HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道大学天塩地方演習林における外国産針葉樹の植栽成績について
Author(s)	春木, 雅寛; 松田, 彊; 滝川, 貞夫; 岸本, 司
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 46(4), 735-769
Issue Date	1989-08
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21304
Type	bulletin (article)
File Information	46(4)_P735-769.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学天塩地方演習林における外国産針葉樹の植栽成績について

春木雅寛*　松田　彊**
滝川貞夫**　岸本　司***

Studies on the Experimental Plantation of Exotic Coniferous Tree Species in Teshio Experimental Forest of Hokkaido University

By
Masahiro HARUKI*, Kyo MATSUDA**, Sadao TAKIKAWA**
and Tsukasa KISHIMOTO***

要　旨

日本への外国産針葉樹の導入は明治時代初期から始まり，北半球中高緯度の針葉樹林域とほぼ同緯度にある北海道は，その中心地として試験植栽に力を注がれてきた。既に道央部において成林可能との評価を得た樹種もあるが，これまでは対象とした北海道大学天塩地方演習林のように道央部より積雪量が多く，かつ凍霜害の心配される地域における種々の植栽樹種に対する，このような気象害の状況について報告されたものはなかった。本報は林齢7～20年の4属15種について，主に被害・生育状況や残存率に着目して，その状況を明らかにし考察を加えた。北海道大学天塩地方演習林では，積雪害や凍霜害のような気象害を受けている樹種が多

キーワード：　外国産針葉樹，造林成績，気象害，積雪害，凍霜害。

1989年2月28日受理　Received February 28, 1989.

* 北海道大学大学院環境科学研究科　環境保全学専攻生態系管理学講座
Department of Biosystem Management, Division of Environmental Conservation, Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University.
** 北海道大学農学部付属演習林
College Experiment Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.
*** 北海道大学農学部
Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

く，樹種により現存本数比は様々であった。一方，被害～形態不良を生じていない個体はどの樹種でも近年の成長はほぼ順調とみられた。積雪害や凍霜害が少なく残存本数比のかなり高い樹種としてはバンクシアナマツ，ヨーロッパトウヒ，マリアナトウヒ，チョウセンカラマツ，グイマツ，グイマツF_1にヨーロッパアカマツを含めた，モミ属を除く7種が挙げられる。しかし，これら7種を含む15種が林齢の増加に伴いどのような生育経過を辿り成林するかについては，虫害・菌害など諸害の発生も考えられるので，今後とも種々の被害や生育の詳細な観察を含めた長期的な継続調査が重要である。

目　次

I．はじめに ……736
II．調査地および植栽木の概要 ……737
II.1．調 査 地 ……737
II.2．植栽木の概要 ……739
III．調 査 法 ……741
IV．調査結果 ……742
V．考　察 ……756
V.1．被害状況 ……756
V.2．本数残存率と生育状態 ……759
VI．ま と め ……759
文　献 ……760
Summary ……761
写　真 ……762

I．はじめに

日本における外国産針葉樹の導入は明治初期から始まり，北海道は広くその中心地として，類似した気候下の欧州や北米に分布の中心をもつ種々の樹種が導入された。北海道におけるそれまでの種々の外国樹種の植栽経過については松井（1966）により集成されているが，その後も各地で他の樹種も含め試験植栽が行われている。明治後期～大正初期から試験植栽の行われた道央部の野幌（林業試験場），山部（東京大学北海道演習林）および旭川（神楽見本林，旭川営林支局）の三つは道内で最も旧く，かなり大きな面積をもつ代表的試験地である。既にそこでの試験経過と実際上の植栽成績（鉄道防雪林など）から，昆虫・動物害からの保護を十分にすれば，上述の3地点を中心に道内で一応成林可能であろうとされた樹種もある；ヨーロッパトウヒ，ストローブマツ，ヨーロッパアカマツ，ヨーロッパクロマツ，バンクシアナマツなど。

これまでの造林経過から，広い北海道では気象条件や土壌条件によって主要な国内産造林用樹種（主にトドマツ，アカエゾマツ，カラマツなど）が必ずしも万能ではないことが明らか

となっている。このため外国樹種の実際上の造林は，国内樹種の補助（足）的なものとしても注目されてきたが，近年では用途も庭園樹や街路樹としても広がりをみせ，良質・多様な緑地景観の追求など様々な観点からの利用（使用）上でも重要となってきている。こうして種々の外国樹種について行われる，基礎的応用的な保育や保護に関する一連の研究は，気象条件や土壌条件に応じた単木的・集団的植栽である"適地適木"施業の実施の前提としても今や必須のものとなってきた。

現在も北海道各地では上記5樹種の他，広葉樹を含む多数の外国樹種について多面的長期的な視野から試植，生育状況比較，適用植栽試験が以前にもまして活発に続けられている。諸外国産樹種のこのような植栽試験に関わる様々なデータの蓄積は，北海道と気象条件の類似する地域を含む極東アジアの先駆的な研究事例としても今後ともますます重要であると考えられる。

しかし，前述した道央部の3地点(野幌，山部および旭川)よりもかなり積雪量が多く，かつ凍霜害（主に開芽期の晩霜害）の心配される地域での試験成績（経過）の総体的な把握はこれまでほとんど行われていなかった。著者らはこのような厳しい気象条件下にある道北地方の北海道大学天塩地方演習林（以下，天塩演習林と呼ぶ）に植栽されている外国産針葉樹について，主に残存率や被害・生育状況に着目して1985年から調査研究を進めてきており，一部の樹種の概要については既に発表済みである（春木・滝川1986)。本報告ではこれらを含めた15種について更に詳しく調査の結果を述べる。

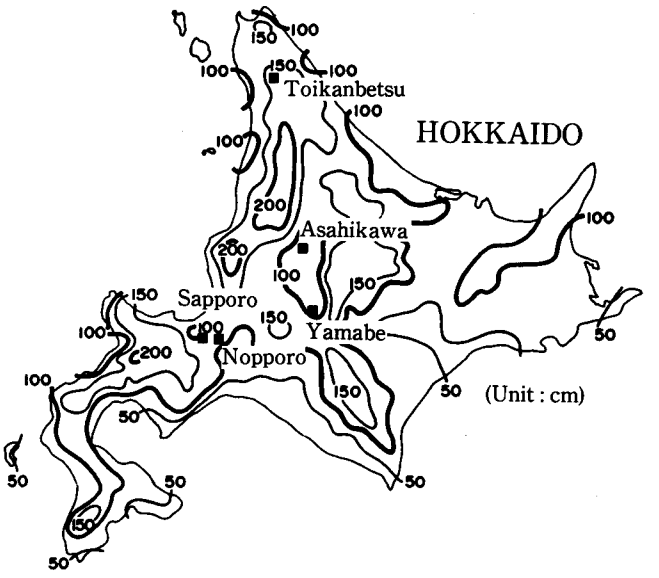
なお，本文に先立って本調査地の管理にあたられ，また現地調査に種々ご協力を頂いた天塩演習林関係各位に厚くお礼申し上げる次第である。

II.　調査地および植栽木の概要

II.1.　調　査　地

調査地は天塩演習林（幌延町字問寒別に所在，図—1）のうち主に河西42，43林班の外国樹種見本林地（通称八線見本林）であるが，他に河東13林班（造林台帳番号140）および河東52林班（造林台帳番号112）の外国樹種植栽地である。

a．河西42，43林班：問寒別川の支流八線沢沿いの平坦な沖積地(海抜高約26 m)で，1967年より外国樹種見本林地として針・広葉樹合わせて約40種が5 haにわたって植栽されている。土壌は厚さ2.5 cmのA_0層，6 cmのA層（埴壌土）の下は堅い埴土でB層（厚さ25 cm），C層へとつづく。植栽木の根系は主にA，B層に分布している。全刈り地拵え地であり，林床は植被率90～100%で草丈1～1.5 mのキタヨシ，クマイザサ，エゾイラクサ，カンスゲ，カモガヤ，シロツメクサなど適潤～弱湿性植物が優占している。調査対象樹種はヨーロッパアカマツ(フィンランド産，デンマーク産，ポーランド産の三つ)，ストローブマツ，バンクシアナマツ，ヨーロッパクロマツ，リギダマツ，ジェフリーマツ，バルサムモミ，ヨーロッパモミ，



図—1 調査地位置図
数字は平均最深積雪分布線（1941～70年，cmで札幌管区気象台編（1983）より）

Fig. 1. Surveyed area with isopleth of the average yearly maximum snow depth (1941-1970).

表—1 北海道大学天塩地方演習林および道内代表的植栽地の気象データ（1951～80年）

Table 1. Climatological data in Teshio Experimental Forest of Hokkaido University and some plantation sites in Hokkaido

観測所	年平均気温(℃)	年降水量(mm)	終霜日(平均)	最大積雪深(cm) 10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	統計期間(年)	平均最深積雪深(cm)*	最大値(cm)*	最小値(cm)*
問寒別	4.9	1,483	5月13日	26	61	115	195	240	297	218	6	1962～77	142	297	72
旭川	6.3	1,158	5月18日	17	83	82	103	120	119	86	17	1951～80	92	119	44
山部	5.6	1,314	5月15日	40	85	89	91	130	150	125	8	1917～77	95	150	60
西野幌	6.6	1,170	5月10日	0	50	65	128	153	150	103	0	1970～80	113	153	81

注：札幌管区気象台（編）1983による。但し*は増田1983による1962～81年の積雪深の値である。

コンコロールモミ，ヨーロッパトウヒ，グラウカトウヒ，マリアナトウヒ，チョウセンカラマツの13種である。

b．河東13林班：ヌブカナイ沢とヌポロマッポロ川の間の幌抜林道沿いにあり，北～北東向きの山火事跡緩斜面（3.5～4.5度，海抜高約80 m）である。樹高数mのエゾマツ，トドマツ，シラカンバ，ケヤマハンノキなどが散在し，地床は稈高1.4～1.5 mのクマイザサが密生しているところを幅2 mの筋刈り（刈り残し幅約1 m）地拵え後，1984年5月にカラマツ類，アカエゾマツ，トドマツが植栽された。蛇紋岩地で土壌は厚さ約6 cmのA_0層，約10～13 cmのA層（埴壌土），約32～40 cmのB層の下はC層へとつづく。調査対象樹種はグイマツF_1のみ1種である。

c．河東52林班：玉石の沢3号林道沿いの南～南東向き緩斜面（6.5度，海抜高約190 m）である。1976年5月にカラマツ類とアカエゾマツが植栽された。林床は稈高1.8～2.1 mのチシマザサが密生している。蛇紋岩地で土壌は厚さ8～9 cmのA_0層，12～13 cmのA層（埴壌土），約25 cmのB層の下はC層へとつづく。植栽木の根系は主にA，B層に分布している。表土は約20 cmの厚さの埴壌土である。調査対象樹種はグイマツ1種である。

天塩演習林における最近約30年間の気象データは表—1のようで，道央地方の上述の3地点に比べ終霜日はあまり違いはないが年平均気温が低く，積雪は2～4月で最大積雪深が200 cmを越えることもあり，1962～81年の平均最深積雪深で142 cmに達するなど大きな差が認められる（図—1参照）。

II. 2. 植栽木の概要

各樹種の苗木は山部，光珠内(北海道林業試験場)，北海道大学天塩演習林苗畑および札幌実験苗畑で育苗生産された床替1～2回，苗齢3～5年のものであるが，植栽時の苗木の性状は不明である。各樹種の特徴等を簡単に述べると次のようである（旭川営林支局1981，E. L. LITTLE, Jr. 1978，石川編著1964，岩本1966，松井1966，森林資源総合対策協議会編1958など）。なお，学名は北方林業会（1981）による。

