琉球大学学術リポジトリ

沖縄本島北部地方のモクマオウ（Casuarina equisetifolia Forst.）海岸林の生育について

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学農家政学部
	公開日: 2011-11-22
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 大山, 保表, Oyama, Hohyo
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/22410

沖縄本島北部地方のモクマオウ (*Casuarina equisetifolia* Forst.) 海岸林の生育について

大　山　保　表*

Hohyo OYAMA: Studies on the Beef wood (*Casuarina equisetifolia* Forst.) forests on the sea shore in the northern district of Okinawa Island.

I 緒　言

琉球列島は，台風の北上路線地域に南北に細長く配列されている島々からなり，これらの島々においては毎年頻繁に襲来する台風による諸施設の破損や農作物の減収などは甚だ大きい。また，これらの島々は，いずれも極めて小さく，海岸線は割に長く，地形もいたって単純であるので，各島においては地形的に包護の地域は極く小面積で，その大部分の地域は四季の常風，冬の季節風，台風などに対して海に面して開放され，常に強風や潮風にさらされている。したがって，植物の生育も悪く，防潮林や防風林の強化の痛感される風害地域である。

モクマオウ (*Casuarina equisetifolia* Forst.) は，琉球列島各地で昭和 15, 6 年以降に防潮林として広く植栽され，終戦以降も専ら防潮林の復旧植栽に当てられ，都市村落の緑化や農用林や一般造林にも用いられ，その植栽面積は可成り広がっている。

モクマオウは，風害や乾害に強く，他の植物の生育の困難な海岸砂地帯，岩石地または風当りの強い丘陵地などの農耕除地，その他の荒廃除地などにもよく生育する。それ故，同植物は琉球列島各地に広く栽培可能地があり，なお，防潮林や防風林樹種として用い易いこと，生長が早く材積生産量がきわめて大きくしたがって森林の形成も早く防潮林や防風林として早期の効用が期待できること，地力改善の効用樹種であることなどの点で，琉球においては奨励さるべき有用樹種である。

本報文においては，モクマオウ林の施業の参考資料を引き出すため，とくに立木密度，風当り，土性などの異なる異齢植栽林について，標準木によって，幹材各種の生長経過や，枝条材積，着生葉量などを調べて，各要素の傾向の解析を試みた。

調査地の選定に当っては，戦前植栽された壮令林はほとんど破壊されて適当な林が

* 琉球大学農家政学部林学科

得られ難く，また，やや生長して調査の対称として採用するに足る 8，9 年生の林も終戦後の長い混乱による造林着手の立遅れのため少なく，したがって希望する林が得られなかった。また，標準木の採取も調査地が禁伐保安林であり且つ所有部落民の愛林の熱望などもあって，必要本数の伐採を差控えたので，その採取本数が過少に失するなどの欠点が多く，したがって解析の結果も満足すべきものが得られなかった。しかし，本調査によっておよその傾向は知ることができて，モクマオウ林の施業に役立ち得る資料を得たと思われる。

本研究の実施に当って，標準木の伐採の便宜を図っていただいた琉球政府林務課当局，標準木を心よく提供された今帰仁村，屋我地村および恩納村各当局とそれらの関係部落民の各位に対し感謝の意を表する。

II 調査地の概況

1. 調査地附近の気候

a. 那覇市の気候　調査地最寄り（各調査地の位置は，北緯 19′～30′ 北寄り，東経 18′～23′ 東寄り）の那覇市所在の沖縄地方気象台（北緯 26°12′，東経 127°39′）観測の 1891 年～1940 年間に於ける那覇市の 27 年間～50 年間の各気象要素の平均観測値より，林木の生育に影響の大きい要素を抜き出し第 1 表に参考として掲げた。

植物の生育に対して，気温，湿度，降水量および降雨日数（1mm 以上）は，密接な関係があり，とくに蒸発量の増加によって 6～9 月（とくに 7 月）に乾燥の害が，12～3 月に季節風によって風害が，それぞれ生育を抑止しておることが予想される。

b. 最大風速 20 m/s 以上の台風（1947 年 11 月～1956 年末）　那覇市所在の琉球気象台（北緯 26°14′ 東経 127°41′）および国際地点番号 931 第 15 気象隊嘉手納 Weather Station（北緯 26°21′，東経 127°45′）観測の，1947 年 11 月～1956 年末の間における最大風速 20 m/s 以上の台風一覧表を第 2 表として掲げた。

6 月下旬～11月中旬の間に，台風が頻繁に襲来して，植物に機械的障害を与え，とくに N～E～S の方向風が多いので，同方向からの被害度の高いことが予想される。

2. 調査地の位置及び概況

調査地の位置は図上計算で求め，土性は肉眼鑑定によって決めた，調査地区の風当りの程度は，林の風害の状況その他を参考にして推定した。

第1表　那覇市の気候

沖縄地方気象台観測 {北緯 26°12′ 東経 127°39′}

要素＼月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年	統計年
気温	平均	16.1	16.0	17.7	20.7	23.1	26.1	27.9	27·7	26.6	23.9	20.8	17.7	22.0	1891～1940
	最高	19.3	19.1	20.9	23.9	26.3	29.2	31.2	30.9	29.9	27.2	24.0	20.9	25.2	1891～1940
	最低	13.1	13.1	14.7	17.7	20.3	23.6	25.1	25.0	23.9	21.0	18.0	14.8	19.2	1891～1940
平均湿度		74.6	75.3	76.8	80.4	83.4	85.8	82.4	83.1	81.9	77.7	75.2	73.2	79.1	1891～1940
降水	総量	130.8	130.0	161.1	157.0	253.5	269.0	188.5	265.5	182.9	164.6	134.4	105.2	2142.5	1891～1940
	最大日量	149.2	88.2	197.9	351.8	206.1	200.3	232.4	245.8	185.1	287.3	427.0	107.0	427.0	1891～1940
	1mm以上の降水日数	13.4	12.1	12.7	10.7	13.3	12.4	11.3	13.4	11.9	10.4	10.3	10.7	142.6	1891～1940
風	平均風速	4.7	4.7	4.2	3.5	3.3	3.2	3.3	3.6	3.8	4.3	4.7	4.7	4.0	1891～1936
	最多風向	NE	N	NE	NE	E	SSW	SE	SE	SE	NE	NE	NE	NE	1909～1936
	風速の最大	NW 20.6	NNE 19.8	N 24.3	N 22.3	NNW 19.8	W 23.6	SSW 41.0	SSW 37.4	ENE 45.0	N 36.1	NNE 37.2	NNE 26.8	45.0	1891～1940
	10m/s以上の暴風日数	14	13	11	6	5	3	4	6	7	10	12	13	104	1891～1936
平均蒸発量		91.6	90.0	108.6	119.4	135.0	147.1	187.1	174.3	153.0	143.1	113.6	103.8	1566.6	1891～1936
日照率		34.1	32.3	34.4	40.6	41.4	50.0	67.5	62.9	59.7	50.7	42.7	38.2	46.2	1896～1936

沖縄の気候 (1951 年 8 月琉球気象台発行) による

第 2 表　沖縄島をおそった最大風速 20m/sec 以上の台風 (1947年11～1956年9月)

要素 / 年月日	最大風速 m/s	風向	台風名
1947年11月17～18日	31.0	NNE (最大風速時の風向)	Flora
1948年 7月	23.0	SE (最大風速時の風向)	Pearl
1948年10月 2～ 5日	45.0	WNW (最大風速時の風向)	Libly
1948年11月17～18日	21.0	N (最大風速時の風向)	Agnes
1949年 6月19～20日	41.0	ENE (最大風速時の風向)	Della
1949年 7月15～17日	23.0	WNW (最大風速時の風向)	Faye
1949年 7月	44.0	ENE (最大風速時の風向)	Gloria
1949年10月25～27日	21.0	NNE (最大風速時の風向)	Patricia
1950年11月	31.0	SE→S→SW→W→NW→N	Clara
1951年 8月	20.8	ENE→NE→N→NW→WNW	Marge
1951年10月	28.4	ENE→NE→SE→S→WSW	Rrith
1952年 8月	25.4	ENE→E→SE→S→SSW	Karen
1953年 8月	35.2	ENE→E→SE→S	Nina
1954年 8月	35.7	ENE→NE→E→SE→S→SW	Grace
1954年 9月	21.8	ENE→N→NW	June
1954年 9月	30.7	S→SW→W	Marie
1956年 7月	32.7	E→SE→S	Wanda
1956年 4月	21.2	SE→S→SW	Thelma
1956年 8月	28.7	E→ES→E→S→SW	Babs
1956年 9月	台風眼通過 60m以上 (予想)	NW→N→E→SE→S→SW	Emma

{琉球気象台 (北緯 26°14′, 東経 127°41′)　国際地点番号 931
{第15気象隊, 嘉手納 Weather Station (北緯 26°21′, 東経 127°45′} 観測値

