

外国樹種の導入と造林成績

森 田 健 次 郎 水 井 憲 雄
花 房 尚 高 橋 幸 男

は じ め に

わが国に外国産の樹木が導入されたのは、明治 10 年秋に札幌の勸業試験場にアメリカ産の林木種子が播かれてからで、北海道では北海道大学植物園、野幌試験林、東京大学北海道演習林、旭川営林局神楽の外国樹種見本林に植えられたのがもっとも古いものと思われる(松井善喜 1966, 高橋延清 1958)。この当時の暗中模索的な外国樹種導入時代をへて、明治の中期から末期にかけては、開墾の火入れにより延焼した広面積の山火跡地の緑化のため、主として北海道の風土と比較的類似した地方の樹種をとりいれて、育苗が行なわれたといわれる。大正年代に入って、鉄道防雪林としてヨーロッパトウヒ、ヨーロッパアカマツの造林が全道的に行なわれている。

第 2 次大戦後、諸外国の林業事情や試験研究の動向などに関する情報の交換や、種子や穂木、花粉などの輸入がある程度自由になってきたのと、木材資源の需要が激増するようになり、積極的な育成林業経営が強く求められるようになってきた。台頭してきた林木育種事業の推進とあいまって、従来の主要樹種にまさって早い生長と諸害に対する抵抗性などから、外国樹種に期待する考え方がつよくなり、道内はもとより全国各地で、いろいろな樹種の導入適応試験が実施されてきた。

当场では、造林樹種の多様性をはかること、林木育種の母材料とすること、カラマツ先枯病激害地やトドマツ気象害激害地に対する代替樹種にあてるなどの目的をもって、種子の原産地が明確なものを用いて、ある程度の林分的規模で現地適応試験を実施してきた。これらの植栽後の成績はまだ十分な結果を出すまでにはいたっていないが、現段階として、事業的規模でパイロット造林を行なって検討を重ねたいもの、なおも試験を継続したいもの、造林樹種としては不適合であると判断されるものなどに分けられることから、外国樹種でも、モミ属、トウヒ属、マツ属について原産地の分布範囲、特性と道内の試験成績の概略を 2, 3 の考察を加えながらのべてみたい。

外国樹種の導入に関する条件や考えかた

外国樹種の導入については、戦後木材の需要が急速に増大してきたことから、早期育成林業が

提唱され、その造林樹種の検討が行なわれるようになった。外国樹種の既往の造林成績(川口 1953, 草下 1960) や、広範囲な地帯から産地系統のあきらかな種子による成績(伊佐 1962), 同一樹種の産地試験(岩川ら 1964, 成田 1966, 森田 1962, 1966) などいろいろな樹種に対して適応試験や産地試験の結果が報告されている。

ヨーロッパやアメリカでは、非常に古くから導入試験が行なわれている。J. W. Wright (1962) が詳細な報告をしているので、その概要を紹介する。

フランスのダスバレー植物園はパワーから約 160 km 南に行ったところにある。ここは外国樹種のセンターとしても、学問的にも興味深いところである。ここはビルモーリン(Philippe Andre de Vilmorin) によって、1821 年(文政 4 年)に設定されたもので、ヨーロッパの近隣の諸国はもとより、アメリカ、ヒマラヤ、中国はもとより日本からも木本植物の 311 属の約 3,000 種が集められている。このように多く集められたなかでも林業的に主な外国樹種は、フランス海岸松、ヨーロッパクロマツ、ヨーロッパアカマツ、ヨーロッパトウヒの 4 樹種で、このうち広く植えられるようになったのは、ヨーロッパクロマツの変種であるコルシカマツとオーストリーマツの 2 種で、オーストリーマツの造林地は約 500,000ha の面積がある。ストローブマツは、発しんサビ(ブリスタ・ラスト) 病のためほとんど消滅した。ニホンカラマツの成績は初期生長がすぐれているので、フランスのマシフ中部地方と北西部に 1950 年から造林されている。その他改良ポプラが現在 120,000ha 植えられている。

イギリスにおいても外国樹種の導入が古くから始められており、ヨーロッパアカマツはもともと在来種であるにもかかわらず、ヨーロッパ大陸の産地のものを導入し、外国産針葉樹は造林地面積の 61% を占めるとされている。導入樹種の主なものは、アメリカ、カナダからのシトカトウヒ、ダグラスファー、コントルタマツとヨーロッパ北部からのヨーロッパトウヒ、中部ヨーロッパからヨーロッパカラマツ、日本からニホンカラマツが主なもので、その面積は約 230,000ha である。

アメリカ合衆国は 18 世紀から北部ヨーロッパと中国の沿岸部から導入している。1872 年にボストンのハーバード大学にあるアーノルド植物園が設定された頃は、導入のテンポはゆっくりしたものであって、しかも種子の原産地に対する配慮なども余り問題にされていなかった。しかし 1945 年以降導入地域の種子の産地問題が認識され、ヨーロッパから導入されている重要な樹種は、再び産地の明確なものにかぎって再導入された。アメリカ北東部に分布する在来種のうち積極的に造林されている樹種は、レジノーザマツが大半を占め、次にグラウカトウヒ、ストローブマツとバンクシャマツが同じ程度とマリアナトウヒである。この地帯に導入された外国樹種は、ヨーロッパアカマツがもっとも多く、レジノーザマツに次ぐ位造林量があり、オーストリーマツはグラウカトウヒと同程度、ヨーロッパトウヒがバンクシャマツと同じ位の造林量が示されている。ニホンカラマツは、在来種のラリシナカラマツより 50% 以上生長が早いことから在来種より好まれている。

その他外国樹種の導入で成功しているのは、オーストラリア、ニュージーランドのラジアータマツである。ブラジル、ポルトガル、南アフリカにおけるユーカリの造林もよくしられるところである。

このような外国樹種の導入の際に生態的な個々の特性として問題にされるのは、限界日長である。北方原産の樹種や同一樹種でも北方系のものは限界日長が長い傾向があり、北方系の限界日長の長いものを南方に植栽すれば、早く生長停止して伸長量が非常に少なくなって不利である。また原産地より低緯度地方に移植されたときには春の開葉が早く、晩霜の被害をうける危険が多いようである。一方、南方系のものを北へ移植すると、夏季の日長が著しく長いし、日長の長い期間が大きいので旺盛な生長はするが、生長の停止期日が遅れるので、充分木化成熟しないうちに寒さが訪れ、被や幹の頂端が早霜のために被害をうける危険がある。

外国樹種の導入にさいして概略の適地域判定に用いられる方法として、吉良（1945）によって示された温量指数がある。これは一種の積算温度形式で、1年のうち月平均気温5℃以上の月をえらび、各月平均気温から5℃を減じた値を総計したものである。北海道はおよそ45℃から75℃の範囲で、石川（1964）は温量指数の良適地域を次のようにしている。

