

宗谷地方における防災林造成法の研究

斎藤新一郎* 伊藤重右衛門*

A study on the shelterbelt establishment at

Sōya district, Northern Hokkaido

By Shin-ichirō SAITŌ* and Juemon ITOH*

まえがき

北海道の最北部に位置する宗谷地方（宗谷支庁管内）は日本海とオホーツク海にはさまれ、留萌支庁管内の北部とあわせて「天北地方」とよばれていて、おもに気象条件の厳しさから、造林困難地域の1つに数えられており、わが国における「北限造林地」とまでいわれている。現在この地方の海岸平野にも、海岸線に近い丘陵にも、天然林がほとんど見られないし、人工林はなおさら少ない。

しかしわずか数10年間の無計画な伐採と、なび重なる山火事とによる消滅以前には、そこにも広く森林が存在していたのであって（松井・篠原1960、宗谷支庁林務課1969）、決して前からのササ山ではない。そのことはいまも残る腐朽した根株群から容易に想像される。木材生産を直接目的とする「経済林」としての造林の不成績はおもに気象害に、次いで貧弱な土壌条件に帰せられている。それで宗谷地方においては、経済林の造成より先に、微気候を緩和するための「防災林帯」(Shelterbelt)の造成が急がれている。林帯は農地、経済林、交通機関、生活空間を保護するものとして、天然林の不足を防災林造成事業によって補われつつある。こうした「保護のための林帯」の考え方に加えて、近ごろ「保健休養林」的な要望が出てきた。

これまでのところ残念ながら、宗谷地方の人為に由来する無立木地——森林のない場所（Open land）の意味であり、しばしば誤解される植生を欠く裸地（Naked ground）のことではない——において、林帯の造成事業は、材料（樹種の吟味、苗木養成、それらの質と量の確保など）の不足、方法（地拵え法、植栽法、施工適期の判定、保育管理の徹底など）の不十分さ、生物工法における基礎的な諸条件（林帯の位麓、幅員、地形、保護対象など）の検討の弱さ、経済・社会的諸条件による制約、および数多くの生育阻害条件に帰因されて、10数年たちながら、まだ成功に至っていない。換言すれば、いわゆる先進地の既製の施工法とされていた異郷土産のマツ属（Exotic pines）の導入と、東北地方日本海岸に代表される飛砂地タイプの植栽法とによるこれまでの生物工法は、土質条件の違い、積雪の沈降庄・生物害・気象害・草本との生存競争などの生育阻害条件、および維持管理（生育阻害条件の除去）の不徹底により、成功の望みがほとんどなかったとさえいえよう。

林帯の造成技術には経済・社会的なもの（行政）と自然科学的なもの（理論）との2面があり、本来、両者が調和させられなければならないのであるけれども、これまで現実には前者の比重が極めて大きく、理論上から無理な造成事業さえ実行されたこともある。それゆえこの研究では後者が検討され、理論の行政への働きかけが

* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido

[北海道林業試験場報告 第9号 昭和46年9月 Bulletin of the Hokkaido Forest Experiment Station, NO. 9, Sept., 1971]

試みられた。筆者らは森林学における科学方法論の欠如を指摘しながら、方法論をもった長期的な生物工法の施

工技術の確立を計ってゆきたい。これまで林帯造成について、具体から抽象へという思考方法が支配的であり、被害の考え方から、気象因子(Climatic factors)が第1,生物的因子(Biotic factors)が第2,土性的因子(Edaphic factors)が第3とされてきた。しかし筆者らは抽象から具体へという思考方法(井尻 1966)から、地文的因子(Physiographic factors)を第1,生物的因子を第2,気象的因子を第3としている。この研究の特色は野外科学的な手法(観察と実験のくり返し)にあるといえよう。つまり屋敷林,既成の防災林の観察から証明済みの材料と方法を見出し,天然林の観察から郷土樹種(Indigenous trees),森林の成立条件(侵入条件と生育条件),地表変動(Topographic changes)の1因子としての降灰(Ash fall)などを検討し,林帯の造成実験をすすめてゆくのである。

天北地方では上述のように,一般造林と防災林帯の造成とが極めて困難と考えられていて,その解決を目標にした研究が筆者らの防災林科ですすめられてきた(伊藤・今 1970)。しかし,天北地方とよばれていても,宗谷地方と留萌地方は地文的に著しく違い(とくに,利尻火山からの降灰の有無),天然林の構成も違っているから,この研究では宗谷地方だけを対象とした。この研究が宗谷地方の林帯造成と経済林造成の問題解明と,長期間にわたる総合的な技術体系の確立とに貢献するならば,それは筆者らに幸いである。

この研究は北海道全体の防災林造成事業のための基礎資料の1つであり,支庁単位でまとめられた筆者らの最初のものである。この種の研究は筆者らにより,一連のものとして継続されてゆくはずである。それらは天然生海岸林の構成と成立条件の調査,および防災林造成事業という実験結果の調査から考察されよう。

なお,この研究には林野庁からの補助課題研究費の一部が使用された。

研究 方 法

方 法 論

一般的に防災林帯に関係した現在の研究と報告の動向は,わが国の本州方面あるいは諸外国においても,既に完成した,ないし完成しつつある林帯の保護効果の測定,更新法および林帯そのものの保護対策が中心である。ところが北海道においては,伐り残された天然の林帯(Natural shelterbelts)を除くと,いまだ人為による林帯(Man-made shelterbelts)がほとんど完成しておらず,これからそれを望まれる場所につくろうとしている段階であって,研究の中心は効果測定以前の,林帯の造成法でなければならないはずである。しかしながら北海道全体についての研究も,宗谷地方のそれらも,いわゆる先進地と同じように,被害(とくに気象害)を中心にした植栽成績の調査報告が大半を占めていて,より根本的な樹木の侵入ないし導入条件の検討が極めて少なかった。

被害という物の見方から,これまでに植栽樹木の枯損原因が,寒さの害,塩風害,積雪害,生物害などから各個ばらばらに詳しく観察されてきたけれども,それらからは総合的な方法論が生まれなかった。むしろ気象害が極めて大きく評価されて,生物工法の基礎工の1つであるべき死物工作物(ネマガリダケ編み防風工, Wind fences of Sasa)の製作に過半の情熱と経費が注がれるという傾向すらあった。つまり被害の考え方からは,樹木の生育阻害条件(樹木の死ぬ条件)しか論及されないのであって,生育条件(生きる条件)の検討がないままに,林帯の造成事業は材料だけを変えて,同じような方法をくり返してきたとさえいえよう。

東・田中(1969)の指摘のように,森林の成立を阻害する条件には,樹氷の「侵入阻害条件」と「生育阻害条件」の2つがあり,これら(とくに前者)の除去こそ森林の成立の基本条件である。前者は地袴えと導入により,後者は計画的な維持管理によって除かれうる。宗谷地方において,われわれが対象とする林帯の造成地は,昔から森林が存在しなかった場所では決してなく,人為によった無立木地なのである。このことは根株群のほかに,

そのふきの小さい天然林の存在からも明白である。つまり宗谷地方の海岸線ふきんといえども、郷土樹種にとっては、森林の侵入条件と生育条件が備わっている証明である。

ところで産地の気候条件がほとんど検討されないままに、かつ社会情勢と関係して、宗谷地方の防災林帯に導入された外来のマツ属数種はすべてが上述の生育阻害諸因子（必ずしも気象害とはいえない）に耐えられず衰退してしまい、ようやく郷土樹種がこの地方により適すると考えられるようになってきた。気候条件の吟味なしに外来樹種を植栽し、不成績を気象害と決めることは方法論として大きな誤りである。しかも気候を大きく変えることは不可能であり、かつそれを微気候的に改善しようという「防災行為」をしながら、生物工法において当然予想された「被害」を主体にしては、研究および実行の本末転倒といえよう（斎藤・伊藤 1971 a）

天然林の観察から、そして天然林がそこにあるという事実から、森林の成立条件が考察されるなら、宗谷地方の気候条件（とくに気温）が極めて厳しいという決めつけは生まれず、「北限」という考え方も出なかったにちがいない。1例としてケカンパを除いて、天然には樹木が生育しないアイスランド国では、生長期の気温が宗谷地方よりはるかに低いが、そこと似た気温の諸外国から外来樹種を導入して、造林に成功しつつある（斎藤 1970 b）。それゆえ天然林が存在する宗谷地方に、林帯の造成を許さない絶対的な生育阻害因子があるはずがない。筆者らは天然林が存在する事実と、それを構成する郷土樹種——その地の気候に適応した自生種——の採用とから、気象害を過大に評価しなくとも、生きた材料を用いる工法が可能であると考えている。つまり侵入条件ないし侵入阻害因子は、生育条件ないし生育阻害因子よりもより根本的なものであり、地文的因子が気象的因子よりも重視されなければならない。

これまで森林植生の環境条件（いわゆる生態的環境条件）は、気候と土壌とから考察されてきた。土壌は土性的因子としてとらえられ、各種の測定法・測定機器の開発により、詳細に研究されてきた。とくに、土壌の化学性（土壌の化学的性質、Chemical properties of soils）の研究は著しく進んできて、土壌の肥沃度から森林の成立・生産性などが考察されている。土壌化学者たちは火山灰土、泥炭土および重粘土を貧土（Least fertile soils）とみなし、「特殊土壌」ともよんで、積極的な施肥の必要を説いてきた。しかしこれは農作物には該当しても、樹木には当てはまらない。たとえば新しい火山灰土は、化学分析からは全くの貧栄養土であって、樹木の生育不適地という答えが出てくるけれども、現実にはいわゆる未熟の火山灰土の上に、天然林が急速に侵入・生長している。野外科学の方法論に従って、学説よりも事実が正しいとすれば（井尻 1966）、土性的因子からも森林の成立を説明することは困難であって、いわゆる生態的条件とは別の考え方が必要となってくる。

東（1967 b）が指摘したように、そして古くはCOWLES（1911）の研究に述べられたように、森林植生の研究においては、地文的因子こそ最も重視されるべきである。地文的因子は地表変動という現象に如実に観察される。地表変動は地殻変動（地球の内部からの力によるもの、Crustal movements）とは違い、地球の極めて浅い部分に生じるもので、地すべり、土石流、山腹表土層の崩落、降灰、飛砂などに代表される。地表変動のサイクルは 10^2 年単位であると考えられ、大気候の変動（ 10^8 年）ド地形の侵食（ 10^7 年）、氷河期（ 10^5 年）に比較して、植物の寿命（ $10^1 \sim 10^2$ 年）に最も近く、それだけに植物共同体に及ぼす影響が最も大きいといえる。北海道の天然林を代表するドドマツ・エゾマツ針葉樹優占林は地表変動の影響——先住植生の破壊・埋没と、新しい植生の侵入の場となる裸地の提供と——を受けて成立したと考えられる（斎藤・東 1971）。樹木群の侵入には裸地の出現と母樹群の存在とが必要であり、林帯造成地の大半が平坦地であるから、降灰（火山灰の降下・堆

積）がただ1つの地表変動因子とされる。そして天北地方には利尻火山が存在する。侵入の後に森林の生育条件が問題とされるべきであるのに、これまで侵入条件と生育条件とが明白に位置づけられていなかった。

この研究の特色は、地表変動という天然の侵入条件を人為によって積極的につくり出し、かつ生育阻害条件を軽減する方法の考察にあり、体系的な林帯造成技術の確立にあるといえる。

研究小史

宗谷地方の防災林造成に関する研究は数多くある。それらの大半は既成の人工林帯の成績調査、天然林の構成状態の調査、ないし両者の含まれた調査の報告で占められる。この節ではそれらを年代順に略述し、具体的なデータは予備調査と考察において引用する。

平（1958）は稚内市豊岩のなだれ防止林造成事業を見て、防災林造成地のような特殊環境下では一般造林的操作では不十分であり、防災林造成技術の確立として、郷土樹種からなる先駆樹種と恒久樹種の組み合わせによる植栽法と、土壌断面の改良とを指摘した。

松井・篠原（1960）は天北地域の農家林（および防風林）を調査して、郷土樹種トドマツを林帯造成の主体とし、その前段階としてカラマツを用い、広葉樹も丘陵地帯と低湿地帯に樹種を分けることを示唆し、さらに海岸林の構成では前段のものを予備的捨石的なものと考え、徹底的な撫育手入れの必要を指摘した。

浜頓別町オントキタイの調査結果からは、造林樹種を主林木と肥料木とに分けて列植し、樹木の健全性から過植を避けることが望ましいと考えられた（中頓別営林署 1963）。

斎藤・上牧（1967）は中頓別町上頓別の鉄道林を調査し、ドロノキを先駆樹種として前生林を造成して早期の防災効果を期待し、かつその保護下にトドマツを導入して本来の防雪林を造成することが望ましいと考察した。

伊藤・今（1968 a）は防災林施工地の成績調査を猿払村シネシンコと稚内市第二豊岩において実施して、雪害が極めて重大な影響を与えること、外来マツ属の不安、耕うん地沓えの必要、防風工の必要性などを指摘した。

また、伊藤・今（1968 b）は稚内市メークマの天然林と稚内市クトネベツのトドマツ人工林を調査して、犠牲林帯と主林木帯からなる林帯構成の重要性に注目し、広葉樹犠牲林の保償のもとにトドマツを導入する必要を指摘した。

さらに伊藤・今（1970）は上述の2つの調査と塩風害の実験結果から、天北地方防災林の現況と今後の対策を考察して、犠牲林にグイマツ、カシワ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキ、ニセアカシア、ヤナギ属を用い、トドマツ林を保護させる方法を指摘し、かつ造成地は汀線から100m以上離れ、幅を300m以上確保すべきであると提案している。

斎藤（1968 a）はオホーツク沿岸の防災林を観察して、初期生長が遠くても将来性の乏しい外来マツ属に比較して、郷土産の常緑針葉樹（トドマツとアカエゾマツ）は初期生長こそ遅いけれども、植栽後5年目あたりから旺盛な生長をし、防災林本来の樹種として十分期待されることを見出し、防災林用の苗畑・採穂園の必要も示唆した。

斎藤・天野・窪田（1968）は豊富町稚咲内のトドマツ天然林を調査して、林帯造成に従来の空間的な考え方だけでなく、時間的な考え方も導入し、林帯最小幅100m、期待高10m、前生林に10年、高林帯に20年を目標とする可能性を提案した。

東（1968）は動的生態学の立場から、豊富町稚咲内、稚内市メークマおよび浜頓別町オントキタイの砂丘天然林を観察して、利尻火山からの降灰とその影響を受けた植生との関係を考察し、砂丘砂よりも火山灰が相対的に好条件であることを指摘し、火山灰と砂の混合の必要性にも触れた。

斎藤（1968 b）は上述の豊富町稚咲内に加えて、稚内市メークマの天然林を調査し、天然生海岸林の構成を風衝形の著しい保護林帯と主林帯とに分けて考察し、天然更新論を環境条件、林分の空間的構成、および時間的

構成から検討して、数多くの郷土樹種の採用と積極的な地拵えによれば、人工林（防災林）の造成は天然更新よりも可能性がより大きいと指摘した。

立野・他（1970）は林帯の造成基本計画を樹てることを目的として、稚内市街裏山台地地区と稚内市メークマ地区を自然環境・人為環境・森林の実態・既往の森林施業から調査し、さらに既往の調査資料と文献を詳しく紹介した報告を表わした。

斎藤・東（1971）は浜頓別町オントキタイの天然林調査を中心に、天北地方における海岸砂丘の火山灰層と天然林成立の関係を論じて、従来の地上部だけの森林構成に加えて、地下部の生活空間を検討し、降灰と一斉林成立の関係を地表変動と侵入・生育条件から1つの仮説に高め、人工林の造成法にも触れた。

