

100周年記念資料

10. 北海道演習林における林木育種研究 40 年史

倉 橋 昭 夫

—目 次—

1. はじめに	160
2. 林木育種試験研究の進め方	160
3. プラス木選抜とクローン増殖	160
1) プラス木・保存木の選抜	160
2) 接木クローン増殖	161
3) 採種園	162
4) 針・広葉樹クローン集植所	162
4. 北方系樹木の系統保存と試験植栽	163
1) 内外研究機関との材料交換	163
2) 系統保存及び試験植栽	164
(1) 試験植栽地の造成	164
(2) 造林的特性の検定	164
(3) 生育適応性	165
(4) カラマツ産地別植栽	166
(5) 遺伝子資源の保存	166
5. 種間交雑	167
1) カラマツ属	167
2) マツ属・トウヒ属・モミ属	169
3) ハコヤナギ属	169
6. 天然林の生態遺伝学的研究	170
1) トドマツ	170
2) エゾマツ及びアカエゾマツ	171
3) アカエゾマツ・エゾマツの天然雑種	171
4) ミズナラ	172
7. おわりに	172
謝 辞	172
引用文献	173
写 真	176

1. はじめに

北海道演習林（以下、「北演」）における林木育種試験は、1952年世界的に著名な学者であったスウェーデンのB. LINDQUIST博士（故人）が来演されたこと、翌'53年スウェーデン・エケブの林木育種研究所長JOHNSSON博士より研究材料交換の申し入れを受けたこと、さらに諸外国の大学・研究機関との戦後の交流が始められたことを契機として、重点的な試験研究課題の一つに取り上げられるようになった。そして、1954年8月より翌年3月にかけて欧米諸国における実地林業と林木育種研究事業の実情を視察した当時の高橋延清林長（現名誉教授）の帰演後、主要な方向づけがなされて研究が本格的に開始された^{9, 59, 62)}。

当時は、我が国の林業界でも早期に森林資源の向上と活用をはかる育成林業が積極的に唱えられた時期であり、北海道でも各地に専門の研究・試験機関が設置されたが、北演の仕事はそれらに先がけて着手された。

北演における林木育種の試験研究は、若干の前駆的な仕事を除けば、1952年から1955年にかけての期間を、その本格的発足の時期とみなすことができる。この時期に林木育種を林分施業法（天然林施業法）とともに北演の基幹試験研究とする方針が打出され、それに基づいて1958年の専用の研究棟及び温室の建設、そしてその前後のクローン集植所など用地の購入整備が行われた。また育苗地の拡大も図られた。

以降、1995年でちょうど40年の歳月を経過したことになる。この年はたまたま筆者にとっても演習林勤務の最後の年に当たる。北演における林木育種研究の最初からそれに従事してきた者の一人としてその間の経緯や考え方について概観し書き残しておくことも有意義であり、ある意味では義務であると考え、本稿を草した。以下に、発足以来の研究の内容、経過及び成果について概説するが、括弧内に示すのは試験の開始、試験地の設定あるいは結果発表の暦年である。

2. 林木育種試験研究の進め方

その研究の主眼は、郷土種、既にある程度の造林・植栽実績をもつ樹種及びそれらの近縁種について、北海道に適する造林材料の導入あるいは育成の可能性を探ることにおかれた。従って、個々の課題は基礎的研究を行うとともに品種改良に係わる実践的色彩を帯びたものが多い。対象樹種の大半は、針葉樹ではカラマツ、モミ、トウヒ及びマツの各属、そして広葉樹ではハコヤナギ、ハンノキ及びカバノキの各属のものである。

3. プラス木選抜とクローン増殖

1) プラス木・保存木の選抜

1955年に続く数年間北演内で主要樹種トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ及び広葉樹類のプ

ラス木選抜が精力的に行われ、1959年までに98本のラス木（形質が特に優れ、樹高・直径成長が著しく大きい個体）と252本の保存木（ラス木に準ずる木、また、特殊形質木、巨大木、生態・生育分布の点から学術的価値の高い木など）が選出された。樹種別のラス木*および保存木の選抜本数は次の通りであった。

針葉樹ではトドマツ 23*27, エゾマツ 14*30, アカエゾマツ 8*17, ヨーロッパトウヒ 5*4, ストローブマツ 18, カラマツ 2*, チョウセンカラマツ 10, 広葉樹ではチョウセンヤマナラシ 3*4, ドロノキ 10*8, オニグルミ 3, ウダイカンバ 4*25, シラカンバ 9*19, ダケカンバ 2, ケヤマハンノキ 7*8, ハンノキ 2, ミズナラ 1*7, ハルニレ 1*6, オヒョウ 1*1, カツラ 3, シウリザクラ 1, キハダ 3, クロビイタヤ 1, オオバボダイジュ 3*4, シナノキ 3*10, ハリギリ 12, ミズキ 1, ハクウンボク 1, ヤチダモ 4*24, クロウメモドキ 1（北演の林木育種概要, 1959）。この時期には、北海道の国・道有林においても精英樹選抜が精力的に行われた。

この際の経験に基づいて、主として天然林からのラス木や林分の選抜法について論考がなされた(1958)⁶³。そして、遺伝的な立場から森林、樹木の保全管理と利用をはかるという考え方は、この時以降に、材分施業法における基本原則の一つへと発展してきたのである。その過程で形質良好な広葉樹の保存・登録を継続して実施し、最近では、遺伝子資源の保全と利用に関する研究の一環として、特に優良広葉樹の増殖・育苗およびこれら次代実生の更新・植栽地の造成が進められている^{35-38, 50, 52}。

2) 接木クローン増殖

当時、平行して選抜個体の接木増殖が行われて、クローンの一部は採種園造成に供せられ、他はクローン集植所に植栽された。この時に研究改善されたトドマツ、エゾマツ及びカラマツの接木増殖法(1955~'58)^{60, 64}は、北海道内の他の機関でも採用された。接木作業は温室と苗畑において実行された。1955年~'58年に取り扱ったクローン数は327、接木実行本数は18,300本であった。1955年~'58年間の樹種別の接木得苗本数と接木活着率(%)は次の通りであった。

針葉樹ではトドマツ 1,659本 54.8%, エゾマツ 74本 12.8%, アカエゾマツ 66本 26.1%, ヨーロッパトウヒ 109本 26.8%, ストローブマツ 1,337本 59.3%, カラマツ 1,117本 59.7%, ギイマツ 2,118本 48.5%, チョウセンカラマツ 793本 34.9%, ヨーロッパカラマツ 61本 16.9% 広葉樹ではケヤマハンノキ 72本 13.6%, ウダイカンバ 223本 28.9%, シラカンバ 325本 18.2%, ヤチダモ 68本 86.1%。針広全体で8,167本 43.8%（北演の林木育種概要, 1959）。接木活着率は針葉樹の中ではトウヒ属、広葉樹ではハンノキとカバノキの両属が低かった。このように4(5)年間に多量の接木苗の養成が行われた。

3) 採種園

採種園はトドマツ（1960年設，1 ha，16 クロウン）とシラカンバ（1959年設，0.5 ha，9 クロウン）のものを設定した。一方，造林用種子の確保を目的に主要樹種の採種林も設定された⁹⁾。採種園からの種子を生産する計画は意外に時間を要した。トドマツ接木個体は一定の大きさと年齢にならなければ種子を生産しないからであり，現在でもトドマツの有効な着花促進法は開発されていない。トドマツ採種園から初めて多量の種子を収穫したのは設定15年後の1974年であり，これらの自然交雑種子を用いて次代検定林が設定（1981年設，0.18 ha，）された。1974年以降はこのトドマツ採種園でも天然林の豊作周期にはほぼ一致する種子生産をしている。

カラマツは接木個体でも成長が旺盛で，接木後10年を経過すると樹高8 m前後に達し，そのまま放置しておく十分に着花しないまま実生造林木と変わらない形状・成長を示すようになる。1966年に，クロウン集植所[1007]の一画に設定したグイマツ・カラマツ雑種採種園内のグイマツ精英樹接木クロウンは，接木後約25年経ってようやく多量に着果する段階に達した。その間，後述するグイマツ×カラマツ雑種 F_1 種子の大量生産を促進する手段として雑種採種林や高芽接ぎによる雑種採種林の育成が試みられ，一定の成果が得られた。

1959年から1960年にかけて平沢地区に設定した8カ所のカラマツ類，ストローブマツの各採種園は，採種園相互の花粉汚染を避けるために，トドマツを主体とする天然林の中に一定の間隔で隔離して配置されている。特に集約な管理は行われていない。しかし，カラマツ属プラス木の接木個体が期待したほどの早期着花を示さないため，見本林や造林地の成木から母樹を選んで人工交配試験も進められてきた。林木育種を進めるとき，その樹種の着花・結実に関連した性質は難しい課題を提起することがらである。

4) 針・広葉樹クロウン集植所

林内産および国内外から導入されたプラス木やその他の選抜木についてそのクロウン保存と比較を目的として，主に接木による増殖が行われた。1954年頃から収集・導入を続けて1962年7月1日時点で，接木クロウン数622，実生系統数107となった。

1962年8月4日，空知川旧河川敷地内のクロウン集植所に植栽した多数の系統保存用針・広葉樹材料の大半を，大水害によって流失した。被災土地の再整備は，同年後半から'63年にかけて土木掛を中心に精力的に行われ，その際客土，排水溝の施工，大きい個体の移植などの荒廃地における造林作業等の基本技術を経験したが，その後の土地整備と再収集によって，前に増して充実したものとなった。