1. マツ属　a．ヨーロッパアカマツ：全欧州からシベリア，アムール地方にまで降水量の比較的少ない乾燥地に多く生育分布し，北限は北緯70度の極地の樹木限界に達している。一般に寒さへの抵抗性が強く霜害を受けず，乾地への適応性も大きい樹種とされている。旭川の1898年植栽林分は69年生時で平均樹高($\overline{H}$)16.0 m，平均胸高直径($\overline{D}$)28.9 cm，83年生時に$\overline{H}$15.7 m，$\overline{D}$32.3 cmで，成長の頭打ち傾向が出ている。b．ストローブマツ：北米北東部五大湖を中心に広く生育分布する。一般に立地への適応性大で，旭川ではストローブマツの中心郷土モントリオールと気候がほぼ同じで生育良好で，しかも概してヨーロッパアカマツやヨーロッパトウヒより成長成績も良いといわれる。山部の38年生林分で$\overline{H}$14.5 m，$\overline{D}$26.0 cm，旭川の1898年植栽林分は69年生時で$\overline{H}$23.6 m，$\overline{D}$34.8 cm，83年生時に$\overline{H}$21.3 m，$\overline{D}$35.9 cmと成長の衰えが目立つ。野幌Aの40年生で$\overline{H}$19.4 m，$\overline{D}$32.9 cmで，この林齢ではまだ成長の頭打ち傾向は出ていない。c．バンクシアナマツ：北米北東部五大湖周辺の低地から山岳地帯にかけて，乾燥した砂土や岩礫質土壌に広く生育分布し，北緯68度の森林限界地帯にまでおよんでいる。一般に耐寒・耐霜性樹種で乾地適応性も大きいが，野鼠に対する抵抗性は弱いといわれる。野幌では好適樹種とされ被害記載は特になく，37年生で，なお成長旺盛で$\overline{H}$16.9 m，$\overline{D}$19.0 cm，山部でも成長は良の上で35年生で$\overline{H}$12.8 m，$\overline{D}$20.8 cmに達する。しかし，旭川では45年生で$\overline{H}$11.9 m，$\overline{D}$15.8 cmと樹高成長，材積成長とも相当悪い。d．ヨーロッパクロマツ：欧州南部から小アジア地方に分布し樹高45 mに達するものもある。一般に成長は遅いが耐寒力は強い樹種といわれる。札幌市内では北海道大学構内各所にみられ，樹高17.5 m，胸高直径69 cmにおよんでいる（春木ほか1989）。本種は小樽国有林や余市～蘭

島間の海岸沿いの鉄道防雪林では十分に成林し，前者は50年生で $\overline{H}$ 15.5 m, $\overline{D}$ 23.6 cm，後者は41年生で $\overline{H}$ 9.2 m, $\overline{D}$ 18.0～20.4 cm に達している。旭川では1936年植栽で31年生時 $\overline{H}$ 9.4 m, $\overline{D}$ 15.3 cm，45年生時に $\overline{H}$ 10.4 m, $\overline{D}$ 18.3 cm と成長不良である。これらを除けば各地とも単木的に残っている程度で，野幌では寒霜害，野鼠害，昆虫害等が著しかったためほぼ壊滅した。しかし，山部では45年生7個体で樹高(H)15.0～22.0 m，胸高直径(D, DBH)29.3～33.8 cm と優良である。e．リギダマツ：北米北東部の北緯38～44度の狭い範囲に分布する。一般に寒害，凍害の少ない樹種で，土地への適応力も大きく，郷土では高燥地と低湿地との両極端の立地にも生育している。野幌では40年生で虫害を受けているが $\overline{H}$ 13.6 m, $\overline{D}$ 26.9 cm，山部では35年生（含苗齢）で $\overline{H}$ 10.5 m, $\overline{D}$ 21.1 cm に達している。旭川は幼齢段階のものがあり，5年生で $\overline{H}$ 1.1 m で被害の報告はない。f．ジェフリーマツ：米国西部太平洋側のオレゴン州からカリフォルニア州にかけての山岳地帯に分布生育する。標高1,800～2,400 m の乾燥した岩礫質斜面に多いが，シエラネバダ山脈の東側斜面には極めて普遍的で美林がみられるという。日本での生育状況についての報告はみあたらない。

2. モミ属 g．バルサムモミ：北米北東部からロッキー山脈の東部山麓にかけて分布生育する。湿潤地系の樹種で山地帯でも沼沢地に多い。樹高21～27 m，胸高直径60 cm を越えるものはまれである。日本にはあまり導入されていない。山部では1932年植栽の32年生（含苗齢）の5本の植栽木の $\overline{H}$ は9.9（9.5～10.0）m, $\overline{D}$ 16.1（14.3～18.7）cm でトドマツよりも多少劣る成長をしている。h．ヨーロッパモミ：中部・南部ヨーロッパの山地帯を中心に分布生育する樹種で，松井（1966）は本樹種の中心郷土地帯の気候は，7月の平均気温が19～20℃，1月の平均気温が−3～−5℃，年降水量が600～700 mm なので，北海道では中部以南の低山地帯で造林可能であろうと述べている。山部では35年生で $\overline{H}$ 11.6 m, $\overline{D}$ 17.5 cm に達している。i．コンコロールモミ：北米南西部のオレゴン州からメキシコ北西部に至る太平洋側山岳地帯からアリゾナ州，ニューメキシコ州，ユタ州にかけて分布生育する。樹高30～40 m，胸高直径1.2～1.5 m に達する。標高900～2,700 m の適潤な斜面や谷間にみられ，カリフォルニア山脈では最も良い生育をしているという。気象害については，英国の Thetford の試験林は寒霜害を受けるので広葉樹の樹下に植栽しており，松井（1966）は，一層寒さの厳しい北海道では上記のような樹下植栽で道南地方に植える以外は困難であろう，と述べている。山部では1935年植栽の24年生林分でも $\overline{H}$ 5.3 m, $\overline{D}$ 9.9 cm とかなり成長が悪い。

3. トウヒ属 j．ヨーロッパトウヒ：ヨーロッパトウヒは北部欧州ならびに中部欧州の山地帯にかけて分布生育する。分布限界線は，7月の平均気温10℃の等温線と一致し，北海道ではエゾマツの分布限界と同じ高さで，気温のみでは低山地帯では造林に何の不安もなく，相当の成長を期待できる樹種とされ，各地で優良造林地ができあがり，天塩演習林においても蛇紋岩地を除きかなり良い成績をあげてきた。道内ではかつて若干ハバチ類の被害がみられたほか野兎鼠の食害がみられた。また浅根性のため風倒の被害も生じている。野幌では50年生で

$\overline{H}$ 20.8 m, $\overline{D}$ 28.0 cm だが，金山の王子山林の37年生林分では $\overline{H}$ 24.4 m, $\overline{D}$ 24.1 cm と優良であった。旭川の1902年植栽の林分では61年生時に $\overline{H}$ 24.0 m, $\overline{D}$ 28.5 cm に達しまだ成長が続いているという。k．グラウカトウヒ：北米北部に生育分布し，しばしば海岸近くや河川や湖沼の周縁の低地や台地にもみられ，極地帯では叢林状の樹形となって樹木の生育限界にまで達して生育し，一般に寒さに強い樹種とみられていた。普通，樹高は25 m，胸高直径40～50 cm に達し，大きいものでは樹高50 m，胸高直径100 cm におよぶという。野幌の1916年植栽の40年生林分では $\overline{H}$ 11.6 m, $\overline{D}$ 14.9 cm，1917年植栽の39年生林分では $\overline{H}$ 13.3 m, $\overline{D}$ 17.5 cm，山部の1931年植栽の28年生（含苗齢）林分では $\overline{H}$ 7.0 m, $\overline{D}$ 9.4 cm，旭川の23年生林分では $\overline{H}$ 7.0 m, $\overline{D}$ 10.8 cm に達している。1．マリアナトウヒ：北米の中北部に生育分布する。乾燥性の岩礫質土壌に林分を形成し，樹高は21 m，胸高直径90 cm に達するという。北緯50度を越える北方ではアカエゾマツにみられるように河川流域や低湿泥炭地帯に広く森林を形成するという。本種も日本での生育状況についての報告はみあたらない。

4. カラマツ属　m．チョウセンカラマツ：ソ連沿海州，中国東北地方（興安嶺地帯）から北朝鮮にかけて山火跡地，崩壊地，南面急斜地などに多く生育分布する。気象的条件でみると年平均気温3℃ぐらいで北海道の海抜600 m 以上の山岳地帯に含まれ，また分布地は北海道に比べ雨量が比較的少なく，冬季大陸的な酷寒に加えて積雪の少ない地帯に生育している耐寒性の樹種といわれる。またニホンカラマツに比べ耐鼠性の強い樹種としても知られている。野幌の40年生林分で $\overline{H}$ 20.1 m, $\overline{D}$ 24.2 cm，旭川の14年生林分では $\overline{H}$ 7.0 m, $\overline{D}$ 9.7 cm に達している。n．グイマツ：グイマツは樺太，千島（色丹島，択捉島）の年平均気温0～5℃の地帯に生育分布し，耐寒霜性が強い樹種である。またチョウセンカラマツよりも一層，耐鼠性の強い樹種としても知られているが，樹病菌害について若干懸念されている。樺太中部での樹高は30 m 余り，胸高直径60 cm に達している。野幌の1915年植栽の47年生林分では $\overline{H}$ 19.0 m, $\overline{D}$ 23.1 cm，40年生林分で $\overline{H}$ 19.0 m, $\overline{D}$ 22.8 cm，旭川の27年生林分では $\overline{H}$ 11.4 m, $\overline{D}$ 14.7 cm に達している。o．グイマツ F_1：グイマツ F_1 は耐寒霜性および耐鼠性の強いグイマツを母とし，成長の早いニホンカラマツを父とする雑種で，山部の東京大学演習林で作られたものである。山部の標高300 m 地点での植栽後7年の成績では $\overline{H}$ 6.7 m, $\overline{D}$ 7.5 cm と成長が良い。

III. 調　査　法

調査は1985～1988年に行い，各樹種の植栽地で植栽本数に応じて無作為に抽出した個体について樹高，胸高直径を測定し，さらに残存率（本数比，%）や被害（主に気象害）状況，生育状況を調べた。また，そのうち任意に選択した試料木について輪生枝階に着目して年次別樹高成長量を測定した後，樹形のスケッチを行った。なお，被害のうち狭義の凍害と霜害の区別（酒井1966）がつくもの以外は凍霜害と一括して呼ぶ。

IV. 調 査 結 果

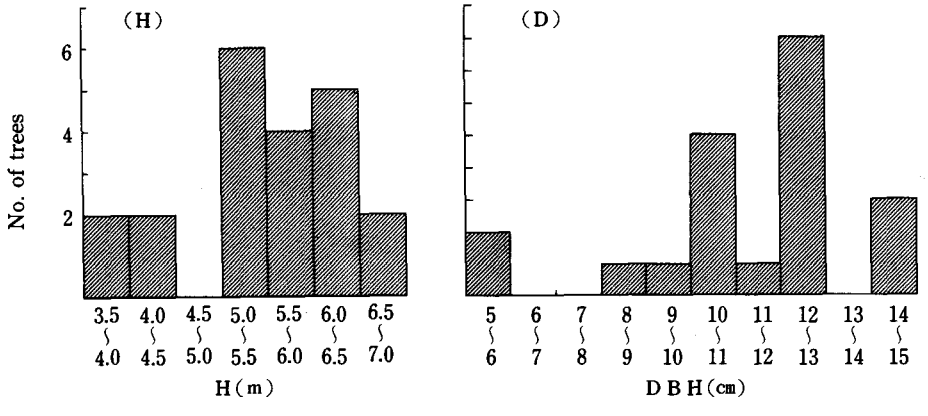
各樹種の測定結果の概要を示すと表—2のようである。以下，各樹種について述べる。

表—2 北海道大学天塩地方演習林における外国産針葉樹15種の植栽成績調査結果の要約

Table 2. Quantitative data of the experimental plantation of exotic coniferous tree species in Teshio Experimental Forest of Hokkaido University

樹種	産地	植栽年月	林齢(年)	植栽本数(本)	植栽間隔(列—苗間, m)	残存本数比(%)	積雪害本数比(%)	凍霜害本数比(%)	平均樹高(m)	平均胸高直径(cm)	測定調査本数(本)	うっ閉の有(+)無(−)	調査年月
ヨーロッパアカマツ	欧亜												
フィンランド産		1968.5	18	200	2.1×2.0	54.0	0	0	5.49±0.86	11.3±2.5	50	+	1985.8
デンマーク産		1968.5	18	200	2.1×2.0	56.3	0	0	7.66±1.02	14.2±4.1	48	+	1985.8
ポーランド産		1968.5	18	200	2.1×2.0	50.0	0	0	7.73±0.79	14.4±3.5	48	+	1985.8
ストローブマツ	北米	1967.5	19	400	2.0×1.5	4.0	0	0	6.03±0.61	11.1±1.6	10	+	1985.8
バンクシアナマツ	北米	1968.5	18	288	2.1×2.0	52.1	0	0	8.14±0.98	13.5±2.6	48	+	1985.8
ヨーロッパクロマツ	欧州	1968.5	18	200	3.0×1.8	35.5	50.5	0	3.76±1.09	9.2±2.8	25	−	1985.8
リギダマツ	北米	1979.5	7	100	2.1×1.5	11.0	100	0	1.47±0.62	2.0**	11	−	1985.8
ジェフリーマツ	北米	1977.5	12	48	− 1.0	4.2	100	100	1.71~1.83*	1.8~3.9*	2	−	1988.9
バルサムモミ	北米	1971.5	18	50	1.5×2.0	8.0	0	100	5.23±0.53	8.3±1.5	4	+	1988.9
ヨーロッパモミ	欧州	1972.5	14	100	2.2×1.6	61.0	0	100	1.04±0.35	2.0**	10	−	1985.8
コンコロールモミ	北米	1982.6	6	100	1.9×2.1	87.7	26.0	32.0	0.95±0.21	(2.7±0.5)	50	−	1987.8
ヨーロッパトウヒ	欧州	1967.10	20	600	1.8×1.5	62.1	0	0	11.02±1.65	14.0±2.9	54	+	1987.8
グラウカトウヒ	北米	1979.5	9	120	2.0×1.6	82.9	8.8	37.3	2.44±0.63	2.5±1.2	56	+	1987.8
マリアナトウヒ	北米	1976.5	12	426	2.0×1.5	80.0	16.7	8.3	3.19±0.98	3.1±1.5	60	+	1987.8
チョウセンカラマツ	東亜	1968.5	20	300	2.1×1.9	67.7	2.4	2.4	7.49±1.42	8.5±2.5	42	+	1987.8
グイマツ	東亜	1976.5	12	81	3.5×1.5	72.7	10.0	2.5	5.24±1.15	6.7±2.4	40	+	1987.8
グイマツ F_1	日本	1984.5	5	200	1.0×1.1	91.0	4.0	6.0	1.16±0.38	(1.4±0.4***)	50	−	1987.8

