

苗栗海岸砂丘木麻黃人工林之 生長及林分生物量

陳財輝 呂錦明

摘要

對栽植於苗栗縣後龍海濱砂丘之 8 年生木麻黃人工林實施樣區調查，以分層平均木法選取樣木，並以層別刈取法測定樣木各項生長形質，再以相對生長關係式估算林分生物量，由林分調查結果顯示，木麻黃樣區林分密度皆超過每公頃 5,000 株，林分均呈現過密狀態，且其林分大部分皆由細長的個體所組成。木麻黃樣木之生產構造中，葉量及枝量之垂直分布大部分在地面高 3.3~6.3m 之間，幹、枝、葉、根量大致呈隨林木個體的增大而增加之現象。樣木之林冠投影面積在 0.580~4.740m² 之間，由於本試驗地冬期之東北季風強烈，林木皆呈偏冠生長，再加上林分密度過高，林木間相互凌壓的現象極為嚴重。樣木根系之分布主要在地表下 0~120cm 之間，其分布面積在 0.784~5.096m² 之間，亦呈隨個體之增大而增加，樹體由於長年受到風力之吹襲，導致林木根系之生長方向與樹冠生長方向相反。樣木各生長形質間之相對生長係數皆呈極顯著，以樣區林木之胸徑為自變數，不僅可精確估算木麻黃林分各部位生物量，且其應用性較為廣泛。由各相對生長關係式估算木麻黃 8 年生林分幹量(乾重)為 36.42~51.51ton/ha，枝量(乾重)為 12.65~20.21ton/ha，葉量(乾重)為 0.99~1.48ton/ha，根量(乾重)為 10.21~15.31ton/ha，幹量：枝量：葉量：根量之比約為 59：22：2：17，林分葉量偏低的原因或係由於東北季風吹襲致使林木之葉量大為減少，但木麻黃林分之基本葉量為何，尚有待進一步調查。

關鍵詞：林分生物量、木麻黃人工林、海岸砂丘、生長。

陳財輝、呂錦明·1988·苗栗海岸砂丘木麻黃人工林之生長及林分生物量·林業試驗所研究報告季刊，3(1): 333-343.

The Growth and Stand Biomass of Casuarina Plantation at Miao-Li Coastal Sand-dune

Tsair-Fuei Chen Chin-Ming Lü

1987年4月送審
1987年10月通過

主審委員：潘富俊
高毓斌

[Summary]

The growth and biomass production of an 8-year-old casuarina stand at Miao-Li county was studied. Stratified-clip technique was used to obtain the growth data of sample trees which were selected from various DBH classes of six study plots(20×30m). The stand biomass was estimated by allometric equations.

The stand density of casuarina was over 5000 trees per hectare which resulted that most of the casuarina was composed of slender trees. Major vertical dry matter distribution of branches and leaves (branchlets) of the sampled trees are from 3.3–6.3m ground height. Root depth was generally between 0–120cm and the total root area was between 0.784–5.096 square meter. Total root area was normally proportional to the tree size. The crown projection was generally between 0.58–4.74 square meter. The crowns of most larger trees were oblique toward southwestern direction due to the northeastern monsoon which resulting the major root systems were toward north-eastern direction.

Correlation coefficient among different growth characters were found positive and highly significant. Estimations of the stem biomass (dry matter) ranged from 36.42 to 51.51ton/ha; the branches from 12.65 to 20.21ton/ha; roots from 10.21 to 15.31ton/ha and the leaves from 0.99 to 1.48ton/ha. Although casuarina is an evergreen tree, significantly lower leaf biomass might be due to the winter northeastern monsoon which causes leaf fall. A careful study on the seasonal changes of the casuarina leaf fall is necessary.

Key Words: Stand biomass, Casuarina plantation, Coastal sand-dune, Growth

Chen, T. F., C. M. Lü, 1988. The growth and stand biomass of casuarina Plantation at Miao-Li coastal sand-dune. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 3(1): 333–343.

一、前 言

木麻黃類(*Casuarina* spp.)原產於澳洲，在南洋及其他熱帶地方分布極廣，1897年即被引入本省試植，以其生長快速、樹性強健，且具有優良的抗風、耐旱、耐鹽特性(甘偉航、胡大維，1983)，民國48年本省海岸林面積中即已有83.8%為木麻黃林分(盛志澄、康瀚，1961)，羅紹麟(1983)調查本省西海岸防風林面積中仍以木麻黃為最多，佔全部面積之75%，再根據臺灣林業統計(1986)之估計：本省海岸林總面積已達11,278ha，從民國47

年~74年間共栽植木麻黃11,961ha，由此可知，木麻黃一直為本省最重要的海岸造林樹種。

雖然木麻黃之生長速度極快，20年生左右即可伐採利用，供粒片板製造之原料時，不僅成本低，且製成板後可改良原有木材性質的缺點(羅紹麟、林喻東，1980)。但根據一般現場經驗，大都認為海岸木麻黃林分極早就已發生生長衰退，可是木麻黃孤立木到34年生時仍未見有任何生長衰退之現象(劉慎孝、楊寶霖，1950)，目前本省海岸木麻黃林分之栽植密度一般為5000~6000株/ha，據觀察在5年生時林分即已呈過密狀態(甘偉航，

