

防風林周辺の防風効果について

小 野 寺 卯⁽¹⁾

増 田 久 夫⁽²⁾

石 川 政 幸⁽³⁾

ま え が き

本稿は防災研究室の研究テーマである耕地防風林試験の調査のうち、帯広営林局の委託試験として昭和26年より昭和28年にわたって北海道十勝国河西郡中札内村大字上札内字常盤において行つたものである。

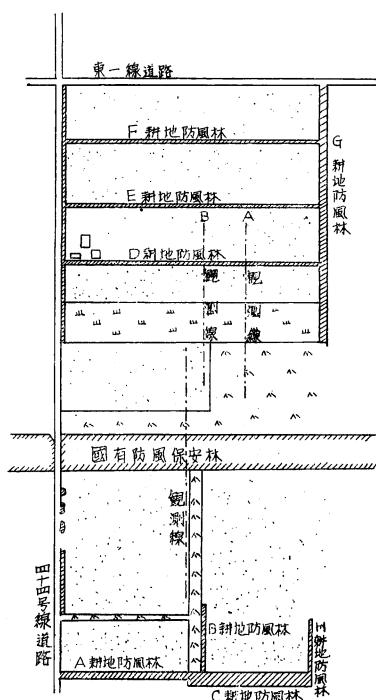
十勝地方は春季耕作時期にしばしばNW、NNWの強風に襲われ、軽鬆な火山灰質の表土が飛散し、播種または発芽したばかりの作物は甚大な被害をこうむり、再度耕耘、播種を行わなければならない場合がしばしば起る。国有防風保安林はこの強風を緩和し、表土の飛散を防止するうゑに役だっており、この幹線林帯はこれと併行して各農家が耕地の間に縦横に植栽している樹列防風林と相まつて、防風機能を發揮しているが、これが機能を解析究明して、防風林の適正な配置、規模、育成、保続的取扱いのうゑに科学的な基礎を与える必要がある。この調査にあたり帯広営林局、帯広営林署、上札内担当区の関係者各位に対し、また、種々御指導を賜つた北海道大学三島惣博士、本稿取りまとめにあたり校閲ならびに助言をいただいた林業試験場北海道支場松井善喜経営部長、同防災研究室長井上桂技官および調査に御協力下さつた同研究室勝見精一技官、鈴木孝雄技官に対し深甚なる謝意を表する。

調 査 地 の 概 況

(第1表および第1図)

第1表 防 風 林 の 林 況

種 別	国 有 防 風 林		民 有 耕 地 防 風 林							
			A		B		C		D	
区 別										
林 帯 方 向	N34°E	N34°E	N34°E	N124°E	N34°E	N34°E	N34°E	N124°E	N124°E	
樹 種	カラマツ	カシワ	カラマツ	カラマツ	カラマツ	カラマツ	カラマツ	カラマツ	カラマツ	カシワ
樹 高 (m)	12	6	4~5	3~5	3~6	7	7	7	7	3~5
林 帯 巾 (m)	(72)39	110	5	16	16	4	4	4	4	1
植 栽 列	—	—	2	5	8	3	3	6	1	
地 床 植 物 草 丈 (cm)	サ サ 30~40	サ サ 40	サ サ 30	サ サ 40	サ サ	—	サ サ	—	—	
林 帯 延 長 (m)	—	—	178	112	173	353	353	約 440	—	



第 1 図 調査地付近の状況

178m にわたっており、その南西端は国有防風林と直角に交わる幅 13m の別の笹地帯と交わり、互に防風林後方の耕地の区画をなしている。国有防風林の林縁から 281m 北西方には A 耕地防風林があり、その延長は C 耕地防風林に連なっている。また、A・C 両耕地防風林と直角に延長 112m の B 耕地防風林が前に述べた幅 13m の笹地帯の上に存在している。C 耕地防風林の南西には、これと直角に樹高約 3~5m のカシワが 1 列に存在している (H)。国有防風保安林は、26 年に調査終了後南東側を約半分伐採して林帯幅 39m となつている。

観 測 の 方 法

観測には一般気象観測器械を多く用いたが、各年ごとに前年の観測に不便を感じた点を改良工夫し、できるだけ少ない労力で精度の高い資料をうるよう努力した。

i) 風 向 計

風向の観測には携帯用自記風信器 (Recorder for Anemoscope) 2 台を林前 10 H と林後 20 H に常時設備し、その位置における風向を自記させた。また、移動観測、あるいは小範囲の流線の分布を測定するには風車型の携帯用風向風速計 (ピラム微風計) を用い、随時任意の場所の風向を読みとつた。

ii) 風 速 計

風速の観測には 3 種類の風速計を用いた。すなわち、昭和 26 年・27 年の両年はロビンソン風力計 (Robinson's Anemometer) と、携帯用風向風速計を、また、昭和 28 年には以上のほかに理工研型小型ロビンソン風力計を使用した。

風速の観測はこの調査の主眼であつて、その観測法に種々の考察ならびに改良を加えて使用した。林帯

観測の対象となつた幹線防風帯の国有防風林は帯広営林局帯広営林署管内防風林経営区 14 林班のカラマツの 20 年生 (昭和 9 年秋植) 植栽林帯とカシワの二次林帯とからなる 150m 幅の森林であり、これと平行して民有の A, C, D, E, F の樹列防風林が 281m ~ 81m の間隔にあり、B, G, H の樹列防風林はこれと直角に配置されている。

国有防風林の南東側は林縁から 130m の幅で笹が取り除かれている。笹地帯に隣接する巾 40m の地帯はクロバー畑で、その東側の D 耕地防風林から 82m 南東側に E 耕地防風林があり、その南西端はいずれも G 耕地防風林に接している。また、44 号線の道路ぞいはカラマツの 1 列植えの簡単な耕地防風林となつている。

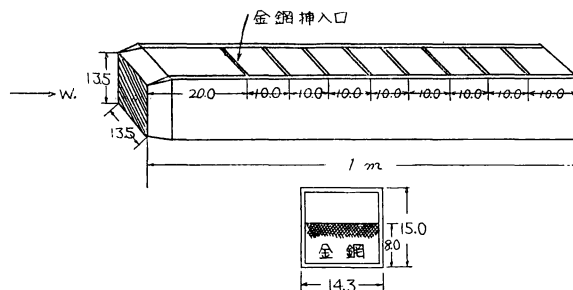
国有防風林の北西側は林縁から 185m のところに幅約 5m の笹地帯が林帯と平行して

の風速減殺効果の測定はおもにロビンソン風力計によつたが、初回の昭和 26 年の観測には 1 台のロビンソン風力計に 1 人の観測者が専門についたので、風速の観測中には他の気象要素の観測や、調査を行うことはできなかつたが、2 回目の昭和 27 年には自動電話の数取器を応用した風力計用の電接回数器を試作し、電線をもつて各風力計を電接回数器に接続し、林前と林後の 2 カ所で 10 台のロビンソン風力計による各観測点の風速が、同時に測定できるようになつた。携帯用風向風速計はロビンソン風力計と異なり、重量も軽く、かつ移動するに便利であるために任意の耕地防風林の風速減殺効果の測定や、風速の乱れ、小範囲の地域内の風速水平分布などの観測に用いたが、昭和 26 年の第 1 次調査には、これに若干加工し、電接装置を付して林前・林内・林後の風速の垂直分布の測定にも使用したが、とかく故障が多かつた。また、これと組み合わせて風速の垂直分布の測定には、6 点観測用の自記計を試作したが、この記録計は運転中故障が多かつた。26 年の第 2 次調査には、さらに電接部に改良を加えたが、やはり前回同様電接部になかなか苦労した。記録計の方は第 2 次のもは別の型のものを工作したが、故障も少なく有効な資料をうることができた。昭和 28 年には、新型の理工研型小型ロビンソン風力計を使用したので、大変便利となつた。

また、風速の乱れの観測には携帯用風向風速計を使用した。

iii) 捕砂箱（第 2 図）

風による表土の飛散量を捕捉するため、昭和 26 年には第 2 図に示すような捕砂箱¹⁾ 12 個を作り、そのおのおのに 8 枚の金網を挿入して、捕砂箱内に吹き込む飛砂を捕捉し、飛砂量の垂直分布を測定するため、これを 6 個 1 組とし、同一支持棒に 6 個を上下に配列し、そのすぐ傍で飛砂測定時間中の風速を測るため、携帯用風向風速計 6 台をおのおの捕砂箱と同一の高さに垂直に配置した。しかし、この捕砂箱は型が大きく強風時にはかなりの風圧がかかり、これを常に風向に正対させるには取扱いが不便なので、昭和 27 年にはこれよりも小型のものに改め、捕捉用網も、布製のものを捕砂箱の吹出口に 1 箇所にとりつけたものを作つた。昭和 28 年にはさらに改良し、捕砂箱の大きさは 27 年と同じもので、捕捉用の網は 26 年の型式のものを用いた。



第 2 図 捕砂箱（単位 cm）

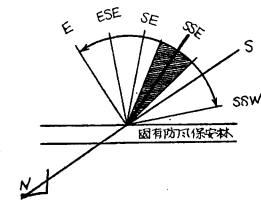
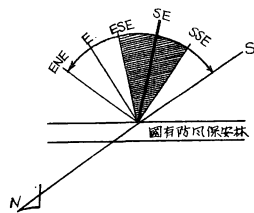
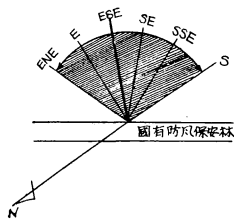
国有防風保安林の風速減殺効果

この観測は、国有防風保安林の風速減殺効果が林分の高さの何倍くらい風下まで及ぶかを知るために行つたもので、水平距離の単位はすべて樹高の倍数で示し、観測点は林帯の風上側を林前とし、林前 10 倍、5 倍、3 倍、0 倍（林帯の前縁）、林後 0 倍（林帯の後縁）、3 倍、5 倍、10 倍、15 倍、20 倍の 10 点を林帯に直角な直線上に設け、ロビンソン風力計により、10 分間平均風速を電接回数器により連続的に求めた。

防風林の風速減殺効果を表わす方法として、一般に行われているのは、林前の任意の観測点を標準点とし、標準点の風速に対する各観測点の風速を比率であらわすのであるが、この調査においては標準点は林

