

海岸防風林に関する研究

—風洞模型実験による植栽密度と風速分布特性—

九州大学農学部 若村孝雄

1. はじめに

防風林効果に関しては、海岸、内陸を問わず数多くの実測・実験例によって次第にその特性が明らかにされてきており、それらに基づいて、より効果的な林帯が設置され、また従来のものは修正されつつある。しかし現在なお、これらの防風機構、とりわけそれに関与する諸因子間関係の確実な把握、量としての数式化に問題を残している。逆にいえば、地形の複雑性、防風林密度数値化の困難性等がその効果を一義的、数値的表示の方向へ進ませることを非常に困難なものにしていると考えられるからである。

さて従来の研究の中で、林帯幅、植栽密度に関する資料は多いが、模型による風洞実験、ひな形林における野外実験の場合、任意幅ごとに縦横の植栽間隔を多様に変化させて、その減風比等への影響について論じた例は筆者が知る範囲ではないようである。ところが、実際の海岸林を観察してみると、前縁部が疎、後林部が密、あるいはその逆という例があり、同一林帯幅でも単一密度と、そうでない例もある。これらの因子の林内、林冠上、林帯後方における風速分布へ及ぼす影響を明らかにすることは、海岸林の減風機能・機構を究明していく上で重要であると考えられる。それはまた、最小限の防風林面積で、最大限の防風の効果を発揮させるための配置を決定する上でも必要性が高いと考えられる。

今回は、模型林帯幅60cm迄のものについて、植栽密度を様々に変化させた実験結果、及びこれに関連して現地での風速垂直分布特性に関する観測も行ったので併せてここに報告する。

2. 研究方法

現地測定をおこなった場所は、福岡市西区生の松原九州大学早良演習林内の東西にのびた汀線より南へ15m内陸方向へ入った地点で、比較的なだらかな砂表面をなしている。期間は、1979年4月6日より同20日迄である。測器は理工研式ロビンソン風速計で北～北西風の際に高さ6m迄の10分間平均風速を求めた。

風洞実験については、一種のエツフェル型風洞を用いて、底部にベニア板をしき、その表面に平均粒径0

.7mmの砂をニスにて固定した。これは底層部摩擦を大きくしてベニア板上の風速垂直分布が対数分布になるようにするためである。次に長さ66mm、直径5mmの棒に、針金を紡錘形状にしたものを取り付け、これに毛糸の切片を付着させて林木の模型とした。(図-1) この模型林木相互の間隔を、8、4、2.7cmとし、便宜上A1、A2、A3と称する。2列目からのその相互間隔もそれぞれ同様である。従って、同一幅でもA1、A2、A3では列数は異なる。まず幅60cm全面にそれぞれを立てた場合、9、15、21列となる。次に幅30cmだと、5、8、11列、幅20cmでは、3、5、7列である。これらについて常に幅60cmになるように組合せた。続いて、それぞれについて、1列から順次列数を変化させた。前者については、模型前方 $x/h = -0.2, -2.4$ 、林内、林冠上、模型後方 $x/h = +1, 3.1, 17$ の各点で、後者については模型後方 $x/h = 1, 3.4, 5.8, 10.5, 13, 26.4$ の点で熱線風速計にて計測した。なお前者については $x/h = -0.2, +3.1$ 、高さ4cmでの乱れ強さについても同時に計測した。ここで x は、風洞中心線上の模型前・後縁部からの距離で、 h は模型高さである。植栽方法は、全てちどり型である。風の乱れ強さは、5秒間隔3分間計測、式(1)で求めた。

$$\sigma / \bar{v} = \sqrt{\sum (v_i - \bar{v})^2 / \bar{v} \sqrt{n}} \dots (1)$$

∴ v_i : 測定値 \bar{v} : 平均風速 n : 測定度数

なお相似律については、レイノルズ数 3.5×10^4 程度であり、相似を満たすとはいえないが、代表長さと同相対粗度の比をできるだけ同値になるようにすること、乱装置設置等を勘案しておこなった¹⁾。

3. 結果と考察

現地観測結果については、図-2に示すごとくである。ここで摩擦速度 V^* は、地上1mにおける風速の5%内外になっていることを確認した²⁾ちなみに V^* 1の場合に対数式をあてはめてみると、

$$v = (0.81 \log z / 0.0009) + 0.74$$

となる。また風洞基準点風速垂直分布(図-3)と比較すると、同値の V^* を得るためには、比較的低風速で現地と対応する結果となっている。

図-4、5は高さ2~6.5cm迄の基準点、模型前方 $x/h = -15$ に対する各位置の風量比を示している。

前述のように幅は、全て60cmとしている。A1 A2とは、風向に対して前部30cmにA1を5列、後部30cmにA2を8列の意味である。A1 A2 A3とは、幅20cmに、A1を3列、A2を5列、A3を7列である。A2 A1としているのは、風向に対して逆配置をしたものである。前部より疎→密とした方が、その逆よりも後方減少域・比は高い傾向がある。全面A1, A2, A3を比較すると、明らかにその林木の間隔による差が認められるが、式確定のためには、もっと種類を多くする必要があると考えられる。