1985年に，クロウン集植所[1007][1008]に収集したカラマツ，モミ，マツ，トウヒ並びにカンバ，ハンノキの各属樹種のクロウン及び実生系統数は706となり，接木クロウンの特性調査や人工交配実験が行われてきた。重点がおかれたカラマツ属は約半数(328)を占め，ヨーロッパカ

ラマツ (*Larix decidua*), グイマツ (*L. gmelinii* var. *japonica*), チョウセンカラマツ (*L. gmelinii* var. *olgensis* (Koreana)), マンシュウカラマツ (*L. gmelinii* var. *olgensis* (manchurica)), ホクシカラマツ (*L. gmelinii* var. *principis-rupprechtii*), アメリカカラマツ (*L. laricina*), カラマツ (*L. kaempferi*), セイブカラマツ (*L. occidentalis*), シベリアカラマツ (*L. sibirica*) 各種と多くの雑種を植栽保存している。

クローン集植所においては、また、カラマツ品種登録の際に比較対象とするカラマツ、チョウセンカラマツ及びグイマツの標準品種が選定されている。1987年から1988年にかけてこれら標準品種の成長、樹型、材質、針葉と球果の形状、フェノロジー、各種抵抗性等の主要形質について種苗特性分類調査を行った³⁹⁾。1988年における標準品種(接木クローン)の年齢、樹高および胸高直径はつぎの通りであった。カラマツ V-58 は 24 年, 18.2 m, 26.7 cm, チョウセンカラマツ V-78 は 23 年, 13.7 m, 17.7 cm, 千島系グイマツ V-466 は 24 年, 9.8 m, 12.9 cm, 樺太系グイマツ V-300 は 23 年, 15.0 m, 19.0 cm, グイマツ V-544 は 19 年, 12.5 m, 13.5 cm の大きさにそれぞれ成長している。材質調査に関しては北海道立林産試験場の協力を得た⁷⁴⁾。

4. 北方系樹木の系統保存と試験植栽

1) 内外研究機関との材料交換

1952年ごろから、主として北米及び北・中欧諸国の多数の大学、研究機関から試験研究用の花粉、種子あるいは穂木等の供与依頼が相継いだ⁶¹⁾。

北海道の主要樹種トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ、キタゴヨウ、シラカンバ、ウダイカンバ、ドロノキ、チョウセンヤマナラシ等が主な対象であった。北演としては、域外産地のものは他の機関に依頼し、要請に応じてきた。これら材料による海外の生育状況に関する情報はほとんど得られていないが、1991年にスウェーデンとデンマークにおいてその一端を調査する機会が得られたので報告した⁵⁴⁻⁵⁶⁾。北海道から導入され注目されている樹種はカツラ、エゾヤマザクラ等で庭園樹として人気がある。材質面ではウダイカンバが評価されている。

一方、北演内の外来樹種見本林(1917年設)及び樹木園(1931年設)で第二次大戦前に導入された材料の多くはその起源の詳細な記録に欠けるきらいがあった。そこで北演としても、それまでの経験や情報に基づいて新たな計画の下に既導入の有無に拘らず、積極的に交換に応じつつ国外からの新規導入を図った。

交換活動の最も活発に行われたのは1955年からの約10年間である。1995年までの内外研究機関への送付件数は481(種類、数量に関係なく1回の発送取扱いを1件とする)、受入件数は408となっている。

2) 系統保存及び試験植栽

導入樹種の大半は、カラマツ、モミ、トウヒ及びマツの針葉樹各属、そしてハコヤナギ、ハンノキおよびカバノキの広葉樹各属のものである。それらの原産地の多くは北米中北部、北米太平洋岸、ヨーロッパ諸国、東亜北部、本州中北部の山地帯・亜高山帯などで、ほぼ北緯 40~70 度の範囲にある。導入・育苗の最も活発に行われたのは約 10 年間であるが、収集材料の数に比例して記録の量も急速に増加したので、1962 年後半ごろからほぼ 2 年がかりで、北演の育種、造林材料及び植栽地の全般をカバーする記録システムが検討立案され、実施に移された¹⁾。

(1) 試験植栽地の造成

導入材料は育苗後それぞれの試験地に配植されたが、同時に全系統について一定数の苗が 3 カ所の系統保存のため育種樹木園に植えられた。

1959 年から 1966 年の間において山地における外来樹種の試験植栽を目的として設定した特別試験地は次の通りである。

カラマツ属 4 種・2 雑種 (1959 年設, 0.5 ha), ポプラ類 12 交雑種 (1961 年設, 6.77 ha), マツ属 6 種 16 産地 (1961 年設, 4.71 ha), トウヒ属 7 種 (1962 年設, 2.67 ha), 北米産トウヒ属 4 種 17 産地 (1966 年設, 0.51 ha), 本州産モミ属 3 種 (1963 年設, 2.73 ha), ダグラスファー 5 産地 (1966 年設, 0.32 ha), ハンノキ属 6 種 (1963 年設, 7.59 ha)。その外、様々な立地に対する植栽試験を行った⁹⁾。これらの各試験地では、植栽後 30 年~35 年を経過して、既に第 1 回の間伐を実施したところもある。

各試験地に植栽後 30 年~35 年を経た同属樹種間の生育状況を概観すると、カラマツ属では本州中部のカラマツ、トウヒ属ではヨーロッパトウヒ (*Picea abies*), マツ属では北米北東部のストロブマツとヨーロッパアカマツ (*Pinus sylvestris*) が良好であり、モミ属では自生種トドマツに優るものは見出されていない。広葉樹でも、ハコヤナギ属では自生種ドロノキ、ハンノキ属では自生種ケヤマハンノキに優る外来樹種はない。

(2) 造林的特性の検定

導入の初期には、まず外来樹種の育苗法 (1962)⁵⁷⁾、引継いで育林法 (1966)¹¹⁾ についての検討報告がなされた。また、主として針葉樹の、苗の野兎鼠の食害に対する抵抗性の検定が動物実験と野外試験植栽との併用で行われ、一般に外来樹種はエゾヤチネズミ食害に対する抵抗性が郷土種より低いという結果が得られた (1966)⁶⁶⁾。更にこれらの導入植栽木について、北海道大学低温研究所において調べた耐凍性 (1975)⁴⁰⁾ と、植栽初期 10 数年間についてまとめた生育状態 (1974, '75)^{6, 70)} も、ともに各樹種の地理的分布との間に密接な関係を示した。これらの事実は、異郷土樹種の導入植栽に当ってはその適応の範囲を明確に把握することの必要を示すものである。

各属の種間組合せの選び方にも同じ指摘が可能であろう。ここで敢えて北海道中央地域で実際の造林や交雑に用いる異郷土樹種を上げるとすれば、カラマツ、グイマツと他の少数のもので

あろう。しかし、導入した多数の樹種については今後も長期的にその生育適応性の検討を続ける必要がある。

(3) 生育適応性

戦前および戦後を通じて導入植栽した外来樹種について、原産地の大きな地理的区域分けを示し、代表的な樹種をあげると以下の通りである^{6,70)}。

(a) 北米北東部、五大湖周辺より大西洋岸に至る地域

この地域原産の種・産地は健全で生育がよい。なかでもストロブマツ (*Pinus strobus*) は旺盛な生育を示している。生育良好なもの、バンクシアナマツ (*P. banksiana*)、レジノーサマツ (*P. resinosa*)、バルサムモミ (*Abies balsamea*)、ニオイヒバ (*Thuja occidentalis*)、アカナラ (*Quercus borealis*) 等。

(b) 北米（合衆国及びカナダ）太平洋岸よりロッキー山系諸州に至る地域

この地域原産の種・産地は越冬時に葉が赤褐変し、また幹枝に凍害を受けるなど明らかに前者に比して適応性が低く生育が劣る。その中では内陸山岳地産のものがいくらか優れているようである。いくぶん生育の良いものとしてはコロラドモミ (*Abies concolor*)、プンゲンストウヒ (*Picea pungens*)、コントルタマツ (*Pinus contorta*)、ダグラスファー産地によって (*Pseudotsuga menziesii*) 等。枯死消滅したものシトカトウヒ (*Picea sitchensis*)、ルブラハンノキ (*Alnus rubra*) 等。

(c) ヨーロッパ

概して中部ヨーロッパより北の方に原産する種・産地が健全で良い生育を示し、南の方に産するものがこれより劣る。成長の良いのはヨーロッパトウヒ (*Picea abies*)、ヨーロッパアカマツ (*Pinus sylvestris*)、ヨーロッパカンバ (*Betula pendula*) 等。

(d) 東亜北部地域

南千島、樺太、沿海州よりシベリア及び中国北部に至る広い範囲内に産する樹種の内いくつかは戦前にも導入され、比較的良く成長している。その実績によりダフリアカラマツ (*Larix gmelinii*) の各地理変種は、北海道におけるカラマツ属交雑育種の母材料あるいは北海道北部の寒冷地での先駆造林樹種として重視されている。しかし、戦後に導入されたマンシュウカラマツ (*L. gmelinii* var. *olgensis*) とシベリアカラマツ (*L. sibirica*) は植栽して数年後に積雪下の部位に発生する激しい枝・胴枯病あるいは雪むれによって生存率が極めて低い。健全に生育するものはグイマツ (*L. gmelinii* var. *japonica*) である。

(e) 本州中北部地域

カラマツ (*L. kaempferi*) に見るように、本州産樹種のうち山地帯から亜高山帯にかけて分布するものが北海道への導入の主な対象とされてきた。成長良好なものはカラマツ、ウラジロモミ、シラベ、チョウセンゴヨウ、サワラ等。

