

海岸防災林における林の深さに関する研究 (第1報)

クロマツの針葉量について

田中一夫・宮田和夫

Studies on the Depth of Forest in the Coastal Sand-dune Fixation Forest. (I)

On the Quantity of Needle-leaf of *Pinus thunbergii* PARL.

KAZUO TANAKA and KAZUO MIYATA

(Faculty of Agriculture, Tottori University)

I 緒 論

海岸防災林の防災機能にかんする一連の研究を行つて来たが、今回は防災機能にかんする海岸防災林の林分構成および主林木であるクロマツ林分の基本量を調査し、これ等の結果から立体的な林の深さ (Depth of Forest) を研究する目的で行つたものである。

海岸防災林においてはとくに林の遮風体としての密度の状態が樹高因子と同様極めて重要であり、防風、防砂および防潮等にかんする効果の判定については一層、林の立体的な深さを研究することが必要でこのためにはとくに針葉量が最も影響するところが大であると考えられる。今回はまず手始めとして林令の異つた林分および生育状況の異つた林分を選び標準地を設定し、毎木調査によつて林分構成を調査するとともに、標準木を伐採して各林分の針葉量および針葉表面積等の算出をこころみた。

測定した資料もまだ少数ではあるが各種の林分の基本量につき、ある程度、量的把握が得られた。また生育の良否による針葉量等に著しい相違があることが量的にわかった。今後更らに林の深さに関する研究を進展させるとともに将来防災効果の試算に応用し、海岸防災林の造成にさいし、その規模の決定および保育上の参考となれば幸である。

本研究に対し御指導を賜つた鳥取大学教授池田茂博士に対し感謝の意を表する。

II 実験方法

試験地は鳥取大学農学部砂丘研究施設の構内にある砂防造林地で、1951年以降砂防造林された地区内に5箇所の試験区を選定した。

これ等の試験区各に10m×10mの標準地を設定し、林況調査として毎木調査を行った。この結果から各試験区別に1~2本の標準木を選び、これを伐採して、幹重量、枝条量、針葉量を測定した。針葉量についてはとくに防災効果に最も影響が大であるので、樹冠の上、中および下部の各部位別に生重量を計測した。更らに樹冠の各部位別に1年葉および2年葉(2年葉以上を含む)を100~200針葉をアトランダムに抽出し、それ等の針葉の長さ、針葉中央部の下面幅(幅とする)り、針葉の高さ(厚さ)りおよび針葉1本当りの生重量をトーションバランスですばやく計測した。

これ等の結果から針葉中央部の断面積を楕円と仮定し次式より周囲の長さを求め針葉長を乗じて、針葉1本当りの針葉表面積を概算した。

楕円の周囲の長さ = $2a\pi \left(1 - \frac{C}{2} + \frac{C^2}{16}\right)$ Cの小さい時に限る

但し $2a, 2b$ 主軸 $C = \frac{a-b}{a}$

以上の結果から各試験区における標準木当りの針葉表面積を概算するとともに、標準地の毎木調査の結果をもとに各林分(アール当り)における針葉表面積の算出を試みた。

(脚注)…本研究の一部は昭和40年度日本林学会関西支部大会(於て高知)において発表した。

Ⅲ 実験結果および考察

1. 各 Plot 別の標準地における林況調査

第1表 標準地における林況(10m×10m)

項目 試験区	樹 種	樹 令 年	本 数 本	樹 高	直 径*	う つ べ い 度 %	枝 下 高	
				平 均 最低 ~ 最高	平 均 最低 ~ 最高		枯 葉 m	生 葉 m
1	ク ロ マ ツ	13	84	$\frac{3.30}{1.4 \sim 4.8}$ m	$\frac{4.86}{1.2 \sim 9.0}$ cm	70	0.15	0.70
2	ク ロ マ ツ	12	64	$\frac{3.63}{1.8 \sim 4.6}$ m	$\frac{5.74}{1.9 \sim 9.9}$ cm	80	0.27	1.38
3	ク ロ マ ツ	13	92	$\frac{0.98}{0.4 \sim 2.2}$ m	$\frac{2.16}{0.6 \sim 4.6}$ cm	40	0.03	0.03
4	ク ロ マ ツ	12	49	$\frac{4.40}{2.0 \sim 6.5}$ m	$\frac{6.84}{2.0 \sim 11.0}$ cm	100	0.37	1.37
	ニセアカシヤ		20	$\frac{3.97}{1.0 \sim 6.0}$ m	$\frac{3.23}{0.7 \sim 8.6}$ cm			
5	ク ロ マ ツ	6	80	$\frac{0.85}{0.4 \sim 1.5}$ m	$\frac{1.86}{0.8 \sim 2.9}$ cm	50	0.04	0.04
	ニセアカシヤ		20	$\frac{1.69}{0.8 \sim 2.4}$ m	$\frac{2.25}{0.8 \sim 4.3}$ cm			