第3表 調査地の位置及び概況

調査場所	調査区	位置 緯度	位置 経度	土性 深さ10cm	土性 深さ30cm	面積(m²)	樹令	生立本数	1本当り平均占有面積(m²)	1ha当立木本数	林の概況	林の周辺	風当り
恩納村伊武部海岸	恩I	26°31′	127°56′	砂土	礫含む砂土	100.5	9	44	2.28	4378	北西—南東海岸線に平行して長く，奥行も割に長いモクマオウ林帯の1部で海岸線に平行して，長さ 18m，巾 3～7m の塊状の 3～15 列植栽巾の林で海岸より 5～15m はなれた位置の最前線林帯区	海岸側は海に直面（北東方向に）三方向はモクマオウ林に隣接す	極強風地
恩納村伊武部海岸	恩II	26°31′	127°56′	砂質壌土	砂土	322.0	9	123	2.62	3819	上記モクマオウ林区に隣接する（南方向に）南—北の長さ 40m，東—西の巾 5～10m の海岸より 10～45m はなれた区	北側は上記モクマオウ林を隔てて海に面す 他の三方向はモクマオウ林	弱風地
恩納村伊武部海岸	恩III	26°31′	127°56′	砂質壌土	砂土	388.4	11	75	5.18	1930	上記モクマオウ林区の南側に隣接する南—北の長さ 30m，東—西の巾 15～20m の塊状の区	北側上記2林区を隔てて海に面す東，西側モクマオウ林 南側畑	弱風地
今帰仁村渡喜仁海岸	渡I	26°41′	127°59′	砂土	砂土	766.9	9	56	13.70	730	東—西海岸線に平行して長いモクマオウ防潮林帯を長さ約 70m とした林帯をほぼ中央より長辺に平行して画した海岸より 8～25m 離れた海岸第1線をなす調査地区で帯巾 7～15m の 3～8 列植栽林	北側海洋に直面南側モクマオウ隣接林，畑を隔てて後方 50m に林と平行の絶壁あり 東，西側モクマオウ林	極強風地
今帰仁村渡喜仁海岸	渡II	26°41′	127°59′	砂土	砂土	601.7	14	39	15.43	648	上記林帯の畑寄りの隣接モクマオウ林海岸より 30～45m，長さ 70m，巾 5～12m の 3～8 列植栽林	北側モクマオウ(上記)林を隔てて海洋直面 南側モクマオウ(上記)林を隔てて海洋直面 東西側 〃 〃	強風地
屋我地村屋我海岸	屋I	26°39′	128° 2′	砂土	礫富む砂土	2915.7	11	155	18.81	531	北より南方向に細長く突出した巾35～70mの海岸突出部のほぼ中央に成林する巾 10～30m の突出部先端にある長さ 200m の 3～8 列植栽林区	北側隣接モクマオウ林を経て畑，三方海を経て陸地	弱風地

第 3 表一続

調査場所	調査区	位置 緯度	位置 経度	土性 深さ 10cm	土性 深さ 30cm	面積 (m²)	樹令	生立本数	1本当り平均占有面積 (m²)	1ha当立木本数	林の概況	林の周辺	風当り
屋我地村 屋我海岸	屋 II	26°39′	128°02′	砂土	頗る礫に富む砂土	535.3	12	48	11.16	896	上記モクマオウ林の北側隣接で突出部の巾 80～95m のほぼ中央にある長さ 35m，巾 10～25m の 5～15 列植栽巾の塊状の区	北側畑 南側隣接モクマオウ林を経て陸地 東，西側海を経て陸地	弱風地
今帰仁村 与那嶺	与 I	26°42′	127°57′	砂質壌土	砂質壌土	549.8	20	100	5.50	1819	東一西海岸線より 100m はなれた，海岸線と平行して長いモクマオウ林の一部分で海岸と同林との間にアダン矮形のフクギなどの前線林帯と接する巾25m 約，長さ 30m 約の塊状区	北側アダン林帯を経て海に面す 南側畑 東，西側モクマオウ林	強風地
今帰仁村 与那嶺	与 II	26°42′	127°57′	頗る礫に富む壌土	礫に含む壌土	760.3	22	50	15.21	657	東一西海岸線より 150m はなれた，海岸に平行して，長いモクマオウ林帯の一部で，長さ 95m 約，巾 8～12m の 3～5 列植栽区	北側墓地，アダン林帯を経て海に面す 東，西側モクマオウ林 南側畑	弱風地
今帰仁村 与那嶺	与 III	26°42′	127°57′	埴質壌土	埴土	142.5	26	65	2.19	4561	東一西海岸線に直交するモクマオウ林帯で，海岸線からの距離 120～180m 約の巾 8m 約，長さ 30m 耕地防風林区	北側，モクマオウ林，アダン帯を経て海 南側モクマオウ林 東，西側畑	弱風地
今帰仁村 与那嶺	与 IV	26°42′	127°57′	礫に富む埴質壌土	礫に富む埴質壌土	753.7	28	87	8.66	1154	東一西海岸線より100m約，はなれた，海岸線に平行して長いモクマオウ林帯の一部で，長さ 140m 約，巾 8～12m 約の 3～5 列植栽区	東西側モクマオウ林 北側墓地，アダン林帯を経て海 南側畑	風当り

Table IV. The Environments and results investigated in each plot

第4表 各区の環境及び調査結果

Locality 場所	Plot 区	Age 樹令	Number of Stems per ha 1ha の立木本数	Force of wind to the forests 各区の風当り	Soil class 土性	Green weight of leaves 生葉の重量 Per tree 単木当り (gr)	Green weight of leaves 生葉の重量 Per ha. 1ha 当り (ton)	Volume of branches 枝条材積(m³) Per tree 単木当り	Volume of branches 枝条材積(m³) Per ha. 1ha 当り	Height 樹高 (m)	DBH 胸高直径 (cm)	Volume of stem 幹材積 (m³) Per tree 単木当り	Volume of stem 幹材積 (m³) Per ha. 1ha 当り	Volume of branches / Volume of stem 枝条材積/幹材積 %	Wood product per kg (green leaves) 生葉1kg当りの幹材生産量 (cc)
Onna 恩納村 伊武部	I	9	4.378	Very strong wind location 極強風区	Sand 砂土	1.162	5.09	0.003119	13.6550	7.10	8.41	0.019573	85.690594	16	3.217
Onna 恩納村 伊武部	II	9	3.819	Low wind location 弱風区	Sandy loam 砂質壤土	1.144	4.37	0.004593	17.5364	11.80	9.37	0.041467	158.362473	11	7.793
Onna 恩納村 伊武部	III	11	1.930	Low wind location 弱風区	Sandy loam 砂質壤土	2.400	4.63	0.019859	38.3241	15.10	16.05	0.138094	226.521420	14	9.420
Tokijin 今帰仁村 渡喜仁	I	9	730	Very strong wind location 極強風区	Sand 砂土	975	0.71	0.002691	1.9644	6.80	7.17	0.015649	11.423770	17	2.993
Tokijin 今帰仁村 渡喜仁	II	14	648	Strong wind location 強風区	Sand 砂土	5.925	3.84	0.006868	4.4505	9.65	11.60	0.062273	40.352904	11	1.330
Yaga 屋我地村 屋我	I	11	531	Low wind location 弱風区	Sand 砂土	12.825	6.81	0.069649	36.9836	10.00	17.60	0.117554	62.421174	59	1.340
Yaga 屋我地村 屋我	II	12	896	Low wind location 弱風区	Sand 砂土	45.300	4.06	0.058489	52.4061	11.50	18.35	0.123740	110.871040	47	307
Yonamine 今帰仁村 与那嶺	I	20	1.819	Strong wind location 強風区	Sandy loam 砂質壤土	19.500	35.47	0.036685	66.7300	14.00	15.98	0.138324	251.611356	27	450
Yonamine 今帰仁村 与那嶺	II	22	657	Low wing location 弱風区	Loam 壤土	26.100	17.15	0.056543	37.1488	15.00	19.38	0.226212	148.621284	25	527
Yonamine 今帰仁村 与那嶺	III	26	4.561	Low wind location 弱風区	Clayey loam 埴質壤土	10.425	47.55	0.025811	117.7240	14.90	16.78	0.161652	737.294772	16	817
Yonamine 与那嶺	IV	28	1.154	Low wind location 弱風区	Clayey loam 埴質壤土	10.500	12.12	0.045612	52.6363	15.00	20.70	0.238341	275.045514	19	1.307

III　調査地の設定及び調査方法

1.　調査地の設定

1955 年 3 月，林相が調査対称に適すると思われる造林沿革の判明しているモクマオウ林を選出して，各林を，林相，立木密度，風当りの強さ，土性などの差を考慮に入れてそれぞれに区分し，各区分ごとに平板測量によって図面を画き，面積を求め，毎木に番号を附して図上に図示し，再検討の上各調査地区を第 3 表に示したように設定した。

2.　調 査 方 法

a.　毎 木 調 査　1955 年 3 月，各調査地区の毎木について，胸高直径，樹高，枝下高，樹冠直径を測定した。

b.　標 準 木 の 伐 採 調 査　1957 年 3 月，1955 年 3 月の毎木調査数値によって，各調査地区ごとに標準木 1 本を，林内における生立位置も考慮に入れて，選定伐採し，各標準木ごとに次の調査を行った。

1)　樹 幹 解 析　地上 0m，1.3m，及び 1.3m 以上の幹部では 1.0m ごとの円盤をそれぞれ採取して調査した。

2)　枝 条 材 積 の 求 積　幹での着生点の高さによって，地上 0～5.3m，5.3m～10.3m，10.3m～15.3m の三つに区分して，それぞれの枝条の生重量を測定し，別にその 1 部分の枝条について，生重量と材積を測定して求めた生枝条材の比重によって，各標準木の着生点の高さによる区分ごとの枝条材積を換算求積した。

3)　着 生 葉 重 量 の 測 定　上記 2) の各標準木ごとの着生点の高さによる区分ごとの枝条の生重量を，着葉のまま一応測定し，次に葉をすべて取り除いた後，再度測定して枝条の生産量を求め，それらの重量差によって，各標準木の着生点の高さによる区分ごとの着生葉重量を求めた。

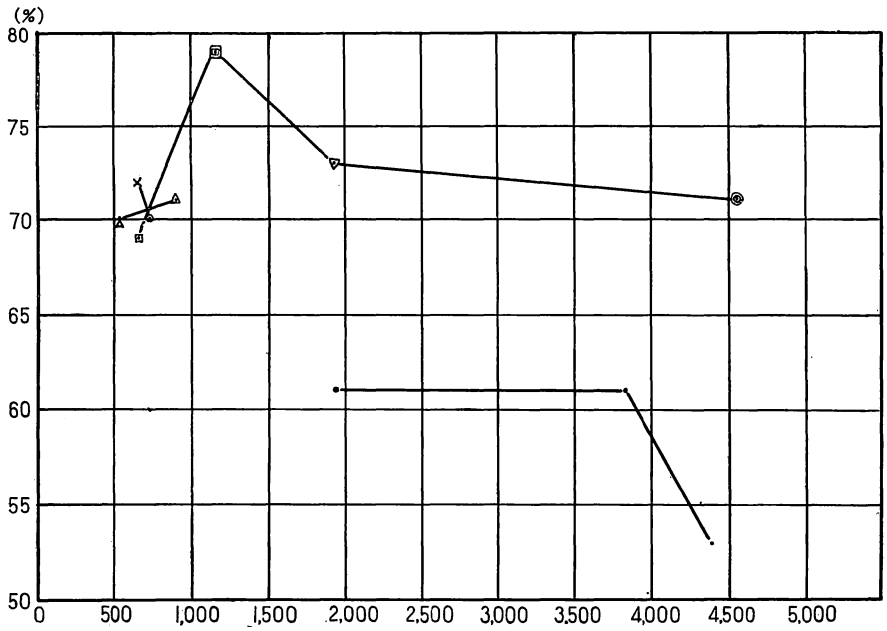
別に 3 月の標準木伐採時と，5 月下旬の梅雨前に，資料を採取して，葉の含水量と土の含水量を測定して，乾燥程度の判定の参考にした。