1977), 人工林之密度若過高, 單株林木生長易呈減退, 在被壓林木自然枯死的過程中, 衰弱木及枯死木易成爲病蟲害的發生源, 且林木幹形大多細長而易招致風害(安藤, 1982)。因此海岸木麻黃林分在栽植成活後, 若未配合適當之育林措施, 或會導致林分之衰退提早發生。

民國 60 年代開始, 政府實施加速農村建設提高農民所得方案, 海岸木麻黃防風林曾大面積被栽植, 現均已成林, 此類林分之撫育作業乃爲今後海岸防風林經營之重要的課題(陳繁首, 1977)。

欲確立海岸木麻黃林分的撫育方案, 首先必須了解其海岸林分之生態特性。生物量生產(biomass production)係能量流轉於生態系內之結果, 藉生產量生產結構之解析, 爲闡釋各種森林生態系之生產機能及生態特性之有效途徑(Reichle, 1981), 且藉著生態系內不同林分生物量生產之異同, 可探討其有效的改良技術(佐藤, 1973)。本研究即探討木麻黃人工林於海岸逆環境之生長特性及生物量, 期能解析海岸木麻黃之林分構造, 供維持或改良木麻黃人工林生產力之依據。

二、研究材料及方法

本試驗地設置苗栗縣後龍鎮大山脚段海濱, 爲調查 8 年生木麻黃林分之生長情形, 於民國 75 年 9 月設立 600m² (20×30m) 之樣區 6 個, 迨樣區設定後, 隨即調查各樣區林木之胸高直徑及樹高, 依每木調查之結果, 將各樣區內所有立木依胸徑之大小, 每隔 2cm 區分爲 1 胸徑階, 並依分層平均木法(stratified mean tree method)(王子定、高毓斌, 1979)選取樣木, 計取 2~4cm, 4~6cm, 6~8cm, 8~10cm 之胸徑階樣木各 3 株, 10~12cm 胸徑階樣木 2 株, 合計 14 株樣木。

上述樣木經選定後, 於 76 年 1 月中旬進行生物量調查, 在繪製立木關係圖及樣木林冠投影圖後, 依層別刈取法(stratified clip technique)測定地上部單位樹高層內之幹部、枝部、葉部(接合小枝)等器官之鮮重, 即樣木自地際伐倒後, 幹部自

0.3m 處開始, 每隔 1m 噴紅漆標示後, 隨即量取 5cm 該處之樹幹直徑, 並將該處之幹、枝段切並分別秤量, 於規定高度切取 5cm 厚之圓盤以供樹幹解析, 另再取 5cm 厚之圓盤供測定幹部含水率。葉部及枝部則各取 100g 及 200g 之小樣品以測定其含水率。另外, 並再謹慎挖掘樣木地下部分, 調查樣木根徑大小、根系分布面積, 分布深度及根部鮮重, 並取 200g 之小樣品測定其含水率。上述各部位鮮重及小樣品鮮重均於現場取樣後, 立即以數值式電子秤重, 迨携回實驗室後, 小樣品立即置於 105°C 之電熱爐乾器烘至恆重爲止, 各樣木各部位乾重即爲此乾鮮比率換算而得。樣木材積之計算則依層別刈取時測定之各段直徑, 以 Smalian 區分求積式計算而得, 林冠投影面積及根系分布面積係以求積儀量測而得。

生物量之估算即根據樣木各器官重量及材積對胸徑之相對生長關係式, 計算各樣區林分各器官鮮、乾重及材積, 再換算成單位面積(ha)之生物量。

三、結果與討論

各樣區調查之結果, 其林分組成及生長狀況, 如表 1 表示。

形狀比(樹高/胸徑; 公分爲單位)不僅可表示林木幹型尖削的程度, 且可爲林分抵抗災害之指標, 一般林分形狀比 70 以上即容易遭受風雪之危害(安藤, 1982; 河崎、田中, 1983)。表 1 顯示, 本試驗地各樣區的形狀比皆超高 112, 可知 8 年生木麻黃林分大多由細長的個體的構成。日本黑松(*Pinus thunbergii*)海岸林分, 平均樹高在 6~7 公尺時, 林分形狀比若於 90~120 左右, 亦大部份爲細長的個體所組成林分構造脆弱之海岸林(小田, 1984)。

調查林分現存株數在胸高直徑階及樹高階之頻度分布, 如圖 1 所示。

依據圖 1 資料所示, 8 年生木麻黃人工林之胸徑與樹高分布呈現相異之式樣, 就胸徑分布曲線而

表1. 調查樣區林分組成

樣區	平均胸徑 (cm)	平均樹高 (m)	形狀比 (H/D)	林分密度* (株/ha)
A	6.22±2.10	7.11±1.18	123±32	5,417(3,417)**
B	5.91±1.99	6.91±1.19	126±34	5,633(3,617)
C	6.21±2.29	6.83±1.25	119±32	5,817(3,917)
D	5.42±1.77	5.67±0.64	112±28	5,550(4,700)
E	5.92±1.80	6.30±0.69	113±26	5,333(4,083)
F	6.32±1.89	6.58±0.64	113±25	5,150(4,183)
平均	5.98±2.00	6.56±1.09	118±30	5,483(3,986)