樹種	生育適地	良適地域	道内の主な所の温量指数は次のように計算されている。
バンクシャマツ	80以下	60以下	根室：44，網走：52，羽幌：59，稚内：55， 旭川：59，釧路：45，帯広：55，浦河：68， 室蘭：65，札幌：63，函館：66。
レジノーザマツ	85以下	65以下	
リキダマツ	65～115	75～90	
ポンデローザマツ	70～135		
ダグラスファー	70～135		

その他気候的な制限因子として、樹木生育期間の雨量，冬期の積雪量，土壤凍結深度などがあげられる。土壌的要因では、性が埴土系土壌か，火山灰系土壌か，つぎに土壌型が湿潤型か乾燥型か，土壌のA層の深さなどである。

このような因子が総合されたようなところの考えかたとして世界の植生分布図によって、柳沢（1961）はおもな導入先を次のⅢ区に分けている。

I区：アムール河南部沿海州，東海，北鮮の北東部

II区：ヨーロッパ・ソ連の中央部，ポーランド東部，スウェーデン南部，ノルウェー南端部

III区：北米セントローレンス河南岸，五大湖周辺

I区の樹種では、ダフリカ系のカラマツ，II区ではヨーロッパアカマツ，ヨーロッパトウヒ，III区ではストロブマツ，レジノーザマツ，バンクシャマツ，グラウカトウヒ，バルサムモミなどがあげられる。しかしこのような樹種は広大な分布区域をもつ樹種であるから，種子の原産地間の本道における適応性の差異を検討するための産地試験を実施したうえで導入地域がきめられるのがのぞましい。同一地域のものでも海拔高がちがったり，林分が異なると，不適地に植栽されたり適応地域でもわずかな環境因子が制限因子として大きく影響することが多いので，外国樹

種の造林に対しては十分な試験結果のあと事業化にうつさないと失敗例が多いようである。

モミ属の分布範囲とその特性

北半球の温帯に分布生育しているモミ属は約 40 種ほどあげられる。一般的に土壌の肥沃度に対する要求が大きく、生育上冷涼で適度な温度を必要とし、晩霜と厳寒時には危険で、空中湿度に対する要求は大きい。耐陰性は大きい。モミ属の主なものをあげるとつぎのようである。

玉木 (1968)

ヨーロッパ	ヨーロッパモミ	<i>Abies alba</i>
	ギリシャモミ	<i>Abies cephalonica</i>
	ノルドマンモミ	<i>Abies Nordmanniana</i>
	スペインモミ	<i>Abies pinsapo</i>
アジア大陸	ノルドマンモミ	<i>Abies Nordmanniana</i>
	サイリシヤモミ	<i>Abies cilicica</i>
	シツキムモミ	<i>Abies spectabilis</i>
	ピンドロウモミ	<i>Abies pindrow</i>
	シベリヤピッチモミ	<i>Abies sibirica</i>
日本	モミ	<i>Abies firma</i>
	ウラジロモミ	<i>Abies homolepis</i>
	アオモリトドマツ	<i>Abies mariesii</i>
	シラベ	<i>Abies veitchii</i>
	トドマツ	<i>Abies sachalinensis</i>
北アメリカ西部	アマビルスモミ	<i>Abies amabilis</i>
	ラシオカルパモミ	<i>Abies lasiocarpa</i>
	ノービルスモミ	<i>Abies nobilis</i>
	コンコロールモミ	<i>Abies concolor</i>
	ベニスタモミ	<i>Abies venusta</i>
	グランデスモミ	<i>Abies grandis</i>
	シャスタモミ	<i>Abies magnifica</i>
	バルサムモミ	<i>Abies balsamea</i>
北アメリカ東部	フラセリモミ	<i>Abies Fraseri</i>
	バルサムモミ	<i>Abies balsamea</i>

以上のモミ属のうち、当場で導入したものについて分布と簡単な特性などについてのべるとつぎのようである。

バルサムモミ *Abies balsamea* (L) MILL. BALSAM FIR

アメリカ大陸大西洋岸におけるモミ属の典型である。この樹種の分布は、カナダ北部のニューファンドランドとハドソン湾の南岸地帯から、南はペンシルバニア、中部ミシガン、ミネソタの諸州にいたり、アレガニイ山脈にそってバージニア州の山岳地帯に分布している。原産地では樹高 25m、胸高直径 60cm をこえるものはまれだといわれる。

道内におけるバルサムモミに対する試験で、倉橋（1969）らが導入モミ属の開芽期と耐霜性をしらべたところ、バルサムモミは開芽期が最も早いグループに属するにもかかわらず、晩霜害をほとんどうけておらず、過去における被害のあともみあたらないことを報告し、耐霜性が高いことをのべている。千葉（1961）は、導入モミ属の芽出し時期を比較して、バルサムモミを中間のグループに分け、トドマツの芽出しをおそくする場合、花粉親とじて試みられるべき樹種であろうとしている。

この樹種の材の用途は主にパルプ材、構造材、坑木などに用いられている。

グランデスモミ *Abies grandis* LINDL.

グランデスモミはカナダのバンクーバー島からカリフォルニア、内陸部ではワシントン州、オレゴン州、北部モンタナ州のロッキー山脈に分布し、代表的な林分としては西部ワシントン州とオレゴン州の山岳地帯にみられる。アメリカ産モミの最大なもので、高度の湿気を必要とする。この樹種は肥沃で適潤な土壤によく生育し、樹高は 60m 以上、胸高直径が 1m に達するものもある。

北海道における造林成績は良好とはいえず、霜害、寒風害をうけているところが多い。山部の東大北海道演習林では、かろうじて生きているような状態で、しかも緩慢な生長を続けて、27 年生でも樹高 2.5m 程度である。

コンコロールモミ *Abies concolor* (GORD.) ENGELM. Colorado fir.

