

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 100-00-5-03

臺灣河岸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

成果報告



委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：國立嘉義大學

中華民國 100 年 12 月

臺灣河岸生態綠帶樹種篩選與現況調查

摘要

本研究針對揚塵危害嚴重之大安溪、大甲溪、大肚溪、濁水溪及卑南溪等河川進行河床上潛在植群研究及沿岸綠帶現況調查，以線截法調查河床潛在植被，發現以馬鞍藤(*Ipomoea pescaprae*)、海埔姜(*Vitex rotundifolia.*)、大花咸豐草(*Bidens pilosa*)、孟仁草(*Chloris barbata*)、白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)、甜根子草(*Saccharum spontaneum*)為優勢種類，且以群叢散佈方式於河床上生長；沿岸綠帶現況調查，發現以木麻黃(*Casuarina equisetifolia*)、黃槿(*Hibiscus tiliaceus*)為最佳，潛在植被中以構樹(*Broussonetia papyrifera*)、楝樹(*Melia azedarach*)、朴樹(*Celtis sinensis*)、血桐(*Macaranga tanarius*)與榕樹(*Ficus microcarpa*)適應最為良好。在揚塵環境中亦生長良好的樹種有構樹、楝樹及朴樹，在緯度較低的大肚溪尚有血桐及草海桐，草海桐為灌木類較為適為下層植被。

針對濁水溪南岸綠帶的滯塵效應進行探討，比較自西螺大橋至出海口間，沿岸綠帶不同樹種之滯塵效應；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 sericeal*)等樹種之葉片受害不明顯；在白千層(*Melaleuca leucadendra*)、榕樹、水黃皮、臺灣欒樹(*Koelreuteria elegans*)、銀合歡(*Leucaena leucocephala*)及茄苳(*Bischofia javanica*)等受害情形較嚴重。滯塵量最佳的樹種為木麻黃，其次為白水木。於濁水溪出海口不同防風設施後方之河岸防風林帶行生長狀況評估，評估林帶在受東北季風危害後的恢復情形與林帶的減風效應，並進行風向及風速的觀測，發現造林地前緣若有減風屏障者，其生長狀況較無屏障者為佳。

關鍵字：揚塵、潛在植被、滯塵

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

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*, *Bidens pilosa*, *Chloris barbata*, *Imperata cylindrica* and *Saccharum spontaneum* are considered the superior vegetation for living onriverbed in thicket while investigating with the line transect's. Regarding the current situation of green belt alongside the rivers, *Casuarina equisetfolia* and *Hibiscus tiliaceus* are found the best for shelter forest; as for the adaptabilities, *Broussonetia papyrifera*, *Melia azedarach*, *Celtis sinensis*, *Macaranga tanarius* and *Ficus microcarpa* are suggested to be the best ones. On the contrary, the worst conditions are the street trees, *Pongamia pinnata* at sides of Dajia River and Dadu River though the *P. pinnata* 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 *B. papyrifera*, *M. tanarius*, *H. tiliaceus*, *M. azedarach* and *Scaevola sericea* are minor than which of *Melaleuca leucadendra*, *F. microcarpa*, *P. pinnata*, *Koelreuteria elegans*, *Leucaena leucocephala* and *Bischofia javanica*. This research shows: *C. equisetfolia* is suggested to be the best understory for shelter forest while the *H. tiliaceus* is suitable to be the understory of multi-storied forests; *B. papyrifera*, *M. azedarach* and *C. sinensis* are grow well in a blowing dust environment, as well as the *Macaranga tanarius* and *S. sericea* which live alongside Dadu River, sited at a lower latitude. As a shrub, *S. sericea* also suitable for being the understory.

目次

摘要·····	3
目次·····	4
一、前言·····	6
二、前人研究·····	7
(一)植物滯塵背景之探討·····	8
(二)滯塵的種類·····	9
(三)植物滯塵能力·····	11
二、現況調查與分析·····	12
(一)河岸生態綠帶樹種現況調查·····	12
1. 各河口植群生態調查·····	12
2. 各河川綠帶綠帶現況·····	13
3. 河岸生態綠帶土壤性質調查·····	13
4. 綠帶樹種適應調查及評估·····	14
(二)河岸生態綠帶樹種葉部受害與滯塵量研究·····	17
1. 葉部受害情況·····	17
2. 河岸林的滯塵量研究·····	17
3. 河岸林之適應性·····	19
四、結果與討論·····	22
(一)河岸生態綠帶樹種現況調查·····	22
1. 各河口植群生態調查·····	22
2. 各河川綠帶綠帶現況·····	26
3. 河岸生態綠帶土壤性質調查·····	34
4. 各河川綠帶樹種適應調查及評估·····	36
(二)河岸生態綠帶樹種葉部受害與滯塵量研究·····	41
1. 葉部受害情況·····	41

2. 河岸林的滯塵量研究.....	51
3. 河岸林之適應性.....	58
五、結論.....	66
六、參考文獻.....	68
附表 1. 期中報告委員審查意見回覆.....	74
附表 2. 期中報告委員審查意見回覆.....	76
附錄 1. 臺灣主要河川綠帶優勢樹種之育林特性.....	81
附錄 2. 各河床植被調查之相對優勢度、及相對頻度、及重要值.....	88
附錄 3. 各河川南北岸植物名錄與分佈位置.....	98

一、前言

臺灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海洋板塊的銜接處，屬地質作用頻繁的活動地帶。受造山運動作用，使臺灣高山縱橫、山谷密布，地形落差極大，河川以東西流向為主，雖西坡河川較東坡流路長，但仍屬於流短坡陡、水流湍急的急流性河川（徐美玲，2008），且臺灣地區年雨量分配不均，雨季水量豐沛時，河川流量及輸沙量甚為驚人；於枯水季時，甚至呈現荒溪型態。因在上游地區河谷地形陡峭、地質脆弱，易發生崩塌、沖蝕及沖刷，而在下游平原區，因流域寬廣，流速減緩，導致大量的土沙堆積而沖積成氾濫平原（蕭慶章，2003）。

氣候變遷所造成的極端氣候，使臺灣地區的乾濕季情況更為明顯，雨季時的暴雨，在上游匯流成洪水夾帶大量土石沖刷而下，在下游地區則因流速減緩形成嚴重淤積；到了枯水期，則因水量的不足，導致大面積河床裸露，而此時正值東北季風盛行季節，強勁的北風帶著河床上的淤沙不斷向側方陸地飄移，導致河川南岸的農田、村落遭受到揚塵的危害，空氣品質劣化，嚴重影響生活品質，尤其以雲嘉南、高屏及臺東地區之情況較為嚴重。

目前隨著全球性沙塵暴危害所帶來的高濃度懸浮粒子，因嚴重影響生活品質而受到重視；而當前臺灣發生的局部性河川揚塵，情況亦類似小型沙塵暴，且對沿岸居民的身體健康與生活品質構成威脅（環保署，2009）；且在2009年8月8日莫拉克颱風造成的洪災過後，濁水溪、大安溪、大甲溪、大肚溪、卑南溪等主要河川的揚塵問題更趨於嚴重。在目前，各主要河川揚塵好發區，已有揚塵防制工程的進行，但效果仍不如預期，且在河道中的防沙工程，常因河川流量的不穩定而在洪水後而付之一炬。因此改善揚塵危害，是目前政府各部會正極待解決的問題，也是當前全民需一同面對的重要課題。

在全球氣候變遷下所造成的氣溫上升，加速了水文循環，也導致降雨量、逕流量、洪水及乾旱的強度與頻率都因此增加（Fredrick and Major, 1997）。此一情況的

發生，將使河床裸露的時間拉長；逕流量的增加，也使河川內的植被沖刷更為嚴重，最終也造成風沙問題日益嚴重(游保杉，2007)。因此在河川內所建置的揚塵改善工事，常會因河川流量的變化而遭到破壞，故篩選河岸適宜的樹種做為揚塵防制，為未來的趨勢。

針對目前揚塵問題嚴重河川之河岸進行防沙綠帶樹種現況調查與評估，再對河川下游地區沿岸之適生植群生態調查，選育出潛在之耐適物種；並發展該耐適物種之培育技術，以提供在擴大復育栽植以減緩揚塵之栽植參考。

二、前人研究

臺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。其中又以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、高屏及臺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，尤其在攔截泥沙、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。

臺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，就臺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。

(一)植物滯塵背景之探討

因樹種的耐性、樹形、葉片形狀、葉片面積、葉片構造(光滑或披毛)及葉片著生密度皆有所不同，故在攔截砂土的效用會有所差異，因此對現有之河岸防風林及位於河流兩側之行道樹、潛在植群及新建造之樹種進行滯塵量進行研究，並利用葉面積儀、樹冠密度儀及蒐集林木的生長基本資料，進一步探討不同樹種攔截砂塵之效益及受揚塵危害後之適應情況，以利日後做為攔沙植物之參考。一般降雨可洗除葉表上滯留的微粒，尤其對粒徑 20~30 μm 的微粒最具淋洗效果；而對於 5 μm 以下的微粒，淋洗的效果則較差（蔡志明等，2005）。微粒降落於植物表面的機制主要可分為三種：(1)受重力作用而沉降(sedimentation)。(2)因撞擊而沉降(impaction)。(3)因降雨淋洗而沉降。以上的三種機制，即造成微粒的停著、附著和黏著；其中停著的微粒易受風的影響而被吹離葉表面；以附著方式停留的微粒則需在較大的風或降雨時才會被帶離葉表；黏著的塵粒則是在大雨情況下，僅有部份會被帶離葉表面。

一般植物除了地下根部以外，其地上部與大氣接觸的任何部位，都具有滯塵的功能，故不論是大氣中的懸浮微粒或是落塵等污染源，植物對其的吸附與過濾皆佔有重要的角色。但微粒對植物葉表之沉降速率，常受到很多因素的影響而很難確實測定。樹木雖能吸附對人體有害的微粒，但有些在被植物吸附後，仍會受風吹襲而再次回到大氣中，再者因雨水的淋洗及葉片掉落而回歸土壤中。

植物葉片表面在乾燥時，滯塵量受微粒慣性作用之控制，即多傾向沉積於迎風面之葉緣；此乃因微粒隨著氣流的方向流動時，慣性作用會使其較易衝撞到葉片的迎風面，造成沉降(王寶貫，1995)。

葉片的滯塵效果，在葉面積較小且較粗糙者，比葉面積大但光滑的葉片效果更為良好 (Smith, 1984; Davidson and Wu, 1990)；針葉樹的葉片面積極小，沉降的阻力較小，故單位面積之滯塵量也較高；但闊葉樹的葉片很寬大，易有較大的臨界面阻力，影響微粒之沉降，使單位面積的滯塵量較低。大部份的微粒會累積在迎風面的葉緣，且新的一層微粒會再累積於其上，而厚度會逐漸增加直到達成平衡為止。樹葉在截留沙塵有停著、附著與黏著等三種方式；落塵以停著為主，葉表被毛的葉片則以附著為主；林木若位於沿海地區，常受鹽霧吹襲，則葉片覆蓋鹽霧後，沙塵便會以黏著的方式滯留在葉片上(蔡志明等，2005)。

(二)滯塵的種類

大氣中的微粒一般是指粒狀污染物，落塵及懸浮微粒是屬於空氣污染物中的粒狀污染物，兩者合稱為「塵埃」。懸浮微粒，係指粒徑在 $10\mu\text{m}$ 以下之粒子，一般醫學界認為僅有此類微粒可進入人體呼吸道，其中 $2.5\mu\text{m}$ 以下的顆粒可沉積於肺泡中，危害最為嚴重。故目前環保單位以「粒徑小於等於 $10\mu\text{m}$ 之懸浮粒子微粒 (Particulate matter $\leq 10\mu\text{m}$ ，簡稱 PM_{10})」及「粒徑小於等於 $2.5\mu\text{m}$ 之懸浮粒子微粒 (Particulate matter $\leq 2.5\mu\text{m}$ ，簡稱 $\text{PM}_{2.5}$)」為標準 (孫岩章，2001)。落塵，是

指粒徑超過 $10\mu\text{m}$ ，能因重力逐漸落下，例如土壤微粒、工地落塵等，可在細分成粒徑小於 $100\mu\text{m}$ 的微粒灰塵（fine dust）與粒徑大於 $100\mu\text{m}$ 的粗粒灰塵(coarse dust)(孫臆勛，2002)；由於落塵的顆粒較大，不易進入人體，故對人體健康危害不大，但落塵卻會對植物生長造成影響。

因濁水溪是目前受揚塵危害最為嚴重的溪流，且在溪流南岸具有較完整之防風林帶，因此滯塵研究先針對濁水溪南岸進行。由環保署的空氣品質監測網站可瞭解濁水溪下游兩岸城鎮的空氣品質，即南岸與北岸之空氣品質監測站所測得之 PM_{10} 數據，北岸測站為彰化二林測站，南岸為雲林台西及崙背測站(表 1)。

表 1. 濁水溪之南、北岸測站 2006 年至 2010 年 6 月之 PM_{10} 濃度監測($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