*: 林木主幹在胸徑以下分叉者，各分別以1株計算

**：林木主幹在胸徑以下分叉者，僅單獨以1株計算

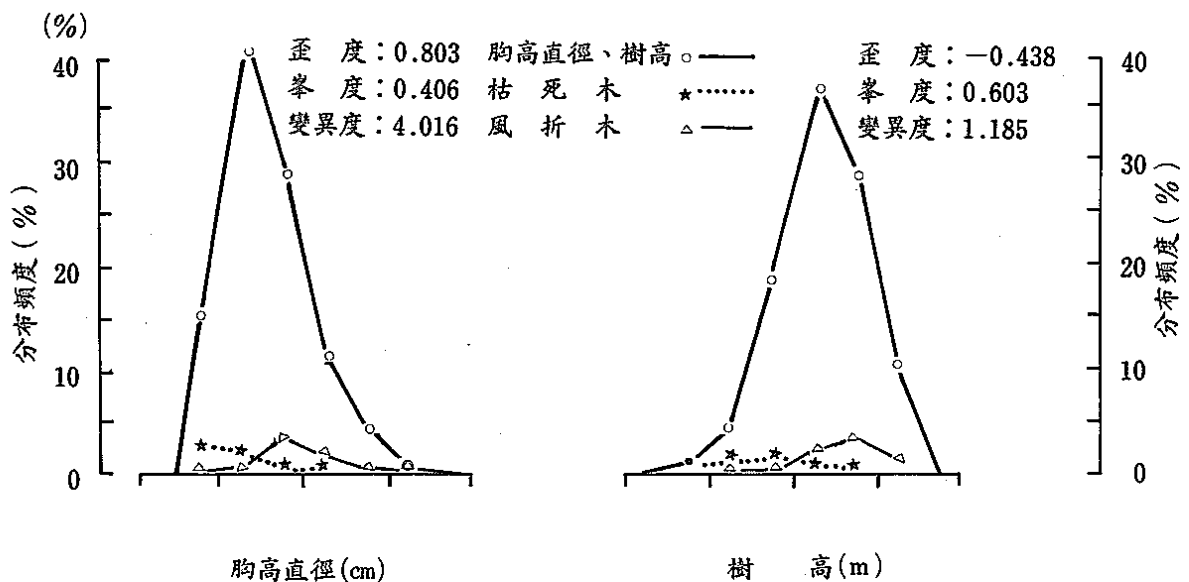


圖1. 胸高直徑及樹高之頻度分布

力而自由向上生長，位居林冠次層之林木，為獲得生育所需之陽光，亦驅使其高生長加速進行，樹高分布曲線乃漸成左偏。此種現象在日本之老齡柳杉 (*Cryptomeria japonica*) 人工林(四手井, 1956)或壯齡之日本黑松林分(小笠原等, 1979)被觀察過。上述資料顯示本試驗林分雖僅為8年生，然或因栽植密度較高，或是逆壓環境下對生育資源之競爭較烈，事實上個體之生長已達到競爭之狀態。此競爭之逆壓不僅改變木麻黃人工林胸高直徑或樹高曲線之分布式樣，不適生存之被壓木亦已趨枯死。依調

言，呈高峯在左之L型右偏分布，而樹高則呈高峯右之J型左偏分布。在林分之發育過程中，當干擾因子(如競爭逆壓)尚未發生時，個體之生長應屬逢機，即呈常態分布，隨著林齡或林分密度之增加，競爭逆壓因而發生或趨強，個體對此逆壓遂呈2個反應，一為塑性反應，即個體生長因競爭而發生變化，如被壓木生長之受阻；另則為枯死，在此狀態下，個體之生長須以其他個體之死亡為代價。林木胸徑之生長係受限於水平空間，生存資源之競爭較樹高早發生，故活力較屬劣勢之林木乃漸遲滯於生長，或終將枯死，遂促使其分布曲線漸向右偏，然而樹高之生則長屬垂直方向，此種生育空間對樹高生長之限制較弱，優勢木固然可維持其旺盛之活

查之結果而言，本試驗林分中枯死木胸徑之分布相異於全林分者，即枯死木之數量以胸徑較小居多，而胸徑愈大者枯死愈少(圖1)，上述塑性反應及枯死乃完全符合處於競爭狀態下之發育現象(Harper, 1977)。生長遲滯或枯死之發生，固然屬於自然發育過程中之現象，然而生長勢衰弱者易遭病、蟲之危害，林分之活力因而降低。故如何配合育林作業，以適當解除此種競爭所引發之不良效應，為木麻黃人工林合理經營亟應重視之課題。