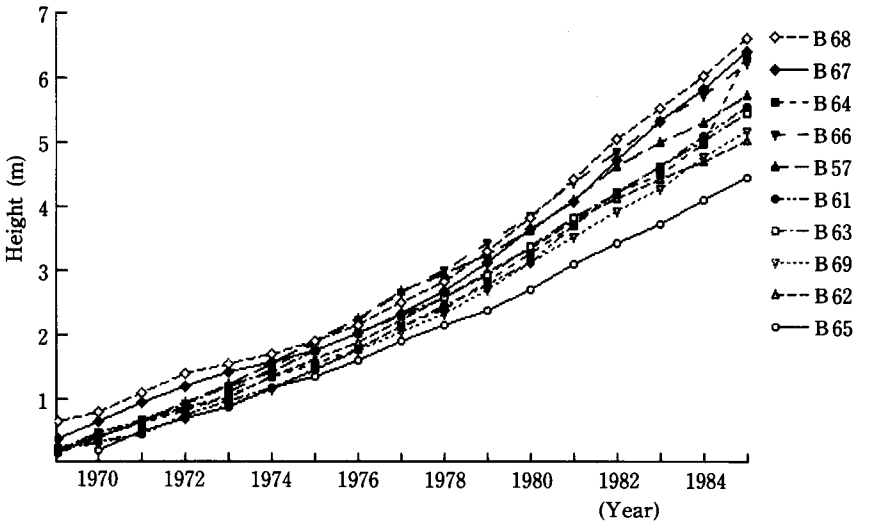
* 樹高・胸高直径範囲, ** 最大値, *** 1986年8月測定値, ( ) 内は根元直径。



図—2 ヨーロッパアカマツ（フィンランド産）の樹高（H）および胸高直径（D, DBH）階別本数分布図

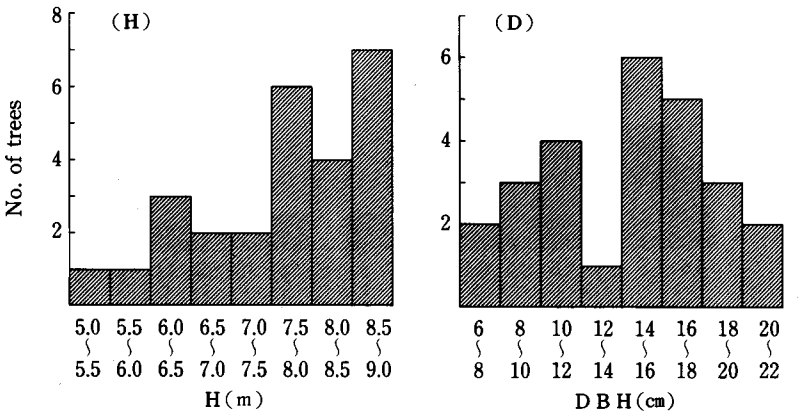
Fig. 2. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and breast-height diameter (D) of *Pinus sylvestris* introduced from Finland.

a．ヨーロッパアカマツ（*Pinus sylvestris*）：　本調査地でのこれまでの枯死は主に幼齢時の積雪圧や野鼠害によるが，現存木には積雪害，凍霜害とも被害はみられず，むしろうっ閉による被圧木が出現し始めている。樹齢18年生で，フィンランド産の樹高・胸高直径階別本数分布図は図—2のようである。樹高では強いうっ閉のため上層と下層の分離が顕著にみられる。胸高直径では個体差が広がり，サイズの大小の範囲が2～3倍と大きいが，10～13 cmに集中している。下層～上層木の樹高成長曲線は図—3のようで，植栽11～12年後から上述のうっ閉による個体差が大きくなっているようである。平均樹高($\overline{H}$)5.5 m，平均胸高直径($\overline{D}$)11.3 cm



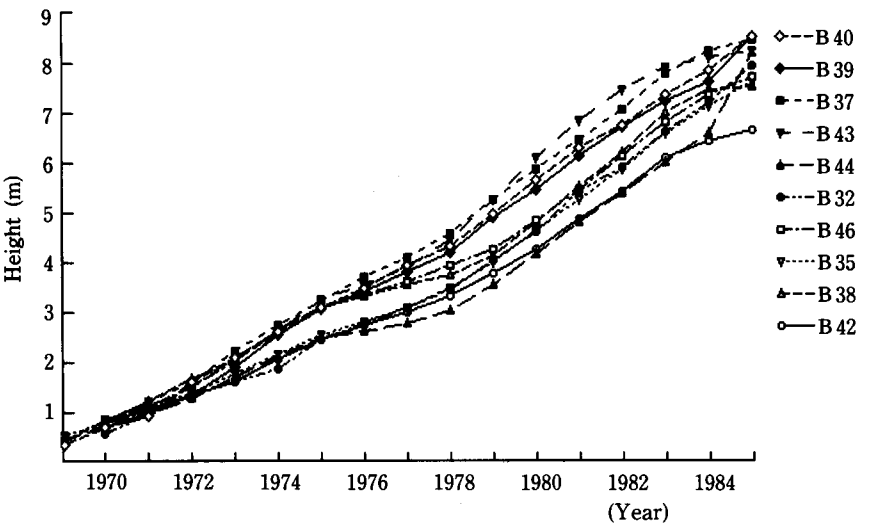
図—3　ヨーロッパアカマツ（フィンランド産）の樹高成長曲線

Fig. 3. Height growth curve of *Pinus sylvestris* introduced from Finland.



図—4　ヨーロッパアカマツ（デンマーク産）の樹高（H）および胸高直径（D）階別本数分布図

Fig. 4. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and breast-height diameter (D) of *Pinus sylvestris* introduced from Denmark.



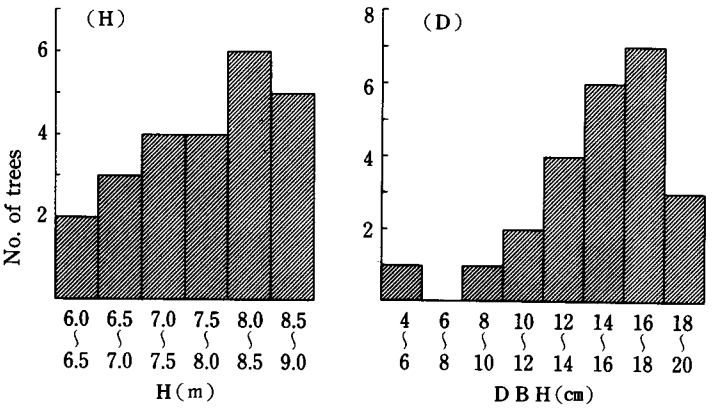
図—5 ヨーロッパアカマツ（デンマーク産）の樹高成長曲線

Fig. 5. Height growth curve of *Pinus sylvestris* introduced from Denmark.

であった。

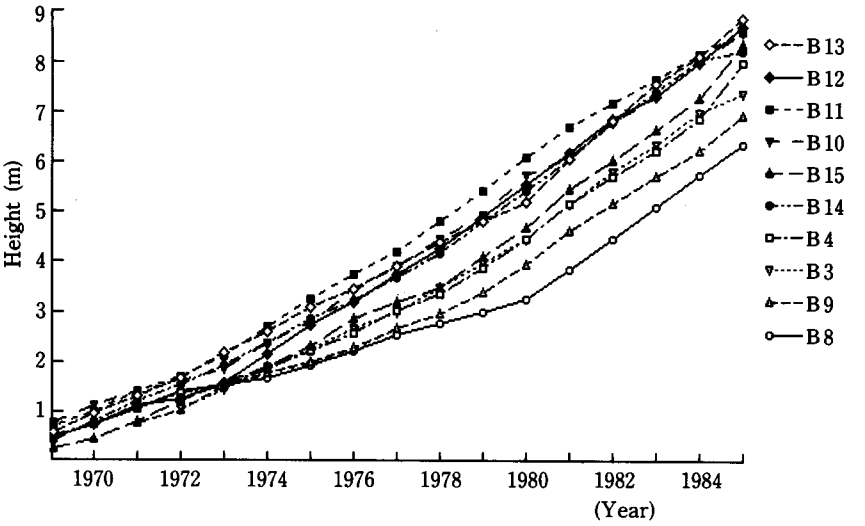
デンマーク産の樹高・胸高直径階別本数分布図は図—4のようである。樹高では強いうっ閉のため上層と中下層の分離が顕著にみられる。胸高直径も個体差が広がり，範囲が2～3倍と大きく，14 cm 未満が中下層木個体に対応している。下層～上層木の樹高成長曲線は図—5のようで，植栽ほぼ10年後から上述のうっ閉による個体差が大きくなっているようである。$\overline{H}$ 7.7 m, $\overline{D}$ 14.2 cm であった。

ポーランド産の樹高・胸高直径階別本数分布図は図—6のようである。強いうっ閉下にあ



図—6 ヨーロッパアカマツ（ポーランド産）の樹高（H）および胸高直径（D）階別本数分布図

Fig. 6. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and breast-height diameter (D) of *Pinus sylvestris* introduced from Poland.



図—7　ヨーロッパアカマツ（ポーランド産）の樹高成長曲線

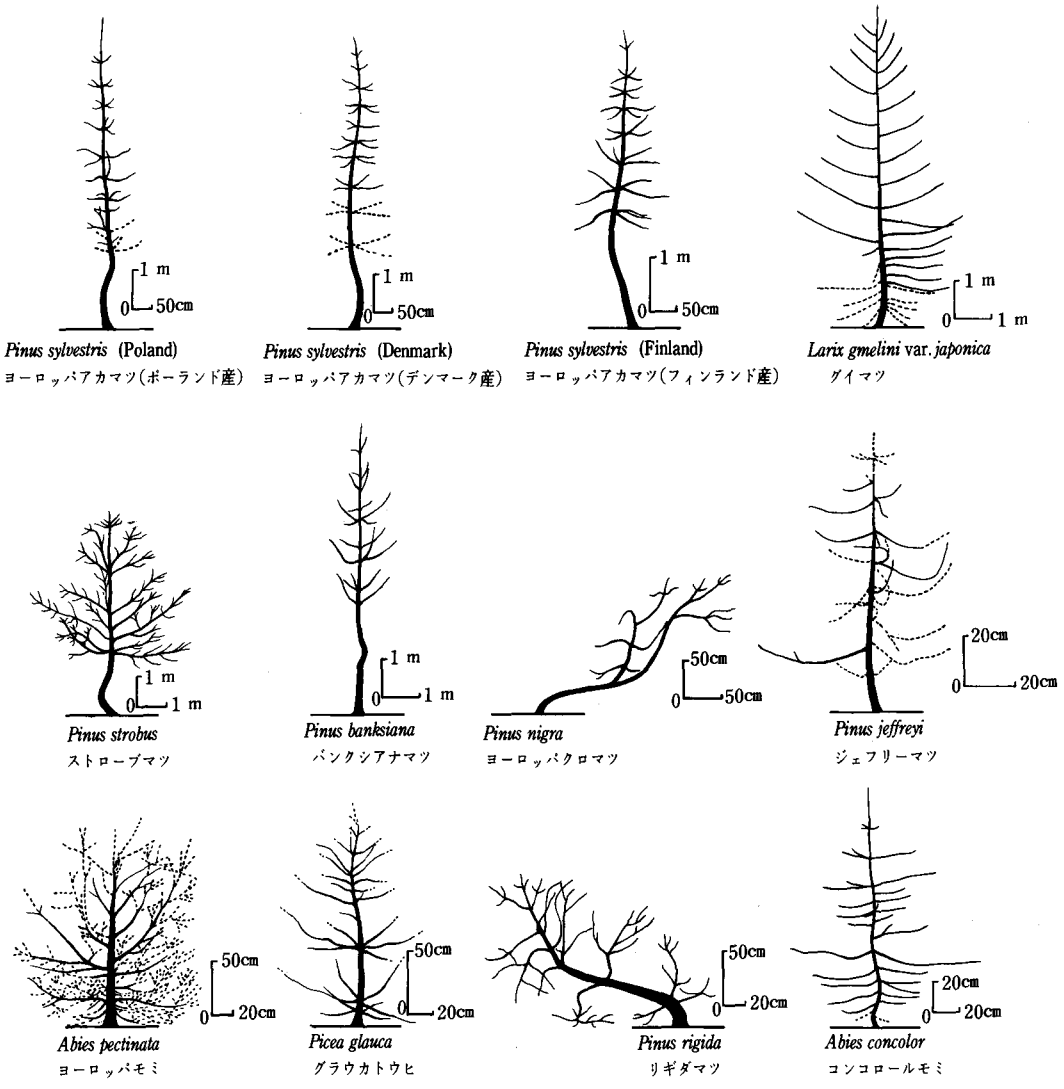
Fig. 7. Height growth curve of *Pinus sylvestris* introduced from Poland.

