

留萌地方における防災林造成法の研究

斎藤新一郎* 伊藤重右エ門* 原口聡志*

A study on the shelterbelt establishment at
Rumoi district, Northwestern Hokkaido

By Shin-ichirō SAITŌ*, Juemon ITOH*
and Satoshi HARAGUCHI*

ま え が き

北海道の北西部に位置する留萌地方（留萌支庁管内）は日本海に面していて、冬期の季節風の影響を大きく受け、海岸線沿いには天然林が少なく、人為による防災林の造成事業もいまだ成林に到っていない。この地方の北部は、宗谷支庁管内とあわせて、「天北地方」とよばれる。気象条件の厳しさと、土壌条件の貧弱さから、留萌地方も造林困難地域の1つに数えられる。土地利用の上からも、海岸の防災林と内陸山地の経済林の中間に、もう1つの森林帯を造成する計画が練られている。

しかし、わずか数10年ないし数100年間の森林伐採と、たび重なる山火事とによる消滅以前には、この地方の海岸線も森林におおわれていたのであって、決して昔からの無立木地（ササ山ないし海岸草原）ではない。自然のつくった無立木地ならともかく、人間のつくった無立木地には、条件さえ整えれば、森林の復元が可能であるはずであり、それゆえにこそ、林帯造成事業が実行され、狭くとも利用価値の高い海岸線の微気候緩和が計られている。そして、気象条件の厳しさから、この地方では農業も林業も林帯の保護なくしては困難であると考えられている（松井・篠原1960、伊藤・今1970、早坂・山田・水野1972）。

林帯は農地、経済林、交通機関、生活空間を、風や雪から保護するものとして、「保護のための林帯」と考えられ、しかもこの考え方に加えて、保護対象の変化や社会の変化にともない、「保健休養林」的な要望が強まってきた（東1971a、中島1971、仲村1971、鈴木1971、斎藤・能登1972）。また、森林の荒廃は沿岸の漁業を不振にさせる一因と考えられている（三浦1971）。

これまでの林帯造成事業は、材料の不足、方法の不十分さ、生物工法における基本条件の検討の弱さ、社会的制約、および数多くの生育阻害条件に原因があるとされて、まだ十分な効果を発現していない。これは宗谷地方のそれとほぼ似ている（斎藤・伊藤1971）。それゆえ、これまでの実験科学の方法論を、野外科学のそれへと考え方を改めてゆきながら、林帯造成の基本論と地域・地区に応じた応用論とを確立してゆく必要がある。

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、「宗谷地方における防災林造成法の研究」（斎藤・伊藤1971）に続く第2報である。本報告は第1報の方法論・考察を、調査対象地を留萌地方に移して、そこにおける天然林の成立条件と、防災林造成事業という実験結果とから、さらに発展させたものであ

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

る。この種の研究はさらに継続されてゆくはずであり、これらが北海道各地の林帯造成事業に活用されるならば幸いである。

なお、この研究の一部は第 83 回日本林学会で発表された（斎藤・伊藤・原口 1972）。

研究 方 法

方 法 論

森林（経済林と防災林）を造成することは、極めて長期間の仕事である。特に防災行為を目的とする林帯の造成においては、同じ治山部門に属するコンクリート工事と違って、材料と方法の不十分さは不成功、つまり無に帰してしまうのである（東 1971 b）。そのために、生物工法でありながら、林帯造成の重点が死物工作物の製作におかれ、樹木群の成立に重要な侵入・導入条件と生育条件とが十分に検討されていなかった（斎藤・伊藤 1971）。それは 1 つには社会・経済的な面（行政）に、2 つには技術体系の不備に帰因し、さらに、生物工法の基礎理論である森林生態学の野外科学的な方法論（観察と実験）の欠如にも帰因する（斎藤・東 1972）。この節では、これまでの理論と応用とを検討し、新しい方法論（考え方の転換）の確立を計りたい。

これまで、森林植生の生態的な環境条件は静的なものとしてとらえられ、気候、土壌および樹種から考察されてきた。そして、林帯造成についても成績調査（具体）から新しい植栽法（抽象）へという思考方法が支配的であり、被害という「樹木の死ぬ条件」が中心となっていた。つまり、気象的因子が厳しくて、森林の成立を許さない。初期生長が速く、保育期間の短くて済む外国樹種は気象・生物害に耐えられず、代りの郷土樹種は生長が遅く、苗木の入手が困難で、保育体制が不完全などの理由により、生物的因子も可能性が大きい。加えて、土性的因子は特殊な重粘土地、海岸砂地および泥炭地であって、樹木の生育にとって劣悪である。これらが注目されて、林帯造成は悲観的となり、事実、手戻り工事のくり返しであった。

しかしながら、生物工法の基礎理論の 1 つである森林生態学を動的に考察するならば、森林をとりまく環境条件は、地文的因子（*Physiographic factors*）が第 1、生物的因子（*Biotic factors*）が第 2、そして気象的因子（*Climatic factors*）が第 3 となる（COWLES 1911, 東 1967, 斎藤・伊藤 1971）。地文的因子は地表変動（*Topographic changes*）に代表され、森林植生の生活環（*Life cycle*）や寿命（*Life range*）に最も身近に働きかける。オダム（1967）によると主要な生態系においても、海洋・海岸・河川・湖沼・砂漠・ツンドラ・草原の要因を 2 つに分け、無機的要因（*Inorganic factors*）が有機的要因（*Organic factors*）よりも極めて大きく生命を支配している。ただ、森林生態系については不明となっている。それについては、地表変動因子によって十分に説明される。

筆者らのように、無立木地に林帯を造成したり、いわゆるハゲ山に山腹工を施工したりする人々は、常に裸地（*Bare surface, or naked ground*）や先住植生（*Pre-existing vegetation*）を直視しており、地表の動きが森林植生の有無にかかわらず生じることを観察体験しているはずである。山腹植生工は大きな地表の動き（山腹表土層の崩落 *Rupture of surface soil*）の阻止でなく、その後の小さな動き（崩落面の風化土の落下 *Fall of weathered soil*）の阻止であるし、崩壊地の崩土部に侵入した植物はこうした動きにこそ適応している

（SAITŌ 1970, 斎藤 1972 b）。地すべり運動は地表の樹木の有無に関係なく、周期的・局部的に生じ、その動きの大小・遅速に応じた植生が存在する（東・藤原・新谷・村井 1971）。海岸砂丘の森林は降下火山灰層と密に関係するし（斎藤・東 1971）、植栽木もこの層に根張りしている（斎藤・伊藤 1971）。それで留萌地方の北部の森林は利尻火山からの降灰と結びつき、その南部の森林もその成立の一因として何らかの地表変動因子と関係しているにちがいない。

上述のように、樹木群の成立には侵入条件と生育条件の2つが必要である。現在、侵入条件は植栽という実験から導入条件に置き換えられ、生育条件は植栽法と保育法によって用意されるようになった。これまでの経過を検討して、生物工法を考えると、「樹木の生きる条件」をつくり出すことが重要となる(斎藤 1971 a)。樹木という生物を人間の望む場所に生育させるためには、その生きる条件を検討して一般性の高い仮説をつくり、それに地域的な条件を加えて応用する必要がある。つまり、仮説(抽象)から応用(具体)へという方法論(井尻 1966)によって、長期的な造成事業を計画性の高いものにしてゆくのである。これまでの技術の推移からみて、過去の失敗の経過をひとつひとつの実験とみなして、観察と実験のくり返しを行えば、材料と方法のより適切なものが抽象化されてくるにちがいない(伊藤 1972)。そして、これが実験生態学の一分野として、これまでの静的な森林生態学を動的なものに変えてゆくであろう。気象条件が厳しいから林帯の造成が悲観的と考えるのではなく、天然林の存在する事実は人工林の成立する可能性が大きく、地拵えや植栽法によってそれが現実のものとなる見通しを暗示しているとみなすのである。

ただ、可能性を現実のものとするためには、上述の技術的な改良のほか、天然林の成立に必要であった空間的な広がりや時間経過とを考察しなければなるまい。つまり、期待される樹高や生育阻害因子に対する耐性を高めるために、狭い林帯幅、汀線に近づきすぎた造成地、維持管理などの問題も十分に検討されなければならない。それによつてはじめて、技術の体系化が生かされるであろう。

この研究の特色は、北海道全体の理論的な仮説(一般性)を高めながら、隣接する宗谷地方における研究(地域性、斎藤・伊藤 1971)を参考にして、現地調査と作業仮説とによつて、自然における地表変動を人為的な地拵えに置き換え、生物工法の個々の技術を一続きに体系化して、林帯造成事業が計画的に実行されることを目指した点にある。

研究小史

留萌地方の防災林造成に関する研究は数多くある。それらは年代的にみて、防風効果、植栽経過、新しい造成法の順になり、そのままこの地方の林帯造成の歴史でもある。以下にこれらの研究を略述し、本研究で引用するとともに、今後の研究にも活用されることを期待する。

三島・増田・勝見・高島(1952)は天塩町更岸の天然生海岸防風林の防風効果を調査し、風向・風速の測定、風衝樹形、地形の影響などからみて、一般的な防風林効果(影の効果)は比較的小さく、風力減殺が主体であつて、気温・その他の変化は考えなくともよいと結んだ。

三島・石川(1952)は上述の調査地で風の垂直分布を測定し、樹高が低くて幅の広い防風林では風の乱れが小さく、また、空中塩分の測定結果から、林帯によるその捕捉率が極めて大きいことを示した。

小野寺・増田・石川(1953)は上述の調査を引き続き実施して、防風林による影の効果が小さく、100m くらいで、しかも地形の影響がかなり加わっていると結んだ。

松井・篠原(1960)は天北地域の農家林と防風林を調査して、天塩海岸のカシワ風衝林は高さ3~4mになるのに40年以上もかかったこと、立地条件に応じた天然植生があることなどから、林帯造成にあたっては風上には捨石的な林帯を幾段にも設け、耕地の防風には幅10mの林帯を80m間隔に設けて、効果よりも、樹木の生育しやすい規模と配置の必要を指摘した。

丸田・石子(1966)は苫前町北香川の海岸防風林と営農について検討し、当時、外来マツ属の成績のよかつたこと、開花期と収穫期の常風の減殺によつて農作物の増収のみられること、防風効果は樹高の15倍の距離までであることなどを指摘した。

齋藤・工藤（1966）は幌延町問寒別の内陸泥炭地で林帯造成を実施し、従来の方法と違う、盛り床、排水および地はぎ地拵えを同時に行なう、ブルドーザーによる植栽床つくりと、ヤナギ類とドロノキのサシキ植栽を報告した。

上述の試験の経過から、齋藤（1969）は全くの泥炭土では樹木の生育がよくなく、砂や礫などの無機質土の多く混入した場所では、ドロノキが、3年生で2.5～3.5 mに達したことを記した。

伊藤・今（1968 a）は苫前町北香川の海岸防風林の成績調査をして、ヨーロッパアカマツ、バンクスマツなどの外国樹種を検討し、雪害・寒潮害に大きく害されて、この地帯の海岸林に不適な点、狭い地はぎよりも耕うんのよいこと、ニセアカシアとトドマツの組み合わせの有望なこと、塩風害に対しては50mほどの林帯幅では十分でないことなどを指摘した。

成川（1968）も北香川の海岸林（1959年以後の植栽地）の生育状況を調査して、育林上の技術からみて、砂地に対する樹種選定・保育を検討し、防災機能を期待する林帯の構成樹種として安全度の高い郷土樹種を基本におき、まず広葉樹を植え、その後に針葉樹を導入する方法を提案した。

若林（1969）は天塩山地（国鉄宗谷本線の雄信内駅ふきん）や小平町大?の海岸段丘でなだれの調査をして、風下や沢状に入り込んだ段丘斜面の無立木斜面（ササやイタドリが多い）に全層なだれが多いことを指摘した。

伊藤・今（1970）は前述の苫前町北香川において、さらに詳しく調査し、海岸林におよぼす塩風の害の実験からも検討して、林帯の造成地は汀線から100m以上離れ、幅を300m以上確保し、その中で風衝形態の保護帯（犠牲林）、広葉樹植栽、トドマツ導入法などを考えるべきであると指摘した。

土屋・水野（1970）は遠別町金浦の海岸防風林造成を実施して、海岸線の泥炭地における地拵え（排水溝の掘削、耕うん、土塁の築設など）とヤナギ類の埋枝工とを検討し、排水溝の捨て土を利用した土塁という地物を利用して、前衛ブッシュを仕立てて、死物防風工に代え、これを足掛りにすれば、林帯の完成は十分に期待されると結んだ。

山田（1971）は離島の羽幌町天売と焼尻の防風林造成事業を検討して、現状が手戻り工事の連続であり、今後の対応策として、樹種選定、苗木の取扱い、治山用の優良苗木の確保、設計変更の柔軟性、保護帯の先行造成、雑草のコントロール、維持管理の体制づくりなどを再考する必要性を論じた。

野呂田（1971）は遠別町金浦と苫前町北香川においてトドマツの成績調査をして、環境条件の整備（排水、下刈りの徹底、保護樹帯など）があれば、トドマツ主体の林帯造成は十分可能であると結び、保育工的工種の新設の必要性にも言及した。

能登（1971）は苫前町北香川の海岸防風林の現況と被害について調査して、今後の維持管理のあり方を検討し、広葉樹の効用、トドマツ樹下植栽、枯損の始まったニセアカシアの改植などを提案した。

齋藤・山田・宮崎（1971）は天売島の林帯造成について、天然林の生育状況の調査、人工林（経済林）の植栽経過の調査、防災林造成事業の観察などから、天然林の侵入条件と生育条件を考察し、林帯造成における導入条件整備と生育阻害条件の除去を検討し、生物工法における材料と方法の一貫した技術体系（地拵え・耕うん・列植え・前生林・本林帯・更新）の確立の必要性を指摘し、さらに保護対象が時とともに変化することに触れた。

早坂・山田・水野（1972）は留萌支庁管内の海岸林造成の問題点について検討して、材料については外来マツ属の不適、導入広葉樹の暴風（1970年9月18日、表-2参照）による枯損、自生広葉樹の健全性、優良苗木の入手困難など、維持管理については雑草対策、下刈りの経費と責任所在の明瞭化、保育工の実現などを再考し、また今後の対策については、ネマガリダケ編柵工の長短と要点的活用、ヤナギ類の幅広い埋枝工（10～20m帯）による犠牲林の造成、列植えによる除草の機械化、治山用苗木について言及した。

齋藤・能登(1972)は農耕地の草地化や過疎地域の社会的変化から、林帯の保護対象が変質して、耕地防風林よりも、道路防雪林・グリーンベルト・自然改造に役立つ林帯などの機能が要求されてきて、それに対応できる準備の必要性を指摘した。

齋藤・伊藤・原口(1972)は留萌地方の防災林造成法について、天然林の成立条件(侵入条件と生育阻害因子に対する樹木群の耐性)から、人工林の造成法(地持えによる導入阻害因子の除去と前生林による生育阻害因子の緩和)を導いた。なお、これは本研究の一部を発表したものである。

調査結果

調査は、既存の諸資料を検討する予備調査と、筆者らの野外作業による野外調査とに分けられる。

予備調査

留萌地方は北海道の北西部に位置し、日本海に面して、ほぼ東経141°30′、北緯44~45°にあたり、南北に長く、約200kmの海岸線を持ち、南から北へ、増毛町、留萌市、小平町、苫前町、羽幌町、初山別村、遠別町、天塩町、および幌延町からなり、面積は402,899 haあり、人口は118,625人である(留萌支庁1971)。調査対象地は海岸線が大半である(図-1)。

1) 地文的条件

海岸線の地形はほぼ初山別村を境にして、北部と南部に大別される(表-1)。

北部の海岸砂丘は汀線沿いに数列あり、洪積世末期と沖積世初期の古砂丘(Fossil dunes)が多く、細粒ないし中粒であり(秦・対馬1969)、利尻火山からの火山灰(KATSUI 1953, 更別グループ1966)におおわれている。現海岸砂丘は狭く、大規模な飛砂・風裂は生じていない。北部の低湿地は泥炭地と重粘土地に分けられ、さらに前者は海岸線のものと内陸のものに分けられる。これらは排水不良に由来し、樹木群の成立を阻害している。



図-1 調査地位置図

Fig. 1. The sites investigated.

表-1 海岸線の地形区分と土質

Table 1. Topography and soil along the coast line of Rumoi district.