就風害木發生之頻度分布而言，風折木在平均

胸徑或平均樹高以上之林木發生較多(圖 1), 此種胸徑或樹高較大之林木較易遭受風害之情形, 亦見於日本扁柏(*Chamaecyparis obtusa*, ENDL)人工林分(橋詰、小林, 1986)。

就本試驗地木麻黃林分密度而言, 各樣區均在每公頃 5,000 株以上, 若林木主幹在胸徑以下分叉者, 僅單獨以 1 株計算, 則樣區林分密度減少為每

公頃 4,000 株左右(表 1), 由此可見調查林分之分叉現象極為嚴重, 此種分叉現象亦常見於日本黑松海岸林分(河崎、田中, 1982), 其或係海岸地區風力極強, 林木主幹易被暴風吹斷, 導致枝條變成主幹生長之分叉現象。

由分層平均木法所選取 14 株木麻黃樣木生長狀況, 如表 2 所示。

表 2. 木麻黃樣木之生長狀況

樣木 號碼	胸徑 (cm)	樹高 (m)	主 材 (cm ³)	幹 積 (cm ³)	幹及分 枝材積 (cm ³)	鮮 重 (g/株)				乾 重 (g/株)				T/R率 (乾重)
						幹	枝	葉	根	幹	枝	葉	根	
1	3.8	5.9	32.9	39.4	6,400	1,546	160	1,720	3,268	762	38	831	4.90	
2	3.7	6.4	52.4	52.4	7,520	2,384	320	1,680	3,376	1,097	80	768	5.93	
3	4.0	5.9	61.8	68.0	5,835	1,821	400	1,770	2,694	747	88	793	4.45	
4	5.3	6.8	79.1	79.1	9,514	1,890	540	2,680	5,380	936	162	1,321	4.90	
5	5.5	6.7	82.1	89.4	8,760	3,090	390	2,310	4,249	1,347	82	919	6.18	
6	4.9	8.0	90.1	90.1	10,277	2,943	831	3,220	5,614	1,427	216	1,504	4.83	
7	7.8	7.2	208.2	226.8	25,810	9,250	1,730	6,490	14,223	4,163	363	3,011	6.23	
8	7.8	7.4	226.0	259.5	23,260	8,560	1,340	7,100	11,266	3,766	295	2,556	6.00	
9	7.9	8.1	250.5	272.9	30,030	8,500	1,910	10,670	15,663	3,570	458	4,375	4.45	
10	8.9	7.9	259.3	341.8	24,010	23,911	2,255	11,330	12,802	10,521	541	4,985	4.79	
11	9.8	8.5	310.9	386.7	30,887	18,610	930	13,270	16,861	8,933	195	6,237	4.17	
12	8.8	8.4	318.9	372.8	35,788	26,630	5,704	16,380	20,321	13,315	1,837	7,837	4.61	
13	11.0	7.9	435.6	500.5	41,050	18,955	2,925	17,970	22,770	9,478	761	8,626	3.83	
14	10.0	9.1	474.4	588.9	48,860	30,143	3,035	18,750	27,255	16,428	728	9,375	4.74	

表 2 顯示不同胸徑階, 單株樣木各部位之生長形質有極大的變異, 胸徑愈大之樣木, 其分枝材積有愈大之趨勢, 樣木各部位重量亦大致上隨著幹材積增大而增加, 但優勢木之葉量却呈現不穩定之狀態, 其或係受到季風吹襲而造成落葉之結果。根據層別取法所測得之資料, 繪製成不同胸徑階之樣木各部位平均乾重之生產構造圖, 如圖 2 所示。

由圖 2 可知在各胸徑階樣木間, 非同化器官之幹量、枝量和同化器官之葉量而言, 樣木幹量之垂直分布, 大致由上而下逐漸增加, 樣木之枝量大部份分布在 3.3~6.3m 的樹高層內, 且幾乎所有上層枝量均大於同層之幹量, 尤其胸徑愈大之樣木, 彼此間之差距愈大。葉量之分布亦主要在 3.3m~

6.3m 之樹高層內。在森林的生產構造中, 葉量僅集中在樹冠上層者為闊葉型, 葉量分布的冠幅伸展至樹冠下部者為針葉型, 以低密度栽植之針葉樹人工林, 初期葉量生長雖呈針葉型, 隨著林木之生長及林冠之鬱閉, 下枝逐漸枯死而成為闊葉型, 但以高密度栽植之情形, 葉量於早期即達於一定, 隨著林木之生長, 樹高雖然有增長, 但葉量的分布型則幾乎不變(依田, 1971), 一般針葉隨著主幹與側枝之生長, 樹冠呈圓錐形狀, 幹及枝之區別很明顯, 而大部份闊葉樹側枝之生長並不亞於主幹, 主幹與分枝相互交錯, 形成主幹不明顯之現象, 其樹冠易呈廣圓形狀(佐藤、堤, 1978)。本試驗地木麻黃樣木平均之生產構造分布, 以依田之分類, 有類似闊