月分	2010			2009			2008			2007			2006		
	二林 (北)	台西 (南)	崙背 (南)	二林 (北)	台西 (南)	崙背 (南)	二林 (北)	台西 (南)	崙背 (南)	二林 (北)	台西 (南)	崙背 (南)	二林 (北)	台西 (南)	崙背 (南)
1	75	72	75	79	64	76	70	54	67	74	65	85	76	55	76
2	54	43	52	69	60	76	69	58	76	78	67	91	80	62	86
3	105	111	112	65	57	70	101	98	109	60	48	65	87	81	97
4	61	55	64	73	68	76	76	64	73	63	60	71	68	65	63
5	64	45	54	67	64	71	58	55	60	67	59	72	52	43	59
6	47	26	31	47	44	48	41	34	36	31	25	33	34	29	32
7				39	24	36	42	30	43	38	28	37	42	32	50
8				47	37	44	45	40	39	33	29	35	45	48	56
9				64	60	68	69	59	69	62	57	74	56	56	68
10				74	92	117	75	63	83	62	60	88	88	77	107
11				74	77	128	79	70	105	63	52	87	69	66	84
12				78	81	99	85	76	105	84	68	92	61	57	78

由 PM_{10} 濃度的監測結果可知，每年 10 月至翌年 4 月的東北季風季節，其揚塵危害較嚴重。因東北季風受雪山山脈與中央山脈的影響而使風向由東北風轉變為北風，因此濁水溪南岸的 PM_{10} 濃度遠高於北岸(表 1)，表示揚塵危害多在南岸發生；由於在台西測站與濁水溪河床間的區域有一片木麻黃防風林帶，因此台西與崙背雖同在南岸，但崙背測站所測得的 PM_{10} 濃度比台西來的高。

(三)植物滯塵能力

植物滯塵能力是指單位葉面積在單位時間中滯留的粉塵量。一次滯塵，是指葉片經過雨水清潔後，再重新開始滯留粉塵，而隨時間的推移，滯留的粉塵量會逐漸加大，但滯留量不會隨著時間無限增加，因葉片滯留的粉塵量會隨時間達到一個動態平衡，即滯留在葉片上的粉塵會與從葉片上揚起的粉塵量相等，使滯塵除於飽和的狀態，直到再一次降雨來臨，而完成一次滯塵週期（姜紅衛等，2006）。

根據姜紅衛等（2006）的研究，可由單位葉面積的滯塵量來回推整株樣樹的滯塵能力；量測樣樹樹冠的冠幅，並以所採取的葉片面積推估樣樹總葉面積，總葉面積與樹冠幅之比即得葉面積指數(Leaf Area Index, LAI)，再以單位葉面積滯塵效應與葉面積指數的乘積即為單位綠化面積滯塵效應，並以整株樣樹滯塵能力為基準估算林分的滯塵能力。

葉表面氣孔的大小與氣孔密度是影響滯塵量重要的控制因素之一(Abbruzzese et al., 2009)。Krajickova and Mejstri (1984) 發現微粒可以造成物理性的堵塞氣孔，特別是和氣孔孔徑大小相近(8~12 μm)或更小的微粒，而 Prusty et al. (2005) 發現當微粒降落於植物葉片上時，容易阻礙陽光穿透及堵塞氣孔，因而妨礙光合作用；此外，微粒沉降於葉表時還可能造成葉溫上升、蒸散作用下降及水分散失增加等結果（Eller, 1977；Eveling, 1969；Eveling and Bataille, 1984），微粒也會對植物外觀造成傷害，從細胞破壞、葉片壞疽到樹皮脫落等（Framer, 1993），影響的程度視植物對粉塵的抗性而定。

二、現況調查與分析

(一)河岸生態綠帶樹種現況調查

1.各河口植群生態調查

針對大安溪、大甲溪、大肚溪、濁水溪及卑南溪等河川出海口南、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，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 m。另設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)。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培育參考(附錄3.)。

植被之相對頻度與相對優勢度計算：

相對頻度(%) = $x/100$ ；

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。

相對優勢度(%) = $x/100$ ；

利用相對優勢度探討適宜生長植被種類。

(一)河岸生態綠帶樹種現況調查

2.各河川綠帶綠帶現況

各河川在地理位置、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。

a.原有防風林帶：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。

b.新建造的防風林帶：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風林多，在大安溪南岸、濁水溪北岸及南岸皆有設置。

c.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形成的綠帶，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。

d.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危害。

e.耕地防風林：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。

3.河岸生態綠帶土壤性質調查

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：土壤鹽分與土壤pH 值。

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。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。

4.綠帶樹種適應調查及評估

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(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)，如下述。

(1)胸高直徑：使用3 m 測高桿於胸高1.3 m 處測量之。

(2)樹高：使用12 m 伸縮測高桿測定之。

(3)枝下高：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)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。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：測量時為方向垂直的兩個樹冠直徑之平均值，且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求得準確之冠幅數據。

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。

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。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,Conkling and Byers, 1993；劉玲華，2005)

D.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，作為樹冠密度評估的參照(Redfern and Boswell, 2004)。觀測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。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。

E.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；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)。

(5)綠帶樹種適應分析

本研究使用SPSS 12 統計套裝軟體進行分析。

A.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。

$$X'=(X_1, X_2, \dots, X_k), \mu'=(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k)$$

$$Y'=(Y_1, Y_2, \dots, Y_k)$$

$$\varepsilon'=(e_1, e_2, \dots, e_k) \quad A=$$

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

$$\sigma_{11} \sigma_{12} \dots \sigma_{1k}$$

$$\sigma_{21} \sigma_{22} \dots \sigma_{2k}$$

$$\sigma_{k1} \sigma_{k2} \dots \sigma_{kk}$$

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Z0 值；Z0 減 $\sqrt{n}$ 為Z1 值；Z1 值減 $\sqrt{n}$ 為Z2 值，即Z0 減 $2\sqrt{n}$ 。最後進行林分健康單尾檢定，以Z0 小於1.645 者為林木健康；Z0 大於1.645 者為輕度不健康；Z1 大於1.645 者為中度不健康；Z2 大於1.645 者為重度不健康(邱柏瑩，2003)。

B. 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， $A=$

$X_1, \dots, X_k$ ：k 個分析性解釋變數

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)。

(二) 河岸生態綠帶樹種葉部受害與滯塵量研究

1. 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：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。再將濾紙浸泡GA 中至少3hrs，以搖晃方式進行置於4℃冰箱內。PS.液面避免與瓶蓋接觸。以0.1M 磷酸緩衝溶液加蔗糖水洗10 分鐘，重複3 次，置於4℃冰箱內，每隔5 分鐘搖晃一次。置於冰塊中以Ethanol 脫水；將樣本脫水至臨界點後，使用真空鍍金機將樣本鍍金，即可上機觀察。

2.河岸林的滯塵量研究

沿濁水溪南岸，以西螺大橋為起點，將南岸分為四個線狀採集地點，由東至西，分別畫分成河岸聚落區、農田區、河岸林區及河口區，於沿線植群綠帶及常見樹種進行採集，選擇林木生長良好之區域，同一樹種隨機選擇五樣木，統一採取面對河岸，且高度接近2m、完全露出可以確實接收滯塵的葉片，每棵樣木皆採集樣木左右上中下5處葉片，並於降雨後一週採集，葉片採集後放入夾鍊袋，在葉片枯黃前儘速進行滯沙量測定。每個採集區域所有的樹種皆不相同，採集區域的環境概況也不盡相同。



圖 1.採集區域示意圖。

- A.河岸聚落區：**此區有被河堤所擋，且經過人為規劃，人工設施較多，如涼亭、步道，因此有許多民眾會在此區進行休閒活動；採集區域離河岸最遠有1.43km、最近為0.71km，植株間距離較近，此區域選擇的樹種有臺灣欒樹(*Koelreuter formosana*)、樟樹(*Cinnamomum camphora*)、榕樹(*Ficus microcarpa*)、印度橡膠樹(*Ficus elastica*)、血桐(*Macaranga tanarius*)。
- B.農田區：**此區亦有被河堤所遮擋，且部份地區有經過規劃，大部分的區域為農田及農舍，植株多為用來作耕地防風林，採集區域到河岸距離在0.73~1.56km之

間，所選擇試驗樹種有波羅蜜(*Artocarpus heterophyllus*)、麻竹(*Dendrocalamus latiflorus*)、野桐(*Mallotus japonicus*)。

C.河岸林區：此區域的河岸地有部份裸露，河岸植被不多，植株間距離密集，且採集區域距離河岸近，在0.36~0.90km 間，是所有採集區域裡離河岸最近的區域，選擇試驗樹種有木麻黃、月橘(*Murraya paniculata*)、血桐、黃槿、梭果榕。

D.河口區：此區域的河岸裸露地多，植被覆蓋少，靠近海岸，但與河岸的距離為所有採集區域中最遠，與河岸的距離在1.25~1.61km之間，且海風所揚起的沙塵量大，植株距離前段較疏、後段密集，選擇的試驗樹種有木麻黃、水黃皮、黃槿。

將樣本放至於2.5%戊二醛 (glutaraldehyde ,GA) 固定液中三小時，以0.1M磷酸緩衝溶液 (pH7) 清洗。經10%、20%、30%、50%、70%、80%、90%、95%、100%系列酒精及100%丙酮脫水後，進行臨界點乾燥 (HITACHI HCP-2 Critical Point Dryer) 和真空鍍金機鍍金後 (PELCO SC-6 sputter coater)，以掃描式電子顯微鏡 (HITACHI S-3500N scanning electron microscope ,SEM) 觀察其細微構造，並照相紀錄之。同時將所採集之樹種葉片置入已事先秤重的燒杯中(燒杯重量為 W_0)，並加入適量的二次蒸餾水，在加入蒸餾水的同時沖洗葉片表面及背面，以洗下大部分的沙塵，再以超音波震盪器進行震盪10分鐘，葉片取出再次以二次蒸餾水沖洗，把殘留的沙塵洗淨。將燒杯放入烘箱中以110°C 蒸乾全部水份，然後稱取重量(W_1)，則 $W_1 - W_0$ 為葉片攔截微粒的重量。最後將洗淨的葉片使用葉面積測定儀進行葉面積測定(此值為A，單位 cm^2)，實際量測計算公式 (蔡志明等，2005)：

$$\text{實際滯塵量}(\text{mg}/\text{cm}^2) = (W_1 - W_0)/A$$

W_0 ：燒杯淨重(mg)， W_1 ：燒杯淨重+微粒量(mg)，A：單面的葉面積(cm^2)

3.河岸林之適應性

參考林木生長調查及現況評估之各部性狀，如林木生長之冠層、高生長與直

徑生長。另外也包括林木枝葉枯死狀況、林木損傷程度及存活紀錄，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。樣區位於濁水溪出海口南岸防風林帶之迎風面，其分布位置如圖2所示，

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。

4.林木生長情形之研究

當防風林呈現完整鬱閉、多段式林帶設置以及林木高度在 7m 以上者，可有較佳的減風效果，而此三點特徵可成為具有優良防風效果的指標，且研究結果有效說明南岸防風林之減風效果及滯塵效益。因此林木生長狀況良好時，才會具有最佳之防風效果。故在研究中，先針對河川南岸防風林帶迎風面之林木進行生長恢復之調查，以探討植物在受到東北季風季節結束後，其林木受害的恢復情形，目前也是先以防風林帶最完善之濁水溪南岸防風林帶為研究對象。



圖 2 濁水溪南岸樣區位置圖

林帶主要組成樹種為木麻黃，該地區位於東北季風迎風面，在強勁的北風吹襲下，木麻黃梢枯情形嚴重且有明顯的偏冠生長，近年來於孔隙再間植水黃皮、白水木、黃槿等，但是在強風侵襲之下，生長不良情形時有所見；其中木麻黃新生枝芽從背風面長出，冬季東北季風強勁使其呈末梢枯萎，此為了因應乾燥及強風呈現落葉反應，外表看似死亡，其實保存生命力等待東北季風漸弱之後，逐漸由背風面先長出嫩葉；水黃皮及黃槿也可見明顯的風害，其葉緣呈現乾枯，冬季強勁東北季風也造成植株落葉反應；白水木則因為葉面佈滿防止水分散失的絨毛。樣區的設置主要分為三種類型，分別為：有河堤屏障者，如第一、第二樣區；有防風籬屏障者，如第三、第四樣區；無任何屏障者，如第五、第六樣區(圖2)。

林帶前方有河堤為屏障，因河堤高度約略與木麻黃林帶高度相同，故此處之木麻黃除有向南偏冠的情形發生外，其餘生長情況頗為良好(圖 2-1)。林帶前設有防風籬，由現地觀察的結果可知，林緣迎風面的小枝著生情況，僅生長於低於防風籬高度，但此一情況則因深入林帶內而漸不明顯(圖 2-2)。

C. 無屏障(第五、六樣區)

樣區位於出海口附近，前方為魚塢，且無防風籬或河堤等屏蔽物，林帶栽植

以密植方式進行，但可能因強風危害，使該處林木之小枝皆以萌蘗方式出現於樹幹背面(圖 2-3)。



圖 2-1 第一、二樣區



圖 2-2 第三、四樣區



圖 2-3 第五、六樣區

四・結果與討論

(一)河岸生態綠帶樹種現況調查

1.各河口植群生態調查

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。因河川兩側溪床皆以草本植物為優勢，採用直線橫截樣區法進行植被調查，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、北岸植物名錄(附錄一-1-5 表)。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，河床植被潛植群調查研究結果：

(1)大安溪出海口附近河床上之潛在植群調查

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，河床植群多以群叢的方式出現，較少零星分布(表2)。

表2.大安溪河床植被之主要優勢植物重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	重要值
馬鞍藤	12.07	12.26	12.17
大花咸豐草	11.31	10.97	11.14
海埔姜	11.58	8.60	10.09
孟仁草	8.52	8.60	8.56
白茅	8.79	7.74	8.27
甜根子草	5.91	4.95	5.43
雞屎藤	3.18	4.95	4.07
濱刀豆	4.05	3.66	3.86
狗牙根	4.15	3.44	3.80
銀合歡	3.49	3.44	3.47

