの異常落葉の発生回数が減少し、スギを除いて、都市域の樹木の生育は回復してきた。その中で、一部の研究者からスギ衰退の原因が酸性雨にあるとの仮説が提唱され、マスコミ報道で大きく取り上げられることとなった。雨水の酸性度については、1970年代にはpH3.0前後が珍しくなく、湿性大気汚染もしくは酸性の雨と呼ばれていた。しかも、酸性の雨や霧が植物体への侵入する可能性は低いことから、樹木衰退と関連付ける発想はほとんど無く、酸性の雨とその森林影響は研究対象とされてこなかった経緯がある。しかし、ヨーロッパや北アメリカの一部地域で河川や湖沼が酸性化して水生生物が著しく減少したことと、高濃度の大気汚染が継続していた工業地帯における森林被害が結び付けられたことから酸性雨仮説が唱えられ、問題化したため、新たな視点での研究が必要となった。

2．研究の経過

まず、高齢スギ林への影響を解明するため、環境庁・国立機関等公害防止研究費により「スギ林における酸性降下物等の動態解明と影響予察に関する研究」が1987（昭和62）年から3年間行われた。1990（平成2）年から林野庁の「酸性雨等森林衰退モニタリング事業」が開始されたことにより、同事業を研究面で補強するために、特定研究「酸性雨等モニタリングセンターステーションの構築」、「酸性雨等の森林生態系への影響モニタリング」、「酸性雨等の森林・渓流への影響モニタリング」がそれぞれ5年ずつ、モニタリング事業Ⅰ期からⅢ期に対応して行われた。

一方、酸性雨、土壌の酸性化に関連する各種の研究が環境庁・地球環境研究総合推進費で以下の課題もしくはサブ課題として行われた：「スギ林における酸性降下物等の動態解明と影響予察に関する研究」（1990（平成2）～1992（平成4）年）、「酸性物質の生態系に与える影響に関する研究」（1993（平成5）～1995（平成7）年）、「根圏環境の酸性化が微生物及び養分バランスに与える影響に関する研究」（1996（平成8）～1998（平成10）年）、「酸性・酸化性物質に係る陸域生態系の衰退現象の定量的解析に関する研究」（1999（平

成11）～2002（平成14）年)、「流域の物質循環調査に基づいた酸性雨による生態系の酸性化及び富栄養化の評価手法に関する研究」（2002（平成14）～2004（平成16）年)。

2.1 酸性雨の現状

1990（平成２）年から開始された「林野庁・森林衰退モニタリング事業」と平行し、全国８箇所に設定された「モニタリング・センターステーション」において林外雨、林内雨及び樹幹流の通年観測が行われた。10年以上にわたる全国の観測結果を総合すると、降水の水素イオン濃度（pH）の年平均値は4.3～5.0である。雨水中の溶存物質の量を示す伝導度（EC）について、木曾御嶽山では、都市に近い支所のステーションより高い傾向にあるが、雨量を考慮した負荷量を計算すると環境庁が公表している全国平均値と大きな違いはなかった。

林内雨は樹冠の葉・樹皮に付着した乾性降下物が溶け込み、樹体から溶出した成分が混入するために成分濃度が高い。観測結果では、林内雨と林外雨のpHは差が少ないが、溶存成分の濃度は林内雨で高くなり、林地への負荷量は多くなる。特に、樹体から溶出するカリウムの濃度は林外雨より10倍程度多くなる場合がある。

スギの場合は、樹幹流のpHが林外雨や林内雨に比較して極端に低く、大気汚染の程度とは関係ないようである。さまざまな樹種について、樹幹流のpHを測定した結果、スギではpH3.7前後、ブナやユリノキではpH6以上と高いことが明らかになった。

2.2 酸性雨の森林土壌への影響

これまでの観測結果から、酸性雨による広範囲にわたる森林土壌の酸性化は確認されていない。しかし、スギ林では、低いpHの樹幹流によって、樹幹周囲の土壌の酸性化が進行していることが明らかとなった。土壌のpHの等値線は樹幹を中心とする同心円となり、樹幹の近くと離れた場所のpHの違いはおよそ１前後、樹幹近くではpH4以下となることも少なくない。特に、老齢木の樹幹周囲で顕著である。土壌の酸性化が著しい場合は、土壌中に水溶性アルミニウムが数ppmの濃度で存在し、水溶性の硫酸イオンや硝酸イオンの濃度も高くなっている。樹幹周辺の低いpHと樹木衰退との間には相関が認められなかった。しかし、長期にわたって低いpHが続いた場合には何らかの影響が生じることも考えられる。

土壌には酸を加えても直ちに酸性化しない特性がある。この土壌の緩衝能のはたらきにより、酸性降下物の影響が直ちには顕在化しない。しかし、その影響が蓄積され、閾値を超えると一気に問題が生じる可能性がある。このため、森林生態系あるいは渓流や河川、湖沼への酸性降下物の影響を解明するためには土壌が持つ緩衝能の大きさやその発現機構を明らかにする必要がある。土壌カラムに人工酸性雨を連続散布し流出水のpHを自記記録するとともに、流出水を連続的に採取しその溶存成分を分析する方法により、主要森林土壌の緩衝能を測定し、その特性を解析した。

流出液のpHは段階的に変化することやpHと溶出する成分には密接な関係があることが明らかとなった。土壌の総合的な緩衝能をアルミニウムが溶出するpH4までに低下させる酸の量とすると、火山性黒色土と暗赤色土を除く土壌では交換性塩基量と相関が認められた。また、森林土壌では有機物を多く含む表層土壌は一般にpHが低く緩衝能が低いこと、すでに酸性化が進んでいるポドゾルやスギ樹幹周辺の土壌の緩衝能は低いことが明らかとなった。

2.3 酸性雨の植物影響と森林衰退

大気汚染が激しかった1970年代には関東平野で樹木衰退が広範囲に確認された。当時は、

スギ、モミ、ケヤキ、シラカシなど多くの樹種で衰退が確認され、大気汚染濃度との相関も認められた。1970年代の法的規制によって、大気中の二酸化硫黄（亜硫酸ガス）濃度は急激に減少した。そして、樹木の衰退も少なくなり、首都圏のケヤキの樹勢は回復傾向を示した。一方、高齢のスギ林については、回復傾向は少なく、依然として衰退が進行していた。

1987（昭和62）年に関東地方のスギ林の衰退状況を調査した結果、衰退の程度は1970（昭和45）年代より進み、かつ、衰退区域が広がっていることが確認された。関西地方でも、都市周辺でスギが衰退していることが確認された。このスギ衰退現象は平野部に限られ、山間部では衰退は認められていない。

1980年代に、スギ以外の森林衰退の情報が多くもたらされた。例えば、丹沢大山のモミやブナ、赤城山のダケカンバ、奥日光のダケカンバやオオシラビソ等々がある。これらの衰退については、過去の大気汚染、登山者による踏圧、晩霜害、台風害、シカによる食害、寿命（縞枯れ現象）、ナラタケ病など、多くの衰退因子があり、共通的な衰退原因とメカニズムは明らかになってない。

土壌の酸性化に伴うマンガンの過剰障害について水耕栽培実験を行ったところ、マンガン濃度が1 mg/Lではどの樹種にも可視障害はなく、10mg/L以上でハルニレ、シラカンバ等に障害が見られた。ダケカンバ、ナナカマドは50mg/L以上で障害が認められた。

奥日光の高海抜山岳林で、林外雨、樹幹流及び霧のpHと成分濃度を測定したところ、林外雨のpHは平均4.9、pH5以下の雨が観測されたのは観測回数の7割以上となった。霧のpHと樹幹流のCa濃度は年変動が大きい。8月中旬頃から樹木葉の急激な変色（褐変）が確認された。養分動態や病虫害との関係から奥日光の樹木衰退を調査したところ、衰退の見られるコメツガでは、針葉のマグネシウム濃度が低い、根のカルシウム濃度が低いなどの養分バランスの崩れがあった。ナラタケ属菌の病原性は弱いが、穿孔虫が侵入した針葉樹に病原性の青変菌が検出された。シカ食害による植物相の変化や窒素化合物の負荷の増加が植物寄生菌類の分布に影響を及ぼしていることが明らかになった。

環境酸性化の指標となる蘚苔類・地衣類について、酸性に対する耐性を調べた。10^{-2}Nの硫酸、硝酸及び疑似酸性雨ではほとんどの種類が枯死した。$5*10^{-3}$Nでは種類により枯死率に差が生じた。大気汚染の高濃度域に深く侵入して生育するコモチイトゴケ、サヤゴケと汚染に弱いヒロハツヤゴケ、コダマゴケとの差は小さく、野外での分布域の差を雨水の酸性度では説明できなかった。酵素活性による環境ストレス測定を行ったところ、ハイゴケでは被害発現濃度である10meq/Lの硫酸処理区でSOD活性は全く上昇しなかったのに対して、1.0meq/Lでは活性がほぼ倍増した。汚染耐性種のコモチイトゴケでは両濃度ともSOD活性が大きく、硫酸耐性とSOD活性の間には相関が認められた。

奥日光の土壌調査の結果、森林衰退と土壌酸性化の間の明確な関係は見出されなかった。奥日光及び奥秩父の亜高山帯の樹木について、酸性化物質の一つである窒素の含有濃度を調べたところ、カラマツでは標高が増すと葉の窒素濃度が増加する傾向が見られた。

2.4 スギ衰退の原因解明

関東平野などの平坦地形でのスギ衰退現象は1960年代から全国各地で指摘されてきた。原因として大規模な火力発電所や農薬などが指摘されてきたが、実験的証明ができないままであった。まず、酸性雨説の検証のための実験と野外調査が開始された。スギ苗について酸性雨処理とオゾン暴露を組み合わせた実験の結果では、苗の根元周囲の土壌のpHが低下しやすい現象が認められたが、pH3の酸

性ミストでも可視的な被害は見られないこと、オゾン濃度0.1ppmで5時間×65日間の暴露でも可視被害はわずかであった。雨水の酸性化の原因である大気汚染は1970（昭和45）年以降から大幅に改善され、pH3前後の降雨の発生がほとんどなくなっていることから、関東平野のスギ衰退は酸性雨や大気汚染が主原因ではないことを指摘した。

スギの衰退原因の究明が進められた結果、浮かび上がったのは水ストレス説であった。スギは水ストレスに陥りやすい特性があること、近年の気象状況は空気の乾燥化が進行しており、都市周辺のヒートアイランド化や温暖化がスギのような水消費量の大きい樹種の健全な生育を妨げていると指摘された。また、スギ衰退が顕著な土地は土壌層が浅く、堅密な土壌であることが多いことが明らかにされ、そのような場所は利根川沿いに多いが、1990（平成2）年の調査時点よりも衰退地域が拡大していることなどの実態が明らかにされた。

関東平野の主要樹種における、最大水蒸気拡散コンダクタンスを比べた結果、スギは水を最も消費しやすい樹種であり、しかも、水利用効率の指標となるP/T比（単位蒸散当たりの光合成比）の比較によっても、光合成生産時の水利用効率が最も悪い樹種であることも明らかになった。さらに、水分通導抵抗が、広葉樹や同じ針葉樹であるサワラやヒノキに比べても大きな値を示し、吸水に遅れが生じやすい特性を有していることが明らかになった。これらのことは、スギは乾燥に弱い樹種であることを示している。近年の関東平野における気象環境の変化をみると、蒸散速度に大きく影響する水蒸気飽差が過去40年間にわずかづつ増大しており、年降水量の減少傾向とともにスギの生育に不利な環境へ進んでいることが明らかになった。さらに、全国レベルでの空気乾燥程度（潜在的蒸散速度）とスギ衰退の地域がよく重なることがシミュレーションによって明らかにされた。これは、地球温暖化の影響が我が国のスギ林の衰退要因となる可能性を示している。

2.5 環境情報のデータベース化

森林衰退の現象を正しく認識するためには、過去の環境条件との比較が最も重要となる。

これまで、調査によって明らかにされたデータの保存が十分でなかったことを反省し、森林環境情報のデータベース化が推進された。まず、林野土壌調査報告等の土壌調査情報を整理し、全国を対象に2,000点以上の代表的な土壌の物理化学性と林野庁モニタリング事業で得られた土壌情報のデータベース化を行った。これらの情報を解析した結果、同じ土壌型であっても化学特性値はかなり変異に富んでいることが明らかとなった。さらに精度の高い影響予測を行うため、渓流水の成分データを加えるなど、情報の蓄積をはかっている。

（松本陽介・垰田　宏）

文　献

1）松本陽介ほか（1992）：人工酸性雨（霧）及びオゾンがスギに及ぼす影響と近年の汚染状況の変動，森林立地，34(2)，85-97

2）松本陽介ほか（1992）：スギの水分生理特性と関東平野における近年の気象変動－樹木の衰退現象に関連して－，森林立地，34(1)，2-13

3）堀田　庸ほか（1993）：森林衰退－酸性雨は問題になるか－分かりやすい林業研究解説シリーズ，102pp，㈶林業科学技術振興所

4）伊藤江利子ほか（2002）：関東平野におけるスギ林衰退と土壌要因，森林立地，44(2)，37-43

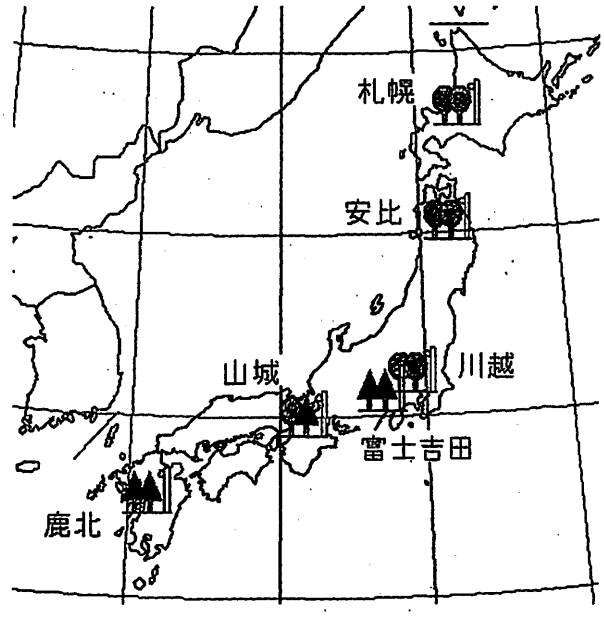
5）H. Shigenaga, Y. Matsumoto, H. Taoda and M. Takahashi (2005): The Potential Effect of Climate Change on

the Transpiration of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) Plantations in Japan., J. Agric. Meteorol. 60(5), 451-456

森林の二酸化炭素吸収量の観測研究

1．二酸化炭素動態観測施設と森林総合研究所フラックス観測ネットワーク

地球上の二酸化炭素（CO_2）濃度は産業革命以降急激に上昇し、それが地球温暖化を進行させる原因の一つとして考えられた。世界各国で始まった地球温暖化防止の取り組みの中で、CO_2の吸収源としての森林の機能が注目されている。森林によるCO_2の吸収は、森林が大気中のCO_2を光合成によって固定し森林が成長するという、森林生態系の基本的な営みに依存する。そこで、気候や樹種などに対応した森林生態系のCO_2吸収量の違いと、そのメカニズムを明らかにするため、1999（平成11）年の春、微気象学的な手法を用いて森林のCO_2吸収量を観測する二酸化炭素動態観測施設が、林野庁補正予算により国内５箇所の森林に建設された。先行して観測を開始した埼玉県川越市の落葉広葉樹林における観測を合わせ、森林総合研究所は国内６箇所の森林で、森林－大気間のCO_2やエネルギー輸送量の観測研究を開始した（表－１、図－１）。この観測研究は、森林のCO_2吸収量の評価、森林－大気間のCO_2、熱・水蒸気輸送過程の解明とモデル化、モデル検証に向けたデータ蓄積などを目的に、森林総合研究所フラック



図－１　タワーフラックス観測位置

表－１　森林総合研究所フラックス観測ネットワーク

試　験　地	緯度・経度	標高(m)	地　形　等	森林タイプ	群落高(m)	観測開始
札幌（北海道）	42° 59′ N 141° 23′ E	180	単純斜面	落葉広葉樹林	24	1999
安比（岩手県）	40° 00′ N 140° 59′ E	825	単純斜面	落葉広葉樹林	18	1999
川越（埼玉県）	35° 52′ N 139° 29′ E	30	平坦地	落葉広葉樹林	15	1995
富士吉田（山梨県）	35° 27′ N 138° 46′ E	1030	単純斜面	常緑針葉樹林	19	1999
山城（京都府）	34° 47′ N 135° 51′ E	220	水文試験流域	混交林	6-20	1999
鹿北（熊本県）	33° 08° N 130° 43′ E	165	水文試験流域	常緑針葉樹林	10-30	1999

ス観測ネットワークという名称で束ねられ、共通の目的と観測項目を基礎に地域の特徴を加味した観測研究を行ってきた。一方、陸域生態系のCO_2とエネルギー収支に関わるフラックス観測の国際的な研究ネットワーク（FLUXNET）が構築され、そのアジア域ネットワークであるAsia Fluxが2000（平成12）年に活動を開始した。森林総合研究所フラックス観測ネットワークも、アジア域の森林生態系を対象に、継続的にフラックス観測を行う数少ない研究グループとしてAsia Fluxに参加し、国際的なフラックス観測ネットワークの一翼を担っていくことが求められている。

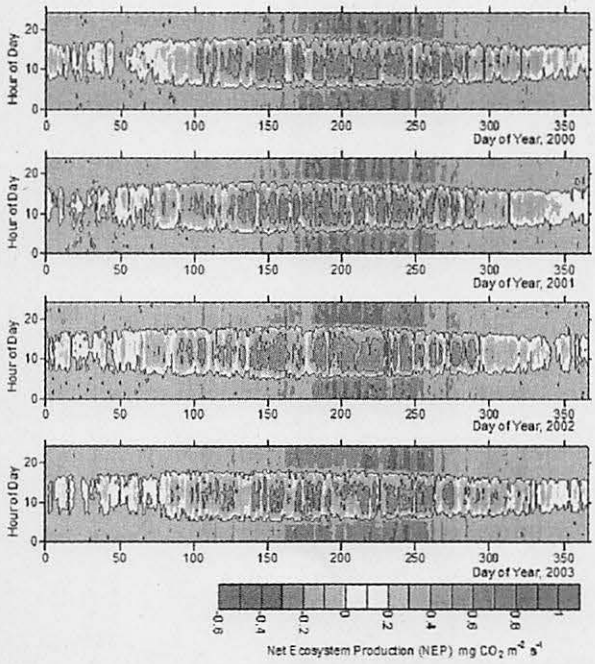
2．タワーフラックス観測

森林総合研究所フラックス観測ネットワークの各試験地には、高さ25m～50mの微気象観測タワーが設置され、群落上のCO_2濃度、気温、水蒸気量や風速の変動が、毎秒５～10回程度の速さで測定されている。このデータから、渦相関法と呼ばれる方法で、森林群落と大気間のCO_2、水蒸気、顕熱などの交換量（vフラックス）が求められる。また、正味の生態系交換量（NEE）を求めるために、群落内気層のCO_2や水蒸気濃度、気温の時間変動も同時に観測されている。タワーとその周辺には、各種の放射計、気温・湿度計、風速計、地温計、土壌水分計などの測器も配置され、蓄積されたデータは詳細な解析やモデル計算などに用いられる。

一方、森林群落のCO_2動態に限定したとき、詳細な微気象観測が行われるタワーフラックス観測サイトは、光合成や呼吸特性の解明など、森林群落のCO_2収支過程を明らかにするための観測研究に格好の場を提供する。タワーフラックス観測による正味CO_2交換量は、葉群、幹・枝、土壌など生態系を構成する全ての個別要素からのフラックスの収支として、森林－大気間でやり取りされるCO_2の総量（生態系純生産量：NEP；NEP＝－NEE）を表す。このような特徴から、タワーフラックス観測データは、群落スケールでの森林による大気からのCO_2吸収量の評価、さらに、各種の森林生態系炭素収支モデルの検証に利用される。

3．森林生態系正味CO_2交換量の観測結果の一例

富士吉田森林気象試験地における観測と解析で得られた森林生態系純生産量（NEP；正味生態系CO_2交換量の符合を変えた値）の季節変化と年々変動を図－２に示す。図の横軸は各年の１月１日起算の通日を、縦軸は１日の中の時刻を表し、それぞれの時刻の群落純生産量（NEP）を最下段に示すスケールにしたがって色で示した。森林によるCO_2の吸収は緑色系、放出は赤色系で表示されている。冬季はゆるいCO_2放出が続き、３月から11月にかけての日中は吸収が卓越する。盛夏は、日中の吸収量とともに夜間の放出量も大きいことが分かる。その結果、森林によるCO_2吸収量は、気温がそれほど高くない（生態系呼



図－２　生態系純生産量の季節変化と年々変動（富士吉田気象観測試験地　2000～2003（平成12～15）年）

＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

吸量がまだそれほど多くない）５月頃にピークに達し、秋に向かって緩やかに減少する季節変化を示した。梅雨や秋霖季には、主に日射量の減少に伴う一時的なCO_2吸収の減少が現れた。冬季の気温や季節毎の天候は年によって大きく異なり、例えば、2002（平成14）年は暖冬に続き春の訪れも早かったのに対し、2003（平成15）年は暖候季に日射量が少なく気温も低く推移した。このような年々の気候の違いを反映して、2000（平成12）年からの４年間で2002（平成14）年は最大のCO_2吸収を、2003（平成15）年は最小の吸収をそれぞれ示す結果となり、年々のCO_2吸収量には約1.4倍の違いが生じていた。

４．今後の課題

森林群落におけるタワーフラックス観測は、日変化～年々変動といった広範な時間スケールにおいて、森林の純生産量を直接的に測定可能な方法として位置づけられる。一方、その観測結果においてエネルギー収支が閉じない場合が多く、風速が小さい夜間に生じがちなフラックスの過小評価や山地などの複雑地形下でのフラックス評価など、いくつかの課題を残している。そのため、測定や解析方法の改善により観測精度を向上する努力が現在も続けられている。このような問題点はあるものの、タワーフラックス観測は、ヨーロッパやアメリカでは既にかなりの成果を上げており、我が国においても上記のような問題点の克服と並行して、観測を継続しデータを蓄積する必要があり、森林総合研究所フラックス観測ネットワークに属する多様な森林で得られた観測結果の比較なども重要な課題となる。また、森林群落のCO_2収支予測モデルの構築において、森林群落の光合成・呼吸における植物生理過程や土壌生化学過程、森林群落内のバイオマス分布とその長期的変化など、植物生理・生態や土壌学的な情報の取り込みが必要であり、この分野との連携が欠かせない。タワーフラックス観測を行うサイトにおける、複数の手法間での森林純生産量の比較も重要な課題である。　（大谷義一）

農林水産系生態秩序の解明と最適制御に関する総合研究

１．研究の背景

1989（平成元）年から10年間にわたり農林水産技術会議の大型別枠研究プロジェクト「農林水産生態系秩序の解明と最適制御」いわゆるバイオコスモスプロジェクトが行われた。

このプロジェクトは、従来のような針葉樹人工林ではなく、広葉樹天然林を対象とし、生態学的視点から森林の動態メカニズムを解明しようという当時としては画期的なテーマを持っていた。そのため、北海道では支所の広葉樹林、東北ではカヌマ沢の渓畔林、本所は小川群落保護林、九州では綾試験地にそれぞれ長期試験地を設定して行われた。その中で、代表的な小川群落保護林での成果を報告する。　（福山研二）

２．小川群落保護林の研究紹介

2.1　森林の長期大面積観測

森林群落はそれを構成する種、個体群及び各種環境要因との相互の関係から成り立っており、その構成は時間的、空間的に多様である。こうした多様な森林群落が成立し維持されていく仕組みの解明や、これらの仕組みに与える自然及び人為インパクトの影響の解明は、森林生態系の環境許容量の把握を可能に

し、持続的な林業経営と環境保全機能を重視した森林保全技術に必要な情報を与える。

森林の動態や樹木の生態に関する調査は、古くからさまざまな手法で行われてきたが、それらの多くは、ある時間断面での森林構造や、短期間の観測値からの外挿などによることが多かった。しかし、その推定と実際との違いの評価が困難な場合が多い。

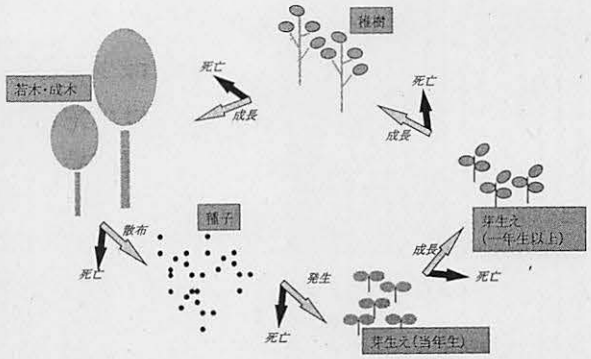
また、1980（昭和55）年頃から、森林の動態には、台風などの自然撹乱の影響が大きいことが広く認識されるようになった。そのような数年から数十年のオーダーで起こる現象の実態を把握するためには、それまで主流だった0.1～1ha前後の調査面積では不十分で、森林や樹木の生態を把握するためには、面積で1～100ha、期間では10年から数百年程度の直接観測の必要性が指摘されてきた。

そうした視点の下、群落動態研究室を中心とする研究チームでは、1987年に茨城県北部の小川群落保護林（100ha）で森林の大面積長期観測を目指した試験地（6ha）を設置し、森林生態に関する基礎的な研究を始めた。小川群落保護林は、コナラ、ブナ、イヌブナを中心に、シデ類、カエデ類などを交えた種類数の豊富な冷温帯落葉広葉樹天然林であり（図－1）、試験地はこの保護林のほぼ中心部にある。

この試験地での当初の主な研究テーマは、主要な構成種の生活史全体を通じた個体群動態を明らかにする（図－2）ことにより生活史戦略を検討するほか、森林の世代交代の仕組みや、森林群集の多様性の維持の仕組みとそれに対する撹乱の役割を解明することなどである。「バイオコスモス」プロジェクトが始まったことをきっかけに、この森林に生息するさまざまな昆虫や鳥、哺乳類、菌類などの生物のほか、土壌や渓流水の研究も精力的に行われるようになった。以下にこれまでの調査結果の一部を樹木の成果を中心に紹介する。



図－1　小川群落保護林



図－2　樹木の生活史を明らかにする
樹木の生活史サイクルをとおして、各生活史段階での死亡率や、生存率、成長率、種子散布数（矢印）を観測する。

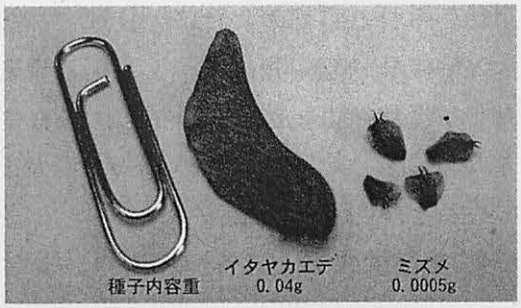
2.1.1　林冠ギャップの形成と森林の世代交代

成熟した落葉広葉樹林では、時折、林冠木が台風などにより倒れたり、寿命が尽きたりして枯れ、林冠の高木層が欠落した場所ができる。これを林冠ギャップという。ギャップ内では太陽光が林床に直接達し、そこでの実生や稚樹の生存率は高く、成長も早い。また、花や種子も多くつけることができるため、林冠ギャップは森林の世代交代の場所として重要な役割を持っている。時間が過ぎるとギャップ周辺の枝や稚樹が成長し、ギャップは修復されてもとのような閉鎖林冠にもどる。

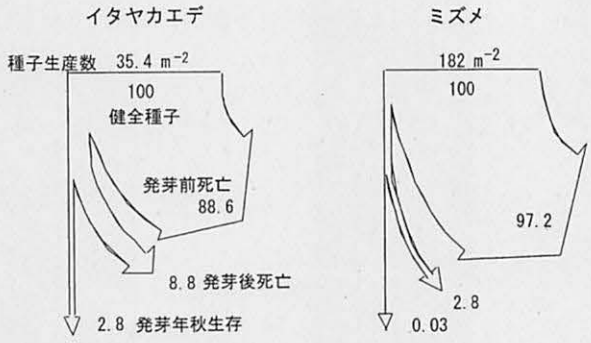
過去の空中写真解析やこれまでの野外調査から、この森林のギャップ形成は、平均面積80m^2、形成率は0.42％/年だった。さらに、ギャップ形成には10～20年のスケールで大きな変動があることや、ギャップの大きさと地形的な位置（尾根や沢など）によって更新する稚樹の種組成が大きく変わることなども分



図－３　メッシュ状に設置した種子トラップ



図－４　イタヤカエデとミズメの種子



図－５　散布後種子の生き残り

かってきた。

2.1.2　種子の散布と実生の生存

先述したように、林冠ギャップのような実生稚樹の生存成長がよく多くの樹種にとって更新サイトとして価値の高い場所は、森林内にそれほど多くあるわけではない。では、それぞれの樹種の種子散布は、どれほどのギャップ到達可能性があるのだろうか。

メッシュ状に設置した種子トラップ（図－３）と実生観察枠で、各樹種の種子散布の空間パターンと実生生存を調査した。カンバ類のミズメは、薄い小さな翼をもつ種子を非常に多く生産し、毎年約三つのギャップに到達できる可能性があるほどの散布面積があるが、ほとんどの種子実生は１年以内に死んでしまう。一方、イタヤカエデの散布面積はミズメの１/３だが、暗い林床でも実生は比較的よく生き残る（図－４と５）。特に風散布種子を持つ樹種では、種子の散布の効率と実生の生存率の間に、こちらを立てればあちらが立たずというトレードオフの関係があることが分かった。このような関係は、森林の中でさまざまなタイプの樹種が共存できる仕組みの一つであると考えている。

2.1.3　推移行列モデルによる個体群動態予測

この森林で得られたギャップと樹木の全生活史の基礎的データを基に、いくつかの樹種について、推移行列モデルによる個体群動態予測を試みた。推移行列モデルは、個体群や群集構造の構成要素の動態を行列とベクトルの計算で表現するもので、現在の個体群構造の安定性を評価することができる。樹木の生活史を種子、当年生実生から成木までの生活史段階に分け、各段階における生存率や死亡率、次段階に移行する成長速度、種子散布数の観測値を組み込んだ推移確率の行列を作成した。これに現在の個体群構造比を表したベクトルを掛け合わせる計算を続けると、収束した個体群構造比（安定構造）とその個体群の期間増加率（λ）を算出できる。モデル作成の対象種として、調査林内の代表的亜高木種で耐陰性の高いハクウンボク、ギャップ依存性の高い低木種のニワトコ、高木種としてクマシデ属４種を選んだ。解析の結果、ハクウンボクは、仮に生活史の全てにわたって被陰条件下におかれても個体群の維持が可能な潜在力を持つが（図－５）、ニワトコの個体群維持にはギャップ形成が必要であることが分かった。しかし、クマシデの場合、現在のギャップ形成でも個体群維持できないという予測結果となった。この種の個体群維持にはさらに大きな規模の撹乱（山火事など）が必

要と考えられる。このように、長期にわたる樹木の個体群動態観測によって、更新や繁殖に対する攪乱の重要性が、各種の耐陰性や繁殖力などの生態的特性の違いによって大きく異なることが明示された。

2.1.4　森林動態データベース

今回、紹介した話を含む小川試験地での研究成果は、多くの論文や本、報告書として広く紹介され、Springer社のEcological studiesシリーズの1冊としてまとめられた（Nakashizuka and Matsumoto (eds.) 2002）。また、これらの成果の基となった落葉広葉樹構成種の生活史や更新特性、及び森林の動態に関する定量的データは、データベース化がすすめられ、ウェブサイトで公開されるようになった（図－6）。これによって、貴重なデータの散逸を防ぐことができるし、将来、落葉広葉樹林の持続的な森林管理の指針を作成する上でも役立つだろうと期待している。



図－6　森林動態データベースのウェブサイトの表紙
(http://fddb.ffpri-108.affrc.go.jp/)

（柴田銃江・新山　馨・田中　浩）

文　献

1）Nakashizuka T and Matsumoto Y (eds.) (2002): Diversity and interaction in a temperate forest community －Ogawa Forest Reserve of Japan－ Ecological studies 158, Springer Tokyo.

