

行政院農業委員會林務局委託研究計畫 系列編號 99-00-5-12

臺灣河岸防沙生態綠帶樹種篩選與現況調查計畫

Tree Species Selecting for the Anti-Blowing Dust Green Belt of Riverside in Taiwan and the Research Plan of the Current Situation Investigating



委託單位：行政院農業委員會林務局

執行單位：國立嘉義大學

中華民國九十九年十二月

摘 要

本研究針對揚塵危害嚴重之大安溪、大甲溪、大肚溪、濁水溪及卑南溪等五條河川進行河床上潛在植群研究及河川沿岸之綠帶現況調查與綠帶樹種之適應性、健康性研究；研究中使用線截法調查河床上之潛在植被，其中以馬鞍藤(*Ipomoea pescaprae*)、海埔姜(*Vitex rotundifolia* L. f.)、大花咸豐草(*Bidens pilosa*)、孟仁草(**Chloris barbata**)、白茅(*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan)、甜根子草(*Saccharum spontaneum* L.)為河床上植被之優勢種類，且以群叢方式生長於河床上；在河川沿岸綠帶現況調查中，防護林以木麻黃(*Casuarina equisetifolia* L.)、黃槿(*Hibiscus tiliaceus* L.)為最佳，潛在植被中以構樹(*Broussonetia papyrifera* (L.) L Her. ex Vent.)、楝樹(*Melia azedarach* L.)、朴樹(*Celtis sinensis* Pers.)、血桐(*Macaranga tanarius* (L.) Mull. Arg.)與榕樹(*Ficus microcarpa* L. f.)之適應情況最為良好，生長情況最差者為位於大安溪、大甲溪及大肚溪沿岸做為行道樹之水黃皮(*Pongamia pinnata* (L.) Pierre)，但於濁水溪造林用之水黃皮則生長情況良好；位於揚塵危害區之植物，於東北季風所造成的揚塵，在強勁的風勢下，往往造成葉片的傷害，因此研究中使用掃描式電子顯微鏡(SEM)進行迎風面樹種葉片之觀察，其中構樹、血桐、黃槿、楝樹及草海桐(*Scaevola sericea* Forst. f. ex Vahl)等樹種之葉片受害不明顯；在白千層(*Melaleuca leucadendra* (L.) Linn.)、榕樹、水黃皮、台灣欒樹(*Koelreuteria elegans*)、銀合歡(*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit)及茄冬(*Bischofia javanica* Blume)等樹種的受害情形較嚴重。

在本次調查研究中可得知，木麻黃(*Casuarina equisetifolia* L.)為防護林帶最適之上層木，黃槿則可作為複層林之下層木；在揚塵環境中

亦生長良好的樹種有構樹、棟樹及朴樹，在緯度較低的大肚溪尚有血桐及草海桐，但草海桐為灌木類，亦較適合作為下層木使用。

Abstract

This study is about the researches of the potential vegetation at the riverbeds of Da-an River, Dajia River, Dadu River, Zhuoshuixi River and Beinan River and investigations of **green belts**' current situation and trees' adoptability and healthiness alongside these five rivers where are worst harmed by the blowing dust. *Ipomoea pescaprae*, *Vitex rotundifolia* L. f., *Bidens pilosa*, **Chloris barbata**, *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan and *Saccharum spontaneum* L. are considered the superior vegetation for living on riverbed in **thicket** while investigating with the line transect's. Regarding the current situation of green belt alongside the rivers, *Casuarina equisetifolia* L and *Hibiscus tiliaceus* L. are found the best for shelter forest; as for the adaptabilities, *Broussonetia papyrifera* (L.) L Her. ex Vent., *Melia azedarach* L., *Celtis sinensis* Pers., *Macaranga tanarius* (L.) Mull. Arg. and *Ficus microcarpa* L. f. are suggested to be the best ones. On the contrary, the worst conditions are the street trees, *Pongamia pinnata* (L.) Pierre, at sides of Dajia River and Dadu River though the *Pongamia pinnata* (L.) Pierre, as for forest planting, grow well beside the Zhuoshuixi River. The leaves of the trees planted at the blowing dust area are generally damaged by the dust whirling by the strong Northeasterly Wind. Observing the leaves with SEM, it suggested that injuries of the leaves of *Broussonetia papyrifera* (L.) L Her. ex Vent., *Macaranga tanarius* (L.) Mull. Arg., *Hibiscus tiliaceus* L., *Melia azedarach* L. and *Scaevola sericea* Forst. f. ex Vahl are minor than which of *Melaleuca leucadendra* (L.) Linn., *Ficus microcarpa* L. f., *Pongamia pinnata* (L.) Pierre, *Koelreuteria elegans*, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit and *Bischofia javanica* Blume.

This research shows: *Casuarina equisetifolia* L. is suggested to be the best understory for shelter forest while the *Hibiscus tiliaceus* L. is suitable to be the understory of multi-storied forests; *Broussonetia papyrifera* (L.) L Her. ex Vent., *Melia azedarach* L. and *Celtis sinensis* Pers. are grow well in a blowing dust environment, as well as the *Macaranga tanarius* (L.) Mull. Arg and *Scaevola sericea* Forst. f. ex Vahl which live alongside Dadu River, sited at a lower latitude. As a shrub, *Scaevola sericea* Forst. f. ex Vahl is also suitable for being the understory.

目 錄

I、前言-----	1
II、材料與方法-----	2
(I)研究內容-----	2
(II)研究方法-----	3
1.河床植被-----	3
2.土壤性質-----	4
3.葉部受害情況-----	5
4.林木生長調查及現況評估-----	7
5.林分適應性評估分析-----	15
III. 結果與討論-----	18
(I)河床植被植群研究-----	18
1.調查結果-----	18
2.討論-----	23
(II)各河川綠帶綠帶現況-----	24
1.綠帶種類-----	24
2.各河川兩岸綠帶樹種現況調查-----	26
3. 綠帶現況探討-----	35
4. 土壤性質-----	39
5. 植物葉部受害情況-----	41
6. 林木生長調查及現況評估-----	48
IV、結論-----	51
V、參考文獻-----	54

表 目 錄

表 1 USDA Salinity Laboratory 鹽度分級-----	4
表 2 USDA Salinity Laboratory 之土壤 pH 值分級表-----	5
表 3 大安溪河床植被之相對優勢度及相對頻度-----	18
表 4 大甲溪河床植被之相對優勢度及相對頻度-----	19
表 5 大肚溪河床植被之相對優勢度及相對頻度-----	20
表 6 濁水溪河床植被之相對優勢度及相對頻度-----	21
表 7 卑南溪河床植被之相對優勢度及相對頻度-----	22
表 8 各樣區土壤在不同深度時之鹽度及 pH 值-----	40
表 9 觀測變數篩選鑑別函數之 F 檢定-----	49
表 10 Wilks' Lambda 值-----	49
表 11 標準化典型區別函數係數-----	49
表 12 fisher 線性區別函數係數-----	50
表 13 健康等級交叉驗證分類結果-----	50
表 14 各河川沿岸樹種之健康性分級-----	51
表 15 各河川南、北岸林樹的生長健康情況-----	52

圖 目 錄

圖 1 測計冠幅之 4 個方向(引用自劉玲華, 2005)	9
圖 2 樹冠比示意圖	10
圖 3 樹冠密度圖(Conkling and Byers, 1993; 劉玲華, 2005)	10
圖 4 密度與透視度對照圖	11
圖 5 密度與透視度觀察方式圖	12
圖 6 樹冠梢枯程度百分比之測計(March, 2002)	13
圖 7. 大安溪調查路線及綠帶情況	26
圖 8. 大甲溪調查路線及綠帶情況	28
圖 9. 大肚溪調查路線及綠帶情況	30
圖 10. 濁水溪調查路線及綠帶情況	32
圖 11. 卑南溪調查路線及綠帶情況	34
圖 12. 大安溪南岸新建防護林配置圖	35
圖 13. 大安溪南岸造林地現況	36
圖 14. 河堤上植群及行道樹	36
圖 15. 河堤上之行道樹	36
圖 16. 農田保安林	36
圖 17. 河堤上植群及行道樹生長情況	37
圖 18. 位於河堤南岸之防護林帶與潛在植被之生長情況	37
圖 19. 位於河堤外之防護林	38
圖 20. 黃槿於防護林下生長情形	38
圖 21. 林木生長高度與出海口遠近之關係	38
圖 22. 構樹 A. 未受害 B. 葉片受揚塵危害 C. 未受害之葉表面 D. 受害 之葉表面 E. 未受害之氣孔 F. 受害之氣孔	41
圖 23 血桐 A. 未受害 B. 葉片受揚塵危害 C. 未受害之葉表面 D. 受害 之葉表面 E. 未受害之氣孔 F. 受害之氣孔	42
圖 24 黃槿葉表面受害前後之 SEM 相片	43

圖 25 白千層葉片斷面受害前後之 SEM 相片-----	44
圖 26 榕樹葉片斷面受害前後之 SEM 相片-----	44
圖 27 水黃皮葉片斷面受害前後之 SEM 相片-----	45
圖 28 欒樹葉片斷面受害前後之 SEM 相片-----	45
圖 29 棟樹葉片斷面受害前後之 SEM 相片-----	46
圖 30 銀合歡小葉斷面受害前後之 SEM 相片-----	46
圖 31 草海桐葉表面受害前後之 SEM 相片-----	47
圖 32 茄冬葉片表面受害前後之 SEM 相片-----	47

I.前言

台灣地形高聳且河川又短又急，上游地勢險峻地質脆弱，山高水急夾帶沙石直至下游流緩慢處，下游行水區泥沙淤積，造成多數河床裸露面積增加；同時於冬季枯水期間受東北季風長達6個月影響，風勢強勁，大量飛沙不斷向內陸飄移，導致沿岸農田、村落受塵土危害嚴重。濁水溪所挾帶之泥沙量多，造成出海口形成喇叭狀之三角洲；因主要水流深槽偏向北岸，因此在南岸淤積形成一大片沙洲。沿岸土地利用主要以農耕為主，農地休耕或河道兩岸裸露未受保護時，受到風力影響造成附近地區空氣品質劣化，尤以雲嘉南、高屏及台東地區空氣品質劣化，嚴重影響生活品質，因此改善揚塵問題為政府課題。

若以稻草敷蓋、灑水措施、水敷蓋等防治工法，雖然能在短期間就能看出效果，然需持續耗費固定的成本與管理人力之長久負擔。反觀植栽法，在植栽成功後所耗費的人力與成本，隨著時間增長而減低，且森林具有防風定沙之功效，尤其在攔截土沙、過濾塵土淨化空氣效果更加顯著，在兼顧河道行水、河岸特性差異及揚塵防止之迫切性，則有待運用不同生活型樹種，發展全生態植生綠帶以固結沙土，使河岸地區永續不致產生揚塵危害。

台灣森林地區之環境在不受干擾的情況下，其最終所形成之植物社會，即為該區潛在植被。在不同的環境條件下，將會形成不同的植物及代表的生態地位。而河川下游溪流河岸區雖常為沖刷沙土堆積區域，不易自然形成植物被覆區，然而其沙土一經固結後則迅速演替形成草澤，後續演化為木質灌叢區，甚至於喬木狀之沙丘林帶，這些自然形成之植被，其生長適應本區微氣候良好，進而篩選此生育環境之物種，為具有復育其植生被覆之潛在優良植物。

本研究即擬由易揚塵區域之潛在優良植物調查，選育適用抑止

揚塵之植生，再透過育林技術之開發，發展其培育技術，提供未來可能之大量培育參考。同時，就台灣地區主要揚塵嚴重之河川，如濁水溪、大肚溪、大甲溪、及卑南溪下游河段，進行河岸防沙綠帶現況調查與評估，分析河岸防沙綠帶適應現況調查，探討其目前防塵效益及改善之建議，以推廣抗揚塵樹種栽植。

II、材料與方法

(I)研究內容

1. 潛在植被調查

針對易揚塵區域之溪流河岸地被灌木與喬木，進行潛在植被調查，以了解其組成之植物及代表的生態地位。

- (1)河床植被：利用線截法，調查河床內植被種類及其生長情形，以出現頻度和地被覆蓋率探討不同植群之生長優勢，並分別建立河川南、北岸之植物名錄。
- (2)沿各主要河川南、北岸河堤內外進行木本植物種類及適應性的調查，並推論演替及適應狀態。

2. 河岸防沙綠帶現況調查與評估

就台灣地區主要河川之揚塵嚴重區域，如濁水溪、大肚溪、大甲溪及卑南溪之揚塵危害嚴重之河岸區域，進行現有防沙綠帶現況調查與評估分析，內容包含：

- (1)現有的林帶種類及分布情況。
- (2)植群立地之土壤性質分析。
- (3)林木健康及適應情形。
- (4)位於迎風面之林木葉片受害情況。

(II) 研究方法

1. 河床植被

(1) 調查方法

a. 對河川出海口南、北岸之沙丘、溪床及河岸林綠帶進行調查。因河川兩側溪床皆以草本植物為優勢，擬採用直線橫截樣區法進行植被之調查，調查對象為各河川河堤內沙洲上之草本與木本植物，主要調查範圍為省道 61 號以西至出海口，並由出海口向內進行調查，距離為 1000~5000 公尺。

b. 將帶狀樣區之寬度縮小為零，則樣區呈一直線，稱為直線橫截樣區 (Line transect)。此種線形樣區僅有長度，沒有寬度，適於調查構造較低之植群被覆或森林之下層植物。植物之數量，由截線上之長度表示之，可作為優勢度之指示，而在所有測線上出現之次數百分率可計為頻度。但本法不能測計株樹或密度，其在測線上之截取物，為枝葉覆蓋，故主要對象為灌木或草本。

此次調查目的主要針對各主要溪流兩岸之地被植物進行普查，並製作植物名錄，以供後續建立永久樣區及進行人工培育時之參考。

(2) 植被之相對頻度與相對優勢度計算

a. 相對頻度

$$\text{相對頻度(\%)} = \frac{\text{某一種類之頻度}}{\text{所有植物種類之頻度}} \times 100$$

頻度意指某族群在多樣區法之樣區所出現之均勻度，僅考慮其出現與否，並不考慮出現密度或優勢度的大小。

b. 相對優勢度

$$\text{相對優勢度}(\%) = \frac{\text{某一種類之覆蓋度}}{\text{所有種類之覆蓋度總和}} \times 100$$

利用相對優勢度之結果來探討適宜生長之植被種類。

2. 土壤性質

對各河川出海口附近潛在植群林下的土壤性質進行分析，分析項目有：

(1) 土壤鹽分

土壤鹽分是根據土壤飽和抽出溶液經由土壤鹽度計測定之導電度結果而評定，且土壤鹽分多以鹽度($\mu\text{S}/\text{cm}$)表示(洪富文、程煒兒，1993)，土壤鹽度依據 USDA Salinity Laboratory(1954)鹽度分級(表 1)。

表 1. USDA Salinity Laboratory 鹽度分級

土壤導電度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	鹽度級	對林木生長之影響
200 以下	極低鹽度	對一般林木生長無鹽害影響
200-400	低鹽度	敏感林木生長可能受限制
400-800	中鹽度	多數林木生長受限制
800-1600	高鹽度	僅耐鹽林木能生長或正常生長
1600 以上	極高鹽度	僅少數最耐鹽林木能生長或正常生長

(2) 土壤 pH 值

土壤 pH 值即以土壤之飽和抽出溶液，利用酸鹼測定儀進行酸鹼測定之結果，通稱之為土壤反應，主要以土壤 pH 值來表示之。土壤 pH 值一般被視為土壤的重要性質，且與土壤 pH 值相關尚有土壤離子之交互作用(曲仲湘等，1989)。土壤 pH 值測定依據 USDA Salinity Laboratory(1954)所發表之分級。

表 2. USDA Salinity Laboratory 之土壤 pH 值分級表

pH 值範圍	土壤反應
<4.5	極酸性
4.5-5.0	極強酸性
5.1-5.5	強酸性
5.6-6.0	中酸性
6.1-6.5	微酸性
6.6-7.3	中性
7.4-7.8	弱鹼性
7.9-8.4	中鹼性
8.5-9.0	強鹼性
>9.0	極強鹼性

3. 葉部受害情況

樹木的葉片是與外界環境接觸最直接，也是面積最大的部分，在迎風面的林木葉片，是與風沙接觸的第一線，而沙塵的強烈撞擊及附著，都會對葉片造成傷害，因此使用 SEM(掃描式電子顯微鏡)觀察位於河川迎風面，遭受揚塵危害的林木葉片，觀察葉部氣孔在正常情況下及受到揚塵危害後之差異。

SEM 使用之前置作業

a. 前固定

使用戊二醛(Glutaraldehyde,GA)2.5%，pH7.0，取 2.5ml 的 GA 以 0.1M Na-phosphate buffer 定量至 25ml。

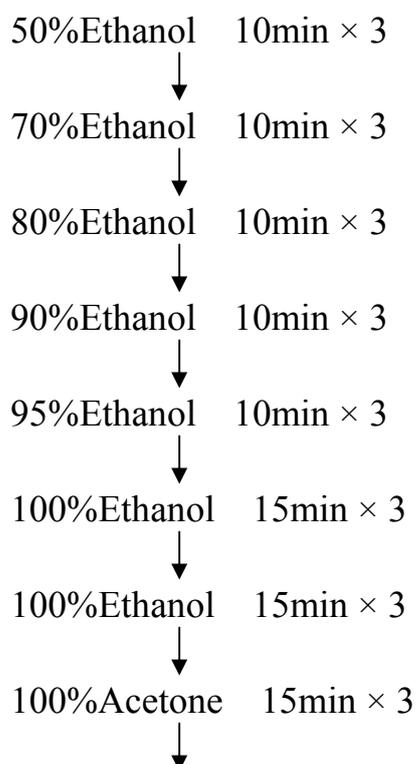
方法：將濾紙浸泡 GA 中至少 3hrs，以搖晃方式進行置於 4°C 冰箱內。PS.液面避免與瓶蓋接觸。

b. 水洗

0.1M 磷酸緩衝溶液加蔗糖水洗 10 分鐘，重複 3 次，置於 4°C 冰箱內，每隔 5 分鐘搖晃一次。

c. 脫水

(置於冰塊中)



100% Acetone 15min × 3

將樣本脫水至臨界點後，使用真空鍍金機將樣本鍍金，即可上 SEM 進行觀察。

4. 林木生長調查及現況評估

林木生長活力通常會反應在冠層、高生長與直徑生長。本研究主要測量樹冠、樹高及胸徑等變數。另外也包括林木枝葉枯死狀況、林木損傷程度及存活紀錄。本研究是為了配合林務局造林木適應監測，故在選定指標項目方面方法不同，在特定地區及特定樹種調查時，主要為了將其適應情形做精確評估，如國內目前針對紅檜老熟林進行評估(陳家玉，2002；王光仁，2005)，在調查時除了使用樹冠指標外，並針對細部特徵進行評估，如有無新葉、葉退色等；在海岸保安林指標評估法中(李威震，2005；劉玲華，2005)，調查也使用樹冠指標，並加入海岸林常有病蟲害指標，如枝條(葉片)蟲食率測量。目前應用相關文獻所使用特徵指標作為研究所用之變數，如下述。