斎藤・伊藤（1971 b）は稚内市サラキトマナイ丘陵の天然林を調査し、風害・雪害を考慮した地形区分を提案し、広葉樹の一斉林的な小林分の成立条件を地表変動と生存競争から考察し、さらに表土層といわれる層が母材（泥岩）の風化物でなく、火山灰層であることを指摘した。

斎藤・伊藤（1971 c）は天北地方の防災林造成法について、天然林と人工林の相違を考察し、降灰と耕うん地拵えとを結びつけた。なおこれは本研究の一部を発表したものである。

上述のように、宗谷地方の防災林に関しては数多くの研究と報告があり、この研究はこれらの業績を筆者らの研究方法によって検討し、それに未発表の資料を加えたものである。

調 査 結 果

調査は既出の資料を検討する室内作業だけからなる予備調査と、筆者らが直接に野外作業から得た資料の公表からなる野外調査とに分けられる。しかしながら予備調査にも筆者らの観察が含まれているし、既に発表されてはいても筆者ら自身の資料は野外調査に含められ、一部改められた。なお予備調査は地文的、生物学的および気象的条件の順に記され、野外調査はおもに森林の構成ないし植栽成績を中心に、調査地別に列記された。

予 備 調 査

宗谷地方は北海道の最北部に位置し、ほぼ東経142°、北緯45°にあたり、日本海とオホーツク海にはさまれ、稚内市、豊富町、猿払村、浜頓別町、中頓別町、歌登町、枝幸町、礼文町、東利尻町、および利尻町からなり、面積407,597haである（宗谷支庁1969）。なお後の5町は調査対象となっていない（図1）。

1) 地 文 的 条 件

地文的条件は地形、地質および土質（土壌母材）に分けられる。

地形は、松下・他（1967）、三谷・他（1965）、小山内（1954）、小山内・他（1957）および小山内・他（1959）によると、河川流域・海岸線の沖積地（海岸砂丘・沖積氾濫原・湿地性原野）、海岸沿いの低い段丘台地、やや内陸の丘陵地および内陸の山岳地に大別される。このうち防災林帯の造成地は前2者と内陸丘陵地の一部である。

地質的にみると上述の5研究によって、海岸砂丘は汀線に近いものないし表層の沖積世後期の現海岸砂丘（Sand dune）と、より内陸のものないし下層の沖積世初期の砂堤列（Sand bar）から構成される。砂丘は数列からなる場合が多く、それらの間に湿地を介在する。現在この地方の砂丘には、北海道西南の桧山地方や東北地方の日本海岸にみられるような、大規模な飛砂は生じていない。砂丘は砂草、内陸草本、ないし森林におおわれている。



図 1 調査地位置

1) 豊徳火山灰層分布域 2) ワンコの沢軽石層分布域

Fig .1 . The sites investigated

1) distribution of Hōtoku ash fall deposit, and 2) of Wankonosawa pumice fall deposit.

低い段丘はオホーツク海側にみられ、砂、礫、粘土からなる厚さ 5 m までの表層がある。日本海側では丘陵となっていて、泥岩、頁岩からなる。なお地質的な調査では、樹木の根張り空間である地表下 50cm までの表層地質（土壌母材そのもの）が重視されていない。

土質的にみると、海岸砂丘では古い砂堤列砂と新しい砂丘砂とがあり、東（1968）の指摘のように両者の間には火山灰層が存在する。また段丘と丘陵地では粘土が土壌母材であるけれども、これまで母材の風化したものと考えられていた「表土層」は火山灰層である（斎藤・伊藤 1971 b）

更別グループによると（図-1 参照）、宗谷地方には利尻火山からの豊徳火山灰層が地表に堆積していて、降灰年代は 4,000 年以前（沖積世初葉）と推定されている。東（1968）と北川・他（1967）は、それとは別により新しい降灰を暗示しているし、KATSUI（1953）は利尻火山の Main crater の活動が供積世（10,000 年以前）に限られても、Prasitic craters のそれが現世にまで及ぶと結論しているし、斎藤・東（1971）と斎藤（1971 b）は調査地の火山灰層をごく新しい数 100 年前のものとして推定していて、それが豊徳火山灰層にあたるのではないかと、あるいはより新しい未だ名前のない降灰かもしれないと考えている。絶対年代の測定が望まれている。ともかくこの火山灰層は表土層と誤られたほどに、植物共同体に及ぼす影響が大きい。

各調査地の土質断面を図 2 に示した。平（1958）と伊藤・今（1968 b）の原図に、火山灰層を加筆した。なお北川・他（1967）は北海道北部の土壌をポドゾル性土壌（Podzolic soils）酸性褐色森林土（Acid brown earth）、疑似グライ土（Pseudogley soils）、停滞水グライ土（Stagnogley soils）、泥炭土（Peat soils）および利尻火山からの火山砕屑物を母材としたクロボク土（Kuroboku soils）に分けているけれども、地表の火山灰層への言及は少ない。

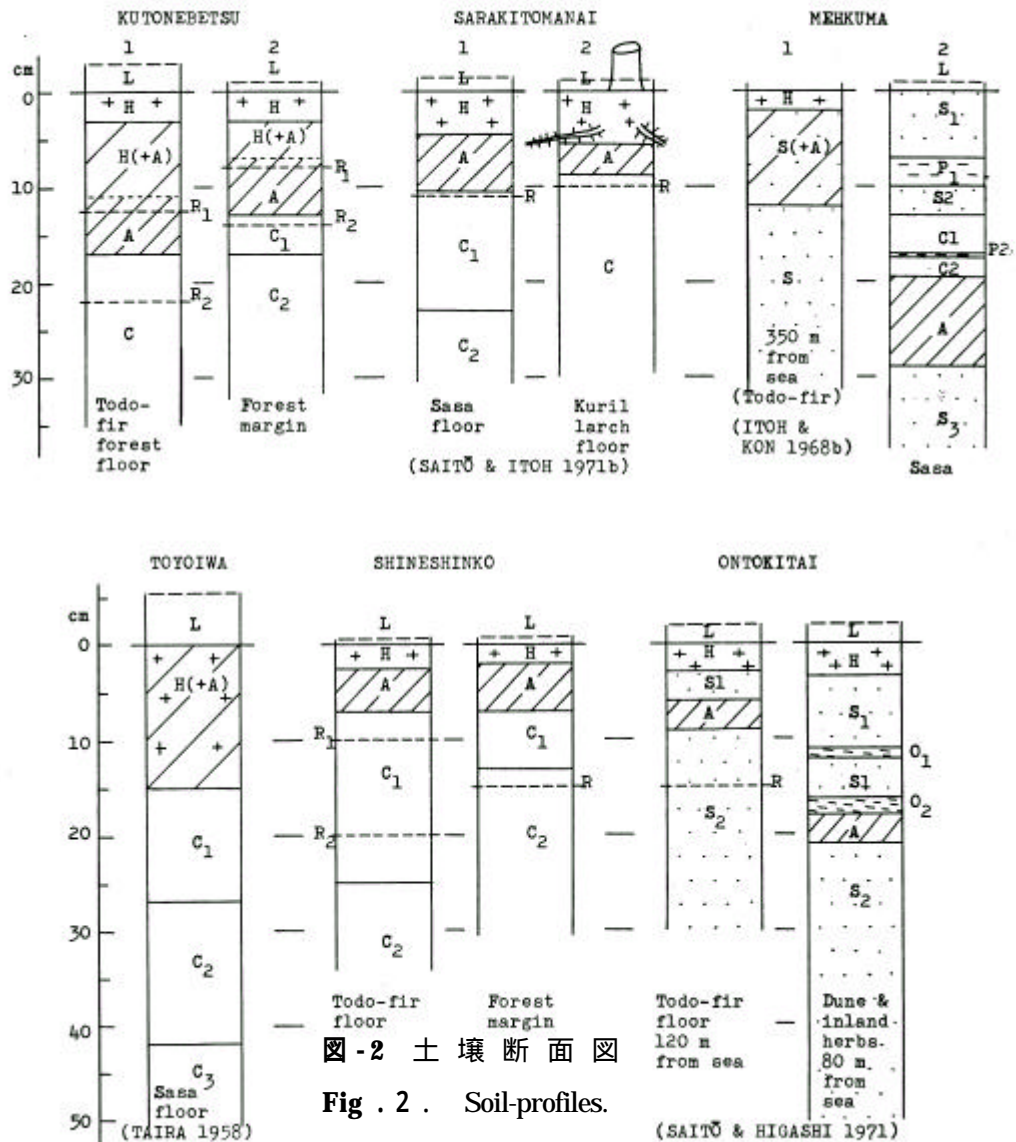


図-2 土壌断面図

Fig. 2. Soil-profiles.

L: 落葉落枝 Litter, H: ふしよく土 Humus soil, A: 火山灰 volcanic ash, C: 粘土 Clay, S: 砂 Sand, P: 泥炭 Peat, O: 埋没有機物 Organic matter buried, R: 根の深さ Root depth.

地表変動因子として、上述の降灰、飛砂の他に丘陵地の沢沿いの山腹表土崩落となだれによる板状体崩落(若林・他 1966)とがある。

2) 生物的條件

気候条件と土壌条件について、多くの樹木はかなりの適応性をもつから、各樹種は生育地 (Habitat) ないし天然分布域からある程度離れた場所にも導入 (ないし植栽) されうる。しかし異なった気候区からもたらされた樹種 (異郷土樹種ないし外来樹種) は、自生樹種に比較して気象害に弱く、これまでの植栽経過から、郷土樹種の採用が望まれている (平 1958, 松井・篠原 1960, 斎藤 1968 a, 東海林 1968, 伊藤・今 1968 b, 広谷 1971 など)。

また郷土樹種を2つに分け、先駆的なものと本来的なものとの使い分けも提案され、広葉樹採用の重要性が説かれてきた(上述の諸研究)。これらはおもに材料の使い分け方といえる。

天然林の観察から、その地方に長い間世代を重ねてきて、生物害と気象害に耐えうる郷土樹種が指摘されてきた。それらは先駆的なヤナギ類、ドロノキ、カンバ類、ハンノキ類など、前衛樹としてのミズナラ、イタヤカエデ、グイマツなどと、主林帯樹種としてのトドマツ、アカエゾマツ、ナナカマド、ハリギリなどである(平 1958、松井・篠原 1960、伊藤・今 1968 b、斎藤 1968 b など、表 14 参照)。

生物害は生育阻害因子であり、ノネズミ・ノウサギの食害と、病虫害とに分けられる。これらは気象害と違い決して致命的なものでなく、人為によるコントロールが可能である。むしろ樹木(苗木)にとっては、草本との生存競争がより重要なはずであるのに、行政上の理由もあって、それらの自立までの除草が不十分であった(松井・篠原 1960)。

3) 気象的条件

生長阻害条件である気象的条件は気温、降水量、風、および雪に分けられる。このうち気温と降水量は図 3 に示したように、それらの絶対量は樹木の生育を阻害しないし、事実、天然林が存在している。稚内および調査対象地に最寄りの北見枝幸と羽幌は、いずれも海岸線にあって、各観測値に大きな差異はない。

防災林の主目的である防風効果に関して、風速と風向を図 4 に示した。平均風速は生長初期(6月)にやや弱く(3.1~4.5 m/s)、冬期(1月)にやや強い(4.1~5.6 m/s) 風向は冬期には西からであり、生長期には各地方の海からである。なお海岸林の風衝樹形(植物指標の1つ)はほとんど内陸にむいていて、気象観測所の大気候的な測定値とは一致しない場合が多い。このことは上空の風と微気候的な海風との観察によっても知られる(斎藤・東 1971)

表 -1 調査地に最寄りの気象観測所の
最大積雪深

Table 1 . Snow depth at meteorological stations around the sites investigated.

調査地	観測所	積雪深 Snow depth (cm)
KUTONEBETSU SARAKITOMANAI	Wakkanai	75 ~ 130*
MEHKUMA		
TOYOIWA	Koetoi	~ 270
SHINESHINKO	Sarufutsu	~ 185
PNTOKITAI	Hama tombetsu	~ 150
KAMI TOMBETSU	Naka tombetsu	~ 245
WAKASAKINAI	Toyotomi	~ 136

1953/54 ~ 1962/63

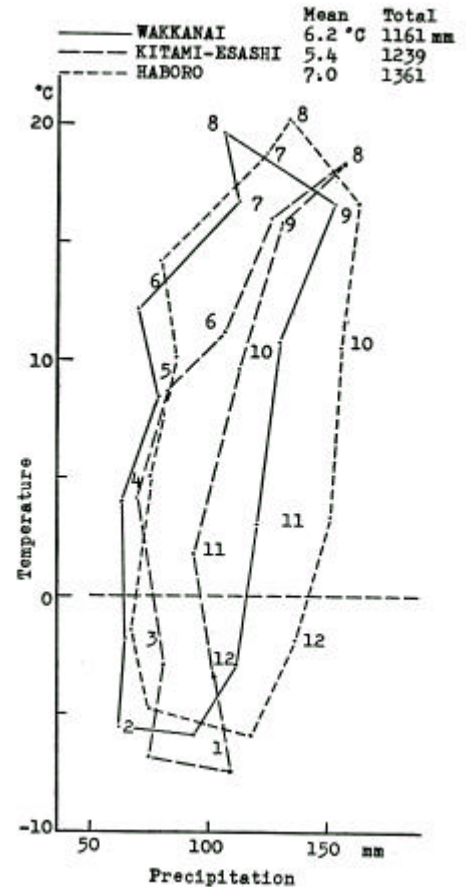


図 -3 クライモグラフ(稚内, 北見枝幸および羽幌)

Fig . 3 . Climographs .

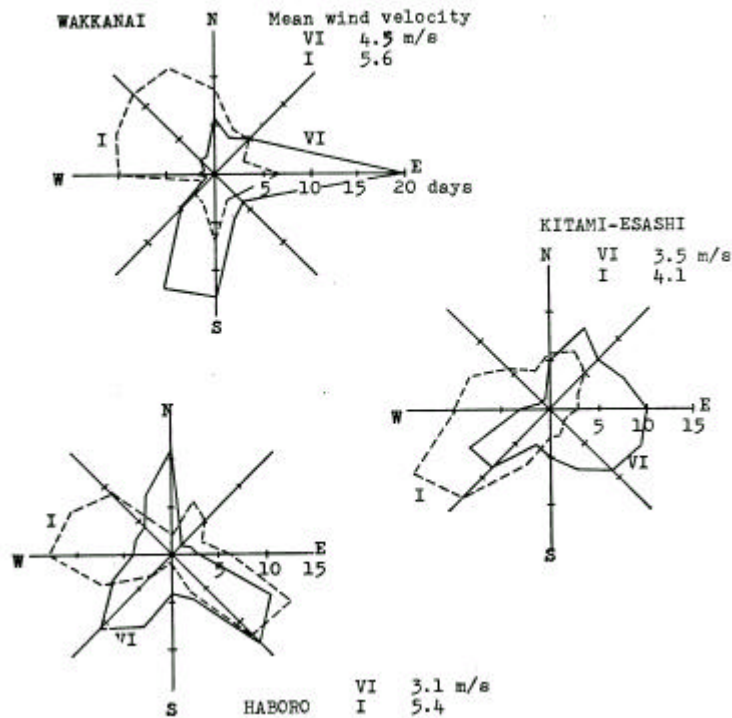


図-4 風配図(稚内, 北見枝幸および羽幌)

Fig. 4. Wind-roses.