小笠原諸島における外来樹種アカギの抑制と在来植生保全

1．研究の背景

生物多様性保全の研究は、かつては自然保護という言い方が普通であったが、特定種だけでなく、多様な生物が共存することの重要性なども含めて、広い概念としてとらえられるようになってきた。島国である我が国では、固有種が多いこと、外来性の侵入種に影響を受けやすいこと、狭い国土であるために、開発などの人為の影響を受けやすいという特徴をもっている。

生物多様性問題は生物多様性国家戦略ばかりでなく、リオの地球サミット後のモントリオールプロセスでも見られるように、今や世界的な重要課題となり、ここ10年ほどで多くのプロジェクト研究が行われるようになった。代表的なものでは、世界遺産となった白神山、東洋のガラパゴスと呼ばれる小笠原諸島をはじめ、大台ヶ原、屋久島などで多様性保全研究が行われている。ここでは、その代表例として小笠原での研究成果を紹介する。

（福山研二）

2．移入生物の生態と防除

小笠原諸島は、ガラパゴス諸島、ハワイ諸島、タヒチ諸島などと同じく、一度も大陸と繋がったことのない海洋島であり、それらの島々と同様に固有種の宝庫である。維管束植物の40％、樹木の70％、陸産貝類の90％以上が固有種であったという。しかし、海洋島の生態系は、外来種に弱い。小笠原においても、

多くの外来種が侵入し、自然植生を侵し、固有種を滅ぼしつつある。あまりに多いので外来種全部を挙げることはできないが、問題化している「侵略的外来種」だけでも、アカギ、シマグワ、モクマオウ、ギンネム、タイワンモクゲンジ、ガジュマル、リュウキュウマツ（以上樹木）、アメリカセンダングサ、ホナガソウ、セイロンベンケイソウ、クリノイガ（以上草本）、ヤギ、ブタ、ネコ、クマネズミ（以上哺乳類）、グリーンアノール（爬虫類）、オオヒキガエル（両生類）、アフリカマイマイ、オナジマイマイ、ヤマヒタチオビガイ（以上陸産貝類）、ニューギニアヤリガタリクウズムシ（扁形動物）、アメリカシロヒトリ、イエシロアリ、マツノマダラカミキリ、セイヨウミツバチ（以上昆虫）、マツノザイセンチュウ（線形動物）がある。もちろん、このほかにもたくさんの外来生物を普通に見かける。メジロは最も多い鳥だが外来生物だし、インドゴムノキ、トラノオ、ポトス、リュウゼツランなど観葉植物も野生化している。

これら帰化生物のうち、最も深刻なものを挙げるとすれば、アカギ、モクマオウ、ヤギ、クマネズミ、グリーンアノール、ニューギニアヤリガタリクウズムシだろう。戦前に薪炭材として導入されたアカギは湿潤な森林に入り込み、急速に分布を広げている。特に懸念されるのが、母島に残る石門、桑の木山などにある数少ない原生林に入り込んで、アカギ林に変えつつあるという点だ。原生林であっても、既にアカギが多数を占めつつある母島の桑の木山において、なお年３％の割合でアカギが増加していることが、行列モデルを用いて明らかになった。このままでは、いずれアカギの純林になってしまう。しかも、そこで消えていく在来種、特にシマホルトノキは固有亜種アカガシラカラスバトの冬期における主要な餌資源である。アカガシラカラスバトは50羽以下しかいないと考えられていて絶滅が危惧されている。アカギを減らし、在来



図－１　アカギ巻き枯らし区

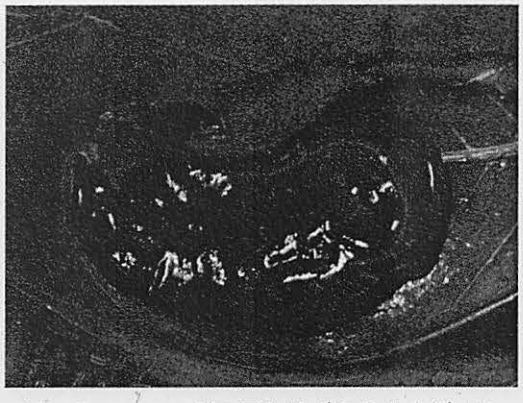
樹種を増やす必要に迫られている。こうした研究成果を受け、関東森林管理局がアカギ駆除事業を行っている。森林総研の田中信行はその委員の一人として、研究成果を反映させる役割を担っている。モクマオウは乾性林で多く、特に父島では問題化しつつある。しかし、研究はこれからである。

2.1　グリーンアノール

グリーンアノール（図－２）は、北米原産の樹上性のイグアナ科の小型トカゲで、1960年代後半に父島、ついで1980年代前半に母島に持ち込まれた。本種は、森林総研と、神奈川県立生命の星・地球博物館によって、小笠原における昆虫類の減少の主要因と推測された。その主な根拠は、１）昆虫類の減少の時期が、グリーンアノールの増加時期に一致する、２）グリーンアノールの分布していない近隣の島嶼では、今でも昆虫類は衰退せずに残っている、３）夜行性の種はあまり減っていない（グリーンアノールは昼行性）、４）猛毒を持つ種（オガサワラクマバチなど）も減っていない、などである。本種は単に昆虫類を滅ぼしているだけではない。在来の花粉媒介者であるハナバチ類を滅ぼし、小笠原の植物の送粉系を破壊した。外来種セイヨウミツバチのみが主要な送粉者となっている。これが在来種と共進化してきた小笠原の植物に及ぼす影響は計り知れない。セイヨウミツバチをどう扱うかという問題も、この点を無視



図－2　グリーンアノール



図－3　ニューギニアヤリガタリクウズムシ

できない。アノールのいない島では駆除が望ましいが、アノールのいる島で駆除すると、主要な送粉昆虫を失うことになる。生態系を考えるなら、アノールを駆除してから、ミツバチを駆除するという順番が考えられる。また、マツノザイセンチュウ病が絶えようとしているのも、グリーンアノールの影響が大きいと見られる（大河内　勇・加賀谷悦子 2005）。その結果、消えかけたリュウキュウマツが再び勢力を強めつつある。このように、単に昆虫だけの問題ではなく、小笠原の生態系全体がグリーンアノールに揺さぶられている。グリーンアノールは、その密度が1,000頭/haを超えていて、非常に高密度であり、その根絶は難しい。そのため、現在定着している父島、母島からほかの島々に移動させないことが最も重要である。

2.2　ニューギニアヤリガタリクウズムシ

ニューギニアヤリガタリクウズムシ（図－3）は、アフリカマイマイの天敵として太平洋諸島やモルディブなどに導入された。小笠原には経緯は不明だが、父島に1980（昭和55）年ごろ侵入した。本種は導入した島々でことごとく固有種の陸産貝類を滅ぼした悪名高い侵略的外来種である。いまだ、生物農薬は環境に優しいという間違った概念が、このような危険な侵略的外来種をはびこらせる温床となっている。父島では本種の侵入後、ほぼすべての固有陸産貝類が絶滅寸前に追いやられている。あまり知られていないことだが、海洋島は陸産貝類の宝庫だった。流木などにしがみついて漂着した少数の個体から、さまざまな種が適応放散し、島ごとに多くの種を産み出した。

小笠原にも100種近い陸産貝類がいたという。まさに進化の実験場であった。父島でもその過程が研究されていたが、進化の途上にあった個体群がほぼ全て消滅した。恐るべき自然破壊と言わねばならない。本種の根絶は不可能で、母島をはじめ、ほかの島々への移入を阻止しなければならない。このほかにも貝の減少要因となるプラナリア類の存在が明らかになっている。これらの蔓延を防ぐには、土壌の移動を禁止し、靴の土は落として靴底を海水につけるなどの措置が必要である。無人島への上陸は制限する必要がある。

2.3　シマグワ

これら広範囲に影響を与える生物のほか、シマグワのようにピンポイントでオガサワラグワを絶滅に追いやっている外来種もある。シマグワは、いわゆる栽培グワと同種で、灌木に近く、個体数が多い。一方のオガサワラグワは高木であり、花をつける成木が少なく、孤立している。そのため、父島、母島では、オガサワラグワの種子はすべて雑種になり、唯一弟島の個体群だけが純粋なオガサワラグワの種子をつけると言われていた。しかし、遺伝子マーカーを作って両種を識別してみる

と、母島の種子には一部純粋な個体が含まれていることが分かった。この方法で母島のオガサワラグワ個体群も子孫を残すことが可能である。しかし、父島のものは、とりあえず成木からのクローンを作る以外に道がない。

成木のクローンの作成には林木育種センターが成功しているが、外部環境への順化はこれからであり、量的な確保は難しい。今後は、少数のクローン苗から、オガサワラグワの採種園を作り、そこで純粋種子を作ることにより、父島のオガサワラグワも再生可能である。

2.4 ハハジマメグロ

外来種による影響があまり現れていない固有種もある。ハハジマメグロは小笠原に生き残った唯一の固有鳥類であるが、個体数も多い。外来種のメジロがそれよりも多く生息しているにも拘らず、その影響はほとんどない。

3．これからの課題

このように、小笠原で生じている外来種問題は、それぞれの種について調べなければならないことはもちろんであるが、それ以上に、生態系を通じて影響が多方面に及んでいるということを考えねばならない。それらを考慮した上で対策が必要である。外来種には駆除が可能な、長命で個体数の少ない樹木、ヤギなどと、世代時間が短く、個体数が多くて駆除が不可能な、グリーンアノールやニューギニアヤリガタリクウズムシなどがある。前者は駆除から根絶を目指すべきであり、後者はほかの島への移動を阻止することと、部分的排除が目標となる。

小笠原は確かに遠くの小さな世界であるが、小笠原で生じている事態は、やがて本土でも経験することになろう。マツノザイセンチュウやコイヘルペスはその先触れに過ぎないだろう。

（大河内　勇）

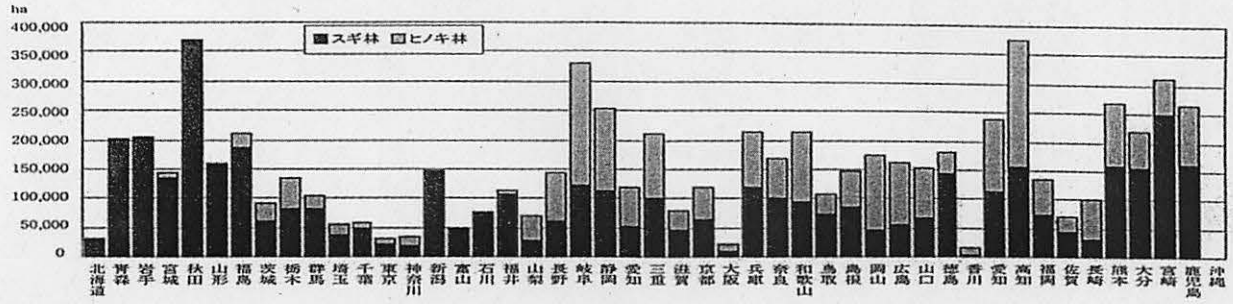
文　献

1）日本生態学会編（2002）：外来種ハンドブック，地人書館，390pp
2）日本林学会（2002）：森林科学，(34)，2-46

スギ花粉症克服に向けた総合研究

1．試験研究の動向

近年、スギ花粉症患者が激増し、日本の社会問題になっている。その数は10人に１人と言われ、しかも発症の低年齢化が進んでいる。この原因の一つに、戦後人工造林されたスギやヒノキ林の多くが着花年齢に達し、花粉の生産量が急激に増加したことがあげられる。そこで、文部科学省科学技術振興調整費生活者ニーズ対応研究「スギ花粉症克服に向けた総合研究」が開始された。本総合研究は、第Ⅰ期（1997（平成９）～1999（平成11）年度）には「スギ花粉症の発症・増殖メカニズムの解明に関する研究」、「スギ花粉症の予防、治療及び発症軽減化に関する研究」、「スギ花粉の生産と飛散予報法の高度化に関する研究」、「花粉発生源の抑制技術に関する研究」から構成された。また、第Ⅱ期（2000（平成12）～2002（平成14）年度）には、「スギ花粉症の治療に関する研究」、「スギ花粉症の予防に関する研究」、「スギ花粉暴露回避に関する研究」からなった。森林総合研究所は、第Ⅰ期には３番目と４番目のテーマ、第Ⅱ期には３番目のテーマに参画した。ここでは、森林総合研究所が担った研究課題の主要成果を紹介



図－１　都道府県別のスギ林とヒノキ林の面積

する。

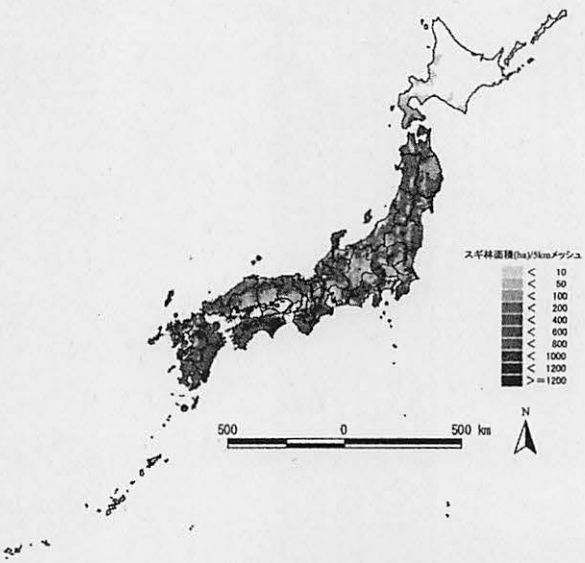
２．研究の成果

2.1　都市への花粉飛散をおこすスギ林の同定（図－１）

スギとヒノキの人工林は、2000（平成12）年で453万ha、256万haに達する。両者を併せると林野面積の約28％を占める。スギとヒノキ林の推移を見ると、齢級の高いスギ林とヒノキ林の割合が急激に増加しており、花粉源になる可能性の高い林分が大きく増加したことになる。2000（平成12）年のスギ林とヒノキ林の面積を都道府県別で比較すると、その面積は各地で異なり、西日本ではヒノキ林の割合が高い（図－１）。最近はスギに比べて材価の高いヒノキが植栽されており、今後ヒノキ林についての花粉症対策も重要になると考えられる。国立相模原病院では1965年から飛散花粉を測定しているが、1990年代には1970年代の約３倍のスギ花粉が観測されている。

統計資料の解析等から、日本全体のスギ花粉源分布の現況と将来予測をメッシュデータとして図化した（図－２）。関東地方では林齢25年以上のスギ林が主要な花粉発生源となり、関東平野をとりまくように分布している。特に、東京都や埼玉県の西部、茨城県北部、赤城山付近、伊豆半島中央部などで高密度に分布している。また、スギ林の雄花生産量を推定する簡便法を開発した。そして、スギ林の雄花生産量には大きな年変動があり、主要な発生源の雄花生産が増加すれば、都心部への花粉飛散総数も増えることを明らかにした。さらに、時間単位の気温データを用い、雄花の開花に必要な日単位の有効温度を推定することで、開花予測モデルの精度を向上させた。

気象データを配慮した花粉飛散モデルを用い、都市部への影響が大きい花粉源を推定したところ、花粉飛散期の前半期に東京都23区に飛来した花粉は、埼玉県から神奈川県にかけての関東西部地域と並んで静岡県西部から移流してきた割合が大きいことが明らかになった。この結果は、スギ花粉を供給する範囲がこれまで想定されていた以上に広範囲にわたることを示している。



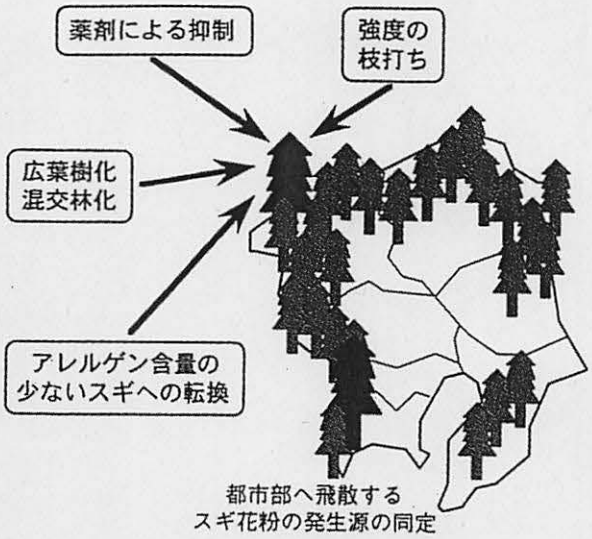
図－２　スギ花粉発生源面積分布（林齢26年以上のスギ林分布、1995（平成７）年）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

2.2　花粉発生源の抑制技術

2.2.1　林業的手法

林業の低迷が今後も続くとすると、スギ花粉の発生源となる森林面積は20年後までに約25％増加すると予想される。このスギ林に対する花粉抑制方策として、間伐や枝打ちを応用した樹冠量調節が施されているが、スギの遺伝的特性や林分の立地環境条件がまちまちであるため、効果の把握は必ずしも容易でなく、モデルによる予測と現地実験を踏まえた検証が必要である。モデルによる解析結果によると、間伐率を変えることでスギ林の雄花生産量は変化するが、間伐には積極的な花粉生産の抑制効果は認められなかった。また、枝打ちの場合は、優良材生産を目的とする伝統的な枝打ちよりも強度に枝を落とさなければ花粉抑制効果は期待できない。このような強度の枝打ちは幹の成長量を２～４割以上損なうばかりでなく、太枝も枝打ちされることから材の変色など材質劣化を誘発する恐れがあり、林業的には極めて過酷である。現存するスギ林に対する、より穏やかで、かつ、直接的な効果を期待できる花粉生産の抑制方法は、スギ林を伐採し、広葉樹林やアレルゲン量の少ないスギ品種に転換することであろう。

群馬、神奈川両県でのアンケート調査の結果によれば、森林所有者の過半数は花粉症対策のための樹種転換や広葉樹導入に理解を示しており、森林管理の自治体等への依託、補助金など制度上の優遇措置などを望んでいる。つまり、花粉生産の抑制を可能とする新しい森林保全策が強く求められていると言える。さらに、スギ花粉飛散情報が高度化すれば、都会への花粉がどの地域のスギ林由来なのか特定でき、花粉発生源への対策もより効果的となる（図－３）。



図－３　スギ花粉発生源の抑制技術

2.2.2　化学的手法

スギやヒノキの着花はジベレリン処理により誘導できる。森林総合研究所は、ウニコナゾールやウニコナゾールP（ジベレリン・ブラシノステロイド生合成阻害剤）、天然型アブシジン酸による着花抑制技術を開発してきた。ウニコナゾール類はイネ等の農作物の矮化促進剤として現実に利用されている。このうち、ウニコナゾールPの効果は最も大きく、ジベレリン処理により誘発したスギやヒノキ苗木の雄花・雌花形成を低濃度で抑制した。そこで、野外のスギやヒノキ成木に対して、樹幹注入処理技術、土壌施用処理技術やヘリコプターによる空中散布技術を開発した。また、トリネキサパックエチル（プロモマックス液剤、シンジェンタ）も雄花形成を抑制することを発見した。この化合物は３β－水酸化酵素を特異的に阻害するジベレリン生合成阻害剤で、ハロゲン元素を含まず、安価で環境にやさしい薬剤として注目されている。こうした薬剤処理は、花芽分化以前に施すことで十分な抑制効果が認められ、スギの花芽形成を誘導する内生ジベレリン含有量を減少させた。薬剤散布については、環境や動植物に対する影響を十分に配慮する必要がある。しかし、低濃度で作用し代謝されやすい薬剤であれば、神社、寺、公園や街道沿いのスギ、学校や病院の周辺のスギなど局所的散布は積極的に実施すべきである。

2.2.3　育種的手法

スギの雄花生産量には、産地間、系統間、

クローン間そして個体間で変異がある。例えば、ヤブクグリ、アヤスギやサンブスギは雄花生産量が低く、反対にクモトオシはその生産量が高い。また、成長や材質が良好、病虫害や気象害抵抗性を保持するという点で選抜されてきたスギ精英樹の中にも、雄花やアレルゲン生産量の少ない系統が存在することを明らかにした。一方、林野庁の調査事業「雄花着花性に関する調査」(1996（平成８）～2001（平成13）年度）でも、雄花がつかない、あるいは非常に少ない精英樹として、スギ267品種、ヒノキ72品種が選抜された。このうち、2001（平成13）年春から雄花生産量が極端に少ない57品種を希望する県に配布している。これらの品種が各県の採穂園や採種園で育成され、穂木や種子が採取できるようになれば、森林地域へ普及していくことになる。一方スギ雄性不稔個体も選抜されており、今後の育種素材としての利用も期待されている。

2.2.4　遺伝子工学的手法

林木は永年性であり、生殖活動を開始するまでの期間が極めて長く、従来の育種技術により人間が望む新たな品種を作出することは非常に困難である。こうした要請に対し、スギの有用形質を保持させたまま、単一の形質を選択的に改変できる遺伝子組換え技術が注目されている。遺伝子組換えには、目的を達成させるための有用遺伝子、安定な遺伝子導入技術、遺伝子を導入した後の効率の良い個体再生技術が必要である。スギ花粉症対策のため利用可能な遺伝子としては、ジベレリン生合成系酵素遺伝子、花芽分化を支配する遺伝子、雄花の形態形成を支配する遺伝子やアレルゲン遺伝子などが考えられる。そこで、これら遺伝子を単離し、それら遺伝子の発現特性を解析した。また、パーティクルガン法によりスギのさまざまな組織や培養細胞へ外来遺伝子を導入し、発現させることにも成功した。スギは試験管内挿し木で大量増殖させることが可能であるが、遺伝子組換えに必須な個体再生技術はいまだ確立されていなかった。ごく最近、効率の良いembryogenicカルス、不定胚を経由した個体再生技術を確立した。現在、遺伝子組換えによるアレルゲンや雄花の生産量の抑制された組換えスギの創出を急いでいる。

3．今後の課題

環境省では、全国規模の花粉飛散予測システムを構築するため、2002（平成14）年度から関東地方、近畿地方、東海・北陸地方に花粉自動計測器を設置し、花粉飛散情報を提供している。しかし、精度の高いシステムの構築には、単年度毎の各地のスギ林の雄花生産量と雄花開花日の情報が必要であるという。一方、間伐試験林での雄花生産量を継続的に解析し、花粉生産を抑制する林分密度管理技術を開発し、花粉発生源の抑制対策を提案するべきである。最近、富山県で選抜された雄性不稔個体が注目されている。この個体は「はるよこい」と命名された。雄性不稔個体の小胞子は大きさが不均一で、成熟花粉へ発達せず、花粉を飛散させることはない。しかし、雌花の機能は正常である。こうした雄性不稔個体と各地の精英樹とを交配し、花粉を全く飛散しない無花粉スギを選抜しようと、「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」の中で推進されている。交配時の選抜効率を高めるため、雄性不稔原因遺伝子の単離や雄性不稔原因遺伝子と連鎖したDNAマーカーの開発が求められている。遺伝子工学によるアレルゲンや雄花の生産量の抑制された組換えスギも近い将来提供できるであろう。

スギ花粉症患者の増加によって、一部にはスギ悪者説がある。確かに、スギ花粉症の発症には、花粉飛散量の増加だけでなく、ディーゼル排気微粒子の増加の関与も指摘されている。しかし、林業樹種としてのスギの重要性と林業全般への理解を求める必要性を考えると、花粉症対策を求める国民の声を無

視すべきではない。森林所有者、行政、研究者が一体となって、花粉発生源の軽減のための方策をさまざまな角度から積極的に取り組む姿勢と努力が必要である。　（篠原健司）

世界林産物需給モデルの構築

1．研究の背景と林産物需給モデル

林業・林産業の世界においてもグローバル化が進む中で、個別経営における意思決定だけでなく、森林、林業・林産業における基盤整備、貿易政策などの判断にあたって、世界の木材市場に関する予測能力や政策影響評価能力を高めることが要望され、計量モデル開発の必要性が高まっている。

林業経営・政策研究領域では、2000（平成12）年度から2002（平成14）年度まで行われた行政対応特別研究「林産物貿易自由化が持続可能な森林経営に与える影響評価」において、国際農林水産業研究センター（JIRCAS）とともに世界規模の森林資源と林産物市場とを統合したシミュレーションモデルである世界林産物需給モデルWFPM[1]を構築した。その後、2003（平成15）年度から2005（平成17）年度までの交付金プロジェクト「森林・林業の資源的、社会経済的長期見通し手法の開発」において、その改良を進めている。

林業部門における世界モデルの先駆けは、国際応用システム研究所IIASAによって1980年代に開発された世界貿易モデルGTM[2]である。GTMの開発にも当時の林業試験場の研究者は貢献しているが、その後、森林総合研究所ではこの分野の研究が中断していた。

GTMは林業部門における世界モデルの現在に至る重要なアイデアを組み込んだものだったが、森林資源そのほかに関するデータの制約や、操作の難しさなどの問題を抱えていた。

われわれは世界モデルの研究を始めるにあたって、このGTMの構造やそこで用いられているパラメータを精査するとともに、1990年代にアメリカのウイスコンシン大学で開発され、国連食料農業機関FAOによる世界林産物市場の長期見通しや、米国政府による林産物部門の貿易自由化促進影響評価報告で用いられている世界林産物モデルGFPM[3]の構造とパラメータを精査した。GFPMに関しては、開発リーダーのボンジョルノ教授を森林総合研究所に招待して、プログラムの詳細について教示を受け、プログラムを当所のコンピュータにインストールして、シミュレーションができるようになっただけでなく、ソースコードを入手してGFPMのプログラム改良が独自で可能になった。

これらの林業部門における先行研究を踏まえるだけでなく、FAOの世界食料モデルWFM及びJIRCASの国際食糧政策シミュレーションモデルIFPSIMの基本構造をベースにした連立方程式モデルによって、JIRCASが当所と共同で世界林産物需給モデルWFPMの基本プログラムを開発したのを受けて、その改良を進めている。WFPMは連立方程式モデルであるという点で、数理計画法を用いたGTMやGFPMなどの林業分野のほかの世界モデルとは異なる独自性を持っている。また、森林資源の蓄積変化と丸太生産の相互関係について、ほかの世界モデルにはない、詳細な構造を組み込んでいるという特徴がある。

2．モデルによる分析

このモデルを使うことによって、経済成長や、造林面積、古紙のリサイクル、関税政策、森林災害などに関するさまざまな前提条件の

下で、将来の世界の林産物需要・供給、価格及び森林資源の動向をコンピュータでシミュレーション分析することができる。

このような森林資源と林産物市場を統合したモデルによるシミュレーションが可能になった背景には、世界的な森林資源評価の進展がある。森林面積、蓄積変化、成長量等に関するデータとして、われわれは主として(1)FAOによる1990（平成2）年と2000（平成12）年の森林資源評価FRA: Forest Resource Assessment 1990/2000、(2)国連ヨーロッパ経済委員会ECEとFAOによる温帯・亜寒帯林資源評価TBFRA2000（Temperate and Boreal Forest Resource Assessment 2000)、(3)FAOの林産物見通しGFPOS（Global Forest Products Outlook Study）の一環として行われた世界繊維供給モデルGFSM（Global Fibre Supply Model: 1998）の三つを用いた。FAOの資源評価による1990年代の世界の森林蓄積量がほぼ一定だったこととも関係して、成長量と伐採や森林火災そのほかによる損失の合計はほぼ均衡しているものと推計される。しかし、巨大な森林を有するロシア、カナダ、ブラジルなどの森林資源蓄積変化のデータは、2000(平成12）年までの時点において必ずしも信頼性が高くない。

最近になって、持続可能な森林経営のための基準と指標を定めたモントリオール・プロセスの報告や、京都議定書対応の報告のために、森林（炭素）蓄積の変化を統計的に偏りのない推定手法で報告する必要が生じたため、今後、より信頼性の高い資源調査データが得られると期待される。それによってモデルもより精度の高いものへと改良可能になるだろう。

3．貿易の自由化と森林・林業の動向

貿易自由化が森林・林業に与える影響に関しては、世界的な貿易自由化政策のもとで、林産物の輸入関税を撤廃ないし削減した場合に、国内の森林経営に対する影響が懸念されているが、モデルによる分析の結果、国内では森林経営に対する影響以上に木材産業に対する影響が大きいことが予測された。

世界的に林産物の輸入関税が削減されると、関税が削減された輸入国では国内の林産物価格が低下し、需要が増大する。このとき、輸入国での林産物需要の増大に対応した供給を確保するために、林産物製品及びその原料となる丸太の国際価格は上昇する。林産物製品輸入に関税がかけられていて、丸太輸入に関税がかけられていない日本のような国では、輸入関税削減によって、輸入製品の価格が低下すると同時に、丸太の貿易価格は上昇する。

このとき、国産材製品の価格は、低下した輸入製品価格との競争のために低下する。その一方で、国産丸太の価格は、製品の価格低下のために引き下げられる方向の影響と、輸入丸太価格の上昇のために引き上げられる方向の影響と、二つの相異なる影響を受ける。そして、国内の木材加工業にとっては、輸入製品の価格が低下しながら、輸入丸太の価格が上昇することによって、原料と製品の価格差が縮まり、輸出国の木材加工業との競争が非常に厳しくなることが予想される。

4．今後の課題

現在、国際貿易されている林産物の価格が持続可能な森林経営という観点からみて適正であるかどうかについては、違法伐採の問題や、カナダ州有林の立木価格に関する米国とカナダの間の論争などにみられるように、多くの議論がある。世界の木材の多くは国公有林から供給されており、その価格の決まり方は、必ずしも自由な競争市場における需要と供給の関係で、均衡をもたらすように調整されているわけではない。そしてこのような国公有林からの違法伐採を含めた木材供給が世界の林産物価格形成に無視できない影響力を持っている。森林経営の持続可能性について、

国際的に開かれた仕組みで見守っていける制度発展の一環として、森林と林産物市場とを統合した世界モデルによる長期推計能力の向上が必要である。（岡　裕泰）

文　献

1）小山　修・古家　淳編著（2002）：林産物需給・貿易モデルの開発，国際農業研究情報，27，80pp，国際農林水産業研究センター

2）Markku Kallio et al. (1987): The Global Forest Sector, 706pp, John Wiley and Sons

3）Joseph Buongiorno et al. (2003): The Global Forest Products Model, 301pp, Academic Press

衛星データ等リモセン情報利用技術の高度化

1972（昭和47）年のランドサット衛星打ち上げ以来、衛星データ利用分野における多くの成果を背景に、フランスの衛星スポット（SPOT、1986）や、日本の衛星モモ（MOS、1987）、芙蓉（JERS、1992）など、さまざまな衛星観測システムが開発・運用された。現在は1m級の識別能力を持つ衛星（イコノス）や多くの波長域で観測する観測装置（アスター、14バンド）など、空間的、スペクトル的に高分解能の衛星データが利用可能となっている。

森林総研の衛星データ処理システムは、汎用計算機と専用ハードウェアを組み合わせた独自のシステムから、ワークステーションを利用した専用システムへと移行した。また、パーソナルコンピュータを利用した廉価な高機能処理システムの普及と、地理情報システム（GIS）の発達が衛星データの実利用を促進した。さらに、ネットワーク環境の発達は衛星データの世界的な共有を可能にし、準リアルタイムでの情報提供が可能になっている。

このような、地球観測衛星システム、衛星データ処理システム、地理情報システムなどの関連技術の進歩を背景に、森林総研では衛星データの基礎的な特性研究とともに、実利用技術の開発研究に取り組み、大きな発展をもたらした。

1．衛星データに関する基礎研究

1.1　衛星データのデジタル処理システムの開発

衛星データが磁気テープに納められたデジタルデータとして利用可能になると、衛星で観測されるスペクトル反射の特性に関する研究を行った。また、電子計算機による衛星データ処理システムFIAS（Forest Image Analysis System）の開発など、解析アルゴリズムと処理システムの開発を行った。当初は高価な処理装置が必要であったため利用できる人数が限られたが、1990年代にはパーソナルコンピュータで利用できる処理システムを多数導入し、衛星データの利用研究を加速させた。

1.2　日本における森林調査への利用

衛星分野で先進的な米国やカナダではほとんどが平地林を対象としていたが、日本の森林は多くが山地にあるため、衛星データ処理には地形の影響を軽減する複雑な技術を必要とし、さまざまな日本独自の手法が開発された[1)]。

衛星データによる日本の森林資源量推定では、御嶽山周辺の研究が最初の大きな研究であった。これは衛星データと航空写真、地上調査を併用する多段サンプリング手法を適用

したもので、指定地点での調査が必要で、急峻な御嶽山周辺での調査は困難であった。

2．衛星データの実利用研究

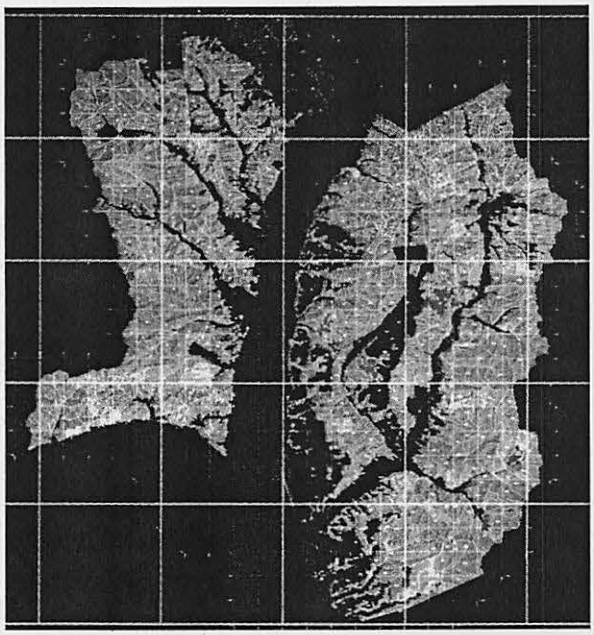
2.1　伐採照査への利用法

1981（昭和56）年に林業試験場と北海道庁は伐採照査への衛星データの利用実証共同研究をはじめた。技術的には森林被覆の変化把握が主であったが、伐採箇所抽出の自動化にとどまらず、伐採量把握へと展開していった。

電算処理された道庁の森林管理システムを用いたため、衛星データの解析精度と実利用上の利点・欠点が明らかになった。特に、森林地帯の解析では画像データの各種統計量を算出する段階で、対象とする森林地帯を明確にする「マスク処理」の利用が極めて重要であることを示し、GISの導入につながった（図－1）。

2.2　国土保全のための機能評価図の作成

国土保全機能を数量的に評価する手法開発で、水かん養機能、土砂崩壊防止機能など、八つの機能の算出法が各専門家によって開発された。それらは衛星データと標高データ、そのほかの国土情報等ラスターデータの利用を前提として開発されたもので、全国に適用できる手法であった。1980年代後半に、これらの評価法に衛星データから得られる被覆情報を適用し、酒匂川流域における諸機能を評価した。さらに、森林開発等による被覆変化が各種機能へ及ぼす影響をシミュレーションによって評価し、変化予察図を作成した。



図－1　池田町の対象地域（黒い部分は対象外）
＊第Ⅱ章巻頭にカラー図掲載。

2.3　衛星データを利用した森林情報のシステム化

日本の森林管理情報は林分単位の森林調査簿あるいは森林簿と森林基本図で構成されている。これらを地理情報システム（GIS）を利用して統合化することで森林GISが考案され、さまざまな森林管理への利用が進められている。一方、衛星データは画像データであるが、地図座標を持たせることができるため、GISの構成要素となれる。両者をGISシステム上で併用することで、森林管理情報として衛星データを利用できることになり、最新の情報を有する衛星データの利用が大幅に拡大されるようになった。

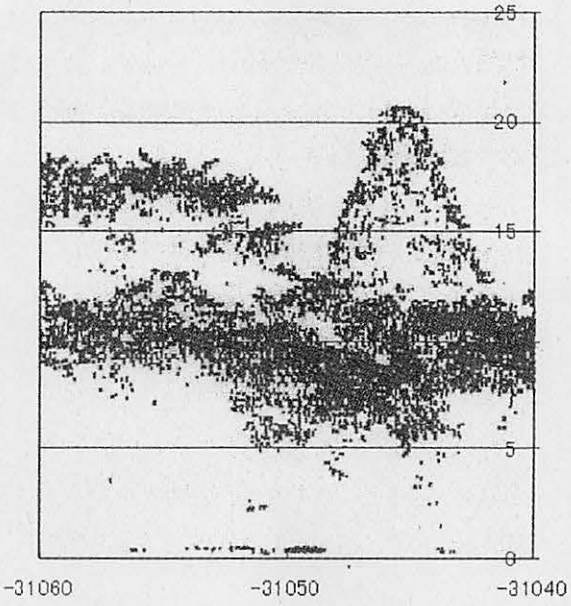
2.4　針葉樹天然林の資源情報取得

日本の森林情報は林分単位で管理されているが、天然林は林分面積が広いため林分を代表できる十分な情報が得られていないことが多い。そこで、1990年代後半に、青森ヒバ、木曽ヒノキ等の針葉樹天然林を対象として、蓄積量分布と実際に供給可能な蓄積量を衛星データを利用して推定した。地形の影響を極力減少させるためにランドサットデータに画素分解法の一つであるパターン展開法を適用して高精度で蓄積量を推定した。また、伐採可能な傾斜、搬出可能な道路からの距離、森林の機能指定などの分析をGISで加えることによって、全地域の営林署ごとに供給可能な蓄積量を推定することに成功した[2)]。

3．多時期観測

3.1　反射スペクトル観測

1980年代にはクレーン車を利用して、樹木のスペクトル反射計測などを行ったが継続的な観測は行われなかった。1990年代からはブナ林等で透過光や反射光スペクトルの通年観測を行っている。森林の季節変化は成長量推定に有効であるだけでなく、森林地帯の環境変化を示すバロメータである。また、季節変化データの集積は衛星データによる高精度の森林情報取得にとっても極めて重要である。そのため、自動近接撮影装置による森林植生の季節変化パラメータの集積も近年、各地で行っている。



