

林業試験場七十年のあゆみ

昭和40年～昭和50年

昭和50年11月

農林省林業試験場

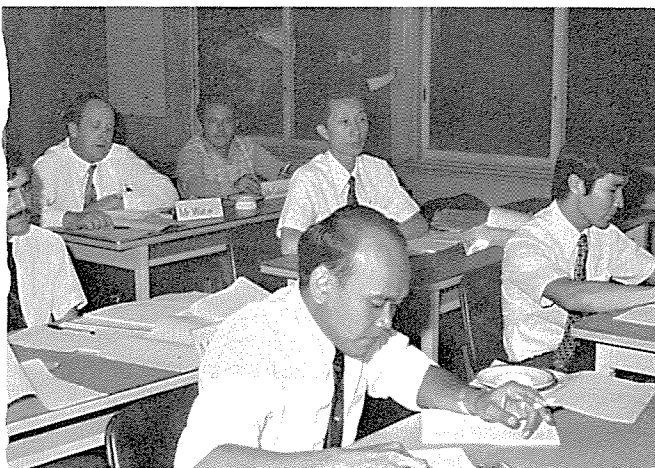


→
米国，山林局会議室で開かれた
第4回森林専門合同部会で，日本
側から前竹原場長ほか2名が出席
された

天然資源の開発利用に関する日
米会議—森林専門合同部会は昭和
44年8月，東京開催を第1回とし
て1年半ごとに，東京，ワシント
ンで交互に開かれ，50年10月に
第5回会議が東京で開かれた

海外研修室における講義

コロンボプラン等における海外
研修員の受入事業は昭和36年林業
・林産研究コースが開設されて以
来極東，東南アジア，中近東，中
南米，アフリカなど25か国から
191名を受け入れ，この国際協力
に対し，昭和49年3月外務大臣よ
りその功績が表彰された ↓



↑
戦後初めて来日された中国林業視
察団で，昭和47年9月24日から3週
間，日本林業技術の現状について視
察ならびに情報交換がなされ，当场
には10月13日，一行13名が来場
された

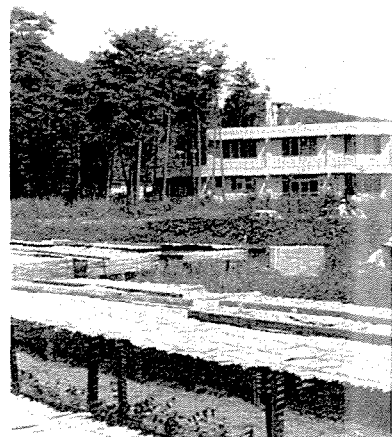
昭和47年10月に，東京において
開催された国際林業研究機関連合
(IUFRO) 宣伝部会の現地協議会

この会議は現地旅行を含め20日間
世界19か国，70名の専門研究者が
集まり，当场が主体となって運営さ
れた第1回の国際会議となった

←

都市化された林業試験場周辺（50.6.撮）

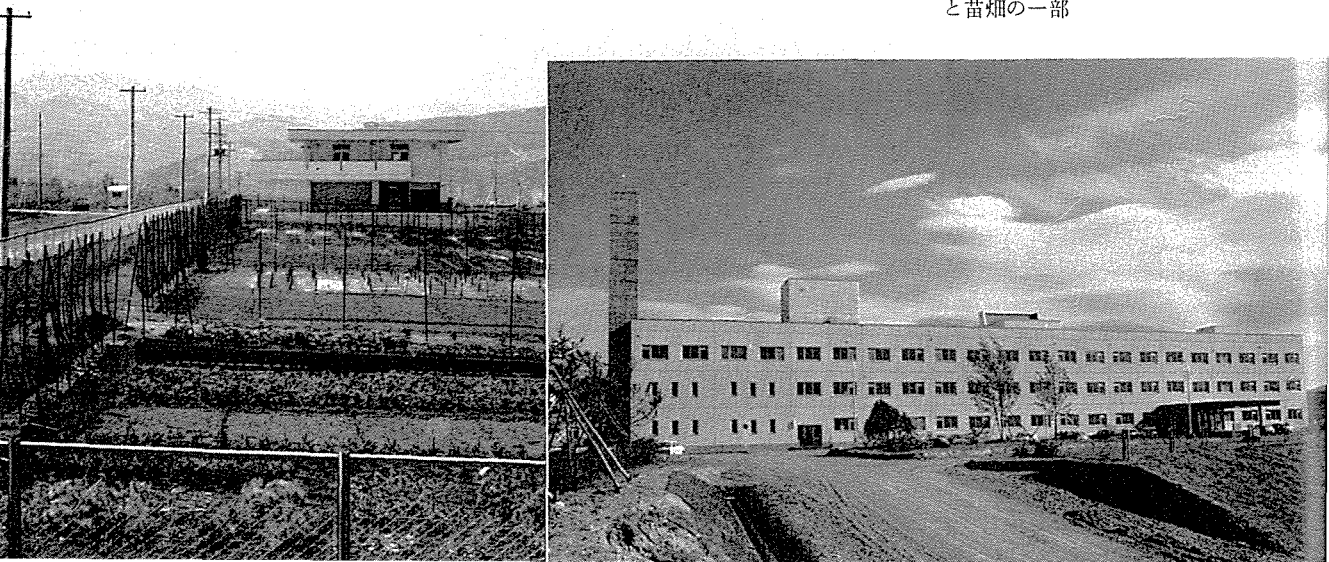
右寄り下にみえる屋根の部分が林業試験場本館
中央の遠望の高層ビルは貿易センター(浜松町駅)左はし
は新宿副都心地域の三井、京王、住友などの高層ビル、
右はしは目黒駅周辺のビル群 ↓



昭和49年度に完成された苗畑

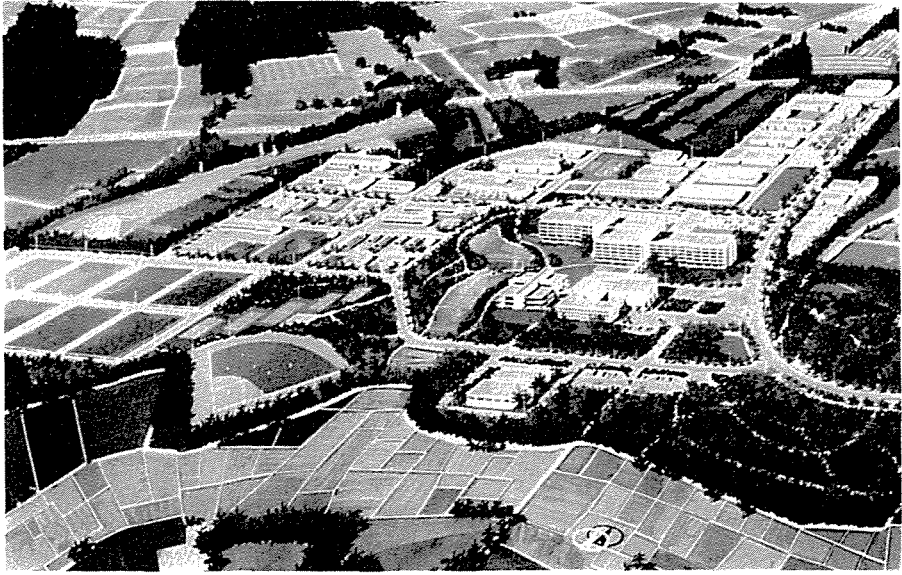


北海道支庁庁舎（昭和49年竣工）
と苗畑の一部





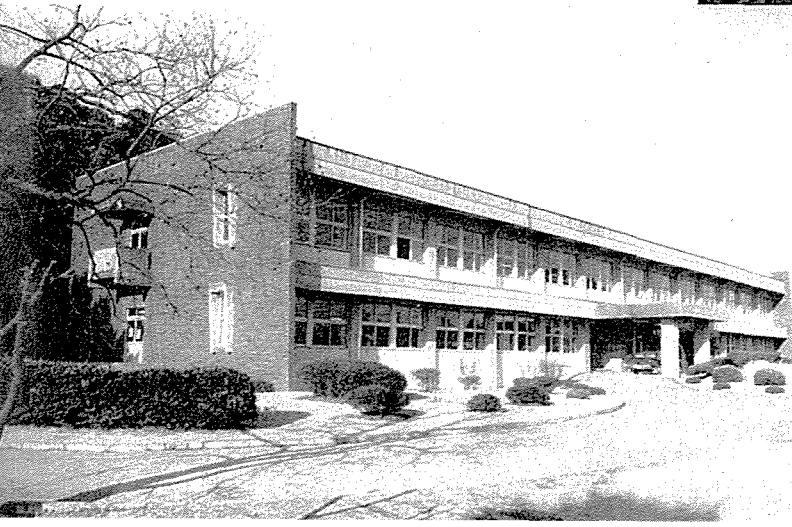
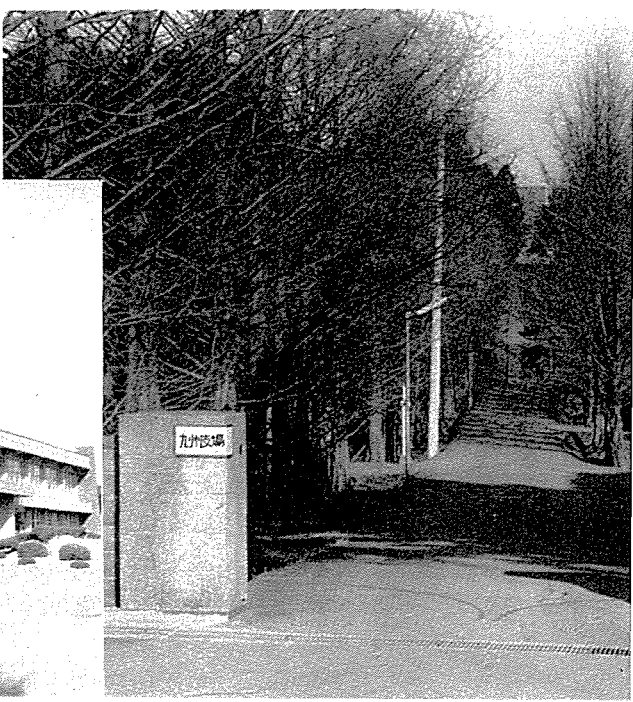
里室(千代田村) ↑



↑ 昭和52年度末概成が予定されている管理棟・研究棟などの施設が計画されている林業試験場建設予定のふかん図



九州支場庁舎(昭和43年竣工)と正門のメタセコイアの並木(昭和33年植栽)



前誌(60年のあゆみ)以降における場長



場長 上村 武



前場長 竹原秀雄



都心ではすでに珍しい木造庁舎となった林業試験場本館(上)
林業試験場が刊行している研究報告などの刊行物(下)

“林業試験場 70 年のあゆみ”によせて

林業試験場は、創立されて以来今年で 70 年のよわいを重ねることとなった。人間でいえば古希にあたるが、おもえば長い年月を重ねてきたものである。しかも、これはあくまでも林業試験所の官制が公布された年からかぞえてのことであって、いわば名前がついてから 70 年たったのであり、その前身の西ヶ原樹木試験場は 1878 年に設立されているのだから、97 年という見方もできよう。これはすくなくとも農林省関係の国立試験場研究機関のなかではもっとも古い歴史を誇れることを意味している。もちろん研究機関の歴史は古いばかりが能ではない。生育に長期間を要する樹木や森林を対象にした仕事のうえでは、70 年はむしろ短きにすぎよう。創立のときに植えられた苗木が、そろそろきり倒してもいい木に成長したかどうかという程度でしかない。1 年生の作物ならば 70 世代も経ていようというときにである。しかし、それにもかかわらず林業試験場はこの 70 年間で林業の試験研究に打込んできた。そして多くの曲折を経ながらも幾多の輝やかな成果をうみ出してきている。10 年前までのその内容は 60 周年を記念して出版された「林業試験場 60 年のあゆみ」に詳細にのべられているので、本書ではふれられていない。

目黒の森で林業試験場の 60 周年記念式典が盛大にあげられたのは、つい昨日のこのような気がするが、それから早くも 10 年の歳月が流れている。その間林業試験場が大いに活躍してきたことは、林試研究報告がこの 10 年間で 105 冊出版され、391 編の論文が発表されている一事をみてもわかるであろう。林業試験場開設以来 10 年前までの研究報告は 171 冊(集報を含めて 235 冊)であり、戦前を除いては 132 冊(141 冊)であることを考えるとこれはかなりの活動である。なお、この 10 年間に、鑑定・分析試験を実施して成績書を発行したものは 1,112 件、調査等を受託した件数は 2,498 件に達していて、研究報告等によらないで社会に還元している成果の量の一端を示している。受託研究は 51 件に止まっているが、これは調査・鑑定などにくらべて内容が一段と複雑であり、また受入れに制限因子がともなうからである。研究者の交流も活発で、やはりこの 10 年間に受入れた受託研修者数は 848 名に達しているし、昭和 36 年度から新しく発足したコロポ計画による海外からの研修生の受入れは 187 名に達し、海外親善や発展途上国援助の大きい柱となっている。これにくらべて、當場員の海外留学は 10 年間に 27 名に過ぎず、海外への調査、会議出席等の海外出張は 95 名にとどまっている。これは海外旅費の面で厳しい制約があるからで、研究面での林業試験場の国際的協力のうえで、いささか欠けるところのあるのは、まことに残念であり、今後改善すべきことの一つであろう。ついでに、この 10 年間、あらたまった形での本場への来場者数は年間約 2,000 名に達するが、個別

の、あるいは各研究室等への直接訪問者を入れれば、この数倍には達するものとおもわれる。また外人の来場者は 233 件、559 名であった。

このような活動を裏づけるように、林業試験場の組織もより充実してきた。このかんに本場総務部、北海道支場、東北支場にそれぞれ 1 課が新設され、関西支場と九州支場に研究 2 部制がしかれたほか、全体として 15 室、9 係が新設された。これは宮崎分場および訓路、野幌試験地を廃止し、岡山分場を試験地に切換えてのうえではあるが、一連の組織整備は林業試験場をより機能的に活動できるものとしている。しかしその反面、林業試験場も、公務員の総定員法にもとづく定員削減の波を避けることはできず、昭和 41 年度の 830 人の定員は昭和 50 年度には 800 名に減ってしまっている。また昭和 49 年度の予算は昭和 40 年度予算の 3,4 倍になってはいるが、その間の経済成長にくらべれば必ずしも満足すべきものではなく、人件費比率は 64.4%から 72.1%に増大しており、昭和 50 年度決算ではさらに大きくなる見込である。このような状況のもとでなお多くの成果をあげてきたのは、ひとえに場員の熱情と機能的な活動によってであったことをここに銘記しておきたい。

この 10 年間の世情のうつりかわりはまことに激しいものであった。昭和 40 年の不況のあとを受けてわが国の経済は息の長い好況時代をつづけた。昭和 43 年には GNP は世界第 2 位とされ、一次産業の影は薄くなり二次産業のひとり舞台がつづいてきたわけである。工業化が日本の津々浦々にまでゆきわたりはじめると、その大きい副作用としての公害問題が都市周辺に生じはじめ、昭和 44 年には一時的に公害疎開をする学校があらわれ、昭和 47 年には光化学スモッグの被害が新聞紙上を賑わした。水俣病をはじめとする公害訴訟が次々と企業側を敗訴に追込んでいったのも同じ時期である。公害問題が全国的広がりをもよおすのと反比例して、無制限な開発に対する批判と反省が高まり、それとともに緑化に対する関心が大きくなってきた。昭和 48 年の 10 月になって突然全世界を覆った石油ショックは、国産資源の少いままに高度成長をつづけていたわが国の経済を大混乱におとし入れ、その影響はなお今日に引きつづいているが、資源問題に対する再認識は一段と深まってきている。

このような世情の動きは林業にも無縁ではあり得なかった。肥大してゆく経済活動のなかで増大する木材需要に、限られた林地からの木材生産は追いつくことが出来ず、しかも正常な林業活動さえややもすると批判の対象になりがちな伐採規制の与論の動きもあって昭和 49 年度の国産材供給量は 10 年前の 78% にまで低下した。これにはもちろん、強力な人工造林の推進にもかかわらずいまだに幼齢林の多い林分構造や、賃金上昇や労働力の流出等による伐出コストの増大も大きい原因になっているのだが、とにかく昭和 40 年には 28.6%にとどまっていた輸入材率は昭和 49 年には実に 64.6%にまで達している。このように増大した外材需要量と木材資源保有国の厳しい対応姿勢とから、外材は今後これまでのように容易には入手できなくなるとみられており、林業自体の国際化の機運も高まってきている。国産材の生産原価の高騰をお

さえるための省力化、いっぽう機械化や薬剤散布の悪影響とも隣合せており、森林の効用は木材供給以外の多方面にわたることが認識されて多目的の林業がとなえられ、都市林に対する論議も盛んである。あれもこれもこの10年の世情の動きにつれてである。

林業試験場のおこなってきたこの10年間の試験研究の成果にも、この林業事情の推移は反映している。機械化、薬剤防除、環境汚染、未利用材、林地保全等々本書の内容に盛られた研究動向や業績の記載のいたるところにそれはにじみ出ている筈である。もとより試験研究は世の移り変りにふり回されるべきものではないが、しっかりした基盤研究のうえに立っていてこそ、この対応が出来たのだと解していただきたい。本書は「林業試験場60年のあゆみ」以後のこの10年間の林業試験場の試験研究の動向、経過や業績を主体とした林業試験場の活動のあゆみを取りまとめたものである。内容に目を通していただいてこの動きに遠慮のないご批判をいただき、そしてそれをまたわれわれの明日の糧としてゆくことを切に期待したい。

林業試験場本場はいま筑波研究学園都市への移転が決定しており、建設も進行中である。年を経ずしてわれわれは永年住みなれた目黒の地をあとにして新しいキャンパスへと移り住まねばならない。戦後の復興建築で現在ではバラックに近い散在した庁舎で仕事をつづけてきた林業試験場は、新しい近代的設備を装備した新庁舎でさらに仕事を発展させることになる。多少の心残りはあっても、多少の地理的不便さはあっても、これは一つの大きい転機である。北海道支場は新庁舎に既に移転を完了しているし、その他の支場も移転こそ計画されてはいないが遂次設備を更新されてゆく予定である。林業試験場は過去70年の歴史をふまえて新しい前進を始めるであろう。どうか、末長く林業試験場を見守っていただき、ご指導とご教示を賜りたい。この書がその発展の一里塚となってほしいとおもいつつ発刊の言葉とする次第である。

昭和50年11月1日

農林省林業試験場長

農学博士 上 村 武

目 次

目 次

グ ラ ビ ヤ.....	Plate 1~4
林業試験場70年のあゆみによせて	1
I. 林業試験場60~70年の沿革	9
1. 試験研究の背景とねらい	11
2. 年 表	15
II. 専門別試験研究の動向	21
1. 林業経営経済に関する研究	21
2. 森林資源調査に関する研究	27
3. 森林施業に関する研究	33
4. 混牧林施業に関する研究	38
5. 育苗・育林技術に関する研究	41
6. 遺伝育種に関する研究	48
7. 林業機械に関する研究	64
8. 林業作業に関する研究	70
9. 林道に関する研究	74
10. 森林病害に関する研究	78
11. 森林害虫に関する研究	84
12. 鳥獣に関する研究	89
13. 治山に関する研究	94
14. 森林の災害・森林気象に関する研究	103
15. 森林土壌に関する研究	107
16. 林木の栄養、土壌肥料に関する研究	112
17. 森林土壌微生物に関する研究	115
18. 木材の化学的利用に関する研究	118
19. 木材材料に関する研究	124
20. 木材加工技術に関する研究	127
21. 材質改良に関する研究	131

Ⅲ. 主な試験研究の経過とその業績	139
1. 森林の寒害防止に関する研究	139
2. 大気汚染の林木の生育に及ぼす影響に関する研究	146
3. 林地土壌の生産力に関する研究	153
4. 材質育種に関する研究	157
5. 施設農業における光質利用の技術化に関する総合研究	160
6. 害虫の総合的防除に関する研究	164
7. カラマツ材の利用技術に関する研究	170
8. 南洋材の利用開発に関する研究	174
9. マツ類材線虫の防除に関する研究	179
10. 木質材料を主原料とした複合材料に関する研究	183
11. 畜産利用が林地保全に及ぼす影響に関する研究	191
12. 亜高山帯および上部ブナ帯の更新に関する研究	195
Ⅳ. 各支場の地域林業に対応した試験研究	203
1. 北海道支場	203
2. 東北支場	210
3. 関西支場	213
4. 四国支場	216
5. 九州支場	219
Ⅴ. 本・支場の移転と整備	227
1. 筑波学園都市建設をめぐって	227
2. 支場の移転と整備（北海道・東北・九州支場）	232
Ⅵ. 付 図・付 表	239
1. 本支分場・試験地位置図	240
2. 組織機構	242
3. 定員の推移	247
4. 歴代幹部	248
5. 歳出予算年次推移	251
6. 特許・実用新案・意匠	254

I. 林業試験場の沿革

I. 林業試験場の沿革

1. 試験研究の背景とねらい

この10年間は、大きな変動の時期であったといえる。戦後の混乱期を脱して、経済成長が著しく進展し、その頂点に達すると同時に、そのひずみが顕在化し、あわせて石油ショックに端を発した不況により、安定的低成長時代へと移行を始めた時期にあたる。そのため研究の背景も大きく変動し、研究の動向に大きな影響を与えた10年であった。

工業化を基幹とした急激な経済成長に一次産業としての林業が遅れをとらないよう、林業基本法(昭和39年法律第161号)に基づき各種の施策が実行にうつされたが、産業界の発展が著しいため、これに農林業が追いつくためには、大量生産方式による生産性の向上が必要であった。大面積一斉造林、伐採搬出作業の機械化、除草、病虫害防除のための薬剤使用、肥料の林地への導入などが必要となり、林業研究も、増産と同時に生産性の向上に重点がおかれた。このころに総合研究として重点的にとりあげられた研究課題として、合理的短期育成技術、林地生産力に関する研究、カラマツ造林地の実態調査、寒害防止に関する研究、豪雪地帯における造林技術に関する研究などは、その特徴的なものといえよう。

戦後における林力増強は、有用針葉樹を新植して行くいわゆる拡大造林を中心とする必要があり、そのにない手として小面積山林所有者の役割が大きかった。合理的短期育成技術は、このような背景のもとに組立てられた研究であり、その実験の場として各地の国有林が利用された。拡大造林の進展は、逐次経験の少ない地域への新植が増加して行った。戦争直後開始された林野土壌調査の知識と統計手法の進歩は、既往造林地の成績と自然環境との相関性を解析することによって、未経験の地域における造林木の成長予測を試みるまでに発展し、林地生産力の研究が大きな成果をあげた。

カラマツは、燐酸肥料の施用技術の開発により育苗が容易となり、種子の貯蔵法も確立されたが、土地条件をあまり選ばず、寒冷地においても成長良好で、とくに幼時の成長が旺盛なため、拡大造林樹種として広く活用され、その人工造林面積は急激に増大した。そのために、極端な不成績造林地も各所にみられるようになり、将来の拡大造林に対する懸念から、その原因を明らかにする必要が生じた。原因究明にあたっては、樹木生理学、病理学、昆虫学、気象条件、土壌条件、林分構造等各分野にわたる知識を必要とするため、各分野の専門家による総合調査が計画実施された。いままで、林業試験は、専門化、細分化が進展してきたが、林地における新しい現象の解明や、これにともなう社会の要請に答えるためには、一専門分野のみに頼

ることは不能になりつつあり、各専門分野にわたる総合的判断が必要となって来つつあった。カラマツ造林地の実態調査は、まさにその実例であって、いわゆるプロジェクトリーダー制による研究が試みられ、成果をあげたと同時に、プロジェクトリーダー制による研究体制の発展への試金石としての役割が大きかった。現在では、プロジェクト制による研究は一般化し、すでに国際化するに至っているが、専門を異にする研究者間の協力にはいまだ解決を要する問題が残されている。

カラマツ造林地の実態調査により、今までほとんど未知であったカラマツの特性について多くの知見が得られ、その発展として、カラマツの多くの病害に関する一連の研究、およびカラマツ材の材質に関する研究へと発展した。

拡大造林の進展にともない、気象害も多発するようになった。寒害、雪害も重要な研究課題となり、その実態に関する調査研究が進み、被害発生各種メカニズムについての知見が多く得られるとともに、その対策として樹木または林分としてこの耐性強化に主眼をおいた保育技術の開発が進展したのも、この10年間の特徴と考えられる。

この間、すでに体制の整備が進んでいた、育種事業、林業薬剤研究、除草剤研究、林業機械化研究等は人工造林による林力増強のための技術開発には大きな役割を果たしていた。

人工造林の推進は、森林資源を充実して森林のもつ多角的機能を総合的かつ高度に発揮させるために欠かすことのできないものであって、「森林資源に関する基本計画」において、昭和96年までに人工林面積を1,314万ヘクタールにすることを定め、これに基づき年々造林が推進されて来っており、昭和47年4月現在の人工林面積は、911万ヘクタールで目標人工林面積の96%に達している。しかし近年においては、造林をめぐる厳しい経済的社会的諸情勢のなかで造林面積は年々停滞傾向をみせ、一時は年間40万ヘクタールに及んだものが昭和48年には268,722ヘクタールとなっている。このことは、過疎化などによる林業労働力の激減によるところが大きい、いっぽう、開発容易にして土地生産力の大きな林地が減少して来たことも大きな要因となっていると考えられる。

同時に、異常なまでに進展して来た経済成長は、しだいにその歪みをみせはじめ、人口、工場の集中化は、いわゆる公害を生み、物的充足感、反対に心理的不安感を生じ、自然への新しい目を開かせた。自然保護運動は急速に発展するとともに、森林のもつ環境保全への期待が大きくなって来た。

林業研究にたずさわるものは、すでに森林のもつ諸機能の解明とその機能増進についての研究を積みかさねてきており、昭和44年より天然資源の開発利用に関する日米会議森林専門部会でも、木材生産と環境保全との調和の問題は、共通の認識のもとに繰り返えし論議されてきた。

木材増産技術に重点をおいて行なわれてきた研究はしだいに、環境保全との調和を指向した

研究へと移行しつつあった。薬剤のみに頼る病虫害防除は、林業の経済性と必ずしも一致しないのみならず、生態学的にも不合理が多いことから、病虫害の生態的防除に関する研究は森林保護部門における重要な研究課題として戦前より研究が進められており、昭和42年には天敵微生物研究室が新設されている。除草剤の研究については、研究室の創設とともに除草効果の試験と並行して、地表植生の変化過程の追跡を始めるとともに、総合研究としての除草剤の林地生態系におよぼす影響調査が行なわれた。防災部門においては古くから森林の国土保全機能の研究が続けられており、近年は保全機能を発揮させるための林地の地帯区分の研究が開始されていた。林地施肥についても、その肥効調査とあわせて、肥料成分の行方についての研究が進められた。林業の機械化も、作業の能率化と同時に、作業の安全性の研究が重視され、チェーンソー等の振動問題は今期の重点課題として進められてきた。

国民の豊かな生活への願望が、物量から質へと転換するとともに、研究目標も大きく転換しているが、研究は常に原理原則の発見とその応用にあるので、研究そのものの流れは前述のように進んでいた。

今期後半の総合研究のなかから特徴的なものをひろってみると、畜産利用が林地保全に及ぼす影響、連作障害要因の相互関連性の究明、害虫の総合的防除法に関する研究、農用地土壌の特定有害物質による汚染の解析に関する研究、農林漁業における環境保全的技術に関する研究、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、などがあげられる。これらの多くは、基礎的研究分野において、成果の出始めたものを、これらの新しい目標に対応して体系づけようとしているものである。

森林航測の研究は、森林調査の能率化のために空中写真の利用法を開発するために研究が進められてきたが、波長別写真撮影法の開発および宇宙写真の開発にともなって、植物の活力判定、大気中の物質の濃度判定などが出来るようになり、現在では公害研究の有力な手法となっ

表-1 木 材 供 給 量 の 推 移 (単位: 千m³)

	総 数		用 材										薪 炭 材	
			総 数		製 材		パ ル プ		合 板		そ の 他			
	国産	輸入	国産	輸入	国産	輸入	国産	輸入	国産	輸入	国産	輸入	国産	輸入
44年	49,555	48,830	46,817 (49.0)	48,753	28,890	30,644	14,381	7,741	795	9,802	2,751	566	2,738	77
45	48,206	56,821	46,241 (45.0)	56,438	27,362	34,647	15,736	9,151	778	12,281	2,365	359	1,965	383
46	47,674	56,057	45,966 (45.3)	55,439	26,325	33,476	16,644	9,071	855	12,507	2,142	385	1,708	618
47	45,244	63,354	43,941 (41.3)	62,563	26,433	37,180	14,694	11,508	890 (6.2)	13,419	1,924 (80.8)	456	1,303 (622)	791
48	43,140	75,999	42,209 (35.9)	75,372	26,102 (38.7)	41,368	13,426 (44.1)	16,989	810 (4.7)	16,341	1,871 (73.5)	674	931 (59.8)	627

資料: 林野庁「木材需給表」

注: 1) () 内の数値は自給率である。 2) 材積は素材「丸太」に換算したものである。

ている。これら、林業研究の背景は急激な変動をみせたが、これに対応できるためには、広い専門分野にわたって積みあげられた基礎的な研究が充実していることが必要であり、当场も、この大きな変動のなかで、常にその責任を果たすべく努力を重ねてきた10年間であった。

最近における木材供給量と木材輸入量の推移は(表-1)のとおりで、国産材の供給量が漸減しているのに対し、漸増している需要量を満たすための輸入材は急激に増加し、その割合は60%をはるかに超える状態となっている。これに対応するため、林産研究においては、木材の有効利用と未利用材の活用研究に終始した。とくに木質パネルとそれに関連する部門の研究は重点的に行なわれた。また拡大造林にともない、間伐材利用開発のために未成熟材の材質特性とその改良の研究が進められた。

昭和49年オープン化されたツーバイフォー(2×4吋)材による建築は、木材多消費ではあるが、きわめて単純化された規格材を用いた枠組壁工法で、わが国の在来法のような多種類の寸法の材を用いる工法に対して、多くの利点を持っているが、わが国の風土に定着するか否かは未だ不明な点が多い。しかし、間伐材等小径材の多いわが国の造林木にとっては不利な木取りであるので、この面での対策研究が必要になっている。

輸入量の増大にともない、外材とくに南方材の研究が必然的に増大し、この10年間における研究蓄積は大きなものがあった。

表-2 材種別木材輸入量の推移

(単位: 千m³)

	総 数	うち製材	丸 太 及 び 製 材					木 材 チ ッ プ	合 板
			ラワン材	米 材	ソ 連 材	ニュージー ランド材	その他材		
44年	39,923	2,066	15,685	9,782	6,151	1,695	2,495	4,115	6,571
45	47,397	3,011	17,639	12,511	7,095	1,758	3,363	5,031	63,642
46	46,271	2,129	18,619	9,332	7,071	1,817	3,486	5,946	14,134
47	52,838	2,422	18,677	12,523	7,922	1,878	3,771	8,076	33,489
48	64,374	3,679	22,538	13,313	9,155	1,708	5,565	12,094	194,266
49	61,284	3,637	20,999	11,469	8,306	1,324	5,606	13,580	104,677

資料: 大蔵省「日本貿易月表」

今期は大きな経済成長にともなって、林業研究面でも、わが国独自の発展が認められ、明治以来の海外技術の導入から、逆に海外への技術協力へと転換したときでもある。資源に乏しいわが国としては、天然資源の有効利用、とくに森林については、その再生産技術の研究において、国際協力の必要性が認められ、これに対応して、熱帯降雨林における更新に関する研究が開始され、在外研究員も派遣されている。また、天然資源の開発利用に関する日米会議、さらに IUFRO (国際林業試験機関連合) などを通じた研究協力が活発になってきた。

(松井光瑞)

2. 年 表

昭和 40 年 (1965) ○ 9 月 7 日北海道支場釧路試験地廃止。

昭和 41 年 (1966) ○ 3 月総務部に用度課を新設，四課制となる。関西支場に育林部，保護部の部制を設置。関西支場岡山分場を廃止し岡山試験地を設置。

○ 4 月造林部研究室の編成替を行なう。林産化学部に林業薬剤研究室を新設。4 月末日関西支場に事務連絡所（洛南寮）開設。

○ 8 月 22 日から約 3 週間にわたり第 11 回大平洋学術会議開催される。

昭和 42 年 (1967) ○ 6 月総務部人事課に職員係を設置，木材部材質改良科に難燃材研究室を新設。浅川実験林に実験林長，庶務課，天敵微生物研究室を設置し，1 課 2 研究室とする。

北海道支場および東北支場に会計課を新設，2 課制とし庶務課に職員厚生係を新設 2 係とする。

関西支場保護研究室を分離し樹病，昆虫 2 研究室とする。

九州支場宮崎分場を廃止する。

九州支場に育林部，保護部の部制を設置。

総務部，経営部，保護部，林産化学部及び関西支場，九州支場の係，研究室の編成替および名称変更を行なう。

○ 9 月 5 日筑波研究学園都市の建設について移転を予定する機関として林業試験場を含む 36 機関が閣議了解決定される。

昭和 43 年 (1968) ○ 3 月 11 日九州支場整備計画の一環として公務員宿舍（鉄筋コンクリート 3 階建 RC-C 12 世帯）が完成。

○ 4 月総務部人事課給与係を廃止する。調査室企画科に研修係を新設。

○ 機械化部に庶務係を設置，林産化学部庶務係を廃止。木材部材質改良科に集成材研究室を新設する。九州支場庶務課に用度係を新設し 3 係となる。

○ 10 月北海道支場創立 60 周年となる。

○ 九州支場共同実験室（鉄筋コンクリート 2 階 1 部 3 階建，延 1,868m²）完成する。

○ 11 月 5 日西村農林大臣視察のため来場される。

昭和 44 年 (1969) ○ 4 月調査室を調査部に土壤調査部を土壌部名称変更。調査部に調査広報課を新設し刊行係，情報係の 2 係を置き刊行室を廃止する。機械化部に林道研究室，北海道支場造林部造林研究室を造林第 1，造林第 2 研究室に分離，東北支場保護第 1，第 2 研究室を樹病，昆虫，鳥獣の 3 研究室に分離名称変更。

本場直轄の試験地として小笠原試験地を新設。

- 5 月 23 日常陸宮殿下浅川実験林をご視察。
- 6 月 1 日竹原秀雄林業試験場長となる。
- 8 月 27 日～9 月 5 日天然資源の開発利用に関する日米会議（第 1 回森林専門合同部会）が東京において開催される。
- 10 月東北支場創立 10 周年となる。

昭和 45 年（1970）○ 3 月赤沼試験地共同実験室竣工（コンクリート平家建 291.34 m²）。

- 5 月北海道支場経営部に治山研究室を分離増設する。
- 筑波研究学園都市建設法公布（昭和 45 年 5 月 19 日付法律第 73 号）。
- 8 月 31 日～9 月 2 日天然資源の開発利用に関する日米会議（第 2 回森林専門合同部会）が米国において開催される。

昭和 46 年（1971）○ 3 月高萩試験地共同実験室竣工（鉄筋コンクリート二階建 266.70 m²）。

- 4 月総務部人事課に人事第 2 係を分離増設する。防災部治山科に理水第 2 研究室を分離増設。
- 11 月浅川実験林創立 50 周年となる。

昭和 47 年（1972）○ 4 月総務部用度課に検収係を新設。

- 5 月北海道支場に実験林室を分離増設。北海道支場野幌試験地を廃止。
- 筑波研究学園都市に建設する機関として林業試験場を含む 43 機関を 5 月 16 日閣議決定。
- 5 月 24 日～6 月 4 日天然資源の開発利用に関する日米会議（第 3 回森林専門合同部会々議）が東京において開催される。
- 6 月 5 日皇太子同妃殿下礼宮殿下浅川実験林ご視察。
- 筑波研究学園都市の移転機関等の建設を昭和 50 年度までに概成することを 8 月 15 日閣議口頭了解される。
- 10 月 4 日～18 日第 7 回世界林業会議アルゼンチン・ブエノスアイレスにおいて開催される。
- 10 月 5 日～20 日 IUFRO 遺伝部会が東京（含旅行）において開催される。

昭和 48 年（1973）○ 4 月保護部樹病科防疫薬剤研究室を改め林業薬剤第 1 研究室, 林業薬剤第 2 研究室を新設。

本場直轄試験地として千代田試験地を新設。

- 4 月 27 日筑波研究学園都市への移転はおおむね昭和 50 年度末をめどに行なう旨閣議決定される。
- 7 月 23 日櫻内農林大臣林業試験場視察のため来場。

- 10月13日中国政府林業技術視察団来場。
- 11月1日～12日天然資源の開発利用に関する日米会議（第4回森林専門合同部会々議）米国において開催される。

昭和49年（1974）○4月林産化学部研究室の編成替，名称変更を行なう。関西支場庶務課に用度係を新設。

- 4月19日筑波農林研究団地ほ場造成工事地鎮祭举行。
- 6月7日筑波農林研究団地林業試験場建設工事起工式举行。
- 11月木曾分場創立20周年となる。
- 11月15日北海道支場新庁舎開設される。
- 12月1日上村武林業試験場長となる。

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。

- 筑波研究学園都市移転機関等の移転時期及び施設の概成時期につき昭和50年度末を昭和54年度をめどに変更する旨3月14日閣議決定。
- 2月22日林業試験場の筑波移転を推進するため，筑波建設本部（建設の原案を作成し建設の実行にあたる）筑波対策委員会（職員の厚生移転問題等について場長の諮問に応じ答申するとともに，委員会で必要と認められた事項についても協議し，場長に具申する）建設事務局（建設本部・対策委員会の事務を行なう）が設けられた。

（柳谷正二）

II. 専門別試験研究の動向

Ⅱ．専門別試験研究の動向

1. 林業経営経済に関する研究

昭和40年代は、われわれの研究分野にとって、まことに目まぐるしい環境変化のおこった時代であった。いま、その主なものを列記すると、1)日本経済が目ざましく発展した反面、都市では過密、山村地域ではきびしい過疎現象があらわれ、所得較差を中心にいわゆる地域問題が注目をあびたこと、2)木材需要の増大にともない外材輸入が激増し、木材供給の主役を奪いるとともに、基本法林政の施行にもかかわらず国内林業が急速に停滞しはじめたこと、3)国民生活が豊かになるにつれて、レジャー化が進展し、林地の転用や森林の破壊が注目されたこと、4)既開発地域での公害の激化と自然保全の要請をうけて、しだいに経済成長第一主義の路線から福祉優先の路線へと政策転換が図られようとしていること、5)石油ショックと世界的食糧難から、インフレと資源問題が国際レベルで討議され、森林資源の利用にも影響をもつようになってきたこと、等々があげられる。

このような情勢変化は、さまざまな研究需要をもたらす。われわれは、積みあげてきた研究手法を磨きあげながら、それを駆使し、新しい林政的課題に対して、先導的な役割を果たすとともに林業の実務的な分野に対しても、実践的な寄与をなしてきた。以下、主として研究分野を林業ないし森林利用の1)経済問題、2)経営問題、3)地域問題、4)環境問題に区分し経過と成果を述べる。

1. 経済問題の研究

われわれが行なっている林業経済の研究は、市場機構を媒介として、日本林業と日本経済とのかかわり合いを解明し、林政の基本課題を提起することを目的としている。そのために、従来から主として林産物の市場構造を分析し、価格形成のメカニズムの解明を中心に研究を展開してきた。昭和40年代の特色は、何といたっても、日本の木材市場に外材のシェアが増大してきたのであるから、外材との関連を十分に配慮して、林産物の需要構造を数量的に把握する必要がある、そのため計量経済学的研究をいっそう推進した。現在木材需要のなかで最も重要な建築用材と普通合板の需給に関する計量モデルを作成し発表するとともにその後、モデルの改善に従事し、理論的により自律度の高いモデルを提出することに努めている¹⁾。林産物市場構造に関する研究分野は、実務的には価格予測の問題と関係しているので、その方法として、短期と中期における予測モデルを作成した²⁾³⁾。また、昭和47年後半には木材価格が暴騰し、物価上昇のきっかけとしてさわがれたことがあったが、本・支場合同してその要因の科学的解明を

はじめることにした。調査の重点を主要市場における流通の各段階の在庫調整機能におき、価格の不安定性に与える要因を分析した。その結果、硬直的な供給体制にインパクトを与えた需要構造、なかんずく末端の零細な小売・大工・工務店などのおくれた体制に問題点を見いだしている⁴⁾。

市場構造の分析とともに、外材の生産構造の解明のため、産地の生産事情の調査を行なった。現地調査は東南アジア諸国を中心として、南米、アメリカ合衆国やカナダにまでおよび生産国の森林資源構造、土地利用や諸制度の状況、流通構造や商社等の活動の事情などの資料の蒐集整理を行なった^{5)~8)}。なお、その過程で現地の森林開発に関して若干の提言をしている⁹⁾¹⁰⁾。

日本の資本主義経済の発展過程のなかで、林業経営がいかなる経過をたどったかを代表的林業地帯である吉野林業について分析し、そこに林業資本のとった行動と論理を見出すことによって、資本主義的林業経営の成立条件を実証した¹¹⁾。

しかし、このような展望は、一部の地域ないし階層に限られているものであって、日本林業は、そのもつ相対的に劣弱な生産および流通構造から、日本の資本主義社会のなかにおいては、隷属的な展開を強いられてきたといえる¹²⁾。これは、戦後過程における林業の足どりを日本経済との関連で詳さいに分析した結論である。林業の位置づけを明らかにする全貌作業として、より長期の(1879~1963)、かつ計測可能な経済諸量(生産量、消費量、価格、所得など)について、すう勢変化の分析がなされた。ここでも、林業は自らの産出高の伸びにもかかわらず、相対的には衰退産業であることを明らかにしている¹³⁾。また、1970年には、林業にとっては、第2回目のセンサスが実施されたことから、60年センサスと対比する作業がなされた。ここでも林業は地域的にも、階層的にもかなりの停滞をみせている¹⁴⁾。

日本経済のなかにおける林業のこのような地盤低下の原因は、何と云っても、資本主義経済の異常な高度成長にあり、林業はその縁の下的役割を強制されていたのではあるが、いっぽう、林業自体の内部的な構造にも原因の一端がある。とりわけ、林業のもつ独特の技術構造に目をつけ、有名林業地などの地方林業技術史^{15)~17)}、搬出技術の展開¹⁸⁾、磨丸太等の銘木技術の仕組¹⁹⁾や林道密度²⁰⁾の研究に従事した。また、長期にわたる生産技術の部分過程を経営目標に即して統合化し、体系化するための提案は古くからなされていた²¹⁾が、電算機を利用したシステムの研究が本・支場共同で開始された²²⁾²³⁾。文献22)では造林事業計画を多段線型問題として定式化し、電算機による情報処理と最適計画立案のためのシステムを開発した。すなわち、各年度の利用可能資源量や経営技術上の配慮事項を制約条件として与え、この制約の範囲内で全体の施業効果が最大となるような個別林分ごとの施業細目を求めるのである。この研究はさらに開発した計画モデルに要する各種の技術情報を整備し、具体的に地域別に造林計画を作成してその実用性をたしかめた。このような林業技術の体系的な研究とともに、森林所有者の具体的な施業行動に行動科学的な分析を加え、施業の決定基準(森林施業行動モデル)を作成し

たことも大きな成果である²⁴⁾。この研究では、森林施業を森林の取り扱いに関するいっさいの決定と行動であると規定し、人間の意志決定過程としての立場から森林施業を多くの項目に分類し、森林所有者（対象として関東山地に所在する中規模の篤林家）がいかなる決定を下しているかを、施業の制約条件と関連させて整理したもので、文章をもって構成された施業行動モデルである。

2. 経営問題の研究

われわれの行なっている林業経営の研究は、目的合理的な経営構造を模索し、管理運営の改善指針を提示することを目的としている。そのため、経営体数において絶対多数を占めかつ、経営構造の未成熟な農家林業を主たる対象として研究をすすめてきた。

昭和40年代における農家林業研究の特色は、簿記等の経営記録にもとづいた資料分析を利用した経営診断の方法を研究することと、経営指導上のモデルを出来るだけ地域別、階層別に作成することであった。前者は府県立林試との共同研究として実施され、記録様式の適用可能性について検討を重ねた²⁵⁾。後者についても普及職員等の協力をえて5ヘクタール内外の優良な小規模林家の経営やしいたけ栽培者を選び、経営記録にもとづいてその実態をモノグラフィックに描き出すことによって、経営改善指導用のケースブックを作成したものである²⁶⁾²⁷⁾。

さらに、専門的な林業経営の実践において重要な役割を果たす経営計算の研究にも成果があった。これは、損益計算、財産計算、原価計算、経営分析、経営計画等のもつ林業経営改善上の意義を明らかにしたうえで、経営の期間比較や、財務諸表論における林業経営上の特徴事項や、損益計算や原価計算における特別の処理方法について具体的な提案をしている²⁸⁾²⁹⁾。また製材業の経営に合理的指針を与えるために原価計算上の計算組織を開発した。そのなかで原価計算と財務計算とを有機的に結合する方法として、行列簿記の様式を提案した³⁰⁾。

以上のような経営改善のためのツールに関する諸成果とともに、個別経営の地域別、階層別分析がセンサスや林家経済調査資料をもとにすすんだ。このうち地域別分析は後記文献14)などに発表されているが、階層別分析は簿記記録をもとに林家経営の生産性を多面的な観点から明らかにし、階層間の比較有利性について新しい問題を提起した³¹⁾。

個別的な林業経営の研究が体系的な林業経営論としてまとまりつつあるのが40年代の大きな成果である³²⁾。またその研究過程において、林業における諸概念の吟味³³⁾や戦後西ドイツの教科書として定評のあるスパイデルの林業経営経済学が紹介された³⁴⁾。また、ほとんど業績を見なかった林業経営者論に注目すべき試みがなされている³⁵⁾。

3. 地域問題の研究

この期間に、研究需要の最も多かったのが地域問題の研究である。これは、林業構造改善事

業や山村振興事業などの実施にともなう、関連調査機関から依頼調査の形でもちこまれたものである³⁶⁾。したがって、地域研究の方向は必ずしも一定していないが、可能なかぎり、対象地域の発展課題を林業を含めた全体構造のなかで模索しようとする態度で臨んだ。もちろん、よりマクロ的な、例えば日本経済のなかで対象地域の位置づけ、その果すべき役割から地域問題を摘出する接近の方法もあるが、参加した研究者を通じて、ローカルベースにより強く立脚していたように思われる。

自主的な地域研究は、昭和30年代から引きつづいて実施している土地利用区分の研究があり、区分の経済的指標として「土地純収益」と「地域純生産」の概念が検討されている。また土地利用研究が、よりいっそう現実的要請に答えるためには地域の総合開発計画のなかでの位置づけを考えるべきであるという提言がなされている³⁷⁾。そのために、地域産業連関分析によって林業及び関連部門における地域間結合の態様を明らかにしたり³⁸⁾、林業と畜産利用との比較有利性について具体的な検討をしている³⁹⁾。

地域問題に関する関心の一つに、東北地方など林業的におくれた地域の振興対策に関係するものがある^{40)~42)}。また、40年代の高度経済成長につれて、過疎問題が山村問題の重要な内容を形成するにいたった⁴³⁾。そこで過疎化と林業生産との関連性を明らかにした¹⁴⁾。また過疎化にともなう生じた山村集落の再編成計画について、マスタープラン作成に従事した⁴⁴⁾。ここでの研究課題としては、移転対象にとりあげる集落の選定基準、新しい就労圏や生活圏を形成するための基本的要因の摘出、移転後の跡地管理の体制のあり方などがあり、他研究機関の専門家と共同して具体的な提案をした。その他山村問題の特別課題の研究として山村の資源開発の方向や資源管理上の問題点などについて関連機関と共同研究を行なった⁴⁵⁾。

地域開発の進行にともなう、さまざまな影響を山村ないし林業がうけることになるが、これらの地域や林業の診断や立村計画のためビジョンの提示が研究分野に求められてきた⁴⁶⁾⁴⁷⁾。これらの研究需要に答えるためには、地域林業の総合診断の方法や振興目標設定に科学的論理的手法を盛りこむことが必要になってくる。きのこの産地診断⁴⁸⁾や熊野川流域⁴⁹⁾や福井県下の調査⁵⁰⁾ではこれらの課題に対する研究の結果がもられている。また林業の主産地形成の努力を人間的な側面から取り扱った報告も出された⁵¹⁾。

このように、地域研究はしだいに成熟し、研究の体系化が図られるようになってきた。その成果は、林業経済圏設定のモデルとその現実適用を目的とした研究⁵²⁾や、地域の林業経済問題に環境問題を加味した森林利用のゾーニングの方法を提示した報告などがあらわれた⁵³⁾。あわせて国等の行政機関の地域責任も討議され⁵⁴⁾、地域研究は、経済、経営の両研究部門から独立した分野を確立しつつある。

4. 環境問題の研究

農林漁業のもつ環境保全機能が注目され、その評価や生産技術の再検討がなされている⁵⁵⁾。森林の環境効果の多くは対価の支払とは無関係に、多数の人々によって集団的に享受される公共財に近い性質をもっている。しかも、この財は市場機構を経由しないため、経済的な尺度で需給や資源配分を調整することが困難なものである。

森林の環境効果に対する社会的需要が増大すればするだけ、経済性と公益性との調和を図る必要があり、これからの森林の利用計画にはそれだけ公共部門の果たすべき役割がましてくる。そのための理論的根拠として、まず環境効果の経済的性質を明らかにし、望まれる森林利用が満たすべき条件やその便益の評価、守るべき保全の安全基準などの設定に関し経済的な接近を試み公的規制のあり方について考察を加えた⁵⁶⁾。また阿武隈川流域について公益機能を取り入れた森林計画モデルを作成した⁵⁷⁾。

環境問題に対する以上のごとく新しい接近とともに、山村地域における観光開発計画の基礎として観光に関係する行動主体の行動モデルの追究を行なった⁵⁸⁾。また公害処理技術として汚染水の地下水としての循環利用を図るためのシステム化について提言している⁵⁹⁾。さらに森林の公益的機能と木材生産の調和をもとめて、森林施業のあり方に再検討を加えた⁶⁰⁾。

5. む す び

以上、経営経済関係の研究は非常に幅広い分野にわたって、すぐれて実的な要請をになわされて展開してきたのである。しかも現実的な提言が意義をもつためには社会科学としての基礎が必要なことが当然であり、それだけ研究として深化されなければならない。しかもなお技術研究部門との総合化や環境問題に対する社会的制御の問題、山村社会の再編成問題など新しく研究部門として取り組まなければならぬ問題も山積している。

(紙野伸二)

文 献

- 1) 行武 潔：建築用材および普通合板の計量的研究，林試研報，245，(1972)
———：林産物需給構造の計量的研究，経営部資料，(昭 48)
- 2) 野村 勇ら：木材の流通と価格，林業科学技術振興所，(1967)
- 3) 野村 勇：木材需要の動向と問題点，林業科学技術振興所，(1968)
- 4) 野村 勇ら：建築用材価格変動要因の解明，経営部資料，(昭 50)
- 5) ————：世界の森林資源問題とわが国の対応，農林出版，(昭 49)
- 6) 野村 勇：世界の森林資源問題をさぐる，普及双書，60，(昭 49)
- 7) 加藤 隆：アメリカ合衆国における林産物の需要と価格の動向，林業経済，291，(昭 47)
- 8) 塩谷 勉ら：東南アジア林業の展開，地球社，(1969)

- 9) 太田研太郎：A Regional Development Programm of Forestry and Wood Industry in the State of MARANHAO, Brazil 海外協力事業団 (1970)
- 10) 原 敬造：熱帯地域における人工造林と造林投資について，熱帯林業，9，(1968)
- 11) 野村 勇ら：資本主義的林業経営の成立過程，日本林業調査会，(1966)
- 12) 野村 勇：日本林業の隷属的展開，地球社，(昭 49)
- 13) 熊崎 実：林業発展の量的側面，林試研報，201，(1967)
- 14) 紙野伸二ら：日本の林業，農林統計協会，(昭 48)
- 15) 日本林業技術協会刊：林業技術史，地方林業編上，(昭 47)，久田喜二：智頭林業技術史，大内，中村，小林：青梅，西川林業技術史，小幡 進：日田林業技術史，細井，中村，関屋：芦北林業技術史
- 16) 小林 裕：秋田国有林における運材技術の推移，経営部資料，(昭 46)
- 17) ———：北海道における採取技術の展開「北海道林業の諸問題」日本林業調査会刊，(昭 43)
- 18) ———：尾鷲地方における搬出技術とその考察「尾鷲林業の技術的考察」林野庁調査課資料，(昭40)
- 19) 岩水 豊：磨丸太の生産と流通，銘木建材新聞社，(昭 48)
- 20) 有水 強：林道密度に関する研究，第 1 報，第 2 報，林試研報，173，(1965)
- 21) 兵頭正寛：育林技術の体系化をこう考える，山林，1019，(1969)
- 22) 大内 晃ら：造林事業における技術選択と投資配分の最適化，林試資料，(昭 47)
- 23) 熊崎 実：森林経営における伐採，更新に関するシステムの研究，林野庁，(昭 49)
- 24) 柳 次郎：関東山地の森林施業行動，林試研報，220，(1969)
- 25) 紙野伸二ら：記録による農家林業の経営改善に関する研究Ⅰ～Ⅱ，経営部資料，(1967～1968)
安ヶ平精三：記録による農家林業の経営変遷に関する研究，東北支場年報，11，(1970)
- 26) 紙野伸二ら：農家を支える山林，農林出版，(1967)
- 27) 舟山良雄ら：これからのシイタケ経営 その診断と改善，普及双書，59，(昭 49)
- 28) 中村三省：林業経営計算と林業経営に関する 2，3 の提案，林試研報，(1966)
- 29) 大内 晃ら：造林と林業経営計算，林業科学技術振興所，(1967)
- 30) 黒川泰享：製材業の原価計算に関する一提案，林試研報，252，(1973)
- 31) 紙野伸二ら：育林業経営の階層分析，農林金融，(昭 49)
- 32) 大内 晃：森林評価，森林経理・法規Ⅰ，(1969)
———：林業の経営組織，森林経理・法規Ⅱ，(1970)
———：林業経営，経営部資料，(1973)
- 33) 松下規矩：林業問題あれこれ，農林出版，(昭 46)
- 34) 中村三省ら：スパイデル 林業経営経済学，地球出版社，(1971)
- 35) 久田喜二：林業経営者像，関西支場資料，(1966)
- 36) 山村振興調査会刊：山村振興特別調査報告，，S 1～S 94，B 1～B 22 (昭 41～50)
：山村振興事項調査報告 M 1～M 48 (昭 41～50)
林業構造改善協議会刊：林業構造改善事業コンサルタント報告，(昭 42～50)
- 37) 高木唯夫ら：土地利用区分の経済指標に関する研究，一地域林業計画に関する予備的考察，林試研報，177，(1965)
- 38) 高木唯夫ら：地域産業連関分析，農林研究計算センター，A，3，(1967)
- 39) 高木唯夫：土地の林業的，畜産の利用をめぐる経営経済上の検討，経営部資料，153，(1969)
———：大規模草地改良事業の実態と問題点，経営部資料，153，(1969)
- 40) 熊崎 実ら：後進地林業の諸問題，林業調査会，(昭和 39)
- 41) 安永朝海ら：未開発地域開発と林業問題，東北支場経営部資料，(1968)，

- 42) 林業試験研究東北ブロック協議会：未利用広葉樹林の利用開発調査研究報告書，(昭 48)
- 43) 紙野伸二：過疎問題としての山村問題，林業経済，264，(1970)
- 44) 紙野伸二ら：山村集落の構造分析と再編成計画 I II，山村振興調査会，(1969)
- 45) ————：山村資源開発 I II，山村振興調査会(昭 46)
———：山村の資源管理 I II，山村振興調査会，(昭 48)
- 46) 小林 裕：奥地山村の振興対策，林試研報，249，(1972)
———：山村における農民層分解と林業問題，日林誌，52，(1)
- 47) 都築和夫：木頭林業地域の林業振興に関する地域診断，徳島県，(昭 48)
- 48) 舟山良雄：産地診断，きのこ，(1971~72)
———：産地形成の諸問題，(1970)
- 49) 紙野伸二ら：地域開発としての林業開発の方向，新宮木協，(昭 46)
- 50) 舟山良雄：特産振興団地準備調査，全林協，(昭 46)
- 51) 大内 晃：山村を生かす，林業改良普及協会，(1966)
- 52) 紙野伸二ら：土地の林業的高度利用を目的とする林地の利用区分および地域設定に関する調査研究，日林協，(昭 46)
- 53) 紙野伸二ら：森林資源の総合的利用のための地帯区分に関する研究，科学技術庁，(昭 48)
- 54) 太田研太郎：国の地域責任と林業，林業研究調査会，(1971)
- 55) 柳 次郎ら：保健保全林，林試研報，239，(1971)
- 56) 熊崎 実：森林利用計画に関する研究 I II，林試研報，262，(1974)，270，(1975)
- 57) 松下規矩：森林の公益的機能の発揮に対する森林計画のモデルについて調査研究報告，日林協，(昭 49)
- 58) 柳 次郎：山村地域の観光行動，林試研報，243，(1972)
- 59) 有水 彊：污水再利用の循環機構のシステム化 I，II，水利科学，(昭 48)，(昭 49)
- 60) 大内 晃ら：これからの森林施業，全国林業改良普及会，(昭 50)

2. 森林資源調査に関する研究

森林資源調査研究の動向は，空中写真利用技術開発にもとづく森林の数量解析法，標本調査法の発展と，標本地測定法の二者に大別される。

空中写真利用について，中島らは，森林を写真観測による樹種群構成，樹高階，疎密度階によって林型区分図として整理，集計する基本方法を明らかにした既応の研究に引きつづき 1965 年以後福島県白河国有林に試験林分約 2000 ヘクタールを設定し各種フィルムによる季節別，縮尺別撮影と地上調査試験を実施した結果にもとづき写真材料と森林判読，標本調査法の基礎研究の取りまとめを開始するとともに，写真濃度測定法による森林観測機械化の研究を促進した^{1)~4)}。

また森林資源調査には，立木材積量のみならず，成長，枯損，更新等の森林推移の情報の効果的な把握の必要性を重視し，従来林況のみであった写真観測項目に地況等の立地環境要因を加え，これらの相互の関連を数量的に明らかにする手法として多変量解析理論による演算法の

導入を計った⁵⁾⁶⁾。

1968 年からは赤外カラー写真の植物、地床現象の捕そくに対する効果に着目、森林調査への応用実験を開始した⁷⁾。

これらの新技術を総合した資源調査法の研究は、白河国有林に加えて帯広営林局管内において進められた⁸⁾⁹⁾。

1970 年より、中島はこれら一連の研究成果を集約、検討するとともに、さらに映像技術と情報解析を主要課題として森林調査を実施する具体的方法を取りまとめ⁹⁾、空中写真判読を併用する森林資源調査法の理論と実際、またその体系化を明らかにし、この分野での技術開発の一時期を区切った。

この報告において、著者は、まず調査目的に応じた最適写真撮影法の基準を明確にし、ついで森林を類型化し区分する写真観測項目を、樹種や樹群形、樹高階、樹冠層構成型、疎密度、立木本数型等の林況要素と、標高、位置、局所地形等の地況要素により設定、また、これらを数量化する方法を示した。そして、この林型区分基準による日本森林の範例の整備を全国規模で実施する設計をおこない、その実行を国有林野業務に移し発足させた¹⁰⁾。「森林が写真観測により林況、地況の一定規準によって類型化されたとき、各要素の組合せと相互の関係は、それぞれの森林の特性を示す有力な指標である」として、これに数量化情報理論を適用、森林の量的、質的性格を数量測定する新たな森林測定法を展開、全国 12 地域の国有林についてそれぞれの森林の成立、推移の状況が、各観測要素の相互相関係数や、材積、成長、枯損などに対する

る偏相関値を参照として数値上から求められることを実証し、また各森林の、材積、成長、枯損の各量や立木本数、平均直径等を写真像より推定する数値表の演算法を研究した。

これらの結果を北海道の二地域の天然林に適用した効果は、すべての推定値について広域的にも局地的にも十分に満足しうることが証明され、森林の数量化による資源調査法の信頼性を明らかにしている。

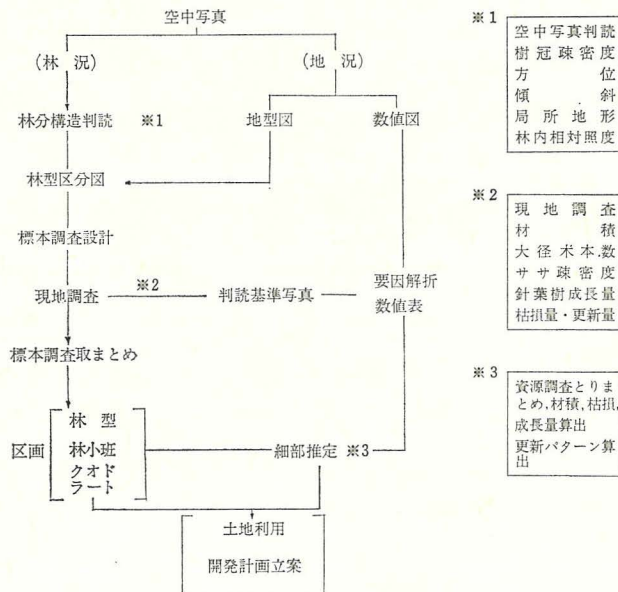


図-1 空中写真利用による森林資源開発体系

この調査体系の模式は図-1のごとくである。

この研究と平行して、西沢ら¹¹⁾は効率の良い地上調査法として、空中写真の樹種別層化にもとづく標本点の比例割当てで、2個の0.08ヘクタール長方形プロットを対にした副次抽出法を採用し、対間のヘクタール当り材積の相関係数が有意であることから、対としたプロットの測定値をこみにした単純抽出法で主要樹種別、針広別の材積推定を行なった。その層化効果は、樹種別では1.5倍、針葉樹では2倍、広葉樹では3倍を示している。

またヘリコプター利用の大縮尺写真による標本点測定の研究もおこなわれ¹²⁾、写真利用による精密測定の可能性を開いた。

外地、未開発天然林の調査についての研究に対する具体的要望も多く、これに対する基礎的研究¹³⁾¹⁴⁾、また樋渡らによる現地調査にもとづく地域森林資源調査報告¹⁵⁾¹⁶⁾の取りまとめが行なわれた。

1971年以後、前記の国有林業務として整備を見つある全国森林写真判読資料にもとづき、樹種別、地域別写真材積推定表の作成と検討が実施され、とくに推定表作成演算、資料チェック、他地域数値表の適用などについての体系化とプログラム作成がおこなわれた。この模式図を図-2、図-3、図-4に示す。

この調査法は、ひきつづき、更新条件の判定、あるいは伐木、運材設計など森林資源調査結果と資源利用、保全計画等との結びつきの展開ははかられている¹⁷⁾。(図-5)

1973年度より、空中写真の利用は、新たに森林地帯の反射光の波長構成を判別するリ

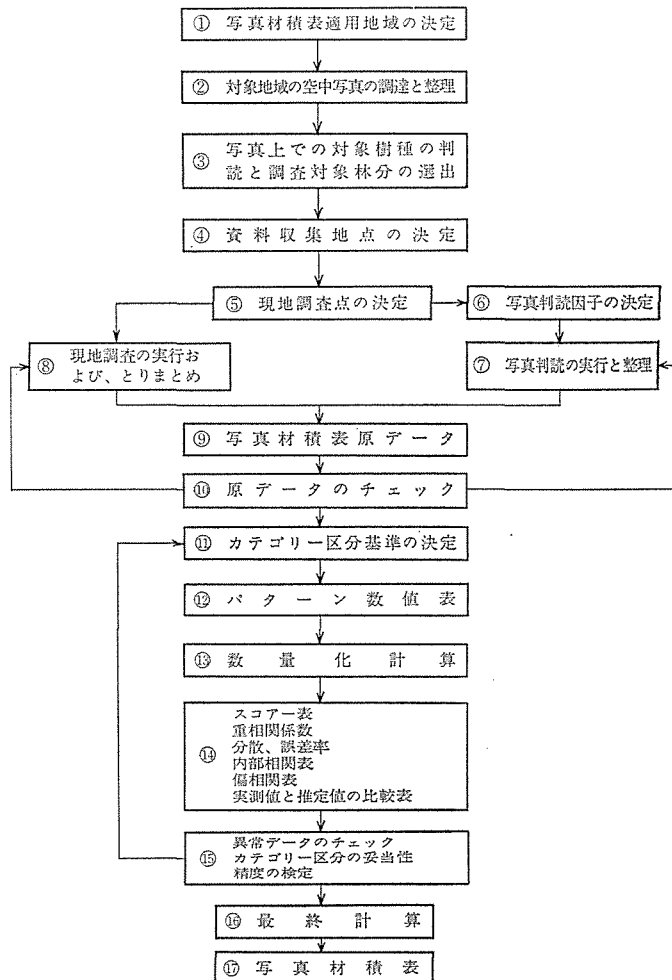


図-2 写真材積推定表作成体系

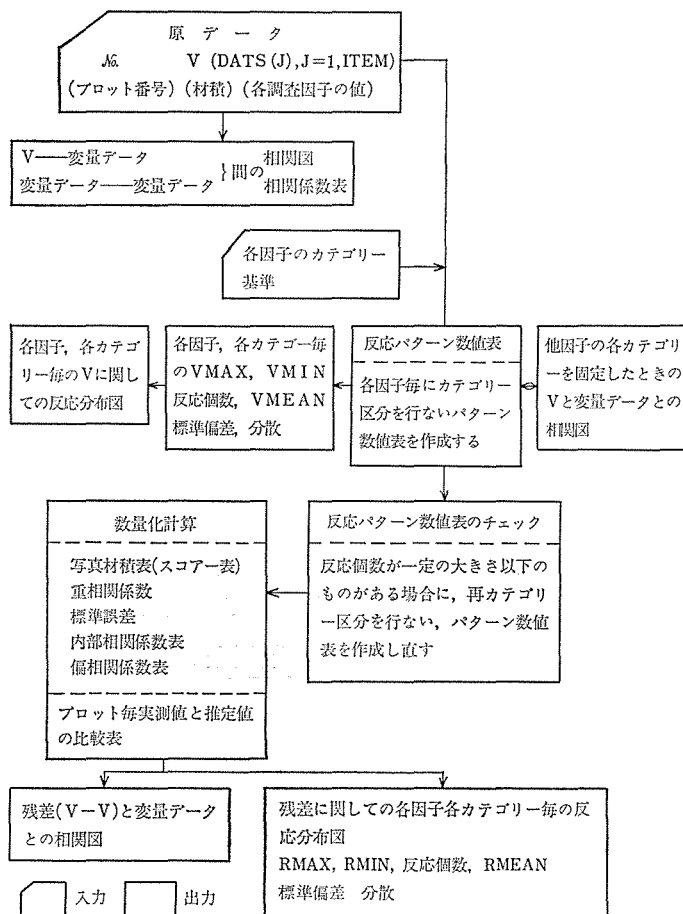


図-3 森林数量化のための原データの検討，カテゴリー区分基準の検討用プログラム概要

モートセンシング技術の導入と開発が研究され，今後の衛星写真を含む空中探査技術の資源調査への活用が期待されている¹⁸⁾¹⁹⁾。

標本調査法による標本地測定法についてはプロットレスサンプリングの理論的解明と実行上起ると思われる問題点の解決に重点を置いた研究が行なわれた。

大友²⁰⁾は，これまでに発表された各種のプロットレスサンプリングの方法について，標本理論の立場から，統一的な理論を検討，従来から論議されていた諸問題を解明した。この研究は面積 $A(m^2)$ の林地にある N 本の木に対して，形状は任意であるが，境界が明確な一定面積 a_j をもつ拡大領域を考え，そのなかの各点は x_j/a_j の値をもとし，いくつかの領域が重複している地点の値を，これらの各領域に与えた x_j/a_j の和とすると，次式で示される y_k は， x の単位面積あたりの合計の不偏推定値を与えることを示し，併せてその母分散と推定子を示した。

$$y_k = \sum_{j=1}^N \delta_{kj} x_j / a_j$$

ここで δ_{kj} は k 地点が j 番目の領域に含まれるときは 1, そうでないときは 0 をとるものとする。
 x_j は木の大きさを表わす任意の因子であるが, 本数の場合は 1 をとる。

大友は, この一般理論により従来の各種のプロットレスサンプリングの方法に新しい解釈を与え, さらに L1 法, L2 法を提案, さらに, この調査法実行上問題となっていた林縁効果による偏りの修正方法として, 1) 木と林縁までの距離を半径とする円面積を拡大領域 aj のものと, 2) 拡大領域の林内面積を aj とする 2 通りの方法を提

案し, いずれも不偏推定値を与えることを示し, 無修正の場合に比して 1) の方法は精度は低下するが, 2) の方法ではほとんど差がなく, 実測値との偏差は, いずれの方法でも著しく小となることを示している。いっぽう樋渡ら²¹⁾のポイントサンプリングでの試験結果では, 小面積の林分については, 増山の方法と 1) の方法とを比較し, 前者の方が良い結果を得ており, 彼も小面積では, 2) の方法の採用を提唱, さらに 10 ヘクタール以上の面積では, 修正の必要はないとしている。またラインサンプリングの代表としての L1 法とポイントサンプリングによる林分因子の推定値の比較により, 増山法で林縁修正した場合は, 実測値に近い推定値が得られるが, 精度が低下するのに対して, L1 法では, 精度は良好であるが, ラインの設定方向によって推定値が不安定になることを示している。

さらにプロットレスサンプリングが, プロットサンプリングに比して精度が幾分低いと云われていることに対して, 円形プロット面積に対応する平均拡大面積の得られる拡大定数を用いて調べた結果, ヘクタール当り断面積の推定精度には優劣のないことが認められ, 西川ら²²⁾は, 同様な調査により, 本数推定では円形プロット法, ヘクタール当り断面積では, ポイントサンプリングおよび円形プロット, 断面積と樹高の積のヘクタール当り合計では L1 法が推定精度が高く, ヘクタール当り材積, 平均直径, 平均樹高については三者の間に差のないことを認め

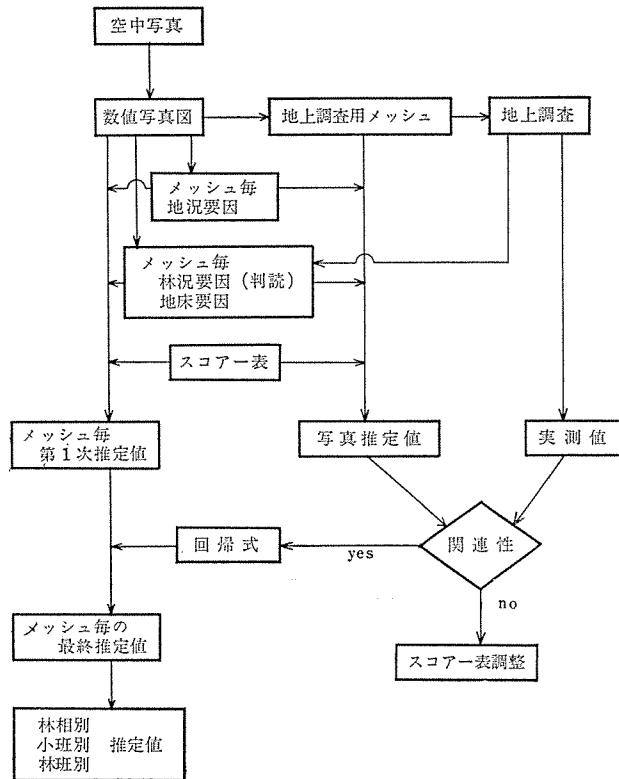


図-4 他地区での「スコア表」活用による推定流れ図

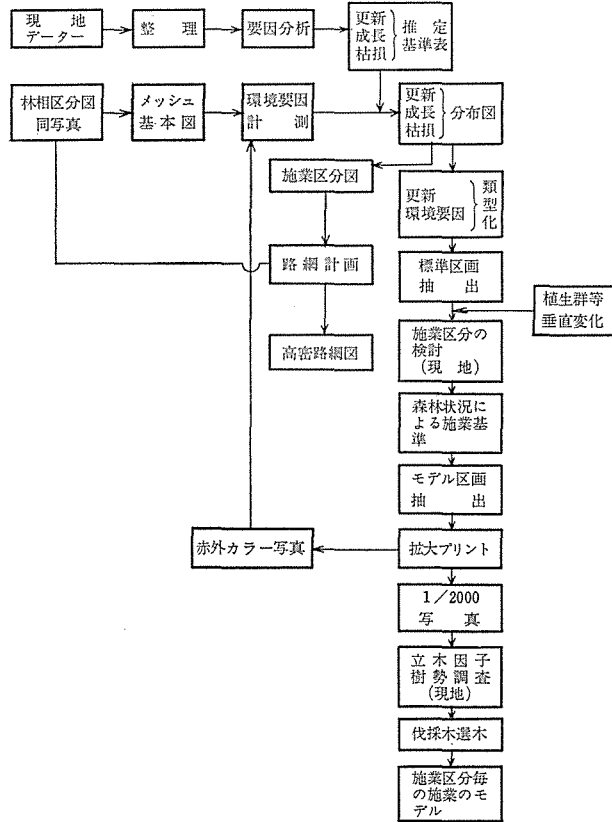


図-5 空中写真，資源調査情報を活用した森林作業計画例

た本数を n とすれば，次式で求められる。

$$V = (\text{RE}) \cdot fh \cdot n = Cn$$

彼は C を材積定数と呼び， C を一定とする場合には $(\text{RE}) = \sqrt{C/fh}$ ，により林分形状高に対応するレラスコープ単位を求め，一定のレラスコープ単位を用いる場合は $C = (\text{RE})^2 fh$ で，林分形状高に対応する材積定数を求めることで，カウント数からヘクタールあたり材積の推定できることを示した。

机上で面積を測定する方法として広く用いられているドットグリッド法とプランメータ法の精度と工期を樋渡²⁶⁾は $0.5 \text{ cm}^2 \sim 400 \text{ cm}^2$ の各種の図形について比較した結果，ドットグリッド法は熟練度に関係なく，かたよりのない値を与えるが，精度は幾分低下し，1% 精度なら150点 2% 精度なら 50 点が対象図形に含まれるような点間隔が適当であり，5 mm 間隔で5% の精度で推定するには 20 cm^2 以上の面積ならば1回の測定で良いことを示している。

現在は連続調査法を取り入れた森林資源の推移の推定方法や森林情報の収集方法，データのバンキング，更新の方法について研究を進めつつある。

(中島 徹)

ている。

樋渡²³⁾はプロットレスサンプリングによる林分材積の推定を簡易化するため，胸面直径，樹高およびこの両者を変量とする fg 表および fh 表を作成，葉袋²⁴⁾らは，断面積と樹高の積のヘクタール当り合計から林分材積を推定するために必要な林分形数の推定方法について，平均直径から林分形数を推定する方法が実用的に満足のゆくことを示し，関東地方ヒノキ林について，直径階別の林分形数表を作成した。

また西沢²⁵⁾は，ワイド目盛のレラスコープを用いてヘクタールあたり材積を直接推定する方法を提案した。すなわち，ヘクタールあたり材積 V は林分形状高を fh ，レラスコープ単位 RE でカウントし

文 献

- 1) 中島 巖：林分地形の数量解析について，日林講，79，(1968)
- 2) ————：写真情報による森林の数量解析，写真測量，9 (2)，(1970)
- 3) 西沢正久ら：数量化による地位指数の推定法，林試研報，176，(1965)
- 4) 中島 巖：計数測定による森林の航空写真濃度と判読疎密度，日林講，77，(1966)
- 5) ————：写真情報による森林の数量解析，写真測量，9 (2)，(1970)
- 6) 林業試験場：昭和45年度国有林野事業特別会計林業試験成績報告書，(1971)
- 7) 中島 巖：赤外カラー写真による植物像の分離抽出，写真測量，8 (1)，(1969)
- 8) 中島 巖ら：天然林の調査法に関する研究(北海道トムラウシ天然林の調査)林試研報，227，(1970)
- 9) ————：空中写真利用による森林調査法に関する研究，林試研報，251，(1973)
- 10) 林野庁計画課：空中写真判読資料作成要領(1965)
- 13) 西沢正久ら：未開発林の調査と評価法に関する総合的研究 (1) 未開発林の調査法に関する研究，日林講，80，(1969)
- 12) 中島 巖ら：大縮尺写真による樹高測定精度，林試年報(1966)
- 13) ————：熱帯林開発における空中写真の利用，写真測量，8 (3)，(4)，(1969)
- 14) NAKAJIMA, I, Photogrammetric as a Basis for the Exploitation of Tropical Hard Wood Forest. ILO/FAD Course on Forest Working Techniques. (1969)
- 15) 樋渡幸男：空中写真による熱帯林の森林調査，熱帯松業，22，(1971)
- 16) ————：南方森林の調査と空中写真，森林航測，94，95，96，(1972，1973)
- 17) 林業試験場：昭和48年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書，(1974)
- 18) 中島 巖：農林業，生物環境分野に対するリモートセンシングの応用，資源，186，(1973)
- 19) ————：遠隔探査による地球資源観測，学術月報，26，(1973)
- 20) 大友栄松：森林調査におけるプロットレスサンプリングの理論的研究，林試研報，241，(1971)
- 21) 樋渡ミヨ子ら：(研究資料)プロットレスサンプリングについての若干の考察，林試研報，242，(1971)
- 22) 西川匡英ら：(研究資料)プロットサンプリングとプロットレスサンプリングの精度比較，林試研報，242，(1971)
- 23) 樋渡ミヨ子：fg表とfh表の作成に関する研究，林試研報，242，(1971)
- 24) 葉袋次郎ら：収穫予測の一方法について，日林講，80，(1969)
- 25) 西沢正久：ワイド目盛のレラスコープによるヘクタール当り材積の直接測定，日林誌，48(2)，(1966)
- 26) 樋渡ミヨ子：面積測定におけるドットグリッド法とプランメータ法について，林試研報，214，(1968)

3. 森林施業に関する研究

1. 同齢単純林の収穫予測

森林経営にとって重要である森林の管理方式や収穫量の予測のため，幾多の研究が発表され主要造林樹種の正常林を対象として林分収穫表が作成されたが，1965年以後はいろいろな密度で生育している現実林の収穫予測に重点を置いた研究が進められた。すなわち生態学的研究部

門で開発された本数密度による逆数式の推定精度を向上させるため上層木の平均樹高(上層高)の冪関数で表わされる逆数式の係数を Marquardt の方法を用いて逐次近似法で求め、さらに林分形状高を上層高と立木本数の関数で表わし、次いで推定林分高とこの逆数式で推定されるヘクタールあたり材積から断面積平均直径、平均直径を求め、さらに推定直径と現実直径の比、ならびに推定材積と現実材積の比との間に線型関係のあることが認められるので、この関係を利用して推定材積を補正することで、推定精度が著しく改善されることが明らかにされた。この方法を用いて、北海道地方のカラマツおよびトドマツの密度管理図を作成した^{1)~3)}。さらに別の立場から密度、地位、および林齢を変量を含む重回帰式による収穫予測方法が提案された。これは密度の尺度としては、単木あたりの平均占有面積が比較的小である林分についての林分高と立木本数との関係から求めた基準本数と現実林の立木本数を百分比で表わしたものをを用い、また地位と林齢の代りに林分高を用いて、断面積平均直径、林分形状高を推定し、材積収穫量を求める予測表の作成方法を示している。

さらに、林分高とヘクタールあたり断面積を変量とする林分材積式の微分方程式で表わされる成長量推定式を求め、その積分値で収穫量を推定する方式を検討し、良好な結果を得ている⁴⁾。また葉袋ら⁵⁾は、密度の尺度として、次式に示す相対幹距に用いて、断面積平均直径の推定式を求め、収穫量は、ヘクタール当り断面積、地位指数、林齢などを変量とする林分材積式から推定している。

$$\text{相対幹距}(\%) = 10000 / \sqrt{\text{立木本数} \cdot \text{林分高}}$$

さらに、正規分布を仮定して直径階別本数を推定し、林齢ごとの直径一樹高直線式とを用いて、径級別の収穫予測の方法も示している。

また、いっぽうにあっては、このような静的な観測値から林分成長過程の動態を解析するのではなく、直接的に動態解析をするため、連立常微分方程式による方法の検討も進められている⁶⁾。

また単木の成長過程から、林分モデルを用いたシミュレーションで林分の成長過程の解明を行なうため、同一林分内で単木の各種因子の成長量または現在量と密接な関係を示す周囲密度の尺度を探究している。西沢ら⁷⁾は、ランク 10 の角度加算法で求めた標本木を中心とする単位面積あたりの本数、または断面積が、直径成長量と密接な関係のあることから、これを周囲密度測定 of 尺度として用いて、単木の直径成長量から林分の成長過程が推定できることを示し、栗屋⁴⁾は同齢単純林内の林木の成長差は、主として受光量の差によって生じるとの想定を立て、ヒノキ苗による実験結果から立木の相対的受光量が受光角、すなわち標本木の樹幹上の点と周囲木の梢頭とを結ぶ線が、樹幹の中心線とをなす角の値で表わされることを明らかにし、東北東から西南西に至る方位を 5 または 3 等分したうえ、各方位区に含まれる周囲木に対する受光角を求め、そのうち最小のものをを用いて、単木の直径、材積を良好な精度で推定のできるこ

を示した。

直径一樹高曲線の経年変化について、本田ら⁹⁾は、適合が良いと云われているネズルンド式を用いてその係数を林齢と関連させた推定式を導びき、また小坂ら⁹⁾は平均直径と平均直径木の樹高とから各係数を推定する方法を提案した。いっぽう、地位判定の基準となる林分高としては、主林木平均樹高は、それが林分密度に影響されることから、これをさけるために樹高の上位のものから、ヘクタール当り一定数の木の平均樹高を用いるべきであるという Hummel の提案について、それによる判定が収穫量の査定などにおよぼす影響について検討している。なお上層高の算出方法として、平均樹高とメディアンのうち、大きい方を基準とし、それ以上の木について基準樹高のまわりの標準偏差を用いると劣勢木による樹高分布の歪が除去されることを示した¹⁰⁾。

さらに、地位判定の規準となる地位指数曲線を樹幹解析をした標本木から作成する場合多項式による分散分析¹¹⁾、主成分分析法¹²⁾樹高成長型を分類することで、地位指数のかたよりを除く必要のあることを指摘した。

これらの研究結果を利用し数理的手段によって保続表の作成¹³⁾など経営計画への適用面の研究が進められている。

2. 同齢単純林の構造と成長

主として人工林を対象として、施業による林分の成長過程を把握するため「収穫試験施行要綱」に基づき、支分場、営林局共同で固定試験地を設け、定期調査により、林分構成因子の測定を継続、現在までに集積した資料については、収穫試験中間報告書として既に刊行し、各方面で利用されている。また昭和 34 年の収穫試験地整備 10 か年計画で設定した試験地については、各因子ごとの調査時における現在量、成長量、枯損量など、施業研究に必要な統計量および、主として若齢期における成長過程の解析結果が取りまとめられた¹⁰⁾。

また、野幌試験林に試植された北海道在来樹種および外国産樹種の標準地の長期間にわたる調査結果をとりまとめ、各樹種の林分構成と成長に対する除、間伐等の取扱い、および立地因子との関係を解明し、さらに林分構成因子の成長過程の解析を行ない、北海道における人工林の育林技術の開発に有力な寄与をなした¹⁴⁾。

また、収穫試験地の調査資料などに基づく林分の構造と成長との関係解析については、多くの研究業績が発表され、成長法則の解明が著しく進められている。ここでは、その一端を紹介するに留めることとする。

東北地方のスギ人工林の固定試験地の資料のうち、林齢 30 年で、林分条件（林分高、立木本数、ヘクタールあたり材積）のほぼ等しいものを用いて、間伐効果を解析した結果、20 年後の総収穫量について、収量一定（680～870 m³）、20 年間の材積成長については成長量一定（440～

560 m³)の法則が成立することが実証され¹⁵⁾、さらに同齡、同地位の林分において、ある本数密度までは、密度の増加につれて総収穫量も増加するが、それ以上の密度に対しては、収穫量一定の法則が、人工林に対しても成立することを明らかにし¹⁶⁾、また、定期成長量を一定とするためには、期首材積をその林齡における最大材積の65%にあたる限界材積に保つ必要のあることを示し、間伐効果は、収穫量より直径成長におよぼす影響が大きく、中庸度の間伐(寺崎式間伐)が質、量生産に共に適していることを改めて実証した⁷⁾。また間伐林では間伐によって立木間の競争が緩和されるため、幹級の降級は防止され、間伐林ではⅡ級木の大部分がⅠ級木に昇級したのに対し、無間伐林では、相当数の降級を生じ、とくに育ちの遅れているⅢ級木の大部分が降級することが認められ、直径級別直径成長量は下位幹級ほど差の大きいことが示された¹⁸⁾。

林分をその構造で分類し、林分成長法則性をいっそう明確にするために、主成分分析法などの多変量解析の手法の適用を試みている¹⁹⁾。

また森林の持つ各種の公益的機能の指標、例えば貯水能力として粗孔隙量を、多変量解析の手法で、林分構成因子および環境因子から推定および分類できることを示した²⁰⁾。

3. 天然生広葉樹林の構造と成長

天然生広葉樹林の施業で最も重視されるのは、林分の永続性を保証する後継樹すなわち更新樹の保育方法であり、その前段としては分布状態と本数密度の適切な把握が必要である。これまでに数多くの更新樹調査法が提案されているが、これをコードラート法と間隔法に大別し、それぞれについて分布判定法と本数密度(または集中度)把握法に分けて体系化を計り、さらに本数密度と集中度の把握が可能である Catana の彷徨四分法、森下の間隔法、Batcheler の方法、ストックドコードラート法について、天然林のランダムから極度の集中分布を示す各種の更新樹位置図を用いて検討した結果、これらの方法の基礎となった分布以外のものにその結果を適用するとかたよりを生ずるが、分布判定法により分布型を確めて適用すれば、本数密度、集中度およびその状態は適確に把握できることを示した²¹⁾。さらに東北地方ブナ林について、土じょう型で地位を分類し、林分高と相対幹距の係数を用いて伐期における利用材積を導びき、それが最大となる本数密度を満す更新樹集団が存在するとし、その集団内での成林可能な更新樹の量を把握し、これらの情報に基づいて、人為的など新補助手段を施すことが天然更新を成功させる第一歩であることを示し、このような情報を求める手段としては Catana の彷徨四分法が適していることを提案した²²⁾。また更新補助手段、上木および異樹種間との競争関係についてもしだいに解明されつつある。

