
論文

間伐木を利用した防風柵の効果に関する研究

奥村 武信*
清永 政弘*

The Function of Ventilative Log Fences as Windbreakers

Takenobu OKUMURA*
Masahiro KIYONAGA*

Summary

Ventilative log fences, 2m high, were constructed in front of a coastal forest in Tottori Prefecture, Japan, with the aim of coastal forest amelioration and the utilization of lumber from thinning. The fence consisted of a combination of horizontal and vertically inclined logs, with spaces equal to their diameter ($\approx 10\text{cm}$) (Photo 1). In order to examine the efficacy of fences of this type as windbreakers, observations and investigations were carried out in the stand leeward of the fence, and in an unsheltered stand, of *Pinus thunbergii* Parl., 10 to 35 years old.

Observation of wind velocity and airborne salt at the top of the canopy and 2.5m above the canopy, showed that:

- ① the fence retarded the wind over 40m behind them,
- ② on top of the canopy 10m behind the fence, wind velocity decayed to 1/5 that of the windward point (the basic wind velocity, at 3m high above the earth, 5m in front of the fence, ranged from 3.1 to 10.1m/sec),
- ③ the influence on airborne salt did not reach so far, but at the top of the canopy 10m behind the fence, it was halved.

Comparing the growth in the tops and needles of the pine trees showed that:

* 鳥取大学農学部 農林総合科学科 生存環境科学講座
Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

- ① trees in the stands neighboring the fence grew well in length after the construction of the fence,
- ② the fence was able to promote the soundness of needles, especially in the immediate area.

I 緒 言

スギ、ヒノキ造林地の保育作業の遅れによる森林の質の低下が言われて久しい。間伐材の用途の少ないこともその一因とされ、その有効利用が種々試みられてきた。ここに述べる防風柵は、海岸防災林の最前線、犠牲林帯の環境改善にこの間伐材を利用しようとするもので、この形式の防風柵は秋田営林局管内で最初に設置された¹⁾。鳥取県でも北条砂丘海岸保安林の生育の芳しくない林帯を対象にこの形式の防風柵が1993年3月に設置された。

そこで、防風柵の存在が後方林分に吹き込む冬期季節風の風速とそれにとまう飛塩をどれほど緩和できるかを観測し、後方林分の生育への影響を評価するための調査を行なった。この方式の柵が防風、飛塩防止の機能を持ち、海岸林の犠牲を減ずるのに効果のあることが証明されれば、今後間伐材の用途を拡大することになるとともに、海岸保安林の維持にとっても好ましい。

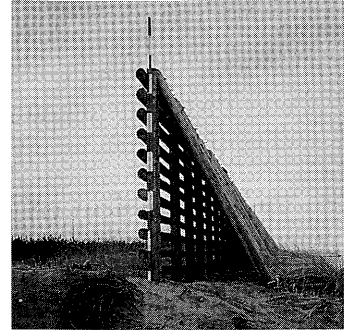


写真1 研究の対象となった防風柵

II 調査地の概要

効果調査の対象となった防風柵(写真1)は、太さ約10cmのヒノキ間伐材を、前砂丘頂部に直立する親柱に[材径/間隙]比=1:1で水平に取り付けた有効高2.4mの横柵の風上側に同じ[材径/間隙]比で6分勾配に縦部材を立て掛けた形状をもち、無限遠から見た密閉度は75%と計算できる。

鳥取県東伯郡羽合町新川地区の海岸保安林内に、柵のある測線と柵の無い測線(A, B測線)を設けて、風速、飛塩量分布、林帯のクロマツの生育を対比した。図1が、両測線の地形と5m幅トランセクトベルト内に出現したクロマツ、ニセアカシアの樹高分布である。図より内陸側は

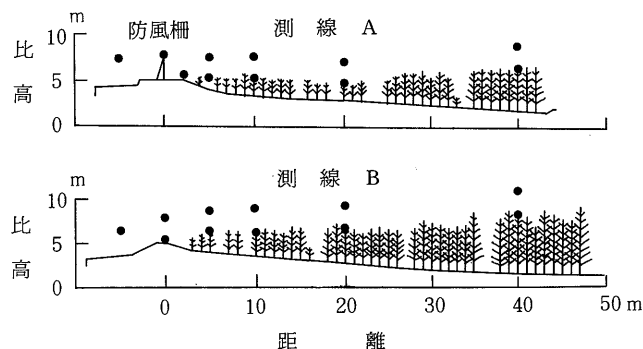


図1 両測線の樹高分布と風速、飛塩量測定点 (●が測定点)