* 直径は地上高30cm

各 Plot の林況は第1表のごとくである。

Plot 1 は肥料木を混植しないクロマツ造林地で、ha 当り、当初10,000本植栽したものである。調査した時は13年生で、この地区は比較的風当りの強くない低いところにあり生長が良好で落葉枝量がha当り約 4 ton もあつた。⁴⁾

Plot 2 は Plot 1 と同様肥料木の混植をしないクロマツ造林地でha当り、当初10,000本植栽したものであるが、調査した当時12年生で Plot 1 に接続した地区で Plot 1 よりやや生長が良好で、落葉枝量がha当り約 5 ton 程度あつた。

Plot 3 は、Plot 1 と同時造林でクロマツ単純林であり、造林当初はha当り10,000本植栽であつた。Plot 1 より少し隔れた地区で地形的には大きな相違は見られないが、生長が極めて悪く、Plot 1 のものと比較して樹高生長量において約 $\frac{1}{2}$ にもおよばない生長不良林分であり、落葉枝量もha当り約 1 ton であつた。⁴⁾従つて成林には分後一層の保育が必要な地区である。

Plot 4 はクロマツとニセアカシヤを7:3の比率で当

初ha当り10,000本植栽したもので Plot 1 より約150m程海岸に寄つたところで風下に約10°内外傾斜した地区であり、調査した当時12年生で生立本数は1a当りクロマツ49本、ニセアカシヤ20本の混こう歩合となつていた。過去2回程度ニセアカシヤを除伐したところである。クロマツの生長は各 Plot 中最も優良で、平均樹高4.4mで最大のもは樹高では6.5mにも達し、地上高30cmの直径が4.0cmにもおよんでいるものがあり、うつべい度も過密になつており、既に除伐、間伐の必要が見られる林分である。落葉枝量がha当り約18tonの多量におよび土壤が極めてぼう軟でかつて砂丘地で裸地であつたとは思えないほどであつた。⁴⁾この生長優良なものとの生育不良な Plot 3 とを比較してみると樹令では差がないにもかかわらず、樹高生長においては前者は後者の約4.4倍にもおよんでいることがわかつた。このような優良林分と不良林分との間には極端な相違が見られた。

Plot 5 は6年生の幼令林であり海岸側に面したところで当初ha当り10,000本植栽で、クロマツとニセアカシヤを8:2の割合に混植した地区であり、造林当時固形肥料

等を施肥したため比較的成長が良好であつた、平均樹高が0.85mにもおよんでおり、Plot 3 の13年生の不良林分に近い値を示している。

2. 各 Plot におけるクロマツ標準木の針葉等の測定結果。

各 Plot のクロマツ標準木を伐採して、これ等の樹高

、幹重量、枝条重量および針葉量を測定した。針葉量については樹冠を上、中、下の三部位に区分して生重量をすばやく測定した。後述する各 Plot 別の針葉量の計測結果から、各部位別の針葉表面積をとりまとめ、更らにアール当りの林分における針葉表面積を概算した結果は第2表の如くである。