地域	地形	地質	土質
北部	海岸砂丘	洪積層・沖積層	砂丘砂・火山灰
	低湿地	沖積層	泥炭・粘土・火山灰
南部	海岸段丘	第三紀層	粘土(頁岩)・砂・礫
	河川低地	沖積層	礫・砂・粘土・泥炭

おもに5万分の1地質図幅(留萌地方海岸線)による。

南部の海岸段丘は海岸線の砂丘砂をもつもの(松野・山口 1955, 対馬・松野・山口 1954)と、やや内陸ないし海寄りの砂層をもたないものに分けられる。前者は表層土質(根張りに関係した、深さ 50cm まで)からみて、砂丘と同じである。後者は第三紀層の頁岩の風化物(おもに粘土)が表層を形成している(対馬・山口 1954, 対馬・松野・山口 1956)。南部にも第四紀の火山があるけれども(暑寒別岳とイルムケツ山, 勝井 1959), 火山灰層は観察されていない。ただし、天売島にはクロボク土がみられる(斎藤・山田・宮崎 1971)。南部の河川低地は沖積世の氾濫原であり、集落や耕地として最も集約的に利用されている(松野・木野 1960)。

降灰と飛砂の他に、地表変動因子として、段丘や丘陵地の沢沿いの山腹表土層崩落があり、人為的なものには道路建設がある。

2) 生物的条件

留萌地方の天然生海岸林の消滅は漁業と開墾の歴史と関係している。漁業は 1706 年に増毛場所として始まり、海岸林は燃料として伐採され続け、また開墾は明治初期から始まり、ほぼ 100 年間に海岸ふきんの森林の多くを破壊してしまった。海岸林の消滅が気候や水質を変え、耕地の保護や漁業資源回復のため、再び森林の必要が生じている(三浦 1971, その他)。

現存の天然生海岸林は、地形・土質と関係しているらしく、北部に生育するトドマツとアカエゾマツの針葉樹は南部にみられない。広葉樹は北部では針葉樹と混交するか、より海側に大きい群として生育し、南部では段丘の上部や斜面ないし河川や沢の低地に小さな群として生育して、おもな構成樹種はミズナラ、カシワ、イタヤカエデなどである。

防災林造成事業の植栽経過からみると、外来樹種ではクロマツ、ヨーロッパアカマツ、バンクスマツなどのマツ属、カラマツ、ヨーロッパトウヒ、ポプラ(改良ポプラも含む)、ニセアカシアなどのうち、大半は諸被害によって消滅しつつあり(伊藤・今 1970, 早坂・山田・水野 1972)、ニセアカシアだけがよい適応を示してきた。これに反して、郷土産の広葉樹は植栽木も天然木も生育阻害因子に大きな耐性を示している。

生物害はノネズミとノウサギの食害、病虫害および草本による被圧であり、人為的にコントロール可能な生育阻害因子である。特に除草は管理体制の不備、労働力の減少、および密な植栽法などに由来して十分でなかった。

3) 気象的条件

気象資料は札幌管区気象台(1964)による。

留萌地方の海岸線の気温と降水量は図-2 に示され、各観測値に大きな差異がなく、羽幌町築別にスギが育つ事実(羽幌町産業課 1962)からも、樹木群の生育の限定因子でもない。

風は林帯の保護効果についても、また林帯内の樹木そのものの生長にとっても、極めて重要な因子である。生長初期(6月)と冬期(1月)の風速と風向は、図-3 に示され、冬の風速が大きい。風向は西と東であるけれども、海岸林の風衝樹形からみて、西の海風が樹木の生育に大きく影響している。

天然林が海岸線に生育する事実は、そこに人工林の造成も可能なことを示唆する。それでも、天然林は環境条件(侵入条件と生育条件)の整った場所に、しかも自らの生存に必要なだけの空間を占めているのであって、人工林の環境条件は前者ほど整っていない場合が多い(斎藤 1968)。伊藤・今(1970)の指摘のように、留萌地方の海岸林造成地は汀線に極めて近いし、林幅の幅も狭い(それぞれ、40~300m, 20~100m, 早坂・山田・水野 1972)。これでは、常風には耐えられても、時折の暴風(表-2)によって、樹木群は枯死ないし梢頭枯れを余儀なくされてしまう。

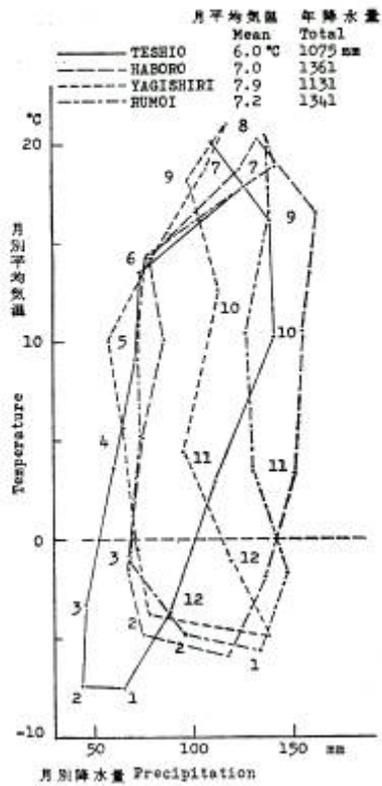


図-2 クライモグラフ (天塩, 羽幌, 焼尻, および留萌)
Fig. 2. Climographs at Teshio, Haboro, Yagishiri, and Rumoi.

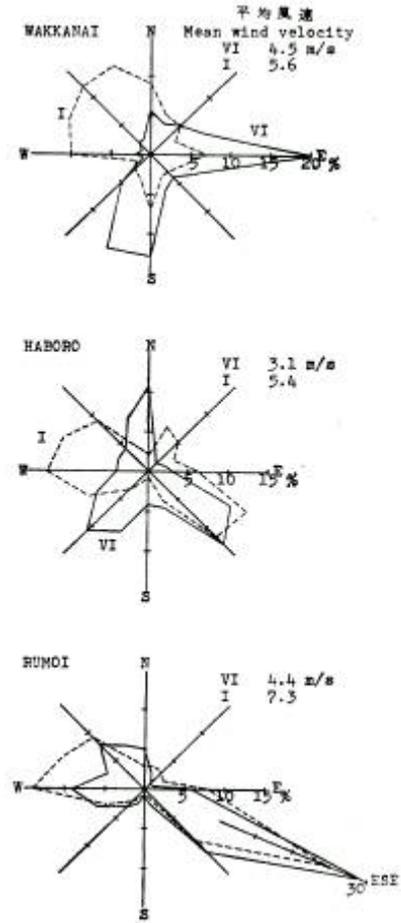


図-3 風配図 (稚内, 羽幌および留萌)
Fig. 3. Wind-roses at Wakkantai, Haboro and Rumoi.

VI: 6月, 生長期 June, growing, season,
I: 1月, 冬期 Jan., winter

表-2 年間最大風速の一覧表 (稚内, 羽幌および留萌, 1966-1971)

Table 2. Annual maximum wind speed at Wakkantai, Haboro and Rumoi during 1966-1971.

年 月 日 Date	最 大 Max. (m/s)	瞬 間 最 大* Max. instantaneous (m/s)	方 向 Direction
Wakkanai			
1966. 3. 5	17.8	—	NE
67. 1. 14	19.2	—	SW
68. 11. 18	18.3	—	NE
69. 9. 26	22.3	—	N
70. 9. 18	22.7	—	S
71. 11. 9	20.8	—	N

年 月 日 Date	最 大 Max. (m/ s)	瞬 間 最 大* Max. instantaneous (m/ s)	方 向 Direction
Haboro			
1966. 1. 18	16.7	27.5	SW
67. 11. 15	18.3	29.0	WSW
68. 1. 14	19.3	33.6	SW
69. 9. 26	18.7	27.2	W
70. 9. 18	19.8	34.6	SW
71. 10. 27	17.7	—	W
Rumoi			
1966. 2. 18	22.0	31.4	N
67. 11. 15	19.5	31.8	WSW
68. 1. 14	20.8	31.4	WSW
69. 12. 27	24.7	34.0	W
70. 9. 18	23.7	34.6	SW
71. 6. 4	18.0	—	SE

* 早坂・山田・水野 (1972) から孫引き。

表-3 調査地に最寄りの気象観測所の最大積雪深
Table 3. Snow depth at the meteorological stations,
nearest to the sites investigated.

調 査 地 Site	観 測 所 Station	積 雪 深 Snow depth (c m)
KITA-KAWAGUCHI, HAMA-SARAKISHI & NAKA-SARAKISHI	Teshio	134
TOIKAMBETSU	Horonobe	148
MARUMATSU, KEIMEI&KANAUURA	Embetsu	162
ARIAKE, IZUMO-TAKADAI, KITA-KAGAWA & UEHIRA	Haboro	141*
TEURI & YAGISHIRI	Yagishiri	238
KAWAJIRI	Obira	190
SANTOMARI	Rumoi	147*
NAKAUTA & SHOKAZAWA	Mashike	145

* 1950/51-1962/63.

積雪深は表-3に示される。深さ100cmはふつうの値であり、降雪の他に、地ふぶきによる吹溜り場所では、この値がさらに大きくなる。国鉄羽幌線は地ふぶきによって、毎冬のように切断されるし、道路防雪林の必要もある(斎藤・能登1972)。このため、防風柵網内の植栽木の多くが雪害を受けている。

霜は海岸線では生じ難いとされるけれども、数年に1度くらいは霜害がある。留萌地方の初霜日は10月下旬～11月上旬であり、終霜日は5月上旬～中旬である。

野 外 調 査

調査地は下記のようにあり、留萌支庁林務課による海岸林造成事業地がそれらの大半を占め、ほかに鉄道防雪・なだれ防止林、国有林に属する天然生の保安林・防災林が加えられた。現地調査は1971年5月～10月と、1972年2月に実行された（図-1参照）。

1) 増毛町暑寒沢

ここは暑寒別川の左岸であり、高さ15～20mの段丘の上にある。地質的には（対馬・山口1954）、留萌層に属し、珪藻土質泥岩であり、水田と畑に拓かされている。主風は西から吹き、直接の保護対象地が風上にあり、道路と家屋は風下の丘の下にある。植栽樹種はニセアカシア（*Robinia pseudoacacia*）であり、約20年生で、高さ5～8mに達して、疎林化が進んでいる（写真-1）

暑寒別川の扇状地はリンゴ主体の果樹園に利用され、ニセアカシア、ポプラなどの防風生垣をもち、天然にはヤナギ属の数種、オニグルミ、ケヤマハンノキなどが生育する。

2) 増毛町中歌

ここには国鉄留萌本線のなだれ防止林があり（舎熊昭和2（1927）年2号林地）、冬期の西～西南風による雪び防止ないし吹溜り防止と、それによるなだれ防止とを目的としている（写真-2）。

地質的にみると（対馬・山口1954）、高さ50mほどの段丘で、留萌層の珪藻土質泥岩層にあたり、表層部は

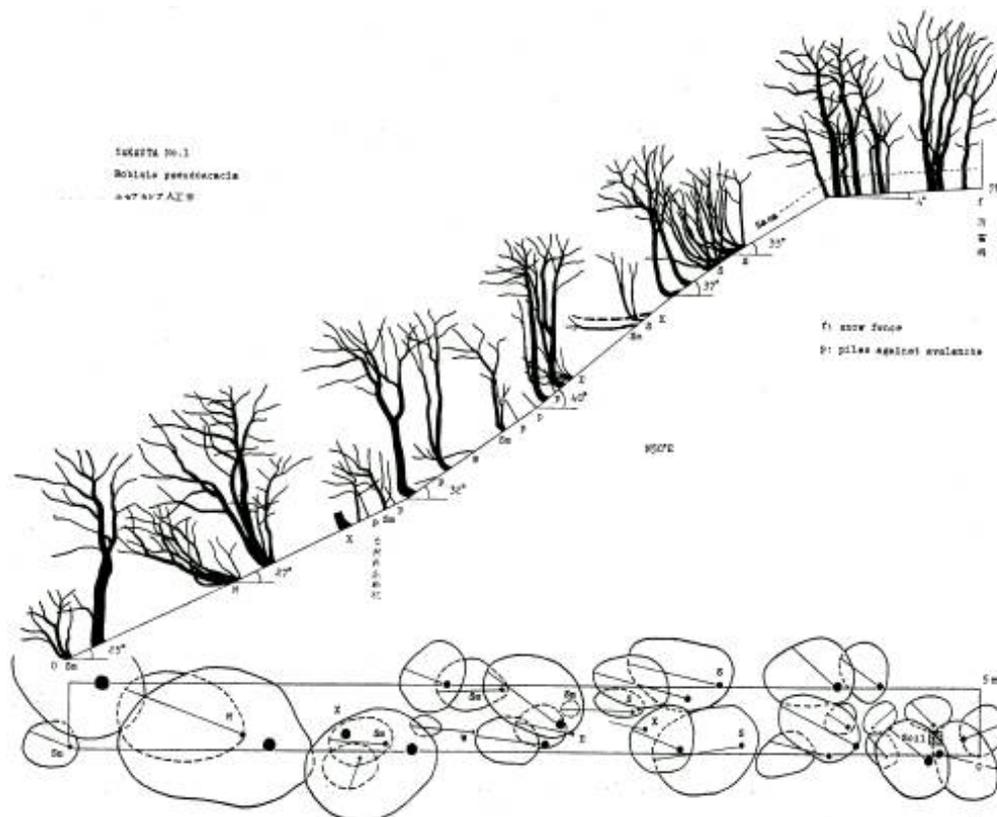


図-4 鉄道なだれ防止林（ニセアカシア）の带状区（増毛町中歌）

Fig. 4. Belt-transect of rail-protecting forest of *Robinia* against avalanche at Nakauta, Mashike.

表-4 鉄道防雪林 (ニセアカシア) 帯状区の樹種 (増毛町中歌)
 Table 4. Trees and shrubs in the belt-transect of rail-protecting forest of Robinia at Nakauta, Mashike.

Species		樹種	高さ Height (m)	胸径 B.h. diameter (cm)	樹冠径 Crown diameter (m)	本数 Number
<i>Robinia pseudoacacia</i>	()	ニセアカシア	7~15	17~71	3~13	20
<i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>miquelii</i>	(Sm)	エゾニワトコ	5~8	8~15	2~4	4
<i>Sorbus commixta</i>	(S)	ナナカマド	5~8	6~12	3~7	3
<i>Morus bombycis</i>	(M)	ヤマグワ	6	20	8	1
Dead trees	(X)	枯れ木	—	—	—	2
Mean total		平均計	12	25	5	30

粘土質で堅い。斜面はほぼ北向きで、円弧を描き、傾斜は 30~40° と急であり、直径数 10 cm の石もしばしば露出する。

増毛側にニセアカシア主体の人工林があり、部分的にはカラマツ、トドマツなども植栽されている。留萌側にはイタヤカエデ (*Acer mono*) 主体の、ナナカマド、ヤマグワなどの混交した天然林がある。ニセアカシア林は高さ 7~15m に達し、胸径も著しく大きいけれども、疎林化が進んでいる (図-4 と表-4)。1938 年に追植された。積雪の移動 (グライド Snowglide) によって、地表ふきんの幹は根元曲り (Trunk-bending) が著しく、レール杭の倒れも目についた。段丘上では、根元曲りが少なく、疎林化していない (写真-3)。天然侵入した樹種の中で、ナナカマド (*Sorbus commixta*) は萌芽ブッシュ (Bushy sprouts) の多幹によって、グライドに耐えている (写真-4)。

林床は上部がクマイザサ (高さ 1.4m) に、中~下部がオオイタドリ、ヨブスマソウなど (3m) に占められ、稚樹と萌芽がほとんどみられない。土質は粘土で、C₁層が堅く、C₂層がやや堅く、根張り空間は深さ 20cm 前後までである (図-5)。

3) 留萌市三泊

ごこは高さ 60m ほどの段丘上にあり、ゴルフ場となっていて、無立木地であり、日本海からの西風が直接あたる。そこに畑作時代に植栽された、1 列のイタヤカエデ防風生垣がある (写真-5)。その高さは 4~5m あり、樹間は当時で 1.2 ないし 1.5m であつたらしい (表-5)。樹冠は大きく、直径 1.5~3.0m あり、風衝形は著しくない。

隣接地が留萌市春日町であり、1971 年から林帯造成が始められた。地質的にみると (対馬・山口 1954)、この段丘は新第三系の峠下層であり、礫岩・砂岩および泥岩からなる。ただ、かつて畑地であつたから、地表ふきんは樹木の根張り空間となりうる。丘の上はほぼ平坦で、風衝の疎林しか散在しないけれども、海側斜面と谷間部には天然林がある (写真-6)。

4) 小平町川尻

ここは小平薬川の河口右岸にあり、江線から 200~300m で、沖積世の氾濫原であり、未固結の砂・礫・粘

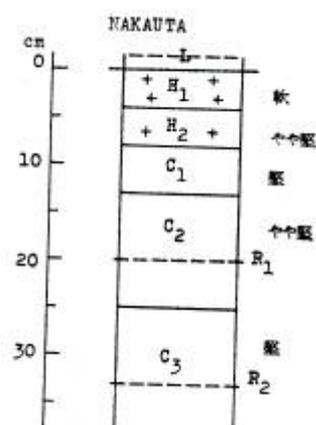


図-5 土質断面図 (増毛町中歌)

Fig. 5. Soil-profile at Nakauta, Mashike.

- L : 落葉落枝 Litter
- H : ふしよ土 Humus soil
- C : 粘土 Clay
- R : 根の深さ Root depth

表-5 イタヤカエデの防風生垣の樹間, 高さおよび
胸高直径 (留萌市三泊)

Table 5. Windscreen of Itaya-maple (*Acer mono*)
at Santomari, Rumoi.

番号 Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	平均 Mean
樹間 (m) Distance between trees	5.0	1.8	1.4	3.0	1.0	3.5	2.0	1.5	2.7	2.0	2.8	3.0	6.0	2.0	2.1	3.2	1.3	5.6	2.8	
高さ (m) Height	3.5	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	2.5	4.8	4.5	4.5	4.0	4.0	4.2	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	4.1
胸径 (cm) B. h. diameter	11	18	18	23	21	7	23	3	23	11	20	21	21	21	20	15	15	15	21	17.1

土からなっていて、耕地として利用されている (対馬・松野・山口 1956)。川岸に沿って、狭い、幅 20m の林帯が 1967 年から造成されている。ニセアカシア、ドロノキ、ヤナギ数種 (埋枝工) などが植栽され、雪害と草本による被圧 (被陰効果) を受けている。

川岸には、造成地よりも海側に、自生のヤナギ 1 種が生育し、頂枝が冬に枯れては春に基部から新枝を出している (写真-7)。より内陸では、農家の生垣としてヤチダモ (*Fraxinus mandshurica* var. *japonica*) が植栽され、約 25 年生、高さ 6m に達し、風衝形が著しく、その方向から、害風は S 70° W である (写真-8)。なお、北側の斜面にはカシワ、イタヤカエデなどの天然林 (著しい風衝形で、高さ 2~5m) がある。

5) 苫前町北香川

ここは留萌支庁管内の林帯造成事業地の中で、最も大規模であり、最も成功した場所であって、ニセアカシアを主体に、1950 年から造成され、いまではその更新が計られている。

地質的にみると (対馬・松野・山口 1954)、沖積世の苫前海岸段丘 (高さ 40~50m) であり、中粒ないし細粒の砂が表層にあって、古砂丘 (化石砂丘) とみなされる。より内陸の鉄道林ふきは低湿地で、粘土や泥炭である (図-6)。

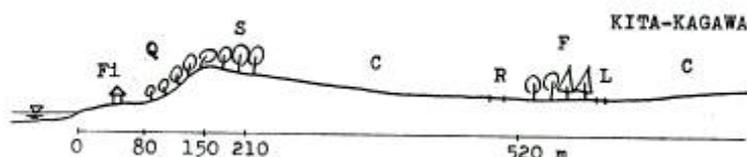


図-6 地形横断面図 (苫前町北香川; 早坂・山田・水野 1972 から)

Fig. 6. Topographical section at Kita-kagawa, Tomamae.

Fi : 漁家 Fisher houses, Q : カシワ天然林 Natural forest of Kashiwa-oak,
S : ニセアカシア林帯 Shelterbelt of Robinia, C : 畑 Cropland, R : 国道
Route 232, F : 鉄道防雪林 (カラマツとヤチダモ) Rail-protecting forest of
Japanese larch and Yachidamo-ash, and L : 国鉄羽幌線 Haboro line.

