

保 護 樹 帶 設 定 法

I 試験担当者

主査 造林部造林科長 蜂屋欣二

本場防災部 防災科長 榎山徳治

防災第一研究室 松岡広雄 石川政幸 河合英二

本場造林部 植生研究室 荻住 昇 寺田正男

木曽分場 造林研究室 百瀬行男 荒井国幸

北海道支場 育林部長 土井恭次(前) 原田 洸(現)

造林第一研究室 坂上幸雄

造林第二研究室 森田健次郎

II 試験目的

国有林においては「国有林野における新たな施業方法」を48年3月に定め、それに基づいて森林の多目的効用を十分発揮し得るよう施業を行いつつある。

皆伐施業にあっては伐区面積を保安林でおおむね5ha以下、保安林以外ではおおむね20ha以下とするとともに、小面積区画皆伐、帯状皆伐等特定の伐採方法の場合をのぞいて、保護樹帯の設定を積極的に行なうこととしている。

保護樹帯は新生林分の保護、土砂流出防止、自然景観の維持などを目的として、必要な尾根筋、溪流沿い、林道沿線などを主体として、幅員30m(平坦地)～40m(傾斜地)を基準として設定することとなっている。

山地の複雑な地形要因に関連する山岳気象や地形、林況によって微妙に変化する微気象の解明は現在でもなお不十分であって、保護樹帯の機能を定量的にとらえてその設定方法を明らかにすることは出来ないが、保護樹帯の効用は古くより経験的に十分認識されてきたところである。

今後「新たな森林施業」の推進につれて、保護樹帯のより合理的な設定方法が明らかにされていこうが、現在各地での事例を中心に解析し、問題点をあげて今後の保護樹帯設定に資する目的で、本研究が行なわれた。

III 研究経過

保護樹帯の現状を認識して問題点を取りだし、今後の設定に資するという目的に沿うため、短期間の調査研究(49, 50年の2か年)を計画した。

まず林野庁において実施された各局の保護樹帯設定の事例調査より、既往の設定目的、設定方法などについてその概要を認識した。

保護樹帯の効用のうち土砂流出防止の機能については別途調査研究が行なわれているので、ここでは主として新生林分の保護機能のうち防風機能と霜害防止を取りあげ、さらにまた中部、北関東地域の山地帯における設定事例を現地調査して、設定法および維持管理法についての問題点を検討した。研究項目とその分担は次のとおりである。

- A 保護樹帯の防風機能と設定法(防災部)
- B 寒害とくに霜害防止のための保護樹帯設定法(北海道支場)
- C 保護樹帯の設定事例解析 — (1) (造林部)
- D “ — (2) (木曽分場)
- E 今後の問題点

IV 研究成果

A 保護樹帯の防風機能と設定法(防災部)

わが国に保護樹帯の設定計画が始まった時には防風を主な目的としていた。300年程前、琉球林業にみられる抱護林思想も台風、潮風、季節風から森林を保護する樹帯を設けるものであった。昭和元年、2年、熊本営林局管内を襲った暴風被害の報告、昭和9年、木曽御料林の被害調査報告、昭和34年、東京営林局管内の風害調査報告でも保護樹帯の必要を説いている。これらはいずれも異常な風に対するものであるが、常風に対する保護樹帯の必要度も大きく、前橋営林局中之条営林署で試験を続けている寒風害防止の樹帯はその例である。

このように風の防止を主目的にした場合には異常風、常風を対象にするが、異常風を直接、樹帯で防ぐのは難しく、時には樹帯の風害、それによる保護地の二次被害まで起り得る。保護樹帯の効果はむしろ常風に対して大きいものと考えられる。この保護樹帯の造成に新植、既存林分の伐り残し方法があるが、伐採後の新植保護地への効果をすぐ期待するところから、伐区周辺部の伐り残しの方法がとられているのがほとんどである。そのため、保護樹帯は設定後かなりの期間、林衣がなく枝下があがり弱々しい林分状態になっている。

ここでは、風に対する保護樹帯の機能を明らかにするよう現地調査と模型を用いた風洞実験を行なったので報告する。

a 保護樹帯の防風機能に関する現地調査

a-1 調査場所と日時

調査候補地として小面積皆伐が行なわれて既に保護樹帯が設定され、しかも、資料が整備されている東京営林局管内各営林署の施業指標林、施業標準林を検討し、天城営林署管内の施業指標林を含む地域を調査対象に選んだ。

調査地は天城営林署棚場山国有林天城事業区318林班い小班1号、3号にあり、東西に走る沢沿いの北斜面で傾斜は15~35度、平均25度である。伐区は沢から尾根にかけて細長い形になっていて、標高差は200mである。面積は1号地4.75ha、3号地3.6haである。林班内には多くの保護樹帯が設定されている(図1)。

予備調査に続いて本調査を風の強い春先き、昭和51年3月22日~25日に実施した。

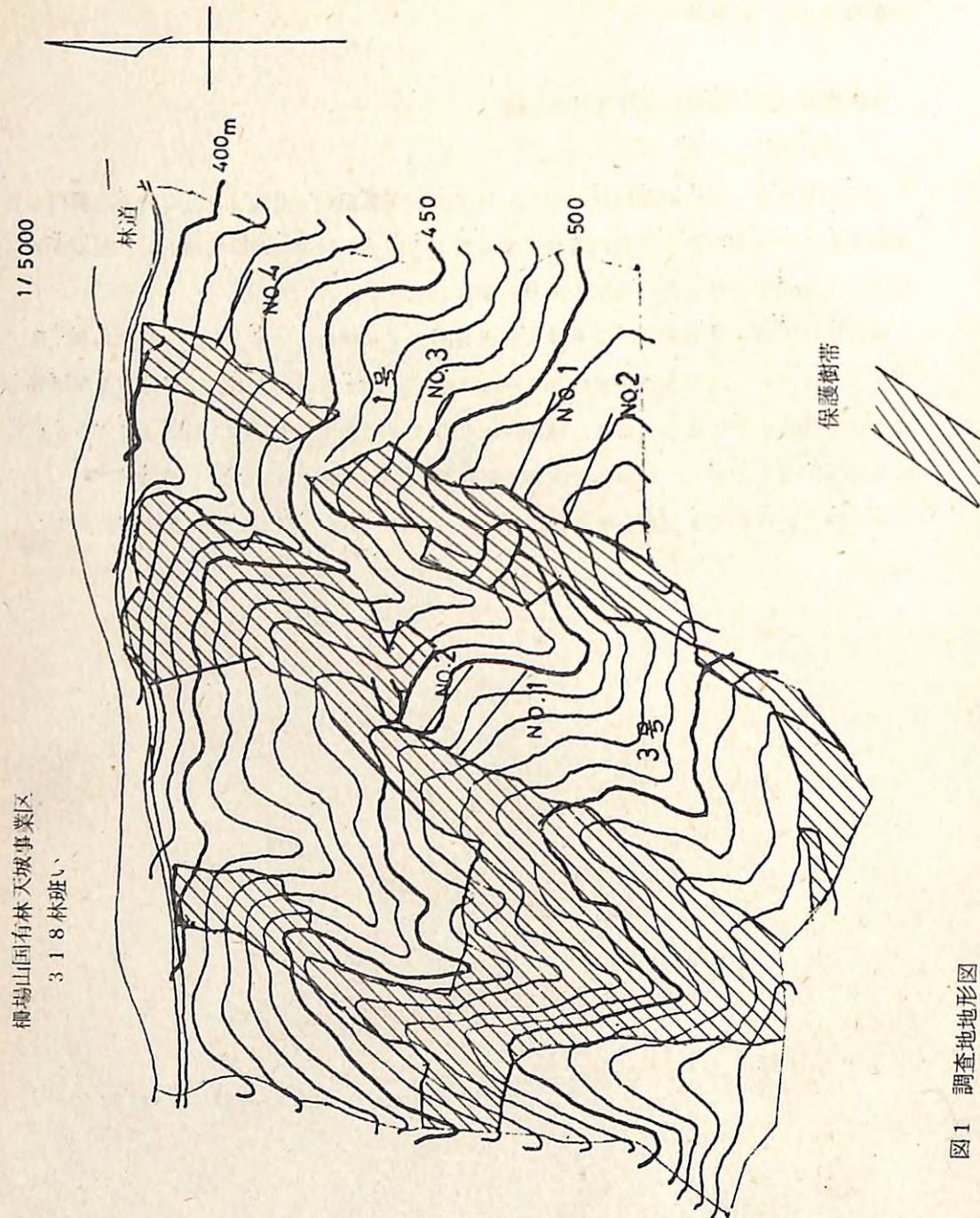


図1 調査地形図

a-2 調査時の気象条件

調査地域は3, 4月に駿河湾から伊豆半島西岸沿いの山を越え吹いてくる風が強い。調査期間中は西高東低の気圧配置, 晴天で西風が吹き続いたが, 風速は弱かった。

a-3 調査の方法

318林班内で, 調査時に吹いた西風に直角となる保護樹帯を選び, 保護樹帯の直角方向に風の測定のための測線を取り, 樹高倍数(現地で測定した平均的樹高と表2の毎木調査による平均高とは異なっている)の地点を測定地点とした。地形の関係で一部, 樹高倍数に合わないところもあった。測線は1号地に4箇所, 3号地に2箇所とった。測線の位置, 測線長は図1と表1に示した。1号地 $\alpha 1 \sim \alpha 4$, 3号地 $\alpha 1 \sim \alpha 2$ の測定終点より風下はいずれも地形に急激な変化があり, 樹帯の作用より地形の影響が大きいものと考えられるので測定は行なわなかった。

表1 測線位置

場 所	保護樹帯方位	測線方位	測線長 m	樹帯高 m
318 い 1号 $\alpha 1$	S 25° W	S 65° E	72	9
$\alpha 2$	S 23° W	S 72° E	83	9
$\alpha 3$	S 17° W	S 69° E	60	12
$\alpha 4$	S 28° W	S 65° E	60	15
318 い 3号 $\alpha 1$	S 15° W	S 53° E	78	13
$\alpha 2$	S 15° W	S 57° E	65	13

測定にはアサノ式風向風速計を用い, 5分間ずつ3回くり返して計測し, 5分間にそれぞれ2回風向を読みとった。測定は全点同時(1測線上の)であったが, 測線が長いときは風速計を全点に配置できなかったので移動測定を行なった。基準点は, 1号地では測線 $\alpha 1$ の最終点72mに, 3号地では $\alpha 1$ の65m点より沢寄り5mのところに置いた。これらの基準点はいずれも保護樹帯の影響範囲内にあったが, 他に適当な場所がないのでやむを得ず基準点としたものである。

保護樹帯の構成については測線を中心に樹帯前縁から後縁まで幅10mのベルトを設

け、毎木調査をした。

a-4 調査結果

a-4-1 保護樹帯

調査地1号、3号の保護樹帯は尾根筋と尾根から沢への小尾根沿いに設定され、伐区を囲んでいる。測線上の保護樹帯の構成は表2に示した。隣接する各伐区にも保護樹帯が設けられている。保護樹帯の樹種はスギが大部分を占め、広葉樹がわずかに混入している。いずれも伐り残し樹帯で枝下高は全般にあがっている。樹高は尾根寄りになるに従って低くなっている。尾根寄りの樹帯にはかん木が多く密になっており、沢近くの樹帯は疎である。調査した測線上の樹帯の横断面を模式的に図2に示した。1号地№2、№3の樹帯幅は広く風上部分は枝沢の付近まで達していた。

表2 保護樹帯の構成

場 所	保護樹帯幅 m	樹 種	本 数 ha当	平均胸高直 径 cm	平均 樹 高 m	材 積 m ³ /ha
318 い 1号 №1	22	スギ	1647	11.7	6.1	96.29
		広	176	11.0	5.8	7.65
	43	スギ	1300	17.8	10.2	223.28
		広	133	6.8	7.0	2.10
	53	スギ	2433	12.5	7.7	191.40
		広	600	6.9	6.2	10.93
	40	スギ	1050	27.2	16.5	578.00
	40	スギ	1575	20.8	12.3	405.75
318 い 3号 №1, 2	40	スギ	1575	20.8	12.3	405.75
		広	25	27.0	15.0	11.25

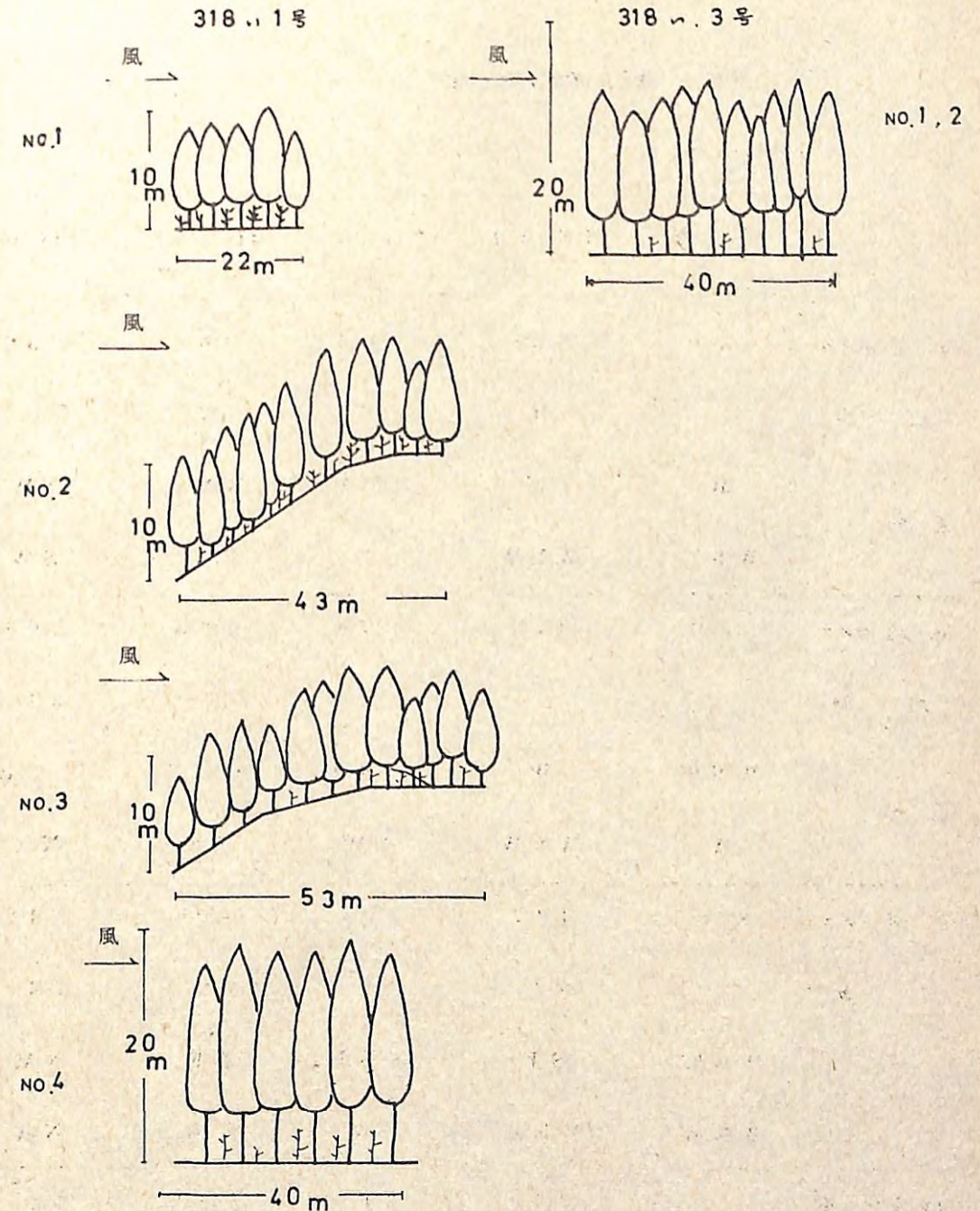


図2 調査保護樹帯の横断面模式図

a-4-2 風速

各測点の風速と風向の測定結果は表3に示した。

表3 風速, 風向, 風速比

318 い 1号 №1

	基 準	1H(9) m	2H(18) m	4H(36) m	6H(54) m
風 速 m/s	4.39	1.38	2.15	1.62	2.35
比 %		31	26	37	54
風 向	W	W	NNW	NNW	NW
	WSW	WNW	S	NW	SW
風 速 m/s	4.80	1.74	1.78	2.35	2.95
比 %		36	37	49	61
風 向	WSW	W	SSW	ENE	SSW
	W	WNW	NW	SE	NW
風 速 m/s	3.70	1.47	1.10	1.20	2.12
比 %		40	30	32	54
風 向	WNW	SE	SSE	SE	NW
	WNW	WNW	SW	NW	NW
比の平均 %		36	31	39	57

318 い 1号 №2

	基 準	1H(9) m	2H(18) m	4H(36) m	6H(54) m	8H(72) m	83 m
風速 m/s	3.85	1.22	0.90	1.25	1.62		
比 %		32	23	32	42		
風向	WSW	SE	SSE	SSE	WSW		
	WNW	WNW	E	NW	SE		
風速 m/s	5.15	1.37	0.92	1.28	1.68		
比 %		43	29	41	53		
風向	WSW	WNW	NW	NNW	WNW		
	WSW	NW	W	N	E		
風速 m/s	3.70	1.14	0.91	1.26	1.64		
比 %		31	25	34	44		
風向	W	NW	NNE	N	NW		
	WNW	E	W	NW	ESE		
風速 m/s	3.80			1.37	1.44	1.66	1.86
比 %				36	38	44	49
風向	WSW			E	ESE	NW	W
	WSW			W	NW	W	WSW
風速 m/s	3.50			1.12	1.64	2.28	3.15
比 %				32	47	65	90
風向	W			SSW	S	SSW	SW
	WSW			NNE	NNE	WSW	SSW
風速 m/s	2.62			0.96	1.28	1.27	1.35
比 %				37	49	48	52
風向	WNW			ENE	ENE	NE	WSW
	W			N	NNW	NNW	NW
比の平均 %		35	26	35	46	52	64