(2)大甲溪出海口附近河床上之潛在植群調查

大甲溪河床區域潛在植被調查之結果(表 3)，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，亦是以群叢的方式出現。

表3.大甲溪河床植被之主要優勢植物重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	重要值
馬鞍藤	11.18	12.10	11.64
大花咸豐草	10.81	10.83	10.82
海埔姜	11.86	8.49	10.18
孟仁草	8.52	8.49	8.51
白茅	9.08	7.64	8.36
甜根子草	5.91	4.88	5.40
雞屎藤	3.17	4.88	4.03
狗牙根	4.15	3.40	3.78
濱刀豆	4.05	3.40	3.73
賽蜀豆	2.15	2.76	2.46

(3)大肚溪出海口附近河床上之潛在植群調查

大肚溪河床潛在植被之調查結果(表4)，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%。

表4.大肚溪河床植被之主要優勢植物重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	重要值
馬鞍藤	9.20	11.92	10.56
大花咸豐草	10.19	10.67	10.43
海埔姜	10.16	8.37	9.27
孟仁草	8.50	8.37	8.44
白茅	8.96	7.53	8.25
雞屎藤	4.58	5.44	5.01
甜根子草	4.91	4.81	4.86
狗牙根	4.09	3.35	3.72
濱刀豆	4.00	3.35	3.68
賽蜀豆	2.12	2.72	2.42

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)濁水溪出海口附近河床上之潛在植群調查

濁水溪河床潛在植被調查結果(表5)，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%，而在白茅及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。

表5.濁水溪河床植被之主要優勢植物重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	重要值
馬鞍藤	9.01	11.40	10.21
大花咸豐草	7.99	10.20	9.10
海埔姜	9.45	8.00	8.73
白茅	9.41	7.20	8.31
孟仁草	8.18	8.00	8.09
甜根子草	6.21	4.60	5.41
雞屎藤	4.40	5.20	4.80
狗牙根	3.94	3.20	3.57
美州含羞草	3.20	3.20	3.20
開卡蘆	3.15	2.60	2.88

(5)卑南溪出海口附近河床上之潛在植群調查

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。

表6.卑南溪河床植被之主要優勢植物重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	重要值
馬鞍藤	13.83	14.21	14.02
大花咸豐草	13.52	12.72	13.12
孟仁草	10.92	9.98	10.45
海埔姜	11.25	8.73	9.99
白茅	10.89	8.98	9.94
甜根子草	5.20	4.74	4.97
雞屎藤	3.93	5.74	4.84
濱刀豆	4.78	3.74	4.26
銀合歡	4.33	3.99	4.16
南美蟛蜞菊	3.33	2.24	2.79

由表2~表6 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。

而依各表相對頻度，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。

2.各河川綠帶綠帶現況

現有防砂綠帶現況調查與評估分析，內容包含，現有的林帶種類及分布情況，並利用相對優勢度之結果來探討適宜生長之植被種類。而大安溪、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：

(1)大安溪之綠帶調查路線及綠帶現況

調查範圍為圖 3 中紅線所示之處，分別由南、北岸出海口處，延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風林、潛在植被及行道樹。新建造之防風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砂，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，大部分林木皆生長在河堤的斜面上或邊緣，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、臺灣欒樹、茄苳、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，其中以臺灣欒樹之受害情形最為嚴重。大安溪南岸新建防風林(圖 4)，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；此結果可發現因強風的因素，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造林地現況。

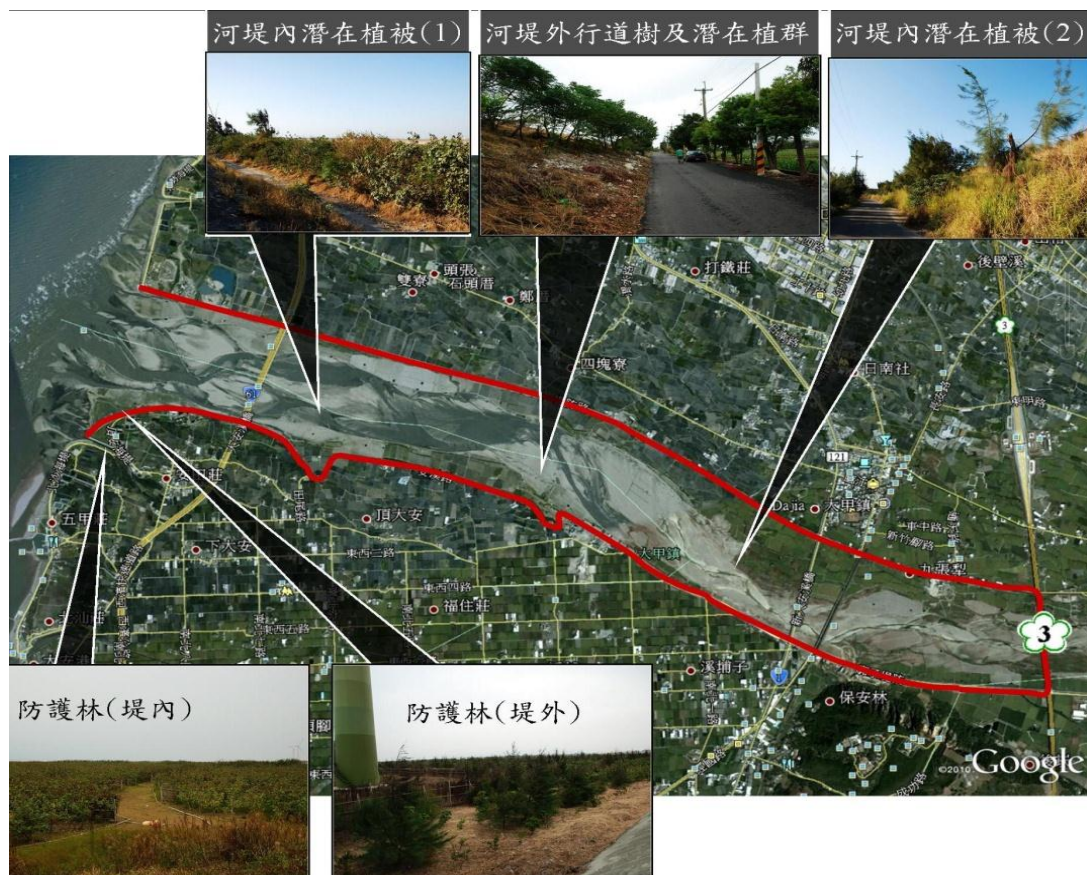


圖 3. 大安溪調查路線及綠帶情況



圖 4-1. 大安溪南岸造林地現況



圖 4-2. 河堤上植群及行道樹

圖 5 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 4-1、4-2)，因林木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 5 為位於河川北岸河堤內的耕地防風林，

樹種為榕樹，其生長高度亦低於河堤高度。

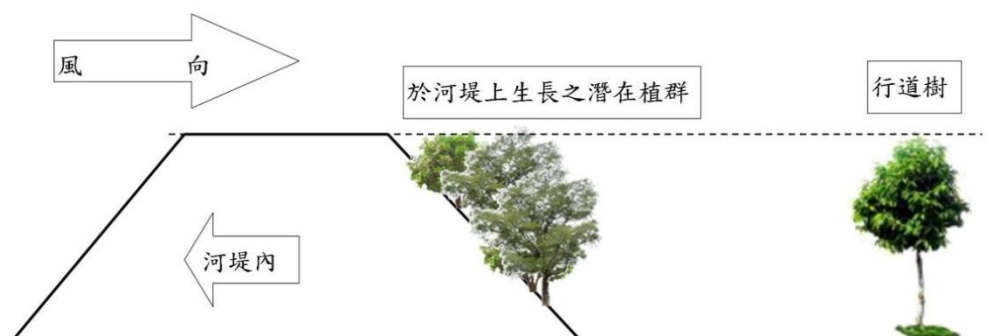


圖 5. 河堤上植群及行道樹生長情況

(2)大甲溪綠帶現況調查路線及種類

圖上紅線部分為調查路線(圖 6)，兩岸調查範圍由出海口至國道 3 號，河堤內外的土地利用多為農耕地，在南岸出海口處為高美濕地，此處多為草澤，在河岸部分則開發為觀光地區，已建置大量的人工設施，因此在出海口這一區域，僅有零星的木麻黃及行道樹，並無大面積的綠帶或潛在植群。潛在植群的位置主要分布在河堤內至農耕地的中間部分，主要樹種有朴樹、構樹、苦楝，其林下已有更新苗的出現，但此處的潛在植群，通常以單株的方式出現，較少有成群的情況。在風強處的農地除木麻黃外，尚有利用黃槿作為耕地防風林。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。

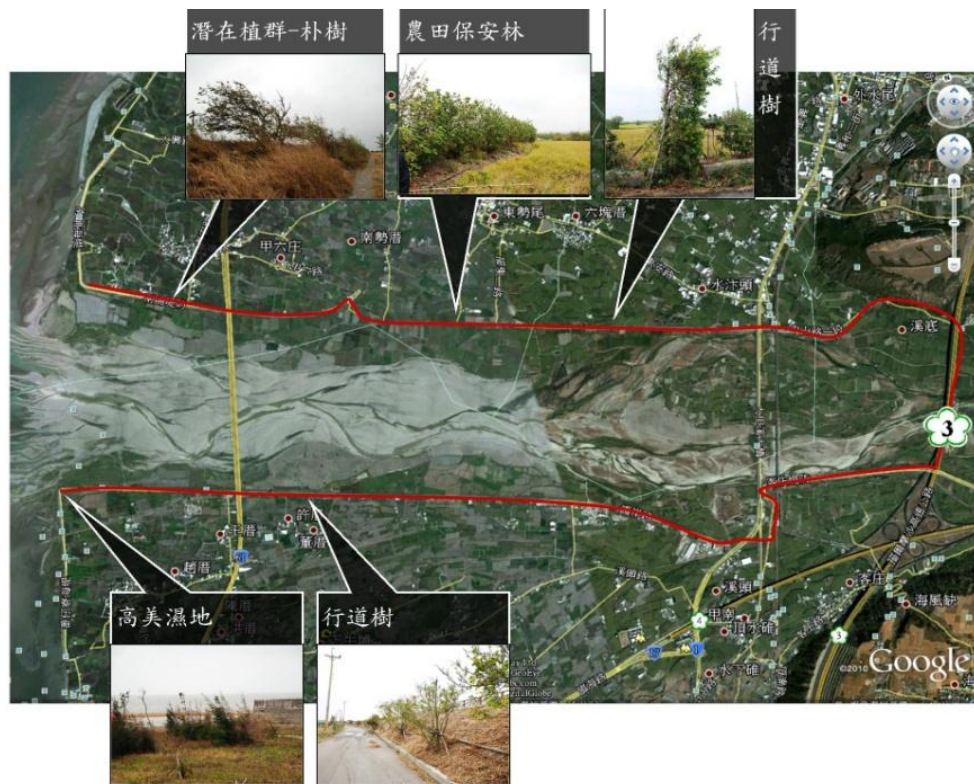


圖 6.大甲溪調查路線及綠帶情況

(3)大肚溪綠帶現況調查路線及種類

由南、北岸向內至國道 3 號處(圖 7)，另一路線為火力發電廠外圍道路；在大肚溪出海口北岸為臺中火力發電廠，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。

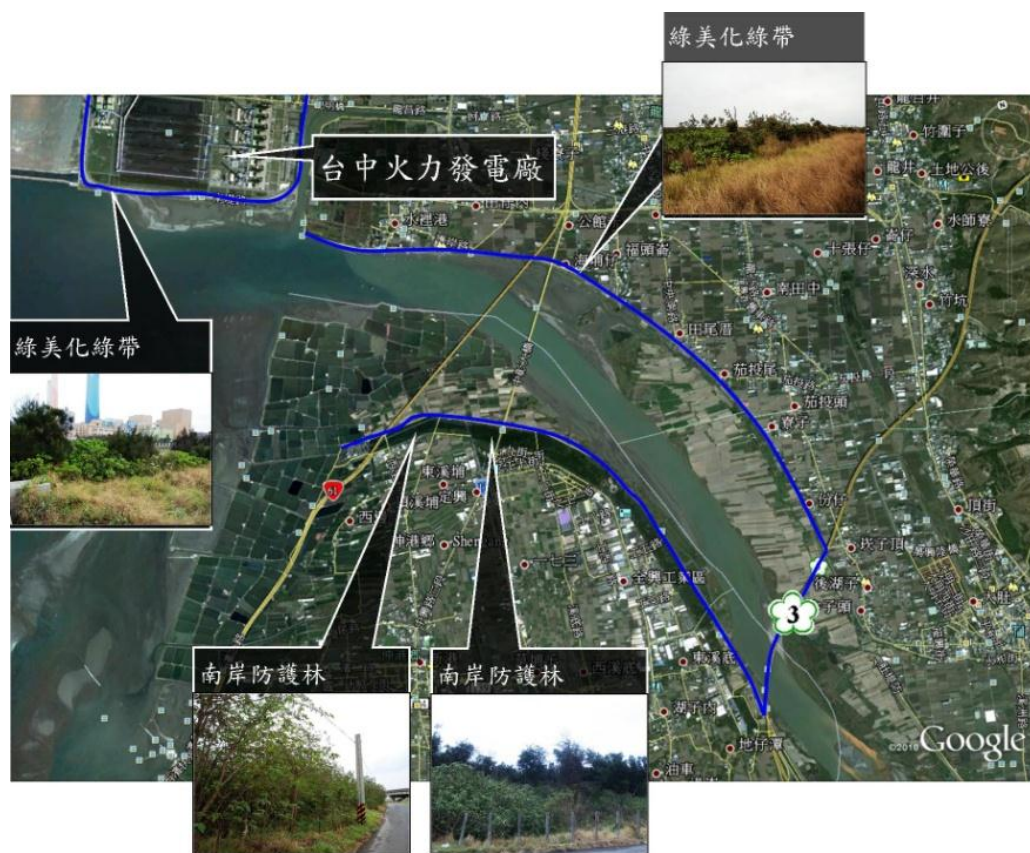


圖 7. 大肚溪調查路線及綠帶情況

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，因此並無耕地防風林的設置，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、血桐及篋麻；而潛在植群的出現，則使該處的保安林形成複層林的景象。