ニセアカシア林帯は古砂丘の風下にあつて、カシワ (*Quercus dentata*) の風衝天然林に続き、幅 60m 前後あつて、漸高状に林冠を高め、20 年後に後縁で高さ 12m に達している (図-7)。しかし、増毛町暑寒沢の場合と同じく、密に植栽され、20 年間たつと、この樹種は枯れ上りが著しく、樹冠が小さくなって (1~2m の直径)、うっぺい度が著しく低下している (表-6)。現状では、疎林化の阻止は困難であり、更新が必要である (写真-9)。

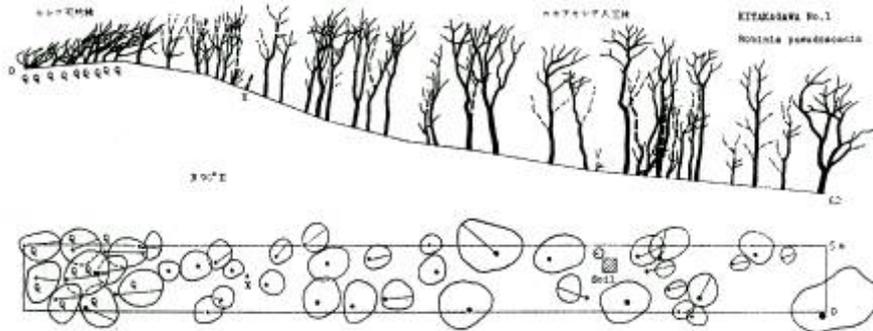


図-7 ニセアカシア人工林帯の帯状区 (苫前町北香川)
 Fig. 7. Belt-transect of planted *Robinia pseudoacacia* belt at Kita-kagawa, Tomamae.

表-6 ニセアカシア林帯状区の樹種 (苫前町北香川)
 Table 6. Trees in the belt-transect of Robinia, planted at Kita-kagawa, Tomamae

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B. h. diameter (cm)	樹冠径 Crown diameter (m)	本数 Number
<i>Robinia pseudoacacia</i>	() ニセアカシア	2~6	6~23	1~4	34
<i>Quercus dentata</i>	(Q) カシワ	1~2	5~10	1~2	9
Dead tree	(X) 枯れ木	—	7	—	1
Mean total	平均計	5	13	2	44

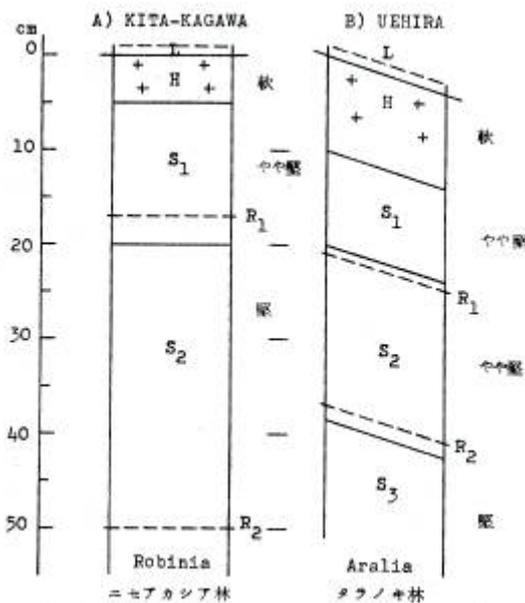


図-8 苫前町北香川 (A) と上平 (B) の土質断面図

Fig. 8. Soil-profiles at Kita-kagawa (A) and Uehara (B), Tomamae.
 L: 落葉落枝 Litter, H: ふしよ土 Humus soil, S: 砂質土 Sand, R: 根の深さ Root depth.

林床は主としてササであり、場所によっては草本が繁茂し、イネ科牧草も生育する。砂土は細粒で、有機物を含み、構造的に軟ないしやや堅であり、樹根は深さ 50 cm にも達している (図-8-A)。

トドマツ (*Abies sachalinensis*) は 1961 年頃に樹下植栽され、ニセアカシアとの組み合わせに適する事実を示す (写真-10)。そして、1971 年から、更新のためのトドマツが植栽され始めた。

鉄道ふぶき防止林 (羽幌線) はカラマツ (*Larix leptolepis*) 主体であり、湿地にはヤチダモも植栽され、落葉樹であり、高さも 5 m 前後ながら、十分に防雪効果を発現している (写真-11)。

国道 232 号線沿いには、防雪柵・吹溜り防止工などが設置され、天然林 (カシワ、ミズナラ、イタヤカエデ、ハリギリなど) の不足を補っている (写真-12)。

苫前の市街地では、屋敷林ないし生垣として、ヤチダモ、ギンドロなどが植栽されている。

6) 苫前町上平

ここに高さ 20m ほどの砂丘があり、沖積層の砂丘とみなされている (対馬・松野・山口 1954)。しかし、1968 年から海岸緑化事業が実行されている場所は、砂が中粒ないし細粒であり、構造的に堅いから、現世砂丘でなくて、北香川と同じく、洪積世の古砂丘であるらしい。

海に近い部分には、砂草と内陸草本が混生した草生地があり、その風下にタラノキ (*Aralia elata*) の小林分がある。高さ胸径に差が大きいけれども、ヤマグワを除くと、ほぼ一斉林型である。高さ 5 m の値は内陸においても、タラノキの最大値であろう (図-9 と表-7)。林床には、春にエンレイソウ、カタクリ、エンゾエンゴサク、ニリンソウなどが生じ、夏にはオオイタドリ、オニシモツケ、ヨブスマソウなどの大型草本 (高さ 2.0m) が生育し、稚樹はみられない。林縁から外側に向って、ススキ、ヨシ、オオイタドリなどが繁茂する (写真-13)。根張り空間は軟く、樹根は深さ 40cm 近くにまで達している (図-8-B)。

表-7 タラノキ林帯状区の樹種 (苫前町上平)

Table 7. Trees in the belt-transect of natural angelica-tree at Uehira, Tomamae.

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B. h. diameter (cm)	樹冠径 Crown diameter (m)	本数 Number
<i>Aralia elata</i>	() タラノキ	2~5	3~14	1~4	12
<i>Morus bombycis</i>	(M) ヤマグワ	5	18	4	1
Mean total	平均計	4.5	8	3	13

国道に沿う国有保安林は、落葉樹で構成されているけれども、冬に道路防雪林としての機能を持っている (写真-14)。

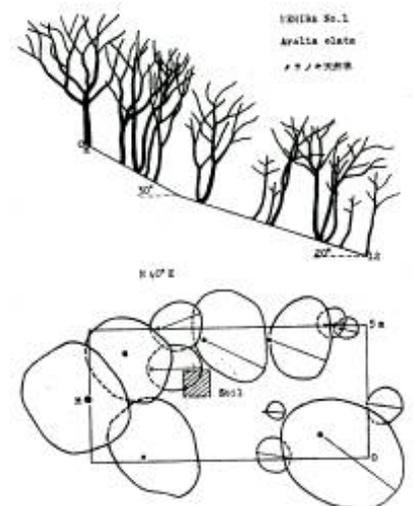


図-9 タラノキ天然林の帯状区 (苫前町上平)

Fig. 9. Belt-transect of natural *Aralia elata* stand at Uehira, Tomamae.

7) 羽幌町出雲高台

ここは海岸線から約 1.5 km 離れていて、標高約 65mの台地上であり、地質的にみると(松野・山口 1955)、洪積世の羽幌海岸段丘堆積層であって、砂・礫・粘土・泥炭からなっている。しかし、表層は厚い、堅い粘土層におおわれている。

ここに 1966 年から防風林造成事業が実行されていて、トドマツ、バンクスマツ、ドロノキ、ニセアカシア、シラカンバ、ケヤマハンノキ、ヨーロッパアカマツ、アカエゾマツ、ヤナギ数種などが植栽された。これらの生長は良好であるけれども、根張り空間が浅く(5~10cm)、防風柵による捕雪から雪害が生じ、部分的に著しく疎林化して、補植を余儀なくさせられている(写真-15)。雪害はケヤマハンノキ、ドロノキ、ニセアカシアなどの、初期生長の速い樹種ほど著しい(高さ 1.3mまで)。

天然生の樹種では、シナノキ、エゾノコリンゴ、ノリウツギ、バッコヤナギなどがブッシュ状に生育して、風衝形は目立たない。シナノキ(*Tilia japonica*)の場合、1株に 20 本もの幹がある(写真-16)。

古い人工林では、ニセアカシアとカラマツが成林している。林床はススキ、クマイザサなどである。しかし、これらも雪害と根張りが不十分のため、低く、疎である(図-10, 図-11 および表-8)。鉄道林はカラマツとヤチダモからなり、部分的にトドマツの下植もある。羽幌市街地では、屋敷林として、ヤチダモが目立つ。

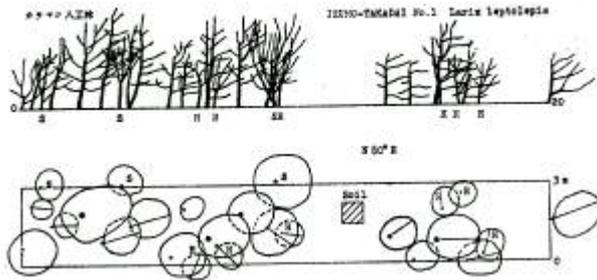


図-10 カラマツ人工林の帯状区(羽幌町出雲高台)
Fig. 10. Belt-transect of planted *Larix leptolepis* forest at Izumo-takadai, Haboro.

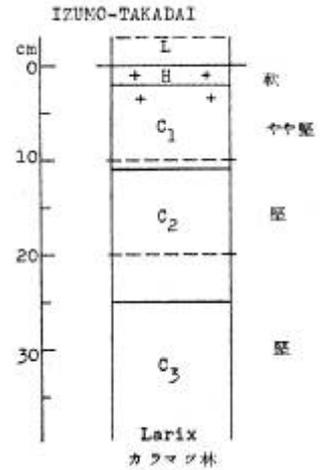


図-11 土質断面図(羽幌町出雲高台)

Fig. 11. Soil-profile at Izumo-takadai, Haboro.
L : 落葉落枝 Litter
H : ふしよく土 Humus soil
C : 粘土 Clay
R : 根の深さ Root depth

表-8 カラマツ林帯状区の樹種(羽幌町出雲高台)
Table 8. Trees and shrubs in the belt-transect of Japanese larch, planted at Izumo-takadai, Haboro.

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B. h. diameter (cm)	樹冠径 Crown diameter (m)	本数 Number
<i>Larix leptolepis</i>	() カラマツ	2~4	2~9	1~3	16
<i>Hydrangea paniculata</i>	(H) ノリウツギ	1~2	1~3	1	6
<i>Salix bakko</i>	(S) バッコヤナギ	2~3	3~5	1~2	3
Mean total	平均計	3	5	2	25

8) 羽幌町焼尻

焼尻島は羽幌から西北西に約 25km 離れていて、長さ約 4 km あり、平坦な島で、標高 97m が最高であって、地質的には(秦 1960)、火山噴出岩類からなり、4 段の海成段丘が発達している。林帯造成はC面の段丘堆積層上で実行され、表層は黄褐色を呈する含礫砂および淡褐色の砂まじり粘土からなる。

ここの林帯造成事業は 1955 年から始められ、34.5ha と最も規模が大きく、ヨーロッパアカマツ、クロマツ、アカマツ、バンクスマツ、ヒロハノキハダ、ニセアカシア、ポプラ、ケヤマハンノキ、イタヤカエデ、シラカンバ、ドロノキ、トドマツ、ヤナギ数種など、郷土種、外来種が数多く植栽され、多様な生育阻害因子によって枯死をくり返してきた。現在、郷土樹種が主体に植栽されている。土質はローム質で堅いけれども、機械地拵えで地はぎをしたところ、表層土は1年後に深さ 10cm まで風化し、構造的に軟となった。前生林をつくるため、1971 年に 10m 幅の耕うん地拵えと埋枝床 (幅 100cm) が造成された (写真-17)。また、根つき苗も床に列状に植栽された(写真-18)。

天然には、多種の樹木が生育し、特に東端の「オンコ林」では森林を構成している(写真-19 と 20)。おもな樹種は表-9 のようである。

表-9 焼尻島のおもな自生樹種
Table 9. Main indigenous trees at Yagishiri Island, Haboro.

樹 種	Species
イ チ イ	<i>Taxus cuspidata</i>
アマエゾマツ	<i>Picea glehnii</i>
ケヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i>
ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>
ヤマグワ	<i>Morus bombycis</i>
ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i>
アズキナシ	<i>S. alnifolia</i>
ヒロハノキハダ	<i>Phellodendron amurense</i> var. <i>sachalinense</i>
イタヤカエデ	<i>Acer mono</i>
シナノキ	<i>Tilia japonica</i>
ハリギリ	<i>Kalopanax pictus</i>

9) 羽幌町天売

天売島は羽幌から約 30km 離れ、焼尻島の西に位置する。この島の林帯造成については、斎藤・山田・宮崎 (1971) の研究があるから、略述することにする。地質は焼尻島とほぼ同じで、5 段の段丘からなり (秦 1960)、地表にクロボク土 (ろど、腐植質火山灰土, Kuroboku-soil, or humified tephra) をもつ。

ここの林帯造成は 1962 年から始められ、焼尻と同じく、風・雪・草本の被圧・ネズミ害などに害されている。地はぎ植えは狭すぎて、溝植えとなっている (図-12)。ヤナギ埋枝では逆さ埋枝が目についた (図-13)。古い植栽では雑種ヤナギだけが高さ 4~5m に達してブッシュをつくる (写真-21)。新しい植栽では、ケヤマハンノキの 4 列植え 3 帯が期待される (写真-22)。

天然生の樹種では、ヤマグワ、ナナカマド、イタヤカエデ、ヒロハノキハダ、ハリギリなどが多く、小林分をつくっている。イタヤカエデとハリギリの林分は図-14 と表-10 のようであり、樹冠が大きい。

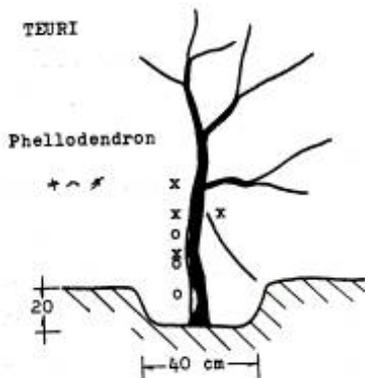


図-12 溝植え, 雪害 (x) およびノネズミ害(o) (羽幌町天売)

Fig. 12. Planting at the lower part, heavy snow injuries (x) and biotic injuries (o) at Teuri, Haboro.

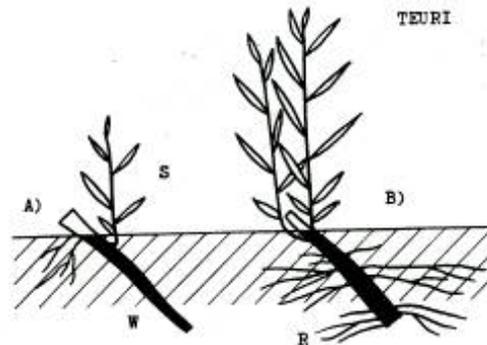


図-13 ヤナギ埋枝工 (羽幌町天売)

Fig. 13. Wood-cutting of willows, *Salix* spp. at Teuri, Haboro.

A) 逆さ埋枝 Abnormal setting, B) 正しい埋枝 Normal setting, S: 萌芽枝 Sprout from dormant bud, R: 不定根 Adventitious roots, W: サシホ Wood-cutting.

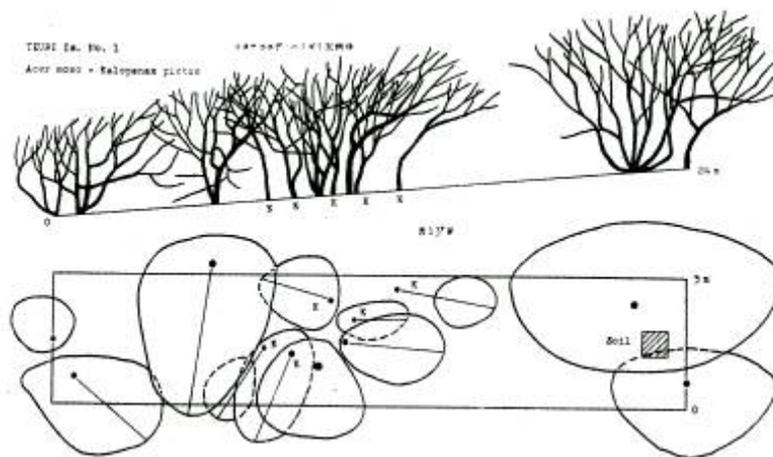


図-14 イタヤカエデ・ハリギリ天然林の带状区 (羽幌町天売, No. 1)

Fig. 14. Belt-transect of natural *Acer mono-Kalopanax pictus* st and at Teuri No. 1, Haboro.

表-10 イタヤカエデ天然林带状区の樹種 (羽幌町天売, No. 1)

Table 10. Trees in the belt-transect of natural Itayamaple at Teuri No. 1, Haboro.

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B. h. diameter (c m)	樹冠径 Crown diameter (m)	本数 Number
<i>Acer mono</i> ()	イタヤカエデ	3.5~6	9~21	2~10	7
<i>Kalopanax pictus</i> (M)	ハリギリ	4~5	8~17	2~4	5
Mean total	平均計	5	15	4	12

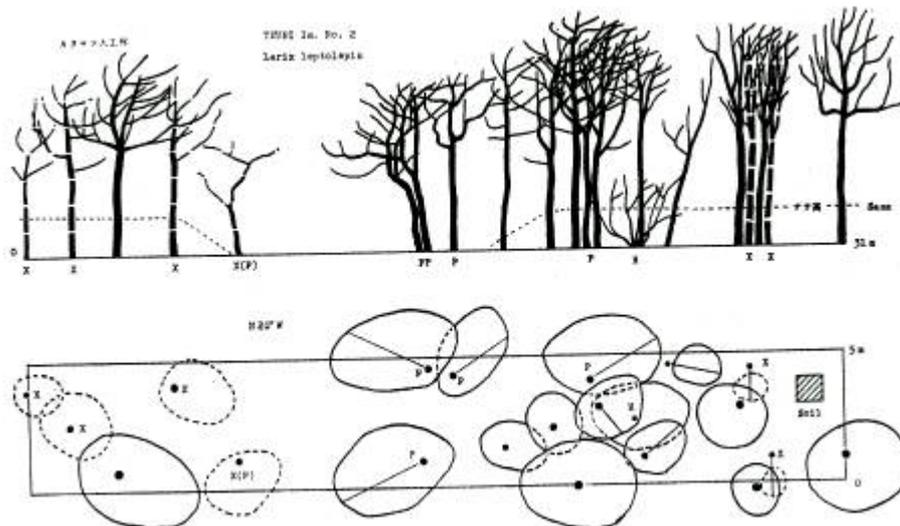


図-15 カラマツ人工林の帯状区 (羽幌町天売, No. 2)

Fig. 15. Belt-transect of *Larix leptolepis* forest planted at Teuri No. 2, Haboro.