	基 準	2H(24m)	3H(36m)	4H(48m)	5H(60m)
風 速 m/s	3.10	1.26	1.18	1.12	1.65
比 %		41	38	36	53
風 向	WSW	SW	N	SW	WSW
	W	NNE	N	NW	NW
風 速 m/s	3.45	1.29	1.74	1.70	2.00
比 %		37	50	49	58
風 向	NNW	WNW	SE	S	SW
	WSW	SE	SE	SE	SSE
風 速 m/s	4.22	1.85	1.95	1.43	2.08
比 %		44	46	34	49
風 向	SW	E	ENE	ENE	ENE
	NW	NNE	N	SSW	SSW
比の平均 %		41	45	40	53

	基 準	1H(15m)	2H(30m)	43m	4H(60m)
風 速 m/s	3.35	0.90	1.32	1.12	0.85
比 %		27	39	33	25
風 向	W	E	NE	NE	N
	WSW	NNW	SSE	S	SSE
風 速 m/s	3.60	1.08	1.20	1.17	0.94
比 %		30	33	33	26
風 向	W	N	SE	SE	WSW
	W	ESE	SE	ENE	SE
風 速 m/s	2.70	1.00	0.83	0.58	0.50
比 %		37	31	21	19
風 向	NW	SSE	SSE	W	W
	NW	SE	SE	ENE	ESE
比の平均 %		31	34	29	23

	基 準	1H(13m)	2H(26m)	4H(52m)	6H(78m)
風 速 m/s	1.85	1.28	1.11	1.48	1.70
比 %		69	60	80	92
風 向	N	NE	NE	N	NNE
	NE	ENE	SE	ENE	NNE
風 速 m/s	1.35	1.22	1.00	1.14	1.28
比 %		90	74	84	95
風 向	NW	SSE	WSW	E	NW
	N	NE	NNE	NNE	NE
風 速 m/s	0.98	1.20	1.10	0.98	1.05
比 %		122	112	100	107
風 向	N	ENE	NNE	NNE	NE
	NNE	WNE	N	NE	N
比の平均 %		94	82	88	98

	基 準	1H(13m)	2H(26m)	3H(39m)	5H(65m)
風 速 m/s	0.90	1.24	0.96	1.15	1.18
比 %		138	107	128	131
風 向	N	NNE	NNE	NNW	N
	NNE	SSE	S	S	S
風 速 m/s	1.30	1.22	1.00	1.12	1.49
比 %		136	111	124	166
風 向	N	NE	NE	NNE	N
	N	NE	NE	NE	N
風 速 m/s	2.20	0.86	0.60	0.85	1.70
比 %		96	67	94	189
風 向	NNW	ESE	SSE	S	WNW
	N	N	ENE	ESE	NNW
比の平均 %		123	95	115	162

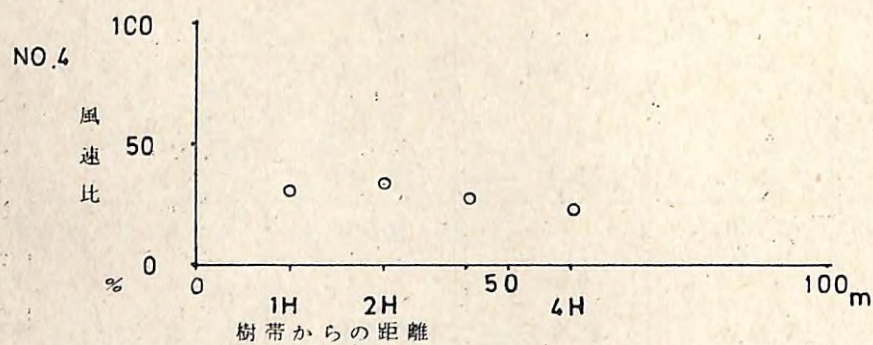
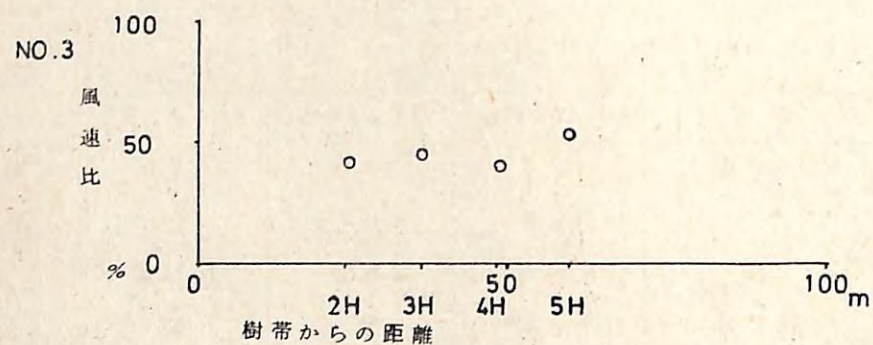
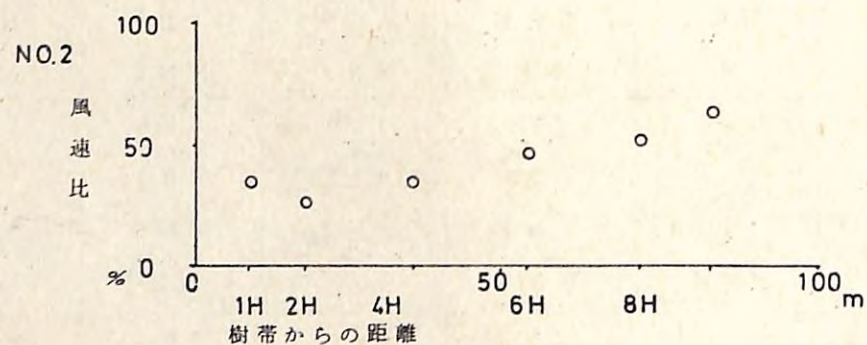
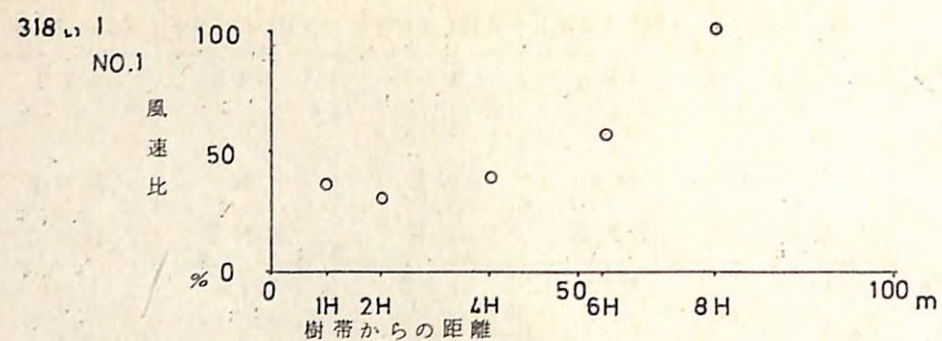


図3-1 風速の水平分布

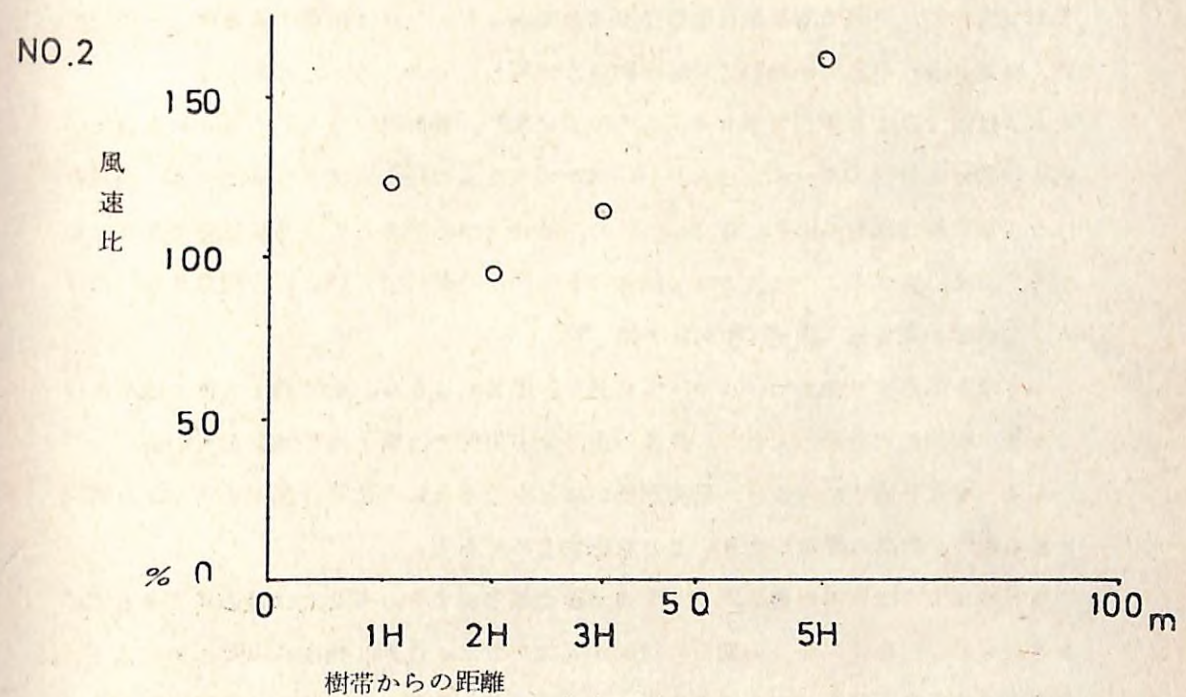
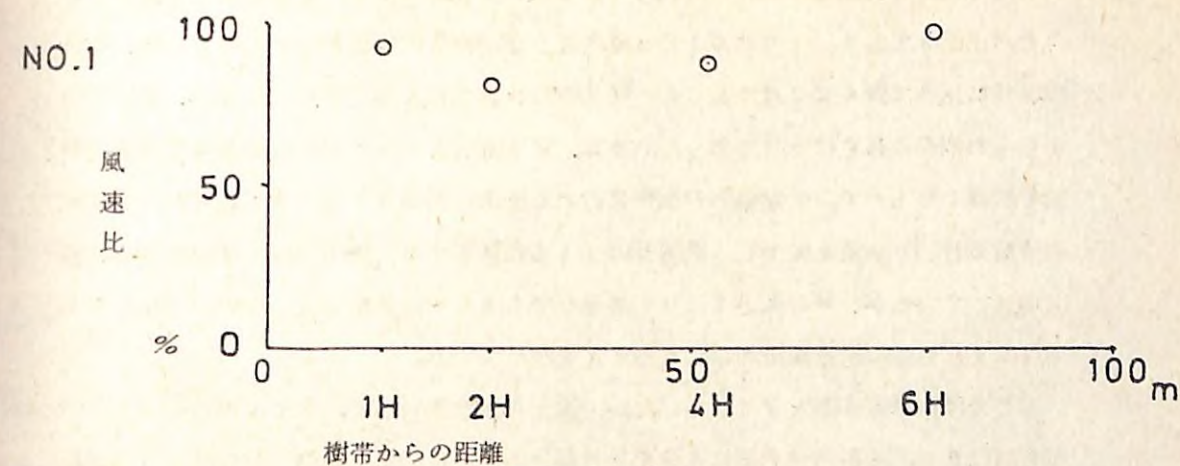


図3の2

a 1号地内の各測定点の風速と同地内の基準点の風速との比を求め各測線の風速分布をみたのが図3である。1号地 $\#1$ では樹帯風上が崩壊復旧斜面となっているため、樹帯幅は他に比べて狭く22mであった。平均樹高は表2によると6mであるが、風下方向からみた樹帯の高さは9mであった。また、風下方向からみた樹帯の透過率（写真で判読し計算したもので、一定幅内の樹帯に占める空隙の面積比）は5%であった。風は樹高倍数2H辺りが最も減少し、風速比は31%に低下する。後方へ行くにつれ風速は順次増加しているが、林の風下72mの基準点でもまだ一定になっていない。すなわち基準点はまだ樹帯の風速減少範囲にあることを示している。

$\#2$ では樹帯幅が広く43mあったが、風上前面は傾斜地で、平坦部の幅は20m、樹帯高は9m、樹帯の透過率は8%で樹幹部分がすいていた。風速の減少は $\#1$ 同様、2Hで大きく、9Hでも基準風速の70%台であった。これは測点が基準点より幾分低いほかに設けられていたため地形の影響が作用したものと考えられる。

$\#3$ は前2点より標高で30m下方の位置にあり、樹帯幅は最も広く53mあったが、風上傾斜地部分が多く、測定点と同一レベルの平坦部分の幅は20mである。透過率は11%で樹冠部分の空隙が目立っていた。風速比は各測点とも50%程度である。しかも、 $\#1$ 、 $\#2$ のように後方ほど増加する傾向が明確にでていない。測点5H以遠は大きく地形が落ち込み測定は不可能であった。

$\#4$ は基準点より標高で80m下方にあり、樹帯幅40m、樹帯高15mで透過率は25%、樹幹部に空隙が大きい。風速分布は測定範囲では風下ほど減少している。

$\#1 \sim \#4$ を通じてみると、標高が低いほど樹高が高いのに風速比が小さくなる傾向にあるのは、標高の影響の大きいことを示すものである。

3号地 $\#1$ では樹帯の透過率が15%で幹の部分がすき、 $\#2$ では透過率2%と密であるにもかかわらず、 $\#2$ の樹帯の効果が少なかった。これは表3をみてわかるように、測定当日の風向が林帯に対して斜めで、とくに、 $\#2$ 測線の測定時には風が沢に沿って吹きあげ、樹帯の効果がほとんどなかったためである。

b 保護樹帯に関する模型実験

保護樹帯は一般に尾根筋に設定されるが、斜面長が長いときや、沢に沿って風が吹き上ってくるような地形条件のところでは、斜面の途中に設定することもある。この場合、風に及ぼす斜面の影響や樹帯の防風機能は傾斜や林帯の位置によって変わってくるが、適

当な条件の場所が少ないため現地調査によって確かめることはできなかった。そこで模型を用いた風洞実験で斜面の影響と保護樹帯の防風機能を調べることにした。

b-1 実験方法

山地模型と保護樹帯模型を作成し、風洞測定部に取り付け、山地模型と保護樹帯模型の有無によって風がどのように変化するかを測定するよう計画した。

風洞： 林業試験場防災部の循環式噴流型の風洞を使用した。吹出し口の断面は 1.0×1.0 mの正方形で測定部の長さは140cmある。

模型： 山地模型は測定や結果の解析を容易にするため地形を単純化したもので、風上斜面の傾斜が20度と30度の2種の模型を木質材料を用いて製作した。縮尺は測定部の大きさや測定精度を考慮して1/50とした。傾斜20度、30度の模型とも高さ15.5cmである。したがって30度の模型の斜面長は20度のものに比べて短い。横の長さ15.4cmであった。保護樹帯の模型はしゃへい率（単位面積に占める針金の面積）48%の真ちゅう製のネットを径3mmの針金の枠に張ったもので、樹冠部を想定し上半分を二重にした。ネットの高さも1/50縮尺とし樹帯高20mに合せ4cm、横の長さを100cmに作った。

測定： 風洞吹出し口の上端と同一面に水平に取り付けた板に、風の流に直角に山地模型を固定し、保護樹帯模型を斜面に置いた場合と置かない場合の風速分布を測定した。山地模型は吹出し口より14cmの位置に斜面前縁が一致するように設置した（図4）。

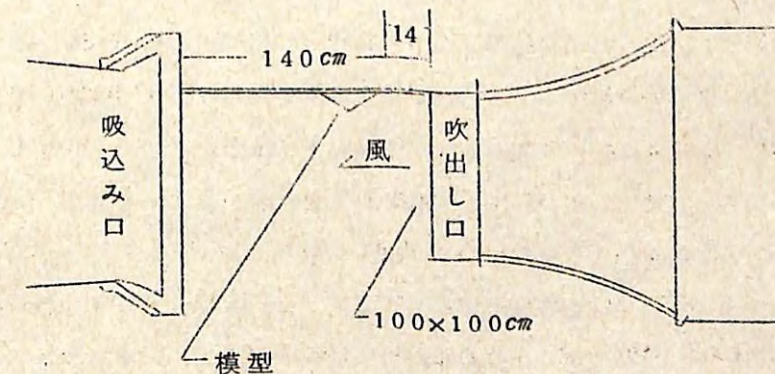


図4 風洞と実験装置

樹帯模型の位置は樹帯と山頂の距離があまり小さくならないように斜面前縁から12cmとし山地模型と平行して垂直に取り付けた。

測定点は斜面の風上では風洞吹出し口、吹出し口より5, 10, 14cmの点とし、斜面前縁より風下では2cm間隔とした。測定高は各点とも0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15cmである。測定数は傾斜20度の模型の場合250点, 30度で170点であった。

風速は5m/s, 10m/sを基準とした。

各点の風速は柴田化学KKのシリコン風速計ISA-2形を用いて測定した。斜面での測定に際しては毛糸のなびきかたによって風の流れを観察し、それにシリコン風速計のプローブが平行になるようにして行なった。