コロラドモミともいわれるが、グランドモミと合わせてオレゴン州のカスケード山脈からカリフォルニア南部、メキシコの北部までにわたる、適潤な斜面や谷間に多く生育している。グランドモミの生育地より高海拔地に分布しているので、グランドモミより耐寒性が大きいともいわれるが、樹高生長期間は非常に短いもののグループに入り、春の開舒期は最も早いものの中に入るため、本道では霜害をうけやすい。原産地では樹高 40m、胸高直径 1.5m にも達し、またドイツで造林されたものの大部分は非常に生長が早い。

材は軽くて軟かく、パルプ、構造材、土木材、包装材、箱材などに利用されている。

北海道に導入された成績は、東大北海道演習林で、24 年生の林分が樹高 5.3m、胸高直径 10cm 程度で、しかも凍霜害をうけやすく造林樹種としては期待できない。

モミ類試植検定林の成績

昭和 38 年に北見林務署、訓子府実験林に外国産モミ類の適応性を検討するため、試植林を設

定した。この試験地は常呂川と無加川に囲まれた訓子府川流域に位置し、緩傾斜地の下部で、霜害をうけやすいところである。

用いた材料はつぎのとおりで、

樹種	産地	数量	面積
グランデスモミ	ワシントン	700 本	0.23ha
コンコロールモミ	ワシントン	300	0.10
バルサムモミ	ニューヨーク	240	0.08
シラベ	東大北演	1, 950	0.63

5年生（3回床替）の苗木を用いて、ha 当 3,000 本（1.8m×1.8m）の植栽密度で3回反復とし、5月に植栽した。

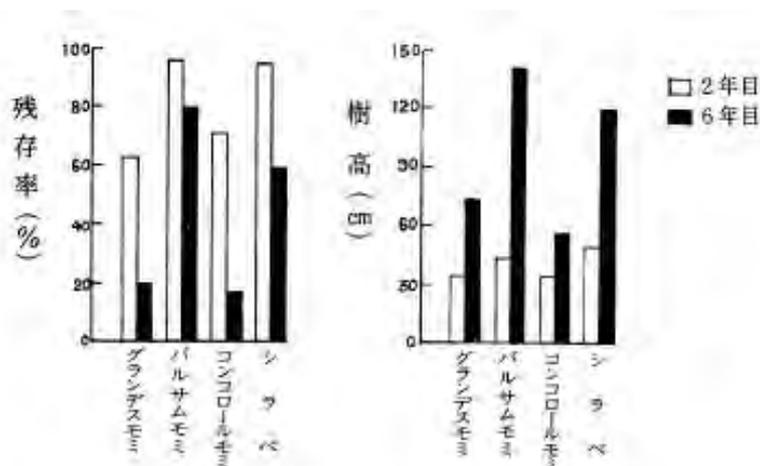


図-1 外国産モミ類の成績

このようにして設定したモミ類の成績は、図-1に示すように、グランデスモミ、コンコロールモミは毎年霜害をうけ、植栽木の大半が消滅し、残存率は著しく低く、残存しているものの生育は、6年目で60~80cmの樹高しか示さず、成林の期待はもたれない。しかし、バルサムモミとシラベは、前記2種のモミに比較して、苗木の残存率、樹高生長ともすぐれた成績を示している。前述のように、この訓子府実験林はトドマツ霜害の激害地で、トドマツ造林の困難な所であるにもかかわらず、バルサムモミはそれほど被害をうけず、残存率は80%程度を示しており、生育状態も比較的良好であることは興味深い。

バルサムモミの成績は、東大北海道演習林においても耐霜性を示し、柳沢（1963）は、北海道における外国樹種導入の動向において、本樹種は試植する価値があるものとし、また、主として気候上からみて本道への異郷土樹種の導入に関する考察では、柳沢（1961）は、広く試植検定を行なった後、その適応範囲を決定する樹種か、天然分布地域内のタネの産地を選択すれば、そのまま造林樹種として本道の低地域または高地地域に採用することができる見込の樹種ともなっている。しかし高緯度地帯に分布しているので、本道の成績ではなお一層の適応試験を要する。グランデスモミ、コンコロールモミについては試験を打切ってもよい樹種と考えられる。

トウヒ属の分布範囲とその特性

北極圏から暖帯の高地に生育するものまで、北半球に約 40 種が分類されている A.Rehder (1956)。そのうち主なものは 22 種で、ヨーロッパで 2 種、北アメリカで 7 種、他はアジアを郷土とするもので、F.W.Neger (1969), E.Münch (1952) による針葉樹その他の裸子植物によると、トウヒ属を、ユーピセア亜属 *Eupicea* とオーモリカ亜属 *Omorica* の 2 亜属に分けている。これらの主なものはづぎのとおりである。

ユーピセア亜属

ヨーロッパトウヒ	<i>Picea Abies</i>
シベリヤトウヒ	<i>Picea obovata</i>
オリエントマツ	<i>Picea orientalis</i>
バラモミ	<i>Picea polita</i>
マツハダ	<i>Picea bicolor</i>
アカエゾマツ	<i>Picea Glehni</i>
グラウカトウヒ	<i>Picea glanca</i>
マリアナトウヒ	<i>Picea mariana</i>
ルーベンストウヒ	<i>Picea rubens</i>
プンゲンストウヒ	<i>Picea pungens</i>
エンゲルマントウヒ	<i>Picea Engelmanni</i>

オーモリカ亜属

オモリカトウヒ	<i>Picea Omorika</i>
ニホントウヒ	<i>Picea jezoensis var.hondoensis</i>
クロエゾマツ	<i>Picea jezoensis</i>
スピヌローザマツ	<i>Picea spinulose</i>
シトカトウヒ	<i>Picea sitchensis</i>

これらのトウヒ属で、過去に道内に導入試植されたものをさらに検討するため、当场において試植検定を行なった。

ヨーロッパトウヒ *Picea Abies* (L) *KARST NORWAY SPRUCE*.

この樹種の天然分布は(図-2)ヨーロッパ北部および中央部に広く分布し、ヨーロッパではヨーロッパアカマツと並ぶ最も重要な造林樹種である。スカンジナビア半島での北限は、北緯 69° 附近のところと、ソビエトの北部では、北緯 68° 附近で北極圏まで生育している。一方南限は北緯 42° の北ピレネー山脈の中部である。

ヨーロッパトウヒは初期生長が緩慢であるが、後期生長旺盛で、永続性がある。ヨーロッパトウヒの生育条件として、気温に対する要求の度合いは低く、道内の平均気温 6 ~ 9 °C、生長期の

平均気温としてヨーロッパトウヒは 14℃以上を要するといわれているが、本道のエゾマツの分布限界と同じ高さの地帯では相当の生長が期待される。最低気温は、耐凍性の最大となる時期に-70℃に耐えることから本道では十分に生育できる樹種でもある。ヨーロッパトウヒの根系は重粘、過湿、堅密な土壌では平面に広がるが、粗鬚な深い土壌では不規則に深く入る。したがってトウヒは浅根性樹種で、地表近い水分が対象となるので、降水量に対する要求が大きく、降雨量の多い地方がトウヒの生育に適している。土壌の鉍物質含有量と深度に対する要求は少ないが、これに反して湿度に対する要求は大きい。立地に対してきわめて敏感な樹種で、斜面の上部と沢地では著しい成長の差を示している。一般に斜面の上部では優良造林地をみることがない。

道内の造林成績は、松井（1966）の報告によるともっともすぐれているものでは、30年生の林分で樹高約 24m、年平均生長量約 13 m³/ha を示している。しかし、火山礫地帯の未熟土地帯や頁岩地帯などA層の薄い B_B~B_C型の所では良い成績とはいえない。