表-11 カラマツ人工林帯状区の樹種 (羽幌町天売, No. 2)

Table 11. Trees and shrubs in the belt-transect of Japanese larch, forest, planted at Teuri No. 2, Haboro.

Species	樹種	高さ Height (m)	胸径 B. h. diameter (cm)	樹冠径 Crown diameter (m)	本数 Number
<i>Larix leptolepis</i>	() カラマツ	8~9	16~23	2~4	10
<i>Phellodendron amurense</i> var. <i>sachalinense</i>	(P) ヒロハノキハダ	6~9	16~19	3~5	4
<i>Hydrangea paniculata</i>	(H) ノリウツギ	3	4	3.5	1
<i>Sasa</i> sp.	ササ	1.5	—	—	—
Dead trees	(X) 枯れ木	5~8	13~17	1~2	6
Mean total	平均計	8	17	3.5	21

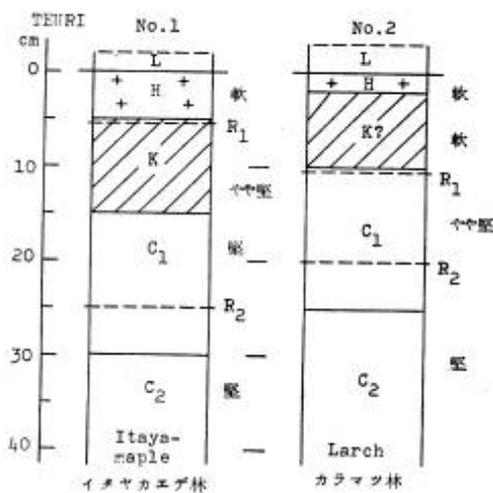


図-16 土質断面図 (羽幌町天売)

Fig. 16. Soil-profiles at Teuri, Haboro.

L : 落葉落枝 Litter

H : ふしよく土 Humus soil

K : クロボク土 Kuroboku-soil

C : 粘土 Clay

R : 根の深さ Root depth

古いカラマツ人工林（1921年植え）は図-15と表-1に示される。ここでも、天然生のヒロハノキハダとともに、大きい樹冠の個体が生きている。根はクロボク層に多い（図-16）。

10) 初山別村有明

ここは洪積世末の t_3 段丘面上にあり、砂・礫・粘土からなり、標高 10m以下で、大部分が水田に拓かれている（松野・木野 1960）。林帯造成は汀線から 40mの距離で始まり、幅は 60mある。密な防風柵の保護の下に、1961年から、ヤナギ類、ヒロハノキハダ、ヤチダモ、ハンノキ、外来マツ類などが植栽され、風・雪・草本の被圧などに害されている（図-17と18）。現在、期待できそうな樹種はナガバヤナギ、エゾノキヌヤナギ、ヒロハノキハダなどであり、いずれも萌芽（休眠芽からの開葉）によって風に耐えている（写真-23）。

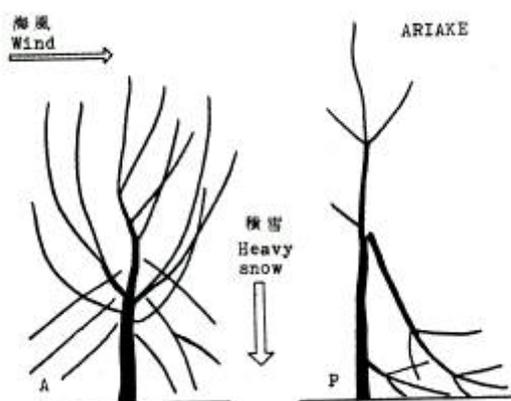


図-17 風と雪による樹木の生育阻害（初山別村有明）

Fig. 17. Anti-growing factors of wind and heavy snow on trees planted at Ariake, Shosambetsu.

A : ハンノキ *Alnus japonica*, P : ヒロハノキハダ *Phellodendron amurense* var. *sachalinense*.

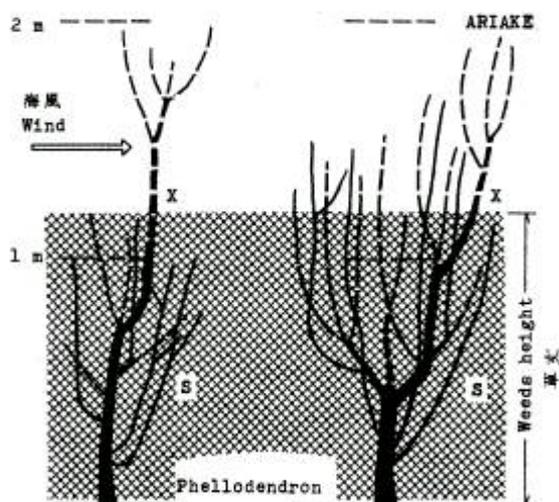


図-18 雑草による萌芽枝の生長阻害（ヒロハノキハダ，初山別村有明）

Fig. 18. Shade-effect of weeds on the sprouts of trees planted at Ariake, Shosambetsu.

X : 枯死した枝 Dead branches, S : 萌芽枝 Sprouts from dormant buds.

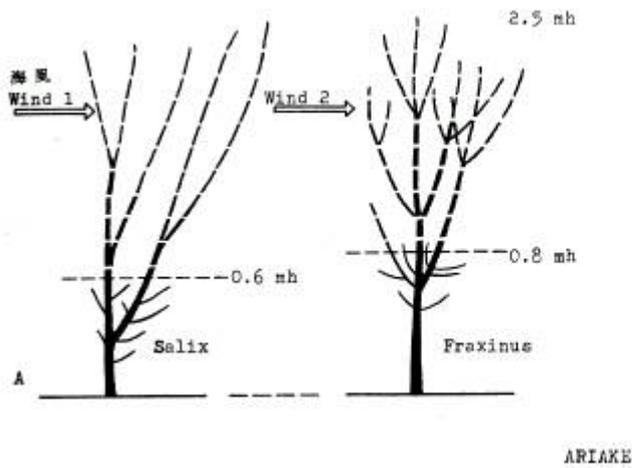


図-19 ナガバヤナギ (左) のヤチダモ (右) への保護効果 (初山別村有明)

Fig. 19. Protective effect of *Salix sachalinensis* on *Fraxinus mandshurica* var. *japonica* at Ariake, Shosambetsu.

A : 単木植えの場合 Single planting, B : ブッシュ植えの場合 Bushy planting, Wind : 1970年9月18日の暴風 (SW, 19.8m/s, max. 34.6m/s, Haboro).

11) 遠別町金浦

ここは汀線からの距離 50m で始まり、幅 60~80m あり、標高 5~10m あり。地質的には(秦・対馬 1969)、洪積世の海岸段丘の C 面であり、粘土層が厚く、その上に泥炭層がよく発達している。海岸寄りでは、現世砂丘砂が地表をおおう。

林帯造成は 1966 年から実行され、土塁づくり、全面耕うん、防風柵工、および排水溝掘りという基礎工がなされた(写真-25)。土塁にはヤナギ類のサシキがなされ、よい生垣を形成している(写真-26)。しかし、植栽された樹種はいずれも、不成績に終わっている。それは無機質の鉈質土を欠く有機質だけの泥炭と、防風柵網による草本の繁茂とに帰因する。地拵え後、湿生のヨシ(*Phragmites communis*) 植生は乾生のコヌカグサ(Red top, *Agrostis alba*) 植生に変わった。地表ふきんは根と泥炭の完全な複合体(Root-peat complex)であって、歩くと

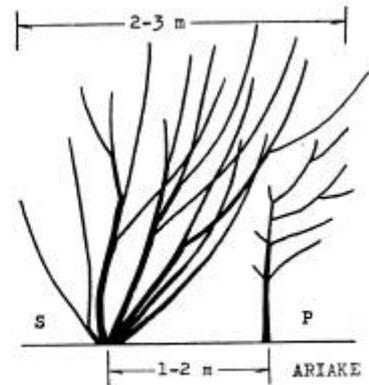


図-20 生存競争による一方的な被圧 (初山別村有明)

Fig. 20. One-sided shade-effect in 2 species planted at Ariake, Shosambetsu.

S : エゾノキヌヤナギ *Salix pet-susu*
P : ヒロハノキハダ *Phellodendron*

ヤナギ類はブッシュとなって風下の樹木を保護し、強風による被害も比較的少ない(図-19)。ただし、列間が十分に広くない場合には、木本間に競争が生じ、一方的に被服されてしまう(図-20 と写真-24)。

汀線に極めて近いのに、土質は河成の砂質壤土であり、畑の跡のためか、根張り空間は十分である。しかし、逆に、草本の繁茂が著しく、担当者によって、除草剤の使用も考えられている。最近のヤナギ埋枝工は耕うん地拵え後に実行されながら、密植でなく、草本に被圧され、逆さ埋被も多くて、まだ前生林として十分でない。

ふわふわして、木本の根張り空間にはなり難い。なお、泥炭層のうち、地表部 10~15 cm は黒色で、僅かに海砂（飛砂）が混入していて、植栽木の根張り空間となっている。

12) 遠別町啓明

ここには耕地課による防風林造成地（1963 年ころ）がある。この泥炭はやや砂まじりで、地下 20cm までは根張りによいと観察された。植生はユリ科の湿生植物、ワレモコウ、ヨシなどである。植栽されたヤチダモは排水不良のため、生育できない（図-21）自生の木本では、ハンノキとノリウツギがみられた（写真-27）。防風工はネマガリダケ編柵でなく、板塀式であった。

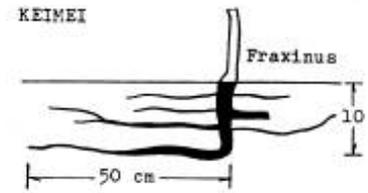


図-21 湿地におけるヤチダモの根系 (遠別町啓明)
Fig. 21. Roots of *Fraxinus* planted on the swamp ground at Keimei, Embetsu.

13) 遠別町丸松

国道 232 号線沿いに、国有保安林があり、トドマツとカシワ、ミズナラ、イタヤカエデなどの広葉樹とが混交している（写真-28）。このふきんは冬期間に地ふぶきが強く、しばしば鉄道が不通になる。森林は丘

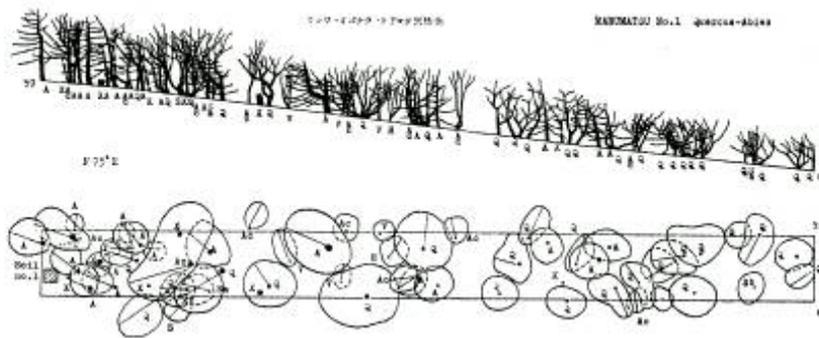


図-22 カシワ・ミズナラ・トドマツ天然林の帯状区（遠別町丸松）
Fig. 22. Belt-transect of natural *Quercus dentata*-*Q. mongolica* var. *grosseserrata*-*Abies sachalinensis* forest at Marumatsu, Embetsu.

表-12 カシワ・ミズナラ・トドマツ天然林の帯状区（遠別町丸松）
Table 12. Trees and shrubs in the belt-transect of natural oak and fir forest, at Marumatsu, Embetsu.

Species		樹種	高さ Height (m)	胸径 B. h. diameter (cm)	樹冠径 Crown diameter (m)	本数 Number
<i>Quercus dentata</i>	(Q)	カシワ	3~5	4~19	2~5	23
<i>Q. mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	(Q)	ミズナラ				
<i>Abies sachalinensis</i>	(A)	トドマツ	4~6	5~20	2~4	14
<i>Acer mono</i>	(Ac)	イタヤカエデ	3~5	6~16	2~5	8
<i>Viburnum opulus</i>	(V)	カンボク	3	2~4	1~2	3
<i>Hydrangea paniculata</i>	(H)	ノリウツギ	3	3	2	1
<i>Salix bakko</i>	(Sb)	バッコヤナギ	3	4	2	1
<i>Sorbus commixta</i>	(S)	ナナカマド	5	4	2	1
<i>S. alnifolia</i>	(Sa)	アズキナシ	3	4	2	1
Dead trees	(X)	枯れ木	—	—	—	6
Mean total		平均計	4	12	3	58

陵上に残され、地質的には(秦・対馬 1969)、第三紀末の更別層で、砂岩、礫岩、粘土からなる。しかし、この保安林も部分的に草地造成のために解除されている。

道路より西側(海側)に小林分があつて、幅 60mで、後縁で高さ 6 mに達している(写真・29)。この林分の帯状区は図-22 と表-12 に示される。風上前縁部の樹木はブッシュ状で低く、後方に向つて林冠を高め、直立してくる。なお、これはほぼ一斉林型であり、多幹のものは伐採後の萌芽かもしれない。土質は粘土質で、風上部は湿地でヨシが生育し、風下部にはクマイザサ、オオカメノキなどが林床を構成する。火山灰層は認められなかった(図-23)。

14)天塩町浜更岸

ここは天塩営林署による林帯造成地(183 林班)である。汀線から約 50mで始まり、幅約 250mあつて、天塩川河口ふきんまで北へ約 4.5km つづき、支庁林務課による天塩灯台地区の林帯に接する。海岸線に沿つて、ほぼ 3 列の砂丘が複合体をなし、これらは地質的にみると(秦・対馬 1969)、沖積世初期の砂丘(古砂丘)であり、高さは 10m前後で、暗灰色～灰色の中粒砂ないし細礫からなっている。なお、汀線近くには現在の砂丘砂があり、中粒である。地表ふきんには、利尻火山起源のクロボク土が存在する。

砂丘と樹木群の関係は図-24 に示される。最も海寄りの砂丘の風下には、海岸草本の生育地とみられるのに、かつて、クロマツ、イタチハギなどがあまりにも

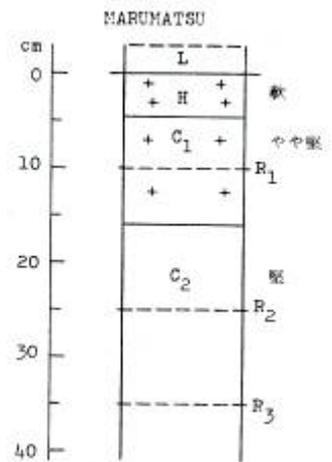


図-23 土質断面図(遠別町丸松)

Fig.23. Soil-profile at Marumatsu, Embetsu.

- L : 落葉落枝 Litter
- H : ふしよく土 Humus soil
- C : 粘土 Clay
- R : 根の深さ Root depth

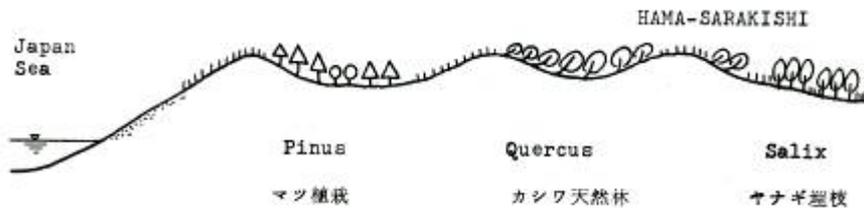


図-24 浜更岸砂丘の横断模式図(天塩町)

Fig.24. Sketch of sand-dune complex with natural and planted tree belts at Hama-sarakishi, Teshio.

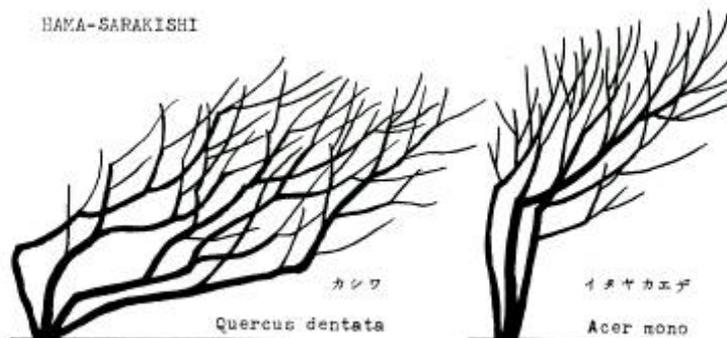


図-25 カシワとイタヤカエデの風衝形(天塩町浜更岸)

Fig.25. Wind-swept trees of Kashiwa-oak (Q) and Itaya-maple (A) at Hama-sarakishi, Teshio.