数列のクロマツを残すのみである。

この地区には古くは明治維新期に防風・砂防林が造成されているが²⁾、最前線の保安林は1960年頃に海岸砂地造林事業の一環として植林された。しかし、塩風害による枯損や海岸侵食による被害を受け、3~4回の補植、改植を繰り返している。林齢は10~35年である。

III 防風柵設置による風速、飛塩量分布への影響の観測

1. 観測の方法

風速及び飛塩量の測定は、図1に●印で示す各点で行なった。すなわち、基本的には樹林帯では樹冠頂部及びその上方2.5mとし、この他に測線Aでは柵頂+0.6mおよび内陸側1.5mのGL+0.5m、測線Bでは前砂丘頂のGL+0.5m、GL+3m、ならびに柵あるいは前砂丘頂から海側5mのGL+3mの諸点とした。なお、海側5mのGLは直立型防潮護岸の天端であり、平均海面とは約4mの落差をもつ。

各測定点で理工研式小型ロビンソン風速計を使用して1時間平均風速を測定した。同時に直径18cmの刺繍枠に蒸留水で洗浄・乾燥させた局方ガーゼを取り付けて飛塩を捕捉した。清浄なガラス瓶にとり実験室に持ち帰ったガーゼは蒸留水に24時間以上浸漬し、測定した浸漬水の電気伝導度からNaCl換算濃度、1時間あたり1m²あたり塩分量を算出した。

2. 結果とその考察

両測線での観測をそれぞれ5回、4回行なった。それぞれの観測時における風速は当然異なり、後述する基準点での風速範囲は3.1~10.1m/secであった。また、この地区の冬期季節風の主風向はN41°Wとされるが、観測時の風向にはかなりのバラツキがあった。さらに、空中塩分量には波の状態が大きく影響する。したがって、観測結果を考察する場合この風速、風向、波の状態の違いも考えに入れなければならないが、ここでは各観測でのこれらの条件の違いを捨象して考察する。

(1) 防風柵による減風の程度と減風の範囲

柵または前砂丘前方5m、GL+3.0mを基準点とした各測定点での風速比の単純平均を示したものが図2である。この図から次のことが読める。

①柵が無いと樹冠上2.5mでの減風は比較的小さく、最低風速比は20m地点での0.7であるが、防風柵があると最低風速比は0.5近くまで低下し、最低風速比出現位置は10m地点まで前進する。また40m地点での両測線での風速比の値には0.15近い差が残る。

②樹冠頂部になると、柵が無くても最低風速比は0.4(20m地点)まで低下するが、防風柵があると柵直後で0.2以下まで減風する。柵後方10mでも0.20と柵直後とあまり変わらない。柵の無いときに最低風速比となった後方20mでは、その3/4に過ぎない0.30となる。40m地点での柵の有無による風速比の差は、樹冠上2.5mの場合に比較してさらに大きいまま残る。樹冠頂部では樹冠上2.5mより更に大きい減風域が出現する。

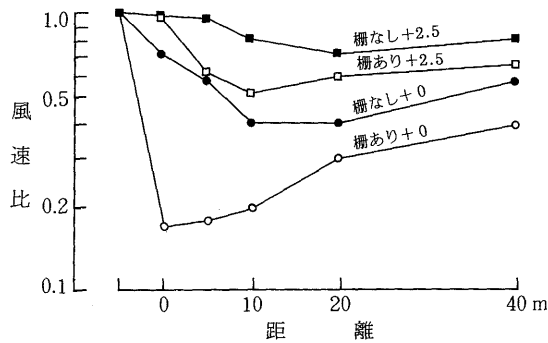


図2 防風柵による減風効果
(+2.5:樹冠上2.5m, +0:樹冠頂部)

(2) 防風柵の有無による空中塩分量の差異

防風柵を設置することにより樹林帯上を流れる空気中の塩分量がいかに変化するかを確認するために、空中塩分の分布の変化を塩分濃度で評価した。塩分濃度とは、単位時間に単位面積を通過した塩分量をそこを通過した空気量で除したものである。観測によって得られた塩分濃度値を基準点での濃度との比で表したうえ、測定点ごとに4回または5回の値の平均値を算出した。結果が図3である。

