

林業試験場八十年のあゆみ

農林水産省林業試験場

林業試験場八十年のあゆみ

昭和60年 9 月

農林水産省林業試験場



上空から見た林業試験場全景



林業試験場本館全景



図書館
図書閲覧室



東北支場
雪害特殊実験棟



第1樹木園
林業試験場構内
樹木園

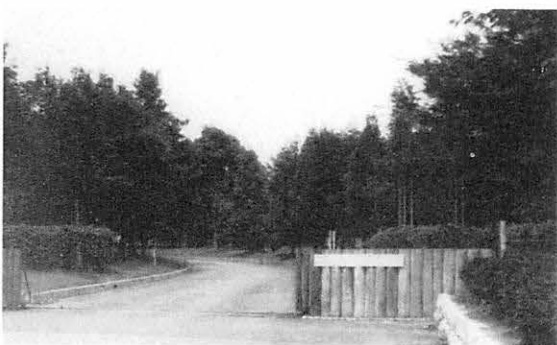


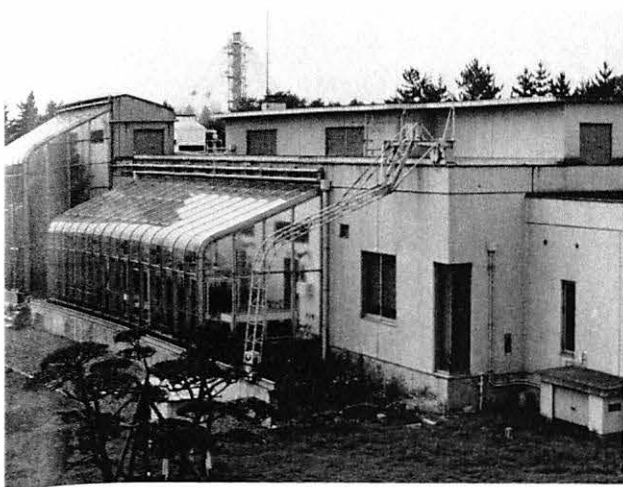
東北支場
森林防疫実験棟

第2樹木園
農林団中央付近
にある樹木園



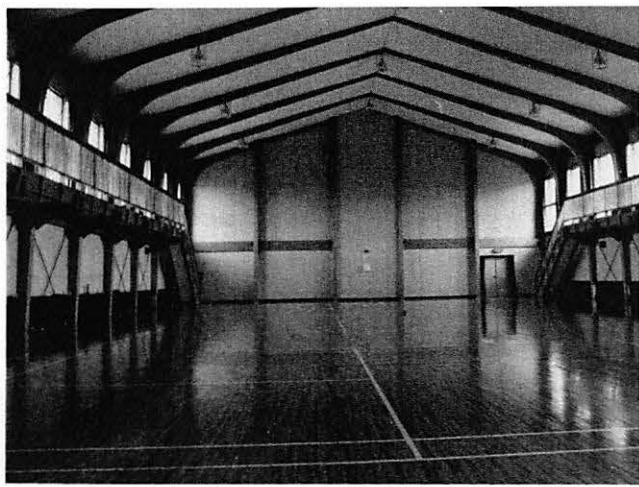
東北支場
山形試験地
共同実験室





人工気象室

各種の気象条件を再現し、林木の生理・生態の研究などのための施設



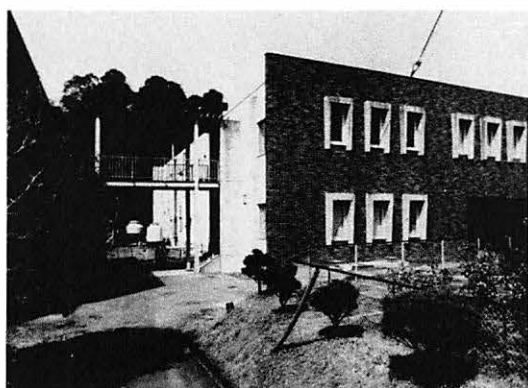
体育館

アーチ・柱・梁はエゾマツ集成材、床・手すりはカバ集成材使用による建物



関西支場庁舎

九州支場
共同特殊実験棟



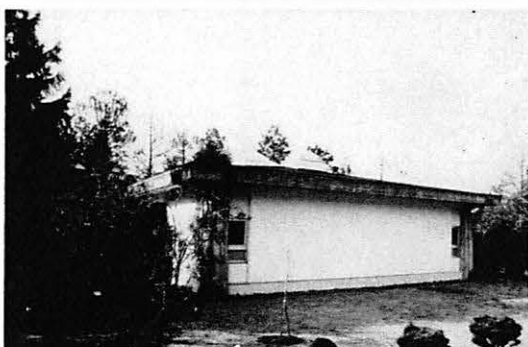
関西支場 鳥獣実験室

九州支場
防災実験棟



関西支場 治山実験室

九州支場標本館





第15代 松井光瑤

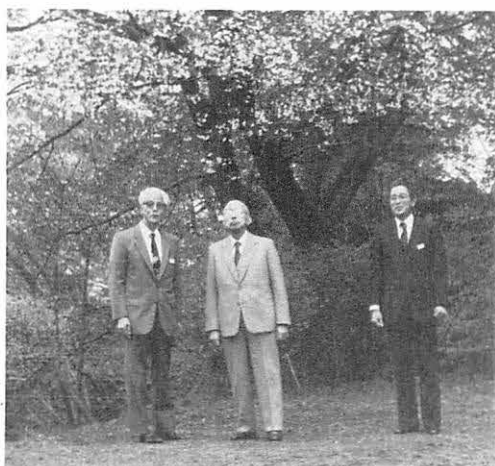


第16代 土井恭次



場長 難波宣士

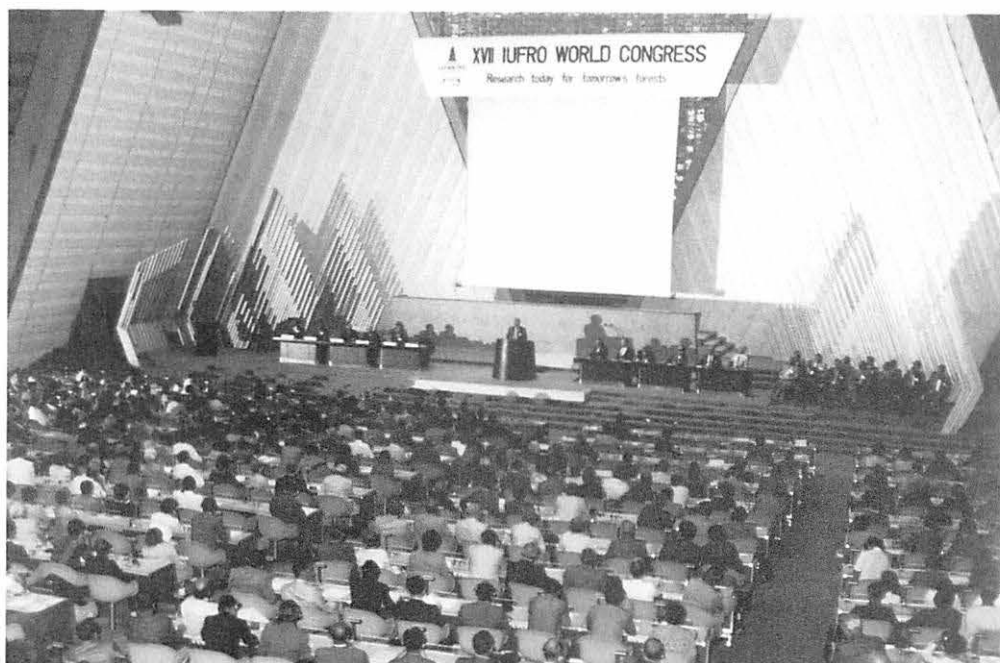
前誌（70年のあゆみ）以降における場長



天皇陛下
浅川実験林ご視察（昭和60年4月16日）



皇太子殿下
本場ご視察（昭和59年11月13日）



京都国際会議場で開催された
第17回 ユフロ世界大会
（昭和56年9月6日から
日間71か国1540名が参加）

“林業試験場 80 年の歩み”によせて

農林水産省林野庁林業試験場は、その前身である農商務省山林局の目黒試験苗圃が、明治38年(1905) 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いる。その年から数えて本年度で80年が経過したこととなる。

この目黒試験苗圃の母胎となったのは内務省主管の西ヶ原樹木試験場であり、その設立は明治11年(1878)であることを考えると、見方によっては当場の歴史は107年ということとなり、1世紀をこえたということもできる。明治26年に設立された農業技術研究所が数年前に改組された現在、農林水産省傘下では最も古い研究機関となっている。

この長い歴史の道のりは、決して平坦なものであったわけではない。数多くの先輩諸兄の努力や、関係各位のご協力によって、さまざまな制約や障害をのりこえながら、研究運営・組織等の面で幾多の変遷をしてきた。

発足当初からしばらくは、大々的に開始された国有林野特別経営事業に資するための造林試験、あるいは、ドイツ林学のわが国への導入、さらには、局地的であったいくつかの有名林業地における人工造林技術の解析などが進められた。その後、明治末期から大正年代にかけては、明治42年の大水害を契機とする森林測候所での諸業務、森林生態学を基調としての森林植生調査などが組織的に開始されている。昭和となってからは、初期の経済恐慌における特用樹木栽培に係る研究や、わが国固有の樹種の物理的・化学的特性の解明、さらには、ブナを主軸とする広葉樹の利用と木炭製造技術、間伐材等小径木の利用等の研究にも力が注がれるようになったが、第2次世界大戦の期間ならびにその前後を含めた約10年間は、社会的にも経済的にも苦難な時代であって、効率的な研究の遂行はかなり困難な状態が続いた。

戦後の昭和22年(1947)に、いわゆる林政統一によって林業に関する国立の試験研究機構が一元化され、それまでの山林局の林業試験場(明治43年に改称)に、帝室林野局ならびに北海道庁の所管であった林業試験場とともに青森・秋田・大阪・高知・熊本の5営林局の試験調査部門が合併されて、現在の林業試験場とほぼ同じ体制がつくられることとなった。

戦後の混乱期がおさまるにつれ、当场も本支場体制の下で、空白の時代をとりもどすべくいろいろの分野で着々と本格的な研究が開始されるようになってきた。

戦後の復興に寄与するための森林生産力の増大、戦時中の森林の荒廃に起因する山地災害の防止、木材を有効に利用していくための加工技術の向上等を目標に、戦時中にかかなり差がついて進歩していた欧米の統計学、実験生態学、生化学、生物物理学等の知見をとり入れて研究活動が進められた。林業以外の分野においても、「欧米に追いつけ追い越せ」の言葉が盛んに使われた時代

がしばらく続いたわけである。当場の組織や施設も着々と整備されてきた。

このスローガンのもと、この時代の国民的な努力によって、わが国の経済は奇蹟と思えるほど急速に立直り、昭和43年からのGNPは世界第2位の地位を保つようになった。昭和30年代のなかばから10年余は正に高度経済成長の時代であった。各種の森林作業は大きく機械化されるとともに、木材加工技術の進展などによって、わが国経済の発展ならびに国民生活水準の向上に林業も大きく貢献した。また、将来の木材需要の増大に備え、わが国森林の天然林ないし天然生林は非常な勢いで針葉樹の人工造林地に転換されていったのである。

しかし、経済の発展につれ工業化が日本の津々浦々にゆきわたり、また、土地の高度利用が進むにしたがい。一次産業の立場が弱くなってきたが、一方では環境問題が大きくクローズアップされるようになってきた。また、昭和48年の第1次石油ショックは、資源問題について再認識する必要性も喚起させることとなった。

このような世情の動きは、当然、林業の動向に大きな影響を与えたが、それに密接に関連する林業研究の方向も無縁であり得る筈はない。昭和50年までの当場の歩みは、60年ならびに70周年を記念して出版された「林業試験場60年のあゆみ」および、「林業試験場70年のあゆみ」に詳細にのべられている。

本書は当場の80周年を記念して出版するものであるが、重複をさせて、上記の「林業試験場70年のあゆみ」以降の当場の動き、すなわち、昭和50年から同60年にかけての10年間の経過を主体に記述したものである。

目黒の森で林業試験場の70周年記念式典を行ったのがつい昨日のような気もする。しかし、この10年の歳月のなかにはいくつかの大きな出来事が起っている。

まず第1にあげられるのが、本場の筑波への移転である。永年すみなれた目黒をあとにして、400名をこす職員の移転がほぼ終了したのが昭和53年3月であった。さまざまな不安や反対の声はあったが、長い期間にわたる上局との接衝や職員との意見交換、さらには施設整備に当てるの広汎な討議・準備をへてこの大事業がきわめて順調に行われた。すでに当場を退職された竹原元場長以下の歴代場長はじめ職員の皆さんにはお礼の言葉もない。世界的にみても第1級の研究施設であり、他の研究機関が隣接しているという良好な研究環境を考えると、ますます研究活動の実を挙げなければならないという使命感で一杯である。

つぎに特記されることは、今後の効率的な研究推進のための研究推進構想の策定である。

当場の研究は、林業をとりまく諸情勢が大きく変化するとともに、それまでの研究成果と、その後の林業の発展に必要な課題を考えて研究推進目標を設定し、それにもとづいた種々の研究を組織的に推進していくこととなっている。

高度経済成長から安定経済成長に移行した昭和50年頃からは、それまでのように森林生産力増大や、良質の木材を使つての加工技術の高度化などを主目標とした研究展開は時代に適合しなくなり、森林のもっている多面的な機能を発揮させる必要性が高まるとともに、あまり利用されなかった木材資源の利用技術の開発も重視されるようになってきた。

これらの情勢をうけて、昭和50年代に入ってから研究目標の大幅な改訂が企画され、林野庁において設定された「林業における技術開発目標」とも関連させた新しい研究推進目標が昭和54年に決定されている。

しかし、その後の林業をとりまく諸情勢はさらにきびしさの度をましてきた。一方、バイオテクノロジーやエレクトロニクスなどを活用した先端的な研究手法の進展も目ざましいものがあった。さらに、画一的な原則で展開されている林業技術を、それぞれの地域特性に立脚した技術体系に多様化していかなければならない要請もとみに高まってきた。

このため、昭和57年から再び研究推進目標の見直しを行うとともに、その研究推進にあたっての運営方法の基本を明確化することとなった。昭和58年12月に農林水産技術会議によって策定された「農林水産研究基本目標」をふまえ、数年にわたる全場員の討議をへて昭和60年3月には新しい研究推進目標を概定し得ることとなった。これに加えて、研究運営・組織についても検討が加えられ、当場の歴史の中で初めて研究推進構想の具体化が計られたことは特記すべきことであった。今後は林野庁で設定される「林業関係研究目標」との整合をはかったうえで最終的な新しい研究推進目標が確定され、21世紀へむけての林業研究の着実な推進が期し得るものと考えている。

さらに、国際研究機関連合（IUFRO）の第17回大会が昭和56年に京都で開催されたことを始め、海外諸国との技術協力や研究協力が一段と活発化したのもこの10年間の間の忘れられない出来事の1つである。

IUFRO大会の日本での開催は、林野庁をはじめ、関係の諸大学やその他の林業関係研究機関あけて取くんだ大行事であった。関係各位の涙ぐましいご協力も賜わったが、当時の松井場長が大会の組織委員長、同じく土井調査部長が事務局長となって苦勞され、職員多数もいろいろの役員として活躍された。これらの方々の努力の結集によって、アジアで初めて開催されたIUFRO大会は大成功裡に終了させることができた。今もって当時の素晴らしかった京都大会の思い出を賞賛される外国の林業研究者があとを絶たない。

この大会を契機に、当場の海外対応はこれまでにない高まりをみせているが、と同時に、熱帯農業研究センターならびに国際協力事業団を通じての研究協力や技術協力も大きな進展をみせている。昭和49年に開始された東南アジアにおける熱帯降雨林についての共同研究や、昭和51年からのフィリピンでのわが国最初の技術協力プロジェクトはいずれも現在続けられているが、そのほかの国々からの要請が相つぎ、現在では8カ国、10種数の海外協力プロジェクトが展開されるようになってきており、数名の長期派遣専門家と数十名の短期派遣専門家が年々海外において林業研究を実施している。

このほか、組織や研究施設の整備なども行われたことを考えると、この10年間における当場の歩みはかなり変動の大きかった時代のように思える。以下、この間の研究の動向や、上記の特記すべき事項をはじめ、その他の諸項目についての当場の経緯を記してある。内容に目を通して頂いて、私どもの活動に遠慮のないご批判・ご叱正を賜われれば幸ですし、その助言を明日への絶

ゆまぬ努力の糧にしていきたいと思っております。

過去 80 年の輝かしい歴史をふまえ、新しい前進と 21 世紀にむけての研究を一層活性化させるべく職員一同が誓い合っていることを付記して本書によせる言葉といたします。

昭和 60 年 8 月 1 日

林業試験場長

難波宣士

目 次

目 次

林業試験場80年の歩みによせて	1
I. 林業試験場70～80年の沿革	9
1. 研究の背景とねらい	10
2. 年 表	14
II. 専門別試験研究の動向	17
1. 林業経営部門	18
2. 機械化部門	26
3. 造林部門	35
4. 森林土壌部門	49
5. 保護部門	58
6. 防災部門	82
7. 林産化学部門	94
8. 木材部門	107
9. 木材利用部門	117
III. 各支場の地域林業に対応した試験研究	131
1. 北海道支場	132
2. 東北支場	143
3. 関西支場	155
4. 四国支場	163
5. 九州支場	171
6. 浅川実験林	180
7. 木曽分場	184
IV. 総合研究の動向	187
1. マツノザイセンチュウによるマツ枯損に関する研究	188
2. 細胞融合・核移植による新生物資源の開発	192
3. 主要広葉樹の用材林育成技術の開発	197
4. 熱帯地域における育林技術の開発	202
5. 農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究	207
6. 海岸林の環境保全機能の維持強化技術の確立	214

7. 都市林の実態と保全技術に関する研究	219
8. リモートセンシング技術の利用実証に関する研究	226
9. 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）	232
10. 木質エネルギー利用促進調査	236
11. スギ小径材の利用技術に関する研究	241
V. 本・支場の移転と整備	247
1. 本場の移転	248
2. 支場の整備	265
VI. 国際研究交流	267
1. 海外研究への取り組み	268
2. 国際会議への参加	273
VII. 付図・付表	275
1. 林業試験場位置図	276
2. 組織機構	277
3. 定員の推移	282
4. 歴代幹部	283
5. 歳出予算年次推移	286
6. 特許・実用新案	290

I. 林業試験場 70～80 年の沿革

1. 研究の背景とねらい

筑波移転という林業試験場の長い歴史に一区切りをつけるような大きな出来事の含まれるこの10年間は、わが国経済の安定成長への移行に伴って、林業・林産業が予期以上の厳しい局面を迎えるに至った時期であり、他方ライフサイエンスやエレクトロニクスなど先導的、基盤的科学技术の進展が著しく、いわゆるハイテクノロジー時代に突入した時期でもある。そして林業試験場としては、これらの諸情勢の変化をふまえ、たんに現状の打開にとどまらず、さらに21世紀に向けての森林・林業・林産業のあり方と発展を求めて新しい首途についた時でもあったといえよう。

昭和48年の第一次石油危機にひき続き、53年のイラン政変に基づく第二次石油危機を経て、わが国の経済は高度経済成長から安定成長へと移行する。それに伴ない過去30年間にわたって増加し続けた木材の需要も48年の1億2千万 m^3 をピークに頭打ちになり、木材需給は戦後初めて本格的な緩和基調の時代を迎えることになる。そして55年まではそれでも1億～1億1千万 m^3 程度で推移するが、56年には住宅建設の急減等から1億 m^3 の大打を割り、以後9千万 m^3 台で低迷を続けている。

他方、国産材（用材）の供給は、昭和40年代には4～5千万 m^3 であったものが、50年代後半には3千万 m^3 をわずかに上回る程度にまで低下している。ただ外材の輸入量も需要の不振で大きく減少しているため、木材の自給率は50年代半ばの30%そこそこの状態から35%台に上昇してきている。そして製材用、パルプ用ともに国産材の占める割合が、54年あるいは55年以降高まってきている。このことは除々に国産材時代へ移行し、わが国の林業も活性化するのではないかとの期待感をいだかせるが、実情は前記のように木材需要の大幅な落ち込みと価格の低迷が外材の輸入をおさえ込んでいることと、丸太に代って製材品の輸出が増大してきたことによるものであって、国産材が外材にとってかわってきたとまだみるわけにはいかないのである。とりわけ近年は、木材の主要輸出国においては自国の木材産業保護の観点から丸太輸出を規制し、製品輸出を増加させようとする傾向にあり、またそのため木材製品の関税引下げの要求も強まってきている。このうごきはわが国の木材産業にも大きな影響を及ぼしており、今後そのインパクトはさらに強まるものと予想されている。

ところで一方、戦後営々として続けられてきた造林の推進により、人工林の面積は約1,000万haに及び、その蓄積が10億 m^3 と全森林蓄積の4割を超えるまでに達してきたことは事実であり、これらの大部分を占める育成途上の森林が今後適正に管理されれば、国産材の供給能力は飛躍的に向上し、資源的には国産材時代の到来が可能となるといってよいであろう。確かにこのところは、木材需要の減退、それに伴う価格の低迷をはじめとして、林業経営費の増高、山村の過疎化等による林業労働力の弱体化など林業生産活動を抑制する要因が多く、大変厳しい情勢が続いていることもいふまでもない事実である。しかし、これ乗り越えて、名実ともに国産材時代とすることが、この10年間たえず追求められてきた課題であり、今後にもひきつがれる最大の課題

といってもよいであろう。

このための研究としては、まずかつてのいわゆる拡大造林によって造成されてきた大面積一斉造林地の保育管理の問題がある。特に価値生産を高めるために、枝打ち、間伐技術の改善、高度化、あるいは効率的な大径材生産技術など優良材生産技術の体系化の研究が進められてきた。それとともに、ニーズの多様化に応じた木材生産が図られ、環境保全面からの利点もあり、かつ恒続的な収入や更新経費の軽減なども期待できる複層林への誘導、造成が、非皆伐施業に関する共同研究として行われ、また同時に非皆伐施業に適した伐出技術の検討も実施された。さらに最近いっきょに顕在化してきたスギ・ヒノキの穿孔性害虫を含めて、一斉単純林の増大に伴って多発するようになった病虫獣害に関しても、間伐や枝打ちなど育林的操作によって被害を回避、もしくは防止する方法、あるいは天敵や生理活性物質などをうまく活用していく方法などの検討、開発が、昭和40年後期に実施され大きな成果をあげた害虫の総合的防除法のねらいに沿って続けられてきている。こうした針葉樹人工林の育成にかかわる問題のほか、資源的に供給のひっ迫するおそれのある広葉樹の用材林や特用原木材の育成技術に関する研究が、公立林業試験場と分担する形で取組まれてきた。

これら資源の育成、充実にともに、あるいはそれ以上に熱い期待をもって注視されてきたのは、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である。特に除間伐材を含めて小径材、低質材の利用開発は、たんに需要拡大、林業の活性化のみならず、今後適正な森林管理により森林のもつ公益的機能の維持、強化を図るうえでも重要な問題であった。このため昭和40年代終期に実施されたカラマツ材の利用技術の開発に関する特別研究に続いて、一連のプロジェクト研究が行われてきている。すなわち、間伐材の利用技術の確立、農林水産業用資材等農山村地域における国産材需要開発調査、針葉樹造林の単板積層加工利用技術の確立、木質エネルギー利用開発促進調査、農林水産廃棄物の活用による飼料等の開発、生物資源の効率的利用技術の開発（バイオマス変換計画）等である。これらは、一方では木材の物理的加工によって、小径、低質なものも広く、大きく、厚くして価値を高める、あるいは大きさ、質に応じた用途開発を行うといった方法で、他方木材の化学的処理等によって、たとえば家畜の粗飼料やウッドケミカルなど木材成分の変換、利用といった方法で、いずれも木材の徹底的、総合的利用により付加価値を高め、コストダウンを図り、需要を拡大していくことをねらっている。すでに幅はぎ板や牛の粗飼料など実用につながるいくつかの成果も出ており、今後の技術開発にも大きな期待が寄せられている。さらに木材需要として最も大きな位置を占める建築物への利用拡大として、枠組壁工法に関する研究や木造住宅の性能向上に関する研究も行われ、建築分野面にも足を踏みいれて研究が進められるようになっており、この傾向は今後強まるものと思われる。

以上のほか、生産額が年2,400億円（昭和58年）にも達するようになった食用きのこの生産は、木材の有効利用にもかかわる重要問題であるが、それとともに農林複合経営の基幹作目として農林家の所得の向上、林業従事者の定着化などを通して山村地域の振興や林業政策の推進にも重要な役割を果たすようになっている。したがって、栽培技術の改善、高度化に関する研究はもち

ろんであるが、食生活の向上、多様化に伴う需要の多様化や原木不足、病虫害の多発化などへの対応策の検討が大きな問題としてとりあげられ、公立林業試験場と共同、分担しながら試験研究が続けられてきている。とりわけ最近、針葉樹の除間伐を含めて未利用樹種の原木としての利用や、耐病性品種、省力栽培用品種など新品種の作出のため、細胞融合や遺伝子組換えなどバイオテクノロジーを用いた新育種技術の開発が重点課題となっている。

なおこのバイオテクノロジーについては、きのこのほか林木についてもバイオマス用森林資源の造成や抵抗性育種の分野で実用化の検討が進められつつあり、近い将来林木育種や有用品種の大量増殖に大きな威力を発揮するものと思われる。

次に、森林の生産面と利用、加工面を有機的に結びつけ、地域林業の振興を図るための組織化方式、地域林業の総合管理方式の確立も重要な課題のひとつといえよう。地域の時代ともいわれる中で、林業、林産業がいわゆる川上から川下を結んで生産、流通加工面で有機的な連けいがとれば、林業の活性化や需要の拡大を図ることができよう。国産材時代を築いていくためには、特に後発林業地、あるいは成熟途上林業地といわれる地帯で、こういった地域的組織化方式の検討が不可欠である。これまでもいくつかの地域を対象に問題点の抽出など検討が行われてきたが、今後モデル化に向けて対応を急ぐ必要があろう。

昭和50年代が、林業、林産業の危機を乗り越え、来るべき国産材時代へ向けての苦闘の時代であったといえるとともに、環境問題が国内的にも、また地球的規模においても大きくとりあげられた時代であったともいえよう。昭和40年代の高度経済成長の歪みとして起こった公害問題、環境問題が後をひき、森林の環境保全的機能が世の注目をあび、重視されるようになった。当初、林業行為が環境破壊をもたらすということで、ともすると批判の対象になりがちであったが、次第に森林が環境保全者として役立っており、また適正な管理によってこのような環境保全機能が維持、強化されるとの認識が深まってきた。これには農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究をはじめとして、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、農林水産業がもつ国土資源と環境の保全機能およびその維持増進に関する総合研究、あるいは都市およ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、一連の環境関連プロジェクト研究の成果によるところが大きい。

こういった環境問題は資源問題とからんで海外、特に熱帯地域発展途上国においてきわめて憂慮すべき問題をひき起こしつつある。主として食料、熱エネルギー確保に起因するこれらの地域における森林の破壊はかなり急速に進展しており、4半世紀前、陸地面積の1/4を占めていた森林が、現在では1/5に減少し、西暦2,000年ころには1/6になるといわれている。このことは、これら発展途上国の社会、経済にも大きな影響を及ぼしているが、それとともに地球的規模での環境への悪影響が深く懸念されている。昭和56年9月わが国で開催されたユフロ（国際林業研究機関連合）世界大会の大会宣言においてもこのことが取りあげられ、総合的土地利用のための他分野との共同研究と、燃料生産をはじめとする森林バイオマスのエネルギー的利用の研究が強く

要望されている。これまでも熱帯地域における育成技術に関する研究など熱帯農業研究センターのプロジェクト研究のほか、国際協力事業団の技術協力などとおして、これらに関する研究対応が行われてきたが、さらにアグロフォレストリーなどの問題も加え、熱帯地域の森林の造成、資源の維持、培養に積極的に協力し、環境問題の解決にも一層の努力を払っていく必要がある。

このような森林の水土保全機能や生活環境保全機能のほか、バードウォッチングや森林浴なども含めて森林の野外レクリエーションあるいは保健、休養の機能も一段と認識されるようになり、上記の国土資源と環境の保全機能に関する総合研究を野生鳥獣の保護繁殖に係る体系の手法の開発などの研究によって、これらの機能の解析、維持、強化の研究も深められてきた。現在ではこれら森林の公益的機能を見捨てずには木材生産も行い難い状況となってきた。したがって、たんに両者の調和を図るだけでなく、これら多面的機能の総合的かつ高度な発揮が、21世紀のわが国社会、経済にふさわしい森林、林業として求められることになる。このためには、これまで述べてきた関連研究に加えて、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のような、林木、森林の機能、生態系のしくみに関する基礎的な研究や、用途や地域別の設定、資源管理等に必要な宇宙衛星データなども利用した森林情報の収集・モニタリングシステムに関する研究などの積み重ねが、これまで同様、今後とも必要となる。

以上この10年間、多面的、多様な要請に応じて、幅広く研究対応を行ってきたが、こうした林業試験場の研究体制の特徴をさらに生かして、研究をより効率的、効果的に推進していくため、このほど林業試験場の新しい研究推進目標を内定した。なお検討の余地は残されているが、全体の基盤となる基本研究目標としては次の5目標をあげ、これをもとに専門部門別研究推進目標、地域部門別研究推進目標、及び広領域・特定問題の各項目をたて、研究の推進を図っていくことになっている。

1. 林業における生産力の増強と生産性の向上
2. 森林の公益的機能の維持・増進
3. 木質系資源の有効利用
4. 地域林業の活性化
5. 国際研究協力の推進と世界林業への寄与

(山口 博昭)

2. 年 表

昭和50年(1975) ○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。
- 4月マレ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ヶ年)
- 10月13日～20日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。
- 11月1日林業試験場創立70周年記念式典挙行。

昭和51年(1976) ○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。
- 5月北海道支場造林部を育林部に名称変更。
- 5月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。
- 5月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。

昭和52年(1977) ○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8日天皇, 皇后両陛下浅川実験林ご視察。
- 9月12日～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「テーマ」伐木及び木材利用に関する新技術)ポートランドで開催。
- 12月九州支場創立30周年。
- 12月関西支場創立30周年。

昭和53年(1978) ○3月本場学園都市移転。

- 4月浅川実験林庶務課に会計係を新設。
- 4月施設管理課を用度課から分離新設。
- 4月施設管理課に施設係を新設。
- 4月経営部複合経営研究室を新設。
- 4月経営部農林牧野研究室を混牧林研究室に名称変更。
- 4月天敵微生物研究室を浅川実験林から保護部へ所属変更。
- 4月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。
- 4月東北支場山形分場を廃止, 山形試験地に変更。
- 4月浅川実験林業務室の新設。
- 4月浅川実験林樹芸研究室を赤沼試験地から所属変更。

- 9 月中川農林水産大臣本場視察。
- 9 月 25 日松井光瑠林業試験場長発令。
- 10 月 2 日～4 日育林技術に関する国際シンポジウム本場で開催 7 か国約 80 名が参加。
- 10 月北海道支場創立 70 周年。

昭和 54 年 (1979) ○ 4 月総務部人事課に人事企画専門官を新設。

- 4 月施設管理課人工気象室管理係を管理係に名称変更。
- 4 月造林部遺伝育種科に組織培養研究室を新設。
- 4 月保護部に林業薬剤科を新設。
- 4 月保護部樹病科に線虫研究室を新設。
- 5 月 28 日～6 月 4 日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「テーマ」木材利用と伐出技術) 東京で開催。
- 7 月東北支場創立 20 周年。

昭和 55 年 (1980) ○ 1 月 21 日～22 日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。
- 4 月浅川実験林多摩試験地新設。
- 8 月 14 日亀岡農林水産大臣本場視察。
- 9 月 29 日～10 月 4 日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「テーマ」エネルギー観点からの木材利用) ワシントンで開催。

昭和 56 年 (1981) ○ 4 月底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,

- 4 月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。
- 4 月浅川実験林創立 60 周年。
- 9 月 6 日～17 日 第 17 回 IUFRO 世界大会京都で開催 71 か国より 1540 名が参加, 133 分科会会場で討議。
- 9 月 7 日同大会に皇太子ご夫妻ご臨席。
- 9 月 21 日土井恭次林業試験場長発令。
- 10 月保護部樹病科きのこ研究室を廃止。
- 10 月保護部にきのこ科新設, 同科にきのこ第 1 研究室, きのこ第 2 研究室を新設。

昭和 57 年 (1982) ○ 1 月 7 日田沢農林水産大臣本場視察。

- 4 月総務部庶務課に安全衛生専門官新設。
- 4 月次長職新設。
- 6 月 7 日～6 月 12 日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「テーマ」特殊林施業) 東京で開催。

○ 9月1日～11月30日 JICA の受入れによる研究集団研修再開。

昭和58年(1983) ○ 2月17日18日徳永正利参議院議長本場視察。

○ 4月調査部海外林業調査科に渉外連絡専門官を新設。

○ 9月19日～24日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「テーマ」流域管理)東京で開催。

○ 10月林産化学部林産化学第1科に熱化学研究室を新設。

○ 10月6日参議院農林水産委員会本場視察。

昭和59年(1984) ○ 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。

○ 4月人事企画専門官を廃止。

○ 4月総務部に管理官新設。

○ 6月6日山村農林水産大臣本場視察。

○ 10月1日～7日太平洋地域木材解剖学大会本場で開催12か国約90名参加。

○ 11月13日皇太子殿下本場ご視察。

昭和60年(1985) ○ 3月11日常陸官殿下同妃殿下本場ご視察。

○ 4月1日難波宜士林業試験場長発令。

○ 4月総務部用度課に契約専門官を新設。

○ 4月「土じょう」を「土壌」に改正。

○ 4月16日天皇陛下浅川実験林ご視察。

Ⅱ 専門別試験研究の動向

II. 専門別試験研究の動向

1. 林業経営部門

50年代以降、経営部門の研究で特徴的な傾向は、これまでと全く各専門分野の研究が分化的に進められ勝ちであったが、これが専門別に基礎的研究の深化が一層進められるとともに、他方、統合的、組織的研究が増加したことである。この理由として、①電算機の発達・導入に伴って研究手法が計量的色彩を濃くし、共通的になったこと、②問題解決志向型の研究要請が強まり、組織的対応が必要になったことがあげられる。場内プロ「地域性に立脚した林業の総合的管理方式に関する研究」はこの例である。次に各分野ごとの動向を概括しよう。

1. 経営・経済

技会特掲「環境保全」や「農山村社会」は組織的研究として実施された。また、森林、林業をめぐる社会経済的情勢を背景に、経済研究では外材、とくに米材問題、経営研究では農林複合経営、地域研究では集落問題、環境研究では費用分担問題などが重点的に進められた。また、森林管理や社会経済調査など海外分野の研究協力問題の要請が強まってきた。

2. 森林資源・計画

林分測定と計画技術

50年代に入り、バイオマス、エネルギー賦存量調査などの新しい研究が加わった。また、広葉樹など各種資源情報のデータベース化やマッピングの研究が盛んになった。林分生長モデルや密度管理システムの開発が行われる一方、保統計画や地域木材供給予測など、森林計画の分野でLPシミュレーション手法が検討されるようになった。

森林航測・リモートセンシング

この50年代に林業リモートセンシングは大きく飛躍した。センサの発達による利用電磁波帯の拡大、電子装置を組み込んだ対話型画像処理技術の発達、人工衛星による地球資源観測技術の実用化等の技術発展を取り入れたものである。林業用画像解析システムの開発整備を鋭意行うことによって、リモートセンシングデータの林業への利用技術開発研究を可能とした。そして、森林資源解析、森林モニタリングに対する衛星リモートセンシングの有効性を実証した。

3. 混牧林施業

戦後の拡大造林は、従来放牧に供されてきた山林原野にまで及び、植栽木の家畜被害の懸念が尖鋭化した。そこで、30年代以降の混牧林研究の対象は専ら針葉樹人工幼齢林に向けられ、50年代に至って、その取扱いはほぼ成案を得た。

一方、暫らく放置されていた旧薪炭林の一部は、しいたけ原木林として活用され、また一部は有用大径木への誘導が志向されるようになり、混牧林研究はこれらに対応する時代になった。

1. 林業経営・経済

1-1 経済問題の研究

この分野では40年代にひきつづき木材需給構造の解明を意図して、計量経済学的手法による需給モデルの構築と、それを駆使した木材価格の短期的、長期的予測方法の改善を行った¹⁾。さらに低経済成長期以降の外生的、内生的需給要因の変化を検討し、国産材価格の形成が主として供給サイドの外材産地価格（とくに米材）と為替レートの変動に強く規定されるようになってきていることを明らかにした²⁾。

また、木材需要の主要用途先である住宅建築の動向と実態を調査検討し、代替建築資材の流通実態をしらべ、これらの諸研究を通じて低経済成長下における木材価格形成および木材・代替資材の流通構造が把握された。

外材の生産と流通の研究はとくに米材を中心としてすすめられた。対日輸出丸太の市場構造と価格形成を考察し、丸太および製材品について米材の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・造林費のいずれも低位にあることがわかった。さらにカナダ産製材品の価格競争力が強い原因は、原木費の安価なことにあることを証明した。なお、米材供給に関しては、米国の林業・林産業が、大手企業による吸収合併・林地取得・設備投資を通じて集中化へ向いつつあること、その帰結として対日輸出米材丸太の価格形成において産地大手供給者の寡占的市場支配が強化されていることを実証的に明示した³⁾⁴⁾。

国内林業については、素材生産と伐出費の調査から木材価格の形成過程を分析し、長びく木材不況のもとで素材の平均搬出距離が短縮し、伐採圏が縮小しつつあることを明らかにした⁵⁾。またこれまでの需給の計量分析では供給面の検討が十分でなかったため、森林資源調査分野の研究者と協力して、従来の供給モデルを再検討し、新しい供給予測モデルの構築に努めた⁶⁾。

林業の史的展開に関する研究としては、明治以降における労働手段の具体的な変化、すなわち手労働—道具—機械等の労働用具の変化の姿を跡づけ、それらが労働組織や施業法にどのような変化を与えたかを実証的に究明している⁷⁾。

近年、わが国林業の経済循環において財政の役割が年々重要になってきているため、林業助成および財政支出の分析に着手した。具体的には、戦後における林業財政のマクロ的な動向分析、森林所有者による林業助成の利用実態の解析並びに諸外国の助成制度との比較検討である⁸⁾⁹⁾。

1-2 経営問題の研究

これまで林業経営に関する研究は、経営体数において多数を占める農家林家を対象として、個別林業経営の合理的構造の追及をめざしてすすめられてきた。この農家林業研究の伝統は50年代に至って農林複合経営、とくに特産複合経営のあるべき姿を求めて、複合的土地利用の研究と関係づけながら継承されてゆくことになった。

農林複合経営の研究経過叙述と機能別位置づけの試みはいわば農林複合経営の原理的側面に光をあてるものである¹⁰⁾。複合経営研究の真価は具体的な事例研究にあると思われるが、この点で支場研究者の果してきた役割は大きい。とくに東北地方のきのこ栽培に関しては詳細な実態調査

に基づいて、栽培方式の変化による経営組織の改変が追跡されるとともに、きのこ経営の収益性が分析され、こうした研究をもとに経営診断の指針が作成された¹¹⁾。さらに、農家林業の経営に関して、簿記による長期にわたる実証的な研究の積みかさねが続けられている¹²⁾。

他方、専門的林業経営に関しては損益計算方式の検討を加え、財務会計目的と会計実践を重視する立場から、林木資産についての会計論が展開されている¹³⁾。またリスクプログラムやゴールプログラミングなど数理計画法の林業経営の応用が研究された¹⁴⁾。さらに較利学の伝統をうけついで造林投資の採算比較がアンケート調査を利用して実証的に検討されている¹⁵⁾。

高品質材生産は、今日の林業経営がとるべき経営選択のひとつであるが、磨丸太を含めた生産と需給について近畿地方を中心に包括的な調査研究がまとめられた¹⁶⁾¹⁷⁾。また今日の林業経営の重要課題である後継者問題についてもその意識動向が調査されている¹⁸⁾。

電算機利用による大量情報処理技術の研究によって、これまで未着手であった1980年世界農林業センサス林業事業体調査個票の各種組替え集計が可能となり、非農家林家および農家林家の林業生産活動の全容解明に迫ることができたことは、今後の研究方向に新機軸をもたらしものとして期待される。これにより生産活動停滞要因の解明ならびに就業構造と林業生産の関係解明に接近することができた¹⁹⁾²⁰⁾。

山村振興調査、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は50年代に入って益々強まってきているが、これらの諸調査にも、支場を主体として対応がつけられている。その所産である個別経営診断および地域経営診断のなかにも特産物複合経営ないし畜産を含む複合的土地利用問題が多くとりあげられ、後述する地域問題に対応すると共に個別・地域両複合経営問題にも対応する成果をあげつつある。

1-3 地域問題の研究

地域問題については、本支場が参加した特別研究「環境保全」及び「農山村社会」のほかメニュー課題の形式で県林試も加り多彩な研究が展開されてきた。その成果は技術会議の試験成績報告および成果シリーズ等のなかにおさめられている。

集落再編成に関する研究としては和歌山、島根両県下の集落再編成地区における林業労働力の変容が考察され、林業山村の集落再編成計画と整備基準、さらに豪雪山村集落の再整備についても研究がおこなわれた。これらは「環境保全」研究による成果である²¹⁾。

特別研究「農山村社会」では山村集落を対象にとり、前記の諸成果をうけつぐ形で、本支場を組織化して研究が実施された。その諸成果は林試経営部資料「むら機能と林業」および「むら機能と林業(続)」に集約されている²²⁾²³⁾。この研究では各支場は統一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、その結果として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。

山村集落の類型化区分に数量化理論、主成分分析、クラスター分析等の計量的手法が導入され、人口流出の要因解析が試みられた。

また、公民館を中心とした環境施設整備の模式図がえがかれた²⁴⁾。最近、政治学理論で発展をみせている合意形成理論を集落意思決定のメカニズム解明に応用し、伝統的な全員一致決定から多数決制への移行の動きをセンサス統計等の資料から推定した²⁵⁾。

1-4 環境問題の研究

森林と環境をめぐる諸問題とその研究は、50年代に入ってから地道なそして着実な展開期に入ってきたように思われる。そこでは、森林利用をめぐ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ている。また環境保全との関連で発生する損失補償および森林造成費用負担、海外の森林環境保全政策についても調査された²⁶⁾。近年、特に水源林造成に関する費用負担問題が提起されるようになったため、明治期以降における費用分担の事例調査を実施した。ここでは水源林基金や水源の森基金がそうした長い伝統のうえに成立していることを明らかにし、上流と下流の協力のありかたについて考察を加えている²⁷⁾。

環境研究に関連する分野としては、森林の保健休養機能にかかわって都市周辺の樹林地配置とその管理について具体的事例にもとづいて研究をおこなった²⁸⁾。保健休養機能の計量化についても現在、特別研究「国土資源」のなかで試案が提示されつつある。

(柳 次郎, 熊崎 実)

文 献

- 1) 行武 潔：製材・合板・紙パルプの計量経済分析 黄帆社(1977)
- 2) ———：低経済成長下における木材価格形成 林業経済研究 98 (1980)
- 3) 加藤 隆：木材産地における対日輸出丸太の市場構造と価格形成 林業経済 329 (1986年)
- 4) ———：垂直的、多角的統合化戦略を展開するアメリカの木材産業 木材工業 430 (1983年)
- 5) 柳幸広登：外材支配下における国内伐採圏の縮小のメカニズム 林業経済 418 (1983)
- 6) 熊崎 実・天野正博・野田 巖：国産材供給システム計量モデル開発調査報告書 林野庁 (1984)
- 7) 小林 裕：林業生産技術の展開—その近代化100年の実証的研究 日本林業調査会(1981)
- 8) 鶴 助治：林家と造林補助金 林業経済 407 (1982)
- 9) 野村 勇・中村三省ほか：先進国における最近の林業政策に関する調査研究報告書 日本林業技術協会 (1979)
- 10) 舟山良雄：農林複合経営の機能別位置づけと展開過程 林政総研レポート No. 12 (1980)
- 11) 安ヶ平精三：特殊林産物の生産組織化の研究 (I, II, III) 日林東北支会誌 26, 27, 28, (1974, 1976)
- 12) ———：簿記による農業林家の実証的研究 東北支経営部資料 206 (1977)
- 13) 黒川泰享：林業経営計算論 大明堂 (1982)
- 14) ———：林業経営計画に対する目標計画の利用について 日林誌 63(4) (1981)
- 15) 久田喜二・長谷川敬一：造林投資の採算性の比較 林試研報 311 (1980)
- 16) 岩水 豊：磨丸太のすべて 大日本山林会
- 17) 岩水 豊ほか：銘柄材づくりへの道 林業改良普及双書 73 (1980)
- 18) 岩水 豊：林業後継者は何を考えているか、林支関西支経営資料 18 (1985)
- 19) 熊崎 実ほか：センサスにみる日本の林業 全国農林統計協会連合会 (1982)
- 20) 高橋教夫：関東・東山地域における農家林家の生産活動 日林論 95 (1984)
- 21) 小菅 久：山村集落の過疎問題 林業経済 336 (1976)

- 22) 紙野伸二ほか：むら機能と林業 林試経営部資料 (1981)
- 23) 安永朝海ほか：むら機能と林業(統)林試経営部資料 (1982)
- 24) 小菅 久：林業集落における生活環境施設計画の基準と方法 村落特研成果シリーズ (1982)
- 25) 柳 次郎：山村集落の合意形成過程 林試研報 324 (1983)
- 26) 熊崎 実：森林の利用と環境保全 日本林業技術協会 (1977)
- 27) ———：下流参加の系譜—費用分担問題への接近— 水利科学 140, 141, 142, (1981)
- 28) 柳 次郎：都市周辺樹木地空間の配置と維持管理 林業経済 411 (1983)

2. 森林資源・計画

1. 森林情報・森林計画のシステム化

近年、森林をバイオマスや木質系エネルギー資源として評価する研究が盛んになっている。とくに、「バイオマス変換計画」のプロジェクトにおいては、落葉広葉樹を対象としてランドサット MSS データ、大縮尺カラー空中写真、地上調査を組み合わせた多段抽出法が検討された。地上調査では、 D^2 や D^2H (D は胸高直径、 H は樹高) による地上部全乾重の推定やパイプ理論を基礎に、生枝下直径を用いた生枝下上部乾重の推定¹⁾など各種の方法の精度が比較された。また、平面交叉法による林地残材の調査など新しい森林資源調査法のテストも行われている。

木質系エネルギーの賦存量調査では、茨城県大子町をモデルとして、森林簿、密度管理図、末木枝条率表など既存の資料を用いて林地残材を推定する方式を確立した²⁾。この方式はその後、市町村レベルでの木質系エネルギー調査のモデル方式となっている。上記方式は保続表の作成など専門的知識を必要とするが、市町村の林業担当者向けの実用的な木質系エネルギー賦存量調査マニュアルも作成されている。

各種森林資源データを格納・処理するデータベース化の研究でも、収穫試験地や樹幹解析木のデータをコンピュータによりとりまとめる方式³⁾が具体化された。現在、立木幹材積表作成用データや全国広葉樹賦存量調査データのデータベース化とその利用システムの検討が行われつつある。

森林計画部門では、技術開発課題を通じていくつかの成果が得られた。すなわち、地域施業計画に必要な地理および属性の情報をデータベース化し、前者をメッシュ・ポリゴンハイブリッド方式で図化するシステムを開発した (昭和 56 年技術開発)。

また、営林局が行っている現行の保続計算の過程をシステム化し、試行錯誤をくり返しつつ、適正な値に収束させるシミュレーション的手法を確立した (昭和 57 年技術開発)。

一方、各県が行っている減反率による木材供給予測において、減反率の適用を受ける集団とそうでない集団に分けるなどの改善を加え、さらにシステム・ダイナミックスによる地域モデルを作成した⁴⁾。

2. 施業体系と収穫予測

この分野では多方面にわたって進展がみられた。まず、昭和 56～60 年技術開発課題「蓄積経理システムの開発」では、国・民有林を対象として、トドマツ、スギ、ヒノキ、カラマツ、アカマ

ツの主要樹種の地方別の林分密度管理図を本支場分担のもとに作成した。さらに、密度管理図の各種曲線と相対幹距比や形状比で分類した作成資料のデータ構造との関係解析や林分密度管理図にもとづいた生産目標別の収穫予想表の作成など各種の成果が得られている。

他方、単木または林分の生長モデルからのアプローチも試みられている。例えば、トドマツやウダイカンバ林で樹冠と断面積生長量の垂直的配分関係を基礎に、単木シミュレーションモデルを組み立てる方法や樹冠長比を指標とした本数管理図の作成により、林況診断を行う試み⁶⁾などがある。

木曽分場では、信州カラマツの材質向上のための年輪幅と林齢、樹高、収量比数の関係を重回帰式で解析し、年輪幅を平均0.2 cm に保つ密度管理方式を検討した。都築ら⁸⁾は、高知営林局の協力のもとに暫定標準地をもちいてスギ、ヒノキの幼齢林の直径階別本数分布などによる生長予測方式の体系化を行っている。

間伐管理方式については、昭和52年技術開発「森林の取扱いと品等別収穫量の予想法」昭和55年技術開発「多変量解析による間伐可能量の推定方法」で一定の成果をあげた。真辺⁷⁾は、密度管理図作成に改良を加え、プログラミング化を行うとともに、これを用いて地位、林分密度、立木度などのクラスごとに間伐率、間伐種を変え、収益の現在価を最大にする間伐方法を決定する計算システムを開発した。

天然生林の施業体系化に当っては、まず、更新樹の分布状態と本数密度を把握する方法の集大成が行われた⁹⁾。また、長崎県下のシイ、カシを主とする暖帯広葉樹の固定試験地をもとに、択伐、皆伐、無施業などの施業のちがいによる樹種または樹種群の成長特性の解明が行われ、択伐の優位性が実証された⁹⁾。

小坂ら¹⁰⁾は、純林に近いブナの二次林において、上層、下層など処理のちがいによる間伐効果の分析と林分密度管理図の施業基準への活用の研究を行っている。

3. リモートセンシング技術による森林解析

空中写真利用については、資源調査や立地・環境への適用研究が行なわれた。中島らは、赤外カラー写真を利用した植生解析、樹木活力調査¹¹⁾、マツクイムシによるマツ林の被害分布と被害量の把握手法¹²⁾について研究し、赤外カラー写真を環境調査に活用するための基礎を築いた。樋渡は、治山事業への空中写真利用の実態を整理し、マニュアル¹³⁾を作成した。大貫は、継続的に撮影されている写真を用いて、樹冠生長情報の判読から林分生長量を推定する手法を明らかにした¹⁴⁾。広葉樹資源解析への利用、特に、バイオマス資源としての把握手法の検討が1980年より開始され、広葉樹の樹種判読鍵作成、広葉樹林面積推定、バイオマス量推定の手法を明らかにした¹⁵⁾。中島らは空中写真情報と地図・図面情報をメッシュ方式のデータベースに集積するための電算機システムを開発し、情報の処理・解析を属地的に行ない、森林施業の判定に用いるための道を開いた¹⁶⁾。

リモートセンシングの林業への利用技術の研究は1973年より本格的に開始された。中島らは、航空機 MSS データの処理・解析法について検討し、森林植生、環境条件の解析に有効であると

と、特に、熱反射記録が、地表状態、林況、森林活力、環境条件を調査する上で有効な資料となることを実証した¹⁷⁾。リモートセンシングデータを対話的に処理するための画像解析システム (FIAS) の開発・整備が大貫らにより鋭意行なわれ、一貫したデータ解析が可能となった¹⁸⁾。このシステムを用いて、主として、中島らによりランドサット MSS データによる森林資源の解析^{19,20,21)}、森林のモニタリング²²⁾に関する研究が行なわれ、特に大貫らにより伐採照査業務に適用するための実用的に利用可能な伐採地解析システムを開発した。これらの研究により、ランドサット MSS データの林業的利用技術が明らかにされ、次代を担う第2世代センサーからのデータ利用の技術水準を確立した。

(西川 匡英, 大貫 仁人)

文 献

- 1) 高橋文敏：新しい測定法の開発—パイプモデル理論の適用、わかりやすい林業研究解説シリーズ 72, (1984)
- 2) 栗屋仁志ら：木質系エネルギー力量調査、木質系エネルギー活用促進調査、日本住木センター(1981)
- 3) 樋渡ミヨ子：収穫試験地データのとりまとめ、林試電算機プログラミング報告(6), (1977)
- 4) 天野正博ら：Timber supply projection model for private forests in Japan, Proc. of Symposium on forest management planning and managerial economics, (1984)
- 5) 森田栄一：林況診断表の作成(I)~(Ⅷ)日林九支論 32~36, (1979~1983)
- 6) 都築和夫：幼齢林の生長予測、林試場報248, (1985)
- 7) 真辺 昭：トドマツ人工林の最適間伐計画に関する研究、林試研報 328, (1984)
- 8) 西川匡英ら：天然林の更新樹調査法に関する研究、林試研報 289, (1977)
- 9) 栗屋仁志ら：暖帯広葉樹の成長と林分構造(2), (3), 林試研報 314 (1981), 331 (1984)
- 10) 小坂淳一ら：ブナ林の間伐効果分析(1),(2),(3),(4), 日林東北支誌 33 (1981), 34 (1982), 35 (1983), 36 (1984)
- 11) 中島 巖：Environmental Quality Pattern Mapping from Space Data, 第11回宇宙開発技術国際シンポジウム, (1975)
- 12) 中島 巖ら：赤外カラー写真を応用したマツクイ虫被害防除技術の確立, 昭和50年度国有林技発試成績報, (1976)
- 13) 樋渡幸男ら：治山事業における空中写真の実用的活用法, 昭和55年度国有林技発試成績報 (1980)
- 14) 大貫仁人ら：空中写真による林分生長量推定, 90回日林論, (1979)
- 15) 大貫仁人：新しい測定法の開発—リモートセンシング技術の利用、わかりやすい林業研究開発シリーズ 72 (1984)
- 16) 中島 巖ら：空中写真の数値解析による施業判定法, 昭和51年度国有林技発試成績報 (1977)
- 17) 中島 巖：森林資源の研究, リモートセンシング情報の収集, 処理, 解析手法に関する総合研究報告書, 科学技術庁, (1981)
- 18) 大貫仁人ら：Space Remote Sensing Application to Forestry Inventories and Monitoring in Japan, Proceedings of 17 IUFRO World Congress (1981)
- 19) 中島 巖ら：森林有効利用管理手法の研究, ランドサット等人工衛星データ利用実証総合研究報告書, 科学技術庁, (1979)
- 20) ————：Computer-Aided Remote Sensing Application for Forest Planning, Proceedings of 17 IUFRO World Congress (1981)
- 21) ————：リモートセンシング技術による実用的森林資源調査法, 56年度国有林技発試成績報, (1982)
- 22) 大貫仁人：森林資源のモニタリング, 地球25 (1983)

3. 混牧林施業

針葉樹人工幼齡林：下草の豊富な人工幼齡林を対象とした林内放牧は、下刈りの省力効果など、林業上の利点が期待されながらも、林地、林木に及ぼす悪影響の懸念が依然として残されていた。そこで、それらの家畜被害の軽減策に焦点を合せながら、高萩、北海道、東北の各地において、スギ、ヒノキ、アカマツ幼齡木の放牧利用が検討された¹⁻⁵⁾。

一般的に、針葉樹人工林の主要樹種では放牧牛による食害は殆どなく、踏み付けなどの機械的傷害は家畜の放牧頭数が増えると問題化するものであった。従って、もともと家畜の収容能力の乏しい林内野草地では、そのような危険が少ないものの、林内に牧草を導入した林分では無意識のうちに家畜の収容頭数が多くなりがちであり、その結果として枯死木の多発を招くことがある。これに対する根本的対策は、面積当りの延放牧頭数を制限することであった。例えば、放牧による枯死木の発生率を2割以内に押えるためには、樹高が1.5 m未満の林分における年間の延放牧牛数は300 cow-day/ha 以内にとどめる必要を認めた。なお、cow-day とは牛の牧養日数のことであり、体重500 kgの牛を1日放牧すると1 cow-day となる。

一方、林内放牧が林木の成長に及ぼす影響に関して、スギを例にとれば、施肥を行わない野草区でも成長が促進された。林野庁の実験牧場事業などでも、林内放牧はスギの成長にとってプラスに作用した事例が殆どであるが、その原因は必ずしも明らかでない。また、I 齢級カラマツ林に羊を放牧した北海道の例では、20年生林の段階で植栽木の生育調査を行ったところ、羊の低利用地では、つる性植物などのために枯損がひどく、羊の食害が目立った所では逆に枯損が少なかった。即ち、多少の家畜被害があっても、林内放牧による徹底した採食（舌刈り）が、その後の林木の成長によい結果を与えた。

幼齡木の収量比数と可食草量との関係は、極めて高い相関があり、林内への牧草導入や、放牧利用が中止された林分の収量比数を調べたところ、ほぼ0.5に落ち着いた。そこで、各々の林分の収量比数が0.5に達するまでの年数を幼齡人工林の放牧可能年限として、その値を求めたところ、疎植されたり、地位指数の大きい林分ほど長くなった。また、東北支場では、15年生カラマツ林に強度の間伐を加え、ha 当りの立木密度を700本、1000本、1300本の各区に仕立て、18～23年生林の段階で肉用牛の放牧を試みた。最も強度の間伐を加えた700本区では、放牧利用中の収量比数が0.28～0.42を示し、野草区、牧草区とも安定した放牧成果が得られた。

このように、針葉樹人工幼齡林を対象とした放牧利用技術はほぼ成案をみた。

シイタケ原木林：九州支場の調査によると、クスギ林は約15年サイクルで択伐され、放牧利用されている林分の株密度は1000～1200株/ha が一般的であり、また、新植林では林内放牧を考慮して2000本/ha の疎植が普通であった。このように、シイタケ原木林を対象とした畜産の利用は、旧薪炭林の今後の活用方向として重要なものの一つであり、早急にその技術指針の確立が待たれる。そこで、九州の阿蘇地方及び高萩試験地に混牧林試験地を設定し、クスギ、コナラ林の放牧利用策の検討を始めた^{5,6)}。

天然下種更新：林内放牧が林業に貢献する効果の一つに森林の天然更新がある。東北のクマイ

ザサ、関東のアズマネザサ生地において、天然更新の促進効果がアカマツを対象に検討された^{6,7)}。アカマツ稚樹の発生のためには、ササを優占とする長草型植生構造を破壊する必要がある、そのためにはクマイザサ生地では 50 cow-day/ha 前後、アズマネザサ生地では 200 cow-day/ha を超える放牧を数年以上続ける必要を認めた。

混牧林計画基準：北海道支場⁸⁾では、メッシュマップごとに植生、地形などの情報を取り出し、各々の情報に対し草地化適地としての評点を与え、各々の評点の重みの積で地点ごとの牧養力を求める手法を開発した。このようにして、混牧林計画における畜産の側面の問題整理はほぼ完了した。

以上の諸成果をもとに、問題別、地域別に、山地における混牧林経営技術のマニュアルを作成した⁹⁾。

文 献

- 1) 神長毎夫：牧草栽培造林地における林木の生長，日林東北支誌 31，昭 54。
- 2) 林試高萩試：針葉樹人工幼齢林の放牧利用。経営部資料 181，昭 57。
- 3) 馬場強逸ら：成林におよぼす放牧の影響。北支年報 51 年度，昭 52。
- 4) 松本光朗ら：針葉樹人工林における放牧可能年限の推定。日林誌 95，昭 59。
- 5) 農水省技術会議：山地傾斜地における草地畜産管理システムの確立に関する総合研究。昭 59。
- 6) 黒木重郎：牧草栽培造林地におけるクヌギの初期生長。日林九支研論 36，昭 58。
- 7) 小川 澄ら：アカマツ天然更新地放牧の一事例。日林東北支誌 28，昭 51。
- 8) 高畑 滋ら：メッシュマップによる山地放牧地の地形と植生の解析。北支年報 55 年度，昭 56。
- 9) 農水省技術会議：山地畜産技術マニュアル（共通基礎編，北海道編，東北編，関東中部編，九州編），昭 59。

2. 機械化部門

高度成長の経済基調に従って、もっぱら林業の労働生産性向上を目ざしてきた機械化技術は、安定成長への移行と共に、森林の持つ公益的機能の発揮に対する要請にこたえて、林地保全のみならず林業作業者の健康と福祉をもたらす労働安全等とも調和した効率的で経済的な技術へと期待が高まっている。

林業機械の研究では、林業用手持機械の振動・騒音防止に関する研究は、昭和 50 年代においても重要な課題で、その検査手法は昭和 56 年 4 月以降林業機械化協会による型式・事後検査等に活用されている。

非皆伐施業に適した伐出技術や遠隔・自動操作化、林内作業車に関する研究開発その他、伐木造材用機械、集運材用機械、育林用機械の分野をはじめバイオマス関連の収穫機等、極めて広範囲にわたっての研究が進められてきた。また、林業機械開発改良事業で多数機種的设计、試作、改良が行われている。

森林作業の研究は、次の分担分野により少しずつ前進している。すなわち、労働負担軽減、労働安全（振動障害と災害分析）、作業能率及びコスト分析、林業機械に対する人間工学的研究（機

械の設計段階で人間側からの要求を折り込みながら、機械操作の快適性や安全性を増進しようとする分野), その他 (他の学問分野で開発された新しい統計的手法や数学的手法を作業研究の分野に応用する: 新手法を各種応用した集材法の地域性解析)。

林道の研究では、計画・設計面で集材作業路・木材搬出用作業路網の配置・林道の線形、急傾地及び特殊地帯・立地条件に応じた路網作設法、林道設計の自動化手法・簡易小型電算機による林道設計システムに関する研究、施工・維持管理面では、林道の路体構造、山腹掘削排土処理機・林業用土木機械の性能、リモコン自動制御・林業機械の自動制御、林道法面工法の評価検討に関する研究を分担分野としている。

(福田 光正)

1. 林業機械

我が国経済の停滞の中で林業経営規模の拡大、林道等の基盤整備、近代的林業施設の導入などに果した国の役割は大きく、林業構造改善事業や各種補助事業による施策によって林業機械および生産施設の開発普及にはめざましいものがあつた。この10年間の林業用機械の推移を見ると表のとおり、チェーンソーや刈払機の使用台数は着実に伸びているが、集材機は大型、小型ともやや減少傾向にあるし、トラクタの台数は3分の2に減少しているなどの反面、林内作業車やモノレールが7～8倍にも激増しているように量的にも質的にも変化が著しいものがある。

表 林業機械普及台数の推移

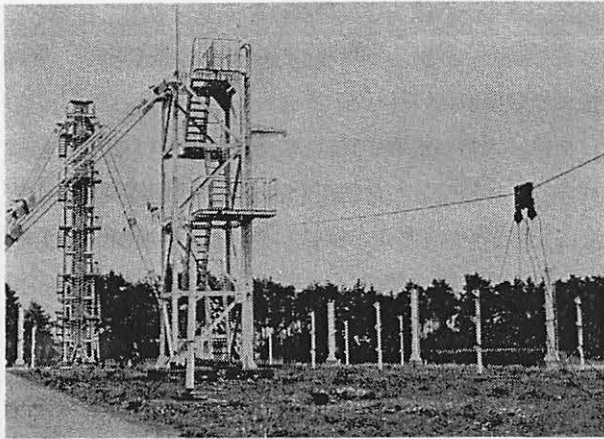
(単位: 台)

年 次	大型集材機	小型集材機	チェーンソー	刈 払 機	トラクタ	林内作業車	モノレール
49	12,724	13,467	187,297	177,696	6,763	1,849	237
54	12,321	12,240	271,985	248,680	5,138	6,370	1,360
58	11,414	10,576	331,434	290,457	4,772	13,842	1,816

資料: 林業白書 (58年度および59年度版) から調製

このような背景をふまえて当場の林業機械部門としては、非皆伐施業に適した伐出技術やリモコン化、林内集材車に関する研究開発など伐木集運材機械の分野は勿論、育林用作業機をはじめバイオマス関連収穫機など広範囲にわたっての研究が進められてきた。

伐木造成機械に関する研究では、チェーンソー、刈払機等林業用手持機械の振動、騒音の防止に関する研究が昭和40年代に引続き、昭和50年代においてもやはり最重要な研究課題^{1,2)}であり、林野庁の要請によりこれらの手持機械の振動、騒音測定試験を実施し公表 (林野庁: 林業用手持機械の振動騒音測定試験結果, No 1-24, 1974~1984) してきたが、検査手法の確立をみたので昭和56年4月以降は (社) 林業機械化協会による型式検査、事後検査等へと活用されている。現在の実用機種では振動が3G以下まで下がり、なかには1Gを割るものさえ開発されるようになった。また、振動騒音ばかりでなくチェーンソーの排気ガス³⁾、キックバック現象⁴⁾、チェーンブレイキ⁵⁾等の測定分析も進められた。さらにロータリチェーンソー⁶⁾、油圧チェーンソー式伐倒機⁷⁾等の研究も進められたが、昭和50年から排気量30ccクラスのミニロータリチェーンソーの試作を行い、改良と実用試験を了したのち、ついにロータリチェーンソーのように実用新



案化（山脇三平ら，実用新案登録1308400，1979）されたり，水平対向2気筒エンジンを持つチェーンソー（CS-601 TVLA型，1982）が国の委託事業で開発されるなどの成果もみられた。なお，油圧伐倒装置などを装備した大型機械の開発，導入が主として国有林で試みられフェラーバンチャー，グラップルソー等が相次いで現地試験された。山岳地形への適応性とコスト高などの面で定着

するまで時間がかかるものと思われるが，今後の機械化の方向として積極的に研究を進める考えである。

集運材機械に関する研究では，我が国で最も多く採用されているところの架線集材作業（集材機台数は前述のように横這いから減少気味ではあるが，索張方式は120種余も数えられる⁸⁾）で使われている林業用ワイヤロープおよび付属器具類の疲労或いは性能試験⁹⁻¹¹⁾が引続き行われた。とくに筑波移転を機に設置されたワイヤロープ衝撃試験機，同引張疲労試験機や架空索集運材屋外実験施設（写真）等の諸試験設備によって，新しく開始された試験研究としては振動波による張力測定¹²⁾，変動張力による疲労試験¹³⁾等の成果をあげている。すなわち文献にみられる試験は，林業の現場のようなある張力が負荷した状態で衝撃荷重が負荷されるといった条件のものはほとんどないので，このような条件下で試験を行って，衝撃的な張力変動の発生機構を明らかにし，安全管理に必要な指針を得ようとするものであった。また，切断事故による主索¹⁴⁾，プレテンションロープ，シーブ¹⁵⁾等についての研究も行われ，ワイヤロープやブロックなど付属器具の安全性の確保と合理的作業法の推進に大きく貢献したと思われる。

間伐の増大や小面積皆伐，択伐など非皆伐もしくは複層林作業の推進のため林道，作業道の開設が積極的に進められると共に種々の簡易架線や林内作業車による集材搬出の方式が各地で工夫実行され，当然のことながらそれらに対応する研究¹⁶⁻²¹⁾が進められ，とくにモノケーブル方式は他の集材法と比べ運材中の索張力の変化が少ないとされていることから関連する専用滑車の構造や強度，当該ロープの寿命など²¹⁾について精力的に測定解明が進められた。

気球（バルーン）集材に関する研究では直径14.45 m，容積1,400 m³の自然形気球を試作（川崎重工業に委託）し，昭和54年沼田営林署国有林において間伐材の集材試験を実施した²⁰⁾。索張方式は林試で開発した三線式索張りである。試験の結果，三線式気球集材は非皆伐施業に有効な集材法であるが，経済性の点で問題が残されていることが判明した。

集材用トラクタに関しては昭和40年代末にアーティキュレイテッドホイールトラクタ（車体屈折操機式）の国産化に成功したのちも，動力性能²²⁾や安全性能²³⁾について研究を継続し，さら

には自動制御型集材機²⁴⁻²⁶⁾と段軸式トラクタ²⁷⁾の二方向へ分化して研究が進展し、前者は自走式リモコン集材機の試作(兵頭正寛, 間伐施業に用する搬出集材装置, 実用新案登録 1301345, 1979)にまで進み、後者は不整地走行車の開発へと発展している。

トラクタおよび各種アタッチメントによる地拵, 下刈作業は北海道や東北北部など緩斜地の多い国有林ではかなりの面積が実行されているが, 育林機械に関する研究ではより効率的な機械と合理的な作業仕組みをめざしての研究^{28,29)}が現在も続いている。また, プリントモータを応用した電池式刈払機³⁰⁾や動力式枝打機, ハンドトラクタによる樹木掘取機³¹⁾, 自動枝打機³²⁾の性能等について調査検討を加え, 小型軽量化, 省力化など育林作業の機械化について地道な研究が進められている。この間に実用新案として登録されたものに動力枝打機(平松修, 1172918, 1977), 全油圧駆動式バックホウ付属植穴掘りおよび刈払装置(三村和男, 1412946, 1982)の2種がある。

以上述べてきたような多くの研究データは研修, 講義はもとより実際の現場での機械類の使用に際しては大いに参考とされており, とりまとめられた技術関係書を二, 三掲記すれば「林業技術ハンドブック」(富永貢ら, 全国改良普及協会, 1979), 「林業機械学」(山脇三平ら, 朝倉書店, 1980), 「林業機械ハンドブック」(山脇三平ら, スリーエム研究会, 1981), 「間伐の仕方・出し方」(小沼順一ら, 全国林業改良普及協会, 1982)「簡易架線の設計計算と安全管理」(上田実ら, 林業科学技術振興所, 1983)などがある。

林野庁としても昭和51年度から林業機械開発改良事業を発足させ, 現在では林業機械化推進事業(委託事業), 林業災害防止機械開発事業(補助事業), 林業機械性能向上対策事業(委託事業)の3事業に拡充するなど, 今日まで多数の機械機種について設計, 試作, 改良, 実用化試験等を行い, 生産性の向上と労働災害の防止にとりくんでいるところである。(佐々木 紀)

文 献

- 1) S. YAMAWAKI: Reduction of Vibration in Power Saws in Japan, NIOSH, ILO/ECE/FAO, (1977)
- 2) 鈴木皓史ら: チェンソー流体負荷装置を用いた二, 三の実験的研究, 日林論, 91, (1980)
- 3) ———: チェンソーの排気ガス分析, 日林関東支論, 30, (1978)
- 4) 平松 修: チェンソーのキックバック現象, 日林論, 93, (1982)
- 5) ———: チェンブレイキの性能, 日林論, 90, (1979)
- 6) ———: ロータリチェンソーの作業性能, 日林関東支論, 27, (1975)
- 7) 福田章史ら: 油圧チェンソー式立木伐倒機の性能, 日林論, 88, (1977)
- 8) J. KONUMA and J. SHIBATA: Cable Logging System in Japan, 林試研報, 283, (1976)
- 9) 機械第1研究室, 上松運輸営林署ロープ試験室: 林業用鋼索の疲労に関する研究(第3報), 林試研報, 300, (1978)
- 10) 上田 実ら: 林業用ワイヤロープ(作業索)の劣化と寿命, 日本鋸業会秋季大会分科会資料, (1979)
- 11) 柴田順一ら: ワイヤロープのS-N曲線, 日林論, 92, (1981)
- 12) 広部伸二ら: 振動波による張力測定法の検討, 日林論, 92, (1981)
- 13) 富永 貢ら: 変動張力と作業索の寿命, 日林論, 94, (1983)
- 14) 柴田順一ら: 集材架線主索の切断事故例, 日

- 林関東支論, 32, (1980)
- 15) 大川畑修ら：シーブ溝面におけるワイヤロープの接触状況等について, 日林論, 95, (1984)
 - 16) 柴田順一：単線循環車送式架線の張力特性, 日林論, 87, (1976)
 - 17) 小沼順一：タイラー式機取規制型索張りの張力特性, 日林論, 87, (1976)
 - 18) 佐々木尚三ら：跨座式モノレールの機械性能について, 日林関東支論, 33, (1981)
 - 19) 三村和男：小形運材車の動力性能, 日林論, 92, (1981)
 - 20) 農林水産技術会議事務局：非皆伐施業に適した伐出技術に関する研究, 研究成果, 141, (1982)
 - 21) 富永 貢ら：モノケーブル用滑車を用いたワイヤロープの寿命試験, 日林論, 92, (1981)
 - 22) 三村和男ら：2.65 ton アーティキュレイテッドホイールトラクタの動力性能および作業性能, 日林論, 86, (1975)
 - 23) ————：ROPS キャブクローラトラクタの二, 三の性能, 日林論, 91, (1980)
 - 24) 鈴木皓史ら：リモコンウインチ付きスキッドの実際性能, 日林論, 87, (1976)
 - 25) 兵頭正寛：自動制御型集材機の開発(Ⅲ), 日林論, 88, (1977)
 - 26) 広部伸二：集材機の自動制御(Ⅰ), 日林論, 95, (1984)
 - 27) 福田章史ら：段軸式トラクタの姿勢制御(Ⅰ)～(Ⅳ), 日林論, 93, 95, (1982～1984)
 - 28) 佐々木尚三ら：トラクタのけん引性能とスリップ率との関係, 日林関東支論, 32, (1980)
 - 29) 三村和男ら：フレイルモーア式カッタ刃によるササの刈払抵抗(Ⅰ), 日林論, 95, (1984)
 - 30) 巻田源久：電池式刈払機の試作, 日林論, 87, (1976)
 - 31) 福田章史ら：小型歩行式樹木掘取機の性能, 日林論, 87, (1976)
 - 32) 平松 修ら：自動枝打機の作業性能, 日林関東支論, 34, (1982)

3. 森林作業

林業労働者の減少と高齢化傾向が進むなかで、間伐材搬出法を中心に林業機械の多様化が進み、また一般集材方式も架空線系から車輻系へとじょじょに転換が進んでいる。振動障害の問題も鎮静化の方向に進みながらも、未だ抜本的な解決の道を見出しておらず、伐木造材作業や下刈作業では一部に機械化作業から手作業への回帰が認められる。このような森林作業の現況下で当分野の研究は新しい手法の応用も試みながら少しづつ前進している。

まず労働負担軽減の分野では、機械化の進展とともに常に新しい問題が提起されており、労働負担の質量両面において新しい視点に立った接近が求められている。労働負担の評価指標として従来から RMR (エネルギー代謝率), 消費熱量, 酸素消費量, 心拍数, フリッカー値等の客観的データのほか、疲労の自覚症状のような主観的指標も利用されている。1975 年に実施したトラクタ運転手の疲労に関する自覚症状調査では、トラクタ運転の疲労がもはや肉体作業型でなく一般型に属していることがわかり¹⁾、労働負担の質的变化を実証している。RMR や消費熱量については 1951 年からのデータを蓄積しており、これ等の分析から職種や作業条件で差異はあるが、巨視的にみれば森林作業の労働負担が機械化の進展に伴って減少していることがわかる^{2), 3), 4)}。しかし一部民有林の間伐材人肩搬出作業等にまだかなり厳しい労働が残されていること⁵⁾も事実である。国有林において増加傾向にあるトラクタ集材作業について、その後集中的に労働負担の調査を続けた結果、運転手については地表の障害物、運転速度、勾配の変化、座席の振動等により負担が加り⁷⁾、荷掛手の場合は林地勾配やウインチロープの引出法(引上げ、引下げ)、引出距離に影響されることを明らかにしている^{8), 9)}。一方造林作業の中で最も労働負担の大きい下刈作業

について、刈払機作業と下刈鎌作業の心拍数の変動と酸素消費量を比較した結果、鎌の方が刈払機より負担が大きいことを確認している¹⁰⁾。疲労の回復については間伐伐出作業においてフリッカー値による疲労検査を行い、休憩による回復の効果を明らかにした¹¹⁾。

労働安全の分野では振動障害の問題が依然として重要な研究対象となっている。チェンソーや刈払機などによる局所振動については1975年から78年にかけて科学技術庁の特別研究のなかで、把持力計付きハンドルをチェンソーに取り付け、振動と把持力との経時変化をとらえ、左手の第4指に最大筋力が現われることを明らかにし、また16ミリ高速度カメラを用いたX線シネで、手骨系の振動数が28～66 Hzの間に分布していることを確かめるとともに、振動ピックアップを皮膚上に貼り付け伐木造材作業時の手首から肘、肩への振動の伝わり方の把握を試みた¹²⁾。把持力計については、その後改良を続けながら各手指の筋力と障害発生の関係を検討している¹³⁾。また、既往の時間分析資料および現地調査から伐木造材作業中の全振動暴露時間および一連続暴露時間は予想以上に短いことを明らかにしている¹⁴⁾。一方トラクタや集材機の座席から受ける全身振動についてはそれぞれ現地調査を行い、集材機の場合は振動値が作業工程ごとに変化することおよびドラムの回転も全身振動に影響を及ぼすこと¹⁵⁾を、また集材機、トラクタともに作業工程ごとに振動レベルを分析した結果、ISO基準に低触しないことを明らかにしている^{15), 16)}。なお、集材機トラクタの騒音暴露の実態について調査した結果では、両者とも周波数1 KHz, 2 KHz, および4 KHz付近に若干問題があることがわかった¹⁶⁾。

労働安全研究のもう一つの柱である災害分析に関しては、国有林の災害事例を中心に検討を継続している。まず造林作業については、鎌、チェンソー、鉋、刈払機の用具別分析を行い、作業法の改善案と技術指導法を提案した¹⁷⁾。また、伐出作業関係ではパターン分類の数量化を応用して、災害に関連する諸条件、状態、結果等を20項目の要因の下に区分し、要因を区分相互間の結び付きの程度を電算機により計算する方法や、労働災害の作業内容別あるいは作業要因間のクロス分析等を試みる¹⁸⁾など、より有効な分析法を模索している。

作業能率及びコスト分析の分野では省力と待ち時間の解消、副作業の軽減などを中心に基礎的研究を進めている。まず、省力の分野では、モノケーブル方式にリモコン集材機を導入し、運転手が荷掛手を兼える事例について時間分析、功程調査を行い、リモコン化の有効性は開発機械の価格に帰着することを確めている¹⁹⁾。組作業や多工程作業において問題となる待ち時間については、トラクタ全幹集材作業を対象にGPSSによるシミュレーション解析を行い、作業の待ち時間発生の際要因を明らかにした^{20), 21)}。一方架空線集材の場合、伐区の縮小や集材量の減少のため1架線当りの副作業の割合が増大し、その経済性に大きな影響を及ぼしているが、この実態を把握するため国有林の現場を調査し、架設撤収、盤台作設、玉切装置敷設等、各副作業の割合を分析し問題点を指摘している²²⁾。この外作業能率分析の分野では、新しく導入された技術に関する作業データも必要であり、この意味から間伐材搬出用として開発された架線利用の自走式集材装置トップキャリーの功程調査²³⁾や、海外技術協力でブラジル国サンパウロ州に技術移転した架空線集材方式による間伐材搬出作業の功程調査²⁴⁾等を実施した。

林業機械対す人間工学的研究は今期に開始された。これは機械の設計段階で人間側からの要求を折り込みながら、機械操作の快適性や安全性を増進しようとする分野である。現在までに集材機やトラクタの運転席回りの見直しを目標として運転手の体格調査を行い、特徴を分析する²⁵⁾とともに、その結果から座席の形状やペダルあるいはレバーの配置やストローク等の最適位置を提案している^{26), 27)}。また、現有機械に対する運転者側からの関心度調査によると、振動、視野、騒音、座席の順で関心度が高く²⁸⁾、この結果から現在は運転席の視野の改善に焦点を絞って人間工学的研究を進めている。

この外、他の学問分野で開発された新しい統計的手法や数学的手法を作業研究の分野に応用する試みも続けている。まず、シャノンの情報理論を用いて作業環境の評価を行う研究²⁹⁾や、同理論を応用し盤台作業やモノケーブル集材作業の単位作業時間の出現頻度を推定する方法^{30), 31)}、数量化Ⅲ類やクラスター分析法を応用した架空線索張方式のパターン分類³²⁾、あるいはSD法（物に対する心理的評価の分析法）を用いた索張方式に対する作業側の主観的評価の分析や集材機運転中の振動の評価³³⁾等がある。また、これ等の新しい手法を各種応用して、現在国有林で行われている集材方法の地域性を解析する試み³⁴⁾も進められている。（小沼 順一）

文 献

- 1) 石井邦彦ら：トラクタ運転手にみられる疲労症状，農作業研究，24，（1975）
- 2) 石井邦彦：林業労働の労働量の推移，30回日林関東支論，（1978）
- 3) ———：機械運転手の労働負担，31回日林関東支論，（1979）
- 4) ———：トラクタ集材作業の労働負担，32回日林関東支論，（1980）
- 5) ———：民有林における伐出作業の労働負担，33回日林関東支論，（1981）
- 6) 今富裕樹ら：トラクタ運転手の生理的負担について，32回日林関東支論，（1980）
- 7) ———：トラクタ集材作業における荷掛手の労働負担，34回日林関東支論，（1982）
- 8) 今富裕樹：トラクタ集材作業におけるオペレータの作業負担に関する研究（Ⅰ），93回日林論，（1982）
- 9) 今富裕樹ら：トラクタ作業における荷掛手の労働負担（Ⅱ），94回日林論，（1983），（Ⅲ），35回日林関東支論，（1983）
- 10) ———：下刈作業における使用機具の比較検討，36回日林関東支論，（1984）
- 11) 豊川勝生ら：林業労働者におけるフリッカー値，33回日林関東支論，（1981）
- 12) 辻 隆道ら：局所振動障害の発生機序に関する総合研究，科技庁特調成果報，（1980）
- 13) 石井邦彦ら：ばくろ振動と手指筋力の関係（Ⅰ），91回日林論，（1980），（Ⅱ），92回日林論，（1981），（Ⅲ），93回日林論，（1982），（Ⅳ），35回日林関東支論，（1983）
- 14) 朝日一司：チェーンソーによる伐木造材作業の振動暴露時間，36回日林関東支論，（1984）
- 15) 豊川勝生：トラクタ運転中の全身振動について，32回日林関東支論，（1980）
- 16) 豊川勝生ら：林業機械の振動騒音の防止（作業方法の改善），56年度国有林技開試報，（1982）
- 17) 辻 隆道ら：労働災害分析に基づく作業改善と教育訓練手法，53年度国有林技開試報，（1979）
- 18) 奥田吉春ら：林業労働災害の原因分析，56年度国有林技開試報，（1982）
- 19) ———：非皆伐施業に適した伐出技術に関する研究—自走式リモコン集材機を使用した伐出技術の確立，技会成果，141，（1982）
- 20) 田中利美：トラクタ集材作業の作業計画について，32回日林関東支論，（1980）
- 21) ———：トラクタ集材作業計画—シミュレ

- ションによる検討, 92 回日林論, (1981)
- 22) 辻井辰雄ら: 集材作業における副作業軽減策について, 56 年度国有林技開試報, (1982)
- 23) ———: トップキャリーによる間伐材搬出, 34 回日林関東支論, (1982)
- 24) 田中利美ら: カンボス・ド・ジョルダン州有林における間伐材搬出工程, 36 回日林関東支論, (1984)
- 25) 豊川勝生: 人体計測値よりみた操縦席回り設計の一考察, 90 回日林論, (1979)
- 26) ———: 集材機レバー配置についての一考察, 91 回日林論, (1980)
- 27) 豊川勝生ら: 林業機械の操作操縦性—集材機について, 92 回日林論, (1981)
- 28) 豊川勝生: 林業作業からみた林業機械の事例分析, 93 回日林論, (1982)
- 29) 辻井辰雄ら: 森林作業環境の把握方法に関する研究(I), 林試研報, 280, (1976), (II), 林試研報, 288, (1977)
- 30) ———: 盤台における作業時間の推定, 31 回日林関東支論, (1979)
- 31) ———: モノケーブルシステムの作業時間モデル, 91 回日林論, (1980)
- 32) 奥田吉春ら: 数値化による集材機索張法のパターン分類, 86 回日林論, (1975)
- 33) ———: 作業イメージに関する研究(I), 90 回日林論, (1979), (II), 91 回日林論, (1980)
- 34) 奥田吉春・辻井辰雄・豊川勝生ら: 地域性を考慮した集材方法の最適化に関する研究(I) (II), (III), 94 回日林論, (1983)

4. 林道

林道は、合理的な林業経営を行い、森林の適正な管理を推し進め、林産物の搬出や森林の持つ多面的な機能を発揮するための木目細かな施業を実現するほか、地域産業の振興と住民の福祉向上にも大きな役割を果たしている¹²⁾。しかし、特に、ここ数年の開設実績をみると、公共事業の抑制等から国庫補助林道が伸び悩み、さらに木材価格の低迷その他に起因する投資力の減退等から自力による開設も減少して、年間の林道開設量は3,100 km 台にとどまっている。一方、林道と一体となり、造林・伐採・搬出等の作業に付随して作られる国、都道府県その他の助成による作業道は年間2,000~3,000 km 程度開設され、増加の傾向にある。

このような背景から、まえ10年間の林道研究に関する経過並びに成果は次の通りである。計画・設計面では、集材作業路に関する研究が、課題名は昭和52年より木材搬出用作業路網の配置、昭和55年より林道の線形に関する研究と変わったが、昭和48年より現在まで一貫して続けられている^{6-8,16,20)}。立木分布を含めた地表障害物の分布型を地形、地質、車の足まわり等と関連させて取り上げ、統計的な手法で走行時間、軌跡の迂回率、障害物の密度その他種々の要因を分析することによりトラクタ集材作業現場の地形区分を、また、集材跡地の被害木や地表攪乱後の稚樹発生調査とともに林地保全を考慮した集材路網計画についての究明をも試みようとするものである。最近では、路網型の指標となる評価値を理論的に考察することにより、伐区等の対象面域に対する路網配置の偏り程度を表わす指数値及び路網形態を表わす指数値を誘導し、路網の機能的、形態的特性を把握することが可能になった。路網作設法に関する研究は、当初、急斜地及び特殊地帯について昭和49年より開始されたが、昭和52年より立地条件に応じた課題に変わり昭和54年まで続いた¹³⁾。数種の土質試験機器を用いて CBR 値(標準土に対する支持比)及びK値(支持力係数)を現地で求め、また、くりかえし載荷・有底土槽実験装置により実大車輪通過に伴う深度別土圧を測定する等⁴⁾、林地保全を重視しなければならない急斜地路網^{1,16)}、軟弱地盤対策を

主とする緩斜地路網に関する低コスト工法の適応性について知見をよりまとめた³⁾。林道事業へ電子計算機を導入する手法の実用化をめざして、先に昭和44年より設計数量計算法の研究が始められた。その後、林道設計の自動化手法について昭和51年まで研究が続けられ、実施計画と路線選定の大型電算プログラムの開発・改良が行われた⁹⁾。

簡易な小型電算機による林道設計システムの開発に関する研究は^{11,10)}、昭和55年に始まり現在に至っているが、その間に、パーソナルコンピュータの特性を生かし、他機種との互換性も考慮した林道の平面図及び縦断面図等に関するプログラムを開発した。目下、横断面図、計算調書等のプログラムを作成中で一貫した林道設計の自動化をめざして、さらに研究が進められている。

施工・維持管理面で、昭和52年より始まり現在に至っている林道の路体構造に関する研究は、土工を中心に林試構内の林道関係諸施設・機械の活用を含めて林道研究室における根幹となるべき研究課題で、林道としての適正な路面・路盤・路床を求めて、簡易舗装工など低コスト路盤安定工法の確立に至るまでのつっこんだ究明がなされなければならない^{6),9)}。現在は、路面侵蝕、横断溝の間隔など路体の排水に着目して、試作装置による土質別路面侵蝕室内実験、考案した簡易横断溝による現地試験等を行っている^{10),14),15)}。

林道開設用建設機械の開発改良のため、山腹掘削排土処理機に関する研究が昭和50年まで、昭和51年から53年までは林業用土木機械の性能に関する研究が行われた。前者は林道開設に伴う山腹狭所の排土処理作業に有利な上部構造旋回式のスウィングトラクタショベルで、後者はバックホウで、谷側に捨土しない全面掘削方式による調査を実施し、成果をとりまとめた。

これまで、遠隔操作によるブルドーザの現地適用試験、クローラ型ミニバックホウによる伐跡地の階段造成試験等、土木用車輛について、各種性能の究明に当たってきたが、林業機械性能向上に関する研究の一環として、昭和53年から59年まで林業用トラクタの試験方法を確立するための研究が行われた。

これらの成果から、林業用トラクタの統一的かつ合理的な性能試験が行われ、機械の性能向上、作業の安全性と能率向上、さらに、機種選定の資料をえる等のが期待される。林業機械の自動制御については、造林用作業機と共に、昭和53年にリモコン自動制御及び造林用作業機に関する研究が開始され、昭和55年より林業機械の自動制御と、造林作業機に関する研究と課題名が変わって現在に至っているが、林道開設用建設機械の基礎研究としてその一部を担当している。すなわち、自動姿勢制御用に開発した装置を、林業用段軸式トラクタの実機に搭載して性能試験を行い、水平検出器やシリンダ動作速度の可変化等の改良について検討している。

林道法面工法の評価検討に関する研究は、崩壊し易い土壌であるマサ土を対象として、切取法面の形状、法勾配、法表層土の硬度・含水率等を現地で測定し、法形状の型別に法高、法勾配、法面の硬度・含水率等の関係から適正な工法の確立をはかるために、昭和54年から56年までの間行われた¹⁷⁾。

開設後2年経過した全線マサ土の林道における調査の結果、表層土の硬度は崩落部で高く、堆積部で低いこと、含水率は法肩や崩落土が堆積したところで多いこと等から、法高ごとの表層土

の硬度から法の形状を推移することが、ほぼ可能となった。法高ごとの表層土の硬度・含水率によるマサ土の崩壊型判別解析のほか、法高・法面勾配の違いが緑化工法に及ぼす影響等についても検討を加えた。

(福田 光正)

文 献

- 1) 福田光正ら：林道開設に伴う技術的諸問題と自然保護，山村振興特別調査報告書，M 44，(1975)
- 2) ————：林道の軟弱路盤工法について (Ⅰ)，化学的安定工法，日林論，87，(1976)，(Ⅱ)，物理的安定工法，——，——，(——)
- 3) 小林洋司：林道設計における自動化の研究 (Ⅲ)，Dijkstra 法による林道の路線選定，日林論，86，(1975)，(Ⅳ)，線形を主とした林道路線の評価について，日林論，87，(1976)
- 4) 福田光正ら：くりかえし載荷回数による有底土槽内人工路体の土圧傾向，機化業務報告講要，52，(1978)
- 5) 福田光正：林道の施工技術 (Ⅰ)，林道の断面構造と路面の安定性，林業技術，436，(1978)，(Ⅱ)，林道路盤安定剤の効果と使い方，——，437，(——)，(Ⅲ)，林道の路体と災害，438，(——)
- 6) 井上源基：トラクタ集材作業における土壌の硬度，日林関東支論，30，(1978)
- 7) ————：トラクタ集材路網に関する考察，日林関東支論，31，(1979)
- 8) ————：シミュレーションによる林内のトラクタ集材路網 (Ⅰ)，日林論，90，(1979)，(Ⅱ)，——，91，(1980)
- 9) 福田光正ら：Some constructions of stabilized forest roads，17 回 IUFRO 大会要旨集・第 3 部会，(1981)
- 10) 市原恒一ら：The Coefficients of runoff on logging road，——，——，(——)
- 11) 福田章史：林道測量へのポケットコンピュータの利用，林道研究会会報，18-2，(1981)
- 12) 福田光正：Logging Road in Japan，JARQ (熱帯農業研究センター)，Vol 15-No. 1，(1981)
- 13) 福田章史ら：民有林林道の開設工事単価についての若干の分析，日林関東支論，34，(1982)
- 14) 市原恒一ら：横断排水溝の適正間隔について (Ⅱ)，土質と侵食の関係，日林論，93，(1982)
- 15) 市原恒一：横断排水溝の適正間隔について (Ⅲ)，侵食発生のシミュレーション，日林関東支論，34，(1982)，(Ⅳ)，路面の侵食機構，——35，(1983)
- 16) 井上源基：トラクタ集材路網パターンの事例分析，日林論，93，(1982)
- 17) ————：マサ土切取法面の崩落パターンとその要因，日林関東支論，34，(1982)
- 18) 福田光正：森林施業のための林道開設と環境保全，日林論，93，(1982)
- 19) 福田章史ら：簡易な小型電算機による林道自動設計，機化業務報告講要，57，(1983)
- 20) 井上源基ら：トラクタ集材路網パターンとその要因，日林論，94，(1983)
- 21) 福田光正：タイ国木材生産技術訓練プロジェクト長期調査員報告，JICA 報告書 (1983)

3. 造林部門

造林部門の研究にとってこの 10 年に特記すべきことは環境調節施設の整備である。本場では昭和 50 年 12 月に人工気象室が完成し，翌 51 年 3 月試運転開始，昭和 53 年 3 月の移転に伴って，大気汚染実験棟，根系生長測定室，各種の温室群および研究本館内の培養室，低温実験室などとともに研究推進の強力な手だてとなった。北海道支場にもほぼ同じ時期に環境調節実験室が完成，九州支場にも小型ながら類似の設備ができて，それぞれ地域問題に関連した研究の推進に役立てられている。これまでのところ林木生理分野の研究が中心であったが，次の 10 年にむけて森林生

態、林木育種、さらには育林技術に関わる基盤的研究にも着々と使われはじめている。

この10年の大きな研究方向をみると、従来からの針葉樹林の育成・管理技術の研究に加えて、いろいろな視点から要望の強まっている広葉樹林の育成・管理技術の研究を積極的に取上げてきた。環境保全の視点あるいは省力など生産面での利点から注目されている非皆伐施業とくに複層林施業における更新技術についても研究を進めてきた。またバイオマス変換計画の一環としての未利用資源あるいは新資源の開発にも参加してきた。一方この10年急速に拡大されてきた海外協力を通じて、とくに熱帯造林に関連した研究にも大きな役割を果たしてきた。そして最近林業でも注目をあびているバイオテクノロジーの導入、開発にむけて、長年にわたる組織培養研究の蓄積をベースに、細胞融合さらには遺伝子操作などの研究を推進している。

1. 林木生理

ここ10年間、林木生理部門の研究は大きな発展を示した。特に、移転によって研究施設が充実したことによる研究推進の効果が大きく、また、生理化学の分析機器類が充実したことによって、基礎的な研究が進展し、林木の生長や生理反応に対する理解が深められたことも見逃せない。さらに、林業における海外協力事業の拡大とともに、熱帯降雨林、亜熱帯林の樹種の特性が把握され、これが基礎になり熱帯性の林木と温帯性の林木の違いが明らかにされてきた。こうした色々な研究環境の変化が林木生理の研究に大きな影響を与えている。

昭和40年代から大気汚染と樹木の衰退に関する研究が精力的に進められてきた。ここ10年間は、光化学オキシダント、特に光化学スモッグによって発生するオゾンが樹木にどのような影響を与えるかが明らかにされた。オゾン濃度が0.08 ppm程度では、可視的な被害は起らないが、ケヤキ、スギ、トウカエデ、ムクゲなどの生長が抑制される。さらにオゾンの濃度が高くなり、0.2 ppm以上になると、ケヤキの落葉がおこり、オゾン濃度0.3 ppmでは100%の落葉を示す。オゾンが樹体内に吸収されると、内生エチレンが生成され、このエチレンによって離層が形成され落葉現象を惹起することが明らかにされた。また、オゾン吸収率の高い品種ほど、可視被害が大きい。オゾンと亜硫酸ガスの複合汚染の場合には、それぞれ単独の被害よりも軽微な害となる。これは気孔の早期閉鎖が起り、樹体内への汚染物質の取込みが抑制されるためと考えられている。このように、大気汚染の研究は汚染物質の作用機作、抵抗性の機構の解明がおこなわれている。

林木が生育するためには、光と温度は主要な環境条件である。人工気象室において、光と温度を制御した実験で数々の林木の生長特性が明らかにされた。まず、林木の形態形成に対する光の波長特性があげられる。林木の種子発芽、葉の展開、節間生長、花芽形成、冬芽の形成、根系の発達などが赤色光(660 nm)と遠赤色光(730 nm)の光の量と両者の組成比率によって反応が異なる。したがって、人工光源の場合、蛍光灯、白熱電球、陽光ランプ、BOCランプなどの光源の種類によって波長組成が異なるため、それぞれの光源によって特徴のある生長を示すことが明らかにされた。自然光に比較的類似した生長を示す光源として、陽光ランプ、BOCランプ、蛍光灯の三種類の混合光であることが明らかにされた。この光の質の問題は林内の光を考える場合、きわめて重要である。特に林床に到達する散光は上層の樹冠層を通過する時に葉によって赤色光域

が吸収され、遠赤色光は透過してくるため、独特の波長特性となっている。この林内散光と類似の光条件下では、カンバ類、ハンノキ類、マツ類、トウヒ類、スギなど種子発芽が抑制される。この現象は遠赤色光によるもので、遠赤色光を除くか、赤色光を強化することによって発芽が促進される。一方、節間生長は遠赤色光で促進され徒長し、根系の生長は抑えられる。このような現象からみて、林床の稚樹の発生と健全な生長をおこなわせるためには、樹冠層の管理をおこない、赤色光を含む直達光を入れるようにすることが大切である。

スギおよびヒノキの花芽形成はジベレリン処理によって促進されるが、環境条件、品種などの要因の組合せが多く、安定した結果が得られない。ここ10年の研究により、スギでは、ジベレリン処理後25℃以下の低温と短日条件のいずれで雌花が多く分化し、高温又は長日条件で雄花が開花しやすいことが明らかにした。また、雄花は青色光で分化しやすく、雌花は赤色光によって発達しやすい。一方、ヒノキではジベレリン処理なしでも、主明期が14時間以上ある場合には日没から2時間の補光又は夜中に2時間の光中断（真夜中に光をつけること）によって花芽を形成する。高温条件下では雄花、低温では雌花が分化しやすい。このような現象を明らかにし、実際の採種園の着花促進のために、夜間の点燈をおこない良好な結果を得た。

林木の生長期間は春の開葉期から秋の冬芽形成による休眠、落葉までの期間であるが、開葉と休眠の時期の違いによって生長期間に差が出るため、場合によっては年間生長量に大きな違いができる。特に、休眠の時期の違いは生長に影響するだけでなく、地域によっては耐寒性、耐凍性の増加という面からも重要である。これまで、日の長さが短くなること、いわゆる短日条件によって休眠が導入されるといわれてきた。しかし、カンバ類の生長と日長に温度条件を加えると、短日条件だけでは休眠が導入されないことが明らかになった。気温が25℃以上の場合には、短日条件下でも休眠しないが、気温が20℃以外になると、日長12時間の中間日長でも休眠が導入される。さらに、種子の産地の緯度、標高によって日長および温度に対する反応が異なり、高緯度、高標高で採集したものほど、休眠の導入が早い。このような現象から見て、地域の環境に適した産地系統を選ぶことが重要である。

環境調節施設におけるその他の成果として、林木の温度に対する反応があげられる。まず、熱帯降雨林特産の林木は生存限界が15℃付近にあり、それ以下の温度では低温傷害を起すこと、ギンネム、アカシアなどの亜熱帯性の林木は凍結すると枯死するが、熱帯性の樹種よりは低温に強い。温帯性の樹種は低温傷害は起しにくい、光合成速度など生理作用が低温域で大きな影響を受け、15℃以下の温度では生長は極端に低下することが明らかにされた。このような林木の温度に対する反応は各種林木の分布限界を明らかにするばかりでなく、適地判定にも有効である。

根系の生長は温度によって制御されている部分が多い。熱帯産の *Parkia* (豆科の早生樹) は10℃では、ほとんど生長せず、高温になるほど根の生長はよくなる。アカマツ、スギでは30℃で根系の生長が最も良く、カラマツ、ネズコ、メタセコイヤの根では25℃が最適温度であり、エゾマツ、トドマツは20℃と低温に最適値がある。

マツノザイセンチュウ病に対するマツの生理反応の研究も環境調節施設の活用によって季節を

とわず研究が可能であったこと、さらに、特殊な環境条件下で実験が可能であったことなどが研究の進展に貢献している。マツノザイセンチュウをマツの苗木に接種すると、すぐに樹体内の樹脂道柔細胞が変性し、樹脂が樹脂道外に漏れ、仮道管に流入し、部分的に仮道管を閉塞する。この現象が進行すると、樹脂道柔細胞が死滅し、樹脂道が水を通導するようになる。このような柔細胞の変性はマツ、ザイセンチュウが排出するセルラーゼによって起ることが明らかである。さらに、ザイセンチュウによって起る症状は場合によっては回復する可能性をもつ。水分の通導は部分的な仮道管の閉塞によって異常になるが、葉には水分の供給が続けられ、光合成が低下するのは末期に近い。したがって、充分な養分の供給があると形成層の活動によって、新しい材を形成し、回復することがある。

林木樹体内の生理現象に関する基礎的研究も種々進められてきた。

スギの苗木の樹液に含まれるアミノ酸の中でシトルリンはきわめて特異的である。スギの樹液の含窒素有機物の2/3がシトルリンである。このシトルリンは根にあるオルニチン回路によって生成され、幹や葉に樹液とともに転流される。窒素養分が多くなると、シトルリンの含有率が増加し、窒素栄養条件が悪くなると極度に減少する。しかも、一度減少すると、もとの含有率まで回復するには時間がかかる。シトルリンは、生理活性の高い部分に送られ、その他のアミノ酸に転換される。このようにシトルリンはスギの窒素の貯蔵、転流のための含有窒素有機物として重要である。窒素の貯蔵物質としてはアルギニン、グルタミンなどが、窒素の貯蔵型有機物となっている植物が多いが、スギは数少ないシトルリン利用型と考えられる。

材を形成する分裂組織である形成層の生理に関する研究が進められた。形成層自体にも休眠現象が存在し、休眠打破とともにジベレリン、オーキシンの活性が増加する。しかしオーキシンの生合成は頂芽ではおこなわれているが、形成層には生合成の活性が認められないため、オーキシンは転流されてくると考えられる。形成層の細胞に存在する遺伝子のうちオーキシン合成系は発現していないと推測されている。

マツの種子の成熟、休眠、吸水、発芽の過程における蛋白生合成系の変化に関する研究が進められ、かなりの基礎的な事実が明らかにされた。この蛋白生合成系は遺伝子の発現の直接的な結果であり、分子生物学的な手法によって追跡される。種子の成熟から休眠にいたる過程で蛋白生合成系は大きな変化を示す。休眠に入る最終段階で種子は乾燥するが、この段階で蛋白生合成は不活性化し、リボゾームは安定で単純な単体になる。この時、残った mRNA も何らかの変化をし、不活性化する。乾いた種子には、ATP はきわめて少ないが、ATP 生成系それ自体は維持されている。そのほか DNA, tRNA, アミノアシル tRNA シンセターゼも保存されている。吸水とともに、急速に ATP が生成されるが、暗黒下では、mRNA は活性化しないため、蛋白生合成は起らない。しかし、赤色光を照射することにより、ATP の生成が促進され、mRNA も活性化する。光照射後、数時間内に、ポリゾームの形成が起る。この休眠打破の光の作用は、フィトクロムを媒介していることは明かである。発芽過程における蛋白生合成の再活性化と同時に、DNA による新しい RNA の合成が始められる。今後は、これらの基礎的な研究を土台にして、遺伝子

の発現機構の研究を進めていく。

2. 森林生態

森林生態の研究は森林の造成、維持、管理の基礎として、重要であるばかりでなく、最近では、都市環境の維持にも必要であることが認識されはじめている。近年、わが国では急速な経済発展にともない、都市化が進行し、都市内および近郊の自然環境が問題にされるようになってきている。特に都市および都市周辺の樹林地がどのようになってきているのか、さらにどのように維持、管理すればよいのかは重要な森林生態の研究テーマの一つである。

都市近郊林の特徴は踏圧により表層土壌が堅密化し、透水性、通気性、保水性が低下する。また、落葉、落枝の供給がなくなるため、土壌有機物の減少をきたす。一方、大気汚染の影響も受けやすく、樹林地の林縁から林内に入るにしたがいオゾン濃度が減少し、樹冠層上部から地表に向けてオゾン濃度が低下する。したがって、都心部の樹林地では林縁から50~70 m 内部まで樹木の生育が阻害されている。また、都心部から離れるに従って、ケヤキの可視的被害が減少する。踏圧による土壌の硬度化の影響も大きい。土壌が硬くなるにつれて植物の種類は特定化し、種類も少なくなる。しかし、立入り禁止などで踏圧の影響がなくなると、植生は加速度的に回復し、土壌も軟変する。植生層の密度が高い場合や「わら」などで土壌表面を被覆した場合には、ある程度まで踏圧による土壌硬化を回避することができる。踏圧によって根系の発達が抑制されるため、樹林地の植物は水ストレスを受けやすい。被害木では-30 bar、光合成の低下は-8 barで起っている。オキシダントの浄化機能が認められ、林縁帯は樹林地を保護する重要な役割を果たしている。この林縁体には常緑広葉樹、上層樹冠層には大気汚染耐性樹種を含む構成にし、林床植生の保護をはかる必要がある。

生態系に対する自然災害の影響は大きい。昭和52年、53年に起った有珠山の噴火による森林被害の推移を追跡した。火山灰によるトドマツ造林木の被害は降灰量によって異なり、降灰量が5cm 以下では1年後に回復するが、5cm~30 cm の降灰量では約10%の本数が被害を受け、30 cm 以上の降灰では100% の被害を受け、回復不可能な状態になった。カラマツは降灰に弱く、3 cm 以上灰が蓄積すると激害を受ける。噴出物が厚いほど林床植物の出現種数は少なく、100 cm 以上の降灰があると、噴火前の林床植物は完全に埋れていた。最も降灰量の多い所では降灰量が200 cm に達し、ここでは3年後でも裸地状態である。6年後でも、降灰量100 cm 以上の場所では、上層植生は回復していない。噴出物の堆積が少ない所では、林分の中層を構成していたカツラ、アズキナシ、ナナカマドが樹勢を回復してきている。林床植生も噴出物の堆積が少ないほど回復が早い。木本類では、ヤナギ、シラカンバなどの先駆樹種が定着をはじめている。噴火後数年経過すると、噴出物の堆積の少ない所では回復が速やかに進行するが、堆積の多い所では、植生の遷移が新しく始まることになる。しかも、樹種によって降灰に対する耐性が著しく異なるため、群落の変化は元の植生型の降灰に対する耐性になって変ってくる。

森林群落および植生の研究は森林施業の基礎となるもので、重要な研究課題の一つである。ここ10年間に目につく成果として、ササの分布、蓄積、繁殖様式の研究があげられる。分類および

繁殖様式の特徴からチンマザサ、チマキザサ、アズマネザサ、スズタケ、ミヤコザサの5つのグループに分け、日本全国におけるササの分布と現存量を推定した。特に北海道における現存量が多く、生重量にして1億5000万トン（乾燥重量7500万トン）と推定された。全国では、生重量にして約2億トン存在すると推定されている。ササの各グループによって再生力が異なり、刈取後、チンマザサでは現存量の回復まで15年以上必要と推定されている。ミヤコザサは回復力が強く、2～3年で回復する。アズマネザサ、チマキザサ、スズタケなどでは回復に7～10年必要と推定された。チンマザサの分布に関する注目すべき成果は、八丈島、御蔵島両島におけるチンマザサの生育地の発見である。この両島におけるチンマザサの生長は非常に良く、御蔵島では大きな群落となっている。一般に、チンマザサの分布は北海道、本州日本海側の積雪地帯に限られ、越冬には積雪が必要であるといわれてきた。今回の太平洋沿岸の無雪地帯におけるチンマザサの発見はササ類の分布論を根本的に変えるものである。

暖地帯における林床植生では、シダ類が造林施業上、大きな障害となることが多い。特に、ウラボシ、コシダは林床に大量に繁殖し林床を覆うため、効率的な下刈が必要になる。コシダ群落は冬季に地上部現存量が最も少なく、4月頃、現存量が増加をはじめ、5～6月に急速に繁殖し、7～8月に最大現存量 $1.0\sim 1.2\text{ kg/m}^2$ に達し、秋から冬にかけて再び減少する。一方、ウラボシでは、地下茎から新しく芽が発生するものと、古い茎が伸長する場合と二つの型の生長をする。地上部の現存量は2月頃最も少なく、 0.8 kg/m^2 であるが、7～8月には最大現存量の 1.3 kg/m^2 に達する。純生産量は葉部が 0.33 kg/m^2 、年、地上部の茎部 0.21 kg/m^2 、地上部総計 0.54 kg/m^2 となった。このようなウラボシ、コシダの季節的な生長経過から、再生を効果的に抑制するには、6月に刈払うのが最も良いという結論を得た。

群落構造、植生遷移は天然更新技術の進展の基礎となるもので、北方の針広混交林、ブナ帯、常緑広葉樹林のコジ林の遷移が研究されてきた。針広混交林においては、蓄積の多い林分では、トドマツ、エゾマツ、ミズナラの優占度が高くなり、蓄積の少ない林分では、ニレ類、ヤマハンノキ、コブシが多くなる。土壌と標高を指標にすると、高海拔湿性系として、エゾマツが優占し、低海拔湿性系にはニレ類、カツラ、ヤマハンノキが優占する。風害、上層択伐、道路の開設などにより、これらの群落の樹冠層が破られると、植生の遷移が起る。衰退したトドマツの上木を伐採した結果、林内の照度が急激に高くなり、林床稚樹の木部圧ポテンシャルが低下し、一時的に水分欠乏状態になる。この結果、生長が抑制されるが、翌年には順化する。こうした樹冠層の破壊による照度の増加に急速に反応し、生長をはじめるのは広葉樹である。

