

防災林科の最近の調査・試験から

海岸林におよぼす塩風の害 天北地方防災林の現況とこんごに対する考察

伊藤重右エ門
今 純 一

防災林の今日性にふれて

森林伐開にはじまった本道の開発は、木材生産という立場からの森林造成はあっても、土地保全の意味の森林造成を社会的に認識されたのは近年になってからのものであろう。それが最近の社会をとりまく科学と技術の急速な進歩は産業構造を変え、都市構造をも変革させて土地利用のパターンを変化させるに至ったのが現状である。そのため、その持つ防災効果だけに防災林の価値観をみいだすことは不可能になり、産業立地を保全する土地保全と、いまひとつ次元の高い調和のとれた土地利用と景観設定のための森林造成という責任を負わされながら、その現実に対面せざるをえなくなっている。さらに防災林自体、生産をとまらぬ経済行為ではないけれども、林業の場においても林業それ自体が生産性を発揮するかどうかということに重大な意義をもって参画しなければならなくなっている。

海岸林の造成は海岸地帯における土地保全目的のほか緑化そのものもつ景観設定が必要であり、最近話題にされている天北地方の造林技術対策は、防災林という微気候緩和のための植物集団の保護のもとにはじめて生産性が語られるし、本道にもっとも広く分布する第3紀層地帯のしかも作業のしやすい傾斜の緩い山地にみうけられる地すべり地帯への森林施業技術・林道開発・拡大造林ともなう崩れ地への植生導入など防災林造成技術とその応用方法の改善は、多面性をもちながら検討される時期にきている。ここでは防災林科設立以来追跡している「海岸林におよぼす塩風の害」、本年とりまとめた「天北地方防災林の現況とこんごに対する考察」について報告する。

海岸林におよぼす塩風の害

はじめに

最近、海岸緑化対策、塩風の影響をうける地帯での森林造成方法などについて論議されている。海岸林の総合的な造成技術体系確立のためには、使用する樹種特性の吟味と造成対象地の環境解析を早期におこなわなければならない。海岸林の造成位置・造成幅員はこれらのことが解決されなければ定性的な解釈をこえることはむずかしいと思われる。われわれは、道内海岸のいたるところで強風にさらされて片面樹冠の様相を呈しているミズナラ・カシワ・カラマツ、時としてトドマツなどの海岸林をみることができる。かなり幅員のある個所では、内陸に入って塩風の影響がなくなるあたりで、ようやく樹冠が回復して樹高も高まっている様子が観察される。左右非対称生育のこの片面樹冠の原因を塩風害によるという意見がよい。

塩風被害とは、樹木がおもに海風中の塩分の作用によってその組織に生理的な障害を受け、これに風の機械的作用も加わって、樹体の一部ないし全部が枯死するものを意味するもので、

塩風にもたらされた塩分が主な因子であり、乾燥などの諸作用はこの塩分害を一層促進すると解釈されている。道内においては、従来、塩風害と林帯造成とを関連づけた調査・試験はあまりなされていない。防災林科では海岸林の位置・樹種・幅員など造成方法を検討する手だてとして塩風害に関する調査・試験をすすめているので、以下このことにふれ、ついで耐塩性樹種試験について報告してみたい。

塩風害の調査・試験

石狩海岸における塩風害調査

積雪期に海岸に立つと、雪上に樹体を露出しているマツ類の針葉のほとんど赤変している様子は雪の白さと対称的であり、このとき雪を掘り起して雪中の針葉をみると大概緑葉を保っているのに気がつく。表-1は1969年3月18日の残雪期、石狩海岸林で採葉したもの

表-1 針葉の電導度測定, 石狩海岸
1969. 3. 18 採取

樹種	供試個体 No.	供試針葉 No.	雪上の区分	針葉の状態	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
ヨーロッパアカマツ	1	1	雪上	赤変	2,750
		2	雪中	緑	119
	2	3	雪中	緑	25
ヨーロッパアカマツ	3	4	雪上	赤変	2,625
		5	雪中	緑	29
モンタナマツ	4	6	雪上	赤変	395
		7	雪中	緑	43
	5	8	雪上	赤変	1,955
		9	雪中	緑	36
	6	10	雪上	赤変	2,230
		11	雪中	緑	137
	7	12	雪上	赤変	1,420
13		雪中	緑	407	
ヨーロッパアカマツ	8	14	雪中	緑	43
		15	雪中	緑	105
クロマツ	10	16	雪上	赤変	2,285
		17	雪中	緑	26
	11	18	雪上	赤変	2,100
		19	雪中	緑	72
	12	20	雪上	赤変	1,540
		21	雪中	緑	20

表-2 針葉の電導度測定, 石狩海岸
1969. 6 16 採取

樹種	供試個体 No.	供試針葉 No.	針葉の状態	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
クロマツ	1	1	赤変	536
		2	緑	25
	2	3	赤変	623
		4	緑	27
	3	5	赤変	1,380
		6	緑	19
	4	7	赤変	1,080
		8	緑	43
	5	9	赤変	869
		10	緑	25
モンタナマツ	1	11	赤変・緑 1/2	349
		12	緑	18
	2	13	赤変	642
		14	緑	45
	3	15	赤変・緑 1/2	293
		16	緑	25
	4	17	赤変	298
		18	緑	22
ヨーロッパアカマツ	1	19	2/3 赤変	530
		20	緑	183
	2	21	赤変	500
		22	緑	25
	3	23	赤変	236
		24	緑	13
	4	25	赤変	356
		26	緑	20

の塩分濃度を電導度法により測定したものである。雪上のものはいずれも赤変している、この電導度を測定してみると高い値を示している。これに反し雪中にあって緑葉を保っているものは低い数値であり、冬期の赤変葉は塩風害によるところが大きいという材料がえられる。さらに表-2は同じ年の6月16日同地区で調査した赤変葉と緑葉の電導度をあらわして、3月と同様に塩風害の様相をよみとることができる。なお6月に調査したものは、赤変した針葉が枯れ上ってその高さは0.6~0.8 m 以上にあることが特長的であった。この被害部位高は積雪深に影響されていて、3月調査時には1.5 m 近くかそれより高い部位に多くみられた被害が、雪どけと共に枝葉の露出部位を下方にひろげていくために、被害部位を低めていったものと考えられる。

後谷地クロマツ海岸林と塩風害

本道に近く、東北の海岸林としても著名な能代市後谷地クロマツ海岸林を1968年3月踏査して、汀線近くから内陸に連続しているクロマツは汀線に近いほど針葉が赤変していて、内陸に入るほど赤変の度合いがうすく緑葉が多いという典型的な塩風害の様相を観察した。ここで、赤変している被害の程度のことなるごとに採葉して実験室にもちかえり、塩分濃度を測定してみた(図-1)。

この調査からも被害の程度と電導度(塩分濃度)は密接な関係があり、汀線からの距離にも関連していることが理解でき、塩風害への電導度測定応用のいとぐちが開けていった。

電導度測定とその方法

塩類濃度をあらわす場合、含塩量を直接表示する方法と間接的に含塩度をあらわす方法とがあり、後者が電導度測定である。電導度は溶液中に存在する電導性イオンの総和の応答であり、長さ1 cm、断面積1 cm²の筒にみたされた溶液の電気のとおりやすさを測定するもので、抵抗の逆数(ohm⁻¹/cm)としてあらわされ、ohm⁻¹はΩ(モー)で示してふつう100万