樹冠上2.5mでは、5、10mの観測点において柵のある測線で柵の無い測線に比べ15%前後低い値を示す以外はほとんど差がなく、塩分濃度は内陸部に向かって次第に低下する。

一方、樹冠頂部の場合、柵が無いと前砂丘上で基準値より高い値を示し、その後は距離に伴い塩分濃度は一方的に減少する。減衰係数が樹冠上2.5mに比較して大きいことは、枝葉への塩分付着の影響の大きさを示す。柵のあるA測線では、防風柵の直ぐ後方で塩分濃度は大きく減少しており、10m地点では0.3以下の最小値を示した。防風柵は、柵周辺に気流の乱れを作り出す影響で塩分を落下させることにより、柵の直ぐ後方から林帯へ流入する塩分量を減少させているようである。それより後方は非常に緩慢に増加する傾向を示し、40m地点で柵の無いA測線の場合とほぼ同じ値となった。防風柵の空中塩分量に対する影響が及ぶ範囲は、せいぜい後方40m程度までである。

ところで、裸地においても空中塩分量は汀線からの距離に伴い指数関数的に減少することは確かめられている³⁾。B測線で、樹冠上2.5m、樹冠頂部ともに-5~5mでの減少割合に比べ5

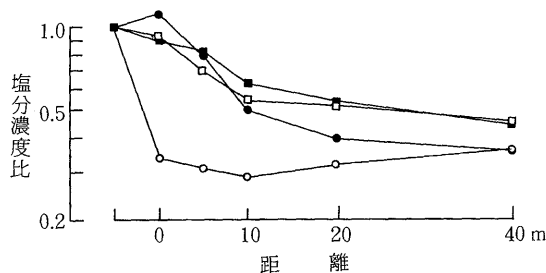


図3 防風柵による塩分濃度減少効果
(記号は図2に同じ)

～20mでの減少割合が大きいことから、この範囲でのクロマツによる塩分捕捉が他の部分より大きいことを示す。なお0～3 mは、図1に見られるように樹木を欠いている。

IV 防風柵後方林分のクロマツ生育促進効果に関する調査

1. 調査の方法

前述の測線に沿って、その基点から5 m間隔で各植列から3本の標準木を無作為に選び、(a)梢端部主軸の当年と前年の伸長量の差異、(b)梢端部当年枝の着葉状態、変色状態、(c)当年葉の伸長量の比較を行なった。

なお、(b)の着葉、変色状態を総合的評価のために、ここではつぎのように計算される緑葉率を用いる。すなわち、各枝から刈り取った全針葉は、①まったく健全なもの、②黄斑点が入ったもの～緑の部分を残すもの、③まったく枯れたものに区分して計数する。一方、各枝から無作為に選出した長さ2 cm部分の葉痕を計数し、 $[\text{枝長}/2]$ を乗じて各枝の葉痕数とする。 $(①+②/2)/(\text{葉痕数} \times 2)$ を緑葉率とする。

また、①、②から各10本を無作為に抽出して計測した針葉長の平均値を平均針長とした。

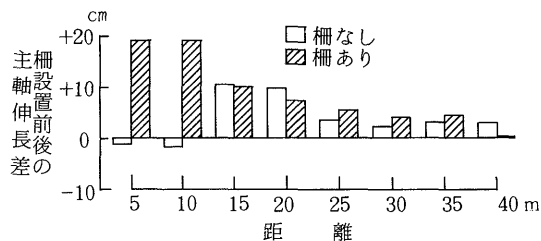


図4 防風柵有無によるクロマツ主軸の年間生長の変異

2. 結果とその考察

(1) 防風柵設置による主軸伸長助長

防風柵が施工された後の1993年の主軸伸長量から柵施工前の1992年の主軸伸長量を差し引いた値の標準木での平均値の林帯中での変動を、図4に示した。図で+値の部分は柵施工後の伸長が前年に比較して大きく、-値の部分は柵施工後の伸長が小さいことになる。全体的に+となった部分が多いが、両年の気象条件の差が入りこんでいる可能性は否めない。

図に示すように、15m地点より内陸側では防風柵の有無による伸長量の差はほとんど無かった。しかし5、10mでは、防風柵の施工されていない測線で前年に比し生長が若干小さいのに対して、防風柵後方の測線で前年に比し20cm近く大きくなっている。防風柵による減風が影響して生長が促進されたものと理解したい。