ブナ帯はわが国の主要な森林帯であり、分布域も広い。鳥取の大山のブナ林を調査した結果、典型的な青森のブナ林と類似していることが明らかになった。大山においても、湿性地ではシラネウラボシ、湿潤な所ではササ、乾燥地ではツツジ型となる。天然ブナ林で人為が入らない所では、林床の稚樹が少ない。その理由は、樹冠層が閉鎖している場合には、発生した稚樹は消滅していくからである。林内に稚樹の存在する林は過去において伐採がおこなわれ、樹冠層に穴があき、林内に光が入ったために稚樹が定着したのが明らかである。したがって、ブナの天然更新を成功

させるためには、樹冠層のコントロールが重要である。さらに豪雪地帯では、人工造林による針葉樹林を造成するよりも、ブナを主体とする広葉樹の天然更新が適している。

南九州の内陸部に広く分布する常緑広葉樹林、コジイ林の種類構成と階層構造を調査してきた。上層木の林齢が36年生、55年生、71年生ではコジイが優占しているが、100年生以上ではイスノキ、イチイガシが優占してくる。このような結果から見て、コジイ林は二次林的な性格が強く、遷移の中間段階に位置すると考えられる。

物質生産と循環に関する研究では、ヒノキ人工林の物質生産の特性が明らかにされた。70年生のヒノキ林の落葉落枝量は11月に集中し、落葉落枝量は無間伐で最も多く、間伐率が高くなるほど少なくなる。ヒノキとアカマツの混交林の落葉落枝量は純林よりも大きい。アカマツの葉が多いほど、ヒノキの葉の分解が遅くなる。モデル林分による乾物生産量は混交林の方が高く、2:2の混交比の時に生産量が最も高くなる。一方、ヒノキ林の単木の肥大生長を見ると、直径生長は4~5月に大きく、再び9月に増加した。幹の生長の最盛期には、当年葉の伸長が起っている。劣勢木では、樹冠内に光合成産物が蓄積されやすい。ヒノキ人工林の根系の生産量は4.5トン/ha・年となり、この林の地上部の純生産量は15.4トン/ha・年であった。この生産量から根系の現存量と胸高直径との関係式を誘導した。

森林の生態の研究は森林の成立、生産力、機能を明らかにするものであり、今後さらに発展が期待される。

3. 育林技術

省力的かつ経済性が高いと考えられる天然更新の研究が再び注目されている。ブナの天然更新法については、群状、帯状母樹保残などが効果的であるという成果がすでに得られているが、各地において現地適応試験がおこなわれている。更新成績は林内の稚樹量により異なり、その出現は林床型と関係が深い。しかし、稚樹の発生量の少ないササ型の林床においても、伐根の周辺、幹の根元付近には稚樹が存在するほか、細い切株からは萌芽更新が可能である。稚樹量は種子の落下量にも影響されるが、種子の豊年は6~7年に1度、その間に並年作と凶年が入るため、隔年ごとに豊作または並年作、その間にほとんど種子のない凶年作がくる。また、種子の飛散距離は最長距離で樹冠から25m程度であるが、更新のためには、10粒/m²は必要であり、並年作では樹冠から5m、豊年作では10~15mの位置になる。このような現象を考えて、母樹の保残を考える必要がある。ブナは耐雪性があり、豪雪地帯では、ブナの更新を考えるべきである。

ヒノキの天然林および人工林において、天然下種更新が可能であることを明らかにした。四国においては種子の落下は11月頃から始まったが、落下量の75%は12月中旬から1月中旬までの1ヶ月間に見られた。豊作年には4倍の種子が落下する。落下した種子は10日前後で発芽するが、全体が出そろうには1ヶ月程度かかる。豊作年には5,000~6,000個/m²の種子が落下し、その発芽率は10%以上であり、更新に必要な種子量は確保できる。発芽促進をはかるために地がきなどが効果的であり、さらに、稚樹の定着、生長には、林床の光条件の改善が重要である。したがって、稚樹の生長には上木の間伐が必要である。また、天然ヒノキ林の解析から、適切な

除・間伐等の保育の必要性が明らかになった。

近年、非皆伐複層林の研究が進められ、環境保全、省力的施業など多面的な効用が認められている。非皆伐施業は上下の保育と下木の植栽、保育を含む立体的な施業であり、これまでの一斉林施業とは異なる。一般的に複層林で上下の樹冠層が発達している場合には、林床植生が少なく、下刈りの必要性が少ない、一方、下木の生長を促進させるためには、林床の光条件を良くするために上下を間伐しなければならない。上木の生長量は単層林の生長と同様であるが、上木の間伐を強度にするほど下木の生長は良い。下木がスギ、ヒノキの場合、相対照度2～3%が生存限界であり、庇陰状態の稚樹を陽光に当てた場合、ヒノキの方が速く生長をはじめ。スギには耐陰性クローンが存在する。複層林を成功させるためには、上木の間伐、枝打をおこない、林床の光をコントロールすることが最も重要である。

林床の雑草木の繁殖と林木の生長、さらに下刈の効果に関する研究が進められた。ブナの天然林ではササの繁茂がブナの更新の阻害要因となっている。ササ群落の発達程度の指標として、ササの葉面積指数を適用することができる。葉面積指数が4以下であると、ササ群落は未発達であり、4以上になると、林床には、ほとんど光が入らず相対照度は6%以下になる。ササの稈高が1m以下又は稈高1mでは密度が30本/m²以下になるとブナの稚樹が残存する。またスギの造林地における雑草木の群落型を光の吸収特性から三つの型に分け、群落内の任意の位置の相対照度とスギの生長との関係を明らかにし、さらに時期別に下刈をおこない陽光に当てた場合のスギの生長を解析した。これらの結果を総合して、効果的な下刈をおこなう判断基準を与えた。

このような下刈の理論化と並行して、除草剤による雑草木の抑制研究が続けられた。最近の除草剤の施用に関する考え方が進歩し、殺草から抑草へと変化している。このような考え方の変化を反映して、TEP（テトラピオン）の使用量が2～3kg/haときわめて少量でササを抑制することに成功している。

枝打ちに関する研究も経験的なものから理論化が進められている。枝打は樹冠の大きさの制御、材の品質管理、林床の光制御などの効果をもっている。樹冠1/3の枝打をおこなうと林内相対照度が18～21%上昇し、弱度の間伐に相当する明るさが得られる。このような枝打による照度の増加は材質向上ばかりでなく、下木の生長を促進し、複層林施業にはきわめて有効な技術である。

間伐に関しては、上層間伐と下層間伐の特性が研究されている。上層間伐では、少ない本数を間伐することによって大きな材積を得ることができるが、下層間伐では、間伐本数が多いと、一定の材積は得られない。また、数回上層間伐をおこなうと、林分が均一化し、年輪幅のそろった材となる。下層間伐では林分は常に不ぞろいになる。間伐枝打に関連して、林分の密度、樹高、枝下高の間には一定の関係があり、これらの関係が数式によって表わされた。この式を用いて、樹冠長の調節、密度の調節が可能になった。

この10年間に針葉樹の人工造林主体の研究から、しだいに広葉樹にも研究の幅が広められている。昭和57年よりミズナラ、ウダイカンバ、シイ、ブナを対象とする用材林の育成技術の開発が進められている。これまで、種子の生産、飛散、発芽率、さらに稚樹の生存率などが調べられた。

海岸林の維持強化に関する研究がおこなわれた。海岸林では、汀線に近いほど生長障害が大きい。この障害は主に飛砂と塩水による葉の傷害と水分欠乏が原因である。このような飛砂と塩水の害を防ぐためには、枝下高が低い、樹冠の発達した林分を作る必要がある。枝下高は林分の密度、樹高、幹直径を制御することによって調節可能である。密度、樹高、枝下高の関係式が誘導され、任意の枝下高の林分を造成するためには、樹高と密度が定まった値になることがわかった。

雪害問題についても、環境、施業技術、耐雪性樹種・品種の選抜、雪害の発生機構などの研究が進められた。福島県と宮城県について、雪害の起りやすい地域について、土壤型、積雪深、気温、斜面、標高などの要因を分析し、雪害危険度の5段階区分をした積雪環境区分図を作った。耐雪性樹種、品種を選抜するための植栽試験がおこなわれているが、スギの品種のうち、根量の多いチョウカイムラスギ、リョウワスギが雪圧に耐えることが認められた。また、欧州トウヒの耐雪性が大きい。施業的には、雪起しと施肥が雪圧害に対する効果がある。

雪圧害のほか、冠雪による幹折れなどの冠雪害に対する研究がおこなわれてきた。スギの在来品種10系統の最大冠雪量には品種間の差があり、この差が冠雪害に対する抵抗性の違いになっている。また、斜面に生育する針葉樹の樹冠の分布を調べた結果、葉は谷側に偏在している。したがって、植栽方法や枝打によって樹冠を均等に発達させることが大切である。

森林バイオマスの有効利用技術の開発とともに、これまでの育林技術とはまったく違った林木の栽培方法の研究が始められた。バイオマスの有効利用においては、材質、材の形状、などは、あまり問題とはならず、原料として短期間に大量生産することが最重要課題である。しかも、単木当りの生産量よりも単位面積当りの生産量が問題になる。一般に植栽密度が高くなると、個体の生産量は小さくなるが面積当りの収量は増加する。このような観点から、初期生長の速いポプラ、カンバ、アカシア、ギンネムなどを用いて、超密度の超短伐期林の生産力を調査している。肥料や耕耘の効果が著しく、集約的な栽培をする場合、4~5年の短期間で年平均生長量 $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ 以上の値を得ている。今後、栽培法と品種の改良により年平均生長量をさらに向上させる目標をもっている。

(佐々木 恵彦)

4. 林木育種

1) 主要形質の遺伝解析

生長等の量的形質についての統計遺伝的解析では、各種の交配家系群を用いて遺伝率、選抜効果が推定されている。スギ、ヒノキの人工交配家系群で、苗高、根元直径について相加的遺伝分散と優性分散を分割して選抜効果を推定した事例、スギ母樹別比較試験地（九州）で、10年生時の樹高、胸高直径について親子回帰から遺伝率を推定した事例、アカマツ母樹別植栽試験地（東北）で、15年生時の樹高、胸高直径、枝の太さについて親子回帰と家系別データの分散分析から遺伝率を推定した事例等があり、いずれも集団選抜での選抜の有効性が確認されている。また、スギ精英樹クローンの自然交配家系群を選抜対象集団として、モデル精英樹の選抜と対照個体の任意抽出を行い、自然交配および人工交配によって両群の次代家系群を作出する長期の試験も行われている。まだ幼齢時の結果であるが、第2次選抜による次代集団では、選抜対象集団より苗

高、根元直径の遺伝率は低いけれども、明確な選抜効果が認められている。さらに、採種園産の精英樹の自然交配家系群では、在来の造林用種苗と比較して、ヒノキ7、8年生時の樹高、胸高直径、カラマツ5年生時の樹高で、いずれも平均10%以上の育種効果が推定されており、事業造林地での成績でも、スギ、ヒノキ、アカマツの樹高、胸高直径で、育種効果が確認されている。その他、スギの苗高、根元直径について遺伝率の年次推移の解析、スギで個体間競争変動を求める手法とその評価等についての報告がある。

一方、検定林データを分類、整理して保管するためのプログラムと、検定林データを分析するための汎用性の高い多数の解析プログラムが開発されている。この技術開発の成果は、林木育種場における事業的規模での次代検定林データの登録システムに活用されている。また、量的形質の測定値に加わっているマクロな立地効果を除去して検定効率を高めるために、重回帰式、直交多項式等を用いる立地修正の方法が提示されている。さらに、カラマツ次代検定林で、環境との交互作用を小さくおさえるための検定林の地域層化の試み、カラマツ、ヒノキ次代検定林で、検定を行う地域区分の適切さを評価する手法が検討されている。

気象害、病虫害に対する抵抗性についての遺伝解析では、被害の発生機構についての実証的な知見が基礎情報として必要であるために、重点課題は他の分野との共同研究の一環として実施されている。気象害については、冠雪害で、スギ在来品種、系統間の被害差異が確認されている。また、人工および自然冠雪実験装置を用いて、冠雪量、冠雪被害に関連をもつ樹冠形、樹冠内枝葉密度、幹材部の物理的強度等の要因解析が行われている。多雪地帯での幼齢期の埋雪による雪害でも、スギ在来品種植栽試験地（東北）での品種間差異が、またトドマツの晩霜害では産地間差異が確認されている。スギの冬期乾燥害では、得られた資料が十分ではないが、被害率に親子相関が認められている。不良環境に対する耐性としては、関西以西のスギ精英樹クローンの耐陰性が調べられている。

病虫害については、カラマツの落葉病で、抵抗性クローンの選定、着花促進、交雑、接種検定遺伝解析、試験地設定の長期にわたる一連の研究が行われている。落葉病抵抗性の遺伝率は高くないが、明確な選抜効果が認められている。また、落葉病抵抗性は少数の主働遺伝子支配ではなく、ポリゾーンに支配される形質であると推定されている。カラマツの先枯病でも、抵抗性個体の選抜、再選抜の有効性が確認されている。マツノザイセンチュウについては、アカマツ、クロマツ等の二・三葉松類で、人工接種検定の方法、選抜個体・クローン、種間交配家系群等での接種検定結果、抵抗性クローン樹体内でのセンチュウ増殖抑制等の多数の実験例が報告されている。これらの先行的な研究成果は抵抗性育種事業を展開するための基盤として活用されている。その他の病害では、キリのタンソ病、テングス病での抵抗性個体の選抜と接種検定方法の検討、ミズナラのウドンコ病の罹病率での産地、個体間差異、ケヤキの白星病の罹病率での家系間差異についての報告がある。虫害としては、スギカミキリ、スギザイノタマバエ等の穿孔性害虫について、抵抗性と考えられるスギ品種、クローンを用いた各種の交配家系群が作出されている。同時に早期検定法を開発する目的で抵抗性要因の解析も進められている。獣害としては、トドマツのエゾ

ヤチネズミによる食害で、産地、系統間差異が認められている。

材質は抵抗性ととも重要な育種目標であるが、主として試験材料の制約から遺伝解析の実験例は少い。現在、アカマツの母樹別植栽試験地（東北、関西）で、間伐時（約15年生）の材質形質、生長、形態形質についての共同研究が実施されている。また、カラマツの材のねじれをおこす施回木理については、繊維傾斜度の実生苗集団での個体間変動、精英樹交配家系群での家系間変動、樹齢にともなう変化等が調べられ、繊維傾斜度の小さい個体の選抜と選抜個体のサシキ増殖方法が確立され、林木育種場で事業規模の対応が図られている。

一方、広葉樹についても、ミズナラ、ウダイカンバ等の北海道の主要広葉樹で育種の可能性が検討されており、材質が主たる育種目標になること、伐期が高齢になることから既存の天然林の遺伝的組成の改善が必要であることが指摘されている。また、ケヤキの母樹別家系群での調査では、幼齢時の幹の分岐と曲りに家系間の差異が認められ、単幹性、通直性、細枝性等の樹形の改良が可能であると考えられている。シイタケ原木としてのクスギ、コナラの育種の問題点、バイオマス資源としてのタケの育成と育種についても論議されている。

質的形質についての遺伝子分析では、色素、形態の異常形質で、各種の交配・自殖家系群を用いて標識遺伝子の検出と同定、および対応する遺伝機構の解析が行われている。スギの針葉で、白斑、白緑、夏期白化を示す色素異常の発現が、いずれも単一の劣性遺伝子に支配されていることが確認されている。針葉が短く先端が外側に鋭く曲る外向鉤形の形態異常の発現が、補足遺伝する2対の優性遺伝子に支配されていることも確認されている。また、針葉がねじれるヨレと針葉の外向鉤形の形態異常、淡緑色苗と白子苗を生ずる色素異常では、いずれも両形質間に連鎖関係は認められなかった。しかし、ヨレスギの自殖家系、黄金ヨレスギの自殖1代、2代家系群等での形質発現を調べると、針葉がねじれるヨレ遺伝子の近傍に致死遺伝子が存在すると考えられている。林木、おもにスギでの遺伝子分析に関する既往の多数の研究成果がとりまとめられ紹介されている。

2) 育種法の開発

生長と抵抗性、材質等の複数の実用形質を集積する育種法を開発する目的で、造林阻害要因地図による地域層化の基準作製の試案、およびスギで各種の形質について相反する表現型を示す両親とその相互交配家系群、さらに各家系の自殖家系群の3世代の材料を作出してクローン化し、多数のセンサー（小試験地）を設定して遺伝解析を行う試案が提示されている。

生長等の主要形質での雑種強勢の発現については、主として種間交雑による雑種の作出と交雑稔性が調べられてきた。現在、スギで多数の近交系の材料が集積されてきたので、交雑による強勢の発現程度とその遺伝機構の解明が今後の重要な課題になっている。ヒノキ属4種の種間交雑では、ローソンヒノキを雌親とし、サワラ、ヒノキを雄親にした組合せで交雑可能度が高く、その他の組合せではいずれも交雑不稔を示し雑種の作出は困難であることが確認されている。また、ローソンヒノキとサワラの雑種では、致死性の黄子苗が多数発現し、種の隔離機構による雑種致死がおけると推測されている。ヒノキの種間雑種では、花粉母細胞の減数分裂時に遅滞染色体が

生じ、花粉稔性の低下する事例も報告されている。さらに、クロマツとタイワンアカマツの種間交雑では、両親種への戻し交雑で、組合せの方向性もみられるが、種子の充実率の高くなる傾向が観察されている。一方、試験地に植栽された種間雑種の成績では、カラマツとチョウセンカラマツ、グイマツの種間雑種で、樹高、胸高直径、比重等に雑種強勢の傾向が認められているが、トドマツとウラジロモミ、クロエゾマツとグラウカトウヒの種間雑種では、樹高、胸高直径ともに良い成績を示していないことが報告されている。

倍数性育種については、ハンノキ属とスギで、倍数体の作出と詳細な細胞学的観察が行われ、倍数体の特性と育成、利用の可能性が検討されている。ハンノキ属ヤシヤブシ節4種で、花粉母細胞の減数分裂時の染色体数とその行動を観察し、ヒメヤシヤブシが2倍体、他の3種が8倍体であることが確かめられている。また、人工交配により多くの種間雑種を作出して比較、検討を行い、8倍体の3種は2倍体のヒメヤシヤブシのゲノムが倍加した同質倍数体であること、倍数化が進むと生長、立地適応性の増すことが確認されている。フタバガキ科の樹木でも、染色体数と核型分析による類縁関係の検討が行われている。一方、スギでは、2倍体と自然4倍体の交雑で、人為3倍体と異数体を作出し、スギ精英樹中にも見出される自然3倍体の成因と人為3倍体の特性が調べられている。遺伝子分析の材料として作出したスギの自殖家系群、あるいは自然交配家系群でも、形態異常をとまなう倍数体(3, 4倍体等)が多数出現することが報告されている。また、スギでは種内の核型分化は少いが、特定の染色体の分節構造等が系統を識別する一つの指標になることが明らかにされ、中国産のスギ(柳杉)を判別する根拠にもなることが報告されている。突然変異の誘発については、放射線照射によるスギの体細胞突然変異の発生で、品種間の差異、照射部位や時期等による発生頻度の変化、枝変りの成因等について検討されている。

バイオテクノロジーの一環として、林木でも細胞融合による体細胞雑種の育成、利用が注目され、近年この分野での研究が急速に進展している。キリとボブラで、葉肉細胞からのプロトプラストの分離、および単離したプロトプラストの高頻度での融合誘起に成功している。現段階では、カルス培養による器官再分化が容易である樹種(ボブラ類を中心にしたヤナギ科、ジンチョウゲ科等)が研究対象になっており、融合細胞の選択と培養、体細胞雑種の作出が試みられている。木本性植物での細胞融合、細胞工学、関連する組織培養の主要技術とその適用上の問題点については、詳細に解説されている。

3) 繁殖技術の向上

有性繁殖については、種子の生産性向上に関連をもつ広汎な課題について実験が行われ、多くの重要な知見が得られている。花芽分化については、アカマツ、クロマツ、ヒノキで、ジベレリン(GA₃, GA 4/7)の枝基部での包埋処理(CMCペーストに混入)が着花促進に有効であること、カラマツ、ウラジロモミではこの処理法でも実用的レベルでの処理効果が期待できないことが確認されている。開花期、受粉機構については、クロマツ雌花の受粉適期の確認、クロマツ雄花の採取時期と花粉量、発芽率との関係、受粉の有無とクロマツ雌花の珠孔の閉鎖、スギの受粉と珠孔液の分泌の関係、走査電子顕微鏡によるマツ類の花粉管伸長の観察、カラマツで受粉した胚珠

の割合と胚珠内の花粉粒数、カラマツ雌花周辺に飛来した花粉粒数と胚珠の受粉率の関係等を調べた報告があり、カラマツ採種園での雌花の開花最盛期間と雄花の花粉放出期間から、構成クローン間の交配機会が不均等であり、自家受粉の可能性も高いことが指摘されている。採種園内での花粉飛散については、カラマツ採種園での雄花量からの全飛散花粉量の推定、スギ採種園での黄金スギを用いた花粉の有効飛散距離の推定、地上高による飛散花粉量の違い、花粉トラップの捕捉効率の検討等の報告があり、スギ採種園内で人為的に雄花量を調節した条件下での花粉の飛散状況から、隣接した周囲木から飛来した花粉が過半を占め、遠方から飛来した花粉量も予想外に多いことが確認されている。受精、種子形成については、マツ類の球果での有効鱗片数とその位置、スギ、マツ類での胚発達と種子の発芽率の発生との関係、スギの不稔種子の形成等を調べた報告があり、人為的な冷、日長処理によりマツ類の結実期間を1年以内に短縮できることが明らかにされている。自家不稔性、自殖弱勢については、ヒノキ、サワラ、カラマツでの相対自家稔性、カラマツの自家稔性の受粉率による修正、スギの自家不稔の主因、スギ、マツ類およびエゾマツ、トドマツ孤立木での自殖弱勢の発現等を調べた報告があり、またヒノキでの標識遺伝子による自然自殖率の推定、ヨーロッパアカマツ採種園産の種子を用いて18種のアイソザイム分析により花粉の遺伝子型を調べ、外来・自家花粉の比率を推定した報告がある。現在までに得られている有性繁殖上の知見にもとづき、スギ、ヒノキ採種園での種子生産上の問題点、とくに隔年結果性、構成クローンの次代生産に対する寄与率の偏り、自然自殖についての問題点が検討されている。また、23属の針葉樹で、開花結実、種子の発芽と貯蔵、播種におよぶ主要事項をまとめたマニュアルが公開されている。

無性繁殖については、組織培養による繁殖法、とくに大量増殖技術（マイクロプロパゲーション）の研究が近年急速に進展している。スギ、クロマツの胚培養に用いる培地の探索、スギのカルス培養における生長調整物質の効果、ポプラ、ベニバナトチノキでのカルスからの莖葉分化に適した培地組成の検討等の実験結果が報告されている。カルス培養による器官再分化の試みは、細胞レベルでの遺伝子操作から幼植物体を育成するための重要な手段になるが、ポプラカルスで継代培養に用いた培地組成によって酵素系に変化が生ずることもあり、培養過程での遺伝的安定性の問題が指摘されている。また、ポプラ、ミツマタで剥皮枝条の試験管内サシキによる繁殖方法が検討されている。この方法は、高率に無菌苗を作出する有力な手段であるが、同時に多くの樹種で効率的な増殖方法になる可能性が高いと考えられている。林木での組織・器官培養については、実験例にもとづく技術解説が多数報告されている。その他、サシキで発根困難なスギクローンとクヌギで、加温サシ床を用いてIBA処理し、不定根形成率を向上させる試み、林木でのツギキ親和性の機構を解説した報告等がある。

4) 遺伝資源の保全

林木における遺伝資源の評価と保全については、技術的な指針を検討するための基礎調査が実施されている。主要造林樹種以外で保全の必要性が高いと判断された22樹種の31林分で、林分構造、生育状態、更新実態、現地外保全を行うときの採種母樹の指定等の調査が行われている。

また、東京営林局管内の14か所の優良天然林で、保全に必要な面積、保全方法、施業方法等が検討されている。北海道の広葉樹では、遺伝子プールとしての保全の必要性和緩衝帯（その周辺の施業地域）の設定が提言されている。林木では、集団の遺伝子プールを全体として保全すること（現地保全）が主体になるが、生殖質、組織・器官等の施設内での長期保存についても研究事例が報告されている。花粉、種子の長期保存では、短命なヒノキ花粉が、 -20°C 、 -70°C で8年間十分に高い発芽率と受精能力を保持し、またスギ、ヒノキ種子が -20°C で6年間高い発芽率を保持し、いずれも実用的に利用できる好成績が得られている。組織・器官の保存では、スギ、クロマツ、キリのカルスの継代培養による長期保存に適した培養条件が確認されており、キリの種根では低温、湿潤密封で1年半の保存に成功している。さらに林木における遺伝資源の保全方法と関連する技術問題について総括的な論議がなされている。

天然林における林分内での遺伝的構造、林分間、地域間での遺伝的分化については、多数の酵素でのアイソザイム分析により基礎的情報が集積されてきている。ヒノキの系統分類を行う目的で、産地、林分間の遺伝的変異を調べた報告では、九州のヒノキ優良人工林9林分での針葉の4種のアイソザイムによる分析で、産地間差異が認められ、とくに対馬の林分と他の8林分での違いが大きかった。同様の産地間差異は、別途に行われた九州の11林分での針葉のパーオキシダーゼ・アイソザイムによる分析でも認められている。さらに、全国（東北～九州）のヒノキ優良人工林20林分での針葉の5種のアイソザイムによる分析で、対馬、宮城の林分と他の18林分での違いが大きいこと、またアスパラギン酸アミノ転移酵素のアイソザイムで、単一遺伝子座の対立遺伝子に支配されている特定の3バンドにより、各林分での対立遺伝子頻度を求め産地間の遺伝的変異を調べると、対馬の林分が他の林分と明確に異なることが明らかにされている。モウソウチクの茨城県内15林分での成葉のエステラーゼ・アイソザイムによる分析でも、7型、2群に区分され、林分間の遺伝的変異が確認されている。アイソザイム分析で、林分内の個体間あるいは林分間での遺伝的変異を調べるために、各種の交配・自殖家系群を用いて標識遺伝子として利用できる特定バンドが同定されている。スギ針葉、ヒノキ針葉のパーオキシダーゼ・アイソザイムでは各2本のバンドが、クロマツ針葉のパーオキシダーゼ・アイソザイムでは主要分画の一つが、いずれも単一遺伝子座の対立遺伝子に支配されていることが報告されている。また、アカマツ種子の雌性配偶体のエステラーゼ・アイソザイムでは、特定のバンドの出現率で母樹のヘテロ性が確認できること、ヒメコマツの針葉と雌性配偶体のエステラーゼ・アイソザイムを比較すると、各個体のアイソザイム遺伝子型が同定でき、家系分析に有効な手法となることも報告されている。クロマツでは、天然林で選抜された精英樹61クローンの種子の雌性配偶体で19種のアイソザイムによる分析を行い、各クローンの遺伝子型を決定し平均ヘテロ接合率が求められている。さらにその後37遺伝子座で111個の主働遺伝子が明らかにされ、各遺伝子座間の組換え価を求めて染色体上での配列順序とその距離を推定し、現在6個の連鎖群からなる遺伝地図が作製されている。一方、北海道の天然林についての生態遺伝的な解析が共同研究として精力的に行われている。参画した研究としては、天然林における先駆性樹種について先駆性の指標となる形質群の評価、地

域の異なる林分での構成種の多様性と林分相互間での類似性の検討、樹種構成と林分内での分布から2点相関函数による樹種間親和性の解析等の報告があり、トドマツ天然林で地域分化と林分内での家系構成を調べた結果では、針葉のパーオキシダーゼ・アイソザイムによる分析と葉形指数による解析で、トドマツが3系統に大別されること、またアイソザイムバンドの不一致数での判定から近縁な群（家系）を区分すると、家系は20 m 以内の拡がりをもつことが明らかにされている。その他、産地、林分間での遺伝的な違いについて、東北地方のスギ天然林22林分で、針葉の19形質を主成分分析し、8地域に区分できること、林分内では同じ針葉型の個体が群状に生立していることが明らかにされている。アオモリトドマツ天然林での種の分布状況と天然更新の実態、カラマツ（中部）、スギ（東北）、アカマツ（東北）の産地試験地での成績等についての報告がある。

本文は、印刷、公表された当場の研究成果を要約したものであるが、内容の記載は主たる業績に限定したこと、林木育種場等との共同研究も含めたこと、文献は記載しないことをお断りする。

（勝田 桓）

4. 森林土壌部門

林野土壌調査事業推進のため、森林土壌の成因、分類、性質等の研究に全力を傾注した昭和20年代から30年代を、森林土壌分野の研究発展段階の第一期とすれば、土壌の生産性の解明に大きい成果をあげた昭和40年代は、その第二期という事ができる。このような流れを受けたこの10年間には、森林土壌の成因、性質に関する研究の深化が図られたのと同時に、森林土壌の動態や施業が土壌に与える影響の解明が強力に推進された。まさに研究発展の第三期ともいえる10年であった。

土壌肥料の分野では、この時代は昭和30年代から40年代にかけて活発に行なわれた林地肥培研究の成果が整理検討され、とくに成木施肥の肥効が林分密度、地位指数、土壌中での無機態Nとの関連で集約された。森林生態系内での養分動態、地力維持、肥培等との関連で土壌中のN、Pの形態変化の研究も活発に行なわれた。林木の栄養、養分吸収の面では、苗木の各器官に貯えられたNの形態研究があり、また有用広葉樹育成のための基礎研究として広葉樹種の養分吸収に関する研究成果も発表された。有機質資材の堆きゅう肥化も積極的に研究された。

土壌生物の分野では森林土壌研究の一環として根粒菌や菌根菌などの共生微生物、落葉分解菌を含む土壌微生物および土壌動物等の生態に関する基盤的研究が活発に行なわれた。一方マツタケ等菌根菌の栽培法、クリ立枯病の防除法、粉炭の微生物調節剤としての利用技術など、技術開発的課題も手がけ実用的成果をあげてきた。また大気汚染、除草剤や殺虫剤の散布、産業廃棄物の投棄などに伴う森林土壌生物の反応をとらえ、影響の範囲や程度を測定した事例もつみあげてきた。

以下3分野毎に主要な成果を概説する。

（原田 洸）

1. 林野土壌

1) 森林土壌の生成・分類

「林野土壌の分類 (1975)」¹⁾の誕生は、取りも直さず生成・分類分野での研究深化への出発点であった。即ち新分類の整備過程で成因や特性が十分解明されていなかった幾つかの土壌について、その解明が重点的に進められ、次のような成果が得られた。

乾性ボトゾル (Pd 亜群) と湿性鉄型ボトゾル (Pw_(i) 亜群) との生成過程の違いが粘土鉱物の面から追究され、両亜群の間で認められた層間アルミニウムの有無や加熱による重量減少特性の違い、Pw_(i) 亜群におけるレピドクロサイトの存在等から、Pw_(i) 亜群の生成には一時的な滞水による表層還元が強く関与していることが推定されたのに対し、Pd 亜群では鉄、アルミニウムの水溶性有機物によるキレート作用がかかっていると推定された²⁾。

新分類で新設された暗赤色土群には、赤色土以外の、さまざまな組成や性質を持った“赤い土”が雑居することとなり、この土壌群の中心概念はもとより、3つの亜群の類縁関係も明確にされていない。このような分類上の不備を整えるため東海・四国南部・小笠原その他において、蛇紋岩、石灰岩あるいは塩基性岩等に由来する暗赤色土が調べられ、それぞれの特性が次第に明らかにされてきた³⁾。一方、伊豆・箱根・道北等において火山系暗赤色土の性状や産状が調査され、熱水風化母材の岩石学的特性によって無機組成や塩基状態にかなり幅のあることが認められた⁴⁾。

火山放出物由来の土壌が、幾つかの土壌群にわたって共有している、小さい容積重、高い水分保持能や磷酸吸収係数等の特性を、土壌分類にいかに関与させるかを検討するため、伊豆・富士等の黒色土と褐色森林土とが比較された。その結果、鉱物組成・粒径組成・塩基状態・遊離酸化物等には放出物の岩石学的特性が強く反映していて、両土壌群間のそれら性質に大きい違いが認められなかったのに対し、有機物量・腐植酸タイプ・有機態磷酸量・植物珪酸体等には両土壌間に明らかな違いが認められ、これらは生成過程で獲得した生物起源の特性の差と考えられた。この結果から、放出物由来の土壌を区別するため、亜群の下に「土壌属」という補助的分類カテゴリーの設定が提案された⁵⁾。

湘南地方の丘陵地で発見された塩基飽和度の高い褐色森林土について、粘土鉱物の同定や宝永スコリアの成分溶出試験等の結果、その特異な塩基状態には、ゼオライトや多量のモンモリロナイトの存在とスコリアから放出される塩基が深く関与しているとされた⁶⁾。

新分類で、十分な特性が把握されないまま新設された暗色系褐色森林土の最大の形態的特徴である暗い色調が、腐植の面から重点的に調べられ、フルボ酸の大部分がflaフラクションであること、またA層の色度比が典型亜群のそれより高く、腐植酸タイプはP型であること等が明らかにされた。

新分類の整備段階で議論の最も集中した表層グライ灰白化赤・黄色土は、孔隙解析の結果、過湿になり易いだけでなく、乾き易いという特性を持つことが認められ、また水溶性有機物の多いことが明らかにされた。一方、沖縄諸島の森林土壌の性質や立地条件が明らかにされた⁷⁾。

土壌生成環境を推定するため、植物珪酸体や花粉等、土壌中の植物起源粒子の組成の特徴が、八甲田山周辺やその他の黒色土と褐色森林土について調べられ、前者の珪酸体の主たる給源植物がススキであること、また後者のそれがササであること、更に花粉組成の特色から、前者は草原下で、また後者は森林下で生成されたと推定された⁹⁾。

結晶片岩地帯の地すべり発生機構に関する総合研究（科技厅特調費）が数場所共同で行われ、林業試験場は電気探査、物理探査による滞水層の胚胎状態と土壌、植生を調査し、すべり面形成との関係が考察された。

土壌生成にとって地形は水分環境形成者の1つであるほかに、土壌物質の堆積様式や安定度（換言すれば土壌生成時間）とも関係していると考えられ、これを実証するため東北地方で上位、下位の小起伏面及び山腹急斜面の土壌の性状が比較された結果、異母材の混入程度、粒径組成、粘土鉱物、物理性等にそれぞれ特徴のあることが明らかにされた。

2) 森林土壌の性質

森林土壌の生産性を林木の養分の面からみれば、窒素とリン酸の可給性が重要であると考えられ、この分野の研究が進められた。リン酸については主としてカラマツ林とヒノキ林土壌について行われ、Bray-4法による深さ50 cmまでのリン酸量と地位指数との間に明瞭な相関のあることが明らかにされた。一方、培養法によってA層の各態リン酸量の変動を調べた結果、地位指数の高い林地ほど有機態リン酸の変動が激しく、また培養4週間目の有機態リン酸量が地位指数と最も高い相関を示すことが明らかにされた⁹⁾。

窒素については無機化能が調べられ、微生物活性に関与するとされるpHや置換性石灰との間には明瞭な関係は認められなかったが、炭素率が低いほど無機化能が高いことが認められた。また無機態窒素量は、全窒素量との間には正の相関が、炭素量や炭素率との間には負の相関が認められたが、塩基状態の間では特に認められなかった。

土壌有機物について、落葉枝→堆積腐植→鉱質土壌中の有機物という一連の変化機構を解明するため、各段階の有機物の質的・量的特徴が明らかにされつつある。苗場山のブナ林土壌のF層では、植物片が小さくなるにつれて炭素含有率の低下、窒素含有率の増加、炭素率の低下が認められた。H層の炭素率は、褐色森林土では細粒のものほど低いが、ポトゾルでは粒径による違いは認められなかった。新潟県・栃木県その他のスギ林土壌でもほぼ同様の傾向のあることが解明された。

赤・黄色土、赤色系及び黄色系褐色森林土、褐色森林土（典型亜群）の3土壌間の判別指標の1つとして、遊離酸化鉄、特にその結晶化の程度が有効と考えられ、広く各地で比較研究が進められた結果、赤色系褐色森林土の鉄の結晶化の程度は、一般に赤色土と典型亜群とのほぼ中間に位置することが明らかにされた¹⁰⁾。

3) 森林土壌の水分動態

テンションライシメーターを使い、関東・中部・沖縄等の代表的林地において土壌水分環境の経時変動を調べた結果、水分環境は、年降水量に大差がなければ、蒸発散量と流去水量に律せら

れることが明らかとなり、また表層グライ灰白化赤・黄色土の水分環境はそれほど湿潤ではない等、主要土壌の経時変動特性が明らかにされた。一方、テンションフリーライシメーターによって重力水の量と溶存成分の動態が主要土壌について明らかにされた¹¹⁾。

PF 自記計による土壌水分の季節変動特性が関西地方で調べられ、太平洋側と日本海側の違いが明らかにされたほか、九州では、ヒノキ林とシイ林の土壌水分の変動が調査された。

4) 施業の土壌に与える影響

森林が生物-無生物共同体であるからには、その主たる構成員の1つである森林植物に変化が起これば、培地である土壌にも変化が生じるはずである。このため、土壌の生産性を維持向上しつつ永続的に林業を営むには、施業によって生じる土壌の変化を多面的に解明して得られる土壌管理技術（その多くは林分の管理技術となろう）を施業に組み入れていくべきであろう。

しかし、施業によって生じる土壌の反応の仕組みは余りにも複雑であるため、その解明は容易でなく、この10年間には、四国で林相の違いによる土壌の理化学性、微生物相や表層土粒の動き等の違いが調べられたほか、東北地方のブナ林、北海道の針広混交林、栃木県高原山等で皆伐による土壌の変化が追究されたに過ぎない。高原山のヒノキ林皆伐による土壌の変化は次のとおりである。

皆伐によって流出水量の変動幅が大きくなった。これは、土壌の孔隙組成の変化のほかに表層部で生じた乾湿の激変がかわっていると推定された。土壌水の溶存成分濃度は皆伐後高くなる場合もあれば低くなる場合もあって一定の傾向は認められなかった。A層の土壌水中の硝酸態窒素濃度は、山腹斜面上の位置の上下によってそれぞれ特徴ある変動パターンを示し、またA層の硝酸態窒素とアンモニア態窒素は、斜面の上・中部では皆伐後増加したが、下部ではむしろ減少していた。A層の理化学性には、皆伐後、透水性の低下、容積重の増加、粗孔隙量の減少、細孔隙量の増加が認められ、皆伐により表層が緻密になることが確かめられた¹²⁾。

そのほか、林床植生の種、量やA₀層の量の変動、地表面の土粒の動きが調べられる等、皆伐が土壌に与える影響が多面にわたって明らかにされたが、以上の成果は特定林地における1回の皆伐に由来した土壌の反応であって、更に広く調査研究を積み重ねる必要がある。また、このような土壌の変化がいかに生産性に影響するのか、皆伐によって変化した土壌の諸性質が成林に伴っていかなる変化をたどるのか等、解明すべき問題が山積しており、今後強力に研究を推進しなければならぬ分野である。

(久保 哲茂)

文 献

- 1) 土じょう部：林野土壌の分類 (1975), 林試研報, 280, (1976)
- 2) 松井光瑞：表層に還元現象のみられる森林土壌の研究, 東京大学博士論文, (1979)
- 3) 森田佳行：小笠原諸島の暗赤色を呈する森林土壌について (I・II), 日林誌 63, (1・3), (1981)
- 4) 山家富美子ほか：火山系暗赤色土の生成ならびに分類に関する研究 (第1報), 林試研報, 333, (1985)
- 5) 八木久義ほか：富士西麓及び赤城山地の火山灰由来の林野土壌の性質 (I～VII), 94回日林論, (1983)
- 6) 森田佳行ほか：湘南、高麗山地域の富塩基土壌の生成要因と分類学上の位置づけについて (I・II), 林試研報, 314・333, (1981・1980)

- 7) 故小島俊郎：沖縄の森林土壌—土壌の分類、性質、立地条件、分布および植生、林試研報、309、(1980)
- 8) 河室公康：十和田火山灰由来の褐色森林土および黒色土のA層および埋没A層中の植物珪酸体について、94回日林論、(1983)
- 9) 鷹見守兄：林木の成長と可給態磷酸(Ⅱ・Ⅲ)、93回・94回日林論、(1982・1983)
- 10) 山家富美子ほか：越後平野周辺丘陵地帯の主要な森林土壌の特性と生成(第1報)、林試研報、324、(1983)
- 11) 有光一登：森林土壌の水分動態に関する研究(第1報・第2報)、林試研報、317・318、(1982)
- 12) 有光一登ほか：森林の皆伐に伴う立地要因の変動(Ⅰ～Ⅴ)、91回日林論要、(1980)

2. 土壌肥料

1) 林地肥培

昭和50年代は、主としてスギ成木林について実施されてきた施肥試験の成果を集約した時期といえる。結果の要約は以下になる。

林分密度の高いスギ林では、着葉量の多い優勢木ほど肥効が大きく、劣勢木には肥効が現われにくい。従って肥効を期待するには適正な密度管理が必要である。また閉鎖前の林分で肥効が比較的大きい。

材積成長に対する肥効は、施肥後数年経過してから現われ、二居試験地⁹⁾のスギ林のように肥効が9年間も持続した例がある。肥料の種類は肥効に影響する。

施肥効果は常にあるとはいえない。湿性土壌よりも乾性土壌で肥効が出やすい。現状では40年生の地位指数20以下、地位2～3等地では肥効が期待できる。施肥効果が顕著な例では土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ より $\text{NH}_4\text{-N}$ が多く、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が $\text{NO}_3\text{-N}$ より少いと肥効が低い。

針葉に含まれる窒素、リン酸、加里は施肥によって増加するが、カルシウムはむしろ減少する。これら針葉の養分濃度と成長量との間に相関があり、とくに窒素濃度との相関が高いことが示された。

施肥効果は成長量の改善だけでなく、地表に還元される落枝葉を通じて土壌の理化学性の改良に役立つ例が多い。例えば高野山の20年生スギ林⁹⁾では土壌の理化学性の変化、赤沼の27年生アカマツ¹⁰⁾林では表層土の無機態窒素量、西条のクロマツ林⁷⁾ではA₀層の厚さやコシダ、ススキなど林床植生の組成への影響などが確められた。

この他黒色土におけるトドマツ、アカエゾマツ幼齡林に対する施肥効果は大きく、さく酸可溶型PおよびAl型Pと樹高成長との相関が高いことが分った。

バイオマス生産の目的で造成された高密度のシラカンバ林やシイタケ原木林としての広葉樹林に対しても施肥効果は顕著であった。

なお林地肥培や皆伐などの作業によって、溪流水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が通常の数倍にまで高まった。これら作業の影響は施肥で約1ヶ月、伐採では数ケ年にわたることが指摘された。

2) 土壌中における窒素の形態

代表的な森林土壌における有機物層や表層土の窒素の形態を明らかにするために、有機態窒素をアミド態、アミノ糖態、アミノ酸態などに分画することが試みられた。スギ、ヒノキ、カラマ

ツ、クス、シイなどの新鮮落葉の間では顕著な差はなく、全窒素に対する加水分解性窒素の比率は83~91%であった。一方落葉は分解するにつれてF層、H層、表層土の順に全窒素に対するアミノ酸態窒素は減少し、アミド態窒素およびアミノ糖態窒素は徐々に増大した。

土壌中の無機態窒素は一般に $\text{NO}_3\text{-N}$ より $\text{NH}_4\text{-N}$ の方が多いが、いずれもpH5.0を境にして $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が急激に低下するようである。無機態窒素の全窒素に対する比率は低く、有機物層で3%、鉱物質土層で約4%、黒色土では1%以下であった。

土壌における窒素の年間無機化量を測定した例によると、ha当りでブナ林760kg、ヒノキ林470kg、スギ林470kg、アカマツ林1,050kg、クスギ林790kgと樹種の違いによる差はあるが、かなりの窒素が無機化することが分った。この他常緑広葉樹林で年間に全窒素の数%~20%が無機化する可能性のあることが示された。また黒色土で植被が異なったときに無機化する窒素量にも影響があり、スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、ブナ林のそれぞれの表層土壌を室内培養法で推定した例によると、44.3, 54.6, 60.5, 64.7, 77.7kg/haであった。黒色土の有機態窒素の無機化量はF層では樹種の差が大きいが、 A_1 層になるとその差は小さくなる。

3) 栄養生理

水耕試験⁹⁾によると溶存酸素が不足したときの抵抗性は樹種によって異なりヤチダモ>トドマツ>アカエゾマツ=カラマツの順に酸素欠乏に耐える能力が強い。しかしこの順位は溶存酸素濃度によって変化し、さらに苗齢が大きくなるほど酸素欠乏に対して弱くなる。

^{15}N で標識された肥料を使って、シラカンバの苗木を育成する場合、大部分の窒素は肥料から吸収するが、一部は土壌窒素をも利用し、吸収割合は土壌によって異なることが明らかにされた。

アカマツ苗¹⁾では各器官に貯蔵されている窒素が、生育期間中に根や新芽に絶えず移動し、秋期に吸収された窒素は主として根および新葉に蓄積される。また $\text{NH}_4\text{-N}$ として吸収された窒素は針葉中に遊離のグルタミンやアルギニンとして蓄積されることが確められた。

その他広葉樹の養分要求⁹⁾についての栽培試験の結果によると、ヤチダモは窒素の要求度が極めて高いが、カルシウムや硫黄の要求度も高くウダイカンバ、ヤチダモ、センノキは隣に對し、ミズナラは隣と加里に対して要求度が高いなど樹種による養分要求の違いが明きらかにされた。

植物は生態的にすみ分けをするといわれているが、斜面下部に分布する種類では $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度が高く、同一種類でも山腹斜面の下部では $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度が高いことが明きらかにされた。

4) 有機質資材の堆・きゅう肥化^{2,4,5,11,12)}

オガクズ、樹皮、家畜ふん尿、下水汚泥、きのこの廃床など多種多様の廃棄物を有効に利用するための一方策として有機肥料化がすすめられており、その施用効果についても併せ検討されつつある。

家畜ふん尿をきゅう肥化するために、固型物と液体とを分離する必要があるが、それぞれをきゅう肥化したものが土壌へ還元されている。水分調整剤としてオガクズを混合すると、容易に発熱醗酵する。堆積初期には堆積した材料の中央部分は嫌氣的になりやすく、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の生成量が異常に高まり5,000ppmにも達することがあり悪臭の原因となっている。しかし切返しを行って

好気的条件下にすると、次第に $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加するようになり、不快臭は酸味臭に変わってきゅう肥が完成する。勿論きゅう肥は使用する材料によって諸性質に差があるが、一般に熟化が進むにつれて、粒径の大きい木質部分が減少し、塩基置換容量は高くなる。

パーク堆肥の原料は広葉樹の種類によって化学組成が異なる。また樹皮にはフェノール性酸類のような植物生育阻害物質が含まれている。とくに阻害性の強いバニリン酸は 30°C 程度の温度でも分解するので、堆肥化に際しては常温醗酵が必要になることが明きらかとなった。パークの堆肥化過程で変化する腐植酸様物質はフェノール酸Ⅱ、Ⅲおよびフロバールフェンなどであるが、堆肥化が進行するに従ってこれら成分は次第に消失し、植物の生育阻害性は弱まる。堆肥化にともなってアミノ酸態窒素は減少し、非加水分解性窒素は増加する。

以上のように有機質資材は堆肥化の過程で成分が変化するため、これらの有機成分の変化にもとづきパーク堆肥の規格化のための熟度基準について提案がなされた。

この他汚泥堆肥のスギ、ケヤキ苗に対する施用効果が認められている。しかし石灰系汚泥堆肥は窒素の無機化量は多いが、アルカリ性が強く、木質物を混入すると窒素の無機化量が減少するなどの欠点がある。

ナメコ廃床は堆肥化は可能で、けい糞を添加すると容易に発熱醗酵する。

5) その他苗畑試験

苗畑の潜在地力を維持するために、堆肥を施用したときの苗畑土壌の理化学性に与える効果が明きらかにされ、ヒノキ・クロマツの連作、輪作試験の結果が集約された。(脇 孝介)

文 献

- 1) 赤間亮夫ら：窒素形態を異にする水耕アカマツ苗木の遊離アミノ酸組成, 94日林論, (1983)
- 2) 藤田桂治：林木に対する家畜ふん尿の施用技術の確立, 「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」試験成績書, (第6集), (1979)
- 3) 藤田桂治ら：スギ成木林の肥培効果(V), 92日林論, (1981), 同(VI), 93日林論, (1982)
- 4) ————：広葉樹樹皮堆肥の培地資材としての適性試験, 93日林論, (1982)
- 5) ————：有機性汚泥の土壌への還元利用に関する研究(I), 94日林論, (1983)
- 6) 河田 弘ら：高野山国有林におけるスギ幼齡林施肥試験(第2回中間報告), 林試研報, 248, (1972)
- 7) 衣笠忠司ら：クロマツ幼齡林施肥試験(第2回中間報告), 林試研報, 300, (1978)
- 8) 大友玲子ら：水耕液の酸濃度とトドマツ, アカエゾマツ, カラマツ苗(1-0)の生育との関係, 日林北支誌, 29, (1980)
- 9) ————：北海道有用広葉樹苗の施肥反応(I), 32日林北支誌, (1983), 同(II), 95日林論, (1984)
- 10) 佐藤久男ら：天然更新したアカマツ林に対する施肥の効果(IV), 日林誌, 64, (1982)
- 11) ————：有機性汚泥の土壌への還元利用に関する研究(II), 94日林論, (1983)
- 12) 佐藤 俊：木質物の堆肥化過程の解析と木質系堆肥の熟度の基準値策定に関する研究, 林試研報, 334, (1985)

3. 土壌生物

1) 森林土壌生物の生態研究とその応用

森林の土壌生物研究の最終目的は現存の生物相を調節して森林の健全な発育を促すことであ

り、森林の維持管理技術の中に土壌生物の調節技術を正しく位置づけることである。そのためにはまず各種の森林、林齢における土壌生物相の実態とその特徴をとらえておかなければならない。

アカマツ林についてはマツタケ発生環境調査の中で各地で調査を行ない、複雑な生態系をもつことを明らかにした。クロマツ林については菌根菌の役割の大きさを示し、亜高山帯針葉樹林やダグラスファー天然林では菌類相について調査を行ない¹⁾、その種組成の豊富さを示した。ヒノキ林²⁾やスギ林（未発表）については内生菌根植物であるため、菌類相が貧弱で種組成が偏る傾向が見られた。ブナ林やコナラ林などの広葉樹林では微生物と菌類相が豊富になり、人工林と対照的な特徴を示した。以上の森林土壌微生物生態に関する研究成果はまとめて解説、刊行し³⁾、普及に供した。

土壌動物についても各種の森林で種組成、現存量、個体数、その季節的変動などを調査し、アカマツ林、ブナ林、ヒノキ林、クロマツ林等⁴⁾の土壌動物相の特徴を明らかにした。また、大発生するキシヤスデの個生態を調査し、発生が7年周期でくりかえすことや生活習性を報告した⁵⁾。

これらの基盤的研究の結果とアカマツ林におけるマツタケ山造成試験の経験をもとに、アカマツ林とクロマツ林の下木草の除伐とA₀層の除去が土壌生物相の単純化をひきおこし、マツの細根と菌根が健全に発達するためには腐生菌と一般土壌微生物の減少が必要なことを認めた⁶⁾。さらに菌根菌を含む土壌微生物相の状態がマツの健全な生育、ひいてはマツ枯損に対する抵抗力にも関連すると考えられることから、海岸防災林の活性を維持強化する手段として、林床の手入れに関する実証試験を開始した。

堆積腐植の分布と分解過程の測定法、菌の発生量と菌根の分布測定法、土壌微生物の機能別測定法などを用いてえられた各森林における土壌生物相の特徴、量、種組成、分布様式、自然状態における基準などを考慮しながら人為が土壌生物に与える影響を検討した。

大気汚染との関係については樹木の衰退を指標として地域をわけ、動物や微生物を調査し、大きな規模で生物相が変化することを示した⁷⁾。除草剤や薬剤などの散布が土壌生物相に大きな影響を与え、ひいては落葉分解の遅延や菌根の消失につながることを示した。家畜ふん尿や有機性汚泥などの廃棄物が林地に施用された場合にも生物相に大きな影響が現われ、有機物の投与によって特定の生物が増殖する傾向がみとめられた⁸⁾。

2) 落葉分解と土壌生物およびその応用

森林土壌生物の機能的役割の最大のものは落葉を主とする物質分解とされているが、これまでの研究蓄積は乏しく、林地における堆積腐植の分布状態、樹種による分解過程の相違、分解段階の表示法、落葉分解菌の収集などの基本的な課題から研究を開始した。その結果、落葉の分解段階と分解微生物の遷移および分解の化学的過程が樹種によって異なり、例えばヒノキ林では細菌、糸状菌を主とする褐色腐朽が、ブナ林ではきのこ類を主とする白色腐朽が進行し、分解に要する時間も大きくかわることがわかった⁹⁾。これらの結果をもとに今後は複層林、樹種混交林、枝打ち間伐など、林業技術に関連づけたとりくみが必要とされる一方、バイオマス関連の研究に見られ

るように落葉分解菌のリグニンやセルロース分解能の利用、農業の有機質肥料としての落葉堆肥の見直しなど、今後期待される分野は広いと考えられる。

土壌動物による落葉の分解と破碎は微生物による生化学的分解過程とあいまって物質循環に大きな役割を果たしている。野外における摂食量や排泄物量を測定する一方、飼育によって摂食条件や動物の嗜好性、齢や雌雄による違いなどをヤスデ類、ミミズ、オカダンゴムシなどを材料として測定し、裏付け資料を蓄積してきた¹⁰⁾。また、これらの排泄物や動物遺体に含まれる化学成分を分析することによって、物質の生体濃縮およびその分散過程を明らかにし、堆肥製造への利用や林地における増殖方法など、利用の道を模索している。

3) 菌根および菌根菌の研究とその利用

樹木に菌類、なかでもきのこ類が共生してつくる外生菌根は水や養分の吸収、根の病害防除などの点で林木の生長に大きく関わっていることがよく知られている。ただし、我国は自然条件に恵まれているために育苗や造林の段階で菌根を必要とする場面が少なく、もっぱらマツタケ等の食用菌生産が注目を集めてきた。したがって菌根の実用的研究を進めるためには有用な菌の個生生態を知り、それを林地において増殖させる方法を開発することが要求された。マツタケの生理生態的性質については従来の研究成果をまとめて報告した¹¹⁾。また、林地における栽培技術や菌の接種の方法については京都府、広島県、岡山県、兵庫県、滋賀県等、15府県の研究員と約20年にわたって共同研究を実施し、普及可能な内容について解説し、公刊した¹²⁾。マツタケの栽培技術は国内にとどまらず、韓国、中国、アメリカなどにも普及されるにいたっている。

マツタケ以外の菌根菌一般についても生態学的研究を行ない、その生態的性質を体系化し、分類に役立てることを試みた¹³⁾。一方、生理的性質については菌根菌の抗生物質生産能の利用や菌根菌接種源の製造法の開発などを通じて研究中である。

シヨウロ、ホンシメジ、キシメジなど木炭を好む性質を持つ菌については林地に粉炭を埋めて栽培する技術を開発し、現地適応化試験の段階に移っている。

外生菌根を形成するクリが北陸等の赤黄色土地帯で枯死することから、その原因を究明し、予防対策を講じた。粘質な赤黄色土に植栽されたクリの根系は狭く、多肥栽培されると、根系の発達が悪いだけでなく、菌根菌が次第に減少する。植栽後10年で地上部と地下部のバランスがくずれ、吸水能が低下し、病原菌が広がり、クリが枯れることがわかった¹⁴⁾。したがって、健全にクリを育成するためには化学肥料をおさえ、深耕し、有機物でおおい、細根の発生と菌根の形成を促す必要があり、病害発生地では栽培方法の変更が行なわれつつある。

昭和48年以来、内生菌根の中でもっとも普遍的に見られるVA菌根について研究を開始し、林木や農作物を用いて観察を続けてきた。一方、近年世界的にVA菌根の研究気運が高まり、「自然エネルギーの効率的利用」や「土壌りん」の中でVA菌根の役割について検討するよう農業分野から要請を受け、実用的研究にとりくむこととなった。研究内容は胞子の採集法、菌根の染色観察法にはじまって、寄主親和性の検定、リン酸等の養分吸収および生育に対する効果の検定、接種源としての菌の培養法の開発、土壌中での増殖方法などに及んでいる。中でも粉炭の施

用によって土壤中で菌が増殖し、VA 菌根の形成率が高まる¹⁵⁾という成果は内外の注目をひいており、実用化に向うものと思われる。

ラン、ツツジ科植物などには VA 菌根と異なる内生菌根が形成されており、これらの有用植物の菌根研究も今後進める必要がある。(小川 眞)

参 考 文 献

- 1) OGAWA, M.: Ecology of higher fungi in *Tsuga diversifolia* and *Betula ermani-Abies mariesii* forests of subalpine zone. Trans. Mycol. Soc. Japan 18: 1-9, (1977)
- 2) 山家義人・小川 眞・石塚和裕: ヒノキ人工林の堆積腐植の分解と微生物相, 林試研報 313, 161-174, (1981)
- 3) 小川 眞: 菌を通して森を見る, 創文, 東京, (1981)
- 4) 新島溪子・松本久二: アカマツ林およびコナラ林の土壤動物に関する研究(I), 大形土壤動物の個体数と現存量の季節的変動, 日土壤動物学会誌 6, 5, (1983)
- 5) 新島溪子: キンチャスデの大発生, 森林立地 26(1), 25-32, (1984)
- 6) OGAWA, M. et al.: Controlling of mycorrhizal fungi in pine forest IMC 3 Abstracts 218, (1983)
- 7) 山家義人: 都市域における環境悪化の指標として樹木衰退と微生物相の変動, 林試研報 301, 119-129, (1978)
- 8) 新島溪子・小川 眞: アカマツせき悪林地におけるパーク堆肥の施用が土壤生物に与える影響, 林試研報, 310, 97-108, (1980)
- 9) 石塚和裕: 森林土壌の堆積腐植と落葉分解過程に関する微生物生態学的研究, 東京大学学位論文, 博士, (1984)
- 10) 松本久二: 飼育実験によるタマヤスデの落葉摂食量について, 日林論 95, 269-270, (1984)
- 11) 小川 眞: マツタケの生物学, 築地書館, 東京, (1979)
- 12) 小川 眞監修, マツタケ研究懇話会編: マツタケ山のつくり方, 創文, 東京, (1982)
- 13) OGAWA, M.: Ecological characters of ectomycorrhizal fungi and their mycorrhizae. JARQ 18(4), 305-313, (1985)
- 14) 小川 眞・山家義人: クリの立枯症と菌根, 森林防疫, 32(1), 4-8, (1983)
- 15) 小川 眞: 炭を使った土壤微生物相の調節, 研究ジャーナル 7(3), 41-46, (1984)

5. 保護部門

保護部の研究は、病虫獣害の防除、野生鳥獣の保護管理、ならびに特用林産物としてのきのこ類の生産に関する分野に大別される。

被害防除については、第一に材線虫病(松くい虫)研究があげられる。本研究は、昭和59年度に終了した特別研究が第3次であるが、第1次(昭和43~46年)にマツノザイセンチュウとその媒介者マツノマダラカミキリが発見されて以来、多くの知見がえられこれらは松枯損防止特別立法制定の基礎となった。この研究においては、保護部だけでなく、造林部をはじめ、林業試験場本支場の多くの研究分野の総力をあけて取り組んだ結果である。第3次(昭和56~59年)においては松樹においても誘導抵抗性を賦与させられることを始めて明らかにし、樹幹注入による単木処理薬剤を開発し、その実用化に貢献した。また、疫学的見地から松の枯損動態のモデル化も行われた。スギ、ヒノキを食害し、材質劣化を生ずる穿孔性害虫も深刻な被害を生じており、現在特別研究として共同で取り組んでいる。林木を食害するノネズミの防除は、造林方法の変化に伴

って困難さを生じているが、そのため多角的なアプローチが行われている。本州の主としてヒノキを食害するノウサギ、シカ、カモシカに関しては、現在データを集積中である。

野生鳥獣の保護管理の中では、鳥類の森林生態系における役割を明らかにするための研究が続けられ、とくに有害昆虫やネズミを捕食する能力の解明が行われている。

きのこ類の生産に関しては、とくに問題となるシイタケほた木の黒腐病について、作業工程や環境条件との関係を明らかにし、降雨遮断が有効であることを明らかにした。またシイタケ品種の登録に関連し、菌系分類調査を継続している。近年は細胞融合を利用した新品種の育種のため、プロトプラストを調製して基礎試験を行っている。

以下、各科保護部門におけるここ 10 年間の専門別研究の動向とその成果の概要をのべる。

1. 森林病害

昭和 51 年以降、多数の国際研究集会が日本や外国で開催され、樹病関係から多数の発表があった。それを列記すれば次のようである。

昭和 51 年 (1976) XVI IUFRO (International Union of Forest Research Organization)

World Congress, Norway 講演 1, 任意提出論文 3

昭和 53 年 (1978) XII International Congress of Microbiology, West-Germany ポスター 1

昭和 55 年 (1980) III International Workshop of Resistance to Disease and Pests in Forest Trees, Netherlands 講演 1

昭和 56 年 (1981) XVII IUFRO World Congress, Kyoto, Japan 講演 5, ポスター 9

昭和 58 年 (1983) IUFRO Working Party Conference of Scleroderris, USA 講演 1

昭和 58 年 (1983) IV International Congress of Plant Pathology, Australia 講演 1

昭和 58 年 (1983) III International Mycological Congress, Tokyo, Japan 講演 1, ポスター 5

昭和 59 年 (1984) US-Japan Seminar of the resistant mechanism of pines against pine wilt disease, USA 講演 4

昭和 59 年 (1984) I International Congress of Nematology, Canada 講演 1, ポスター 1

昭和 59 年 (1984) IUFRO, Rusts of Hard Pines Working Party Conference, USA. 講演 1

以上のように講演 17, ポスター等 20 の多きに達した。これらの発表は各国出席者の注目するところとなり、その後の研究交流に極めて有益であった。

この間、樹病関係研究者が外国での研究指導に従事したのは、フィリピン 4 回、インドネシア 2 回、パラグアイ 2 回、タイ 2 回に及んだ。これら各国での造林事業が進むと共に、若い造林地の病害を今後も引続き調査する必要があると考えられ、国際協力による研究活動は増加するであろう。

国内的見地からいくつかの注目すべき研究成果があった。先ず松の材線虫病によるマツの枯死が昭和 50 年に東北地方の石巻市で発見され、被害地の北限となったが、その後も被害丸太の移動が原因と思われる散発的枯死木が発見され、それらを基点に材線虫病が東北地方に定着し、ゆっ

くりと北上していることがうかがわれる。また北アメリカ大陸でもザイセンチュウによる枯死木が発見され、日米間の協力により同種であるとの結論を得た。

ザイセンチュウによるマツ枯損の跡地にヒノキを植栽することが一般的に行なわれているが、若いヒノキ造林地に樹脂胴枯病の発生が報告されている。本病によって材の変形や変色が残る可能性があり今後の重要な研究課題となりつつある。

ハイマツ（五葉松）上でマツからマツに直接感染する全く記録されていなかった錆菌が発見された。研究が進むに従って本菌は各種の五葉松を犯すこと及び北海道から東北地方に分布していることが明らかとなった。

従来、樹病関係の諸問題は対症療法的な事項が多かった。しかし、如何にして被害を最小限に抑えるかは重要なことで、この方向に進みつつあり、各種病害の実態解明が進むとともに、今後の発展が期待される。

1) 苗畑病害

1) *Racodium* 属菌による種子の発芽障害が認められ、根雪期間が長い場合や土壌凍結を遅らせた場合に被害が大きく、敷わらをすると被害を助長することが明らかとなった。これは今後の苗畑作業への警告となった。

2) カラマツ先枯病に対しては苗畑ではポリオキシシン AL が防除効果を持っていることが認められ、カラマツ造林が再び注目され出した時点で重要な報告となった。

2. 林木病害

1) マツの病害 第1に挙げるべきものは材線虫病である。1979年にアメリカ大陸でもザイセンチュウによるマツの枯死が明らかになり、以前から一部で言われていた我国のザイセンチュウが外国から入ったものではないかとする疑問に、一つの解答を与えたことになった。我国でザイセンチュウによるマツの枯死は、この10年間に大きな変化を示した。すなわち、昭和52～53年と連続した夏期の高温・少雨のためと思われる大被害が記録され、54年に年間最高の240万m³の枯死木があった。同時に被害発生も東北地方や内陸の高海拔地でも認められるようになった。

これらの新発生地では暖地のような激甚な被害とはならないが、発病経過にも差があるようで、今後の推移が心配である。特に東北地方では、本病は人為的な被害材の持ち込みがあり、それが新発生の拠点となっていた。防疫の見地から、被害材の移動は注意しなければならない。

研究上の問題ではザイセンチュウの持っているセルラーゼが発病と密に関連していることがわかり、また弱い病原力のザイセンチュウを先に接種しておく、強い病原力のものを後で接種してもマツは発病しないこと（誘導抵抗性）が明らかになった。この事実は新しい防除法の開発への出発点となり、極めて注目すべきことである。

2) スギの病害

赤枯病菌の胞子を人工的に形成させる新しい方法が発見された。大量生産された胞子を用いて人工接種が行なわれ、本病菌による加害範囲も明らかにすることができた。天候に影響された結果と思われるスギ暗色枝枯病が多発した時があった。本菌に犯されると枝が枯れるに止ると思わ

れていたが、枝から主幹にまで病斑が広まり、材質劣化の一因であることが明らかになった。本病は若い植栽して間もないものから数十年生のものにまで罹病範囲があり、軽視できない病害の一つとなった。

造林地では、四国・九州で根株腐朽が発見された。この害菌は何種類かであるが、最初の侵入はずっと以前であり、植栽時からの注意が必要である。このための発生環境調査が行なわれている。黒粒葉枯病が時に大発生するが、その病原菌の生理・生態は明らかになりつつあるが、防除手段の確実なものはまだ確立されておらず、この点の研究が緊急の問題である。ごく最近、スギザイノタマバエによる材に斑紋を作る菌類が発見された。この菌については未知な点が多く、今後の研究によらねばならぬが、材質劣化要因の1つとして挙げるができる。

3) ヒノキの病害

マツ枯損跡地にヒノキを植える例が多く、そのためヒノキに不適地ではないかと推定される土壌条件・気象条件の所にまで植栽されている。しかも、今後も植栽量は増加することも考えられ、この若い造林地に発生する樹脂胴枯病が注目され始めた。若し、ヒノキ新植地にネズミサシを残すと、それが感染源になり、ヒノキ苗木に感染する。いくつかの調査例からネズミサシからの距離が遠くなると罹病状況も軽度になっていた。その結果、ネズミサシを植栽予定地から駆除することが、防除の第1歩と言える。

4) カラマツの病害

過去15年間、大きな台風が通過しなかった北海道で、カラマツ先枯病の大発生は記録されなかった。しかし、恒常的な軽度の被害はあるので、昭和56年の台風15号の影響が心配される。

カラマツ落葉病に関しては、長年月にわたる接種実験の結果、遺伝様式の解明が報告された。林木の遺伝様式の研究としては極めて重要なことであるが、樹病関係者の努力の結果で開発された病原菌の培養法・接種法等がこの研究の推進力となっていることは特筆すべきことである。

最近、北海道で30年生前後のカラマツ植栽木で材質腐朽が発見された。腐朽菌はマツノネクチタケとエゾノサビイロアナタケである。前者はヨーロッパでは著名な害菌で間伐・主伐時の伐根にカミカワタケの培養したものをぬる防除法が実用化されているが、本邦の菌とは少し性質が異なるようである。後者は生立木を枯死させる可能性もあり、注意を要する。いづれにしても材質腐朽菌は何年も前に侵入して、ゆっくりと材を犯してゆくものだけに、対策を確立するためには長年月の研究を必要とし、病原菌を林地に残さないような施業法の検討も必要になると考えられる。

5) 五葉松

発疹銹病は中間寄主のヨツバシオガマ等が植栽木が生育すると共に林地から駆逐されることと、ストロブマツの新植がないことから、新発生地はない模様である。

他方、昭和47年に発見され、くり返し行なわれた接種試験でハイマツから他の五葉松へ直接感染する全く新しい銹菌 *Peridermium yamabense* が発見された。本菌は最初、北海道のハイマツで発見され、その後東北地方の八幡平や栗駒山にも存在することが明らかとなった。本菌を同じ五葉松のストロブマツに接種した場合に、通常2ケ年を経過して胞子を生産するが、最高5

ケ年を要して接種部位で胞子を作り始めた例もあり、接種試験後の観察は長期間続けなければならない。

ヨーロッパや北アメリカでは二葉松直接感染型の銹菌が3種報告されているが、上記の菌とは形態的に異っている。また、この銹菌を二葉松に接種すると、マツの組織内で胞子は発芽できず、二葉松には一切病徴を現わせないことが顕微鏡下で観察された。

6) トドマツ

Geremmeniella abietina (= *Scleroderris largerbergii*) による枝枯病は雪の深い高海拔地だけではなく、苗畑でも散見されるようになった。本病は北海道内のトドマツ造林地での最大の問題である。植栽後10年位してから本病が激甚となり、再造林すると翌年には枯れる例が多く、一度菌の密度の高くなった地区へはトドマツを植えない方がよいと考えられる。なお、苗畑での発生には薬剤が効果的で、健苗を山出しすることは、ほぼ解決した。

また天然更新については *Racodium* 菌が芽生えを犯すばかりでなく、根雪期間を長くすると、土中の種子も犯すことが明らかとなった。苗畑作業も、根雪期間を短くするように計画することが大切である。壮齡林でも、材質腐朽が重要視され始めた。カラマツと同様で、植栽前の状況から把握して、発生環境解析と菌害回避の方向に研究が進みつつある。

7) キリ

キリの胴枯性病害について研究上の発展があった。*Botryosphaeria dothidea* による新病害「さめ肌胴枯病」の発見があり、3種の菌による少し症状の異なる胴枯性病害を明らかにした。枝打ちをするとその傷口から菌が侵入することが明らかになり、傷内にトップジンMペーストをぬると効果が認められた。

8) サクラ・その他広葉樹

ナラタケにより根を犯され、樹勢が弱り、花を着けなくなったサクラに対し、罹病根を切り取る外科手術が行なわれ成功した。多くの労力を要することではあるが、貴重な木については必要な処置であり、この成功は大きな価値を持っている。*Taphrina* 属菌によるブナ・ウダイカンバ・ダケカンバの新病害や *Nectria galligena* によるウダイカンバのがんしゅ病も注目すべき病害である。

9) 病原菌の探索法

ナラタケ菌が土中でどこまで分布しているかを知るために、土中へ杭を立て、それに侵入して来る菌を後に調べる方法が開発された。この結果を更に広げて、マツ枯死の原因の1つである「つちくらげ病」に応用し、成功した。つちくらげ病の場合は菌の分布域がわかれば、殺菌剤での処理等で被害の拡大を防ぐことができるため、病害予防への進展が期待される。

10) 中部山岳地帯針葉樹銹病菌

昭和35年頃から研究は開始されていたが、近年になって針葉樹の銹病について知見を積み重ねることができた。多数の接種試験の結果から、生活史を明らかにでき、各種銹病の防除の指針となった。

11) 種子汚染と菌類

健全苗を作る第1歩は健全な種子が必要である。近年始められた研究によって、種子の汚染が明瞭になり、種子伝染の機構を明らかにして健苗育成への基礎資料を整えつつあり今後に期待する所が大きい。

以上が樹病関係研究のあらましである。書き切れないほど各種の問題もあり、また多数の病害鑑定依頼も加って、全国的に見ればやや乏しい人員であるが、今後の研究によって病害防除への成果を公表できるであろう。(佐保 春芳)

2. きのこと

1) きのこと類の分類・同定および生理・生態

Hydnaceae の研究では *Odontia* 属菌について日本未記録種 10, 新種 12 を含む 31 の日本産種を明確にするとともに, *Climacodon p. Kars.* 他数属の概念に検討を加えた。日本初産の *Hypoxylon* 属菌 5 種を記載し¹⁾, 関連属を含めて子座の組織構造について電顕的検討を加え, 分類学的位置を明確にした^{2,3)}。また *H. truncatum* 他 1 種の子のう胞子の発芽や生活史など生理生態的性質を明確にした^{4,5)}。Agaricales では *Marasmius* 属について検討し, *M. pulcherripes* peck 他 1 種の日本初産種を認めた⁶⁾。また南方産シイタケの形態および栽培的性質を解明した⁷⁾。九州支場実験林内のキノコについて, 種類と発生時期を調べた⁸⁾。

マツオウジなど数種の食用きのこの菌糸生長にきわめて有効な納豆培地を考案し, 子実体形成条件を把握した。

2) きのこと類の栽培技術の改良

ほた木の管理技術の改善を図るために, 伏込地の微気象を精査した。気温は林内に比べて人工ほた場は屋間は 2~3℃高く, 夜間は 1℃低い。相対湿度は林内が高く, 3~5月で 55%, 7月が最高で 75%, 人工ほた場はこれより 5%低い。また伏込みほた木の内部温度は気温より夏はやや高く冬は低いが, 夜は気温とほぼ等しい^{9,10)}。シイタケ菌糸の活着・ほた付き向上のために, 原木の水分動態を調べ実用的に有効な資料を得た¹¹⁾。

ナメコ白色子実体の遺伝的性質, 形態, 生理・生態的性質を解明し, 実用的栽培体系を確立した¹²⁾。

3) きのこと栽培における害菌・害虫

ヒラタケ子実体の黄褐色変色病徴を起因する病原菌は *Pseudomonas tolaassii* で, 発生原因は栽培舎内の過程, 水分管理によって完全に防除できた。シイタケ, ヒラタケ, ナメコのほた木に発生する材質腐朽性害菌を調査し, その防除対策を検討した。とくに温暖地帯のシイタケほた木に発生するシトネタケ菌およびニマイガワ菌の生理・生態・病理学的検討を行ない, 生態的防除の可能性を見出した¹³⁾。菌寄生性害菌については栽培形態別に発生する害菌の種を同定し, その病理的性質を解明した。また特殊な手法を考案し, これによって *Hypocrea nigricans* の子座の形成に成功した。

虫害では, とくに大分, 長崎地方のシイタケほた木に被害の多いハラアカコブカミキリについ

て、その被害の実態および作業工程との関係について調査した¹⁴⁾。

4) クヌギ肥培木のシイタケ原木としての適性試験 (指定研究)

施肥区、中間施肥区、無施肥区から得られたクヌギ原木によるシイタケ栽培試験により以下を把握した。①肥培木は生長も速く通直性では優れているが、質的には枯枝跡が多く腐朽菌の侵入も少なくない。したがって肥培木からは優良形質の原木の採取率は低く、見かけは良いが質的に劣る原木の採取率が高い。②肥培木にはキウロタケ、アナタケ、シロコメバタケなどの害菌の発生が多い。③子実体の収量は施肥区でわずかに劣った¹⁵⁾。

5) 炭の新用途開発—廃はた炭、マツ枯損木炭のほた場施用試験 (指定研究)

廃はた、マツ枯損木の利用を考慮して行なわれた試験で、結果を以下のように要約した。①伏込み場所に敷炭して、その上にシイタケはた木を伏込むと、敷炭しない区に比較してはた付き率が約20%向上した。②とくに2～5月に乾燥する地域では効果は顕著で、はた木の初期管理はきわめて有効である。③発生舎内の敷炭の効果は明瞭でない。むしろ舎内における粉炭・じんあいによる作業の困難性に問題がある。④収穫時に誤って子実体を落した場合、炭によって汚れやすく、そのために商品価値が低下する。⑤廃はた処理の一環として、再び廃はた炭としてほた場に活用することに大きな意義がある。

6) 食用茸の高度生産技術開発調査 (特定研究)

主としてシイタケはた木の *Hypocrea* 病害の実態調査とその防除対策を検討した。①昭49～53年、阿蘇山を中心とする九州中部山間地帯のシイタケ生産地に大発生した「シイタケはた木の黒腐病」について、被害症状の解析と病名の検討、被害発生の推移と分布、被害発生地域の環境、伏込み要因および気象条件と被害発生との関係、原木作業工程と病害発生との関係などについて精査した。また罹病はた木の分離検査による検出された菌類について分類学的検討と接種試験より病原菌を検討した。さらに環境制御および薬剤による被害防除法についても検討した。その結果、

a. 本病害は原木中にまん延したシイタケ菌糸が、初夏～秋の間に発病死滅する。病徴ははた木の樹皮が形成層から離れて浮きあがり、はた付き部分は淡黄褐色～青味をおびた黒色に変わり、特異な醜酵臭と多量の水分を持つ。

b. 本病害の発生は伏込み地の環境と密接な関係があり、標高300～700m、凹型地形、中腹地帯などの湿度の高くなり易い場所に多い。

c. 気象条件との関連については、春季梅雨前の長雨、異常長梅雨、夏季の異状大雨などの年に被害が大きい。

d. 原木作業工程との関係は、1月伐採3月種菌接種が安定度が高い。

e. 病原菌は *Hypocrea* 属菌で、とくに *H. nigricans* が主として関係している。

f. 間接的防除法としてビニールシートなどによる降雨遮断が有効である。などを把握した^{16,17,18)}。②シイタケはた木の *Hypocrea* 病害において、病原菌の侵入経路を検討した結果、*Diatrype* 属その他の類似菌が経路の1つであることが判明した¹⁹⁾。③クヌギ原木中に棲息する菌類

の調査を行い、*Hypocrea* 病害発生との関連を検討した²⁰⁾。④数種の *Hypocrea* 属菌をシイタケほた木に接種し、その病原性を確認した²¹⁾。

7) バイオマス変換計画—食用菌およびリグニン分解菌の採集・培養・育種ならびに生理と腐朽試験 (大型別枠研究)

全国各地の森林・原野からリグニン分解性担子菌類約 150 菌株の培養を得て、広葉樹および針葉樹に対するリグニン分解能を調べたところ、マイタケ、ヒラタケなど数系統の有用菌株を得た。また、ササの分解に有効な菌としてヒラタケ、ウスキモリノカサを選抜し、その省力的分解法を検討した²²⁾。

8) きのこと類の品種判別法

培養菌糸のアイソザイムの電気泳動による分析結果の利用を検討した。シイタケではエステラーゼ、リンゴ酸脱水素酵素、イソクエン酸脱水素酵素について、多数の系統を用いて検討したところエステラーゼが最も有望視された²³⁾。また対峙培養法の手法の改善を検討した。

9) 食用きのこの遺伝生化学的研究

シイタケの可溶性蛋白質の 2 次元電気泳動法による分析を検討した。銀染色法によって蛋白質を検出すると各サンプルとも 200 以上のスポットが観察され、菌の系統によってスポットの位置や強度に違いがみられた。これらのことから 2 次元電気泳動法による蛋白質の分析は菌糸の識別や可溶性蛋白質の遺伝的解析に利用できる²⁴⁾。

10) 細胞融合の作物・藻類・菌類育種への応用法の開発 (別枠研究)

プロトプラストの調製はノボザイムとキチナーゼの混合溶液で行ない、従来の方法より短時間で多量に得られた。プロトプラストの培養は浸透圧調節剤を加えた GMY 培地で行った。ヒラタケの 2 核菌糸から得られたプロトプラストからは 2 核菌糸と同時に 1 核菌糸が再生し、その出現比は片寄っていた。プロトプラストより再生した 1 核菌糸の生長速度は、元の系統のそれより大きく異なる系統が多数存在し、プロトプラスト化に伴う変異が示唆された。また融合菌の分離のマーカ―として栄養要求性変異株の利用を試みた。ヒラタケを用いた実験からその可能性が示唆された²⁵⁾。またヒラタケのプロトプラスト再生菌の菌糸生長速度、子実体発生試験および材質腐朽力を調べたところ、原菌と異なる性質を示したいくつかの系統が得られた。

11) 微生物の長期保存法 (特別研究)

既往の成果を体系的に整理して問題点を摘出し、さらに保存法の開発と保存処理にともなう活性の変化を検討した。

数種の菌根性きのこ菌株を PDA およびエビオス培地により培養し、コルクボーラで打抜いたデスクをバイアルに入れたものと、バイアル中に培養したものを用意し、それぞれ純水、グリセリンを加えて最大 2℃/分 および 20℃/分 で冷却凍結し -85℃ に保存した。3 週間後の生死判定では、ショウロはデスク、バイアル培養とも生存し、マツタケ、ホンシメジはエビオス培地バイアル培養で、チチアワタケは PDA 培地バイアル培養で生存したが、アカモミタケはいずれの方法でも生存しなかった。

16種の腐生性きのこ（栽培きのこを含む）は -85°C 冷凍庫と液体窒素の温度条件下で試験した。冷凍庫保存では直接バイアルを入れても予備凍結を行なったものと変わらず良く生存したが、凍結の影響は融解後の菌糸の初期生長に現われた。液体窒素保存では直接浸漬した場合でも多くの菌株が生存していたが、ダメージもみられた。保護剤は5% DMSO, 10%グリセリンなどがよい結果を示した。

12) シイタケ菌系分類調査（特定研究）

種苗法にもとづく新品種審査の基礎資料を得るため、全国食用きのこ種菌協会傘下の15社が提出した163菌株について、対峙培養法により性因子の異同を調査したところ約半数の同一菌系の存在が認められた。

13) 食用きのこ類の品種改良

シイタケおよびヒラタケの既存系統の特性を把握するため、林試構内ほた場において原木栽培試験を実施中。

14) きのこ類の遺伝子の収集と保存

全国各地の森林・原野から担子菌類、ハラタケ目10科40属108種174系統、ヒダナシタケ目4科7属7系統、腹菌目4科6属7種11系統、異担子菌類2科4属4種6系統、子のう菌類1科1属1種1系統、計21科58属127種、199系統を採集・同定して純粋培養菌株を得た。

15) 種苗法関連業務

種苗法に基づく新品種審査に関連し、シイタケ他8種のきのこについて審査基準の作成に協力した。また新品種登録出願のシイタケ22品種について遺伝的・生理的・栽培的・形態的各特性と含有成分を調査・検討した。この結果いずれも新品種として登録された。

（古川 久彦）

文 献

- 1) 阿部恭久・古川久彦・青島清雄：日本初産の *Hypoxyylon* 属菌5種, 22回日菌誌, (1978)
- 2) ————：クロコブタケ属数種の子のう, 被子器, 子座の組織構造, 23回日菌誌(1979)
- 3) ————：日本産 *Camarops polysperma* 及び *Hypoxyylon* 属菌3種について, 28回日菌誌, (1984)
- 4) ————： *Hypoxyylon truncatum* の子のう胞子の性質, 25回日菌誌, (1981)
- 5) ————： *Diatrype stigma* の不完全世代, 32回日林関東支論, (1980)
- 6) 根田 仁： *Marasmius siacus* (Schw.) Fr. とその近縁種について, 28回日菌誌, (1984)
- 7) 青島清雄・古川久彦：南方産シイタケの形態と栽培的特徴, 研究ジャーナル, 3, (1980)
- 8) 久保田暢子・安藤正武：林試九州支場実験林のきのこ(I), (II), 日林九支研論, 37, (1984)
- 9) 安藤正武・日高忠利：シイタケほた場の蒸発量測定の一例, 日林九支研論, 28, (1975)
- 10) 日高忠利・安藤正武：シイタケ栽培地の微気象(I), (II), 日林九支研論, 37, (1984)
- 11) 安藤正武・日高忠利・角田光利・久保田暢子：シイタケ原木クヌギおよびコジイの XWP (木部水ポテンシャル), 日林九支研論, 34, (1981)
- 12) 谷口 実・古川久彦・青島清雄・岩村良男：ナメコ白色子実体の遺伝, 24回日菌誌, (1980)
- 13) 角田光利・安藤正武・日高忠利：シイタケほた木に対するニマイガワ菌およびシトネタケ菌の接種試験(II), 95回日林誌, (1983)

- 14) 日高忠利・安藤正武：シイタケ原木クヌギの作業工程とハラアコブカミキリの被害，37 回日林九支論，(1981)
- 15) 古川久彦：シイタケ原木としてのクヌギ，森林と肥培，119，(1983)
- 16) 安藤正武ら：シイタケはた木の黒腐病に関する試験研究報告書，九州地区シイタケ原木病虫害対策協議会，(1980)
- 17) 古川久彦・青島清雄・武藤治彦：温暖地帯のシイタケ罹病はた木から検出されるヒポクレア属菌，32 回日林関東支論，(1980)
- 18) 古川久彦・青島清雄・谷口 実・阿部恭久：Disease of bed log of Shii-take mushroom (*Lentinus edodes*) caused by *Hypocrea* spp., XVII IUFRO world congress proceedings Division 2, (1981)
- 19) 古川久彦・青島清雄：*Diatrype* 属およびその類似菌に付随して生ずるシイタケはた木の *Hypocrea* 病害，92 回日林論，(1981)
- 20) 角田光利・安藤正武：伏込み前および伏込み後のクヌギ原木から分離される菌類，日林九支研論，35，(1982)
- 21) 安藤正武・角田光利・日高忠利：シイタケはた木に対するヒポクレア菌接種試験(3)，日林九支研論 35，(1982)
- 22) 古川久彦：リグニン分解菌の利用開発，研究ジャーナル 6，(1983)
- 23) 大政正武・阿部恭久・古川久彦：等電点焦点法によるシイタケのアイソザイムの分析，27 回日菌論，(1983)
- 24) 大政正武・北浦健生：シイタケ菌糸可溶性蛋白質の 2 次元電気泳動法による分析，28 回日菌論，(1984)
- 25) 大政正武・阿部恭久・古川久彦・谷口 実・根田 仁：ヒラタケ属きのこのプロトプラストの調製・培養・融合，28 回日菌論 (1984)

3. 林業薬剤

1) マツノザイセンチュウ病 (まつくいむし) に対する単木処理薬剤の開発と適用

(1) 樹幹注入剤の開発：森林対象ではなくマツ単木の予防処理法として薬剤の樹幹注入を試み，昭和 50 年頃すでにテラクワ-P とネマホスを感染開始の約 1～3 カ月前に注入すればマツノザイセンチュウの増殖阻止に有効なことを確めていた。そのときの樹体内拡散濃度はほぼ 5 ppm 以上であった。

これら両薬剤は樹幹注入剤としてマツノザイセンチュウの増殖阻害，ひいてはいわゆる“まつくいむし”防除に甚だ有効であったが，残念なことに，人畜に対する急性経口毒性が高く，ついに実用化するに至らなかった。その後，さらに安全性の高い有効な薬剤を求め，農薬製造業者との協力のもとに，メスルフェンホスならびに酒石酸モランテルの 2 薬剤を開発するに至り，昭和 57 年ネマノーンおよびグリーンガードの商品名で登録され，スミチオン，セピモールなどを予防散布しにくい人家や飲用水近くのマツ，神社・仏閣などの著名なマツ，ゴルフ場の重要なマツなどに広く使用されている。

ここに至る経緯について少し述べると，効力を判定する試験法として 5 年生鉢植えクロマツによる手法を確立し，多くの薬剤をスクリーニングし，一群の有機りん剤ならびに動物駆虫剤の中からマツノザイセンチュウの運動機能を麻痺させる薬剤が有効であることを発見し，その作用機構を明らかにするための 1～2 の実験を成功させた。なお，樹幹注入の実施にあたっては，液状のアンプル製剤をドリルで開けた穴に挿入し，薬液を樹体内に吸入させ，樹液とともに枝先まで上昇拡散させ，マツノザイセンチュウの運動移行増殖を妨げることをねらいとしている。したがって，開発の途中においては吸入させるための製剤液の粘度の改善，上昇拡散させるための有効

成分の物理化学的な性質の改善、長期間（2～3年間）の残効性をもつ化合物の探索など数多くの研究がなされてきた。1例をあげれば、バイジットは5年生鉢植えクロマツでは有効であったが、成木に用いた場合は全く無効であった。それは有効成分のバイジットが注入した部位近くにとどまり、余り上昇拡散していないことを化学分析によって確めた事実とも一致していた。この弱点を改善するための検討を行い、弱く酸化して側鎖 $-SCH_3$ 基を $-SOCH_3$ 基に変えてやることによって水溶性は一挙に数千倍とけやすくなり、上昇拡散が改善されたことである。（この酸化物がさきに述べたメスルフェンホスそのものである）

(2) 樹幹注入剤の適用：5年生鉢植えクロマツによりスクリーニングされた薬剤は有望なものは林業薬剤協会を通じての試験を重ね実用性確認の実績をつみ重ねてゆくが、その他にも大規模な試験を重ねてきた。昭和50年頃から九州九十九島（小・中径木、フェンスルホチオン）、千葉県鶴舞試験地（大・中・小径木混合、フェンスルホチオン）、千葉県戸崎（大径木、フェンスルホチオンとチオジン）、東海村原研試験地（大径木・フェンスルホチオン）茨城県谷田部町の不動マツ並木（巨大木）、都内のM神社（巨大木、酒石酸モランテル）、千葉県ゴルフ場（中径木、メスルフェンホスと酒石酸モランテル）などに実施していずれもすぐれた防除効果を認めた。

今後の問題として、樹幹注入剤を予防用だけでなく、治療用に応用することはできないだろうかということである。感染直後であれば（樹脂異常直後）若齢木を治療できることを確かめているが、感染して相当な期間を経て（葉の変色が認められる頃）治療できるのでなければ実用性に乏しい。

(3) 土壌処理剤の開発：テラクワ-P およびダイシストン5%粒剤を感染の2～3カ月前に3～5kg/本 処理すると有効であったが、急性経口毒性などの関係で実用化するにいたっていない。なお、ダイシストン粒剤の場合は効果のフレが大きく、とくに大径木（胸高直径30cm以上）に対して効果が少なかった。

2) 林業薬剤が森林環境におよぼす影響

(1) 森林における空中散布薬剤の動向：まつくいむしを予防する目的でヘリコプターにより空中散布された薬剤スミチオン（MEP、フェニトロチオン）およびセビモール（NAC、カルバリル）について調査した。昭和49、50年度では広島県宮島においてスミチオンの土壌、水、下草、土壌表面落葉層における残留量を調査したが、3年連続散布の結果としての累積は認められず、残留量もきわめて僅少であった。55年度のスミチオンの林内浮遊濃度調査では散布6時間後に微量の浮遊を検出した。ドリフトについては林内に大半落下したものの林縁から風下50mの地点でもわずかに認められた。57年度のセビモールの千葉県印旛村における大気中の動向調査では樹冠部の落下付着量が最大であり、林床落下量がこれに次いだ。ドリフトは風下500、1000、1,500mの3地点で調査したが、いずれも検出しなかった（検出限界 $0.001\mu\text{g/l}$ ）。58年度は栃木県野木町で調査したが、前年度とほぼ同様な結果が得られた。樹高約15mのマツ生立木でのセビモール付着は樹冠部に多く、樹冠内部では少なく、枝より葉に多く付着した。ドリフトは対象林分に近い範囲に多いが、量のバラツキが大きく、遠い範囲（500～1000m）では量は少いがバラツキは

少なかった。散布中風向風力が局部的にひんぱんに変化したため風下に相当した地域では約 1000 m の地点でも検出されることがあるが、 0.1 ng/cm^2 程度の落下量の認められたのは林縁から風下 200~300 m の範囲に限られていた。

(2) 森林の生物環境におよぼす影響：いわゆる“まつくいむし”の予防散布の跡地についての調査によれば、対象のマツおよび下層植生に大きな影響を与えたという事例は耳にしていない。ただし混交もしくは近隣のヒノキにスミチオンが落葉させ枯死に至らしめたことは項を改めて記述する。宮島ではミミズに平均 0.02 ppm のスミチオンを検出したが、土壤中 100 ppm 以上のとき 24 時間内に死亡し、 10 ppm 以下では死亡しない。鹿（5 オメス）の各臓器からは全く検出できなかった。ミミズ（フトミミズの 1 種）の ^{14}C -スミチオンの代謝は速やかで体内残留は認められなかった。野生鳥獣に対する薬剤の影響をみる予備的な試験としてウズラを用い、その LD_{50} 値 (148 mg/kg) の $1/10$ 量を 4 日目ごとに濃厚投与した場合、卵重がやや軽くなる、時に軟卵を産む、産卵を一時休む個体を生ずるなどの影響は認められたが、催奇性を肯定する結果は出なかった。解剖所見によれば生殖細胞の異常は認められず、わずかに肝臓の脂肪変性と小腸の柔突起の結着が認められた。つぎにシジウカラ、エナガ、ウグイス、センダイムシクイ、メジロ、アカハラ、アオジ、キビタキの 8 種の野鳥についてスミチオンの影響が最も鋭敏に現われると思われる血清コリンエステラーゼ (ChE) 活性と 50% 阻害度を調べた。一般に野鳥の血清 ChE 活性は昆虫にくらべて低い値を示し、50% 阻害度は昆虫とほぼ類似の $10^{-9} \sim 10^{-10} \text{ M}$ の値を示した。野鳥の繁殖期と薬剤散布期とが重なるので雛におよぼす影響を推定するためシジウカラの雛の生育期間中にスミチオン 10 ppb を含む餌を連続投与したが、血球および血清の ChE 活性に変異を認めず、体重、外見に変化なく、臓器中にスミチオンの残留を認めなかった。スミチオン散布 3~5 日後の野鳥の羽に多量 ($20 \sim 30 \text{ ppm}$) の付着を認めたが、これらの血清 ChE 活性に異常は認められなかった。野鳥に対する影響は直接付着することよりも薬剤の付着した落下昆虫を摂食することの方が大きいと思われるが、野鳥の昆虫摂食は実態が掴みにくいので、同様に落下昆虫を摂食すると思われる同地域内のアカネズミについて調査した。アカネズミの血液 ChE 活性の経時変化には薬物によると思われる影響は全くみられなかった。なお、スミチオン散布によって落下した昆虫に残留する量は大多数の昆虫では $1 \sim 5 \text{ ppm}$ 程度であったが、もっとも少ないシロスジカミキリで 0.5 ppm 、もっとも多いビロードコガネで 10 ppm 以上であった。セビモールについてもやや数は少ないが同様に森林環境におよぼす影響の調査を行っている。

(3) スミチオンによるヒノキの被害：スミチオンの空中散布によってマツ林に混在もしくは近接するヒノキで落葉枯損する現象が認められた。ヒノキの切枝を用いてスミチオン感受性を調べた結果、感受性の個体では浸漬法で 1 ppm で落葉現象を示し、非感受性のものは 10% ($100,000 \text{ ppm}$) でも落葉現象は起らなかった。多くのヒノキについて調査したところ感受性のヒノキは全体の約 10% 存在し、さし木やつぎ木によってこの形質は継承された。この現象を起すものはスミチオンだけでなくアルキル基をもつ有機りん剤に共通し、とくにジメチルジチオもしくはモノチオのりん酸化合物に著しい。これらをヒノキ切枝に散布もしくは浸漬すると落葉現象が現われ同

時に多量のエチレン発生が認められた。この発生にかかわるものとして、ヒノキ中のパーオキシダーゼ活性とスミチオンとの関係を電気泳動で調べた。感受性個体のパーオキシダーゼのザイモグラフのパターンは処理5日目までは無処理のものと変らなかったが、7日目以後では酵素活性が低下し、非感受性のものでは処理後の日数の経過にともない徐々に活性が弱まり、明らかにスミチオンによる阻害が認められた。サリチオンおよび EPN によって若干の落葉現象抑制が認められた。なお、ダイシストン粒剤の土壌処理によるマツノザイセンチュウ病予防試験中付近のヒノキが落葉枯損したもので、このことも併せて検討中である。

3) その他

(1) マツノザイセンチュウが生産する毒性物質：組織培養したマツのカルスに無菌のマツノザイセンチュウを繁殖させ、生産された物をメタノールで抽出し、ゲル透過クロマトグラフィー、分配クロマトグラフィー、高速液体クロマトグラフィーなどにより分離し、トマト・カルスに対する鋭敏な生物検定法の開発を検討した。

(2) 稚苗立枯病防除：スギ、マツの苗の立枯病防除をシャーレ試験、ポット試験、コンクリートポット (1×1 m) 試験、圃場試験とくりかえし、立枯病菌の中 *Rhizoctonia* 菌によるものはベンレート水和剤がもっとも有効であり、ホーマイ水和剤とマンネブダイセンM水和剤も有効であることを確めた。しかし *Fusarium* 菌による立枯病については適確に発病させることが難しく、なお検討中。

(3) 根切虫防除：パイジット、ダイシストン、イソフェンホスを土壌処理し、土壌中の残留を調査したところ、この順序に残留期間が長く、根切虫防除効果は残留量とほぼ一致した。一般に乳剤は粉剤、粒剤より長く残留した。

(4) マツノザイセンチュウに対するフラッシング効果：マツ丸太中のマツノマダラカミキリ幼虫を排除する目的で合成ピレスロイド系殺虫剤を利用したところ蛹室に集合したザイセンチュウにフラッシング（追い出し）効果が認められた。

(5) 穿孔虫の栄養状態：マツノマダラカミキリの体液中の遊離アミノ酸およびトレハロースの含量は越冬期間中にいちじるしく増加した。

(柏 司)

参 考 文 献

- 1) 小田久五：松くい虫の加害対象木とその判定法について、森林防疫ニュース 16：263～266, (1970)
- 2) 清原友也・徳重陽山：マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種試験、日林誌 53：210～218, (1971)
- 3) 松浦邦昭：マツノザイセンチュウの防除薬剤スクリーニング試験、85回日林講：256～258, (1974)
- 4) 松浦邦昭：薬剤によるマツ材線虫病の防除に関する研究(Ⅲ)、一敷種薬剤のポット植栽苗木に対する土壌施用効果一、86回日林講：315～316, (1975)
- 5) MATSUURA, K.: Detectable amount of trunk injected nematocides and their protective effects against pine wilt disease—Proc. XVII IUFRO World Congr. Div. II: 593～596, (1981)
- 6) MATSUURA, K.: Relation between water solubility of trunk injected chemicals and

- their mobility in a pine body, abstracts Vth ICPC : II e-4, (1982)
- 7) 松浦邦昭・深見悌一：マツノザイセンチュウ防除薬剤の開発，農林水産技術会議事務局編新しい技術（第20集），p. 245～249, (1983)
松浦邦昭：樹幹注入法によるマツ材線虫病の防除，植物防疫 38 : 27～31, (1984)
———：浸透性薬剤の立木注入によるマツ材線虫病罹病木の治療（I），6種の浸透性殺線虫剤の治療効果，66 : 1～9, (1984)
 - 8) 大久保良治・田畑勝洋：2～3の有機燐系殺虫剤の浸透移行および残留量の経時変化，森林防疫 22 : 6～7, (1973)
 - 9) 田畑勝洋ほか：空中散布における農薬の動向調査，昭和56年度農林水産航空協会合理化試験成績，148～172, (1981)
 - 10) 大久保良治・田畑勝洋：空散地におけるMEP剤の残留，第86回日林聯，368～369 (1975)
 - 11) 田畑勝洋：林業薬剤散布地における追跡調査，昭和49(度)国有林特別会計試験報，1975. 4.
 - 12) 同上 77～84, 1976. 11
 - 13) 同上 109～113, 1977. 10
 - 14) 田畑勝洋：スミチオン（フェニトロチオン）によるヒノキの薬害に関する研究，アイソトープ利用研究成績年報（林試），7～15 (1977)
 - 15) 田畑勝洋・大久保良治：フェニトロチオンによるヒノキの落葉現象（II），パーオキシダーゼに対する燐酸ジメチルの影響，第4回日本農薬学会大会要旨，324 (1979)

4. 昆虫

昆虫部門における過去10年間の研究は，マツ枯損の防止技術を中心に展開し，スギ・ヒノキ穿孔虫類の生態解明にひき継がれたといえよう。

昭和40年代に行われた第一次特別研究によるマツノザイセンチュウの発見という歴史的研究成果と，それに引続く防除法を主とする第二次特別研究の成果をうけて，50年代に入り媒介昆虫マツノマダラカミキリを対象とする薬剤の空中散布を計画的に進めるための特別立法が成立公布するなど，新防除法の研究開発に対して強い要請が続く情勢となった。

これをうけて，国立林試は「マツ枯損防止新技術開発調査」（特定研究，53～57年）により，公立林試は33県参加の大型プロジェクト研究により，国公立林試の共同研究が進められた。この研究の課題項目は，①天敵の役割としての利用，②生理活性物質の利用，③薬剤の単木処理法，④枯損動態の解明，⑤被害発生予察から成る。①②③は従来の薬剤散布に代る新防除法の可能性を探るためのものであり，④⑤は防除戦略の立案ならびに防除技術の適用に際し必要とされる基礎的資料を提供するためのものである。このうち，昆虫部門は③を除く主要部分を分担した。この研究は，さらに項目をしぼって58年度より国公立林試の共同研究として続けられている。

昆虫部門のマツ枯損関連研究はこのほか，「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」（農水省特別研究，56～59年）のなかで疫学的研究に着手し，同時に「生物学的手法による新防除技術開発のための総合研究」（農水省一般別枠研究，55～59年）において天敵微生物・生理活性物質の利用技術の開発研究を行い，「有機合成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」（環境庁特別研究，52～56年），「マツクイムシ防除薬剤散布跡地の影響調査」（特別会計技術開発，52～56年）などによって殺虫剤散布が林地の環境生物に与える影響を調査した。

50年代半ば頃からは，スギ・ヒノキの穿孔性害虫の被害が大きな問題となってきた。即ち，主

として第二次大戦後に形成された1,000万haにおよぶ人工造林地のうち70%を占めるスギ・ヒノキの若齢造林地に種々の病虫獣害が発生し、このうちとくにスギカミキリ等の穿孔性害虫による被害が顕在化してきた。この問題については40年代より経常研究によって対応してきたが、事態の切迫に伴い「スギカミキリ等せん孔性害虫の防除技術」(特別会計, 56~58年)を手始めとして、「スギ・ヒノキ穿孔性害虫による加害材質劣化機構の解明」(農水省特研, 58~61年)が発足した。この研究は、日本林業の根幹に係る重要課題であるので、60年代に引き継がれ新たな展開をみるものと考えられる。

このほかの特掲研究課題としては以下のものがある。40年代の終りにBHC等の使用禁止に伴い再度被害の増大してきた苗畑害虫の被害に対し、「苗畑の根切虫の薬剤防除」(場内指定研究, 53~55年)および「育苗における生物農薬の使用法」(特別会計, 54~55年)などによって、代替農薬および天敵微生物による防除試験が行われた。また40年代の終わりに集中的に行われた総合防除研究の補足的な研究として「捕食性天敵類の評価と利用」(場内指定, 52~54年)が実行された。

他の専門分野が主流となって実施される「海岸林の環境保全機構(略称)」(環境庁特研, 52~56年)および「ミズナラ等主要広葉樹(略称)」(農水省特研, 57~60年)のなかで害虫部門を担当した。50年代末より新潮流となったバイオテクノロジーについても、「細胞融合・核移植(略称)」(農水省一般別枠, 57~61年)において天敵微生物を対象として参画している。

ローカルな問題としては、北海道では「1977年有珠山噴火(略称)」(場内指定, 53~55年)に参加し、「風倒地における生立木加害防止のためのフェロモンによる誘殺試験」(特別会計, 57~59年)でヤツバキグイに取組んだ。九州では「シイタケの害虫ハラアコブカミキリの防除」(場内指定, 53~55年)を実行した。

以上述べたような特掲研究のみならず、経常研究も営々と行われた。主要なものは、クイムシ・カミキリムシ等森林害虫の分類学的研究、小蛾類・タマバエ類等の同定と分類、突発害虫の個生態、マツノマダラカミキリ・マイマイガ・マツカレハ・ツガカレハ・ハバチ類・アブラムシ類の個体群変動とその要因、密度推定法、行動習性、人工飼育、天敵の検索・利用などの基礎的研究であり、これらの成果の蓄積が、既述した多くの特掲研究を推進する力となった。

外部対応としては、森林害虫の同定依頼・防除指導・普及啓蒙、輸入木材や乾材の害虫の同定のほか、自然環境の重視に伴って増加してきた、道路開発等に関連した環境アセスメント、環境緑化木害虫の防除普及指導などを行った。防除薬剤についても、公立林試・関連協会の試験に協力した。海外対応としては、インドネシア、フィリピン、ペルーに研究員を送り害虫問題の解決に協力した。

主要な研究の経過および成果を害虫群ごとに整理すると次のとおりである。

1. 松くい虫

材線虫病の媒介者マツノマダラカミキリの生態および防除について、広範かつ詳細な研究が行われた。

本種の分布を制限している要因は、冬の低温ではなく夏の温量不足である。一般に年1化であ

るが、低温地域では2年1化のものがかなり高率となる。東北地方での調査によると、8月中旬以降の産卵に由来する幼虫は若齢で越冬し、これが2年1化虫となる。

幼虫は4齢を経過する。各ステージごとの发育零点、有効積算温量が地域ごとに調査された。その結果、一般に暖地産のものは低温他のものより生育のための温量をより多く必要とすることがわかり、これは温度環境に対して自然適応したことによるものと考えられる。

カミキリ1頭当たりの線虫保持数については膨大な資料が得られた。今までの最高記録は289,000であり、カミキリ個体群ごとの平均保持数は5,000前後のものが多く、保持線虫数の頻度分布はきわめて集中的であり、枯損木から運び出される全線虫数の90%が脱出カミキリ数の約20%によって保持されている。保持線虫数とカミキリの性・大きさ・脱出時期・枯損材の保存状態・枯損材の状況などとの関係についても解析された。線虫のカミキリへの乗り移りおよび離脱の経過・機構についてもほぼ明らかになった。

カミキリ成虫の行動は、移動分散・定着摂食・産卵の3期によってそれぞれ異なる。脱出後の飛しょうは比較的ランダムであり、生立木に到達すると定着し摂食を始める。脱出後約5日で飛しょう力は低下するが、産卵期に入ると再び活発となる。その行動は温度に強く支配され18℃以下では飛しょうしない。成虫の分散距離、若枝での摂食行動・摂食機構、産卵数、産卵経過などについてもほぼ明らかにされた。

生丸太や線虫接種木に成虫が誘引されることから、これらの揮発成分を分析した結果、十数種のモノテルペンと嫌気性醗酵物質が検出された。これらの物質を組み合わせると室内および野外の生物試験を行ったところ、ある程度誘引力のあるモノテルペンとくに α -ピネンと、それ自体全く誘引性のないエタノールとの組み合わせによって強い誘引力が発揮されることがわかった。これは誘引剤としての特許を得て実用に供される運びとなった。

カミキリの密度推定法については、樹体内個体群、脱出後成虫個体群それぞれの研究が行われ、野外個体群の推定も行われた。樹体内個体群の変動要因についても、詳細な解析が行われた。幼虫の蛹室形成期までの死亡は密度依存的に起こり、これが変動の主因を占めると考えられる。若齢幼虫期の死亡の半分以上は種内競争により、その他は捕食・寄生性の天敵昆虫による例が多い。天敵昆虫としては15種以上が同定された。

蛹室形成後の死亡は密度依存的でなく、その要因も蛹室形成前のそれとは同一でない。死亡率の半分近くが病死に由来するものが多く、天敵微生物として数種の糸状菌、細菌が検索された。このうち *Beauveria bassiana*, *Serratia mercenscens* を利用して防除試験が繰返し行われた。このほかキツキ類が、とくにカミキリの低密度時に、天敵として重要な役割を果たしている例が示された。

脱出成虫個体群の死亡率は、脱出後1週間以内で高く、その死亡要因は脱出前成虫のそれと同一と考えられる。ケージ内での成虫の生存曲線は数多く得られたが、野外での実態は今後の研究課題として残されている。

このほか、カミキリの発生時期の予察に役立つ資料、カミキリ密度と枯損量の関係に関する資

料が蓄積された。また各地域での枯損動態とその変動要因が、とくに気象との関係で研究された。低温地においては、加害の翌年枯れる「年越し枯れ」の比率が高くなり、太枝など木の一部のみが枯れる「部分枯れ」のあることもわかった。媒介昆虫として可能性のあるカラフトヒゲナガカミキリの生態についても研究が行われた。

殺虫剤散布がマツ林の生物とくに節足動物群等に与える影響については、各種の方法による資料採取と解析が行われた。散布後、密度は急激に減少するが、一般に1～2か月後に回復する傾向が伺われた。ひろい取り法によって、マツノマダラカミキリも多数斃死落下することがわかった。マツカレハ・マツバナタマバエの天敵昆虫に与える影響も致命的ではないという結果が得られた。

2. スギ・ヒノキ穿孔虫

スギカミキリ、スギノアカネトラカミキリ、スギザイノタマバエ、ヒノキカワモグリガの経過習性については経年研究によって資料が蓄積されており、58年度特別研究の発足とともに加害機構を中心とする研究が開始された。

スギカミキリは、本場、関西支場、四国支場において加害機構、各ステージの行動習性、密度変動、脱出消長と温度、人工飼育法、天敵などの研究が行われた。特筆すべき成果は、バンド法が成虫の行動・密度推定法に有効であること、接種実験によって幼虫の初期死亡が樹体条件に支配されることなどである。スギノアカネトラカミキリについては、本場、東北支場において被害実態、各ステージの行動習性、密度変動、天敵などが研究され、とくに成虫の訪花を含む行動が防除上重要であり、また東北地方では1世代3年以上経過するものがあることなどがわかった。

スギザイノタマバエについては、九州支場において分布、密度変動、分布様式、被害機構、発生環境、天敵などが研究され、とくに林内の微気象が発生環境として重要であること、実質被害である材斑形成に内樹皮厚が深い関係のあることなどが明らかとなった。ヒノキカワモグリガは、本場、九州支場において分布、生活経過などが研究され、とくに幼虫の初期加害が緑枝部から始まることが示唆された。

以上のほか、キバチによるスギ生立木の特異な変色による被害の実態、ヒノキの枯損に関与するマスダクロホシタマムシの生活経過などの調査が行われた。

3. 各種穿孔虫

56年8月、北海道を襲った15号台風によって生じたエゾマツ類風倒木を温床として繁殖したヤツバキクイが生立木枯損を起こすことが懸念されたので、北欧で開発された集合フェロモン Ipslure を用いて57年度より成虫誘引試験を行った。誘引率は、1年目は多量の風倒木のために低かったが、2年目以降はかなり高くなり防除法としての見通しが得られた。シイタケほだ木の害虫ハラアガコブカミキリの分布、経過習性、加害実態の研究により、被害回避法の基礎知見が得られた。