VI: 6月, 生長期 June, growing season

I: 1月, 冬期 Jan., winter

また積雪についての記録は表 1 のようであり, 100cmの積雪深はふつうである。鉄道防雪林で知られるように, 地ふぶきによる吹溜り場所では, それ以上の深さとなる。気象データは札幌管区气象台(1964)によった。平坦地では積雪の沈降圧によって, 斜面では積雪のクリーブとなだれによって, 樹木被害(枝折れ, 枝抜け, 幹曲り, 幹折れなど)が生じている(伊藤・今1968 a, 若林・他1966, 斎藤・伊藤1971 b)。

伊藤・今(1968 a)によると, 植栽木の気象害については, 寒汐害(冬期の寒風害と生長期の塩風害)と雪害は生物害よりも大きく, この傾向は外来のマツ属に著しい。また防風工は地ふぶきを捕えて雪害を増大させている,

野外調査

既に筆者らによってその一部ないし多くが発表された調査地は略述され, 未発表のものは詳述される。

1) 豊富町稚咲内

稚咲内はサロベツ湿地帯の西端の古い砂丘群のある場所で, そこにトドマツ天然林が成立している(写真1)。土質は砂であるが利尻火山からの降灰があり(東1968), クロボク土もみられ, トドマツ林の成立と関係していると考えられる。

最前線の砂丘にはミズナラを主体とした風衝林帯が存在する。ベルトトランセクト法による林分調査を図5と表2に示した。ミズナラ(*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*)はブッシュ状を呈しながらも風上に向かって漸高し, 50m後方で高さ5mに達している(写真2)。

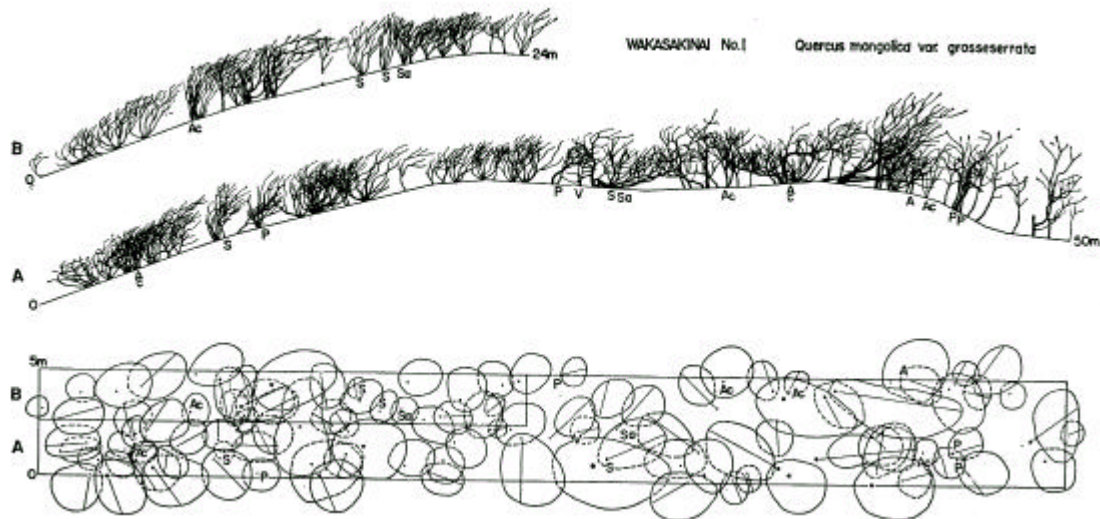


図 - 5 ミズナラ風衝林帯状区 (稚咲内ベルト N0 . 1)
 Fig . 5 . N0 . 1 belt-transect of a natural oak stand
 wind-swept at Wakasakinai .

表 - 2 帯状区の樹種 (稚咲内ベルト N0 . 1)
 Table 2 . Trees and shrubs in the N0 . 1 belt-transect at Wakasakinai .

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B . h . diameter (cm)	本数 Number
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> (Q)	ミズナラ	(2~)3~5.0	4~8~14	87
<i>Acer mono</i> (Ac)	イタヤカエデ	2.0~3.0	2~5	5
<i>Prunus</i> sp. (P)	サクラの1種	1.5~4.0	3~8	4
<i>Sorbus commixta</i> (S)	ナナカマド	2.5~3.0	2~8	4
<i>Sorbus alnifolia</i> (Sa)	アズキナシ	2.0	2~5	2
<i>Viburnum furcatum</i> (V)	オオカメノキ	2.0	2	1
<i>Abies sachalinensis</i> (A)	トドマツ	2.0	3	1
Total	計			104

次の砂丘から後方にかけて幅約 800m のトドマツ林があり、天然更新が比較的良好(写真 3)、トドマツの植栽成績もよい(植栽後 8 年間で 3~4m の高さ)。第 2 列のトドマツ林のベルトトランセクト調査を図 6 と表 3 に示した。トドマツ林といっても広葉樹の混入が著しく多く、人工林という単純林とは全く異質である。このトドマツ(*Abies sachalinensis*)は林冠構成木では、風衝地で高さ 8~13m、胸高直径 10~14cm、後方で高さ 14~20m、胸径 30~40cm と量的な違いが大きいけれども、樹齡はそれぞれ 90~110 年と 100~150 年であって、全林が一斉林型(Uniform forest type)を呈する(斎藤・天野・窪田 1968, 斎藤 1968 b)。

2) 稚内市クトネベツ

クトネベツは稚内市街のほぼ南にあり、地形的に稚内丘陵とサラキトマナイ丘陵の中間に位置する。ここには稚内営林署のトドマツ造林地があつて(1925 年植栽)、43 年後に平均高 8~12m、平均胸径 14~16cm に達して(写真 4)、現在伐採が実行されはじめた。植栽後数年たって植栽木は風衝によって、2~3 の娘主幹

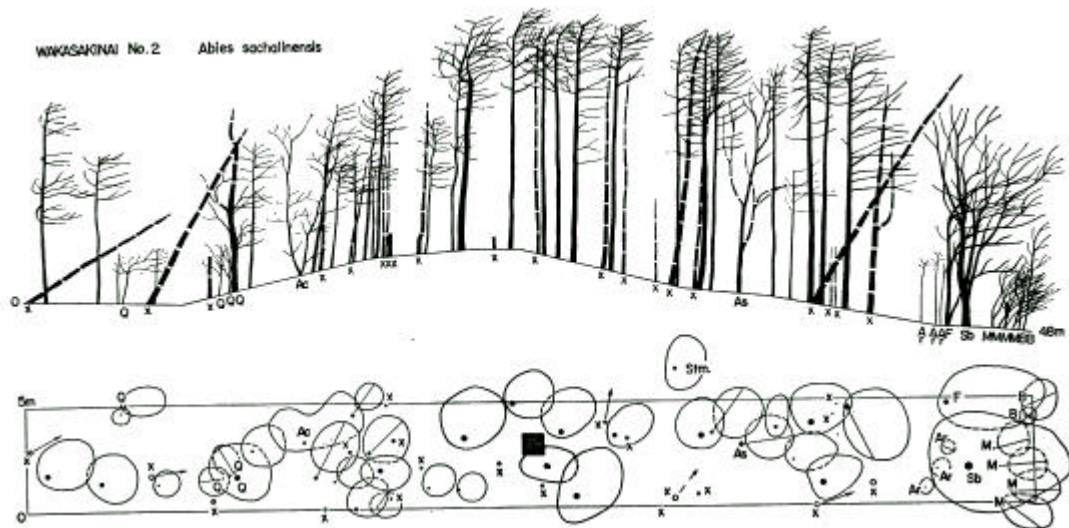


図 -6 トドマツ林帯状区 (稚咲内ベルト NO . 2)

Fig .6 . NO . 2 belt-transect of a natural Todo-fir stand at Wakasakinai .

表 -3 帯状区の樹種 (稚咲内ベルト NO . 2)

Table 3 . Trees and shrubs in the NO . 2 belt-transect at Wakasakinai .

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B . h . diameter (cm)	本数 Number
<i>Abies sachalinensis</i> (A)	トドマツ	(3~)8~13	(4~)10~14	27
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> (Q)	ミズナラ	2~6	4~25	4
<i>Morus bombycis</i> (M)	ヤマグワ	2~3	3~5	4
<i>Aralia elata</i> (Ar)	タラノキ	3~4	2	3
<i>Berula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> (B)	シラカンバ	3~5	2~4	2
<i>Salix bokko</i> (Sb)	バッコヤナギ	11	32	1
<i>Acer momo</i> (Ac)	イタヤカエデ	8	10	1
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i> (As)	コシアブラ	10	15	1
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> (F)	ヤチダモ	7	15	1
Dead trees (x)	枯れ木	4~13	2~28	20
<i>Sasa</i> sp.	ササ	0.8		
Total	計			64

(Daughter trunks) を余儀なくさせられたけれども、その後、群として徐々に林冠高を高めてきた。

人工林の位置を図 7 に示した (伊藤・今 1968 b) 。人工林の海側には小丘と天然生広葉樹群 (犠牲林帯とみなされる) とが存在し、保護効果を発現している。トドマツとほぼ同じ時代に植栽されたカラマツ (*Larix leptolepis*) は前線にあって、高さ 5.5m、胸径 20cm で風衝形が著しい (図 8) 。そこにはカラマツに混じて、天然侵入したカンバ類もあって、1つの林冠を構成している。

この土質は図 2 に示したように、土壤母材は粘土であっても、樹木の根張り空間は火山灰とふしよく土で占められている。いわゆる表層土は母材の風化と落葉落枝や根系によって発達したものでなく、利尻火山から

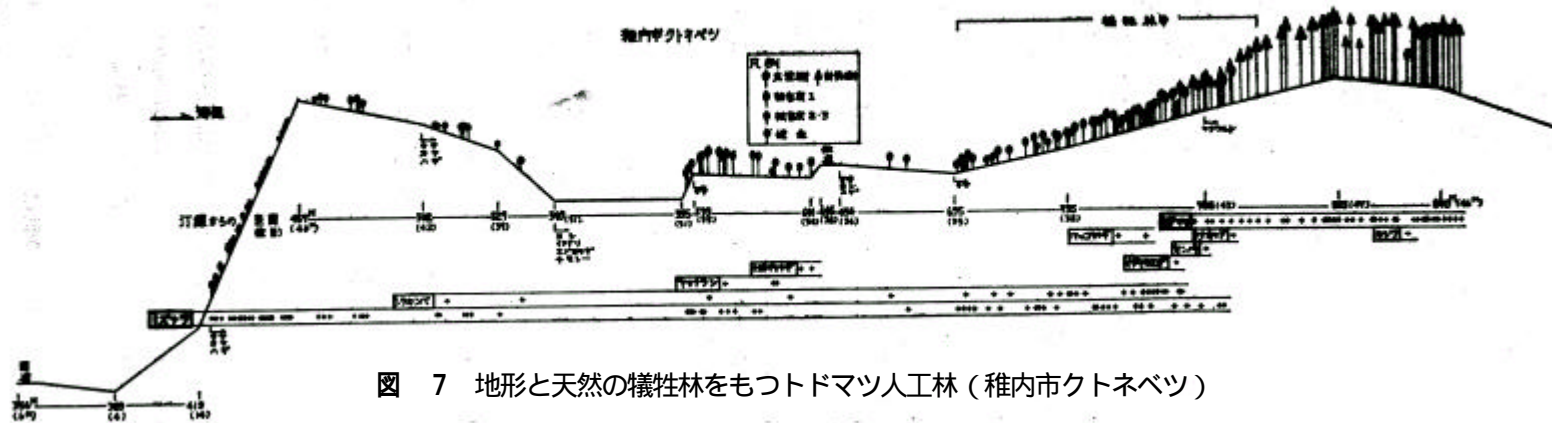


図 7 地形と天然の犠牲林をもつトドマツ人工林（稚内市クトネベツ）

Fig . 7 . Topographical section and deciduous trees at windward and Todo-firs planted at leeward, at Kutonebetsu.

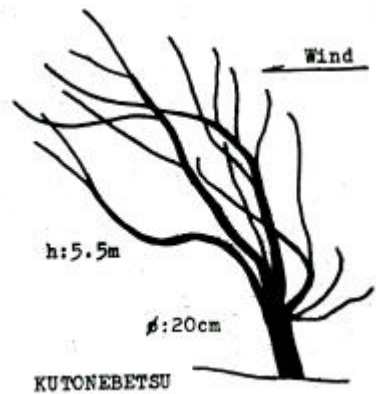


図 8 カラマツ風衝樹
Fig . 8 . Wind-aweft *Larix leptolepis* with daughter trunks.

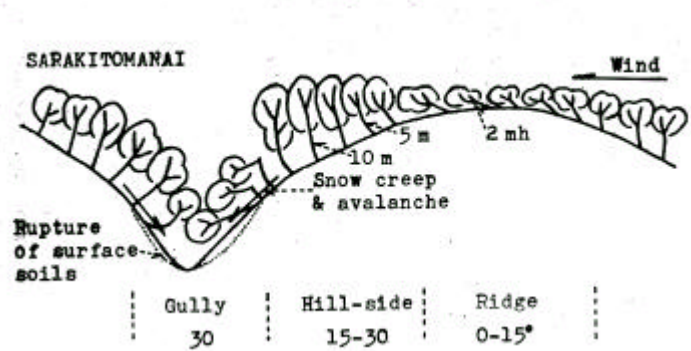


図 9 地形横断模式図
Fig . 9 . A sketch of topography.

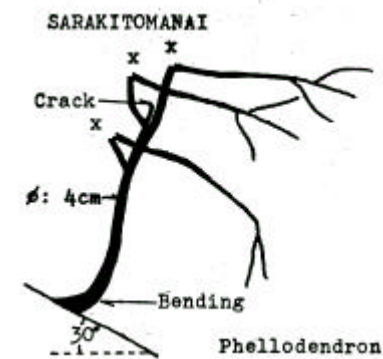


図 10 ヒロハノキハダの雪による枝折れ (X)
Fig . 10 . x : brakes of branches.

の降灰そのものである。この火山灰層は前方の丘の表層にも見られ、斜面の植物共同体もこれに根張りしている。そして山腹表土崩落は第三紀層頁岩の風化崩落でなく、火山灰層そのものであると観察され、降灰年代が極めて新しいと推定された。

3) 稚内市サラキトマナイ

サラキトマナイ丘陵は海拔高ほぼ 50m 以下で丘頂は円く、平坦地形を呈するけれども、谷は深く刻まれ、谷壁は急斜面をなし、大小の山腹表土崩落跡が点在する。地質的にみると、この丘陵は軟質の泥岩ないし頁岩からなる厚い声問層であり（小山内 1954、三谷・他 1965）、侵食されやすい。ここの地形を模式的に図 9 に示した。

峰部の土質断面を図 2 に示した。泥岩の風化したものであろう粘土層が厚く存在し、その上部は暗褐色、下部は黄褐色でともに堅密である。表層には火山灰層が厚さ 4~6cm で存在し、ここに樹木とササの根系が集中している。この火山灰はクトネベツ、稚咲内、後述のシネシンコ、オアトキタイなど同一のものであろう。最上層にはふしよ土層がある。

この丘陵全体はササにおおわれ、無立木地のような外観を呈するけれども、谷間の部分には大小の天然林が存在する（写真 5）構成樹種はヒロハノキハダ、ダケカンバ、バッコヤナギ、ケヤマハンノキ、イタヤカエデなどであり、トドマツも散在する（写真 6）。中腹部には高さ 2m 前後のササが密生し、その中に高さ 5~10m の樹木群が立っている。それらはなだれと積雪クリーブによって傷つけられ、幹折れ・枝折れが見られる（図 10）。谷部の急斜面には高さ 10 数 m の大径木が疎生する。峰部にはまとまった林分がなく、風衝形を呈する樹木が散在するにすぎないけれども、高さ 3~4m に達している（図 11）積雪が少ない冬でも峰の風下側には大きな雪びが出来、その下の斜面には樹木群が欠けている（写真 7）。

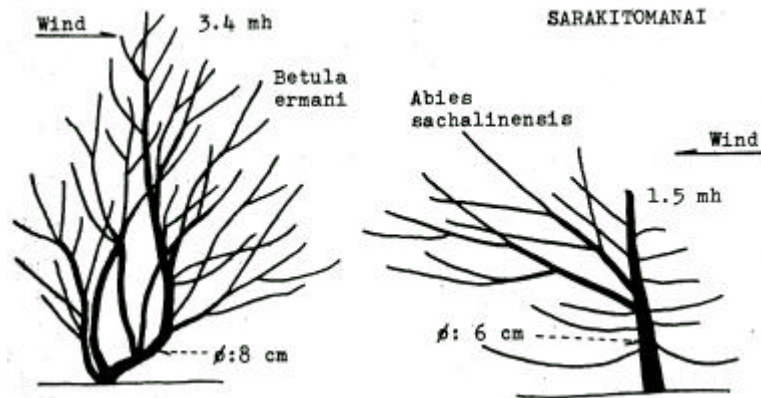


図-11 ダケカンバ(左)とトドマツ(右)の風衝樹

Fig . 1 1 . Wind-swept trees on a ridge .