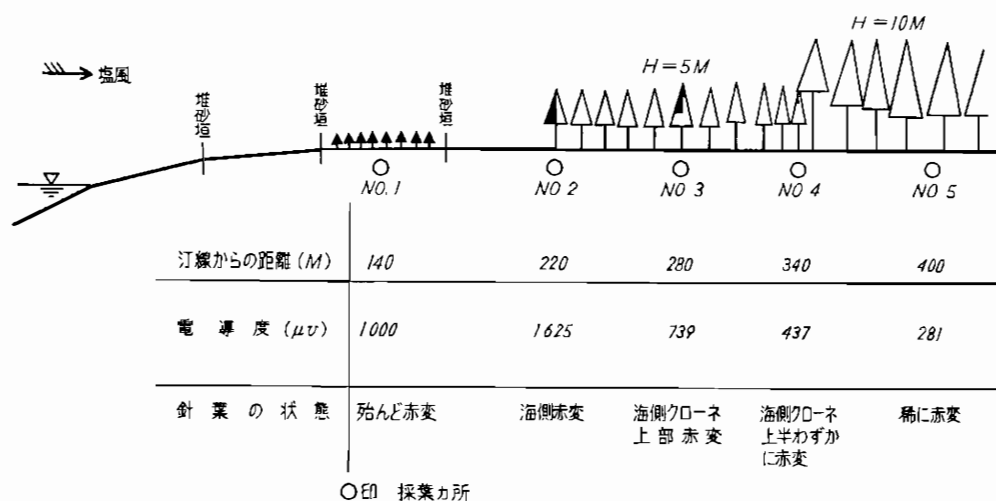


図-1 後谷地、クロマツ海岸林と塩風害

の1単位である $\mu\Omega/\text{cm}$ ($\mu\Omega$ をミューオーと読む) を用いてあらわすことが多い。

海岸林の場合は、大部分が NaCl に由来するとして電導度を測定するもので実際針葉中の塩分濃度を測定するに当っては、ポリ袋に密閉して実験室にもちかえった針葉の中央近くを2 cm の長さに切ったもの100本を、別にポリ容器にとった50ccの純水に24時間浸漬したのち測定に供している。使用計器はCM-1DB型電導度計である。

門別町トヨサトにおける塩風害の調査・試験

調査・試験の方法

延長920 m, 幅員50~80 mの海岸林に汀線から内陸に向けてライン・トランセクトを設け、クロマツ・ヨーロッパアカマツの被害度を調査し、被害度の調査と一緒に一定の距離ごとに針葉を採取して前述の方法で電導度を測定した。被害度は1:被害の徴候ありわずかに針葉赤変しているもの、2:針葉の1/2程度赤変し生育にかなり影響あると思われるもの、3:針葉の大部分赤変し枯死するか回復不能のもの、としてあらわした。この調査は1968年6月中旬に実施したもので、その後1969年9月中旬塩風の電導度を30 cm×20 cmのガーゼに2時間捕捉させたものとして測定した。

電導度と被害度

各測線からえた資料をまとめて針葉の電導度と被害度の関係を見ると図-2に示される。両者には密接な相関があり、相関係数 $r=0.55$ で1%の危険率で有意な値となっている。このことから塩風害程度の判定に電導度を定量的な意味をもって用いることが可能であることが示唆された。

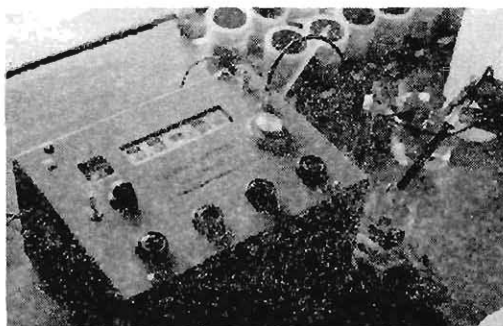


写真-1 電導度測定

長さ2 cmに切った針葉100本を純水50ccに24時間浸漬したのち測定、CM-1DB型電導度計

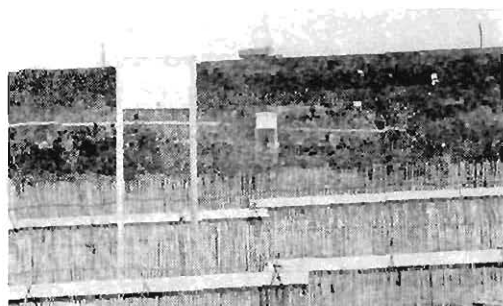


写真-2 塩風中の塩分捕捉

30 cm×20 cmの枠にガーゼを張り120分間塩風に当てて塩分を捕捉させ電導度測定に供する

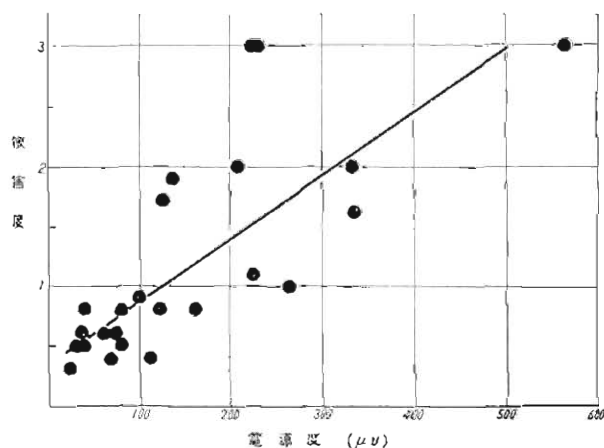


図-2 針葉の電導度と被害度

汀線からの距離と電導度

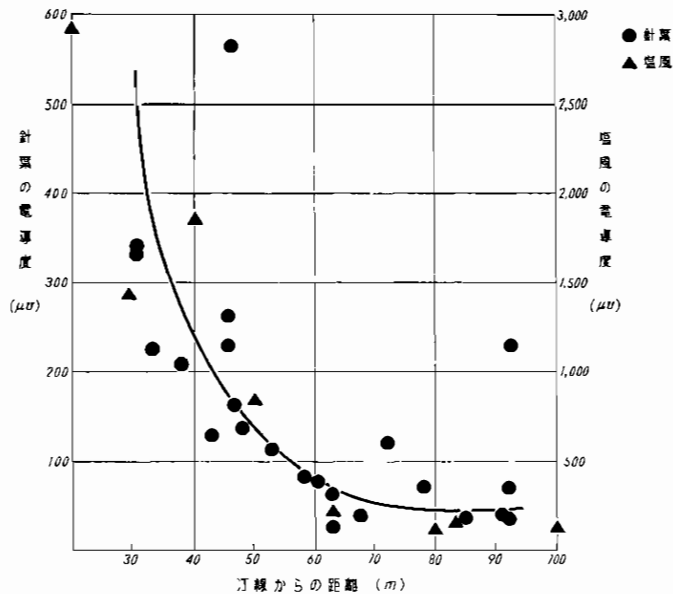


図-3 汀線からの距離と電導度

ライン・トランセクトにあらわれた林帯は、汀線から 30~95 m 程度の範囲にありこの地区の造成幅員は 50~80 m である。汀線からの距離と電導度の関係は図-3 により示される。この図をみると、汀線から内陸に向かって指数曲線的に急勾配に針葉の電導度がひくまり、60 m の距離になってやや平衡的な値をとっている。クロマツ林帯として期待できる位置が汀線から 60 m 付近から内陸側であるということをおおよその意味であらわされたものとして解釈できるようである。ヨーロッパアカマツは汀線から 90 m 離れても電導度は高い値を示し殆んど枯死していた。

ガーゼで捕捉した塩風中の塩分濃度(電導度)も 60 m が変異点となっていて針葉のそれと同じ値の傾向がある。このときの塩風は林帯に向かって 45° の角度から吹きつけ、風速 5.8 m であった(汀線から 40 m, 地上高 1 m で測定)。