図－２　広葉樹林における林冠の階層構造（ヘリコプター搭載ライダーを用いて林分の階層構造を明らかにする。）

3.2　高頻度観測衛星の処理手法の開発

空間分解能は粗いが（250m～１km程度）、同じ地点を毎日のように観測できる衛星は森林地帯の季節変化を把握できる点で優れている。季節変化は環境変化で起こるもので、気温と水分が最も大きな気象因子である。そこで、高頻度観測衛星データから植生と温度の季節変化を的確に把握し、長期の環境変化を推定するために、「雲取り技術（LMF/LMF-KF)」を開発した。この手法を８kmメッシュのノア衛星データに適用して、20年間の全球の植生指数と表層温度の雲なし画像を10日間隔で生成し、データセットを作成した。

3.3　雲除去データの利用

スポット衛星に搭載されている地上分解能１kmのセンサデータから作られた10日間合成データに「雲取り技術」を適用し、可視、近赤外、中間赤外のデータを生成した。このデータを利用して、全国積雪分布図を10日ごとに作成した。また、ノア衛星に「雲取り技術」を適用することで乾季の状況から火災の延焼危険度推定を画素単位で行うことを可能にした。さらに、高頻度観測衛星データと気象データなどを併用して森林の純一次生産量を全球レベルで求める研究も、その精度向上が見込まれている。

4．最近の超高分解能リモートセンシング

衛星データに現れるスペクトル反射に関する研究は継続されているが[3)]、多数のスペクトルチャンネル観測が可能な航空機搭載のイメージングスペクトロメータ（CASI）を利用した広域の森林うっ閉度計測研究も進められた。

高さ情報が得られるレーザセンサー（LIDAR）の特徴解析研究や、１m程度の超高分解能のIKONOS衛星などの利用研究を進め、木部バイオマスの３次元分布再現やギャップなどの林分構造パラメータの計測での有効性を示している（図－２）。（沢田治雄）

文　献

1）Onuki, I., I Nakajima and H. Sawada (1981): Space remote sensing application to forestry inventories and monitoring in Japan, Proc. of XVII IUFRO World Congress, 442-457

2）中園悦子・沢田治雄ほか（2000）：青森天然ヒバの蓄積と利用可能量の推定，日本リモートセンシング学会誌，20(3)，34-46
3）粟屋善雄（1998）：スペクトルの経年変化曲線に基づくエゾマツ林の林況評価とモニタリング，日本林学会誌，80，1-7

今も続くモントリオール・プロセス対応

1972（昭和47）年「かけがえのない地球」を合言葉にストックホルムで開催された「国連人間環境会議」から20年後の1992（平成４）年に「国連人間環境会議（UNCED)」がリオデジャネイロで開催された。森林問題については、「森林原則声明」と「アジェンダ21」に集約され、持続可能な森林経営への転換点となっている。あくる1993（平成５）年９月、カナダのモントリオールで「温帯林と北方林の持続可能な開発に関する専門家会合」が開催され、専門家の出席要請を受けて北海道支所の金澤洋一造林研究室長が派遣された。これにより、世界中で持続可能な森林経営を実現するため、基準・指標という考え方で森林の持続可能性を捉えるという考え方を知り、扉の向こうに新しい世界があることを確信した。

1994（平成６）年度のはじめに、林野庁から各課の中堅課長補佐・専門官、森林総研から研究室長・主任研究官クラスの選抜でモントリオール・プロセス対応ワーキンググループを結成した。これまでにも、行政と研究の協力関係は少なくなかったが、林野庁全体と森林総研全体で、公式の作業を進めるのは初めてのことである。

すでに、ITTOやヨーロッパ・グループ（ヘルシンキ・プロセス）では基準・指標の考え方の基づいた経営方針案が作られていたので、それらを参考にしつつ、日本の主張を作成した。この間、ほぼ２ヵ月に一度の割合でモントリオール・プロセスの会合が開催され、途中経過が報告されるたびに、日本案の見直しを行うという、あわただしい日々であった。

ワーキンググループ内では、用語の定義、指標の科学的な根拠、データの収集可能性が吟味された。既に大部分の天然林を失い、森林が小面積・分散化している欧州では、「森林生態系の管理」や「水質」「生物多様性」といった項目は、現実的でないとされ、考慮されなかったが、モントリオール・プロセスではこれらを重視した。そして、たとえ計測が困難な指標であっても、意義のあるものを前面に押し出し、理想論に近づけようとした。

基準・指標の基本的な考え方は、①持続可能な開発を森林の分野で実践し、評価するための方法・手段、②条約に準ずる約束（世界森林条約へ向かう)、③透明性の確保が必要（データの公開義務)、④国、地域、経営体の各レベルで実行する、⑤森林経営者とすべての利害関係者との合意が不可欠、ということである。「持続可能な森林経営の技術的基準に関する日本の考察」が作成されるまでは自由な議論であったが、最終案を統合事務局に提出する段階になり、事態が変わった。条約にも匹敵する内容を部内協議のみでは提出できないとされ、急遽、有識者による諮問委員会の審議を経ることとなった。ここでは、temperate and boreal forestとmanagementの訳が一つの争点となった。前者については、boreal forestを寒帯林と呼んできた歴史を尊重しつつ、誤解を受ける呼称を使わないという観点から「温帯林等」に、後者については、

一般社会では経営が管理を包含する上位概念として使用されていることから「経営」を使用することになった。

日本の提案の多くは国際作業グループ案に取り入れられた。1994（平成６）年12月に東京で開催された第５回会合で原案が固まり、翌年２月にチリのサンチャゴで開催された第６回会合で、関係10ヵ国（オーストラリア、カナダ、チリ、中国、日本、韓国、メキシコ、ニュージーランド、ロシア、アメリカ）が署名、七つの基準とそれを評価するための67の指標が「温帯林等の保全と持続可能な経営の基準・指標に関する声明、サンチャゴ宣言（Santiago Declaration: Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests: The Montreal Process)」として公表され、国連持続可能開発委員会第３回会合に報告された。10ヵ国で出発したグループは、後にアルゼンチン、ウルグアイが参加して12ヵ国となり、世界の温帯林、北方林の90％が含まれることとなった。サンチャゴ宣言は林野庁訳の小冊子として発行されたほか、森林総研の参加メンバーが「森林科学」の特集に解説を行った[1-8]。

その後も、カナダに設置された統合事務局を中心にフォローアップ会議が継続され、1997（平成９）年に「第一次概要報告書」、1999（平成11）年に「未来のための森林」を発行、翌年に「2000年プログレス・レポート」を第８回国連持続可能開発委員会に報告した。この間、各国が報告書を作成する段階に入り、データ収集の方法と共有性、地域レベルで計測する必要性、国別報告書の指標の表示法、などを具体的に検討する必要が生じた。そのため、1996（平成８）年のキャンベラ会合で、技術諮問委員会の設置が決定され、森林総研の研究者が委員となった。フォローアップ会議と技術諮問委員会、それぞれ、年１回、各国持ち回りで開催されている。

日本国内で基準・指標の考え方を普及させるためには具体的な事例を示す必要がある。そのためのプロジェクトが所の指定研究として立ち上げられた。ここでは、公募によりメンバーを集めるという方法が採られた。中間成果をまとめ、調査の中心となった東京森林管理局笠間森林技術センターの名を冠したパンフレット「笠間レポート（1998)」を公表、基準指標の考え方を具体的に示した最初の手引きとして利用され、好評を得た。

技術諮問委員会の第４回会合は、つくば会合として森林総合研究所が主催し、2003（平成15）年の報告書作成の手順と様式、サブナショナル・レベルの指標の考え方を議論したほか、指標及びデータ収集手法解説書の最終調整、技術諮問委員会の役割などを話し合い、笠間レポートの調査地で現地討議を行った[9]。

モントリオール・プロセスで用いられた持続可能な森林経営と基準指標の考え方は国内でも広く認められるようになり、いくつかの地域でモニタリングが行われているほか、『緑の循環』認証会議（SGEC）の実践活動にも取り入れられている。2003(平成15)年レポートの国別報告書など林野庁が作成する報告書への寄与のほかに、モニタリング方法の改善、測定された指標の科学的な解釈など森林総合研究所の研究成果を総合的に発揮する場としてモントリオール・プロセス対応は続けられている。

（垰田　宏）

文　献

1）藤森隆郎（1966）：なぜ今「持続可能な森林経営」なのか，森林科学，16，57-58

2）三浦慎吾・中島　清（1966）：基準１　生物多様性の保全，森林科学，16，59-60

3）垰田　宏・金沢洋一（1966）：基準２　森林生態系の生産力の維持，森林科学，16，61-62

4）大河内　勇・垰田　宏（1966）：基準３　森林生態系の健全性と活力の維持，森林科学，16，62-64
5）堀田　庸・藤枝基久（1966）：基準４　土壌及び水資源の保全と維持，森林科学，16，64-66
6）垰田　宏（1966）：基準５　地球的炭素循環への森林の寄与の維持，森林科学，16，66
7）加藤　隆（1966）：基準６，７　社会・経済的、制度的側面の評価，森林科学，17，51-56
8）藤森隆郎（1966）：今後の対応と課題，森林科学，17，57-58
9）家原敏郎・垰田　宏（2000）：モントリオール・プロセスをめぐる最近の動き　モントリオール・プロセスの展開と動向について－第４回技術諮問委員会（つくば）より－，森林計画研究会会報 393/394，1-6

国際基準に基づく持続的森林管理指針に関する国際共同研究

１．はじめに

「森林は、地域住民、国家経済及び全体としての地球の生物圏の長期的な福祉に不可欠なものである」という文章から、モントリオール・プロセス（MP）のサンチアゴ宣言は始まる。1992（平成４）年の国連環境開発会議（UNCED）において森林原則声明とアジェンダ21が採択され、すべてのタイプの森林の持続可能な管理が求められることとなった。それまでは地球上で最も生物多様性の高い熱帯降雨林の消失が焦点だったが、この会議からは温帯における原生林の消失も重要視され、すべての森林が保全の対象となることとなった。このように持続可能な森林管理は生物多様性の減少に端を発するが、森林の有する多面的な機能を評価しすべての機能を持続的に利用することが、その後の世界共通認識となった。熱帯諸国にはすでにITTO（国際熱帯木材機関）が存在した。また、ヨーロッパ諸国はヘルシンキプロセスというワーキンググループ（WG）で持続可能な森林管理の道を探ることとなった。残された日本を含むアジア、南北アメリカ、オセアニアの温帯・亜寒帯諸国は、新たなWGであるMPで持続可能な森林管理の方法を検討することとなった。その結果、冒頭にのべたサンチアゴ宣言が発表された。なお、現在ではさらに多くのWGが世界各地に存在する。

２．対応の方法

持続可能な森林管理を行うためには、森林の有する多面的な機能のすべてをモニタリングし、その変化を捉えて監視しようというのが、これら各WGの共通の考え方である。モニタリングの具体的な手法は、多面的機能をいくつかのカテゴリー（＝基準）に分け、各々の具体的な特徴（＝指標）を測定し、変化をとらえるというものである。たとえば生物多様性の保全は一つの基準であり、森林性の種の数はその指標の一つである。従って、ある国で森林性の種の数が減少している場合、その国の生物多様性は持続的とは言えなくなる。基準・指標には国家の社会経済的な仕組みも含まれる。たとえば、林業政策の意志決定に国民が関われるか、などである。このように、基準・指標を始め持続可能な森林経営の仕組みは、林業のパラダイムシフトといってよい。森林、林業に関わる研究や行政の目標が網羅されている重要性に鑑み、MPの全基準・指標を示した（文末に掲載）。

実際には、個々の指標は既存の研究成果に基づいてというよりも、政治的交渉の過程で作られたものである。従っていざ測定する際には問題が生じることが多々ある。またこれ

らの指標は国家レベルの視点で作られたため、森林管理の現場では必ずしも適切とはいえないため、リアリティのある指標の開発が必要である。一方、基準7の指標には「他国との整合性」が指摘されており、指標の開発には他国との連携が不可欠である。

このような経緯から、七つの基準のうち我が国がほとんど手をつけていなかった生物多様性（基準1）と森林の健全性（基準3）に関して、国際共同研究が行われることとなった。カナダ森林資源局、アメリカ合衆国のUSDA・オレゴン州立大学、オーストラリアのCSIRO・クイーンズランド州森林研究所・SFNSW、CIFOR、韓国林業研究院を招聘したワークショップと、国内における個別研究によって共同研究が行われた。国外の研究者には、行政と研究をつなぐ各国の取り組みを報じてもらった。これは森林総研が弱い部分であり、そのようなパイプとなる枠組みがないと同時に研究サイドも応用に対する意識が低かった。今後両者の歯車が噛み合うために、各国の例には示唆されるところが大きかった。

3．国際共同の成果

研究の中間報告は、Proceedings of the C&I workshop 2002にまとめた。その一部を紹介する。オーストラリアのチーム（Old, K. et al.）はリモートセンシングで森林の健全性を測る試みを紹介した。広域の健全性を測る試みとして、重要なステップと考える。プランテーションでの結果であったが、このように単純な森林から始めるのが妥当であろう。USDAのSmith博士は、林業における健全性と森林生態系としての健全性は異なると論じた。その上で、個別の森林データのスケールアップのために州、地方、国などのレベルごとの指標であるFIA（Forestry Inventory and Analysis）の利用について紹介した。森林総研では、北海道の山口岳広らのチームが健全性を担当した。山口らは、非破壊検査等を通じて、樹冠の衰退が樹体内の異常と関連していること、従って樹冠の形態で樹木の健全性をある程度予測できるとした。今後のスケールアップに繋がる報告であった。

カナダのMcAfee博士は、基準指標システム（CCFM Framework）を中心にカナダの現況を報告した。MPがインターナショナルなのに対し、CCFMはカナダの実情に合わせた指標である。カナダには地域別の指標もある。米国同様、実際の森林管理には、多段階の指標システムが不可欠である。USDAのSpies博士は、森林の適正配置に関わる、多段階スケールの植生の空間的パターンが、歴史的にどのように変遷し、将来どう変化するかが生物多様性の管理に重要だと論じた。牧野俊一らの小川チームは、北茨城市の小川地域の林業のトレンドと、現在の生物多様性に関係があることを明らかにした。また飯田滋生らの定山渓チームは、ササが卓越する地域では、ササが下層の生物多様性を支配していることを明らかにした。これら生物多様性に関する課題は相互に関係し合っており、ワークショップを通じて応用に至る道筋が見えたものと確信する。

4．残された課題

生物多様性と森林の健全性研究チームだけでMPを支えるのは困難である。これまでの研究はどちらかといえば現場中心であった。今後はMPや持続可能な森林管理を深く理解するリーダーによって、基準・指標を網羅する、日本版の国家、地域レベルの包括的なプロジェクトを実施し、持続的森林管理手法を提案していく必要がある。　（岡部貴美子）

モントリオール・プロセスの基準、指標

基準１：生物多様性の保全

生態系の多様性

a. 全森林面積に対する森林タイプごとの面積
b. 森林タイプごと及び、齢級又は遷移段階ごとの面積
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
d. 齢級又は遷移段階ごとに区分された保護区域における森林タイプごとの面積
e. 森林タイプの分断度合

種の多様性

a. 森林に依存する種の数
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

a. 従来の分布域より小さな部分を占めている森林依存性の種の数
b. 多様な生息地を代表する種の、それら分布域にわたってモニターされている集団（個体数）のレベル

基準２：森林生態系の生産力の維持

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
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
c. 自生種と外来種の植林面積と蓄積
d. 持続可能と決定される量と比較した、木材生産物の年間伐採量
e. 持続可能と決定されるレベルと比較した、木材以外の林産物（毛皮動物、苺類、きのこ、狩猟等）の年間収穫量

基準３：森林生態系の健全性と活力の維持

a. 昆虫、病気、外来種との競合、山火事、嵐、用地造成、恒常的な洪水、塩類集積作用、家畜等による作用または要因によって、歴史的な変動の範囲を越える影響を受けた森林の面積及び比率
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
c. 生態系の基礎的な過程（例、土壌養分循環、種子散布、受粉）及び／又は生態学的な連続性の変化の指標となるような生物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

a. 顕著な土壌浸食の見られる森林面積及びその比率
b. 流域、洪水防止、雪崩防止、河畔林帯等の保護機能のために主として管理されている森林面積及びその比率
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越えて変動した河川延長（キロメーター）の比率
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属性が変化している森林面積及びその比率
e. 人間の活動の結果として顕著な圧密状態であるか又は、土壌の物理的属性が顕著に変化している森林面積及びその比率
f. 森林地域において、生物多様性が歴史的な変動の範囲を著しく越えて変動した水系の比率（例、河川キロメーター、湖ヘクタール）
g. 森林地域において、pH、溶存酸素、化学物質のレベル（電気伝導度）、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、河川キロメーター、湖ヘクタール）
h. 分解し難い有害物質の集積が起こっている森林面積及びその比率

基準５：地球的炭素循環への森林の寄与の維持

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、そして、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
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）
c. 地球上への炭素収支への林産物の寄与

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

生産及び消費

a. 下流の製造工程で付加された価値を含む木材及び木材製品の生産額及び量
b. 非木材製品の生産額及び量
c. 人口一人当たりの消費を含む木材及び木材製品の供給と消費
d. 木材及び非木材製品生産の価値のGDPに占める比率
e. 林産物のリサイクルの程度
f. 非木材製品の供給及び消費／利用

レクリエーション及び観光
a. 全森林面積と対比した、一般的なレクリエーション及び観光のために管理されている森林の面積及び比率
b. 人口及び森林面積と対比した、一般的なレクリエーション及び観光に利用される施設及び施設のタイプ
c. 人口及び森林面積と対比した、レクリエーション及び観光のための利用客滞在延べ日数

森林分野における投資
a. 森林の育成、森林の健全性と経営、人工林、木材加工、レクリエーション及びツーリズムへの投資を含む投資額
b. 研究・開発及び教育に対する支出のレベル
c. 新規及び改良された技術の普及と利用
d. 投資の収益率

文化・社会及び精神的なニーズと価値
a. 全森林面積と対比した、文化・社会・精神的なニーズと価値を有する区域の保護のために管理される森林の面積及び比率
b. 森林の非消費的利用に係る価値

雇用及び地域社会ニーズ
a. 森林部門での直接的・間接的雇用、及び総雇用に占める森林部門の雇用の割合
b. 森林部門の主要な雇用分類における平均賃金及び障害発生率
c. 先住民社会を含む、森林に依存する地域社会の、経済状況の変化に対する活力及び適応力
d. 生活に必須な目的で利用される森林面積及びその比率

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

次の項目の程度を含む、法的枠組み（法律、規定、ガイドライン）が森林の保全及び持続可能な管理を支える程度
a. 所有権の明確さ、土地保有制度の適切さ、先住民の慣習及び伝統的な権利の認定、及び正当な手続きによる所有についての紛争解決手段の規定
b. 関連する部門との調整を含む、森林の価値の範囲を認知するような森林に関する定期的な計画、評価及び政策見直しの規定
c. 森林に関連する公的政策及び意志決定への国民の参加並びに情報への国民のアクセスの機会の規定
d. 森林管理のための裁量の施業規定の助長
e. 特に環境的、文化的、社会的、及び／又は科学的に保全する価値のある森林の経営の規定

次の項目の能力を含む、制度的枠組みが森林の保全及び持続可能な管理を推進する程度
a. 国民の参画活動や公的な教育、啓蒙、普及プログラムの規定、及び森林関連情報の入手を可能とすること
b. 分野横断的な計画及び調整を含む、森林に関連する定期的な計画、評価及び政策見直しの企画及び実行
c. 関連分野にまたがる人材養成訓練の開発及び維持
d. 森林の生産物及びサービスの提供を促進するとともに森林管理を推進するための効果的な物的基盤の開発及び維持
e. 法律、規定及びガイドラインの施行

次の項目を通じて、経済的枠組み（経済政策及び手段）が森林の保全及び持続可能な経営を推進する程度
a. 投資の長期化を認識しかつ、森林の生産物及びサービスの長期的需要を満たすために、市況、非市場経済的評価及び公的政策決定に対応して森林部門内外へ資金が流入乃至流出することを許容するような、投資及び課税政策並びに関連する法的環境
b. 森林生産物の非差別的貿易政策

以下を含む、森林の保全及び持続可能な経営における変化を計測及びモニターする能力
a. 基準１から７までに関連する指標を測定し、又は記述するための重要な、最新のデータ、統計及び他の情報の提供可能性及びその程度
b. 森林資源調査、評価、モニタリング及び他の関連情報の範囲、頻度及び統計的信頼性
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

以下の項目を含む、森林経営並びに森林の生産性及びサービスの提供を改善することを目的とした研究開発の実行及び応用能力
a. 森林生態系の特徴及び機能についての科学的理解の促進

b. 環境的・社会的な費用及び弁値器の算定手法及びそれを市場及び政策に統合する手法、並びに森林資源の減少又は増加を国民経済計算体系に反映させる手法の開発
c. 新規技術の導入に伴う社会・経済的影響を評価するための新規技術及び能力
d. 人間が介在することによる森林への影響を予測する能力の向上
e. 想定されうる気候変動が森林に与える影響を予測する能力

第Ⅵ章　付図・付表

年　　表

	森林総研	農林・環境関係	内　　外
1878（明治11）年	（12月　東京府北豊島郡滝野川村西ヶ原に樹木試験場開設（敷地９町９反５畝24歩））	７月　北海道、沖縄県を除く全国の官林を６大林区、49中林区、216小林区に区分する	１月　内務省勧農局所管農学校開校（校舎は駒場野、東大農学部の前分）
1879（明治12）年		５月　山林局設置（山林局本庁内に試験場掛設置）	１月　朝日新聞創刊
1881（明治14）年		４月　農商務省設置、内務省より山林局を同省に移管	
1882（明治15）年	（11月　樹木試験場の名称を廃して農商務省東京山林学校の付属となる））	１月　大日本山林会設立 11月　農商務省東京山林学校が東京府北豊島郡滝野川村に設置され12月開校式	
1884（明治17）年			７月　万国森林博覧会、英国エジンバラで開催、日本も参加
1885（明治18）年		12月　農商務卿を廃し、農商務大臣を置く	12月　内閣制度確立
1886（明治19）年	（７月　山林局直轄の林業試験場開設（同府北豊島郡滝野川村西ヶ原所在）、主として林産物に関する事項を行う）	７月　東京府下駒場に東京農林学校開設	１月　北海道庁設置
1889（明治22）年		10月　帝室御料林設定	２月　大日本帝国憲法発布 11月　第１回帝国議会召集
1890（明治23）年	（12月　農商務省仮試験場が西ヶ原に設置され、樹木試験場の試験事項が東京大林区署に委託された）	山林学校跡地に農商務省農務局仮試験場開設	６月　東京農林学校を農商務省から文部省へ移管して帝国大学農科大学を設置（農学科、林学科、獣医学科）
1892（明治25）年			この年IUFRO発足
1893（明治26）年		４月　農商務省農事試験場を東京府下西ヶ原に設置	８月　日清戦争始まる
1896（明治29）年		４月　河川法公布	
1897（明治30）年		４月　森林法公布、砂防法公布	５月　足尾銅山鉱毒被害排除命令
1899（明治32）年		３月　国有林野法公布 ４月　国有林野特別経営事業創始	
1900（明治33）年	（６月　目黒試験苗圃開設（東京府下荏原郡目黒村及び平塚村））	10月　林業講習規程制定、山林局林業講習所を設置し第１期林業講習を東京に開催	
1901（明治34）年	（１月　目黒苗圃内に事務室、標本室、生徒控室、守衛所、物置などを整備）		
1902（明治35）年		３月　盛岡高等農林学校設置、最初の地方専門学校林学科	
1903（明治36）年	（国際林業研究機関連合（IUFRO）に山林局名で加盟）		
1904（明治37）年	（林業試験報告第１号刊行）	５月　林業講習所閉鎖	２月　日露戦争開始
1905（明治38）年	11月　山林局目黒試験苗圃を山林局林業試験所と改称し、林業試験場創立とする 11月　これをもって松野礀初代所長となる		９月　ポーツマス（日ロ講話）条約調印
1907（明治40）年	化学実験室、工芸実験室建設	森林法改正（明治40年法律第43号）	
1908（明治41）年	12月　白沢保英山林局林業試験所長となる	12月　農林省分課規程改正、山林局分課が地方、林務、業務、庶務、特別経営、林業試験所の５課１所制となる	
1910（明治43）年	10月　高萩試験地を設置（茨城県多賀郡磯原村） 山林局分課規程改正、林業試験所を林業試験場に改称 11月　村田宜治林業試験場長となる	６月　宮城大林区署所管の鍛冶谷沢製材所山林局の直轄となり、佐藤鉦五郎山林局鍛冶谷沢製材所長となる治水事業開始	８月　韓国併合
1911（明治44）年	２月　高萩試験地が東京大林区署所管から農商務省山林局に移管され、山林局林業試験場高萩試験地と改めた 同月鍛冶谷沢製材所を廃し、山林局林業試験場の支場をおき、鍛冶谷沢木工所と称す		１月　レルヒ少佐高田にてスキー紹介
1912（明治45）年	10月　松波秀実林業試験場長となる 妙義、日光に森林測候所開設 森林測候所練習生採用規程制定		１月　中華民国成立 ２月　清国滅亡 ＊この年東京市サクラをワシントンに3,020本、ニューヨークへ3,000本再送
1913（大正２）年	６月　白沢保英林業試験場長となる 伊香保、北小国、小石原、森町、岡山、松山、大笹山の７森林測候所開設	農商務省官制改正で山林局は林業試験場のほか地方、林務、林業の３課となる	
1914（大正３）年	３月　山林局林業試験場種子鑑定規則制定、鍛冶谷沢木工所廃止 沼宮内、勝山の２森林測候所開設	日本林学会創設	１月　桜島大噴火 ７月　第一次世界大戦始まる ８月　大恐慌
1915（大正４）年	６月　三峰、新見、本山の３森林測候所開設 森林測候所練習生採用規定改正		
1916（大正５）年	登国、船納、横田、宮士見、田島、臼田、院内の７森林測候所開設		
1917（大正６）年	碇ヶ関、鳴子、十日町、高原、篠山、白島の６森林測候所開設		３月　ロシア２月革命 11月　ロシア10月社会主義革命、ソビエト政権樹立
1918（大正７）年	角館、井川、根尾、木祖、新町、野沢の６森林測候所開設	鳥獣保護及狩猟二関スル法律公布（大正７年法律第32号）	７月　富山県魚津で米騒動 ８月　シベリア出兵
1919（大正８）年	智頭、十日市、白河の３森林測候所開設	林学士会、林友会等各会で発行していた会誌を統合して林学会誌第１号発刊	３月　三一運動 ４月　史跡名勝天然記念物法公布
1920（大正９）年	矢岳、博原、白島の３森林測候所開設		１月　国際連盟発足 ５月　我が国初のメーデー
1921（大正10）年	２月　帝室林野管理局林業試験場を創設（東京府下南多摩郡横山村） ４月　仙台及び熊本に林業試験場支場を設置	国有林特別経営事業終了	11月　原敬首相暗殺
1922（大正11）年	３月　林業試験場が本省の付属機関となる ３月　仙台及び熊本に支場を設置 ３月　高萩及び小笠原に出張所を設置 ４月　林業試験場処務規程制定 ４月　造林、生産理、利用、化学、施業、気象の６部及び庶務課設置		
1923（大正12）年	大笹山、岡山、小石原、豊田、宮士見、篠山の６森林測候所廃止	４月　農商務省に帝室局が設けられ、牛馬に関する行政を所掌する	９月　関東大震災（死者20万、焼失40万戸）
1924（大正13）年	４月　行政整理のため仙台、熊本の両支場廃庁 妙義ほか14森林測候所廃止 帝室林野管理局を帝室林野局に変更		
1927（昭和２）年	林業試験場手数料令公布 林業試験場分析鑑定及び試験規則公布 野沢森林測候所を廃止し、沼尻森林測候所を開設		３月　金融恐慌始まる
1928（昭和３）年	白糸森林測候所を廃止し、霧島森林測候所を開設		６月　張作霖爆死
1929（昭和４）年		木炭の規格制定 日本農学会設立	６月　拓務省設置 10月　世界恐慌始まる
1931（昭和６）年	井川、博原２森林測候所廃止	４月　牧野法公布	４月　国立公園法公布 ９月　満州事変起こる
1932（昭和７）年	１月　藤岡光長林業試験場長となる。		１月　上海事変起こる ５月　犬養毅首相暗殺
1933（昭和８）年	11月　林業試験場本場所在地名「東京府荏原郡目黒村」が「東京市目黒区下目黒４丁目」に変更		１月　独ヒトラー内閣成立 ３月　三陸大津波 ３月　日本国際連盟脱退
1934（昭和９）年	林業試験場赤沼苗圃事務所を設置し（埼玉県比企郡今宿村赤沼）、特用樹木試験植栽用苗木育成に当たる		９月　室戸台風 12月　東海道本線丹那トンネル開通

注：森林総研欄の1904（明治37）年以前の事項には（　）を付した。

	森林総研	農林・環境関係	内外
1936（昭和11）年	7月　林業試験場処務規程改正 7月　林業試験場林産物受託加工規則制定 林業試験場手数料令改正 角館、沼尻、白河、十日町、伊香保、木祖、根尾、勝山、智頭、十日市、本山、小国、矢岳、霧島の14森林測候所を森林治水試験地に改組 林業試験場笹岡試験地が設置され、広葉樹の利用開発、パルプ製造試験を開始 大阪営林局管内苅ノ山国有林内に試験地を設置	第二期治水事業が始まる	2月　二・二六事件起こる 8月　拓務省満州開拓民計画樹立（20ヵ年で100万戸）
1937（昭和12）年	1月　十日市森林治水試験地廃止 12月　国営種苗特別会計法下規則公布、林業試験場処務規程改正（菌根の培養及び配布に関する事項追加）、食用菌類人工栽培方法の簡易化とこれが効果を的確にするため椎茸、ナメコ、エノキタケ等の各種菌の培養及び配布を開始 12月　根尾、伊香保、木祖、角館の4森林治水試験地廃止 12月　鷹巣森林治水試験地、好摩試験地、高岳試験地開設 都路試験地を設置（福島県田村郡都路村（郡山営林署管内）） 林業種苗法公布	森林火災国営保険法公布 木材貿易の統制	7月　盧溝橋事件起こる（日中戦争）
1939（昭和14）年	本山、霧島、沼尻の3森林治水試験地廃止 7月　大正試験地、船根試験地開設 上川森林治水試験地開設（北海道上川郡上川村字日東） 12月　北海道帝室林野局林業試験場創設し、帝室林野局林業試験場を帝室林野局東京試験場と改称	松脂採取奨励規則公布 6月　森林法の改正（昭和14年法律第15号） 林業種苗法公布	5月　ノモンハン事件起こる 9月　第二次世界大戦起こる 10月　価格統制令
1940（昭和15）年		用材配給統制規則公布、薪炭材価格調整規則制定、木炭価格調節特別法公布 各府県に木炭事務所設置さる	9月　日独伊三国同盟調印 11月　紀元2600年祝賀式典
1941（昭和16）年	椎茸、ナメコ、エノキタケ等の各種菌種の培養配布事業を全国森林組合連合会菌種部に移す 11月　宮崎県宮崎郡田野村に林業試験場田野苗畑を設置	木材統制法公布	3月　国民学校令公布 12月　太平洋戦争開始 12月　物価統制令公布
1942（昭和17）年			2月　食糧管理法公布 6月　ミッドウェー沖海戦 11月　大東亜省設置
1943（昭和18）年		薪炭配給統制規則制定	11月　農林・商工2省を農商省・軍需省に改編
1944（昭和19）年		木材配給統制規則制定	6月　有珠山噴火、昭和新山発生 7月　サイパン島陥落
1945（昭和20）年	5月　空襲により本場の建物施設の大半及び図書文献資料の大部分を焼失す	5月　㈱日本林業会設立 10月　GHQに天然資源局（NRS）設置（林業部経済課生産課、資源課、パルプ・製紙課） 10月　農林省分課規定改正（山林局に林政課・造林課・林産課・薪炭課・特殊林産課を置く）	1月　三河大地震（M7.1、死者1,961人、全半壊17,000戸） 3月　東京大空襲、無差別夜間爆撃 8月　ポツダム宣言受諾し無条件降伏 9月　枕崎台風（死者・不明者756人） 11月　全国人口調査実施（71,998,104人）
1946（昭和21）年	2月　太田勇治郎林業試験場長となる	木材薪炭生産規則制定（強制伐採措置） 木材統制法廃止 物価統制令公布	1月　天皇人間宣言 11月　日本国憲法公布 12月　南海地震（M8.1、死・不明者1,464人） ＊発疹チフス、天然痘、コレラ等各種伝染病流行（GHQ、DDT大量・強制散布で終息）
1947（昭和22）年	1月　林業試験場の機構を総務、造林、保護、防災、林産化学、木材、調査室の6部1室とし、総務部に庶務、会計、用度を設置 3月　林政統一で東京都南多摩郡槻山村所在の帝室林野局東京林業試験場、札幌市豊平所在の帝室林野局北海道林業試験場合併 3月　青森、秋田、大阪の3営林局の試験調査部門を支場として編成替えの上それぞれの局内に併置 好摩試験地を青森支場好摩分場に、笹岡試験地を秋田支場笹岡分場に、また高品試験地を大阪支場高品分場に改称 5月　札幌郡江別町野幌所在の北海道庁林業試験場を合併、東京林業試験場を浅川支場、北海道林業試験場を札幌支場と改称し、札幌支場を野幌に置き、豊平に豊平分室を置く 7月　吉田正男林業試験場長となる 12月　高知、熊本の2営林局の試験調査部門を編成替えの上、それぞれの局内に併置、田野試験地を熊本支場田野分場に改称、小国、矢岳の2試験地を熊本支場の直轄とする、大正試験地を高知支場の直轄とする	3月　帝室林野局官制廃止 3月　国有林野事業特別会計法公布、林野局官制公布、4月施行 3月　林業試験場官制改正公布、4月施行 4月　牧荘第1回愛林日行事（森林愛護連盟主催、林業試験場浅川分場で挙行、皇太子ご出席） 5月　内務省所管の北海道国有林を農林省に移管、林政統一の完成 5月　林野局官制、営林局署官制、林業試験場官制各改正公布 9月　国有林野森林土壌調査要綱決定	3月　教育基本法・学校教育法公布 4月　労働基準法 4月　独占禁止法公布 4月　地方自治法公布 　日本国憲法施行 4月　長野県飯田市で大火（焼失3,984戸） 9月　キャサリン台風来襲（関東で死者2,247人） 10月　帝国大学の名称廃止、臨時国勢調査実施（全国人口78,101,473人） 12月　内務省解体
1948（昭和23）年	3月　本館事務室、研究室、変電室、ガラス室などを建設、復興が進展する 研究報告第40号刊行（戦後初）	1月　㈱林業科学技術振興所設立（林業試験場内） 1月　林野局「林業白書」を公表 3月　日本木材加工技術協会設立 7月　林野局林務部造林課に「松くい虫防除係」を設置 7月　種苗法公布 8月　㈱日本林業技術協会設立（㈱興林会を改称） 12月　治山事業5ヵ年計画（第1次昭23～27年） 初の国産チェーンソー試作	1月　ガンジー翁暗殺される 6月　福井大地震（M7.3　死者3,895人） 7月　日本学術会議法公布（昭和24年1月施行） 9月　アイオーン台風、関東・東北を襲い、死者・行方不明2,368人 12月　国連総会「世界人権宣言」採択
1949（昭和24）年	5月　林業試験場が林野庁の付属機関となる 造林部及び木材部の一部を分けて経営部を設置、7部1室とする 7月　鷹巣、智頭、和根の3試験地を廃止	2月　国有林の収穫表調製通達 4月　日本林業協会設立 5月　農林省設置法公布（6月発足、林野局を農林省の外局として林野庁と改称、林業試験場は林野庁の付属機関となる） 6月　研究普及課設置、林業技術普及事業要綱発足 6月　林業技術普及事業要綱発足	1月　日本学術会議発足 2月　能代市大火（2,040戸焼失） 4月　1ドル360円の単一為替レート決定 8月　キティ台風関東襲い、死者135人 11月　湯川秀樹博士ノーベル物理学賞
1950（昭和25）年	浅川、札幌の両支場及び笹岡分場の林産部門を本場に集中し、浅川支場は本場の分室とし、浅川分室と改称 3月　長谷川孝三林業試験場長となる 高萩、赤沼、十日町、白河、小塚及び都路の各試験地を本場の直轄とする 前橋、盛野、東京、名古屋の各営林局に駐在員を置き林業試験業務を担当	2月　GHQの森林計画の編成と森林組合の改組に関する勧告 3月　森林病害虫等防除法公布 4月　緑の週間を定める（第1回国土緑化大会） 4月　初の「緑の羽根」募金運動はじまる 4月　GHQの林業と治水に関する勧告	3月　旧制高校最後の卒業式 4月　熱海市大火1,015戸焼失 6月　朝鮮戦争起こる 9月　浅間山爆発（噴煙6,000m、死者1人、負傷者8人） 10月　国勢調査（総人口83,199,637人）
1951（昭和26）年	6月　農林省令第37号農林省組織令改正により本場に土壌調査部を設け、8部1室とする 6月　総務部の庶務、会計、用度の3課を人事、庶務、会計の3課に改編 7月　豊平分室を札幌支場と改称し、野幌に野幌分室を置く 熊本支場田野分場を宮崎市内新庁舎に移転し熊本支場宮崎分場と改称	3月　農林漁業資金融通法公布（4月施行） 4月　民有林林道10ヵ年計画 6月　国有林野法公布・施行、国有林野整備臨時措置法公布 6月　森林法改正、国有林野整備臨時措置法公布、国土調査法公布 国土調査法公布	3月　三原山大爆発 9月　サンフランシスコ条約（49ヵ国の対日平和条約）、日米安全保障条約調印） 10月　ルース台風死者・行方不明1,200人 11月　FAO加盟 11月　日本人の平均寿命　女84歳、男60歳 12月　三重県松坂市大火（焼失1,155戸）
1952（昭和27）年	3月　大政正隆林業試験場長となる 7月　大阪支場を京都支場と改称 旧宝川試験地を本場の直轄とする	7月　農地法公布（10月施行） 8月　林業講習所発足	3月　十勝沖地震 4月　鳥取市大火（死者3人、焼失5,228戸） 4月　対日平和条約・日米安全保障条約発効、GHQ廃止 12月　国連加盟
1953（昭和28）年	5月　林産研究施設落成式 白河試験地廃止 10月　札幌支場を北海道支場と改称し、野幌分室を野幌試験地とする 11月　野幌試験地の試験設備のすべてを札幌市豊平町所在の支場に移す	4月　床板の日本農林規格制定 8月　合板の日本農林規格制定 8月　木材防腐特別措置法公布、用材の日本農林規格制定 社団法人全国林業改良普及協会設立 国有林野事業機械化推進要綱決る 帯広営林局、米国マッカラー社製チェーンソーの試験使用	6～7月　西日本大水害（死者・行方不明2,000人超） 10月　伊勢神宮第59回式年遷宮 12月　奄美群島返還協定調印（12月発効）