(f) アジア低緯度地域

低緯度地域でもその高海拔地にはある程度の生育を示す樹種があると考えられていた。しかし、インド・シッキム地方の海拔 3,000 m の高地に産するヒマラヤモミ (*Abies densa*), ヒマラヤトウヒ (*Picea smithiana*), ヒマラヤゴヨウ (*Pinus griffithii*) はいずれも越冬中に針葉が赤褐変し、やがて枯死消滅した。また、台湾中央山系 2,000~2,500 m に産するタカネゴヨウ (*Pinus armandii*), タイワンゴヨウ (*P. morissonicola*), ニイタカアカマツ (*P. taiwanensis*) あるいはベニヒ (*Chamaecyparis formosensis*), ニイタカトドマツ (*Abies kawakamii*) 等数種も養苗中に凍害で消滅した。

以上に得られた北海道中央部に対する外来樹種の生育適応性の情報は、森林植物遺伝子資源の探索・収集、相互利用のための指標として役立つものとする。

(4) カラマツ産地別植栽

当時の農林省林業試験場が中心となって多数の産地から組織的に採種し配布した種子によるカラマツの産地試験は、1956年に我が国を含めてドイツ、アメリカなど十数カ国に及ぶ国際的規模の植栽試験地としてスタートし、30年間の結果が報告されている^{27, 53)}。その一翼を担って北演のカラマツ産地試験地 (1959年設, 1.05 ha) は北日本を代表する主要な植栽地の一つとなっている。また、富士山の各標高から母樹別に採種育成した二つの試験地 (1966年設: 1.07 ha, 1968年設: 0.19 ha) はカラマツの分類や産地特性に関する研究材料ともなっている²⁰⁾。カラマツ属に関しては、戦前・戦後の導入材料を通して各樹種の特性がかなり明らかになった³¹⁾。樹木園における最も古い植栽木は、1908 (明治 41) 年植栽の本州中部産のカラマツで、1995年現在 88 年生で、樹高 30 m, 胸高直径 60 cm に達している。日本固有のカラマツは北海道の主要造林樹種であり、同時に世界の温帯・亜寒帯の荒廃地における育種・造林樹種として注目されている²⁶⁾。このような見地から 1950 年代以降、カラマツの国際的な産地試験にも積極的な対応が行われてきたわけである。系統保存のみに留まらず樹種および産地の特性を明らかにすることも、遺伝子資源の国際的な相互利用にとって重要であるとする。

(5) 遺伝子資源の保存

現在、北演の保有する森林植物遺伝子資源の総保有数は 1,800 点 (人工交配や遺伝的特性に関する検定を経たもの 257, 育種樹木園等に実生や栄養系として植栽されているもの 1,315, 樹木園・見本林などの植栽種 205, 保存されている群落または生態系 23) に達する。特に樹木園・見本林等に収集・植栽されている樹種は、北方系樹種遺伝子資源の現地外保全の役割を担うもので、今後いっそうの整備が図られることになっている。これら膨大な数の遺伝子資源が、関連諸分野の研究発展に寄与できるようにするためには、しっかりとした保存方法、現地標識、位置図並びに記録の整理が必要である。この点、1991年に視察訪問したデンマーク・ヘルスホルム樹木園⁵⁶⁾ではそれが実に良く整備されている。北演でも 1989年にまとめの第 1 段階として、1,500

点の「森林植物遺伝子資源目録」⁷⁶⁾が作成された。今後この内容をデータベース化し一層充実させる必要がある。これまではロシアや中国の領域からの導入収集が少なかったが、最近になって中国とナラ類の遺伝子資源の相互利用に関する共同研究が始まった¹²⁾。一方、九州から北海道南部に至る日本列島19カ所から集めたブナについても相互植栽試験(1991年設)も始めたところである⁷⁵⁾。

このように戦前・戦後を通して国の内外から多数の樹種が導入育成され、北方系樹木のコレクションとして北海道内でも有数なものに成長した。そして設定された育種樹木園及び各種植栽試験地の植栽木は、世界的見地に立って北方樹木に関する造林、遺伝育種、分類、生態など様々な分野の研究を行うための材料としても広く利用されている。

既に述べた通り、北海道における導入外来樹種の生育適応性は、第一に各樹種の耐凍性の度合いに依存するところが大きい。他方、北海道においてこれらの樹種の成林を左右する生物的要因のなかで最大のものは野鼠、野兎の食害である。この北演においては食害に対しては防兎網、防鼠溝の設置や毒餌散布によるほぼ完全な防除措置がとられたことが、導入した多数の樹種の見事な成林につながったものと考えられる。

5. 種 間 交 雑

外来樹種見本林、樹木園及びその他の植栽地では1930年より定期的に代表的な樹種の植物季節現象及び生育状況に関する観察記録が続けられてきたが、その蓄積は交雑育種研究のための貴重な基礎情報(1961)¹⁹⁾となり、その後も継続課題として引継がれている^{14, 15, 46, 47)}。そこではまたカラマツ類がしばしば高い率で自然受粉による雑種次代を生じる事実も見出された(1952～'56)。しかも植栽木の大半は着花年齢に達していて、それらを利用して各種の交配・交雑試験が実施された。種間交雑のねらいの一つは、組合せ能力の有効な利用であるが、北演では特にカラマツ属に重点が置かれた。ほかにモミ、トウヒ、マツ及びハコヤナギの各属も対象となったが、これまでにカラマツ、ハコヤナギ両属で多くの成果をあげている。

1) カラマツ属

第二次大戦後間もない1952年にチョウセンカラマツ、そして1956年にグイマツの植栽木が周囲のカラマツ植栽木からの自然受粉によって高い率で雑種次代を産する事実が見出され、更にその後これら次代苗が野鼠食害に対して相当に高い抵抗性を有することも判明して、活発に研究が行われた^{65, 67-69)}。特にダフリアカラマツ各変種(沿海洲、興安嶺、樺太、千島)とカラマツ(本州中部)との種間交雑によって耐鼠性の高い優良造林材料を育成することが重点研究課題の一つとされてきた。1959年に北演で最初のグイマツ×カラマツ天然雑種試験地[1023]が設定されている。これは、この種の試験地としては北海道でも最も古いものの一つである。

カラマツ属の交雑育種の研究(1963~'93)^{2, 7, 23, 69)}は、北演開設置以来の先輩方による世界各地からの材料の収集・育成に40年、更にその後の再収集と交雑育種の研究に40年が経過した。その間に、交雑親和性よりみた同属樹種の類縁関係の解明や種・品種・系統ごとの遺伝形質と雑種各世代の発現形質の分析などの基礎的な研究から、耐病性、耐鼠性、材質及び成長性などの実用性に優れた雑種第一代の創出可能性の追究、そして優秀な雑種第一の家系の種子の大量生産方法の開発・確立に至るまでの多岐多様な研究が行われた。近年、これらを材料として、分類及び遺伝育種に関するDNAレベルの研究も行われている^{16, 17)}。

雑種種子の生産のための各種の採種園・林を造成する試みも早くから進められてきた。例えば、カラマツ成木林分内へグイマツ4年生接木苗の配植(1961植)、グイマツ20年生採種林内へカラマツ13年生実生木の移植(1966植)、グイマツ連年着花性個体の高芽接採種林の育成(1970より)等である⁴¹⁻⁴³⁾。

採種園造成に関連して、機械的処理あるいは樹形誘導処理の着花促進効果(1964より)⁴⁾や同じ目的あるいはクローン交換のための高芽接ぎの応用(1966より)³⁾など実用的な問題のほか花粉飛散習性(1968より)⁷¹⁻⁷³⁾などの基礎的な問題も研究されている。これらと平行して、カラマツ球花(果)の季節的な発育経過と受粉適期(1968より)^{5, 44)}並びに雑種生成率に関する観察あるいは実験も行われた²⁵⁾。

カラマツ属の人工交配は、北演では4月下旬から5月上旬が適期である。しかも、結実豊作年は3~5年周期でしか現れない。このため人工交配は、数少ない着花年に春先の極めて短い期間に集中して行わなければならない。年によっては風や雪で交配袋がやぶれ飛ばされることもあった。カラマツ属の樹木は木登りすると枝が折れ易く、樹上高所作業は危険を伴うので出来る限り櫓を組んで作業足場を確保して行った。

組織的な交配計画が成功したのは1961年で、千島系グイマツ、チョウセンカラマツ及びカラマツの二面交雑による30交雑組合せ家系を試験植栽(1964設, 1.7ha)して30年を経過する。1961年の交配木に袋掛けした数は733で、1年生得苗数は13,575本であった。

その後も二面交雑のものを含む数多くのカラマツ属雑種家系が反復育成されて、諸形質の変異や年齢に伴う変化についても多くの資料が蓄積されて得られた知見は逐次発表してきた。以上のような内容の仕事が精力的に行われたのは、1950年代から'60年代にかけて業務に当たった若手の職員一同のチームワークと努力の賜である。

1952年以来約40年間に及ぶ研究と実地試験の結果、千島系および樺太系グイマツとカラマツとの雑種第一代がわが国寒冷地の造林樹種として適することがわかった。1992(平成4)年、この雑種カラマツから優良品種を選び「東演1号」として品種登録(第3279号)がなされた²⁹⁾。この品種は、早期着花性のグイマツ個体V-544を採種木として選抜し、これにカラマツ精英樹V-307を交配して育成した交雑品種である。なお、チョウセンカラマツとカラマツの種間雑種も成