(1) 胸高直徑

為立木的重要變數，也是森林生長與枯死模式中最基本的解釋變數之一，可用來描述林分結構狀況。林木在幼、壯時生長速度較快，每年胸徑生長量較多，而老熟林木的年直徑生長量小，不易測得精確數值。因此在幼、壯期的林木，直徑生長量可做為林木健康指標之重要解釋變數。並可作為與樹高或樹冠直徑的比值，以檢視林木是否有

特殊異常狀況。本研究使用 12 m 測高桿於胸高 1.3 公尺處測量之。

(2)樹高

為測計林木材積之另一主要因子，重要性僅次於胸高直徑，本研究使用 12 m 伸縮測高桿測定之。海岸保安林林木樹梢及枝梢極易遭受到風害，逐漸影響林木之樹高生長，根據數高生長的基本資料可做為鑑別林木健康與推算材積的重要變數之一重要因素。且藉由 H/D 的比值檢視是否有特殊值出現

(3)枝下高

可由樹高及枝下高間接得知樹冠比 (Live crown ratio)的資料，即可由樹冠比推測樹木之健康程度。Conkling and Byers (1993) 層指出愈健康的林木，其樹冠比及樹冠直徑會愈大。

(4)樹冠狀態

樹冠為林木淨生產力的主要因素，樹冠狀態常作為一般林木的健康情形、活力情形與生長潛能的指標。當自然或人為的影響壓迫到林木，徵兆會先在冠幅上反應而觀察得知，因為樹冠是建構森林的一部分，直接影響結構、過程與生態系統的活力 (William and Stanley, 2002)。成熟期的林木樹冠生長勢強，容易測得樹冠層生長。因此偵測冠層的變化是很重要的變數。林木冠層由樹冠直徑、活冠比、樹冠密度、樹冠透視度及樹冠梢枯 5 個重要變數得知。

a. 樹冠直徑

樹冠直徑亦稱冠幅，冠幅是指由側枝組成之樹冠寬，以量測林木各方向樹冠直徑之平均數，為立木之樹冠直徑為量測林分密度變化的主要因子。測量時為方向垂直的兩個樹冠直徑之平均值，且其中一個樹冠直徑為最長(USDA Forest Service, 2002)。樹冠幅之測量以面海方向為第一測量冠幅之方向面，接續以順時鐘方向分別測量其他方向之樹冠幅，以便求得較準確之冠幅數據，樹冠直徑測量依據如圖 1 所示。

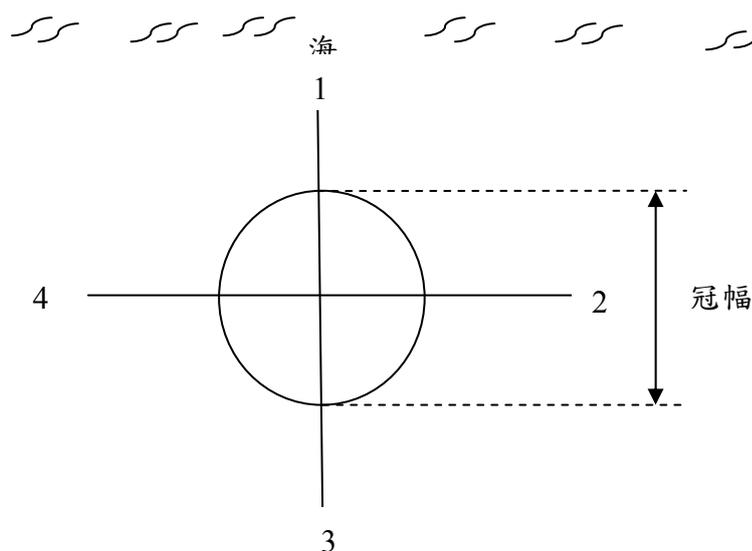


圖 1 測計冠幅之 4 個方向(引用自劉玲華，2005)

b. 樹冠比

為活樹冠長佔全活樹高的比率 (USDA Forest Service, 2002)，樹冠比=(樹高-枝下高)/樹高，以推測林木健康程度。此變數易顯現出林木活力，且可間接了解胸徑生長，如圖 2。

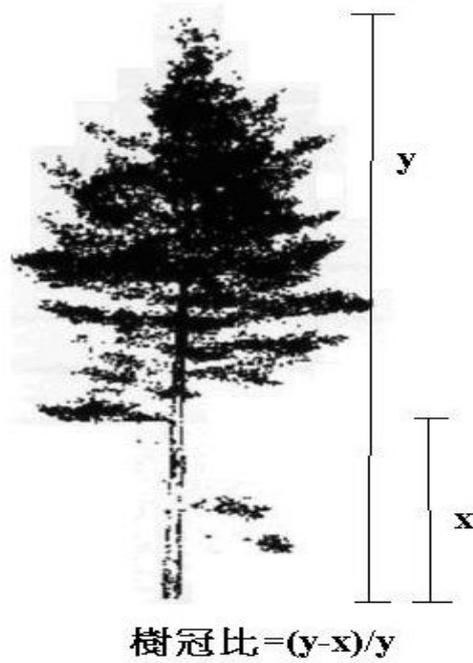


圖 2 樹冠比示意圖

c. 樹冠密度

為光線無法穿透部分之樹冠面積的百分比，包括林木主幹、側枝及樹冠葉片部分 (USDA Forest Service, 2002)，如圖 3 所示。樹冠密度與直徑生長有關，亦為林木活力的另一指標(王兆桓、陳子英，2002)



圖 3 樹冠密度圖(Conkling and Byers, 1993；劉玲華，2005)

e. 樹冠透視度

樹冠透視度為光線穿透部分之樹冠面積的百分比。樹冠透視度的目視評估以參照美國森林署提供之參考對照示意圖，作為樹冠密度評估的參照(圖 4)。樹冠透視度並非樹冠密度的補數，兩者相加並非百分之百。樹冠透視度受一些生物和氣候的因子，如乾旱、真菌和昆蟲的危害常造成局部和短暫性的影響。但其它不利因子如風的侵害造成較大影響，以至可能持續對林木的生命造成影響 (Redfern and Boswell, 2004)。觀測方法類似樹冠密度，調查時以兩個人為一組對樹冠進行測量，以距離樹木的要兩觀測者站在距樣木 1/2~1 個樹高的距離為基準尋找較佳觀測視野，兩個人與林木約成 90 度為理想位置 (圖 5)。

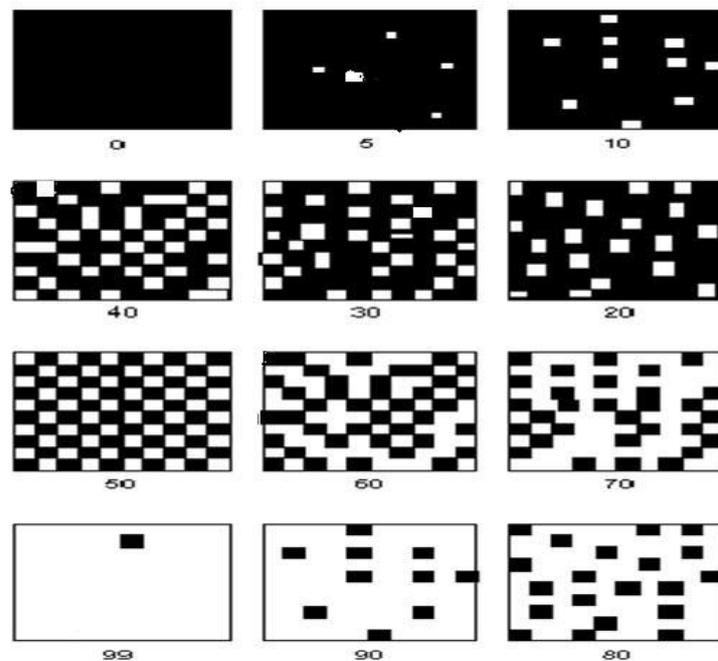


圖 4 密度與透視度對照圖

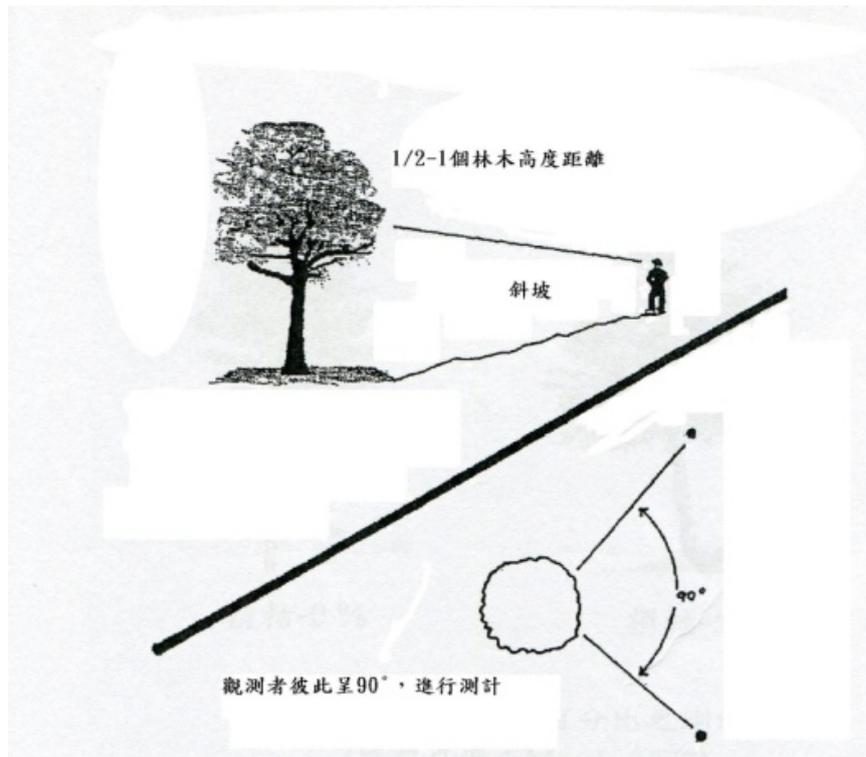


圖 5 密度與透視度觀察方式圖

樹冠梢枯為橫向枝條末端持續朝向樹幹或由樹頂向下縱向的枯死，常出現在樹冠上半部和中上層外部 (USDA Forest Service, 2002)。樹冠梢枯為根部系統受損，缺乏水分或遭受病害，造成樹冠量減少、枝條枯死、異常的葉片變色，異常的葉片大小和形狀及提早落葉等現象發生(Ling and Ashmore, 1999)，亦為林木衰退徵兆敘述的最佳特徵，如圖 6

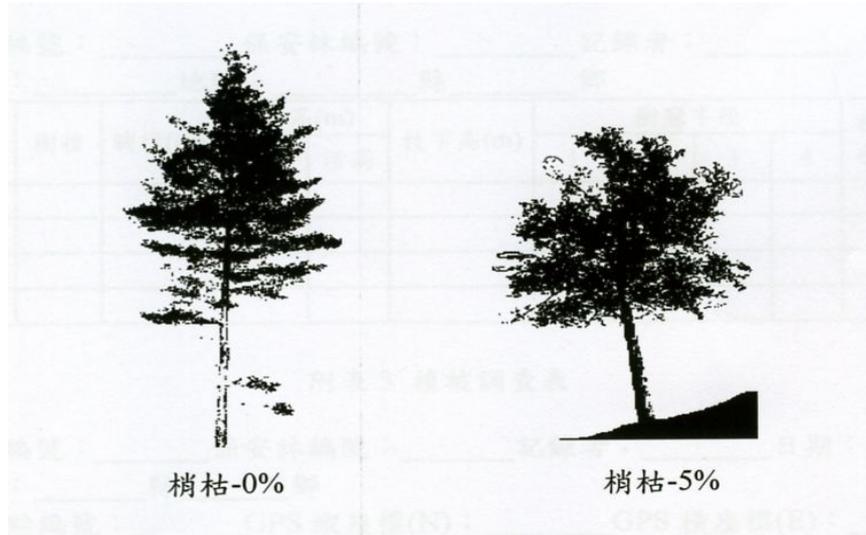


圖 6 樹冠梢枯程度百分比之測計(March, 2002)

f. 視覺辨識輔助變數

野外調查講求簡化和效率，視覺辨識為另一種輔助工具，觀測變數有下列 8 項並將其分為 10 等級，0 級：0%；1 級：1~10%；2 級：11~20%；3 級：21~30%；4 級：31~40%；5 級：41~50%；6 級：51~60%；7 級：61~70%；8 級：71~80%；9 級：81~90%；10 級：91~100%。

葉、樹枝、樹幹和根的視覺調查可顯現出林木遭受壓力所反映出來的指標 (Cumming *et al.*, 2001)。因此我將使用之變數項目包括：(a) 葉片顏色；(b) 梢枯程度；(c) 葉掉落率；(d) 根部損傷；(e) 樹皮損傷；(f) 是否臨河堤；(g) 蔓藤危害；(h) 病害/蟲害，其中除了 Cumming *et al.* 所提出葉、樹枝、樹幹和根的部分外，另外也引用病蟲害及萌發新枝作為林木遭受壓力的指標(劉玲華，2005)。茲分別說明如下：

(a) 葉片顏色-觀察樹冠層之葉片顏色，0 代表葉片顏色為淺綠色，1

葉片顏色為黃綠色，2 為褐色，3 為其他顏色並記錄之。

(b) 梢枯程度-觀察林木枝梢的枯萎程度，0 為枝梢無枯萎；1 表示全部枝條末梢枯萎為 1-10% 的面積，其他則類推之，共分成十等級。

(c) 葉掉落率-葉片掉落佔樹冠全部之百分比率，0 表示葉片掉落率佔全樹冠體積 0%，1 表示葉片掉落率佔全樹冠體積 1-10%，其他則以此類推之，共區分為十等級。

(d) 根部損傷-觀察根部損傷狀態，以 0 表示根部正常，1 為樣木裸根無害，2 代表樣木裸根且受到傷害。

(e) 樹皮損傷-第一活分枝以下的部分樹皮作為目視調查，根據樹皮受損傷害程度分別為 0：受損程度 0%；1：損傷程度 1-10%；2：損傷程度為 11-20%，共區分成十等級。

(f) 樣區是否有建構河堤或是防風籬等防風措施。

(g) 蔓藤危害-觀察林木是否受到蔓藤攀附及造成危害，以 0 表示未有蔓藤攀附，1 為林木受蔓藤攀附但暫無危害，2 為林木受蔓藤攀附並明顯影響生長。

病害/蟲害-以肉眼觀察林木是否有病害及蟲害現象，並記錄之。

5.林分適應性評估分析

林木健康狀況的程度可以用不同的變數來描述，但因為變數間關係錯綜複雜，很難直接由所測得的變數中直接客觀分類健康等級。因此，管理上常以調查的變數進行分析，透過量化與可實測的調查項目，建立西部沿海防風林的健康指標以協助評等。本研究使用 SPSS 12 統計套裝軟體進行分析。

(1)因素分析

因素分析係降低變數數目，於一群具相關性的資料中，找出其影響原始資料的共同因素，其函數如下所示。

$$\begin{aligned} X' &= (X_1, X_2, \dots, X_k), \quad \mu' = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k) \\ Y' &= (Y_1, Y_2, \dots, Y_k) \\ \varepsilon' &= (e_1, e_2, \dots, e_k) \end{aligned} \quad A = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1k} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2k} \\ \sigma_{k1} & \sigma_{k2} & \dots & \sigma_{kk} \end{pmatrix}$$

因素分析是由一群相互關係存在的變數中，抽取出一組共同的因素，以較少的維數來表現原先的資料結構，而又能保留出原有的資料結構所提供的大部分資訊 (黃俊英，2002)。因素分析的目的是希望能夠降低變數的數目，在一群具有相關性的資料中，找出幾個影響原始資料的共同因素。由這些彼此相關的變數中找尋隱藏其中真正影響結果的主要因素，而抽取變項中的共同因素，對因素的萃取、因素的

數量、因素的內容，以及變項的分類，研究前都沒有事先的預期，這種因素萃取方法隸屬於探索性因素分析 (exploratory factor analysis)。

選擇欲分析的變數，並求相關矩陣以估計共通性。共通性估計方法常用有最高相關係數法 (PRIOS=MAX)、複相關係數平方法 (PRIOS=SMC) 及反覆因素抽取法。依據保留特徵值 λ 大於 1 之共同因素、特徵值大於 0 之共同因素或以抽取之因素能解釋 75% 之變異量等方法已決定因素的數目。

林分健康分級依據因素轉軸後之特徵值解釋量為權重，以加權的方式計算加權因素分數(x)，再將 x 值標準化後得到 x' 值，將每個樣區樣木的 x' 值加總後，除以樣區株數就等於健康指標平均值(y)，而 y 值再乘以 \sqrt{n} ，得到 Z_0 值； Z_0 減 \sqrt{n} 為 Z_1 值； Z_1 值減 \sqrt{n} 為 Z_2 值，即 Z_0 減 $2\sqrt{n}$ 。最後進行林分健康單尾檢定，以 Z_0 小於 1.645 者為林木健康； Z_0 大於 1.645 者為輕度不健康； Z_1 大於 1.645 者為中度不健康； Z_2 大於 1.645 者為重度不健康(邱柏瑩，2003)。

(2) 逐步鑑別分析

利用鑑別分析探討影響林木適應性的因素，並且找出林木死亡或衰退的相關因素，函數關係式如下所示(邱柏瑩，2003)。

$$A=f(X_1, X_2, \dots, X_k)$$

A ：林分健康程度，
 X_1, \dots, X_k ：k 個分析性解釋變數

$$A = \begin{cases} \text{I：林木健康} \\ \text{II：林木輕度不健康} \\ \text{III：林木中度不健康} \\ \text{IV：林木重度不健康} \\ \text{V：林木枯死} \end{cases}$$

式中， A 為反應變數，屬於人為判釋歸類，進而推估各單株及林分之鑑別函數、鑑別機率與預測歸類(predicted classification)，鑑別分析目的是用圖形或代數方式描述組別差異的特性，以尋找一組區別函數使組間差異相對組內差異極大化，估計鑑別函數，由函數探討反應變數與解釋變數間之關係，並預測事件發生率，由鑑別函數求得反應變數的歸類，用於產生樣本內預測，評估出模式之良窳及樣本外預測，探討觀測值最適的歸類(沈明來，2007)。