ルーベンストウヒ *Picea rubens* REDSPRUCE

郷土はニュースコットランドとニューファンドランドで、アメリカ北東部の諸州に広がりニューイングランド州の北部、ニューヨーク、ミシガン、ミネソタの諸州に分布し、さらにアパラチア山脈にそってノースカロライナ州にまで生育している。

この樹種は水はけのよい山岳地の斜面によく生育し、冷涼多湿な環境を要求する。原産地における樹高生長は 30~40m位で、胸高直径は 30~60cm にも達する。

材は主にフローリングや建築材、音響材、パルプ材として利用されている。

道内で植栽された成績は当场で行なった産地試験の結果（森田 1966）によるもの以外は報告がない。

グラウカトウヒ *Picea glaua* (MOENCH) WHITE SPRUCE

カナダトウヒ (*Picea canadensis*) ともいわれ、北アメリカ大陸の北部、北緯 45° ~70° にわたる地帯に分布し、とくにカナダの東部、中部一帯からハドソン湾にわたり、さらに北部ニューイングランド、ニューヨーク、ミシガン、ミネソタの諸州にもみられる。北限地帯では低い叢林となっている。耐霜性で潮風によく耐える。したがって海岸砂丘の固定の目的に合致する。

原産地の生育状況は普通 15~25 m、胸高直径 40~50cm 内外であるが、内陸のカナダの西よりのアルバータ州では樹高 50m、胸高 100cm に達するものもある。材は軽くて軟かく製紙用パ



図-2 ヨーロッパトウヒの天然分布

ルプとして用いられる他，建築材などに利用されている。

本道における造林は，大正初期に野幌試験林と，昭和の初期に植えられた山都の東大北海道演習林の成績では，郷王産のエゾマツより生長は良くない。当场で植栽した愛山高海拔パイロット造林では，昭和 43 年 7 月 5 日の霜害で被害をうけなかったため，このグラウカトウヒだけであった。

シトカトウヒ *Picea sitchensis* (BONS) CARR SITKE SPRUCE

アラスカからカリフォルニア州に至る西部海岸の低地ならびに海岸山脈に分布する。多湿で夏涼しく，冬暖かい海洋性気候に生育する。強風に耐え，枝は弾力性があり雪害をうけない。

しかし北海道では雪の上に出ると，寒風害や霜害をうけ，樹の梢端が枯れて萌芽をくり返し次第に矮性になってしまう。

原産地の成績は湿った沼沢地に繁茂しており，樹高 60m，胸高直径 2.5m に達するものもあるが，乾燥に弱く耐寒性は充分でないといわれる。

エンゲルマントウヒ *Picea Engelmanni* (PARRY) ENGELM.Engelmann spruce

北アメリカ大陸の西部地方の高い山岳地帯に分布し，カナダのアルバータ州やブリチッシュ，コロンビアに広く森林を形成している。アメリカでは北西部のワシントン州，オレゴン州，内陸のモンタナ州，アイダホ州，さらに南のワイオミング，ユタ，コロラド州に分布し，ロッキー山脈を中心とした 2,800～3,800m の高い山岳地帯にみられる。原産地の生育状況は樹高 20～50m に達し，カナダ寄りの立地条件のよいところで造林がみられる。

樹種の特長として，春の芽の開舒が比較的早く，秋は遅くまで生長を続けるので凍霜害にかかりやすい。

材はパルプ，建築用材などとして用いられている。野幌試験林の大正 8 年植栽したものは寒さの害のためほとんど残っていない。東大北海道演習林でも同様の結果を示している。

トウヒ類試植検定林の成績

昭和 37 年設定した光珠内実験林の実験区はつぎのとおりである。

樹種	産地	本数	面積
シトカトウヒ	ブリティッシュコロンビア	200 本	0.1ha
シトカトウヒ	ワシントン	1, 000	0.3
ヨーロッパトウヒ	シュワルツワルトⅢ	1, 000	0.3
ヨーロッパトウヒ	シュワルツワルトⅤ	1, 000	0.3

エンゲルマントウヒ	コロラド	800	0.2
オモリカトウヒ	フィンランド	200	0.1
ルーベンストウヒ	ニューヨーク	200	0.1

4年性（1回床替）の苗木を用いて 3,000/ha 植栽で 3 回反復して設定した。

光珠内実験林のトウヒ類の 8 年目の成績は、表-1 のように、用いた 7 系統のなかではヨーロッ

表-1 外国産トウヒ類の成績

1962 年 光珠内実験林植栽

樹種	産地	植栽本数	残存率	平均樹高
ルーベンストウヒ	U. S. A ニューヨーク	本 300	% 70	cm 163
シトカトウヒ	カナダ ブリティッシュ コロンビア	300	80	180
シトカトウヒ	U. S. A ワシントン	900	87	182
ヨーロツパトウヒ	南ドイツ シュワルトⅢ	900	96	251
ヨーロツパトウヒ	南ドイツ シュワルトⅤ	900	95	249
エンゲルマントウヒ	U. S. A コロラド	900	70	167
オモリカトウヒ	フィンランド	200	71	162

パトウヒが良好な生長を示しており、苗木の残存率もすぐれている。シトカトウヒ、エンゲルマントウヒの造林成績は、冬季雪面上の部分が被害をうけ変色し、被害がすすんで落葉するものも現われるが、枯死するまでに至っていない。ルーベンストウヒ、オモリカトウヒは、ヨーロツパトウヒに比較して成績は期待できないが、春の開舒期が比較的遅いので、晩霜害に対する抵抗性の材料としてなお検討を重ねたい。

ヨーロツパトウヒは明治の末期から、事業的規模で植栽されており、それらの結果では、この樹種の欠点として野兎、野兎の被害をうけやすい、また浅根性であるため風による被害をうけやすい、土地を選ぶなどがあげられる。

しかし凍霜害に対しては高い抵抗性を示し、道内の埴土系の多雪地帯の適地に植栽されたものは、郷土樹種をはるかにしのぐ成績を示しているものがみられる。

トウヒ類の以上の過去の実績から類推すると、ヨーロツパトウヒ、ルーベンストウヒ、グラウカトウヒについては産地試験を行ない、それらの成績によって、本道への導入地域を検討することが必要であると考えられるが、シトカトウヒ、エンゲルマントウヒ、オモリカトウヒの現段階成績では造林樹種として期待はもたれない。

マツ属の分布範囲とその特性

マツ属は北極圏から西部インド、アメリカ、北アフリカ、マレーシアに至るまでに約 80 種があるといわれる。それは針葉の数とその微細構造、球果の鱗片と種子の構造、材部の微細構造、その他これらに類するものによって多くの亜属に分類され、R.Pilger は 11 の節に分けている。

11) 22)