この結果から Plot 1 について見ると、樹高3.71m、

第2表 クロマツ標準木の針葉量および針葉表面積

試験区	樹高	幹重量	枝条重量	針葉量						針葉生重計	針葉表面積計	a 当り針葉表面積
				上部		中部		下部				
				重量	表面積	重量	表面積	重量	表面積			
1	3.71	3.806	4.474	1.133	4.858	0.742	3.245	0.187	0.928	2.062	9.031	758.60
2	4.55	8.256	6.306	1.610	7.053	0.788	3.583	0.010	0.045	2.408	10.681	683.58
3	1.14	0.258	0.776	0.052	0.256	0.208	1.083	0.158	0.857	0.418	2.196	202.03
4	4.66	12.120	11.962	0.870	3.787	3.742	17.393	0.324	1.626	4.936	22.806	1,117.49
5	0.81	0.128	0.986	0.152	0.704	0.248	1.261	0.712	3.408	1.112	5.373	429.84

針葉生重量の合計は約2.06kgであり、約 $\frac{1}{2}$ が樹冠の上部に附着しており、次いで全体の約 $\frac{1}{3}$ が中部に附着しており、残りが下部であつた。この林分は概して樹冠が上部にかたより下部は針葉量が著しく少く、枝下高は0.7mであつた。

Plot 2 においては樹高4.55mで針葉生重量は約2.41kgとなり樹令が Plot 1 より1年若いが生育良好で Plot 1 よりやや多くなつている。枝下高は1.38mと Plot 1 より高くなつていた。

Plot 3 は Plot 1, 2 と大体樹令が同じであるが樹高1.14m、針葉生重量の合計が約0.418kgで Plot 1, 2 の約 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{6}$ に相当し極めて少かつた。また樹冠の部位別による針葉量については中部が最も多く全体の約 $\frac{1}{2}$ の0.21kg、次いで下部の0.16kgで、上部約0.05kgと最も少かつた。このように生育不良の林分においては樹高の伸びが著しく少く全体的に多幹状で、わい生となり、針葉長も極めて短かく一般に盆栽状の樹形をしているのが特徴である。

Plot 4 は調査した Plot 中最も生長良好な林分であり、樹令12年で、樹高が4.66m、針葉生重量合計が約4.94kgで Plot 1, 2 の約2倍以上にも及んでおり健全な樹冠を呈していた。樹冠の中部における針葉量が全体の約57%におよんでおり、次いで上部が約15%となり、残り

が樹冠の下部であつた。

Plot 5 においては造林後4年経過した幼令林で、樹高0.81m、針葉生重量の合計が1.11kgで、Plot 3 の13年生の不良林分のそれに比較して約2.6倍の量におよんでいた。針葉は樹冠の下部において全体の約64%が附着しており、いまだうつつべい度が50%程度の林分であるが生育は良好であつた。

3. 各 Plot における針葉の計測結果

各 Plot の標準木につき樹冠の上、中、下の各部位より1年葉および2年葉（2年葉以上を含む）別に100~200針葉をアトランダムに抽出しそれぞれの針葉につき前述の方法で計測し、これ等の結果をもとに針葉表面積を計算した。結果は第3表~第7表の如くである。

Plot 1 の結果は第3表の如くである、針葉幅、針葉長さおよび針葉長は樹冠の上部のものが最も大きかつた。従つて針葉1本当りの表面積および生重量は他の樹冠部位のものより最も大であつた。各部位における針葉1本当りの生重量においては共通して2年葉が1年葉より大であつた。針葉1本当り表面積においては針葉長の最も長い上部2年葉が最大で、最小は下部1年葉であつた。針葉生重量1g当りの表面積においては逆に最も大なるものは下部1年葉であり、最小は上部2年葉であつた。

第3表 第1試験区における標準木針葉の計測結果

項目 部位別	針葉幅	針葉厚さ	針葉長	針葉断面 周 囲	針葉1本当り 表 面 積	針葉1本当り 生 重	針葉生重 1g当り 表 面 積
上部1年葉	1.348	0.823	9.095	3.696	3.362	77.610	43.319
上部2年葉	1.346	0.859	9.962	3.748	3.734	88.010	42.427
中部1年葉	1.308	0.807	6.733	3.600	2.424	56.090	43.216
中部2年葉	1.328	0.802	8.631	3.629	3.132	70.760	44.262
下部1年葉	1.167	0.690	6.275	3.166	1.987	39.140	50.766
下部2年葉	1.170	0.651	7.786	3.110	2.421	49.880	48.536