林木健康狀況程度可利用不同的變數來描述，歐洲與美國在評估林木健康所使用的變數以樹冠狀況為主，Alexander and Palmer(1999)則以樹冠密度大於 50%、樹冠透光度小於 30%及樹冠稍枯小於 20%作為健康之門檻植。於藉由分析與歸納結果，再將篩選的自變數，進行因素加權之權重值及標準化，將所獲得的單株樣木之加權因素分數(X')，進行林木的健康狀態分析。依據所獲得之林木健康程度平均值，最後由所有林木的加權因素分數(X')累加平均後，推論各樣區林分的健康狀態。

III、結果與討論

(I)河床植被植群研究

1.調查結果

(1)大安溪

表 3 大安溪河床植被之相對優勢度及相對頻度

樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)
馬鞍藤	12.07	12.26	紅毛草	0.98	1.08
海埔姜	11.58	8.6	肥豬豆	0.98	1.29
大花咸豐草	11.31	10.97	帚馬蘭	0.93	0.86
白茅	8.79	7.74	兩耳草	0.85	0.86
孟仁草	8.52	8.6	煉莢豆	0.78	0.86
甜根子草	5.91	4.95	馬齒莧	0.73	1.08
狗牙根	4.15	3.44	長柄菊	0.68	0.65
濱刀豆	4.05	3.66	狗尾草	0.68	0.86
銀合歡	3.49	3.44	雀稗	0.59	1.08
雞屎藤	3.18	4.95	牛筋草	0.59	0.65
南美蟛蜞菊	2.96	2.15	中國菟絲子	0.42	0.86
賽芻豆	2.15	2.8	美洲含羞木	0.39	0.86
大黍	2.1	1.72	含羞草	0.34	0.65
鋪地黍	1.56	0.86	濱雀稗	0.34	0.43
象草	1.27	0.65	田菁	0.29	0.43
雀稗	1.27	1.08	野牽牛	0.15	0.43
飛揚草	1.12	2.15	疾藜草	0.15	0.43
毛馬齒莧	1.12	0.86	蘆葦	0.15	0.43
鹽地鼠尾黍	1.07	1.08	葎草	0.15	0.43
鏈莢豆	1.03	2.58	假含羞草	0.1	0.22
刺莧	1.03	1.08			

表 3 為大安溪出海口附近河床上之潛在植群調查後，將所有樣區之調查數據經分析後所得之相對優勢度及相對頻度，排列方式依相對優勢度的高低排列，因此，由表 3 種可知，以馬鞍藤的相對優勢度

12.07%為最高，海埔姜的 11.58%次之，再者為大花咸豐草；在相對頻度方面，最高者為馬鞍藤的 12.26%，以大花咸豐草的 10.97%次之，由此結果可知，在河床上，植群多以群叢方式出現，較少零星分布。

(2)大甲溪

表 4 大甲溪河床植被之相對優勢度及相對頻度

樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)
海埔姜	11.86	8.49	刺莧	0.83	1.06
馬鞍藤	11.18	12.10	馬齒莧	0.73	1.06
大花咸豐草	10.81	10.83	紫花藿香薊	0.73	0.64
白茅	9.08	7.64	乾溝飄浮草	0.73	1.27
孟仁草	8.52	8.49	狗尾草	0.68	0.85
甜根子草	5.91	4.88	龍爪茅	0.63	0.64
狗牙根	4.15	3.40	開卡蘆	0.63	0.64
濱刀豆	4.05	3.40	紅毛草	0.59	1.06
雞屎藤	3.17	4.88	鹽定	0.59	0.42
賽芻豆	2.15	2.76	兩耳草	0.56	0.85
大黍	2.10	1.70	象草	0.54	0.42
鋪地黍	2.05	1.06	變葉藜	0.54	0.64
茵陳蒿	2.05	1.70	中國菟絲子	0.41	0.85
濱豇豆	2.05	1.27	牛筋草	0.39	0.64
雀稗	1.90	1.91	含羞草	0.34	0.64
毛馬齒莧	1.56	1.06	海雀稗	0.34	0.42
雀稗	1.03	1.06	假含羞草	0.34	0.42
鏈莢豆	1.03	2.55	田菁	0.29	0.42
鹽地鼠尾黍	0.98	0.85	鯉腸	0.29	0.42
肥豬豆	0.98	1.27	野牽牛	0.15	0.42
帚馬蘭	0.93	0.85	疾藜草	0.15	0.42
煉莢豆	0.93	1.06	葎草	0.15	0.42
飛揚草	0.90	2.12			

表 4 為大甲溪河床區域潛在植被調查之結果，其中相對優勢度最高者為海埔姜 11.86%，其次為馬鞍藤的 11.18%及大花咸豐草的

10.81%；在相對頻度方面，其相對頻度並不高，表示在河床上的潛在植被，亦是以群叢方式出現。

(3)大肚溪

表 5 大肚溪河床植被之相對優勢度及相對頻度

樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)
大花咸豐草	10.19	10.67	雀稗	1.01	1.05
海埔姜	10.16	8.37	鹽定	1.01	0.84
馬鞍藤	9.20	11.92	鹽地鼠尾黍	0.96	0.84
白茅	8.96	7.53	帚馬蘭	0.92	0.84
孟仁草	8.50	8.37	煉莢豆	0.92	1.05
甜根子草	4.91	4.81	龍爪茅	0.92	1.05
雞屎藤	4.58	5.44	野牽牛	0.87	1.05
狗牙根	4.09	3.35	變葉藜	0.77	0.84
濱刀豆	4.00	3.35	馬齒莧	0.72	1.05
茵陳蒿	2.75	1.88	開卡蘆	0.72	0.84
白花牽牛	2.50	1.26	狗尾草	0.67	0.84
鏈莢豆	2.17	2.51	含羞草	0.67	0.84
賽芻豆	2.12	2.72	海雀稗	0.63	0.63
大黍	2.12	1.67	紅毛草	0.58	1.05
鋪地黍	2.02	1.05	兩耳草	0.55	0.84
雀稗	1.88	1.88	中國菟絲子	0.41	0.84
飛揚草	1.61	2.09	紫花藿香薊	0.39	0.63
毛馬齒莧	1.54	1.05	牛筋草	0.39	0.63
濱豇豆	1.25	1.26	象草	0.10	0.42
長柄菊	1.06	1.05	銀膠菊	0.10	0.21
疾藜草	1.06	1.26	海茄冬	0.05	0.21

表 5 為大肚溪河床潛在植被之調查結果，在其中，相對優勢度最高者為大花咸豐草 10.19%，其次為海埔姜 10.16%及馬鞍藤 9.20%，因在大肚溪出海口附近，人為干擾嚴重，使多年生的草本植物生長不易，因此以大花咸豐草較為優勢；在相對頻度方面，以馬鞍藤的

11.92%為最高，其次為大花咸豐草的 10.67%，其餘頻度都不高，表示在大肚溪河床區域的植被是以群叢的方式出現。

(4)濁水溪

表 6 濁水溪河床植被之相對優勢度及相對頻度

樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)
海埔姜	9.45	8.00	鹽定	0.97	0.80
白茅	9.41	7.20	黃野百合	0.97	0.80
馬鞍藤	9.01	11.40	鹽地鼠尾黍	0.93	0.80
孟仁草	8.18	8.00	帚馬蘭	0.88	0.80
大花咸豐草	7.99	10.20	龍爪茅	0.88	1.00
甜根子草	6.21	4.60	紅花野牽牛	0.83	1.00
雞屎藤	4.40	5.20	毛西番蓮	0.79	0.80
狗牙根	3.94	3.20	變葉藜	0.74	0.80
美州含羞草	3.20	3.20	馬齒莧	0.70	1.00
開卡蘆	3.15	2.60	狗尾草	0.65	0.80
白花牽牛	2.41	1.20	含羞草	0.65	0.80
過江藤	2.41	1.60	海雀稗	0.01	0.60
鏈莢豆	2.36	2.40	稗	0.56	1.00
賽芻豆	2.04	2.60	兩耳草	0.53	0.80
大黍	2.04	1.60	紫花藿香薊	0.37	0.60
圓葉煉莢豆	1.99	1.60	牛筋草	0.37	0.60
鋪地黍	1.95	1.00	乾溝飄浮草	0.28	1.20
雀稗	1.81	1.80	倒地鈴	0.23	0.60
飛揚草	1.55	2.00	小葉桑	0.19	0.60
毛馬齒莧	1.48	1.00	象草	0.09	0.40
濱豇豆	1.20	1.20	白苦柱	0.09	0.20
長柄菊	1.02	1.00	龍葵	0.05	0.20
疾藜草	1.02	1.20			

表 6 為濁水溪河床潛在植被調查結果，在濁水溪河床上，以海埔姜的相對優勢度 9.45%為最高，其次為白茅 9.41%及馬鞍藤 9.01%，而在甜根子草等大型草類部分，其優勢度亦較高，因在濁水溪出海口

處，因有部分地層下陷問題發生，故在出海口的沙地上，人為干擾少，而使大型草類易於繁生；在相對頻度方面，最高者為馬鞍藤 11.40%，其次為大花咸豐草 10.20%，其餘種類的相對頻度亦不高，表示該區的植被是以群叢的方式生長。

(5) 卑南溪

表 7 卑南溪河床植被之相對優勢度及相對頻度

樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	樹名	相對優勢度(%)	相對頻度(%)
馬鞍藤	13.83	14.21	長柄菊	0.54	0.50
大花咸豐草	13.52	12.72	雀稗	0.51	1.00
海埔姜	11.25	8.73	百慕達草	0.42	0.50
孟仁草	10.92	9.98	牛筋草	0.42	0.50
白茅	10.89	8.98	美洲含羞木	0.31	1.00
甜根子草	5.20	4.74	帚馬蘭	0.30	0.50
濱刀豆	4.78	3.74	含羞草	0.24	0.25
銀合歡	4.33	3.99	田菁	0.24	0.25
雞屎藤	3.93	5.74	野牽牛	0.18	0.50
南美螞蟥菊	3.33	2.24	濱雀稗	0.18	0.25
大黍	2.24	1.75	疾藜草	0.18	0.50
賽芻豆	1.82	2.74	鏽狗尾草	0.12	0.25
象草	1.82	0.75	假含羞草	0.12	0.25
狗牙根	1.63	2.00	肥豬豆	0.06	0.25
飛揚草	1.39	2.49	狗尾草	0.06	0.25
鏈莢豆	1.27	2.99	篔麻	0.06	0.25
紅毛草	1.21	1.25	構樹	0.06	0.25
兩耳草	1.06	1.00	長穗木	0.06	0.25
鹿藿	0.79	1.75	薯稷	0.03	0.25
蘆竹	0.67	0.50			

表 7 為卑南溪河床潛在植被調查結果，其中以馬鞍藤的相對優勢度 13.83% 為最高，依次為大花咸豐草 13.52%、海埔姜 11.25%、孟仁草 10.92%、白茅 10.89%，此處曾在八八風災時遭大水破壞，因此大

型草類數量較少。在相對頻度，則是以馬鞍藤的 14.21%為最高，大花咸豐草 12.72%次之，表示在卑南溪河床上之植群亦是以群叢方式生長。

2. 討論

由表 3~表 7 之調查數據可知，在各河川河床上之潛在植被中，主要是以馬鞍藤、海埔姜、大花咸豐草、孟仁草、白茅為優勢種，另在較大型草類則是以甜根子草為優勢；而其中，大花咸豐草及孟仁草為一年生草本，表示該種類在冬季較乾燥時，即失去固沙作用，而孟仁草的出現，亦表示該地區的外力干擾情況仍較為嚴重。而依據表中的相對頻度可知，在各條河川，包括東部及西部，於河床上生長的植群，常是以群叢的方式出現，並非為大面積的覆蓋，表示在河床地區，可能因微氣候或土壤及種類間的相互競爭所致，如某些一年生草本植物，在乾季時枯死，而使多年生草本植物可趁機擴大其族群；到了雨季，多年生草本的競爭力則較一年生草本弱，而使族群縮小，因此在河床植被的動態變化上，仍需持續觀察。

(II)各河川綠帶綠帶現況

大安溪、大甲溪、大肚溪、濁水溪及卑南溪等河川在地理位置、周邊環境及當地社會民情皆有所不同，因此在河川兩岸的土地利用上，也有著極大的差異，故在調查過程中，先將河岸兩側的綠帶分為幾類以進行研究。

1.綠帶種類

(1)原有防護林帶

樹種主要以木麻黃組成，樹高約在 15m 左右，防風林帶的建置區域多位於出海口處，其主要目的有防風、防止飛沙及鹽霧的功能。

(2)新建造的防護林帶

新設置的造林地，樹高約在 3m 以下；在迎風面有建置防風籬用以疏風及堆沙，以保護幼木的生長，其樹種種類較原有之防護林多，在大安溪南岸、濁水溪北岸及南岸皆有設置。

(3)潛在植群

位於河岸兩側，以木本植物為主，大部分位於河堤內側靠近河堤的區域內，在河堤上亦有分布；此區域因人為干擾少而自然演替行成的綠帶，其種類較為複雜，有開花結果的現象，且在林下有天然更新苗的出現。

(4)行道樹

位於河堤道路兩側，多為綠美化之植栽，但在近河川出海口處之氣候、環境較為惡劣，故其生長情況較差，且緊臨農地之行道樹，常因農民耕作時所施用的農藥或除草劑等而造成林木的傷害。

(5)農田保安林

為保護農作物生長而建置，多位於農地迎風面的位置，主要目的在疏風，以降低強風對農作物的損害。

2.各河川兩岸綠帶樹種現況調查

(1)大安溪

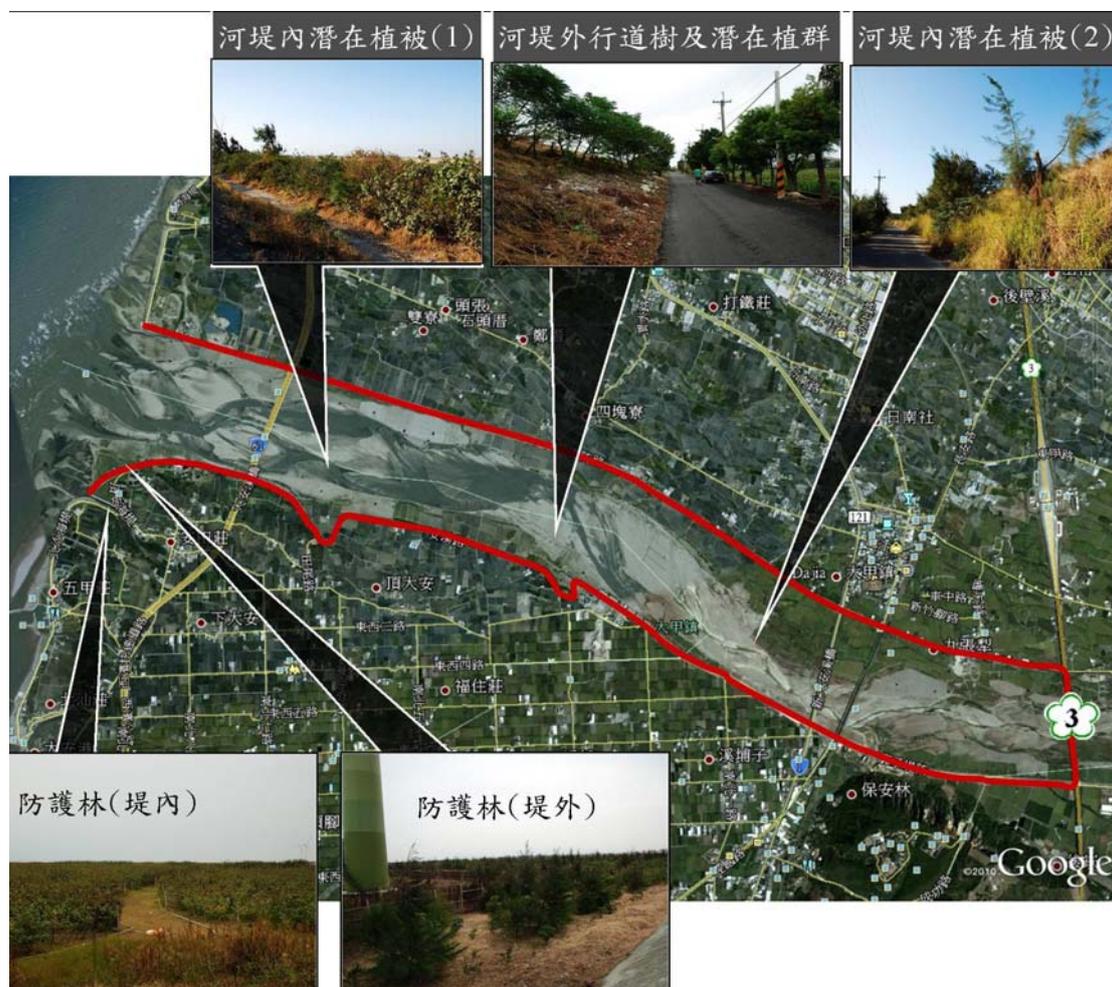


圖 7. 大安溪調查路線及綠帶情況

圖 7 為大安溪之綠帶調查路線及綠帶現況，調查範圍為圖中紅線所示之處，分別由南、北岸出海口處，沿著河堤向內陸延伸至國道 3 號的位置，並對沿途之綠帶進行種類及健康性的評估。在大安溪南、北岸的綠帶種類有新建造之防護林、潛在植被及行道樹。新建造之防護林帶位於南岸出海口的的位置，在河堤內的造林地以木麻黃、水黃皮、黃槿及厚葉石斑木混合造林，在河堤外則是以黃槿建造而成的單純林，