第 2 表 標準点の風向；頻度と各風向の振幅

主風方向 林帯との角度 区 別	E S E 79°			S E 79°			S S E 56°50'		
	風 向	振 巾	回数	風 向	振 巾	回数	風 向	振 巾	回数
風 向	E N E—S	112.5°	11	E N E—S	(112.5°)	1	S E—S	45.0°	9
	E N E—S S E	90.0°	1	E S E—S	67.5°	5	S S E—S	22.5°	1
	E—S S E	67.5°	1	E—S	90.0°	5	S S E	22.5°	11
				E—S S E	67.5°	4	E—S	90.0°	3
				S E	22.5°	2	E S E—S	112.5°	5
				E S E—S S E	45.0°	9	E S E—S S W	90.0°	1
計				S E—S	45.0°	4			
			13			30			30



注：太線は主風向，斜線部分は振幅（最多）範囲を示す
第 3 図 主風向と振幅の範囲

風の振幅が大きいと、風が常に同じ角度で林帯に吹き込まないためである。

また、主風向が E S E の時、風速比の振幅が他の 2 つの場合よりも平均風速比線に接近し、また、防風効果が他の 2 つの場合よりも林後遠くまで及んでいるのは、風向が林帯に直角に近い範囲にあるので、樹冠の抵抗をもつとも有効に受けているためである。しかし、林帯の直後では他の 2 つの場合よりも風速が強く、風速比は標準点の 60% くらいとなつてはいるが、これは林帯の構成が基盤状になつており、しかもその向きが大体 E S E であるので、風の通過には最も抵抗の少ない向きとなつてはいるので、林帯の樹幹部を吹きぬける風の影響で、これは枝下の高さや地床植物による遮蔽の度合により異なるが、大体林後 2 H 付近までであると思われ、3 H 付近では樹冠を越えた風との混合により、この影響はほとんどないように思

前 10 倍の位置に設けた（D 耕地防風林の林後 17.5 H（H=6m）の地点に相当する）。

26～28 年間に 10 分間平均風速は 75 回観測されたが、このうち 26 年に観測された 2 回は林帯幅が 72m の時の値である。

林前・林後の各観測点の 10 分間平均風速を観測した時刻の標準点における風向の頻度および風向の振幅は第 2 表および第 3 図のとおりで、S S E, S E がそれぞれ 30 回で最も多く、E S E が 13 回で林帯に直角に吹き込む風はきわめて少ない。これは観測点付近には平行した林帯が多いので、林帯と林帯の間を風が吹き飛ばしやすいためと、林帯の近くでは風が林帯の方向に収斂するためである。

風向の振幅は第 3 図のように、いずれの場合も最大 112.5° の範囲の振幅があり、観測地域の風が林帯や付近の地物の影響を大きく受けて、乱れの多い風であることがわかる。

つぎに標準点と防風林後方の風速を前記主風向別にわけ、各風向ごとの平均風速から標準点の風速に対する比を示すと第 3 表、第 4 図のとおりである。

第 4 図の中間の太線は平均風速から算出した風速比で、その上下の細線は各観測点における最大および最少の風速比を示したもので、相当幅のある変化を示している。このように林後の風速比に大きな幅があるのは、風向の振幅が大きいと、風が常に同じ角度で林帯に吹き込まないためである。

第3表 標準点と防風林後方の風速

主風が ESE の時

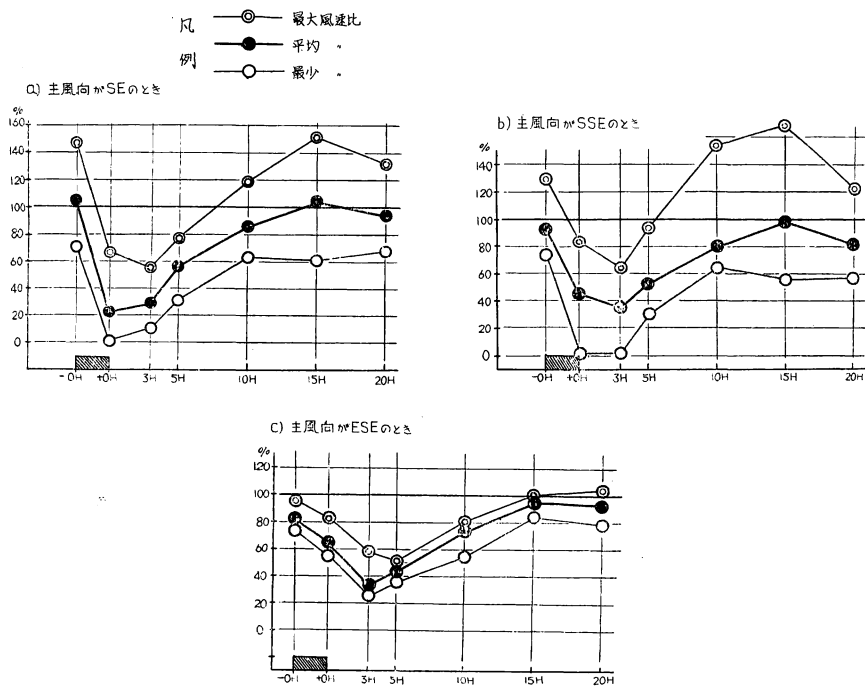
No.	観測日時	-10H	-0H	+0H	+3H	+5H	+10H	+15H	+20H
55	28. V. 20 10h 40~10h 50	3.8	3.7	3.2	1.0	2.0	3.0	3.8	4.0
56	" 10 " 50~11 " 00	4.5	3.7	3.0	1.8	1.8	3.2	4.3	4.2
57	" 11 " 00~11 " 10	4.5	3.7	3.0	1.5	2.0	3.3	4.2	4.5
58	" 11 " 10~11 " 20	4.8	3.5	2.7	1.5	2.0	3.2	4.0	3.8
59	" 11 " 20~11 " 30	4.3	3.5	2.7	1.5	1.8	3.3	4.2	3.5
60	" 11 " 30~11 " 40	4.8	4.0	3.0	1.2	2.2	3.8	4.8	4.3
61	" 11 " 40~11 " 50	4.8	3.8	2.8	1.8	2.7	4.0	4.7	4.3
62	" 11 " 50~12 " 00	4.5	3.7	2.8	1.5	1.7	2.8	4.2	4.0
63	" 12 " 00~12 " 10	4.7	4.0	2.3	1.7	2.3	3.5	4.7	4.7
70	" 15 " 45~15 " 55	4.2	3.2	2.8	1.3	1.5	2.8	3.7	4.0
71	" 15 " 55~16 " 05	3.7	3.2	2.7	1.2	1.7	2.8	3.7	3.7
72	" 16 " 05~16 " 15	3.7	3.0	2.5	1.0	1.3	2.7	3.5	3.8
73	" 16 " 15~16 " 25	3.7	2.7	2.3	1.0	1.5	2.7	3.3	3.3
合計		56.0	45.7	36.8	18.0	24.5	41.1	53.1	52.1
平均		4.3	3.5	2.8	1.4	1.9	3.2	4.1	4.0
%		100.0	81.4	65.1	32.6	44.2	74.4	95.3	93.0

主風が SE の時

12	27. V. 21 15h 25~15h 35	3.2	4.2	0.0	0.7	1.8	3.8	3.5	3.0
13	" 15 " 35~15 " 45	2.7	3.7	0.0	0.5	1.3	2.5	3.0	2.7
14	" 15 " 45~15 " 55	2.8	3.2	0.0	0.5	1.3	2.0	2.7	2.3
15	" 15 " 55~16 " 05	2.3	2.7	0.0	0.2	1.2	1.8	2.3	2.5
16	" 16 " 05~16 " 15	1.8	2.2	0.0	0.0	2.2	1.2	1.3	1.2
17	" 16 " 15~16 " 25	3.2	3.8	0.0	0.3	1.0	2.0	2.8	2.5
18	" 16 " 25~16 " 35	2.2	2.7	0.0	0.2	0.8	1.7	1.8	2.0
19	" 16 " 35~16 " 45	1.5	2.2	0.0	0.0	0.8	1.5	2.0	1.7
20	" 16 " 45~16 " 55	2.0	2.5	0.0	0.2	0.8	1.5	1.8	1.7
21	" 16 " 55~17 " 05	1.8	2.3	0.0	0.3	0.8	1.7	2.0	1.3
22	27. V. 22 10 " 40~10 " 50	2.8	3.7	0.0	0.5	1.5	2.5	3.0	2.7
23	" 10 " 50~11 " 00	2.7	3.2	0.0	1.0	1.5	2.3	2.8	2.8
24	" 11 " 00~11 " 10	2.7	0.0	0.0	1.0	1.2	2.2	2.8	3.5
25	" 11 " 10~11 " 20	2.8	3.3	0.0	0.3	1.3	2.0	2.5	2.5
26	" 11 " 20~11 " 30	2.5	3.0	0.0	0.7	1.5	2.2	1.5	2.5
27	" 11 " 30~11 " 40	2.5	3.0	0.0	0.7	1.7	2.2	3.7	2.2
28	" 11 " 40~11 " 50	2.7	3.2	0.0	0.3	1.3	2.0	2.5	2.3
29	" 11 " 50~12 " 00	2.2	2.8	0.0	0.5	1.5	1.8	2.7	2.7
30	28. V. 18 13 " 45~13 " 55	3.2	3.2	1.5	1.5	2.2	3.0	3.7	2.7
31	" 13 " 55~14 " 05	3.3	2.8	1.3	1.5	2.2	2.7	3.0	2.3
32	" 14 " 05~14 " 15	3.3	2.8	1.2	1.8	2.5	3.3	3.2	2.7
33	" 14 " 15~14 " 25	3.8	2.8	2.0	1.3	1.8	2.5	3.7	2.8
40	" 16 " 20~16 " 30	3.5	3.2	2.2	1.5	1.7	2.5	3.3	2.7
41	" 16 " 30~16 " 40	3.2	3.2	2.0	1.3	1.8	2.8	3.3	3.0
46	28. V. 19 14 " 45~14 " 55	2.8	2.3	1.3	1.2	1.5	2.3	3.0	2.8
47	" 14 " 55~15 " 05	2.7	2.2	1.3	1.0	1.5	2.2	2.7	2.5
48	" 15 " 05~15 " 15	2.7	2.2	0.7	1.2	1.7	2.5	2.5	2.0
49	" 15 " 15~15 " 25	2.2	2.0	0.8	1.0	1.7	2.0	2.7	2.2
50	" 15 " 25~15 " 35	2.7	2.5	1.8	0.8	1.3	2.5	2.5	2.0
54	28. V. 20 10 " 30~10 " 40	4.5	3.5	3.0	1.3	1.8	3.2	5.7	3.8
合計		82.3	84.4	19.1	23.3	45.2	68.4	84.0	37.6
平均		2.7	2.8	0.6	0.8	1.5	2.3	2.8	2.5
%		100.0	103.7	22.2	29.6	55.6	85.2	103.7	92.6