分類学的研究としては、キクイムシの新種の記載、分類学的総説、外材キクイムシの同定検索と手引書の作成、シイタケほだ木のアンブロシアキクイムシの検索表の作成が行われ、カミキリ

ムシでは新種・新記録の記載、主要種の解説などを行った。

4. 苗畑害虫

各地域の林業苗畑で根系加害昆虫の調査が行われ、第二次大戦後当時の加害種とはかなり変化していることがわかった。コガネムシ類の人工飼育法、主要種の生態調査のほか、防除試験が行われ、BHCに替わる薬剤の防除基準がほぼ確立した。

天敵微生物 *Beauveria brongniartii* (= *B. tenella*) を中心に防除試験が繰返され、また *Metarhizium*, *Rickettsiella*, *Entomopoxvirus* など新たに発見された微生物を含め、病原力、伝播様式、大量培養法などの研究が行われた。

5. 食葉害虫

マツカレハについて、各地域で天敵寄生率・発育経過の調査、*Beauveria basiana*・NPVの野外利用法の検討が行われたほか、排糞量などによる野外密度推定法の検討、性フェロモンによる野外生物検定、若齢幼虫の放飼による環境抵抗の比較検討などが行われた。マイマイガについては、性フェロモン *Disparlure* による成虫の発生消長調査、脱皮阻害剤による防除試験、純系の飼育によるウィルス病抵抗性の検討、各種農薬とウィルス感受性の関係の検討が行われたほか、幼虫の放飼実験によりマイマイガの死亡率が林分によってかなり異なることを明らかにした。北海道のツガカレハについては、発生予察を目的として越冬幼虫の密度・分布型・天敵などの調査を行った。

そのほか、各地で発生したハバチ類のうち、カラマツハラアカハバチ、エゾマツハバチなどの経過習性・天敵の調査を行った。東北地方のブナオシャチホコについて、密度変動の調査が行われた過程で、天敵寄生菌サナギタケの高い寄生率が認められた。

6. 吸汁・虫えい害虫

40年代に行われた総合防除の補完研究として、北海道支場でトドマツオオアブラ、九州支場でマツバノタマバエの天敵寄生蜂放飼試験の追跡調査が行われ、所期の成果が得られた。前種についてはさらにクモ類による捕食量の推定、後者については施肥による被害回避法、クローン別抵抗性などの研究を行った。

このほか、エゾマツオオアブラの侵入定着増殖の経過、エゾマツカサアブラの虫えい形成要因、各種カイガラムシ類の寄生率、ブナの虫えい形成害虫の生活環、セミの吸汁によるスギ磨丸太への加害防止などの調査研究が行われた。

7. その他

地上および土壌中の小型動物、とくに節足動物の種類・密度の調査のほか、分布型・多様度の解析が行われた。具体的には、マツ林・トドマツ林でのクモ類・地上徘徊性昆虫、カラマツ林・シイ林での節足動物などが対象とされた。これらの調査研究は、薬剤散布・森林施業・道路建設・噴火などに伴って変化する環境の指標として役立つばかりでなく、害虫発生に対する抵抗性林分の研究に役立っている。

このほか、タマバエ類の寄生蜂数種が記載され、コマユバチ科の分類学的研究も開始された。

また、海岸林等のマツのしんくい虫類とその天敵、スギの球果害虫の被害・経過習性などの研究が行われた。竹材を含む乾材害虫については、カミキリムシ類・ヒラタキクイムシなどの加害実態調査が行われ、シロアリ類については、イエシロアリの飼育が続けられ、ヒバの抗蟻成分の生物検定試験が行われた。(小林富士雄)

文 献

- 1) 秋田米治：林試北海道支場構内におけるトドマツ幼齡林での造網性クモ類と捕食性昆虫類，94 回日林論，(1983)
- 2) 遠田暢男：マツノマダラカミキリの發育と温度との関係。森林防疫 24，(1975)
- 3) ———・池田俊弥・尾田勝夫：マツマダラカミキリ成虫の密度推定(I)—マツの枯損量と羽化脱出数—。92 回日林論，(1981)
- 4) 福山研二：ツガカレハ低密度個体群の密度と分布の推定。応動昆 22，(1978)
- 5) 古田公人：マイマイガとトドマツオオアブラの低密度個体群の動態に関する研究。林試研報 279，(1976)
- 6) ———・高井正利：Population dynamics of *cinara bodganowi ezoana* INOUE(Hom. Lachnidae) in plantations of *Picea glehnii* and *P. jezoensis*, Zeit. Ang. Ent. 95，(1983)
- 7) 萩原 実・小林富士雄：コガネムシ幼虫の防除試験(II)。91 回日林論，(1980)
- 8) 細田隆治：フェニトロチオン (MEP) 剤によるヒノキの異常落葉現象に関する研究。林試研報 320，(1982)
- 9) 五十嵐正俊：キツツキ類によるマツノマダラカミキリ越冬幼虫の捕食。91 回日林論，(1980)
- 10) 五十嵐 豊：高知産マイマイガの發育経過。日林誌 64，(1982)
- 11) 池田俊弥：Integrated pest management of Japanese pine wilt disease. Europ. gour. For. Path. 14，(1984)
- 12) ———・遠田暢男・山根明臣・尾田勝夫・豊田高明：Attractants for the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* HOPE (Col., Cerambycidae). Appl. Ent. Zool. 15，(1980)
- 13) ———・尾田勝夫：The occurrence of attractiveness for *Monochamus alternatus* HOPE (Col., Cerambycidae) in nematode infested pine trees. 日林誌 62，(1980)
- 14) ———・山根明臣：Volatiles from pine logs as the attractant for the Japanese pine sawyer. 日林誌 62，(1980)
- 15) ———・山根明臣・遠田暢男・松浦邦昭・尾田勝夫：Attractiveness of chemical-treated pine trees for *Monochamus alternatus* HOPE (Col., Cerambycidae). 日林誌 63，(1981)
- 16) 伊藤賢介：The tethered flight of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* HOPE (Col., Cerambycidae). 日林誌 64，(1982)
- 17) ———・小林一三：スギカミキリ成虫個体群の林内移動・分散—調査第 2 年目の概要—。75 回日林論，(1984)
- 18) 片桐一正：トウガネブイブイの昆虫ボックスウィルス病。応動昆 19，(1975)
- 19) ———：ハラアカマイマイのウィルス病の生態に関する研究。林試研報 294，(1977)
- 20) ———：Pest control by cytoplasmic polyhedrosis viruses. Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980 (ed. H. D. Burgesed). Academic Press, New York, (1981)
- 21) ———：ウィルスによる微生物防除。昆虫学最近の進歩 (石井象二郎編)。東大出版会，(1981)
- 22) ———・岩田善三：Control of *Dendrolimus spectabilis* with a mixture of cytoplasmic polyhedrosis virus and *Bacillus thuringiensis* Appl. Ent. Zool. 11，(1976)
- 23) 小林富士雄：Distribution of coleopterous borers in pine. Studies on Methods of Estimating Population Density, Biomass and Productivity in Terrestrial Animals

- (ed. M. MORISITA). JIBP Synthesis 17, 東大出版会, (1977)
- 24) ——— : The effect of the sugi spider mite, *Oligonychus hondoensis* EHARA, on the growth of saplings of *Cryptomeria japonica* D. DON. 日林誌 59, (1977)
 - 25) ——— : Pine bark beetle problem in Japan, referring to the discovery of the pine wood nematode. Anz. Schadlingskde. Pflanzenschutz, Umweltschutz 51, (1978)
 - 26) ——— : 林業苗畑における根切虫被害とその防除. 農林水産技術研究ジャーナル 3, (1980)
 - 27) ——— (編著) : スギ・ヒノキの穿孔性害虫—その生態と防除序説—. 創文, 東京, (1982)
 - 28) ———・山崎三郎 : A method for estimating the population density of the pine caterpillar by the combined means of frass drop measurement and chemical knockdown. 日林誌 58, (1976)
 - 29) ———・山根明臣・池田俊弥 : The Japanese pine sawyer beetle as the vector of pine wilt disease. Ann. Rev. Ent. 29, (1984)
 - 30) 小林一三 : 薬剤空中散布とマツノマダラカミキリ成虫の数. 森林防疫 29, (1980)
 - 31) ——— : Observations on the chemical injury of Hinoki, Japanese cypress by the spraying of fenitrothion in the Toyohashi National Forest. 日林誌 63, (1981)
 - 32) ———・細田隆治 : マツノマダラカミキリの保持線虫数に関する検討. 日林誌 60, (1978)
 - 33) ———・奥田素男・奥田清貴 : 松枯れ予防薬剤散布とマツカレハの発生. 森林防疫 32, (1983)
 - 34) ———・柴田敏式 : スギカミキリの被害と防除法. 林業科学技術振興所, 東京, (1984)
 - 35) ———・竹谷昭彦・細田隆治・奥田素男・武田丈夫・井戸規雄 : マツノマダラカミキリの保持線虫数—和歌山県潮岬における1974年の結果—. 86回日林誌, (1975)
 - 36) 小泉 力 : 北海道の針葉樹天然林の伐採にともなう穿孔虫の被害. 林試研報 297, (1977)
 - 37) ———・富樫一丈 : エゾマツハバチの幼虫の形態と生活史. 日林誌 61, (1979)
 - 38) 倉永善太郎 : 九州地方におけるマツカレハの個体群動態. 日林誌 57, (1975)
 - 39) ——— : マツバノタマバエの被害と天敵寄生群の役割. 日林誌 62, (1980)
 - 40) 串田 保・片桐一正・島津光明 : 育苗における根切虫防除のための天敵微生物使用形態について. 92回日林誌, (1981)
 - 41) 榎原 寛 : Studies on Cerambycidae of Japan (1) アカハナカミキリとヒメスギカミキリの新産地. Elytra 10, (1982)
 - 42) ———・遠田暢男・野淵 輝 : スギノアカネトラカミキリの生態(I)訪花性と日廻活動. 95回日林誌, (1984)
 - 43) ———・林 匡夫 : A Study of three species of *Cryptomeria* twing bores, *Analyptus subfasciatus* species group in Japan and taiwan with description of a new species. Elytra 11, (1983)
 - 44) 前藤 薫 : Discovery of two genus, *Sarops* NIXON and *Protodacnusa* GRIFFITHS, from Japan (Hym., Braconidae). Kontyu 51, (1983)
 - 45) 森本 桂 : マツノマダラカミキリの個体群変動要因. 森林防疫 25, (1976)
 - 46) 野淵 輝 : 南洋輸入材のナガキクイムシ科. 林試研報 296, (1977)
 - 47) ——— : 南洋輸入材のアンブロシアクイムシ類. 林試研報 301, (1978)
 - 48) ——— : マツノマダラカミキリの天敵昆虫. 森林防疫 29, (1980)
 - 49) ——— : Studies on Scolytidae (XXV) The Scolytidae of the Phillipines. JARQ 16, (1983)
 - 50) ——— : ナガキクイムシ科・クイムシ科. 原色日本甲虫図鑑(IV). 保育社, (1984)
 - 51) 越智鬼志夫・片桐一正 : 松枯損木でのマツノマダラカミキリの個体数変動とその要因. 林試研報 303, (1979)
 - 52) 大河内 勇 : スギザイノタマバエの皮紋数と幼虫数の関係. 94回日林誌, (1983)
 - 53) 奥田素男 : マツノマダラカミキリ脱出期予測のための有効積算温度の測定. 32回日林関西支誌, (1981)

- 54) 小沢孝弘・西口親雄・立花観二：木曾地方におけるマツノクロシハバチの漸増大発生終息に関する考察(1)，終息の決定的要因としての餌欠乏。日林誌 60, (1978)
- 55) 島津光明・串田 保・片桐一正：天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験—脱出直前の被害材処理—。93回日林論, (1982)
- 56) 高井正利・古田公人：広葉樹によって隔離された大面積の造林地へのトドマツオオアブラの侵入と定着。日林誌 62, (1980)
- 57) 滝沢幸雄・庄司次男：岩手県におけるカラフトヒゲナガカミキリの分布とその材線虫媒介の可能性。森林防疫 31, (1982)
- 58) ————：寒冷地帯におけるマツ枯損およびマツノマダラカミキリの生態とその特徴。森林防疫 32, (1983)
- 59) 竹谷昭彦：シイタケはだ木の害虫ハラアコブカミキリの生態と被害。農水水産研究ジャーナル 6, (1983)
- 60) ————・奥田素男・細田隆治：マツの激害型枯損木の発生環境。日林誌 57, (1975)
- 61) 山田房男：マツカレハ幼虫の光周反応に関する研究。林試研報 309, (1980)
- 62) 山口博昭：トドマツオオアブラ個体群動態と多型の出現機構。林試研報 283, (1976)
- 63) ————：地上の無背椎動物。森林学（大政正隆編）。帝国森林会，東京，(1978)
- 64) ————：フィリピンの松くい虫と造林地の害虫。森林防疫 27, (1978)
- 65) ————・高井正利：トドマツオオアブラの総合防除。林試研報 295, (1977)
- 66) 山根明臣：マツノマダラカミキリ成虫の行動習性。森林防疫 24, (1975)
- 67) ————：Dispersal of the Japanese pine sawyer and its role in the spread and invasion of the pine wood nematode. Proc. IUFRO Conf. on Dispersal of Forst Insects (ed. A. A. Berryman, L. Safranyik). Wash. State Univ., (1980)
- 68) ————：昆虫飼育法。マツノマダラカミキリ。農学実験法 I。殺虫剤編（深見順一他編）。ソフトサイエンス社，東京，(1981)
- 69) ————：いわゆる松くい虫研究の進歩。農虫学最近の進歩（石井象二郎編）。東大出版会，(1981)
- 70) ————：The Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* HOPE (Col. Cerambycidae): Bionomics and control. Rev. Plant Prot. Res. 14, (1981)
- 71) 山崎三郎：MEP 空中散布地におけるマツノマダラカミキリのひろいとり調査。森林防疫 29, (1980)
- 72) ————・小林富士雄・竹谷昭彦：農薬散布が森林の昆虫群集に及ぼす影響(I)—MEP 散布地におけるすくい網法による3年間の調査—。92回日林論, (1981)
- 73) 山家敏雄・五十嵐正俊：ブナ林に発生したブナアオシヤチホコとサナギタケについて。森林防疫 32, (1983)
- 74) 吉田成章：Systematic studies on Psocotrupoid and chalcidoid parasites of gall midge injurious to pines and *Cryptomeria* in Japan and Korea. Esakia 14, (1979)
- 75) ————・小泉 力・秋田米治・福山研二：フェロモンによるヤツバキクイムシの誘殺(II)。森林防疫 33, (1984)
- 76) ————・讃井孝義：スギザイノタマバエの生態と防除の展望。森林防疫 28, (1979)

5. 鳥 獣

森林は従来、木材の生産の場として専ら考えられていたが、最近では国土の開発にともない次第に緑の自然が失われていくに従い、森林が野生鳥獣の保存の場として、また人間の休養、レクリエーションの場としての認識が高まってきた。これに伴い研究も従来の造林地における植栽木に加害するウサギ、ネズミに対する防除を中心とした研究から、森林における野生鳥獣の保全のための研究が多くなってきた。野生鳥獣の中には天然記念物のカモシカをはじめ、シカ、サル、クマ等による林業上の被害も問題にされ、これらの野生動物の保全と林業上のこれらの防除と相矛

盾する問題の解決が迫られている。

1. ネズミ

林業害獣のネズミに関する研究では、恒常的被害の出ている北海道において、森林施業が自然保護上、従来の大面積開伐から小面積開伐へ変ってきている。小面積の造林地は、ネズミの駆除後も周辺から再びネズミが入り、元の数に復元しやすいので、駆除がより困難になっている。また、従来ネズミの生息数を抑制するために役立っていた造林地の全刈りの林床処理が、筋刈り、坪刈りに変わり、より駆除の困難な面が加っている。これにともない新たな毒餌の施工方法、毒餌改良等の研究が行われている。毒餌も他の野生鳥獣の影響を考慮して、より安全性の高いものが求められている。従来用いられた3%の燐化亜鉛の殺そ剤を1%の濃度に下げる試験が行われた。また、植栽樹種はそ害に弱い短伐期種のカラマツから比較的そ害に強い在来種のトドマツ、エゾマツに変ってきている。しかし、これらの壮齡樹の被害も出ており、この対策についての研究が行われている。またトドマツの地方品種によってネズミに対する抵抗性に相違があることも判り耐そ性品種も検討されている。

従来から行われていた生息数調査の精度を高めるための研究で、調査地の条件の不そろいを整理するために、生息条件の解析が行われ、また、わな捕獲率のふれについての検討が行われた。

大発生の要因の解明には餌植物の栄養価、代謝カロリー等の生理面の研究が行われた。大発生の年度について、統計的に個体数の年次変動、季節変動の傾向を地域ごとにしらべ、また、繁殖過程の面から、生息数増加、減少には繁殖率に差のあることを見出し、大発生過程をとらえた。また、大発生の徴候をみる手がかりとして、血液中の酵素系エステラーゼの分子的多形の相違をしらべ、生理面からの大発生の前徴をとらえる研究を行っている。

道内では、50年代の前半に各地でササの開花結実があり、従来とかく問題として残されていたネズミの大発生とササの実の問題解明の唯一の機会に遭遇した。ネズミの栄養面からの研究が行われ、開花の前年に出る花芽は栄養的にすぐれていることが分り、開花前年は食物条件が良いことが分った。ササの実はずでに栄養的に良いといわれており食物条件としては申し分ないが、その反面、開花後のササの枯れは生息条件として不利であることが分かった。また、生息数調査資料にもとづくと、開花結実地帯には大発生というような生息数増加の傾向はあまりみられない。

本州ではハタチズミ・スミスネズミによる造林木の被害が地域、年次によって散発的に起っている。これらネズミの年次変動は統計的にも不十分なものであった。ここ10年間に、四国、関西、東北支場において、スミスネズミ、ハタネズミの年次変動の定点調査が行われている。

東北支場では、定点調査地におけるハタネズミ、アカネズミ、ヒメネズミの3種の生息数の変動を繁殖率、死亡率の点から機構的に究明している。また、これら3種の種間相互の影響が分布にどのように反映しているか検討している。

関西支場では、ハタネズミの個体数変動の要因究明のために、主なる林床植生のタイプごとに生息数変動をしらべ、その季節的な繁殖活動を明らかにした。

近年有益な広葉樹の造林が見直されてきた。この広葉樹の種実はネズミ類、とくにアカネズミ類の主食であるため、広葉樹の天然更新の発芽阻害要因としてアカネズミの生態研究が重要となってきた。東北支場では、アカネズミ類のナラ類および針葉樹などの種実の摂食量がしらべられている。

造林地のネズミの駆除には殺そ剤が用いられるが、燐化亜鉛は殺そ効果も比較的良好、残存性、蓄積性などの点で、人畜に対する安全性が高いことから広く用いられている。野生鳥獣に対する安全性を確認する一連の研究として、この殺そ剤で毒死したネズミをイタチ、キツネ等の天敵が食べ、二次被害を受けるか確認試験が行われた。

燐化亜鉛の殺そ効果は必ずしも満足のいくものではないが、人畜の安全性の高いことから、止むを得ず用いられているのが実情である。このために、より安全で強力な殺そ剤の出現がのぞまれる。開発された新殺そ剤について二、三の致死量試験、実用化試験が行われたが、実用化には到らなかった。

2. ウサギ

ウサギの被害は、北海道ではここ10年間は生息数が少なくなり被害はあまり問題にされなくなっている。しかし、本州の造林地ではその被害数は相当の数になり依然として問題になっている。

ウサギの防除は毒殺が禁じられている現在では、捕獲によって生息数を低下させることが第一であるが、消極的に植栽木に忌避剤を塗布する方法も根強い。このために、いくつかの新らしい忌避剤に関する実用効果試験が行われた。また、食害機構についての樹種別の食害程度、食害時期がしらべられた。スギの品種では阿哲4号が他の品種にくらべ異常に食害のあることが分り、その食害誘因の成分の究明が進められている。また、東北支場では、実生苗にくらべ、さし木苗に耐兎性があることを見出した。

ウサギの生態面の研究では後述する雪上足跡数、糞塊数の生息数調査が一般化され、生息数の把握が適確になったために、生息数と生息地の環境要因の解明の研究が進んだ。

その他に、ウサギの分類に関する研究では、本州、九州、四国に生息するノウサギには、数種の亜種があり、頭骨各部の測定値をもとに、それらの亜種の判別を統計的に検討している。

3. センサス法

野生鳥獣の保護管理上、生息数を把握し、その生息数の推移状況をみていくことは基本的なことである。ネズミの生息数調査は古くから検討され、現在はその精度の向上をはかる研究段階になっている。ウサギは積雪上の足跡数から生息数を推定する INTGEP 法が統計数理研究所の林知己夫博士により開発され、これに関連する研究に北海道支場が参加協力した。この基礎資料となるウサギの1日の行動量の調査が現在行なわれている。これに対してテレメトリーによる方法およびその器具の検討が行われている。この INTGEP 法は小面積のセンサス法であるが、現在、ヘリコプターの機上からの足跡数によって、ビュフオンの針の原理にもとづく大面積向きのセンサス法の研究が統計数理研究所で進められ、これにも協力参加を行っている。INTGEP 法はウサギに限らず、キツネなどの中型動物にも応用が可能であり、ウサギと天敵のキツネとの生息

数の関係もこの方法によってしらべられている。また、カモシカの生息数調査法で、大面積向きに、ヘリコプターからの目視カウントによる方法が検討されている。爆音による動物の驚き行動が目視をしやすくし、カモシカ以外の大型獣、鳥類のカウントが可能なのも分った。今後これら実用化のためのマニュアル作成が問題として残されている。

鳥類センサスでは、すでに繁殖期の森林鳥類のセンサス法として「テリトリ・マップ記述法」「ラインセンサス法」が確立され、これらの精度をより高めるための補足検討が行なわれている。これらの方法は鳥の鳴声をはじめ、目視などによるが、この鳴声による種の判別には、相当長年の熟練を要することから一般的とはいえない。このために、定点マイク設置による鳴声の時間記録によるセンサス法の開発を目指して、各種の鳥の声紋の周波数、波長、波型についての研究が行なわれている。

4. 鳥

「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」の中で、各林相における鳥相の研究が行われてきた。富士山麓や岩手県滝沢試験地では継続的に、生態観測が行われ、森林の樹種、樹高等の構造と生息鳥種の関係をしらべている。また、それらの植生の遷移にともなう鳥相の変遷も追究している。また、シジュウカラの巣箱を初め、渡り鳥のカシミ網による捕獲、記号放逐により鳥類の生息数の年次変動を調査している。

各地域の典型的な林相、亜寒帯林、暖帯林、温帯林等の鳥相の研究が進められている。これらの研究によって、鳥類の多くの種類を保全するためには、森林の構成が一斉林よりは葉の茂みの密な、葉層の多い複雑な林相の方が良いことも分った。

鳥類の森林生態系における役割の中に、造林上の有害昆虫の捕食が注目され、鳥類の昆虫について捕食量、また森林内の幼虫の糞量から、樹冠幼虫の現存量がしらべられている。また、猛禽類のフロックについて、哺乳類の天敵として、造林上の害獣のネズミの捕食能あるいは捕食量が調べられている。

林業薬剤の野生鳥獣に与える影響についての研究の一連として、鳥類が、殺虫剤の散布によって受ける影響について調査され、現行の殺虫剤ではあまり影響のないことが分った。

農業政策上、水田の畑地への転換が行われている。この中で大豆畑作地においてキジバト、ムクドリなどの鳥類の播種豆の食害が問題になっている。このために案山子の改良研究、擬似豆、忌避剤の種豆の塗布による食害防止の研究が行われ、また畝方向による食害の程度の差を検討するなど鳥の習性面からも防除法を検討している。

5. カモシカ

カモシカは近年幼齢造林地において植栽木を食害するために問題となっている。この動物が特別天然記念物であるために、その防除法を一層困難なものとしている。林業試験場では環境庁の委託により「森林食害発生機構の解明及び被害抑止技術に関する研究」の課題のもとに研究に取り組んでいる。その骨子は造林木の被害状況の把握と被害の林業経営上の許容限界の究明を行い、カモシカについては食物現存量と植栽木食害の関係を究明し、森林施業上の防除法を確立す

ることである。

植栽木は樹高が1.8 m以上になると頂端部の食害がなくなり、以後は順調に成長していく、また間伐の際に異常木を除伐木として役立てれば経済的実損の少いことが明かとなった。カモシカは大抵の植物を食べることから、植物現存量の多い幼齢造林地は採餌場所として良好であり、壮齢林は遮蔽効果が高く、逃避、休息場所として良い。このことから、カモシカの生息数管理にあたっては、これら林相の配置が重要であることが明らかにされた。防除法としては忌避剤塗布あるいは防護柵、ポリネット被覆などの効果試験が行われた。

(樋口輔三郎)

6. 防災部門

昭和50年代は40年代の高度成長及び石油ショックへの反省として環境面での国土の見直しが行われた。長崎災害、山陰災害などの豪雨による土砂災害のほか、有珠山噴火、三宅島噴火、長野県西部地震などによる災害も多発した。人口の集中化、都市化は被災対象の拡大をもたらし、水需要の増大とあいまって森林の水土保持機能への期待はいっそう高まった。

このため、予防治山技術の確立を目ざして、山地荒廃ならびに洪水流出危険地域の予測精度を高め、森林の荒廃防止機能をより定量的に明らかにして樹林帯を適正に配置し、治山施設の総合的效果を評価する手法の研究が精力的に進められた。復旧治山技術の合理化については急傾斜裸地及び雪食荒廃地への省力的木本植生導入と保育管理、緑化技術の体系化、治山施設の安全設計技術等の研究が進められた。また、地すべりの研究をさらに充実するため、治山科に治山第3研究室が新設され、既往地すべり地の移動観測と集水井の施工効果判定法の研究が行われた。

水資源かん養技術の確立については、洪水軽減とともに低水流量かん養上望ましい森林施業法を明らかにするために流域における林分水収支、及び蒸発散等の個別水文現象の解明にいっそうの努力が払われ、流出現象のモデル化に向って大きく前進した。

一方、種々の開発に伴う海岸防災林の伐採と衰退に対応して、その環境保全機能を維持強化するために望ましい林分構造と配備について研究が行われ、56豪雪による雪崩災害を契機に雪崩危険地の予測とも関連して若齢木の効果と育成法について研究がいっそう促進された。また、森林の防音機能、大気浄化機能、気候緩和機能の研究も行われた。

56豪雪による冠雪害、59寒波による寒害等はかつてない規模に達し、それぞれの発生機構、軽減対策について再検討が行われ、危険地帯予測手法の開発が進められた。さらに、風害軽減法、造林地の拡大に伴う山地気候の研究、復層林施業等に関連した林内の光・熱・水分収支の研究が行われた。

(石川 政幸)

1. 治山・理水に関する研究

1. 山地荒廃の予防

豪雨による崩壊危険地域の予測：広大な山地における崩壊発生危険地の予測は、治山事業の効率化からも重要である。従来、崩壊多発区を選び、空中写真の活用により、広域内の地質・地形・林況などがかなりの精度で明らかにされ、多重回帰回析および数量化理論による判別解析によっ

て、崩壊と崩壊因子との複合関連の究明が各営林局、府県との協同で行われ、質的であった危険度の判定がかなり量的に表示し得るようになった¹⁾。

一方で、崩壊発生の解明から崩壊発生の危険度を明らかにするため、昭和52年度から4年間にわたって、特別研究「山地崩壊及び洪水発生危険地区の判定法」の研究が防災部門を中心として行われた²⁾。この研究は毎年のように発生する山地崩壊や洪水の被害を防止していくには、危険性の高い地域を広大な山地のなかから選出し、その地区に効果的な予防対策を構ずる必要があることから、従来の研究に加え、地区によって異なる崩壊の発生密度が直接関係している土層の状態や、その変動量、雨水の土層中の動きなどの実態を把握して、数haないし10ha内外の区域を単位とした危険地区の判定を目的とした。このため、花崗岩、第三紀層、中・古生層地帯の崩壊発生多発区の隣接地域において、斜面の傾斜、横断面形、土層(A層+B層)の深さ、斜面と溪流の接触状況、樹種、森林蓄積などの因子を、5,000分の1地形図上に1辺2cmの正方形ごとに計測し、各区の各因子の得点の合計点によって、各区の危険度の大小の判定基準とした。

森林の山地荒廃防止機能：これまでの研究によって、森林の崩壊防止機能は統計的な検討や個別の実験例から実証されてきた。また、樹木の引抜試験、根系の剪断試験などによって、崩壊防止機能が根系の長さ、太さ、深さ、根量などによって影響されることが研究された^{3,4)}。しかし根系の剪断、引張りなど力学的な現地試験による定量的表現資料は不足しており、今後は樹種による影響や、傾斜、土質、あるいは土壤水分などの各条件ごとの定量化が行れようとしている。

一方、国有林技術開発試験による「保護樹帯による土砂の流出抑止と安定法」において、林道開設に伴う土砂の流出に対して、森林による、林相別の流出土砂抑止効果、林帯の土砂抑止限界などが調査検討され、単位面積内の高木と低木の根元直径の合計値を立木指数とする値と流出距離との関係が解明され、これによって傾斜ごとの保護樹帯幅が求められ、また、傾斜の限界も指摘された⁵⁾。

また、特別研究「山地傾斜地における草地畜産管理システムの確立に関する研究」においても、急傾斜複雑地形の山地における草地造成に伴う土砂流出と、牧野樹林の構造と機能の検討から、山地における畜産利用のための牧野樹林の土地条件による幅が検討された⁴⁾。

溪間工事の効果：森林の山地荒廃防止機能を補完する種々の溪間工事の効果が調査された。その結果、航空写真の利用が非常に有効なこと、治山ダムは溪床勾配の緩和や、川幅の変動ならびに流路の偏角規正、あるいは土砂流出調節の効果があることなどが示され、山復工と溪間工を系統的に組合せた治山計画の必要性が強調された⁶⁾。

2. 山地荒廃の復旧

航空実播跡地の保育管理：航空実播工は、近代緑化工における最も能率的、省力的な工法であるが、緑化基盤の整備が十分行われないうちに施工されることや、緑化資材の導入量が人工的施工にくらべて軽度であることから、立地条件によって緑化不良や早期衰退を生ずることが少なくなく、施工跡地における永続的緑化のための保育管理技術の確立が望まれた。このため、航空実播工が集中的に行われた施工跡地について、立地条件別、施工経過年別等による緑化形成や推移

について調査され、保育適期について検討されるとともに、保全機能の高い林叢形成を促進し、永続的な緑化をはかるため、追肥その他効果的な保育管理法が検討された^{7,8)}。

施工方法別保育の方法としては、a) 基礎工を行わない荒廃斜面での実播工は、花崗岩地域、瘠悪乾燥地、急斜凍上面などで、導入植物の早期衰退が顕著なところも少なくない。衰退斜面では在来植物の侵入生立も困難であるので、施工当年または翌年の追肥を必要とする。b) 急斜地、乾燥地では実播前の簡易な筋工や階段を設ける場合があるが、筋や階段には発根しやすい木本枝条を活用した埋幹方法の併用が望ましい。c) 追肥の方法としては従来慣行的に施用されている $5\text{g}/\text{m}^2$ では少なく、 $20\sim 40\text{g}/\text{m}^2$ の施用が望ましい、ことなどがわかった。

採石跡地の緑化工法：近年、採石、採土による荒廃裸地が全国的に各所でみられ、災害の防止、景観の保全、自然保護の立場から、早急な緑化復旧が強く要請されている。しかし、一般の緑化施工地にくらべて、きわめて劣悪な条件が多く、緑化復旧対策からみた実態はまだほとんど明らかではない。このため、全国各地の採石、採土跡地について、その実態把握を行い、斜面条件と現存工法の適用の可否、採掘方法と緑化施工、土砂流出の防止抑制、修景緑化、自然植生の回復など自然的環境の保全、水質汚濁防止、粉じん防止、騒音防止など生活環境の保全、平坦地、斜面への有用林の誘導、レジャー施設、宅地その他の利用に伴う環境緑化等について検討された。このほか航空散布緑化工に関して、施工条件による施工時期、基礎工の程度、散布量、施肥量などの検討が行われた⁹⁾。

治山工作物：治山ダムの安全設計と事故診断技術の確立のため、治山ダムに発生するクラックの発生位置、形状、大きさ等の実態調査と力学的検討が実施された。その結果、クラックの発生特性の類型化が行われ、数 mm のオーダーでクラックの開口変位を継続測定することにより進行性、停止性等の診断ができること等が明らかになった。またクラック発生によるコンクリートの強度低下に関する試験として、セメント硬化体の破壊靱性試験による解析が行われた¹⁰⁾。

火山性荒廃地における治山ダムの最適設計と配置方法を確立するため、桜島における既設ダムの挙動測定が行われた¹¹⁾。ダムの変異では最大沈下量、不等沈下量、開口変異量について通常のダムと基礎地盤転圧処理と底部フーチングを施したダムを伸縮継目ごとに測定した結果、最大沈下量、不等沈下量に大きい差がみられ、ダム設置処理効果が認められた。

3. 地すべり

林野部門における地すべり関係の研究を強化するため昭和 53 年から、新たに治山第 3 研究室が新設された。

まず、林野庁所管の地すべり地の現況の総括把握のための資料調査が行われた¹²⁾。また、新潟県松の山町、静岡県藤枝市および由比町内地すべり地の実態調査が行われた。実験的には、治山ダム材料としての鋼繊維補強コンクリートの強さの試験が行われ、曲げ強度が通常コンクリートの約 2 倍あること、鋼繊維を引張り側に集中的に混入した場合は曲げ強度は分散させた場合の約 1.5 倍になり、無混入の場合の約 2.2 倍になることが明らかとなった。また、鋼繊維補強コンクリートのモルタル量がコンシステンシーや強度を決定する大きな要因であることがわかった。圧

縮および曲げにおける歪量は無混入に比べると強度半減値が大きく、コンクリートが持つ脆弱性が改善され、破壊じん性が向上することがわかった^{13,14)}。

地震地における第三紀層地すべり危険地での地震動、地中歪、地表傾斜、間隙水圧などの観測が行われた¹⁵⁾結果、地震の規模と震央距離から推定した最大加速度と、現地で記録された最大加速度は、遠距離に震源をもつ計算値はよく適合したが、近距離の地震では計算値が過大であった。

地すべり地の排水効果を検討するため、埼玉県児玉町平沢地区に、遮水を施した集水井が施工され、この集水井に地下水層に対応して、3段の各段3本の集水ボーリングによる水位観測孔が設定され、水位変化を測定することにより、ボーリング掘削による地下水の低下量がたしかめられた¹⁶⁾。

地すべりの三次元的運動を把握するため、群馬県下仁田町西之牧において、3年間11回の移動標柱の測定値と、地すべりの挙動を地表面に想定した三角網の各要素の変形を測定し、主ひずみの方向と大きさ、移動ベクトルを解析する研究が行われた、地すべりの変動は3年間の標柱測定結果とよく対応した。とくに活動中の滑落崖を含む三角形要素では引張ひずみが顕著にみられた¹⁷⁾。

4. 森林理水

森林の洪水防止機能：森林の洪水防止機能については、既往の調査研究によって実証されているが、洪水予防のための予防治山事業、すなわち、水害防備林、理水工法などの配置基準を得るため、森林の洪水防止機能のより一層の定量化が求められている。このため、宝川試験地初沢流域の資料により森林伐採と高水流出の関係が解析され、高水ピーク比流量は伐採により増大し、とくに溪流沿いの伐採の影響が大きいたことが明らかにされた¹⁸⁾。

去川試験地のⅠ、Ⅱ、Ⅲ号沢流域の資料により、皆伐により増水量が増大することが認められた¹⁹⁾。

群馬県足尾町の煙害跡地の流域で、降雨量と流出量の測定から、出水時の増水曲線について、蒸発散量を時系列的に推定することによって、有効雨量と流出量との良好な適合性を推定することが可能となった。また洪水時の損失雨量は降雨の継続時間と降雨強度とに高い相関を示すことが明らかとなった²⁰⁾。

竜ノ口山理水試験地の観測資料によって、山火事による森林植生の焼失が降雨時の増水に及ぼす影響が検討された結果、平均的にみて直接流出量は約2倍に、増水ピーク流量（流量の最高値から増水前の流量を差し引いた量）は約2.2倍に増加していた²¹⁾。また、山火事の翌年に植栽されたクロマツ（3000本/ha）の生長に伴う林相変化による増水ピーク流量の変化が検討され、その結果植栽後7～8年間は山火事直後の裸地状態時と比較して約0.6倍、植栽後十数年経過した時点で約0.5倍となった。また、竜ノ口山南谷でマツクイムシによりクロマツが枯損全滅したが、枯損後の南谷の直接流出量、ピーク流量は平均的にみてそれぞれ、1.3倍、1.2倍に増加した²²⁾。

山形県の釜沢試験地の2号沢の伐採後22年経過したスギ新種と、広葉樹の天然更新の植生は、伐採前の本数の110%、材積で63%と回復していたが、ピーク流量は無立木時より低下した。

一方洪水発生危険地区判定を検討するための、特別研究によって、山形、宝川、岡山、去川の各理水試験地で、降水量と洪水ピーク流量が測定された。洪水はピーク比流量に関係する因子として、降り始めからピーク流量までの雨量と最大1時間雨量が検討され、これらの雨量因子と洪水ピーク比流量との回帰式において、回帰係数に大きく影響する地況因子を採用することによって、洪水発生危険地の判定する方法が試みられ、かなりの前進がみられた²³⁾。

林況と流出：釜淵、宝川、竜ノ口山の各理水試験地の森林の取扱いと流出に関する水文観測資料は、1958年（昭和33年）までの資料を日流出量を単位として報告されたが、その後の釜淵、宝川（本流、初沢）、竜ノ口山の各試験地約20年間の資料についても報告された^{24,25,26)}。また、1958年（昭和33年）に観測が開始された。宝川の初沢小流域の1, 2, 3号の各流域の資料²⁷⁾、および、1959年（昭和34年）に観測を開始した宮崎県去川試験地のI, II, III号の各流域の水文資料²⁸⁾が報告された。

しかし、宝川の初沢小流域の2, 3号の2流域の観測は1983年7月の豪雨による土石流出によって災害を受け、その後観測は中止された。

1978年から笠間営林署管内の筑波山東方の幼齢木に設置された小流域で、降雨・流出過程に蒸発散など森林の個別水文機能を組込んだ流域単位の水収支試験が開始された²⁹⁾。

宝川試験地の小流域において、森林の処理が流出に及ぼす影響を明らかにするため、天然林期間、択伐後の期間、皆伐後の期間について暖候期の流出率の検討が行われ、その結果、択伐は流域蓄積量の約60%であったが、流出率に大きな変化はみられなかった。皆伐後の期間は明らかに増加することが認められた。

1906年に日本において、初めて開設された山地流域量水試験地の1つの茨城県常盤太田市の太田試験地で、広葉樹林期間と、皆伐後の無立木期間の13年間の量水資料が得られていたが、その後この試験流域にスギ・ヒノキの植栽が行われ、1980年に57年生の良好な針葉樹樹林となった。この流域において、広葉樹林期・無林期と現在の針葉樹林期の資料を比較することにより、林種転換が山地小流域の水流出に及ぼす影響が検討された。その結果、無降雨期間の地下水通減曲線については、広葉樹および針葉樹の有林期の通減傾向は皆伐後の無林期よりも小さいことがわかった。すなわち、本試験流域においては森林の水資源保続効果が認められた。なお、針・広樹種による通減曲線の違いは見られず、広葉樹林期・針葉樹林期のいずれも通減傾向は同程度であった。直接流出量および流出率については、無林期において最大であり、つづいて針葉樹林期、広葉樹林期となる。ピーク流量については、広葉樹林期は針葉樹林期と同じ傾向を示し、ほとんどその差は見られなかった³¹⁾。

森林の個別水文機能：森林での水循環において、雨水の遮断、浸透、地表流下、蒸発散、地下流出など各機能が組合わされて、森林の水保全機能が評価される。最近、各種の森林の水保全機能の定量化への要請が強いが、これにはやはり森林の個別水文機能の定量化とその総合された機能のモデル化が必要とされる。このため、千代田試験地で斜面ライシメーターによる傾斜別、土層条件別の水収支が検討され、その結果、傾斜別の受光量と消失量とが高い相関をもつこと、土

層の孔隙量、透水量によって流出ハイドログラフが異なることが確認された。また、本場内のエバポトランスピロメーターによる、裸地区、針葉樹区、広葉樹区の蒸発散量の観測が行われた。

北海道支場においては、裸地区、リター区、植被の異なる区の平面ライシメーターによる表面流出量の観測の結果、流出量の大小の順はリター区＝牧草区＝裸地区＝フキ区＝ヨモギ区＝ササ区＝トドマツ区＝シラカンバ区であった。また同支場内で浅層地下水の水位観測の結果、A層の有効間隙率、透水係数の違いにより、林地は草地より地下水位が低く、地表流が発生し難いことが証明された。

東北支場では、大型ライシメーターで、自然降雨下の40°の斜面にカラマツ伐採区、牧草区、ブナ区の各区を設け、水土流出量及び土壌水分の観測を行った結果、ブナ区は植生の増量によって、地表流下水量も、土砂流出量も減少した。これはブナ林の蒸発散量と浸透能の増大によるものと考えられた。カラマツ伐採区や牧草区は地表流下水量も流出土砂量も僅少であった。中間流出は各区とも僅少で、底部流出量が多かった。また、カラマツ伐採区は蒸発散量が少ないため全流出量は他区より大となった²³⁾。

笠間営林署管内で、ヒノキ人工林における熱・水収支各項を定量的に測定した結果、熱収支として年間100 kcal/cm²の日射エネルギーが到達し、林冠で11%反射され、入射エネルギーの約60%が純放射で、約30%が有効長波放射であった。樹冠遮断量は年間雨量の約21%で、林分からの蒸発散量は生育期間の4～10月で450～550 mmであった²⁴⁾。

(河野 良治)

文 献

- 1) 梁瀬秀雄ら：崩壊危険地判定における地形計測法—(地表変動調査)—, 日林講, 9, (1978)
- 2) 秋谷孝一ら：山地崩壊及び洪水発生危険地区の判定法, 農林水産技術会議成果シリーズ, (1984)
- 3) 河野良治ら：シラス地帯における根系分布とその抵抗力, 日林九州支論, (1975)
- 4) 北村嘉一ら：抜根試験を通して推定した林木根系の崩壊防止機能, 林試研報, 313, (1981)
- 5) 河野良治ら：山地畜産技術マニュアル, 第1編 山地畜産の基本と共通技術, 農林水産技術会議, (1984)
- 6) 岩元 賢ら：荒廃溪流における溪間工事の効果, 日林誌, 65(12), (1983)
- 7) 岩川幹夫ら：航空実播跡地の保育管理, 技術開発試験成績報告書, (1977)
- 8) 岩川幹夫：播種緑化工における緑化不良要因と植被の保育, 林業技術, 435, (1978)
- 9) 原 敏男：採石跡地斜面の実態について, 日林講, 90, (1979)
- 10) 陶山正憲：圧縮によるセメント硬化体の破壊靱性の決定, 材料研究講, 19, (1975)
- 11) ———：火山性荒廃地における治山ダムの異常沈下現象, 日林関東支論, 34, (1982)
- 12) 落合博貴ら：林野庁地すべり防止区域の実態, 日林関東支論, 31, (1979)
- 13) 竹内美次：鋼繊維補強コンクリートの圧縮強度, 日林講, 89, (1978)
- 14) 竹内美次：鋼繊維コンクリートの曲げ強度, 日林講, 90, (1979)
- 15) 竹内美次ら：由比地すべり地における地震動と間隙水圧の変動, 日林関東支論, 34, (1982)
- 16) ———：朝日根地すべり地における集水井の排水量調査, 日林関東支論, 34, (1982)
- 17) 落合博貴ら：地表応力の測定と弾塑性解析, 日林論, 94, (1983)
- 18) 真島征夫：部分伐採が高水流出におよぼす影響(II), 日林講要, (1977)

- 19) 竹下 幸：森林伐採による増水量の変化について，日林九支研論，32，(1979)
- 20) 近嵐弘栄：山地小流域における有効雨量の推定，林試研報，320，(1982)
- 21) 阿部敏夫ら：山火事の直接流出に及ぼす影響について，日林関西支講，33，(1982)
- 22) ————：松くい虫被害の直接流出に及ぼす影響について，日林関西支講，34，(1983)
- 23) 河野良治ら：山地崩壊及び洪水発生危険地区の判定法，農林水産技術会議成果シリーズ，(1984)
- 24) 川口利次ら：釜淵森林理水試験地観測報告，1，2号沢流域，林試研報，311，(1980)
- 25) 吉野昭一ら：宝川森林理水試験地観測報告，本流・初沢試験流域，林試研報，302，(1979)
- 26) 岸岡 孝ら：滝の口山森林理水試験地観測報告，林試研報，308，(1979)
- 27) 吉野昭一ら：宝川森林理水試験地観測報告，初沢小試験流域1，2，3号沢，林試研報，327，(1984)
- 28) 竹下 幸ら：去川森林理水試験地観測報告，林試研報，317，(1982)
- 29) 平 和敬：テレメータシステムを導入した森林水文試験施設，林試場報，179，(1979)
- 30) 真島征夫ら：部分伐採が高水流出に及ぼす影響(Ⅱ)，日林論，89，(1978)
- 31) 志水俊夫ら：林種転換が小流域の流出に及ぼす影響(Ⅰ)，日林論，94，(1983)
- 32) 岩崎勇作ら：ライシメーターによる地被別の水土流出実験(Ⅱ)，日林論，93，(1982)
- 33) 服部重昭ら：エネルギー収支によるヒノキ林の蒸散量測定，日林誌，63，(1981)

II. 森林防災・気象に関する研究

1. 防災林

海岸林：昭和50年代においては諸種の開発に伴う環境の変化が海岸林に及ぼす影響の解明とその対応が主要な課題となった。既往の調査結果と併せて海岸防風林・飛砂防備林の機能とその機能を維持しうる最適林帯幅について研究が進められ，各地の海岸林における砂地塩分の水平分布や，茨城県東海村の海岸林における砂地塩分・樹葉付着塩分の水平分布パターンから，空中塩分捕捉に必要な林帯幅を求める方法等が検討された。

北海道石狩川地区海岸林では防風工に関する研究が続けられ，従来用いられていた根曲竹防風垣よりも機能のすぐれた流線形防風柵（写真-1）が開発され¹⁾，また樹脂系ネットによる空中塩分捕捉機能についても検討された。本場では防風柵に関する現地調査および風洞による実験の結果，実用的な防風柵が開発²⁾された。

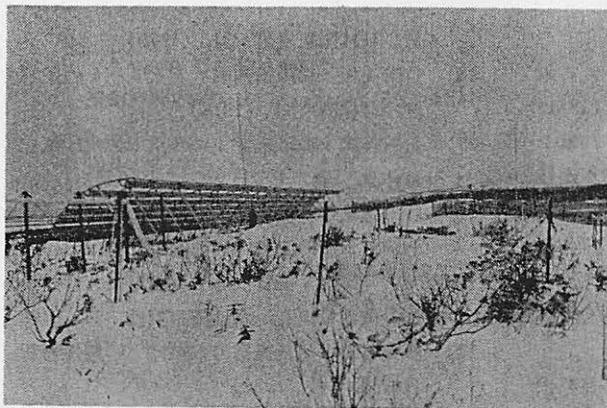


写真-1 新防風工の開発
(流線形防風柵)

昭和54年からは特掲研究課題による「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に関する研究」が本・支場および関係県林試の共同で進められた。海岸林の研究はこれに主力が注がれたので後述の「環境保全」ならびに関係報告資料を参照されたい。なお，この研究のあとをうけて，過密林分や不良林分については最適林分構造へ誘導のため，必要な諸機能の究明と

管理技術の検討がはじめられた。

このほか、近年は海岸侵食に伴う林地破壊が各地でみられ、消波工・防潮堤等の施工が増加しているが、保全対策の効果的な施工に資するため、これら工作物の種類・配置等と林分の関係⁸⁾についても検討がはじめられた。

昭和58年5月には日本海中部地震・津波により秋田県北部を中心とする防潮林に甚大な被害が生じたが、防潮林の効果と併せてその実態調査⁴⁾が行われた。

山地防風樹帯・耕地防風林：山地防風樹帯の最適林分構造・林帯幅・配置方法を求めるため、天城営林署管内における既設防風樹帯について調査すると共に、本場の風洞により、山地模型における気流・風速分布等について実験⁵⁾が行われた。また、北海道北見地方の耕地防風林について効果調査が行われた。

雪崩防止林：雪崩防止林の機能に関しては、斜面方位別あるいは無植生斜面と有林地斜面の林木に加わる積雪移動圧を測定して、その移動阻止効果が検討された。しかし、56豪雪で天然幼・若齢林地から発生した雪崩が人災をひき起こしたことから、雪崩危険地の予測が問題になり、これら低木状林地の生長段階に応じた雪崩防止機能を明らかにすることを重点に研究が進められるようになった。そのため実験斜面における単木供試木による積雪移動抵抗力の測定と、林地における定期的な林木の埋雪状況・積雪移動量等の調査⁶⁾が行われ、林分全体としての積雪移動抵抗力、雪崩発生防止効果が検討された。

雪崩防止林適樹に関しては、樹幹の倒伏性、着雪性、生長特性等に関する実験的検討や現地調査により、ブナ、イタヤカエデ、ウリハダカエデ、コバノトネリコ、ホオノキ、クルミなどは適性のたかいことが明らかになった。

雪崩防止林の育成については、積雪移動を助長する若齢広葉樹林分に除伐地と未除伐地を設け、積雪移動量および雪面出現木の比較調査が行われた。また、固定調査地において階段工と林木の生育、積雪移動量と林木の生育、雪面出現木の実態調査等が継続された。十日町試験地の実験斜面では、伐根利用によるスギの生育についての調査や、山形試験地の実験斜面では雪崩防止林としてのスギの生長に及ぼす斜面方位別積雪重量・雪質についての検討が行われた。

雪崩防止施設については雪崩防止柵の構造および配置方法⁷⁾に関する検討が進められたほか、地表植被の異なる斜面で雪崩防止柵に加わる雪圧について検討された。また、雪崩災害地における調査^{8,9)}では、雪崩防止柵の破壊はその配置法にも大きな関係があることが認められた。十日町・山形試験地の実験斜面においては固定柵と吊柵にかかる雪圧と積雪の移動量の調査が継続された。なお、雪崩防止柵の設計に関しては従来用いられているスイス方式の雪圧計算は、湿度の高い日本の雪質に合わない点があるのでその検討も進められた。

多雪・豪雪地帯の皆伐跡地に多発している雪食荒廃地（写真-2）に関しては、ブナ林伐採跡地における伐根の転倒・滑落と雪崩発生に至る経過や、山腹の侵食・荒廃の実態が調査^{10,11)}された。雪食荒廃地の復旧には、雪崩防止工・雪崩防止階段・雪崩防止柵等を設置して雪崩の発生を防止することが基本となる。しかし、林木の生育を促進するためにはさらに積雪のクライドを抑制す

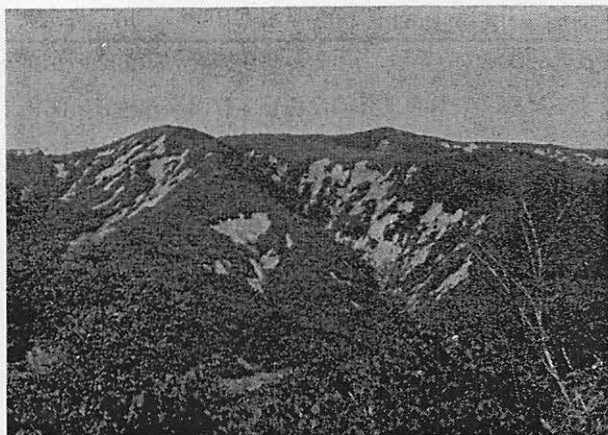


写真-2 雪食地

ることが大切で、これについて検討を進めた結果、鋼製またはコンクリート製の偏平半球体を斜面に配置して積雪のグライドを軽減する特許工法が開発された。

2. 気象被害

寒害：スギ・ヒノキの幼齢造林地における凍害¹³⁾（胴枯型寒害）の発生機構については林床植生の熱容量との関係に着目し、圃場に枯草モデル区と本木モデル区を設けて検討し

た。その結果、枯れた高茎の草本類が放射冷却を助長するために発生しやすいこと、また、被害部位を含む垂直方向の温度差の大小に起因すること等の推論が確められた¹³⁾。このほか群状植えと樹体温度の関係についても検討された。なお、茨城県下の凍害常習地帯における苗畑の23冬期にわたる資料によって、日最低気温と凍害程度の関係¹⁴⁾を調べた結果、凍結の発生は初冬の冷えこみだけでなく、12月以降の冷えこみによっても生ずることも知られた。

阿武隈山系の高原地区を例にして、スギの胴枯型凍害の危険地形について検討したところ、谷部では冷気が停滞して被害が大きく、突出部では風の影響で被害は少なかった。秩父地区では季節風の流入しにくい陽だまり地形で被害が多く、常緑針葉樹林内は凍結防止に有利な環境となることが知られた。

昭和59年には降雪を伴った第1級の寒波により、長野県以北から青森県に及ぶ太平洋岸で、幼齢～壮齢の人工林に上半枯型寒害が多発しその実態調査が行われた。なお近年は複数要因によって生ずる複雑な被害状況も認められ、その発生機構や診断方法の検討も手がけられた。

寒風害については、高崎営林署管内の現地で上木密度をかえ、林内照度とスギ・ヒノキの被害状況および生長状況について調査が行われた。矢板営林署管内の現地では、伐採方法と土壤凍結深について調査が進められ、保護樹帯の側方効果について検討が行われた。なお、スギ・ヒノキについては全国的危険地帯区分が明らかにされたほか、中区分法については前橋営林局管内の場合を例にして検討が行われた。小区分法の段階では、凍結深が深くなるにつれて被害が増加し、斜面方位によっても差のあることが留意された。

なお、寒風害の発生機構については、従来冬期の季節風による葉からの強制脱水が主因と考えられていたが、新たな研究では、こうした冬期乾燥害は土壤凍結が原因となって、根系と葉の水ポテンシャルの勾配、つまり樹体内水ポテンシャル勾配が逆転して枯死に至るという結論¹⁵⁾が得られた。

雪圧害・脱葉雪害：林木の雪圧害に関しては、積雪深・雪質・積雪沈降圧等の測定・検討によって、沈降係数はシマリ雪の多い年ほど大きく、最深積雪深がそれほど多くなくても雪害が多発

する傾向のあることが認められた。スギ幼齢木に加わる沈降圧を、整枝と枝打ちによって軽減する方法も検討された。積雪による林木の被害は雪量だけでなく、雪質・地形・土壌条件等によっても異なるが、東北支場ではこれらの要因および気象要因を併せて、造林適地判定のための区分図作成も手がけられた。

北海道ではトドマツ・ストロブマツの埋雪枝葉の脱落¹⁶⁾と皮層部変色等の被害が注目されたが、実験的には枝葉をアルミ箔その他で被覆すれば被害が減少することが認められた。本州でも長野・前橋営林局管内、新潟・富山・群馬・山形・岩手県下等でスギ・ウラジロミ等¹⁷⁾に脱葉被害¹⁷⁾が認められ、広域的な現象であることが判った。

冠雪害：十日町試験地ではスギ・モミ・アカマツ・カラマツ・ブナ等について冠雪荷重の実験¹⁸⁾や現地調査が行われ、ブナは最も耐性のあることが認められた。なお、冠雪が生ずる気象条件は風速 2 m/s 以下、気温 +2℃～-1℃である¹⁹⁾ことも判った。

冠雪害は少雪地帯で多く生じやすいが、いわゆる 56 豪雪の冬期には福井県の豪雪地帯から福島県の少雪地帯にわたる 22 県下において被害面積 29 万 ha、被害額 714 億円に達する激害を生じた。代表的地区の人工林冠雪激害地については、樹種・品種・施業種・微地形等と被害度を検討のため現地調査が行われたほか、空中写真による広域的調査手法の開発も進められた。5 倍引伸写真によればスギとアカマツの幹折れ激害地の判読は可能で、地上での抽出調査と併用すれば老齢木の激害を広域的に把握でき、また、寒気の流入方向と地形別被害なども検討できることが判った。福島県下における無雪期の写真では冠雪激害林分の広域的分布状況が十分把握できることが判った。なお、昭和 58 年度からは本・支場共同による「人工林冠雪害の育林的防除技術開発調査」が行われている。

風害：森林の風害に関しては常風の強風について検討が進められ、風害と林分構造・地形・高度等の関係について現地調査を行い、危険地形・強風地における林木の形状比等の検討が行われた。また、強風につよい樹形を明らかにするため簡易な樹幹動揺記録計を開発して検討が進められた。

これによると、強風に強い樹形は単に形状比が小さいばかりでなく、振動数・振動方向の異なる太枝によって、基部樹幹の揺れが小さくなるような林木、すなわち、太枝の数が多くてその発達が複雑な樹形のもものがすぐれていることが判った。なお、林木の動揺が激しいのは風上側林縁から 10 m 付近までであり、また樹幹の太い木は抗力が大きいので、林縁には径級の大きい林木を配置・育成すれば有効であると考えられた。

林野火災：効果的な消火地点判定についての基礎資料をうるため、延焼動態の解析を進め、また林野火災の総合消火技術の向上について検討が進められた。このほか、名古屋・東京・長野各営林局消火基地における空中消火業務の運用法についても調査が行われた。

なお、昭和 52 年の栃木県黒羽町地区、昭和 53 年の広島県江田島地区、昭和 58 年の東北地方および昭和 60 年の愛媛・香川県境地区等における林野火災については現地実態調査および資料収集が進められ、焼止り線・防火線・防火樹帯・一般山地保護樹帯の防火効果等について検討が行わ

れた。

3. 森林気象

本場の筑波移転に合せて、独立した山体をなしている筑波山地区に、斜面方位別の微気候観測地点が設けられ、また、移転場内の森林気象実験斜面においても斜面方位別の微気象モデル実験が継続された。このほか、森林の気候緩和機能の評価および復層林施業の合理的ローテーションの究明に関連して、造林初期から成林に至る過程における林内気象の変化を明らかにするため、露場モデルおよびケヤマハンノキ林分等によって検討が進められた。

北海道では寒さの指数の推定ための計算式が明らかにされ、また全道317地点の累年(20年)資料から平均最深積雪分布図²⁰⁾が作成されたほか、函館営林局管内地区については温量指数分布図が作成された。

昭和53年度から始められた「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」のなかで、林木葉の光学的性質と群落内放射環境の解明を進めるため、広葉樹の高密度模型林から採取した樹葉サンプルによる調査、葉層の光透過サブモデル、林内光推定モデル等によって理論的な検討²¹⁾が行われまた笠間営林署管内天岳良共同試験地のヒノキ壮齡林における林内日射量・林床の分光放射量の測定、ヒノキ模型林による葉層階層別の分光放射量および葉群構造の解明が進められた。詳細は関係報告資料を参照されたい。

風しょう地の風速をササ群落から推測する方法について、伊豆地方で現地調査が行われ、またアカマツ造林における気候的適地判定を行うため、アカマツ天然林分布と空中水分凝結高度との関係が検討された。このほか、寒風害防止対策と関連して、ヒノキ上木による下木植栽地の微気候改良機能について現地調査が行われた。

近年研究が進められているバルーン集材に関連した事項では、地形要因による風速推定法²²⁾、気象的作業適地、気象的適期等が検討された。

北上山地帯における風食荒廃地に関しては、冬季の風速・積雪深・土壌凍結深等の調査や、早池峰山地区亜高山帯林における気象調査も行われた。

野外用森林気象測機器に関しては種々改良・開発が進められた。

本場では理工研型小型ロビンソン風測計の2点式発信機構を3点式とし、またICを用いた電子カウンターによる小型デジタル風速計が開発された。このほか、1名で測定作業を行ない、かつ林内外の絶対値および相対値の計算結果をデジタルプリントできる相対照度計も開発された。

北海道ではカセットテープレコーダーを利用した風速記録法が考案された。また、野外では一般に100Vの電源を要しない簡易な測機を必要とする場合が多いが、水研62型水位計を中・小河川でも使用できるようにICを組み入れて改善が図られた。

4. 環境保全

昭和48～52年度にわたって進められた「農林漁業における環境保全技術に関する総合研究」のなかで、森林の防音機能²³⁾・大気浄化(オゾン濃度・粉塵)機能・気候緩和機能・施業における気象変化等に関する各研究が行われた。詳細は関係報告資料を参照されたい。

社会開発・経済の進展につれて、海岸林の周辺では住宅・工場・レジャー施設など諸種の開発が進み、林分破壊や生育減衰等によって環境保全機能の低下が問題とされてきた。このため、昭和54～58年度にわたって特掲研究による「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研究」が本・支場および関係県林試によって進められた。すなわち、全国の海岸林のなかから代表的な海岸林として北海道石狩町海岸のカシワ林、山形県酒田市・茨城県東海村・宮崎市の各海岸クロマツ林が対象とされ、保全機能に及ぼす各種要因と機能の定量的解明を行い、最適林分構造を判定し、それに誘導するための具体的管理手法について指針が示された。詳細は関係報告資料を参照されたい。

昭和51～55年に行われた「都市および都市周辺における樹林地の維持と管理に関する研究」のなかで、林地内のオゾン濃度²⁴⁾の分布が調査され、樹林地のオキシダント浄化機能について検討が行われた。

(岩川 幹夫)

文 献

- 1) 工藤哲也：流線形防風柵の考案一作設とその結果について一、林試北支年報、(1977)
- 2) 工藤哲也・松岡広雄：防風柵の効果実験、間伐材需要開発事業報告書、(1984)
- 3) 河合英二・石川政幸・松岡広雄：汀線付近の風速に及ぼす防潮堤の影響、(Ⅰ)・(Ⅱ)、第33回日林関東支論、(1981)
- 4) 石川政幸・工藤哲也・松岡広雄：日本海中部地震津波時の海岸防災林の効果と被害、治山28、(4)、(1983)
- 5) 松岡広雄：保護樹帯の防風機能と設定について、日林試、59、(12)、(1977)
- 6) 佐伯正夫・渡辺成雄・大関義雄：若齢広葉樹林の雪崩防止効果、雪雪、41(1)、(1976)
- 7) 石川政幸・渡辺成雄・大関義男：雪崩防止柵に加わる雪圧、日本雪氷学会秋季大会講演予稿集(昭和53年度)、(1978)
- 8) ————：雪崩防止柵の被害とその解析法、治山26(2)、(1981)
- 9) ————：56豪雪による雪崩防止柵の被害、昭和56年度日本雪氷学会秋季大会講演予稿集、(1981)
- 10) 佐伯正夫・渡辺成雄・大関義雄：豪雪地帯の急斜伐採跡地の荒廃、治山22(7)、(1977)
- 11) 佐伯正夫・若林隆三・渡辺成雄・大関義男・庭野昭二：豪雪地帯の森林伐採と雪崩、雪氷43(1)、(1981)
- 12) 笹沼たつ・坂上幸雄：造林地の寒害とその対策、わかりやすい林業解説シリーズ64、(1979)
- 13) 笹沼たつ：冬期における地表植生と凍害—スギ幼齢木の凍害軽減について—、緑化工技術9(2)、(1983)
- 14) ————：日最低気温とスギ苗畑の凍害、第95回日林論、(1984)
- 15) 土井恭次：スギの冬期乾燥害、(1984)
- 16) 吉武 孝・増田久夫・工藤哲也：トドマツ埋雪木の脱葉雪害、北方林業32、(1980)
- 17) 吉武 孝：埋雪スギ幼齢木の脱葉現象、日林誌64(6)、(1982)
- 18) 新田隆三・渡辺成雄・大関義男・庭野昭二：人工冠雪実験装置の開発、第36回日林関東支論、(1984)
- 19) 新田隆三：森林雪害に関与する雪氷の性質(1)、森林立地24(2)、(1982)
- 20) 増田久夫：北海道積雪分布図(平均最深)について、北海道の雪氷(2)、(1983)
- 21) Masayuki ARAKI: The Vertical Profile Intensity in a Forest Stand (Ⅰ), Light-Transmission Coefficient of Partial Foliage and Its Estimation, Jap. J. For. Soc. 67(1)、(1985)
- 22) 荒木真之：地形要因による山地の風速推定法、林試研報303、(1979)
- 23) 榎山徳治・松岡広雄・河合英二：樹木の防音効果、日林協、(1977)

24) 荒木真之・佐々木長儀・本木 茂・岡上正夫
：オゾン濃度減衰に及ぼす樹林の効果，林試

研報 321, (1983)

7. 林産化学部門

林産化学部門の研究は木材をそのままのかたちで利用する場合に，その欠点をカバーし，更に好ましい性質を与え，より高い価値をもたせることを志向した部門と，木材をかたちにかまわずその成分を考えて利用しようとする部門に分けられるが，このほかに，林業に関連した部門がある。いずれにしても，化学的手法によって，森林資源を人類のために有効に利用することを目的としている。

ここでは以上の分野を4つに分けて解説するが，第1は化学加工であって，木材を化学的に処理して，原料よりも美しく，丈夫で，長もちするようなものを作り出す。更に木材にない新しい性質をもつものを考え出そうというものである。

次の木材成分利用は木材の主成分であるセルロース，ヘミセルロース，リグニンおよび抽出成分それぞれについての研究であり，有機化学的手法のほかに微生物化学，酵素化学の手法を取り入れている。抽出成分の研究では，木材だけでなく，森林資源全般を対象とし，林産業だけでなく，林業に関する化学，特に種々の生物活性物質の研究を行っている。

パルプ・ボード類の研究は上記の木材成分の利用ではあるが，木材の繊維利用として別項目で解説する。これらは製品の種類が非常に多く，製法も多岐にわたっており，木材からセルロースだけをとり出すものから，木材成分殆ど全部を使って製板するものまである。これらの原料問題，製法，性能向上等の研究について解説する。

木材炭化の項では，エネルギーとして利用されることが少なくなってしまった木炭の新しい用途を開発する研究や，昔からの製炭法に代わる新しい製炭技術について解説する。

(石原 達夫)

1. 木材化学加工

木材の化学加工処理技術の基礎となる木材の高分子化学的特性の把握と，木材表面の化学加工，木質を基材とした多元複合材料さらに木質資源のエネルギー化について，10ヶ年間の主要な研究動向を記述する。

1) 木材の高分子化学的特性

(1) 木材の1時空隙（内部表面）のモデル化^{1)~3)}

木材の高分子構造の理論的解析の試みとして，木材内部表面構造の理論的解析の試みとして，木材内部表面構造と化学反応性との関係を明らかにした。木材は水分子を吸着・脱着することにより寸法の変化を起す。これは木材中の活性な—OH基に水分子が吸着し，1時空隙が形成され，さらに水分子が多層状に吸着して1時空隙が拡大する。一方脱着により1時空隙は縮少し絶乾時には消滅する。

○1時空隙の表面は，1次内部表面と2次内部表面とに分けられ，その面積比は0.41:0.59

が得られた。

○制限膨潤内における化学反応の場合は1次内部表面である。

○1次空隙モデルの理論と、化学反応によって得られたデータの解析結果はほぼ等しかった。

(2) γ 線照射による木材構成成分の崩壊⁴⁾⁻⁵⁾

木材セルロース（溶解パルプ）、ブナホロセルロースの酵素加水分解に及ぼす γ 線照射の影響を検討するため、重合度、結晶化度、平衡含水率、表面積などを測定し、これら微細構造にかかわる特性変化と酵素反応性との関係を究明した。表1に示すように非照射セルロースの重合度は1363であったが照射線量の増加するとともに重合度は低下した。165 Mrad 照射したときその重合度は約1/55となった。

表 1. セルロースの微細構造の変化

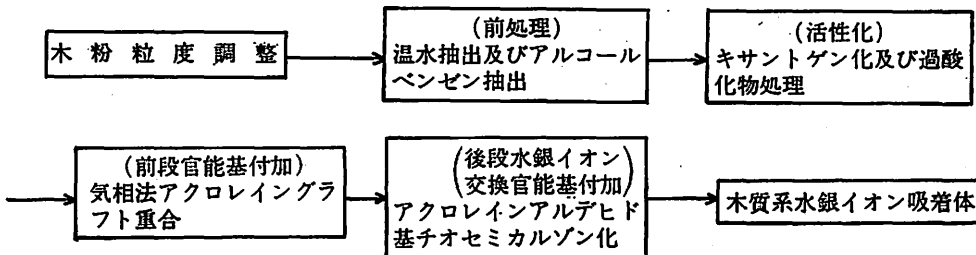
試 料	照射線量 (Mrad)	重 合 度	結 晶 化 度 (%)	平衡含水率*1 (%)	表 面 積 (m ² /g)	還元糖収率*2 (%)
セルロース	0	1363	84.4	21.7	179.1	44.0
	10	180	82.2	18.2	166.3	27.3
	60	62	80.1	22.2	209.4	39.0
	165	25	64.9	69.0	215.3	93.0

*1 E.M.C. : Equilibrium moisture content

*2 酵素分解時間 : 24 時間

(3) 木質系水銀イオン吸着体⁶⁾⁻⁷⁾

木粉をキサントゲン化しアクロレインのグラフト共重合によって導入したアルデヒド基を、常温、常圧下でチオセミカルパゾン化し、イオン交換基を付加することにより水銀イオン吸着体を製造する技術を開発した。工程を示すよ次の通りである。



(4) セルロースのグラフト共重合

木材セルロースの化学的改良を目的として、セリウム塩法によりメチルメタアクリレート (MMA) をグラフト共重合し、セルロースの構造変化や反応系のモディフィケーションがグラフトセルロースの組成・構造やグラフト分岐の特性に及ぼす効果を検討した。

2) 多元複合材料

(1) WPC¹⁰⁾

昭和50年頃までに基礎研究はほとんど完了しその後は開発研究に移行した。これらの技術が役立ち現在では年商100億円を越す産業に成長した。WPCとFRPの積層複合材は曲げ強度が高く、曲げヤング率は $20 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 程度であることから耐熱性・耐寒性有機複合材料として注目された。これらの技術を発展・改良し、農業副生物例えば稲わら、落花生から、い草、落葉、もみがらなどをポリマーで複合化した後、熱圧縮の工程を経てボードを製造した。さらに木質・石膏・ポリマー複合材(W-GPC)、木粉・セメント・ポリマー複合材(W-CPC)など、有機・無機複合材製造技術の開発と併せ、材料特性を体積分率で解析し、加成則との関係を明らかにした。

(2) 炭酸化ボード^{8)~9)}

木質材料を含め有機質材料の不燃化は現在の科学・技術では不可能であり、現実的な問題として難燃化が研究の対象である。そこで木毛の表面に $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ などの水酸化物をペースト状にして均一に付着させ成形した後、加熱した炭酸ガスを直接吹きこみ、 MgCO_3 、 CaCO_3 に化学変化(結晶化)する際に、木毛と木毛間を固着させる技術を開発した。最近炭酸ガスの有効利用が叫ばれているとき、排煙中の炭酸ガスも利用できる。木毛セメント板の原料は樹種に制約を受ける最大の理由は、木材中にセメントの硬化阻害物質が含まれているからである。その点炭酸化ボードは樹種選定の必要が無い。炭酸化ボードは白色の美しい表面をもつことも特長の1つである。さらにポリマー溶液で処理すると、微量量のポリマーが被膜となることから、耐水性が向上する。

(3) 木質・金属・無機質積層材¹⁸⁾

木質材料表面に50 μm 程度の薄い鉄板を積層し、さらにその表面にレジンコンクリートを積層したのち、表面仕上げとして突板をはった多積層複合材は防火性、耐水性、力学的性質の向上をはかることができることを確めたので、これら複合材の製造条件の諸因子について検討した。顕著な特性として電磁波シールド性をあげることができる。

木質材料表面の防火性を目標とし、安価な水ガラスと、水ガラス不溶化のために種々の無機化合物を添加した混合物を木質材料表面に塗布したのち、加熱・圧縮する製法を検討した。

(4) グラフトセルロースの特性

種々の条件下で製造したP-MMAグラフトセルロースボードの機械的、熱的性質を測定するために、まず成板条件を決定した。熱圧縮はP-MMAの T_g より50~60℃高温側がよいことを見出した。曲げ強度測定結果からグラフトセルロース(I)、グラフト物(III)ともに成板条件としてプレス温度180℃、100 kg/cm^2 がよかった。この条件で成板したボードの物性測定を行ない次のような結果を得た。引張り強さはP-MMAの体積分率(V_p)とともに増加し、 $V=0.53$ でグラフトセルロース(GC)ボードは420 kg/cm^2 を示し、グラフト物(G)ボードでは570 kg/cm^2 になった。引張り強さを製造条件別で比較すると、 $G=GC$ 、低分子量>高分子量、高比重>低比重であった。GCおよびGの誘導体を熱圧縮すると、透明なフィルムが得られ、その熱溶融性を

誘導体別に比較すると、プロピオニル化物>カルバニル化物>ジアノエチル化物の順であった。

各種誘導体を木材表面に熱圧縮により積層し、その特性について検討を加えた。

3) 木材の染色^{11)~12)}

木材の色や質感は木製品の価値をきめる要素となっている。天然銘木類や優良化粧材原木の減少から木材着色技術が進み、木材の染色は漂白・調色を含めて企業化されている。

木材の染色には内部まで均一に染色する技術と、表面層のみを染色する技術とに大別できる。林業試験場では長年前者の染色技術を研究課題として取り組んできた。これら長期間の業績をまとめ第14回木材の化学加工研究会シンポジウムで「木材染色の技術体系とその問題点」を発表した。その内容を要約すると ①木材の特性と染色性 ② 染色木材の製法 a 木材内部の染色法 b 染料溶液 c カラーマッチング ③ 木材と染料溶液の相互作用 a 染料溶液の浸透・拡散 b 染料溶液の選択的吸着 c 染色 ④ 染色木材の評価 a 染色性測定法 b 品質評価 などである。

表面層の新らしい染色技術としてキトサン(多糖類:バイオポリマー)を媒体とする連続染色法について検討した。この技術は現在稼動している工場ラインに組みこめることを前提とした技術開発であり、その可能性を確かめつつ実験を行った。

4) 木質エネルギー化

(1) 成形燃料の燃焼特性^{13)~14)}

木材の元素分析値はおおよそC:50%, H:6%, O:44%でこの値は樹種による変動がほとんどない。樹皮38種についてC, H, Nを定量し, Oを計算上求めた。また産地別樹皮の実測熱量と元素分析値より計算上求めた値との相関分析を行なった。

(2) 複合燃料化¹⁵⁾

生活・産業の環境・規模は昔と異なっており電気・ガス・液体燃料を使うことを前提として機器システムが広く用いられている。木質燃料と化石燃料を複合化する技術として, SCP生産工程副生物と重油および水と極少量の分散剤とよりなるコロイダル(流体)燃料を開発し LOM(リグニン・オイル・ミクスチャー)と名づけた。また炭化物を原料としたコロイダル燃料 CCOM(チャコール・オイル・ミックスチャー)の製造技術も確立した。固形複合燃料としてはAPPと高含水樹皮を混練後, 成形することで8000 kcal/kg以上の燃料を製造することができた。これら複合燃料は熱量を任意に設計できることが特長である。

(村山 敏博)

文 献

- 1) 平林靖彦・村山敏博: Xanthate グラフト重合法による木材とアクロレインの複合化, 第9回木材の化学加工研究講演集(1979)
- 2) 平林靖彦・G. G. ALLAN・村山敏博: A Geometric Model for the Voids and Surfaces Formed in Wood by the Action of Water, 木材学会誌, vol 29, No. 7 (1983)
- 3) 平林靖彦: 木材の1次空隙構造のモデル化, 第30回木材と水研究会講演集(1984)
- 4) 古屋信子: 木材セルロース(溶解)の酵素加

- 水分解に及ぼす γ 線照射の影響, 林試研報, No. 326号 (1984)
- 5) 古屋信子: プナ・ホロセルロースの酵素加水分解に及ぼす γ 線照射の影響, 林試研報, No. 329号 (1984)
- 6) 平林靖彦・村山敏博: 木質系水銀イオン吸着体の製造法, 特許第1054317号
- 7) Y. HIRABAYASHI, T. MURAYAMA, G. G. ALLAN: The Receptivity of Powdered Beech wood (*Fagus Crenata*) to Cyanuric Chloride, Wood Science and Technology, Vol. 19, No. 1, (1985)
- 8) 村山敏博: 炭酸化反応による有機・無機複合材, 新しい技術, 176号, 18集 (1980)
- 9) 村山敏博: 無機質複合木毛ボード製造法, 特許第1067515号
- 10) ———: 多元複合材料 (1)~(5), Plastics-age, vol 24, No. 9~vol 25, No. 1 (1978, 1979)
- 11) 平林靖彦: 新しい染色の試み, 第12回木材の化学加工研究会講演集 (1982)
- 12) 基太村洋子・黒須博司・村山敏博: 木材染色の技術体系とその問題点, 第14回木材の化学加工研究会講演集 (1984)
- 13) 阿部房子: 早生樹種などを原料とした木炭の製造と生産木炭の燃焼性およびガス化反応性について (第2報) 早生樹および本邦産広葉樹の樹皮率と発熱量, 木材学会誌, vol 29, No. 12 (1983)
- 14) 黒須博司: バイオマス—木質系燃料—, 木材工業, vol 37, No. 10 (1982)
- 15) 村山敏博: 天然繊維系複合流体燃料及びその製法, 特許第1217568号

2. 木材成分利用

1973年の石油危機を契機に, 再生産可能な資源としてのバイオマスの利用が注目され, バイオマスの中でも最大の蓄積量を有する木質系資源の食・飼料, 化学工業原料 (ケミカルス), エネルギー等への変換技術の開発が重要な課題となった。このような背景のもとに, 林産化学部木材成分利用部門 (木材成分化学研究室, 抽出成分研究室, 微生物化学研究室) では, 経常研究として, 木材の主要成分であるセルロース, リグニン, ヘミセルロースから付加価値の高い二次製品を製造するための基礎的資料を得る研究と腐朽菌および酵素による主要成分の変化, および樹木抽出成分の性質とその利用研究が行われた。

一方この10年の研究動向の特徴として, 木材成分に関連する数多くの特掲項目研究が組織され, 参画した研究室において, 経常研究に平行して実施された。以下にそれらの研究課題名を発足年度順に列記し, ついでその成果の基盤を形成する経常研究成果の概要を課題別に記述する。

木材成分利用関連特掲項目研究課題 (昭和50~60年度): 未利用樹種の利用技術に関する総合研究 (南方未利用材の利用技術) 昭49~51 (木化研, 抽出研ほか); 農林水産廃棄物の活用による飼料等の開発 (SCPの生産技術の開発—残廃材の微生物によるSCPの生産) 昭50~54 (微化研, 木化研ほか); マツ枯損防止新技術開発調査, 昭53~57 (木化研); 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, 昭56~59 (木化研, 抽出研); 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, 昭56~65 (木化研, 抽出研, 微化研ほか); 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 (他感物質等環境形成微量物質の検出同定技術) 昭57~58 (抽出研); 農林水産業のもつ国土資源及び環境保全機能の定量的評価 (保健休養機能・樹木から放出される微量成分がもつ保健休養機能の計測と要因解析) 昭58~61 (抽出研); 林産物の生物活性に関する研究, 昭58~61 (微化研, 木化研, 抽出研)

ほか)

1. 微生物化学

1) 腐朽菌の多糖類分解酵素¹⁻³⁾

木材の主成分であるセルロース、ヘミセルロースの加水分解に、微生物の産出する酵素を活用することを目的にして、褐色腐朽菌オオウズラタケの菌体外酵素系を調べた。CM-セルラーゼ、キシラナーゼ、マンナーゼ、キシロシダーゼを生産するための培養条件を検討するとともに、これらの酵素を単離、精製し、その酵素的諸性質を調べ、さらに、精製キシラナーゼおよびマンナーゼについては、それらのキシランおよびグルコマンナンに対する作用機作を明らかにした。

2) 木材多糖類の酵素加水分解³⁾

木材細胞壁中に存在するセルロース、ヘミセルロースをセルラーゼ系酵素で加水分解することを目的にして、これらの多糖類に対する酵素の反応性を増大するための前処理としての脱リグニン処理、アルカリ処理微粉化処理、有機溶媒処理、蒸煮処理の効果を調べた。とくに、有機溶媒処理、蒸煮処理によって、木材の主要成分を効率的に分別し、それらの微生物蛋白、反すう動物用粗飼料、食品、化学工業原料等への変換法について検討を加えた。

3) 木材ヘミセルロース類の生物活性⁴⁻⁶⁾

木材ヘミセルロースを医薬品として有効に利用するために、各種ヘミセルロース（アラビノガラクトン、キシラン、グルコマンナン）の生物活性を調べた。広葉樹キシランにはマウスの血液および肝臓中のコレステロール低下作用のあることを認めた。また、広葉樹キシランおよび針葉樹グルコマンナンは、マウスに移植した Sarcoma-180 の増殖抑制効果を示すとともに、マウスの体液性免疫および細胞性免疫を増強することを認めた。

4) 木材ヘミセルロース類の構造⁷⁻⁹⁾

上記の研究を推進していくなかで、広葉樹キシラン、針葉樹キシランおよび針葉樹グルコマンナンの化学構造について新しい知見を得、さらに、キシランのメチル化反応中に、4-O-メチルグルキユロン酸残基が β -脱離分解をうけることを明らかにした。

5) 残廃材の微生物による SCP の生産⁹⁾

昭和 50 年より 5 年計画で、未利用および廃棄されている残廃材を原料として利用し、安全性を確認しながら SCP（微生物蛋白）の生産技術を開発する研究が、家畜試・畜試と共同で実施され、脱リグニンのための前処理方法、酵素による糖化方法、適性菌株の選択分離・培養条件、菌体・製品の品質・安全性について検討された。

2. 木材成分化学

1) 木材成分の生分解¹⁰⁻¹³⁾

木材の微生物分解、すなわち腐朽は木材利用上の大きな障害となっている。腐朽に伴う木材成分の化学変化に関する既往の研究例は、単離した個々の成分の分解を対象としたものがほとんどであった。そこで白色腐朽菌による木材分解において、ある特定成分の分解が、共存する他成分の分解、および木材の組織構造とどのように関連しているかについて研究を進め、単離リグニン

の場合、培地にセルロースまたはヘミセルロースが存在すると、それらによって誘導されるキノン還元酵素の作用により、リグニンの重合が抑制され、分解が促進されること、また、木粉の腐朽では、セルロースの分解生成物であるグルコースが培地中に徐々に蓄積され、それがセルラーゼや β -グルコシダーゼの活性を阻害し、その結果、リグニンの優先的分解が起ること、広葉樹リグニンはシリングル核部分がグアイアシル核部分に優先して分解されるが、それはシリングル核に富むリグニンが、最も腐朽されやすい構成要素である木繊維の二次壁に局在しているためであることなどを明らかにした。

2) 広葉樹構成要素間の木材成分組成、構造の相異¹⁴⁾

木材は複雑な組織構造を有しているが、それぞれの構成要素、細胞壁各層における木材成分の分布、化学構造に関する知見は未だ不十分である。それを解明するため、ミズナラの放射組織と他の部分の木材成分、特にキシランの相異について検討し、放射組織は、他の構成要素より、リグニン、キシロース、ガラクトースが多く含まれ、キシランの構造には余り大きな変化がないことが判明した。

3) 木材多糖類の化学的改質¹⁵⁻¹⁸⁾

木材を構成するセルロースおよびヘミセルロースは石油を原料とする合成化学では実現できない複雑かつ整然とした化学構造をもつ多価アルコールである。この木材多糖類の特性を活用し、付加価値の高い機能性高分子誘導体の開発を行い、次のような成果を得た。最近開発されたセルロースの新しい溶媒を用いてセルロースの均一ハロゲン化を行い、グルコース残基のC-6位水酸基のみを選択的に、かつ高置換度でハロゲン化する方法が開発された。ハロゲン化セルロースを反応中間体として、グルコース残基のC-5と6位間に2重結合を高置換度で導入した。セルロース溶媒中でのセルロースの溶解機構を¹³C-NMRにより明らかにした。省資源、省エネルギーの観点から、木材や高収率パルプからのセルロース誘導体の製造を試み、リグノセルロースを過ヨウ素酸酸化し、温水抽出すると、カルボニル含量の高いジアルデヒド体が高収率で得られることを見出した。

4) 木材ポリフェノールの樹脂化¹⁹⁾

木材ポリフェノールから木材用接着剤を製造することを目的として、先ず手始めに、水溶性耐水樹脂のモデルとして、カキシブ硬化機構解明の諸試験が行われ、ついで木材乾留生成物の木タールを原料とする熱硬化性樹脂製造が検討されている。

3. 抽出成分

1) 邦産樹種の抽出成分

(1) ケヤキおよび関連ニレ科樹種の材成分²⁰⁾

昭和40年代に引続き、代表的広葉樹材であるケヤキ材および関連ニレ科樹種の材成分が、そのすぐれた材色、高耐久性、加工時の接着障害、健康阻害などとの関連、ニレ科樹種の化学成分分類、優良ケヤキ系統の選抜育種への応用考察に至るまで究明され、多数のカダレン型セスキテルペン類およびフラボノールとフラバノールのC配糖体の存在が明らかにされた。

(2) サワラ葉の抽出成分²¹⁾

サワラ葉の抽出成分を検索し、7種の新ジテルペン、ビシフェリン酸、ビシフェロール、ビシフェラル、ビシフェリン酸メチルエステル、ビシフェリン、15-ヒドロキシフェルギノールおよび0-メチルビシフェリン酸を単離し、その構造を決定した。最初の4物質は黄色ブドウ状球菌に対し抗菌性を示し、また、ビシフェリン酸は天然界では数少ないC-10 β 樹脂酸であり、ビシフェリンは7員環新炭素骨格ジテルペンである。

(3) 林産精油・樹脂成分²²⁻²⁵⁾

「バイオマス変換計画」、「国土資源」の両総合研究に対応して、邦産主要針葉11種の各種条件下における精油含量が定量され、その発熱量が調べられ、エネルギー源として有効であることが示された。またユーカリ属9種の葉油含量と構成成分が精査され、1, 8-シネオール原料としては、シネレア (24.79 ml/kg) が最適であることが示された。発熱量も9000~10,000 kcalでエネルギー源としても有効であることが示された。森林の保健休養機能に関する樹木が放出するテルペン類の計測分析法が検討され、ユーカリ7樹種の周囲、クロマツ林内などの大気中での諸濃度が検出された。一方林産樹脂有効利用の一環として、松ヤニ主成分を原料とするアビエチン酸およびレボピマル酸のヒドロボレーション反応生成物の構造および立体化学が検討された。

(4) マツ枯損関連成分²⁶⁻²⁷⁾

アカマツを始めとして、本邦産、外国産を混じえ、17種のマツの樹皮成分を、マツノマダラカミキリへの後食誘因との関連から追究し、各種のマツから単糖類、ジヒドロコニフェリルアルコール、カテキン、ケルセチン-3'-O-グルコシドなど、マダラカミキリの摂食行動を誘発する物質を単離、同定した。またマツ枯損病に関与する毒性成分の探索を実施し、マツノザイセンチュウ・ボトリティスの培養系から5種のトマト葉の萎凋性成分を分離し、そのうちの1成分がCMCエースであることを見出した。

2) 熱帯材の抽出成分

(1) パプアニューギニア産未利用材の抽出成分²⁸⁾

パプアニューギニア産未利用材46種55個体の木材分析、逐次抽出試験が実施され、昭和40年代に実施された南洋材試験結果も含めて、熱帯産70種の逐次抽出物量と樹脂障害、耐朽性、塗装性との関連性を総括し、樹脂障害は全抽出物量が6%以上含まれる材に著しく現われ、6~4%の材でもヘキサソ可溶部の多い材に現れた。耐朽性も抽出物量6%以上の材が優れており、塗装性はアセトン抽出物には無関係であり、これを除いた抽出物量と塗料の硬化時間がほぼ比例することがわかった。

(2) 南洋材の塩素定量²⁹⁾

アルミサッシの腐食トラブルと南洋材中の塩分との相関を検討するため、輸入南洋材30種の塩素定量をフラスコ燃焼法で実施し、相当量の塩素含量を示した供試材は、その経歴、木口付近と中央部との含量差などから、海水浸潤に由来するものと考えられた。

(3) 各種南洋材抽出成分特性³⁰⁻³²⁾

アルビジア材のステロール成分とフラボノイド成分, ウォーターガム材の樹脂障害トリテルペン成分2種, ミレチア材の4種の変色関連イソフラバン成分, 台湾産ヒノキ属埋もれ木精油成分とその抗虫菌成分などが明らかにされ, その他タイ産チャンパ材の稲の稚苗枯損成分, ジャイアントイビル材のバルブ色もどり原因成分, ガマラ産ログウッドエキス成分などの検索, 南洋材15種の加圧下(10~12 kg/cm²) 逐次抽出物と常圧下抽出物との比較検討, タウン材の耐蟻性付与サポニン成分としてオレアノール酸-3-O-ジグルコシドなどが明らかにされている。

(高橋 利夫)

文 献

- 1) 石原光朗ら: 褐色腐朽菌オオウズラタケの生産するヘミセルラーゼ(3)(4)(6), 木材誌24 (2)(1978); 26(12)(1980); 29(4)(1983)
- 2) 志水一允ら: エンド型マンナンナーゼによるカラマツグルコマンナン加水分解物からの少糖類の単離と同定, *Agric. Biol. Chem.*, 47(5) (1983)
- 3) ———: 木材の酵素による加水分解(3) (7), 木材誌24 (9) (1978); 29(6) (1983)
- 4) 土師美恵子ら: プナキシランの血漿および肝臓コレステロール値低下作用, *Agric. Biol. Chem.*, 39 (3) (1975)
- 5) ———: 木材ヘミセルロースの抗腫瘍性(1) (2)同, 43 (5)951, 961 (1979)
- 6) ———: 抗体結合化学抗腫瘍剤の担体としての木材ヘミセルロース, *ISWPC 講要* 4 (1983)
- 7) 志水一允ら: 針葉樹キシランから2個の4-O-メチルグルクロン酸残基を含むオリゴ糖の単離, *Carbohydr. Res.*, 62(1) (1978)
- 8) ———: 箱守法によるメチル化中に生じるアルドビオウロン酸のβ-脱離, 同, 92(1) (1981)
- 9) 石原達夫: 残腐材からの微生物蛋白の生産, 木材工業34 (1979)
- 10) 広居忠量ら: リグニンの微生物分解(1)(2), *Svensk Papperstidning* 79 (5) (1976)
- 11) ———: 木材の酵素による加水分解(6) 木材誌, 27 (9) (1981)
- 12) ———: 白色腐朽菌マイタケによるブナ材成分の分解, "Recent Advances in Lignin Biodegradation Research" 樋口隆昌ら編, Uni Publishers, (1983)
- 13) ———: 紫外及び電子顕微鏡による細胞壁中のリグニン分布の観察, リグニン討論会講要 (1983)
- 14) 石井 忠ら: ミズナラ放射組織ヘミセルロースの化学構造, 木材学会講要 (1981)
- 15) ———: セルロースの均一塩素化, ユフロ講要 (1981)
- 16) ———: セルロースのヨウ素化とその5, 6-セルロセンへの変換, 木材学会講要(1985)
- 17) ———: セルロースオリゴ糖の非プロトン性極性溶媒中での¹³C-NMRスペクトル, 木材誌29(2) (1983); *ISWPC 講要* 4 (1983)
- 18) ———: リグノセルロースからの2, 3-ジアルデヒド多糖類の調製, 木材誌31(5) (1985)
- 19) 田中治郎: カキシブの硬化機構, リグニン討論会講要 (1980); 木タールから熱硬化性樹脂 *ISWPC* 4 (1983)
- 20) 林 良興ら: ケヤキ材の抽出成分, 木材誌22 (3) (1976); 26(1) (1980), 木材学会講要 (1977) (1980) (1982)
- 21) 谷田貝光克ら: ビシフェリン酸, サワラ葉の新フェノール性ジテルペンカルボン酸, 木材誌24(4) (1978); *Phytochem.*, 18(1) (1979) 19(6) (1980)
- 22) ———: バイオマスの有効利用(1)(2) 木材誌29(3) (5) (1983), *Biomass* 4 (1984)
- 23) 桜井孝一ら: 脱精油後の針葉の利用(1) (2), 日林論94 (1983), 95(1984)
- 24) 谷田貝光克: 樹木が放出するテルペン類, 木材誌30 (2) (1984)
- 25) ———: アビエチン酸, レボビマル酸のハイドロボレーション, 木材誌27(8) (1981)
- 26) 尾田勝夫ら: マツノマダラカミキリ成虫の後食期における摂食行動とアカマツの樹皮成

分, 日林論 95 (1984)

- 27) 真宮靖治ら: マツノザイセンチュウの大量培養と代謝物の性質(3), 日植病誌 50 (3)(1984)
- 28) 谷田貝光克ら: 熱帯材の抽出成分, 林試研報 294 (1977), 299 (1978), Wood Science 12 (3) (1980), 熱帯林業 62 (1981)
- 29) 桜井孝一: 木材・パルプ・紙中の塩素の迅速定量法, 林試研報 280, 286 (1976), 林産化

学部業務報告書 (1976)

- 30) 谷田貝光克ら: アルビジア材とウオーターガム材の抽出成分, 木材誌 24(6) (1978)
- 31) 林 良興ら: ミレチア材の抽出成分, 木材誌 24(12) (1978)
- 32) 谷田貝光克ら: *Streptococcus mutans* (虫歯菌) に活性なヒノキ埋もれ木の成分, 木材誌 30 (3) (1984)

3. 木材繊維利用

1) 原木適性

木材化学工業の最大のものは紙パルプ産業であり, わが国の木材需要の 1/3 を占めている。現在, 原料の大部分は製材の際生じる背板などからつくられるチップのかたちで供給されている。紙の需要は将来増大することはあっても減少することはないと予測されているが原料の方は世界的に漸減の傾向にあり, 今まで未利用だった欠点の多い低質原料を使わなければならないのが現状である。原料の入手難では繊維板・パーティクルボード生産でも同じことがいえ, 原料問題は木材繊維利用工業共通のものとなっている。

このような事情でいままでも使われていない木材資源を求め, パプアニューギニアの東・西ニューブリテン産材のパルプ・繊維板・パーティクルボードの原木適性を検討したほか¹⁾²⁾³⁾⁴⁾, 日本産タイワンフウ, ユーカリ, ニージーランド産カリビアマツ間伐材, ギンネム・イビルーイビル等と呼ばれる早生樹種のパルプ原木適性もしらべた。

また, 被害防除に努力しているにもかかわらず, 松くい虫で枯れるアカマツ林はあとをたたず, 増加する松枯損木の利用が重要課題であった。枯損木はザイセンチュウにより組織が破壊され材質の性質が劣り建材には適さないのが, 低質材でも利用出来るパルプ・繊維板原木への活用が考えられた。枯損木を林内に放置すると, 時間が長くなるにつれ, 変色菌・腐朽菌が繁殖し材質の性質が劣化し, チップ化すると精選チップがへりダストがふえる傾向があった。枯死後経過時間の異なる材からつくったチップからパルプをつくりパルプの諸性質を解析したところ, 枯死後 6 ヶ月以内であれば, パルプ収率・紙の強度特性とも健全材と大差なかった⁵⁾。乾式ハードボード製造でも 1 年経過の枯損木なら十分使用出来るという結果が得られ, 枯損木を原料とするチップ工場操業の基礎データとなった。さらに好ましいことにはチップにするととき枯損木のなかにいるマダラカミキリの蛹はチップで切断され死亡していることが判明した。即ち, 枯損木のチップ化はパルプ・繊維板の原料を供給するばかりでなく, マダラカミキリの駆除にも役立っていることになり, 破碎・焼却駆除をもちこんだ松くい虫被害対策特別措置法も施行され枯損木チップの利用を一段と推進した。

2) パルプ

間伐材, 小径材および枝材等をパルプ原料として使う場合, 除皮が最も問題になるため材の直

径と樹皮率の関係、チップ化段階における樹皮の挙動、径時変化による樹皮の挙動ならびにクラフト法蒸解時における樹皮の問題を検討した。

省資源の立場から化学パルプ程度の紙力特性を持つ高収率パルプ化法として、微量の MgO を添加した亜硫酸水素ナトリウム-メタノール-水蒸解、ブタノール添加クラフト法等、有機溶媒系蒸解を模索した。また省エネルギーバイオロジカルパルプ化法、電解漂白法についても研究を実施した。

紙・パルプ製造廃水による環境汚染防止を目的とし、特に塩素系漂白廃液中の有機塩素化合物の毒性・紫外線による塩素化オキシリグニンの分解を明らかにし、その処理法を追求した。

3) ファイバーボード

ハードボードは、現在建築外装に使用されているが、今後セミハード (MDF) を含めて、ファイバーボードの外部使用は益々増大することが予想され、ボードの耐候性向上は最も重要な課題となりつつある。そこで、無処理ならびに各種の加工処理を行なった広範囲な材質のボードを屋外に暴露して環境条件のボード材質に与える影響を究明し、ファイバーボードの耐候性ならびに耐候性付与についての基礎的資料を得た。

また、得られた結果を屋外暴露しなかった材料で行なった耐候性促進試験のデータと比較し相関を求めた。

ファイバーモルディングでは原料パルプの特性、技術上の制約要因等を検討し、種々の廃材などから立体成形物を製造するときの資料とした。添加するアクリレートラテックスは強靱性が高いことならびにポリエチレン繊維の添加は成形物の耐水性向上に効果があり、熱圧温度は熔融温度より高い温度で効果が大きいことが認められた。また、三角図法による成形物用のパルプの混合割合の推定方法を確立した。プラスチックとの射出成形では種々の原料の調製を行い、ササ、ヒノキ樹皮、カラマツ樹皮、クワおよびシラカンバ粉末の適性を検討した。

4) パーティクルボード

わが国で今後需要がのびると予想されるパーティクルボードの使用目的と材質特性との関連はきわめて不明確であった。そこで、使用目的に対する材質特性値の評価規準を確立すると同時に、製造と使用の両面に対し指標となる材質評価を行った。

建築用ボード材質のうち、耐久性の評価方法を試験するため、促進試験と屋外ばく露試験を行い、両者の相関を求めた。その結果、過酷な条件下のボードの耐久性を評価する促進試験としては繰り返し荷重後の曲げ強さ、ならびにその簡便さから煮沸曲げ強さ測定が適切な方法と判断した⁶⁾。

その他、国産針葉樹間伐材の利用残材を原料として高度な材質を有する製品を得るため、配向パーティクルボードの製造を検討した。また、パーティクルボードから放散するホルムアルデヒドの定量法として、パーフォレーター法を確立し、ボードメーカーから提供される試料の鑑定を可能にした。床下地用パーティクルボードの工事標準仕様の作成のための基礎資料として、実大の張付け床に散水を行いパーティクルボードの変化についてしらべた。その結果、ボードの側面

(木口面)にギンバラシール処理をほどこせば、目透かし張りをしなくても端面にふくれを生ずるなどの不具合がなくなることを明らかにした。
(田中 治郎)

文 献

- 1) 未利用樹種研究班：パプアニューギニア材の加工の性質 2. 東ニューブリテン産材による合板・ボード類・パルプおよび木炭の製造, 林試研報, No. 292, 97~160. (1977)
- 2) —————：パプアニューギニア材の加工の性質 4. 東ニューブリテン産材の混合樹種によるボード類・パルプの製造, 林試研報, No. 294, 51~84. (1977)
- 3) —————：パプアニューギニア材の加工の性質 9. 西ニューブリテン産材による合板・ボード類・パルプおよび木炭の製造, 林試研報, No. 299, 151~187. (1978)
- 4) —————：パプアニューギニア材の加工の性質 10. 西ニューブリテン産材によるファイバーボードの製造, 林試研報, No. 312, 45~55 (1980)
- 5) 高野 勲・宮崎 信・香山 強：マツノザイセンチュウによるアカマツ枯損木のパルプ化試験, 林試研報, No. 315, 113~124(1981)
- 6) 岩下 睦：パーティクルボードの屋外ばく露と劣化促進処理の関係, 第29回木材学会講要 654 (1979)

4. 木材炭化

1) 製炭

木炭は燃料として用いられるばかりでなく、工業面では製鉄、製銅、二硫化炭素の製造、刃物鋼、チタン、金属硅素、木炭ガス発生用に使われるほか、污水处理、浄水処理用の活性炭、研磨炭、画用木炭など多方面にわたって産業基礎資料として重用されている。また農業用木炭として土壤改良剤、融雪剤、家畜飼料添加剤などに、公害環境対策として空気の浄化・消臭剤などに利用されている。製炭時回収される木酢酸は土壤殺菌、消臭、食品燻製、その他微生物の活性化に用いられようとしている。このような木炭事情から日本の農山村に炭やき産業の復活をもたらす経済性を考えた各種の炭化炉や製炭技術の確立が要望されている。

林試で開発した移動式炭化炉、角形ブロックカマは誰にも炭がやけるように考案された炭化装置である。

移動炭化炉は簡単に炭材のある所に順次移動して製炭を行うもので、そのため軽量で、いくつかに解体でき、また容易に組み立てられるようになっている。例えば炭材集積地に分解した炉を車に積んで運び、再び組み立てて炭材をたて詰めて、その上に着火用の枝条を上ケ木とし着火する。しばらくして天井蓋をのせ、さらに下部の4つの煙窓口に煙突を取りつける。この時勢いよく煙をだせば着火は確実である。あとは煙の色を見ながら製炭する。青煙になってくれば炭化終期で、煙が無色になれば煙突をとりはずし通風口、煙突口および接続部を粘土でよく密閉する。冷却時間は約6時間である。収炭率は生材で約13%である。出来上った炭は急炭化のためやや品質が落ちるが一般燃料その他の用に十分供しうるものである。マツ炭の工業分析結果は水分6.80%灰分0.95%揮発分18.37%固定炭素77.43%であった。必要があれば煙突下部に受器を置けば炭化過程で生成する木酢液を捕集することが可能である¹⁾。

角形ブロックカマは市販の軽量セメントブロックと鉄筋をつかい、カマの内面にメタルラスを

張り、それに耐火セメントを10~20mm厚に塗装したカマで、天井には作業しやすいように前と後に直径20cmの穴があけてある。築窯には、材料が揃っていれば3人で1週間もあれば十分であり、炭材をつめればすぐ製炭できるカマである。保温材でカマを覆い放熱を防ぎ炭化するのが特徴で、着火も早く、燃料も少なくすむ。窯内温度があがり炭質が向上し製炭時間も早い。上ケ木の消耗も少なく高収率である。冷却日数は保温材を炭化終了と同時にとりはずすため2、3日ですむ。これは土窯製炭の半分の日数で生産性のよいカマである。このカマは千代田試験地に設置されている。

千代田試験地には角形ブロックカマのほか白炭ガマと黒炭ガマも構築した。

出来た木炭について性質の解明も同時に行われた。市販木炭および活性炭の表面性、吸着性、木材および木材成分の炭化過程、木炭の水蒸気賦活に際しての特性などの研究を行った。また熱分解挙動に及ぼす諸条件の影響を考察し、それらより得られた基礎的知見を活かして、フィールドにおいて早生樹種を含む実用的な実験を行い、得られた木炭の性質と炭化条件との関係を検討した²⁾。

また、木炭用燃焼器具についても試験を行った。

2) 木炭の土壌施用

木炭は植物組織をたもった多孔性の構造で表面積も石炭の10倍もあり保水性、通気性、透水性、吸着性などに優れた特性をもっている。木炭を土壌施用することで理化学性や微生物相を変え、植物の生長を促すことが見出され、農林業用木炭の利用開発の一環として下記の事例について研究をすすめた。

林業苗畑に木炭、活性炭、樹皮炭を混合、層状施用区を設け実験した結果、苗木の生長がよく、また根系の発達がよく、緑が濃く樹勢もよいことがわかった³⁾。

竹林のタケノコの早出しと、竹材利用を目的とし移動炭化炉による竹炭製造を行った。出来た炭を竹林に表面散布し、タケノコの早出しをはかった。

ゴルフ場のグリーンに融雪を兼ねて木炭粉を年2回(400 kg/m²)表面散布すると、春の芽ぶきが早く芝生の緑が濃く根の発達もよいとの結果が得られた。

わが国のように四方海に囲まれ海岸線の長い国土を守るためには海岸クロマツ林は海岸防災林の主要な林分を構成するものとして広く各地に分布しているが、その保育の指針は明らかになっていない上、適切な手入れも行われず諸害に対する抵抗力も弱いのが現状である。

クロマツの活着、生長促進、飛砂防止、食用菌根菌の増殖を目的とし、茨城県鹿島町波崎海岸クロマツ林に各種の木炭施用する実験を行った。用いたクロマツ林は30年生で生長が悪く、樹高6~7mで、手入れのよい林であった。列状に自動耕運機で幅30cm、深さ20~30cm、長さ10cmの溝をつくり、1列に木炭約100kgを厚さ10~15cmに埋め込み、飛散と乾燥を防ぐため上に砂をかけならした。その結果、クロマツの樹勢回復と松露が5アールで266コ収穫出来、木炭と松露菌の共生関係が成立していることもあわせみとめた⁴⁾。

(田中 治郎)

文 献

- 1) 遠藤正男・雲林院源治・杉浦銀治：農林業用木炭の利用開発，移動炭化炉によるマツ枯損木の製炭試験 第29回木材学会講要集(1979)
- 2) 阿部房子：Manufacture of Charcoal from Fast-grown Trees, Energy from Forest Biomass, 87~94, Academic Press (1982)
- 3) 杉浦銀治・遠藤正男・雲林院源治・山路木曾男：農林業用木炭の利用開発，木炭施用による苗木の生長，林業技術，No. 396, 28~31 (1975)
- 4) 杉浦銀治・雲林院源治・遠藤正男：農林業用木炭の利用開発，クロマツ海岸砂防林の木炭施用試験，第28回木材大会講要，327 (1979)

8. 木材部門

我が国の木材需要は，第1次石油ショックを契機として減少したのち51年以降1億m³台に回復し比較的堅調に推移した。しかし，55年中頃から木材の最大の需要先である住宅建築の急減に加え，木造率の低下が続いて木材需要量は大幅に低減し，木材関係産業はかつてない深刻な不況にみまわれている。

原木供給面では依然として輸入材が2/3を占めているが，産出国の丸太輸出規制，製品輸出拡大の傾向が強まり，輸入原木も低質化多様化が目だっている。これらのことは，輸入材のうち量的に最も多い南洋材において特に著しい。一方，国産材については針葉樹造林木の蓄積が次第に増大しているとはいえ，大部分が若齢林分であって形状的に劣るものが多く，これらの利用拡大が大きな課題になっている。

このような情勢のなかで，当部門においては未利用南洋材，国産針葉樹材などを主たる対象に，材料の物理的特性を明らかにするとともに適正な加工条件を追求して，それらの有効な加工・利用技術の確立に取り組んできた。関連する各分野の経常的な研究に加え，特掲的な研究として科学技術庁：「未利用樹種の利用技術に関する総合研究（パプアニューギニア材）」，農林水産技術会議：「間伐材の利用技術の確立に関する研究」などが実施され，さらに現在，同「針葉樹造林木の単板積層加工利用技術の確立」の研究が進められている。それらの最近10年間の歩みを木材材料特性，木材物理加工の2専門分野にわけ，以下に記述する。

(筒本 卓造)

1. 木材材料特性

木材の需要量は昭和48年に最大になって以後，低水準のままで推移して来ている。この間，世界の森林資源は大きく変化をし，優良材の枯渇，未利用樹種の増加が目立って来ており，産出国の丸太輸出規制，製品輸入の増大などの傾向がはっきりとして来ている。

国内の森林資源は，造林木の蓄積が次第に増大してきているが，大部分は若齢林分で，そのまま，現在の木材需要に対応することは不可能である。一方で，これら若齢の森林資源の有効利用は大きな課題の一つとなって来ている。

国内の針葉樹材資源が十分利用出来る時期に達しても，広葉樹材資源については，需要に応じ

ることは難しいため、依然として、熱帯産材に頼らざるを得ない状態が続く筈である。

以上のような点から、研究の対象は、輸入低質材、国産針葉樹材、国産低質広葉樹材などの多様でかつ低質な原木へとむかっていかざるを得ない。これらの原材料を有効に利用していくためには、組織、材質、物理的性質などを十分把握する必要がある。

木材が、非木質材料との競合にたえるためには、生物からの生産物であるためにもつ特性を明らかにし、その特性を活かしきることが必要であり、木材の良さの解明もされなければならない。

1) 木質材料の居住性¹⁾²⁾³⁾

住宅の近代的生産と性能向上が求められる今日、良質・大径材の枯渇化もあって、ビルディングエレメントとして強さを受け持つ構造壁の多くが伝統的真壁から大壁や木質パネル壁に置き換えられることが多くなっている。これらのうた木質パネル壁は、それなりに合理的性能を有することから、将来その占める比率が伸びると考えられる。しかし、結露、遮音、断熱などの居住性的観点からは、新しい方式だけにこのパネル壁に問題点がないわけではない。このことから、木質パネルに関する一連の研究を手がけてきている。

手はじめにとりあげた研究「木質パネルの透湿と結露」により、壁表面の結露は表面材料の吸湿性、疎水性と関係があり、パネルの断熱化が耐結露性を向上させ、また、内部結露はパネルの防湿層、断熱層の有無につよく依存する、などが明らかになった。しかし、結露を予測するため湿気貫流率を計算する際、透湿カップ法と湿度計法の結果ではくい違いのすることなど、現実的な非定常的状况を考えるときまだ究明すべき問題点が残っている。