天然生広葉樹林は、それを構成する要因が多数であり、それらが相互に影響しあって複雑な様相を示している。そしてその類型化が構造と成長を解析する重要な手段となる。多変量解析

手法は、この解析のために有力な手段を提供する。これについて北海道の天然林において、大型および小型の更新樹について数量化Ⅰ類およびⅡ類による成立本数の予測および分類を行ない、その手法の有効性を実証した²³⁾。また暖帯広葉樹林については、各種の択伐および皆伐による林分構造と、それが成長、および更新に及ぼす効果を固定試験地の調査資料を用いて解析し、全樹種の直径分布は、Meyerの分布式、 $y=ke^{-ax}$ (y =本数、 x =直径)で表わすことができ、さらに係数は $Y=a+b \log t$ (Y =係数、 t =伐採後の経過年)で推定されることを示し、この式から択伐率が異なっても11年後には元の分布に戻ることを明らかにし、さらに樹種ごとに負の二項分布をあてはめ、その係数で樹種を炭材価と併せて分類し、この樹種群別に直径成長量、本数、材積成長量などの推移を解析し、暖帯広葉樹林の施業のあり方を明らかにした²⁴⁾。

また東北地方のクスギ林についても、その分布、育苗、萌芽の仕たて方を明らかにし、また最大密度の林分の立木本数と平均直径の関係から、特性曲線、管理曲線を導びき、さらにコナラとの樹皮厚、幹曲線の比較で、その特性を明らかにし²⁵⁾、クスギ林施業の基礎を提供し、また施肥効果は収穫量については地位により異なるが、最長萌芽の根元直径には差が認められず、また伐根直径の影響は根元直径より長さにより強く影響していることを示した²⁵⁾。この結果はさらに無施肥の場合と対比させて検討を進めている。

こんごは、合理的な手段で類型化を行ない、各型ごとに林分構造を解明し、施業方法や収穫予測を行なうこととしている。

(栗屋仁志)

文 献

- 1) 真辺 昭：等平均樹高線決定の一方法，日林講，82，(1971)
- 2) ———：北海道カラマツの密度管理図，北方林業叢書，51，(1972)
- 3) ———：トドマツ密度管理図，北方林業叢書，53，(1974)
- 4) 栗屋仁志：同齢単純林における密度と成長の関係に関する測樹学的研究，林試研報，265，(1974)
- 5) 葉袋次郎ら：収穫予測の一方法について，日林講，82，(1971)
- 6) 西川匡英：連立常微分方程式による収穫予想 (Ⅰ)，日林講，83，(1972)
- 7) 西沢正久ら：ラジアータ松の単木の生長と周囲密度の関係，日林講，80，(1969)
- 8) 本田健二郎ら：林齢を加えた直径-樹高曲線Ⅰ～Ⅱ，日林九支研論，24，27，(1970，1973)
- 9) 小坂淳一ら：立木材積調査における樹高測定の省力，日林東北支誌，22，(1970)
- 10) 収穫試験報告，17，(1972)
- 11) 真辺 昭：樹高成長の型と地位指数曲線について，日林講，77，(1966)
- 12) 西川匡英：主成分分析による樹高成長型のパターン解析，日林関東支部，23，(1971)
- 13) 天野正博：経営計画に関する数理的手段の研究(1)，(2)，日林関東支部，24，25，(1972)，(1973)
- 14) 松井善喜ら：野幌試験林における各種人工林の調査成績，林試研報，202，205，(1967)
———：野幌試験林における各種人工林の構造と成長に関する研究，林試研報，207，(1967)
- 15) 小坂淳一ら：スギ人工林の取り扱いが成長におよぼす影響，日林東北支誌，20，(1968)

- 16) ————：間伐の成績，日林東北支誌，20，(1968)
- 17) ————：林分成長量からみた間伐方法，日林講，78，(1967)
- 18) 上野賢爾ら：ヒノキ人工林の構造と成長，日林講，83，(1972)
- 19) 大友栄松ら：主成分分析法などを利用した林分の分類について，日林講，77，(1967)
- 20) 西沢正久：総合的計量化手法の開発および理想林型決定調査，森林の公益的機能計量化基礎調査報告書，(1973)
- 21) 西川匡英ら：未開発林の調査と評価法に関する総合的研究—更新樹調査法(1)，(2)，日林講，81，82，(1970)，(1971)
- 22) 小坂淳一ら：秋田営林局管内ブナ林の構造と収穫からみた更新法—1，2，日林東北支誌，23，(1972)
- 23) 長内 力：天然林解析における数量化の一例，北支年報，(1965)
- 24) 西沢正久：低質広葉樹林の材積推定の簡略化について，林試研報，228，(1970)
- 25) 柳谷新一ら：東北地方のクスギ林の実態と2，3の考察，林試研報，188，(1966)

4. 混牧林施業に関する研究

1. 混牧林施業の基礎的研究

幼齢林地に放牧された家畜の行動を中心にして，これが林木と植生と家畜の3者に与える影響についての基礎的な研究を進めようとして，畜種と樹種とを組合わせて4型とし，東北および北海道地方において1952年から開始した。そして広葉樹幼齢林と肉用牛の組合せについては林試研報 No. 139 と 148(62, 63 年)，同じく緬羊との組合せは No. 173(65 年)，針葉樹幼齢人工林と緬羊については No. 172(65 年)にそれぞれ発表した。したがっていま一つの型である「針葉樹幼齢人工林と肉用牛」が残されていたが，ここ10年間のうちにこの研究も終了し¹⁾，基礎的な研究は一応終了した。したがって以上を一括して本研究についての総括論議を行なったのであるが²⁾，つぎにこれらについて概略を述べる。

カラマツの3～6年生の人工林に，放牧強度と放牧季節を変えて黒毛和種牛の放牧を行なったが，放牧強度をヘクタール当りのcow day でみれば軽度が31～39平均36，重度が49～69平均59となり，重度は軽度の1.6倍の強さで放牧された。このような放牧状況下では，カラマツの被害木の発生率は軽度で3(秋)～10%(春)，重度では4(秋)～21%(夏と春と全季)を示し，被害率と放牧強度との関係が深く，また放牧季節も見逃せない要因であることを示した。植生の健康度についても同様に重度はコンディションを悪化させ，飼料草の衰退を招き，さらに放牧牛の発育についても重度は悪影響をおよぼし，日増体重量は軽度で0.51 kg 重度では0.18 kg にすぎなかった。

基礎的研究の第1～第5報を総括して試験結果について考察してみればつぎのようである。放牧牛が林木に与える傷害は，採食，踏付，なすりつけの3行動によって発生するが，広葉樹

ぼうが幼齡林を対象としては「採食」に限定され、針葉樹幼齡林については「踏付」と「なすりつけ」によるものが圧倒的に多い。ところで採食による被害は放牧牛の嗜好性によって左右され、嗜好性高位の樹種については放牧強度や放牧季節などによって被害率を調節することは不可能である。しかし中位の樹種については放牧強度が大きく影響し、軽～中庸度の放牧の場合はぼうがの成長に悪影響をおよぼすことはない。つぎに針葉樹幼齡林については、踏付による被害は樹高(林齢)との関係の深いことが明らかとなり、結局放牧牛の体高が被害の程度を決定することになり、成雌牛の場合はもっとも危険な樹高は0.7～1.1 mであった。しかしなすりつけによる被害は1.1 mを越えても発生するが、発生場所が休息地周辺などに限定され、造林地全域を単位にすれば率は非常に低かった。つぎに放牧強度との関係については広葉樹の場合と同様に、重度放牧は被害率を増大させるが、これは放牧牛が乏しい飼料植物を採食しようとして移動歩行する距離や時間との関係が深いように観察された。放牧季節については、林木の成長が旺盛で樹幹や側枝の柔軟な春～初夏の時期に被害木が多発する傾向がみられ、この季節にはとくに軽～中庸度の放牧が要求される。なお放牧強度と植生推移や家畜発育との間には顕著な傾向がみられ、いずれも重度放牧は植生を不健康とし、放牧牛の増体重量も低かった。

2. 混牧林施業の応用的研究

(1)アカマツ林内人工草地の放牧利用と林地保全について³⁾：アカマツ壮齡林を間伐し、林床を不耕造成による人工草地とし、緩傾斜地(平均5～7度)と急傾斜地(同20～27度)の2地区を選定し、それぞれ放牧圧を変えて軽度(草の利用率55%内外)と重度(同75%内外)とし、黒毛和種牛を3年間放牧した。はじめに草地の受けた放牧圧についてみれば、ヘクタールあたりcow dayは軽度が465 重度が611で、重度は軽度の約1.3倍を示したが、1cow dayの消費量は両強度は53～58 kgで大差はなかった。このような状態で放牧された人工草地の受蝕状況については、平均5～7度の緩傾斜地においては放牧強度と関係なく、いずれも放牧による裸地や崩かい地の発生はみられなかった。つぎに20～27度の急傾斜地においては部分的に30～40度の急斜地も分布するために、裸地や崩かい地の発生をみたが、上記のような放牧圧では軽重の間の差はなかった。ところで傾斜角度と侵蝕の状況を、ライン法によって裸地の分布頻度と裸地長の全長に対する比率(裸地率)を測定した結果によればつぎのようである。まず頻度率については、傾斜度が20度まででは一般に10%内外であったが、20～25度では急増して40%内外となり、25～30度では80%内外と急激に上昇した。つぎに裸地率についても同様に20度までは約4%であったが、20～25度では8～16%、25～30度では18～33%、30～35度では37～58%と上昇し、人工草地における放牧と侵蝕との関係では20～23度が一応のめどとみられるようであった。

(2)広葉樹人工林の放牧について⁴⁾：シラカンバ、ウダイカンバ、ケヤマハンノキなどの植栽区

と直播区とを設け、林床植生を自然草地と改良草地(牧草地)の2種類とし、放牧地面積を1:2の2区として乳用育成牛を放牧した。広葉樹の被害は採食が主であったが、被害率と林床植生との関係が比較的顕著にあらわれ、自然草地における採食害は高率を占め、改良草地では低率であった。この原因については判然としないが、本試験地における自然草地はフキのような嗜好性の非常に低い草本類が主体となり、状態診断上からは poor condition と判定されることから、広葉樹の樹葉に対する依存度を高くしたものと考察される。しかし改良草地においては被害率は比較的低く、しかも牧養力が高いうえに草地としての利用年限も長いので、このような施業も一つの方向として考えられるであろう。

(3)牧草導入による共用林野の改善について⁵⁾：幼齡造林地へ牧草を導入し、これを粗飼料として採草利用しようという複合利用法を取りあげ、樹種と苗木の植栽方法について検討した。すなわちカラマツ(群馬)とアカマツ(岩手)を対象として、方形と列状と群状の3植栽法を取り5年間測定した。牧草類の収量についてみれば、カラマツ林ではヘクタールあたり生草量が1年あたり平均21.5~25.2トンであったが、収量の推移は方形植がもっとも早期に減収となり、1列列状植が終始高位収量を維持し4年目においても26.7トンをあげ、各植栽方法の中ではもっとも収量が多かった。アカマツ林においては27.0~28.1トンの収量を示したが、収量推移と植栽方法との関係は顕著でなかった。しかし1列列状植がやや優れていた。林木の成長はいずれも牧草地に植栽した場合が不良で、とくに植栽1~4年間の伸長量が低い。しかし5年目ころから牧草地の苗木の成長がさかんにになり、カラマツでは野草地の50cmに対し44cm、アカマツの場合は逆に牧草地の45cmに対し野草地は39cmである。

(4)植生および植栽様式を異にした針葉樹人工林の牧養力について：樹種としてアカマツとスギとヒノキを取りあげ、植生は長草型牧草(オーチャードグラス)と暖地型牧草(ダリスグラス)と野草の4種類とし、方形と列状と群状の3植栽法をとった。アカマツについては一応放牧試験を終了し、他については現在放牧を継続中である。アカマツについては植栽当年の牧草地放牧とくに長草型牧草地においては決定的な採食害にあい、翌年改植したけれども被害率は高く成長が大幅に阻害された。短草型と暖地型牧草地においては改植の必要はなく、とくに野草地においては採食害もなく正常な成育をつづけた。なおスギとヒノキについては採食害はみられない。

(5)トドマツ造林地の乳用育成牛の放牧について：トドマツの2~5年生の幼齡造林地を対象とし、林床植生を牧草地と野草地に区分して、ホルスタイン種育成牛の放牧試験を続けているが、トドマツと牧草の組合せは前記アカマツと長草型牧草の場合とほぼ同様の傾向を示し、トドマツの被害が大きくあらわれたが林齢(樹高)との関係が深いようにみられ、実際には林齢に応じて草地の種類を決めることが必要のように思われる。

以上述べた混牧林施業のほか、原野施業に関する研究も同様に実行中であるが、①シバ草

原の2次生産との関連についてはI. B. P. による研究に引きつづいて、シバ草原の生産力についての測定を岩手と茨城で実施中であり、②ワラビ草地における放牧牛の中毒については、放牧実験により採食量と発症との関係についてめどを得た⁶⁾。

(井上楊一郎)

文 献

- 1) 経営部営農林牧野研究室・東北支場経営第3研究室：混牧林経営に関する基礎的研究第5報，林試研報，212，(1968)
- 2) 井上楊一郎ら：混牧林経営に関する基礎的研究第6報，林試研報，255，(1973)
- 3) 農林水産技術会議：山地傾斜地草地の利用管理および造成技術の組立に関する研究，研究成果，58，(1972)
- 4) 営農林牧野研究室：広葉樹人工林内の放牧，北支年報，(1967)
- 5) 林業試験場：牧草導入による共用林野の施業改善，国有林野林業試験成績報告書，(1971)
- 6) 農林水産技術会議：牧野における牛の汎骨髄癆に関する研究，研究成果，70，(1973)

5. 育苗・育林技術に関する研究

最近10年間における林業をとりまく諸情勢のはげしい変動は、育苗・育林技術研究の動向にも大きい影響をおよぼしている。以下育苗，育林の技術的研究分野と，その基礎としてすすめられている林木の生理生態的研究の分野に分け，それらの主要な研究の動向について述べる。

1. 育苗技術の研究

主要な造林樹種についての育苗技術についてはすでに多くの業績があるが，苗畑作業の機械化，省力化を背景として実用的な研究が県林試や事業現場において多く行なわれている。当场造林部関係では，採種林・採種園における種子生産技術，無性繁殖技術，苗畑除草剤の使用技術などの研究が主に行われてきた。

林木の種子生産はこれまでの自然結果に依存する方向から，育種事業の進展にともなって選抜された材料により仕立てられた採種園より生産する方向へとむかっている。したがって，開花や結実を環境条件によって調節する技術は今後ますます重要となる。間伐，施肥などによる種子生産の調節技術の研究は，無性繁殖の基礎的研究とともに，後記する育種技術に関する研究の項においてふれることとする。

苗畑における省力技術の開発において，除草剤の利用技術は1つの重点として考えられ，多くの研究がすすめられた。すでに床がえ作業，まきつけ作業ともに薬剤除草が可能となり，大幅な省力化がはかられてきた。薬剤として新たにトルフルリン，CFNPなどの苗畑適用性

が確認された¹⁾。また防除が困難であった世界的害草であるハマスゲに対しても、TFP と glyphosate との混用によるきわめて効果的な薬剤防除法²⁾が発見され、今後の利用が期待されている。

2. 育林技術の研究

森林の更新および保育技術を中心とするこの分野の技術的研究は、単に専門分野に限らず、関連する技術分野をふくめた総合的研究として推進されることが多くなった。

拡大造林政策の進展にともなって、造林地は奥地化し、不良環境下での造林が多くなり不成績地の出現も問題とされるようになった。このような不良環境地帯での造林技術について研究もすすめられたが、とくに寒害常習地帯および多雪地帯の造林技術の研究は総合的に推進され、多くの成果をあげてきた。その詳細は第3章において記述する。

また森林開発の奥地化にともなって、人工林造成だけでなく、天然林施業の重要性も再認識され、施業技術の確立が強く要望されてきている。天然林施業とくに更新技術について新たな観点から研究が進められ、亜寒帯および亜高山帯の針葉樹林やヒバ林、ヒノキ林、アカマツ林、さらにダケカンバ林やブナ林などの広葉樹林についても多くの成果がまとめられた³⁾⁴⁾。とくに亜高山帯およびブナ帯の更新については詳細を別途第3章において記述する。

森林の更新技術において、林地除草剤の利用技術の開発は省力化の面でもっとも期待され、多く研究が進められた。

林地においては多年生雑草木が多く、有効な除草剤とその使用技術の開発には困難が多いが、ススキに対する TFP による冬～早春の出芽前処理、低薬量処理という特徴ある防除法を確立することができた⁵⁾。

林地の有害なツルの一つであるクズの防除法として、微量のピクロラムを木針に吸着させて株に挿入する木針法の確立⁶⁾、さらに2・4・5 T 剤にかわるクズの茎葉処理剤として、TFP と DPA の混合剤処理法の確立⁷⁾など新しい発展をつづけている。

林地においても問題となるササの枯殺はこれまで塩素酸ソーダによって処理されてきたが、場所により完全な枯殺が困難であったり、薬量を多く使用するなどの問題点もなお残っていた。林地除草の基本的考え方が完全な枯殺でなく抑制であり、低薬量処理の方向であるので、このため TFP の使用が検討され、処理によって数年間出芽を抑制することが明らかとなった⁸⁾。

除草剤の使用はそれが森林生態系を攪乱することがあるので、除草剤使用が生態系におよぼす影響についての総合的研究が技術会議により企画推進された。除草剤が林床植生、土じょう動物、土じょう微生物、土じょうの性質などに与える影響を明らかにし、薬剤の残留と転流の実態を調査した。さらに野生鳥獣、淡水魚、水質などにおよぼす影響も精査し、林地における

除草剤使用の適正化をはかる基本的資料を集積した⁸⁾。

除草剤使用ともからんで林地の雑草木の生態的特徴や群落構造を明らかにすることは基本的に重要なことであるが、全国の林床の主要な植生型ごとに薬剤処理や下刈方法と組合せて、植生の遷移、再生過程などが多く調査されてきたが^{9~14)}、今後これらを総括して省力的な下刈体系を確立することが望まれている。

人工林における保育技術の研究は、林木間の競争、密度効果さらに森林の物質生産機構などに関する生態学的研究の進展とともに、大きい発展をとげた。とくに保育技術の中心ともいえる植栽から間伐、主伐にいたる林分の密度管理の問題については、主要樹種についてその量的質的成長と密度との定量的関係が解析された。その成果により各種の生産目標に応じた植栽から伐期までの一貫した密度管理の方針、すなわち保育形式の特長を明らかにすることができ、経営の目的に応じてとるべき保育形式の選択を合理的に判定することが可能となった^{15~19)}。また列状間伐など省力的間伐法についても検討されている²⁰⁾。

さらに良質材生産のための枝打技術についても、林木成長の物質生産の研究と関連して研究が進められ^{21~23)}、密度管理技術とともに人工林の保育技術の改善に貢献しつつある。

また生産力増強のための短期育成用の樹種の選択とその合理的育成技術を確立するため、スギ、アカマツ、カラマツ、フサアカシア、モリシマアカシア、コバノヤマハシノキをあげ、施肥、密度管理などを組合せて、全国に56試験地を設定しその生育を調査している^{24~27)}。

近年、とくに問題とされる自然環境の破壊と公害の激化にともなって、森林のもつ各種の公益的機能に対する期待が高まり、社会的に森林施業に対する関心が強くよせられている。生産に偏した大面積皆伐施業などに対しては環境保全の面から厳しい批判が加えられる現状である。したがってこれまでの森林の施業法も環境保全の面から再検討が急がれ、小面積施業さらに非皆伐施業へと指向されている。非皆伐施業といってもその内容はきわめて多様であり、択伐作業をはじめ傘伐作業や保残木作業もあり、二段林作業なども含まれよう。これらの施業を現在の林業経営の諸条件の下で行なうにはなお技術的裏付けは十分といえぬ段階であり、その研究が急がれている。最近二段林造成技術を中心として、スギ、ヒノキ人工林における林内更新法の研究が進みつつあり^{28~29)}、とくに関西、四国、九州支場造林分野の共同課題として推進がはかられている。

また昭和48年度より「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」が技術会議において発足しており、本場支場の各部門が参加して研究を進めているが、造林部門でも、森林生態系の実態解析、環境保全的土地利用技術と管理方式の確立などの分野に力をそそいでいる。

公害問題にからみ大気汚染や土壌汚染と樹木の生育との関連も近年推進されている研究分野である。大気汚染の樹木に対する影響とその機構、指標生物の検索、樹木の耐性限界に関

する研究など成果をあげつつある(第3章参照)。さらに大規模な都市開発などにもなう環境破壊を回復するため、環境緑化技術の開発も強く要請され、従来からの技術的集積の再検討とともに新たに研究を進める方向にある。

3. 林木の生理・生態の研究

林業技術は自然力と林木の性質を巧みに組合せ利用することによって発達してきた。新しい造林技術の開発には林木の生理、生態的な基礎的研究の成果を集積することが必要であり、多くの研究が行なわれている。

林木種子生産技術に関連して、開花、結実の調節機構の研究がのぞまれている。このため花成と環境条件との関係が基礎的に検討された。スギにおける実験では大型水耕装置による栄養条件と花成の関係では、N・P・K 相互の比率をかえても花成反応にほとんど影響がみられなかった。しかし N 源として NO_3^- 態を用いると NH_4^+ 態を用いた場合より花成反応がつかめられた。スギの花成反応は培地の水分調節により影響をうける。すでに過湿条件下で花成がおこることは明らかにされていたが、乾湿をある幅で周期的にくりかえすと花成が誘導されることが明らかになった³⁰⁾。また特殊なクローンであるがカラマツの花成が日長条件によって影響されることも明らかとなった³¹⁾。種子生産では稔性の向上も重要な課題であるが、まず不稔性の原因を解明するため、カラマツについて受粉から種子形成までの過程を検討している^{32~35)}。受粉した胚珠の約80%は充実したタネに发育しており、シイナ(不稔性)の形成は、受粉が十分に行なわれないことが最大の原因であることがわかった。

林木の成長と環境との関係を明らかにしてゆく過程として、異常な環境下での林木の反応を解析した。苗木の掘取り、移植の過程を通じて苗木がうける生理的ストレスを実験的条件下および現場での両面から解明した。移植後光合成や呼吸の低下、単糖類や遊離アミノ酸類の増加、 ^{14}C -炭素化合物の転流・分配の異常などが明らかにみられた^{36~40)}。これらの生理的ストレスを引起す主要因として水分条件があるが、林木の水分条件の解明を寒害や天然更新における稚樹の枯損原因に関連させて進めた。水分状態の解明のためには測定手法の開発が重要であるが、Pressure Chamber による方法が有効であり、野外測定においても便利であることを明らかにした⁴¹⁾。また Heat Pulsus 法による樹液流測定法⁴²⁾をもあわせて、林木の水分状態の季節変化、日変化を観測し、環境条件との関連を追究している。

基礎的な林木生理の研究として、林木の休眠および休眠打破の機構の生化学的研究⁴³⁾⁴⁴⁾、スギ苗木の窒素代謝におけるシトルリンの役割についての研究⁴⁵⁾⁴⁶⁾、さらに林木の肥大成長の研究などが進められている。アカマツを材料とした肥大成長の研究^{47~49)}では、まず形成層にインドール酢酸 (IAA) の存在を確認し、形成層活動と内生 IAA の消長との関係、IAA の仮導管の直径成長に対する役割などを明らかにした。芽から転流する IAA の量は形成層活動を支

配するが、また IAA の消長は形成層そのものの IAA 酸化酵素活性の高低によっても支配されるという相互関係がみられるようである。

また樹体内の可溶性蛋白質やポリフェノール性物質、ロイコアントシアンなどと生理的反応との関連についても検討が行なわれ^{50~55)}、樹体内無機養分についても苗木形質や成長、施肥などとの関連でしらべられた^{56~58)}。

この他「施設農業における光質利用技術化に関する研究」(第3章参照)および「永年生木本作物の有用生殖質の長期保存と利用に関する研究」が農林水産技術会議の特別研究として進められ、林木部門の生理的、基礎的研究を分担している。後者の課題では、林木の花粉、種子、器管の長期貯蔵法の検討とともに、組織、器官、幼植物の長期保存のための無菌培養法の研究、休眠性と貯蔵性との関係の究明などが行なわれている。

林木の生態学的研究では前述したように林木の競争、密度効果に関する研究が、保育技術研究の基礎的役割を果たした。植物生態学において一年生作物やウキクサなどで見出された同種個体群での密度効果の法則性は、林木のような多年生木本植物でもきわめてよく適合することが苗木や幼齡木の実験個体群で確認され、また現実の密度を異にする林分調査からもその適用性が確かめられた。この法則性を利用して林分密度管理技術の確立がはかられた。また森林の物質生産機構の解明についても近年多くの成果が得られた。森林の葉量、その生産構造、一次生産力などが、樹種、林型、密度、林齢、土地条件などに関連して解析され、主要な天然林および人工林の物質生産機構の大略が明らかにされた^{59~68)}。IBP 計画(国際生物学事業計画 1965~1972)にも林試より多くの研究者が参加し、森林の生産力解明の部門において大きい評価を得ている。森林の物質生産は森林生態系をささえる基本であるが、さらに物質循環の動態を明らかにすることによって、森林生態系の機構解明に大きく貢献すると思われる。

また林木の根系に関する調査研究も多くの成果を得ている⁶⁹⁾。モデル林分による実験的研究とともに現実の各種条件下における林分の地下部構造の調査がその調査法の開発とともに精力的にすすめられた。人工林および天然林の主要樹種について根量とその分布、地上部各部現存量との関係などが明らかにされ、さらに樹種の特性と林分密度や土壌条件などとの関連も解明されつつある。これまで十分の集積のなかった森林の地下部についての知識は造林技術全般に多くの貢献を果すものと思われる。

この他森林植生の群落学的研究、遷移に関する研究、樹木の分布、分類に関する研究も基礎的研究^{70~72)}としてすすめられている。(蜂屋欣二)

文 献

- 1) 真部辰夫ら：CFNP(MO-500)による林業苗畑の雑草防除，雑草研究，13，(1972)
- 2) 石井邦作ら：ハマスゲの繁殖と TFP による防除，雑草研究，12，(1971)

- 3) 草下正夫ら：亜高山地帯の造林技術，創文，(1970)
- 4) 柳沢聡雄ら：新しい天然更新技術，創文，(1971)
- 5) 千葉春美ら：ススキに対する除草剤 TFP の適用性について，林試研報，228，(1970)
- 6) 除草剤研究室：木針法によるクズ防除，場報，86，(1971)
- 7) 加藤善忠ら：TFP・DPA 混合剤によるクズ防除，雑草研究，12，(1971)
- 8) 農林水産技術会議：除草剤の森林生態系におよぼす影響とその調査方法に関する研究，農林水産技術会議研究成果，75，(1974)
- 9) 中野 実：トドマツ幼齢造林地における雑草の消長，雑草研究，5，(1966)
- 10) 真部辰夫ら：アントラセンによる日射量の測定，日林誌，51，(6)，(1969)
- 11) 大場貞男ら：除草剤散布によるススキ叢生地の植生変化，日林誌，52，(2)，(1970)
- 12) 石井幸夫ら：下刈りに関する研究(Ⅰ)，日林誌，53，(3)，(1971)
- 13) 尾方信夫ら：林地におけるススキ群落の生態的特性と抑草目標について，雑草研究，12・13，(1971)・(1972)
- 14) 石井幸夫ら：下刈りに関する研究(Ⅱ)，日林誌，56，(3)，(1974)
- 15) 只木良也：林分密度管理の基礎と応用，日林協，(1966)
- 16) 安藤 貴ら：スギ林の保育形式に関する研究，林試研報，209，(1968)
- 17) 安藤 貴：同齢単純木の密度管理に関する生態学的研究，林試研報，210，(1968)
- 18) ———：密度管理，農林出版，(1968)
- 19) 只木良也：モリシマアカシア林保育の基礎的研究，林試研報，216，(1968)
- 20) 竹内郁雄ら：ヒノキ 30 年生林分の間伐試験，林試研報，272，(1975)
- 21) 藤森隆郎：枝打に関する基礎的研究 1. 一生態学的調査資料に基づく枝打ちの考案一，林試研報，228，(1970)
- 22) 早稲田収ら：枝打ちに関する基礎的研究Ⅱ，枝打ちの樹幹成長におよぼす影響(Ⅰ)，林試研報，244，(1972)
- 23) 藤森隆郎：枝打ちに関する基礎的研究(Ⅲ)，枝打ち方法の違いによる林分構造の変化について，林試研報，246，(1972)
- 24) 短期育成林業研究班：合理的短期育成林業技術の確立に関する研究報告，第 1 部，設定と経過について，林試研報，233，(1971)
- 25) 加藤亮助ら：コバノヤマハンノキ真室川試験地における林分の成長と生産構造，林試研究，252，(1973)
- 26) 安藤 貴ら：アカシア類西条試験地の林分の成長と生産構造，林試研報，252，(1973)
- 27) 尾方信夫ら：モリシマアカシア水俣試験地の林分成長と生産構造，林試研報，252，(1973)
- 28) 林業試験場：非皆伐施業法に関する研究資料，林試，(1975)
- 29) 坂口勝美ら：これからの森林施業，全国林業改良普及協会，(1975)
- 30) 長尾精文ら：培地の水分調節とスギ苗木の花芽分化，日林講，83，(1972)
- 31) 横山敏孝ら：カラマツの花芽形成と光周条件，日林誌，55，(12)，(1973)
- 32) 横山敏孝：カラマツの受粉と胚珠の発育一ひとつの調査例，日林誌，51，(5)，(1969)
- 33) 横山敏孝ら：カラマツの受粉適期と受粉回数，林試研報，253，(1973)
- 34) ———：カラマツの受粉胚珠から充実種子のできる割合，日林講，84，(1973)
- 35) 横山敏孝：カラマツの胚のう母細胞，減数分裂の時期，林試研報，255，(1973)
- 36) 玉利長三郎：秋におけるトドマツ苗木移植後の還元糖および澱粉含有量の変動，日林誌，49，(7)，(1967)
- 37) 坂上幸雄ら：液体シンチレーションカウンター (LSC-502) によるスギ苗木試料中の ^{14}C 測定，日

- 林誌, 51, (6), (1969)
- 38) ———— : 無給水条件におかれたスギ苗の葉位別乾燥経過, 日林誌, 52, (5), (1970)
- 39) 森 徳典ら : Change in free amino acid content in *Cryptomeria japonica* transplants under, 日林誌, 53, (11), (1971)
- 40) 高橋邦秀 TAKAHASHI, T. : 土壌水分の違いが5樹種の蒸散比にあたる影響 (英文), 日林誌, 54, (11), (1972)
- 41) 森 徳典ら : Pressure chamber による林木の水分状態の推定, 日林誌, 54, (11), (1972)
- 42) 森川 靖 : ヒノキの樹液の流れ, 東大演報, 66, (1974)
- 43) SASAKI, S. et al. : Polysome formation in *pinus resinosa* at initiation of seed germination; Plant & Cell physiol. 12, (5), (1971)
- 44) YAMAMOTO, N. et al. : Polysome formation induced by light in *pinus thumbergii* seed embryos, Plant & Cell physiol. 15, (6), (1974)
- 45) MORI, T. : Seasonal changes of soluble nitrogen and free amino acids in *Cryptomeria japonica* Seedlings, J. Jap. For. Soc. 56, (10), (1974)
- 46) ———— : The Role of Citrulline in nitrogen translocation of *Cryptomeria japonica* Seedlings, J. Jap. For. Soc. 57, (4), (1975)
- 47) 小谷圭司 : アカマツ形成層 P の IAA の検出, 木材誌, 16, (2), (1970)
- 48) ODANI, K. : Seasonal changes in endogenous indoleacetic acid level and cambial activity in *Pinus densiflora* SIEB. et Zucc, Mokuzai Gakkaishi 20, (10), (1974)
- 49) ———— : indoleacetic acid oxidase in cambial zone of *Pinus densiflora* SIEB. et Zucc, Mokuzai Gakkaishi 20, (10), (1974)
- 50) 齊藤 明 : アカマツおよびクロマツ樹皮に含まれるポリフェノール性物質とそれがマツクイムシに及ぼす影響, 日林誌, 52, (11), (1970)
- 51) ———— : スギ葉の可溶性蛋白質泳動パターンとサシ木活着率, 日林誌, 53, (4), (1971)
- 52) SAITÔ A. : 樹脂流出量のことなるクロマツ立木における頂芽の可溶性蛋白質の電気泳動パターン (英文), 林誌研報, 236, (1971)
- 53) ———— : スギ当年葉内ロイコアントシアン含量と赤枯病抵抗性について, 日林誌, 54, (5), (1972)
- 54) 齊藤 明ら : スギタマバエによる被害率とスギ葉芽内ロイコアントシアン含有量, 日林誌, 54, (5), (1972)
- 55) 齊藤 明 : 塩素酸ソーダが苗木の根端の呼吸能に与える影響, 林誌研報, 258, (1973)
- 56) 古川 忠 : 林木稚苗の無機養分吸収におよぼす施肥量の効果について, 日林誌, 47, (10), (1965)
- 57) ———— : カラマツの幹に蓄積する無機養分について, 日林誌, 48, (4), (1966)
- 58) 及川伸夫ら : 東北地方における民間山林苗畑産スギ山行苗に含まれる無機養分濃度について, 日林誌, 50, (11), (1968)
- 59) 只木良也ら : 九州スギ林の物質生産力, 林誌研報, 173, (1964)
- 60) TADAKI, Y. : Some discussions on the leaf biomass of forest stands and trees, 林誌研報, 184, (1965)
- 61) 只木良也ら : 森林の生産構造に関する研究 (VII) 日生態誌, 15, (1965); (VIII) 日林誌, 47, (11), (1965); (IX)(X) 日林誌, 48, (2), (11), (1966); (XI) 林誌研報, 199, (1967); (XII) 日林誌, 49, (12), (1967); (XIII)(XIV) 日林誌, 50, (1), (3), (1968); (XV) 日林誌, 51, (12), (1969); (XVI) 林誌研報, 229, (1970); (XVII) 日林誌, 52, (9), (1970)
- 62) 蜂屋欣二ら : アカマツ林の林分成長の解析—岩手地方壮齡人工林の一例—, 林誌研報, 176, (1965)
- 63) 蜂屋欣二ら : 高密度のカラマツ幼齡林の生長解析, 日林誌, 48, (12), (1966)

- 64) 蜂屋欣二ら：アカマツ幼齡林の葉量および落葉量の季節変化，林試研報，191，(1966)
- 65) 藤森隆郎ら：フサアカシア林の生産力ー岡山地方4年生林の一例ー，日林誌，49，(1967)
- 66) 安藤 貴ら：人工二段林における物質生産量の測定例，日林誌，51，(4)，(1969)
- 67) 千葉春夫ら：テラダマツとアカマツ林分における落葉量と土壌について，日林誌，51，(11)，(1969)
- 68) 河原輝彦：litter fallによる養分還元量について(Ⅱ)，日林誌，53，(8)，(1971)
- 69) KARIZUMI, N. : The Mechanism and Function of Tree Root in the Process of Forest Production I, II, 林試研報，259, 267, (1974)
- 70) 林 弥栄ら：浅川実験林内天然林の生態学研究，林試研報，177，(1965)
- 71) 小林義雄：日本産針葉樹の球果の成熟習性とその外部形態について，林試研報，188，(1963)
- 72) 小林義雄ら：高尾山天然林の生態ならびにフロラの研究，林試研報，196，(1966)

6. 遺伝育種に関する研究

1964年から1974年までに印刷発表された業績を通覧，要約する。本来ならば，国全体の動向をふまえて，その中で当場の果たした役割を述べるべきだがそれは不可能で，ただ林木育種場と放射線育種場については，当场と人の交流も多く，業務実行上も緊密な連携があるので，これらを含めて記述することにした。

対象とする範囲も，狭義の遺伝育種のみでなく，密接に関連している有性・無性繁殖，特殊栽培手段，などにまで広げてとりあつかうこととする。

1. サシキ，ツギキ

1950年代後半にはじまった林木育種事業は，いわゆる育種ブームに乗って推進され¹⁾，1960年代前半には精英樹の選出をほぼ終わり，ツギキ，サシキによる増殖と採種園，採穂園の造成がかなりひろまった。

ツギキの研究は，前期にひとわり終わってしまい，わずかに，落ち穂拾い的な研究がみられる。多数針葉樹の異種，異属間ツギキの継続観察²⁾，高寒地樹種³⁾や広葉樹^{4)~6)}のツギキ試験ツギキ成果の向上のためガラス室を利用する秋つぎ⁷⁾，マツのみどり接ぎ⁸⁾，カラマツの小苗台木⁹⁾，さらにツギ穂生産のためのマツの不定芽発生の促進¹⁰⁾などの研究もおこなわれている。マツ属の種間ツギキで，成長への台木の影響は小さく，穂木によってほぼ決定されることが観察された¹¹⁾。ツギキご数年たってから明らかになる不親和性の問題が外国で騒がれているが，日本では，スギで例外的に報告されているにすぎない¹²⁾¹³⁾。なお，ヒノキに適しない湿潤地にヒノキを仕立てるために，サワラ台にヒノキをつく試みが報告されている¹⁴⁾¹⁵⁾。

サシキについては，スギ精英樹の発根不良とその改善が，前期から引き継いだ最大問題であった^{16)~20)}。精英樹原個体からの穂の発根にくらべて，採穂園の穂でも目立った向上のないこ

と¹⁶⁾は、予期を裏切る暗いニュースであった。発根不良クローンがとくに乾燥し易いのではないか、という疑問に対し、実験は否定的な結果を出している²¹⁾。薬剤処理としては、インドール酪酸およびその製剤がこのころに供給されるようになり、他のオーキシン類よりも顕著な効果を示した^{22)~33)}。さらにまた、さし床に対する噴霧灌水によって活着率が著しく向上すること³⁴⁾³⁵⁾も報告されたが、発根不良クローンの問題が解決されたとは言い難い。発根不良クローンのサシキ試験には、ビニールマルチ³⁶⁾やビニールトンネル³⁷⁾、その他さまざまな試みがおこなわれた^{38)~42)}。穂とり台木の栄養条件の影響およびその改善についても研究がおこなわれ^{43)~46)}、カリ含量の高いものがよいとも報告されたが、カリ施用の効果は見られなかった。

マツ類、カラマツなどを主とする発根困難な樹種について、発根現象の研究が引きつづきおこなわれ^{47)~49)}、とくに変温周期⁵⁰⁾および日長⁵¹⁾が発根におよぼす影響が研究された。対象樹種別には、マツ類^{49)~53)}、カラマツ^{54)~57)}、ヒノキ⁵⁸⁾⁵⁹⁾、サワラ⁶⁰⁾、亜高山針葉樹⁶¹⁾、広葉樹類^{62)~64)}、などについての研究がある。サシキ苗個体ごとの発根の良否がそのごの生育にどう影響するか⁶⁵⁾、またサシツケにあたっての諸条件がサシキ苗の品質にどう影響するかについての計量的研究⁶⁶⁾も目新しいものである。

総説や論説としては、育種事業発足後10年間の研究成果の要約⁶⁷⁾、日本におけるマツのサシキの研究の展望⁶⁸⁾、サシキ繁殖の日本林業での発展経過とその育種事業への影響についての考察⁶⁹⁾がある。

2. 採穂園、採種園、採種林

精英樹系さし穂の発根不良という問題をかかえながらも、スギ採穂園の造成は、この期間はじめの最大の問題であった⁷⁰⁾⁷¹⁾。穂とり台木の育成にはいろいろの樹型誘導がとなえられていたが、北方型の低台仕立て^{72)~75)}と、九州四国型の高台式⁷⁶⁾、山陰型の高台円筒型⁷⁷⁾にほぼ集約されるようになった。肥培管理⁷⁸⁾、寒害防除⁷⁹⁾⁸⁰⁾、も切実な問題であった。発根不良クローンを抱えた採種園をどうするか、というのがこの期間後期に各地で起った難問であるが、対策の一例⁸¹⁾が報告されている。なお、ヒノキ精英樹のサシキ成績ははじめから非常に悪かったので、早くから採種園方式に切換えられていた。若いミシヨウ苗から採穂台木をしたてる方法が民間でおこなわれていることを報告し、精英樹クローン増殖への応用を示唆した例⁸²⁾があるが、実行はできないと思われる。

採種園については、これが今まで経験のないものだけに、この期間の初期まではまだ啓蒙の必要が大きかった^{83)~85)}。採種園に関する研究調査は主として林木育種場でおこなわれ、植栽密度⁸⁶⁾⁸⁷⁾、樹型誘導とそのための剪定整枝（マツ類^{87)~90)}、カラマツ^{87)91)~94)}、スギ⁹⁵⁾、トドマツ⁸⁷⁾）、土壌管理と肥培^{96)~100)}、作業の機械化¹⁰¹⁾、病虫害防除^{102)~105)}、などについて述べられている。ミキ切断後の枝の立ち上りを防ぐ処理の残効¹⁰⁶⁾、カラマツ採種木の大きさと剪定法

を理論的に算出しようとする試み^{107)~109)}、の報告もある。球果採取と種子調整¹¹⁰⁾については、採種園に特有な問題は出ていない。

造成された採種園の実績の調査も逐次おこなわれ、マツ類¹¹¹⁾¹¹²⁾、スギ¹¹³⁾¹¹⁴⁾、ヒノキ¹¹⁵⁾¹¹⁶⁾、カラマツ¹¹⁷⁾¹¹⁸⁾、トドマツ¹¹⁸⁾、についての報告がある。変わったところでは、山口県産アカマツ精英樹クローンが関西育種場でつけた球果とタネよりも、県内の採種園でつけたものの方が大きかったという観察¹¹⁹⁾があるが、そのような現象が普通に認められるものかどうか、今後に興味を残している。

採種林については、採種園が着花期にはいるのが遅いトドマツ¹²⁰⁾¹²¹⁾、カラマツなど¹²²⁾について主に調査されているが、スギ、ヒノキについても全く無関心であったわけではない¹²³⁾。なお、落下して来るタネを集めるだけで十分な量が確保できるという報告¹²⁴⁾や、天然更新研究にともなうものではあるが、落下種子量¹²⁵⁾の研究には、もっと関心がもたれてよい。

採種林、採種園の造成と関連して、雌花や幼球果の被害が注目された。気象害としてはスギの寒害¹²⁶⁾、カラマツのおそ霜害¹²⁷⁾についての報告があり、虫害はスギ¹²⁸⁾、マツ^{129)~132)}、カラマツ^{133)~135)}、トドマツ¹³⁶⁾、菌害はカラマツ¹³⁷⁾で報告されている。

3. 開花結実、結実促進

開花結実習性については、当場と育種場の共同調査がおこなわれ、樹種ごとに、結実部位、雌雄花着生のかたよりの傾向、などが明らかにされた^{138)~143)}。普通には4~7年生の長枝の上の短枝にしか雌花芽をつけないカラマツに、1年生長枝¹⁴⁴⁾あるいは2~4年生長枝¹⁴⁵⁾に雌花をつける個体が見出され、その利用がはかられている。カラマツの受粉から種子になるまでの解剖学的観察、成熟割合の調査もおこなわれた^{146)~148)}。なお、育種の観点からではないが、成熟に2年以上かかる針葉樹（マツを除く）の球果の成熟経過の調査もおこなわれている¹⁴⁹⁾。

開花結実に対する外界の影響としては、受光量¹⁵⁰⁾¹⁵¹⁾、光の波長¹⁵²⁾¹⁵³⁾、光周条件¹⁵⁴⁾、肥料要素¹⁵⁵⁾¹⁵⁶⁾、水分条件¹⁵⁷⁾などがしらべられた。

開花促進については、スギとヒノキに対するジベレリン処理法の発展が大きい。この問題についての発表は非常に多いので、文献抄録集¹⁵⁸⁾をあげるだけにとどめておく。処理時期や濃度などの研究にとどまらず、樹幹注入や顆粒剤の樹皮下埋込みなど新しい処理法の開発、また幼苗から老大木にまで有効なことの確認、毎年処理をくりかえしても著しい葉害は生じないこと、などが明らかにされた。

ジベレリンの効果がなくマツ類¹⁵⁹⁾¹⁶⁰⁾、カラマツ^{161)~168)}では、環状剥皮などによる強制着花の効果が確認された。マツでは、剪定によって着花量をふやし得るとの報告がなされた¹⁶⁹⁾が、これには追試が必要であろう。カラマツの強制着花では雄花の着生は比較的容易なので、薬品処理による性転換がはかられたが、結果は否定的であった¹⁷⁰⁾¹⁷¹⁾。

タネの生産と発芽についてのモノグラフが出版されている¹⁷²⁾。

4. タネの採取、貯蔵、発芽

1 球果内鱗片ごとにタネがどうついているか、種子数と球果の大きさとの相関、などの調査がスギについておこなわれた¹⁷³⁾。タネの活力の維持と採取時の球果の成熟度との関係¹⁷⁴⁾、温度処理の影響¹⁷⁵⁾、などの観察がある。貯蔵については1篇の総説があるのみで¹⁷⁶⁾、研究発表はない。

発芽については、休眠打破の困難なものの研究、すなわち、チヨウセンゴヨウ¹⁷⁷⁾、シナノキ¹⁷⁸⁾、ヤチダモ¹⁷⁹⁾、についての研究がある。また、クロマツの発芽に対する単色光の影響が研究された¹⁸⁰⁾。

これまであまり研究されなかった亜高山性樹種¹⁸¹⁾¹⁸²⁾、コバハンノキ¹⁸³⁾¹⁸⁴⁾についても、発芽促進法の研究がおこなわれた。

5. 林木育種の考え方の変化と体系化

きわめて乏しい情報にもとづいて出発した林木育種事業も、この期のはじめころまでにはかなりの情報を蓄積し¹⁸⁵⁾、世界的にも、1963年にFAO-IUFRO共催の世界協議会が持たれたほど、関心の盛りあがりがあった。はじめには、果樹やチャノキと同様に優良クローン育成を理想とする考えが、とくに日本では、強かったのであるが、情報の蓄積にともなって、このような品種が林業には適せず、豊富な遺伝的多様性を保つ混合採種園のタネが植栽材料として最も適していること、したがって、増殖手段としてもミシヨウの方がサンキよりも適していること、などが表明された¹⁸⁶⁾。この傾向は年を追って強まり¹⁸⁷⁾¹⁸⁸⁾、とくに当時酒井寛一博士等によって推進された基礎育種学確立の動きの影響もあって、林木育種の考え方も「優良種苗」育成から「森林の遺伝的管理」へと、より広い観点へ移行した。

この間、林木育種における育種目標の整理と、選択や交雑など各種の育種手段の相対的価値や適用場面を考察し、林木育種に一応の体系を与えることができた¹⁹⁰⁾¹⁹¹⁾。しかしながら、行政的に進められている育種事業にこのような変化を反映させることは困難で、1971年におこなわれた「林木育種事業指針」の改訂でも¹⁹²⁾、気象害抵抗性育種の規定を加えたのみで、「優良品種」の字句を削除することはできなかった。

この時期にはまた、日本林業における育種発展の歴史もまとめられた¹⁹³⁾¹⁹⁴⁾。

6. 選抜育種、遺伝パラメーター、量的遺伝

個体の選出の方法についてはすでに前期までにおおかたの論議は終わっていて、今期にはスギ天然林からの選抜について若干の考察¹⁹⁵⁾がおこなわれ、また早期選抜の可能性がシラカンバ

で検討¹⁹⁶⁾されたにすぎない。前者については、選抜の目的がいろいろあり得るので、統一的な選抜基準は立てられないだろう、と結論されている。選抜育種についてはまた、若干の解説がおこなわれた¹⁹⁷⁾¹⁹⁸⁾。

遺伝パラメーター、特に遺伝率については、かなり多くの研究がおこなわれた。スギでは、交配ミシヅウ家系を用いて苗高などの遺伝率¹⁹⁹⁾²⁰⁰⁾とその推定値の変動、同じく交配家系を用いた苗高、根元直径の遺伝子分散と優劣性分散との分割²⁰¹⁾、のほか、サシキ苗の TR 率²⁰²⁾、ヤブクグリの根曲り²⁰³⁾、などの遺伝率、在来サシスギ品種の残存遺伝変動量の推定²⁰⁴⁾、などがおこなわれた。ヤナセスギの母樹別家系を用いた研究では、苗の植栽密度によって遺伝率推定値に変化がみられている²⁰⁵⁾。

ヒノキ²⁰⁶⁾²⁰⁷⁾、アカマツ^{208)~211)}についても若干の遺伝率推定値が得られ、シイについては、萌芽の株内変動が株間変動にくらべて小さいことが観察された²¹²⁾。フサアカシヤでは、樹高や直径の選択効果は小さく、ミキの分岐などはよく遺伝することが観察されている²¹³⁾。関連事項として、間伐による林分内変動量の変化²¹⁴⁾と、これにともなう遺伝率のユガミ²¹⁵⁾が問題にされた。また、変動因としての競争効果についての追求もおこなわれていて^{216)~218)}、個体間の競争は地下部よりも地上部によっておこなわれるらしいことが観察された。個体の占有面積は等しい遺伝子型で再造林した場合の生立本数を決める値であるが、これを個体ごとに測定しようとする試み²¹⁹⁾は、ポイントデンシティー法の利用で発展の可能性を持っている。しかし、この研究は、手をつけただけで中断している。

酒井寛一博士によって導入された、遺伝率の新推定法は、當場での追試ではよい結果を示さなかった²²⁰⁾。

近親交配の影響も、クロマツの球果、タネについて観察された²²¹⁾²²²⁾。材料の養成に長年月を要する研究だけに、この結果は貴重である。アカマツ精英樹の自殖についても報告があり²²³⁾、結果率がやや劣ること、実粒率に大きなクローン間差があることが報告されている。

選抜育種と関連して、遺伝子プールの保全がきわめて重要であって、育種場ではすでに実行に移している^{224)~227)}が、未造林樹種に及んでいない点に不満がある。

7. 選抜の成果、次代検定

精英樹選抜の結果として、採種園、採穂園産の種苗の生産がすこしづつはじまり、その成績が報ぜられるようになった。タネの性状についてのものは比較的すくなく、スギ²²⁸⁾、トドマツ²³⁰⁾についての報告があるにすぎない。トドマツでは、タネの重量がクローンによって著しく異なるので、選別のさいに一部の系統が除かれる危険があるという。この問題に関連し、タネの重量と苗の成長との関係の研究がくりかえしおこなわれている^{231)~234)}。苗の成長については、スギ²³⁵⁾²³⁶⁾、ヒノキ²³⁷⁾、トドマツ²³⁸⁾²³⁹⁾、アカエゾマツ²⁴⁰⁾、での例が、造林後の成績につい

ては、スギ^{241)~245)}、ヒノキ²⁴⁶⁾、クロマツ²⁴⁷⁾、トドマツ²⁴⁸⁾、についての報告がある。いずれも、供試家系の多くが非常によい成績を示していることを報告している。精英樹系の種苗の生産量も、しだいに実用規模に近づきつつある²⁴⁹⁾。

造林材料に遺伝的多様性の保持が要請されるので、育種事業のなかでの次代検定の意味は薄れた²⁵⁰⁾が、採種園、採穂園の設定が軌道にのった後には、育種事業の努力はやはり次代検定林の造成にむけられた^{251)~254)}。検定林の設計、とくにブロック内に残る立地差の処理法についての提案もおこなわれている^{255)~258)}。

早期検定については、果樹やチャノキなど、他分野との共同研究がおこなわれた²⁵⁹⁾。耐寒性やカラマツ落葉病抵抗性についてはある程度早期検定が可能となったが、成長についての老幼相関はあまり高くないことが明らかにされた^{260)~262)}。なお、早期検定の意味が、次代検定の結果をはやく出す、ということでは必ずしもなく、伐期における特性をある確率で早期に推定する方法だと考えると、むしろ早期選抜に利用できるだろう、という指摘²⁶³⁾もおこなわれた。

8. 抵抗性育種—気象害、ヤセ地

精英樹選抜育種事業の仕事が一段落したので、林木育種のもうひとつの柱である抵抗性育種に手をつけることになった。ただし、病虫害抵抗性にはいろいろ問題が多いので、とりあえず気象害抵抗性のみを目指して発足した¹⁹²⁾。

スギの寒害（寒風害、凍害を含む）は最も徹底的に研究された問題のひとつで、精英樹のクロン間差^{264)~270)}、産地間差^{271)~274)}、などの究明がしきりにおこなわれた。しかし、耐寒性個体の選出²⁷²⁾²⁷⁵⁾の報告例はまだすくない。注目すべきことに、耐寒性の個体を識別するための形態的特徴がかなり強調された²⁷⁶⁾²⁷⁷⁾が、この傾向はあきらかに望ましくないものである。

スギの耐雪性については、雪害のあらわれ方、産地や在来品種などの被害度の差などの観察が、多くおこなわれた^{278)~282)}。抵抗性個体の選出は、多雪、豪雪の積雪地で正常に生育するものを求めておこなわれている^{283)~287)}が、そのほかに、冠雪災害の発生あるいは回避に遺伝の影響を考えさせる事例の報告があり²⁸⁸⁾、また、冠雪大被害の発生にあたって無被害個体を選出する努力も払われた²⁸⁹⁾。

その他の樹種については、トドマツなどの苗木の耐凍性²⁹⁰⁾、トドマツ²⁹¹⁾、トウヒ類²⁹²⁾のツギキクロンの開葉期の変動（晩霜害に関連）、カラマツの凍裂のクロン間変動²⁹³⁾がある。

気象害ではないが、類似の育種目標にヤセ地抵抗性がある。スギの不成績地から選出した数クロンのいわゆるカゲヤマスギは有望である²⁹⁴⁾が、試験地ではまだ実証されていない²⁹⁵⁾。適応性の大きいスギ（ヤセ地、高海拔地）のクロン選抜の例は他にも報告されている²⁹⁶⁾。ヤセ地の問題は関西地域で最も重要であるが、この地域では、スギ品種の中からヤセ地に耐えるものを選び、外国マツとの交雑でアカマツ、クロマツのヤセ地適応性をたかめる方向²⁹⁷⁾の研究

がおこなわれ、その方針には問題がある。

スギ精英樹クローンの耐乾性バクロ試験もおこなわれた²⁹⁸⁾。

9. 抵抗性育種—病虫害

病虫害対策としての抵抗性育種は古くから要望されてきたが、林木には農作物のそれとは異なった困難があり、とくに加害生物の側の適応変異の問題は、抵抗性育種がはたして可能かどうかを疑わせるほど大きい¹⁸⁶⁾。この疑問をめぐって若干の論議があったが²⁹⁹⁾、結論としては、実施は慎重に、遺伝的多様性を保ちつつ実行すべきだ、という線におちついたようである^{300)~302)}。この間、国際会議の報告³⁰³⁾、解説^{304)~307)}、いろいろの樹種の抵抗性、感受性の実例の紹介^{308)~311)}があった。

個々の病虫害について見るならば、まずスギのサシキ品種や精英樹クローン間、あるいは産地の異なるミシヨウ集団間に、赤枯病（みぞ腐病を含む）に対する感受性の差が検出され、とくに弱いクローンの指摘がおこなわれている^{312)~316)}。当年生ミシヨウ苗に自然感染をおこさせて耐病性個体を発見しようとする試みは、大量の苗を用いたにもかかわらず、不成功であった³¹⁷⁾。枝枯性諸病害に対する反応性の変異についても、観察が積まれている^{318)~321)}。そのほか、スギタマバエ³²²⁾、スギカミキリ³²³⁾、スギノハダニ³²⁴⁾、スギメムシガ³²⁵⁾の被害について、遺伝による変動が見られた。ノウサギ被害を受けないスギを選ぼうとする計画³²⁶⁾もあった。

カラマツについては、落葉病^{327)~330)}、先枯病^{331)~336)}に関する観察や選抜が多い。落葉病抵抗性と先枯病抵抗性とはネガチブに相関しているといわれているが、北海道での観察では、互に独立だと結論されている³³⁷⁾。落葉病抵抗性の遺伝様式を知るための研究³³⁸⁾が、1970年から5か年計画でおこなわれたが、結果はまだはっきりはしていない。ほかに、いくつかの病虫害に対する精英樹クローンの反応³³⁹⁾、ネズミに強いカラマツへの批判³⁴⁰⁾がある。この批判は、抵抗性が絶対ではなく、大発生に際してはやはり被害があるだろう、というものである。

マツ類では、種のレベルでの葉枯病抵抗性の差異³⁴¹⁾、クロマツ、アカマツの産地間にコブ病、葉ふり病被害の差がある³⁴²⁾ことが報告され、クロマツ、アカマツで、マツバノタマバエ抵抗性個体が選出されている³⁴³⁾³⁴⁴⁾。シンクイムシと呼ばれる小蛾類の被害にも、クローン間の感受性の差が検出され³⁴⁵⁾³⁴⁶⁾、遺伝試験が開始されている³⁴⁷⁾。しょうけつをきわめたマツクイムシについては、その本態がマツノザイセンチュウを病原とする病害であることがわかったので、感受性の遺伝変動の究明³⁴⁸⁾³⁴⁹⁾や抵抗性育種³⁵⁰⁾の途がひらけた。一種のカイガラムシの寄生によってマツの枝が垂れる異常が九州で認められているが、異常木を出した精英樹クローンの頻度は、リュウキウマツが最も高く、クロマツ、アカマツの順に低くなった³⁵¹⁾。

その他の樹種では、ヤツガタケトウヒとヒメマツハダがエゾマツカサアブラの被害を受け難いこと³⁵²⁾が報告されている。ポプラ類の葉さび病抵抗性とその機作については徹底した研究

がおこなわれた³⁵³⁾³⁵⁴⁾。最近になって、テングス病と炭疽病を主対象とする、キリの耐病性育種が、小規模ながら開始された³⁵⁵⁾³⁵⁶⁾。

10. 材質育種, 広葉樹育種

育種目標としての「材質」は、技術的困難から、いまだに見すごされているが、その重要さには多言を要しない^{357)~360)}。東北地方と関西地方にアカマツの試験林をとり、材質諸指標の変動がどれくらいあり、それら相互および他の生理的、形態的諸形質との間にどの程度の相関がみとめられるかについて、大がかりな調査がおこなわれた³⁶¹⁾³⁶²⁾。試験木はツギキとミショウで増殖され、試験地に植え出されている。これに関連して、仮道管長³⁶³⁾と容積密度³⁶⁴⁾の樹体内変動と選抜にあたっての試料のとり方との研究がおこなわれた。

材質については、このほか、トウヒ属各種の解剖学的特性の研究がおこなわれ³⁶⁵⁾、またカラマツ幼壮齡木の材のネジレを起す旋回木理の変異が明らかにされ^{366)~368)}、繊維傾斜のすくない方向への育種が開始されている。

広葉樹の育種については古くからその必要がとなえられていたが、王子育種研以外では、実際の育種はほとんどおこなわれなかった。ハンノキ類では、多くの種を集めて、交雑や倍数性利用の育種が構想されているが³⁶⁹⁾³⁷⁰⁾、実用的育種の途ではない。最近になってようやく若干の動きがあらわれ、ハゼについて既存品種の特性調査と相互交雑がおこなわれ³⁷¹⁾、シイでは林内優良木からの天然更新による改良³⁷²⁾が試みられている。広葉樹一般について、従来の広葉樹造林がおおむね失敗であったことを反省し、まず容易に人工造林され得ることと樹型の改良を目標とする、選抜育種をおこなうよう提案があった³⁷³⁾。キリの耐病性育種についてはすでに述べた³⁵⁵⁾。

11. 産地問題, 外国樹種導入

産地問題は、日本の林木育種の最大の弱点である。この種の試験は、周到的な材料収集計画と精度の高い試験地設計があつてはじめて、十分な情報をもたらすものである。西ドイツのラングナーによって計画されたカラマツ産地試験の一環が日本各地に設定されるまで、わが国には本格的な産地試験地はなかった。このカラマツ産地試験もほぼ10年を経過し、調査結果が発表されるようになった^{374)~378)}。同じころ、テーダマツについても本格的産地試験が設定され、これも調査が逐次おこなわれている^{379)~381)}。

戦前に設定された林試・営林局共同の主要樹種産地試験地は、材料の収集についてはほぼ満足できる規模のものであったが、試験地の設計が悪く、記録の整理継承も満足におこなわれなかったために、十分には利用されなかった。東北のスギ実験地はさきに村井三郎によって研究材料としてよく利用されたが、この期間にもアイソザイムパターンの調査がおこなわれてい

る³⁸²⁾。高知の試験地でも、成長の調査がおこなわれた³⁸³⁾。スギ、アカマツなどについて、戦後にもまた産地試験地がつくられているが、決して十分なものではない^{384)~388)}。

産地試験ではないが、産地別に採取養成した種苗の特性に関する試験は、トドマツについて集中的におこなわれている^{389)~400)}。同様な研究は、アカエゾマツについても若干おこなわれている⁴⁰¹⁾⁴⁰²⁾。ヒノキでは、耐寒性の差が注目された⁴⁰³⁾。

産地集団間の差については、スギの針葉型の変異⁴⁰⁴⁾⁴⁰⁵⁾、シラカンバの成長量⁴⁰⁶⁾の調査があるが、後者については遺伝差であるかどうか推察の根拠がない。

村井三郎らは、アカマツ、クロマツが同一の種に属するという見解のもとに、この両種を通じての地域変異を論じている^{407)~411)}。

産地問題についての解説が2篇ある⁴¹²⁾⁴¹³⁾。

外国樹種の導入についてテーダマツ産地試験はすでに述べたが、その他にも、スラッシュマツ、ストロブマツ、ヨーロッパアカマツなどマツ類、トウヒ類、カラマツ類、ハンノキ類アカシヤ類などの試植林、比較的簡単な産地試験林、などが設定されている^{414)~432)}。北海道に古く導入されている外国樹種の調査もおこなわれた^{433)~438)}。これらの問題についても、若干の解説がある⁴³⁷⁾⁴³⁸⁾。

13. 在来品種，地方品種，いわゆる「品種」

在来サシキ品種についての調査研究は、九州の主な品種の形態と特性を記述した大著⁴³⁹⁾のほか、栃木県の1品種⁴⁴⁰⁾の報告がある。九州のサシスギの品種名は、生理生態的な造林研究の報文中に多く見出され、育種の方から関心のある研究、すなわち品種間の比較をおこなったものはすくない⁴⁴¹⁾⁴⁴²⁾。

地方品種への関心は低く、四国においてヤナセスギ^{443)~449)}が注目を集めているだけである。四国ではアキタスギがヨシノスギよりもよく成長しているのが観察されている⁴⁵⁰⁾。

形態的特徴などによって林木個体を分類し、それを「品種」と呼ぶ考え方が誤りであることには疑問の余地がないが、最近ふたたびその線の動きが出ている⁴⁵¹⁾⁴⁵²⁾。すでに述べたところだが、耐寒性²⁷⁷⁾や耐病性³²¹⁾³²⁸⁾を目印しとなる形態的形質で識別しようとするのも、上記と同様の考えかたで好ましくない。この種の結論を出す前には、観察、調査に用いられた材料が広い範囲からかたよりなく選ばれたものであること、すなわち公正なランダムサンプルであることが証明されなければならない。

14. 遺伝的変異，変異体

スギでは、形態的変異の観察は、気孔帯の性状や分布について⁴⁵³⁾⁴⁵⁴⁾、また、間性花を多くつける個体⁴⁵⁵⁾についてのものがある。これに対して、生理的変異の観察例は多く、肥料要素に対

する反応性^{456)~458)}、植栽密度に対する反応性⁴⁵⁹⁾、成長周期のパターン⁴⁶⁰⁾⁴⁶¹⁾、成長ないし物質生産力^{462)~465)}などが対象となっている。

マツ類については、球果の大きさと形状のクローン間差⁴⁶⁶⁾、タネの発芽の家系間差異⁴⁶⁷⁾、肥料反応の家系間、産地間差異⁴⁶⁸⁾、が報告されている。ヒノキについては、変わった個体が3例報告された。すなわち、シボ（モク）を形成するもの⁴⁶⁹⁾、樹高成長は良いのに肥大成長が普通以下でシダレ型という個体⁴⁷⁰⁾、ミキの2 m高以上が4倍体となった個体⁴⁷¹⁾、の3者である。最後にあげた個体は、20年生で成長状態は普通だという。

カラマツではテングス病が遺伝によるものであることが確かめられた⁴⁷²⁾⁴⁷³⁾が、帯化の発現には栄養条件が大きく関係している⁴⁷⁴⁾⁴⁷⁵⁾こと、大枝がひんぱんに曲る形質はフシダニの寄生によって起り、その寄生を受け易い個体があること⁴⁷⁶⁾がわかった。トドマツの秋伸びに産地間、家系間の差がみられた⁴⁷⁷⁾。

広葉樹類では、ポプラで植栽密度に対する反応性のクローン間差⁴⁷⁸⁾が、フサアカシヤの毛の色調の変異⁴⁷⁹⁾、ハンノキ属の種間での気孔や毛の変異⁴⁸⁰⁾⁴⁸¹⁾、花粉の大きさなどの個体差⁴⁸²⁾、などが観察されている。

15. 遺伝子分析

放射線処理による突然変異の研究は後述のとおり、主として枝変わりの方向へむけられたが、それと関連して、顕著な遺伝子の検出と同定の努力が開始された。とくに、ジベレリンによる着花促進でスギの交配が容易になったこともあって、スギではかなり多くの遺伝子が検出されている。白子、淡緑色苗、ミドリスギなどの色素異常^{483)~485)}、ワイ性などの形態異常⁴⁸⁶⁾⁴⁸⁷⁾、など、多くは劣性遺伝子に支配され、生活に不利な遺伝子であって、優性遺伝子支配のものにはヨレスギ形質⁴⁸⁸⁾がある。特に顕著なことは、精英樹クローンやクモトオシ、イワオスギなど成長のはやい著名品種（クローン）に、上記各種の劣性半致死遺伝子が含まれる例がきわめて多いこと^{489)~491)}で、これが偶然であるかどうか、今後の課題である。

枝条先端部が黄白色になるオオゴンスギ形質は、細胞質の色素体異常によるもので、花粉親だけから子供に伝えられる⁴⁹²⁾。これはきわめて異常な遺伝様式と考えられたが、動物の場合と異なり、スギ科やヒノキ科では胚の細胞質は花粉側に由来するものであることがイタリーで究明された。このオオゴン形質は指標としてきわめて便利なもので、これを持ちて混合花粉のなかの自家花粉よりも他家花粉の方が受精率が高いこと、すなわち選択受精の現象が確認されている⁴⁹³⁾。ヒノキでも、オオゴンスギと似た形質の変異体が見出されたが、これは通常の劣性因子支配であった⁴⁹⁴⁾。

アカマツ、クロマツでも、色素異常を起す遺伝子が少数検出され⁴⁹⁵⁾⁴⁹⁶⁾、これを利用して自然自殖率の推定がおこなわれた。その結果、前者では5%、後者では40%という推定値が得ら

れている。

遺伝子分析および関連した研究をまとめ、考察がおこなわれている⁴⁹⁷⁾。

遺伝子分析の域には達しないが、シボの出るスギクロンの交配家系には多少ともシボ個体が出現すること⁴⁹⁸⁾、アカマツのテングス部分のタネのなかから約30%のワイ性個体が得られたこと⁴⁹⁹⁾、などが観察されていて、今後遺伝子分析をおこなうための出発点となるであろう。

16. 交雑、交配技術

交雑については野原の古い研究があるが、その概要の紹介⁵⁰⁰⁾と、その結果得られたスギの異産地間雑種クロンの成長⁵⁰¹⁾についての報告があった。自殖系が悪いことが目立っている。

本場における交雑の研究は、ほとんどヒノキとサワラの交雑に集中された。前記野原による雑種を材料とするほか、くりかえし交雑を実施し⁵⁰²⁾、交雑稔性の調査をおこなった^{503)~505)}。しかし、交雑種子を得ることは意外に困難であった。解剖発生学的観察でも、サワラの花粉管の伸長がヒノキの珠心頂部で停止することが見られている⁵⁰⁶⁾⁵⁰⁷⁾。形態的に雑種と考えられる苗でも、その化学成分は母親方と全く同じであった⁵⁰⁸⁾⁵⁰⁹⁾。

マツ属については、さきに育成されていたアカマツとクロマツの雑種で、針葉の解剖学的特性が調査された⁵¹⁰⁾。関西支場ではタイワンアカマツとアカマツまたはクロマツとの交雑⁵¹¹⁾、四国支場ではアカマツ、クロマツ精英樹クロンと、フランスカイガンショウ、バージニアマツ、リギダマツ、テーダマツ、などとの交雑が試みられ、組合せによってタネが得られている⁵¹²⁾。九州支場（宮崎）では、クロマツにリュウキュウマツとタイワンアカマツをかけ、前者の稔性は高く、後者は低いことを見た⁵¹³⁾。多くの苗が得られた前者では、雑種苗の成長がリュウキュウマツと同等で、減数分裂は正常であることが観察された⁵¹⁴⁾⁵¹⁵⁾。九州育種場では、アカマツとクロマツの精英樹クロン間交雑をおこなうのに、標高差を利用して花期の調節を試みた⁵¹⁶⁾。なお関西育種場では、アカマツ、クロマツの精英樹クロンの針葉樹脂道型をしらべ、雑種性クロンがそれぞれ34%、70%入っていることを明らかにした⁵¹⁷⁾⁵¹⁸⁾。

その他、カラマツ属⁵¹⁹⁾、エゾマツ・トドマツ類⁵²⁰⁾⁵²¹⁾、ハンノキ属⁵²²⁾⁵²³⁾、アカシヤ属⁵²⁴⁾⁵²⁵⁾で、雑種についての調査や交雑がおこなわれている。若干の解説もなされた⁵²⁶⁾⁵²⁷⁾。

人工交配技術全般（マツ）⁵²⁸⁾および花粉についての諸問題（スギ・ヒノキ）⁵²⁹⁾については、2篇の研究報告がある。個別的には、交配室の花粉気密度⁵³⁰⁾、交配袋^{531)~534)}、除雄剤⁵³⁵⁾、袋かけ前の汚染花粉の処理⁵³⁶⁾、花粉活性と温度処理^{537)~541)}、花粉採取の方法^{542)~546)}、花粉発芽試験^{547)~551)}および発芽困難なカラマツ花粉の発芽床のpH値と雌花のpH値の比較⁵⁵²⁾、貯蔵と貯蔵花粉の発芽⁵⁵³⁾、花粉増量剤⁵⁵⁴⁾、受粉適期と受粉回数⁵⁵⁵⁾⁵⁵⁶⁾などについて、データの蓄積があった。開花期、花粉飛散期の調査^{557)~560)}も、人工交配実行上の重要な知見である。

17. 放射線育種, 倍数性, 染色体

放射線育種の分野では、互に明確な区分はできないが、解説やトピックの類^{561)~566)}、植物体やその部分の放射線感受性の研究^{567)~577)}、突然変異の誘起の研究^{578)~583)}、に大別される。ヘテロ性の高い材料をあつかう関係上、突然変異の研究はまだ体細胞突然変異だけにかぎられている。

放射線育種の研究がはじまったころには、何か非常によいものが一気に創出されるのではないかという希望と、そのような期待が幻想にすぎないとする軽視とがあったが、特定の突然変異を特定の遺伝子型に付加するという、ちょうど交雑育種にかわる用い方が認識され⁵⁸⁴⁾、早期の実用化が考慮されるようになった。

倍数体に関する研究は、マツ類⁵⁸⁵⁾⁵⁸⁶⁾、ヒノキ類⁵⁸⁷⁾、ハンノキ類⁵⁷⁰⁾⁵⁸⁸⁾⁵⁸⁹⁾でひきつづきおこなわれている。ヒノキでは前述のとおり20年生の自然4倍体が発見されている⁴⁷¹⁾。針葉樹では、倍数性育種の利点はほとんど認められないが、育成された倍数体の観察は継続すべきである。広葉樹では、なお倍数性利用の可能性に残している。

染色体数や還元分裂の観察は、マツ類⁵⁹⁰⁾、アカシヤ属⁵⁹¹⁾、ハンノキ属⁵⁹²⁾⁵⁹³⁾、イボタノキ属⁵⁹⁴⁾でおこなわれ、後2者では、従来の知見をくつがえす結果が得られている。

18. ザイモグラフィー, 組織培養, 生殖質保存, 施設, その他

酵素作用は等しく分子構造上に差がある同位酵素（アイソザイム）を電気泳動の速度で分離するザイモグラフィーの技法は、この期間に林木育種にも導入され^{595)~598)}、クローンの同定⁵⁹⁹⁾や親子関係の判定⁶⁰⁰⁾、また、カラマツ⁶⁰¹⁾やトドマツ⁶⁰²⁾⁶⁰³⁾の地理的変異の究明に用いられるようになった。アイソザイム個々の背後にはそれぞれ1個の遺伝子があるので、上記のような諸目的の研究には強力な武器であるが、他の有用形質、たとえば耐病性³²¹⁾、の有無を識別するための目印しとはなり得ないものである。

同位酵素のほかにも、生化学的な方法の試みがある⁶⁰⁴⁾⁶⁰⁵⁾が、適用にあたってはよほど慎重な検討が必要である。

組織培養といっても、植物の部分や胚などまでも含み、とにかくガラス器内で培養することを意味する⁶⁰⁶⁾⁶⁰⁷⁾。この技法は、林試ではきわめて早い時期から注目していたが、その研究はなかなか進展しなかった。最近になって、スギの胚軸から不定芽の発生と幼植物の生成を試験管内でおこなわせることに成功する⁶⁰⁸⁾までになった。胚軸は解剖学的には根であり、潜伏芽によらない本当の不定芽の例は針葉樹には知られていないと思うので、貴重な発見である。

胚培養については、半数体を得る目的で、フタゴ・サカゴ胚の培養^{609)~611)}がおこなわれたが、半数体は得られなかった。完全ホモ個体を得る手段として自殖の繰り返しよりも可能性

の高い方法として着手したのだが⁶¹²⁾、結果は期待に反した。このころ、薬培養による半数体育成が一部の植物で成功し、特別研究が組織されたので、この方法に研究の重点が移った⁶¹³⁾⁶¹⁴⁾。しかし、半数体を得るには至っていない。

木本植物の遺伝子、遺伝子型の保存は、樹木園型式の成体保存が原則であるが、この方法はきわめて広い場所をとり、日本のような過密国では困難となりつつある。そこで、場所をとらない長期保存ができる方法の開発のための共同研究が最近発足した⁶¹⁵⁾。

そのほか、補助的な研究としては、温室の利用法⁶¹⁶⁾⁶¹⁷⁾、自動灌水施設⁶¹⁸⁾、霧栽培⁶¹⁹⁾⁶²⁰⁾、葉色の数値化⁶²¹⁾などの研究があった。

む す び

印刷物を全部見ることはできなかったし、また読んだものの約30%は引用しないで終わった。圧縮に失敗したことをお詫びしたい。

展望を終わって感じたのは、林木育種場の貢献が非常に大きいことである。この展望が大学や地方林試などの業績を加えていないにもかかわらず、わが国の林木育種研究のあらましは、この総説でつかむことができる。林木育種場の性格について論議があるが、それを超越して研究上の実力が養成されて来ていることを喜びたいと思う。

この期間中にはまた、IUFRO 遺伝部会の研究集会在東京で開催された⁶²²⁾⁶²³⁾。IUFROの会議がアジアで開催されるのはこれが最初で、われわれ関係者にとって貴重な経験であった。見学旅行をも含めて、各地の方々に迷惑をおかけしたが、無事成功の内に終ったことに、あらためてお礼を申しあげる。

(戸田良吉)

〔追 記〕

文献表が過大となったので、ここには当场研究報告ならびに日本林学会誌所載のもののみをあげることにした。引用文献のすべてを含む文献表は、トウシャ印刷として別個に準備されるので、希望のむきは、当场遺伝育種科まで申し出でられたい。

文 献

- 27) 石川広隆ら：発根困難なスギ精英樹のさし木に 及ぼすインドール 酪酸の効果，日林誌，52，(3)，(1970)
- 28) 大山浪雄ら：発根困難なスギ・ヒノキの精英樹のさし木に対するエクベロン（インドール酪酸）の効果，日林誌，52，(12)，(1970)
- 46) 明石孝輝ら：スギの採穂台木に対する処理が発根率に及ぼす影響の一例，日本誌，50，(12)，(1968)
- 49) 石川広隆：マツ・カラマツ類を中心としたさし木困難樹種の不定根の形成に関する基礎的研究（その1）さし木発根の内的条件に関する研究，林試研報，214，(1968)
- 53) 大山浪雄ら：マツ属のさし木の発根能力とその増進法，林試研報，179，(1965)
- 56) 岡田 滋：カラマツさし木試験，日林誌，49(8)，(1967)

- 65) 明石孝輝ら：スギサシキ苗の伸長量のクローン内個体間変動と個体の発根の良否との関係, 日林誌, 54, (1972)
- 66) ————：スギサシキ苗の形質におよぼす諸因子の影響, 日林誌, 49, (4), (1967)
- 104) 太田 昇：カラマツ採種園における葉さび病の異常発生, 日林誌, 53, (5), (1971)
- 106) 戸田良吉ら：ミキを切断した採種木の枝の立ち上りを防ぐ生長素処理法——3年目に認められる残効, 日林誌, 47, (4), (1965)
- 122) 浅川澄彦ら：採種林造成に関する試験(I)アカマツ・カラマツ試験区設定と3年間の調査結果, 林試研報, 184, (1966)
- 130) 小林一三：マツ採種園における球果の虫害と薬剤防除の試み, 日林誌, 51, (6), (1969)
- 135) 山田房男ら：カラマツ球果の害虫カラマツタネバエ *Hylemya laricicola* KARL (Diptera: Muscidae) に関する研究, 林試研報, 247, (1972)
- 137) 浜 武人：*Fusarium* 菌によるカラマツ球果の褐変病(新称), 日林誌, 49, (5), (1967)
- 139) 菊池秀夫：ヒノキの開花・結実習性——九州林木育種場における調査結果, 日林誌, 49, (2), (1967)
- 146) 横山敏孝：カラマツの受粉と胚珠の發育——ひとつの調査例, 日林誌, 51, (5), (1969)
- 147) ————：カラマツの胚の母細胞減数分裂の時期, 林試研報, 255, (1973)
- 149) 小林義雄：日本産針葉樹の球果の成熟習性とその外部形態, 林試研報, 188, (1966)
- 154) 横山敏孝ら：カラマツの花芽形成と光周条件, 日林誌, 55, (12), (1973)
- 156) 浅川澄彦ら：球果・タネによってつかわれる肥料3要素量の試算例, 日林誌, 48, (2), (1966)
- 165) ————：カラマツ採種林の本数密度と環状剝皮の結実促進効果, 日林誌, 48, (6), (1966)
- 174) 柳沢聡雄：針葉樹のタネの発芽と寿命に及ぼす球果の成熟度の影響, 林試研報, 172, (1965)
- 175) EL DABH, R. S. et al. : Effect of heating on the viability and germinability of some coniferous seeds. 日林誌, 49, (4), (1967)
- 177) ASAKAWA, S. : A brief report on the respiration of *Pinus koraiensis* seeds, 日林誌, 46, (10), (1964)
- 180) ASAKAWA, S. et al. : Effect of monochromatic lights on the germination of *Pinus thunbergii* seeds. 日林誌, 54, (10), (1972)
- 194) 戸田良吉：日本における, 国の事業としての林木育種概観, 日林誌, 53, (7), (1971)
- 199) 大庭喜八郎ら：さし木スギ品種および1みしょう個体間の交配によるF₁苗の苗高生長とその遺伝力の変動, 日林誌, 52, (2), (1970)
- 201) 明石孝輝ら：スギ苗木の高さと根元直径についての遺伝子分散と優性分散の分割, 日林誌, 54, (1), (1972)
- 207) ————：ヒノキの遺伝力, 日林誌, 52, (3), (1970)
- 210) 岩川盈夫ら：アカマツの母樹別自然交配家系における諸形質の遺伝性, 林試研報, 207, (1967)
- 216) 明石孝輝ら：スギ林分内個体の競争と生長の年次経過, 日林誌, 54, (1), (1972)
- 217) ————：アカマツ系統別苗木の単植と系統混植における生長差, 日林誌, 54, (2), (1972)
- 218) ————：スギのさし木クローンによる個体間競争, 日林誌, 55, (1), (1973)
- 219) 戸田良吉：生立本数と枝張りとの関係, 日林誌, 46, (4), (1964)
- 222) 斉藤幹夫ら：クロマツの近親交配における球果・タネおよび苗木のできかた, 林試研報, 255, (1973)
- 223) 野口常介ら：アカマツ精英樹クローンでの自家受粉によるタネのできかた, 日林誌, 54, (10), (1972)
- 231) 明石孝輝：クロマツのタネの大きさが苗の大きさにおよぼす影響, 日林誌, 48, (4), (1966)
- 232) ————：クロマツのタネの大きさが苗の大きさにおよぼす影響(II), 日林誌, 51, (12), (1969)
- 257) 明石孝輝ら：林分内各個体の測定値からのマクロな立地効果を除去する方法, 日林誌, 53, (12),

- (1971)
- 270) 明石孝輝ら：スギの寒さによる被害のクローン間差異，日林誌，54，(8)，(1972)
- 274) 武藤 惇ら：スギ種子産地と寒害抵抗性，日林誌，56，(6)，(1974)
- 282) 渡辺成雄ら：冠雪の研究(第2報)スギの冠雪比較実験，林試研報，169，(1964)
- 309) 佐藤邦彦ら：東北地方のスギ，アカマツおよびカラマツ種子産地試験地における病害の発生状況，日林誌，47，(12)，(1965)
- 322) 山手広太ら：スギ精英樹クロンのスギタマバエ抵抗性，日林誌，55，(1)，(1973)
- 328) 高井省三ら：カラマツ落葉病に関する調査研究，Ⅷ，落葉病抵抗性に関する調査，林試研報，178，(1965)
- 334) 佐藤邦彦ら：カラマツ先枯病に関する研究，Ⅱ，林試研報，236，(1971)
- 345) 戸田良吉ら：マツのシンクイムシ被害のクローン間差について，日林誌，48，(5)，(1966)
- 353) CHIBA, O. : Studies on the variation in susceptibility and the nature of resistance of poplars to the leaf rust caused by *Melampsora laric'ipopul'na* KLEBAHN, 林試研報，166，(1964)
- 361) 無名(材質育種研究班)：材質育種に関する研究，第1報，東北地方アカマツ，林試研報，222，(1969)
- 362) —————：材質育種に関する研究(2)，関西地方アカマツ，林試研報，244，(1972)
- 365) SUDO, S. : Anatomical studies on the wood of species of *Picea*, with some considerations on their geographical distribution and taxonomy, 林試研報，215，(1968)
- 366) 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)
- 367) 三上 進ら：カラマツの繊維傾斜度におけるクローン間変動，日林誌，54，(7)，(1972)
- 368) —————：カラマツの繊維傾斜度とタネの産地，日林誌，56，(6)，(1974)
- 379) 岩川盈夫ら：テーダマツ産地試験——小根山試験地における5年生までの結果，林試研報，170，(1964)
- 380) 三上 進ら：テーダマツ産地試験(3)小根山試験地における植栽後11年目の結果，林試研報，255，(1973)
- 394) 岡田 滋：トドマツ苗木の産地特性についての調査(Ⅰ)トドマツの子葉数の変異と産地間，母樹間の相違について，日林誌，48，(8)，(1966)
- 395) 岡田 滋ら：トドマツ苗木の産地特性についての調査(Ⅱ)トドマツのまき付苗(当年生)における産地間の生長の相違について，日林誌，48，(12)，(1966)
- 396) —————：トドマツ苗木の産地特性について(Ⅲ)苗高と二次生長発生率の産地間，母樹間変動，日林誌，51，(1)，(1969)
- 397) —————：トドマツ苗木の産地特性について(Ⅳ)トドマツ冬芽の芽鱗の層数，日林誌，52，(1)，(1970)
- 398) —————：トドマツ苗木の産地特性について(Ⅴ)トドマツ苗木の産地による生育期間の差，日林誌，52，(12)，(1970)
- 399) —————：トドマツ苗木の産地特性について(Ⅵ)林分の違いによる各種形質の遺伝的変異，日林誌，55，(10)，(1973)
- 419) 福田秀雄ら：岡山県玉野地方におけるアカシア属造林試験の経過報告，林試研報，211，(1968)
- 433) 松井善喜：北海道の森林の取扱いに関する研究，Ⅱ，北海道における各樹種の植栽沿革とその造林成績に対する考察，林試研報，189，(1966)
- 434) 松井善喜ら：野幌試験林における各種人工林の調査成績(前編)，林試研報，202，(1967)
- 435) —————：野幌試験林における各種人工林の調査成績，林試研報，205，(1967)
- 436) 松井善喜：野幌試験林における各種人工林の構造と成長に関する研究，林試研報，207，(1967)