	森林総研	森林・環境関係	内外
1954（昭和29）年	3月　高知支場大正試験地を廃止 林産本館、応用研究室、ボイラー室、機械室、電気室などを含め延1,340余坪を建設 熊本支場に庁舎、標本室、その他を建設し、併置支場から独立 5月　天皇、皇后両陛下林業試験場へお成り 11月　林業試験場木曽分場を設置（長野県西筑摩郡福島町）	5月　民有林の適地適木調査事業開始 7月　保安林整備臨時措置法公布 9月　北海道を襲った台風15号（洞爺丸台風）は国有林のみでも5千万石（1,390万m³）をこえる被害を生じた 10月　ソ連材、清水港新戦後初入荷 11月　林野庁、洞爺丸台風による北海道風倒木処理方針を決定 公立研究機関の相互の提携を目的として、各ブロックに林業研究機関連絡協議会結成 函館・札幌営林局、国産のブッシュクリーナー導入	3月　第五福竜丸ビキニで被爆 9月　洞爺丸台風（全国で死者・不明者1,698人、全半壊30,167戸） 9月　洞爺丸遭難事故（死者・行方不明1,155人） 9月　北海道岩内町大火（焼失3,300戸、死者33人） 11月　法隆寺金堂昭和大修理落慶式
1955（昭和30）年		3月　砂防法公布 3月　国有林野土壌調査方法書刊行 4月　日本木材学会創立 7月　アラスカ材の第1船、東京・芝浦港に入港 12月　林野庁、国有林長期生産計画（国有林百年計画） 林野庁、国産ブッシュクリーナーを実用化 洞爺丸台風による風倒木被害調査のための支笏湖周辺13,000haの空中写真撮影（戦後の大規模撮影の初）	8月　初のトランジスターラジオ（東京通信工業） 11月　自由民主党結成 12月　南極学術探検調査隊第1陣出発 12月　平均寿命、女65歳、男64歳 ＊この年後半から神武景気
1956（昭和31）年	6月　斎藤英雄林業試験場長となる 3月　京都市伏見区桃山町に関西支場庁舎、研究室等を建設	4月　森林開発公団法公布 6月　森林水害技術会議発足 7月　社団法人全国木材組合連合会設立 8月　林木育種事業の実施（「林木育種事業指針」策定） 10月　「森林航測」創刊	3月　秋田県能代市大火（焼失1,475戸） 5月　科学技術庁開庁 7月　経済白書（もはや戦後ではない）発表 10月　スエズ戦争起こる 12月　国連加盟決まる
1957（昭和32）年	4月　林業試験場北海道林木育種場を北海道江別市に設置 4月　同中央林木育種場を茨城県水戸市に、同九州林木育種場を熊本県菊池郡西合志村にそれぞれ設置 育種場の運営は当分の間国有林野事業特別会計予算と一般会計予算の両者をあわせて林業試験場が当たることになった 7月　浅川分室を浅川実験林と改称 本場にRI実験室（鉄筋コンクリート造）建設	1月　国内の木材市況高騰 3月　林木育種事業の推進通達（林木育種場の事業運営は林業試験場が当たる） 4月　北海道、中央、九州林木育種場設立 5月　日本繊維板工業会設立 6月　自然公園法公布（国立公園法を廃止）	1月　南極昭和基地決定 6月　自然公園法公布（国立公園法を廃止） 7月　国際地球観測年開始 10月　ソ連、世界初の人工衛星スプートニク1号打上 ＊下期よりなべ底不況
1958（昭和33）年	3月　小笹試験地、矢岳試験地廃止 4月　林業試験場関西林木育種場を岡山県勝田郡勝央町に、同東北林木育種場を岩手県岩手郡滝沢村に設置	2月　国有林野経営規程全改 4月　分収造林特別措置法公布 8月　初の技術士国家試験合格発表（林業部門7人） 11月　収穫予想表作成要領	1月　米エクスプローラ1号打上 6月　阿蘇山大噴火 8月　インスタントラーメン発売 9月　狩野川台風来襲（死者1,189人、家屋全壊流出1,044戸） 11月　浅間山大噴火 12月　1万円札発行 12月　東京タワー完工式
1959（昭和34）年	4月　北海道、中央、東北、関西及び九州の各林木育種場を林野庁に移管 4月　関西支場玉野試験地設置（岡山県玉野市） 7月　青森支場、好摩分場、秋田支場を合併し東北支場に改編 京都支場を関西支場に、京都支場高島分場を関西支場岡山分場に、高知支場を四国支場に、熊本支場を九州支場に、熊本支場宮崎分場を九州支場宮崎分場にそれぞれ改称、同時に東北支場青森連絡室、東北支場秋田連絡室をそれぞれの営林局内に置く	3月　林木育種場設置（北海道、中央、東北、関西、九州の5場と長野、山陰の2支場、34年度から特別会計で運営） 4月　国有林、林力増強計画を全面的に実施 6月　初のカンボジア材、東京港に荷揚げ 8月　林野庁共済組合目黒支部発足 10月　国有林内のスキー場取扱要領（国設スキー場、昭52年度末で102箇所設置） 林業試験研究協議会発足	1月　メートル法施行 1月　キューバ革命 4月　皇太子ご成婚 9月　ソ連の「ルナ2号」月面到着 9月　伊勢湾台風来襲（死・不明者5,041人、被害家屋57万戸） 11月　安保阻止デモ隊国会に入る ＊下期より岩戸景気始まる
1960（昭和35）年	12月　東北農業試験場より東北支場建設用敷地として39,815坪の所属換えを受け、12月に研究室、事務室（鉄筋コンクリート造二階建）、温室、昆虫飼育室、堆肥舎、倉庫などを建設、東北支場を好摩より新庁舎に移転、東北支場の青森、秋田両連絡室廃止	1月　丸太輸入のすべての自由化 2月　1960年世界農林業センサスの本調査実施 5月　林業機械化推進要綱、民有林関係林業機械化研修要領 8月～9月　「第5回世界林業会議」開催（ワシントン州シアトル市ワシントン大学） ＊この年後半から木材価格の上昇顕著化 ＊カラマツ先枯病大発生	5月　チリ地震北海道・三陸に津波（死者・行方不明者139人） 8月　ソ連人工衛星の回収に成功（ライカ犬帰還） 9月　テレビ、カラー放送開始 11月　米大統領にケネディ当選 12月　国民所得倍増計画を決定 ＊電気冷蔵庫普及、流行語「三種の神器」
1961（昭和36）年	上川、都路の両試験地廃止 東北林木育種場奥羽支場（山形県東根市大字東根）、関西林木育種場四国支場（高知県香美郡土佐山田町）設置 コロンボ計画集団海外研修生用の研修室（木造2階建）を建設	6月　農業基本法公布、国土調査法改正 7月　林野庁、全国森林資源調査を実施 12月　「国有林木材増産計画」策定 全国木材協同組合連合会設立 ＊この年、国有林で林地肥培を本格的に実施 ＊長野営林局で全幹集材の技術を開発	4月　ソ連ボストーク1号でガガーリン少佐地球一周旅行（「地球は青かった」） 5月　米国南ベトナム派兵決定 5月　韓国軍事クーデター 6月　梅雨前線豪雨、死者357人 9月　第2室戸台風、近畿襲い死者202人 9月　経済協力開発機構（OECD）発足
1962（昭和37）年	九州支場小国試験地、東北支場好摩試験地廃止 6月　坂口勝英林業試験場長となる	4月　森林法改正（全国森林計画の策定と保安林整備管理の強化）公布、7月施行 ＊この年、民有林の拡大造林面積24万haとピーク、国有林に除草剤を初めて事業的に導入	2月　米国初の人間衛星フレンドシップ7でグレン中佐が地球を3周 11月　国民休暇村第一号鳥取県大山に開設 12月　戦後初の国産旅客機YS11完成
1963（昭和38）年	関西、四国、九州各支場に調査室設置	2月　「林業用語集（用語の統一基準）」発行 4月　輸入木材の用材規格	1月　日本海側で豪雪（38豪雪・北陸豪雪） 9月　マレーシア連邦発足 11月　米大統領ケネディ暗殺される
1964（昭和39）年	関西支場玉野試験地廃止 4月　四国支場新庁舎へ移転（高知市朝倉字行宮の森） 8月　林業試験場報創刊 12月　九州支場宮崎分場防災研究室を九州支場に移す 九州支場に冷凍実験室、北海道支場に隔離温室を建設	6月　森林病害虫等防除事業実施要領（松くい虫による枯損防止を目的とした薬剤駆除を創設） 7月　林業基本法公布	1月　建築基準法改正施行（超高層ビル時代始まる） 4月　OECDに正式加盟 6月　新潟大地震 6月　レーチェル・カーソンの沈黙の春訳刊 10月　東海道新幹線開通 10月　東京オリンピック開催 12月　つくば研究・学園都市建設・閣議決定
1965（昭和40）年	2月　関西支場の試験研究施設の整備拡充（研究室の新設その他） 4月　経営部作業科を母体とする機械化部を新設、庶務課厚生係を厚生第1係、厚生第2係とする、土壌調査部研究室を一部改編 9月　北海道支場御路試験地廃止	7月　帯広営林局、パイロット・フォレストの緑化完成記念式 ＊除草剤2・4・5Tの空中散布、国有林で初めて事業化 ＊成木施肥試験開始	1月　東京に初めてスモッグ警報 2月　米、ベトナム北爆開始 8月　松代群発地震 9月　国連人口年鑑、世界人口は31億6,000万人と発表 10月　第10回国勢調査（98,281,955人） 10月　朝永振一郎、ノーベル物理学賞受賞
1966（昭和41）年	3月　総務部に用度課を新設、関西支場に育林部、保護部を設置、同支場岡山分場を廃止し岡山試験地を設置 4月　造林部研究室を改編、林産化学部に林業薬剤研究室を新設 4月　関西支場に事務連絡所（洛南寮）開設	6月　第6回世界林業会議（スペイン・マドリド市）開催 6月　航空機による除草剤散布の実施基準と実施要領 10月　林業試験研究推進協議会運営要領 ＊屋久島で「縄文杉」発見	＊いざなぎ景気始まる 1月　三沢大火 3月　日本の人口1億人突破 9月　台風26号関東・中部地方襲う（死者・行方不明314人）
1967（昭和42）年	6月　総務部人事課に職員係を設置、木材部材質改良科に難燃材研究室を新設、浅川実験林に実験林長、庶務課、天敵微生物研究室を設置、北海道支場及び東北支場に会計課を新設し庶務課に職員厚生係を新設、関西支場保護研究室を分離し樹病、昆虫2研究室とする、九州支場宮崎分場を廃止、同支場に育林部、保護部を設置 9月　筑波研究学園都市の建設に伴う林業試験場を含む36機関の移転が閣議了解	4月　全国林業試験研究機関協議会発足 6月　空中写真による間伐調査作業要領 12月　林野庁、林政統一20周年、林木育種事業10周年記念式典挙行	2月　米、ベトナムの非武装地帯に「枯葉作戦」開始 4月　イタイイタイ病は三井金属神岡工業所の排水が原因と発表 6月　第3次中東戦争 7月　日本の自動車保有台数1,000万台へ 8月　公害対策基本法公布 10月　ソ連衛星が金星軟着陸
1968（昭和43）年	3月　九州支場整備計画の一環として公務員宿舎（鉄筋コンクリート3階建RC-C12世帯）が完成 4月　総務部人事課給与係を廃止、調査室企画科に研修係を新設。機械化部に庶務係を設置、林産化学部庶務係を廃止。木材部材質改良科に集成材研究室を新設。九州支場庶務課に用度係を新設 10月　北海道支場創立60週年 九州支場共同実験室（鉄筋コンクリート2階1部3階建、延1,868m²）建設 11月　西村直己農林大臣来場	5月　森林法改正公布、施行 12月　名古屋西部木材港開設式 ＊特別研究「松くい虫によるマツの枯損防止に関する研究」開始	2月　農林業人口が労働者の2割切る 5月　十勝沖地震 6月　大気汚染防止法、騒音規制法公布 6月　小笠原諸島日本に復帰 8月　飛騨川バス転落事故 10月　米ベトナム北爆を全面停止 12月　東大・京大教育大、次年度入試中止決定 ＊今年度のGNPが世界第二位になる

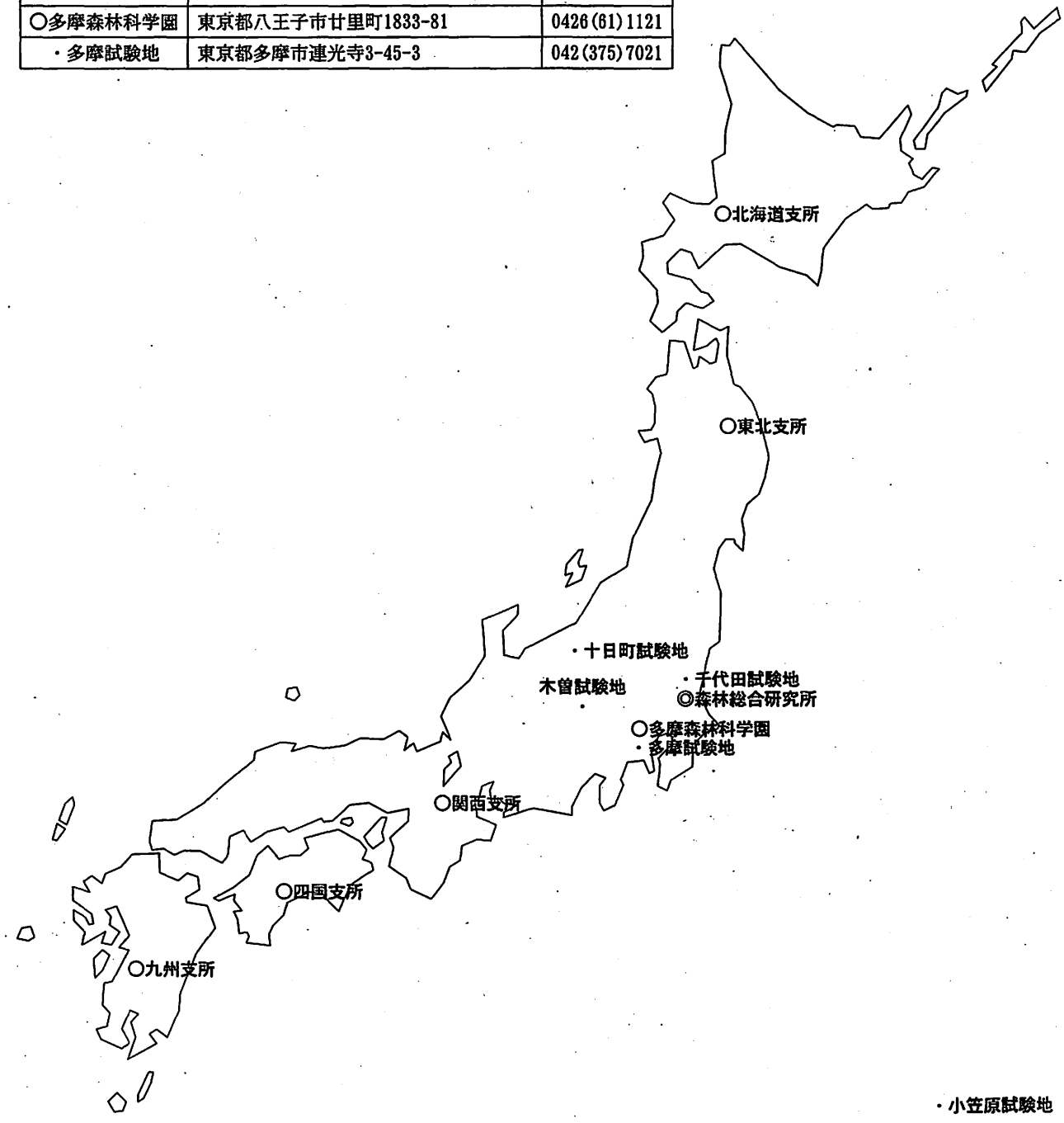
	森林総研	農林・環境関係	内外
1969（昭和44）年	4月　調査室を調査部に土壌調査部を土じょう部に変更、調査部に調査広報課を新設し刊行係、情報係の2係を置き刊行室を廃止、機械化部に林道研究室、北海道支場造林部造林研究室を造林第1、造林第2研究室に分離、東北支場保護第1、第2研究室を樹病、昆虫、鳥獣の3研究室に分離名称変更、本場直轄の試験地として小笠原試験地を新設 5月　常陸宮殿下浅川実験林をご視察 6月　竹原秀雄林業試験場長となる 10月　東北支場創立10週年	3月　国有林野経営規程公布（4月施行） 8月～9月　天然資源の開発利用に関する日米会議（UJNR第1回森林専門合同部会）が東京で開催される ＊マツノザイセンチュウ発見・命名 ＊自然休養林10箇所初指定	5月　東名高速道路全線開通 5月　新全国総合開発計画閣議決定 7月　アポロ11号月面着陸（人類月に立つ） 11月　つくば研究・学園都市開発事業の総合起工式挙行 ＊いざなぎ景気が持続
1970（昭和45）年	3月　赤沼試験地共同実験室竣工（鉄筋コンクリート2階建266.70m²） 5月　北海道支場経営部に治山研究室を分離増設	5月　筑波研究学園都市建設法公布 6月　熱帯農業研究センター設置 11月　国有林における空中写真林分材積査定基準 8月　天然資源の開発利用に関する日米会議（第2回森林専門合同部会）が米国において開催	2月　国産初の人工衛星「おおすみ」打ち上げ 3月～9月　万国博覧会大阪で開催 10月　国勢調査で日本の人口1億人突破 11月　三島由紀夫事件
1971（昭和46）年	3月　高萩試験地共同実験室竣工（鉄筋コンクリート2階建266.70m²） 4月　総務部人事課に人事第2係を分離増設、防災部治山科に理水第2研究室を分離増設 11月　浅川実験林創立50週年となる	3月　農業資材審議会農薬部会、BHC、DDTなど有機塩素系農薬の使用制限を答申（政府、DDTは全面使用禁止、林業も水源地帯での使用中止決定） 9月　財世界野生生物基金日本委員会（WWFJ）発足 10月　BHC剤の全面的使用中止（林野庁長官通達）	7月　環境庁設置 8月　ドルショック 8月　尾瀬只見国際観光道路工事停止 8月　日本円変動相場制へ移行（1ドル＝342.20円でスタート）
1972（昭和47）年	4月　総務部用度課に検収係を新設 5月　筑波研究学園都市に建設する機関として林業試験場を含む43機関を閣議決定 6月　北海道支場に実験林室を分離増設、北海道支場野幌試験地を廃止 6月　盈太子同紀殿下礼宮殿下浅川実験林ご視察	5月　天然資源の開発利用に関する日米会議（第3回森林専門合同部会々議）が東京において開催 10月　第7回世界林業会議アルゼンチン・ブエノスアイレスにおいて開催 10月　IUFRO遺伝部会が東京において開催される 10月　林野庁、「森林の公益的機能計量化調査」結果を公表（年間12.82兆円）	3月　ローマクラブ「生長の限界」発行 5月　沖縄、日本に復帰 6月　田中角栄、日本列島改造論発表 6月　自然環境保全法公布 7月　日本人の平均寿命男70歳突破 7月　米国Landsat-1打ち上げ
1973（昭和48）年	4月　保護部樹病科防疫薬剤研究室を改め林業薬剤第1研究室、林業薬剤第2研究室を新設 本場直轄試験地として千代田試験地を新設 4月　筑波研究学園都市への移転はおおむね昭和50年度末をめどに行なう旨閣議決定される 7月　櫻内農林大臣林業試験場視察	4月　環境庁、初の自然環境保全基礎調査（緑の国勢調査）開始 6月　林業試験研究事業実施要領、林業技術開発推進協議会運営要領、林業普及指導事業実施要領 10月　伊勢神宮第60回式年遷宮（内宮、10月外宮） 11月　天然資源の開発利用に関する日米会議（第4回森林専門合同部会々議）米国において開催される	1月　ベトナム和平協定成立 2月　変動相場制に移行（1ドル＝264円） 2月　古河工業鉱が足尾鉱山を閉山 10月　第4次中東戦争勃発、第一次オイルショック 10月　江崎玲於奈にノーベル物理学賞 12月　日銀、卸売り物価上昇率28％と報告（狂乱物価）
1974（昭和49）年	4月　林産化学部研究室の編成替、名称変更を行う関西支場庶務課に用度係を新設 4月　筑波農林研究団地移場造成工事地鎮祭挙行 6月　筑波農林研究団地林業試験場建設工事起工式挙行 11月　木曽分場創立20周年となる 11月　北海道支場新庁舎開設される 12月　上村武林業試験場長となる	6月　筑波農林研究団地林業試験場建設工事起工式挙行 7月　集成材の日本農林規格全改 枠組壁工法オープン化	3月　小野田寛郎陸軍少佐、比ルバング島から帰還 4月　筑波大学開校 8月　国際協力事業団発足 9月　台風16号で多摩川堤防決壊 10月　佐藤栄作前首相ノーベル平和賞受賞
1975（昭和50）年	2月　林業試験場の筑波移転を推進するため、筑波建設本部筑波対策委員会建設事務局設置 4月　北海道支場保護部野鼠研究室を鳥獣研究室に名称変更 4月　林産化学部に庶務係を新設 11月　林業試験場創立70周年記念式典挙行	3月　筑波研究学園都市移転機関等の移転時期及び施設の既成時期につき昭和50年度末を昭和54年度をめどに変更する旨3月14日閣議決定 4月　マレーシア林業試験場、フィリピン大学林学部と熱帯農業プロジェクト開始（5ヵ年） 10月　天然資源の開発利用に関する日米会議（第5回森林専門合同部会「テーマ」森林保護）東京で開催	1月　米国Landsat-2打ち上げ 4月　ベトナム戦争終結 7月～昭和51年1月　沖縄国際海洋博覧会開催 10月　第12回国勢調査（総人口111,939,643人）
1976（昭和51）年	4月　総務部用度課に人工気象室管理係を新設 5月　調査部に海外林業調査科を新設、同科に技術情報室、研究協力室を新設、北海道支場造林部を育林部に名称変更、東北支場育林部育林第1、第2研究室を同造林第1、第2研究室、同育林第3研究室を土じょう研究室、経営部経営第3研究室を営農林牧野研究室、同経営第4研究室を防災研究室に各々名称変更、九州支場育林部育林第1、第2研究室を同造林第1、第2研究室に名称変更	5月　帯広営林局、パイロットフォレスト20周年式典挙行 6月　JICA「フィリピン・バンタバンガン林業開発計画」始まる	2月　米上院でロッキード事件表面化 7月　南北ベトナム統一 7月　米国バイキング1号火星着陸 10月　山形県酒田市大火（焼失1,774戸、死者1人）
1977（昭和52）年	4月　保護部樹病科にきのこ研究室を新設 4月　林産化学部化学加工第1研究室を化学加工研究室、同化学加工第2研究室を複合化工研究室に名称変更 6月　天皇、皇后両陛下浅川実験林ご視察 12月　九州支場創立30周年 12月　関西支場創立30周年	4月　松くい虫防除特別措置法公布、薬剤空中散布など規定、1982年3月31日までの時限立法 6月　農林省設置法改正で林業試験場の位置を「茨城県」に変更、林業試験場の筑波農林団地への移転はじまる 7月　小学校学習指導要領全改（「林業」が削除） 9月12～19日　天然資源の開発利用に関する日米会議（第6回森林専門合同部会「役木及び木材利用に関する新技術」）ポートラードで開催 9月　第1回全国育樹祭（大分県別府市）	7月　12海里、漁業遵守水域200海里実施 7月　宇宙開発事業団、初の静止気象衛星「ひまわり」打ち上げ（米国により）、 8月　有珠山32年振りに噴火 11月　第3次全国総合開発計画閣議決定
1978（昭和53）年	3月　本場筑波研究学園都市へ移転 4月　浅川実験林庶務課に会計係を新設、施設管理課を用度課から分離新設、施設管理課に施設係を新設、経営部複合経営研究室を新設、経営部農林牧野研究室を混牧林研究室に名称変更、天敵微生物研究室を浅川実験林から保護部へ所属替、木材利用部を木材部から分離新設、同部に2科8研究室の新設、名称変更、東北支場山形分場を山形試験地に変更、浅川実験林に業務室新設、岡樹芸研究室を赤沼試験地から所属替 9月　中川一郎農林水産大臣本場視察 9月　松井光瑤林業試験場長発令 10月　熱帯地域の育林技術に関する国際シンポジウム本場で開催（7ヵ国約80名が参加） 10月　北海道支場創立70周年	5月　森林組合法公布、森林法から森林組合制度を分離独立させて、共済事業を明文化 7月　農林水産省に改称 9月　林業試験場ほか3機関の合同落成式挙行 10月　第8回世界林業会議（インドネシア・ジャカルタ） 11月　日本米材製材協同組合発足（米製連解散） ＊この年、松くい虫被害爆発的に増大	1月　伊豆大島近海地震（死者25人） 3月　米国Landsat-3打ち上げ 5月　新東京国際空港開港 6月　福岡市異常泡水 6月　宮城県沖地震（死者27人、全半壊家屋6,101戸） 8月　日中平和友好条約調印 9月　第1回全国育樹祭「豊かな緑のふるさとづくり」をテーマに大分県別府市で開催 10月　本四連絡橋児島～坂出ルート（瀬戸大橋）起工式 10月　円高1ドル＝175.50円
1979（昭和54）年	4月　総務部人事課に人事企画専門官を新設、施設管理課人工気象室管理係を管理係に名称変更、造林部遺伝育種科に組織培養研究室を新設、保護部に林業薬剤科を新設、保護部樹病科に線虫研究室を新設 7月　東北支場創立20周年	1月　北海道営林局発足、旭川・北見・帯広・函館に営林支局を置く 4月　JICA「ブラジル・サンパウロ林業研究協力」プロジェクト開始 5月～6月　天然資源の開発利用に関する日米会議（第7回森林専門合同部会「木材利用と伐出技術」）東京で開催 ＊松くい虫被害過去最大、昭53年末から木材価格暴騰	1月　上越新幹線の大清水トンネル貫通（22,228m世界最長山岳トンネル） 2月　国連1977年時世界人口41億と発表 10月　木曽御岳有史以来初噴火 12月　第二次石油危機
1980（昭和55）年	1月　参議院科学技術振興対策特別委員会本場視察 4月　総務部に監査官新設、調査部資料科に図書情報室を新設、浅川実験林多摩試験地新設 8月　亀岡高夫農林水産大臣本場視察	9月～10月　天然資源の開発利用に関する日米会議（第8回森林専門合同部会「エネルギー観点からの木材利用」）ワシントンで開催	7月　米「西暦2000年の地球」発表、世界の森林減少を予想 8月　1805年以来の冷夏で東北凶作 10月　第13回国勢調査（総人口117,057,485人） 10月　ラムサール条約が日本で発効、釧路湿原登録湿地となる
1981（昭和56）年	4月　庶務課共済組合係を廃止、共済組合給付係、共済組合事業係を新設、北海道支場育林部育種研究室を遺伝育種研究室に名称変更、浅川実験林創立60周年 9月　土井嘉次林業試験場長 10月　保護部樹病科きのこ研究室廃止、保護部にきのこ科、同科にきのこ第1研究室、きのこ第2研究室を新設	9月　第17回IUFRO世界大会京都で開催、71ヵ国より1,540名が参加、「明日の森林は今日の研究から」をテーマに133分科会会場で討議。9月7日同大会に盈太子ご夫妻ご臨席	1月　東北・北陸・中部地方中心に大雪（56豪雪、森林被害未曾有） 3月　日中渡り鳥保護協定調印 10月　福井健一にノーベル化学賞 11月　沖縄でヤンバルクイナ発見
1982（昭和57）年	1月　田沢吉郎農林水産大臣本場視察 4月　次長職新設、総務部庶務課に安全衛生専門官新設 9月～11月　JICAの受入れによる研究集団研修再開	3月　文部省、小学校学習指導要領・社会科編改訂、「森林の持つ国土の保全、水資源の涵養等の役割」を盛り込む 5月　緑化日本の松の緑守る会設立 6月　天然資源の開発利用に関する日米会議（第9回森林専門合同部会「特殊林施業」）東京で開催	6月　東北新幹線、上野～盛岡間開業 7月　第2臨調、国鉄・電電・専売の分割・民営化を提言 8月　台風10号（死・不明者95人、全半壊119,214戸） 11月　上越新幹線大宮～新潟間開業
1983（昭和58）年	2月　植木正利参議院議員本場視察 4月　調査部海外林業調査科に渉外連絡専門官を新設、林産化学部林産化学第1科に熱化学研究室を新設 10月　参議院農林水産委員会本場視察	9月　天然資源の開発利用に関する日米会議（第10回森林専門合同部会「流域管理」）東京で開催 10月　広島県林業試験場、マツタケ人工栽培に初成功と発表	5月　日本海中部沖地震、大津波で104人死亡 10月　東京地裁、ロッキード事件丸紅ルート公判で田中前首相に実刑判決 ＊この年、「森林浴」が流行語となる、「おしん」ブーム起こる