兩處的造林地，皆有設置防風籬來進行疏風及堆沙，以保護幼樹之生長。在潛在植被方面，其樹種包括朴樹、構樹及苦楝，在較靠近出海口的地區，可能因強風的關係，大部分的林木皆生長在河堤的斜面上或河堤邊緣，且有開花結果之現象，構樹及苦楝在林下有更新苗的出現。行道樹則有馬拉巴栗、台灣欒樹、茄冬、樟樹等樹種，因行道樹一邊為道路，另一邊多為農田，故部分路段的行道樹有遭到殺草劑及農藥危害的情形出現，其中以台灣欒樹之受害情形最為嚴重。

a.調查路線：大安溪南、北岸由出海口至國道三號處。

b.綠帶種類：新建防護林、潛在植被、行道樹。

c.綠帶樹種：

(a)新建造之防護林：木麻黃、水黃皮、黃槿、厚葉石斑木。

(b)潛在植被：朴樹、構樹、苦楝。

(c)行道樹：馬拉巴栗、台灣欒樹、茄冬、樟樹。

d.環境逆境：強風、近出海口處之土壤貧瘠、病蟲害、近農田處的殺草劑及農藥危害、乾旱、人為破壞

黃槿作為農田保安林。在行道樹的部分，主要以白千層及水黃皮為主，栽植區域較集中於南岸靠近高美濕地的區域，一部分臨農地，另一部分則以客土的方式將水黃皮栽植在河堤的坡面上，但因土層淺，僅有15cm，因此植物生長情況極為不良；白千層的生長則因強風吹襲而使樹形偏向，但也因強風及乾旱，使行道樹的生長狀況不良。

a.調查路線：大甲溪南、北岸由出海口至國道三號處，即圖2中紅線所繪之位置。

b.綠帶種類：潛在植被、農田保安林、行道樹。

c.綠帶樹種：

(a)潛在植被：朴樹、構樹、苦楝。

(b)農田保安林：木麻黃、黃槿。

(c)行道樹：水黃皮、白千層。

d.環境逆境：強風、土壤貧瘠、乾旱、人為破壞。

(3)大肚溪

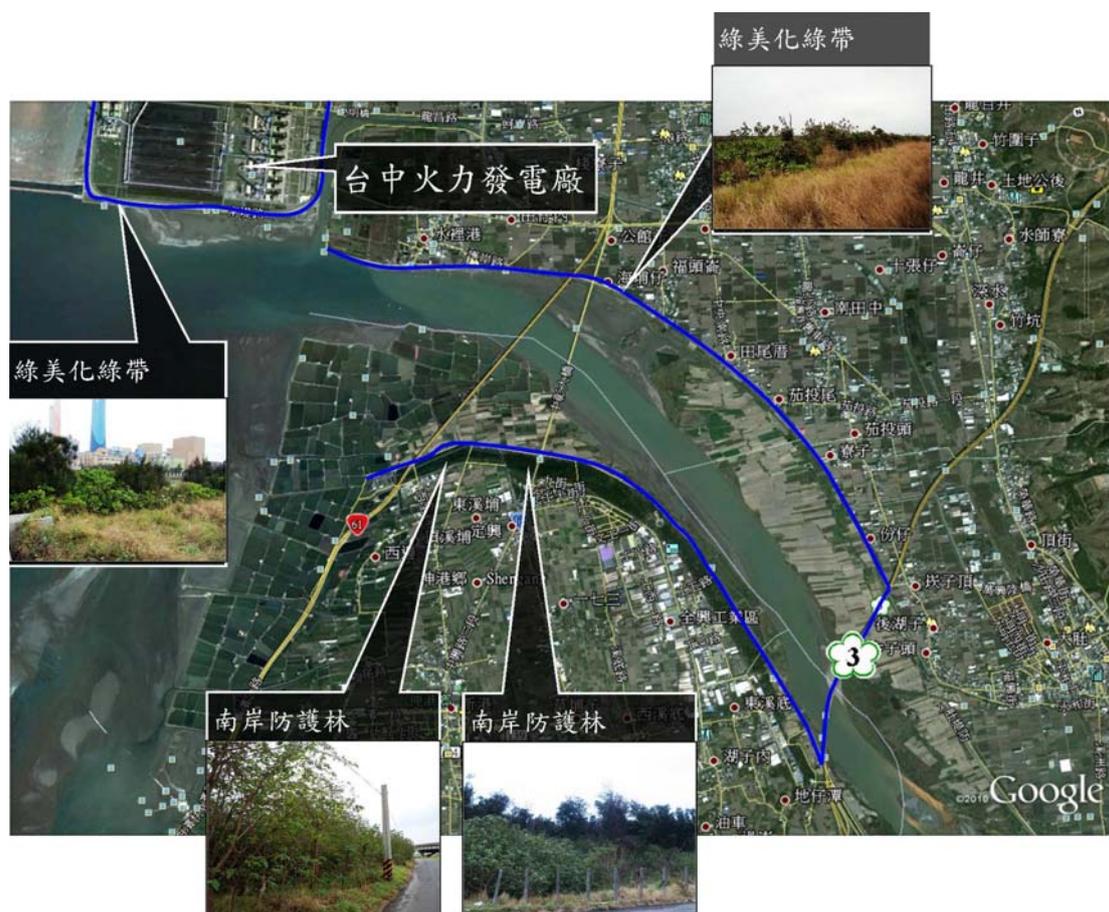


圖 9. 大肚溪調查路線及綠帶情況

大肚溪的調查路徑，由南、北岸向內至國道三號處，另一路線為火力發電廠外圍道路；在大肚溪出海口北岸為台中火力發電廠，其外環道路在靠近海堤的部分，有進行人工綠美化的植栽工作，主要栽植的樹種有木麻黃與水黃皮，另在規劃為大肚溪口野生動物保護區的觀景臺周邊尚有栽植草海桐，在強風及乾旱的情況下，水黃皮的生長情況不良，草海桐亦受到嚴重污染；在外環道路近發電廠一側，則有建造完整的木麻黃防風林，該處的防風林位於發電廠堆煤場的防風網內側，由目視判斷，其生長情況良好。在南、北岸近出海口的區域，其

土地利用多開發為魚塭，農耕地較少，因此並無農田保安林的設置，且因人為干擾嚴重，使潛在植群無法自然演替出現。在較內陸地區，則有利用榕樹作為行道樹，但因風勢強勁，使樹形亦有偏向情況。位於河川南岸有一片完整的防風林，其平均樹高在 14m 以上，林下則因黃槿入侵而填滿整個林下，在林帶外側與道路中間的空間，則因沒有人為干擾而有潛在植群的出現，其種類有朴樹、構樹、黃槿、血桐及篔麻；而潛在植群的出現，則使該處的保安林形成複層林的景象。

a.調查路線：大肚溪南、北岸由出海口至國道三號；火力發電廠週邊綠帶。

b.綠帶種類：原有防護林、潛在植被、行道樹(綠美化綠帶)。

c.綠帶樹種：

(a)原有防護林：木麻黃、黃槿。

(b)潛在植被：朴樹、構樹、黃槿、血桐、篔麻。

(c)行道樹(綠美化用綠帶)：木麻黃、水黃皮、草海桐、榕樹。

d.環境逆境：強風、土壤貧瘠、病蟲害、乾旱、人為破壞。

(4)濁水溪



圖 10. 濁水溪調查路線及綠帶情況

圖 10 為濁水溪的調查路線，分別由南、北岸出海口一直向內延伸至國道一號中沙大橋處，濁水溪位於彰化及雲林的交界處，河岸兩邊皆為平原區，因此在土地利用上較大安溪、大甲溪及大肚溪複雜；在河川靠近出海口處，多開闢為魚塭，但在北岸因有地層下陷、海水倒灌的問題，故土地利用位置較南岸退縮；由出海口向內因較為乾旱，故在河堤內多為西瓜栽植，在堤外則因有灌溉系統，故有水稻的栽植，在此處的農田保安林有木麻黃及榕樹；越深入內陸，其土地利用愈趨於多樣性，除栽植水稻外，尚有家禽養殖等。因河川河堤兩側人為干

擾嚴重，堤外為道路，堤內則為農耕地或養殖家禽，故潛在植群多位於河堤上方至河堤內緣處，此處的潛在植群種類有朴樹、構樹、苦楝、銀合歡、田菁及蓖麻。而在河堤內，較靠近行水區的區域，則有新建造的防風林帶，在北岸以木麻黃為主，且建有防風籬來保護幼苗；於南岸所建的新防護林則有木麻黃、水黃皮、黃槿及白水木。在河川出海口南岸為六輕工業區，在南岸河堤旁有一片已成熟之防護林帶，其樹高在 15m 左右。

- a.調查路線：濁水溪南、北岸由出海口至國道一號中沙大橋處。
- b.綠帶種類：新建防護林、原有防護林、潛在植被、農田保安林。
- c.綠帶樹種：
 - (a)新建造之防護林：木麻黃、水黃皮、黃槿、白水木。
 - (b)原有之防護林：木麻黃。
 - (c)潛在植被：朴樹、構樹、苦楝、銀合歡、田菁、蓖麻。
 - (d)農田保安林：木麻黃、榕樹。
- d.環境逆境：強風、揚塵危害、病蟲害、乾旱。

(5)卑南溪



圖 11. 卑南溪調查路線及綠帶情況

圖 11 為卑南溪調查之路線圖，在卑南溪的主要揚塵區域位於中華大橋至出海口間的區域內，而與其他溪流較為不同的地方，在於西部河川於東北季風盛行季節時，風向皆為北風，但在卑南溪除了北風外，尚有東北風，因此在揚塵防治上又多需多一層考量。在卑南溪南岸為台東森林公園，而緊臨河堤的為活水湖，在活水湖的另一邊為木麻黃所組成的防護林帶。但在南岸河堤外因為人工設施，因此並無植群或林木的出現，故在南岸的植群調查為沿著河堤內側進行。在北岸部分，則是銀合歡純林，由內陸一直延伸至出海口。

a.調查路線：卑南溪南、北岸由出海口向內陸延伸。

b.綠帶種類：原有防護林、潛在植被。

c.綠帶樹種：

(a)原有之防護林：木麻黃。

(b)潛在植被：銀合歡。

d.環境逆境：強風、揚塵、洪水。

3. 綠帶現況探討

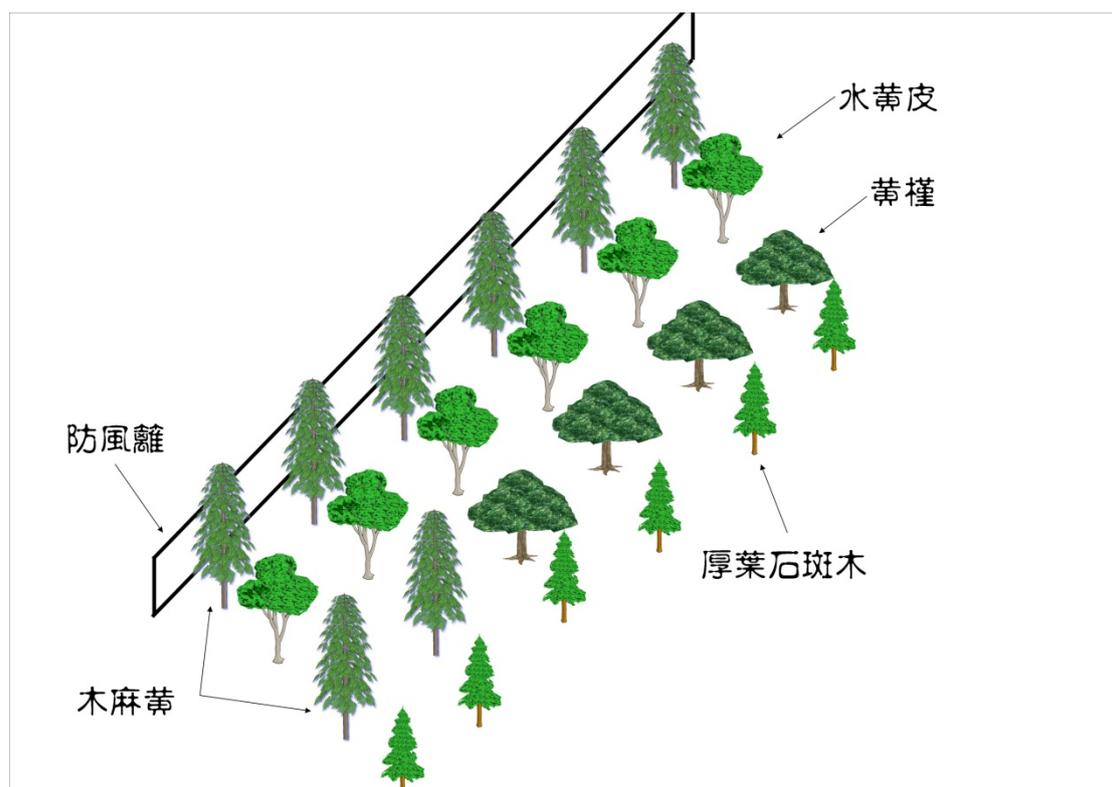


圖 12. 大安溪南岸新建防護林配置圖

圖 12 為大安溪南岸新建防護林的林木配置圖，其栽植的樹種有木麻黃、水黃皮、黃槿及厚葉石斑木；該造林地的防風籬高度約為

1.85m，而主要造林木的平均樹高為，木麻黃：2.33m；黃槿：1.91m；水黃皮：0.79m；厚葉石斑木：0.85m；由此結果可以發現，可能因強風的因素，使木麻黃及黃槿以外的樹種，其高度皆低於防風籬，在黃槿雖平均高度有高於防風籬，但大部分是低於防風籬的，圖 13 為造林地現況。



圖 13.大安溪南岸造林地現況



圖 14.河堤上植群及行道樹



圖 15.河堤上之行道樹



圖 16.農田保安林



圖 17. 河堤上植群及行道樹生長情況

圖 17 為河堤外行道樹及於河堤上之潛在植被的生長情況，圖中虛線為河堤高度，箭頭為風向，經調查結果可知，不論是生長於河堤上的潛在植群或是行道樹，其樹木高度皆低於河堤高度，如圖 14 及圖 15 所示，因圖中的位置皆位於河川南岸，河堤上的風勢強勁，而使林木生長受到限制；圖 16 為位於河川北岸河堤內的農田保安林，樹種為榕樹，其生長高度亦低於河堤高度。

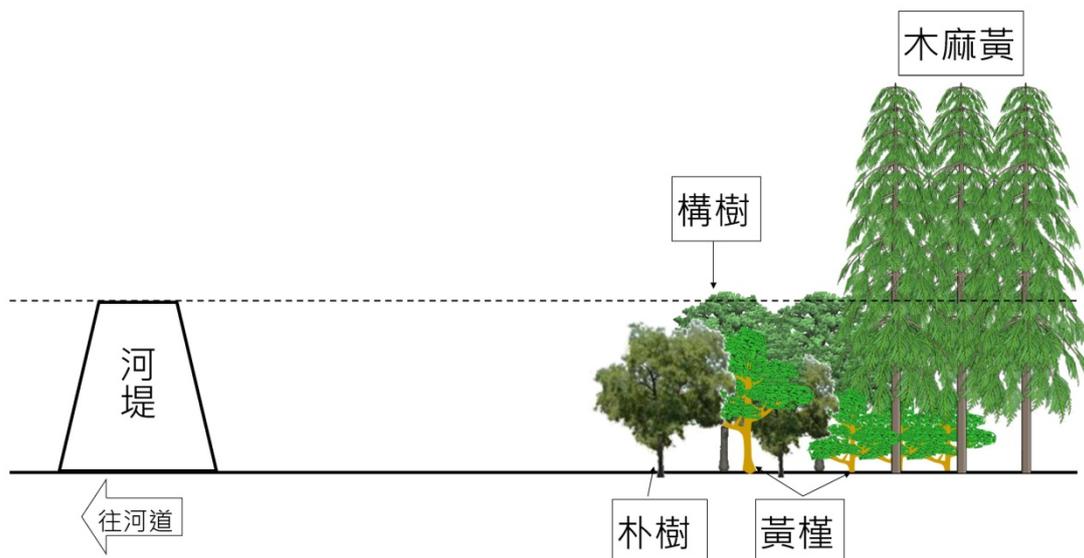


圖 18. 位於河堤南岸之防護林帶與潛在植被之生長情況

圖 18 為位於大肚溪南岸防護林及潛在植被之生長情況，經現地調查後所得的結果可知，除木麻黃外，其他樹種的高度並未超過河堤(圖 19)，推測其原因，可能是因為風切作用所導致，也因生長高度並未高於河堤，故在防風效益上並不顯著，但潛在植被卻可填滿防護林林下的空間，增加林帶的多樣性，提高林帶整體的適應力(圖 20)。



圖 19.位於河堤外之防護林



圖 20.黃槿於防護林下生長情形

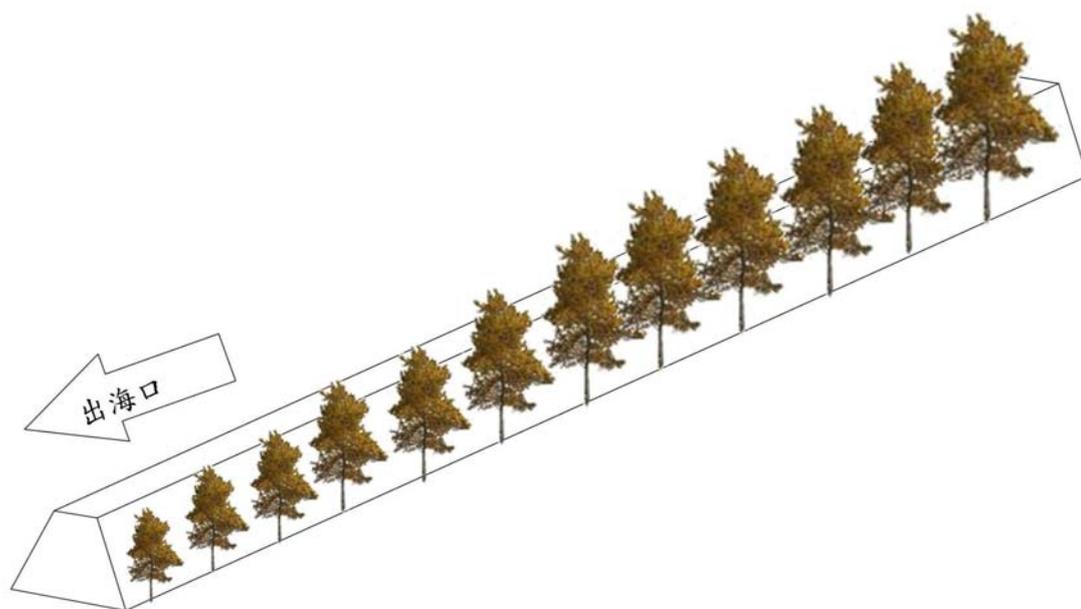


圖 21. 林木生長高度與出海口遠近之關係

經過西部河川：大安溪，大甲溪、大肚溪及濁水西與東部卑南溪的調查後發現，由出海口向陸方向前進時，除木麻黃防護林帶的樹高均一致外，在行道樹及生長在河堤兩側的潛在植被，會因距出海口的距離愈遠而生長高度愈高，如圖 21 所示；但因卑南溪的調查距離較短，故此一現象並不明顯。

4. 土壤性質

採取各河川出海口附近潛在植被所在區域的林下土壤，分別取其表土層 0-10cm 及 10-20cm 的土壤進行鹽度及 pH 值的分析，表 2 為分析後所得之結果。

表 8. 各樣區土壤在不同深度時之鹽度及 pH 值。

樣區	土壤深度(cm)	鹽度($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH
大安溪	0-10	2.61 \pm 0.60	6.93 \pm 0.04
	10-20	1.75 \pm 0.47	7.27 \pm 0.23
大甲溪	0-10	1.26 \pm 0.51	7.15 \pm 0.14
	10-20	1.08 \pm 0.17	7.12 \pm 0.05
大肚溪	0-10	2.34 \pm 0.10	7.45 \pm 0.02
	10-20	3.45 \pm 0.34	7.48 \pm 0.06
濁水溪	0-10	24.40 \pm 0.36	7.54 \pm 0.02
	10-20	28.47 \pm 0.21	7.61 \pm 0.02
卑南溪	0-10	7.21 \pm 0.18	6.47 \pm 0.11
	10-20	2.08 \pm 0.22	7.02 \pm 0.08