- 439) 石崎厚美：九州におけるおもなスギさしき品種の形態、生理、造林上の特性，林試研報，180，(1965)
- 456) 大庭喜八郎ら：林木の変異に関する研究(Ⅱ)母樹別のスギ幼苗の肥料反応について，日林誌，47，(12)，(1965)
- 458) 塚原初男ら：N, P, K 3 要素に対するスギ精英樹クローンの反応性，日林誌，49，(8)，(1967)
- 463) 只木良也ら：森林の生産構造に関する研究，XI，サンキスギと実生スギの28年生造林地の物質生産力，林試研報，199，(1967)
- 467) 長尾精文ら：母樹別のアカマツのタネの発芽のチガイ，日林誌，47(2)，(1965)
- 468) 大庭喜八郎ら：林木の変異に関する研究(Ⅰ)母樹別産地別のアカマツおよびクロマツ幼苗の肥料反応について，日林誌，47，(10)，(1965)
- 473) 百瀬行男：カラマツてんぐ巣病の接木試験，日林誌，48，(6)，(1966)
- 475) ————：カラマツ帯化枝の接木試験，日林誌，49，(1)，(1967)
- 483) 大庭喜八郎ら：林木の変異に関する研究(Ⅲ)クマスギと他のさし木スギ系統間の交雑親和性，F₁ 幼苗の生長およびクマスギで検出された2個の単一劣性遺伝子について，日林誌，49，(10)，(1967)
- 484) 大庭喜八郎ら：スギの白子苗および淡緑色苗を生ずる劣性遺伝子，日林誌，53，(6)，(1971)
- 485) ————：メアサ，キリシマメアサおよびアオスギのミドリスギ劣性遺伝子，日林誌，54，(1)，(1972)
- 488) ————：ヨレスギの遺伝およびヨレ遺伝子と白子，ミドリスギの両劣性遺伝子との連鎖，日林誌，56，(8)，(1974)
- 489) ————：イワオスギの自殖および他殖実生における葉緑素変異苗の発生と苗高生長について，日林誌，51，(5)，(1969)
- 491) ————：スギ精英樹からの異常苗の分離，林試研報，250，(1973)
- 494) 大庭喜八郎：ヒノキの葉緑素変異個体の遺伝，日林誌，54，(2)，(1972)
- 495) 大庭喜八郎ら：アカマツの葉緑素変異苗の発生ひん度による自然自殖率の推定および葉緑素変異苗の遺伝，日林誌，53，(10)，(1971)
- 496) 大庭喜八郎：クロマツの黄子苗を生ずる劣性遺伝子および自然自殖率の推定，日林誌，54，(1)，(1972)
- 499) 百瀬行男：自然交配におけるアカマツてんぐ巣病症状の分離，日林誌，49，(2)，(1967)
- 528) 渡辺 操ら：マツ類の人工受粉技術ならびに種間交雑について，林試研報，224，(1969)
- 529) 福原檜勝ら：スギ，ヒノキの花粉に関する二，三の実験，日林誌，53，(4)，(1971)
- 530) 大庭喜八郎ら：放射線育種場の他殖性植物交配室の花粉気密度と交配の精度について，日林誌，51，(6)，(1969)
- 533) 横山周一ら：試作交配袋の2，3の試験結果，日林誌，52，(12)，(1970)
- 541) 斉藤幹夫ら：ヒマラヤシーダーの花粉の発芽能力におよぼす熱処理の影響，日林誌，53，(8)，(1971)
- 544) 斉藤幹夫ら：セロハン袋によるマツ・スギの花粉採集法，日林誌，50，(12)，(1968)
- 547) ————：マツ属花粉の人工発芽試験，林試研報，173，(1965)
- 548) 百瀬行男：カラマツ花粉の発芽力をしらべる方法，日林誌，47，(4)，(1965)
- 552) ————：カラマツ雌花・球果の時期別 pH 値の測定，日林誌，48，(2)，(1966)
- 556) 横山敏孝ら：カラマツの受粉適期と受粉回数，林試研報，253，(1973)
- 567) 渡辺 操ら：林木の放射線感受性に関する研究(Ⅰ)ガンマー線照射ほ場におけるアカマツおよびクロマツの花芽の放射線感受性，日林誌，46，(2)，(1964)
- 568) 藤本吉幸ら：ガンマー線(⁶⁰Co)照射処理によるアカマツ，クロマツ花粉の発芽試験について，日林誌，46，(12)，(1964)
- 569) 大庭喜八郎ら：林木の放射線感受性に関する研究(Ⅱ)ガンマー線照射ほ場における緩照射によるハ

- ソノキ類、ボブラ類およびカンバ類の生長と枝変り，日林誌，48，(1)，(1966)
- 570) 村井正文ら：林木の放射線感受性に関する研究(Ⅲ)カラマツの生長および葉の細胞分裂におよぼすガンマー線照射の影響，日林誌，48，(2)，(1966)
- 571) 大庭喜八郎ら：林木の放射線感受性に関する研究(Ⅳ)ガンマー線照射ほ場における緩照射のもとでの林木の葉のN・P・KおよびCaの含有率について，日林誌，48，(4)，(1966)
- 572) 戸田良吉ら：ガンマー線照射がスギの発芽および生育におよぼす影響，日林誌，48，(6)，(1966)
- 573) 大庭喜八郎ら：林木の放射線感受性に関する研究(Ⅴ)スギの自殖種子，他殖種子および一つの標識遺伝子をもった種子の放射線感受性のちがいについて，日林誌，49，(2)，(1967)
- 575) —————：ガンマー線を急照射したアカマツ花粉の交配稔性，日林誌，51，(4)，(1969)
- 576) —————：ガスマー線の急照射または緩照射をうけたクモトオシの花粉の交配稔性と苗の生長，日林誌，51，(12)，(1969)
- 579) —————：林木の突然変異に関する研究(Ⅰ)放射線処理により誘発されたスギおよびヒノキの枝変りの切枝状態における¹⁴C固定，日林誌，48，(4)，(1966)
- 582) —————：クマスギの体細胞突然変異の誘起におよぼすガンマー線の照射時期，せん定および内部摘芽の効果，日林誌，53，(6)，(1971)
- 594) 染郷正孝：イボタノキ属(*Ligustrum*) 3種の染色体数，林試研報，263，(1974)
- 604) 斉藤 明：スギ葉の可溶性蛋白質の泳動パターンとサシキ活着率，日林誌，53，(4)，(1971)
- 606) 石川広隆：応用面からみた植物の生長点培養，その歴史と近況，日林誌，49，(11)，(1967)
- 609) 戸田良吉ら：軟X線写真によるマツの異常胚種子の検出と，その出現頻度，日林誌，49，(12)，(1967)
- 617) 大庭喜八郎ら：温室育苗によるスギの世代促進，日林誌，53，(5)，(1971)
- 619) 高木哲夫：樹木苗の霧培養試作装置について，日林誌，49，(3)，(1967)
- 623) 三上 進：IUFRO 遺伝部会東京会議，日林誌，55，(4)，(1973)

7. 林業機械に関する研究

昭和30年代後半からのわが国経済の高度成長にともない，いちじるしく減少する林業労働力に対処して，林業機械化の推進がはかられ，当場の林業機械に関する研究も，従前から力点のおかれていた伐木集運材機械の分野のみならず，造林(育林・育苗)機械の分野の研究もすすめられてきた。

昭和40年(1965年)初頭，チェンソー操縦者の手指に発生するレイノウ氏現象(白ろう病)がジャーナリズムでとりあげられてから，いわゆる一つの機械化労働災害として社会問題視されだし，国会でもとりあげられ，チェンソー，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に力点をおくようになった。ついで，昭和40年代後半(1970年代)にはいつてからは，国民のあいだにひろまった自然保護運動の世論に対応したいわゆるあたらしい森林施業の一つとして，森林経営の基盤として的高密路網の開設がとりあげられ，森林施業の正統派のむかしからのかんがえであった小面積皆伐，択伐，間伐の諸作業の必要性が強調され，これに対応した機械化の促進が要請され，従前からこの種の考えにたってすすめられてきた當場

の林業機械化研究も、それらに対応した間・択伐材の搬出に関する分野にも力点がおかれるにいたっている。

伐木造材機械に関する研究としては、チェーンソーの振動騒音の防止に関する研究が重点的にすすめられ、ハンドルを持つ手指につたわる振動を無負荷時および負荷時でくりかえし正確に測定する方法（定圧測定法ほか）の案出にはじまり、各種チェーンソーの振動周波数分析を一万回以上もおこなうことによってチェーンソーハンドルにつたわる振動の実態をあきらかにしてきている¹⁻⁵⁾ほか、各種の防振レシプロチェーンソーの防振効果のみならずニピストンレシプロチェーンソー、電動および空気チェーンソーの防振効果⁶⁾、振動伝播機構、機械インピーダンス⁷⁾、騒音の実態⁸⁾、振動と騒音の相関⁹⁾、イヤストップ・イヤマフ類の遮音効果¹⁰⁾等をあきらかにしてきている。またロータリエンジンを搭載したロータリチェーンソー（排気容量 57cc、装備重量サンドモールド 11.2 kg、ダイカスト 10.2 kg）の試作に成功し、防振効果のみならず防音効果がレシプロチェーンソーよりいちじるしいことをたしかめることができた¹¹⁾。

チェーンソーの振動・騒音・安全等に関する問題は、わが国のみならず西欧とくに北・中欧、東欧の諸国でもとりあげられ、スウェーデン、フィンランド、チェコスロバキヤ、ソ連などでは、農林機械試験所や林業試験場で国営検査がおこなわれ、振動・騒音測定法や安全構造等に関する国際間の情報交換のための専門家会議が多数回もたれている。当场も、昭和 40 年以来、林野庁の要請によりチェーンソー、刈払機、植穴掘機等の林業用手持機械の振動騒音測定試験を実施してきているほか¹²⁾、上述の成果は、ILO/ECE/FAO 主催の国際間の専門家会議に発表し（1969 年はペーパー提出⁴⁾、1973 年は直接参加¹³⁾）、国際間の連絡をはかりながら、この種の林業機械改良の試験研究をすすめている。さらに、通産省の機械安全化・無公害化委員会でも、国会などの要請にもとづいて、

昭和 48・49 両年度にわたり、チェーンソーおよび刈払機の安全化・無公害化問題を取りあげ、林業用手持機器の安全化・無公害化目標の策定をおこなっているが、これには、当场の試験研究成果もいかしたとりまとめがおこなわれている¹⁴⁾。

集運材機械に関する研究としては、山岳林の架空線



試作したロータリーチェーンソーによる伐倒試験

集材にひろくつかわれている林業用ワイヤロープおよび同付属器具類の疲労あるいは性能試験がひきつづきおこなわれた。軌索用ワイヤロープの小角度曲げ疲労¹⁵⁾¹⁶⁾，作業索用ワイヤロープの曲げ疲労¹⁷⁻²⁰⁾，事故ワイヤロープの損傷試験²¹⁾，スプライス²²⁾，クリップ止め²³⁾，クランプ類の性能，張力計の改良考案²⁴⁾²⁵⁾，シープを通過するワイヤロープの張力伝達損失の測定²⁶⁾，伐根・立木等の架線用アンカーの耐張力の測定²⁷⁾²⁸⁾等がおこなわれ，ワイヤロープに関連して発生する労働災害の防止にも役立つ疲労と損耗対策のとりまとめ²⁹⁾おこなわれた。

林道の建設が促進されるにつれ，かつて全盛をきわめた索道とくに多径間索道にかわって，架設撤去の比較的容易な索張り方式をくわえた間・択伐や小面積皆伐向けの集材機集材が普及しつつある。これらの索張り方式すなわち変形スラックライン³⁰⁾，変形（帯広）エンドレス³¹⁾，曲線モノケーブル³²⁾（F形あるいはジグザグ形）のほか円形集材³³⁾，エンドレスタイラー式³⁴⁾などの索張力の測定をおこない，これらのあたらしい索張り方式の設計計算法の検討をおこなったほか，ワイヤロープ JIS 規格の改訂にともない集材機架空索の実用数値表の改正³⁶⁾³⁷⁾をおこ



集材機各種索張り方式の実際張力の測定



曲線モノケーブル（F形あるいはジグザグ形）による間伐材の搬出

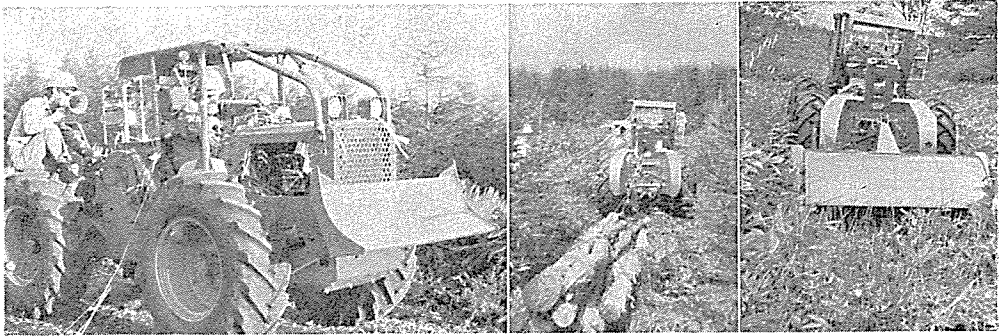
なうなど、集材機架空索道計算法の確立につとめた²⁹⁾。さらにこの研究は、作業研究と共同して、架線による間・択伐材の搬出法の最適化を目標として、従来数多く開発されてきている各種の索張り方式の特性や適用範囲を整理検討しはじめている³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾。



試作した無線操縦式林業用トラクタによる集材試験
(手前は運転手で送信器でラジオコントロール操縦している)

集材用トラクタに関しては、アーティキュレイテッドホイールトラクタ（車体屈折操縦式）が、海外ではスキッドと称して間・択伐作業のみならず小面積皆伐作業にもひろく普及しているのに対応して、わが国では昭和40年代にはいつて、林内不整地走踏性能のよいロガースペシャルタイヤを装着した5トンおよび2トンクラスのアーティキュレイテッドホイールトラクタの国産化に成功し、木寄せウインチつきフォーワーダ⁵¹⁾も加わえて、それらの実際林地における性能試験をおこない、粘着力、走行性能、旋回性能、伐根乗越え性能、集材作業性能等をあきらかにしてきている⁴⁶⁻⁴⁸⁾。さらに、労働安全および省力を目的として、集材兼作業道作設用クローラトラクタの無線操縦化の試作に成功し、その林内における送受信性能、集材性能、土工性能等をあきらかにし⁴⁹⁾⁵⁰⁾、将来林業トラクタを無線操縦化することによってワンマン集材作業の実行が可能なることをたしかめることができた。現在西ドイツ・ヴェルテルムベルグ州シュレーワルドでは、インテグラルアーチつきウニモクに搭載された集材ウインチを無線操縦化して、運転手1名で全幹集材をすでに実行しているが、上述の成果は将来実用化をいそぐ価値があるものといつてよいようである。

育林機械に関する研究としては、トラクタおよび同付属作業機による地ごしらえ（ロータリカッタ、スタンプカッタ）、植付け（オーガ）、薬剤散布（ダスタ）等の諸作業の機械および作業性能ならびにワンマン機械化一貫作業の総合性能等について基本的に実験研究をおこない、系統的にとりまとめることができた⁵³⁾⁵⁴⁾。これらの成果は国内では一部実用化されているが⁵⁷⁾、海外とくに中・北欧などで評価をうけているものである。アーティキュレイテッドホイールトラクタの育林作業への適用性、フレイルモーアの笹刈払い性能等についてもひきつづき動力性能の測定をおこない⁵⁵⁾⁵⁶⁾、この種のトラクタおよび同付属装置の林業目的に見合った利用の拡大をはかるべく検討をくわえつつある。



動力性能測定

間伐材集材試験

フレイルモープによる
地ごしらえ試験

アーティキュレイテッドホイールトラックの集材および地ごしらえ動力性能の測定試験

国産刈払機各機の性能試験を通じてえられた刈払機の基本的な構造および性能について総括したとりまとめがおこなわれたほか⁶⁰⁾、電動あるいは電池式刈払機の改良考案⁶²⁾⁶³⁾、枝打機の考案、ブルドーザおよびミニバックホウによる階段造林地の施工試験あるいは付属作業機の改良等⁵⁸⁾がおこなわれた。

育苗機械については、乗用トラクタ付属作業機（プラウ、ハロウ、マニユアスプレッダ、トランズプランタ、根切機、スプレーヤ等）の動力性能に検討をくわえた⁵²⁾ほか、緑化樹移植用作業機として、ホイールトラクタ前部装着形ツリースペードおよび根掘りチェーンソーの性能にも検討をくわえた⁵⁹⁾。

林業機械一般に関するものとしては、林業機械化の将来を期待して林業機械の発達に史的考察がくわえられた⁶⁸⁾⁶⁴⁻⁶⁷⁾ほか、FAO/ILO 主催のアジャ太平洋地区の林業技術指導者を対象とした林業機械化ゼミナが、1969 年 8～9 月約 1 か月にわたって、東京および沼田機械化センターを中心に開催され、当场からも講義や実習に主要な役割をはたした⁶⁹⁾。さらに 1971 年ソ連クラスノダールで開催された FAO/ECE/ILO 主催の山岳地の林業機械化に関するシンポジウムには、わが国のすぐれた山岳林の機械化技術の紹介が当场からも提出され³⁷⁾⁷⁰⁾、海外からこの種の技術開発に対して相当期待をかけられている現状である。（山脇三平）

文 献

- 1) 山脇三平：防振ハンドルにつきチェーンソー，グリーンエージ，8，（1966）
- 2) 山脇三平ら：チェーンソーの振動と機械的防除法—林業機械の振動騒音の防止に関する 研究 中間報告，機械化部資料，（1967）
- 3) ————：林業機械の振動騒音の防止に関する研究—農林水産技術会議昭和 43 年度特別研究成果の概要，（1969）
- 4) YAMAWAKI, S. : Study on the Reduction of Vibrations of Power Saws, Brush Cutters and Earth Augers, FAO/ECE/ILO, LOG/SYMP, Reinbek, 10 pp. (1969)
- 5) 山脇三平ら：チェーンソー類の振動測定，日林講，81，（1970）

- 6) —————：防振チェーンソー類の防振性能—ソーチェーンの振動特性，防振ハンドルの共振特性，対向二ピストンエンジンの振動，日林講，82，(1971)
- 7) 平松 修ら：チェーンソーの振動機構(Ⅰ，Ⅱ)，日林講，83，85，(1972)，(1974)
- 8) 鈴木皓史：チェーンソー消音器とその効果(Ⅱ，Ⅲ)，日林講，82，83，(1971)，(1972)
- 9) 鈴木皓史ら：チェーンソーの振動騒音の相関，日林講，85，(1974)
- 10) 山脇三平ら：耳せん類の防音効果の比較測定，日林講，81，(1970)
- 11) —————：ロータリチェーンソーの振動と騒音，日林講，85，(1974)
- 12) 林野庁：林業用手持機械の振動測定試験結果，(No. 1)，(1974)
- 13) YAMAWAKI, S. : Reduction of Vibration and Noise of Power Saws in Japan, FAO/ECE/ILO, Experts' Meeting on Ergonomics applied to Power Chain Saws, Umeå, 17 pp, (1973)
- 14) 通産省・機械安全化無公害化委員会：林業用手持機器の安全化および無公害化に関する報告書，(1974)
- 15) 上田 実ら：鋼索の小角度曲げ疲労(Ⅱ)，日林講，77，(1966)
- 16) —————：林業用鋼索の疲労に関する研究(2)—主索に関する疲労試験，林試研報，213，(1968)
- 17) —————：作業索の各社性能比較試験について，日林講，78，(1967)
- 18) 富永 貢ら：鋼索の電磁探傷と残留強度率，日林講，77，(1966)
- 19) 富永 貢：ワイヤーロープの寿命と残留強度の関係，機械化林業，229，(1972)
- 20) —————：ワイヤーロープ伸びの測定法，日林講，84，(1973)
- 21) —————：事故ワイヤーロープの損傷試験，機械化林業，248，(1974)
- 22) 富永 貢ら：ワイヤーロープの新しい継手法とその強さ，機械化林業，231，(1973)
- 23) 斉藤敏彦：林業用ワイヤーロープクリップ止めの保持力(1,2)，機械化林業，236，237，(1973)
- 24) 上田 実ら：遠隔式主索傾斜計について，日林講，78，(1967)
- 25) 巻田源久：簡易な主索張力計，無接点警報張力計，磁気式索張力遠隔読取装置，30 t 磁気遠隔式張力計，78，79，81，82，日林講，(1967)，(1968)，(1970)，(1971)
- 26) 小沼順一ら：ワイヤーロープの伝達損失，日林講，84，(1973)
- 27) 上田 実ら：集材架線用アンカー(根株，立木)の強さ試験，日林講，80，(1969)
- 28) 富永 貢：伐根アンカーの強度，機械化林業，223，(1972)
- 29) 上田 実：集材機架空索の設計—疲労と損耗対策—，農林出版，(1967)
- 30) 柴田順一ら：集材機の索張力について—変形スラックライン方式の場合，日林講，81，(1970)
- 31) —————：集材機の索張力について—帯広エンドレス方式の場合，日林講，81，(1970)
- 32) 上田 実：集材機の索張力について—単線循環式の場合，日林講，81，(1970)
- 33) 上田 実ら：円形集材方式における主索張力の計算法，日林講，77，(1966)
- 34) 柴田順一ら：集材機の索張力について—エンドレスタイラー式の場合，日林講，83，(1972)
- 35) 白井良明ら：集材機作業サイクル時間(1, 2, 3)，機械化林業，189，(1969)
- 36) 上田 実ら：集材機主索の実用数値表，林試研報，237，(1971)
- 37) UEDA, M., et al. : Practical Tables and Graphs for the Main Cable in Skyline Logging, FAO/ECE/ILO, LOG/SYMP, 5/39, Krasnodar, 1971,
- 38) 柴田順一：集材機索張り方式の機械的特性と適用範囲(予報)，日林講，83，(1972)
- 39) 渡辺 茂ら：伐木造材集材システムの最適化に関する研究(Ⅰ)，林試研報，235，(1971)
- 40) 上田 実ら：集材機索張り法，国有林技術開発情報，12，(1974)
- 41) 巻田源久：無負荷索に関する諸量の精密算定式，日林講，79，(1968)
- 42) —————：負荷索に関する諸量の精密算定式，日林講，80，(1969)

- 43) ———— : ヒール索張力と主索張力の関係を知る実験, 日林講, 80, (1969)
- 44) ———— : 間伐材の搬出法, 日林講, 82, (1971)
- 45) 中村英碩 : 林業機械の効果的作業技術, 林試研報, 225, (1969)
- 46) 山脇三平ら : 四輪駆動トラクタのけん引性能, 日林講, 79, (1968)
- 47) ———— : アーティキュレイテッドホイールトラクタの林地旋回動力性能, 日林講, 80, (1969)
- 48) ———— : アーティキュレイテッドホイールトラクタの伐根乗り越え性能, 日林講, 81, (1970)
- 49) ———— : 無線操縦式林業用クローラトラクタの性能, 日林講, 84, (1973)
- 50) ———— : リモートコントロールトラクタの開発改良, 国有林技術開発報告書, (1973)
- 51) 三村和男ら : 二胴ウインチ付きフォワードの性能, 日林講, 85, (1974)
- 52) 山脇三平ら : トラクタ造林機械の実際性能(IV)——トラクタ育苗機械の機械的性能, 日林講, 76, (1965)
- 53) YAMAWAKI, S. : Experimental Investigation on the Performances of Tractor-Powered Reforestation Machineries on the Artificial Forest Land of Japan, 林試研報, 213, (1968)
- 54) YAMAWAKI, S. et al. : Brush-Cutting Performance of Crawler Tractor with Rotary Cutter on inclined Forest-Land, Jour. of the Jap. For. Soc. 48(7), 280~292, (1966)
- 55) 山脇三平ら : トラクタ・モータの試作および刈払い動力性能, 日林講, 83, (1972)
- 56) ———— : 大形機械による造林作業の機械化, 国有林技術開発報告書, (1970)
- 57) 三村和男ら : トラクタ造林事業の機械使用実績, 機械化林業, 232, (1973)
- 58) 山脇三平ら : 小形造林用クローラトラクタの階段造林性能, 日林講, 82, (1971)
- 59) 福田章史ら : ホイールトラクタ・ツリースペードの性能, 日林講, 85, (1974)
- 60) 山脇三平ら : 刈払機の性能試験, 林試研報, 183, (1965)
- 61) 小沼順一 : 下刈作業におけるエンジン回転数の変動, 機械化林業, 204, (1970)
- 62) 巻田源久 : 電動刈払機(Ⅰ), (Ⅱ), 日林講, 81, 83, (1970), (1972)
- 63) ———— : 電池式刈払機(Ⅰ), (Ⅱ), 日林講, 84, 85, (1973), (1974)
- 64) 中村英碩 : 集材機の歴史, 山林, 987, (1966)
- 65) 山脇三平 : 林業機械の将来, 山林, 1001, (1967)
- 66) ———— : 機械工学最近の10年—林業機械, 日本機械学会, (1968)
- 67) ———— : 林業機械の現状と将来, 蒼林, 20, (229), (1969)
- 68) 小沼順一 : 林業技術史 4・機械作業編—林業機械, 日本林業技術協会, (1973)
- 69) YAMAWAKI, S. : Introduction of New Equipments in Japanese Forestry, FAO/ILO Forestry Seminar, Tokyo, (1969)
- 70) ———— : Mechanized Forestry Work in Steep Terrain in Japan——Risks to Safety and Health in Cable Logging Operations and their Techniques, FAO/ECE/ILO, LOG/SYMP, Krasnodar, (1971)
- 71) 山脇三平訳著 : 山岳地の林業機械化—国際シンポジウムから—(Ⅰ)~(Ⅺ), 機械化林業, 217, 219~221, 223, 225~228, 230, 233, (1971), (1972), (1973)
- 72) 梅田三樹男 : 伐出作業, 農林出版, (1971)

8. 林業作業に関する研究

林業の作業に関する研究は, この10年間に社会環境の変化により, 人間尊重が叫ばれるよう

になり、労働災害の軽減、職業病対策の問題および林業における技術開発のための作業体系の見なおしなどが主なる課題としてとりあげられて来た。

農薬の人間に対する薬害が論ぜられ、林業においても除草剤による労働災害が発生するなど問題化してきたが、人間—薬剤系については、その許容限界の設定、病理学的な研究には動物実験が可能であるため、その医学的な対策、薬剤の安定性についての改良などは早期に解決され、現在でも多くの研究が意欲的に進められている。いっぽう、機械の振動などによる、例えばレイノー氏現象などの人間—機械系に発生する疾病については、動物実験が困難なため、その解決には非常に長時日を要し、研究は現在まで引きつづかれている。その間、われわれ作業部門においては、あくまで作業の立場から作業員が受ける振動を如何に少なくするかについてチェーンソー使用時の作業動作⁴⁾、作業姿勢³⁾⁵⁾、作業方法¹²⁾¹⁴⁾、および作業員が行なうところのチェーンソー整備¹⁾²⁾、ソーチェーンの目立状況と振動との関係などの実態調査からはじめたのである。それらの結果は伐木造材作業基準⁴⁾の改正、ソーチェーン目立要領となり、国有林においては、これら基準をもとにして作業員の技能教育が強化された。

作業員の立場からの研究については医学的な面も重要な視点ともなるので、われわれは労働科学研究所、あるいは関東労災病院と一体となり、問題解決にあたる体制をとり研究⁷⁾を進めており、一部結論が得られた⁹⁾¹⁰⁾。レイノー氏現象の発生要因の一つである振動が人体に伝達する構造の解明のために、高速度カメラを使用して手腕系と機械とを同時に撮影し、それぞれの振動状況およびその減衰についての解析¹⁹⁾も行ない、現在では関東労災病院の整形外科とともに手腕系の骨に対する振動伝達状況をみるため、医学界でも初めての試みとしてレントゲン透視による高速度撮影に成功し、振動状況の分析を行なっている。

とくにチェーンソーの作業方法については早くから中村²⁾¹⁸⁾が手掛けていたが、そのご、チェーンソーによる伐木造材作業の中で振動曝露時間が多く占め、かつ振動発生の大きい枝払い作業について斧作業との比較¹²⁾¹⁴⁾を行ない、人工林木では斧による枝払いの方が振動曝露からみれば有利であり、能率は胸高直径 40 cm 以下であればチェーンソーによる枝払いよりは有利となること、また労働時間内における消費カロリーには大差ないことが確かめられた。

レイノー氏現象の局所振動のみならず、大型乗用機械における全身振動の影響も無視することは出来ない。われわれとしても集材機⁸⁾¹¹⁾¹⁴⁾¹⁵⁾、トラクタ¹⁶⁾等について振動・騒音測定を行なうとともに、人間工学的にみた運転者の作業域および座席の構造、操縦性などについて 8 mm 撮影機により X・Y の二方向より同時撮影を行ない分析検討を行なっている。とくに集材機においては現在までのところ、林業における作業員に対して適正な座席は見当たらないが、トラクタについては二三の営林局において独自の改良が行なわれているので、われわれが追跡調査を行っており、今後もつづけていく予定である。

標準作業量の把握については直接時間観測法¹⁷⁾によって行なわれてきたが、これは作業方法

や作業仕組がすこしでも変わった場合には適合せず、作業現場に応じた再現性に欠ける点があり、現場での活用が不十分であったがこれら欠点を解消するため、新しい試みとして標準資料時間²⁰⁾を求める手法を確立した。なお標準資料法によって使用機械の差による工期の修正係数²⁰⁾および作業員の技能度による修正係数²⁰⁾が求められることが出来るようになり、その他にも標準的な作業方法の比較検討も可能になった。

標準資料法による解析はシステム分析と非常に接近した分析手法でもあり、各作業の定式化を容易にした。この手法によって、われわれは伐木、造材、集運材の一連の工程、すなわち、集材機集材作業²¹⁾、トラクタ集材作業²²⁾トラック運材作業²³⁾、および短距離集材作業について資材量、人間、機械の量、作業方法などを含めた最適作業仕組選択のための電算プログラムの開発に一応、成功したが、実用化するためには今後さらに研究を重ねる必要がある。

いっぽう、機械化が進むにしたがって個別的な作業の合理化を計るのではなく、機械に適するような作業工程を求め、あるいは改善しなければならないが、これら一連の研究として渡部は技術の体系化²⁶⁾としてとりあげ、多くの実行作業量から現場工期の推定が容易でなおかつ精度の良いものとして数量化手法を用いての現場工期を予測²⁵⁾する研究を行ない、これにもとづいて体系化においては PERT 手法などにより工程の流れ、投下労働量の把握、年間の配分、の検討など生産管理方式の新しい方法論の確立をはかった。今後の問題としては適応地域の拡大、あるいは代替技術の組み込みによる修正法や予測法および体系全体の評価法などが残されている。

労働災害の様相も機械化が進むにつれて変化してきており、安全対策をたてるに当たっても、災害原因を明らかにしなければならない。38 年度について災害原因分析²⁷⁾を行なった。しかし単年度の分析でもあり、また林業労働において、このような詳細な分析が行なわれたのは始めてでもあり、比較検討する資料もなく、機械化の災害に対する効果については一定年を経過した時点の分析を待つしかない。機械の導入によって従来の個人作業が機械を中心とした集団作業へと移行するようになり、個人の安全活動から集団の安全活動へと変化してきている。そこで作業集団のモラル、集団性格の調査などを通して人間の行動面からの対策を得るための研究が進められている²⁸⁾。また今までに多くの安全対策が打ち出され、実施されて来たことに対して作業員が労働安全をどのように受け止めているか、また今後に望む課題などについて作業員の安全に対する意識調査²⁹⁾を行なった。

労働安全については人間—機械系はもとより、取りまく作業環境、社会環境とを含めた総合的な研究を進めて行く必要がある。

林業作業に関する研究は戦後になってから本格的にはじめられた問題であって、非常に研究体制も遅れており、現在までのところでは基礎資料の集収が一番大きな課題であったといえよう。しかし今後は、これらの資料をもとにして人間—機械—植物系のシステムとして林業作業

問題の解決をはからなければならない大きな命題をかかえている。すなわち植物を対象とした林業において機械作業と植物系および環境とを結合する人間行動の解明を積極的に行なうことにより、より合理的な林業生産工程の確立により、生産性の確保をはからなければならない。

(辻 隆道)

文 献

- 1) 辻 隆道ら：チェーンソーの伐木造材作業と機械の操作整備の実態調査ならびに指導要綱の作成についての報告書，林野庁業務課，(1966)
- 2) 中村英碩ら：チェーンソー作業改善のための予備的調査について，研究資料，(1966)
- 3) 作業第1研究室：チェーンソー作業の振動障害に対する作業基準に関する研究，科学技術庁，(1966)
- 4) —————：伐木造材作業基準の改訂に関する調査報告書，林野庁福利厚生課，(1967)
- 5) 辻 隆道：林業労働安全管理と人間工学，宏林タイムス，(1967)
- 6) —————：チェーンソー作業における防振対策について，15回全国労働衛生大会，(1968)
- 7) 辻 隆道ら：林業機械とくにチェーンソーの振動・騒音による障害とその対策，労働科学，45，(8)，(1969)
- 8) —————：集材機の振動測定試験報告書，林野庁福利厚生課，(1969)
- 9) —————：チェーンソーの振動比較試験報告書，林野庁福利厚生課，(1969)
- 10) —————：チェーンソーの振動比較および動作分析試験報告書，東京営林局作業課，(1969)
- 11) —————：集材機の操作レバーおよび座席の振動測定報告書，高知営林局作業課，(1970)
- 12) —————：民有林におけるチェーンソー作業の実態調査報告書，林業労働災害防止協会，(1970)
- 13) —————：高速度カメラによる振動測定，農作業研究，(1970)
- 14) —————：林業機械の振動騒音防止に関する研究—とくにチェーンソーと斧による枝払いの比較，林野庁福利厚生課，(1970)
- 15) —————：人間-機械系からみた集材機の座席の振動と構造，林試研報，243，(1971)
- 16) —————：トラクタ作業における運転手におよぼす座席操作レバーの振動，林野庁福利厚生課，(1972)
- 17) —————：林業作業測定の進め方，地球出版，(1965)
- 18) 中村英碩：林業機械の効率的作業技術，特別会計林試成績報告書，(1967)
- 19) 辻 隆道ら：林木生産工程の合理化に関する研究，日林講，78，(1967)
- 20) —————：林業の標準工期表あてはめに関する研究
その3—チェーンソー伐木造材作業の標準資料法による標準時間
その4—機械(チェーンソー，刈払機)の修正係数
その5—作業員の技能度
林試研報，203，(1967)
- 21) —————：集材機を中心とする運搬系のシステムに関する研究報告書，林野庁業務課，(1968)
- 22) —————：集材作業の最適化に関する研究—トラクタ作業の定式化，林野庁業務課，(1969)
- 23) —————：集材作業の最適化に関する研究—トラック積込作業の定式化，林野庁業務課，(1970)
- 24) —————：伐木・造材・集材システムの最適化，林試研報，235，(1971)
- 25) 渡部庄三郎ら：林業作業工程の数量化による予測，農作業研究，(1970)
- 26) 作業第2研究室：林業における技術の体系化に関して—スギ・ヒノキ人工林を主とした—，作業第

2 研究室資料, (1971)

27) 辻 隆道: 林業労働災害の原因分析, 林業機械化協会, (1968)

28) 辻 隆道ら: 林業労働の安全に関する研究—労働災害の周辺における若干の要因とその関連分析, 作業第1研究室資料, (1972)

29) —————: 労働安全に関する意識調査報告書, 林野庁, (1972)

9. 林道に関する研究

林道という言葉が使われはじめたのは古く、西欧林学輸入後の明治20年前後で、林道事業は国有林、民有林関係とも明治30年ころからとまっている。しかし、林道の研究が活発に行なわれるようになったのは、比較的新しく、運材が森林鉄道からトラックに代わったときで、戦後の混乱が一段落した昭和26年ころからといえよう。林道研究の組織としては、早くから研究母体として試験研究および研究者の育成にたづさわってきた関係諸大学農学部の当該研究室をはじめ、最近では当該林道研究室のほかに財団法人の林業土木施設研究所林道施設研究班と林業土木コンサルタンツ付属研究所林道研究室がある。また、林野庁研究普及課のメニュー課題、一般課題との関連において都道府県の試験研究機関担当者による林道研究も始められている。さらに、林野庁、各営林局署、森林開発公団、各都道府県等の林道関係技術者や実践的な山林家が林道事業をすすめるかたわら、技術開発にともなう実用化試験を幅広く行なっている。当該における林道研究は、昭和44年に研究室の分離増設が認められ、その時点で責任体制を明らかにして正式に発足したのである。これよりさき、既に機械化部が経営部よりわかれた昭和40年の事務分掌及び組織の細目に関する規程のなかにすでに林道施工用機械器具並びに林道技術に関する試験研究がとりあげられ、実行にうつされている。また、当該では国土保全に結びつく治山、防災にくらべて林道は企業としての林業経営の一端になう面が強調され、森林利用学的な発想から機械や作業とともに森林施業との関連において機械化部に所属して今日に至っている。当該林道研究室発足の準備期間であった昭和43年までの3年間は、10進ランプ表示のデジタルカウンタである携帯用弾性波速度時間計を主に用いて林道切取り面およびその周辺部の岩質程度を調べた^{1)~4)}。これは、林道施工のさい出現頻度の高い岩石の対価が工事費の相当部分を占め、また硬岩と軟岩の単価に大きな差があり、その岩石区分の判定如何が支出額を大きく左右することから、岩質の客観的な判定方法をみいだしたり、人力作業を中心に作られた従来の林道用地分類表を機械施工に適合出来るようにその区分を検討するなどそれらに技術的指針を与えるために、その裏付けとなる数値を求めてはじめてものである。

昭和44年から4年間にわたり、さらに弾性波探査法による試験を継続し、前にのべたサイゾモカウンタに加わえて携帯形シンクロスコープを現地に導入し、精密2現象観測を行な

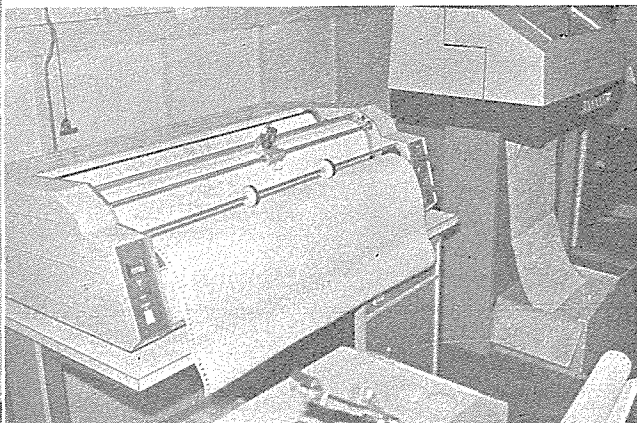


携帯用弾性波速度時間計（右）および
携帯形シンクロスコープ（左）による
岩質調査



小型地震探査装置の6成分観測

ったり⁶⁾、小型地震探査装置の6成分観測等により予定路線の道路敷およびその周辺林地における表層地質構造の土質工学的究明にあたった⁶⁾。また、ときを同じくして、林道の開設計画と関連させて、広く山地斜面の地質と地形特性を解明し基礎資料をえるため、大地比抵抗測定器を用いた電気探査法による試験を行なっている⁶⁾。昭和44年より林道事業への電子計算機導入手法の研究をはじめたが、林道技術者が技術と労力を必要とする本設計から設計図面の作製、設計数量計算までの一連プロセスの電子計算機による自動化をこころみ、林道設計における平面、縦断面、横断面の三軸座標に関する定式化に一応成功し、それによる省力化を可能にした^{7)~12)}。そのご、空中写真を利用した地形の把握、XYプロッタを用いた自動製図を加わえて研究をすすめ、その全成果を結集して現地設計に適用し、これらの事例から自動化設計を再検討しながら、この手法の実用化をめざして現在に至っている。なお、あわせて、透視図法の可能性^{13)~14)}、数値地形モデルの利用、シミュレート等設計手法そのものの電子計算機に適した改良開発も検討している。計画面では、林道の効果的な開設法について簡単な伐区形状と路網配置をパターンとしてとらえ、費用最小の接近法で適正な配置をみいだす一方法も論じられた^{15)~19)}。また、昭和45年から3か年のあいだ、林道の排水方式とその施設に関する資料を収集整理して、排水方式のあり方、また施設の程度について考察を加え^{20) 21)}、排水と関連のある路体沈下、軟弱地盤等悪条件個所の現地調査法をも検討し、昭和48年よりの林道の路体構造²²⁾、急斜地および特殊地帯における林道作設法に関する研究²³⁾にそなえた。昨今、



X・Yブロックによる林道の自動製図



衝撃式地耐力測定器（右）と球体落下式簡易
CBR 試験器（左）

支持力測定装置

林道の路体構造に関する現地調査

交通路と作業路の性格区分から与えられる機能と置かれる環境にふさわしい林道の規格構造が求められており、また、作設用の土木資材は、現地採集のものを極力使う傾向とともに、いっぽう、高分子材料等の新材料やそれにとりまなう新施工法が、さらにプレハブ工法と次々に形をかえてあらわれているなかで、急傾斜地において発生する土砂の処理、切取法面や盛土法面の安定等に対して林地の保全を考えながら 高密度の 路網による 森林施業を 定着させるため、また、軟弱地、石礫地などの特殊地帯における路面の安定や排水処理に適した低コスト工法を検討し、路網全体の機能性と安全性を保ち、交通に支障のないような林道を作設するためにその方法の確立がいそがれている。昭和 48 年は、土質調査用試験機器類のうち比較的簡易な諸計器

をえらびこれらを使って既設林道の路面支持力を測定し、路面支持力に影響を及ぼす因子の傾向を概ね知ることができた²⁴⁾。昭和49年からは、急斜地および特殊地帯の路体構造と施工法をあきらかにして林地の条件に応じた林道作設技術の基礎資料をえるが、当面は軟弱地盤の工法を必要とする箇所を林道に求め、研究の対象をその地点にしぼって究明する。



スウィングトラクタシヨベルによる林道施工試験

さかのぼって、昭和47年より林道施工について建設機械サイドからのアプローチをこころみた。昭和47年は、土工の安全かつ省力化をめざしたリモートコントロール・ブルドーザの現地適用試験のほか、林業用全油圧駆動ホイールトラクタにより環境緑化作業にともなう土工作業の機械化をはかった²⁵⁾。また、かたわら、小型クローラ形ミニバックホウによる階段造成試験やフォワーダの開発改良試験を共同しておこなう等これからの機械化に重要な役割を果たす車輛の各種性能の究明に努めた。昭和48年からは、林地保全を考え山腹急斜地における掘削排土処理用として試作した林道施工機械スウィングトラクタシヨベルの試験をはじめ現在に至っている²⁶⁾。当场における集材作業路の研究は、昭和48年より始められた。すなわち、立木分布を含めた地表障害物の分布パターン問題を地形、地質、車の足まわりその他と関連させてとりあげ、統計的な手法で走行時間、軌跡の迂回率、障害物の密度等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こころみようとするものである。また、あわせて、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^{27) 28)}もつづけている。

これからの林道は、森林の近代的経営全般から組織立てられた総合的な計画の一環として、その整備拡充により本格的な林業機械化作業の実行と徹底した労務管理の出来る場づくりにいっそう役立たねばならないので、それらに関する試験研究の逐次強化が計画、設計、施工、維持管理の各面でのぞまれている。

林道の試験研究を方向づけるためには、林産物の生産と利用の経済行為、国土保全の防災対策、自然保護、保健休養、地域開発にともなう地域社会の文化向上等、多様化した林道の効用を、またそれら相互のかねあいを、どのようにつかみ、林道の性格づけを行なうかが先決と思

われる。

(福田 光正)

文 献

- 1) 福田光正：林道の岩石切取り法面における弾性波測定調査について，日林講，76，(1966)
- 2) ———：林道機械施工の地質区分に関する研究，岩質の程度と弾性波伝播速度，林試研報，211，(1967)
- 3) ———：林道設計・施工の岩処理に関する研究について，林道研究会，(1967)
- 4) ———：林道における切取り面の地質的観察，日林講，80，(1969)
- 5) ———：林道施行現場における岩質の弾性波観測，日林講，81，(1970)
- 6) 福田光正ら：路網設計のための簡易表層診断法，国有林野技術開発試験報告書，(1973)
- 7) 小林洋司ら：土木事業における電算機導入について，林道研究会，(1969)
- 8) 小林洋司：合理的縦断勾配決定の検討，林道研究会，(1970)
- 9) ———：林道設計における自動化の研究(Ⅰ)，合理的縦断勾配決定の検討，日林講，81，(1970)
- 10) ———：林道設計における自動化の研究(Ⅱ)，平面線形および土工横断面の検討，日林講，82，(1971)
- 11) ———：林道設計の自動化プログラム，EC 共同利用研究速報，(1971)
- 12) ———：土工を主とした林道設計の自動化に関する研究，林試研報，254，(1972)
- 13) ———：林道設計における透視図法の利用，治山林道研究会講演集，(1969)
- 14) 小林洋司ら：透視図グラフを用いた簡易描法，林業土木ニュース，(1969)
- 15) 平賀昌彦：シンプレックス法による最適林業経営規模の一計算，日林誌資料，(1970)
- 16) ———：電算手法による作業道網計画法，林道研究会，(1970)
- 17) ———：電算手法による作業道網計画法，日林講，81，(1970)
- 18) ———：電算手法による林道網計画法に関する研究(Ⅰ)，作業道の最適選点と密度決定の一方法，林試研報，238，(1971)
- 19) ———：電算手法による林道網計画法に関する研究(Ⅱ)，簡単な伐区形状パターンによる集材作業道網決定の一方法，林試研報，245，(1971)
- 20) 福田光正：経営林道の作設指針，林経協月報，115，(1971)
- 21) 小林洋司：林道設計資材の選択と使用，林試研究資料，(1970)
- 22) ———：林道の路体構造に関する2, 3の土質工学的考察，林道研究会，(1971)
- 23) ———：山岳地方における林道設計の諸問題について，林試研究資料，(1971)
- 24) ———：二，三の簡易土質試験器による既設林道路面の支持力の測定について，日林講，83，(1972)
- 25) 福田章史ら：ホイールトラクタ・ツリースペードの性能，日林講，85，(1974)
- 26) ———：スウィングトラクタショベルの性能，日林講，86，(1975)
- 27) 井上源基ら：トラクタ集材による立木の被害に関する因子，日林講，84，(1973)
- 28) 井上源基：トラクタ集材作業における障害物の影響，日林講，85，(1974)

10. 森林病害に関する研究

森林病害の実態把握すなわち病原の決定，環境と発病との関係，被害量の実態調査およびその防除法の研究を行ってきた。カラマツ先枯病，ストロブマツ発疹銹病などの重要病害は

過去 20 年のあいだに新たに登場してきた新病害であるが、たんに日本の森林の重要病害であるという意味だけでなく、世界の樹病学者のあいだに関心を集めた病害である。幸いに北海道のカラマツ先枯病は精力的な研究活動により、病害の実態究明とそれに基づいた防除法が確立され、行政当局の積極的な防除処置が効を奏し、本病が封じ込められるに至った。ストローブマツ発疹銹病については北米大陸においては中間寄主として *Ribes* (スグリ) 属草本のみがあげられているが、本邦におけるものは *Ribes* 属と *Pedicularis* (シオガマ) 属草本の両属植物が接種試験によって確認され、世界の銹菌研究者および森林病理学者のあいだに大きな話題を提供するに至っている。

マツの枯損の原因がマツノザイセンチュウによるという発見は内外の森林病虫害研究者に大きな波紋を投げ、マツの枯損研究の流れを変えてしまったことは特筆すべき研究成果である。さらに、マツノザイセンチュウはマツノマダラカミキリ成虫体によって運ばれる機作が解明され、確実な防除法を確立して、永年の懸案の 1 つを解決し得たことは本・支分場の樹病学、森林昆虫研究者の一条乱れぬ協同研究のたまものであることをとくに強調したい。

1. 苗 畑 病 害

(1) 各種稚苗の立枯病の病原菌および発生環境が究明され、針葉樹雪腐病の病原菌類とその生態および被害回避の手段についての研究は注目されるところである。しかし、針葉樹稚苗の立枯病防除剤として開発した有機水銀剤の使用を停止してから、これに代わり得る有効薬剤開発のためのスクリーニングを行なっているが、いまだ効果の点において代り得るものが得られていない¹⁾。いっぽう、立枯病発生 of 生態的要因を解明するための基礎的研究および苗木養成技術の再検討を行なっており、多くの新知見がもたらされつつある。

(2) スギ赤枯病は *Cercospora sequoiae* によっておこる病害であることが解明され、本病原菌は北米から *Sequoia* 属樹木の苗木とともに日本にもたらされ、本邦に土着したものと考えられるに至った⁵⁾。造林地におけるスギの溝腐病も本病罹病苗木を植栽することによっておこる樹幹部病害であることが解明された。赤枯病、溝腐病の病態解剖的研究も大いに進展し、本病の実態はほぼ究明されたといえよう⁶⁾。スギのクローン間にも本病に対する耐病性に差異のあることがわかり⁷⁾、現在では選抜圃場試験を行なっている段階である。本病原菌は培地上で分生胞子を形成しにくいいため、培養基の組成や環境条件に検討を加え⁴⁾、振とう培養法および与える光の条件を規定することにより分生胞子を多量に得ることに成功し、諸種の接種実験に供することが可能となっている⁸⁾⁹⁾。

(3) ネグサレセンチュウについては無菌的に大量培養法を確立したため、接種源の常時確保が可能となっている。各種針葉樹まきつけ苗でのネグサレセンチュウの増殖度を試験してきたが¹⁰⁾、とくにスギ幼苗を用いて線虫の侵入方法および各種立枯病菌との相互作用の存在を明ら

かにし¹¹⁾、線虫病の防除法に示唆を与えた。スギ幼苗の場合は連作障害の主な原因がネグサレセンチュウの増殖によっておこるという成果が得られ、こんごの連作障害の原因究明および防止対策上の示唆が得られた。

2. 林 木 病 害

(1) 過去数十年間マツの激害型枯損がマツクイムシ類の侵害によっておこるとされてきたが、実は一種の材線虫によっておこる萎凋枯死病害であることが解明された¹²⁾¹³⁾。病原線虫は *Bursaphelenchus lignicolus* と命名記載され¹⁴⁾、和名にマツノザイセンチュウが与えられた。このマツノザイセンチュウは穿孔虫の1種である *Monochamus alternatus* (マツノマダラカミキリ) によって伝搬され、成虫の後食時にマツ樹体内に接種されることが解明された¹⁵⁾¹⁶⁾。ザイセンチュウおよびマダラカミキリの生態・生理・病原性などの分野に多数の新知見がもたらされ¹⁷⁾¹⁸⁾、なお保護部本・支場の精力的な共同研究が進展しつつある。この結果、マツノマダラカミキリの後食時期に殺虫剤を散布するきわめて有効な防除法が確立された。このマツノザイセンチュウの分布は現在、関東以南沖縄本島までであり、その他の地域には見いだされていない。いままでに検討したマツ属の種類では日本産のアカマツ、クロマツおよびリュウキューマツは感受性であるが、ゴヨウマツ類やアメリカ大陸原産のテードマツ、バンクスマツは抵抗性であり、スラッシュマツは中度抵抗性であることが解明された。テードマツとクロマツの交雑種のなかには抵抗性個体が認められている。さらにアジア産の多種類のマツについて本線虫に対する抵抗性検討が残された課題と思われる。

東北地方におけるマツ壮齢木の枯損はツチクラゲ (*Rhizina inflata*) によって基因される根の枯死によっておこる場合が多いことが解明され、焼跡に本菌の密度が極端に高まることが見いだされた。本病はツチクラゲ病と命名された¹⁹⁾。

(2) カラマツ先枯病は1960年に北海道に大発生したが、カラマツ拡大造林にともなう環境不適地造林が誘因である。病原菌は *Physalospora laricina* と命名され、本邦のカラマツにおける特有な病害であることが判明した。本病の発生環境が解明され^{20)~22)}、風衝地造林地の激害林分の伐倒焼却、浸透性薬剤アクチヂオンの散布が有効であることが解明され²³⁾、速やかな行政処置によって本病は数年後には下火となった。しかし、本病はそこ北関東に拡大し、1973年には長野県下に侵入した。

(3) カラマツ落葉病は *Mycosphaerella larici-leptolepis* によっておこる葉ぶるい病の一種であることが解明され、本菌の生活史、生理的性質、菌糸によるカラマツ葉えの接種法が明らかにされた。いっぽう、本病の発生環境調査が土壌、造林の各分野の広範な研究者の協力によって企てられ、多項目にわたる造林地の立地的諸性質が本病の発生要因として挙げられている²⁴⁾。造林地において抵抗性個体の選抜の結果、多数の抵抗クローンを得、林木育種場の協力

を得て、再検定された²⁵⁾。これらの抵抗性クローンとカラマツ精英樹との交配を行ない、約1万2千本の検定苗をつくり、おののちに病原菌の接種試験を行なって本病抵抗性の遺伝様式の解明を行ないつつある。

(4) サクラの天ぐ巢病は *Taphrina wiesnerii* によっておこるが、近年本病が多発し、つぎつぎと有名な桜林が被害を受けつつあるため、本病の防除を目的とした基礎研究を行ないつつある。サクラ各品種間の抵抗性の差異、人工接種法の検討、患部における病原菌の潜在様式の解剖的追及などの諸点において多数の知見が得られている。本病の罹病枝の切断とその切断部にトップジンを塗布することは患部のカルスの形成促進作用をうながし、有効な防除法の1つとして挙げられよう。

(5) ストローブマツの発疹銹病は北海道北部の造林地において突発的な激害林分としてはじめて見いだされた。本病は接種試験の結果 *Cronartium kamtschaticum*-*C. ribicola*-complex で *Ribes* (スグリ) 属と *Pedicularis* (シオガマ) 属の両属植物を中間寄主とする特異な銹菌であることが判明し²⁶⁾、世界の銹菌研究および森林病害研究に新たな波紋を投げかけている。さらに同一種の銹菌が本州中部高地のハイマツに潜在的に定着し、ストローブマツ造林に対する新たな警告を示している。本菌の生態・病理・防除の研究は勢力的に続けられつつある。

(6) 各種樹木病原菌の同定と分類学的研究は特にここ二十数年間力を注いできており、同定した標本数は数千点を算する。とくに各種葉枯性病菌、胴枯病菌、葉ぶるい病菌、根ぐされ病菌および銹菌類については半ば以上完成の域に達したと云っても過言ではない。しかし、最近緑化木の広範囲の植栽とともに新たな病害が続々と現われ、これらの同定に追われているのが現状である。

(7) 材質腐朽病²⁷⁾については北海道および本州中部高地の亜寒帯針葉樹林の生立木腐朽病害の病原菌の種類および被害実体がやや明らかになってきた。カラマツ造林地の腐朽病²⁸⁾、サンプスギの非赤枯性溝腐病²⁹⁾、ヒノキ・サワラの心腐れ病³⁰⁾などが病原菌の種類、被害様式の点から解明された。

材質腐朽菌 *Polyporaceae* (サルノコシカケ科^{31)~35)} *Thelephoraceae* (イボタケ科)³⁶⁾ および *Hydnaceae* (ハリタケ科)³⁷⁾の標本は約1万点を算し、パプア・ニューギニアおよびマレーシア産³⁸⁾³⁹⁾の多数の標品を蔵する。培養菌株数は約500を算し、常時実験に供するために準備されている。

(8) ブナ丸太およびマツ丸太の防菌・防虫⁴⁰⁾⁴¹⁾は P.C.P.-Na および BHC の混合剤散布法が開発されたが、両剤とも使用中止となり、それに代り得る薬剤の開発試験を行ないつつある。

3. シイタケ

シイタケの優良系統の選抜⁴²⁾を行なってきたおり、多数の野生系統、交配系統を得、現在、第2次選抜を行なっている。パプア・ニューギニア、フィリッピン、北ボルネオ産系統の野生系統およびそれぞれの日本産系統との交配系統の品種選抜を行なっている。

シイタケ種菌の劣悪化の原因は *Hypocrea*, *Trichoderma* 属の菌寄生性のカビ類が主役であることを確め、行政対策に寄与した。

榎木の木材腐朽性害菌については多数の種類の同定を行ない、ほぼ完成の域に達しつつある。

4. 薬 剤

(1) スギの赤枯病に対してはボルドー液10回散布法を開発したが、さらにこれに代る諸種の新薬の有効性を確かめた。

(2) アクチデオンをはじめ各種浸速性殺菌剤の開発と適用試験を行ない、とくにカラマツ先枯病に対してはアクチデオンを特効薬として開発した。

(3) 殺線虫剤としては特にマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus lignicolus*) に対して立木注入剤として適用可能な数種薬剤の開発に成功した⁴³⁾。

(4) 地上散布および空中散布した有機燐剤などが土壤中に残留する量を定期的にしらべ林地での残留が人畜、鳥、魚類に及ぼす影響の基礎資料を得ており、行政に資料を提供している⁴⁵⁾。

(青島清雄)

文 献

- 1) 千葉 修：有機水銀剤の使用規制に対応した殺菌剤の使用，森林防疫，19，(1970)
- 2) 佐藤邦彦：オガ屑堆肥の施用と稚苗立枯病の発生，日林講，81，(1970)
- 3) 佐藤邦彦ら：アカマツ稚苗立枯病の発生と土壌の物理的性質，林試東北支年報，7，(1966)
- 4) ————：緑肥栽培跡地における立枯病菌の生態とアカマツ稚苗の被害，林試東北支年報，7，(1967)
- 5) 伊藤一雄ら：スギ赤枯病の病原学的，病理学的研究(Ⅲ)，林試研報，204，(1967)
- 6) ————：同(Ⅳ)，林試研報，268，(1974)
- 7) 清原友也ら：スギ在来品種の赤枯病に対する抵抗性，日林九支研集，25，(1971)
- 8) 川崎俊郎ら：スギ赤枯病菌の人工培地上における分生孢子形成(Ⅰ)，林試研報，232，(1970)
- 9) 陳野好之：スギ赤枯病菌の新しい分生孢子形成法(Ⅰ)，日林誌，52，(10)，(1970)
- 10) 真宮靖治：各種針葉樹のキタネグサレセンチュウに対する寄生反応，日林誌，51，(7)，(1969)
- 11) ————：キタネグサレセンチュウのスギ苗に対する寄生性と加害性，日林誌，52，(2)，(1970)
- 12) 徳重陽山ら：マツ枯死木中に生息する線虫 *Bursaphelenchus* sp. 日林誌，51，(7)，(1969)
- 13) 清原友也ら：マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種試験，日林誌，53，(7)，(1971)
- 14) 真宮靖治：Description of *Bursaphelenchus lignicolus* n. sp. from pine wood and histopathology

- of nematode infested trees, *Nematologica* 18, (1972)
- 15) 真宮靖治ら : Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* by *Monochamus alternatus* *Nematologica* 18, (1972)
 - 16) 森本 桂ら : 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, (6), (1972)
 - 17) 小林享夫ら : マツノザイセンチュウの生活環と関連する糸状菌 (I), *日林誌*, 56, (4), (1974)
 - 18) 田村弘忠ら : マツノザイセンチュウの無菌化, *日線研誌*, 3, (1973)
 - 19) 佐藤邦彦ら : マツ類の群状枯損をおこす「つらくらげ」病, *林試研報*, 268, (1974)
 - 20) ————— : カラマツ先枯病 (II), *林試研報*, 236, (1971)
 - 21) 横田俊一 : カラマツ先枯病の発生に関与する病原菌の生態と気象因子, *林試研報*, 184, (1966)
 - 22) 横田俊一ら : カラマツ先枯病 (VI), *林試研報*, 241, (1971)
 - 23) カラマツ先枯病研究班 : カラマツ先枯病薬剤防除試験, *林試研報*, 198, (1967)
 - 24) カラマツ落葉病研究班 : カラマツ落葉病, *林試研報*, 178, (1965)
 - 25) 千葉 修ら : カラマツ落葉病抵抗性の早期検定, 木本作物の育種, (1973)
 - 26) 魚住 正 : ストロブマツ茎銹病, *森林防疫*, 23, (1974)
 - 27) 小林 正 : キリの根株腐れを起こすスルメタケ, *林試研報*, 246, (1972)
 - 28) 小野 馨 : カラマツならたけ病—土じょう条件と発病—, *林試研報*, 229, (1970)
 - 29) 青島清雄ら : サンプスギの非赤枯性溝腐病, *日林講*, 75, (1964)
 - 30) ————— : 木曽地方のヒノキ・サワラの心腐病, *日林講*, 72, (1962)
 - 31) 青島清雄 : *Phellinus laurencii* (Berk.) Aoshima, comb. nov. and its synonyms, *日菌会報*, 7(2・3), (1966)
 - 32) ————— : Synopsis of the genus *Daedalea* Pers. ex Fr., *日菌会報*, 8(1), (1967)
 - 33) 青島清雄ら : *Hymenochaete adusta* (Lev.) Bres. および *H. villosa* (Lev.) Bres., *日菌会報*, 7(1), (1966)
 - 34) 青島清雄 : オシロイタケとオオオシロイタケ, *菌蕈研報*, 5, (1966)
 - 35) 今関六也ら : Fungi, The flora of Eastern Himalaya, (1966)
 - 36) 林 康夫 : The genus *Peniophora* Cke. and its allied genera in Japan, *林試研報*, 260, (1~98), (1974)
 - 37) 古川久彦 : Taxonomic studies of the genus *Odontia* and its allied genera in Japan, *林試研報*, 261, (1974)
 - 38) 青島清雄 : Mycological reports from New Guinea and the Solomon Islands (5) *Ganoderma* and *Amauroderma* of Polyporaceae, *科博研報*, 14(3), (1971)
 - 39) 青島清雄ら : 沖縄におけるヒダナシタケ目菌類の分布, *科博専報*, 7, (1974)
 - 40) 慶野金市ら : 丸太に散布した薬剤の行動(3), *林試研報*, 197, (1967)
 - 41) 慶野金市 : マツ丸太の防虫・防菌, *林試研報*, 223, (1969)
 - 42) 安藤正武ら : シイタケ各系統の生態および形態的特性, *林試研報*, 224, (1969)
 - 43) 川崎俊郎ら : スギ赤枯病の薬剤防除に関する研究—I, *林試研報*, 266, (1974)
 - 44) 松浦邦昭ら : 薬剤によるマツ材線虫の防除に関する研究, *日林講*, 85, (1974), 同, 86, (1975)
 - 45) 大久保良治ら : 空散地における MEP 剤の残留, *日林講*, 86, (1975)

11. 森林害虫に関する研究

森林害虫の被害に対し、総合的な防除体系を組み立てるに必要な素材研究が進められた。森林昆虫の分類では、キクイムシ類、ゾウムシ類、小蛾類に重点がおかれ、とくにわが国のキクイムシについては、系統分類学の分野で大きな業績があげられた。生態に関する研究分野では、個生態の研究とともに、群生態の研究に重点が向けられ、個体群密度の変動要因、発生環境条件等の解析、害虫密度の推定法、昆虫の行動生理、害虫の被害許容限界等について基礎研究が行われている。このうち、害虫密度の変動要因としての病原微生物の重要性が確認されたものもあり、有力天敵微生物の探索、昆虫病理学の基礎研究が推進され、天敵微生物利用への発展に多くの成果が得られた。また、最近数年は、観光開発、道路建設等にもなう自然破壊に関連した調査、大気汚染に関連した昆虫相の調査、緑化樹木の害虫、輸入材の害虫、乾材の害虫等対応すべき研究分野が拡大されている。しかし、ここ10年間の最大の問題は、表日本に依然として、大量に発生しつづけているマツの枯損であった。害虫研究の立場から穿孔虫類の研究が本支場共同で重点的に行なわれた。

防除薬剤については、有機塩素系殺虫剤の使用禁止による代替農薬の開発が急がれたが、林業薬剤協会、農林水産航空協会の開発試験に指導協力する方向で、防除事業からの要望に対応した。

1. マツの穿孔虫類

この研究の林業試験場における歴史は長いが、本場および各支場で、それぞれ基礎研究が地道に行なわれてきた。北海道支場を除く本支場共同の研究課題として取りあげられたのは昭和39年からである。東北から九州に至る各地域に固定調査林を設定し、害虫の群集構造、枯損型、被害発生型等について調査し、地域、林の条件による相違点、共通点の比較解析が行なわれた。この結果、過去の資料ともあわせて、微害地域、激害地域の比較、および恒常発生型、風害型地型、激害型等の比較から、我が国に発生しているマツの枯損と穿孔虫類との関係を解明する資料が得られた。しかし、残された最大の研究課題は穿孔虫類の加害性の究明であった。この目的の現地試験調査は、昭和39年から千葉営林署内に設定した試験地を中心として行なわれた。この試験地では、東京営林局、千葉営林署、上総担当区の全面的協力で、必要とする試験調査が全て自由に実施された。最初に時期別に発生する被害初期木の全数伐倒調査を行ない、次に試験地の一部を用いて、ある区域を時期別に皆伐調査した。この結果、穿孔虫の寄生以前に樹木に樹脂異常(流出量の異常な減少)がおきること、この樹脂異常木は、7月から9月の間に継続的に発生していること、穿孔虫はこれらの樹脂異常木に二次的に産卵寄生すること等が

明らかになった。さらに、これらの現象は他の地域、他の被害林でも同様に発生していることも明らかにされた。また、簡単な樹脂流出量の立木調査法も考案され、現地調査や、その後の研究の推進に活用されてきている。

以上の事実が確認された段階で、マツ枯損の問題は、穿孔虫類の寄生する以前におきる樹木にとって致命的と思われる樹脂異常という生理障害をおこす原因の解明に焦点がしぼられることになった。マツの枯損問題は、東北から九州に至る地域で、本支場の保護、造林、土じょう、気象等の各関係 20 数研究室が参加した特別研究(昭和 43~46 年)へと発展した。この結果、マツノザイセンチュウの発見という大きな研究成果が得られたが、この総合共同研究への手掛りとなった穿孔虫類の加害性の研究と、問題点を明らかにした研究の価値はきわめて大きい。現在は、本支場とも、線虫の媒介昆虫であるマツノマダラカミキリの研究が集中的に行なわれている。このなかで、東北支場で行なわれている研究は、供試虫の飼育法としてすぐれているのみならず、発育と栄養生理に関する基礎研究として高く評価される。

2. マツカレハ

昭和 30 年前後に本支場ごとに発生产長調査固定試験地を設定し、それ以降現在まで、個体群動態に関する資料を集積してきた。ほぼ 20 年間にわたる資料の解析に着手した。また、固定試験地の調査以外に、卵・幼虫・蛹・成虫の発育・行動について詳細な調査を行なった。このうち、幼虫の休眠は、温度のみでなく、日長に大きく支配されていることがわかった。この成果は、マツカレハの病原ウイルスの量産に必要な供試虫の大量飼育法として活用されており、また、近い将来マツカレハの発生予察に応用される。

3. 吸水性害虫

主にハダニ類、カイガラムシ類、アブラムシ類が研究の対象とされてきた。

ハダニ類は施業の集約化(育苗法と拡大造林)にともなって、苗畑および幼齢造林地の被害が問題となっている。スギハダニ、トドマツハダニの生態と防除法の研究が行なわれ、防除法としては、滲透性薬剤の土じょう強用、樹幹塗付等が実用化された。

カイガラムシ類は都市の緑化事業の拡大と共に重要度が増大してきたので、マツ・スギ・ヒノキ・サクラ等のカイガラムシ類について、生態と防除の研究が行なわれている。また、大気汚染との関連性について調査が行なわれている。

アブラムシ類は、北海道のトドマツ造林地の大害虫であるトドマツオオアブラの研究がさらに推進され、現在害虫の総合的防除の研究課題としてとりあげられている。

4. 採種園の害虫

カラムツ、スギ、マツの害虫類の分類同定、個生態、防除法の研究が進められた。

カラムツの球果害虫として、小蛾類 3 種、タマバエ科 1 種の加害が認められた。このうち、カラムツタネバエが重要種であることがわかったので、本種の分布、加害状況、生活史、行動を明らかにし、防除試験を行なった。

スギの球果害虫として、5 種の小蛾類を検索し、このうちスギカサガについては、生活史の詳細な調査が行なわれた。

マツのしんくい虫類については、新梢、球果を加害する小蛾類 13 種を検索し、このうち主要種について、各地における種構成の変化、個生態を明らかにし、また有機燐剤による防除試験を行ない実用化の見通しを得た。

5. タマバエ類

スギタマバエ、マツパノタマバエについて、昭和 46 年から害虫の総合防除の研究課題としてとりあげられている。

6. 天敵微生物

森林害虫の自然個体群における死亡要因として検索された多くの微生物のうち、主なものについて基礎的病理病原学的研究を進めるいっぽう、害虫防除に利用するための野外適用試験を含む実用化研究が進められてきた。すなわち、ウィルスでは、マツカレハ細胞質多角体病ウィルス (CPV)、マイマイガ、ハラアカマイマイ等ドクガ科昆虫、アメリカシロヒトリ等ヒトリガ科昆虫の CPV、核多角体病ウィルス (NPV)、ハマキガ等小蛾類の NPV、EPV (Entomopox virus) について病理学的ウィルス学的研究がなされた。

さらに、マツカレハについては、CPV による防除試験が全国各地のマツ林でくり返し行なわれウィルスの散布方法、散布量、散布時期等と防除効果、またマツカレハ発生密度とウィルスによる防除効果との関係が検討され、密度上昇時の個体群に対し、CPV 多角体を 10^{11} 個/ha の割合で散布するのが最も効果的であることが判明した。いっぽう CPV の大量増殖の方法も検討され、壮齢以後の幼虫を経口的に CPV に罹病させると約 20 日後に最大量の多角体を収穫できることがわかった。

マツカレハ CPV の微生物農薬への薬剤化についても研究が進められ、1964 年にはじめて粉剤態の製剤が試みられ、次いで水和剤態にも製剤された。水和剤態のものはさらに改良が進められ実用化された。

モミ、カラムツの害虫であるハラアカマイマイについてもウィルス病が研究された。野外防

除試験は都下高尾山モミ林(64 ha), および筑波山モミ林(約 50 ha)を対象に, 空中散布によって行なわれた。ハラアカマイマイのウィルス病は 2 種類あり, 1 つは NPV によるもので, 高密度個体群に自然発生的に大流行するものである。他は CPV による病気で, 自然では NPV のように流行病状態にはならない。これら両ウィルスの多角体のほぼ等量混合液をハラアカマイマイの孵化幼虫期に散布すると, 両ウィルス病が個体群に流行状態となり, 高密度の個体群は崩壊し低密度状態が継続するようになる。このことから, ハラアカマイマイの防除に CPV, NPV の混合液が利用できることが判明した。

ウィルスの利用は上述のほか, マイマイガ(NPV, CPV), ドクガ(NPV)等で野外試験が行なわれ, それぞれ有効な手段であることがわかった。

天敵微生物のなかで, 細菌については, 主として, 芽胞形成性大桿菌の 1 種 *Bacillus thuringiensis*(略省 Bt)について, 細菌学的研究のほかに, 森林害虫防除への利用方法の研究が行なわれている。本菌は鱗翅目幼虫に対して, 主としてその生産する内毒素の作用によって殺虫性を示す特性があり, マツカレハ, マイマイガ, クスサン, アメリカシロヒトリ, ミノガ類, 小蛾類等を対象に防除試験が行なわれ, 微生物殺虫剤としての有効性が認められた。Bt は比較的速効的に働くので, 効果発現までに時間がかかる遅効性の CPV と組み合わせて, それぞれの特性を利用しようとする試みがマツカレハ, マイマイガで行なわれ有望な結果が得られている。

糸状菌の利用については, マツカレハおよびコガネムシ類で試験されている。高密度のマツカレハ個体群に大流行することがある黄きょう病菌 *Beauveria bassiana* の利用法の 1 つとして, 越冬用巻きワラを利用する方法が考察された。巻きワラを菌で汚染しておき, 越冬虫に感染されることをねらったものである。

コガネムシ類幼虫に対しては, *Beauveria tenella* 菌が検索された。カラマツ林に大発生したスジコガネ個体群で, 3 齢幼虫期に 80% 以上が硬化病死したが, その病原体から分離した *B. tenella* を純粋培養→蚕蛹での増殖培養→パーク堆肥での増殖培養の過程を経て, 増殖された生成物を苗床等に鋤き込み施用することによって, そこに生息する幼虫に菌を寄生せしめ, 幼虫の加害を防ぐことができることがわかった。*B. tenella* 菌のこのような利用法の開発が進められている。

7. 穿孔虫の分類

穿孔虫類は森林害虫として重要できわめて複雑な内容を持ち, 分類学上の問題点も未解決のまま残されている。これらは森林個有害虫であり, 森林昆虫研究者独自の立場から解決する必要がある。

この研究の基本となる標本の収集を行ない穿孔虫相とその分布, 加害樹種の調査を実施し, 昭和 40 年以後, つぎの新種・未記録種が日本の穿孔虫相に加えられた^{1)2)6)7)10)15)~20)}。

ゾウムシ科 *Nanophyes dimorphus*, *N. mihokoe*, *N. proles*, *Orchestinus oculatus*, *Orchestoides shirozui*, *O. nipponicus*, *O. maetai*.

キクイムシ科 *Scolytus aomoriensis*, *Hyorrhynchus unicornis*, *Phthrophloeus spinulosus*, *Hylesinus oleiperda*, *Hylurgops spessivtzevi*, *Pseudohylesinus yasumatsui*, *Cryphalus motanus*, *C. scopiger*, *C. sawadai*, *C. kyotoensis*, *Ernoporus japonicus*, *Hypothenemus birmanus*, *Trypophloeus populi*, *Taphrorychus striatus*, *T. coffeae*, *Cyrtogenius philippinensis*, *Poecilips persicae*, *Coccotrypes dactyliperda*, *Xyleborus similis*, *Pityogenes japonicus*, *P. bistridentatus*.

ナガキクイムシ科: *Platypus taiwansis*.

また、新属 *Neopteleobius* の記載や¹⁵⁾、異名同種、所属の配置換など¹⁵⁾¹⁸⁾¹⁹⁾の分類上の検討がなされた。検索表はゾウムシ科のチビゾウムシ亜科とノミゾウムシ亜科の種¹⁾²⁾、マツ類に穿入するキクイムシ類⁹⁾、ナガキクイムシ科の属と種¹⁸⁾、キクイムシ科の亜科、族、属¹⁶⁾、ゾウキカワノキクイムシ属の種¹⁹⁾、イビニ属の種²⁰⁾について作成され、これらの同定が容易となった。

年々増加している輸入材に付着して日本の港にはいつてくるキクイムシ類についてはソ連材 33 種、米材 41 種、南洋材 66 種が同定され、その種構成から、とくに、南洋材の穿孔虫の侵入定着の危険性が高いことが指摘された⁷⁾¹¹⁾。いっぽう、アジアのヒゲナガゾウムシの 100 属⁴⁾、キクイゾウムシの 122 属⁵⁾の探索表が発表され、ラワン材に穿入するものについても同定が可能になった。

日米科学協力研究“太平洋地域の昆虫類の地理的分布と生態”に関連して、台湾省のオトシブミ科 5 種、ゾウムシ科 28 種、オサゾウムシ科 5 種が記録され³⁾、キクイムシ科、ナガキクイムシ科は既知種を含め、それぞれ 89 種、32 種いることが報告された¹³⁾。

キクイムシ類の生活型と前胃の形態との関係から、族、属の検討、類縁関係、食性の進化など系統分類学的な考察が試みられた¹²⁾¹⁴⁾。

8. シロアリ類

分類関係では、本邦と台湾の *Reticulitermes* 属の検討が行なわれ、4 種・6 亜種となりキアシシロアリは台湾に産し、奄美大島に亜種が分布することとなった²¹⁾。さらに、レイビシロアリ科に 1 種が加わり、総数は 4 科・9 属・13 種・5 亜種となった。本邦外では、東南アジアシロアリの分類学的研究の一環として、タイ国のシロアリについて研究が行なわれ、Ahmad のモノグラフに 4 新種・13 未記録種が追加された²²⁾。

生態関係では、寄主選択の機構や、蟻道形成について、道しるべ物質との関係が研究されている²³⁾²⁴⁾。

(小田久五)

文 献

- 1) MORIMOTO, K. (森本 桂): Key and illustrations for the identification of the Curculionid-beetles of Japan and Ryukyus, I. Subfamily Nanophyinae, 昆虫, 32(1), (1964)
- 2) —————: Key and illustrations for the identification of the Curculionid-beetles of Japan and Ryukyus, II. Subfamily Rhynchaeninae, 昆虫, 32(3), (1964)
- 3) —————: On some Curculionid-beetles from Formosa Spec. Bull. Lep. Soc. Jap. I, (1965)
- 4) —————: アジア産ヒゲナガゾウムシ科の属への検索表 (食材性昆虫の研究, 第1報) (英文), 林試研報, 246, (1972)
- 5) —————: タイ国のシロアリ (食材性昆虫の研究第2表) (英文), 林試研報, 257, (1973)
- 6) NOBUCHI, A. (野淵 輝): キクイムシ科の研究第3報 (英文), 林試研報, 171, (1964)
- 7) —————: 輸入材のキクイムシについて, 日林講, 75, (1964)
- 8) —————: Male of *Xyleborus Mutilatus* BLANDFORD and a new species of *Cryphalus* ERICHSON あきつ, 13(1), (1965)
- 9) —————: マツ類を加害するキクイムシについて, 林試研報, 185, (1966)
- 10) —————: キクイムシ科の研究 (第6報) (英文), 林試研報, 185, (1966)
- 11) —————: 輸入材のキクイムシ, 森林防疫ニュース, 15(9), (1966)
- 12) —————: 特異な習性を持つキクイムシの前胃について, 日林講, 77, (1966)
- 13) —————: 台湾産キクイムシ上科 (英文), 林試研報, 207, (1967)
- 14) —————: キクイムシ上科成虫の前胃の比較形態学的研究 (英文), 林試研報, 224, (1969)
- 15) —————: キクイムシ科の研究, 8, (英文), 林試研報, 236, (1971)
- 16) —————: 同, 9, 日本産亜科, 族, 属の検索表 (英文), 林試研報, 238, (1971)
- 17) —————: Bark beetles from Bonin Islands (Coleoptera, Scolytidae), 昆虫, 41(2), (1973)
- 18) —————: 日本のナガキクイムシ科 (鞘翅目) (英文), 林試研報, 256, (1973)
- 19) —————: キクイムシ科の研究第11報, 日本産ゾウキカワノキクイムシ属 (鞘翅目) (英文), 林試研報, 258, (1973)
- 20) —————: キクイムシ科の研究第12報, 日本産 *Ipini* 族のキクイムシ (鞘翅目), 林試研報, 266, (1974)
- 21) MORIMOTO, K. (森本 桂): ヤマトシロアリ属の分類学的研究 (英文), 林試研報, 217, (1968)
- 22) —————: タイ国のシロアリ (食材性昆虫の研究第2報) (英文), 林試研報, 257, (1973)
- 23) 小杉孝蔵: シロアリの寄主選択機構に関する研究 (予報), 日林講, 81, (1970)
- 24) —————: シロアリの蟻道形成の一考察, 日林講, 83, (1972)

12. 鳥獣に関する研究

野生鳥獣の保護と防除に関する研究では, 1970 年を境にして大きな変化がみられる。すなわち諸外国において従来よりさげばれていた自然保護, 鳥獣保護運動が, 経済の高度成長にともなう各種の公害と, 開発による自然破壊が顕著となった日本でも, ようやく国民の認めるところとなり, 国民運動にまで発展するにいたった。これに対応して, 翌 71 年には環境庁の発足と

なり、同庁自然保護局に鳥獣保護課が設けられ、従来から鳥獣行政を行っていた林野庁から引きつぎ、保護行政は拡大強化されるにいった。

この社会的背景のもとにおいて、当场における鳥獣に関する研究も、1970年までを前期とし、それ以後を後期に区分できるほど大きく変化している。前期においては、1947年くらい引きつづいて行なわれているネズミを中心とした防除、とくに異常発生をくり返し、そのつど大被害をあたえる北海道のエゾヤネズミについての研究は、その基礎となる生態について詳細に行なわれ、防除技術の確立に大きく寄与している。

ネズミとともに大害を与えるノウサギについても、1950年くらい研究が進められ、その繁殖習性を中心に生態が明らかにされ、これに基づく防除の研究が行なわれている。このほかイノシシ、帰化動物であるヌートリアによる被害が多発するにいたり、この防除に関する研究も行なわれた。要するに前期においては、ネズミを中心とした害獣の防除に関する研究に終始した。

後期においては、引きつづき防除に関する研究も行なわれたが、重点は野生鳥獣の保護、とくに農業による二次被害と、これが防止についての研究、環境保全にともなう野生鳥獣の保護に関する研究、また1974年よりは環境庁の委託による「野生鳥獣の保護繁殖にかかわる体系的手法の開発に関する研究」がはじめられ、昭和53年度までつづけられる予定である。このほか鳥獣科は本邦における唯一の研究機関であるため、農業方面の鳥獣害や農業による野鳥の中毒死についての研究を他の研究機関と共同で行ない、IBPの鳥類調査にも参加し、研究成果をあげている。

要するに、後期においては、前期より引きつづき行なっている防除の研究に加えるに、鳥獣保護についての研究が行なわれ、その比重は逆転の方向をたどりつつある。今後はさらにこの傾向が強まるものと考えられる。つぎに主な業績について述べることにする。

1. 林床処理と野鼠防除

この研究は、樋口ら¹⁾によって行なわれたものである。現在は省力的な立場から、ヘリコプター散布が定式化しているが、この防除法では科学的に不十分さが残り、その裏づけが乏しい。これに反して、林床処理による防除法は生態学の理論に基づいて行なわれ、予想どおりの成果あげている。したがって、林床処理を加味しないで殺そ剤を散布することは理論的でなく、防除の目的を達するのはむずかしい。

林床処理には筋刈り、全刈り、全刈り地ごしらえ、焼払い地ごしらえなどがあるが、このうちネズミの生息数に与える影響について研究した結果、筋刈りより全刈りが、全刈り地ごしらえよりも焼払いによって生息数に大きな減少がみられる。また、小面積よりも大面積のほうが生息数が少なくなる。

新しい林床処理法として、当然の結果として除草剤の使用が考えられる。これについて研究した結果、ネズミの生息数および生息場所の移動に大きな影響はなく、忌避作用もないことがわかった。

要するに、殺そ剤の航空散布による場合も、林床処理法を加味した防除を行なわなければ成果は期待できない。それにはネズミ類の個体群変動と分布領域の変化を継続的に追究し、森林とネズミの生活条件の解析をあわせて行ないながら総合的な研究を行なう必要がある。

2. エゾヤチネズミの食性に関する研究

五十嵐^{2)~4)}はエゾヤチネズミの生息場所は、その生活をささえている食物量の多少に影響されることが大きいと考え、その調査研究を胃の内容物から判定する方法によって行なった。この研究は野幌国有林内のトドマツ天然林で、調査区内に1m²の区画100か所を設け、食い跡などを記録した結果、クマイザサの芽・葉・茎が四季をとおして圧倒的に多いのを認めた。

また、捕獲したネズミ類の胃内容物としてあらわれた食草では、クマイザサがもっとも多く、ついでタンポポであった。種類別では、エゾヤチネズミがクマイザサを37個体が食べていた。ついでエゾヒメネズミが15個体、エゾアカネズミが7個体であった。これに反して、タンポポではエゾヤチネズミが25個体、エゾヒメネズミが32個体、エゾアカネズミが68個体も食べていて、あきらかに種類による食草の相違を示している。

エゾヤチネズミによるクマイザサの季節的な喫食の変化をみると、5~6月にはササタケノコの成長があるので、これを好食するため喫食量は最大となる。9~10月にはこれが当年ササとなり新葉が開く。しかしネズミの可食部分は5月の14%が最大で、平均は4%にとどまる。

クマイザサの芽子の形態、着生量、形態組成について、また月別のクマイザサと他草本類の量、花芽子の着生について詳細な調査研究を行ないエゾヤチネズミの食草として重要な位置を占めているクマイザサについて明らかにした。この論文によって、それ以後のエゾヤチネズミの生態的研究が大きく前進し、防除技術に寄与するところが多い。

前田⁵⁾は野幌国有林とその周辺において、エゾヤチネズミによる食い跡のある草類を記録し、その季節的な変化について調べた結果、1~3月にはササの葉と芽、フッキリウ、イタヤなど、4~6月にはタケノコ、マイヅルソウ、ヨモギ、ヨメナ、シナノキ芽など、7~9月には前と同じ食草にウルシ皮、ノリノキ、オシダなど、10~12月にはササの芽と葉、オシダなどと変化することを認めた。この結果から7~8月の夏季にはササを食べないで、その他の草木を食べているのは、食性の研究のうえから重要であるとしている。

MAEDA⁶⁾は、エゾヤチネズミの食性の研究から、繁殖の根源はたん白質の多少によることを知り、栄養源である食草、とくにクマイザサを中心に電気泳動法により胃内容物のアミノ酸分析を行なった。その結果、野幌国有林のトドマツ造林地内で採集したエゾヤチネズミでは、各

種アミノ酸が季節によって大きく変動することを確め、飼育したものとも比較研究している。

桑畑⁷⁾は飼育下のエゾヤチネズミに遺伝的な変異があり、飼料の配合による繁殖の相違にも影響していると判断し、これを分析するために電気泳動法により実験したところ、飼育下で累代繁殖させたものと、野外で捕獲したものとを比較すると、保有するアミノ酸にかなりの相違のあるのを認めた。

3. 殺そ剤の改良に関する研究

殺そ剤の改良は長らく喫食を向上させるための研究であった。しかし、1970年いらいの二次被害の防止、水質汚染の防止など、自然保護、鳥獣保護の立場からの研究が要請されるにいたり、従来の喫食向上から安全使用に研究方向が転換している。すなわち、1970年以前においては、樋口⁸⁾は殺そ剤の基材となる雑穀についての研究を行ない、いま北海道で広く使われている殺そ剤の配合法の基礎をつくった。

そのご、樋口⁹⁾の研究は殺そ剤の野外での使用法について行なわれ、ネズミの分布型と毒餌の散布量を検討し、生息数との関連において散布量を決めるのが妥当であるとし、今日の適正散布量の基礎をきずいた。また、ヘリコプター散布の研究を行ない、散布幅などについて詳細に調べ、ヘリコプター散布の技術に理論的な裏づけをあたえ、この技術の確立に役立っている。

1970年以後の研究については、本場・東北・北海道支場において、リン化亜鉛の安全使用、水質汚染、二次被害防止、代替殺そ剤について実験を行なっているが、いまだその結果を発表するにいたっていない。ただ、池田¹⁰⁾はリン化亜鉛を飼育下のウズラに投与し、50%致死量は体重1kgあたり35mgであることを確め、ついでその1/10、1/50量を10日連続で投与し、つぎの25日間は中止し、さらに10日連続してしたところ、1/10量では受精率が低下し、日時の経過とともに増大し、最後の10日では死亡個体もみられた。1/50量では初めの10日で受精率に影響があらわれたが、30日目以後から急激に低下率が大きくなった。しかし、死亡個体はなかった。要するにリン化亜鉛のウズラに対する影響を明らかに認めた。

4. ノウサギに関する研究

ノウサギの飼育はむずかしいので、初めはこの技術についての研究が行なわれ、飼育設備をもつ北海道支場、ついで東北支場において飼育下の観察が行なわれた。また、本場においても箱飼いの研究を行ない、繁殖させるのに成功し、飼育は困難でなくなった。上田ら¹¹⁾¹²⁾はエゾノウサギの飼育について詳しく報告し、飼育を容易なものにした。ついで、上田ら¹³⁾は飼育下における繁殖を中心とした習性、成長過程について研究を行なった。

柴田¹⁴⁾は野外におけるエゾノウサギの生態を研究し、防除の基本である生息数を知る必要から、雪のうへの足跡により生息数を推定する研究を行ない、推定式について検討した。

5. 鳥類の保護に関する研究

1970 年いらい急速に重要視されるにいたった課題であるが、本場においては 1965 年より富士山国有林において各種の試験研究を続行し、その一部は東北支場においても行なっている。この研究の基礎は生息数を掌握することにあるので、由井¹⁵⁾はなわ張り記図センサス法と線センサス法とをとりあげ、まず前者の方法で試験地内の生息数を調べ、ついでその試験地内を通過する線センサス法で調べ、その結果が生息数の何%をとらえているか、すなわち線センサス記録率を計算し、その率に影響する諸要因を統計的に解析した。その結果これらの要因としては鳥種、時刻、天候、林相、進行歩度、観察半径、季節、観察者の能力などであった。この研究によって、線センサス法による広い地域のマクロな鳥類群集の掌握には、この方法が有効であることがわかった。