中腹部の 1 樹木群をベルトトランセクト法 (5m x 60m の帯状区) によって、小さい沢を横切って調査した。調査対象はほぼ 1.2~2.7m のササ高以上の樹木とかん木である。数からはヒロハノキハダとダケカンバが多いけれども、大きさではイタヤカエデとハリギリがまさる。ササの密生する林床には、稚苗も草本もほとんどみられない(図 12, 表 4)

各個体の侵入年代(樹齡)と生長量が知るため、生長錐による年輪の読みとりをおこなった。胸高(1.3m)に達するまでに、種子侵入後に数年間(おそらく、5 年前後)が費されているだろう。小径木群が高さ 5~8m、

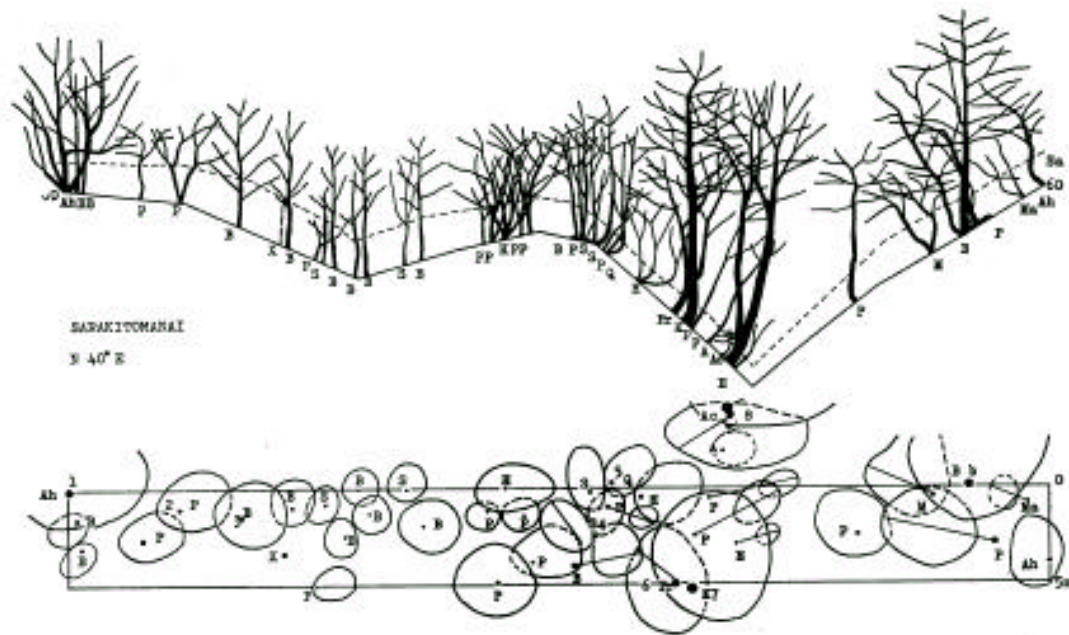


図 12 天然生広葉樹林の帯状区

Fig . 1 2 . Belt- transect of a natual stand of broad-leveed trees on a hill-side

表 4 帯状区の樹種 (サラキトマナイ)

Table 4 . Tree and shrub over the height of Sasa,in the belt-transect at Sarakitomanai.

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 b . h . diameter (cm)	本数 Number
<i>Phellodendron amurense</i> var. <i>sachalinense</i> (P)	ヒロハノキハダ	2.5~8.0	3~10	13
<i>Betula ermani</i> (B)	ダケカンバ	5.5~12.0	4~23	10
<i>Salix bakko</i> (S)	バッコヤナギ	4.0~7.5	3~13	4
<i>Alnus hirsuta</i> (Ah)	ケヤマハンノキ	5.0~8.0	7~16	2
<i>Acer momo</i> (Ac)	イタヤカエデ	12.0~14.0	22~35	2
<i>Hydrangea paniculata</i> (H)	ノリウツギ	4.0	3~6	2
<i>Kalopanax pictus</i> (K)	ハリギリ	14.0	37	1
<i>Prunus sargentii</i> (Pr)	エゾヤマザクラ	7.5	17	1
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> (Q)	ミズナラ	6.5	7.5	1
<i>Morus bombycis</i> (M)	ヤマグワ	4.5	6	1
<i>Magnolia obovata</i> (Ma)	ホオノキ	3.0	3	1
<i>Euonymus macropterus</i> (E)	ヒロハツリバナ	2.5	2	1
<i>Abies sachalinensis</i> (A)	トドマツ	1.3		1
<i>SaSa senansis</i> (Sa)	クマイザサ	1.2~2.7		
Total 計				40

胸径 8~15cm で、樹齡ほぼ 20~25 年であるのに、大径木群は高さ 10~14m、胸径 20~40cm で、樹齡ほぼ 45~60 年である(表 5)。なおササにかくれてさらに大きかったであろう古株が多数みられた。これらには山火によるであろう炭化部分もある(写真 8)

表 - 5 生長錐による樹齡測定(サラキトマナイ)

Table 5 . Ages of trees by boring at Sarakitomanai .

Species	樹種	年輪数 Number of annual rings	胸径 B .h .diameter (cm)	高さ Height (m)
1 <i>Alnus hirsuta</i>	ケヤマハンノキ	20*	13.0	8.0
2 <i>Phellodendron amurense</i> ver. <i>sachalinense</i>	ヒロハノキハダ	11	6.5	4.5
3 <i>Betula ermani</i>	ダケカンバ	21	11.5	6.5
4 <i>Salix bakko</i>	バッコヤナギ	17	10.5	7.5
5 <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	ミズナラ	15	7.5	6.5
6 <i>Prunus sargentii</i>	エゾヤマザクラ	49	11.0	7.0
7 <i>Kalopanax pictus</i>	ハリギリ	54	37.0	14.0
8 <i>Acer mono</i>	イタヤカエデ	40	21.0	11.0

* 1.3m high .

ここには保安林改良事業が実行されている。ササ植被は筋刈りされ、トドマツが植栽されているけれども、成績は思わしくない(写真 9)。ただ民有のカラマツ林地に接するトドマツの生育はよい(写真 10)。カラマツは風衝形ながら、群として風下に漸高している。風衝の峰部に植栽された樹種のうち、グイマツ(*Laeix gmslini*)は最もよく生育し、カラマツに比較して風衝に耐える。樹幹解析によるとグイマツの初期生長は速くて、植栽後 6~7 年で高さ 2.5m に達している(図 15, 写真 11; 斎藤・伊藤 1971 b)。

4) 稚内市メークマ

メークマの古いならかな砂丘は宗谷海峡に面し、部分的にトドマツ主体の天然生海岸林をもつ(写真 12)。小山内・他(1959)によると、砂丘砂は中粒~細粒であり、砂丘は新しい前丘と古い後方丘の 2 列からなる。伊藤今(1968 b)によると、砂丘の 1 横断は図 13 のようである。後方は低湿地である。土質断面は図 2 のように、表層ふきんに火山灰層をもち、ここに根系が集まっている。下層の砂は構造的に極めて堅い。

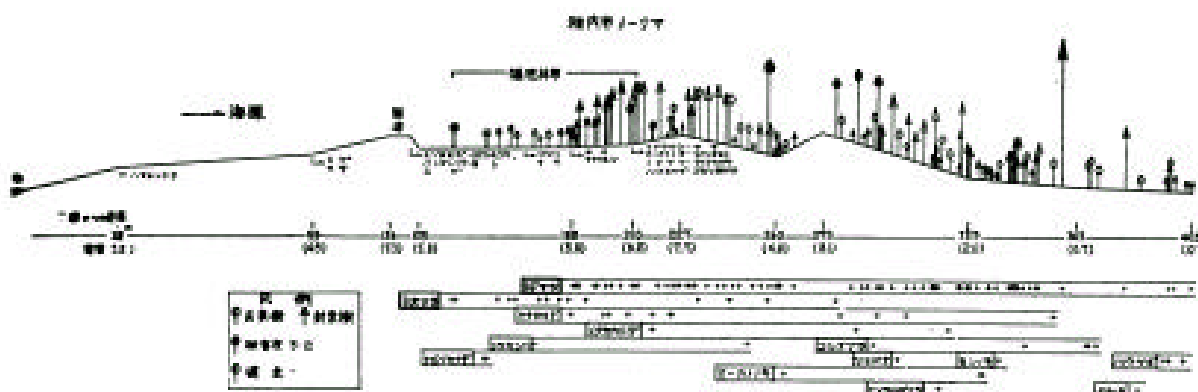


図 - 13 犠牲林をもつトドマツ天然林(稚内市メークマ)

Fig . 13 . A natural Todo-fir forest with a wind-swept part of oak and other deciduous trees at Mehkuma .

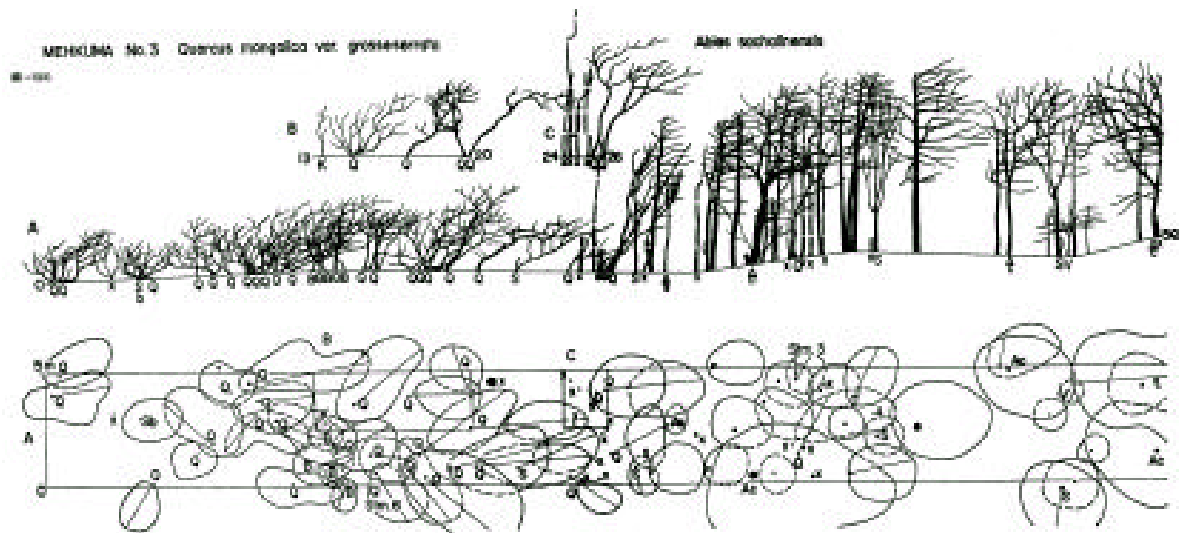


図 14 ミズナラ林 トドマツ林の帯状区

Fig . 14 . A belt-transect of Todo-fir forest with wind-swept oak mantle.

図 6 帯状区の樹種 (メークマ, ベルト 3の0~25mの部分)

Table 6 . Trees in the 0 ~ 25m part of the belt-transect at Mehkuma.

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B . h . diameter (cm)	本数 Number
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> (Q)	ミズナラ	2.0~4.0	4~14	24
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> (B)	シラカンバ	2.0~2.5	2~3	4
<i>Salix bakko</i> (Sb)	バッコヤナギ	2.0	4	1
<i>Sorbus commixtr</i> (S)	ナナカマド	2.5	8	1
<i>Kalopanax pictus</i> (K)	ハリギリ	2.0	3	1
Total 計				31

図 7 帯状区の樹種 (メークマ, ベルト 3の25~50m部分)

Table 7 . trees in the 25 ~ 50m part of the belt-transect at Mehkuma.

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B . h . diameter (cm)	本数 Number
<i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	(2~)5.5~8.0	(3~)10~30	18
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosserrata</i> (Q)	ミズナラ	4.0~5.5	8	4
<i>Acer mono</i> (Ac)	イタヤカエデ	7.5	15~28	3
<i>Sorbus commixta</i> (S)	ナナカマド	6.5~7.5	7~16	3
<i>Acanthopanax sciadopylloides</i> (As)	コシアブラ	5.0	7	1
<i>Viburnum furcatum</i> (V)	オオカメノキ	2.5	2	1
Dead trees (X)	枯木			(12)
Total 計				30 (42)

トドマツ林の風上に、多くの場所でミズナラ主体の風衝林帯が存在する(写真 13)。これから林冠が漸高して、後方のトドマツ林に続く。ベルトトランセクト法による調査結果を図 14 に示した。風衝林帯は高さ 2~4m で、プッシュ状である(表 6)。トドマツ主体の林分も高さ 6~8m と低く、風衝形を呈し枯木が目立つ。広葉樹のイタヤカエデとナナカマドは樹冠が大きく、トドマツよりも遅しくみえる(表 7)。樹幹解析によると、トドマツの生長は 40 年生で樹高 3~5m である(斎藤 1968 b)。なお風上に犠牲林分(風衝林分)を欠いたトドマツ林は著しい密生により、風衝に耐えている(写真 14)。

5) 稚内市豊岩

ここにはオホーツク海に面した高さ 40m ほどの段丘があり(写真 15)、なだれ防止林造成事業が実行されている。地質は砂岩(泊内層)と頁岩(稚内層)からなる(小山内・他 1959)。土質は図 2 のように粘土層が厚く、堅密で表層にわずかにふしよく土がある。

1960 年からの植栽成績は伊藤・今(1968 a)によると、外来のバンクスマツとヨーロッパアカマツが雪害に極めて弱い。沢筋にトドマツが僅かによく生育し、グイマツも期待できそうである。なおふきんの沢筋に天然生の広葉樹小林分があるほか、一面のササ山である(写真 16)。

6) 猿払村シネシンコ

シネシンコにおける防災林造成事業は 1957 年から実行されている。造成地は 40m 段丘といわれる平坦な段丘上にあり(標高 10m 前後)、地質的には砂と礫の層である(小山内・他 1957)。しかし表層の土質は粘土層の場合も多く、トドマツ天然林分の内外の土質断面は図 2 のように、粘土層が厚く、地表ふきんに火山灰層が存在し、根系は浅い。なおこの段丘は小さい沢によって切断されている。