	森林総研	森林・環境関係	内外
1984（昭和59）年	4月　総務部施設管理課に課長補佐を設置、施設管理専門官２名を１名に改める、人事企画専門官を廃止、総務部に管理官新設 6月　山村新治郎農林水産大臣本場視察 10月　太平洋地域木材解剖学大会本場で開催12ヵ国約90名参加 11月　畠太子殿下本場ご視察	1月　閑帝国森林会が解散 5月　初の「森林の市」開催（於東京・代々木公園）	1月　千葉県谷津干潟、初の自然干潟サンクチュアリ決定 1月　日本初実用放送衛星「ゆり２号a」打上成功 2月　日本初の地球環境衛星「おおぞら」打上 7月　総務庁発足、日本の人口１億2,000万人超 8月　大津で世界湖沼環境会議「琵琶湖宣言」発表 9月　長野県西部地震、木曽王滝村で大規模な土砂崩れ
1985（昭和60）年	3月　常陸宮殿下同妃殿下本場ご視察 4月　鹿児島土林業試験場長となる 4月　総務部用度課に契約専門官を新設、組織名称の「土じょう」を「土壌」に改称 4月　天皇陛下浅川実験林ご視察 9月　林業試験場創立80周年記念式典挙行 10月　IUFRO国際研究集会「生物生産力」開催 11月　林業試験場創立80周年記念研究成果発表会開催	1月　JICA「インドネシアの熱帯降雨林研究計画」プロジェクト始まる 4月　JICA「マレーシアの林産研究計画」プロジェクト始まる 4月　国際熱帯木材協定公布 7月　FAO第９回世界林業会議（於メキシコシティー）	3月～９月　国際科学技術博覧会「科学技術つくば'85」開催 6月　男女雇用機会均等法公布 10月　第14回国勢調査（総人口121,048,923人） 10月　関越自動車道全通 11月　農業センサスで農家人口が初めて2,000万人を割る ＊この年、国際森林年
1986（昭和61）年	12月　山口博昭林業試験場長となる	5月　研究交流促進法公布（11月施行） 5月　「木材成分総合利用技術研究組合」と「木材炭化成分他用途利用技術研究組合」、設立総会 6月　生物系特定産業技術研究推進機構（生研機構）法公布・施行 7月　林野庁、「林業関係研究目標」策定 7月　木材・樹木関連技術研究組合設立 9月　第18回IUFRO世界大会開催	2月　フィリピン・マルコス政権崩壊 4月　男女雇用機会均等法施行、新国民年金制度発足 4月　ソ連のチェルノブイリ原発事故発生 5月　円高、１ドル＝150円台へ ＊国際熱帯木材機関設立
1987（昭和62）年	1月　田中恒寿林野庁長官本場視察 2月　A. Madhavan駐日インド大使本場視察 4月　三笠宮殿下浅川実験林ご視察 12月　九州支場創立40周年、関西支場創立40周年	6月　建築基準法改正公布（11月施行） 12月　日本林業協会、大日本山林会、日本林業技術協会ら、文部省に対して「小学校社会科教科書における森林・林業の記述内容充実に関する要望書」を提出 12月　建築基準法改正（大断面木造が可能に） 12月　木造３階建て住宅、公庫融資の対象になる	3月　日本気象協会「スギ花粉情報」発表 6月　ワシントン条約国内法（絶滅のおそれのある野生動物の譲渡の規制等に関する法律）公布 6月　総合保養地域整備法（リゾート法）公布 6月　第４次全国総合開発計画閣議決定 7月　世界の人口50億人突破 11月　つくば市誕生
1988（昭和63）年	10月　小林宮士雄森林総合研究所長となる 林業試験場から森林総合研究所へ組織改編 宮川及び岡山試験地廃止 木曽分場及び浅川実験林赤沼試験地を廃して本所試験地とする 森林総合研究所研究基本計画策定 10月　森林総合研究所シンボルマーク制定 北海道支所創立80周年	3月　㈱国土緑化推進機構設立（㈱国土緑化推進委員会を改組） 4月　林野庁研究普及課に「技術開発推進室」設置 ＊全国の一般廃棄物（昭62年度）4,650万トンとゴミ処理問題深刻化	3月　青函トンネル開通、JR津軽海峡線開業 12月　自治省、ふるさと創生事業を発表（全国の市町村に一律１億円配分） 11月　IPCC発足（UNEPとWMOの共催による）
1989（平成元）年	3月　森林総合研究所発足記念式典挙行 5月　多摩森林科学園を森林総合研究所多摩森林科学園に改める、多摩森林科学園業務課に施設管理係を新設 7月　東北支所創立30周年 8月　STAフェローシップ制度による受け入れ開始 8月　要営林野庁長官本所視察 8月～９月　IUFRO第２部会地域集会「東北アジアにおける森林保護」開催 9月　鹿野道彦農林水産大臣本所視察	1月　環境庁、「第３回自然環境保全基礎調査植生調査及び特定植物群落調査（緑の国勢調査）」結果発表 2月　文部省、「学習指導要領」改正（小学校社会科第５学年生の教科書に、森林資源の重要性が盛り込まれる） 2月　国民の祝日に関する法律改正公布（４月29日を「みどりの日」、12月23日を「天皇誕生日」として追加） 4月　JICA「パプアニューギニアの森林研究計画」プロジェクト始まる 6月　木材性能技術研究組合および樹木抽出成分利用技術研究組合創立総会 7月　乾燥材供給総合対策実施要領 8月　林野庁、酸性雨等森林被害モニタリング事業について発表	1月　昭和天皇崩御、平成と改元 1月　タイで森林伐採禁止令実施 3月　初の環境サミット（ハーグ宣言を採択） 5月　天安門事件 7月　フィリピンが木材禁輸 11月　「気候変動に関する閣僚会議」開幕（於オランダ・ハーグ） 11月　ベルリンの壁崩壊（12月　壁取り壊し作業開始）
1990（平成２）年	5月　1970年度ノーベル平和賞受賞者ボーローグ博士本所視察 6月　多摩森林科学園業務課に研修展示係を新設 7月　山本宮雄森林水産大臣本所視察 10月　科学技術特別研究員を初めて受け入れ	1月　JICA「中国の黄土高原治山技術訓練計画」プロジェクト始まる 4月　国際花と緑の博覧会開幕（～９月） 4月　林野庁、白神山地のブナ原生林など全国７箇所の国有林を、森林生態系保護地域に設定 12月　森林インストラクター制度に関する規程 ＊割り箸は木材浪費の元凶か、論争加熱	2月　気象庁がスギ花粉の飛散状況の予測開始 3月　ゴルバチョフソ連大統領誕生 5月　90年度の世界人口が52億8,000万人と国連人口活動基金発表 10月　統一ドイツ発足、人口8,000万人のドイツ連邦共和国誕生 10月　日本のCO_2排出を2000年に1990年レベルにする地球温暖化防止行動計画決定
1991（平成３）年	4月　東北支所連絡調整室、九州支所連絡調整室及び多摩森林科学園業務課育林専門官を新設、企画調整部に海外森林環境変動研究チーム及び海外森林資源保全研究チームを新設、同部海外林業調査科を海外研究情報調査科へ名称変更、同部海外研究情報調査科に海外関係係を新設、同部技術情報室を海外研究情報室へ名称変更、生産技術部作業計画研究室をシステム計画研究室へ名称変更、研究協力官を海外研究協力官へ名称変更、「森の科学館」開館記念式典挙行 4月　秋篠宮殿下「森の科学館」ご視察 6月　吉川博参議院農林水産委員長本所視察 7月　近藤元次農林水産大臣本所視察 8月　勝田柾森林総合研究所長となる 10月　小澤晉照林野庁長官本所視察	3月　森林・木質資源利用先端技術推進協議会設立 4月　㈱国際緑化推進センター設立 7月　JICA「中国の黄土台地省林業技術計画」プロジェクト始まる 7月　樹木医認定制度 9月　高性能林業機械化促進基本方針 9月　第10回世界林業会議（於フランス・パリ） 10月　林野庁林木育種センター発足（林木育種場を改組・改称） 11月　JICA「マレーシアの複層林施業技術現地調査」プロジェクト始まる	1月　米国ーイラク戦争開始 5月　雲仙普賢岳噴火活動活発化 6月　フィリピン・ピナツボ火山噴火、20世紀最大級の噴火 9月　FAO熱帯林が年平均1,700万ha消失し、減少速度が10年前より50%も加速と警告 9月　台風17号、台風18号、台風19号による被害甚大 12月　ソ連邦消滅宣言 12月　ヨーロッパ連合「EC」創設宣言
1992（平成４）年	4月　「森の科学館」有料公開開始 4月　関西支所保護部に鳥獣研究室を新設 7月　林試の森「林業研究発祥の地」記念碑除幕式挙行 10月　東家嘉幸国土庁長官本所視察	3月　高性能林業機械作業システムに適した林道整備指針（通達） 8月　IUFRO、創立100周年記念祭典（於ベルリン郊外のエーベルスワルデ） 10月　森林の流域管理システムの推進について（通達）	2月　日本JERS-1打ち上げ 5月　温暖化防止条約採択 6月　ブラジルで地球サミット（国連環境開発会議）リオ宣言
1993（平成５）年	4月　企画調整部研究情報科に研究技術情報官及び情報係を新設 10月　小林一三森林総合研究所長となる	2月　JICA「ブラジル・サンパウロ州森林、環境保全研究計画」プロジェクト始まる 6月　建築基準法改正施行（「木造建築物元年に」） 12月　「生物多様性に関する条約」公布（12月発効）	1月　EC統合市場発足、12ヵ国、３億5,000万人 1月　米クリントン政権発足 6月　皇太子ご結婚 6月　釧路でラムサール会議、釧路宣言、日本５湿地を登録 7月　北海道南西沖地震、M7.8、死者行方不明者231人 8月　西日本に集中豪雨「平成５年８月豪雨」と命名 8月　細川政権発足 10月　伊勢神宮第61回式年遷宮（内宮、外宮） 11月　環境基本法成立 11月　米不作、輸入米第一船タイから入港 12月　白神山地、屋久島が世界文化遺産の自然遺産に登録される
1994（平成６）年	4月　森林総合研究所研究基本計画改定 4月　赤沼試験地廃止 6月　東北支所連絡調整室及び関西支所連絡調整室に研究情報専門官を設置 10月　北海道支所羊ヶ丘移転20周年記念式典挙行 11月　塚本隆久林野庁長官本所視察	4月　林野庁「林業関係研究推進方針」策定 6月　林野庁、「酸性雨等森林被害モニタリング事業」の中間取りまとめ結果を公表 7月　樹木生理機能性物質技術研究組合設立総会	6月　村山社会党委員長が首相に指名される 10月　大江健三郎　ノーベル文学賞受賞
1995（平成７）年	1月　阪神大震災被害緊急調査 3月　国際ワークショップ「樹木年輪による地球温暖化把握のための古環境復元と変動予測技術の高度化」開催 4月　北海道支所連絡調整室、四国支所連絡調整室及び九州支所連絡調整室研究情報専門官を新設 11月　森林総合研究所創立90周年記念式典挙行	2月　「モントリオール・プロセス」合意（チリ・サンチャゴ、関係12ヵ国間、７基準67指標） 2月　営林局に「森林技術センター」新設 4月　林木育種センター　実城県水戸市から多賀郡十王町に移転 7月　機能性木質新素材技術研究組合設立 8月　IUFRO第20回世界大会（フィンランド・タンペレ）	1月　阪神淡路大震災発生、M7.2、死者行方不明者5,113名、家屋損壊105,504棟 3月　地下鉄サリン事件 9月　世界女性会議「平等・開発・平和」が北京で開催、女性の地位向上のための「行動綱領」採択 10月　第16回国勢調査実施（総人口125,568,504人） 11月　科学技術基本法公布
1996（平成８）年	6月　第19回IUFRO森林部会開催 10月　大賀仁人森林総合研究所長となる	4月　総理府、「森林・林業に関する世論調査」の結果公表 7月　科学技術基本計画策定 7月　農林水産研究基本目標策定 12月　林野庁「木材加工技術開発目標」策定 12月　行政改革プログラム閣議決定	12月　原爆ドームと厳島神社が世界文化遺産に登録される 12月　長野県小谷村姫川支流工事現場に大規模土石流が発生、14人行方不明

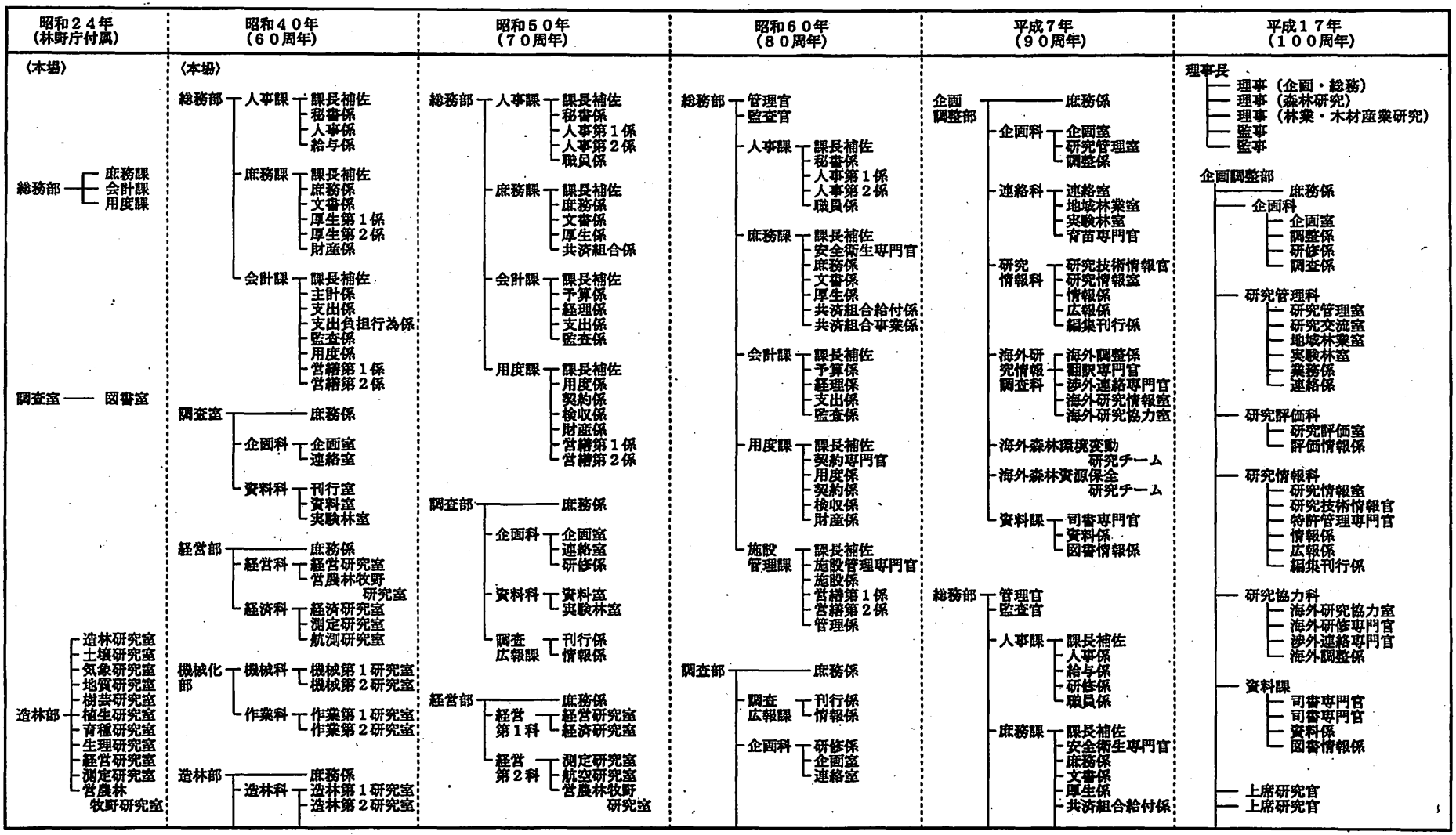
	森林総研	農林・環境関係	内外
1997（平成9）年	4月　企画調整部研究情報科に特許管理専門官を新設、九州支所に鳥獣研究室を新設 6月　地域林産研究支援体制の一層の強化を図るため本所に「地域林産研究支援センター」を開設 10月　高橋勲林野庁長官本所視察 10月　四国支所創立50周年記念式典挙行 10月　関西支所創立50周年記念式典挙行 10月　CIFOR（国際林業研究センター）と科学及び技術協力のため合意覚書（MOU）を交換 12月　九州支所創立50周年記念式典挙行 12月　オーストラリア・CSIRO（連邦科学産業研究機構）林業林産研究所と研究協力協定（MOU）を交換	1月　林野庁、「酸性雨による森林被害の調査（平2～6年度）」の結果を公表 10月　第11回世界林業会議（於トルコ・アンタルヤ、「アンタルヤ宣言」採択） 12月　地球温暖化防止京都会議（「京都議定書」採択） 12月　林政審議会、答申報告書「林政の基本方向と国有林野事業の抜本的改革」提出	2月　クローンヒツジ、ドリー誕生 6月　環境影響評価法成立 9月　7月以来の煙霧、インドネシアの森林火災が原因としてスハルト大統領謝罪 12月　COP3　京都議定書採択
1998（平成10）年	10月　北海道支所創立90周年記念式典挙行 11月　農林水産技術会議による森林総合研究所研究二次レビュー（外部評価）が行われる	7月　林野庁、「森林・林業・木材産業における地球温暖化対策の基本方向」策定 7月　木材耐久性向上技術研究組合と住環境向上樹木成分利用技術研究組合が発足 10月　国有林野事業の改革特別措置法等森林3法成立（10月施行）	2月　長野冬期オリンピック開催 12月　米英がイラク空爆開始（砂漠の狐作戦）
1999（平成11）年	1月　「中央省庁等改革に係る大綱」が中央省庁等改革推進本部で決定、試験研究機関の独立行政法人化作業開始 4月　企画調整部資料課に司書専門官を新設 7月　「独立行政法人通則法」成立、「独立行政法人森林総合研究所法」成立 8月　東北支所創立40周年記念式典挙行 10月　廣居忠量森林総合研究所長となる	3月　営林局・営林署から森林管理局・署へ名称変更 6月　住宅の品質確保の推進等に関する法律制定 7月　食料・農業・農村基本法制定	2月　米国Terra打ち上げ（日本のASTER、MODIS等登載） 9月　茨城県東海村ジェーオーシー事業所で日本初の原子力臨界事故
2000（平成12）年	3月　インドネシア林業農園大臣一行本所視察 4月　ブラジル・アマゾナス州知事一行本所視察 6月　モントリオール・プロセスの技術諮問委員会（TAC）本所で開催	6月　改正建築基準法施行（性能規定化） 8月　第21回IUFRO世界大会（マレーシア） 12月　林政改革大綱及び林政改革プログラム公表	3月　有珠山噴火、23年ぶり 5月　国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律（グリーン購入法）制定 6月　三宅島に緊急火山情報、9月1日全島避難命令 7月　九州沖縄サミット開催
2001（平成13）年	1月　「独立行政法人通則法」施行 1月　「独立行政法人森林総合研究所法」施行 4月　森林総合研究所から独立行政法人森林総合研究所に移行 4月　廣居忠量独立行政法人森林総合研究所理事長に就任 7月　加藤雄夫林野庁長官本所視察 11月　多摩森林科学園創立80周年記念式典挙行 11月　小林光環境省自然環境局長本所視察	4月　生シイタケ等3品目セーフガード暫定措置発動 6月　森林・林業基本法成立 9月　BSE感染牛発生 10月　森林・林業基本計画策定	1月　中央省庁1府12省庁に再編 4月　小泉政権発足 9月　米で大規模同時テロ、ニューヨーク世界貿易センターと国防省ビルに旅客機を激突、3,000人以上が死亡 10月～11月　COP7において京都議定書の運用ルールを（マラケシュ）合意
2002（平成14）年	10月　大日本山林会総裁桂宮宜仁親王殿下本所ご視察 11月　本所の住所が町村合併によりつくば市となる	11月　林野庁「木材利用及び木材産業に関する技術開発目標」策定 12月　地球温暖化防止森林吸収源10ヵ年対策策定 12月　バイオマス・ニッポン総合戦略閣議決定	1月　欧州連合（EU）の12ヵ国で、欧州統一通貨「ユーロ」流通開始 8月～9月　持続可能な開発に関する世界首脳会議（WSSD）の開催（ヨハネスブルグサミット） 12月　小柴昌俊、田中耕一にノーベル賞 12月　自然再生推進法制定
2003（平成15）年	1月　CIFOR（国際林業研究センター）と科学及び技術協力のため合意覚書（MOU）を交わす（継続更新） 3月　タイ王国カセサート大学林学部（KUFF）と共同研究協力に関する覚書（MOU）を交わす 4月　田中　潔独立行政法人森林総合研究所理事長に就任 9月　インドネシア・森林・自然保全研究開発センター所長本所視察 9月　ブラジル・国立アマゾン研究所長並びに科学技術省総合調整官本所視察	6月　日インドネシア違法伐採対策協力「共同発表」・アクションプラン署名 6月　食糧庁廃止 8月　農林水産省木材利用拡大行動計画策定 10月　独立行政法人緑資源機構発足	3月　米軍がイラクに侵攻 3月　第3回世界水フォーラム（琵琶湖） 6月　第29回主要国首脳会議（サミット）エビアン（フランス） 7月　環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律制定 12月　内閣府「森林と生活に関する世論調査」
2004（平成16）年	1月　インド・ケララ森林研究所長視察 2月　福本浩一農林水産大臣政務官視察 5月　紙　智子参議院議員他視察 8月　寛　滋農林水産技術会議会長視察 10月　ブルキナファソ・国立森林種子センター所長視察 11月　内藤敏雄財務省関税中央分析所長視察	4月　米流通制度改訂 10月　野生きのこ・スギヒラタケ摂食死亡事故多発	1月　韓国林業研究院、国立山林科学院に改称し、生態研究重視を打ち出す 4月　国立大学の大学法人化 9月、10月　観測史上最多の年間10個の台風が上陸、特に18、21、23号台風被害甚大 10月　新潟県中越地震による地滑り、山地崩壊多発 12月　スマトラ沖地震・インド洋津波
2005（平成17）年	3月　マレーシア国王　来所 4月　大熊幹章独立行政法人森林総合研究所理事長に就任 11月　森林総合研究所創立100周年	1月　日本林学会は日本森林学会に改称 3月　新たな「食料・農業・農村基本計画」閣議決定 3月　農林水産研究基本計画策定 8月　第22回IUFRO世界大会（オーストラリア）	2月　京都議定書発効 3月　スマトラ沖地震 8月　TXつくばエクスプレス開通

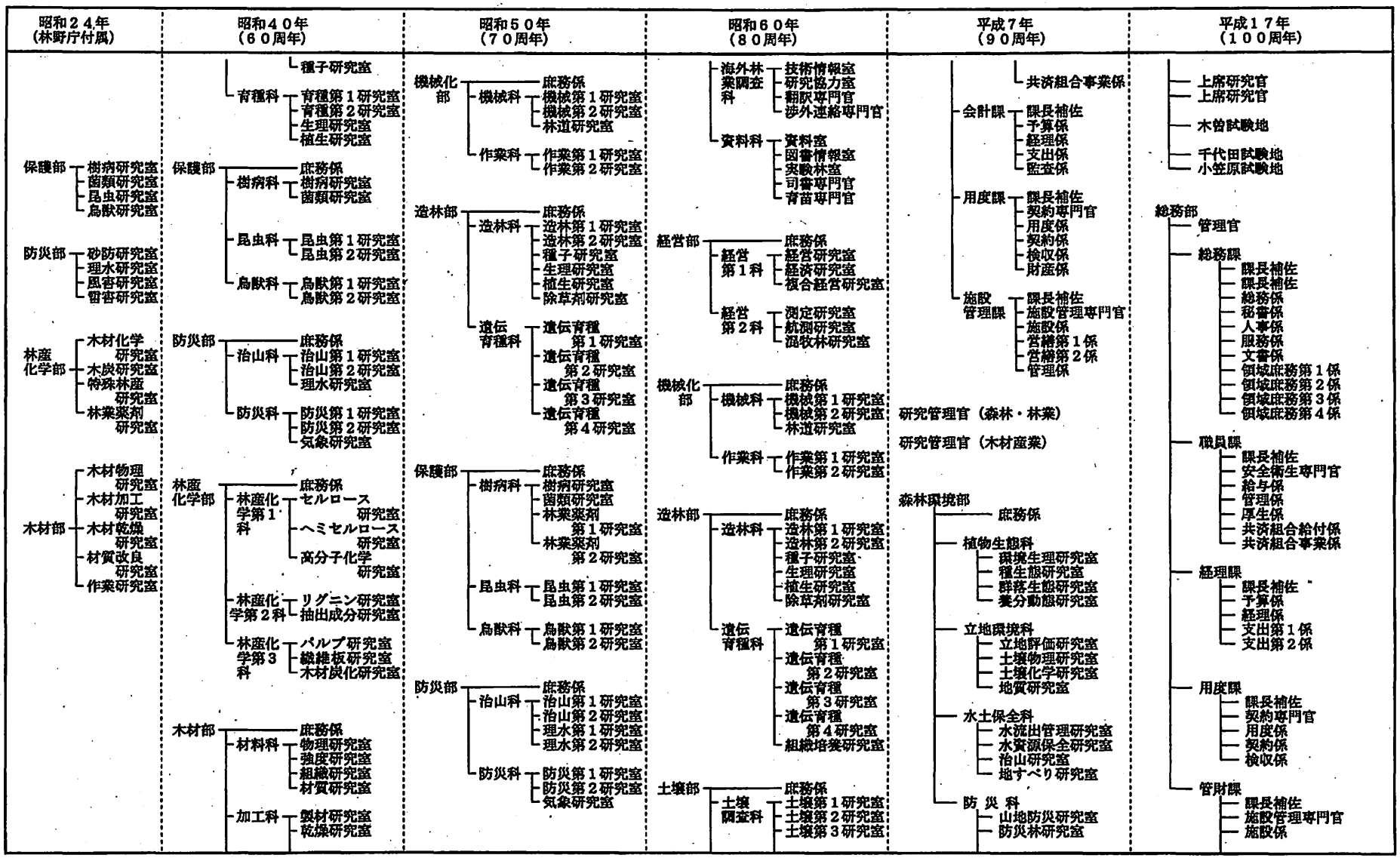
森林総合研究所本・支所位置図

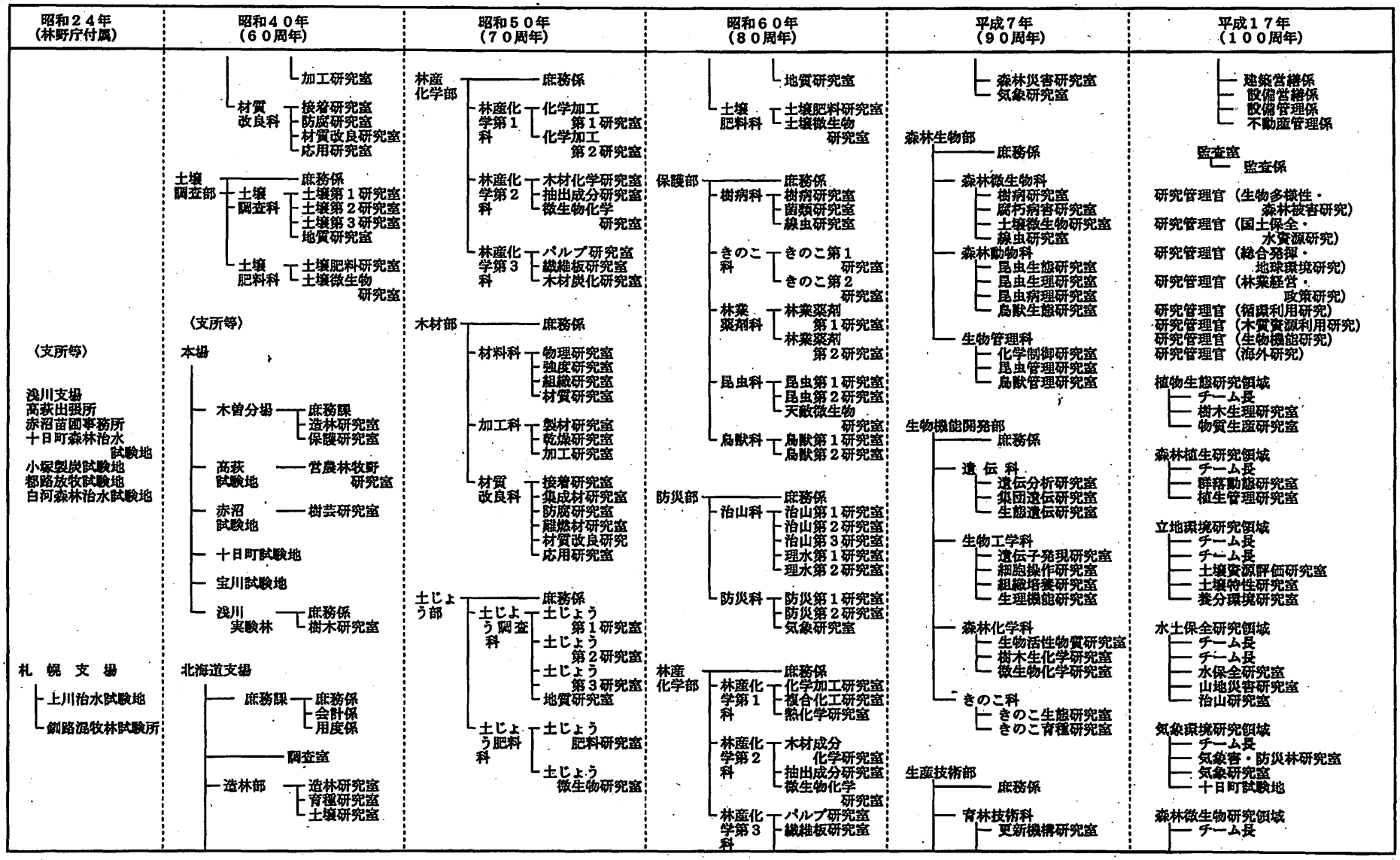
名　　称	所　在　地	電話番号
◎森林総合研究所	茨城県つくば市松の里１	029(873)3211
・木曽試験地	長野県木曽郡木曽福島町5473-8	0264(22)3203
・千代田試験地	茨城県かすみがうら市上志筑字堀之内751-2	0299(59)3360
・小笠原試験地	東京都小笠原村父島字東町	04998(2)2103
・十日町試験地	新潟県十日町市辰乙614	0257(52)2360
○北海道支所	北海道札幌市豊平区羊ヶ丘７	011(851)4131
○東北支所	岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷92-25	019(641)2150
○関西支所	京都府京都市伏見区桃山町永井久太郎68	075(611)1201
○四国支所	高知県高知市朝倉西町2-915	088(844)1121
○九州支所	熊本県熊本市黒髪4-11-16	096(343)3168
○多摩森林科学園	東京都八王子市廿里町1833-81	0426(61)1121
・多摩試験地	東京都多摩市連光寺3-45-3	042(375)7021