汀線に近く植栽され、いまはほとんど枯死した。ここにはいま、本来の砂草のハマニンニク、ハマナスなどが繁茂している。中央の砂丘の風下には、天然生のカシワ、ミズナラなどが、著しい風衝形を示して生育し(図-25)、後縁では2~3mの高さに達している(写真-30)。林床はクマイザサ、ワラビ、オオヨモギなどの内陸草本である。内陸側の砂丘の風下(内陸風の時は風上)には、1969年秋にナガバヤナギ(*Salix sachalinensis*)の埋枝が実行され、1列4~5条植え、2年生で、高さ0.8~1.5mあり、ブッシュの列を形成している(写真-31)。この植生は湿生のものである。

北部には、最も内陸側にマツ類の植栽地があり、その中で、モンタナマツ(*Pinus montana*)だけが、匍匐性ながら、よい生育を示していた。また、その前面に低い広葉樹林があり、カシワ、イタヤカエデの他に、シナノキ、ハリギリ、エゾニワトコ、タラノキなども生育する。

海岸線に平行に、内陸に、小規模な古砂丘(地表には薄い火山灰層)が2~3列走り、幅10~20m、高さも5m前後の天然林分が存在する。カシワとミズナラが主体である。

15) 天塩町中更岸

更岸の海岸線から約1,500m内陸に中更岸の林帯造成地があり、1954年から実行されている。ここは低湿地であり、地質的には(秦・対馬1969)、沖積層で、礫・砂・粘土からなるが、特に粘土層が厚く、極めて堅く、排水後に乾くと固結する(重粘土)。

植栽樹種は改良ポプラ、ドロノキ、ケヤマハンノキ、シラカンバ、ヤナギ類などの広葉樹と、針葉樹のヨーロッパアカマツ、トドマツ、アカエゾマツなどである。これらは密な防風工に囲まれ、丈高い草本の被圧、著しい雪害、食害、根張りを阻害する土の堅さなどの諸因子に生育を阻害されている。最も堅実な生育を示すものはヤナギ類である(写真-32)。改良ポプラは初期生長にすぐれていたけれども、高さ5~6mで突然、一斉に枯れ始めた(写真-33)。その樹形からみると、風の影響は小さいにちがいない。

なお、ふきんの農家の屋敷林の構成樹種はヤチダモとヤナギ類であり、幅数mで高さ5mに生育している。

16) 天塩町北川口

ここには、汀線沿いに数列の古砂丘があり、複合していて、砂丘林をもっている(天塩営林署、天塩181および182林班)。汀線に近い砂丘には、カシワを主体にした林があり、著しい風衝形を呈している(写真-34)。これは丘頂から風下へ50mで高さ5~6mに達し、ミズナラ、イタヤカエデなども混交する。この砂丘には貝塚がある。ふきんの屋敷林(特に、山城氏)では、トドマツやカラマツを生垣にして、庭園にサクラ類やイチイを植栽している。

汀線から約1,300m離れて、トドマツとアカエゾマツ主体の林がある。アカエゾマツ(*Picea glehnii*)は砂丘間の低湿地に多く、ほぼ純林を形成する(写真-35)。こんなに海岸寄りながら、ここにアカエゾマツの採種林がある。土質は泥炭である。砂丘の上にはトドマツ主体の林がある(写真-36)。これにはミズナラ、ナナカマド、ヒロハノキハダ、ハリギリなども混交する。このトドマツ林は北に向かって豊富町稚内(斎藤1968)まで続いている。

湿地はヨシないしミズゴケ泥炭であり、砂丘は古砂からなっているけれども、これらの地表ふきんには、約6cmの火山灰層が存在して、樹木の根張りに関係している(写真-37)。

17) 幌延町問寒別

ここは全く海岸から離れた、内陸の泥炭地である。湿他の造林は、ふつう、排水溝を掘る方式であるけれども、ここでは局所的な排水と、ヨシ主体の先住草本の除去とを兼ねて、ブルドーザーによる盛床地作りが採用さ

れた(写真-38)。これは1965年から、北大によって実行されている(斎藤・工藤 1956)。

ヤナギ類とドロノキという先駆的な樹木のサシキによる導入と、地はぎ・反転の地拵えにもかかわらず、草本の回復は著しく速く、サシキ萌芽は被陰効果によって、多くが枯死してしまった。これは土質とも関係し、全くの泥炭土では樹木の根は発達しないで、川の氾濫による無機質土(礫・砂・粘土)の多量に含まれる場所ではその発達がよい(図-26)。ドロノキの5年生は高さ4~5mに達した(写真-39)。

18) その他の観察

樹木群の成立、特にその侵入過程について、上述の場所以外で、次のような観察をした。その1は増毛町別荘の国道231号線の切取り法面の犬走りの上に一斉侵入したケヤマハンノキ (*Alnus hirsuta*)の樹木群である。これは裸で、不動の場所に、ふきんの母樹群から飛散してきて、発芽・生長した(写真-40)。

その2は管内の主要河川である暑寒別川、小平薬川、古丹別川、羽幌川、築別川、遠別川、および天塩川の河口ふきんに生育するヤナギの河畔林である(写真-41)これらはナガバヤナギ、エゾノキヌヤナギ、エゾノカワヤナギなどの一斉林で、ときにケヤマハンノキも加わっている。これらは川の増水や洪水による裸地と関係して侵入し、海風や塩水の影響を受けて、河口から数10mないし数100mの距離までしか生育できない。これは埋枝材料の確保や、林帯が汀線から何m内陸に造成可能かの目安ともなる。

考 察

調査結果と筆者らの方法論にもとづき、天然林の「侵入条件」、侵入・導入樹木群の「生育条件」、および「造成法」が考察される。宗谷地方の考察と異なり、ここでは地表変動と地拵えの関係よりも、樹木群の生きる条件、耐性、保育法という生物工法の認識が主体となっている。

侵入条件

天然林の成立についても、人工林の造成においても、樹木群の侵入(導入)条件は侵入の機会に左右され、生育阻害因子の影響に先行する。侵入条件は「地表条件」と「母樹群の存在」とに分けられる。

1) 地表条件

樹木群の一斉侵入は先住植生(Pre-existing vegetation)のある場所より、無植被地(Bare area)においてよく観察される(写真-40と41参照; COWLES 1901, 石原 1933, 東 1967, 生態学談話会 1968, 斎藤・東 1971, 斎藤 1972 b)。植栽実験によっても、地拵えなしには木本の導入は困難である(写真-17と38参照; 斎藤・工藤 1966, 伊藤・斎藤 1971)。それゆえ、気象・土質条件が樹木の生育可能範囲であれば、あるいは天然林が存在する場所であれば、侵入のための第1条件は先住草本のない「裸地」の存在である。

裸地の出現は有機的な変質をもたらす因子(山火・風倒・虫害など, 石原 1933)と、無機的な営力(地表変動因子としての降灰・飛砂・山腹表土層の崩落・地すべり・土石流など, COWLES 1899, 東・藤原・新谷・村井 1971, 斎藤・東 1971)とに分けられ、植物共同体の破壊については地下部も変化する点で後者の方がはる

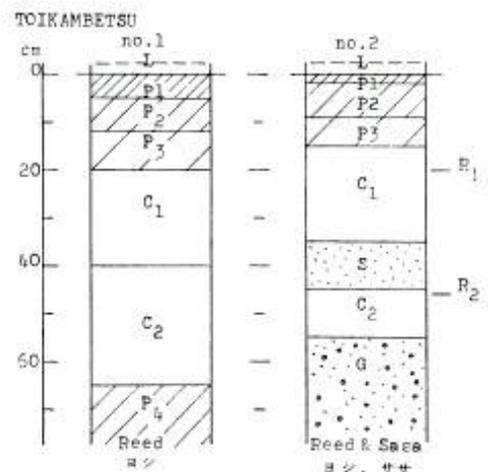


図-26 土質断面図(幌延町間寒別)

Fig. 26. Soil-profiles at Toikambetsu, Horonobe.

L: 落葉落枝 Litter, P: 泥炭 Peat, C: 粘土 Clay, S: 砂 Sand, G: 礫 Gravel, R: 根の深さ Root depth.

かに大きく作用する。留萌地方の海岸線においては、降灰(Ash fall), 山腹表土層の崩落(Rupture of surface soil), 洪水(Flood), および人間による自然の改変(Reconstruction of nature)がおもな営力である。降灰は利尻火山と関係して北部にだけみられ、それと植生侵入の関係は、斎藤・伊藤(1971)によって考察されているように、天塩町北川口の砂丘や泥炭地の森林に観察され(写真-35 と 36 参照)、道東のトドマツ砂丘林(伊藤 1970)やアカエゾマツ湿地林(館脇 1944)も侵入の機会と根張り空間を降下火山灰層から得ている(写真-37 参照)。洪水は下流の堤外地に裸地をつくり出し、ヤナギ河畔林を形成させている(写真-7 と 41 参照)。

中部から南部の海岸段丘の上部と谷間の斜面には、針葉樹がなく、広葉樹の林分が草生地に散在する。これらは著しく風の影響を受けて高い林冠を形成できない。しかし、風衝以前に侵入条件が必要であり(斎藤・伊藤 1971)、天売島の天然林のように(斎藤・山田・宮崎 1971)、侵食作用による山腹表土層の周期的な崩落が考えられる。つまり、先住植生が崩落によって破壊され、その裸地に新しい植生が侵入するのである(図-27)。こうした裸地は小さく、不安定であるから、母樹群とも関係するけれども、適応力が小さくて生活環の長い針葉樹に不利であり、人為があるとしても、これが中部～南部の海岸線に針葉樹が存在しない事実の一因であろう。

ただし、裸地が出現しても、第2に地表が不動でなければならない。崩壊斜面の侵食部(滑落面)には植生侵入がなく、堆積部(崖錐ないし崩土)に侵入がみられる。後者は埋没作用をもつけれども、樹木は埋没に対して不定根で適応する性質をもつ(斎藤 1972 b)。これは人為による道路法面にも観察され、不動部に一斉林が形成される(写真-40 参照)。さらに、第3に、発芽に際して適湿でなければならない。

2)母樹群の存在

群として考えると、樹木が種子侵入するためには、裸地の近くに、つまり種子の飛散可能範囲内の距離に、種子の供給源(母樹群 Source for seeds)が存在しなければならない。種子の散布は樹種によって異なるけれども、風が運搬者の第1であろう。飛散距離は極めて長い(ヤナギ類)、長い(シラカンバ類)、中くらい(トドマツ、イタヤカエデなど)、および短い(ミズナラ、ハリギリなど)に分けられ(斎藤・東 1971)、動物や水流による運搬を無視すると、一斉侵入する樹種はどれもがそれぞれの移住に空間的な制約をもっていることになる。それゆえ、表-13のように、現在この地方の海岸線にない樹種は近い将来にも天然侵入する可能性は小さい。さらに特殊な例として離島の樹木がある。天売島においても焼尻島においても、氷河期の後には、北海道本土から孤立したので、両島の樹種数(表-9 参照)は1 万年以上もの間、減ることはあっても増す可能性はほとんどなかったはずである(斎藤・山田・宮崎 1971)。

また、種子侵入してから次代の種子散布をするまでの期間(生活環 Life cycle)の長さは時間的な制約とな

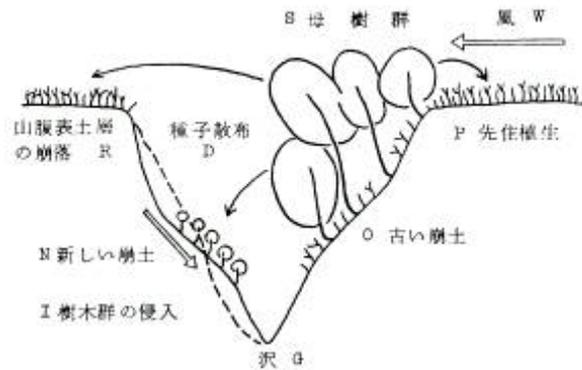


図-27 強風地の沢部における山腹表土層の崩落と樹木群の侵入(斎藤・宮崎 1971) on the invasion of trees at the windy region.

D : Dispersal of seeds, G : Gully, I : Invasion of trees, N : New deposit of vegetation, R : Rupture of surface soil, S : Source for seeds, W : Wind.

る。それゆえ、樹木群の移住速度は飛散距離と生活環の積となり、ここから速足の旅人・遅足の旅人が決まる。しかもこれに裸地の出現が時間的・空間的に影響する。母樹群はその前の母樹群と地表条件に左右されたのであり、こうして、現存の天然林は過去の地表条件のカギであるともいえる。つまり、郷土樹種ないし自生樹種 (Indigenous species, or home-grown species) とは、大気帯内でなら、気候変化のサイクルよりも地表変動のサイクルにより身近に影響を受けている樹種であるといえよう。それゆえ、そこに自生しない樹種でも植えれば生育するはずであり、その事実はこの地方の一般造林(カラマツ、スギなど、図-15 参照), 防災林(ニセアカシア, モンタナマツなど、写真-3 参照), 屋敷林, 公園などにみられる。

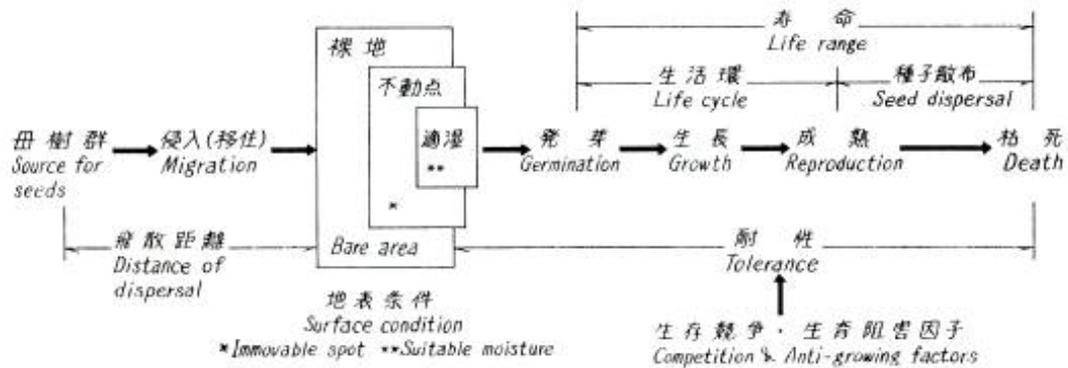


図-28 森林の成立条件 (東 1967, 伊藤 1970&This study)

Fig. 28. Conditions of the development of forest.

侵入条件を要約すると、図-28 の左側のようになる。林帯の造成においては、技術的には、地拵えによってやすく地表条件を整備できるし、母樹群がなくとも、植栽 (導入) によって異郷土樹種でさえ生育できるに違いない。

生育条件

樹木群の侵入ないし導入の後に、成林し更新するまでの生育期間中に、いろいろな生存競争が生じ、いろいろな生育阻害因子が作用する。この節では土質的な「生きる条件」、風を中心とする「生育阻害因子」、それに対する「樹木の耐性と適応性」、および「生存競争」について考察する。

1) 生きる条件

林帯造成事業の成績調査から考えると、どうしても被害中心になりやすい。それで、逆に、生きる条件から検討して、林帯造成の可能性を考える必要があり、土質的な因子がより重要となってくる。気象的な因子と異なり、土質的な因子の改変は技術的に十分に可能である。それゆえ、天然林の土質を検討して、樹木群の生きる基礎的条件を考察し、林帯造成の地拵えに応用しよう。

まず第1に、排水である。原則として、水の中に樹木の根は伸びられない。排水不良地では、遠別町啓明でみられるように、湿性植物 (Hydrophytes) が生育しても、中性植物 (Mesophytes) である樹木は耐性の大きいヤチダモでさえも、根を発達させることができない (図-21 参照)。湿地林 (写真-35 参照) といわれる場合でも、過去ないし現在の微高地にしか木本は生育していない (斎藤 1971 b, 斎藤・東 1971)。それゆえ、図-12 にもみられるように、幅の狭い地はぎ地拵えは湿地化を促しやすい (伊藤・今 1968 a)。

第2に、無機質土 (Mineral soil) が必要である。全くの有機物 (泥炭) だけの地表部では、樹木の根は根張り空間 (Rooting space, or rooting medium) をほとんど得られず、そうした場所に天然林は存在しなかった

はずである。また、たとえ耕うんして植栽しても、遠別町金浦と幌延町問寒別のように、ヤナギ類やケヤマハンノキのような先駆的かつ生きる条件の指標的な樹種でさえも、まもなく生育が衰え、消滅に向う。それらのより良い生育は河川の氾濫土砂礫や飛砂の混入した場所に限られる(斎藤 1969, 斎藤 1971 b, 図-26 参照)。天然林の場合も、代表的な湿地アカエゾマツ林も泥炭層の間に火山灰層を介在する(舘脇 1944, 写真-35 参照)。これらは地表変動によってもたらされた、天然の客土であり、人為的にこうした条件づくりは容易である。

第3に、土の構造である。一般に、海岸段丘の土質は特殊土壌地帯の1つとも考えられ、頁岩・泥岩質の粘土であり、最上層を除いて堅密で、根張りが浅い(図-5, 11, 16, および 23 参照)。これら 10~20cm 以下の根張り空間を人為的に深めることが、樹木個々の地上部の発達につながる。段丘上の樹木群が谷間のそれに高さで劣る理由は、風の影響の他に、この土の有効深度であろう。留萌市三泊のイタヤカエデは風衝地にもかかわらず、畑の跡(人為的に地表の耕うんされた場所)にあってよい生育を示す(写真-5 参照)。

砂丘砂の理化学性も木本の生育を困難にする。苫前町北香川の古砂丘砂は粒子が細かくて、しかも有機物を含み、木本の生育に適するけれども(図-8 参照)、現海岸砂丘砂は樹木の根張りに不適であり、もしそこに林分があれば、火山灰層が介在していると推測される(東 1971 a, 斎藤 1971 b, 斎藤・伊藤 1971, 斎藤・東 1971)。つまり、天塩町浜更岸のカシワ林や北川口のトドマツ林のように、火山灰は理化学性において砂よりも相対的に好ましいのであって、天然の客土である(写真-37 参照)。植物の埋没した層(Layer of organic matter buried, or old soil line)も根張り空間として重要であり、これら砂以外の介在物は厚さ数 cm でも、その上の森林に極めて有効である(COWLES 1911, 斎藤・東 1971)。

2) 生育阻害因子

海岸林の機能の第1は防風効果であり、風力の減殺にともなって、飛砂・地ふぶき・空中塩分などを捕える。しかし、防災行為であって、風害ははじめから予測できても、樹木もまた風により生理的に機械的に害を受けるから(伊藤・今 1970)、風は最もやっかいな生育阻害因子であるといえる。そして、留萌地方の場合、風衝方向は常緑樹も落葉樹も海から内陸に向いている(図-22 および写真-8 参照)。この西風は天売島と焼尻島でも同じで、汀線から内陸へ吹くのではない。海岸の樹木群は常にこの卓越風にさらされていて、高さ 2 m のネマガリダケ防風工で防ぎきれず、逆にそれ以上に伸びられないし(伊藤 1972)、防風工の欠点も多いから(斎藤・伊藤 1971)、こうした一時しのぎの工作物より、永久的な土塁工(写真-25 参照)で風衝林縁を確保する方法(写真-26 参照)が望ましく(土屋・水野 1970, 斎藤・山田・宮崎 1971)、前者の画一的でない重点的な用法も必要となる(早坂・山田・水野 1972)。狭い林帯幅で汀線近くに造成しないで(伊藤・今 1970)、天然林のように、風衝形の林冠を徐々に高められる幅員が必要であり、この地方の海岸林では幅が 100m 以上あって、期待高は 10m どまりであろう(斎藤 1968, 斎藤・伊藤 1971)。柵で囲い、施肥し、初期生長の速い樹種の大苗を植える方法は庭木移植的なものであり、担当者的心情や社会的な要請を理解するとしても、これでは地上部と地下部の発達がアンバランスとなって、生育阻害因子に対する耐性が十分となりえない。個木の速い上長生長よりも、群として生存しつづける逞しい林帯づくりが望まれるのである。