主風が SSE の時

No.	観測日時	-10H	-0H	+0H	+3H	+5H	+10H	+15H	+20H
1	27. V. 18 16h 40~16h 50	2.7	2.2	0.0	0.2	1.0	1.7	1.7	1.5
2	" 16 " 57~17 " 07	1.0	1.2	0.2	0.2	0.7	1.2	1.3	1.2
3	" 17 " 14~17 " 24	1.2	1.0	0.0	0.0	0.5	0.8	1.0	0.8
4	27. V. 20 11 " 03~11 " 13	2.3	2.2	0.0	0.2	0.8	1.7	2.5	2.0
5	" 11 " 20~11 " 30	1.8	1.8	0.0	0.2	1.2	2.8	2.3	1.7
6	" 11 " 33~11 " 43	2.2	2.7	0.0	0.0	1.2	1.7	2.0	1.5
7	" 11 " 43~11 " 53	1.5	2.7	0.0	0.2	1.0	2.0	2.5	1.7
8	" 11 " 53~12 " 03	2.0	3.0	0.0	0.2	1.3	2.0	2.2	2.0
9	" 12 " 03~12 " 13	2.0	2.3	0.0	0.0	0.8	1.7	1.8	1.5
10	" 12 " 13~12 " 23	1.7	2.2	0.0	0.2	0.7	1.2	1.7	1.5
11	" 12 " 23~12 " 33	1.7	2.0	0.0	0.0	0.5	1.2	1.7	1.5
34	28. V. 18 15 " 20~15 " 30	4.0	3.7	2.7	1.7	2.0	2.8	3.8	3.3
35	" 15 " 30~15 " 40	3.8	3.3	2.7	1.7	2.0	2.3	3.2	2.5
36	" 15 " 40~15 " 50	3.7	3.5	2.5	1.2	2.0	3.0	3.8	3.3
37	" 15 " 50~16 " 00	4.3	3.2	2.3	1.8	1.7	2.8	3.2	3.0
38	" 16 " 00~16 " 10	3.7	3.3	2.3	1.3	1.8	2.8	3.7	3.2
39	" 16 " 10~16 " 20	3.5	3.2	2.2	1.5	1.8	2.7	3.8	3.0
42	" 16 " 40~16 " 50	3.5	3.0	2.0	1.5	1.7	2.5	3.2	2.5
43	" 16 " 50~17 " 00	3.2	2.5	2.0	1.2	1.7	2.5	3.2	2.3
44	" 17 " 00~17 " 10	2.7	2.2	1.2	1.3	1.8	2.2	2.3	2.0
45	" 17 " 10~17 " 20	3.0	2.3	1.7	1.0	1.3	2.2	2.8	2.5
51	28. V. 19 15 " 35~15 " 45	2.3	1.8	0.5	1.3	1.5	1.8	2.2	1.5
52	" 14 " 45~15 " 55	2.3	2.0	0.3	1.5	2.2	2.7	2.5	1.5
53	" 15 " 55~16 " 05	3.2	2.7	1.3	1.2	1.3	2.0	2.3	2.2
64	28. V. 20 14 " 45~14 " 55	4.5	4.0	2.8	1.8	2.5	3.3	4.2	3.7
65	" 14 " 55~15 " 05	4.3	4.0	2.3	1.7	2.2	4.0	4.5	3.3
66	" 15 " 05~15 " 15	3.3	3.3	2.0	1.5	2.2	3.2	3.8	3.8
67	" 15 " 15~15 " 25	4.2	3.7	2.8	1.7	1.8	3.2	3.8	3.7
68	" 15 " 25~15 " 35	4.2	3.7	2.5	1.7	2.0	3.0	4.0	3.2
69	" 15 " 35~15 " 45	4.0	3.3	2.5	1.3	2.0	3.0	4.0	3.7
合計		87.8	82.0	38.8	29.3	45.2	70.0	85.0	70.1
平均		2.9	2.7	1.3	1.0	1.5	2.3	2.8	2.3
%		100.0	93.1	44.8	34.5	51.7	79.3	96.6	79.3



第4図 国有防風保安林後方の風速分布

われる。また、林後3H付近の風速比はESE, SE, SSEの3方向とも平均30%代でやや安定している。風速は林後5H付近から急速に復元の形をとり、15H付近ではほぼ林前標準点の値にもどっている。

林後20H付近の風速が15H付近よりも小さく現われているのは観測点の南西方にあるB耕地防風林の影響によるものであろう。

防風林の防風効果の限界を標準点風速の90%²⁾とすれば、この防風林の有効距離は林後11H~14Hということとなるが、従来一般にいわれている20~25Hという値にくらべて小さいのは、標準点の位置がすでに前方の民有耕地防風林(D)の防風圏内にあると考えられたので、さらにそのはるか前方の林帯の影響の全くない点の風速を標準風速とすれば、その防風効果範囲も一般にいうように20~25Hという値になるであろう。しかし、風速の絶対値を減少させるには、この地帯のように多くの防風林が平行して存在するところでは、最後方の風速は前方にある多くの防風林の効果が累積されてくるので、実際の効果は単独で存在する防風林よりも大きいことがうかがいえる。

林帯幅による防風効果の相違

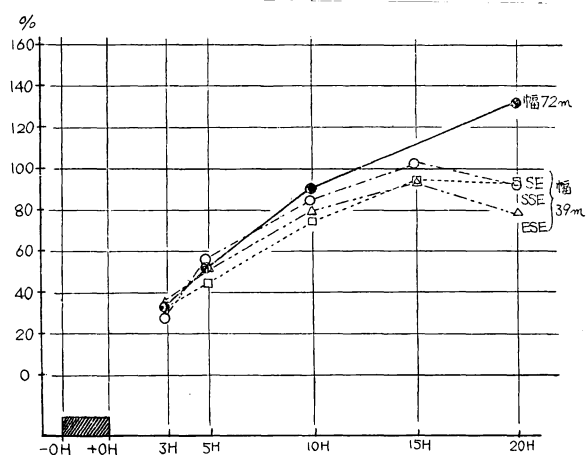
国有防風林の林帯幅は昭和26年の調査の際72mあつたが、昭和27年にはすでに50%近く伐採され39mとなつたので、26年に観測された林前・林後の風速比（第4表）と27年・28年に観測された風速比（第3表）を比較し、林帯幅の相違による防風効果の違いをみると第5図のようになる。

この結果、林後10Hより遠い地域では林帯幅が狭くても防風効果が大きいという結果がでた。この資料では、26年の観測値は20分間平均風速1回だけであり、27・28年のは数多くの資料を風向ごとに分類し、平滑化されたものを用いた。さらに27・28年の資料より主風向の振

幅がSSE—ESEで、かつ標準風速も26年の値に近いものを選び出して比較してみると、林帯幅が厚い時の方が防風効果が大きいということがいえない。防風林の厚さの問題については、飯塚肇氏³⁾その他の人々により研究されているが、M. IWASAKI⁴⁾が風洞で行つた実験の一例として1列植えの防風林の防風効果は、2~3列植えのものよりも林後遠くまで及び、防風林の有効樹列（幅）には一定の限界があり、それ以上樹列（幅）が増しても風速減殺効果には変化がないことを実験的に求めており、河田三治氏⁵⁾等は茨城県村松海岸防風林（幅250m、樹高12m、クロマツ林）と青森県横浜村海岸防風林（幅100m、樹高10

第4表 林帯巾72mの時の林前・林後の風速
26.VI.3 16h10~16h30 風向SSE~ESE(56.5°~101.5°)

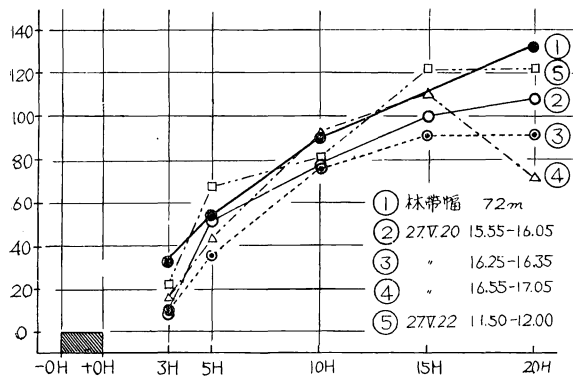
観測点	標準 -10H	+3H	+5H	+10H	+20H
平均風速 (m/s)	2.1	0.7	1.1	1.9	2.8
風速比 (%)	100.0	33.3	52.4	90.5	133.3



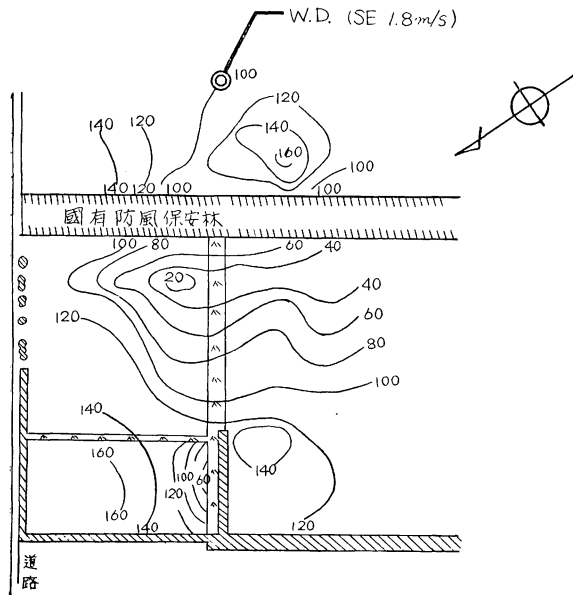
第5図 林帯幅による防風効果の相違

第5表 林帯巾による風速比の相違

番号	観測日時	標準点 風速 (m/s)	林後の風速比 %			
			+3H	+5H	+10H	+20H
1	26.VI.3 16h10~16h30	2.1	33.3	52.4	90.5	113.3
2	27.V.20 15h55~16h05	2.3	8.7	52.2	78.3	108.7
3	" 16h25~16h35	2.2	9.1	36.4	77.3	90.9
4	16h55~17h05	1.8	16.7	44.4	94.4	72.2
5	27.V.22 11h50~12h00	2.2	22.7	68.2	81.8	122.7