IV　調査の結果及び考察

前記調査方法によって得た毎木調査及び標準木調査の結果を整理して，第 1 図～15 図に示し，それぞについて考察を加えた。

1.　樹 冠 率

毎木調査によって得た毎木の樹高と枝下高との差を求めて毎木の樹冠高を得，各区



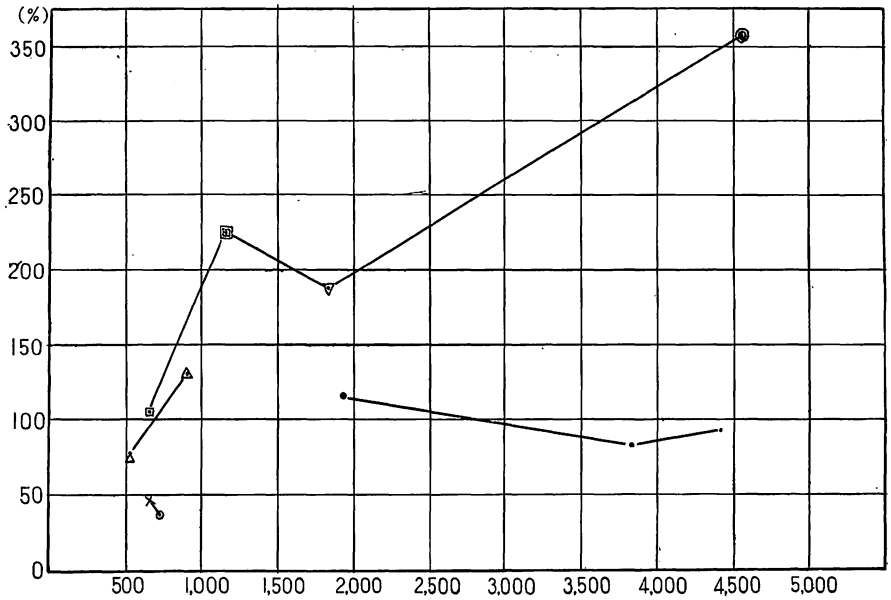
第 1 図 各区の ha 当り立木本数と樹冠率

Fig. 1. Number of stem per ha and crown ratio in each plot.

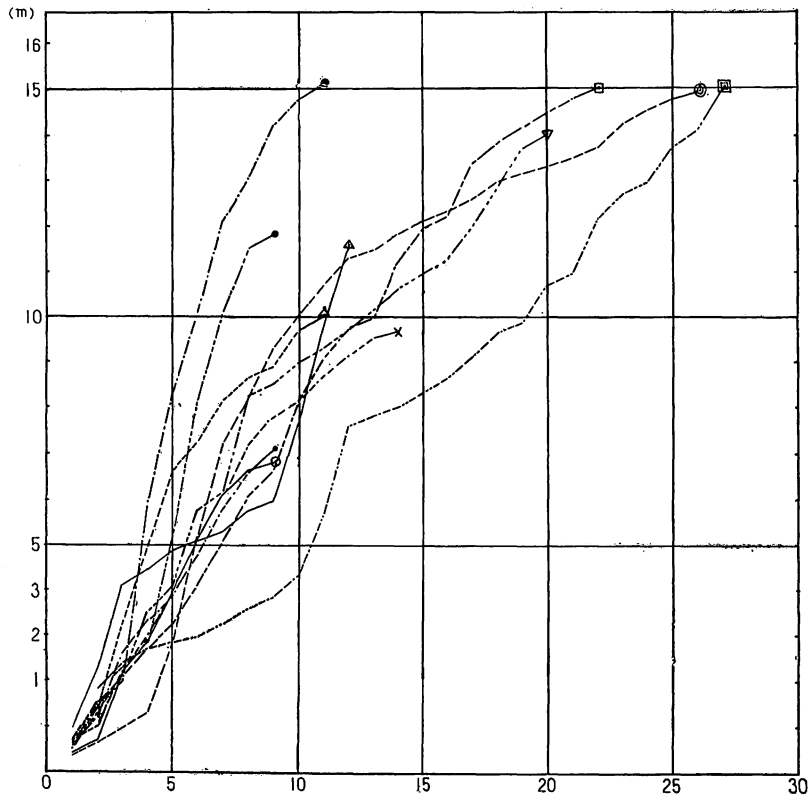
第1図～第15図中の符号

Remarks

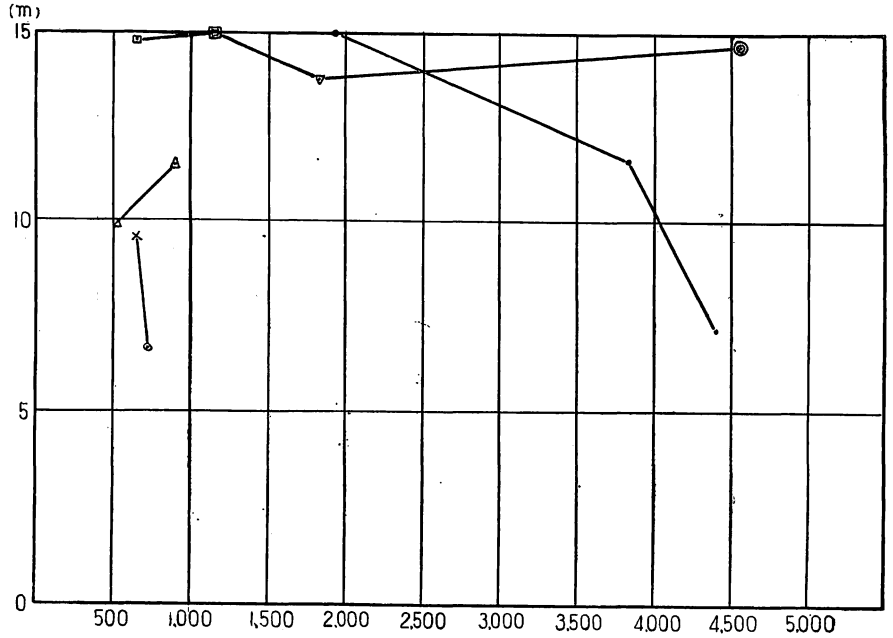
•····Onna I plot (Very strong wind location, sand, age 9, 4378 stems per ha).
●····Onna II plot (Low wind location, sandy loam, age 9, 3819 stems per ha).
●····Onna III plot (Low wind location, sandy loam, age 11. 1930 stems per ha).
◉····Tokijin I plot (Very strong wind location, sand, age 9, 730 stems per ha).
×····Tokijin II plot (Strong wind location, sand, age 14, 648 stems per ha).
△····Yaga I plot (Low wind location, sand, age 11, 531 stems per ha).
△····Yaga II plot (Low wind location, sand, age 12, 896 stems per ha).
▽····Yonamine I plot (Strong wind location, sandy loam, 1819 stems per ha).
⊡····Yonamine II plot (Low wind location, loam, age 22, 657 stems per ha).
◎····Yonamine III plot (Low wind location, clayey loam, age 26, 4561 stems per ha).
⊡····Yonamine IV plot (Low wind location, clayey loam, age 28 1154 stems per ha).



第 2 図　各区の ha 当り立木本数と閉鎖度
Fig. 2. Number of stem per ha and crown density in each plot.

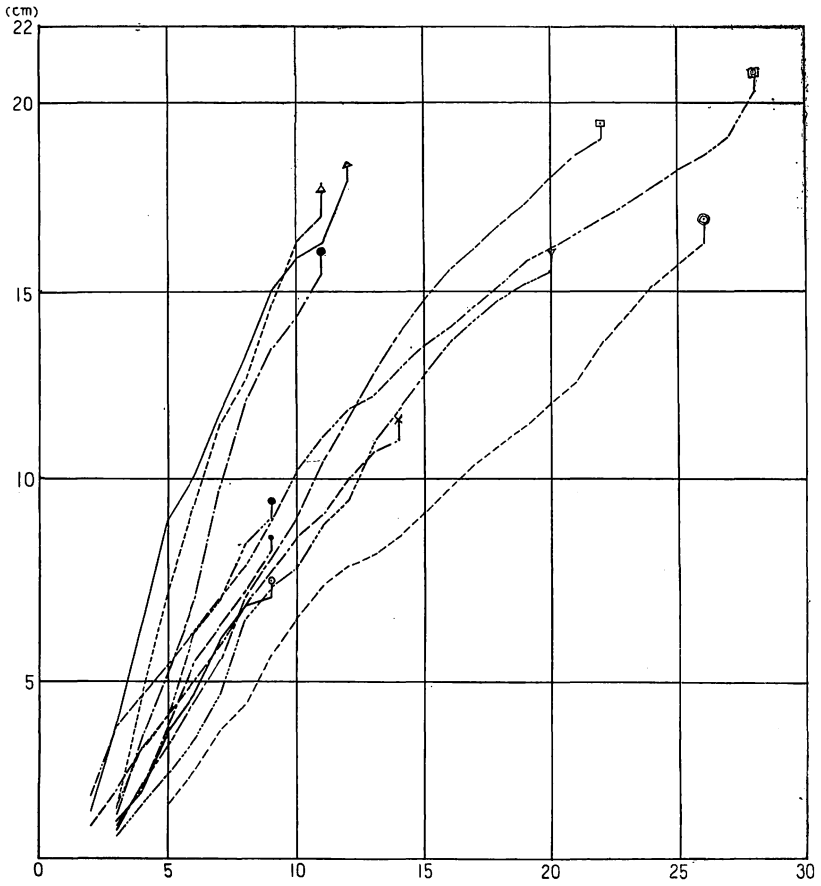


第 3 図　樹高総生長量
Fig. 3. Total growth in height.