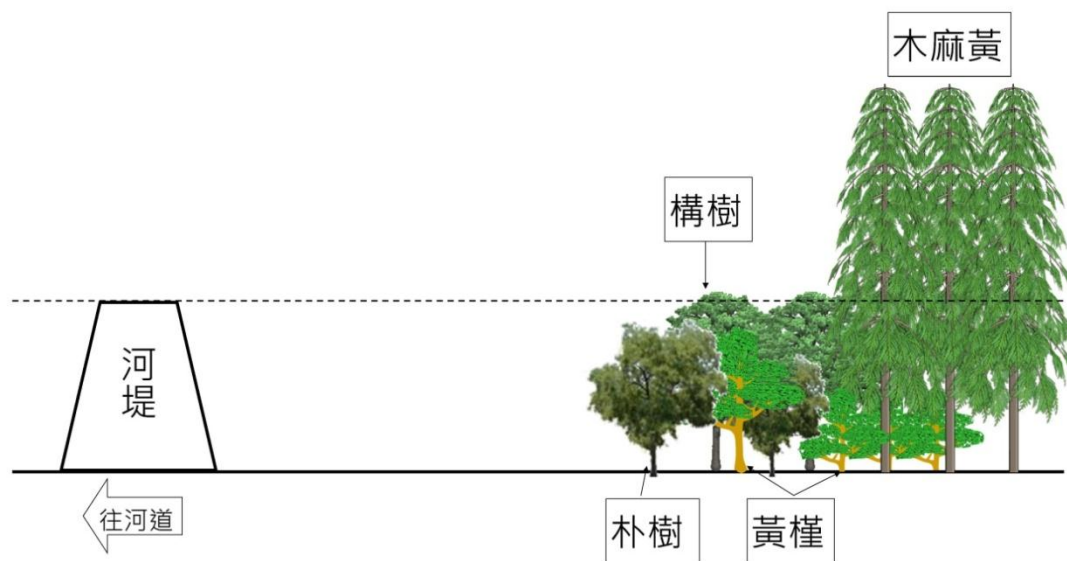


圖 8.位於河堤南岸之防風林帶與潛在植被之生長情況

圖 8 為位於大肚溪南岸防風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 9)，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風林林下的空間，增加林帶的多樣性，提高林帶整體的適應力(圖 10)。



圖 9 位於河堤外之防風林



圖 10.黃槿於防風林下生長情形

(4)濁水溪的綠帶現況調查路線及種類

分別由南、北岸出海口一直向內延伸至國道 1 號中沙大橋處(圖 11)，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，多開闢為魚塢，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，在此處的耕地防風林有木麻黃及榕樹；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；於南岸所建的新防風林則有木麻黃、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風林帶，其樹高在 15m 左右。



圖 11. 濁水溪調查路線及綠帶情況

(5) 卑南溪綠帶現況調查路線及種類

主要為揚塵嚴重區域，位於中華大橋至出海口間的區域內(圖 13)，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李節時，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。在卑南溪南岸為臺東森林公園，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風林帶。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。



圖 12. 卑南溪調查路線及綠帶情況

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，除木麻黃防風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；但因卑南溪的調查距離較短，故此一現象並不明顯。

3.河岸生態綠帶土壤性質調查

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值分析後所得之結果(表7)。

表7. 各樣區土壤在不同深度時之鹽度及pH 值。

樣區(μs/cm)	土壤深度(cm)	鹽度	pH
大安溪	0-10	2.61±0.60	6.93±0.04
	10-20	1.75±0.47	7.27±0.23
大甲溪	0-10	1.26±0.51	7.15±0.14
	10-20	1.08±0.17	7.12±0.05
大肚溪	0-10	2.34±0.10	7.45±0.02
	10-20	3.45±0.34	7.48±0.06
濁水溪	0-10	2.40±0.36	7.54±0.02
	10-20	2.84±0.21	7.61±0.02
卑南溪	0-10	3.21±0.18	6.47±0.11
	10-20	2.08±0.22	7.02±0.08

在各河川所採得的土壤中(表7)，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。

土壤性質分析結果可知(表7)，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。

4.各河川綠帶樹種適應調查及評估

針對大安溪、大甲溪、大肚溪、濁水溪及卑南溪等河川出海口南、北岸兩側的綠帶包括.原有防風林帶、新建造的防風林帶、潛在植群、行道樹、及耕地防風林，依林木健康狀況的進行綠帶樹種適應程度之評估，經變數之統計分析(表 8)，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。透過上述量化與可實測的調查項目，建立健康指標以協助評等。

表8. 各河川綠帶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	0.0001
葉片掉落率	644.448	0.0001
樹冠幅	619.442	0.0001
樹冠密度	555.422	0.0001
是否臨河	493.875	0.0001
是否距河堤	443.398	0.0001
底土鹽度	401.141	0.0001
表土 pH 值	367.264	0.0001

透過樹冠梢枯、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(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(表 9)。

表9. 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	0.0001
2	.264	1109.819	7	0.0001

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(表10)所示。

表10. 各河川綠帶樹種典型區別函數係數

	函數	
	1	2
葉枯程度	0.096	0.136
葉掉落率	-0.166	-0.028
冠幅	-0.063	0.393
樹冠密度	-0.072	-0.153
是否臨海	0.180	0.197
是否具海堤	0.255	0.683
底土鹽度	0.095	1.175
表土 pH 值	-0.362	-0.142

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(如表11)。

表11. 各河川綠帶樹種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	0.261	.688	1.354
葉掉落率	0.913	.759	-0.606
冠幅	-4.504	-3.492	-5.440
樹冠密度	1.530	1.229	0.998
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	-0.0001	-1.156
表土 pH 值	92.235	-0.956	73.455
(常數)	-380.225	89.381	-531.227

本研究預測歸類與實際歸類，如表12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，能有效區別各河川綠帶樹種之健康等級，透過鑑別函數的建立，建構各河川綠帶樹種健康性評估資訊，有助於日後主管機關針對林木生長適應性評估參考依據。

表12. 各河川綠帶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	0.0	100.0
	中度不健康	0.0	.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	0.0	100.0
	中度不健康	0.0	.0	100.0	100.0

表13 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，其中作為防風林帶的有木麻黃、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風林的造林樹種外，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”；在防風林的木麻黃，除大肚溪沿岸的防風林其健康情形為

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。

表13. 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.各河川南、北岸林木的生長健康情況

樣區	枯死率	平均 $\bar{x}$	Y	$\sqrt{n}$	Z0	Z1	Z2	結果
大安	0.14	5.45	0.05	9.84	0.55	-9.29	-19.14	I
	0.10	5.44	0.12	6.71	0.81	-5.89	-12.60	I
大甲	0.07	-50.23	-0.55	9.53	-5.26	-14.81	-24.34	I
	0.19	-63.65	-0.61	10.19	-6.24	-16.43	-26.63	I
大肚	0.08	64.00	0.88	8.48	7.54	-0.94	-9.42	II
	0.34	37.71	0.56	8.18	4.6	-3.57	-11.76	II
濁水	0.13	5.15	0.11	7.0	0.73	-6.26	-13.26	I
	0.17	-23.99	-0.44	7.34	-3.26	-10.61	-17.96	I
卑南	0.32	-11.94	-0.15	8.83	-1.35	-10.18	-19.01	I
	0.19	-1.05	-0.03	5.47	-0.19	-5.66	-11.14	I

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，但其品系為臺灣本土之銀合歡，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。

將各河川南、北岸所調查的樹種進行評估所得到的結果(表14)，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級健康，表示防風林帶樹種及潛在植被之生長適應狀況為良好。

(二)河岸生態綠帶樹種葉部受害與滯塵量研究

1.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，是與風砂接觸的第一線，而砂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。對沿岸受揚塵危害及未受害之葉片進行 SEM 觀察。結果分述如下：