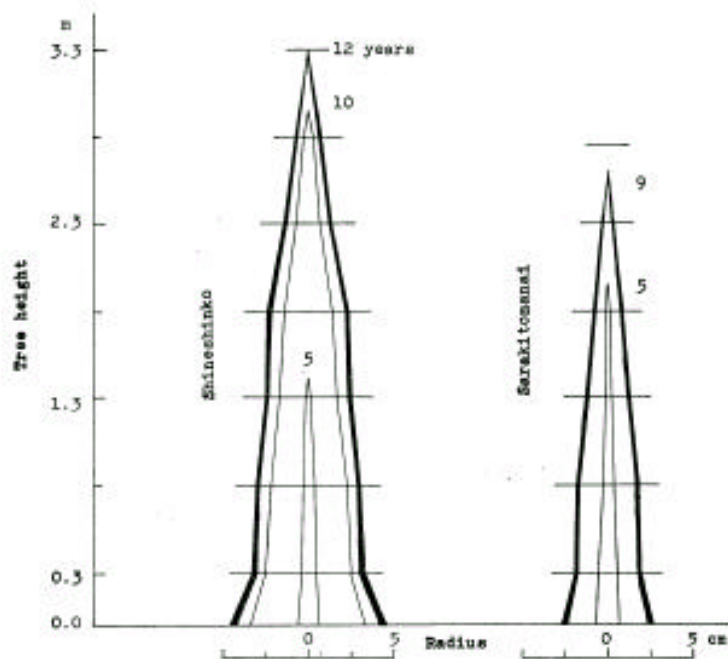


図 15 グイマツの樹幹解析

Fig. 15. stem analyses of Kuril larch (*Larix gmelini*)

植栽成績をみると 10 数年の事業でありながら，無立木地の造林ではグイマツを除いて，将来性が乏しいと観察され，トドマツはまだ防風工の高さに達していない。グイマツは極めて生長がよく，図 15 のように植栽後ほぼ 10 年で樹高 3 m に達し，さらに大きい個体は 5 m にも達していて，風衝による先枯れも少ない（写真 17）。

マツ属は雪害と生物害に傷つけられて，成林の見込みが乏しい。防風柵は地ふぶきを捕えて柵内に深く積雪させ，マツの幹折れ，幹曲り，枝抜けなどを増している（図 16）。また，雑草は柵高（1.8m）まで伸びて稚樹を被圧している。伊藤・今（1968 a）によると，ヨーロッパアカマツ，バンクスマツ，レジノーザマツおよびアカマツは雪害を受けやすく，カラマツとトドマツは風害を受けている。ケヤマハンノキは柵高を越えていない。

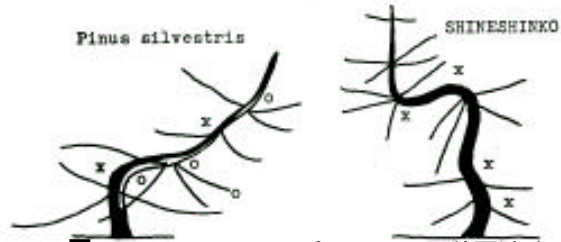


図 - 16 ーロッパアカマツの積雪沈降圧による被害 (x) と食害 (o)

Fig . 16 . Brakes and bending by heavy snow (x) and biotic injuries (o) .

林帯の造成地内には，小林分（樹木群）の天然林が散在している（写真 18） そのうち最も大きいとみられたものをベルトトランセクト法により調査した。带状区（5m×28m）を S 80°W に設定した。この樹木群の林冠は最高 5 m で，海側も内陸側も低く，風衝形を示す。とくに海側前線では，広葉樹林縁を欠いて，トドマツが極端

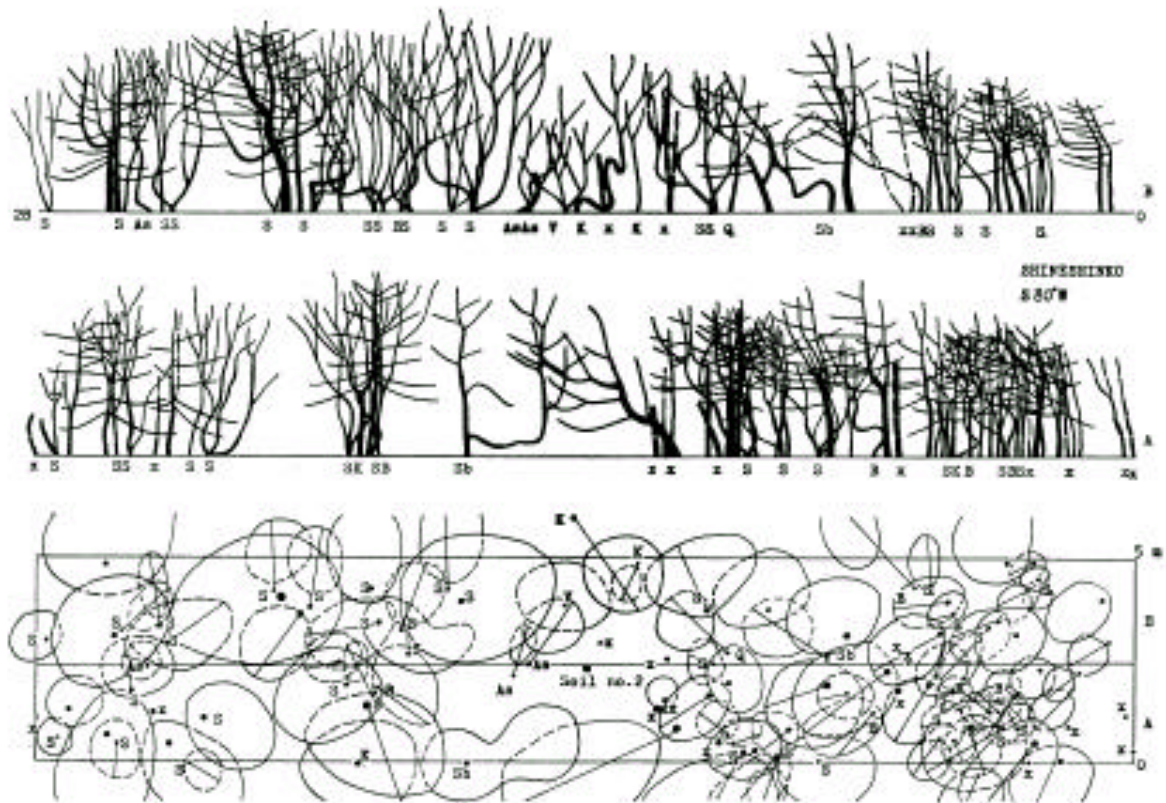


図 - 17 トドマツ天然林の带状区

Fig . 17 . Belttransect of a natural Todo-nr (Abies sachalinensis) stand .

に密生している（14本/2m×2m）ここにはほとんど下層木がなく、トドマツを主体に、ナナカマド、ダケカンバ、ハリギリなどが生育し、広葉樹の割合が多い（図 17. 表 8）

このほぼ一斉林とみられる樹木群の年輪数を生長錐によって調べた。トドマツ、ハリギリおよびナナカマドの年輪数は表 9 のようで、胸高（1.3 m）に達するまでの年数を加えると、これらの侵入年代はほぼ 40 年前である。また胸高直径別本数からトドマツの年齢を推定すると、10cm 前後のものが多く、細いものは前線にあって、ほぼ同一齢とみられた（表 10）

図 - 8 帯状区の樹種（シネシンコ）

Table 8 . Trees and shrubs , higher than 2 meter , in the belt-transect at Shineshinko .

Species	樹種	高さ height (m)	胸径 B .h .diameter (cm)	本数 Number
<i>Abies sachalinensis</i> (A)	トドマツ	2.5~5.0	3~18	48
<i>Sorbus commixta</i> (S)	ナナカマド	3.0~4.5	3~9	29
<i>Betula ermani</i> (B)	ダケカンバ	3.0~4.0	3~8	6
<i>Kalopanax pictus</i> (K)	ハリギリ	3.0~4.5	3~12	4
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i> (As)	コシアブラ	2.5~4.0	2~5	3
<i>Salix bakko</i> (Sb)	バッコヤナギ	2.5~4.5	5~9	2
<i>Quercus mpngolica var. grosseserraia</i> (Q)	ミズナラ	3.5	6	1
<i>Virburnum furcatum</i> (V)	オオカメノキ	2.0	2	1
Dead trees (x)	枯れ木			13
Total 計				107

表 - 9 生長錐による樹齢測定（シネシンコ）

Table 9 . Ages of trees by boring at Shineshinko .

Species	樹種	年輪数 Number of annual rings	胸径 B .h .diameter (cm)	高さ height (m)
1 <i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	=27* (36**)	18.0	5.0
2 "	"	24 (30)	17.0	4.5
3 <i>Kalopanax pictus</i>	ハリギリ	34	13.0	4.5
4 <i>Sorbus commixta</i>	ナナカマド	23	8.5	4.0

* 1.3m height ; **0.3m hight.

表 - 10 トドマツの胸高直径別本数（シネシンコ）

Table 10 . Number of Todo-fir in each diameter grade at Shineshinko.

胸径 B .h . diameter (cm)	0	6	11	16	計 Total
	~	~	~	~	
	5	10	15	20	
本数 Number	11	26	10	1	48

なおオホーツク沿岸の段丘上には、各所にトドマツ主体の天然林がみられる。

7) 浜頓別町オントキタイ

ここには新旧2列の砂丘がみられ、海側の第1砂丘は沖積世後期のものであり、内陸側のものは沖積世初期に形成された(北川・他 1967, 松下・他 1967)。地形横断を図 18 に示した。第2砂丘には、浜頓別営林署によって1954年から、海岸林造成事業が実行されている。ここには既述のものと同じと考えられる火山灰層が表層に厚さ2~3cmで存在する(図 1, 図 2 参照)。

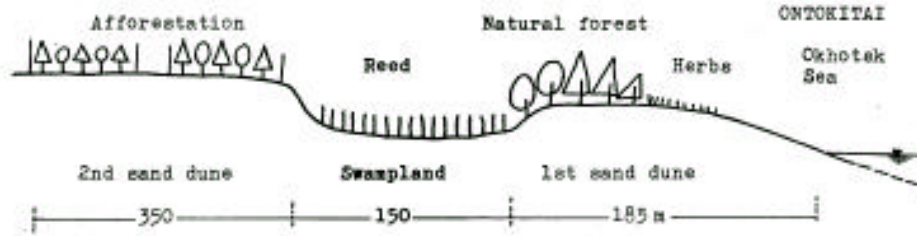


図-18 地形横断模式図

Fig .18 . A sketch of topography

第2砂丘には、かつてエゾマツの天然林があり、1919年の山火で無立木地とされたけれども、しばらく生き残った母樹から種子が散布され、現在エゾマツの矮性疎林が形成された。それらは30年生で高さ3.0mである。人工林ではトドマツとアカエゾマツがよく生育し、カラマツは先枯れ、クロマツとアカマツは雪害に傷ついている(中頓別営林署 1963)。単木的に植栽された広葉樹に比較して、天然に侵入したダケカンバ、シラカンバ、バッコヤナギ、ミズナラなどは群状ないしプッシュ状に生育している。

第1砂丘にはアカエゾマツ、エゾマツ、トドマツ、ミズナラ、イタヤカエデ、ナナカマドなどの樹木とクマイザサ、オオヨモギ、ワラビ、ススキなどの内陸的な様相を呈した草本(Inland herbs)とが火山灰層と密に関係し、砂丘草本(Dune herbs)のハマニンニク、ハマボウフウ、ハマナスなどと混生している。ベルトトランセクト法による調査では、トドマツとナナカマド(*Sorbus commixta*)が優占していて、林冠高は5.0mで漸高している(写真 19)。海側の半分を図 19 に示した。風上の樹木は著しい風衝形を示し、側枝の立ち上った多数の娘幹を形成する(写真 20)。林分構成として常緑針葉樹が生長期の風の海側に、落葉広葉樹が冬期の風の内陸側にみられる。みかけ上は針葉樹林であっても、個体数では広葉樹の割合が極めて高い(表 11) 針葉樹の胸高直径別本数分布



図-19 トドマツ・ナナカマド林の帯状区(オントキタイ)

Fig . 19 . Belt-transect of *Abies sachalinensis*-*Sorbus commixta* forest at the 1st dune of Ontokitai .

を枯木も含めて、表 12 に示した。樹高と樹間距離からみて直径に差はあっても、ほぼ一斉林タイプの樹木群と推定される。風衝のアカエゾマツ (*Picea glehnii*) は 60 年で高さ 4.6m、胸径約 14 cm に達した (斎藤・東 1921)。

表 11 帯状区の樹種 (オントキタイ)

Table 11. Trees and shrubs, higher than 2 meter, in the belt-transect at Ontokitai.

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B. h. diameter (cm)	本数 Number
<i>Abies sachalinensis</i> (A)	トドマツ	(2.5~)4.0~5.0	(3~)10~35	33
<i>Picea jezoensis</i> (P)	エゾマツ	4.5~5.0	10~25	3
<i>P. glehnii</i> (Pg)	アカエゾマツ	4.0~4.5	15~20	2
<i>Sorbus commixta</i> (S)	ナナカマド	3.0~4.5	3~8	29
<i>Acer mono</i> (Ac)	イタヤカエデ	2.5~4.5	2~7	14
<i>Euonymus macropterus</i> (E)	ヒロハツリバナ	2.0~3.5	1~3	12
<i>E. oxyphyllus</i> (Eo)	ツリバナ	2.0~3.0	1~2	11
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosserrata</i> (Q)	ミズナラ	(2.5~)3.5~5.0	4~7	7
<i>Populus sieboldii</i> (Ps)	ヤマナラシ	2.0~4.5	1~5	6
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i> (As)	コシアブラ	3.5~4.0	3~7	5
<i>Kalopanax pictus</i> (K)	ハリギリ	2.5~4.0	2~5	5
<i>Salix sachalinensis</i> (Ss)	ナガバヤナギ	4.5~5.5	12~25	2
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> (F)	ヤチダモ	2.5~4.0	2~4	2
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> (B)	シラカンバ	3.5	6	1
Total 計				122

表 - 12 針葉樹の胸高直径別本数 (オントキタイ)

Table 12. Number of conifers in each diameter grade at Ontokitai.

胸高直径 Species	Breast-height diameter (cm)	0 ~ 5	6 ~ 10	11 ~ 15	16 ~ 20	21 ~ 25	26 ~ 30	31 ~ 35	計 Total
<i>Abies sachalinensis</i> (A)	トドマツ	4	6	10	8	3	・	2	33
<i>Picea jezoensis</i> (P)	エゾマツ	・	1	・	1	1	・	・	3
<i>P. glehnii</i> (Pg)	アカエゾマツ	・	・	・	1	1	・	・	2
Dead trees	枯れ木	・	2	・	2	・	・	1	5
Total 計		4	9	10	12	5	0	3	43

8) 中頓別町上頓別

ここは頓別川の谷間部であり、上述の諸調査地が海岸線ないし風の強い場所であったのに比較して、極めて風の弱い、しかし最も積雪量の大きい場所である。土質は沖積土で、粘土質、地下水位が極めて高く、根張り空間は浅い。

この鉄道防雪林はドロノキ(*Populus maximowiczii*)がさしき法で1940年に植栽され、トドマツは1年後の1941年に下木植栽された。ドロノキは初期生長が著しく速く10年後に高さ約10mに達して、下木のトドマツを霜害と草木の被圧とから保護し、かつ初期の防雪効果を発現したけれども、過密のために、その後の生長が衰えた(表13)。トドマツは15年後あたりまでよく生長したのに、その後ドロノキ上木に被圧されている(写真21)。現在上木のドロノキは伐採され、トドマツだけが防雪林を構成している(写真22, 斎藤・上牧1967)。

表-13 植栽木の樹高生長量(m, 上頓別)

Table 13. Height growths of Japan poplar and Todo-fir planted at Kami-tombetsu.