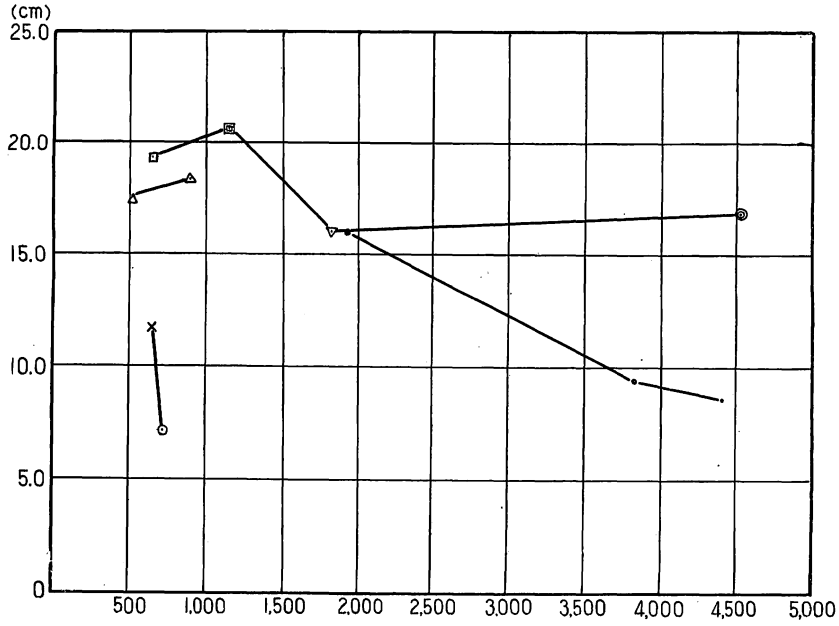
第 4 図 各区の ha 当り立木本数と樹高

Fig. 4. Number of stems per ha and height in each plot.



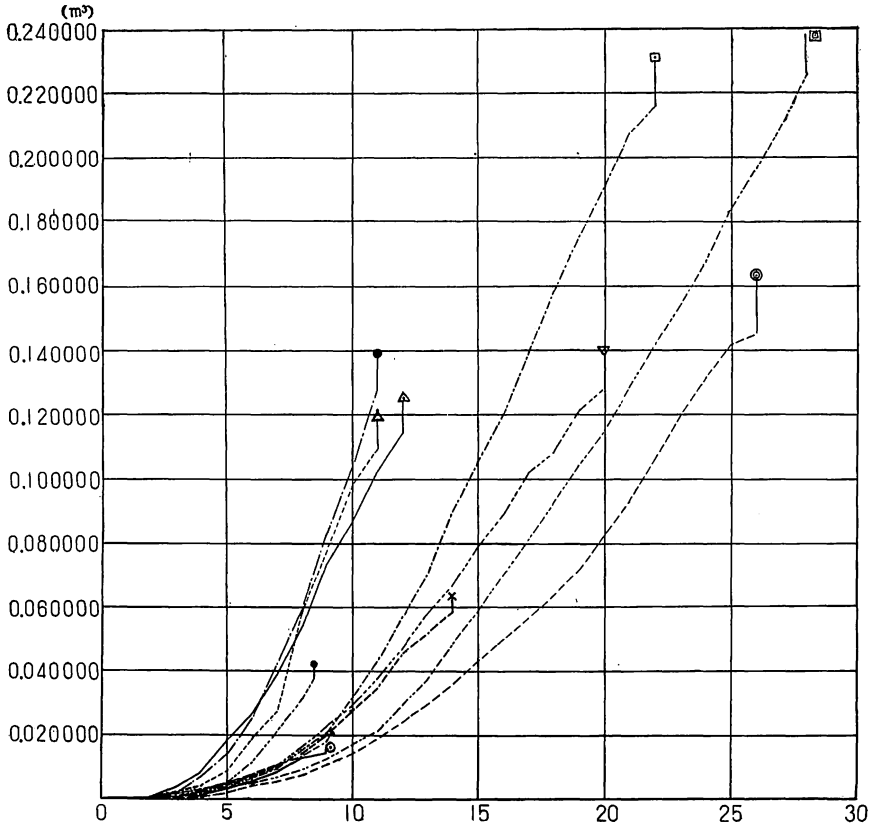
第 5 図 胸 高 直 径 総 生 長 量

Fig. 5. Total growth in DBH.



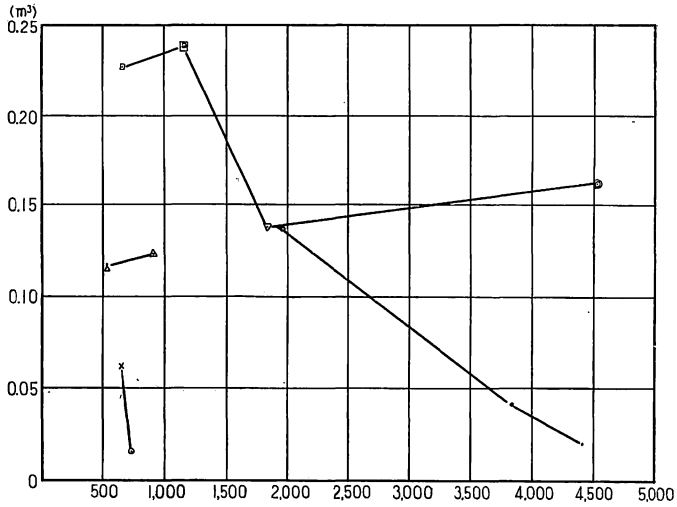
第 6 図　各区の ha 当り立木本数と胸高直径

Fig. 6. Number of stems per ha and DBH in each plot.



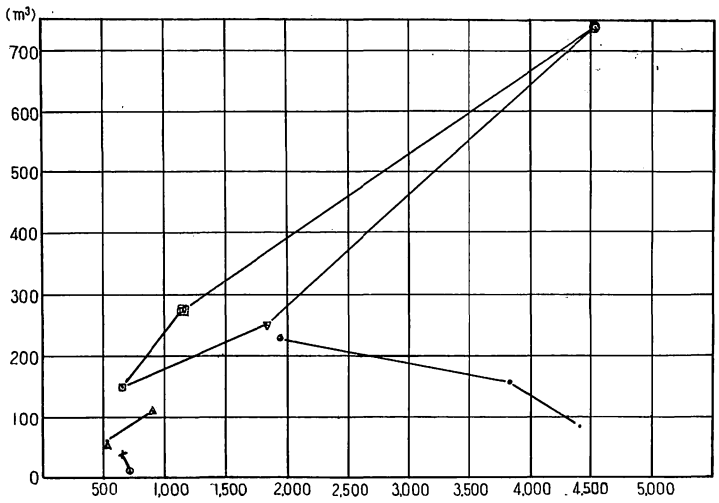
第 7 図　材 積 総 生 長 量（幹材）

Fig. 7. Total growth in volume (stem).



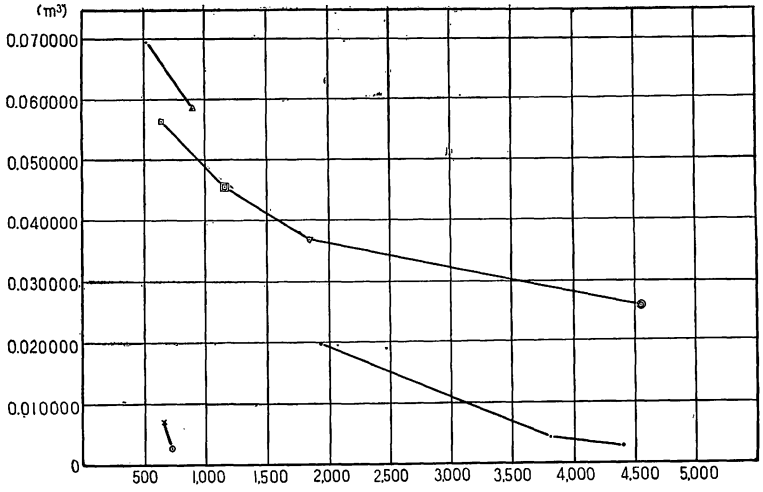
第 8 図 各区の ha 当り立木本数と単木の幹材積

Fig. 8. Number of stems per ha and volume of stem per tree in each plot.



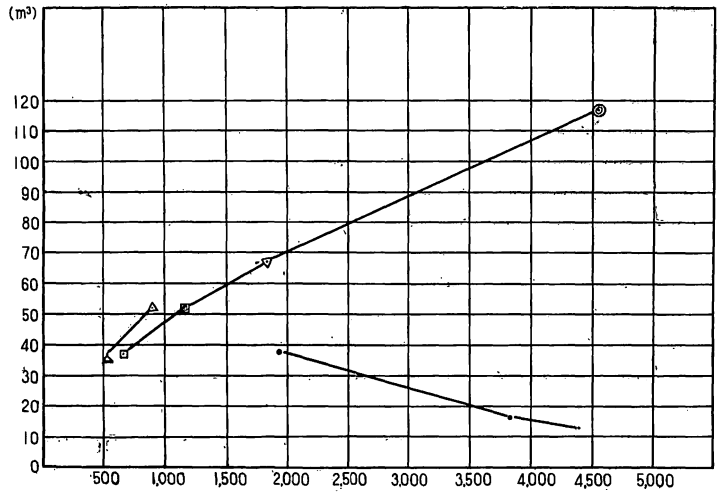
第 9 図 各区の ha 当り立木本数と幹材積

Fig. 9. Number of stem and volume of stems per ha in each plot.