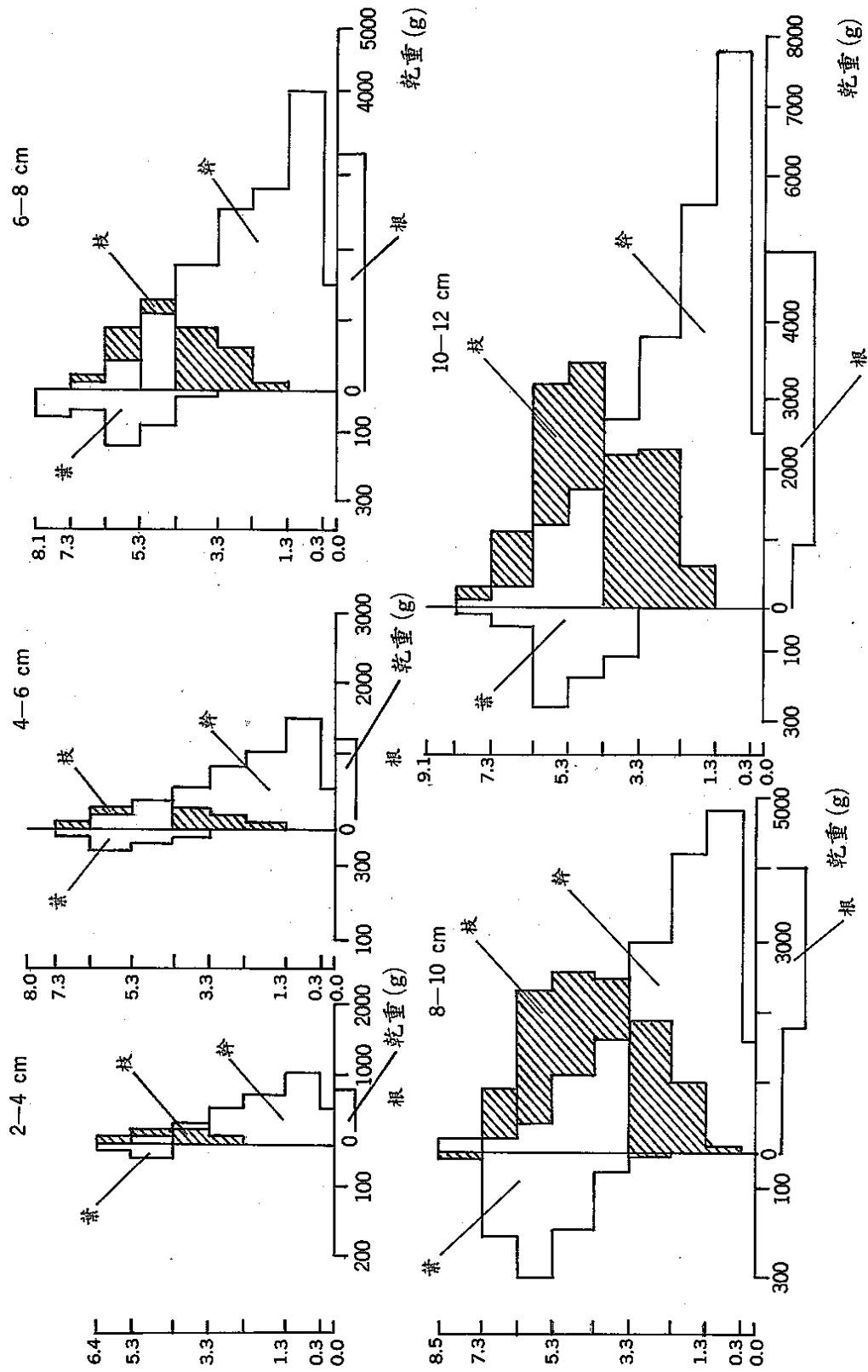


圖2. 木麻黃不同胸徑階樣木平均之生產構造圖。

葉型的傾向，亦即木麻黃林分葉量僅分布在林冠上方，且林木較高層之主幹與側枝有不易區分之現象。

木麻黃樣木之根系分布及林冠投影面積，如表3所示。

表3顯示，主根深度僅在地表下17~40cm之

間，此種林木主根皆極短之現象，係苗木在養苗期間皆經過斷根處理，以促進苗木細根之發育，提高造林出栽之成活率之故。樣木側根最大深度在60~120cm深左右，根系分布面積為0.784~5.096m²，海岸林木根系之垂直分布主要受地下水水位高低之影響(小田，1979)，川名(1956)亦指出日本赤松

表3. 木麻黃樣木之根系分布及林冠投影面積

樣木號碼	胸徑 (cm)	樹高 (m)	地際根徑 (cm)	主根深度 (cm)	支大根最深度 (cm)	根分布面積 (m ²)	根乾重 (g/株)	林冠投影面積 (m ²)
1	3.8	5.9	7.3	32	75	0.980	831	0.744
2	3.7	6.4	7.0	40	65	0.784	768	1.400
3	4.0	5.9	9.9	38	70	1.516	793	0.948
4	5.3	6.8	10.0	25	75	1.008	1,321	0.692
5	5.5	6.7	10.3	30	60	0.860	919	0.920
6	4.9	8.0	10.0	35	80	1.224	1,504	1.060
7	7.8	7.2	15.0	20	75	3.724	3,011	2.268
8	7.8	7.4	15.4	40	50	1.584	2,556	0.580
9	7.9	8.1	14.0	30	90	3.344	4,375	1.492
10	8.9	7.9	18.0	25	60	3.188	4,985	2.436
11	9.8	8.5	16.0	17	70	2.268	6,237	1.692
12	8.8	8.4	15.2	30	70	3.368	7,699	2.656
13	11.0	7.9	19.2	40	103	5.096	8,626	4.740
14	10.0	9.1	18.5	35	120	3.180	9,375	4.536