第6図 林帯幅による防風効果の相違

防風林周辺の風速水平分布⁶⁾

第7図 国有防風保安林前後の風速水平分布

m, クロマツ林)の防風効果観測の結果から、この両者の防風効果を比較した場合、前者は林帯幅が後者の2.5倍あつたが、防風効果はそれほどでなく、むしろ実験から出した値は後者の方が防風効果が大きい場合さえあり、場処、季節、林相の相違があつても、この根本の原因は単に風速減殺効果だけを議論すれば幅は問題でなく、前方から見た樹冠の見とおしの度が決定的なものであつて、これが適当であれば数列の防風林でも充分であると述べているが、これらの例から判断すると、この防風林の防風効果の範囲は、幅が72mでも39mでも大差がないといえるであろう。しかし、比較に用いた伐採前の資料がただ1回の観測値なので、今後機会を得て再検討する必要があると思われる。

1) 国有防風林前後の風速水平分布

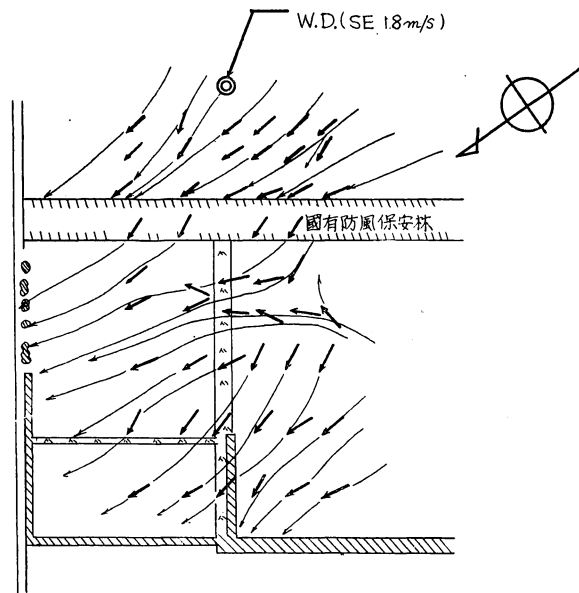
27年5月20日、11h03~12h25、国有防風林の前後において、風速の水平分布の観測を行つたが、これには携帯用風向風速計をもつた6人の観測者が林前5Hに林帯と平行に並び、5分間風速を観測し、終了後林前3H、林前縁、林後縁、林後3H、5H、10H、15H、20Hと順次観測点を移動し、合計54点の観測値を得た。各点の観測値を標準点で、同時に観測された風速に対する比で示した。

第7図により防風林前後の風速をみると、林帯の前方では標準点と同風速、もしくは、それ以上で、一般にいられている林帯前面の防風効果はあら

われていない。これは標準点の前方 105m にカラマツ防風林（D）があり、D 防風林の高さの 15 倍後方の点であるため、標準点はこの影響を多少受けていたものと考えられる。

林帯後方では、風速の最も小さな範囲は $3 \sim 5 H$ の附近にあり、これよりも後方ではしだいに回復し、標準風速に回復する位置は大体樹高の 13 倍付近であるが、44 号線に接近した地域ではもつとも林縁に近い位置、すなわち $3 H$ 付近ですでに 100% に回復している。また、等風速線の方は林帯にやや平行して、44 号線に近づくにしがいい林縁方向に接近してゆくが、これは 44 号線の道路ぞいのカラマツの植栽間隔が大きいので風が通過しやすく、この方向に風が収斂するためと考えられる。

この観測と同時にえられた各観測点の風向から第 8 図のような防風林前後の流線図を求めると、林縁に近づくにしがたつて次第にその方向が林帯に平行な向きに廻折するが、林帯を通過し林後に吹きぬけるさいに、林帯の後縁付近ではほとんど林帯と直角に近い向きになっている。これは林内では風はその通路の最短距離を通つて吹きぬける⁷⁾ためであろう。このように樹幹の間を通過した風の及ぶ範囲は大体林後 $2 H$ くらいまでで、 $3 \sim 5 H$ 付近では樹冠を越えた風と混合するため⁸⁾この付近は風が攪乱されて最も風速の小さい区域を作っている。 $5 \sim 10 H$ の付近では、流線の方は林帯にほぼ平行するが、林後 $10 H$ 付近より後方では流線の方向は林前と同じ向きに回復する。

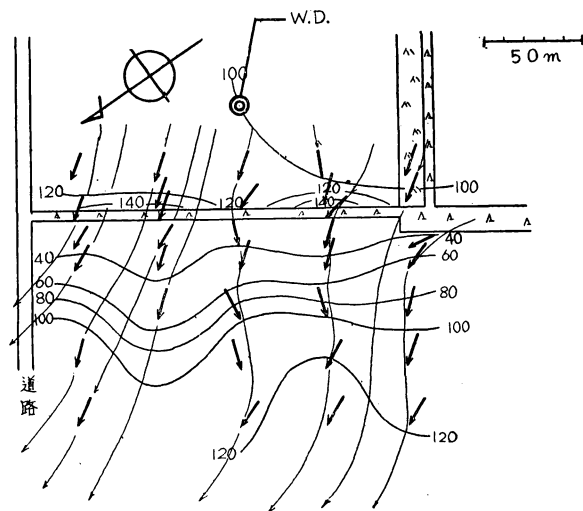


第 8 図 国有防風保安林前後の風の流線

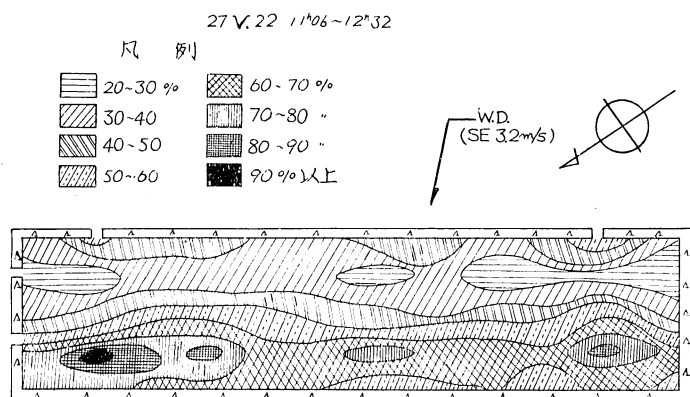
2) 単一耕地防風林前後の風速水平分布

27 年 5 月 21 日、15 h 58 ~ 16 h 51、A 耕地防風林の林前林後において携帯用風向風速計により 1) に準じた方法で地上 1.2m 付近の水平分布を観測した。

標準点は林帯の前方 50m の耕転直後の耕地内に設けた。この観測中の風向は林帯にほぼ直角で、林後の風速の分布は、等風速比線が林帯にほとんど



第 9 図 A 耕地防風林周辺の風速分布
27. V. 21 15 h 58 ~ 16 h 51



第10図 周囲を防風林で囲まれた耕地内の風速水平分布

よび44号線ぞいの樹列耕地防風林で囲まれた耕地内の風速分布を、1)、2)の方法と同様に測定した。耕地の広さは2.97 ha (353 m×84 m)で、耕地の状況は牧草畑でクロバー(草丈10 cm)が植栽されていた。

標準点は東一線道路の前方100 mの未墾地内に設けたが、観測のさいの標準点の平均風速は3.2 m/secで、風向はSEが最多であった。

この結果によると、さきの2つの場合よりも一層顕著に風速が減殺され、耕地内ではもつとも風の強いところで標準風速の90%代にとどまり、標準風速の50%の部分は細長く耕地のほぼ中央部を、防風林にはほぼ平行に通っている。また、林縁付近に風速の大きいところが若干あるが、これはこの付近に林帯を横断する道路があつて林が欠けているため、風が収斂されて加速されるためであろう。

樹列防風林の防風効果

単一耕地防風林前後の風速水平分布について別に樹列3列のカラムツ防風林(D)を対象として、下枝のある場合と、下枝がない場合の林帯における風速の水平分布および垂直的分布状態について観測した。

1) 観測の位置および方法

観測地点の防風林はN34°Eの方向に数列並んでおり、その配列は第1図のとおりである。観測を行った時期は開葉したばかりで葉の長さ6~10 mm程度で、枝は下端まで密生していた。

林の北西方向225 mに樹高12 m、幅39 mのカラムツ国有防風林があり、この方向からの風をさえぎっている。樹列防風林で囲まれた箱型の耕地はまだ耕作されていなかった(林の北西側は休耕地、耕作を終つたばかりの畑、草丈10~15 cmのクロバー畑、草丈20~30 cmの笹地がつづいている)。観測はA点およびA点から48 m離れたB点の2測線で行つた。下枝を払つた場合の観測は、B点の枝を1.6 mの高さに観測線の左右それぞれ40 mの範囲にわたつて枝打をして行つた。測定には理工研型の小型ロビンソン風速計7台を使用し、風速はカウンターによつて同時に読み取つた。風速の水平分布は地上1.05 mにおける値である。

風向がSEの場合は、前方に数列の林があつて標準点を設置することができないので、一応D耕地防風林の後方20 H(H=7 m)の地点では、林の影響がほとんど及ばないものと仮定して、この地点を標準点とした。

平行し、風速の回復のしかたも比較的単調で大体林後10 H付近で標準点の風速に復元している。また、流線も林前・林後を通じ、ほとんど林帯に直角な向きとなり単調である。

3) 箱型耕地防風林内の風速水平分布(第10図)