以上の結果から門別町トヨサト海岸林におけるこんごの対策として、汀線から 60 m より内陸の林帯幅 20~50 m 部分のみが有効な幅員として検討されたから、それより前域の汀線から 30~60 m 部分は犠牲林帯として維持確保していかなければならないと考えられる。その際の樹種としてはイタチハギ・直立型グミ・ハコネウツギなどの広葉樹を主体にして林帯構成がなされるだろう。

耐塩性樹種試験

試験のねらいと方法

塩風害が各樹種特性とどんな関係を有しているかを知っておく必要があり、そのために林

試構内で耐塩性樹種試験をおこなった。試験は塩水処理により実施し、実際には塩水を直接冠水するかたちでは塩風が作用しないけれども、その徹底されたものの表現型として考えられることから、試験は海水と同じ濃さをもつ NaCl 量の含まれる塩水を調製し 1 m³ の水槽内で処理した。処理はつぎの 4 区として、鉢植えのもので試験した。

- 1 地下部浸塩水区
- 2 全樹体浸塩水区
- 3 地上部浸塩水区
- 4 無 処 理 区

鉢植えは 1969 年 5 月 10 日におこない、用土は普通の畑土にピートモス 1/5 を混ぜ、鉢は処理しやすいために軽量のポリ鉢を用い、活着したことを確かめてから、7 月 3 日～4 日浸塩水時間 120 分 1 回として処理し、その後つよい雨が直接あたらないように屋根でおおい灌水は鉢部のみにおこなうように管理した。供試樹種は広葉樹-11・針葉樹-12 種で、各処理区各樹種 3 鉢を用い、以下のとりまとめは平均値によっている。なお 1 年の生活期だけで試験結果の出てこない面が多いから、この試験は継続しておこなわれなければならないが、その際には供試樹種、被害の観察方法などにも検討をくわえたい。

処理別被害の消長

7 月 3 日の処理日から 10 月 2 日の最終調査日にいたる期間の塩分被害の消長は 図-4 に示される。この図でたとえばシラカンバについて考察してみると、7 月 5 日には早くも徴候があらわれ、とりわけ全樹体処理区に高い被害度で出はじめそれが持続し、地下部処理区は次第に被害度が高まり逆に全樹体処理区と同じくらいになっていった。しかし地上部処理区は 1 程度の低い被害を持続させる軽微なものであった、と説明される。

被害度は 0, 1, 2, 3 の指数で示し、

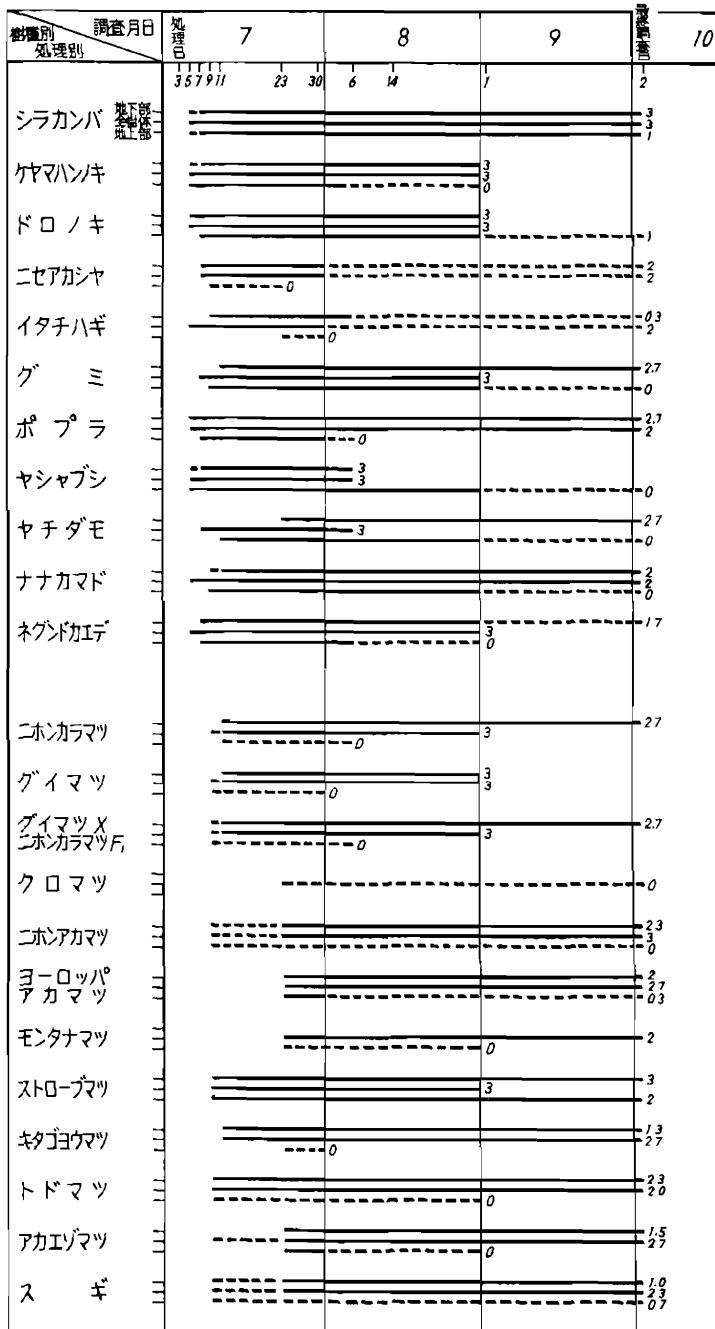
- 0: 無 被 害
- 1: 葉がわずかに変色したもの
- 2: 葉が樹体の 1/2 程度褐変し時として脱落したもの
- 3: 樹体の 1/2 以上～ほとんど全葉が褐変し脱落するか脱落寸前のもの

図と観察結果からつぎのことがらが要約される。

1 広葉樹にくらべて針葉樹は被害の出方がおそい。広葉樹は 7 月 5 日・7 月 7 日に大半被害の徴候があらわれているのに、針葉樹は 7 月 9 日にはじめてその徴候がみられる。

2 広葉樹ではイタチハギ・アキグミ・ヤチダモは割合徴候がおそく出るタイプである。地上部処理に被害の消長のもっとも短かくあらわれているのがイタチハギついでニセアカヤであり、このことは後で報告する生長量に影響してくる。