長が旺盛で当初は期待されていたが、1960年代中頃からエンケリオプシス胴枯病被害が顕在化するにつれて種間雑種プログラムから除かれた⁵⁸⁾。

2) マツ属・トウヒ属・モミ属

前記カラマツ属に比べてマツ、トウヒ、モミ各属の交雑試験は数が少なかった。

(1) マツ属

五葉松ではストロブマツとヒマラヤゴヨウ、チョウセンゴヨウ、ゴヨウマツ及びキタゴヨウとの間で数多くの交雑が行われた。しかし一般に交雑能力が低く、得られた苗は極く少なかった。得苗の多かったヒマラヤゴヨウとの雑種は予想された通り、ストロブマツに比して耐凍性が低い。とくにストロブマツの耐鼠性の低さを補う目的で進められたキタゴヨウとの交雑は、ストロブマツ種内交配の1割程度の得苗率しかなく、交雑一代苗の成長もやや劣っていた。

一方、二葉松の種間交雑も多少行われたが、ほとんど苗が得られなかった。

(2) トウヒ属

1950年～60年代のトウヒ属種間交雑試験は、アカエゾマツ及びエゾマツとヨーロッパトウヒ、カナダトウヒとの間で行われた。得苗の多かったのはエゾマツ×カナダトウヒで、樹木園に植栽されている。

後述のアカエゾマツ×エゾマツ天然雑種の発見を契機として、再び1985年にそれを検証する目的でアカエゾマツ、エゾマツ及び両種の天然雑種の三者の間で人工交配を行った。

節間交雑に当たるアカエゾマツとエゾマツの交雑稔性は極めて低いことが確認されたが、得られた少数の苗は見本林の一面に植栽されて、雑種F₁、戻し交雑種の特性に關する研究に利用されている⁴⁹⁾。

(3) モミ属

トドマツの晩霜害回避を主な目的として開芽の遅いシラベと交雑したが、交雑能力はトドマツ種内のそれに劣らなかった。この雑種は約10日トドマツより遅く開芽し、またトドマツに近い耐鼠性を示す²¹⁾ので、その限りでは、北海道内の造林に供しても安全なものといえる。しかし、北海道内に全く自生のないカラマツ属と異なって、トドマツのような主要自生・造林樹種の場合には、交雑能力の高さが逆にその遺伝子資源に好ましくない影響を及ぼすこともあり得よう。従って、同属の天然林が存在する場合にはトドマツに限らず、一般に種間雑種の造林に当って、その雑種の一代に限らず、伐採後の更新問題に至るまでの長期的な検討が要求される。トドマツとシラベ及びアオモリトドマツとの雑種F₁の成長比較(1970設, 0.12 ha)、トドマツ×シラベF₁の成長比較(1975設, 0.75 ha)の2試験地がある。

3) ハコヤナギ属

成長が早く耐寒性と耐鼠性の強い山地造林用品種の育成を目的として、自生のドロノキ、チョウセンヤマナラシと外来種の間で1958～'63年の期間に多くの交雑が行われた¹⁸⁾。外来種の多くは花粉として入手された。主として温室内で雑種苗が得られ、それらを用いて、雑種苗の育苗法、交雑能力あるいは銹病抵抗性などに関するいくつかの知見が得られた(1959)¹⁸⁾。1955年～'59年の5年間の人工交配による得苗本数は23,500本であった。

現在、雑種家系の大半はポプラクローン集植所(1955設, 系統保存5.12 ha, 雑種検定1.69 ha)に保存植栽されている。その中では、ドロノキ×トリコカルパドロ, ドロノキ×チリメンドロ, チョウセンヤマナラシ×アメリカヤマナラシ, チョウセンヤマナラシ×ギンドロの雑種家系あるいはそれらの選抜クローンが旺盛健全に生育している。

ポプラクローン集植所はわが国で改良ポプラ類の導入植栽が始められて程なく設定されて、各品種の保存と比較が行われてきた。特に北隅の改良ポプラ類は北海道内でも最も古いもので、施肥試験も兼ねていて旺盛な成長を示した。その後、他の品種と共に多数のヤマナラシ類及びその交雑種も導入された。ポプラ類は挿し木クローンによって保存され、1984年時点でヤマナラシ系116, ドロノキ系42, クロポプラ系70を数えた。

導入したクロポプラ系の改良ポプラの多くは植栽後20年頃から成長が低下しており、寿命は短いようである。その中で1960年植栽のイタリーポプラI-214は現在35年生で樹高29 m, 胸高直径85.7 cmに達し、なお成長を続けている。

6. 天然林の生態遺伝学的研究

北濱では、1972年に大麓山山域の標高差1,000 mの西面上に環境傾度を異にする天然林約1,300 haを保存林に指定して、自主種の保全を図ってきた⁹⁾が、遺伝子資源保存のためにも、また天然林生態遺伝の研究を進める上でも貴重なフィールドとなっている。

これを受けて1973年以来、同地域を中心としてトドマツ, エゾマツおよびアカエゾマツとミズナラの生態遺伝学的研究が進められ、これらの樹種の調査と研究を通して、天然林の遺伝資源的評価及びその保全・利用に関する基礎的な資料が集積されつつある。

1) トドマツ

1973年以来、北海道における重要林業樹種であるトドマツの種内変異のうち、特に標高を異にする産地の遺伝的特性を明らかにし、垂直分布の視点からトドマツの最適な遺伝的供給源を探し出すことを目的に、一連の調査研究が進められている。特に主峰大麓山(1,459 m)の山頂部にかけた山域の、標高クラスの異なる8地点(230 m, 340 m, 420 m, 530 m, 750 m, 940 m, 1,100 m, および1,200 m)からそれぞれに母樹を選んで自然交雑次代を育成し、同一セットを植栽す

るクラス相互間産地試験を始めたが、それが20年を経過した。これまでに、原生地・植栽地間の標高傾度の組合せ各次代家系の成長、枯死率および病獣害の反応諸形質との関係等について多くの知見が得られ、標高クラスの異なる各家系の諸形質の植栽地の標高傾度に対する反応を総合的にみると、これらの家系は原産地標高500 m以下、500から1,000 mまでおよび1,000 m以上の三つに区分される。また最も成長の旺盛な次代家系を産するのは300~400 mの標高域に生育する母樹群（トドマツ集団）である。この結果は、トドマツの種苗供給の地域区分に標高要素を導入することの必要性を示す基礎的な資料となっている^{22, 30, 32}。また、着花性について、1,000 m以上の高標高産家系の中には、樹高の比較的低い段階で着花（果）する習性をもつ個体が見られることも明らかにされている。上記8地点の他、1,250 mと1,350 mの両地点の母樹から同時に採種したものも加えて、1980年4月にそれらの6年生苗が樹木園（標高230 m）に展示植栽された。

標高に伴う形質変異の遺伝性を検定するために、接木クローン検定（1976より）と人工交配実験（1979より）を併せて行ってきた³²。

2) エゾマツ及びアカエゾマツ

1983年以来エゾマツについても、トドマツと同様に、北演内の標高の異なる7地点の母樹から集めた球果、種子並びにそれから育成した自然交雑苗について各種形質の変異に関する調査を行ってきた²⁸。その結果、最も成長の旺盛な次代家系を産する標高域はトドマツより高く400~700 mに存在する。これらの次代苗を用いた標高産地別試験地（1990設、0.56 ha）が設定されている。エゾマツについては補助造林への活用を検討するために、標高別山引苗の比較植栽試験（1980秋植）も行われている³⁴。また、1988年秋に北海道内7産地より種子を収集し養苗した材料を用いて産地間変異の分析も行っている¹⁰。アカエゾマツに関しては部分的な調査しか行われていない⁵¹。

3) アカエゾマツ・エゾマツの天然雑種

トウヒ属種間交雑試験の結果、節間交雑に当るアカエゾマツとエゾマツとの組合せの交雑稔性は極めて低く、人工交雑の試みはほとんど成功していなかった。ところが1982年に、苗畑でアカエゾマツとして養苗中の苗木と見本林植栽木の中からエゾマツとの天然雑種と認められる個体が発見された⁴⁵。以来、これらの個体について各種形質の比較調査を行ってきた⁴⁸。更に北海道内の各地の両種の混生または相接して生育する天然林調査を行い、これまでに9本のアカエゾマツ×エゾマツ雑種と推定される個体を抽出することができた⁸。

アカエゾマツ×エゾマツの人工交配次代個体のフェノロジーや形態的特徴は推定天然雑種のものによく一致し⁴⁹、またアイソザイム分析の結果もよく合うことが確認された¹³。

これらの天然雑種個体はすべて、前山保存林のアカエゾマツ純林（7林班 a 小班）がエゾマツ・トドマツ林と接するところで見つかっている。最も大きい個体は樹高 23 m、胸高直径 52 cm である。この地域は、天然雑種の生成要因を解明する貴重なフィールドとなっている。

4) ミズナラ

1981 年以来、遺伝子資源保存事業の一環として天然林のミズナラから優良個体を抽出するための研究を進め、現地調査や人工下種による育成実験を行ってきた。

これまでに、北海道内に自生するミズナラの産地試験（1981～'83 年設, 0.50 ha, 1991 年設, 2.39 ha）を始めた^{24, 33)}。また、北演の標高の異なる 6 地点 (230～860 m) で自生ミズナラ集団から母樹を選んで堅果及び次代苗の各種形質を調べ、試験地も設定（1988 年設, 0.50 ha）した。

7. お わ り に

以上、1950 年代中頃から 1995 年に至る約 40 年間北海道演習林において行われた林木育種研究の経緯を概説した。前半 1950～'60 年代は、天然林からのプラス木の選抜と接木クローン増殖、数多くの外来樹種の育苗から植栽試験地の造成まで、更に種間交雑などの作業が行われてきた。これらの交配、増殖育苗、試験植栽等を樹木園の育種試験掛、種苗掛、東山施業列区等の各掛が担当して当り、数多くの試験地の造成・管理を手掛けてきた。北演としても林木の交配や接木増殖の仕事は初めての経験であったため多くの失敗をした。