風速測定は1模型について各点の測定が終了するまで継続して行なった。

b-2 測定結果

測定ごとの風洞風速をまったく同じにすることはむずかしいので、各測定点の風速と風洞平均風速(\bar{U} :測定中、一様に流れている風で、風洞吹出し口の風の流に平行な側壁の部分2箇所の静圧の差から求めた風洞の風速)の関係を異なった風速について求めてグラフをつくり、グラフから風洞平均風速5m/s, 10m/sにおける各測定点の風速比を計算した。

風洞平均風速5m/s, 10m/s, 傾斜20度, 30度の場合の風速垂直分布を図5に示した。

図6には傾斜別の斜面における等風速線と、斜面に樹帯模型ネットを置いたときの等風速線を示した。距離は樹帯模型ネットの高さHの倍数で示してある。

傾斜が20度で樹帯模型ネットのない場合の風速垂直分布は図5に示すとおりで、高さ4cm以上の風速はほぼ一定であるが、4cm以下では床面に近づくほど小さくなる。風が斜面を吹き上っていくにつれて全体的に加速され、とくに床面近くの風速は相対的に加速の度合が大きく、上下の風速の差は小さくなる。ネットを配置した場合、ネットより後方の風速は実際の林の樹冠部に相当するネット二重部分の高さで最も減少し、斜面近くで再びいくらか増加する。しかし、さらに斜面の上方に行くにつれ、この傾向ははっきりしなくなるが、6H点でもまだネットの影響はなくなる。ネットより高い部分では逆に加速され、斜面の上方に行く程その割合は大きい。(図6)。

傾斜30度でネットのない場合も斜面上部へ行く程、全体が加速されるが、風速の強

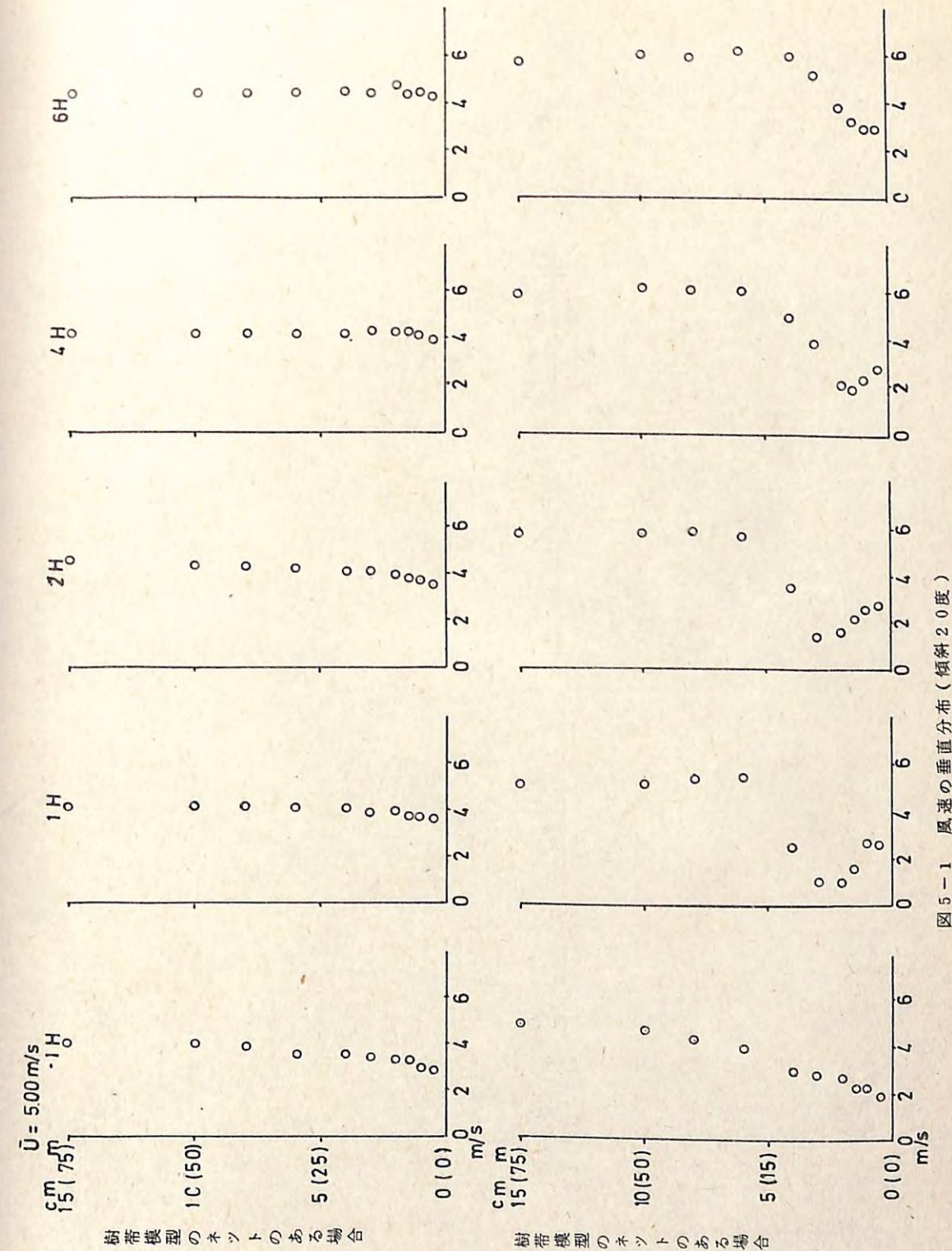


図5-1 風速の垂直分布(傾斜20度)

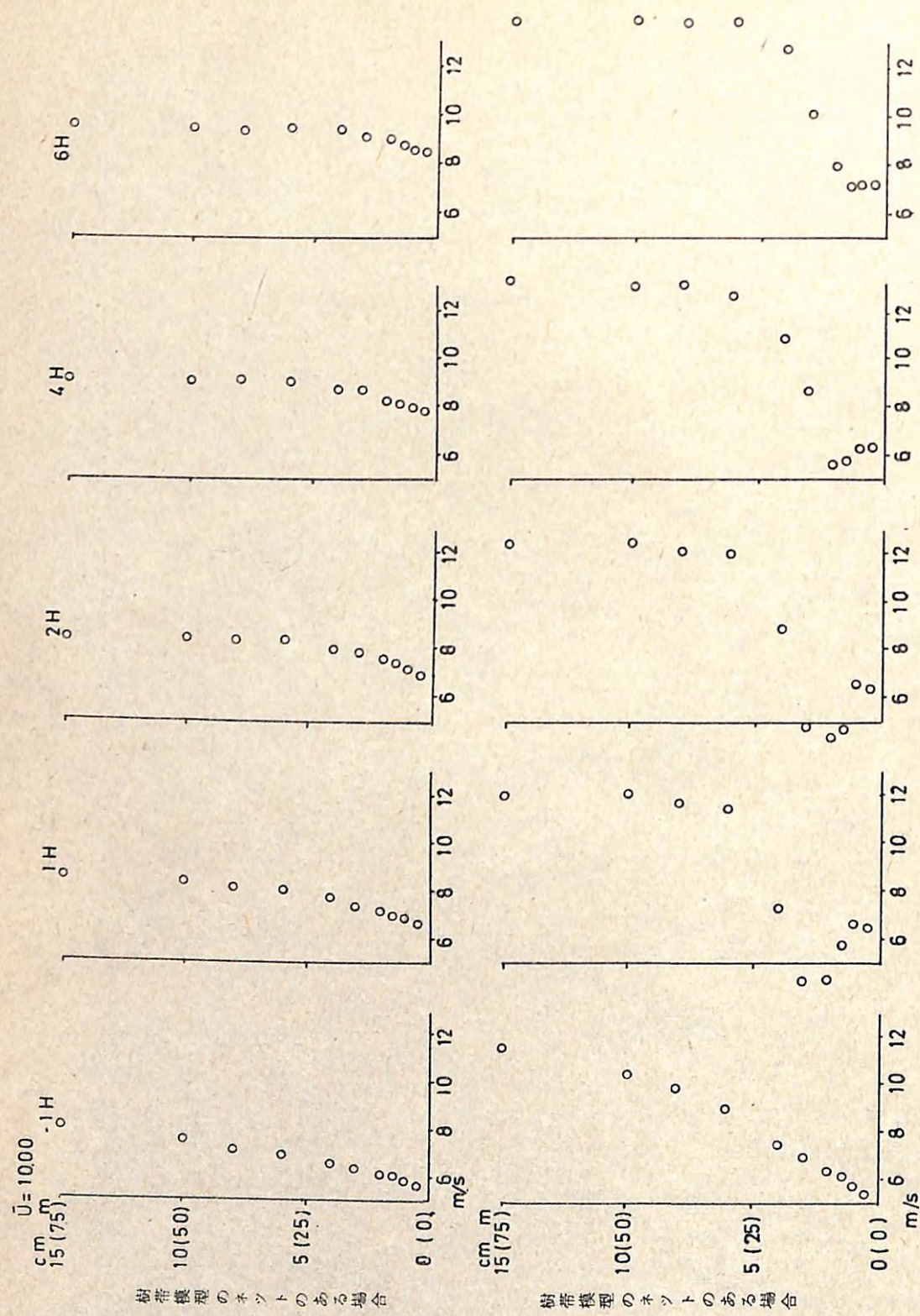


図5-2 風速の垂直分布 (傾斜20度)

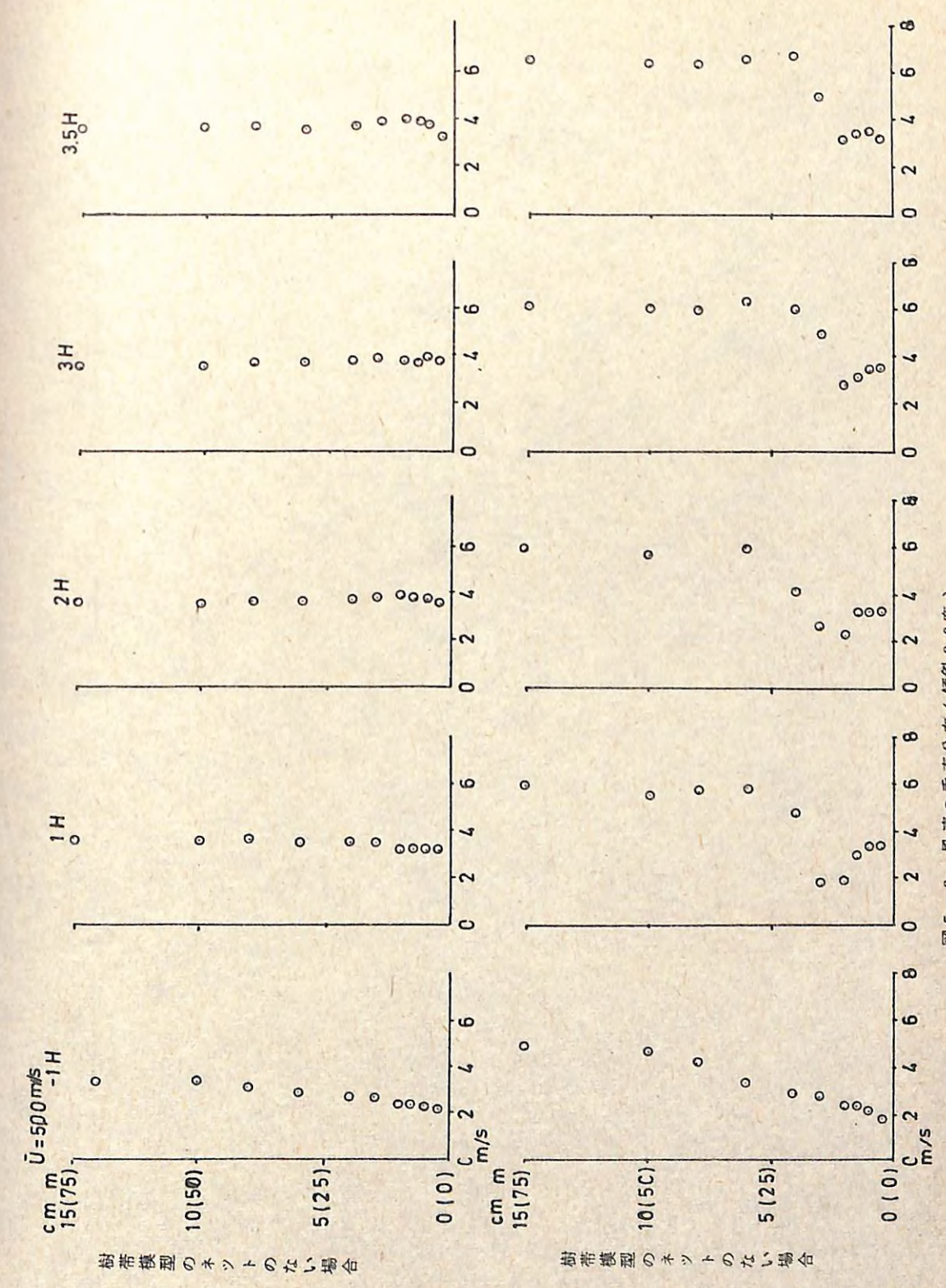


図5-3 風速の垂直分布 (傾斜30度)

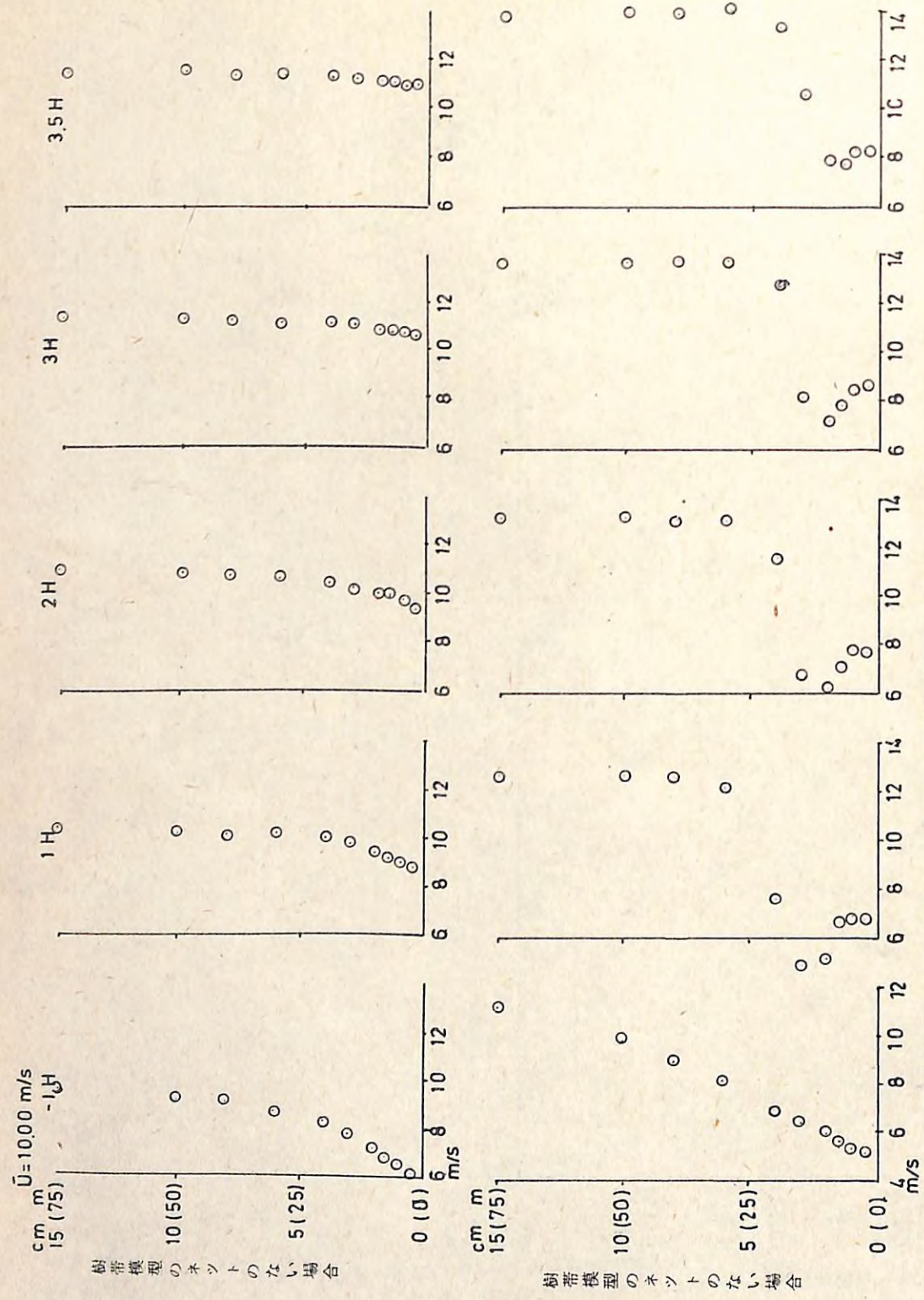


図 5-4 風速の垂直分布 (傾斜 30 度)