(*Pinus densifolia*)根系僅分布在林地表面層左右，地表下50~60cm以下處則受地下水水位之影響而根系不發達，而日本黑松根系垂直分布若達80cm以上且側根發育良好，即可期待林木正常之生長(門田，1951)，本試驗地木麻黃樣木根系最大深度達120cm，其或係受地下水水位之影響所致。樣木根乾重為768~9375g，隨著單株個體之增大而有顯著之差異，林冠投影面積在0.580~4.740m²之間，為了解8年生木麻黃樣木各生長形質間之相關關係，其結果如表4表示。

從表4可知，主根深度、側根深度與樹高、胸徑、根分布面積、根乾重等皆不顯著，且主根深度與樹冠投影面積亦不顯著，其或係目前所述樣木根

系受斷根處理及地下水水位之影響所致。而根分布面積與根乾重、樹冠投影面積皆呈極顯著之正相關，此現象亦見於柳杉林分(王子定等，1978)，由於海岸地區風速強勁，樣區林木之樹冠均呈與主風(北方)方向平行之偏冠形狀，造成行列狀凌壓隔行造林木樹冠之現象，尤以優勢木更為嚴重。從樣木之樹冠投影及根系分布圖，可知樣木根系之生長與樹冠偏形方向成反向生長，其係林木樹體長年受到風力之侵襲，導致林木根系生長亦受到影響之結果。

木麻黃樣木各部位對胸徑及胸徑平方乘樹高之相對生長關係式，如表5所示。

一般欲以相對生長式估算林分生物量，大都採用胸徑(D)、胸徑平方(D²)或胸徑平方乘樹高

表4. 木麻黃樣木各生長形質間之相關係數

生長形質	胸徑	樹高	地際根徑	主根深度	支根最大深度	根分布面積	根乾重
樹高	0.850**	—					
地際根徑	0.971**	0.798**	—				
主根深度	0.315	0.237	0.249	—			
支根最大深度	0.311	0.413	0.279	0.105	—		
根分布面積	0.858**	0.682**	0.881**	0.213	0.466	—	
根乾重	0.958**	0.894**	0.921**	0.245	0.452	0.891**	—
樹冠投影面積	0.697**	0.649*	0.677*	0.079	0.634*	0.802**	0.790**

註：上表各生長形質之調查值，皆經對數轉換。

表5. 樣木各部位對胸徑(cm)及胸徑²樹高 (cm²·m) 之相對生長關係式

	1. 胸徑 (D)				2. 胸徑 ² 樹高 (D ² H)			
	a	b	r ²	F.I.	a	b	r ²	F.I.
幹材積(cm ²)	2.429	2.183	0.958	0.935	0.617	0.952	0.969	0.962
幹及側枝材積(cm ³)	2.133	2.315	0.905	0.927	0.504	1.007	0.972	0.962
林木鮮重(g)								
幹部	493.980	1.876	0.932	0.878	150.813	0.819	0.946	0.912
枝部	41.329	2.694	0.882	0.704	7.508	1.177	0.900	0.768
葉部	12.683	2.321	0.761	0.418	2.800	1.021	0.784	0.447
根部	65.083	2.360	0.936	0.885	14.501	1.032	0.953	0.924
林木乾重(g)								
幹部	203.587	2.001	0.930	0.864	56.948	0.875	0.946	0.903
枝部	17.400	2.749	0.875	0.677	3.009	1.203	0.892	0.747
葉部	3.060	2.323	0.698	0.285	0.659	1.026	0.725	0.311
根部	29.891	2.352	0.907	0.847	6.614	1.030	0.927	0.889

相對生長關係式為： $1. y = a \cdot D^b$

$2. y = a(D^2 \cdot H)^b$

a：截距，b：斜率，r²：決定係數，F. I.：適合指數(Fit Index)

(D²H)為自變數(依田，1971；只木等，1962)。迴歸模式之優越性常以決定係數(r²)之高低來決定，因為決定係數顯示隨變數之變異成分可為自變數解釋之比率，但不同迴歸模式間，若隨變數之單位不同，則決定係數之比較將毫無意義，尤其相對生長式係以隨變數之對數值為分析基礎，自然無法比較。銀合歡林分生物量之迴歸估算法中，已證明適合

指數(fit index)的高低可供選擇適合的迴歸模式之用(劉宣誠、高毓斌，1987)，從表6中可知，以D²H為自變數之適合指數較以D為自變數僅高約3%，在野外調查之際，可直接精確量測之資料中，首推胸徑，樹高變數則較易發生人為誤差，為求計算之方便及應用之廣泛性，自變數應儘可能以能直接精確量測之資料為原則，因此本試驗在估算林