3 針葉樹ではストロブマツがもっとも早く徴候があらわれそれが次第に高まって持続され、ヨーロッパアカマツ・モンタナマツは遅く徴候があらわれた。



——— 被害の持続しているもの。
 - - - - - 被害の徴候のあるもの。被害の回復したものの。
 0, 1, 2, 3, 被害度をあらわす。

図-4 処理別被害の消長

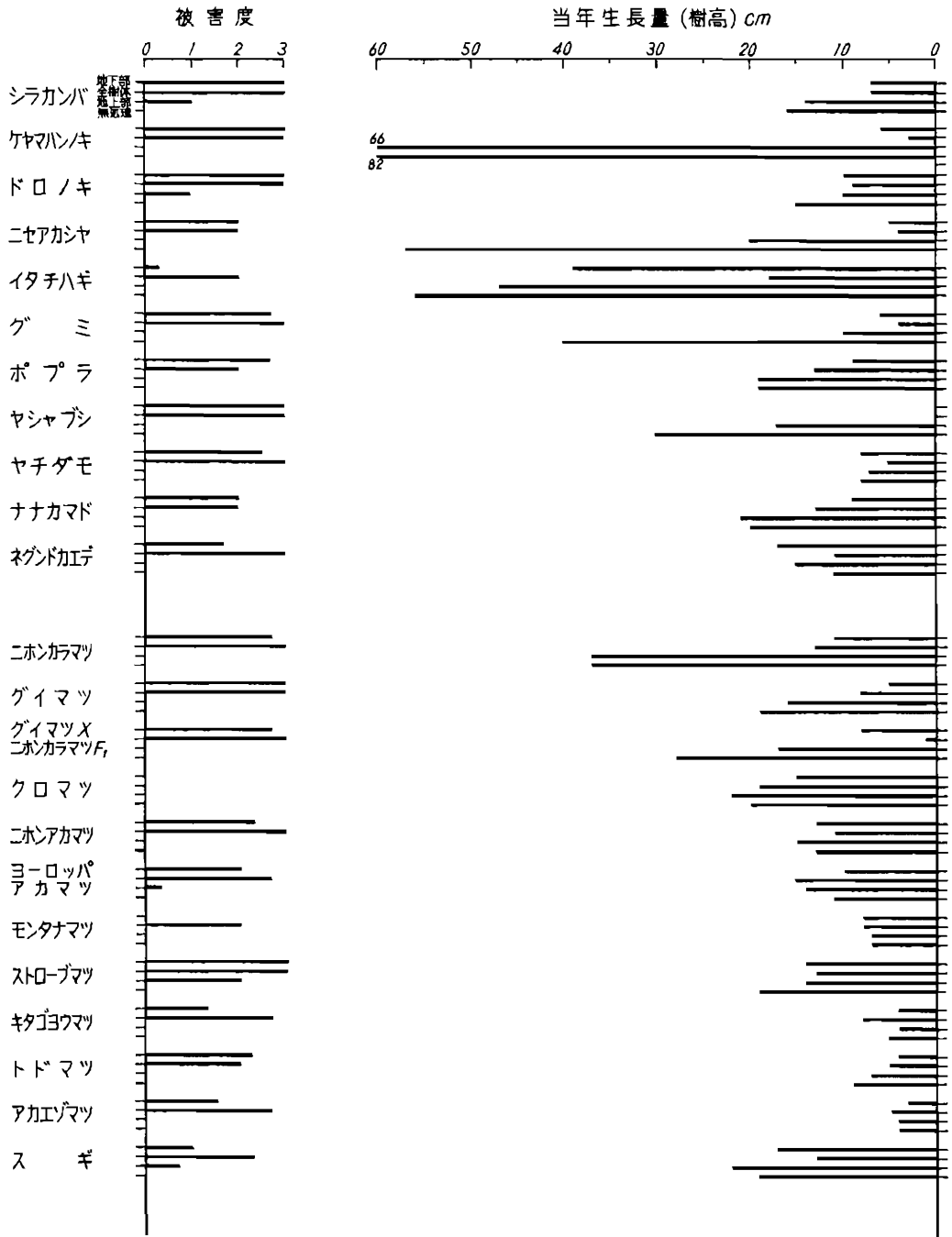


図-5 処理別被害度と当年生長量

写真-4~9 イタチハギ (写真 4~6)、ニセアカシヤ (写真 7~9) の処理経過

写真-4、7……7月3日処理間もない7月8日、両樹種共地下部・全樹体処理区に塩害あらわれる。

写真-5、8……7月12日、イタチハギは全樹体処理区でわずかに葉を脱落、ニセアカシヤは地下部・全樹体処理区ではほとんどの葉を脱落させた。

写真-6、9……8月14日、イタチハギ地下部処理区でわずかに葉が褐変、全樹体処理区では萌芽伸長旺盛、ニセアカシヤは地下部・全樹体処理区で、梢頭部分が枯れ下部より萌芽し回復してきた。



写真-4



写真-7



写真-5



写真-8



写真-6



写真-9

4 処理方法では全樹体処理区がもっとも早く徴候があらわれ、それと同時にすこし遅れて地下部処理区・地上部処理区にあらわれている。ドロノキ・ニセアカシヤ・イタチハギ・ポプラ・キタゴヨウマツは地上部処理区がもっとも遅れて被害があらわれている。

5 図示はされていないが葉縁部から被害があらわれそれが次第に葉の内方に向って褐変していく様子が多くの樹種で観察された。

6 葉が脱落し芯部が枯れても萌芽力により側芽を伸長させて回復するものにイタチハギ・ニセアカシヤがあった。ちょうど汀線近くで梢頭を枯損させながらも生活しているニセアカシヤの塩風害の典型がよくみうけられるが、その状況をよく説明づけられる結果を観察できた。

処理別被害度と当年生長量

最終調査時での被害度と当年生長量を図-5により要約すると、つぎのことがらが考察される。

1 クロマツは各処理をつらじて被害のあらわれなかった唯一の樹種であり、塩分に対してはやはり断然抵抗力のあることが示された。

2 ほとんどの供試樹種が全樹体処理区での被害度をもっとも高く、ついで地下部処理がわずかに低く地上部処理区は割合被害があらわれていない。地上部処理区に被害のみられるものは広葉樹ではシラカンバ・ドロノキ、針葉樹のヨーロッパアカマツ・ストロブマツ・スギなどであった。

3 被害度と生長量とは密接な関係があり、広葉樹では一層はっきりとしていて、ヤチグモ・ネグンドカエデを除いては各樹種とも反応している。針葉樹は広葉樹ほどではないが、カラマツ類とストロブマツにその反応がやまみられる。翌年度において塩分処理の影響があらわれるかもしれない。

4 イタチハギは地下部処理区・全樹体処理区においてほかの供試樹種に比較して生長量が高いことを注目できる。防災林現地でもっともよく塩風に耐えて生育している状況を共和・石狩・鶴川などの海岸林にみられるように、イタチハギは塩風害に「つよい」といってもよいようである。



写真-3 耐塩性樹種試験

海水と同じ濃さの NaCl 塩水を調整し、地下部浸塩水区・全樹体浸塩水区・地上部浸塩水区・無処理区に分けて鉢樹供試木を試験

天北地方防災林の現況とここに対する考察

はじめに

天北地方における造林技術の改善を論ずるとき、海岸からの見はるかす裸地（笹生地）を

走る塩風を捕捉する海岸林の存在と、その海岸林の造成技術を無視するわけにはいかないだろう。この広汎な裸地に造林する場合、まずその地帯に森林を成立させようとする場の微気候の改善が必要となってくる。裸地の風上面に位置する林地は当然、林衣となって防風林帯の役目を果たさなければならないだろう。このように考えるとき、極言すると、天北の造林はまず防風林づくりからはじめなければならない理になってきて、その防風林はとりもなおさず、防災林そのものの造成技術となるに違いない。

このような意味で、一般造林の側からも防災林を検討する必要がある、汀線からの距離との関連、樹種の問題、防風施設との関連、林帯造成方法などに考察を加えるために現況調査をおこなったものである。とりまとめの方法としては留萌・宗谷での代表的な個所、苫前町北香川と猿払村シネシンコ、稚内市サラキトマナイをとり上げ他については割愛した。

被害の調査は表-3のような種類、被害度区分によった。なお、寒さの害と塩風害とは分離できない場合が多く寒塩害として記載したものが多い。

表-3 被害の種類と被害程度の区分

被害の種類	気象害	寒さの害、塩風害、霜害、雪害	} 適宜に放牧、被圧害などに細分
	病虫害	病害、虫害	
	獣害	野鼠害、野兎害	
	人為害	人為による損傷	
	その他の害	苗木、植付、枯損消滅など	
被害程度の区分	微害	ほとんど生育に影響はないが被害の徴候あるもの	=被害度 1
	中害	かなりの被害をうけ生育に影響あるとおもわれるもの	=被害度 2
	枯損	全く生長回復の見込みないもの	=被害度 3