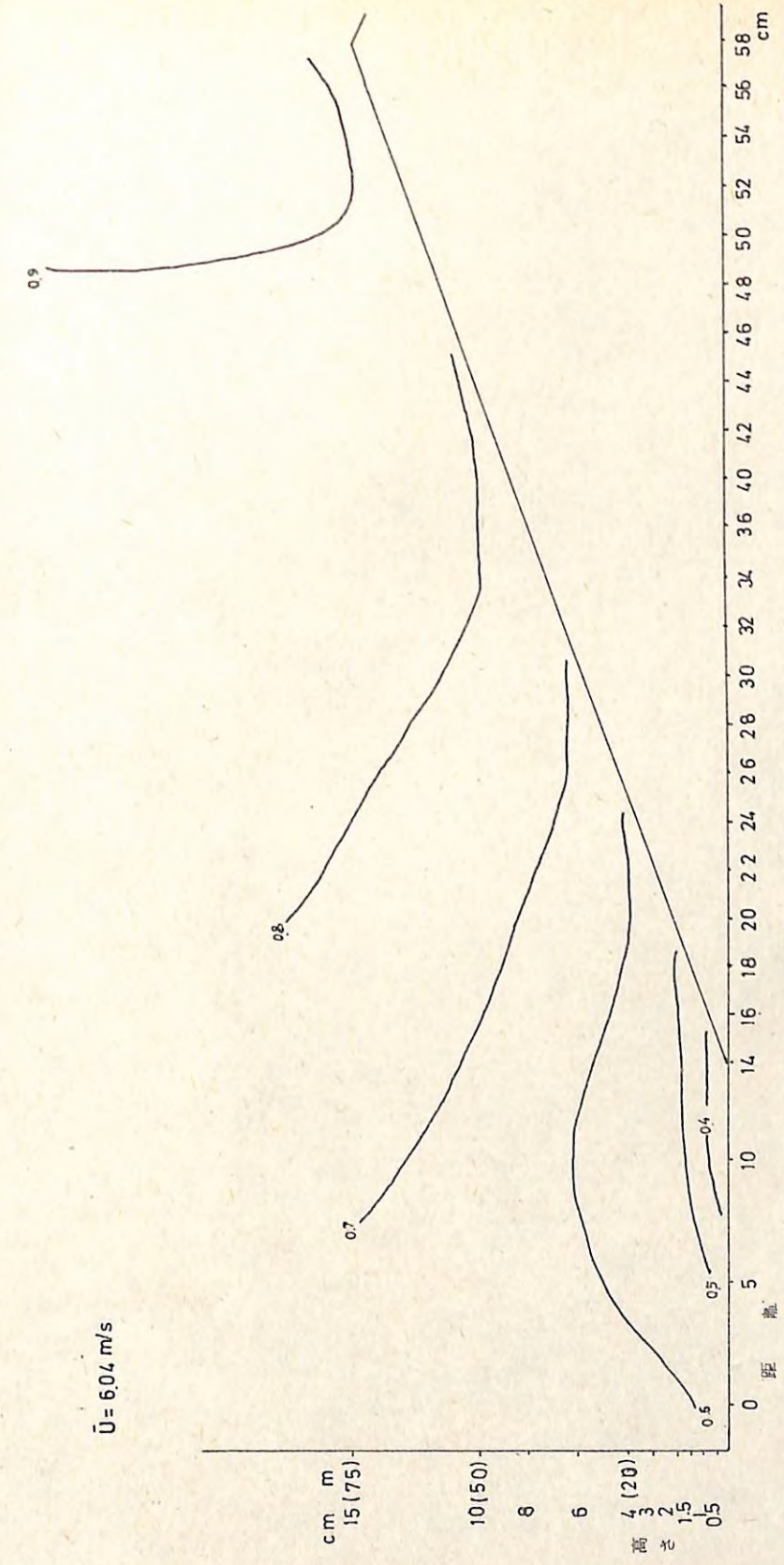


図 6-1 斜面が 20 度ときの風速分布

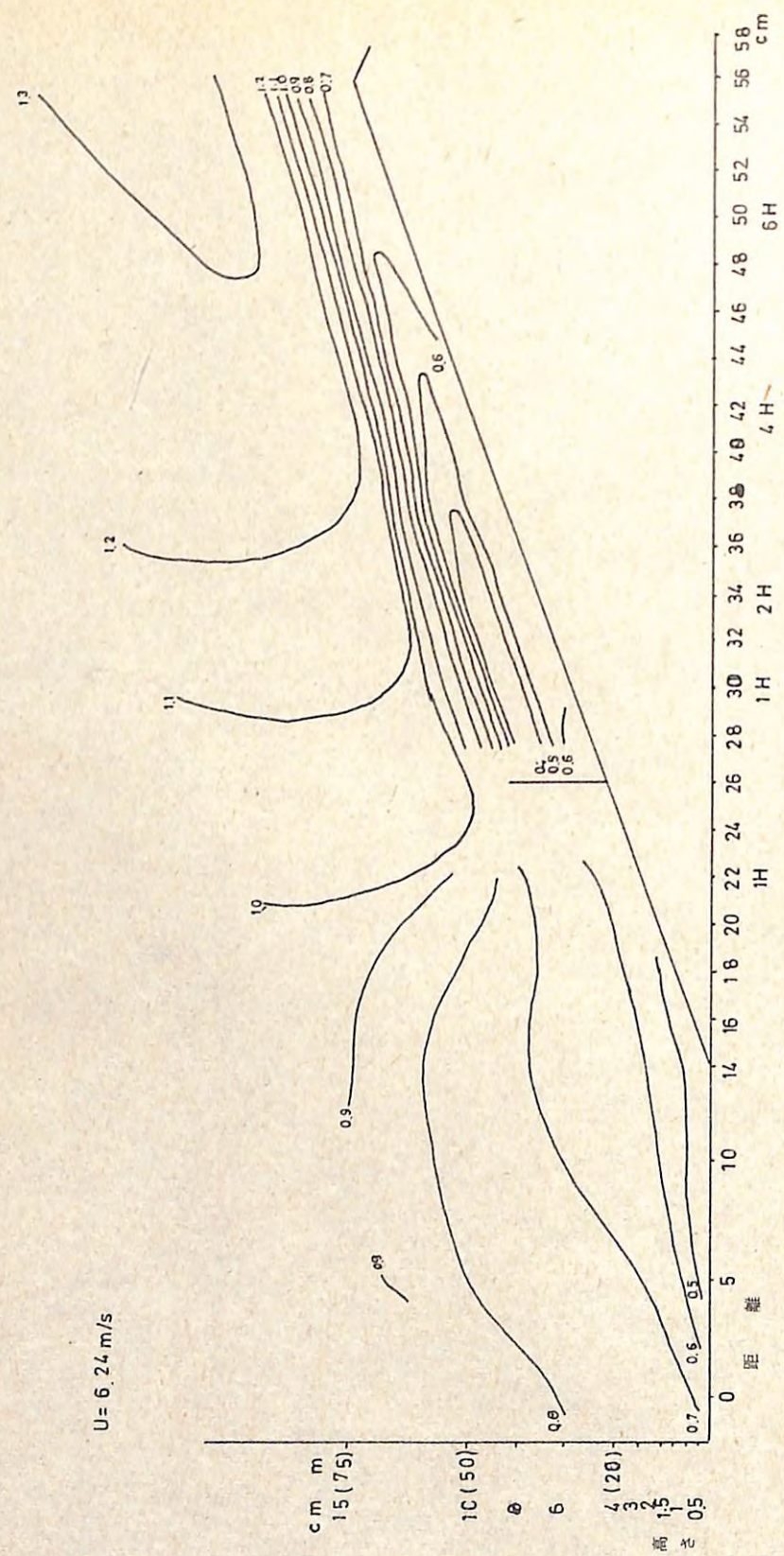


図6-2 斜面が20度で樹帯模型のネットがあるときの風速分布

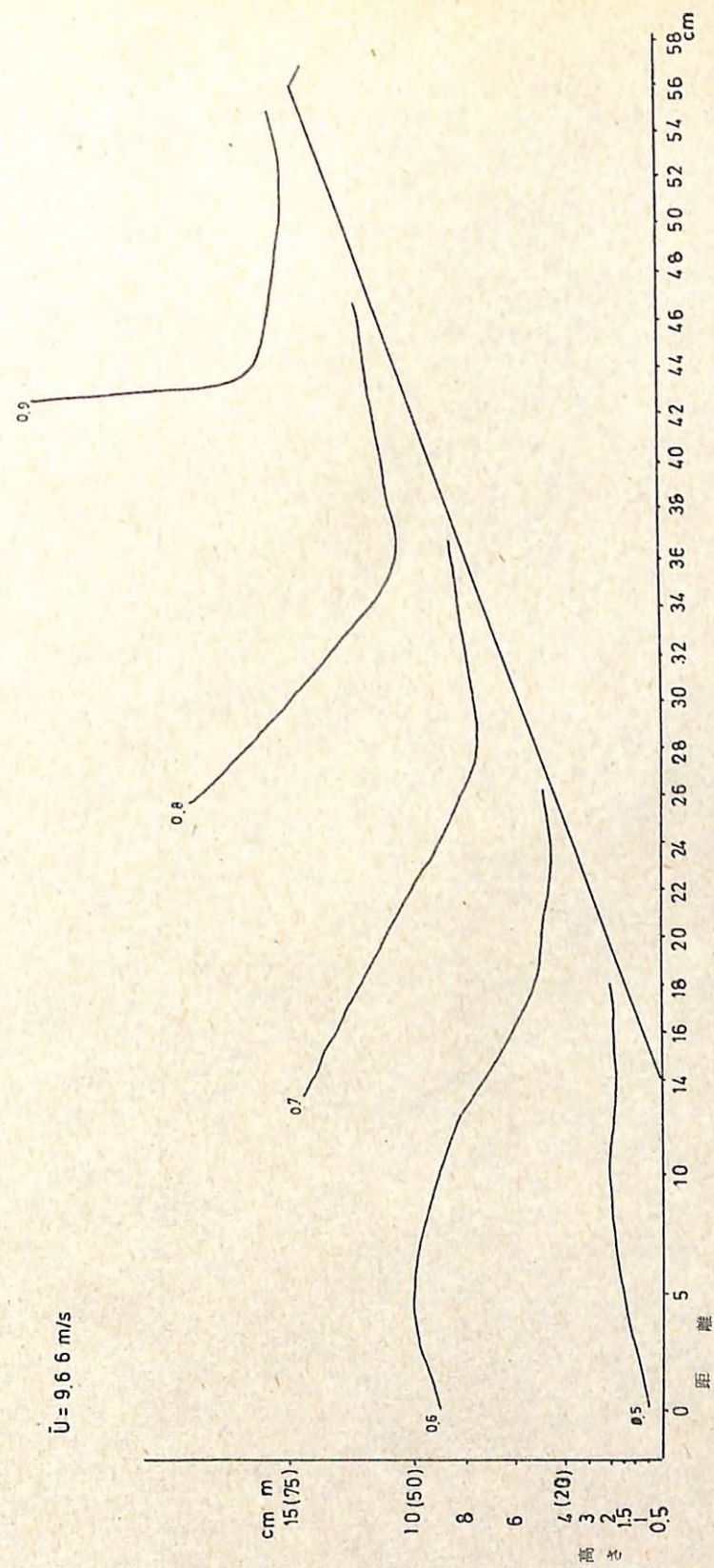


図6-3 斜面が20度ときの風速分布

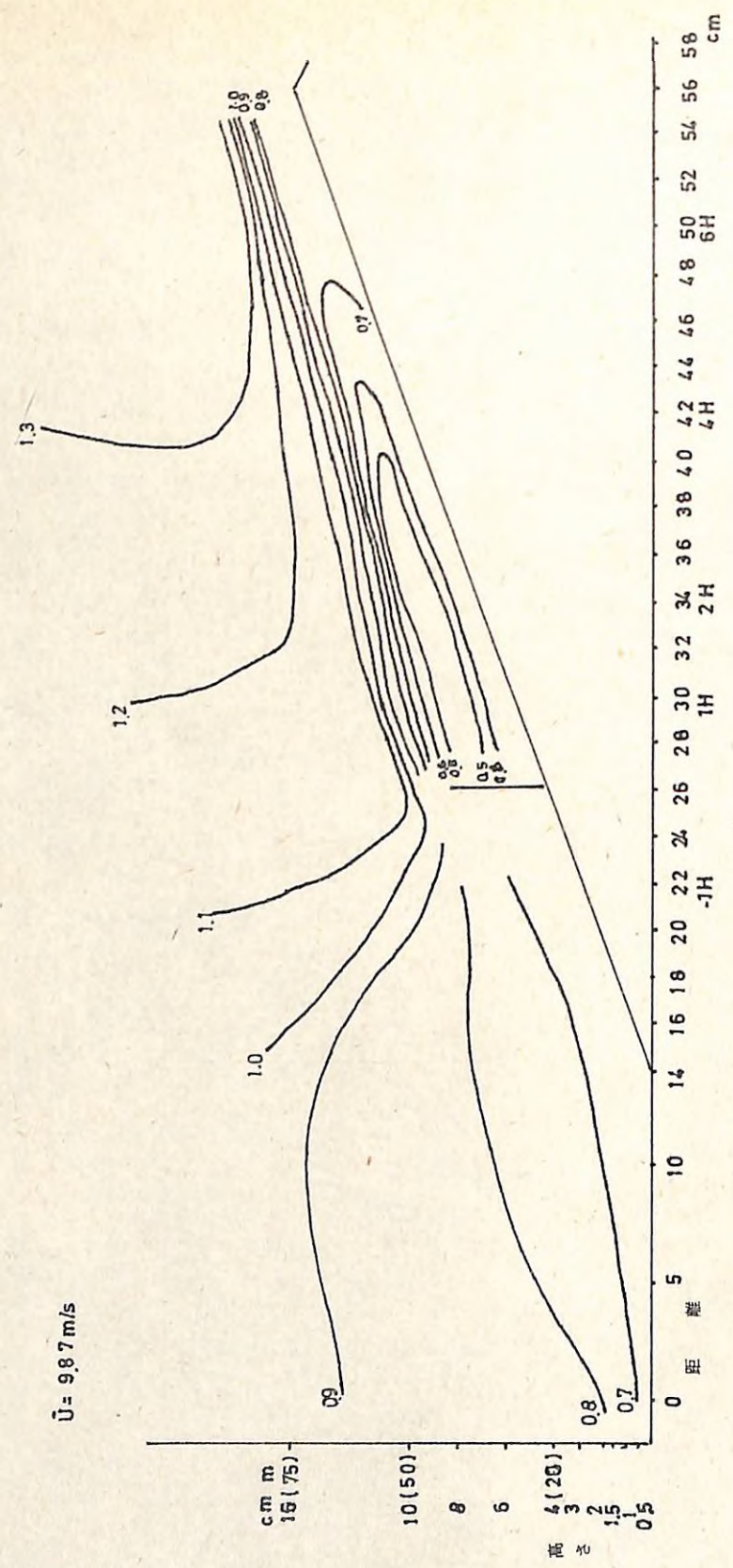


図 6-4 斜面が20度で樹帯模型のネットがあるときの風速分布

$U = 6.17 \text{ m/s}$

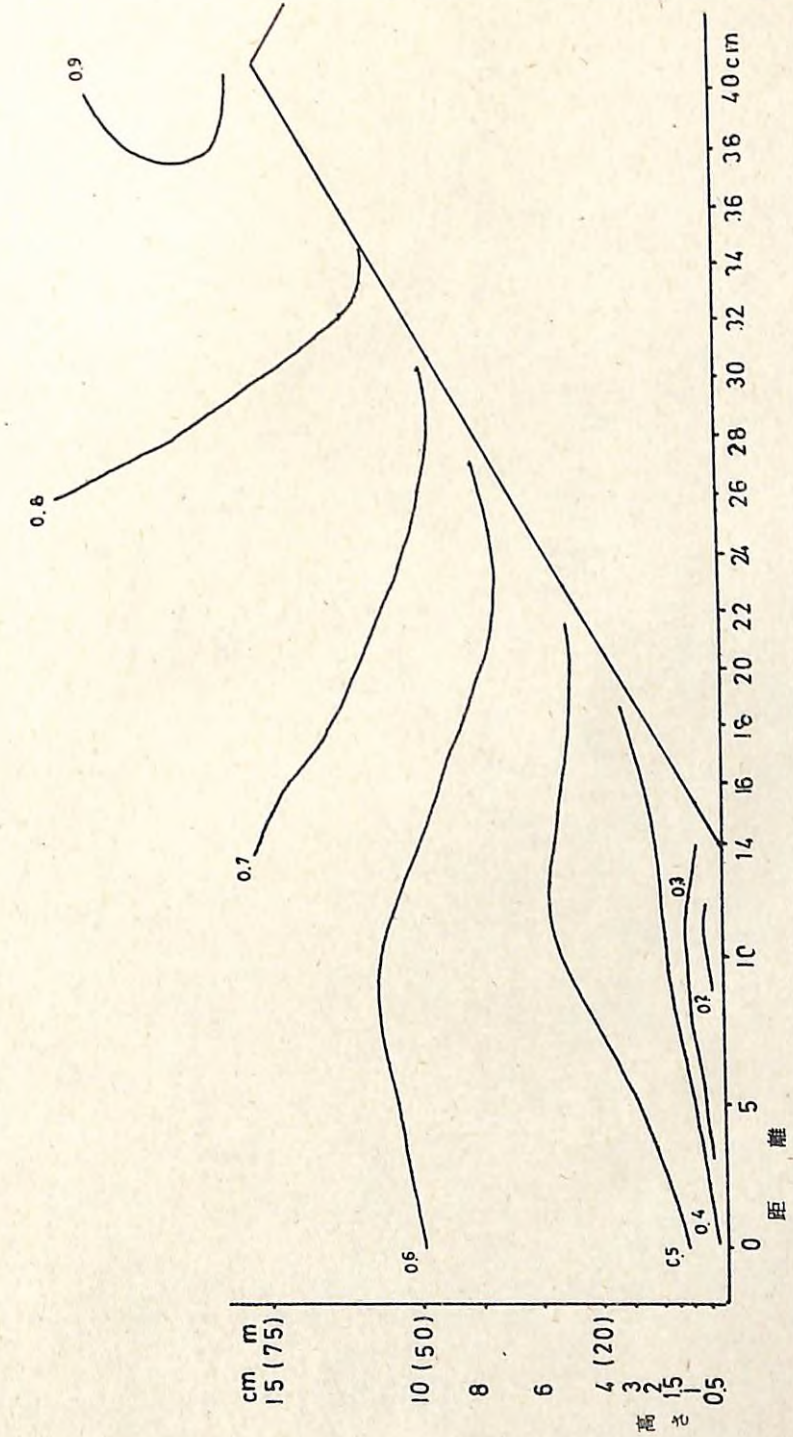


図 6-5 斜面が30度ときの風速分布

$\bar{U} = 6.37 \text{ m/s}$

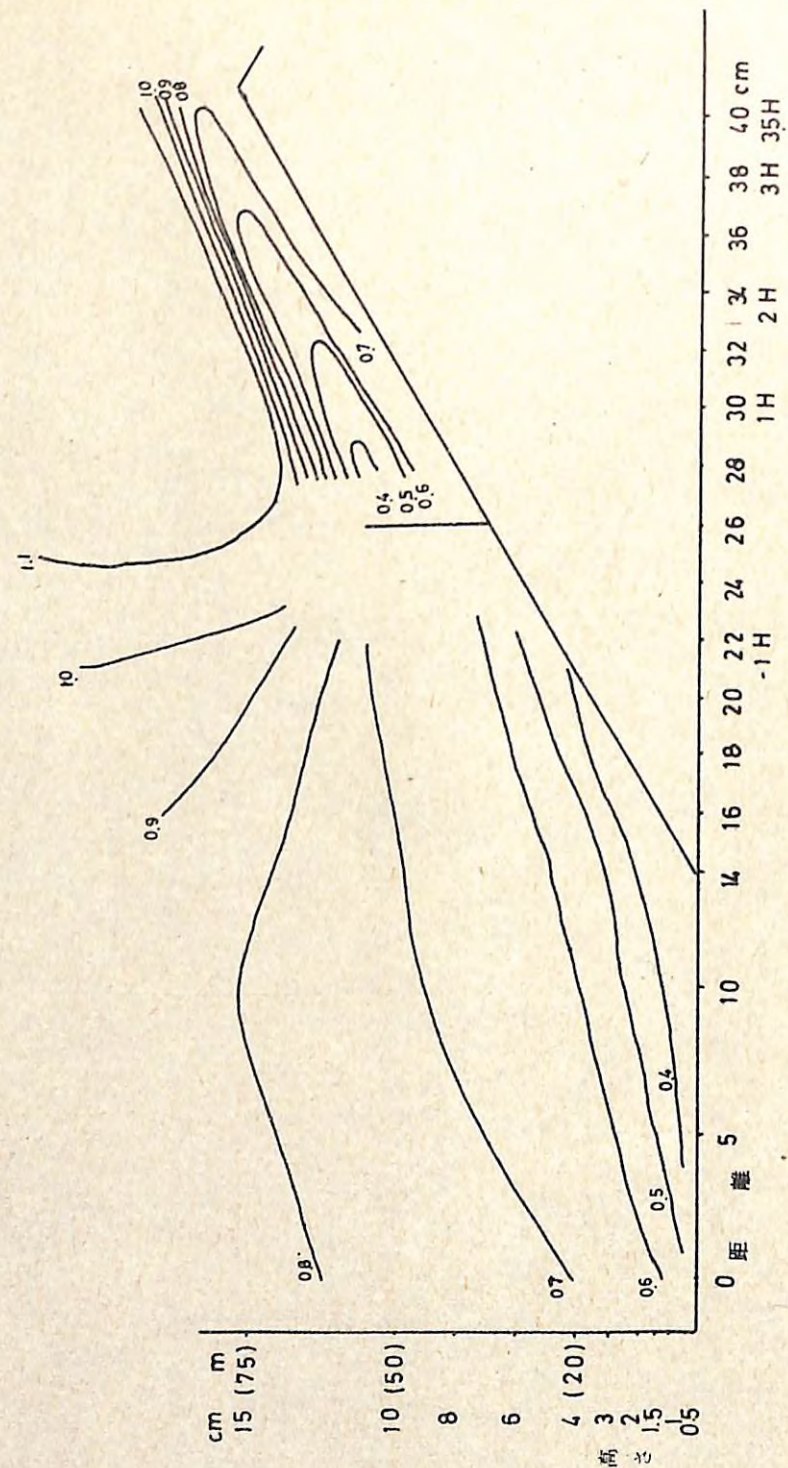


図6-6 斜面が30度で樹帯模型のネットがあるときの風速分布

$\bar{U} = 9.74 \text{ m/s}$

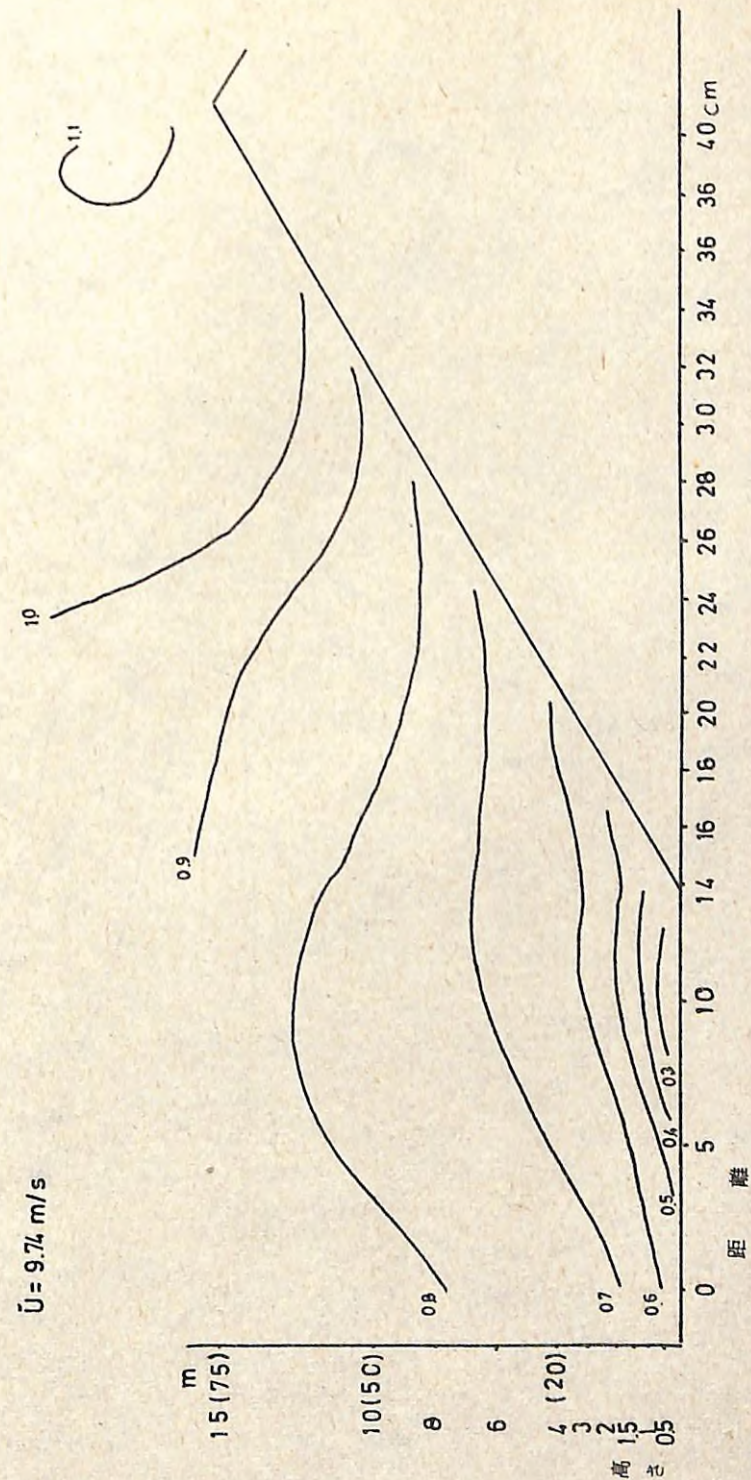


図6-7 斜面が30度のときの風速分布

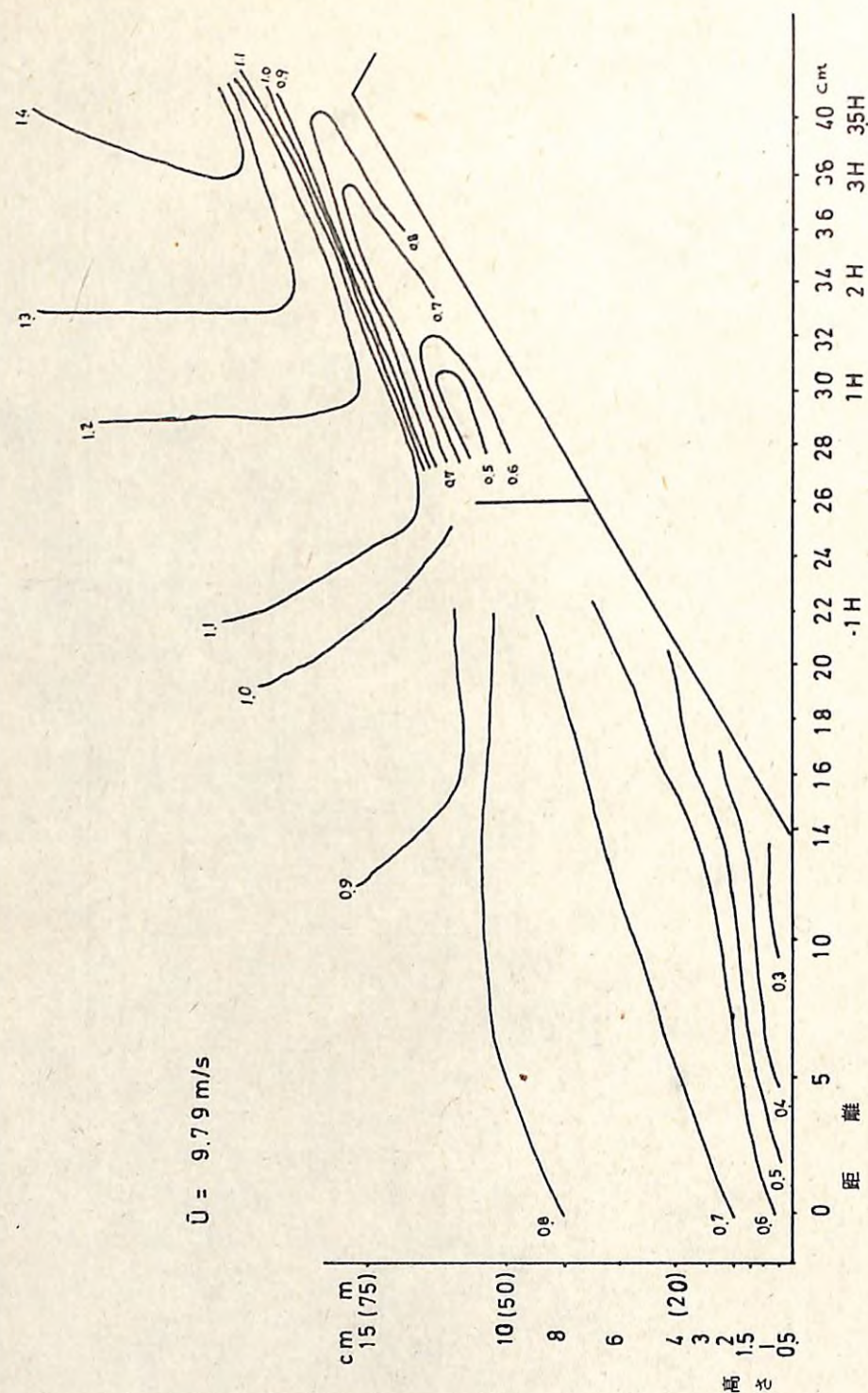


図 6-8 斜面が 30 度で樹帯模型のネットがあるときの風速分布

いときは弱いときよりその程度が大きい。ネットを配置した場合、ネットより後方のネット二重部分の高さで風速が最も減少し、斜面を上って行くにつれて、その減少割合が少なくなる傾向は傾斜 20 度の場合と同じである。ネット上方の風速の加速割合は傾斜 20 度の場合より大きく、斜面上部程風速は急速に強まっている。

図 6 をみると、傾斜が 20 度で風洞平均風速が 6.24 m/s の場合、ネット後方の風速比 0.6 の範囲は 6 H まで広がり、0.7 の範囲は山頂まで達しているのに、風速が 9.89 m/s に増加すると、風速比 0.6 の範囲は 4 H 以内に、0.7 の範囲は 6 H 以内に減少する（図 6-2, 図 6-4）。

傾斜が 30 度の場合には、風洞平均風速が 6.37 m/s のとき風速比 0.7 の範囲は山頂まで延びているが、風速が 9.79 m/s に増加すると 3.5 H 以内に縮小する（図 6-6, 図 6-8）。

また、風洞平均風速がほぼ同じ 6.24 m/s と 6.37 m/s で斜面傾斜が 20 度と 30 度の場合のネット後方の風速比を比較すると、20 度のときの風速比 0.6 の範囲は 4.5 H まで広がっているのに 30 度になると 2 H 以内に減少する。すなわち、傾斜が急で風速が強いほどネットによる風速減少範囲は減少することになる。

c む す び

保護区域に吹き込む風の風向は樹帯のある小尾根に直角方向、小尾根に平行する沢に沿った吹き上げ、吹き下し方向の 3 つの場合が想定されるが、吹き下しの風は尾根を越えてくるため一般には相当減速されている。そこで保護区の小尾根に直角な方向からの風と沢に沿って吹き上げてくる風に対する保護樹帯の機能を期待することになる。