A. 単維管束類 (5 葉松類)

1. センブラ節

センブラマツ	<i>Pinus Cembra</i>
チョウセンゴヨウ	<i>Pinus koraiensis</i>

2. ストローブ節

ストローブマツ	<i>Pinus Strobus</i>
モンチコラマツ	<i>Pinus monticola</i>
ランベルトマツ	<i>Pinus Lambertiana</i>
ペウケマツ	<i>Pinus Peuce</i>
キタゴヨウ	<i>Pinus Pentaphylla</i>

3. パラセンブラ節

アリストータマツ	<i>Pinus aristata</i>
----------	-----------------------

B. 複維管束類(2 葉松類)

4. スラ節

カナリーマツ	<i>Pinus canariensis</i>
--------	--------------------------

5. ユーピチス節

ヨーロッパアカマツ	<i>Pinus sylvestris</i>
ヨーロッパクロマツ	<i>Pinus nigra</i>
レジノーザマツ	<i>Pinus resinosa</i>
アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>
クロマツ	<i>Pinus Thunbergii</i>

6. バンクシャ節

バンクシャマツ	<i>Pinus Banksiana</i>
コントルタマツ	<i>Pinus contorta</i>
エキナータマツ	<i>Pinus echinata</i>
プンゲンスマツ	<i>Pinus pungens</i>

7. ピニア節

ピニアマツ	<i>Pinus pinea</i>
-------	--------------------

8. オーストラル節

カリバエマツ *Pinus caribaea*

9. カシア節

カシアマツ *Pinus khasia*

10. プソイドストローブ節

ジェワレイマツ *Pinus Jeffreyi*

ポンデローザマツ *Pinus ponderosa*

11. テーダ節

テーダマツ *Pinus Taeda*

リギダマツ *Pinus rigida*

ラジアータマツ *Pinus radiata*

以上のようにわが国に導入されて、植栽されている主な種についてだけあげてみたが、当場に導入して道内の適応性を検討している樹種の出産地の分布範囲と簡単な特性についてのべるとつぎのようである。

ヨーロッパアカマツ *Pinus sylvestris L. SCOTCH PINE*

この樹種の天然分布はヨーロッパに次いで広範囲にわたっているもので、西部の中央スペインからフランス、北イタリア、トルコから北方にスコットランドならびにスカンジナビア半島の北極圏にまでまたがり、東方にはシベリア大陸のバイカル湖附近まで達している。スウェーデンとノルウェーでは北緯 70°、ヨーロッパ・ロシア、シベリアでは北緯 65° 附近まで生育がみられる。(図-3)

分布地域の広いヨーロッパアカマツは、環境の異なる産地系統によつて苗木の性質がいろいろ異なり、ミシガン大学の J. Wright (1963) は、生態型を北極圏のタイプやスカンジナビアのタイプ、中部ヨーロッパのタイプ、東南部ヨーロッパのタイプ、西部ヨーロッパのタイプなど 14 の生態型に分類している。村井 (1962) は、4 種の変種に分けている。しかしスウェーデン国立林科大学の O.Langlet (1959) は連続的に変異しているもので個々の生態型として独立しているものではないことものをべている。ヨ



図-3 ヨーロッパアカマツの天然分布

ヨーロッパアカマツの産地試験の結果では、高緯度・高海拔地帯の種子産地のものは、生長緩慢であるが、枝は細く幹は通直性を示し、一方、南方のものは生長は早く苗木養成など容易に行われるが、枝が太く樹冠は広く拡がり、幹は湾曲し易い性質をもつ。

原産地では最高樹高は 40～48m で最大樹令は 600 年位といわれ、根系は深根性で非常に豊富に分岐して広く拡張している。砂質土壤に最も適し、鉍物質養分の含有量、温度に対する要求は少ないが、土壤が深く粗鬆である所で最も良く生育する。風害に対しては高い抵抗性を示し、幼時に霜害にかかることがあり、スウェーデンでは、最近、ヨーロッパアカマツの凍霜害に関する報告が出されている Barring (1967)。塩害や潮風害に弱い。

本道に導入されたのは、明治 11 年に札幌育種場で種子を播いたのがはじめてで、野幌試験林には南ドイツ産、西部シベリア産、スウェーデン産のものがあり、山都の東大北海道演習林には南欧系、北欧系のヨーロッパアカマツの林分が報告されている (松井 1966, 高橋 1958)。

鉄道防雪林には大正年代からさかんに造林され、旭川的美馬牛、北見の置戸、緋牛内にある造林地の成績は、高樋 (1959) らによって調査されているが、北海道ではヨーロッパアカマツの適する地域は道東地方で、つぎが旭川地方、札幌地方、函館地方の順となること・をのべている。柳沢 (1963) は、戦前導入された樹種の造林成績の概要で 10ha 以上造林されたヨーロッパアカマツの成績は、年平均生長量が 2.6～9.0 m³ で、生長は一般にストロブマツに劣り、野兎兎害にかかりやすい、葉ぶるい病、コブ病にかかりやすい、キクイムシ、ゾウムシ類の害をうけやすい、凍害に対する抵抗性が大きい、造林適地は道東、道北地方の低山地帯に適する、野兎兎の被害防除が完璧に行なわれるところがよい、と報告しているが、前述のようにヨーロッパで最も広い天然分布をしている樹種であるため、林分によって生理・生態的な特性が相当大きく異なる。したがって本道における産地試験や適応試験の成績をもっと検討してみることが必要である。

バンクシャマツ *Pinus Banksiana* LAMB Jack Pine

カナダに広く分布し、オンタリオ州、ハドソン湾周辺を中心に岩礫質土壤に生育している。北米大陸産のマツ類のうちで最も北部に生育し、北緯 68° の森林限界にまでおよんでいる。土地に対する要求度がきわめて少ない完全な耐凍霜害の樹種である。原産地では土着力が強く、天然下種では荒地に侵入し直根が深い。初期生長が早い、たちまち鈍る。幹形悪く、雪害・乾燥害に対しては弱い。単に瘠悪地に用いられる。

本道における野幌試験林の造林成績は大正 7 年植栽のもので、樹高約 14m、胸高直径約 20cm を示し、東大北海道演習林の 35 年生の林分で平均樹高 13m 程度で良好な生長量を示しているとは考えられない。

リギダマツ *Pinus rigida* MILL Pitch Pine

原産地の天然分布は、(図-4)北はメイン州中部からニューヨーク州、オンタリオ南東部まで、南はバージニア州、オハイオ州南部にいたり、山岳地ではテネシー東部、ジョージア州北部、サウスカロライナ西部に生育している。最大樹高 30m、直径 76cm に達する。耐陰性は低く、一般に伴生する広葉樹より陽樹であるため、競合広葉樹を抑制しないと成林できない。