Species	樹種	樹齡 years				
		5	10	15	20	25
<i>Populus maximowiczii</i>	ドロノキ	3.8	9.7	12.2	13.4	14.0
<i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	1.0	1.9	4.2	5.6	6.5

考 察

筆者らの方法論と調査結果にもとづき、ここでは郷土樹種からなる天然林の侵入条件と生育条件が考察され、植栽実験も検討されて、林帯の造成広が展開される。

侵 入 条 件

樹木群の侵入条件は一斉侵入に不可欠な無植被の「裸地の出現」、巨大な裸地をもたらす「降灰」という地表変動、およびその裸地に近い、種子を供給する「母樹の存在」の3つに分けられる。

1) 裸地の出現

宗谷地方の天然生海岸林は面積的に小さいものが多く、多数の生育阻害因子にも傷つけられていて、明らかな一斉林がみられないけれども、ほぼ一斉林型とみなされる樹氷群は少なくない。そしてこれらの樹木群の一斉侵入の際、先住植生を欠く裸地が存在していたにちがいない。先駆侵入木本の代表的なヤナギ科植物は裸地にだけ侵入しうるし(東1967b)、最も耐陰性が強く下木植栽が可能なトドマツも、上木のある林床よりもふしよく質のない裸地によく更新し(石原1933)、上木が陽性であっても疎でないと生長が衰えやすい(斎藤・上牧1967)。これら両極端の中間の樹種も一斉林型としては裸地に侵入するのであり、その実例は無数にある。

従来、森林の成立には、クレメンツ流のサクセッション説が定説となってきた。つまり裸地にまず苔類が侵入し、次いで草本、先駆かん木叢林、陽性広葉樹林と続き、最後に陰性針葉樹林(極盛相)が成り立つ、という考え方である。しかし北海道だけに限定しても、一斉林型の樹木群ないし森林は林道法面、土石流堆積地(河成段丘)、地すべり地、山腹表土崩壊地の崩土部、新生火山山麓、農廃港などの裸地に観察される。森林の成立は裸地に直接侵入してこそ可能なのであり、そこには苔類、草本、かん木叢林、広葉樹林および針葉樹林が、母樹群の有無に規制されながら、同時に侵入すると考えられる(斎藤・東1971)。つまりこの地表変動説では、先住植生の衰退ないし破壊による無植被の裸地を森林の成立の前提条件とする。

2) 降 灰

それでは、裸地をもたらす自然の営力は何か。これまで考えられた森林破壊の諸因子、つまり山火、風倒、虫害という勃発的変革(石原1933)は植物共同体の総てを破壊しない。先住植生を地下部からも破壊する因子こそ地

表変動因子であり、上述のように地すべり、山腹崩壊、溪流の土石移動、降灰および飛砂である。このうち宗谷地方の林帯造成地に関係するものは、降灰、飛砂および山腹崩壊である。

利尻火山からの降灰域は図 1 に示されたように、宗谷地方のほぼ全域におよんでいる。降灰は先住植生を埋没し、巨大な裸地を形成する（鈴木 1970）。このとき草本の種子の供給源は埋没されるのに、木本のそれ（母樹群）は浅い埋没には十分耐えて、競争者の減った裸地に種子を供給できるのである。そして降下、堆積した火山灰層は砂、粘土、泥炭、ないし落葉落枝層よりも一層好ましい発芽条件を提供する。さらに火山灰層は根張り空間として、樹木、砂丘の内陸草本、湿地の中生植物などに、よい生育条件を与える。それはこの層に天然木と植栽木の根系が集中している事実から推定される（図 2 参照）。なお降灰と天然林成立の関係は図 20(A)に示される。

飛砂は極めて小規模にしか生じていない。それは海岸砂地に草本が密に生育していて、裸砂地造林でなく、草生地造林であり、しかも砂草とともに、多くの内陸草本が繁茂している事実から考察される。ただし後者は火山灰層に根張り空間を求めている。また丘陵地の谷部の表土層崩壊跡地も、点在していて、天然林として母樹群を残すなら、それほど問題とならないであろう。

3) 母樹群の存在

これまで樹木の天然分布域はおもに気温との関係で論じられてきたし、現在の気温と分布とから古気候が推定されている（更別グループ 1966）。しかし気温が分布の第 1 因子であるなら、分布域内の生育地は連続しているはずであるけれども、実際には孤立群が断続しているにすぎない。そして、植栽という実験によれば、樹木の生育可能地域は分布域よりはるかに広いのである。それゆえ天然分布は温度よりも裸地の出現により強く影響され、樹木群の侵入ないし移住は裸地の存在と、そこに種子を散布できる距離内に母樹群が存在することとの 2 条件必要である。林帯の造成では苗木の植栽（導入）によって、散布・発芽の過程を省いている。

宗谷地方の海岸林は自然の湿地帯と人為による山火、耕地、草地などによって内陸山地の森林から隔離されていて、人為の加わらない以前から孤立して、これらの母樹群は後氷期に水没したとも考えられる（鈴木 1970）。山火跡のササ山にみられる樹木群も、それぞれ孤立している。利尻島と礼文島では母樹群が限られているけれども、ある気候帯内にあれば、自生しない樹種でも植栽によって生育できるにちがいない。ただし風向きによっては飛散

しやすい種子は遠方まで達しうる。これらは一般に先駆性のもので、ヤナギ科植物に代表される。

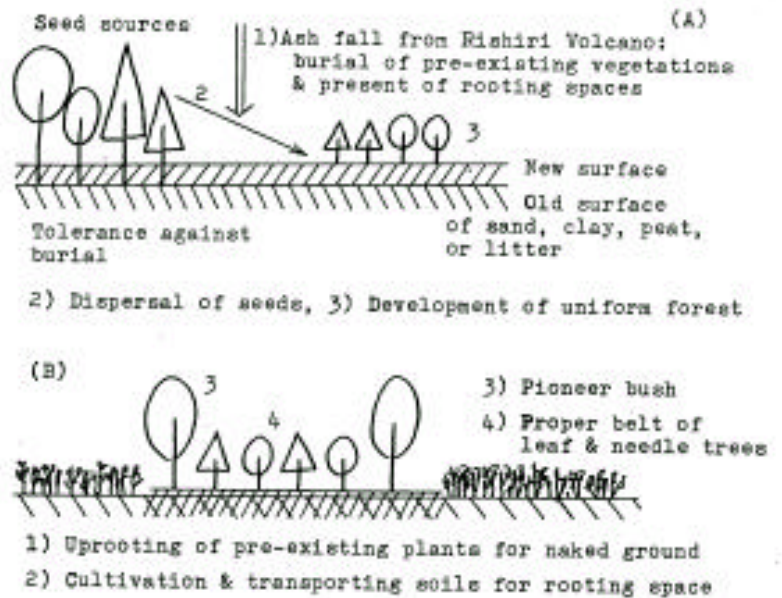


図 - 20 天然林の成立条件 (A) と人工林の造成法 (B)
 A . 1) 降灰 2) 種子の散布 3) 一斉林型の成立
 B , 1) 地はぎ 2) 耕うんと客土 3) 前生林の造成 4) 本林帯の導入

Fig . 20 . A : ecological relations of an ash fall on the development of forest ; and B : afforestations of pioneer and proper belts with land-preparations .

地表変動による裸地の出現とその近くに母樹群が存在することは、樹木群の移住ないし侵入にとって最も重要な因子であり、これによってその天然分布域が限定されるとさえ考えられる。自生樹種にとって、気温は生育阻害因子としてより低次の意義しかもたない。それゆえ人工的な裸地（廃道、農荒地、地はぎ地拵え、林道法面など）には近くの母樹群から種子が供給されるのであり、林帯造成においても、天然の母樹群を活用していく必要がある（東・田中 1969）

生育条件

樹木群の生育条件は種子の着地、発芽後の稚苗時代における草本との、他樹種との、そして同樹種間の「生存競争」、樹木が成林するまでに会うさまざまな「生育阻害の因子」、および生活環、寿命、種子散布、裸地の出現などに関連した「成林と更新」の3つに分けられる。

1) 生存競争

これまで森林生態学においては気候と土壌が重要因子とされてきたけれども、実際の植林においては除草（生存競争の緩和）が最も重視され、気候と土壌は人為的コントロールの外にあった。天然林の成立では種子が裸地に侵入した後は生存競争の連続である。草本と木本とが同時に侵入するなら、発芽が早く初期生長量も大きい草本が木本を圧倒してしまうから、木本は草本の種子が少ない地面に大量に着地しなければならない。着地場所が裸地でなくて、先住植生の繁茂する場所であるなら、木本の生長はほとんど不可能である。強風地の樹木群が凹地（谷部）にしかない理由として、風衝地の先住植生（ササ原）と谷部の裸地（谷壁表土層の崩落）の関係があげられよう（写真 5 と 16 参照）。裸地は侵入条件であり、強風は生育阻害因子であって、前者が後者より第 1 義である。

生存競争を重視する農業では徹底した除草を実行するし、降雨量の少ない乾燥地域の造林地でも列植えをして、機械力を用いた除草と中耕が重要な作業である。（斎藤 1970 a）先住植生の破壊には地はぎ地拵え（東 1967 a）や耕うん地拵え（斎藤 1971 a）が極めて効果的である。しかし人為の加わった場所にこそ繁茂する草本が雑草であって、これらは自生種に限らない国際的な雑草（Cosmopolitan weeds）であり、例外なく陽性である（COWLES 1911）。これまでの林業では地拵えが地上部のみに限られていたこともあって、先住植物と人為に伴う雑草とが区別されていなくて、どちらも草刈り（地上部カット）で済まされていた。林帯造成のように耕うん地拵えが可能な分野では、陽性雑草の抑制が生物的にも機械的にも考えられる必要がある。

2) 生育阻害の諸因子

種子の着地直後から、生育阻害因子が働きかけてくる。虫害などで発芽しないものを除き、種子は着地した裸地の状態に左右される。つまりそこが砂地であったり、湿地であったり、堅い乾いた粘土地であれば、発芽さえ不可能となる。さらに発芽しても、十分な根張り空間が保障されなければ、生育ができない。天然には火山灰層の存在と、局部的ながら崩土堆積地とが発芽と根張りの空間を与える（図 20 参照）。宗谷地方のように年間 1,000mm 以上の降雨があり、特別な乾期もない場合（図 3 参照）、通水通気のよい土壌構造こそ樹木の生育に必要であって、構造的に堅い粘土や過湿の泥炭ではその生育が著しく抑制されてしまう。こうした土壌の理化学性はその化学性よりも根本的であって、土質改良なしに施肥しても効果はあがらないはずであり、小さな植穴にわずかの土壌改良剤を投入しても、土壌改良にはならない（斎藤・伊藤 1971 c）。それゆえ土性的因子は生育阻害因子であるより、むしろ生育の遅い速いを左右する因子であるといえよう。そして土質の改良は人為により、ほとんど自由に可能なのである。

生物害としては、ノネズミとノウサギによる枝条や樹皮の食害、昆虫による食害、病害などがある。ネズミとウサギに対しては防除法やあまり好食しない樹種の植栽で対処し、いくらかの被害は計画段階で見込んでおくべきである。昆虫と病気に対しては同一樹種だけからなる単純林を避けて、とくに針葉樹偏重を避けて、天然林の構成にみられるように(表 3, 7, 8 および 11), 広葉樹を多種多量に用い、自然界の平衡をたくみに利用すべきである。量的な変化(単純林)は質的な変化(害虫の大発生)に結びつくものであり、トドマツ林のハマキガを薬剤で駆除しても、同時に多くの天敵をも殺してしまい、思いも及ばない新しい害虫が大量に出現することになる(鈴木 1971)。天然林にみられる多くの樹種をそれぞれの個性に合った方法で養苗し、植栽してゆくべきである。それゆえ生物工法である以上、生物害はある程度までやむをえないことと認め、決して致命的因子ではないから、それを見込んだ質量を計画し実行してゆくことが望ましい。なお人為的な害(草刈りで苗木を傷つけること)は、生存競争とその除去を軽くみた 1 m × 1 m の方形植え(10,000 本/ha)にこそ問題があると考えられる。

雪害の問題は外来のマツ属にとっては重大であっても(図 16 参照)、自生の樹種には生物害と同じく致命的ではありえない。防雪林の名があるように、林帯ないし樹木群は地ふびきを林内にためやすく、林内の積雪は気象観測所のデータより深いことがふつうである。それで、積雪の沈降圧に従わないで逆らう樹木は折れたり曲ったりする。雪の多い地方の樹木は柔軟性が要求されるのであり、証明済みの自生種が材料として最もふさわしい。外来のマツ属ほどでなくても、トドマツも雪害を受けるのであり、被害を予想した枝打ちが必要で(斎藤・伊藤 1971 a), 林分全体に冠雪を受けない植栽法たとえば、列植えも望まれる。丘陵斜面に生じるなだれについては、なだれ防止工法を実行した上で植栽する必要があり、ひとたび動きだした積雪を樹木群で阻止することはほとんど不可能である(若林・他 1966)。また尾根ふきんの雪びの形成は樹木群の植栽によって抑制するか、その動き出しを止めるかであり、多くの樹種のうちには、そうした環境に適応したものや耐えるものがある(斎藤・大森 1969)。サラキトマナイの場合、谷部への植栽を避けて天然更新にまかせ、比較的雪害の小さい中腹部に植栽することが望まれる(図 9 と 10 参照)。気象害のうちでも、積雪害は材料と方法により大きく軽減可能である。

これまで述べた論理から気象害の中でも最も重視されていた風と寒さの害は生育阻害因子の中で最も低次であるといえよう。しかしこれらを軽減することそのものが林帯の役目であるから、最もやっかいな因子ともいえる。ササ高まで伸びた植栽木が風衝でそれ以上のびられない事実や、防風柵の高さ以上の枝条が風に害されている事実は、生長期の冷風や冬期の寒風が機械的・生理的に枝条を傷つけることを意味する。しかもこの風は成林したものを害して、樹木の寿命を短くする。それゆえ風害が林帯造成の阻害因子として大きなウェイトをしめてきたのであるけれども、その風を緩和することが林帯の役目であるから、防災行為をするからには「被害」を不成績の理由にしてはならないのである。そして風が全くの致命的因子でないことは、各地の天然林の存在、風衝地に樹木が生育している事実(図 11, 写真 13 参照)、そして植栽木も生育しうる事実から(写真 11 参照)、証明される。つまり比較的風衝に耐え、ブッシュ状に林冠を高める樹種を採用して、前生林や犠牲林帯(風衝林縁)をまず造成した後に、本林帯樹種を導入する植栽法の実行や(東 1967 a, 伊藤 1968, 斎藤 1970 c), 天然林の風下を利用すること(伊藤・今 1968 b, 斎藤 1970 b)が、強風地における林帯造成の基本であると考察される。このときササを全刈りしないで筋刈りし、稚苗の保護帯とすることも望ましい(東・田中 1969)。そして防風工なしに、群としての生物工法を確立してゆくべきであり、冬の風が問題の場所では、常緑針葉樹の植栽を避けるべきであろう。一般に保護対象と被害を考慮するなら、林帯の構成樹種は落葉樹であってよいはずである。それゆえこれまでの植栽成績の不良は「まえがき」に述べたように、風害よりもむしろ材料と方法の吟味の不十分さや、生物工法の完成に十分な幅をもつ造成地が確保されなかったことにあるとさえいえよう。