保護樹帯で囲まれた保安林の保護区の面積は 5 ha 以下に限定されるため、その幅や長さは普通の場合 200 ~ 300 m で保護樹帯の樹高を 20 m とすると樹高倍数で 10 ~ 15 H, 樹高を 10 m とすると 20 ~ 30 H となる。従って、風向が小尾根に直角に吹いた場合には保護区の大部分が樹帯の風速減少範囲に入る。第二種林地では伐区面積が広いので、伐区のとおり方によっては樹帯の作用が及ばない所が生ずる場合も考えられるので、その点配慮が望ましい。しかし、沢の入口には樹帯がないのが普通であるから、吹き上げ風に対する効果は期待できず、この方向の風が問題になる。

今回の調査における 318 林班い小班 1 号地の結果によると、尾根から沢まで連続した保護樹帯に直角に吹きつける風に対しては、測定できた範囲内ではどこでも減少効果

がみられた。しかし、保護区域内の上方と下方に大きな標高差がある場合は風当りの強い斜面上方の風速が強く、このため同一区域内でも保護範囲が異なり、上部が小さく、下方程大きくなる。しかも、樹木の生長は標高が高くなるに従い悪くなり、上方に伐り残された樹木は樹高が低く不良木が多くなる。この点を考慮すると尾根に直角方向の風に対しては、斜面上方の保護樹帯の幅を広くとるのが効果的であろう。

沢に沿って吹き上げる風に対しては、保護区の傾斜が急であるほど保護樹帯による作用域が小さくなっていくことは風洞実験の結果からも予想されるところである。実験結果では傾斜20度の場合、樹高倍数7Hまでは十分な保護範囲にあった。斜面長が長ければさらに保護範囲が広がるものと考えられる。

保護区の形は一般に沢の方向に長いことが多いので、沢の下方からの常風によって保護区域内に被害をもたらす場合には、斜面の途中に沢を横断して樹帯を配置することが必要となろう。

B 寒害とくに霜害防止のための保護樹帯設定法（北海道支場）

北海道における国有林の保護樹帯の設定目的は防風効果を期待するとともに寒害回避の目的をもつものが多いが、回避する気象条件の限界が明確に想定されていないので、画一的な樹帯の設定が行なわれている場合が多い。

ここでは、保護樹帯が寒害特に霜害に対して、どの程度の効果を持つかを考察し、今後の調査研究および保護樹帯設定の参考に供したい。

a 北海道における霜害の特徴

トドマツは開芽時期に組織の耐凍性が低下し、この時期に耐凍性の限界を越えて冷却されると、組織凍結をおこして晩霜害となる。被害部位は頂芽、新枝葉に限られている。カラマツは秋の生長停止時期に、組織の耐凍性が十分高まらない段階で冷却され被害をうける早霜害が多く、当年伸長主軸が主として被害をうける特徴をもっている。

トドマツの晩霜害は全道的に苗畑、造林地とも被害の危険性が高く、造林地の拡大とともに被害も増大している。カラマツの早霜害は道東地方の苗畑に多く見られるが、造林地の被害は一般に少ない。

b 北海道内国有林の保護樹帯

この技術開発課題で行なった保護樹帯の実態調査報告のうち、北海道関係分97箇所について集計を行なった。この結果、保護樹帯はすべて天然林を利用し、設置場所は尾根筋に最も多く全調査数の69%を占めている。次いで尾根から中腹または沢に伸びて設置されているもので20%、斜面中腹を横断するものが11%であった。

樹帯巾は最大110m、最小20mで平均53mであった。皆伐面積に対する保護樹帯の面積割合は最大83%、最小1%、平均21%となっている。

これら保護樹帯の造林木に対する効果は、造林木が下草の草高より低い個所が多かったり、対照する造林地が近くにないため、現在効果を判定できないとするものが全体の90%あった。効果ありとする報告も、寒風害に対するものが1例、伸長生長、活着がやや良好とするものが9例ある。しかしこの9例のうち5例は、保護樹帯の付近だけで認められるとしている。この様な結果から保護樹帯の効果を判定するには、まだ数ヶ年を要すると考えなければならない。