次いで、中空のパネル壁が遮音性が低いといわれることから、中空層に吸音材を充填した壁、および2重、3重壁の遮音効果などを検討した。質量則から予測されたように、ハードボード、パーティクルボードを用いると遮音性が向上する。一方、あぜくら壁は遮音性が低く、モルタル壁は良好な遮音性をもっていることが判った。

木質系壁用ボード類、パネル壁の熱貫流率を実測し、ボードの表面性状によって表面熱伝達抵抗に差があること、中空パネルに断熱材が挿入される位置によってかなり貫流率に影響があること、中空層の対流が無視できないことなどを確認した。この一連の研究から木質パネルの物理(居住性)的観点からの問題点と対処方法はほぼ明らかになったといえる。

2) 木材の物性⁴⁾⁵⁾

木材の物性に関する研究は、“木材の良さ”を明らかにすることを目標の一つとして行っているものである。主として木材と水、木材と熱に関係して行われて来ている。前者については、木材が吸水する現象を解明するに当って、自由水と結合水を分離して考えることが必要であるが、研究の結果両者を分離する方法を見出した。この方法によると、従来用いられて来た吸水量増加曲線を推定するための式には適用限度があること、木材中の毛細管の形態の差異によって、自由水と結合水の吸水速度が異なり、これらの吸水速度の組合わせによって種々の吸水量増加曲線が得られることが判った。

以前から難しいとされ、かつ要望の高い比較的高含水率状態にある木材の含水率の計器による

測定の可能性を検討した。この結果 1). 交流電気抵抗, 電極電位, 熱伝導などの3方式によると, 計器の指示値はいずれも繊維飽和点以上で, 含水率の増加に伴ない末広型に分散する。2) この分散傾向は樹種あるいは比重をパラメーターに整理すると, かなりまとまってくる。したがって基本的には計器測定が可能である。一方, これらを実用化するには計器, 電極あるいはプローブの構成, 補正の仕方などに多くの問題がある。

木材と温度との関係については, 木材の温さが, 物理的指標によって計量出来るかどうか検討のため, 暖房した住宅の室内において黒体箱温度と黒球温度を測定したが, その値が位置により変動し, 空気温度より1~3℃低いことが判った。

3) 材質評価⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾

わが国に産する主要樹種 72 樹種 (針葉樹 24, 広葉樹 48 樹種) の利用上の指針を得るために昭和 34 年以来行って来た「日本産主要樹種の性質」の試験結果のうち, 物理的, 加工的性質, 耐朽性に関する特性値を一覧表とし, それらの特性値と比重との間の相関関係を示し, 国産材の性質の評価の際の基準, 各性質間の相互関係の推定ならびに利用の際の樹種選択の指針の資料とした。

南洋材の加工, 利用のために行った「南洋材の性質」の研究の成果に基づいて, 南洋材の材質および加工性の評価の総括が行われた。これに続いてとりあげた「パプア・ニューギニア材の加工的性質」の研究では, ニューブリテン島の東・西 2 地区に直接調査員を派遣し, 分類学的に正確な木材試料 (総計, 天然木 44 種, 造林木 3 種) を採集し, それぞれの基礎的な性質について調査した。さらにこれらの結果の総括がされ, 木材の利用適性に関する総合評価がされた。これら樹種の大部分は, いわゆる「未利用樹種」と呼ばれているもので, 今後の熱帯材利用に有効な指針を与えるものである。すでに行われた市場材および「未利用樹種」からの木材を含む熱帯材の研究成果をもととして主成分分析を行い, 用途に応じた樹種区分を行った。

上述した「日本産主要樹種の性質」の一連の研究に補足した形で出発した組織構造的性質に関する項目のうち, 広葉樹 40 種の繊維長の一覧表が作製された。ココナツの維管束の繊維および基本組織のスクレロシスの進行度合, 維管束の面積比率の水平方向と軸方向の変動の仕方と比重との関係を求めた。これらの結果に基づいてココナツの幹が理想的なパルプ原料として用いられるのは, 幹の先端から 3~7 m 程までであることを明らかにした。

4) 木材の識別¹²⁾

輸入される南洋材の樹種が, 今後フタバガキ科を中心とした有名市場材から, 多数のいわゆる「未利用樹種」のまざったものに変化することが予想されている。これに対応するため, 南洋材の識別に関する研究が継続され, その対象樹種の範囲が広がって来ており, それらの識別に必要な多くの資料が集積されている。また, 「未利用樹種」が中心となっているパプア・ニューギニア産材についても研究が行われた。また, 上述の熱帯材の識別の研究ならびに日常の鑑定業務の実行に欠くことの出来ない木材標本の収集が精力的に行われ, 標本数は日本で最大のものとなって来ている。このように熱帯材識別に関する研究成果の集積および大量の標本保存数などによって, 林業試験場は日本のみならず太平洋地域において, 熱帯材の識別に関連した研究の主導的な役割

を果しており、わが国の熱帯材利用および研究に大きく貢献している。

5) 生長と材質¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾

木材生産に当って良質材の生産が大きな課題となっているが、品質を考慮した木材生産のためには、材質に影響を及ぼす因子の解明、木材の品質の把握が木材研究の側で十分に行われ、生産への提言がなされなければならない。このために、次のような研究が取上げられた。

新しい研究手法の適用が比較的少なかった材質と生長との関係に関する研究分野で、デンストメトリーが導入され、日常の研究手法として定着したことは注目すべきことである。これは、ソフトX線とデンストメーターを組合せた手法で、X線写真により表現された年輪内の密度の連続的な変化を、後者により濃度曲線に書きあげるものである。材質研究の分野において、従来、非常に重要な指標として用いられて来た晩材率は通常、年輪ごとに色調を肉眼的に測定して来ており、その判定については常に論議がされて来たものである。この手法によって、晩材と早材の境界を数値によって定めることが出来、正確な晩材率の算定が出来ることになった。また、年輪内の比重の変動が連続的に把握されるため、年輪構造に影響を及ぼす因子が、どの部分に、何時、どのように働いたかを、より正確に記載することが出来る。この手法の導入により、NP、PK、NPKなどの肥培によって年輪内におこる比重の変動の違いの解析および別項で述べるように光化学オキシダントなどによる公害の木材の構造に及ぼす影響の解析がより精密に把握されるようになり、この分野の研究成果が多く出された。また、この手法の導入により日常の研究の際における比重の測定が迅速にかつ、より精度高く行われるようになり、多くの分野の研究が恩恵を受けている。

広葉樹材の欠点の一つである引張のアテ材の識別方法を検討するたのポプラを使って調査を行った。この結果、チェンソーによって切断すると、ゼラチン層の引抜けが多く光沢に差があるので、最も簡単な肉眼的識別法になる。また、軽度あるいは局部的に形成された引張りアテ材は円板を染色した後、鉋削すると明確に区分出来る。また傾斜に伴って引張のアテ材で占められる率は増加することがわかった。

6) 材質育種¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾

カラマツの材質指標のうち、用材として用いる際に、最も大きな欠点要素となる繊維傾斜度の変動の解析が行われ、別項に述べているように、この成果を育林的な手法を用いることによって、繊維傾斜度の少ない（したがって木材の狂いの少ない）カラマツを選抜していくための基礎が確立された。

昭和36年度から開始された「アカマツの材質育種に関する研究」は、すでに母樹に関する調査を終わり、成果は報告されている。これに続いて、母樹から得られた子供苗が広島県と岩手県の試験地に植栽され撫育が続けられて、すでに18年が経過し間伐が必要となった。この時期を利用して、当初の計画通り、間伐木の重要な材質指標について調査を行い、それらのファミリー内および間変動、親と子の間の関係などの検討を行うため、先づ岩手県の試験地から試料木が採取された。当初、母樹について取上げられた調査項目は、非常に多数であったが、すでに行われた研究

成果に基づいて、材質指標としては、比重、年輪構成、収縮率、繊維傾斜度、仮道管長などに関連した項目である。

また、当初調査項目として取あげられていなかった繊維傾斜について調査が行われ、すでに発表されているカラマツの繊維傾斜の変動とほぼ同じ傾向があり、さらに、繊維傾斜度の指標として最大繊維傾斜度が特えられることが判り、上述のようにアカマツの材質育種の研究の中で材質指標の一つとして取あげることにした。

7) 用材の品質²³⁾

間伐材等の小径材からの製材品は、断面寸法が小さく、心持ち材が多く、したがって、乾燥に伴って狂いや割れが生じ易い。これらの製材品を構造用材として使用するためには、用途や施工条件に対応して、欠点の許容限界を明らかにする必要がある。このために構造に組込まれた部材の狂いや割れの調査を行った。このため、施工前の製材品（断面寸法 4.5 cm, 5.5 cm, 7 cm）について乾燥前および後、品質調査を行い、その結果と、構造に組込まれ部材の変形（単体パネルおよび構造物の狂い）との関連を求めた。製材品の狂いについて最も大きく影響する因子としてはアテの分布、繊維走向角度などがあげられることが明らかになった。また構造に組込まれた場合には乾燥に伴う部材の狂いはかなり抑制されることも明らかになった。

8) 熱帯造林木の材質

熱帯産の天然木からの木材の基礎的性質、加工、利用的性質などに関する研究は、すでに行われて、その成果は発表されている。今後の熱帯地域における森林資源の状況を考えると、造林木についても同様な研究が必要である。とくに、すでに試験造林の域を超えて、商業的な森林の造成が行われているような樹種については、今後の木材工業への利用指針を提出するためにも必要であると考え。現在まで、造林され、かつ、今後その面積が増大することが期待出来る樹種として、カリビアマツ、カメレレ、その他を選んで、その基礎的性質、樹種によっては、その加工・利用的な性質を含めて検討を行っている。

(須藤 彰司)

文 献

- 1) 鈴木正治ら：建築用木材の部材化に関する研究（第3報）木質パネルの透過損失，林試研報 306 (1979)
- 2) 斉藤寿義：木質壁パネルの熱貫，流率，林試研報，312 (1980)
- 3) 葉石猛夫ら：木造試験住宅の温熱的性質第一報，冬季における和室内の温度分布，林試研報，330 (1984)
- 4) 葉石猛夫：Basic modes of water absorption by woods 1. 木材誌，26(8) (1980)
- 5) ————： “ II 27 (11) (1981)
- 6) 木材部・木材利用部：日本産主要樹種の性質・木材の性質一覧表，林試研報，319 (1982)
- 7) 須川豊伸： “ 組織構造的性質（第1報）主要広葉樹の繊維長，林試研報，306 (1979)
- 8) 木材部・林産化学部：南洋材の性質，21，南洋材の材質および加工性の評価，林試研報，277 (1975)
- 9) 未利用樹種研究班：パプア・ニューギニア材の加工的性質，第1報，林試研報，292(1977)
- 10) 未利用樹種研究班：パプア・ニューギニア材の加工的性質，第2報，林試研報，292 (1977)
- 11) Syoji Sudo : Some anatomical properties and density of the stem of coconut palm (Co-

- cos nucifera*). with consideration for pulp quality. IAWA Bull. 1 (1980)
- 12) 緒方 健：南洋材の識別(1)～(95) 木材工業 30(4)～38(10) (1975～1983)
 - 13) 太田貞明：ソフトX線による樹木の年輪構造解析 (第1報) 木材誌, 24 (1978)
 - 14) ————：ソフトX線による樹木の年輪構造解析 (第2報), 木材誌, 24 (1979)
 - 15) ————：ソフトX線による樹木の年輪構造解析 (第3報), 木材誌, 27 (1981)
 - 16) S. OHTA et al. : Effets de divers modes de fertilisation (N. P. K.) sur certaines caractéristiques physiques, chimiques, mécaniques et propriétés papeteries du pin maritime des Landes (*Pinus pinaster* Ait.)1. Ann. Sci. for. 40 (1983)
 - 17) 須藤彰司：アカマツ仮道管長の変異について (第11報), 木材誌, 22 (1976)
 - 18) ————：アカマツ仮道管長の変異について (第12報), 木材誌, 23 (1977)
 - 19) Syoji Sudo : Relation between pulping properties and tracheid length of a one-year-old branch and the whole trunk in Akamatsu (*Pinus dendiflora* Sieb. & Zucc.) Appl. Pol. Symp. 28 (1976)
 - 20) 中川伸策：カラマツ樹幹内における旋回木理の分布とその出現型, 林試研報, 248 (1972)
 - 21) ————：カラマツの母樹とクローンの繊維傾斜度の関係, 林試研報, 312 (1980)
 - 22) 斉藤久夫ら：間伐材の利用技術の確立に関する研究, 研究成果, 154, 技術会誌 (1984)

2. 木材物理加工

木材を物理的に加工し、製品化するにあたり、主要な工程には製材、乾燥、各種機械加工、集成加工がある。上述のような木材需要の低迷、原木の多様化、低質化のなかで、これらの加工技術研究も従来の高加工精度、高能率を追求する方向とともに、各種原木の特性に適合した効率的な加工技術に重点をおいた研究が行われてきた。

この期間における木材物理加工関係の研究動向および研究業績の概要を以下に紹介する。

1. 特別研究等

49年～51年にわたり未利用材の利用技術に関する研究が行われた。熱帯広葉樹林のうち、太平洋地域からの樹種は東南アジアの樹種に比べ、わが国ではなじみも少なく、また、小径木、軽軟材、重硬材が多く、これらの利用推進は資源国、消費国の両者から強く要請されてきた。このような背景から、パプアニューギニア産材42樹種について、各樹種の基礎的な性質のほか、鋸断性、乾燥適性、飽削性、接着性、塗装性、曲げ木加工適性、釘打ち適性などの挽材加工、単板切削、単板乾燥、単板接着などの合板製造試験のほか、化学的加工の諸試験が行われた。これらの試験の結果、各樹種の特性が明らかとなり、用途に関する指針が得られた。また、このことによって、その後の太平洋地域からの木材の適切な利用に貢献することができた¹⁾。

間伐材の利用技術については別にくわしく述べられているので、ここでは省略する。現在進行中のものでは、針葉樹林木の単板積層加工技術(59～61年)がある。来るべき国産化時代には、針葉樹造林木が大量に出材されることになるが、従来、主流をなしてきた製材品としての利用だけでなく、単板積層材として利用をはかろうとするもので、スギ、アカマツについて研究が進められている。

2. 製材

低成長経済を迎えてからの製材業界は原木事情や製品市場の構造変化から従来までの存立基盤

が沈下してきているので、そこに企業の革新と効率的な運営を図ることが急務となっている。この問題解決のためには実効的な経営管理の在り方を設定する必要があり、製材業の経営実態調査をつうじて、経営管理技法について検討を加えた。その結果、内陸製材のうち、間伐材等小丸太の製材工場を対象として、その基本的な管理方式を明らかにし、新規工場の設立に際し、この方式を役立てることが可能となった。また、構造不況下の国産材を対象とした製材工場について、原木の形質、木取り方法、生産方式などの現状を分析し、それにもとづいて製材方式の適切な方向について検討を加えた。全国6地域のスギを主とした製材工場は9タイプに分類できたが、大きくは役物製材工場と並物製材工場とに区分でき、前者については能率よりも価値歩止りを視重した製材方式を、また、後者については製材ライン全般にわたる自動化により能率向上をはかり、低コストを目的とした製材方式をとるよう提言できた⁸⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

帯のこによる木材の切削は木材加工の基本ともいえるべきものであるが、その鋸断性の判定法には切削抵抗、ひき材面の品質、送り速度とひき曲り、使用のこの寿命の長短、所要動力など種々の因子によっているが、それぞれ一長一短がある。そこでひき材抵抗についてより簡易に行なえる方法を検討したが、その結果、鋸断性の判定法としてほぼ妥当なものであることを確かめ、また、樹種べつの最適ひき材条件を見出すために役立つことが明らかになった⁷⁾。

樹種べつの鋸断性については、未利用南洋材 32 種のほか、熱帯産造林木についても試験を行ない、これらの樹種のひき材特性を明らかにするとともに、ひき材に必要な製材機の動力設定の指標を得ることができた¹⁾⁸⁾。

南洋材の原木事情から今後重硬材の利用も必要となるが、重硬材は通常の鋸では鋸断の困難なものが多い。このような材を製材するため新たに開発された超硬加工帯鋸について性能を調べ、実用化の可能性を示した⁹⁾。

間伐材から角材を採材する場合、背板落しを一種のチップーにより行い、角材とチップを一工程で生産する型削り方式について、機械を試作し、切削条件、切削性能について検討を加えた。当初、加工面の節周辺に逆目ぼれが生じたが、刃物の形状やその取り付け方法を工夫して、逆目ぼれを実用上支障のない程度にまで軽減することができた¹⁰⁾。

3. 機械加工

従来、一般に使用されている単板厚さは 3 mm 程度までであるが、原材料や製品の多様化のなかで厚単板の要求が高まっている。これにこたえるため、ベニヤレースによる厚単板の切削について検討を加えた。バクチカンについて最適切削条件を求めながら切削した結果、厚さ 10mm 程度までは一応使用可能な水準以上の単板が得られることがわかった。しかし、アンペロイでは原木に割れが生じ、ラジアタパインでは面粗さが著しく大きくなるなどして、厚さ 5~6 mm までが限界であり、樹種による差が著しかった。

また、ベニヤレースによる単板の切削諸現象を解明するため、切削時に単板内に生ずる裏割れの形成過程を検討し、単板品質に対する切削条件の影響を切削応力の状態から説明することができた¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。

たてつぎ材に関しては、枠組壁工法枠組材のほか、LVL のたてつぎ、たてつぎ材を貼り合せて作った角材、生材のたてつぎ、スギ小丸太のたてつぎなど種々の用途面についてミニフィンガーの性能を求めた。また、ミニフィンガー材を構造用に使用しようとする際、市販の製品では接合有効率にバラツキが大きく、普及上のネックとなっているが、この解決のため、加工工程上の問題点を検討した^{9),10),14),15),16)}。

傘形状のディスクにカッター刃を取り付け回転させて鉋削するベベル型カッタープレーナを試作し、その得失を検討している。従来の回転かんなに比べ、騒音が少ないこと、ナイフマークが浅く、リップル幅を広くすることなどが期待できる。

木材工業において、木材製品が量産化され、また、高度な加工精度が要求されるにつれて、穴あけ加工においても合理的な作業基準の作成が望まれてきた。このため、穴あけ加工について、国産材、南洋産材を対象に、種々の切削条件について系統的に検討を加え、作業基準についての基礎資料を蓄積した¹⁰⁾。

直径が1/10 mm オーダーのノズル孔から高圧で噴射するジェット水流のエネルギーにより木材を切断する新しい木材加工法について、実用化の可能性を検討した。種々の切断条件の検討のほか、水による材料の濡れを少なくする方法についても検討を加え、実用の際の指針が得られた¹⁸⁾。

木材の接合のうちでも釘による接合は他材料にみられぬ木材独特の接合法といえるが、その接合力の一つである引抜き抵抗について、日本産材、米材、ソ連材および南洋材の多くの樹種をとりあげ、一覧表を作った¹⁹⁾。

4. 乾燥

未利用樹種の利用を考えると、乾燥の難易は各樹種の利用適性を評価するうえで重要な因子となる。パプアニューギニア材をはじめ、多くの未利用樹種について乾燥性を求め、各樹種の利用上の指針を得てきた。また、多くの南洋材について、乾燥スケジュールを求めてきたが、それらを総合的に検討し類型化をはかった。この類型化したスケジュールは乾燥スケジュールの未知な新らたな樹種の乾燥スケジュールの決定に役立つものである^{1),20),21)}。

従来、わが国の在来建築工法における針葉樹材の構造材はほとんど生材またはそれに近い状態で使用されてきたことから、針葉樹材の人工乾燥はほとんど行われていなかったが、ツー・バイ・フォー工法や、プレハブ工法などの建築が導入されると、乾燥を必要とする部材が多く、針葉樹材の人工乾燥の必要性が生じてきた。そこで、100℃以上の高温を用いる乾燥法を適応し、その得失を検討した。その結果、乾燥所要時間の短縮、熱エネルギー費の節減、やにの除去などの利点がある反面、狂いの増大、節の脱落、褐色化などの不利があった。断面の大きい材、損傷の出易い樹種などを除けば、本法は針葉樹材の乾燥法として適用できることが確かめられた²²⁾。

樹種の多様化、大寸法乾燥材の需要の増大などから、木材を減圧下で乾燥する方法に関心が高まってきている。そこで、空気加熱一減圧を繰り返す減圧乾燥法について、その得失を検討した。その結果、通気性の良い樹種では材の厚さが厚くとも乾燥時間は著しく短縮できること、収縮率が比較的小さいこと、材色もよく仕上がることなどの利点があったが、通気性の悪い樹種では乾

乾燥時間の短縮は期待できず、本法は樹種によって効果に著しく差異のあることが認められた²³⁾。

乾燥による損傷のうち表面割れは収縮とともに材のクリープおよびセットの発生に大きく左右される。そこで、このクリープとセットについて、乾燥条件との関連性を検討し、損傷のない乾燥についての指針が得られた²⁴⁾。

単板の乾燥については、未利用材の樹種べつの乾燥性を求めるとともに、厚単板の効果的な乾燥方法、新しい単板乾燥法として、マイクロ波による方法について検討を加えている¹⁾。また、石油ショック以来、木材工業の廃材を燃料として利用しようとする気運が再び高まった。そこで、木屑をボイラ燃料として利用する際の廃材の性質、焼焼方式、熱効率、評価、煤塵の除去などの諸問題について検討し、廃材を燃料として有効に利用するための指針を示した²⁵⁾。

5. 集成加工

集成材用ラミナの評価と品等区分およびその組合せ方法を確立するため、県林試・林産試の協力を得て、ラミナおよび集成材の強度性能に関するデータを集積し、これにもとづいて、わが国の実情に即したラミナの目視法および機械的等級区分を提案した。また、集成材の等級と許容応力度に関する改正案を提示し、建設省告示 1799 号に採用された^{2),26)}。

集成材の耐久性と耐腐朽性を明らかにするため、各種製造条件により作製した集成材を屋外ばくろし、耐久性を調査している。10 年経過したエゾマツ集成材では、旭川市における劣化度が、他の八王子市、高知市におけるものより低いこと、防腐処理の効果が顕著なことが明らかになった。また、既存の集成材建築の耐久性実態調査を実施し、20 年経過後も十分な安全性を保持していることが判明した。また、集成材の耐久性の評価に関する試案を作成した²⁷⁾²⁸⁾。近年、優良材の払底から集成材の表面には化粧単板が薄くなる傾向が認められる。そこで、集成材の美観を維持し、使用に支障のない単板の限界厚さを把握する必要が生じ、表面割れについて検討して、化粧単板の厚さについての基準を求めた²⁹⁾。

間伐材はその性質からできるだけ簡易な集成加工法が望まれている。そこで、心持ち角材を生材のまま集成ブロック化する方式について検討を加えた。その結果、スギ間伐材を用いて製造されたラミナの接着性は良好であり、反り、狂いも主伐材によるものほとんど孫色がなかった。また、実用的なブロック接着のための簡易圧縮方式を開発し、製造法に関する特許を出願した¹⁰⁾³⁰⁾。近年の原木事情は樹種の多様化、小径化により、同一樹種の入手に支障をきたすことも多くなっているが、このような場合、集成材の製造にあたり、異樹種混合接着のはたす役割は大きい。そこで、30 樹種を対象に接着耐久性を主体に検討を加えた。その結果、接着剤の種類により、接着耐久性の不満足な樹種の組合せもあったが、ラミナ厚さを薄くすることにより接着耐久性を向上させることができ、また、他のほとんどの組合せにおいても十分な接着性が得られていることから異樹種接着集成材の実用化の可能性が得られた³¹⁾。

単板を繊維方向に平行にして積層した新しい軸材料である単板積層材が使用され始めた。建築構造材として使用される可能性のあるラワンおよび針葉樹 6 樹種の単板積層材について曲げ強度性能試験を行った。その結果、曲げヤング係数は構造用集成材と同等であり、曲げ強さは 1 層

おきにバットジョイントを設けた場合は普通構造材並み、2層おきの場合はこの15~25%増の性能があった。これらの結果から単板積層材の許容応力度を誘導しうる見直しが得られた。また、この外に、単板積層材の製造方法、種々の製造条件で作製された製品の性能について検討を行っている。

木製パレットの安全性、耐用性、保全性をはかるため、製造条件と性能を調査している。使用材の強度性能、釘の保持力、パレットモデルについての強度性能を調べ、木製パレットの構造計算法について検討を加えた³³⁾。

(中野 達夫)

文 献

- 1) 未利用樹種研究班; パプアニューギニア材の加工の性質 (第1報), 林試研報, 292, 27 (1977), (第8報), 林試研報, 299, 105 (1978), (第9報), 林試研報, 299, 151 (1978)
- 2) 木材部: 枠組壁工法のための建築用木材の強度等級区分法確立に関する研究, 農林水産技術会議, 研究成果, 111 (1978)
- 3) 西村勝美; 製材工業の展開構造と地域類型の特徴, 木材工業, 32, 7 (1977)
- 4) ———: 三重県松坂地区における間伐材等小丸太の流通と加工, 林業技術, 428, 29 (1977)
- 5) 西村勝美ら: 針葉樹小径材の製材と加工法に関する試験 (針葉樹小径材の利用調査と製材試験), 52年度林業試験研究報告書, 513 (1979)
- 6) 製材工業の構造変化と新展開, 林業経済誌, 100, 67 (1981)
- 7) 小西千代治ら: 帯のこによる鋸断性, 木材工業, 33, 19 (1978)
- 8) ———: 帯のこの挽材抵抗, ひき材所要動力, 木材工業, 33, 20 (1978)
- 9) 藤原勝敏ら: 超硬加工帯鋸の鋸断性(I), 木工機械, 115, 12 (1982), (完), 木工機械, 116, 21 (1983)
- 10) 林業試験場, 奈良県林業試験場, 岐阜県林業センター: 間伐材の利用技術の確立に関する研究, 農林水産会議, 研究成果 154, (1984)
- 11) 木下叙幸: 単板切削における刃先形状の影響 (第1報), 林試研報, 306, 25 (1979), (第2報) 林試研報, 306, 65 (1979)
- 12) ———: 単板形成過程の解析 (第1報), 木材誌, 29, 871 (1983), (第2報), 木材誌, 29, 877 (1983), (第3報), 木材誌, 30, 32 (1984)
- 13) ———: 厚単板切削において単板品質に及ぼす切削条件の影響, 林試研報, 326, 9 (1984)
- 14) 星 通: 縦つぎ材を貼り合せた角材の性能, 木材工業,
- 15) ———: ミニフィンガージョイントによる高含水率製材品の縦つぎ (第1報) 木材工業, 34, 19 (1979), (第2報), 木材工業, 34, 16 (1979)
- 16) ———: 構造用針葉樹 LVL のたてつぎ, 木材工業, 33, 277 (1983)
- 17) 小松正行: 木質材料の穴あけ加工性, (第3報), 木材誌, 23, 640 (1977), (第4報), 木材誌, 24, 26 (1978), (第5報), 木材誌, 24, 526 (1978), (第6報), 木材誌, 24, 692 (1975), (第7報), 木材誌, 25, 111 (1979), (第8報), 木材誌, 25, 117 (1979), (第9報), 木材誌, 25, 573 (1979), (第10報), 木材誌, 25, 582 (1979)
- 18) ———: 木材のウォータージェットによる切断加工, (第1報), 木材誌, 27, 79 (1981), (第2報), 木材誌, 27, 179 (1981), (第3報), 木材誌, 28, 788 (1982), (第4報), 木材誌, 29, 750 (1983)
- 19) 小西千代治, くぎの引抜き抵抗, 米材6種, ソ連材5種ならびに南洋材21種, 林試研報, 297, 196 (1977)
- 20) 久田貞典か: 材質特性による南洋材の乾燥スケジュールの予測, 木材誌, 22, 498 (1976)
- 21) 佐藤庄一: 南洋材の乾燥性の変わりだね, 木材工業, 33, 35 (1978)
- 22) 鷺見博史: 木材の高温乾燥 (第1報), 木材誌, 24, 385 (1978), (第2報), 木材誌, 24, 391

- (1978), (第3報), 木材誌, 28, 489(1982), (第4報), 木材誌, 28, 750 (1982), (第5報), 木材誌, 29, 105 (1983)
- 23) 筒本卓造ら: 木材の空気加熱・減圧法による乾燥試験, 木材工業, 33, 538, (1978)
- 24) 久田卓典: 木材乾燥におけるクリープとセット (第1報), 木材誌, 25, 688 (1979), (第2報), 木材誌, 25, 697 (1979), (第3報), 木材誌, 26, 233 (1980), (第4報), 木材誌, 26, 519 (1980), (第5報), 木材誌, 27, 381 (1981), (第6報), 木材誌, 27, 390(1981)
- 25) 筒本卓造: 木材工業廃材の燃料としての利用 (1), 木材工業, 33, 52 (1978), (2), 木材工業, 33, 104 (1978)
- 26) 藤井 毅ら: 国産材によるラミナおよび集成材の品等区分, 53年 林業試験研究報告書, 47 (1980)
- 27) 森屋和美ら: エゾマツ集成材の耐候性, 木材工業, 38, 20 (1983)
- 28) 藤井 毅: 集成材建築の耐久性調査(I), 木材工業, 35, 443 (1980), (II), 木材工業, 35, 495 (1980)
- 29) 菅野義作ら: 市販の化粧貼り造作用集成材の表面割れに対する抵抗性試験, 木材工業, 34, 401 (1979)
- 30) 森屋和美: 簡易圧縮集成ブロック加工法, 特許出願番号 56-11865 (55年度)
- 31) 森屋和美: 異樹種混合接着集成材, 林試年報, 58 (1976)
- 32) 藤井 毅ら: 単板積層材の強度性能(I), 木材工業, 37, 367 (1982), (II), 木材工業, 37, 424 (1982)
- 33) 藤井 毅: 木製パレフトとその現状, 熱帯林業, 69, 10 (1983)

9. 木材利用部門

この10年間ににおける原木供給, 外材事情, 製品輸入, 木材需要などの変遷は木材部門と同じであるので省略するが, それ以外に, 貿易摩擦に関係した関税引下げ, 非関税障壁撤廃問題はますます深刻の度合を深めてきている。このように国内外の情勢は, わが国の木材関連産業にとってはきびしい環境にあり, この危機克服のため産業構造の改善, 企業体質の強化, 木材の需要確保と用途開発について官民あげて取組むべき情勢になっている。技術的な面では, 当該部門に最も関連の深い建築の分野において, この10年間に国民の住宅に対する要求は次第に量の充足から, 質の向上への転換が求められ, 建築工法の変化や住宅性能に対する多様化した要求への対応と住宅の安全性, 耐久性, 居住性などの質的向上を強く求められている。

このような背景のなかで, 昭和52年11月に財団法人日本住宅・木材技術センターが設立され, 住宅に関連した木材利用技術の開発を行うことになった。これと相前後して, 昭和53年4月に林業試験場が目黒から筑波に移転するに際して, 木材利用技術の開発を主たる目標とする部門として, 木材部から分離拡充した木材利用部の新設が認められた。

その後は同センターのなかに, 建築と木材に関連のある人々による各種委員会を組織し, 建築における木材利用技術の開発と設計資料の整備など多大の成果を上げてきた。そのなかで当該部門は主要な役割を果たしてきているとともに, また, 間伐材利用の特別研究, 地震に対する既存木造住宅の性能向上のための科学技術庁プロジェクト研究, 貿易摩擦に関連した農林規格改正のための資料の提供など, 多くの成果を上げてきた。その内容を「木材構造利用」「木材保存技術」「廃材利用」の3つの専門に分けて, 10年間の歩みをまとめた。なお, 「木材構造利用」は主として

木材利用部構造利用料の成果を、他の2つの専門分野は主として同部資源利用料の成果をまとめたものである。

(雨宮 昭二)

1. 木材構造利用

木材利用の過半を占める建築材の分野においては非木質系材料の進出が著しく、新設着工住宅の木造率は昭和49年の66%から昭和59年には50%に低下している。しかし木材の需要を安定的に確保することは林業・林産業の存続、ひいては森林を健全に保持するために不可欠なことである。構造利用の面では木材および木質材料を主として建築用の構造材料として利用する場合に必要な資料を整備することを目標に、木材および木質材料の強度性能、木質構造接合部の改良・開発、構造体の強度解析、材料製造および建物施工時に接着剤を応用する技術などの研究が進められている。これらの成果は農林・建設行政に直接反映されており、この10年間の主なものとして次の諸事項を挙げることができる。すなわち枠組壁工法構造用製材のJAS制定および改正、合板類のJAS改正、集成材のJAS改正、建築基準法施行令改正、くぎ類のJIS制定および改正、機械プレカット部材の木質建材認証制度への適用、床組用現場接着剤の認定制度(日本住宅・木材技術センター)、在来軸組工法用接合金物の自主規格制度(同)、枠組壁工法住宅工事共通仕様書の制定および改訂(住宅金融公庫)、木造住宅工事共通仕様書改訂(同)、木質パネル製造基準の制定(日本木材加工技術協会)などである。

このように広く活用されている成果のうち、この10年間の概要を簡単に紹介する。

製材の構造材としての強度性能に関しては昭和49年にオープン化された枠組壁工法に用いられる構造用製材のJAS制定に際し、強度等級区分法が検討され¹⁾、その後の改正にあたっては年輪幅制限に対するニュージーランド産ラジアタパインの取扱い、*Fomes pini* 菌に侵された北米産材の取扱いなどに関し多くの試験が行われた。また国産材有効利用の基礎資料としてスギの正角、平角、たいこ材、丸太など、実大材の強度試験が多数行われ、強度による等級区分の基礎資料としての曲げヤング係数と曲げ強さとの相関についても多くの資料が蓄積され、実大材の強度に影響する因子の解析が進められている。自由振動法によって測定した動的ヤング係数と曲げ強さとの相関も有意であり、実用的な可能性のあることが明らかになった。節による強度低減を節周辺の繊維走行の乱れから推定する研究²⁾のほか、長年にわたり行われた日本産35樹種についての無欠点小試験体による強度的性質がとりまとめられた³⁾。これらの成果は建築基準法施工令改正の際に参考とされた。林野庁が推進している7×7工法に関連してスギ、ヒノキ7×7材の実大曲げ試験、この工法に用いられる箱型梁の設計荷重および雪荷重に対するクリープ挙動も長期間にわたり測定された。倉庫に製材品を備蓄した場合の商品としての材質変化、備蓄法の改善策についても検討が加えられた。

建物の強度部材としての用途がひらかれたパーティクルボードに関し、小試験体と実大試験体について強度が測定され、試験体のサイズ効果が明らかにされた。

筑波移転に際し実大木構造体の耐力試験設備が整備され、この面での研究は著しく進展した。移転直後の昭53・6・12に発生した宮城県沖地震による木造家屋の被害を機に「既存木造住宅の

耐震・耐火度判定法および補強工法に関する研究」が当時、建築研究所、国立防災センターの共同研究として開始された。この研究の中で、住宅工法を類似化した試験体や実際の住宅に静的ならびに振動によって水平力を加え、剛性ならびに耐力を測定することにより各種の補強効果を定量的に比較した。これらの実験手法はその後の既存住宅の構造耐力調査、各種面材による耐力壁の評価、間伐材利用による実大建物の試験⁴⁾などに応用され、木造住宅にも一般の振動理論が適用できることが判明した。

また、木質パネル、耐力壁の耐力に関する試験が実大試験体により数多く行われた。これらの中で、日・米間における試験方法の差と試験結果との相関が明らかにされ⁵⁾、耐力壁の理論的な解析と実験によるその有効性の検証が行われた^{6),7)}。各種の面材を使用した耐力壁の壁倍率の実験値は、昭和56年の建設省告示第1100号（軸組構法に使用する面材の壁倍率の規定）、昭和57年の同告示第56号（桝組壁工法の技術基準）に反映された。

床の耐力に関しても広い室空間を求める住宅傾向に応える一環として、実大試験体での試験が材料、施工法を変えて多数行われ、変形状と剛性が明らかにされた。モデル的な床および実際の建物内の床を使つての歩行および振動実験なども行われ、モデル床と実際の床との剛性の差が明らかにされ、さらに床の固有振動数を求める方法が提案された。合板箱型梁についても強度性能が確認され、スパン表が作成された^{8),9)}。

在来構法木造住宅に利用される各種の接合金物類、大断面材による木構造物に応用されるグルーラムリベット、シアプレートとスプリットリングなど各種の接合金物類について、接合耐力、繰返し加力試験などの資料が蓄積され、接合金物類の標準化、耐震補強法などに関し有効な資料を提供した^{10),11)}。さらにこれらの接合金類による構造体の試験も併せて行われた。

この10年間、木造住宅に大きな被害をもたらす地震が頻発した。これらの際には事情のゆるす限り調査団を派遣して被害の実態調査を行い、より安全な住宅のための問題点の発見に努めて来た。木造住宅の耐震強度は過去における大地震の教訓と研究成果によって改良されて来ており、最近では地盤、基礎、工事法などに起因する被害が多く観察されているが、実験室的な耐震強度向上の試験のみならず、被害現場における検証は今後も続けて行く必要がある。

住宅の構造安全性向上の立場から古い建物についての耐力および補強効果の試験、耐久性向上の立場から部材・部位ごとの含水率調査が多数行われ、地震の調査例同様、研究成果の検証と今後の発展方向への資料収集が行われている。

接着剤応用技術の最も大きい分野である合板に関しては、従来の原木樹種に代わるものを探る趣旨から、未利用だった南洋産樹種、外国産針葉樹、国産針葉樹などの単板について接着適性、接着条件の改善試験が行われ、工場で試作された実大合板について曲げ、ローリングシア、ロールシア、圧縮、釘せん断耐力、衝撃などの強度評価が行われた。合板から放散するホルムアルデヒドに関しては当時における試験結果などを基にして3段階の規格値がJASに取り入れられた（昭55・9）。この基準により格付けされた製品について、住環境に近い条件下での経時変化、温度の影響などが測定され、JAS製品のホルムアルデヒド放散挙動が明らかにされた。

構造用合板の JAS は南洋産樹種によるものを主な対象としていたが、北米産の針葉樹合板にも適用できるように改正することが外交上の懸案となっていた。これに応えるため、接着性能の評価、無欠点小試験体と実大試験体との強度比、節の強度への影響などが幅広く試験された。これらの結果は構造用合板の JAS 改正(昭 57・12)の基礎試料となった。JAS 改正、国際規格制定などと関連して、接着強さ試験法についても検討が加えられた^{12), 13)}。

木材の接着は乾燥した材を集成するのが原則である。しかし高含水率材を接着できれば特定の条件の下では工程の簡略化、歩止まり向上、乾燥による狂いの大きい間伐材の利用などに好ましい効果を期待できる。そこで新しいタイプの市販接着剤のスクリーニングテスト¹⁴⁾と、従来の接着剤の改良などが試みられ、エポキシ系接着剤、水分架橋型のウレタン系接着剤、縮合を進めて粘度を高くしたレゾルシノール系接着剤が好結果を示すことが判明した。このうちすぐれた耐候性がすでに確認されているレゾルシノール系接着剤を利用して、間伐小径木の形質に見合った製品をコストのあまりかからない加工法で製造する技術開発が行われた。それは小径木や背板からとった小幅板を幅はぎして、広幅の建築用下地板を製造しようとするものであり、このような材料を能率よく製造するための実用機械の設計・製作も行われた¹⁵⁾。この種の機械で連続生産された材料は実用化されるに至っており¹⁶⁾、その普及が期待される。

木質材料製造の手段としての接着とは別に、建築現場で接着手法を応用する技術についても初めてとり上げられた。それらの結果、床根太と床下張材とを釘打ち圧締により建築現場で接着する方法は、接着剤を選択することによってかなり極端な作業条件下でもある程度の接着強さを期待できること、釘打ちのみによる施工法よりも床の剛性が増大することなどが確かめられ、床組用現場接着剤の性能試験方法（日本住宅・木材技術センター）、枠組壁工法住宅工事共通仕様書（住宅金融公庫）に反映された。従来、施工時における接着剤の効果は構造計算上認められていなかったが、構造耐力上のメリットがあることが認められた訳であり、これらの技術は今後も発展させて行く必要のある課題である。

耐火性被覆板としての多孔性無機質材料と木材とをラテックス型クロロプレンゴム系接着剤で接着する試験が行われ、無機質材料の表面をアクリル樹脂またはウレタン樹脂などでプレコートすれば十分な接着効果が得られることが明らかとなった。また超大形集成梁など、木質大形部材の二次接着法として、部材間にガラス繊維をはさみ、接着部分をシールして減圧し、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂などの非収縮性樹脂を注入する“減圧接着法”が開発され、多くの利点があることが確かめられた。木材に耐熱性を付与する手段としてフェノール系樹脂で処理した木材についてもその処理の効果が検討された。

我が国における宅地事情から、住宅における木造率は低下してきているが、一方、大断面集成材を利用した木造建物の制限が緩和されたことにより、木構造に対する関心が高まっている。また一方では間伐材や国産主伐木の需要開拓も急務であり、小径木も多用した農・畜産用構造物や校倉造り住宅の設計・実大試験も開始されている。再生産可能な木材資源の活用は林業の活性化、ひいては森林の健全化につながるものであり、今後も木材の構造的利用をさらに発展させるため、

必要な資料の一層の蓄積，理論の展開と実験による裏づけが期待されている。

(松本 庸夫)

文 献

- 1) 山井良三郎：枠組壁工法構造用製材の強度等級区分法，新しい技術（農林水産技術会議編）第16集，207～211（1978）
- 2) 畑山蟻男：有節材の強度推定に関する研究，林試研報，326，69～167（1984）
- 3) 中井 孝・山井良三郎：日本産35樹種の強度的性質，林試研報，319，13～46（1982）
- 4) 平嶋義彦・神谷文夫・畑山蟻男・金谷紀行：間伐材利用実大建物の加力試験，林試研報，315，39～65（1981）
- 5) ———：耐力壁の面内剪断性能に及ぼす試験方法ならびに壁長さの影響，林試研報，315，15～38（1981）
- 6) 平嶋義彦：木質平面材料の構造的性能に関する研究，林試研報，330，1～139（1984）
- 7) 神谷文夫：木質釘着パネルの非線形曲げ解析（1），基本モデルとしての釘着梁の解析，林試研報，329，121～142（1984）
- 8) 平嶋義彦：合板箱型梁の強度性能，林試研報，294，195～219（1977）
- 9) ———：合板ボックスビームの設計法とスパン表，木材利用部資料，53-5，1～42（1979）
- 10) 金谷紀行：木構造における接合金物（1），（2），木材工業，31，375～378，423～427（1976）
- 11) ———：ネイルプレートを用いた接合部の強度性能，材料，32，922～928（1983）
- 12) 唐沢仁志・井上明生：合板の接着力試験片の形状と接合強さ，木材工業，39，124～128（1984）
- 13) 松本庸夫：圧縮せん断接着強さにおよぼす試験片形状と荷重速度の影響，木材工業，34，298～301（1979）
- 14) 唐沢仁志・柳下 正：10種の接着剤による生材接着性能試験，木材工業，33，291～293（1978）
- 15) 千葉保人：小幅板を幅はぎした建築用下地材，木材工業，36，339～342（1981）
- 16) ———：間伐小径木による建築用下地材の製造法，新しい技術第20集，250～256（1983）

2. 木材保存技術

この10年間には筑波移転があり実験施設，機器などがおおきく整備拡大し，また研究組織に変化もあり表題の内容のみならず，もとの材質改良部門の研究の内容にも，ここで触れることになる。

林業試験場が目黒にあった時代の材質改良科でおこなっていた研究のうち，合板，集成材，パーティクルボードなどの接着剤を使ったいわゆる改良木材は，それぞれ他の部門に移ったが，木質セメント板や主として有機薬剤を使用した寸法安定化処理，耐候性向上技術，そしてさらに塗装全般の分野は，防腐，難燃とともに現在の木材の耐久性向上を目的とする研究の枠の中におさまっている。

1. 木材の防腐防虫

木材および処理材の耐朽性の把握について杭試験は浅川実験林苗畑で，昭和35年以来行なわれており，筑波移転後はさらに農林研究団地7号の暴露試験場でも実験を続けている。杭の腐朽状況について0～5の6段階の被害度評価を行ない，軽度の腐朽およびシロアリ被害の観察された被害度2.5をもってその材の使用可能限界として区分し，材の実用上の耐朽性の指標を与えることができた。各種木材の心材の耐朽性の区分を表1に¹⁾，処理材の区分を表2²⁾に示した。クレオ

表 1. 野外の杭試験による心材の耐朽性区分

区 分	樹 種
I 最大 (9年以上)	カヤ, コウヤマキ ギアム, コキークサイ, コムニヤン, バンキライ, バラウ, レサック, ウリン, リッ ェア, インツィア, ロンリヤン, グメリナ, チーク
II 大 (7.0~8.5年)	イチイ, ベイスギ, ベイヒバ ヒノキ, サワラ, ネズコ, アスナロ, ヒバ, クリ, ホオノキ, ヤマダワ, ニセアカシ ア, ケヤキ, センベルセコイア ブジック, チュテールバンコイ, センガワン, ホワイトメランチ, マラス, セプター バヤ, ケラット, テラリン
III 中 (5.0~6.5年)	イヌマキ, タブノキ, ベイヒ ウラジロモミ, シラベ, スギ, カラマツ, アカマツ, クロマツ, カツラ, ハリギリ, ヤマザクラ, ウワミズザクラ, クスギ, ミズナラ, アラカシ, シラカシ, ダブリカカ ラマツ, バンクシャマツ, チョウセンマツ, ダグラスファー チュテールサル, クルイン, カオウール, ライトレッドメランチ, イエローメラン チ, ボルネオオーク, カロフィルム, ゲロンガン, メンゲリス, スロークラハム, ウオーターガム
IV 小 (3.0~4.5年)	モミ, マカンバ, アカガシ, イチイガシ, ハルニレ, イヌエンジュ コジイ, イチョウ, ベイツガ, スプルース ヒメコマツ, ムクノキ, プナ, イヌプナ, ヤチダモ, オニグルミ, マテバシイ, キハ ダ, コナラ, アベマキ, ヒメシャラ, ストローブマツ, テーダマツ, ハンテンボク ターミナリヤ, エリマ, アビトン, レッドラワン, ニュージーランドビーチ, ジョン コン, ケレダン, カメレレ, タウン, ナトー, イエローターミナリア, レッドブラウ ンターミナリア, パラキウム, プスプラムス, ランラン
V 最小 (2.5年以下)	トドマツ, トガサワラ, ドロノキ, ヤマナラシ, ミズメ シラカンバ, アカシデ, イスノキ, トチノキ, シナノキ, オオバボダイジュ, ハリギ リ, ミズキ, シオジ, アオダモ, キリ, オオバヤナギ, ヤマハンノキ, エゾマツ, ベ ニマツ, ラジアタマツ ハリモミ, イタヤカエデ, クスノキ, イイギリ, サワグルミ, オオバシナノキ キャンブノスパーマ, スポンジアス, アルストニア, ジェルトン, カナリウム, ニュ ーギニアバスウッド, ラミン, ロヨン, チャンバカ, ラブラ, ブランチョネラ, ホワ イトシリス, アンペロイ, カラス, セルチス, クワンドン, マソイア, ダイゾネッ クス, アンチアリス, アルトカルプス, エボジア, スロアネラ, ビメロデンドロン, カ ンジス, バラルトカルプス, ホワイトシリス, ステルクリア, バルサ

ソート油, クレオソート油重油混合および CCA を加圧処理した材は, 非常に良好な耐朽性を示している。

ヒラタキクイムシのような乾材虫に対する薬剤の効果調べるため, これらの虫の飼育法を検討した結果, そば粉を主体とした固形の人工飼料による飼育方法を確立することができた。この事は, 防虫剤の安全化が進むなかで, より低毒性の薬剤を見いだすためにおおいに役立つものである³⁾。

ヒラタキクイムシによる合板の被害を防ぐために, 接着剤中に防虫薬剤を混入して防虫をはかることがおこなわれ, 適正な薬剤添加量を定め, その分析方法を確立することがおこなわれた。

表 2. 防腐処理木材の野外抗試験による耐朽性区分 (スギ辺材)

区 分	
I (18 年以上)	クレオソート油 加圧処理 クレオソート油+重油 加圧処理 クレオソート油+コールドタール 加圧処理 CCA 加圧処理
II (15 ~ 17 年)	TBTO 加圧処理 Na-PCP 加圧処理 硫酸銅 加圧処理
III (12 ~ 14 年)	PF 2 種 加圧処理 PF 1 種 1 号 加圧処理 トリブチルスズオキサイド (TBTO) 加圧処理 PF 2 種 拡散 クレオソート油 2 回塗布
IV (9 ~ 11 年)	ナフテン酸銅 塗布
V (8 年以下)	OPP 加圧処理 ホー素化合物 加圧処理 ホー素化合物 拡散 Na-PCP 浸せき PF 1 号 浸せき Na-PCP 2 回塗布 CCA 2 号 2 回塗布 PF 1 種 1 号 2 回塗布 ホー素化合物 2 回塗布

薬剤は、クロルデンが当初は用いられたが、環境汚染の点から他の薬剤に置き換えられる方向となり、ホキシム、フェニトロチオンなどの非塩素系の薬剤が使用されるようになり、それらの薬剤に対応した適正添加量、分析法が検討されている。

ナミダタケによる被害状況に就ての実態調査を、ナミダタケ対策委員会としておこない、実態を把握するとともに、生理実験、生育環境試験さらにナミダタケ用の防腐剤の性能試験をおこない、とくにこの菌に独特な菌叢拡大防止試験法を確立した。

接着剤混入による防腐合板の防腐効力の確認の試験が始められており、実用化への方で検討が進められている。

カラマツ材のような難注入材の防腐処理について、インサイジングによる浸透促進の検討がおこなわれ、スギなどの間伐材についても同様な研究がおこなわれ、インサイジングと強度の関係についても調べられた。

2. 難焼処理

建築材料の火災に対する安全性能は、内装材料の着火着災、炎の広がり、発生する煙、ガスの毒性防止などの点を加味することになり、昭和 51 年に準不燃および難燃材料の試験方法が改正さ

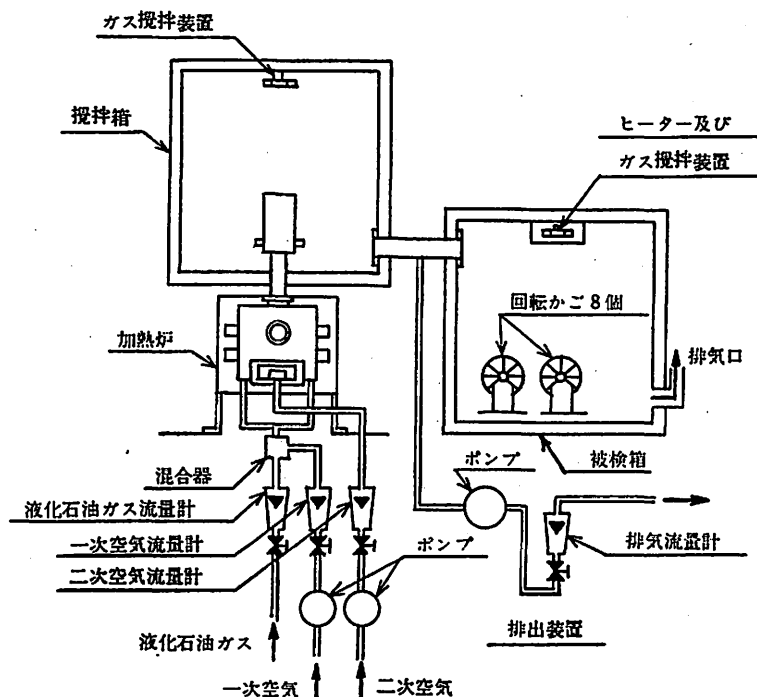


図-1 試験装置の概要

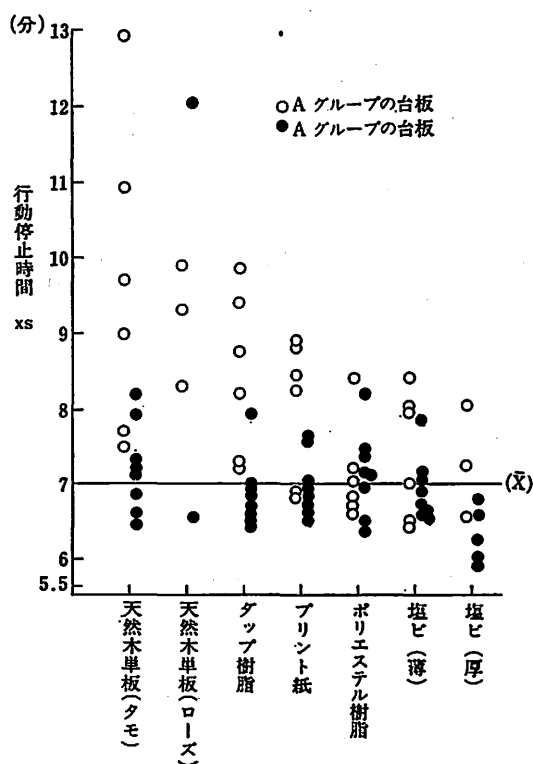


図-2 難燃処理化粧板の化粧別による行動停止時間

れ、建設省告示第1231号ガス有害性試験による煙、ガスの毒性試験の評価が加えられ、この情勢に対応するため指定研究「木質材料の火災時における発生ガスの毒性評価」を設定して研究がおこなわれた。試験装置の概略を図1に示した。回転かごのなかにマウス8びきをいれ、一定の条件で加熱した場合の、マウスの行動停止までの時間を標準材料である赤ラワンと比較し、煙の濃度などを測定するものである。プラスチックによりオーバーレイされた化粧合板とつき板化粧合板についておこなったマウス行動停止時間の結果の一例を図2に示した。 $(\bar{X})$ の値は約100個の標準材料のマウスの行動停止時間の平均値である。ポリエステル樹脂、塩化ビニル樹脂化粧の物は行動停止時間を早める傾向のあることを示している。

建設省、日本住宅・木材技術センターなどとの協力により、住宅部材の防火性について実大の実験や実大家屋の火災実験をおこない、隔壁防火、防火扉、ファイヤーストッパーなどの効果の検討がおこなわれた⁴⁾⁵⁾。木材の燃焼時の挙動を化学的に追跡するため、セルローズあるいは難燃薬剤で処理したセルローズの熱分析をおこなった⁶⁾。

3. 材質改良

塗装された合板の塗膜の劣化による亀裂の発生機構について、木材と塗膜の水分にたいする膨潤率の違いと塗膜の破壊ひずみ、塗膜の粘弾性的性質などとの関係において検討が加えられた⁷⁾。木材の経年変化による諸性質の変化を、暴露試料あるいは100～400年ぐらい経過した古い材の赤外線吸収スペクトル、熱分析、走査型電子顕微鏡などにより検討をおこなった。また素材を100℃前後の温度で熱劣化処理をおこない、同様の測定をおこない、経年変化による劣化の傾向の把握につとめた。

カラマツあるいは間伐小径木の有効利用のひとつとして、木毛セメント板の製造実験を行ない、諸性質を評価するとともに、今後の問題点を明かにした。木毛セメント板は、難燃材料として有望なものであるが、現在行なわれている一般的な製造法式では、建築材料としての均一性に欠けるところが多いので、製造ラインにおける品質管理を積極的にとりいれ、木毛の長さを短くして、厚さむら、密度むらの生じないようにすることが必要であることが示された⁹⁾¹⁰⁾。また、セメントの硬化障害の簡易測定法によりパプアニューギニア材のセメント硬化障害の程度の測定をおこなった。

4. その他

森林エネルギーの有効利用のひとつとして、木質燃料を使用したボイラー、暖房機によるスギ、コナラ、オガライトなどの燃焼試験をおこない、まきなどを燃料とする場合の問題点を検討した¹¹⁾¹²⁾。

木造住宅あるいは木質内装住宅の居住性と耐久性の向上の問題が大きくとりあげられ、既存木造住宅の腐朽度、含水率分布、釘腐食度などが、住宅の部位、使用環境、立地条件、経過年数などとの関連で測定され、多くの知見をえた。

文 献

- 1) 松岡昭四郎・井上 衛・庄司要作・鈴木憲太郎・山本幸一：浅川実験林苗畑の杭試験（第7報）日本産および南洋産材の野外に放置した杭の腐朽経過と耐用年数，林試研報，No. 329, 73～106 (1984)
- 2) 雨宮昭二・松岡昭四郎・庄司要作・井上 衛・鈴木憲太郎：浅川実験林林苗畑の杭試験（第6報）防腐処理杭の18年間の被害度と耐用年数，林試研報，No. 297, 133～155 (1977)
- 3) 鈴木憲太郎：ヒラタキクイムシのマスカルチャーについて，家屋害虫，No. 9-10, 50～54 (1981)
- 4) 上杉三郎：在来工法木造住宅の火災実験，林試研報，No. 322, 1～30 (1983)
- 5) 上杉三郎・福井康夫：屋外壁の簡易防火補強法の評価試験，林試研報，No. 329, 183～201 (1984)
- 6) 平田利美：Changes in Degree of Polymerization and Weight of Cellulose Untreated and Treated with Inorganic Salts during Pyrolysis, 林試研報，No. 304, 77～124 (1979)
- 7) 川村二郎：木材塗装における塗膜割れに関する研究（第3報），木材誌，27, 403～408 (1981)
- 8) ————：塗装合板の塗膜耐久性におよぼす塗膜性能および素地合板の影響，木材誌，30, 214～221 (1984)
- 9) 今村浩人：市販木毛セメント板の吸湿および曲げ試験，林試研報，No. 306, 169～189 (1977)
- 10) 高木 純・大黒昭夫：カラマツ間伐材より製造した実大サイズの木毛セメント板の性質，林試研報，No. 312, 151～165 (1980)
- 11) 平田利美・杉浦銀治：木質燃料による温水ボイラーの燃焼試験（第1報）加熱型ボイラーによる燃焼試験，林試研報，No. 322, 31～53 (1983)
- 12) 平田利美・杉浦銀治：木質燃料によるボイラーの燃焼試験（第2報）貯湯型ボイラーによる燃焼試験，林試研報，No. 322, 55～71 (1983)

3. 廃材利用

森林で生長した樹木は伐採，運搬，加工を経て木材製品となるが，その過程において必然的に不要な部分が分離されて残廃材を生ずる。これら残廃材には伐採時に生じる林地残材と加工の際に排出される木材工業残廃材があり，この他木材を使用した後の廃棄物である住宅解体材やきのこ栽培残廃材が加わる。これらの他に松の枯損木や徐，間伐材等の形質不良材を合せた広範囲のものが廃材利用の対象と考えられる。

かつては残廃材は公衆浴場や一般家庭用の燃料として広く使われていたが，昭和30年代に入って経済の高度成長期を迎えると，安価な原油の大量輸入によってエネルギー需給がゆるむ一方，旺盛な住宅建築需要に支えられて木材業界は活況を呈した。このような状況を反映して，この時期には木材業界は大量に排出される残廃材の処理に頭をかかえる状態であった。しかし石油ショック後は状況が変化し，廃材のエネルギー源としての価値が見直されたことや，業界自体費用をかけて処理していた残廃材を売却に廻して少しでも採算の向上に寄与させる必要が生じたこと，更にはこの屑や樹皮等の用途開発が進んだことなどの理由により，最近では廃材の利用率は大幅に向上している。

廃材利用を目的とした研究は，各部においていろいろな角度から進められて来たが，その主要

なものは燃料としての利用、炭としての利用、チップ化によるパルプやボード原料としての利用、土じょう改良材としての利用、飼料化等であり、更に最近ではウッドケミカルズを目指した研究も進められている。

廃棄物は各種統計資料に載ることが殆どないため、その排出実態を知ることは極めて困難である。木材工業残廃材についても、年次別の排出量の推移を把握できるような資料は乏しい。大型別枠研究「グリーンエネルギー計画」の一環として、我が国の木材工業における残廃材の排出と処理・利用の実態に関する調査¹⁾が行われた。これは日本住宅・木材技術センターによる調査を補足したほか業種別の事例調査および畜産業によるのこ屑使用実態調査²⁾を総合したものである。これによると、調査時点では製材工業残廃材のおよそ90%、合板工業残廃材の99%は何等かの用途に利用されている。利用されずに焼・棄却される廃材のおよそ85%を樹皮が占めている。

間伐材や住宅解体材の中には用材として利用し得るものもあるが、一般に残廃材を利用するに当たってはチップ状または粉状にする必要のある場合が多い。廃材利用の第一歩である廃材破碎に関する調査・研究^{3,4)}が行われている。チップ化された廃材はパルプ・ボード用原料として用いられるが、粉碎されたものはのこ屑の代替資材として畜舎敷料用、木質推肥用、食用きのこ栽培用、燃料用（直接燃焼用およびオガライト・ペレット等の成型燃料用）、プラスチック成型充填材用等多用な用途に利用されている。のこ屑需給が逼迫する傾向にある現在、破碎廃材の需要はますます増加するものと思われる。より効率が良く故障の少ない破碎機械の開発研究は、今後ますます必要性が高くなると考えられる。

廃材利用のうち最も簡便、かつ実用的で、量的にも多く使われるものは燃料としての利用である。これに関しては「木質エネルギー利用促進調査」の項目において述べられる。

木材を炭化して燃料、工業原料、農業用等に用いることは廃材利用の有力な方法の一つである。これに関しては木材炭化の項目で述べられるので省略する。

のこ屑を更に微粉化して篩別したものは、従前から繊維壁材製造やプラスチック成型物製造のための充填材として使用されている。廃材を加工し、より付加価値を高めて利用することを目的として、樹皮などの粗悪な原料とプラスチック材料を組合せて複合材料を製造する試験、研究^{5,6,7)}が行われた。

バーク堆肥と呼ばれる樹皮などの残廃材を原料とした木質土じょう改良材は、昭和30年代の実用化試験段階を経て昭和40年代には商業ベースの生産が行われるようになった。また、最近畜産業界は畜舎敷料用⁸⁾に大量の木質資材を使用しており、これより生ずる厩肥は主として農耕地に還元されている。このように木質土じょう改良材は、かつて農家が自家生産していた稲わらや落葉を原料とした堆・厩肥に代って各方面で使用されるようになって来た。しかし、実用化技術が先行した反面、基礎的研究が後れをとったため、この資材を使用する際に生ずる種々の問題点の解決に十分対応できない状況があった。このため、木質土じょう改良材の化学的性質の解明^{9,10,11,12,13)}や障害原因物質の検討、使用時における化学成分変化の検討¹⁴⁾など基礎的な面の研究が進められた。その結果木質原料の堆肥化は木材中の多糖類の分解がポイントとなること、窒素や無

機塩など微生物活動に必要とされる成分の存在が重要なことが明らかにされている。針葉樹原料の土じょう改良材を使用した場合、土じょう中では3年経過すれば木材中の多糖類のほぼ全量、リグニンの2/3が分解無機化されることが明らかになり、施用量について参考となる知見が得られている。のこ屑を用いた食用きのこ生産時に生ずる廃培地を堆肥化して利用する研究¹⁵⁾も行われた。ナメコなどの広葉樹原料の廃培地では比較的容易に堆肥化できるが、ヒラタケなどの針葉樹原料の廃培地ではそのままでは堆肥化が困難であり、針葉樹と広葉樹の微生物に対する抵抗性の差異と言った基礎的問題も含めて今後の研究課題となろう。

木材を家畜飼料に利用する試みは戦時中から行われているが、ここ10年間の精力的な研究^{16,17)}により大きく進展した。飼料化には2通りの方法があり、一方は木材を物理的、化学的に処理して反芻動物の粗飼料¹⁸⁾とするものであり、他方は木材中の多糖類を分解して糖液を作り、微生物を培養して微生物蛋白^{19,20)}として飼料化するものである。飼料化については大型別枠研究「バイオマス変換」の項目において詳述される。

植物は空気中の二酸化炭素を太陽エネルギーを用いて植物体と言う有機物として固定している。このように木材は化石資源とは異なり、永久に再生産可能な資源と言えよう。従来木材は主として材料として利用できるもののみが林業、林産業の対象となっていたが、これからは木材を材料として利用する際に生ずる残廃材ならびに材料には不適だが生産性の高い樹種を燃料や化学工業原料として利用することが人類の生活のために必要になって行くものと思われる。この分野に関しては現在は基礎的な研究^{21,22,23)}の段階と言えようが、今後はバイオテクノロジーを特いた微生物変換の手法も含めて研究を進展させるべきものと考えられる。

(山口 彰)

文 献

- 1) 山口 彰・桜井孝一・西村勝美：木材工業における廃棄物の処理・利用の実態とその評価，グリーンエネルギー計画成果シリーズ工系（1984）
- 2) 桜井孝一・山口 彰：茨城県下畜産業におけるのこ屑の使用，林試研報，326（1984）
- 3) 鈴木岩雄・松田敏哲・長沢定男：破砕加工技術調査，森林系エネルギー活用促進調査報告書（1982）
- 4) 鈴木岩雄：廃材の粉碎，木材工業，37（1982）
- 5) 佐野弥三郎：廃木材・プラスチック複合材料の開発，プラスチック，26（1975）
- 6) 村山敏博：残廃材より各種複合材の製造，RI 利用研究年報（1976）
- 7) 佐野弥三郎：樹皮利用プラスチック複合成型物，木材と技術，34（1978）
- 8) 河田 弘：木質廃材堆肥に関する研究第1報，ヘムロックパーク堆肥について，林試研報，301（1978）
- 9) 河田 弘：同，第2報，広葉樹オガクズ・豚糞堆肥，林試研報，365（1979）
- 10) 河田 弘ら：同，第3報，広葉樹パーク堆肥について，林試研報，313（1981）
- 11) 河田 弘・白井喬二：同，第4報，パークおよびパーク堆肥の有機物組成，林試研報，332（1985）
- 12) 山口 彰・桜井孝一・須藤賢一：木質廃材堆肥の化学成分，第1報，野外堆積した米ツガ樹皮，林試研報，315（1981）
- 13) 桜井孝一：廃材・木質厩肥中のCl量およびその溶脱性，林試研報，315（1981）
- 14) 山口 彰・桜井孝一・須藤賢一：木質土じょう改良材の経時成分変化，木材学会講要（1984）

- 15) 桜井孝一・広居忠量：きのこ栽培廃材の堆肥化(Ⅰ)，ナメコ廃材の堆肥化過程における成分変化，95 回林学会講要（1984）
- 16) 石原達夫：残廃材の飼料化，林野時報，27（1980）
- 17) 志水一允：木材の飼料化，林業技術，492（1983）
- 18) 志水一允ら：蒸煮処理木材の飼料価値，畜産学会講要（1983）
- 19) 石原達夫：残廃材からの微生物蛋白の生産，木材工業，34（1979）
- 20) 石原達夫・石原光朗：木材糖化液より微生物菌体蛋白の生産，木材学会講要（1979）
- 21) 須藤賢一：木材の液化に関する研究(Ⅰ)アルカリーアルコール法による樹皮の液化，第26回リグニン討論会講要（1981）
- 22) 須藤賢一：木材のガス化，液化，木材工業，38（1983）
- 23) 志水一允：木質系資源の酵素糖化による総合利用，化学工学，47（1983）

Ⅲ. 各支場の地域林業に対応した試験研究

Ⅲ. 各支場の地域林業に対応した試験研究

1. 北海道支場

北海道は温帯気候の北限あるいは亜寒帯気候の南限にあたり、全島が冬期寒冷、春秋冷涼であり、気温の年および日較差が大きい。

降水量は本州に比べて少なく、特に道東は1,000 mmを下まわる寡雨地帯である。北海道の土壌は知床半島、大雪山系、積丹半島を結ぶ線の南北で著しく異なり、南部は新しい火山放出物を母材とする土壌が広く分布し、その多くは砂質または壤質であるが、北部は先白亜系、白亜系、新第三系、安山岩等を母材とする土壌が広く分布し、一般に埴質である。

北海道の森林の大部分は温帯林と亜寒帯林との移行帯に含まれ、エゾマツ、トドマツを主とする亜寒帯性針葉樹林とミズナラ、ハルニレ、シナノキ等の温帯性広葉樹林がモザイク状に分布している地域が多く、このため森林構成は多様性に富み、日本列島では極めて特異な地域を形成している。

北海道の森林は、明治初期に始まる開拓以来、天然生の針葉樹と良質広葉樹の大径材生産の場として利用されてきたが、生産力の高い針葉樹を主とする人工林に切り替えるべきだとの意見があり、特に昭和30年代はこの意見が強く反映され、また早生短伐期樹種の造林が推奨されたことがも手伝って、再造林や拡大造林が積極的に行われ、多様性を持っていた北海道の森林の約1/4はトドマツ、カラマツ等の単純人工林に変わった。北海道の人工造林地は昭和58年現在で144万haに及び、その内訳はトドマツ74万ha、カラマツ49万ha、エゾマツ10万ha、その他針葉樹及び広葉樹11万haで、その大半は、2～5 齢級に偏っている。北海道における造林の歴史は浅く、造林技術の体系化が他の地域に比べ遅れている。一方、カラマツが間伐期をむかえ、トドマツがこれに続こうとしている現在、特にこれら人工林の保育技術の確立が急がれる。また、依然として多発傾向にある病虫害及び気象被害の回避のための適地判定と抵抗性のある森林造成法の開発も重要である。

北海道では拡大人工造林が推進されてきたが、なお現在の森林面積の70%以上を占める天然林は北海道の林業にとって極めて重要であり、その保続的生産力の増強を図らねばならない。また、近年資源の減少している大径材、特に広葉樹資源の保続的生産を図るためにはも天然林施業技術の確立が必要である。

北海道の寒冷な気候、冬季の積雪、吹雪や生育期の強風、海霧等は住民の生活、生産業の振興や安全、円滑な交通を阻害している。このため、往時より、都市、集落等居住地や海岸及び農耕、草地には海岸及び内陸防風林、防雪林、防霧林等が配備されてきた。また、山間僻地や海岸段丘等の急斜面には崩壊防止林、土砂かん止林、落石防止林等が残置され、保安の諸機能が發揮されてきた。しかし、最近豪雨による山地災害は増加傾向にあり、これに加えて、林地の他用

途への転用面積は漸増傾向にあるので、各種保安林の配備はますます重視される傾向にある。このため森林の水土保全その他の諸機能を活用するための研究も重要である。

北海道の民有林経営は農業と密接に連係しており、従来から農家林経営や混牧利用という面で林地の複合利用が行われてきた。近時、北海道における低材価、高労賃のため林業生産活動は停滞傾向にあり、農山村での振興を目指すなかで、林地の農林、林畜複合利用を図ることが時代の要請として再び取りあげられ、より実効のあがる農林複合利用技術の確立が必要とされている。

以上にのべた北海道の地域性を背景とした重要課題として、北海道支場が過去10年間に取り組んできたのは「人工林育成技術」、「天然林施業技術」、「森林の公益的機能の解明」及び「混牧林施業技術」である。この他に、1977年の有珠山噴火による森林災害に関しては農林水産技術会議の緊急調査研究のほか、1978年度から3か年計画で噴火の森林生態系に及ぼす影響に関する研究を実施し、また、1981年8月の台風15号による森林被害についての緊急調査を実施した。

1. 人工林育成技術

北海道の拡大人工造林も一段落し、更新段階から保育段階になった。このため研究課題も造林初期の研究課題であった育苗にかかわる育苗法、施肥、気象害防除法等の研究から保育段階の研究課題に移行した。しかし、北海道林業は人工造林の経験が乏しいため、北方系造林樹種の施業技術の体系化を必要とし、このための研究が行われた。

施業技術としては、間伐技術が主要な課題とされ、トドマツ、カラマツの林分密度管理図の作成が行われた^{1,2)}。

しかし個々の林分についてみれば、その適合性は必ずしも満足できるものではない。このため、主としてトドマツについて、適合度改善のための検討を続けてきた。その結果、林分状態を表わす変数として、上層木平均直径とha当たり本数に立木度を加え、また、間伐方法を本数間伐率伐と間伐種(間伐前に対する間伐木平均直径の比)の二つの因子で指定することによって、収穫量の予測精度が著しく向上することを確かめた。またこのようにして得られる予測収穫量を、数種の実験式を用いて素材材積に換算し価格づけすることによって、初期林分状態と密度管理の方法別に、収穫量及び収益を予測するための計算システムを構成した¹⁾。さらに、これを利用して、トドマツ人工林の間伐方法の在り方について、収益性の面から考察を行った²⁾。カラマツ人工林においては、列状間伐が一般化しており、トドマツ人工林においても列状間伐が実行されはじめている。また、最近の人工造林は気象被害回避のための樹下植栽、地ごしらえの効率化のための筋刈地ごしらえ跡地の列状植栽等現在、将来とも変則的な林分構造を持つ林分が多くなる傾向にある。このため、これら変則的な林分の保育間伐についての研究として、列状間伐の効果、樹下植栽したトドマツの生長³⁾及び上木の疎開時期について検討を行なった。また、ササ生地等で進められているトドマツ等の列状植栽林分の特性を明らかにする⁴⁾と共に、こうした林分の今後の取り扱いについて、間伐法を中心に研究を進めている。

林分レベルの予測モデルである林分密度管理図は、変則的な林分構造を持った林分への適応が困難である。そこで、林分密度を隣接木間の樹冠の競合関係としてとらえる。単木生長のシミュレ

ーションモデルの検討を進めている。トドマツについては基本的モデルを、ほぼ完成した^{5,6)}。

このモデルの利点は、当初の樹幹の大きさに応じて、指定された直径生長量を実現するのに必要な生育空間の大きさが決定できること、生育にともなう幹形の変化、従って、主・間伐時の材種別素材生産量が予測できる等、林分構造の細部にわたった見通しが得られることである。

本数管理と共に、植栽されたアカエゾマツは枝が多く自然落枝しにくいため、材質管理のために枝打が不可欠とされる。強度の枝打は、生長低下だけでなく、枯損木の発生をみた。そこで、枯損原因を解明し、枝打ち強度の限界を明示した⁷⁾。

一方、人工造林の経験から、植栽初期における各種被害、障害に対する樹種特性の解明が進められた。

寒害に関する研究は、造林樹種の耐凍度の獲得消失と環境条件との関係を調べ、植栽時期、施肥、光、積雪条件によって耐凍度が変動することを明らかにした。さらに、トドマツ、アカエゾマツの耐乾性の生理生態的な特性⁸⁾の研究は、北海道において特徴的な寒害である寒乾害の発生機構の解明の足掛かりとなっている。他方、気温が冷涼であるため過湿な土壌が広く分布しており、過湿土壌の酸素不足による林木の生長抑制に関する研究を進めている。トドマツ、アカエゾマツ、カラマツ等の苗木の根圏における酸素状態と生長の関係を水耕法や土耕法で調べ、カラマツが酸素欠乏に対し生理的耐性の小さいことを明らかにした^{9,10)}。

耐陰性については、光合成特性の面と被陰実験によって、主要樹種の光条件に対する生育特性の解明を進めると共に、被陰試験及び下刈り試験にもとづき下刈り適期を明らかにした¹¹⁾。すなわち、下刈りが年1回である場合の適期は、トドマツでは7月中旬であることが明らかとなった。適期をはずした場合の下刈り時期は、生育前期の6月よりも生育後期の8月中旬頃までの方が、トドマツの生育に良好な結果をえた。アカエゾマツはカラマツ、ストロブマツ等の陽性樹種と同様に、生長期間中の明るさは常に100%が最良の生育を示し、相対照度5%以下では被覆の期間が短期間でも、生育をかなり遅滞させることが認められ、陽性樹種の下刈りを検討する上での指針がえられた。

人工造林においてササ植生の繁殖制御は更新の成否を決定する重要な要因となっている。このため昭和51年から、国有林野事業特別会計技術開発試験「ササ生地における更新技術の体系化」でとりあげられ、経常研究においても集中的に進めてきた。また、昭和56年から出発した大型別枠研究「バイオマス変換計画」において繁殖、再生に関する研究を進めて来た。

これらの研究から、林地除草剤によるササ類の抑制と駆除¹²⁾、クマイザサ、チシマザサを対象とした群落構造の経年変化、林内光条件とクマイザサの生育¹³⁾、刈り払いにともなう再生力の種間差異、ササ型林床破壊後の植生変化とその機構等、いままで未解明であったクマイザサ、チシマザサの中・大型ササに対する生態的特性を明らかにする研究を進めてきた。この結果、ササ類を中心とした雑草木の抑制技術は、ほぼ体系化された。

また、ササ類の分布域は、最深積雪深によって分けることができ、太平洋側の少雪地帯にはミヤコザサ、スズタケ、日本海側の多雪地帯と山岳部の高所にはチシマザサ、この中間地帯にはク

マイザサが分布することを確かめた。また、北海道のササ分布面積は500万haと推定され、全道面積850万haの60%、森林面積560万haの89%に相当し、このなかではクマイザサがササ地面積の58%を占めることを明らかにした。

人工林におけるエゾヤチネズミの研究は、外的要因の解明に主力が注がれて多くの成果をあげてきたが、内的要因についての研究は皆無に等しかった。そこで、エゾヤチネズミの長期的予察調査から、本種の変動には顕著な地域差のあることに着目し、機能（生長、繁殖）、形態（歯形）遺伝（血 エステラーゼ）面から地域的変動差の原因解明を行った。その結果、若齢期の相対生長速度は、道北、道南より道央高地、道東が速く、繁殖能力（早熟、連産、多胎性）は、道南より道北、道央高地、道東が優れていた。上顎第3臼歯型は、3型（単純=S、中間=M、複雑=C）のうち、道央高地にC、周辺にS、中間にMが多かった。一方、利尻島はCが多く、洞爺湖中島はSのみであった¹⁴⁾。血 エステラーゼの泳動パターンは、個体別平均バンド数とバンド別出現頻度が、道南から道北、道東に向けて減少する。道央高地は、平均バンド数、出現頻度とも利尻島に類似し、洞爺湖中島では平均バンド数が少なく個体間に差がなかった¹⁵⁾。

エゾヤチネズミの個体群の特性について、このような他面的かつ全道的な調査結果は、今後の地域的な予察の精度の向上に役立つものと思われる。また、変動を左右する成長と繁殖に地域差のあることが判明し、この差がアイソザイムパターンと一致したことによって、今後の発生変動を内的要因の面から証明する目途がえられた。

個体群変動要因を食物栄養の面から求める研究では、施業方法の異なる種々の林分で、食物条件の違いによる変動との関連性を調べた。食物量と個体数は、天然林より択伐林、人工林が多く、幼齢林は、壮齢林より食物量と個体数が多いが、壮齢林も間伐後は幼齢林に類似した^{16,17)}。過去の調査では、造林地にはエゾヤチネズミが、天然林にはヒメネズミが多かったが、今回の調査でエゾヤチネズミは択伐林にも多く生息し、高齢級造林木に被害を与えていることが判明した。

エゾキウサギの個体群動態を解明するため、自然集団の年齢組成と生命表の作成を行った。自然集団の560個体の生命は、1年未満のものが68%で最も多く、最高年齢は3.75年、平均年齢は1.14年であった。自然集団と飼育集団（123個体）を比較すると、出生から生後約1年（繁殖年齢）までの死亡率は、両集団とも約80%であるが、残りの20%は両者間に差異が認められた。すなわち、自然集団では繁殖年齢の中期（生後4年以下）まで、飼育集団は後繁殖年齢（生後7年以上）まで生存した¹⁸⁾。防除法確立の基礎となる生息数を知るため、1夜の行動距離を雪の上での足跡追跡法（INTGEP法）によって調査し、平均 $1,364 \pm 235$ mをえた¹⁹⁾。

エゾマツオオアブラムシの発生面積は、アカエゾマツ造林面積の拡大にともない増大してきた。本種は、アカエゾマツ、エゾマツ等の幼齢木に寄生し、生態等の点ではトドマツに寄生するトドマツオオアブラムシに類似すると考えられたが、寄生と被害との関係は異なる点が観察されたので、この害虫独自の生態を解明し、防除法の確立を目的として、個体群動態と被害の解析を行なった^{20,21)}。

エゾマツオオアブラムシは、卵で越冬し、春になって第1世代（幹母）となる。6月上旬に第2世代が出現する。この第2世代はほとんど有翅虫で6月下旬～7月上旬に分散する。その後、胎生で3～4世代を経過し、9月上旬に有性世代が出現して10月中旬から産卵する。このような、生活史はトドマツオオアブラムシとよく似ているが、有翅成虫の割合で大きく異なっている。すなわち、有翅成虫の割合はエゾマツオオアブラムシではかなり多く、それだけ分散力が強いことが分かった。

本害虫の密度調査法として、1本のエゾマツのコロニーの大きさによって寄生数をランク付けする（寄生度）ことから密度調査を簡易化する調査法を確立した（表-1）²³⁾。

表-1 エゾマツオオアブラムシの寄生度と平均個体数

寄生度	1	2	3	4	5
平均個体数	13	48	105	220	561

また、個体数の季節変動は6～7月に最大となる。低地では8月に急激に個体数が減少することが多く観察された。n年6月の密度を $N(n)$ とすると n+1 年6月の密度は

$$N(n+1) = \text{antilog}(0.18 \log N(n) + 0.97)$$

で推定された。

寄生による平均伸長量の低下と防除時期との関係は、本種への寄生による被害は6月の個体数密度との相関が高く、7月の密度が異常に高くなる場合に顕著であった。アカエゾマツ造林木が寄生を受けた場合、植栽後5年目までの被害は下刈り期間の1年延長を必要とする程度であることが分かった。薬剤散布は、その回数なるべく少なくするためには、植栽後3、4年目の6月に散布するのが効果的であるという結論がえられた。

北海道のカラマツ造林木は、間伐期を迎えて、根株腐朽被害が問題視されるようになった。1979年より北海道営林局及び各支局に依頼してその実態把握に努めてきたが、さらに林業技術開発推進北海道ブロック協議会の討議を経て、北海道全域の間伐実施林分を対象にしたアンケート調査を実施している。

1979年から1985年の7年間に集計された調査の結果は、表-2のとおりである。根室支庁だけが極端に高い被害率を示しているのは、同管内の防風保安林の1箇所に激害地があったためである。全道的に被害の発生が認められ、局所的に45～55%の本数被害率を示す林分があるが、全道平均の本数被害率は5.5%であった。

調査票から、尾根筋（風衝）、中だるみ（一時停滞水）および沢筋（高地下水位）地形で被害が集中する傾向がうかがえた。このことは、林木の生育に不都合な局所的立地環境が、腐朽菌の発生を助長する要因として重要であることを示唆している^{23,24)}。

現在までに北海道で確認されたカラマツの根株腐朽菌は、カイメンタケ (*Phaeolus schweinitzii*)、レンゲタケ (*Tyromyces balsameus*)、ハナピラタケ (*Sparassis crispa*)、エゾノサビイロ

表-2 支庁別調査件数および被害実態 (1979-1985)

支	庁	調査件数	調査木本数	被害本数	被害率 (%)
上	川	11	2,040	142	7.0
網	走	53	10,731	915	8.5
根	室	18	2,145	632	29.5
釧	路	17	3,407	215	6.3
十	勝	29	6,320	125	2.0
日	高	40	8,130	288	3.5
胆	振	11	2,250	113	5.0
空	知	46	9,010	169	1.9
石	狩	13	2,550	56	2.2
後	志	7	1,800	54	3.0
檜	山	4	760	8	1.1
渡	島	4	800	35	4.4
計		253	40,943	2,752	5.5

アナタケ (*Fuscoporia weirii*), マツノネクチタケ (*Heterobasidion annosum*) の5種である。エゾノサビロアナタケとマツノネクチタケによる被害は、本州のカラマツ林ではまったく認められていない。生立木を枯死させる能力をもった、北方性のこれら2菌が、針葉樹林跡に植栽されたカラマツ造林木に被害を与えている事実は、北海道林業にとって重大なことである。

人工造林のための、気象環境推定法として森林地帯の月平均気温推定法及び温量指数の簡易推定法を提示し、さらに、北海道平均最深積雪分布図を調製配布し、造林適地の判定に利用されている。

2. 天然林施業技術

天然林施業に関する研究は、明治後期から、それぞれの時代に即応して実施されてきたが、稚樹の発生問題については、ある程度の成果をみたものの、収穫にともなう林分構造の変化等長期を要する問題については未だ基礎的な裏づけに乏しいのが実態であり、天然林施業の体系化には、まだ多くの研究成果の蓄積と、その組み立てによる体系化が必要である。

最近の生態学、遺伝学の進展にともない、これらの研究手法によって天然林の生態的、遺伝的構造を解明し、その成果を天然林施業に導入し、新たな天然林施業を組み立てる試みを進めている。

昭和50年から道内数箇所の天然林に試験地を設け、林分構造の解析とその動態を追跡調査すると共に、現況天然林の広域的な構造把握、針広混交林の伐倒調査による群落の成立過程の復元とその成因²⁸⁾等を明らかにしてきた。一方、風害、伐採等による森林の林分構造変化にともなう植生遷移に関する研究は、風害後26年にわたる遷移の継続調査結果がまとめられた²⁹⁾。また、有珠山噴火(昭和53年)による森林被害の推移ならびに植生遷移の調査を進めている。

一方、天然林の遺伝的構造に関する研究は、針葉樹天然林の集団構造の解析を中心として進めてきた。これは天然林施業、特にその更新、世代交代の過程等の基礎的情報として林分構造の最

小単位の解明と、系統の解明に分けて行なってきた。前者についてはトドマツ、アカエゾマツ等 26 林分の調査、資料収集を終わり、トドマツ 11 林分については針葉パーオキシダーゼの電気泳動分画パターンの解析等から最小の集団構造としての家系の存在を確認した²⁷⁾。また、後者については、トドマツ、エゾマツ等合わせて 84 林分の資料、解析を行なっている。トドマツ 64 林分の針葉のパーオキシダーゼの電気泳動分画パターンの解析、及び針葉形態の計測値の解析等によって、集団構造の最大単位とみられる 2 つの分集団の存在が認められた²⁸⁾。これは、おそらく系統発生的なものと考えられるが、なお詳しい検討が必要である。

天然生広葉樹林の遺伝学的研究としては、昭和 49 年以来、主として生態遺伝的な立場から研究が進めてきたが、その中心をなす樹種はミズナラ、ウダイカンバである。さらにこれらの樹種に関連して、その近縁種であるシラカンバ、ダケカンバ、カシワについても研究が進めている。

ミズナラについては、その地域性の確認のため道内各地から種子、葉等の資料を収集した。いままでの結果では、葉の諸形質のうち葉柄長、葉柄長と葉長の比、単位長さ当たりの鋸歯数等が遺伝的支配の強い形質であると考えられる²⁹⁾。また、泳動分画数については北海道西部の林分で多く、北海道東部、北部で少なくなっており、地域的分布が示唆される。

こうした地域変異の研究と共に、木材利用上の形質の変異についても検討を進めている。特に生長が良好で年輪幅が広く、従って重厚な材質を示す、いわゆるイシナラと呼ばれるものの遺伝性について検討を進めている。

さらに材の利用上、ウダイカンバと類似し、道内の自然分布も広いダケカンバについて、葉形による地域変異を検討した。その結果、道南、中央山岳、日本海北部沿岸等 6 つの地域に分けられたが、他はクラスター分析においても明らかな地域性は見られなかった。このような研究と共に、ミズナラ同様に、実用的な形質についても、その遺伝的変異の確認に努めてきた。特に心材と思われる材の着色部分の割合は生育していた地域及び地域内の小区域によっても異なり、かなり遺伝的なものであると考えられる結果³⁰⁾をえているが、詳細については、なお検討中である。

広葉樹は一般に混交林として存在することが多いので他樹種との関連についての研究を始めた。全道にちらばった 25 の天然林の結果によると、針葉樹の多い天然林内の広葉樹は、広葉樹林内の広葉樹に比べて枝下高が低く、幹の通直性でも劣っている結果をえている。しかし、この仕事は始まったばかりであり、今後の進展にまつところが多い。天然林施業を適切かつ計画的に進めるためには、その目的に応じて、種々のレベルで森林の構成と資源内容、立地環境を把握する調査法の研究が必要がある。

一般に天然林における森林調査は、作業条件の厳しい傾斜地が対象となるため、特にササ灌木の茂った天然生林では、多大の労力を必要とする。このため、林分蓄積調査の簡略化を目的として、北海道北部地域のトドマツ、エゾマツ天然生林について、標準材積表を作成した³¹⁾。これは、平均直径に等しい直径をもつ数本の立木の平均樹高から、その場所に適合する 1 変数材積表を選ぶもので、これまでの樹高曲線を用いる方法に比べて、樹高の測定本数を大幅に減少させることができた。一方、樹高を毎木測定する場合と比較した精度の低下は、実用上ほとんど無視できる

程度である。

空中写真から林分蓄積を推定する方法として写真材積式をとりあげ、種々のタイプの広葉樹再生林について実用性を検討してきた³³⁾。この過程で、従来の尺板等を用いる方法にかえて、カーブリーダーとマイクロコンピュータで樹冠直径、樹高を半自動的に測定する方法を考案し、好結果をえた³³⁾。今後は対象林分の範囲を広げ、また、ステレオグラムとの比較判読で区分される林分型と対応させて、適合性の高い写真材積式を選択するという方向で一般化を進める。

また、バイオマス変換計画の一環として、資源量調査とその調査法の検討を進めた。伐採跡地に残置された残廃材量の推定法として、伐採跡地に系統的に配置した標本点から、ランダムな方向に伸ばした一定長の垂直平面に交叉する末木枝条の本数を数えることによって、ha 当たりの残材材積を簡略に推定できることを示した。

天然林施業の土壤環境への影響を知るため過去の風倒跡地や伐採跡地の土壤変化の調査を進めているが、昭和29年洞爺丸台風で壊滅した天然林跡地における4年ごとの調査結果では、最初の数年のうちに堆積腐植ならびに極く表層の土壤で変化を認めたが、その後はあまり変化しないことが分かった³⁴⁾。また、天然林を皆伐した時の土壤の経年的変化も、最初の数年のうちに極く表層で僅かのpHが上昇する等の変化が認められたが、土壤の理化学性に顕著な変化はみられなかった。

天然生広葉樹施業に関する研究は、まだ緒についたばかりの段階であるが、広葉樹の樹種特性に関する研究が進められている。

土壤条件と主要樹種の生長に関する研究として、ウダイカンバ優良林分の実態調査を進めているが、ウダイカンバの生育適地は、地質は古世層で、土壤型はBdからBe、有効深度が30cm以上あり保水性、排水性の良い土壤であった³⁵⁾。苗木の養分要求度、土壤水分、pH、被陰に対する反応、光合成特性等の研究も進めている。

3. 森林の公益的機能の解明

北海道内の落石危険地は、実態調査から段丘斜面の発達した海岸線地帯と、風化節理の進んだ内陸中央部に集中して存在し、その対策は北海道の治山事業の重要課題の一つとなっている。落石対策の一つに森林の活用等の保安林制度の準用が考えられる。このために林木、ササ、緑化植生、裸地等の自然斜面を利用して、落石運動におよぼす植被の影響を実験したところ、緑化植生、クマイザサ、林木の順に落石防止機能の大きいことが確かめられた³⁶⁾。実態調査の結果によると、落石危険地の急斜面下部には崖錐が形成されて、植栽可能な所も多い。林帯造成はこの部分からはじめ、必要に応じて基礎工を配置しながら、順次斜面上部へと林分形成を進めるべきであろう。また、既に林帯のある所では更新問題が、その機能の維持増進上重要なことで、その対策としては、上木の保護が期待できる間に造成を行なうことが肝要で、現存林分を構成するイタヤカエデ、シナノキ、ハシドイ、ヤマグワ等が対象樹種として適当であると考えられた。

山地土層の浅層地下水の性質や動きの研究は、斜面崩壊の仕組みの解明や、森林の貯水機能を解明する上で、極めて重要な課題である。昭和54年から観測用浅井戸（地表下1.2-1.5m）を天

然林、人工林、草地等の緩・急傾斜地に60本あまり設置し、観測を継続している。得られた成果を以下に要約する。緩傾斜地では、盛夏を除いて地下水位が地表下1.5m以内に認められ、特に融雪期には融雪水の供給にともなう日周変化が著しく、熱収支法を用いた計算結果とよく合致した。また、流域下端の量水堰で測定した水量、水質と地下水位の変化を対比すると、両者が密接な関係をもって変化し、豪雨・融雪の出水時の流出成分は中間流出が重要成分であることが実証された⁸⁷⁾。なお、春—秋期には蒸発散にともなう地下水位の階段的減水が認められたほか土地利用の違いによる減水割合の差が著しかった。

20°前後の急傾斜地では、100mm以上の大雨時だけに地下水が観測され、斜面上部から下部への地下水の動きの様子がわかった。このほか地下水位の変化に影響する土壌物理性を土地利用形態別に調べ、土壌の有効間隙率と透水係数を用いた雨水流法による地下水位シミュレーション結果では、森林土壌の貯水機能が優れていることが立証された。ほかにも飽和・不飽和透水係数の検討や土層中の水分張力の経時変化の検討等の基礎的研究も重ており、土層中の水の動きや林地土層の果たす役割評価について、浅層地下水位の観測を通じて研究を進めている。

防風林のもつ風速減殺機能をはじめ、環境保全機能についての調査研究は多数にのぼっているが、これらの成果が広く利用されるよう、主として北海道における防霧、防風、防雪林の効果に関する既往の文献200編余りを選び目録の整備と内容の解説を行った⁸⁸⁾。

また、昭和50年代前半期には北見営林支局とともに、斜網町方の小清水町周辺の国有幹線防風保安林を対象に、地域内の風速分布、林帯幅、林型と防風効果、林帯前後の気温、作況等の調査を行ない、同地域における防風保安林の現況を明らかにし、この調査結果をもとに、今後の保安林の造成、更新についての資料とした。

また、海岸林に関する研究が実施され、風衝林型の理論的解析、塩風によるカシワ海岸林の枯死原因、樹木の生育障害形態の解析を行った。

海岸林をとりまく情勢は50年代中期頃から、例えばレジャー施設造成、産業立地へむけての開放といった外部からのインパクトによる諸問題が生じ、全国的に海岸林の環境保全機能の維持強化に関する研究の機運が高まった。昭和54～58年には、国立公害防止研究の一環として、林業試験場の共同研究に参加、石狩海岸林を対象として、気象環境の実態、土地利用状況の推移、気象被害要因、防風、空中塩分捕捉、飛砂防止機能等の解析を行ない、石狩海岸林の環境保全能力、最適林分構造への誘導法等についての指針をえた。石狩海岸林については、現在新港造成のため大規模な伐採が行なわれているので、今後もひきつづき、伐採林縁の変化の推移、内陸気候の変化等を追跡している。

4. 混牧林施業技術

トドマツ人工林の放牧試験は人工林を放牧利用する場合の林業的問題点の摘出と対応を目標として、放牧用に仕立てたトドマツ人工林の牧養力と、放牧による林木被害を把握した。結果を次に要約する⁸⁹⁾。

トドマツ造林木の樹高1m以下の年代では放牧牛による枯損木の発生は幼齢ほど多く、放牧の

強さに比例した被害木が発生した。樹高 2 m 以上になると踏みつけ被害は急減し、新たにナスリつけによる倒伏木、幹剝皮木等が発生したが、被害量は極く少ない。草量は林木の成長による被圧の増大及び経過年数と共に減少し、導入当初 ha 当たり 40 ton 以上あった牧草収量が 10 年も経つと 15 ton 位に低下した。これにともなう牧養力も低下し、当初 200 以上あったカウデー (ha 当たり 500 kg 換算頭数) が 100 以下に低下した。牧草施肥の影響はトドマツにも表われ、特に枝張りには禁牧区に比べて格段の差をつけた。この一方で列間の広い植栽をした造林地は陽光射入が十分なため、下枝は 15 年生でも地際から着生しており、幹材の収穫を期待するには適期の枝打が必要である。林齢 15 年生のトドマツ林の生育は、現存率 85%、平均高 6 m、平均径 8 cm、樹冠径 2 m の旺盛な成績であった。トドマツ人工林の放牧利用は 1 齢級さえ軽度放牧に制限すれば、林業的にも十分可能である。

混牧林ササ地の研究は指定研究として昭和 50 年から 5 年間共同で実施したもので、北海道はクマイザサを担当し、次の結果をえた。放牧圧とササの衰退・回復をみた研究は放牧圧を重度と軽度の 2 種、放牧季節を春秋区、夏区、秋区の 3 種として、両者を組み合わせた 6 種の牧区に、4 頭 1 群の若齢乳牛を所定の放牧圧になるまで強制的に放牧し、4 年間これを継続した。その結果春秋年 2 回放牧区のササは最も衰退著しく、葉重量は他区の 1/2~1/3 に減少し、牧養力は ha 当たり 30 カウデーに低下した。4 年間放牧後、さらに 4 年を休牧して観察したところ、原状回復までに、軽度放牧で 2~3 年、重度放牧で 7~10 年が予測された⁸⁹⁾。

被陰生育の研究では相対照度を 100%、51%、27% の 3 水準にクレモナで調節し、新しく発生したササの形態を検討したところ、草丈、葉長、葉幅の 3 者は 100% 区を 100 とすれば、51% 区は 101~104、27% 区は 105~114 と、いずれも暗いほど大型になることを認めた。

群落構造の推移を未立木地と林内ササ地の固定区で 7 年間観察した結果、クマイザサの稈密度は、光条件の良好な未立木地で多く、林内は暗さに応じて少なかった。枯損の発生は夏に多く、一般に高齢稈から順に枯れた。ササ稈の発無には隔年ごとに豊凶がみられ、大凶作の翌年は大豊作になった。凶作で稈密度が低下しても、凶作年の稈は多く分枝着葉するので、面積当たり葉量が激減するようなことはなかった。

文 献

- 1) 真辺 昭：トドマツ人工林の収穫量と収益の予測システムに関する研究，林試研報，317，1-65，(1982)
- 2) ———：トドマツ人工林の最適間伐計画に関する研究，林試研報，328，43-106，(1984)
- 3) 森田健次郎：カラマツ人工林の列状間伐の事例とその検討，北方林業，29，14-19，(1977)
- 4) 佐藤 明・石塚森吉・豊岡 洪：5 条植栽，25 年生トドマツ林の林分構造，94 回日林論，357-358，(1983)
- 5) 猪瀬光雄：単木間の競合関係にもとづくトドマツの生長モデル (第 1 報) 樹冠の発達と材積成長量，林試研報，318，103-127，(1982)
- 6) ———：トドマツの単木生長モデル (II)，日林誌，65，224-228，(1983)
- 7) 佐藤 明・石塚森吉：アカエゾマツ枝打ちによる枯損—発生の経過と原因について，日林北支誌，32，207-209，(1983)
- 8) 高橋邦秀：トドマツ，アカエゾマツ苗木の耐乾性に関する研究，林試研報，313，111-160，

- (1981)
- 9) 大友玲子・西本哲昭：水耕液の酸素濃度とトドマツ、アカエゾマツ稚苗の生育，94 回日林論，321-322，(1983)
 - 10) 西本哲昭：土壤の酸素供給能と緊密度の違いがカラマツおよびアカエゾマツ苗の生長におよぼす影響，日林誌，64，476-485，(1982)
 - 11) 豊岡 洪：造林地の保育，下刈りと林地除草剤問題と関連して，北方林業，35，159-162，(1983)
 - 12) ———・管原セツ子：造林地の下刈り場面における除草剤 TFP の適用性と苗木におよぼす影響，林試研報，300，141-150，(1983)
 - 13) ———：クマイザサの生育におよぼす明るさの影響，日林北支講，30，139-142，(1981)
 - 14) 中津 篤：エゾヤチネズミ歯型の地理分布，日林北支講，30，220-222，(1981)
 - 15) ———：アイソザイムにみられるエゾヤチネズミの地域変異，日林北支講，31，158-160，(1982)
 - 16) 前田 満・小川 隆：新たな森林施業と野ネズミ害，日林北支講，26，126-128，(1977)
 - 17) ———：トドマツ林におけるエゾヤチネズミのエネルギー代謝についての生態学的研究，日林誌，62，159-167，(1980)
 - 18) 柴田義春・山本時夫：エゾユキウサギの個体群動態に関する研究（第一報），林試研報，309，13-21，(1980)
 - 19) ———：北海道におけるノウサギの個体群変動（I），日林北支講，30，223-225，(1981)
 - 20) FURUTA, K., M. TAKAI: Population dynamics of *Cinara bogdanowi ezona* INOUE (Hom., Lachnidae) in populations of *Picea glehnii* MASTERS and *P. iezoensis* CARRIERE, Zeitschrift für angewandte Entomologie, 95, 238-249, (1983)
 - 21) 古田公人・高井正利・舟津忠雄：エゾマツオオアブラの寄生によるアカエゾマツの成長低下，日林誌，65，166-171，(1983)
 - 22) 高井正利・古田公人：アカエゾマツ，エゾマツ上のエゾマツオオアブラムシの個体群密度，91 回日林論，377-378，(1980)
 - 23) 佐々木克彦・林 康夫：カラマツ造林木の虫害，北海道における被害実態，日林北支講，31，125-127，(1982)
 - 24) 佐々木克彦：カラマツ間伐木の腐朽調査，北方林業，35：108-112，(1983)
 - 25) ISHIZUKA, M.: Spatial pattern of trees and their crowns in natural mixed forests. 日生態誌，34，421-430，(1984)
 - 26) 林 敬太・豊岡 洪・石塚森吉・佐藤 明：大雪営林署管内層雲峡地区風倒跡地の植生変化，林試研報，317，191-206，(1982)
 - 27) 松浦 寛：トドマツ天然林の家系分析，天然林の生態遺伝と管理技術の研究，p265-281，北方林業会，(1983)
 - 28) ———：トドマツの系統分化一同じにみえてもトドマツには幾つかの系統がある一，北海道の林木育種，24(2)，7-14，(1982)
 - 29) 門松昌彦・松浦 寛：ミズナラの葉形質の回復率について，日林北支講，32，127-129，(1983)
 - 30) 岸田昭雄・中村和子，田中京子：ウダイカンバの心材率と材価一銘木素材売りをみて一，北方林業，34，277-280，(1982)
 - 31) 真辺 昭：道北地方におけるトドマツ，エゾマツ天然林の標準材積表，北方林業，31，92-97，(1979)
 - 32) 小木和彦：カンパ類の主とする再生林の空中写真による材積推定，北方林業，36，71-73，(1984)
 - 33) ———：カーブリーダーによる樹高の写真判読，日林北支講，33，30-32，(1984)
 - 34) 塩崎正雄：林冠破壊による土壌の変化，89 回日林論，145-146，(1978)
 - 35) 増田久夫・柳沢 雄：防風林，防霧林の既往の調査研究の概要，防風林の機能等についての報告書，135-174，帯広営林局，(1978)
 - 36) 真島征夫・北原 曜・清水 晃・増田久夫・坂本知巳・斎藤武史・真辺 昭・篠原久夫・小木和彦・阿部和時・遠藤泰造：崩壊斜面の落石防止，58 年度国有林野特別会計事業技術開発試験成績報告書，171-177，(1984)
 - 37) 北原 曜・真島征夫・阿部和時：地下水位変化に影響する有効間隙率と透水係数について，日林北支講，32，136-138，(1983)
 - 38) 高畑 滋・柴田弥生・馬場強逸：トドマツ造林地の混牧利用に関する研究，林試北支年報，57，63-66，(1984)
 - 39) 柴田弥生・馬場強逸・高畑 滋：休牧 4 年間におけるクマイザサの生育回復，日林北支講，31，33-35，(1982)

2. 東北支場

東北地方は、本州東北部の6県を包含し、その面積は約659万ha、うち森林面積は475万haで全国森林の19%を占める。この広大な森林は、かつては秋田のスギ、青森のヒバ、岩手のアカマツといった著名な天然生美林で代表されていたが、第二次大戦や戦後の需要拡大、さらに昭和30年以降の拡大造林の推進によって、その大半が伐採利用されて姿を消してしまった。これに代って人工林化されたスギ・アカマツ・カラマツなどの若齢林分が増加した。しかしながら当地方の自然・社会的条件もあって、里山には拡大造林から取り残された旧薪炭林が、また山地帯の上部から亜高山地帯にかけての奥地にはブナ天然林が依然として広く分布している。このようなことから、当地方では若齢人工林については資源予測と適正な保育管理技術の確立が求められているし、また一方では粗放化した里山広葉樹林の改良技術、さらには人工造林が不可能な奥地ブナ林の天然更新技術の確立などが大きな問題となっていた。

一方、森林造成・林業生産上では南北500km余りに亘る奥羽山脈を背景として西側の多・豪雪、東側の寒冷という厳しい気象条件が特に大きな阻害要因となっている。すなわち、日本海側は潜在的にスギの適地でありながらも常習的な雪圧害があり、太平洋側では凍・寒風害が多発し、加えて異常降雪時の冠雪災害がしばしば発生して成林が妨げられる。また、雪や寒さに関連して発生する病虫獣の被害も軽視できないが、特に近年は関東以西で大問題となっているマツ材線虫病が昭和50年以降当地方に侵入し、北進しつつあることからマツ林に対して一大脅威をあたえているなど、大きな問題をかかえている。しかし反面、これらの諸被害が回避されればスギやアカマツの適地が広いこともあって、将来の林業生産増大の可能性は大きい。

当地方の森林は、前述のように面積には全国森林の19%を占めているが、その所有形態の面では国有林が約44%と全国の31%よりかなり多い反面、農家林家率は86.5%と全国でも最も高いという特徴をもっている。しかも私有の大規模層といえども専業形態は稀で、農・畜産部門などの複合経営形態が多い。これは他の地方に比べて林業の所得形成力が弱いためである。最近の林家は農業経営が悪化し、賃労働化が進んでいることから林業収入への期待が大きい。近年の木材需要の著しい減退や、当地方での拡大造林の推進に伴う人工林化が昭和40年頃に造林面積のピークを迎えたため、造林地はまだ育成段階にあるものが多く、人工林化が早い時期に進んだ西南地域に比べると若齢林分が多くて間伐収入も少ないなど、林業経営の維持さえ難しくしている問題をかかえている。

また、当地方の土地資源は、森林育成、林業生産のほかに、農・畜産の生産基地としても利用され、加えて近時社会経済の発展、都市化の進展に伴う開発や、東北新幹線、東北縦貫自動車道の開通など高速交通時代に入り、新しい観点での土地利用の飛躍的な進展が予想されるだけに、森林の環境保全的諸機能の確保の問題も大きい。さらに近年の森林の動・植物を含めた自然保護に対する国民の関心の高まりも無視できない問題である。

以上述べた東北の地域性を背景として、多様化する諸要請に応えながら森林生産の増大と森林

の保全機能を維持して健全な林業経営を発展させるための試験研究を関係試験研究等諸機関と協力しながら進めてきた。

ちなみに、この10年間に実施した地域の林業技術開発推進のための研究課題のなかから主要なものを抽出すると、以下に記述する8項目に集約される。(柳谷新一)

1. 山村林業地帯の発展に関する研究

東北地方は素材の生産供給地としての特徴をもっているが人口減少・高齢化・林業生産や生活環境基盤整備の立ち遅れ、木材消費市場情報の不足などが目立つ。木材その他林産物の都市部や全国的な消費動向・需要動向も考慮した効率的な林産物供給の組織化に必要な諸条件の整備について考察し、地域林業と地域経済の発展を指向する立場からこの分野の研究を実施してきた。

木材に関連して青森ヒバ、秋田スギの流通機構と地域林業の関係を明らかにし、新しい林業地の岩手県住田町をふくめて木材の生産から流通にいたる産地形成上の諸問題を検討した¹³⁾。秋田と住田は第三セクター方式で住宅建築部門まで考慮した総合的な産地形成を意図して施業技術の体系化や加工・流通の組織化を図っている。秋田では天スギ産地から100年伐期の新生秋田スギ産地への脱皮が意図されている。この産地化の決め手は従来の国有林依存体質の改善と間伐推進である。青森ヒバは資源的には秋田スギより多いが全国的市場性に欠けており、県外より地場消費の割合が増加する傾向にある。昭和55年に青森木材センターが作られ、ヒバの素材と製材品を取り扱う市場として機能している。住田では民有林が主体であるが秋田のように銘柄化できる商品特性がない。産地化には川上から川下までの供給体制の合理化と安定した需要の開発が重要である。

東北地方の山村には木材生産とともにシイタケ、ナメコ等の食用キノコ、クリ、肉牛生産、などを経営して収入をあげ、生計を立てている複合経営林家が多くあり、これら地域住民の所得の向上と安定、生活確保と地域の発展に果している役割りが大きい。このような複合経営林家の簿記帳記録を整理分析してその経営の特徴、成立条件、経営改善方向について検討を加えた⁴⁾⁵⁾。特用林産物の産地形成に関連してシイタケ生産体制の整備と流通の改善、ナメコ生産の現状と問題⁶⁾、黒炭の主産地における生産・流通の実態と問題などを明らかにした。地域的な協業経営方式で運営されるシイタケ低温貯蔵施設、ナメコ生産施設、山菜加工施設、山菜とキノコの展示販売施設、山ブドウと山菜の加工施設などの建設、運営組織その他について考察した。

林畜複合経営に関連して東北地方には戦前から林野の畜産的利用が行われており、そこに林畜複合経営が成立していた。このような林内放牧の研究としてクマイザサ地帯の放牧とアカマツ天然更新、カラマツ林内の牧草導入と放牧などについて調査と考察を行い成果を発表した⁷⁾⁸⁾⁹⁾。これらの研究は主として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て行った。今後は林木壮齢時の林況や間伐と放牧・草生産の関係と林畜複合経営の経営実態について研究をすすめる。

林業地域の特性を客観的に表現し、林業地形成のために集落が果している役割りを明らかにすることを目的として岩手県大東町他6町村272集落を対象とし、特性区分と総合評価区分を実施

し、それによって林業拠点集落を抽出した。その林業拠点集落を中心とした林業生産や販売の組織化について考察した⁹⁾。

以上の研究領域全体にわたって今後は地域林業の生産諸要素の分析的研究とそれの有機的結合による林業生産と販売流通の地域的組織化について研究をすすめるとともに食用キノコ生産や林内放牧による農林複合経営について個別経営の立場と地域的協業の立場から研究を進める。

(中村 三省)