常風は生育を阻害(抑制)する因子であり、自生樹種と導入樹種の間には大きな差がみられない。しかし、突発的な暴風は後者を枯損させ(写真-33 参照)、前者の梢端を枯死させる(図-7 と 19 参照)。これはほぼ毎年のように生じて、自生樹種と導入樹種をふるい分けるから(表-2 参照)、林帯樹種は常風と暴風の両者に耐えられるものでなければならない。そして、自生樹種の著しい風衝形は予想以上に後者の影響が大きいかもしい(図-25 参照)。

積雪の沈降による樹木の枝抜け、枝折れ、幹折れ、幹曲りなども大きな生育障害因子であり、外来マツ属の不成績の大半はこの雪害であるとさえいえるし(斎藤・伊藤 1971)、北海道に自生する樹種も多かれ少なかれこの影響を受けている(写真-15 参照)。留萌地方の海岸線の積雪深は最大 130~240cm にも達し(表-3 参照)、しかも林帯は地ふぶきを捕捉するから、林内の積雪深はより大きいはずである。梢端部が風に害され、基部から萌芽枝が伸びるという毎年のくり返しが現実であるから、下枝の雪折れは致命的となる(図-17 参照)。枝折れだけでは解決しないから、冠雪を受けにくい植栽法(たとえば列植え)が必要である。なお、ケヤマハンノキやカラマツのように、初期生長の速いものほど雪害も大きい傾向にある(写真-15 参照)。

なだれも 1 つの因子である。これは風下斜面に発生するから(図-4 参照)、海岸林というより、なだれ防止林としての林帯造成に関係してくる。留萌地方の海岸線では、段丘斜面が多くは西向きであるから、なだれの発生は少ないけれども、増毛町中歌と暑寒沢、天売島と焼尻島の東海岸では風下となるため、ふぶきが雪びを形成し、なだれが生じる。斜面の地表を崩壊に対して安定させ、雪の移動を基礎工によって阻止すれば、なだれ地における植栽はそれほど困難でなからう。

生物工法としての林帯造成では、生物害(食害や病害)は不可避であり、人為によるコントロール(たとえば薬剤の使用)にも限界と逆効果があるから(カーソン 1964, 上条・鈴木 1971)、可能な限り、自然界の複雑なバランス(生存競争)を重視して(オダム 1967, エルトン 1971)、多少の生物害を見込んだ、しかも被害に耐える樹種を採用する造成計画が望まれる。1 樹種ないし同属からなる単純な林分よりも、複雑な混交林(広葉樹が主体で針葉樹も加わった林)の方が気象害にも耐え(前杉 1971)、天敵としての鳥類も多いから(藤巻 1970)、全滅するような生物害を受けにくい。食物連鎖から考えても、動物に食害されない樹木はありえないのであって、されても耐えればよいのである。

3) 樹木の耐性と適応性

上述の生育障害因子の 1 つ 1 つを取り上げて、実験科学的に詳しく因子分析してゆくと、どの樹種も造成地に生活できなくなるという結論に陥りやすい。いきおい、樹木の神秘的な生命力に頼って、次々と新しい未経験の樹林を導入する結果となる。しかし、生きる条件の整備と樹種の個性の検討とを十分にしないと、いま植えられている樹種もやがて枯損し、近い将来には適樹が見当らなくなってしまうにちがいない。留萌支庁による防災林事業の植栽樹種はニセアカシア、カラマツ、外来のマツ類、ヤチダモなどに始まり、ヤナギ類、キハダ、カンバ類、ハンノキ類、ポプラなどを経て、トドマツ、アカエゾマツ、カシワ、ミズナラ、イタヤカエデなどが注目されるようになった。野外科学の一分野である林帯造成においては、樹木の神秘的な生命力と耐性・適応性とを明白に区別して、後者の観察と実験とから、樹木の生育できる環境づくりをしてゆくことが望まれる。それによって、不成績からリスト落ちした樹種も、外来樹種のいくつかさえも、再び登場できるにちがいない。

留萌地方の海岸線にみられる自生樹種のおもなものは表-13 に示される。この中で、最も汀線近くに生育するものはミズナラ、カシワ、イタヤカエデであり、風衝に対してブッシュを形成して耐えるから(図-7, 14, 22, および 25, 写真-5, 30 および 34 参照)、風上最前線において保護的・捨石的に(松井・篠原 1960)), 犠牲林として(伊藤・今 1968 b), ないし風衝林縁として(斎藤 1968), 最も重要な樹種である。その他に、バッコヤナギ、ヤマグワ、ナナカマド、ヒロハノキハダ、シナノキ、ハリギリなども前者に混交している。そして、これらの海岸林用の樹種の苗木づくりも可能となってきた(伊藤 1972)。梢端が枯れても萌芽する性質をもつものが採用の規準であろう。これらに反して、ドロノキ、ケヤマハンノキ、ニセアカシアは先駆的なもので、初期生長が速く、前生林樹種であっても、風衝地向きでなく、そうした場所では寿命が短い(早坂・山田・水野 1972, 図-7, 写真-1, 9, 15, 22, および 33 参照)。ただ、ヤナギ類は埋枝法が有効で、先駆的でありながらある期間までは

表-13 留萌地方の海岸線における天然林の構成樹種と防災林の適応樹種

Table 13. Species of natural stands and of man-made belts along the coast line of Rumoi district.

Species	樹種	天然林 Natural stand	防災林 Man-made belt
<i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	○	○
<i>Picea glehnii</i>	アカエゾマツ	○	○
<i>Larix leptolepis</i>	カラマツ	—	○
<i>L. gmelini</i>	グイマツ	—	○
<i>Pinus montana</i>	モンタナマツ	—	○
<i>Populus maximowiczii</i>	ドロノキ	—	○
<i>Salix pet-susu</i>	エゾノキヌヤナギ	○	○
<i>S. sachalinensis</i>	ナガバヤナギ	○	—
<i>S. bakko</i>	バッコヤナギ	○	○
<i>Alnus hirsuta</i>	ケヤマハンノキ	○	—
<i>A. japonica</i>	ハンノキ	○	○
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	ミズナラ	○	○
<i>Q. dentata</i>	カシワ	○	○
<i>Morus bombycis</i>	ヤマグワ	○	—
<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ	○	—
<i>Prunus sargentii</i>	エゾヤマザクラ	○	—
<i>Sorbus commixta</i>	ナナカマド	○	○
<i>Robinia pseudoacacia</i>	ニセアカシア	—	○
<i>Phellodendron amurense</i> var. <i>sachalinense</i>	ヒロハノキハダ	○	○
<i>Acer mono</i>	イタヤカエデ	○	○
<i>Tilia japonica</i>	シナノキ	○	—
<i>Kalopanax pictus</i>	ハリギリ	○	○
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	ヤチダモ	○	○

風衝にもよく耐え、ブッシュを形成する (図-19, 写真-7, 21, 26, 31 および 32 参照)。かん木として、林縁や林床を占めるものにノリウツギ、ヤマウルシ、タラノキ、イボタ、エゾニワトコ、カンボク、オオカメノキなどがあり、これらは上述の樹木を補うとともに、植物共同体の健全化や野生動物の住み家ともなる。

植栽例から、苫前町北香川のトドマツ、天売島のカラマツ、天塩町浜更岸のモンタナマツがよい生育を示すから (図-10 と 15, 写真-10 と 11 参照)、これに準じたアカエゾマツとグイマツも期待される (斎藤・伊藤 1971, 写真-20 と 36 参照)。郷土産の針葉樹は下植ないし帯状混交される本林帯樹種であり、他の3種は外来の(林縁・前生林も含めた意味での)犠牲林向きである(伊藤 1972)。広葉樹ではヤチダモが湿地にも風衝地にもよく耐え、生存力が極めて大きく、この地方の屋敷林の主要なものである(写真-8 参照)。これは湿地に向く訳でなく、他種よりもそこによく耐えるのである (図-21 参照)。

防雪林としては、地ふぶき防止となだれ防止がある。前者は鉄道林にみられ、また道路に必要な林としての造成も考えられ (斎藤・能登 1972)、防災林よりもグリーンベルトという意味の環境保全林が目標とされてよいであろう。捕雪機能からは高さが3mほどでよく、むしろ、従来の街路樹や道路樹のような単木植えないし単列

植えてでなく、道路林ともいべき幅 10m以上の林帯が望ましい。樹種は防雪・防音・防臭・防塵といった防災機能 1 点ばかりでなく、花や果実がついて、昆虫や鳥の集まる公園的要素をもつものも望まれる。なだれ防止林については、積雪の移動を抑制する基礎工を施工した後に、グライドやクリーブに対応して、根元曲り、萌芽ブッシュ、不定根の発生などの適応生をもつ樹種があり（若林・斎藤・工藤 1966, 山村・斎藤 1967, 斎藤・大森 1969, 小野寺 1970）、これらを組み合わせてゆくとよいにちがいない（図-4, 写真-4 参照）。ニセアカシアやイタヤカエデは海岸林にもなだれ防止林にも向いている。

こうした耐性と適応性は、天然林の観察から判明するばかりでなく、植栽という実験によっても天然にはみられない性質が発見される。広葉樹における不定根（Adventitious roots）の発生は地表変動に対応する最も効果的な適応性であり、これを植栽に応用して、ヤナギ類の埋枝工（新井・伊藤・斎藤 1971, 斎藤 1972 c）、ケヤマハンノキの連続ねせ植え（伊藤・斎藤 1971）および大半の樹種のうね植えないし斜植え（斎藤 1972 b）という、従来の一般造林の針葉樹の苗木植えとは違う、新しい植栽法が可能となってきた。

さらに、樹木は単木で生育するよりも、林分や森林という「群」で生育する方が気象害に耐えやすく、植物共同体としても生物害に耐えやすくなる。ここから、経済的な方形植えよりも、列間が広く苗間の狭い列植えの採用が望まれ、列植えの集まりから林帯が構成されることになる。

4) 生存競争

留萌地方においては、現海岸砂丘が発達しない理由もあって、古砂丘の風裂による場合を除くと、飛砂はほとんど生じていない。飛砂がないこと、火山灰層をもつこと、段丘が古砂か粘土質であることなどから、この地方の海岸線では汀線近くにまで内陸草本が繁茂している。これが植栽苗木を被陰効果（被圧 Shade-effect）で阻害することは注目されていた（伊藤 1972）。そして、人為による地拵えは陽性雑草の侵入を促進し（笠原 1971）、苗木は先住植生と雑草のはさみうちにあっている。先住植生の破壊が樹木群の侵入・導入に不可欠の手段であるとともに（COWLES 1911, 東 1967, 斎藤・東 1971）、同時侵入した雑草ないし回復力の大きい先住植生の除去も欠かせない。さもないと、木本は初期生長において草本との生存競争に敗れてしまう。ここから、地拵え工と植栽工に次いで「保育工」という新しい工種が不可欠なものであることがわかる（野呂田 1971, 斎藤・伊藤 1971）。植栽後の除草は生態系のバランスからみて、なるべく薬剤にたよらないで（カーソン 1964）、列植えと機械力を用いた物理的な方法によることが望ましいし（その方が薬剤を安全に効果的に使える）、それが本来の科学的方法であると考えられる。樹高が草本の高さを越えても、下枝の繁茂のために、ある程度の除草は必要である（図-18 参照）。

植栽法による木本間の競争は風衝地ほど激しくなる。つまり、生きてゆくためには大きい樹冠を必要とする（図-14, 15 および 25, 写真-5 参照）。従って、面的な密植工法である苗間 1 m×列間 1 m=10, 000 本/ha の方形植えでは、うっぺい後、苗木は下枝を維持できず、風害で梢端や上枝が枯れれば、回復できなくなってしまう。これからも線的なユニットからなる列植えが望まれる。また、異種の樹木を近接させると、どちらかが被圧されやすいから（図-20 参照）、側方保護効果を期待して（図-19 と写真-10 参照）、樹種単位の列植えが望ましい。天然林の場合は初期生長の速さ、耐陰性、寿命などによって淘汰が生じ、小さい開放地が出現する。しかし、防災林では総ての個木が健全で、林冠が連続していなければならない。

樹木群の生長、生育阻害因子、耐性および生存競争を要約すると、図-28 の右側のようになる。

林帯の造成法

上述の浸入条件と生育条件の考察にもとづき、この節ではコンクリート工事と同じように、林帯造成を一連

の総合的な技術体系とするために、「地拵え」、「植栽」および「保育」の順に考察される。

1) 地拵え

地拵えは樹木の導入阻害因子（および生育阻害因子）を除去ないし緩和する方法であり、生きる条件づくりであって、土木・農業土木的な機械の利用によって、今日では防災林造成においても比較的たやすく実行されるようになってきた。地はぎは先住植生を地下部から除去するもので、幅1～2mないし全面地はぎが耕うんと組み合わせる（写真-17と25参照）。これは天然の裸地の出現に相当する。

耕うんは農業における根本作業であり、深耕や碎土によって樹木の根張り空間が著しく拡大・改良され、先住植生の破壊にも役立つ。これは崩壊地の崩土部（図-27参照）に相当しよう。

客土は農業で不可欠の手段であって、より好ましい土質の投与であり、有機質土壌（泥炭地）への鉱質土壌（山土）の混入である。これは火山灰の降下堆積に相当する（斎藤 1971 b）。肥料や有機質の土壌改良剤は客土の後にはじめて有効となるのであり、それだけの投与は基本的に不十分にちがいない。客土は耕うんとともに、根張り空間を著しく拡大・改良し（斎藤・伊藤 1971）、火山灰層の役割りからみて、これなしには砂丘や泥炭地に耐性の大きい林帯を造成することが困難とさえ考えられる。

排水もまた重要な基礎工である。排水溝の捨て土は防風土塁として利用される（写真-25参照）。死物材料の防風工は重点的・一時的に用いられるべきであり、これまでの莫大な経費を上述の地拵えにまわすことが望まれる。

表-14 林帯造成の諸工事
Table 14. Shelterbelt establishing practices.

工 種 Practice	種 類 Kind	理 由 Reason	天 然 林 Natural forest
地拵え工 Land-preparation	地はぎ Uprooting	先住植生の除去 Removal of pre-existing vegetation	降 灰 Ash fall
	耕うん Cultivation		山腹表土層の崩落 Rupture of surface soil
植栽工 Tree planting	客土* Transporting soil	根張り空間の拡大 Enlarging of rooting medium	
	排水 Drainage		
	苗木植栽 Seedling planting	前生林造成 Pioneer belt planting	種子散布 Seed dispersal
保育工 Maintenance	埋枝 Wood cutting	本林帯導入 Proper belt planting	
	種子直播き* Direct sowing		
	除草 Weeding	被圧の除去 Removal of shade-effect	生存競争 Competition
	中耕* Cultivation		
	枝打ちと刈り揃え* Pruning	風雪害の緩和 Reduction of wind and snow damages	
	間伐* Thinning	本林帯導入 Proper belt planting	
	更新* Regeneration		

* ほとんど実行されていないもの。

これらの地拵えは、造成地が平坦地であるから、機械化と植栽法の組み合わせを考えて、列植え方式が望ましい。地拵えの工種は表-14の上部に示される。

なお、既設の不成績地においても、更新の考え方から、枯損部分を補植してゆくのではなく、列状ないし帯状に伐開して、機械力による十分な地拵えを実行した上で、列植えすることが望ましい。被害木や劣勢木を現状維持的に残しておいても、将来性は期待されないであろう。伐り残された帯は新植苗に保護効果をもつ。

2) 植 栽

同じ治山事業でありながら、コンクリート工事では後年までその仕事が明白に残るのに反し、生物材料による林帯造成では不成績が無に帰してしまい、徒労に終る可能性もある。前者は材料と方法に明確な技術体系をもっていて、工事そのものよりも、川全体に対する位置的な検討の方が困難であり、今日的な問題である。後者では、時間的・空間的な検討に加えて、生きる条件の整備が重要なのである。気象を人為的に変えることはほとんど困難であり、逆にそれを微気象的に改善することが林帯の役目である。しかも気象の厳しい場所ほど林帯が必要なのであるから、われわれは樹木群の生きる条件を地下部からしか改良できないし、改良後にはその耐性と適応性に頼ることになる。

植栽は前生林と本林帯の2つに分けて実行することが賢明である(斎藤・伊藤 1971)。前者は先駆的な適応性の大きい樹種からなり、防災効果の早期発現と後者の保護とを行なう。そして、前生林樹種には埋枝工や連続ねせ植えなど、各樹種の個性に適すれば、コンクリート工事に準ずる確実な施工法に適するものが多く、裸地とも関係して、地拵え直後に植栽されるべきである。それゆえ、前生林の植栽(特にヤナギ類埋枝工)は防風柵工に代って、地拵え工種に加えられるよいのではなかろうか。留萌地方には海岸近くまでヤナギ河畔林が存在し(写真-41参照)、林帯造成地における生育もよいから(写真-21と32)、前生林として、また生きる条件の指標として、ヤナギ類は第1に植栽されるべきものである。また、ニセアカシアの例のように、条件の悪い場所では寿命が短くなるから(写真-9参照)、成林前から更新の用意が必要である。「樹木の耐性と適応性」で検討されたように、可能な限り、その地の気象害に耐えて世代をくり返してきた自生樹種を中心に採用し、外来樹種や北海道の他の地域からの樹種は前者を補うものと考えたい(表-13参照)。

前生林が無立木地における森林造成の第1段階(先駆林)とすれば、本林帯はその後の林帯の更新も含めて、基本的なものであり、天然林の構成に近い樹種の混交が望まれる。本林帯は風上風衝林と風下林縁をもった構成が望ましく(斎藤・伊藤 1971)、海岸林樹種の代表的なカシワ、ミズナラ、イタヤカエデなどは林縁に、トドマツやアカエゾマツはその他の広葉樹よりも小さい比率で中央部に配置させられる(図-7と22参照)。ともかく、上長生長や外観の美よりも、耐性の大きい林帯でなければならない。

樹種の問題の次に、植え方を考察しよう。既述のように、列植えが「林帯」の意義に最もふさわしい方法と考えられる。これは従来のha当り何本という方形植えに比較して、次のような長所をもっている。i) 苗間が狭いから、早く生垣を形成して、早期の防災効果を発現すること。ii) 列間が広いから、間伐を必要としないし、そこに本林帯樹種や更新樹種を導入できること。iii) 下枝の繁茂した大きい樹冠を形成でき、常風に対して風衝形で耐えられること。iv) 苗間のうっぺいが早く、しかも広い列間を機械によって除草・中耕できること。v) 1列1樹種を1単位とすれば、混交林をつくりやすく、しかも異種間の生存競争を除けることなど。列間は5mないし10mとし、苗間は0.5~1.0m、1列1条ないし1列2条植えが考えられる(図-29)。

なお、植栽時期については、落葉樹の根付き苗は春よりも秋の方がよいとも考えられる。コンクリートは冬期でさえ可能であるけれども、植物には移植の危険期と安全期とがあつて、苗畑における仮植からみて、最も安