3) 成林と更新

樹木群は異種間そして同種間の生存競争を続けながら、しかも上述のさまざまな生育阻害因子に傷つけられつつ、成林してゆく。ここで「成林」とは次の世代のための種子を供給できるまでの時間であり、生活環(Lifecycle)であって、木材利用的な観点ではない。天然林では適者生存であって、より強い個体がより弱いそれを圧倒してゆき、適度の樹間距離が保たれたり、逆に林内に穴(Patch)ができたりする。人工林では過密になりすぎ、全部が劣勢木になる場合もあるけれども(斎藤・上牧 1967)、除伐と間伐が実行されるなら、全部を健全木に仕立てることも可能である。宗谷地方に限らず、保護効果の一時的マイナスを恐れて、林帯造成事業では除間伐が遅れる傾向にある。前生林と列植えの採用はこの傾向を大きく変えよう。

林帯にとって更新は大きな問題である。一時的に少しのマイナスがあっても、防災効果を連続させなければならぬからである。天然林では陰樹であっても親木群の下には更新しないで、そのふきんに侵入するし、まして陽樹は全くの裸地にだけ侵入する。しかし林帯は同一の場所に更新させられなければならない、そのために列状伐ないし帯状伐が採用され、また十分な幅員が望まれる。このとき林帯が列状混植からなり、「伐られる列(樹種)」が予め決められているならば(東・田中 1969)、更新に無理がないだろう。そして前生林の樹種は本林帯の樹種と交代(更新)させられ、上述の伐られる列となるだろう。母樹群の有無と種子侵入に限定される天然更新に比較して、人工更新は樹種も豊富であり、植栽法も苗木、さしき、萌芽更新、種子直播きなど多様であって、よりよい更新が可能である。

林帯の造成法

これまでの林帯造成法では、先住植生の破壊、土質の改良、先駆樹種の利用、保育管理の徹底がほとんどかえりみられず、たとえ部分的な採用があっても総合な特有体系となっていなかった。この研究では方法論、調査結果、天然林の侵入条件および生育条件の考察にもとづき、林帯の造成法が「耕うん地存え」、「前生林の造成」、および「本林帯の導入」に分けて考察される。

1) 耕うん地存え

苗木の植栽はふつう小さな植穴掘りだけで済まされていて、地上部が刈り払ってあるとはいえ、草の中に苗木が押し込められた観があった。先住植物の根張りや苗木のそれとでは、比較にならないほど後者が弱い。先住草本をそのまま雑草化させるのでは、少し草刈りの適期をのがしただけで、苗木は著しく被圧され、生存競争に敗れてしまう。苗木の活着率を高め、根張りを促進させるためには農耕地のような、また床替え床のような競争者なしの植栽地を用意する必要がある。

天然林の侵入には地表変動諸因子のいずれかが働いて裸地を提供するのであり、とくに火山灰の降下、堆積は巨大裸地をつくるだけでなく、根張り空間をも与えている(図 20(A)参照)。木本の導入には降灰に代えて、耕うん地存え(地はぎも含む)を採用すればよい。つまり地はぎや深い耕起によって先住草本を地下部からも破壊し、碎土によって根張り空間を著しく改良するのである。もし土質が砂、粘土、泥炭のように理学性が十分でない場合には、異質土の投入(客土)も必要となろう。こうした耕うん地存え法は降灰よりもさらによい条件を苗木に与えることができる(図-20(B))。平地ゆへの積極的な機械力の利用こそ、山地の一般造林と違う、防災林独自の技術であろう。

場合によっては排水系づくり、土壘工、地ならしなども地存え体系の1つに数えられる。既述のように地存えこそ、人為が自然に働きかける最大のものであり、同時に最も効果的なものである。なお防災林造成における耕うん地存えは1958~59年頃より一部で実行されていたけれども、その目的は農業的な土壌改良であり、裸地の認識が不十分であったといえよう。

2) 前生林の造成

これまでの林帯造成では初めから本林帯樹種が植栽され、気象害(おもに風害)を避けるためにネマガリダケ編柵の防風工が密に設けられてきた。今日では防風工は林帯造成に不可欠と考えられ、事業経費の大半がこれに割かれ、その残りでは生物工法が実行されるという本末転倒の、歪曲された技術が疑いをもたれていないとさえいえる。以前から防風工の批判がありながら、現実にはいよいよ防風工が密に高く施工されている。各地における観察によれば、防風工は次のような諸点でプラスよりもマイナスであろう。つまり、i) 地ふぶきを捕えて雪害促進すること、ii) 倒壊によって植栽木を傷つけること、iii) 密な柵網により除草・中耕の機械化が妨げられること、iv) 競争者の草本のより以上の繁茂を促すこと、v) 過保護によって風衝に弱い木をつくること、vi) 莫大な経費を占めることなど。

防風工にかわり天然林の前線のブッシュ的なものをつくるため、前生林と本林帯という二段構えの考え方が明確に出された(東 1967 a)。この二段構えの林帯造成法はそれ以前からも考えられていて、名も様々であった(表 14)。前生林は i) 本林帯の気象害を軽減すること。ii) 本林帯にさきがけて初期の防災効果を発現すること。iii) 雑草の繁茂を抑制すること。iv) 除伐期に伐られ木となること、などの長所をもつ。

ササ生い地では、ササが筋刈りされて、地拵え後その保護の下に列植えの前生林が造成され、後者のブ

ッシュ形成と上生長をまって、刈り残されたササを刈って、本林帯が導入されるとよい(東・田中 1969)。草生地でも先住草本を筋刈り、地はぎして、地拵え後に前生林が造成されることが望ましい。このとき刈り残された先住草は雑草の侵入を抑制しよう。

前生林に採用される樹種は、宗谷地方ではほとんど飛砂がないので、造成地に近く自生する先駆的なものが望まれ、その第1はさしき法の有効なヤナギ属数種である。さしき法(ないし埋枝法)は生物工法とよぶに最もふさわしい植栽法で誰にでもでき、材料の入手も他種の苗木よりずっとたやすい。これは植栽工よりもむしろ、地拵え工の中に含まれてもよいほどである。他の前生林樹種として、ドロノキ(さしき法、写真 21 参照)、カラマツとグイマツ(図 8、写真 11 参照)も証明済みである。これらはすべて、列間を広く(3~5m)、苗間を狭く(0.2~1.0m)列植えないし帯状植えされるべきである。列植えは方形植えと違い、除草と中耕をたやすくし、見廻りのための自動車の通行を許し、本林帯導入の空間をもち、防災効果を早く発現する。

3) 本林帯の導入

天然林の成立と林帯造成の違いは表 15 にまとめられる。このうち天然林と人工林の違いの1つは前者が一斉林型であるのに後者が二段林型である点であろう。おもに風害を緩和する目的とはいえ、生物工作物である以上、自らも風に耐えて生育しなければならぬので、初めから高い林帯は無理で前生林の保護が必要である。本林帯は前生林の広い列間に列植え導入され、いわゆる下木植栽としない。これを構成する樹種は機能、生育阻害因子の軽減、樹種の個性などの検討から、宗谷地方に自生する樹種であるべきで、広葉樹ではミズナラ、ナナカマド、イタヤカエデ、ハリギリ、シラカンバ、ダケカンバ、ケヤマハンノキ、ヒロハノキハダなど、針葉樹ではトドマツ、ア

表-14 前生林と本林帯の名前

Table 14. Names of pioneer and main belts

前 生 林	本 林 帯	文 献
先 駆 樹 種	恒 久 樹 種	平 1958
保 護 的 植 生	天 然 林	松井・篠原 1960
捨 石 的 林 帯	防 風 林 帯	同上
前 生 林	高 林 帯	東 1967 a
犠 牲 林 帯	主 林 木 帯	伊藤・今 1968b
風 衝 林 帯	主 林 帯	斎藤 1968b
前 衛 樹 帯		
林 縁 帯		
低 林 帯		

カエゾマツ, エゾマツであろう。これらは証明済みであるか, 苗木養成が可能なものであって, 列単位の混植に十分な生長を示すだろう。

表 - 15 天然林成立と林帯造成の違い

Table 15 . Comparisons of the development of natural forest and the shelterbelt establishment .

条 件	天 然 林 の 成 立	林 帯 の 造 成
場 所	地形・面積・土質による制約	人間が望む場所
裸 地 の 出 現	降灰, 山腹表土層崩落	地はぎ・耕うん地存え
侵 入	母樹群の有無による制約, 草と木の同時侵入	苗木・さしき・種子植栽(導入)
根 張 り 空 間	火山灰層ふきん, 崩土	耕うん・客土による拡大
生 存 競 争	初期生長の速さ・耐陰性	草刈り・中耕・列状混植による植栽木の保育
気 象 害	風衝形・ブッシュ形成, 耐雪性	前生林による保護
生 物 害	小さい	大きい
成 林	一斉林型	二段林型
更 新	地表変動(一斉林), 寿命(複層林)	帯伐・植栽・萌芽更新・天然下種

なお風上林縁には, 時には反対側の林縁にも本林帯を保護し, 風衝によく耐える樹種からなる犠牲林帯(伊藤 1968 風衝林縁(斎藤 1968 b)ないし前衛樹帯が必要であり, これは永久的な土壘を起点として, 漸高上に林冠を高め てゆくだろう。宗谷地方の天然と人工の海岸林を対比すると, 図 21 のようになるだろう。

本林帯の更新は, 前生林と本林帯の場合と同じく, 列状伐採で実行されるべきであり, 列状の耕うん地存えも 必要である。場合によれば, 植栽しなくとも残った列を母樹群として, 地存えだけで天然更新が期待できる。天然 林を母樹群とするより, 人工林をそうする方がずっと天然更新がたやすく確実のはずである。

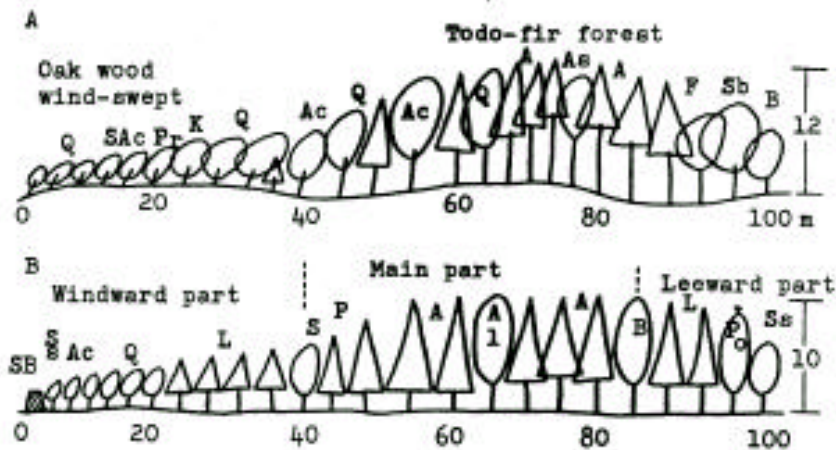


図 - 21 天然 (A) と人工 (B) の海岸林横断模式図

Fig . 2 1 . Bisects of natural (A) and planned (B) shelterbelts .

A: トドマツ Todo-fir Ac: イタヤカエデ Itaya-maple Al: ケヤマハンノキ Alder As: コシアブラ Acanthopanax , B: シラカンバ Birch , F: ヤチダモ Ash , K: ハリギリヤ Kalopanax : グイマツ Kuril larch , P: アカエゾマ ツ Red yezo-spruce, Po: ドロノキ Japan poplar , Pr: サクラの1種 Cherry , Q: ミズナラ Osk , S: ナナカ マド Mountainash , Sb: バツコヤナギ Bakko-sallow , Ss: ヤナギ数種 Willows , SB: 土壘 Soil bank.

む す び

宗谷地方における防災林の造成法は次のように結論されよう。そしてこの研究の成果はこの地方の一般造林や北海道各地の林帯造成にも適用されるにちがいないし、また実験によって証明されなければならない。

——この地方の天然林は海岸砂丘、粘土質段丘および丘陵地のいずれにおいても、利尻火山起源の火山灰層と密な関係をもっていて、これから降灰という地表変動の1因子が先住植生を埋没、衰退させ、侵入のための裸地を提供し、砂や粘土よりも好ましい根張り空間を与えたと考察される。われわれが林帯造成をしようとすれば、天然侵入を人為導入に置きき換え、地表変動を耕うん地拵えによって再現することが必要である。導入と地拵えは侵入と地表変動のような時間的空間的な制約がずっと小さいから、天然林よりも防災効果の大きい林帯の造成は十分可能である。

次に天然林の生育条件は土質、気候、生物などの多数の生育阻害因子に大きく左右され、また生存競争によるふるい分けも大きな因子である。人工林の生育条件からは保育管理によって阻害因子が除かれる。つまり先駆樹種からなる前生林の造成によって気象害を緩和し、客土や中耕によって土質を改良し、広葉樹の比率の高い混交林によって生物害に対処し、列植えによって除草、本林帯導入をたやすくするのである。

材料の確保、保育管理および更新までも含めて、耕うん地拵え、前生林の造成および本林帯の導入という終始一貫した技術体系の確立こそ、防災林造成事業の発展に不可欠なものであろう。

この研究をまとめるにあたり、現地調査を支援された宗谷支庁林務課治山係の樋口智係長、児玉多久寿、中鶴忠雄、久保茂の各技師、および道治山課防災林係の野呂田勝洋技師に筆者らは感謝の意を表す。またこれまでの数多くの現地調査に協力と助言をいただいた旭川営林局と旭川鉄道管理局営林課の関係各位、北大農学部東三郎教授にも、筆者らは改めて謝意を表す。

文 献

- COWLES, H. C. 1899 The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan. *Botanical Gazette* 27: 95 117, 167 202, 281 308 and 361 391
- 1911 The causes of vegetative cycles. *Bot. Gaz.* 51: 161 183
- 東三郎 1967 a 防災林造成の考え方. 27p 北大農学部防工学研究室
- 1967 b 地表変動と指標植物. *水利科学* 56: 55 68
- 1968 海岸砂丘の火山灰層と林帯造成について. *日林北支講集* 17: 105 109
- 田中勇 1969 ササ地における林帯造成. *北大演林業務資料* 14: 1 23
- 広谷巍 1971 防災林雑感. *光珠内季報* 7: 1
- 井尻正二 1966 科学論. 316p 築地書館東京
- 石原供三 1933 天然林におけるトドマツ稚樹の消長と森林土壌との関係に対する研究. *北林試報* 12: 1 169
- 伊藤重右衛門 1968 防災林を考える. *治山と保全* 7: 19 23
- ・今純 1968 a 宗谷・留萌・微志・支庁管内の海岸林. *北海道治山技術論文集*: 181 223
- ・————— 1968 b 犠牲林の造成に関する一、二の考察. *日林北支講集* 17: 96 101
- ・————— 1970 防災林科の最近の調査・試験から. *光珠内季報* 3: 2 23
- 上条一昭・鈴木重孝 1971 トドマツの大害虫コスジオビハマキ. *光珠内季報* 7: 2 14
- KATSUI, Yoshio 1953 Petro-chemical study on the lavas from Volcano Rishiri, Hokkaido, Japan. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. IV*, 8: 245 258
- 北川芳男・他 1967 北海道北部の土壌. 195p 北海道開発局
- 松井善喜・篠原久夫 1960 天北地域の営農林の経営について. 55p 北海道開発局
- 松下勝秀・他 1967 5万分の1地質図幅・説明書「浜頓別」. 41p 北海道開発庁