現況調査

苫前町北香川海岸林

位置と地況

北香川海岸林は、日本海に沿って発達する標高 30~40 m の海岸段丘の肩に位置し、5~20° 内陸に向って傾斜した斜面地形に造成されている。林帯造成地から内陸はほぼ平坦な畑地が続ぎ、波状性丘陵地へつながっている。

段丘は砂丘性のもので、砂壤土系土壌からなり、林帯造成以前は砂草の被覆もなく飛砂害がかなり見られた。地表植生はササ、エゾヨモギ、カヤ、ワラビなどの草本で木本として段丘斜面にはふく性のカンワ、時としてイタヤカエデが散在している。

年度別植栽内容

調査地は 1959 年から 1965 年度まで造成された幅員 40~60 m、延長 2,000 m、面積約 9 ha で、表-4 に示す 10 種類の樹種が植栽されている。ha 当り植栽本数は 10,000 本が基準で、アキグミ・ニセアカヤは 20,000 本植栽された年度もある。ヤナギは埋枝により犠牲林造成に供さ

表-4 年度別植栽内容

植栽年度	樹種別植栽面積 (ha)											計
	ヨーロッパアカマツ	バンクスマツ	リギダマツ	クロマツ	ニアカシヤ	アキグミ	ヤナギ	ヤハンノキ	マキハダ	シラカンバ		
1959	0.48	0.06	0.06	—	0.25	0.25	—	—	—	—	—	1.10
1960	2.16	0.54	—	—	0.25	0.50	0.25	—	—	—	—	3.70
1961	—	—	—	0.30	—	0.11	—	0.13	—	—	0.18	0.72
1962	0.02	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10
1963	0.20	—	—	0.40	—	—	—	—	0.30	—	—	0.90
1964	0.40	0.20	—	0.40	—	—	—	—	—	—	—	1.00
1965	0.60	0.40	—	—	—	—	—	0.30	—	—	—	1.30
計	3.86	1.28	0.06	1.10	0.50	0.86	0.25	0.43	0.30	0.18	—	8.82

れている。地ごしらえは、地表草本と根茎の競合をさけるため、地はぎをおこなっているが、地はぎの溝は野鼠にとって好適な走り場となり、雪もたまりやすく春おそくまで密度の高い残雪があって、一層雪害を助長した結果となり有効な方法とはならなかったため、この地方で現在は採用されていない。防風垣は高さ1.8mのネマガリ竹を用い、15m×20m前後の間かくで設置されている。

外国産マツ類の成績

外国産マツ類は、外国における砂防樹種としての実績、寒さに対する抵抗性のあること、さらに、生長の早いことなどに期待して1950年代末からヨーロッパアカマツ・バンクスマツ・リギダマツなどが道内の海岸林に用いられたが、樹高を高めるにつれて塩風害に罹り枯損していくものが多いので、現在はほとんど海岸林用樹種から除外されている。1967年のとりまとめ資料から引用して検討の材料としたい。

表-5 調査年度別被害度

調査年	樹種	植栽年度	1963						1965						1967					
			枯損木		健全木		中～微害木		枯損木		健全木		中～微害木		枯損木		健全木		中～微害木	
			本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%
ヨーロッパアカマツ	1959	24	9	203	74	46	17	47	9	401	76	80	15	58	44	—	—	74	56	
	1960	183	20	543	60	175	20	176	28	374	61	68	11	42	35	—	—	73	62	
	1961	—	—	—	—	—	—	9	6	124	79	23	15	35	38	—	—	57	62	
	1962	—	—	—	—	—	—	3	3	105	90	8	7	8	16	21	42	21	42	
	1963	—	—	—	—	—	—	22	11	176	87	4	2	16	16	24	24	60	60	
バンクスマツ	1959	30	10	223	71	61	19	—	—	—	—	—	—	24	21	6	5	85	74	
	1960	—	—	—	—	—	—	39	8	438	86	38	8	99	43	2	1	127	56	
	1964	—	—	—	—	—	—	25	20	93	73	9	7	6	10	29	48	25	42	
リギダマツ	1959	—	—	—	—	—	—	72	19	271	71	40	10	5	25	1	5	14	70	

調査年度別被害度を表-5によりみると、各樹種とも1965年から1967年調査時にかけて、被害木のふえていることが目につく。これは樹高が増すにつれて寒塩害を受ける結果となったもので防風垣と関連があり、図-6によると1965~1967年時で樹高が防風垣をこえる高さとなり、被害の増加した訳が理解できる。

1967年調査時の原因別内訳は表-6のとおりで垣が雪を捕捉するための害がかなりあり、このことが樹勢を弱めて一層寒い塩風に害される要因となったものと考えられる。雪害にも罹りやすく、樹高が高まるにつれて梢頭部から枯損していく経過をたどるこれらの外国産マツ類は、海岸林用主林木としては期待できず、最近では被害を受けながらも防風垣高まで(2.0~2.5 m) 伸長したところを利用して、犠牲林的に扱うことを検討し、帯状に伐開してその跡にトドマツなどを導入することが試行されている。

ニセアカシヤ・ケヤマハンノキその他の広葉樹とトドマツ

植栽された広葉樹の中でアキグミは肥料木としての効果と前衛樹として事業着手早期に導入されており、ヤナギは防風垣に代行させるものとして垣縁に密植されたが垣高をこえるあたりで風衝形態をとっている。現在最も良い成績を示しているものはニセアカシヤで、その他ハンノキ類、シラカンバ、主林木として有望視されているトドマツについてここでは検討してみたい。