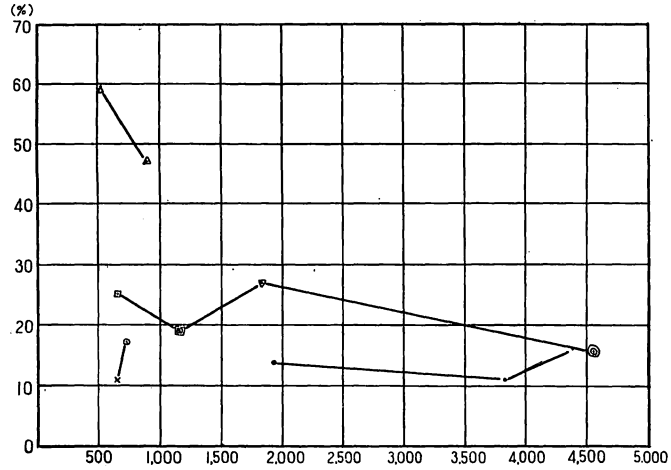
第 10 図　各区の ha 当り立木本数と単木の枝条材積

Fig. 10. Number of stems per ha and volume of branch per tree in each plot.



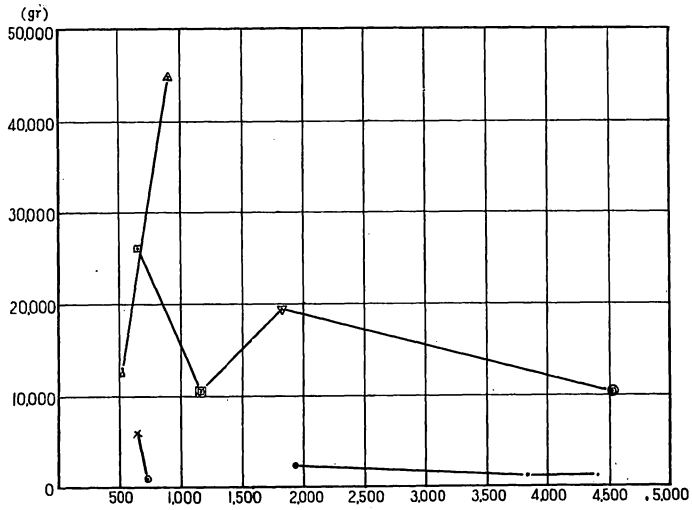
第 11 図　各区の ha 当り立木本数と枝条材積

Fig. 11. Number of stems and volume of branch per ha in each plot.



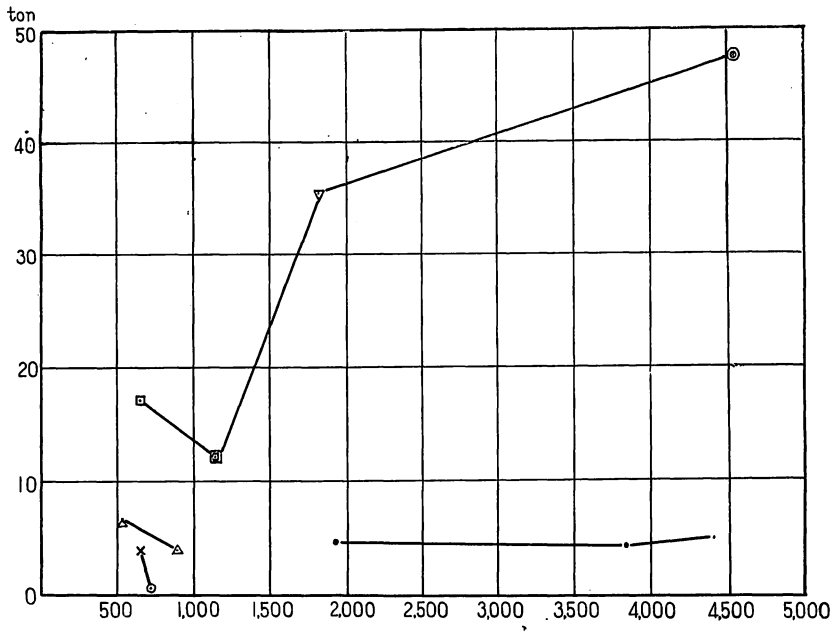
第 12 図 各区の ha 当り立木本数と枝条率

Fig. 12. Number of stems per ha and ratio of branchs to stem (volume) in the each plot.



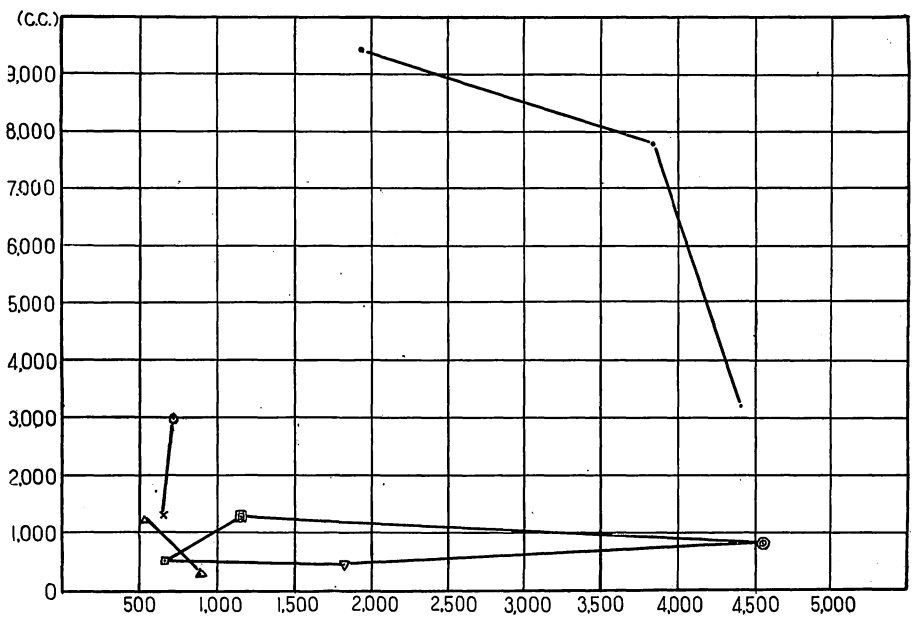
第 13 図 各区の ha 当り立木本数と各区の単木の生葉重量

Fig. 13. Number of stems per ha and weight of green leaves per tree in each plot.



第 14 図　各区の ha 当り立木本数と葉の重量

Fig. 14. Number of stems and weight of green leaves per ha in each plot.



第 15 図　各区の ha 当り本数と各区の生葉1kg の最近 3 ケ年間の年平均幹材積生産量

Fig. 15. Number of stem and the annual average growth, for last three years, of stem volume per kg of green leaves in each plot.

について樹高合計値に対する樹冠高合計値の百分率を求めて，各区の平均樹冠率を，「1 ha 当り立木本数と樹冠率」のグラフで示した（第 1 図)。

樹令 20 年乃至 28 年生の与那嶺地区の 4 区に於ては，Ⅰ区，Ⅲ区，Ⅳ区の相互間では，立木密度の高まりにつれて，樹冠率は低くなっているが，その勾配の方向は同一直線上にならばない，最も立木密度の低いⅡ区が逆に最低の樹冠率を示している。4 区間では樹令の高まりに伴う樹冠率の低まる傾向は全然認められない。

樹令 9 年乃至 14 年生の恩納地区の 3 区，屋我地区の 2 区，渡喜仁地区の 2 区の相互間に於ては，地区相互間では立木密度の高まりにつれて，樹冠率の低まる傾向を示すが，各地区の区相互間では地区により相異がある。

上の 3 地区，7 区間に於ても，樹令の高まりによる樹冠率の低まる傾向は全然認められない，むしろ与那嶺地区の 4 区と，恩納地区の 3 区の間では，樹令の高い与那嶺地区が，樹令の低い恩納地区よりも，逆に樹冠率が高くなっている。

一般には，樹令，立木密度，地位などの高まりに応じて，樹高が高まる外，単位面積当りの着生葉量が多くなって，林冠の密度が高まるので，林内陽光射入量が漸減して，下枝の枯れ落ちがすすみ，樹冠率が小さくなると考えられる。しかし調査の結果は，上の傾向を判然とは示さず，各区相互間に相異が認められた。その理由として考えられる点は，風による枝葉の折損度が極めて高く，樹冠の疎密や下枝の折損による枝下高の高低が，各区の風当りの強さに応じて最も強くひびいていて，各区さまざまの値を示し，樹令，地位，立木密度などの樹冠率えのひびきの度合を小さくしていること，樹令 20 年生以上の与那嶺地区の 4 区は，樹令の高まりによって，風害に対する抵抗力が高まっており且つ周囲の矮性のフクギ，アダン林帯や墓地によって低い下枝まで風に対して保護されて，下枝の折損が少ない弱風地で，したがって樹冠率が高くなったものと考えられる。なおこれと反対に樹令 14 年生以下の恩納地区，屋我地区，渡喜仁地区は，樹令が低くて風害による下枝の折損が高く且つ直接海岸第一線の風を地際部まで受ける強風地で，下枝の折損も高く，枝下高が高まって樹冠率は小さくなっていると考えられる。

2. 閉 鎖 度

毎木調査によって得た各区の面積に対する毎木の樹冠投影面積合計値の百分率を求めて，各区の林冠の閉鎖度を「1 ha 当り立木本数と閉鎖度」のグラフで示した（第 2 図)。

樹令 20 年生以上で，風当りも割に弱い与那嶺地区では，Ⅰ区，Ⅱ区，Ⅲ区の相互間では，立木密度の高まりに応じて，ほぼ同一直線上に閉鎖度は高まっていて，樹令

のひびきはほとんど認められない。しかし，Ⅳ区は立木密度の割に閉鎖度が高まっていて，風害による枝の折損度が最も小さい区で，樹令の高まりに伴う枝条の伸長が特に大きいと考えられる。

屋我地区も立木密度の高まりに応じて，閉鎖度も高まり，勾配は与那嶺地区のⅠ区，Ⅱ区，Ⅲ区相互間の勾配とほぼ似ている。渡喜仁地区では，立木密度の低いⅡ区が逆に閉鎖度が高いのは，Ⅱ区が樹令も高く且つⅠ区を海岸側に隣接する風当りもやや弱い区で，樹冠の拡張が大きいと考えられる。恩納地区のⅠ区とⅡ区の間では，立木密度の高いⅠ区が閉鎖度も高いが，勾配がきわめて緩やかなのは，Ⅰ区がⅡ区の海岸側に隣接する風当りの強い区で，風害による枝条の折損が高く枝条の拡張が劣ると考えられる。恩納地区のⅡ区とⅢ区の間では，僅かの勾配ではあるが，逆に立木密度の低いⅢ区が，立木密度の高いⅡ区よりも閉鎖度が高い値を示すことは，樹令の高まりによる枝条拡張の大きい点もあろうが，海岸側にⅠ区及びⅡ区を隣接する風の弱い区で，したがって風害による枝条の折損が極めて少なくて，枝条の拡張伸長が甚だ良好であると考えられる。