土方¹⁶⁾¹⁷⁾は岩手県瀧沢試験地において、巣箱を用いてシジウカラの繁殖期における生態、とくに行動半径について研究した。シジウカラのように、応用鳥学の立場から有益な種類についての行動半径の研究は貴重である。

鳥の保護にあたって、農薬による二次被害の研究はゆるがせにできない。池田¹⁸⁾は早くも 1966 年に EPN, BHC について汚染の危険があるサギ類などを用いて実験している。また、宇田川¹⁹⁾は除草剤の塩素酸塩剤の野生鳥獣に及ぼす影響について、室内と野外の実験とにより、その安全性を確認した。阿部²⁰⁾は東京都衛生研究所とともに東京湾からカモ類を採集し、その内臓から多量の塩化ジフェニルと PCB を検出し、強度に汚染されていることを報告した。

(宇田川竜男)

文 献

- 1) 樋口輔三郎ら：林床処理と野鼠防除，林試北支年報，昭 45
- 2) 五十嵐文吉：エゾヤチネズミの食性に関する研究，樹幹剝皮と生長に関する研究，日林講，80，(1969)
- 3) ————：同，胃内容物にあらわれた草本類，日林北支講，19，(1970)
- 4) ————：トドマツ天然林内のエゾヤチネズミの食草，クマイザ芽サ子の着生，林試北支年報，昭 46
- 5) 前田 満：エゾヤチネズミの食性の季節的変化について，林試北支年報，昭 43
- 6) MAEDA, M: Ecology of Field Mice in Forest Lands in Hokkaido. Report 1. Food habit and nutrition of the red-backed vole, 林試研報，258，(1973)
- 7) 桑畑 勤ら：血清エステラーゼの電気泳動像について，林試研報，264，(1974)
- 8) 樋口輔三郎：殺鼠毒餌の改良に関する研究，林試研報，179，(1965)
- 9) 樋口輔三郎ら：ヘリコプタによる殺ソ剤散布技術の改善試験，昭 43 農林水産航空事業新分野開発試験受託試験成績書，農林水産航空協会，(1969)
- 10) 池田真次郎：ウズラ *Coturnix coturnix japonica* に及ぼすリン化亜鉛の影響について，林試研報，238，(1971)

- 11) 上田明一ら：エゾノウサギノ飼育，林試研報，179，(1965)
- 12) ————：エゾノウサギの繁殖に関する知見，日林講，77，(1966)
- 13) 柴田義春ら：エゾノウサギの妊娠期間と繁殖回数，日林講，84，(1973)
- 14) 柴田義春：野幌自然休養林内におけるノウサギ生息数調査のこころみ，北方林業，284，(1974)
- 14) 由井正敏：繁殖期における小鳥類の生息数調査法に関する研究，林試研報，264，(1974)
- 16) 土方康次：繁殖期におけるシジウカラの行動半径，日林東北支講，20，(1968)
- 17) ————：巣箱によるシジウカラの繁殖状態，日本生態学会誌，20，(3)，(1970)
- 18) 池田真次郎：農薬の野生鳥獣に及ぼす影響について，NPN，BHC による致死試験，林試研報，186，(1966)
- 19) 宇田川竜男：除草剤の生態系に及ぼす影響とその調査法に関する研究，農林水産技術会議事務局，(1974)
- 20) 阿部 学ら：東京湾の塩化ジフェニル汚染(鳥類および魚類の PCB 蓄積量)，東京都衛研年報，23，(1971)

13. 治山に関する研究

昭和 40 年代のこの 10 年，環境の保全に対する世の要請はますます高まり，これをうけて山における水土保全，森林の保全機能への関心とその活用に対する国民の期待はかつてないもろあがりをみせた。

このため治山研究も既往の経過と成果を引継いで，山地荒廃の復旧と予防，水源理水，また防災林のための基礎資料の充実にいっそうの努力がはらわれ，さらに森林の水土保全機能の定量化とその活用のための具体的森林取扱技術への発展に努められた。

1. 山地荒廃の復旧

(1) 地帯別経済的治山工法

治山事業の飛躍的な進展につれて，地帯別の立地環境に応じた合理的・経済的な復旧工法の確立がつよく要請された。このため本支場共同研究として全国の代表的な数地帯に，総合的復旧工法，単独工法および既施工地の取扱い方法等に関する試験工が設定(昭和 33 年～39 年)された。昭和 40 年以降はその後の経過調査が継続されると共に，初期成績について順次報告が行なわれた¹⁾²⁾。このうち最初に設定された瀬戸内地方はげ山地帯の試験地は，試験途中で山火事の延焼をうけ，大半が焼失する事態があり止むをえず中止するに至った。

(2) 新治山工法の現地適応試験

社会のめざましい発展とともに，緑化工は単に荒廃地の緑化に止らず，各種道路法面や人工開発裸地など多方面の分野にわたって活用が広まり，省力的・能率的な各種緑化資材，工法の開発がいっそう促進されることとなった。これにともない，環境条件別の適用基準の明確化が

求められたため、凍上の激しい現地によって、施工タイプの異なる数種緑化工や簡易構造物の施工方法に関する試験工を設定して検討⁹⁾⁴⁾が行なわれるとともに、林野庁による山腹工法調査の一環として実施された全国十数か所の現地に設定した新緑化工の試験工調査資料の解析とりまとめも行なって、施工タイプ区分別(面状・筋状・線状)の初期経過における適応性について検討をすすめた。

(3) 実播緑化工における木本植物の成立

治山事業が拡大した一方、わが国の経済・社会の急速な発展につれて、山地地域における労務の不足、ことに熟練労務者の減少を招き、必然的に省力的・機械力的な面的実播緑化工の開発・活用が広まった。しかし、外来草を多く活用する面的実播工法は、緑化被覆は早いが木本植物の成立が抑制されることが問題となった。このため、緑化用樹草の混播方法に関して圃場および現地試験工による検討が進められているが、樹草の生育特性による組合せ、播種量と混播割合の調整、施肥成分の調整などを考慮した実播内容の改善によって、木本植物の成立を促進しうることがしだいに明らかにされつつある⁵⁾⁶⁾。なお、恒続的緑化形成や自然保護等に関連して、在来適植物の選択や植物群の研究、生育促進方法、施肥方法⁷⁾⁸⁾などの基礎的研究も行なわれた。

(4) 治山構造物の施工方法

治山構造物はその公共性から安全性が強く要求されるため、設計理論に関する実験的・理論的研究を継続した。壁体に作用する土圧分布⁹⁾、ことに壁体の変位と土圧¹⁰⁾の関係についての実験的な解明を進めたが、さらに材料・構造物の強度と破壊に関する定量的理論の確立のため、破壊力学的理論の適用による研究にも着手した。なお、治山ダムに作用する衝撃力の影響に関係して、荒廃溪流における土石流を構成する石礫の実態調査¹¹⁾、溪床物質の粒径測定方法についての検討も行なった。

(5) 施工跡地の取扱い方法

施工跡地の緑化復旧効果をたかめるため、保育・更改方法が積極的に考慮される気運にあるが、前述の地帯別経済的治山工法に関する研究によって設定された既施工地の取扱い方法の試験工については引きつづき経過調査が行なわれた¹²⁾ (はげ山地帯の試験地は火災のため中止した)。また、治山工事が集中的に行なわれた地域における経年的な変化過程の実態調査やそれにもとづく保育方法の考察¹³⁾¹⁴⁾も行なわれた。さらに近年急速に施工地が拡大しつつある航空実播工跡地および林道法面緑化工跡地に関しては、恒久緑化の確立のほか、自然保護や修景、走行安全等に関する国民的要請がたかまり、施工跡地の実態把握や保育管理に関する検討が進められている。

(岩川幹夫)

文 献

- 1) 福田秀雄ら：瀬戸内地方はげ山の経済的治山工法の研究，林試研報，204，(1967)
- 2) 高橋喜平ら：多雪地帯の経済的治山工法の研究，林試研報，238，(1971)
- 3) 岩川幹夫ら：新治山工法の現地適応試験，昭42国有林野事業特別会計林業試験報告，(1968)
- 4) 村井 宏ら：新治山工についての研究，日林東北支部会誌，19，(1968)
- 5) 岩川幹夫ら：散布緑化工における木本植物の成立，日林講，83，(1973)
- 6) 岩川幹夫：混播における木本植物の成立，治山，17，(2, 3)，(1972)
- 7) 原 敏男ら：治山用樹種の施肥試験Ⅰ，林試年報，186，(1967)
- 8) 北村嘉一ら：治山用樹種の施肥試験Ⅱ，林試研報，198，(1967)
- 9) 岸岡 孝ら：土圧の分布に関する実験，日林誌，53，(1)，(1966)
- 10) ———：壁体に作用する土圧，日林誌，54，(11)，(1972)
- 11) ———：溪床物質の粒径分布，新砂防，63，(1966)
- 12) 村井 宏ら：多雪地帯の経済的治山工法の研究(第2報)，林試研報，238，(1971)
- 13) 村井 宏：山腹既施工地の実態とその取扱い，青森局，(1966)
- 14) 堀江保夫：治山施工跡地の植生変化Ⅰ～Ⅱ，治山，16，(2, 3)，(1971)

2. 山地荒廃の予防

(1) 豪雨による崩壊危険地域

昭和30年代までに豪雨による崩壊の基礎的特性あるいは崩壊に対する降雨・傾斜・林相などとの個別的な関連，さらに，質的にみた崩壊危険度の地域別類別は行なわれていたが，量的な根拠をもった危険地域の判定までには至っていなかった。

この10年間では，i) 地質条件を異にする地域ごとに3～5か所の崩壊多発区を調査地を選び ii) 空中写真の活用により広域内の地況・林況・荒廃状況をかなりの精度で明らかにし iii) 多重回帰解析および数量化理論による判別解析によって崩壊と諸因子との複合的関連の究明が各営林局・府県とも協同して行なわれ，質的であった危険度の判定はかなり量的に表示しうようになってきた。

通常の山地では，数千ヘクタール程度を単位とした場合には日雨量と基岩の種類によって崩壊危険度のおよその類別が可能¹⁾であり，そのなかの数十ヘクタール程度を単位とした危険度の判別には，傾斜・森林状況・斜面形・土壌深度・斜面長にそれぞれの重みをつけて区分していけば可能となる見とおしを得た²⁾。また，ある程度の崩壊がすでに発生した地域では，これまでの崩壊面積率の大小も，数十ヘクタール程度ごとの崩壊危険度の判定に有効な指標となることも明らかにされている³⁾。

マクロ的にみた地形や地質の違いによっても崩壊の発生傾向はかなり違っており，現在もシラス地域での検討を進めているが，これまでの成果は，国有林の流域別の治山全体計画の策定や，木材生産を考慮した森林の保全的施業の指針として活用されている。

(2) 森林の山地荒廃防止機能

統計的な検討結果や個別の実験例から、蓄積の多い森林は崩壊防止上好ましいこと、地表を直接被覆する割合の多い森林は侵食防止上好ましいことなどはすでに明らかにされていた。これらの結果をさらに具体的にしていくため、根系による土壌緊縛力や、地表被覆物の変化による林内流亡量の差異についての現地測定もさかんとなってきた。

根系を含んだ土塊の土壌剪断試験や、樹根の抜根試験の結果からは、小径根の根量の増加が土壌強度の増大をもたらすことが推定され、森林が皆伐された場合には、ただちに植栽が行なわれても伐採後 10 年内外の時期に林木根系による土壌緊縛力が弱まることが示された⁴⁾。現実の林内の崩壊発生割合は伐採後 10～15 年にもっとも大きな値を示すことと照合すると、根系の分布が森林の崩壊防止機能の主要な根拠となっていることが確かめられ、これらの成果にもとづいて、崩壊の危険性の高い地区での防災施業法についての検討が展開されている。

また、単位面積あたりの土砂流出量としては崩壊ほど多量でなかったためあまり検討されていなかった林内流亡量については、伐採方法の機械化によって相当な土量に達する場合があること、土壌流出にともなって養分の損失が懸念されることなどの見地から活発に検討されるようになり、集運材法・樹種・地表被覆度の違いによる林内流亡土砂の量および粒径の差異が測定⁵⁾され、最近では、環境保全的な森林施業法を確立していくため、森林伐採などによる生態系の変化に関連させながら林地からの土砂流出機構が解明されつつある。

なお、林道開設時にしばしば話題になる林道捨土の簡易な流出防止法についての検討も開始されるようになった。一般の林道における開設時の捨土量の実態や、捨土による樹木の被災状況、さらに、残存林帯による土砂の留止効果についての調査が各営林局と共同して行なわれ、捨土を効果的に留止させるための残存林帯の配備法・林帯では留止し難い場合の簡易な土留法の確立に努力している。

(3) 治山ダムの荒廃防止効果

治山事業の経費のうち可成りの部分を占める治山ダムの効果については、従来からその実態の解析が期待されていたが、ダムの効果が溪流荒廃防止のみに止まらず山腹・溪岸崩壊防止や土石流防止など多面的なために、その把握が困難で、災害時に既設ダムを観察して効果の有無を論ずるにとどまっていた。

昭和 40 年以降は、まずダムの効果を確認する前提としての山地流域における土砂移動実態の調査を林野庁と共同で行なうとともに、従来の資料を用いて単独ダムの上流の堆砂勾配がどういう条件によって定まるかを調べた⁶⁾。いっぽう、表面的な観察で、手法としては進歩がないが、42 年の兵庫県六甲・広島県呉・新潟県中条、47 年神奈川県丹沢・熊本県天草などの災害地で既設ダムの災害防止効果の調査事例を積み重ねた。既設の治山ダムの効果を増すためのダムかさ上げ法の研究⁷⁾も行なわれ、かさ上げ高さの限界や施工上留意すべき点などが明らかにさ

れた。

現在、連続したダムの効果を土砂の移動の面から解明する溪流荒廃実態調査が林野庁と共同で進行中であり、さらに単独ダムの堆砂の縦横断面形の変化をくわしく調査して、ダムの効果を機能別に明らかにしようとする研究も行なわれている。(難波宣士)

文 献

- 1) 難波宣士：山地荒廃危険地の予測，治山事業調査報告(林野庁治山課)，(1971)
- 2) ————：数量化理論による崩壊危険地の判定，土砂崩壊危険地帯整備調査報告(林野庁治山課)，(1972)
- 3) 遠藤泰造：治山計画における危険度判定法，北支年報，(1973)
- 4) 北村嘉一ら：樹根の抵抗力に関する現地試験(Ⅱ)，日林講，79，(1968)
- 5) 村井 宏：落葉地被物の浸食防止効果についての実験，日林講，84，(1974)
- 6) 難波宣士ら：治山ダムの堆積勾配，治山事業調査報告(林野庁治山課)，(1966)
- 7) 秋谷孝一ら：地盤支持力からみた治山ダムのかさ上げ，治山，(1972)

3. 水源理水

(1) 洪水危険地域判定

治山事業の効果的な実施と，治山対策の有利な推進をはかるためには，当然，どこに，どんな方法で，どの程度に実施するかということが問題となる。とくに洪水予防のための予防治山事業，すなわち水源涵養保安林，水害防備林，理水工法などの配置基準を確立するためには，洪水発生の危険度の高い地域を的確に判断することが非常に重要である。

この洪水危険地域判定の1方法として，昭和36年6月の梅雨前線豪雨により発生した伊那谷地方の災害調査を機会に，洪水発生の素因と考えられる地質，地形，土壌，森林などの流域因子と，山地流域における水の出方との関連性が，機会あるごとに調査され，降水量という気象因子は別途考えられるべきものとの理由からいちおう除外して，洪水比流量と関連の高い流域因子の組合わせから洪水比流量を推定し，危険度の順位を判定する方法が試みられた¹⁾が，なお引きつづき洪水比流量と各種流域因子との関連が検討されている²⁾³⁾。

また，過去の出水資料，降水量資料の得られる地域については，その資料によって超過確率洪水量あるいは超過確率降水量によって今後発生が予想される洪水の量，豪雨の量，あるいは発生確率を計算し，それによって危険度の順位をつける方法が試みられた⁴⁾。

これらの成果と従前の累積同種成果をもととして，洪水発生危険地域の一般的指摘方法が検討され，解析格子区域または小地形区域について高度，傾斜，谷密度の重みづけ組合わせによって洪水防止に視点を置いた望ましい森林の配備のための重要度区域分画が広域的にはいちおう納得できる結果で行なえる見通しが得られた⁵⁾。

(2) 理水工法

奥地水源地域における洪水流出調節，あるいは水資源確保のためには，森林の理水機能の最大限の活用はもちろんであるが，さらにこれと相まって両目的をいっそう効果的に達成するための工作物が従前から考えられてきた。また更新に長期間を要する奥地水源林で，比較的大面積が伐採された場合，更新後森林の理水機能が発揮されるまでの期間は，森林の洪水調節機能あるいは水源涵養機能を補充する施策が必要である。森林の理水機能を補完するような工法を理水工法と名付け，この10年間も研究が継続された。

山腹理水工法：これは文字通り山腹斜面に施工する理水工法で，溝渠法，竪穴法，氾濫法などの工種が考えられている。溝渠法は山腹に一連の溝渠群を造成し，これに導水もしくは貯水させ，溝渠の底からの浸透に期待するものである。竪穴法は，地層の浅いところに難透水層あるいは非浸水層があるところで，これらの層をつき破って穴を掘り，溪流水を導いて下部の透水層へ注入浸透させる方法である。氾濫法は溪流水を簡単な横工および導水路で比較的一様な緩斜面に広く，ゆっくり広げて浸透させる方法である。これらの工種が赤城山麓，阿蘇九重山および伊豆天城山地でそれぞれ現地に試験的に施工され，理水効果が検討された⁶⁾。そのほか，多雪地帯の造林のために造成された山腹切取階段工の理水効果も検討された⁷⁾。

溪間理水工法：これは水路に横工を設け，その溪流水の一時貯溜と溪岸，溪床等からの浸透に期待する工法で，砂礫堆積体あるいは鋼製えん堤などの透水性の横工が主体である。砂礫堆積横工については，本場実験水路による室内実験が行なわれ，また伊豆天城山地における現地適用試験結果から，その流量調節効果が検討された⁸⁾。昭和41年から治山用に鋼製えん堤が溪間に施工されるようになったが，この堰堤の透水性に着目し，溪間理水工法としての流量調節効果を検討するための室内実験が行なわれ⁹⁾，また宝川試験地で現地適用試験が試みられた¹⁰⁾。

これらの研究は，理水工法の定性的な流出ないし流量調節効果を確認した。しかし定量的な面ではいまだ実用化に遠いことを明らかにした。この工法の本質は，土層と表層地質の透水性を自然のままに最大限に活用することにある。したがってその実用化のためにはこんご地層との関係で場所による量的適工種の決定方法の検討と，比較的大規模の現地試験が必要なことが明らかになった。

(3) 林況と流出

林況の変化が流出に及ぼす影響を解析するための観測が，釜淵，宝川，竜の口山，去川の各森林理水試験地で継続された。そして上川森林理水試験地の北谷，釜淵の2号沢，宝川の初沢，竜の口山の南谷および北谷，およびアメリカ Colorado 州 Wagon Wheel Gap 森林理水試験地のB流域の6小試験流域で得られた森林伐採の前後16～28年間の水文資料が，主として推計学的方法で解析され，皆伐，択伐，再生樹草の変化などにとまなう年・季節・月の各流出量，豊水・平水・低水・渇水各流水量および増水量・増水ピーク流量等の変化が，既往の成果との比

較を含めて検討された¹¹⁾。

この研究成果と内外における従前の同種成果にもとづいて、洪水防止および水源かん養のために望ましい林相と施業方法が検討され、現時点でそれぞれ望ましいと考えられるものが具体的に提案され、また水源かん養地域の一般的指摘方法も検討され、解析格子区域または小地形区域について高度、傾斜、土壌、地質の重みづけ組合わせによって水源かん養に視点をおいだ望ましい森林の配備のためいちおう納得できる広域的重要区域分画法の見とおしが得られた¹²⁾¹³⁾。

(森沢万佐男)

文 献

- 1) 森沢万佐男ら：洪水危険地域の判定(Ⅰ)，洪水比流量と流域因子との関係，日林誌，49，(1967)
- 2) 林野庁治山課(森沢万佐男ら)：水資源対策調査報告書，木曽川流域(治山事業調査報告一Ⅷ)，(1973)
- 3) —————：水資源対策調査報告書，北上川支流荒雄川流域，(治山事業調査報告一Ⅷ)，(1974)
- 4) 森沢万佐男：超過確率洪水比流量の分布について，治山，17，(1)，(1972)
- 5) 中野秀章：水源涵養地帯の抽出，森林資源の総合的利用のための地帯区分に関する調査報告，科学技術庁資源調査会報告，64，(1973)
- 6) 林野庁治山課(杉山利治ら)：掘水法調査報告書，河津地区・九重山地区，(治山調査報告書一Ⅺ)，(1970)
- 7) 小野茂夫ら：釜淵森林理水試験第3回報告，山腹切取階段工の理水機能，林試研報，198，(1967)
- 8) 菊谷昭雄：透水性砂礫堆積横工の流量調節効果に関する模型実験と現地試験，林試研報，249，(1972)
- 9) 菊谷昭雄ら：スクリーンえん堤の堆砂に関する模型実験，林業土木施設研究所報，2，(1970)
- 10) 林業試験場(森沢万佐男ら)：大面積伐採地における簡易出水調節法，昭48国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書，(1974)
- 11) 中野秀章：森林伐採および伐採地の植被変化が流出に及ぼす影響，林試研報，240，(1971)
- 12) —————：森林の水土保持機能とその活用，わかりやすい林業研究解説シリーズ，51，(1973)
- 13) —————：機能別の望ましい林型および施業方法一水保全機能，機能別にみた森林の重要度別地域区分と望ましい森林施業，森林の公益的機能計量化調査報告書Ⅲ，(1974)

4. 防災林

昭和40年代にはいってからも海岸林地が種々の開発対象地となる場合が多く、機能をあまり低下させない範囲で必要な最小限度の海岸防災林の林帯幅や林の配置を解明することに力が注がれた。

海岸防風林については、日本海岸・太平洋岸の28地点における種々の林型のクロマツ林で砂地塩分と林帯構成因子の関係が調査され^{1)~4)}、林帯の必要限度幅がほぼ把握できるようになり、具体的配置計画も示された⁵⁾。林の最適幅についてはまだ不明確な点もあり、風洞実験が計画されたが、風洞の規模が小さいために一時中断されている。神奈川県湘南海岸防風林の台風被害についての依頼調査、新産都市指定にともなう秋田市飯島海岸防風林の取扱いについての依

頼調査、能代・酒田営林署管内の保安林一部解除問題に関する依頼調査が行なわれ、沖縄の防風林造成計画の現地指導が行なわれた。湘南海岸では被害調査にひきつづき、被害防止のために設定された人工砂丘の塩風防止効果⁶⁾、砂丘上に構築された防風網の防風機能⁷⁾について測定が行なわれた。海岸防災林に関しては、自然災害防止機能の外に大気汚染・騒音防止林あるいは保健・休養林としての効用を兼ねそなえた海岸林に対する期待が深まっているので⁸⁾、これらとの関係について防災林の面からの調査・研究を進めることが必要となろう。

北海道における海岸林造成技術はまだ決定的なものとして定着しておらず、基礎的なことが依然として問題にされている。北海道支場ではカシワ海岸防風林の風衝形態、カシワの若枝の枯死時期と枯死の原因⁹⁾について調査が行なわれた。また、汀線付近の空中塩分の垂直分布¹⁰⁾、カシワ林内の空中塩分、空中塩分と波浪の関係¹¹⁾が調査された。海岸の植栽木を塩風から保護するため、従来のものより防風効果の大きい新しい型の防風柵が試作されている。九州支場では海岸前線砂地に造成されるクロマツ幼齢木に及ぼす塩分と飛砂の影響が現地試験と実験によって調べられた¹²⁾。

飛砂防備林については、茨城県東海村の飛砂防備林の工場用地転用問題について依頼調査が行なわれ、処理方策が提出された。

山地防風樹帯については、樹帯の構成・配置について既存保残林帯の調査が行なわれ、資料収集によってこれまでの実態と樹帯設置の考え方が整理された¹³⁾。この期間に自然保護に対する社会的要請が高まり、保護樹帯の設定が各営林局で進められている情勢にあるので、研究の進展をめざして風洞実験や現地測定法についても検討が進められている。

騒音公害の増加につれて森林の騒音防止機能が注目されるようになり、この年代の後半から研究が開始された。樹種・立木密度・林帯幅と通過する白色雑音の減衰量が測定された結果、騒音減衰機能はかなり明らかになり、さらに周波数別の機能について調査が行なわれている。

森林の大気浄化機能の研究については予備的な測定が開始された。

雪崩防止林関係では、多雪・豪雪地帯の急傾斜地で天然林の皆伐が大規模に行なわれて林地の雪崩被害や雪食が増加するようになったのにもない、雪崩防止機能を低下させないで伐採更新する基準を見いだすため、前生林の一部を帯状・群状・散生状に保存した場合の雪崩防止効果¹⁴⁾、若齢林分の雪面出現状況¹⁵⁾の調査が行なわれた。伐根の耐久年数、後継更新樹の成長経過についての調査、伐根を想定した杭の植栽木に及ぼす影響の測定が本場と十日町試験地の共同で継続されている。

雪崩防止林の配置基準を得るための基礎試験が山形分場で開始され、森林伐採およびその後の地被状態の変化にともなう積雪移動の増加¹⁶⁾、立木を想定した柱の配置と積雪移動・柱に加わる雪圧との関係¹⁷⁾が追求された。実際の林についても、雪崩の発生を防止できる最小限度の立木密度¹⁸⁾、雪崩防止機能を発揮できるようになる立木の大きさ¹⁹⁾が本場と山形分場で調査

され、立木密度についてはほぼ明らかになった。さらに、老齢化した雪崩防止林の更新方法として高伐・帯状伐法が検討された。雪崩防止既施工地の植生の生育、階段の経年変化が調査され²²⁾、切取階段についても山形分場で試験が行なわれた。林木に雪崩被害を与える雪崩風の理論的考察が行なわれ²³⁾、表層雪崩によるスギ林の被害が調査された。国有林内の冬期交通の増加にともない従来工法の他に、吊梓工・柵工などの設置基準が要望されるようになり、山形分場・十日町試験地で雪崩防止柵の試験が開始され既施工柵の調査が行なわれた。

(石川政幸)

文 献

- 1) 松岡広雄ら：海岸防風林と砂地塩分の関係(Ⅰ)，日林講，78，(1967)
- 2) ————：同(Ⅱ)，日林講，80，(1969)
- 3) ————：同(Ⅲ)，日林講，82，(1971)
- 4) ————：同(Ⅳ)，日林講，85，(1974)
- 5) 榎山徳治：海岸防災林の配置計画法について，治山，11，(11)，(1967)
- 6) 榎山徳治ら：人工砂丘の風速減少作用の一例，日林講，82，(1971)
- 7) ————：防風網の塩風防止作用の一例，日林講，85，(1974)
- 8) 榎山徳治：社会資本としての海岸防災林，治山，17，(3)，(1972)
- 9) 工藤哲也ら：カシワ海岸林の若枝の枯死時期とその含水量の季節的变化，林試北支年報(昭45)，(1970)
- 10) ————：汀線付近における塩分の垂直分布，林試北支年報(昭47)，(1972)
- 11) ————：留萌海岸で観測した冬季の空中塩分量と波浪との関係，日林北支講，22，(1973)
- 11) 河野良治ら：塩分と飛砂がクロマツの葉におよぼす影響(Ⅲ)，林試九支年報，15，(1972)
- 13) 松岡広雄：これまでの山地防風樹帯(保護樹帯)の考え方，北方林業，292，(1973)
- 14) 防災第1研究室：林木の騒音防止効果調査例，林試研報，256，(1973)
- 15) 榎山徳治：騒音防止機能，森林の公益的機能計量化調査報告書(Ⅲ)，水利科学研究所，(1974)
- 16) 佐伯正夫ら：保残林帯のなだれ防止効果について，治山，18，(11)，(1974)
- 17) ————：急斜地の幼齢林の埋雪状況，雪氷，31，(1)，(1969)
- 18) 佐藤正平ら：積雪の移動と移動圧に及ぼすカヤの影響，日林東北支誌，22，(1971)
- 19) 片岡健次郎ら：不安定地における積雪の移動と移動圧，日林東北支誌，22，(1971)
- 20) 石川政幸ら：なだれ防止林の立木密度，雪氷，31，(1)，(1969)
- 21) 佐伯正夫ら：若齢林分のなだれ防止機能(空中写真による判読)，雪氷，32，(3)，(1970)
- 22) 高橋喜平ら：なだれ防止階段の機能と施工地の経年変化，林試東北支年報，10，(1969)
- 23) 榎山徳治：林木のなだれ被害と暴風被害との関係，雪氷，29，(4)，(1967)

5. 農林漁業における環境保全

農林漁業に関しても環境保全問題がますます重要視されるようになって、昭和48年度から大型別わく研究「農林漁業における環境保全的技術に関する総合的研究」が農林水産技術会議の指導により5か年計画で着手された。

この研究のなかで農林漁業と水土保持の関係も重要課題の一つとして取りあげられ、防災関

係では森林と水土保持の関係の研究を分担することとなった。この研究の概要はつぎのようなものである。

本場および5支場で、その所管地域の特徴的林相の林分をとりあげ、浸透、浸透水移動、蒸発散、遮断、地表流出、中間流出、侵食土砂流出、地表変動等の各種森林水文あるいは山地荒廃の個別現象を森林生態系の実態、施業方法との関連で比較測定する。いっぽう既往または現行の同種経常研究の成果を再評価する。両者をあわせて森林生態系の変化にともなう水土の動きを把握し、森林の水土保持機能を定量的に明らかにし、水土保持のための森林関係指標を明らかにして、既往の森林の取扱技術を環境保全的側面から再評価し、またこんごの技術を事前評価する。

この研究の設計は、森林の降水遮断機能に関する充実した研究¹⁾、山地における水収支機構に関する基礎的研究²⁾その他の既往成果と実施経験をうけて行なわれた。

(中野秀章)

文 献

- 1) 村井 宏：森林植生による降水しゃ断についての研究，林試研報，232，(1970)
- 2) 中野秀章ら：山地流域における水収支機構に関する研究，河川流域における水収支機構に関する総合研究，(1968)

14. 森林災害・森林気象に関する研究

1. 森林災害

この10年間のうち、その前半では森林災害の研究は拡大造林にともなう寒害・雪害の多発に対応する研究と、山村人口流出にともなう山火事消火の機動化を目標とした林野火災の研究に重点がおかれたが、後半では自然保護・環境保全に対する社会的要請の高まりに応じて、研究対象は天然林の災害や都市林にも向けられるようになった。以下に各種被害別に研究経過と成果の概要を述べるが、次章で詳述される森林の寒害防止や豪雪地帯の造林技術に関する研究に関連するものは省略したので各項を参照されたい。

凍害：凍害の実害が大きかったのはスギの胴枯型凍害で、東北地方から九州にかけ太平洋側山地に多発した。これに対しては品種・系統の耐凍性が本・支場で調べられ、多くの知見が得られた。また、九州支場で常緑広葉樹44種の耐凍性季節変化が調べられ、緑化樹の選択を容易にした。凍害危険地域・地形の判定についても多くの研究がなされ、二・三の例をあげると、阿武隈山系の波状地形の所は冷気が停滞しやすく、日照時間が長いため地域的に危険なこと、微地形では南向斜面の斜面下部・凹形斜面、谷間にスギの被害が大きいことなどが報告され¹⁾、

北海道ではパイロット・フォレストの沢沿い地域で、春秋に著しく低温となる年があり、カラマツの凍害を起こすことが明らかにされた(北支年報 1970~'71)。植栽保育方法による凍害防止法については、スギの巢植えの効果が著しく²⁾、また上方遮光と凍害の実験から落葉樹林下の樹下植栽は危険なこと³⁾が報告された。施肥との関係ではトドマツへのNの過剰施肥は耐凍性低下をまねくことがわかった(日林講 84)。またスギ被害木の回復状況に応じた事後保育手段が考察された⁴⁾。

雪害：基礎資料として 1951 年から 14 冬期間の十日町試験地と山形分場における雪質などの測定結果が発表された⁵⁾。雪圧害の発生のおしきみについては、山形分場の積雪移動の安定斜面で立木の形態・配置と雪圧との関係が調べられ、立木周辺の積雪状況は不均質で、根元上方付近は融雪期にはいってもしまり雪が見られること、立木に加わる移動圧の影響範囲は 5~10 m²で、立木密度と積雪クリープとの間ほとんど無関係に近いこと、移動圧より沈降圧が大きく、根元曲りの大きい木ほど雪圧が強く働くことなどが明らかとなった⁶⁾。幼齢木の形態については、直径・樹高・樹冠径の大きい木や形状化・幹曲りの小さい木は相対的に埋雪しにくいことが報告された(東北支年報 11)。スギの幹にみられるコブ状被害は幼齢時代の芯折れや幹折れに起因し、その発生機構が考察された⁷⁾。また、スギ伐根における直径成長・アテ分布の解析から、当初から成長の良い木は最後まで成長の良いこと、幼齢期の少雪年には成長が著しく良いことなどが明らかにされた⁸⁾。降雪型式が初冬大雪型の冬に激害の出ることがわかり(東北支年報 11)、樹幹の傷跡から雪害発生頻度の推定をすると、東北地方中西部の豪雪地帯では激害は 10~15 年に 1 回の割合であった⁹⁾。樹種・品種の耐雪性については、東北地方豪雪地帯樹種更改試験地の中間調査で、ブナが期待しうる他は各種針葉樹の被害の顕著なことが報告された(東北支年報 9, 13, 東北支たより 126)。また、リギダマツは雪圧に弱く(東北支たより 145)、コバノヤマハンノキは根元曲りの少ないこと(日林東北支誌 20)などが明らかとなった。その他、裏日本に植えたオモテ系スギは黒粒葉枯病に弱く、それが雪害を助長する危険が指摘された¹⁰⁾。保育によるスギの雪圧害防止法では枝打ちと成長・被害との関係、雪起しの開始年・継続年数などの試験が山形分場で継続されている。その他、多雪地帯での斜め植えや土寄せは二次根の発達を促し、普通植えに比し木が埋雪し難く、立ち直りも良いことが発表された¹¹⁾。

冠雪害については、気象資料から日本における冠雪害危険度の地域区分¹²⁾が試みられたほか、各地の被害実態調査が行なわれ、樹種・植栽方法・保育方法の選択が重要であると報告された(現代林業 7, 1968; 東北支たより 125; 日林東北支誌 20)。その他、カラマツの冠雪実験結果が報告され、基礎資料を提供した¹³⁾。

風害：暴風害については、立木引き倒し実験から、広葉樹は針葉樹より抵抗力が大きいこと、菌害木は幹折れしやすいことなどが確認された¹⁴⁾。この 10 年間顕著な風害は少なかったが、スラッシュマツ、テーパーマツ林の風害、1966 年台風 26 号による風害と対策¹⁵⁾、天然記念物ハ

リモミ林の風害の拡大と防止・復元対策¹⁶⁾が調べられた。その他、カシワ海岸林の枝枯れが冬季の塩風害で起こること¹⁷⁾、またクロマツが飛砂と塩分の複合作用で葉枯れを生じやすいこと(九支年報 14, 15)などが明らかにされた。

森林火災：火災対策については消火剤の検討¹⁸⁾、ヘリコプターによる消火方法などの試験¹⁹⁾が行なわれ、その実用化が進められた。また都市林の防火的な効用が検討された²⁰⁾。

以上のほか、自然群落の保全や森林開発に伴う自然破壊が社会的な問題となってきたため、これに対応するべく、伐採や道路開設に伴う森林の風害・冬季乾燥害・捨土害・雪圧害・飛石害・風食などの発生と群落・地形・気象・人為の加え方などとの関係や、これらに対する回避策・被害拡大防止策などが、主として亜高山地帯について調査報告された^{21)~23)}。

(高橋啓二)

文 献

- 1) 笹沼たつら：阿武隈山系におけるスギの凍害と地形，日林誌，52，(9)，(1970)
- 2) ————：一凍害地における巣植えの効果，日林誌，49，(11)，(1967)
- 3) 笹沼たつ：スギの凍害と上方からの遮光，日林誌，53，(1)，(1971)
- 4) 古川 忠ら：東北地方におけるスギ造林地の凍害，日林誌，50，(5)，(1968)
- 5) 十日町試験地・山形分場多雪地帯林業第2研究室・防災部防災科：雪質の調査資料(2)，林試研報，199，(1967)
- 6) 高橋喜平ら：立木に加わる雪圧(1)，林試研報，210，(1968)
- 7) 石川政幸ら：スギのコブ状雪害，蒼林，20，(231，232)，(1969)
- 8) 石川政幸：豪雪地帯のスギの直径成長と積雪，林試東北支たより，120，(1971)
- 9) 石川政幸ら：スギの雪害と雪の降り方(Ⅱ)，一スギの樹幹の傷跡による雪害発生頻度の推定，日林東北支誌，23，(1972)
- 10) 井沼正之ら：豪雪地帯におけるスギ黒粒葉枯病被害と雪害との関連，日林東北支誌，25，(1974)
- 11) 遠田 武ら：「掘っかけ造林」の雪害軽減効果，日林東北支誌，23，(1972)
- 12) 佐伯正夫ら：林木の冠雪害危険地域，林試研報，172，(1965)
- 13) 渡辺成雄ら：カラマツ冠雪実験(1)，雪氷，28，(3)，(1966)；同(2)，雪氷，35，(3)，(1973)
- 14) 玉手三葉寿ら：立木引き倒し試験，日林誌，47，(5)，(1965)
- 15) 高橋亀久松ら：昭和41年台風26号による森林の風害，日林誌，50，(3)，(1968)
- 16) TAKAHASHI, K. : Protection and restoration of *Picea polita* forest, Ann. Rep. JIBP-CT(P), (1972)
- 17) 工藤哲也ら：北海道における海岸林の枝枯れの原因，北方林業，24，(9)，(1972)
- 18) 井上 桂ら：林野火災の各種消火剤による実験，火災，17，(1)，(1966)
- 19) ————：林野火災の消火に関する特別研究，科学技術庁特別研究報告，(1972)
- 20) 井上 桂：都市林の防火的効用，科学技術庁資源調査会報告，(1970)
- 21) 高橋啓二：道路開設が植物群落に与える影響(道路建設に伴う森林伐採の生態系に与える影響に関する研究)，環境庁報告，(1973，1974)
- 22) 高橋啓二ら：道路建設が天然林に与える影響，1. 大台ヶ原山観光道路，森林立地，15，(2)，(1974)
- 23) 高橋亀久松：伐採に伴う亜高山帯林の気象災害，日林誌，56，(9)，(1974)

2. 森林気象

気象観測資料のない山地の気候を推知するために、限られた観測資料を解析し、任意地点についての推定法を求めようとする努力が進められた。とくに気温については、北海道における任意地点の月平均気温推定法が、また、東北地方については任意地点の平均気温の推定と、温量指数および積算寒度を算出する回帰式がえられ、それぞれ分布図が作成された¹⁾²⁾。北海道におけるハイマツ分布下限の温量指数が 27°C であり、逆にこのことから山岳地域の気温推定が可能であることが実証された³⁾。山地の年平均気温を求めるさいの、斜面の方位に対する補正方法の試案がえられた⁴⁾。

地温に関しては、平らな芝生地の深さ 30 cm の月平均地温の緯度・標高への回帰式が得られ任意の場所の月平均地温を推定する足がかりが得られた⁵⁾。また、森林や樹木の雪害防止に資するため、多数の雪に関する観測資料から、降雪日数・最深積雪・根雪期間等の分布図が作られた⁶⁾。

拡大造林に対する気象的適地判定に資するため、各地で山地気象の調査観測が行なわれたが、1962 年から 1965 年にかけては岩手山北東斜面で、1966 年から 1969 年にかけては八幡平地区北斜面で、積算気象計を用いて観測が行なわれ、気温の標高に対する分布や減率が求められた⁷⁾⁸⁾。また、遠隔地の山地気象調査のため、安価でしかも便利な測器の考案も行なわれた。その一つは最深積雪指示計で、鉛直にたてた柱に、等間隔で水平にさした細い棒が、積雪の沈降圧で折れ曲るようにしたもので、最深積雪の調査を容易にした⁹⁾。また、気象自記器の円筒時計に電池時計を組み込み、円筒の回転速度を減速し、安価に自記器を長期化することに成功した¹⁰⁾。これらはいずれも遠隔地の気象調査を容易にした。さきに考案された積算気象計の受光部のセレン光電池を、シリコン太陽電池ととりかえ、性能の安定した積算日射計が作られた¹¹⁾。

スギの寒風害防止の研究も引き続き行なわれ、防風林の効果範囲は意外にせまいが、上木被覆の効果は著しいことが明らかにされた。また、寒風害の発生が著しく気象に左右されていることから、気象条件による全国を対象とした寒風害危険地帯区分が試みられ¹²⁾、さらに県単位を対象として、群馬県・岩手県について危険地域区分が試みられた¹³⁾¹⁴⁾。

また、最近皆伐作業が更新を困難にしている例が多くなり、非皆伐作業がとり入れられるようになったが、更新との関連で林内照度を明らかにする必要性が起こってきた。これに対応して、種々な林の相対照度が、積算気象計により、数年にわたって観測された¹⁵⁾¹⁶⁾。また、林木は、葉で光を吸収して光合成を行ない、有機物を生産しているが、その増産をはかるには葉の相対照度に対する反応を明らかにする必要がある、葉の比面積や葉量と相対照度との関係が、カラマツ・シラカンパについて追求された¹⁷⁾¹⁸⁾。

(岡上正夫)

文 献

- 1) 増田久夫：北海道任意地点の月平均気温推定法，林試研報，206，(1967)
- 2) 小島忠三郎：東北地方における任意地点の平均気温の推定と温量指数および積算寒度，森林立地，12，(2)，(1971)
- 3) 高橋敏男：気象からみたハイマツの垂直分布，林試北支年報，昭 39，(1965)
- 4) 岡上正夫ら：山地の年平均気温推定方法について，森林立地，10，(1, 2)，(1969)
- 5) 草下正夫ら：亜高山地帯の造林技術，創文，(1970)
- 6) 小島忠三郎：森林の雪害と雪の気候，森林立地，7，(2)，(1965)
- 7) 小島忠三郎ら：気象積算計を用いた岩手山北東斜面の標高別気温調査，日林東北支誌，20，(1968)
- 8) 北田健二ら：八幡平地区北斜面の気象調査，日林東北支誌，22，(1971)
- 9) 高橋喜平：最深積雪指示計について，雪氷，30，(4)，(1968)
- 10) 増田久夫：森林・山地気象観測用の長期自記円筒時計の試作，日林誌，52(11)，(1970)
- 11) 小島忠三郎ら：積算日射量(絶対値)の簡単な測定法，日林誌，52，(10)，(1970)
- 12) 佐々木長儀ら：スギ寒風害発生危険地域画定の一つの試み，林業技術，285，(1965)
- 13) 岡上正夫ら：スギの寒風害発生危険地域区分の一つの試み—群馬県の場合，森林立地，12，(1)，(1970)
- 14) 小島忠三郎：数量化による寒風害危険地域区分の考え方，森林立地，10，(1, 2)，(1969)
- 15) 小島忠三郎ら：簡単な日射積算計とこれを用いた林内日射量(照度)の連続測定，日林誌，49，(2)，(1967)
- 16) —————：林内照度の連続測定例，日林誌，50，(9)，(1968)
- 17) 荒木真之：庇陰林分の葉量，日林誌，55，(10)，(1973)
- 18) —————：林木の葉の SLA に関する研究(Ⅲ)，シラカンバ模型林における葉の比面積と季節・庇陰の関係(承前)，日林誌，55，(7)，(1973)

15. 森林土壌に関する研究

昭和 40～49 年の 10 年間は，日本経済の成長，産業の発展に大きな変化のあらわれた時期である。このかんに森林土壌の研究にも特筆すべき変換がみられたのは，上記の動向と無縁ではない。

昭和 40 年代の前半には，30 年代からつづいた林地土壌の生産力に関する研究(別掲)が終了した。この研究の結果林木の成長予測技術は格段に進歩し，造林適地の判定，適木の選定に関する土地条件の研究，とくにその生産力的側面はほぼ完成されたといえる。

いっぽう，戦後の大造林，なかでも生産性の低い天然林の人工林化(拡大造林)は，30 年代に著しく進展したが，40 年代にはいとと衰えをみせた。造林可能林地の 7 割近くをすでに人工林化した現在，今後の拡大造林は当然スローペースであろう。また残された林地は，より瘠悪であり，災害発生の危険度の高いところと考えるべきである。したがって適地の判定にあたっては，生産力的側面もちろん重要ではあるが，環境保全の側面も軽視してはならない。

林地土壌の生産力に関する研究の終了を転機として，研究の方向は，林地の物質移動・循環，

地力維持、高冷地の天然更新など環境問題へと移った。

40年代の後半は、環境保全に関する研究が大きく取りあげられた。土壌部門でも、森林生態系の実態解析が開始されたほか、環境保全指標に関する研究が新しく発足した。また、過去20年余にわたって蓄積された土壌の基礎研究の資料を集めて、林地の水源かん養など、公益的機能の一端を計量化した。これは行政からの早急な要請に対応したもので、その結果、森林のもつ環境保全機能は高く再評価された。

昭和40～49年は国有林野土壌調査の第2期10か年計画期間にあたる。39年までに終了した第1期計画期間では、主に第2種林地を対象とし、皆伐用材林地の土壌を優先的に調べたが、第2期からは、天然林施業林地についての調査が重視されている。また民有林適地適木調査事業も、従前は、拡大造林予定地を対象としていたが、44年からは全林地の調査に切り換えられた。このため高寒地など、いままで精密調査の及ばなかったところの土壌が問題となり、これらの生成・分類・性質の解明に力を注いだ。国土調査では、5万分の1土壌調査が48年で終了し、現在20万分の1全県土壌図の作製が進み、50年度で北海道の一部を除き完了の予定となっている。

3土壌調査事業はいずれも20余年間継続されたものであり、ようやく現在完成あるいはそれに近づいて、日本の森林土壌の分布もほぼ概要が明らかになった。今後はこれら永年の成果を十分活用するように、土壌調査の多面的利用の研究が始まろうとしている。

1. 土壌の生成、分類

小笠原・沖縄諸島の返還によって、熱帯、亜熱帯の森林土壌が新しく調査の対象に加わり、当然その分類とこれを裏付ける土壌生成の解明が問題となった。これより前、竹原は南西諸島の土壌を調査して、その分布概要を報告した。新しく区分した2,3の土壌のうち、灰白化赤黄色土は亜熱帯ポドゾル(赤黄色ポドゾル)化土壌に属するとの見解をとった。その後黒鳥らが詳細な調査を行ない、灰白化の成因について、表層の停滞水による還元作用がその主体をなすと考えた。また沖縄に分布する赤色土は、石灰岩基源(暗赤色土)を除いて、日本本土の丘陵地にみられるものと同様な古土壌であるが、黄色土は山地土壌の主要な位置を占め、本州山地帯における褐色森林土に匹敵するものと考え、沖縄の現気候下で黄色土の生成が可能であると推論した。これらの調査から日本の黄色土、褐色森林土とくにその黄色系について生成、分類上再考の必要が生じた。

いっぽう、土壌調査がしだいに高冷地におよび、また自然保護の声が高まって、天然林の詳細な調査が進むと、表層グライ土壌、暗色の土壌など2,3の新しい区分が必要となってきた。表層グライ化作用は、多湿、重粘な土壌におきやすく、湿性ポドゾルに不可欠の作用である。この作用を証明するため、室内での土壌生成実験を試み、有機物の分解、水分供給の条件下で、

湿性ポドゾルに酷似した土壤の生成を認めた。この作用はまた褐色森林土、赤黄色土にも、同じ条件下にあればおこる可能性が考えられる。暗色の土壤は、ポドゾルの分布域と褐色森林土の分布域の境界付近に、垂直成帯性をもって出現する。肉眼ではポドゾル化作用を認められないため、従来は褐色森林土として扱ったが、生産力は低く、人工植栽には問題が多い。

これらの土壤を包含する新しい土壤分類体系を整備するため、40年代の後半に、3~4年を費して検討した結果、土壤亜群を新設することとなった。すなわち土壤群を最高段階としちくじ、低次の分類カテゴリーを規定して、亜群、土壤型、亜型の4段階をもつ分類体系を作成した。

2. 土壤の理化学性

新しい土壤分類体系の作成にあたっては、当然、新設の土壤の生成機構を解明する必要がある。また土壤の性質の相違点、類縁関係をも明らかにしなければならない。これらの解明に重点を置き、土壤の化学性、粘土鉱物の研究が行なわれた。

(1) 化学性

湿性ポドゾル、暗色系褐色森林土の性質、とくにそれらの腐植について、2価鉄の存在、腐植酸とフルボ酸の炭素比、粘土鉱物その他を調べた結果、湿性ポドゾルは乾性ポドゾルと性質を異にすること、暗色系褐色森林土は標準的褐色森林土と湿性腐植型ポドゾル化土壤との中間的な性質をもつことなどが判明した。

赤色土、黄色土、赤色系および黄色系褐色森林土間の相違、あるいは相互の縁類関係について、化学性、粘土鉱物の面からの研究は今後も進めなければならないが、遊離酸化物の性質、とくにタム法、メーラー・ジャクソン法で抽出される鉄の比、あるいはその差と全鉄の比などが高い指標性をもつ可能性が考えられた。

(2) 物理性

土壤の物理性は、保水性、通気・透水性など、林木の生育に関係する条件として、永い年月、研究されてきた。また、これらの諸性質を一元的に表示できる土壤孔隙解析が重視された。しかし、近年、土壤孔隙は、水源かん養、洪水調節など環境保全の指標として見直されている。多量の降雨があるとき、土壤はこれを一時的に貯留し、時間差をもってじょじょに溪流に放出する貯水ダムの効果をもつ。このような機能は土壤の粗孔隙量(pF 0~2.7の水分量)に由来すると考えられる。

土壤の貯水能を量的に推定するため、数量化理論を用い、要因解析を行なった結果、地域、土壤区分、地形、地質・母材が高い偏相関を示した。土壤では、赤色土、赤色系および黄色系褐色森林土、受蝕土など未熟土グループが粗孔隙に著しく乏しい。また地質・母材では、新第三紀層など新期堆積岩、流紋岩、石英粗面岩などの土壤が不良である。

なお、環境保全の観点からは、岩石風化、地下水の動態の解明が重要であり、これらについて研究を開始した。

3. 土壌調査

林野土壌層断面図集 No. 2 を昭和 43 年に刊行した。同 No. 1 は昭和 27 年に刊行され、国有林野土壌調査、民有林適地適木調査などの進展に大きな役割を果たしてきた。しかしその調査、研究によって、湿性ポドゾル鉄型および腐植型、表層グライ化土壌など新しい土壌の区分がしだいに多くなったため、No. 2 の刊行をみたのである。内容としては、カラー写真により断面の土色、形態を忠実に再現したこと、土壌の分析値、地形・植生・林木の生育など、豊富な調査・研究資料を加えたことが No. 1 と異なっている。そのご、沖縄など亜熱帯の土壌が、新しく調査の対象となった現在、これらを集めた第 3 集の刊行が企画されている。

国有林野土壌調査・民有林適地適木調査：両調査事業はそれぞれ昭和 22 年および 29 年に開始された。これらの調査指導、成果の審査を土じょう部が担当している。国有林の調査は事業区を単位に、縮尺 2 万分の 1 の土壌分布図作成を主とし、土壌の性質、森林植生、林木の成長との関係を調らべ、森林の経営に対して基礎資料を提供するものである。現在、北海道を除き、ほぼ完了に近づいている。民有林の適地適木調査は、拡大造林予定地の精密な土壌区分（縮尺 5 千分の 1）と、土壌および 2, 3 の環境条件による適木の選定が主な内容である。この調査事業は昭和 43 年までに終了し、ひきつづき、全林地を対象とする縮尺 5 万分の 1 土壌分布図を主体とする調査に移り、林木生育の観点からの地区区分が加わった。さらに昭和 48 年からは、林地改良対策診断も加えられ、土じょう部はその実施要領、土壌分析診断法を作成した。

国土調査：経済企画庁の主掌する国土調査は、表層地質、地形、土壌の 3 部門からなりたっている。土地分類基本調査として、昭和 29 年から、3 部門の分布図あるいは区分図が、縮尺 5 万分の 1 地形図幅単位に作成された。土壌部門については、当场と農業技術研究所が分担し、前者は山地・丘陵地を、後者は低地、台地を調査した。この調査事業は昭和 48 年までに、全国的に 50 図幅（1 府県に 1 図幅）を完成して、終了となった。この基本調査を 1 つの標準として、現在、縮尺 20 万分の 1 の土地分類図の作成が、都道府県を単位として進められている。内容は表層地質図、地形分類図、土壌図、土地利用現況図、土地利用可能性分級図の 5 種類の図面からなっている。土壌部門については、土壌図のほか、土壌生産力可能性等級区分図が作られた。これらは過去の土壌調査成果を土台にしたものであり、山地、丘陵地の場合、国有林野土壌調査、民有林適地適木調査の資料が主に用いられた。昭和 42 年に始まり、51 年に完了する見込である。

小縮尺の土壌図：20 万分の 1 土地分類図（都道府県単位）の作成に先立って、経済企画庁は、50 万分の 1 土地分類図の作成を企画した。北海道、東北など日本を 6 地方に区分した 6 図葉の

土壌図を、農業技術研究所と共同で、昭和 38 年から作成する作業にはいり、44 年に刊行された。もちろん既往資料にもとづく編纂図である。これによって、都道府県別土壌図の編纂の可能性が裏付けられた。

昭和 47 年に日本森林立地図が刊行された。これは日本全土を 1 葉におさめた、縮尺 200 万分の 1 の森林土壌図、植生図、降水量・積雪図、温量指数図、説明書からなりたつ。森林立地懇話会の 10 周年を記念する事業として、昭和 43 年に企画したものである。この土壌図は、前述の 50 万分の 1 土壌図を土台にして作成した。概括的に土壌の分布と植生、気候の対応関係を知るのに適し、森林の自然立地区分、生産力的地域区分などに広く応用される。

4. 土壌条件と植生および更新

昭和 30 年代までは、土壌条件と林木の成長との関係が重点的に研究され、それらの成果は最終的には、林地土壌の生産力の研究に組み込まれた。これらの研究の一環として土壌と植生の研究は進められてきた。なかでも林床植生を組成的特徴によって区分する林床型と土壌条件あるいは造林木の成長との対応関係が各地の、主としてスギ林について調査された。その結果、林床型は土壌型とよく対応することが認められた。また土壌条件としては、とくに A 層厚、水湿状態、pH 値、置換性石灰量と密接な関係があり、当然、造林木の成長に対しても高い指標性をもつことが判明した。

そのご昭和 40 年代にはいと 亜高山帯、上部ブナ帯における森林の更新が問題となり、林床植生の研究はその一環として展開され、この地帯の更新の実態解析が行なわれた。現在までのところ、林床型の区分は、粗腐殖の堆積、ポドゾル化作用の強弱などの土壌条件と関連をもち、稚樹の更新との対応はきわめて密接であることが判明している。したがって林床型にもとづく更新区分の方法が確立しつつある。

5. 土壌水分

土壌水分の動態とこれにともなう溶存物質の移動に関する研究が昭和 30 年代の 後半に始まり、まずテンションライシメーターが開発された。これは細菌汙過管を用いて、土壌水を $pF\ 2$ のテンション下にひき出す、簡便な装置である。土壌の水湿状態の時期的変動を測定することができる。またひき出された水分中に溶存する窒素、磷、カリ、石灰その他の物質も定量される。そのご、この装置には改良が加わり、重力水のみを捕足できるような、テンションフリー・ライシメーターも作られた。この研究の目的は、土壌の生成機構の解析と林地における物質の移動、循環など地力問題の解析におかれた。前者としては、湿性ポドゾル、灰白化赤黄色土、乾性褐色森林土の生成に関して、土壌水の面からの説明がなされた。また後者としては、地力維持に関連して、全木集材の影響、伐跡地の土壌変化とくに養分の流亡が測定された。

林 野 土 壌 の 分 類 表

土 壌 群	土 壌 亜 群	土 壌 型	亜 型	細分(例)
ポドゾル P	乾性ポドゾル Pd	Pd I, Pd II, Pd III		
	湿性鉄型ポドゾル Pw(i)	Pw(i)I, Pw(i)II, Pw(i)III		
	〃 腐植型 〃 Pw(h)	Pw(h)I, Pw(h)II, Pw(h)III		
褐色森林土 B	褐色森林土 B	BA, BB, BC, BD, BE, BF	BD(d)	
	暗色系褐色森林土 dB	dBd, dBe	dBd(d)	
	赤色系 〃 rB	rBA, rBB, rBC, rBD	rB(d)	
	黄色系 〃 yB	yBA, yBB, yBC, yBD	yBd(d)	
	表層グライ化 〃 gB	gBB, gBC, gBD, gBE	gBd(d)	
赤黄色土 RY	赤 色 土 R	RA, RB, RC, RD	Rd(d)	
	黄 色 土 Y	YA, YB, YC, YD, YE	Yd(d)	
	表層グライ化赤黄色 gRY	gRY I, gRY II		
	灰白化赤黄色土 bRY	bRY I, bRY II		
黒 色 土 Bl	黒 色 土 Bl	BlB, BlC, BlD, BlE, BlF	BlD(d)	BlD-m
	淡黒色土 lBl	lBlB, lBlC, lBlD, lBlE, lBlF	lBlD(d)	lBlD-m
暗赤色土 DR	塩基系暗赤色土 eDR	eDRA, eDRB, ……., eDRE	eDRd(d)	{eDRD-ca
	非塩基系暗赤色土 dDR	dDRA, dDRB, ……., dDRE	dDRd(d)	{eDRD-mg
	火山系暗赤色土 vDR	vDRA, vDRB, ……., vDRE	vDRd(d)	
グ ラ イ G	グ ラ イ G	G		
	偽似グライ psG	psG		
	グライポドゾル PG	PG		
泥 炭 土 Pt	泥炭土 Pt	Pt		
	黒泥土 Mc	Mc		
未熟土 Im		受蝕土 Er	Er- α , Er- β	
		未熟土 Im	Im-gr, Im-s, Im-cl	

40 年代の後半には、植生、土壤生物・微生物、土壤肥料などの研究と連携して、この研究が中心となり、森林生態系の実態解析を開始したが、間もなく発足した環境保全の総合研究に移り、さらに幅の広い進展を続けている。(真下育久)

16. 林木栄養、土壤肥料に関する研究

林業試験場創立以来、林木についての Soil-Plant Nutrition の関係における試験研究については、「林業試験場 60 年のあゆみ」において、苗木の栄養、苗畑土壤と施肥および林地肥培の 2 項目に分けて述べたとおりである。今回それ以降の、主として昭和 40 年度から 49 年度までの研究について、ごく概観的に述べてみたい。

1. 林地肥培に関する研究

昭和 30 年ごろより始められた林地肥培に関する研究は、この 10 年間にかなりの進展をみせ、

開花した。

まず基礎的研究として、特別研究「林地生産力に関する研究」の一環として林木の養分含量調査を行なった。主としてスギ林について、養分現存量、吸収量を推定し、森林における林地—林木間の養分の垂直分布を調査し、林地肥培の理論、あり方に対する理論的考察が行なわれた。

また林地肥培の基礎研究として、林木の水耕法は従来苗木の水耕法しか行なわれていなかったが、林地肥培の基礎研究として、成木の水耕を試行し、ほぼその可能性が得られた。すなわち、500 l容の合成樹脂ポットを地中に埋設、通気装置をつけ、水耕液の更新は月に2回で、8年生のスギクロンを定植し、3年間水耕することに成功した。

なお成木林肥培の基礎研究として、群落状態でのスギを水耕し、光合成量との関連を検討しているが、なお目下継続中である。

なお、広葉樹の施肥試験を行なったが、早成樹種であるコバノヤマハシノキに対する施肥効果はきわめて顕著で、無施肥区の樹高、胸高直径を100とすると、施肥区のそれは、254、300を示し、またシイタケほだ木としてのクヌギに対する肥効試験においても、施肥区の榎木の収量はやく2倍の収量と推定された。

昭和32-35年ごろ設定した幼齡林肥培試験地については、逐次中間調査、中間発表が行なわれ、さらに追肥、間伐などの管理を行なった。茨城県笠間営林署管内のアカマツの試験地については斜面上の位置と肥効との関係を解析し、斜面下部より上部に到るほど肥効指数は高くなることを認めた。

昭和38-40年ころ、幼齡林肥培の大体の目途が付きかけたが、林地肥培は林木の全生育期間を通じて計画的に行なうことが重要であることが認識され、林地肥培体系なる概念が生れた。これにともない成木施肥試験地が本支場を通じて設定され、これらの試験地の第1次のデータの取りまとめが行なわれた。

肥培効果はきわめて顕著なものから、中程度のもの、きわめて僅少のものと各種の段階がある。一般に肥沃な林地ほど肥効は現われ難い傾向があるが、肥効の大小は林地の肥沃度のほか、林分密度、林分構造などとも関連がある。顕著な肥効を示した新潟県六日町営林署二居試験地の例をみると、試験開始後9年間の年平均林分材積増加量は無施肥区 $11.3 \text{ m}^3/\text{ha}$ (100) に対して施肥区 $26 \text{ m}^3/\text{ha}$ (235) を示した。

公立林業試験場の成績も加わえて考察を加わえると、肥効は劣勢木より優勢木に現れやすいこと、針葉の乾材積生産能率が高まること、スギでは針葉のN%が高くなるほど、また林分密度が高いほど肥効が現われにくいなどの傾向があることがわかった。

また肥効の大小を支配する要因のひとつとして、施肥した窒素肥料の動態の追跡が行なわれたが、多くの林地では春季に施肥した窒素は夏季にその大部分が硝酸化成作用を受け、流亡または深層に移行することが推察された。しかし林地によっては硝酸化成があまり行なわれない

で、アンモニア態窒素のまま残溜する場合もあり、その原因について目下土壌学の観点より検討中である。

また林地肥培のアセスメントとしては、材質低下と水質汚染の問題があるが、水質汚染の調査が開始された。まだ着手したばかりなので最終的成果は得られていないが、施肥林地での湧水ないし源流水ではある程度の硝酸態窒素が見られ、とくに夏季の高温時に高濃度のピークがみられるが、小沢→中沢→本流と合流するに従い希釈されてネグリジブルな値となることが推察されているが、なお調査を継続中である。すなわち、濃度表示法によれば源流地域に汚染が見られても、中流域になれば汚染とはいえないほど希釈されるのが実態のようである。

2. 苗畑施肥に関する研究

スギ苗を用い、追肥(いわゆるベントウゴエの意味)による苗木の形質管理の研究を行ない窒素追肥の効果があるというほぼ所期の成果を得たが、さらに追肥を行なうと同時に成長抑制剤Bナイン(B 995 N-dimethyl amino succiamic acid)の葉面撒布を行なうと、秋伸びを抑制するとともに栄養的に充実した苗木が得られ、翌春移植後の成長量も大きく、かつ耐寒性も増大することがわかった。

石灰岩のダスト飛来に由来すると思われる土壌のpH(H₂O)が6.5-7.5の苗畑ではFeおよびMn欠乏症が認められ、これらの障害は土壌への硫酸処理で回避することができた。

また農林水産技術会議の特別研究「連作障害の相互関連性の究明に関する研究」に農業技術研究所ほか数場所とともに参画し、当场では土じょう肥料研究室が中心となり研究を展開した。その結果、苗畑でスギ、ヒノキ苗に対してはキタネグサレセンチュウが連作障害の重要な要因となっていることが判明した。またヤシャブシ、ハンノキ類の育苗時にみられる忌地現象はクモノス病、立枯病などの病害が重要な要因と考えられた。カラマツの2代目造林の不成績現象と関連して、根よりの成長阻害物質についても研究を進めたが、連作障害の要因とは認めることは困難であった。(44-48年度)

3. 森林生態系におけるCdの循環に関する研究

農林水産技術会議の特別研究「農用地土壌の特定物質による汚染の解析に関する研究」において、当场は林野におけるカドミウム(Cd)汚染の実態調査を行なった。

まず林野土壌のCd含量のバックグラウンド値(自然賦存量)を調査するとともに、鉾山精錬所に由来する林野へのCd汚染の実態調査を行なった。その結果、秋田県の小坂鉾山の場合など汚染は少なくとも20-30 kmにわたり、その間の林野に自生するワラビなどの山菜は汚染の影響を受けていることが認められた。また精錬所付近のコナラなどのシイタケ原木も汚染を受け、これら原木をホダ木としてシイタケを栽培すると、Cdはシイタケに移行、集積することが

認められたので、汚染地のホダ木より発生するシイタケを毎日多食することは検討すべき問題があることがわかった。

4. RIを用いた基礎研究

苗木の栄養の基礎的研究には放射性同位元素 (RI) をトレーサーとして用いた研究が2, 3行なわれた。すなわち, ^{32}P を用いてスギ, アカマツの苗木の生育初期に吸収された P は生育後期に発生した新葉に移動するが, とくにアカマツでは秋芽への移動, 集積が著しいことが認められた。

またスギ苗の生育後期に吸収させた ^{32}P は翌春の新芽に 30% 見出され, 旧年葉から新芽への移動が認められた。。アカマツ苗でもほぼ同様の傾向がみられた。

また藤田・塘は土壤中の有効燐酸量 (A-value……FRIED, LARSEN らにより提唱された値で, 植物の生育期間中に肥料燐と同位元素交換を起した土壤燐の値で, ^{32}P を用いて測定する。) は土壤水分が多湿になるにつれて, また洪積土壤は火山灰土壤よりも大きくなること, および A-value は同一土壤でも樹種によりかなり差異のあることを認めた。

また市販の樹勢回復用栄養液中の P を ^{32}P でラベルして成木に樹幹注入し, その移動径路を autoradiography で追跡したが, その 90% が枝葉へ移動分布し, また残余の部分は根端まで移動することが認められた。また施肥木の方が無施肥木よりも葉部への移動集積する割合が高く, 無施肥木では樹勢が弱いためか枝, 幹部での停滞がみられた。(塘 隆男)

17. 森林土壤微生物に関する研究

森林土壤微生物に関する主要な研究課題は森林土壤の生成, 分布, 土壤の理化学性などに深い関連をもつ森林土壤生物相に関する研究, 林木の生育に関連する菌根および根瘤に関する研究, 有機物の無機化, 地力維持などに関連する落葉分解に関する研究に大別される。また, これらの研究に基づいて行なう林業上の諸課題は施肥, 薬剤, 森林施業などの土壤生物に与える影響とその土壤生物学的解析, 土壤生物相の調節方法の開発, 菌根菌の栽培手法の開発, 菌根および根瘤の利用による林木の生育調節, 微生物および動物による有機物の高度利用技術の開発などとなるであろう。

当時土壤調査部に土壤微生物研究室が 1950 年に設置されて以来, 植村・山家によって根粒菌および肥料木に関する研究が重点的に実施され, 河田らによって当初森林の土壤微生物相が研究されたが, その後中断した。1960 年に至って植村らが廃材の堆肥化に関する研究を開始し, 実用化を見るに至って, 1972 年に完了した。1968 年から再び小川によって菌根とマツタケの栽培ならびに森林土壤微生物相に関する研究が開始され, 1973 年から新島・松本による土壤動物

に関する研究を加わえ実質上森林土壌生物をとり扱う研究室として再発足した。

1. 肥料木と根粒

植村らによって得られた成果は‘肥料木と根粒’の出版によって総括され、IBPの窒素固定の一部として非マメ科根粒植物、とくにヤマモモに関する報告が1970年オランダにおける国際会議においてなされた。また、海岸林での混植実験やフサアカシアの植栽実験などを通じて混植効果の検討も加えられた。ハンノキ属以外のイヌマキ、ヤマモモその他の根粒についても根粒菌の分離と純粋培養による根粒形成実験が順次行なわれた。しかし、根粒菌の実体については諸説があり、単一の菌によるものか、複合菌によるものか、また根粒が細菌と放線菌以外のものによっても形成されるか否かは確定していない。現在もこのテーマを継続し、組織培養、胚培養などによる根粒菌の分離と根粒形成実験を行なっている。いっぽう、根粒菌と根圏微生物との関連をとりあげ、肥料木の根圏微生物が混植効果に与える影響を検討している。

2. 廃材堆肥

1960年に始まった廃材堆肥の製造についての研究は当初有機物とくにセルロース、リグニン分解能の高い菌を利用して分解を促進させ、分解力を高める添加物、温度などの条件と分解過程にともなう化学的変化が検討された。廃材とくに外国産パークの堆肥化実験は急速に実用化の段階にはいり、土壌改良剤として注目されるようになり、生産量も年々増加している。このような堆肥の製造方法、肥効実験に関する成果は植村らによってまとめられ、研究段階を終了した。

3. 森林土壌微生物および動物相

森林土壌生物相、とくに生物の分布や季節的な変化、土壌条件との関係については過去においても数多くの研究例が見られるが、森林土壌の特性と関連づけて生物相をみた例はとぼしい。微生物、動物をとりまく微細な環境を調査し、それにともなう生物相とその特徴を知るために調査方法の再検討から開始した。今までに堆積腐植の分布と分解型を決定する方法、地表に分布する根や菌根を測定する方法を確定し、そのそれぞれの分解過程にともなう生物相の測定法を検討している。微生物については高等菌類の分布測定法と菌の生活型による区分法とを決定し、土壌微生物については機能別に分離する方法を検討した。土壌動物については大型動物、中型動物についてその個体数、現存量などを樹種、土壌条件のことなる各種の森林について測定している。また、生物相の季節的な変化を追跡し、量質ともに生物活動期間が春秋に高まることを認めている。

4. 落葉分解

微生物による落葉分解過程の研究は斎藤によって体系化されているが、分解過程にともなう生物相の変化と分解生物の機能の詳細は未解決のままである。新鮮な落葉落枝から細片化にいたる過程には白色腐朽と褐色腐朽とを経る過程があり、白色腐朽の多くが担子菌によることを認めた。また、分解過程の生物相は樹種によってことなる。動物の摂食活動は主として微生物によって一次分解されたものに見られ、その排泄物は土壤構造の生成につよい関係をもっており、このことは黒鳥らによって報告された。落葉分解過程の化学的变化は主として微生物により、機械的破碎は主として大形動物によって進行することが認められた。

5. 樹木菌根

ほとんど全ての林木は外生または内生菌根をつけ、林床の植物の多くも菌根を形成する。代表的な樹種、マツは外生菌根を、スギ、ヒノキは内生菌根をつけており、菌と切り離して林木の生育や生態を論じえないほどに重要である。わが国においては菌根の研究がとぼしく過去にも数例をみるに過ぎない。菌根はそれぞれ性質を異にする菌と根との組合せによって形成されるものであり、菌の性質や林木の根の生理を知ることが重要である。現在までに菌根菌の野外における生態的性質について重点的に調査し、菌の生態的特性と菌根の性質とが強く相関することを認めている。

わが国の代表的な菌根菌マツタケについてはその生理的性質と森林におけるシロの生態とを明らかにした。マツタケの近縁種およびそれらの寄生範囲についても調査を完了し、報告中である。マツタケの生態的性質を利用して、この菌をアカマツ林内で増殖させる方法を開発し、その第1段階であるマツタケ感染苗の育成に成功した。また、森林施業とくに地表堆積物の除去によってマツタケ、その他の菌根菌の増殖を図る方法を見出しており、マツタケに関する連絡試験を通じて各地におけるマツタケ発生環境の調査を完了した。マツタケその他の有用菌根菌について幼苗に感染させる接種法の開発を行なっている。

6. 大気汚染と微生物

関東地域における大気汚染が樹木の枯死、生物相に与える影響とその影響を示す指標生物を探索する研究に1968年以降参加し、樹木の衰退枯死状態の観察記録を行ない、葉中のPb、Sなど有害物の分析測定を行なった。樹木の衰退段階を区分し、東京都を中心とする100 km以内のスギ、ケヤキの衰退状況を表わし、それにもとづいて、葉面および土壤微生物相の変化を追跡した。都心部ではスギが全て枯死し、平野部ではほとんど衰弱しており、ケヤキも衰弱がはなはだしい。ササ葉面の微生物については都心から30 km以内で微生物数が激減し、都市環境

と農林業環境との接触点で増加し、それ以遠でやや減少するという傾向を認めた。土壤微生物についても同様の傾向があると思われるが、その変化の程度はゆるい。土壤動物とくにトビムシの種組成、個体数なども都市から農山村地帯にかけて変化し、都心では種類数が減少した。この研究は1976年まで継続する予定である。(小川 真)

18. 木材の化学的利用に関する研究

戦後の混乱期を脱して、その立て直しを終わったのは、昭和35～40年ころと思われる。研究予算も年とともに増加し昭和45年ころには、足りないとは言いながら以前のようなひっ迫の状態ではなくなった。

林産化学部における大規模な研究といえば、リグニンの水素化分解連続装置による実験が行なわれて、最終的には部全体が参加したこともある。この10年木材需給の変遷にともなって、研究の方向も未利用材の利用、南洋材の利用、残廃材の利用などの関連した研究がその重要度を増して来ている。また昭和49年度には林産化学部の組織を一部変更し、微生物化学研究室を新設した。

1. 木材の物理化学的性質

木材の物理化学的研究は昭和29年材質第一研究室の新設以来、木材の内部表面に関連した木材の浸透拡散、木材のレオロジー、木材の吸湿性、木材の内部反応活性などの研究部門として研究を行なって来た。日常われわれのまわりで使用している木材は空気中の湿気を吸い、その湿気は常に木材中を移動して変形、膨脹、収縮を繰り返している。木材を更に改良したり新しい利用法を考える場合にはそれらの諸性質についての知識が大きな役割りを果すので、これらの性質の究明は木材の利用研究上きわめて必要であると考えられる。

横田は研究室新設以来木材の浸透拡散に関する研究を行なって来たが、さらに拡散係数の理論的な計算式を組立て¹⁾、また水の拡散だけでなく気体の拡散、および非膨潤性液体で満たされた木材中の溶液の拡散²⁾などの研究を行なった。

合成樹脂注入木材(WPC)は昭和33年ころより原子力平和利用関連の研究として生れたもので現在すでに20年の歴史を持っている。素材を用いたWPCを製造する場合には、プラスチックモノマーが木材の中に注入出来るか否かが第一の問題となるが、研究の結果針葉樹、広葉樹共に樹種によって注入難易のちがいは大きく、注入の容易なものは数える程しかないと分った³⁾。また当初WPCは、その構造上寸法の安定性は持っていなかったが、村山らによるPEG併用WPC⁴⁾、古谷らによる極性触媒を利用したWPC⁵⁾の研究により寸法安定化WPCの製造法が見出だされた。素材を用いたWPCの製造法に関しては、諸外国においても多くの研究が

みられるが、実用化後の発展はあまり見られない。そのご当場においては木粉，または残廃材の利用のための WPC の製造，および材料特性を高めるために無機物(石膏など)を加えた多元 WPC の研究に移行している。それらに関しては第 3 章を参照されたい。

木材による吸着脱着とそれに伴う膨潤収縮の現象は，木材中の OH 基と吸着物質との間の水素結合が大きな役割りを果しているが，木材によるアルコール水溶液の吸着，とくに選択吸着の問題を湿潤熱の測定により研究した⁶⁾。木材中の OH 基による吸着物質との間の水素結合は，ぬれの現象および木材の加工上の接着の問題と密接な関係をもっている。

パルプ繊維板の製造工程などにおける熱処理過程での木質材料の性状変化を追求する目的で，木材および木質材料の熱的性質を示差熱分析，熱重量分析により研究した⁷⁾。

木材はその種類によって特有の色を持っている。木材の色はある意味では製品の価値を左右する役割を持っている。最近では貴重木の入手も困難になり，その結果木材の染色が必要になって来た。研究の結果，木材の染色性は樹種により相違があり，各種の合成染料による染色を行なって構成成分に対する染色性の差異を測定した⁸⁾。また抽出処理などによる染色性の変化についても研究を行なっている。

木材セルロースの化学的利用のために，合成高分子とのグラフト共重合反応の研究を行なって来た。セルロースに付加されたグラフト分子の数と分子量，および分子量分布の研究を行なった⁹⁾。

2. ヘミセルロース，微生物化学

木材中に存在する主要構成成分の一つであるヘミセルロースに関しては，単独では利用法が少ないこと，パルプ化工程では溶解流出するが，パルプ中に残留して利用されるなどの理由から従来目立たない存在であったが，パルプ特性，ファイバーボードの特性に対して大きな役割りを果している。寺谷らの 6 報に上る木材ヘミセルロースに及ぼす熱処理の影響に関する研究があり，アラビノガラクトサン，キシランの化学変化，分子量分布，ならびに熱分解機構などを究明した¹⁰⁾¹¹⁾。またカラマツ中のヘミセルロースの特異性を究明するためにヘミセルロース（ガラクトグルコマンナン）の化学構造を確認した¹²⁾。またキシランのコレステロール低下作用についての報告がある¹³⁾。

微生物の研究の重要性を予想して，昭和 41 年度から，微生物酵素の研究が始められた。はじめ腐朽菌のリグニンの分解酵素の研究がリグニンの構造究明，防腐剤の作用機構の解明などを目的として行なわれ，腐朽菌の持つ各種の酵素類を分離し，リグニンの分解能力，および分解生成物の検索などの基礎実験を進めてきた¹⁴⁾¹⁵⁾。その結果今後の発展を期待して研究室を新設したが，今後はリグニンのみでなくヘミセルロースその他の成分の微生物分解および微生物利用研究を行なってゆく積りである。

3. リグニン

海外におけるリグニン研究がようやく活発になり始め、昭和 25 年当場においてリグニンの研究が始められて約 15 年間は、リグニンの構造研究を中心として、いっぽうではパルプ廃液リグニンの分解などの利用研究が行なわれた。過去 9 報に上るリグニンの水素化分解に関する知識を基にして、小型連続水素化装置によるリグニンの液化の実験が行なわれた。

廃液リグニンの利用方法の確立は膨大な量に上るパルプ廃液利用のためのリグニン研究の最大目標の一つであったが、そのころの石油化学全盛の気運の強かったころでもあり、基礎データの集積の段階で終わっている¹⁶⁾。そのごの状況は海外を含めて、リグニンの基礎データの積み重ねを続けており、当場のリグニン研究もリグニン特性の究明が主となっている。その中には細胞膜中に存在するリグニン—炭水化物複合体(L. C. C.)の研究、樹木の葉の中の芳香族化合物の挙動¹⁷⁾、アテ材に存在するゼラチン層の化学成分¹⁸⁾、物理的に分離された天然リグニンとも考えられる M. W. L. の化学的性質¹⁹⁾、および放射組織中のリグニンの化学的性質などの研究がみられる。またリグニンの化学構造に関する知見を得るために液体アンモニア中金属ナトリウムによって、材中のリグニンを分解した時の生成化合物の研究²⁰⁾も行なわれた。

自然界主として森林の樹木中のリグニンの一部(落葉、枝、倒木などの)は常に微生物などによって長時間の中に自然処理されている。全体としては膨大な量であるが、希薄な状態に分散されており自然の推移のなかで定常的に行なわれている。工場からの廃リグニンは濃厚な状態で集中的に蓄積されるので、その処理利用の努力は今後ともつづけられるであろう。

最近マツの立枯病に関する研究の成果として、現在激害を及ぼしている立枯病は、マツノザイセンチュウが原因していることの発見があげられる。当部ではその線虫、および宿主であるマツノマダラカミキリの誘引性物質の研究を進めている。

4. 抽出成分

木材の抽出成分は、パルプ蒸解障害、接着障害、塗装障害、木材の色、耐朽性、耐虫性などに関係を持っている。さらに最近膨大な量の南方その他の地域からの木材が輸入されているがその種類もきわめて多い。そのなかには加工処理のさい、眼に対する刺戟やかぶれなどの人体障害を起すものがあり、その対策など抽出成分研究の必要は以前に増して強くなって来ている。

本場においては、邦産樹種、南洋材の抽出成分の研究を柱としているが、連作障害に関する研究もみられる。邦産樹種関連としてはイジニ材、チャンチンモドキ材、アサダ材、イチイ材、イヌマキ材²¹⁾、ケヤキ材²²⁾、ナギ材²³⁾、スルデ材、ハリグワ材に関する研究があり、また南洋材関連研究としては、マンソニヤ材、カプール材、ユーラシアンチーク材、イデワ材、アカテツ科材の抽出成分について研究を行なった。このうち特にアサダ材²⁴⁾、アンソニヤ材²⁵⁾について

は詳細な研究が行なわれている。

前にのべたなかでカポール材では接着不良，鉋刃のナマリ，チーク，ユーラシアン，イデワ材の表面の白色斑点，マンソニア材などの皮膚障害，インドネシア材の黒斑，ホペア材の褐変色，アカテツ科材の鼻粘膜刺戟，クインスランドウォルナットのバルブ漂白阻害などの種々の障害があり，その原因の究明と障害除去の方法に関して成果がみられる。その他南洋材の総合的な抽出試験として，カンボジャ，スマトラ，カリマンタン，北ボルネオ，フィリッピンなど南方諸地域ならびに，南米，西アフリカまで数十種におよぶ材の抽出試験を行なった。

5. パルプ

パルプ工業は林産物利用の工業として最大の企業規模をもつものである。合成高分子工業の隆盛をもってしても，パルプの地位はいささかも動かされていない。公害防止，環境保全の波はすべての工業部門に影響を与えているが，パルプを原料とした紙の需要は減少するものとは思われない。パルプ工場の廃液処理の問題解決は当然ながら，紙の代替物がなく，また石油問題によって合成高分子万能に対する再考が行なわれている現在では，再生産性資源であり，また生物循環系内に位置する木材の利用は今後共盛んになるであろうし，原料不足になることはあっても使用を制約されることはないであろう。ここ一，二年の社会の混乱は別として，当面公害防止，環境保全のための無公害パルプ化を含めた対策，原料確保の問題などが大きな課題としてつづくと思う。当场においては邦産材のパルプ化²⁶⁾，南洋材のパルプ化²⁷⁾などの研究を柱として来た。

数多くの樹種についてのパルプ化試験を行なって，その基準となるデータを発表することにより地味ではあるが業界に広く貢献する意味を持っている。なかでも南洋材のパルプ化試験は当场における南洋材に関する研究の一部として，南洋材を効果的に利用するための広範な特性試験であり，省資源上または木材資源の効率的な利用上大きな役割りを果すものと考えている。

パルプ工場における廃液リグニンの処理利用については，最も重要かつ緊急な課題であることはもちろんであるが，当场においては，工場からの排水中の希薄リグニンの浄化機構と処理技術の研究を行ない，直接公害源となっている問題の解決をはかっている²⁸⁾。

パルプ原料としてのチップの検収問題解決のために，中性子水分計によるチップの含水率測定試験を行なったが，初期の目的を達成することは出来なかった²⁹⁾。その他，当场のパルプ研究室において，南洋材パルプの樹脂障害³⁰⁾，クラフト法によるカラマツのパルプ化³¹⁾，高収率パルプ製造法³²⁾などの研究を行なった。

6. 繊維板

当初戦後の復興資材としてのテックスの研究，および木材利用合理化による政府の助成など

により、急速な発展を遂げた繊維板工業は、特性の面でも種々改善されてすぐれた製品を作り出すに至っている。

外国の開発技術によって作られた乾式ハードボードについては、当场でも熱圧条件、接着剤の役割りなどの基礎技術に関する研究³³⁾をはじめ、鋸屑、樹皮またはパルプ廃材を利用した製造研究を行なった³⁴⁾。公害防止の上から乾式法の有利性もきかれている。その他、ファイバーボードの比重、耐摩耗性、打抜きなど加工性などの研究³⁵⁾、湿式ハードボード製造時の熱圧工程における繊維成分の挙動、主成分の変化、繊維間結合力、ボード比重、曲げ強さ、吸水率との相関³⁶⁾、ファイバーボード原料の物理的・化学的性質に関する研究³⁷⁾、ハードボード用ウェットシートの圧縮性についての研究³⁸⁾などがみられる。

またパルプの場合と同じく、南洋材は輸入が増加するにつれて、原料としての比率がますます高くなり、当场の南洋材の研究に参加してハードボード試験を行なっている。

従来からの樹皮、鋸屑、パルプ廃材、林地残材などの残廃材の利用による繊維板製造試験を行ってきたが、省資源、木材の完全利用の面からも、この種の研究は今後ますます必要になると思はれる。

7. 木材炭化

一般家庭の暖房用熱源が木炭から石油に変わって十年以上になる。わが国の木炭生産も減少の一途をたどり、わずかに茶の湯用の炭として時折見かける位である。しかし工業用の木炭、活性炭の需要は変わりなく木炭の製造法も外国からの安価な炭に対応する大量生産方式の研究が行なわれている。林試式角型ブロックガマによる製炭試験³⁹⁾、流動炭化による新しい製炭法の試験⁴⁰⁾などがあり、流動付活による活性炭製造試験も行なわれている。いっぽう製炭廃液である木醋液については食品、防臭剤などに利用されており昔からの薫臭成分を含むことから、木醋液に関しての分析、生産方法⁴¹⁾などの研究がなされた。また炭化現象を学問的に追う熱分解反応⁴²⁾、化学変化に関する研究もみられる。

木炭のガス吸着能と木醋液の消臭効果を利用して、鶏ふんなどの脱臭試験を行ない良好な成績を収めた。

(古谷 剛)

文 献

- 1) 横田徳郎：針葉樹材中における水の拡散係数の理論式による計算，林試研報，173，(1965)
- 2) 横田徳郎ら：非膨潤性液体で満たされた木材中における溶液の拡散，林試研報，199，(1967)
- 3) 古谷 剛ら：木質材料の合成樹脂注入処理(Ⅱ)，木材講要，(1969)
- 4) 村山敏博：木質材料の放射線処理に関する研究(46)，アイソトープ利用研究成績年報，原林，215，(1970)
- 5) 古谷 剛ら：寸法安定化 WPC，木材誌，18，(8)，(1972)