ニセアカシヤ

道内の防災林の中では汀線近く(汀線から70~80 m)で良好な生育をなしている代表的な

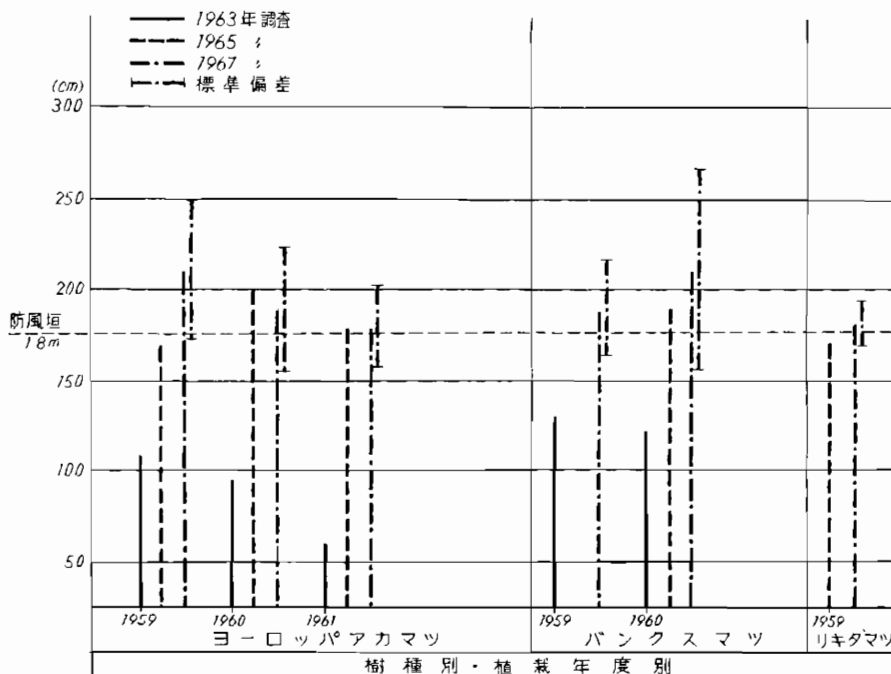


図-6 調査年度別樹高のグラフ

表一6 1967年調査被害原因の内訳

樹種	植栽年度	調査本数	被害本数	被害率 (%)	被害原因の内訳														被害原因2つ以上				
					寒		塩		雪		鼠		虫		人為		被圧		その他		本数	%	
					本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%			
ヨーロッパアカマツ	1959	118	115	97	計	54	46	82	70	10	9	—	—	—	—	7	6	23	19	58	49		
					被害原因(1)	4	4	16	14	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—			—	—
					被害原因(2)	45	38	61	52	2	2	—	—	—	—	5	4	—	—			—	—
					被害原因(3)	5	4	5	4	7	6	—	—	—	—	2	2	23	19			—	—
ヨーロッパアカマツ	1960	132	132	100	計	62	47	96	73	36	27	—	—	—	—	—	—	21	16	77	58		
					被害原因(1)	1	+	6	5	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(2)	60	45	74	56	19	14	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(3)	1	+	16	12	15	11	—	—	—	—	—	—	21	16			—	—
ヨーロッパアカマツ	1961	92	92	100	計	28	30	57	62	28	30	1	1	—	—	1	1	21	23	38	41		
					被害原因(1)	8	9	7	8	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(2)	19	20	47	51	16	17	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(3)	1	1	3	3	8	9	1	1	—	—	1	1	21	23			—	—
ヨーロッパアカマツ	1962	50	29	58	計	8	16	13	26	4	8	—	—	—	—	1	2	4	8	1	2		
					被害原因(1)	6	12	10	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(2)	2	4	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(3)	—	—	—	—	4	8	—	—	—	—	—	—	—	—			4	8
ヨーロッパアカマツ	1963	100	76	76	計	39	39	32	32	—	—	—	—	2	2	—	—	21	23	8	8		
					被害原因(1)	22	22	27	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(2)	14	14	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(3)	3	3	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	21	23			—	—
バンクスマ	1959	115	109	95	計	90	78	23	22	—	—	—	—	—	—	12	5	27	12	84	73		
					被害原因(1)	4	3	44	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(2)	70	61	52	11	—	—	—	—	—	—	—	7	3	—			—	
					被害原因(3)	16	14	4	1	—	—	—	—	—	—	—	5	2	27			12	—
バンクスマ	1960	228	226	99	計	103	45	163	71	39	17	—	—	—	—	12	5	27	12	134	59		
					被害原因(1)	15	7	26	11	7	3	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(2)	86	38	80	35	24	10	—	—	—	—	—	7	3	—			—	
					被害原因(3)	2	+	57	25	8	4	—	—	—	—	—	5	2	27			12	—
バンクスマ	1964	60	31	52	計	2	3	26	43	—	—	—	—	—	—	1	2	2	3	—	—		
					被害原因(1)	2	3	18	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(2)	—	—	4	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(3)	—	—	4	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2			3	—
リギダマ	1959	20	19	95	計	10	50	9	45	5	25	—	—	—	—	1	5	—	—	6	30		
					被害原因(1)	—	—	4	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(2)	10	50	5	25	1	5	—	—	—	—	—	—	—	—			—	
					被害原因(3)	—	—	—	—	4	20	—	—	—	—	—	—	1	5			—	—

ニセアカシヤ林帯である。ニセアカシヤは道内の他の海岸、東北地方海岸林の例でも、直接、塩風にたたかれるところでは不向きであることが多い。平坦な地帯で成績の良いのは後志管内共和村リヤムナイにおける海岸林で、汀線から500m内陸に入っている。これに比較して急立する段丘の肩部で汀線に近い距離にあって成績の良いのは風下側に向って地形が緩斜して

表-7 ニセアカシヤの植栽成積

植年	栽度	平均樹高 (m)	最高樹高 (m)	塩風被害度別本数			調査本数	調査地の説明
				1	2	3		
1960		3.2	3.8	1	31	—	32	比較的風衝地 内陸に傾斜している最内陸部の風当りの緩い地点
1960		4.4	5.5	20	—	—	20	
1951		5.8	8.0	42	2	—	46	最も内陸側 中間部分 最も海に面した側
1951		4.5	6.0	2	39	—	44	
1951		2.9	3.8	1	8	—	9	

そのあたりに造林していることの地形的な有利さにも負っているところが大きい。

それでも、比較的風衝地と内陸側の部位とでは樹高もずいぶんと異なる。表-7によると風衝地では3.2mで大半が梢頭枯れの被害を受けているのにくらべ内陸の区劃のものは4.4mにも達して被害度もごく軽いものであった。

本調査地に隣接して、1951年植栽の古いニセアカシヤ造林地があり、これは最も古く試行されたものの一部で、生育状況も安定しているかのように見える。しかし実際調査をおこなってみると表-7のように、幅員40mの中、汀線に近い肩部ほど樹高も低く被害の様相もひどい風衝形態をとり、幅員の半ばより汀線側のものはまず現在以上の樹高生長を期待することは無理であろう。この林帯の平均樹高は1967年調査時の5.0mと変わりなく殆んど高まっていないことから、しだいに樹高が高まるとしても40~50m程度の林帯幅員では、現在見られる最高樹高の8.0mまで林帯の平均樹高を引き上げることはかなり困難なことと思われる。



写真-10 ニセアカシヤの内陸側のものは生育状況も良好で畑地を保護している一苦前町北香川

海岸林の直接効果は、塩分の捕捉、海風の減速効果その他の微気候改良効果など多くを期待できるが、本地区の内陸側の樹高5.8≒6.0mから直接効果範囲を測定すると、150mの後方までおよぶことになる。

ケヤマハンノキ・シラカンバ・コバノヤマハンノキ

表-8でケヤマハンノキは前述1951年植栽ニセアカシヤ林帯の最前線に位置していて、僅か2~3列の小数列ながら背後のニセアカシヤ林帯に前衛効果を与えている。しかし塩風害のためこんごの伸長は望みえない。シラカンバ・コバノヤマハンノキは共に内陸に20°くらい傾斜した斜面の中程に位置していて条件の良い地点に属しているが、梢頭部から枯れ上り、消めつす前の状態にある。積雪高1.4mを超え、防風垣高1.8mを超えてようやく3m代になり、冬

表-8 ケヤマハンノキ・コバノヤマハンノキ・シラカンバの植栽成績

樹 種	植栽年度	調査本数	平均樹高 (m)	最高樹高 (m)	塩風害被害度別本数			
					1	2	3	計
ケヤマハンノキ	1951	30	3.3	4.5		27	3	30
コバノヤマハンノキ	1961	24	3.5	4.5		24		24
シラカンバ	1961	24	3.2	3.5	1	21	1	23

期日本海からの寒風の影響をつよく受ける高さに至った結果によるものと判断される。

トドマツ

1961年度にニセアカシヤを前生樹としてその保護のもとに植栽したトドマツ林分について調査を実施してみた。ニセアカシヤの単純林は台風などにより破壊されるおそれがあるから、トドマツと組み合わせて混交効果をあげつつあるのは巧みな方法である。外国産マツ類が塩風被害を受け針葉樹の導入を再検討されつつある現在、主林木として見直されてよい郷土樹種であろう。1967年時と1969年調査時を比較すると表-9のとおりでニセアカシヤの肥料木効果もあって生育も良好である。



写真-11 ニセアカシヤを前生樹として導入されたトドマツ主林木一苫前町北香川
ニセアカシヤ-1951年植栽、樹高5.0m、トドマツ-1961年植栽、樹高2.0m

猿払村シネシンコ海岸林

位置と地況

本地区はオホーツク海に面した標高10m前後の海岸段丘に位置し、江線から100~150m離れて造成されている。段丘はところどころに小沢を挟み、段丘の内陸側には準平原化した丘陵性台地が展開している。土壌は埴土系のもので、背丈の低いササ、イワノガリヤスなどの植生が優占している。