(1) 土壤鹽分

由表 8 的結果可知，在各河川所採得的土壤中，深度 0-10cm 及 10-20cm 的土壤鹽度在 USDA Salinity Laboratory 鹽度分級中，皆屬於

極低鹽度，對一般林木生長無鹽害影響；分析用之土壤皆採於河川出海口附近地區，但鹽度卻屬於極低鹽度，推測其原因，在土壤採取時可能因雨水的淋洗而使鹽度降低，且採取的季節為夏季至秋季間，由海面吹向路地的風力較弱，因此鹽霧危害情況不明顯，而使得所採得的土壤鹽度極低；故可推測在雨季時，土壤鹽度並不會影響植物之生長。

(2) 土壤 pH 值

由表 8 之土壤性質分析結果可知，各河川出海口附近之潛在植被林下之土壤 pH 值分布在 6.47~7.61 間，根據 USDA Salinity Laboratory 的土壤 pH 值分級表，土壤反應為微酸性至弱鹼性，其中以卑南溪土壤的 0-10cm 為微酸性，其餘皆為中性至弱鹼性；因在卑南溪北岸為銀合歡純林，其林下枯落物的分解速度較其他地區為快，因此分解所產生的有機酸影響土壤表層而使 pH 值降低。在西部河川方面，土壤 pH 值為中性至弱鹼性，顯示本區生態複層造林林分的土壤腐植質層較為缺乏，甚至鮮少有土壤腐植質層的產生，也可能是因為於季節風盛行時，鹽霧的影響，使林下的枯落物不易分解，因此較不利於造林苗木的高生長及直徑生長，且對於造林地表層土壤的保水、保肥功能也會較差。

5. 植物葉部受害情況

對沿岸受揚塵危害及未受害之葉片進行 SEM 觀察，研究之對象樹種有構樹、血桐、黃槿、白千層、榕樹、水黃皮、欒樹、棟樹、銀合歡及草海桐。

(1) 構樹

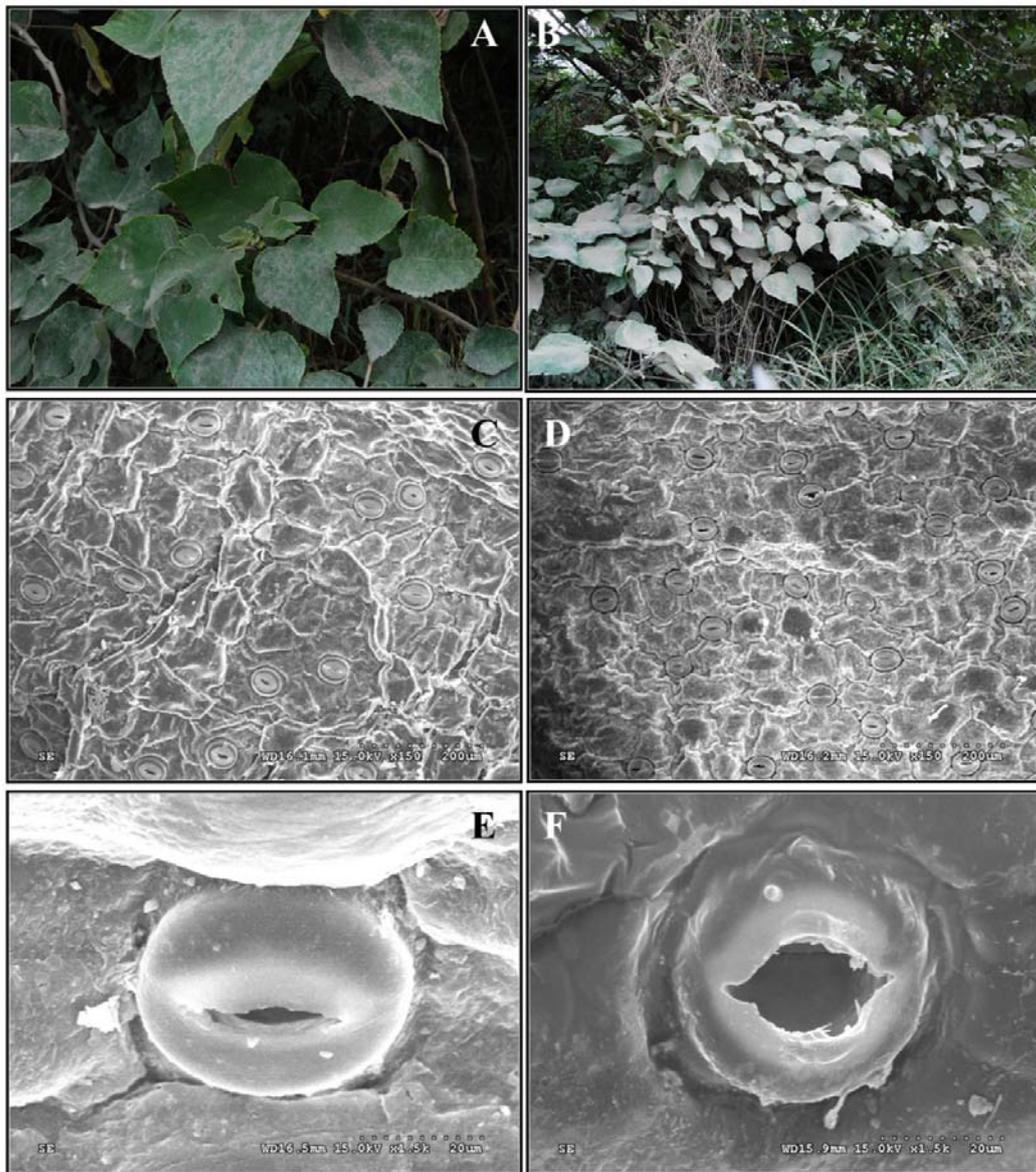


圖 22. 構樹 A. 未受害 B. 葉片受揚塵危害 C. 未受害之葉表面 D. 受害之葉表面 E. 未受害之氣孔 F. 受害之氣孔

圖 22 為構樹受害前後之比較圖，A、C、E 為未受害，B、D、F 為受揚塵危害之葉片情況；由 B 圖中可知，在迎風面之葉片表面，因揚塵因素而覆蓋上一層土沙；在經 SEM 觀察後，在葉表面的部分(

(2)血桐

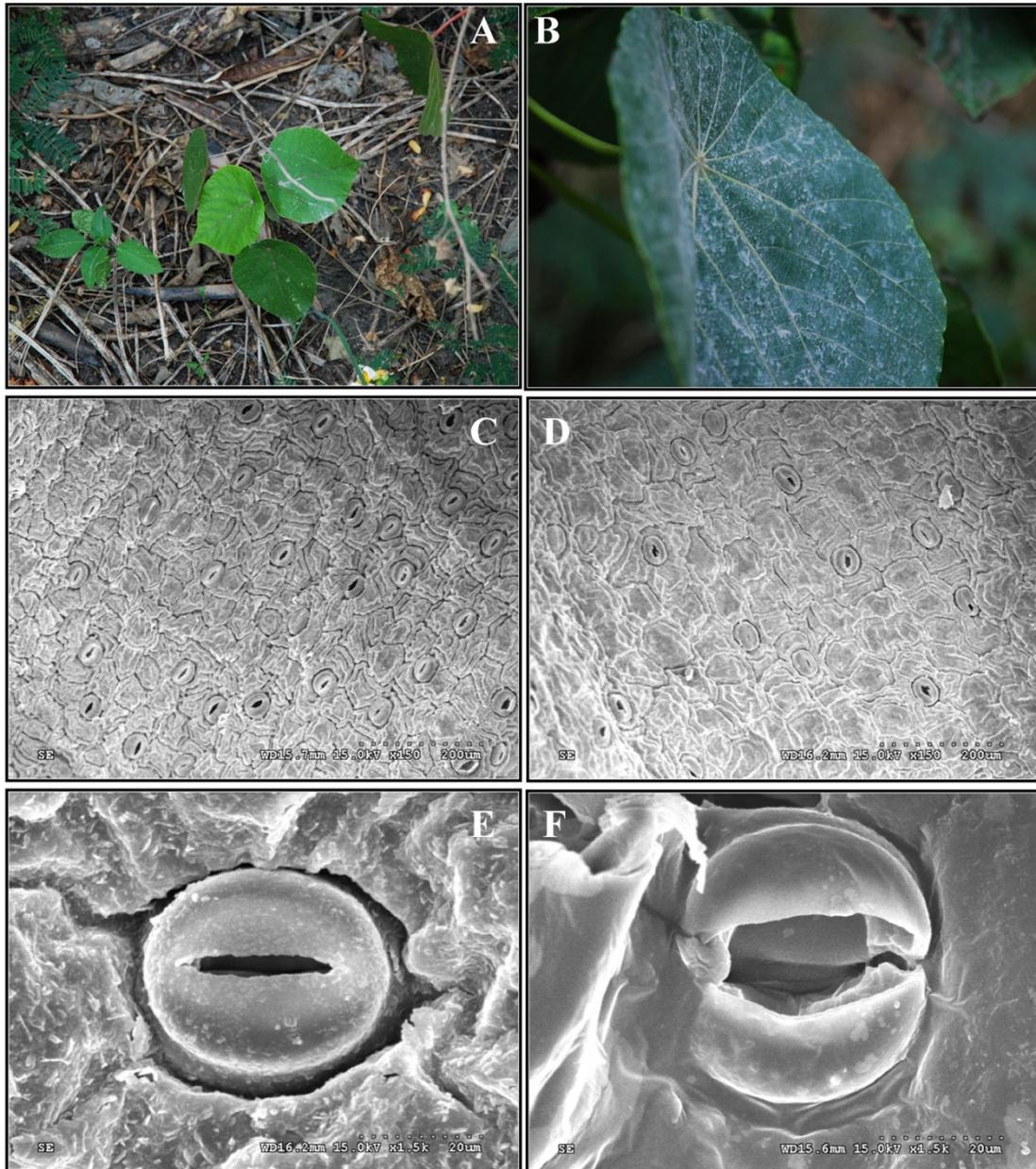


圖 23 血桐 A.未受害 B.葉片受揚塵危害 C.未受害之葉表面 D.受害之葉表面 E.未受害之氣孔 F.受害之氣孔。

圖 C、D)，由圖中可看出，受土沙覆蓋的葉片與未受覆蓋的葉表面沒有明顯的受害現象，僅有部分氣孔受到危害(圖 E、F)。

圖 23 為血桐受揚塵危害前後之 SEM 圖，圖 A 為未受害之葉片，圖 B 為受揚塵危害而覆蓋土沙之葉片；圖 C、D 為受害前後葉表面之情況，由圖中可知，遭土沙覆蓋之葉片與未受土沙覆蓋之葉表面並無太大的差異，表示揚塵並未對血桐葉片造成太大的影響；E、F 為受害前後之氣孔狀態，但在葉表面上僅有少部分的氣孔被破壞。

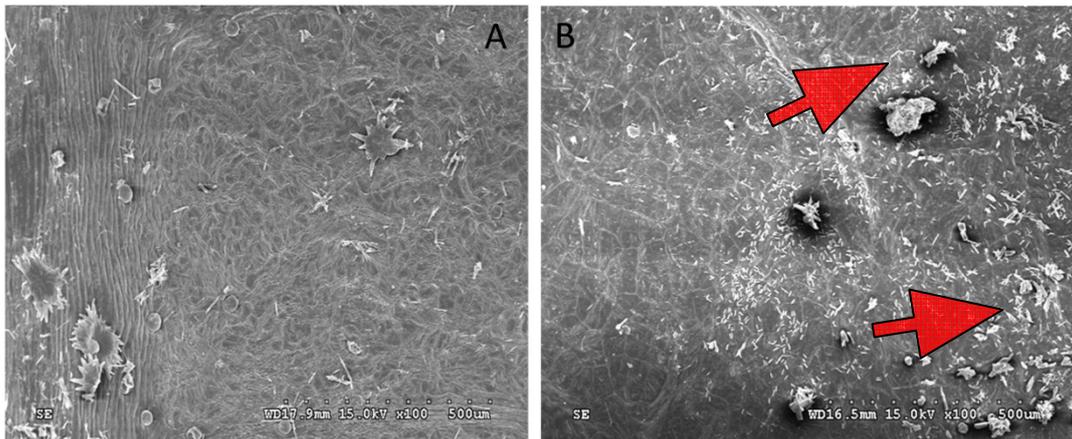


圖 24 黃槿葉表面受害前後之 SEM 相片

圖 24-A 為黃槿未受害前，圖 24-B 為受害後；未遭受到揚塵危害的黃槿葉片表面的較光滑，而遭受揚塵危害的黃槿葉表面則是出現不規則的皺褶(箭頭指示處)，甚至在受害的葉表面則產生許多不規則的損傷，但實際危害程度並不高。

圖 25-A 及 25-B 為白千層葉片受害前後之縱斷面 SEM 圖，在未遭受揚塵為害的葉肉組織排列整齊且規則，但揚塵危害使葉肉組織產

生不規則的排列，並且有較明顯的空洞產生。

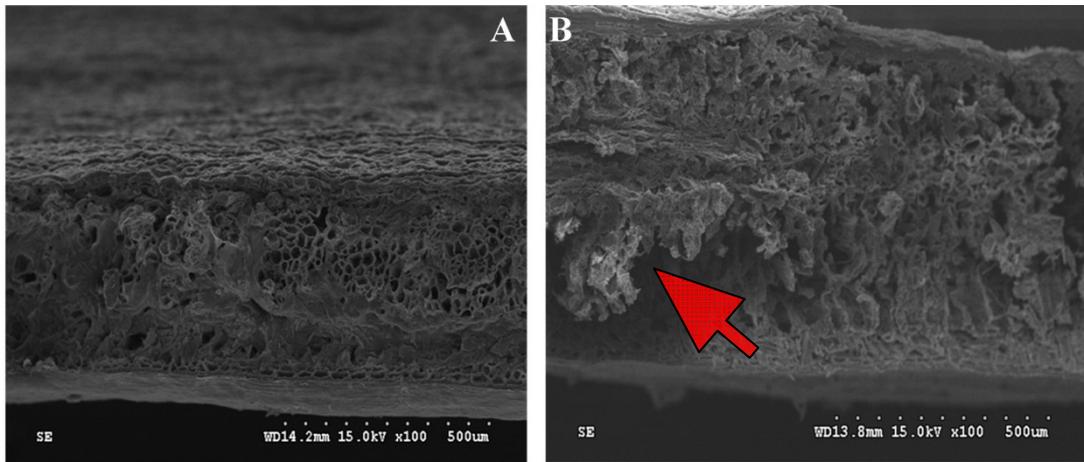


圖 25 白千層葉片斷面受害前後之 SEM 相片

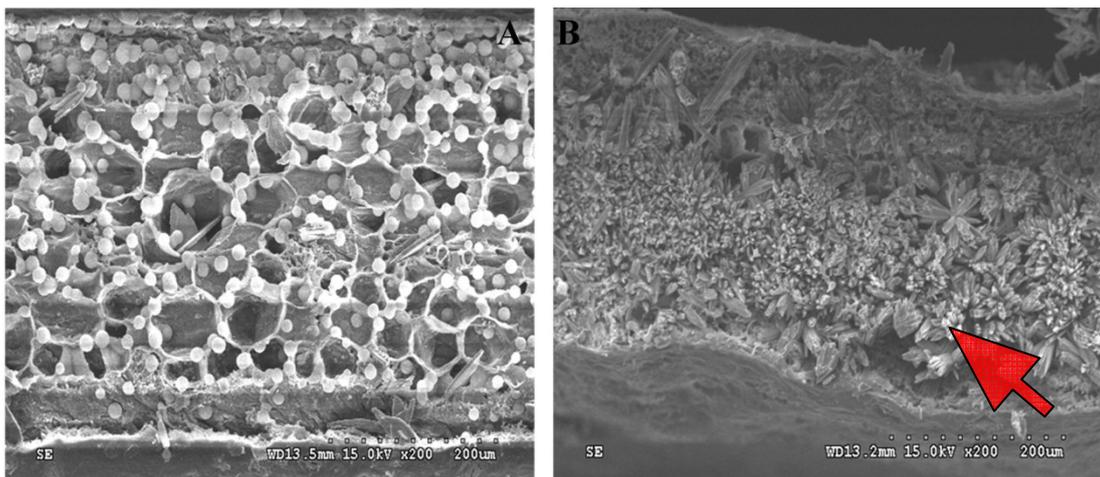


圖 26 榕樹葉片斷面受害前後之 SEM 相片

圖 26-A 及圖 26-B 為榕樹葉片受揚塵危害前後的 SEM 相片，26-A 為未受害之榕樹葉片之縱斷面，26-B 為受揚塵危害之葉片縱斷面，未受風害的葉肉組織排列較遭受風害的葉片完整且整齊，另外再觀察遭受風害的葉肉組織其排列較緊密。