- 6) 堀池 清ら：木材の湿潤熱に関する研究②, 木材誌, 12, (2), (1966)
- 7) 阿部房子：木材および木質材料の熱的性質に関する研究(8), 木材誌, 17, (8), (1971)
- 8) 基太村洋子ら：木材の染色性(1), 木材誌, 17, (7), (1971)
- 9) 黒須博司ら：木材セルロース—メチルメタアクリレートグラフト共重合体のグラフト分岐の分子量, 分子量分布に及ぼす叩解の影響, 木材講要, (1970)
- 10) 寺谷文之ら：木材へミセルロースに及ぼす熱処理の影響(1), 木材誌, 14, (2), (1968)
- 11) 志水一允ら：木材セヘミセルロースに及ぼす熱処理の影響(4), 木材誌, 17, (4), (1971)
- 12) 土師美恵子ら：ヘミセルロースに関する研究, 木材誌, 17, (9), (1971)
- 13) —————：木材へミセルロースのコレステロール低下作用, 木材誌, 19, (2), (1973)
- 14) 石原達夫ら：カワラタケの粗酵素によりバニリン酸から生成した新キノン誘導体の構造, 木材誌, 16, (4), (1970)
- 15) —————：Oxidation of Milled wood Lignin by Fungal Laccase, 木材誌, 18, (8), (1972)
- 16) 宮崎 信ら：流通系装置によるリグニンの水素化分解, 林試研報, 195, (1966)
- 17) 田中治郎ら：広葉樹の葉における芳香族構造の季節的変動, リグニン討論会講要, (1969)
- 18) 古屋信子ら：Populus euro-americana 引張りアテゼラチン層の化学成分, 木材誌, 16, (1), (1970)
- 19) 広井忠量ら：ヒノキ MWL および LCC の化学特性, 木材学会講要, (1970)
- 20) 山口 彰：Degradation of Lignin with Metallic Sodium in Liquid Amononia (7), 木材誌, 19, (10), (1973)
- 21) 高橋利夫ら：Structure of Inumakilactone A, Tetrahedron Letters (17), (1968)
- 22) 林 良興ら：ケヤキ心材に二種の新ナフタレン誘導体の存在, 木材誌, 18, (1), (1972)
- 23) 高橋利夫ら：Configurations of Nagilactones C and D. Tetrahedron Letters (34), (1969)
- 24) 安江保民：材の抽出成分(11), 木材誌, 11, (5), (1965)
- 25) 田中亘江ら：材の抽出成分(16), 木材誌, 13, (1), (1967)
- 26) 米沢保正ら：日本産主要樹種の性質, 材の化学組成およびパルプ化試験, 林試研報, 253, (1973)
- 27) 香山 彊ら：南洋材の性質(18), 林試研報, 254, (1973)
- 28) 島田謹爾ら：塩素化リグニンの光化学反応による脱ハロゲン, リグニン討論会講要, (1972)
- 29) 米沢保正ら：木材チップ含水率測定方法, 昭 44 国有林野事業特別会計林業試験成績報告書, (1970)
- 30) 島田謹爾ら：南洋材パルプの樹脂障害に関する研究(Ⅱ), 木材誌, 16, (8), (1970)
- 31) 菊地文彦：カラマツのクラフトパルプに関する研究, 林試研報, 217, (1968)
- 32) 宇佐見国典ら：ブナのアンモニウムベースアルカリ性サルファイトケミカルパルプ(Ⅱ), 紙パ技協誌, 27, (10), (1973)
- 33) 松田敏誉ら：乾式ハージボードに関する研究(Ⅰ), 林試研報, 182, (1965)
- 34) —————：鋸屑を利用する乾式ハードボードの製造, 木材工業, 24, (8), (1969)
- 35) 佐野彌三郎：ファイバーボードの材質, ハードボード, パーティクルボード, 23, (1967)
- 36) 高村憲男：ファイバーボードの熱圧乾固に関する研究(6), 木材誌, 14, (7), (1968)
- 37) 鈴木岩雄：ファイバーボード原料の物理的・化学的性質に関する研究(5), 林試研報, 199, (1967)
- 38) —————：ハードボード用ウェットシートの圧縮性について(3), 木材誌, 16, (3), (1970)
- 39) 栗山 旭ら：林試式角形ブロックカマについて, 木材講要, (1969)
- 40) —————：木材炭化技術に関する研究(3), 木材講要, (1966)
- 41) 栗山 旭：木材炭化生産物の利用に関する研究, 木材講要, (1966)
- 42) 栗山 旭ら：木材炭化現象に関する研究(10), 木材講要, (1966)

19. 木材材料に関する研究

10年前の昭和40年当時は、わが国における木材の需給総量は約7千万 m^3 で、外材に対する依存率は30%を割っていた。そのご、日本経済の進展に伴う需要の増大に対処し、国産資源の造成、生産基盤の整備などが行なわれているが、なお幼齢林分の比率が高く、林業労働力の不足、環境保全に対する要請等のため、国産材の供給はしだいに低減しており、昭和49年の需給総量約1億1千万 m^3 に対する外材の依存率は約65%となり、このすう勢はなおつづくと予測されている。

この間、木材の最大需要部門である建築界では、建築生産の近代化とともに都市建築の不燃化に対する施策が積極的に推進されてきたため、年間に着工される全建築床面積に占める木造床面積の比率は年とともに減少し、昭和47年には40%を割るにいたった。しかし、人口の都市集中化や世帯の細分化などにより住宅需要はきわめて旺盛で、昭和41年度を初年度とする第一期住宅建設5か年計画では650万戸の目標を達成した。これにつづく第二期住宅建設5か年計画では950万戸を目標とし、昭和48年度には年間190万戸の新記録を立てたが、その年の石油ショックによる景気変動を反映し、昭和49年度にはかなり落込み、当初の目標達成は困難な現状である。

なお、これらの住宅に限っては、木造が日本の気候風土と生活慣習に適し、かつ経済的にも比較的入手し易いためか、年間に新築され全戸数に占める比率は依然として高く、昭和48年度で約60%であった。また、これら木造住宅の多くは、その生産手法を在来工法にゆだねているが、しだいにパネル工法、枠組壁工法、校倉工法などの新工法も採用されはじめ、材料面でも、伝統的な形の製材品に代わって、集成材、合板およびその他の工業材料が多用されつつあり、工業化の進展とともに、材料から部品へ、一品生産から多量生産へ、プレハブ化からシステム化へと移行する傾向がうかがえる。

このような背景のもとに、従来から行なわれてきた木材材料に関する各種の試験研究に加わえて、外材の性質に関する資料蒐集が積極的に行なわれるとともに、建築工法の近代化と木材利用の合理化をはかるため、建築用木材の部材化に関する研究などが推進された。

すなわち、昭和34年以来実行されている日本産主要樹種の性質に関する研究¹⁾については、物理研究室が収縮率、吸水率、吸湿量、摩耗性、強度研究室が強度的性質、材質研究室が心材率、年輪構成、容積密度数、組織研究室が構成要素率などを担当し、近くその成果の一覧表が発表される運びとなっている。これとほぼ平行して昭和39年以来実施されている南洋材の性質に関する研究²⁾についても、上記の各研究室がそれぞれ担当項目の測定を行ない、第3章で述べているように、南洋材の利用指針として有効な役割を果たしてきた。

また、昭和36年より実施されている材質育種³⁾に関する特別研究のなかで、東北および関西地方のアカマツを対象に、材質研究室が繊維長、年輪構成および容積密度数、物理研究室が収縮特性、強度研究室が強度特性の測定を行ない、各特性値の変異性や相互間の相関などを検討し、構造用材あるいはパルプ用材として好ましいものを選抜するための基礎資料を提供した。なお、材質および組織の両研究室は、昭和43年より実施された永年作物の育種における早期次代検定法の確立に関する特別研究のなかで、アカマツ、カラマツ、スギを対象に木材の品質の早期検定について検討した。

このほか、昭和42年から実施された建築用木材の部材化に関する特別研究のなかで、合板を張ったパネルを対象に、強度研究室がその断面設計と強度性能、物理研究室がその居住性の試験を担当し、他の研究室の担当したパネルの製造基準や保存性などの成果とともに、木質系パネルを主体とする工業化住宅の設計に有効な資料を蓄積した。

さらに、この期間における木材材料関係の研究動向および研究業績の概要を各分野ごとに簡単に紹介すれば、おおよそ次のとおりである。

木材組織関係では、外材に対する依存率の上昇とともに、樹種鑑定の業務が著しく増加し、昭和45年には年間約450個体の南洋材を鑑定している。なお、現在所有している材鑑数は約5万となったが、それでも世界の他の研究機関の標本数に比べれば非常に少ない。したがって、これら識別の基礎資料となる標本収集に努め、外材の特徴などに関する知見⁴⁾を得るとともに、南洋材の分類解剖学的研究に重点をおいて研究を進めている。このほか、この分野にトウヒ属の木材解剖学的性質およびその種類の地理的分布ならびに分類との関係についての報告⁵⁾がある。

また、組織学的な分野としてはアカマツの仮道管長の変異⁶⁾について研究を進め、その要因を個体差、髄からの年輪番号の影響、上長成長(節間の長さ)および肥大成長(年輪幅の広狭)の良否などに関連づけ、アカマツを工業的に利用する際の材質指標としての意義を検討している。

材質関係では、木材の材質の変異性を林木の成長条件と関連づけて解析しようとする一連の研究を背景に、素材および製材の農林規格などの基礎となる材質分類方法や品質表示方法が検討された。すなわち、構造用材の品等区分に関する研究、カラマツの用材品質⁷⁾におよぼす立木、素材、角材などの条件および立地条件の影響、スギ造林木の品質と保育形式の関連⁸⁾、アカマツ造林木の用材品質⁹⁾などの研究がある。

また、スギの丸太外面の凸凹痕とかくれ節の関係¹⁰⁾、保育形式の異なるスギ林における幹の外観的特徴¹¹⁾から材質を予知する試み、肥培スギの材質¹²⁾などに関する研究資料や、アカマツ材の用途に対して好ましい容積密度数をもつものを立木時に選抜する方法¹³⁾の検討、カラマツ樹幹内における旋回木理のあらわれかたとその出現型式¹⁴⁾、および各個体の繊維傾斜度の最大値と樹幹の代表値との関係などに関する報告がある。

このほか、昭和 47 年より実施されている汚染地域における樹木の耐性限界と指標性の特別研究のなかで、スギ、アカマツ、ケヤキを対象にその年輪解析を行ない、大気汚染による材形成の異状に関する資料、広葉樹材の材質分類を行なうための基礎資料、保育形式によって異なる生産材の品質に関する資料を蓄積している。

物理関係では、日本産ならびに外国産の主要樹種の物理的性質に関する試験資料を集積するとともに、日本産主要樹種の吸湿性および膨脹率について検討を行なった。

また、昭和 41 年より実施された木材表面の物理的性質に関する研究¹⁵⁾では、木材および他材料の表面の感触と皮膚の模型によるすべり摩擦係数との関係、指から木材または他材料への熱伝導量の相違などについて検討を行なった。

内部応力および寸度変化に関する研究としては、合板等の複合材料や積層接着された木材¹⁶⁾に関するものがあるほか、収縮応力の発生と変形の機構についても検討されはじめている。

このほか、木造組立家屋の居住性¹⁷⁾に関する測定結果が報告されるとともに、建築用木材の部材化に関する研究のなかで、木質系パネルにおける断熱性能、結露特性、しゃ音性能などの試験が行なわれ、透湿と結露に関する知見¹⁸⁾が報告されている。

強度関係では、日本産ならびに外国産の主要樹種について無欠点小試験体による強度試験資料を集積するとともに、構造用材の応力等級区分に必要な実大強度試験¹⁹⁾を行ない、節などの欠点による強度低減を検討し、製材の農林規格の改正などの資料とした。

また、合板の弾性定数と強度的性質に関する一連の研究²⁰⁾を行ない、コンクリート型わく用合板、構造用合板、足場板用合板などの農林規格の制定に役立てるとともに、合板の許容応力度を設定する際に必要な基礎資料を提供した。なお構造用合板を在来工法の軸組にくぎ打ちした耐力壁のせん断性能に関する実験を行ない、構造用合板の用途を開拓した。

建築用木材の部材化のなかで、壁パネルを対象に、桤木の配置、表面材の厚さ、表面材と骨組材の接合方法、開口部の大小および位置、パネルの大きさなどを変え、せん断性能、圧縮性能、曲げ性能などを検討²¹⁾するとともに、曲げモーメントを受ける合板パネルの有効幅²²⁾についても理論的研究を行ない、木質パネルを主とする木構造の設計に有効な資料を提供した。

このほか、集成材研究室と共同で構造用集成材の強度実験を行ない、その許容応力度設定のための基礎資料を蓄積した。また、昭和 39 年に発生した新潟地震²³⁾および昭和 49 年に発生した伊豆半島沖地震における木造建物の被害調査を行なった。

(山井良三郎)

文 献

- 1) 蕪木自輔ら：日本産主要樹種の性質，林試研報，216，(1968)；220，(1969)；256，(1973)
- 2) 木材部・林産化学部：南洋材の性質，林試研報，190，(1966)；194，(1966)；197，(1967)；200，(1967)；206，(1967)；208，(1968)；218，(1968)；221，(1969)；234，(1971)；244，(1972)；254，(1973)；

- 262, (1974)
- 3) 材質育種研究班：材質育種に関する研究，林試研報，222, (1969)；244, (1972)
 - 4) 木材部組織研究室：輸入外材の構造，林試研報，194, (1966)；須藤彰史ら：南洋材中のシリカの存在，同，200, (1967)；小林弥一：エルトン材の欠点について，同，219, (1969)；木材部組織研究室：輸入外材の構造，同，243, (1972)
 - 5) 須藤彰司：トウヒ属の木材解剖学的性質およびその地理的分布ならびに分類との関連について（英文）林試研報，215, (1968)
 - 6) ————：アカマツ仮道管長の変異について，木材誌，14, (1), 14, (2), 14, (8), (1968)；15, (2), 15, (5), (1969)；16, (4), 16, (5), (1970)；19, (9), 19, (12), (1973)
 - 7) 加納 孟ら：カラマツの用材品質について（第1報），林試研報，162, (1964)；第2報，同，182, (1965)
 - 8) ————：製材用原木としてのスギ造林木の品質，第3報，林試研報，185, (1966)
 - 9) ————：アカマツ造林木の用材品質，林試研報，219, (1969)
 - 10) 加納 孟：スギのかくれ節による丸太外面の凸凹痕，林試研報，200, (1967)
 - 11) ————：保育形式の異なるスギ林における幹の外観的な特徴について，林試研報，212, (1968)
 - 12) 加納 孟ら：肥培スギの材質，林試研報，162, (1964)
 - 13) ————：アカマツ材の密積密度数の選抜について，木材誌，16, (7), (1970)
 - 14) 中川伸策：カラマツ樹幹内における施回木理の分布とその出現型，林試研報，248, (1972)
 - 15) 鈴木正治：木材表面の物理的性質に関する研究Ⅰ，Ⅱ，林試研報，231, (1972)
 - 16) 椋代純輔：積層接着された木材の内部応力に関する研究，林試研報，211, (1968)
 - 17) 上村 武ら：木造組立家屋に関する研究，第4報，試作家屋の居住性試験，林試研報，200, (1967)
 - 18) 鈴木正治：建築用木材の部材化に関する研究，第1報，林試研報，257, (1973)
 - 19) 山井良三郎：北洋材の強さ，北洋材十年史，全国北洋材協同組合連合会，(1965)
 - 20) 高見 勇：合板のボアソン比について，林試研報，188, (1966)；合板の強さについて（Ⅰ），林試研報，208, (1968)；合板の剪断性能に関する基礎的研究，林試研報，225, (1969)
 - 21) 山井良三郎：木質壁パネルの強度性能，材料，20, (218), (1971)
 - 22) 平嶋義彦：木質パネルの曲げに関する研究，林試研報，255, (1973)
 - 23) 山井良三郎ら：新潟地震における木造建物の調査，林試研報，187, (1966)

20. 木材加工技術に関する研究

昭和40年代の前半は木材工業にとっても高度成長の時期であり，製材・合板およびそれらの加工に関する諸業種は量的にも質的にもそれぞれ飛躍的な発展を遂げた。その過程で生産技術に最も大きな影響を及ぼしたのは，輸入外材の増加とそれらの樹種の多様化であろう。

製材では南洋材・北米材・ソ連材などの各専門工場が増え，それに伴って従来の国産材工場には見られないいくつかの新しい工程パターンや設備配置が現われ出した。それらのうち，ラワン，アピトン，ベイツガ，エゾマツなど代表的な製材タイプについては昭和38年から数年にわたって実態調査をつづけ，木取り・工程・設備・製品歩止り・生産能率などに関する資料を集積した。これらの結果は，林野庁が策定した製材業近代化計画におけるモデル工場や全国各地に形成された木材工業団地の計画検討に，基礎資料として活用された。

輸入南洋材の樹種範囲が広がるにつれて、有効利用の面から樹種別の技術資料を求める声が高まり、昭和39年ごろから別記のような「南洋材の利用開発」に関する総合的試験が開始されたが、その一部として、鋸断・乾燥・鉋削・単板製造など各種加工の難易と適正条件の検討がつづけられている¹⁾。

南洋材の鋸断については、上記の試験とは別に昭和35年ごろからのこ歯を摩耗させ易い樹種を対象とした歯先硬化法の実験を始めており、昭和40年以降には歯先に硬質合金を放電被覆した帯のこやクロームメッキを施した丸のこの実用性を検討した²⁾。樹種別の鋸断性については、現在のところ製材時の挽き易さをみる意味で帯のこによる生材のたてびき試験を行なっている¹⁾。

輸入外材の増加により、乾燥技術の面では人工乾燥スケジュールの決定法が研究問題としてクローズアップして来た。乾燥スケジュールは、従来樹種・材種ごとに試行錯誤で経験的に定められる例が多かったがこの方法では標準作りに日時を要することが避けられない。いっぽう、各樹種の基礎材質から乾燥条件を求めてゆく方法は理想的であるが未解決の点が多い。したがってさし当り急速乾燥による損傷発生と含水率低下の状況から決定する方法を提案し³⁾、南洋材の乾燥性試験などに適用してきた⁴⁾。

また、建築部材の工場生産などが進むにつれ、工業材料としての条件を備えた輸入針葉樹材を乾燥加工する動きが活発化し、それらの乾燥スケジュールや採算を検討するための試験が実施された⁵⁾⁶⁾。なお、ここでは乾燥費低減を狙った高温乾燥の適否もあわせて検討された。

なお、これらの乾燥試験を実施する経過で木材の基礎材質と乾燥性との関連性についても検討をつづけている。従来取組んで来た水分移動性の研究に加え、乾燥応力や損傷の発生に関連する粘弾性現象とくに水分非平衡下でのクリープとセットについてもいくつかの知見が得られつつある⁷⁾。

挽板の鉋削仕上げについては、すでに国産材を対象とし樹種別の特性を調べてきた⁸⁾、刃物寿命や仕上げ面の点で問題の多い南洋材に関しても同様の試験を開始した¹⁾。

南洋材樹種の多様化に対処して、合板用への適不適を判定したり切削条件の改善をはかるためロータリー単板の製造試験も精力的に行なわれた¹⁾。とくに原木煮沸条件と刃先条件が単板品質に及ぼす影響については多くの実験資料が得られており⁹⁾¹⁰⁾、合板製造技術の向上に寄与している。なお、単板の品質と歩止りを左右する裏割れ・カールなどの発生機構を明らかにするため、平削り中の材料の応力状態を実験的に検討中である。また、梱包材料、パネル構成材料などとしての適性を判断するうえで重要な釘の保持力についても樹種別の試験が行なわれた¹¹⁾。

前述のように木材工業の多くは輸入外材のゆたかな供給と製品需要の伸びに支えられ生産規模拡大の機運にあったが、労働力不足が深刻になり省力化の努力なしに生産を維持ないし

拡大させることはしだいに困難になって来た。このような状況下で開発または導入された新機械新技術については出来るかぎり実態を調査し実用性を評価して来た。たとえば、複走帯のこはこの身が前後の2部に分かれ、前側の歯のある狭いのこ身が切削を担当し、後方の歯のない広いのこ身が前者を支持する役目を持った特殊のこで、腰入れなどのこ身仕上げの不要なこと、歯つき部分を使い捨てしうることなどが特徴とされていたが、北海道立林産試験場と共同で実用試験を行なった結果、条件によっては使用に耐えることが明らかになった¹²⁾¹³⁾。また、自動送材車の遠隔操作が製材における大割り作業の能率に及ぼす影響を検討し、丸太の径と木取り法によっては省人の代償として大割り機械の処理能力の低下することが明らかになった¹⁴⁾。

合板生産では、単板乾燥の能率化、合理化を目ざして連続式ドライヤーが開発されたが、これに対して調査、試験を繰返し構造の改善と操作基準の確立を通じてその普及に貢献した¹⁵⁾。この方式では、機内温度の上昇とジェット式の送風により乾燥時間の著しい短縮を可能にしたが、いっぽう急速乾燥のため仕上り含水率のばらつきの増大が避けられず、これを軽減するためさらに連続式含水率検知計を用いたドライヤー送り速度自動制御方式の開発に参画しその実用化につとめた¹⁶⁾。

木材乾燥の分野では、内部送風式乾燥室の普及、定着に加え、自動制御方式の採用がすすみ、その性能が一段と高められたが、これらの面についても調査と研究を進め技術指導の中心的役割を果たした^{17)~19)}。

なお、機械または機械群の性能を十分発揮させるためのソフトウェアについても、いくつかの研究が進められた。製材生産の能率向上については、各機械に対する挽材工程の割りふりかた、選別・結束ラインの組みかた、などの検討が行なわれ、機械の取扱いかたについては、ドラムバーカー^{20)~22)}、帯のころール機²³⁾、自動1面かん盤²⁴⁾、超硬刃物研削盤²⁵⁾、単板乾燥機²⁶⁾²⁷⁾などを対象として適正使用条件の追求が行なわれた。このほか、予備乾燥としての天然乾燥の合理化を目指して送風乾燥、太陽熱利用などによる天然乾燥促進が試みられ、建築用針葉樹材を対象とする大形簡易乾燥室の設計基準が検討されている²⁸⁾。

外材輸入の増加により、国産原木の消費シェアは縮小の一途をたどって来たが、スギ、ヒノキ、カラマツなどの造林拡大にともない小径木・低質木の出材がしだいに増え、その効果的な加工、利用が国内林業とそれに依存する木材工業における大きな関心事となってきた。このような情勢に対応して実施された「カラマツの利用技術」に関する特別研究の一部として、スライサーによる厚単板の製造²⁹⁾、厚単板の熱板による圧縮乾燥、乾燥にともなうねじれ変形を相殺するような逆方向ねじれを与える挽材法あるいは圧縮積乾燥、などいくつかの新しい技術が開発あるいは実験され、カラマツ材の集成材用ラミナとしての経済性についても検討がつけられている。またスギ小丸太についても、製材木取り法、曲り材の製材方式、短尺または小幅

の製材品の簡易な接合法、ひき角・ひき割の乾燥法、などを中心に実験が進められている。

木材のたてつき加工に関する研究はすでに10数年まえから進められ、床板原板、集成材用ラミナ、合板などを対象にフィンガジョイント部分の形状・切削加工および接合の条件と接合効率の関係を明らかにするとともに³⁰⁾³¹⁾、コーナジョイントへの適用など各種の実用試験を行ない³²⁾、たてつき技術の普及に先導的な役割を果たしてきた。

数年前から公害防止の動きがとみに強まり、木材加工の分野でも騒音・粉塵・廃棄物・水質汚濁などの問題が注目されている。これらのうち工場残廃材については、きれいに燃やし発生熱を利用するという目標で、焼却炉の構造、発生熱交換方式、排熱利用乾燥室の形式などの検討に着手し、切削機械が発生する騒音・粉塵などについては、その軽減または解消を狙いとした新しい加工法たとえば高圧噴射水・レーザ光線などによる切断・穿孔の研究も計画中である³³⁾。

建築構造、使用部材などの推移につれ、木質材料の種類、形状、品質などにもいろいろな変化が現われ、それにとまって製品規格の見直しや新設が相次いでいるが、これらのうち、木質床板については製造条件、形態、品質などの調査試験を通じて規格改訂に必要な参考資料を提供してきた³⁴⁾³⁵⁾。

(鈴木 寧)

文 献

- 1) 木材部・林産化学部：南洋材の性質，(1)，(2)，(4)，(6)，(7)，(10)，(11)，(12)，(13)，(16)，(17)，(18)，(19)，(20)，林試研報，190，(1966)，190，(1966)，197，(1967)，200，(1967)，206，(1967)，208，(1968)，218，(1968)，218，(1968)，221，(1969)，234，(1971)，244，(1972)，254，(1973)，262，(1974)，269，(1974)
- 2) 山口喜弥太：ノコ歯の放電被覆，林試研報，200，(1967)
- 3) 寺沢 真：乾燥スケジュールの簡易決定法，木材工業，20，(5)，(1965)
- 4) 筒本卓造：南洋材の乾燥性，木工生産，16，(4)，(1974)
- 5) 佐藤庄一ら：ヘムロック角材の乾燥試験について，木材工業，24，(6)，(1969)
- 6) ————：北洋産針葉樹材の人工乾燥試験について，木材工業，25，(4)，(1970)
- 7) 久田卓興ら：南洋材のドラインゲット，木材工業，28，(2)，(1973)
- 8) 星 通：日本産主要樹種の性質，回転鋸における被削性について(1)，(2)，(3)，(4)，林試研報，189，(1966)，200，(1967)，221，(1969)，231，(1970)
- 9) 江草義正：ロータリー単板切削について(1)，林試研報，203，(1967)
- 10) 木下叙幸：木材の曲げ強度的性質に及ぼす加熱処理の影響，林試研報，219，(1969)
- 11) 小西千代治：釘の引抜き抵抗(1)，針葉樹材の引抜き抵抗，林試研報，248，(1972)
- 12) 青山経雄ら：複走帯ノコの剛性および走行安定性について，林試研報，223，(1969)
- 13) 山口喜弥太ら：複走帯ノコ(Twin Saw)について，木材工業，24，(4)，(1969)
- 14) 田所厚一郎：遠隔操作式自動帯のこ盤と在来の自動送材車式帯のこ盤の能率比較，木材工業，23，(5)，(1968)
- 15) 筒本卓造：直進型連続ベニアドライヤーの調査例，木材工業，22，(8)，(1967)

- 16) ———：連続ドライヤーにおける仕上り含水率の管理機器，木工生産，42，(1971)
- 17) ———：木材乾燥，木材工業，27，(3)，(1972)
- 18) 筒本卓造ら：木材乾燥施設の現況，木材工業，28，(8)，(1973)
- 19) 寺沢 真：木材人工乾燥室の自動制御について，木材工業，20，(3)，(1965)
- 20) 中村源一ら：Industrial trial of bark removal by means of continuous type drum barker, *Advancing Frontiers of Plant Sciences*, (1966)
- 21) 大平 裕：ドラムバーカーの機能に関する模型的実験(2)連続式円筒の実験，林試研報，219，(1969)
- 22) ———：同(3)材の送りむらの調整について，林試研報，221，(1969)
- 23) 青山経雄：帯のこのロールによる腰入れ(1)，木材誌，16，(8)，(1970)，ほか
- 24) 星 通：自動一面鉋盤の調整，木材工業，25，(5)，(1970)
- 25) 小西千代治：超硬平かな刃の研削，林試研報，247，(1972)
- 26) 筒本卓造：単板乾燥機における発火の一原因，木材工業，29，(2)，(1974)
- 27) ———：合板工場における廃材燃料と熱消費について，木材工業，24，(2)，(1969)
- 28) 寺沢 真：天然乾燥の促進法と予備乾燥装置，木材工業，22，(2)，(1967)
- 29) 小西千代治：スライサーによる厚単板切削に関する二三の試験，木材工業，30，(2)，(1975)
- 30) 星 通：フィンガの寸法と強さおよびミニフィンガ用カッタについて，木材工業，27，(9)，(1972)
- 31) 星 通ら：ミニフィンガジョイントの形状と性能，木材工業，28，(8)，(1973)
- 32) ———：ミニフィンガーによるコーナジョイント，木工生産，16，(5)，(1974)
- 33) 小西千代治：木材の特殊加工法について，木材工業，25，(2)，(3)，3，(1974)
- 34) 星 通：フローリングに関する研究(第1報)フローリングボードの強度的性能試験，林試研報，214，(1968)
- 35) ———：複合床板の構成と加工寸法，建築材料，19，(5)，(1969)

21. 材質改良に関する研究

材質改良に関する分野が木材工業で重要な位置を占めるとともにこの方面の研究も多方面に発展してきた。過去10年間技術革新の波に洗われ，研究分野もその影響を受けていたが，公害問題などから人間の生命の安全へと志向しつつあり，それぞれの分野での研究のとりあげ方も変化しつつある。

新幹線にコンクリートまくら木，都市にコンクリート電柱が示すように防腐・防虫処理の動向は土木用材から建築分野へと方向の転換がみられた。防腐剤が公害問題に関係し，有機水銀化合物が製造中止となり，はなばなしく登場したPCP，BHCなども使用制限となり，この期間，各種の防腐剤の開拓，性能把握に努力が払われた。

外材の輸入の激増とともにヒラタキクイムシの害が各所で集団発生し，国産のナラ材などに被害がおよび，その薬剤の選択，処理法の試験が行なわれた¹⁾。

処理材中の薬剤の分析は，加圧注入処理材ばかりでなく，塗布，浸漬などの処理材が多方面に必要となり，機器分析法の確立が進められている。

防腐処理法については生材の注入法としてのブルトン法²⁾³⁾、スチーミングアンドバキューム法⁴⁾などの処理条件の確立、超音波による浸透促進、高圧注入処理など薬液処理の実用上の基礎資料ともなっている。合板、パネルなどの木質材料の耐朽性の把握、薬液の処理条件およびその性能をしらべ、木質材料の新分野開拓への重要なデータを提供した⁵⁾。

木材および処理材の耐用年限を知るには環境条件の異なる野外試験の必要があり⁶⁾、浅川実験林苗畑に杭を設置し系統的に調査し表-1、表-2のような成果を得るとともに⁷⁾⁸⁾、全国的に地域別野外試験が実施されている。また機会あるごとに処理材の実地試験が海洋試験を含めてすすめられている¹⁰⁾。

木材の耐朽性におよぼす腐朽菌の種類、培養条件、腐朽度など、防菌試験法確立、防菌機構解明のための研究も進められている。

木質材料の難燃化が軌道にのりはじめたころ、火災に際して有機質材料から多量に煙が発生し、逃げ場を失う事故から、千日前ビル火災などのように有害ガス発生による死亡事故などで、防火対策にはきわめて多様な研究を必要とするようになってきた。

表-1 主要樹種の心材の耐用年数

区 分	樹 種
I (2年以下)	ヤマハンノキ、イイギリ、ラミン、バルサ
II (2～3年)	ハリモミ、サワグルミ、イスブナ、アベマキ、マテバシイ、ムクノキ、クスノキ、ヒメシャラ、オオバシナノキ、イタヤカエデ
III (4～5年)	シラベ、ヒメコマツ、アカマツ、ウラジロモミ、ブナ、ミズナラ(スカメ)、ハリギリ、ヤチダモ、アラカシ、ストロブマツ、アビトン、マンガシノロ
IV (4～7年)	カラマツ、スギ、ネズコ、アスナロ、ヒノキ、カツラ、シラカシ、ミズナラ、ケヤキ、クリ、レッドラワン、ベイマツ、シベリヤカラマツ
V (8年以上)	ヤマグワ、ニセアカシヤ、センペルセコイヤ、コキー

表-2 処理材の耐用年数

薬 剤 名	吸 収 量	推定耐用年数	薬 剤 名	吸 収 量	推定耐用年数
クレオソート油	28 kg/m ³ 53	11 14	ほう素化合物	2.2 kg/m ³ 7.1	4.5 5.5
PF ₁₋₁	0.7 1.4	8 10	Na-PCP	0.71 1.44	7 8
ポリデン S-25	0.75 1.51	12 14	PCP	0.41 1.08	7 8
無 処 理 材	—	3			

したがって防火材料の性能に発煙性をくわえた試験法がつくられ、さらに燃焼にさいして生成する毒性ガスの評価に関する試験が進められ、その推進に寄与してきた。

防火薬剤の処理による効果について燃焼性¹⁰⁾¹¹⁾、発煙性、発ガス性など明らかにするばかりでなく¹²⁾¹³⁾、熱分解機構について実験がすすめられた¹⁴⁾。

また新建築様式枠組壁工法に対応する防火試験の対策もすすめられようとしている。また防火材料の評定機関として、不燃材料、準不燃材料、難燃材料の各種材料の性能評価を実施するほか、これらの材料の製造基準作成に寄与した。

合板が世界の生産の20%を占め、世界第2位であり、しかもその製品はしだいに高級化へと進んでおり、その技術的発展に対してこの10年間の指導的役割を果たすための努力が払われてきた¹⁵⁾。

このためのものとして単板の材質と接着性¹⁶⁾、単板の裏割れと合板の接着力との関係、合板の表面割れと樹種との関係¹⁷⁾、各種合板用接着剤としての接着性能、コンクリート型わく用合板の耐久性、合板の耐アルカリ性¹⁸⁾¹⁹⁾、表面性能、複合床板の接着性能などから構造用合板、LVL、枠組壁工法用合板の輸入規格まで広い範囲にわたる合板の試験研究が進められた。

合板の二次加工としてフェノールレジンシート、塩化ビニル樹脂、メラミン樹脂などの合成樹脂系オーバーレイ合板、プリント合板、各種単板をオーバーレイした合板の各種性能を検討するほか、耐候試験による性能をしらべた²⁰⁾。

南洋材の合板適性試験をすすめるなかで抽出成分が接着力におよぼす原因も明らかにした²¹⁾。接着力試験法について試験法の相違による影響もしらべた²²⁾。

ホルマリン臭は人間の住環境の衛生上重要な問題となり、その分析法、生成について解明するとともに²³⁾²⁴⁾、ホルマリンの生成の少ない合板の製造、接着剤の開発に寄与した²⁵⁾。

集成材²⁶⁾およびその工業についてこの10年間の発展の歴史をみると、日本集成材工業会発足(19社, 1963年)、日本木材加工打術協会の造作用集成材の製造基準制定(1964)、構造用集成材の製造基準大綱作成²⁷⁾、集成材の日本農林規格公布(1966)、構造用集成材の耐火および許容応力度の報告完成(1967)、集成木材構造設計規準(案)公表、構造用集成材の製造基準制定、同造作用、化粧ばり造作用などの製造基準改正(1969)、構造用集成材が建築基準法第38条による材料認定となる(1970~1971)、日本集成材工業会が日本集成材工業協同組合に発展(1971)、化粧ばり構造用集成材の製造の手引成る²⁸⁾²⁹⁾(1972)、その間研究面を通じて、この工業の育成に大きな努力が払われて来たものである³¹⁾。

集成材はその用途からも耐久性を要求され³²⁾防腐処理集成材を含め耐候性試験を古くから始めるとともに地域別耐候性試験を実施中である。また集成材の材質変化に大きな影響を与える内部応力についても研究された³³⁾。

未利用樹種、林地残材などをチップ化してパーティクルボード製造に供することは省資源と

してきわめて重要であり、フサアカシアなど、スギ、ブナの枝条材を用いたボード製造、カラムツ材から接着剤を使用しないボード製造などをすすめた³⁴⁾。パーティクルボードを建築部材、家具への応用のために樹脂オーバーレイのそりへの影響とその対策³⁵⁾、ダボ接ぎ³⁶⁾、寸法安定処理のための WPC の応用、クリープにおよぼすオーバーレイの影響などの研究を進めた。またパーティクルボードの加工について発展させた³⁷⁾。

木質材料の加工上表面処理は重要で塗装は木材利用上古くから化粧用に発展したが、材質向上的見地からの追究は少ないので、これにメスを入れ、合板塗装の塗膜割れの原因³⁸⁾、ポリウレタン樹脂塗膜の透湿性³⁹⁾、カプールの不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化障害などを解明するとともに⁴⁰⁾、塗膜、塗装剤の耐久性およびその向上⁴¹⁾⁴²⁾、塗膜の内部応力についても研究が進められた³⁴⁾。

木材と合成高分子との相互作用は実用的には進められているが、その基本的関係とくに熱硬化性樹脂についてはほとんど解明されていない。したがってフェノール樹脂の初期縮合物⁴³⁾放射性同位元素⁴⁶⁾、モデル物質を使って木材とのかかりあいを究め⁴⁷⁾、材質改良の発展に寄与している。また、木材を高度に難燃化するために木質セメント板の硬化不良の原因について研究が行なわれその対策に見通しをうるに至った。

(阿部 寛)

文 献

- 1) 雨宮昭二：住まいにおける防腐防虫に関する諸問題，木材工業，23，(3)；23，(5)，(1968)
- 2) 雨宮昭二ら：ブルトン法における木材条件と脱水速度との関係，木材工業，20，(10)，(1965)
- 3) 雨宮昭二：加圧防腐処理のための生材処理法に関する基礎的研究—主としてブルトン法について，林試研報，187，(1966)
- 4) 雨宮昭二ら：ペイツガ防腐処理材のスチーミング・アンド・バキューム法による乾燥，林試研報，200，(1967)
- 5) ————：木質パネルの耐久性(1)，(2)，木材工業，29，(2)，(3)，(1974)
- 6) ————：各種防腐処理外柵の被害経過と耐用年数，林試研報，225，(1969)
- 7) ————：防腐処理杭の10年間の被害経過，林試研報，230，(1970)
- 8) 松岡昭四郎ら：各樹種の野外試験による耐朽性調査結果，林試研報，232，(1970)
- 9) 井上 衛ら：各種木材の海虫食害試験，木材工業，28，(12)，(1973)
- 10) 阿部 寛ら：リン化合物，ハロゲン化合物，ホウ素化合物混合薬剤，林試研報，194，(1966)
- 11) 平田利美ら：ハードボードの燃焼と熱分解に及ぼす防火薬剤の効果，林試研報，200，(1967)
- 12) 阿部 寛：木材および木質材料の難燃化，木材の化学加工研究会，(1972)
- 13) 材質改良科：火災に安全な木質材料の開発に関する研究，木材部資料，(1973)
- 14) 平田利美ら：Pyrolyses of Wood and Cellulose, and Effects of Inorganic Salts on the Pyrolyses, Measured by Thermogravimetric and Differential Thermal Analysis Techniques, (I), (II), (III), 木材誌，19，(9, 10, 11)，(1973)
- 15) 柳下 正：特殊合板，森北出版，(1967)
- 16) 嵯峨途利：提供単板の接着力試験，合板工業，37，(1965)；41，(1966)

- 17) 柳下 正ら：合板の表面割れ(Ⅱ)，林試研報，198，(1967)
- 18) 柳下 正：型わく用合板の耐久性，合板の耐アルカリ性，建築技術，178，(1966)
- 19) 柳下 正ら：コンクリート型わく用合板の実用試験，林試研報，225，(1969)
- 20) 松本庸夫：レジンシートによるオーバーレイに関する研究(Ⅸ)～(Ⅺ)，林試研報，188，(1966)；209，(1968)；220，(1969)
- 21) 柳下 正ら：カプール材の抽出成分が接着性に及ぼす影響について，林試研報，232，(1970)
- 22) 松本庸夫：クロスラップ法による接着力試験，林試研報，232，(1970)
- 23) 松本庸夫ら：ホルムアルデヒド気中濃度の測定，木材工業，27，(11)，(1972)
- 24) 松本庸夫：環境試験室における合板から放散するホルムアルデヒド気中濃度，林試研報，262，(1974)
- 25) 唐沢仁志：ユリア系接着剤および α -オレフィン系樹脂接着剤の南洋材単板接着性能，木材工業，28，(5)，(1973)
- 26) 菅野義作ら：集成材，森北出版，(1965)
- 27) 菅野義作：集成材の製造基準，建築材料，8，(1)，(1968)
- 28) 西原 実ら：化粧用集成材の性能，接着性能試験方法，林試研報，200，(1967)
- 29) 森屋和美ら：化粧用集成材の性能，接着剤の種類と接着性能，林試研報，200，(1967)
- 30) 菅野義作ら：化粧用集成材の性能，市販製品の接着性能，林試研報，200，(1967)
- 31) 西原 実：集成材の現場接合，林試研報，219，(1969)
- 32) 菅野義作：集成材の接着耐久性に関する 2, 3 の試験，木材工業，28，(2)，(1973)
- 33) 椋代純輔：積層接着された木材の内部応力，林試研報，211，(1968)
- 34) 岩下 睦：Manufacture of Particle Board using Larch Wooden Extracts for Particle Bonding (Ⅱ)，林試研報，200，(1967)
- 35) 岩下 睦ら：The Influence of Physical Properties of some Japanese Particle Board and High Pressure Decorative Laminates on the Stability of Overlaid Boards，林試研報，215，(1968)
- 36) ————：パーティクルボードのダボ接ぎ，パーティクルボードのはく離抵抗とダボ接ぎ強度，林試研報，200，(1967)
- 37) ————：ファイバーボード，パーティクルボードの加工，森北出版，(1970)
- 38) 中村 章：合板塗装における塗膜ワレの原因，塗装技術，4，(4)，(1965)
- 39) 今村浩人ら：引張状態におけるポリウレタン樹脂塗膜の透湿性，木材誌，14，(5)，(1968)
- 40) 川村二郎：カプール材における不飽和ポリエステル樹脂塗料の硬化障害，木材誌，15，(4)，(1969)
- 41) 中村 章ら：塗膜および塗装材の耐久性，材料，18，(193)，(1969)
- 42) 川村二郎：塗装した石炭酸樹脂レジンシートオーバーレイ合板の屋外ばくろ試験，林試研報，182，(1965)
- 43) 今村浩人：The Internal Stress in Epoxy Resin cured on Wood，木材誌，16，(4)，(1970)
- 44) ————：塗膜の内部応力，木材誌，19，(2)，(1973)
- 45) 高木 純：合成樹脂処理木材—注入樹脂液濃度と含脂率との関係および耐摩耗性，硬度，林試研報，200，(1967)
- 46) 大黒昭夫：木材による ^{14}C -フェノール樹脂の吸着，林試研報，223，(1969)
- 47) ————：木材による O -メチロールフェノールの吸着，林試研報，230，(1970)

Ⅲ. 主な試験研究の経過とその業績

Ⅲ. 主な試験研究の経過とその業績

1. 森林の寒害防止に関する研究

研究をとりあげた背景および目的

林木の寒さの害の研究はヨーロッパでは古く、19世紀中葉にはこれらの現象を認め、調査研究がはじまっている。

わが国では、昭和10年ごろから北海道でトドマツが苗畑や造林地で多量に害をうけ、はじめて研究が開始された。

そのご、戦時中の伐採や、戦後の生産拡大のために、大面積造林地が出現するに至って、各地に多量の被害が発生し、その防止対策が急がれた。

造林初期の投資を無にする、このような被害の軽減をはかることは、マイナス面の対策であっても、きわめて重要である。とくに、民有林における森林国営保険事業統計のなかの、寒害の占める割合の大きいことをみれば(表-1)、緊急に解決を要望されていることがうなずける。

経過：

昭和37年から、本場と一部の支場で共同試験を実施していたが、被害が全国的なものであることがわかったので、昭和38年度から全支場が加わり、昭和43年まで寒害防止試験を実施した。

これによって、各地方の寒害の実態が明確になったことと、研究の遅れていた部門でも同一レベルにそろうようになり、本支場ともそれぞれの地域の特徴をつかんで研究を進めることができるようになった。

表-1 年度別気象災害被害面積

年 度	被 害 面 積						
	風 害	水 害	雪 害	干 害	凍 害	潮 害	その他
40	5,659 ^{ha}	1,008 ^{ha}	40,833 ^{ha}	13,593 ^{ha}	22,374 ^{ha}	67 ^{ha}	— ^{ha}
41	18,805	1,312	9,460	259	3,266	—	—
42	224	4,946	16,062	44,090	13,647	12	—
43	400	802	120,942	7,319	16,614	317	54
44	319	1,123	57,690	9,459	2,869	—	49
45	10,436	393	5,010	1,058	13,272	57	—
46	1,519	1,339	4,905	1,400	22,055	9	28
47	9,560	6,162	88,113	1,478	3,434	24	—

(昭和47年度森林国営保険事業統計より)

この時期の研究では、被害発生機作の詳細まで解明することはできなかったが、事態の急に
応ずるため、昭和44年度から防止法の実用化試験を本支場共同で開始した。

試験期間が長いために、昭和48年度で共同体制は解いたが、本支場ともその後引つづき研
究を進めており、その取まとめをいそいでいる。

収めた成果：

(1) 被害の実態

昭和31年ごろから、九州地方で毎年スギ、ヒノキの造林地が、数百ヘクタールぐらいつつ枯
損してゆく現象が起り、九州支場で綿密に調査したところ、凍害であると判定された。

そのご、昭和36年までの被害をとりまとめ、実態を明らかにしたのは¹⁾、きわめて重要な成
果であった。ということは、北海道のような寒冷な地方では当然であるが、九州のしかも南半
部においても寒害が発生することは予想さえしなかったからである。

報告には、寒害を凍霜害と寒風害とに分けて、その発生地形、被害木の症状、被害型の区分、
さらに、被害発見時期や罹災期日、被害発生しやすい地域区分などが記述されている。同支場
は、その後も調査をつづけ、逐次被害実態を明らかにしている²⁾³⁾。

本場では、昭和31年4月末に愛知県下に発生した大凍霜害について詳細な実態報告^{4)~6)}をし
たが、このような例は、それ以前にも、富士山腹の造林不成績地の原因が、霜穴地形における
霜害と推定していたもの⁷⁾と同様で中部地方の代表的な実例となっている。

関東地方の被害は、昭和30年代に入って多くなり、常習地域である群馬県を対照に、実態が
報告された⁸⁾⁹⁾。

いっぽう、東北地方では岩手、宮城、福島各県の太平洋岸に多く発生し、積雪が関係して複
雑な様相を示している^{10)~15)}。

また、この研究によって、四国地方にも、寒害が発生することがわかったことは¹⁶⁾¹⁷⁾、大き
な収穫の一つであった。

さて、最も早く寒害の研究のはじまった北海道では、凍霜害の実態はすでに明らかになって
いたが、道東地方や胆振、日高地方の太平洋岸地帯での、冬期乾燥による被害が多いことがわ
かり、これを仮に寒乾害となづけ、その実態を明らかにした^{18)~20)}。

(2) 被害発生機作

凍霜害は林木の耐凍性以下に気温が低下したときに生じることは明らかで、耐凍度測定手法
の確立につれて、耐凍性追究の研究が全国的に展開された^{21)~35)}。

これによると、林木の耐凍性は、主として気温とくに氷点以下の温度の累積に支配されるこ
とが強く²¹⁾、例えば、ヨシズによる被覆は耐凍性形成をおくらせ、消失を早め²²⁾、耐凍性その
ものも低くなること²²⁾²³⁾がわかった。

本州以西の主要樹種では、11月の耐凍性形成期は、アカマツ、ヒノキ、スギの順に早く、3

月の消失期は、アカマツ、スギ、ヒノキの順に早い²¹⁾。耐凍性は冬芽が形成されてから著増するので、人為で成長休止を早めれば、早く形成されるし²⁴⁾²⁵⁾、窒素を多く施肥したものは形成がおそい²⁶⁾。また、春季、根の活動開始の早い樹種ほど、早く消失する²⁷⁾。これらは、北方樹種でも同様で²⁸⁾、トドマツやアカエゾマツでは、枝よりも冬芽の方が早く耐凍性が形成されるし²⁹⁾³⁰⁾、また積雪地方で雪の下になっている場合は、耐凍性が弱いので³¹⁾、融雪の進むにつれて、造林木が露出するばあいは危険である。以上のような耐凍性の

動きから、厳冬期に凍害をうけることはなく、初冬の耐凍性形成期と、早春の消失期が危険であることが明らかとなった³²⁾。

また、幹材部に残っている霜輪を解剖的に観察することにより、過去の被害の発生期や強さを測定する可能性も見出した³⁶⁾³⁷⁾。

他方、寒風害の発生機作については、冬季数か月にわたる乾燥により枯死することがわかったが、造林木の脱水機構は明らかになっていない。そこで東北支場に低温風洞装置を設置し、鋭意実験を進めている段階である³⁸⁾。

また、北海道の寡雪地帯の害は、寒風害と名付けるにふさわしくないので、寒乾害と仮称され、その発生機構についても若干の成果があがった^{39)~41)}。

(3) 気象要因との関係

寒害の発生は当然気象要素との関係が深い。凍霜害については、異常低温の襲来、低温が発生しやすい地形との関係などは明らかになっていたが、寒風害については知見が乏しかった。この研究ではこの点が若干解明された^{42)~47)}。

すなわち、前橋営林局の被害面積は、1月の平均気温、12~2月の降水量ときわめて高い相関にあることがわかった⁴²⁾。

また、土壤凍結との関係も深いと観察されているので、関東地方で、任意の地点の方位、傾斜度から凍結深度を推定する式が提出され⁴³⁾、北海道では1964~5年での凍結深分布⁴⁴⁾と凍結とカラマツ成長との関係⁴⁵⁾が調査された。しかし、土壤凍結深の値そのものと造林木の残存率

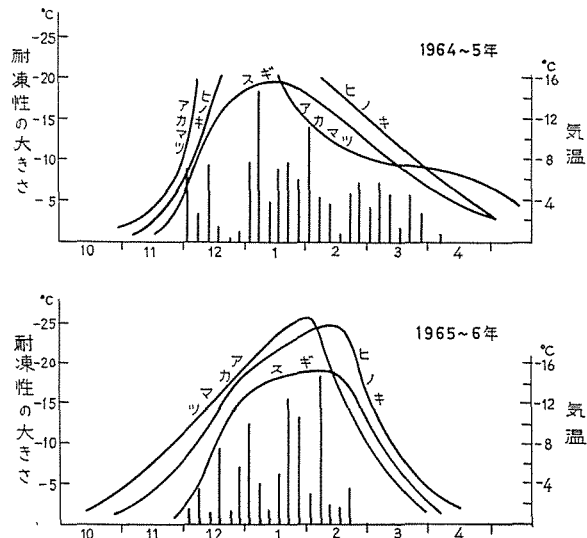


図-1 樹種別耐凍性と日最低気温の氷点以下の積算温度（5日ごと）
（高木、尾形、上中）

との関係は相関がないことが明らかとなった⁴⁶⁾。

(4) 被害防止法

九州地方では、凍害常習地で、スギを用い種々の植付法を試みた⁴⁸⁾⁴⁹⁾。個々の試験の間には、若干異なる結果はあるが、幹の下部に直射する陽光をさける方法が、普遍的に効果があった。このことは、茨城県下でも実証され⁵⁰⁾、さらに、比放射量を用いた量的関係も求められた⁵¹⁾。

したがって、経済的にペイする手法で、造林木の幹の下部を被覆することは効果的であることがわかった。

また、雪伏、土伏の方法は古くから行なわれているが、これは造林木が倒せる時期まで有効であるから、完全な防止法でない⁵²⁾⁵³⁾。

したがって、幹のしゃへいにもなる方法として林分による保護効果を利用した更新法、例えば、下木植栽や保護樹帯設定などの効果判定をするための試験が進められている。

寒風害については、林分の風下への効果は必ずしも広い幅に渡るものでないことがわかった。そこで、これも林内の保護効果を期待した、上木被覆による防止試験を実施してきたが、まだ十分な成果はえていない。

いっぽう、寒害に対し抵抗性の高い系統の選抜を目ざした育種が古くからはじめられていたが^{54)~57)}、そのご九州支場をはじめとして、スギのサシキ品種間の差を見出したり、精英樹クローン間のちがいがしらべられているが、実用化には至っていない^{58)~60)}。

(5) 立地区分

寒害発生メカニズムや、防止方法が開発されても、対象の林地がどの程度の被害を受けやすい地域に入っているかがはっきりしなければ、具体的に対策を立てるわけにはいかない。

そこで、気象要素と既往の被害事例から、危険地域区分を試みようとし、国立林試の構想を参考として、県林試が実行し、群馬、茨城等の9県がその成果を発表している。

東北支場では、これを統計的手法によって⁶¹⁾⁶²⁾、四国、九州支場では既往の資料から、それぞれの地域の区分を試みた⁶³⁾⁶⁴⁾。また群馬県林試の区分を気象要素から検討し、区分図を作成した⁶⁵⁾。これらは、さらに実際に利用されるよう研究を進める必要がある。

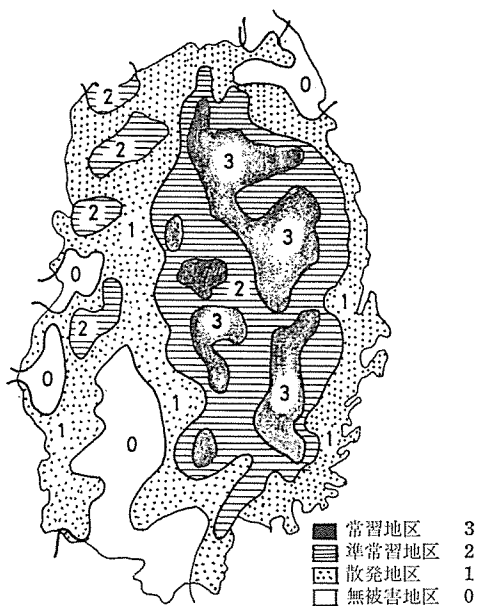


図-2 寒風害危険地帯区分 (小島)

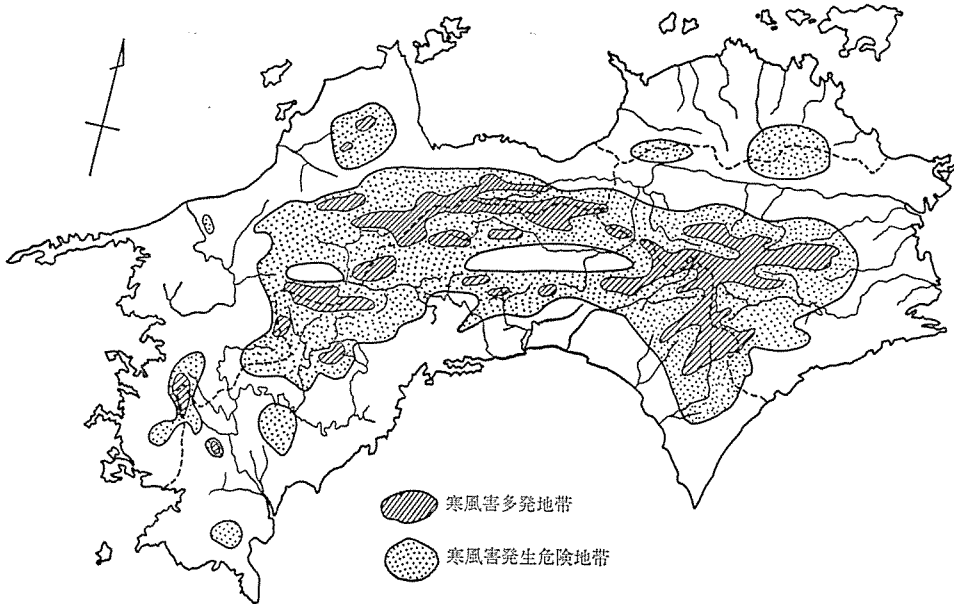


図-3 四国地方における寒風害発生予想地域（安藤，斉藤）

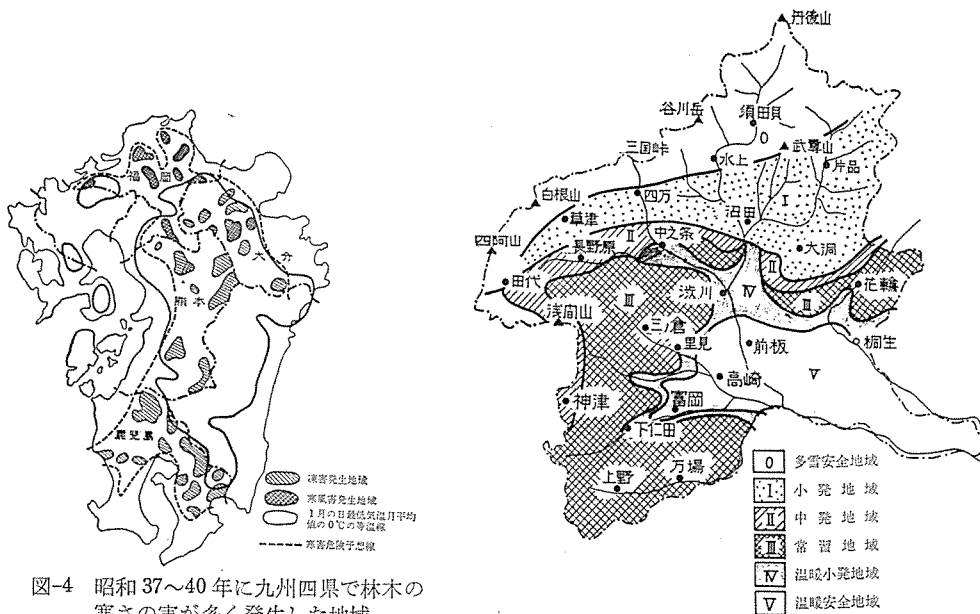


図-4 昭和37～40年に九州四県で林木の寒さの害が多く発生した地域（上中，尾方）

図-5 スギ寒風害の危険地域区分（岡山，佐々木）

解説：寒害の実態，被害発生のおくみ，防止方法などをわかり易く解説し，技術普及に協力するため，多くの解説書がつくられた^{66)~70)}。

活用の状況と見通し：

a) 立地区分については，各地域ごとに造林指針にくみこめるようなものを出さなければならない。目下北海道支場で実施中の研究をたたき台にして各地方ごとにまとめれば，実用に供しうする段階に至る。ただし民有林との関係もあるので，県林試の協力が必要である。

b) 防止法，保護林分の伐採後の造林木の抵抗力がどの程度残っているかが不明である。この点は多少時間をかけなければならない。

c) 耐寒性系統の育種については，検定に時間がかかるので早急な実用化は期待できない。

(土井恭次)

文 献

- 1) 徳重陽山ら：九州地方における林木の凍霜害および寒風害に関する調査報告，林試九支研究資料，5，(1962)
- 2) 上中作次郎ら：九州における凍害発生地域について1~2の考察，日林九州支講，21，(1967)
- 3) 高木哲夫ら：今冬九州に発生した凍害と気象，日林九支講，25，(1972)
- 4) 防災部気象研究室：昭和31年4月30日愛知県下に発生した山林の凍霜害に関する調査報告，昭和31年北陸並びに本州中部地方に発生した森林気象災害調査報告，(林野庁)，(1959)
- 5) 岡上正夫：昭和31年4月30日に発生した愛知県における森林の凍霜害，林業技術，188，(1957)
- 6) ————：昭和31年4月30日に愛知県下に発生した森林の凍霜害(第2報)，日林誌，41，(11)，(1959)
- 7) 武田京一ら：富士山腹の造林不成績地に於ける一観測，農業気象，6(2)，(1951)
- 8) 佐々木長儀：寒さの害調査報告，林業技術，256，(1963)
- 9) ————：マツの寒さの害をみて，林業技術，261，(1963)
- 10) 小島忠三郎ら：気象環境とスギの寒害，日林講，79，(1968)
- 11) 古川 忠ら：東北地方におけるスギ造林地の凍害，日林誌，50，(5)，(1968)
- 12) 貴田 忍ら：北上山系におけるスギ寒害発生地の実態，日林東北支誌，19，(1968)
- 13) ————：岩手・宮城県下の高海拔地帯におけるスギ寒害の実態，日林東北支誌，22，(1971)
- 14) 笹沼たつら：阿武隈山系(高原状地形)におけるスギの凍害と地形，日林誌，52，(9)，(1970)
- 15) 貴田 忍：遠野スギ寒害試験地における被害形態の変遷，日林講，84，(1972)
- 16) 斎藤 明ら：寒害は四国にもある，高知林友，493，(1968)
- 17) ————：四国地方における昭和42年度の寒害の実態，日林関西支講，19，(1968)
- 18) 高樋 勇ら：林木の凍害，北支年報，(1965)
- 19) 酒井 昭ら：林木の寒風害，日林誌，45，(12)，(1963)
- 20) ————：道東地方における林木の乾燥害，日林誌，51，(5)，(1969)
- 21) 高木哲夫ら：主要林木の耐凍性カーブの年変動について1，2の知見，日林九州支講，20，(1966)
- 22) ————：生育環境を異にしたスギの耐凍性の変化，日林九支講，22，(1968)
- 23) 笹沼たつ：スギの凍害と上方からの遮光との関係，日林誌，53，(1)，(1971)
- 24) 高樋 勇：カラマツ苗木成長抑制試験(I)，北支年報，(1960)
- 25) 高樋 勇ら：同(II)，北支年報，(1961)

- 26) 渡辺富夫ら：トドマツ山行苗の耐凍性に及ぼす施肥の影響，日林講，84，(1974)
- 27) 高木哲夫ら：主要林木の耐凍性季節変化，日林九州支講，19，(1965)
- 28) 高樋 勇ら：冬季におけるストロブマツとトドマツの耐凍性，北方林業，14，(1962)
- 29) —————：林木の凍害(IX)，北支年報，(1966)
- 30) —————：林木の凍害(XI)，北支年報，39～46，(1967)
- 31) 古川 忠：東北地方におけるスギ造林地の寒害，東北支年報，9，(1968)
- 32) 早稲田収ら：スギの耐凍性，東北支年報，6，(1965)
- 33) —————：寒害防止試験，関西支年報，(1967)，(1969)
- 34) 高樋 勇：ウダイカンバ稚樹の耐凍性及び皮層細胞の滲透濃度に及ぼす高温の影響，北大農演報，21(2)，(1962)
- 35) 高樋 勇ら：林木の凍害に関する研究(V)，北支年報，(1964)
- 36) 遠藤泰造ら：低温処理によって生じたカラマツ樹幹内の傷害樹脂道，北方林業，23，(1971)
- 37) —————：低温処理によるカラマツ樹幹内の異常組織のあらわれかた，日林北支講，21，(1972)
- 38) 古川 忠：スギの寒風害発生機構の解明，東北支年報，15，(1974)
- 39) 高樋 勇ら：林木の凍害(X)，北方林業，19，(1967)
- 40) 渡辺富夫ら：林木の寒乾害，日林北支講，17，(1968)
- 41) 渡辺富夫：林木の寒乾害，北支年報，(1969)
- 42) 岡上正夫ら：前橋営林局管内の寒害被害面積と前橋における二・三の気象要素との関係，森林立地，10，(1969)
- 43) —————：北関東におけるスギ，ヒノキの寒害，日林誌，42，(9)，(1960)
- 44) 石川政幸ら：北海道における1964～65年冬の最深凍結深の分布，北支年報，(1965)
- 45) 高橋敏男ら：土壌凍結とカラマツの生育，北支年報，(1967)
- 46) 堀内孝雄ら：スギの寒風害(1)，日林講，79，(1968)
- 47) 小島忠三郎ら：気象環境とスギの寒害，日林講，79，(1968)
- 48) 徳重陽山ら：林木凍害防除試験，日林九州支講，18，(1964)
- 49) 尾方信夫ら：林木凍害防除試験，19，(1965)
- 50) 笹沼たつら：一凍害地における黒植えの効果，日林誌，49，(11)，(1967)
- 51) 土井恭次ら：スギのよせ植えによる凍害防止効果，日林誌，52，(4)，(1970)
- 52) 大鹿糠春蔵ら：植栽スギ苗木の雪伏せの効果，日林誌，51，(5)，(1969)
- 53) 古川 忠：スギ造林地の寒害防止，東北支年報，13，(1972)
- 54) 千葉 茂：苗畑，新植地からのスギ耐寒性個体の選抜，日林誌，37，(9)，(1955)
- 55) 柳沢聰雄ら：スギの耐寒性，北海道の林木育種，2(1)，(1959)
- 56) 石崎厚美ら：林木の耐寒性品種の育成，林業技術，194，(1958)
- 57) —————：スギの耐寒性品種育成，林業技術，251，(1963)
- 58) 高木哲夫ら：九州産スギ精英樹クローンの耐凍性，日林九支研，23，(1970)
- 59) —————：切り枝凍結実験によるスギ精英樹クローンの耐凍性比較，日林九州支講 28，(1972)
- 60) 明石孝輝ら：スギの寒さによる被害のクローン間差異，日林誌，54，(8)，(1972)
- 61) 小島忠三郎：数量化による寒風害危険地帯区分の考え方，森林立地，10(1, 2)，(1968)
- 62) —————：数量化による寒害危険地帯区分のこころみ(岩手県の例)，東北支年報，(1969)
- 63) 安藤 貴ら：再び四国地方の寒害について，高知林友，507，(1969)
- 64) 上中佐次郎ら：寒害発生地域予測，九支年報，37，(1967)
- 65) 岡上正夫ら：スギの寒風害発生危険地域区分の一つの試み，森林立地，12(1)，(1970)

- 66) 土井恭次：林木の寒害と防ぎ方，林業改良普及叢書 36(育林の新技術を探る)，(1967)
- 67) 徳重陽山ら：造林地の寒さの害，わかりやすい林業解説シリーズ，27，(1968)
- 68) 土井恭次：寒害多発地帯の更新技術，林業経営と更新技術，(1969)
- 69) 江口 完ら：北海道における林木の寒害，北方林業叢書 50，(1972)
- 70) 土井恭次：寒さの害，林木の気象被害，(1974)

2. 大気汚染の林木の生育に及ぼす影響に関する研究

大気汚染研究に着手してちょうど 10 年を経過し，この間 研究の方向も，研究の進展とともに，また社会的要請に対応して変遷してきた。

この 10 年間の歴史をみると，この研究の流れは大きく次の 3 つの時期に分けられよう。第 1 期(昭和 40 年～42 年)は，野外における樹木被害の実態を明らかにし，問題点を見出す，いわば大気汚染研究の今後の方向をさぐる模索の時期であった。第 2 期(昭和 43 年～46 年)は，大気汚染被害に対する対策への足がかりとして必要な，大気汚染と樹木被害の関係をより明確にするため大気汚染被害の測定法の検討を中心とした時期であり，第 3 期(昭和 47 年以後)としては，樹木を指標として大気汚染の状況を検知する，いわば大気汚染による環境悪化を逆に生物の反応をとおして明らかにしていこうとする環境保全対策への生物の側からの積極的対応の時期で現在進行中のものである。

第 1 期のスタートとなった昭和 40 年は科学技術庁の特調費による「公害防止に関する総合研究」の一環として「大気汚染の樹木に及ぼす影響」という課題設定で調査が始まった。当時，大気汚染に対する社会一般の認識はまだきわめて低く，いわゆる“公害”という言葉はまだ比較的なじみの薄いものであった。しかし，大気汚染による影響は一部ではかなり深刻な形であらわれてきており，とくに人体影響の面で見逃せない時点にきていたことも事実であった。樹木に対する影響についても，主要汚染地域では，公園，緑地の樹木，街路樹などに衰退現象が指摘されはじめていた。このような背景のなかで，この研究では，まず東京都内における樹木の衰退状況を明らかにするための実態調査が行なわれた。この研究は竹原土壌調査部長（当時）を主査として造林第 1 研，土壌微生物研，防災第二研および浅川樹木研のそれぞれの担当者の共同研究として実施された。

都内 20 か所の公園・緑地を選定し，そこに生育する樹木について樹種別，個体別に衰退状況（葉色，葉量，新梢の伸び，枝の枯れ，病虫害など）が詳細に調査され，その結果，次の諸点が指摘された。①衰退の程度は，樹種によって著しいちがいがみられた，とくに都心部では，アカマツ，スギ，モミの成木はほとんど枯死して見当らなかった。ケヤキ，シラカシ，なども衰退の目立つ樹種であった。②衰退程度は地域によっても著しい差を認めた。すなわち城東，城北，城南地区で衰退の進行が目立ち，城西より郊外では軽微となる。この差は，大気中の硫黄

酸化物濃度の分布とほぼ対応するものであった¹⁾。

このことは、ケヤキ、サクラ、アカマツ、マテバシイについてその葉中に含まれる硫黄量の多少が大気亜硫酸ガス汚染度と関係が深いことが明らかにされた。この調査と同時に、樹木の葉面に付着しているダスト量の測定も試みられ、林を形成しているところでは、林縁木がダストのフィルター効果をなしていることが示唆された¹⁾。

また、大気汚染の樹木に対する影響を知る基礎として、実験的手法による試みも一部はじめられた。実験用の亜硫酸ガス及び自動車排気ガスクン煙装置が本場造林第1研に設置された。その製作には既成の装置がないため多くの苦勞が払われ、その結果温度環境が制御された自然光のチェンバーに実験材料を入れ、そこに導入する亜硫酸ガスの流量を自動的に制御できる当時としては高い性能をもった装置が完成され(写真-1)、これによる予備実験が進められた。この装置を使つての本格的実験は第2期にはいつて行なわれた。

以上の結果、樹木の衰退状況がかなりきびしい実態であることが明らかにされ、その原因の1つとして大気汚染が関係していることが示唆された。そして、大気汚染と樹木被害の関係をより適確に把握することが今後の問題点として指摘された。

第2期は、昭和43年、農林水産技術会議による「大気汚染による農林作物被害の測定方法に関する特別研究」によってスタートした。ここでは、都内の被害実態調査の継続として、主要樹種について追跡調査を行ない、被害解析が進められるとともに、主要汚染物質と樹木被害発生との関係を明らかにするためのくん煙実験が精力的に実施された。このなかで、第3期で研究の主点となる大気汚染に対する指標植物の問題にも直接対応しう指標植物の探索についても合せて検討された。

研究担当も第1期の主要メンバーの他に保護部樹病研究室および関西支場岡山試験地の参加をえて、より効果的な研究推進を計るため45年度よりプロジェクト研究の体制がとられた。この間竹原調査部長(当時)、土井室長(当時)、千葉科長(故人)と主査の交代があった。

主要な成果を項目別に示すと次のとおりであった。

(1) 第1期で実施された都内の樹木衰退の実態調査にひきつづいて、調査地13か所、主要対

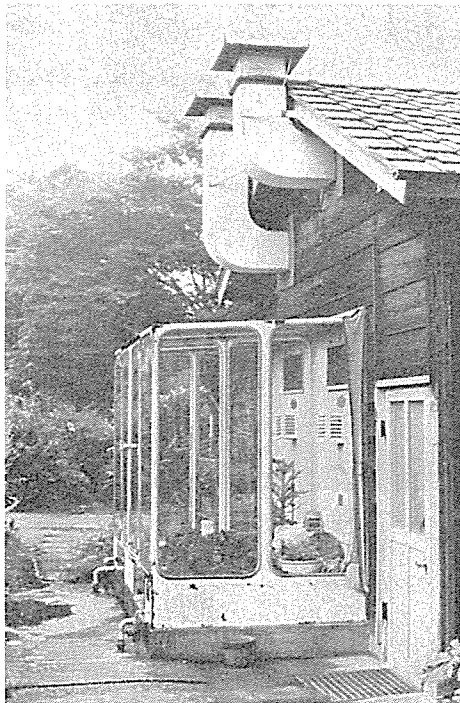


写真-1 SO₂ くん煙装置

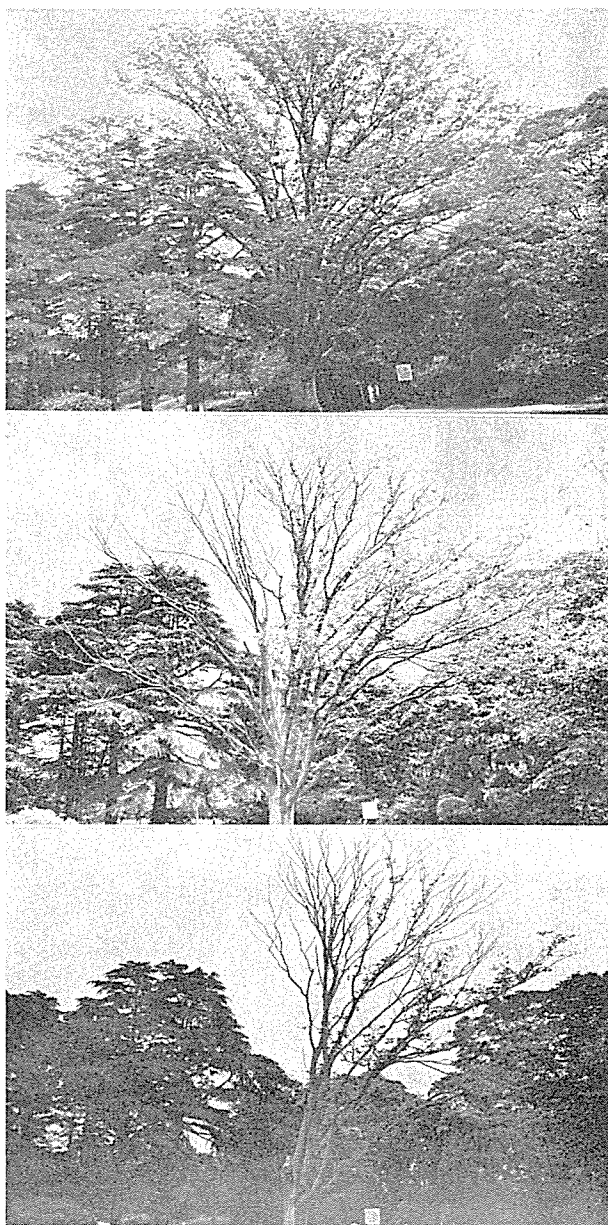


写真-2 ケヤキ衰退の経年推移 (新宿御苑)

上から 1967 年 5 月の状態

1969 年 5 月の //

1970 年 5 月の //

象樹種もケヤキ、シラカシなど数樹種にしぼって、それら樹種の衰退の経年推移について調べられた。その結果、都心部での樹木の衰退の進行が目立ち、とくにケヤキの異常落葉、スギ、モミの枯死現象が都心周辺部、とくに西郊への拡大が著しいこと、主要道路の交差点付近では、都心と同様の衰退が起きていることなどが明らかにされた²⁾。衰退の年次変化を写真で記録する手法がとられ、その経年推移が一見してわかる貴重な資料も得られた(写真-2)。

また、これら調査地点について、アカマツ、ケヤキなどの樹葉中に含まれる硫黄分析が行なわれ、硫黄含有量と大気中の亜硫酸ガス汚染度の間に正の相関がみられ、大気汚染の有力な指標となること、また、衰退程度を知る手がかりが得られた³⁾⁴⁾。

(2) いっぽう、野外での大気汚染と樹木被害の関係をより明確にするため、室内実験によって主に亜硫酸ガスに対する樹木の被害症状と感受性についての検討がなされた。まず、多数の樹種のガスに対する感受性の相互関係を明らかにするため大型のビニール製のくん煙ハウス(4棟)が浅川実験林樹

木研究室に設置され、これを使ってくん煙実験が行なわれた。その結果、樹種による被害症状の特徴が示され、ガスに対する相対的感受性の差異が約90種の樹木・草について明らかにさ

れた。この差異は、都内の実態調査で明らかにされた衰退の樹種間差とほぼ一致するものであったが、なかには適合しない樹種（スギ、シイなど）もあり、これらについては亜硫酸ガス以外の要因の影響が示唆された。

また、これらのくん煙実験と野外調査の結果から、より一般化された主要樹木の大气汚染に対する相対的耐性のリストがまとめられ、汚染地域の緑化に対する指針が示された⁵⁾。

つぎに、亜硫酸ガスに対する感受性とこれに影響する要因の関係、及びそれにとまなう生理的反応について検討された。その要因としては、ガス濃度とくん煙時間、生育時期、土壌条件、光条件、葉齢、品種系統、などがとりあげられた。例えば、被害の発現に対してガス濃度・時間の効果が認められ、樹種別の有害限界濃度が推定された。また、生育の盛んな7～8月の時期で最も感受性が高いこと、土壌水分、養分条件によっても感受性が異なることなどが明らかにされた。

ガスに対する生理反応についての実験結果では、気孔からとり込まれた亜硫酸ガスが葉中に蓄積し、くん煙時間の経過とともに被害症状の発現に至るまで、ほぼ直線的に増加すること、またこの硫黄の蓄積量および蓄積速度が樹種によって異なることなどが明らかにされ、これら樹種による生理的反応のちがいが亜硫酸ガスに対する感受性の樹種間差と密接な関係をもつことが示唆された。このほか被害症状の発現過程において光合成、蒸散、呼吸などの生理作用に異常がみられること、葉中の糖含量が減少することなどから、可視的症狀の発現がみられなくても、長期間における生理異常が樹勢の衰退をひき起こすことが予測された⁶⁾。

つぎに、主要道路付近で、とくに樹木の衰退が目立つことから、自動車排気ガスによる影響を検討するため、亜硫酸ガスと同様にくん煙実験が行なわれた。これによるとケヤキなどで、かなり高濃度の排気ガスにさらされた場合、葉に被害症状が認められる程度で、亜硫酸ガスによる影響にくらべ、きわめてその毒性は低いものと考えられた⁷⁾。しかし、低濃度排気ガスの長期にわたる影響については残された問題となっている。

(3) 現地植栽試験によって、亜硫酸ガスによる樹木被害の測定が実施された。これは、いわばくん煙による実験結果の現地への適用を試みたものであった。この試験は、岡山県水島地区に煙源から距離別に4か所の試験地で、アカマツ、スギ、ヒノキといった亜硫酸ガスに対する感受性の異なる樹種をポット植えにして設置し、被害状況と大気中の亜硫酸ガス濃度の関係について調べられた。この結果、被害症状の発現時期とその程度は、ガス濃度が高い地点ほど、早くまた、著しい、そして、樹種のなかでは、アカマツが最も被害が大であること、3樹種の被害発生時間と大気中のガス濃度の関係は実験でえられた、時間・濃度効果とほぼ一致するものであったこと、被害発生に対し一次的加害要因となる病虫害は認められなかったことなどから、亜硫酸ガスが被害の発現に対する主要因と判断された⁸⁾。そして実験結果の現地適用の可能性が示された。

(4) つぎに、大気汚染と病害発生の関係について、とくにマツのすす葉枯病、はぶるい病、広葉樹にみられる、すす病、うどんこ病などが大気汚染が問題となる地域で、目立つことが観察された。とくにマツのすす葉枯病の発生に対し、亜硫酸ガスが誘因となることが、菌の接種とガスくん煙の組合せ実験から証明された⁸⁾。このような、汚染地域で発生する病虫害の問題は、今後、病害発生誘因としての大気汚染の問題だけでなく、樹木被害の拡大要因としての病害という2つの面から重視されていく。

(5) 樹木に対する大気汚染の影響を測定する場合、樹木の示す反応を直接測定するほかに大気汚染により敏感に、しかも樹木と同じ生活の場をもつ植物について調べることは、樹木への影響を知るうえで重要であるとともに大気汚染指標としての効果も大である。この意味で樹木に着生するセンタイ類をえらび、東京都、千葉県市原市などで調査が実施された。東京の例を示すと、着生センタイ類の種類組成から都内を5つの地区に地域区分できた。すなわち、①センタイ類のほとんどみられない都心部、②コモチイトゴケ、サヤゴケがわずかにみられる区部の1部と、立川、八王子の中心部、③この2種類のセンタイ類がごく普通にみられる、都心の外周部と三多摩の一部、④さらに数種類のセンタイ類が出現する三多摩の大部分、⑤正常に着生植生を示す三多摩の周辺部である。この地域区分は、亜硫酸ガスの濃度分布とよく一致しており、高い指標性が認められた⁹⁾。

以上が第2期における成果の概要であるが、今後の問題点として、普遍化しつつある都市および周辺の汚染被害をより適確に把握するために、亜硫酸ガス以外の汚染物質(オゾン、窒素化合物など)および、これらの複合ガスの影響についての解明が必要であること、また、樹木をはじめ各種の生物が示す反応を通じて汚染の程度を検知する手法の確立が、環境保全対策への具体的指針を得る上で必要であることが指摘された。

この研究は、これらの問題点をふまえて昭和47年度から指標生物に視点を置いた研究に引きつがれた。

大気汚染と樹木被害の関係は、大きく2つの立場がある、1つは被害の軽減防止といった樹木の栽培の面からの立場と、被害樹木を汚染環境の程度を検知する指標として位置づける、いわば被害を受ける立場に立った視点とである。第3期で進められている研究目標は後者に置かれているが、研究そのものは前者にも対応しうる成果が提供できる。

指標生物として考える対象は、樹木を中心に、着生植物、昆虫、病菌、土壤微生物、動物を加え、これら生物の汚染に対する変動を把握し、指標性の高い生物種・個体を検索しその活用をはかろうとするもので、昭和47年から5か年の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」の一環としてはじまった。第2期につづいて場内プロジェクト研究(主査・47～49年中野科長(当時)、50年以後土井科長)として新たな研究分担として造林第2研、材質研、昆虫第1、2研、関西支場昆虫研の参加をえて、より広範囲な専

門分野からなる研究体制がしかれた。

現在までの主な研究内容を項目ごとにみると汚染地域における樹木衰退調査がひきつづき継続されており、これまでの東京を中心とした範囲から都心から 100 km 圏内にわたって調査が進められ、スギ、ケヤキについて衰退分布を示す地図化ができ、これらの耐性限界が明らかにされた¹⁰⁾。このスギ、ケヤキを中心として、汚染指標としての有効性を検討するため、その衰退現象の解析が進められている。例えば、異常落葉、葉色の変化、葉面積・枝の伸びなど物質生産面からの解析、ソフト X 線による年輪解析¹¹⁾などが進められている。ケヤキの着果数調査から種子生産に大気汚染がつよく影響していること¹²⁾、またポット苗による現地配置試験で、汚染地と非汚染地間の成長量比較¹³⁾から大気汚染が成長を著しく阻害することが報告されている。

いっぽう、これら野外の現象解析と平行して、その実験的裏付けをうるため、ガスくん煙実験も進められている。新たに人工光源を利用したくん煙装置(コイトロン HN 型)が造林第 1 研に、浅川樹木研のビニール製のくん煙ハウスがガラス製に建てかえられ、これらを使って SO_2 、 O_3 およびこれらの複合ガスに対する感受性の樹種間差、葉の害徴及び落葉の発生¹⁴⁾、各種要因(ガス濃度・処理時間、土壤水分養分条件、光条件、温度条件など)との関係および感受性の日変化、季節変化、感受性機構について調べられている。

また、大気汚染にきわめて高い感受性を示す着生センタイ類を検体としたブリオメーターが開発され¹⁵⁾(写真-3)、汚染のモニタリングテストが現地で実施されている。

病菌、昆虫相についての調査では、大気汚染にともなって発生する病害、昆虫の検索とその指標性の検討が進められ、マツのすす葉枯病菌の接種試験が、野外(広島・大竹地区)に作られた浄化装置¹⁶⁾をつかって実施され、マツノザイセンチュウによる発病と SO_2 の関係についても病態生理のめんから追求されている。

昆虫関係では、汚染とクスノハモグリガの寄生率¹⁷⁾、カイガラムシ類の種類とその分布¹⁸⁾、膜翅目の落下虫数と光化学スモッグの関係などについて関東地域の調査から興味ある結果が得られている。また、関西地区の汚染地を中心に、クモ相の種類とその分布から SO_2 濃度と、クモ相の多様度、類似度の関係について検討されている。



写真-3 ブリオメーター

土壤微生物、動物の指標性調査では、さきに示した、首都圏のスギ、ケヤキの衰退分布と対応させ、環境悪化の程度を示す、微生物相(ゴルフ場の表層土、アズマネザサ葉面上、大気中の各微生物相)および広葉樹林下の土壤中形節足動物相(ベソッカキトビムシを中心として)¹⁹⁾の地域変動が調べられ、樹木の衰退分布と対応した結果が得られている。

このほか、この特別研究では、神奈川県林業試験場に委託として、スギの衰退の実態解析および、現地植栽による指標樹木の検索を中心に調査が依頼されている。

以上、47年からの研究内容を概略示したが、まだ中間段階であり、今後の成果がまたれる。

なお、この10年の間に大気汚染研究関連の解説書²⁰⁾・総説的報告²¹⁾がいくつか出されている。

いっぽう、大気汚染研究は各県においても重要課題として取りあげられ、県林試との情報交換・指導など、各ブロックの専門部会、総合助成による別枠研究(46年～48年 12県)―「大気汚染の樹木に及ぼす影響並に緑化樹木育成に関する研究」―あるいは、研修生(約20県延35名)の受入れを通じて実施されてきた。(井上敏雄)

文 献

- 1) 竹原秀雄ら：大気汚染防止に関する特別報告書，科学技術庁研究調整局，(1967)
- 2) 山家義人：東京都内における樹木衰退の実態，森林立地，13，(1)，(1971)
- 3) 竹原秀雄ら：東京都内の大気汚染とアカマツの葉中硫黄含有量との関係，大気汚染研究，4，(1969)
- 4) 佐藤 俊：大気汚染度と樹木の葉中硫黄含有量の関係，大気汚染研究，5，(1970)
- 5) 小林義雄：大気汚染と緑化樹木，山林種苗，17，(1971)
- 6) 井上敏雄：亜硫酸ガスによる樹木の被害，植物防疫，27，(6)，(1973)
- 7) 井上敏雄ら：大気汚染による樹木被害―自動車排気ガスの被害，大気汚染研究，5，(1)，(1970)
- 8) 千葉 修ら：大気中の亜硫酸ガスが，マツのすす葉枯病の発生に及ぼす影響¹⁾，日林誌，50，(5)，(1968)
- 9) TAODA, H.: Mapping of atmospheric pollution in Tokyo based upon epiphytic bryophytes, Jap. J. Ecol., 22, (3), (1972)
- 10) 山家義人：東京付近における樹木衰退の実態，日林講，85，(1975)
- 11) 太田貞明：特異な生育条件と材形成の異常―大気汚染下に生育した林木の年輪構造，日本大会要旨，(1974)
- 12) 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，日林講，85，(1975)
- 13) —————：大気汚染がケヤキ苗木の生長に及ぼす影響について，日林講，84，(1974)
- 14) 井上敏雄：オゾンによる内生エチレンの生成と樹木の落葉現象の関係，大気汚染研究，9，(2)，(1974)
- 15) 埴田 宏：Bryo-meter, an instrument for measuring the phytotoxic air pollution, Hikobia, 6, 3-4, (1973)
- 16) 田中 潔ら：活性炭利用簡易浄化装置の試作とアカマツ針葉S含量からみたSO₂浄化能力の検討
日林講，85，(1975)
- 17) 野淵 輝ら：大気汚染とクスノハムグリガ，日林講，84，(1974)
- 18) 萩原 実：大気汚染地帯のガイガラムシ実態調査(予報)，日林講，84，(1974)

- 19) 新島溪子：東京付近の土壤中形節足動物相，日林講，85，(1975)
- 20) 埴田 宏：環境汚染と指標植物，共立出版，(1974)
- 21) 土井恭次：大気汚染と樹木，山林，1006，(1968)
- (故)千葉 修：大気汚染と都市の樹木，植物と自然，6，(7)，(1972)
- 小林義雄：大気汚染の指標植物，森林立地，14，(2)，(1973)
- 埴田 宏：大気汚染が植物に与える影響とその調査方法，日本生態学会誌，23，(2)，(1973)
- 井上敏雄：大気汚染と樹木被害，森林航測，102，(1974)

3. 林地土壌の生産力に関する研究

この研究は昭和38年から5か年計画で，農林水産技術会議の特別研究として実施された。技術会議が発足すると，すぐに土壌の生産力に関する研究を企画し，最初に畑土壌生産力の研究が昭和31年から36年まで実施された。ひきつづき桑園土壌(昭和33～37年)，草地土壌(昭和36～40年)，果樹園土壌(昭和38～42年)が行なわれた。林地土壌の生産力もこの研究の一環である。

林地と農耕地とは，土壌の調査法，研究手法にかなりの相違がある。これについて若干説明を加えよう。

畑土壌の研究は，基本土壌調査，生産性土壌調査，土壌水分調査，栽培試験が主な内容であり，このほか土壌の基礎研究が付帯する。具体的に説明すると，1つの地域で基本土壌調査が行なわれ，生成論的ないし土壌型学的に土壌を区分する。区分された土壌の単位(土壌統)ごとに生産性土壌調査が行なわれる。表土の厚さ，耕耘の難易など10項目ほどの性質について等級区分する。その主旨は正当な収量をあげ，また正当な土壌管理をする上で，それぞれの項目が制限因子，阻害因子になるかどうか，その程度がきわめて小さい第1等級からきわめて大きい第4等級までに分級される。この研究手法は後続の草地，園地土壌にも踏襲された。

農作物の収量は施肥，土壌管理に強く影響される。このため，土壌の生産力可能性を分級する場合，収量より土壌管理の難易の方が指標として有効であろう。この点林地の場合，土地環境条件は人為的なコントロールをうけることが少なく，その良否が直接林木の生育と結びつくことが多い。したがって，土壌はもちろん，これ以外に地質，地形，標高などの環境条件を総合すれば林木の成長を予測する可能性がある。林地では栽培試験を短年月で行なうことはできないが，壮齡林を調査の対象地にすれば，長年月の成長過程が解析できる利点がある。本研究が開始された当時すでに地位指数という簡明な生産力指数が用意されていたのである。

森林土壌の調査・研究は昭和22年以来順調に進み，土壌基準型の潜在生産力は，おおまかではあるが，評価可能な段階であった。そこで本研究では，さらに高精度の生産力評価を求めて，新しい手法を開発するため次のような内容について研究を進めた。

(1) 森林立地(環境)区分 全国的な視野から約 20 の地域を選び、気候、地形、地質など立地要因を解析して、立地区を分ける。これは精密調査地を設定する予措でもある。

(2) 環境要因と土壌の生成 精密調査地で土壌の形態、性質、分布の特徴を調べ、環境要因との関係を求めるほか、土壌と森林植生の組成との対応を調べ、土壌の生成に関する要因を解析する。

(3) 林木の成長過程 地域あるいは立地区ごとに、林木の成長過程を調べ、環境条件との対応を求める。

(4) 土壌・環境条件と林木の成長 精密調査区内で、多数の壮齡造林地を調査し、林木の成長(地位指数)と土壌を中心とした環境諸条件との対応関係を求める。

(5) 林木の養分分布調査 根、幹、枝、葉など林木の部位に、窒素、燐酸、カリ、石灰など林木の養分がどのように分布しているかを調べ、土壌条件、成長の良否との対応を求める。

1. 林木の成長過程の地域特性

一般に生物の成長は、初期には遅いが、しだいに速くなり、後期にまた衰える。林木の成長過程も同様である。問題は林木一代のうち、成長衰退がいつあらわれるかである。スギ林の樹高成長曲線を次式にあてはめ、常数を比較すると、表-1 に示すとおり、成長過程には明らかに

表-1 地域別、スギの成長過程
——樹高成長曲線の比較——

	地 域	樹高成長曲線 ($Y_t = K - a \times b^t$)* の常数		
		k	a	b
裏 日 本	秋 田 ・ 能 代	80.7	79.8	0.969
	山 形 ・ 新 庄	58.5	57.2	0.952
	新 潟 ・ 山 北	44.5	42.4	0.934
	新 潟 ・ 村 松	42.2	41.4	0.936
	富 山 ・ 石 動	43.1	41.2	0.918
	鳥 取 ・ 智 頭	57.2	56.3	0.958
表 日 本	岩 手 ・ 気 仙 沼	22.5	20.4	0.832
	岩 手 ・ 遠 野	34.6	33.9	0.896
	埼 玉 ・ 秩 父(低山)	28.2	26.2	0.861
	〃 〃 (山地)	35.7	34.7	0.910
	静 岡 ・ 天 城	24.3	21.9	0.857
	〃 ・ 天 竜(低山)	24.7	23.2	0.878
	〃 ・ 天 竜(山地)	35.9	34.7	0.911
	奈 良 ・ 吉 野	28.9	25.7	0.862
	四 国 (山地)	26.5	25.0	0.878
	鹿 児 島 ・ 大 口	22.8	15.5	0.773

* Y_t : t 階級の樹高, t : 5 年間隔の階級, k, a, b : 常数.