27年5月22日、11 h 06

~12 h 32, E・F・G お

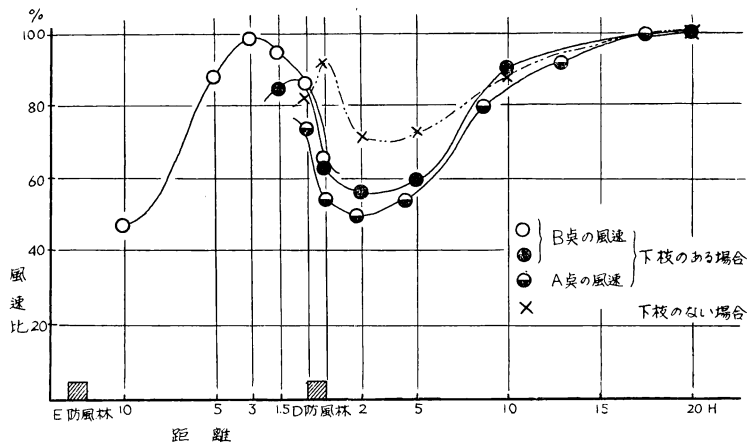
下枝のある場合 (A 点)

$$SSE \sim SE$$

下枝のある場合 (B 点)

S ~ S S E

S ~ S S E



第 11 図 林の前後の風速の水平分布

2) 観測の結果

i) 林の前後の風速水平分布

観測の結果を示す第 6 表、第 7 表および第 11 図のなかで樹高倍数の端数は、測定の後で樹高を正確に計り換算したものである。観測時の風向は S E ~ S S E、すなわち、林に対しては $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の角度の風であつた。

風速計の台数の関係で観測は林の前方と後方の 2 回に分けて行つたが、林前 0 H、林後 0 H で両者の値はよく一致するので、これを一続きの観測値とみなした。D 耕地防風林において、B 点測線上の林前 10 H の風速は、前方の林 (E 耕地防風林) の影響を受けて標準風速の 48% に減速されている。林前 3 H では急速に回復して 99% となり、ほとんど標準風速にひとしくなるが、すでに後方の林の風上に対する作用がはじまつて、ふたたび風速は減少する。すなわち、林が数列並んでいる場合は、後方の林によつて風速の回復は弱められる。

この場合風向きが林に対して直角であるならば、林と林の間の風速は 80% 以内に減速されることが期待され、表土飛散防止を目的として設置された防風林として考えても林の間隔 (樹高の 12 倍) としては、だいたい適当なものと考えられる⁹⁾。

風速は幅 4 m の林を通過する時に 20% 減速されて、林後 2 ~ 3 H 付近で風速は最少となり、標準風速の 50 ~ 60% となる。この防風林のように幅の狭い林では、減速率は幅の厚い防風林のように大きくない。この防風林の後方 5 H 付近までは 60% の風速比が続き、林後 10 H までに急速に回復して、大体林後 20 H で林前の風速に回復する。すなわち、林後 7 ~ 10 H までは渦流域で¹⁰⁾、林後 7 ~ 10 H で上層の風と急速に混合が行われて風速が回復すると考えられる。なお、林後 20 H (標準点) の風速は、ほぼ林の影響を受けていない。

つぎに下枝を 1.6 m の高さまで払つた場合は、第 11 図および第 7 表のように、林後の 0 H において林前 0 H よりもかえつて 10% の風速の増加がみられる。林後 2 H、5 H においても 70% に減殺されているにすぎない。しかし、林後 10 H 以後では前者の風速比とまったく一致する。したがつて、下枝を払つたことによる風の吹きぬけの影響は後 8 ~ 10 H 付近まで及ぶが、減速範囲には影響を与えないものと思われる。枝下の短い場合にはさらに混合がすみやかに行われて、吹きぬけはただちに消えてしまう

第7表 林の前後の風速水平分布 下枝のない場合 (B点)

距離 観測番号	-0H	+0H	+2H	+5H	+10H	標準 (+20H)
No. 1	2.51	2.80	2.17	2.06	2.74	3.15
2	1.95	2.17	1.77	1.71	1.99	2.84
3	2.32	2.75	2.05	1.74	2.54	2.92
4	2.15	2.29	1.68	1.86	2.38	2.46
平均	2.23	2.50	1.92	1.97	2.41	2.72
%	82	92	71	72	89	100
主風向	SSE~SE					

第8表 林の前後の風速の垂直分布

下枝のある場合 (B点)

距離 高さ (m)	林前 1H				林前 0H				林後 0H			
	No.1	No.2	平均	%	No.1	No.2	平均	%	No.1	No.2	平均	%
0.35	2.97	3.16	3.07	72	3.23	2.82	3.03	79	2.72	2.87	2.80	68
0.65	3.27	3.50	3.39	80	3.54	3.20	3.37	88	2.81	2.88	2.85	69
1.05	3.69	3.94	3.82	90	3.79	3.43	3.61	95	2.81	2.84	2.83	69
1.95	4.05	4.19	4.12	97	4.04	3.81	3.93	103	3.85	3.52	3.69	89
3.95	4.52	4.59	4.56	107	4.53	4.42	4.48	117	2.78	2.78	2.78	67
標準点	4.17	4.34	4.26	100	3.43	4.20	3.82	100	4.34	3.92	4.13	100

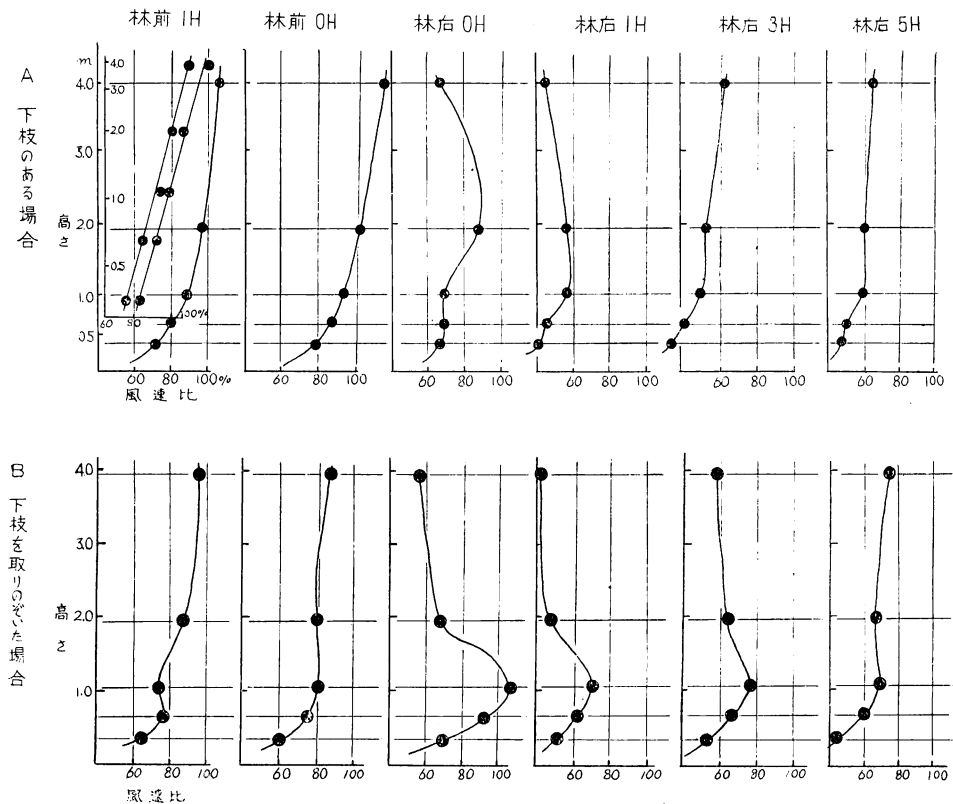
距離 高さ (m)	林後 1H				林後 3H				林後 5H			
	No.1	No.2	平均	%	No.1	No.2	平均	%	No.1	No.2	平均	%
0.35	1.86	2.15	2.01	41	1.54	1.77	1.66	35	1.97	2.18	2.08	47
0.65	2.09	2.38	2.24	46	1.91	2.08	2.00	42	2.14	2.33	2.24	50
1.05	2.63	2.98	2.81	57	2.36	2.58	2.47	51	2.60	2.80	2.70	60
1.95	2.66	2.88	2.77	56	2.36	2.71	2.54	53	2.63	2.79	2.71	61
3.95	2.25	2.29	2.27	46	2.81	3.36	3.09	63	2.73	3.23	2.98	67
標準点	5.17	4.67	4.92	100	4.79	4.82	4.81	100	4.52	4.42	4.47	100

下枝を払った場合 (B点)

距離 高さ (m)	林前 1H		林前 0H		林後 0H		林後 1H		林後 3H		林後 5H	
	風速	%	風速	%	風速	%	風速	%	風速	%	風速	%
0.35	1.79	62	1.61	61	1.72	72	1.37	53	1.12	55	1.10	45
0.65	2.00	75	1.94	74	2.21	93	1.60	62	1.37	67	1.31	59
1.05	1.92	72	2.10	80	2.60	105	1.82	70	1.54	76	1.51	68
1.95	2.29	86	2.07	79	1.60	67	1.22	47	1.31	64	1.44	65
3.95	2.55	95	2.26	86	1.33	56	1.07	41	1.21	59	1.65	74
標準点	2.68	100	2.64	100	2.39	100	2.59	100	2.04	100	2.23	100

から¹¹⁾、風下の効果を大きくするためには、枝下をなるべく低くする必要がある¹²⁾。とくに、飛砂防止の立場から考えると、飛砂の大部分は地上面から 20~30 cm の範囲内を移動し、また飛砂量は地面付近の摩擦を大きくして風速を減少させることによって少なくなるから、下枝は伐採しない方がよいと考えられる。

ii) 林の前後の風速垂直分布



第 12 図 林の前後の風速の垂直分布

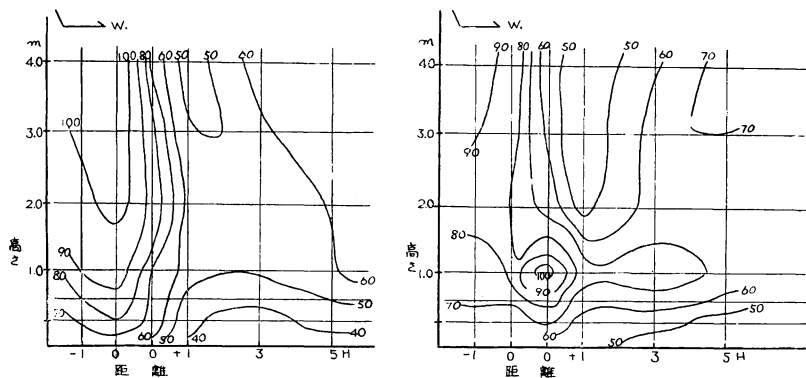
林の付近の吹きぬけをなお詳しく調べるために、林の前後で風速の垂直分布を観測した。時間の都合で林前 1 H から林後 5 H までの範囲を調べたが、その結果は第 8 表および第 12 図のとおりである。