リギダマツは高燥地と低湿地との両極端の立地に生育がみられる。多くの場合肥沃でない砂質または礫質土壤に限定される。材は樹脂分が多いので Pitch pine と呼ばれていおり、構造材、下見板などに多く用いられ大経材は造船材としても用いられる。非常に瘠地に耐え霜害や、雪害に耐えることから、韓国では多く造林されるようになり、最近では生長が早いテーダマツとの雑種であるリギテーダマツの造林が盛んに行われている。

本道における成績は大正6年に野幌試験林に植栽されたものが、平均樹高 13.6m、胸高直径 27 cm に達している。しかしマツクイムシ、ゾウムシなどの害をうけている。山部の東大北海道演習林に大正13年植えられた林分は、平均樹高 11m、胸高直径 21 cm で、年平均生長量 4 m³ を示している。松井（1966）の報告では、岩手大学演習林では、17年生で 4 m³、浅川見本林の21年生の林分が 8.3 m³ を示し成績が良好であることから、この地方の気候が一層郷土に近いと考察しているが柳沢（1961）は道南地方に適応試験を行なって検討を要するとして道内でも試験地域を限定して考えている。

レジノーザマツ *Pinus resinosa* AITON Red Pine

アメリカ北東部地帯で最も多く植えられている造林樹種で、天然分布区域はストロブマツの分布地帯と重なりストロブマツなどと混交している。分布範囲は、カナダのセントローレンス湾の北岸のニューファウンドランドと、ケベック西部からオンタリオ、マニトバ南東部に広がり、南はセントローレンス河を囲んで五大湖の周辺の州の諸山地に分布している。（図-5）

一般に冷涼温暖な夏の気候で、1,000 mm内外の降水量地帯の砂質土壤で通気性が良く、水はけの良いとくに植生競合の少ないところに主として見られ、砂丘や礫地では純林を呈する。レジノーザマツの分布地の大半の所で降霜は年を通じていつでも起こりうる。石川（1964）は、レジノーザマツの北界限界は無霜期間の長さに関係し、2℃



図-4 リギダマツの天然分布



図-5 レジノーザマツ、ダグラスモミの天然分布

の年平均等温線に平行することを報告している。天然林はポドゾル地帯の土壌すなわち黒色化砂土、ポドゾル化砂土、砂質ポドゾルおよび水はけのよいグライポドゾル化砂土に限定されている。

道内にはレジノーザマツの古い造林地はなく、恵庭地方の国有林に試植された成績は、葉ぶるい病の被害もみられ良い成績は期待されない状態である。

コントルタマツ *Pinus contorta* LOUD.

原産地における天然分布の範囲は（図-6）、アラスカのコーコン川の渓谷地帯からカナダのブリティッシュコロンビア州の内陸を通って、ワシントン州、オレゴン州の山脈地帯、カリフォルニア州に分布し、カリフォルニア州の山脈地帯に代表的森林がみられる。内陸では乾燥した礫質の土壌に生育し、広汎な面積に優占種としてたっており、山火跡地には先駆樹種として侵入する。

材は加工しやすく、構造材、枕木、杭木、燃材などに用いられる。早生型を示すバンクシャマツと対比して晩生型の生長型を示す。コントルタマツは、ヨーロッパでは、イギリスやフィンランドに導入試植され、非常にすぐれた成績を示している。



図-6 コントルタマツ，バンクシャマツの天然分布

本道に植栽された成績は、この樹種の変種であるムラヤナマツ (*Pinus contorta* var. *MURRAYANA* ENGELM) がある。山都東大北海道演習林の28年生の林分では年平均生長 4 m^3 強を示し、旭川営林局神楽の20年生の見本林の成績は年平均生長量 3 m^3 を示しており、概して好成績を示しているとは考えられない。

ストローブマツ *Pinus Strobus* L. Eastern White Pine

この樹種の分布の北限はカナダの南部でケベック州、ニューファンドランド州の北緯 $50^\circ \sim 51^\circ$ の附近が限界とみられ、前述のレジノーザマツの天然分布のほぼ同様の地理的分布である五大湖を中心とした諸州に広く分布している（図-7）。ストローブマツの分布している地帯の気候は北海道とよく似ている所から、本道の気候にはよく適し、山出し後の活着が良く、成林が早い、野風の害に対しては食



図-7 ストローブマツの天然分布

害をうけにくいなどの理由から、本道の造林面積は 10,000ha 以上にもなっている。道内に導入された外国樹種のうちでもっとも多く植栽されており、また造林成績ももっとも良好である。

ストロブマツは原産地では、適地は広く、いろいろな土地に適応して生育しているが、湿潤がかった肥沃地のストロブマツ人工林はきわめてよい生長をしている。Colling Wood ら(1955)は、極端な停滞水のところ、潮風の常風のところ、風衝地、および石灰質土壌には適しないとのべている。松井(1966)は、重粘な埴土や浅い岩礫質土壌では生育が不良なばかりでなく、根の発達が悪いので、枝葉の密な樹冠は風圧をうけて壮年期になると、風倒の激害をうけやすいとのべている。

本道に導入されたストロブマツ造林地の成績は、高橋(1954)、松井(1966)によつて詳細な報告が出されているが、野幌試験林の40年生の林分では、平均樹高 19m、平均径 30cm、年平均生長量 15.4 m³を示し、山都の東大北海道演習林の成績では、46年生の林分で中庸の間伐を施業した平均径が 32cm、年平均生長量 13 m³を示し、原産地の成績よりすぐれていることが報告されている。

ストロブマツは、ナラタケ病の被害にかかりやすく、ヨーロッパでは、1705 年以来導入されたが、サビ病の被害をうけて造林熱は後退するにいたったといわれている亀井(1959)。この菌はスグリ属の植物を中間寄主として伝染するところから、亀井らによって、このスグリ属の道内の分布状況などがしらべられ、道内のストロブマツのサビ病の予防などが提唱されたこともあった。幸いなことにまだ北海道ではこの菌害の発生をみていない。ヒヨドリバナサビ病が発生しているが、この菌によって枯死するまでにいたらず、下刈り作業を丁寧に施業することによって、ある程度この菌害を予防できそうである。

マツ類試植検定林の成績

昭和 36 年に光珠内実験林に、昭和 37 年に新冠実験林に設定したマツ類の試植検定林は次のとおりである。

樹 種	産 地	数 量	面積
ヨーロッパアカマツ	北ドイツ	1, 200 本	0.3 ha
ヨーロッパアカマツ	中ドイツ	1, 200	0.3
ヨーロッパアカマツ	南ドイツ	1, 200	0.3
コントルタマツ	ブリティッシュコロンビア	1, 200	0.3
バンクシャマツ	ニューヨーク	1, 200	0.3
リギダマツ	ニューヨーク	1, 200	0.3
レジノーザマツ	ニューヨーク	1, 200	0.3
レジノーザマツ	ミネソタ	1, 200	0.3
バンクシャマツ	ウイスコンシン	1, 200	0.3