今回の実態調査報告を見る限り、北海道における保護樹帯の設置目的は、尾根筋付近造林地を、常風害から保護する事が主体となっている。寒風害に対する保護効果を期待される保護樹帯もあるが、その効果はまだ不明である。

表-1 保護樹帯設置場所

設置場所	尾根筋	尾根-沢	中腹
個所数	67	19	11

表-2 保護樹帯巾

保護樹帯巾	20m	30	40	50	60	70	80	90	100	110m
個所数	4	16	20	23	8	8	7	3	7	1

表-3 平均保護樹帯面積割合

	昭和29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
個所数	2	1	3	2	7	8	6	4	4	8	1	5	9	7	8	5	9	2
平均保護樹帯面積割合(%)	9	13	32	47	26	26	23	22	21	13	7	19	13	19	20	22	20	35

c 保護樹帯の霜害防止効果

c-1 直接的効果

霜害は冷気流に林木が曝され凍結することによって受ける被害であるから、霜害防止の保護樹帯は冷気流を樹帯前面で遮るか、冷気流を昇温させる働きを持つ樹帯が必要である。

一般に降霜時の風速は 1 m/sec 以下とされているので、防風林の様に風を上方に持ち上げ樹帯の後方に風速が低下した部分を作る事は期待できない。冷気流を遮るには林縁を密なマント植生で閉す必要があるが、この場合、樹帯前面に冷気湖が形成される場合がある。樹帯前面に造林地がある時には、その部分だけ被害を受ける例を見ることが出来る。防霜林はその機能として、樹帯内で冷気流を昇温させることが主体となるであろう。すなわち、冷気流が保護樹帯内にしみ込んで来る時、樹帯内に貯留されている熱エネルギーによって温め、通過させる働きを持つと考える。大雪営林署部内において晩霜害の調査をした時、1本の幼樹々冠のうちN-NW-W方位のみ被害が見られ、E-S-E-S方位の樹冠には全く被害が出なかった例を多く見た。これは上記の冷気流昇温が樹冠内で行なわれたと見る。この調査結果を次に示す。

調査-1

調査地：大雪営林署部内 63林班は小班
樹種：天然性トドマツ
樹高：平均 2.4 m ($0.2 \sim 6.0\text{ m}$)
標高：1,000 m
地形：標高1,010 mの小尾根から傾斜 16° でNW方向に下る斜面、尾根から沢まで200 m。
降霜日：昭和50年6月19日
調査日：昭和50年6月21日

調査は小尾根より巾4 mのベルトを沢方向にとり、このベルト内の天然生トドマツの被害を調べた。この結果、図-1に示されるように、樹冠全面に霜害を受けた個体は、冷気流の停滞によって比較的長時間、低温に曝されたと見られる斜面下部に多い。斜面上部ではNW方位の樹冠に被害が認められる個体が多くなっている。この被害分布から見ると、NW方向から冷気流が流れこみ、沢に一部は停滞し、一部は斜面に沿って吹き

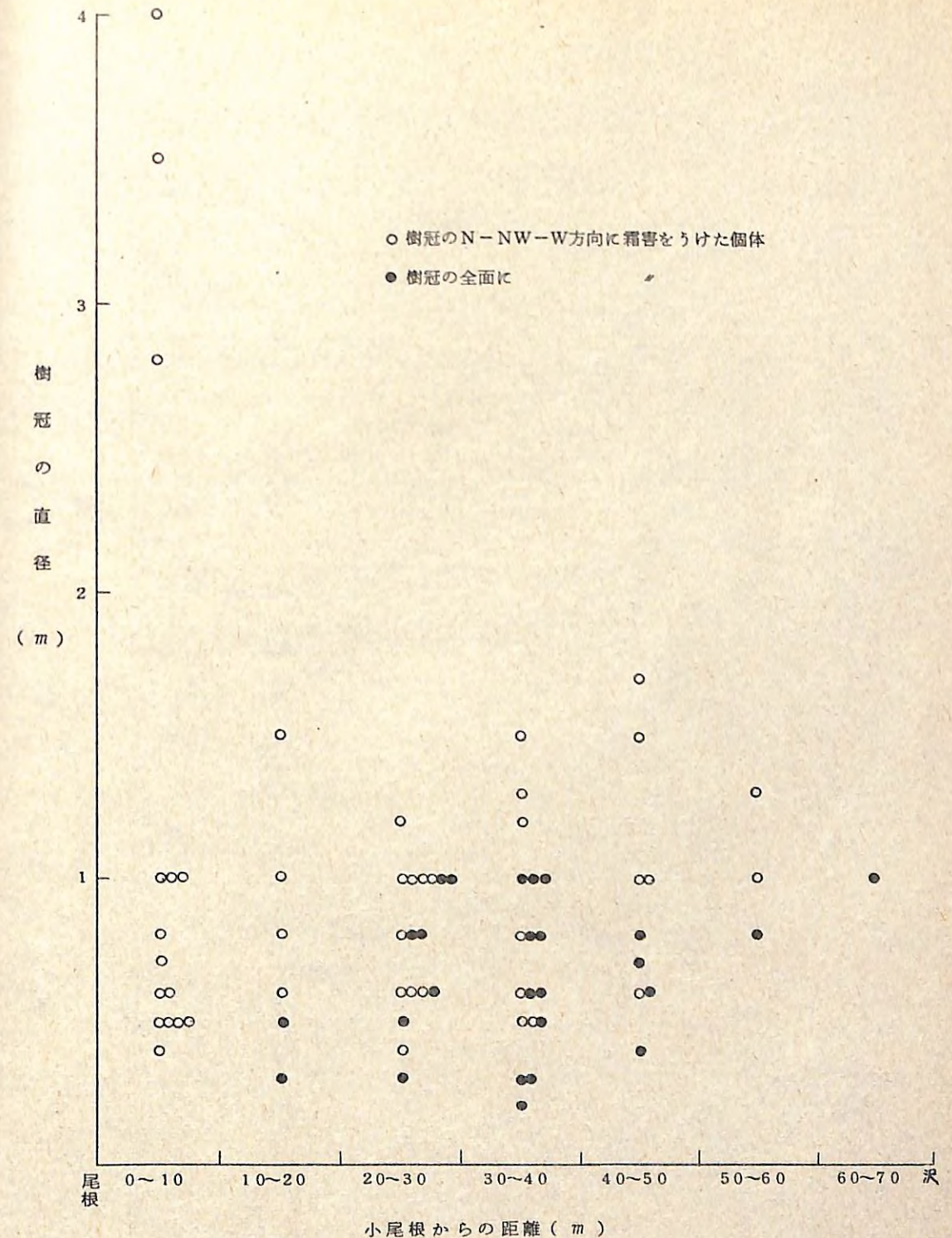


図-1 樹冠の大きさと霜害被害型の関係

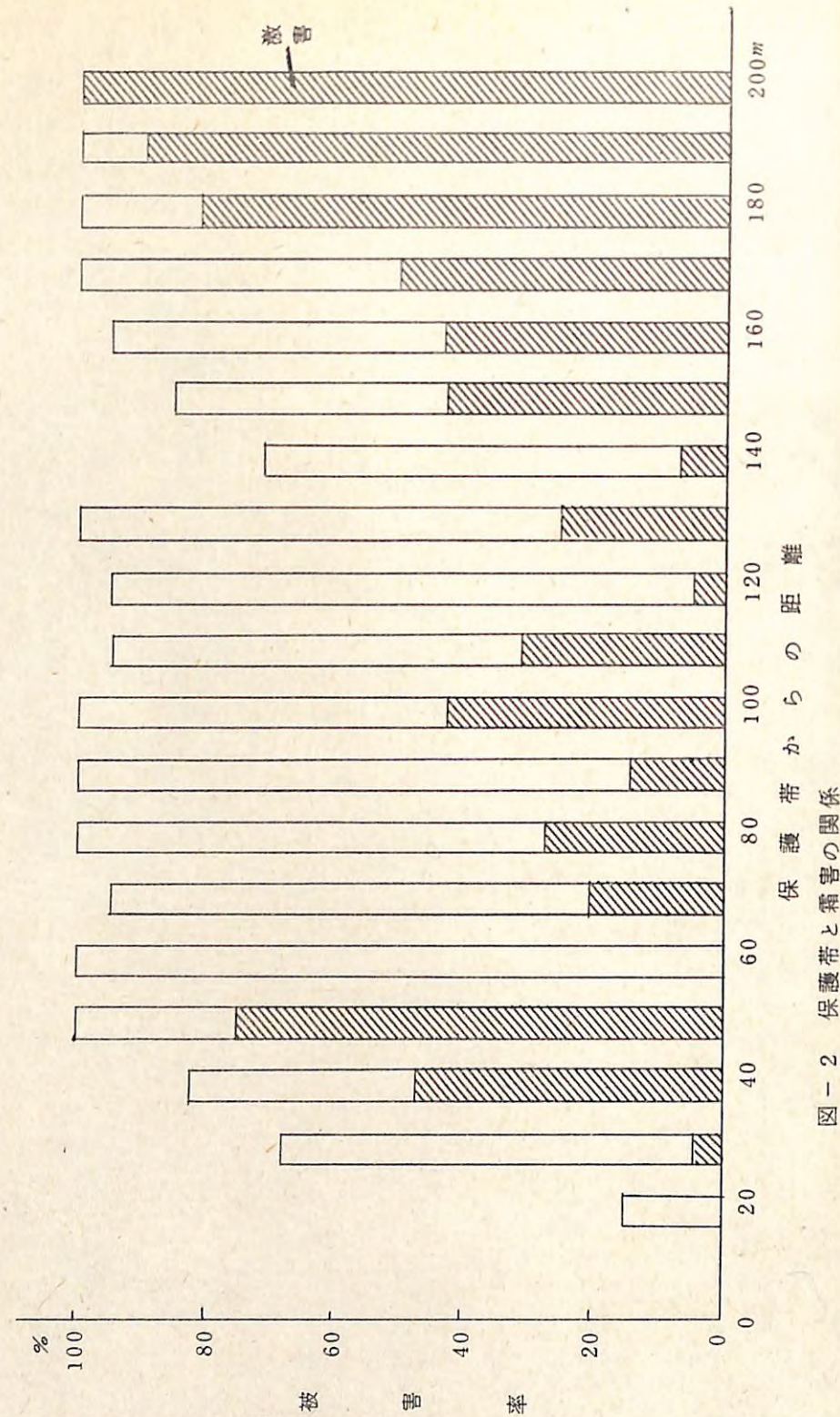


図 1-2

上げて来たと見る事ができる。

樹冠直径と被害型の関係を見ると樹冠直径が小さい個体に全面被害が多くなる傾向がある。これは、樹冠内の熱容量が小さいため、冷気流の昇温効果が小さかったためと考えられる。同じ効果を保護樹帯に期待することができる。保護される範囲は、保護樹帯の樹種構成、立木密度、樹帯の大きさ、樹帯に吹き込まれる冷気流の温度と気流の量によって変るであろう。

保護範囲についての調査は降霜時の気象条件特に降霜前後の気象量が必要とされるが、多くの報告は最低気温の記載しかない。このため保護範囲の数量的解析が困難であるが、昭和46年6月13日の晩霜害についての調査結果を示す。この時の晩霜害は大正11年以来49年ぶりと言われる強い低温によって受けたもので、防霜を目的とした保護樹帯の設定には参考になる。

調査-2

調査地：北海道有林名寄林務署25林班

保護樹帯：カンバ、イタヤカエデ、ミズナラ、シナノキを主とする広葉樹林で上層木の平均樹高20m、林帯巾80m

保護樹帯の位置：尾根筋

調査対象木：3年生トドマツ

調査地：保護樹帯(尾根筋)より傾斜17°の南西斜面

降霜日：昭和46年6月13日

調査は巾10m、長さ200mのベルトを保護樹帯より南西方向にとり、ベルト内のトドマツについて被害を調査した。被害率は樹冠の一部分でも被害を受けた木も被害木として算出し、激害率は樹冠全面に被害を受けた木を被害木として算出した。この結果を表-4、図-2に示す。

図-2に示されているように、保護樹帯の防霜効果が明らかなのは樹帯から30m位まで、それより離れると次第に被害率が増加している。50m離れると100%の被害率を示している。激害率は50m付近と200m付近にピークが見られるが、この原因については不明である。

この調査結果から冷気流の停滞時間の長短を推定してみる。此の時期のトドマツが部分的霜害を受ける時の樹冠内温度分布は、被害部分は氷結点に達しているが、無被害部分はまだ氷結点に達していない。例えば枝葉が相互に接近している部分は、孤立して着

表-4 保護帯と被害度および伸長量

位 置	0~10m	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70
総本数	21本	25	41	23	32	3	20
樹 高	66.9 cm	86.8	75.3	69.9	68.9	64.7	86.7
当年伸長	16.2 cm	21.9	18.4	17.7	17.0	7.0	21.4
被害率	0 %	16.0	68.3	82.6	100	100	95.0
激害率	0 %	0	4.9	47.8	75.0	0	20.0
頂芽健全度	100 %	100	85.4	30.4	18.8	33.3	50.0

位 置	70~80	80~90	90~100	100~110	110~120	120~130	130~140
総本数	18本	34	33	22	21	4	14
樹 高	75.8 cm	80.8	74.0	72.7	61.2	62.5	62.6
当年伸長	14.8 cm	16.1	16.4	14.2	16.0	10.0	14.4
被害率	100 %	100	100	95.5	95.2	100	71.4
激害率	27.8 %	14.7	42.4	31.8	4.8	25.0	7.1
頂芽健全度	77.8 %	61.8	75.8	68.2	57.1	25.0	85.7

位 置	140~150	150~160	160~170	170~180	180~190	190~200
総本数	7本	21	22	27	22	8
樹 高	58.6 cm	54.3	53.4	57.5	58.9	62.4
当年伸長	7.5 cm	7.3	—	—	—	—
被害率	85.7 %	95.2	100	100	100	100
激害率	42.9 %	42.9	50.0	81.5	90.9	100
頂芽健全度	28.6 %	14.3	9.1	0	0	0

この表の被害率について表わしたものが図-2である。

生している枝葉の温度より高く、氷結点に達するのに数分から10数分遅れる事が実験的に認められた。樹冠全体が氷結点以下の過冷却状態にある時、枝の一部または葉の一部で氷結すると数秒間で全体に氷結が拡大するため、このような状態で部分被害を表すことはない。この実験結果から見ると、極端な晩霜でも、傾斜地では樹冠全体が過冷却されるほど長時間の低温が現われないと見ることができる。

c-2 間接的効果

平坦地や緩傾斜地では降霜時の風向はNW方位を中心として冷気流が流れ込むと考えられる。このための保護樹帯はNE-SW方向の樹帯が効果的であると想定される。この様な方位に保護樹帯が設定されると、樹帯の風上側は樹帯の影になって春の日射を受けない部分が出てくる。此の部分の造林木は、このため開芽が遅れ、耐凍性の低下も遅れてくる。此の場合の開芽の遅れは1週間以内の時が多いが、この期間に降霜があれば、生育相の遅れの効果が発揮される。

d ま と め

北海道においては実態調査報告からも明らかなように、霜害防止のための保護樹帯が、ほとんど設定されていない。北海道の高寒地造林を進める時、防霜を考えずに更新を期待することは困難である。最近数haの伐採面積に伐採単位が減少しているが、霜害を避けるには安全な面積とは言えない。

今回、霜害防止の面から保護樹帯の設定について考察したが、霜害防止が可能な保護樹帯は寒風害も防止できる機能も持つと考える事ができる。霜害の危険な時期に熱貯留量の大きな林は、林外との熱交換の少ない林であり、密な樹冠を持ち防風効果の大きな林と一致する。

今回の測定によると、トウヒ林では降霜時の林内外の温度差が4℃であった。広葉樹林では0.5℃前後、林内が高くなっている事が多い。この値からみれば常緑針葉樹による保護帯の設定が望ましい。北海道においては、天然性広葉樹林を針葉樹林に転換する過程にあるので、広葉樹が保護樹帯として残される場面がほとんどである。このため冬期の保護効果は常緑針葉樹林よりも低くなるので今後針葉樹の保護樹帯への導入を考えてゆく必要がある。しかし広葉樹は風害などに強く維持管理は容易であるので、この両者の適当な組合せを考えることが重要である。

将来の高寒地造林には健全な保護樹帯の設定が不可欠である。

C 保護樹帯の設定事例解析 — (1) (造林部)

気象環境がきびしく保護樹帯をとくに必要とする山地帯のブナ・アカマツの天然更新地やスギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツ人工造林地について、すでに設定された保護樹帯の事例解析を行い、設定法や維持管理法について検討した。

a ブナ天然林の保護樹帯

ブナ天然林の保護樹帯の調査を群馬県水上町水上営林署管内のブナ林66, 68, 69林班でおこなった。海拔高は1400~1600mで水源涵養保安林である。規定によって伐採面積は5haで75%の択伐、保護樹帯内は30%程度の単木伐採を行っている。

1) 山腹斜面の凹地： 林令150年、高木層は10~16m、植被率80%、亜高木層8~10m、40%、低木層0.5~5m、60%、0~0.5m、10%。組成は高木層：サワグルミ(5)、ブナ1、ミズナラ、ダケカンバ(+), 亜高木層：オガラバナ(2)、ヒノキアスナロ1、サワグルミ1、低木層：ヒノキアスナロ2、サワグルミ1、アサダ、ノリウツギ、ハシバミ、ムラサキヤシオ、アオダモ、コハウチワカエデ、コヨウラクツツジ、ミヤマイボタ(+), 草本層：イノデSPP. 3、コカンスゲ1、クロズル1、ミヤマウグイスカグラ、ツタウルシ、アオダモ、ミヤマクマワラビ、アキノキリンソウ、ツルアヂサイ、オガラバナ(+).