年度別実施内容

年度別植栽内容を示すと表-10のとおりである。この実面積は約18haで、平均幅員50m、およそ4kmの延長にわたって江線に平行に造成されてきた。植栽樹種は針葉樹8、広葉樹12種類の多種に及んでいるが、このことは当地区における適樹の開発にいかん苦労しているかをも語るものである。ここではグイマツ・カラマツ・ヨーロッパアヒマツ・バンクスマツ・ケ

表-9 トドマツの調査年度別比較 (1961年植栽)

調査年度	調査本数	平均樹高 (m)	最高樹高 (m)	枯 損 木		健 全 木		中~微害木	
				本 数	%	本 数	%	本 数	%
1967	71	1.8	2.5	16	23	3	4	52	73
1969	188	2.0	2.9	61	32	63	34	64	34

表-10 年度別・樹種別面積

植栽年度	カラマツ	グイマツ	ヨーロッパアカマツ	バンクスマツ	トドマツ	アカエゾマツ	レジノザマツ	ニホンアカマツ	シラカンバ	ヤマハンノキ	ヤマギ	イタチハギ	ニセアカシヤ	イタヤカエデ	ナラ	コバノヤマ	ナナカマド	マカバ	シモニードロ	ナラ実播	計
1957	—	—	—	—	0.2	—	—	—	—	0.3	—	0.6	—	0.4	0.2	—	0.5	0.3	—	(2.0)	2.5
1958	0.1	—	0.1	—	—	—	—	—	0.1	0.5	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0
1959	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	0.8	—	—	—	—	—	2.6	—	—	4.0
1960	2.1	—	2.0	—	—	—	0.3	0.3	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.2
1961	2.0	0.3	3.4	—	0.4	—	—	—	1.5	0.1	—	—	0.2	—	—	0.1	—	—	0.02	—	8.0
1962	—	—	1.0	—	0.7	0.3	—	—	0.5	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5
1963	—	—	2.2	—	1.0	—	—	—	—	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5
1964	—	—	1.3	—	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.2
1965	—	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0
計	4.2	0.3	11.0	0.6	4.2	0.3	0.3	0.3	2.6	2.1	0.2	1.4	0.2	0.4	0.2	0.1	0.5	2.9	0.02	(2.0)	31.9

ヤマハンノキなどについてのみ検討してみたい。

樹種別現況

グイマツ・カラマツ

グイマツは1967年調査時の頃から注目されていたが、本年度の現況調査はグイマツを追跡調査することにもっとも興味を持てた。表-11により観察してみると、平均樹高2.4mに達して防風垣高1.8mラインをこえていた。しかし1967年時には問題にならなかった塩風害（先枯も併発しているがカラマツが示すように典型的な外見上の特長は余りみられなかった。）が目立った。グイマツ林帯前方域のカラマツは先枯のため垣高以上には望まれない状態にあるが、前生林として利用してトドマツを導入することが試行されている。



写真-12 グイマツ海岸林の生育状況—猿払村シネシンゴ、防風垣高をこえ平均樹高2.4mに達している、1961年植栽

ヨーロッパアカマツ・バンクスマツ

ヨーロッパアカマツは、1961年植栽のものは寒塩害が目立たないが1960年植栽のものは樹高2.5mに達して20本中12本塩風害に罹っていた。外国産マツ類は前生樹としての利用方法を考える必要がある。またこれら外国樹種は雪害のため根元曲、幹曲、幹折が多く、雪害で劣勢木となったものは被圧され樹勢衰えて、塩風害に対しても抵抗力をもたなくなるおそれがあるから、根部に近い力枝の整理や、除伐をおこない林帯を健康な姿に保つ努力が望まれる。

表-11 1969年調査時の被害度・樹高

樹種	植栽年度	調査本数	平均樹高 (m)	最高樹高 (m)	被害原因別本数					
					計	寒 塩	雪	鼠	先枯病	その他
グイマツ	1961	190	2.4	3.4	計	98	11	2	(98)	68
					被害度の	95	10	—	—	2
					内訳	3	1	—	—	—
カラマツ	1961	20	1.3	2.4	計	20	5	2	(20)	—
					被害度の	7	3	2	—	—
					内訳	13	2	—	—	—
トドマツ	1961	225	1.4	2.3	計	38	72	—	—	39
					被害度の	38	57	—	—	5
					内訳	—	14	—	—	34
ヨーロッパアカマツ	1961	52	2.1	2.9	計	—	36	11	—	—
					被害度の	—	31	3	—	—
					内訳	—	5	5	—	—
ケヤマハンノキ	1961	15	2.0	2.8	計	5	—	—	—	—
					被害度の	3	—	—	—	—
					内訳	2	—	—	—	—
コバノヤマハンノキ	1961	15	2.8	3.2	計	15	2	—	—	—
					被害度の	—	2	—	—	—
					内訳	15	—	—	—	—
シラカンバ	1961	50	2.3	2.8	計	44	5	—	—	—
					被害度の	37	5	—	—	—
					内訳	7	—	—	—	—
レシノーザマ	1961	20	1.7	2.0	計	20	6	—	—	—
					被害度の	20	5	—	—	—
					内訳	—	1	—	—	—
ニホンアカマツ	1961	20	2.1	2.4	計	7	6	—	—	—
					被害度の	7	5	—	—	—
					内訳	—	1	—	—	—

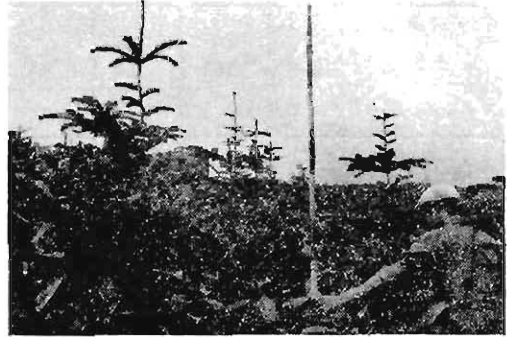
表-12 裸地、防風垣保護地の被害度

樹種		植栽年度	調査本数	平均樹高 (m)	最高樹高 (m)	風害の被害度別本数			
						1	2	3	計
トドマツ	防風垣保護地	1962	62	1.7	2.4	5	—	—	5
	裸地	1962	62	0.9	1.3	36	9	1	46

写真一13~15 防風垣保護地、裸地に植栽されたトドマツの生育のちがい 稚内市サラキトマナイ
防風垣に保護されているトドマツ (写真-13, 14) は生育良好、裸地のものは (写真-
15) ササ高をこえると塩風害をうけている



写真一13 防風垣保護地、樹高1.7 m、1962年植栽



写真一14 防風垣保護地、樹高1.7 m、1962年植栽

ケヤマハンノキ、その他

シラカンバ・コバノヤマハンノキは寒塩被害率高く、これにくらべると、ケヤマハンノキは低かった。レジノーザマツ・ニホンアカマツも塩風害を受ける高さになってきている。ニホンアカマツは塩風に強いことは広く知られているとおりで、他のものとの比較に用いられたに過ぎない。