2. 人工林の資源予測と施業法に関する研究

戦後の拡大造林による造林地の大部分が間伐の必要な年齢に達し、これらの林分を健全に仕立て、施業目標に応じた森林を作るために必要な保育や間伐の基準の作成が要求されている。この問題に関連して東北地方各県の民有林のスギ、アカマツ、カラマツの人工林の林木蓄積資源の把握、主・間伐収穫量の予測、施業方法、間伐方法などを研究した。資料は各県の森林計画係が林野庁の人工林資源予測資料作成事業で調査したものを利用した。この資料はスギ 2,595 林分、アカマツ 675 林分、カラマツ 390 林分にわたり、今日の造林地の成長動態を把握するための資料としての価値が高い。この資料からまず類似した生育地域ごとにスギ（表東北地方、裏東北地方）、アカマツ（表東北地方、日本海地方）、カラマツ（本州地域）についてそれぞれ推定精度の高い林分密度管理図を作った¹⁰⁾¹¹⁾。

スギ人工林については生育分析から津軽（青森）、南部・下北（青森）、秋田、庄内（山形）、内陸（山形）、岩手、宮城、中・浜通り（福島）、会津（福島）の 9 生育区を設け、アカマツについては青森、岩手、宮城、福島の 4 生育区、カラマツについては岩手、福島の生育区を作った。各生育区ごとに地位曲線を検討し、林分材積表を作成した。地位曲線は測樹学の 6 種の回帰式から精度の高いものを選び、この推定値を 4 種の理論成長曲線式に適合させて決定した。地位級の数はい間伐設計や成長予測の実用性を考慮して 5 区分した。林分材積表は現実林の平均密度曲線と地位級別成長曲線、林分密度管理図の各種関係式を使って作った¹²⁾。各生育区ごとに樹種別、地位級別に施業目標を考えに入れた林分の施業フローチャートを作り施業別収穫予想表を作った。そのさい試験地の間伐効果の分析、固定収穫試験地の観測から得られた成長法則、民有林の間伐の実態などを参考にして、樹種別・地域別に生産技術を考慮し、地域別林分密度管理図や現実林分材積表を使って施業方法に応じた伐期と間伐方法別に収穫予想表を作成した¹³⁾¹⁴⁾。

以上のような研究を通じて戦後の東北地方民有林の造林地の生長、林木蓄積、主間伐収穫などを解明し、生育特性と施業目標に応じた間伐指針と主・間伐収穫計画の資料を得ることができた。

従来実施したこの分野の研究で取り扱った間伐は下層間伐（保育間伐）を主体にしていた。今後は林業経営経済的視点から間伐（上層間伐、利用間伐）や伐期などを取り扱い、研究をすすめる計画である。

(小坂淳一)

4. 広葉樹天然林の施業に関する研究

東北地方における広葉樹天然林の主体は、低山帯を中心に広く分布するコナラを主体とした旧

薪炭林、山地帯の峯部や乾いた斜面に成立するミズナラ・ウダイカンバ、谷部のカツラ・トチノキ・サワグルミ林、さらに山地帯から亜高山地帯にかけて優勢に分布するブナ林からなっている。当支場では、これらの広葉樹天然林のうち特に面積的に広大であるブナ林とナラ類を主とする林分を対象に、天然更新を主体とした施業技術の確立を目ざして研究を進めてきた。

すなわち、ブナ林については、昭和40年代の前半から天然更新法を主体とした比較的簡略な施業法の確立を図るため、林床植相タイプの異なる地域のブナ林に固定調査地を設け、国有林の經常事業のなかで皆伐施業形態での幾つかの伐採種に天然下種Ⅰ類と同Ⅱ類の更新種を組合せたものを採用して、上木伐採方法と更新の関係について調査・検討を行ってきた。この間、特に本・支場の共同研究として昭和50～55年まで「亜高山帯針葉樹および上部ブナ帯の施業法」、つづいて昭和56～58年まで「ブナ林および亜高山帯林の更新保育技術の体系化」が実施されたこともあって研究が大幅に進展し、これまでに天然更新を進めるうえでの基本的な要件の整理¹⁶⁾、上木伐採方法とブナ稚樹の発生・消失・樹高成長の関係¹⁶⁾¹⁷⁾、更新地における林床植生繁茂の経年変化¹⁸⁾¹⁹⁾など、主として皆伐形態での更新初期の成績と一部の個別技術が明らかにされた。これらの成果はすでに東北地方国有林の施業指針として利用されているが、施業技術の確立までになお未解明の課題が数多く残されている。今後は、残された幾つかの問題点、すなわち更新補助作業としてのササの処理対策、稚樹の刈出し、更新完了の判定基準、さらに、これまでほとんど手がつけられていない非皆伐施業形態での更新法について研究を進めていく計画である。また、これらの研究と並行して、天然下種更新が完了した林分を早期に良質ブナ生産林に誘導するための保育法を検討するため、秋田営林局と共同して生育条件に恵まれた形質良好な純度の高いブナ二次林を対象に、各種の間伐試験林を設定して生育調査を行っている²⁰⁾。しかし、保育研究に着手してまだ日が浅いことから間伐効果や間伐指針を示すまでには至っていない。なお、この研究は昭和57～60年までの特別研究「ミズナラ等主要広葉樹の用材林育成技術の開発」の細部課題であるブナ再生林の密度管理技術の開発、密度管理法の開発と合せて進めており、すでに林分密度管理図の作成²¹⁾および密度別生産構造の分析に着手している。今後は既設の間伐試験林の成績調査を主体にブナ林の間伐効果と適正密度を解明し、良質材の生産を目標に間伐指針を明らかにする。

ナラを主とする天然林については、古くから薪炭林施業を中心に研究が進められてきたが、昭和40年代に入ってからそれはそれまでの薪炭資材供給林という観点から、萌芽林の特性を活かしたシイタケ原木林および有用高木類・特用樹種を対象とした広葉樹用材林への誘導のための研究に転換されている。すでに、東北地方のナラ類を主とする薪炭林の林分構造の特性を把握しながら、伐採種とシイタケ原木生産量との関係や、大径用材林誘導に至るまでの関連諸因子について検討され、また、これを受けてシイタケ原木林に適さない壮齡林などを対象に用材林へ誘導するための実地試験に着手して、これまでに上木の疎開度と残存木の直径成長・林分成長量との関係などが検討された²²⁾²³⁾。今後は、シイタケ原木林については林齡30年以下でナラ類の混交率60%以上の林分を対象に、択伐方式と皆伐方式について、原木収穫量を高めるための単位面積あたりの適正株密度と立木密度、原木適径級をねらった回帰年・伐期齡などの検討、また、小径広葉樹の

大径用材林誘導については、林齢 30 年以上で高木類樹種の占める割合の高い林分を対象に、胸高直径 30 cm 以上の用材を生産する林分に誘導するための樹種の組合せ、伐採方法、残存量、残存木の直径範囲などについて研究を進める計画である。このほか、ミズナラ用材林についても遅まきながら前述の特別研究「広葉樹」のなかで、母樹保残法による天然更新技術の開発に着手し、これまでに施業試験地の設定と壮齡林の生産量、更新初期におけるミズナラの発芽・発生消失などについて検討がなされている²⁴⁾²⁵⁾²⁶⁾。(柳谷新一)

4. 多・寡雪地帯における育林技術に関する研究

東北地方の日本海側は多雪・寡雪地帯であり、寡雪地帯の造林地で樹幹の折れ、割れなどの破壊的被害を受ける。また、多雪地帯においては成林可能であるが、根元曲りによる形質悪化の問題がある。

東北支場では、この地帯における人工林造成技術の向上をはかるため、本課題を取り上げ研究を進めてきた。

雪害は、雪圧に対する林木の抵抗能力が限界を越えた場合に起るが、積雪状態を人為的に変化させることは一般造林地では不可能であるから、森林造成にあたっては林木の耐雪機能を十分発揮できる造成方法及び保育方法が採用されなければならない。そのような観点から、林木の耐雪機能に関する研究を取りあげ、スギの樹幹形態と雪害との関係、根元曲りの回復性、地形別雪害と生長、スギの地下部の構造と樹幹形態を調査した²⁹⁾。雪害防除技術に関する研究として、雪害と植栽本数との関係、スギ幼齡木の雪起し効果²⁷⁾、階段造林の効果、植栽方法と根系の発達との関係を調査した³⁰⁾。耐雪性造林材料の選択として、各地方から収集したスギ品種比較試験地の調査を継続し、耐雪性系統の選択とその特性の把握を行った。

また、積雪地帯における造林可能判定の精度を高めるため、積雪深のほかに気温、斜面方向、傾斜角度、海拔高、開放度、土壌などの因子を取りあげ、総合的に雪害危険度を区分した積雪環境区分図の作成に取り組み³⁰⁾、東北 6 県についての試作図をつくりあげた。

さらに、56 寡雪で大きな被害をもたらした冠雪害についても、冠雪害発生機構を実験的に解明するため、58 年度から冠雪害抵抗性の要因解明と冠雪害抵抗性品種の保育方法と現地適応試験に着手した。

今後は、雪害常習地帯における被害実態と環境要因を解析し、積雪環境の地域特性を小流域でとらえ、現場における人工造成可能地判定の基準を明らかにする。積雪環境と樹種別耐雪機能については引続き研究を進め、雪圧に抵抗性のある樹幹形と地下部の構造、樹冠特性、樹幹の曲げ強度、積雪下における林木の生理などを明らかにし、造林材料の選択、植栽方法の改善、保育技術の向上をはかる。さらに、雪害防除試験地等の経時的調査を通して、個別技術の効果を検討し、雪害回避技術の体系化をはかることを計画している。(三上 進)

5. 寒害の発生機構及びその防除対策

東北地方の太平洋側では、奥羽山脈に属する地帯を除くと、全域が少雪寒冷地帯であり、年により場所により程度の差はあるが、スギの幼齡植栽木は、冬期間、常に寒さの被害を受ける危険

にさらされる。このことから、比較的規模の大きな被害が発生した都度、実態調査が行われ、また防除試験も実施されてきた。その結果、発生環境が大まかではあるが把握され、寒害地帯区分図が作成されるとともに、植栽初期の防除対策についてもいくつかの知見が得られた。しかし、寒害発生要因については不明な点が多く、また防除についても植栽後1~2年間の対策を中心にしたものであった。

東北支場では、昭和45~46年に整備された低温風洞装置を利用し、寒害発生の仕組みを明らかにするための研究を引続き進めるとともに、林業的回避技術を確立するための野外試験を実施してきた。

林木の寒害は、組織の凍結による細胞破壊と寒乾風による強制脱水乾燥が被害発生の主因とされ、前者を凍害、後者を寒風害として区別している。しかし、寒風害常習地帯におけるスギ植栽木の冬期間の水分消失状態を調査した結果では、脱水が組織の乾燥枯死に至る原因とは考えにくい結論を得た。このことを確認するために、風洞実験を反復³¹⁾、またスギの寒害組織の顕微解剖的観察を進めた³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾。その結果、寒風害症状は必ずしも脱水をともしなわなくとも寒さに風が加わることによって起ることが明らかとなった。その被害組織に含まれる樹脂状物質の分布及び形状は、脱水して乾燥枯死した組織のものとは明らかに異なり、枯死の要因の違いを示した。しかも、寒風害を受けた各地のスギの被害組織においても同様な現象が観察された。これらの事実から、自然条件では、夜間の気温低下により樹体が凍結しているときに、風によって枝葉の組織が破壊される「凍結性の寒風害」が存在することを指摘した³¹⁾。

一方、寒害常習地帯のカラマツ及びアカマツ人工林で、帯状皆伐を行ってスギを植栽した場合と上木を疎開してスギを樹下植栽をした場合の寒害防止効果を検討してきた。帯状皆伐区では雪の保護がなくなる4年目に枯損被害が発生するが、樹下植栽区では上木の種類や間伐率(30~70%)に関係なく、枯損被害は皆無であり、寒害防止効果が顕著である結果を得た³²⁾³³⁾。

スギの寒害発生は、危険予想地帯においても、冬期の気象条件によって軽重さまざまな被害をもたらす。積雪のある場所では根元から枯死することは稀であり、被害木の多くは翌年回復する。この過程を4~5年くり返し、本質的に弱いものは淘汰され、また条件が良ければそのまま伸長し、植栽後5~6年を経過すると被害はほとんど見られなくなり、成林に向う。これが今までの一般的な知見である。ところが、59年の異常寒風害にみられるように、寒害について比較的安全であると思われていた地帯において、しかも、スギやアカマツの壮齡木までも赤変させる被害が発生する。

寒害の発生機構については、まだまだ不明な点が多く、また発生環境の解析も不十分である。今後、これらの研究を継続するとともに、林業的寒害回避技術を確立するため、複層林施業を含む各種施業法の検討、保護樹帯の配置と気象緩和機能の解明、被害林分の回復過程、部分的被害木の回復技術等の研究を進める計画である。

(三上 進)

6. 国土保全に関する研究

近年、北上山系を中心に山地の畜産的利用が推進されているが、畜産利用が山地の水及び土保

全に及ぼす影響については未解明な部分も多く、したがってその対策も確立されたい。そこで山地傾斜地における新たな畜産利用体系の確立を企図した別枠研究「山地傾斜地における草地畜産管理システムの確立に関する総合研究」の一環として環境保全の観点から調査・検討が行なわれた。それによると放牧利用地における土壌の物理性の悪化⁸⁷⁾や水や土の流出量の増大⁸⁸⁾など、林地であった時に比べて水保全及び土保全機能の低下が認められ、適正な草地造成、維持管理及び放牧管理の重要性が明らかになった。また、水保全、土保全、家畜の保護などを目的とする牧野樹林の効果が認められ、今後牧野樹林の適正配置が望まれる。

豪雨や豪雨・融雪水によって発生する山地災害を予防するためには、崩壊や洪水発生の危険地を的確に予測する必要がある。そこで本支場共同の特別研究「山地崩壊及び洪水発生危険地区判定法の確立」の一環として、昭和50年8月に集中豪雨によって崩壊の多発した山形県真室川地区と釜淵水試験地を調査対象に、従来の研究蓄積に加えて表層の状態や土壌水分の移行特性などの新しい関連因子を含めて総合的に検討し、山地災害発生危険地区の判定法の確立をめざした。数量化理論による判別解析の結果⁸⁹⁾、従来よりも的中率の向上がみられた。今後、危険度判定に必要な関連因子の精度の向上とメッシュの面積の縮少をはかることにより、より精度の高い危険地区の判定が可能になると思われる。

東北地方の日本海沿岸には、冬季の北西風による飛砂や潮風の害を防止するための海岸林が古くから造成されているが、近年の開発の進展に伴ない海岸林の環境保全機能の維持・強化が望まれてきた。そこで本支場共同の「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」の一環として、主として山形県の海岸林において環境保全機能に及ぼす各種因子の実態解析⁴⁰⁾と環境保全能力の評価が行われた。その結果、環境保全能力が発揮される最適林分構造とこれを維持管理するための潮風・飛砂防止法、更新保育法、土壌管理法、病虫害防止法などが明らかにされた。

東北地方は奥羽山系によって東西に二分されるが、東側の北上山地はいわゆる少雪寒冷地帯で、高海拔地には風衝荒廃地が多数分布している⁴¹⁾。このような荒廃地を対象に植生の自然復旧過程を把握し⁴²⁾、それにもとづく自然景観との調和を考慮した各種の緑化試験工を継続して施工してきた。その結果、気象条件や地形・地質条件に適合した緑化工を選択することにより、風衝荒廃地復旧の目途がついた。

反対に奥羽山系の西側は多雪地帯であるが、そのほぼ中央に位置する山形試験地では、なだれ防止林となだれ防止柵に関する研究⁴³⁾及び多雪地帯の水収支に関する研究⁴⁴⁾が継続されている。近年水需要の増大に対する積雪の役割の重要性はますます増大しており、水収支に関する今後の研究の進展が期待されている。

これまで述べた研究は主として現地調査にもとづいているが、現地調査では究明できない基礎的な事項を解明するため、支場構内に人工降雨装置付ライシメータが設置されている。この装置を利用して植生別の水と土の流出量が測定され、林地、草地及び裸地の水収支の流出土砂量の差異が明らかにされた⁴⁵⁾。今後同装置を利用して、林地から転換された放牧草地の水と土砂の流出

量の変化について研究を進める予定である。

以上過去 10 年間にわたる国土保全に関する研究の概要を述べたが、今後は更に地域の要望を先取りし、地域に密着した課題を設定して研究を推進するつもりである。 (竹内美次)

7. 東北地方のマツ材線虫病に関する研究

当支場におけるいわゆる松くい虫の研究は、東北地方のマツ枯損の実態解析とマツノザイセンチュウ（以下材線虫という）の侵入とその分布調査から出発し、昭和 50 年に本病が初めて宮城県下で発見された後は、材線虫の生理・生態とマツの枯損動態およびマツノマダラカミキリ（以下カミキリという）の生態解明や防除法などの研究に移行した。

本病の研究については「東北地方におけるマツ材線虫の防除」（指定研究）、「マツ枯損防止新防除技術開発調査」（特定研究）、「マツ枯損に関する新防除技術開発のための発病機構の解明」（特別研究）および「穿孔性害虫の生態と防除」（経常研究）などの課題のもとで、材線虫の低温耐性、殺線虫剤による防除および生立木への材線虫の接種試験などが進められた。また、カミキリでは個生態、個体群動態および防除法などの試験が行われた。このほか本病の感染源としての立場からマツのつちくらげ病についても研究が進められた。

1. 材線虫の低温耐性と防除試験

本病の東北地方各地への侵入定着の可能性を探るため、材線虫の低温耐性がまず検討された結果、材線虫の各ステージによって低温耐性に差があり、特に分散型第 3 期幼虫でこの耐性が高いことが明らかとなった⁴⁶⁾。また、材内の材線虫に対する各種薬剤の効果が検討され、有望な薬剤として NCS 剤がスクリーニングされた。

2. マツの枯損動態

本病の東北地方における自然感染は 7～8 月で、感染木は 8 月以降に発病（樹脂滲出の異常、停止）する場合が多い。

宮城県下で観察したマツ枯損の進行は、枯死木の約 60% は感染当年に枯れたが、残りの約 40% は翌年になって枯れ（年越し枯れ）、その比率は温暖地方に比較してかなりの高率を示した。

このような枯損動態をさらに詳しく解明するために、樹齢の異なるクロマツやアカマツに、材線虫を時期、頭数別に接種したところ、年越し枯れの比率は感染時期が遅いほど高くなることが明らかになった⁴⁶⁾。しかし、これとは別に感染時期が遅れても、その時期が高温であれば当年枯れが高まる事例も観察された。したがって、枯損動態についてはまだ未解明な部分が多く残されている。

この年越し枯れ木では一般に発病は感染年の秋までに起こっていて、針葉の変色の進行が冬の低温で抑制され、翌春に持ち越される場合が多い。しかし、一部には年内は全く健全で、越冬後に発病と枯死が現われたり、越冬後に枝枯れなどの部分的な症状が現われてから全身枯れに移行するものなどもあって、年越し枯れの様相はかなり複雑であることが明らかになりつつある。

マツの枯損時期とカミキリの寄生率との関係を見ると、当年枯れ木はカミキリの寄生が高率であったが、年越し枯れ木では低下した。なお、マツに対して光合成が押えられるような光条件を

与えると、本病の発病がある程度促進されることも明らかになってきた。

3. カミキリの生態と防除

当支場構内での観察によるカミキリ成虫の羽化脱出期は6月下旬から8月上旬で⁶⁰⁾、産卵は7月下旬から始まり、その最盛期は8月中旬であった⁶¹⁾。この産卵期は温暖地方に比べてかなりの遅れがみられる。このような産卵時期の遅れはその後の幼虫の発育にも影響し、その結果として2年1世代虫を出現させた。この1年および2年1世代虫の出現は、産卵時期の早晚によってほぼ決まることが判明した⁶¹⁾。また、カミキリ幼虫は越冬期に -20°C の低温にも耐えることも明らかになった⁴⁹⁾。

これまでの研究によって寒冷地方で、このカミキリの分布を規制している要因は冬の寒さではなく、夏の期間の短かさによるものであることが実証された。

防除試験の一環としてカミキリの生息林分に誘引トラップを設置して、その効果を検討した。これによると、誘引トラップに対して当地方のカミキリもよく反応することが確かめられた。また、カミキリが寄生している餌木を用いてキツツキの捕食天敵としての有効性を検討したところ、マツ枯損の未発生地では100%に近い高率の捕食効果が得られた。しかし、当地方南部の被害発生での捕食率は若干低かった。

4. その他の問題

当地方における本病の発生地では、マツのつちくらげ病による被害木が感染源として重要な役割を担っていることが明らかにされてきた⁴⁷⁾。この評価については現在検討が進められている。

また、寒冷地方に分布するカラフトヒゲナガカミキリが材線虫の媒介者になることが実験的に証明され、その生態の解明も行われている。

今後に残された問題としては年越し枯れの発生機構の解明が大きな課題であるが、同時に、カミキリについては2年1世代虫の生態解明と媒介者としての位置づけを明らかにしながら、当地方に適合する防除技術の確立に向けて、課題の解決に取り組んでゆく必要がある。(滝沢幸雄)

8. 野生鳥獣の保護と防除

野生鳥獣は単に貴重種を保護区のなかで守るのみではなく、生態系における重要な構成要因として、あらゆる地域を対象に総合的に保護管理する必要がある。その反面、鳥獣は農林作物を加害する場合が多いので、その防除対策も同時に確立する必要がある。このような観点から野鼠兎を含めて多くの獣について、基礎から応用に至る広範な研究を行ってきた。

森林性鳥類に関しては、まず調査の基礎技術としての簡便正確なセンサス法の研究を進め、繁殖期のラインセンサス法について、鳥種別記録率の数量化手法による推定法を明らかにし精度改善をはかった⁵²⁾。それらの成果を土台に日本の森林鳥類群集の林相別類型化をはかり、繁殖期では15タイプ、冬期は11タイプの鳥類群集類型を明らかにした⁵³⁾⁵⁴⁾。また年次変動⁵⁵⁾、季節変動などの分析から、繁殖期の森林鳥類群集組成は長期にわたり安定していること、越冬地として低地の針広混交林や常緑広葉樹林が大切であること、鳥類相を豊富に保つには林分階層構造を複雑にすればよいことなどがわかった。これらから、森林鳥類群集の保護管理の指針がおおよそ明らか

になったが、保護管理のための地域別、林分別施業法の具体策は継続研究中である。鳥類の保護管理にあたっては、森林環境条件のほかに個体群変動要因の解明も大事である。滝沢鳥獣試験地で森林有益鳥類の代表であるシジュウカラについて、長期の巣箱架設試験を行なった結果、シジュウカラの繁殖つがい数は前年10～12月の平均気温と、産卵生態は4月下旬の気温や餌としての昆虫幼虫量とおのおの密接な関連があった。また密度増の対策として、巣箱は木に架けるのではなく、ヘビやネズミの加害を防ぐために太い塩化ビニールパイプの上に架ければ良いことがわかった。森林性鳥類はマツカレハをはじめ多くの食葉性害虫の天敵として一定の役割があることはすでに明らかにしてきたが、その後マツ材線虫病の伝播者であるマツノマダラカミキリの天敵として、キツツキ類が被害地では相当の役割を果たしていることもわかってきた。

鳥害防除に関する研究は、水田の転換畑作の拡大による被害増に対応してこの10年間継続してきた。ダイズ、トウモロコシについて東北地方の県別、立地環境別の被害度を明らかにするとともに、害鳥のセンサスデータをもとに被害率と害鳥密度の関連を明らかにした。ダイズの主要加害鳥であるキジバトの繁殖密度は、滝沢鳥獣試験地における長期データの分析の結果、冬期間の越冬地の気候の厳しさと密接な関係があることがわかった⁵⁸⁾。ダイズの鳥害防止法としては自動旗振りカカシなど、脅し模型に音、動きを組合わせた作動型機器がもっとも有効である。しかしコストの面で問題があるので、忌避剤の有効利用の観点から疑似発芽大豆（にせ豆）の使用を考案した。現在もっとも簡便で効果があると思われる方法は、畑の真中にマネキン人形などの静止型威嚇模型を置き、畑の周辺部に食塩、塩化マグネシウムなどの忌避剤つき押麦やニセ豆を散布する方法である⁵⁹⁾。しかし悪食のドバト、カラス類にも効果をあげるためには忌避剤を初め、まだ改良が必要である。

次に獣類関係について述べる。ノネズミの発生予察法の確立の基礎として、その個体群変動機構を滝沢鳥獣試験地で10年間にわたり再捕獲法で調査した。主対象は林木加害性であるハタネズミであるが、天然更新に関与するアカネズミ、ヒメネズミについても綿密な調査を行った。その結果、この期間内に3種とも2回の密度のピークを持ったが、ハタネズミと他の2種ではずれを示した。3種ともピークをはさんで増加期と減少期があった。これら3種の密度差や変動パターンには種間関係的なものが見られ、現在解析中である。ハタネズミの個体数は2、3年かけてピークに達するので、毎年調査を継続すればある程度ピーク年が予測できる。春と夏に発生予察調査を行った場合、夏に当年個体が多く雌の比率が高いほど、また春と比較して夏に越冬個体数の減少が少ないほど、その年の秋から翌年にかけて密度が増加する可能性が高くなる⁶⁰⁾。その他、天然更新の見直しに伴ない、ノネズミが林木種子をどの程度食べるか、摂食実験を継続している⁶¹⁾。

ノウサギについてはスギの品種系統別の耐兎性試験を中新田営林署の現地と支場網室で実施した。その結果、さし木苗に比べ実生苗の方が一般に耐兎性が低く、さし木苗の品種系統内でも耐兎性に差のあることが明らかになった⁶²⁾。ノウサギの生息環境選好性を明らかにするため、好摩実験林で調査を行ない多変量解析の結果、夏期では草本密度、冬期ではそだ低木密度の高い場所

を愛好することがわかった。野兎鼠害の防除については、今後とも被害発生環境解析、発生予察法の研究と個別防除技術の組合わせをもとに、総合防除体系の確立をはかる予定である。カモシカについては、その保護と森林施業との調和を目指し、現在特別研究を継続中であり、これまでに環境別食餌植物現存量の地域間比較を行ってきた⁶¹⁾。(由井正敏)

文 献

- 1) 高木唯夫：青森ヒバ流通にみられる最近の特徴，林試東北支場だより，238 (1981)
- 2) 行武 潔：秋田スギの産地化問題，林業経済 421 (1983)
- 3) 高木唯夫・安永朝海・安ヶ平精三：岩手県南林業地域における実態と問題点，むら機能と林業(続)林試経営部資料 (1982)
- 4) 安ヶ平精三：乾シイタケ・用材林・稲作の複合経営と住田式地域複合，農林複合経営のすすめ方，林業改良普及双書 88，全国林業改良普及協会 (1984)
- 5) ————：きのこ経営の特性，きのこ年鑑，農村文化社，'83 年版 (1983)
- 6) ————：なめこ生産経営の現状と問題点—山形県，福島県—なめこ需要開発調査報告書，林野庁 (1983)
- 7) 神長毎夫・小川 澄・二瓶守治 (青森営林局)：クマイザサ地帯の放牧とアカマツの天然更新，青森営林局 (1978)
- 8) 神長毎夫・小川 澄：肉用牛の放牧がクマイザサの生育・再生に及ぼす影響，東北支場だより，221 (1980)
- 9) 小川 澄：カラマツ林内の牧草導入と放牧，東北支場だより，248 (1982)
- 10) 小坂淳一：人工林の資源予測法と間伐指針の検討，林試東北支年報，22，(1981)
- 11) ————：林分密度管理図を用いた間伐指針および収穫予測，林試東北支だより，239，(1981)
- 12) ————：東北地方人工林の生長特性分析(2)，スギ人工林の地位級・生産量の分析，日林東北支，32，(1980)
- 13) ————：東北地方人工林の無長特性分析(3)，スギ人工林の密度実態と間伐法の分析，日林東北支，32，(1980)
- 14) ————：東北地方人工林の無長特性分析(5)，表東北民有林アカマツ林の生長予測と間伐法の検討，日林東北支，36，(1984)
- 15) 柳谷新一ら：ブナ天然林施業の体系化—特に皆伐施業形態での更新法，林試東北支場年報，19，(1978)
- 16) ————：ブナ林の上木伐採方法とブナ稚樹の発生の関係，日林東北支誌，27，(1975)
- 17) ————：ブナ皆伐母樹保残作業の更新初期の成績—落葉低木型とササ型植相ブナ林の比較，日林東北支誌，36，(1964)
- 18) ————：ブナ林の伐採跡地における林床植生繁茂量の経年変化，—落葉低木型植相—，日林東北支誌，28，(1976)
- 19) 金 豊太郎ら：ブナ林の伐採跡地における林床植生繁茂量の経年変化，—ササ型植相について—，日林東北支誌，33，(1981)
- 20) 小坂淳一ら：ブナ林の間伐効果分析(2)—入角山国有林(角館署)ブナ二次林間伐試験地の成績—，日林東北支誌，34，(1982)
- 21) ————：ブナ林の間伐効果分析(4)—林分密度管理図作成および現実林への適用検討—，日林東北支誌，36，(1984)
- 22) 柳谷新一ら：低質広葉樹林の大径材生産林への誘導(Ⅰ)—林分の疎開程度と残存木の直径成長の関係，日林東北支誌，31，(1979)
- 23) ————：低質広葉樹林の大径材の生産林への誘導(Ⅱ)—施業後10年目の成績—，日林東北支誌，34，(1982)
- 24) 森 麻須夫ら：ミズナラ壮齡林の現存量と生産量，林試東北支場年報，23，(1982)
- 25) 桜井尚武ら：ミズナラ稚樹の成立過程に関する研究(Ⅰ)—落下種子の消失とその要因について—，94 回日林論，(1983)
- 26) ————：ミズナラ稚樹の成立過程に関する研究(Ⅱ)—稚苗の発消長について—，94 回日林論，(1983)
- 27) 遠田 武・栗田稔美：多雪地帯におけるスギ幼齡木の雪起し効果，日林東北支誌，32，121

- ～123, (1980)
- 28) 遠田 武・井沼正之・栗田稔美: スギの植栽方法が根系におよぼす影響, 東北支場年報, 21, 105～109, (1980)
- 29) 蜂屋欣二・古川 忠・井沼正之・片岡健次郎・栗田稔美・森麻須夫・遠田 武: 豪雪地帯の造林技術の体系化, 昭和54年度技術開発試験成績報告書, 73～101, (1980)
- 30) 片岡健次郎: 東北地方の積雪環境区分の試み, 林試場報, 223, 5～7, (1983)
- 31) 古川 忠・岩崎正明: 東北地方におけるスギの寒風害, 凍害の発生要因と被害防止について, 青森営林局技研集録, 31, 1～9, (1978)
- 32) ———・貴田 忍・岩崎正明・及川伸夫・村井正文・長谷川浩一: 人工林の複層林施業に関する研究(V), 複層林の寒害防止効果, 林試研報, 323, 211～218, (1983)
- 33) 貴田 忍・岩崎正明・及川伸夫・村井正文: 樹下植栽したスギ寒害防止の一例, 日林東北支誌, 33, 20～22, (1981)
- 34) 村井正文: 下北半島におけるスギの寒害個体の解剖的観察, 林試研報, 310, 178～181, (1980)
- 35) ———: 北上山系におけるスギの寒害個体の解剖的観察, 日林誌, 62, 276～279, (1980)
- 36) ———: 低温風洞装置により人為的に誘起したスギ苗木の寒害組織の解剖的観察, 日林誌, 62, 435～439, (1980)
- 37) 梁瀬秀雄ら: 放牧草地における裸地の発生, 日林論, 94 (1983)
- 38) 岩崎勇作ら: 林地の草地転換が水土流出量に及ぼす影響—森林の伐採による水土流出量の変化—, 日林東北支誌, 36 (1984)
- 39) 北田正憲ら: 山地崩壊と諸因子について, 日林東北支誌, 33 (1981)
- 40) 北田健二: 酒田地域の海岸林における微気象調査, 日林東北支誌, 32 (1980)
- 41) 梁瀬秀雄: 北上山地の荒廃地, 林試東北支場たより, 259 (1983)
- 42) 北田正憲ら: 北上山地(岩手県)の風衝衝廃地における先駆植物, 日林論, 95 (1984)
- 43) 佐藤正平: 雪崩防止階段工の樹種別植栽成績, 日林東北支誌, 35 (1983)
- 44) 小野茂夫ら: 融雪経過に及ぼす森林伐採の影響, 日林東北支誌, 29 (1978)
- 45) 岩崎勇作ら: ライシメーターによる地被別の水土流出実験(I), 日林論 88 (1977)
- 46) 庄司次男: マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus lignicolus*) の低温耐性, 日本線虫研究会誌, 9 (1979)
- 47) 陳野好之: マツ類のつちくらげ病—病原苗の捕捉法とその応用—, 林業と薬剤, 81, (1982)
- 48) 庄司次男ら: クロマツに対するマツノザイセンチュウの時期別接種試験, 94 日林論, (1983)
- 49) 滝沢幸雄ら: 東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態—盛岡における飼育結果を中心にして—, 森林防疫, 28, (1979)
- 50) ———: 寒冷地帯におけるマツ枯損およびマツノマダラカミキリの生態とその特徴, 森林防疫, 32 (1983)
- 51) 五十嵐正俊: 東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態 XVI—産卵時期と2年1世代の出現割合, 日林東北支誌, 36, (1984)
- 52) 由井正敏: 森林原野性鳥類のラインセンサス法の研究(VII), 数値化理論による記録率の推定法, 山階鳥研報, 63, (1982)
- 53) ———: 森林性鳥類の群集構造解析(I), 繁殖期, 同上, 47, (1976)
- 54) ———: 同(II), 冬期, 同上, 49, (1977)
- 55) ———: 同(III), 繁殖期群集の年次変動, 同上, 66, (1983)
- 56) ———・青山一郎・伊達 功: 東北地方における害鳥の生息状況, 応用鳥学集報, 5, (1985)
- 57) ———: にせ餌利用によるハト害の防除, 植物防疫, 38, (1984)
- 58) 岩目地俊: アカマツ幼齢林におけるハタネズミの個体数変動, 東北支場たより, 262, (1983)
- 59) 鈴木一生: ノネズミによるブナ科種子の消失試験, 日林東北支誌, 33, (1981)
- 60) ———・由井正敏・岩目地俊: ノウサギによるスギ苗木摂食試験, 同上, 32, (1980)
- 61) ———・岩目地俊: 北上山系におけるカモシカの食餌植物, 同上, 35, (1983)

3. 関西支場

関西支場の研究対応地域は、北は能登半島から南は紀伊半島、西は山口県に至る2府12県におよび、極めて広大である。地形も標高2,700 mの白山を含む両白山地から、丹波・吉備高原に代表されるような数多くの丘陵や低山地が存在し、気候も冬季寡照・多雪の裏日本型と、温暖寡雨の瀬戸内型の両気候区に大別され、紀伊半島南部には温暖多雨の南海型気候区も出現するなど、自然条件は非常に複雑である。

また当地域の土壌は、赤・黄色系褐色森林土を基調としているが、乾性土壌の構成比率が高く、更に過収奪のため受食土、未熟土が広く分布し、花崗岩山地は砂質の「マサ土」となり、山地崩壊、土砂流出などの大きな原因となっている。流紋岩山地は粘土質で理化学性不良な土壌に、また赤色風化物の残っている山地は重粘で強酸性土壌となっている。このような土壌は一般に生産力が低く劣悪であるので、防災的研理技術と地力維持増進技術の開発などの対応が必要である。

さらに管内2府12県にまたがる林業は、吉野、北山、尾鷲林業に代表される先進林業地があり、しかも少雨、多雨、多雪地など多様な環境条件下に植栽されてきた177万haのスギ・ヒノキ人工林と88万haのアカマツ天然生林があり、これら先進林業地と後発林業地の経営経済のあり方、森林の更新と保育などに対する研究が一段と必要となっている。

また京阪神都市域と、大小の多数の都市からなる瀬戸内臨海工業地帯での樹林地と、その近郊の竹林や森林では、宅地をはじめとする各種の用地開発が行われ破壊が進行している。これに対し、住民の間からは、風致・景観あるいは自然環境の保全のため、開発の規制・保護管理の強化が要請されている。

さらに大都市圏では水不足、琵琶湖・淀川水系をはどめとする諸河川の水保全、生活圏の拡大に伴って生じる山地災害の防止、レクリエーション効果などの森林の諸機能がますます重視されつつある。

一方、瀬戸内から内陸部の各地に存在するマツ林は、これまでスギ・ヒノキとならぶ重要な林業樹種であったが、松くい虫の激害を受け、被害の内陸化と日本海側への拡大をみるにいたり、マツ林業の衰退、人工造林の中止という事態を招き、地域林業という面のみならず、環境保全上も大きな問題となっている。近年、この松くい虫激害跡地の造林樹種としてヒノキ人工林が拡大されつつあるが、これらのヒノキ林のなかには、立地限界を越えて植えられたため、その成育が危ぶまれる林分もあり、この対策、さらに未成熟林分で多発している病虫獣害に対する防除法の確立が急務となっている。

以上のべた関西における地域性を背景として、10年間に2部6研究室が力をいれて取り組んできた研究の概要は次のとおりである。

育成部門に関する研究

育林部は経営、造林、土じょう、防災の4研究室で組織され、昭和50年代における主要研究は

次のように行われた。

経営研究室では、従来の研究が国有林一辺倒に近かったことの反省に立って、一般の経済学、経営学の見地から林業経営を見直すことに重点を置き、林業の経営経済、森林の施業測定に関する研究を行ってきた。

造林研究室では、林業生産において、人工林の質的な向上や単に経済性のみではなく、公益的環境保全の配慮が必要となってきたことに対応しつつ、人工林の更新と保育、タケ類の生態と生理に関する研究を行ってきた。

土壌研究室では、管内の低海拔山地に広く出現する森林土の生成論的研究に発展させるとともに、その地力増進および都市近郊林の保全問題に対応して同地域の土壌条件と植生の関連を把握するための研究を行ってきた。

防災研究室では、管内に温暖少雨地帯が多く、しかも大中都市をかかえる立地条件にあることから、水資源の保全、洪水防止の両面に立って森林の水保全機能の解明に関する研究を展開してきた。

以上、各研究室の経常研究および特別研究対応で行われた主要成果は下記のとおりである。

1) 林業の経営経済に関する研究

経営経済に関する研究分野の主たる目標は、農山村民の経済福祉の向上、山村経済の振興、林業経営の改善におかれており、そのために必要な民有林の経営活動のあり方を研究の課題としてきた。研究は、先進林業地の成立・発展過程ならびに経営事例の調査、さらには経営成果の会計的把握と分析を通じて、優れた林業経営体の育成の方向を探索してきた。

具体的には、奈良県吉野林業、京都府北山林業、愛媛県久万林業など経営の成立ならびに発展の過程を調査分析するとともに、育林業に関する損益計算法の体系化、林業に関する経営計画法の開発、林業経営改善のための指導、林業後継者の育成、優良材の生産と流通、森林組合の経営などの問題を研究した。これらの成果は山村振興調査や林業構造改善調査などの各種コンサルテーション活動などへ反映されてきた¹⁾⁻⁴⁾。

2) 森林の施業測定に関する研究

従来は、どちらかと言えば施業測定の研究は、収穫試験データの収集ならびに解析、収穫量の予測、間伐の問題、林分の取扱いと材質の問題など、技術的側面が強く打ち出されており、いわゆる経営経済の問題とは別個に進められてきたが、次第に技術問題と経営問題の接合が強く求められるようになってきた。

こうした背景のもとに、育林投資の観点からみた施業技術の評価の問題、さらには林業経営の最適化計画の策定や経営成果の把握の問題なども必要になり、いわゆるオペレーションズ・リサーチの手法を積極的に林業問題に導入する試みを行ってきた⁵⁾⁶⁾。

この間に、研究室にマイコンが導入され、また農林水産研究計算センターの端末装置が設置され、オンラインで大型電算機が使用できるようになり、今までは単なるモデルとしてしか提示できなかった研究が、電算機によるシミュレーションにまで発展可能となり、経営問題の探求に大

きな威力を発揮している。

3) 人工林の更新と保育に関する研究

関西地域ではマツ枯損跡地などにヒノキが多く植栽されているが、ヒノキ造林不成績地の増大、また、林冠の閉鎖による地表の有機物や土壌の流亡など林地の悪化が懸念されている。これらの欠点を回避する手段として、アカマツとの混交あるいは間伐による下層植生の導入が考えられるため、それらの林分構造、物質生産量、物質循環速度などを明らかにした⁷⁾。一方、兵庫県中南部のアカマツ林帯ではアカマツ・ヒノキ混交二段林が多い。これらアカマツ・ヒノキ混交林の実態を解析し純林施業に比較し混交林の有利性が明らかになった。

さらに、非皆伐施業法の確立に関する研究として、林内における人工更新と天然更新に関する研究が行われた。人工更新では林内環境の把握と林内条件下における下木、雑草木の生長実態の解明を中心に、また、天然更新ではヒノキを対象に林内環境と稚樹の発生、消長との関係解明を中心に研究が進められた^{8)~10)}。

以上のほか、良質材生産のための育林技術を確立するために、スギ、ヒノキを対象に間伐方法や枝打ち方法の違いと良質材生産との関係を生態的な面から解析を行った。

4) タケ類の生態と生理に関する研究

タケ類の生理生態的研究は、森林にくらべて不明な点が多いため、わが国の代表的な有用竹種であるモウソウチク、ハチク、ホウライチクなどを中心に、林分の生産構造、物質循環、親竹の配置とタケノコの発生位置の関連、竹種による発芽発根特性などを調べた^{11)~13)}。アイソザイモグラフィ手法による竹種の同定も行った。

タケ類の生理生態に関するデータはまだまだ少なく、不明な点が多いので、今後もデータを集積し、竹林の更新、保育技術の改善を行う必要がある。

5) 森林土壌の生成論的特性と地力増進に関する研究

沖縄地方の台地、丘陵地に出現する表層グライ系赤黄色土の生成論的特性をはじめ、同地域に分布する各種土壌の実態を明らかにして¹⁴⁾、森野土壌の実態に新しい知見を加えた。

これらの研究に併行して、管内の低海拔山地に広く出現する赤色土、赤・黄色系褐色森林土の生成論的研究を行い、それらの化学的性質を主とする生成過程の相違を明らかにした¹⁵⁾。その他管内に出現する特徴的な実態を解明する研究を行い、暗赤色土の中でも、母材料や生成環境の違いによって、粘土鉱物や塩基状態に著しい差のあること、土色の発現はFeとMnを主とするが、その他Cu、Coも関与していることを明らかにした。さらに偽似グライ土の化学的特性を明らかにするとともに生成論的考察を試みた¹⁶⁾。

以上のように管内に出現する特徴的な土壌の実態を化学性を中心に明らかにしてきたが、これらの土壌はいずれも肥沃度で劣る土壌であることから、今後、生産力と関係の深い窒素、リン酸の肥沃度に関する研究を進展させる必要があろう。

一方、森林土壌の水温状態の実態解明を進展させた。電源のない山地向きに開発したバッテリー電源の自記テンションメーターによって、現地における土壌の水湿状態の変動を連続測定する

ことができるようになった¹⁷⁾。この自記テンションメーターを用いて、地形条件に伴って現われる乾性～適潤性の各土壌型の水湿状態 (pF 値) の変動パターン、変動域を明らかにするとともに、気象条件との関連で土壌の pF 値の変動を解析し、乾性系の土壌では、夏期、無降水 7～10 日後に pF 値は最高値付近に達するが、他の季節では無降水日が 10 日以上続いても夏期ほどの乾燥は示さないことが明らかになった¹⁸⁾。また、北陸地方の多雪地帯の土壌の水湿状態は、積雪下の pF 値が低く、通年的に太平洋側に比べて湿潤状態の期間が長く続くことが明らかになった。

土壌層における保水能については、土壌の孔隙特性を中心とする物理性のほかに、樹種に起因する生物作用の影響も考えられ、今後、林地の保水 (水保全) 機能を林況との関連で解析を進める必要があろう。

6) 低位生産林地および樹林地における施肥と土壌管理に関する研究

低位生産林地における生産力増強手段として林地に対する施肥試験を行ってきた。クロマツ林に対する施肥反応の解析を行った結果、著しい施肥効果が認められたが、施肥区ではクロマツ針葉の養分元素比 (N/P, K/P) の改善などが認められた¹⁹⁾。また、強度な枝打ちと施肥を組合せたスギ林 (京都北山) における養分循環の実態を解析した²⁰⁾。

低位生産林地に対するクロマツやスギに対する施肥効果の著しいことは明らかになったが、管内の低位生産林地に植栽されつつあるヒノキに対する施肥効果が明らかでなく、今後、ヒノキに対する施肥効果の解析を行う予定である。

一方、造林部門において、瀬戸内海沿岸を中心とした治山のための緑化を進めるための基礎データを得ることを目的として、植栽する樹草類の栄養生理的な特性を葉分析と土壌分析の結果から把握し、肥培との関係の解析を行った。

その他、特別研究「都市および都市周辺における樹林地の維持と管理に関する研究」(51～55年)の中で、土壌条件の現状把握と特殊環境下における土壌の諸性質と樹木の生育の2課題を分担した。また、指定研究「木質堆肥の規格化」(52～55年)を分担し、木質系堆肥の製造過程に伴う生育阻害物質の消長過程を明らかにするとともに、リグニン画分の熟特性の変化を堆肥熟成化の指標としうる可能性を明らかにした²¹⁾²²⁾。

7) 温暖少雨地帯における水保全に関する研究

近年、水需要の伸びは鈍化しているが、依然として増加基調にあるし、大・中都市圏の水需要は以前と同様にひっ迫している。また、都市域の山間部への拡大は、洪水の発生と被害の増大を助長している。したがって、水保全の研究は以前にも増して緊要であり、水源山地における森林の合理的な管理に基づく水保全機能の発揮にかける期待は非常に大きい。とくに、近畿・瀬戸内地方は少雨地帯に属し、しかも大中都市をかかえる立地条件にあるので、水資源、洪水の両面から、森林の在り方が問われている。

このような背景下で、昭和50年代も引続き、森林の水保全機能の解明に関する研究が積極的に展開された。まず、「治山施工跡地の水保全性」の研究では、荒廃地への法切工、わら積苗工、

筋工などの基礎工、植栽工の導入に伴う水保全機能の変化が、プロットおよび小集水域試験により究明された²³⁾。そして、ピーク流量、地表流出量は施工に伴ない大幅に減少すること、土壌の理学的性や浸透能が向上することなどが実証され、緑化工による水保全機能の改善が確認された。

この間、洪水防止の研究として、特別研究「山地崩壊及び洪水発生危険地区判定法の確立」において寡雨地帯を分担し、降雨時における斜面からの地表流、中間流や地下水位、土壌水分の変動を経時的に測定することにより、洪水発生時の雨水の動態を把握し、直接流出の発生状況を明らかにした。あわせて、洪水ピーク流量、比流量と地形因子との回帰分析を行い、到達距離集中度、細長率など洪水発生に寄与度の高い因子を抽出し、危険地予測の精度向上がはかられた²⁴⁾。

林況変化に伴う流出特性や水収支の変化は、岡山試験地の竜の口山森林理水試験流域において「山地流域の流出特性」、「温暖少雨地帯における林況と流出」の研究テーマで進められ、皆伐、山火事、松くい虫被害が流出に及ぼす影響が解析された^{25)~27)}。その結果、皆伐、山火事のように森林が全面的に消失すると、年間流出量は林相が健全な場合に比べ、60~90 mm 程度増大した。一方、直接流出量、ピーク流量は、山火事による森林消失ではそれぞれ2.0倍、2.2倍に増加し、松くい虫被害の場合はそれぞれ約1.3倍、約1.2倍に増加することが知られた。このような水収支、流出特性の変化は、林況変化に伴う蒸発散や土壌水分環境の変化に起因し、森林の取扱いが河川流量に及ぼす影響の重大さが再確認された。したがって、これらの成果は、温暖少雨地帯の水保全機能を維持向上させるための流域管理、育林技術への指針を与える資料として利活用できる。

さらにこのなかで、土層中の水移動が浸透理論を用いて数値解析され、地下水位の変動特性が土壌の理学的性を反映していることが証明され、土層中の水移動を物理的に解明する手掛りを築いた²⁸⁾²⁹⁾。

また、昭和57年から開始した「竹林の雨水貯留機能」の研究では、竹林の林冠通過雨量、竹稈流量、土壌水分量が測定され、竹林内での降雨のパラッキや林冠遮断量および土壌水分環境の実態が把握され、竹林の水保全機能の解明と評価は、以前より大幅に進んだ³⁰⁾。

以上の研究の流れを踏まえて、森林の水保全機能の解明を前進させるため、当面、土層中における雨水の挙動を物理的に解明することと、森林からの水消失量、すなわち蒸発散量を予測する手法を開発する必要がある、早急に着手する予定である。また、水保全機能の計量化手法を確立することを目的として、造林、土壌部門との連携を取りながら、流出モデルによる森林施業の影響検出、評価についても取り組んでいく考えである。

保護部門に関する研究

2府12県における多様な環境条件下に植栽されてきたスギ、ヒノキ人工林と、アカマツ天然生林を中心に多様な病虫獣害が続発した。過去18年間のマツ材線虫病によるマツの被害量は昭和45年までは約5万m³で推移したが、47年から50万m³前後に急増し、さらに52~54年にわたる3年連続の夏期の高湿少雨によって54年には85万m³に達した(図-1)。また被害発生地域はそれまでの海岸に近い地帯から中国近畿の内陸天然アカマツ地帯へと一挙に拡大した。スギ・ヒ

ノキの健全木の樹皮下を加害して材質劣化をもたらす虫害が各地にひろがり、林業経営上大きな問題となってきた。またスギ・ヒノキ造林地における野ウサギ、野ネズミ、シカ、カモシカの被害はそれぞれ4,000~5,000 ha, 100~400 ha, 1,000~4,000 ha にも及び、さらに当地域に特異的に発生しているツキノワグマによる立木の皮はぎの被害が100~500 ha に及んで、獣害も育林上大きな陸害となっている。

以上の主要な3課題について、保護部は経常研究をはじめ「特別」、「特定」、「技術開発」の研究課題を掲げて対応してきた。その研究内容は下記のとおりである。

なお、従来からの樹病、昆虫に加え52年度から獣害関係の研究者が配属されたことにより獣害問題にも対応できるようになった。

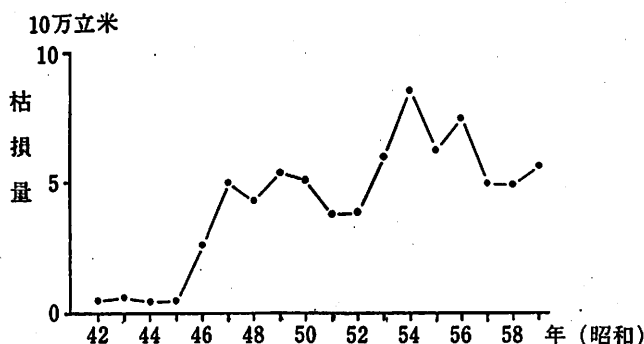


図-1 過去18年間の2府12県におけるマツ枯損量の変化

(1) マツ材線虫病に関する研究

この課題について樹病および昆虫研究室は、「薬剤によるマツの材線虫の直接防除」(指定研究50~53年)、マツ類枯損激害地域の更新技術(九州・四国・関西支場共同研究, 50~54年)、「マツ枯損防止新技術開発調査」(特定研究, 53~57年) および「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」(特別研究, 56~59年)に参加し、分担課題で所定の成果をあげた。この間樹病研究室は経常研究課題として「マツの材線虫防除」(51年)、「マツの材線虫の発病機構」「マツの材線虫病の発生と環境」(52~54年)、昆虫研究室は「マツ類の枯損防止」(51~59年)を取りあげた。

この間の主な成果をあげると、関西林木育種場との共同で行ったマツ属に対する線虫接種でクロマツ、アカマツ、ヨーロッパアカマツ、ヨーロッパクロマツ、リュウキュウマツが感受性、フランスカイガンショウ、スラッシュマツ、ボンデローサマツ、バンクスマツは中間、ストロブマツ、テーダマツが抵抗性であることがわかった³¹⁾。またマツ属以外の針葉樹では、カラマツは枯死³²⁾、傷害細胞のみをもつモミと細胞間道のないヒノキ2属では線虫は一次的に接種部で増加するがやがて減少し、モミのみ部分枯死した³³⁾。耐久型幼虫の接種試験では、500頭で培養線虫1,000頭以上の接種と同程度の枯死率を示した³⁴⁾。カミキリ成虫からの線虫離脱は羽化脱出後3週間目に最大となった³⁵⁾³⁶⁾。また1頭のカミキリ虫体から後食痕に移った線虫数は4日

間で平均 67 頭であった³⁷⁾。

線虫を時期別に接種し、マツの病徴の進展をピン打ち法で調べた結果、いずれの場合も 8 月以降に形成層活動に顕著な影響がみられた³⁸⁾。1 年 1 化性のマツノマダラカミキリの平均保線虫数は年度によって変動し、また同一枯死木から脱出した個体間でも保線虫数に大きな変異があった³⁹⁾。2 年 1 化性のカミキリのほとんどの保線虫数は前者の 10% 以下であった。そのほかマツノマダラカミキリの羽化脱出消長や飛翔能力などが研究された。

(2) スギ・ヒノキの材質劣化害虫に関する研究

昆虫研究室は 51 年から経常研究で「スギ・ヒノキ穿孔性害虫」を取りあげ、人工飼育によるスギカミキリの飼育と発育経過、生態および行動習性、被害と防除を研究してきた。一方、「スギカミキリ等穿孔性害虫の防除技術」(技術開発, 56~58 年)と「スギ・ヒノキ穿孔性害虫による加害・材質劣化機構の解明」(特別研究, 58~61 年)に参加し、そのなかの「スギカミキリの加害に伴う材変質」を樹病研究室が分担した。経常研究で得られた主な成果はつぎのとおりである。

近畿地方では、スギカミキリが造林地に侵入するのは 2 齢級時であり、その後定着期を経て 3 齢級時に高密度状態になり多くの被害を発生させ、4 齢級以降は密度が低下していくのが一般的である⁴⁰⁾。密度上昇の契機は多量の枯死木の発生によってもたらされる場合が多い。当支場構内におけるスギカミキリの脱出は、平年は 3 月 20 日頃から始まり、4 月上旬に 50% 脱出日をむかえ、4 月末に終了する⁴¹⁾。産卵は 4 月上旬から約 1 ケ月間、ふ化の盛期は 4 月下旬から 5 月中旬、蛹化は 7 月下旬から始まり 9 月頃から成虫になる⁴²⁾。成虫の性的発育には休眠を必要とし、覚めた後脱出までの発育零点は 4.4℃、有効積算温度は 244 日度、ふ化までのそれらは 5.2℃と 170 日度であった⁴³⁾。スギは内樹皮からのヤニ滲出によってスギカミキリ幼虫の樹皮下への侵入に抵抗し、人為的にヤニ滲出力を低下させると侵入が容易になる⁴⁴⁾。人工飼料による飼育では 4 齢と 5 齢を経過する個体がみられ、幼虫の体重は 7 月上旬に最大になり、その後蛹化までの 1~2 ケ月は減少した⁴⁵⁾。新しい防除法として幹に薬剤または粘着剤で処理したバンドを巻く方法を試みて、その有効性を確かめた⁴⁶⁾⁴⁷⁾⁴⁸⁾。

(3) スギ・ヒノキ造林地における獣害の発生機構に関する研究

これまで「野鼠防除法の確立」(技術開発 56~58 年)で「近畿・中国地方における林床植生型と野鼠類の発生との関係」に取組み、また「森林食害発生機構の解明及び被害抑止技術に関する研究」(特別研究, 56~60 年)では「カモシカの年齢査定と既存林分の被害解析」を分担した。経常研究では「西日本におけるハタネズミとスミスネズミ個体群の動態」および「野兎個体群の動態」を取りあげた。その主な研究成果はつぎのとおりである。」

野ウサギ等の胃腸内容物または糞の処理による摂食植物の定性・定量的分析法を確立した⁴⁹⁾。この方法によると野ウサギの主食がイネ科植物であり、スギは 13% であった⁵⁰⁾。またカモシカの糞ではヒノキが 1 年中全体の 10~20% を占めた。

スギ在来品種の中には野ウサギの食害を極めて受けやすい阿哲 4 号から食害を受けにくいものまで品種間に差が認められた。シカ、カモシカの食害については被害を受けにくいヒノキ個体が

存在するようである。従来いわれてきたササ類の開花結実と野ネズミ大発生との間に必ずしも一致する関係は認められない。

文 献

- 1) 岩水 豊：吉野林業と優良材，商品生林業研究所刊，(1982)
- 2) 岩水 豊ら：日本の林業地一生いたちと現状，全国林業改良普及協会，(1984)
- 3) 黒川泰亨：林業経営に対する目標計画法の利用について，日林誌，63(4)，(1981)
- 4) ———：林業経営計算論，大明堂，(1982)
- 5) 長谷川敬一：造林投資の採算性の比較—とくに主要樹種の経年変動と地域変動—，林試研報，311，(1980)
- 6) ———：ヒノキ収穫試験地における林分の成長過程と冠雪害について，林試研報，328，(1984)
- 7) 河原輝彦・山本久仁雄：ヒノキ，アカマツ混交林に関する研究(I)物質生産と分解速度について，日林誌，64(9)，(1982)
- 8) 複層林施業研究班：人工林の複層林施業に関する研究，林試研報，323，(1983)
- 9) 加茂皓一ら：間伐後のヒノキ天然生稚樹の成立過程(1)間伐直後の稚樹の発生・成立状態，日林関西支講，32，(1981)
- 10) ———：間伐後のヒノキ天然生稚樹の成立過程(2)間伐後3年後の稚樹の成立状態，日林関西支講，35，(1984)
- 11) 鈴木健敬ら：ハチク林の生産力について，日林論，91，(1980)
- 12) 河原輝彦ら：モウソウ竹林の稈の分布，日林関西支講，32，(1981)
- 13) UCHIMURA, E.: Ecological studies on cultivation of tropical bamboo forest in the Philippines, 林試研報 301, (1978)
- 14) 西田豊昭ら：沖縄地域における赤色土，黄色土，赤黄色土，表層グライ系赤黄色土および暗赤色土の遊離酸化鉄の形態，林試研報，285，(1976)
- 15) 西田豊昭：赤色土，赤色系褐色森林土および黄色系褐色森林土の生成過程における化学的組成の変化，林試研報，295，(1977)
- 16) ———：土壌のグライ化によって溶出する SiO_2 ， Al_2O_3 および Fe_2O_3 ，日林論，94，1983
- 17) 吉岡二郎：森林土壌の土壌水分に関する研究(4)，林試研報，275，(1975)
- 18) ———：森林土壌における水環境，ペドロジスト，25 (2)，1981
- 19) 衣笠忠司ら：クロマツ幼齢林施肥試験，関西地方における林地施肥試験(6)，林試研報，300，(1978)
- 20) 衣笠忠司：北山林業と肥培，森林と肥培，104，(1980)
- 21) 佐藤 俊：木質堆肥の特性と使用上の問題点，ひろがる農業，8，(1978)
- 22) ———：示差熱分析(TG-DTA)による腐植酸形成過程の検討，日林論，90，(1979)
- 23) 小林忠一：はげ山における各種治山上の水保全効果，林試研報，300，(1978)
- 24) 岸岡 幸ら：各種地文条件が洪水流出に及ぼす影響(寡雨地帯)，技会研究成果シリーズ，157「山地崩壊」(1984)
- 25) 藤枝基久ら：竜の口山試験地における森林の成立が流出に及ぼす影響 林試研報，317，(1982)
- 26) 阿部敏夫ら：山火事の直接流出に及ぼす影響について，日林関西支講，33，(1982)
- 27) 阿部敏夫ら：松くい虫被害の直接流出に及ぼす影響について，日林関西支講，34，(1983)
- 28) 谷 誠：一次元鉛直不飽和浸透によって生じる水面上昇の特性，日林誌，64，(II)，1982
- 29) 谷 誠：地下水面上昇の観測結果に対する不飽和浸透理論の適用，ハイドロロジー，13，(1983)
- 30) 阿部敏夫ら：竹林における林冠通過雨量，竹稈流下量の測定，日林関西支講，35，(1984)
- 31) 峰尾一彦：各種マツ類に対するマツノザイセンチュウの接種試験，日林関西支講，32，(1981)
- 32) 田中 潔：カラマツに対するマツノザイセンチュウ接種試験，日林論，89，(1978)

- 33) 山田利博ほか：針葉樹4属におけるマツノザイセンチュウ個体数の推移，日植病講要，58，(1983)
- 34) 峰尾一彦：マツノザイセンチュウ耐久型幼虫の頭数別接種試験，日林関西支講，33，(1982)
- 35) 細田隆治・小林一三：マツノマダラカミキリからの線虫離脱経過，日林関西支講，27，(1976)
- 36) ———・—————：同上(その2)，日林関西支講，29，(1978)
- 37) 峰尾一彦：マツノマダラカミキリからのマツノザイセンチュウの離脱と樹体侵入(第2報)，日林関西支講，34，(1983)
- 38) 鈴木和夫：材線虫の時期別接種とアカマツの仮道管数増加の経時的変化，日林論，93，(1982)
- 39) 細田隆治・小林一三：マツノマダラカミキリの材線虫保持数の年次・季節変化，日林関西支講，31，(1982)
- 40) 小林一三・柴田敏式：スギカミキリの被害と防除法，林業科学技術振興所，(1985)
- 41) 細田隆治・小林一三：スギカミキリ成虫の脱出消長，日林関西支講，30，(1979)
- 42) 小林一三ほか：スギカミキリの成虫脱出期産卵，ふ化期と薬剤防除適期，日林関西支講，32，(1981)
- 43) 小林一三：スギカミキリとヒメスギカミキリ成虫の休眠と材からの脱出温度条件，日林論，95，(1984)
- 44) 小林一三：スギのヤニ分泌とスギカミキリの寄生，日林関西支講，33，(1982)
- 45) 細田隆治：スギカミキリ幼虫の発育経過と蛹の発育速度，有効積算温度，日林関西支講，35，(1984)
- 46) 小林一三ほか：薬剤処理バンド巻きつけによるスギカミキリ被害防除試験，日林関西支講，34，(1983)
- 47) 伊藤賢介・細田隆治：薬剤処理バンドによるスギカミキリ成虫の捕殺効果，日林関西支講，35，(1984)
- 48) 伊藤賢介ほか：粘着処理バンド巻きつけによるスギカミキリ成虫の粘着捕殺効果試験，日林関西支講，35，(1984)
- 49) 堀野真一・桑畑 勲：草食哺乳動物の食性調査のためのリフアレンスプレバート作成法と観察法について，哺乳類研究，43，(1982)
- 50) 山田文雄ほか：日本産ノウサギの食性(Ⅱ)胃と直腸内容物組成の比較，第16回野兎研究記録(藤岡 浩)日林誌，66(5)，(1984)

4. 四 国 支 場

四国地方は総土地面積の74%が森林で占められているが，中央部をほぼ東西に走る四国山系によって2分される太平洋側と瀬戸内側では，自然環境の相違により森林の実態も大きく異っている。

すなわち，太平洋側は起伏量の大きい山岳地形を形成し，一般に土地は肥沃で温暖多雨の気候条件と相まって，林木の生育に適している。この地域では，戦後の復興ならびにその後の急激な経済成長にともなう木材需要の増大により，天然林の伐採利用と跡地へのスギ，ヒノキを主とする拡大造林が大きく進められ，現在では全国平均にくらべてかなり高い人工林率を示している。しかし，これらの人工林はその大半が若齢林分で，最近の林業をとりまく社会経済条件の悪化や，小丸太の需要の低下などにより除間伐が遅れ，不健全な林分が増加する傾向にある。したがって，このような林分に対する施業のあり方が問題となっている。一方，この地域では地形が急峻で多くの断層線や破碎帯を含んでおり，そのうえ，台風の常襲地であるため，これにともなう集中豪雨などの影響により，崩壊や地すべりなどの山地災害や土壌侵食などによる地力減退など

が起り易い不安定な土地条件のところが少なくない。このような立地環境のところでは、水土保持ならびに地力維持の面から非皆伐施業に対する要請が高まってきており、非皆伐施業による各種保全効果の科学的な実証と、施業技術体系の確立が望まれている。

これに対し瀬戸内側は、全般的に小起伏山地が多く降水量も少なく、一般に土地生産力は低い。さらに、瀬戸内海沿岸の地域は早くから文化が開け、そのため家庭用や製塩用の燃料として、森林の過度の収奪が繰り返されてきたため、寡雨の気候条件と相まって林地は荒廃し、不安定なアカマツ林となり、とくにせき悪化したところも少なくない。また、この地域ではまつくい虫によるマツの枯損がはげしく、林分破壊が著しく拡大しており、その防除対策が大きい問題となっている。さらに、まつくい虫による被害跡地の更新については、経済性の面からヒノキの造林が進められているが、土地生産性が低いため成林が危ぶまれる林地も少なからず発生しており、風致やその他公益性の面からもその対応策が望まれている。

四国地方における民有林の経営規模は一般に零細で、林業だけの自立が困難なものが大部分を占めているため、農業の作目やシイタケ生産などとの複合経営が必要とされている。また、山間部の過疎化にともなう労働力の低下は、林業生産活動に大きい影響を与えており、これら地域林業をどのように活性化していくかなどの大きい問題を抱えている。

以上のような四国の地域性を背景として、四国支場でとくに重要な問題として取り組んで来た課題について具体的にその内容を述べる。

(井上輝一郎)

1. 主 要 研 究

1. ヒノキ林の地力維持に関する研究

先進林業地では、皆伐施業の繰り返しによる生長量の減退が経験的に認められ、それが地力の低下によるものと云われている。林地における地力変動に関する研究は、古くから断片的ではあるが数多くの研究が進められてきている。しかし、これらの研究は森林の皆伐にともなう地力変動に関するものが大部分で、林の成立過程における地力変動の実態については、あまり明らかにされていない。とくに、ヒノキ人工林では林分が発達し閉鎖するようになると、この樹種本来の性質から下層植生の消失、落葉の流失、地表侵食などにより地力低下の起きることが多くの人びとによって指摘されているが、その原因やしくみについての研究は極めて乏しい。この地域でも近年ヒノキの植栽面積が増大する傾向にあり、そのうえ、地形が急峻で降水量の多い自然条件下にあるため、ヒノキ林における地力問題はとくに重視され、早急にその実態の解明が望まれている。当支場でもこの問題を重要研究課題の一つとして取りあげ研究を進めている。

ヒノキ林の地力に関する研究は、林地における A_0 層の堆積量、落葉の移動ならびに地表侵食、土壌の諸性質の特性と変動などについて、調査研究を行ってきた。

ヒノキ林の A_0 層の堆積量については、植栽してから林が成林する過程の変化を調べた。また、この調査では、スギ林についても同様の調査を行い両者を比較検討した。スギ林の A_0 層は植栽後5年生ごろまでは漸増し、林分が閉鎖されたとみなされる15~20年ごろに急増し、以後の林分ではほぼ8~14 t/haの堆積量となっている。これに対しヒノキ林では、10年生ごろまでは増加す

るが、それ以後減少し、20年生以上の閉鎖林分では2~4t/haで、同林齢のスギ林にくらべると著るしく少ない¹⁾。

このように、ヒノキ林のA₀層が堆積し難い原因を明らかにするため、閉鎖林分における年間の落葉量や、落下した落葉のその後の行動について調査を行った。その結果、ヒノキの落葉は、落下後その場所に止まらず、比較的容易に斜面下方に移動していることが明らかにされた。すなわち、年間の落葉の移動量を年間落葉量に対する比で表わすと、下層植生の存在するところでは20~40%、下層植生を欠くところでは40~90%に達した²⁾。このように、ヒノキの落葉は地表面できわめて不安定で、その移動には下層植生の有無が大きく影響していることがわかった。また、この調査で、落葉の移動は降雨、とくに降雨強度に支配されていること、10月から12月に集中して落下した落葉は、翌年の8月ごろまでにかかなり細かく破碎されること、落葉および土砂は樹冠からの雨滴によって飛散しながら斜面下方に移動するものが多いこと、また、落葉とともに土砂の移動も多く、下層植生を欠くところでは下層植生の存在するところの2~3倍に達することなど明らかにされた²⁾。また、ヒノキ林の地表侵食については、下層植生量との関係、樹冠の高さとの関係、斜面位置や微地形との関連などについて現在も調査を継続して行っている。

土壌の諸性質の特性とその変動については、微地形や土壌型などの立地条件が等しいとみなされる同一斜面に隣接して植栽されているヒノキ林とスギ林について、両者の土壌の諸性質を、林齢の異なる数個所の調査地で比較検討した。ヒノキ林の表層土には未分解の粗大有機物が含まれており、A₀層中のそれより多い場合もあり、かなりの量の落葉が表層土に混入されていた。また、ヒノキ林の表層土ではスギ林にくらべて粗孔隙の占める割合が小さく、それに関連して透水性の不良な土壌の出現が多い。さらに、ヒノキ林では土壌の酸性化が進んでおり、置換性カルシウムを主体とする塩基含有量も少ない³⁾。土壌微生物はA₀層の細菌の数に差がみられ、ヒノキ林では著るしく少なかった。表層土でのアンモニア酸化菌と亜硝酸酸化菌はスギ林には多かったが、ヒノキ林では検出されてもその数はきわめて少なかった⁴⁾。

以上のように、同じ立地条件のところでも植生因子の違いによってA₀層や表層土の諸性質に変化が現われ、とくに、ヒノキ林では理化学性の一部に悪化の傾向が認められた。今回の調査林分は、すべて初代の造林地であるので、土壌への影響は表層土に止まり、下層土まではおよんでいないが、さらに、2代、3代とヒノキ造林が繰り返された場合は、より下層にまで影響がおよび、土層全体の地力減退につながるものが容易に予測される。また、ヒノキ林が起きる土壌の悪化現象は、A₀層による地表面の保護効果が小さいことに主原因があると考えられる。したがって、ヒノキ林の育成にあたっては、落葉の移動流失を防止しA₀層の堆積をうながすための対策が必要であり、今後は、この面を中心に研究を進めていく予定である。(井上輝一郎)

2. 人工林の複層林施業に関する研究

複層林施業は非皆伐施業となることが多いため、公益的機能について効用が大きいだけでなく、林業経営上の利点も多いため、その育成技術の確立について要望が高い。

四国地方は前述の自然環境を持つため、当支場では特に重要な課題としてとりあげ、昭和42年

より研究が始められた。

昭和50年代に入ってから、48～52年まで行われた大型別枠研究「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」に参画し、国有林に設定された二段林を中心に研究をすすめた。さらにこれと併行して、昭和50年～54年まで、九州、関西、東北の各支場と本場造林部との共同によるプロジェクト研究「人工林の非皆伐施業に関する研究」が行われ、著しく研究が進展した。その後、経常研究で研究が続けられ、今日に到っている。

この間、複層林施業を行ううえで基本的に重要な林内光環境の測定方法、林内光環境の変動、耐陰性、庇陰下における雑草木の再生、林分構造と生長等について研究を進めた。

林内光環境の測定法として、全天写真の画像解析から開空度を求める方法⁹⁾や、トレスイングペーパーをずらして重ねた遮光板の下にジアゾ感光紙を置いて露光することにより、積算日射量を求める器具の開発⁹⁾を行った。

林内光環境の変動については上木の間伐や枝打ち強度をかえたスギ、ヒノキによる二段林で相対照度の経年変動の調査を続けた。一般に経年変化は、上木の林齢が若いほど、間伐・枝打ち直後ほど変化が早く、また、上木がスギの場合はヒノキより変化が大きいことが明らかにされた⁹⁾。また、間伐強度と林内相対照度の関係に検討を加え、間伐後の収量比数と林内相対照度の関係を明らかにした⁷⁾。この結果は複層林の間伐指針として利用できる。

耐陰性に関しては、スギクローンの耐陰性、下木の光環境と生長について検討を加えた。スギクローンの耐陰性⁹⁾については、四国産精英樹59クローンの挿木苗と5系統の精英樹オープン種子による実生苗を林内相対照度約5%のヒノキ人工林内に植栽し、3年間にわたって調査を行った。耐陰性の判定は樹冠の枯損状況を5段階に分けた枯損指数と枯損率によった。枯損指数が4以上で、50%以上の枯損率の耐陰性のとくに低いものが21クローン、枯損指数が2以下で枯損率が0と耐陰性が高いものが6クローン、4系統であった。精英樹オープン種子実生苗の5系統はいずれも著しく耐陰性は高かった。この試験で耐陰性が高いと認められた精英樹3クローンと、低いと認められた4クローンを人工庇陰下で育て、その同化、呼吸量を測定し、CO₂収支を求めた¹¹⁾。8月の5%の相対照度の下でのCO₂収支は耐陰性の高いクローンはプラスとなったが、低いクローンは大きなマイナス値を示し、耐陰性試験の枯損率と対応が認められた。下木の光環境と生長については、下木として用いられたアヤスギ、ヤナセスギ及びヒノキの1年間の伸長量と林内相対照度の関係に検討を加えた¹⁰⁾。照度が高くなると伸長量は大きくなるが、下木の伸長量と林内照度の関係は、樹種、品種・系統によって変わるものと考えられる。

庇陰下における雑草木の再生量についてはスギ老齢林(74年生、樹高約30m)を3段階に間伐し、下木にスギを植栽した試験地で調査を行った¹²⁾。林床植生の構造、種類組成、優占種の遷移には林内光環境との間に密接な関係のあることが認められた。林床植生の再生は皆伐区より間伐区でおそく、間伐が弱度であるほどおそかった。皆伐区では植栽後2年目から下刈りを必要としたが、強度間伐区(間伐後のRy 0.50)では3年目、中庸度間伐区(Ry 0.73)では4年目、弱度間伐区(Ry 0.80)では5年目まで下刈りは必要としなかった。

二段林の林分構造と生長については上木の間伐強度を3段階に変えた二段林（上木スギ69年生、下木ヒノキ37年生）¹³⁾と、上木の枝打ち強度を変えた二段林（上木スギ12年生、下木スギ7～8年生）¹⁴⁾について、それぞれ10年間と3年の林分生長を検討した。二段林の上木の生長と上木密度との関係は単層林の場合と同じく解析できるが、下木の生長は上木の取り扱いによる光環境の変化に応じて変動する。上木の間伐、枝打ち強度が強いほど下木の生長は増加するが、上木の林分生長量は逆に減少する。林分の経営目標に応じて上木の取り扱いを変える必要があることが明らかにされた。

これまでは複層林の初期段階である林内更新技術を中心に研究をすすめてきたが、今後は更新完了後の二段林の維持管理技術に向けて強力に研究に取り組むことになっている。（安藤 貴）

3. 地域林業の実態分析と振興に関する研究

戦後、日本経済の高度成長期間を通じて、わが国の木材需要は増大の一途をたどったが、これに対応する国産材の生産態勢は、資源の大半が幼齢林分のため需要に対応することができず、専ら外材輸入に傾斜していった。

その結果、外材の輸入量は需要量の7割を占め、自給率は3割に減少した。

一方、この間山林をとりまく社会、経済的条件は、人口減少にともなう、過疎化、高齢化、産業の停滞を誘発し、その結果は地域の林業生産活動にも大きな影響をおよぼし、林業をどのようにして活性化させ、振興さすかが大きな課題となっている。

そこで、このような林業の現状を打開し、振興さすためには、地域林業の実態を分析する必要がある、「林業生産の地域分析」という課題で、1974年から研究を開始した。この研究は町村の林業生産の実態と、地域の林業生産をとりまく特質を明確化し、地域林業振興上の問題を明らかにしようとするものである。この研究の発足に当たっては、1973年に実施した徳島県木頭地域、1974年に実施した徳島県中部地域の地域診断の経過を踏まえながら始められたもので、1975年にはこの課題のもとで、徳島県西部の三好地域を診断した。調査は林業生産者、製材業者の意向調査、林家の労働力調査および森林組合と行政機関の調査を実施した。その結果、この地域の林業振興を図るためには、従来の個々の生産者の努力は評価するものの、流域全体の生産者を糾合して、流域全体を対象にした施策計画にもとづく生産と、流通販売の組織化を図る必要性が判明し、さらに地域林業を振興さすためには、担い手を確保する必要があるが、地域の大多数の労働者には技術がないため、早急に技術を修得させ、質の高い労働力に転化さす必要性のあることが判明した¹⁵⁾。

ついで1978年～1981年にかけて、特別研究「先進的林業地域における生産、販売組織の展開」が発足した。この研究は山村、農山村の過疎化により、資源管理や社会生活維持の困難性が増大、林業生産の担い手不足が著しくなったので、林業生産を維持増進さすためには、個別経営の枠を越えた地域的、組織的対応が強く要請され、とくに土地の合理的利用、地域林業の担い手集団などをめぐって、村落など地域社会の新たな役割を明らかにすることが必要となった。したがって、このような研究の背景と目的のもと、愛媛県上浮穴郡の久万町を含む5か町村を対象に、

農業集落カードをもとに、人口論的過疎段階区分を5指標で、地域論的過疎段階区分を10指標で行い、両者を合わせた総合的過疎段階区分の結果、過疎化のはげしい集落の割合は、県全体の43%に比べこの地域は76%で、過疎化のはげしい地域であることが判明した。

つぎに林業成熟度を、産地の状況を示す7指標と市場の状況を示す4指標により明らかにした。その結果、久万町は県平均より高く、小田町は県平均に等しく、他の3か町村は県平均より低いことが判明した。

さらに、林業特性区分を林業経営基盤と林業労働力を示す各3指標と、林産物市場性を示す1指標で行った総合評価の結果は、地域内324集落のうち18%の41集落が、林業特性において平均以上のレベルにあることが判明し、これらは、今後地域林業の振興を図るうえで核となる拠点集落とみなし、この集落を中心に外延的に集落間の結合を深めながら、地域林業を振興さす可能性が認められた¹⁶⁾¹⁷⁾。

さらに1983年～1985年にかけて、「地域性に立脚した林業の総合的管理方式に関する研究」が、場内プロジェクト研究で発足した。

これは近年わが国林業をめぐる社会的経済的条件が大きく変化し、私有林を担う山林保有主体においても兼業化、非農家化の進展により林業従事者の減少が著しく、これに対する政策の方向として、「地域ぐるみ」の林業が打ち出されている。しかしその具体的内容については突込んだ検討がなされていない。

本研究では、本場および各支場で地域の代表的町村を対象に、自然的社会的条件を考慮した「地域ぐるみ」の林業のモデルを提示し、民有林行政への貢献と、電算機を軸とした地域林業関連情報処理、地域計画や政策への活用方法に関して新しい展望を開くため、四国と関西の両支場では、木頭林業地域を対象に、地位指数曲線を作成し、最適管理図を決定し、予想表の作成と生産予測に取り組んでいる。一方木頭地域の生産者への意向調査の結果は、約6割の林家が家族労働を中心に施業計画や間伐を導入して山林を経営しており、経済不況のなかでも、地域の大多数の林家は積極的に山林を経営していることが判明した。今後は、製材業者、森林組合、行政機関の調査により地域林業振興の方途を明らかにしてゆく予定である¹⁸⁾。(都築和夫)

4. マツノマダラカミキリの個体数変動と防除

マツ類の枯損量を少なくするため線虫の伝播者であるマツノマダラカミキリについて、枯損木内での個体数変動¹⁹⁾、脱出成虫の生存率²¹⁾および天敵微生物を用いた枯損木処理²⁰⁾について研究を行ってきた。

異常木に産卵されたマツノマダラカミキリの卵の死亡要因としては、一部産卵のためかみ傷をつけただけで産卵をしていないものも認められるが、ヒメアリによる捕食、病気によると思われるものおよび他の個体による破壊によるもの等があげられる。一般に卵または産卵かみ跡の密度に対する依存性は認められなかった。

ふ化した幼虫は、約1か月ぐらい樹皮下で生活をし、その後穿入孔を作り材の中と樹皮下の両方で生活をするが（一部材に穿入せず樹皮下だけで生活するものがある）、この間に主として樹皮

下で摂食する場所をめぐる競争（共食い、場所の破壊）が行われ、この死亡は密度に依存した死亡であった。9月以降になると幼虫は蛹室を作る。蛹室を作ってから死亡は全体的にみると低く比較的安定をしている。しかし、場所、年および木によっては病気によると思われる高い死亡が認められた。樹体内での生存曲線の一例を図-1に示す。

樹体内から脱出した成虫は、脱出した時に卵が未成熟なため約1か月ぐらい健全木の小枝をかじった（後食）後産卵を始める。産卵期間は約2か月ぐらいと推測される。この間の行動は夜間の温度に支配されるようで、温度が高いときには行動する範囲も広がっているようである。また、脱出した成虫は、野外で鳥類、小動物（クモ、ムカデ類）の捕食のほか樹体内で感染した病気等によって死亡しているようである。

鳥類、小動物の捕食を除いた（網室内での調査）生存率の一例は図-2に示すとおりである。図に示すように微害林分から脱出した成虫の方が激害林分から脱出した成虫より、やや生存率が高いようであるが、さらに資料の追加を行う必要がある。

マツ類の枯損量を少なくするためには被害木の処理が重要である。天敵微生物を用いた枯損木処理を本場天敵微研と共同で進めてきた。その結果は表-1に示すとおりである²⁰⁾。

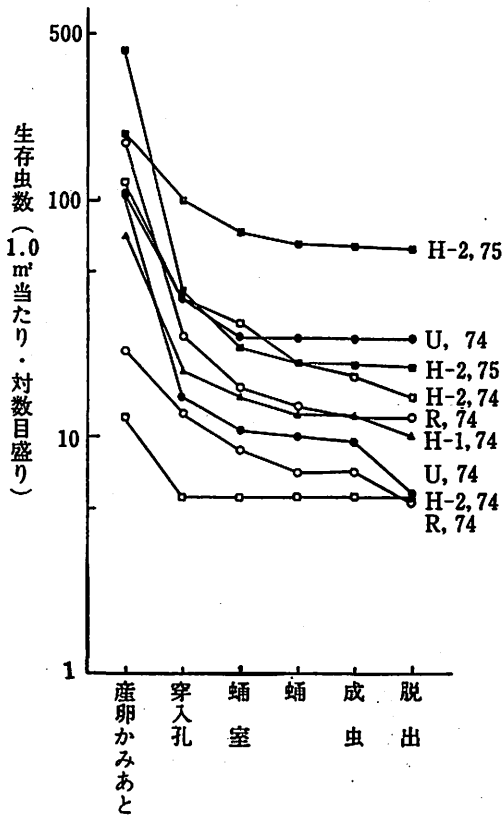


図 1. 枯損木内での生存曲線

羽根, R : 竜, U : 浦の内, 74 : 1974年枯, 75 : 1975年枯。

S. marcescens と *B. bassiana* の混合液の4月散布が有望と認められたが、その後の調査で処理木の置かれていた状態等により効果にバラツキがみられた。今後、散布条件等について検討を加え、さらに被害地での散布試験も併せて行い、天敵微生物を用いた枯損木処理の条件を明らかにしたい。(越智鬼志夫)

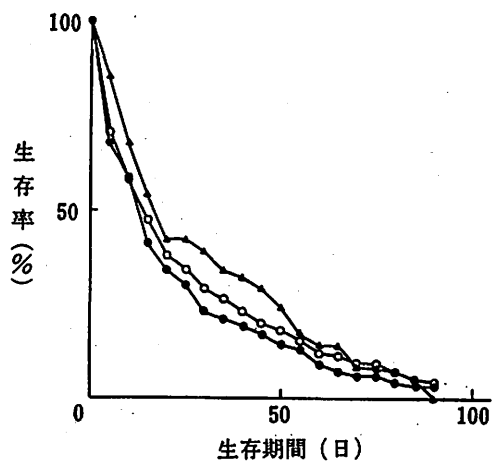


図 2. 脱出成虫の生存曲線

▲ 微害林分から脱出, ● 激害林分から脱出, ○ 平均。

表 1. 各処理区の脱出当日の死亡を含めた死亡率

散布時期	処 理	供試 ¹⁾ 丸太数	蛹室数	死 亡 虫 数				死亡率 ³⁾ (病 気)	補 正 ⁴⁾ 致死率
				材 内		脱出当日	病気計		
				捕 食 ²⁾	病 気				
越 冬 前 (11 月)	<i>Serratia</i>	4	10		3		3	30.0 g	2.0%
	<i>Beauveria</i>	4	17		10	1	11	64.7	50.6
	<i>Ser + Bea</i>	5	28	1	16		16	59.3	43.0
	対 照 区	5	24	3	6		6	28.6	
越 冬 後 (4 月)	<i>Serratia</i>	5	19	2	13	1	14	82.4	71.2
	<i>Beauveria</i>	5	23	2	15		15	71.4	53.2
	<i>Ser + Bea</i>	5	21	1	16	3	19	95.0	91.8
	対 照 区	6	18		7		7	38.9	
脱 出 前 (5 月)	<i>Serratia</i>	6	26		7	6	13	50.0	25.0
	<i>Beauveria</i>	5	27	3	15	1	16	66.7	50.1
	<i>Ser + Bea</i>	5	30		18	1	19	63.3	45.0
	対 照 区	5	18		5	1	6	33.3	

注：1) 6本供試したが蛹室の0丸太は除く。

3) 捕食による死亡を除いて計算する。

2) オオコクヌスト, ウバタマコメツキ類による。

4) Abbott 法による。

文 献

- 井上輝一郎：ヒノキ林の地力減退について，国有林野事業に関する技術開発研究考案発表集，高知営林局，(1982)
- ら：ヒノキ壮齡林地における落葉の移動，林試四国支年報，56，(1982)
- 石塚和弘：同一斜面に隣接するヒノキ林とスギ林土壌の特性，堆積腐植層の形態的特徴と土壤微生物相，林試四国支年報，57，(1983)
- 井上輝一郎ら：同一斜面に隣接するヒノキ林とスギ林の土壌特性(2)，A₀層の状態と表層土の一般理化学性，日林関西支誌，34，(1983)
- 安藤 貴：全天写真による林冠の開空度の測定，林試研報 323，(1983)
- ：シアソ感光紙による林内日射量の測定，同上 323，(1983)
- ：スギ林間伐後の林内の相対照度，同上 323，(1983)
- ：二段林の光環境の経年変化，同上 323，(1983)
- ：四国産スギ精英樹クローンの低照度下における耐陰性，同上 323 (1983)
- ：林内の光環境と下木の樹高生長，同上 323，(1983)
- ：スギ精英樹クローンの耐陰性とその同化，同上 323 (1983)
- 安藤 貴ら：小田深山林内更新試験地における林床植生の再生量，同上 323，(1983)
- ：スギーヒノキ二段林上木間伐試験地の林分生長，同上 323 (1983)
- ：スギ二段林上木枝打ち試験地の物質生産，同上 323，(1983)
- 都築和夫ら：徳島県三好地域の林業振興に関する地域診断，徳島県，(1975)
- ：特別研究「農山村社会における生産及び生活の組織化方式の確立に関する研究」資料，昭和54年度現地検討会議記録，一愛媛県上浮穴郡久万町一，中国農試経営部3，(1980)
- 吉田 実ら：木頭林業地域のスギ地位指数曲線の作成と地域適用密度管理図の選択，林試四国支年報 58，(1984)
- 越智鬼志夫ら：枯損木内でのマツノマダラカミキリの個体数変動とその要因，林試研報 303，(1979)

- 19) ————— : 微生物剤によるマツノマダラ
カミキリの防除(Ⅱ)丸太に散布したときの材
内での死亡, 日林論 93, (1982)
- 20) 越智鬼志夫: マツノマダラカミキリの脱出成
虫の生存曲線(Ⅰ)生存率に影響する要因, 日
林関西支講 34, (1983)

5. 九州支場

九州・沖縄の森林面積は276万haで、これは地域面積の62%を占め、また全国森林面積の11%にあたる。その森林の大部分は暖温帯域(常緑広葉樹林帯)に属し、温暖多雨で一般に林地生産力は高く、林業活動も活発で、藩政時代から人工造林が行われ、日田、小国、八女、飫肥、芦北など各地に有名林業地が形成され、素材供給基地の一つとして位置づけられている。

一方、標高800~1,000m以上の高海拔地は冷温帯に属し、ミズナラ、ブナ等の落葉広葉樹林や、モミ、ツガ林が残されており、この地域の大部分は国立、国定公園に指定され、我が国の貴重な自然として保全が強く望まれている。

また、九州の低山地帯や南西諸島では、生産力の低い赤、黄色土あるいは赤黄色系褐色森林土が広く分布して林業生産上問題となっている。特に南西諸島ではスギ、ヒノキの生育には適していないため、広葉樹天然林施業が行われているが、資源として利用、水土保持機能等の面から問題が多い。

これらの自然環境下で、地域林業の活性化を図るために必要な研究要請は多岐にわたるが、当面の重要問題を整理すると以下のとおりである。

用材生産の面からみた場合、森林の55%(1981)はスギ、ヒノキを主とした人工林となっており、これは目標人工林面積に対する進捗度でみると、ほぼ80%に達しており、幼、若齢林が著しく多いこと、さらには、林業をとりまく社会的、経済的条件の変化にも関連して、スギ林業では40年前後の短伐期、皆伐、並材生産経営方式の改善策、ヒノキ案業では長伐期、良質材の主産地形成を指向した施業技術の体系化、広葉樹資源問題では有用広葉樹の用材率向上を目ざした天然林施業技術の改善、保護問題では、生態系の単純化に伴うスギ、ヒノキ、マツの病虫害や気象害多発の傾向についての対象などがあげられる。

林業経営の面からみた場合、農林家による零細な経営が大部分を占め、健全な森林を維持、管理するためには、これら農林家の所得増大を図り、定着条件を作り出すことが重要で、その改善方向としては複合経営技術の向上があげられ、シイタケ等、食用きのこ類の生産性向上、クヌギ混牧林施業技術の改善等の研究推進が必要である。なお、竹、筍栽培技術の改善と体系化、特用樹、薬木薬草・山菜の生産技術を向上するための研究推進も要望されている。

水土保持・災害防止の面からみた場合、九州には火山性崩壊地などの特殊荒廃地が分布しているが、台風や集中豪雨の常襲地帯であるために、最近でも長崎市に生じた如き山地崩壊や土石流は、地域住民の生命、財産に多大の脅威と損害を与えている。逆に福岡市や那覇市などの例にみられるように、水不足が深刻な問題となっているほか、各種開発に伴ない林地の転用が目立ってきている。したがって、人工林率や都市化の程度が極めて高い地域や、国土保全の問題のある地

域においては、森林のもつ水土保持機能や防災機能の評価と維持増進を図る施業技術の確立が望まれている。

以上の重要問題解決のための研究対応として、関係試験研究等諸機関とも協調しながら、最近10年間に多くの貴重な成果が得られたが、それらのなかから主要研究成果を紹介すると以下のとおりである。

1. 育種技術の改善

1) アイソザイムの遺伝様式の解明

林木の遺伝育種の研究にアイソザイム手法を適用するうえで必要となる分析方法の確立と遺伝様式の解明を主要林木であるクロマツ、ヒノキ、スギを用いて行った。

まず、アイソザイム手法を適用するための基礎実験として再現性の高いアクリルアミドゲル電気泳動法の使用、針葉試料採取時間決定のためのザイモパターンの季節変化¹⁾、バンド活性の遺伝子支配の有無を調べるためのひとつとして各バンドの基質特異性²⁾、多種類の酵素(19酵素種)のアイソザイムの検出方法等について検討し確立した。

遺伝様式の解明としては、まずヒノキの針葉中のパーオキシダーゼとアスパラギン酸アミノ転移酵素のアイソザイムの遺伝子分析の結果、モノマー型の Pod 座とダイマー型 Got 座の2つの遺伝子座が明らかとなった。またクロマツで雌性配偶体を用いて19酵素種のアイソザイムについて行った結果、これらの酵素を支配している34遺伝子座が明らかとなった³⁾。これらの遺伝子座間の連鎖関係の有無を検討したところ、現在までに20の遺伝子座組み合わせで連鎖が認められ、これらは5つの連鎖群を形成していた。また各遺伝子座の遺伝的変異量をヘテロ接合率を用いて調べたところ、遺伝子座間で大きな違いが認められた。なお、平均ヘテロ接合率は約30%であった⁴⁾。これは今後、これらの遺伝子をマーカーとして様々な研究を行なう場合、研究目的(例えば、個体間、集団間、種間、属間等の遺伝的な違い)により、効率的なマーカー遺伝子を選ぶうえで役立つものと思われる。

2) 九州産ヒノキ精英樹実生苗の生長特性

九州産ヒノキ精英樹実生苗の生長特性：九州林木育種場に集植されている精英樹134系統のつぎ木クローン14年生時の樹高生長量を、上位、中位、下位グループに分け、各5系統実生1～2年生の光反応、施肥反応を調べた。光反応では、上位のものに相対照度40%および波長域400～500 nm cut 光質などの日陰条件下でも苗長生長の大きいものが多かった。施肥反応でも、上位のものは施肥量の多い土壌で苗高生長量の大きいものが多かった⁵⁾。これらの生長特性は、母樹14年生時の樹高生長量の大きいものに当り、両者の生長量にプラス相関があることが判明した。

2. 主要樹種林分の更新、保育技術に関する生態生理的研究

1) 根系優良苗木の育成

苗木移植後、早く活着し、早く生長する苗木としては、どんな根系のものがよいかを明らかにするとともに、とくに、実生苗に比べて初期生長の遅いさし木苗の根系優良苗木の養成技術を組み立てる研究を行い、スギさし木苗の植栽後2年間の発根状況⁶⁾、クロマツのさし木における光

質利用効果⁷⁾、インドール酪酸によるさし木の発根促進⁸⁾、苗木、成木の根切り効果⁹⁾について、それぞれの成果を得て、造林の初期管理における省力技術の最適化（育苗技術¹⁰⁾）についてのとりまとめを行なった。

2) 林木の健全性

マツ類のマツの材線虫病に対する抵抗性要因を調べ、材線虫を4年間連続接種しても枯死しない抵抗性のアカマツ、クロマツは針葉の蒸散機能が強く、水ストレスが小さいものであった。また樹液流速の調査の結果では、実生6年生の抵抗性木はマツノザイセンチュウ接種前後とも樹液流速が高く、これらの水分生理特性は抵抗性要因に関与していると考えられた。

3) 暖地における林木の凍害回避技術

九州の凍害に多い胴枯れ型凍害発生機作について、スギ精英樹クローンのさし木2、4年生木の幹の部位別耐凍性を調べた結果、いずれのクローンも幹の上部より下部の耐凍性の弱いことが確かめられ、含水量は幹の下部の方が少ない傾向が認められた。また樹下植栽木のスギ、ヒノキ6年生木は、全光線下で育った6年生木よりも耐凍性が弱く、上木の被覆効果によるものと断定された。皆伐造林地で下刈方法と凍害発生との関係を求め、凍害常襲地帯では全刈下刈よりも無下刈の方が被害が少ないことを確認した。ほぼ -20°C 程度であるが、ハードニングによる凍結実験で、スギの潜在耐凍性（遺伝的耐凍能力）は -28°C の耐凍度の発現がみられる品種があり、品種、クローンには遺伝的耐凍能力に差のあることが確認された¹¹⁾。これらの成果は凍害回避の施業指針作製に基礎的な情報として活用されるものと期待される。

4) 人工林の複層林施業に関する研究

近年、環境問題に関する社会的認識の高まりにともない、大面積皆伐施業の弊害に対する反省も含めて、非皆伐施業の環境保全的効用の再認識と、その施業法の確立が強く要望されてきた。

林業試験場では昭和40年代後半から林内人工更新について、関西、四国、九州の各支場で地域に応じた経常的研究として、それぞれ独自にはじめられていたが、「非皆伐施業に関する研究資料—主として林内人工更新に関する中間報告—」¹²⁾としてまとめ、問題点を整理した。ついで昭和50年度よりプロジェクト研究が開始され、その成果は「人工林の複層林施業に関する研究」¹³⁾として複層林施業技術の基礎的指針となる多くの成果をあげている。

5) 常緑広葉樹天然林施業に関する研究

人工林率が55%に達している九州では、有用広葉樹資源及び公益的機能を期待した施業法確立の要請が強い。九州及び南西諸島にはシイ類、カシ類、イス、タブ等を主として常緑広葉樹林とブナ等を主とした落葉広葉樹林の各森林型がある。

九州支場では昭和51年から奄美大島における天然生広葉樹林の林分構成解析¹⁴⁾を進め、ついで昭和52年には奄美群島、沖縄等南西諸島の森林施業基本調査を受託調査し¹⁵⁾昭和56年には技術開発課題「南西諸島における広葉樹林の更新技術の開発」¹⁶⁾の調査研究を進めた。さらに昭和55年以降の経常研究では、シイ林の天然更新¹⁷⁾の研究を進めつつあり、シイ林の分布域、更新稚樹の実態、埋土種子集団の動態等について貴重な知見を得ている。

林業試験場の全場的な対応として、昭和54年に広葉樹研究の有効な組織化をはかるための総合研究会を組織して、広葉樹問題についての検討内容を要約した¹⁸⁾。そしてプロジェクト研究「ミズナラ等主要広葉樹の用材林育成技術の開発」(昭和57～60年度)を実施中で、そのなかにシイ林の天然更新技術の開発、好適立地判定技術の開発、形質向上のための密度管理技術の開発などの研究成果が蓄積されつつあり、今後の研究の進展が期待されている。

3. 九州地方における森林土壌の環境特性

土壌の水分環境は立地を左右する主要な因子である。水分環境は気象要因により決定される部分が多いが、地形や土壌の保水量などによっても異なってくる。九州地方に分布する主要森林土壌の一般理化学性についての資料はかなり集積されているが、水湿状態の変動や土壌の保水量の資料は少なく立地をよりくわしく把握するうえでのネックになっている。

各種林分の土壌水分張力や地形と土壌水分張力の関係を調査した結果、水分張力は地形とかなり密接な関係にあることが明らかとなった。土壌の孔隙解析より、各土壌の有効保水量(pF 1.8～3.2に相当する孔隙量)を推定したところ、褐色森林土は母材によって異なるが、黒色土より少なく、赤、黄色土より多いようである。有効保水量の少ない赤、黄色土は乾燥傾向に、黒色土は湿潤な傾向にあるものと推測された。

土壌中の水溶性成分の量や質を把握することは、林木の養分吸収の点からも、土壌中における養分の移動の点からも重要である。長期間にわたり、土壌をインキュベーションすることにより、土壌中の水溶性成分の潜在量を推定した結果、水溶性成分は多くないと推定された。

渓流水の水質調査結果では、森林伐採により養分流出量が増加することが認められた¹⁹⁾。これは、林地における養分収支のうえで、林木の養分吸収が果す役割はかなり大きいと考えられた。また、土壌溶液中の養分濃度は斜面下部の集水地形の所の方が、斜面上部より高い傾向にある。施肥チッ素の土壌中での動きを調査した結果では、アンモニア態チッ素は硝化作用により硝酸態チッ素となり、雨水とともに、急速に流亡する。この場合、土壌中のカルシウムなどの塩基も流亡する。林業は山地斜面において営まれている。斜面における水分環境や養分、水分の移動を明らかにすることは立地をより正しくとらえる上で重要と考えられる。

なお、南西諸島には表層の灰白化した土壌が分布している。この土壌は漸定的に表層グライ化赤、黄色土に分類されているが、その生成機構は不明な点が多い。この土壌の分布状態や理化学性などを調査した結果、この土壌の生成には母材が強く影響しているのではないかと推測された。

4. 暖温帯林の施業、経営技術の改善

この問題への研究対応は、施業・測定、混牧林、経営経済の3分野に大別される。まず、施業測定分野では、九州における主要造林樹種であるスギ、ヒノキの固定試験地の長期にわたる定期調査資料等を活用して、同齢単純林の成長法則の解明、的確かつ効率的な収穫予測法の開発につとめ、間伐率のちがいによる成長予測、林況診断表の作成等につきそれぞれ成果を得た²⁰⁾。広葉樹関係では、択伐によるカシ類優占林分への誘導効果の長期的変化を解明して暖温帯広葉樹林施

業に貴重な示唆を与えるとともに²¹⁾、公立林試と共同してクスギ林分収穫表等の調製²²⁾を行った。後者の成果は九州におけるシイタケ原木供給予測、クスギ林施業指針作成などに基礎的な情報として活用されるものと期待している。

九州における混牧林は、九州全域に分布しているわけではないが、阿蘇・九重地域では北海道東、北東北、中国山地と並んで重要な土地利用形態の一つであって、またその組み合わせはクスギ・ネザサ（又はススキ）という全国的にみても独特の形態である。したがってこの分野の研究では今まで全国的分担関係においてネザサを対象に、その生態と放牧利用との関連を中心に研究をすすめるとともに²³⁾、林内放牧にともなう起る土地保全上の問題について表層土の移動や浸透能低下など土壌条件悪化の実態を解明してきた²⁴⁾。

最近 10 年間の林業経営環境は、第 2 次オイルショックをはさんで、ますます悪化しており、九州においても例外ではなかった。これらの実態を造林投資の採算性の地域別比較によって明確にするとともに²⁵⁾、この事態への研究対応として地域林業診断手法（過疎化段階区分等²⁶⁾）や計画手法（とくに労働環境施設、間伐小径材加工施設や複合経営を中心とした地域林業形成の基準、評価）について検討を進めて来た²⁷⁾²⁸⁾。これらの成果は、当該山村地域ばかりでなく類似山村における地域林業計画立案の拠りどころとして活用されている。

5. 主要病虫害の防除技術

当面の問題として主要な病虫害をあげると、まつくい虫問題、スギザイノタマバエ、ヒノキカワモグリガによる被害の問題、スギ、ヒノキの材質劣化の原因となる変色や腐朽の問題があげられる。

過去 10 年間に取り組んできた研究の動向はつぎのとおりである。

1) 病虫害関連では、まず、疫病的蔓延で全国に広がったマツ類の材線虫病は、当支場においてマツノザイセンチュウ（病原体）とマツノマダラカミキリ（伝播者）との関連が明らかにされた。（1971²⁹⁾、1972³⁰⁾）、その後 10 年間で特別研究、経常研究を重ねることにより、マツ（宿主）と伝播者と病原体のかかわりや、発病と環境の関連などが一層明確となり、その防除対応がなされてきた。しかし、発病機構等については十分な理論づけには至っていないが、本・支場体制により現在継続した研究を進めている。

主な業績をあげると、①マツの材線虫病の進展とマツの水分生理状態との関係³¹⁾、②マツ類の材線虫病における線虫の動態とマツの病態生理変化³²⁾、③マツノザイセンチュウの病原性と変異³³⁾ならびに誘導抵抗性³⁴⁾、④薬剤施用による材線虫病の治療効果³⁵⁾の検討、⑤マツノマダラカミキリの変動要因の解析³⁶⁾、⑥成虫の移動、分散の構造解析³⁷⁾、⑦マツ—マツノマダラカミキリ—マツノザイセンチュウ 3 者の量的関係の把握³⁸⁾、⑧枯損動態の調査と解析³⁹⁾、⑨後食予防剤の昆虫群集に与える影響評価⁴⁰⁾、⑩発生予察のための成虫の羽化脱出消長と発生環境の解析⁴¹⁾等に大別することができる。

2) 虫害

スギザイノタマバエ（ザイタマ）は発見されて以来、生息域、分類、個生態、防除法について

研究され、技術として適用される成果が得られた。しかし、その後の林業ならびに社会的背景の変化にともない発生、被害は広域化し、加害形態も様々になり対応できない問題がでてきた。

これらの問題に対応するため 1978 年から研究を再開したが、問題が多様であるために植物生理、生態、腐朽等の関連研究室と共同研究を進めている。研究の内容は被害の広域化阻止のため成虫の移動・分散の様式の解明、ザイタマ個体群変動に与える生物学的・物理的要因の把握とその役割の評価、ならびに要因の強化方法である。加害機構に関しては、幼虫密度の変化にともなう皮紋の深さの変化の把握、品種間の樹皮構造の解剖学的な比較検討、さらに被害量の把握方法などがあげられる。防除法に関しては、林地における殺虫剤による防除は経済的にみて採算がとれないので、林業的防除法、抵抗性品種の育成および生物防除法などについて研究を進めている。これらの成果の途中経過をとりまとめ「スギ・ヒノキの穿孔性害虫⁴³⁾」に発表した。

ヒノキカワモグリガは九州において顕在化したのは最近のことである。しかし、実態調査を行ってみるとその被害は実に甚大であった。調査は地理的分布、成虫の発生消長、材内被害の実態、個体群の年次変動、被害歴ならびに品種間の被害量の差異の把握などについて実施している⁴³⁾。

3) 病害

スギの幹に現われる変色や腐朽の発現機構の解明を進めており、現地調査の積みあげを行ってきた。これらの原因には暗色枝枯病、高山帯（標高 800 m 以上）にみられる腐朽病も確かめられたが、なお原因不明な被害も多い。さらに気象害のうち、凍裂や干害との関連で腐朽に進展する例もみられ、関連する菌類の検索を行っている。

ヒノキについても同様に材質劣化をおこす病害がみられ、根株腐朽病と漏脂性病害⁴⁴⁾が主要な被害であることが判明した。

根株腐朽については、キノメタケによる根株心腐病の検索を行い、九州南部はもとより北部（長崎県下）四国（愛媛県下）でも発見された⁴⁵⁾。また、スダジイの根株腐朽（奄美大島）から本菌を確認しており前生広葉樹の拡大造林地に現われる被害と考えられる。

高山帯（九州中央山系、四国）にはスギの腐朽と共通した菌が確認されたが、子実体の形成がみられず、現在子実体の形成を試みている。また、菌の培養的特長と腐朽型から菌の判別はおおよそ可能となった。

以上のように九州の人工林では、森林の成熟につれて種々病虫害の発生をみるので、その管理技術の向上を目指す必要がある。

6. シイタケ等、食用きのこ類の生産性向上

農林家の所得増大を計るため複合経営技術の向上が考えられる。そのなかでシイタケなど食用きのこの生産性の向上のため、品種改良、栽培技術、ほた木の病虫害等重要問題をかかげて研究を進めてきた。

過去 10 年間の業績を下記に示した。

シイタケの品種改良については、シイタケの野生系統 161 菌株を収集・保存中。その栽培特性

に関する遺伝形質および形質相互の関連性について研究を進めた。単孢子交雑育種については多数の F_1 を調べた結果両親の特性を共有する遺伝子型の出現頻度は極めて低く、今後は新しい育種技術開発が必要であろう。

栽培技術については、既往のシイタケ栽培技術の科学的根拠を明らかにし技術水準を評価するため、伏込地の水分蒸発量、原木の作業工程と含水率⁽⁴⁶⁾、原木伐採時期の XWP⁽⁴⁷⁾、伏込地の微気象、伏込木内部温度、庇陰資材の雨水透過性などについて試験を行ないその一部が明らかになった。これらの諸要因とほた付き率との関係が解明されつつある。

シイタケほた木の病害については、九州に特有の病害であり、昭和 47～53 年の被害総額約 40 億円に上る激害を生じた「シイタケほた木の黒腐病⁽⁴⁸⁾」に対して総力をあげて取組んだ結果、病原菌としては *Hypocrea* 属菌およびバクテリアが関与していることが推定されるにいたり、その一つは *H. nigricans* であることが明らかになった。バクテリアその他については継続中。誘因は伏込環境および伏込木の水分過剰であり、伏込地の選定、伏込方法の改善、過剰な雨水の遮断などにより被害を軽減できることがわかった。しかし本病害に関する伏込期間の原木水分状態と菌フロアの推移についてはまだ解明されていない。このほか九州に多い病害としてニマイガワ菌およびシトネタケ菌に⁽⁴⁹⁾ついて研究を進めている。

シイタケほた木の害虫については、昭和 47 年頃原木の移入にともない長崎県対馬から九州本島に侵入したハラアコブカミキリ^(50,51)が定着し被害が拡大しつつあり、被害の実態調査および環境的防除に関する調査を行った。その結果、産卵は直径 8 cm 以下の小径原木に集中する、一本当りの産卵こん数および幼虫害面積、幼虫一頭当りの食害面積その他が明らかになった。伏込環境および原木作業工程と被害率との関係はみとめられなかったが、原木個体による差は認められた。幼虫食害量とシイタケ減収率との関係については継続中である。

食用きのこ類の遺伝子収集についてはマツオウジ、ヌメリスギタケ、ニオウシメジ（日本新産種）など野生種 19 種 86 系統を収集・分離・保存中。また、これら収集の基礎資料として九州におけるきのこの分布を調べ⁽⁵²⁾、ハラタケ目を主とする約 350 種を明らかにした。

7. 水土保持、災害防止技術の改善

九州地域は、台風や梅雨による集中豪雨が激しく、近年の都市開発、土地利用の変革にともない豪雨による災害が拡大する傾向にある反面、かんばつの起りやすい点でも有名な地域である。一方、九州地域の人工林率は高く、若齢林分によって、大部分が占められており、これらの林分に対する水土保持上望ましい森林施業のあり方についての要請も高まってきている。

森林の水資源かん養、ならびに洪水緩和機能等の水保全機能に関して、九州の代表的な林相である常緑広葉樹・スギ林および、スギ・ヒノキ林について、去川理水試験地を通じて、主として統計的な解析により、林況変化が流出量に及ぼす影響を明らかにしてきた。流域伐採処理の影響は、処理後 7 年位まで続くこと、総雨量が 200～300 mm に達すれば、森林が増水流量におよぼす影響は小さくなることなどが認められた⁽⁵³⁻⁵⁷⁾。こん後は、更に水保全上望ましい施業の取扱いのために、理水機能の計量化手法の研究や、これまでほとんど未着手であった高標高の蒸発散量に

についても検討する。

土保全技術や災害防止技術については、シラス地帯や火山性荒廃地などの特殊な災害の形態について森林の崩壊防止機能や土木的な防止工法について検討を行ってきた。

毎年のように崩壊が発生しているシラス地帯において、常緑広葉樹、スギの幼・壮齢木の根系分布および、根系の引張抵抗力を調査した結果、スギ、常緑広葉樹の壮齢木はかなりの抵抗力をもつが、若齢木は、ほとんど期待できないことが明らかになった^{58,59)}。