広葉樹類は樹冠の広がり大きいので75%の択伐をおこなっても外観的にそれほど植生が破壊されたといった感はないが、林内を細かく見ると樹形が悪い不良木や利用価値の低い樹木が目立つ。一般にブナの天然林は亜高木層の発達が悪いので、形質が良い上層木を伐採すると劣勢木だけが残る形となる。この調査地付近の伐採地では低木層が発達しており、上層木が伐採されても早い時期に有効に有用樹種に交代する機会は少ない。

調査地は保護樹帯中で30%の伐採をおこなったところで、高木層の植被率は80%で、やや疎開している。やや凹地でサワグルミが優占する。その他高木層にはブナ、ミズナラ、ダケカンバなど温帯性の高木が多く、これらによって保護樹帯が構成される。

2) やせ尾根： 林令150年

前記調査地の上部で高木層はブナ(3)、コシアブラ(1)、亜高木層コハウチワ

カエデ(2)、ブナ(1)、低木層チシマザサ(5)、ムシカリ(1)、ブナ、ウワミズザクラ、アカミノイヌツゲ、ムラサキヤシオ、オオバクロモジ、ウリハダカエデ(+), 草本層シノブカグマ、コシアブラ、ヒメモチ、ウスノキ、オオバスノキ、ハシバミ、ウリハダカエデ、ネズコ、ヤマウルシ、エゾユズリハ、コヨウラクツツジ(+)などが植生を構成する。

尾根の保護樹帯には利用に適した樹が少ないため殆んど伐採されていない。このため植生も伐採前と同様である。一般に樹高が低く、低木層が発達するため高木種の更新は悪い。この林床はチシマザサが優占する。

3) 平尾根： 高木層ブナ(4)、ネズコ(1)、亜高木層ハウチワカエデ(3)、ブナ、オガラバナ(1)、コシアブラ(+), 低木層ミネカエデ(2)、チシマザサ(2)、オガラバナ(1)、アカミノイヌツゲ、オオバスノキ、ハナヒリノキ、コヨウラクツツジ、ヤマウルシ、オオバクロモジ、ノリウツギ、コシアブラ、ナナカマド(+), 草本層はハイイヌツゲ(3)、ツルシキミ(1)、コヨウラクツツジ、シノブカグマ、ハシバミ、ゴゼンタチバナ、オオバスノキ、オオバクロモジ、ツバメオモト、ヒメモチ、オオメノキ(+).

この調査地も前者と同様に乾燥性低木類が多く、高木類の更新は悪い。

4) 除草剤によるササ枯殺跡地： 高木ブナ(3)、亜高木層ブナ(1)、低木層：ミネカエデ(2)、コシアブラ、ムシカリ、ウリハダカエデ(1)、トチノキ、オオバクロモジ、ウワミズザクラ(+), 草本層マイズルソウ(3)、ダケカンバ、ブナ(1)、シラネウラボ、ヒメモチ、ツタウルシ、オオバユキザサ、コシアブラ、イワガラミ(+).

この林分はササ枯殺剤処理によって低木層の発達がよくなり、林床に陽光が十分入るためブナやダケカンバの稚樹が多くて更新良好である。高木層の植被率は60%、低木層は10%であった。

5) 平坦地： 高木層ブナ(4)、亜高木層ブナ(1)、低木層、ヤマウルシ(3)、コハウチワカエデ、コシアブラ、オオバクロモジ(1)、ウリハダカエデ、ヒメモチ、オオカメノキ、ミネカエデ(+). 草本層、マイズルソウ(3)、ヤマウルシ(1)、ブナ、コシアブラ、ヤマトユキザサ、ツタウルシ、コハウチワカエデ、ウワミズザクラ、ツクバネソウ、ミヤマエンレイソウ。

この調査地は低木層の優占種であるクマイザサが枯殺剤によって枯死しているため

林床は明るく、前植生の遺存種であるマイズルソウ、ツタウルシなどが多い。低木層には陽性のヤマウルシが優占する。高木層の植被率は60%程度である。

以上水源涵養保安林の保護樹帯について調査したが、以上から総合的に言えることは次の通りである。

- (1) 伐採区は75%、保護樹帯は30%の抜き伐りをおこなっているが、両者の間には植生の組成、相観の上でも大きな差がなく、保護樹帯の意味が小さい場合も見うけられた。このため画一的に保護樹帯を設けることを避け、尾根の更新不良地、風衝地、沢の保安上重要なところなどを十分えらんで保護樹帯を残し、出来るだけ全面的なブナの更新を期待する。
- (2) 伐採区、保護樹帯ともに天然更新を成功させるためには低木層の植生の勢力を抑えて高木樹種の更新をはかる必要がある。この調査地でも伐採前にササを枯殺したところはブナ、ミズナラ、ダケカンバなどの更新が良好であった。とくにササ型林床型のところはこの配慮が必要である。

b 人工造林地の保護樹帯

1. スギ・ヒノキを中心とした寒害防止のための保護樹帯

保護樹帯設置の目的には緑の保存、防災的な意味での環境保全、こゝでのべる更新に対する気象害の緩和などがある。関東北部地方では寒風害が著しく、とくにスギについてはこの被害のために更新不良のところが多い。中之条営林署管内ではこの寒風害による被災地が多く、寒風害防止のための保護樹帯が設けられてきた。海抜高は800~1,200m。

- 1) スギ林： 75林班へ小班，68年生スギ林を41年に伐採，跡地はスギを植栽，保護樹帯の巾は30m，伐採面積は7ha。

保護樹帯の高木層はスギ(5)，カラマツ(1)，クリ(+)，亜高木層はケヤキ，ウワミズザクラ，オニイトヤ，ミズキ(1)，アカシデ，ハルニレ，ホオノキ，メグスリノキ，エンコウカエデ，クマシデ，ヤマザクラ，イタヤカエデ，クリ，カスミザクラ(+)，低木層フジキ(1)，サンショウ，ミツバウツギ，イタヤカエデ，サワフタギ，ガマズミ，ノリウツギ，ムラサキシキブ，ハナйкаダ，フジキ，ヤマグワ，ミヤマガマズミ，ダンコウバイ，ミヤマハハソ，カマツカ，ハシバミ，アオハダ，アズキナシ，コゴメウツギ，コアジサイ。草本層イワガラミ(2)，チ

ジミザサ，ヒカゲスゲ，モミヂイチゴ，タガネソウ，ミツバアケビ，クロズル，ミツバツチグリ，マムシグサ，アカネ，メヤブマオ，フタリシズカ，ハシバミ，ゼンマイ，ミヤマハハソ，クマワラビ，チゴユリ。などで高木は10~20m，亜高木層は5~7m，低木層は1~5mであった。高木層の巾は広く10m~20mにおよぶ，また本数密度が高いため林床は暗く，林内では更新木は少ない。亜高木層の高さは低く7m程度である。これらは保護樹帯設定以前から林内にあった樹種が生長したもので，林縁部で優占し，林内では少ない。暖帯性の落葉広葉樹が優占する地域で，スギが伐採されるとケヤキ，ウワミズザクラ，シデ類，コナラ，アオハダ，ミズキなどの森林となる。現状では林縁にこれらの樹種が優占する程度である。

寒風害に対する保護樹帯の効果は樹高の3倍程度といわれる。

この林分調査からつぎのような問題が考えられた。

- (1) スギ林の保護樹帯を広葉樹の保護樹帯に更改するためには現存する保護樹帯のスギを伐採して下層植生の更新をはかる必要がある。
- (2) 保護樹林帯のスギの伐採に当たっては，下層植生の更新に伴って行なうのが理想的であるが，作業の経費などから考えると一度に行なうこととなろうが，この場合林地の保護効果は減少する。寒風害の保護効果は樹高に比例するし，スギのような常緑樹は下層に発達した落葉樹よりも保護効果が大きいので，現存保護林内のスギの伐採は保護効果を著しく悪くするので伐採時期については十分考慮する。
- (3) 保護樹帯の保残面積割合は10~15%であるが保残年数の増加に伴って保残蓄積が増加し，保残木の利用が考えられる。この地域では植栽木の間伐時に保残木の伐採が考えられている。
- (4) この地域は温帯と暖帯の領域にまたがり，落葉広葉樹の種数が多く，生長も良好である。上木の針葉樹が伐採されれば下木の更新は容易である。

- 2) ヒノキ林： 75林班ね小班，林令57年，45年植栽，伐区面積7ha，保護樹帯巾30m。

高木層8~15m，ヒノキ(5)，コナラ，ハクウンボク(1)，ミズキ，アズキナシ，ヤマザクラ(+)，亜高木層4~8m，ヒノキ(2)，リョウブ(1)，ミズナラ，ヤマザクラ，イタヤカエデ，イヌブナ，エゴノギ(+)，低木層リョウ

ブ(2), マンサク, ガマズミ, コアヂサイ(1), アズキナシ, ハクウンボク, フジ, ムラサキシキブ, ツリバナ, アオハダ, サワフタギ, ノリウツギ, オトコヨウゾメ, コナラ, メグスリノキ, ウラジロノキなど19種, 草本層, タガネソウ(2), チゴユリ(1), カシワバハグマなど16種。

ゆるやかな尾根に設けられた保護樹帯である。樹帯の両側は陽光に富み, 亜高木, 低木類が繁茂するが, 林内は著しく暗くて林床植生の発達には著しく悪い。このような傾向は他の保護樹帯についても認められるが, ヒノキ林は特に著しい。ヒノキの伐採によって両側の亜高木が生長し, ついで樹帯中央部の稚樹が生長して保護樹帯を形成する。この場合, 保護樹帯両側では低木と亜高木の階層が分離して低木が高木種の更新を妨げる状態ではないが, 中央部では高木種と低木種の間に競合がおこることが考えられる。このため保護樹帯の造成に当っては適当な除伐が必要である。

3) クリを主とした落葉広葉樹林: 75林班, ね小班。ゆるやかな尾根。高木層8~15m, クリ(4), コナラ(1), ヤマハンノキ, ミズナラ, ヤマザクラ, トチノキ, イヌシデ, ナツツバキ, ウワミズザクラ(+). 亜高木層5~8m, リョウブ, イヌシデ(1), ミズナラ, ヤマモミジ, イヌシデ, クリ, アサダ, ブナ, アオハダ, ウラジロノキ, ハクウンボク, ヤマボウシ, ダンコウバイ, アオハダ, マンサク(+). 低木層, アオハダ, コゴメウツギ, コアヂサイ(1), リョウブ, サワフタギ, ウワミズザクラ(+)など35種, 草本層, チゴユリ(2), チダケサシ, タガネソウ, モミヂハグマ(+)など30種類。

この林は古くから成立していた落葉広葉樹林を伐り残したもので, 各階層ともに種類がきわめて多い。他のスギ, ヒノキを伐り残した保護樹帯よりも各層の植生が発達しているのは林内が明るいからである。この調査区の植生はこの付近の落葉広葉樹林植生を代表するもので, クリ, コナラ, ミズナラ, シデ類を優占種とする森林となる。このような植生はこの地域の極相に近い森林で, このような形から大きくは変化しない。さきにのべたスギ・ヒノキの保護樹林帯も上木を伐採すれば20~30年でこのような植生に移行するものと思われる。この林分の大径木のクリは直径36cm, 樹高15mであった。落葉広葉樹の保護樹林はスギ・ヒノキ・カラマツなどの針葉樹類に比べて樹高が低く, また冬期の落葉のために防風効果が前者よりも小さくなる。

4) アカマツ林, 海拔高1,040m, 須賀尾, 62林班, か小班。高木層アカマツ(4), 亜高木層カシワ, ヤマザクラ, クリ, ミズキ, コナラ, アオダモ, リョウブ, ケヤキ(+). 低木層ヤマウルシ, アサダ, ヤマモミジ, オオモミジ, ウリハダカエデ, ウリノキ, ヤマツツジ, アズマネサザ, サルトリイバラ(+). その他で亜高木・低木層とも種数が多いが優占度は低い。これは下木類を薪炭用に利用したためで, このように下層植生の発達が不良なところでは下層植生が十分に発達するまで上木を残す, 下層植生の発達を促進するよう低木類を刈払うなどの作業が必要である。アカマツの保護樹帯は林内が比較的明るいので下木類の更新は容易である。

中之条営林署では昭和38年から従来の一斉皆伐方式を改め, 防風保護樹帯を設置して造林をおこなっており, 多くの資料がある(中之条営林署: 造林実験の概要, 昭48年)。

2. カラマツ林を主とした保護樹帯(上田営林署)

1) ミズナラ林: 海拔高1,200m, 和田林, 男女倉, 134林班い小班。高木層4~8m, ミズナラ, シラカンバ(2), コナラ, ヤマザクラ(1), トチノキ, アオダモ, クマシデ, アオダモ, クマシデ, アオハダ, イタヤカエデ, ニレ, サワグルミ, クリ, キハダ, サワシバ, ミズキ(+). 亜高木・低木層, クマイザサ(3), ダンコウバイ, マユミ(1), ウコギ, タニウツギ, ヤマモミジ, エンコウカエデ, コマユミ, クマイチゴ(+).

薪炭林として伐採した跡地に成立した広葉樹林で, 上記のようにミズナラ, シラカンバ, コナラ, アオダモ, シデ類を主とする二次林を伐採してカラマツを造林したところで, 伐採面積は5a, 保護樹林帯の巾は35~40mである。樹高は低くて8m程度であって防寒風効果は小さい。伐採された広葉樹林の蓄積は42m³/ha, 本数は1,224本/haであった。伐採跡地にはカラマツが造林されている。この付近は温帯の落葉広葉樹林に入るところで, ミズナラ, シラカンバなど温帯性の広葉樹が優占する。このような広葉樹林を保護樹林帯に仕立てることは容易であるが, 保護樹帯がウサギやネズミなど有害鳥獣のすみかとなって造林したカラマツに被害を与えることが報告されている。

2) カラマツ人工林: 海拔高1,500m, ゆるやかな尾根, 松沢, 126林班ね小班。高木層18~25m, カラマツ(4)。亜高木層10~18m, ミズナラ, シ

ナノキ、コハウチワカエデ(+)。低木層クマイザサ(3)、イトスゲ、クマワラビ(+)。温帯に属するカラマツ林で、亜高木の低木層は発達しない。除伐または薪炭用に伐採したものであろう。この林分の材積はカラマツ $295\text{ m}^3/\text{ha}$ 、広葉樹類 $26\text{ m}^3/\text{ha}$ 、本数は前者が $624\text{ 本}/\text{ha}$ 、後者は $185\text{ 本}/\text{ha}$ であった。伐区 5 ha 、保護樹帯の巾 30 m 、保護樹帯は20%の抜き伐りをおこなっており、保護樹帯のカラマツは孤立木の状態で、風倒などの危険性が感じられた。このように下木広葉樹が少ないところでは伐採前に林床植生を処理して下木の更新を促進するような方途を講ずる必要がある。また保護樹林帯用広葉樹を植栽することなどの配慮を要する。

保護樹帯を巾 30 m として20%の抜き伐りをおこなうと保護樹林帯巾は場所によっては 20 m 程度となる。また樹高 25 m にもなり、枝下もあがった高木が孤立状態になると保護樹帯としての意味がなくなり風害にも全く弱い。カラマツは落葉するので冬期の林地保護効果は少ない。これが疎生した状態では保護効果は一層小さくなる。

3) カラマツ人工林： 浅間山，17林班，海拔高 $1,450\text{ m}$ ，高木層 $7\sim14\text{ m}$ ，カラマツ(5)，亜高木層 7 m ，シラカンバ(4)，アカマツ，ヤシヤブシ，ミズナラ，ミヤマザクラ，アオダモ，ナナカマド(+)。低木層 $1\sim5\text{ m}$ ，ウリハダカエデ(1)，ダンコウバイ，ノリウツギ，ガマズミ，ヤマウグイスカグラ，ミズナラ，リョウブ(+)。

この林分はカラマツ $800\sim1,000\text{ 本}/\text{ha}$ ，広葉樹 $250\text{ 本}/\text{ha}$ ，尾根ではカラマツの樹高が低く，広葉樹類が多い。このようなところではシラカンバ，ヤシヤブシ，ミズナラ，ナナカマドなどが優占する保護樹帯に移行する。一般に屋根筋は落葉広葉樹類が多く，保護樹林への移行は容易である。

4) カラマツ人工林： 加納山国有林，16林班，海拔高 $1,500\text{ m}$ ，ゆるやかな尾根。高木層 $12\sim18\text{ m}$ ，カラマツ(5)，亜高木層 5 m ，ミズナラ(+)，低木層 $1\sim2\text{ m}$ ，レンゲツツジ(1)，シラカンバ，マユミ(+)，草本層ミヤコザサ(5)。

一般にカラマツ林はこの林のような植生が多い。植栽後侵入した落葉広葉樹類は除伐によって整理され，林床にササが密生するため落葉広葉樹類の更新がきわめて悪い。このため亜高木層，低木層が欠除して高木のカラマツとササ林床型の単純な

階層構造となる。このような林分では保護樹帯の造成がきわめて困難で，伐採前にササを枯殺して広葉樹類の侵入と成立を促進するか，保護樹帯用樹種を植栽して早急に広葉樹林帯をつくる必要がある。

5) シラカンバ天然林： 18林班は6小班，海拔高 $1,500\text{ m}$ ，ゆるやかな尾根。高木層 $6\sim8\text{ m}$ ，シラカンバ(4)，ミズナラ(1)，ヤシヤブシ，アカマツ(+)。亜高木低木層 $4\sim6\text{ m}$ ，ナナカマド(2)，コハウチワカエデ(1)，ミヤマイボタ，サワフタギ，ツルウメモドキ，ウリハダカエデ(+)など12種類。草本層ノガリヤス，ヒカゲスゲ，ヤマヨモギなど22種類。