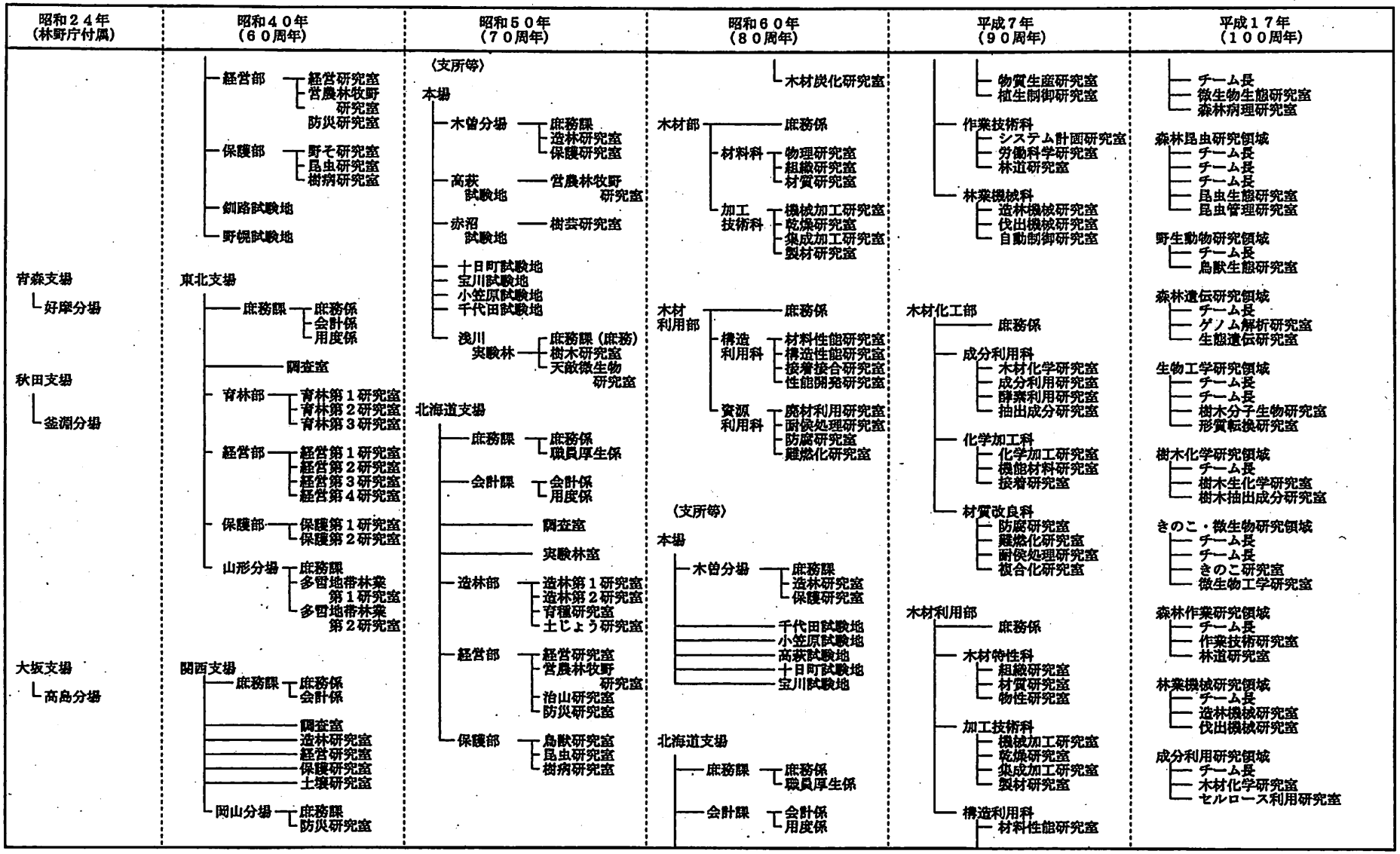


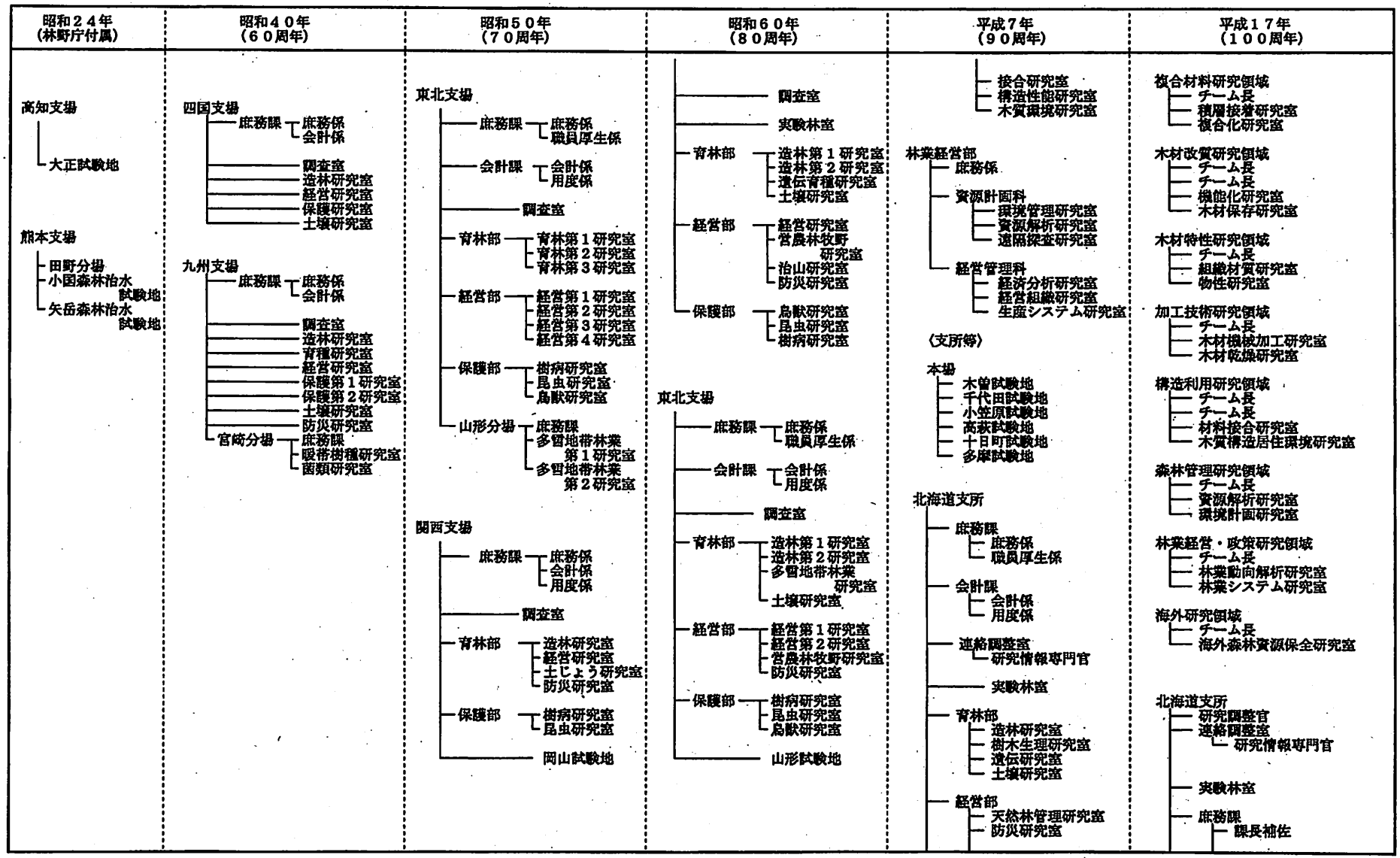
組織変遷図

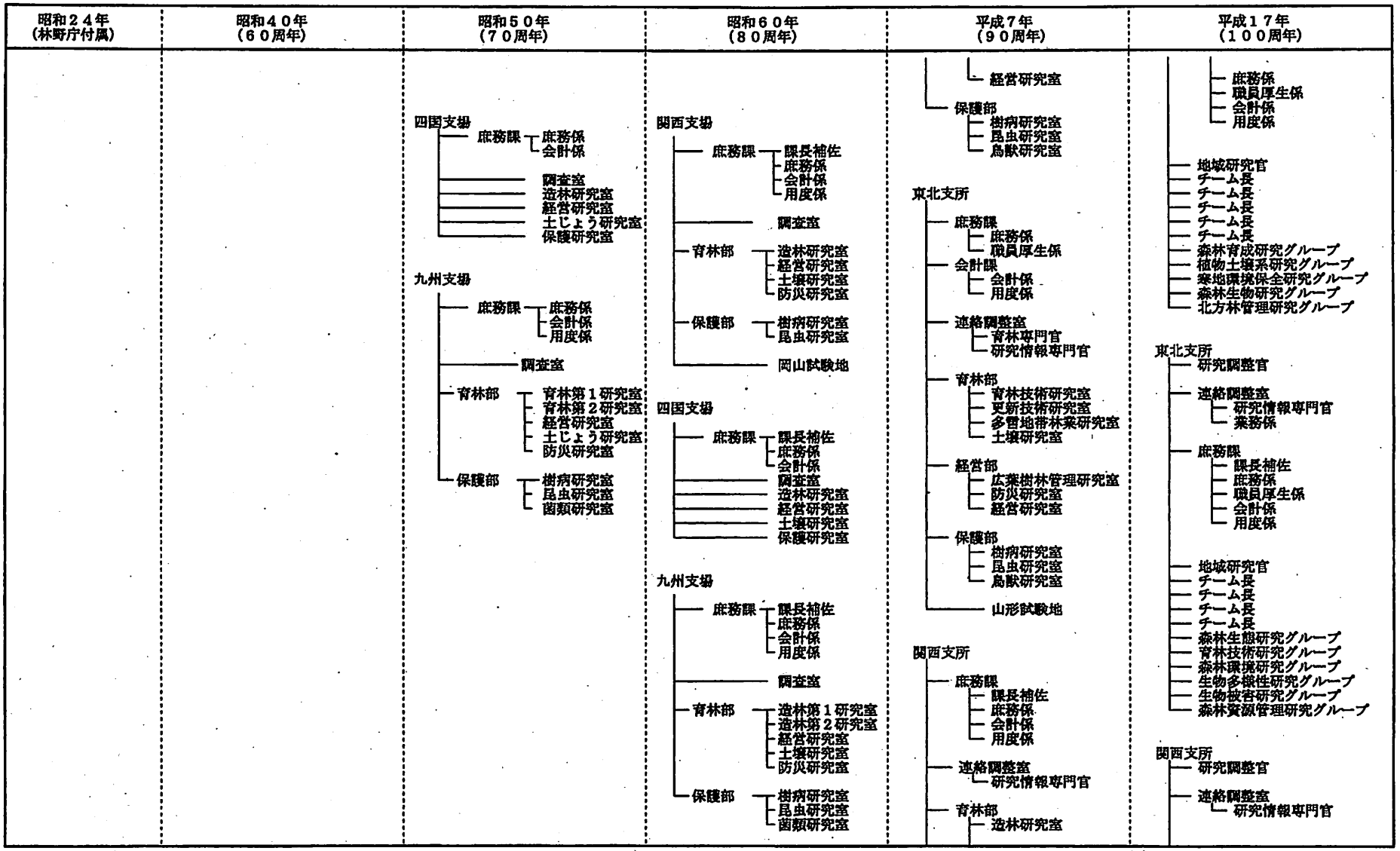

昭和２４年（林野庁付属）
（本場）
総務部
庶務課
会計課
用度課
調査室
図書室
造林部
造林研究室
土壌研究室
気象研究室
地質研究室
樹芸研究室
植生研究室
育種研究室
生理研究室
経営研究室
測定研究室
営農林牧野研究室
昭和４０年（６０周年）
（本場）
総務部
人事課
課長補佐
秘書係
人事係
給与係
庶務課
課長補佐
庶務係
文書係
厚生第１係
厚生第２係
財産係
会計課
課長補佐
主計係
支出係
支出負担行為係
監査係
用度係
営繕第１係
営繕第２係
調査室
庶務係
企画科
企画室
連絡室
資料科
刊行室
資料室
実験林室
経営部
庶務係
経営科
経営研究室
営農林牧野研究室
経済科
経済研究室
測定研究室
航測研究室
機械化部
機械科
機械第１研究室
機械第２研究室
作業科
作業第１研究室
作業第２研究室
造林部
庶務係
造林科
造林第１研究室
造林第２研究室
昭和５０年（７０周年）
総務部
人事課
課長補佐
秘書係
人事第１係
人事第２係
職員係
庶務課
課長補佐
庶務係
文書係
厚生係
共済組合係
会計課
課長補佐
予算係
経理係
支出係
監査係
用度課
課長補佐
用度係
契約係
検収係
財産係
営繕第１係
営繕第２係
調査部
庶務係
企画科
企画室
連絡室
研修係
資料科
資料室
実験林室
調査広報課
刊行係
情報係
経営部
庶務係
経営第１科
経営研究室
経済研究室
経営第２科
測定研究室
航空研究室
営農林牧野研究室
昭和６０年（８０周年）
総務部
管理官
監査官
人事課
課長補佐
秘書係
人事第１係
人事第２係
職員係
庶務課
課長補佐
安全衛生専門官
庶務係
文書係
厚生係
共済組合給付係
共済組合事業係
会計課
課長補佐
予算係
経理係
支出係
監査係
用度課
課長補佐
契約専門官
用度係
契約係
検収係
財産係
施設管理課
課長補佐
施設管理専門官
施設係
営繕第１係
営繕第２係
管理係
調査部
庶務係
調査広報課
刊行係
情報係
企画科
研修係
企画室
連絡室
平成７年（９０周年）
企画調整部
庶務係
企画科
企画室
研究管理室
調整係
連絡科
連絡室
地域林業室
実験林室
育苗専門官
研究情報科
研究技術情報官
研究情報室
情報係
広報係
編集刊行係
海外研究情報調査科
海外調整係
翻訳専門官
渉外連絡専門官
海外研究情報室
海外研究協力室
海外森林環境変動研究チーム
海外森林資源保全研究チーム
資料課
司書専門官
資料係
図書情報係
総務部
管理官
監査官
人事課
課長補佐
人事係
給与係
研修係
職員係
庶務課
課長補佐
安全衛生専門官
庶務係
文書係
厚生係
共済組合給付係
平成１７年（１００周年）
理事長
理事（企画・総務）
理事（森林研究）
理事（林業・木材産業研究）
監事
監事
企画調整部
庶務係
企画科
企画室
調整係
研修係
調査係
研究管理科
研究管理室
研究交流室
地域林業室
実験林室
業務係
連絡係
研究評価科
研究評価室
評価情報係
研究情報科
研究情報室
研究技術情報官
特許管理専門官
情報係
広報係
編集刊行係
研究協力科
海外研究協力室
海外研修専門官
渉外連絡専門官
海外調整係
資料課
司書専門官
司書専門官
資料係
図書情報係
上席研究官
上席研究官

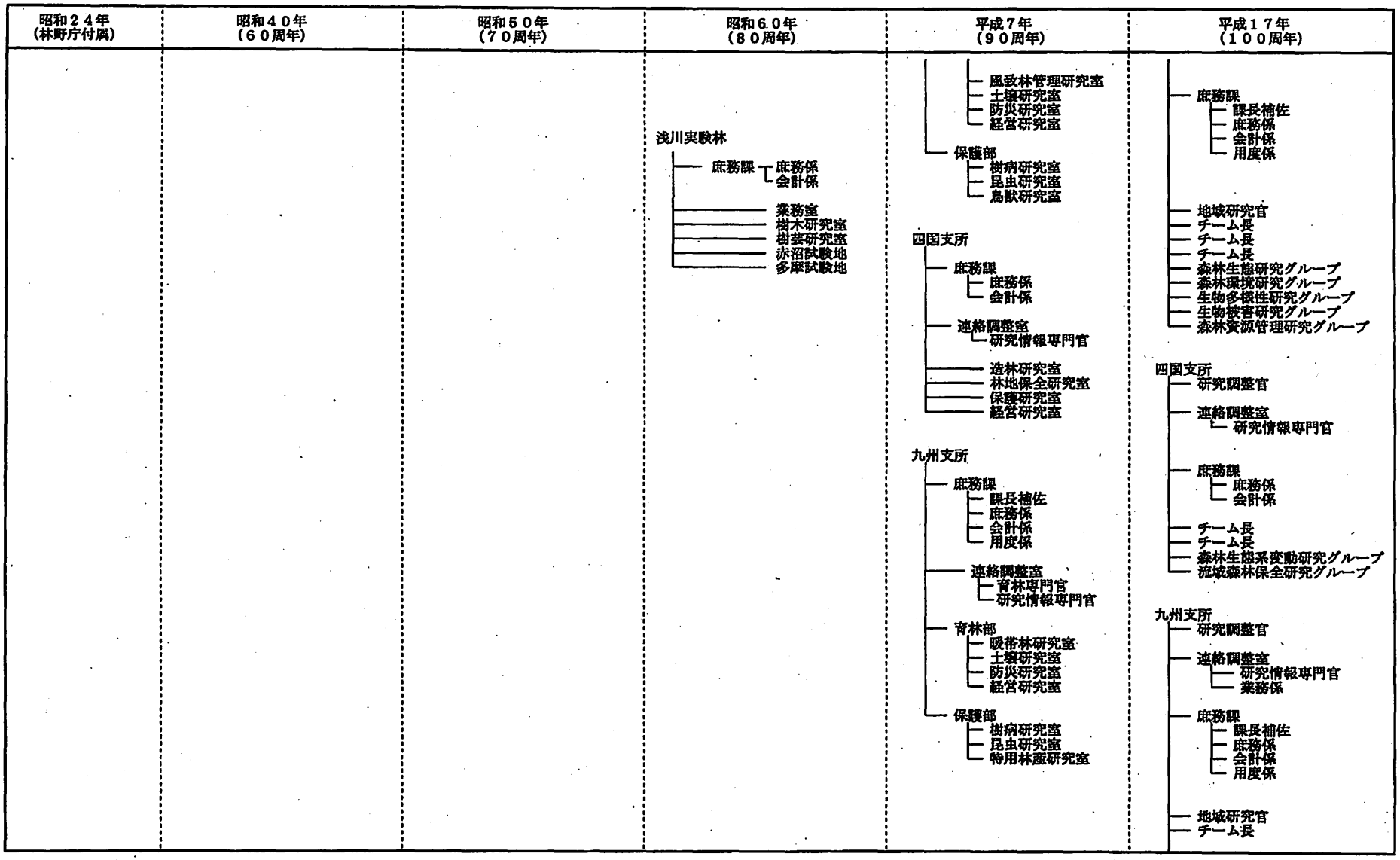

昭和２４年
（林野庁付属）
保護部
樹病研究室
菌類研究室
昆虫研究室
鳥獣研究室
防災部
砂防研究室
理水研究室
風害研究室
雪害研究室
林産
化学部
木材化学
研究室
木炭研究室
特殊林産
研究室
林業薬剤
研究室
木材部
木材物理
研究室
木材加工
研究室
木材乾燥
研究室
材質改良
研究室
作業研究室
昭和４０年
（６０周年）
種子研究室
育種科
育種第１研究室
育種第２研究室
生理研究室
植生研究室
保護部
庶務係
樹病科
樹病研究室
菌類研究室
昆虫科
昆虫第１研究室
昆虫第２研究室
鳥獣科
鳥獣第１研究室
鳥獣第２研究室
防災部
庶務係
治山科
治山第１研究室
治山第２研究室
理水研究室
防災科
防災第１研究室
防災第２研究室
気象研究室
林産
化学部
庶務係
林産化学第１科
セルロース
研究室
ヘミセルロース
研究室
高分子化学
研究室
林産化学第２科
リグニン研究室
抽出成分研究室
林産化学第３科
パルプ研究室
繊維板研究室
木材炭化研究室
木材部
庶務係
材料科
物理研究室
強度研究室
組織研究室
材質研究室
加工科
製材研究室
乾燥研究室
昭和５０年
（７０周年）
機械化部
庶務係
機械科
機械第１研究室
機械第２研究室
林道研究室
作業科
作業第１研究室
作業第２研究室
造林部
庶務係
造林科
造林第１研究室
造林第２研究室
種子研究室
生理研究室
植生研究室
除草剤研究室
遺伝育種科
遺伝育種
第１研究室
遺伝育種
第２研究室
遺伝育種
第３研究室
遺伝育種
第４研究室
保護部
庶務係
樹病科
樹病研究室
菌類研究室
林業薬剤
第１研究室
林業薬剤
第２研究室
昆虫科
昆虫第１研究室
昆虫第２研究室
鳥獣科
鳥獣第１研究室
鳥獣第２研究室
防災部
庶務係
治山科
治山第１研究室
治山第２研究室
理水第１研究室
理水第２研究室
防災科
防災第１研究室
防災第２研究室
気象研究室
昭和６０年
（８０周年）
海外林業調査科
技術情報室
研究協力室
翻訳専門官
渉外連絡専門官
資料科
資料室
図書情報室
実験林室
司書専門官
育苗専門官
経営部
庶務係
経営第１科
経営研究室
経済研究室
複合経営研究室
経営第２科
測定研究室
航測研究室
混牧林研究室
機械化部
庶務係
機械科
機械第１研究室
機械第２研究室
林道研究室
作業科
作業第１研究室
作業第２研究室
造林部
庶務係
造林科
造林第１研究室
造林第２研究室
種子研究室
生理研究室
植生研究室
除草剤研究室
遺伝育種科
遺伝育種
第１研究室
遺伝育種
第２研究室
遺伝育種
第３研究室
遺伝育種
第４研究室
組織培養研究室
土壌部
庶務係
土壌調査科
土壌第１研究室
土壌第２研究室
土壌第３研究室
平成７年
（９０周年）
共済組合事業係
会計課
課長補佐
予算係
経理係
支出係
監査係
用度課
課長補佐
契約専門官
用度係
契約係
検収係
財産係
施設管理課
課長補佐
施設管理専門官
施設係
営繕第１係
営繕第２係
管理係
研究管理官（森林・林業）
研究管理官（木材産業）
森林環境部
庶務係
植物生態科
環境生理研究室
種生態研究室
群落生態研究室
養分動態研究室
立地環境科
立地評価研究室
土壌物理研究室
土壌化学研究室
地質研究室
水土保全科
水流出管理研究室
水資源保全研究室
治山研究室
地すべり研究室
防災科
山地防災研究室
防災林研究室
平成１７年
（１００周年）
上席研究官
上席研究官
木曽試験地
千代田試験地
小笠原試験地
総務部
管理官
総務課
課長補佐
課長補佐
総務係
秘書係
人事係
服務係
文書係
領域庶務第１係
領域庶務第２係
領域庶務第３係
領域庶務第４係
職員課
課長補佐
安全衛生専門官
給与係
管理係
厚生係
共済組合給付係
共済組合事業係
経理課
課長補佐
予算係
経理係
支出第１係
支出第２係
用度課
課長補佐
契約専門官
用度係
契約係
検収係
管財課
課長補佐
施設管理専門官
施設係


昭和２４年
（林野庁付属）
昭和４０年
（６０周年）
昭和５０年
（７０周年）
昭和６０年
（８０周年）
平成７年
（９０周年）
平成１７年
（１００周年）
加工研究室
材質改良科
接着研究室
防腐研究室
材質改良研究室
応用研究室
土壌調査部
庶務係
土壌調査科
土壌第１研究室
土壌第２研究室
土壌第３研究室
地質研究室
土壌肥料科
土壌肥料研究室
土壌微生物研究室
（支所等）
本場
木曽分場
庶務課
造林研究室
保護研究室
高荻試験地
営農林牧野研究室
赤沼試験地
樹芸研究室
十日町試験地
宝川試験地
浅川実験林
庶務係
樹木研究室
札幌支場
上川治水試験地
釧路湿牧林試験所
北海道支場
庶務係
会計係
用度係
調査室
造林部
造林研究室
育種研究室
土壌研究室
浅川支場
高荻出張所
赤沼苗圃事務所
十日町森林治水試験地
小塚製炭試験地
都路放牧試験地
白河森林治水試験地
林産化学部
庶務係
林産化学第１科
化学加工第１研究室
化学加工第２研究室
林産化学第２科
木材化学研究室
抽出成分研究室
微生物化学研究室
林産化学第３科
パルプ研究室
繊維板研究室
木材炭化研究室
木材部
庶務係
材料科
物理研究室
強度研究室
組織研究室
材質研究室
加工科
製材研究室
乾燥研究室
加工研究室
材質改良科
接着研究室
集成材研究室
防腐研究室
難燃材研究室
材質改良研究室
応用研究室
土じょう部
庶務係
土じょう調査科
土じょう第１研究室
土じょう第２研究室
土じょう第３研究室
地質研究室
土じょう肥料科
土じょう肥料研究室
土じょう微生物研究室
地質研究室
土壌肥料科
土壌肥料研究室
土壌微生物研究室
保護部
庶務係
樹病科
樹病研究室
菌類研究室
線虫研究室
きのこ科
きのこ第１研究室
きのこ第２研究室
林業薬剤科
林業薬剤第１研究室
林業薬剤第２研究室
昆虫科
昆虫第１研究室
昆虫第２研究室
天敵微生物研究室
鳥獣科
鳥獣第１研究室
鳥獣第２研究室
防災部
庶務係
治山科
治山第１研究室
治山第２研究室
治山第３研究室
理水第１研究室
理水第２研究室
防災科
防災第１研究室
防災第２研究室
気象研究室
林産化学部
庶務係
林産化学第１科
化学加工研究室
複合化工研究室
熱化学研究室
林産化学第２科
木材成分化学研究室
抽出成分研究室
微生物化学研究室
林産化学第３科
パルプ研究室
繊維板研究室
森林災害研究室
気象研究室
森林生物部
庶務係
森林微生物科
樹病研究室
腐朽病害研究室
土壌微生物研究室
線虫研究室
森林動物科
昆虫生態研究室
昆虫生理研究室
昆虫病理研究室
鳥獣生態研究室
生物管理科
化学制御研究室
昆虫管理研究室
鳥獣管理研究室
生物機能開発部
庶務係
遺伝科
遺伝分析研究室
集団遺伝研究室
生態遺伝研究室
生物工学科
遺伝子発現研究室
細胞操作研究室
組織培養研究室
生理機能研究室
森林化学科
生物活性物質研究室
樹木生化学研究室
微生物化学研究室
きのこ科
きのこ生態研究室
きのこ育種研究室
生産技術部
庶務係
育林技術科
更新機構研究室
建築営繕係
設備営繕係
設備管理係
不動産管理係
監査室
監査係
研究管理官（生物多様性・森林被害研究）
研究管理官（国土保全・水資源研究）
研究管理官（総合発揮・地球環境研究）
研究管理官（林業経営・政策研究）
研究管理官（循環利用研究）
研究管理官（木質資源利用研究）
研究管理官（生物機能研究）
研究管理官（海外研究）
植物生態研究領域
チーム長
樹木生理研究室
物質生産研究室
森林植生研究領域
チーム長
群落動態研究室
植生管理研究室
立地環境研究領域
チーム長
チーム長
土壌資源評価研究室
土壌特性研究室
養分環境研究室
水土保全研究領域
チーム長
チーム長
水保全研究室
山地災害研究室
治山研究室
気象環境研究領域
チーム長
気象害・防災林研究室
気象研究室
十日町試験地
森林微生物研究領域
チーム長


昭和２４年
（林野庁付属）
青森支場
好摩分場
秋田支場
釜淵分場
大坂支場
高島分場
昭和４０年
（６０周年）
経営部
経営研究室
営農林牧野研究室
防災研究室
保護部
野そ研究室
昆虫研究室
樹病研究室
釧路試験地
野幌試験地
東北支場
庶務課
庶務係
会計係
用度係
調査室
育林部
育林第１研究室
育林第２研究室
育林第３研究室
経営部
経営第１研究室
経営第２研究室
経営第３研究室
経営第４研究室
保護部
保護第１研究室
保護第２研究室
山形分場
庶務課
多雪地帯林業第１研究室
多雪地帯林業第２研究室
関西支場
庶務課
庶務係
会計係
調査室
造林研究室
経営研究室
保護研究室
土壌研究室
岡山分場
庶務課
防災研究室
昭和５０年
（７０周年）
〈支所等〉
本場
木曽分場
庶務課
造林研究室
保護研究室
高萩試験地
営農林牧野研究室
赤沼試験地
樹芸研究室
十日町試験地
宝川試験地
小笠原試験地
千代田試験地
浅川実験林
庶務課（庶務）
樹木研究室
天敵微生物研究室
北海道支場
庶務課
庶務係
職員厚生係
会計課
会計係
用度係
調査室
実験林室
造林部
造林第１研究室
造林第２研究室
育種研究室
土じょう研究室
経営部
経営研究室
営農林牧野研究室
治山研究室
防災研究室
保護部
鳥獣研究室
昆虫研究室
樹病研究室
昭和６０年
（８０周年）
木材炭化研究室
木材部
庶務係
材料科
物理研究室
組織研究室
材質研究室
加工技術科
機械加工研究室
乾燥研究室
集成加工研究室
製材研究室
木材利用部
庶務係
構造利用科
材料性能研究室
構造性能研究室
接着接合研究室
性能開発研究室
資源利用科
廃材利用研究室
耐候処理研究室
防腐研究室
難燃化研究室
〈支所等〉
本場
木曽分場
庶務課
造林研究室
保護研究室
千代田試験地
小笠原試験地
高萩試験地
十日町試験地
宝川試験地
北海道支場
庶務課
庶務係
職員厚生係
会計課
会計係
用度係
平成７年
（９０周年）
物質生産研究室
植生制御研究室
作業技術科
システム計画研究室
労働科学研究室
林道研究室
林業機械科
造林機械研究室
伐出機械研究室
自動制御研究室
木材化工部
庶務係
成分利用科
木材化学研究室
成分利用研究室
酵素利用研究室
抽出成分研究室
化学加工科
化学加工研究室
機能材料研究室
接着研究室
材質改良科
防腐研究室
難燃化研究室
耐候処理研究室
複合化研究室
木材利用部
庶務係
木材特性科
組織研究室
材質研究室
物性研究室
加工技術科
機械加工研究室
乾燥研究室
集成加工研究室
製材研究室
構造利用科
材料性能研究室
平成１７年
（１００周年）
チーム長
微生物生態研究室
森林病理研究室
森林昆虫研究領域
チーム長
チーム長
チーム長
昆虫生態研究室
昆虫管理研究室
野生動物研究領域
チーム長
鳥獣生態研究室
森林遺伝研究領域
チーム長
ゲノム解析研究室
生態遺伝研究室
生物工学研究領域
チーム長
チーム長
樹木分子生物研究室
形質転換研究室
樹木化学研究領域
チーム長
樹木生化学研究室
樹木抽出成分研究室
きのこ・微生物研究領域
チーム長
チーム長
きのこ研究室
微生物工学研究室
森林作業研究領域
チーム長
作業技術研究室
林道研究室
林業機械研究領域
チーム長
造林機械研究室
伐出機械研究室
成分利用研究領域
チーム長
木材化学研究室
セルロース利用研究室


昭和２４年
（林野庁付属）
高知支場
大正試験地
熊本支場
田野分場
小国森林治水試験地
矢岳森林治水試験地
昭和４０年
（６０周年）
四国支場
庶務課
庶務係
会計係
調査室
造林研究室
経営研究室
保護研究室
土壌研究室
九州支場
庶務課
庶務係
会計係
調査室
造林研究室
育種研究室
経営研究室
保護第１研究室
保護第２研究室
土壌研究室
防災研究室
宮崎分場
庶務課
吸帯樹種研究室
菌類研究室
昭和５０年
（７０周年）
東北支場
庶務課
庶務係
職員厚生係
会計課
会計係
用度係
調査室
育林部
育林第１研究室
育林第２研究室
育林第３研究室
経営部
経営第１研究室
経営第２研究室
経営第３研究室
経営第４研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
鳥獣研究室
山形分場
庶務課
多雪地帯林業第１研究室
多雪地帯林業第２研究室
関西支場
庶務課
庶務係
会計係
用度係
調査室
育林部
造林研究室
経営研究室
土じょう研究室
防災研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
岡山試験地
昭和６０年
（８０周年）
調査室
実験林室
育林部
造林第１研究室
造林第２研究室
遺伝育種研究室
土壌研究室
経営部
経営研究室
営農林牧野研究室
治山研究室
防災研究室
保護部
鳥獣研究室
昆虫研究室
樹病研究室
東北支場
庶務課
庶務係
職員厚生係
会計課
会計係
用度係
調査室
育林部
造林第１研究室
造林第２研究室
多雪地帯林業研究室
土壌研究室
経営部
経営第１研究室
経営第２研究室
営農林牧野研究室
防災研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
鳥獣研究室
山形試験地
平成７年
（９０周年）
接合研究室
構造性能研究室
木質環境研究室
林業経営部
庶務係
資源計画科
環境管理研究室
資源解析研究室
遠隔探査研究室
経営管理科
経済分析研究室
経営組織研究室
生産システム研究室
〈支所等〉
本場
木曽試験地
千代田試験地
小笠原試験地
高萩試験地
十日町試験地
多摩試験地
北海道支所
庶務課
庶務係
職員厚生係
会計課
会計係
用度係
連絡調整室
研究情報専門官
実験林室
育林部
造林研究室
樹木生理研究室
遺伝研究室
土壌研究室
経営部
天然林管理研究室
防災研究室
平成１７年
（１００周年）
複合材料研究領域
チーム長
積層接着研究室
複合化研究室
木材改質研究領域
チーム長
チーム長
機能化研究室
木材保存研究室
木材特性研究領域
チーム長
組織材質研究室
物性研究室
加工技術研究領域
チーム長
木材機械加工研究室
木材乾燥研究室
構造利用研究領域
チーム長
チーム長
材料接合研究室
木質構造居住環境研究室
森林管理研究領域
チーム長
資源解析研究室
環境計画研究室
林業経営・政策研究領域
チーム長
林業動向解析研究室
林業システム研究室
海外研究領域
チーム長
海外森林資源保全研究室
北海道支所
研究調整官
連絡調整室
研究情報専門官
実験林室
庶務課
課長補佐


昭和２４年
（林野庁付属）
昭和４０年
（６０周年）
昭和５０年
（７０周年）
昭和６０年
（８０周年）
平成７年
（９０周年）
平成１７年
（１００周年）
四国支場
庶務課
庶務係
会計係
調査室
造林研究室
経営研究室
土じょう研究室
保護研究室
九州支場
庶務課
庶務係
会計係
用度係
調査室
育林部
育林第１研究室
育林第２研究室
経営研究室
土じょう研究室
防災研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
菌類研究室
関西支場
庶務課
課長補佐
庶務係
会計係
用度係
調査室
育林部
造林研究室
経営研究室
土壌研究室
防災研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
岡山試験地
四国支場
庶務課
課長補佐
庶務係
会計係
調査室
造林研究室
経営研究室
土壌研究室
保護研究室
九州支場
庶務課
課長補佐
庶務係
会計係
用度係
調査室
育林部
造林第１研究室
造林第２研究室
経営研究室
土壌研究室
防災研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
菌類研究室
経営研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
鳥獣研究室
東北支所
庶務課
庶務係
職員厚生係
会計課
会計係
用度係
連絡調整室
育林専門官
研究情報専門官
育林部
育林技術研究室
更新技術研究室
多雪地帯林業研究室
土壌研究室
経営部
広葉樹林管理研究室
防災研究室
経営研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
鳥獣研究室
山形試験地
関西支所
庶務課
課長補佐
庶務係
会計係
用度係
連絡調整室
研究情報専門官
育林部
造林研究室
庶務係
職員厚生係
会計係
用度係
地域研究官
チーム長
チーム長
チーム長
チーム長
チーム長
森林育成研究グループ
植物土壌系研究グループ
寒地環境保全研究グループ
森林生物研究グループ
北方林管理研究グループ
東北支所
研究調整官
連絡調整室
研究情報専門官
業務係
庶務課
課長補佐
庶務係
職員厚生係
会計係
用度係
地域研究官
チーム長
チーム長
チーム長
チーム長
森林生態研究グループ
育林技術研究グループ
森林環境研究グループ
生物多様性研究グループ
生物被害研究グループ
森林資源管理研究グループ
関西支所
研究調整官
連絡調整室
研究情報専門官


昭和２４年
（林野庁付属）
昭和４０年
（６０周年）
昭和５０年
（７０周年）
昭和６０年
（８０周年）
平成７年
（９０周年）
平成１７年
（１００周年）
浅川実験林
庶務課
庶務係
会計係
業務室
樹木研究室
樹芸研究室
赤沼試験地
多摩試験地
風致林管理研究室
土壌研究室
防災研究室
経営研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
鳥獣研究室
四国支所
庶務課
庶務係
会計係
連絡調整室
研究情報専門官
造林研究室
林地保全研究室
保護研究室
経営研究室
九州支所
庶務課
課長補佐
庶務係
会計係
用度係
連絡調整室
育林専門官
研究情報専門官
育林部
吸帯林研究室
土壌研究室
防災研究室
経営研究室
保護部
樹病研究室
昆虫研究室
特用林産研究室
庶務課
課長補佐
庶務係
会計係
用度係
地域研究官
チーム長
チーム長
チーム長
森林生態研究グループ
森林環境研究グループ
生物多様性研究グループ
生物被害研究グループ
森林資源管理研究グループ
四国支所
研究調整官
連絡調整室
研究情報専門官
庶務課
庶務係
会計係
チーム長
チーム長
森林生態系変動研究グループ
流域森林保全研究グループ
九州支所
研究調整官
連絡調整室
研究情報専門官
業務係
庶務課
課長補佐
庶務係
会計係
用度係
地域研究官
チーム長

昭和２４年 （林野庁付属）	昭和４０年 （６０周年）	昭和５０年 （７０周年）	昭和６０年 （８０周年）	平成７年 （９０周年）	平成１７年 （１００周年）
				多摩森林科学園 庶務課 庶務係 会計係 業務課 育林専門官 施設管理係 研修展示係 普及広報専門官 樹木研究室 森林生物研究室	チーム長 チーム長 森林生態系研究グループ 山地防災研究グループ 森林微生物管理研究グループ 森林動物研究グループ 森林資源管理研究グループ 多摩森林科学園 庶務課 庶務係 会計係 業務課 業務係 施設管理係 研修展示係 普及広報専門官 チーム長 教育的資源研究グループ 多摩試験地

定 員 の 推 移

年　度	技　師	属	技　手	計	臨時職員	合　計
大正11年	18	4	32	54		54
昭和２年	14	3	12	29	19	48
昭和16年	14	3	12	29	39	68

年　度	職員数
昭和24年	734
昭和25年	811
昭和26年	798
昭和27年	804
昭和29年	762
昭和31年	760
昭和32年	759
昭和33年	768
昭和34年	792
昭和35年	797
昭和36年	827
昭和37年	827
昭和38年	831
昭和39年	831
昭和40年	830

年　度	指定職	行政職（一）	行政職（二）	研究職	計
昭和41年	1	256	62	511	830
昭和42年	1	248	62	516	827
昭和43年	1	248	62	516	827
昭和44年	1	248	62	515	826
昭和45年	1	246	62	514	823
昭和46年	1	244	62	514	821
昭和47年	1	242	61	512	816
昭和48年	1	241	60	509	811
昭和49年	1	237	60	508	806
昭和50年	1	232	60	507	800
昭和51年	1	229	58	506	794
昭和52年	1	228	57	506	792
昭和53年	1	227	56	505	789
昭和54年	1	227	53	505	786
昭和55年	1	225	53	504	783
昭和56年	1	222	53	505	781
昭和57年	1	219	53	505	778
昭和58年	1	218	51	506	776
昭和59年	1	215	51	509	774
昭和60年	1	215	49	508	773
昭和61年	1	215	48	508	772
昭和62年	1	215	45	509	770
昭和63年	1	213	43	507	764
平成元年	1	211	43	505	760
平成２年	1	210	43	503	757
平成３年	1	208	43	502	754
平成４年	1	207	42	500	750
平成５年	1	205	41	495	742
平成６年	1	203	40	492	736
平成７年	1	202	39	489	731
平成８年	1	200	36	488	725
平成９年	1	197	35	486	719
平成10年	1	195	33	484	713
平成11年	1	192	32	482	706
平成12年	1	189	31	480	701

	役　員	職員数（１月１日現員数）			
年　度	理事・監事	一般職員	技術専門職員	研究職員	計
平成13年	4・2	186	31	474	689
平成14年	4・2	183	31	474	688
平成15年	4・2	180	31	474	685
平成16年	4・2	178	31	463	672
平成17年	4・2	177	31	459	667