火山性荒廃地として有名な鹿児島県林務管内の桜島において、個々の崩壊の発生原因、形態などの特性をつかみ、森林施業によるコントロールと有効な防止工法の検討を行ったが、災害防止対策を確立するところまでは至っていない⁶⁰⁾。

文 献

- 1) 白石 進・上中久子：スギおよびヒノキ針葉のアイソザイムパターンの季節変化，日林九支研論，(1979)
- 2) ————：スギおよびヒノキ針葉エステラーゼ・アイソザイムの基質特異性，日林九支研論，(1980)
- 3) ————：クロマツ雌性配偶体アイソザイムの遺伝様式，日林大会講要旨，(1982)
- 4) ————：クロマツの遺伝的変異と平均ヘテロ接合率，日林大会講要旨，(1983)
- 5) 大山浪雄・白石 進・藤本吉幸：ヒノキ精英樹 15 家系実生苗の施肥反応，日林九支研報，(1981)
- 6) 上中久子ら：スギさし木苗の植栽後 2 年間の発根状況，日林九支研論，(1976)
- 7) 大山浪雄ら：クロマツさし木における光質利用効果，日林九支研論，(1977)
- 8) 大山浪雄：インドール酪酸によるさし木の発根促進，新しい育苗技術，(全苗連)(1979)
- 9) ————：苗木・成木の根切り効果，緑化と苗木，(1982)
- 10) 大山浪雄ら：造林の初期管理における省力技術の最適化（育苗技術），国有林技術開発試験成績書，(1978)
- 11) 高木哲夫：九州におけるサシスギの耐凍性のクローン間差異，第 17 回エフロ世界大会ボランティアペーパー，(1981)
- 12) 尾方信夫ら：非皆伐施業法に関する研究資料“主として林内人工更新に関する中間報告”I 九州支場における研究の概要，林業試験場(1975)
- 13) 複層林施業研究班：人工林の複層林施業に関する研究，林試研報，323，(1983)
- 14) 尾方信夫ら：奄美大島における天然性広葉樹林の林分構成—第 1～5 報—日林九支研論，(1977～1981)
- 15) 大西 孝ら：奄美群島，沖縄等南西諸島の森林施業基本調査報告書，(1978)
- 16) 尾方信夫ら：南西諸島における広葉樹林の更新技術の開発，国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書，(1982)
- 17) 埴田 宏ら：シイ林の天然更新，(I)～(V)，日林九支研論，(1981～1983)
- 18) 尾方信夫：広葉樹林施業の現状と今後の展望—林業試験場広葉樹総合研究会の検討報告書一，II-2 常緑広葉樹林施業(未定稿)，林業試験場，(1980)
- 19) 川添 強・吉本 衛：林地肥培が溪流の水質に及ぼす影響，林試研報，314，(1981)
- 20) 森田栄一：林況診断表の作成 I～VII，日林九支研論，34～37，(1978～1981)
- 21) 本田健二郎ら：暖帯広葉樹の成長と林分構造 1～3 報，林試研報，298，314，331，(1977～1984)
- 22) 九州地区林業試験研究機関協議会：中九州クヌギ林分収穫表等の調製説明書および別冊，(1985)
- 23) 黒木重郎：ササ草地の生態について I～III，日林九支研論，33，日草 講要 34，(1977～1979)
- 24) 河野良治ら：林地転用の放牧地と土壌保全，

- 林試研報, 295, (1977)
- 25) 久田喜二ら: 造林投資の採算性の比較—とくに主要造林樹種の経年変動と地域別変異—, 林試研報, 311, (1980)
- 26) 柳 次郎: 大分県山村集落の過疎化段階区分, 日林九支研論, 34, (1978)
- 27) 久田喜二ら: 小径木加工及び防腐処理施設並びに協業活動拠点の設置について—宮崎県日南地区森林組合—, 全林構改善協, (1980)
- 28) 安永朝海: 混牧林を中心にした乾シイタケ・和牛の複合経営とむらづくり, 全林協「農林複合経営のすすめ方」所収, (1984)
- 29) 清原友也・徳重陽山: マツ生立木に対する線虫 (*Bursaphelenchus* sp.) の接種試験, 日林誌 53, 210~218, (1971)
- 30) 森本 桂・岩崎 厚: マツノザイセンチュウ伝播者としてのマツノマダラカミキリの役割, 日林誌 54, 177~183, (1972)
- 31) 鈴木和夫: マツの水分生理状態と材線虫病の進展, 林業試験場研究報告 325, 97~126, (1984)
- 32) 橋本平一: マツ材線虫病の萎凋生理に関する研究 (I) 94 日林論, 469~470, (1983)
- 33) 清原友也ら: マツノザイセンチュウの病原性の変異, 日林九支研論 36, 189~190, (1983)
- 34) 清原友也: マツ材線虫病に対する抵抗性の誘導, 日林九支研論 36, 191~192, (1985)
- 35) 橋本平一ら: マツの材線虫病の治療効果について, 92 日林論, 373~375, (1981)
- 36) 森本 桂: マツノマダラカミキリの個体数変動要因, 森林防疫 25(12), 195~198, (1976)
- 37) 竹谷昭彦・倉永善太郎・大河内勇: マツノマダラカミキリの林内における行動と成虫密度推定の試み, 日林九支研論 37, 205~206, (1984)
- 38) 竹谷昭彦・岩崎 厚: マツノマダラカミキリの温度別後食量, 日林九支研論 36, 195~196, (1983)
- 39) 森本 桂・岩崎 厚ら: マツノマダラカミキリに関する研究 25, 88 回日林論, 281~282 (1977)
- 40) 竹谷昭彦・岩崎 厚: 空散の昆虫相等に及ぼす影響, 日林九支研論 33, 115~116, (1980)
- 41) 竹谷昭彦・小川 哲: マツノマダラカミキリに関する研究 (34), 日林九支研論 34, 191~192, (1981)
- 42) 倉永善太郎ら: ヒノキカワモグリがの生態に関する研究 (II), 日林九支研論 35, 167~168, (1982)
- 43) 小林富士雄: スギ, ヒノキの穿孔性害虫, その生態と防除序説 シロスギザイノタマバエ 101~149, (1982)
- 44) 河辺祐嗣ら: スギおよびヒノキ造林地における根株腐朽病, 日林九支研論 37, 178~179, (1984)
- 45) 橋本平一ら: スギ・ヒノキ造林地における根株腐朽病, 89 回日林論, 309~310, (1978)
- 46) 安藤正武ら: シイタケ原木の作業工程と含水率, 日林九支研論 33, (1980)
- 47) ———: シイタケの原木クスギおよびコジの XWP (木部水ポテンシャル) 日林九支研論 34, (1981)
- 48) ———: シイタケはた木の黒腐病に関する試験研究報告書, 九州地区シイタケ原木病虫害対策協議会, (1980)
- 49) 角田光利ら: シイタケはた木に対するニマイガワ菌およびシトネタケ菌の接種試験 (II), 95 回日林論, (1984)
- 50) 日高忠利ら: シイタケはた木の害虫ハラアコブカミキリの被害実態, 日林九支研論 34, (1981)
- 51) ———: シイタケ原木 (クスギ) の作業工程とハラアコブカミキリの被害, 日林九支研論 35, (1982)
- 52) 久保田暢子ら: 林業試験場九州支場実験林のきのこ (2), 日林九支研論 37, (1984)
- 53) 竹下 幸: 流域伐採前後の年流出量の変化, 日林九支研論, 32, (1976)
- 54) ———: 温暖多雨地帯における季節流出量の経年変化, 日林九支研論, 32, (1977)
- 55) ———ら: 温暖多雨地帯の山地低水流量 (II), 日林九支研論, 35, (1978)
- 56) 真島征夫ら: 温暖多雨地帯の山地低水流量 (III), 日林九支研論, 35, (1978)
- 57) 竹下 幸ら: 温暖多雨地帯の山地低水流量 (IV), 日林論, 91, (1980)
- 58) 河野良治ら: シラス地帯における根系分布とその抵抗力, 日林九支研論, 32, (1976)
- 59) 志水俊夫: 判別解析による崩壊危険地判定に関する一考察, 日林九支研論, 32, (1976)

- 60) 陶山正憲ら：桜島地区民有林直轄治山事業—
土石流実態調査報告書，水利科学，(1983)

6. 浅川実験林

浅川実験林は大正10年に帝室林野局林業試験場として発足し，昭和22年に林政統一によって，農林省に移管され，幾多の変遷を経て今日におよんでいる。

当実験林は58haの面積を有し，その中には永年にわたって育成してきた樹木園，見本林等が存在している。すなわち樹木園（5ha）は内外の樹種を広く収集し，約1,300種類が植栽されてきた。また見本林（23ha）には90余種の樹木が成林しており，さらに試験林（4ha）は林木育種病虫害等の試験研究の場として利用されている。

このほか昭和41年以来農林水産省の桜対策事業として設置されたサクラ保存林（6ha）には現在243種類，1,750本のサクラが収集，保存されている。

当実験林は，暖帯北部という森林分布の位置づけと首都圏西部低山地帯に位置するという地理的条件から樹木研究室，樹芸研究室が設置されており，樹木の分類と生態，特用樹種や都市緑化植物の特性などについて研究が行われている。これらのうち，いくつかの課題の研究の概要はつぎのとおりである。

1. 日本産サクラ科の分類および特性

当実験林に設定された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，サクラ品種の形態および品種の増殖法などを検討するため各地より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まって順次調査し，同名異種，異名同種などの個体を判別し，品種名を同定すると共に，サクラ品種群の形態類別と分類の研究を進めてきた。

サクラ品種のなかでも特異な形質をもつ早咲き性，四季咲き性のものは，とかく品種を混同されていたが，各種の個体を集め比較した結果，相互間の違いが明らかとなった。フダンザクラは著名な四季咲性のものであるが，三重県鈴鹿市白子町のもを正名とし，滋賀県瀬が井のフダンザクラはコバザクラ（一名フユザクラ）とすべきものであり，また長野県梓川村にあるのは白子町のサクラと同じようにいわれてきたが，これはシキザクラであった。白子町のフダンザクラの学名の取り扱いについては，小泉源一のようにヤマザクラ系のサトザクラ品種とするのがよいと思われる。サトザクラ類は多くの品種があり，大別されずに現在は *Prunus lannesiana* の品種として，一括して扱われているが，葉，花の特徴，特に葉縁鋸歯の有芒程度，裏面の白さ，有毛程度，花の萼筒，萼片の形状などを重視して区別すべきである。花の形質は複雑に各器官ごとに変化がみられるが，萼の形質は比較的個体間ならびに個体内の変化が少ない。サクラ保存林の品種については，なお検討調査を加える必要があるが，1981年現在にて，一応，同定し品種目録を作成した¹⁾。また，サクラの増殖に一部はさし木が可能であることが知られていたが，多くのものはこれまで不明であったので，野生種を主とし，一部園芸品種について，可能性の有無を明らかにした²⁾。

2. サクラ保存林の維持管理

当実験林のサクラ保存林はたび重なる風倒や病虫害の被害をうけており、今後貴重なサクラを末永く維持するためには、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、更新方法など、具体的な撫育管理方法を明らかにする必要性が生じてきた。

昭和53年から3年間にわたる主要病害の実態解析以来、今日までの研究から問題になっているものは、地際および根株を喰害するコスカシバ、ナラタケ病⁸⁾、ガンシユ病等の複合被害による根腐れと、地上部の幼果菌核病⁴⁾である。

根腐れによる風倒枯損の原因は、植栽された樹木の台木と接木方法に問題があった。すなわち、若い台木そのものにすでに病菌が侵入しており、接木方法が低位接ぎで、覆土するやり方のため接木部位の創口から病原菌を侵入しやすい状況にし、さらに山地植栽で深植の傾向が一層根腐れを助長したものと考えられた。このことから、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。これまでのところ、実生苗木養成のもとである種子の取扱については、昭和55年からの研究の結果、採取翌春の養苗には、水洗した種子を1～2日室内で乾かした状態で密封容器にいれ、1～3℃の低温に貯蔵し、3月播種前40日以上低温湿層処理を施すことで充分満足な発芽率がえられることが判明した。さらに長期保存をするには、水洗種子を3週間自然乾燥後、密封容器にいれ低温に貯蔵する方法がもっともよく、この場合には、ヤマザクラでは40日以上、オオシマザクラでは60日以上播種前低温湿層処理が必要であることがわかった^{5), 6)}。接木増殖法としては、実生のヤマザクラ、オオシマザクラの苗木を台木として、8月下旬から9月初旬の芽接ぎによる方法がもっともよいようである。今後は、台木と穂木の親和性の検討が必要であろう。さらに土壌病原菌と根腐れについては、本場菌類研究室の協力を得て、病原菌の分離同定、接種実験による病原性の判定の研究を進めている。

コスカシバについては、スミチオン乳剤(200倍)を5月から8月の間に3回散布で効果が認められているが、虫の密度と被害量との関係を明らかにするため、フェロモントラップによる誘引試験を進め、防除技術の向上を目指している。

幼果菌核病⁷⁾、ベンレート水和剤(2,000倍)の散布で防除をしているが、適切な防除時期と散布方法の検討が残されている。

3. キリ栽培に関する研究

南米諸国でのキリの根培は、主として日系移住者によってウスバギリを主体にして行われてきたが、その材質はニホンギリなどに比べると劣るため、販売面で不利なことが多かった。そこで材価の高いニホンギリを生産すべく、種々の経路から我が国の銘柄材である会津桐、南部桐などの種子、種根を多量に導入したが、これらはいずれも期待したような成果が得られなかった。また、1970年代には東南アジアの諸国でも、キリの植栽が広範に行われるようになり^{10, 13, 14)}。ここでもウスバギリは生長がよいが、ニホンギリは生長しないという現象がみられ¹²⁾、原因の解明が求められた¹⁰⁾。

このような現象はすでに台湾で認められていたが、これまでは主として、ニホンギリを熱帯地

方に導入して成功しないのは、温帯地方を郷土とするものにとっては、熱帯地方の気温は高すぎて生育できないと考えられていた。しかし最近の研究では、北緯 30 度辺を境にして、これより北側に主として分布する種と、南側に分布する種とは日長に対する反応のしかたが異なり、北側に分布するニホンギリなどは、日長に対する反応が極めて敏感なため、生育期の日長が短い低緯度地方では、生育できないといった、種類によって光周性にちがいがあることによるものであることが明らかにされた^{10,11,13,14,16)}。

一方、キリのてんぐ巢病は、幼齡時に罹病すると生長を阻害し、ときには枯死するなどの被害を与える病害であるため、古くから多くの人によって研究が進められて来た。しかし現状では、経済的でしかも適確に防除が行なえないのが実体であるので、この病気に強い抵抗性を持ったものを作る以外には、適当な対応策がないのが現状である^{7,9)}。このようなことから、各地の種々のキリを集めて、てんぐ巢病に対する抵抗性を調べたところ、種類によって抵抗性にちがいがあり、南方型のココノエギリ、タイワンギリなどは抵抗性が強くほとんど罹病しないが、ニホンギリ、チョウセンギリなどは抵抗性が弱くほとんどのものが罹病する¹⁵⁾。またウスバギリ、ラクダギリなど幼時に生長のよいものは、幼齡時に罹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¹⁷⁾。このようにてんぐ巢病に対して、抵抗性の強いものの存在が明らかとなったので、これら抵抗性の強いものを交配母材料として、てんぐ巢病に強い、材質、生長のすぐれた栽培しやすい、優良品種の育成に大きな期待が持たれるようになった。

4. 都市および都市近郊林樹木の殖繁生態

東京を中心とする都市および都市近郊林は経済的価値もさることながら、環境保全上の問題とも関連して重要な立場に置かれている。

しかし、昭和 30 年後半から始まった、経済活動の急成長に伴う都市化の進行に従い、規模の縮小や大気汚染物質の増大などで、構成樹木の生育環境が悪化し衰退の方向にある。このような都市および都市近郊林を、今後良い状態で存続させるための対策が必要となり本課題がとりあげられるに至った。

これに関連する仕事として、すでに、昭和 49 年度から 55 年度まで、「都市林および都市近郊林の生態学的研究」の課題で、東京都およびその近郊の樹林地について、保存状態、森林型の区分、構成樹種の分布特性、樹種構成の地域差および樹木被害の実態などを、生態学的立場から調べ多くの成果をあげてきた。

こうした実態調査に引き続き、都市および都市近郊林を維持管理するための具体的な資料を得る目的で、昭和 56 年度から 5 年間の予定で、「都市および都市近郊林樹木の繁殖生態」の研究に着手した。

まず、東京およ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、東京地方の樹林地における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および稚樹の生長に与える影響を調べ明らかにした^{18,19)}。天然更新の状況を知る目的でタネの飛散状況、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、タネの豊凶、採取時期、貯蔵法、発芽促進法および育苗方法について検討し、ケヤキ種苗の取扱方法を確立した^{20,21)}。

次に、都市近郊林に位置する林業試験場浅川実験林の樹木園とサクラ保存林の樹木約 200 種類およびサクラ品種約 200 種類を対象に開花、結実季節を明らかにするため検討も進めている。特にサクラの各種類については、天然更新状況を知るために、タネの飛散状況、天然更新稚樹の消長を調べるとともに、人工更新を行う場合に必要な資料を得るため、タネの豊凶、採取法、貯蔵法および発芽促進方法について検討を進めた結果、サクラのタネも乾燥貯蔵が可能であるなど、いくつかの新知見が得られた^{22,23)}。

文 献

- 1) 小林義雄：浅川実験林のさくら，浅川実験林 (1981)
- 2) ———・大河原利江：緑化用広葉樹のさし木試験，林試浅川実験林年報，1 (1980)
- 3) 佐々木克彦・陳野好之：浅川実験林のサクラ展示林に発生したナラタケ病，森林防疫，24 (3)，(1975)
- 4) 陳野好之・葉袋次郎：浅川実験林のサクラに発生した幼果菌核病，森林防疫，29 (3)，(1980)
- 5) 石井幸夫・小林義雄・福泉ヤス・葉袋次郎：サクラの種子の発芽に関する研究 (I) ヤマザクラ，オオシマザクラ種子の発芽特性，35回日林関東支論 (1983)
- 6) ———・———：サクラの種子の発芽に関する研究 (II) ヤマザクラ，オオシマザクラ種子の冷処理期間が発芽におよぼす影響，36回日林関東支論，(1984)
- 7) 楠木 学・陳野好之・小林幸夫・葉袋次郎・林 弘子・緑川卓爾・岩田善三：サクラ幼果菌核病の発生生態と防除に関する研究，林試研報，328，(1984)
- 8) 戸田良吉・飯塚三男：検定用ツギキ台木としてテングス病にかかったキリ苗のさしき試験，林木の育種，83，5～6，(1974)
- 9) 飯塚三男：キリのテングス病罹病木の罹病部と健全部のさし木活着率のちがい，日林誌，86，154～155，(1975)
- 10) ———：スラヴェシ島のキリを見て，林木の育種，106，32～34，(1978)
- 11) ———：キリの花序形成期について，日林誌，89，205～206，(1978)
- 12) 藤田桂治・飯塚三男：インドネシア，マリノ試験造林事業技術指導報告書，JICA，林開投，81～83，134～167，(1981)
- 13) 飯塚三男：東南アジア地域での桐栽培，JICA，林業水産開発部，1～25，(1982)
- 14) 庵原宏義・飯塚三男・深津春義：タイ，マレーシア林業開発投資審査等調査報告書，JICA，林開投，82-36，1～50，(1982)
- 15) 飯塚三男：キリテングス病の種間差異について，日林関東支論，34，57～58，(1982)
- 16) 飯塚三男：ココノエギリの着花促進，日林関東支論，34，91～92，(1982)
- 17) 飯塚三男・船山悦郎：キリのてんぐ巢病が生長に及ぼす影響，林試研報，331，147～154，(1984)
- 18) 石井幸夫ら：ケヤキの種子生産と大気汚染の関係について，86回日林誌，301～302，(1974)
- 19) 石井幸夫：ケヤキ苗木の生長におよぼす大気汚染の影響，日林誌，60，412～416，(1978)
- 20) ———：ケヤキ種子の低温湿層処理期間とその処理後の発芽に及ぼす温度と光の影響，日林誌，61，362～366，(1979)
- 21) ———：ケヤキ種子とその取扱い，林業技術，449，17～20，(1979)
- 22) 石井幸夫ら：サクラ種子の発芽に関する研究 (I) —ヤマザクラ，オオシマザクラ種子の発芽特性一，35回日林関東支論，101～102，(1983)
- 23) ———：サクラ種子の発芽に関する研究 (II) —ヤマザクラ，オオシマザクラ種子の冷処理期間の違いが発芽におよぼす影響一，36回日林関東支論，93～94，(1985)

7. 木曾分場

中部地方とくに信州地域では、日本の屋根と称される 3,000 m 級の連山に囲まれ、日本海側多雪地帯、太平洋側多雨地帯、内陸性寡雨地帯および寒冷な亜高山地帯というように、それぞれ特徴のある地帯に区分され、自然環境は複雑で厳しい地域である。

林業的にも当地域では木曾ヒノキをはじめ、日本カラマツの中心郷土としての信州カラマツの存在など特徴的である。寡雨地帯、亜高山帯という厳しい条件において、カラマツ造林は良く適合しており、戦後の急速な造林熱によって造林地は拡大され、結果としてはカラマツの植え過ぎと弱齢造林木の材質脆弱も手伝って、長伐期指向、若しくはヒノキへの代替植林などが大きく要望されている。これらを推進するには、病虫害、適地問題など解明すべき問題を抱えており、これらの要因を早急に解明することが要請されている。木曾ヒノキについても、天然林の伐採は進められているが、いわゆるポドゾル地帯という更新困難地帯もあって、木曾ヒノキ後継樹の育成をより強く掘下げるべき時期にきている。

木曾分場はここに設立されて 30 年を経過し、子さな組織ながらも厳しい自然環境に対応する林業のあり方について模索し、木曾ヒノキ、カラマツ地帯での施業技術の解明技術に重点がおかれて研究を進めてきた。昭和 50 年代におけるそれら研究の概要をのべると次のとおりである。

1. 亜高山性樹種などの育苗技術

亜高山帯を多く含む当地域では、亜高山性樹種の育林技術の解明が当分場の設立当初からの命題であって、育林、育苗、病虫害など分場を挙げての研究が進められてきた。これらは本場を含めての研究となり、天然更新技術などが確立され、病虫害についても多くの報告がなされてきた。なおその一環として、種子の取扱い、育苗技術の解明が続けられ、これらの成果がまとめられた。即ち、亜高山性樹種の種子の取扱いについては、樹種によって多少異なるが、種子を冷処理することによって発芽力を強め、春先き早目に発芽させひいては生育期間を長くすることができる¹⁾²⁾。

さらに、天然生の少ないミズナラの種子の特性を調べ、多胚芽³⁾や、湿潤保存で発芽率が保持できる⁴⁾などをまとめた。これら個々の問題とともに、一般的な育苗技術のなかで緑化樹、花木類というまとめのなかで種子の取扱い、さし木、つぎ木など苗木の育て方としてまとめ、一般育苗家に重宝がられた⁵⁾。

2. 更新困難地対応

昭和 40 年代における土壌研究室廃止以来、当分場の立地研究はやや薄れていたが、昭和 50 年代にそれらの復活がみられた。まず、東信地方はカラマツ適地であるが、ここにヒノキを導入するときの留意点として、過去のヒノキ造林地の実態解析から、寒害などを防止するためカラマツとの二段林施業が望ましいことを指摘した⁶⁾。さらに、カラマツの生長は風衝地など生長の悪いものを除いて比べると海拔高が高くなるほど生長が劣り、地形、地域によってその傾向が異なる⁷⁾。木曾谷のヒノキについても、南部、中部、北部で生長が異なり、特に中部での湿性土壌ではその

割に生長が劣るなどの傾向がみられた⁸⁾。このように地域ごとの造林木の生長との関係解析とともに、信州地域全体としての森林立地区分を行い、それは自然植生とも結びついているなど立地区分についての検討がなされた⁹⁾¹⁰⁾。とくに施業見合せ地となっている木曽谷湿性ポドゾル地帯については、信大などの三浦実験林研究グループにも遅れながらも積極的に参加することとなり、亜高山性樹種の生長比較、ヒノキ地域別、産地別試験、および土壌A層の形態と生長との関係、起伏指数で表現される微地形と生長など、若干の傾向を得ることができた^{11),12)}。

3. カラマツ林分密度効果の解析

寡雨地帯である東信地方では、カラマツしかないということでカラマツ造林地が拡大されているが、材質、材価問題もからんで間伐促進に困難性が伴っている。このため、既往の収穫試験地などの資料を生かして、カラマツ林分の密度効果の検討が進められ、密度管理を被圧度という形で表現することで、直径生長に響いていることがわかった^{13),14)}。また間伐することによって、中庸木の生長助長が期待された¹⁵⁾。このほか、直径生長に関係する要因を検討し¹⁶⁾、密度管理による直径生長予測表が作成された¹⁷⁾¹⁸⁾。

4. まつくいむしなど侵入病害対応

病虫害診断については、その都度各界からの照会に対応してきているが、とくに当地域は内陸性高冷地に属するため、病害についてもやや未感染分野が多く、カラマツ先枯病が昭和48年に長野県に初感染がみられたときも、真先に取組み、官民あげての防除対応、連けいがとられ、そのしめくりとして、被害の特徴と対策留意点をまとめている¹⁹⁾²⁰⁾。まつくいむしについても、長野県に初感染が起るまでに、周囲県の被害林の特徴や²¹⁾、県南部の未感染地域の調査²²⁾など警戒を指摘してきた。

昭和55年長野県侵入後も、マツノザイセンチュウの鑑定その他、被害拡大防止に努力が続けられている。関連してアカマツを枯損させるものとして、つちくらげの実態把握と防除試験²³⁾²⁴⁾を足がかりにして、まつくいむし以外にもマツを枯らすものがあり、予防にはたき火禁止などを提言している²⁵⁾。

なお、ハイマツのさび病の現地接種実験²⁶⁾アスナロてんぐす病の接種実験²⁷⁾など、長年にわたる中部山岳地域のさび病としてまとめられ²⁸⁾、当地域におけるさび病の実態を明らかにした。

5. カラマツを加害するハバチ類の生態

カラマツ造林地拡大が進むなかで、害虫被害が集団的に広まっている。その中でハバチ類の異常発生は特徴的であり、マツノクロホシハバチとカラマツアカハバチは長野県内で西部と東部に棲分けていたが、昭和50年には混棲がはじまり²⁹⁾、大発生のおと昭和51年に突然激減したのは餌の欠乏と推定され、被害地周辺の地形、植生の条件がハバチの分散を阻止して、限られた地域にとじこめられていることを指摘した³⁰⁾。このように、ハバチ類の習性を調べていくなかで、寄生菌の採取³¹⁾種類の交替³²⁾天敵類やノネズミによる捕食³³⁾などが観察され、種の増減との関連など更に追究が進められている。

以上のように問題点が多いことを示しているように多方面に亘って研究が進められてきた。し

かしこれからは地域の特性を活かし、ヒノキ天然林地帯の更新技術の改善と、人工林地帯での阻害要因の解明に焦点をしばって研究を進めることにしている。

文 献

- 1) 荒井国幸：亜高山性針葉樹のタネの発芽，林試研報，321，(1983)
- 2) ———：高寒性樹種の種子の取扱いと育苗，緑化と苗木，42，(1983)
- 3) ———：ミズナラ種子の大小と発芽特性，林木の育種，110，(1979)
- 4) ———：ミズナラ種子の貯蔵と発芽，日林誌，64(1)，(1982)
- 5) ———：野趣に富む緑化樹，花木類のふやし方，長野林友，50(4)，51(1)～(4)，(1975, 1976)
- 6) ———：長野県東部地区（上田，岩村田営林署管内）におけるヒノキ造林について，24，日林中支講，(1976)
- 7) 下野園正ら：信州地方立地環境ごとのカラマツの生長，27，日林中支講，(1979)
- 8) ———：木曾地方ヒノキの地域別生長，29，日林中支講，(1981)
- 9) 仙石鉄也ら：信州地方の森林立地区分，53，林試木曾年報，(1979)
- 10) ———：同上一植生との関係，54，林試木曾年報，(1980)
- 11) 下野園正ら：ポドゾル地帯の更新法，56，国有林野技開報告書，(1982)
- 12) ———：亜高山性樹種の導入試験，三浦実験林報告書，XI，(1983)
- 13) 原光 好ら：カラマツ林の被圧と生長との関係，28，日林中支講，(1980)
- 14) ———：同上(Ⅱ)樹幹距離ごとの変化，29，日林中支講，(1981)
- 15) 下野園正ら：カラマツ人工林中庸木の生長傾向，30，日林中支講，(1982)
- 16) 上野賢爾ら：回帰分析による信州カラマツの直径生長要因解析，31，日林中支講，(1983)
- 17) 原光 好ら：信州カラマツの直径生長予測，32，日林中支講，(1984)
- 18) (上野賢爾ら)：長野地方国有林カラマツ林分密度管理図，林野庁，(1983)
- 19) 浜 武人ら：長野県に侵入したカラマツ先枯病の防除について，森林防疫，25(8)，(1976)
- 20) ———：長野県におけるカラマツ先枯病の現状，森林防疫，28(12)，(1979)
- 21) ———：マツの材線虫病長野県への侵入を警戒す，森林防疫，28(10)，(1979)
- 22) 小沢孝弘：長野県南部地域の松の材線虫病に関する調査結果について，29，日林中支講，(1981)
- 23) 陳野好之ら：山火事跡地に発生したつちくらげ病防除試験，89，日林論，(1978)
- 24) 浜 武人ら：火災跡地に発生したアカマツのつちくらげ病について，森林防疫，28(8)，(1979)
- 25) 浜 武人：松の枯損原因に多い「つちくらげ病」について，日本の松の緑を守る会 (6)，(1981)
- 26) 横田俊一ら：五葉マツ類発疹さび病菌のレースについて (中間報告)，XVII，IUFRO論，(1981)
- 27) 浜 武人：中部岳地山帯の針葉樹さび病に関する研究—アスナロのてんぐす病，林試研報，320，(1982)
- 28) ———：中部山岳地帯針葉樹の主要さび病に関する研究 (林試研報投稿中)
- 29) 小沢孝弘：マツノクロホシハバチについて，24，日林中支講，(1976)
- 30) 西口親雄ら：木曾地方におけるマツノクロホシハバチの漸増大発生経過に関する考察(Ⅰ)(Ⅱ)，日林誌，60(4)，(5)，(1978)
- 31) 浜 武人ら：マツノクロホシハバチ菌寄生菌 *Cordyceps* sp. について (第1報)，日菌会報，18(3)，(1977)
- 32) 小沢孝弘：カラマツ林に大発生したカラマツハラアカハバチについて，27，日林中支講，(1979)
- 33) ———：カラマツを加害するハバチ類—マツノクロホシハバチとカラマツハラアカハバチ，林業と薬剤，77，(1981)

IV. 総合研究の動向

IV. 総合研究の動向

1. マツノザイセンチュウによるマツ枯損に関する研究

昭和 43～46 年に実施された特別研究「まつくいむしによるマツ類の枯損防止に関する研究」の成果として、マツ枯損の原因がつきとめられて以来、15 年が経過した。ひきつづく第 2 次の特別研究「マツ材線虫の防除に関する研究」(48～50 年)では、被害発生機構を十分に解明した。そして、被害対策として病原体マツノザイセンチュウを媒介するマツノマダラカミキリ防除の有効性をいち早く指摘した。研究成果は直ちに昭和 52 年制定の「松くい虫防除特別措置法」(52～57 年)に基づく防除事業推進に応用されるところとなった。研究の成果はまた、マツ枯損は病原体が媒介者によって伝播される伝染病であることを明確にし、学問的にはマツ材線虫病の名を与えた。その後も被害は猛威とどまるところを知らずといった勢で増大していったが、その背景にはこの間の社会情勢の大きな変化や、また気象などが要因として分析、指摘された。こうした情勢において、昭和 57 年失効期限に達した旧特別措置法は、新たに「松くい虫被害対策特別措置法」(57～62 年)の制定により引き継がれた。当然ながら研究推進の要請は一層強いものとなった。

被害の実態に関しては、被害量の増加もさることながら、被害地の拡大がここ 10 年間の大きな特徴で、病気は東北や北陸地方、また内陸高海拔地域へと広がり、今や北海道、青森県を除くほぼ全土に及んでいる。一方、南の方でも、沖縄県への新たなマツノザイセンチュウの侵入が、現在では重大な被害をもたらしている。人為的な伝染源の持込みによる伝染病拡大の典型的な事例をここにみることができる。これほどのひどい病気も、世界的にみれば問題を起こしているのは日本に限られるようである。日本以外での被害発生は昭和 54 年にアメリカではじめて確認された。ひきつづく調査で、マツノザイセンチュウの全国的な分布が明らかにされた。保存標本の再検討の結果、原記載が訂正された *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhrer, 1934) Nickle, 1970 が、日本で記載した *B. lignicolus* と一致することが判明し、後者は前者のシノニムとされた。この事実はまた、アメリカにおけるマツノザイセンチュウ分布の記録が 1930 年以前にまでさかのぼれることを示した。古くからの広い分布を疫学的にみれば、マツ材線虫病はアメリカでは風土病にとどまっていたのである。なによりもアメリカ原産のマツは抵抗性なのである。アメリカに導入された外国産のマツだけがひどい被害を受けている。

今世紀初頭に端を発するわが国におけるマツ材線虫病の被害発生経過を、その激しい病原力や伝播力にてらしてみるなら、そこに外来性病原体の流行病的蔓延の様相がうかがえる。アメリカとの違いは日本のマツが強い感受性だということである。本病の根絶を期するには、不断の防除努力とともに、病気に対する抵抗性を集団として、また個体として備えたマツの育成をめざさなければならない。

研究の経過

抵抗性機構解明の最初のがかりは、発病のメカニズムを知ることである。線虫侵入と発病の関係の現象面での解明は十分になされていたが、では何故そうなるのかといったメカニズムについては不明な点が多く残されていた。そこで発病機構の解明をめざし、マツ枯損に関しては第3次ともなる特別研究「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」が昭和56年から昭和59年まで実施された。発病に果たす線虫の役割、発病にいたる樹体生理の異常、抵抗性要因、毒素、病気の伝播・拡大の疫学、といった問題の解明を目的として課題が設定された。対象とする問題の幅の広さから、この研究には本支場の保護部門の他、造林部、林産化学部が参加した。

この10年間、新しい防除技術開発を直接めざした研究が、林業試験場の特定研究として、継続して実施されてきた。その1つは「マツ枯損防止新技術開発調査」(53～57年)であり、これはまた、公立林業試験研究機関を対象とした林野庁の大型プロジェクト研究「松の枯損防止新技術に関する総合研究」(53～57年)に対応して設定されたものである。いわば共同研究的な性格を持っていた。ついで、あげられた成果の適用化を意図した研究が昭和58年から始まった(「マツ枯損防止新技術適用化促進調査」)。

研究成果の総括

(1) 発病機構

マツノザイセンチュウに感染したマツは、はやくに生理的あるいは組織細胞上の反応を示し、全身的な発病へといたる。本病は症状が全身に及ぶことから萎凋病と定義される。媒介者の後食による傷痕から、線虫は皮層や木部の樹脂道に侵入する。感染初期ではほとんどの線虫が侵入部位附近に分布している。侵入部位周辺での広がりには主に皮層を通じて行われている。この時期、少数の線虫が樹体内広く移動分散する事実が明らかにされているが、量的な広がりには認められない。感染後の初期症状として、エチレン生成の増加や呼吸速度の上昇がみられる。放射組織や樹脂道では、柔細胞のえ死、褐変化がみられ、それは病状の進行とともに顕著となる。樹脂の樹脂道外への漏出による仮道管の部分的閉塞が起こり、その部分では水分通道が阻害されている。水分通導阻害は部分的であり、蒸散や光合成停止にいたるのは病気の末期症状としてである。病状の進行は樹脂分泌停止へと発展する。こうした初期症状があらわれる時期には、線虫の分布はまだ限定的で、数の増加もない。組織の反応、症状発現は線虫の増殖・分散に先立って進行、拡大している。接種実験によると、樹体から検出される線虫個体数について、ある時間経過すると、接種直後より減少することが知られている。一方、樹体成分中には、線虫の活動を阻害する働きをもつものがあって、そこに樹体の示す防衛反応をみることができる。このような効果も病状進展とともに失われる。樹体内での線虫増殖のはじまりは、病状がかなり進行してからで、例えば樹脂分泌の停止などは、線虫増殖に先行する症状としてとらえられている。樹体の発病をひき起こす線虫の一次的な役割は、感染初期の侵入部位での定着と活動にかかっていることが推測される。これに関連しては、発病における化学物質の関与が想定されるところから、毒素の研究がす

すめられた。罹病木材組織からの抽出物、線虫の代謝産物、また線虫自身のもつセルラーゼなどについて、発病における役割が追求されている。市販の細胞壁分解酵素のマツ苗木への投与が、線虫接種と類似の仮道管閉塞現象をひき起こすのを認めたことから、線虫の保有するセルラーゼが注目され、その性質などが追求された。また、線虫の培養において、培地中に多量のセルラーゼが生産されることも確認されている。

線虫の病原性に関しては、随伴する微生物、とくに細菌関与の有無が議論されてきた。これに対しては、無菌化した線虫の接種実験から発病における細菌関与を否定する結果をえた。なお、電顕観察により線虫の体細胞中にクラミジア様粒子、また腸内に細菌様粒子を見出して、これらの本病における病理学的役割の解明が課題として残されている。

マツノザイセンチュウにも病原性に大きな変異のあることが確かめられた。その変異は小範囲の線虫個体群間、例えば同一林分内での枯死木個体別にも存在する。強・弱線虫の交配試験から、病原性は遺伝的性質であることが認められている。弱病原性線虫を前接種することにより、後に病原性の強い線虫を接種しても発病しないといういわゆる抵抗性の誘導現象が明らかにされた。この抵抗性は樹体の全身にわたって誘導される。誘導抵抗性の生じる要因を知ることは、抵抗性機構の解明につながる。さらにはこの現象を応用した防除技術の開発も期待できる。

すでに抵抗性と評価されている各種マツも、その抵抗性は齢に関連していることが示された。一般に抵抗性の強い樹種ほど、生育のよりはやい段階から抵抗性を示すようになる。各種マツ樹体成分の化学的検索の結果からは、これら化学成分と抵抗性要因とについては、宿主—寄生者の動的関係のうちに探るべきことが示唆された。

(2) 伝播機構

病気の伝染拡大に関しては、病原体の伝播ということで、線虫と媒介者の関係の生態学的解明がなされてきた。しかし、関係成立のメカニズム、とくに化学生態学的側面には、不明な点が多く残されている。病気の伝染阻止のためには、病原体と媒介者の関係を断ち切ることも有効な手段となる。このような観点から、いままでの研究成果をふまえて両者の関係を概観してみる。

マツノザイセンチュウの媒介者との関係のはじまりは、樹体内の分散型第3期幼虫のカミキリ蛹室周辺への集中である。これは際立った現象であり、関係切断の第1の手がかりがここにある。集中の機作を解明することによって、妨害の手段を見つけ出す。線虫のステージ進行、とくに耐久型幼虫になることは、伝播のための必要条件で、それはきわめて限定された期間内に起こる現象なので制御できる可能性も大きい。ステージ進行にかかわる要因を明らかにすることで、効率的な制御の方法が開発できる。つぎに、線虫の媒介者への乗り移りであるが、平均的にみてカミキリ1頭あたり1万頭、多い場合だと何十万頭もの線虫が体内に保持されることからみて、かなり強い親和的關係が推測される。関係切断の手がかりがここにもある。マツ枝上でのカミキリ体内からの線虫の離脱にあたっては、枝組織成分が促進的作用をもつことが明らかにされており、線虫離脱の制御も射程内に入っている。線虫・媒介者の関係切断の最も直接的な方法となると、それは薬剤による被害材の線虫の駆除に他ならない。従来、被害材処理が媒介者を対象とし

た方法に限定されていたことからの発展で、試験的段階ではすでに有効な殺線虫剤もみつまっている。

(3) マツノマダラカミキリの生態

媒介者マツノマダラカミキリの生態については、とくに被害伝播・拡大の疫学的解明をめざし、多岐にわたる研究がつづけられてきた。その成果の収れんするところは発生予察技術を確立するための枯損動態のモデル化であり、研究は現在なお進行中である。

マツノマダラカミキリが保持する線虫数の分布については、強い集中的傾向がみられる。例えばつぎのような例が提示されている。1,000 頭以上の線虫をもつカミキリは 20% 前後で、これらが全体の線虫数の 90% 以上を保持している。つまり、20% のカミキリが 90% の線虫を選び出すことになる。

マツノマダラカミキリは青森県と北海道を除くほぼ全土に分布している。分布の制限要因になっているのは、冬の低温ではなく、夏の温量不足である。一般には 1 年 1 世代であるが、低温の地方では 2 年 1 世代もあって、全体の 20~30% に及ぶ場合もある。東北地方では 8 月中旬以降生まれた卵からの幼虫は、若齢で越冬する。この場合死亡率は高いが生存したものの中から 2 年 1 世代がでる。

成虫の行動は、移動分散期、定着摂食期、産卵期の 3 段階に分けることができ、それぞれで異なる。羽化後は樹幹、枝を上部に向って歩き、突出部から飛び立つ。比較的ランダムに飛しようし、マツの枝に到達すると定着、摂食する。一般に、羽化後 5 日ぐらいから飛しよう能力が低下し、産卵期に入ると再び飛しよう行動が活発になる。飛しよう行動は温度に強く影響され、18℃ 以下では行動しなくなる。飛しよう距離の最高記録は 3 km であるが、標識再捕実験によると、再捕されたものの 75% は 100 m の範囲内であった。摂食行動は他の行動と異なり、主として昼間に行われる。マツ枝組織には摂食刺激物質の存在が明らかにされている。産卵の場所としては薄皮部を選好するが、産卵密度が高くなると既産卵個所を避けるなどの、産卵期行動の解析はすすんでいる。

生丸太を設置すると、それに成虫が誘引され、産卵することはよく知られていた。そこで、生丸太から揮発成分を捕集して分析した。モノテルペン類の他、嫌気性発酵生成物が検出された。これらの物質の組み合わせについて生物試験を行った結果、それ自体は誘引力のないエタノールを誘引力のあるモノテルペン類、とくに α ピネンと組み合わせると、より強い誘引力を示すことが判明した。アセトンやエタノールを注入した生立木、またパラコートで処理した木が成虫を誘引することもわかった。こうした誘引効果をもとに、誘引剤開発がすすみ、新防除技術としての適用の他にも、成虫の発生時期、密度、分布範囲などのモニタリングに活用されている。

個体群密度に関しては、種々の方法による調査がすすめられている。直接観察法、薬剤による落下虫調査法、ゆすり落し法、後食痕による推定法、産卵痕による推定法、標識再捕法、羽化脱出数による推定法などで、これらにより野外の密度推定が行なわれた。かなりの被害地についていえば、ha 当たり 1,000 あるいは 1 万頭のオーダーの推定がなされている。

死亡要因についての調査は、国公立林試共同の試験研究（特定研究—大型プロジェクト研究）の成果として、各地で膨大な資料が蓄積された。60～80% にも及ぶ幼虫期の高い死亡率は蛹室形成期までに起こる。この時の死亡は密度依存的であり、個体群変動のキファクターであると考えられる。蛹室形成後の死亡率は 30～70% にわたり、そのうち半分近くは天敵微生物による死亡である。*Beauveria bassiana* と *Serratia marcescens* を主要種とし、その他数種の糸状菌、細菌が検出されている。天敵としてはアカゲラなどキツキ類が、とくに低密度時に主要な役割を果たしている可能性が指摘されている。

(4) 新しい防除技術

すでに広く適用されている薬剤散布を中心とした防除法については、その効果は明らかであるが、それを補い、あるいは代替する新防除法の開発が社会的な強い要請としてだされている。これをうけた特定研究（53～57 年）ではつぎのような研究項目が設定された。①天敵の役割とその利用、②生理活性物質等の利用、③薬剤の単木処理法、などである。①、②についてはすでにふれたが、実用化へ向けてなお研究はつづけられている。浸透移行性殺線虫剤の樹幹注入が、高い予防効果をもつことが認められたことで、開発をすすめた結果として、2 種類の樹幹注入剤が農薬登録され、これらによる単木処理法はすでに広く実用に供されている。さらに、その他にも有望な薬剤が見出されつつある。

共生細菌の働きで、多くの種類の昆虫に対して高い致死効果をもつ一群の昆虫寄生性線虫について、最近マツノマダラカミキリに対する施用が検討されはじめた。外国から導入したこのグループの線虫のマツ被害丸太への施用試験で、高い致死効果が観察されており、今後の成果が期待される。

(5) その他

東北地方や内陸高海拔地域への被害蔓延は、まだ点として感染中心が形成されたばかりの段階にある。これらの地域では、気温を主とする環境条件などから、暖地ほどの病気の拡大の激しさはまだみられていない。また個々の木の発病経過にもやや異なった様相がみられる。寒冷地における病気の生態を疫学的にとらえる研究がすすめられている。面への広がりにはいたらないうちに抑えこむこと、マツ枯損問題における関心の一つがいまここに向けられている。

（真宮靖治・小林富士雄）

2. 細胞融合・核移植による新生物資源の開発

1. 目的

細胞融合及び核移植の技術はバイオテクノロジーの一分野で先端的な新技術として有望視されている。細胞融合は異なる 2 種の細胞を融合して雑種細胞を作り有用な遺伝形質を持つ細胞を作る方法であるが、日本で発明された技術である。既に、ジャガイモとトマトの雑種作出や醸造用の優良酵母の作出など画期的な成果があがっており、各方面への本技術の応用が世界的に期待されている。このような背景のもとに、細胞融合と核移植の技術の農林水産分野における適用をは

かり、新素材の作出や新しい育種法・大量増殖法・新遺伝分析法などの新技術の開発をはかるため表記の課題の別枠研究が昭和57年度から5年間の予定で農林水産省において進められている。本研究の大課題は次の3テーマである。

- I 細胞融合の作物・藻類・菌類育種への応用法の開発
- II 細胞融合による細胞株の機能改良法の開発
- III 核移植による動物の複製法・育種法の開発

このプロジェクト研究には農林水産省の各研究機関が参加しているが、林業試験場では林木育種、食用菌類（きのこ）育種および森林保護の分野で細胞融合の技術の開発を目指している。造林部組織培養研究室、保護部きのこ第1および第2研究室がIのテーマで、保護部天敵微生物研究室がIIのテーマで研究を進めている。

組織培養研究室では「細胞融合による林木育種技術の開発」というテーマで、林木育種で問題となる交雑不和合性を克服し、種間・属間交雑を可能にして新品種や新植物の作出法の開発をはかる。林木のなかでカルス培養で高い全形成能を認めているポプラ属その他の樹種を対象に研究を行っている。

きのこ第1およびきのこ第2研究室では同様に細胞融合によってきのこの種間・属間交雑を可能にし新品種や新きのこの作出法の開発を進めている。きのこ第2研究室は「主要食用菌類の細胞融合による変異菌の作出とその遺伝的検討」というテーマで細胞融合による新しい菌の作出とその遺伝的検討を行い、きのこ第1研究室では「主要食用菌類の細胞融合による変異菌の培養・栽培とその評価」というテーマで、きのこ2研で作出した変異菌を実際に培養・栽培したときの問題点の検討を行う。

天敵微生物研究室では「コガネムシのボックスウイルス高感受性株の作出」というテーマで、ボックスウイルスの大量増殖を培養細胞で行うシステムを開発するために、細胞融合を用いてウイルス感受性の細胞と増殖性の高い細胞株を融合させ、ウイルス感受性で増殖効率の高い細胞株の作出を目指している。

2. 経過および成果

細胞融合の利用には次のようなステップが必要である。

1. 目的とする林木やきのこからのプロトプラスト（細胞壁を取除いた細胞）の分離、培養。
昆虫細胞からの培養細胞の樹立とウイルス感受性等の特性検定。
2. 異種プロトプラストまたは異種培養細胞の融合。
3. 融合細胞の選抜と培養。
4. 培養した融合細胞からの植物体やきのこの発生と特性検定。融合培養細胞株の特性検定。
5. 融合細胞由来の植物体やきのこを用いる育種についての検討。融合培養細胞株からのウイルス大量増殖法の検討。

これらの各ステップの技術を確立するために、それぞれの対象について研究を進めている。林木育種においては^{1)~7)}、以前から成木の葉肉、組織からのプロトプラストの分離や細胞融合を試

みていたが、本プロジェクト研究の開始に伴い、細胞融合による体細胞雑種個体の作出に本格的に取り組むことになった。まず、プロトプラストの分離・培養の段階で大きな問題があった。即ち、成木の葉肉組織はバチルスあるいは一種の腐朽菌であるエルウィニア等の細菌による汚染が著しく、各種の抗生物質を使用しても単離したプロトプラストの培養の段階で効果的にこれらの雑菌の増殖を阻止するのが困難で、林木の細胞の健全な増殖ができなかった。この雑菌の除去について種々検討した結果、試験管内での挿木法によって無菌の苗が得られることが判明し、この葉肉組織から分離することにより、無菌のプロトプラストを作出することに成功した。これによりプロトプラストの分離・培養が大変容易になった。

融合についてはポプラ類の中で耐虫性のギンドロと幹が通直であるが虫害を受けやすいヤマナラシの融合を進めている。デキストランを用いて融合を行っているが、融合時の細胞の破裂が著しかったため破裂を防止する培地の開発を行い成功した。現在融合産物の培養によってコロニーの形成を観察できるようになった(図1)。

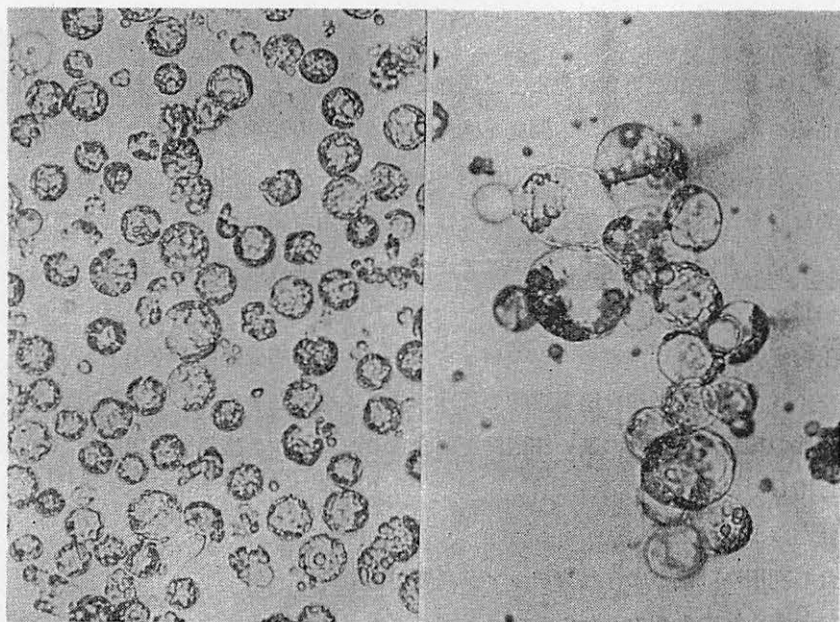


図-1 ギンドロとヤマナラシの融合産物の培養

きのこにおいては⁸⁾⁻¹⁰⁾、シイタケ、ヒラタケ、エノキタケなどの栽培きのこの培養菌糸からプロトプラストを分離することから検討をはじめた。きのこのプラトプラストはスエヒロタケ、ヒトヨタケなどについては従来研究が進んでいたが、栽培きのこについてはあまり進んでいなかった。菌糸の培養条件、酵素の種類等種々の検討を行い、シイタケ、ヒラタケ、エノキタケ、マイタケ等 13 種のきのこからプロトプラストの分離に成功した。特にヒラタケでは菌糸 1g 当り 10^8 個以上の高率で得ることが可能になった。次にプロトプラストの培養方法をヒラタケを中心に検討し、良好な培養条件を定めた。培養方法を検討する中で、プロトプラストを作出する際に、

きのこの2核菌糸から調製してもそれを培養すると1核菌糸も同時に得られることを見出した。1核菌糸はきのこの交配で使用するもので、この現象は交雑育種の簡便化に役立つものである。

きのこのプロトプラストは一般に直径数ミクロンと小さくかつ無色透明なため、異なる種のプロトプラストでも形態的に見分けることは困難である。従って細胞融合を行う際に雑種細胞の分離が困難な問題になっている。これを克服するために種々検討を行った結果、ヒラタケの種内融合で突然変異株を利用して融合菌を分離・培養する方法を開発し、現在得られた菌からの子実体の形成を進めている。即ち、ヒラタケの異なる系統から、それぞれアミノ酸または核酸が培地中になくと生育できない突然変異株（栄養要求性変異株）を作出した。これらの菌糸からプロトプラストを作成し、ポリエチレングリコール（PEG）を用いて融合を起させると相補性によりアミノ酸も核酸もない培地の上で生育しコロニーを生ずようになる。この時、片方の突然変異体だけをPEG処理しても、あるいは両方を混合してもPEG処理を行わないとコロニーは生じない（図2）。この方法は融合細胞の分離と培養を同時に解決するもので、異なる種の細胞融合にも利用できる。

細胞融合を用いるきのこの育種法を開発する際、得られた菌株の培養・栽培試験を実際に行うことが必要である。その第一歩として、プロトプラストから培養によって再生した菌の培養・栽培を行うことから始めた。その結果、PDA培地の上の伸長速度、伸長の最適温度、収量で、再生菌ではプロトプラストを作成するのに用いた元の菌からの変異が見られた。このことはプロトプラスト化に伴って変異が起ることを示している。その一例として、ブナ材の腐朽力についてのテストの結果を図3に示す。この図から明らかなように再生菌では元菌から腐朽力においても変異を示す。今後種内融合菌および種間融合菌について培養・栽培試験を進める。

天敵微生物研究室のテーマである昆虫ウイルス高感受性培養細胞株を作成するためには、増殖

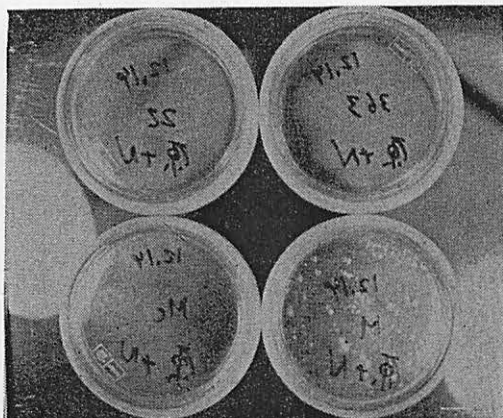


図-2 栄養要求性突然変異株を用いるヒラタケの種内融合
左上と右上：それぞれの栄養要求性突然変異株プロトプラストを単独でPEG処理。
左下：両方を混合したがPEG処理なし。
右下：両方を混合してPEG処理した。この場合のみコロニーが出現。

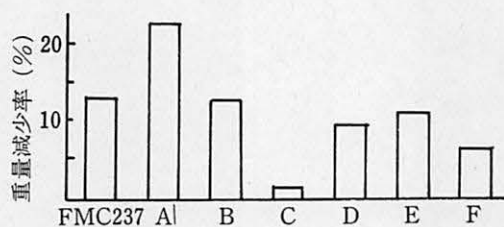


図-3 ヒラタケのプロトプラスト再生菌によるブナ材の腐朽試験
FMC 237 は元菌。A, B, C は再生した1核系統を D, E, F は2核系統を示す。

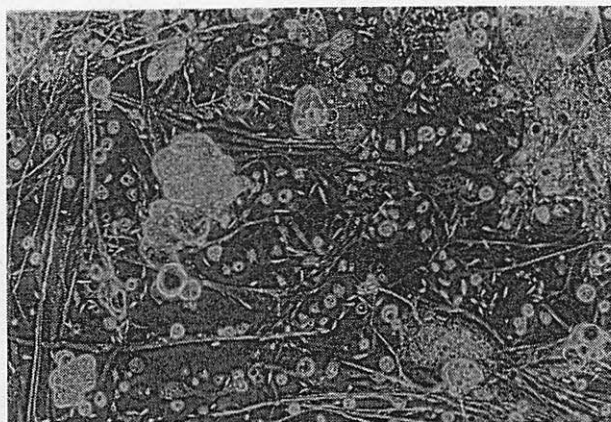


図-4 マメコガネ胚子細胞の初代培養
(白線は 100 μ m を示す)

イについて検討した。幼虫脂肪体、背脈管の培養では細胞の遊出が観察され、遊出した細胞は短期間生存した。幼虫血球の培養では4～6週間生存した。また胚子細胞の培養では細胞の遊出・増殖がみられ長期間にわたる継代培養が可能になり極めて有望である。次に異なる種の細胞培養を行った。オオスジコガネ胚子細胞の培養では同じく長期間にわたる継代培養が可能になった。ヒメコガネ幼虫脂肪体の培養では細胞の遊出・増殖がおこり10回継代できた。マメコガネ胚子細胞の培養では細胞の遊出・増殖が起り継代可能となった(第4図)。ドウコガネブイブイ胚子由来細胞系とオオスジコガネ胚子由来細胞系に昆虫ボックスウイルス (EPV) を接種したが感染は起らなかった。

昆虫細胞の細胞融合はオオスジコガネ胚子由来細胞をポリエチレングリコールを用いて検討した。30% PEG 処理後、培養細胞中に融合でできたと思われる大形多核細胞が生じた。現在、より確実な融合の証拠を検討中である。

3. 今後の展望

林木育種については、ポプラ属のギンドロ、ヤマナラシの両者ともカルスから器官の再分化を誘起する条件は既に確立されているので、両者の細胞融合で生ずるコロニーをカルスまで培養する過程が解決すれば、雑種個体の作出も近い将来に実現する見通しである。また将来さらに他の樹種についても検討を進める。

きのこの育種では、ヒラタケについて細胞融合の基本的な方法はできたので、ヒラタケとその近縁きのこの間で種間融合を進める。良い組み合わせを選べば成功の可能性が高い。また、融合菌について栽培試験を行い、実用化における問題点を検討する。2核菌糸のプロトプラストから再生させた菌で1核菌糸を生ずる現象はさらに検討を進めれば近い将来実用化される見通しである。

昆虫細胞では近い将来にコガネムシ由来の連続継代性細胞系が樹立されることが期待される。また昆虫培養細胞の融合法も確立されるであろう。一方、現段階では EPV をコガネムシ由来の培養細胞に感染させることはできないが、EPV は元来コガネムシの病原ウイルスなので、EPV が

性の高い細胞株を作成することと、ウイルス高感受性の細胞を検索することの両方が必要である^{11)~16)}。前者は永久に増殖する細胞株として樹立しなければならないが、昆虫の種類ばかりでなく、同じ昆虫の組織や細胞の種類でも異なるため、昆虫培養細胞株を樹立することは、現在世界的にみても困難なものとされている。コガネムシ由来の培養細胞株を樹立するため、まずドウガネブイブ

増殖する組織の細胞と樹立された細胞系を融合させることにより EPV 感受性の細胞株を作出できる。このような細胞株を用いて EPV を大量に生産することが可能となる。(大政正武)

引用文献

- 1) SAITO, A. : Isolation of Protoplasts from Mesophyll Cells of *Paulownia* and *Populus*, Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute, 309, 1-6, (1980)
- 2) ——— : Fusion of Protoplasts Isolated from Somatic Cells of Tree Species, Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute, 309, 7-12, (1980)
- 3) 斉藤 明 : 樹木における細胞工学の実際とその問題点, 林木の育種, 126, 18-20, (1983)
- 4) ——— : バイオテクノロジーの主要技術, (2)組織培養, 林業技術, 502, 12-15, (1984)
- 5) ——— : 木本性植物におけるプロトプラストの単離と細胞融合, 細胞工学 (秀潤社), 3 (3), 251~267, (1984)
- 6) ——— : 林木における組織培養, 細胞融合による育種技術開発の現状と問題点, 日林誌, 66(1), 397~401 (1984)
- 7) ——— : 林木育種とバイオテクノロジー, 農業および園芸, 60(1), 193~199 (1985)
- 8) 大政正武, 阿部恭久, 古川久彦, 谷口 実, 根田 仁 : ヒラタケ属きのこのプロトプラストの調製・培養・融合, 日本菌学会第 28 回講演要旨集, p 59, (1984)
- 9) OHMASA, M. : Possibility of Cell Fusion, Technocrat, 17(4) 24~26 (1984)
- 10) 大政正武 : キノコの育種と細胞融合の可能性, 農業および園芸, 60(1), 200~204 (1985)
- 11) 三橋 淳 : スジコガネ胚子細胞の培養, 応動昆大会 (名古屋) 講要 p 91, (1982)
- 12) 三橋 淳・中曾根正一・堀江保宏 : ステロール・フリーの昆虫培養細胞応動昆大会 (宇都宮) 講要 p 93, (1984)
- 13) ——— : 昆虫ウイルスと細胞培養組織培養 10, 219-224, (1984)
- 14) ——— : 無脊椎動物の培養液, 黒田行昭編「組織培養の技法」, ニューサイエンス社, 東京, 78-113, (1984)
- 15) ——— : *Drosophila* 以外の昆虫の細胞培養, 三宅 端・西郷 薫・柴中 義・上田 竜編「昆虫バイオテクノロジーマニュアル」講談社サイエンティフィック 東京, 51-59, (1984)
- 16) ——— : 無脊椎動物の組織培養, 動物生理 1, 121-127, (1984)

3. 主要広葉樹の用材林育成技術の開発

目的

広葉樹材の需要は、近年の生活様式の多様化に伴ない、内装用、家具用、工芸用として増加の一途をたどっており、また生活の安定化により良質な広葉樹材に対する需要も高まっている。他方、環境保全や風致保護における広葉樹林の役割にも大きな期待がかけられている。

このように広葉樹材、広葉樹林に対する要請は多岐にわたるにも拘らず、広葉樹資源の将来の見通しは決して明るくない。すなわち、広葉樹天然林の急速な減少によって国産広葉樹材の供給は急減し、質的な低下も危惧されている。さらに、これまで広葉樹材の大きな供給源であった南方材の輸入も、産出諸国の資源事情等によって漸減しつつある。

このため、有用広葉樹資源の培養、育成は、広葉樹材供給の確保や、農山村地域経済の振興あるいは環境保全機能の維持、増進等から現下の急務となっている。これに対して広葉樹林育成のための技術開発は、ブナ林を中心に昭和 40 年代より徐々に活発化し、部分的ではあるが逐次、

研究成果が蓄積されてきていた。しかし従来の森林育成技術が針葉樹人工林を中心に開発されてきた経緯から、上述のような行政的社会的要請に応えるためには、欠落部分を急ぎ補完して、樹種・地域に適合した広葉樹林育成技術を体系化することが必要であった。

本研究では、多くの有用広葉樹の中から、特に重要度の高いウダイカンバ、ミズナラ、ブナおよびシイの4樹種を選定し、天然更新技術、好適立地判定技術、形質向上のための密度管理技術の開発に焦点を合わせることにしたが、これまでの研究蓄積および樹種特性に相違があるので、ブナについては密度管理技術を、ウダイカンバについては主に好適立地判定技術と密度管理技術を、ミズナラとシイについては天然更新技術から密度管理技術までの開発を進めることとした。

経過と計画

昭和55、56兩年度にわたって場内プロジェクト研究として、「広葉樹林の育成技術の予備的解析」が取上げられ、空中写真による樹種判読の可能性、好適立地判定法開発のための統一的手法、ミズナラ林の現況把握による更新作業体系の予測などを検討した。この結果をふまえて、昭和57年度からは農林水産技術会議のいわゆる特別研究として、前述の4樹種について、樹種ごとのこれまでの研究蓄積に応じて研究を進めることとなった。なお、昭和56年度からは、林野庁の技術開発課題「広葉樹用材林の育成技術」が開始され、試験地の選定など本研究の円滑な推進をはかるための体制がとられた。

(1) 天然更新技術の開発

ブナ、ウダイカンバの更新技術はほぼ確立されているので、ミズナラとシイについて、ブナの更新法および薪炭林施業として蓄積の多い萌芽更新法を援用しつつ、母樹保残法を中心とした天然更新技術を開発する。ミズナラでは母樹保残による天然下種更新、シイでは母樹保残による天然下種更新に加え、萌芽による更新を併用する技術の開発を行う。

(2) 好適立地判定技術の開発

ブナについては適地判定技術もほぼ大要が把握されているので、ウダイカンバ、ミズナラおよびシイについて、良形質材を生産する立地要因の解析を行う。また前2者については、対象樹種の成立割合が高い場所を選ぶのが経済的であるため、両樹種の更新、成立に関わる立地要因を把握することも必要である。さらに材腐朽の進行しやすいシイについては、材腐朽の条件についても解析を行う。

(3) 形質向上のための密度管理技術の開発

良形質材を生産するためには生育段階別の立木密度の調節が不可欠である。対象4樹種の立木密度を調節し、肥大生長、不定枝の発生、通直性などについて検討し、樹種ごと、生育段階ごとの適切な密度管理法を、材質や乾燥性を検討しつつ開発する。

成果

(1) 天然更新技術の開発

① ミズナラ林の更新技術

ミズナラの結実は、昭和55年が豊作であったあとは、隔年に多少結実してはいるもののほぼ不

作に近い。詳しくみると地域、林分によって違いがある。事例調査によると、結実種子の約 50% は乾燥によって枯死し、約 40% はネズミ等によって持ち去られ、6% はその場でネズミ等によって被害され、11 月末に林床で確認された生きた種子はわずかに 4% 弱であった。ネズミによって持ち去られるものは分散貯蔵と巣穴貯蔵にわかれるが、前者は更新にはなお有効で、量的にはおよそ半分である。稚樹は年齢が大きくなるほど消失率が減るが、発生後 2 年目の稚樹でネズミ等によって 30% 程度消失した。稚樹の生長は強くすかしたところほど順調で、林冠がうっ閉していると 5~10 年程度しか生存できない。萌芽力は強く、樹勢がよければ大径木の伐根でも萌芽するが、萌芽だけで更新に必要な稚樹は確保できない。更新林分の調査から、林床処理を繰返すことが更新に有利であり、以前萱場で度重なる火入れを行った場所が多いこともわかった。

② シイ林の更新技術

シイの結実は昭和 55 年、58 年が豊作で、地域、林分によって差はあるが、 $150\sim 600$ 粒/ m^2 の完熟種子数が記録されている。完熟前に落下する種子も多く、その数は着生種子の $1/2\sim 2/3$ に及ぶ。完熟種子のほとんどは母樹の樹冠から 5 m 以内の範囲に落ちる。伐採後 2 年目に調べた萌芽、実生稚樹は、皆伐区で約 19,000 本/ha、母樹保残区で約 6,000 本/ha で、とくに萌芽稚樹の生長は速く、二次林性の陽性の雑木に被圧される心配もなさそうである。更新にたいする災害をさぐるために調べた地上徘徊性昆虫は約 100 種で、主なものはオサムシ、ゴミムシ類であった。シイ材に寄生する昆虫はカミキリムシ類で 7 種、キクイムシ類で 7 種、ゾウムシ類で 5 種であった。

(2) 好適立地判定技術の開発

① ウダイカンバの好適立地判定法

更新良好地の地帯区分の可能性をさぐるためアンケート調査を行ったが、その結果から集約した更新良好地のほとんどは、温量指数 $50\sim 60^\circ$ 域に含まれた。ウダイカンバの成木および稚樹の上限標高は全道的には約 500 m で、北で低く南で高い。これは 4 月の平均気温 $5^\circ C$ 、5 月の平均気温 $10^\circ C$ の線にほぼ一致する。土壤型別にみた樹高生長にはそれほど大きな差はなかったが、湿潤土壤でいくらかよかった。また標高が高いところや、粗粒の新期火山放出物の上ではやや生長が劣る傾向が認められた。なおウダイカンバの地位指数を、暫定的に 40 年の樹高とした。

② ミズナラの好適立地判定法

暫定的地位指数を設定し、主要造林木の地位指数との比較、生長と立地条件との比較を行なうとともに、林分成立条件などを検討した。地位指数としては 60 年生の平均樹高を採用した。ミズナラの生長は A、B 層の厚さ、土壤孔隙分布、土壤型、地形などとの関係が深く、斜面下部の湿潤タイプで良好である。これまでの検討で生長に関係があると判定された要因を抽出して解析した結果、微地形、堆積様式、土壤型、土層の硬さ（保水能に近似）等が比較的強く生長と関連し、実測値との対比では 0.87 の偏相関係数がえられた。ミズナラは南向き斜面に多く北斜面はカンバ類となることが多い。さらに斜面下部ではミズナラ混交率が低い、上部ほど増加し、尾根付近ではしばしば純林状となる。ミズナラ林はササ型の林床が多いが、凸形斜面ではツツジ型、凹形

斜面では時にオシダ型がみられる。ミズナラ材の偏心率は多雪、少雪を問わず 25°以上の傾斜地で急に高くなる傾向があり、また凹状地の生育がよく、凸状地では優勢木でもぬか目材が発生することがある。

③シイの好適立地判定法

シイの生長は土壌型やA、B層の厚さとはあまり関係がなく、微地型や土壌水分環境などと関連が強く、やせ尾根タイプの場所では良好な生長を期待できない。シイの幹腐れは 30~40 年生で約 30% みられ、とくに地際から 4~8 m の部位に多かった。この被害は斜面の位置とはあまり関係がなく、むしろ地域によって発生頻度に差がありそうである。なお腐朽菌の分離には成功しているが、まだ同定するまでには至っていない。

(3)形質向上のための密度管理技術の開発

①ウダイカンパ林の密度管理技術

シラカンパについて報告されている最多密度曲線を暫定的に援用するとともに、実測例にもとづいてBポイント線を定め、これによってウダイカンパの暫定的な収量密度図を作製した。単木生長モデルについては、方位別の隣接木との距離関係から樹冠の大きさ、幹の生長を推定する計算システムを組立て、これによって生育段階ごとの適正本数、間伐開始時期などの検討が可能になることを示した。またこのシステムにおける樹高生長量推定のために、暫定的な地位指数曲線も求めた。

②ミズナラ林の密度管理技術

ミズナラの枝下高率が立地条件と関係し、通直率も地位と関連する傾向がみとめられた。曲り木の出現頻度は全体的に高く、優勢木で約半数、被圧木では7割にも達し、傾斜と関係がある。しかし傾斜木は必ずしも立地条件に対応しているとは限らない。不定枝の発生は被圧木で多く、優勢木で少ないが、優勢木でも樹冠の小さなものでは発生量が多い。幹の連年生長量には地域、林分によってかなり差があり、これまでに得た値は 3~9 m³/ha/yr である。既存の材積表による材積と実測値を比較したところ、相関が高く、十分に利用可能であると判定された。間伐の効果については、まだ明確な差はでていないが、間伐によって残存木の生長量が大きくなる傾向が、とくに若齢木で認められている。

③ブナ再生林の密度管理技術

地位指数を 100 年生のブナの樹高とし、立地環境とブナの生長との関係を検討した結果、施業対策地を地位指数 16 以上と予測した。また残存木の配置、形質などを考慮した密度調節方法についても検討を進めた。東北地方における実態調査と既存の資料から、同地域に適用できるブナ再生林の林分密度管理図を作製した(文献参照)。地位指数の推定には方位、土壌型、傾斜、堆積型が偏相関係数が高く、これらのスコアの大きいカテゴリー組合せから最適施業地がきめられた。また、競争、収量密度効果や生育段階に応じた密度の上限値が確認された。この密度管理図は材積推定誤差率 25% 以内で適合する。

④シイ林の密度管理技術

間伐によって、利用径級に達したものの比率が高まることが明らかになったが、とくに優勢木でこのような効果が大きかった。また齡級別のシイ林の林分構成を調べ、壮齡林分まではコジイが優占するが、70年生を越えるとイスノキなどの長命種に次第におきかわり、130年生になるとイスノキが圧倒的に優勢になることを示した。林齡が高くなると、シイは風倒などの原因でできる林冠の穴の部分にのみ発生する。

⑤施業条件と材質との関係

これまでにミズナラ、コジイ、ブナについて検討を進めてきた。平均容積密度数はそれぞれ、 602 kg/m^3 、 416 kg/m^3 、 506 kg/m^3 で、ミズナラでは中心部、コジイでは辺材部が大きく、生長条件に差があることが明らかである。利用に結びつく無欠点裁面率は胸高直径あるいは末口径と関係がつよく、大径材の方が大きい。乾燥性能は丸太ごとに異なるが、弱めの乾燥スケジュールによるのがよい。この場合、歩止りはあまりかわらないが、強い条件だと乾燥割れや狂いが生じやすい。

今後の展望

特別研究の最終年度にあつて、それぞれの樹種、課題ごとに成果の集約につとめている。天然更新技術については、とくにミズナラは試験を開始してから結実が不良なため、既存の更新林分の実体調査結果を中心に指針をまとめるが、更新初期における大問題の一つは種子とネズミなど小動物との関わりである。シイについても一応の指針を作成できる見通しである。好適立地判定技術については、ウダイカンバ、ミズナラ、シイとも更新、成立、生長に適した立地要因を一応示すことができると考えている。密度管理技術については、ブナ再生林についてはすでに密度管理図が試作されたが、他の3樹種についても、それぞれ精度は異なるが、最終年度には試作できる見通しである。当面の研究期間終了後は、各試験地について調査を継続する一方、とくにミズナラでは他の有用広葉樹との混交林の扱い方について検討を行なうべきであり、また天然生林の育成・管理技術と併行して、対象樹種、地域は限定されようが、人工林育成に関する技術開発にもつとめていく必要がある。

文 献

- 1) 埴田 宏：シイ林の天然更新(I)―シイ林の分布域，日林九支研論，35，昭57
- 2) ———・上中作次郎：同上(II)―コジイ皆伐跡地における稚樹の実態調査，同上，35，昭57
- 3) 桜井尚武・斉藤勝郎・瀬川幸三：岩手県下のミズナラ林成立の一側面と天然更新試験の概要，林試東北支だより，244，昭57
- 4) 森 麻須夫・斉藤勝郎：ミズナラ壮齡林の現存量と生産量，林試東北支年報，23，昭57
- 5) 小坂淳一・加藤宏明・金 豊太郎：ブナ林の間伐効果分析(2)―入角山国有林(角館署)ブナ二次林間伐試験地の成績，日林東北支誌，34，昭57
- 6) 桜井尚武・斉藤勝郎：ミズナラ稚樹の成立過程に関する研究(I)―落下種子の消失とその要因について，94回日林論，昭58
- 7) ———・———：同上(II)―稚苗の発生、消長について，94回日林論，昭58
- 8) 竹下慶子・埴田 宏：シイ林の天然更新(III)コジイ林と皆伐跡地の埋土種子集団，日林九支研論，36，昭58

- 9) 小坂淳一・金 豊太郎：ブナ林の間伐効果分析(3)―生育面からみた間伐適施業地の分析，日林東北支誌，35，昭58

- 10) 小坂淳一：ブナ再生林の林分密度管理図一適用地域東北地方，林試，昭60.

4. 熱帯地域における育林技術の開発

わが国の木材需要量の大半は海外からの輸入材によってまかなわれてきたが，このうち熱帯材に関しては熱帯アジアからのフタバガキ科樹木やその他の有用広葉樹が大部分を占めている。したがってこの地域の天然林や人工林を調査し，各国の研究者と共同で研究を行えば今後の森林資源を保持したり，林業発展に寄与しうると考えられた。そこで，熱帯農業研究センターの林業分野における研究プロジェクトとして本課題が適切なものとされ，マレーシア林業試験場やフィリピン大学林学部をカウンターパート研究機関としてスタートすることになった。

研究項目の設定にあたっては熱帯地域における育林技術に関する研究という極めて大雑把な課題が決められていただけであり，小項目については派遣研究員の専門分野によって選定されたため，育林技術の体系化を云々するには研究内容にも濃淡が出たのは致し方ないとしても取まとめの段階では課題に沿った小項目に整理して成果の活用が図りやすいようにした。なおプロジェクト研究は昭和50年より昭和55年までの5カ年であるが関連研究は昭和46年から今日まで実施されている。また本研究の成果は各国の学会誌，機関誌などにも発表されているがその数はこれまでに90編以上にもおよび熱帯林業研究分野の文献として今後広く利用されることを期待している。

ところで，熱帯林の分布は熱帯アジア，熱帯アメリカ，熱帯アフリカにあるが，土壌の成因，地形，気象条件などによって樹種構成はかなり異っている。例えば熱帯アジアの特徴の一つはフタバガキ科樹木によって構成されている。したがってマレーシア国を中心とした天然更新の研究にはフタバガキ科樹種と土壌による物質循環，光問題を取上げたのに対し，フィリピン国では人工林の育成を対象にフタバガキ科樹種の花候，種子，増殖法のほか早生樹種の生産性と構造についての研究を実施した。これらの研究に関連して森林の病虫害や苗畑についても検討した。

また熱帯林に多い特用林産物にタケやロタンがあるが，これらは熱帯アジアの地域特性を示すものだけに両者の育成技術について究明した。

1. 熱帯多雨林における天然更新

熱帯多雨林の特徴は年間を通じて平均した気温と降水量があるほか，多量の陽光量があり，しかも強風が殆んど吹かないことにある。このため，根量に対して地上部の重量配分が多く，しかも通直によく伸びた大径木となる。したがってマレーシアにおいて，温度と植物の生育関係を求めたところ，フタバガキ科樹木の一部や他の植物のなかには15℃以下で低温障害を起し，枯死する種のあることが見出され，さらに温度限界には種による差のあることも明らかになった。また，日中の高照度時間の長さが天然更新に役立つことがわかり，これらのことを基にして西マレーシアの森林型を海拔高によって区分した。

一方、フタバガキ科樹木が各種の環境条件とどう関わるか、また適地適木の考え方がどう移転しうかの調査がおこなわれ、土壌の生成作用は特徴層位として示されるため、これによる土壌区分をおこなって、妥当性を各土壌生成因子の相互関連から検討した。調査地はマレーシア北部の乾季をもつ熱帯季節林である⁶⁾。ここでは黄色土から岩屑土までの7種類の土壌が区分され、土壌の化学性、物理性、粘土鉱物の同定などから生成因子が土壌タイプと関連していることが示された。一般に熱帯林における落葉の分解は早いといわれているが、物質の循環機能を明らかにするために熱帯林におけるリター量の推定、樹種によるリター特性、樹種と土壌の関係が調査された¹¹⁾。その結果、メランティのリターフォール量は 15.1 ton/ha、チュンガルは 9.7 ton/ha と樹種による差は大きく、その季節変動もみられた。リター中の養分は土壌の肥沃度にも関係するが、窒素濃度の変化は樹種間では小さく、カリ、リン酸、カルシウム濃度の季節変動も明らかになった¹²⁾。これらのことから熱帯林の土壌は一般に有機物や養分含量が少なく、むしろ養分の大部分が生物体に含まれていると思われるので、表層に近い部分で養分現存量を推定したところ、リター中に含まれている養分量は養分循環から考えて樹種の選択によって土壌の化学性を改善することも可能だと考えられた。

落葉の分解¹¹⁾は落葉が地表面から消失する速度と有機質リターが完全に化学分解される速度とに分けられる。この場合、シロアリは植物質の 50% 以上を消費、同化する。分解速度をリターの重量変化で調査したところ多くの樹種が3カ月で 40~60%、1年後には大部分が消失した。この速度は温帯より早く、窒素や可溶性炭水化物を多く含み、ポリフェノールの少ないものほど分解は早かった。土壌の理化学性をもとにして理水機能を明らかにし、また、木材搬出による土壌の影響をみると搬出方法によって土壌の表層や植生に与える影響は大きく、更に土壌の攪乱による滲透能の低下や理化学性の劣化は土壌のもつ理水機能に大きな被害を与えている¹¹⁾。

天然更新を円滑におこなわせるためには光を必要とするが、林内への透過光は全照射とは異っている。したがって光環境の研究が大切であり、このとき、照度のほかに光質を考える必要がある。このため光に関する研究がかなり幅広くおこなわれた⁷⁾。

フタバガキ科に属する樹種は極めて多く、それだけに生育適地の幅は広い。しかし、樹種によって土壌の適否がみられるほか、樹種の生理、生態特性からも適地の判定ができる。例えばレッドメランティの殆んどが丘陵林にみられ、黄色または暗褐色土壌で適するのに対して、湿地や地下水位の高い還元土壌では生育していない。もっとも逆の土壌に適する樹種のあることも明らかになった。

天然更新を順調におこなわせるには前述の光の稚樹に対する生育反応をみるのが大切であるが、種子の着果や開花結実習性を観察し、気象要因との関係を花候学から調査をおこなうことも必要である⁹⁾。ただこの種の研究はごく大まかなデータを得ておけば求めるべき種子を計画的に採取する際の予測を立てることができる。この種の研究に関連してフタバガキ科の未熟球果の落果原因が小蛾類やゾウムシによること、種子の発芽促進や発芽率の向上方法についても調査した¹²⁾。なお、マレーシアと同様にフィリピンにおいてもフタバガキ科の天然下種苗を用いて相対

照度による光環境と生育特性が明らかにされ、林内照度の低下とともに生長量の減少することや樹種による生育特性が示された。これらについては葉面積や幹重量生産の比較をおこなった。

熱帯地域における天然更新の今後の問題としては、世界的に森林資源を保存させたり、より豊かにするための技術開発が必要で、奥地化する森林資源量や質的調査を行うとともに稚樹更新法の確立、フタバガキ科樹種の種子保存や発芽率向上試験、樹種特性調査、天然更新補助作業など造林的研究のほか、天然林のよりどころとなる土壌分類、立地区分、養分移動、2次林に対する地力の影響、遺伝資源の保全対策など多くの課題が残されており、現地の研究者との一層緊密な研究が望まれるところである。

2. 熱帯多雨林における人工林

熱帯多雨林では伐採跡地は二次林として更新され易く、これまで放任されてきた地域が多かった。しかし二次林の更新が意外と遅く、また多種多様の樹種が再生し、期待される樹種が更新して来るとは限らないこと、さらに焼畑や山火による跡地が草地化し、土壌肥沃度の低下した場所も多いことから、この地域でも人工林造成が試みられるようになり、フタバガキ科樹木以外に早生樹種の導入が各地で行われている。したがって育林技術に関する研究プロジェクトでは、まず造林地における生産量、林分構造を調査するとともに生長と土壌条件などを明らかにした。

早生樹種の生産量¹⁾についてみると、*Albizzia falcata* では林分による生長量や現存量の差が大きく、平均化しにくいのが3年生で樹高15 m、現存量70 ton/ha、材積で220 m³/haであるが10年生では300 m³/haに達している。*Gmelina arborea* では適地性が大で、各国での生長も良い。6年生で樹高19.5 m、材積は250~300 m³/haとなっている。*Leucaena leucocephala* については調査資料も多く、フィリピンでは各地で植栽されている。現存量は9~50 m³/ha/yrという差があり、土壌の良否により生長が極めて左右される。本樹種については間伐による効果が認められた。*Anthocephalus chinensis* も東南アジア各国で植栽されており、陽樹のため道路端での生育や水分の多い低地では純林でみられる。樹高生長は7年生で11 m、胸高直径14 cmに達し、地上部現存量99.5 ton/haで幹材積257 m³/ha、低地では348 m³/haを示すことがわかった。マツ類についてもケシヤマツ、メルクシマツ、カリビアマツ、エリオッティマツ、オーカルバなどが造林対象となっているがケシヤマツでは20年生で現存量148 ton/ha、幹材積280 m³/haでわが国のアカマツより大きな値となっている。

以上のように早生樹種の生産量は大きいですが、平均伐期齢は10~15年であるために、再造林の繰返しによる土壌の悪化が憂慮されるので今後はこうした面からの調査が必要となろう。

これまで実施してきた生産量調査地で土壌調査をおこなったところ *Leucaena leucocephala* では火山性丘陵地では風化が進み、強酸性で塩基含有量の低い火山灰を母材としているところの造林木の生育は悪い。しかし、丘陵地の上部平坦面で生育の良いところでは塩基含量が高く、有機物含量の多い *Anthropic epipldon* (褐色表層)が発達している。斜面中腹の生育が極めて悪い場所では表層が削剝されて化学性の劣悪な下層土が露出している。このほか生成土壌と生育の関係

も明らかにされたので、その後他の樹種についても実施中である。

つぎに長伐期樹種による人工林についてもその特性を知ることが必要であり、調査の結果、造林可能な樹種として次のようなものが示された⁵⁾。ホワイト・メランティ・グループ (*Shorea assamica*, *S. talura*, *S. hypochra*, *S. seriseiflora*, *S. bracteolata*), レッド・メランティ・グループ (*S. curtisio*, *S. platyclados*, *S. leprosula*) ホビア・グループ (*Hopea odorata*, *H. ferrea*), バティカ・グループ (*Vatica odorata*), ドリオバラノプス・グループ (*Dryobalanops aromatica*, *D. ablongifolia*), その他マメ科の *Pterocarpus*, 針葉樹の *Araucaria*, *Agathis*, *Podocarpus*, チーク, マホガニーなど。

フタバガキ科樹木の開花期とその特性については標高が高くなれば開花期はおくれるがマレーシアでは3月から6月上旬と9月から12月の2回花候があり雨期に符合する。種子の成熟期間は概して2~5カ月であるが発芽種子は5%以下と少ない。この原因は、生理的脱落、気象、虫害である。フィリピンでは上記より約1カ月早くなるが、いずれも種子の寿命が短いため、外見上種翼の褐変が進み、種皮が褐色になった頃に採種する⁶⁾ なお主要樹種の種子貯蔵と発芽について実験がおこなわれたほか、発芽生理についても究明された⁵⁾。

育苗については裸根苗の移植を試みることににより *Shorea talura* で可能性が見出され、育苗方法を変えることにより他の樹種でもポット苗からの脱却をはかれることが推定された⁵⁾。山出苗については移送中の根系の乾燥が活着率を低下させるので、乾燥防止の方法が考えられる一方、裸根苗の活着率を向上させるために植物ホルモンの適応と施肥がおこなわれ、施肥による効果が認められた。

以上のほか特定樹種による育苗上の問題点が取上げられ、また、さし木による増殖法の確立についても実施された⁴⁾ が主要樹種についての成果を体系的に取まとめるまでには到らなかった。本研究ではそのプロジェクト期間に限りがあったため、基本的な事項ではあるが取残したことも多く、例えば開花結実に関しては環境もしくは生理的な個体間差違や開花時期の違い、未成熟種子の落下防止と成熟化、種子の長期保存法と発芽処理、また育苗についてはフタバガキ科樹木の養苗法の確立、樹種による造林法の検討など多くの課題があるが、早期に人工林造成技術の概要を組立てることが大切である。

3. 特用樹種の育成

熱帯から亜熱帯にかけての低海拔地域には連軸型のタケが生育している。こうしたタケ類の生育環境が調査され、緯度、標高、気温、降水量、土壌、地形、照度などによって種類による分布と生育状況に生態的な違いのあることが明らかになった¹⁰⁾。とくに代表種の1つである *Bambusa vulgaris* の生態と特性調査をおこない、タケノコの発生時期と発生パターンのほか、稈の形状、稈長と胸高直径、稈の乾重量と D²H など関連々係が求められた。また熱帯性タケ類と温帯性タケ類の生長比較をおこなったところ前者の生長の大なることが明らかになった。また地上部現存量は熱帯産タケ類が同一胸高直径の温・暖帯性タケ類の2倍にあたる 70~150 ton/ha を示した。つぎに熱帯産タケ類の増殖方法としてさし木が最適であることを証明し、実生苗よりも繁殖力の

大きいことが明らかになった。さらにさし木の場合の材料採取時期、さしつけ方法などが明らかにされた。

つぎにロタンの種子の取扱いや苗木の生長が示され⁹⁾、*Calamus manan* の種子形態と発芽の組織学的研究が進められた。ロタンの生長については生態的な観察のほか各種の明るさで育てた苗木の生長状態を直径、乾重量、葉面積などから求めたところ、暗い場合は1年間に30%の苗木が枯死した。したがって林床を明るくすることにより人工植栽の可能性が見出された。

4. フィリピンでの森林病虫害の発生生態と防除

フィリピンのケシアマツ林では *Ips calligraphus* の被害が1958年頃より始まり、その原因が焼畑、採草地の火入れ等による火事の被害木にあることがわかった。これは乾燥により林木が生理異状をもたせ、これがキクイムシの攻撃を受けやすくなるからで、防除法としては被害木の伐倒、剝皮、焼却のほか薬剤散布、餌木による誘殺によることができる。一方生態的防除としては林分構造の複雑化、除間伐の実施、防火樹の導入などがあげられる¹²⁾。

苗畑および造林地の病害については49樹種から73種の病害が見出され²⁾、主要なものに苗立枯病、オオバマホガニーの茎枯病、白絹病、ルセナのこずえ萎凋病、マツ葉、黄葉病、チークのさび病、うどんこ病、すす病、カトアンバンカル線の線毛褐斑病、ナラの褐斑病と黒やに病があり、この中にはモルカンソーの黄葉病菌のごとく新種も発見された。また苗畑植物の寄生線虫については12樹種の苗木の根とその周辺土壌から10属の線虫を検出した。このうちラセンセンチュウ属の *Helicotylenchus* sp. の分布が広く、14苗畑中10苗畑の9樹種から検出された。つぎに造林地の病害では赤衣病、ハンノキ類さび病、マツの林地根腐病、ユーカリの斑点性病害などがあった。立木に対して伐倒丸太ではキクイムシ科、ナガキクイムシ科、カミキリムシ科、ゾウムシ科、タマムシ科、ツツシンクイムシ科などの害虫が材に穿入または樹皮下に産卵し、やや遅れてナガシンクイムシ科の成虫が材内に穿孔する。ところが樹皮下キクイムシとゾウムシは内樹皮に穿入食害するため材への被害はない。その他、カミキリムシとタマムシなどについても調査をおこなったが、アンブロシアキクイムシの習性から被害と防除について詳細に調べた。種子の害虫についてはフタバガキ科樹木の種子が成熟過程にどのような加害経過をたどるかについて究明した。なかでもカブル種子とケラダン種子については消失経過と未成熟原因が明らかになった。

人工林の増加や単一斉林が各地で見られるようになると、それまで天然林内で自然淘汰されてきた病虫害が一時に発生する可能性は高いので生態防除を考慮した人工林造成もまた見逃すことはできないといえる。

そのためにも幅広い研究が進められ、安定した森林資源が保持されるべきである。

(内村悦三)

文 献

- 1) KAWAHARA, T., KANAZAWA, Y. and SAKUYAI, S.: Biomass and net production of man-

made forest in the Philippines. 日林誌 63 (9), 320-327 (1981)

- 2) KOBAYASHI, T. : Notes on the Philippine fungi parasitic to woody plants (1~4) 日本菌学会報 19(4) 373~381 (1978), 20(3) 299~303 (1979), 21 (3), 311~319 (1980), 22 (3) 301~310 (1981)
- 3) 真宮靖治 : フィリピンにおける森林病虫害問題の現状, 森林防疫 (12), 5~9 (1977)
- 4) MOMOSE, Y. : Vegetative propagation of Malaysian frees. Malay For, 41 (3) 219~223 (1979)
- 5) MORI, T. : Physiological studies on some dipterocarp and rattan species of Peninsular Malaysia as a basis for artificial regeneration. Final report, FRI/TARC 101 p (1979)
- 6) OSUMI, Y. : Site classification for the effective land utilization based on soil in Mata Ayer Forest Reserve. Final Report FRI/TARC 176 p (1979)
- 7) SASAKI, S. : Physiological study on Malaysian tropical rain forest species. Final report FRI/TARC 181 p (1978)
- 8) SOMEKO, M. : Cytogenetical study of the Dipterocarpaceae. Malay For. 41 (4), 358~366 (1978)
- 9) TAMARI, C, DOMINGO, I. L., JACALNE, V. & ABRAHAM, F. : Basic studies for Dipterocarp-forests' regeneration in the Philippines, Final report UPCF/TARC, 71 p (1980)
- 10) UCHIMURA, E. : Ecological studies on cultivation of tropical bamboo forest in the Philippines. Bull. of the For. For Pro: Res. Inst. No. 301 79~118 (1978)
- 11) WAKI, K. : Some studies on the forest soil in the tropical rain forest. Final report FRI/TARC (1980)
- 12) 熱帯農業プロジェクト : 熱帯地域における育林技術に関する研究—熱帯林における更新技術の開発—, 熱帯農研集報 No. 43 228p (1982)

5. 農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究

1. 目的

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、それに伴い諸産業も急速に発達した。その半面空気、水、土壌などの汚染が発生し、生物環境に対するさまざまな公害問題が指摘されるようになった。このような背景のもとで、農林漁業は自然およ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。

そこで昭和48年から52年にかけて林試を含む農林水関係60場所が参加して「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」(以後環境保全と略称する)が行われた。この研究は農林漁業の環境保全機能をできるだけ計量的に解明しこれを生かす方途を指敵すること、農林漁業技術についても環境保全面からの再評価に基づく代替技術を提示すること、農林漁業を中心とした新しい土地利用において、環境保全の立場から科学的指標や考え方を明らかにすることなどを目的とした。

その後、環境保全研究の成果を踏まえて、農林水産業自体が多くの点で国土の資源と環境の保全に役だっているという事から、林試を含む農林関係10場所(委託を含む)で昭和57年から「農林水産業のもつ国土資源と環境の保全機能およびその維持増進に関する総合研究」(以後国土資源と略称する)へ進行し、昭和62年まで研究継続の予定である。この研究は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を定量的に評価し、保全機能を維持増進させる技術の開発を目的としている。

2. 研究経過

「環境保全」研究は、農林漁業のすべての分野にわたる広範な問題であるので、総合的視点から解析、評価するためシンクタンク方式を採用し、問題別地域別に環境保全研究会議を設けて研究の効率の促進をはかった。研究問題は農林漁業の機能の評価と増進に関する問題と家畜排泄物の処理問題に大別された。林試では前者の問題については地域森林生態系の実態および施業による生態系の変動、都市化に伴う都市近郊林生態系の変動、森林生態系内の重金属分布、林地における水土保全機能、林地の気候緩和、大気浄化、防音、鳥類保護などの機能、水系における耕草林地の総合的保全機能、環境保全指標の設定、林地の土地利用技術と管理方式、農林漁業空間と地域開発手法などの分野を担当し、後者の問題については家畜ふん尿の腐熟化および苗畑、林地における施用技術の確立を担当した。林試で「環境保全」研究に参加したのは本場の経営、造林、土壌、保護、防災の各部門と北海道、東北、関西、四国、九州の各支場および浅川実験林である。

一方後発の「国土資源」の研究は林地における洪水防止、崩壊防止、保健休養の諸機能に対する外部インパクトの影響や、林地が持つ環境保全的諸機能を増進・向上させるためにはどんな施業を行ったらよいかなどの分野を目下担当している。林試でこの研究に参加しているのは本場経営部、土壌部、防災部、林産化学部および四国支場である。

3. 成果

〔環境保全-1, 農林漁業の機能評価と増進〕

(1) 地域生態系の実態解析

1) 森林施業による生態系変動

表日本型ブナ天然林およびヒノキ人工林の調査で、栃木県高原山地区の関東・中部の表日本地区にくらべ表日本型ブナ林の領域の下降が著しかった。また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った。ブナ伐根（径 40 cm）の測定例で伐採直後 30 トンの引き抜き張力があったものが 10 年後にほとんど張力がなくなっていた。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が明らかにされた。落葉量、落葉分解、可給態養分の季節変動を調べた。土壌水および溶存成分の動態は林相による差より微地形による差が大きかった。北関東各地区の土壌の特徴を把握すると共に、ブナ天然林とヒノキ人工林の土壌生物相の違いから、土壌内での生物活動を標徴する指標生物の抽出の可能性を示唆した。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がなど、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が認められた。

北海道の針広混交天然林に伐採および伐跡地の人工林化という外力が加わった場合、林床植生

は一時的に減少するが、現存量の回復は早く、伐採翌年の生長期においては伐採前の 38% まで回復した。土壌の性質に影響を与える落葉落枝量は針葉樹・広葉樹ともに 9 月下旬～10 月下旬で最も多く、年間落葉落枝量は閉鎖した針葉樹人工林のそれと同等かつ上回る量であった。乾物・養分の年増加量に対する落葉による林床への落下率は、乾物・窒素ともに針葉林と広葉林で差がないと計算された。しかし針葉は広葉より分解しにくく林床上に A₀ 層として厚く堆積するため、土壌中への養分還元は針葉樹の方が遅くなる。皆伐により日射量、夜間放射量、気温較差、日照時間、雨量、地中温度などは増加した。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、下刈などもネズミ類の生育条件に影響する。天然林を皆伐して一斉大面積造林地を造成した場合、食物条件や天敵類の活動など害虫に働く環境抵抗の圧力が低下し、害虫大発生の危険性が高くなると思われる。

東北のブナ天然林の暗色系褐色森林土はブナ林伐採によって表層の有機物が急激に分解し、一時的に表層土に塩基が富化するが、一方表層土は緊縛化し透水性が低下した。伐採跡地では植生の繁茂が著しいが、トラクター運材や放牧の影響をうけた所では回復が遅い。伐採による養分循環系の破壊が林地に悪影響を与える危険性がうかがわれた。林内雨量、樹幹流下量、地表流下量などを調査した。流出土砂量は降雨強度と関係し、地表変動は地表攪乱の程度が大きいほど大きい傾向があるが、重度攪乱以外では比較的植生回復が早く、流出土砂量は皆伐直後にくらべ急減する傾向があった。ブナ天然林を伐採すると豊富な鳥類相は一時的に皆無状態になり、幼齡林では草原性や林縁性のものが多くなり森林施業が鳥類相に大きな変化を与えることがわかった。ネズミの種類は天然林、伐採跡地、スギ幼齡人工林で変化があった。

四国の針葉樹人工林で二段林施業の場合の光環境、林床植生量、純生産量、物質循環、地表変動、土壌などを調査し一斉造林地と比較した。上木がスギの場合とヒノキの場合で間伐後の照度の経年変化が異なるので、複層林施業の林内更新および保育の指針を固めていく上で参考にすべきである。樹冠が閉鎖している場合、複層林の葉量は単層林の葉量とほぼ同じ値を示し純生産量も単層林と同程度の値が得られた。地表変動は傾斜の急なほど明らかに大きく、また間伐強度別にみると林床植生の少い弱度間伐区が強度間伐区より大きかった。

九州の照葉樹林およ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、落葉広葉樹林およびスギ・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 A₀ 層中の養分現存量の割合を養分残存率とみなして試算すると窒素が最も高くカリが最も低かった。リターバックで測定した養分の消失率と対比すると、消失率の大きいカリは A₀ 層での残存率も小さく、消失率の小さい石灰や窒素は A₀ 層での残存率も大きい傾向がみられた。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（率）はスギ林で高く、地表到達量（率）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。皆伐後の植生は 1～2 年後で急激に侵入し回復は早い。皆伐後の表層土壌の理化学性の変化はいずれも 20～30% 程度であり、照葉樹林とスギ人工林では差が見られなかった。照葉樹林を皆伐した場合の地表流出土砂量は、皆伐後 3～5 ヶ月 すなわち 梅雨期から夏の間に皆伐区では保残区の 3 倍以上の表面土

砂が流出した。しかし樹種、林相の違いによる差はあまりない事が統計的に推察された。天然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。

2) 都市化に伴う都市近郊林の生態系変動

京阪神一帯の低山帯で人為の影響をあまり受けなかった森林と破壊からの回復過程にある林分を調査した。土壌はいずれも容積重がかなり大きく、都市近郊林では見かけ上植生が安定していても土壌はまだ未熟であり、過去に土壌の破壊があった事が考えられた。また土壌水分の pF 価の変化および滲透能と降水との対応状態からも、森林破壊—林地荒廃—施工—森林機能回復過程を把握することは可能と考えられた。

3) 重金属が林地生態系に及ぼす影響

公園緑地および社寺境内の蘚苔類と土壌の重金属含量を調べた。土壌に含まれる鉛、カドミウム、銅、亜鉛の量はいずれも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。銅は工場の多い地域に限らず住宅地域でも含有量の高い所がある。他の3種の重金属は住宅地域での濃度が比較的低い。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、吸収濃度があるものと考えられた。土壌中の重金属濃度が高くても必ずしもそこに生育する植物体の重金属含量が多いとは限らない。広葉樹林内のカドミウムは A₀ 層に多く分布していた。これは他の養分とともに落葉→分解→土壌→林木の再吸収という循環が行われたものと推定された。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。また汚染地域でシイタケ原木としてのコナラ、クスギ造林は一考を要する。

(2) 環境保全機能の解明

1) 林地における土地保全機能

南部温帯林で林床植生や落葉落枝による雨滴浸蝕と地表流下水の減少、土壌孔隙の増加による浸透水の増加、樹冠の降雨遮断による降水量減少などを調べた。北海道の森林では林道法面、作業道、石炭露天掘跡地などで調査を行う一方、森林の山崩れ防止機能として根のせん断抵抗の実験を行った。東北のブナ天然林地帯では無雪時に大型機械を導入すると作業道などのかなりの部分が裸地化し、搬路ではガリ浸蝕が発生し伐出後2年間は土砂が多量に流出することが示された。照葉樹林とスギ人工林で伐採による流出土量の変化を調べた。

2) 林地における水保全機能

草原や牧草地の最大浸透強度は針広混交天然林の 1/5~1/10、30 cm までの表土層の重力水の最大貯留容量も 1/3 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。ブナは樹型が杯状で樹皮が平滑であるので樹幹流下水が比較的多く、しかもそのほとんどが土壌に浸透してしまう。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) 都市に対する林地の気候緩和機能

気温におよ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。

4) 森林の大気浄化機能

浮遊粒子状物質を含んだ風が幅 40~50 m の広葉樹林帯を通過する間に濾過されて粒子状物質が減少する割合は 10~30% 程度であり大きくないようである。

5) 森林の防音機能

森林の騒音減衰機能は奥行きが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 8,000 Hz の帯域の音を最も良く減衰させる。

6) 林地における鳥類保護機能

森林の中層、下層植生の有無およ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。

(3) 耕草林地の総合的保全機能（黒川流域の土地利用と環境保全機能）

耕草林地はいずれも高い水量保全機能を有すると考えられるが、地目間の比較では放牧草地に若干の機能の低さが認められた。カラマツ人工林、草地、水田で測定した蒸発散量は雨量の 20~25% に相当し、季節的には 5~6 月が最大であった。水質の変化や底生動物の変化は草地、水田からの汚染された表面流水の流入が関係すると考えられるが、一方草地や水田の自浄機能や川沿いの林帯の機能で浄化される事も明らかにされている。以上から 1 流域における耕草林地の複合的存在は通常の草地利用や水稻栽培が行われる場合でも水量保全、水質保全にかなりの機能を発揮する事がうかがえる。

(4) 農林漁業における環境保全指標（環境保全指標の設定）

崩壊については地質・地形と並んで森林状態は有力な要因でとくに樹齢との関係が深い。20 年以下の幼齢造林地の崩壊の危険性が大きい。地形を傾斜と斜面形の 2 要素に分けて測定し組み合わせると、地形に起因する崩壊危険度表示が可能である。表面侵蝕については傾斜が大きな要因で 20° 以下、20~30°、30° 以上に区分して考える事ができる。ササの土壌保全機能は大きい。また A₀ 層の土壌表面保護機能も大きい。メッシュ方式による地質・地形からみた土地および水保全の評価については客観的評価資料が得られ、必要に応じ区分を細分するとかなり精度があがる。水保全については木曾川流域で洪水比流量と関係ある因子は地形因子では流域到達距離集中度と流域形状係数、森林因子では壮齡林面積率と裸地面積率、土壌因子では B 層の厚さ、A+B 層の厚さおよび B 層の孔隙率、降雨因子では 1 連続雨量と最大 2 時間雨量の組合せが寄与率が高いことがわかった。重金属汚染に対する林野の保全指標としてはカドミウムを中心に林野の平均的自然ふ存量および特殊母材の自然ふ存量を基に 5 段階に区分した。

(5) 環境保全的土地利用技術と管理方式

1) 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ことで、林分の健全性を維持することは経済的にも環境保全的にも重要である。自然環境きびしい所では皆伐の場合でも伐区面積を5ha以下とし、更新は母樹保残の天然下種更新か漸伐・択伐の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る。皆伐の環境へのインパクトはかなり一時的なもので、正常な更新・保育施業が行なわれるならば、人工林であっても環境保全機能は十分発揮され、特に高齢林では天然林に比較しても劣らない事が推測されることから、今後の人工林施業は施業単位を立地条件に応じて小面積化し、樹種、林齢、林型の複雑化を地域的に実現する方向をとることが環境保全的施業としての皆伐施業体系を確立することになる。急峻多雨の条件下で人工林の複層林施業を進めることは皆伐一斉林より環境保全的にも地力維持的にも重要である。保全面からみて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、また人工林施業の再評価も重要な事である。関西の都市近郊林の造成ではスギ・ヒノキの造林から広葉樹の導入を図るか、または直接広葉樹を造林するが、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ゆく。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。

2) 農林漁業空間と地域開発手法

森林資源利用の社会的制御と負担および過疎問題と関連して山村集落の再編整備のあり方を検討した。森林保全の社会的制御は森林機能がいかなる地域社会と関連するかという事を出発点においた。調査地域は森林の経済的機能のほかに公益的機能が大きいから、森林は保全されるべきであるとし、農村社会と関連の深い森林機能にも注目して保全対策を講ずべきであると提起した。森林機能は現代社会の福祉に対して種々の効用を発揮し、絶対必要なものから、個々の好みを反映したものまである。レクリエーション等個人好みの大きいものは受益者負担原則が望ましい。

〔環境保全—2、家畜排泄物の処理利用〕

(1) ふん尿およびその処理物の利用

家畜ふん尿のきゅう肥化について水分調整材料として木質物とくにオガクズを混合し堆積した結果、比較的容易にきゅう肥化を進めることができた。オガクズの混合割合は3~4割程度で通気性を良好に保ち、4~5ヶ月程度堆積するのが望ましい。易分解性のふん尿と難分解性の木質物では堆肥化の条件や速度が異なるので、今後木質物の腐植化に重点をおく研究が必要である。木質物から抽出され易いフェノール性酸は植物の発芽や生育を阻害すると思われるが、堆肥化の過程で抽出され易いフェノール酸は少くなり、生物テストの結果からも阻害性が軽減あるいは全くなくなる傾向がみられた。苗畑および林地において、家畜ふん尿の化学肥料代替性について検討し、さらに適正施用量と施用限界量を暫定的に表—1、表—2のように定めた。

〔国土資源〕

国土と自然環境の保全の立場から既往の成果の体系的整理を行い、リモートセンシングによる計測手法の適用の可能性や新しい評価手法などの検討を行なった。森林の水土保全機能、保健休

表 1. 家畜ふん尿の苗畑施用基準量 (暫定)

(10a年当り)

畜 種	適 正 施 用 量		限 界 施 用 量	
	単 年 度	連 年	単 年 度	連 年
乾 燥 鶏 ふ ん	1,000 kg	700 kg	1,500 kg	1,000 kg
オガクズ入り豚ふんきゅう肥	10 t (実質豚ふん 5 t)	5 t (実質豚ふん 2.5 t)	20 t	10 t
オガクズ入り牛ふんきゅう肥	10 t (実質牛ふん 5 t)	2 t (実質牛ふん 1 t)	20 t	10 t

表 2. 家畜ふん尿の林地施用*基準量 (暫定)

10a年当り

畜 種	適 正 施 用 量		限 界 施 用 量	
	地 表 散 布	植 栽 時	地 表 散 布	植 栽 時
木質廃材入り鶏ふんきゅう肥	700~1,000 kg	5~6 t	2 t	10 t
オガクズ入り牛ふんきゅう肥	1 t	10 t	2 t	20 t

* 林地施用の場合には通常 1 回の施用で 2~3 年間分を施用するものとした基準量を示した。

養機能の実態を調べ、これら機能に及ぼす外部インパクトを摘出した。さらに個別環境保全機能がこれら外部インパクトたとえば都市化、工業地区の拡大、採石、ゴルフ場造成などによりどのように変化するかを計量的に把握し、それを総合化し、流域を単位とした機能図や予察図の作成が予定されている。環境保全機能の維持増進を狙った森林の管理・保全技術としては複層林施業の導入が考えられ、これによる土壌の変化、水土保全機能の変化が調べられている。

4. 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、水土保全その他の公益的機能を損うことなく木材を保続生産する事が可能であると思われる。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事と考えられているが、今後の森林は今まで以上に木材生産林として、あるいは環境保全林として期待が高まり、それぞれの地域の気候風土にあった、また木材需要に応じた多様な森林の存在が必要であり、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こ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。

(原田 洸)

参 考 文 献

- 1) 北海道立林業試験場：生活環境における緑地機能の実証的調査研究報告書，Ⅰ，1~170，昭 48，Ⅱ，1~154，昭 49，Ⅲ，1~154，昭 54。
- 2) 西本哲昭，藤田桂治，古川久彦，吉本衛：精錬所の排煙による林野の重金属蓄積とシイタ

- ケ、ナメコの重金属吸収, 林試研報, 298, 1~37, 昭 52.
- 3) 農林水産技術会議事務局: 「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」試験成績書, 第一集, 地域生態系の実態解析(土地利用の変化に伴う生態系の変動に関する実態解析), 1~680, 昭 53. 第二集, 地域生態系の実態解析(都市化の進展が農林漁業の生態系に及ぼす影響の実態解析), 1~306, 昭 54. 第三集, 農林漁業の環境保全機能の解明, 水系における耕草地の総合的保全機能の解明, 1~463, 昭 54. 第四集, 農林漁業における環境保全指標, 1~268, 昭 54. 第五集, 環境保全的土地利用技術と管理方式, 農林漁業空間と地域開発手法, 1~594, 昭 54. 第六集, 家畜排泄物の処理利用技術の開発, 1~609, 昭 54.
- 4) 農林水産技術会議事務局: 農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究, 研究成果, 122, 1~180, 昭 55.
- 5) 農林水産技術会議事務局, 農業環境技術研究所: 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, Ⅲ・Ⅳ研究実施計画, 国土資源資料 No. 9, 1~231, 昭 59.
- 6) 農業環境技術研究所: 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, 昭和 59 年度推進会議資料, 1~453, 昭 60.
- 7) 農林水産技術情報協会: 人間環境としての農林生態系—環境保全と評価—, 1~222, 昭 55.
- 8) 林業試験場: 保健保全林—その機能, 造成, 管理—, 林試研報, 239, 1~139, 昭 46.
- 9) 只木良也: 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, 昭 49.