この林分はカラマツ林の林縁にある古い保護樹帯で巾は 40 m である。シラカンバ，ミズナラ，ヤシヤブシなど温帯の落葉広葉樹が多い。付近のカラマツの樹高は $15\sim17\text{ m}$ であるが落葉広葉樹類は低くて 8 m 程度であった。安定した落葉広葉樹林である。人工林を伐採してこのような保護樹帯をつくるには早くても30年を必要とする。

3. アカマツ林を主とした保護樹帯(岩村田営林署)

1) アカマツ天然林： 浅間山，7林班と小班，海拔高 $1,300\text{ m}$ ，88年生，高木層 $14\sim18\text{ m}$ ，アカマツ(4)，亜高木層 $6\sim14\text{ m}$ ，ウリハダカエデ(4)，ミズナラ(1)，ハウチワカエデ，カスミザクラ，クリ，ミネカエデ，アオダモ，ヤマザクラ(+)。低木層，サワフタギ，ミズナラ，ガマズミ，レンゲツツジなど22種，草本層ヒカゲスゲ(3)，ミヤコザサ，シオデなど20種類。

この林分は $80.0\text{ 本}/\text{ha}$ ， 290 m^2 である。アカマツ林は林内が明るいので亜高木，低木層における更新樹種が多い。このため上木を伐採すると容易に保護樹帯となる林が多い。 5 ha の伐採区で 30 m の保護樹帯である。

2) アカマツ天然林： 海拔高 $1,000\text{ m}$ ，浅間山，44林班ぬ小班，沢の押出堆積地で生長良好。高木層 $18\sim23\text{ m}$ ，アカマツ(5)，亜高木層欠除，低木層 $4\sim5\text{ m}$ ，コナラ(5)，ヤマウルシ(1)，アズキナシ，クリ，ダンコウバイなど24種類，草本層ミヤコザサなど20種。

生長良好なアカマツ林で樹冠もよく閉鎖しており，亜高木層の発達は不良である。除伐または薪炭材として伐採したものとも考えられる。低木層は密でコナラが最も多く，高木層の構成種も多い。林床が暗い割合に草本層の種数が多いのは土壌が適潤で表土が深いこととササのような被覆植生が発達しないことによっている。この

ような林では高木を伐採すると低木層の高木種が急速に生長して高木層を形成する。

3) アカマツ天然林： 海拔高 1,100 m, 浅間山, 58 林班, 高木層 14~18 m, アカマツ(5), 亜高木層 5~8 m, コナラ(3), クリ, ヤマウルシ(1), アオハダ, ハリギリなど 20 種, 低木層 2~5 m, ヤマウルシ(2), ヤマウグイスカグラ, コナラ, ガマズミ(1), サワフタギ, ムラサキシキブ(+)など 26 種, 草本層ヒカゲスゲ(2), ノガリヤス(1), ススキ, ヌスビトハギ, キンミズヒキ(+)など 14 種。

高木層と亜高木層とは連続せず, 4~5 m の間は階層が発達しないところがある。この層は明りようで高木を伐採すると, 5~8 m の間にある亜高木類が高木層となる。亜高木, 低木層ともに陽性の樹種が多く, 種数もきわめて多い。この点ではアカマツ林から落葉広葉樹を主とする保護樹林帯の造成は容易である。

4) アカマツ天然林： 海拔高 1,100 m, 浅間山, 71 林班ら小班, 高木層 11~15 m, アカマツ(4), 亜高木層 4~7 m, コナラ(2), ヤマウルシ, アオハダ, ウリカエデ(1), ヤマザクラ, リョウブ, ヤシヤブシ(+)など 10 種類, 低木層 2~4 m, コナラ(2), ウリカエデ(1), アオハダ, ヤマウグイスカグラ, ウリカエデ(+)など 21 種。草本層ヒカゲスゲ(2), ススキ, アオハダ(1), ヌスビトハギ, サラサドウダン(+)など 10 種。

亜高木層にはコナラ, ヤマザクラ, ウリカエデ, リョウブ, ヤシヤブシなどが多く, アカマツが伐採されるとこれらの種を高木層とする保護樹帯ができる。

以上アカマツ林下における保護樹帯の造成はスギ・ヒノキ林, また手入れの行きとどいたカラマツ林よりも容易である。

D 保護樹帯の設定事例解析 — (2) (木曽分場)

a 浅間山麓における調査例

1. カラマツ造林地におけるコナラ保護樹帯

長野県小諸市, 浅間山国有林 18 林班, 標高約 1,000 m, 南面, 緩斜地

この保護樹帯は防火線敷地に大正 8 年コナラを植栽したものなので幅が約 10 m で狭いが, 成長, 形質共に良い。

この付近はカラマツの大面積造林地で, 昭和 35 年 8 月台風 16 号によって大被害(カラマツは風倒, アカマツは挫折)をうけた。その場合保護樹帯のコナラは全く被

害をうけなかった(枝折れもない)。

表 2 コナラ保護樹帯 (大正 8 年 4 月植栽・56 年生)

樹 種	調 査					h a 当り換 算			備 考
	面 積	本 数	平均胸 高直径	平 均 樹 高	材 積	本 数	材 積	胸高断面 積 合 計	
コナラ	m ² 2000	本 84	cm 354	m 17.5	m ³ 63.75	本 420	m ³ 318.75	m ² 42.10	
その他 L		29	82	6.1	0.61	145	30.5	0.85	ケヤキ・ミズキ・サクラ・ クリ・シラカンバ
計		113			64.36	565	321.80	42.95	

(注) 保護樹帯の幅は 10 m。

コナラの成長は表 2 のとおり 56 年生で h a 当り約 320 m³ の蓄積があり, 形質も良いものも多く, 用材生産の面からみても価値がたかい。

付近の造林地は昭和 35 年の台風被害跡地に 2 代目のカラマツが造林されている。しかしこのコナラの造林地をみると, 風害に強く, 用材としても利用価値がたかいからカラマツの大面積造林地ではもっと広葉樹の保護樹帯を多くし森林を強くするとともに有用広葉樹の生産も考慮する必要がある。

2. 湿地化しやすい地形でのアカマツ保護樹帯

火山の山ろく地帯は台地状地形や緩斜地が多く, 地形が良い割合に造林木の成長が悪い例がある。こうした地形のところは大面積皆伐を実行すると土壌は湿地化しやすく, 寒さの被害との複合被害が発生しやすい。

こうした場所では保護樹帯を適宜配置して更新の安全をはかる必要がある。浅間山ろくで皆伐をすると土壌が湿地化しやすい場所にアカマツの保護樹帯が保残されている実例があったので調査をした。

長野県北佐久郡御代田町浅間山国有林 7 / い林小班

南面緩斜地, 標高 約 1,200 m

この付近は写真 3 のような緩斜地で, 土壌が浅くアカマツの成長も極めてわるい。保護樹帯は幅が 30 m で, 天然更新を期待して前生樹を保護したもので幅は 30 m である。

表3 緩斜地のアカマツ保護樹帯(大正3年人工播種・61年生)

樹 種	調 査					h a 当 り 換 算			備 考
	面 積	本 数	平均胸 高直径	平 均 樹 高	材 積	本 数	材 積	胸高断面 積 合 計	
アカマツ	m ² 1000	本 94	cm 16.8	m 11.4	m ³ 13.19	本 940	m ³ 13190	m ² 2230	
その他L		71	7.4	5.7	127	710	1270	380	
計		165				1650	14460	26.10	

(注) その他Lの樹種: ヤマザクラ・コナラ・ヌルデ・ミズキ・アオハダ・カエデ・
ナナカマド・ミズキ・クリ・リョウブ・ヤシヤブシ・ウリハ
ダ・カラマツ

この地帯は土壌が浅く砂礫が多いので、61年生のアカマツが表3のとおり平均胸
高直径16.8cm・平均樹高が11.4mと極めて成長がわるい。

しかし、保護樹帯を残して天然更新を期待しているが、更新はほぼ良好である。保
護樹帯内に天然更新をした広葉樹数もその種類が多いから、この地帯では広葉樹の混
交を積極的に考えて施業を行なう必要がある。

3 保護樹帯の効果について

保護樹帯が多くの効果をもつことはすでに認められているところであるが、こゝで
は上記の事例解析と関連してつぎの2点の効果を指摘したい。

1) 保護樹帯による有用広葉樹の生産

保護樹帯の構成樹種は深根性の広葉樹がのぞましい。しかし現存の林分を保護樹
帯として保残すれば、人工林では針葉樹が主体となり天然林では針広混交林が多く
なるだろう。保護樹帯としては広葉樹の比率を高くしたほうが、強い保護樹帯とな
るばかりでなく、落葉の分解による地力の維持、増進の効果も大きいから、天然に
侵入する広葉樹は保育をして広葉樹の比率を高くするように努める。

近年広葉樹用材の生産は減る傾向にあるが、需要はそんなに減るとは考えられな
い。広葉樹用材林の造成はその適地が針葉樹の造林適地と競合するから一育造林は
困難である。また広葉樹用材は大材、通直、無節あるいは節があっても細枝である
ことなどが条件となるから、植栽本数を多くして少くとも100年以上の長伐期を

とらなければならない。病虫害の面でも広葉樹の一育造林は針葉樹林にくらべ被害
が激増する。

このようにみえてくると有用広葉樹の生産は天然林の針葉樹と混交する広葉樹を保
育するのがいちばん良さそうである。

その点保護樹帯は長伐期を採ることが有利だし、広葉樹を多く混交すれば保護樹
帯も強化され、地力の維持増進にも役立つから保護樹帯は広葉樹用材の生産林地と
しての役割りをもたせるべきである。沢沿いや立地条件の良い場所に設定された保
護樹帯については、天然更新の広葉樹を保有するとともに、場所によっては有用広
葉樹を積極的に植込んで保護樹帯を強化するとともに、有用広葉樹の生産地帯とし
ても有効に活用すべきである。

中部山岳地帯の保護樹帯に適すると思われる樹種の天然分布は図2のとおりであ
る。

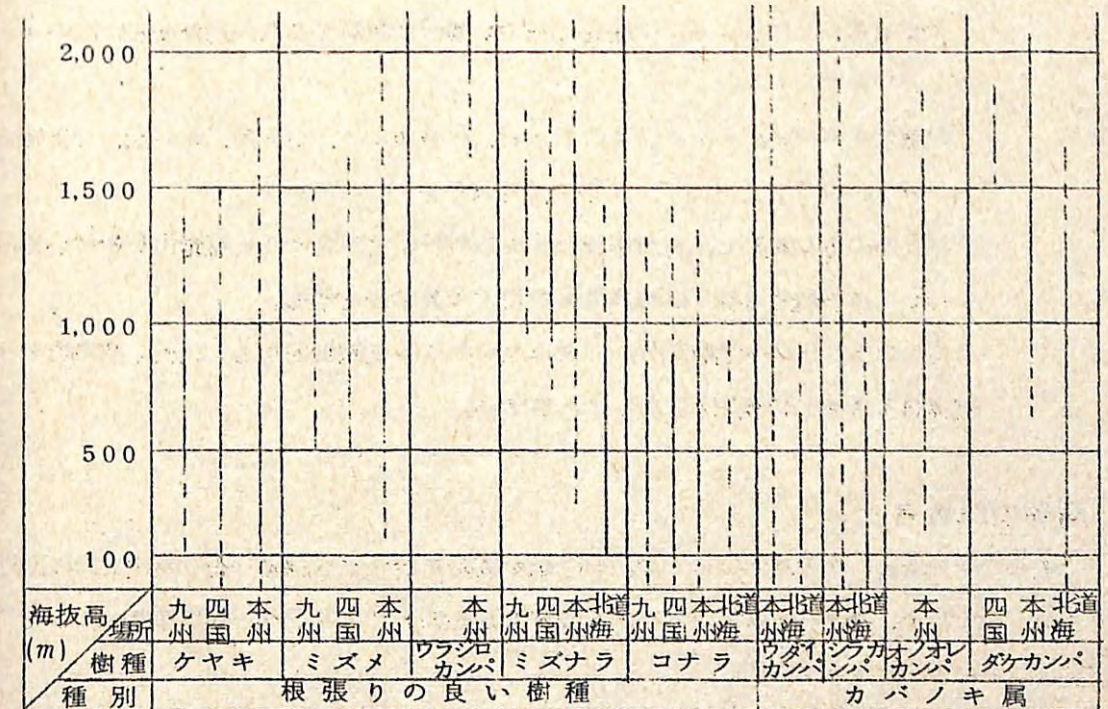


図2 保護樹帯に適する樹種の垂直分布

とくに亜高山地域は気象条件がきびしいから保護樹帯を固定し、広葉樹の生産地帯とするのが得策だろう。

もちろん保護樹帯である主目的にはづれぬよう、伐採にあたっては単木択伐によって良材を収穫するに止めることに留意すべきである。

2) 湿地化防止のための保護樹帯

高海拔地は気圧が低くなるとともに気温も低く、空気は多湿化しやすい。一方降水量も多く地面蒸発が少ないから台地状地形、平坦地、緩斜地などを皆伐すると土壌の湿地化がすみ更新が困難になることがある。特に浅根性のカラマツ造林地ではこの傾向が強いので注意が必要である。

湿地化しやすい局所地形は次のようなところに多い。

平坦地の低所や窪地

緩斜地の

緩斜地や波状地の谷

北斜面の緩斜地や窪地

東山地域の皆伐によって湿地化しやすい場所に更新する代表的な樹種は次のようなものがあげられる。

イヌエンジュ、キハダ、ノリウツギ、シラカンバ、シナ類、ニレ類、ヤナギ類、ズミ、カラコギカエデ、カシワ、ミズナラ

以上のような地形と、更新樹種などから判断して皆伐すると湿地化しやすい場所については低地や窪地には保残帯を残して保護樹帯とする。

このような保護樹帯は禁伐の必要はないから適宜択伐をする。ただし広葉樹や小径木はできるだけ伐採をしないようにする。

V 今後の問題点

"新たな森林施業"を基本方針として、いづれの現場においても保護樹帯の設定には積極的にとりくんでおり、今後その成果が森林施業全般にあらわれてこようが、現時点ではなおその設定法については問題点も数多い。

今回の調査研究はごく限られており、実証的成果はなお乏しいが、以下いくつか問題点を検討し今後の資料としたい。

(1) 林地の特性の把握

保護樹帯の効用には数多くのものが考えられ、しかもそれらが複合して発揮されている。したがって特定の目的のみで樹帯を設定することは現実的にはかえって困難かもしれない。しかし林地の自然的環境、社会的環境を明確にすれば、おのづと保護樹帯の性格も明らかにならう。拡大造林の第一線の林地における保護樹帯と伝統ある人工造林地帯のそれとは当然設定の目的、手法が変わってこよう。

基本方針をうけて現在各局で設定の具体案をつくり、その適用を行っているが、なお画一的な点も多くみられる。

(2) 保護樹帯の効果の把握

はじめに述べたように現在なお山地での保護樹帯の効果を定量的に把握するまでにいたっていない。したがって保護樹帯の目的が定まっても適確な設定法を導くことは困難であり、経験的な手法によらざるを得ない。

複雑な山地環境下での保護樹帯の効用をすべて実証的に明らかにして、定量化することは不可能であり、効果の判定にも長期間を要する。樹帯の設定を事業の中で進めつゝ、その効果を経験的に把えてゆくことが是非とも必要である。

(3) 保護樹帯の設定法の試行

樹帯の幅、設定位置などについて画一的でない種々の試案について現地において実行し、保護・保全の効果と施業上の得失を十分検討する。現在基準として用いられている樹帯幅30～40m、樹帯面積15～20%（施業面積に対して）なども、林地の特性や目的に応じて、加減されるべきであろう。

林地の条件によっては保護樹帯の設定よりも小面積皆伐法や帯状皆伐法の方が施業的にも容易であり、保全的にも問題が少い場合も多いと思われる。

現状では主尾根、小尾根の保護樹帯の設定は比較的よく行なわれているが、沢沿いまたは山腹等高線沿いの樹帯の設定は行なわれることが少い。Ⅳ-Aにおいてふれたように沢からの吹き上げ風についての効果、風致、溪流保全などの面からもっと取入れらるべき設定法と思われる。

以上のような設定法についての試行を施業指標林などの形態で広く行なうことが望まれる。

(4) 保護樹帯の維持管理

現在の保護樹帯は人工造林地もしくは天然林の伐採にあたり保残された帯として、設定されるのが普通である。

もとの林相が過密であり、しかも樹帯巾が狭い場合、保護樹帯そのものが風害などによって潰滅することが多い。とくに山地帯でのカラマツ人工林や亜高山帯針葉樹林で多く見られる。危険な樹種、林相の場合には十分な配慮が必要である。

保護効果は高木層だけでなく、林内各層の発達がよい林相が一般的に高いと考えられるので、人工林より保護樹帯を設定する場合、亜高木層や下層植生の発達を促すよう、上木の間伐も必要な場合がある。

常緑針葉樹林はよくうつ閉して保護効果をあげるが、諸害に対する抵抗性や永続的な保続を考えると、固有の広葉樹類の導入をはかることが望まれる。

以上のように樹帯の維持管理には積極的な施業を投入することが必要であるが、保護樹帯は隣接造林地よりも長い伐期で更新されるので、残存する有用樹種の良材生産もまた可能な場合が択伐によるその利用方法を考えることも重要である。

保護樹帯は自然植生を保存し、その土地固有の林相を維持するのに役立ち、風致景観の維持とともに野生生物の保全の効用をもつことも忘れることが出来ない。