表 6. 8 年生木麻黃木分之現存量

樣區	底面積 (m ² /ha)	幹材積 (m ³ /ha)	林分生物量 (ton/ha)						林分 T/R 率
			幹	枝	葉	地上部計	根	總計	
A	18.23	81.10	47.36 (89.84)	18.16 (39.61)	1.39 (5.58)	66.87 (135.03)	13.93 (30.92)	80.80 (165.95)	4.80
B	16.89	74.33	43.87 (83.86)	16.08 (34.30)	1.23 (5.07)	61.18 (123.23)	12.64 (28.03)	73.82 (151.26)	4.83
C	19.83	88.65	51.51 (97.44)	20.21 (42.89)	1.48 (6.12)	73.20 (146.45)	15.31 (33.97)	88.51 (180.42)	4.78
D	14.02	60.79	36.42 (70.34)	12.65 (27.07)	0.99 (4.10)	50.06 (101.51)	10.21 (22.63)	60.27 (124.14)	4.90
E	15.87	69.65	41.21 (78.93)	14.95 (31.91)	1.15 (4.74)	57.31 (115.58)	11.81 (26.19)	69.12 (141.77)	4.85
F	16.99	75.26	44.13 (83.97)	16.64 (35.42)	1.25 (5.16)	62.02 (124.55)	12.88 (28.57)	74.90 (153.12)	4.82
平均	16.97	74.96	44.08 (84.06)	16.45 (35.20)	1.24 (5.13)	61.77 (124.39)	12.80 (28.39)	74.57 (152.78)	4.83

*: 上表括弧內數據均為各器官之鮮重

分底面積、林分材積及各部位重量時，以各部位對胸徑之相對生長式而得下列木麻黃林分之現存量(表 6)。

由表 6 中可知，8 年生木麻黃現存量均呈：幹量 > 枝量 > 根量 > 葉量的現象，而樣區林分幹量鮮重為 70.34~97.44ton/ha，林分幹材積則為 60.79~88.65m³/ha，大致上每 1m³ 幹材積約可生產 1.1ton 之木麻黃幹量鮮重。林分幹量乾重在 36.42~51.51ton/ha 之間，枝量乾重在 12.65~20.21ton/ha，葉量乾重僅在 0.99~1.48ton/ha，根是乾重則在 10.21~15.31ton/ha 之間，林分 T/R 率為 4.8(乾重)。海岸地區環境惡劣，海岸林木往往受到外在環境影響而致地上部發育不良，地下部

為獲取生存所需之水而分其吸收機構較大，故海岸林分之 T/R 率較一般林分為低(刘住，1957)，在衝風地土壤較乾燥，其根系之吸收機構為生存之生理需求所致而較大，所以衝風地之海岸日本黑松林分根量占全樹體之比例較高(小田，1979)。佐藤(1973)指出一般林分之根量可假定為地上部乾重之 $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{5}$ ，但木麻黃之根量是否相同，尚有待更多的資料證實。

表 7 係林分各部位生物量之配分比，由表中可知林分葉量比例最少，僅占地上部乾重之 2% 左右，一般日本黑松海岸林分葉量平均占地上部現存量之 12%(小田，1983)。雖然本試驗以木麻黃為對象，木麻黃雖為常綠大喬木，但林分葉量似乎偏低

表 7. 木麻黃樣區林分各部位佔地上部及全生物量乾重之百分比 (%)

樣區	幹部	枝部	葉部	地上部計	幹部	枝部	葉部	根部	全生物量
A	70.82	27.16	2.02	100	58.61	22.48	1.67	17.24	100
B	71.71	26.28	2.01	100	59.43	21.78	1.67	17.12	100
C	70.37	27.61	2.02	100	58.20	22.83	1.67	17.30	100
D	72.75	25.27	1.98	100	60.43	20.99	1.64	16.94	100
E	71.91	26.08	2.21	100	59.62	21.63	1.66	17.09	100
F	71.15	26.83	2.02	100	58.92	22.21	1.67	17.20	100
平均	71.36	26.63	2.01	100	59.11	22.06	1.65	17.17	100

，其或係本次生物量調查時間在 1 月中旬進行，此時適逢東北季風吹襲，可能因此林分葉量大為減少，為求能了解木麻黃林分之基本葉量，實有待進一步調查木麻黃林分葉量之季節性變化。

四、結論與建議

根據上述分析的結果與討論，可得下面幾點結論：

(一)各樣區林分形狀比皆超過 112，8 年生木麻黃人工林分大部分為細長的個體所構成，且現存林分密度皆在每公頃 5000 株以上，係屬過密林分，但木麻黃人工林各齡階之最適密度為何，需再進一步探討。