6. 海岸林の環境保全機能の維持強化技術の確立⁹⁾

1. 研究の背景とねらい

わが国には 10 数万 ha の海岸防災林があり, 飛砂防止, 防風, 防霧, 塩害防止, 高潮・津波防止などの重要な環境保全機能をはたし, 後背地を守っている。ところが, 近年, 都市に近い海岸一帯の開発が進み, 海岸に隣接して住宅, 工場, レジャー施設などが設置され, あるいはこれらの用地として伐採されて一部が欠損したり, 幅の狭くなった海岸林が見られるようになった。そのなかには, 林分が損傷したり衰退し, あるいは各種の病虫害が発生して環境保全機能が失われている林もあり, 機能維持強化のための管理方法について総合的な調査研究が強く望まれていた。

そこで, 全国海岸林のなかから環境変化の影響を受けている, 表—1 に示したような 4 か所の海岸林を選定し, 自然環境, 土地利用形態および林況の実態を調査し, 海岸林に被害を与えている気象, 病虫害などの自然的要因, 工場の進出やレジャーなどの人為的要因について解析した。さらに, 保全機能の定量的測定を行って最適林分構造を判定し, それに誘導するための具体的手法を現地試験で究明することによって, 海岸林の環境保全機能を維持強化するための指針を作成することを目的として研究を行った。

表—1 海岸林の概要

所在地	海 岸	海 岸 林	開 発 行 為	幅	長 さ
北海道	日本海	石狩カンワ林	工業港, 放水路等	500~800m	15km
山形県	日本海	酒田クロマツ林	農地, 宅地, 工業港等	500	34
茨城県	太平洋	東海村クロマツ林	原子力研究所, 発電所等	800	6
宮崎県	太平洋	一ツ葉クロマツ林	ゴルフ場, ホテル, 動物園等	800	16

2. 研究経過と成果

この研究は、環境庁国立機関公害防止等試験研究費によって、国立林試の本支場と県林試の33研究室が共同して昭和54～58年にわたって行ったもので、研究成果の概要は次のとおりである。

(1) 各海岸林の実態

日本海に面する石狩、酒田の海岸林では冬季にNWの強い季節風が吹き、海岸林の効果が発揮されるけれども、逆に林が被害を受けることにもなる^{8,9,19,20,22}。東海村と宮崎一ツ葉海岸林では冬季も内陸からの風が卓越し、強い風は台風に伴う暴風である²⁴。

土壌は層位の発達しない未熟土（砂）であり²¹、全炭素、全窒素および可給性リン酸が少なく栄養分に貧しい。しかし、汀線から内陸に向うにつれて表層の有機物が増加し、土壌化が進んで細孔隙が多くなる^{2,16}。石狩や東海村海岸では凹地があって地下水が高く、このような所では疎林になるか全く樹木が生育しない¹⁶。汀線に近いほど塩風の影響を受け、土壌条件も悪いので、クロマツ林、カシワ林ともに前縁に近いほど枯損によって本数が減少し、樹高も低い。内陸に入るにしたがって樹高が高くなり^{17,20}、クロマツ林では優勢木と劣勢木の分化が進んでいる。カシワ林では構成樹種が多くなるとともに、うっ閉の度合も強くなって灌木層、林床植生の構成にも変化が現われている。全体に栄養分が少ない砂地であるから林木の生長は悪く、クロマツ林の場合、かなり内陸に入った部分でも年に10～20cmの樹高生長しかない所がある。

各海岸林とも10～20年前後から開発が集中的に行われ、工場の進出で裸地化した所や農耕地で列状防風林が伐採された所に飛砂の被害が発生し、海岸近くに残された幅の狭い林帯に衰弱が見られた。

(2) 海岸林の環境保全機能に影響を及ぼす各種の要因

各海岸林に被害を与えている気象的要因は強い塩風と飛砂で、暴風の後はクロマツやカシワの葉が褐変枯死^{9,19}、その範囲は石狩、酒田海岸では林の前縁から300mに及ぶことがある。石狩海岸では放水路開削面にもカシワやイタヤカエデの被害が見られた²³。クロマツの葉の褐変枯死は飛砂が衝突したり、風による樹体の動揺で針葉が相互にこすれてできた傷から塩分が侵入して生理的障害を起こすことによるものであることが実験的に証明された¹⁸。さらに傷口からの蒸散も影響するものと考えられる。石狩海岸では雪が林内に吹き溜って生ずる雪害による偏倚樹形も見られた。

各海岸林には、表—2に示したような各種の病虫害が発生しているが、まつくい虫を除いて広い範囲に致命的な被害を与える可能性のある病虫害は見当たらない¹²。つちくらけ病は東北地方のクロマツ・アカマツ林に広く分布し、部分的には致命的な被害を与えている^{4,21}。

海岸林の生長と健全度に関連して針葉の形態、針葉中の含水率、成分濃度の外、木部圧ポテンシャル¹⁹、浸透ポテンシャル²³、水ストレス等が測定され、多くの知見が得られた。

クロマツ林の一部では除伐・間伐が行われないうえに健全な生育がさまたげられている。酒田海岸の50%間伐林分では無間伐林分に対して1.8倍の枝量、1.7倍の葉量があった。また、間伐後に発生した枝量は無間伐林分の2.8倍、葉量は2.7倍で、間伐は樹間層を厚くすることがわ

表-2 海岸林に見られる病虫害

海 岸 林	病 害	虫 害
石狩カシワ林	カシワ胴枯性病害, カラマツ先枯病, 暗色雪腐病	ハマキガの1種, ソウムシの1種, オオアブラムシの1種
酒田クロマツ林	つちくらげ病, 葉さび病, 葉ふるい病, 葉枯性病害	マツパノタマバエ, マツカレハ, マツキボシソウムシ, しんくい虫類, まつくい虫
東海村クロマツ林	ディプロディア病, 芽状てんぐ巣病, 漏脂性がん腫病	マツカレハ, しんくい虫類, まつくい虫
一ツ葉クロマツ林	葉ふるい病, 斑点性病害	マツパノタマバエ, マツカレハ, しんくい虫類, まつくい虫

かった。その効果は 2～3 年で現われ始める。東海村、宮崎のクロマツ海岸林では落葉採取によって立木の生育が悪くなり、宮崎海岸林では広葉林の侵入がさまたげられていることがわかった。しかし一方で、落葉を適度に掻き取った林には菌根菌が多くなり、クロマツが健全になることが示唆された。東北地方では、焚火跡、ビニールなどの廃棄物を燃やした跡につちくらげ病が発生したり、樹幹を途中で切断したために衰弱した林分にまつくい虫などの寄生が見られた。

(3) 海岸林の環境保全能力の評価

クロマツ海岸林に吹きこんだ風は林前縁から 20～30 m の間に著しく減殺され¹⁴⁾、カシワ林でも風速は林前縁から減少して 170 m 付近で一定になる。したがって、機能だけを考えれば防風のためにはそれほど広い幅の林帯は必要がない。このことは理論的にも証明された。

クロマツの単位重さの葉に捕捉される空中塩分量は林の前縁から内陸へ向って指数関数的に減少し⁷⁾、葉量も関係するので林分の捕捉量は前縁から 100～200 m の距離で最大になることがわかった¹⁰⁾。それ故、塩分捕捉のためには林帯幅は広いほどよいが、前縁に近い幅 100～200 m の部分が特に効果的に作用することになる。海岸線に平行に林帯に切れ目があると後方の林帯の前縁付近で捕捉量が再び増加することから、比較的狭い林帯が何列か海岸線に平行に配列されている場合には、全面的に林になっている場合とほぼ同じ効果を発揮することがわかった。塩分捕捉量は葉量に比較して増加するので、樹冠層の厚い林が効果的である。それと同時に、あまり密でない林分の方が樹冠の間から塩風が下方まで侵入して塩分が多く捕捉されることもわかった⁷⁾。樹高が 5～6 m のクロマツ林では 4000 本/ha 程度の密度の林が最も効果的に塩分を捕捉する¹¹⁾。空中塩分捕捉には前縁付近まで樹高の高い、四角な横断面形の林が効果的であることがモデル計算によって示された¹¹⁾。林に塩分が捕捉される結果、林の風下では空中塩分濃度は減少するが、その範囲は東海村海岸林の場合には樹高の 25 倍であった。

飛砂防止のためには砂地が砂草や林で覆われていればよいわけであるが、林帯の間が砂地の場合には、林の風下で砂が飛び出す限界風速 5～6 m/s 以下に減速できる幅があればよいので、それほど広い幅は必要ないことが計算によって示された。以上の結果を総合すると、各海岸林の幅、

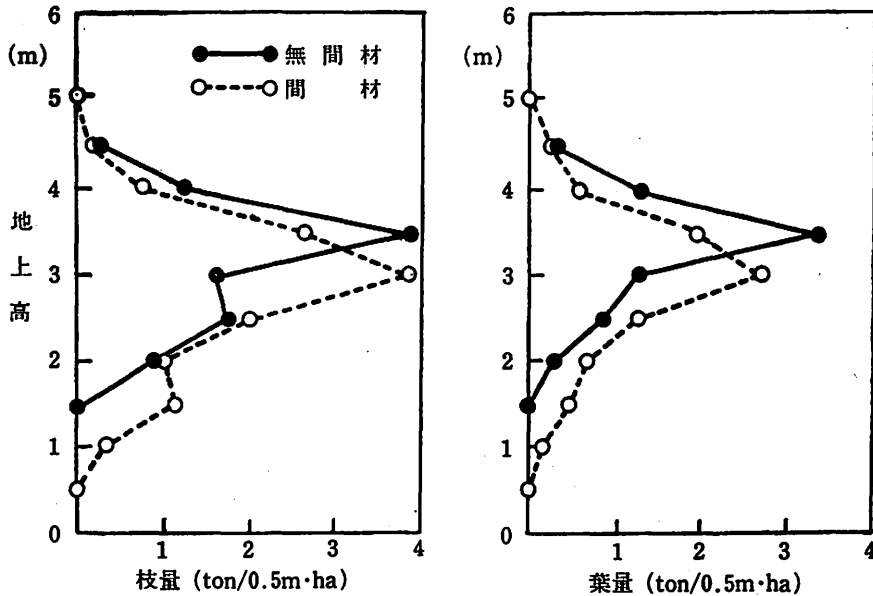


図-1 クロマツの無間伐林 (20年生) と間伐林 (19年生) の枝葉量の垂直分布 (酒田海岸林)

樹高はおおむね適当と評価されるが、前線部分の樹高をさらに高めることが望ましい。クロマツ林の一部には過密な部分があり、カシワ林には過疎な部分があるので、将来的には除間伐あるいは補植などの手を加えることが望まれる。

(4) 海岸林の環境保全機能の維持強化指針

環境保全機能からみて望ましい林分は、林前縁付近まで樹高が高く、林帯幅が広く、適度の林分密度を保った樹冠層の厚い、つまり枝下高の低い林ということになる。酒田の既往試験地の調査結果では間伐によってクロマツ林の枝下高が低くなる効果が明らかに認められた (図-1)。各試験地の結果^{5,17,18)}を総合すると、枝下高 H_B 、樹高 H 、最大樹高 H_{max} 、密度 ρ の間には、 $H_B = H - (A\rho^{-1/2} + B) \cdot H/H_{max}$ の関係のあることがわかった⁶⁾。東海村では間伐と施肥が直径生長に対して特に著しい効果のあることが認められ、砂草に対する施肥の繁茂促進効果も大きいことが確められた¹⁾。ただし、化成肥料は数か月で流亡して効果が失われた。種々の病虫害に対する薬剤試験が行われ、それぞれに対する有効な薬剤がみつけれられた。現地試験と広い範囲にわたる調査結果を総合して次のような海岸林の維持強化指針が提示された。

- ①前砂丘には飛砂止防のために積極的に砂草を導入する。
- ②道路や諸施設の建設に伴って海側に残された狭い林帯の衰退を防止するために海岸侵食防止工事、砂草植栽による飛砂防止、海側への新たな林帯の造成を行う。
- ③止むを得ず林帯前縁が伐採された場合には、防風柵などの設置によって被害の拡大防止と機能の補完を図る。
- ④現在の広い林帯幅はできる限り維持する。どうしても伐採する必要がある場合には、林の前

線の生長の悪い部分の幅および更新幅を考慮して、クロマツ林では日本海側で最小限 250 m、太平洋側で 150 m 幅の林帯を前線に残すことが望ましい。内陸側には幅 30~50 m の狭い林帯を樹高の 10~15 倍の間隔で配置する。気象条件がきびしく樹高成長が悪い石狩のカシワ林では 300 m 以上の幅の林帯の残置が必要である。

- ⑤工場などの建設により林が伐採された場合には、施設の周辺に再造林して機能の回復を図る。
- ⑥クロマツ林には各海岸林とも過密な林分があるが、東海村、宮崎海岸林では今のところ自然間引きによって適当な密度と葉量を保たせる方がよいと判断される所が大部分である。間伐を行う場合は前述の式に従って枝下高が50%程度になったときに行い、前縁付近の幅 100m 程度の林分には手をつけない。それより内陸側の部分でも 1 回の間伐は 20~25% 程度の低目におさえる。カシワ林では逆に疎な部分に植栽して林分密度を高める必要がある。
- ⑦砂草や林分の施肥には、速やかな流亡を防ぐために、緩効性あるいは有機質肥料肥料を使用する。
- ⑧一部のクロマツ林では適切な保育をすれば天然更新による保続が可能であり、広葉樹の導入も考えられる。カシワ林では人工造林による更新が最も確実であるが、ネズミの害を防げば天然更新も可能である。
- ⑨現在のところ、各海岸林に壊滅的な被害を与える病虫害は見当たらないが、空中散布が行えないような場所では、まつくい虫による局所的被害が見られるので、拡大しないように注意する。
- ⑩ゴミ、産業廃棄物の投棄、焚火、幼齡クロマツの盗掘、クロマツ落葉採取の制限ないし禁止、私有防風林の伐採・林内の砂利採取の制限を行うなどの規制措置が必要である。

(5) 今後の展望

研究期間に限られていたために、各研究課題についてさらに詳細に解明すべき点が多く残され、特に高潮・津波被害防止についてはふれることができなかった。これらを追求することによって、わが国の海岸防災林の取扱い方法は一段と前進することが期待される。(石川政幸)

文 献

- 1) 原 敏男・岩川幹夫：養料の供給と海岸飛砂地植生の被覆形成, 日林関東支論, 34, (1982)
- 2) 堀田 庸・細山田典昭・川添 強：一ツ葉海岸林の土壤孔隙分布特性と土壤水分張力の変動, 日林九州支研論集, 37, (1984)
- 3) 堀田 庸・長友忠行：チッ素肥料の土壤中におけるうごき, 森林と肥培, 115, (1983)
- 4) 陳野好之：マツ類のつちくらげ病, 林業と薬剤, 81, (1982)
- 5) 金沢洋一・清野嘉之・藤森隆郎：海岸クロマツ林の下枝の枯れ上がりと樹高, 立木密度の関係 日林論, 93, (1982)
- 6) 環境庁企画調整局研究調整課：環境保全研究成果集 (I), 昭和 54, 55, 56, 57, 58 年度, (1980, 81, 82, 83, 84)
- 7) 河合英二・松岡広雄・石川政幸：クロマツ海岸林の空中塩分捕そく作用 (I), 日林論, 93, (1982)
- 8) 北田健二：酒田地域の海岸林における微気象調査, 日林東北支誌, 32, (1980)
- 9) 北田健二・梁瀬秀雄・北田正憲：酒田地域の海岸林における微気象調査 (II), 日林東北支誌, 35, (1983)
- 10) 工藤哲也・石川政幸・松岡広雄・佐伯正夫・河合英二：海岸林の横断形状と空中塩分の捕捉機能について, 日林関東支論, 34, (1982)
- 11) 工藤哲也・松岡広雄・佐伯正夫：クロマツ海岸林の林分密度と空中塩分捕捉機能 (II), 日

- 林関東支論, 36, (1984).
- 12) 楠木 学: クロマツディプロディア病の発病時期と薬剤防除, 日林関東支論, 34, (1982)
 - 13) 松岡広雄・河合英二: クロマツ海岸林と風, 日林関東支論, 35, (1983)
 - 14) 松岡広雄・河合英二・佐伯正夫: 海岸林の防風機構, 日林関東支論, 34, (1982)
 - 15) 西本哲昭・真田悦子・山本 肇: 石狩海岸の土壌, 日林北支論集, 30, (1981)
 - 16) 西本哲昭・真田悦子・塩崎正雄: 石狩海岸林における過湿地土壌と林木の生長, 日林北支論集, 32, (1983)
 - 17) 尾形信夫・上中作次郎・細山田典昭・菅 道教: 一ツ葉海岸クロマツ林の林分構成因子からみた健全性について, 日林九州支研論集, 34, (1981)
 - 18) ————・—————・—————・—————: 一ツ葉海岸クロマツ林の立木密度を主とした林分構成について, 日林九州支論集, 34(1981)
 - 19) 大山浪雄・高木哲夫・深江伸男・細山田典昭: 一ツ葉海岸クロマツ林における除伐および施肥が新梢の木部圧ポテンシャルと生長量に及ぼす影響, 日林九州支研論集, 36, (1983)
 - 20) 坂本知己・増田久夫: 石狩海岸林前縁部におけるイタヤカエデ若枝の枯死, 日林北支論集, 31, (1982)
 - 21) 作山 健・伊藤節夫・陳野好之: マツつちくらげ病のまん延防止試験, 日林東北支誌, 35, (1983)
 - 22) 鮫島惇一郎・菅原セツ子・石塚森吉・豊岡 洪・佐藤 明: 石狩海岸林における道等開削後の林縁部の被害, 日林北支論集, 31, (1982)
 - 23) 高橋邦秀: 石狩カンワ海岸林の樹冠部の水分状態, 日林北支論集, 31, (1982)
 - 24) 竹下 幸・大谷義一・河合英二・陶山正憲・細山田典昭・菅 道教: 一ツ葉海岸林の環境保全機能について, 日林九支研論集, 36, (1983)

7. 都市林の実態と保全技術に関する研究

都市域における樹林地に関連する研究は, 昭和40年には「大気汚染の樹木に及ぼす影響」という課題が設定され, 科学技術庁特調費による「公害防止に関する総合研究」の一環として研究が進められたのが最初である。その後昭和47～51年の5か年計画で, 環境庁別枠研究「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」が引続いておこなわれた。都市域における大気汚染と樹木の被害については, その後も研究が継続され, 昭和52～56年にかけて「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」が開始され, 造1研・造2研・浅川実験林樹木研が研究に参加した。樹木被害と生長との関連性の解析, 被害機構の解析, 被害の定量化手法の開発, 林木に対する被害発現限界濃度の究明等に関する研究が進められてきた。さらに, 昭和51年から5か年計画で, 林業試験場が主査場所となり, 野菜試験場久留米支場とともに「都市および都市周辺における樹林地の維持と管理に関する研究」に着手した。参加研究室は, 本場土肥研・土2研・造1研・造2研・植生研・防災1研・気象研・浅川実験林樹木研・北海道支場土壌研・造2研・関西支場土壌研・九州支場造1研の12研究室が, さらに野菜試験場久留米支場花き育種研究室が加わり, 全国的規模で都市林の実態調査を進め, 特殊環境条件を把握し, 都市林の生理生態的特性を解明し, 都市及び都市周辺の樹林地自体の保全条件を明らかにしたものである。

1. 被害実態と要因

都市の緑は様々な環境インパクトの影響下に置かれることが多く, 形態的にも生理的にもいろいろな形で被害を受けている。東京を中心とした地域での調査から被害形態として主に次のよう

な現象が観察されている。①葉の変色や異常落葉、②着葉量の減少、葉面積、幹、枝の生長低下、③梢端の枯れ、枝、根の枯死、④結実不良、⑤病害虫の異常発生、などである。これらの現象は相互に時間的なつながりをもっており、例えば、①の現象は初期的な被害形態で、これがさらに進行するにつれて生長低下、枝枯れなどの現象をもたらす。こうした被害の程度は樹種によってちがいが、特にスギ、ケヤキなど著しい。これらの樹種について関東地域について調べられた広域的な被害状況として次の点が指摘されている¹⁾。スギでは都心から 30 km 以内でほとんど枯死しており、ケヤキも梢端枯れが目立つこと、北～北西方向へ約 100 km 以内では何らかの異状が認められ、都市化の進んだ地域ほど樹勢の衰退がはげしい。これらは 1970 年代の中期に実施された結果であるが、最近ではケヤキは特に都市部で樹勢の回復はみられるが、スギでは広域的にみて回復傾向が認められず、地域によっては進行していることが関東中部国公立林試連絡協議会の「環境汚染部会」（蜂屋欣二部会長）の共同研究結果で指摘されている。

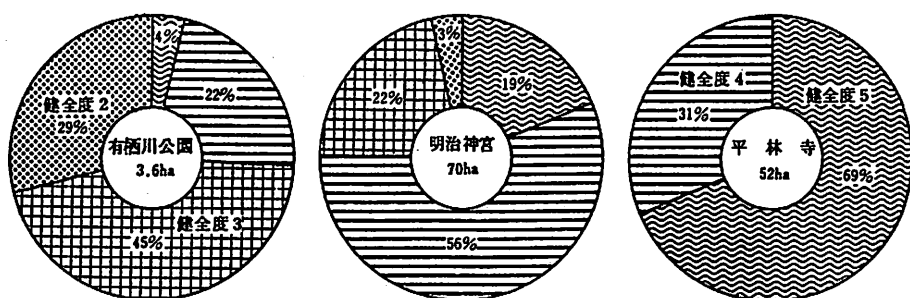


図-1 各調査地におけるケヤキの健全度別構成割合

ケヤキ健全度（被害度）基準 5：健全，4：枯れた小枝がある，3：枯れた小枝がふえ太い枝から小枝が出る，2：枯れた小枝の古いものは落ち枯枝がふえる，1：枯死寸前

一方、都市の公園、緑地などを単位とした樹林地内の被害にも特徴的な傾向がうかがえる。図-1は規模、構造のちがう3ヶ所の樹林地について共通樹種であるケヤキの被害状況を調べた結果である。有栖川公園と明治神宮境内林はいずれも都心部にあり、平林寺境内林は都心から北西へ約 25 km 離れた郊外に位置している。これら樹林地の面積はそれぞれ 3.6、70 及び 52 ha でいずれも東西南北に同程度の広がりをもっている。被害程度は樹林地間で著しく異なり、樹林地全体でく比べると有栖川公園で最も大きく、明治神宮、平林寺の順に小さい。樹林地内の被害分布を林縁からの距離との関係でみると、いずれの樹林地も林内に入ると被害は軽微となり、有栖川、明治神宮では林縁からの距離が約 80 m 以内のケヤキは何からの被害を受けているが、平林寺ではその距離が約 10 m と短い。これらの結果は、樹林地の受ける被害程度は樹林地の規模、構造や、内外の環境要因によって影響されるとしても、林縁部で被害の大きいことは特に外的要因の影響が大きいことを示している。

被害要因を明らかにすることは樹林地の保全対策の指針をうる上で重要なポイントであるが、都市樹林の被害に関与する要因は多様である。図-2 は各種の要因と被害との関係をまとめたも

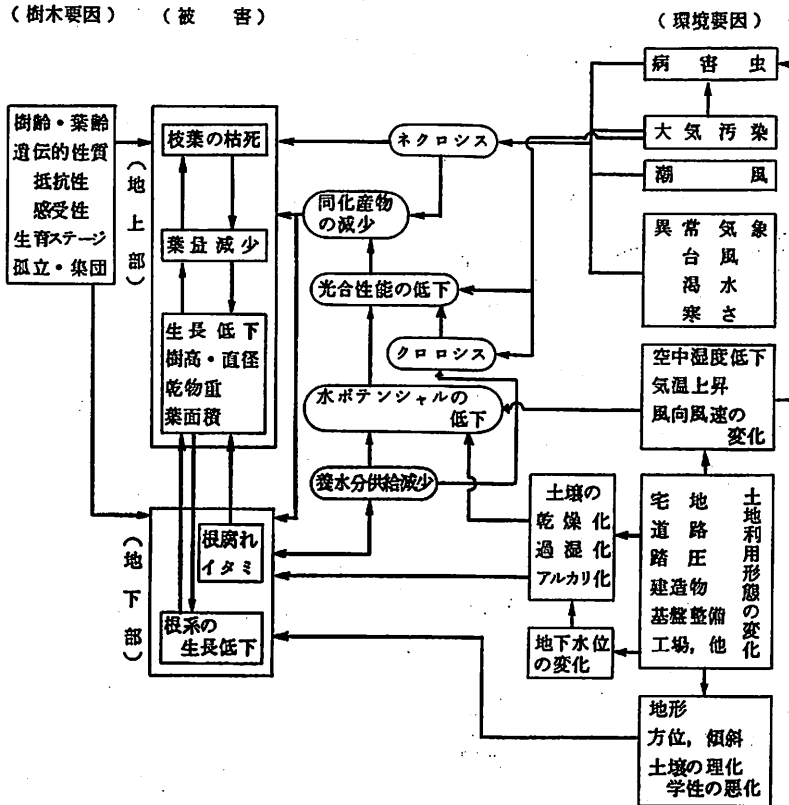


図-2 被害と各種要因との関係

ので、特に都市化に伴う環境変化、大気環境や土壌環境の悪化は生理的障害を通じて形態的な被害現象をもたらす。また、こうして衰退した樹木は病害虫や乾燥に対する抵抗性が低下するためこれらの二次的被害を受けやすい。要因解析では都市環境で特に問題となる大気汚染及び土壌について樹木被害との関係説明が中心に進められてきた。

2. 大気汚染と樹木被害

大気汚染物質のなかで SO_2 濃度は排出規制などによって 1970 年頃より年々低下し、大気環境の質的改善に大きく寄与していることが環境白書²⁾で指摘されている。しかし、オキシダント (O_x) 生成の原因物質である NO_2 、炭化水素類は改善されていない状況にある。汚染の実態は 1970 年以前における SO_2 を中心とした高濃度汚染の時代から最近 10 年では O_x を中心とした低濃度広域汚染へと移行してきたといえる。樹木への影響も急性的な可視被害は少く、慢性的な被害や不可視被害 (生理障害) へ変ってきた³⁾。

関東地域で調べたケヤキの枝の年間伸長量 (指数) の地域分布の結果⁴⁾ (図 3) は、 SO_2 濃度分布ともよく対応していることから改善されてきたとはいえ SO_2 はなお生長阻害要因として無視できないことを示している。また、先に示したスギ、ケヤキの被害分布や別に調べたケヤキの 1 枚当りの葉面積の分布、着果数の減少の地域差⁵⁾ともよく一致している。こうした生産量の低下

と大気汚染の関係は、年輪解析の結果から年輪幅の減少だけでなく、年輪構造の質的低下でも認められている。即ち、大気汚染環境下では1年輪内の最大比重が減少し、材質的に軟弱な材となること⁶⁾、年輪幅と年輪の平均比重との積を物質生産量を表わす指標としてみると、スギの例では汚染地の物質生産は非汚染にくらべ30~60%の減少であることなどがわかった⁷⁾。



図-3 ケヤキ枝の伸長生長量の地域差と SO_2 濃度分布

(伸長量は、比数%であらわし数値の低いほど伸長量は小さい。 SO_2 濃度は、等濃度線で示し、数値は年平均濃度 $\times 10^{-8}$ ppmである。)

ケヤキやポプラが主に梅雨明け以後異常落葉する現象をしばしば観察する。この主要原因が O_x であること、落葉は日最高 O_x 0.1 ppm 以上で発生しやすいことなどが実態解析で明らかにされ、実験的にも裏付けされた⁸⁾。

形態的な被害発生を伴わない場合でも大気汚染が生長量の低下をもたらすことが後に示すポット苗の FAC 法⁹⁾¹⁰⁾ による現地試験から明らかにされた。この結果は、不可視被害の存在を実証したもので最近の低濃度汚染による被害の特徴を示している。

一方、 SO_2 や O_x の主成分である O_3 を使った処理実験によって、実態解析の裏付けや、被害発生機構の解析などが行われた。例えば、異常落葉の発生は O_x の直接作用ではなく O_x によって誘発される内生

エチレンの異常な生成によること⁸⁾、葉の変色や落葉の発生は、第1に気孔からの汚染ガスの吸収量に依存すること、こうした反応は種、品種で異なることが明かにされた。また、ガス処理に伴ない気孔閉鎖などによって可視被害の発生を伴わなくとも光合成も阻害されるので生長低下を来すことがわかり¹¹⁾、不可視被害と生長低下の関係が裏付けられた。

3. 土壌環境と樹木被害

都市林における土壌悪化の傾向は、表層土壌の堅密化としてあらわれている。公園化した樹林地は市民の利用や景観を考えて、林内の地表を清掃し、林床植生や落葉などの有機物の供給を遮断し、こうした地表の裸地化は表層土壌の堅密化を促すことになる。多くの(札幌市内・東京都区、京都府内及び近郊林)都市内樹林地の土壌環境を調査した結果は、踏圧によって表層土壌は堅密化し、土壌孔隙量の減少、透水性・通気性の不良化のおこることを明らかにした¹²⁾。孔隙量の減少をさらに粗孔隙・細孔隙という孔隙組成への影響を検討してみると、粗孔隙量が減少し、細孔隙量の割合が若干増加する傾向を示した¹³⁾。粗孔隙量の減少は植物体の最も吸収しやすい水分を保持する孔隙量の減少であり、都市林土壌の乾燥化傾向をあらわすものと考えられる。

以上のように踏圧などによって土壌の堅密化がすすむと通気性・透水性が悪化し、細根の発達や養水分の吸収が阻害され、次第に葉量の減少や生長停滞をおこしている。さらにすすむと枝枯れや梢端枯れが目立ち、樹木特有の衰退の様相が明らかにあらわれてくる。土壌の堅密化の程度（土壌硬度）と樹木の衰退程度（樹木の健全度）についての調査結果は、踏圧の影響が強くなるにつれ、不健全な生育状態の樹木が増加しており、スギ・アカマツともに土壌の堅密化に敏感に反応していた¹²⁾。

都市周辺の樹林地の大部分は、大型機械によって地形を改変し大規模な土地造成がおこなわれ樹林地が造成されている。このような造成地土壌はさまざまな性質のちがう土壌を積み重ねた土層であって、自然土壌にくらべてきわめて不完全な未熟な土壌といつてよい。造成時の重車輻による軋圧によって、土壌は著しく堅密化し、表層下部に固結層を形成している場合が多い。これが不透水層となって植栽木に過湿障害を起し、生育不良木が多くみられた¹³⁾。凹地形にただ盛土した場合には排水のきわめて悪い状態をつくりだしている。

このような造成地では樹木を植栽する前に植栽地の土壌調査が必須条件であり、植栽後の土壌改良はまたきわめて困難な場合が多い。

海岸埋立地においても各地で樹林地が造成されている。その大部分は海底泥砂を吸みあげたものが多く、泥砂は吸みあげられた排水口で粒径が淘汰され、縞状に幾層にも堆積されている¹⁴⁾。このような埋立地では、砂層をそのまま利用して樹木を植栽しているところもあり、砂層上部に客土し樹木を植栽している例も多い。いずれの場合も砂層は海水の影響を受けて塩類濃度の高い化学性を示している¹⁵⁾。

排水の悪いところでは砂層上部に客土を施しても乾燥期には毛管水により下層より客土層に塩類が上昇移行することが多い。海岸埋立地の樹木の生育には排水が最も重要な土壌環境であり、植栽初期には耐塩性樹木を植栽し、樹林地としての土壌環境を作り出すことの必要性が見出された。

土壌悪化に対する指標性：自然土壌の形態を残している樹林地でも、人為による踏圧で表層は堅密化し、透水性は悪化している。こうした土壌に対して多くの樹木や植生は敏感に反応している。表層土壌の堅密化に敏感に反応するのは樹木よりも林床植生にあらわれる初期の土壌環境の変化を知ることが重要である。踏圧による土壌に堅密化はジャノヒゲの健全土とアズマネザサの被度の変化としてあらわれている。ジャノヒゲでは土壌硬度が 15 mm 以上になると株が小さくなり、開花株が減少し、土壌硬度が 25 mm 以上になると全く消失する。アズマネザサでも、土壌硬度 15 mm 前後から被度が低下し、土壌硬度 25 mm 以上になると地上茎は列状となり、被度も著しく低下する。そして土壌硬度 25 mm 以上では生育が困難となり、裸地化する調査結果が得られた¹⁶⁾。このような植生の反応を指標として土壌に加わる踏圧の程度を知るとは、土壌環境を改善し、樹林地の維持・管理として重要な方法である。

4. 都市林の保全

①大気環境からみた保全：大気汚染に対する樹林の保全条件を考える上で汚染物質の林内への侵入機構とそれによる被害との関係を定量的に把握する必要がある。

数種のモデル林分について林内外の O_2 濃度の水平、垂直分布が調べられ、主に次の結果が得られた¹⁷⁾。①濃度は林縁から林内に入るにしたがい、また、林冠上端から林床に近づくにつれて減衰する。②林縁に林套やマント群落が形成されていると減衰効果は大きい。③一般に林内濃度の減衰は物質濃度（本数密度など）の高いほど著しい（図4）。④林分の中心点での濃度減衰

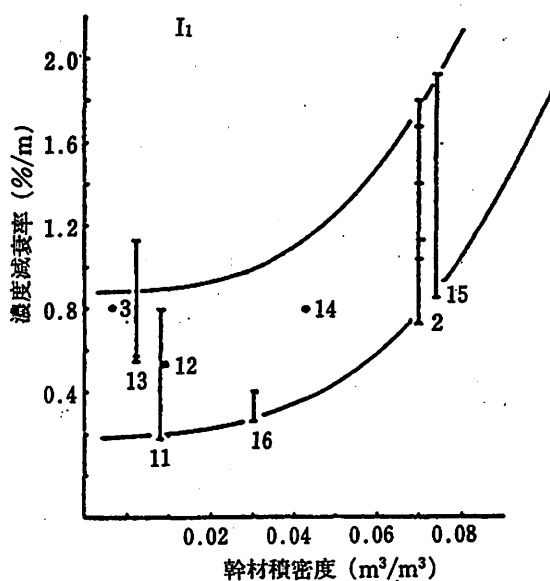


図-4 林内の濃度減衰と幹材積密度の関係
(図中の数字はモデル林分の番号、1番はマント群落をもった林分)

は、林分面積 $1,000 \text{ m}^2$ 以上で急に大きくなる。このことは林内の大気環境は林縁からの距離が約 30 m 以上で清浄化の程度も著しく大きくなることを示している。

こうした林内の大気環境の清浄化は、林縁を構成する樹木が汚染ガスを吸着、分解する働きによっているので、汚染ガスに弱い樹種は被害を受けやすい。このことは、先に示した樹林地内の被害分布の結果と一致している。

林縁帯による大気汚染の緩和効果は大きいので樹林地の保全を考慮した林縁帯の規模、構造を考える必要がある。林縁の林帯幅は被害を考えなければ少くとも約 30 m でよいと考えられるが、保全効果を持続するためには林帯樹木をできるだけ健全に保

つことが望ましい。東京都心では大気汚染に弱いケヤキでは被害は林縁から 80 m まで及ぶが、耐性の大きい樹種を選べば被害は軽くなる。これらのことを考慮して汚染度の高い地域の樹林地を保全する条件として次の点が考えられる。①林縁の林帯幅は少くとも $30 \sim 50 \text{ m}$ で汚染に耐性があり吸着能の高い常緑樹を中心に構成する。林套を形成し植栽密度の高い林型とする。③保育管理、土壌管理及び病害虫防除などを行い、保全効果の低下を防止する。

②土壌環境からみた保全：都市林ではその利用にともなって、樹林の疎林化、林床植生の除去、地被・落葉の清掃、さらに人の立入りなどが一般的であり、土壌の悪化がさけられないことはすでに述べたとおりである。このような土壌に与える“ひずみ”をできるだけ排除することが、都市林の保全のために必要なことである。林床植生は土壌の理化学性を良好な状態に保全するために大きな役割を果たしていることは前述のとおりであるが、林床植生だけでなく落葉の存在も土壌環境の保全に大きく関与している。落葉・落枝などの有機物の供給を遮断すると、落葉からの石灰の供給が減少し、土壌の酸性化をもたらす。また落葉が分解し腐植の供給が不足すると、塩基置換容量も小さくなり、土壌の緩衝作用の低下をもたらす、肥沃性を低下させる結果が得られた。窒素の供給力を肥沃性の指標として、樹林地内の落葉の有無について比較検討したところ、明らかに落葉層の存在しているところでの窒素の供給力の大きいことが認められた¹⁸⁾。

都市林の保全のための、土壤環境の悪化は個々の樹林地について、保育・管理を改善することによってかなり防止できる。樹木の生育は土壤悪化とともに衰退するが、ある限度までならば、その後の管理によって回復させることも可能である。また、都市林の外的インパクトとして、踏圧による土壤への圧力がさげられない以上、管理面からは許容限界を明らかにしておくことが、現実的に重要な問題である。

樹木の衰退と土壤硬度との関係を調査した結果からながめると、樹木の生育がまず良好に保たれる表層土壤の硬度は 20 mm 程度である。20~25 mm の範囲ではかなり生育が不良となってくる。さらに 25 mm 以上になると生育は停滞し、部分的な枯死から全体的な枯死へとすすんでくる。もちろん樹木の種類や林齢、大きさ、さらに土壤の性質によっても変ってくるが、大よその目安として考えることができる。しかし、土壤硬度が同程度でも火山灰土壤と非火山性の洪積土壤では、土壤の三相組成も異なり、土壤硬度だけでなく、土壤の容積重を考慮しなければならない。火山灰土壤の容積重は最も小さく、60~70 g 程度までは樹木の生育も可能である。これに対し洪積土壤では 70~80 g がこれに相当し、造成地土壤ではさらに大きく、110~120 g が生育可能な容積重であることが、各地樹林地の調査結果として得られた。以上の調査結果から、表層土壤の堅密さの許容限界は、土壤硬度を 20 mm とし、火山灰土壤では容積重を 70 g、洪積土壤 80 g、造成地土壤 130 g 以下と土壤の種類別に許容限界をあらわした。樹林地の維持管理の一つの基準として利用することができる。

以上、52 年以降の都市域における大気汚染と樹木の生育に関する研究について、また、51 年以降開始した樹林地の維持・管理に関する研究内容の概要を示した。これらの研究に関する総説的報告¹⁹⁾や、この他各種樹木の栄養特性と施肥、土壤改良に関する報告²⁰⁾もいくつか出されている。58 年以降さらに「緑化植物の効率的な利用による市街地生活環境の保全に関する研究」が開始され、野菜試験場とともに当场では造 1 研・植生研・土肥研・浅川実験林樹木研が参画し研究を進めている。

(井上敬雄・藤田桂治)

引用文献

- 1) 山家義人：都市域における環境悪化の指標としての樹木の衰退と微生物相の変動，林試研報，301，(1978)
- 2) 環境庁編：環境白書 (1983)
- 3) 井上敬雄：最近の大気汚染による樹木被害と今後の問題，林試研報 229，(1983)
- 4) 清野嘉之：関東地方におけるケヤキの枝の生長と大気汚染，34 回日林関東支論，(1982)
- 5) 石井幸夫ら：ケヤキの種子生産と大気汚染の関係について，34 回日林論，(1975)
- 6) 太田貞明：木材誌，(1978)
- 7) ———：光化学オキシダントによる農作物の生育収量に及ぼす影響の解析に関する研究，56 年度研究成績報告書，(1982)
- 8) 農林水産技術会議事務局編：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，研究成果 No. 102，(1982)
- 9) 石井幸夫ら：光化学オキシダントによる農林作物の生育収量に及ぼす影響の解析に関する研究，56 年度研究成績報告書 (1982)
- 10) INOUE, T. et al.: Proc. XVII World Congress, Div. 2, IUFRO, (1981)
- 11) 角園敏郎ら：光化学オキシダントによる農林作物の生育収量に及ぼす影響の解析に関する研究，56 年度研究成績報告書，(1982)
- 12) 環境庁編：環境保全研究成果，自然環境の管

- 理及び保全に関する基礎的技術開発のための総合研究、都市及び都市周辺における樹林地の維持管理に関する研究、(1977, 1978, 1979, 1980)
- 13) 藤田桂治ら：都市周辺樹林地土壌の理学的性質、33 回日林関東支論、(1981)
- 14) 佐藤久男ら：蔭張海岸しゅんせつ泥砂による造林地の土壌について (I)、92 回日林論、(1981)
- 15) 白井喬二ら：蔭張海岸しゅんせつ泥砂による造林地の土壌について (II)、92 回日林論、(1981)
- 16) 谷本文夫ら：都市近郊樹林地における林床植生の種組成の変化に及ぼす踏圧の影響、林試研報、333、(1985)
- 17) 荒木真之ら：オゾン濃度の減衰に及ぼす樹林の効果、林試研報、321、(1983)
- 18) 森田禮代子ら：都市周辺樹林地土壌の実態、33 回日林関東支論、(1981)
- 19) 蜂屋欣二ら：都市林—その実態と保全—林業科学振興所、(1982)
- 20) 芝本武夫・塘 隆男監修：林業技術者のための肥料ハンドブック、創文 (1979)

8. リモートセンシング技術の利用実証に関する研究

1. 研究目的

民有林における森林計画制度を健全に維持する上で森林計画照査業務は大きな役割を担っている。この業務のひとつに伐採照査業務があるが、これは、「伐採照査実施要領」に基づき、サンプリング調査により、各都道府県が行なうよう定められている。しかし、北海道では、森林計画業務に電算機を導入し、森林資源マスターファイルを作成していることから、サンプリング調査方式ではなく、全数調査方式を採用している。この場合、全道各地に駐在する約 160 名の林業改良指導員が約 180 万 ha の森林を対象に地上調査方式で行なっている。しかし、広大な森林内で行なわれている様々な伐採形態を全箇所漏らさず短期日で確実に把握することは、労力、時間、経費の面から現状では多くの制約がある。この障害を打破し、伐採照査業務の精度向上と能率化を図るため、地球観測衛星データの有効利用が強く要望された。この研究はランドサットデータをベースとする森林伐採照査法を検討し、都道府県で利用できる実用的なシステムの開発を目的として、北海道林務部計画課との共同研究により、昭和 56 年より昭和 58 年度の 3 年間にわたって実施したものである。

2. 研究の経過と成果

本研究は、北海道における民有林の平均的森林構成をもつ地域から、ランドサットデータの取得の難易、既存情報の整備状況、現地調査の便宜性を勘案して、北海道十勝郡池田町内の民有林 23,000 ha をテストエリアに選定して行なった。テストエリアの林況は、カラマツ人工林が全体の 40% を占め、残りは、カンバ類、ミズナラ、シナを主体とする広葉樹 2 次林である。本研究は次の 6 項目の研究課題を設定して実行した。

- A 森林伐採照査業務に必要な多観測データ重合の実用的システムの開発 (56~57)
- B 森林伐採地抽出のための実用的解析システムの開発 (56~58)
- C 解析システム評価のためのテストサイト運営手法の開発
- D 伐採材積量推定法に関する研究 (57~58)

E 衛生・航空観測データを組入れた森林伐採照査システムに関する研究 (56～58)

F 森林伐採照査事業に必要な出力システムに関する研究 (56～58)

以上の研究により得られた成果は次の通りである。

(A) ランドサット・データを伐採照査業務に活用することにより、従来の照査方法と比較して精度および能率の点で著しく向上させ得ることが、56年度にまず明らかとなった^{3,5,9)}。

ランドサットデータを用いて解析した森林伐採地抽出結果と従来の伐採照査結果(担当の業務指導員が行なう全数照査方式による結果)を比較したところ、実際に伐採された箇所は、必ずランドサットデータ解析により把握され得ること、正判定とされた41箇所の伐採地のうち、従来手法では、伐採期間の把握方法の違いもあるが、わずか7箇所、17%にすぎず、残りの34箇所、83%は、ランドサットデータ解析によってはじめて把握された伐採地であったことを示した。

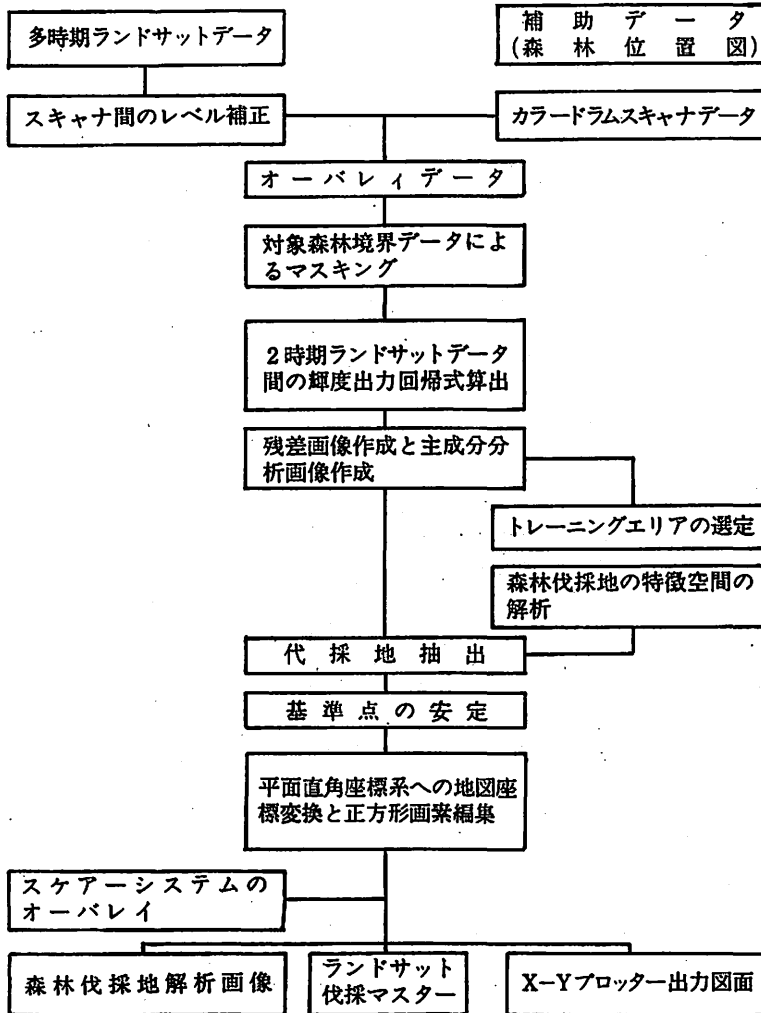


図-1 ランドサットデータによる伐採地解析フロー

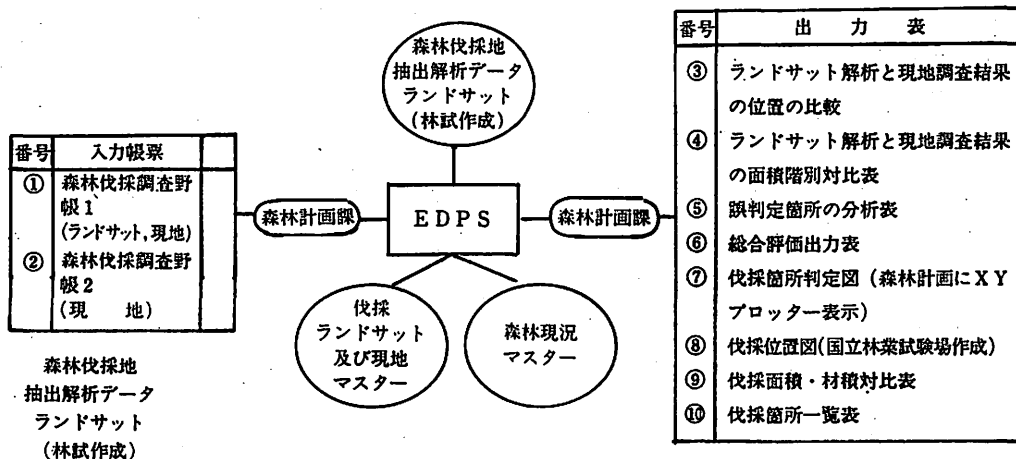


図-2 (b) 評価システムの概念図

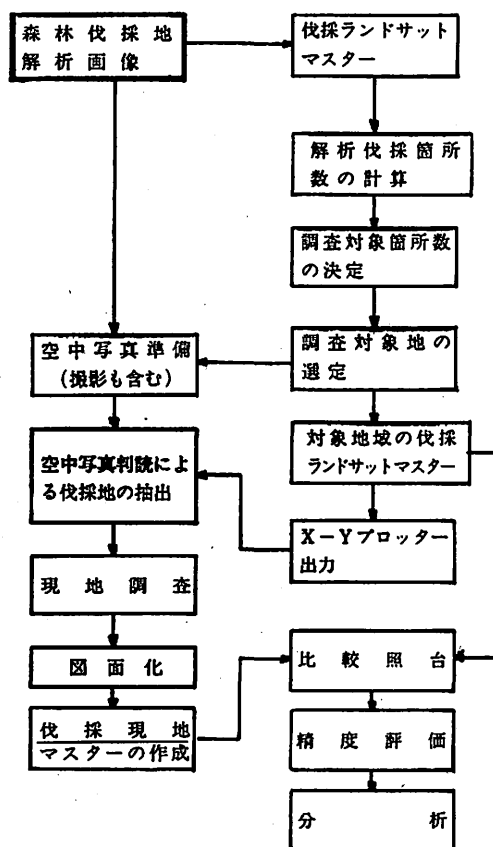


図-2 (a) 評価システムのフロー

(B) ランドサット・MSS データによる森林伐採地解析手法を明らかにし、ソフトウェアシステムを開発した^{1,2,4,6-9)}。

この研究により解析したランドサット・MSS データによる森林伐採地解析手法のフローを図-1 に示す。この解析手法のポイントは、次のとおりである。

- a) 季節を同じくする期首と期末の2時期のデータの精度の高い重ね合せ
- b) 森林位置図や森林計画図等を用いた対象森林のマスキング (マスキング画像作成)
- c) マスキング画像を用いた2時期のデータ間の輝度レベル補正と残差画像 (差分画像) の作成
- d) 残差画像の主成分分析による伐採地の解析
- e) 解析結果の平面直角座標系への地図投影変換

この解析手法を用いて、伐採地の解析実験を、56 年度では、1979 年 9 月のランドサットデータ、57 年度、58 年度は、1980 年 9 月と 1981 年 9 月のランドサットデータにより行った。

(C) 解析システム評価のためのテストサイト運営法を開発した⁹⁾。

実用的観点から、解析手法を評価するために、次の項目に関して、要領の作成、手法やソフトウェアシステムの開発を行った。

- a) テストサイトにおける現地調査のための要領 (人工衛星データによる伐採箇所の把握試験調査要領) を作成した。
- b) 統計学的な要調査箇所数の決定法を明らかにした。

(D) 評価を北海道の電子計算機で行なうためのソフトウェアシステムを開発した。この評価システムを図-2 に示す⁹⁾。

(E) 解析結果を伐採照査業務に利用するための有効な出力方式を明らかにした^{4,6,7,9)}

本研究で開発した出力形式は次のとおりであり、これらは解析結果の評価や、現地の伐採照査業務に有効であることが明らかとなった。

- a) ランドサット・MSS データにより求めた伐採地解析画像に、林小班名が記入された森林位置図をオーバーレイして焼付けた画像 (図-2)。これにより、解析された伐採地の林小班を読取ることができ、既存の森林調査簿との対応が可能となったばかりか、評価確認のための現地踏査の効率を高めることができた。
- b) 伐採地解析結果を X-Y プロッターにより森林計画図 (縮尺 1/5,000) へ直接出力した図面。
- c) 伐採箇所別に、その面積と伐採前の林況 (森林資源マスターファイルから求める) とをまとめたラインプリンターによる表出力
- d) 北海道の電子計算機ファイル、特に森林資源マスターとの相互利用を可能とした伐採ランドサットマスターの作成
- e) 解析結果を総合的に評価するための次の取りまとめ表の出力。

④ランドサット解析と現地調査結果の面積階層別対比表

◎誤判定箇所分析表

(F) 多季節ランドサット・MSS データにより森林型区分を試行し、樹種区分(カマツ林と広葉樹林)、樹高級区分(3段階)の組合せによる蓄積級による林型区分の可能性を明らかにし、各林型の蓄積量との対応(現地調査資料による)により、伐採材積量の推定を試み、誤差率31.8%を得た。

(G) ランドサットデータを利用した森林伐採照査システムについて検討し、現行の体系に入れたシステム、さらには、将来的に考える理想的なシステムのモデルを作成した。

以上の研究成果をとりまとめると次のように言える。

- ①実際に森林が伐採された箇所は、すべて解明されていた。
 - ②従来から行なってきた地上調査では、かなりの見落としが認められた。
 - ③林地と農地の境界部分および1画素以内(0.5ha未満)の小面積の箇所に誤判定箇所が多く見られたが、林内ではおおむね、箇所、面積、位置共に正しく解析されていた。
 - ④解析精度は、1画素以内のものを除いた場合、箇所数で82.3%、面積で90.2%であった。
- 以上の評価結果に加え、ランドサットデータから求めた森林伐採地解析画像の効用として、次の点が明らかになった。

- ①この解析画像上に森林図等の既存の図面をオーバーレイして焼きつけた画像は、従来の地上照査業務の効率と精度を高めるための補助情報として、それだけでも有効に利用できる。この場合、解析精度はあまり問題とはならない。
- ②森林伐採等による林況の時系列変化は、新旧の空中写真を用いて比較判断すれば、かなりの詳細な状況も解析できるが、対象面積が広くなると、この比較判断手法では、判読するための焦点がぼけてしまい、高い精度と効率性を維持することが難しくなる。しかし、この場合でも、解析画像が利用できれば、このような困難性が解決される。
- ③広範囲な拡がりをもつ林地において、伐採現況が画像化されることから、森林管理の面から好都合であり、さらに、時系列的な伐採推移を画像として把握できるため森林所有者の伐採動向等が解明できる。

以上、3年間の研究結果から1年間隔での森林伐採地解析は、地況や林況に関係なく解析が可能であること、伐採地の形態のいかんにかかわらず、伐採面積がある大きさ以上であれば確実に解析可能であること、また、精度的な評価においても満足のいくものであること等から衛星データを伐採照査業務に導入することは、実用的にも十分可能性のあることなどがわかった。

3. 考察

ランドサット・MSS データにより、伐採照査業務に必要な森林伐採地を解析する手法については、実用的に利用可能なものが開発された。しかし、この解析手法には、林地境界付近や1画素程度の小伐採地に判別誤差が多いという問題点が残った。これは、農業機械化が進み、農・草地と接する林地で無届出伐採が行なわれ農地化され易いという近年の実態からみて、伐採照査業務では、林地境界付近での森林伐採には特に留意しなければならないことを考えると重要な問題で

ある。この問題を解決するためには、地上分解能の高いセンサー系の利用と併せて、期首と期末の二時期データのオーバレイ精度の向上、および、対象森林マスクの精度の向上を図る必要がある。本研究では、現状で考えられる最良の対象森林マスクを作成し、利用したが、このような手法を全道的に利用することは、経済的側面からも問題である。そのため、既存データに代って、衛星データそのものから対象森林マスクを作成する手法や、森林資源マスターを利用した作成法を検討する必要がある。特に、電磁的解像力および地上解像力に優れたランドサット・TMの利用によりこの問題の解決を検討する必要がある。

本研究では、道東の代表的地況、林況をもつ池田町の民有林をテストサイトとして選定したが、ここは、地形的には起伏が少なく、林況的にも比較的単純であった。そのため、この解析手法が全道的に利用可能であるかどうかを検証するために、地況や林況を異にする道央や道南にテストサイトを設定して、実験を行なう必要がある。この際に、実際の調査業務の取扱単位（例えば、支庁単位）を研究対象とし、前記の衛星リモートセンシング技術を積極的に用いた計画調査業務のシステム設計や経済的側面を加味した検討も行なう必要がある。

また、本研究では、ランドサット・MSS データにより蓄積級を加味した林型区分の可能性や、大縮尺写真情報を利用した伐採材積推定の可能性について検討したが、推定誤差を含めた精度的検討は行なっていない。今後、ランドサット・TM データの利用を含めた林型区分精度の向上と多段サンプリング手法を導入した伐採材積量推定システムの開発が必要である。

さらに、衛星リモートセンシング技術を、伐採調査を含めた計画調査全般への利用促進を図るため、森林伐採跡地の利用状況、更新状況等の解析技術、林道開発状況の解析技術等の技術開発を行なう必要がある。

(大貫仁人)

発 表 文 献

- 1) 大貫仁人：LANDSAT. MSS データを利用した森林変化の把握(Ⅱ), 90回日林論, (1979)
- 2) 沢田治雄・栗屋善雄：LANDSAT・MSS データを利用した森林変化の把握(Ⅱ), 92回日林論, (1981)
- 3) 沢田治雄・大貫仁人・嘉成瞭悦・松井 修, 旭 孝喜：伐採調査への LANDSAT データの利用(Ⅰ)—解析システムの検討, 第92回日本林学会論文集(1981. 10)
- 4) 大貫仁人：資源調査衛星ランドサットデータ利用による調査方法の開発, 会報 No. 263 森林計画研究会(1981. 12)
- 5) 大貫仁人・沢田治雄・栗谷善雄・瀬戸宜久・嘉成瞭悦・旭 孝喜：伐採調査への LANDSAT データの利用(Ⅱ)—主成分画像の適用と精度の検討, 第93回日本林学会論文集(1982. 10)
- 6) 大貫仁人・沢田治雄・栗屋善雄：森林伐採調査におけるランジサットデータの利用, 日本リモートセンシング学会 第2回学術講演会論文集(1982. 12)
- 7) 大貫仁人・沢田治雄・栗屋善雄：Landsat Data for Practical Deforestation Detection—A Test case. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Volume 25 part A7 Commission 7. (1984. 6)
- 8) 沢田治雄：Remote Sensing Technology for Monitoring Forest Environment. Proceedings IUFRO symposium on Forest Management, Planning and Managerial Economics. (1984)
- 9) 大貫仁人・沢田治雄・栗屋善雄：森林伐採調査法, リモートセンシング技術の利用実証に関する研究(第Ⅰ期)成果報告書(1985. 2)

9. 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)

全体計画

資源・エネルギーの有限性が認識され、特に二回にわたるエネルギー危機を経験し、代替エネルギーおよび資源の有効利用に関する関心が高くなった。この中で、太陽エネルギーの固定物として、生物資源いわゆるバイオマスの利用が考えられた。農林水産技術会議では、昭和56年度から10ケ年の計画で、生物資源の効率的利用に関する研究プロジェクトを計画したがこの研究の開始に先立って、昭和55年度に事前評価をおこない研究の方向、進め方、重要な課題などが討議された。その結果、排棄物を含めて農林水産資源の多面的な利用を考え、単にエネルギー化にとどめないことが重要であるとの結論を得た。さらに、バイオマスの利用は地域的な利用システムを主体とすべきであり、大規模な工場生産と流通システムには適さないことが指摘された。また、バイオマスは再生可能な資源であるが、再生可能な許容量を限界にした利用が最大利用量であること、利用に関しては資源の環境的保全的な特性を維持する必要があることなどが研究問題となる。さらに、現存の資源ばかりでなく、積極的に資源を増成する必要がある。バイオマスを利用するには、収穫、搬出、運搬の技術化が重要なカギとなること、付加価値のあるものに変換することによって経済性が成立する。このような問題点の整理をおこなった結果、図-1のような研究課題を総合的に研究していくことになった。

研究目的と研究計画

農林水産業におけるから残渣、排棄物、排泄物を含めて利用可能な有機物を高価値のある物質に変換して地域を中心とした利用システムを組立てることを目的とする。このため、図-1のようになりⅠからⅥまでの研究問題を設定し、昭和56年より有機的に関連づけた研究を開始した。

Ⅰ. 生物資源評価系：現存の生物資源量を農・林・水産業別に評価する。特に生長量、再生産可能量を明らかにし、恒続的生産と環境保全的な立場からの利用可能量を推定する。

Ⅱ. 新資源導系：現存の資源のほか、生産力が高く、しかも有用な成分の含有率の高い新しい植物を導入し、バイオマス用資源の積極的な増成を図る。林木においては、高生長で変換のための分野が容易な樹種の短伐期多収穫技術の開発をおこなう。

Ⅲ. 素材化技術系：バイオマス資源は薄く広く分布し、しかも有効成分の含有率が低いものが多い。したがって、効率的に収穫し、運搬する方法を開発しなければならない。林木においては、ササの収穫機、ポプラ、カンパなどの早生樹用の収穫機の開発と効率的な作業工程に関する研究をおこなう。また、林木は典型的なリグノセルローズ系の素材であり、分解しにくい。物理、化学、生物的な処理をおこない木材の成分を分離する技術を確立することも必要である。このように、Ⅲの系では、変換にいたる前処理の研究をおこなうことになる。

Ⅳ. 変換技術系：現存の資源および導入した資源を効率的に変換し、付加価値を高め有効に利用する方法を開発する。これらの変換方法には新規食品素材の開発、飼料の開発、ローカルエネルギー化技術、有用成分の一貫抽出分離などが考えられている。

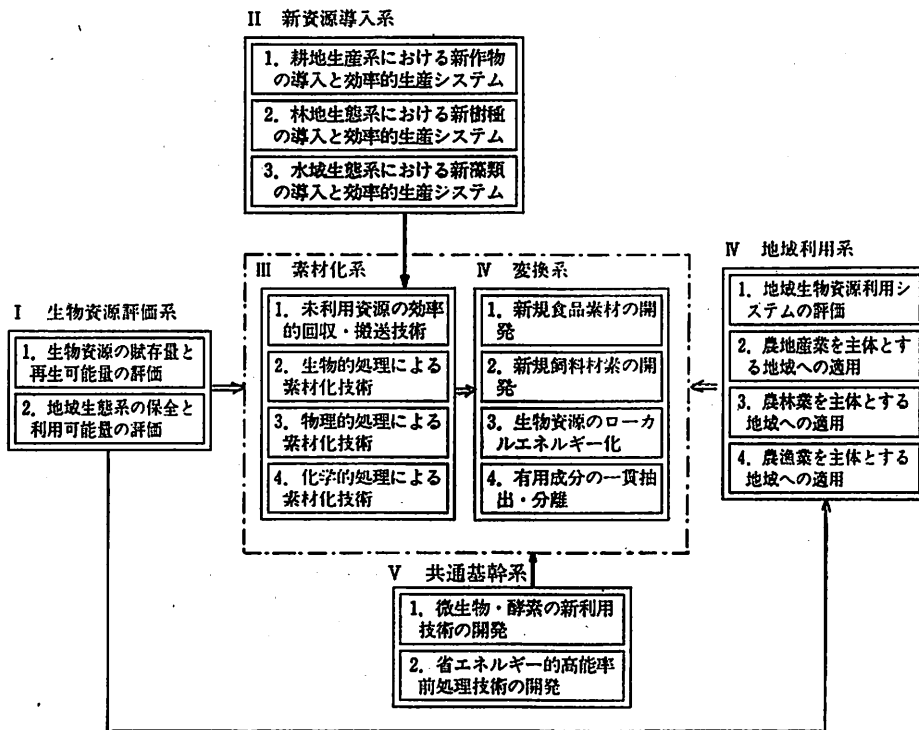


図-1 バイオマス変換計画における研究フロー

V. 共通基幹技術系：変換に必要な基本的な技術の開発をおこなう。特にバイオマス資源の変換に必要な微生物、酵素の利用技術を開発すると同時に省力的な膜濃縮技術の適応をおこなう。

VI. 地域利用技術系：上記の研究成果を総合化して、地域社会にシステムとして定着させる実証研究をおこなう。

研究体制

以上の研究計画を第Ⅰ期（４年）、第Ⅱ期（３年）、第Ⅲ期（３年）に分けて、それぞれの研究の評価をおこないながら研究を推進している。バイオマス変換計画プロジェクトの特徴は、一貫して、資源の造成から変換まで取扱う必要があるため、上記の研究体系とは別に、実際的な研究チームが編成されている。チーム編成は次のとおりになっている。

1. 農産資源変換チーム
 - a. 新作物生産サブチーム
 - b. 新作物変換サブチーム
2. 林産資源変換チーム
 - a. 新樹種生産サブチーム
 - b. 新樹種変換サブチーム
3. 水産資源変換チーム
 - a. 新藻類生産サブチーム
 - b. 新藻類変換サブチーム

4. 廃棄物変換チーム
 - a. 飼料化サブチーム
 - b. エネルギー化サブチーム
5. 資源評価チーム
 - a. 利用可能量サブチーム
6. 基幹技術チーム
 - a. 食品化サブチーム
 - b. 微生物、酵素サブチーム
7. システム化チーム
 - a. システム化サブチーム

このうち、林業、林産に関する研究は林産資源変換チームを中心にしておこなわれている。新樹種生産サブチームにおいては、ポプラ、カンバの超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がおこなわれている。新樹種変換サブチームにおいては、前処理技術、成分の変換利用、抽出成分の利用などが研究されている。このほか、資源評価チームの中でも、森林バイオマスの利用可能量の評価、土壌生産力の評価などがおこなわれている。また、基幹技術チームの中では、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ている。さらに、地域利用システムの組立には、林産資源変換チームの開発した技術が利用されることになる。

新資源導入と収穫技術

バイオマスとして林木を利用する場合、材の品質、形状、大きさなどは問題にされず、変換の容易な、しかも初期生長の速い樹種の量的な生産が重要となる。森林バイオマスの資源造成に関する研究では、ポプラ、カンバ、ササ、ギンネム、ユーカリ、アカシアを取りあげ、生長特性、栽培適地、短期栽培の研究がおこなわれてきた。さらに、これらのバイオマス変換用資源の収穫機械の開発と効率的作業体系の組立をおこなっている。

ポプラ類：従来開発された高生長ポプラ類は適地が限定され、平地でなければ高生長は期待できない。しかも、北海道のように急激に低温期となるような所では冷害をうけやすい。このようなことから、わが国の山地にも適し、適地範囲の広い品種の選抜と効率的な栽培法が検討されてきた。品種の特性として、開葉から落葉までの生長期間、光合成速度、サビ病抵抗性、耐冷性、耐乾性などが生長量に大きく影響する。特に、サビ病抵抗性、夏の乾燥期に生長が低下しない耐乾性によって、生長量は大きく向上する。これらの形質は遺伝的なものであり、現在ドロノキの選抜クローンを用いて二次選抜をおこなっている。林木の生長は初期には遅く、しだいに加速度的に速くなる。したがって、面積当りの生産量を短期間に最大値にするため、超高密度の植栽をし、施肥、耕耘など集約的な栽培をする研究がおこなわれている。北海道では、6万本/ha 植栽2年目で15トンの収量があり、関東では、2m×0.5mの株仕立の2年生の株で1年間の枝条量

が9.7トンとなった。

カンパ類：カンパ類も初期生長の速い樹種として知られている。中でも、シラカンバの生長は、ウダイカンバ、ダケカンバに較べて速い。しかも、生長の速い個体の家系群は優秀であるため、地域的にも優良な系統が存在する。また、カンパ類は標高、緯度によって生長特性が異なるため、今後、品質の選抜を強化しなければならない。定説に反して、シラカンバは萌芽力が強く、収穫後の次世代は萌芽によって更新することが明らかにされた。短年月に多収穫をあげるためには、ポプラ同様、高密度林分をつくり、100~150 kg N/ha の施肥が必要である。シラカンバの施肥効果はきわめて大きく、超短伐期施葉には施肥は必要条件である。植栽苗による生産量は、1年生苗8万本/haを植栽し、2年目に18.6トン/haの値になった。また、直播では、播種1年後に地上部を刈取り、萌芽枝を2年据置いた場合、2年間では27トン/haの生産量となった。シラカンバ、ポプラの高密度超短伐期法の研究は今後さらに規模を拡大しながら実用化を進めていく。

ササ類：ササ類のうちでは、チシマザサ類、アズマネザサ類の蓄積が大きく、チシマザサでは乾燥重量にして、平均55~59トン/haは得られる。一方、アズマネザサ、ネザサ、メダケなどの蓄積も大きく、アズマネザサでは、最高200トン/haの蓄積を記録することがある。チマキザサ、スズタケは中型のササで、上記の大型のササほどは蓄積は大きくならない。ミヤコザサは小型であるが、再生力が大きく、すでに家畜の飼料としては定着している。チシマザサの刈取後の回復は15年程、アズマネザサ、チマキザサ、スズタケ等は7~10年で再生回復すると考えられている。ミヤコザサは2年で回復し、きわめて再生力が高い。再生力を最大にするため、高刈法、筋刈などを試み、いずれの方法も再生力が高くなる。再生には、地下茎からの新稈の生成と残された稈からの不定芽の生産がある。また、人工で繁殖せる場合、地下茎を移植することがよく、アズマネザサでは、この方法によって新しい群落を作る研究をおこなっている。恒続的な生産をおこなうには、新しい群落の形成も一つの方式であると思われる。

ギンネム・ユーカリ・アカシア：暖地系の早生樹として、これらの樹種の生長特性と適地が研究された。ギンネムは、世界的に高生産樹種として知られている。わが国では矮生品種が沖縄、小笠原に導入されていたが、巨大ギンネムは今回が初めてである。巨大ギンネムの品種は多いが、K₅₇、K₈、K₂₈の三品種を用いた。ギンネムの特性として、生長は15℃以上の温度を必要とし、光合成も15℃以下では急速に低下する。また、15℃以下では葉に低温傷害を起し、凍結温度で枯死する。したがって、最大の生産量を追求するためには、最低気温が15℃以上の地帯でなければならない。少なくとも、冬期の最低気温が0℃には低下しない所に生育可能である。また、ギンネムは気温が高いほど生長がよい。気温ばかりでなく、土壌条件も限定され、土壌pHが中性でなければ生長は極度に低下する。特に石灰岩地帯で良好な生育を示し、石垣島の石灰岩地帯では、2年目に樹高8m、胸高直径6cmを越す個体がある。

ユーカリ類は耐凍性に問題があり、越冬可能な樹種は限られ、*Eucalyptus radiata*, *E. viminalis* *E. rostrata* に耐寒性が認められた) 生長の早い樹種としては、*E. viminalis*, *E. rostrata*, が

あげられ、葉に含まれる精油含量の多い樹種として、*E. radiata*, *E. radiata* var. *Australiana* があげられる。

モリシマアカシアは戦後早生樹として植栽試験がおこなわれた経験がある。今回は、バイオマス変換用に再検討した。きわめて再生力も強く、7年伐期ですでに3回収穫し、薪として利用した所がある。固定試験地では皆伐後2年で樹高2mを超す林分に再生した。再生は落下種子の天然下種更新が大半をしめるが、一部では萌芽による更新もおこなう。苗畑に播種したモデル林分では、1年目の冬に地下部は寒害のため枯死したが、株より再生した萌芽は1年間で平均樹高2.5m, 13万本/haに達し、現存量17トン以上となった。このようにモリシマアカシアの生長量、再生力はきわめて注目すべきものであるが、耐寒性が低い点に問題があり、適地はきわめて限られている。

収穫・搬送技術：ポプラ・カンバ用の収穫機とササ刈取収穫機の開発をおこなっている。ポプラ・カンバ用には段軸式の車輛方式を採用し、地形センサーの感知によって車輪の高さが自動的に調節される。さらに、伐倒機はアームで幹をつかみ鋸で切断する方式を採用した。現在、姿勢制御機構の開発、伐倒木の運動によるモーメントの測定などをおこなっている。これらの個々の技術開発をおこない実用機の設計の基礎とする。一方、ササの刈取収穫機は2台の車輛の連結型で、連結部は4自由度のジョイントと油圧シリンダーからなっている。刈取装置はフレイルモア型のもので、刈取後に収穫物を転送する装置をもっている。林地における走行テスト、連結部分の改良をおこない、実用機設計のための資料を集積していく。これらの収穫機械の開発はバイオマス変換計画における重要な課題であり、バイオマス産業の経済性のカギを握っている。

10. 木質エネルギー利用促進調査

1. 目的

再度にわたる石油危機を契機として、近年、国内外をとわず石油に代るエネルギーの開発と導入に積極的なとりくみがなされてきた。バイオマスの熱エネルギー利用もその一つであり、なかでも木質資源は量的に極めて多く、かつ燃料として長い歴史をもつことから即戦力たりうる代替エネルギーとして大きく注目されている。

世界的にみて燃料としての利用は、現在も40%以上とされているが、我が国では最近その利用は極めて少なく、木材加工工場の一部をのぞき日常の生活の場では化石エネルギーに代わってしまっている。一方、国内の素材生産量は年間3千万m³をこえ、その10~20%が林地残材として放置されている。また、製材、合板など加工用材には年間5千数百万m³が使用され、それらの20~30%が工場残廃材として排出される。工場残廃材はその大半がチップ、家畜敷料或いは燃料として利用されるが、なお相当量が廃棄、焼却されてきた。

こうした大量の林地残材工場残廃材の有効利用をはかり、あわせてエネルギー問題に対処していく意味から、昭和55年より林野庁の「木質エネルギー活用促進調査」が実施されることになっ

た。これを機に当场においても活用促進に関連する基礎資料を整備するため当調査が開始されたのである。内容として、利用可能量の把握、原料の集荷・搬出技術の体系化、燃料化技術の改善・開発、環境アセスメントに関する課題がとりあげられており、経営部測定研、機械化部機械2研・林道研、林産化学部繊維板研・炭化研、木材部製材研・乾燥研、木材利用部難燃化研・廃材利用研がこの調査・研究に参加してきた。

2. 経過と成果

1) 利用可能量

木質エネルギーとして利用されうる木質資源は大きく素材生産過程における林地残材と木材加工時における工場残廃材に分けられる。このほか間伐材の利用、旧薪炭材林の利用或いは住宅解体材、廃棄木質製品の利用などが考えられるが、ここでは林地残材と工場残廃材を調査対象としている。

a) 林地残材¹⁾²⁾³⁾

林地残材の利用可能量に関しては、その推定方法が確立されていないことから、推定法の研究に重点をおいた。まず、国内およびカナダ、アメリカ合衆国などにおける関連文献の収集、分析を行なった結果、調査を効率的に行うためには既存資料の活用、利用可能量を測定する機器の応用技術が重要であることが明らかになった。

そこで茨城県大子町をモデル地区として、森林簿、密度管理図、末木枝条率など既存の統計データに基づいて、地域の木質系エネルギーの利用可能量を算定する方式を検討した。この大子方式はその後、全国の市町村レベルの木質エネルギー利用可能量調査が行われる場合のモデル方式になっている。しかし、大子方式は保続表の作成など専門的知識を必要としているため、より平易な実用的調査マニュアルを作成し、岐阜県河合村でケーススタディを行った。この河合村方式は市町村の林業担当者が計画立案を行う場合、充分役立つものと思われる。

利用可能量推定のための測定機器としてはシュビーゲル・レラスコープ、テレレラスコープ、ブリズム測径器を使用し、個別林分または小地域における用材・枝条部を計測するシステムを検討した。広葉樹を主とする林分においては傾斜地が多く、幹形が通直でないため、精度はやや落ちるものの、使用上の難易度の点からシュビーゲル・レラスコープが適当であると判断された。今後はこの測定器を併用した効率のよい利用可能量の推定方法の研究が必要である。

b) 工場残廃材¹⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾

我が国木材工業のなかで基幹的業種として製材工業および合板工場があげられ、年間原木消費量(昭58)はそれぞれ約42百万 m^3 、11百万 m^3 である。この二業種を対象に各加工工程における残廃材の排出量とその利用実態を、アンケートや現地調査などにより経続的に調査し、その動向を明らかにしてきた。

製材工場の残廃材率は55年調査開始以来大きな変化はなくほぼ30~33%で推移している。最も多いのは背板(14~15%)で、ついでのご屑(8~10%)、樹皮(4~6%)、端材(1~3%)などである。これらのうち脊板、端材はチップ原料として再加工されることが多く、のご屑は家畜

敷料、きのこ培地、成型燃料原料などに売却利用されている。しかし、樹皮については、利用率が徐々に上昇の傾向にあるとはいえ、依然約半分が焼却、棄却されており、この有効利用が今後の大きな課題といえる。

合板工場における残廃材率も 28~30% とここ数年ほぼ一定で推移している。残廃材のうち量的に多いのは剝心・端材 (8~10%)、単板屑 (10~15%)、合板屑 (3~5%) である。これらのうち 1/4~1/3 は破碎してパルプ・ボード用チップとして売却されるが、大半は自工場で燃料として利用され、廃棄されるものは極めて少ない。とくに調査期間中自工場燃料としての利用が徐々に増加しているのが注目され、合板工場における熱消費量の 65~70% がこれら廃材燃料でまかなわれている。その間残廃材の燃料としての特性、ボイラ効率などの調査が行れ、その結果は木質燃料の有効利用に役だてられた。

2) 原料の集荷、搬出技術¹⁾⁸⁾⁹⁾

木材系資源をエネルギーとして利用するさい原料の集荷、搬出のための運搬技術、経費が大きな問題となる。主要な対象源である林地残材は広大な急峻地に少量つつ分散し、しかも多量的水分を含み、形状も不揃いでかさばるため多くの手間と費用がかかり、その活用のためには形質、場所、用途等に応じた適切な収集、運搬技術が求められ、形質を整えるための前処理技術も必要である。

本項目においてはまず関係諸文献の収集、整理と既存技術の調査、評価を行い、原料収集システムの概念設計について考察を加えた。薪炭林の収集は、一般に原木林の皆伐作業として行われるため従来の伐出法の延長線上で考えればよいが、残材はその収集に関する体系化された技術がないので、新規に収集システムを検討する必要がある。そこでは対象林の環境、作業条件或いは施業方針等によって選択すべき部分技術の組み合わせが変わり多種多様なものとなる。森林施業様式の現状から各類型ごとに最適と思われる収集法を検討した。皆伐系では全木または根元部を鋸断した状態で、全木集材方式が不可能な択伐・利用間伐系では玉切った丸太、大枝、枝付き幹を混載または個別に、保育間伐系では機械力と人力担き出しを含めて、搬出手段に合わせた荷姿で、また小径材皆伐系は枝払いや玉切りを行わない状態で、それぞれ収集、搬出することが有利であることが明らかになった。残廃材を工場から所定集積地まで運搬するには、通常自動車が使われるので、対象林分内外の林道、トラック作業道、トラクタ作業路の路網を整備、充実するとともに、たくみに路網を利用する運搬システムを考える必要がある。なお、枝条類については予め土場でチップ化するか、結束機で束ねることが望まれる。

次に残材の搬出と集約的処理に力点をおいた事例調査を行った。名古屋営林局段戸国有林直営生産現場では、全幹材からの玉分けの際はねられた端材、屑材は土場販売されて業者にひきとられ、公道、林道をとって専用の製材所に運ばれ、小物造作材、製函材など用途別に加工されている。残りの材はおが粉製造機にかけられ、おが粉も用途別に異なる単位で売られていた。現場の公道、林道、作業道の路網密度は約 30 m/ha で、路網整備が一応目標地に達しているため、このように残材の活用が順調に行われたものと思われる。さらに林野庁、調査事業における、岩手、

鳥取、島根県内の木質エネルギー活用システム実用化試験に対しては、現地検討に参加し、集荷、搬出技術の指導、助言に当たってきた。

3) 燃料化技術の改善¹⁰⁾

木質原料は一般にクリーンな燃料として評価されるが、一方で比重がひくく形状が不揃いがかさばる、生材は多量の水分を含み発熱量が低いなどのため、運搬、取扱いに多く労力を要する。そのことが現在のように殆んど分野で化石エネルギーに代替された理由であり、将来木質エネルギーの利用をはかるには高密度化、低含水率化、整形化により利便性を高める必要がある。そのために開発されたのが、オガライト、ペレット燃料など圧縮成型燃料といえる。本項目ではこれらの製造工程上主要な原料の破碎、成形に関する技術資料の整備と、さらに成形燃料に適合した燃焼器具の開発改良を目的とし、林野庁木質エネルギー等活用新技術実用化研究事業に協力する形で進められた。

a) 原料の破碎と破碎物の成形

従来破碎が困難とされてきたスギ、ヒノキ樹皮を対象とし、新方式の破碎機の試作、改良に協力した。この粉碎機は一次破碎部（主に粗大樹皮用）と粉碎部の二段粉碎システムがとられ、動力低減のために機内にフライホイールをつけ、また粉碎部と回転スクリーン部を連結している。一部の改良の結果、高含水率樹皮も十分破碎でき、電力消費量も約 10% 程度節減しうることが示された。

次にオガライト成型機について、従来型はパーク混合原料の成型に難点があったので、新たに原料ホッパーから予圧スクリューにより成型室内に圧縮供給する方式が採用された。さらに成型筒の形をかえ成型時圧縮むらの吸収をはかることにより良好な成型品がえられることが確かめられた。一方、樹皮と鋸屑混合原料の成型では鋸屑比 50% 以上は極めて順調であり、35% に低下させた場合も成型速度を或程度制御することによりほぼ順調な成形が可能となった。

b) 燃焼器具の開発と改良

オガライト用温水加温機について、一定の長さに切断したオガライトを自動的に燃焼室に投入でき、機内温度により投入量を制御する方式を採用、試作した。施業栽培ハウスでの適用試験の結果はほぼ満足すべき状態で作動し、燃焼能力も計画を上回り実用機として十分な性能が示された。

4) 環境アセスメント¹⁷⁾¹²⁾¹³⁾

木材系燃料は化石燃料に比べ、大気公害を起す度合は小さい。しかし、樹種、部位によっては或程度の窒素やイオウを含むし、工場廃材中にも大気汚染源を含むものがある。さらに燃焼の仕方によっては煙や CO も発生する。そこで本項目では環境アセスメントの基礎資料とするため代表的な木質系燃料の直接燃焼による各種ガスの発生について検討してきた。

燃料としてスギ、コナラの乾燥薪およびオガライトを使用し、温水ボイラー、温風暖房機による燃焼試験を行った。発煙量は燃料や燃焼空気の供給量によって異なるが、全般的に、コナラ薪からのそれが少ない傾向がみられた。煙は可燃性ガスを放出する熱分解速度が空気供給速度を超

えたとき発生する。CO も部分的には木材の熱分解から発生するが大部分は不完全燃焼に起因し、発煙量と CO 発生量の間には比例的関係がみられた。

次に SO の発生は、木材中の硫黄含有量が微量であるためそれ程問題にならないとされ、実測された量は温風暖房機で最高 90 PPM 以下であった。一方、NO_x の発生は燃料に由来する Fuel NO_x と空気に由来する Thermal NO_x に分けられるが、コナラ薪から発生した NO_x は他の燃料のそれより多く、窒素含有量が高いことに起因しているものと推定された。さらに NO_x は排気温度の上昇により多く発生しており Thermal NO_x の増加によるといえる。

3. 今後の展望

林地残材の利用可能量の推定法については、調査マニュアルの作成や測定器材の応用研究などに関し、一応の成果がえられたが、これらの部分技術を総合化し、真に実用的な調査システムを確立するには、一部現地調査や航空写真の活用などにより精度を高める方式を考える、パソコンなどの導入による調査手順のシステム化をはかる、などのことが必要である。また、木材工業残廃材については加工工程の改善によって排出率の低減を図ることが肝要であり、各種用途における利用法を改善し、より有効に活用することがのぞまれる。そのためには排出量、利用実態の動向を的確に把握していくことが今後とも必要であろう。また、林地残材の集荷・搬出についてはその経費がこれらのエネルギー利用の可否を左右することになり、林地の条件、残材の形質等に応じた適切な集荷、運搬システムの確立が重要である。

木質エネルギーの利用面では、形状の不均一な湿った状態での使用には限界があり、今後はオガライト、ペレット燃料など発熱量が高く、使い易い圧縮成型燃料が主体となるものと思われる。現在のように石油価格が低水準で推移しているなかでは木質燃料の大幅な利用拡大は期待できないが、将来に備え成型燃料の製造の効率化、燃料特性に適合した燃焼装置の開発、改良に役だつ技術資料の蓄積に一層の努力をはらうべきであろう。

(筒本 卓造)

文 献

- 1) 日本住宅・木材技術センター：木質系エネルギー活用促進調査報告書 (1981)
- 2) 高橋文敏・椎林俊昭：木質系エネルギー力量調査の設計，23 回林関東支論文集 p. 83~84 (1980)
- 3) 高橋文敏・椎林俊昭・神戸喜久・西川匡英：コナラを主とする広葉樹の賦存量調査，95 回日林論文集 p. 119~120 (1984)
- 4) 藤原勝敏・西村勝美：製材工場における投入エネルギー，木材工業 35, p. 318~323 (1980)
- 5) 桜井孝一・山口 彰：茨城県下畜産業におけるのこ屑の使用，林試研報 326, p. 169~187 (1984)
- 6) 久田卓興・筒本卓造：合板製造のためのエネルギーと資材 (1), (2), 木材工業 39, p. 413~416, p. 465~469 (1981)
- 7) 筒本卓造：木材工業残廃材の燃料としての利用 (1), (2), 木材工業 33, p. 52~56, p. 104~108 (1978)
- 8) 日本住宅・木材技術センター：森林系エネルギー活用促進調査事業報告書 (1981)
- 9) 日本住宅・木材技術センター：森林資源有効活用促進調査事業報告書 (1982)
- 10) 全国燃料協会：木質エネルギー等活用新技術実用化 研究事業報告書，第 1, 2, 3 年度 (1982, 1983, 1984)
- 11) 平田利美，杉浦銀治：木質燃料による温水ボ

- イラの燃焼試験 (1), (2), 林試研報 322, p. 31~53, p. 55~71 (1983)
- 12) 平田利美・福井康夫: 温風暖房機における木質燃料の燃焼特性 (英文), 林試研報 330, p. 201~218 (1984)
- 13) 桜井孝一・山口 彰: 木材に含まれる硫黄の量, 木材工業 39, p. 173~176 (1984) (筒本卓造)

11. スギ小径材の利用技術に関する研究

1. 背景と目的

戦後における造林の成果としての我が国の人工林は、間伐を必要とする造林地が急増している。しかし、間伐は主伐に比べ伐出に要する経費が割高であり、加えて伐採された丸太は小径で、材質的にも欠点が多く、主伐材に比べて低質なものと考えられている。そのため用途が限られ、需要が伸び悩み、市場価格も低い。これらのことが間伐の実行を一層困難にしており、健全な森林の育成と資源の有効利用の両面から大きな問題となっている。

間伐材のうち、スギ、カラマツの小径材は従来、足場丸太、杭丸太、支柱などに利用されてきたが、現在はその用途のかなりの量が鉄パイプに置き替えられて需要が減退している。しかし、このままでは今後出材が増加する間伐材を有効に消化することはできない。このように増大する間伐材とくにスギ小径材の需要拡大と市価の向上をはかるためには、木材需要の主流であり、付加価値の比較的高い建築材料としての利用分野開拓と、それに関連する一次及び二次加工を合理的に推進する必要があった。

本研究はスギ間伐小径材の需要拡大と利用価値の向上をはかるため、経済的に実行可能な効率的加工方法及び主として製材品の形での利用法の確立を目的とした。

2. 経過

本研究は昭和 53~55 年の 3 か年間、農林水産技術会議特別研究として実施され、研究組織としては當場木材部の製材、機械加工、材質、乾燥、集成加工の 5 研究室、木材利用部の材料性能、構造性能、性能開発、接着接合、防腐、耐候処理の 6 研究室と奈良県林業試験場、岐阜県林業センターの協力によって行われた。

研究の内容は次の 4 項目について行った。

1. 機械剥皮技術の確立
2. 製材方式の確立
3. 建築部材としての性能評価
4. 製材品の集成加工技術の確立

なお、間伐材としてはスギ・ヒノキ・カラマツの 3 樹種があるが、カラマツについては昭和 47~49 年に特別研究として実施し、林業試験場 70 年の歩みにおいて報告済みであり、本研究はスギ・ヒノキを対象にしたが、ここでは主としてスギ小径材について説明する。

3. 研究成果

- 1) 機械剥皮技術の確立

丸太を利用するには、丸太のままでも、製材するにしても、剥皮することが必要である。

スギの樹皮は繊維質であり、軟質のため、効率的な剥皮が困難とされてきた。しかし、小径の丸太の剥皮を効率的に行うことは、加工利用技術の出発点であるから、実用的な剥皮方法として、刃物による切削型、打撃型、水圧による方式の3つの型の剥皮方法を検討した。

繊維質樹皮の剥皮には、いかなる方式であっても、けびきを行うことが非常に有効である。樹皮切断けびき工具としてはナイフソーが最適であり、刃物と樹皮面との間の接触荷重は 10 kgf/cm^2 けびき速度は $25 \sim 45 \text{ m/min}$ が良好な結果をえた。

切削型剥皮では刃物回転数は 1600 rpm で、けびき幅は $5 \sim 7 \text{ cm}$ が最も効率的な剥皮ができる。打撃型剥皮では、切削型に比べて木質部を削ることが少く、剥き肌の良い結果がえられた。

噴射水による水圧式では、水圧を 100 kgf/cm^2 の低圧では水量を多く必要とし、 250 kgf/cm^2 の高圧にすると水量は低圧の約 $1/3$ 以下の流量で剥皮可能である。一般的には、噴射圧を大きくすれば、丸太の回転速度が小さいほど樹皮切断効果は大きく、材の送り速度を早くすることができる。水の流量を増せば、剥皮率の向上は著しいことが明らかにされた。

2) 製材方式の確立

小径材製材にあたっては、生産能力を高めるための専用製材機が必要である。また、小径材は曲りが大きいものが多いので、能率、歩止りが著しく低下する。これらの短所を補う製材方式として、通直な丸太については型削り製材方式を、曲り材については縦つぎ加工を含む短丸太製材方式の実用化について検討した。

型削り製材機は、従来のこでひき材し、発生した背板をチップで処理する製材方式に代って、コーン状のヘッドにカッタを取付け、背板に当る部分を切削することによって、角材を生産すると同時に、背板部をチップ化することのできる小径材の効率的な製材方式である。その試作機は写真1に示すように、円盤状のディスクに刃物が取付けられた型削ヘッドが両側にあって、その間を丸太が刃物で削られながら通過し、チップと角材が生産される。

この方式の製材機主軸の動力は左右それぞれ 15 KW あれば十分である。製材品の寸法精度はいづれの切削条件でも、最大誤差が 1 mm 以下で、在来の鋸製材機に比べて極めて良好であった。ただ、切削面において、節周辺に逆目ぼれがおきることが欠点であるが、末口より送材し、刃物に折り曲げ刃を使用することによって明らかに逆目ぼれは小さくなる。この方式により削られたチップの品質は、1刃当りの切込み量を $8 \sim 18 \text{ mm}$ に変えた場合、切込み量が大きいほど、また、回転数が少ないほど、長い良質なチップの占める比率が大きくなるなどのことから、実用化の見通しが明らかとなった。

曲りの大きな小径材の有効利用としては、曲り部分を短尺に切断した短丸太を、そのまま製材して、その後たてつぎする方式と、短丸太をたてつぎして、それを製材する方式が考えられる。この2つの加工方式について、製材歩止り、挽材寸法精度、作業能率などを検討した。

たてつぎ性能については、いづれの方式でもほとんど差がなく、接合部分の曲げ強さはつぎ目のない材の $60 \sim 70\%$ であった。製材歩止りについては、ほぼ同じような形状の短丸太をたてつ

ぎしたものであれば、無加工の丸太より歩止り向上は期待できる。挽材寸法精度、作業能率については、ほとんど両者の間に差は認められない。

(3) 建築部材としての評価

木材の多くの利用分野のうち、消費の最も多いのは建築部材、ついで家具部材である。これらの分野におけるスギ小径材の利用拡大をはかるために、まず、その性能を把握する必要がある。そこで、強度、耐朽性、狂い易さなどを測定し、さらにそれらのなかで明らかにされた欠点を克服する手段を検討した。

製材品の強度性能は、産地により多少差があり、年輪幅の大きいものは強度が低いことが明らかとなった。とくに小径材は未成熟部が多いためか、曲げ被壊係数は低くなくても、ヤング率が小さいものがあるということがわかった。このこととはある荷重がかかったときにたわみ易いということを意味している。

耐朽性については産地による差はほとんど認められない。心材の耐朽性は大きいですが、小径材では耐朽性の小さい辺材で囲れているため耐朽性は小さい。しかし、辺材は防腐剤がよく浸透するから土台、床組み、屋外部材としては防腐処理して使うことが必要である。

このような材料を建築部材として使うには 7×7 cm の断面に製材し、それを枠材に用い、合板を面材として合板パネルに利用することが適当な使い方であろうと考えて、合板パネルの耐力壁としての性能ならびにそのパネルを使って組立てた実大構造物の性能評価を行った。実験項目としては耐力壁の曲げ、圧縮、面内剪断についての試験、ならびに写真2に示すように実大建物の水平加力と振動試験を実施した。

それらの実験結果から、耐風、耐震性能について、耐力壁単体ならびに実大規模の建物について、その構造は計算が明確にできて、在来工法や枠組壁下法などと比べても遜色のないことが明らかにされ、小径材利用のための構造設計上の多くの資料を得ることができた。

狂いについて、アテ部分の存在と、繊維傾斜の影響によって、乾燥すると曲りとねじりが生じ易いことが明らかにされ、その狂いを抑制しなければ、実用的価値はない。そこで、生丸太を製材後、狂いの発生する前に合板片面パネルと両面パネルを作って、合板による抑制効果を検討した。その結果、製材品に比べて、最大のねじれ量でも片面パネルで $2/3$ 、両面パネルでは $1/2$ まで抑制することができた。

これらのことから、製材後、早く軸材またはパネルの枠材に組み込めば、乾燥に伴う狂いは実用上ほとんど支障のない程度まで抑制すること

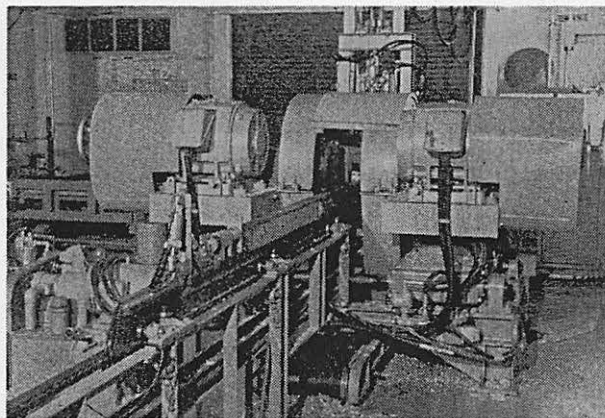


写真-1 型削り製材機

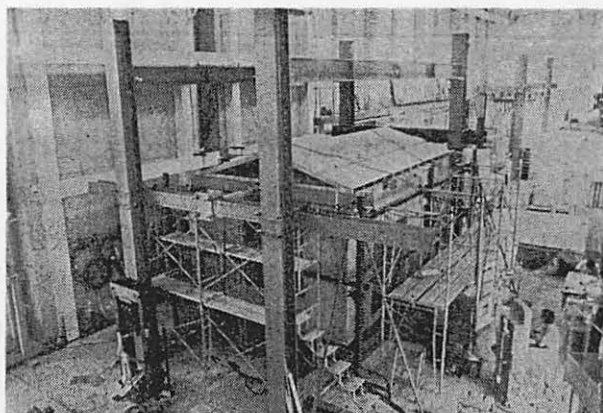


写真-2 実大建物加力試験

としての利用の可能性が明らかにされた。

(4) 製材品の集成加工技術の確立

小径材を利用してゆく上で、製材品そのままでは、小断面で、短い材料にしかない。もっと広い用途に適用してゆくためには、接着によるたてつぎ、幅はぎなどによる集成加工を行って、長い材料または幅の広い材料にして使い易くすることが必要である。一般的に接着するためにはよく乾燥しなければならない。ところが、この材料は乾燥する過程で非常に狂い易いので、その点を考慮したしかも低コストの乾燥法を目的にして、熱風高温乾燥、熱板接触加熱乾燥、マイクロ波乾燥の3つの方式を検討した。実験結果によると、熱風乾燥では機械的に圧縮しながら狂いを抑制すれば、高温条件(100℃)で、時間の短縮、狂いの改善も可能である。熱板乾燥では時間短縮の効果はさらに顕著であるが、厚さ方向の収縮は圧縮力を高くするほど大きくなる。狂いについては材質による影響が大きく、圧力を高めても完全に抑制することはできなかった。仕上り含水量では、長さ方向、厚さ方向に大きな水分傾斜が生じることが欠点である。これらのことから、この方式は木材の表面のみ乾燥させて接着を行うという目的には実用性はあるが、内部まで乾燥させる目的には適当な方式ではない。

マイクロ波乾燥は短時間で乾燥させることはできるが、内部割れ、材が焦げるということが発生し易い。欠点発生を抑制するように乾燥させると、時間的に必ずしも有利でなく、乾燥経費もかかるため実用化は極めて困難である。

小径材による製材品は乾燥してくると狂いが発生しやすいので、狂いのおきない生材時に接着して拘束すれば、その後乾燥しても、狂いの発生をかなり抑制することができる。そこで生材の接着に適切な接着剤と接着条件を検討した。その結果 ポリウレタン系接着剤は圧縮力を 8 kgf/cm^2 以上加へる。エポキシ系では圧縮時間を4時間以上にする。レゾルシノール系では接着時の材温を 40°C 以上に高める、などの条件を満たせば、生材時の接着は可能であることが明らかにされた。

これらの接着剤のうち、レゾルシノール系接着剤を用いて、デッキボード、足場板、幅はぎ板

ができるということが明らかとなった。

小径材を丸棒、半わり、たいこ材に加工する方式、乾燥法などを検討し、さらにそれらの材料による屋外家具をも試作した。また、これら屋外家具用として使うために、変色、ひわれなどの防止、寸法安定にはしっかりとした塗装をすること、樹脂処理により表面を硬くさせることなどの効果が明らかにされ、屋外家具

などを試作し、接着力、強度性能を評価した。デッキボード、足場板は3 cm以上の厚板のため、乾燥してゆくに従い、狂い、われなどの欠点を生じ、安全性を要求される用途では、強度的にも、接着力においても不安がある。幅はぎ板は板厚が薄いため、狂いの発生も少く、接着力も実用的には十分であるので、屋根、壁、床などの下地板に実用可能であることがわかった。そこで、製材工場

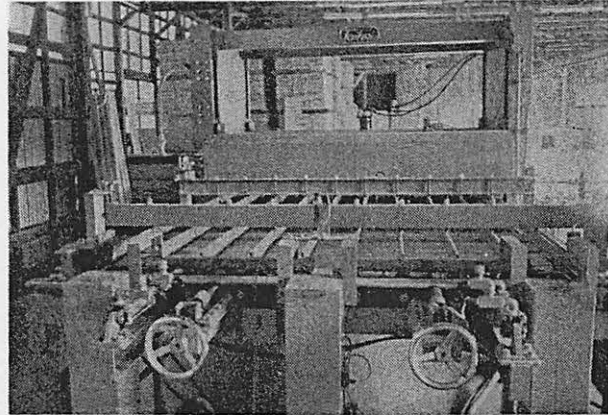


写真-3 幅はぎ板コンポーザ実用機

場で背板を利用して量産する幅はぎ板コンポーザを試作し、さらに写真3に示すような実用機を作り、特許出願を行っている。このような実用機はすでに多くの製材工場で荷動し、幅はぎ板を生産している。

4. 今後の展望

スギ小径材の有効利用を考えてゆくには、丸太の剥皮機、製材における型削り機、短丸太のための送り機構、固定装置のある小丸太専用機、丸棒、半割り材、たいこ材などの切削機械など、我々の研究成果をもとにした機械の開発、改良を行う必要がある。

小径材による製材品の強度性能は産地や、生育条件による変動がはげしいため、建築部材として構造的に利用してゆくためには、目視のみでなく、機械的に強度性能を評価し、等級区分して、利用者に安心して使ってもらえるようなシステムを確立することが必要である。

また、家具などに利用してゆくには、材料の性能向上のみでなく、人の心をひきつけるデザインなどの工夫も必要である。

以上のように技術的問題の解決のみでなく、材料の集荷、安定供給、価格の安定という流通における対策の確立というソフト面の解決がなければ、小径材の有効利用を果すことはできない。

(雨宮 昭二)

文 献

- 1) 平嶋義彦・神谷文夫・畑山蟻男・金谷紀行：木質パネル構造に関する研究（第2報）間伐材利用実大建物の加力試験，林試研報 No. 315 (1981)
- 2) 千葉保人：小径材利用の幅はぎ板，林業技術，No. 492 (1983)
- 3) 西村勝美・千葉保人：間伐材の加工利用のマニュアル，林業科学技術振興所 (1983)
- 4) 林業試験場：間伐材の利用技術の確立に関する研究 農林水産技術会議 研究成果 154 (1984)

V. 本・支場の移転と整備

V. 本・支場の移転と整備

1. 本場の移転

1.1 移転にあたっての経過

筑波研究学園都市建設の発想と経緯、林業試験場の移転計画の推進等については、「林業試験場70年のあゆみ」に詳細にわたり述べられているので、次表の建設年表により経過を紹介する。

なお本稿の執筆にあたり、建物等施設の建設を担当された、建設省筑波研究学園都市営繕建設本部が監修した「筑波研究学園都市官庁営繕事業記録」、並びに農林研究団地の企画及びほ場の建設を担当された、農林水産技術会議事務局が編集した「農林研究団地建設記録誌」より、一部引用したことを申し添える。

1.2 移転に伴う主要施設

当場の施設を計画するにあたって、古墳と敷地中央部に設置された雨水調整池は、土地利用計画上大きな影響を与えた。その外既存松林の扱いも論議されたが、計画上重要な障害となるなら伐採し植樹するということで解決した。

したがって全体計画は、雨水調整池を核とし、その両側に東西に走る2本の幹線道路は東西の主軸線となり、筑波山に向けて北上する道路は副の軸線を形成し、この軸線により各施設の計画が進められた。

以下主要施設について概要を述べると次のとおりである。

1) 研究本館

(1) 配置計画について

研究本館は場の中心となる施設で、周囲を道路と雨水調整池によって囲まれた環境のよい敷地に、本館建物群をどう計画すべきか論議され、次の事項が基本の方針とされた。

1. 本館にいたる主アプローチには、ゆとりをもたせる。
2. 眺望のよい調整池を積極的にとりこむ。
3. 別棟の特殊実験棟群と有機的に連結する。
4. 建物配置は東西軸を基準とする。
5. 本館群建物相互の機能配置に努める。
6. 日照確保を目的として、南低北高の建物配置とする。

配置計画を練るに先立ち、本館建物群の機能別分類、建物の量、予想階数を下表のように整理した。

これらの機能別建物群を配置計画基本方針に沿って検討して、次のような実験計画上の原則を抽出した。

1. 本館にいたるアプローチは東側幹線道路よりとして、ゆとりと軸線を意識した。

建設年表

年月日	全体の経過	年月日	農林水産省林業試験場の経過
		35. 8. 20	調布水耕農園跡地移用計画として農林研究センター構想を検討 (農技研, 蚕試, 林試の移転)
		36. 6. 7	農林水産技術会議会長名をもって調布水耕農園の跡地を農林研究センター用地として利用出来るよう大蔵事務次官, 調達庁長官および東京都知事あて依頼
36. 9. 1	「官庁の移転について」閣議決定	36. 8. 19	農林事務次官名をもって調布水耕農園跡地について大蔵事務次官, 調達庁長官及び東京都知事あて依頼
38. 1. 16	「官庁移転問題閣僚懇談会の設置について」閣議決定		
38. 9. 6	「研究・学園都市の建設に関する問題について」首都圏基本問題懇談会中間報告		
38. 9. 10	「研究・学園都市の建設について」閣議了解 1. 筑波地区におおむね4,000ヘクタールの規模で建設 2. 用地の取得造成は日本住宅公団に行わせる。	38. 9. 21	行政管理事務次官及び首都圏整備委員会事務局長名をもって農林事務次官あて「研究・学園都市に移転する機関の選定について」の照会があった。
		38. 10. 16	38. 9. 21の照会に対し, 林業試験場農業技術研究所外10機関を内定したとして事務次官をもって回答
		38. 12. 28	首都圏整備委員会から研究学園都市予定地の都市建設計画各省割当案提示
		39. 1. 10	38. 12. 28の提示案に対する意見書
		39. 8. 16	農林研究センター建設準備室設置
39. 12. 18	「筑波地区における研究・学園都市の建設について」閣議口頭了解 1. 研究・学園都市の建設は昭和40年から着手, おおむね10カ年で完成 2. 総理府に「研究・学園都市建設推進本部」を設け新都市の建設に関する連絡, 調整, 推進に当らしめる。		
39. 12. 25	「研究・学園都市建設推進本部の設置について」閣議決定 1. 推進本部の構成(本部長: 首都圏整備委員会委員長, 部員: 関係各省庁事務次官)を決定 2. 推進本部の庶務は内閣総理大臣官房審議室が首都圏整備委員会事務局の協力をえて処理		
40. 2. 11	「研究・学園都市建設推進本部構成について」推進本部決定	40. 11. 25	農林研究センター建設専門委員会設置
		41. 1. 13	林業試験場農林研究センター建設対策委員会設置

年 月 日	全 体 の 経 過	年 月 日	農林水産省林業試験場の経過
41. 5. 1	日本住宅公団が土浦市に研究・学園都市開発事務所を設置	41. 3. 14	農林研究団地の共同利用施設計画のワーキンググループを設置
41. 8. 31	科学技術会議「科学技術振興の総合的基本方策に関する意見」	41. 11. 14	農林研究団地、移転機関の実験室に関するワーキンググループを設置
41. 12. 28	日本住宅公団が第一回用地買収契約を締結	42. 6. 1	農林水産技術会議事務局に施設計画室設置
		42. 8. 5	総理府総務副長官、行政管理事務次官、首都圏整備委員会事務局 長 名 を も っ て「研究・学園都市に移転する機関について」照会
42. 9. 5	「研究・学園都市の建設について」閣議了解 (移転を予定する機関として36機関を決定)	42. 8. 7	林業試験場農林研究団地建設対策委員会設置 41. 1. 13設置した委員会の名称を改称し同時に体制を強化した
		42. 10. 25	農林研究団地移転機関の生物環境調節施設に関するワーキンググループの設置
43. 5. 27	「研究・学園都市の土地利用について」推進本部決定 (研究・学園都市に移転または設置する国の機関の整地区域約1,498ヘクタールを決定)	42. 11. 9	建設対策委員会内に専門委員会を設置第1部会～第7部会後に第11部会まで設置
		43. 8. 23	首都圏整備委員会事務局、建設省より常磐高速自動車道道路線を農林研究団地(農技研)敷地内縦断して敷設したい旨要請 (直ちに研究上の支障の問題から反対意見を表明)
43. 10. 16	筑波における最初の施設として国立防災科学技術センター(科学技術庁)建設に着手	43. 9. 17	首都圏整備委員会事務局、建設省より常磐高速自動車道道路線を7号団地の西側添にする要請提示
43. 12. 24	一団地の官公庁施設事業、新住宅市街地開発事業、都市計画公園の事業決定、土地区画整理事業の区域決定及び事業決定	43. 11. 4	農林研究団地内谷田部地区の諸調査実施(病虫害、植生及び作物、地下水等)
44. 1. 3	常磐自動車道の基本計画決定	～9	
44. 2. 6	自民党政調会の首都圏整備委員会に研究・学園都市建設小委員会を設置	44. 3.	林業試験場は生物系9号団地(荏崎地区)に仮決定同時に諸調査実施(土壌、病虫害、植生及び作物、地下水等)
44. 3. 3	「研究・学園都市建設推進本部の幹事会の設置について」推進本部決定	44. 5. 28	団地外用地問題について首都圏整備委員会事務局長及び茨城県知事に各種要望
44. 5. 16	日本住宅公団研究・学園都市開発事務所を研究・学園都市開発局に改組拡充	44. 10.	林業試験場全職員による現地視察
44. 6. 13	「研究・学園都市の建設について」閣議決定 (昭和47年度までに建設に着手すべき移転機関として機関を決定)	44. 12. 1	移転機関別移転関係組織設置要領作成
44. 11. 6	研究・学園都市開発事業の総合起工式挙行(日本住宅公団、茨城県主催)	44. 12. 2	ほ場管理所開所

年 月 日	全 体 の 経 過	年 月 日	農林水産省林業試験場の経過
45. 5. 19	「筑波研究学園都市建設法」(昭和 45 年法律第 73 号) の制定公布	45. 1.	林業試験場全職員に場長より移転計画の現状説明
45. 9. 19	常磐自動車道整備決定 (建設大臣から日本道路公団に施行命令)		
46. 2. 19	「筑波研究学園都市建設計画の大綱」 「筑波研究学園都市公共公益事業等の整備計画の概要」を推進本部決定	46. 3. 25	防風林育苗, 造成開始
		46. 6.	農林研究団地団地外ほ場予定地(園試, 林試)を茨城県新治郡千代田村に決定
		46. 7. 5	筑波研究学園都市移転困難者対策協議会の設置
		46. 7. 10	筑波研究学園都市農林研究団地の建設の基本方針決定 (移転予定場所に提示)
		46. 8. 9	「筑波農林研究団地の建設について」 (事務局長から移転予定場所職員全員に配布)
46. 8. 13	「筑波研究学園都市移転手当」の新設について人事院勧告	46. 8. 10	農林省の移転機関のうち水産 3 機関を除き 10 機関が移転することに決定 (農事試は引き続き検討することで移転決定を保留)
		46. 9. 20	筑波研究学園都市林業試験場建設委員会設置 42. 8. 7設置の建設対策委員を廃止し建設実施の強化を図る
46. 12. 24	人事院規則 9—58「筑波研究学園都市移転手当」の制定	46. 12. 8	団地外用地取得のため千代田村長に売渡承諾書等のとりまとめの業務を依頼
47. 1. 18	花室新住宅市街地開発事業地区国家公務員宿舎に入居開始	47. 3. 15	団地外用地(千代田試験地)取得が一部共有地を除き完了
		47. 5. 12	林業試験場移転準備室設置
47. 5. 13	「移転機関等の移転計画について」, 「移転機関職員対策協議会の設置について」推進本部決定		
47. 5. 16	「筑波研究・学園都市に建設する研究および教育機関等について」閣議決定 (筑波研究学園都市に建設する 43 機関を決定)	47. 5. 16	農林省移転機関機関敷地 443 ヘクタール閣議決定
47. 8. 15	筑波研究学園都市の移転機関等の建設を昭和 50 年度までに構成することを閣議口頭了解	47. 9. 13	ほ場造成工事に着工
		47. 10. 3	共同利用施設管理庁舎, 国内研修生宿泊施設に着工
		47. 11. 17	常磐自動車道の路線確定により 7 号連絡道との接続等につき首都圏整備委員会に申し入れ