地域差が認められる。

$$Y_t = K - a \times b^t$$

ただし、 Y_t : t 齢階 (5 年間隔) の樹高

K , a , b : 常数

裏日本の地域では、 K , a , b の値が大きい。とくに b が 1 に近い、これは成長曲線が直線に近いことを意味する。すなわち、40, 50 年の間に成長衰退があまりおこらない。これに対して表日本の地域は、成長衰退が大きい。地域性のなかには多分に品種的要素が含まれる。南九州に多いメアサ、オビスギ、千葉のサンプスギは明らかに表日本型、北九州のヤブクグリ、山陰のオキノヤマ、北陸のボカスギなどは裏日本型の成長を示す。

2. 土壌型区分と林木の成長

それぞれの調査地域で、壮齢造林地を選び、造林木の成長と土壌を中心にした環境要因との対応関係を調べた結果、どの地域でも、土壌型区分と密接に関係することを認めた。スギ林について図-1 に示す。これは標本林分約 600 か所の調査結果を、地域別、土壌型別に整理したものである。どの地域でも次の傾向が明らかに認められる。

スギ林の成長は、BA・BB 型 (乾性褐色森林土) が最も悪く、Bc 型 (弱乾性)、Bd 型 (適潤性) と、湿潤な土壌ほど良好となり、Be 型 (弱湿性褐色森林土) が最もよい。なお褐色森林土は日本の山地の約 7 割をおおう、林業上最も重要な土壌で、現行の形態的森林土壌分類は林地の生産力分級の上からも優れたものであり、森林土壌調査の重要性がこの研究からも十分に裏付けされる。

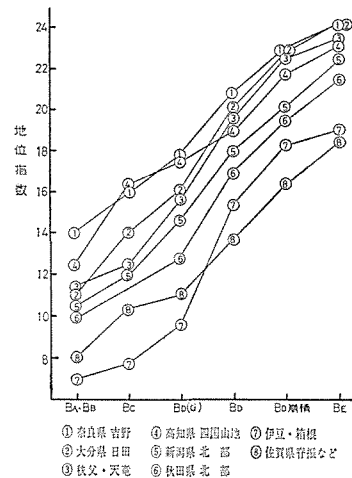


図-1 地域別土壌型とスギの成長

3. 土壌・環境条件の数量化による林木成長の予測

昭和 37 年本研究を企画していたころ、数量化理論の適用をこころみて、一応の成功をみた。すなわち、土壌、地形、地質など質的な要因を数量化し、これら多数の要因を総合して林木の成長を予測するのである。その方法を簡単に説明する。1 つの地域で、約 200 か所の標本林分 (壮齢造林地) を選び、造林木の成長 (地位指数: Y) と土壌・環境の要因 ($X_1, X_2, \dots, X_n$) とを調べ、コンピューターを使い、次の 2 式にしたがって、 n 個の要因項目に与えるべき数量を計算する。

$$\hat{Y} = X_1 + X_2 + \cdots + X_n \quad (1)$$

$$\sum (Y - \hat{Y})^2 = \min. \quad (2)$$

ただし、 $\hat{Y}$: 推定地位指数、 Y : 実測地位指数、 $X_1, \cdots, X_n$: 要因項目のスコア

表-2 スギ林の成長に対する環境要因の寄与度

地 域	重 相 関 係 数 (推定の 精 度)	偏 相 関 係 数 (要因項目の寄与度)							
		土 壤 型 区 分	地 区 形 分	地 区 質 分	方 区 位 分	標 高 分	A 層 厚 区 分	土 性 分	堅 密 度 区 分
裏 東 北	0.925	0.793	0.601	0.283	0.223	0.146	0.241	0.117	0.116
秩 父・天 竜	0.892	0.751	0.330	0.494	0.092	0.261	0.204	0.111	0.182
南 海	0.913	0.555	0.509	0.624	0.234	0.313	0.238	0.211	0.217

得られたスコアを用いれば、任意の林地にあてはめ、その土地の生産力(将来の成長)が予測できる。この場合の推定精度(重相関係数 $\rho_{Y\hat{Y}}$)はかなり高い(表-2)。また、どの要因がどの程度成長に寄与しているかを、偏相関係数で比較することができる。表-2 に示すとおり、土壌型区分の偏相関係数は著しく高い、つまりこれがスギ林成長の最もよい指標となる。このほか、地形、地質も重要な要因といえる。

4. 成長予測の適合度と生産力の地域格差

数量化によって推定された成長が実際にどの程度適合するかを検討した。前記の推定精度(重相関係数)は、限られた標本林地について計算されたものであり、それ以外の任意の林地について適合するかどうかを検討したのである。林地土壌の生産力研究を始めたころ、それ以前に行なったスギ品種の環境調査の資料をもとにして環境要因スコア表を作り、本研究で得た各地の調査林分にあてはめた結果、表-3 の数値を得た。

天城、富士・箱根地域では推定値が過大となった。つまりこれらの地域は、スコア表作成の地域にくらべて生産力がかなり低い。秩父、天竜の地域では推定値がわずかではあるが小さい。このような生産力の地域格差を補正すれば、スギ品種のスコア表は各地域の成長予測によ

表-3 数量化による林木成長予測の適合度と林地生産力の地域格差

地 域	天 城	富士・箱根	秩 父	天 竜
適 合 度 (相関係数 $\rho_{Y\hat{Y}}$)	0.862	0.875	0.791	0.824
地 域 格 差 ($\bar{Y} - \hat{Y}$)	-4.2	-6.3	0.8	0.1

Y : 実測地位指数(林齢40年の樹高-m)

$\hat{Y}$: 推定地位指数——スギ品種のスコア表により計算した地位指数

く適合するといえる。

研究成果の実用化：

本研究の成果は、研究終了を待たず、昭和 40 年に開始された民有林の林地生産力調査、国有林の地位指数調査事業にとりあげられた。林地生産力調査は県林試の連絡試験・調査として、北海道ほか 22 県が参加し、県内の立地区分と主要樹種の成長予測を行なった。当土じょう部はそれらの指導と各県の環境要因数量化計算を担当した。また国有林では、経営計画区ごとに、主要造林樹種別の地位指数調査を行ない、スコア表を作成した。これが中心になって、立地級区分の基準を作り、林地の格付けが進められた。(真下育久)

4. 材質育種に関する研究

木材の需要は、建築用材を主にした用途と紙・パルプ等の繊維原料としての用途に大別され、将来においてもこの 2 つの用途はかなり永続するものと考えられる。したがって、林業の生産目標も当然この 2 つの用途をめざしたものになるが、これらの用途では生産材の品質に対する要求がかなり異なる。例えば、建築材としては木材の吸湿性などの物理的性質を主とした表面材料としての性質、構造部材としては材料の強度や弾性が要求されるが、繊維原料としては生産費が安く、製品の収率もよく、できるだけ均質な材料を多量に収獲することが必要である。

いっぽう、需要と供給面をみると、木材需要のかなりの部分を外材の輸入に頼っているが、国産材の低質なものはどんどん見捨てられる傾向にある。とくに、主要造林樹種であるカラマツは全国的人工造林面積の 10% をこえるが、材価が低いうえ、間伐材が利用されないために造林意欲を停滞させている。また、従来は木材の独占場であった用途に対しても木材以外の材料が現われ、その需要をのばしている。こうした需要の変化を考えると、たんに量生産だけを目指とした生産手段では、将来の木材需要に対応できないことは明らかである。また、木材の材質は、林木の生育環境によって複雑に変動するが、同一環境に生育したものでも個体によっていちじるしく異なり、遺伝による支配も強くうけると考えられる。

このような見通しと諸外国における材質を対象とした育種研究の成果を背景として、昭和 35 年に、材質の変異性と遺伝性を明らかにするための基礎研究に着手することになり、建築材および繊維原料の両用途につかわれるアカマツを対象として研究計画がたてられた。翌 36 年度より、当場の主要試験研究の一つとして、本場造林部・木材部・林産化学部、東北支場、関西支場、東北林木育種場、関西林木育種場の共同で研究が開始された。

研究計画は、東北地方と関西地方の天然生アカマツ林で成長、材の比重、樹形などを毎木調査し林分特性をはあくするとともに、それらのなかから 30 本前後の試験木を選定する。各試験木について、こまかい形態、樹幹解析、材の物理・強度・組織上の特性、パルプ特性、化学成

分、松脂浸出量などの測定を行ない、各形質の変動量と形質間相関をしらべて、材質に関する選抜形質の選択と選抜方法を確立することとした。さらに試験木からタネとツギホを採取して、東北地方と関西地方に、両地域の試験木の子供群を入れた次代検定林をつくり、母樹の遺伝性を確かめるとともに、諸形質の遺伝相関および遺伝力などを求めて、材質に関する育種方法を確立することとした。

研究の中味は、各試験木について 255 形質を測定するという膨大なものであった。多くの研究者の労をわずらわし、かなりの歳月を費やしたが、研究結果は材質育種に関する研究（第 1 報）東北地方アカマツ¹⁾と同（第 2 報）関西地方アカマツ²⁾としてまとめられた。主な成果の概要は次のとおりである。

1) 繊維長：樹心から外側へ向って繊維の長さは、はじめ急激に増加し、後その増加率が急激に減少するようになるが、それに至る年輪数は母樹によって差がある。成熟材部の平均値と全年輪の平均値は母樹によって差があり、差の大きさは林分によって異なる。関西の林分では年輪幅が広いにもかかわらず繊維長は一般に大きな値を示した。また、これらの値と全樹幹から試料を採取して製造したパルプの平均繊維長との相関が高い。未成熟材部と成熟材部の間には相関関係があり、前者の年輪数が増加するにつれて相関係数も高まる。

2) 年輪幅：樹幹の代表値としては胸高枝下材の値が適当である。

3) 晩材率：東北地方の林分でやや大きく現われる。樹幹の代表値は 2) と同様である。

4) 容積密度数(比重)：2) および 3) と同じく、胸高枝下材の値が全樹幹の代表値として適当である。未成熟材と成熟材の容積密度数に高い相関関係があり、前者から後者をかなり高い精度で推定できる。

5) 収縮特性・強度特性：繊維方向収縮率をのぞく収縮に関連した形質や強度に関連した形質の値は、容積密度数によって予測しうる。

6) パルプ特性：成熟材部において変動の大きい形質(収率、ローエ価、比引裂強さ、耐折強さ)と未成熟材部で変動の大きい形質(強度に関連した多くの形質)がある。材との関連性をみると、パルプの強度性能は晩材率と負の相関を示し、収率は容積密度数および晩材率と正の相関を示す。

7) 化学組成・生松脂晩出量：化学組成については、両林分ではほぼ同じ傾向を示した。生松脂浸出量は関西の林分でやや多かった。

このほか、多くの形質の個体内および個体間変動量とそれら相互の形質間相関を検討し、測定が比較的容易ないくつかの材質指標を取りあげ、選抜形質とした。すなわち、構造材に対しては枝下高、幹の完満度、幹の通直性、枝痕の状態、成熟材の年輪幅・晩材率・容積密度数・繊維方向収縮率など、パルプ用材に対しては成熟材の年輪幅・晩材率・容積密度数・繊維長などである。さらに、これらの各形質を平均値と標準偏差で A～D の 4 段階評価をし、それぞれ

の用途で取りあげた形質がすべてAまたはBであるような個体を選べば、総合的にすぐれた材質をもつ個体であるとした。

母樹別家系を用いた検定林は、昭和42年秋に大阪営林局福山営林署管内鱸原山(たたらぼらやま)国有林119林班、昭和43年春に青森営林局岩手営林署管内上坊山(うわんぼうやま)国有林526林班に設定した。クローン検定林は、ツギキ増殖が遅れたため、昭和49年秋に赤沼試験地内に設定した。これら検定林からの情報は7~8年後の間伐時点になるが、所期の成果が得られるものと期待している。

この研究は、材質の変異性の検討と選抜方法の確立をもって1つの段階を終え、検定林からの研究材料が得られるまでしばらく中断することになる。これまでに得られた成果は前述のとおりであるが、それとは別に、この研究によって材質育種という用語が林業技術の中に定着し、技術者の関心を高めたことは、将来のこの種の研究の発展に大きな意味をもつものである。また、この研究からの直接的あるいは間接的発展として、材質育種研究班のメンバーの何人かが引き続き関連した研究課題に取り組んでいることは心強い。たとえば、アカマツの繊維長についてはさらに詳しく解析され^{3)~12)}、育種の面でも利用できる有益な情報を提供した。アカマツの諸形質の遺伝性に関する育種グループの研究のなかでも、材の比重が取りあげられ、親子相関の高いことが推定された¹³⁾。また、本研究の成果をもとにして、永年性作物の育種における早期検定法の確立に関する特別研究に参加し、重要な材質指標について早期検定を行なうにはなお検討すべき問題が残されているが、その可能性の高いことを指摘した¹⁴⁾。カラマツについては、アカマツで対象とした形質以外に、材のねじれの問題が大きいので、これと関係の深い繊維傾斜度が調べられ、いくつかの有益な知見が得られた。カラマツの繊維傾斜度は個体によって大きな相違があり、利用上許容できる材をもつ個体も少数ではあるが、一般造林地に存在する¹⁵⁾。また、育種できる十分な遺伝変動量を含んでいる¹⁶⁾。天然林からのタネの産地によって繊維傾斜度の小さい個体の出現頻度が異なる¹⁷⁾。一般造林地での選抜方法・選抜基準の検討も行なわれ、選抜効果が推定された¹⁸⁾。さらに、木材部では外的条件と旋回成長、造林部では苗木段階における早期選抜に関する研究が続けられている。(岩川盈夫・三上 進)

文 献

- 1) 材質育種研究班：材質育種に関する研究(Ⅰ)，東北地方アカマツ，林試研報，222，(1969)
- 2) —————：同(Ⅱ)，関西地方アカマツ，林試研報，244，(1972)
- 3) 須藤彰司：アカマツ仮道管長の変異について(Ⅰ)，木材誌，14，(1)，(1968)
- 4) —————：同(Ⅱ)，木材誌，14，(1)，(1968)
- 5) —————：同(Ⅲ)，木材誌，14，(2)，(1968)
- 6) —————：同(Ⅳ)，木材誌，14，(8)，(1968)
- 7) —————：同(Ⅴ)，木材誌，15，(2)，(1969)

- 8) ———— : 同(VI), 木材誌, 15, (6), (1969)
- 9) ———— : 同(VII), 木材誌, 16, (4), (1970)
- 10) ———— : 同(VIII), 木材誌, 16, (5), (1970)
- 11) ———— : 同(IX), 木材誌, 19, (9), (1973)
- 12) ———— : 同(X), 木材誌, 19, (12), (1973)
- 13) 岩川盈夫ら : アカマツの母樹別自然交配家系における諸形質の遺伝性, 林試研報, 207, (1967)
- 14) 加納 孟ら : 材質の早期検定, 木本作物の育種—早期検定法の開発と利用, (1973)
- 15) 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)
- 16) 三上 進ら : カラマツの繊維傾斜度におけるクローン間変動, 日林誌, 54, (7), (1972)
- 17) ———— : カラマツの繊維傾斜度とタネの産地, 日林誌, 56, (6), (1974)
- 18) ———— : カラマツの繊維傾斜度に関する選抜, 林試研報, 276, (1975)

5. 施設農業における光質利用の技術化に関する総合研究

いわゆる施設農業の新しい要因として, 最近光の質が注目されているが, 各種作物の栽培に光を選択的に利用することを目標とした大型研究が, 昭和 45 年度から農林水産技術会議の別枠研究としてはじめられた。当時は, 林木の育成部面における応用の可能性を検討するため, 昭和 46 年度から 4 か年間本研究に参加した。

この研究は,

- ①300~800 nm の単光色およびそれらの組み合わせにたいする作物の生育反応の解明,
- ②光質利用の技術化のための試作
- ③施設農業における光質利用の技術化

の 3 つの大課題にわけられており, 当時は①, ③について林木を材料とした研究を分担した。これらのなかでとりあげた小課題の研究成果の概要は次のとおりである。

1. 林木種子の発芽にたいする単色光の影響¹⁾²⁾

クロマツのタネは気乾状態(水分含量 8% 以下)でも, 発芽に対する光感应性があり, しかも光照射の効果は低温では 1 年以上も維持される。そこで鱗片が固く閉じている時期に球果を採取し, 暗黒下で調製した種子を用いて実験を行なったところ暗発芽がいちじるしくひくく, ある場合には暗黒ではまったく発芽しなかった。しかも自然光下で採取したタネと異なり, 遠赤光が発芽を促進し, 赤-遠赤の可逆反応が認められなかった。また緑色光域の発芽促進効果が自然光下で調製したタネとくらべて少ない。スギ, シラカンバ, ダケカンバのタネも, 球果がまだ緑色をしている時期に採取し, 暗黒下で調製した場合には, 暗発芽が 0% となった。

自然光下で調製したクロマツのタネの暗発芽は, 30°~20°C の変温では 50% であるが, 25°C 恒温では 30% 前後に減少する。30°C 以上の高温ではさらに減少し, 光の照射効果も赤色光域

のみに限定されてくる。また冷処理をおこなっても、暗発芽が増加する。いっぽう、暗黒下で調製したタネでは、冷処理の効果が少なく、かなり長期に処理しても20%前後しか発芽しない。このような実験結果から考えると、冷処理・変温などの温度効果があらわれるためにはタネに前もって光が当たっていることが必要前提条件らしい。

クロマツのタネでは、調製方法のちがいによって、赤一遠赤光の効果の可逆性が発現したり、消失したりする。このような現象はタネの光受容体の量、状態のちがいによって生ずると考えられる。多くの林木のタネで赤一遠赤光の可逆反応が確認されており、光受容体はファイトクロームであるとされている。赤色光によるファイトクロームの励起によって発芽過程の生理作用が進行するが、胚の蛋白生成、特にポリゾームの形成がファイトクロームによって制御されており、またさらに、細胞分裂のスタートも光に依存しているらしい。

(佐々木恵彦・浅川澄彦)

2. 林木のメバエの生長におよぼす特定波長域除去光の影響⁹⁾

林木のメバエの生長にたいする光質の影響をあきらかにするため、特定波長域除去光下での反応を制御環境下で検討した。

クロマツのメバエの初期生長においては、用いたいずれの温度条件、日長条件でも、赤色域除去光下で胚軸が徒長する。胚乳貯蔵養分に依存する胚軸の伸長における光質反応は、3日長条件間に差がないが、上胚軸の伸長は、9時間日長でいちじるしくおくれる。赤色光域除去光下で育てたメバエは、他の光条件下のものにくらべて同化部分の含水率がたかく、また非同化部分への乾物の分配割合がひくく、とくに地下部の生長がいちじるしくわるい。トドマツは実験期間が短かったため伸長生長については明確なちがいがみられなかったが、3日長条件とも赤色光域除去光下で乾物生産量がもっとも少なかった。

また長日長条件では、青色光域除去光下で、頂芽形成がおくれる傾向がみとめられた。スギは、まきつけ後1年をへた苗木について実験を行なったが、赤色光域除去光下では主軸が徒長し、莖端分化が少なかった。いっぽう、青色光域除去光下では主軸の伸長が少なく、莖端の分化が多かった。カンバ類(ダケカンバ、シラカンバ)の光質に対する反応は日長条件でことなり、短日条件では青色光域除去光下で伸長生長が促進され、赤色光域除去光下では伸長量が少ない。いっぽう日長が長い場合には、ごく初期については短日条件下と同じであるが、赤色光域除去光下での伸長速度が次第にはやくなり、連続光下では、うえつけてから1か月後には他のどの光質条件下のものよりも伸長量が多くなる。日長を一定(16時間)にして昼夜温度の組み合わせをかえた実験によると、夜間温度がもっともたかい25℃—20℃区では、赤色光域除去光下でも次第に伸長速度がはやくなるが、夜間温度が15℃、10℃の場合には、赤色光域除去光下ではほとんど伸長しない。さらに、光質効果と光量の関係、(赤/遠赤)比をかえた光条件下での生長反

応をひきつづき検討している。

(浅川澄彦・佐々木恵彦・森川 靖)

3. スギの花成におよぼす特定波長域除去光の影響

スギの花成が被ふくフィルムの色によって影響されることがわかったので、特定波長域除去光下でのジベレリンによる花成反応を制御環境下で検討した。人工光源による、3種の変温条件での反応を比較すると、30—20℃ではほとんど花成がみられなかったが、30—15℃、25—15℃では光質によっていちじるしくことなる花成反応がみられた。つまり青色域をかく光条件下では雌花の形成が多く、赤色域をかく光条件下では雄花の比率がたかかった。

(長尾精文・浅川澄彦)

4. 苗木の生長におよぼす着色フィルム被ふくの影響

苗木の生長調節を主な目的として、アカマツ・ケヤキにたいする各種ビニールフィルム—赤・橙・緑・青・紫の各着色フィルム、中性フィルム(N-30)、紫外域カットフィルム(UVC-2)—の作用特性を圃場で検討してきた。昭和46～48年度の3年間の結果をとおしてみると、予期したような特定の調節効果がみとめられなかったが、前掲の制御環境下での実験結果を考えあわせると、当初から用いた着色フィルムのもつ選光性の程度では、光量・温度などの他の要因の影響をつよくうけるように思われる。この種のフィルムを苗木の生長調節に用いるためには、光質反応にたいする他の環境要因のからみあいにくわしく検討することが必要である。49年度は、あらたに試作された選光性のつよいフィルムを加えてひきつづき検討している。

なおキリの黒痘病抵抗性についての研究に着色フィルムを試用した結果によると、被害のあらわれ方と生長がフィルムの色によってことなるが、明確な傾向はまだ確認されていない。

(山路木曾男・飯塚三男)

5. さし木の発根におよぼす着色フィルム被ふくの影響

当初はスギに重点をおいて、事業的さし木発根率を向上することをねらいとして着色フィルムの効果を検討し、そのご、クロマツ、常緑広葉樹についても試験をひろげた。用いたフィルムは、青(B-20)、緑(G-20)、橙(OR-210)、紫外域カット(UVC-2)、無色(UVC-0)の5種である。

スギを畑地ざしした床を2か月間ビニールフィルムでトンネル状に被ふくした。47～48両年度の結果では、発根率が比較的良好なクロンはもちろん発根率のいちじるしくわるいクロンでも、着色フィルム被ふくによってとくに発根率を向上することはできないようである。いっぽう水ざしの場合には、発根の早いクロンでは1.5か月後の発根率で、発根のおそいクロンでは4か月後の発根率で有意差がみとめられ、ビニール被ふくとくにOR-210が発根をはや

める効果がみとめられた。しかし、最終発根率には有意差はみとめられなかった。発根のおそいクローンの場合には、IBA 処理の発根促進効果が OR-210 フィルム被ふくによってたかめられた。

クロマツの萌芽枝を IBA 処理して鉢ざしした場合には、ビニールをはずしてから 2 か月後の発根率が、ビニールとくに OR-210 被ふく区でたかかった。ここでは色間には有意差がなかったが、水ざししたスギの場合と同様に、IBA の効果が OR-210 被ふくによってたかめられる可能性がある。

(大山浪雄)

6. スギの花成におよぼす着色フィルム被ふくの影響⁴⁾

自然光下でジベレリンの花成促進効果の少ないスギのクローンを着色ビニールフィルム下においてジベレリン処理を行なったところ、一部のクローンはフィルムの色によって異なる花成反応を示した。

雌花については、赤色フィルム(R-20)下で他のどの区よりも多く着花したものは 2 クローンであったが、これらも含めた 8 クローンは青色フィルム(B-20)下で着花数が最低であった。つまり赤色光域をへらすと雌花が分化しにくく、逆に青色光域をへらすと雌花が分化しやすいといえそうである。

いっぽう雌花については、青色フィルム下で他の区よりも多く着花したものは、6 クローンであったが、これらのなかの 1 クローンは緑色フィルム(G-20)・赤色フィルム下でもほぼ同じ程度に着花し、2 クローンは赤色フィルム下でも同じ程度に着花した。これらを含めた 9 クローンは青色フィルム下で着花数がもっとも多く、のこりの 1 クローンは赤色フィルム下で着花数が有意に少なかった。つまり、赤色光域が少ない方が雄花が分化しやすいが、青色光域をへらした場合に雄花が分化しにくいとは必ずしもいえないようである。

(大庭喜八郎・下錦田寿夫)

7. 森林内の光質環境

森林内の散光成分の波長組成を分光放射計を用いて測定した。林外光にたいする林内光の各波長の放射エネルギーの比をみると、いずれの樹種でも遠赤域の値は、それより短い可視域にくらべていちじるしく大きい。700 nm 以下の可視域におけるこのような比の波長間の関係は樹種によってことなり、ケヤキ、カツラ、カシ、メタセコイアでは緑色光域でたかく青色光域・赤色光域でひくい。いっぽう調査したスギ、ヒノキ林では緑色光域のピークはみとめられない。このような樹種によるちがいはそれぞれの樹種の特性一主として葉の形態、質、葉層の構造などによっているものと思われる。またメタセコイア林でしらべた緑色光、赤色光、遠赤色光域の日変化をみると、いずれも林外にたいする林内の比は 9~10 時、15~16 時にピークがあり、

日中はひくい。この傾向は遠赤域でとくにいちじるしい。

(森川 靖・浅川澄彦・佐々木恵彦)

文 献

- 1) ASAKAWA, S. et al : Effect of monochromatic lights on the germination of *Pinus thunbergii* seeds, 日林誌, (10), 54, (1972)
- 2) SASAKI, S. et al : Effect of monochromatic lights on the germination of pine seeds processed in darkness, 日林誌, 56, (10), (1974)
- 3) ASAKAWA, S. et al : Growth of tree seedlings under the lights of different spectral compositions, 日林誌, 56, (12), (1974)
- 4) 下錦田寿夫 : スギの花成におよぼす試作カラーフィルム被ふくの影響, 林木の育種, 85, (1974)

6. 害虫の総合的防除に関する研究

農林業における害虫防除には、合成化学殺虫剤の大量使用による強力な直接的手法が主にとられてきた。この手法は生産力の増大には役立ったが、反面、必要以上と思われる殺虫剤の使用は、環境汚染、自然界のバランス破壊などの問題がおきた。害虫防除法としては、殺虫剤の使用以外にもいろいろな方法が考えられ、従来も一部これらの研究が進められてきている。殺虫剤の大量使用によりおきる問題を解決するためには、各種防除法を合理的に組み合わせて、害虫被害を最少限度に食いとめる総合的な手法の確立が必要である。

自然界がもっている害虫個体数の自然制御機構を、各種防除法の組合せで補強し、害虫の密度を被害許容限界以下にコントロールする総合的防除法の確立に必要な素材研究の推進と、これらの組合せ研究により、総合的な防除体系を作り出すことを目的としている。

昭和46年から5か年計画で、害虫の総合的防除法に関する研究が、別枠特別研究として始められた。参加場所は、林業試験場、農業技術研究所、農業試験場、茶業試験場、果樹試験場、食品総合研究所、中国、四国、九州各農業試験場、高知農林技術研究所、長野県園芸試験場、山口県萩かんきつ試験場、長崎県果樹試験場、静岡県農業試験場、東京農工大、京都大学である。研究内容は、天敵利用、性フェロモンの利用、不妊化法、経済的被害水準の4つの研究グループに分けられ、さらに天敵利用グループは天敵微生物の利用と天敵昆虫の利用に分けられている。

当場は天敵利用と経済的被害水準のグループに参加し、天敵微生物の利用、天敵昆虫の利用を担当している。天敵昆虫の利用の研究対象はトドマツオオアブラとタマバエ類である。

研究内容は、害虫密度の変動要因と発生環境条件の解析、有力天敵の探索と大量増殖法および利用法と現地導入試験、被害許容水準の決定、各種防除法の組合せによる総合的防除の体系

化等である。

(1) 天敵微生物の利用

対象害虫は、マツカレハ、マイマイガ、ハラアカマイマイ等で、経済的被害水準はマツカレハを対象にしている。担当は天敵微生物利用が浅川実験林天敵微生物研究室、経済的被害水準は保護部昆虫第一研究室である。

1) 有力天敵微生物

既往の研究資料から、ウィルス、糸状菌、細菌に有力なものがあり、マツカレハ細胞質多角体病ウィルス(CPV)、黄きょう病菌、*Bacillus thuringiensis*(略称 Bt)、マイマイガ核多角体病ウィルス(NPV)、CPV、Bt、ハラアカマイマイ NPV を利用の対象にした。

2) 害虫密度の変動要因

主にマツカレハを対象に、赤沼試験地に設定した固定試験地で46年以降毎年5回(卵、孵化幼虫、越冬前、越冬後、蛹の各時期)の定期調査を行ない、個体数の変動と天敵類等の動きについて資料を集めている。

3) 病原微生物の大量増殖と利用

ウィルス量産用供試虫の大量飼育は、マツカレハで、日長処理法を用いて大量飼育を行ない、CPV接種でCPVの量産を行なった。また、現地量産法は、袋かけ接種法で実用化した。また、これら対象害虫の人工飼料による飼育法も研究が進んでいる。糸状菌、Btについては、人工培地による増殖法が実用化された。ウィルス貯蔵の実用試験として、樹上、地表、地中、屋内、冷蔵庫等の各条件下で4年間以上保存をつづけているマツカレハCPVの活性検定試験を行っている。このほか、導入微生物の働きに及ぼす影響として、UV、温度、化学物質農薬などの影響を調査した。

4) 現地導入試験

赤沼試験地内3調査林(マツカレハの密度変動調査林、ウィルス散布後のマツカレハ変動調査林、ウィルス・黄きょう病菌併用後のマツカレハ変動調査林)、会津若松市落葉性広葉樹林2か所(NPV、CPV、Bt散布後のマイマイガの密度とウィルス検出)、能代海岸マツ林(CPV散布後のマツカレハの年次変動調査)、高尾山モミ林(NPV散布後のハラアカマイマイの年次変動調査)の各導入試験地を設定し、害虫密度と導入微生物の変動経過の調査を継続中である。現在各調査林とも、害虫密度の上昇はみられず、特に高尾山モミ林では、ウィルス散布後8世代を経過したが、その間きわめて低密度を維持している。この林は、過去にBHC剤を散布したが、数年後には大発生を再びみたところで、ウィルス導入後は発生をみていない点、その効果は明確である。

また、ウィルス防除の効果を高めるため、他の微生物との併用試験を行なっている。マツカ

レハについての CPV と Bt との併用による野外試験の結果、併用区は、それぞれ単用区よりも高い死亡率を示したが、必ずしも相乗的效果はみとめられていない。しかし、CPV の効果は 3 週間以後に増大し、Bt は逆に第 1 週に死亡が集中するが、併用区では両者の特徴が組合って、Bt による初期の死亡とウィルスによる死亡の漸増とがみられた。また、Bt の高濃度区と CPV の併用区では、処理後の摂食量のいちじるしい減少がみられる等の知見が得られている。

以上の試験地のほかに、広島(マツカレハウィルス散布)、尾道(マイマイガウィルス散布)等でウィルスの散布を行なったが、いずれも散布後、害虫の発生はおさえられた。

5) 被害水準

マツカレハについて解析を行なっている、食害量と樹木の成長にあたる影響については、既往の研究資料から解析を行なっている。主に害虫密度の推定法に重点をおいて研究を進めている。推定法として打ち落とし法、速効性殺虫剤(ピレトリン剤)の散布法、ワラ巻き法等について、その推定精度を検討している。

(2) トドマツオオアブラの総合防除

研究担当は北海道支場昆虫研究室である。トドマツオオアブラはトドマツ幼齢樹林地における大害虫で、その防除対策をたてることは、トドマツ林造成上重要である。この害虫の研究は、北海道支場で以前から行なわれており、研究蓄積も多いので、既往の資料を出発点として、造林地に発生する吸収性害虫の代表的害虫として総合防除の対象とした。

1) 被害発生環境の解析

既往の研究資料から、この害虫の被害については、4 月から 8 月までの 5℃ 以上の月平均気温(一種の温度指数)の積算が 45℃ 以上の地域は危険地帯、40℃ 以下であれば安全地帯であることがわかっている。この結果を確認するため、積算度 40℃ 以下の標茶地方(約 37℃)において、3 年間にわたり、寄生率、密度の変動について、調査を行なった。調査地は植栽後 5~7 年目で、ふつう発生が最も拡がる時期にあたりながら、この 3 年間、発生率はいずれも 10% 以下で、密度もきわめて低い状態のまま経過していることがわかり、上記危険地帯の区分が正しいこと、およびこれらの地域では、放置しておいても実質的な被害が発生しない安全地帯であることが実証確認された。

2) 森林の造成法と個体群の変動(林業的防除)

危険地帯と区分された地域においては、林業的手法として、周辺に他樹種を残すなどして、アブラムシの侵入定着をできるだけ抑制する方法が一つの有効な手段であることが、すでに明らかにされてきたが、さらにその他の方法を究明するため、いろいろな異なった施業の行なわれている空沼施業実験林の 5 か所の地区で、アブラムシの寄生のひろがり、個体数の変動、天敵類の消長とその役割等について調査を行なってきた。その結果、まだ植栽後の経過年数、調

査年数とも短い、樹下植栽地、小面積の带状皆伐造林地などの地区では、いぜん被害許容限界以下のレベルを維持しており、これらの施業方法によっても、被害の発生を抑制しうる見通しが得られている。なお、これらの地区が低密度に保持されている要因について、接種による実験個体群を用いて、試験を実施している。

3) 天敵昆虫の増殖、現地導入

有力な天敵昆虫として、寄生蜂モミオオアブラバチを研究の対象とした。この寄生蜂の放飼にあたっての問題点である放飼方法、放飼個体の生産、貯蔵方法、放飼予定地のアブラムシ個体数密度、分布等について調査検討を行なってきた。

この寄生蜂は、アブラムシの寄生がかなり拡大し、密度が高くなると、個体数の増大がみられず、また、個体数が増加すると、2次寄生蜂の寄生率が高まる傾向がみられ、また、羽化成虫を放飼すると、交尾しないで産卵することがあり、そのときは次世代虫は全て雄となるなどの、放飼にあたっての問題点が明らかになった。このため、寄生蜂の生産と放飼に適する虫態の研究が進められた。

この結果、本種は15時間の長日下で飼育すれば、休眠することなく繁殖を継続し、これを12時間の短日下に移して産卵飼育すると、出現したマミイは全て休眠型となる。また、寄主であるトドマツオオアブラは短日下では有翅虫(卵生)となり飼育を継続できないが、第一世代の幹母時代から短日下で飼育を継続してくると、自然日長でも冬期間胎生を続ける系統が得られる。この研究結果から、冬期間に休眠型マミイを常時生産でき、翌春放飼する寄生蜂を大量に貯蔵する方法が明らかになった。

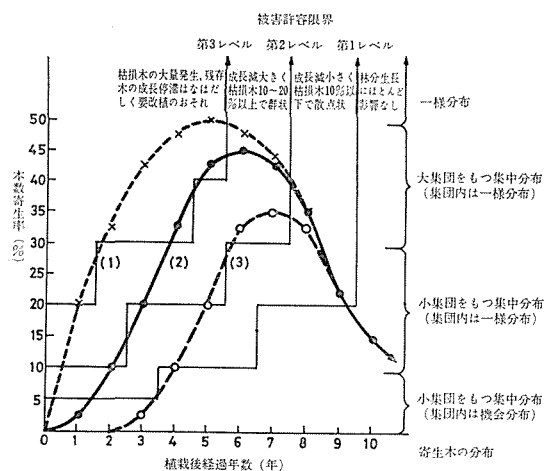
現在、現地に放飼ステーションを設定して、放飼時期、放飼方法と繁殖状況、分散状況等について実験を継続している。

4) 実験個体群による死亡要因の解析

アブラムシを人為的に苗木に接種する場合、放飼ケージの有無がアブラムシの定着、増殖率に大きな影響のあることがわかった。このことから、アブラムシの侵入、定着、その後の増殖の過程で、天敵類がかなり重要な役割を果していることが推察された。さらに、この点を検討するため、現地で天然保残区、带状皆伐人工林区に全期間天敵除去(ケージ区)、接種後一定期間天敵除去、天然非除去の各区を設定し、アブラムシの増殖経過と天敵類(主に捕食性天敵)との関係、および共生アリとの相互関係について検討している。

5) 被害解析、経済的被害水準

トドマツオオアブラの寄生は、トドマツ植栽後10年間あるいはそれ以上にわたってみられ、また林木の生育に応じて、寄生によってうける影響も異なってくる。このため、1963年以来、トドマツ植栽後のアブラムシの寄生の推移と林木の生育との関係(枯損量、成長量、被害木の分布)について調査を行なっているが、これらの資料から被害許容水準について、3つの水準を作



トドマツオオブラの被害許容限界の3つのレベル

- c) つぎに林業的防除法が実行不可能か困難な場合は、生物的防除法をとりいれる。
- d) 生物的防除法が成功すれば、薬剤防除は必要でない。失敗した場合は、薬剤防除を行なう。

(3) タマバエ類の総合的防除

対象害虫はスギタマバエ(スギの害虫)、マツバノタマバエ(マツ類の害虫)で、担当は九州支場昆虫研究室である。

スギタマバエでは5か所、マツバノタマバエでは8か所の固定調査林を設定し、年間各25回の調査を継続し、個体数の変動要因の解析に必要な基礎資料を蒐集するとともに、このほかに、スギタマバエについては九州45営林署に2か所ずつ調査木を設定、マツバノタマバエでは対馬に5調査林を決めて、被害率と天敵の寄生率の変動を調査している。

1) 個体数変動要因の解析

被害率および卵、幼虫、蛹、成虫などの個体数の推定法として、資料の採取法、調査法について、推定精度を検討し、最も効率の良いサンプリング法を考案した。現在各地の調査林から得られつつある資料をもとに、各发育ステージごとの死亡率と死亡要因について、生命表を試作しながら解析を行なっている。

天敵昆虫については、スギタマバエ、マツバノタマバエとも、幼虫調査から、数種の幼虫寄生の寄生蜂が検索されており、発生経過、寄生率、死亡要因としての役割等について調査検討が行なわれている。マツバノタマバエについて、古くから被害の続いている対馬で、タマバエ抑制の主要因の一つと推定される天敵寄生率と被害量の関係について、被害歴の異なる林分での年次変動を調査しているが、この結果、寄生蜂 *Platygaster* sp. の増加でタマバエの被害が

った(図参照)。

6) 防除法の体系化

以上の研究経過から得られた資料をもとに、次のような防除の体系化を行なった。

v) まず、地域を安全地帯(放置でよい)と危険地帯(防除対策を要する)に区分する。

b) 防除対策として、まず林業的防除法(森林の造成法)の実行が可能か困難かを検討する。実行可能な場合は、薬剤防除は必要としない。

終息し、そのごタマバエは低密度で天敵と平衡を保つことが明らかになった。スギタマバエでは、個体数は春芽1こ当り被害葉10程度以上に増加せず、あるレベルで平衡に達するが、この要因はまだ解析できていない。しかし、寄生性天敵2種の役割は、他の要因に比べて相対的に重要ではない。

2) 天敵昆虫の大量採集と保存法

個体数の変動要因としての天敵昆虫の役割と被害量と寄生率との関係を検討しているが、そのなかで、マツバノタマバエの幼虫寄生蜂 *Platygaster* sp. の役割が大きいことが明らかになったので、本種の人為的利用法について研究を進めている。この種類の寄生蜂は代用寄主による増殖ができないので、本種が寄生しているタマバエの幼虫を大量に採集して、この幼虫から発生する寄生蜂を採集する必要がある。被害葉の虫えい内で老熟したタマバエの幼虫は、10月ころから主として降雨時に地上に落下する習性があるので、この性質を利用して、寄生蜂の寄生率の高い被害林から大量に採集した被害葉に適当に灌水することで、幼虫を大量に集める装置を考案した。

採集した幼虫は、健全幼虫や被寄生幼虫混合のまま、考案した飼育装置で飼育管理して、翌年5月の羽化期には成虫採集装置で、寄生蜂だけを捕かくして飼育する。採集した成虫について、飼育温度と給餌法の各種組合せ実験をした結果、平均寿命約50日の飼育法を考案することができた。

3) 寄生蜂の現地放飼試験

上記方法で採集飼育管理した *Platygaster* sp. の成虫をマツバノタマバエの被害林に大量に放飼して、その定着、分散、寄生状況等を調査する方向に研究を進めているが、現在、山形県遊佐町の激害林に約1万頭を放飼した実験林を設定して、人為的に導入した寄生蜂の動態について調査を行なっている。

4) 被害許容水準

各地の調査林の資料について、被害解析を行なっている。

a) マツバノタマバエ

古くから被害の続いている対馬で、最近10年間の成長量と葉の被害率を調べた結果、激害林では、被害率が50%になると急速に成長は回復し、その後3~4年で正常な成長率になることがわかった。このことから、葉の被害率50%を許容水準とみなすことができる。

b) スギタマバエ

短期間で虫の影響を表現する方法として、春芽が次年に形成する芽数と被害の関係を調べている。この結果、成長が正常なスギでは、周辺が被害でのびない場合でも、先端の芽が補償的にのびて、被害程度に関係なく、次年の芽数は同じである。成長の悪い林分では、この補償的なのびが不十分で、葉量は減じて、成長に影響がある。

長期間被害が続いた場合の成長に対する影響については、樹幹解析により行なうが、現在被害歴の明らかな被害林から資料を蒐集している。この場合、無被害の対照区がとれないので、被害歴の明らかな林分で、無被害時代の成長経過から、無被害としての理論的成長量を求め、これからのずれとして被害を推定する予定でプログラムを作っている。

5) 耐虫性品種および施肥

総合的防除の手段として、耐虫性品種および施肥試験をスギタマバエについて行なっている。

スギには多くの品種があり、そのなかにはタマバエが産卵しないものや、産卵しても被害にならない耐虫性をもつものがあるので、優良品種に耐虫性があるかどうか、また交配で耐虫性を強化できるかどうか育種研究室と共同で研究中である。

芽の補償的な伸びを増大させ、被害の影響を少なくする目的で、成長の悪い被害林分で施肥を行なう試験を行なっているが、良い結果が出ている。

(4) 収めた成果と活用のみとおし

- 1) 天敵微生物利用の技術が開発された。
- 2) トドマツ幼齢造林地の大害虫であるトドマツオオアブラの総合的防除体系が確立した。
- 3) マツバノタマバエの被害の推移と天敵昆虫(寄生蜂)の関係および被害許容水準が明らかになった。
スギタマバエの被害解析の基礎研究が進んだ。
- 4) 天敵昆虫利用として、トドマツオオアブラ、マツバノタマバエの寄生蜂の飼育法と現地導入試験にもちこめる量産法が明らかになり、一部現地導入試験に入ることができた。
- 5) マツカレハウィルス(CPV)は実用化された。他の天敵微生物も実用化が近い。
- 6) 各種防除法を合理的に組合せた防除の体系化の例として、今後の森林害虫の総合的防除技術開発に活用される。

(小田久五)

文 献

- 1) 深谷昌次ら編：総合防除，講談社，サイエンティフィック，(1974)

7. カラマツ材の利用技術に関する研究

戦後の荒廃した森林を急速に回復させるための一策として、カラマツ造林が強力に推進されてきたため、その造林面積は全国人工造林面積の10%にも達したが、カラマツ材は利用上問題点が多く、今後増加してゆくであろう伐採木を利用するには多くの難点があり、とくに小径の間伐木においてはその利用に多大の困難をとまなっている。そこで、有利なカラマツ材の利用

技術を総合的に検討して適切な利用法を確立し、間伐が手おくれになったり、造林が停滞したりすることなくカラマツ林業を成り立たせるとともにカラマツ材を原材料とする各種木質加工材料の製造と利用を実用化することを目的としてこの研究はとりあげられた。

研究組織としては、当场木材部の製材、乾燥、加工、強度、集成材、接着、材質改良各研究室を中心とし、林産化学部のヘミセルロース研究室、北海道林産試験場の製材科、合板科の協力によって昭和 47～49 年度の 3 か年計画で進められた。

研究は次の 4 項目がとりあげられた。

1. 画期的な集成化方式によって比較的低質な材や小径木でも安価に集成化できる技術体系を開発し、小径木は連続集成材製造方式、中径以上のものは鋸にかわる切削を導入して集成材としての採算限界点をひきさげる。
2. 合板用材として利用する場合の問題点を解決し、コアー単板としての製造技術を確立し、表面に現われる欠点は表面処理によって補ない優良合板化する。
3. パネルコア材としての小径間伐木の用途を開拓し、構造材としての新しい用途開発をおこなう。
4. 需要増大の見込まれる木質セメント板をカラマツ材でつくるさい、そのあい路となっているセメントの硬化不良や木毛の強度、切削の困難性と歩止り等の問題を解決して残材利用の道をひらく。

1. 研究の経過と成果

1) 効果的な集成化方式

小径材からのラミナ用原板の製材に関しては、製材、乾燥、加工の各工程後の歩止りを検討するとともに、ラミナ材料としての材質とその経済性を調べた。製材に代わる厚突き板の切削に関しては、厚突き板の厚さ、切削前の煮沸、スライサーの切削諸因子等の条件について試験をおこなった。一般に厚さむらは少なく、裏割れは平均して 20～30%であるが、位置による差が大きい。煮沸温度は高いほど裏割れは小さいが、厚突き板の曲げ強さは低下する。ひき板乾燥については小径木から木取った厚さ 25 mm のひき板を対象にして乾燥中のねじれを防止するための圧縮熱風乾燥および後述の逆ねじり応力を与えながらおこなう熱風乾燥について試験し、ねじれを減少させる効果が認められた。また熱盤乾燥をひき板および突き板について試験したが、熱盤温度約 150℃で乾燥時間はいちじるしく短縮され、厚さ 25 mm のひき板では生材から含水率 10%までの乾燥所要時間 1～1.5 時間で、幅どり、狂いも熱風乾燥に比較していちじるしく小さい。ただし、乾燥直後の水分傾斜と水分のばらつきが認められる。集成化の中核をなすコンポーザについては、強度性能の点からフィンガージョイントを前提としたが、図-1 の方式 I のように、まず縦つぎをおこなって後幅はぎをする方式が一般化しているが、工程が

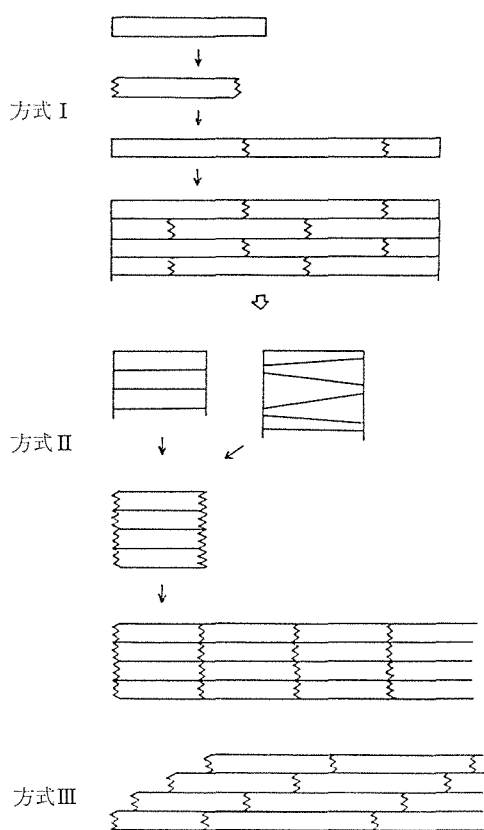
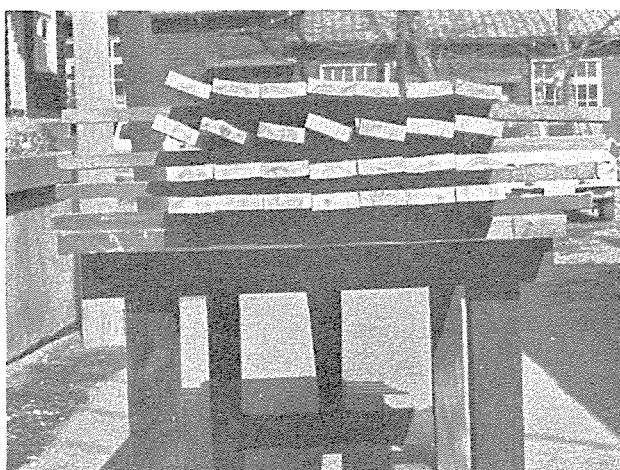


図-1 たてつぎ、幅はぎの組合せ方式

二段になることと一定長の材しかつくれない欠点がある。方式Ⅱは材長は自由になるが工程は複雑となり、縦つぎ部が集中する欠点がある。したがって今回は方式Ⅲのように、一工程ですみ、任意の長さの材を生産できる縦つぎ幅はぎ併用の断続送り方式を採用した試験用コンポーザを開発して製造試験をおこなった。この方式を採用した理由は、工程数が少ない、材料の損失が少ない、縦つぎ部分を集中させずに任意の長さの長尺板ができる、この製造方式は全く新しい構想にもとづくもので未だ民間でも未経験のものである、などによる。コンポーザされたラミナおよび中径原木から調製されたひき板ラミナの積層接着による集成化については、ラミナの等級区分と組合せを考慮することによって、強度的性能の優れた構造用集成材を製造することが可能であり、その初期接着性および接着耐久性も満足すべき結果を示した。



逆ねじり乾燥の効果（上2段はふつうの人工乾燥法によるもの）

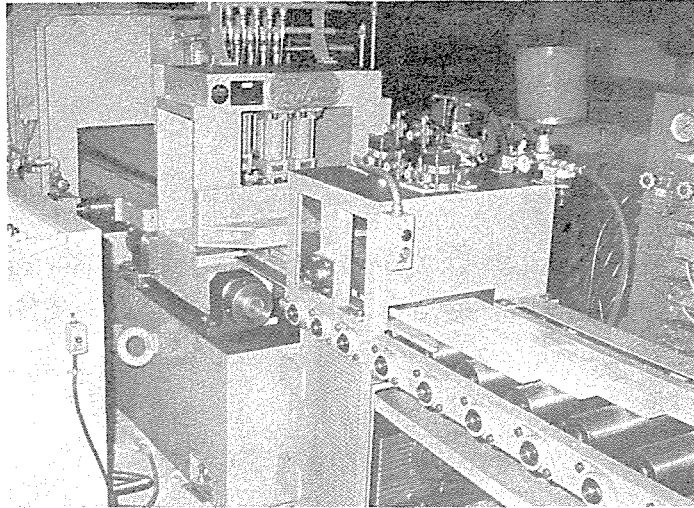
普通合板用の単板として利用しようとする解決すべき技術的問題点が多い。そこで、原木の

厚突き板を原材料とする集成化試験については、板の裏割れの影響が製品の性能に顕著に影響し、せん断強さがいちじるしく低下するので、構造用材料としての用途はその面から制約されるが、造作用材料としての利用分野に期待がもたれる。

2) 合板としての加工利用

カラマツ材は大径無節の場合には銘木的な化粧単板として価値高く使われるが、比較的小径の場合、

煮沸条件，ロータリ単板調製に関連する切削上の諸条件を検討し，その結果，裏割れを35%程度に止められることが明らかになったので，普通合板用の単板としても利用できる見通しをえた。単板接着に関しては，ラワン合板の場合と比較して，仮接着が悪い以外はとくに不都合な点は認められない。仮接着は冷圧段階での接着剤の粘着力より



新しいコアコンポーザ

も単板内部の反張力が大きいときに不良になるので，単板が厚いとその傾向はいちじるしい。厚い単板の接着に際して，接着剤の配合とその後の操作に配慮する必要がある。

3) パネルコア材としての利用

パネルコア材用棧材の製材に関しては，乾燥中のねじれを予想してあらかじめ逆方向に小径木をねじり挽きする試験，および双子丸鋸盤による小径木の鋸断能率と挽材寸法精度を検討する試験をおこなってそれぞれ見通しをえた。これらパネル用棧材の熱風乾燥に際しては，乾燥中に生ずるねじれと逆方向のねじり応力を与えて乾燥する方法を検討し，写真に示すようにねじれはほとんど解消できることが明らかとなった。この場合，含水率10%までの乾燥時間は60時間程度である。パネルコア材用棧材の強度およびこれを枠組みしてその表面に合板を張った実大パネルの強度についても満足すべき性能がえられた。また，表面材を釘打ちする釘着パネルについて，釘の間隔，釘の太さ等のパネル性能に及ぼす影響が明らかにされた。

4) 木毛および木質セメント板としての利用

主としてカラマツ材中のセメント硬化阻害物質にもとづくセメントの硬化不良防止方法について検討した。その結果，水洗による方法，疎水性物質で被覆する方法，薬剤処理による方法等に比べて，熱処理による方法とパラホルムアルデヒド系処理剤の添加が比較的良好な成果を示すことが明らかとなった。その適正処理条件としては，パラホルムアルデヒド4%，塩化亜鉛0.4%を3～5%液で添加し175℃の加熱空气中に2.5～5分さらすことであった。なお，間伐小径材は心材化があまり進んでいないのかえて硬化不良を起しにくい現象もみられた。

(菅野襲作)

8. 南洋材の利用開発に関する研究

わが国においては現在、木材総需要量の約1/4にあたる24,000千m³ (1974)を東南アジア諸地域からの輸入材に依存している。これらの南洋材の約60%は合板として、その他は製材品として建築、家具など広範な用途に利用されている。

東南アジアにおける代表的な樹木はフタバガキ科 (Dipterocarpaceae) のものであり、なかでも用材として最も重要なグループはラワン・メランチ類 (主として *Shorea* spp) である。戦前はもちろん約15年前まで、南洋材の80%以上はフィリピン産のこのグループ (ラワン類) であったが、その資源もわが国の急増する需要をまかなうことができなくなり、全輸入量のなかでしめる割合はしだいに低下してきた。これを補うため、供給地域がサバ、サラワク、カリマンタン、さらにマラヤ、スマトラ、ニューギニア、ソロモンへと拡大していったことはよく知られている。樹種的にはあくまでメランチ類が主体であるが、新地域の開発にともなってしだいに未利用樹種の混入が増加し、各時点、時点で新しい未利用材の活用が大きな課題となり、有効利用のための指針となる資料が強く要望されたわけである。このような情勢のなかで、木材部・林産化学部では昭和39年ころから、未利用材を中心にその材質および加工適性に関する総合的な試験を開始し、現在にいたっている。

とりあげた試験内容は組織構造、各種物理的・機械的性質、耐朽性、ひき材加工適性 (切削、乾燥、接着)、合板製造適性、塗装適性、各種化学的性質、パルプ化、ファイバーボード製造適性などである。

研究の経過と成果

(1) サラワク産メランチ類

ラワン類の代替として最初に輸入され始めたのはサバ、サラワクからのメランチ類である。これらは植物学上近縁のものであるが、フィリピン産材に比べ材質的に或程度異なるといわれていた。われわれも南洋材に対する経験はとぼしく、その実態をはあくするためサラワク産メランチ類を入手し、加工部門を中心に試験を開始した。その結果は材質、加工的な特徴がある程度明らかになり、以後の試験計画のための情報も多くえられた。

(2) カンボジア産材

シリーズ試験がようやく緒についたとき、たまたまカンボジアへの森林資源調査団が派遣され、現地で採取した8樹種 (フタバガキ科5、針葉樹1) を入手することができた。試験は林産化学部もふくめ、ほぼ全項目にわたり、材質、加工適性についての広範な資料がまとめられた。

(3) サバ産カプール類

カプール類 (*Dryobalanops* spp.) フタバガキ科のなかで、最も主要な樹種グループの一つであり、サバ地区の開発とともに輸入量が増加したのを契機にこれを取りあげたものである。加工はラワン類にくらべてやや困難であり、とくに切削、乾燥時の割れ、接着不良や塗料硬化不良などが問題点として指摘された。

(4) アビトン・クルイン類

このグループ (*Dipterocarpus* spp.) は東南アジア全域に分布し、材質的にも広い範囲のものがふくまれている。蓄積が豊富で大径材がえられる点から関心がたかまってきたなかで、前述のカンボジア産チュテールをふくめ、カリマンタン産クルイン、フィリピン産アビトン、マラヤ産クルインを順次とりあげていった。その結果容積重が高く割れやすい性質および樹脂を多く含むために加工上の各種問題点が認められたが、適合した加工条件により広範な用途への利用が可能になったことが明らかになった。

(5) カリマンタン産材

サバ・サラワク地区につづきカリマンタンの森林開発が進んでいったが、初期の時点で木材資源利用合理化本部の斡旋により当地区未利用材 13 樹種 (フタバガキ科 6) の提供をうけ、シリーズ試験の一環としてくみいれた。供試樹種の約半数は重硬材で利用がいちじるしく制限されるが、その他は合板、家具材などに十分利用しうることが示された。当地区産材についてはその後さらに 5 樹種を補足供試した。

(6) ニューギニア、ソロモン産材

この地域は比較的新しく開発され、今まで対象とした地域と異なりフタバガキ科の有用樹種はほとんどみられない。輸入材にも多種多様の樹種が混在し、いわゆる MLH として扱われている。これらのなかから市場性の比較的高いと思われる樹種をえらび、最近の 4 年次にわたり 22 樹種 (針葉樹 1) について試験を続けてきた (写真)。これらのなかには各種用途に対し、材質、加工適性ともすぐれている樹種や材質的にきわめて特異な樹種



供試材の配分 (左よりインツィア, ジョンコン, ラミン, ジョンコン, ラミン)

表-1 供 試 樹 種

樹種番号	科 名	学 名	一 般 名	産 地	グル ブ 番 号
1	Anacardiaceae	Campnosperma brevipetiolata	キャンブノスパーマ	Sol.	X
2		Spondias sp.	スポンジアス	N. G.	XIII
3	Apocynaceae	Alstonia sp.	アルストニア	N. G.	XII
4		Dyera sp.	ジエルトン	Kal.	VII
5	Araucariaceae	Agathis sp.	アガチス	Kal.	XII
6	Burseraceae	Canarium sp.	カナリウム	N. G.	XI
7	Combretaceae	Terminalia sp.	ターミナリア	N. G.	X
8		"	ターミナリア	N. G.	XII
9	Datisceae	Octomeles sumatrana	エリマ	N. G.	X
10	Dipterocarpaceae	Anisoptera glabra	ブジック	Cam.	II
11		Cotylelobium sp.	ギアム	Kal.	VII
12		Dipterocarpus sp.	アビトン	Phi.	V
13		D. alatus	チュテールサル	Cam.	II
14		D. insularis	チュテールバンコイ	Cam.	II
15		Dipterocarpus sp.	クルイン	Kal.	IV
16		"	クルイン	Kal.	IV
17		"	クルイン	Mly.	VIII
18		"	クルイン	Mly.	VIII
19		Dryobalanops sp.	カプール	Sab.	III
20		"	カプール	Sab.	III
21		Hopea pierrei	コキークサイ	Cam.	II
22		Shorea albida	センガワン	Swk.	XIII
23		S. negrosensis	レッドラワン	Phi.	IX
24		Shorea (Rubroshorea) sp.	レッドメランチ	Swk.	I
25		"	ライトレッドメランチ	Kal.	VII
26		Shorea (Anthoshorea) sp.	ホワイトランチ	Kal.	VI
27		S. hypochra	コムニヤン	Cam.	II
28		Shora (Richetioides) sp.	イエローメランチ	Swk.	I
29		"	イエローメランチ	Kal.	XII
30		Shorea (Shorea) sp.	バンキライ	Kal.	VI
31		"	バラウ	Kal.	VII
32		"	バラウ	Kal.	VII
33		"	バラウ	Kal.	VII
34		Vatica sp.	レサック	Kal.	VII
35	Euphorbiaceae	Endospermum medullosum	ニューギニア バスウッド	N. G.	XI
36	Fagaceae	Nothofagus sp.	ニュージーランドビーチ	N. Z.	XIII
37		Nothofagus sp.	ニュージーランドビーチ	N. Z.	XIII
38		Quercus sp.	ボルネオオーク	Kal.	VII
39	Flacourtiaceae	Homalium foetidum	マラス	N. G.	XII
40	Gonystylaceae	Gonystylus bancanus	ラミン	Kal.	XI
41	Guttiferae	Calophyllum sp.	カロフィラム	Sol.	X
42		Cratoxylon arborescens	ゲロンガン	Smt.	XIII

表-1 (つづき)

樹種番号	科 名	学 名	一 般 名	産 地	グル ブ 番 号
43	Lauraceae	Eusideroxylon zwageri	ウリン	Kal.	XII
44		Litsea sp.	リツエア	N. G.	XI
45	Leguminosae	Albizia falcata	アルビジア	N. G.	XIII
46		Intsia sp.	インツィア	N. G.	XI
47		Koompassia excelsa	メンゲリス	Kal.	XII
48		Parkia streptocarpa	ロヨン	Cam.	II
49		Pseudosindora palustris	セプターバヤ	Swk.	XI
50	Magnoliaceae	Michelia sp.	チャンバカ	Kal.	VII
51	Melastomaceae	Dactylocladus stenostachys	ジョンゴン	N. G.	XI
52	Moraceae	Artocarpus sp.	ケレダン	Kal.	VII
53	Myrtaceae	Eucalyptus deglupta	カメレレ	N. G.	XII
54		Eugenia sp.	ケラット	Kal.	VII
55		Tristania sp.	ロンリヤン	Cam.	II
56	Podocarpaceae	Dacrydium elatum	スローラクラハム	Cam.	II
57	Rubiaceae	Anthocephalus cadamba	ラブラ	N. G.	XII
58	Sapindaceae	Pometia pinnata	タウン	N. G.	X
59	Sapotaceae	Palaquium sp.	ナトー	Sol.	X
60		Planchonella sp.	プランチョネラ	N. G.	XIII
61	Simaroubaceae	Ailanthus sp.	ホワイトシリス	N. G.	X
62	Sterculiaceae	Pterocymbium beccarii	アンペロイ	N. G.	XIII
63		Tarrietia sp.	テラリン	Kal.	VII
64	Thymelaeaceae	Aquilaria malaccensis	カラス	Kal.	VII
65	Ulmaceae	Celtis sp.	セルチス	N. G.	XII
66	Verbenaceae	Gmelina sp.	グメリナ	N. G.	XI
67		Tectona grandis	チーク	Bma.	XIII
Bma.: ビルマ Cam.: カンボジア Kal.: カリマンタン Mly.: マラヤ N. G.: ニューギニア N. Z.: ニュージランド Phi.: フィリピン Sab.: サバ Sol.: ソロモン Swk.: サラワク Sum.: スマトラ					

などがあり、それぞれ利用上指針となる諸性質を明らかにした。

(7) その他

各試験の実施のさい、いくつかの項目では特性値の基準としたラワン類が考えられた。試験方法が確立した時点でレッドラワン材を供試し、従来広範な用途に適材とされ加工容易といわれた内容を定量的にうらづけた。同じような意味からチーク材をとりあげ、また後半の試験にあたっては、サラワク、スマトラ、ニュージーランド産材などの主要なものも適宜選定し供試していった。

収めた成果：以上の試験計画によりこれまでに取りあげた樹種は表-1 に示す 27 科，47 属，67 樹種である。

これらについての試験結果は次の業績一覧に列記した 20 の報告に集録してあり、それぞれ

の報告でとりあげている樹種（表-1の樹種番号）を付記した。

これまでに取りあげた樹種は膨大な南洋材のなかではきわめて限られた範囲のものであるが、それぞれの時期の社会的な要請にこたえ有効な技術資料を提供したもので、この一連の試験成果にたいし25回（昭和48年度）毎日工業技術奨励賞が与えられた。なお、この研究をさらに促進する意味で、昭和49年度から科学技術庁特別研究促進調整費による“未利用樹種の利用技術に関する総合研究”が新しい企画のもとに発足することになっている。（筒本卓造）

文 献

- | | | | [樹種番号] |
|-----------------|----|--|---|
| 1) 木材部：南洋材の性質 | 1 | カンボジア産材の性質(1)，林試研報，190，(1966) | [10, 13, 14, 21, 27, 48, 55, 56] |
| 2) ———：同 | 2 | サラワク産メランチ類木材の性質，林試研報，190，(1966) | [24, 28] |
| 3) ———：同 | 3 | カンボジア産材の性質(2)，林試研報，194，(1966) | [10, 13, 14, 21, 27, 48, 55, 56] |
| 4) ———：同 | 4 | 北ボルネオ産カプール材の性質，林試研報，197，(1967) | [19, 20] |
| 5) 香山 彌ら：同 | 5 | カンボジア産材8樹種のパルプ化，林試研報，197，(1967) | [10, 13, 14, 21, 27, 48, 55, 56] |
| 6) 青山経雄：同 | 6 | サラワク産レッドメランチ材およびカンボジア産材の丸鋸被削性，林試研報，200，(1967) | [10, 13, 14, 21, 24, 27, 28, 48, 55, 46] |
| 7) 木材部：同 | 7 | カリマンタン産クルイン材の性質，林試研報，206，(1967) | [15, 16] |
| 8) 松岡昭四郎ら：同 | 8 | カンボジア産材8樹種の耐朽性，林試研報，206，(1967) | [10, 13, 14, 21, 27, 48, 55, 56] |
| 9) パルプ研，繊維板研：同 | 9 | 南洋材数種（フタバガキ科）のパルプ化およびファイバーボード製造，林試研報，207，(1967) | [12, 15, 16, 19, 20, 26, 30] |
| 10) 木材部：同 | 10 | フィリピン産アピトン材の性質，林試研報，208，(1968) | [12] |
| 11) ———：同 | 11 | カリマンタン産バンキライおよびホワイトメランチ材の性質，林試研報，218，(1968) | [26, 30] |
| 12) 木材部・林産化学部：同 | 12 | カリマンタン産13樹種の性質，林試研報，218，(1968) | [4, 11, 25, 31, 32, 33, 34, 38, 50, 52, 54, 63, 64] |
| 13) —————：同 | 13 | マラヤ産クルイン材の性質，林試研報，221，(1969) | [17, 18] |
| 14) 松岡昭四郎：同 | 14 | カリマンタン産バンキライ，ホワイトメランチ，カリマンタン産13樹種およびマラヤ産クルインの耐朽性，林試研報，230，(1970) | [4, 11, 17, 18, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 50, 52, 54, 63, 64] |
| 15) 森屋和美ら：同 | 15 | マラヤ産クルイン材のひき板接着適性，林試研報，231，(1970) | [17, 18] |

- | | | | | |
|----------------|---|----|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 16) 木材部・林産化学部： | 同 | 16 | フィリピン産レッドラワン材の性質， | [23] |
| | | | 林試研報，234，(1971) | |
| 17) _____： | 同 | 17 | ニューギニア，ソロモン産7樹種の性質，林試研報，244，(1972) | [1, 7, 9, 41, 58, 59, 61] |
| 18) _____： | 同 | 18 | サラワク，ニューギニア産8樹種の性質，林試研報，254，(1973) | [6, 35, 40, 44, 46, 49, 51, 66] |
| 19) _____： | 同 | 19 | カリマンタン，ニューギニア産10樹種の性質林試研報，262，(1974) | [3, 5, 8, 29, 39, 43, 47, 53, 57, 65] |
| 20) _____： | 同 | 20 | ニューギニア，その他地区産9樹種の性質，林試研報，269，(1974) | [2, 22, 36, 37, 42, 45, 60, 62, 67] |

9. マツ類材線虫の防除に関する研究

昭和初期に西日本に端を発したマツの集団枯損はしだいに関東南部にまで広がり，昭和23～25年には被害材積100万m³/年をこえ林業上の大問題となった。その後当時の占領軍の指示もあり強力な駆除対策がとられ，被害は一時30万m³/年前後に減ったが，昭和38年ごろより再び増加に転じ47～48年には70～100万m³に達した。このマツ集団枯損の原因は，いわゆる「まつくい虫」と総称される各種穿孔虫類の被害によるものと考えられ，長い間昆虫研究者によりその生態，駆除法などが研究されてきた。これらの研究の積み重ねの結果穿孔虫類の産卵対象となる樹はすでに樹脂浸出が異常になっていて，昆虫が加害する以前に非常に弱った状態にあることがわかってきた。そこで昭和43年～46年の4年間，昆虫加害以前にマツを衰弱させる因子を探索するため，農林水産技術会議の特別研究「まつくいむしによるマツ類の枯損防止に関する研究」として当場の昆虫・樹病・菌類・造林・土壌・気象の林業各部門の共同研究が行なわれた。この研究において昭和44年にマツ枯損木の材中にある種の線虫が普遍的に分布することが発見され，ついで翌45年にはこの線虫の接種によりマツ生立木が自然におけると同様に急激な萎凋枯死を起こすことが確認され，ここに長い間のマツの枯損問題すなわちまつくい虫研究に一大転期をもたらすこととなった。線虫のマツ枯損の病原体としての確認により，この特別研究終了後も問題の重要性から本支場の樹病昆虫部門共同のプロジェクト研究「材線虫によるマツ類の枯損に関する研究」として線虫に集中した研究が進められた。これはさらに昭和48～50年度の3年間の農林水産技術会議による特別研究「マツ類の材線虫防除に関する研究」に引継がれ，保護部門のほか林産化学部，造林部さらに千葉・和歌山・鹿児島各県林業試験場の協力をえてマツ枯損問題の解明と防除法の確立に決着をつけるべく鋭意研究を続行しているところである。マツが日本人の生活と密着している樹種であるため，材線虫の発見以来急速に進展した研究成果が直ちに行政に反映して用いられていること，防除技術確立の面で多くの公立林業試験場との緊密な協力体制がとられていることも，本研究の進展についてのべるとき欠

くことのできない一面であろう。

研究成果

(1) マツノザイセンチュウの分類学的所属および地理的分布

マツ枯損の病原体である線虫は、下等動物の線虫門 (Nematoda) 中のアヘレンキダ科 (Aphelenchoididae) に所属する植物寄生線虫の仲間で、*Bursaphelenchus* 属の新種であることが明らかとなり、新たに学名を *B. lignicolus* MAMIYA et KIYOHARA, 和名をマツノザイセンチュウと命名された。本属の線虫は世界に約 20 種知られているが植物の病原線虫としては本種が最初の記録である。また線虫のなかで樹木の材に入って急性いちょう病を起こすものはコヤシ類の red ring disease を除いて他にはない。なお本線虫によるマツの枯損には材線虫病の病名が与えられた。

マツノザイセンチュウは房総半島以西の大平洋沿岸地域に広く分布し、これはマツの激害枯損地域と一致する。茨城県水戸周辺、日本海沿岸の島根・石川県下にも飛地的に分布する。日本以外では知られていない。本線虫はマツノマダラカミキリにより媒介されるが、このカミキリは鹿児島から秋田・宮城を結ぶ線まで分布する。関東北部から東北部の微害地域には本線虫と形態的に近いが寄生性のきわめて弱い種類が同じカミキリを媒介虫として分布し、これに対してはニセマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus* sp. 種名未決定) と命名された。マツノザイセンチュウの被害は内陸の標高が増すにつれて減少し、600 m をこえるとほとんど被害が出ない。これら内陸高標高地にもニセマツノザイセンチュウが生息する。

(2) マツノザイセンチュウの伝ばおよび生活史

マツノザイセンチュウは前年の被害木の中で羽化したカミキリ科のマツノマダラカミキリ成虫によりマツの健全木樹冠に運ばれる。6 月ごろ羽化したカミキリは 1 匹あたりその体内に最高 20 余万頭平均 1 万数千頭の線虫(耐久型幼虫)を保持して脱出し、約 1 か月間マツ健全木の若い茎枝の樹皮をかじって生活する。この後食期間中に茎枝の傷あとへ線虫を離脱してゆく。枝上の線虫は直ちに脱皮して成虫となり露出した傷あとの材部に入り感染を完了する。線虫の感染を受けたマツは 2 週間から 1 か月後にまず樹脂浸出の停止をおこし、ついで針葉の変色萎凋をおこして枯れる。樹脂浸出異常木には後食期を終えたカミキリが産卵に集まる。樹皮内でふ化したカミキリ幼虫は樹皮を食害しつつ脱皮を繰返し成長する。いっぽう異常になったマツ樹体内では線虫が急激に増殖し、枯れてまもない時期には卵から成虫まで各生育段階の線虫が全身に充満する。11 月以降樹皮下のカミキリ幼虫は材中にトンネル(孔道)を掘って穿入越冬する。このころ線虫はしだいに第 3 期幼虫のみになる。越冬翌春 4 月ごろからカミキリは材内に蛹室をつくり、線虫は蛹室壁周辺に集まってくる。5 月に入ってカミキリは蛹になり、線虫は脱皮して耐久型幼虫となって蛹室壁面にはい出してくる。耐久型幼虫は体表に粘着物をもちカミキリの羽化直前から成虫体にとりつき気門を通じて体内にはいりこむ。かくして羽化したカ

ミキリ成虫は多量の線虫を身につけて外へ脱出、健全マツの樹冠部に停留、後食しながら線虫を離脱伝ばして、線虫とカミキリの相互に依存しあう生活史を完成する。

なおマツノマダラカミキリ以外に同じカミキリ科のビロウドカミキリ、サビカミキリ、アカハナカミキリ、ヤハズカミキリ、カラフトヒゲナガカミキリ、シラフヒゲナガカミキリ、ヒゲナガモモブトカミキリの7種がマツノザイセンチュウを保持することが確かめられたが、その生息密度、線虫保持数および保持率などから、線虫伝播者としては實際上無視しうる。

(3) マツノザイセンチュウの寄生性

マツノザイセンチュウは日本産の2葉マツであるアカマツ、クロマツ、リュウキュウマツに激しい寄生性を有する。人工的には枝幹いずれでも材に3,000頭以上接種すれば高い枯損率がえられる。線虫接種後約2週間で樹脂浸出異常がおこり、ついで蒸散の異常、最後に針葉の変色いちょうが現われて始めて外見的に異常を知る。線虫は健全木樹体内をすみやかに分散移行する。樹体内では樹脂道を主たる生息・増殖場所とし、急速な移動には若い小さい幼虫が樹液の流れを利用して樹脂道と仮導管を交互に通過して行なうらしい。線虫の生息または通過した樹脂道では柔細胞が破壊される。線虫はその口針により樹脂道柔細胞から栄養を摂取するものと考えられ、また健全材中に潜在する糸状菌にも餌となりうるものがある。マツが異常枯死した後は樹体内に急速にまんえんする糸状菌を食餌として線虫は急激に増殖する。健全なマツの樹体内において線虫が分散する過程あるいは分散したのちに、どのようにしてマツの樹脂浸出異常さらには枯死が導びかれるかはまだ判っていない。

線虫を接種したマツは気温20℃以下では病徴を発現せず、30℃以上において高い枯損率を示す。線虫の水平および垂直分布範囲やこの実験から、温度がマツノザイセンチュウの寄生性発現に関与し線虫の分布範囲と被害を限定する重要なひとつの因子と考えられる。このことに基いて発病危険地域を温量指数あるいは積算温度により指定する試みがなされている。

(4) マツノザイセンチュウの生理的性質

マツノザイセンチュウの被害木よりの検出定量にはドリルによる採取材片のベルマン法による検出が、広い温度範囲のもとで大量の試料を24時間で処理できて好適である。線虫は各種糸状菌の培養菌そうで増殖可能で、一般には灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea*) 菌そう上で飼育培養する。培養菌そう上で線虫は適温下で5日で世代の生活史を完了し、20℃以上であれば良く増殖する。径9cmのペトリ皿1枚当たり25℃2週間で20～50万頭にふえ、その後急速に減少する。塩酸テトラサイクリン1,000ppm洗浄により随伴菌のない無菌線虫が得られ、無菌線虫を用いると培地上の線虫増殖のピークを長期間持続できる。マツ健全材中に潜在する *Pestalotia* 菌と枯死木に優占する *Diplodia* 菌は灰色かび病菌に匹敵する線虫増殖を示す。同じく枯死木に優占する青変菌の1種 *Ceratocystis* も線虫の好適な食餌源であり、この菌はカミキリ蛹室内一面に子実体を形成、噴出する孢子粘塊がカミキリ成虫に付着して線虫とともにマツ

後食枝へ運ばれ、線虫によるマツの異常枯死とともに樹体内にまんえんして線虫の餌となる。

(5) 媒介昆虫マツノマダラカミキリの行動および人工飼育

マツノザイセンチュウ伝播の時期を決定するマツノマダラカミキリの羽化脱出期は、九州で5月中旬～7月上旬、関西で5月下旬～7月上旬、関東で5月下旬～7月中旬で、最盛期はいずれも6月にある。約2週間の蛹期の後羽化脱出したカミキリ成虫は風を利用しての飛しょうによりマツ健全木の樹冠に達し、1～3年枝に約3週間後食を行ない、この間約80%の保持線虫を離脱伝染させたのち産卵行動に移る。カミキリは当初到達した林から時間をへるにしたいが移動し、約1か月後にはほとんどのカミキリが入れ替わる。またマツ若枝の樹皮熱水抽出物中にはカミキリの摂食を刺戟する物質が存在する。カミキリの産卵期間はかなり長く2か月に及び1匹当たり平均50～100個の卵を産む。

卵を湿した汙紙上でふ化させ、幼虫をヨーカン状に固めた人工飼料（マツ樹皮熱風乾燥粉末＋エビオス）中で飼育すると50日で約50%が羽化成虫となる。蛹化にはとくに低温にさらす必要はない。羽化成虫を引続き人工飼育して飼育容器内または人工飼料上に産卵させる。春に材中より老熟幼虫または蛹を取り出し容器内で羽化させ線虫をもたないカミキリを得られるが、人工飼育により線虫フリーのカミキリの大量飼育への道が開かれた。

(6) マツノマダラカミキリの個体数変動要因

マツノマダラカミキリの産卵行動に対する産卵率は約50%、産卵された卵のふ化率は80%、ふ化日数は3～4日である。ふ化幼虫の材入前生存率は約10%と急減し、材入幼虫の羽化脱出率は40%、産卵よりの成虫羽化率は4%となる。なおごくわずかながら2年1世代のものが出現する。卵にはアリの捕食、幼虫から蛹にはカツウムシ、オオコクヌストなどの天敵昆虫のほか微生物による軟化腐敗やミイラ化が見られ、成虫には糸状菌の着生による奇形化や早死がある。

(7) 薬剤防除法および薬剤の残留と毒性

マツノザイセンチュウのマツノマダラカミキリによる伝播様式、場所および伝染期の解明により、予防散布の狙いは薬剤の樹冠散布へと大きく変わった。地上散布、空中散布とも有機リン剤 MEP, MPP 等の1%濃度で伝染期1～2回散布が実用化され、さらに濃度と回数 の低減に実用化試験が重ねられている。散布薬剤は散布後しだいに流亡するが0.01ppm ほどの微量になると以後かなり長く残留する。土壌中での残留はほとんど無くとくに砂地での消失は早い。実用化散布濃度にばくろした小鳥類には死亡はなく、人工投与でのLD₅₀値は体重100g 当たり14.8 mg であった。連続微量投与の影響が調べられつつある。

枯損木に対する駆除散布はカミキリ材入前の10月中までの有機リン剤樹幹散布が有効である。材入後の冬期散布には効果に疑問があり、蛹化期の春期散布では脱出阻止効果が認められた。

なお、この他に単木処理法として殺線虫剤の樹幹注入による予防法が開発されつつあり、また土壌施用による薬剤の根からの吸収による予防法も試みられつつある。

(8) 抵抗性育種

マツノザイセンチュウはマツ以外のスギ、ヒノキには寄生性をもたない。マツ属のなかではアカマツ・クロマツ・リュウキュウマツのほか同じ *Sylvestris* 亜節のフランスカイガンショウがきわめて感受性である。テーダマツ、ダイオショウなど *Australis* 亜節の外国マツは抵抗性である。5葉マツ (*Strotus* 亜属) もまた抵抗性が高い。クロマツ・アカマツの産地の違い、選抜精英樹のクローンにより感受性に差異があり種内選抜の可能性を検討中である。クロマツとテーダマツの交配雑種では抵抗性の出現ひん度が高く種間交配による抵抗性育種の可能性が示された。

今後に残された問題点として線虫が樹体内でマツを枯らす過程すなわち加害機構の解明がマツノザイセンチュウについて残された最大の課題である。媒介昆虫マツノマダラカミキリについては密度推定法の確立および密度と被害増減との関連が明らかにされることが望ましい。苗木に対する簡易確実な大量接種検定法の確立と、それによる種内あるいは種間交配抵抗性育種は長期的展望をもって地道に取り組んでゆくべき問題であり、これらを材料とした抵抗性要因の解析もまた将来の研究対象である。

(小林享夫)

10. 木質材料を主原料とした複合材料に関する研究

プラスチックの建材は、木材のように釘がうてないという弱点をもっている。これは弾性が足りないからであるが、かといって合成ゴムのように柔らかくても都合が悪い。そこで二つの性質を兼ねそなえるようにと塩化ビニルとブタジエンを共重合させた高分子化合物を考えた。普通の合成技術ではむずかしいというので放射線照射を試み、ついに釘が打てるプラスチック建材をつくり出すことに成功したのである。

こうして新しい性質をもった材料が開発されると、それをうまく応用した新しい技術が誕生する。これが技術革新の常道なのである。新技術が開発される際は、必ずといってよいくらい新しい材料の供給が前提となる。

こうして新しい材料物質は技術革新を生むため、新技術によって発展しようという企業は、いきおい新材料の開発へと大きな努力を傾注する。学界もまた新材料の研究に特に強い関心を示し、第58回日本学術会議総会において〈複合材料研究所設置〉を政府に答申している。

物性の研究、化学構造の研究なども新材料の発達への貢献を目的とする場合が多いのであるが、それでは今後どのように材料が誕生するであろうか。それはプラスチックに、合成繊維に、あるいは超高温用耐火物……にと、それぞれ新しい性質をもった物質が探求されるわけ

であるが、同時に異なった種類の材料の組合せにより、構造的に高い力学的特性を生み出すといったようないわゆる複合材料の開発に力が注がれるであろう。一般的な複合材料の定義は、いく人かの研究者によってなされている。たとえば Modern Composite Materials に述べられている。Krock と Broutman の定義によれば、複合材料とは

- 1) 人造であること。
- 2) 少なくとも二つの化学的に区別できる材料が明瞭な境界をもつこと。
- 3) 強化材料が三次的に結合されること。
- 4) おのおのの材料が単独ではもちえないような新しい性質をつくりださなければならないこと。