試験地では野兎鼠害や病害によって全滅又はそれに近い被害を受けたこともある。新しい雑種や導入種の造林適性の検定には長い年月を必要とするものである。

後半 1970 年代以降は、特にカラマツ属の交雑育種に焦点をしばってそれを進展させた。また平行して天然林の生態遺伝学的研究に取り組んできた。

これまでに多くの試験地から得られた情報はほとんど人工林造成を対象としたので、苗木時代から 20 ないし 40 年生に至るまでのものである。北方系樹種の生育の長期性から、更に樹齢が高くなるに伴い新しい遺伝情報を提供してくれるものと期待される。

謝 辞

筆者は、北演における林木育種研究開始時の 1950 年代から現在に至る約 40 年間職務としてそれに参画・関与してきた。当時の高橋延清林長（現名誉教授）が中心となって推進した課題であったが、現在でも北演の基幹研究課題の一つとして新たな展開を続けているのは喜ばしいことである。超長期を要する本研究の遂行に当たり常に暖かい励ましと御指導をいただいた高橋延清名誉教授並びに濱谷稔夫博士（現東京農業大学教授）、そしてこの研究に参画してきた先輩諸氏に心からの感謝を捧げる。この間には更に元北海道演習林長畑野健一博士、渡邊定元博士、大里正

一博士並びに現北海道演習林長山本博一博士には終始御指導と御鞭撻をいただいた。また、多くの関連業務を担当してきた多勢の関係者、特に長い年月共に汗して働いた佐々木忠兵衛、佐藤昭一、小笠原繁男の諸氏からは暖かい友情と御協力を与えていただいた。これらの方々に心からお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 濱谷稔夫(1965)東京大学北海道演習林における林木育種記録法. 北海道の林木育種, 7(2), 31-37.
- 2) Hamaya, T., A. Kurahashi, N. Takahashi and A. Sakai (1968) Studies in frost hardiness of the Japanese and the Dahurian larch and their hybrids. Bill. Tokyo Univ. For., 64, 198-239.
- 3) 濱谷稔夫・佐々木忠兵衛・倉橋昭夫(1968)カラマツ類の高芽接ぎ. 日林誌, 50, 373-381.
- 4) 濱谷稔夫・倉橋昭夫(1970)2, 3の機械的処理によるカラマツの着花結実促進. 日林誌, 52, 244-253.
- 5) Hamaya, T., A. Kurahashi, C. Sasaki and Y. Takahashi (1974) Phenological investigations on external morphological development and growth of Japanese larch strobili and cones—Fundamental studies for crossing of Larches I—. Bull. Tokyo Univ. For., 66, 223-237.
- 6) 濱谷稔夫・倉橋昭夫・佐々木忠兵衛・小笠原繁男(1975)北海道演習林樹木園及び見本林における所栽木本植物とその生育状況. 演習林(東大), 19, 14-54.
- 7) Hamaya, T. and A. Kurahashi (1981) Breeding of larch by species hybridization in Japan, XVII IUFRO World Congr. Proceed. (Div. 2), 157-168.
- 8) 濱谷稔夫・渡邊定元・梶 幹男・倉橋昭夫・佐々木忠兵衛・小笠原繁男(1989)アカエゾマツとエゾマツの天然雑種の形態的並びに生育上の特徴. 東大演報, 81, 53-68.
- 9) 北海道演習林(1973)東京大学北海道演習林75年史, 116 pp.
- 10) 井口和信・小笠原繁男・笠原久臣・佐藤昭一・渡邊定元(1992)エゾマツ7産地産種子による実生の消失および生育. 日林北支論, 40, 59-61.
- 11) 岩本巳一郎(1966)外国樹種の育林[北方林業叢書32], 115 pp., 北方林業会, 札幌.
- 12) 五十嵐恒夫・門松昌彦・矢島 崇・宮崎安貞・井上 晋・倉橋昭夫・船越三朗・王 業蓬・陣 大珂・王 義弘・祝 寧・趙 恵勳・鄭 小賢(1989)中国黒竜江省産ナラ類の遺伝的変異について. 日林論, 100, 287-288.
- 13) 勝木俊雄・井出雄二・倉橋昭夫・鈴木和夫(1994)アロザイムによるアカエゾマツとエゾマツの天然雑種の同定. 日林誌, 75, 367-371.
- 14) 木村徳志・木佐貫博光・倉橋昭夫・佐々木忠兵衛(1994)ミズナラのフェノロジー—東京大学北海道演習林における35年間の経年変動—. 日林論, 105, 455-458.
- 15) 木村徳志・木佐貫博光・倉橋昭夫・佐々木忠兵衛(1995)ウダイカンバのフェノロジー—東京大学北海道演習林における35年間の経年変化—. 日林北支論, 43, 175-177.
- 16) Kisanuki, H., A. Kurahashi, H. Kato, R. Terauchi, S. Kawano, Y. Ide and S. Watanabe (1995) Interspecific relationship of the genus *Larix* inferred from the RFLPs of chloroplast DNA. J. Jpn. For. Soc., 77(1), 83-85.
- 17) 木佐貫博光・木村徳志・倉橋昭夫(1994)カラマツとグイマツの雑種F₁の一年生枝の有毛性と枝色の遺伝. 日林論, 105, 329-330.
- 18) 功力六郎・佐々木忠兵衛(1959)ポプラの交雑試験結果. 日林北支講, 8, 27-32.
- 19) 功力六郎・佐々木忠兵衛(1961)主要樹木の季節調査資料. 日林北支講, 10, 59-63.
- 20) 倉橋昭夫・高橋延清・佐々木忠兵衛・濱谷稔夫(1973)富士高地産カラマツの樹型変異と北海道における次代の生育. 日林北支講, 22, 134-139.
- 21) 倉橋昭夫・高橋延清・佐々木忠兵衛・濱谷稔夫(1973)トドマツとシラベの種間雑種の諸特性. 日林北支講, 22, 140-146.

- 22) 倉橋昭夫・濱谷稔夫(1981)トドマツの垂直分布に伴う変異. 東大演報, 71, 1-94.
- 23) 倉橋昭夫(1988)カラマツ属の交雑育種に関する研究. 東大演報, 79, 1-94.
- 24) 倉橋昭夫・小笠原繁男(1988)道内ミズナラ類産地試験の結果. 北海道の林木育種, 31(2), 3-4.
- 25) 倉橋昭夫・濱谷稔夫・佐々木忠兵衛・小笠原繁男(1986)グイマツ・カラマツ種間交配における雑種率の変動とその原因. 東大演報, 75, 61-86.
- 26) 倉橋昭夫(1989)中国東北地方のカラマツ類. 北方林業, 41, 285-288.
- 27) 倉橋昭夫・佐々木忠兵衛・小笠原繁男・井口和信(1990)カラマツ産地試験31年間の結果—東京大学北海道演習林の場合—. 北海道の林木育種, 33(2), 5-9.
- 28) 倉橋昭夫・佐々木忠兵衛・小笠原繁男・高橋 稔・井口和信・笠原久臣(1992)エゾマツの球果, 種子, および次代苗の諸形質の標高に伴う変異. 日林北支論, 40, 56-58.
- 29) 倉橋昭夫(1993)交雑品種・東演1号—グイマツV-544×カラマツV-307について—. 北方林業, 45(6), 9-12.
- 30) 倉橋昭夫・小笠原繁男・井口和信・濱谷稔夫(1993)トドマツの垂直分布に伴う変異—標高産地別次代家系植栽木の19年生時の成長と着花—. 日林論, 104, 417-420.
- 31) 倉橋昭夫・木佐貫博光(1994)カラマツ属樹木の成長と健全性—東京大学北海道演習林の植栽試験地を中心に—. 北海道の林木育種, 37(2), 10-13.
- 32) 倉橋昭夫・渡邊定元・高橋郁雄・中村 昇・木佐貫博光(1995)トドマツの垂直分布に伴う遺伝的変異に関する研究. 平成6年度科研報告書, 82 pp.
- 33) 宮崎安貞・五十嵐恒夫・松田 疆・船越三朗・矢島 崇・門松昌彦・井上 晋・倉橋昭夫(1988)ミズナラの生態遺伝学的研究. 昭和60年度科研報告書, 17 pp.
- 34) 小笠原繁男・倉橋昭夫・濱谷稔夫(1984)エゾマツ標高別山引苗の比較植栽試験. 日林北支論, 33, 116-118.
- 35) 小笠原繁男・高橋 稔・島 強・佐藤昭一・倉橋昭夫(1990)ポーガンによるウダイカンバの種子採取—母樹別の種子生産量の推定と採取工程—. 日林北支論, 38, 32-34.
- 36) 小笠原繁男・倉橋昭夫(1994)ウダイカンバ優良木の果穂・種子および次代苗. 北海道の林木育種, 36(2), 1-5.
- 37) 小笠原繁男・木村徳志・高橋 稔・今西 肇・倉橋昭夫(1995)アオダモの翼果と実生苗の母樹による違い. 日林北支論, 42, 64-66.
- 38) 小笠原繁男・木村徳志・倉橋昭夫(1995)シウリザクラの核果と実生苗の母樹による違い. 日林北支論, 43, 180-182.
- 39) 林木育種協会(1989)カラマツ種苗特性分類調査報告書. 昭和63年度農林水産省委託事業, 37 pp.
- 40) 酒井 昭・倉橋昭夫(1975)日本に自生している針葉樹の耐凍度とそれらの分布との関係. 日生態誌, 25, 192-200.
- 41) 佐々木忠兵衛・倉橋昭夫・小笠原繁男・中坪三平・濱谷稔夫(1972)グイマツ特殊選抜個体の着花習性. 日林北支論, 21, 71-77.
- 42) 佐々木忠兵衛・濱谷稔夫・倉橋昭夫(1973)林木の高芽接ぎとその応用—カラマツ類の高芽接ぎとその応用法を中心に—. 北海道の林木育種, 16(1), 23-29.
- 43) 佐々木忠兵衛・倉橋昭夫・濱谷稔夫(1981)早期着花性グイマツ個体の高芽接ぎによるF₁雑種の生産. 日林北支論, 21, 131-135.
- 44) 佐々木忠兵衛・倉橋昭夫・濱谷稔夫(1976)カラマツ受粉適期の判別. 北海道の林木育種, 19(2), 12-15.
- 45) 佐々木忠兵衛・倉橋昭夫・濱谷稔夫(1982)アカエゾマツとエゾマツの天然雑種. 日林北支論, 31, 106-109.
- 46) 佐々木忠兵衛(1984)北海道中部における樹木の植物季節と気温. 森林文化研究, 4, 77-86.
- 47) 佐々木忠兵衛(1985)道央自生広葉樹の着果の周期性. 日林北支論, 34, 130-132.
- 48) 佐々木忠兵衛・倉橋昭夫・濱谷稔夫(1986)アカエゾマツ・エゾマツ天然雑種の開花期と球果および実生の諸形質. 97回日林論, 453-454.