歴代幹部

注：平成13年４月１日以降は独立行政法人に移行したため官名はなし。

《場長・所長・理事長》

職名	官名	氏名	在職年月日	在職期間（年・月）	適要
林業試験所長	山林局技師	松野磧	明治38.11. 1～明治41. 5.14	2. 6	
		（空席）	明治41. 5.14～明治41.12.28	7	
林業試験所長	山林局技師	白沢保美	明治41.12.28～明治43.11. 1	1.10	
林業試験場長	山林局技師	村田重治	明治43.11. 1～明治45.10.24	1.11	
林業試験場長	山林局技師	松波秀実	明治45.10.24～大正 2. 6.13	7	
林業試験場長	林業試験場技師	白沢保美	大正 2. 6.13～昭和 7. 1.29	18. 7	
林業試験場長	林業試験場技師	藤岡光長	昭和 7. 1.29～昭和21. 2.16	14. 0	
林業試験場長	農林技官	太田勇治郎	昭和21. 2.16～昭和22. 7. 5	1. 4	
林業試験場長	文部教官兼農林技官	吉田正男	昭和22. 7. 5～昭和25. 3.31	2. 8	
林業試験場長	農林技官	長谷川孝三	昭和25. 3.31～昭和27. 3.31	2. 0	
林業試験場長	農林技官	大政正隆	昭和27. 3.31～昭和31. 6.12	4. 2	
林業試験場長	農林技官	斎藤美猗	昭和31. 6.12～昭和37. 6.16	6. 0	
林業試験場長	農林技官	坂口勝美	昭和37. 6.16～昭和44. 6. 1	6.11	
林業試験場長	農林技官	竹原秀雄	昭和44. 6. 1～昭和49.12. 1	5. 6	
林業試験場長	農林水産技官	上村武	昭和49.12. 1～昭和53. 9.25	3. 9	
林業試験場長	農林水産技官	松井光瑤	昭和53. 9.25～昭和56. 9.21	2.11	
林業試験場長	農林水産技官	土井恭次	昭和56. 9.21～昭和60. 3.31	3. 6	
林業試験場長	農林水産技官	難波宣士	昭和60. 4. 1～昭和61.12. 1	1. 8	
林業試験場長	農林水産技官	山口博昭	昭和61.12. 1～昭和63.10. 1	1.10	
森林総合研究所長	農林水産技官	小林富士雄	昭和63.10. 1～平成 3. 8. 2	2.10	
森林総合研究所長	農林水産技官	勝田柾	平成 3. 8. 2～平成 5.10. 1	2. 2	
森林総合研究所長	農林水産技官	小林一三	平成 5.10. 1～平成 8.10. 1	3. 0	
森林総合研究所長	農林水産技官	大貫仁人	平成 8.10. 1～平成11.10. 1	3. 0	
森林総合研究所長	農林水産技官	廣居忠昷	平成11.10. 1～平成13. 3.31	1. 6	
森林総合研究所理事長		廣居忠昷	平成13. 4. 1～平成15. 3.31	2. 0	
森林総合研究所理事長		田中潔	平成15. 4. 1～平成17. 3.31	2. 0	
森林総合研究所理事長		大熊幹章	平成17. 4. 1～		

《理事・監事》

職名	官名	氏名	在職年月日	在職期間（年・月）	適要
理事	企画・総務担当	藤原敬	平成13. 4. 1～平成17. 3.31	4. 0	
理事	企画・総務担当	川喜多進	平成17. 4. 1～		
理事	森林研究担当	田中潔	平成13. 4. 1～平成15. 3.31	2. 0	
理事	森林研究担当	櫻井尚武	平成15. 4. 1～		
理事	林業・木材産業研究担当	池田俊彌	平成13. 4. 1～平成17. 4.26	4. 0	
理事	林業・木材産業研究担当	久田卓興	平成17. 8. 1～		
監事	非常勤	片桐一正	平成13. 4. 1～平成15. 3.31	2. 0	
監事	非常勤	今村滑光	平成13. 4. 1～平成17. 3.31	4. 0	
監事	非常勤	井上敞雄	平成15. 4. 1～		
監事	非常勤	真柴孝司	平成17. 4. 1～		

《次長》

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
次長	農林水産技官	山井良三郎	昭和57. 4. 8～昭和59. 3.16	1.11	
次長	農林水産技官	難波宣士	昭和59. 3.16～昭和60. 4. 1	1. 0	
次長	農林水産技官	蜂屋欣二	昭和60. 4. 1～昭和61.12. 1	1. 8	
次長	農林水産技官	石原達夫	昭和61.12. 1～昭和63. 3. 1	1. 3	
次長	農林水産技官	小林富士雄	昭和63. 3. 1～昭和63.10. 1	7	
次長	農林水産技官	松本庸夫	昭和63.10. 1～平成 3. 1.16	2. 3	
		(空席)	平成 3. 1.16～平成 3. 3.15	2	
次長	農林水産技官	勝田柾	平成 3. 3.16～平成 3. 8. 2	4	
次長	農林水産技官	安永朝海	平成 3. 8. 2～平成 5. 3. 1	1. 7	
次長	農林水産技官	小林一三	平成 5. 3. 1～平成 5.10. 1	7	
次長	農林水産技官	小沼順一	平成 5.10. 1～平成 7. 3. 1	1. 5	
次長	農林水産技官	大貫仁人	平成 7. 3. 1～平成 8.10. 1	1. 7	
次長	農林水産技官	井上敏雄	平成 8.10. 1～平成11. 3.31	2. 6	
次長	農林水産技官	金谷紀行	平成11. 4. 1～平成13. 3.31	2. 0	

《研究管理官》

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
森林・林業	農林水産技官	安永朝海	昭和63.10. 1～平成 3. 8. 2	2.10	
森林・林業	農林水産技官	小林一三	平成 3. 8. 2～平成 5. 3. 1	1. 7	
		(空席)	平成 5. 3. 1～平成 5. 3.31	1	
森林・林業	農林水産技官	加藤宏明	平成 5. 4. 1～平成 7. 3. 1	1.11	
森林・林業	農林水産技官	河原輝彦	平成 7. 3. 1～平成10. 3. 1	3. 0	
森林・林業	農林水産技官	堀田庸	平成10. 3. 1～平成11. 4. 1	1. 1	
森林・林業	農林水産技官	真島征夫	平成11. 4. 1～平成12. 4. 1	1. 0	
森林・林業	農林水産技官	櫻井尚武	平成12. 4. 1～平成13. 3.31	1. 0	
木材	農林水産技官	志水一允	昭和63.10. 1～平成 4. 4. 2	3. 6	
木材	農林水産技官	金谷紀行	平成 4. 4. 2～平成 5. 3. 2	11	
木材	農林水産技官	今村浩人	平成 5. 3. 2～平成 6.10. 1	1. 7	
木材	農林水産技官	太田貞明	平成 6.10. 1～平成10. 3. 1	3. 5	
		(空席)	平成10. 3. 1～平成10. 3.31	1	
木材	農林水産技官	海老原徹	平成10. 4. 1～平成12. 4. 1	2. 0	
木材	農林水産技官	林良興	平成12. 4. 1～平成13. 3.31	1. 0	
生物多様性・森林被害		田畑勝洋	平成13. 4. 1～平成15. 3.31	2. 0	
生物多様性・森林被害		三浦慎悟	平成15. 4. 1～平成16. 3.31	1. 0	
生物多様性・森林被害		福山研二	平成16. 4. 1～		
国土保全・水資源		柴田順一	平成13. 4. 1～平成14. 3.31	1. 0	
国土保全・水資源		真島征夫	平成14. 4. 1～平成17. 3.31	3. 0	
国土保全・水資源		加藤正樹	平成17. 4. 1～		
総合発揮・地球環境		佐々朋幸	平成13. 4. 1～平成16. 3.31	3. 0	
総合発揮・地球環境		佐藤明	平成16. 4. 1～		
林業経営・政策		櫻井尚武	平成13. 4. 1～平成15. 3.31	2. 0	
林業経営・政策		垰田宏	平成15. 4. 1～		
循環利用		海老原徹	平成13. 4. 1～平成16. 3.31	3. 0	
循環利用		山本幸一	平成16. 4. 1～		
木質資源利用		中井孝	平成13. 4. 1～平成14. 3.31	1. 0	
木質資源利用		久田卓興	平成14. 4. 1～平成16. 3.31	2. 0	
木質資源利用		藤原勝敏	平成16. 4. 1～		

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
生物機能		林　良興	平成13. 4. 1～平成14. 10. 1	1. 6	
生物機能		田崎　清	平成14. 10. 1～		
海外		小林繁男	平成13. 4. 1～平成15. 4. 1	2. 0	
海外		沢田治雄	平成15. 4. 1～		

《研究協力官及び海外研究協力官》

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
研究協力官	農林水産技官	小沼順一	昭和63. 10. 1～平成 3. 3. 16	2. 5	
海外研究協力官	農林水産技官	緒方　健	平成 3. 3. 16～平成 5. 3. 1	1. 11	
海外研究協力官	農林水産技官	大角泰夫	平成 5. 3. 1～平成 5. 10. 1	7	
海外研究協力官	農林水産技官	太田貞明	平成 5. 10. 1～平成 6. 10. 1	1. 0	
海外研究協力官	農林水産技官	池田俊彌	平成 6. 10. 1～平成11. 3. 1	4. 5	
海外研究協力官	農林水産技官	林　良興	平成11. 3. 1～平成12. 4. 1	1. 1	
海外研究協力官	農林水産技官	小林繁男	平成12. 4. 1～平成13. 3. 31	1. 0	

《各部長》

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
総務部長	農林技官	太田勇治郎	昭和22. 1. 31～昭和22. 7. 5	5	事務取扱
総務部長	農林技官	吉田正男	昭和22. 7. 5～昭和23. 11. 10	1. 4	事務取扱
総務部長	農林事務官	五十嵐達男	昭和23. 11. 10～昭和24. 9. 19	10	
総務部長	農林事務官	飯島　浩	昭和24. 9. 19～昭和26. 11. 16	2. 2	事務代理
総務部長	農林事務官	飯島　浩	昭和26. 11. 16～昭和27. 3. 1	3	
総務部長	農林事務官	筒井敬一	昭和27. 3. 1～昭和29. 8. 9	2. 5	
総務部長	農林事務官	恩田芳彦	昭和29. 8. 9～昭和31. 2. 21	1. 6	
総務部長	農林技官	大政正隆	昭和31. 2. 21～昭和31. 2. 23		事務取扱
総務部長	農林事務官	奥　益美	昭和31. 2. 23～昭和36. 8. 1	5. 5	
総務部長	農林事務官	小林　繁	昭和36. 8. 1～昭和38. 4. 1	1. 8	
総務部長	農林事務官	松村良伍	昭和38. 4. 1～昭和39. 9. 16	1. 5	
総務部長	農林事務官	佐藤松寿郎	昭和39. 9. 16～昭和41. 5. 1	1. 7	
総務部長	農林事務官	宮戸喜三郎	昭和41. 5. 1～昭和43. 12. 16	2. 7	
総務部長	農林事務官	石川博厚	昭和43. 12. 16～昭和45. 1. 5	1. 0	
総務部長	農林事務官	藤川秀夫	昭和45. 1. 5～昭和46. 4. 10	1. 3	
総務部長	農林事務官	大町　清	昭和46. 4. 10～昭和48. 9. 14	2. 5	
総務部長	農林事務官	平井義徳	昭和48. 9. 14～昭和49. 3. 5	5	
総務部長	農林事務官	守谷　浩	昭和49. 3. 5～昭和50. 4. 1	1. 0	
総務部長	農林水産事務官	山下　勇	昭和50. 4. 1～昭和54. 4. 1	4. 0	
総務部長	農林水産事務官	戸部千之祐	昭和54. 4. 1～昭和56. 4. 1	2. 0	
総務部長	農林水産事務官	宮下國弘	昭和56. 4. 1～昭和58. 7. 22	2. 3	
総務部長	農林水産技官	土井恭次	昭和58. 7. 22～昭和58. 8. 1		事務取扱
総務部長	農林水産事務官	伏見一明	昭和58. 8. 1～昭和61. 4. 1	2. 8	
総務部長	農林水産事務官	蒲沼　満	昭和61. 4. 1～平成元. 4. 1	3. 0	
総務部長	農林水産事務官	佐々木行夫	平成元. 4. 1～平成 3. 4. 1	2. 0	
総務部長	農林水産事務官	兼松功次	平成 3. 4. 1～平成 5. 12. 1	2. 8	
総務部長	農林水産事務官	矢崎潤一	平成 5. 12. 1～平成 7. 8. 1	1. 8	
総務部長	農林水産事務官	村岡哲而	平成 7. 8. 1～平成 9. 4. 1	1. 8	
総務部長	農林水産事務官	長塚耀一	平成 9. 4. 1～平成11. 4. 1	2. 0	
総務部長		加藤了嗣	平成11. 4. 1～平成14. 4. 1	3. 0	

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
総務部長		周藤　眞	平成14. 4. 1～		
調査室長	農林技官	辻　行雄	昭和22. 1.31～昭和24.12.31	2.11	
		(空　席)	昭和24.12.31～昭和25. 5.10	4	
調査室長	農林技官	玉手　三棄寿	昭和25. 5.10～昭和26. 8. 1	1. 2	
調査室長	農林技官	内藤　信行	昭和26. 8. 1～昭和26.12. 1	4	
調査室長	農林技官	内藤　信行	昭和26.12. 1～昭和27. 3.31	4	兼務
調査室長	農林技官	内藤　信行	昭和27. 3.31～昭和28.11. 1	1. 7	
調査室長	農林技官	茅野　一男	昭和28.11. 1～昭和30. 2.16	1. 3	
調査室長	農林技官	福森　友久	昭和30. 2.16～昭和31.12.16	1.10	
調査室長	農林技官	内藤　信行	昭和31.12.16～昭和33. 6. 9	1. 5	
調査室長	農林技官	徳本　孝彦	昭和33. 6. 9～昭和37. 4. 1	3. 9	
調査室長	農林技官	三井　鼎三	昭和37. 4. 1～昭和37. 6.16	2	
調査室長	農林技官	橋本　与良	昭和37. 6.16～昭和42. 4. 1	4. 9	
調査室長	農林技官	竹原　秀雄	昭和42. 4. 1～昭和44. 3.31	2. 0	
調査部長	農林技官	竹原　秀雄	昭和44. 4. 1～昭和44. 6. 1	2	
調査部長	農林技官	加納　孟	昭和44. 6. 1～昭和49.12. 1	5. 6	
調査部長	農林水産技官	松井　光瑤	昭和49.12. 1～昭和53. 9.25	3. 9	
調査部長	農林水産技官	土井　恭次	昭和53. 9.25～昭和56. 9.21	2.11	
調査部長	農林水産技官	難波　宣士	昭和56. 9.21～昭和59. 3.16	2. 5	
調査部長	農林水産技官	蜂屋　欣二	昭和59. 3.16～昭和60. 4. 1	1. 0	
調査部長	農林水産技官	山口　博昭	昭和60. 4. 1～昭和61.12. 1	1. 8	
調査部長	農林水産技官	小林　富士雄	昭和61.12. 1～昭和63. 3. 1	1. 3	
調査部長	農林水産技官	片桐　一正	昭和63. 3. 1～昭和63.10. 1	7	
企画調整部長	農林水産技官	勝田　柾	昭和63.10. 1～平成 3. 3.16	2. 5	
企画調整部長	農林水産技官	有光　一登	平成 3. 3.16～平成 4.10. 1	1. 6	
企画調整部長	農林水産技官	大貫　仁人	平成 4.10. 1～平成 7. 3. 1	2. 5	
企画調整部長	農林水産技官	井上　敞雄	平成 7. 3. 1～平成 8.10. 1	7	
企画調整部長	農林水産技官	廣居　忠量	平成 8.10. 1～平成11.10. 1	3. 0	
企画調整部長	農林水産技官	田中　潔	平成11.10. 1～平成13. 3.31	1. 6	
企画調整部長		石塚　和裕	平成13. 4. 1～		
経営部長	農林技官	嶺　一三	昭和25. 4.28～昭和26.12. 1	1. 7	
経営部長	農林技官	内藤　信行	昭和26.12. 1～昭和27. 3.31	4	
経営部長	農林技官	小幡　進	昭和27. 3.31～昭和37. 4. 1	10. 0	
経営部長	農林技官	原　敬造	昭和37. 4. 1～昭和45. 1. 5	7. 9	
経営部長	農林技官	大友　栄松	昭和45. 1. 5～昭和49. 6.16	4. 5	
経営部長	農林技官	大内　晃	昭和49. 6.16～昭和50. 5.15	11	
経営部長	農林水産技官	紙野　伸二	昭和50. 5.15～昭和58. 4. 1	7.10	
経営部長	農林水産技官	舟山　良雄	昭和58. 4. 1～昭和61. 4. 1	3. 0	
経営部長	農林水産技官	粟屋　仁志	昭和61. 4. 1～昭和63. 3.31	2. 0	
林業経営部長	農林水産技官	熊崎　實	昭和63. 4. 1～平成元. 4. 1	1. 0	
林業経営部長	農林水産技官	柳　次郎	平成元. 4. 1～平成 2.10. 1	1. 6	
林業経営部長	農林水産技官	加藤　宏明	平成 2.10. 1～平成 5. 4. 1	2. 6	
林業経営部長	農林水産技官	高田　長武	平成 5. 4. 1～平成 6.10. 1	1. 6	
林業経営部長	農林水産技官	西川　匡英	平成 6.10. 1～平成 8. 8. 1	1.10	
林業経営部長	農林水産技官	坂口　精吾	平成 8. 8. 1～平成13. 3.31	4. 8	
機械化部長	農林技官	米田　幸武	昭和40. 4. 1～昭和42.11.16	2. 7	
機械化部長	農林技官	原　敬造	昭和42.11.16～昭和44. 4. 1	1. 4	兼務
機械化部長	農林技官	梅田　三樹男	昭和44. 4. 1～昭和51. 4. 1	7. 0	
機械化部長	農林水産技官	山脇　三平	昭和51. 4. 1～昭和59.11.16	8. 7	

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間（年・月）	適　要
機械化部長	農林水産技官	福田光正	昭和59.11.16～昭和62. 3.31	2. 4	
機械化部長	農林水産技官	林　寛	昭和62. 4. 1～昭和63. 9.30	1. 6	
生産技術部長	農林水産技官	林　寛	昭和63.10. 1～平成 3. 3.16	2. 5	
生産技術部長	農林水産技官	小沼順一	平成 3. 3.16～平成 5.10. 1	2. 6	
生産技術部長	農林水産技官	奥田吉春	平成 5.10. 1～平成10. 3. 1	4. 5	
生産技術部長	農林水産技官	辻井辰雄	平成10. 3. 1～平成12. 3.31	2. 1	
生産技術部長	農林水産技官	柴田順一	平成12. 4. 1～平成13. 3.31	1. 0	
造林部長	農林技官	大政正隆	昭和22. 1.31～昭和27. 3.31	5. 2	
造林部長	農林技官	大政正隆	昭和27. 3.31～昭和27. 6.16	2	事務取扱
造林部長	農林技官	石川健康	昭和27. 6.16～昭和31.10. 1	4. 3	
造林部長	農林技官	坂口勝美	昭和31.10. 1～昭和37. 6.16	5. 8	
造林部長	農林技官	加藤善忠	昭和37. 6.16～昭和46. 9.16	9. 3	
造林部長	農林技官	岩川盈夫	昭和46. 9.16～昭和51. 4. 1	4. 6	
造林部長	農林水産技官	戸田良吉	昭和51. 4. 1～昭和54. 4. 1	3. 0	
造林部長	農林水産技官	蜂屋欣二	昭和54. 4. 1～昭和59. 3.16	4.11	
造林部長	農林水産技官	浅川澄彦	昭和59. 3.16～昭和62. 4. 1	3. 0	
造林部長	農林水産技官	勝田　柾	昭和62. 4. 1～昭和63. 9.30	1. 6	
生物機能開発部長	農林水産技官	坂上幸雄	昭和63.10. 1～平成 2. 3.16	1. 5	
生物機能開発部長	農林水産技官	三上　進	平成 2. 3.16～平成 5. 3. 1	2.11	
生物機能開発部長	農林水産技官	森　徳典	平成 5. 3. 1～平成 9.12. 1	4. 9	
生物機能開発部長	農林水産技官	山本千秋	平成 9.12. 1～平成13. 3.31	3. 4	
保護部長	農林技官	大政正隆	昭和22. 1.31～昭和23. 7.22	1. 5	兼務
保護部長	農林技官	今関六也	昭和23. 7.22～昭和37. 4. 1	13. 8	
保護部長	農林技官	藍野祐久	昭和37. 4. 1～昭和41. 4. 1	4. 0	
保護部長	農林技官	伊藤一雄	昭和41. 4. 1～昭和51. 4. 1	10. 0	
保護部長	農林水産技官	小田久五	昭和51. 4. 1～昭和56.11. 1	5. 7	
保護部長	農林水産技官	山田房男	昭和56.11. 1～昭和59. 4. 1	2. 5	
保護部長	農林水産技官	山口博昭	昭和59. 4. 1～昭和60. 4. 1	1. 0	
保護部長	農林水産技官	横田俊一	昭和60. 4. 1～昭和63.10. 1	3. 6	
森林生物部長	農林水産技官	小林一三	昭和63.10. 1～平成 3. 8. 2	2.10	
森林生物部長	農林水産技官	真宮靖治	平成 3. 8. 2～平成 5. 3.31	1. 8	
森林生物部長	農林水産技官	田村弘忠	平成 5. 4. 1～平成 7. 8. 1	2. 4	
森林生物部長	農林水産技官	竹谷昭彦	平成 7. 8. 1～平成11. 3. 1	3. 7	
森林生物部長	農林水産技官	池田俊彌	平成11. 3. 1～平成13. 3.31	2. 1	
防災部長	農林技官	太田勇治郎	昭和22. 1.31～昭和22. 7. 5	5	事務取扱
防災部長	農林技官	吉田正男	昭和22. 7. 5～昭和23. 7.22	1. 0	事務取扱
防災部長	農林技官	飯塚　肇	昭和23. 7.22～昭和26. 8. 1	3. 0	
防災部長	農林技官	玉手三棄寿	昭和26. 8. 1～昭和27. 3.31	8	
防災部長	農林技官	内藤信行	昭和27. 3.31～昭和27. 6.16	2	兼務
防災部長	農林技官	荻原貞夫	昭和27. 6.16～昭和30. 8. 3	3. 1	
防災部長	農林技官	川田正夫	昭和30. 8. 3～昭和32. 5.10	1. 9	
防災部長	農林技官	斎藤美鶯	昭和32. 5.10～昭和32. 5.25		事務取扱
防災部長	農林技官	仰木重歳	昭和32. 5.25～昭和35. 5.31	3. 0	
防災部長	農林技官	川口武雄	昭和35. 6. 1～昭和50.12.15	15. 6	
防災部長	農林水産技官	中野秀章	昭和50.12.15～昭和57. 1. 1	6. 0	
防災部長	農林水産技官	石川政幸	昭和57. 1. 1～昭和62. 3.31	5. 3	
防災部長	農林水産技官	秋谷孝一	昭和62. 4. 1～昭和63. 9.30	1. 6	
森林環境部長	農林水産技官	秋谷孝一	昭和63.10. 1～平成 3.10. 1	3. 0	
森林環境部長	農林水産技官	井上敞雄	平成 3.10. 1～平成 4.10. 1	1. 0	

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
森林環境部長	農林水産技官	有光一登	平成 4.10. 1～平成 5. 4. 1	6	
森林環境部長	農林水産技官	藤森隆郎	平成 5. 4. 1～平成11. 3. 1	5.11	
森林環境部長	農林水産技官	大角泰夫	平成11. 3. 1～平成13. 3.31	2. 1	
林産化学部長	農林技官	川村實平	昭和22. 1.31～昭和23. 8.25	1. 6	
林産化学部長	農林技官	田窪健次郎	昭和23. 8.25～昭和24.10.24	1. 2	
林産化学部長	農林技官	安倍慎	昭和24.10.24～昭和32. 4.30	7. 6	
林産化学部長	農林技官	田窪健次郎	昭和32. 5. 1～昭和37. 4. 1	4.11	
林産化学部長	農林技官	米澤保正	昭和37. 4. 1～昭和47.10.10	10. 6	
林産化学部長	農林水産技官	古谷剛	昭和47.10.11～昭和59. 3.16	11. 5	
林産化学部長	農林水産技官	石原達夫	昭和59. 3.16～昭和61.12. 1	1. 8	
林産化学部長	農林水産技官	田中治郎	昭和61.12. 1～昭和63. 9.30	1.10	
木材化工部長	農林水産技官	田中治郎	昭和63.10. 1～平成 3. 3.16	2. 5	
木材化工部長	農林水産技官	千葉保人	平成 3. 3.16～平成 5. 3. 1	1.11	
木材化工部長	農林水産技官	志水一允	平成 5. 3. 1～平成12. 4. 1	7. 1	
木材化工部長	農林水産技官	海老原徹	平成12. 4. 1～平成13. 3.31	1. 0	
木材部長	農林技官	斎藤美鶯	昭和22. 1.31～昭和31. 6.12	9. 4	
木材部長	農林技官	小倉武夫	昭和31. 6.12～昭和38. 4.30	6.10	
木材部長	農林技官	米澤保正	昭和38. 5. 1～昭和38. 5.10		兼務
木材部長	農林技官	上村武	昭和38. 5.10～昭和49.12. 1	11. 6	
木材部長	農林技官	加納孟	昭和49.12. 1～昭和53. 4. 6	3. 4	
木材部長	農林水産技官	鈴木寧	昭和53. 4. 6～昭和56. 4. 1	2.11	
木材部長	農林水産技官	筒本卓造	昭和56. 4. 1～昭和63.10. 1	7. 6	
土壌調査部長	農林技官	大政正隆	昭和26. 6. 1～昭和27. 3.31	10	兼務
土壌調査部長	農林技官	大政正隆	昭和27. 3.31～昭和27. 6.16	2	事務取扱
土壌調査部長	農林技官	石川健康	昭和27. 6.16～昭和28. 4. 1	9	兼務
土壌調査部長	農林技官	林行五	昭和28. 4. 1～昭和29. 3.31	1. 0	
土壌調査部長	農林技官	大政正隆	昭和29. 3.31～昭和29. 6. 1	2	事務取扱
土壌調査部長	農林技官	宮崎榊	昭和29. 6. 1～昭和37. 4. 1	7.10	
土壌調査部長	農林技官	橋本与良	昭和37. 4. 1～昭和37. 6.16	2	
土壌調査部長	農林技官	竹原秀雄	昭和37. 6.16～昭和42. 4. 1	4. 9	
土壌調査部長	農林技官	橋本与良	昭和42. 4. 1～昭和44. 4. 1	2. 0	
土じょう部長	農林技官	橋本与良	昭和44. 4. 1～昭和48. 4. 1	4. 0	
土じょう部長	農林技官	塘隆男	昭和48. 4. 1～昭和52. 4. 1	4. 0	
土じょう部長	農林水産技官	河田弘	昭和52. 4. 1～昭和57. 4. 1	5. 0	
土じょう部長	農林水産技官	吉本衛	昭和57. 4. 1～昭和59. 7.16	2. 3	
土壌部長	農林水産技官	原田洸	昭和59. 7.16～昭和63.10. 1	4. 2	
木材利用部長	農林水産技官	加納孟	昭和53. 4. 6～昭和53. 9.30	5	
木材利用部長	農林水産技官	山井良三郎	昭和53.10. 1～昭和57. 4. 8	3. 6	
木材利用部長	農林水産技官	雨宮昭二	昭和57. 4. 8～昭和62. 3.31	4.11	
木材利用部長	農林水産技官	松本庸夫	昭和62. 4. 1～昭和63.10. 1	1. 6	
木材利用部長	農林水産技官	中野達夫	昭和63.10. 1～平成 6.10. 1	6. 0	
木材利用部長	農林水産技官	小沼順一	平成 6.10. 1～平成 6.10.10		事務取扱
木材利用部長	農林水産技官	鷲見博史	平成 6.10.10～平成10. 3. 1	3. 4	
木材利用部長	農林水産技官	井上敞雄	平成10. 3. 1～平成10. 4. 1	1	事務取扱
木材利用部長	農林水産技官	金谷紀行	平成10. 4. 1～平成11. 4. 1	1. 0	
木材利用部長	農林水産技官	中井孝	平成11. 4. 1～平成13. 3.31	2. 0	

《支場長・支所長等》

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
札幌支場長	農林技官	原田　泰	昭和22. 4. 1～昭和24. 9.30	2. 6	
札幌支場長	農林技官	林　行五	昭和24. 9.30～昭和28. 4. 1	3. 6	
札幌支場長	農林技官	柳下鋼造	昭和28. 4. 1～昭和28. 9.30	6	
北海道支場長	農林技官	柳下鋼造	昭和28.10. 1～昭和31. 9.30	3. 0	
北海道支場長	農林技官	石川健康	昭和31.10. 1～昭和34. 4. 1	2. 6	
北海道支場長	農林技官	三井鼎三	昭和34. 4. 1～昭和37. 4. 1	3. 0	
北海道支場長	農林技官	小幡　進	昭和37. 4. 1～昭和42. 4. 6	5. 0	
北海道支場長	農林技官	松井善喜	昭和42. 4. 6～昭和43. 1. 1	8	
北海道支場長	農林技官	寺崎康正	昭和43. 1. 1～昭和46. 9.16	3. 8	
北海道支場長	農林技官	余語昌資	昭和46. 9.16～昭和48. 4. 1	1. 6	
北海道支場長	農林技官	柳沢聡雄	昭和48. 4. 1～昭和50. 4. 1	2. 0	
北海道支場長	農林技官	奈良英二	昭和50. 4. 1～昭和52. 4.15	2. 0	
北海道支場長	農林水産技官	吉本　衛	昭和52. 4.15～昭和57. 4. 1	5. 0	
北海道支場長	農林水産技官	原田　洸	昭和57. 4. 1～昭和59. 7.16	2. 3	
北海道支場長	農林水産技官	遠藤泰造	昭和59. 7.16～昭和63. 3.31	3. 8	
北海道支場長	農林水産技官	田口　豊	昭和63. 4. 1～昭和63. 9.30	6	
北海道支所長	農林水産技官	田口　豊	昭和63.10. 1～平成 2. 3.16	1. 5	
北海道支所長	農林水産技官	坂上幸雄	平成 2. 3.16～平成 5. 3. 1	2.11	
北海道支所長	農林水産技官	佐々木　紀	平成 5. 3. 1～平成 7. 3. 1	2. 0	
北海道支所長	農林水産技官	金谷紀行	平成 7. 3. 1～平成10. 4. 1	3. 1	
北海道支所長	農林水産技官	梁瀬秀雄	平成10. 4. 1～平成13. 3.31	3. 0	
北海道支所長		髙橋文敏	平成13. 4. 1～平成15. 3.31	2. 0	
北海道支所長		志水俊夫	平成15. 4. 1～		
育森支場長	農林技官	新谷哲夫	昭和22. 4. 1～昭和24. 9.30	2. 6	兼務
育森支場長	農林技官	川田正夫	昭和24. 9.30～昭和27. 3.31	2. 6	兼務
育森支場長	農林技官	西村太郎	昭和27. 3.31～昭和30. 8. 3	3. 4	兼務
育森支場長	農林技官	西村太郎	昭和30. 8. 3～昭和31. 7.16	11	
育森支場長	農林技官	村井三郎	昭和31. 7.16～昭和34. 7. 1	2.11	
秋田支場長	農林技官	松本政一	昭和22. 4. 1～昭和22. 4.30	1	兼務
秋田支場長	農林技官	相沢洲二	昭和22. 5. 1～昭和23. 7.15	1. 2	兼務
秋田支場長	農林技官	富樫兼治郎	昭和23. 7.16～昭和25. 8. 7	2. 0	兼務
秋田支場長	農林技官	島本貞哉	昭和25. 8. 7～昭和27. 8.15	2. 0	兼務
秋田支場長	農林技官	徳本孝彦	昭和27. 8.16～昭和29. 6.21	1.10	兼務
秋田支場長	農林技官	片山佐又	昭和29. 6.21～昭和31. 4.16	1. 9	兼務
秋田支場長	農林技官	長井英照	昭和31. 4.16～昭和32.10.15	1. 6	兼務
秋田支場長	農林技官	鯉淵　隆	昭和32.10.16～昭和34. 6.30	1. 8	兼務
東北支場長	農林技官	日野通美	昭和34. 7. 1～昭和38. 5.20	3.10	
東北支場長	農林技官	片山佐又	昭和38. 5.20～昭和41. 3.31	2.10	
東北支場長	農林技官	渡辺錄郎	昭和41. 4. 1～昭和43. 6.16	2. 2	
東北支場長	農林技官	梅原　博	昭和43. 6.16～昭和44. 2. 1	7	
東北支場長	農林技官	松下規矩	昭和44. 2. 1～昭和46. 9.15	2. 7	
東北支場長	農林技官	寺崎康正	昭和46. 9.16～昭和47. 4. 1	6	
東北支場長	農林技官	奈良英二	昭和47. 4. 1～昭和50. 4. 1	3. 0	
東北支場長	農林水産技官	中野　実	昭和50. 4. 1～昭和54. 9.30	4. 6	
東北支場長	農林水産技官	山谷孝一	昭和54.10. 1～昭和56. 4. 1	1. 6	
東北支場長	農林水産技官	伊藤　敞	昭和56. 4. 1～昭和59. 7. 1	3. 4	
東北支場長	農林水産技官	古川　忠	昭和59. 7. 1～昭和59. 7.16		事務代理
東北支場長	農林水産技官	早稲田　收	昭和59. 7.16～昭和63. 9.30	4. 2	