3. 樹高生長量

樹高総生長量及び「樹高と 1 ha 当り立木本数」のグラフ（第 4 図）によると，風害による頂芽や梢頭部枝葉の折損の度合は，樹高生長量に著るしくひびき，渡喜仁Ⅰ区，恩納Ⅰ区などの海岸第一線の極強風区は，極度に樹高生長量が悪い。また両区相互間では，立木密度の高い恩納Ⅰ区（1ha 当り立木本数 4378 本，樹令 9 年生）が立木密度の低い渡喜仁Ⅰ区（1ha 当り立木本数 730 本，樹令 9 年生）よりも樹高生長量が大きくなっていて，極強風区では，立木密度の高まりによって，林冠密度を高めて，風害が減少するためと考えられる。

その他の区間では，風当りの弱さに応じて，風害による頂芽や梢頭部枝葉の折損度が少ないと考えられる区ほど，樹高生長量が良好となっている。渡喜仁Ⅱ区（樹令14年生，砂土）及び与那嶺Ⅰ区（樹令 20 年生，砂質壌土）は，樹令や土性の点で，やや相似た他の区に比べて，樹高生長量がやや劣るのは，両区が他の区に比べて，風当りの強い強風区で，従って風害も他の区に比べて大きいことが，樹高生長量を他の区より悪くしていると考えられる。

連年樹高生長量は，3 年生ころまでは，各区相互間の差が小さいが，それ以降の樹令に於ては，弱風区では，植付当初より 3 年生頃までの良好な樹高生長量を更に経続するが強風区では，樹高生長量が悪くなりだして，樹令の高まりと共に，風当りの強さに応じて樹高生長量の悪くなる度合が大きくなる。

風害の少ない弱風の区相互間では，砂質壌土及び砂土に於ては，植付当初から年樹高生長量は最も大きく且つその良好な生長量は，最も高い樹令まで経続されて，最も良い樹高生長量を遂げる。壌土及び埴質壌土では，3 年生ころまでは，砂質壌土や砂土に於ける年樹高生長量よりやや劣った生長量を示し，それ以降は樹令と共に年樹高生長量を漸減して，砂質壌土や砂土に於ける樹高生長量との差は樹令と共に大きくなっている。壌土に於いては，埴質壌土に於ける樹高生長量に比べて，3 年生ころまでの年生長量もやや良好で且つ樹令の高まりに伴う生長量漸減を示す樹令もやや高く，漸減の年生長量も小さくて，樹高生長量は埴質壌土に優る傾向を示している。

4. 胸高直径生長量

胸高直径総生長量のグラフ及び「1ha 当り立木本数と胸高直径」のグラフ（第 5, 6 図）によると，全区を通じて，ほぼ立木密度の高まりにつれて，胸高直径生長量の値が小さくなる傾向を示す外，樹令の高まりに伴う，胸高直径総生長量の値が大きい傾向も判然としている。また強風区が弱風区に比べて，胸高直径生長量が小さい傾向も，与那嶺地区のⅠ区（48 号木）と恩納地区のⅢ区（61号木），渡喜仁地区のⅠ区及びⅡ区と屋我地区のⅠ区及びⅡ区，などとの比較に於いて判然としている。

弱風各区間の胸高直径生長量が，砂質壌土に於いては，埴質壌土に於けるより遙かに大きいことが，恩納Ⅲ区と与那嶺Ⅲ区及びⅣ区との比較で判然とし，壌土に於けるより割に大きいことが恩納Ⅲ区と与那嶺Ⅱ区との比較で判然とし，砂土に於けるよりもやや大きいことが恩納Ⅲ区と屋我のⅠ区及びⅡ区との比較で判然とし，砂土に於ける胸高直径生長量が壌土に於けるよりは遙かに大きいことが与那嶺Ⅱ区と屋我Ⅰ区及びⅡ区との比較で判然としている。

5. 幹材積生長量

a. 単木の幹材積生長量　材積総生長量のグラフ及び「単木の幹材積と 1ha 当り立木本数」のグラフ（第8図）によると，全区を通じて，立木密度が高まるほど単木の幹材積生長量は小さくなる傾向を示す外，各区間の風当りの強さの差に応じて受ける風害の差によって，各区間の樹高生長量や肥大生長量えのひびき方の差を大きくし，したがって年幹材積生長量に大きな差を生じ且つ樹令の高まりと共にその差が漸次大きくなる。それ故，風当りの強い区では，風当りの弱い区に比べて，年幹材積生長量は遙かに小さく且つ樹令の高まりと共にその差がますます高まる。風当りの強い区の幹材積総生長量は風当りの弱い区の幹材積総生長量に比べて甚だ小さく且つ樹令の高まりにつれてその差はますます大きくなることが，渡喜仁Ⅰ区（極強風区）及びⅡ区（強風区）と屋我Ⅰ区及びⅡ区（弱風区），与那嶺Ⅰ区（強風区）と恩納Ⅲ区

（弱風区）などの比較によって判然としている。

弱風の区間では，砂質壌土の幹材積生長量が，砂土の幹材積生長量よりやや大きく，壌土の幹材積生長量は砂土の幹材積生長量より小さく，埴質壌土の幹材積生長量は壌土の幹材積生長量より小さいことが，恩納Ⅱ区（砂質壌土）と屋我Ⅰ区及びⅡ区（砂土），屋我Ⅰ区及びⅡ区と与那嶺Ⅱ区（壌土），与那嶺Ⅱ区と与那嶺Ⅵ区（埴質壌土）などの比較で判然としている。

b. 1ha 当り幹材積生長量　各区ごとに，標準木の幹材積を立木本数倍して各区の幹材積合計値を求め，各区の面積と幹材積合計値より 1ha 当り幹材積を求めて「1ha 当り立木本数と幹材積」のグラフ（第 9 図）で示した。

20 年生以上の与那嶺 4 区間では，立木密度の高さに応じて割に急勾配に 1ha 当り幹材積が大きい外，Ⅰ区が強風区で僅かに勾配の下降を示し，Ⅵ区が樹令の高まりによる僅かの上り勾配を示している，恩納の 3 区間では，むしろ立木密度の高まりに応じて逆に幹材積が小さくなっていて，風当りの強さによって受ける風害の強弱の度合が，幹材積に大きくひびいていることを示している。弱風区の屋我Ⅰ区とⅡ区，極強風区の渡喜仁Ⅰ区と恩納Ⅰ区に於いては，立木密度の高まりに応じて幹材積が大きくなる傾向を示し，弱風区の屋我Ⅰ区及びⅡ区と極強風区の渡喜仁Ⅰ区及び強風区のⅡ区の比較では，風当りの強さのひびきが幹材積に大きいことを示している。

砂質壌土，砂土，壌土，埴質壌土の順に幹材積が大きいことも，恩納Ⅲ区（砂質壌土），与那嶺Ⅵ区（埴質壌土），与那嶺Ⅱ区（壌土），屋我Ⅰ区及びⅡ区（砂土）などの比較で判然とする。

6. 枝条材積

a. 単木の枝条材積　全区を通じて，立木密度の高いほど，単木の枝条材積が小さくなっている外，渡喜仁Ⅰ区（極強風区）及びⅡ区（強風区）の強風区が，立木密度が低い割に枝条材積が少ないのは風害による枝条折損が大きいことに原因があると思う。恩納Ⅰ区（極強風区）が立木密度の高い割合に単木の枝条材積が渡喜仁Ⅰ区と相似るのは，立木密度の立まりによって単位面積当りの枝葉量が増大して林冠の密度を高め，風の吹き込みを弱めて，風害による枝葉の折損を減ずるためと考えられる。屋我Ⅰ区及びⅡ区が特に枝条材積が大きいのは，両区共 8 年生頃に急激な樹高生長の停止状態が現れていて，人工による梢頭部位の剪定が行われて，枝条分岐が促進されたのではなかろうかと考えられる。

b. 1 ha 当り枝条材積　標準木（単木）の枝条材積と，各区の立木本数と面積によって求めた 1ha 当り立木本数とを乗じて各区の 1ha 当り枝条材積を得て「1ha

当り立木本数と枝条材積」のグラフ（第 11 図）で示した。

割に風の弱い与那嶺の 4 区，屋我の 2 区間では立木密度の高いほど，1ha 当り枝条材積は増大している。渡喜仁の 2 区が枝条材積が特に小さいのは，立木密度が低いため強風の害による枝条折損が特に大きいと考えられる。恩納の 3 区間では逆に立木密度の低い区ほど枝条材積が大きいことは，風害による枝条の折損度が，1ha 当り枝条材積に大きくひびいていると考えられる。

7. 枝 条 率

各区について，各区の標準木（単木）の幹材積に対する枝条材積の百分率を求めて「枝条率と 1ha 当り立木本数」のグラフで示した。

特に風当りの強い渡喜仁 I 区，恩納 I 区で枝条率が高くなっていて，風害による生長量の減少割合が枝条材積よりも幹材積に於いて大きいことを示し，与那嶺の II 区，III 区，VI 区，恩納 II 区，III 区，屋我 I 区，II 区では立木密度が高いほど幹材積の増大する量が，枝条材積の増す量よりも大きくなるので，枝条率が低くなることを示している。屋我の 2 区は枝条率が特に大きく，風害の少ない弱風区の疎林で，人工による梢頭部位の剪定を行う場合，枝条材積の増大を特に促進することを示している。