熱的影響のとくにいちじるしくない場合に、地上 z の風速 $u(z)$ は

$$u(z) = a \log z \quad a \text{ は常数}$$

で表わされる。地上付近に障害物があれば風速の分布は上の式からはずれてくる。ところで、下枝のある場合の林前 1 H および林前 0 H の風速の垂直分布は第 12 図のごとく対数式で表わされる。したがって、林前 1 H と 0 H では林によつて、風速の垂直分布状態は変化を受けていないことになる。ところが林後では分布の形はくずれ、林後 0 H では地上 2～3 m の高さで風速が最大になっている。これは、この高さの枝がすいていたためと思われる。林後 5 H になると、林前の部分の形に似てくるが、まだ完全に回復していない。

下枝を払つた場合は風速の分布は一層変形を受ける。林前 1 H では、地上 1～5 m の高さまでは対数分布をしているが、樹冠部では風の吹きぬけによつて風速が増加し、林後 0 H では一層加速される。この傾向は林後 5 H でもまだみられるが、下枝のある場合とやや似た分布の形を示し、この付近ではすでに下枝を払つた影響は弱まつている。したがって、林後 10 H までにはほとんどその影響のなくなることは、風速の水平分布と、この地点で両者一致することによつてもわかる。第 13 図は等風速比線図である。この図によつてさらに林の近くの風速の分布状態と、樹幹部への風の侵入状態がよくわかる。下枝



(A) 下枝のある場合

(B) 下枝を地上 1.6m 取り除いた場合

第 13 図 下枝のある場合と下枝を取り除いた場合の林の前後の風速分布の変化

のある場合は、林によって地上付近まで風がさえぎられ、風速の最少になる範囲が林の後方 $2 \sim 3H$ の地上付近にできる。

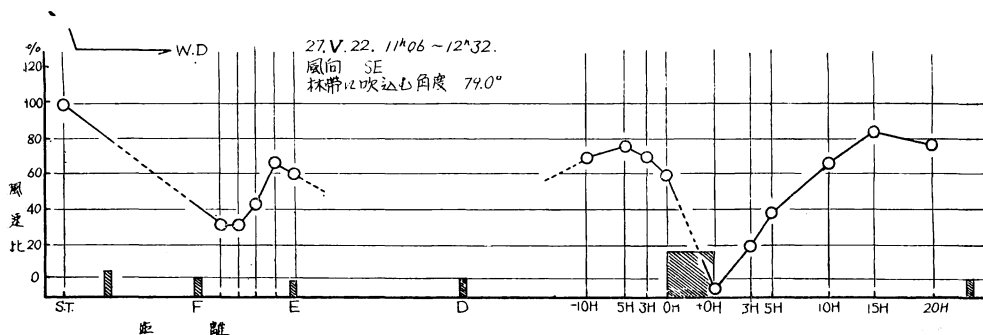
下枝を払った場合には、地上 $1m$ の線上で風速の増加した範囲が枝の後方 $4H$ までのび、風速最少範囲が後退して、その風速比も大きい。風速の増加は地上 $1m$ の高さ、すなわち枝下高の $1/2$ よりも上部に現われる。これは地上の抵抗よりも樹冠の抵抗の方が大きいためである。

平行する2つ以上の防風林の防風効果

林帯がある間隔で2ないし3段に平行してある時、林前の風は第1段、第2段あるいは第3段の防風林を通過、または越えることにより最後列の防風林の後方では相当減速されるものと予想される。特に林帯相互の間隔が適当であれば、この効果は著しいものと考えられる。

今回の調査地には、国有防風林の前後に国有防風林と平行に個人所有の樹列耕地防風林があり、その個々の防風効果はすでに述べたとおりであるが、5月22日前記 III 項 3) の観測と並行して国有防風林の前後の風速をロビンソン風力計により観測した結果より、耕地防風林と国有防風林の防風効果の関連性を求めると、第14図のようになる。なお、観測器械の地上高は $1.2m$ で、器械の種類による風速の相違、観測時刻のズレによる差等はおおの補正した。

標準点は東一線道路の南東方約 $100m$ の未墾地内に設けた。



第 14 図 民有耕地防風林と国有防風保安林の防風効果の関連性

東一線道路と国有防風林の後方までは5列の防風林が平行して存在する。観測の結果は国有防風林の前方および後方の風速は、いずれも標準風速の85%以下で、前方の耕地防風林の防風効果がみられる。また、この事実より国有防風林の防風効果範囲は林帯の影響が全くない平地の風速とくらべた場合、図にみられるとおり、林後20H付近はまだ防風効果圏内にあることがわかる。

針葉樹林と広葉樹林の防風効果の相違

27年5月26日に今まで取り扱ってきたカラマツ国有防風林の南西側に連なる林帯幅110mのカシワの国有防風林（林帯方向、N34°E、平均胸高直径6.2cm、樹高6m）のそれと、比較してみた（この防風林中には胸高直径63cm、樹高16mのカシワの老木が1ha当り1～2本点在している）。

観測はロビンソン風力計を用い、カラマツ林と同様の方法、すなわち樹高の倍数点の風速を観測した。標準点は林前90m（15H）の点に設けた。観測点付近の状況は第15図のとおりであるが、林帯の前方は草地となり、後方は耕作地で林後10H付近には幅3m、深さ1mくらいの小沢が北～南の方向に入りこんでいる。

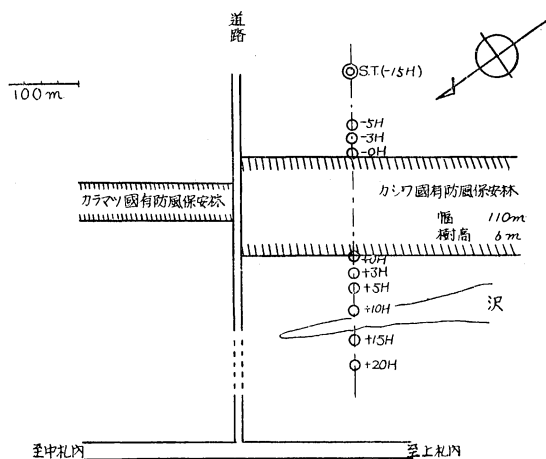
観測は5月26日の10h54～11h44と14h05～14h25の2回行つたが、各観測点の平均風速および標準点の風速に対する風速比は第9表のとおりである。

また、観測時間内の風向はSE～SSEであつたので、これを27年5月22日10h40～11h30のカラマツ防風林の結果と比較すると、第16図のごとくなる。

この結果、カシワの防風林における林後の風速復元の経過は、カラマツ防風林の場合と大体平行してい

るが、標準点の風速に対する各観測点の風速比はカラマツ防風林の場合よりも平均20%大であつて、標準点の風速に復元する位置もカラマツ防風林は15Hであるに対し、カシワ防風林は10Hの点ですでに復元している。いいかえると、このカシワ防風林は林帯幅がカラマツ防風林の3倍近くあるのに、その防風効果はカラマツ防風林よりも小さいということである。しかし、調査期間のカシワ林はまだ開舒していない状態だつたので、樹冠による防風効果はほとんど期待できない。

成育最盛期になれば防風効果範囲はもつと延長されるものと思われる。

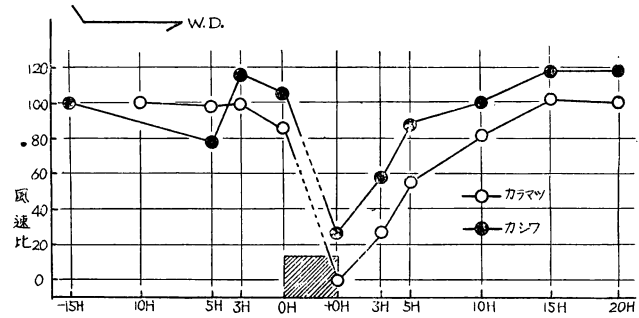


第15図 カシワ国有防風保安林付近の状況

第9表 カシワ防風林前後の風速

観測点 種別	標準 -15H	-5H	-3H	-0H	+0H	+3H	+5H	+10H	+15H	+20H
平均風速 m/s	1.9	1.5	2.2	2.0	0.5	1.1	1.7	1.9	2.2	2.2
風速比 %	100.0	78.4	116.5	105.4	27.0	59.4	89.2	100.0	118.9	118.9

注 第 16 図で各観測点の位置は樹高の倍数で示したもので、林縁からの距離ではない。したがって、カシワとカラマツはこの場合樹高が異なるので距離の絶対値は同じ樹高の倍数点でも異なる。すなわち、林後 10H の点は林縁からの距離がカシワ林の場合は 60m、カラマツ林の場合は 120m である。



第 16 図 針葉樹林と広葉樹林の防風効果の相違

風蝕防止に関する調査

防風林の飛砂防止効果の調査はさきにのべたように、毎年測定器械の改善を行つて準備を進めてきたが、ついにその機会が得られなかつた。

十勝地方の気象の概況を述べると、年間最多風向は NW、次多風向 ESE、平均風速は 2.2 m/sec (1911~1950) であつて、5 月から 9 月までの常風は E または ESE であるが、春期耕作期にしばしば NW, NNW の強風に襲われ、記録によると 2/V 1913, NW 17.2 m/sec. 10/V 1924, NNW 20.7 m/sec, 15/V 1910, NW 17.2 m/sec. 2/IV 1917, NW 14.4 m/sec. 3/VI 1940, NW 14.2 m/sec. 8/VI 1941, NW 14.2 m/sec. 17/VI 1899, WNW 14.1 m/sec 等がある。十勝地方の飛砂は現地に居住する農民の談話を総合すると次のべるような天候によつて起るものとおもわれる。

まず、飛砂が起る日は 5 月中旬の晴天の日にかぎるということであるが、天気図上より気圧配置をみると、優勢な低気圧が宗谷海峡付近を通過し、本道の南方洋上に高気圧が停滞する場合に多いようである。