るが，樹高の個体差をみると範囲は狭く，上，中，下層の分離はあまり明瞭ではない。しかし，胸高直径では個体差が広がり，範囲が3～4倍と大きい。下層～上層木の樹高成長曲線は図—7のようで，植栽ほぼ10年後から上述のうっ閉による個体差が大きくなってきているようである。$\overline{H}$ 7.7 m, $\overline{D}$ 14.4 cm であった。

以上のように $\overline{H}$, $\overline{D}$ はデンマーク産とポーランド産はほとんど変らず，フィンランド産はこの両者よりかなり小さい。収穫表で野幌，旭川の同林齢の林分がそれぞれ9 m，11～12 cm であるのに比べるとデンマーク産，ポーランド産でも，平均樹高で2割減，平均胸高直径で2割増であった。しかし，本調査地では図—3, 5, 7にみるように現在順調な成長がみられる。樹形はかつての積雪圧による根元曲りがみられるものの，現在はほぼ通直で形態良好といってよいだろう（図—8)。

b．ストローブマツ（*Pinus strobus*)：　本調査地の残存率は4%とかなり低いが，これは幼齢期の積雪害や野鼠害によるといわれる。現存木には積雪害，凍霜害とも被害はみられない。樹高・胸高直径階別本数分布図は個体数が少ないため作成しなかったが，下層～上層木の樹高成長曲線は図—9のようで，植栽14～15年後からうっ閉による個体差が顕著となっているようであるが，全体として現在順調な成長がみられる。樹齢19年生で $\overline{H}$ 6.0 m, $\overline{D}$ 11.1 cm で，収穫表で同林齢の野幌Bや旭川の林分の $\overline{H}$ 11 m, $\overline{D}$ 約16 cm に比べると $\overline{H}$ は約半分，$\overline{D}$ はその7割程度とかなり小さい。樹形はかつての積雪圧による根元曲りがみられるものの，現在はほぼ通直で形態良好である（図—8)。

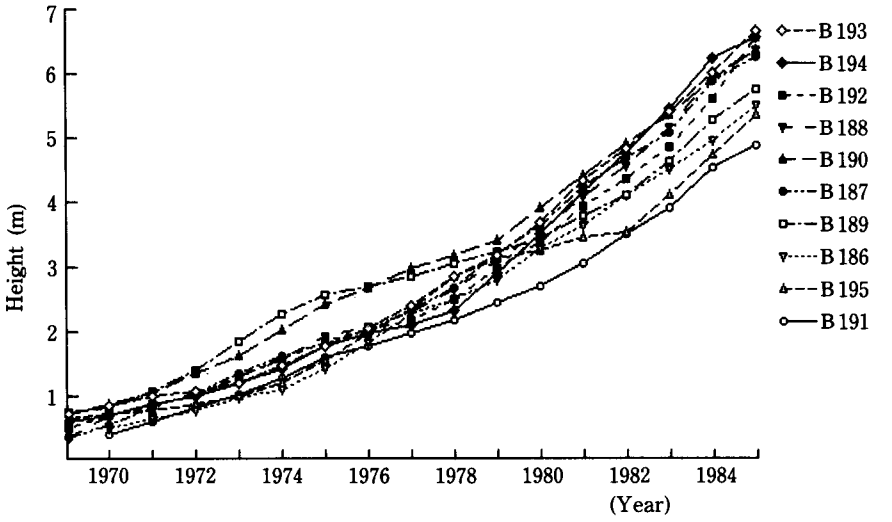
c．バンクシアナマツ（*Pinus banksiana*)：　本調査地の残存率は52.1%で，これまでの枯死は主に幼齢期の積雪圧や野鼠害によるが，現存木にはこれらや積雪害，凍霜害とも被害はみら



図—8 調査樹種の気象害個体の樹形模式図

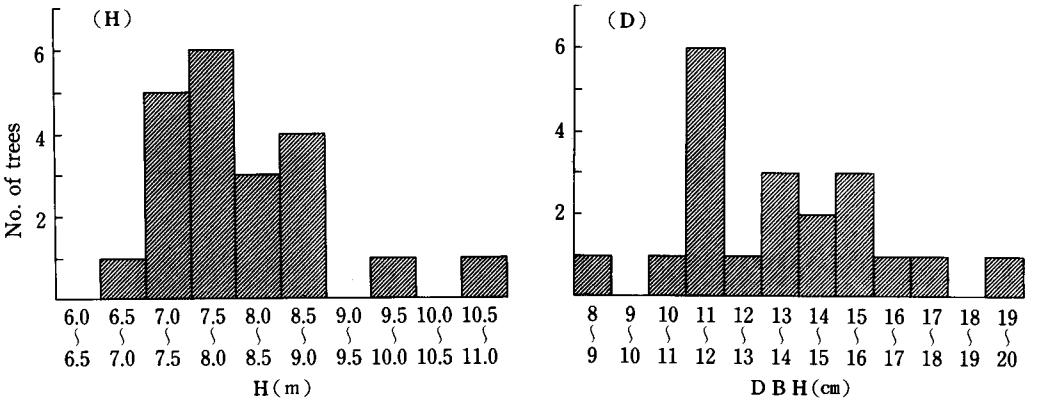
Fig. 8. Schematic tree forms of meteorologically damaged species.

れない。樹高・胸高直径階別本数分布図は図—10のようである。樹高・胸高直径ともに範囲は広いが上，中，下層の差はまだはっきりしない。しかし，うっ閉し始めたので急速に個体間の差がひろがってゆくものと思われる。下層～上層木の樹高成長曲線は図—11のようである。植栽12～13年後から上述のうっ閉による個体差が現れ始めているようだが，個体の成長傾向はあまり明瞭な個体差を示してはいない。本調査地は樹齢18年生で $\overline{H}$ 8.1 m, $\overline{D}$ 12.5 cm で，現在順調な成長がみられる。現存木の樹形はかつての積雪圧による根元曲りがみられる程度で良好である。（図—8）



図—9　ストローブマツの樹高成長曲線

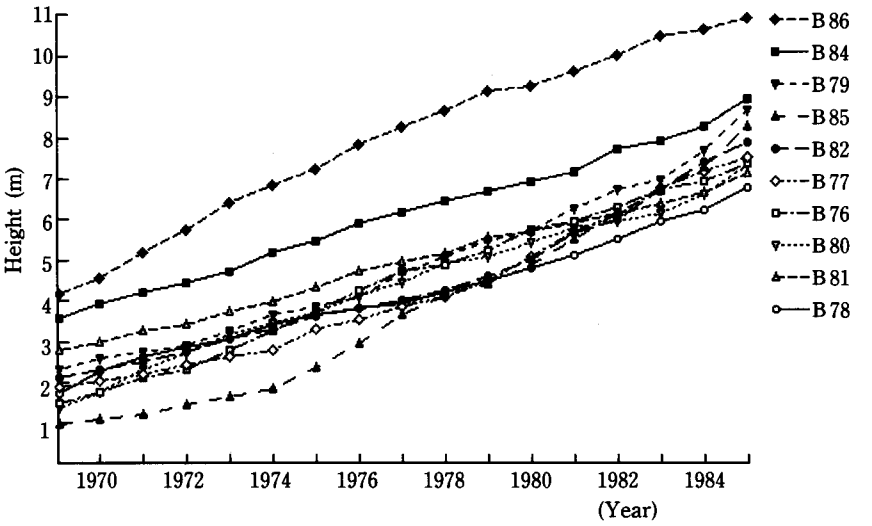
Fig. 9. Height growth curve of *Pinus strobus*.



図—10　バンクシアナマツの樹高（H）および胸高直径（D）階別本数分布図

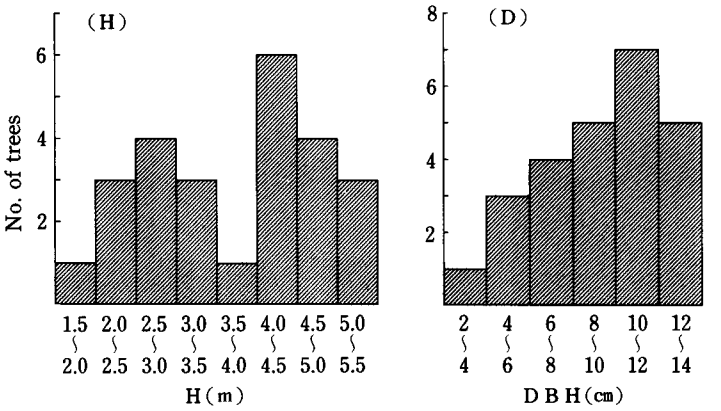
Fig. 10. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and breast-height diameter (D) of *Pinus banksiana*.

d．ヨーロッパクロマツ（*Pinus nigra*）：　本調査地の残存率は35.5%で，積雪害は現存木個体の50.5%に達するが凍霜害はみられない。これまでの枯死はいずれも積雪圧による倒伏や幹折れに起因し，現在も継続的にみられる。樹高・胸高直径階別本数分布図は図—12のようである。まだ十分うっ閉していないが，個体間の樹高差は3倍余りで，3.5～4.0 mを境に個体間の成長差がはっきりしたといえよう。胸高直径差は3～6倍と大きく，樹高4 m以上の個体は胸高直径10 cm以上の個体に対応している。下層～上層木の樹高成長曲線は図—13のようである。十分にうっ閉しておらず，また成長の個体差は必ずしも一定の傾向を示していな



図—11 バンクシアナマツの樹高成長曲線

Fig. 11. Height growth curve of *Pinus banksiana*.

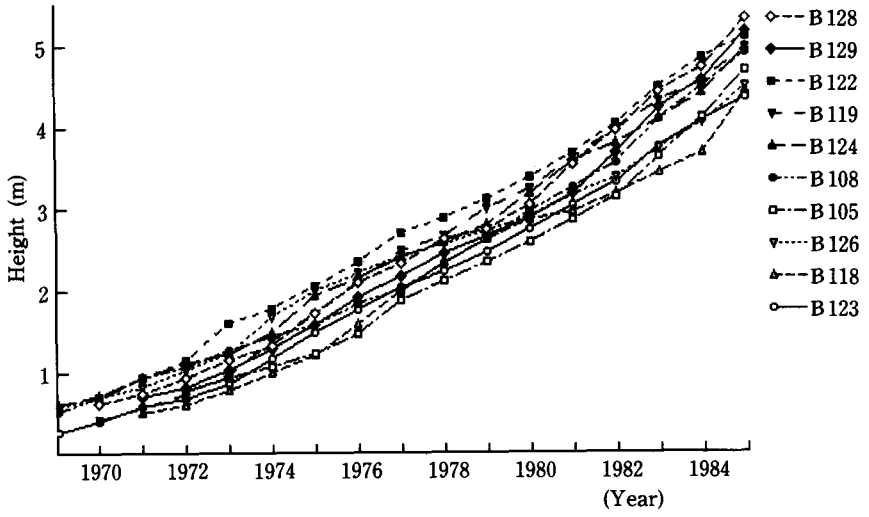


図—12 ヨーロッパクロマツの樹高（H）および胸高直径（D）階別本数分布図

Fig. 12. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and breast -height diameter (D) of *Pinus nigra*.