図-6は列数増加によって模型後方の風量が基準点のそれより何%減少しているかを示すものである。即ち $1 - (q/Q)$ のA2の例である。qは、後流各位置での風量、Qは基準点のそれである。 $1 - (q/Q)$ と x/h の指数回帰式による解析を試みたが、グラフとの同意性が判明しないのでここでは差し控える。A1, A2, A3に共通していえることは、5列前後迄その割合は大であるが、それ以降では徐々にしか増加していない。このことは、田中他³⁾の実験結果と略一致している。

表-1は乱れ強さの結果であって、顕著な傾向はみ

表-1 乱れの強さ $Z = 4 \text{ cm}$

模型	x/h	v^*/\bar{v}	
		-0.2	+3.1
A 1	32	0.02	0.03
	48	0.02	0.03
A 2	70	0.02	0.02
	25	0.03	0.05
A 3	48	0.03	0.06
	30	0.02	0.05
	48	0.03	0.05
	73	0.02	0.06
A1 A2	48	0.01	0.03
	A2 A1	*	0.02
A1 A3	*	0.02	0.05
	A3 A1	*	0.02
A2 A3	*	0.03	0.06
	A3 A2	*	0.03
A1 A2 A3	*	0.02	0.04
	A3 A2 A1	*	0.02

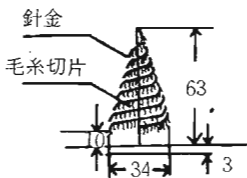


図-1 模型寸法 (単位: mm)

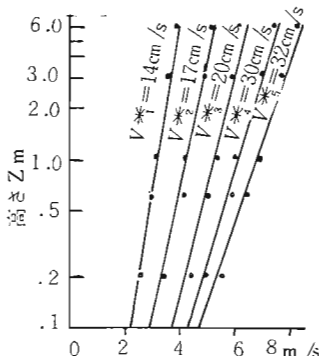


図-2 現地定点風速垂直分布

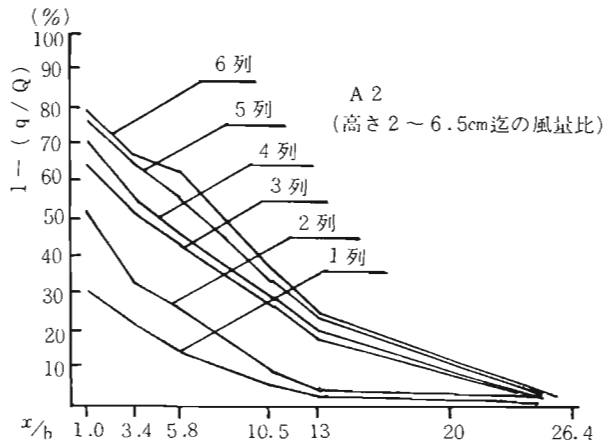


図-6 風量比減少度合

られないが、後縁付近の乱れ強さは前縁の1.5~4倍の値をもっている。

4. おわりに

植栽密度の変化と防風効果についての定性的関係を明らかにしたが、量的把握のためには、植栽間隔の種類を多くすること等が必要である。

引用文献

- (1) 根元 茂: 農業気象, 22, p.p.39~40, 1967
- (2) 砂防工学: p.p.191, 朝倉書店, 東京, 1972
- (3) 田中貞雄他: 農業気象, 12, 2, p.p.77, 1957

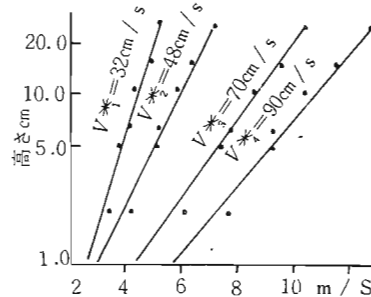


図-3 風洞基準点風速垂直分布

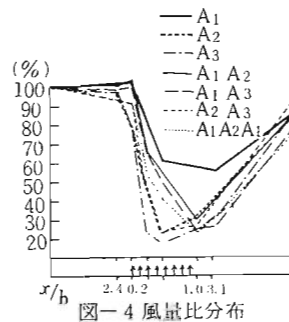


図-4 風量比分布

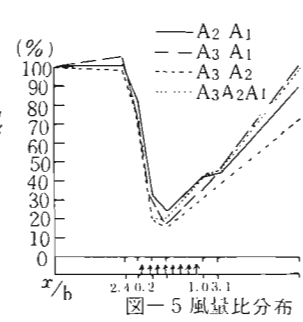


図-5 風量比分布