また、一般に非常に強風をとまなうので火山灰質の表土は容易に飛散して、強風により舞い上がり播種した種子や発芽苗を吹きとばすか、発芽直後の菜豆、その他の耕作物に衝突し、機械的障害を起し、または肥培した表土を広い面積にわたり剝奪し、これを道路の縁や樹列の前方に落下堆積するのである。観察によれば、中札内村の東二号線近くでは、道路が約 30 cm くらいの厚さの飛砂の堆積で埋まり、耕地の北寄りの地帯では周囲に植えた防風林の前方に約 20~50 cm 程度堆積しているような処もあつた。同じく観察によれば、完全な林帯でなくても何か障害物があれば、それにより地表を転々する砂粒は移動をさまたげられるようで、樹高はあまり高くなくても耕地の周囲には防風林や防風垣を作ることにより、風蝕の被害をかなり小さくすることが期待できる。

以上十勝地方の風蝕について、見聞した過去の現象から推定を行つたが、同地方の防風林の最も特徴ある風蝕防止効果については実際の現象について、その実態を把握しなければならないものである。

なお、参考として帯広および上札内の暴風日数、風向、風速を別表に掲げる（第 10, 11, 12, 13 表）。

第 10 表 帯広地方の暴風日数および平均風速（1894~1950）

月別	V	VI	VII	VIII	IX	X
種別						
暴風日数 (月)	3.8	0.7	0.3	0.3	1.0	2.3
平均風速 (m/sec)	2.6	1.9	1.6	1.5	1.7	1.9

第11表 帯広地方の月別、風向別平均風速 (m/sec)

風向 月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
V	2.3	1.9	1.9	2.1	2.5	2.8	2.9	2.5	2.5	2.1	2.0	2.3	3.1	4.6	5.2	3.9	0.2
VI	1.8	1.3	1.6	1.7	2.2	2.4	2.5	2.1	2.1	2.0	1.3	1.1	1.2	2.0	2.8	4.0	0.2
VII	1.6	1.0	1.4	1.6	1.9	2.0	2.0	1.8	1.6	1.2	1.0	0.8	1.2	1.8	3.4	2.4	0.2
VIII	1.4	1.2	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	1.8	1.5	1.1	9.0	0.8	1.1	2.0	2.6	2.0	0.2
IX	1.6	1.2	1.3	1.3	1.5	1.7	1.9	2.0	1.5	1.3	1.2	1.0	1.8	2.6	2.9	2.4	0.2
X	1.9	1.5	1.4	1.3	1.4	1.6	1.8	1.7	1.5	1.2	1.3	1.4	2.2	3.5	3.7	3.2	0.2

(1894~1949)

第12表 上札内の暴風日数

年	V	VI	VII	VIII	IX	X
1924	4	—	—	—	—	—
1925	—	—	—	—	—	—
1926	2	3	1	—	1	4
1927	7	2	—	1	—	—
1928	5	—	—	—	3	—
1929	2	—	2	2	—	3
1930	14	3	1	—	1	1
1931	3	—	1	1	3	4
1932	10	—	—	1	—	4
1933	6	1	3	—	1	7
1934	5	4	—	3	3	4
1935	3	2	1	1	1	2
1936	—	—	—	—	1	10
1937	—	—	—	—	—	—
1938	2	1	—	—	—	2
1939	1	—	—	—	1	3
1940	8	—	—	—	1	3
1941	4	4	—	—	4	7
1942	—	—	—	1	1	—

第13表 上札内の風向

年	V	VI	VII	VIII	IX	X
1924	E	E	ES, SE	E	W	N
1925	NE	E	W, NW	E	W	N
1926	NW	NE	NE, NW	W	W	NW
1927	N, NW	NE, E	W	W	NW	NW
1928	N	NE, SW	NE	NE	NE	N
1929	N	N	N	N	N	N
1930	NE	N	N	NE	N	N
1931	N	SE	SE	SE	E	SE
1932	SE	SE	E	N	N	E
1933	SE	E, SE	E, SE	E, SE	—	—
1934	E	E	E	E	E	N
1935	E	E	E	E	E	NE
1936	E	E	E	E	W	E
1937	W	E	E	E	E	N
1938	SE	SE	SE	SE	—	—
1939	E, NW	N	E	E	—	NE, E
1940	NE	NE	NE	E	—	NE
1941	E	—	E	E	SE	—
1942	E	E	E	—	E	E
1943	E	E	E	E	SE	E, NW

摘 要

1) 国有防風保安林（カラマツ 樹高 12m, 林の幅 72m）の後方の風速は、林の直後では 60% に減少される。風速のもつとも弱まる範囲は、林の後方 3～5 倍付近で 30% 程度になる。この林の防風効果の範囲は大体樹高の 13～15 倍までである。

2) 風が林帯に対して斜に吹いた場合、風の流線は林の前面および林の後方で、林の方向に平行な方向に曲げられる。樹幹部を通過した風は、林後 3～5 倍付近で、林を越えてきた風と混合して、この範囲の風速は最も弱められる。林後 10 倍から後方では林の前方の風と同じ方向に復元する。風が林に平行することによつて防風効果範囲はいちじるしく減少される。

3) 同一の防風林で、林帯幅が 72m と 39m のときの風速減殺状態をくらべると、風速が 3～4m/sec の軟風では、必ずしも林帯幅の広い方が風速を弱めるということは観測されなかつた。ただし、防風林の構造も異なり風速もあまり強くないし、観測回数が少なかつたため、さらに検討が加えられなければならない。

4) 針葉樹と広葉樹の防風林とでは防風効果にどのような相違が現われるかをカラマツ防風林（樹高 12m, 林の幅 72m）とカシワ防風林（樹高 6m, 林の幅 110m）とで比較したところ、カシワ防風林の後方の風速の減少曲線はカラマツ防風林の場合と似ているが、風速は平均約 20% 少なかつた。しかし観測を行つた季節に、カシワが開葉していなかつたから、この結果を直ちに一般にあてはめることは危険であらう。

5) 樹高 4～5m, 2 列植えの A 耕地防風林の防風効果は、風向が林帯にほぼ直角の場合、林後 10 倍まで期待される。

6) D 耕地防風林（樹高 7m, 3 列植え）では、林帯幅 4m を吹きぬけるうちに風速は 20% 減少され、林後 2～3 倍で最少となり、50～60% になる。林後 5～10 倍付近では急速に回復して、20 倍では林前の風速と同じになる。

この林帯が地上から 1.6m の間下枝のない場合には、風速は林の直後でかえつて林の直前より 10% 増加する。林後 2～5 倍で 70% 程度にしか減速されない。しかし 10 倍から後方では下枝がある場合と同じ状態になる。また、この場合の風速の垂直分布をみると、下枝のない樹冠部を吹きぬけるときに加速されて、樹幹の高さの 1/2 よりやや上方で風速は最大となる。これらのことから、下枝のない防風林では、後方 5～10H 付近まで風速の減少率は低下する。しかし、効果範囲には影響を及ぼさないことがわかる。

7) 周囲が全く耕地防風林（3 列植え樹高 7m）で囲まれた箱型の耕地（353m×84m）内は風からよく守られている。最も風の強いところでも風速は 90% 程度となり、しかもその範囲はわずかである。耕地のほぼ中央部では 50% に減速される。防風林の中に欠けたところがあると、風穴になり、その後方の風速は増加する。

む す び

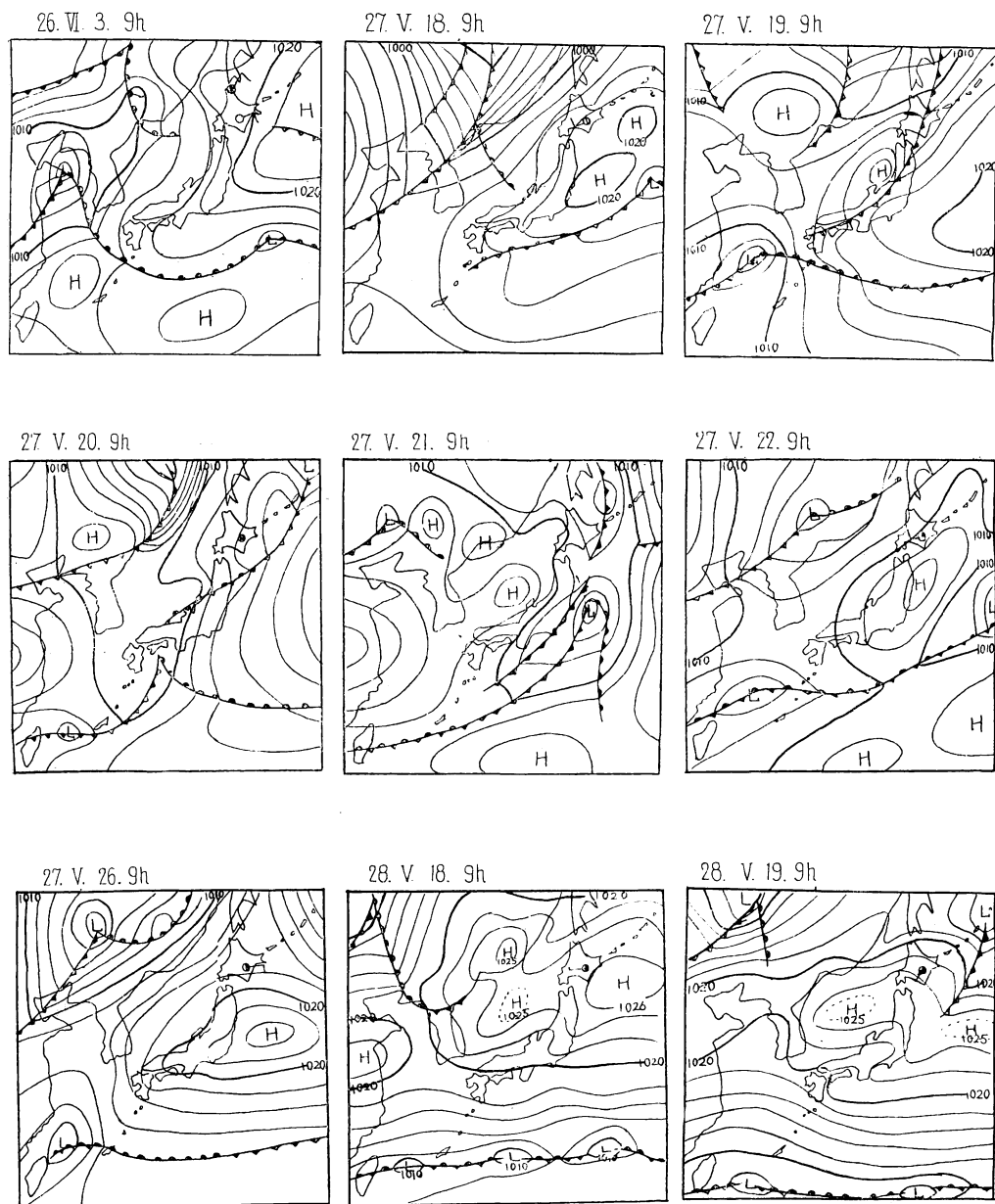
防風林の機能は複雑であつて、その効用は広範囲の因子の解明を要するので、営林、営農上の切実な問題である防風林の効果について科学的解明がきわめて要望されている。したがつて、防風林の育成にあつては樹種、幅員、間隔、密度等を考慮して有効に実施しなければならないのは当然である。防風林の