備考 2年葉は、2年葉以上を含む

第4表 第2試験区における標準木針葉の計測結果

項目 部位別	針葉幅	針葉厚さ	針葉長	針葉断面 周 囲	針葉1本当り 表 面 積	針葉1本当り 生 重	針葉生重 1g当り 表 面 積
上部1年葉	1.275	0.747	8.553	3.446	2.947	67.530	43.640
上部2年葉	1.376	0.777	10.971	3.675	4.032	91.690	43.974
中部1年葉	1.242	0.746	7.743	3.387	2.623	56.550	46.384
中部2年葉	1.243	0.756	8.782	3.405	2.990	67.110	44.554
下部1年葉	1.333	0.783	9.888	3.609	3.568	77.450	46.068
下部2年葉	1.335	0.821	10.651	3.672	3.911	87.387	44.754

備考 2年葉は2年葉以上を含む

Plot 2の結果は第4表の如くである。この結果から概してPlot 1の傾向が見られた。

第5表 第3試験区における標準木針葉の計測結果

項目 部位別	針葉幅	針葉厚さ	針葉長	針葉断面 周 囲	針葉1本当り 表 面 積	針葉1本当り 生 重	針葉生重 1g当り 表 面 積
上部1年葉	1.133	0.671	5.945	3.075	1.828	37.862	48.281
上部2年葉	1.075	0.681	4.998	2.998	1.493	29.725	50.227
中部1年葉	1.086	0.645	5.250	2.951	1.549	32.120	48.225
中部2年葉	1.037	0.591	4.539	2.777	1.260	22.530	55.925
下部1年葉	1.075	0.679	4.861	2.984	1.451	27.180	53.385
下部2年葉	1.077	0.640	4.577	2.928	1.340	24.290	55.167

備考 2年葉は2年葉以上を含む

Plot 3の結果は第5表の如くである。この結果から針葉1本当りの生重量は各部位とも2年葉よりも1年葉が大であった。また針葉1本当りの表面積も同様の傾向が見られた。Plot 3の針葉はPlot 1と比較して不良林のた

め極めて短小な針葉であり、針葉1本当りの生重量において前者は後者の約 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ であつた。従つて針葉1本当りの表面積も同様の結果が見られた。

第6表 第4試験区における標準木針葉の計測結果

項目 部位別	針葉幅	針葉厚さ	針葉長	針葉断面 周 囲	針葉1本当り 表 面 積	針葉1本当り 生 重	針葉生重 1g当り 表 面 積
	mm	mm	cm	mm	cm ²	mg	cm ²
上部1年葉	1.280	0.789	6.882	3.521	2.423	55.660	43.532
上部2年葉	1.296	0.811	8.778	3.584	3.146	72.298	43.514
中部1年葉	1.239	0.712	7.119	3.327	2.368	51.068	46.370
中部2年葉	1.285	0.741	7.707	3.458	2.665	57.202	46.589
下部1年葉	1.164	0.676	7.609	3.138	2.388	47.580	50.189

備考 2年葉は2年葉以上を含む

Plot 4の結果は第6表の如くである。

針葉1本当りの生重量および針葉表面積においては

Plot 4は各Plot中最も優良な生長をしているため各部位別の相違がPlot 1, 2より少ない傾向が見られた。

Plot 1と同様に1年葉よりも2年葉が大であつた。

第7表 第5試験区における標準木針葉の計測結果

項目 部位別	針葉幅	針葉厚さ	針葉長	針葉断面 周 囲	針葉1本当り 表 面 積	針葉1本当り 生 重	針葉生重 1g当り 表 面 積
	mm	mm	cm	mm	cm ²	mg	cm ²
上部1年葉	1.244	0.768	5.875	3.425	2.012	43.440	46.317
中部1年葉	1.164	0.713	5.087	3.196	1.626	31.990	50.828
下部1年葉	1.198	0.737	5.373	3.293	1.769	35.040	50.485
下部2年葉	1.340	0.815	6.092	3.670	2.236	49.430	45.236