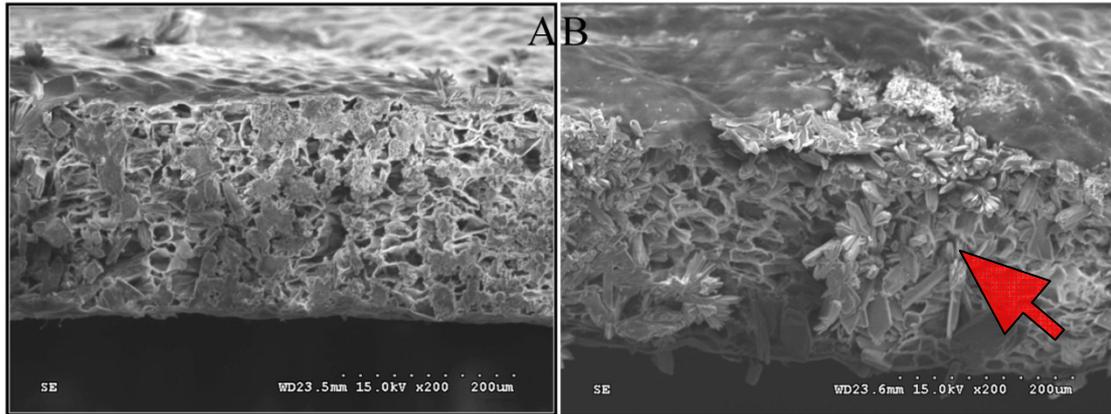


圖 27 水黃皮葉片斷面受害前後之 SEM 相片

圖 27-A、B 為水黃皮受揚塵危害前後之葉片斷面 SEM 相片，由 A 圖中可知，在受害前的組織排列整齊，但受害後其組織則受到壓縮而變形(B 圖)。

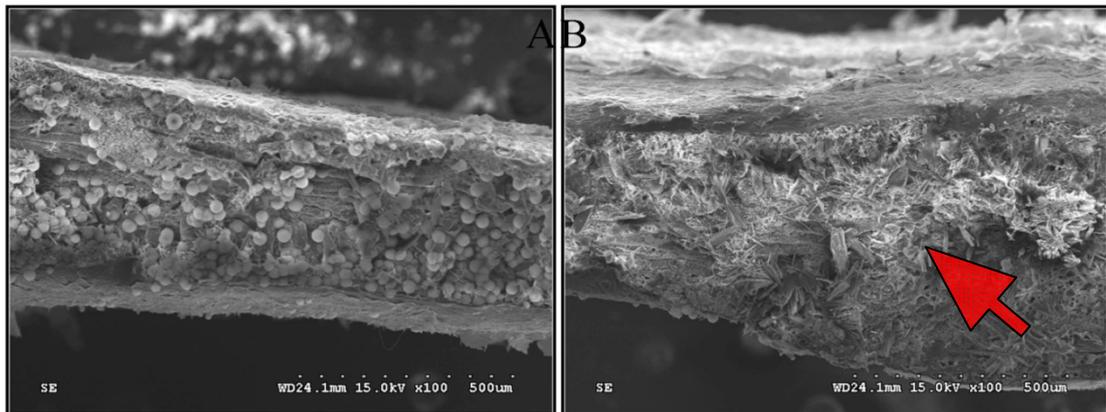


圖 28 欒樹葉片斷面受害前後之 SEM 相片

圖 28-A、B 為欒樹葉片斷面受害前後之 SEM 照片，圖 A 中為未受害，可看見組織排列整齊，在圖 B 中為受害後，可看見葉肉組織受風力擠壓而變形。

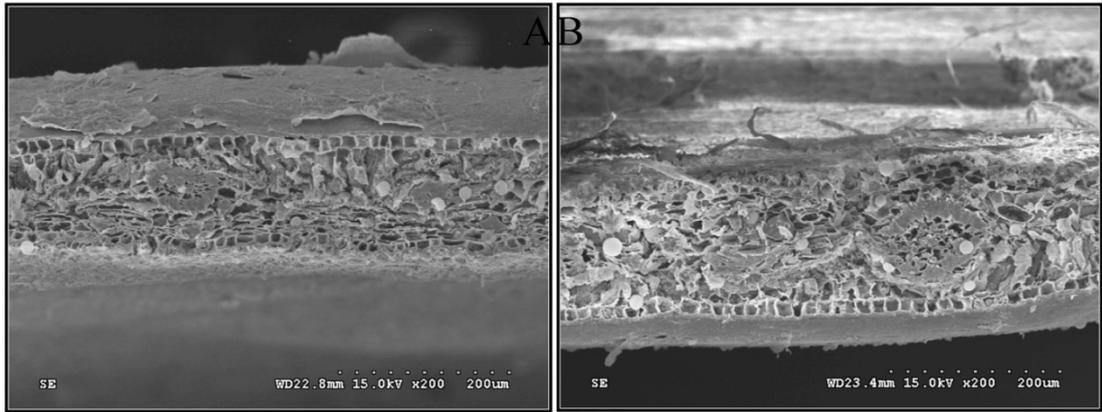


圖 29 棟樹葉片斷面受害前後之 SEM 相片

圖 29-A、B 為棟樹受揚塵危害前後之葉片斷面 SEM 相片，由 A 圖中可知，在受害前的組織排列整齊，但在受風面的棟樹，其葉片情況與未受害前之情形相似(B 圖)。

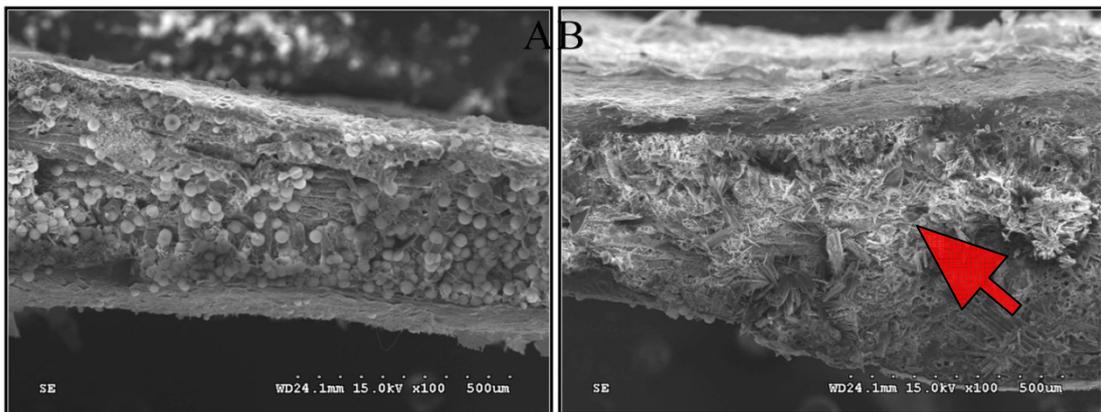


圖 30 銀合歡小葉斷面受害前後之 SEM 相片

圖 30-A、B 為銀合歡葉片斷面受害前後之 SEM 照片，圖 A 中為未受害，可看見葉肉組織排列整齊，圖 B 為受害後之葉片斷面圖，可看見葉肉組織受風力擠壓而變形受害。

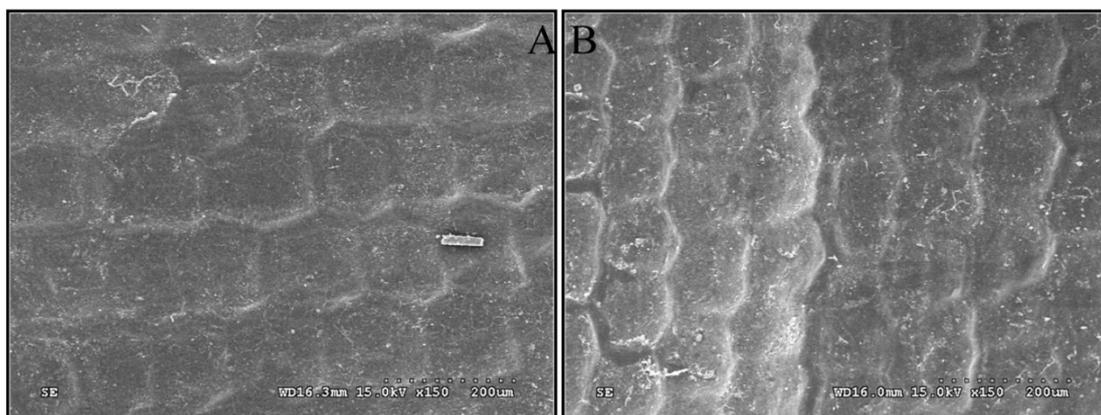


圖 31 草海桐葉表面受害前後之 SEM 相片

圖 31-A、B 為草海桐受害前後之 SEM 相片，在 A、B 圖中，並沒有明顯的差別，表示揚塵危害可能對草海桐的葉片並無造成太大的損害。

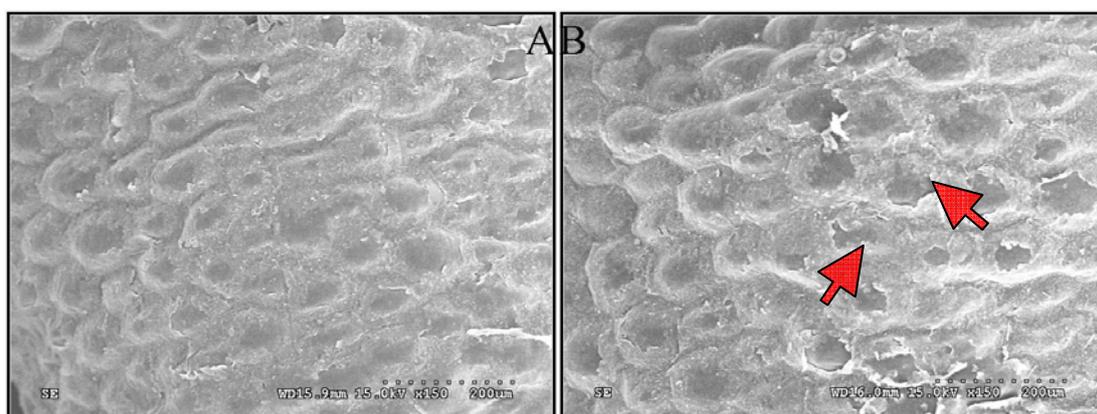


圖 32 茄冬葉片表面受害前後之 SEM 相片

茄冬葉表面受害前後之 SEM 相片(圖 32)，A 為未受到危害之葉片，B 為受危害之葉片，由 B 圖中可看見，葉表面因風力及土沙而造成表面的磨損。

6. 林木生長調查及現況評估

(1) 判別分析

依據因素分析之因素分數加權總合高低之，藉由 SPSS12.0 套裝軟體之鑑別分析進行判識歸類，利用典型鑑別法進行統計模式及解釋變量假說檢定，衡量各別解釋變數之鑑別力，並選取最具顯著解釋之變數，用以建構預測機率函數，交叉驗證鑑別函數的準確性，通常利用擊中率進行評估，擊中率愈高即代表預測能力愈高。

此用樹冠梢枯、葉枯程度、葉片掉落率、樹冠幅、樹冠密度、透光度、是否臨海、是否距海堤、底土鹽度及表土 pH 值等 8 個指標變數，配合先前建立之林木健康等級，採用逐步回歸判別方法，建立典型鑑別函數，首先於典型鑑別函數檢定方面，以 wilks' lambda 之 p 值來做檢定，8 個變數之 p 值皆小於 0.05，達到顯著水準，表示 8 個變數都具解釋能力，數據結果如表 9。接續利用 8 個變數建立典型鑑別函數，藉由 Wilks' Lambda 值=0.02 與 0.26，顯著性皆低於 0.05，表示區別函數係數有顯著之解釋能力如表 10。因此可藉由別函數之系數值愈大者相對重要性則愈大。由於健康程度區分為 3 級，依鑑別分析方式共建立 2 個典型鑑別函數，如表 11 所示。

表 9 觀測變數篩選鑑別函數之 F 檢定

變數	F 值	P 值
葉枯程度	1240.196	.000
葉片掉落率	644.448	.000
樹冠幅	619.442	.000
樹冠密度	555.422	.000
是否臨河	493.875	.000
是否距河堤	443.398	.000
底土鹽度	401.141	.000
表土 pH 值	367.264	.000

表 10 Wilks' Lambda 值

函數檢定	Wilks' Lambda 值	卡方	自由度	顯著性
1 到 2	.029	2953.035	16	.000
2	.264	1109.819	7	.000

表 11 標準化典型區別函數係數

	函數	
	1	2
葉枯程度	.096	.136
葉掉落率	-.166	-.028
冠幅	-.063	.393
樹冠密度	-.072	-.153
是否臨海	.180	.197
是否具海堤	.255	.683
底土鹽度	.095	1.175
表土 pH 值	-.362	-.142

由於所有指標變數皆有一定解釋能力，在此利用 fisher 線性區別函數來觀察個別變數區別健康性程度等級能力大小，是以 Fisher 法將觀察值加以分類，因此又稱 Fisher' s 線性區別函數，每一個群組都會有一組係數，結果如表 12。

表 12 fisher 線性區別函數係數

林木變數	健康等級		
	健康	輕度不健康	中度不健康
葉枯程度	.261	.688	1.354
葉掉落率	.913	.759	-.606
冠幅	-4.504	-3.492	-5.440
樹冠密度	1.530	1.229	.998
是否臨海	-2.760	-.796	3.489
是否具海堤	-24.149	-17.853	-15.261
底土鹽度	-1.213	-.956	-1.156
表土pH值	92.235	89.381	73.455
(常數)	-380.225	-357.716	-531.227

表 13 健康等級交叉驗證分類結果

	健康等級	健康	輕度不健康	中度不健康	總和
原始分級機率(%)	健康	97.5	2.3	0.2	100.0
	輕度不健康	9.1	90.9	.0	100.0
	中度不健康	.0	.0	100.0	100.0
驗證分級機率(%)	健康	97.2	2.7	0.2	100.0
	輕度不健康	10.3	89.7	.0	100.0
	中度不健康	.0	.0	100.0	100.0

本研究預測歸類與實際歸類如表 13 所示，在原始的分級機率中，平均擊中率為 95.6%；而在交叉驗證時，每個觀察值都是以它本身以外其他所有觀察值之函數加以分類，得到 95.0%個交叉驗證組別觀察值以正確分類。顯示所建立典型鑑別函數，能有效區別中南部沿海地層下層區造林苗木之健康等級，透過鑑別函數的建立，建構中南部沿海海岸林分健康性評估資訊，有助於日後主管機關針對林木生長適應性評估參考依據。

(2) 林木健康性

表 14 各河川沿岸樹種之健康性分級

樹種名稱	大安溪	大甲溪	大肚溪	濁水溪	卑南溪
木麻黃	I	I	II	I	I
黃槿	I	I	I	I	—
朴樹	I	I	I	I	—
構樹	I	I	I	I	—
苦楝	I	I	I	I	—
水黃皮	II	III	III	I	—
厚葉石斑木	II	—	—	—	—
樟樹	II	—	—	—	—
白千層	—	II	—	—	—
血桐	—	—	I	—	—
草海桐	—	—	II	—	—
榕樹	—	—	II	I	—
白水木	—	—	—	I	—
銀合歡	—	—	—	—	I

註：I=健康；II=輕度不健康；III=中度不健康；—=無此樹種

表 14 為各河川南、北岸樹種的健康性分級，在調查河川兩岸各

種樹種之胸高直徑、樹高、枝下高、樹冠狀態、梢枯程度、葉掉落率、根部損傷、樹皮損傷、病害/蟲害及枯死率後，將數據以因素分析。

在表 14 中，可知在西部地區的四條河川沿岸，皆有木麻黃、黃槿、朴樹、構樹、苦楝及水黃皮等樹種，其中作為防護林帶的有木麻黃、黃槿；為潛在植被的有朴樹、構樹及苦楝；水黃皮除了在濁水溪沿岸為防護林的造林樹種外，在其他三條河川皆作為行道樹使用；將調查所得的數據進行健康性評估後，可發現，潛在植群的朴樹、構樹及苦楝皆生長良好，健康度為 I 級的”健康”；在防護林的木麻黃，除大肚溪沿岸的防護林其健康情形為 II 級的”輕微不健康”外，其餘河川，包括東部的卑南溪，其生長情況皆為 I 級的”健康”；水黃皮除了在濁水溪造林用的為 I 級的”健康”外，其餘作為行道樹用的林木，其生長情況皆不佳，其中因素包括了人為干擾破壞、植穴問題等。在其他樹種中，潛在植被的血桐，作為保安林之榕樹(除位於大肚溪出海口作為行道樹之榕樹)與位於卑南溪北岸的木麻黃純林，其生長情況皆為 I 級的”健康”。而位於卑南溪北岸的銀合歡純林，其林帶生長情況良好，但其品系為台灣本土之銀合歡，無法生長至與木麻黃同等高度，且根部較易腐爛，無法成為良好的防風林帶。

表 15 各河川南、北岸林木的生長健康情況

樣區	株數	死亡	枯死率	平均 \bar{x}'	Y	\sqrt{n}	Z0	Z1	Z2	結果
大安	97	14	0.14	5.45	0.05	9.84	0.55	-9.29	-19.14	I
	102	10	0.1	5.44	0.12	6.71	0.81	-5.89	-12.60	I
大甲	91	7	0.07	-50.23	-0.55	9.53	-5.26	-14.81	-24.34	I
	104	20	0.19	-63.65	-0.61	10.19	-6.24	-16.43	-26.63	I
大肚	72	6	0.08	64	0.88	8.48	7.54	-0.94	-9.42	II
	67	23	0.34	37.71	0.56	8.18	4.6	-3.57	-11.76	II
濁水	121	16	0.13	5.15	0.11	7	0.73	-6.26	-13.26	I
	133	22	0.17	-23.99	-0.44	7.34	-3.26	-10.61	-17.96	I
卑南	78	25	0.32	-11.94	-0.15	8.83	-1.35	-10.18	-19.01	I
	85	16	0.19	-1.05	-0.03	5.47	-0.19	-5.66	-11.14	I

將各河川南、北岸所調查的樹種進行評估所得到的結果(表 15)，其中除了在大肚溪北岸及南岸的林木生長情況為輕度不健康外，在其他河川南、北岸的林木生長情況皆為 I 級的健康，表示防護林帶之樹種及潛在植被之生長適應狀況為良好。

IV、結論

經本次調查之結果及將所得數據進行分析後，可知在各河川河床上之優勢草本植物為馬鞍藤、海埔姜、大花咸豐草、孟仁草、白茅；大型草類則以甜根子草為優勢。但其中大花咸豐草及孟仁草為一年生草本植物，並不適宜作為河床上定沙之植物。在河床上之植被，多以群叢方式出現，表示在河床上的環境惡劣且物種間競爭及外力干擾情況極為嚴重，而植被的動態變化亦需進行長時間的監測與觀察，才能瞭解在不同時節之河床植被變化。

在目前所建造之河岸防護林帶中，木麻黃仍為生長適應性最佳之樹種；其次為黃槿，但其仍會受到風切效應而影響高生長，另一方面，因黃槿的萌蘖性強，故適宜做為建造河岸防護林複層林的樹種，以進一步提高防沙效益。而其他用來作為防護林的水黃皮與厚葉石斑木，則需遮蔽較多的地方才能正常生長，如在防風籬或其他防風樹種後方。

在西部河川沿岸之潛在植群中，生長情況最為良好，且有天然更新情況發生之樹種有構樹、苦楝及朴樹。但除木麻黃外，其餘樹種仍會受到風切效應而影響其高生長。而在靠近出海口處，限制林木生長的最主要因素仍為乾旱及強風，因此在造林的樹種選擇時，應挑選抗風及耐旱之樹種為佳。

在土壤性質分析方面，目前所調查之土壤鹽度皆屬極低鹽度，對植物影響並不會構成危害，但有可能是季節不同所造成，因此仍需進行長期的觀查；在 pH 值部分，在各主要河川沿岸所採取之土壤，其 pH 值皆為適宜植物生長之範圍，因此也需進行不同季節之觀測，方可對其下正確之定論。

因地理位置的差異，不同樹種在不同河川沿岸的健康性會有所不同，但在黃槿、朴樹、構樹、苦楝等樹種，在西部河川沿岸之健康情況皆為健康，表示其生長適應性良好；而水黃皮在大安溪、大甲溪及大肚溪之生長適應皆為不佳，在濁水溪則因位在較內陸地區，且周圍有防護林與防風籬保護，故其生長狀況良好；因此未來在選擇造林苗木時，位於出海口地區之樹種，對水黃皮應再重新考慮。在東部卑南溪北岸的銀合歡純林，其生長情況良好，但高度亦未超過北岸河堤，因此防風效果不顯著。部分位於農田附近之潛在植群及防護林帶受人為干擾嚴重，已使植群有衰退的現象發生。