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
東北支所長	農林水産技官	早稲田　收	昭和63.10. 1～昭和63.12. 1	2	
東北支所長	農林水産技官	三　上　進	昭和63.12. 1～平成 2. 3.16	1. 3	
東北支所長	農林水産技官	真　宮　靖　治	平成 2. 3.16～平成 3. 8. 1	1. 4	
東北支所長	農林水産技官	佐々木　紀	平成 3. 8. 1～平成 5. 3. 1	1. 7	
東北支所長	農林水産技官	緒　方　健	平成 5. 3. 1～平成 7. 3. 1	2. 0	
東北支所長	農林水産技官	加　藤　宏　明	平成 7. 3. 1～平成10. 3. 1	3. 0	
東北支所長	農林水産技官	河　原　輝　彦	平成10. 3. 1～平成11. 3.31	1. 1	
東北支所長		堀　田　庸	平成11. 4. 1～平成13. 7. 6	2. 3	
東北支所長		浅　沼　晟　吾	平成13. 7. 6～平成16. 3.31	2. 8	
東北支所長		中　島　清	平成16. 4. 1～		
大阪支場長	農林技官	佐　伯　直　臣	昭和22. 4. 1～昭和22. 4.30	1	兼務
大阪支場長	農林技官	名　倉　清	昭和22. 5. 1～昭和23. 6.28	1. 0	兼務
大阪支場長	農林技官	北　沢　新　一	昭和23. 6.28～昭和23. 7.15		兼務
大阪支場長	農林技官	島　本　貞　哉	昭和23. 7.16～昭和25. 8. 6	2. 0	兼務
大阪支場長	農林技官	植　杉　哲　夫	昭和25. 8. 7～昭和27. 3.31	1. 7	兼務
大阪支場長	農林技官	佐　治　秀太郎	昭和27. 3.31～昭和27. 6.30	3	兼務
京都支場長	農林技官	佐　治　秀太郎	昭和27. 7. 1～昭和31. 7.16	4. 0	兼務
京都支場長	農林技官	西　村　太　郎	昭和31. 7.16～昭和34. 6.30	2. 9	
関西支場長	農林技官	西　村　太　郎	昭和34. 7. 1～昭和37. 4. 1	2. 9	
関西支場長	農林技官	徳　本　孝　彦	昭和37. 4. 1～昭和41. 6. 1	4. 2	
関西支場長	農林技官	江　畑　奈良男	昭和41. 6. 1～昭和44. 2. 1	2. 8	
関西支場長	農林技官	梅　原　博	昭和44. 2. 1～昭和47. 5.15	3. 3	
関西支場長	農林技官	黒　鳥　忠	昭和47. 5.15～昭和51. 4. 1	3.10	
関西支場長	農林水産技官	細　井　守	昭和51. 4. 1～昭和54.10. 1	3. 6	
関西支場長	農林水産技官	山　田　房　男	昭和54.10. 1～昭和56.11. 1	2. 1	
関西支場長	農林水産技官	遠　藤　泰　造	昭和56.11. 1～昭和59. 7.16	2. 8	
関西支場長	農林水産技官	横　田　俊　一	昭和59. 7.16～昭和60. 4. 1	8	
関西支場長	農林水産技官	小　林　富士雄	昭和60. 4. 1～昭和61.12. 1	1. 8	
関西支場長	農林水産技官	安　永　朝　海	昭和61.12. 1～昭和63. 9.30	1.10	
関西支所長	農林水産技官	有　光　一　登	昭和63.10. 1～平成 3. 3.16	2. 5	
関西支所長	農林水産技官	林　寛	平成 3. 3.16～平成 6.10. 1	3. 6	
関西支所長	農林水産技官	陶　山　正　憲	平成 6.10. 1～平成 9. 4. 1	2. 6	
関西支所長	農林水産技官	高　田　長　武	平成 9. 4. 1～平成12. 3.31	3. 0	
関西支所長		真　島　征　夫	平成12. 4. 1～平成14. 4. 1	2. 0	
関西支所長		金　子　繁	平成14. 4. 1～平成16. 3.31	2. 0	
関西支所長		河　室　公　康	平成16. 4. 1～		
高知支場長	農林技官	後　藤　克　人	昭和22.12. 1～昭和23. 7.15	7	兼務
高知支場長	農林技官	金　井　彰	昭和23. 7.16～昭和24. 9.29	1. 2	兼務
高知支場長	農林技官	佐　治　秀太郎	昭和24. 9.30～昭和27. 3.31	2. 6	兼務
高知支場長	農林技官	中　川　久美雄	昭和27. 3.31～昭和29. 6.21	2. 2	兼務
高知支場長	農林技官	長　井　英　照	昭和29. 6.21～昭和31. 4.16	1. 9	兼務
高知支場長	農林技官	片　山　佐　又	昭和31. 4.16～昭和34. 7. 1	3. 2	兼務
四国支場長	農林技官	渡　辺　録　郎	昭和34. 7. 1～昭和41. 4. 1	6. 9	
四国支場長	農林技官	福　田　秀　雄	昭和41. 4. 1～昭和43. 3.23	1.11	
四国支場長	農林技官	岩　川　盈　夫	昭和43. 3.23～昭和46. 9.16	3. 5	
四国支場長	農林技官	奈　良　英　二	昭和46. 9.16～昭和47. 4. 1	6	
四国支場長	農林技官	大　西　孝	昭和47. 4. 1～昭和48. 4. 1	1. 0	
四国支場長	農林水産技官	森　下　義　郎	昭和48. 4. 1～昭和55. 4. 1	7. 0	
四国支場長	農林水産技官	伊　藤　敞	昭和55. 4. 1～昭和56. 4. 1	1. 0	

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
四国支場長	農林水産技官	原田　洸	昭和56. 4. 1～昭和57. 4. 1	1. 0	
四国支場長	農林水産技官	辻　隆道	昭和57. 4. 1～昭和61. 3.31	4. 0	
四国支場長	農林水産技官	久保哲茂	昭和61. 4. 1～昭和63. 3.31	2. 0	
四国支場長	農林水産技官	脇　孝介	昭和63. 4. 1～昭和63.10. 1	6	
四国支所長	農林水産技官	佐々木　紀	昭和63.10. 1～平成 3. 8. 1	2.10	
四国支所長	農林水産技官	陶山正憲	平成 3. 8. 1～平成 6.10. 1	3. 2	
四国支所長	農林水産技官	髙田長武	平成 6.10. 1～平成 9. 4. 1	2. 6	
四国支所長	農林水産技官	髙橋文敏	平成 9. 4. 1～平成11. 3. 1	1.11	
四国支所長	農林水産技官	佐々朋幸	平成11. 3. 1～平成13. 3.31	2. 1	
四国支所長		垰田　宏	平成13. 4. 1～平成15. 4. 1	2. 0	
四国支所長		加藤　隆	平成15. 4. 1～		
熊本支場長	農林技官	柳下鋼造	昭和22.12. 1～昭和23. 7.16	7	兼務
熊本支場長	農林技官	簔輪満夫	昭和23. 7.16～昭和24. 9.29	1. 2	兼務
熊本支場長	農林技官	小幡　進	昭和24. 9.30～昭和27. 3.31	2. 6	兼務
熊本支場長	農林技官	片山佐又	昭和27. 3.31～昭和28.11. 1	1. 7	兼務
熊本支場長	農林技官	内藤信行	昭和28.11. 1～昭和31.12.16	3. 1	
熊本支場長	農林技官	三井鼎三	昭和31.12.16～昭和34. 4. 1	2. 3	
熊本支場長	農林技官	菊池　啓	昭和34. 4. 1～昭和34. 7. 1	3	兼務
九州支場長	農林技官	片山佐又	昭和34. 7. 1～昭和38. 5.20	3.10	
九州支場長	農林技官	甲斐原一郎	昭和38. 5.20～昭和44. 8.15	6. 2	
九州支場長	農林技官	塘　隆男	昭和44. 8.15～昭和48. 4. 1	3. 7	
九州支場長	農林水産技官	大西　孝	昭和48. 4. 1～昭和54.12. 1	6. 8	
九州支場長	農林水産技官	上田　実	昭和54.12. 1～昭和56.11. 1	1.11	
九州支場長	農林水産技官	横田俊一	昭和56.11. 1～昭和59. 7.16	2. 8	
九州支場長	農林水産技官	尾方信夫	昭和59. 7.16～昭和61. 3.31	1. 8	
九州支場長	農林水産技官	田口　豊	昭和61. 4. 1～昭和63. 4. 1	2. 0	
九州支場長	農林水産技官	橋本平一	昭和63. 4. 1～昭和63. 9.30	6	
九州支所長	農林水産技官	橋本平一	昭和63.10. 1～平成3. 3.16	2. 5	
九州支所長	農林水産技官	大貫仁人	平成 3. 3.16～平成 4.10. 1	1. 6	
九州支所長	農林水産技官	井上敞雄	平成 4.10. 1～平成 7. 3. 1	2. 5	
九州支所長	農林水産技官	髙橋邦秀	平成 7. 3. 1～平成 8. 4. 1	1. 1	
九州支所長	農林水産技官	今村浩人	平成 8. 4. 1～平成10. 3. 1	1.11	
九州支所長	農林水産技官	鷲見博史	平成10. 3. 1～平成12. 3.31	2. 1	
九州支所長		福田章史	平成12. 4. 1～平成15. 3.31	3. 0	
九州支所長		吉田成章	平成15. 4. 1～		
浅川分室主任	農林技官	今関六也	昭和25. 5.31～昭和30.10.16	5. 4	兼務
浅川分室主任	農林技官	恩田芳彦	昭和30.10.16～昭和31. 2.23	4	兼務
浅川分室主任	農林技官	奥　益美	昭和31. 2.23～昭和31. 7.16	4	兼務
浅川分室主任	農林技官	佐治秀太郎	昭和31. 7.16～昭和32. 7.10	11	兼務
浅川実験林主任	農林技官	林　弥栄	昭和32. 7.10～昭和42. 6. 1	9.10	
浅川実験林長	農林技官	林　弥栄	昭和42. 6. 1～昭和44. 4. 1	1.10	
浅川実験林長	農林技官	奥山　晋	昭和44. 4. 1～昭和44. 7. 1	3	兼務
浅川実験林長	農林技官	小山良之介	昭和44. 7. 1～昭和44.11.27	4	
浅川実験林長	農林技官	奥山　晋	昭和44.11.27～昭和47. 4. 1	2. 4	
浅川実験林長	農林技官	植村誠次	昭和47. 4. 1～昭和51. 4. 1	4. 0	
浅川実験林長	農林水産技官	黒鳥　忠	昭和51. 4. 1～昭和54. 3. 1	2.11	
浅川実験林長	農林水産技官	山谷孝一	昭和54. 3. 1～昭和54.10. 1	7	
浅川実験林長	農林水産技官	細井　守	昭和54.10. 1～昭和57. 8. 1	2.10	
浅川実験林長	農林水産技官	加藤亮助	昭和57. 8. 1～昭和61. 3.31	3. 8	

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
浅川実験林長	農林水産技官	石戸忠五郎	昭和61. 4. 1～昭和63. 9. 30	2. 6	
多摩森林科学園長	農林水産技官	石戸忠五郎	昭和63. 10. 1～平成 6. 3. 1	5. 5	
多摩森林科学園長	農林水産技官	廣居忠量	平成 6. 3. 1～平成 8. 10. 1	2. 7	
多摩森林科学園長	農林水産技官	大角泰夫	平成 8. 10. 1～平成11. 3. 1	2. 5	
多摩森林科学園長	農林水産技官	田畑勝洋	平成11. 3. 1～平成13. 3. 31	2. 1	
多摩森林科学園長		三輪雄四郎	平成13. 4. 1～平成17. 3. 31	4. 0	
多摩森林科学園長		藤井智之	平成17. 4. 1～		
好摩試験地主任	林業試験場技師	吉田重助	昭和13. 1. 1～昭和15. 4. 22	2. 3	
好摩試験地主任	林業試験場技師	神保宰雄	昭和15. 5. 15～昭和16. 9. 2	1. 3	
好摩試験地主任	林業試験場技師	高橋憲三	昭和16. 9. 3～昭和21. 5. 24	4. 8	
好摩試験地主任	農林技官	宮崎榊	昭和21. 5. 25～昭和22. 3. 31	10	
好摩分場長	農林技官	宮崎榊	昭和22. 4. 1～昭和29. 6. 1	7. 2	
好摩分場長	農林技官	吉田藤一郎	昭和29. 6. 1～昭和34. 6. 30	5. 1	
釜淵試験地主任	林業試験場技手	斎藤美鶯	昭和11. 2. 15～昭和15. 6. 7	4. 3	
釜淵試験地主任	林業試験場技手	黒田一郎	昭和15. 6. 11～昭和16. 7. 17	1. 1	
釜淵試験地主任	林業試験場技手	天野一郎	昭和16. 7. 17～昭和18. 11. 30	2. 4	事務取扱
釜淵試験地主任	林業試験場技手	片岡哲蔵	昭和18. 12. 1～昭和19. 5. 28	5	
釜淵試験地主任	林業試験場技師	斎藤美鶯	昭和19. 5. 29～昭和19. 10. 25	4	
釜淵試験地主任	林業試験場技手	片岡哲蔵	昭和19. 10. 26～昭和20. 9. 11	10	
釜淵試験地主任	林業試験場技師	斎藤美鶯	昭和20. 9. 12～昭和21. 10. 15	1. 1	
釜淵試験地主任	林業試験場技師	斎藤美鶯	昭和21. 10. 15～昭和22. 1. 27	3	兼務
釜淵試験地主任	農林技官	川崎修吾	昭和22. 1. 28～昭和22. 3. 31	2	
釜淵分場長	農林技官	川崎修吾	昭和22. 4. 1～昭和23. 3. 9	11	
釜淵分場長	農林技官	四手井綱英	昭和23. 3. 10～昭和27. 8. 31	4. 5	
釜淵分場長	農林技官	伊藤一雄	昭和27. 9. 1～昭和32. 4. 15	4. 7	
釜淵分場長	農林技官	野原勇太	昭和32. 4. 16～昭和34. 6. 30	2. 2	
山形分場長	農林技官	野原勇太	昭和34. 7. 1～昭和37. 8. 31	3. 2	
山形分場長	農林技官	丸山岩三	昭和37. 8. 31～昭和40. 6. 16	2. 9	
山形分場長	農林技官	高橋喜平	昭和40. 6. 16～昭和46. 4. 1	5. 9	
山形分場長	農林技官	石川政幸	昭和46. 4. 1～昭和47. 9. 1	1. 5	
山形分場長	農林技官	小島忠三郎	昭和47. 9. 1～昭和53. 4. 6	5. 7	
高島試験地主任	林業試験場技手	武田繁後	昭和13. 1. 1～昭和15. 3. 31	2. 3	
高島試験地主任	林業試験場技師	吉田重助	昭和15. 4. 1～昭和16. 6. 20	1. 2	
高島試験地主任	林業試験場技手	山本勝市	昭和16. 6. 21～昭和19. 12. 15	3. 5	
高島試験地主任	林業試験場技師	倉田益二郎	昭和19. 12. 16～昭和22. 3. 31	2. 3	
高島分場長	農林技官	倉田益二郎	昭和22. 4. 1～昭和25. 10. 31	3. 7	
高島分場長	農林技官	井上桂	昭和25. 10. 31～昭和28. 6. 1	2. 7	
高島分場長	農林技官	萩原隆文	昭和28. 6. 1～昭和31. 4. 16	2. 10	
高島分場長	農林技官	白井純郎	昭和31. 4. 16～昭和33. 7. 1	2. 2	
高島分場長	農林技官	玉木廉士	昭和33. 7. 1～昭和34. 6. 30	1. 0	
岡山分場長	農林技官	玉木廉士	昭和34. 7. 1～昭和37. 3. 31	2. 9	
岡山分場長	農林技官	徳本孝彦	昭和37. 4. 1～昭和37. 4. 16		
岡山分場長	農林技官	福田秀雄	昭和37. 4. 16～昭和41. 4. 1	3. 11	
田野分場長	農林技官	吉筋正二	昭和22. 12. 1～昭和25. 11. 30	3. 0	
田野分場長	農林技官	橋本与良	昭和25. 11. 30～昭和26. 7. 19	7	
宮崎分場長	農林技官	橋本与良	昭和26. 7. 20～昭和27. 9. 10	1. 1	
宮崎分場長	農林技官	外山三郎	昭和27. 9. 10～昭和33. 4. 1	5. 6	
宮崎分場長	農林技官	松尾安次	昭和33. 4. 1～昭和36. 9. 30	3. 6	
宮崎分場長	農林技官	木下貞次	昭和36. 10. 1～昭和42. 6. 1	5. 8	

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
木曽分場長	農林技官	渡辺録郎	昭和29.11. 1～昭和34. 7. 1	4. 8	
木曽分場長	農林技官	梅原博	昭和34. 7. 1～昭和43. 6.16	8.11	
木曽分場長	農林技官	髙樋勇	昭和43. 6.16～昭和46. 4. 1	2. 9	
木曽分場長	農林技官	滑川良一	昭和46. 4. 1～昭和51. 3. 1	4.11	
木曽分場長	農林技官	横田英雄	昭和51. 3. 1～昭和52. 6.15	1. 3	
木曽分場長	農林技官	下野園正	昭和52. 6.15～昭和61. 3.31	8. 9	
木曽分場長	農林技官	佐々木紀	昭和61. 4. 1～昭和63. 9.30	2. 6	

《帝室林野局、道庁関係》

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
帝室林野局林業試験場長	帝室林野局技師	和田国次郎	大正10. 2.16～大正13. 4. 9	3. 1	兼任
帝室林野局林業試験場長	帝室林野局技師	佐々木和策	大正13. 4. 9～大正14.12.19	1. 8	兼任
帝室林野局林業試験場長	帝室林野局技師	中村賢一郎	大正14.12.19～昭和 3.12.21	3. 0	心得
帝室林野局林業試験場長	帝室林野局技師	中村賢一郎	昭和 3.12.21～昭和15. 1. 1	11. 0	
帝室林野局東京林業試験場長	帝室林野局技師	中村賢一郎	昭和15. 1. 1～昭和16.11.28	1.10	
帝室林野局東京林業試験場長	帝室林野局技師	長谷川孝三	昭和16.11.28～昭和22. 4. 1	5. 4	
林業試験場浅川支場	農林技官	長谷川孝三	昭和22. 4. 1～昭和23. 8.13	1. 4	
林業試験場浅川支場	農林技官	長谷川孝三	昭和23. 8.13～昭和24. 5.31	9	兼務
林業試験場浅川支場	農林技官	長谷川孝三	昭和24. 5.31～昭和25. 3.31	10	
北海道庁林業試験場長	北海道庁技師	斎藤音作	明治41		
北海道庁林業試験場長	北海道庁技師	保科宮城	明治42		
北海道庁林業試験場長	北海道庁技師	有田正盛	明治43		
北海道庁林業試験場長	北大教授兼北海道庁技師	新島善直	明治45		
北海道林業試験場長	北大教授兼北海道庁技師	新島善直	昭和 8. 1. 1		
北海道林業試験場長	北海道庁技師	石原供三	昭和 9.		
北海道林業試験場長	北海道庁技師	服部正相	昭和15.　～昭和21. 3.31		
北海道林業試験場長	北海道庁技師	広田実	昭和21. 4. 1～昭和22. 3.31	1. 0	
帝室林野局北海道林業試験場長	帝室林野局技師	原田泰	昭和15. 1. 1～昭和22. 3.31	7. 3	*

＊本項は昭和22年林政統一以前の帝室林野局と北海道庁の人事と浅川支場当時の人事を掲記した。

《管理官・監査官・監査室長》

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
管理官	農林水産事務官	作宮啓	昭和59. 4.12～昭和61. 4. 1	1.11	
管理官	農林水産事務官	富岡芳男	昭和61. 4. 1～昭和63. 4. 1	2. 0	
管理官	農林水産事務官	山崎勝夫	昭和63. 4. 1～平成 2. 4. 1	2. 0	
管理官	農林水産事務官	酒谷正憲	平成 2. 4. 1～平成 5. 4. 1	3. 0	
管理官	農林水産事務官	妹尾博文	平成 5. 4. 1～平成 6. 8. 1	1. 4	
管理官	農林水産事務官	吉田英夫	平成 6. 8. 1～平成 9.10. 1	3. 2	
管理官	農林水産事務官	加藤秀春	平成 9.10. 1～平成11.12. 1	2. 2	
管理官	農林水産事務官	夏井幸一	平成11.12. 1～平成13. 3.31	1. 4	
管理官		土肥史朗	平成13. 4. 1～平成16. 4. 1	3. 0	
管理官		嶺野一義	平成16. 4. 1～		
監査官	農林水産事務官	菅利雄	昭和55. 4. 7～昭和57. 4. 1	2. 0	
監査官	農林水産事務官	貝守重視	昭和57. 4. 1～昭和58. 4. 1	1. 0	
監査官	農林水産事務官	景山哲誠	昭和58. 4. 1～昭和59. 4. 1	1. 0	
監査官	農林水産事務官	富岡芳男	昭和59. 4. 1～昭和61. 4. 1	2. 0	
監査官	農林水産事務官	近勇次	昭和61. 4. 1～平成 2. 3.16	3.11	

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
監査官	農林水産事務官	斎藤眞寿夫	平成 2. 4. 1～平成 5. 3.31	3. 0	
監査官	農林水産事務官	古澤拓雄	平成 5. 4. 1～平成 6. 8. 1	1. 4	
監査官	農林水産事務官	加藤秀春	平成 6. 8. 1～平成 9.10. 1	3. 2	
監査官	農林水産事務官	中野鷹介	平成 9.10. 1～平成13.3.31	3. 6	
監査室長		篠井徳男	平成13. 4. 1～平成16. 4. 1	3. 0	
監査室長		後藤愼太郎	平成16. 4. 1～平成17. 4. 1	1. 0	
監査室長		藤澤通隆	平成17. 4. 1～		

《各課長》

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間(年・月)	適　要
人事課長	農林事務官	町田通太郎	昭和26. 6. 1～昭和26. 7.16	1	
人事課長	農林事務官	菊地季雄	昭和26. 7.16～昭和35. 7.16	9. 0	
人事課長	農林事務官	美濃口操	昭和35. 7.16～昭和42. 4. 1	6. 8	
人事課長	農林事務官	原長吉	昭和42. 4. 1～昭和43. 3.31	1. 0	
人事課長	農林事務官	鈴木重次	昭和43. 4. 1～昭和47. 7.31	4. 4	
人事課長	農林水産事務官	平兮五男	昭和47. 8. 1～昭和57. 4. 1	9. 8	
人事課長	農林水産事務官	菅利雄	昭和57. 4. 1～昭和62. 4. 1	5. 0	
人事課長	農林水産事務官	貝守重視	昭和62. 4. 1～平成 2. 4. 1	3. 0	
人事課長	農林水産事務官	山崎安久	平成 2. 4. 1～平成 6. 8. 1	4. 4	
人事課長	農林水産事務官	酒谷正憲	平成 6. 8. 1～平成 8. 4. 1	1. 8	
人事課長	農林水産事務官	北田徹	平成 8. 4. 1～平成11. 1. 1	2. 9	
人事課長	農林水産事務官	吉田英夫	平成11. 1. 1～平成13. 3.31	2. 3	
総務課長		加藤秀春	平成13. 4. 1～平成17. 3.31	4. 0	
総務課長		土肥史朗	平成17. 4. 1～		
庶務課長	農林事務官	三浦末廣	昭和22. 1.31～昭和24. 2.22	2. 0	
庶務課長	農林事務官	町田通太郎	昭和24. 2.22～昭和26. 6. 1	2. 3	
庶務課長	農林事務官	江原貞男	昭和26. 6. 1～昭和29. 1.31	2. 8	
庶務課長	農林事務官	藤田信夫	昭和29. 1.31～昭和33. 7. 1	4. 5	
庶務課長	農林事務官	鈴木仙三郎	昭和33. 7. 1～昭和42. 4. 1	8. 9	
庶務課長	農林事務官	有働政廣	昭和42. 4. 1～昭和50. 8.31	8. 5	
庶務課長	農林事務官	小林政吉	昭和50. 9. 1～昭和53. 4. 1	2. 7	
庶務課長	農林水産事務官	今井勉	昭和53. 4. 1～昭和55. 9. 1	2. 5	
庶務課長	農林水産技官	征矢隆	昭和55. 9. 1～昭和57. 4. 1	1. 7	
庶務課長	農林水産事務官	原口猛	昭和57. 4. 1～昭和59. 2. 1	1.10	
庶務課長	農林水産事務官	金丸隆夫	昭和59. 2. 1～昭和60. 7.16	1. 5	
庶務課長	農林水産事務官	伏見一明	昭和60. 7.16～昭和60. 8. 1		事務取扱
庶務課長	農林水産事務官	吉田敏	昭和60. 8. 1～昭和62. 3. 1	1. 7	
庶務課長	農林水産事務官	蒲沼満	昭和62. 3. 1～昭和62. 4. 1	1	事務取扱
庶務課長	農林水産事務官	徳光脩	昭和62. 4. 1～平成元. 8. 1	2. 4	
庶務課長	農林水産事務官	髙橋秀雄	平成元. 8. 1～平成 4. 4. 1	2. 8	
庶務課長	農林水産事務官	北田徹	平成 4. 4. 1～平成 6. 4. 1	2. 0	
庶務課長	農林水産事務官	米望孝男	平成 6. 4. 1～平成 8. 4. 1	2. 0	
庶務課長	農林水産事務官	西野忠廣	平成 8. 4. 1～平成10. 6. 1	2. 2	
庶務課長	農林水産事務官	實川義人	平成10. 6. 1～平成11.10. 1	1. 4	
庶務課長	農林水産事務官	後藤一郎	平成11.10. 1～平成13. 3.31	1. 6	
職員課長		夏井幸一	平成13. 4. 1～平成17. 3.31	4. 0	
職員課長		神田正	平成17. 4. 1～		
会計課長	農林事務官	岡崎功	昭和22. 1.31～昭和23.11.19	1. 9	

職　名	官　名	氏　名	在職年月日	在職期間（年・月）	適　要
会計課長	農林事務官	飯島　浩	昭和23.11.19～昭和25. 3.31	1. 4	
会計課長	農林事務官	遠山重明	昭和25. 3.31～昭和30. 3. 1	4.11	
会計課長	農林事務官	恩田芳彦	昭和30. 3. 1～昭和30. 4. 1	1	事務取扱
会計課長	農林事務官	門馬　孝	昭和30. 4. 1～昭和34. 4. 1	4. 0	
会計課長	農林事務官	原　長吉	昭和34. 4. 1～昭和41. 4. 1	7. 0	
会計課長	農林事務官	鈴木重次	昭和41. 4. 1～昭和43. 4. 1	2. 0	
会計課長	農林事務官	平兮五男	昭和43. 4. 1～昭和47. 8. 1	4. 4	
会計課長	農林水産事務官	後藤宏安	昭和47. 8. 1～昭和58. 4. 1	10. 8	
会計課長	農林水産事務官	貝守重視	昭和58. 4. 1～昭和62. 4. 1	4. 0	
会計課長	農林水産事務官	椎橋　勝	昭和62. 4. 1～平成 2. 4. 1	3. 0	
会計課長	農林水産事務官	山崎勝夫	平成 2. 4. 1～平成 3.11. 1	1. 7	
会計課長	農林水産事務官	兼松功次	平成 3.11. 1～平成 3.12. 1	1	事務取扱
会計課長	農林水産事務官	三國　昇	平成 3.12. 1～平成 5. 4. 1	1. 4	
会計課長	農林水産事務官	酒谷正憲	平成 5. 4. 1～平成 6. 8. 1	1. 4	
会計課長	農林水産事務官	妹尾博文	平成 6. 8. 1～平成 9.10. 1	3. 2	
会計課長	農林水産事務官	吉田英夫	平成 9.10. 1～平成11. 1. 1	1. 3	
会計課長	農林水産事務官	中間敏昭	平成11. 1. 1～平成13. 3.31	2. 3	
経理課長		中間敏昭	平成13. 4. 1～平成13.12. 1	8	
経理課長		神田　正	平成13.12. 1～平成17. 4. 1	3. 4	
経理課長		後藤愼太郎	平成17. 4. 1～		
用度課長	農林事務官	三浦末廣	昭和22. 1.31～昭和22. 6.14	4	兼務
用度課長	農林事務官	出田隆秀	昭和22. 6.14～昭和23.10.30	1. 4	
用度課長	農林事務官	橋本満興	昭和23.12.28～昭和24.10. 9	9	
用度課長	農林事務官	江原貞男	昭和25. 3.31～昭和26. 6. 1	1. 2	改組
用度課長	農林事務官	原　長吉	昭和41. 4. 1～昭和42. 4. 1	1. 0	新設
用度課長	農林事務官	鈴木仙三郎	昭和42. 4. 1～昭和45. 1.16	2. 9	
用度課長	農林事務官	藤川秀夫	昭和45. 1.16～昭和45. 2.16	1	事務取扱
用度課長	農林事務官	宮内喜久二	昭和45. 2.16～昭和51. 6. 1	6. 4	
用度課長	農林水産事務官	須野田　一	昭和51. 6. 1～昭和58. 8. 1	7. 2	
用度課長	農林水産事務官	椎橋　勝	昭和58. 8. 1～昭和62. 4. 1	3. 8	
用度課長	農林水産事務官	山崎安久	昭和62. 4. 1～平成 2. 4. 1	3. 0	
用度課長	農林水産事務官	三國　昇	平成 2. 4. 1～平成 3.12. 1	1. 8	
用度課長	農林水産事務官	上野武敏	平成 3.12. 1～平成 6. 2.28	2. 3	
用度課長	農林水産事務官	矢崎潤一	平成 6. 2.28～平成 6. 4. 1	1	事務取扱
用度課長	農林水産事務官	西野忠廣	平成 6. 4. 1～平成 8. 4. 1	2. 0	
用度課長	農林水産事務官	篠井徳男	平成 8. 4. 1～平成13. 3.31	5. 0	
用度課長		後藤一郎	平成13. 4. 1～平成14. 4. 1	1. 0	
用度課長		吉田　博	平成14. 4. 1～平成16.12. 1	2. 8	
用度課長		周藤　貞	平成16.12. 1～平成17. 1. 1	1	事務取扱
用度課長		堀　孝司	平成17. 1. 1～		
施設管理課長	農林水産技官	引地重一	昭和53. 4. 6～昭和61. 3. 1	7.10	
施設管理課長	農林水産技官	斎藤哲爾	昭和61. 3. 1～昭和63.10. 1	2. 7	
施設管理課長	農林水産技官	和出喜重	昭和63.10. 1～平成 5. 4. 1	4. 6	
施設管理課長	農林水産技官	森木敏夫	平成 5. 4. 1～平成 8. 3. 1	2.11	
施設管理課長	農林水産事務官	村岡哲而	平成 8. 3. 1～平成 8. 4. 1	1	事務取扱
施設管理課長	農林水産事務官	後藤愼太郎	平成 8. 4. 1～平成13. 3.31	5. 0	
管財課長		後藤愼太郎	平成13. 4. 1～平成16. 4. 1	3. 0	
管財課長		中野鷹介	平成16. 4. 1～		

編集後記

2003（平成15）年５月に編集委員会を立ち上げてから、２年弱の時を経て、2005（平成17）年３月にようやく大方の原稿を集めることができた。電子情報の発達は旧来の編集の在り方を大幅に変えたのが、驚きであった。多くの指示や原稿のやりとりが電子メールで迅速かつ大量に行われた。刊行について、現職は勿論、多くの先輩方のご意見をいただき、また、ご指導をたまわって発行にこぎ着けられたことに深く感謝する。

編集委員会の構成は下記のとおりであり、総務課、企画科、研究情報科にはそれぞれの立場から、事務局を担っていただいた。

委員長　桜井尚武（理事）	
委　員（生物多様性・森林被害研究担当）	三浦　慎悟、福山　研二
委　員（国土保全・水資源研究担当）	真島　征夫、加藤　正樹
委　員（総合発揮・地球環境研究担当）	佐々　朋幸、佐藤　　明
委　員（林業経営・政策研究担当）	垰田　　宏
委　員（循環利用研究担当）	海老原　徹、山本　幸一
委　員（木質資源利用研究担当）	久田　卓興、藤原　勝敏
委　員（生物機能研究担当）	田崎　　清
委　員（海外研究担当）	沢田　治雄
委　員（上席研究官）	松浦　邦昭、鈴木　晧史、香川　隆英、 斉藤　昌宏、三森　利昭、今冨　裕樹、 藤間　　剛
委　員（企画科長）	藤井　智之、大河内　勇
委　員（研究情報科長）	中村　松三、杉村　　乾 （渡邉　　毅、高橋　健二）
委　員（総務課長）	加藤　秀春、土肥　史朗 （磯村　雅通、中田　賢二、佐々木秀喜）

また、百年誌の具体的構想を練るために、委員長の下に作業部会を置いて、実質的な企画と提案をしていただいた。作業部会員は以下のとおりである。
千葉幸弘（物質生産研究室長）、竹内美次（水土保全研究領域長）、大原誠資（樹木化学研究領域長）、林　知行（材料接合研究室長）、鶴　助治（林業経営・政策研究領域長）、松本陽介（海外研究領域長）

長い歴史の過程では、多くの研究が行われ、さまざまな出来事があった。そして、古い出来事の多くの記憶や伝承がハッキリしなくなっていることが、改めて明らかになった。「森林総合研究所のあゆみ」は既に「六十年のあゆみ」から10年ごとに、「九十年のあゆみ」までを刊行している。そこで、本冊子では、記録のない最近10年間の事象の記述を中心として、成果の得られている100年間の主要成果等を記載することとした。このようなわけ

で古い事項については充分のものとはできなかった。

本書の執筆は、100年の沿革を始めとして先輩にも多くの部分に記述をいただいた。研究分野は関係編集委員、支所長、領域長に核になっていただき、多くの方々にご執筆をいただいた。さらに、事務局の方々には巻末資料の作成にご尽力いただいた。今回も最後まで編集が遅れて、書きぶりの調整や推敲が充分にできず、読みにくい点が残ってしまったことをお詫びする次第である。

本書に採り入れた写真は、既刊の「あゆみ」のものを多用したが、これは、本冊子単独で、100年のアラマシを理解して貰うことを想定したもので、既刊書との重複を避けなかった。とはいえ、記述のほとんどは書き下ろしであり、執筆者には随分無理を強いた。前述した方々に加えて、さらに多くの皆様の多大なご尽力のおかげで本冊子が完成したことを書き添えて、関係者のご協力に改めてお礼申し上げる。　　(桜井尚武)

ISBN4-902606-05-4

平成17年10月14日　印刷
平成17年11月１日　発行

森林総合研究所百年のあゆみ

編集・発行　独立行政法人　森林総合研究所
〒305-8687　茨城県つくば市松の里１
電話029-873-3211
http://www.ffpri.affrc.go.jp/index.html

印刷　株式会社カシヨ
〒169-0075　東京都新宿区高田馬場1-24-8
電話03-3200-4764

「森林総合研究所百年のあゆみ」正誤表

頁	項　　目		正	誤
巻頭写真	皇室の当所への行幸啓のご様子	左2枚目キャプション	2002(平成14)年10月桂宮殿下本所へ	2002(平成14)年10月桂宮殿下妃殿下本所へ
巻頭言	森林総合研究所100周年にあたって	下から17行目中段	檄を飛ばす	激を飛ばす
97	右段	12行目後段	明らかにされて	明らかされて
111	表-1	凡例削除	削除	**比引裂き強さ:引裂き強さ(gf)／試験紙の坪量(g/㎡)
111	図-1	図中の凡例	72℃、55℃、55℃、72℃	72C、55C、55C、72C
111	右段	10行目後段	亜硝酸ナトリウムを希硫酸に	亜硝酸ナトリウムが希硫酸に
113	左段	2行目前段	実験より、	実験よりも、
114	図-9	図中の説明文③	容易に接近できないほど	容易に近できないほど
118～119	図-7～図-9	凡例挿入	S:ストランド、P:パーティクル	挿入
160	右段	9行目中段	構築が求められている	構築が求めれている
184	右段	7行目後段	木場作	木場策
207	右段	8行目後段	小径木	小経木
217	左段	2行目前段	材積表調製	材積表調整
223	右段	17行目(　)内	k、k1、k2:定数、h:樹高、d:直径	k、k1、k2は定数
227	左段	1行目後段	林地改変	林地改編
262	左段	下から4行目中段	佐々木惠彦	佐々木恵彦
264	右段	下から4行目前段	リグノセルロース資源の大規模な	リグノセルロース資源を大規模に
265	右段	下から13行目中段	CSS	CCS
265	右段	下から11行目中段	BSS	BBS
267	右段	15行目後段	バイオミメティック	バイオミメテイク