- 49) 佐々木忠兵衛・倉橋昭夫・濱谷稔夫(1991)アカエゾマツ・エゾマツの種間雑種 F₁ および戻し交雑家系実生苗の諸形質. 日林論, **102**, 387-388.
- 50) 佐藤昭一・高橋 稔・道上昭夫・島 強・倉橋昭夫(1989)ミズナラ堅果の落下量と採取工程. 日林北支論, **37**, 67-69.
- 51) 佐藤昭一・小笠原繁男・高橋 稔・笠原久臣・倉橋昭夫(1990)高・低標高産アカエゾマツ次代苗の成長. 日林北支論, **38**, 50-52.
- 52) 佐藤昭一(1992)北海道産落葉広葉樹 30 種の実生育苗—北海道演習林における実際—. 東大演報, **87**, 89-128.
- 53) Schober, R. and H. M. Rau (1991) Ergebnisse des Internationalen Japanlarchen-Provenienzversuches. Bd. 102, Sauerlander's Verlag, Frankfurt, 169 pp.
- 54) 芝野伸策・倉橋昭夫(1992)北欧の植物園の見学記. 北方林業, **44**(2), 11-14.
- 55) 芝野伸策・倉橋昭夫(1992)北欧の植物園の見学記(II) エテボリ植物園(スウェーデン)の日本産樹種. 北方林業, **44**(3), 6-9.
- 56) 芝野伸策・倉橋昭夫(1992)北欧の植物園の見学記(III) デンマーク・ヘルスホルム植物園. 北方林業, **44**(4), 10-14.
- 57) 柴田 前・功力六郎(1962)外国樹種の育苗. [北方林業叢書 22], 161 pp., 北方林業会, 札幌.
- 58) 高橋郁雄・倉橋昭夫・高橋康夫(1971)エンケリオプシス胴枯病によるグイマツ系カラマツ類幼齢植栽木の被害. 北方林業, **23**(4), 13-18.
- 59) 高橋延清(1955)林木育種の旅. [林業解説シリーズ 79], 44 pp., 日本林業技術協会, 札幌.
- 60) 高橋延清・倉橋昭夫(1957)トドマツのつぎ木技術. 北方林業, **9**, 18-21.
- 61) 高橋延清(1958)外国との育種材料の交換について. 林木の育種, **6**, 14.
- 62) 高橋延清(1958)東大演習林における林木育種の研究. 北方林業, **10**, 26.
- 63) 高橋延清(1958)プラス木プラス林分の選抜法. 49 pp., 北海道林木育種協会.
- 64) 高橋延清・倉橋昭夫(1958)「つぎ木の実際」のトドマツ. エゾマツの項担当, 全国山林種苗協同組合連合会, 87-100.
- 65) 高橋延清・柳沢聡雄・久保田泰則(1968)雑種カラマツの生産と利用. 北海道の林木育種叢書第 8 集, 180 pp.
- 66) 高橋延清・西口親雄(1966)林木の耐鼠性に関する研究 (I) 針葉樹苗に関するエゾヤチネズミの摂食嗜好性. 東大演報, **62**, 153-172.
- 67) 高橋延清・西口親雄(1966)林木の耐鼠性に関する研究 (第 2 報)—雑種カラマツ F₁ 苗に対するエゾヤチネズミの摂食嗜好性—. 東大演報, **62**, 173-188.
- 68) 高橋延清・功力六郎・柴田 前(1961)カラマツ類の品種改良に関する研究 (第 I 報)—グイマツとニホンカラマツ人工交雑種 F₁ 苗成長と 2, 3 の特徴—. 日林北支論, **10**, 5-9.
- 69) Takahashi, N. and T. Hamaya (1972) Improvement of larch through hybridization in Japan, Proc. IUFRO Genetics SABRAO Joint Symposia Tokyo, 1-12.
- 70) 高橋延清・濱谷稔夫・倉橋昭夫(1974)北海道演習林育種樹木園における外来樹種の初期生育状況. 演習林 (東大), **18**, 29-66.
- 71) 高橋康夫・倉橋昭夫・濱谷稔夫(1971)カラマツの花粉飛散 (予報). 日林北支論, **20**, 129-133.
- 72) 高橋康夫・倉橋昭夫・濱谷稔夫(1972)カラマツの空中花粉密度と種子発芽率 (予報). 日林北支論, **21**, 131-135.
- 73) 高橋康夫・倉橋昭夫・濱谷稔夫(1977)カラマツ採種園内の花粉飛散範囲. 日林北支論, **26**, 140-143.
- 74) 滝沢忠昭・高橋政治・安久津 久・佐藤真由美・川口信隆・倉橋昭夫(1990)カラマツ類品種の材質 (第 1 報). 林産試験場報 (北海道), **4**(1), 19-26.
- 75) 渡邊定元・芝野伸策(1994)ブナ産地別相互植栽, 「森林地域における地球環境モニタリング」第 1 回研究会報, 23-25.
- 76) 全国大学演習林協議会編(1989)国立大学演習林の所有する森林植物遺伝子資源. 上・下巻, 1048 pp.

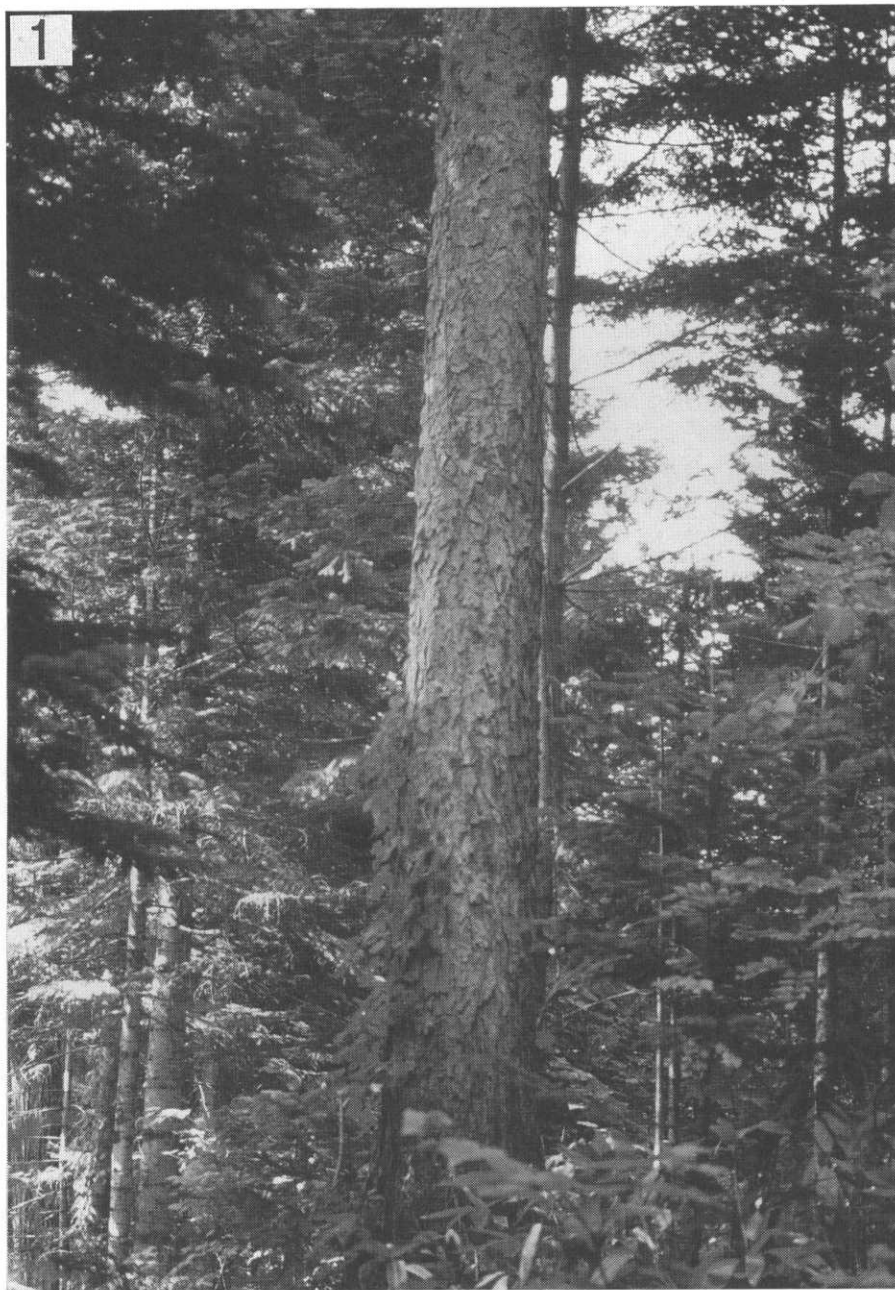


写真-1 アカエゾマツ保存木 No. 289, 1995年7月27日撮影.