河川沿岸越近出海口之環境情況愈惡劣，除乾旱、鹽霧及強風外，尚有因季節風所引起的揚塵危害，因強風帶起的土沙，對林木葉片磨擦或撞擊而造成葉片的損害，進而影響到林木整體的健康情況。因此利用 SEM 觀察位於揚塵危害區之林木葉片受害情形，其中構樹、血桐、黃槿、楝樹及草海桐等樹種之葉片受害不明顯；在白千層、榕樹、

水黃皮、台灣欒樹、銀合歡及茄冬等樹種的受害情形較嚴重。

由本次調查結果中可得知，木麻黃為防護林帶最適之上層木，黃槿則可作為複層林之下層木；另在揚塵環境中亦生長良好的樹種有構樹、苦楝及朴樹，另在緯度較低的大肚溪尚有血桐及草海桐，但草海桐為灌木類，亦較適合作為下層木使用；以上樹種可供日後進行河岸防護林建造時之參考。

V、參考文獻

- 王光仁 (2005) 檜木老熟林健康指數評估-以太平山國家森林遊樂區為例。國立宜蘭大學自然資源學系碩士班。59 頁。
- 李威震 (2005) 台灣東北部海岸保安林木麻黃林分健康性監測之研究。國立宜蘭大學自然資源研究所碩士論文，94 頁。
- 邱柏瑩 (2003) 南臺灣四縣市木麻黃防風林健康監測。國立屏東科技大學森林研究所碩士論文。屏東。
- 陳家玉 (2003) 棲蘭山老熟檜木健康指標評估法。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文，82 頁。
- 黃俊英 (2002) 多變量分析。中國經濟企業研究所。p221~245，p135~160。
- 劉玲華 (2005) 海岸保安林健康指標評估法之研究-以台灣北中部為例。國立屏東科技大學森林學研究所碩士論文，68 頁。
- Alexander, S. A. and C. J. Palmer (1999) Forest health monitoring in the United States: First four years. *Environment Monitoring and Assessment* 55: 267-277.
- Conkling, B. L. and G. E. Byers. (1993) Forest inventory and analysis national core field guide. USDA Volume1: Field Data Collection Procedures for phase 2 Plots. Ver: 1.6. 100pp.
- Cumming A. B., M. F. Galvin, R. J. Cumming and D. B. Twardus (2001) Forest health monitoring protocol applied to roadside trees in

- Maryland. *J. arboric.* 27(3):69-75.
- Ling, K. A. and M. R. Ashmore (1999) Influence of tree health in ground flora in the Chiltern Beechwoods, England. *For. Ecol. Manage.* 119:77-88.
- March, G. T. (2002) Phase 3 field guide-crowns. *Measurements and Sampling* 21pp.
- Redfern, D. B., and R. C. Boswell (2004) Assessment of crown condition in forest trees: comparison of methods, sources of variation and observer bias, *For. Ecol. Manage.* 188:149-160.
- USDA Forest Service (2002) *Forest Inventory and Analysis National Core Field Guide. USDA1: Phase 3 Field Guide-Crowns: Measurements and Sampling.* 21pp.
- USDA Salinity Laboratory (1954) *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soils.* USDA Handbook p.160.
- William A. B. and J. Z. Stanley (2002) Comparison of field methods to estimate mean crown diameter, *Northern Journal of Applied Forestry* vol.19, pp.4.

附錄一

木賊葉木麻黃

物候特性：通常於1月抽出小枝，花開於4~5月，果序多於8~10月成熟。

種苗特性：木麻黃之結實量大，多以種子播種繁殖，當毬狀果呈黃褐色時即表示已成熟，採集後，堆積2~3日，使過多水分散掉後，置廣場曝曬，翻動敲打使脫粒，夜間將種子收集晾乾，即可收存待播，至4~5°C乾藏，發芽力可保存5年以上。每公升具種子約170,000粒，每千粒種子重1.32g。播種前用鹽水浸種，冷卻後置濕沙層積2~3日連沙播種；或在4~5°C層積4週或浸流水再播種，約經4~15天發芽率約60%(鍾與張，1990)。子葉2枚，出土；隨即長出結合性小枝及鞘齒狀葉。

生長特性：陽性樹，需充分日照，喜生於沙地或沙質壤土，抗力強性能耐鹽鹼及乾旱，亦可耐短暫性之浸水。

利用特性：最常用於海岸及耕地防風林，公路行道樹，是防風先驅樹種；木材極堅重，可供建築及製作車軸，把柄等用材。

白水木

物候特性：花期3~6月，果熟於5~8月。

種苗特性：以種子繁殖或扦插繁殖。果實呈黃褐色，外果皮略乾燥時即已成熟，採集後陰乾脫粒，再置陰濕處使外果皮腐爛，清洗理出種核(俗稱種子)，播於沙床，4~5日後即發芽，子葉出土，經2~3月種苗高3~5cm時，再移入育苗容器中。苗木主根長，側根少，故不宜以裸根苗造林。亦可於排水良好之沙床上，以枝條扦插繁殖(張，1997)，但扦插苗之枝條則較不易分叉(郭等，2006)。種子屬正(乾)儲型，若需貯存，以常溫乾貯為宜。

生長特性：幼樹生長迅速，但成株生長緩慢。樹性偏陽，喜高溫，能耐鹽並抗旱、抗風，但不喜庇陰，不耐寒亦不耐水浸，僅宜排水良好之生育地。

利用特性：幹材不多，故其木材未見開發利用。但全株被銀白色絹毛，樹性健壯，用為濱海地區之防風、定沙植栽，亦為良好之綠美化栽植樹種。

蓖麻

物候特性：全年開花，但盛開花期在4~9月，果熟期6~12月。

種苗特性：繁殖主要用播種法，於蒴果將熟之時，採回室內陰乾脫粒；理出種子後即撥，發芽容易，僅需5~10天，發芽率可達80%；於直播造林時每植穴播種子3~4粒，待發芽後疏拔弱株(中國樹木誌編委會，1989)。

生長特性：生長快速，高生長一年即可達3~5m；喜高溫、濕潤、陽光充裕之生育地，耐鹽及抗旱、抗寒性均良好，但耐陰性及抗風性較低。

利用特性：為觀果、觀葉，或荒地綠化、水土保持之材料。蓖麻子油用途廣泛，

為良好的潤滑油原料，在醫學上作緩瀉劑，但種子蛋白劑具有強烈且致命的毒性。

草海桐

物候特性：花期 5~8 月，果熟 5~10 月。

種苗特性：結實最稀少且零星，種子細小（每千粒種子約重 17g），多以扦插繁殖，春季剪取枝約 10~15cm，平插苗床，插穗發根率可達 90%以上。

生長特性：喜高溫、多濕之生育地，能耐鹽，但須排水良好，不耐久浸，生長略緩慢。

利用特性：莖蔓延地表，為鹽溼地堤防及護岸之綠化植栽。

水黃皮

物候特性：在北部於 9 月落葉及見新芽抽出並開花，在南部則於 5 月抽換新葉。開花期在北部為 9~11 月，南部為 8~11 月，及 4 月開二次花。莢果於翌年 7 月至 12 月即可成熟。

種苗特性：以播種或插條繁殖，相當容易。採種適期 7 月至 12 月，木質莢果熟時不開裂，採集後，曝曬敲擊使脫粒後立即陰乾，種子屬正儲型，至於 5°C 開採，發芽力可維持三年。播種前需用熱水處理促進發芽，發芽率約為 60%。種子發芽時，子葉出土，初生葉為單葉，互生。

生長特性：適應力強，樹性強健，喜高溫、高濕，但亦能耐乾旱及強風，且耐鹽性亦高，土質不均，但以沙質壤土為佳，喜陽光，但幼樹亦耐庇陰，全日照半日照均宜。

利用特性：葉具光澤，花紫色艷麗，是理想美化樹種。種子有毒，性寒，不可食用，外敷治疥癩、膿瘡等。

黃槿

物候特性：開花期甚長，4~9 月均可見其開花；蒴果成熟於 8~9 月。

種苗特性：多用插條繁殖，較少用播種繁殖，4~6 月間扦插，約 1 個月後開始萌發新芽，若以種子繁殖，採種適期為 9~10 月，10~12 月即播，發芽率約 40%。每公斤種子約有 73,000 粒種子屬正儲型，可乾燥貯存，但種皮會硬化，播種前宜以利器削破。

生長特性：生性強健，栽培容易，性喜高溫多濕，但亦抗風、耐鹽，喜陽光，可在高鹽分的土地生長。

利用特性：為海邊防風定沙之優良樹種，亦可植為庭園樹，庇陰樹或行道樹。樹皮纖維可供製成繩索。葉片是「炊粿」的襯底材料；心材紫黑色至黑褐色，氣乾比重 0.43~0.62；乾燥、加工性良好，用為器具、雕刻及小工藝品加工等。

棟樹

物候特性：在台灣，棟樹開花於春夏之交，盛花期於4~5月；於華南則盛花期餘立夏（5月初旬）之後。果熟於11月至12月間，核果可存於樹上至翌春。

種苗特性：採黃熟核果，以水浸泡3~4日除去果皮，取得種核（俗稱種子），可予即播。種子能屬正（乾）貯型，於5°C乾藏，可保存數年。播種前可不予催芽，以可以冷水浸泡一週、或以濕沙、水苔層積2週，亦有建議打破種核播種者。發芽率越40%，發芽適溫約25°C，所需時間20~40天。每公升核重約560g，一公升約有種核1,300粒。子葉出土，原生葉兩枚對生、單葉，再次長出3出及一回羽狀複葉；至苗高15~30cm時，才可見二回羽狀複葉。一年生苗，即可出栽。

生長特性：性偏陽，生長迅速，就臺灣后里之造林木，三年生者樹高可達4m，平均胸徑約10cm。而就華南之紀錄，於適宜之生育地上一班8~10年生便可砍伐利用。

利用特性：環孔材，心材淡褐色，年輪及導管線明顯。氣乾比重0.58~0.60。乾燥、切削加工、塗裝膠合及抗蛀性良好，可為家具、樂器、雕刻之用，但不宜為室外用材。木材之光澤、紋理，與柚木相似，偶充為柚木之代用品。根皮及種子有毒，味苦，含川棟素（Toosendanin）等，均入藥，用以驅蛔、去蟲。種子含油率42.17%，可供榨油作為潤滑油及肥皂之用。

構樹

物候特性：11月至翌年2月為落葉期，3月始花，4月盛花，8~10月果熟。

種苗特性：以分株繁殖或種子播種。分株時於冬季選擇結實母株，挖斷或挖傷其根，一年即可萌生幼苗，培育一年，苗高達60~100cm時即可出栽。種子繁殖時，採收期紅色椹果，堆積1~2日，浸水1日，搓揉脫粒晾，置5°C乾藏或即播。播種前可浸冷水1天催芽，發芽所需時間約20~30天，發芽適溫20~25°C；一公升種子重約630g，每公斤約有種子42萬粒。發芽時子葉出土，出生葉心形，對生，淺鋸齒緣，較尋常葉略小。

生長特性：對氣候之適應性強，對土壤選擇不嚴，生耐貧瘠乾燥。生長快速，喜日照。

利用特性：樹皮供造高級紙張；枝葉供為飼料；乾燥果實稱楮實，為中國傳統本草，味甘、性寒、無毒，能滋腎、清肝、明目。

榕樹

物候特性：隱頭花序整年可見，花序內每年花期1~4次，以春季（4~6月）及秋季（7~9月）為高峰。榕果成熟期亦有二次高峰，即5~6月及9~10月間。

種苗特性：以種子或插條繁殖，種子繁殖時，採集或撿拾成熟隱頭果，水中漂洗，理出種子予以即播，2~4 星期即可發芽，但發芽率低（約 10%）；發芽適溫約 25℃；一公斤約有種子 7,300 粒，以插條繁殖時，可分小苗與大苗二法。小苗之插穗長約 25~30 cm，大苗之插穗長 200~300 cm，插條後注意充分澆水，可得甚高之成活率。

生長特性：為陽性樹種，喜溫暖多雨之氣候，樹性強，能耐各型土壤；抗風、耐鹽，且能耐旱，生長快速，於台灣年平均胸徑生長 1.4 cm 以上。

利用特性：木材淡褐色，輕軟，氣乾比重約 0.49，不耐腐，易罹蛀蟲及青變，僅用為一般小器具或低及箱板加工，亦用之於栽培木耳及其他食用真菌太空包木屑原料。榕蔭廣闊有容，用於園景之巨大蔽蔭樹；樹性強，萌芽性高，亦為打樁編柵之主要植材。氣生根入藥，味苦性平，內孚祛風清熱，外敷可消腫止痛。

白千層

物候特性：白千層開花期在 9~11 月，果實成熟在翌年 2~3 月。

種苗特性：以播種繁殖，蒴果轉灰白色時表已成熟，熟後不開裂不脫落，故自 12 月至翌年春天皆可採集，連枝剪下，堆置 2~3 日後，摘果置容器內曝曬翻動，使果開裂脫粒下掉。種子細小，須防飛散，淨種後可即播或置 5℃ 貯存。種子宜室內播種，待小苗健化後移植，發芽須時 5~28 天，一般發芽率為 20%，每公斤種子約高達 350 萬粒，種子屬正（乾）儲型，可乾儲。子葉出土，初生葉對生。

生長特性：樹性極為強健，對環境之適應能力極強，無論是乾燥地，貧瘠地，沙礫地，甚或水濕地，鹽鹼地均能生長，是海邊濕地，防風，防潮的優良樹種，對都市之污染抗力亦強，可供行道樹，相當具特色。

利用特性：為優良之行道樹，防風、防潮及園林樹種；其枝葉含玉樹油，為重要之藥用精油，殺菌消炎效果甚強，常用為白花油，綠油精及萬金油之主要成分；樹皮入藥，味淡性平，安神鎮靜。木材則尚未見開發利用，其比重 0.7~0.85，僅見用之為薪炭材。

革葉石斑木

物候特性：花期 2~4 月，果熟期 8~9 月。

種苗特性：種子繁殖，於 8 月間梨果轉紫色時即已成熟，取下於水中搓揉，理出種子，置室內陰乾後即播，可達 80% 之發芽率；若需貯帶翌春，則應乾冷儲藏；種子屬正儲型；發芽時子葉出土。

生長特性：生長緩慢，喜高溫、濕潤，陽光充裕之環境，但幼樹亦能耐蔭。耐鹽性、抗風性亦強，亦頗耐寒，可適臺灣中、北部及全島各濱海地區。

利用特性：枝葉濃密，為良好之添景植栽，亦宜綠籬等帶狀栽植。果可食，亦為良好之鳥餌栽植；根入藥，用治鐵打損傷。

台灣欒樹

物候特性：開花期 8~10 月，果熟期 10~12 月。

種苗特性：以種子繁殖。種子採收後，曝曬 1~2 日，以水選下沉重粒，可得 90% 發芽率以上之種子，種子屬正(乾)儲型，可即播或乾藏至翌春播種，播種前以溫水浸種 30 分鐘軟化種皮，使種子容易發芽，一般播種後 2 星期，種子發芽率已達 70%。發芽時，子葉出土，每公升種子約有 11,500，每千粒種子約重 40g。

生長特性：陽性樹種，生長快速。能抗強風、耐旱性佳、耐陰性尚可，可惜不甚耐鹽。抗空氣汙染力強。

利用特性：樹形優美，具黃花與紅色的果實，而廣被栽植園景樹或行道樹，惜不甚耐鹽，不宜為濱海第一線植栽。

朴樹

物候特性：花與新枝同開於 1~4 月，核果黃熟於 9~10 月。

種苗特性：以種子(核)繁殖為主。採集黃熟核果，置於陰濕處乾軟化外果皮後，水洗理出種核，予以即播沙床，子葉二枚出土，待小苗長至 3~5cm 時，再移植於育苗容器中。種子屬正(乾)儲型，若需長期貯存，則將其含水率乾燥至 5~6%，儲存於零下低溫，可保存其活力達數年，種子發芽長不整齊，可先以 5°C 低溫層積 2~3 個月後播種，使發芽一致。

生長特性：喜溫暖、濕潤及陽光充裕之生育地，但亦能耐陰。對土壤之適應性寬，耐鹽、耐旱性尚佳。

利用特性：木材淡黃褐色，木理通直，材質略粗糙，硬重至略硬重，氣乾比重 0.61~0.84。乾燥性及加工性尚稱良好；耐腐及抗蛀稍弱，用為農具及一般器具加工；樹皮纖維可供造紙。又樹皮含生物鹼及皂苷，煎湯內服，用治腰痛；樹葉之外敷，治漆瘡。

<i>Mikania micrantha</i> Kunth 小花蔓澤蘭			V	V					V
<i>Parthenium hysterophorus</i> L. 銀膠菊			V	V	V	V	V		V
<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don 美洲闊苞菊								V	V
<i>Pluchea indica</i> (L.) Less. 鯽魚膽、冬青菊						V	V	V	
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera 翼莖闊苞菊	V	V	V	V	V				
<i>Pterocypsela indica</i> (L.) C. Shih 鵝仔草	V	V	V			V	V	V	V
<i>Sonchus oleraceus</i> L. 苦蕒菜	V	V	V	V	V				
<i>Tridax procumbens</i> L. 長柄菊				V	V	V	V		V
<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less. 一枝香			V						
<i>Wedelia biflora</i> (L.) DC. 雙花蟛蜞菊								V	
<i>Wedelia chinensis</i> (Osbeck) Merr. 蟛蜞菊			V					V	
<i>Wedelia trilobata</i> (L.) Hitchc. 南美蟛蜞菊	V	V						V	V
<i>Wedelia prostrata</i> (Hook. & Arn.) Hemsl. 天蓬草舅			V						
<i>Xanthium strumarium</i> L. 蒼耳、羊帶來						V			
Basellaceae 落葵科									
<i>Basella alba</i> L. 落葵		V	V	V		V	V	V	
Boraginaceae 紫草科									
<i>Heliotropium indicum</i> L. 狗尾草							V		V
Bombacaceae 木棉科									
<i>Pachira macrocarpa</i> (Cham. & Schl.) Schl. 馬拉巴栗									V
Brassicaceae 十字花科									
<i>Lepidium virginicum</i> L. 獨行菜、小團扇薺				V	V	V	V		
<i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern 葶藶				V					
Casuarinaceae 木麻黃科									
<i>Casuarina equisetifolia</i> L. 木麻黃		V	V			V		V	V
Chenopodiaceae 藜科									
<i>Beta vulgaris</i> L. var. rapa Dumort. 甜菜								V	
<i>Atriplex nummularia</i> Lindl. 臺灣濱藜	V	V				V	V		
<i>Chenopodium acuminatum</i> Willd. subsp. <i>virgatum</i> (Thunb.) Kitam 變葉藜	V	V	V	V	V	V	V	V	
<i>Chenopodium album</i> L. 藜			V					V	
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. 臭杏	V	V	V			V	V		
<i>Chenopodium serotinum</i> L. 小藜、小葉灰藿	V	V				V	V	V	
<i>Suaeda nudiflora</i> (Willd.) Moq. 裸花鹼蓬、鹽定	V	V			V		V	V	
Combretaceae 使君子科									
<i>Terminalia catappa</i> L. 欖仁			V		V				V
<i>Terminalia mantalyi</i> H. Perrier. 小葉欖仁樹									V
Commelinaceae 鴨跖草科									
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f. 竹仔菜			V	V					