この生長が促進された範囲は、前述の減風域の範囲に比較すると狭い。防風柵に対して緩い角度で吹き込む風の場合は減風域が当然のことながら狭くなっていくし、伸長生長の著しい時期の

風は陸側からのものになり防風柵の影響は少なくなると言える。ところで、図1に示したように15~25m部分のクロマツは防風柵施工以前から貧弱であった。防風柵が施工されなかった林帯に比し貧弱であったこの部分の樹が防風柵施工の翌年に同程度の伸長を示すことになっていることも防風柵の効果と考えられる。

(2) 防風柵設置によるクロマツ針葉状態の改善

物理的外傷がなければ海塩粒子が侵入し難く塩分による害は少ないとされるクロマツ針葉も、激しい風に曝される場所では外傷は多少なりとも生ずる。またクロマツ針葉は厚いクチクラ層に覆われているが、風速がある程度大きくなると気孔から葉内への塩分侵入が起こり得る。

防風柵の設置が後方林分での風速を減じ空中塩分量を低下させることは前述のとおりである。そうであるならば、防風柵後方では潮風を受けて変色・枯損・欠落する葉の数は少なくなり、緑を保つ葉の割合は多くなるはずである。

各地点における梢頭部当年枝の緑葉率を、図5にまとめて示す。柵の無い場合林帯中央部から前縁に向って緑葉率が激減するが、防風柵があると柵による減風割合が高かった海岸側ほど、緑葉率が高く維持されることが分かる。両林帯での最大の差は10m（林縁から約5m）の部分で、3.1倍にも達している。なお、前林縁から40mまでのクロマツ標準木の梢頭部当年枝の緑葉率は、柵の無い測線全体で46.0%であるのに対し、防風柵後方測線全体で70.1%と大きく増大していた。

このように、防風柵設置により針葉の変色・枯損・欠落が抑制されていることがわかった。

当年枝の残留針葉の平均長を比較したが、主軸の伸長や当年枝の緑葉率にみられたような防風柵の減風との関連は認められず、伸長量、着葉率で生育良好と判断された部分で長い針葉をもつということはなかった。

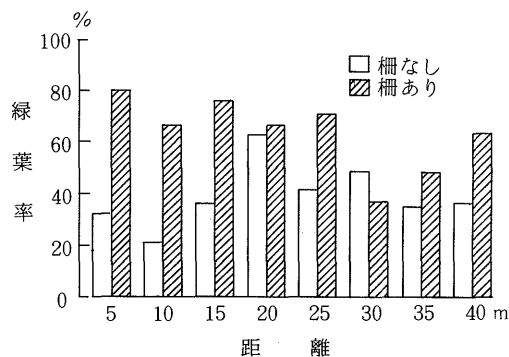


図5 防風柵設置による緑葉率の増加

V 結 言

海岸保安林の生育環境改善のために施工された間伐木を利用した透風性のある有効高2.4mの防風柵の効果を検討するための2、3の観測・調査を行ないつぎのことが分かった。

防風柵後方林分と防風柵未施工林分での風速、飛塩量観測によって、

①防風柵の減風効果は40m以上の範囲に及ぶこと、

- ②柵後方10mの樹冠頂部では、風速が1/5にも減退すること、
③柵後方40mでは柵の有無による飛塩量の差は無いが、柵後方10mの樹冠頂部では飛塩量はほぼ半減すること、
を確認した。

また、1993年3月に竣工した防風柵を対象にした同年12月の調査であったが、防風柵後方林分と防風柵未施工林分でのクロマツ林の調査によって、

- ①林帯前線部でクロマツ主軸の伸長を促進させていること、
②防風柵後方では柵直後をピークにして林帯全体において緑葉率を向上させていること、
を確認した。

謝 辞

本研究を行なうにあたり鳥取県倉吉地方農林振興局から種々の便宜を頂いた。また、田中一夫名誉教授には幾つかの助言を請うた。記して謝辞としたい。

参 考 文 献

- 1) 河合英治・山野井克巳・工藤哲也・松岡廣雄：間伐材を利用する防風工の開発，平成元年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書，pp.53～78（1990）
- 2) 村井 宏ほか編：日本の海岸林 多面的な環境機能とその活用，ソフトサイエンス社，東京，p.190（1992）
- 3) たとえば，薄井五郎・清水 一：海岸段丘付近の飛来塩分の分布，北海道林試研報24，pp.13～20（1986）