(I)構樹

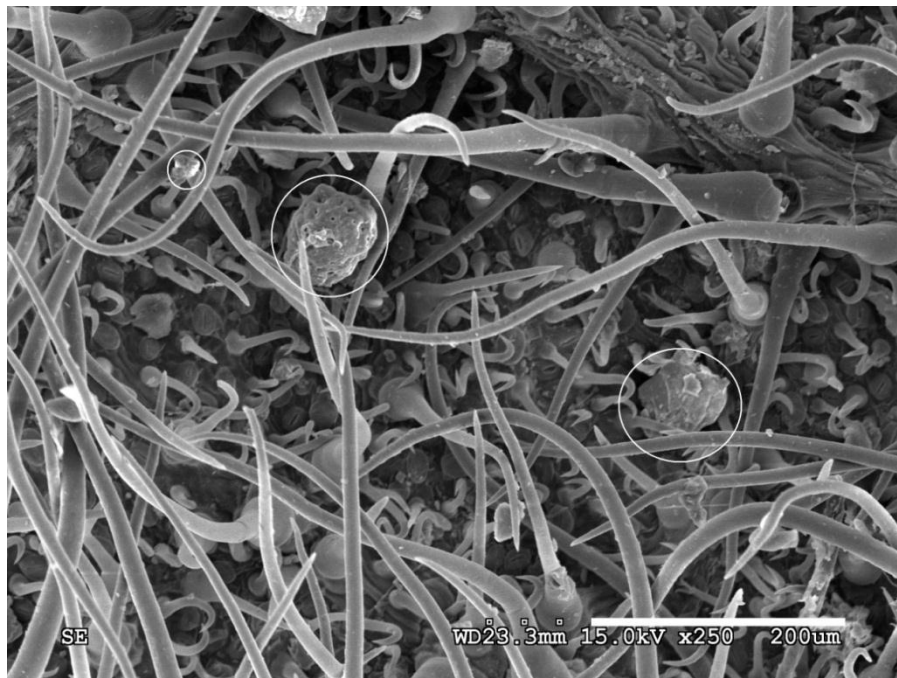


圖 13. 沙塵微粒因構樹之絨毛停滯於構樹表面。

圖 13 為構樹受害後葉片表面，因揚塵因素而覆蓋上一層土砂；在經 SEM 觀察後，在葉表面的部分可觀察到沙塵微粒因構樹之絨毛停滯於表面。

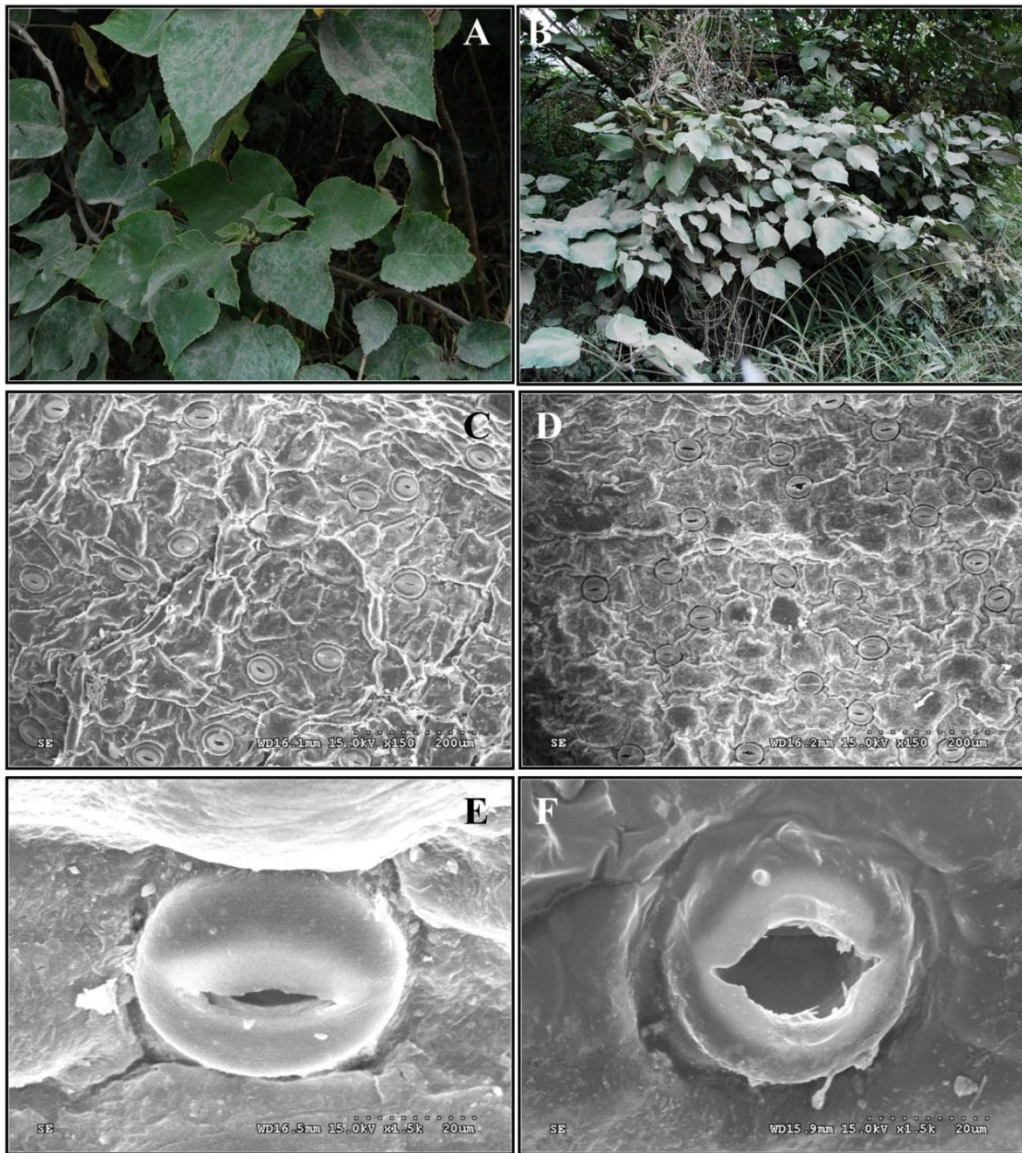


圖 14.構樹 A.未受害 B.葉片受揚塵危害 C.未受害之葉表面 D.受害之葉表面
E.未受害之氣孔 F.受害之氣孔

(II)血桐

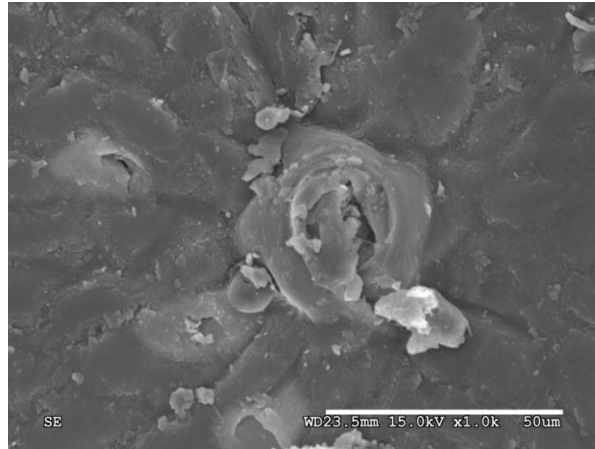


圖 15. 血桐葉面氣孔遭沙塵微粒破壞。

圖 15 血桐葉面氣孔遭沙塵微粒破壞；圖 16 為血桐受揚塵危害前後之情形，受土砂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 16-E、圖 16-F)。圖 16-A 為未受害之葉片，圖 16-B 為受揚塵危害而覆蓋土砂之葉片；圖 16-C、16-D 為受害前後葉表面之情況，由圖中可知，遭土砂覆蓋之葉片與未受土砂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；圖 16-E、16-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。

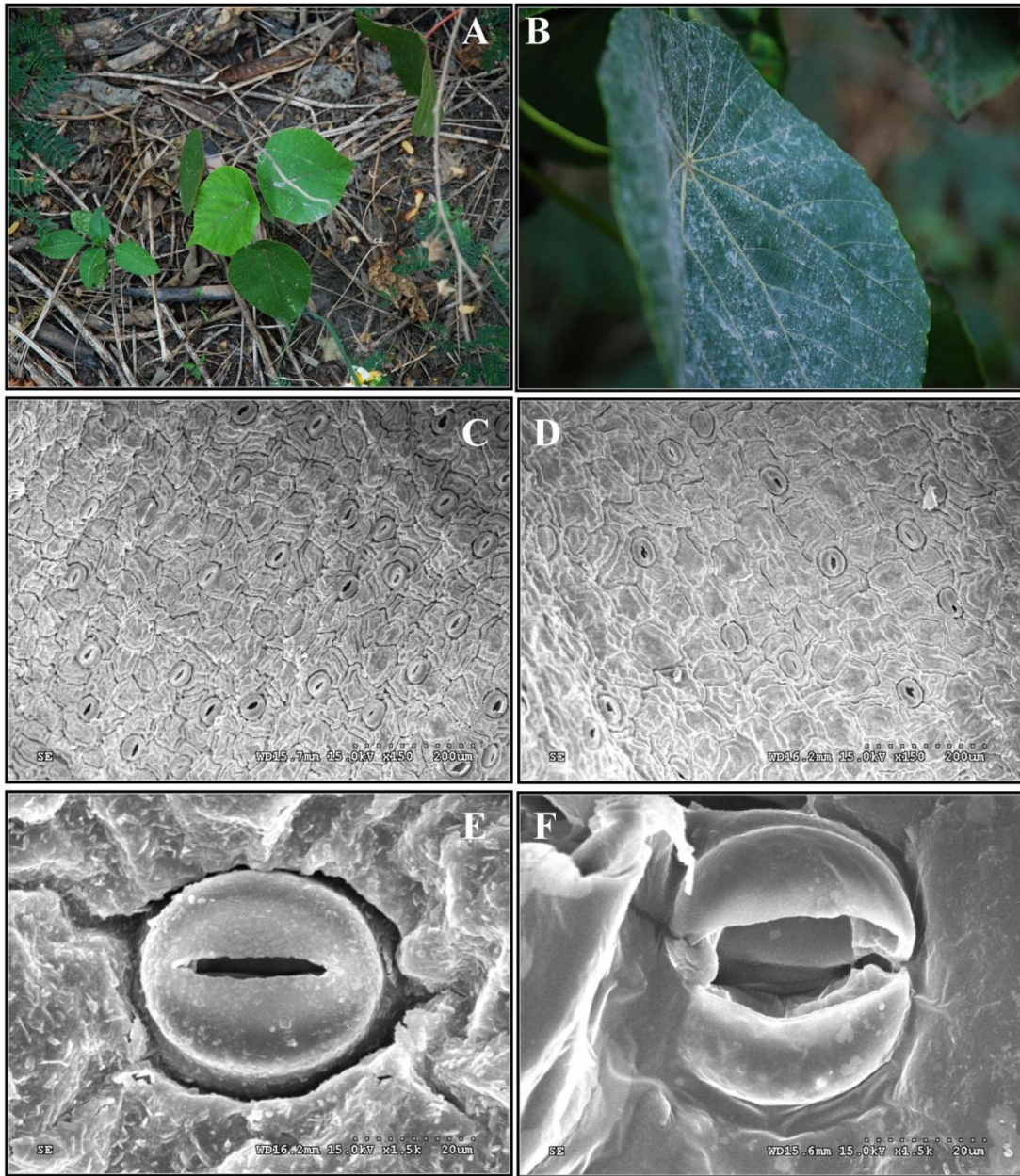


圖 16.血桐 A.未受害 B.葉片受揚塵危害 C.未受害之葉表面 D.受害之葉表面 E.未受害之氣孔 F.受害之氣孔。

(III)黃槿

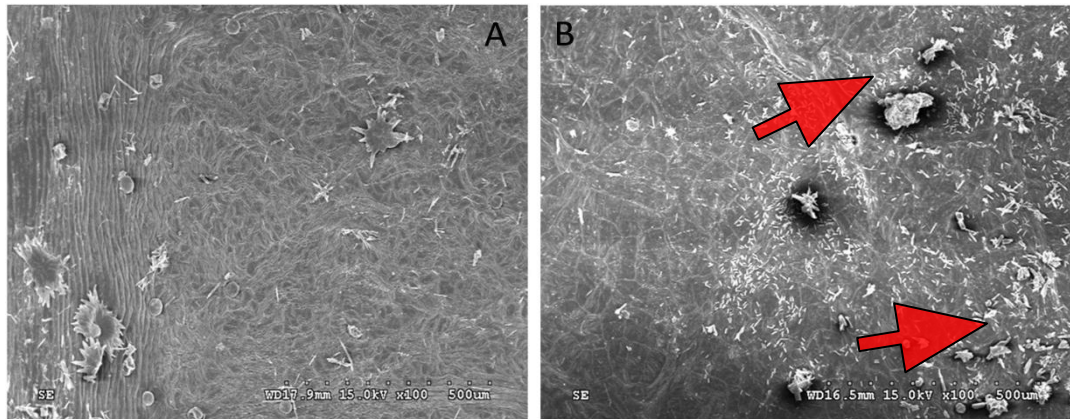


圖 17.黃槿葉表面受害前後之 SEM 相片

圖 17-A 為黃槿未受害前，圖 17-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。

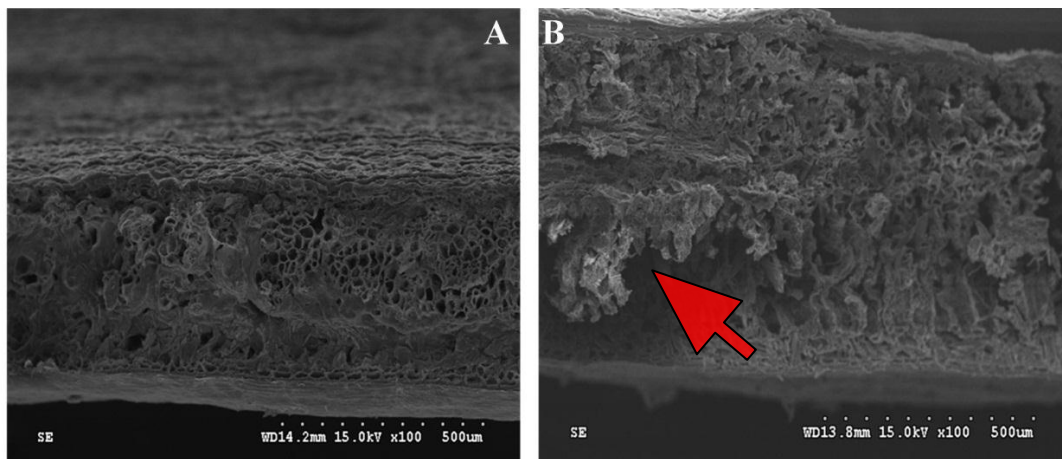


圖 18.白千層葉片斷面受害前後之 SEM 相片

圖 18-A 及 18-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 19-1. 榕樹氣孔有沙塵破壞



圖 19-2. 榕樹氣孔無沙塵破壞

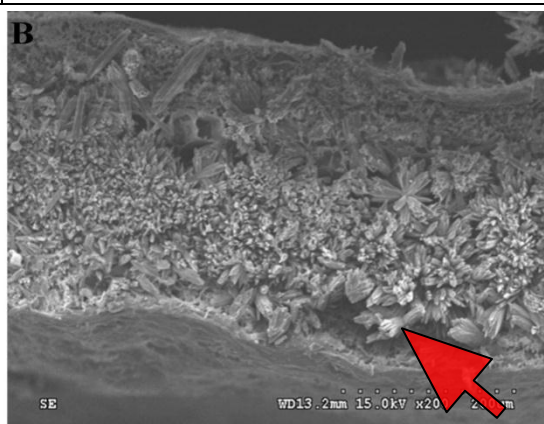
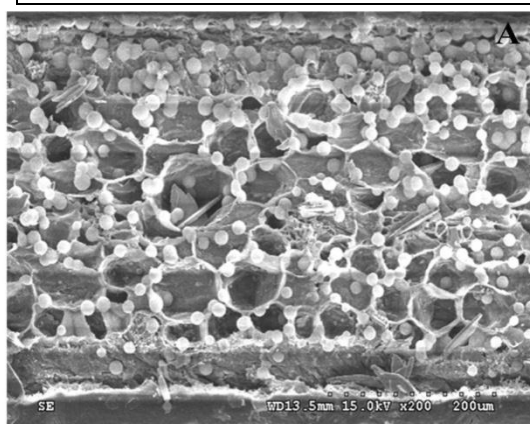


圖 20.榕樹葉片斷面受害前後之 SEM 相片

圖 19. 榕樹氣孔有無沙塵破壞之差異（左：被破壞的氣孔，右：正常的氣孔）。

圖 20-A 及圖 20-B 為榕樹葉片受揚塵危害前後的 SEM 相片，20-A 為未受害之榕樹葉片之縱斷面，20-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。