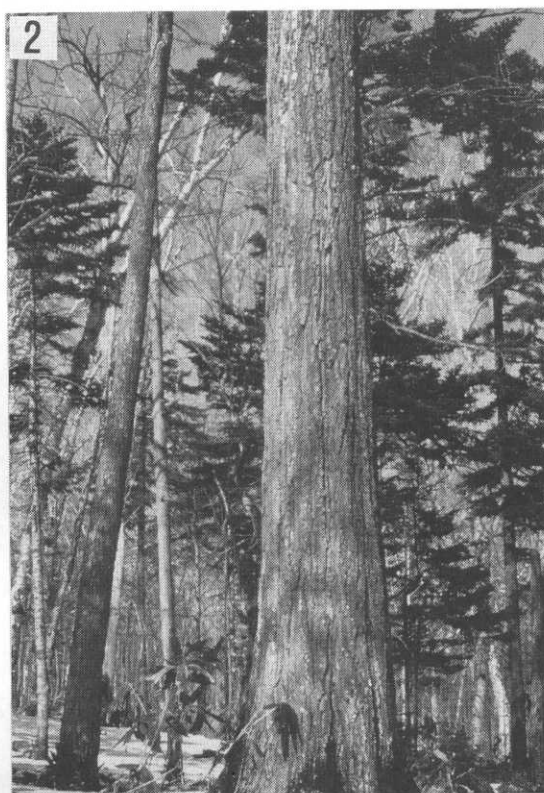


写真-2 ミズナラ優良木, 1987年4月30日撮影.

写真-3 ミズナラ優良木の実生1年生苗の育成, 1988年6月28日撮影.



写真-4 樹木園 [1001] 1931 年設定, 1981 年 6 月 21 日撮影.

写真-5 外来樹種見本林 [1002] 1917 年設定, 1987 年 5 月 15 日撮影.

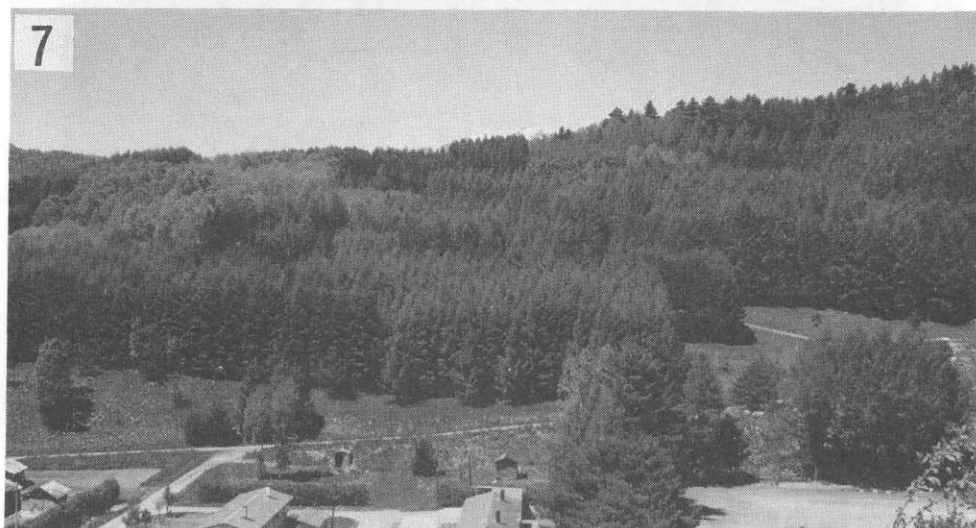


写真-6 東山育種樹木園 [1003] 1959 年設定, 1967 年 5 月 23 日撮影, 植栽 8 年後.
写真-7 同上の植栽 31 年後, 1990 年 5 月 24 日撮影.

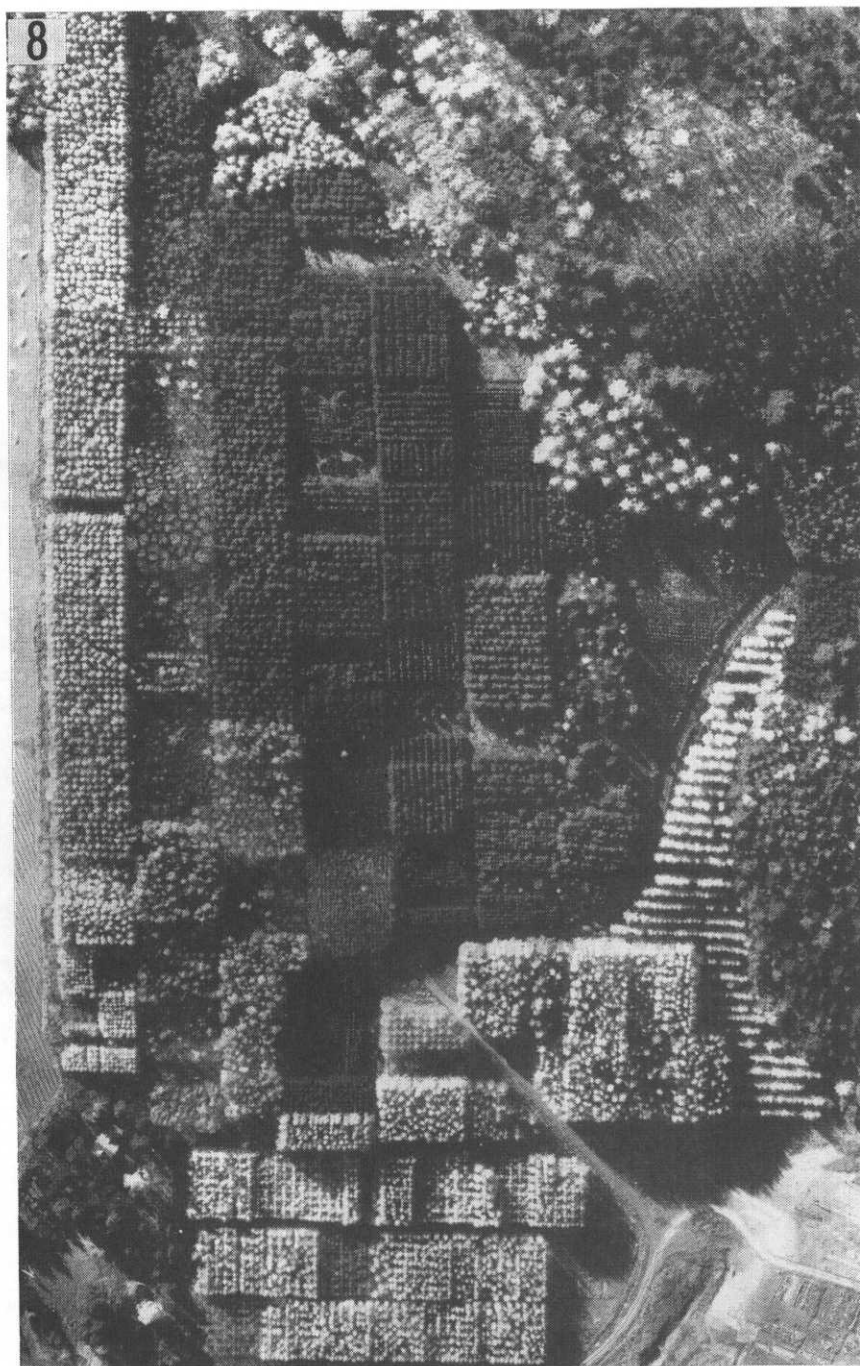


写真-8 東山育種樹木園 (航空写真), 1981年10月1日撮影.

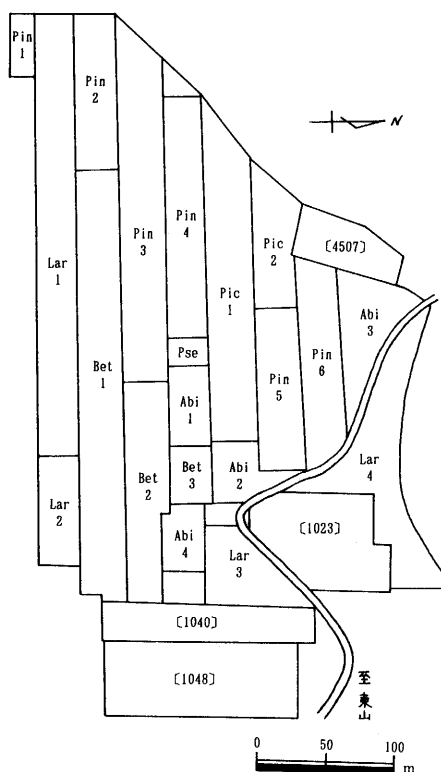


写真-8の説明 東山育種樹木園とその周辺配置図.