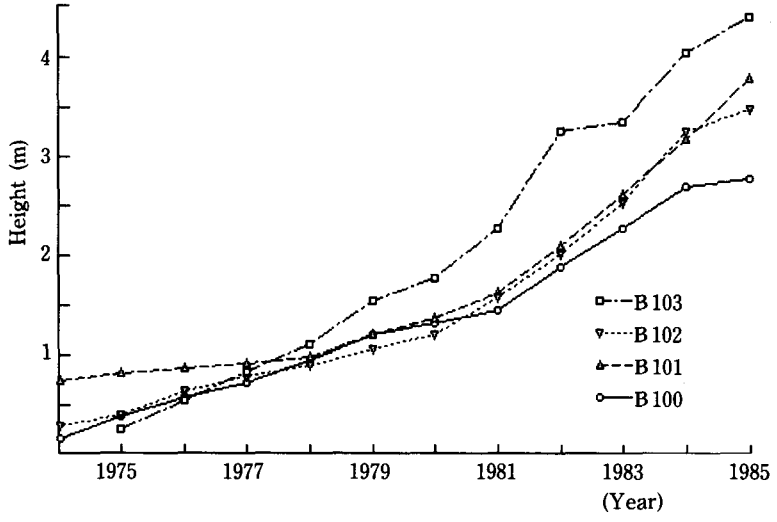
い。樹高・胸高直径とも範囲の狭い正規分布型を示している。樹齢18年生で$\overline{H}$3.8 m, $\overline{D}$9.2 cmと成長不良だが，樹形がほぼ正常な（正常に復した）個体が現存木の過半（63%）を占め，これらは積雪害をほとんど被っていないことから今後の成長が期待される。しかし，樹形不良木の多くは更に積雪圧を受け続け，やがて枯死に至るものと思われる（図—8）。

e．リギダマツ（*Pinus rigida*）： 本調査地の残存率は11.0%にすぎず，積雪害は現存木個体の100%に達するが凍霜害はみられない。枯死木のほとんどは積雪圧による倒伏や幹折れによる。7年生で$\overline{H}$1.5 m，最大胸高直径2.0 cmと生育不良で，現存木はいずれも樹幹の傾斜・



図—13　ヨーヨッパクロマツの樹高成長曲線

Fig. 13. Height growth curve of *Pinus nigra*.



図—14　バルサムモミの樹高成長曲線

Fig. 14. Height growth curve of *Abies balsamea*.

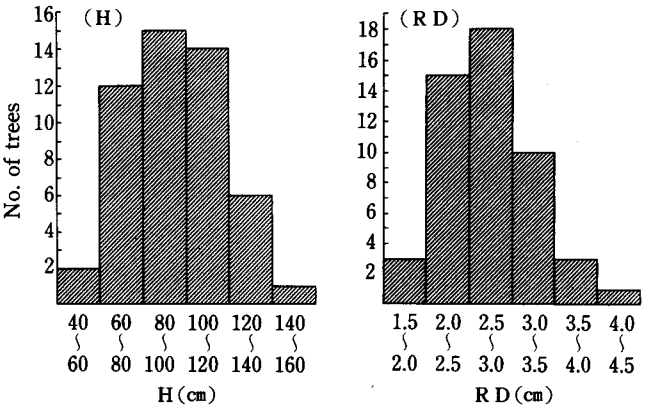
曲りがひどく，将来の残存，回復，成長はほとんど期待できない（図—8）。

f．ジェフリーマツ（*Pinus jeffreyi*）：　本調査地では残存率はわずか4.0%で，枯死木はいずれも幼齢時の凍霜害と積雪害による。枯立木はH 1.5～1.8 m，D 1.3～2.0 cm で冬芽の枯死による。現存木個体は積雪害，凍霜害とも100%で，いずれも樹幹の傾斜・曲りがひどく，凍霜害による主軸枯死や交替がみられ，1988年秋の12年生で$\overline{H}$ 1.7～1.8 m，$\overline{D}$ 1.8～3.9 cm

である。辛うじて生存してはいるが今後の回復，成長はほとんど期待できない（図—8）。

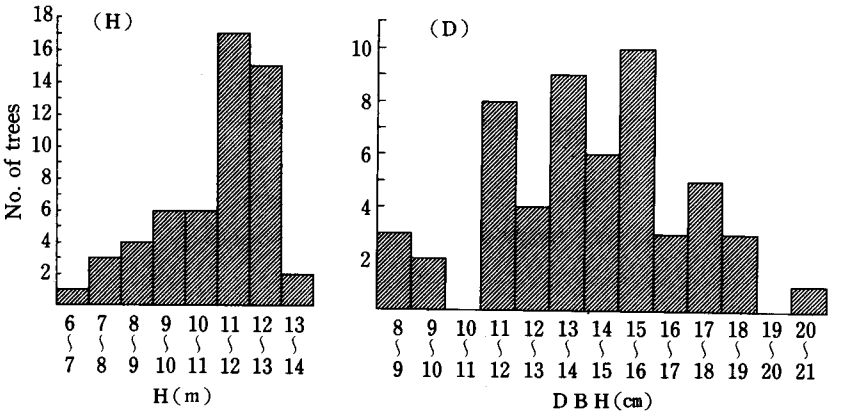
g．バルサムモミ（*Abies balsamea*）：　本調査地では残存率はわずか8.0%で，枯死木は幼齢時の霜害と積雪害による。現存木個体は霜害が100%で，積雪害はみられない。いずれも幾度も霜害による主軸枯死や交替，幹分れがみられ，1988年秋には18年生で$\overline{H}$ 4.5～5.8 m，$\overline{D}$ 6.8～10.1 cmである。各個体の樹高成長曲線は図—14のようで，個体数は少ないが植栽後10年頃からうっ閉も影響して，個体差が顕著となってゆくようである。霜害は現在も頂芽や側芽でしばしばみられるが，樹幹は通直で根元曲りも少ない。

h．ヨーロッパモミ（*Abies pectinata*）：　本調査地では残存率は61.0%で，枯死木はほとんどが毎年のように生じている凍霜害による。凍霜害は現存木個体の100%に達し，14年生で$\overline{H}$ 1.0 m（最大樹高1.4 m），最大胸高直径2.0 cmと生育不良である。いずれも頻繁な凍霜害



図—15　コンコロールモミの樹高（H）および根元直径（RD）階別本数分布図

Fig. 15. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and diameter at ground level (RD) of *Abies concolor*.



図—16　ヨーロッパトウヒの樹高（H）および胸高直径（D）階別本数分布図

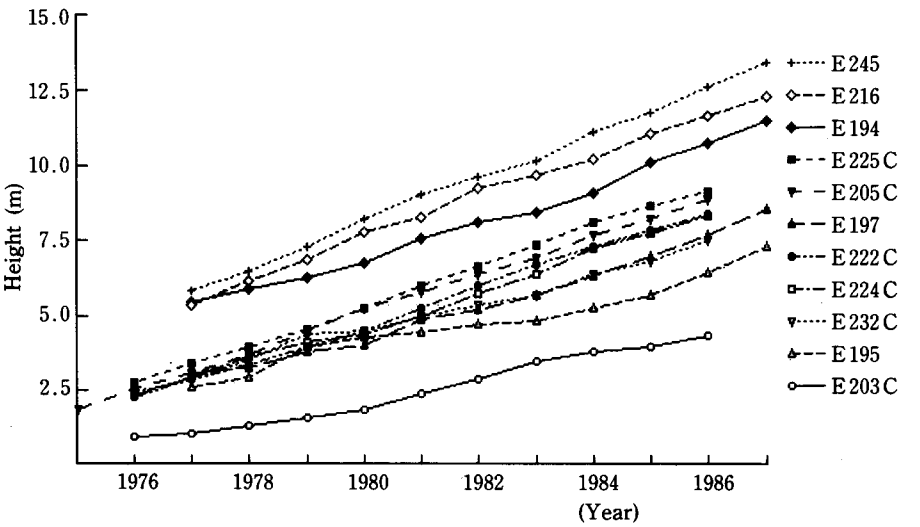
Fig. 16. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and breast-height diameter (D) of *Picea abies*.

により頂芽や主軸枯死，交替を繰返し，形態不良木となり，正常な成長がみられず枯死木も相次いでいる（図—8)。松井（1966）が危惧したように本種は寒さに弱く，現存木個体の将来の回復成長はほとんど期待できない。

i．コンコロールモミ（*Abies concolor*）：　本調査地では残存率は87.7%と高いが，凍霜害は現存木個体の32%，積雪圧によるひどい根元曲りや樹幹の曲りも26%に達する。樹高・根元直径階別本数分布図は図—15のようである。全くうっ閉しておらず，樹高・根元直径とも範囲の狭い正規分布型を示している。5年生で$\overline{H}$0.95 m，平均根元直径2.7 cmだが，いずれも頻繁な晩霜害や積雪害により頂芽や主軸枯死，交替を繰返し，形態不良木となり，正常な成長がみられず枯死木も相次いでおり，将来の回復成長～成林はかなり難しいと思われる（図—8)。

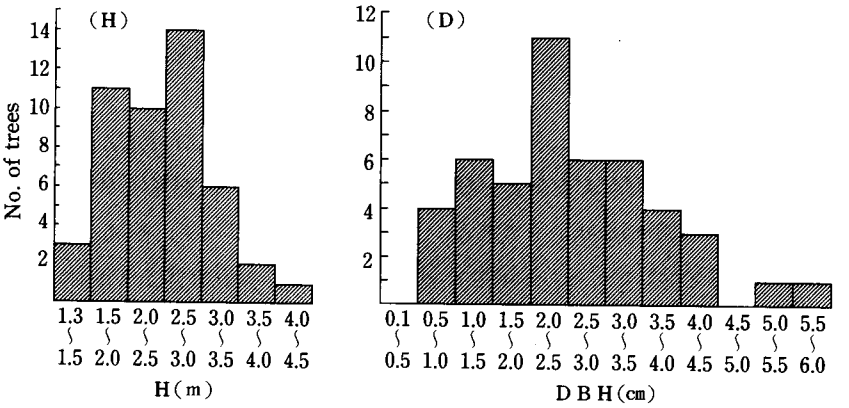
j．ヨーロッパトウヒ（*Picea abies*）：　本調査地では20年生で残存率は62.1%とやや低いが，これは幼齢期の積雪害や野鼠害によるところが大きい。現存木にはこれらの被害はみられず，ほぼ通直な個体が多い。樹高・胸高直径階別本数分布図は図—16のようである。樹高では，強いうっ閉のため上層と中下層との分離が顕著にみられる。胸高直径の個体間の差は約2倍と大きく，下層木個体は明瞭だが中上層の分離はまだ不明瞭である。下層～上層木の樹高成長曲線は図—17のようで，植栽14～15年後から上述のうっ閉による個体差が顕著となっているようである。本調査地の$\overline{H}$は11.0 m，$\overline{D}$14.0 cmで，収穫表で同林齢の野幌の$\overline{H}$10.4 m，$\overline{D}$10.1 cmに比べほとんど変らず，さらに旺盛な成長が期待される。

k．グラウカトウヒ（*Picea glauca*）：　本調査地では9年生で残存率は82.9%とかなり高い



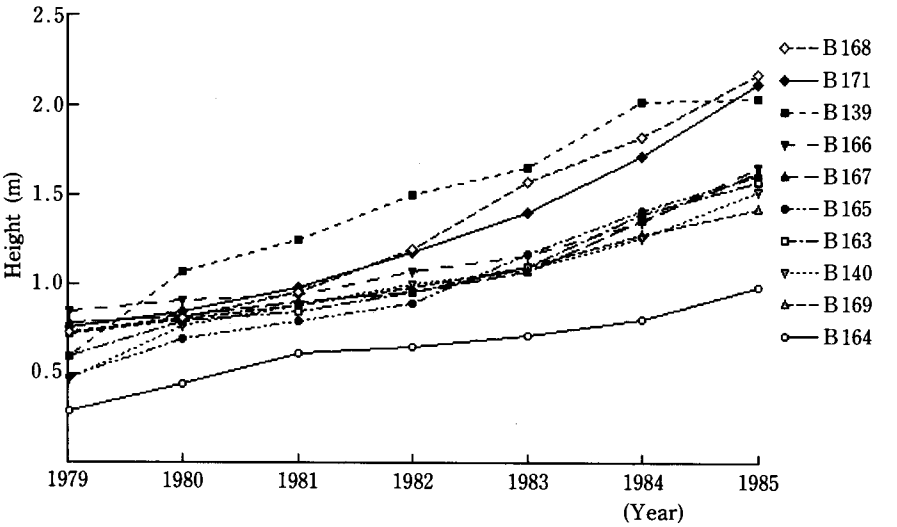
図—17　ヨーロッパトウヒの樹高成長曲線

Fig. 17. Height growth curve of *Picea abies*.