稚内市サラキトマナイにおけるトドマツの成績

天北の裸地（笹生地）の典型をサラキトマナイにみる
ことができる。笹生地は一種の荒はれ移行地であり、忽々にみられる湿地化の現象も治山としてみた場合、何らかの対策を講ずる必要がある。サラキトマナイには保安林改良事業としてトドマツ植栽が試行されている。本地区の治山造林が他の防災林とその性格を異にする訳は、水資源確保と林地により荒はれ移行を防ぐという目的をもっていることにあり、江線から4 km も内陸に入っているが、海からの寒風をまともに受ける開放地なので、裸地に植栽したトドマツは笹高を出たあたりで塩風害を受けて梢頭部分や風上側の枝葉を枯損させられる状態を多くみうける。裸地とその裸地に防風垣を設置して保護された地帯とのトドマツについて樹高と被害程度を調査すると表-12のとおりで、裸地へのトドマツ造林はまづ期待できないと考えられ、この調査でいう防風垣に代る林帯、すなわち前生樹帯または前衛樹帯（この両者を仕立てることを犠牲林帯を造成するという。）を化立てることが、この地帯の造林のためには欠かせることのできないものだろう。



写真一15 裸地、樹高0.9 m、1962年植栽

考 察

天北地方防災林の樹種の問題

東北地方北部まで海岸林用樹種として決定的なクロマツが、本道に入って日本海岸での適用範囲は、せいぜい後志以南で、後志以北において、現在までの防災林施行経過の中でクロマツに代りうる針葉樹を見出だそうとしても無理である。1950年代末から導入したヨーロッパアカマツ・バンクスマツ・リギダマツなどの外国産マツ類は、生育初期には生長も旺盛で期待をもてたが、防風垣高(約2m)をこすあたりで塩風にさらされるようになると、梢頭部から枯れはじめ、遂には枯損するにいたる。この典型的な例を苫前町北香川海岸林で観察できた。

1961年に猿払村シネンコ、稚内市第二豊岩海岸林にはじめて導入したグイマツは、期待のもてる樹種であり、垣高をこえても塩風害(先枯?)は他に比べて割合低い。それでも単独で主林木帯を構成させることは不安であり、グイマツを先駆樹種とさせながら、海岸林として成林している天然林の例を多くみることでできるように郷土樹種トドマツを主林木として仕立てることが、こんごの課題のひとつであろう。

トドマツの天然林が他の広葉樹を犠牲林帯としながら成立している海岸林がメークマ、稚咲内などにみられる。トドマツを裸地に植栽した結果では、枯損される状態を稚内市サラキトマナイその他の調査地で経験した。しかし苫前町北香川海岸林でみたようなニセアカシヤが保護されると伸長するという犠牲林効果の実例は他の場所にもおよぼしたいものである。

広葉樹では残念ながら天然にみられるカシワ・イタヤの植栽例を殆んどもたないために、これらの樹種はこんごのものとして検討しなければならないが、苫前地方海岸のニセアカシヤ、天北を通じたケヤマハンノキは適当な材料としてこんごも用いられる樹種であろう。ヤナギは初期生長は他のすべての樹種にまさって植栽後2年目で垣高をこえるが、大抵の場合小数列であるので、これを幅員10mかそれ以上にして、前側は梢頭部が枯れてもしいに樹高を上げていくことによって先駆樹種としてのヤナギの効果を期待したいものである。

立地的な天北地方防災林の特長

留萌北部から宗谷にわたり海岸段丘がつづき、段丘上に造成されることの多いことが特色で、宗谷地方に入ると埴質な土壌となっていることが特長的である。留萌地方には砂地と泥炭地が介在していて防災林造成技術を一層困難なものにしている。埴土～泥炭土に対しては耕うん地ごしらえの方法を改善しなければならず、微気候を改良するための防風施設の効果的な高さや密度の決定がこんごの課題としてのこされている。

汀線からの距離と造成技術との関係(犠牲林の必要性)

汀線からどの距離まで内陸に入ったら樹木の生育が風衝形態をとらないで生育できるかという問題は、地形との関連もあるが、天北地方に限らず気象条件のきびしい日本海、オホーツク北部においては、保護帯となって後方主林木帯を助けるいわゆる犠牲林の存在がなければ成

林させることは困難である。天然林の調査結果ではメークマにおける例として汀線から 150 m ではじまる海岸林の汀線側 60 m は犠牲林によって、その後方 250 m の幅の主林木帯が成立している実態を挙げることができる。

汀線からの距離と塩風害の受け方との間には高い相関関係があり、前述の日高門別町海岸林で分析した例では汀線からの 60 m 以内の距離にある樹木の針葉にはかなり高い CI を蓄積し、そのため枯損するに至った結果をえた。門別海岸に比べ風速もつよく台風日数の多い天北海岸では門別海岸の 60 m が 100 m も内陸に入っていると推定されるから、汀線から 100 m 内外の地帯で高木効果を期待する海岸林の造成は、まず樹種の問題のいかんを問わず、技術だけではなかなか解決できないだろう。

要は、汀線から 100 m 以上の距離をとって、幅員も 300 m 以上確保し、その中で防災林の問題を考え、この防災林の後方地帯ではじめて一般造林を、天北の地帯に合った方式として検討されるべきものであろう。天北の裸地地帯においては汀線からいくら下げるとかということではなく、幅の広い防災林とセットとした形で一般造林の方向を論ずべきものと考えられる。

トドマツの品種的な検討の必要性

トドマツを主林木帯にしようとする海岸林で、犠牲林効果という生態的な方法にのみ解決の道を求めないで、もっと積極的にトドマツの品種を耐塩性、耐寒性を見地から検討して林帯造成をおこなうという方法を考える必要がある。

原田はトドマツ天然林の球果タイプを分類し、耐寒性の高いアカトドタイプは道東に、低いアオトドタイプの集団は道西部に分布頻度が高いことを報告し、久保田、島山らは 1966～1967 に道東をおそった寒さの害について、海岸からの風の影響をうける厚岸の検定林において産地別にトドマツの被害の受け方を調査した。これによると道東産のものが道西産天然林産種子からの苗木にくらべて被害が極端に低くあらわれている。以上の例でも品種からトドマツ海岸林を検討する意味が充分にあり、こんご天北地方には耐寒性のたかい道東産種子からの苗木の植栽を検討する必要がある。

おわりに

「海岸林におよぼす塩風の害」はこんご数多い調査と試験を重ねて実用的な結果をみいだすことにつとめたい。「天北地方防災林の現況とこんごに対する考察」は一般造林における技術対策の一環としても検討して頂ければ幸いである。なおこの報告のとりまとめに当り、調査を応援して頂いている現地の方々に心から謝意を表する。

参考文献

- 伊藤重右エ門・今 純一 1968: 犠牲林の造成に関する一、二の考察 日本北支講第 17 号。
- 伊藤重右エ門・今 純一 1968: 防災林成績調査—宗谷、留萌、後志支庁管内の海岸林。 治山技術論文集、北海道治山協会。

- 伊藤重右エ門 1969: 海岸林と塩風害. 治山と保全第 8 号, 北海道治山懇話会.
- 伊藤重右エ門・今 純一 1969: 海岸林におけるトトマツの林分構成について. 第 80 回日林講.
- 久保田泰則 1968: 造林樹種の環境適応による遺伝的変異とその応用—トトマツとカラマツ—. 治山と保全第 7 号, 北海道治山懇話会.
- 斎藤新一郎・ほか 1968: 天然生海岸防風林の解析—天塩営林署. 稚咲内一日林北支講第 17 号.
- 斎藤新一郎 1968: 北海道北部における天然性海岸林の解析. 旭川営林局
- 畠山末吉 1967: トトマツと育種. 林, 北海道造林振興協会.
- 原田 泰 1944: トトマツ品種間の二, 三の性状に就いて. 日本誌 26 卷 1 号.
- 東 三郎 1967: 防災林造成の考え方. 北大農学部, 砂防工学研究室.

(防災林科)