8. 生 葉 量

a. 単木の生葉量 与那嶺 I 区，II 区，III 区，恩納 I 区，II 区，III 区，渡喜仁 I 区，II 区では立木密度の高まりにつれて，割に緩な勾配で，単木の着生葉量が減ずることを示し，極強風区の立木密度の高い恩納 I 区（1ha 当り 4,378 本）と立木密度の低い渡喜仁 I 区（1ha 当り 730 本）では単木の着生葉量はほぼ相似ていて，立木密度の高まりによる単木の着生葉量えのひびきがほとんど現れないことを示している。

b. 1ha 当り生葉量 各区について，標準木（単木）の着生葉量と，各区の立木本数と面積とによって求めた 1ha 当り立木本数とを乗じて，各区の 1ha 当り生葉量を得て「1ha 当り葉の重量と 1ha 当り立木本数」のグラフで示した。

20年生以上の与那嶺 I 区，II 区，III 区は弱風区で，区間では，立木密度の高まりに伴う，1ha 当り生葉量が割合高い勾配で高まつているが，樹令が 9 年生乃至 11 年生で若く且つ風当りの強い風上区より風下区え順次に立木密度の低まっている恩納 3 区間では，立木密度と 1ha 当り生葉量との関係勾配は，ほぼ水平線をなして，風害による生葉量えのひびきが大きいことを示す。極強風区の恩納 I 区（1ha 当り立木本数 4378 本）と渡喜仁 I 区（1ha 当り立木本数 730 本）とでは，恩納 I 区が遙かに 1ha の当り生葉量が高くなっていて，極強風区でも立木密度を高めて，林冠密度を大きく引き上げ得ることを示している。与那嶺 I 区（20 年生），III 区（26 年生），恩納 III 区

(11 年生), Ⅱ区 (26 年生) の区間では，樹令の高い与那嶺の 2 区が，樹令の低い恩納の 2 区より遙かに 1ha 当り生葉量が大きくて，樹令の高まりに伴う林冠の密度の高まりが大きいことを示している。

9. 生葉 1kg の最近 3 ケ年間の年平均幹材積生産量

各区について，標準木の最近 3 ケ年間の幹材積生長量から，1 ケ年間の年平均幹材積生長量を求めて単位を立方糎 (cc) にとり，また各区の標準木 (単木) の着生葉量を kg 単位でとって，生葉 1kg 当りの年平均幹材積生産量 (cc) を求めて「生葉 1 kg の最近 3 ケ年間の年平均幹材積生産量と 1ha 当り立木本数」のグラフで示した。

樹令が高く且つ 1ha 当り生葉量も遙かに大きい与那嶺の 4 区に比べて，樹令が低く且つ 1ha 当り生葉量も遙かに少ない恩納の 3 区が，生葉 1kg の年平均幹材積生産量が遙かに大きい値を示し，また渡喜仁のⅠ区とⅡ区，与那嶺のⅥ区とⅡ区，樹令の高い与那嶺Ⅵ区及びⅡ区と樹令の若い屋我Ⅰ区，Ⅱ区及び渡喜仁Ⅰ区，Ⅱ区などの相互間に於いても，1ha 当り生葉量の多い区または地区は，それぞれ逆に生葉 1kg の年平均幹材積生産量が小さい値を示して，1ha 当り生葉量の多いいわゆる林冠密度の高い林ほど，単位生葉量の受光量を減じて幹材生産量が小さくなると考えられる。

極強風区の渡喜仁Ⅰ区及び恩納Ⅰ区は，1ha 当り生葉量が極めて少ない割に，単位葉量の幹材生産量が少ないのは，強風によって生理機能の不都合を来すためと考えられる。恩納の 3 区が，1ha 当り生葉量はほぼ水平であるが，単位葉量の幹材積生産量に於いては，風下に向って隣接するⅡ区，Ⅲ区と急勾配で上昇することも，防風効果によって風による生理機能抑止度合が激減されることによると考えられる。

土性については恩納Ⅲ区 (砂質壌土) と与那嶺の各区間に於いて，1ha 当り生葉量に対する単位葉量の幹材生産量の上昇の割合が，恩納Ⅲ区に於いて大きいことは，砂質壌土が壌土や埴質壌土よりもモクマオウの生育に適するためと考えられる。

また全区を通じて，立木密度の高い区ほど，単位面積当りの生葉量が急勾配に多くなる割合に，単位生葉量が生産する幹材積の減少する割合が極めて緩勾配かまたはほぼ水平直線をなすことは，全区を通じて立木密度は適正立木密度以下の疎林であること，各区とも単位面積当り立木本数の高まりによって林冠密度が高まって，林内えの風の吹き込みを減じて風害を低くし，林木の生理機能を高めていること，立木密度の高い区ほど枝条率低く，養分の幹材生長量えの配分量が高まっていることが考えられる。

V 摘　　要

琉球諸島全域の海岸防潮林の復旧造林用樹種として，もっぱらモクマオウ (*Casu-*

arina equisetifolia Forst.）が植栽されつつあるので，モクマオウを造林樹種とする，海岸防潮林，耕地防潮林，一般造林などの施業の参考資料を得る目的で，沖縄本島北部海岸に於ける立木密度，風当り，土性などの異る異令モクマオウ植栽林について標準木によって，幹材の各種生長量の経過や枝条材積及び着生葉量などを調べて，各要素の関係を解析し，次のことがわかった。

1. 冬季の季節風，晩春から晩秋の間の台風にさらされる琉球海岸地域のモクマオウ林の生育に及ぼす影響は，風害に於いて甚だ大きく，土性や立木密度に於いて一般に小さい。

風害と土性及び立木密度との，各モクマオウ林の各種生長量に与える影響の度合は，風当りの強い区ほど，樹令の低い区ほど，風害に於いて高く，土性及び立木密度に於いて低くなっている。

2. 風当りが最も強い海岸林に於いて，「林冠密度が 1ha 当り生葉量 5.09 ton で，奥行を約 5m 幅の，最前線の 9 年生恩納Ⅰ区」，「林冠密度が 1ha 当り生葉量 4.37 ton で，奥行き約 35m 幅の，恩納Ⅰ区の後方に隣接する 9 年生恩納Ⅱ区」，「林冠密度が 1ha 当り生葉量 4.63 ton で，奥行き約 30m 幅の，恩納Ⅱ区の後方え隣接する恩納Ⅲ区」の 3 区相互間の各種生長量を比較すると，Ⅱ区はⅠ区よりも生長曲線が極めて急勾配に上昇していて風害の激減を示し，Ⅲ区はⅡ区よりも生長曲線が極めて緩勾配に上昇していて風害の作用は極めて小さくなって，土性や立木密度の各種生長量えの影響が大きく現われている。

また風当りの最も強い海岸前線でも，最前線林縁から 5～40m（平均幅 25m 以上）の幅の防風林の効果が顕著であることがわかった。

3. 単木及び 1ha 当りの生葉量は，それぞれ樹令 9～14 年生の各区（1ha の立木本数 648～4378 本，極強風，強風及び弱風地帯）で 975～5925 gr 及び 0.71～5.09 ton，人工的に梢頭部を剪定した樹令 11 年生と 12 年生の 2 区（1ha の立木本数 531 本と 896 本，弱風地帯）で 12825 gr，45300 gr 及び 4.06 ton，6.81 ton，樹令 20～28 年生の各区（1ha の立木本数 657～4561 本，強風及び弱風地帯）で 10425～26100 gr 及び 12.12～47.55 ton で，風当りの強い地帯のモクマオウ林の 1ha の生葉量は比較的少なく即ち林冠密度は一般に疎である。

1ha の生葉量は，風当りの強い区ほど減少し，減少する割合は風害に弱い幼令林に於いて特に高まっていて，小さくなっている。

1ha の立木本数が 4561 本で最も多く且つ 1ha の生葉量も 47.55 ton で最も多い 26 年生の風当りの弱い地帯の与那嶺Ⅲ区が，立木密度の低い他の壮令林に比べて，

「1ha の生葉量が，1ha の立木本数の増加に伴って割合に高い勾配で大きくなっている」のに反して「生葉量 1kg の最近 3 ケ年間の年平均幹材積生産量は，極めて緩勾配に減少している」したがって単位面積当り幹材積生産量の最多を期するための 1ha 当り適正立木本数は，「風当りの弱い壮令林でも 4561 本以上であって，風当りの強さに応じて更に立木本数の増加を図らねばならないこと」，「幼令林では風当りの強さに応じて遙かに多くの立木本数の増加を図らねばならないこと」，「現在の各区の立木本数は極めて過少で，幹材積生産量の最多と防潮及び防風効用の最善を期するためには，各区ともに単位面積当りの立木本数を遙かに高めねばならない。

4. 樹高及び胸高直径は，それぞれ極強風地帯 9 年生林で 6.80m と 7.10m 及び 7.17cm と 8.41cm，強風または弱風地帯 9～14 年生林で 9.65～15.10m 及び 9.37～18.35 cm，強風または弱風地帯 20～28 年生壮令林で 14.00～15.00 m 及び 16.78～20.70cm となっていて，樹高の連年生長量は，風害の影響が特に顕著で，風当りの強い区ほど急勾配に小さくなり，極強風地帯幼令林は特に小さい。

弱風地帯の区相互間に於いての，砂質壌土，砂土，壌土，埴質壌土の順に可なり小さくなっている。

また幼令時には割に大きいが，樹令の高まりと共に漸次小さくなっている。

胸高直径連年生長量は，風害の高い区ほど，立木密度の高い区ほど，やや下り勾配で小さくなる外，砂質壌土，砂土，壌土，埴質壌土の順に小さくなっている。

5. 単木及び 1ha 当りの幹材積は，それぞれ 1ha の立木本数 648～4378 本の極強風，強風または弱風地帯の 9～14 年生林で 0.0156～0.1381m^3 及び 11.42～226.52 m^3，1ha の立木本数 657～4561 本の強風または弱風地帯の 20～28 年生林で 0.1383～0.2383m^3 及び 148.62～737.29m^3 となっていて，単木の材積連年生長量は，立木密度の高い区ほど小さくなるが，その勾配は幼令林の区相互間で小さく，壮令林の区相互間で大きい。また風当りの強い区ほど小さい。

弱風地帯の林相互間では，砂質壌土，砂土，壌土，埴質壌土の順に小さくなっている。また幼令時には小さくて，樹令の高まりと共に漸次大きくなっている。

1ha 当りの幹材積は立木密度の高まりに応じて大きくなり，その勾配は幼令林相互間では緩勾配に，壮令林相互間では割に急勾配に，それぞれ大きくなっている。また風当りの強い区ほど小さくなっている。