図—18 グラウカトウヒの樹高（H）および胸高直径（D）階別本数分布図

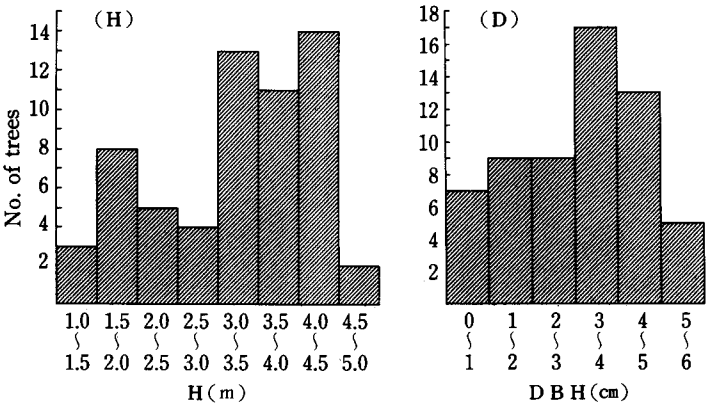
Fig. 18. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and breast-height diameter (D) of *Picea glauca*.



図—19 グラウカトウヒの樹高成長曲線

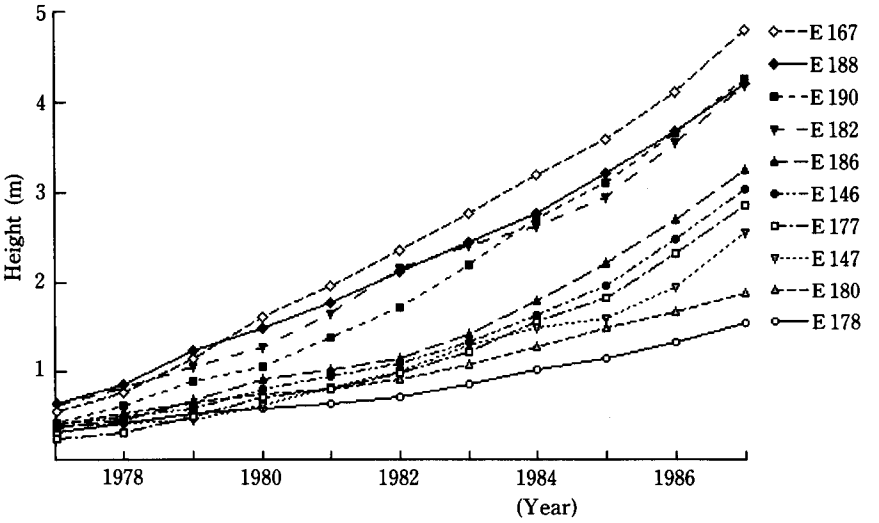
Fig. 19. Height growth curve of *Picea glauca*.

が，霜害は現存木個体の37%，積雪圧によるひどい根元曲りや樹幹の曲りも9%に達する。霜害による主軸枯死や交替，幹分れがみられ(図—8)，1987年秋の9年生で $\overline{H}$ 2.4 m，$\overline{D}$ 2.5 cmである。樹高・胸高直径階別本数分布図は図—18のようである。樹高の個体間の差は3倍と大きい。うっ閉が開始しつつあり，2.5 m付近で上層と中下層に分離しつつある。胸高直径も個体間の差が6倍と広がり，樹高と同様にうっ閉の影響で正規分布型がくずれつつある。劣勢木～優勢木の樹高成長曲線は図—19のようで，植栽2～3年後から個体差が顕著となってゆくようである。霜害は現在も頂芽や側芽でしばしばみられるが，積雪高を脱しさらに通常の霜高を抜けつつあるので大部分では今後の回復と旺盛な成長が期待される。



図—20　マリアナトウヒの樹高（H）および胸高直径（D）階別本数分布図

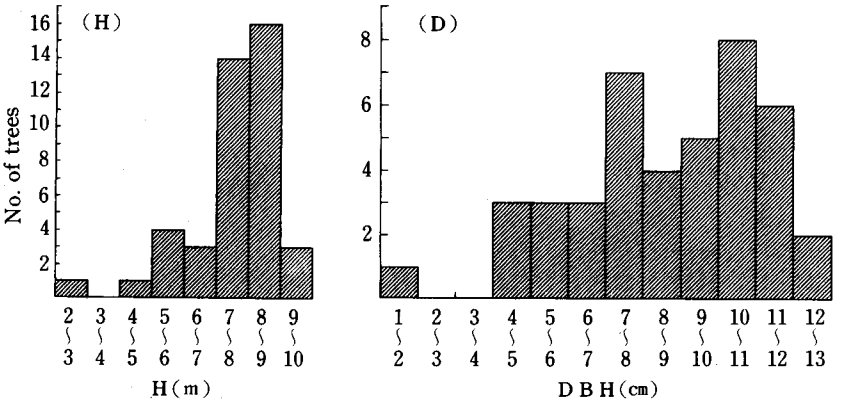
Fig. 20. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and breast -height diameter (D) of *Picea mariana*.



図—21　マリアナトウヒの樹高成長曲線

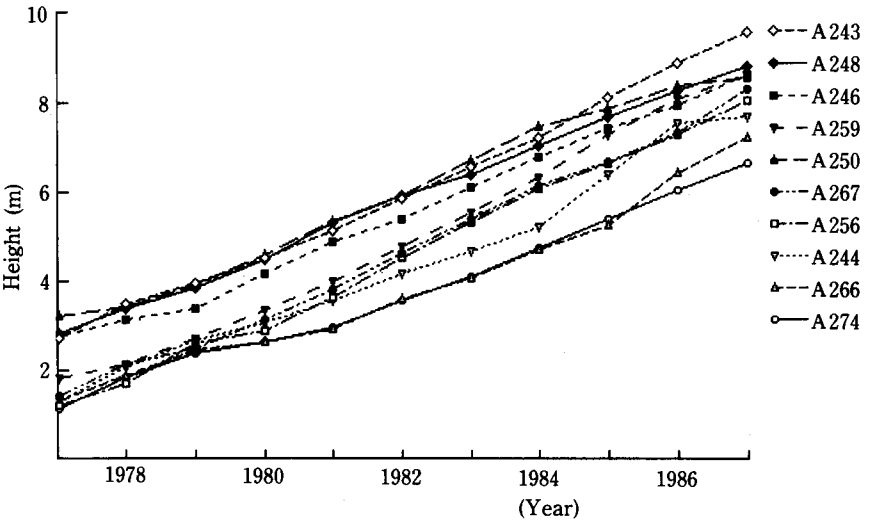
Fig. 21. Height growth curve of *Picea mariana*.

1．マリアナトウヒ（*Picea mariana*）：　本調査地では12年生で残存率は80%とかなり高い。霜害は現存木個体の8%だが，積雪圧によるひどい根元曲りや幹折れは17%に達し，初期の積雪害がやや多い。霜害では主軸枯死や交替，幹分れがみられた。しかし，積雪高を脱しさらに通常の霜高を抜けつつあるので大部分では今後の回復と旺盛な成長が期待される。1987年秋の12年生で $\overline{H}$ 3.2 m, $\overline{D}$ 3.1 cm である。樹高・胸高直径階別本数分布図は図—20のようである。数年前からうっ閉し始めており，樹高の個体差は3～5倍と大きく，3～5 m の上層と下層に明らかに分離している。胸高直径の個体差も5～6倍と広がっており，樹高でみる上下層はほぼ3 cm を境にしている。下層～上層木の樹高成長曲線は図—21のようである。植栽



図—22 チョウセンカラマツの樹高（H）および胸高直径（D）階別本数分布図

Fig. 22. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and breast-height diameter (D) of *Larix gmelini* var. *olgensis*.

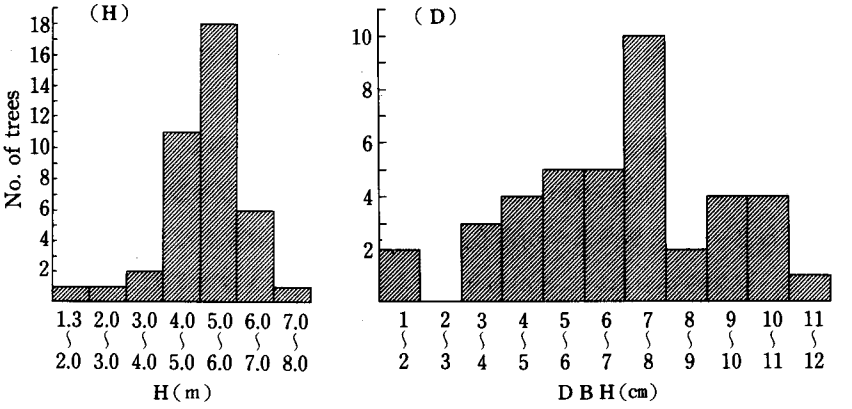


図—23 チョウセンカラマツの樹高成長曲線

Fig. 23. Height growth curve of *Larix gmelini* var. *olgensis*.

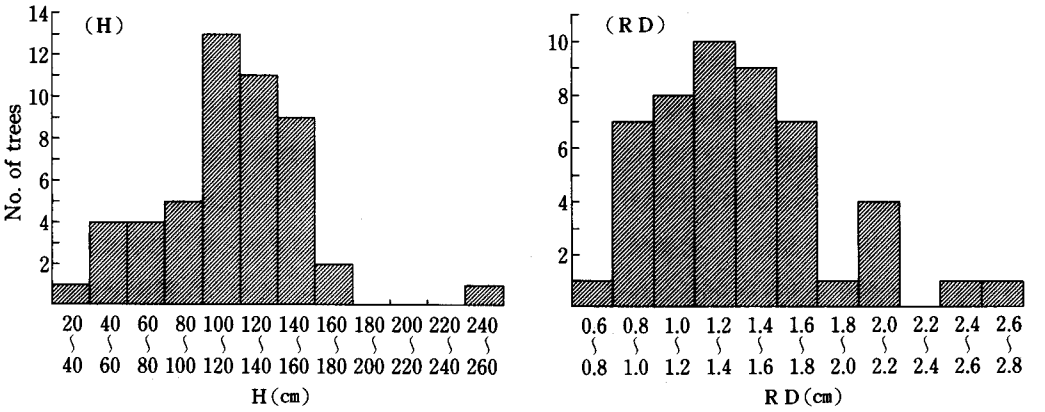
4～5年後から個体差が顕著となってゆき，上述のうっ閉による上下層の分離は8～9年後から大きくなっているようである。

m. チョウセンカラマツ（*Larix gmelini* var. *olgensis*）： 本調査地では20年生で残存率は68%とかなり高く，凍霜害も現存木個体の2%，積雪圧によるひどい根元曲りや樹幹の曲りも2%とかなり少なく，今後とも旺盛な成長と成林が期待される。しかし，成長は1987年秋の20年生で $\overline{H}$ 7.5 m, $\overline{D}$ 8.5 cm と，前述の旭川の14年生林分と比べてもかなり小さい。樹高・胸高直径階別本数分布図は図—22のようである。うっ閉がかなり強く，7～10 m の上層は中下層と明らかに分離している。胸高直径の個体差も1～2 cm の1個体を除けば3倍程度と



図—24　グイマツの樹高（H）および胸高直径（D）階別本数分布図

Fig. 24. Frequency distribution of trees in each grade of tree hight (H) and breast-height diameter (D) of *Larix gmelini* var. *japonica*.



図—25　グイマツ F_1 の樹高（H）および根元直径（RD）階別本数分布図

Fig. 25. Frequency distribution of trees in each grade of tree height (H) and diameter at ground level (RD) of *Larix* F_1 (*Larix gmelini* var. *japonica*×*Larix kaempferi*).