以上については、3年生（2回床替）の苗木を用いてha当4,000本の植栽密度で反復は3回とって設定した。

光珠内と新冠の実験林に設定したマツ類の成績は、表-2、表-3に示すとおりである。

表-2 外国産マツ類の成績

1961年 光珠内実験林植栽

樹種	産地	植栽本数	残存率	平均樹高			平均根元径	平均胸直
				7年目	植栽当年	3年目	7年目	植栽当年
ヨーロッパアカマツ	北ドイツ	本 1, 200	% 77	cm 49	cm 82	cm 310	mm 17	mm 52
ヨーロッパアカマツ	中ドイツ	1, 200	91	46	73	321	16	52
ヨーロッパアカマツ	南ドイツ	1, 200	74	45	74	311	16	52
コントルタマツ	ブリティッシュ コロンビア	1, 200	86	40	69	264	13	33
バンクシャマツ	ニューヨーク	1, 200	75	53	90	307	17	47
リギダマツ	ニューヨーク	1, 200	54	40	64	297	14	50

表-3 外国産マツ類の成績

1962年 新冠実験林植栽

樹種	産地	植栽本数	残存率	平均樹高			平均根元径	平均胸高
				7年目	植栽当年	3年目	7年目	植栽当年
ヨーロッパアカマツ	北ドイツ	本 1, 200	% 89	cm 73	cm 196	cm 351	mm 19	mm 59
ヨーロッパアカマツ	中ドイツ	1, 200	87	60	181	316	18	54
ヨーロッパアカマツ	南ドイツ	1, 200	87	62	163	337	17	53
コントルタマツ	ブリティッシュ コロンビア	1, 200	63	54	133	315	16	43
バンクシャマツ	ニューヨーク	1, 200	50	72	168	442	13	57
バンクシャマツ	ウイスコンシン	1, 200	66	62	175	447	13	57
バンクシャマツ	煙山樹木園	1, 200	33	65	158	437	13	52
レジノーザマツ	ニューヨーク	1, 200	52	26	88	203	10	20
レジノーザマツ	ミネソタ	1, 200	54	23	103	183	10	21
リギダマツ	ニューヨーク	1, 200	81	44	133	353	13	64

8年目の平均樹高と平均胸高直径を比較すると、光珠内実験林の結果では、コントルタマツが劣るが、他の5系統の間には大きなちがいがみられない。ヨーロッパアカマツのドイツの産地間にも有意な差はみられなかった。植栽木の残存度合いは、樹種間に大きな差が認められる。光珠内実験林で枯損をもたらした主な要因は雪害と野兎風害である。雪害に対しては、コントルタマツは抵抗性が高い。しかし他の系統は大部分が雪圧で曲がり、折れ、枝抜けなどの被害が著しい（表-4）。光珠内のような多雪地帯では、このような雪害が今後も続きそうであるので成林

表-4 外国産マツ類の被害状況

1961年 光珠内実験林

樹種	枯損		枯損 合計	被害		被害 合計	無被害 (正常)
	雪害	その他		雪害	その他		
ヨーロッパアカマツ (北ドイツ)	13.5	9.4	22.9	68.9	0	68.9	8.1
ヨーロッパアカマツ (中ドイツ)	1.3	2.6	3.9	88.4	1.3	90.0	6.4
ヨーロッパアカマツ (南ドイツ)	10.0	18.0	28.0	62.9	2.9	65.8	5.6
リギダマツ	2.5	55.1	57.6	33.8	0	33.8	8.8
バンクシャマツ	13.0	17.3	30.3	53.6	0	53.6	16.1
コントルタマツ	3.7	19.5	23.2	17.1	0	17.1	59.8

には期待がもたれないようである。とくにリギダマツは、マツ類の中でも最も抵抗性が低く、1967年の春の野兎害で約50%加害された。リギダマツが野兎害に対して弱いことは、上田(1963)の報告とも一致する。

新冠実験林における成績では、残存率が低い主な原因は植栽活着の不良によるものと、植栽2~3年間の寒風害によって枯死したものである。

コントルタマツは寒風害による葉の変色や落葉が大きかったが、樹令を重ねるに従って抵抗性は高くなってきた。レジノーザマツも毎年被害を受け枯死するものが多く、残存木の生長もよくない。ヨーロッパアカマツは寒風害に対して高い抵抗性を示した。

なお、新冠実験林のマツ類の実験林で、1967年と1968年の初夏にサビ病に被害し、葉の変色と落葉が大きく発生して生長に影響を与えていたが、枯死するに至らず、最近はほとんど回復した。

つぎに昭和38年訓子府実験林に設定したストローブマツの検定林はつぎのようである。

産地	数量	面積
ニューヨーク	400本	0.1ha
ミネソタ	400	0.1
ウイスコンシン	400	0.1
東大北演	800	0.2

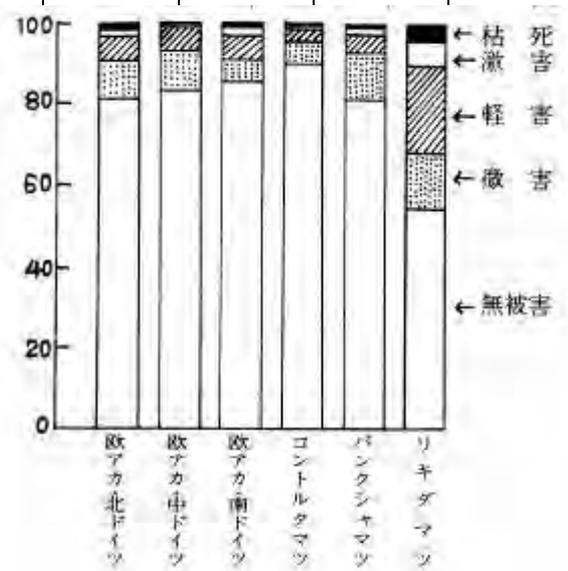


図-8 植栽後4年目に発生した野兎による被害

4年生苗木を用いて ha 当 4,000 本の植栽密度で 3 回反復した。

表-5 ストローブマツの成績と樹高の分散分析

産地			東大北演			U.S.A ニューヨーク			U.S.A ミネソタ			U.S.A ウィスコンシン		
調査年	項目		残存率	平均樹高	平均胸高	残存率	平均樹高	平均胸高	残存率	平均樹高	平均胸高	残存率	平均樹高	平均胸高
	2年目			%	cm	cm	%	cm	cm	%	cm	cm	%	cm
			—	97	—	—	75	—	—	67	—	—	78	—
4年目			—	175	—	—	154	—	—	137	—	—	146	—
6年目	反 覆	1	97.4	360	47	84.1	363	47	60.6	252	25	75.3	298	34
		2	61.3	322	38	81.8	268	26	56.1	260	25	61.3	254	25
		3	82.0	330	39	89.8	351	41	83.3	329	38	84.0	327	38
		平均	80.2	338	41	85.1	327	38	67.0	281	29	73.5	293	32
植栽本数			816 (272)			396 (132)			396 (132)			450 (150)		