写真-8の説明. 東山育種樹木園とその周辺植栽内容

番号	植栽内容	植栽年
[1023]	カラマツ類及び種間雑種	1959
[1040]	千島系グイマツ, 樺太系グイマツ, カラマツ及び種間雑種	1968
[1048]	樺太系グイマツとカラマツの二面交雑家系	1971
[4507]	グイマツ・カラマツ雑種採種林	1954
Pin 1~6	マツ属: 21種, 66系統	1959~
Pic 1~2	トウヒ属: 11種, 30系統	1959~
Abi 1~3	モミ属: 8種, 28系統	1961~
4	シラベ, アオモリトドマツとトドマツの種間雑種	1969
Pse	ダグラスファー7産地	1961
Lar 1	カラマツ産地別植栽	1959
2	カラマツ類及び種間雑種	1970
3	カラマツ属: 4種4系統	1963
4	千島系グイマツ, 樺太系グイマツとカラマツの種間雑種	1969
Bet 1~3	カンバ属: 14種, 32系統	1959~



写真-9 カラマツ産地別植栽 1959年設定, 1962年9月撮影, 植栽4年後.

写真-10 同上の植栽32年後, 1991年1月14日撮影.



写真-11 ポプラクローン集植所[1005] 1955年設定, 1963年9月10日撮影.
写真-12 同上の植栽16年後, 1970年10月28日撮影.

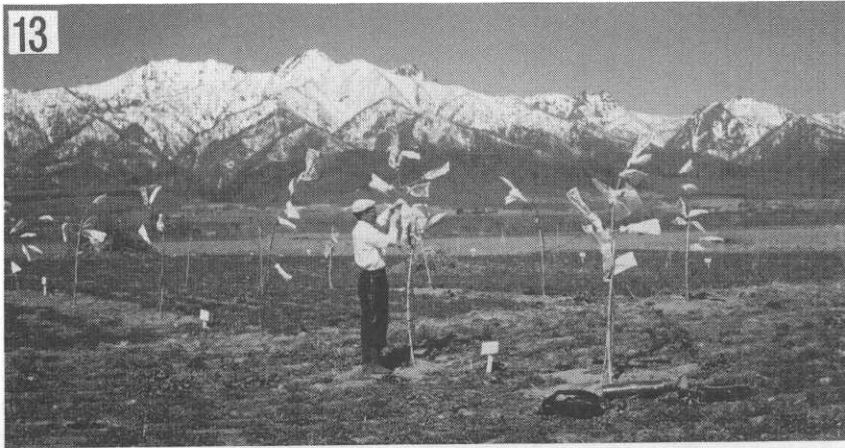


写真-13 針・広葉樹クローン集植所 [1006] 1960年設定, 1961年5月3日撮影.

写真-14 同上, 水害後の土地整備, 1963年9月13日撮影.

写真-15 同上の植栽30年後, 1990年4月撮影.



写真-16 カラマツ類・雑種試験地 [1023] 1959年設定, 1962年9月10日撮影, 植栽4年後.
写真-17 同上の植栽30年後, 1989年4月撮影.



写真-18 雑種カラマツ試験地 [1033] 1964年設定, 1968年10月31日撮影, 植栽5年後.
写真-19 同上の植栽22年後, 1986年5月3日撮影.



写真-20 林木育種研究棟と実験苗畑, 1959年9月4日撮影.

写真-21 温室とカラマツ類交雑種2年生苗, 1963年10月撮影.

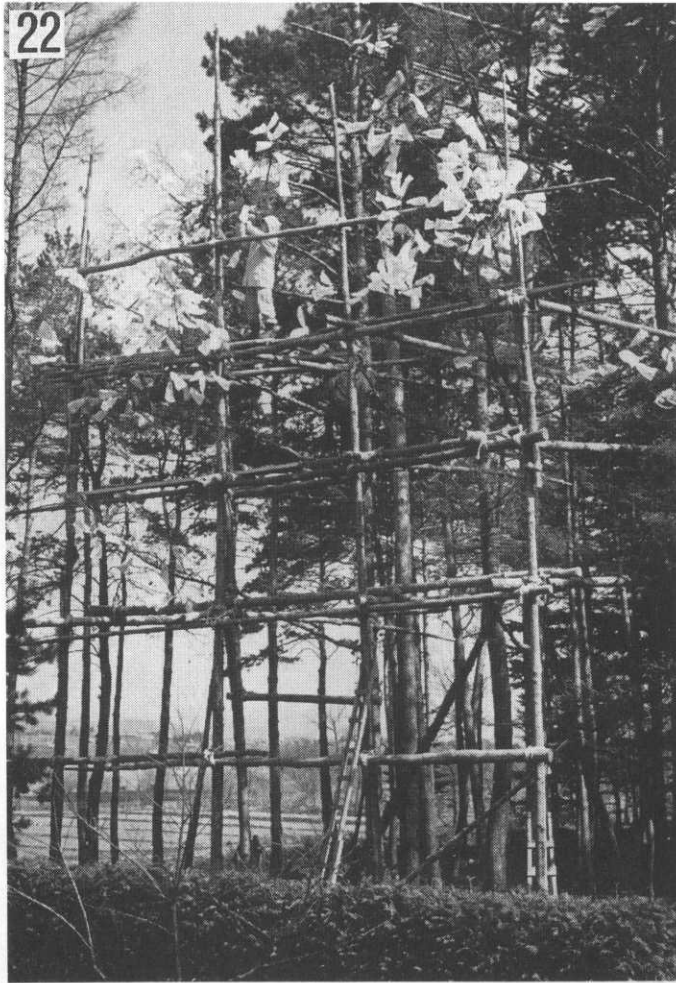


写真-22 チョウセンカラマツ V-78 供試交配木の袋掛け, 1961年5月6日撮影.

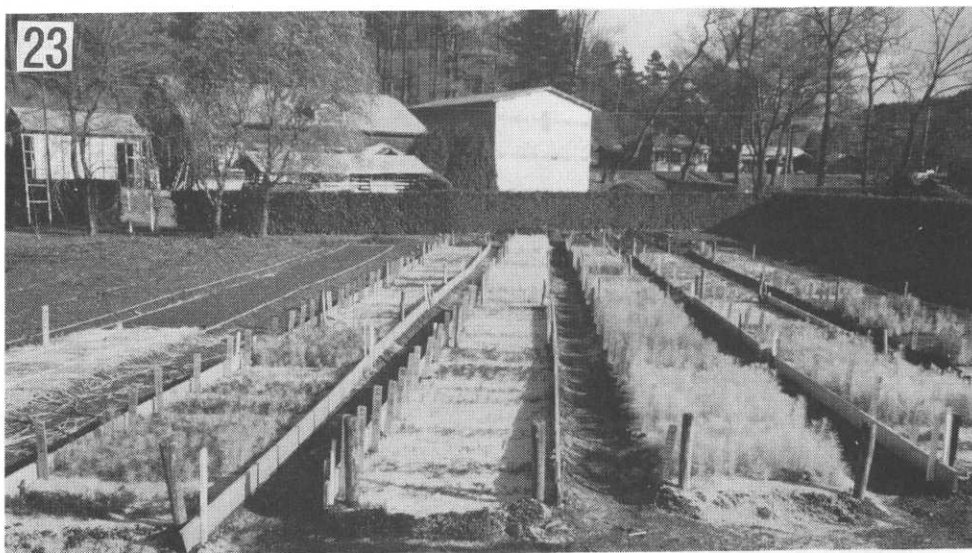


写真-23 カラマツ類交雑種の播種床, 1967年11月6日撮影.

写真-24 カラマツ類・苗畑2年生の生育状況, 1965年10月23日撮影.

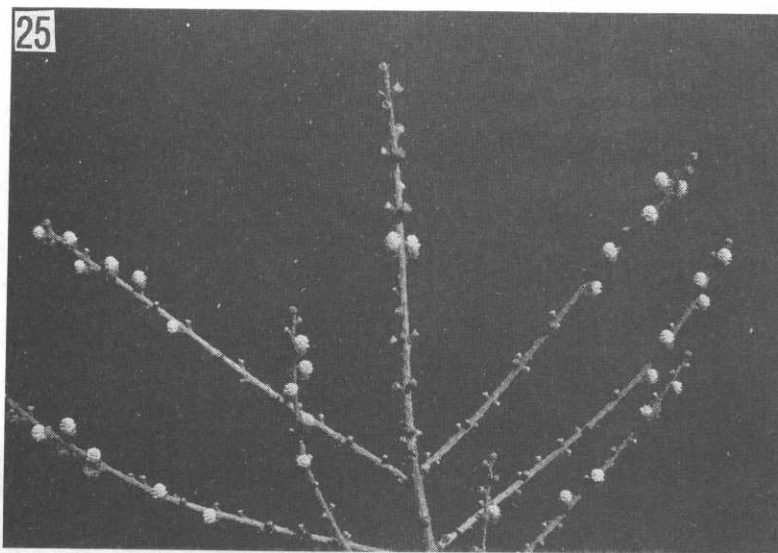


写真-25 グイマツ V-544, 1年生枝に着花する, 1968年4月22日撮影.

写真-26 「東演1号」グイマツ V-544×カラマツ V-307 林齢24年, 1995年5月9日撮影.



写真-27 トドマツ標高産地別の次代検定, 1978年8月30日撮影.

写真-28 トドマツ標高別産地試験地 [1058] 1979年設定, 1984年7月13日撮影.



写真-29 トドマツ標高別産地試験地 400 m 植栽地, 1995年6月12日撮影.

写真-30 トドマツ標高別次代の展示樹木園, 1995年5月8日撮影.