備考 2年葉は2年葉以上を含む

Plot 5の結果は第7表のごとくである。

を求めたものである。

Plot 5の2年葉の計測資料が少ないので傾向が判明しないが樹冠の下部における結果では1年葉よりも2年葉が針葉1本当りの表面積および生重量とも大である、

上図より一般に海岸砂防林においては生育の良否による針葉表面積の差が著しく大である

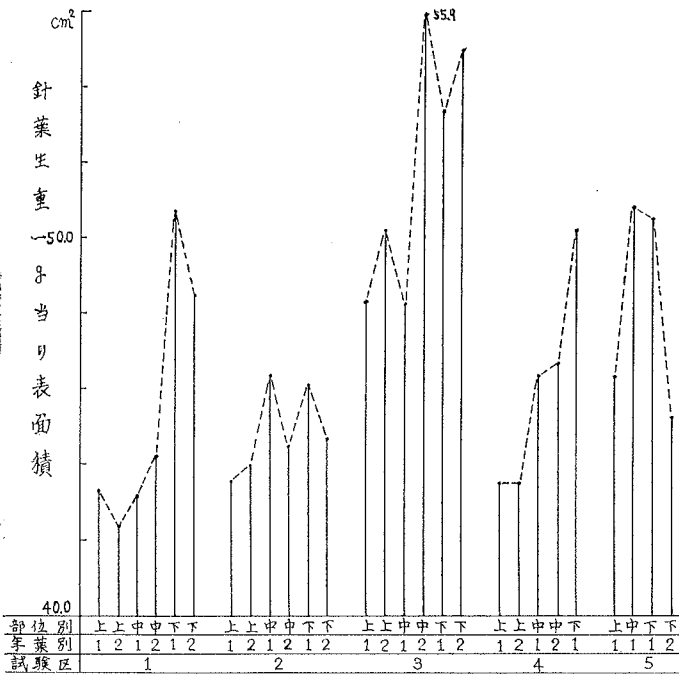
各Plotの針葉生重量1g当り表面積を図示すると、第1図の如くである。

樹冠の部位別のちがいについては概して中央部のものが上部よりも大きい値を示しており一般に力枝の部分に相当すると思われる。また針葉の年葉別の区別によるちがいは一定の傾向が見られなかつた。

この図から見られるように一定の傾向がうかがえないようである。概してPlot 3の成績不良林におけるものが最も大きな値を示しており、Plot 1, 2, 4の成績優良林においては、針葉1g当りの表面積はPlot 3と対比して一般に小さい値を示していた。これは生育不良な林木の針葉は短かく針葉1本当りの表面積は上述の如く極めて小さかつた。しかし今後針葉量の測定に当つては合理的な計測方法と思われるので針葉生重1g当りの表面積

4. 各Plot別の針葉1本当り表面積と針葉幅との関係を図示すると、第2図の如くである。

針葉幅と針葉1本当り表面積との間には正比例的な関係が見られる。概して優良な生育をしているPlotにおいては針葉の幅の相違による表面積が著しく相違している。そのために傾向線の勾配が一般に急であり、針葉幅



第 1 図 各試験区別，樹冠部位別における針葉 1 g 当り表面積

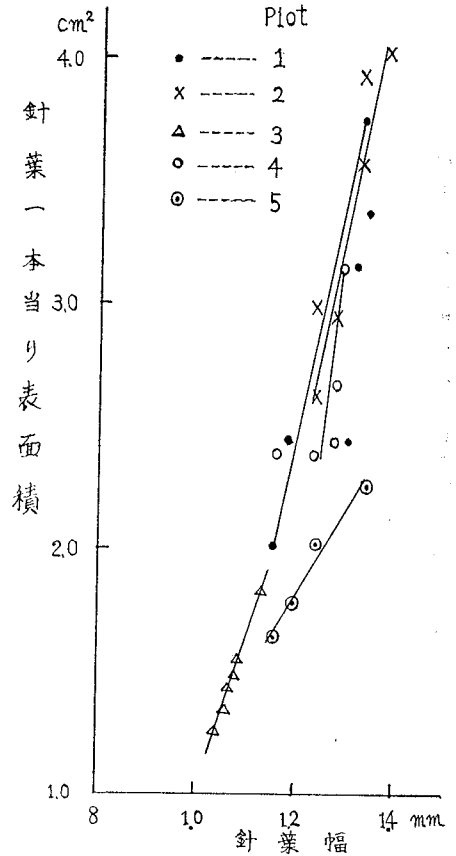
のわずかの相違が表面積に大きく影響していることが見られる。それに反し Plot 3 および 幼令林の Plot 5 においては傾向線の勾配がややゆるやかであり，一般に針葉幅の相違が針葉 1 本当りの表面積に影響する傾向が小である。