全な時期は落葉期から晩秋ではなかろうか。広葉樹は不定根を出すから、仮植式の斜植えでもよいはずである。春には、苗畑から植栽までに年々の季節的な変化と制約があり、労働力の確保からも、予定を立てることがむずかしい。落葉前後での斜植えの典型が埋枝工である。仕事が請負方式であり、労働力の大半が林業に直接関係しない主婦たちであることから、安全期に、機械力を用いて、だれにでもできる植栽法を工夫してゆかなければなるまい。ただ、針葉樹の秋植えと違い、広葉樹の地上部の生長停止期・落葉期が樹種毎に極めて多様であり、年々の季節のずれもあり、作業と寒さ（雪降り）も関連してくるから、広葉樹の秋植えはまだ検討されるべき事柄が多い。今後の研究が少しずつそれらを解決してゆくであろうし、可能な樹種から採用されてゆくことが望ましい。

植栽の工種は表-14 の中部に示される。

3) 保 育

生物工法では、生きる条件づくり、材料の吟味、植栽法の他に、保育ないし維持管理が不可欠である。防災効果の発現と同時に、自らも生育阻害因子に耐えてゆかなければならないので、林帯は絶えざる保育なしにはその効果を維持発展させられない。行政上の制約から、現状では不十分な保育作業しか実行されていない。しかし、造成事業の目的が防災行為にあり、従って樹木群が健全に生育することが基本であれば、保育のないことは生物工法の原則からはずれているといえる。それゆえ、予算上の問題解決と同時に、原理的な考え方と保育しやすい植栽法が望まれる。

除草は最も重要である。これまでの植栽例の観察からも、草本の被陰効果のために生長期に十分に生育できないで（写真-18 と図-18 参照）、冬期の寒風害にあった苗木が多い。自生樹種であるなら、生長期に健全に生育すれば、冬期にも大きい耐性をもつはずである。除草は機械草刈りや中耕によれば、人力によるより容易であろう。

雪害に弱い樹種は枝打ちを必要とする。枝抜け（図-17 参照）や幹曲りは生物害への抵抗力を小さくし、防災効果の減少をもたらす。萌芽力の旺盛な樹種は風衝地でブッシュないし生垣を形成するため（図-19 参照）、刈り揃えないし剪定されるとよいであろう。これは天然林でも人工林でも観察される事例であり（写真-16 と 23 参照）、それを積極的につくり出そうとする訳である。

間伐は下枝の枯れ上りを抑え、総ての個木を健全に生育させるためであり、本林帯導入や更新のためである。それゆえ、枯損の始まった林帯や不成績林帯を帯状に伐開して、残存列を保護帯とみなし、次の植栽をする方法も間伐（除伐）である。列状混交林であれば、伐られる列は前生林樹種であるし（図-29 参照）、次の植栽もたやすく実行される（表-14 参照）。上述のように、保育にも、列植え法が最も都合がよい。保育の工種は表-14 の下部に示される。

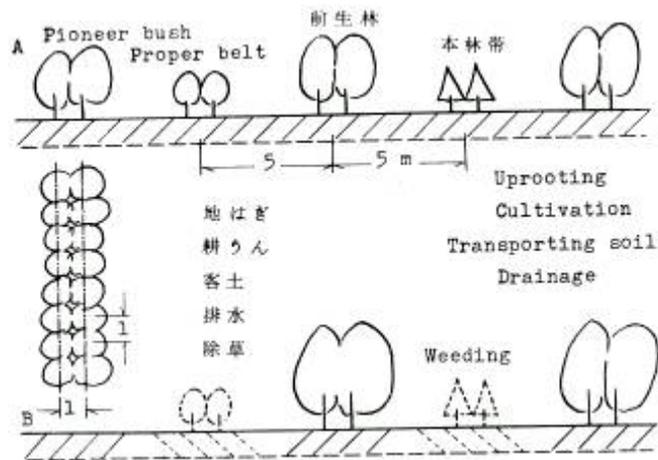


図-29 列植えの模式図

Fig. 29. Models of hedge planting.
A) 同時植栽, B) 列間 (側方保護) 植栽

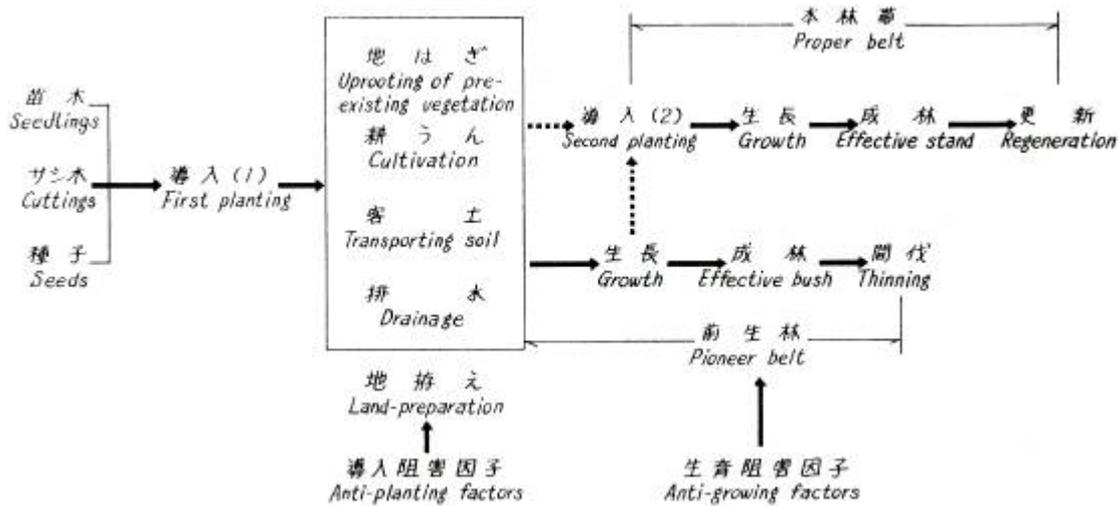


図-30 林帯の造成方法

Fig. 30. Method of shelterbelt establishment.

林帯造成法は森林の成立条件と対比して、図-30 に要約される。つまり、導入阻害因子に対して徹底した地拵えを実行し、そこへ樹種の個性に適する方法で列状に、まず前生林を造成し、その保護効果をまわって本林帯を導入してゆくのである。これは一般的な方法であるけれども、留萌地方の林帯造成では、各造成地の特殊性に応じて、この中の材料と方法（工種）とを取捨選択ないし改良してゆけばよいはずである。

む す び

留萌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、既に発表された宗谷地方のそれとともに、この地方の一般造林および北海道各地の林帯造成事業にも適用されるであろう。また、この成果は事業という大きな実験によって証明され、修正されなければならない。

この地方の天然生林は、北部では海岸砂丘と泥炭地において降灰という大裸地の出現と関係して、カシワ、ミズナラ、イタヤカエデなどの広葉樹とともに、トドマツとアカエゾマツの針葉樹が生育し、中～南部では海岸段丘において山腹表土層の崩落という小裸地と関係して、広葉樹だけが生育する（図-27 参照）。林分のない場所は大型草本やササの繁茂する草生地であり、徹底した除草なしには樹木の導入が困難である。それゆえ、裸地の出現と天然侵入に代えて、地拵えと人為導入によって、林帯造成の基本条件を整備してゆくことにより、現在の無立木地への林帯造成と、疎な天然林ないし更新・補強の必要な防災林の改良とを積極的に実行してゆかなければならない。そして、生物工法をよく認識し、樹木の生きる条件を検討すれば、天然林の存在からみても、留萌地方の海岸線約 200km の林帯による緑化（森林の復元）は大きな可能性をもつといえる。それは地拵え法、材料の吟味、植栽法、および保育法をひとつの連続した技術に体系化することでもある（図-30 参照）。

林帯の機能は樹高に比例しても、樹高は幅員にほぼ比例し（およそ 10 分の 1）、しかも 10m が限度に近い。これからの林帯は従来の防災機能に加えて、保健林・環境林としての比重が大きくなってゆくから、われわれは初期生長の速さや林の高さを過大に期待するよりも、年々、少しずつでも確実に伸びゆくこと（耐性）にこそ期待したい。海岸林づくりにおいて生物工法や技術体系、つまり「かた」を見出すなら、それは都市近郊のグリーンベルトにもたやすく応用できるであろう。

謝 辞

この研究をまとめるにあたり、現地調査を支援された留萌支庁林務課治山係の早坂甚吉係長、ハ木一仁、山田満一、能登国男、宮崎芳之、水野敬一の各技師、道治山課防災林係の野呂田勝洋技師、苫前町の能登睦雄氏、羽幌町の英 守衛、斎藤博克の両氏、および天塩営林署の鈴木啓三署長と天野 通技官に、筆者らは感謝の意を表す。また、協力いただいた留萌支庁管内の各市町村、森林組合、国鉄旭川営林支区、および北大天塩演習林の関係各位にも、筆者らは謝意を表す。

文 献

- 新井利三郎・伊藤重右エ門・斎藤新一郎 1971 豊頃町大津海岸林のヤナギ防風垣の価値. 北海道林技研論文集 昭 45 : 369-373
- 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, &361-391.
- 1901. The physiographic ecology of Chicago and vicinity ; a study of the origin, development, and classification of plant societies. *Bot. Gaz.* 31 : 73-108&145-182.
- 1911. The causes of vegetative cycles. *Bot. Gaz.* 51 : 161-183.
- 恵花安雄 1965 北海道の鉄道林と外国樹種の造林. 北方林業 17 : 206-214
- エルトン (川那部浩哉・大沢秀行・安部琢哉訳) 1971 侵略の生態学. 223 p 思索社 東京
- 藤巻裕蔵 1970 北海道中央部における天然林と人工林の鳥相の比較. 北林試報 8 : 41-51
- 羽幌町産業課 1962 北限のすぎ林. 寒帯林 104 : 73-75
- 泰 光男 1960 5 万分の 1 地質図幅・説明書「焼尻島」. 24 p 地質調査所
- ・対馬坤六 1969 5 万分の 1 図幅「遠別地域の地質」. 33 p 地質調査所
- 早坂甚吉・山田満一・水野敬一 1972 留萌支庁管内における海岸林造成の問題点と対策について. 北海道林技研論文集 昭 46 : (印刷中)
- 東 三郎 1967 地表変動と指標植物. 水利科学 56 : 55-68
- 1971 a 石狩海岸砂地における林帯造成の方法. 20 p 北大農学部砂防工学研究室
- 1971 b 治山計画論. 222 p 林業講習所北海道支所
- ・藤原滉一郎・新谷 融・村井延雄 1971 樹木年代学からみた地すべり地の推移. 北大演林報 28 : 339-419
- 北海道火山灰命名委員会 1972 北海道の火山灰分布図
- 井尻正二 1966 科学論. 316 p 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
- 伊藤重右エ門 1968 防災林を考える. 治山と保全 7 : 19-23
- 1972 特殊環境地帯における造林技術の現状とこんごの課題. 北方林業 24 : 37-41
- ・今 鈍一 1968 a 宗谷・留萌・後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
- ・斎藤新一郎 1971 山腹植生工における木本導入試験. 北林試報 9 : 33-38
- 伊藤浩司 1970 根室国野付崎の植物生態学的研究 (II) —森林群落について. 北大演林報 27 : 1-48
- カーソン (青樹築一訳) 1964 生と死の妙薬. 309 p 新潮社 東京
- 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
- 笠原安夫 1971 山野草, 人里植物, 帰化植物, 雑草および作物の種類群と相互関係. 雑草研究 12 : 23-27
- KATSUI, Y. 1953. Petro-chemical study on the lavas from Volcano Rishiri, Hokkaido, Japan. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. IV*, 8 : 245-258.
- 勝井義雄 1959 北海道の第四紀火山噴出物の化学成分. 北海道地質要報 38 : 27-47

- 川村喜一 1967 本道の海岸林造成事業. 北方林業 19 : 305-308
- 前杉利美 1971 馬毛島における防風林について. 治山研論文集 10 : 243-245
- 丸田信哉・石子彭培 1966 海岸防風林と営農—苫前町字北香川の海岸防風林について. 北海道林技研論文集 15 : 216-221
- 松井善喜・篠原久夫 1960 天北地域の営農林の経営について. 55 p 北海道開発局
- 松野久也・山口昇一 1955 5万分の1地質図幅・説明書「羽幌」. 9 p 地質調査所
- ・木野義人 1960 5万分の1地質図幅・説明書「築別炭鉱」. 43 p 北海道開発庁
- 三島 ?・石川政幸 1952 天塩海岸防風林の周辺における風速の垂直分布及び空中塩分の測定. 日林北支講集 1 : 53-55
- ・増田久夫・勝見精一・高島富雄 1952 天塩海岸防風林の防風効果について. 日林北支講集 1 : 56-62
- 三浦正幸 1971 北海道春ニシンの消滅とその復興. 水産界 1034 : 16-22
- 中島庄一 1971 道民「総ぐるみ」で自然の保護—北海道自然保護条例について. 治山 16 : 22-26
- 仲村参郎 1971 自然保護と保健林. 治山 15 : 320
- 成川正克 1968 苫前町北香川海岸防風林の生育状況とその考察. 北海道林技研論文集 17 : 383-395
- 日本気象協会北海道地方本部 1966-71 北海道の気象. 10-15
- 野呂田勝洋 1971 海岸防災林におけるトドマツの成績調査について (宗谷・留萌支庁管内). 北海道林技研論文集 昭 45 : 345-356
- 能登睦雄 1971 海岸防風林の一考察—北香川防風林の今後の維持管理について. 北海道林改研論文集 昭 45
- オダム (水野寿彦訳) 1967 生態学. 224 p 築地書館 東京
- 小野寺弘道 1970 被害傾斜地の樹木特徴に関する研究 (3) —トドマツ天然生樹の根元形態. 日林北支講集 19 : 91-94
- 小野寺卯・増田久夫・石川政幸 1953 天塩海岸防風林の防風効果について. 日林北支講集 2 : 34-36
- 留萌支庁 1971 管内概要「るもい」. 48 p
- 斎藤新一郎 1968 北海道北部における天然生海岸林の解析. 20 p 旭川営林局
- 1969 北海道北部の泥炭地における前生林の造成法 (3) —4年後の植栽成績. 日林北支講集 18 : 183-186
- SAITŌ, S. 1970. A study on the environment of Teshio primrose (*Primula takedana* TATEWAKI). Res. Bul. Col. Exp. For. Hokkaido Univ. 27 : 49-62.
- 斎藤新一郎 1971 a 林帯造成の今後について. 治山 16 : 167-174
- 1971 b 十勝川河口ふきんの火山灰層と耕うん地拵えについて. 北林試報 9 : 39-50
- 1972 a 森林をとりまく環境. 林 240 : 7-11
- 1972 b 崩上の稚苗と不定根. 北方林業 24 : 75-79
- 1972 c ヤナギ前生林のつくり方について. 治山林道研論文集 (印刷中)
- ・工藤哲也 1966 北海道北部の泥炭地における前生林の造成法 (1) —地拵えと1年目の植栽成績. 日林北支講集 15 : 82-85
- ・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
- ・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. 北大演林報 28 : 421-471
- ・伊藤重右エ門 1971 宗谷地方における防災林造成法の研究. 北林試報 9 : 1-32
- ・山田満一・宮崎芳之 1971 天売島における林帯造成について. 日林北支講集 20 : 213-219
- ・東 三郎 1972 森林の環境因子としての地表変動の重要性について. 第四紀学会講要旨集 1 : 4
- ・能登国男 1972 道路防雪林の造成について. 北海道林技研論文集 昭 46 : (印刷中)
- ・伊藤重右エ門・原口聡志 1972 留萌地方における防災林の造成法について. 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 1966 稚内・サロベツ地域の第四系. 第四紀研究 5 : 1-11
- 佐々木竜男・片山雅弘・富岡悦郎・佐々木清一・矢沢正士・山田 忍・矢野義治・北川芳男 1971 北海道における腐植質火山灰の編年に関する研究. 第四紀研究 10 : 117-123
- 生態学談話会 1968 エゾマツ・トドマツ天然林の生態と取り扱い. 50 p 林業科学技術振興所 東京

- 新堀友行・郷原保真・野村 哲 1964 北九州の玄海砂丘の意義—そのレス状層について. 資源研報 63 : 49-63
- 東海林正光・仲西昭三郎 1967 利尻島海岸風衝地におけるトドマツの植栽成績. 治山研論文集 6 : 57-61
- 鈴木啓三 1971 国有林稚咲内の景観. 北方林業 23 : 264-265
- 鈴木 守 1970 林業と地質. 北方林業 22 : 76-80
- 館脇 操 1944 アカエゾマツ林の群落学的研究. 北大演林報 13 (2) : 1-181
- 天塩営林署 1968 管内概要. 40 p
- 富樫兼治郎 1937 日本海北部沿岸地方における砂防造林. 204 p 林曹会 秋田
- 土屋仁男・水野敬一 1970 遠別町金浦地区海岸防風林造成事業について. 北海道林技研論文集 昭 44 : 317-326
- 対馬坤六・松野久也・山口昇一 1954 5万分の1地質図幅・説明書「苫前」. 16 p 地質調査所
- ・山口昇一 1954 5万分の1地質図幅・説明書「留萌」. 16 p 地質調査所
- ・松野久也・山口昇一 1956 5万分の1地質図幅・説明書「鬼鹿」. 17 p 地質調査所
- 若林隆三 1966 宗谷地方礼文島のなだれ. 雪氷 28 : 163-170
- 1969 北海道北部における全層なだれの実態. 新砂防 73 : 21-24
- ・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
- 山田満一 1971 天売・焼尻の防風林造成に思うこと. 林 228 : 60-62.
- 山村 勝・斎藤新一郎 1967 北大桧山演習林なだれ地の樹木特徴. 日林北支講 16 : 136-140

Summary

The present paper deals with the shelterbelt establishment at Rumoi district, Northwestern Hokkaido, from the points of view of the ecological relation of the topographic changes and competitions on the development of forests, and of the experimental results on the tolerance and suitability of trees against anti-growing factors.

The coast line of Rumoi district is about 200km long, south to north, along Japan Sea. The natural forests at the coastal belt are not continuous but scattered, resulting from fires and felling by our fathers for fishery, agriculture and forestry in chronological order during these several decades. And about 20 years ago, the shelterbelt project along the coast started to protect the inland and to fill up the blank of natural forests. However, the results of these works were not good and that is set down consequently to severe climate (chiefly, prevailing sea wind), least fertile soils, badness of materials (exotic pines and bad seedlings of indigenous trees), and least maintenance (without weeding).