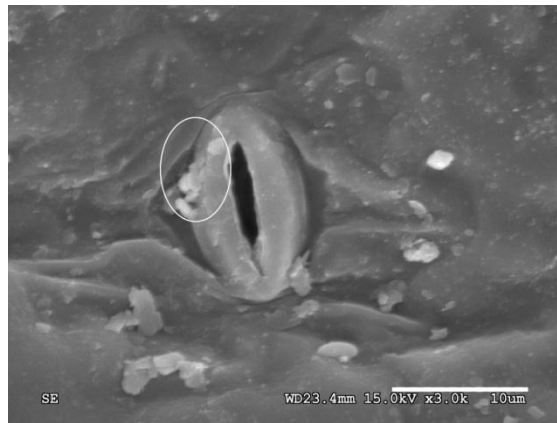


圖 21. 水黃皮氣孔遭沙塵微粒破壞（白色框圈內）。

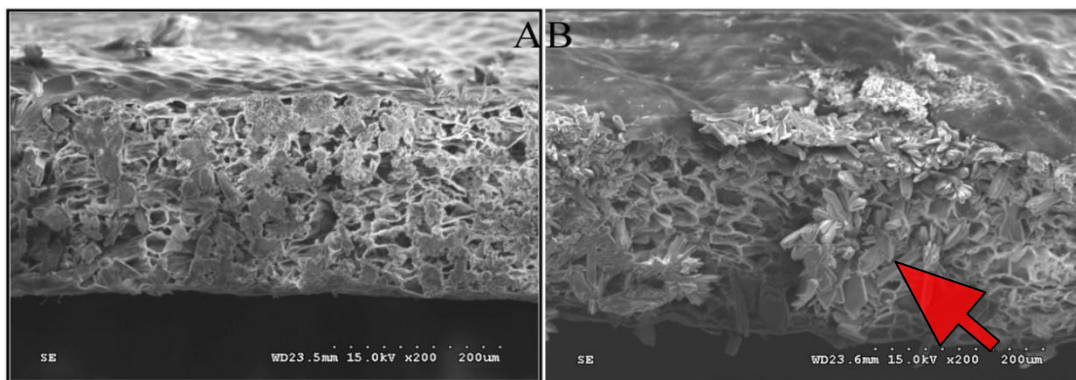


圖 22 水黃皮葉片斷面受害前後之 SEM 相片

圖 22-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)。

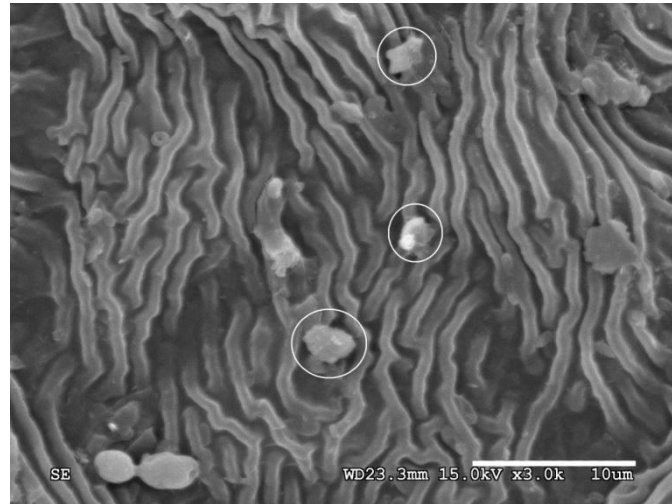


圖 23. 沙塵微粒滯留在臺灣欒樹葉表面圖（白色框圈為沙塵微粒）。

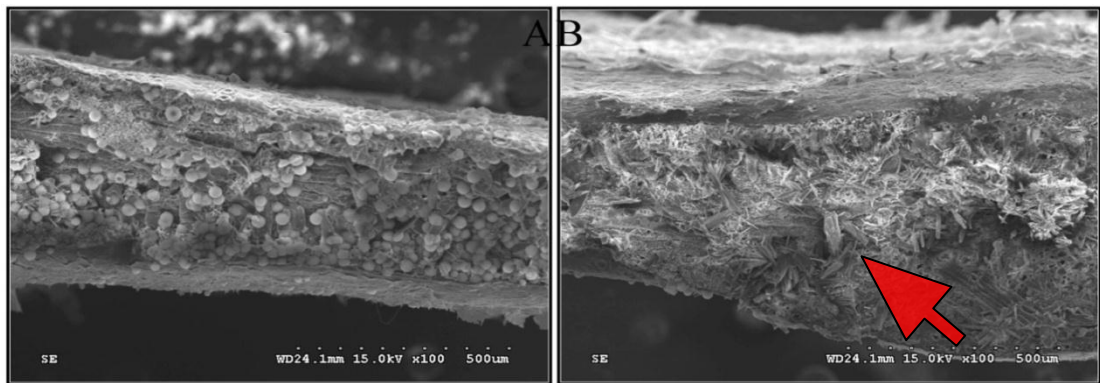


圖 24. 欒樹葉片斷面受害前後之 SEM 相片

圖 24-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。

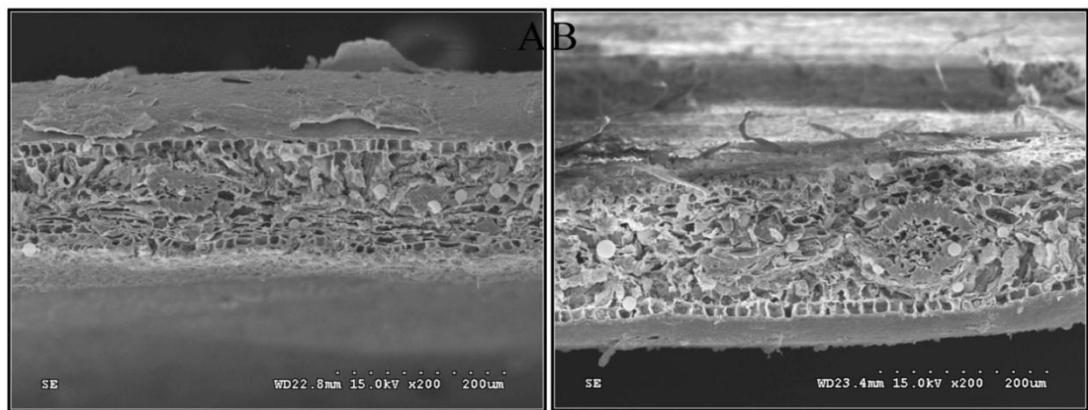


圖 25.棟樹葉片斷面受害前後之 SEM 相片

圖 25-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)。

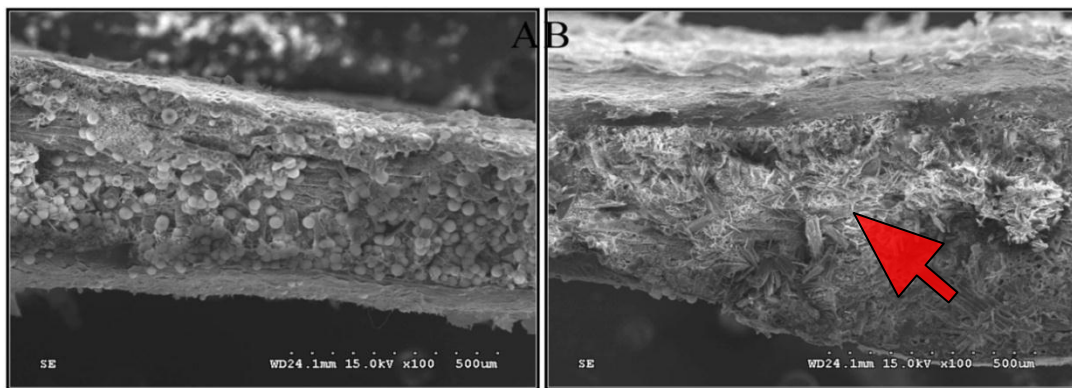


圖 26.銀合歡小葉斷面受害前後之 SEM 相片

圖 26-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。

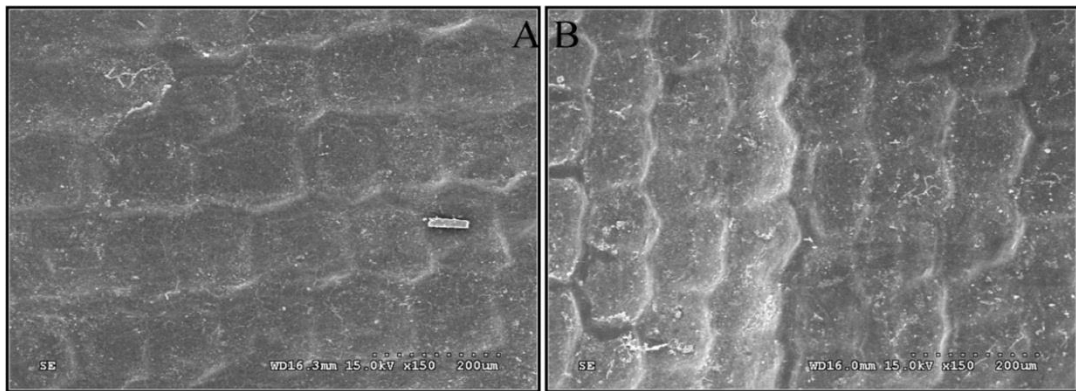


圖 27.草海桐葉表面受害前後之 SEM 相片

圖 27-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。

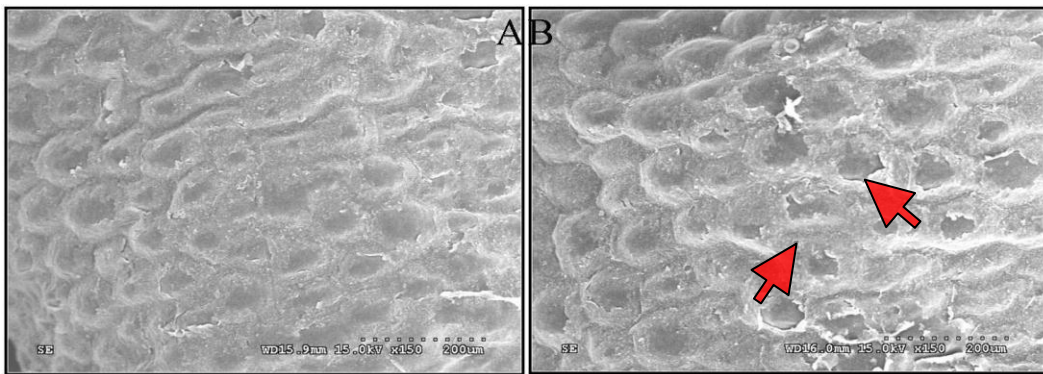


圖 28.茄苳葉片表面受害前後之 SEM 相片

茄苳葉表面受害前後之 SEM 相片(圖 28)，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，葉表面因風力及土砂而造成表面的磨損。

2.河岸林的滯塵量研究

(1)各區內樹種滯塵量之差異比較

同一區域內，氣候變化差異較小，在同樣的環境因素下，葉片滯塵量會因為根據葉表特性、葉片大小有所不同，滯塵能力與葉的表面特性有密切關係，葉表面有無褶皺、粗糙程度、有無絨毛、是否會分泌油脂等因素會對不同樹種的滯塵量有所差異（吳欽傳，1992；張楠，2009）。依據表15河岸聚落區內不同樹種葉片滯塵量比較達到顯著的差異，顯示只有臺灣欒樹（西）與榕樹（西）及樟樹之間的葉面積單位滯沙量有顯著差異，而與其他的樹種間沒有顯著差異，所以可說明臺灣欒樹（西）與榕樹（西）及樟樹間的葉面積單位滯沙量有明顯的不同，其他的樹種間滯沙量差異性小。

表 15.在河岸聚落區內不同樹種於不同季節葉片滯塵量比較表

樹種	葉面積單位滯沙量平均值 (mg/cm ²)	
	春季	秋季
榕樹（東）	0.6680	0.6510 ^{ab}
榕樹（西）	0.7632	0.7301 ^b
樟樹	1.6947	0.7266 ^b
臺灣欒樹（西）	1.2603	0.1504 ^a
臺灣欒樹（東）	1.8610	0.2075 ^{ab}
血桐	0.2808	0.2759 ^{ab}
印度橡膠樹	0.4407	0.4188 ^{ab}

而就葉面的特徵來說，臺灣欒樹的葉表面粗糙、凹陷較多且葉片面積小，容易留下沙塵，根據蔡志明等（2005）的研究顯示，葉面積小的植物普遍有較高的滯塵量，葉面積較小及葉面粗糙比葉面積大及葉表面光滑更容易攔截滯塵（Smith, 1984；Davidson and Wu, 1990）；樟樹與榕樹的葉表面積差不多，但榕樹的葉表面較樟樹光滑且無溝痕，微粒不易停留於葉表面，葉表面光滑且構造平滑的葉滯塵

能力較弱（李海梅、劉霞，2008）；印度橡膠樹的葉為厚革質，葉中肋明顯下凹，大多數的沙塵都卡在下凹處，但葉片面積非常大，落塵易因氣流影響被彈開，葉單位面積滯塵量不高，與其他葉片面積大的樹種葉單位面積滯塵量相近，但卻仍高上一些，因為與其葉厚革質以及其下凹明顯的葉中肋有關係。

由農田區內不同樹種葉片滯塵量比較達到顯著的差異（表16），可得知麻竹與野桐之間的葉面積單位滯塵量是有著顯著差異，可看出兩者滯沙量的多寡有所不同。就葉的特徵來說，麻竹的葉片較為細長，且葉表皮粗糙，葉表皮粗糙之樹種對沙塵之截留及吸附作用較佳（劉青等，2009），所以滯塵量較高；而波羅蜜的葉單位面積滯塵量高於野桐，這是因為波羅蜜的葉片皆有下凹、且葉表面為革質，易於吸附沙塵；野桐的葉片太大，且葉軟易於垂下，使滯沙易於被風吹跑，滯塵量不高。

表 16. 在農田區內不同樹種於不同季節葉片滯塵量比較表

樹種	葉面積單位滯沙量平均值 (mg/cm ²)	
	春季	秋季
麻竹	0.7331	0.63479 ^b
波羅蜜	0.5497	0.2859 ^{ab}
野桐	0.3054	0.24206 ^a

由表 17 河岸林區內不同樹種葉片滯塵量達到顯著的差異，木麻黃的葉面積單位滯沙量與其他四種樹種有顯著差異，這可說明木麻黃的滯沙能力遠較於其他四種樹種不同，而其他四種樹種間的單位面積滯沙量則沒有顯著差異，四種樹種滯沙量數值較接近。

木麻黃的葉單位面積滯塵量高於黃槿及構樹許多，木麻黃小枝面積極小，小枝凹槽多，根據周曉煒、亢秀萍（2008）的研究，有凹溝及凹陷的植物滯塵能力較為優秀；月橘的葉表面光滑，但是由於葉面積小，相較於葉面積大的黃槿及構