実験に供した各 Plot の針葉につき全体的に見て，針葉幅 1.0mm~1.4mm 迄の大体の傾向がうかがわれるようである。まだ調査資料が少ないが大体の傾向が見られる。今後これ等の資料をもとに海岸砂防林における針葉幅と針葉 1 本当り表面積との傾向線を決定したいと考えている。

5. 各 Plot 別の針葉 1 本当りの表面積と針葉長との関係を図示すると第 3 図の如くである。

この図によると Plot 3 の生長不良林においては極端に針葉が短かくモードが小である。それに反して生長良好な Plot においては針葉長が長くモードが大である。一般的に針葉長と針葉 1 本当り表面積との間には極めて正の相関があり，かなりきれいな傾向線にのるようである。今回の調査資料をもとに今後これ等の傾向線を検討したいと考えている。

各 Plot 別の針葉生重量 1 g 当りの表面積と各 Plot

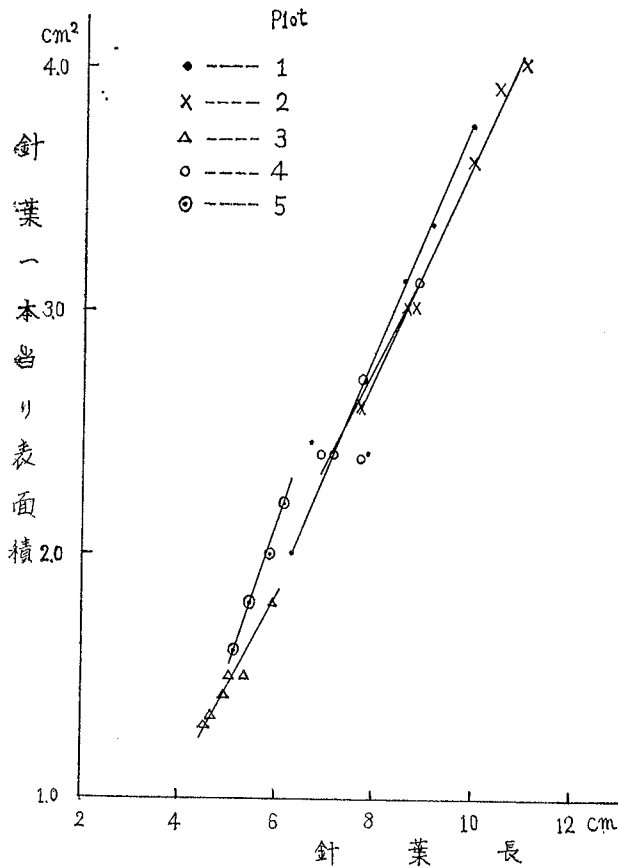


第 2 図 各試験区における針葉幅と針葉 1 本当り表面積との関係

別の傾向をみると第 3 表~第 7 表の如くである。一般的に不良林分においては針葉が短かく，比較的重量も小であるので 1 g 当りの表面積が 55.92cm² と最大を示しており，優良林は比較的小さく 42.427cm²~50.189cm² となっている。全体的に見て今回調査した範囲の林分においては 1 g 当りの表面積は最小が 42.427cm² であり 最大は 55.925cm² となっており，大体この範囲にあることがわかった。

以上の結果から樹高生長が大であり，枝下高が比較的小で生育良好な林分においては，針葉量が大である。

第 2 表の如く樹令 12 年生で平均樹高 4.4m では針葉量の合計が 4.936kg，樹令 13 年生の不良林においては平均樹高 0.98m で針葉量の合計が前者の約 1/10 以下の 0.418kg となり極めて大きな相違である。従つて Plot 4 の優良林では標準木 1 本当りの針葉表面積は 22.806m² であつ