In spite of, or because of, the severe climatic condition, at this district, the shelterbelt establishment is very important to protect cropland, economic forests, traffic, houses, etc. from wind and snow, and also to refresh people as a green mantle or a small ecosystem.

This paper is our second study on the shelterbelt establishment in Hokkaido, following our first study at Sōya district*.

Methodology

Establishing forests (both economic and protective) is a biotic work for the longest years. A concrete work is not lost almost eternally with a systematic engineering, but a biotic one does not remain for several years against anti-growing factors unless methodology, material and practice are right.

Old (and also today's) forest ecology is static and is composed of so-called environmental conditions—climatic, biotic and edaphic. And in shelterbelt establishing, being influenced by such a ecology, a majority

* SAITŌ, S. and ITOH, J. 1971 A study on the shelterbelt establishment at Sōya district, Northern Hokkaido. Bul. Hokkaido For. Exp. Station, No. 9, 1-32.

is the methodology of results (concreteness) to new practices (abstraction). However, the investigation of the damages, or dead conditions, of trees planted tends to pessimistic because of severe wind, poor soils, weeds, and many poor results of practices.

In order to change our biotic construction into prosperous, it is necessary to investigate the environmental conditions not within but around forests, from the points of view of dynamic ecology which takes physiographic or inorganic factors over organic ones. Our works of the shelterbelt establishing and the hill-side work for erosion control have close relations with pre-existing vegetation, appearance of bare surface or naked ground, and plant invasion. Bare surface is one of the invasional conditions and is caused by one of the topographic changes—ash fall, rupture of surface soil at mountain slope, landslide, movement of bed load, or sand-drift—and these cycles are very nearer to a life cycle or a life range of a forest than cycles of climatic changes are. And it seems that, in a climatic zone, local plant communities adapt themselves to some of topographic changes.

After invasion or planting is the growing condition in which the living condition is the most basic, comparing the so-called dead condition. And the methodology of hypothesis (abstraction) to application (concreteness) is suitable to our field science for very long years and at special locality in order to discover and prepare better conditions for trees.

In the historical reviews of this district, studies on shelterbelts are many: these general tendency is arranged chronologically from effects of shelterbelts, results of planting, to new methods.

Experiments and results

The investigation was carried out on May to October in 1971 and February in 1972.

Rumoi district is situated along Japan Sea and is a windy and cool temperature country (Figs. 2&3). The sites for shelterbelts are composed of sand dunes and swamplands with natural conifers and leaf-trees at the northern part, and of coastal terraces with leaf-trees only at the southern part. From the points of view of the results of shelterbelt project, exotic species (especially, pines) were damaged remarkably, but indigenous ones show their tolerance against bad conditions for growth.

The sites investigated are 17 localities in number—Shokanzawa, Nakauta, Santomari, Kawajiri, Kita-kagawa, Uehira, Izumo-takadai, Yagishiri, Teuri, Ariake, Kanaura, Keimei, Marumatsu, Hama-sarakishi, Naka-sarakishi, Kita-kawaguchi, and Toikambetsu (Fig. 1).

Of indigenous trees, Kashiwa-oak (*Quercus dentata*) and Japanese oak (*Q. mongolica* var. *grosseserrata*) are the best wind-bearers (Figs. 7&22, Photos. 30&34). The second species is Itaya-maple (*Acer mono*) (Figs. 14&25, Photo. 5). Other species are Willows (*Salix*), Cork-tree (*Phellodendron*), Linden (*Tilia*), and *Kalopanax* (Photos. 16, 19&21). Conifers are 2 species—Todo-fir (*Abies sachalinensis*) and Red yezo-spruce (*Picea glehnii*) (Fig. 22, Photo. 36). Of exotic and inland trees, better species are Japanese larch (*Larix leptolepis*), Mountain pine (*Pinus montana*), Japan poplar (*Populus maximowiczii*), Alder (*Alnus*), *Robinia*, and Yachidamo-ash (*Fraxinus*) (Figs. 4, 10&15, Photos. 1, 8, 11, 22&39), but they are somewhat inferior in tolerance and life range to the proper coastal species above-mentioned. Willows are the best for the pioneer bush forming (Photos. 21, 26, 31, 32&41).

Wind-swept crowns show that the prevailing and worst wind blows from sea with snow and salt. And an annual storm influences more severely than the prevailing wind does (Fig. 19, Table 2). Soils at the sites are clay, sand, peat, and volcanic ash (including humified tephra), and rooting media are not deep enough (Figs. 5, 8, 11, 16, 23&26).

Weeds have caused trees planted weak and dead by the shade-effect (Fig. 18), but weeding was very insufficient, though the establishing shelterbelts is an organic construction with severe competitions through the life range of trees. The competition between different or same trees was serious when they planted closely (Fig. 20).

Uprooting and cultivation removed competitions and enlarged rooting medium (Photos. 17, 25&38). Roots of trees could not develop without drainage and transporting soil (Fig. 21&Photo. 37). Combination of wind bank and pioneer bush was more effective to protect trees of proper belt than closely set wind fences did.

Discussion

The invasional condition influence on the development of natural forest vegetations earlier and more essentially than the growing condition does. That is composed of the surface conditions and the presence of seed sources. The appearance of bare area in the sea of pre-existing vegetation is caused by the ash fall at the northern part and by the rupture of surface soil (Fig. 27) at the central to southern parts of the district. A new vegetation can not invade without the surface conditions composed of bare area, immovable spot and suitable moisture (Fig. 28). Ash fall caused large bare areas for conifers, and rupture of surface soil did small ones for leaf-trees. Natural distribution of a tree is determined, in a climatic zone, by the presence of source for seeds and the chance of migration. Migration is restricted by the topographic change and life cycle in time and by the distance of seed dispersal in space. On the contrary, artificial land-preparation and planting practice can make freely planting conditions.

The growing condition is composed of living condition, anti-growing factors, tolerance and suitability of trees, and competition. Shelterbelt is not an inorganic building like concrete dam but an organic construction. Therefore, we must study the so-called living conditions of trees under the surface rather than damages (dead conditions) above the surface. Climatic condition can not be changed by us, but soil condition can be done freely by land-preparations of drainage, transporting mineral soil and cultivation. Of anti-growing factors, wind is the most important one. Trees in the belt must reduce the speed of wind and, at the same time, they grow against it. Prevailing wind cuts leaders of trees and an annual storm makes trees themselves dead except indigenous ones. Other damages by the heavy snow and animals are reduced by hedge and mixed plantings. Many observations and experiments have discovered the tolerance and suitability of trees—bush forming, sprout, adventitious root, shade-bearing, etc. And indigenous trees—Kashiwa and Japanese oaks, Itaya-maple, Todo-fir, and Red yezo-spruce—at the coast of the district have that nature. Uprooting and cultivation make bare ground, where trees planted can grow without the competition with pre-existing herbs but, at the same time, where is the very spot of weeds' migration. Weeding must be an indispensable practice to grow trees healthily for several years after planting.

In order to create a systematic engineering for shelterbelt establishment, 3 stage are necessary : land-preparation, planting and maintenance. Land-preparation is an artificial topographic change and is composed of uprooting of pre-existing vegetation, cultivation, transporting soil, and drainage. These practices are easily done by the use of machines. Planting is an artificial introduction of trees, less restricted in time, space and species than natural invasions. It is divided into 2 kinds : pioneer bush and proper belt of indigenous species. There are 3 way to plant trees—seedling, cutting and direct sowing. And the so-called hedge planting is good for 1) early effect, 2) thinning and regeneration, 3) larger crown against wind, 4) weeding with machines, and 5) mixed forest without competition among different species (Fig. 29). Maintenance is to improve the environments of trees planted and is composed of weeding, cultivation, pruning, thinning, and regeneration (Table 14). More effect is gotten out of better belt ; we must prepare the best living condition and may hope that trees will grow healthily 10 meter high in 100meter wide belt (Fig. 30)

Conclusson

Shelterbelt establishment at Rumoi district is not difficult but prosperous, in spite of the serve climatic factors, because of 1) the existence of natural forests, 2) good results out of experiments for about 20 years, and 3) preparations of better planting and growing conditions. Shelterbelt composed of pioneer bush and proper belt will grow healthily with the systematic methodology and practices—land-preparation with machines, selection and nursing of trees out of indigenous species, hedge planting, and continuous maintenance.

Moreover, this study may be applied to other districts in Hokkaido.



写真-1 疎林化してきたニセアカシア林帯
(増毛町暑寒沢)
Photo. 1. Thin windscreen of *Robinia pseudoacacia* (1971.6.20).

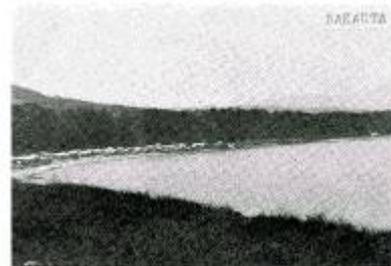


写真-2 鉄道なだれ防止林 (増毛町中歌)
Photo. 2. Rail-protecting forest against avalanche (1971.6.20).



写真-3 なだれ防止林の風上部 (ニセアカシア,
増毛町中歌)
Photo. 3. Windward part of a forest of *Robinia pseudoacacia* (1971.8.3).



写真-4 ナナカマドの萌芽ブッシュ
(増毛町中歌)
Photo. 4. Bushy sprouts of *Sorbus commixta* against avalanche (Ditto).



写真-5 イタヤカエデの防風生垣 (留萌市三泊)
Photo. 5. Planted windscreen of Itaya-maple, *Acer mono* (1971.6.19).



写真-6 林帯造成の予定地 (留萌市三泊)
Photo. 6. Projected site for shelterbelts (1971.6.19).



写真-7 小平薬川河口の自生のヤナギ (小平町川尻)
Photo. 7. A native willow (*Salix* sp.) on the bank at the mouth of River Obirashibe (1971.5.19).



写真-8 農家のヤチダモ風衝樹 (小平町川尻)
Photo. 8. Yachidamo-ash (*Fraxinus mandshurica* var. *japonica*) swept by sea wind (1971.8.3).



写真-9 暴風害によって疎林化したニセアカシア林帯 (約20年生, 苫前町北香川)
Photo. 9. Semi-opened shelterbelt of *Robinia pseudoacacia* by storms, about 20 years of age (1971.8.4).



写真-10 ニセアカシア林に下植されたトドマツ (1961年植え, 苫前町北香川)
Photo. 10. Todo-firs planted under Robinia trees (1971.5.19).



写真-11 国鉄羽幌線の鉄
道防雪林 (カラマツ,
苫前町北香川)

Photo. 11. Rail-protec-
ting forest against
snow, Haboro Line
(1972.2).

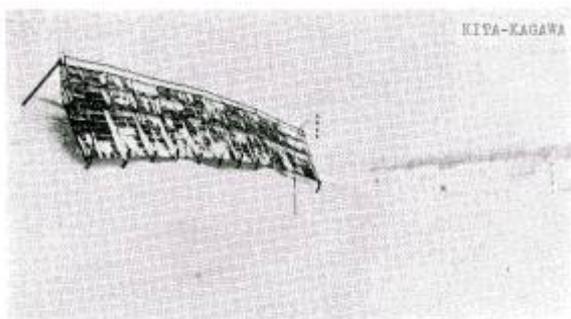


写真-12 国道 232 号線切通し
部の吹溜り防止工 (苫前町
北香川)

Photo. 12. Wind-fence of
boards against snow-drift
at a cut of Route 232
(Ditto).



写真-13 砂丘風下のタラノキの小林分 (苫前町上平)

Photo. 13. Small stand of *Aralia elata* at
the leeward part of a dune
(1971. 8. 5).



写真-14 国道 232 号
線に沿う天然林の防
雪効果 (苫前町上平)

Photo. 14. Natural
forest along Route
232 against snow
drift (1972.2).



写真-15 雪害で疎林となったケヤマハンノキ
植栽区 (羽幌町出雲高台)

Photo. 15. Quick-growing *Alnus hirsuta*,
thinned out by heavy snow
(1971.8.5).



写真-16 多数の萌芽幹をもつシナノキの
ブッシュ (羽幌町出雲高台)

Photo. 16. Japan linden (*Tilia japonica*)
growing bushily with numerous
trunks sprouted (1971.5).



写真-17 ヤナギ類埋枝のための地はぎ、耕うん
および床づくり (羽幌町焼尻)

Photo. 17. Soil-preparation (uprooting, culti-
vation and bed-making) for wood-cutting
of willows (*Salix* spp.) (1971.9.30).



写真-18 草本抑圧のためにビニール被覆された
床への苗木植栽 (羽幌町焼尻)

Photo. 18. Tree planting on the mounds,
prepared with polyethylene sheets
against weeds (Ditto).



写真-19 風衝地のヒロハノキハダ (羽幌町焼尻)

Photo. 19. Cork-tree (*Phellodendron amu-
rense* var. *sachalinense*) at a windy
site (1965. 7).



写真-20 天然生のアカエゾマツと広葉樹の林分
(羽幌町焼尻)

Photo. 20. Natural Red yezo-spruce (*Picea
glehnii*) and deciduous tree mixed
stand (Ditto).



写真-21 埋枝工による雑種ヤナギのブッシュ
(羽幌町天売)

Photo. 21. Bush of a hybrid willow (*Salix* sp.),
set with cuttings (1971.10.2).



写真-22 ケヤマハンノキの3列植え, 林床は
クマイザサ (羽幌町天売)

Photo. 22. A belt of 3 rows of an alder
(*Alnus hirsuta*) among *Sasa*
senanensis (Ditto).



写真-24 木本間の競争による一方的な被圧 (エ
ゾノキヌヤナギとヒロハノキハダ, 初
山別村有明)

Photo. 24. Competition between willows
and cork-trees (Ditto).



写真-23 ヒロハノキハダの列状植栽, 萌芽に
よって風害に耐える (初山別村有明)

Photo. 23. Cork-trees hedge-planted, toler-
able against serve wind with
sprouts (1971.8.5).



写真-25 土塁・排水溝・耕うんによる林帯造成
のための地拵え (遠別町金浦)

Photo. 25. Land-preparation of wind-bank,
drain and cultivation for shelterbelt
planting (1971.5.20).



写真-26 土塁風下部のヤナギ埋枝による
生垣 (遠別町金浦)

Photo. 26. Windscreen of willows sprouted
from cuttings on the leeward of
a wind-bank (Ditto).



写真-27 泥炭湿地（防風林施工跡）に自生する
ハンノキ（遠別町啓明）

Photo. 27. Japanese alder (*Alnus japonica*),
growing naturally on the peat-bog, an
old windbreak (1971.5.20).



写真-29 カシワ、ミズナラ、トドマツ天然林の
後縁部（遠別町丸松）

Photo. 29. Leeward margin of a natural
Abies-Quercus stand (1971.8.5).

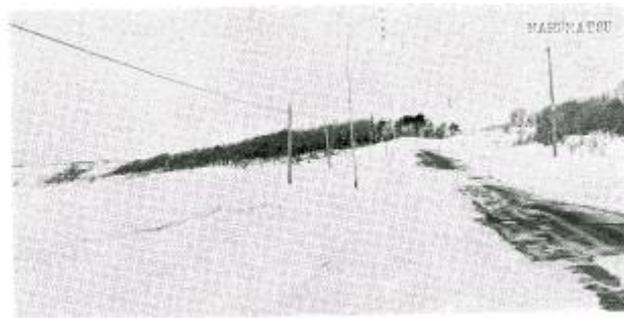


写真-28 国道 232 号線沿いの冬の天然林（遠別町丸松）

Photo. 28. Natural forest along Route 232 at Marumatsu,
Embetsu in winter (1972. 2)



写真-30 砂丘風下部のカシワの風衝林分
（天塩町浜更岸）

Photo. 30. Wind-swept stand of Kashiwa-
oak (*Quercus dentata*) on the leeward
part of a dune (1971.8.18).



写真-31 埋枝工によるナガバヤナギのブッシュ
（2年生、天塩町浜更岸）

Photo. 31. Pioneer bush of Ngawaba-willow
(*Salix sachalinensis*), set with cutting,
2 years of age (Ditto).



写真-32 埋枝工によるエゾノキヌヤナギの
ブッシュ (天塩町中更岸)

Photo. 32. Vigorous bush of *Salix pet-susu*,
set with cutting (1965.7).

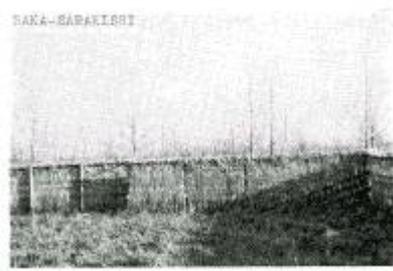


写真-33 初期生長のよかった改良ポプラ
(天塩町中更岸)

Photo. 33. Dying hybrid poplars
(1971.5.20).



写真-34 天塩川河口ふきんの砂丘風上に這う
カシワ林 (天塩町北川口)

Photo. 34. Kashiwa-oak mantle crouched on
the windward slope of a dune near
the mouth of River Teshio (1971.8.18).



写真-35 火山灰薄層をもつ湿地のアカエゾ
マツ林 (天塩町北川口)

Photo. 35. Red yezo-spruce (*Picea glehnii*)
forest on swampland with a thin layer
of volcanic ash (Ditto).



写真-36 天然生のアカエゾマツ採種林 (後) と
トドマツ砂丘林 (右, 天塩町北川口)

Photo. 36. Natural seedstand of Red yezo-
spruce (center back) and Todo-fir stand
on sand-dune (right) (Ditto).



写真-37 古砂丘に介在する火山灰層 (天塩町北川口)

Photo. 37. Volcanic ash layer over the
fossil dune (Ditto).

H : ふしよく土 Humus soil, A : 火山灰 Vol-
canic ash, and S : 古砂丘砂 Fossil sand.



写真-38 ヨシ泥炭地におけるブルドーザーによる盛床地拵え (幌延町間寒別)

Photo. 38. Land-preparation with bulldozer for planting mound at reed peat-bog (1965.9).



写真-39 埋枝工によるドロノキの林帯 (5年生, 幌延町間寒別)

Photo. 39 Pioneer belt of Japan poplar (*Populus maximowiczii*), set with cutting, 5 years of age (1971.7.9).



写真-40 国道231号線の切取り法面の犬走り上に侵入したケヤマハンノキ

Photo. 40. Migration of an alder (*Alnus hirsuta*) on the small terrace of a cut surface of Route 231 (1971.6.20).



写真-41 古丹別川河口ふきんのヤナギ河畔林 (苫前町)

Photo. 41. Willow stand along the riverside near the mouth of River Kotambetsu (1971.5.19).