一般に化学の研究者はそれぞれの狭い分野に没頭する傾向が強く、無機化学者は有機合成化学に興味を示さず、有機化学者は無機物質などには関心がうすく、金属化学者もまたその例にもれないようである。そのためそれぞれの分野の境界領域には残された興味のある研究問題が多い。

最近までの複合材料の主とした研究は、材料力学的な立場から行なわれている。すなわち組合わせた素材料自体の物理的性質、組合せの比重、第2成分の寸法や形態ならびに分布状態、素材料の相対的な変形状況または応力集中状況、疲労などの研究である。

しかし当研のごとく化学者の立場からすれば、そのような材料力学的な研究のほかに、組合わされる素材料(有機物、無機物、金属)の間にはたらく化学的な力(一次結合、二次結合、ファンデルワールス結合など)を考慮してそれらの間の相互作用を増大させることが必要である。それによって複合材料の性能と、素材料の経済性を向上させることができる。

木材とプラスチックは天然材料と人造材料という意味において対立物である。対立物が統一され合成されるとき、新しい発展が生れてくることは一つの法則であるが、木材とプラスチックの場合も例外ではなかった。木材はプラスチックを接着剤や表面塗装剤の形でとり入れ、合板や集成材、パーティクルボードの製造には欠かすことのできない結びつきをもち、すぐれた成果が認められている。

しかしこれらは木材または木質材料の改質という面主力がおかれたプラスチックの利用であったが Wood plastic Combination (以下略し WPC と呼ぶ)の出現により、新しい材料を作出、あるいは複合材料の開発という考え方が台頭してきた。木材の改質には使用するプラスチックの量も木材重量に対してせいぜい数パーセントが限界とされていたが、複合材料の製造においてはその材料設計(使用目的を明確に設定する)のいかんによって数パーセントから数百パーセントの範囲において併用することが特徴といえる。従来の木材・プラスチック材料と顕著に異なる点は量だけではなく、高分子体として使用することなく単量体の形で用い、木材あるいは木質材料の内部腔孔内で単量体をプラスチック化させると同時に、木材とプラスチック

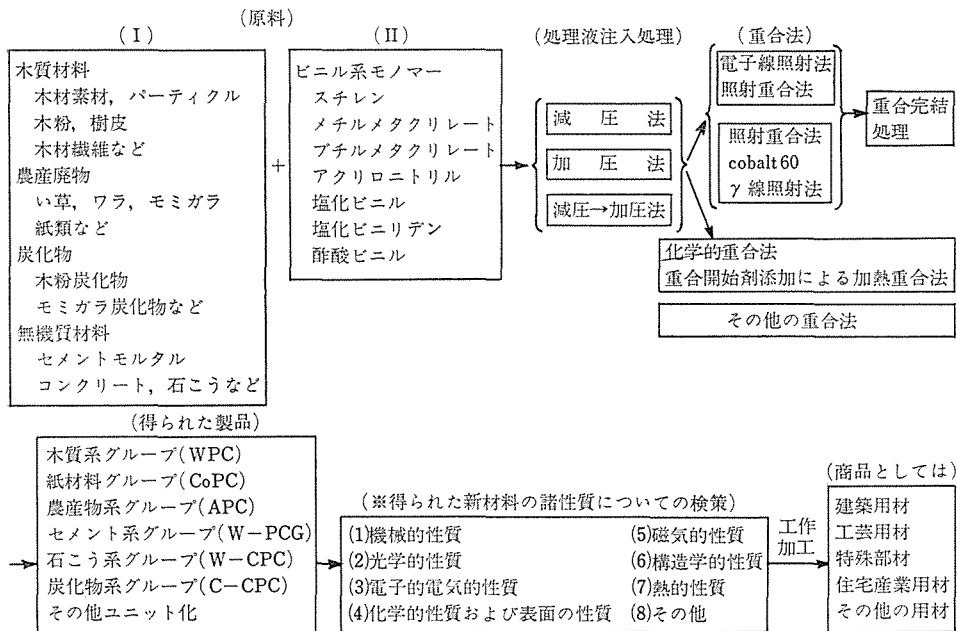


図-1 新複合材の製造工程略図

を化学的に結合させることにあった。

WPCの製造に着手したのは1960年ころで当初は主として原子力の平和利用の一環として研究され、コバルト60γ線を使用し、極性溶媒の共存下ビニルモノマー（以下VMと略記）と木材のグラフト共重合を主目的として研究した。その後研究は多岐にわたり発展したのでその経過を簡単にのべる。

WPCの製造工程略図を図-1に示す。

1) 原材料

木材の種類によって処理液の含浸速度、含浸量が左右されることから化学工業のごとく均一の系で反応を設定することがむずかしい。また木材中に含まれている微量成分による重合速度の相違とか、木材内におけるポリマーの不均一分散とか諸々な問題をかかえている。

2) 処理液含浸方法

常圧浸漬法、減圧法、加圧法、減圧→加圧法、気相法について検討したが、工業的には処理液が木材中で拡散する方法は長時間を要することから、加圧、または減圧→加圧法の如く、短時間で操作ができるということが生産工程を管理するうえでは絶対条件となる。

3) 処理液

処理液の主成分は炭素・炭素間に二重結合を有する化合物（ビニル系、ビニリデン系、ジェン系等）であるが、これら主成物に架橋剤、重合促進剤、重合開始剤、ポリマー容積変化防止

剤、着色剤等がそれぞれ得られる WPC の材料設計に基いて処方(添加量, 組合せ比など指す)されるわけである。現在数社の企業が WPC を生産しているがこの処理液にそれぞれ特徴をもたせ、さらに処理液のポットライフが WPC のコストを決定することから処理液の処方と保管に細心の注意をはらっている。

4) 処理液の重合方法

WPC の製造が化学工業の Bulk 重合と大きく相違する点は、木材中に含浸させた処理液が、この定位置において 100% 完全に重合させることである。少量の未反応物を残しても回収するとか、除去するということは工業生産では不可能に近いことである。これらの絶対条件を満足させるには、原材料、処理液の処方と密接な関係にあつて、WPC の企業化の決定には、この重合装置の良否にかかっているといつても過言ではない。世界各国それぞれ特徴をもたせた装置をテストプラントとして運転しているが、いまだ満足された装置が無いということはこの技術の残された課題であろう。当研究がこの 10 数年検討してきた装置を記すと、① 放射線重合法 (γ 線照射型, 電子線照射型), ② 熱風加熱重合法, ③ 増感剤併用放射線重合法 (林試特許特願昭 42-15739 号), ④ 液相内における加熱重合法 (液相としてパラフィン, ウッドメタル等), ⑤ 紫外線重合法・高周波加熱法, ⑥ 熱板加熱重合法, ⑦ ⑥の変則法として板熱型圧縮重合法等を行なった。これらの重合方法中、放射線法と熱風加熱重合法をわが国の企業は主として採用している。生産工程を短縮する方法としては⑥がよい。しかし原材料の形状が所定のものだけしか取扱えないという欠点もある。昭和 43 年処理液の含浸、重合を同一の槽の中で製造する装置について研究した林試特許特願昭 43-21935 号として提出した。さらに WPC を不燃化させる処理について研究した結果も特許出願した。

木材ブロッを主原料とした WPC の開発研究に端を発しこの技術の応用が数多くなされた。とくに木材工業廃材の利用すなわち木材の完全利用という観点からみてもまた日本の現状すなわち資源の枯渇、資源の有効利用、さらには高付価値付与といった面からオガクズ、チップ、バーク、廃繊維を原料とした複合材の製造技術の開発につとめた。これら粉体、パーティクル状の原料は処理液の含浸、重合、成型が一連の装置でできることからその連続装置の開発もあわせ検討した。得られた材料の物性面から判断すると、パーティクルを原料としたポリマー複合材は加成則が成立する良質のボードである。その他松くい虫被害木を原料とした WPC は写真-1 に示すように美しい模様をした床柱となる。間伐材小径木を WPC 化し、特殊なジョイントと木口面の接着により長尺物にする技術も開発した。その一例を写真-2 に示す。

また写真-3 に示すボードは樹皮粉体を原料として複合化し、連続的押し出し成型したボードで、表面は押し出し時に木目模様として浮き出させている。

木材工業廃棄物としては、そのすべてを完全に原料化することが判明したので、この技術をさらに発展させるため農産物の廃棄物たとえばモミガラ、落花生から、イグサ、ムシロ、バカ



写真-1 マツクイ虫被害木
(左端) WPC

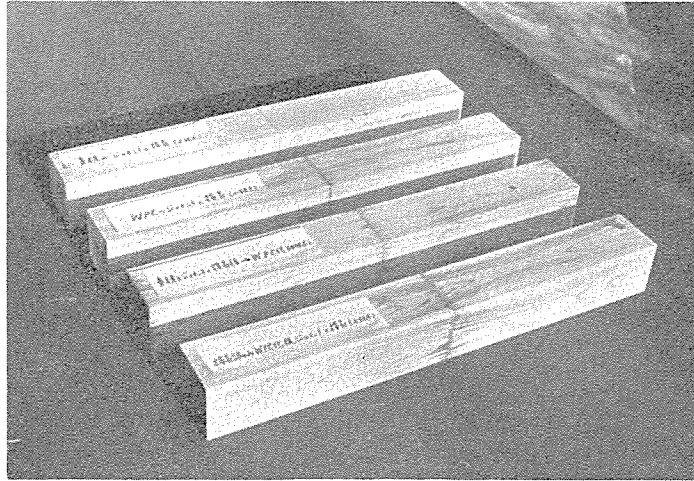


写真-2 間伐材小径木の WPC (木口接着, 中心部ジョイント)

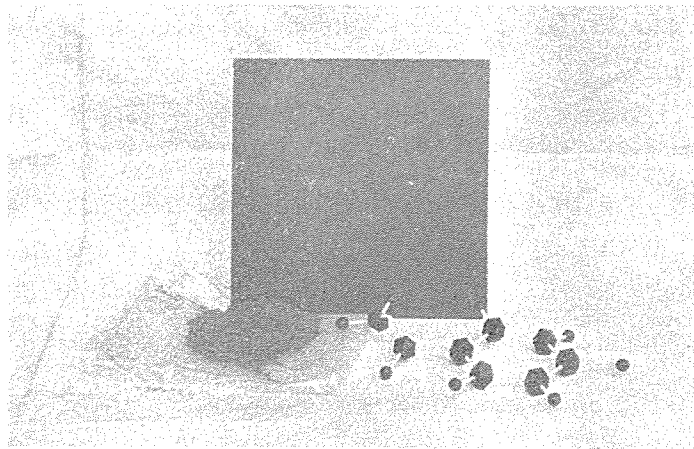


写真-3 樹皮微粉体を原料とした押し出し成型 WPC

ス……等を原料として複合材を製造した。写真-4にその2・3を示す。これら農産廃棄物を原料としたボードの表面性は非常に美しく、印刷物とはことなった自然の美くしさを有していることからインテリア材料として好評である。これらの材料を APC と呼んでいる。

前述の WPC, APC が可燃物であることから、不燃物の開発へと研究を進展させた。

それには不燃物である無機質をどのようにとり入れるかを検討した。無機質として着目したのは、排煙脱硫より得られる石膏や亜硫酸カルシウム、さらにセメントまでを研究範囲にとりこんで系統的な研究を開始した。

WPC の技術の応用としてはアメリカ AEC, BNL 等では、コンクリートブロックに VM を含浸重合させた CPC (コンクリートプラスチックコンビネーション) の開発研究が進んできた。石膏ブロックに VM を含浸重合させ GPC (ジプサムプラスチックコンビネーション) を開発し

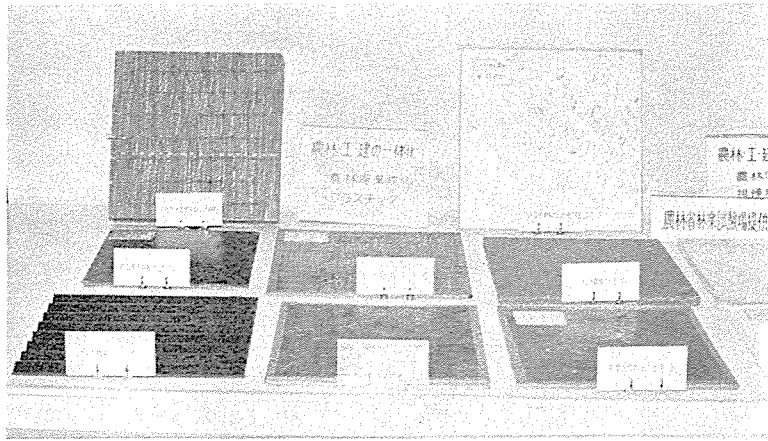


写真-4 各種農産廃棄物を原料とした複合ボード（A P C）

た。しかしこれら無機質とプラスチック結合体には材料としての欠点たとえば衝撃に弱く、高比重、熱伝導率が高い欠点も多々あることが判明したので、木材工業の廃物はもちろん、農産廃棄物、さらにはパルプ工場廃棄物をこれら、CPCやGPCにどのように添加させたらよいかを検討したところ、同時注型法と抄造法が見つかり、前者は比重が高いが耐衝撃性に富む複合材となり、後者は低比重で熱伝導率の低いボードとなり、準不燃の規格には十分に合格する無機質・有機質複合ボードの製造技術を開発することに成功した。セメントを原料としたものにはW-CPC、石膏を原料としたものはW-GPCと命名した。写真-5はパルプ工場ノットカスと石膏とポリマーによって複合化された材料で使用目的に合わせた機能をもたせてある。たとえば中空型とか、内層が発泡型とか、表面がプレーナで模様になっているとかそれぞれ材料設計

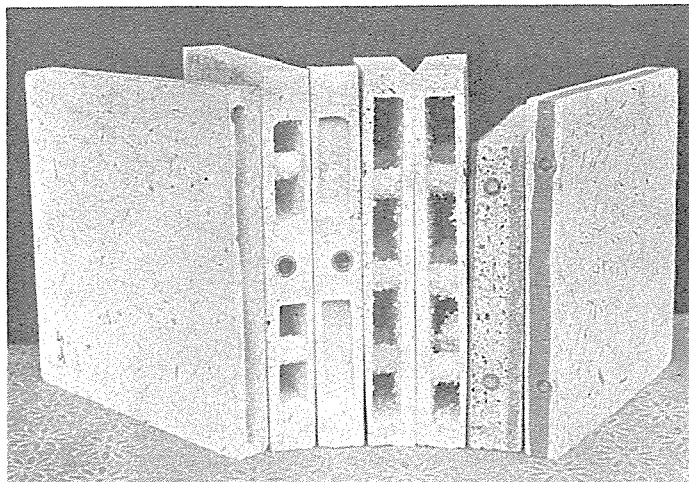


写真-5 プレーナ屑、ノット粕、石膏、ポリマーより作られた複合材（機能を有するW-G P C）

に基いて製造されたものである。

このように各種複合材料を開発するとき、そしてその複合物を材料にして人間に使用されるものを作ろうとするとき、分子設計、材料設計、構造設計、商品設計などには別の観点から廃棄設計までを含めて考えている。何かを作ったから使用できないだろうかといった方法ではなく、当初より明確な目的を定めて材料設計をおこない、設計とおりの材料を製造する技術について多角的に究明してきた。

われわれの開発してきた木材ブロックを原料とした WPC はすでに数社が企業化し市販されている。また木質材料を原料とした例では木粉を原料とした SDP が作られ市販されている。その他 APC, W-GPC, W-CPC 等は開発研究継続中で近い将来機能性を有する建材として市場に出ることであろう。

緒論にものべたように、それぞれの素材間における材料特性の共通点、相異点を系統的に究明し、異種の素材を互いに化学的に結合固着させた複合材を作り出すことに研究の主力をおいた。これらの研究は学問の境界領域ということで台頭してきた。学問が細分化したように技術においても電気、機械、物理、化学の分野で細分化し入りこんできた。これからはこれらの領域で新しい技術をのばさなければならない。5 年から 10 年先を見越した先行的技術もわれわれ国立研究機関にとっては大切なテーマである。

われわれのように国立研究機関で研究に従事する者はよりよき研究、すばらしき発想、真実の自然究明といったことは問題意識の存在によってなされるものである。

問題意識とは目的であり、その目的は人類のためのものでなければならないと思っている。

単に反応機構の究明といった目的でなく、人類のためというトータルの思考でありたい。

本研究の引用文献は、農林省林業試験場アイソトープ利用研究成績年報昭和 38 年度より 48 年度まで（第 1 報～第 84 報）を中心に記述した。年報表題を次に示す。

（村山敏博）

アイソトープ利用研究成績年報並びに「科学技術庁」原子力平和利用
研究成果報告書に提出掲載された論文リスト

微細構造変化と可溶成分について	原林No. 129	木材と種々のビニル系モノマーのグラフト重合	原林No. 152
不飽和化合物塗布木材の放射線処理	原林No. 130	低温前照射法による木材への スチレングラフト重合	原林No. 153
放射線化学と木質材料	原林No. 138	MeOH 置換法による木材への スチレングラフト重合	原林No. 154
木材とスチレンモノマーのグラフト重合	原林No. 139	ピリチンを溶剤としたスチレングラフト重合	原林No. 155
γ 線照射による木材の結晶化度の変化と性質	原林No. 140	木材へのアクリル酸塩類のグラフト重合	原林No. 156
グラフト処理木材の性質について(その I)	原林No. 149	木材への α -Me-St ノグラフト重合	原林No. 157
γ 線照射によるグラフト共重合	原林No. 150	レドック触媒法によるグラフト重合(その I)	原林No. 158
グラフト重合木材の性質について(その II)	原林No. 151		

超音波の利用によるグラフト重合	原林No. 159	V. M. に P. E. G. を添加した W. P. C. の製造	原林No. 215
レドックス触媒法によるグラフト重合(そのⅡ)	原林No. 160	W. P. C. 製造における問題点と現況	原林No. 216
木材へのMMA 及びその誘導体のグラフト重合 科学技術庁のみ		木材抽出成分が分子量並びに分子量 分布に及ぼす影響	原林No. 220
γ 線照射により生成するFree Radical について	原林No. 168	木質パーティクルを原料とした W. P. C. の 製造	原林No. 221
グラフト重合反応における 2, 3 の知見	原林No. 169	木材繊維・金属・プラスチックの相互作用	原林No. 222
グラフト反応における金属塩添加の 効果について	原林No. 170	木質材料並びに天然繊維体を原料とした 複合材の製造	原林No. 223
スチレン—有機酸COMONOMERの グラフト重合	原林No. 171	木質材料・無機質・プラスチック結合体の製造	原林No. 224
スチレン—MMA COMONOMER の グラフト重合	原林No. 172	天然繊維体・無機質プラスチック結合体の製造	原林No. 225
スチレン—MMA COPOLYMER の 理論的考察	原林No. 173	C. P. C. の製造	原林No. 226
D. V. B.— α -Methylst COPOLYMER の 理論的考察	原林No. 174	P. E. G. 添加 W. P. C. の製造と 力学的性質について	原林No. 228
2官能基化合物のグラフト重合	原林No. 175	熱処理木材のグラフト共重合	原林No. 229
グラフト重合木材の物性(そのⅠ)	原林No. 176	W. P. C. の工芸品加工について	原林No. 230
グラフト重合木材の物性(そのⅡ)	原林No. 177	パーティクルを原料とした W. P. C. (そのⅢ)	原林No. 231
グラフト重合処理木材の力学的性質	原林No. 178	パーティクルを原料とした W. P. C. (そのⅣ)	原林No. 232
竹材を原料としたグラフト共重合	原林No. 184	木質並びに木材とプラスチックの相互作用	原林No. 233
パーティクルボードを原料とした グラフト共重合	原林No. 185	木質・プラスチック・無機質結合体の製造 —W-G. P. C. の製造 主として空隙率 変化と力学的性質—	原林No. 234
木材繊維板を原料としたグラフト共重合	原林No. 186	W-G. P. C., W-C. P. C. の一般的性質の 解明における一考察	原林No. 235
照射中のふん囲気の変化と加熱が及ぼす影響	原林No. 187	W-G. C. P. の性質解析 —複合材料の実験値と理論値の関係—	原林No. 236
耐熱性W. P. C. の製造について (FLAMOWOOD の製造)	原林No. 188	G の乾燥条件と強度の関係	原林No. 237
プラモウッドの製造について(総説)	原林No. 189	W-G. P. C. の耐炎性と防火処理	原林No. 238
併用法によりW. P. C. の製造, 主として 添加剤と Conversion の関係	原林No. 196	種々の無機体の複合化	原林No. 239
化学法による W. P. C. の製造, 一槽内による W. P. C. の新しい製造方法	原林No. 197	P. E. G. 添加 W. P. C. の製造と性質(Ⅱ)	原林No. 242
化学法による W. P. C. の製造, 逐次並びに 溶液重合における重合時間とピーク 温度の関係	原林No. 198	加熱時における Polymer-P. E. G. の挙動 第 69 報以下は“複合材料に関する研究” と改題	原林No. 243
重合過程における木材の寸法変化と水の 挙動について(Ⅰ)	原林No. 199	Pulp-Sludge を原料とした複合材料	原林No. 244
プラモウッドの開発における問題点	原林No. 200	W-G. P. C., W-C. P. C. の印刷性について	原林No. 245
スチレン—ポリエステル系における W. P. C. の製造	原林No. 208	無機繊維による W-G. P. C. の製造と性質	原林No. 246
重合過程における木材の寸法変化と 水の挙動について(Ⅱ)	原林No. 209	C. P. C. の体積分率による強度解析	原林No. 247
W. P. C. の分子量	原林No. 210	W-G. P. C. の製造における繊維添加量と 物性の関係	原林No. 248
Woodplastic Combination (総説)	原林No. 211	W-G. P. C. の製造における繊維形態と 物性の関係	原林No. 249
W. P. C. の分子量分布について	原林No. 214		

W-G. P. C. の内部微細構造の考察	原林No. 250	抄造法による W-G. P. C. の製造に 関する研究(IV)	原林No. 259
複合材料の熱伝導性について	原林No. 251	W-G. P. C. の製造に関する 2・3 の知見	原林No. 260
W. P. C. (パーティクルボード) の複合材料解析	原林No. 252	W-G. P. C. の理論的考察	原林No. 261
木繊維・P-St 複合材の強度特性	原林No. 256	故紙を原料とした抄造法 W-G. P. C. の製造	原林No. 262
W. P. C. の工業化に関する問題点	原林No. 257		
石膏・PVA 系複合材料の特性	原林No. 258		

11. 畜産利用が林地保全に及ぼす影響に関する研究

昭和 40 年代にはいって、従来林業の場であった山地が多様な他産業の進出の場として着目され始めた。

高度経済成長による国民生活の変化に応じて農政の転換の基幹に置かれた畜産・園芸が草地や樹園地の拡大の場を山地に求めた。生活レベルの向上による生糸需要の増大が桑園の拡大をうながし、住宅地・工業団地の拡張が平地茶園を圧迫し、これらの拡大と移動の場も山地に求められ始めた。さらに都市生活の発展は必然的に世人の自然への強い要求をもたらし、これに対応した観光開発が豊かな自然をもつ山地に進展し始めた。

このような情勢にともなう、さまざまな問題が派生し始めたが、ことにつぎの二つの問題に関心が持たれるようになった。

第一は諸産業の山地進出の国民経済的意義と林業を含めて山地の適正な土地利用配分の問題であり、第二はこれら諸産業の山地進出にともなう環境保全あるいは自然保護の問題である。とくに後者については、その後数年を出でずして流行語となったテクノロジーアセスメントのはしりとして一部識者間で話題となり始めた。いっぽう林業内部でも山地の林業経営の高度化の一つの技術的方策として高密度林道網が検討され始めたが、これにも前述第二の問題に関連して事前評価の必要が一部識者間でとなえられ始めた。

以上の事情を受けて、昭和 44 年度部科長会議の総合検討課題の一つとして「山地の多目的利用における問題点」が取りあげられた。その結果第一の問題は行政的対応が先決と考えられ、第二の問題には早急な研究対応が必要と結論された。しかし樹木をあつかう果樹園、茶園、桑園についてはそれぞれ自己防衛的にせよいちおうの対応技術が考慮されており、かつ進出ペースは鈍い、林道・観光開発はかなり急ペースの展開があろうが、研究設計にさまざまな困難があると、それぞれ判断された。

これらに対して畜産ことに草地造成および肉牛放牧の山地進出は急速な展開が予想され、しかも保全面での技術的経験に乏しいばかりでなく、既往の林畜共用林野の一部に荒廃問題を起こしている例があるなどのことから比較的きびしい目が向けられた。事実この時期に農政局が

らこれらの水土保持面での諸問題について研究機関に問いかけが行なわれている。いっぽう、林野庁は畜産振興への協力と放牧の林木保育効果の検討のため、昭和42年度より実験牧場を設けて肉用牛生産育成実験事業を開始しており、また先駆的研究を東北支場で開始していることもあって、研究設計が比較的容易であると判断された。翌昭和45年度は防災部を中心として具体的研究設計が継続検討され、その結果昭和46年度より表記課題のプロジェクト研究が5か年計画で開始されることになった。

山地における成林内および幼齢林内（自然草地）放牧、林地の人工草地への転換とそこでの放牧とともなう植生、地表の変化とこれらによる土壌浸食の加速および水流出状況の変化の態様と程度を、主要な自然条件に基づく地域別に放牧圧・植生・土壌・地形・気象各条件との関連で明らかにし、また放牧地・林地間の比較を行ない、こんご増加が予想される林畜共用林地の選定、林地の草地への転換、既成山地放牧地における水・土壌・植生保全対策の計画案等に際しての基礎資料を得ることに、この研究の目的が置かれた。

研究設計：

植生・地文・気象各条件に着目して全国を数地帯に区分し、各地帯で林野庁実験牧場・公営牧場等の既成牧場、混牧林を調査地として取りあげ、これらを代表として放牧場の環境条件と放牧の実態調査を行なうとともに、放牧あるいは禁牧の別または地被状態別に土壌浸透能と土壌受食性の調査、放牧実態との関連で裸地発生地域と植生変化等の個別基礎的現象の調査を行なう。また調査地内に地被状態別に調査プロットを設けてその地表流出量・浸食土砂量を測定する。

上記の調査を補完するため、試験地を設け地形・植被・放牧の条件をコントロールした精密試験を実施する。すなわち三条件の組合わせによって複数の試験プロットを設け、プロット別に土壌・植被の経時間変化、牛の行動と地表荒廃の関係機構を調査するとともに、プロット別に地表流出水量と浸食土砂量を比較測定する。

さらに流域単位で林地・人工草地・自然草地およびこれらのうえの放牧有無別に流出水量・流出土砂量を比較測定し、放牧・植被実態との関連を総括的に解析する調査を行なう。

以上の設計で東北・関西・九州各地区で調査地・試験地・調査流域が選定された。その結果昭和46年度に調査地として東北地区では岩手県玉山村の青森営林局 姫神実験牧場、室根村の室根高原牧場、九州地区では熊本県小国町の三共牧場と蛭石肉用牛繁殖センターの四事業地が選定された。関西地区は都合により中止された。また同年度に岩手県西根町の岩手営林署管内平笠国有林に表-1の9区を含む試験地が設定された。調査流域は昭和48～49年で岩手県玉山村の岩手県畜産試験場小石川試験地内に5流域（約4～8 ha）、熊本県下の上記2事業地内に3流域（1.53～3.21 ha）が設定された。

表-1 平笠試験地の試験プロット区分

地形	植 生	試験プロット番号	放牧管理	面 積	備 考
急斜	成 地 林	1	禁 牧	1,200m ²	アカマツ天然生林 年2回放牧, 消費率 50~60%
		2	軽度放牧	2,800	
	自然草地	3	禁 牧	2,700	アカマツ天然生林伐採跡地 年2回放牧, 消費率 50~60%
		4	軽度放牧	5,800	
		5	重度放牧	5,800	
	人工草地 (不耕起)	6	軽度放牧	2,700	S.46.9~10月播種 年6~7回放牧, 消費率 60~70%
		7	重度放牧	2,700	
緩斜	自然草地	8	重度放牧	5,800	アカマツ天然生林伐採跡地 年3回放牧, 消費率 80~90%
	人工草地 (耕 起)	9	重度放牧	2,700	S.46.9~10月播種 年6~7回放牧, 消費率 90~100%
計				34,000	

(注) 放牧牛は黒毛和種の育成、繁殖牛を用い、放牧予定頭日数は放牧の草量により定める。

収めた成果：

この研究はなお継続中である。しかし開始以来いくつかの成果が得られた。その主要なものを以下に述べる。

土壌浸透能の調査は散水方式のロッキーマウンテン形山地浸透計を用いて多数の測点において行なわれた。その結果林地の浸透レートは草地より明らかに大きく、また放牧自然草地のそれは放牧人工草地より大きいことが知られた。九州地区で得られた結果の一例を図-1に示す。

この 図-1 で注意を要するのは、放牧草地・放牧林地で急斜地の方が緩斜地より浸透レートが大きいことで、これは緩斜地ほど牛の踏圧ひん度が高いことによる。この調査では散水強度を 100mm/hr としたため林地の浸透能もほぼ 100mm/hr にとどまっているが、散水強度を大きくすればなお大きな値が得られたであろう。

この調査で測定された地表流出水量の地被別順位は当然浸透レートのその逆となり、流出水に運ばれた浸食土砂量は当然流出水量の順に多いことが測定された。

東北地区で得られた浸透能測定結果の一例を 表-2 に示す。放牧人工草地は森林地や自然草地（幼齡林地）の1/4~1/3程度である。

九州地区で調査地内に斜面長 40 m、幅 10 m の調査プロットが設けられ、下流端で浸食土砂量が測定された。4回の測定結果を図-2に示す。

第1回の測定で、放牧のあった人工草地でとくに多く、放牧がなければ混牧林地も標準林地と差がなく、また第2回で、多数頭数放牧により自然草地で非常に多い。いずれも放牧の影響の大きいことを示している。また第2回は第1回より雨量が多く、全区で多くなっている。林

表-2 地被別浸透レート比較

地被区分	平均散水強度 (mm/hr)	浸透レート (mm/hr)			
		前半30分	後半30分	最終15分	1時間平均
森林地	156	135	121	118	128
放牧人工草地	151	43	18	17	31
自然草地	169	112	94	90	103

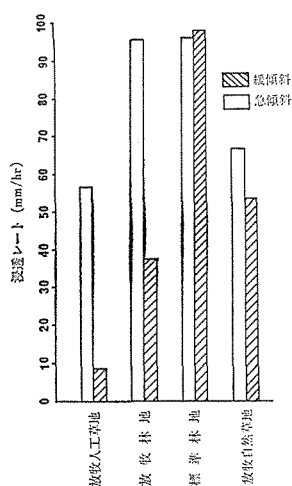


図-1 地被別浸透レート比較

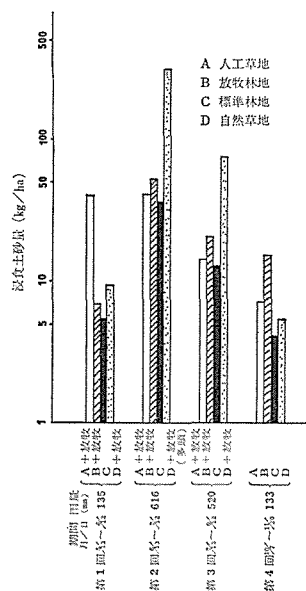


図-2 地被別浸食土砂量比較

地で常に最も少ないが、林地も放牧が行なわれると草地と同等に浸食が起こることが知られる。

両地区でつぎの諸事項も明らかになった。放牧地では地表の硬度が一般に増し、土壌の理化学性が低下している。人工草地の硬化は造成・管理のための大型機械による圧迫と牛の踏圧のためと考えられる。牛の行動に関連して水飲場、緩斜地とくに斜面下部の緩斜地に裸地の発生がはなはだしい。また牛みち裸地が斜面全体に等高線方向に、あるいは柵沿いに生ずる。混牧林地では標準林地に比べ、一般に地床植生や落葉層がかなり少ない。

平笠試験地では、つぎのことがわかった。禁牧森林区で新生裸地がきわめて少ないのに対して放牧草地の裸地は多く、とくに急傾斜重度放牧草地区で裸地発生が格段に多い。牛の歩行が柵沿いのほか等高線方向に多く、このことが牛みちの階段様裸地をつくること、また休息地は緩斜地に限られることなど地形と牛の行動の間に規則性がうかがえ、このことを介して地形と

裸地発生の関係付けが行なえる。

しかし地表流出水量・浸食土砂量については、元来浸透能の大きい火山灰土壌であるうえに、いまだ大雨がないため、各区ともきわめて微量で、48年度までの測定結果では明確な結論を得るに至っていない。

両地区の調査流域については、それぞれ簡易な自記水位計付量水えん・土砂測定そうを設置し、流域条件の調査を終わった段階である。

この研究の担当は本場防災部治山科治山第一、理水第一、理水第二、経営部経営第二科営農林牧野の4研究室、東北支場経営部経営第四、経営第三の両研究室、九州支場育林部防災、経営の両研究室の各関係研究者である。
(中野秀章)

文 献

- 1) 林業試験場(中野秀章ら)：畜産利用が林地保全に及ぼす影響に関する研究, 昭46・47, 48, (1973, 1974)
- 2) 河野良治ら：畜産利用が林地保全に及ぼす影響—浸透能について, 日林九支研究論文集, 29, (1973)

12. 亜高山帯および上部ブナ帯の更新に関する研究

本格的な亜高山帯やブナ帯の開発は、戦後の経済発展のテンポにあわせて急速に進められ、伐木集運材技術の発達とともに開発は大規模化、奥地化してゆき、それをおってこれらの天然林地帯にスギ・カラマツなどの人工林の拡大造林が積極的に進められた。

しかし開発が奥地化するにつれ経営条件の悪化、寒冷・多雪という悪環境がからんで、更新不成績地が目立っている。またあまりにも急速な森林開発のゆがみは環境問題として新たな検討をせまっており、これらの地帯の天然林施業について再検討が急がれている。

こうした現状に先だち、当场では昭和40年度より“亜高山帯の造林に関する研究”，さらに引きつづいて昭和45年度より“亜高山帯および上部ブナ帯の更新に関する研究”として調査・研究を行なってきた。

研究は亜高山帯および上部ブナ帯における気象、土じょう、植生などの特異性を解明して環境区分を行なうとともに、天然林および人工林の成長、更新の実態をはあくし、これら地帯での天然更新方法を明らかにするとともに人工更新樹種の検討、育苗技術などについても研究を行なった。

研究の成果については現在全体的とりまとめを行なっているが、天然更新施業技術に限ってその概要をのべる。なおその一部はすでに発表を行なっている。(文献1, 2, 3, 4)

“亜高山帯の造林”は、本場造林部造林第2、植生研究室、土じょう部土じょう第3研究室、

防災部気象研究室，東北支場育林部育林第1，第2，第3研究室，経営部経営第1研究室，木曾分場造林研究室の各研究室の共同研究（主査本場造林科長）。

“亜高山帯および上部ブナ帯の更新”は，本場造林部造林第1，植生研究室，土じょう部土じょう第2，第3研究室，防災部気象研究室，木曾分場造林研究室，東北支場，育林部育林第2，第3研究室，経営部経営第1，第4研究室の各研究室の共同研究（主査本場造林科長）であった。

1. 亜高山帯針葉樹林の更新

(1) 天然林施業の対象となる針葉樹林

亜高山の針葉樹林を大別すると太平洋側ではコメツガ林，シラベアオモリトドマツ林であり，日本海側ではアオモリトドマツ林である。そして多雪環境下にある日本海側ではその発達は悪く，通常施業の対象とは考えられず，太平洋側および中間帯での針葉樹林が施業の対象となる。その林床型をみると大きくコケ型，ササ型，シラネワラビ—カニコウモリ型にわけられた。コケ型は施業対象地帯ではもっとも広く分布する主要な林床型であり，更新の条件もよいが，コケ型以外の林床型では更新施業には困難が多い。

(2) 更新上の特徴

1) 亜高山帯の針葉樹林はまた更新の実態からみて垂直的につぎの三帯に分けられる。すなわち

- a) コメツガ林からコメツガ林へと更新する下部の地帯
- b) コメツガ林と *Abies* 林とが順次交代する中部の地帯
- c) *Abies* 林から *Abies* 林へと交代をくりかえす上部の地帯

である。a) は典型的な太平洋側の山地で 1600～2000 m の広範囲に出現するが，日本海側にむかうにつれ上限は下降し，中間帯北部では亜高山帯の最下部から b) の地帯となる。c) は太平洋側，中間帯とも 2200mから 2400～2500 m の最上部に出現するが，日本海側では最下部から c) の地帯となっている。

2) 亜高山の針葉樹林ではつぎにのべるブナ林に比して前生稚樹が多く，とくにコケ型では 5 万本/ha 以上であることが普通である。しかし稚樹の根は浅く堆積腐植層にとどまる。そこで急激に広く上木を疎開するとそのほとんどが枯死する。急激な疎開をさけると，伐採後 2 年間はかなり枯損があっても，その後はほとんど枯死せずに成長し更新に成功する。

4) うっぺいした林内ではほぼ 50 cm 以上の稚樹は傘型となり，上木の疎開には弱い。それ以下の稚樹で枝葉の茂ったものが疎開後の環境に耐えてゆく。上木疎開後に発生した後生稚樹は更新には期待できないが，カンバ類は後生稚樹として発生し成長する。

(3) 更新技術の要点

1) 亜高山針葉樹林の更新のポイントは豊富に存在する前生稚樹を枯損させずに利用することにある。

大面積皆伐ではどのように稚樹が豊富でも、伐採後の枯損が激しく問題とならない。また伐採率の高い漸伐方式も問題があり、残存木も風倒、立枯れに弱い。漸伐の伐採率を低くする必要がある。30%程度の択伐は更新上や風致維持上、良好であるが、施業実行上難点も多い。帯状皆伐や孔状皆伐などが実行上も比較的容易で更新もよい。皆伐面の配置を風致的に考慮した等高線帯状皆伐は今後実行可能な方法であろう。帯状伐採幅は30 m以内、保残幅も 30m 以内、保残帯の伐採を 10 年以内に行なう方法が望ましい施業法といえる。

2) 更新の良好なコケ型林床の森林でも、林内すべてが良好に更新する場合は少なく、空地が生ずるのがふつうである。放置すればカンバ類によって更新されるので、針葉樹の更新を考えるならば植えこみを行なう必要がある。

コケ型以外のササ型、シラネワラビーカニコウモリ型では前生稚樹も少なく、上木の疎開のみでは更新困難である。立地的には良い成長が期待できるので、植えこみか、地床処理による稚樹の発生を期待するかであるが、後者の場合かなり長期間かかるので実行上問題がある。

3) 更新が良好にいった場合もふつうカンバ類の侵入が多く、一時的には2段林の姿をみることがふつうであるが、放置しても順次針葉樹が上木となる。カンバ類を除伐すれば針葉樹林化は早まる。

2. ブナ林の更新

(1) 日本のブナ林

亜高山帯とおなじく、山地帯でも太平洋側と日本海側での環境のちがいは森林植生に大きく反映している。日本海側の山地帯ではブナ林は極端な乾燥地や湿地を除いて、山地のほとんどの領域を広く占めている。これに反して太平洋側では尾根や急斜地のツガ林、モミ林、ヒノキ林など、沢筋のシオジ林、サワグルミ・トチノキ林などの各種の森林も多く分布し、ブナ林は山腹の平衡斜面を中心に出現する。ブナ林の組成も両者でかなり違いがみられ、ほとんど純林状となる日本海側のブナ林にくらべ、太平洋側ではウラジロモミ、イヌブナなどの混生がふつうである。日本のブナ林の林床はササの存在で特徴づけられるが、日本海側ではチシマザサ、チマキザサの分布が広く、太平洋側のスズタケ、ミヤコザサにくらべ密度も高く施業上の大敵となっている。

一般に表日本側のブナ林では針葉樹の人工植栽可能地が広いが、裏日本側では多雪環境や土じょう環境が針葉樹人工林化を容易にゆるさない。したがって天然林施業が問題となるのはもっぱら日本海型のブナ林地帯である。

(2) 更新上の特性

1) 一般に原生的なブナ林でも林内の前生稚樹はきわめて貧弱である。結実の翌年には林内にも多くの稚樹発生がみられるが、大半は1年以内に枯死し、数年後にはほとんど消失するという経過をくりかえしている。

この点上述の亜高山の針葉樹林内の稚樹の様相とは全然ちがっており、前生稚樹にたよった更新施業は特別の場合をのぞいて期待できない。しかもブナの種子の飛散は母樹に近い範囲に限られるので、大面積の皆伐施業は更新上からは問題にならない。

ブナ林の天然更新の基本は前生稚樹にたよらず、適正な母樹保残と地床処理によって、後生稚樹の発生と成長に期待する方法といえる。

2) ブナの結実には豊凶の周期性がある。過去の資料や試験地の調査をもとに1915年から1974年までの経過をたどると、この60年間に豊作の間断年数は4年目が1回、5年目、6年目がそれぞれ2回、7年目が3回、8年目が1回となった。資料には各地の資料がまざっており、地域差も考えねばならないが、ブナの豊作年はおおよそ6~8年ごととなる。この間に並作年がおおよそ隔年ごとにでる。

タネの飛散を調査すると、更新に有効な飛散距離は並作年で母樹の樹冠の縁から約5m程度までである。豊作の場合はその3倍程度になり、また風下側にはより遠くまで飛散する。しかし更新施業上は並作年の平均飛散距離を基準と考えるのが安全である。

3) 林内の前生稚樹は上述のように消長をくりかえしているが、上木伐採後発生した後生稚樹は地床処理や疎開によって残存率もはっきり高まり成長も促進される。消失原因として光不足、菌害、鼠害、兎害、虫害など多くのものが関係している。

ブナの稚樹は幼時直根性であるので、その根が堆積腐植層をつらぬいて鉾物質土じょうに達すると、急激な伐採や林床植生の除去にも耐え、亜高山の針葉樹稚樹のようににはげしい枯損をしめさない。

4) 直径15cm程度までの小さいものの萌芽性はかなり高い。稚樹も刈払、兎害、虫害などによって傷つけられても回復する場合が多い。保残されたブナは、孤立木状でも立枯れ、風倒に耐性が強い。また耐雪性は多雪地帯の高木中もっとも優れている。

(3) 更新技術の要点

1) 以上の更新上の特性は、ブナの天然更新施業を母樹保残の方式で行なううえで大きな利点ともなっている。ブナの天然更新の成否は、母樹の適正な保残と地床処理のいかんによっている。

タネの有効な飛散範囲は、母樹の樹冠の大きさに関係し、樹冠の大きさは、胸高直径と密接な関係がある。したがって保残する母樹の経級ごとに、更新面をカバーするのに必要な本数が算出できる。並作年の場合胸高直径50cm程度の母樹ならば32~33本程度の配置を考慮して保残することによって更新に必要な種子の確保が可能である。しかし立枯れ、風倒に強いブナ

でも、単木保残の場合被害をうける事例が多いので、保護樹帯などによって更新面を小さく区画したり、群状、帯状に母樹を保残することが有効である場合も多い。母樹は更新完了後伐採した方が更新樹の成長によいが、2 豊作年をふくむ 10 年程度が更新完了の目安となるようである。

2) 地床処理も不可欠な作業であるが、処理試験によればその基本は刈り払いとなる。地 が き作業はあまり効果なく、また除草剤（塩素酸ソーダ）はササ型林床の地ごしらえ段階では周到な配慮のもとで利用できるが、稚樹の薬害があって下刈り段階では使用できない。

3. 今後の問題点

これまで天然林施業の歴史は古いが、その確実な更新法となると、その基本が以上のように明らかにされた段階である。今後以上の方針によって、より確実な技術体系を組み立てる必要がある。

更新地における補植、保育の問題も今後さらに検討を進めねばならない。さらに過去において天然更新や人工造林の不成績地が広く残され、疎林や低木林、ササ地となっているところも多い。これらの改良は新たな開発以上に重要問題であり、そのための技術開発を急ぐ必要がある。亜高山帯でも郷土性の針葉樹類の造林、ブナ帯でもブナをはじめとする広葉樹林の造林が十分考えられる立地も多い。
(蜂屋欣二)

文 献

- 1) 草下正夫ら：亜高山地帯の造林技術，創文，(1970)
- 2) 前田禎三ら：ブナの新しい天然更新技術，新しい天然更新技術，創文，(1971)
- 3) 百瀬行男：シラベ等亜高山帯林の施業，これからの森林施業，全国林業改良普及協会，(1975)
- 4) 前田禎三：ブナの天然更新施業，これからの森林施業，全国林業改良普及協会，(1975)

IV. 各支場の地域林業に対応した試験研究

IV. 各支場の地域林業に対応した試験研究

1. 北海道支場

明治41年6月、札幌郡江別村志文別野幌国有林内に、はじめて当支場の前身である林業試験場が設置され、同年11月野幌国有林がその試験林に編入され、試験業務が本格的に開始されてから、今日にいたるまで幾多変遷を繰返してきたが、当支場は常に北海道林業の振興に資することを最大の目標として、運営されて来た。その間の経緯については当支場刊行の「研究60年」¹⁾によって知ることができるが、ここ10か年間、(昭和41年以降)北海道林業に対応した試験、研究の動向とその成果をながめてみることにする。

(1) 林業経営部門

1) 森林測定および施業に関する研究

北海道における林業経営にあたっては、本道の自然条件を土台として、さらに社会的経済的諸条件を総合的に検討しながら施業を進めていかなければならないが、このような諸条件のなかで、森林施業の基本となるのは残された天然林をどう活用し、育成してゆくかにある。このため天然林施業に関する試験研究が古くから実施されてきたところであるが、最近この部門が担当している命題は天然林の構造と成長に関する研究に集約できる。そのため野幌トドマツ2次林施業試験地や札幌営林局定山溪営林署空沼実験林にそれぞれ固定プロットを設定してその解析にあたっている。また本道は明治末期から昭和初期にかけた山火事により30万ヘクタールに達する再生林が生じたが、これらの取扱い法について広葉林資源の減少とともにその活用が問題となってきた。そして当支場は北見営林局管内2万2千4百ヘクタールの再生林を対象としてサンプリング調査を行ない、その林分の構成状態と成長量を明らかにし林分ごとの施業基準を示した²⁾³⁾⁴⁾。

いっぽう本道における人工造林事業が本格化したのは戦後であり、とくに組織的な計画造林が実施されたのは昭和33年開始の拡大造林以降である。そして国有林をはじめ各界から人工林の収穫予想表の作成が要請され、その調製が当支場の重要な業務であった。さらに戦前戦後にかけて植栽されたトドマツおよびカラマツ人工林が間伐期に達し、施業指針、施業コース別収穫予想のために各方面から林分密度管理図の作成が要望された。このため昭和48、49年の2か年にわたり、両樹種の林分密度管理図を調製した⁵⁾⁶⁾。

立木幹材積表の調製については昭和39年までに道内5営林局ごとのトドマツ、エゾマツ立木幹材積表を当支場が調製したが、最後に残された広葉樹については、これまで使用されてきた

北海道立木幹材積表が適当でないことが判明したので、昭和43年函館営林局より要望されたブナ天然林およびヒバ天然林の立木幹材積表とともに新材積表を調製した⁷⁾。

2) 営農林牧野に関する研究

北海道における混牧林施業は戦前は軍馬を中軸とした馬の林地放牧であり、戦後は農家経済の建て直しを目的とした少頭数の乳牛の林地放牧に重点がおかれた。

昭和40年代にはいと高度経済政策に即して多頭数肉牛放牧の技術が要請されるようになり、従来の天然生広葉樹林内だけの放牧⁸⁾では牧養力が不十分であるので、針葉樹幼齢人工林に対する放牧技術の研究が緊急課題となった。

当支場は戦前から混牧林施業技術の解明にあたっているが、人工林での放牧には造林木の被害が付随するので40年代の全期間にわたってこの問題と取り組み、放牧による被害発生機構とその対策をほぼ完成した⁹⁾¹⁰⁾。

(2) 育林部門

1) 森林土壌および植生に関する研究

トドマツは本道の主要造林樹種として広く各地に造林されているが国有林野土壌調査事業の進展につれて、その適地が明らかになり褐色森林土では、Bc, Bd, Be, 黒色土では、Blc, Blb型に属するものが適地と考えられるようになった。しかしこれらの土壌型に属していても林地土壌生産力に相当の差があることはすでに認められているところであるが、当支場は地位指数と土壌の理化学性との関係を道内の主要造林地について検討を行なった。その結果、トドマツの成長は土壌の有効深度が深く、透水性が良好の場合に大きいことが判明して、トドマツ造林適地判定技術の高度化を計った¹¹⁾。

同様な手法でアカエゾマツ人工林の成長と土壌について研究が進められ、最小容気量が大きく、透水性の良好な土壌での成長が良好であることが認められた¹²⁾¹³⁾。

トドマツ、エゾマツなど北方の針葉樹林の林床には粗腐植層が厚く堆積して、林地、林木間の養分循環をさまたげているだけでなく、地力を著しく低下させている。そのため堆積腐植の分解を促進させる試みとして、間伐、施肥、広葉樹混交の問題を研究している。

その一環としてエゾマツ造林地に尿素と炭酸石灰の施肥を行なって堆積腐植の分解促進効果のあることが報告されている¹⁴⁾。

また森林生態系における養分分布状態を把握するため、トドマツ、アカエゾマツ壮齢人工林で比較調査が行なわれ、アカエゾマツ林はトドマツ林より落葉分解の段階で養分循環が停滞していることを認めた¹⁵⁾¹⁶⁾。

針広混交天然材についても同様の手法で調査を行ない、伐採による養分持出量の計算が行なわれ、地力維持および林地肥培の基礎資料を提供した¹⁷⁾。

2) 森林気象および災害防止に関する研究

当支場における寒さの害の研究をみると、昭和30年代にかけて苗木の生育と耐凍性との関係を探究することに主力が注がれてきたが、40年代になると研究の視点が本道の寡雪土壤凍結地域に発生するトドマツ、アカエゾマツなどの寒乾害の研究に移行した¹⁸⁾¹⁹⁾。そして寒乾害の発生機構とその防除法について、被害地の実態調査および庇陰と積雪による被覆ならびに除雪による野外実験が進められた。

その結果寒乾害発生量は1~2月の積雪量と高い相関がみられ、寡雪の年には大被害が発生する。また空中湿度の低下や強い日射が被害を大きくする主な要因の一つであることを明らかにした。その防止法は樹下植栽などによる土壤凍結の防止、空中湿度の上昇および造林木にあたる日射の閉遮などに重点がおかれ、防風が主体となる従来の寒風害の防止法とは異なるものであることも明らかにした²⁰⁾。

またパイロットフォレストを中心とするカラマツ造林木の成長阻害、枯死について本地域の気象異状の解析、低温域の発生の確認およびカラマツ造林木の幹の耐凍性と日最低気温の変化を求めその原因を解明した²¹⁾。

森林気象の分野では、林業経営の主な対象地となる山地の月平均気温推定法の研究が行なわれ、道内の任意の場所における計算法を検討し、この方法によって得た全道1200点余りの値をもとにして、暖候期における温量指数分布図を作製した²²⁾。またこの研究を発展させ、道内主要針葉樹7種の天然分布域の温度を求め、それぞれの樹種の生育適温範囲を温量指数幅で示し、事業面への直接利用をはかった²³⁾。

3) 林木育種に関する研究

トドマツ天然林の遺伝的解析については、産地試験やアイソザイム分析によって行なっているが、天然分布の上からみて、北見山地に広がるトドマツ集団が大きい遺伝変異をもち、東または西、あるいは南に向うにしたがって変異幅が小さくなる傾向を明らかにした²⁴⁾。

カラマツの抵抗性育種に関する研究の一端として、道内の3か所のカラマツ産地試験地でカラマツ先枯病および落葉病の罹病性が調べられた結果、両病とも産地間にちがいがあり、また試験地間にもちがいが認められた。これらの病気の罹病程度は全く逆の傾向を示し、先枯病抵抗性と落葉病抵抗性とはそれぞれ独立した遺伝機構によるものと推定された。また環境によって病気の発生しやすい地域が異なっていることを示しており、年ごとに罹病率は大きく異なるが産地による被害順位の変動はあまり大きくないことが判明した²⁵⁾。

4) 人工造林に関する研究

本道における人工造林の歴史は本州に比較して著しくあさく、戦前は主として山火事跡などの未立木地造林が主流をしめ、戦後はじめて大規模な造林が開始されるようになったが、人工林率はいまだ著しく低い。このように造林の経験が浅いことと、気象条件が著しくきびしいこ

とと相俟って、過去の成林率をみると本州に比べて低いのが通例であった。それを改善するため、多くの試験研究や技術開発が要請された。

当支場はこれらの要請に答えるよう戦前から多方面にわたり研究を展開してきたが、昭和40年代にはいると、トドマツの成長条件に関する研究として、山行苗木の形質と山地植栽後の成長との関係、山行苗木の取扱いや植付方法のちがいが植栽後の成長との関係について主として栄養生理の面から研究を進めた。その結果、トドマツ山行苗の活着向上および山地植栽後の成長促進を計るための理論的なよりどころが与えられた²⁶⁾²⁷⁾。

またトドマツ、エゾマツ類は山地植栽後の初期成長が遅く、要下刈回数が多くかかるうえに、林地の60~70%がササ型林床型に占められているのでササ生地のごしらえ、下刈りなどをどう取扱っていくかは、造林の成績や労力の省力化につながる本道の育林上重要な課題である。

そこで当支場は昭和37年ころより除草剤を中心とした化学的手法を林地にとり入れ、機械的な処理法と比較しながらその可能性の検討を開始した。この結果下草の林木に与える障害の程度、下刈の厳密さの必要度などを下刈の時期、方法、下草の処理方法別に明らかにするとともに下刈の効果判定法として生産構造解析手法を応用して、下刈効果圏を見出し、各処理方法に共通の客観性のある判定法を可能にした²⁸⁾。またササ型植生、キク科草本型植生などの生育パターンを明らかにし、それに対応した季節ごとの林床内照度の変動を明らかにして有効な下刈時期の検討が行なわれた²⁹⁾。林地除草剤についてはササ型植生に対する薬剤として、塩素酸塩除草剤が最も効果が優れていることを見出すとともにその薬剤効果が土壌の性質によって異なり、さらにササ群落の地下部構造と相関が高いことを明らかにすることにより合理的な施用基準量を確立するまでの成果を得た³⁰⁾。

5) 天然更新に関する研究

天然更新に関する研究がそれぞれの時代に即応して試験研究が実施されてきたが昭和37年から当场天然林研究グループによって新しい林型区分により、天然林の更新や枯損を検討しようとする研究が進められ、その成果が昭和42年に発表された³¹⁾。

そのごトドマツ、エゾマツを主とする天然林施業の基礎的研究が昭和43年より5か年計画で実施され、更新班としては稚苗の発生消長の季節的变化とその原因解明が中心課題として進められた。そのうち稚苗の発生消長を菌害の面からとらえた研究から *Rhacodium therryanum* 菌はトドマツ種子を犯す強い病原性をもっていることが確認され、この菌によってどのような条件のとき、種子の発芽阻害が多く生ずるかを明らかにした。

その他6~7月にかけ *Botrytis cinerea* 菌による茎葉部寄生による枯死が発芽当年の消失に大きな原因を占めていることを示した³²⁾。

本道の山岳上部を占めるダケカンバの疎林地域は一般に人工造林がきわめて困難であり、その不成績地も少なくない。このような地域の速やかな緑化を計る手段として、ダケカンバの天

然下種更新技術の確立が国有林をはじめ各機関から要請されていた。そこで当支場として昭和34年以降函館営林局署と共同してカンパ類の更新試験を実施してきたが、43年にその施業指針書を作成した³⁹⁾。そのご旭川営林局上川営林署部内調査地の成績も追加され、なおいっそうの施業技術の完璧が期せられた³⁴⁾。

(3) 保護部門

1) 野兎鼠に関する研究

昭和25年当支場に野鼠研究室が設置され以来野鼠の生態とその防除に関する研究が鋭意進められてきたが、40年代になると野鼠の発生予察法の確立をめざして、その基礎的研究を中心に展開されている。

これは道内5営林局をはじめ道、民有林においておこなわれている年3回の野鼠発生予察調査資料を基にして、年次的、季節的変動が示すパターンの類型化と環境条件の層化との相互関連の意味づけを行なっている。

すなわち現在野外における各種の生息場所における環境条件の相違により、個体群密度がいかに変化するか、主要環境要因の選出のため、温度、湿度、植生(食物)などについて実験室において、これらの条件を制御し、繁殖率、死亡率がいかに影響されているか、立証的裏付けとして諸種の実験が進められている。また大発生の前兆として、生理的機能上にいかなる変化があるかを血清組織、解剖的な方面からの検討を行なっている^{36)~37)}。

野兎の研究は昭和26年ころからはじめられ、昭和31年から集団飼育による生活史の観察がはじめられ、現在にいたるまで継続調査されて繁殖に関する実験データを集積しつつある。また野兎生息数算定は雪上の足跡追跡法を基礎とし、さらに野外個体群の構造解析として、歯骨による年齢判定の調査を行なっている³⁸⁾。

2) 森林昆虫に関する研究

最近10年間に研究対象となった害虫はトドマツのハマキガ類、マイマイガ、トドマツキクイ、ヤツバキクイその他穿孔虫³⁹⁾、ヒラタキクイムシ、ヒメカサアブラムシ、トドマツオオアブラムシおよびトドマツノハダニ⁴⁰⁾などである。これら害虫の生活史の究明、被害実体調査を通じて、害虫による被害の発生を回避、もしくは軽減しうる森林の造成法、天敵の利用法など各種防除方法の体系化を目標として研究が進められている。

これらの研究のうち主力を注いでいる研究はトドマツオオアブラムシの被害に対する総合的防除法に関する研究であって、特別研究「害虫の総合的防除法に関する研究」の一部をなすものである⁴¹⁾⁴²⁾。

3) 樹病に関する研究

昭和33年拡大造林計画が実施され、年々造林地が増大するとともに各種の病害の発生がみら

れ、これの対策におわれるようになった。そして本、支場共同研究としてカラマツの三大病害、すなわちカラマツ落葉病、ナラタケ病、先枯病の研究に重点がおかれるようになった。昭和40年代にはいと前2者の病害に対する研究は一段落したが、先枯病についてはなお感染機構、林業的防除予察法の研究が続けられた。

すなわちその結果、生育期間の強い常風が本病激発の最大の誘因であることがつきとめられた。そして造林地における保護樹帯または保残木の活用が有効であることが証明された⁴³⁾。

いっぽうトドマツ造林木に対する新しい病害がみられるようになり、これが病原菌の性質、発生環境、感染機構などについて調査が進められた。トドマツ枝枯病は10年前後の林齢の造林地に集中的に発生するが、罹病林分はすべて寒冷多雪地のいっせいに皆伐跡の造林地である。

本病病原菌は6・7月に主として、当年生枝に感染をおこすか、翌春融雪時までの長期間枝組織内に潜在しており、この期間の環境条件いかに発病を左右する。寒冷多雪の激害地帯でも上木のある造林地では被害が発生しにくいことが明らかにされ、現在上木密度と発病ならびに造林木の成長との関係を追求中である⁴⁴⁾。

(4) 防災部門

1) 山地荒廃の予防と復旧に関する研究

当支場におけるこの分野の研究は昭和36年に着手されたがその方向として山くずれの発生機構の研究と荒廃地の緑化技術の研究に重点がおかれた。

山地荒廃の実態調査として本道の第3紀層地帯の造林地崩壊、凍結地帯の崩壊斜面の侵食過程調査、豪雨による崩壊調査などが行なわれた。そして山くずれの発生に関する基礎的研究と並行して、森林の山くずれ防止の機能に関する実験的研究と実態調査が行なわれ、森林の保安的取扱いの具体的な基準の設定が行なわれた⁴⁵⁾⁴⁶⁾。

樹木の山崩れ防止の働きについての実験から、根系は土の粘着力を強化するように働き、土のせん断の強さはせん断面の根系の断面積合計に比例して増加するという結果がえられた⁴⁷⁾。また野外調査の結果から地上高50cmでの直径が10cm以下の小径木は山崩れ防止に効果がないことがわかった。また本道の急斜面の保全にはカツラやシナノキなど萌芽力の強い深根性的大中径木を積極的に利用すべきことを示した⁴⁸⁾。

荒廃地の復旧に関しては荒廃斜面の立地条件の評価と分類、植生の侵入状態などが検討され、ペーパーポットなどを用い盛夏植栽試験など荒廃地の緑化技術に関する一連の試験が行なわれた⁴⁹⁾。

2) 防災林に関する研究

本道の海岸緑化は道南の一部を除いては頗る困難であり、従来の方法は一面的、部分的改良にとどまり、海岸緑化の成果がえられていない。そこで昭和44年より海岸林のうける被害の実

態解明を行ない、枝枯が冬季に起こること、またその主要原因は海風中の塩分であることを確かめ、海岸の立地環境の一つの指標と考えられる風衝林形の性質を明らかにした^{50)~52)}。これらにもとずき海岸緑化のための環境評価法を確立し、これにもとづく新防風工を中心とした海岸緑化技術を開発中である。

文 献

- 1) 林試北海道支場：研究 60 年，(1968)
- 2) 真辺 昭ら：北見地方の山火再生林に関する資料—北見地方における山火再生林の現況と生長について，林試北支研究資料，82，(1970)
- 3) 長内 力：同—北見地方の山火再生林に関する研究ならびに調査の経過，林試北支研究資料，82，(1970)
- 4) 真辺 昭ら：北見地方における山火再生林の生長について，林試北支年報，1969，(1970)
- 5) 真辺 昭：北海道のカラマツ密度管理図，北方林業叢書，51，(1973)
- 6) ———：トドマツの密度管理図，北方林業叢書，53，(1974)
- 7) 長内 力ら：北海道地方広葉樹立木幹材積調製説明書，林試北支年報，1968，(1969)
- 8) 中田 功ら：広葉樹人工林内の放牧，林試北支年報，1966，(1967)
- 9) 毛利勝四郎ら：保護杭による造林木の被害の防止について(中間報告)，林試北支年報，1972，(1973)
- 10) 馬場強逸ら：トドマツ幼齢造林地の放牧による林木傷害について，日林講，84，(1974)
- 11) 山本 肇：トドマツ人工林の成長と土壌，わかりやすい林業研究解説シリーズ，47，(1971)
- 12) 山本 肇ら：アカエゾマツの生長と土壌の理化学性，日林講，82，(1972)
- 13) ———：北見地方のアカエゾマツ人工林の生長と土壌について，日林講，84，(1974)
- 14) 塩崎正雄ら：堆積腐植の分解に関する研究(1)，林試研報，242，(1971)
- 15) 原田 洸ら：アカエゾマツの生長と土壌条件ならびに養分含有量について(Ⅱ)，日林講，82，(1971)
- 16) ———：北見市若松のアカエゾマツ優良造林地の養分現存量，日林北支講，21，(1972)
- 17) ———：全木集材の地力維持におよぼす影響，47 年度特別会計報告書，(1973)
- 18) 橋樋 勇ら：林木の凍害に関する研究(VII)—帯広地方におけるトドマツ・アカエゾマツ秋植苗木の寒害について，林試北支年報，1964，(1965)
- 19) ———：同(X)—トドマツ・アカエゾマツの冬季乾燥におよぼす蒸散抑制剤，灌水などの影響について，北方林業，215，(1967)
- 20) 渡辺富夫：林木の寒乾害の研究(第 1 報)—庇陰と被害の関係，林試北支年報，1968，(1969)
- 21) 共同研究班：パイロットフォレストを中心とする北海道道東地方におけるカラマツ造林の生長阻害，枯死原因の解明，林試北支年報，1970，(1971)
- 22) 増田久夫：北海道任意地点の月平均気温推定法，林試研報，206，(1967)
- 23) ———：北海道主要針葉樹の天然分布と温量指数，日林講，83，(1972)
- 24) 松浦 堯：同位素によるトドマツの系統的変異の究明，北海道の林木育種，15，(2)，(1973)
- 25) 岸田昭雄ら：産地を異にしたカラマツ，先枯病ならびに落葉病の抵抗性，林試北支年報，1973，(1974)
- 26) 共同研究班：高寒性樹種の植栽技術 1. トドマツ山行苗の形質別生長 2. トドマツ植付方法別生長，昭和 44 年度国有林野事業特別会計林業試験成績報告書(完了分)，林試，(1970)
- 27) 真田 勝：トドマツ苗木の形質と山行後の生長，林試北支年報，1970，(1971)
- 28) 中野 実ら：造林地の下刈に関する研究第 3 報，下刈り効果園について，北方林業，215，(1967)

- 29) 藤村好子ら：同第9報，除草剤の散布量と植生遷移，林試北支年報，1968，(1969)
- 30) 豊岡 洪ら：林地除草剤の枯殺効果に関する研究(第2報)，クマイザサの生態的差異と塩素酸ソーダの効果，林試北支年報，1968，(1969)
- 31) 天然林研究グループ：北海道天然林の林型からみた更新と枯損
- 32) 遠藤克明ら：天然更新と菌害，林業技術，384，(1974)
- 33) 函館営林局，林業試験場北海道支場共同研究報告書：カンバ類の下種更新—ダケカンバを主として，函館営林局，(1968)
- 34) 中野 実：カンバ類の新しい天然更新技術，新しい天然更新技術，創文，(1971)
- 35) 前田 満ら：エゾヤチネズミの食性について 食性の栄養価，日林講，81，(1971)
- 36) 森脇和郎ら：Serum tranferrin polymorphism in the red-backed vole, *Clethrionomys rufocanus bedfordiae*, Ann. Rep. Nat. Ins. Genet., 23, (1972)
- 37) 前田 満：Ecology of Field Mice in Forest Lands in Hokkaido Report 4. Food habit and nutrition of the red-backed vole, *Clethrionomys rufocanus bedfordiae*, 林試研報, 258, (1973)
- 38) 柴田義春ら：エゾノウサギの生態(Ⅰ)—カラマツ造林地における生息数の密度—，林試北支年報，1968，(1969)
- 39) 小泉 力：エゾマツ，トドマツ天然林の伐採にともなう穿孔虫被害，林試北支年報，1968，(1969)-
- 40) 秋田米治：北海道におけるトドマツノハダニの生態，林試研報，236，(1971)
- 41) 山口博昭：森林害虫の総合防除，総合防除，講談社，(1973)
- 42) ————：これからの森林保護—害虫の総合防除の問題と関連して—林業技術，376，(1973)
- 43) 横田俊一：Ecological studies on *Guignardia laricina* (SAWADA) W. YAMAMOTO et K. Ito, the causal fungus of the shoot blight of larch trees, and climatic factors influencing the outbreak of the disease, 林試研報, 184, (1966)
- 44) 横田俊一ら：Scleroderma canker of Todo-fir in Hokkaido, northern Japan, I, II, Eur. Jour. For. Path. 4, 65-74. 155-166, (1973)
- 45) 遠藤泰造：土砂崩れを起した雨量の確率分布，林試北支年報，1969，(1970)
- 46) 遠藤泰造ら：治山計画における危険度判定技術に関する研究，昭和48年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書(完了分)，林試，(1974)
- 47) ————：樹木の根が土のせん断強さに与える作用，林試北支年報，1968，(1969)
- 48) ————：土の抗張力に与える根の補強作用について，林試北支年報，1968，(1969)
- 49) 勝見精一ら：治山用樹種としてのハンノキ類の生長について，林試北支年報，1967，(1968)
- 50) 工藤哲也ら：カシワ海岸林の若枝の枯死時期とその含水量の季節的变化，林試北支年報，1970，(1971)
- 51) ————：日本海磯谷海岸におけるカシワ林内で測定した冬季の塩分量，林試北支年報，1971，(1972)
- 52) ————：海岸林の林冠上縁が描く曲線の形状について，日林北支講，21，(1973)

2. 東 北 支 場

東北地方は，本州の北端部にくらいし，その面積はわが国の総面積の18%を有し，北海道につぎ，また，奥羽山脈を脊梁として東西に二分せられ，東に北上，阿武隈の高地，西に出羽丘陵，越後山脈が南北に縦走しており一般に山地，傾斜地形で占められている。うち林野面積は

当地域面積の約70%で、わが国の森林資源の面からみても重要な位置をしめている。また林野面積のうち原野のしめる割合は7%に達している。

このように、広大な面積とかなりの資源を保有しているが、上述のとおり、地形はきびしく、気象も南北に500km余にわたる背染山脈により、太平洋側は少雪寒冷型、日本海側は多雪多雨型に、それぞれ区分されて、複雑かつ、きびしいものがある。

なお、当地域の森林は、青森ヒバ、秋田スギ、北上山地のアカマツなどわが国でも有数な天然美林もあるが、開発の進展にともない数少なくなりつつある。また、奥羽山脈、出羽丘陵等の奥地の多雪豪雪地帯には、ブナを主とする広葉樹天然林が未開発のまま残されているところもあり、他方、里山丘陵地帯は多年に亘る馬産と薪炭の生産などのため、広大な低質広葉樹林となっている。

また東北地方はかかる自然条件のほかに、道路とその他の交通条件の立ち遅れが原因となつて、土地利用の低さ、加えて人口の流出化とあいまって、第1次産業を主とする経済的後進地域である。林業にあっても一部の地域を除いては、人工林化率も低く、森林生産力は一般に低位であるといわざるを得ない。

近時社会経済の発展、都市化の進展等にもとない、森林のもつ公益的機能の維持増進は、内外を問わず強く要請されているが、当地方もようやく東北新幹線、東北縦貫自動車道の開通など高速交通時代を間近にひかえ、土地利用の飛躍的な開発が期待されるだけに、森林に対する上記諸要請もとみに高まってきている。

したがって、これらの諸要請に応えるとともに、林業の後進性からの脱却は、現下、当地域に与えられた大きな課題といわなければならない。東北支場においても、かねてから、これらの諸要請に応え、技術開発推進のために、寒冷、多雪ならびに高海拔地帯の更新技術の確立、農家林業の振興、土地利用の高度化、国土保全および森林の公益的機能の解明などを主要研究目標として、関係試験研究等諸機関と協調しながら、これが地域に即応した調査研究を行ってきた。

まず、調査研究の概要についてとりあげてみると次のとおりである。

育林部門においては、自然環境、育苗、森林の更新・保育にいたる、いわゆる、東北を対象とした高位生産の森林造成技術の解明のため研究を進めている。

これまでに、森林土壌と森林生育の研究により、森林造成の適地問題を解明し、とくに、寒冷地向けの育苗について、スギを対象とし、寒害の発生機構および苗木の形質・系統の側面から追究し、さらに、優良人工林造成のための保育技術、地力維持・生産力増強のための施肥技術などの解明につとめ、それぞれ成果を得ている。

経営部門においては、土地経営の高度化についての調査研究および国土保全、森林のもつ公益的機能の数量化などの解明のため研究を進めている。

これまでに、地域開発、農山漁村の振興などに必要な調査をとりまとめているが、また、森林気象、森林の構造、山地傾斜地の草・水・土砂の相互関係の実態把握、天然林や人工林の取扱い方法、混牧林施業等の地域的経営の特色など、その分析にあたって、これらの諸資料は、それぞれ地域の林業の振興に寄与している。

保護部門においては、奥地開発、いっせい造林地の増加など環境の諸条件の変化により、病虫害の発生も多くみられるようになったので、これが被害回避技術、さらには、生態的防除技術等の面から解明、また、近時高まってきた自然保護の見知から、野生鳥獣の保護増殖などの研究も進めている。

これまでに、カラマツ先枯病、落葉病、スギの枝枯性病害、つちくらげ病等の解明と防除、マツカレハ、マイマイガならびにノネズミなどの防除法の確立など、それぞれ成果を得ている。

山形分場においては、以前から森林の雪害の研究にとりくみ、これまでに、雪害の実態について多くの調査研究が行なわれ、雪害の種類、被害機構などを明らかにし、雪害対策のための部分的な技術など、多くの成果をあげ、多雪地帯の林業技術の指針として一般に活用されている。

次に、地域ないし全国的に関心のある課題のいくつかの例について具体的に、その内容をのべることとする。

(1) 寒害の発生機構およびその防除対策

東北の寒害は、冬季少雪寒冷の太平洋側に集中して、その罹病実態についてみると、植栽後5年ころまでの造林地に多く、また、地域別、局所地形別、苗木の形質・系統別、森林の更新方法別により、罹病程度に差異があり、そこで、低温風洞装置を使用し、種々の条件の苗木について、必要な前処理を施し、寒害の発生機構を解明するとともに、さらに、成果の応用により、防除対策技術が解明されつつある。目下、耐寒性を具備する苗木の開発、耐寒性の形質をもつ育苗法の検討、および、山地植栽初期の寒害回避の究明などについて実施中であるが、これらについては今後とも研究をしていかなければならない。

(2) 多雪地帯における造林技術

日本海側などの多雪地帯は、雪害によって林業生産が阻害されることが著しい。このため、スギ造林地を第一の対象として多雪地帯における造林技術の改善を重視しなければならない。

雪害とくに根元曲り、冠雪害などでは、植栽、保育など造林的手段によってかなり軽減することができる見とおしをえている。

これまでに、雪害の実態についての調査研究により、雪害の種類、被害機構などを明らかにし、植栽方法としては、不定根の発生を促す斜植え、寄せ植えなど、保育技術として、土寄せ、雪起し、すそ枝払い、間伐方法などの部分的技術が開発された。しかし、これらについては、普遍的な普及実行というところまでは至っていない。

したがって、雪害の発生機構と林木の生態的特性との相互関係を追究し、現地に応じた経済的に可能な雪害回避あるいは、防除技術を体系化する研究を進めている。

(3) 混牧林施業技術

東北地方は岩手県を中心に古くから山林、原野が放牧に利用され、戦後の畜産は馬から、乳・肉用牛にかわり、草地開発が進み、いっぽう林業面においても、広葉樹林の人工林化が急速に進展してきて、林業と畜産の競合がみられるようになった。したがって土地利用の集約化の見知から、具体的には林地の下草の活用を図るための混牧林施業技術の問題がとりあげられ、岩手山麓の国有林で放牧実験をおこない、カラマツ幼齢林の放牧については、放牧可能であることが明らかになった。

また、アカマツ天然下種更新地における放牧については、軽度の放牧では、その影響は比較的少なかったが、今後の調査研究の事例の積み重ねが必要である。

なお、環境保全が重視されておる昨今だけに、林野の放牧と土地保全の関係等について、目下実験を行なっているが、林内の傾斜人工草地の放牧では、傾斜による表層土の移動など、一応解明されたが、今後の調査研究に待たなければならないものがある。

(4) 森林有益鳥類の生態的研究

近年、公害等の問題から薬剤を使用しない森林害虫の生態的防除に対する研究が要請されている。しかし、これが基本資料となる鳥類の生態ならびに森林害虫に対する防除効果については、現在なお解明されない点が多いので、これらの問題を、まづ研究しなければならない。加えて森林生態系における鳥類の役割等を明らかにする必要がある。

これまでに、巣箱による有益鳥類の誘致、鳥類と林相との関係等鳥類の生態、さらには、これが調査の基礎をなす鳥類のセンサス法などの解明を行なってきた。この結果、鳥類の繁殖については、針広混交林が針葉樹単純林よりも好適であること。鳥類の森林害虫駆除に果す役割については、針広混交林内のアカマツ幼齢木におけるマツカレハ幼虫による調査結果によれば、幼虫の齢期と密度が捕食に、関連あることがわかった。

なお、これらについては、今後さらに調査研究を進めて問題解決につとめていきたい。

3. 関 西 支 場

関西支場管轄地域(北陸・近畿・中国地方)林業に対応した各種試験研究のうち、下記の項目については技術体系化の大綱がえられた。

(1) 混交林の経営に関する研究

わが国の林業は、一般に針葉樹の単純一斉林で、かつ、比較的短周期の間断的経営によって

行なわれている。

森林の公益的機能を阻害せず、地力の低下などを防ぐには高伐期で経営されるのが望ましいが、成長の早・晩の差のある樹・品種の混交(例えばアカマツ・スギ・ヒノキなど)などは早期に大きな中間収穫を得ることができるため、高伐期施業をとることを経営的にも容易にすると考えられる。

また、樹種の混交は森林の健全性を高め、公益機能の発揮や地力の維持に寄与するとともに、立体的な光や空間の利用によりその生産性を高める可能性も期待できる。

しかし、これまで混交林についての試験研究はほとんど行なわれていないので、当地方に多くみられる針葉樹の混交林を対象に、その生理、生態的、技術的さらに林業経営的特性を明らかにすることを目的として昭和43年より研究に着手した。

これまでに、主として兵庫県水上地方において、アカマツ・ヒノキおよびスギ・ヒノキ混交林とこれと対比する同齢、同地位の純林(合計約50林分)の調査を行ない、混交林の林分構造、生産量、育林諸技術などについて成果を得た。これらのうち、アカマツ・ヒノキ混交林についての結果の主なものはつぎのとおりである。

ヘクタール当り本数：混交林の合計本数はヒノキ純林とほぼ等しいものが多く、アカマツ純林よりはかなり多い。

平均樹高：地位が同じならば、純林と混交林におけるアカマツおよびヒノキ(この調査の範囲内の立木密度では)の樹高にはほとんど差がない。したがって、混交林の場合も樹高と地位の指標として取扱うことが可能のように思われる。

平均直径：混交林のアカマツは純林のそれよりもやや太く、ヒノキはほぼ等しいかやや細い。

ヘクタール当り材積：混交林の材積はヒノキの純林より大きく、アカマツの純林に比べても大きい場合が多い。混交林の材積が最多になるのは、ヒノキ：アカマツの本数比が7:3~6:4付近である。

最近1年間のヘクタール当り成長量：混交林では何れの純林よりも大きい。

ヘクタール当り葉量：混交林の合計はアカマツ純林より大きく、ヒノキの純林に比べても大きい場合が多く、その生産能率から1樹種の葉量に換算した値は何れの純林よりも多い。

なお、アカマツ・ヒノキ混交林については昭和47年より関西地区府県林試の共同研究として実施しているので、これらの資料とあわせて現在とりまとめ中である。

スギ・ヒノキ混交林については、さらに資料の集積を進める予定である。

また、スギ・ヒノキ混交林の保育、収穫過程における諸技術の解明、および経営的検討については、福山営林署馬乗山試験地で実施中であり、昭和46年には第1回目の間伐収穫を行ない、その伐出功程、経費、伐出材の形質、販売価格などの調査を行なった。

これまでに発表した報告はつぎの文献のとおりである。

(2) 枝打技術の確立に関する研究

林業における一般の育林諸技術は生産材積量の増大を指向するものがほとんどであるが、生産材の価値を高める技術が、生産量増大技術と同様あるときにはそれ以上に重視されなければならない。

高価値材生産のうち、もっとも手近なものとして枝打による無節材の生産があるが、これについても体系的かつ実践的研究は未だみられない。

したがって、当支場では枝打に関する生理、生態的検討、個別技術の確立ならびにこれらの体系化を目標に昭和43年より研究に着手した。その結果、つぎの項目については大略の成果を得た。なお、今後に残される問題の主なもの、枝打処理部付近の材にみられる変色現象の鮮明および対進法の開発であるが、これについても現在検討中である。

1. 樹木(スギ・ヒノキ)の構造と成長—主として、樹冠構造と幹の成長、成長にともなう樹冠構造の変化など
2. 枝打の程度と成長との関係、およびその外観的示標
3. 枝打方法と林分構造の変化
4. 林分密度と枝打効果
5. 諸条件と枝打あとの巻込み
6. 枝打と材質
7. 枝打作業技術
8. 生産目的材別の枝打管理技術体系

これらの検討は主としてつぎの2つの方法によった。

1. 試験林または模型林分を設定し、各種の枝打を行なって経時的に測定する。
2. 節解析、すなわち、枝打の実施木および未実施木について節縦断面の調査を行ない、枝の発生、成長、枝打または自然落枝、巻込みなどの経過および幹の成長、年輪構成、節の分布などを検討する。

成果のうちすでに報告済みのものはつぎのとおりである。

文 献

- 1) 早稲田収ら：混交林の経営に関する研究Ⅰ，馬乗山試験地の結果，林試関西支年報，10，(1968)
- 2) ————：同Ⅱ，兵庫県山南町におけるヒノキ，アカマツ混交林調査の結果，林試関西支年報，11，(1969)
- 3) 山本久仁雄ら：混交林の経営に関する研究Ⅰ，ヒノキ・アカマツ混交林の実態，日林講，82，(1972)
- 4) 早稲田収ら：同，ヒノキ・アカマツ混交林の材積，日林関西支講，23，(1972)
- 5) 藤森隆郎：幹材生産に対する枝の役割とその評価について，日林講，80，(1969)

- 6) ————：枝打ちに関する研究Ⅰ，生態学的調査資料に基づく枝打ちの考察，林試研報，228，(1970)
- 7) 早稲田収ら：ヒノキ枝打本の節解析Ⅰ，枝打あとの巻込み，日林関西支講，22，(1971)
- 8) ————：同Ⅱ，枝の成長停止と枯死，日林関西支講，22，(1971)
- 9) ————：同Ⅲ，ヒノキの枝打指針図，日林関西支講，22，(1971)
- 10) 藤森隆郎ら：枝打ちに関する基礎的研究Ⅱ，枝打ちの樹幹成長におよぼす影響(1)，林試研報，224，(1972)
- 11) 藤森隆郎：同Ⅲ，枝打方法の違いによる林分構造の変化について(1)，林試研報，246，(1972)
- 12) ————：枝打の技術体系に関する研究，林試研報，273，(1975)

4. 四 国 支 場

当地方は，総体的に，温暖多雨で林木の生育に適し，林野面積も70数%を占め，林業は四国の重要な産業の一つとなっている，とくに四国山系以南の内陸部は，一般に土地が肥沃で，降水量も多く，気候条件が林木の生育に適して，立派な天然生林があるほかに，スギ，ヒノキの人工林化もよく進み，久万，魚梁瀬，木頭などの有名林業地がみられる。しかしいっぽう，瀬戸内側の地域は，一般に土地がやせ降水量も少なく，林木の生育が悪く，アカマツ林地帯となり，せき悪化の著しいところも少なくない。

このように，内陸部を含む四国山系以南の太平洋側と瀬戸内側とでは，その森林の実態は著しく異なっているが，これら両地域とも，それぞれ大きな問題を抱えている。

すなわち，四国山系以南の太平洋側地域においては，標高1,900メートルにも達する山岳を擁し，地形は急峻で，断層あるいは破碎帯も少なからず見られることなど，不安定な土地条件にあるだけでなく，さらに降水量がとくに多いほか，台風による強い風や，これらにともなう集中豪雨の影響をうけることなど，日本南西部の太平洋側地域における代表的な自然環境条件が備わり，土壌侵食，崩壊，地すべり，その他風害などが起りやすく，保全あるいは地力の低下にかかわる大きな問題をはらんでいる。

したがって，このような自然環境条件と林地の機能との関連について明らかにするとともに，これら林地にふさわしい施業のあり方と方法について検討を重ねていくことは，四国支場における地域としてのとくに重要な課題となっている。

また他方，瀬戸内沿岸および島しょ部においては，降水量がとくに少ないうえ，せき悪化しやすい深層風化の進んだ花こう岩地帯が主体をなし，これが古くからの人為による収奪とあいまって，その林地は荒廃し，不安定なアカマツ林地帯となり，また著しくせき悪化したところも少なくないが，さらに最近是全国的に猛威をふるっているまつくい虫にともなうマツの著しい枯損も発生している。

このようなことから，各種保全機能，あるいは風致その他公益機能の面でいろいろと問題をはらんでいるが，四国地方のこれら地域は，花こう岩のほか，中国地方の山陽筋と異なり，か

なりな面積をもつ讃岐岩あるいは安山岩を母材とする部分が介在するので、これらに対応した取り組みも必要となっている。

以上にのべた四国の地域性を背景とした重要課題として、四国支場がとくに大きく取り組んでいるのは、つぎにのべる「非皆伐施業」、「地力の維持増進」、および「まつくい虫被害地帯の更新」などにかかわる試験研究課題で、またこのほか、四国地方に限ってかなりな被害をおよぼすスミスネズミの生態調査、その他営林局、大学との協力による魚梁瀬スギ天然生林の総合調査などについても、地域の課題として実施している。

(1) 人工林の非皆伐施業に関する研究

林地の保全、生産力の維持増進、その他公益機能などの面から、非皆伐施業に対する要請もより強くなってきたが、これまで必ずしも十分な技術的な裏づけがなく、また伐採搬出などの問題もからみ、特殊な林業地を除き、事業的な進展が阻まれている。

四国支場では、前述のような自然環境条件をもつ四国地方におけるとくに重要な課題として、これを取りあげているが、これに関連する仕事として、昭和42年から愛媛県の久万林業地帯で、二段林の実態解析に着手した。

そのご、昭和44～46年に関西支場との共同による「混交林の経営に関する研究」のなかで異齡混交林の問題として、また昭和48年からは大型別枠研究「農林漁業における環境保全技術に関する総合研究—森林の施業による生態系の変動—」の一環として、四国支場は非皆伐施業についての試験調査を担当し、国有林にも試験地を設けて進めるほか、庇陰下における林木の生理生態的特性を知るための庇陰試験、その他物質生産の基礎となる葉の光合成量や呼吸量の測定なども手がけてきた。

このかんスギ、ヒノキの人工林を主体とする非皆伐施業における林内の光環境¹⁾²⁾、庇陰下における稚樹の成長ならびに生存限界³⁾⁴⁾、庇陰下の雑木草の成長、生産構造⁵⁾、一次生産量、成長量⁶⁾などについて順次成果が得られ、とくに林内更新技術の初期段階の問題については、関西支場、九州支場で得られた成果ともあわせ、かなりなことが明らかになってきたが、最近さらに重要課題としてその認識が深まり、地域試験場との協力実施体制も整いつつあるほか、国有林においても、事業化のための技術開発試験が進展する運びとなってきた。

このような状況下、取りあえず既往の成果を役立たせるため、昭和50年1月に参考資料として関西、九州支場での成果とあわせ総合的な集録を行ない印刷に付すとともに⁶⁾、スギ、ヒノキを主体とする人工林の非皆伐施業について、適正な技術的裏づけをともなった施業指針をさらに明らかにし、早急にその技術の体系化をはかっていくことを目的として、関西支場および九州支場との共同によるプロジェクト研究として、昭和50年度からあらためて「人工林の非皆伐施業に関する研究」として強力に取り組むことになった。

(2) 地力の維持増進に関する研究

短伐期の皆伐施業の繰返し等にもとない、地力が低下することは一般に知られているがその実態はあまり明らかにされていない。とくに地形が急峻で、雨が多く、気温も比較的高い四国地方の太平洋側地域における自然環境のもとでは、有機質の分解や流亡、および表土の流亡などによる地力の低下が一つの大きな問題で、その実態を明らかにし、森林の取り扱いもこれに応じて十分考慮していかなければならない。