弱風地帯林相互間では，砂質壌土，砂土，壌土，埴質壌土の順に小さくなっている。

6. 現在の各区の単位面積当り立木本数は極めて過少で，したがって単位面積当りの幹材生産量も過少であり，林冠密度も疎に過ぎていて，幹材生産量の点及び防風，

防潮の効用の点から適正でない林である。

風当りの強い琉球海岸地帯に於けるモクマオウ林の造成に当っては，造成される場所の風当りの強さに応じて植付より成林更新期までの風害による枯損本数を見込んで，当初の植付本数を出来るだけ多くすると共に既成の幼令疎林に対しては速かに補植を実施し且つ更新期前の不適当な伐採をさけて，植付より成林更新までの各期に於ける適正本数の維持に努め，以って林冠密度を極力高めて林に対する風害を最小ならしめると共に単位面積当り幹材積生産量の最多を期して，防風，防潮の効用の最善と木材生産量の最多を期し得る林の造成維持に努めるべきであります。

尚さまざまの風当りの強さに応ずる適正本数の研究は，モクマウウ林の造成施業上最も重要な研究課題で，今後の研究にまたねばならない。

参 考 文 献

1. 広田貞雄 (1940): 木麻黄海岸の台風被害と施業上の一考察．台湾の山林，176 号．
2. 本多静六 (1926): 台湾に生育スベキ熱帯林木調査，有加利，あかちあ，木麻黄，其他濠州林木編．
3. 金平亮三 (1921): 木麻黄の菌根接種に関する一・二の例．台湾総督府林業試験場報告．第7号．
4. 根岸賢一郎，佐藤大七郎 (1954b): 土のカワキとアカマツ，スギの苗の同化，呼吸量との関係．日林誌，36．
5. 根岸賢一郎，佐藤大七郎 (1955): 土の水分とアカマツ，スギの苗の同化，呼吸量との関係．日林誌，37．
6. 扇田正二，中村賢太郎，高原末基，佐藤大七郎 (1952): 林分の生産構造の研究（予報），アカマツの密度試験に於ける若干の解析．東大演報，43．
7. 大山保表 (1956): 土が乾燥するにつれてモクマオウ属（6 種）のマキツケ苗の水分関係はどうであるか．琉球大学農家政学部学術報告，No. 3．
8. 坂口勝美，土井恭二，安藤 貴 (1954): 立木密度から見たアカマツ幼令林の生産構造，アカマツに関する論文集．
9. Sato, Taisitiro (1948): Effect of wind and soil moisture on growth of seedlings of *Robinia pseudoacacia*. Bulletin of Tokyo University Forests. No.36.
10. Sato, Taisitiro (1948): Effect of wind on transpiration of new and old leaves of some trees. Bulletin of Tokyo University Forests. No. 36.
11. 佐藤大七郎 (1949): 蒸散面の集りに対する風の働き．東大演報，37．
12. Sato, Taisitiro (1949): Relation between rate of transpiration and rate of absorption of water in seedlings of *Cryptomeria japonica* exposed to artificial wind. Bulletin of Tokyo University Forests. No. 37.
13. Sato, Taisitiro (1951): Leaf temperature in relation to the influence of wind on transpiration of plants. I, II, III. Bulletin of Tokyo University Forests. No. 39.
14. 佐藤大七郎 (1952): 防風林の水分関係．東大演林，9．
15. 佐藤大七郎 (1955): クヌギの葉の乾物重の増加に及ぼす風の影響．東大演報，50．

16. 佐藤大七郎，功力六郎，粂川昭夫 (1956): 林分生長論資料 (III)，チヨウセンヤマナラシの再生林における葉の量と生長の関係．東大演報，52.
17. 佐藤大七郎，扇田正二 (1956): 林分生長量資料 (II)，いろいろなツヨサの間伐をした北海道のストローブマツ林．東大演報，52.
18. 佐藤大七郎，中村賢太郎，扇田正二 (1955): 林分生長論資料 (I)，立木密度のちがう若いアカマツ林．東大演報，48.
19. 昇 益 川 (1925): 木麻黄の造林試験．台湾総督府中央研究所林業部彙報，第 3 号.
20. 四手井綱英 (1956): 林分密度の問題．林業解説シリーズ，86.
21. 高原末基 (1954): スギ及びヒノキの枝打が幹の生長におよぼす影響．東大演報，46.

Résumé

Since Mokumao (*Casuarina equisetifolia* Forst.) has been planted extensively at the most prospective silvicultural species to protect forests, agricultural products, etc. from damages caused by tids of the Ryukyu Islands. The aim of this study, therefore, was to obtain the data on Mokumao in order to find whether it is useful or not for improving the forests of this country.

This research deals with an analysis of the relationship of the growth of various parts of trees from Northern Okinawa with respect to density of stand, wind, and soil influence according to the age of the trees. The analysis is mainly based on the sample trees collected from various forests different with respect to such facters as stand density, wind, and etc.

I. The growth of Mokumao growing lose to the sea is greatly influenced by the typhoons which usually come late spring and fall, and by the winter monsoons. The growth of this tree on the other hand is not greatly influenced by soil type and stand density. The younger trees are severely damaged by these winds.

The growth relationship study of trees planted in different areas (I, II, III) a which are confonted by very strong wind shows the following results. The slope of growth in area II is sharper than that of area I and damages by storms are far less in area II than in area I.

Although the slope of growth in area III is greater than that in area II, the difference between the two areas is not as remarkable as that of II and I, and the growth of trees in area III is not significantly influenced by storms, but it is, on the other hand, greatly influenced by soil type and stand density.

1) Density of crown .....Weight of green leaves of 1 ha. is 5.09 ton
   Width of forest.....About 5 meters.
   Age of stand .....9.
   Location .....Nearest side of sea, Onna son.
2) Density of crown .....Weight of green leaves of 1ha. is 4.37 ton.
   Width of forest.....About 35 meters.
   Age of stand .....9.
3) Density of crown .....Weight of green leaves of 1ha. is 4.63 ton.
   Width of forest.....About 30 meters.
   Location .....Next to of II district, Onna son.

II. In the forests (the ages of the trees range from 9 to 14 years old with 648-

4,378 trees per ha, and they are confronted by very strong, strong, and low winds) the weights of green leaves per tree and per ha of stand are 975-5,925 gr and 0.71 ton-5.09 ton respectively, and in the forests (the ages of the trees ranging from 20 to 28 years old with 657-4,561 trees per ha and are confronted with strong and low winds) they are 10,425-26,100 gr and 12.12-47.55 ton respectively.

In a forest (the age of the trees is 11 years old with 531 trees and it is confonted by low wind) the weight of green leaves per tree and per Ha are 12,825gr and 4.06 ton respectively, and in another forest (the age of the tree is 12 years old with 896 trees and they are confronted with low wind) these are 45,300gr and 6.81 ton respectively.

The weight of green leaves per ha of Mokumao forests exposed to strong winds and filled with young trees is in general very low, but it is larger in the forests exposed to low winds and filled with older trees.

The forest, Yonamine III, which seemed to be the best forest, has trees 26 years old with a stand of 4,561 per ha and 47.55 tons of weight of green leaves per ha, and it is confronted by very low winds. Comparisons of this forest to the other old forests with lower stand densities show that the weight of green leaves increases at increasing rate as the number of stand per ha increases, but the annual average growth (for the last three years) of the stem volume per 1 kg of green leaves decreases very slowly. This fact proves that in order to obtain the maximum stem volume per unit of forest the appropriate number of trees should be more than 4,561 per ha even in older forests confronted only by low winds. The studies imply that the number of trees should be increased according by to the force of the winds. This is especially true for younger forests.

From this point of view, most of the forest of Okinawa does not have enough trees per ha for maximum efficiency of forest. Stand density of the forests should be the first objective to be considered for further development of the forests of this country.

III. The weights and D.B.H. of trees are 6.80-7.10m and 7.17-8.41cm respectively in the young forests (9 years old) confronted by very strong winds, and they are 14.00-15.00m and 9.37-18.35cm respectively in the forests (9-14 years old) exposed to strong and low winds.

The other old forests (20-28 years old) confronted by strong and low winds, the measurments are 14.00-15.00m and 16.78-20.70cm respectively.

The growth rate in height of trees is closely related to the strength of winds. It is remarkably reduced in the forests confronted by strong winds, and is especially low in the younger forests confronted by very strong winds. In the forests confronted by low winds, the growth rate is gradually decreases in the order of sandy loam, sand, loam, and clayey loam soils, and it is also decreased as the age of forests increases.

The annual D.B.H. growth is not only reduced as the stand density and damages by storms increase, but it also reduced in the order of sandy loam, sand, loam, and clayey loam soils.

In the forests (the ages of the trees ranging from 9-to 14 years old with

648-4,378 trees per ha, and are confronted by very strong, strong, and low winds) the estem volumes per tree and per Ha are 0.0156-0.1381m³ and 11.42-226.52m³ respectively, and in the forests (ages of trees range from 20 to 28 years old with 657-4,561 trees per ha, and are exposed to strong and low winds, they are 0.1383-0.2383m³ and 148.62-737m³ respectively.

The annual growth of stem volume per tree is decreased as the density of the forest increases. This relationship is more remarkable among older forests than among younger ones.

The annual growth of stem volume per tree is small in the forests confroted by strong winds. As far as the forest confrond by low winds are concerned it is decreased in the order of sandy loam, sand, loam, and clayey loam; and it is greater as the age of the trees increses.

The stem volnme per ha is increased as the stand density of forests is increases. This relationship is more remarkably shown among older forest than amang younger forests. The stem volume per Ha is smaller in the forests confronted by strong winds. Among the forests exposed to low winds, the volume is decreased in the order of sandy loam, and clayey loam.

The stand density of any present forests is so low that the stem volume per unit of forest is veay small. To maintain higher density of forest is very important if people want to obtain maximum stem volume per unit of forest. In order to perform this end the number of trees should be increased at planting time with the expectation of losses by winds during the process of growing.