樹，沙塵停滯的阻力小（王寶貴，1995），易於留住沙塵；血桐與野桐的葉表面性質較為相近，滯塵能力也較相近。

表 17. 在河岸林區內不同樹種於不同季節葉片滯塵量比較表

樹種	葉面積單位滯沙量平均值 (mg/cm^2)	
	春季	秋季
構樹	0.3054	0.17757 ^a
月橘	0.4234	0.31546 ^a
黃槿	0.3165	0.1384 ^a
稜果榕	0.3909	0.1944 ^a
木麻黃	2.9762	1.5097 ^b

根據表 18 判斷，木麻黃與水黃皮及黃槿間的葉面積單位滯沙量有顯著差異，此代表木麻黃與其他兩者樹種間的葉單位面積滯沙量不同，木麻黃的滯沙量為最高，其小枝細小、勾陷及凹槽多，容易留住沙塵；水黃皮周圍長滿木麻黃，而木麻黃的樹高皆比水黃皮還高，雖然水黃皮並沒有被木麻黃給覆蓋，但大部份的落塵都被木麻黃給攔走，使水黃皮的滯沙量較為低且固定；而黃槿則與水黃皮相反，周圍沒有木麻黃，所以滯塵量不穩定。

表 18. 在河口區內不同樹種於不同季節葉片滯塵量比較表

樹種	葉面積單位滯沙量平均值 (mg/cm^2)	
	春季	秋季
水黃皮	0.2720	0.2151 ^a
黃槿	0.4501	0.1425 ^a
木麻黃	7.7255	1.0660 ^b

(2)各區內樹種滯塵量之差異比較

在相同環境因素各樹種的葉片滯塵量為因葉表特性及葉片大小而有所不同。

A.河岸聚落區

在河岸聚落區由表 19 可知，臺灣樂樹的單位滯塵量為最高，其次為樟樹、榕樹、龍眼、印度橡膠樹、篳麻；因臺灣樂樹的葉表面粗糙、凹陷較多且葉片面積小，易將沉降或附著的沙塵留下；樟樹與榕樹的葉表面積差不多，但榕樹的葉表面較樟樹光滑，微粒不易停留於葉表面；龍眼的葉表面光滑、有凹陷，但葉片面積大，滯塵阻力小，滯塵量低；印度橡膠樹的葉為厚革質，葉中肋明顯下凹，大多數的沙塵都卡在下凹處，但葉片面積大，附著的沙塵易因氣流影響被彈開，故葉單位面積滯塵量不高。

表 19.河岸聚落區各樹種單位面積滯塵量

樹種	單位面積滯塵量 (mg/cm ²)
臺灣樂樹	2.26
樟樹	1.69
榕樹	0.67
龍眼	0.46
印度橡膠樹	0.447
血桐	0.28
篳麻	0.23

B.農田區

在農田區中，水黃皮葉片的單位面積滯塵量較稜果榕為高(表 20)，二者雖葉片都較為光滑，但水黃皮的葉片面積較小，數量較多，可能是造成水黃皮的單位面積滯塵量高於稜果榕的原因。

表 20. 農田區各樹種單位面積滯塵量

樹種	單位面積滯塵量 (mg/cm ²)
水黃皮	0.579
稜果榕	0.391

C. 河岸林

在河岸林區內(表 21)，以木麻黃的單位面積滯塵量 2.9762 (mg/ cm²) 為最高，與月橘的 2.0121(mg/ cm²) 極為相近，以上二者皆高於血桐與野桐。因木麻黃與月橘的葉片面積較小，對於粉塵的留滯能力較佳，故滯塵量優於葉片面積大的血桐與野桐。

表 21. 河岸林區各樹種單位面積滯塵量

樹種	葉單位面積滯塵量 (mg/cm ²)
木麻黃	2.980
月橘	2.018
血桐	0.428
野桐	0.310

D. 河口區

由表 22 中可知，木麻黃的單位面積滯塵量為最大，因木麻黃的葉片細小且密度大，故滯塵量較多。

表 22 河口區各樹種單位面積滯塵量

樹種	葉單位面積滯塵量 (mg/cm ²)
木麻黃	7.726
白水木	5.819
麻竹	0.733
篳麻	0.450
水黃皮	0.172

白水木的葉片面積雖然較大，但因葉表鋪滿細絨毛，使附著的粉塵不易因風的吹襲而再次離開葉面回到空氣中。麻竹的葉片單位面積滯塵量高於篔簹麻，因麻竹的葉片較為細長且葉表粗糙，因此在滯塵能力方面高於篔簹麻。

依濁水溪南岸的採集區域差別來看，河岸林區及河口區是揚塵量最高的兩區，覆蓋在此區域的沙塵量也多，此兩區的河岸植被數量少，且受強勁的海風影響，揚起的河沙量大，加上此兩區無障礙物阻擋風沙吹襲，使大多數吹起的風沙都會降在沿岸的樹木上，其中又以河口區最為明顯；而沿岸聚落區及農田區的位置海風無法吹拂到，且此兩區有堤防阻擋，當氣流行進中遇障礙物阻擋時，氣流會上升移動，使障礙物後方風勢減弱，所挾帶的沙塵也會減少，揚塵被阻，落在葉片上的揚塵數也少。

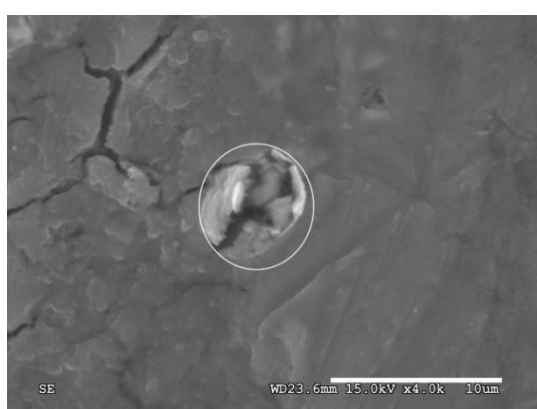


圖 29. 波羅蜜葉面氣孔被沙塵微粒破壞



圖 30. 沙塵微粒停滯於麻竹之葉面。

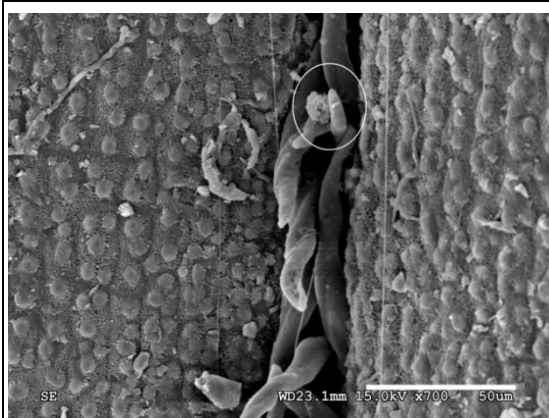


圖 31. 沙塵微粒卡在木麻黃小枝間隙。



圖 32. 沙塵微粒堵塞印度橡膠樹氣孔。

從葉片構造來分析葉單位面積滯塵量，可以發現葉片細小、葉表粗糙、有細毛或凹槽可保留滯塵的葉片擁有較好的滯塵能力，而面積大，表面光滑、無細毛或凹槽少的葉片滯塵能力弱，無法保留住大量的揚塵，在選擇滯塵樹種時，可優先考慮擁有優良特徵的樹種。在不同採集區域內，木麻黃及臺灣欒樹的葉單位面積滯塵量是較為優秀，尤以木麻黃的滯塵能力最佳，此與木麻黃葉片細小且凹槽多的葉面特徵有極大的相關，此外，臺灣欒樹在秋冬季時會落葉，使其滯塵能力大幅度的下降，若要以此樹種作為防塵樹種，仍值得考量。

植物葉片的影響，只是植株整體滯塵量的一個因素，從此因素只能初步分析樹種的攔沙量，除了葉表面的結構外，還需考量到許多因素，整株植物的樹冠結構、枝條密度不同都會使樹木整體滯塵量有所不同（邱媛等，2008），加上環境的影響、植物的健康狀態，都會影響整植株、每個葉片都能達到最佳防塵量。

3.河岸林之適應性

(1)河岸林之適應性

針對已收集之林木生長狀態之相關因子及受害因子，經等級分類量化後進行主成分分析，將大量的形態與受害程度之變數由因素分析法進行因素萃取，將所調查之 10 項相關之變數進行初步分析，選取初始特徵值總和高於 1 之因素，且其因素能解釋 75%以上之變異量，決定因數的數量(表 23)。

表 23. 河岸林之因素個數萃取

因素數量	初始特徵值	累積解釋變異量(%)
1	5.591	55.909
2	1.271	68.620
3	1.034	78.956
4	.687	85.825
5	.452	90.350
...	...	...
10	.051	100.000

本研究萃取三個主要因素(表 2)採用最大變異數法(varimax)進行轉軸增加因素間的解釋能力，經轉軸後對於個別之觀測變數的總變異量不會改變，即萃取出的三個主要因素可代表原始 10 項相關之變數，此 3 個因素佔總變異量 78.95%，代表其具有相當之解釋力，樹冠、生長、樹高為主要影響林木生長及健康性評估之重要因素。

表 24. 河岸林之因素萃取轉軸後的因素矩陣結構

變數	因素萃取/因素命名		
	Factor 1/樹冠	Factor 2/生長	Factor 3/樹高
樹高	-0.329	0.404	0.670
枝下高	-0.091	0.029	0.934
基徑	-0.195	0.753	0.011
胸徑	-0.207	0.655	0.269
冠幅	-0.268	0.811	0.087
樹冠密度	-0.742	0.386	0.124
透光度	0.897	-0.278	-0.082
樹冠梢枯	0.936	-0.212	-0.173
葉枯程度	0.907	-0.194	-0.218
葉掉落率	0.942	-0.210	-0.112

將進行因素分析後所得之分數與該因素之相對權重相乘後再加以總和得到加權因素分數，再將之標準化後得 x' ，藉由加權因素分數高低落差分為五個健康程度等級，作為健康性評估分級之依據，其分級標準如表3。

表25. 河岸林之健康程度分級表

健康等級	x' 分數落點	健康活力分級
5	$1 \leq x'$	非常健康
4	$0 \leq x' < 1$	健康
3	$-1 \leq x' < 0$	普通
2	$-2 \leq x' < -1$	不健康
1	$x' < -2$	非常不健康

將同一樣區內標準化後之 x' 平均除於株數後得樣區之平均 x' ，結果顯示樣區林木健康分級除 0K(前)健康分級為不健康、4K(前)為非常健康外，其餘樣區均為介於普通及健康等級之間，而各林木個體之健康程度分級，並藉由鑑別分析檢視實際人為分類與預測分類其準確性，由表 6 所視實際分類與預測分類結果正確率達 84.3%，表示本研究之健康分級有極高之正確率，適合作為海岸防風林之適應評估之量表。林木個體適應程度分級如表 26 所示，

表26. 河岸林之健康性分級

地點	factor1	factor2	factor3	加權之 x	標準化 x'	健康 分級	預測 分級
0K(前)	-1.1696	-0.2563	0.4161	-6.4350	-1.1045	2	2
0K(中)	0.4714	0.1824	2.2898	5.23507	0.8986	4	4
1K(前)	-0.6313	0.8301	0.4055	-2.0555	-0.3528	3	3
1K(中)	-0.6046	2.8860	-0.6638	-0.3985	-0.0684	3	3
2K(前)	-0.9379	0.2858	-1.4617	-6.392	-1.0971	2	2
2K(中)	-0.8348	0.5020	1.1377	-2.8527	-0.4896	3	3
3K(前)	0.9314	0.0825	-0.940	4.34014	0.7449	4	4
3K(中)	-0.8363	2.9689	-0.9982	-1.9342	-0.33209	3	3
4K(前)	1.2171	-0.2487	-0.1019	6.3834	1.0957	4	5
4K(中)	-0.8807	-0.4005	1.9011	-3.46716	-0.5951	3	3

典型鑑別函數檢定方面，以 wilks' lambda 之 p 值來做檢定，10 個變數之 p 值皆小於 0.05，達到顯著水準，表示 10 個變數皆具解釋能力，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(表 27)。

表27. 河岸林之因素分類結果

健康性分級		預測的各組成員					總和
		非常不健康	不健康	普通	健康	非常健康	
原始的 個數	非常不健康	6	0	0	0	0	6
	不健康	1	20	0	0	0	21
	普通	0	2	39	0	0	41
	健康	0	0	7	35	14	56
	非常健康	0	0	0	0	29	29
原始的 分級機 率(%)	非常不健康	100.0	.0	.0	.0	.0	100.0
	不健康	4.8	95.2	.0	.0	.0	100.0
	普通	.0	4.9	95.1	.0	.0	100.0
	健康	.0	.0	12.5	62.5	25.0	100.0
	非常健康	.0	.0	.0	.0	100.0	100.0

a. 84.3% 個原始組別觀察值已正確分類。

將觀測值分類時，或預測某觀察值屬於何類時，將觀察值(X_1 - X_{11})帶入各個群組的分類函數，並以函數值大小來比較，函數值較大者，代表此觀察值所屬的類組。藉由此公式可提供西部木麻黃林分地區現場調查時，迅速判定林木健康狀況之分類。鑑別函數之預測能力，藉由擊中率評估之；所謂擊中率為正確歸類之樣本數相對於總樣本數之比率，類似於迴歸分析之判定係數 R^2 。擊中率越高，其鑑別函數之預測能力越高。由表 28 可知本研究之擊中率，即正確分類之準確率達 84.3%，顯示此鑑別函數據有相當佳的預測歸類能力。