広がっており，樹高の集中の割に個体差の大きいことがわかる。下層～上層木の樹高成長曲線は図—23のようである。植栽12～13年後のうっ閉により，個体差が顕著となってゆき，上下層への分離が明瞭になってゆくようである。

n．グイマツ（*Larix gmelini* var. *japonica*）：　本調査地では12年生で残存率は100%と高く，凍霜害も現存木個体の3%，積雪圧によるひどい根元曲りや樹幹の曲りも10%とかなり少ない（図—8）。成長は1985年秋の12年生で $\overline{H}$ 5.2 m，$\overline{D}$ 6.7 cm と，前述の道北地方の沼川の11年生林分と比べてもやや小さいが，気象害にも強く，今後とも成林が期待される。樹高・胸高直径階別本数分布図は図—24のようである。うっ閉により下層の被圧されている樹高4 m 未満の個体と，中上層の個体が分れている。胸高直径の個体差は1～2 cm の1個体を除けば3～4倍と樹高の集中傾向の割に広がっており，個体差の大きいことがわかる。

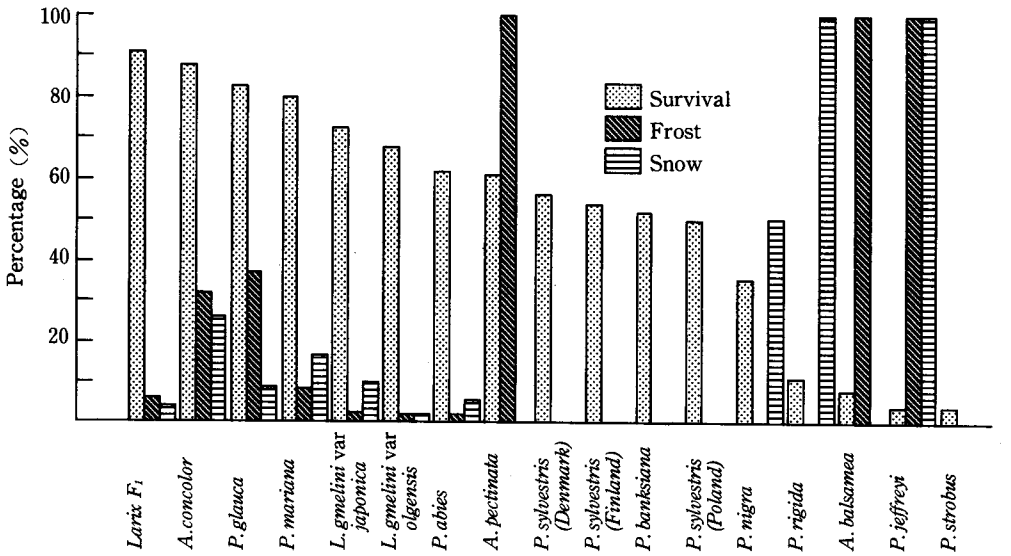
o．グイマツ F_1（*Larix gmelini* var. *japonica*×*Larix kaempferi*）： 本調査地では4年生で残存率は91%とかなり高い。凍霜害も現存木個体の6%，積雪圧によるひどい根元曲りや樹幹の曲りも4%とかなり少ない。成長は1987年秋の4年生で $\overline{H}$ 1.2 m，平均根元直径($\overline{RD}$)1.4 cmである。樹高・根元直径階別本数分布図は図—25のようである。全くうっ閉しておらず，樹高の個体差が大きく，成長の優れた個体が出現するなど正規分布型がくずれつつある。根元直径も個体差は3～4倍と広がりつつある。本調査地では植栽後まだ日が浅いため十分な比較はできないが，気象害が少ないことから今後とも旺盛な成長と成林が期待される。

V．考　　察

V.1. 被害状況

天塩演習林は北海道中央部とは異なり，積雪量が多くかつ寒さが強い厳しい気象条件下にあるため，大小の気象害を受けた外国産針葉樹が多かった。積雪圧による樹幹の折れ曲りによる積雪害や，主に春先5月下旬から6月上旬の開芽期の低温～晩霜により生じる凍霜害（頂芽や主軸の枯死～芯替り（主軸交替）～形態不良）が主要な被害であった。もちろん，これまでも道北地方では様々な気象害が報告されている。道北地方内陸部では霜害の恐れのない地域でも積雪上の頻繁な凍害がトドマツに生じている（酒井1967）。また本天塩演習林では佐々木（1963）の調査によると次のようである。河西5林班の10年生トドマツ造林地の調査では，風の当る地形で生存率58%で，被害率100%は全て寒風害によるものであった。これに対し，風の当らない地形では生存率95%と高く，被害率は17%と少ないが，そのうち霜害個体が55%と過半を占め，寒風害個体が18%，雪折れ個体が27%であった。平坦地や台地上ではトドマツ，エゾマツの晩霜害は激甚を極め，消滅の一路を辿る例が多いが，エゾマツはトドマツよりもわずかに霜害に対して強かった。アカエゾマツはこれらに対し一般的に晩霜害に対して強く，激甚地でも霜害率は30%内外にとどまり，しかも被害程度の軽い複梢木個体が多い。ヨーロッパトウヒについても，河東14林班の20年生造林地の調査で，風の当らない地形では生存率67%で，そのうち被害率は12%と少なく，そのうち晩霜害個体が70%と大部分を占めるが，全体に軽微であったという。またカラマツについては風衝害に極めて弱かったと報告している。このようにモミ属，トウヒ属，カラマツ属によって被害の受けかたや耐性は様々で，トウヒ属ではヨーロッパトウヒやアカエゾマツが耐霜性に優れているようである。また，これらの他に松田ら（1973）は天塩演習林における蛇紋岩地の31年生ヨーロッパトウヒ林の積雪害や寒風害を観察している。

今回の本調査地における各樹種の現存個体数に対し，将来倒伏—枯死に至ると思われる積雪圧による樹幹の折れ曲り（重大な積雪害）個体数の割合，および凍霜害により生じる頂芽の枯死～芯替り（主軸交替）～形態不良（重大な凍霜害）個体数の割合を示すと図—26のようである。各樹種毎の現存個体（数）にみられる被害—形態不良個体は積雪害によるものはリギダ



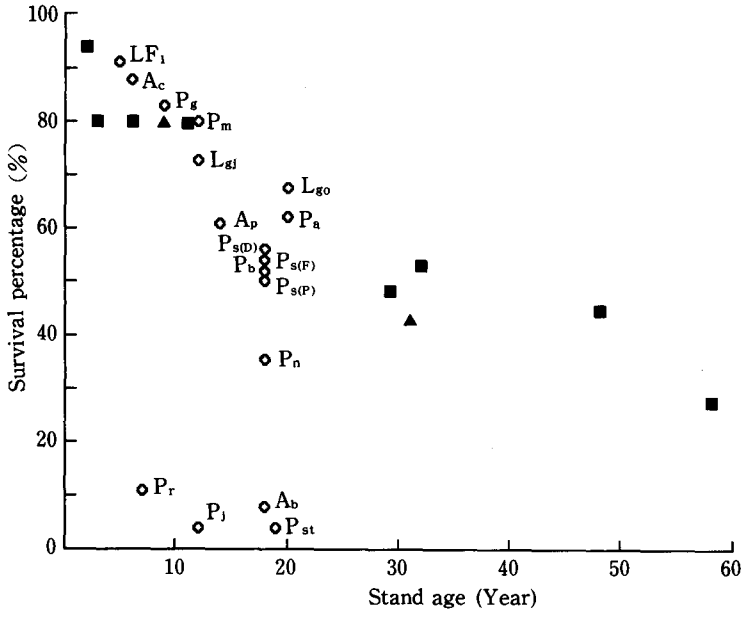
図—26　調査各樹種の残存本数化，現存木の気象害別本数比関係図

Fig. 26. Relation between numerical proportion of each meteorological damage and percentage of residual individuals.

マツ（100%），ジェフリーマツ（100%），ヨーロッパクロマツ（51%）などマツ属の一部で顕著で，モミ属やトウヒ属ではコンコロールモミと，マリアナトウヒで32～37%とやや多かったのを除けば全体的に少なかった。一方，凍霜害によるものはバルサムモミ（100%），ヨーロッパモミ（100%）などモミ属とジェフリーマツ（100%）のようなマツ属の一部に顕著で，他の属ではグラウカトウヒ（37%）のようなトウヒ属の一部でもやや多かったのを除けば全体的に少なかった。積雪害や凍霜害ともに少ない樹種としては，うっ閉に伴う個体間競争の激化により被圧枯死個体の生じているヨーロッパアカマツを含め，バンクシアナマツ，ヨーロッパトウヒ，マリアナトウヒ，チョウセンカラマツ，グイマツ，グイマツ F_1 とモミ属を除く7種が挙げられる。

凍霜害については，積雪量の少ない道央地方の北海道大学苫小牧地方演習林で，田中(1987)は1981年春の強い冷却による国内外29種の幼齢木個体の晩霜害について，被害率が50%以下と比較的少なかった外国産樹種としてグイマツ，ヨーロッパトウヒ，50%以上で被害率の大きかった樹種としてバンクシアナマツ，リギダマツ，ストローブマツをあげている。また1983年秋の早霜ではリギダマツが激害を受けていたことを報告している。これらのうち，著者らが天塩演習林内河東28林班の霜害を受けやすい低地緩斜面の，9年生の外国樹種造林地（造林台帳番号125）で別に行った観察調査によると，バンクシアナマツ190個体には積雪圧による幹曲りはみられるが，霜害はみられなかった。リギダマツ102個体は積雪害や凍霜害で全て枯死しており，ストローブマツは凍霜害による主軸の芯替りが頻繁で，60個体のうち積

雪圧による幹の折れ曲りや倒伏が著しく枯死木個体もかなり多かった。ヨーロッパアカマツについても凍霜害はほとんどみられないが，積雪圧による幹折れや折れ曲りが著しく，104個体中順調な生育をしている個体は全くといってよいほどみられなかった。このようにバンクシアナマツの凍霜害についてのみ，苫小牧演習林の結果と異なる結果となった。本調査地では厳密な温度測定を行っていないためはっきりしないが，苫小牧演習林の方がその時期さらに強い低温を生じ，バンクシアナマツが耐えられなかったことが考えられる。ヨーロッパアカマツは河東28林班が河西42，43林班の平坦地の見本林に比べ，積雪害が大きかったのは，わずか4～5度の緩斜面でも植栽後初期は積雪のクリープ(creep)による圧力が予想以上に大きいことを物語っているといえよう。本調査地域が始めに述べた野幌，山部，旭川など道央地方の外国樹種造林地に比べこのように気象害が著しいのは，積雪量が多いため幼小期の積雪圧がまず決定的な影響を与え（藤原・岩渕1974），さらに凍霜害が追い打ちをかけるような相乗作用のた



図—27 北海道大学天塩演習林における調査各樹種の林齢—残存本数比関係図。天塩演習林における無間伐ヨーロッパトウヒ（■）・トドマツ（▲）人工林についてもプロットした。ヨーロッパアカマツ（フィンランドPs(F)），ヨーロッパアカマツ（デンマークPs(D)），ヨーロッパアカマツ（ポーランドPs(P)），ストローブマツ(Pst)，バンクシアナマツ(Pb)，ヨーロッパクロマツ(Pn)，バルサムモミ(Ab)，コンコロールモミ（Ac），ヨーロッパトウヒ（Pa），グラウカトウヒ（Pg），マリアナトウヒ（Pm），チョウセンカラマツ（Lgo），グイマツ（Lgj），グイマツF_1（LF_1）

Fig. 27. Relation between stand age and survival percentage of each tree species including uneven-aged non-thinning *Picea abies* (■) and *Abies sachalinensis* (▲) plantations in Teshio Experimental Forest of Hokkaido Univesrsity. *Pinus sylvestris* (Finland, Ps(F)), *Pinus sylvestris* (Denmark, Ps(D)), *Pinus sylvestris* (Poland, Ps(P)), *Pinus strobus* (Pst), *Pinus banksiana* (Pb), *Pinus nigra* (Pn), *Abies balsamea* (Ab), *Abies concolor* (Ac), *Picea abies* (Pa), *Picea glauca* (Pg), *Picea mariana* (Pm), *Larix gmelini* var. *olgensis* (Lgo), *Larix gmelini* var. *japonica* (Lgj), *Larix* F_1 (LF_1).