項目	平方和	自由度	分散	分散比
産地	6, 647.0	3	2215	2.5574
反覆	7, 245.5	2	3623	4.1836*
誤差	5, 196.5	6	866	
計	19, 089.0	11		

* 5%水準で有意

この訓子府実験林のストローブマツの成績は表-5に示すように、残存率、樹高生長ともに反復間に大きな差がみられる。土壌条件や気象条件が不利になってくると、ストローブマツは敏感に成績にあらわれるようである。

ストローブマツは、他の2葉松や3葉松に比較して野兎害に対して抵抗性が高く、寒風害、潮風害には大きな被害をうけやすく、ナラタケ病に被害され易いことなどがあり、造林適地の選定にあたっては充分考慮しなければ失敗する危険が大きいに思われる。

以上外国産マツ類の導入成績は、本道では他の外国マツ類に比較して造林経験の長いストローブマツとヨーロッパアカマツの2樹種についておおかたの成績が予測されるようになった。

しかし、両樹種とも原産地の分布範囲が広いことから、本道に導入する適地域の選択にあたっては、原産地を充分考慮しなければならない。この他のコントロールマツ、バンクシャマツ、レジノーザマツなどについては、今後一層試験成績を検討すべき樹種と、考えられる。

一般的には、マツ類の造林では本道の気象的制限から雪害はさけられないし、野兎害についても相当高い管理条件がつけられる。したがって本道の多雪地帯や、土壌条件が埴土系の地帯においてはマツ類の造林はさけるべきだと考えられる。光珠内のような雪の多い埴土系の土壌の所で、コントロールマツは比較的雪害をうけにくい状態を示しているが、今後検討を続けてみる必要がある。

ま と め

外国樹種の導入に関する諸外国の例や、本道に導入された主なモミ属、トウヒ属、マツ属の原産地における分布範囲とその特性、並びに当地で行なっている試験成績の概要を紹介してみた。

外国樹種の導入成績などについては、後記の引用文献にもあげられるように多くの案内書や参考書、調査報告書が出されている。このような紹介のなかから、実質的に造林樹種として選択するときは、当然郷土樹種でもそうであるように、造林の目的によっていろいろな条件が考えられるその条件を満すような仕組みを考察しながら選ぶべきであるし、指導すべきものである。往々にして、外国樹種の造林は失敗例が多すぎるので一般的な造林目的にそぐわないこととして片づけられたり、一方、外国樹種造林の一辺とうであったりすることがある。過去における長い間の試験成績のなかから、とりあげられるものを選び、あとしばらく試験を続け検討するもの、一般造林樹種として不適當であるものとしての考えかたを徹底させたいものである。

引 用 文 献

- Barring, U. 1967 : Studies of methods employed in the planting of *Picea Abies* (L.) KARST and *Pinus sylvestris* L. on farm land in southern and central Sweden. *Studia Forestalia Suecica*, N R 50.
- Collingwood, G. H. and Brush, W. D. 1955 : Knowing your trees.
The American Forestry Association.
- 伊佐義郎 1962 : 京都大学上賀茂育種試験地における外国産マツの生育状況, 林木の育種 No.20 P.8~10
- 石川健康 1964 : 外国樹種の造林環境, 日林協
- 岩川盈夫・渡辺操・三上進 1964 : 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, 林試研究報告第170号, P.85~98
- 亀井専次・松井善喜・高樋勇・井上又太郎 1959 : ストローブマツ, 北林叢書No.14
- 川口 優 1953 : 外来樹種の成績, 北方林業No.51
- 吉良竜夫 1945 : 農業地理学の基礎としての東亜の新気候区分, 京大園芸学研究室
- 草下正夫 1960 : 既往の成績から見た主な外国樹種の造林について, (2) (*Pinus strobus*, *Pinus pinaster*), 林木の育種 No.14 P.5~6
- 倉橋昭夫・佐々木忠兵衛・浜谷稔夫 1969 : 導入モミ属の開芽期と耐霜性, 日林北海道支部講演集第18号 P.128~132
- Langlet, O. 1959 : A cline or not cline, a question of scots pine. *Silv. Genetica*. 8 P.13~22
- 松井善喜 1966 : 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, 林試研究報告第189号
- Mirov, N. T. 1963 : The genus pinus. The Ronald Press Co.
- 村井三郎 1962 : ヨーロッパ林業観察記, 林業技術No.239
- 森田健次郎 1962 : ヨーロッパアカマツの産地試験, 北海道光珠内林木育種場報告No.1 P.31~37
- 森田健次郎 1966 : ルーベンストウヒの産地試験, 北見における4年間の苗畑試験結果, 北海道の林木育種, Vol. 9, No.1 P.17~23
- 成田一芳 1966 : ヨーロッパアカマツの産地別養苗試験, 北海道の林木育種, vol. 9, No.1, P.23~30
- Neger, F. W. and Munch, E. (玉木廉士訳) 1968 : 針葉樹其他の裸子植物, 大阪営林局
- Rehder, A. 1956 : Manual cultivated trees and shrubs. Second edition. The Macmillan Co.

- 高橋延清 1954 : 期待される外未樹種, ストローブマツ, 外国樹種導入委員会, 上巻, P. 10~21
- 高橋延清 1958 : 東大北海道演習林における外国樹種見本林, 早期育成林業, 林総協, P.449~465
- 高橋勇・豊岡洪 1959 : 欧州アカマツの北海道における生育と適応性について, 林試研究報告 No.117, P.165~178
- 千葉 茂 1961 : 導入モミ・トウヒ属の芽出し時期の比較, 北海道の林本育種, Vol.4, No.1, P.18~22
- 上田明一・樋口輔三郎 1963 : 野鼠の生態と防除, 北方林業叢書 No.23
- Wright, J. W. and Bull, I. 1963 : Geographic variation in Scotch pine. Result of a 3 - year Michigan study. Silv. Genetica 12, P.1~25
- Wright, J. W. 1962 : Genetics of forest tree improvement. F A O Forestry and forest product studies No.16, FAO
- 柳沢聡雄 1961 : 主として気候上からみた本道への異郷土樹種の導入に関する考察, 北海道林木育種, Vol.4, No.2, P.12~24
- 柳沢聡雄 1963 : 北海道における外国樹種導入の動向, 北方林業, Vol..15, No.9, P.1~9