機能の究明とその実際的应用について防風林試験の負わされた使命は多難で、今後の研究にまつものが多い。

この調査の結果は初期の目標に達するには、なお、ほど遠いものがあるが、逐次補足究明の機会の恵まれんことを希うものである

文 献

- 1) 飯塚 肇：防風林による風蝕の防止，林業試験場研究報告， No. 45 (1950)
- 2) 河田三治：防災林に関する調査報告，治山事業参考資料，第2輯，林野庁 (1950)
- 3) 飯塚 肇：防風林の巾(厚み)について，林業試験場研究報告，No. 56 (1952)
- 4) M. IWASAKI: The Hidrodynamical Investigation of the Thickness of Windbreaks. Reports of Research Institute fro Applied Mechanics, Kyushu University. Vol. 1, No. 3, 1952.
- 5) 2) と同じ
- 6) 小野寺・増田・石川：防風林前後の風速水平分布について，第 63 回日本林学会大会講演集，p. 223～225，昭 29.4，(1954)
- 7) 2) と同じ
- 8) 2) と同じ
- 9) 田中貞雄：風害地帯屋敷林の活用，林業技術，No. 216，p. 13～15，(1952)
- 10) 4) と同じ
- 11) 2) と同じ
- 12) 3) と同じ



付 図 観測日の気圧配置図

Shigeru ONODERA, Hisao MASUDA and Masayuki ISHIKAWA :

On the Effects of the Windbreak.

Résumé

Tokachi district has profuse strong winds and soil-blowing at spring season. Windbreaks develop in this district to a great extent and act as a network for the purpose of protecting cultivated lands from the strong wind and blowing of surface soil.

We made meteorological observations to study the effects of windbreaks at Nakasatsunai village, Tokachi district, from 1951 to 1953. Meteorological instruments such as anemoscopes, Robinson's anemometers and small 3-cup anemometers were installed around the windbreaks. Wind directions, horizontal and vertical wind velocity were recorded semi-automatically.

Results of observations are as follows :

1) Wind velocity is decreased about 40% just behind the windbreak (12 m tree-height, 72 m width) and 70% within the zone of 3~5 H (H=distance from the rear side of the windbreak-fringe indicated by tree-height). The range of calming-effect of the forest reaches about 13~15 H.

2) When the wind blows at an oblique angle to the belt, the wind direction to the front of the forest forms a small angle with the belt, penetrating through tree stems almost at right angles to it. The wind passing through the windbreak is mixed with the wind which comes over the crown of the trees. In this 3~5 H area, wind speed falls to its minimum. Wind direction changes to the same as that of the front at the back of 10 H line.

3) Slightly different interception effect was observed with the width of an identical windbreak being in spread coverage area size 72 m and 39 m. Therefore, the interception effect of the windbreak does not always seem to be dependent on the width of the forest.

4) Wind velocity ratio behind the larch-tree windbreak (12 m tree-height, 72 m width) is greater by 20%, on an average, than that of Kashiwa-oak (6 m tree-height, 110 m width). But when the observations were made, leaves of the Kashiwa-oak had not become fully open.

5) Wind velocity decreases about 20% when the wind passes through the larch-tree windbreak (7 m tree-height, 3 rows and 4 m width), and becomes its minimum value of 50~60% within 2~3 H. The wind speed accelerates rapidly in the range of 5~10 H and regains its 100% at 20 H. When the branches of the identical windbreak are cut down from the ground to 1.6 m height, the wind velocity tends to accelerate just behind the belt, and comes to a maximum at 1 m height from the ground. Degree of reduction of wind velocity at the back of 10 H, by this windbreak, is about the same as that in the case of no branch cutting.

6) The area (353 m×84 m) surrounded by windbreaks of 3-rows is well protected from the wind. The wind velocity is decreased less than 90% in the most part. In the middle part of this space, wind velocity comes to be 50%. If there is an opening in the belt, the wind penetrates through it, and wind speed accelerates in the rear of the belt.



写真1 カラマツ国有防風保安林の林相

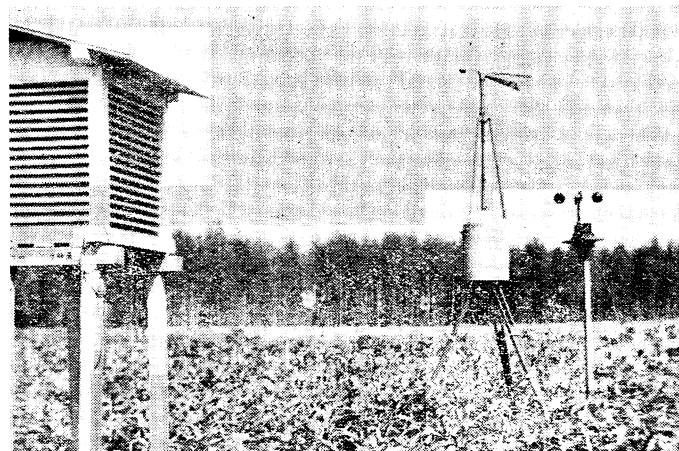


写真2 国有防風保安林前方の標準観測点

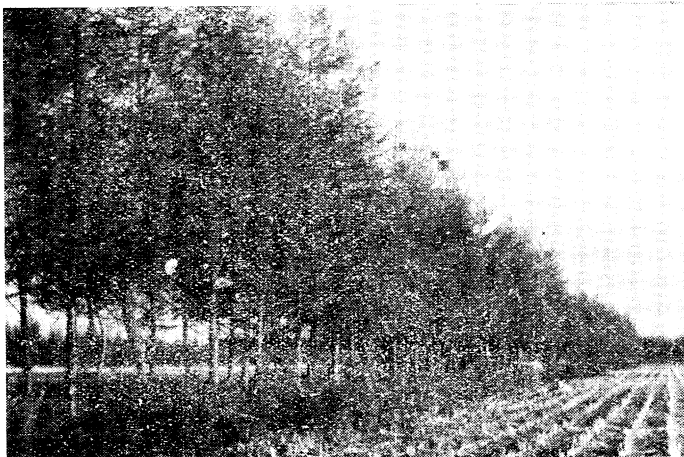


写真3 下枝を地上1.6m取り除いたD耕地防風林



写真4 カウンター



写真5 国有防風保安林後方の観測点

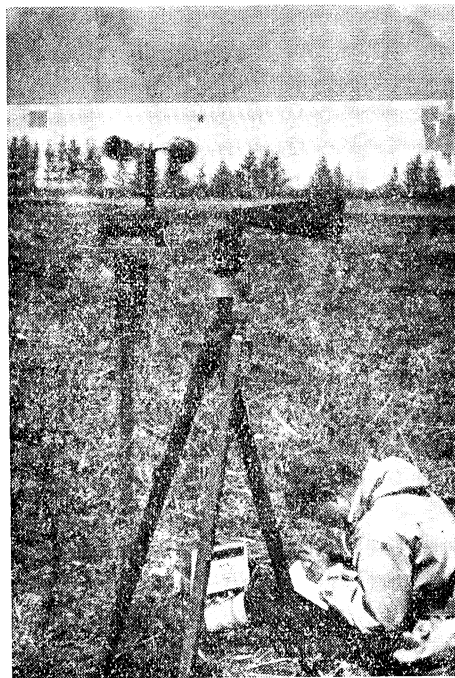


写真6 国有防風保安林の林後5倍の観測点

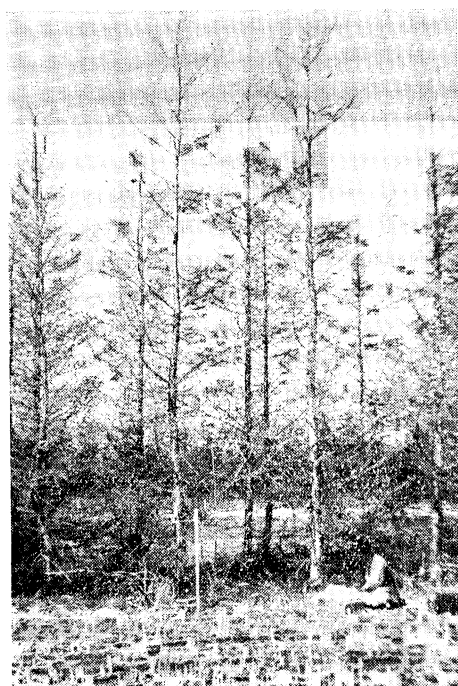


写真7

D耕地防風林における風速の水平分布の観測

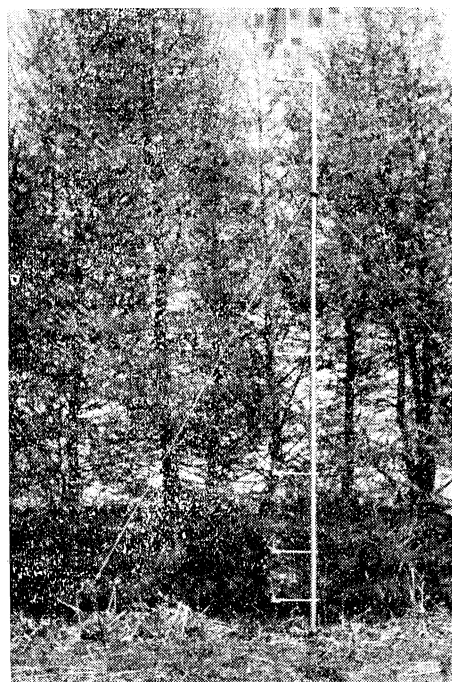


写真8 理工研型小型ロビンソン風速計による風速の垂直分布の観測