- 三谷勝利・魚住 悟・藤江 力 1965 5万分の1地質図幅・説明書「抜海」. 20p北海道開発庁
 中頓別営林署 1963 海岸防風林造成事業についての成績調査. 寒帯林 106 : 218 238
 小山内熙 1954 5万分の1地質図幅・説明書「稚内」. 34p北海道地下資源調査所
 ———・三谷勝利・石山昭三 1957 5万分の1地質図幅・説明書「知来別」. 44p北海道開発庁.
 ———・———・北川芳男 1959 5万分の1地質図幅・説明書「宗谷および宗谷岬」. 52p北海道立地下
 資源調査所
 斎藤新一郎・上牧由秀 1967 鉄道防雪林におけるドロノキ・トドマツ混交林の植栽経過. 雪氷 29 : 74 77
 ——— 1968 a オホーツク沿岸防風林研修後記. 北見林友 141 : 7 20
 ———・天野 通・窪田光修 1968 天然生海岸防風林の解析 - 天塩営林署稚内. 日林北支講集 17 : 102 104
 ——— 1968 b 北海道北部における天然生海岸林の解析. 20p旭川営林局
 ———・大森俊雄 1969 尾根付近の樹木のなだれ被害の一例. 雪氷 31 : 76 79
 ———抄訳 1970 a FAO「特殊な造林」. 光珠内季報 5 : 48 50.
 ———訳 1970 b ビャルナソン「アイスランドの林業」. 北方林業 22 : 250 252
 ——— 1970 c 北海道における防災林の造成法に関する研究. 81回日林講集 : 307 309
 ———抄訳 1971 a メーリソグ「耕うん地存え」. 光珠内季報 7 : 21 24
 ———・東三郎 1971 天北地方における海岸砂丘の火山灰層と天然林成立の関係. 北大演報 28 : 421-471
 ——— 1971 b 砂丘天然林の成立からみた利尻火山からの最近の降灰年代について. 第四紀研究 10 : 49-53
 ———・伊藤重右門 1971 a 防災林造成における新しい工種設定の必要性. 治山研論文集(印刷中)
 ———・——— 1971 b 稚内市サラキトマナイにおける天然林の調査からみた人工林の造成法.
 昭 45 北海道林技研論文集(印刷中)
 ———・——— 1971 c 天然林の解析からみた天北地方の防災林造成法. 日林講(印刷中)
 札幌管区气象台 1964 北海道の気候. 391 p 気象協会北海道地方本部
 更別グループ・藤 則雄・朝日奈正二郎 1966 稚内・サロベツ地域の第四系. 第四紀研究 5 : 1 11
 東海林正光 1968 防災林とトドマツ. 林 193 : 34 36
 宗谷支庁経済部林務課 1969 宗谷の林業. 86p
 鈴木 守 1970 林業と地質. 北方林業 22 : 76 80
 平 敬 助 1958 宗谷地区防災林の造成について. 北海道の治山 : 189 203 北海道林務部
 立野 清・他 1970 防災林造成基礎調査報告書(稚内営林署管内). 250 p 林業土木コンサルタンツ
 辻井達一 1968 渚にて - 草原の遷移に関する考察(2). 北海道自然保護協会誌 3 : 43 48
 若林隆三・斎藤新一郎・工藤哲也 1966 北大天塩演習林なだれ常習地の植生について. 日林北支講集 15 :
 78 81.

Summary

The present paper deals with the shelterbelt establishment at Sōya district, northern Hokkaido, with materials of indigenous conifers and broad-leaved trees including pioneers and with methods of land-preparations by cultivation and of removings of anti-growing factors, from the points of view of ecological relations of the topographic changes and competitions on the development of forest vegetations.

So-called Tempoku region, composed of Sōya and Rumoi districts, is estimated one of the most difficult regions in Hokkaido for afforestation. The coastal belt of Sōya district has little natural forests and the least man-made ones among the vast *Sasa* vegetations like heath in Europe, as results of our fathers' destructions of virgin forests by fellings or fires for several decades. Results of economical afforestations are not good. Therefore, in order to improve microclimate for economical afforestation, agriculture, tramc, and recreation, the works of shelterbelt establishment at the coast lines of Soya have been carried on about twenty years ago. However, these results are not good and poor results are set down consequently to severe climate, least fertile soils, badness of materials, and least maintenance, inspite of the lack of methodology in the old forest ecology.

Methodology

The authors have observed the structures of remaining forests and the results of these works, from the points of view of so-called field science (observations and experiments in fields), and tried to create a new methodology in the dynamic forest ecology which takes physiographic factors more important than climatic factors. There can be two checking factors against the development of a forest; they are anti-invasional factors and anti-growing factors. Invasional conditions are chiefly composed of the appearance of a naked ground without pre-existing vegetations, as an absolutely strong competitor, and of the presence of seed sources around the ground. Growing conditions are composed of biotic, climatic, and soil conditions - competitions and biotic damages are biotic; coldness, wind, snow, and others are climatic; and physical and chemical properties are of soil. In an old theory, so-called environmental conditions are restricted to climate, soil and biotic damage.

However, after invasion and competition, trees establish themselves and are checked by climate. And the fact of existence of many natural forests suggests us that climatic factors are not anti-invasional but anti-growing ones. On the contrary, physiographic factors composed of topographic changes are the most important factors to plant invasion - topographic changes (which are represented by landslide, movement of bed load, rupture of surface soil at mountainslope, ash fall, and sand-drift) destroy pre-existing vegetations and give naked grounds for new vegetations to invade as a group. A topographic change in nature may be replaced by an artificial land-preparation, and also the natural invasion is done by an artificial introduction of trees (planting). Therefore, according to right methods and materials, our works of shelterbelt must not be difficult.

Experiments and results

The investigation was carried out on June to October 1970 and March 1971. But a part of data used are quoted from authors' studies published and unpublished from 1967 to 1971.

Sōyadistrict is situated between Japan Sea and Okhotsk Sea and is a representatively windy and cool temperature country (Figs. 3 & 4). The sites for shelterbelts are composed of clay hills with *Sasa* I and tall herbs or of sand-dunes with dune and inland herbs mixed. There is a layer of volcanic ash from Rishiri Volcano over the whole surfaces of the district (Fig. 1). Roots of trees invaded or planted concentrate remarkably into the layer, which was taken as a surface soil composed of weathered clay and humus complex (Fig. 2). The age of the ash fall is presumed to be several hundred years ago.

The sites investigated are Wakasakinai, Kutonebetsu, Sarakitomanai, Mehkuma, Toyoiwa, Shinesinko, Ontokitai and Kami-tombetsu (Fig. 1).

Natural forests on sand-dunes at Wakasakinai are composed of an oak (*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*) belt wind-swept, 5 m high, at windward (Fig. 5 & Table 2) and of Todo-fir (*Abies sachalinensis*) belts at leeward with many broad-leaved trees, 10-20 m high and 100-150 years of age (Fig. 6 & Table 3).

Man-made forest of Todo-fir on clay hills at Kutonebetsu is one of the best afforestations at Sōya district and is 45 years of age and 8-12 m high. It has at windward wind-swept stands of natural oak, birch (*Betula piatyphylla* var. *japonica*), etc., and of Japan larch (*Larix leptolepis*) planted (Figs. 7 & 8).

Sarakitomanai clay hills are cut by many gully (Fig. 9) and covered by *Sasa* vegetation except patches of small stands (Photo. 5). Trees are wind-swept on ridges and snow-damaged on steep slopes (Figs. 10 & 11). A stand on gentle slopes is composed of *Phellodendron amurense* var. *sachalinense*, birch (*B. ermanii*), etc. (Fig. 12 & Table 4), and of two groups of 20-25 and 45-60 years of age (Table 5). In spite of the site more inland than Kutonebetsu, an afforestation of Todo-fir is not good, caused by cold wind and spring frost. Kuril larch (*L. gmelini*) planted is a better wind-bearer than Japan larch (Fig. 15 & Photo. 11).

On sand-dunes at Mehkuma, there are natural oak belts at windward, 2-4 m high, and Todo-fir stands

at leeward , 6-10m high , with maple (*Acer mono*), mountain ash (*Sorbus commixta*), etc .(Figs . 13 & 14).

At Toyoiwa , on the so-called 40 m terrace of sand and clay , a shelterbelt is establishing for avalanche control . Exotic pines (*Pinus banksiana* and *P. silvestris*) are heavily damaged by snow . There are small patches of natural trees in a gully (Photo . 16).

On a terrace , 10m high above sea , the work of shelterbelt at Shineshinko is practiced for 15years . Kuril larch planted shows good growths ; 3-5m high after 10years (Fig . 15), Wind-fences catch snow-drift deeply and cause larger damage to exotic pines (Fig . 16) Trees over-protected by these fences are forced severe competitions with tall , vigorous herbs and are wind-swept remarkably over the fence . Within the belt there are small stands of Todo-fir and broad-leaved trees , 5m high and about 40 years of age , recognized as a uniform forest (Fig . 17 & Tables 8 - 10).

At Ontokitai , there are two sand-dunes : the first one from sea is a present dune with natural stands and the second is an old sandbar with a man-made shelterbelt (Fig . 18). Of trees planted , indigenous Todo-fir and Red yezo-spruce (*Picea glehnii*) are good , but exotic pines are not good. Broad-leaved trees invaded from bush against wind , but those planted one by one do not become wind-bearers . Natural stands on the first dune , composed of Todo-fir and mountain ash , are remarkably wind-swept and 5 m high (Fig , 19). They are presumed to be a uniform forest and the first generation on this dune (Tables 11 & 12).

A rail-protecting forest against snow drift at Kami-tombetsu was composed of pioneer Japan poplar (*Populus maximowiczii*) and Todo-fir . The former reached 10m high after 10 years (woodcutting) , protecting the latter against frost and , at the same time , playing the initial role of rail protection (Table 13 & Photo . 21).

Discussion

The invasional condition is composed of three factors : appearance of naked ground , ash fall and presence of seed source . An ash fall from Rishiri Volcano buries pre-existing vegetation in a vast area and presents better rooting spaces on clay , peat and sand . Trees are more tolerable against burial than herbs , and seeds from trees are dispersed on the new surface . Without severe competitions with herbs , trees invaded grow and form a uniform forest everywhere (Fig . 20-A). This theory of topographic change on plant invasion denies the old theory of vegetative succession . And each natural forest at the sites investigated is presumed as a uniform type , closely related with the ash fall .

The growing condition is composed of three factors : competition , anti-growing factors , and regeneration . In rule , trees can grow without competitions with pre-existing vegetation and weeds . After invasion , trees are checked and reduced by many anti-growing factors - soils solid against roots ' development , undrained , or of least fertile , biotic damages , heavy snow , severe wind (which is the main object for shelterbelt). Indigenous trees bear these factors better than exotics do . Natural regeneration is restricted more or less to life cycle , invasional condition , etc . , but artificial one is easier by land preparation , planting , weeding , etc .

From the analyses of the development of natural forests above-mentioned , three stages are necessary for the shelterbelt establishment : land-preparation , pioneer bush , and proper belt . Land-preparation is an artificial topographic change . Uprooting of pre-existing plants by a bulldozer makes a naked ground . Cultivation and transporting soils make a better and deeper rooting space . Secondly , pioneer bush is planted (especially by wood-cutting of *Salix* spp .) in each row , 5m wide . After a few years , pioneers form wind-screen and protect trees planted between them (Fig . 20-B). Proper trees must be indigenous (Fig . 21).

Conclusion

Shelterbelt establishment at Sōya district is not difficult because of the existence of natural forests and of the systematic methodology and engineering . After land-preparation , pioneer bush and indigenous trees will form a stable belt and make us expect its growing speed . Moreover , this study may be applied to another district in Hokkaido .



写真 1 トドマツ天然林

Photo . 1 . Natural forests of Todo-fir with broad-leaved tree on sand dunes (1968.7.23) .



写真 2 ミズナラ林の風下林縁

Photo . 2 . A leeward margin of oak-wood (Ditto) .



写真 3 トドマツの天然更新

Photo . 3 . Natulal regeneration of Todo-fir Ditto) .



写真 4 トドマツ人工林

Photo . 4 .Man-made forest of Todo-Fir (1968.7) .



写真 5 保護された谷間の樹木群

Photo . 5 . A group of broad-leaved tree on a sheltered slope (1971.3.10) .



写真 6 谷間に点在するトドマツと落葉広葉樹の樹木群

Photo . 6 . A Todo-fir and groups of deciduous broad-leaved tree (Ditto) .



写真 7 大きな雪び

Photo . 7 . Hanging snow (ditto) .



写真 8 ササ原の中の大きな古株

Photo . 8 . A large stump in vegetation (1971.10.7) .



写真 9 ササ山の筋刈り造林

Photo . 9 . Hills covered by Sasa vegetaions and striped lines of afforestation (Ditto) .



写真 10 カラマツ林に接したトドマツ植栽地
Photo .10 . Well growing Todo-firs sheltered by larchs(1971.3.10) .



写真 11 風衝地に植栽されたグイマツ(1970)
Photo .11 .kurli larchs planted on a windy ridge.

MEHKUMA



写真 12 砂丘天然林
Photo .12 . A view of natural forest on sand dune (1968.8.22) .



写真 13 風上前線のミズナラ

Photo .13 . Wind-swept belt of osks, *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* (1968.7) .



写真 14 トドマツ風衝樹群

Photo .14 . Wind-swept Toso-Firs (1968.7.30) .



写真 15 なだれの生じる段丘斜面と
国道 238 号線

Photo .15 . Hill-side with avalanches
in winter and Route 238
(1965.7.21) .



写真 16 一面のササ山と谷間の天然樹

Photp .16 . Hills covered by Sasa except natural tree in a gully (Ditto) .

SHINESHIRO



写真 17 よい生育を示すグイマツ (右端)

Photo .17 . A view of man-made shelterbelt ; Kuril larch is good (1970.6.10) .

SHINESHINKO



写真-18 天然生のトドマツ林

Photo .18 . A small stand of Todo-fir and broad-leaved trees (Ditto) .



写真 19 砂丘天然林の風下半部

Photo .19 . A leeward half of Todo-fir and a mountain ash mixed forest on the 1st sand dune (1968.10.31) .



写真 20 風衝の著しいトドマツ
Photo .20 . Wind-swept Todo-fir (Ditto)



写真-21 ドロノキ(1940年植え)とトドマツ(1941年)の列植え
Photo .21 . *Populus maximowiczii* and *Abies sachalinensis* mixed
forest against snow drift for rails (1967.3.20) .

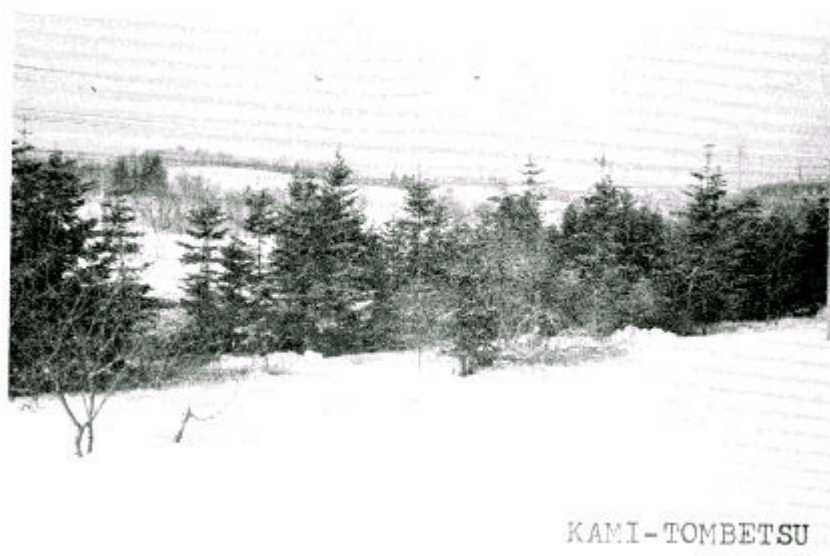


写真-22 ドロノキ伐採後のトドマツ
Photo .22 . Todo-fir forest after the removal of Japan poplars (Ditto)