年 月 日	全 体 の 経 過	年 月 日	農林水産省林業試験場の経過
48. 3. 20	「筑波研究・学園都市一団地の官公庁施設建設計画標準」を建設省官庁営繕部で決定	47. 12.	林業試験場の設計はKK枠設計に決定
48. 4. 16	1. 「研究・学園都市建設計画の大綱」の改正 2. 「研究・学園都市公共公益事業等の整備計画の概要」の改正 3. 「研究・学園都市移転計画の概要」の決定 4. 移転機関の追加及び名称の変更「国立科学博物館筑波研究施設(仮称)」を移転機関に追加 5. 移転機関職員対策協議会の設置主旨及び構成委員の追加(総理府人事局長) 以上推進本部決定	48. 4. 16	農林水産技術会議事務局組織規程の一部改正に伴い施設計画室筑波分室を設置
48. 4. 27	「筑波研究・学園都市の建設について」閣議決定 (おおむね50年度末を目途に移転機関の移転時期、概成時期を決定)		
48. 9. 25	建設省筑波研究学園都市営繕建設本部の設置 (建設省設置法の一部改正)		
48. 10. 1	筑波大学の設置 (国立学校設置法等の一部改正)	48. 10. 1	大蔵省理財局長あてに特定国有財産整備計画の変更の申し入れ(家畜衛生試験場の海外悪性伝染病関係、林業試験場の浅川苗畑を処分財産から除外の申し入れ。)
		49. 3. 30	共同利用施設管理庁舎、国内研修生宿泊施設第一期工事完成
		49. 3. 30	林業試験場建設工事着工、建築工事は安藤、増岡、大都、黒沢建設共同企業設備工事は、東熟、大栄ほか建設共同企業
		49. 4. 19	農林研究団地ほ場造成起工式
		49. 6. 7	林業試験場建設工事起工式
49. 6. 26	国土庁を設置 (「国土庁設置法」により、国土庁を設置し、「国土庁組織令」において大都市圏整備局に筑波研究学園都市建設推進室を設置)	49. 8. 2	農林研究団地の研究用水を土浦市外15カ町村用水から取水するための協定調印
		49. 8. 19	施設計画室筑波分室が管理庁舎へ移転
		49. 10. 26	農林研究団地建設記録映画の製作に着手
		49. 12. 9	柳橋研究用水揚水機場用地取得
		49. 12. 18	農林水産技術会議会長名をもって内閣官房長官、大蔵事務次官宛研究学園都市建設のための財源問題、概成時期等について要請
		49. 12.	千代田試験地建設工事着工英建設KK
		50. 2. 22	林業試験場建設本部設置

年 月 日	全 体 の 経 過	年 月 日	農 林 水 産 省 林 業 試 験 場 の 経 過
50. 3. 11	1. 「筑波研究・学園都市移転機関等の移転計画の概要」に定め本移転時期・概成時期の変更 (移転機関等の移転をおおむね54年概成とする)	50. 3. 4	46. 9.20設置の建設委員会を廃止し、建設実施の体制の強化を図る 共同利用施設管理庁舎、国内研修生宿泊施設第二期工事完成
50. 3. 14	2. 研究・学園都市建設推進本部の部会構成等の変更推進本部決定 「筑波研究・学園都市の建設について」閣議決定 (おおむね昭和54年度を目途に移転機関等の移転を行うことに決定)	50. 3. 30	千代田試験地建設工事完成
50. 5. 7	「筑波研究・学園都市における町村財政負担特別措置」推進本部決定		農林水産技術会議事務局に移転職員対策班を設置
51. 2. 27	「茨城県研究学園都市下水道条例」の制定		
51. 5. 28	皇太子殿下行啓	51. 11. 30	エネルギーセンター完成
		52. 4. 1	電話開通(7号)
		52. 6. 6	7号団地特高受電
		52. 8. 5	ほ場竣工式
		52. 9. 1	関鉄バス運行の開始
		52. 10. 4	研修開始
		53. 1. 30	林業試験場研究本館完成
		53. 3. 1	林業試験場移転 農学情報計算センター完成
		53. 4. 6	技会事務局筑波事務所発足
		53. 9. 21	林業試験場、外3機関、合同落成式 中川農林水産大臣視察
53. 11. 9	国有財産中央審議会筑波移転跡地小委員会筑波移転跡地(主要なもの)の利用についての試案	54. 1. 5	筑波農林研究団地内郵便局開設
		54. 2. 1	計算センター稼働
		54. 5. 10	林業試験場特高受電
		54. 6. 30	林業試験場に係る総ての建設工事が完了
54. 8. 9	大平内閣総理大臣筑波視察	54. 10. 6	林業試験場建設本部解散式
55. 5. 19	国事財産中央審議会答申書 (跡地利用計画の大綱)	55. 8. 14	亀岡農林水産大臣筑波研究学園都市視察
55. 9. 8	研究・学園都市建設推進本部 (農事試験場追加移転の決定)		
55. 9. 19	研究学園地区建設計画決定	55. 12. 12	農林研究団地建設記録映画完成

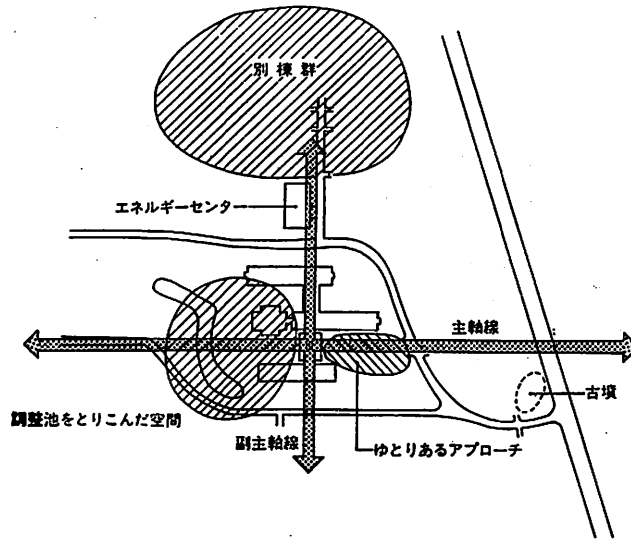


図-1 配置計画概念

表 7-3. 研究本館の機能別分類

機能別分類	主要室	階数	延面積
研究棟	実験研究室, 部科長室	5～6階	23,000m ²
事務棟	事務室, 場長室	2階	3,500
図書厚生棟	図書室, 食堂, 休養室	2階	2,300
玄関棟	玄関, 展示ロビー, 会議室	2階	1,000
エネルギーセンター	機械室, 電気室	2階	2,000

2. 調整池に連続した庭園を設け、これを囲むようにして建物を配置する。
3. アプローチより軸線に沿って庭園(中庭)、調整池を眺望できる開放的空間とする。
4. 北側に高層の研究棟を配し、日照の確保と北側特殊実験棟との機能連結を可能とする。
5. 南側に低層の事務棟、図書厚生棟、玄関棟を配置する。
6. 図書厚生棟は眺望のよい調整池に近い位置とする。
7. 玄関棟は図書厚生棟と本館建物群全体の共用的性格であるため、建物群の中央部に位置させる。
8. 本館群熱源機械室は、別棟群の熱源機械棟を合棟してエネルギーセンターとし、本館群と別棟群の負荷の中心に配置する。

(2) 平面計画について

平面計画は配置計画と深い係りがあり、両者は並行して進められた。その過程において、1. 基本的要件 2. 構造計画 3. ブロックプラン等が、研究棟については特に論議された。

この中で平面計画の大前提となる基本的要件について述べると次のとおりである。

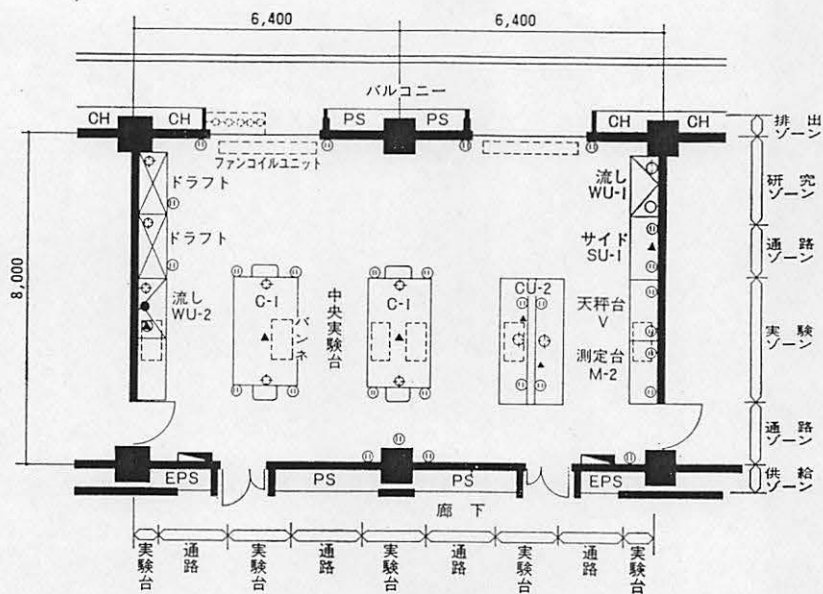


図-2 標準実験室平面

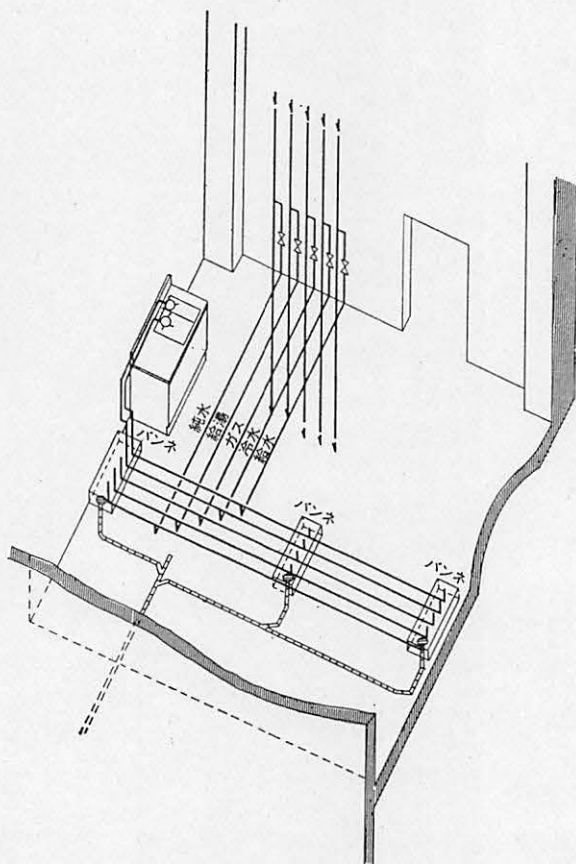


図-3 研究本館1ユニット設備完結方式計画

1. 本館建物群は東西軸を基準とする。
2. 敷地有効利用と建物有効率向上の目的により、中廊下方式を原則とする。
3. できるだけ開放的空間を設けることとし、中廊下式で節約された面積を開放された共用空間に転用し、ゆとりをもたせる。
4. 配管方式は縦式とする。
5. 化学系実験室を上階、物理系実験室を下階とする。

以上基本的要件をもとに、検討された結果、化学系の研究部である造林、保護、林産化学、木材、土じょうの5部は3～5階となり、物理系の研究部である経営、機械化、防災の3部は1～2階となるにいたった。

(3) 標準実験研究室（ユニット）について

設備配管を必要とする実験室と必要としない研究室は原則的に室性能は異なる。したがって理想的な実験室と研究室の組み合わせは、各々を独立させて室としての設備性能と執務性能を高める方式である。

この方法によれば研究員は実験室と研究室をそれぞれ独立に占有するため、1人あたりの占有面積は大となる。面積を節約する目的として、どちらか一方あるいは両方を共有すればプライバシーの確保が困難となる。したがって当場の場合、研究室と実験室を混在させてこれらの問題点を解決した。

この実験研究室を標準実験室として、次に掲げる基本原則を満足させた。

1. 1ユニット 設備完結方式とする。これは1ユニット単位に供給、排出、空調の各システムが完結しているという原則である。最大の利点はフレキシビリティがあることである。
2. 廊下側を供給ゾーン、窓側を排出ゾーンとする。
3. 配管、配線は従配管配線方式とし、各ユニットごとにバンネを採用する。
4. 実験台は中央実験台とサイド実験台の組み合わせによる。

(4) 仕上げについて

1. 外装仕上げ

外装仕上げ材は自然の緑に融合するレンガ色磁器タイルを使用した。外装工法として、研究棟バルコニー手摺に工期短縮と施工精度の向上のため、プレキャストコンクリート版工法が採用された。

2. 内装仕上げ

当場における試験、研究のねらいは、わが国の各種産業の発展と社会の近代化の流れの中で、当面する林野行政の基礎資料を提供するとともに、林業、林産技術の向上に寄与することである。そのため多くの試験研究目標のなかで、木材の用途開発と高度加工は重要な事項の一つである。

これらの事情により、研究本館の設計にあたっては、早くから木質系材料を使用するという場としての強い要望があった。木質系材料を使用することは、その材料の建築への適応性の紹介な

らびに見本品の展示を意味し、林野行政上からも必要なことであるという判断による。

2) 架空索集運材実験施設

集材搬送中、並びに横取り中の索張力に関する基礎試験や各種索張りの実験を行うための施設として、25 m 鉄塔 1 基と 10 m 鉄塔 2 基を配置し、スパン 120 m の集材用架線をかけ、横取り作業や中間支持器通過等各種の試験が実施できるようになっている。電動、3 胴、遠隔操縦式集材機が RC 構造運転試験室の 1 階に格納され、また 2 階は運転室兼計測室になっている。

3) 人工気象実験棟

林業の基本は自然環境を巧みに利用して林木を育て、目的にあった健全な森林を育成することにあるが、このためには、環境条件と林木の生長の関係を適確に把握することが不可欠である。両者の関係の解析は、従来主に自然環境下での試験に依存していたが、いろいろな理由で解析が難しいため、自然条件下での試験成果を補完し、また基礎的な解析を深めるため、当初の構想に比較すると規模はかなり縮小されたが、2, 3 の特色を備えたコンパクトな人工気象室が建設された。制御環境室としては自然光室 6 室、人工光室 7 室が配置されているが、ほかに大型(7)中型(6)のグロースキャビネットが収められている。

自然光室のうち大型の 2 室は底部に深さ 2 m の土壌が詰められており、樹高 6 m 位までの材料を育てることができる。これら 2 室の空調は地上 60~100 cm の両側面から吹上げによっている。他の自然光室の空調は床面からの吹上げ方式で、人工光室、グロースキャビネットと同様にポット植えの材料で実験することになる。人工光室の空調は側面から吹出し反対側から吸込む方式によっている。

人工光源は、陽光ランプ (400W) 42 灯、水銀ランプ (1 kw) 12 灯、蛍光ランプ (110 w) 20 灯からなり、これらをすべて点灯した場合、光源下 1 m で約 6 万 lux がえられるが、手動で 3 段階に照度を切換えることができる。人工光室のうち 1 室は、4 基の強エネルギー単色光照射装置 (3.6 kw キセノンランプ使用) を備え、干渉フィルターによって、単色光から 4 色までの混合光を照射することができる。限られた面積の中に制御環境空間をできるだけ広くとったために機械室面積が狭く、空調機の保守管理に若干の困難が予想されるが、植物栽培の準備から、付随した実験をすべて棟内で実施できるように設計されている。

4) 工作室および倉庫

筑波の施設中唯一の集成材による木造建築である。集成材構造は建築基準法で木構造の扱いを受けるため、高さ 13 m、軒高 9 m 以上の建物を作ることができなかった。

集成材は多くの実験や実例から、火災に対して優れていることが認められている。林業試験場が集成材建物を作るなら、集成材の特性を法的にも認めてもらい、発展に役立てるべきであるという考えから、木造の高さ制限を越える高さ 14 m、軒高 11.3 m の建物を設計し、曲折をへて建設大臣の特認を得ることができた。ただ防火区画については基準法を越えることができず、木造部の床面積を 1,000 m² 以下にするため、1 階の一部が RC 造となった。

建物は東西 35 m、南北 18 m、集成材 3 ヒンジ構造で、スパン 18 m のアーチが桁行 2.9 m の間

隔で13連並び、このうち東西妻側の4連ずつのアーチはRC造の上から立っている。通直集成材は、柱、胴差、筋違、回廊の受材等に使われているが、1階大梁や屋根梁のような見えない部分はコスト低減のため鉄骨である。

集成材は北海道砂川で作られ、海路東京港を経て現場に陸送した。そのため道路制限でアーチは2部材に分けて製造し、プレートで接合した。接合箇所は埋木してあるので目立たない。アーチ部材の断面は頂部で200×500mm、軒の部分で200×750mmである。

集成材が火災で燃えるときの炭火速度は、多くの実験から0.6mm/min程度といわれる。この建物は30分火災にあっても倒壊しないように部材寸法に周囲18mmの炭化分を見込んで設計された。樹種はエゾマツ、接着剤はレゾルシノール樹脂である。

内装は2階の床がヒノキ縁甲板の上にカバ集成材縁甲板張、階段、手すりはカバ集成材である。外壁は、これも木質準不燃材の木片セメント板が使用されている。

5) 樹 木 園

筑波研究学園都市への移転にともない、昭和46年度建設本部に樹木園部会が設けられて、樹木園の規模、性格、役割等について検討され、樹木園の基本構想が固められた。この構想にもとづき、移転先の9号団地に第1樹木園約10ha（防風林を含む）と、7号団地に約4ha（木質ばくろ試験地0.6haを含む）の第2樹木園が造成されることになった。

造成は昭和50年10月に着手され、目黒、浅川からの移植327種、809本、新規導入695種、61,150本、計1,022種、61,959本の植栽が昭和54年3月に完了した。第1、第2樹木園の概要は次のとおりである。

(1) 第1樹木園

構内に造成された第1樹木園は、林業研究には欠くことのできない施設の一部で、樹木の展示、生態的性質の観察、研究材料の提供、場内の修景など、樹木園の果す役割が十分生かされるよう計画された。園内は日本の森林帯の生態的分布に基調をおき、亜寒帯樹木園、温帯樹木園、暖帯樹木園とに区分し、外国産の針葉樹、広葉樹類を集めたコーナーと、目黒の旧本場と関西支場から移植した竹、笹類が主体をなす竹笹園、本館の修景と池付近の景観維持の役割を果たしている風致樹木園、サクラ類とマグノリア類を集めた見本園、ハンノキ、ドロノキ等の早生樹木園、果実と花ものを集めた花木園などが設けられている。

(2) 第2樹木園

7号団地にある第2樹木園は、林業のPRが主な目的として造成され、国内の主要な針葉樹、広葉樹が収集されている樹木園と、県を代表する樹木類を集めた県木園、主要な用材として利用度の大きい樹種を集めた用材園、特用樹種類を集めた特用樹園、果実、花もの類を集めた花木園、針葉樹の園芸品種類を集めた針葉園芸樹園、街路樹の見本園、生垣の見本園等がつくられていて、人とのつながりや、木材の利用面が強調されている。なお園内には、木質ばくろ試験地が併設されている。

6) 図 書 館

目黒では図書室が、調査部、林業分室、林産分室と3ヶ所に分かれ、さらに各研究室に多くの図書をおいていたので、貸出し等のサービスや製本等の管理が一元的にできず、利用者も管理する側も多大の不便を強いられていた。そのため筑波移転を機に集中管理ができる新しい図書館の建設を計画することになった。

計画を進めるにあたって、国、民間研究機関の図書室を調査し、研究者が利用しやすく、かつ環境のよい位置ということで、研究本館の中で最優先に位置が決定された。

書庫は火災予防と保存を重視し、閲覧室は木質材料を使用し環境のよい図書館となった。

移転から開館までの経過は次のとおりである。

(1) 移転準備

資料室の移転準備は前年の昭和52年7～8月に未整理であった林産分室の逐刊物の基本カードを作成し、分類することからはじまった。これは集中管理には欠くことのできない作業であった。次に前記の3ヶ所に保存されていた逐刊を新書庫へどう配架するかが問題であった。そこで各誌ごとの書架におけるスペースを計り、それを6段の書架に収納するため分類順に、図面の上で計画した。

個人別長期貸出図書については、冊数も無制限であったが、移転後は集中管理することになった。この考え方は昭和50年頃より図書委員会で検討を重ね、最終的には1名50冊まで、1研究室200冊（3名でも）まで長期に貸出しすることとした。そして移転前に資料室へ返却する図書と、さらに継続貸出を希望するものとに分けられた。

(2) 移転作業

書架1段分を1個のダンボールに詰め、新書架の標示紙を貼付した。ダンボール箱は約3,000個になった。移動は53年3月3、4、6日の3日間でトラック19台約110tであった。

(3) 開館準備

移転中の新着雑誌類は、昭和53年1月より受入事務を一時中止して、特別の箱に詰めて保存しておいた。新館の閲覧室ではこれらを新しい書架に1種類1棚に配架するはずであったが、スペースが無く、同じ棚に2種類入れた所もあり、和洋別にそれぞれアルファベット順に配架した。

移転のとき返却された単行本は約2,000冊で、取りあえずブックカードを作成し、ブックポケットを貼付して書庫に配架した。個人貸出簿は全部新規に作成し、借出カード制度は廃止し、新貸出簿に個人の受取印を押すことにした。

(4) 開館

図書は、1階書庫の電動書架に約5万冊の単行本を、2階書庫には和逐刊を、3階書庫には洋逐刊がそれぞれ配架され、誰でも自由に閲覧し、貸出しを受けることができることとした。

閲覧室は483m²の面積が確保され、44の雑誌架に約1,500種の逐刊が配架されている。さらに一角には個室もあり、常時30名が静かな雰囲気の中で読書できる図書館が、移転の4ヶ月後、昭和53年7月1日に開館された。

1.3 建設経費

農林研究団地建設記録誌によれば次表のとおりである。

1. 農 林 研 究 団 地 施 設 整 備

区 分	研 究 本 館		別 棟 特 殊 等		屋 外	R I 施 設	
	面 積	金 額	面 積	金 額	特殊施設	面 積	金 額
	㎡	千円	㎡	千円	千円	㎡	千円
農 業 技 術 研 究 所	31,985	10,066,483	23,814	7,269,087	6,520,015	4,838	2,097,006
農 事 試 験 場	4,732	1,076,829	18,061	4,755,546	1,815,459	218	162,779
畜 産 試 験 場	15,938	4,283,185	30,869	12,632,004	4,287,682	2,141	1,020,081
果 樹 試 験 場	8,422	2,149,010	12,775	3,125,342	3,352,487	1,284	422,758
農 業 土 木 試 験 場	8,229	1,212,455	31,071	7,217,736	2,707,399	782	530,239
蚕 糸 試 験 場	21,234	5,837,865	19,719	3,854,458	2,488,204	1,580	589,889
実 畜 衛 生 試 験 場	15,027	3,722,831	24,472	7,880,502	2,442,602	1,216	578,808
食 品 総 合 研 究 所	12,557	3,267,825	5,483	2,356,248	731,677	929	545,638
植 物 ウィルス 研 究 所	4,939	978,260	2,470	409,277	566,603	62	35,367
熱 帯 農 業 研 究 セ ン タ ー	5,837	668,331	2,114	541,111	360,512	—	—
林 業 試 験 場	29,793	7,125,269	22,172	8,339,406	3,870,812	1,205	572,763
農 林 水 産 技 術 会 局	26,932	4,478,714	23,730	5,955,469	8,794,136	—	699,832
種 苗 課	1,089	329,749	623	70,724	122,274	—	—
計	186,714	45,196,806	217,373	64,406,910	38,059,862	14,255	7,255,160

2. 筑 波 農 林 研 究

区 分	全体計画	46年度	47年度	48 年 度	49 年 度
農 業 技 術 研 究 所	28,118,745			259,468	1,667,380
農 事 試 験 場	9,109,575			158,517	345,932
畜 産 試 験 場	23,270,302			96,865	491,983
果 樹 試 験 場	10,607,710	186,123	86,514	771,779	680,297
農 業 土 木 試 験 場	13,026,624			1,300,620	2,956,867
蚕 糸 試 験 場	13,973,290		15,146	317,027	340,726
家 畜 衛 生 試 験 場	15,082,657			394,835	900,990
食 品 総 合 研 究 所	7,136,061			96,582	463,130
植 物 ウィルス 研 究 所	2,143,463			217,744	1,353,891
熱 帯 農 業 研 究 セ ン タ ー	1,866,640		139,338	877,671	597,719
林 業 試 験 場	21,214,226	183,814	43,324	632,434	2,058,422
農 林 水 産 技 術 会 議 事 務 局	20,880,380		450,475	1,292,661	2,865,027
農 蚕 園 芸 局	560,193			27,508	22,989
計	166,989,866	369,937	734,797	6,443,711	14,745,353
設 計 監 理 外 注 費 等	8,841,211	0	11,022	508,023	879,903
合 計	175,831,077	369,937	745,819	6,951,734	15,625,256

施設区分別総括表

実験廃棄物処理施設	計		ほ場造成		合 計	設計監理 外注費等	総 計
	面 積	金 額	面 積	金 額			
千円	m ²	千円	ha	千円	千円	千円	千円
662,973	60,637	26,615,564	28.6	1,503,181	28,118,745		
360,499	23,011	8,171,112	33.8	938,463	9,109,575		
326,722	48,948	22,549,674	57.1	720,628	23,270,302		
319,126	22,481	9,368,723	37.0	1,238,987	10,607,710		
211,270	40,082	11,879,099	18.3	1,147,525	13,026,624		
386,246	42,533	13,156,662	28.1	816,628	13,973,290		
412,887	40,715	15,037,630	1.4	45,027	15,082,657		
234,673	18,969	7,136,061	—	—	7,136,061		
147,402	7,471	2,136,909	0.2	6,554	2,143,463		
189,156	7,951	1,759,110	2.8	107,530	1,866,640		
482,741	53,170	20,390,991	35.2	823,235	21,214,226		
380,681	50,662	20,308,832	—	571,548	20,880,380		
—	1,712	522,747	1.0	37,446	560,193		
4,114,376	418,342	159,933,114	243.5	7,956,752	166,989,866	8,841,211	175,831,077
						設計監理 外注費 7,122,448 付帯事務費 1,718,763	

団地建設(総括表)

(単位：千円)

50 年 度	51 年 度	52 年 度	53 年 度	54 年 度	55 年 度	56 年 度
2,584,505	1,841,870	5,132,225	10,040,340	6,523,315	69,642	
1,377,406	497,639	1,492,820	1,322,674	799,566	1,449,709	1,665,312
1,535,843	1,247,180	2,884,783	10,199,540	6,591,957	222,151	
3,225,357	3,456,240	1,901,786	228,004	71,610		
3,214,800	2,227,865	2,804,020	434,235	88,217		
923,560	608,423	2,246,900	6,551,540	2,842,968	127,000	
1,834,421	4,585,476	3,988,563	3,143,372	235,000		
897,607	1,657,221	2,296,282	1,641,893	83,346		
532,902	30,350	3,035	5,541			
239,330	12,582					
5,241,657	6,123,097	6,447,447	448,326	35,705		
2,201,161	1,822,968	1,762,407	2,991,733	3,262,938	4,181,010	50,000
58,654	100,569	590,473				
23,867,203	24,211,480	31,310,741	37,007,198	20,534,622	6,049,512	1,715,312
2,057,813	1,826,943	1,962,166	896,348	536,287	124,207	38,501
25,925,016	26,038,421	33,272,907	37,903,546	21,070,909	6,173,719	1,753,813

3. 筑波農林研究

区 分	全体計画	46年度	47年度	48年度	49年度
農業技術研究所	26,615,564				866,834
農事試験場	8,171,112				48,166
畜産試験場	22,549,674				59,369
果樹試験場	9,368,723			162,208	407,840
農業土木試験場	11,879,099			1,029,985	2,740,815
蚕糸試験場	13,156,662			35,815	160,908
家畜衛生試験場	15,037,630			394,835	888,521
食品総合研究所	7,136,061			96,582	463,130
植物ウィルス研究所	2,136,909			217,744	1,353,891
熱帯農業研究センター	1,759,110		116,156	801,398	596,953
林業試験場	20,390,991			387,332	1,889,323
農林水産技術会議事務局	20,308,832		450,475	1,288,821	2,651,388
農蚕園芸局	522,747				14,722
計	159,033,114		566,631	4,414,720	12,141,860
設計監理外注費等	8,841,211		11,022	508,023	879,903
合 計	167,874,325		577,653	4,922,743	13,021,763

4. 筑波農林研究

区 分	全体計画	46年度	47年度	48年度	49年度
農林技術研究所	1,503,181			259,468	800,546
農事試験場	938,463			158,517	297,766
畜産試験場	720,628			96,865	432,614
果樹試験場	1,238,987	186,123	86,514	609,571	272,457
農業土木試験場	1,147,525			270,635	216,052
蚕糸試験場	816,628		15,146	281,212	179,818
家畜衛生試験場	45,027				12,469
食品総合研究所	6,554				
植物ウィルス研究所	107,530		23,182	76,273	766
熱帯農業研究センター	823,235	183,814	43,324	245,102	169,099
農林水産技術会議事務局	571,548			3,840	213,639
農蚕園芸局	37,446			27,508	8,267
計	9,956,752	369,937	168,166	2,028,991	2,603,493

* 設計外注費等を、事業費割合から算出すると林業試験場分として1,122,833千円を要したことになる。

* 林業試験場の施設整備費は、農林水産省(筑波事務所、農蚕園芸局を除く)全体の14.6%となっている。

団 地 建 設 (建 物)

(単位：千円)

50 年 度	51 年 度	52 年 度	53 年 度	54 年 度	55 年 度	56 年 度
2,154,791	1,828,417	5,132,225	10,040,340	6,523,315	69,642	
937,911	454,954	1,492,820	1,322,674	799,566	1,449,709	1,665,312
1,386,566	1,205,308	2,884,783	10,199,540	6,591,957	222,151	
3,190,050	3,407,225	1,901,786	228,004	71,610		
5,560,208	2,221,630	2,804,020	434,235	88,217		
633,204	558,327	2,246,900	6,551,540	2,842,968	127,000	
1,801,863	4,585,476	3,988,563	3,143,372	235,000		
897,607	1,657,221	2,296,282	1,641,893	83,346		
526,348	30,350	3,035	5,541			
232,021	12,582					
5,086,760	6,096,098	6,447,447	448,326	35,705		
1,973,306	1,696,754	1,762,407	2,991,733	3,262,938	4,181,010	50,000
56,983	100,569	350,473				
21,437,618	23,854,900	31,310,741	37,007,198	20,534,622	6,049,512	1,715,312
2,057,813	1,826,941	1,962,166	896,348	536,287	124,207	38,501
23,495,431	25,681,841	33,272,907	37,903,546	21,070,909	6,173,719	1,753,813

団 地 建 設 (ほ 場)

(単位：千円)

50 年 度	51 年 度	52 年 度	53 年 度	54 年 度	55 年 度	56 年 度
429,714	13,453					
439,495	42,685					
149,277	41,872					
35,307	49,015					
654,592	6,246					
290,356	50,096					
32,558						
6,554						
7,309						
154,897	26,999					
227,855	126,214					
1,671						
2,429,585	356,580					

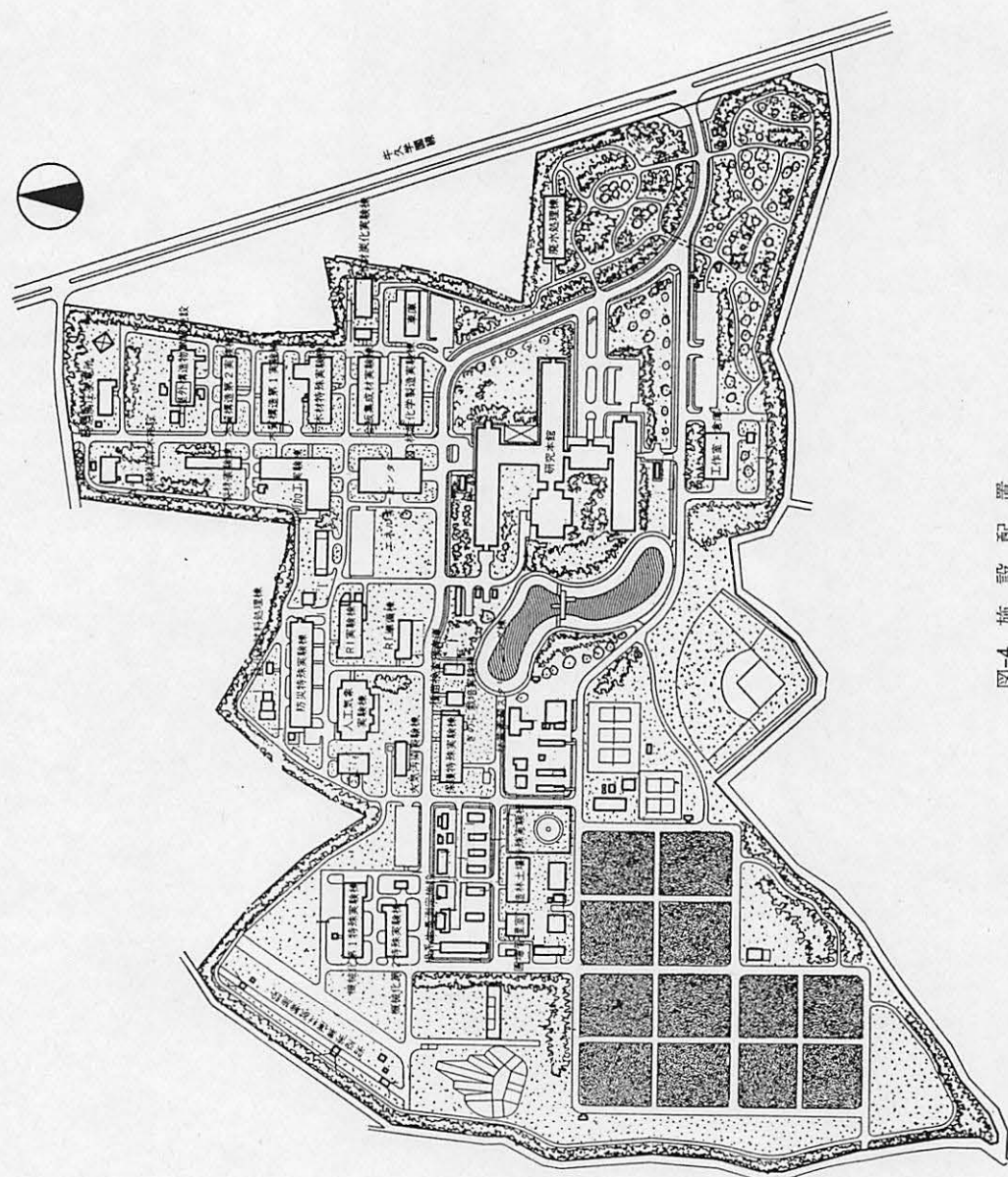


图-4 施設配置

2. 支場の整備

1. 東北支場の整備

盛岡市厨川地区に集中している農林水産省の試験研究機関の施設拡充のため、農林水産技術会議が厨川整備計画を昭和43年度から3ケ年で実施し、当支場においてもこれが計画の一環として施設の整備拡充がなされ、名実ともに支場の態勢が確立されていたが、その後、組織の改変、研究領域の拡大、研究の進展等に伴ない整備された施設は次のとおりである。なお、建設以来25年を経過した共同実験室は狭隘と設備の不備に加え、老朽化も進んでおり、今後の整備が強く望まれている。

(名 称)	(構造)	(面積)	(備考)	(名 称)	(構造)	(面積)	(備考)
給 水 設 備		1 式	50年整備	暖 房 設 備 改 修		1 式	59年整備
ボイラー煙突改修		1 //	54 //	(山形試験地)			
雪害特殊実験棟	RC-2	339m ²	56 //	苗畑調査作業室	CB-2	82m ²	53年整備
森林防疫実験棟	RC-1	219 //	58 //	共同実験室建替	RC-2	295 //	54 //

山形試験地の整備については、昭和53年4月の組織改革に伴うもので、戦前建築の木造老朽施設の建替整備である。

2. 関西支場の整備

当支場の研究施設は昭和28年2月、現在地を支場所在地として定め桃山研究室を設置、昭和30年度に庁舎研究室の新築移転を行った。その後、研究体制の充実進展に伴い主なものとしては昭和39年度に研究室、41年度には図書資料室が整備されたが、研究の進展と手法の変革は老朽木造施設では対応が困難となったため、関西支場整備計画（昭和49、50年）として予算要求したが、整備計画としては実現せず、昭和50年度以降は共同実験室建替等、下記施設の整備が行われた。

(名 称)	(構造)	(面積)	(備考)	(名 称)	(構造)	(面積)	(備考)
共同実験室建替	RC-2	1,224m ²	50・51年整備	鳥 獣 実 験 室	RC-1	132m ²	57年整備
機 械 室	RC-1	140 //	51 //	治 山 実 験 室	"	157 //	59 //
温 室	AL-1	85 //	53 //				

しかし、今なお老朽化した研究施設、会議室等が場内に点在し、また研究推進に必要な施設の増強など今後いっそうの整備強化が望まれる。

3. 四国支場の整備

昭和38年度現在地に移転整備以来、共同資料調整室の整備が昭和47年度に完了、その後の研究施設の整備としては、昭和57年度に低温室改修が行われた。なお、昭和60年度には懸案である分類同定調査室の整備に伴ない、造林研究棟の新築が予定されている。

4. 九州支場の整備

当支場が現在地に移転して以来の施設整備としては、昭和43年度に共同実験室の建替整備が行われたのを始めとし、その後、行政需要に対応した特別研究絡みの大型ガラス室、天敵増殖室、しいたけ人工ほだ場、材線虫実験室など相ついで建設整備された。しかし研究領域の拡大と手法の変革は、未整備で残された老朽木造施設も研究推進上効率的な施設を必要とするに至り、この計画は、昭和52、53年度九州支場整備として認められ、2億8千9百万円余の予算で下記のとおり整備された。

(名 称)	(構造)	(面積)	(備考)	(名 称)	(構造)	(面積)	(備考)
〔九州支場整備〕				苗畑作業室	CB-1	63m ²	52年整備
共同特殊実験棟	RC-2	1,024m ²	52・53年整備	車庫	S-1	42〃	52 〃
隔離苗畑		1式	52 〃	囲障	S	1式	52 〃
標本館	RC-1	200m ²	52 〃	崩壊侵食実験棟	S-1	243m ²	53 〃
昆虫生態実験室	CB-1	142〃	52 〃	〔一般施設整備〕			
温室	AL-1	52〃	52 〃	実験林防火設備		1式	51年整備
隔離温室	〃	76〃	52 〃	環境計測施設	CB-1	32m ²	59 〃

5. 浅川実験林の整備

当実験林は昭和53年度から支場としての組織が確立され、新たに業務室が新設されたのを機に54年度において実験林管理室 (CB-1, 138 m²) が、昭和55年度には桜展示林の一般公開に対応するため、林内道路と安全施設の整備が行われた。

また、昭和55年3月、林野庁から有償所管換をうけ発足した多摩試験地は、野生鳥獣の生態に関する研究の場として本格的試験研究を開始するため、昭和56年度において網場、池沼、観測路造成など、観測用施設が整備された。

6. 試験地の整備

試験地の施設整備としては、昭和55年度十日町試験地の観測露場の整備が、また、昭和58年度には宝川試験地の量水試験ダム改修整備が行われた。

VI. 國際研究交流

VI. 国際研究交流

このところ、国際的な立場から林業分野における海外との研究協力や技術協力が急速にふえ、林業試験場にも国際交流の窓口の必要性が強く望まれるようになっていた。そこで、林野庁をはじめ、関係機関や林業諸団体の支援を受けて、昭和51年5月10日に研究部門をコーディネートするため、研究協力室、技術情報室の2室と翻訳専門官等よりなる海外林業調査科が創設された。発足当初、研究協力室では熱帯農業研究センターや国際協力事業団からの依頼による職員の海外派遣、外国からの研究者や研修員の受入れ業務や国際交流による連絡業務を実施してきた。また技術情報室では海外の林業技術や研究情報を得るとともに、資料を収集することにより研究員への情報提供を行ってきた。しかし、ここ数年来、熱帯林の資源維持や林分育成に関する技術指導ならびに研究協力の要請が高くなるにつれて、こうした研究を専任におこなう研究員の確保が求められるようになり、このため研修員の受入れ業務や海外派遣業務は渉外連絡専門官らにゆだねることとし、研究員はいずれも研究推進目標に沿って海外の研究を進めながら、海外との情報交換や処理も相互で協力しあう体制に移りつつある。

1. 海外研究への取り組み

わが国の木材需給は今日でも60~70%を外材に依存しているが、今後、この割合は少くなると予想はされても、外材がなくなるようなことはおこらないであろう。さて、輸入材は北米、ソ連材などの針葉樹と熱帯地域の広葉樹とに大別される。しかし世界の森林資源でとくに問題になっているのは熱帯地域であり、この地域への関心は高い。それは従来、天然林として残されていた熱帯地域の森林資源が、地域開発や利用の名のもとに伐採されて急速に減少し、これが、熱帯の砂漠化や二酸化炭素の増加などを引起して、地球的規模の環境に重大な影響を及ぼしつつあるとされるからである。こうした状況に到るまでには、直接的にも間接的にも各国で様々な理由があったことは否めないが、共通する第1のものは人口問題である。最近の統計によると、世界の人口増加率は1.9%から1.2%近くに低下しつつあるといわれている。しかし、開発途上国ではなお3%近い増加がみられる。このため都市区域が拡がり、住民の生活エネルギーの主体である木質系燃料の供給量が不足気味となりつつある。こうした人口増加はまた食糧増産を余儀なくされ農地の拡大を必要としている。しかも、各国の近代国家形成の基礎作りに要する外貨を木材輸出により稼がねばならなかった点も森林減少の原因となっている。さらに優良材の伐出により高価値材が減少し、2次林の再生産も思いのほか遅かったことも指摘することができる。

それにしても熱帯の森林開発と地域別破壊原因は歴史的にも深い関連をもっており、熱帯アジアにおける焼畑移動耕作、ラテンアメリカでの開拓と放牧、熱帯アフリカにおける放牧と焼畑などが取りあげられる。なかでもわれわれにとって身近な熱帯アジアにおける焼畑問題では、近年、焼畑農民の同じ場所における滞在期間は農作物の繰返し栽培することにより土壌の肥沃度が低下

しているとして短くなりつつある。このため、焼畑農民を定住させ、生活基盤を確立させるためにアグロ・フォレストリーの導入が試みられるようになり、農—林—畜産の併存によって立地改善を図らんとする施策が導入されつつあるが、これが定着するにはなお数多くの問題がある。原因と結果がどうであろうともわれわれにとって、世界の森林資源量を常に把握し、砂漠化防止のためにも現在の森林面積約 28 億 ha に蓄積されている資源を量と質の面から維持、改善しなければならないことは明らかで、ことに熱帯地域へは手元にある林業技術を必要に応じて移転させ、未知の分野では共同研究をすすめることにより問題解決の糸口をつくる必要がある。

これらのことを前提に当該研究員が関わった国際協力についての概要を述べておこう。

現在、林業試験場が行っている海外研究の素材は熱帯農業研究センターの林業研究部門を分担し、海外の研究機関と共同研究することと国際協力事業団による技術協力および研究協力プロジェクトの長期あるいは短期専門家として現地で研究を行うものである。

1. 熱帯農業研究センターとの共同研究

熱帯農業研究センターの林業研究部門では短期派遣による小課題をテーマにスタートしたが、1974 年より「熱帯地域における育林技術に関する研究」プロジェクトがマレーシア林業試験場とフィリピン大学林学部を研究拠点機関として開始した。マレーシアでは森林の天然更新、フィリピンでは人工更新を目標として共同研究が行われ、それぞれの国で研究成果に対する高い評価が得られたのみならず、わが国の熱帯林業技術の発展に寄与するところが大であった。このプロジェクト研究の終了後もフタバガキ科樹木の更新や早生樹種の生産力と構造解析についての研究や同地域に多いタケの育成、増殖に関する研究がフィリピン大学において継続している。以下これまでに得られた研究成果の概要を述べる。

(1) 熱帯多雨林における天然更新の研究

通年変動の少ない気温と降水量、そして強風のほとんどない自然環境は、この地域の多雨林に巨大な現存量と通直でよく伸びた大径木をもたらししている。この特徴が低温や日照時間に対する適応性に差をつくり出し、森林の分布にも大きな影響を与えている。これらのことを基にして西マレーシアの森林型を海拔高によって大別すると、①低地フタバガキ林に *Anthoshorea*, *Eushorea*, *Richetia* などのグループのほか *Hopia*, *Anisoptera*, *Dryobalanopsis* などフタバガキ科の各属樹木のほか *Anthoshorea*, *Parashorea* 林(ホワイメランティグループ林)がある。②ヒース林、③海拔 300~750 m の丘陵フタバガキ林(レッドメランティの優占度が高い)、④海拔 800~1,500 m の高地フタバガキ林となる。その他の森林型には、カシやシャクナゲの生育している山岳林、生産性の低い湿地林、海岸林がある。また、一般にフタバガキ科樹木は 2 つの亜科に分けられ多くの種を含むが、なかでも分布の広いものは生理的な適応性が高く、乾燥や低湿地に対する耐性が強いことがわかった。フタバガキ科樹木が各種の環境条件に対してどのような関わり方をするのか。またわが国における適地適木の考え方が熱帯地域にどこまで技術移転しうるのかについても明らかにした。これらの関連で土壌と植物の関係等も明らかになった。例えば黄色土に比べラテライトには指標性の高い植物が多く、また用材樹種も土壌と深い関係があり、*Hopea* 属や

Shorea 属, *Parashorea* 属, *Podocarpus* 属, *Schima* 属 などで土壌により分布が限定されているものがみられた。

4 樹種の各人工林において、リター量の推定および種特性、リターの分解過程、樹種と土壌の関係などについて明らかにした。そしてリター中の養分は森林生態系の物質循環中重要な役割を果し、樹種選択による土壌化学性の改良も可能であると考えられた。次いで土壌の理化学性や森林の理水機能について調査したほか、木材伐出時の土壌攪乱の過程を調べ、架線集材が土壌保全に有効であることが示唆された。

フタバガキ科樹木は種類も多く分布も広域にわたるが、生理的、生態的な性質の面についても種による様々な違いが見られるため、天然更新技術向上には樹種特性の把握と環境解析が重要である。そのために数樹種について生育に必要な最低照度や光質を、また低温や乾燥に対する耐性などが明らかにされた。さらに開花結実などの季節性や種子貯蔵に関する研究も将来の人工林造成のための基礎研究として行われた。

これらの研究成果から熱帯地域における天然更新の今後の問題点について考えると、まずフタバガキ科樹木の生育地であるアセアン各国では、農業や都市開発が進むにつれて低地多雨林もゴム園、オイルパーム林、ココナツ林、キャッサバ畑などの単一作物による大面積栽培地が増加の傾向にあり、この結果、森林は傾斜地や高海拔の奥地へと追いやられつつあることである。このため、従来、林床に稚樹の多かった平地林の天然林も傾斜地で樹冠層が重なり、林地に直達光が入りにくくなり、稚樹の更新が困難な地域に入りこむだけに森林資源の培養を図りつつ、環境の保全を行うような更新を実施するには天然更新の補助作業を行わねばならないことを忘れてはならない。

これまで熱帯林に対して実行された育林部門の研究成果は極めて概括で、単発的なものが多く、これらを取りまとめて技術の体系化を実行するには、更に、多方面からの研究を行わねばならない。そこでフタバガキ科樹木に対して当面取上げねばならない課題にはつぎの諸項目を示すことができるだろう。

①天然更新での基礎的な研究として稚樹の更新を確実にに行わせるために *Shorea curtisii*, *S. platyelados*, *Anthocephalus chinensis* などの丘陵地の伐採跡地に群生林として現われる樹種の2次林が純林へと移行する過程と原因を解析する必要がある。

②フタバガキ科樹木の種子の保存や発芽処理、開花結実などを調査し、種子確保の資料を求める。

③フタバガキ科樹木の特性調査を行うために試植林造成を実行し、天然更新に際しての補助作業の特性調査に役立てる。

④天然更新の補助作業としてラインプランティングが行われているが、より多くの光条件に対する更新状況を知るためにパッチプランティングを試みるべきで、主伐木を単木伐採した跡地に行える樹冠層の空隙をどう利用できるか調査する。

⑤土壌形態と理化学性にもとづいた熱帯土壌の分類と気候、地質、地形などの要因による立地

区分を確立する。

⑥土壌の養分循環に対する林木の生長や更新を明らかにする。とくに天然林から人工林への移行による地力変動などを明らかにする。

⑦遺伝子源保全のための研究を行う。などである。

(2) 熱帯における人工造林の研究

熱帯多雨林地帯、なかでもフィリピン、マレーシアにおける人工造林の歴史は決して古いものではない。とくに早生樹種の導入はわずか20数年前のことである。それゆえこれらの地域における人工造林についてのデータ蓄積はこれからであるし、熱研を通じた研究もそれほど十分に行われていない段階にある。

伐採跡地の初期造林の手法として早生樹種が各地で植栽されている。早生樹種の明確な定義はないが、概念としては20年生前後で伐期に達する樹種といえ、それらは木材生産のみならず地力回復、治山・治水の面からも多くの期待が寄せられている。フィリピンその他で1980年以降調査された樹種としては、*Albizzia falcata*, *Gmelina arborea*, *Leucaena lencecephala*, *Anthocephalus chinensis* および *Pinus Kesiya*, *P. merkusi*, *P. caribaea*, *P. elliotii*, *P. cocarpha* などがある。これらの平均伐期齢は10~15年であり、再造林の繰返しによる土壌の悪化が憂慮される。また土壌と生長に関する調査も化学性、理化学性及び水分レジームなどの点から行れ、幾つかの知見を得ており、今後さらに樹種をふやして研究を進める必要がある。

一方、長伐期樹種の人工造林については樹種による一斉林の造成し易さ、種子生産の恒常的な多さ、育苗等の容易さが考慮されねばならない。これらを満足する樹種としてはフタバガキ科ではホワイトメランティグループ、レッドメランティグループ、*Hopea* グループ、*Vatica* グループ、*Dryobalanops* グループなどの中の数種があげられた。マメ科の *Pterocarpos*、針葉樹のアローカリア、アガチス等、さらにチークやマホガニーなども造林実績がある。主にフタバガキ科樹種を対象として植物季節や種子、苗の生理、生態についての研究がなされ、数多くの知見が得られている。

特用樹種の育成については各国で事情が異なるが、熱帯アジアにおける地域産業に寄与している代表的特用林産物としてタケとロタンがある。タケの生態や増殖についてはフィリピンで長期間研究が行われ、多大な成果が報告されている。またロタンについてもプロジェクトの実施中に幾つかの成果を得ている。つぎに森林病害虫の防除と予察については、主として短期の派遣による対応であるが、育林事業を進めていく過程では極めて重要な分野であり、今後とも研究を継続していくことが望まれる。

このように人工造林に関する分野では、現在もフィリピンを中心に研究が進められているが、より多くの地域で研究を行うことにより熱帯林に対する技術体系に結びつく成果が得られよう。

2. 国際協力事業団 (JICA) ベースによる研究協力

JICA が実施している技術協力の形態には事業の立案から評価までを行う期間中に①専門家派遣、②研修員の受入れ、③機材の供与、を組み込んだプロジェクト方式の技術協力と、開発途上

国の社会、経済に大きな役割りを果し、かつ、公共的な開発計画に専門家を派遣して現地調査や国内作業を行う開発調査の2つがある。したがって林業試験場ではこれまでこれらの事業のなかの研究に関わる分野で海外へ専門家として派遣を行っている。また海外研修員を受入れて、研究手法や調査方法についての研究協力を行って来ているが、ここでは現在まで当場が関係した技術協力プロジェクトの概要を記しておく。

① ブラジル・サンパウロ林業研究技術協力プロジェクト（昭和54年4月～61年3月）

ブラジル国内でも先進地域であるサンパウロ州では、過去100年あまりの間にコーヒー園の開拓とその跡地の放牧地化により、森林が州全体の82%から約20%にまで激減した。このことが森林の水源かん養機能を低下させ、水害、河川の汚濁等をもたらす原因となった。そこで、サンパウロ州政府は、流域保全計画の策定と森林造成管理を緊急課題としてとりあげ、わが国に技術協力を要請してきた。事業上の協力分野はサンパウロ森林院とともに流域管理、機械伐出技術、リモートセンシング技術、小径木加工技術などについての技術開発を行うことにある。

② フィリピン・バンタバガン林業開発技術協力プロジェクト（昭和51年6月～62年7月）

中部ルソン平野の水源地域の1つであるバンタバガン人造湖の上流地区に広がる約5万haの草原地帯で水源かん養と土地保全を目的とした8,100haの試験林と試験林からなるパイロットフォレスト造成を行うため、苗畑技術試験、適性樹種試験、森林保護技術の体系化などが実施されている。また、森林造成技術センターを通して造林技術訓練を行い、更に、森林保全センターでは森林保全技術の開発と改良のための技術者研修を行っている。

③ インドネシア・南スマトラ森林造成技術協力プロジェクト（昭和54年4月～61年4月）

焼畑移動耕作により草地化した南スマトラ、ブナカット地区の低生産林地に森林造成をすすめるため、約2,100haの試験造林地を造成し、森林造成技術の開発・改良のほか、導入樹種の選抜、病虫害の被害防除、アグロ・フォレストリーの導入などを行っている。

④ タイ造林研究訓練技術協力プロジェクト（昭和56年7月～61年7月）

タイ国では焼畑移動耕作等による土地利用によって森林が破壊され、森林保全や流域管理面から問題を生じている。そこで、タイ東北部の造林技術開発と技術者養成を目的として、バンコック市内にタイ造林研究訓練センターを、またサケラートにフィールドオフィスを設置して、展示林造成と施設を利用した技術訓練や研究を行っている。

⑤ ペルー・アマゾン林業開発現地実証調査プロジェクト（昭和56年10月～61年10月）

ペルー・アマゾン地域の森林資源の活用と保続を自然生態系に調和させながら更新させ、一方、高価値樹種を育成するために必要な立地区分を行い、目的樹種の発生や生長を阻害しない伐採、伐出方法や天然更新技術を確立し、さらに人工林や天然更新樹種の特性や病虫害防除についての検討を行う。

⑥ タイ木材生産技術訓練技術協力プロジェクト（昭和58年10月～63年9月）

タイ北部地域の山岳林を対象として、森林資源の有効かつ合理的利用に資するため、環境保全を考慮した伐木集運材技術を開発し、その技術の移転を目的とするもので、チェンマイに研修

所、実習場、事業林等を設置し、協力期間中約 100 人の研修生を訓練している。

⑦南部パラグアイ農業開発技術協力プロジェクト（昭和 54 年 3 月～61 年 3 月）

南部パラグアイにおける林業の振興を図るため森林造成技術及び木材加工技術の確立とパラグアイ技術者への技術移転を目的としたもので、林業開発訓練センターを拠点として林業技術開発と訓練を行い、あわせて演習林、苗畑の造成を行うものである。

⑧中国木材総合利用研究協力プロジェクト（昭和 59 年 10 月～64 年 10 月）

中国東北部黒竜江省及び吉林省には針葉樹を主とした豊富な森林資源が存在する。しかし木材の加工や利用技術が一般に未発達なため、本プロジェクトを通し、木材資源の有効利用技術の研究開発し、技術移転を目指すものである。ハルビン市の木材総合利用研究所を拠点として実施するもので、今後の成果が期待される。

⑨インドネシア熱帯降雨林研究プロジェクト（昭和 60 年 1 月から 5 年間）

本プロジェクトはすでに無償供与されたカリマンタンの熱帯降雨林研究センターを拠点とし、熱帯地域における天然林、人工林施業法の開発、土地利用区分その他について研究協力を行うものである。

以上のプロジェクトの他にマレーシアにおける林産研究協力プロジェクトが 60 年 3 月に調印され木材積層、抽出成分、木材分析、木質パネル製品、木材防腐、木材乾燥の研究を行うことになっている。

3. 研修員の受入

研究協力の一環としての研修生受入で林試が扱っている主なものは、国連のコロンボ計画にもとづく集団及び個別研修と、JICA のプロジェクトにおける相手国側カウンターパートの受入研修である。場内外での講義と実習を通して研究協力が行われ、多方面からの技術移転が実行されている。昭和 57 年度からの受入実績はコロンボ計画による集団研修が 32 名、個別研修生は昭和 51 年以来長短期あわせて 1,829 名で、最近 5 ケ年の平均では毎年、平均 320 人の海外からの来訪者があり、地域別ではかつての東南アジアから最近は中南米の研修生が増加している。

国際的な研究交流の一環として国際会議を開催したり、支援活動が数多く行われてきた。以下でその代表的な会議を記す。

2. 国際会議への参加

1. 国際シンポジウム

すでに述べたように昭和 49 年より 5 年間にわたり熱帯農業研究センターのプロジェクト研究「熱帯地域における育林技術に関する研究」を実施し、マレーシアおよびフィリピンに在外研究員を派遣して共同研究を行った。これらに関連して昭和 53 年 10 月 2 日～7 日にかけて林業試験場で「育林技術に関する国際シンポジウム」が開催された。討論課題は天然更新および人工更新とし、ビルマ、タイ、マレーシア、インドネシア、フィリピンの東南アジア 5 か国及び FAO から計 15 名の研究者、技術者の参加を得た。報告は日本側からの 9 件を含めた 21 課題について行わ

れ、各国の特色ある森林での天然更新と人工造林の現状と問題点に関する報告がなされ、国内からの多数の傍聴者も含めて質問や意見交換が活発に行われた。また見学旅行は天竜林業および富士山周辺で行われた。

その後、本場を会場として開催された国際研究集会には「太平洋地域木材解剖学大会」（昭和59年10月1日～7日）があり、12か国より約90名の参加者があり、盛会であった。このほか、毎年世界各国で開かれる国際研究集会にも多数の研究者が出席し、その成果と情報交換が行われている。

2. 天然資源の開発利用に関する日米会議

1964年の第3回日米貿易経済合同委員会での発議による「天然資源の開発利用に関する日米会議」(UJNR)の第1回森林専門合同部会が昭和43年8月東京において開かれ、両国林業林産技術情報の交換、相互理解がはかられている。現在までにとりあげられてきた大テーマは、人工造林(第1回)、流域管理と林地保全(第2回)、環境保全と森林施業(第3回)、植栽林の経営(第4回)、森林の病虫害防除(第5回)、伐木および木材利用の新技术(第6回)、第7回は第6回と同テーマ、エネルギー問題と森林環境問題(第8回)、特殊林施業(第9回)、森林の水保全機能向上のための施業技術(第10回)であり、毎回日本側の部会長は林業試験場長が努めている。会議は1週間程度、各トピックに関連した現地検討会をまじえて開かれている。ちなみに昭和60年6月にわが国で開催された第11回会議においては「民有林経営とその施策」、および近年の熱帯林の危機と国際森林年に関連して「森林資源の著しい地域における森林の造成と保全」の2テーマに分けて討議される。

3. 第17回国際林業研究機関連合大会(IUFRO)

1981年京都国際会館において内外71か国から1,500名以上の研究者、技術者の参加を得て第17回国際林業研究機関連合大会が開催された。133会場に分れた分科会では専門分野別に584編の研究発表が行われ、活発な討論がかわされた。また大会終了後は12の専門別コースと2つの一般コースに分れて日本各地の林業、林産業の紹介と現地検討会が持たれ、700名近くが参加した。

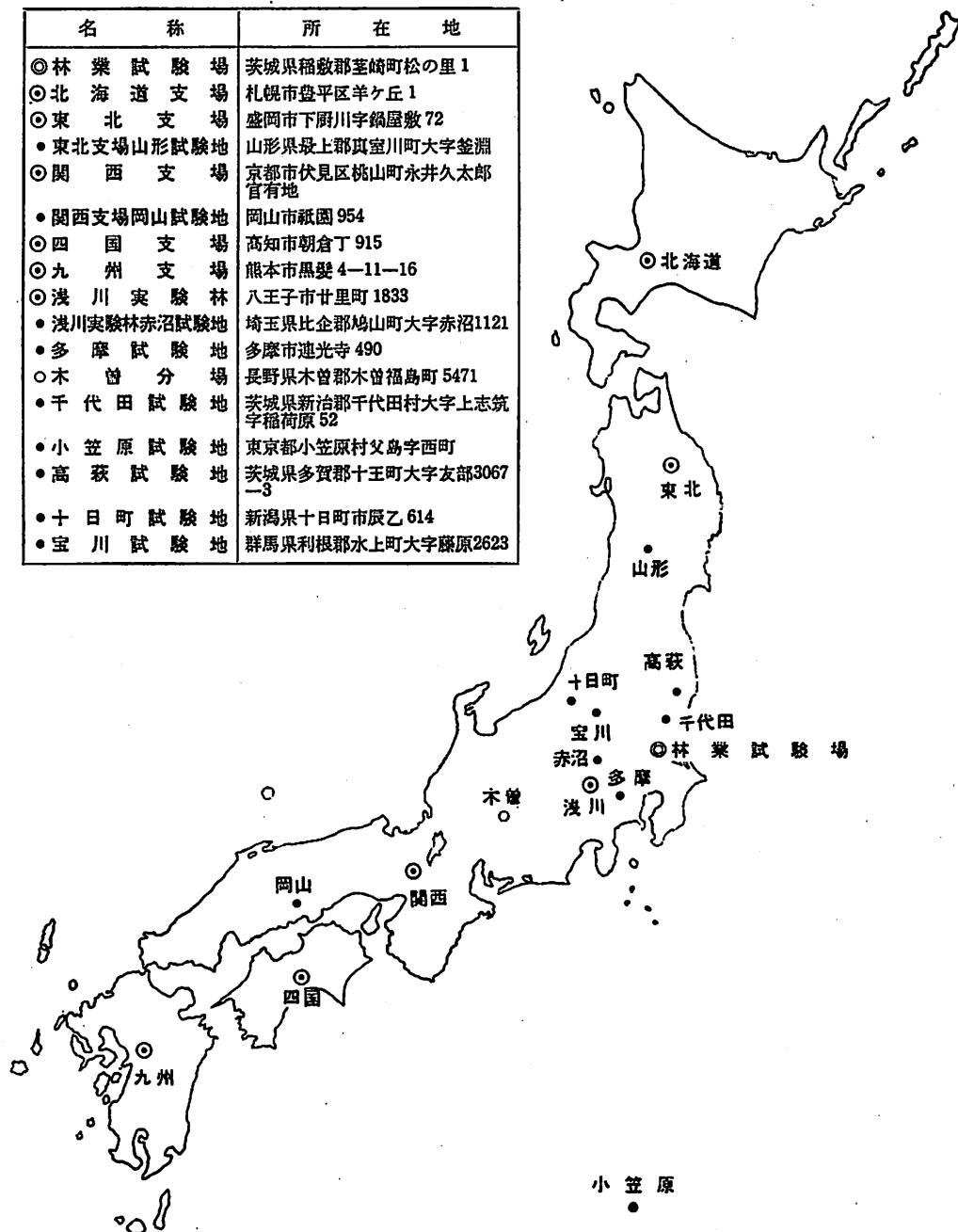
林業試験場はこの17回大会組織委員会の実質的な事務局を務め、全場的な協力を得て盛会展に終了したことは海外協力に対する貴重な経験を積んだことになる。

Ⅶ. 付 図 ・ 付 表

1. 本・支・分場・試験地位置図
2. 組 織 機 構
3. 定 員 の 推 移
4. 歴 代 幹 部
5. 歳 出 予 算 年 次 推 移
6. 特 許・実 用 新 案

1. 林業試験場本・支場位置図

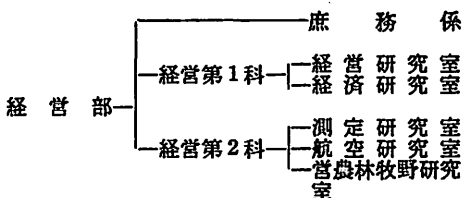
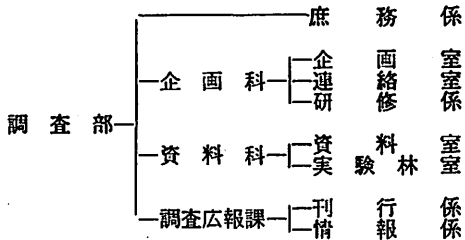
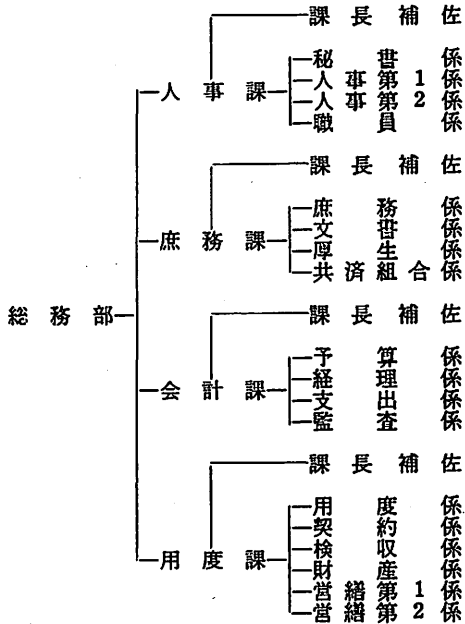
名 称	所 在 地
◎林 業 試 験 場	茨城県稲敷郡笠崎町松の里 1
◎北 海 道 支 場	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
◎東 北 支 場	盛岡市下厨川字鍋屋敷 72
●東北支場山形試験地	山形県最上郡真室川町大字釜淵
◎関 西 支 場	京都市伏見区桃山町永井久太郎 官有地
●関西支場岡山試験地	岡山市紙園 954
◎四 国 支 場	高知市朝倉丁 915
◎九 州 支 場	熊本市黒髪 4-11-16
◎浅 川 実 験 林	八王子市廿里町 1833
●浅川実験林赤沼試験地	埼玉県比企郡鳩山町大字赤沼1121
●多 摩 試 験 地	多摩市連光寺 490
○木 曽 分 場	長野県木曽郡木曽福島町 5471
●千 代 田 試 験 地	茨城県新治郡千代田村大字上志筑 字稲荷原 52
●小 笠 原 試 験 地	東京都小笠原村父島字西町
●高 萩 試 験 地	茨城県多賀郡十王町大字友部3067 -3
●十 日 町 試 験 地	新潟県十日町市辰乙 614
●宝 川 試 験 地	群馬県利根郡水上町大字藤原2623



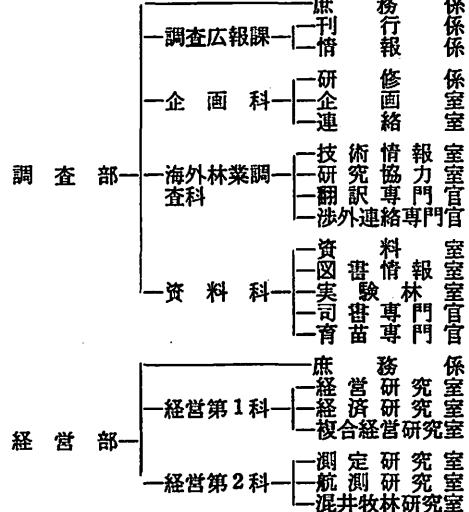
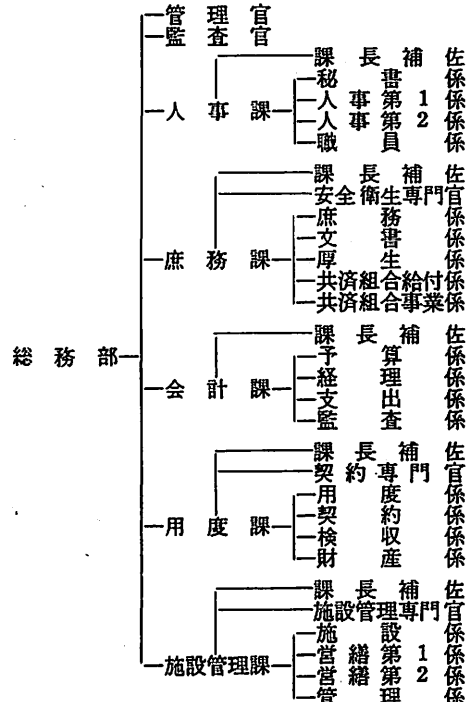
2. 組織機構

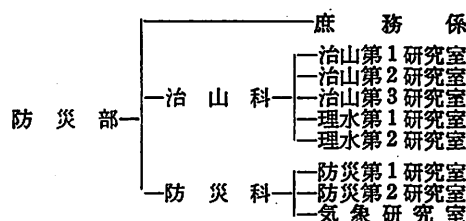
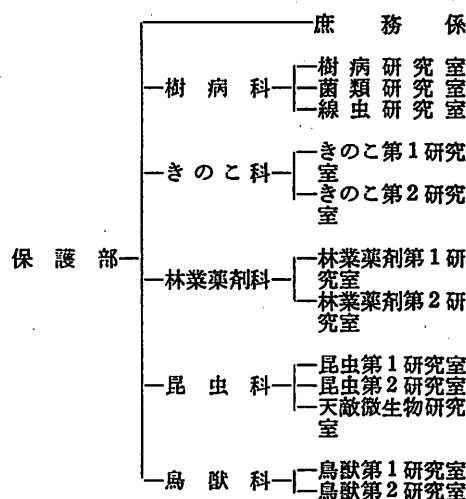
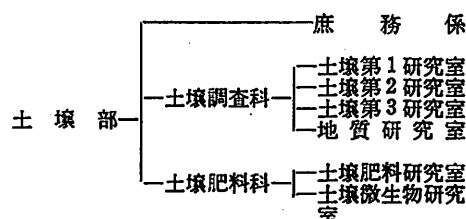
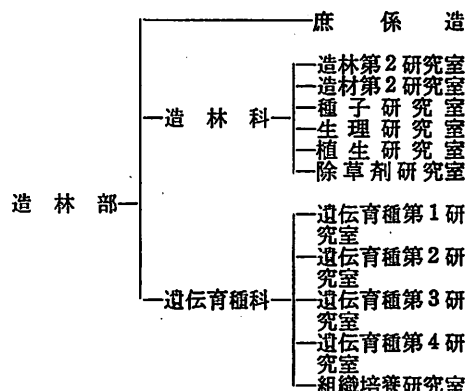
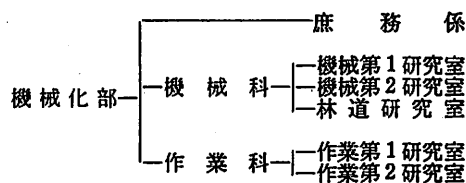
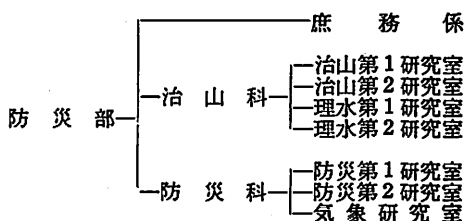
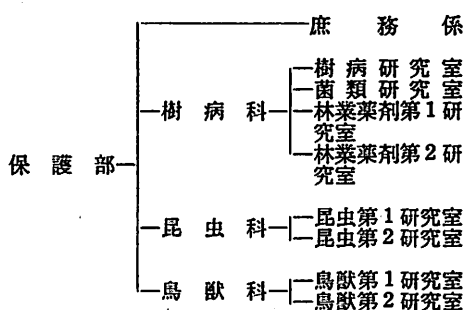
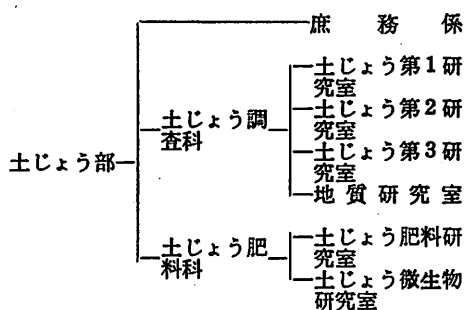
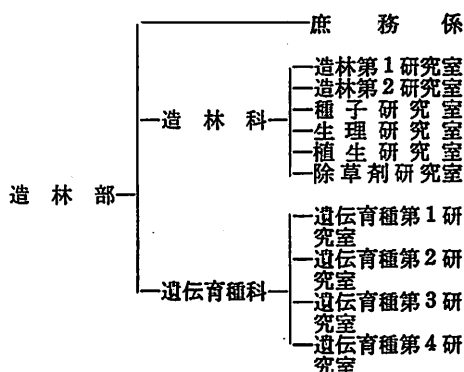
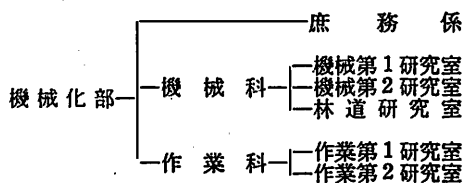
本場

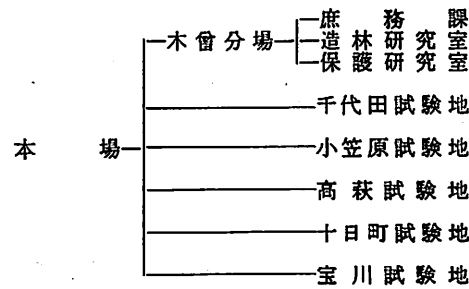
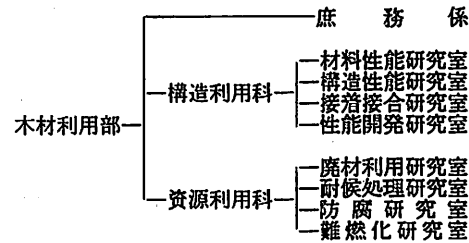
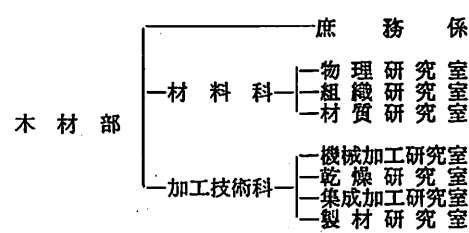
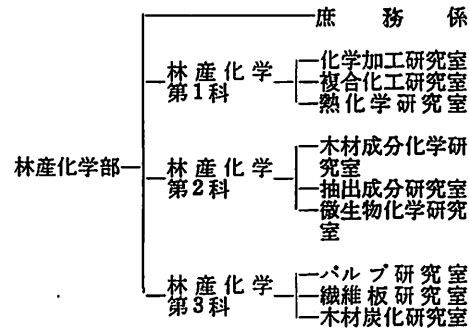
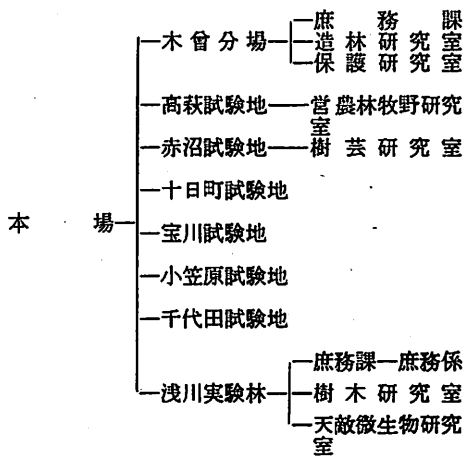
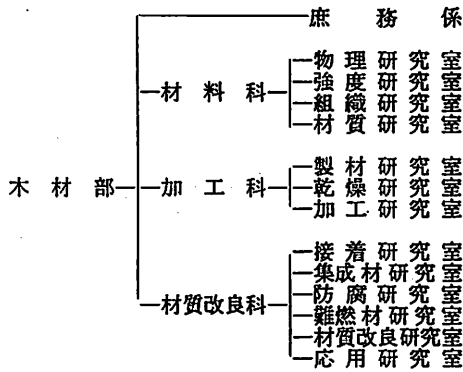
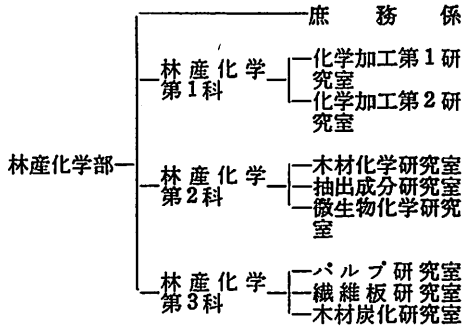
昭和 50 年 4 月



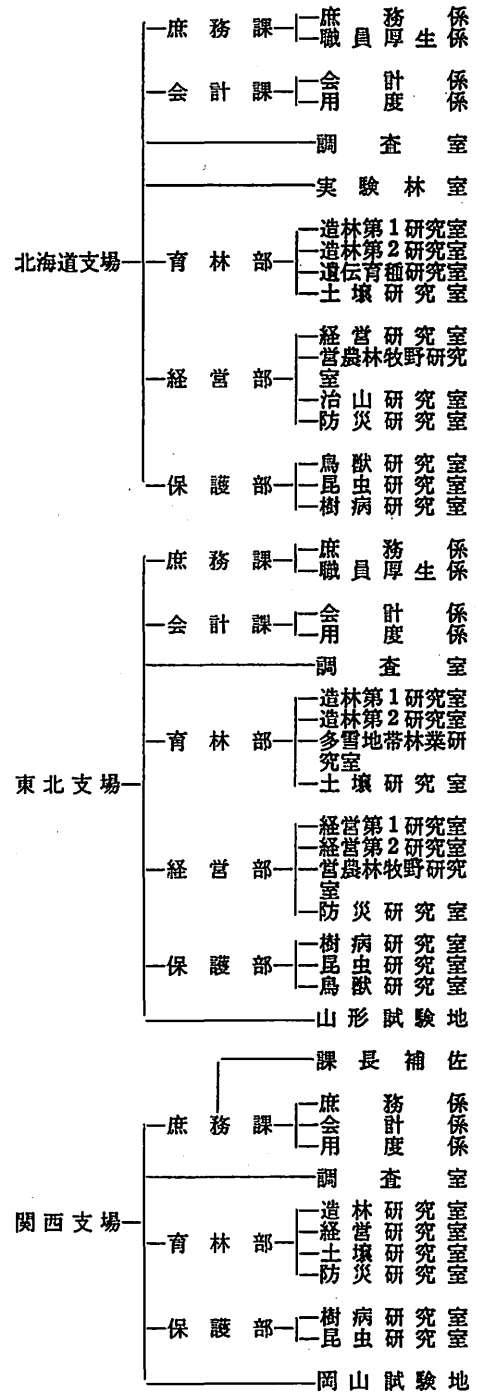
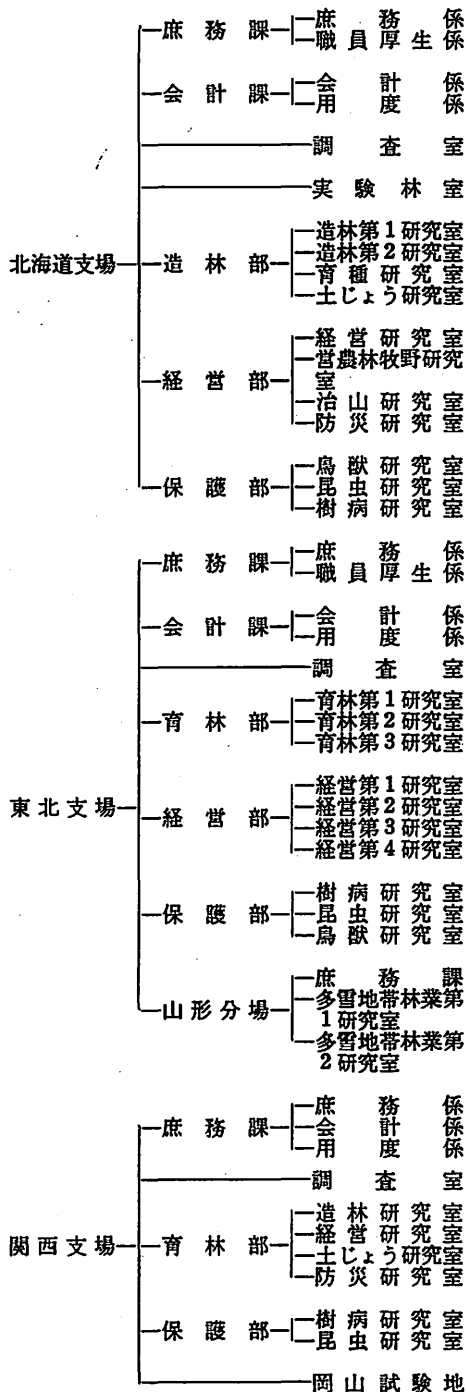
昭和 60 年 4 月

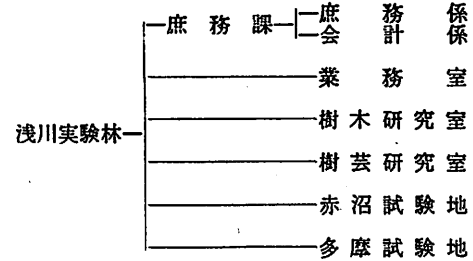
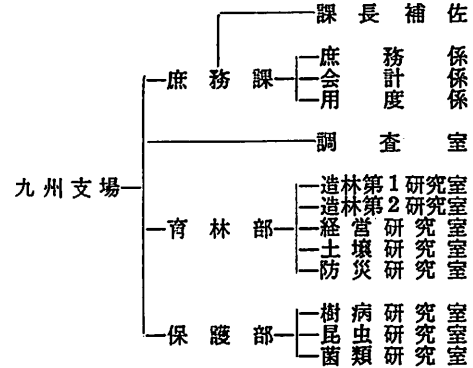
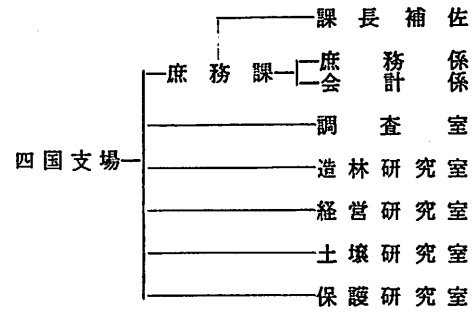
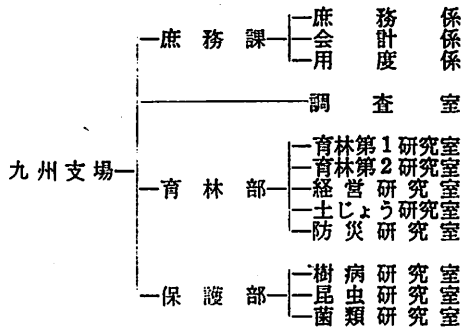
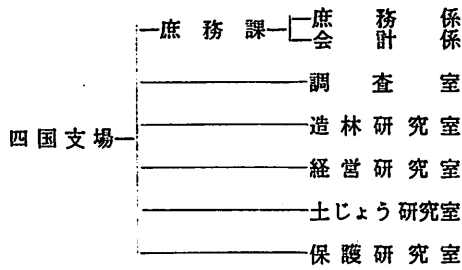






支 分 場





3. 定 員 の 推 移

(昭和51年以降)

年 度	職 種 別 内 訳					摘 要
	指 定 職	行政職(一)	研究職(二)	研 究 職	計	
51.	1	229	58	506	794	定員削減 行 ^H △ ³ _{行^H△²} 研△1 計6名
52.	1	228	57	506	792	〃 行 ^H △ ¹ _{行^H△¹} 計2名
53.	1	227	56	505	789	〃 行 ^H △ ¹ _{行^H△¹} 研△1 計3名
54.	1	227	53	505	786	〃 行 ^H △3 計3名
55.	1	225	53	504	783	〃 行 ^H △2 研△1 計3名
56.	1	222	53	505	781	〃 行 ^H △3 研+1 計2名
57.	1	219	53	505	778	〃 行 ^H △3 計3名
58.	1	218	51	506	776	〃 行 ^H △ ¹ _{行^H△²} 研+1 計2名
59.	1	215	51	509	774	〃 行 ^H ▽3 研+1 計2名
60.	1	215	49	508	773	〃 行 ^H △2 研+1 計1名

4. 歷 代 幹 部

《林業試驗場長》

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年 月)	摘 要
林業試驗場長	農林水産技官	上 村 武	昭和49. 12. 1~53. 9. 25	3. 10	
	"	松 井 光 瑞	53. 9. 25~56. 9. 21	3. 0	
	"	土 井 恭 次	56. 9. 21~60. 3. 31	3. 6	
	"	難 波 宣 士	60. 4. 1~		

《次 長》

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年 月)	摘 要
次 長	農林水産技官	山 井 良三郎	昭和57. 4. 8~59. 3. 16	1. 0	
	"	難 波 宣 士	59. 3. 16~60. 4. 1	1. 0	
	"	蜂 屋 欣 二	60. 4. 1~		

《各 部 長》

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年 月)	摘 要
總 務 部 長	農林水産事務官	山 下 勇	昭和50. 4. 1~54. 4. 1	4. 0	
	"	戸 部 千之助	54. 4. 1~56. 4. 1	2. 0	
	"	宮 下 國 弘	56. 4. 1~58. 7. 22	2. 4	
	"	伏 見 一 明	58. 8. 1~		
調 査 部 長	農林水産技官	松 井 光 瑞	49. 12. 1~53. 9. 25	3. 10	
	"	土 井 恭 次	53. 9. 25~56. 9. 21	3. 0	
	"	難 波 宣 士	56. 9. 21~59. 3. 16	2. 6	
	"	蜂 屋 欣 二	59. 3. 16~60. 4. 1	1. 0	
	"	山 口 博 昭	60. 4. 6~		
經 営 部 長	"	紙 野 伸 二	50. 5. 15~58. 4. 1	7. 11	
	"	舟 山 良 雄	58. 4. 1~		
機 械 化 部 長	"	梅 田 三樹男	44. 4. 1~51. 4. 1	7. 0	
	"	山 脇 三 平	51. 4. 1~59. 11. 16	8. 8	
	"	福 田 光 正	59. 11. 16~		
造 林 部 長	"	岩 川 盈 夫	46. 9. 16~51. 4. 1	4. 7	
	"	戸 田 良 吉	51. 4. 1~54. 4. 1	3. 0	
	"	蜂 屋 欣 二	54. 4. 1~59. 3. 16	5. 0	
	"	浅 川 澄 彦	59. 3. 16~		
土 壌 部 長	"	塘 隆 男	48. 4. 1~52. 3. 31	4. 0	
	"	河 本 弘	52. 3. 31~57. 4. 1	5. 0	
	"	吉 本 衛	57. 4. 1~59. 7. 16	2. 4	
	"	原 田 洸	59. 7. 16~		
保 護 部 長	"	伊 藤 一 雄	41. 4. 1~51. 4. 1	10. 1	
	"	小 田 久 五	51. 4. 1~56. 11. 1	5. 7	

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年 月)	摘 要
保 護 部 長	農林水産技官	山 田 房 男	昭和56. 11. 1~59. 4. 1	2. 5	
	"	山 口 博 昭	59. 4. 1~60. 4. 1	1. 0	
	"	横 田 俊 一	60. 4. 1~		
防 災 部 長	"	川 口 武 雄	35. 6. 1~50. 12. 15	15. 7	
	"	中 野 秀 章	50. 12. 15~57. 1. 1	6. 0	
	"	石 川 政 幸	57. 1. 1~		
林産化学部長	"	古 谷 剛	47. 10. 11~59. 3. 16	11. 6	
	"	石 原 達 夫	59. 3. 16~		
木 材 部 長	"	加 納 孟	49. 12. 1~53. 3. 6	3. 4	
	"	鈴 木 寧	53. 4. 6~56. 4. 1	3. 0	
木材利用部長	"	簡 本 卓 造	56. 4. 1~		
	"	加 納 孟	53. 4. 6~53. 9. 30	0. 6	
	"	山 井 良三郎	53. 10. 1~57. 4. 8	3. 6	
	"	雨 宮 昭 二	57. 4. 8~		

《支 分 場 長》

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年 月)	摘 要
北海道支場長	農林水産技官	奈 良 英 二	昭和50. 4. 1~52. 4. 15	2. 0	
	"	吉 本 衛	52. 4. 15~57. 4. 1	5. 0	
	"	原 田 洸	57. 4. 1~59. 7. 16	2. 3	
	"	遠 藤 泰 造	59. 7. 16~		
東北支場長	"	中 野 実	50. 4. 1~54. 9. 30	4. 6	
	"	山 谷 孝 一	54. 10. 1~56. 4. 1	1. 6	
	"	伊 藤 敬	56. 4. 1~59. 7. 16	3. 4	
	"	早稲田 収	59. 7. 16~		
関西支場長	"	黒 鳥 忠	47. 5. 15~51. 4. 1	4. 2	
	"	細 井 守	51. 4. 1~54. 10. 1	3. 6	
	"	山 田 房 男	54. 10. 1~56. 11. 1	2. 1	
	"	遠 藤 泰 造	56. 11. 1~59. 2. 16	2. 8	
四国支場長	"	横 田 俊 一	59. 7. 16~60. 4. 1	0. 9	
	"	小 林 富 雄	60. 4. 1~		
	"	森 下 義 郎	43. 4. 1~55. 4. 1	7. 0	
	"	伊 藤 敬	55. 4. 1~56. 4. 1	1. 0	
九州支場長	"	原 田 洸	56. 4. 1~57. 4. 1	1. 0	
	"	辻 隆	57. 4. 1~		
	"	大 西 孝 実	48. 4. 1~54. 12. 1	6. 8	
	"	上 田 俊 一	54. 12. 1~56. 11. 1	1. 11	
浅川実験林長	"	横 田 俊 一	56. 11. 1~59. 7. 16	2. 8	
	"	尾 方 信 夫	59. 7. 16~		
	"	黒 鳥 忠	53. 4. 6~54. 3. 1	0. 11	
	"	山 谷 孝 一	54. 3. 1~54. 10. 1	0. 7	
木曾分場長	"	細 井 守	54. 10. 1~57. 8. 1	2. 10	
	"	加 藤 亮 助	57. 8. 1~		
	"	滑 川 良 一	46. 4. 1~51. 3. 1	6. 11	

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年 月)	摘 要
木曾分場長	農林水産技官	横 田 英 雄	昭和51. 3. 1~52. 6. 15	1. 4	
	"	下野園 正	52. 6. 15~		
山形分場長	"	小 島 忠三郎	47. 9. 1~53. 4. 5	5. 7	53. 4. 5廃止

《管理官・監査官》

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年 月)	摘 要
管 理 官	農林水産事務官	作 宮 啓	昭和59. 4. 12~		
監 査 官	"	菅 利 雄	55. 4. 7~57. 4. 1	2. 0	
	"	具 守 重 視	57. 4. 1~58. 4. 1	1. 0	
	"	景 山 哲 誠	58. 4. 1~59. 4. 1	1. 0	
	"	富 岡 芳 雄	59. 4. 12~		

《各 課 長》

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年 月)	摘 要
人 事 課 長	農林水産事務官	平 兮 五 男	昭和47. 8. 1~57. 4. 1	9. 8	
	"	菅 利 雄	57. 4. 1~		
庶 務 課 長	"	有 働 政 廣	42. 4. 1~50. 8. 31	8. 5	
	"	小 林 政 吉	50. 9. 1~53. 4. 1	2. 7	
	"	今 井 勉	53. 4. 1~55. 9. 1	2. 5	
	農林水産技官	征 矢 隆	55. 9. 1~57. 4. 1	1. 7	
	農林水産事務官	原 口 猛	57. 4. 1~59. 2. 1	1. 10	
会 計 課 長	"	金 丸 隆 夫	59. 2. 1~		
用 度 課 長	"	後 藤 宏 安	47. 8. 1~58. 4. 1	10. 8	
	"	具 守 重 視	58. 4. 1~		
	"	宮 内 喜久二	45. 1. 16~51. 6. 1	6. 6	
	"	須野田 一	51. 6. 1~58. 8. 1	7. 2	
	"	椎 橋 勝	58. 8. 1~		
施設管理課長	農林水産技官	引 地 重 一	53. 4. 6~		

5. 歳出予算年次推移 (林業試験場運営費については農林水産業技術振興費からの移用分を含む)

年 次	予 算 項 目 区 分	予 算 額	備 考
昭和50年	林業試験場運営費	3,723,969,000 円	人件費 2,837,462,000 事業費 886,507,000
	農林本省	1,025,000	
	国立機関原子力試験研究費	5,418,000	
	国立機関公害防止等試験研究費	39,350,000	
	特別研究促進調整費	59,119,000	東北支場 給水施設増設
	農林水産業技術振興施設費	136,133,000	関西支場 共同実験室建替
	科学的財務管理調査費	0	四国支場 境界よう壁復旧工事
	特定国有財産整備費	279,766,070	四国支場 敷地崩壊復旧工事
	国有林野事業費	46,404,000	
	計	4,291,184,070	
昭和51年	林業試験場運営費	4,090,223,000	人件費 3,052,332,000 事業費 1,037,891,000
	国立機関原子力試験研究費	4,707,000	
	国立公害防止等試験研究費	55,006,000	
	特別研究促進調整費	32,957,000	関西支場 共同実験室建替
	農林水産業技術振興施設費	113,611,000	九州支場 実験林防止防火設備新設
	特定施設整備	312,219,000	四国支場 敷地崩壊復旧工事
	特定国有財産整備費	101,145,000	浅川実験林 崩壊地復旧工事
	国有林野事業費	43,811,000	
	計	4,754,679,000	
昭和52年	林業試験場運営費	4,978,749,000	人件費 3,263,776,000 事業費 1,714,973,000
	国立機関原子力試験研究費	3,913,000	
	国立公害防止等試験研究費	51,622,000	
	特別研究促進調整費	22,766,000	四国支場 共同実験室暖房設備改修棟
	農林水産業技術振興費	181,467,000	九州支場 隔離苗畑・更新環境実験室・標本館・昆虫生態実験棟・温室・隔離温室・苗畑作業舎・車庫・渡廊下新設・屋外設備・囲障工事
	特定国有財産整備費	224,975,000	
	公務員宿舍施設費	72,817,000	
	国有林野事業費	38,570,000	
	計	5,574,879,000	

年 次	予 算 項 目 区 分	予 算 額	備 考
昭和53年	林 業 試 験 場 運 営 費	5,298,037,000	〔人件費 3,435,513,000 事業費 1,862,524,000 山形試験地 苗畑調査・作業室建替 関西支場 温室新設 九州支場 共同特殊実験棟・崩壊侵蝕実験棟 新築・屋外設備・在来建物解体撤 去工事 四国支場 樹木園崩壊復旧工事
	国立機関原子力試験研究 費	12,749,000	
	国立機関公害防止等試験 研究費	46,834,000	
	農林水産業技術振興施設 費	131,988,000	
	特別研究促進調整費	18,242,000	
	国 有 林 野 事 業 費	36,660,000	
	公 務 員 宿 舎 施 設 費	32,146,000	
	公 務 員 宿 舎 建 設 費	80,036,000	
	計	5,656,692,000	
昭和54年	林 業 試 験 場 運 営 費	5,606,636,000	〔人件費 3,592,556,000 事業費 2,014,080,000 〔浅川実験林 実験林管理室新築 山形試験地 共同実験室新築 東北支場 ボイラー煙突改修
	農 林 水 産 本 省	678,000	
	国立機関原子力試験研究 費	12,838,000	
	国立公害防止等試験研究 費	58,437,000	
	特別研究促進調整費	19,862,000	
	農林水産業技術振興施設 費	65,119,000	
	農 蚕 園 芸 振 興 費	768,000	
	林 野 庁	1,430,000	
	国 有 林 野 事 業 費	37,821,000	
昭和55年	公 務 員 宿 舎 施 設 費	48,089,000	〔十日町試験地 観測露場整備 浅川実験林 桜展示林整備
	計	5,850,678,000	
	林 業 試 験 場 運 営 費	5,755,984,000	
	林 野 庁	1,468,000	
	国立機関原子力試験研究 費	14,609,000	
	国立機関公害防止等試験 研究費	53,135,000	
	農林水産技術振興調整費	17,803,000	
	特別研究促進調整費	5,792,000	
	農 蚕 園 芸 振 興 費	768,000	
	国 有 林 野 事 業 費	38,237,000	
	治 山 事 業 費	9,210,000	
	公 務 員 宿 舎 施 設 費	2,148,000	
	計	5,899,154,000	

年 次	予 算 項 目 区 分	予 算 額	備 考
昭和56年	林業試験場運営費	5,748,529,000 ^円	{人件費 3,913,740,000 事業費 1,834,789,000
	国立機関原子力試験研究費	13,300,000	
	国立機関公害防止等試験研究費	72,763,000	{東北支場 雪害特殊実験棟新築 多摩試験地 鳥獣観測施設新設
	科学技術振興調整費	8,042,000	
	農蚕園芸振興費	768,000	
	農林水産業技術振興施設費	67,183,000	
	林 野 庁	1,468,000	
	国有林野事業費	36,400,000	
	治山事業費	9,800,000	
	計	5,958,253,000	
昭和57年	林業試験場運営費	5,866,444,000	{人件費 3,969,726,000 事業費 1,896,718,000
	国立機関原子力試験研究費	17,403,000	
	科学技術振興調整費	17,507,000	{関西支場 鳥獣実験室新築 北海道支場 下水道改修 四国支場 低温室改修
	国立機関公害防止等試験研究費	62,485,000	
	農蚕園芸振興費	10,500,000	
	農林水産技術振興施設費	43,309,000	
	農林水産本省	1,845,000	
	林 野 庁	0	
	公務員宿舍施設費	495,000	
	国有林野事業費	29,450,000	
	治山事業費	12,380,000	
	計	6,061,818,000	
昭和58年	林業試験場運営費	6,045,134,000	{人件費 4,053,360,000 事業費 1,991,774,000
	国立機関原子力試験研究費	15,011,000	
	科学技術振興調整費	17,149,000	{東北支場 森林防疫実験棟 宝川試験地 排水試験ダム改修
	国立機関公害防止等試験研究費	59,797,000	
	農林水産業技術振興施設費	45,593,000	
	農林水産本省	324,000	
	農蚕園芸振興費	13,205,000	
	林 野 庁	1,234,000	
	特定地域農業開発事業費	500,000	
	国有林野事業費	25,800,000	
	治山事業費	13,610,000	
	計	6,237,357,000	

年 次	予 算 項 目 区 分	予 算 額	備 考
昭和59年	林 業 試 験 場 運 営 費	6,234,080,000	{ 人件費 4,212,924,000 事業費 2,021,156,000
	国立機関原子力試験研究費	10,838,000	
	科学技術振興調整費	24,094,000	{ 関西支場 治山実験室 九州支場 環境計測室 東北支場 ボイラー及び配管改修
	国立機関公害防止等試験研究費	42,753,000	
	農林水産業技術振興施設費	72,825,000	
	農 蚕 園 芸 振 興 費	13,205,000	
	農 林 水 産 本 省	1,449,000	
	林 野 庁	1,210,000	
	土 地 改 良 事 業 費	100,000	
	国 有 林 野 事 業 費	26,000,000	
	治 山 事 業 費	12,810,000	
	計	6,439,364,000	

6. 特許・実用新案

林業試験場の研究成果で特許，実用新案など所有若しくは，出願中のものは次のとおりである。

(60. 4 現在)

特 許

1. 一工程気相処理による木質材料のホルマール化方法
特許番号 第 684762 号 (昭和 48 年) 考案者 古谷 剛 (林産化学部)
2. つる性植物の枯殺方法
特許番号 第 696132 号 (昭和 48 年) 考案者 真部 辰夫 (造林部)
3. ポリビニールアルコール (オリゴマー) による木質材料の寸法安定化
特許番号 第 775881 号 (昭和 50 年) 考案者 古谷 剛 (林産化学部)
4. 放射線によるプラスチック充てん木材の製造方法
特許番号 第 998023 号 (昭和 55 年) 考案者 村山敏博, 古谷 剛 (林産化学部)
5. 木質セメント板の製造方法
特許番号 第 922596 号 (昭和 53 年) 考案者 岩下 睦 (林産化学部)
6. 土層の透水測定方法
特許番号 第 967780 号 (昭和 54 年) 考案者 河野 良治 (防災部)
7. 無機質複合木毛ポート製造法
特許番号 第 1067515 号 (昭和 56 年) 考案者 村山 敏博 (林産化学部)
8. 木質系水銀イオン吸着体の製造法
特許番号 第 1054317 号 (昭和 56 年) 考案者 平林 靖彦, 村山 敏博 (林産化学部)
9. 水位計付量水槽用連通管上下式自動排水装置
特許番号 第 1121355 号 (昭和 57 年) 考案者 荒木 真之 (防災部)
10. 水位計付量水槽用サイフォン管上下式自動排水装置
特許番号 第 1236405 号 (昭和 59 年) 考案者 荒木 真之 (防災部)
11. 松くい虫誘引剤
特許番号 第 1171729 号 (昭和 58 年) 考案者 池田 俊弥, 山根 明臣, 遠田 暢男, (保護部), 宮崎 信, 尾田 勝夫 (林産化学部)
12. 天然繊維素体系複合流体燃料及びその製法
特許番号 第 1217568 号 (昭和 59 年) 考案者 村山 敏博 (林産化学部)
13. 水位自動制御装置
特許出願中 考案者 荒木 真之 (防災部)
14. 簡易圧縮集成ブロック接着加工法
特許出願中 考案者 森屋 和美 (木材部)
15. 木材の処理方法

- 特許出願中 考案者 杉浦 銀治 (林産化学部)
16. 幅はぎ板コンポーザ
特許出願中 考案者 千葉 保人 (木材利用部)
17. 寄主植物の生育と菌根菌の増殖及びそれらの子実体発生を促す方法
特許出願中 考案者 小川 真, 山家 義人 (土壌部), 宮崎 信, 杉浦 銀治, 雲林院源治 (林産化学部)
18. 広葉樹の蒸煮による粗飼料
特許出願中 考案者 志水 一允, 長沢 定男, 石原光朗 (林産化学部), 須藤 賢一 (木材利用部), 針生 程吉, 寺田 文典 (畜試)
19. 偏平半球による斜面積雪グライド抑制方法
特許出願中 考案者 佐伯 正夫 (防災部)
20. 浮鉢式自動澆水装置
特許出願中 考案者 吉本 衛 (土壌部)
21. 炭肥料による内生菌根又は内生菌根と根粒を形成する植物の育成並びにそれら菌根の増殖方法
特許出願中 考案者 杉浦 銀治 (林産化学部), 小川 真, 山家 義人 (土壌部)
22. 速成堆肥の製造法
特許出願中 考案者 桜井 孝一 (木材利用部), 谷田貝光克 (林産化学部)
23. 植物精油採取装置
特許出願中 考案者 尾田 勝夫, 林 良興, 田中 治郎, 谷田貝光克 (林産化学部)
24. 簡易型植物精油採取装置
特許出願中 考案者 谷田貝光克, 林 良興, 尾田 勝夫, 田中 治郎 (林産化学部)
25. 木質系資源からの粗飼料化法
特許出願中 考案者 須藤 賢一 (木材利用部), 志水 一允, 長沢 定男, 石井 忠 (林産化学部)
26. ゼンテイト化された本質材料による水銀イオン吸着体の製造法
アメリカ国 特許番号 1981—4258136 (昭和 56 年) 考案者 平井 靖彦, 村山 敏博 (林産化学部)
27. 天然繊維素体系流体燃料及びその製法
カナダ国 特許番号 1175653 (昭和 59 年) 考案者 村山 敏博 (林産化学部)
28. 天然繊維素体系流体燃料及びその製法
ソ連国 特許出願中 考案者 村山 敏博 (林産化学部)

実 用 新 案

1. 動力枝打ち機
実用新案番号 第 1172918 号 (昭和 52 年) 考案者 平松 修 (機械化部)
2. あて木ブロック
実用新案番号 第 1189448 号 (昭和 52 年) 考案者 小沼 順一 (機械化部)

3. 全油圧駆動式バックホウによる植穴掘り及び刈り払い装置
実用新案番号 第 1412946 号 (昭和 57 年) 考案者 三村 和男 (機械化部)
4. 携帯用小型エンジンの消音装置
実用新案番号 第 1247174 号 (昭和 53 年) 考案者 鈴木皓史 (機械化部)
5. 蘚苔植物を検体とした大気汚染測定器
実用新案番号 第 1333187 号 (昭和 55 年) 考案者 埴田 宏 (浅川実験林)
6. ロータリーチェンソー
実用新案番号 第 1308400 号 (昭和 54 年) 考案者 山脇 三平, 平松 修, 鈴木 皓史 (機械化部)
7. 間伐施業に用いる搬出集材装置
実用新案番号 第 1301345 号 (昭和 54 年) 考案者 兵頭 正寛 (機械化部)
8. 流量測定装置における自動排水装置
実用新案番号 第 1421634 号 (昭和 57 年) 考案者 近嵐 弘栄 (防災部)
9. 自動測高器
実用新案出願中 考案者 森田 米一 (九州支場)

昭和60年 8月15日 印刷
昭和60年 9月1日 発行

林業試験場 80年のあゆみ

編 集 農林水産省林業試験場
発 行 茨城県稲敷郡笠崎町松の里1
〒305 電 話 0298-73-3211

印 刷 創文印刷工業株式会社
東京都荒川区西尾久7-12-16

林業試験場八十年のあゆみ VII 付図・付表

ページ	欄	誤	正
276 277	名称 昭和50年4月 調査部	多摩試験地 —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課—	浅川実験林多摩試験地 —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科— —調査広報課— —企画科— —資料科—
278	経営部 経営第2科 昭和60年4月 経営部 経営第2科 昭和60年4月 造林部 造林科 職種別内訳 55年度 摘要 59年度 研究職 摘要	航空研究室 混井牧林研究室 造林第2研究室 造林第2研究室 研究職(=) 行(=)△2 509 行(=)▽3	航測研究室 混牧林研究室 造林第1研究室 造林第2研究室 行政職(=) 行(=)△2 507 行(=)△3
282	次長 山井良三郎 在職期間 総務部長 氏名 調査部長 難波宣士 在職期間 山口博昭 在職年月日 機械化部長 山脇三平 在職年月日 保護部長 伊藤一夫 在職期間	1. 0 戸部千之助 2. 6 60. 4. 6~ 57. 4. 1~59. 11. 16 10. 1	2. 0 戸部千之祐 2. 7 60. 4. 1~ 51. 4. 1~59. 11. 16 10. 0

ページ	欄	誤	正
284	木材部長 加 納 孟 在職年月日 木材利用部長 摘要 北海道支場長 原 田 洸 在職期間 関西支場長 黒 鳥 忠 在職期間 遠 藤 泰 造 在職年月日 四国支場長 森 下 義 郎 在職年月日 浅川実験林長 追加 黒 鳥 忠 在職年月日 在職期間 摘要 木曾分場長 滑 川 良 一 在職期間	49.12. 1~53. 3. 6 2. 3 4. 2 56.11. 1~59. 2.16 43. 4. 1~55. 4. 1 53. 4. 6~54. 3. 1 0.11 6.11	49.12. 1~53. 4. 6 53. 4. 6 農令第22号 2. 4 3.11 56.11. 1~59. 7.16 48. 4. 1~55. 4. 1 植村 誠次 47. 4. 1~51. 4.1 4.0 51. 4. 1~54. 3. 1 2.11 53. 4. 6 農林省告示第430号 4.11
285	監査官 氏名 富 岡 芳 男 在職年月日 職名	具 守 重 視 富 岡 芳 雄 59. 4.12~ 会計課長 用度課長	貝 守 重 視 富 岡 芳 男 59. 4. 1~ 会計課長 用度課長
下から 7行目 下から 6行目 下から 3行目	会計課長 氏名 用度課長 須 野 田 一 在職期間 施設管理課長 昭和50年 予算項目区分 予算額 特定国有財産整 備費 計	具 守 重 視 51. 6. 1~59. 8. 1 施設管理課長 農林水産業技術振施設費 279,766,070 4,291,184,070	貝 守 重 視 51. 6. 1~58. 8. 1 施設管理課長 農林水産業技術振興施設費 279,766,000 4,291,184,000
286			

ページ	欄	誤	正
286	昭和51年 予算項目区分 予算額 計 備考 昭和52年 予算項目区分 備考	農林水産業技術振施設費 特定施設整備 4,754,679,000 九州支場 実験林防止防火設備新設 農林水産業技術振興費 四国支場 共同実験室暖房設備改修棟	農林水産業技術振興施設費 特定施設整備費 4,753,679,000 九州支場 実験林防火設備新設 農林水産業技術振興施設費 四国支場 共同実験室暖房設備改修
287	昭和55年 予算項目区分	農林水産技術振興調整費	農林水産業技術振興施設費
288	昭和57年 予算項目区分 昭和58年 備考	農林水産技術振興施設費 東北支場 森林防疫実験棟	農林水産業技術振興施設費 東北支場 森林防疫実験棟新設
289	昭和59年 備考	関西支場 治山実験室 九州支場 環境計測室	関西支場 治山実験室新設 九州支場 環境計測室新設
290	特許4. 特許名	放射線によるプラスチック充てん木材 の製造方法	放射線によるプラスチック充填木材の 製造方法
291	特許26. 考案者名 実用新案1.	平 井 靖 彦 実用新案番号	平 林 靖 彦 実用新案番号