(二)木麻黃樣木之葉量及枝量主要分布在地面高 3.3~6.3m 之樹高層內，且幾乎所有單株之上層枝量均大於同層之幹量，胸徑愈大之樣木，其彼此間的差距愈大。

(三)本試驗地木麻黃樣木根系分布在地表下 0~120cm，樣木根系分布面積 0.784~5.096m²，林冠投影面積則在 0.580~4.740m²之間，樣木林冠皆成偏冠生長，造成樣區林木間相互凌壓現象嚴重，而樹體由於長年受到風力之吹襲，導致林木根系之生長與樹冠偏形方向。

(四)8 年生木麻黃樣木各生長質間之迴歸係數均極顯著，而以木麻黃樣木對胸徑之相對生長關係式即可滿足林分生物量估算的要求。

(五)8 年生木麻黃林分幹量乾重在 36.42~51.51ton/ha，枝量在 12.65~20.21ton/ha，葉量在 0.99~1.48ton/ha，根量在 10.21~15.31ton/ha，幹量：枝量：葉量：根量之配分比為 59：22：2：17，林分葉量有偏低之現象，此或係由於東北季風吹襲，致使林分葉量大為減少，因此對於木麻黃林分葉量之季節性變化有待進一步調查。

(六)木麻黃為一極優良之海岸造林先驅樹種，由於本省海岸林營造的歷史悠久，本省各地方皆有一套適合當地環境之造林技術，而且海岸林大都位於交通便捷之沿海，並與人民生活習習相關，目前本

省之海岸林在栽植成活後，即呈放任狀態，致使林分衰退提早發生，且易罹患病害，而致抗風力減弱，而本試驗係為了解海岸木麻黃林分生態特性之基礎資料，希望今後藉著對木麻黃林分一系列之研究，能解明其林分衰退之機制及探討如何以其他育林措施改善林分的生長狀況。

引用文獻

- 王子定，姜家華，鄭賢德。1978. 柳杉林各樹冠級之根系研究，臺大實驗林報告，121：1~11.
- 王子定，高毓斌。1979. 再論森林生物量。中華林學季刊，12(3)：1~30.
- 甘偉航。1977. 本省主要造林樹種簡介—木麻黃。臺灣林業，3(5)：32~33.
- 甘偉航，胡大維。1983. 木麻黃之插枝繁殖。林試所試驗報告，No.390.
- 林務局。1986. 臺灣林業統計。
- 盛志澄，康瀚。1961. 臺灣之防風林。農復會特刊第 32 號。
- 陳繁首。1977. 我國與日本保安林制度之比較研究(續 2)。臺灣林業，3(8)：26~28.
- 劉宣誠，高毓斌。1987. 銀合歡人工林生物量估算方法之比較。林業試驗所研究報告季刊，2(1)：43~64.
- 劉慎孝，楊寶霖。1950. 三種木麻黃生長之研究。林試所報告 No.26.
- 羅紹麟，林喻東。1980. 本省海防防風林經濟利用之研究(一)木麻黃之更新及木材利用。中興大學實驗林報告第 2 號。
- 羅紹麟。1983. 臺灣海岸防風林經濟效益之研究。中華林學季刊，16(1)：25~34.
- 小田隆則。1983. 海岸クロマツ林の物質生産。森林文化研究，4(1)：87~90.
- 小田隆則。1979. 海岸クロマツ林の生長と密度について(Ⅲ)—クロマツ根系の分佈と量，90回日林論。
- 小田隆則。1984. 海岸クロマツの生長と密度について(Ⅳ)—一九九里濱クロマツの現況。95 回日林論。
- 小笠原隆三，埜田淳一，魚住侑司。1979. 砂丘地におけるクロマツ林の施業に關する基礎的研究(第 1 報)。

- 鳥取大學演報, 11: 25-34.
- 川名明. 1966. 堤列海岸平野の低地過濕林の改良に関する研究. 東京農工大演報, 4: 1-115.
- 四手井綱英. 1956. 林分密度の問題, 日本林業技術協會.
- 只木良也、尾方信夫、高木哲也. 1962. 森林の生産構造に関する研究Ⅲ: コジイ幼齡林における現存量の推定と生産力について若干の解析. 日林誌, 44: 350-369.
- 安藤貴. 1982. 林分の密度管理. 農林出版 P.5-12.
- 恭依田二. 1971. 森林の生態學.
- 佐藤大七郎. 1973. 陸上植物羣落の物質生産 Ia—森林. 共立出版社 P.64.
- 佐藤大七郎, 堤利夫. 1978. 樹木—形態と機能. 文永堂出版. P.267-268.
- 河崎彌生, 田中一夫. 1984. 海岸防災林におけるクロマツの生長と土壌の時系列的推移に関する研究. 鳥取大學演報, 14: 59-125.
- 門田正也. 1951. 防潮林の生態學的研究. 東大立地研報, 8: 37-41.
- 刈住昇. 1957. 湘南海岸砂防調査報告. 林試研報, 94: 1-205.
- 橋詰隼人, 小林徹. 1986. 多雪地帯におけるヒノキの人工造林に関する研究(Ⅱ)鳥取大學演報, 16: 1-25.
- Harper, J. L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London, UK.
- Reichle, W. A. 1981. Dynamic Properties of Forest Ecosystems. International Biological Programme 23, Cambridge Univ. Press.