めと考えられる。

V.2. 本数残存率と生育状態

各樹種の林齢に対する本数残存率の関係を示すと図—27のようである。これらは枯死木個体の除伐を除けばほとんど間伐が行われていないため，図—27には比較のための一つの目やすとして，天塩演習林各所における無間伐のヨーロッパトウヒおよびトドマツ造林地についての幾つかの調査報告（滝川ら1980，松田ら1973）や造林台帳から任意に選び，合せ示した。本調査地はまだ林齢7～20年と若くはっきりしないが，本数残存率はグイマツF_1，コンコロールモミ，グラウカトウヒ，マリアナトウヒ，グイマツの順に良く，うっ閉期に入っている本数残存率50%以上の樹種にはさらにチョウセンカラマツ，ヨーロッパトウヒ，ヨーロッパモミ，ヨーロッパアカマツ，バンクシアナマツがあげられる。残存率の大小は，既に述べた積雪害や凍霜害による枯死が大きく左右していると考えられる。しかし，グラウカトウヒのように霜害を免れ，通常の霜高を抜けた後，またストローブマツのように積雪高を抜けた後，被害がほとんどみられなくなり成長も順調な樹種もある。以上のように積雪害や凍霜害が少なく残存本数比のかなり高い樹種としては，うっ閉に伴う個体間競争の激化により被圧枯死個体の生じているヨーロッパアカマツを含め，バンクシアナマツ，ヨーロッパトウヒ，マリアナトウヒ，チョウセンカラマツ，グイマツ，グイマツF_1などモミ属を除く7種が挙げられる。しかし，これらを含む15種が林齢の増加に伴いどのような生育経過を辿り成林するかについては，病虫害，菌害など諸害の発生も考えられ速断はできない。

樹高階別本数分布図および胸高直径階別本数分布図からみると，樹冠のうっ閉後急速に個体間の成長差が生じてくるようである。樹形調査や樹高成長曲線からは被害～形態不良を生じていない個体では，どの樹種でも成長はほぼ順調といってよいだろう。

本調査地ではこのように各樹種とも若齢であり，気象害のみならず種々の被害の詳細な観察を含めた長期的な継続調査が必要である。最近は外国産針葉樹の導入目的が，かつてのような早期栽培的林業（森林資源総合対策協議会編1958）を目指す時代を過ぎており，はじめに述べたような用途の広がりを考慮すれば，さらに外国産広葉樹をも対象とした道内各地での比較調査研究は今後ますます重要となると考えられる。

VI. ま　と　め

1985～1988年にかけて北海道北部の北海道大学天塩地方演習林において，林齢7～20年の外国産針葉樹4属15種（ヨーロッパアカマツ，ストローブマツ，バンクシアナマツ，ヨーロッパクロマツ，リギダマツ，ジェフリーマツ，バルサムモミ，ヨーロッパモミ，コンコロールモミ，ヨーロッパトウヒ，グラウカトウヒ，マリアナトウヒ，チョウセンカラマツ，グイマツ，グイマツF_1）を対象に，主に残存率や被害・生育状況に着目して植栽成績の調査を行った。

1．北海道大学天塩地方演習林は北海道中央部とは異なり，積雪量が多くかつ寒さが強い厳しい気象条件下にあるため，大小の気象害を受けた樹種が多い。積雪圧による樹幹の折れ曲りによる積雪害や，低温により生じる凍霜害（頂芽の枯死～芯替り（主軸交替）～形態不良）が主要な被害であった。

2．樹種により現存本数比（残存率）は，4～91％と様々な違いがみられ，トウヒ属で比較的高くマツ属で低く，モミ属ではばらつきがみられた。現存個体（数）にみられる被害～形態不良個体は積雪害によるものはマツ属の一部で顕著で，モミ属やトウヒ属では少なかった。一方，凍霜害によるものはモミ属やマツ属の一部に顕著で，トウヒ属の一部でもやや多くみられた。

3．被害～形態不良を生じていない個体では，どの樹種でも近年の成長はほぼ順調とみられた。

4．積雪害や凍霜害が少なく残存本数比のかなり高い樹種としては，ヨーロッパアカマツを含め，バンクシアナマツ，ヨーロッパトウヒ，マリアナトウヒ，チョウセンカラマツ，グイマツ，グイマツ F_1 などモミ属を除く7種が挙げられる。

5．しかし，これら7種を含む15種が林齢の増加に伴いどのような生育経過を辿り成林するかについては，病虫害，菌害など諸害の発生も考えられ速断はできない。グラウカトウヒのように凍霜害を免れ，あるいは被害後に主軸交替してやがて通常の霜高を抜け，またストローブマツのように積雪高を抜けた後，被害はほとんどみられず成長も順調な樹種もあり，種々の被害の詳細な観察を含めた長期的な継続調査が必要である。さらに外国産広葉樹をも対象とした道内各地での比較調査研究は，北海道と気象条件の類似する地域を含む極東アジアの先駆的な研究事例としても今後ますます重要となると考えられる。

文　献

旭川営林支局　1981：外国樹種見本林．71 pp．旭川

旭川営林支局計画課　1982：各種人工林の生育状況．203 pp．旭川

藤原滉一郎・岩渕正一　1974：北海道大学中川演習林における樹木の雪圧害(II) 平地での稚樹の倒伏方向．日林北支講，**23**，91-93.

春木雅寛・夏目俊二・門松昌彦・松田　彊・滝川貞夫・矢島　崇　1987：アカエゾマツ林の環境保全学的研究 (I) 蛇紋岩地アカエゾマツ林の更新と気象害．日林論，**98**，433-434.

春木雅寛・滝川貞夫　1986：北海道大学天塩演習林における外国産針葉樹数種の造林成績．日林論，**97**，279-280.

春木雅寛・露崎史朗・滝川貞夫　1989：北海道大学構内の樹種構成について．北海道大学農学部演習林研究報告，**46**，1，191-222.

北方林業会　1981：北海道の樹種とその学名．43 pp．札幌

石川健康（編著）　1964：外国樹種の造林環境．113 pp．日本林業技術協会，東京

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

LITTLE, E. L. Jr.　1978：Important forest trees of the United States (Agricultural Handbook No. 519). 70 pp. Forest Service, U. S. Dep. of Agr.

増田久夫　1983：北海道積雪分布図（平均最深）．新技術情報 No. 6，林業試験場北海道支場，札幌．
松田　彊・滝川貞夫・豊田一雄　1973：蛇紋岩地帯における造林成績—植栽後31年目のトドマツ，アカエゾマツ，エゾマツ，ドイツトウヒ，カラマツの成長比較—．日林北支講，**22**，90-93.
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．林業試験場研究報告，**189**，1-160＋10図版．
酒井　昭　1966：林木の寒さの害に関する用語の使用法についての一提案．日本林学会誌，**48**，1，25-27.
酒井　昭　1967：10年生トドマツの幹の凍害．日本林学会誌，**49**，4，166-168.
佐々木準長　1963：問寒別川流域の森林経営と保全に関する基礎的研究—造林地の凍霜害の実態調査並びにその対策について—．北海道大学演習林業務資料　第5号，1-20.
札幌管区気象台（編）　1983：北海道の気候．319 pp．日本気象協会北海道本部，札幌
森林計画研究会北海道林務部支部　1960：北海道の主要樹種林分収穫表．80 pp．札幌
森林資源総合対策協議会（編）　1958：早期育成林業．622 pp．産業図書，東京
滝川貞夫・板垣恒夫・鹿士正美　1980：天塩地方演習林ヌカナン沢におけるヨーロッパトウヒの生長について．日林北支講，**29**，35-37.
田中夕美子　1987：林木の低温被害に関与する放射冷却の研究．北海道大学農学部演習林研究報告，**44**，4，1143-1215.

Summary

The present paper based on investigations made from 1985 to 1988 examines the impact of meteorological damage on plantations of exotic coniferous trees introduced from foreign countries. Particular attention is focused on damage due to frost and snow pressure. The trees were all located in Teshio Experimental Forest of Hokkaido University and ranged in age from 7 to 20 years. Tree species comprised 1 family, 4 genera, and 15 species.

1. Most of the species investigated suffered damage from both cold temperature in spring and snow deposit. The major damage shown by snow deposits were bent and broken stems. The damage shown by frost was death of terminal bud—the following alternation of terminal shoot. Dead tree and inferior tree form resulted from damages mentioned above.

2. Survival percentage of each tree species ranged from 4 to 91%. The survival rate of *Picea* was high while that of the *Pinus* was low. The *Abies* survival rate varied depending on stand age. The percentage of individuals damaged by snow deposit was high for a few of *Pinus* and low for *Abies* and *Picea*. But, the percentage of individuals damaged by frost was very high for a few of *Abies* and *Pinus*, and high for a few of *Picea*.

3. Individuals from each tree species which escaped snow and frost damage grew in good condition.

4. The following seven species showed high survival percentage and a low percentage of snow and frost damage: *Pinus banksiana*, *Pinus sylvestris* (introduced from Finland, Denmark and Poland), *Picea abies*, *Picea mariana*, *Larix gmelini* var. *olgensis*, *Larix gmelini* var. *japonica*, that F_1 (*Larix gmelini* var. *japonica* × *Larix kaempferi*) exclusive of *Abies*.

5. In order to get a lot of data on exotic tree species, long-term, well-planned investigation and management including the other exotic deciduous tree species planted should be carried out. Consideration should be given to other biological damage, and the recovery and growth after the frequent meteorological damage mentioned above.

写真—1　植栽後，積雪圧による初期の根元曲がりがみられるものの，全体に順調な成長を示すヨーロッパアカマツ。うっ閉による個体間の競争が激しくなってきている。（1985年8月5日撮影）

Photo 1. *Pinus sylvestris* of 18 years after planting（Aug. 5, 1985）

写真—2　かつて八線看守所があった時期に植栽されたとみられるヨーロッパアカマツ成木の一つ。周辺の地床には樹高3mに達する稚樹が散在する。（1985年8月5日撮影）

Photo 2. Aged *Pinus sylvestris* around the Hassen exotic tree species plantation. It reaches 14.2m in height, 44cm in breast height diameter.（Aug. 5, 1985）

写真—3　植栽後，生育初期の積雪害や凍霜害などで残存個体数は少ないが，順調な成長を示すストローブマツ（1985年8月5日撮影）

Photo 3.　*Pinus strobus* of 19 years after planting (Aug. 5, 1985)

写真—4　植栽後，積雪圧による初期の根元曲がりがみられるものの，積雪害や凍霜害に強く，全体に順調な成長を示すバンクシアナマツ（1985年8月5日撮影）

Photo 4.　*Pinus banksiana* of 18 years after planting (Aug. 5, 1985)

写真—5　植栽後，生育初期の積雪害などで残存個体数はかなり少なく，樹形不良の個体が多いヨーロッパクロマツ（1985年8月5日撮影）

Photo 5. *Pinus nigra* of 18 years after planting (Aug. 5, 1985)

写真—6　植栽後，生育初期の積雪害や凍霜害などで残存個体数がかなり少なく，現存個体も積雪圧による初期の樹幹曲がりが著しく，将来の回復成林の見込みがほとんどないリギダマツ（1985年8月5日撮影）

Photo 6. *Pinus rigida* of 7 years after planting (Aug. 5, 1985)

写真—7　植栽後，生育初期の凍霜害や積雪害などで残存個体数はかなり少ないジェフリーマツ（手前）とバルサムモミ（その背後）。バルサムモミは現在も凍霜害による芯替り～樹幹分岐が著しいが，成長はよくなってきている。ジェフリーマツは芯枯れや樹幹曲りが著しく，成長の見込みは全くといってよいほどない。(1985年8月5日撮影)

Photo 7.　*Abies balsamea* of 18 years and *Pinus jeffreyi* of 12 years suffered by meteorologic damage after planting (Aug. 5, 1985)

写真—8　植栽後，生育初期の凍霜害で残存個体数はかなり少なく，現存個体も頻繁な芯替りのため箒状を呈しているヨーロッパモミ。将来の回復成林の見込みがほとんどない。(1985年8月5日撮影)

Photo 8.　*Abies pectinata* of 6 years after planting (Aug. 5, 1985)

写真—9 植栽後，生育初期の積雪圧による根元曲がりと霜害による芯替りがみられるコンコロールモミ（1987年8月6日撮影）

Photo 9. *Abies concolor* of 6 years after planting (Aug. 6, 1987)

写真—10 植栽後，生育初期の積雪圧による根元曲がりがみられるものの順調な成長を示すヨーロッパトウヒ（1987年8月7日撮影）

Photo 10. *Picea abies* of 20 years after planting (Aug. 7, 1987)

写真—11　植栽後，凍霜害による芯替り～樹幹分岐がみられる個体も多いが，成長は良く，成林に向かいつつあるグラウカトウヒ（1987年8月6日撮影）

Photo 11. *Picea glauca* of 9 years after planting (Aug. 6, 1987)

写真—12　植栽後，凍霜害や積雪害のみられる個体もあるが，成長は良く，成林に向かいつつあるマリアナトウヒ（1987年8月7日撮影）

Photo 12. *Picea mariana* of 12 years after planting (Aug. 7, 1987)

写真—13 植栽後，生育初期の積雪圧による根元曲がりがみられるものの順調な成長を示すチョウセンカラマツ（1987年10月27日撮影）

Photo 13. *Larix gmelini* var. *olgensis* of 20 years after planting (Oct. 27, 1987)

写真—14 植栽後，生育初期の積雪圧による根元曲がりがみられるものの順調な成長を示すグイマツ（1988年9月27日撮影）

Photo 14. *Larix gmelini* var. *japonica* of 12 years after planting (Sept. 27, 1988)

写真—15 植栽後，凍霜害や積雪害のみられる個体も少数あるが，成長は全体に悪くないグイマツ F_1（1987年8月5日撮影）

Photo 15. F_1 of *Larix gmelini* var. *japonica*×*Larix kaempferi* of 5 years after planting (Aug. 5, 1987)

写真—16 植栽後，頻繁な凍霜害や積雪害のため残存個体数が少なく，芯替りや樹幹曲がりの著しい個体の多い河東13林班のトドマツ（1988年9月27日撮影）

Photo 16. *Abies sachalinensis* of 5 years suffered by meteorologic damage after planting (Sept. 27, 1988)