Convolvulaceae 旋花科

<i>Cuscuta chinensis</i> Lam. 中國菟絲子	V	V	V	V	V	V				
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam. 甘薯					V					
<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet 槭葉牽牛、番仔藤	V	V	V	V						
<i>Ipomoea indica</i> (Burm. f.) Merr. 銳葉牽牛	V	V	V			V				
<i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker-Gawl. 野牽牛	V	V	V				V			
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br. subsp. <i>brasiliensis</i> (L.) Oostst. 馬鞍藤	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Ipomoea sinensis</i> (Desr.) Choisy 白花牽牛						V	V		V	V
<i>Ipomoea triloba</i> L. 紅花野牽牛			V	V		V	V		V	V

Cucurbitaceae 瓜科(葫蘆科)

<i>Coccinia grandis</i> (L.) Voigt 紅瓜										V
<i>Momordica charantia</i> L. var. <i>abbreviata</i> Ser. 短角苦瓜	V	V		V			V			V
<i>Melothria pendula</i> L. 垂果瓜	V	V								

Cyperaceae 莎草科

<i>Cyperus haspan</i> L. 畦畔莎草										V
<i>Cyperus pilosus</i> Vahl 毛軸莎草										V
<i>Cyperus rotundus</i> L. 香附子	V	V	V	V	V	V		V	V	
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult. 黑籽荸薺(彎形蘭)										V
<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br. 乾溝飄拂草	V	V		V			V			
<i>Schoenoplectus validus</i> (Vahl) T. Koyama 莞										V
<i>Torulinium odoratum</i> (L.) S. Hooper 斷節莎			V	V						V

Dioscoreaceae 薯蕷科

<i>Dioscorea alata</i> L. 大薯			V							
------------------------------	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

Equisetaceae 木賊科

<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf. 木賊	V	V	V	V			V			
--	---	---	---	---	--	--	---	--	--	--

Euphorbiaceae 大戟科

<i>Acalypha wilkesiana</i> Muell.-Arg. 威氏鐵莧										V
<i>Bridelia tomentosa</i> Blume 土密樹										V
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp. 飛揚草、大飛揚草			V			V	V		V	
<i>Chamaesyce serpens</i> (Kunth) Small 匍根大戟			V		V					
<i>Chamaesyce thymifolia</i> (L.) Millsp. 千根草						V		V		
<i>Macaranga tanarius</i> (L.) Mull. Arg. 血桐							V	V		V
<i>Ricinus communis</i> L. 蓖麻	V	V	V	V	V	V	V	V		V
<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb. 烏桕			V							

Fabaceae 豆科

<i>Acacia confusa</i> Merr. 相思樹						V			V	V
<i>Aeschynomene americana</i> L. 敏感合萌									V	
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Schum.) J. Leonard 圓葉煉莢豆						V	V		V	
<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC. 煉莢豆	V	V	V	V		V				V

<i>Cajanus scarabaeoides</i> (L.) Thouars 蔓蠱豆									V	
<i>Canavalia lineata</i> (Thunb. ex Murray) DC. 肥豬豆	V	V	V				V		V	V
<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC. 濱刀豆										V
<i>Centrosema pubescens</i> Benth. 山珠豆										V
<i>Chamaecrista mimosoides</i> (L.) Greene 假含羞草							V			
<i>Crotalaria pallida</i> Aiton var. <i>obovata</i> (G. Don) Polhill 黃野百合	V	V	V	V	V		V			V
<i>Indigofera spicata</i> Forssk. 穗花木藍							V		V	
<i>Indigofera venulosa</i> Champ. ex Benth. 脈葉木藍							V			
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit 銀合歡	V	V		V	V	V	V	V	V	V
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb. 賽蜀豆	V	V	V	V	V	V			V	V
<i>Mimosa diplotricha</i> C. Wright ex Sauvalle 美洲含羞草							V		V	V
<i>Mimosa pudica</i> L. 含羞草			V	V			V		V	
<i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre 水黃皮									V	
<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC. f. <i>nuda</i> (DC.) H. Ohashi & Tateishi 小葉括根							V			
<i>Sesbania cannabiana</i> (Retz.) Poir 田菁			V	V	V	V	V	V	V	
<i>Vigna marina</i> (Burm.) Merr. 濱豇豆	V	V	V	V		V	V	V	V	V
<i>Vigna minima</i> (Roxb.) Ohwi & H. Ohashi 小豇豆										V

Goodeniaceae 草海桐科

<i>Scaevola sericea</i> Forst. f. ex Vahl 草海桐							V		V	V
---	--	--	--	--	--	--	---	--	---	---

Lythraceae 千屈菜科

<i>Ammannia baccifera</i> L. 水萹菜						V				V
----------------------------------	--	--	--	--	--	---	--	--	--	---

Malvaceae 錦葵科

<i>Abutilon indicum</i> (L.) Sweet 冬葵子、磨盤草							V	V		
<i>Hibiscus mutabilis</i> L. 木芙蓉										V
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. 朱槿										V
<i>Hibiscus sabdariffa</i> L. 洛神葵										V
<i>Hibiscus tiliaceus</i> L. 黃槿	V	V	V				V	V	V	
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke 賽葵				V			V	V		
<i>Sida acuta</i> Burm. f. 細葉金午時花				V		V				
<i>Sida cordifolia</i> L. 圓葉金午時花							V			
<i>Sida rhombifolia</i> L. 金午時花			V	V	V	V				V
<i>Urena lobata</i> L. 野棉花								V		

Meliaceae 楝科

<i>Melia azedarach</i> L. 楝							V	V	V	V	V
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---

Menispermaceae 防己科

<i>Stephania japonica</i> (Thunb.) Miers 千金藤								V		V	
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	---	--

Moraceae 桑科

<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L Her. ex Vent. 構樹	V	V	V			V			V	V
<i>Ficus benjamina</i> L. 白榕									V	
<i>Ficus microcarpa</i> L. f. 榕樹			V							

<i>Ficus microcarpa</i> L. f. var. <i>crassifolia</i> (W. C. Shieh) J. C. Liao 厚葉榕						V				
<i>Ficus septica</i> Burm. f. 稜果榕、大有榕										V
<i>Ficus superba</i> (Miq.) Miq. var. <i>japonica</i> Miq. 雀榕					V					
<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr. 葎草	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
<i>Malaisia scandens</i> (Lour.) Planch. 盤龍木										V
<i>Morus australis</i> Poir. 小葉桑					V		V	V		
Nyctaginaceae 紫茉莉科										
<i>Boerhavia diffusa</i> L. 黃細心								V		V
Onagraceae 柳葉菜科										
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P. H. Raven 水丁香					V	V		V		V
<i>Ludwigia perennis</i> L. 小花水丁香						V				
<i>Oenothera laciniata</i> J. Hill 裂葉月見草	V	V	V	V	V	V				
Orchidaceae 蘭科										
<i>Eulophia dentata</i> Ames 紫芋蘭	V	V								
Passifloraceae 西番蓮科										
<i>Passiflora foetida</i> L. var. <i>hispida</i> (DC. ex Triana & Planch.) Killip 毛西番蓮								V	V	V
<i>Passiflora suberosa</i> L. 三角葉西番蓮										V
Pittosporaceae 海桐科										
<i>Pittosporum pentandrum</i> (Blanco) Merr. 台灣海桐										V
<i>Pittosporum tobira</i> Ait. 海桐										V
Poaceae 禾本科										
<i>Arundo donax</i> L. 蘆竹										V
<i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf 巴拉草	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Cenchrus echinatus</i> L. 蒺藜草	V	V	V	V	V	V		V	V	
<i>Chloris barbata</i> Sw. 孟仁草	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Chloris formosana</i> (Honda) Keng 臺灣虎尾草	V	V								
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. 狗牙根	V	V	V	V	V	V		V	V	V
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv. 龍爪茅	V	V	V		V	V		V	V	V
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link 芒稷				V						V
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv. 稗				V	V		V	V		V
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. 牛筋草	V	V	V	V	V	V		V	V	V
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv. var. <i>major</i> (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan 白	V	V	V	V		V	V	V	V	V
<i>Ischaemum muticum</i> L. 無芒鴨嘴草	V	V								
<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex Schum. & Laut. 五節芒							V			
<i>Miscanthus sinensis</i> Anders. f. <i>glaber</i> Nakai 白背芒				V	V					
<i>Panicum maximum</i> Jacq. 大黍	V	V	V	V	V	V		V		V
<i>Panicum repens</i> L. 鋪地黍	V	V	V	V	V	V				
<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius 兩耳草				V	V	V	V		V	V
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir. 毛花雀稗					V				V	
<i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steud. 雀稗				V	V	V			V	V

<i>Paspalum vaginatum</i> Sw. 海雀稗	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach. 象草	V	V	V	V	V	V	V			V	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. 蘆葦	V	V	V	V	V	V	V				
<i>Phragmites vallatoria</i> (L.) Veldkamp 開卡蘆				V	V	V	V		V	V	V
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C. E. Hubb. 紅毛草	V	V	V	V	V	V			V	V	
<i>Saccharum spontaneum</i> L. 甜根子草	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Setaria geniculata</i> P. Beauv 莠狗尾草										V	
<i>Setaria pallide-fusca</i> (Schumach.) Stapf & C. E. Hubb. 褐毛狗尾草								V			
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth 鹽地鼠尾粟	V	V	V	V	V	V		V			
<i>Zoysia tenuifolia</i> Willd. ex Trin. 高麗芝	V	V									

Polygonaceae 蓼科

<i>Polygonum lanatum</i> Roxb. 白苦柱			V	V		V	V				
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. 早苗蓼			V	V	V		V				
<i>Rumex crispus</i> L. 皺葉酸模、皺葉羊蹄	V	V	V		V						
<i>Rumex maritimus</i> L. 連明子	V	V		V							
<i>Rumex nipponicus</i> Franch. & Sav. 小羊蹄			V	V							

Portulacaceae 馬齒莧科

<i>Portulaca oleracea</i> L. 馬齒莧	V	V	V	V	V	V		V	V		
<i>Portulaca pilosa</i> L. 毛馬齒莧	V	V	V	V	V	V			V		

Sapotaceae 山欖科

<i>Palaquium formosanum</i> Hayata 大葉山欖										V	
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

Rosaceae 薔薇科

<i>Pyracantha koidzumii</i> (Hayata) Rehder 臺東火刺木											V
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Rubiaceae 茜草科

<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam. 繖花龍吐珠				V							
<i>Paederia foetida</i> L. 雞屎藤			V		V	V			V	V	

Salicaceae 楊柳科

<i>Salix warburgii</i> Seemen 水柳				V							
----------------------------------	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

Sapindaceae 無患子科

<i>Cardiospermum halicacabum</i> L. 倒地鈴				V				V			
---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--

Scrophulariaceae 玄參科

<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell. 藍豬耳							V				
<i>Veronica undulata</i> Wall. 水苦蕒						V					

Solanaceae 茄科

<i>Lycium chinense</i> Mill.								V			
<i>Nicotiana plumbaginifolia</i> Viv. 皺葉煙草								V			
<i>Physalis angulata</i> L. 燈籠草、炮仔草、苦蕒			V		V						

<i>Solanum americanum</i> Miller 光果龍葵						V			
<i>Solanum capsicoides</i> All. 刺茄					V				
<i>Solanum nigrum</i> L. 龍葵	V	V	V			V	V	V	V
Thelypteridaceae 金星蕨科									
<i>Ampelopteris prolifera</i> (Retz.) Copel. 星毛蕨				V					
Tiliaceae 田麻科									
<i>Corchorus capsularis</i> L. 黃麻						V			
<i>Muntingia calabura</i> L. 南美假櫻桃、西印度櫻桃									V
Typhaceae 香蒲科									
<i>Typha angustifolia</i> L. 水燭				V	V				
<i>Typha orientalis</i> C. Presl 香蒲									V
Ulmaceae 榆科									
<i>Celtis sinensis</i> Pers. 朴樹				V		V	V		V
<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq. 榔榆								V	
Urticaceae 蕁麻科									
<i>Boehmeria densiflora</i> Hook. & Arn.. 密花芋麻									V
<i>Gonostegia pentandra</i> (Roxb.) Miq. var. <i>hypericifolia</i> (Blume) Masamune 石薯				V	V				
Verbenaceae 馬鞭草科									
<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh. 海茄冬						V		V	
<i>Clerodendrum inerme</i> (L.) Gaertn. 苦林盤									V
<i>Lantana camara</i> L. 馬纓丹	V	V	V			V	V	V	V
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene 過江藤	V	V						V	
<i>Stachytarpheta urticaefolia</i> (Salisb.) Sims 長穗木								V	V
<i>Vitex rotundifolia</i> L. f. 海埔姜	V	V		V	V			V	V
Vitaceae 葡萄科									
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Trautv. var. <i>hancei</i> (Planch.) Rehder 漢氏山葡萄	V	V							
<i>Cayratia corniculata</i> (Benth.) Gagnepain 角花烏斂莓	V	V	V						
<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagnep. 虎葛	V	V	V						
Zygophyllaceae 蒺藜科									
<i>Tribulus taiwanense</i> T. C. Huang & T. H. Hsieh 臺灣蒺藜						V			

附錄三 期中、期末委員審查意見回復

期中報告審查意見回復

審查委員	審查意見	意見回復
<p>台灣大學 郭教授幸榮</p>	<p>1.本計畫擬以台灣中、東部河口為對象，調查揚塵狀況且評估植生抑制揚塵之功能，發展其育林作業技術，推廣揚塵樹種之栽植，為期兩年，本(99)年為第一年。</p>	<p>謝謝委員賜正。</p>
	<p>2.目前(期中報告為止)已進行大安溪、大甲溪、大肚溪、濁水溪、卑南溪基本資料及氣象、懸浮微粒相關資料之蒐尋及建檔，另進行河口現地及植群調查，以作為後續研究工作之基礎。</p>	<p>謝謝委員賜正。</p>
	<p>3.建議評估各河口之主要逆境因子及蒐集各樹種之生理生態習性作為樹種篩選之依據。</p>	<p>謝謝委員建議，樹種特性等基本資料於本報告附錄一內補充，包括各樹種之物候特性、種苗特性、生長特性及利用特性等。</p>
<p>林業試驗所 陳研究員財輝</p>	<p>1.河岸防風林樹種篩選極有應用性價值。</p>	<p>謝謝委員賜正。</p>
	<p>2.河川現地調查方面，能否區分高灘地樹種及距河床流心遠近，做出樹種分布縱斷面略圖。</p>	<p>此次調查範圍主要以河堤外側為主，因樹種分布零散，故無法完整做出樹種與河心距離之縱斷面圖，僅有少部分地區能做出樹種之縱斷面圖。</p>
	<p>3.已調查樹種可否區分常綠、落葉樹種、喬灌木，以及一年生及多年生草本?秋冬落葉樹種之防風沙效果會大打折扣。</p>	<p>目前所調查之樹種皆為常綠樹種，並已在報告中註記屬灌木之樹種；河床上環境因季節不同之變化差異大，故仍需進行不同季節的調查，方能找出</p>

		於揚塵危害季節仍有固沙效益之草本植物。
林業試驗所 簡研究員慶德	1.請在期末報告時將調查的植物進行量化，如多、中、少等，並比較各河川間植物種類的異同。	在本次報告中，將各溪流河床上之植生植物用線截法進行調查，再計算出河床上植生之種類優勢度及頻度，以探討河床植生之優勢種類；在附錄二的部分，將各溪流植物名錄加以整合，由此可比較在不同溪流間之植物種類異同。
	2.河岸兩旁栽植綠帶樹種之可行性評估。	在目前調查的結果中顯示，位於迎風面第一線的最佳樹種為木麻黃與黃槿；另潛在植群之木本植物有構樹、棟樹、血桐等樹種，因為該種類皆已適應河川出海口附近之環境，可在強風下生長，故進行人工栽植應是有可能的。

期末報告審查意見回復

審查委員	審查意見	意見回復
<p>台灣大學 郭教授幸榮</p>	<p>1.本計劃針對主要溪流的出海口河床調查植群的組成種類、生長狀況及探討逆境因子對葉部之傷害，為期2年。本年度已調查大甲溪、大安溪、大肚溪、濁水溪及卑南溪5處，且評估生長良好的樹種之表現及提出在未來樹種引用之建議。</p>	<p>謝謝委員賜正。</p>
	<p>2.依調查結果，木麻黃及黃槿為第一線最優良之樹種，第二線則構樹、苦楝及朴樹可生長良好且可行天然更新。</p>	<p>謝謝委員賜正。</p>
	<p>3.研究結果認為乾旱、鹽霧、強風、揚塵、飛砂對葉片之磨傷，以構樹、血桐、黃槿、棟樹及草海桐等較為輕微，究竟緣於樹種的特性或所處微環境不同所導致？建議予以補強論述，以提高樹種引用之參考價值。</p>	<p>謝謝委員建議，樹種特性等基本資料於本報告附錄一內補充，包括各樹種之物候特性、種苗特性、生長特性及利用特性等。</p>
	<p>4.何謂潛在植被？其應用在綠帶建造的價值為何？</p>	<p>潛在植被所指的是，在當地</p>
<p>林業試驗所 陳研究員財輝</p>	<p>1.河床植生是否僅調查草本，有否林投生長，有否可能推廣此樹種？</p>	<p>研究中使用線截法取樣，而位於樣線範圍內之植物皆有記錄，但因取樣位置較接近行水區，故木本植物種類較少；在目前所調查之河床植生中，並</p>

		<p>未有林投的生長，但林投為一耐風性強之植物，故會在未來的調查中，進行林投的相關調查與研究。</p>
	<p>2.附表二.樹種不易識別，是否適度畫一橫列。</p>	<p>已在目錄中加進橫線以利識別。</p>
<p>林業試驗所 簡研究員慶德</p>	<p>1.請考慮河堤內外植被分開撰寫。</p>	<p>在報告中，河床中植被植物之調查主要是以河堤內為主；在木本植物則是以河堤外之木本植物為主，但因許多木本植物之生長位置位於河堤內外，故較難清楚畫分出堤內及堤外；此一部分會在未來進行調查及報告撰寫時進行區分，謝謝委員指正，</p>
	<p>2.河岸植物選擇建議案。</p>	<p>在近出海口，位於迎風面之第一線植物，以木麻黃與黃槿為佳；靠近內陸或第二線植物，則以構樹、棟樹、血桐為佳。</p>