第3図 各試験区における針葉長と針葉1本当り表面積との関係

たが Plot 3 の不良林では約2.196m²となつて前者の約1/2にすぎない状況であつた。

標準地調査の結果から現実の林分における1アール当りの針葉表面積をまとめて見ると次の如くである。

Plot 別	1アール当り針葉表面積m ²
1	758.60
2	683.58
3	202.03
4	1,117.49
5	429.84

以上となり、生育の相違により針葉表面積に大きな相違が見られた。

Plot 4, および Plot 5においてはニセアカシヤを混植しているのでこれを見積れば更らに一層大きな値となると思われる。今後ニセアカシヤの計測を行つて一層この

点を明らかにしたいと考えている。

鳥取県下にある海岸砂防林について、鳥取県林試場の行つた調査結果によると次の如くである。²⁾

20年生クロマツ林分で平均樹高3.54m, 枝下高1.33m, ha当りの生立本数が5,670本, うつべい度80%。30年生クロマツ林分で平均樹高7.11m, 枝下高2.65m, 生立本数が2,000本, うつべい度80%。40年生クロマツ林分で平均樹高5.10m, 枝下高3.97m, 生立本数1,247本, うつべい度80%。50年生クロマツ林分で平均樹高16.47m, 枝下高8.15m, 生立本数833本, うつべい度85%である。

以上の如く一般に海岸砂防林においては樹令をますとともに枝下高があがり、下部がすいていく傾向がある。また各地に生育の不良な林分も点在している現状である。³⁾

今後更新と保育を行うとともに老令で下部のすいた林分においては速かに下木の導入をはかり、木の深さ(密度)をますと、ともに健全で充分なる防災効果をあげる林分を造成することが緊要である。⁵⁾

今後更らに各種の林令の海岸砂防林につき針葉量, 針葉表面積, 枝条量, 樹幹重量および樹幹表面積等を調査して海岸防災林の基本量としての木の深さを研究したいと考えている。

IV 摘 要

海岸防災林の防災効果にかんよする林分の基本量につき、鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設構内の砂防造林地で調査した。その結果、各林令および生育の相違した林分の単位面積当りの針葉量, および針葉表面積等の基本量が量的に把握された、またほぼ林令の同じ林分においても生育の良否による針葉量および針葉表面積に著しい相違があることが量的にわかつた。今後海岸防災林の防災効果の判定に対する基礎資料となり、更らに今後木の深さ (Depth of Forest) に関する研究に進展させたいと考えている。将来海岸防災林の造成にさいし、その規模の決定および取扱上の指針ともなれば幸である。

参 考 文 献

- 1) 佐藤敬二他：耕地防風林に関する研究，日本学術振興会，1952
- 2) 大北英太郎：防風林更新試験基礎調査，鳥取県林業試験場報告，第6号，1963
- 3) 原 勝，田中一夫他：海岸砂丘地における黒松造林不成績地の改善に関する研究（第Ⅱ報），
鳥取農学会報Vol.10，No.3，1954
- 4) 池田茂，田中一夫，宮田和夫：海岸砂防林における土壌のpF—水分系に関する研究，
鳥取大学農学部演習林報告，第3号，1966
- 5) 田中一夫：海岸防災林の飛砂固定に関する実験的研究，
研丘研究，Vol.8，No 2，1962

Summary

Forest conditions and basic quantities of the forests which differed as to age and growth were investigated at the sample areas (10×10m) in the Coastal Sand-dune Laboratory, Faculty of Agriculture, Tottori University.

Especially, quantity of needle leaf was surveyed in detail, because it had great influence on effect of disaster prevention by sand-dune fixation forest.

Sample surveys were done to measure length, width and thickness of needle leaf of *Pinus thunbergii*. The sample needle leaves were taken from the upper, the middle and the lower parts of the crowns of the trees respectively.

It was calculated how much quantity and area of the surface of needle leaves were per a single tree and per a fixed area of the stand in each plot.

Quantitative relations were gained in basic quantities of the forests which related to disaster prevention effect by coastal sand-dune fixation forest. Quantity of needle leaf differed remarkably with the good and the poor forests.

Hereafter the effort will be continued to advance the study on "depth of forest" in coastal sand-dune fixation forest. The authors are glad if it become some guides to decide scale of stand and to tend forest when coastal sand-dune fixation forest is built up.