このようなことから、昭和 35 年地力低下に関する研究に着手し、まずヒノキ人工林について、伐採前後の変化を調べ、ヒノキではりん片状になった落葉が移動しやすく、伐採後 3 年目に堆積有機物の減少が著しくなること、そして土壌表層も順次変化し、かなり移動することなどの結果が得られた^{7)~9)}。

そのご、地力維持に関する研究として進展させ、この間スギ人工林の皆伐から 50 年生林分に至るまでの、森林の成立過程における変動の実態もかなり明らかになってきたが⁷⁾、こんごさらに、地力の維持とともに増進方法についても研究を進めていく考えである。

(3) まつくい虫激害地帯の更新に関する研究

マツ林地帯は、近年まつくい虫にともなうマツの著しい枯損により、林分が破壊され、各種保全機能あるいは風致その他公益機能の面からも大きな問題となっていますが、まだ対応策が模索されている段階にあります。

このような状況のもと、四国支場では、昭和 48 年から「海岸林における広葉樹導入、林分改良」のテーマで、瀬戸内側の花こう岩と讃岐岩を母材とする代表的な被害地である香川県下の屋島国有林において、それぞれ土壌条件に応じた安定した健全植生へ導くことを目標とし、土壌および植生の調査と、ヤマモモほか主要広葉樹の特性調査¹⁰⁾、その他施肥試験などに着手した。

そのご、昭和 50 年度から関西、九州、四国の西部 3 支場共同の「マツクイムシ激害地帯の更新に関する研究」の課題が大きく取りあげられ、導入可能な経済樹種について究明していくこととなり、四国支場では、マツクイムシに抵抗力があり、しかもすぐれた成長が期待されるテラダマツ、スラッシュマツ、その他一部メラノキシロンアカシアなどの導入可能地域を、風害などとの関連を考慮しながら検討するため、既往植栽地の成績等について調査するとともに、ヒノキの導入可能な条件についてもあわせて調査する運びとなっている。

(4) その他

以上のほか、地域的な問題の一つとしてスミスネズミの被害があります。昭和 33 年から営林

局との共同により、3か所に調査地を設け、野ねずみの時期別捕獲調査を行なってきたが、四国地方では、本州や九州などで被害の主役を果しているハタネズミは見られず、スミスネズミがその主役となり、ヒノキの幼木などにかかりな被害を及ぼしていることから¹¹⁾、昭和48年度より「野ねずみの生態調査」の課題で、まだ不明な点の多いスミスネズミの生態に重点をおき調査を進め、防除対策を立てるための基本となるその生態についても順次あきらかになりつつある¹¹⁾¹²⁾。

なお、学術上および森林施業上の参考として貴重な価値をもつ魚梁瀬の千本山保護林を含むすぐれた天然生林があり、これまで少なからず調査研究資料が残されているが、成立過程、森林の構造や生態の変化などについて、さらに究明し取りまとめていくため、営林局、大学との協力による総合調査も進めている。

文 献

- 1) 安藤 貴ら：二段林の下木の光環境(1) 相対照度の季節変化，日林関西支講，22，(1971)
- 2) ————：同(2) 相対照度の推定，日林関西支講，22，(1971)
- 3) ————：スギ苗の成長に及ぼす光の強さと植栽密度の影響，日林誌，54，(2)，(1972)
- 4) 谷本丈夫ら：庇陰下におけるスギ苗の生育経過，日林講，83，(1972)
- 5) 安藤 貴ら：人工二段林における物質生産量の測定例，日林誌，51，(4)，(1969)
- 6) ————：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”Ⅱ四国支場における研究の概要，林業試験場，(1975)
- 7) 井上輝一郎ら：地力維持に関する研究，林試四国支場年報，39，(1965)
- 8) ————：同，林試四国支場年報，41，(1967)
- 9) ————：ヒノキ林の地力維持に関する研究，林試四国支場年報，48，(1974)
- 10) 横田志朗ら：林内植物の養分吸収に関する研究—ヤマモモとヒサカキ，日林講，86，(1975)
- 11) 伊藤武夫：野鼠の被害防除に関する研究，林試四国支場年報，39，(1965)
- 12) 五十嵐豊ら：野ねずみの生態調査，林試四国支場年報，48，(1974)

5. 九 州 支 場

九州は概観的にいえば温暖多雨の気象条件下にあり、暖帯性樹種の天然林を含む林木の成長量の大きい地域である。そのうえ人工林の歴史は古く森林の開発は進んでおり、将来とも強力な林業基地である。また林業物としての乾燥シタケの生産量は多く、林業としての要素は非常に大きい。

その反面、病虫害、気象害などの諸害の被災性も大きく、マツノザイセンチュウ、まつくいむし、マツケムシ、スギハマバエ、スギハダニなどの被害はほとんど九州に集中している感じである。また、台風と梅雨前線による集中豪雨の被害が大きく、そのうえ、南九州にはシラス、

ボラなどの特殊火山灰土壌が広く分布し、防災的研究、さらに予防治山、復旧治山の研究が重要である。

このような環境のもとに、育林部 5 研究室、保護部 3 研究室に分れてそれぞれの研究に着手している。

まず、過去 10 年間に於ける、九州支場の重点的な研究として取組まれた共同研究項目をあげれば、森林の寒害防止、林地生産力、まつくいむし→材線虫の防除、環境保全対策(以上前出)およびヒノキ林の実態調査があげられる。

近年、九州におけるヒノキ造林は、マツ材の杭木需要減少 ヒノキ良質材の価格上昇、拡大造林の進展、マツ枯損の激増などのため急増してきた。九州でのヒノキ造林についての研究はスギにくらべて少なく、造林面積の拡大はいろいろな問題を生ずることが予想され、九州におけるヒノキ造林の問題点の摘出のためヒノキ林の実態調査を行なった。

従来、致命的病害の少ないとされていたヒノキも予想外に病害が発生しており、とっくり病のほかに根株腐病や溝腐状被害が各地に分布している。溝腐状被害はこの調査で、はじめて九州で見いだされたものである。

土壌が適潤～湿性で深い緩斜地で、スギの造林適地とみられる立地条件ではこのような病害発生危険度が高い。溝腐状被害には気象因子も関係がある。また根株腐病は各種の被害形態があり、南九州ではキゾメタケによるものが主であるが、北・中九州では異なっていた¹⁾。

南九州でのヒノキの成長は Bd 型土壌で良好で、乾性に傾くほど低下する傾向があるがスギほど顕著ではない。土壌条件の良好なところではスギの樹高成長がヒノキに優るが、土壌条件が不良となるとヒノキがスギにまさり、その境は地位指数 13 m 付近と認められた。

生産構造解析を数個の林分について行ない、単位葉量あたりの幹材積生産能率は、ヒノキの施肥林では無肥林の 128%，地位上の林分は地位下の林分の 159%，ヒノキ林は隣接スギ林の 93% という値が得られた²⁾。

なお最近、九州の低山地帯のマツノザイセンチュウによる被害の急激な増加にともない、枯損跡地へのヒノキ造林の拡大が進行しているが、立地条件の比較的不良なこの地帯でのヒノキ造林の可能性の限界を明らかにすることが緊急の重要問題となってきた。そこでヒノキの不成績壮齡造林地の調査を行なって、ヒノキ不適地の立地条件について若干の知見を得たが、さらに研究をつづけている。

九州における病虫害、凍害、乾害の発生は多く、諸害抵抗性品種と健全育成技術の選択が必要である。このため、林木の健全性に関して研究を進めており、そのうち、スギ精英樹の耐凍性については抵抗性クローン³⁾の存在、耐凍性検定方法が明らかになり^{3)~5)}、抵抗性育種事業に役立っている。スギのスギタマバエ抵抗性についても、それに遺伝性があり、抵抗性成分としてフェノール性物質の存在が明らかにされた⁶⁾。

九州のスギ造林は昔からさし木苗が使用され発達してきている。しかし育種事業で選抜された精英樹のうちさし木の発根率が悪いものが比較的多く、さし木増殖が危ぶまれ増殖法の再検討が要望され、その発根不良の原因は、乾燥や腐敗に対して弱いというような単純な特性でなく、遺伝的な発根調整物質の欠乏にあることが明らかとなり、このようなさし穂に対する発根促進物質としてはインドール酪酸が有効であることが確認され⁷⁾、他の発根困難なヒノキやマツ類をはじめ造園用緑化樹のさし木にも広く普及されている。

森林の取扱いに関して生態的手法を基礎とし、更新、保育の諸問題から成林後伐期にいたるまでの林分の取扱いにかたまでの研究を進めている。九州ではとくにさしスギ品種が多いので、それら在来品種の造林的特性について検討を行ない、多数の品種を早生型(クモトオシ、イワオスギなど)、中生型(オビアカ、ヤブクグリなど)、晩生型(メアサ、アヤスギなど)の3グループに分け、品種選抜の単純化をはかり九州におけるさしスギ造林技術の基礎資料を提示した⁸⁾。

林地除草については、ススキの個体、群落レベルでの生態的特性を明らかにし、造林木の成長阻害度と草量の関係を定量的に求め、抑草目標にみあったススキ群落コントロールの理論を、除草剤使用理論とともにみちびき⁹⁾、従来のけっぺきな下刈り体系に対し、下刈り終了時期を1~2年早め、また途中の下刈り回数を省略する可能性の期待など、新しい下刈り体系の基礎的資料を提示した。

非皆伐更新作業に属するヒノキ人工林からの天然下種更新に関して、種子生産、落下、飛散、稚樹発生、定着を経て、後継林成立までの量的プロセスの試算を行ない、九州におけるヒノキ天然下種更新の可能性を予測的に立証することができ¹⁰⁾¹¹⁾、その実証林分数も増加しつつあり、稚樹の消失要因とその回避方法の究明など、天然下種更新研究の手がかりが得られた段階である。

阿蘇、九重および霧島を中心とした周辺に広く分布している黒色土壌は、採草地や放牧地として粗放な取扱いを受けた部分が少なくない。しかしこの地域もしだいに造林地として開発利用されようとしているが、原野造林によって生ずる土壌の理化学的諸性質の変化を土地保全、地力維持の面から明らかにし^{12)~14)}、合理的な土地利用をするための有力な示唆をえた。すなわち、各種林齢の原野造林地を対象にして、原野土壌と森林土壌との対比だけでなく、原野より森林が成立していく過程において生ずる土壌変化を明らかにして、森林のもつ意義および森林土壌としての機能をもつにいたるまでの経過を経時的に解明してきた。

経営研究では、収獲試験地の定期調査とともに、とくに測樹学的な研究を進めてきた^{15)~17)}。そのほか、阿蘇を中心とした草原地帯の放牧、採草、林間放牧などを対象にした混牧林の研究や、林業経営の問題¹⁸⁾、統計的方法を林業に取入れるための研究が行なわれた¹⁹⁾²⁰⁾。

台風常習地帯でありまた温暖多雨地帯である九州、四国、南紀を代表する水源かん養林の理水試験地が昭和33年に宮崎県大淀川上流の高岡営林署管内去川国有林に設置され、常緑広葉樹

林2流域とスギ林1流域で、流域内の皆伐が流水におよぼす影響を検討している。昭和34～39年までを伐採前の観測期間とし、40、41年に常緑広葉樹の1流域を標準流域(Ⅱ流域9.2ヘクタール)として残し、他の広葉樹林(Ⅰ流域6.6ヘクタール)とスギ林(Ⅲ流域8.2ヘクタール)の2流域を皆伐し、42年以降を伐採後の観測期間とし伐採前後の流量を比較している。43年までに同試験地各流域の地形、地質、土壌、植生調査を完了し²¹⁾、また、雨量と増水量、消失量との関係を比較し、豪雨時の林地保留量や最大流量の流域別比較を行なった^{21)~23)}。

梅雨前線および台風による豪雨のため、山地災害が九州には頻発しており、災害原因およびその対策の調査研究が強く要請されている。43年のえびの地震、44年の鹿兒島地方のシラス災害、47年のえびの、天草災害などが頻発し、これら諸災害に対してそれぞれ調査を行なった²⁴⁾²⁵⁾。

気候条件に恵まれた九州では病害の発生も多く、苗畑ではマツの苗木生産上問題となるマツの葉枯病があり、この病原菌の越冬および伝染経路を明らかにしその防除法が確立された²⁶⁾。林地における病害についても、スギの溝腐病や暗色枝枯病の研究を手掛け、とくにさしスギでも品種によっては溝腐病に感受性のものがあることがわかり²⁷⁾²⁸⁾、これら耐病性検定方法について検討した²⁹⁾。マツについてはマツ枯損被害の衰弱現象を病理学的に追究し、今日の材線虫発見の手掛りとなった。

害虫による森林の被害は九州に集中し、被害面積の占める割合は全国平均の6倍以上である。このうち、まつくいむしやタマバエ類には特別研究で対応し、マツカレハやマツのしんくいむし類にはウイルスや寄生蜂など天敵の研究を³⁰⁾³¹⁾、また、大発生したコガネムシ類の成虫と幼虫にはBHC代替薬剤の開発を行なった³²⁾。九州地区研究担当者によって昭和42年に発足した「まつくいむし懇話会」は45年から保護研究者会議へと発展し各県共通の問題は共同で研究を、進める体制ができ上り、まつくいむしを中心に共同研究で大きな成果をあげている。

温暖多湿な気候に恵まれ、九州での乾燥しいたけの生産量は全国の6割に達しているが、栽培技術の改善、ほだ木の害菌防除対策、優良種菌の開発ならびに原木の育種と育林技術の確立など未解決の問題が多い。これらの問題を解決するために研究を進め、栽培技術に関しては、しいたけ原木の伐倒後の含水率、重量の変化とほだつきの関係からみた種菌接種の適期、原木の大きさと収量の関係、原木伐採時期と種菌接種時期との相互関係などについてある程度明らかになった³³⁾。

害菌防除対策に関しては、ほだ木を汚染加害するトリコデルマなどかび類の野外汚染実態と季節的消長、かび類汚染とほだ木不良化の量的関係などが明らかにされつつある。また、しいたけなど担子菌類へ影響が少なく、かび類には殺菌効果の大きい選択性のある薬剤(TB2)が、見い出され、その薬剤防除試験を急いでいる。

品種改良については数多くの品種について交雑を行ない、若干の優良品種が見い出され第二次検定の段階にはいっている³⁴⁾。基礎的研究として、しいたけ子実体の発生機構に関する研究

を進めており³⁵⁾、その一部を第9回国際食用きのこ会議において発表し、また、電子顕微鏡によりしいたけ菌糸の微細構造についてその大略を明らかにした³⁶⁾。

文 献

- 1) 橋本平一ら：九州におけるヒノキ林地病害の実態，森林立地，(1972)
- 2) 尾方信夫ら：Bl(m)林地におけるヒノキ成木施肥林の現存量など，日林九支講，25，(1972)
- 3) 高木哲夫ら：切り枝凍結実験によるスギ精英樹クローンの耐凍性比較，日林九支講，26，(1973)
- 4) ————：凍害常習地におけるスギ精英樹クローンの耐凍性検定，日林九支講，27，(1974)
- 5) ————：暖地と寒冷地に造林されているスギ精英樹クローンの耐凍性，日林九支講，27，(1974)
- 6) 斉藤 明ら：スギタマバエによる被害率とスギ葉芽内ロイコアントシアン含有量，日林誌，54，(1972)
- 7) 大山浪雄：スギ精英樹のさし木発根不良系統に対するインドール酪酸の効果と処理法，林業技術，336，(1970)
- 8) 尾方信夫：スギの著名品種とその性質—九州地方スギ品種，スギのすべて，44，(19)
- 9) 尾方信夫ら：林地除草剤に関する研究 1～12，日林九支講，19-26，(1970～1974)
- 10) ————：ヒノキ天然下種更新の成立に関する研究 1～16，日林九支講，21～27，(1968～1974)
- 11) 尾方信夫：新しい天然更新技術(ヒノキ)，創文，(1971)
- 12) 佐伯岩雄ら：植被の違いが土壤に及ぼす影響，日林講，81，(1970)
- 13) 脇 孝介ら：原野造林による土壤の変化，日林九支講，24，(1971)
- 14) ————：土壤構造の耐水性について，日林九講，24，(1971)
- 15) 粟屋仁志：局所密度と成長に関する研究，I～II，日林九支講，22～23，(1969～1970)
- 16) 本田健二郎ら：過去の直径—樹高曲線の推定方法について，日林九支講，21，(1969)
- 17) ————：林齢を加えた直径—樹高曲線 I～II，日林九支講，24～20，(1971～1972)
- 18) 中村三省：蓄積経理に関する一考察，林業経済，288，(1972)
- 19) 森田栄一：電子計算機による林分調査データのとりまとめ I～II，日林誌，49，(1967)
- 20) ————：間伐率の変化にともなう成長予測 I～III，日林九支講，20～27，(1972～1974)
- 21) 白井純郎ら：去川森林理水試験第三～四報告，林試研報，176～216，(1965～1968)
- 22) 河野良治ら：去川理水試験地の伐採後の増水量ピーク流量，日林九支講，24，(1971)
- 23) 竹下 幸：流域処理後のピーク流出量と流出土砂量の経年変化，日林九支講，27，(1974)
- 24) 竹下 幸ら：五木の災害解析，治山，12，(1967)
- 25) 河野良治ら：47年7月天草災害について，日林講，84，(1974)
- 26) 徳重陽山ら：マツ葉枯病菌の越冬について，日林九支講，19，(1966)
- 27) ————：みぞ腐病にかかっているスギ在来品種および精英樹，日林九支講，19，(1966)
- 28) ————：スギ赤枯病菌とスギ溝腐病の関係，日林九支講，22，(1969)
- 29) 橋本平一ら：スギの赤枯病に対する精英樹クローンの耐病性調査，日林九支講，26，(1973)
- 30) 倉永善太郎ら：スミシアウイルスによるマツカレハの防除試験，日林九支講，20～22，(1967～1969)
- 31) ————：マツカレハの生命表解析，日林九支講，27，(1974)
- 32) ————：根切虫の薬剤防除試験，1～2，森林防疫，19～20，(1970～1971)
- 33) 温水竹則ら：しいたけの種類および原木用材と生産量，わかりやすい林業研究解決シリーズ，48，(1971)
- 34) 安藤正武ら：シイタケ各系統の生態および形態的特性，林試研報，224，(1969)
- 35) 安藤正武：シイタケ子実体の発生条件，日林誌，54，(9)，(1972)
- 36) ————：シイタケ菌糸の微細構造，日菌会報，13，(1972)

V. 本・支場の移転と整備

V. 本・支場の移転と整備

1. 筑波研究学園都市建設をめぐる

(1) 筑波研究学園都市建設の発想と経緯

昭和30年代にはいと、人口、産業の集中により首都の生活環境は急速に悪化し、過大都市の弊害が顕著となり、集中の抑制と分散のための施設が強く要望されるようになった。昭和33年には首都から分散する人口および産業を受入れる近郊を計画的開発整備を行なうための法律が同34年には市街地に一定規模以上の床面積の工場などの建設を原則として禁止する法律が制定され、いっぽう民間の都市問題の専門家のあいだにおいて、遷都論が盛んになり、新時代に対応した都市対策の提案がつぎつぎとなされた。この機運を受けて、同36年9月の閣議において「首都への人口の過度集中を緩和するため必ずしも既成市街地に置くことを要しない官庁の集団」を速やかに検討すべき旨の決定がなされたのが、政府として具体的に率先して官庁移転を行なう意志を表明した最初である同37年6月には人口30万の官庁都市構想が首都改造懇談会で提案され、このとき初めて官庁と大学と民間試験研究機関をひとつにまとめた新都市構想が打出された。7月に科学技術会議が、わが国の科学技術の振興を図るため、過大都市を離れた地域に国立試験研究機関を集中的に移転させる必要がある旨の答申を行なっている。このような背景のもとに昭和37～38年に精力的に候補地の選定が進められ、最終的には富士、赤城、那須、筑波の4地区にしぼられ、各種の調査の結果、同38年9月に研究学園都市約4000ヘクタールの建設地は筑波地区とし、用地の取得造成は日本住宅公団に行なわせることが閣議で了解された。同39年12月には首都圏整備委員長を本部長とし、関係省庁の事務次官クラスより構成される研究学園都市建設推進本部が組織され、その庶務は首都圏整備委員会事務局で行なうこととなり、首都圏整備委員会、建設省および日本住宅公団はもちろんのこと、都市計画学会、建築学会等の学術団体も動員して基本計画の策定を開始し、昭和41年には具体的な用地買収に着手するに至った。同42年9月の閣議で、林業試験場を含む移転予定機関の建設の基本方針が了承された。移転の促進を計る目的で同44年6月の閣議において43年度を初年度とし、おおむね10か年で建設を実施することを決め、移転機関を前期・後期移転機関に2分された。

当時は前期のグループにはいった。昭和45年5月には筑波研究学園都市建設法が施行され、同46年2月の建設推進本部会議において(1)研究学園都市建設計画の大綱(2)公共公益事業等の整備計画の概要が策定され、同47年5月の建設推進本部会議と閣議において、筑波研究学園都市に建設する研究および教育機関、43機関が決定され、8月末までに移転計画の概要

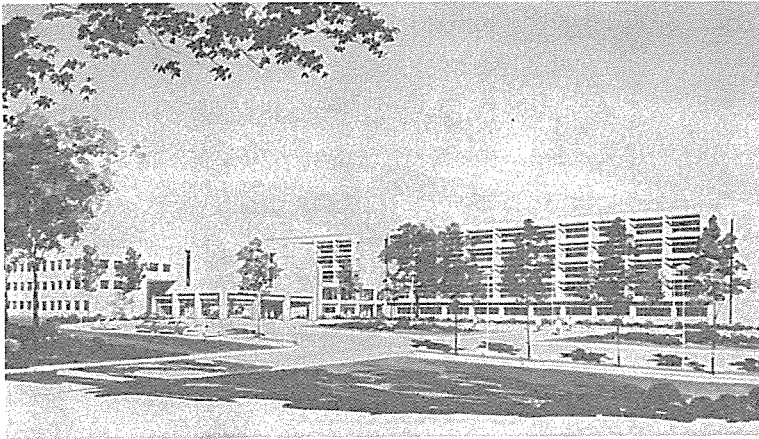
を策定することになった。ここにおいて当場の移転は本決りとなり、昭和51年度までに建設が完了するよう予算要求を行なうこととなった。8月の閣議で全移転機関の建設を昭和50年度までに概成し移転することの口頭了解があり、建設年次計画を修正した。建設実行の体制としては48年9月に建設省に筑波研究学園都市営繕建設本部が設置され、施設設計、実行を担当することとなり、急速に各種の計画は固まり、つぎつぎと施設が建設されるようになった。しかし48年末の石油危機の影響を受け、昭和49年度予算の大蔵査定はきびしく、昭和50年概成は困難な状況になったが、公共公益事業については特別の配慮が払われた。昭和49年6月に国土庁が発足し、研究学園都市建設推進本部の庶務は国土庁大都市整備局、研究学園都市推進室（新設）で行なうことになった。50年度予算要求は51年概成をめどとしたが、国内の経済情勢のため総需要抑制は解除されず、昭和49年12月の大蔵査定の結果からみて、概成時期は数年遅れる見込みとなった。

(2) 林業試験場の移転計画の推進

第2次世界大戦中に戦災を受け灰燼に帰した当場の研究施設は昭和30年ころまでに一応は復興したが、林政統一による本支場の研究組織の整備、林産研究部門の本場集中等が行なわれたため、戦前の数倍の施設が建設され、敷地は狭く、研究に支障をうけるようになった。その多くは戦後の急造施設で不便であり、移転建設が考慮されるようになり、いっぽう大気汚染がはなはだしく、場内の自然環境は次第に破壊され、動植物の生育試験のための研究環境は年ごとに悪化した。32年には本場敷地の大半は東京都市計画で目黒公園に指定されるなど、本格的な研究施設の建築は著しい制限を受けるようになった。これらのことから、当场として真剣に移転先について検討調査を始め、昭和35年8月には調布水耕農園跡地に、農業研究所、蚕糸試験場を含めた農林研究センターを造成する案をまとめ、昭和36年7月に農林省から関係機関に用地取得について依頼をするまでに至った。林業試験場の要求は用地24.7ヘクタール、施設費、宿舍建設費あわせえ14億程度の概算額であった。昭和36年の集中移転の閣議決定により、これらは総て白紙に戻されることになった。昭和38年に行政管理庁事務次官および首都圏整備委員会事務局長より、農林事務次官あて、移転機関について照会があり、農林省から各場所の意向を尋ねてきた。これに対し当场としては、この計画のなかで研究環境の飛躍的な改善と施設整備の拡充を図ることとし「農林研究団地」の一部として建設計画を進めることを決め、前期（着工時期が41～44年）移転機関となる旨連絡した。要求面積は牛久地区57ヘクタール、千代田区13ヘクタール、合計70ヘクタールでその内訳は実験林20ヘクタール、苗畑見本園30ヘクタール、建設敷地20ヘクタールとなっている。新都市が筑波地区と決定し、土地買収が開始され、計画は次第に固まり、同40年12月に農林水産技術会議においては農林センター建設専門委員会を設置し、同41年3月にはRI、分析、工作、計算、研修、図書、厚生等の共同利用施

設に関するワーキンググループが各場所から、それぞれ1〜2名の代表者でもって構成され、活動を開始した。当场においても同41年1月には林業試験場農林研究センター建設対策委員会が設置された。委員会は総括調整部会および建設計画部会の2部会から構成され、委員長に総務部長、副委員長に会計課長(42年に調査部長になる)委員30数名が任命された。同40年7月には技術会議に建設概算要求書を、同41年2月に施設配置図案および主要施設平面図案を作成し提出した。その概算要求額は千代田地区13ヘクタールの購入費1億3千万円、建物53,000m²、44億1百万円、屋外施設10億9千万円、合計56億2千2百万円を掲上している。技術会議は42年6月に施設計画室を設置し建設推進の体制を強化した。8月には41年の概算額をみなおし、技術会議に提出した。概算額は新規機械、ほ場造成、移転費まで含め69億3千6百万円、団地外ほ場整備費として4億7千9百万円を掲上し、ほ場造成を45年ころまでに終え、昭和44年度から施設の建設を開始し46年ころに移転する一応の建設計画を作成した。昭和42年9月に総理府総務副長官、行政管理庁事務次官および首都圏整備委員会事務局長の照会に対し、農林省事務次官は研究施設の規模、内容等は世界的水準のものとすること、ほ場その他研究施設について十分な用地を確保すること、都市の建設は近代的かつ文化的であり、公共施設、生活環境施設等の整備を図ることなどの条件をつけ、移転予定機関として林業試験場ほか12場所をあげ返答している。昭和43年5月に農林省が移転予定地域に対し行なった病虫害、植生、土壌などの調査には、それぞれ専門の研究員が参加した。新都市内の用地買収が進むとともに土地利用計画もかたまり同43年5月には官公庁施設用地1498ヘクタールのうち生物系は536ヘクタール(公共用地を含む)が割り当てられ、12月にその地域は新都市の南部の筑波郡谷田部町、稲敷郡荃崎村の一円に決定した。農林団地内の各場の配置について、44年3月の場所長会議で、本決定の時期を44年度末として、当場は9号団地35.2ヘクタール(荃崎村)に割り当てられることに仮決定した。林業試験場など前期(43〜47年)に建設を開始する農林省の5機関は土地利用計画、施設配置、概算額を至急44年度中に検討し案を作成することになった。9号団地に対する土壌、地下水位等の諸調査を実施しながら計画を固め、10月には200人以上の場員が現地を視察し、慎重に検討を重ねたうえ、12月に場長は技術会議事務局長に対し、9号団地は全面積が計画面積より少なく、形が不整、中央部の湿地帯等の理由をあげ、樹木園、見本園として5ヘクタール程度を別に準備すること、団地外ほ場を確保することを条件として了承する旨返答した。(後に7号団地(谷田部町)に約5ヘクタールの用地が追加割り当てられた)とくに移転時期については、公共公益事業の整備を前提としていることを強調した。団地外ほ場用地の選定および取得の見通しの調査を昭和44年末までに県の協力で行なうことになり、候補地を14か所にしぼり、最終的には美浦村の東崎台と大形の2か所を適当であると判断し、技術会議にその取得を要望した。同45年1月に場長は全場員に対し、建設計画の現状を説明し、理解を求めるいっぽう、建設計画や概算要求の見直し、調整のための作業に協力を

求めた。数多くの資料の作成，特殊実験棟や機械施設についての検討，調整に全場あげて専念し，5月には第一次概算要求書を，昭和46年1月に第二次概算要求書をまとめ，技術会議のヒヤリングも行なわれ，建設計画はにつまってきた。茨城県に依頼していた団地外ほ場用地の買収費が昭和46年度に1億8千4百万円認められたが，価格の点で折合わず，上記の2候補地は断念し，果樹試験場と共に新たな観点から候補地の選定にかかり，調査の結果8月に茨城県新治郡千代田村上志筑に土地を求めることに決定し，技術会議を通じ県に依頼した。昭和46年7月に農林省として7月に移転機関を正式に定めることになり，各場所に建設移転計画を示し，8月10日の期限つきで回答を要求したため，7月中旬に場長は全場員に計画を説明し同意を求め，場内での慎重な検討ののち，8月10日場長は技術会議事務局長に対し研究，生活環境整備が完全に行なわれることなど4項目にわたる条件をつけ，建設移転計画をすすめることを了解する旨回答した。場内の移転建設業務を推進するため，建設対策委員会を廃止し，新たに建設委員会を同46年9月に発足させるとともに建設年次計画，概算要求書を作成した。その内容は47年度から51年度までに建設を完了することとし，建物63,839m² 75億7千2百万円，と実験林整備費1億8千1百万円，新規機械施設16億7千3百万円なども含め全体要求額101億3千1百万円を掲げた。概算要求書の精細な施設，機械等についての積算資料や説明資料を調整検討を加えながらまとめて行なった。昭和47年3月末に千代田村の団地外ほ場用地15.5ヘクタールの取得が完了した。5月に建設業務を一元化するため，総務部に移転準備室が設置された。同48年度から施設の建設を開始するため，同47年6月に予算要求書を作成することになり，初年度は苗畑関係施設と人工気象実験棟の建設費を要求することになったが，9月に概成時期を早めるように指示があり，機械化第1，第2特殊実験棟も追加要求することになった。全体要求額は建物60,232m²，75億7百万円，屋外特殊施設7億3千万円，ほ場造成7億2千3百万円，合計89億6千万円，48年度要求として上記の着工施設の初年度分4億9千8百万円，ほ場造成3億5百万円を計上した。12月の大蔵査定の結果，建物施設に3億8千7百万円，ほ場造成2億5千7百万円が認められた。昭和47年末に建設省は設計専門業者に各場所の建設の基本計画の作成を発注し，林業試験場は梓設計株式会社が担当することになり，場側と密接に連携をとりながら，昭和48年3月に問題点を少し残すとはいえ建設基本計画は完成した。49年度の予算要求は，この基本計画をみなおして提出することとなり，前年度まで要求していなかった，R1施設，実験廃棄物処理施設も含め8月に要求書を作成した。全体要求額は建物51,618m²，85億8千6百万円，屋外施設21億3千9百万円，ほ場造成7億9千5百万円，R1施設と実験廃棄物施設7億8千7百万円，合計123億9百万円，昭和49年度分として合計41億1千7百万円を掲げたが同48年12月の大蔵省の査定では，新規の建築は一さい認められず，建設中の施設の継続分7億5千万円と構内幹線道路，樹木園等の外部構造分の初年度分3億6千8百万円，ほ場造成3億円，合計14億2千万円が認められた。49年5月に建設省は



筑波学園都市に建設が予定される研究棟（想定図）

48年に作成した基本計画を営繕の見地からのみなおしを行ない、これを基礎として昭和50年度の予算要求書を7月に作成した。全体要求額は建物51,618 m^2 、169億3千4百万円、屋外特殊施設33億7千2百万円、RI、廃棄物処理施設1,141 m^2 、16億1千万円、ほ場造成11億5千7百万円、合計230億7千4百万円、52年度に完成する計画で50年度分の要求額としては建設中のもの、本館その他の新規の建設費合計89億7千1百万円を要求した。12月の大蔵査定の結果は、建設中のものに12億7千4百万円と新規に研究本館、保護、防災、水文、林産第1、第2特殊実験棟の初年度分24億8千7百万円が認められた。全施設の概成時期は52年度以降と推測せざるを得ない状況である。

(3) 施設建設の経過

昭和46年度中に土地買収の終わった千代田村の団地外ほ場について同47年度に進入道路、つけ替え道路、同48年度に構内道路精密ほ場0.84ヘクタール、一般ほ場5.42ヘクタール、樹木園1.15ヘクタールが農地開発機械公団により概成した。昭和48年4月に千代田試験地が設置され、仮事務所で職員2名が一部のほ場で、苗木の養成、緑肥作物の栽培を開始した。同49年になり9号団地のほ場造成工事も着工し、同50年3月に精密苗畑1.10ヘクタール、一般苗畑1.93ヘクタール、実験畑2.50ヘクタールが完成した。施設については49年3月に9号団地に機械化第1(SRC-1 925 m^2)、第2特殊実験棟(RC-1 756 m^2)、ほ場管理調査室(RC-2 453 m^2)、農耕車輛庫(S-1 58 m^2)の第1期工事が、安藤、増岡、大都、黒沢建設共同企業体、および東熟、大栄ほか建設共同企業体により着工され、12月に完成した。49年9月には千代田試験地のほ場管理調査室(RC-2 527 m^2)、農耕車輛庫および車庫(RC-1 210 m^2)、宿舎2戸(RC-1 110 m^2)が竣建設によって着工され、同50年3月に完成した。同49年12月には人工気象実験棟(RC-1 1302.9 m^2)、エネルギーサブステーション棟(RC-1 432 m^2)が上記の共同

企業体により着工し、同 50 年 11 月に完成する予定である。つづいて千代田試験地のライシメーター、堆肥舎等について築建設により同 49 年 12 月着工され同 50 年 3 月に完成した。同 49 年度予算で認められた敷地内幹線道路、共同溝、暫定処理施設等の外部構造物については、その基本設計を同 49 年 12 月に終え、実施設計にはいり、その一部は同 50 年 3 月に着工した。7 号団地のほ場造成計画については 49 年秋から基本設計にはいっている。同 50 年度に認められた研究本館や別棟特殊実験棟等は慎重に検討を重ねながら設計を行なっている。実験林については、東京営林局管内笠間営林署部内の千代田試験地に近い国有林(18, 19 林班の一部)約 140 ヘクタールで営林局と共同試験を行なうこととなり、その試験計画を検討し、同 50 年度より一部試験地の設定を開始することになった。

2. 支場の移転と整備

1. 北海道支場移転整備

(1) 移転に至るまでの経緯

当支場は明治 41 年 6 月野幌原生林の中央部にあたる江別村字志文別(現在札幌営林署野幌苗畑)に設けられたのが始まりである。当時は小さな庁舎で、電灯も電話もなく、野幌駅から 6 km の距離にあって道も満足になかったという。

昭和 2 年に現在北海道林木育種場となっている西野幌に庁舎を新築移転、いっぽう昭和 15 年 1 月帝室林野局北海道林業試験場が設置され、翌年豊平に庁舎を置いた。

戦後の林政統一で両試験場は合併、野幌と豊平で、それぞれ業務をつづけたが、当時野幌は光熱・水道などの試験に必要な施設が不便であった。そのご木材利用と林産化学部門の本場(目黒)集中化により、施設のあった敷地は不用となり普通財産に所管換の代替として、豊平への集中化予算が容易に認められ、一部建物を移築して統合ができた。それは昭和 28 年のことである。

豊平の敷地は約 10 ヘクタールで、このなかに庁舎・宿舍・苗畑・樹木園があったが、当時としては試験研究の場所として支障はなかった。しかし年を経るにしたがって建物の老朽化と施設の狭隘により整備が唱えられるようになりつつあった。

昭和 38 年 6 月上旬大蔵省の戸塚岩夫氏が、来場視察された当時としては、豊平に改築する考え方が強かった。その要因は豊平の地が都市計画上将来も緑地保全上現在地に残ることが望まれていること、敷地面積が 10 ヘクタールで不自由でないこと、月寒羊ヶ丘地域の労務事情や生活条件の劣悪、その他に適当な国有地のないこと、関係諸機関との連絡上豊平の方が便利なことなどがあげられ、このような状況のもとに支場内では老朽化の進む施設改善策として、建替

案を作って本場に提出したり、文書で要望した経過があった。

日本全土にわたる高度経済成長政策により急速な都市発展の傾向が現われ、札幌市においても人口増加がめざましく、豊平地方も市街化され自然環境の悪化が心配されるようになってきた。

こうした情勢の変遷により、昭和 43 年他支場の整備も一段落し残るは当支場のみとなり整備のチャンスを迎えて移転か改築かその利害得失の比較検討が重ねられ、今後の研究を発展推進させるためには、施設の整備拡充を図ることが必要であり、そのためには「移転」によることが予算の獲得が容易であるなどの理由で、移転の方針を打ち出した。

このような支場の意志決定により、その年の秋から事務的処理が進められ多少の有余曲折はあったが、昭和 47 年度に正式に羊ヶ丘への移転整備計画が承認された。

(2) 移転場所の概況

羊ヶ丘は都市計画上、市街化調整区域で、かつ都市化しない緑地保全区域と風致地区の指定を受けている。さらに周辺の水源涵養林に指定されている西岡および月寒川上流域の山地、丘陵地が連なる一帯は、札幌都市圏における主要緑地帯の一つであり、都市周辺における自然環境に恵まれた地域である。そして札幌市中心街からは東南へ 11 km の距離にあって、同地域内には、北農試・家衛試・植防の農林省機関があって、農林技術センターとしての機能を発揮し得る地理的条件を具えている。

当支場の羊ヶ丘移転先は、農林省北海道農業試験場の用地であったが、その一部の所属替を受けた。庁舎・宿舍・苗畑・樹木園・実験林などの敷地として、その面積は 1,744,203 m² で、焼山三角点標高 262 m からなだらかな北より斜面をなし、その北東隅は羊ヶ丘展望台の有料観光道路(標高 122 m)に至っている。

本館の位置は北緯 43°0′、東経 141°24′、標高 140 m の高台にあって、北から東にかけ札幌・江別の両市街が一望でき、南には苗畑・実験林と遙か彼方に恵庭缶・無意根山の嶺々が遠望される。なお地籍は札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地となっている。

(3) 整備計画の内容

1) 土地の利用区分

- a) 建物敷 6.10 トクタル：庁舎敷 4.00 ヘクタール。宿舍敷 2.10 ヘクタール
- b) 道路敷 5.05 ヘクタール：幹線道路 8 m および 6 m アスファルト舗装。林内道路 3 m 砂利敷
- c) 苗畑 2.40 ヘクタール：精密苗畑 0.8 ヘクタール。一般苗畑 1.6 ヘクタール。給排水・電気設備付き

- d) 樹木園 4.83 ヘクタール：52 科 317 種の樹木を豊平樹木園から移植
- e) 見本林 22.50 ヘクタール：樹種別見本林 9.0 ヘクタール（1 樹種 1.0 ヘクタール単位で、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ、グイマツ、ニホンカラマツ、ミズナラ、ウダイカンバ、ケヤマハンノキ、コバノヤマハンノキの 9 樹種植栽）。群落見本林 13.5 ヘクタール（道内天然林の主要群落型を再現する）
- f) 試験林 122.40 ヘクタール：密度試験林 5.8 ヘクタール（トドマツ、アカエゾマツの針葉樹を主体にして、シナノキ、センノキ、カツラ、ミズナラ、シラカンバの広葉樹を混交し、方形植、三角形植、並木植の各種植栽様式による試験林）。モデル実験林 11.7 ヘクタール（樹病試験林、育種母材集植林、土壤肥料試験林、被害解析試験林、被害推移試験林、植生遷移試験林）。その他試験林 104.9 ヘクタール（広葉樹二次林で、シラカンバ、ミズナラ、シナノキ、ドロノキ、ヤマナラシ、センノキなどで、平均蓄積は $114 \text{ m}^3/\text{ha}$ である。この森林は種々の試験に利用される）および防風林、沢敷など 11.14 ヘクタールがある。

2) 施設の整備状況

		m^2			
本 館	RC-3	3,893.36	車庫・工作室・自家発電室	RC-1	298.49
付 属 実 験 棟	RC-1	851.19	危 険 物 倉 庫	CB-1	29.16
環境調節実験室	RC-1	377.25	標 本 館	RC-1	392.76
野 兎 実 験 室	CB-1	145.39	実験林管理室	RC-2	345.39
	W	258.00	災害予防監視舎	S-1	19.87
鳥 類 実 験 室	CB-1	56.52	堆 肥 場	RC	77.76
	S	58.59	ブ ロ バ ン 庫	CB-1	16.70
東・西 温 室	RC-1	300.87	ブ ロ ア ー 庫	CB-1	3.76
樹 病 温 室	RC-1	135.36	公 務 員 宿 舎	RC-3	2,850.59 (3 棟42戸)
	S		〃	RC-2	770.98 (1 棟12戸)
育 種 温 室	RC-1	129.60	公務員宿舎物置	S-1	93.84 (24戸)
渡 り 廊 下	S-1	301.65	建 物 総 面 積		11,407.08

建物以外の主たる設備は、6,600 V 高圧受電 1 系統で受電容量 600 kW、自家発電装置 200 kW の電気設備。CP-100 型クロスパー自動交換機に局線 7 回線の電話設備。昭和ボイラー S8-12 型 1,403 千 cal/hr 2 台で、本館および付属実験施設にスチーム暖房と給湯を行なっている。その他貯水池(300 トン)と苗畑への給水施設や実験林内電気引込線などが設備されている。

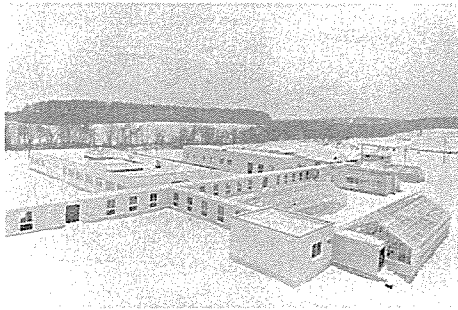
3) 予算の概要

特定国有財産整備特別会計により、昭和 47 年度から 3 か年計画で、49 年完成をめどに工事にとりかかったが物価の異常な高騰によって一部残工事を生じたため、50 年度予算要求をし、その全額が大蔵省内示として認められている。

なお工事費区分は次表のとおりであるが、付帯事務費は掲上を省略した。

昭和 50 年度要求額をもって、環境調節実験室の内部諸施設、ライシメーター、外来研究負宿

年 度	当 初 全 体 計 画 額	追加配付額	改 定 全 体 計 画 額	年 度 別 契 約 額	施 工 区 分		備 考
					農 林 省	建 設 省	
47	千円 1, 162, 926	千円	千円	千円 276, 693	千円 159, 278	千円 117, 415	単年度工事
48		113, 262	1, 276, 188	889, 495	52, 042	837, 453	継続工事
49		99, 683	1, 375, 871	209, 683	5, 699	203, 984	
50		537, 326	1, 913, 197	537, 326	—	537, 326	単年度 工事内示額
総工費	1, 162, 926	750, 271	1, 913, 197	1, 913, 197	217, 019	1, 696, 178	



北海道支場の研究関係棟



標本展示室

泊所、道路舗装、庁舎敷の環境整備、鳥類実験網室および公務員宿舍新築 6 戸、内部仕上げ 30 戸ならびに物置と付帯工事が計画されており、これら建物、設備が完成すれば当初の計画は一応完了する。(グラビア頁参照)

以上述べたような整備経過により、昭和 49 年 9 月末に、当面試験研究遂行上ほぼ差支えない程度の施設が完成したので、10 月下旬豊平から羊ヶ丘に移転を済ませ業務を開始した。

最後に貴重な投資により、近代的設備が整備されたもので、これらを十二分に活用して、社会の真の要請を理解し、森林と林業の実態に即した試験研究に邁進し、国民の付託にこたえるよう支場員一同努力いたしたい。(須野田 一)

2. 東北支場の施設整備

当支場は、昭和 34 年 7 月に発足し、引きつづき昭和 35 年 12 月に新庁舎ならびに付属施設が落成して、一応の研究態勢がととのい、そのご試験研究の進展にともない、研究範囲の拡大、研究手法の変化等によって既存の施設のみでは不十分となった。

なお、盛岡市厨川地区には、当支場のほか、東北農業試験場、園芸試験場盛岡支場（現在は果樹試験場盛岡支場と野菜試験場盛岡支場に分離）と農林省の試験研究機関が集中したので、これら諸機関の研究の一大発展を期するために、農林水産技術会議では、昭和 42 年 7 月に研究センター構想にもとづいて、施設拡充の厨川整備計画を立てることになった。



寒害実験のために設置された低温風洞装置



傾斜面浸透装置

引きつづき同 43 年から 3 か年計画により実施しこれが計画の一環として、東北支場の整備は、研究施設に主体をおき、約 1 億円の予算で、寒害実験室(低温風洞装置)、傾斜面浸透装置等の大型施設を始めとし 11 にわたる施設整備拡充がなされ、名実ともに支場の態勢が確立され今日に至っている。

整備された施設の内容をあげれば次のとおりである。

(名称)	(構造)	(面積)	(備考)	(名称)	(構造)	(面積)	(備考)
鳥 獣 実 験 室	C B-1	333m ²	43年整備	車 庫	C B-1	90m ²	43年整備
獣類生態飼育舎	S	137 "	"	給 水 設 備	1 式	44年整備	
昆 虫 飼 育 室	C B-1	101 "	"	変 電 設 備	"	"	"
温 室	A L-1	68 "	"	公 務 員 宿 舎	C B	297m ²	"
林地保全実験室	C B	64 "	"	寒 害 実 験 室	R C-1	255 "	44, 45年整備
傾斜面浸透装置		1 式	"				

なお、寒害実験室と傾斜面浸透装置は、わが国では数少ない施設であるので、その概略を述べることにした。

寒害実験室は、低温風洞装置と恒温室および実験準備室からなり、低温風洞装置は循環式で全長 33.8 m、中央部に 1 m×1 m の風の吹き出し口をそなえた試料処理室(間口 2.2 m、奥行 2.8 m、高さ 3 m)がある。処理温度は -25℃～+25℃、風速は 3m/sec～25 m/sec の範囲で、(湿度については調節できない)試料はターンテーブル上に切り枝、鉢植えともに処理できるようになっている。なお恒温室は、風洞実験の前・後処理のために使用するものである。

傾斜面浸透装置(ラインメーター)は、傾斜角度 40°、20°、0° の 3 区分別に、各 3 基から構成されており、40° と 20° のものは、幅 3 m、斜面長 10 m、深さ 2 m であるが、0° のものは、幅、長さともに 3 m、深さ 2 m となっている。本装置の特色は、深さ別(0.0 m、0.2 m、0.5 m、1.0 m、2.0 m)の各 5 つの位置から出水を捕そくできることである。また、49 年度からは、人工降雨装置が、その一部に併設されたが、これは 20～20.0 mm/hr の範囲で、随時、降雨が制御することができることになっている。

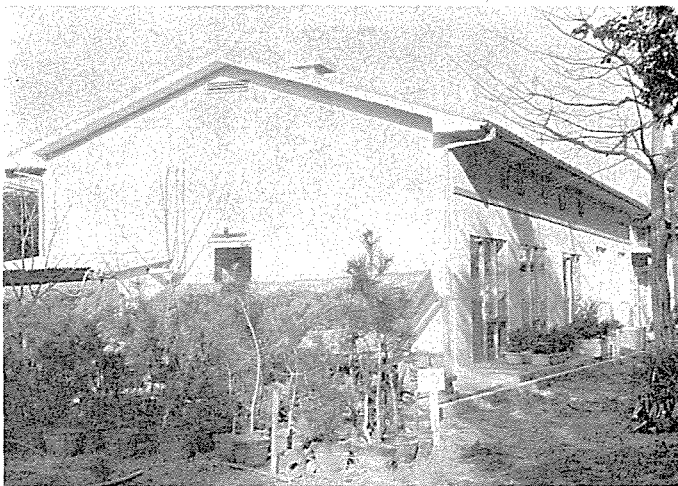
3. 九州支場の整備

熊本営林局内に併置されていた林試熊本支場は、昭和 28 年度現在地に移転独立以来、研究諸施設の建設、実験林の入手を行なうとともにその名称も九州支場と改称し、宮崎分場を下部組織とし試験研究の推進を図ってきた。(グラビア頁参照)

しかし、そのご試験研究の進展、宮崎分場の統合問題、木造諸施設の予想外の白蟻による被害発生などを背景に、さらには今後の飛躍的試験研究の発展を期待し、昭和 42 年には宮崎分場が廃止され九州支場に統合された。これを機会に研究部が設置されることになり、現在の庶務課、調査室、育林部、保護部の一課一室二部制がしかれ、さらに 43 年 8 月には鉄筋コンクリート 2 階建共同実験棟(延 2,026 m²)が完成した。(グラビア頁参照)

そのご行政需要に対応した特別研究を初めその他研究の拡大にともない、47 年 3 月には大型ガラス室(182 m²)が、48 年 2 月には天敵増殖室(123 m²)およびしいたけ人工ほだ場(38 m²)が、49 年 3 月には材線虫実験室(112 m²)がそれぞれ相ついで 建設整備されるとともに 近代的 諸機械類も逐次導入され、現在では九州地区を基盤とする唯一の国立林業試験場としてその試験研究体勢はますます充実されてきた。

しかし、今なお、老朽化した研究施設、標本館その他が場内に点在し、また研究推進上必要施設の増強など今後いっそうの整備強化が望まれる。



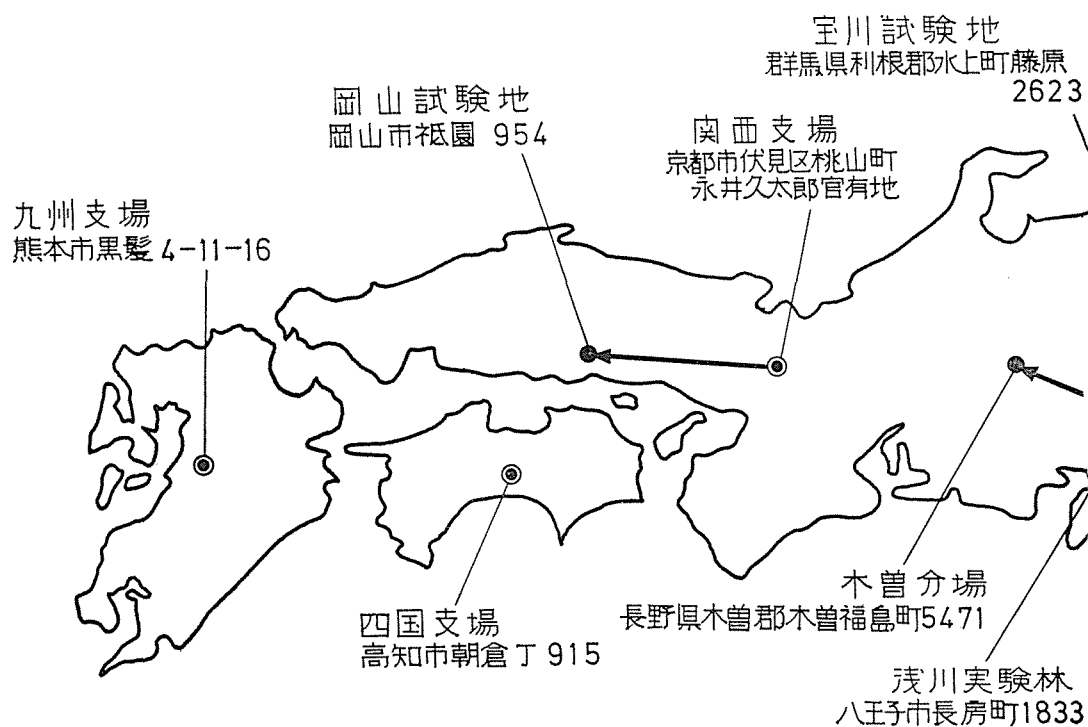
マツの材線虫実験室

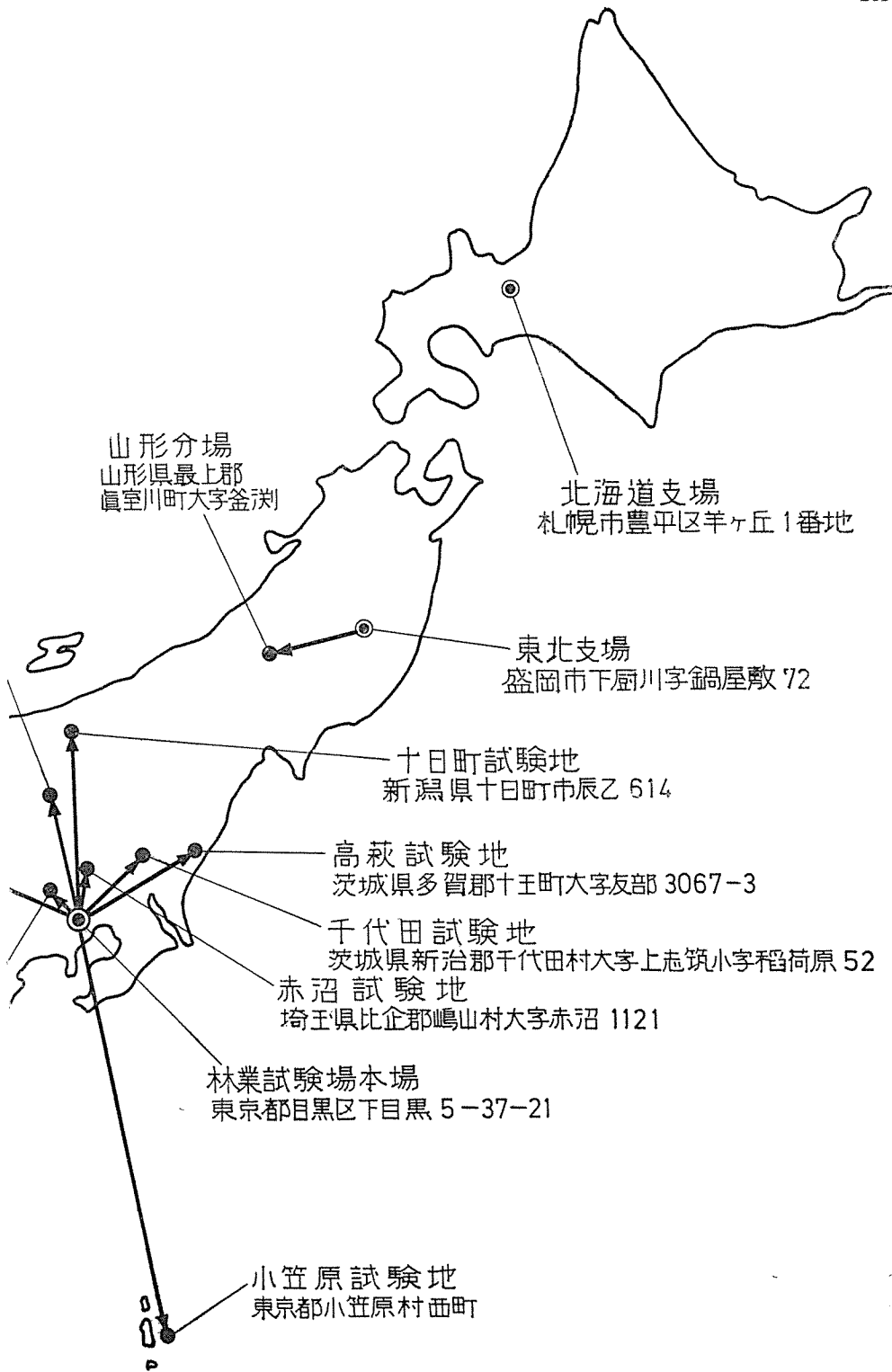
VI. 付 図 ・ 付 表

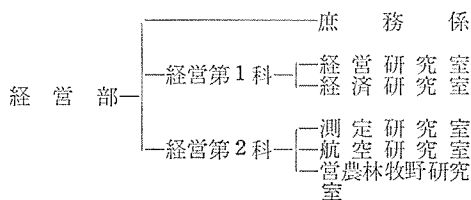
1. 本・支・分場・試験地位置図
2. 組 織 機 構
3. 定 員 の 推 移
4. 歴 代 幹 部
5. 歳 出 予 算 年 次 推 移
6. 特 許・実 用 新 案・意 匠

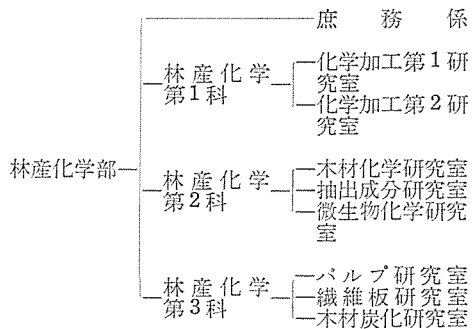
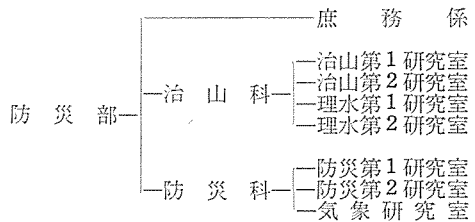
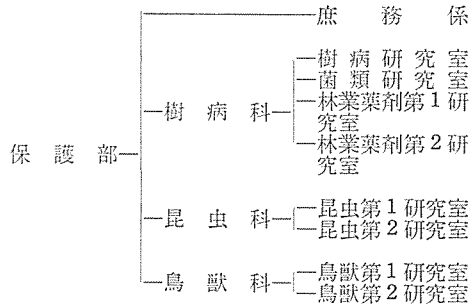
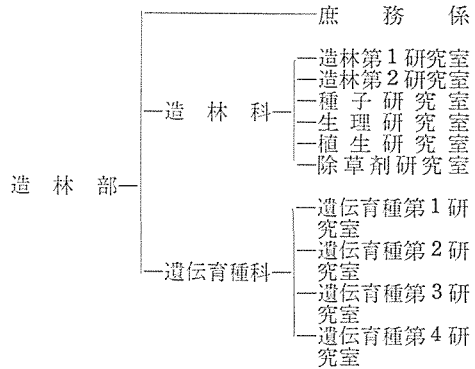
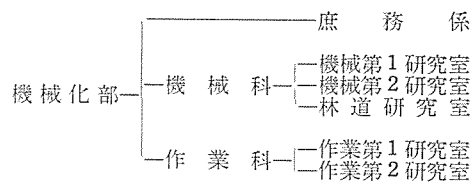
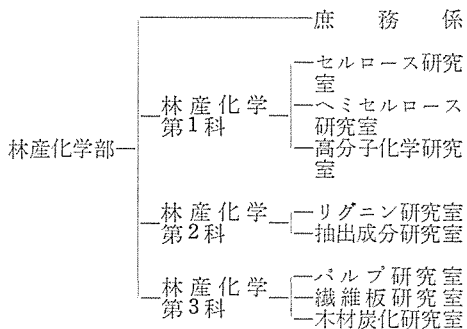
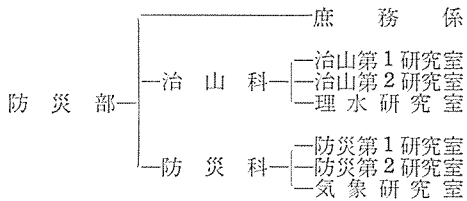
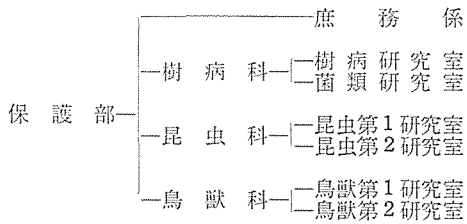
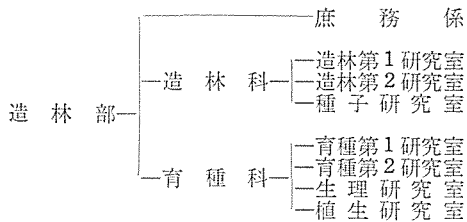
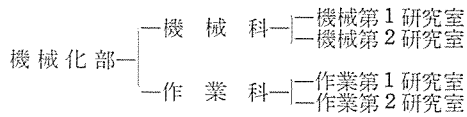
1. 林業試験場本・支・分場・試験地位置図

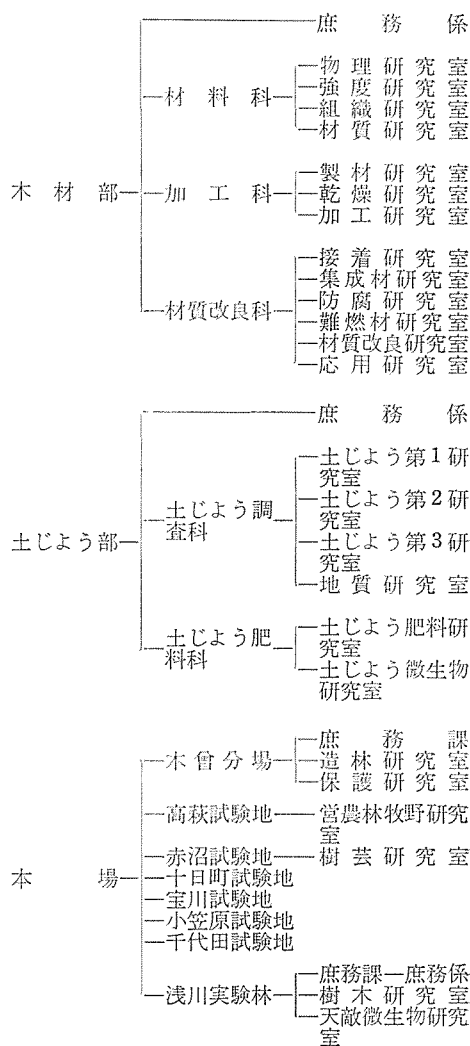
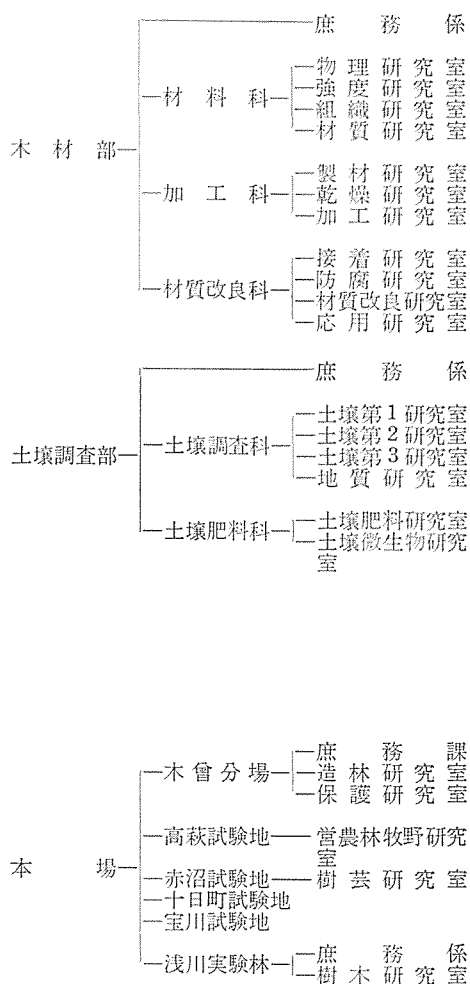
(昭和 50 年 現在)



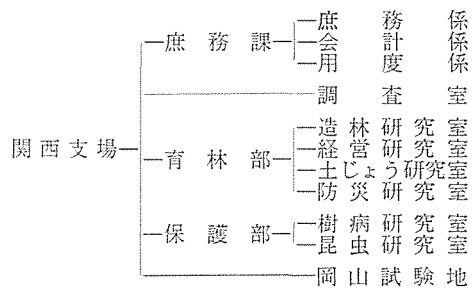
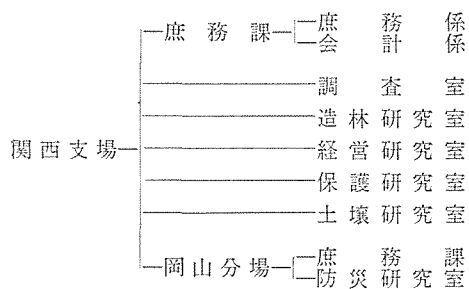
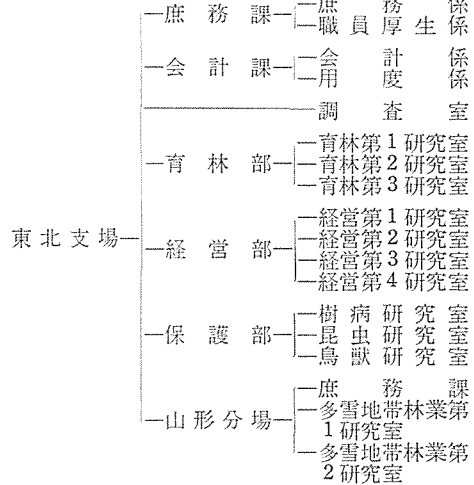
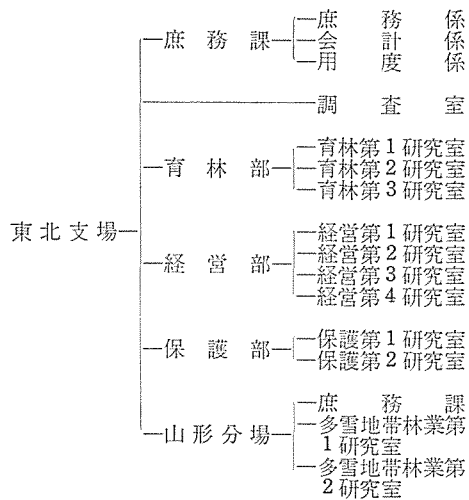
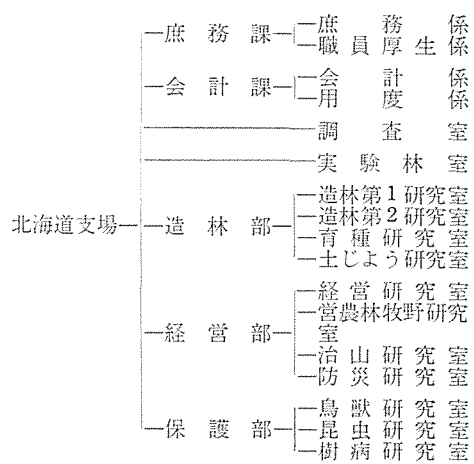
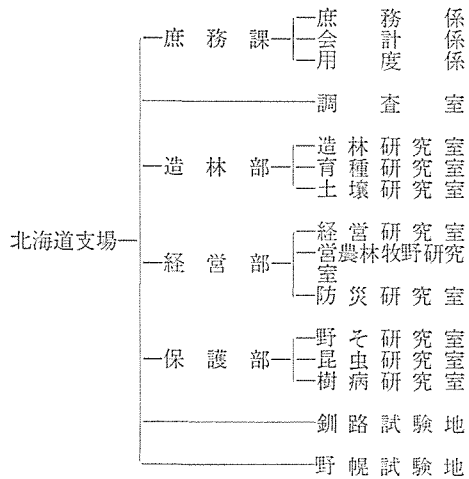


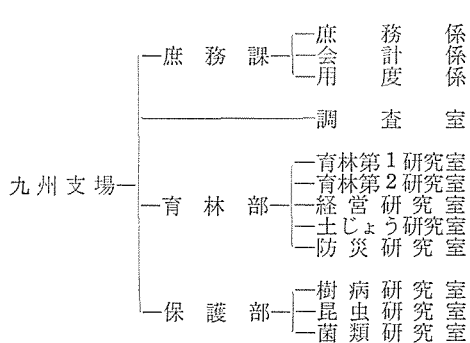
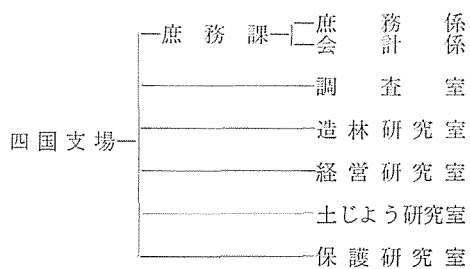
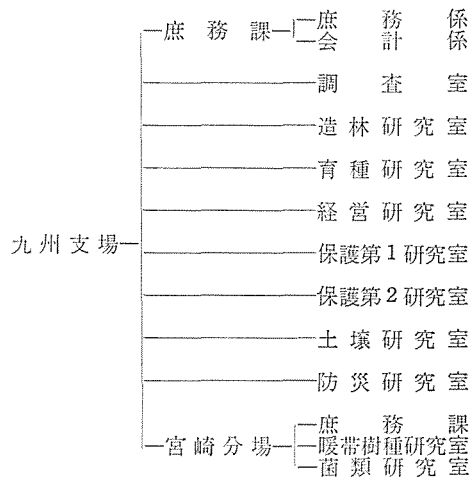
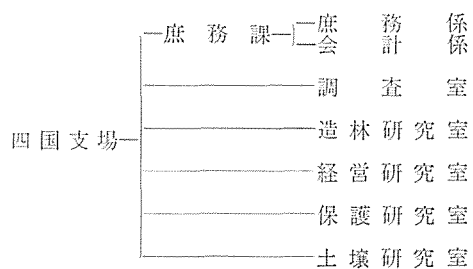






支 分 場





3. 定 員 の 推 移

(昭和41年以降)

年 度	根拠 法規	職 種 別 内 訳					摘 要
		指定職	行政職(一)	行政職(二)	研究職	計	
41.		1	256	62	511	830	
42.		1	248	62	516	827	研+5 (行(一)より振替) 他会計へ振替, 行(一)△3
43.		1	248	62	516	827	
44.		1	248	62	515	826	行(一)+1 (研より振替) 定員削減行(一)△1
45.		1	246	62	514	823	研△1 (熟研センターへ振替) 定員削減行(一)△2
46.		1	244	62	514	821	定員削減行(一)△2
47.		1	242	61	512	816	〃 行(一)△2 研△2 行(一)△1 計5名
48.		1	241	60	509	811	〃 行(一)△1 研△3 行(一)△1 計5名
49.		1	237	60	508	806	〃 行(一)△4 研△1 計5名
50.		1	232	60	507	800	〃 行(一)△5 研△1 計6名

4. 歴 代 幹 部

《林業試験場長》

(昭和 40 年以降)

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年. 月)	摘 要
林業試験場長	農林技官	坂 口 勝 美	昭和 37. 9. 16~44. 6. 1	6. 11	
	"	竹 原 秀 雄	44. 6. 1~49. 12. 1	5. 6	
	"	上 村 武	49. 12. 1~		

《各 部 長》

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年. 月)	摘 要
総 務 部 長	農林事務官	佐 藤 松 寿 郎	昭和 39. 9. 16~41. 5. 1	1. 7	
	"	宮 戸 喜 三 郎	41. 5. 1~43. 12. 16	2. 7	
	"	石 川 博 厚	43. 12. 16~45. 1. 5	1. 0	
	"	藤 川 秀 夫	45. 1. 5~46. 4. 10	1. 3	
	"	大 町 清	46. 4. 10~48. 9. 14	2. 5	
	"	平 井 義 徳	48. 9. 14~49. 3. 5	0. 5	
	"	守 谷 浩	49. 3. 5~50. 4. 1	1. 1	
調 査 部 長	"	山 下 勇	50. 4. 1~		
	農林技官	橋 本 与 良	37. 6. 16~42. 4. 1	4. 9	
	"	竹 原 秀 雄	42. 4. 1~44. 6. 1	2. 2	
	"	加 納 孟	44. 6. 1~49. 12. 1	5. 6	
経 営 部 長	"	松 井 光 瑤	49. 12. 1~		
	"	原 敬 造	37. 4. 1~45. 1. 5	7. 9	
	"	大 友 栄 松	45. 1. 5~49. 6. 16	4. 5	
	"	大 内 晃	49. 6. 16~50. 5. 15	1. 0	
機 械 化 部 長	"	紙 野 伸 二	50. 5. 15~		
	"	米 田 幸 武	40. 4. 1~44. 4. 1	4. 0	
造 林 部 長	"	梅 田 三 樹 男	44. 4. 1~		
	"	加 藤 善 忠	37. 6. 16~46. 9. 16	9. 3	
保 護 部 長	"	岩 川 盈 夫	46. 9. 16~		
	"	藍 野 祐 久	37. 4. 1~41. 4. 1	4. 0	
防 災 部 長	"	伊 藤 一 雄	41. 4. 1~		
	"	川 口 武 雄	35. 6. 1~		
林産化学部長	"	米 沢 保 正	37. 4. 1~47. 10. 11	10. 6	
	"	古 谷 剛	47. 10. 11~		
木 材 部 長	"	上 村 武	38. 5. 10~49. 12. 1	11. 6	
	"	加 納 孟	49. 12. 1~		
土じよう部長	"	竹 原 秀 雄	37. 6. 16~42. 4. 1	3. 9	
	"	橋 本 与 良	42. 4. 1~48. 4. 1	6. 0	
	"	塘 隆 男	48. 4. 1~		

《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	農林技官	小 幡 進	37. 4. 1~42. 4. 6	5. 0	
	"	松 井 善 喜	42. 4. 6~43. 1. 1	0. 8	
	"	寺 崎 康 正	43. 1. 1~46. 9. 16	3. 8	
	"	余 語 昌 資	46. 9. 16~48. 4. 1	1. 6	
	"	柳 沢 聡 雄	48. 4. 1~50. 4. 1	2. 0	
東北支場長	"	奈 良 英 二	50. 4. 1~		
	"	片 山 佐 又	38. 5. 20~41. 3. 31	2. 10	
	"	松 下 規 矩	44. 2. 1~46. 9. 15	2. 7	
	"	寺 崎 康 正	46. 9. 16~47. 4. 1	0. 6	
	"	奈 良 英 二	47. 4. 1~50. 4. 1	3. 0	
関西支場長	"	中 野 実	50. 4. 1~		
	"	德 本 孝 彦	37. 4. 1~41. 6. 15	4. 2	
	"	江 畑 奈 良 男	41. 6. 1~44. 2. 1	2. 8	
	"	梅 原 博	44. 2. 1~47. 5. 15	3. 3	
四国支場長	"	黒 鳥 忠	47. 5. 15~		
	"	渡 辺 録 郎	34. 7. 1~41. 4. 1	6. 8	
	"	福 田 秀 雄	41. 4. 1~43. 3. 23	1. 11	
	"	岩 川 盈 夫	43. 3. 23~46. 9. 16	3. 5	
	"	奈 良 英 二	46. 9. 16~47. 4. 1	0. 6	
九州支場長	"	大 西 孝	47. 4. 1~48. 4. 1	1. 0	
	"	森 下 義 郎	48. 4. 1~		
	"	甲 斐 原 一 朗	38. 5. 20~44. 8. 15	6. 2	
	"	塘 隆 男	44. 8. 15~48. 4. 1	3. 7	
	"	大 西 孝	48. 4. 1~		
木曾分場長	"	梅 原 博	34. 7. 1~43. 6. 16	8. 11	
	"	高 樋 勇	43. 6. 16~46. 4. 1	2. 9	
山形分場長	"	滑 川 良 一	46. 4. 1~		
	"	高 橋 喜 平	40. 6. 16~46. 4. 1	5. 9	
	"	石 川 政 幸	46. 4. 1~47. 9. 1	1. 5	
岡山分場長	"	小 島 忠 三 郎	47. 9. 1~		
	"	福 田 秀 雄	37. 4. 16~41. 4. 1	3. 11	41. 4. 1 廃止
宮崎分場長	"	木 下 貞 次	36. 10. 1~42. 6. 1	5. 8	42. 6. 1 廃止

《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	農林事務官	美 濃 口 操	35. 7. 16~42. 4. 1	6. 8	
	"	原 長 吉	42. 4. 1~43. 3. 31	1. 0	
	"	鈴 木 重 次	43. 4. 1~47. 7. 31	4. 4	
	"	平 兮 五 男	47. 8. 1~		

職 名	官 名	氏 名	在 職 年 月 日	在職期間 (年. 月)	摘 要
庶 務 課 長	農林事務官	鈴 木 仙 三 郎	33. 7. 1~42. 4. 1	8. 9	
	"	有 働 政 廣	42. 4. 1~		
会 計 課 長	"	原 長 吉	34. 4. 1~41. 4. 1	7. 0	
	"	鈴 木 重 次	41. 4. 1~43. 4. 1	2. 0	
	"	平 兮 五 男	43. 4. 1~47. 8. 1	4. 4	
	"	後 藤 宏 安	47. 8. 1~		
用 度 課 長	"	原 長 吉	41. 4. 1~42. 4. 1	1. 0	
	"	鈴 木 仙 三 郎	42. 4. 1~45. 1. 16	2. 9	
	"	宮 内 喜 久 二	45. 1. 16~		

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40年	林 業 試 験 場 運 営 費	932,665,000 円	{ 人件費 662,207,000円 事業費 270,458,000
	国立機関原子力試験研究費	4,458,000	
	特別研究促進調整費	8,514,000	{ 東北支場 隔離温室新築工事 農林水産業技術振興費 同上 暖房設備工事 土 地 調 査 費 本 場 薬品庫新設工事等を含む
	農林水産業技術振興費	21,055,000	
	土 地 調 査 費	1,377,000	
	国 有 林 野 事 業 費	59,441,000	
	国 有 林 野 治 山 事 業 費	800,000	
	計	1,028,310,000	
昭和41年	林 業 試 験 場 運 営 費	1,078,739,000 円	{ 人件費 720,247,000 事業費 358,492,000
	国立機関原子力試験研究費	4,322,000	
	特別研究促進調整費	8,359,000	{ 浅川実験林 研究庁舎その他新築工事 北海道支場 低温実験室新築その他工事 関 西 支 場 図書資料室新築工事等を含む
	農林水産業技術振興費	62,492,000	
	国 土 調 査 費	1,472,000	
	国 有 林 野 事 業 費	57,010,000	
	国 有 林 野 治 山 事 業 費	800,000	
	計	1,213,194,000	
昭和42年	林 業 試 験 場 運 営 費	1,205,655,000	{ 人件費 814,838,000 事業費 390,817,000
	国立機関原子力試験研究費	8,361,000	
	特別研究促進調整費	5,214,000	{ 九 州 支 場 公務員宿舍新築工場 四 国 支 場 自家発電設備新設 浅川実験林 市水道引込工事車庫新築 東 北 支 場 鳥類標識実験室新築等を含む
	農林水産業技術振興費	55,925,000	
	国 土 調 査 費	1,184,000	
	国 有 林 野 事 業 費	58,225,000	
	国 有 林 野 治 山 事 業 費	1,200,000	
	計	1,335,764,000	
昭和43年	林 業 試 験 場 運 営 費	1,327,328,000	{ 人件費 904,696,000 事業費 422,632,000
	国立機関原子力試験研究費	4,456,000	
	農林水産業技術振興費	51,061,000	{ 東 北 支 場 林地保全実験施設新築 四 国 支 場 隔離温室新設工事 浅川実験林 桜展示林管理舎新設工事等を含む
	国 土 調 査 費	1,415,000	
	国 有 林 野 事 業 費	71,655,000	
	国 有 林 野 治 山 事 業 費	1,500,000	
	計	1,457,415,000	

年 次	予 算 項 目 区 分	予 算 額	備 考
昭和44年	林 業 試 験 場 運 営 費	1,519,722,000 円	{人件費 1,034,852,000 事業費 484,870,000
	国立機関原子力試験研究費	4,898,000	
	特別研究促進調整費	4,194,000	
	農林水産業技術振興費	37,097,000	{東北支場 寒害実験室新築工事 関西支場 樹病低温設備工事 本 場 鋼索実験室新築 等を含む
	国 土 調 査 費	1,443,000	
	国有林野事業費	68,643,000	
	国有林野治山事業費	1,310,000	
	計	1,637,307,000	
昭和45年	林 業 試 験 場 運 営 費	1,745,474,000	{人件費 1,241,146,000 事業費 504,328,000
	国立機関原子力試験研究費	5,863,000	
	農林水産技術振興費	35,130,000	{高萩試験地 共同実験室新築工事 浅川実験林 変電設備新設 東北支場 寒害実験設備 等を含む
	国 土 調 査 費	1,792,000	
	国有林野事業費	59,584,000	
	国有林野治山事業費	1,500,000	
昭和46年	林 業 試 験 場 運 営 費	1,989,596,000	{人件費 1,413,935,000 事業費 575,661,000
	国立機関原子力試験研究費	3,013,000	
	特別研究促進調整費	4,215,000	
	農林水産技術振興費	41,022,000	{九州支場 ガラス室新築工事 浅川実験林 昆虫飼育室新築工事 四 国 支 場 共同試料調整室新築その他工 事 本 場 計測実験室新築 等を含む
	国 土 調 査 費	1,988,000	
	国有林野事業費	69,877,000	
	国有林野治山事業費	1,500,000	
	特定国有財産整備費	184,035,000	
昭和47年	計	2,295,246,000	
	林 業 試 験 場 運 営 費	2,214,027,000	{人件費 1,613,936,000 事業費 600,111,000
	国立機関原子力試験研究費	4,064,000	
	特別研究促進調整費	6,438,000	
	国立機関公害防止等試験研究費	11,303,000	
	環境保全総合調査研究促進調整費	3,563,000	{浅川実験林 分類同定室・種子貯蔵庫その他新築工事 九州支場 冷房設備その他工事 東北支場 薬品庫新設工事 関西支場 境界よう壁工事 等を含む
	農林水産技術振興費	65,063,000	
	農 林 本 省	1,076,000	
	国 土 調 査 費	1,793,000	
	特定国有財産整備費	16,853,000	北海道支場新研究庁舎等建設開始
	国有林野事業費	44,200,000	
	国有林野治山事業費	3,100,000	
	計	2,371,480,000	

年 次	予 算 項 目 区 分	予 算 額	備 考
昭和48年	林 業 試 験 場 運 営 費	2,617,550,000円	{人件費 1,875,642,000円 事業費 741,908,000
	国立機関原子力試験研究費	3,868,000	
	特別研究促進調整費	10,213,000	
	国立機関公害防止等試験研究費	9,386,000	{四 国 支 場 冷房設備その他工事 東 北 支 場 人工降雨施設新設工事 九 州 支 場 材線虫実験室新築工事 関 西 支 場 材線虫媒介昆虫実験室新築工事 赤沼試験地 ファイロンハウス新設等を含む
	農林水産業技術振興施設費	55,317,000	
	国立機関公害防止等試験研究費	1,519,000	
	農 林 本 省	1,201,000	
	国 土 調 査 費	2,641,000	
	特定国有財産整備費	43,457,000	北海道支場研究庁舎等建設
	国 有 林 野 事 業 費	50,608,000	
	国 有 林 野 治 山 事 業 費	3,500,000	
	計	2,799,260,000	
昭和49年	林 業 試 験 場 運 営 費	3,362,110,000	{人件費 2,548,840,000 事業費 813,270,000
	国立機関原子力試験研究費	8,118,000	
	特別研究促進調整費	32,911,000	
	国立機関公害防止等試験研究費	36,862,000	
	農林水産業技術振興施設費	4,438,000	浅川実験林 護岸復旧工事
	国立機関公害防止等試験研究費	3,038,000	
	農 林 本 省	288,000	
	特定国有財産整備費	42,269,000	北海道支場 研究庁舎等建設
	国 有 林 野 事 業 費	44,080,000	
	計	3,534,114,000	

6. 特許・実用新案・意匠

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。(50.1 現在)

特 許

1. 根部を含む植物体の枯殺方法
特許番号 第 300443 号 (昭和 37 年) 考案者 三宅 勇 (造林部)
2. リグニンまたはリグニン含有物質よりフェノール類を製造する方法
特許番号 第 425243 号 (昭和 38 年) 考案者 榊原 彰 (林産化学部)
3. 植物繊維を原料とする硬質成型物の製造方法
特許番号 第 425244 号 (昭和 39 年) 考案者 高村 憲男 (林産化学部)
4. 森林害虫の細胞質型多角体病ウィルスを主成分とする殺虫剤の製造方法
特許番号 第 443379 号 (昭和 40 年) 考案者 小山良之助 (浅川実験林)
5. 亜硫酸パルプ廃液よりリグニンを沈殿採集する方法
特許番号 第 466646 号 (昭和 40 年) 考案者 榊原 彰 (林産化学部)
6. 木材の繊維走向の測定法
特許番号 第 575387 号 (昭和 45 年) 考案者 加納 孟, 斉藤 久夫 (木材部)
7. 地形傾斜測定方法
特許番号 第 561772 号 (昭和 44 年) 考案者 樋渡 幸男, 中島 徹 (経営部)
8. 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)
9. 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)
10. ビニールアルコール (オリゴマー) による木質材料の寸度安定化
特許出願中 考案者 古谷 剛 (林産化学部)
11. 合成樹脂充填木材の製造法
特許出願中 考案者 古谷 剛, 谷口 実 (林産化学部)
12. 高温高圧重合法による合成樹脂注入寸法安定化木質材料の製造法
特許出願中 考案者 古谷 剛, 谷口 実 (林産化学部)
13. 構造用長尺広幅集成材の製造法
特許出願中 考案者 千葉 保人, 菅野 義作, 森屋 和美, 藤井 毅 (木材部)
14. 木質セメント板の製造法
特許出願中 岩下 睦 (木材部)
15. 木材のねじりびき法
特許出願中 山口喜弥太 (木材部)

16. 放射線によるプラスチック充填木材の製造法
特許出願中 古谷 剛, 村山 敏博 (林産化学部)

実用新案

1. 植林用植穴掘機
実用新案番号 第 756982 号 (昭和 40 年) 考案者 山脇 三平 (機械化部)
2. 傾斜計
実用新案番号 第 766936 号 (昭和 40 年) 考案者 斉藤 敏彦, 石橋 泰彦 (機械化部)
3. 動力枝打機
実用新案出願中 考案者 平松 修 (機械化部)
4. あて木ブロック
実用新案出願中 考案者 小沼 順一 (機械化部)
5. 携帯用小形エンジンの消音装置
実用新案出願中 考案者 鈴木 皓央 (機械化部)
6. 全油圧駆動式バックホウによる横穴掘りおよび刈払い装置
実用新案出願中 考案者 三村 和男 (機械化部)
7. 蘚苔植物を検体とした大気汚染測定器
実用新案出願中 峠田 宏 (浅川実験林)

意 匠

傾斜計

意匠登録番号 第 230493 号 (昭和 38 年) 考案者 斉藤 敏彦, 石橋 泰彦 (機械化部)

昭和50年10月20日 印刷
昭和50年11月1日 発行

林業試験場七十年のあゆみ

編集 農林省林業試験場
発行 東京都目黒区下目黒5-37-21
電話 03-711-5171

印刷 株式会社 創文
東京都荒川区西尾久7-12-16