表28. 河岸林之Fisher's線性區別函數

變數	健康性分級				
	非常不健康	不健康	普通	健康	非常健康
樹高	0.380	0.818	1.432	1.657	1.809
基徑	0.015	0.200	0.342	0.482	0.553
胸徑	0.014	0.278	0.451	0.651	0.777
冠幅	-0.032	0.106	0.248	0.393	0.474
枝下高	-0.002	0.032	0.067	0.091	0.109
樹冠密度	1.496	1.090	.274	-0.353	-0.755
透光度	0.772	3.411	4.545	5.581	6.244
樹冠梢枯	0.061	1.197	2.261	3.328	3.766
葉枯程度	0.268	1.376	2.249	3.273	4.105
葉掉落率	0.500	0.006	0.227	.987	1.183
(常數)	-7.550	-21.379	-42.444	-73.554	-97.678

(2) 林木減風效應之研究

在當防風林呈現完整鬱閉、多段式林帶設置以及林木高度在 7m 以上者，可有較佳的減風效果，而此三點特徵可成為具有優良防風效果的指標，且研究結果有效說明卑南溪南岸防風林之減風效果及滯塵效益。因此林木生長狀況良好時，才會具有最佳之防風效果。故在研究中，先針對河川南岸防風林帶迎風面之林木進行生長恢復之調查，以探討植物在受到東北季風季節結束後，其林木受害的恢復情形，目前也是先以防風林帶最完善之濁水溪南岸防風林帶為研究對象。

參考林木生長調查及現況評估之各部性狀，如林木生長之冠層、高生長與直徑生長。另外也包括林木枝葉枯死狀況、林木損傷程度及存活紀錄，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。

林木的防風效應方面，完成濁水溪南岸防風林帶所有樣區在季節風結束後的調查與的第三、第四樣區及第五、第六樣區的風向與風速觀測。

A. 林帶前方屏障物：防風籬

樣區內林木以木麻黃為主，迎風面有設置高度約 180cm 的防風籬；內有林木 32 株，其中有木麻黃 30 株與水黃皮 2 株，樹高最高之木麻黃為 7.44m，平均樹高 4.86m。樣區內林木存活率為 100%，但位迎風面第一排與第二排的樣木，小枝條生長最佳之高度是在低於防風籬高度的位置。但此一現象則在越深入林帶內而越不明顯。圖 33 為風速觀測後所得之結果利用 Surfer 10 軟體所繪製而成，在圖中可

知，在防風籬前方，即 h 的位置時(h 為防風籬之高度)，風速為 3.56 m/s ；在通過防風籬後，即 $2h$ 的位置時，風速降為 2.20 m/s ，減風率為 38.06% ；而在防風籬後方，進入林帶內，到達 $3h$ 的位置時，風速降為 1.45 m/s ，減風率為 59.07% 。

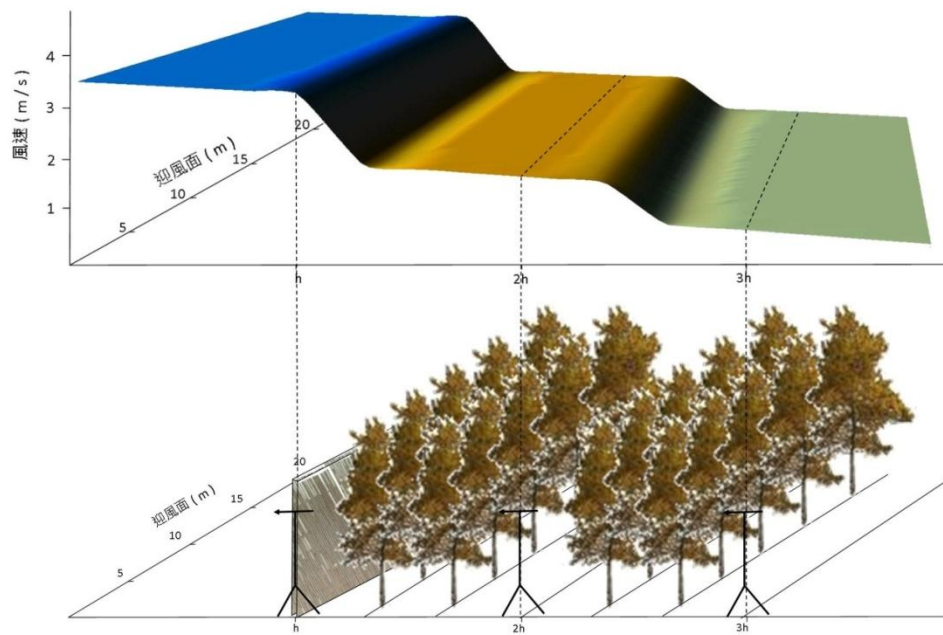


圖 33.防風籬屏障後之減風效應圖

B.林帶前方無屏障物

樣區內主要以木麻黃為主，平均樹高為 6.25 m ，其中林下有水黃皮栽植；樣區內共計有 46 株林木，計有 45 棵木麻黃，1 棵水黃皮；樣木存活率為 84.8% ，在位於林帶迎風面的林木，枝枯情況極為嚴重，於東北季風結束後所進行的調查結果顯示，在迎風面第一、二排的林木幾乎無落葉小枝的生長；而落葉小枝皆從樹幹及枝條背面長出。

圖 34 為前方無屏之防風林帶減風效應圖，圖中之 h 為防風林帶之平均樹高 (6.259 m)；在林帶外所測得風速為 3.56 m/s ，在林帶內 $1h$ 時，所測得風速為

3.10m/s，減風率為 12.92%；在林帶內 3h 處時，風速降低為 2.46 m/s，減風率為 30.90%。

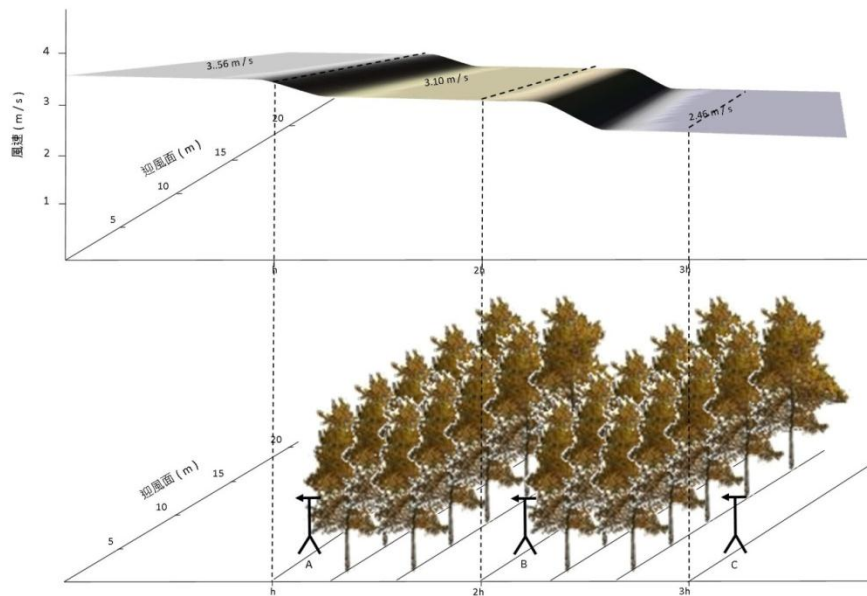


圖 34 無屏障之防風林帶減風效應

經由風速觀測後所得的結果可知，前方有防風籬為屏障的防風林帶，其林帶內風速較未設置的低，而林帶內的減風效應亦較林帶前方未設置屏障物的林帶為佳；再與林木生長現況調查所得的資料相互比較後可知，在林帶前方有設置防風籬之造林地內，其林木生長狀況較沒有設置的更為良好，且存活率也高於沒有屏障的林帶。因此，在初步結果中可知，造林時若有增設防風籬，則其日後林帶的生長情況會較為良好。

五、結論

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風林帶中，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風林複層林的樹種，以進一步提高防沙效益。而其他用來作為防風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，且周圍有防風林與防風籬保護，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風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、棟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、臺灣欒樹、銀合歡及茄苳等樹種的受害情形較嚴重。由本次調查結果中可得知，木麻黃為防風林帶最適之上層木，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風林建造時之參考。

從葉片構造來分析葉單位面積滯塵量，可以發現葉片細小、葉表粗糙、有細毛或凹槽可保留滯塵的葉片擁有較好的滯塵能力，而面積大，表面光滑、無細毛或凹槽少的葉片滯塵能力弱，無法保留住大量的揚塵，在選擇滯塵樹種時，可優先考慮擁有優良特徵的樹種。在不同採集區域內，木麻黃及臺灣欒樹的葉單位面積滯塵量是較為優秀，尤以木麻黃的滯塵能力最佳，此與木麻黃葉片細小且凹槽多的葉面特徵有極大的相關，此外，臺灣欒樹在秋冬季時會落葉，使其滯塵能力大幅度的下降，若要以此樹種作為防塵樹種，仍值得考量。

依濁水溪南岸的採集區域差別來看，河岸林區及河口區是揚塵量最高的兩區，覆蓋在此區域的沙塵量也多，此兩區的河岸植被數量少，且受強勁的海風影響，揚起的河沙量大，加上此兩區無障礙物阻擋風沙吹襲，使大多數吹起的風沙都會降在沿岸的樹木上，其中又以河口區最為明顯；而沿岸聚落區及農田區的位置海風無法吹拂到，且此兩區有堤防阻擋，當氣流行進中遇障礙物阻擋時，氣流會上升移動，使障礙物後方風勢減弱，所挾帶的沙塵也會減少，揚塵被阻，落在葉片上的揚塵數也少。

六、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。
- 王寶貫 (1995) 雲物理學。渤海堂文化公司。382 頁。
- 行政院環境保護署(2009) 空氣品質監測網污染物測值 11 月月報表。
- 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。
- 李海梅、劉霞 (2008) 青島市城陽區主要園林樹種葉片表皮型態與滯塵量的關係。生態學雜誌 27 (10): 1659-1662。
- 林昭遠、蔡淑芬、蔡智瑋 (2008) 河岸揚塵潛在區位之劃定與管理。中華水土保持學會 39 (4) 367-377。
- 周曉煒、亢秀萍 (2008) 幾種校園綠化植物滯塵能力研究。安徽農業科學 36(24): 10431-10432。
- 吳欽傳 (1992) 綠化植物減輕大氣污染的效應。71-76 頁，馮采芹 (編輯) 綠化環境效應研究。中國環境科學出版社，北京。208 頁。
- 邱媛、管東生、宋巍巍、Peart, M. R. (2008) 惠州城市的滯塵效應。生態學報 28 (6): 2455-2462。
- 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。
- 徐美玲 (2008) 台灣的地形。遠足文化，192 頁。
- 游保杉 (2007) 台灣地區乾旱變異趨勢與變勢研究。國科會研究報告。
- 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。
- 孫岩章 (2001) 環境污染與公害鑑定。科技圖書公司，384 頁。

- 孫臆勳 (2002) 灰塵與雨水作用造成建築物外強污染之研究-以表面粗度與角度因子探討之。國立成功大學建築研究碩士論文。137 頁。
- 姜紅衛、朱旭東、孫志海 (2006) 蘇州高速公路綠化滯塵效果初探。福建林業科技 33 (4): 95-99。
- 張楠、賀學林、韓英 (2009) 榆林市城區常綠針葉植物滯塵能力的研究。安徽農業科學 37 (26): 12519-12520。
- 蔡志明、孫岩章、王亞男 (2005) 常見台北地區植物乾濕葉片與枝條滯塵效率的比較研究。中華民國環境保護學會學刊 28 (1): 39-52。
- 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。
- 劉青、劉苑秋、賴發英 (2009) 基於滯塵作用的城市道路綠化研究。江西農業大學學報 31 (6): 1063-1068。
- 蕭慶章 (2003) 實用河川工程: (上冊)河川工程規劃。科技圖書, 528 頁。
- Abbruzzese, G., I. Beritognolo, R. Muleo, M. Piazzai, M. Sabatti, G. S. Mugnozza and E. Kuzminsky (2009) Leaf morphological plasticity and stomatal conductance in three *Populus alba* L. genotypes subjected to salt stress. *Environmental and Experimental Botany* 66, 381-388.
- 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.

- Davidson, C. I. and Y. L. Wu, (1990) Dry deposition of particles and vapors. pp.103-216. In: S. E. Lindberg, A. L. Page, S. A. Norton, eds. Acid precipitation. Volume 3: sources, deposition, and canopy interactions. Springer-Verlag, New York, 337pp.
- Eller, B. M. (1997) Road dust induces increase of leaf temperature. *Environ Pollut.* 13:99-107.
- Eveling, D. W. and A. Bataille (1984) The effects of deposits of small particulates on the resistance of leaves and petals to water loss. *Environ Pollut.* 36:229-238.
- Farmer, A. M. (1993). The effects of dust on vegetation-a review. *Environ Pollut.* 79:63-75.
- Fredrick, K. D. and D. C. Major (1997) Climate change and water resources. *Climatic Change* 37: 7-23.
- Krajickova, A. and V. Mejstrik (1984) The effect of fly ash particles on the plugging of stomata. *Environ. Pollut.* 36: 83-93.
- 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.
- Prusty, B. A. K., P. C. Mishra and P. A. Azeezb (2005) Dust accumulation and leaf pigment content in vegetation near the national highway at Sambalpur, Orissa, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60:228-235.
- 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.
- Smith, W. H. (1984) Pollutant uptake by plants. pp.417-450. In: M. Treshow and

J. N. B. Bell, eds. Air pollution and plant life. John Wiley and Sons, New York. 465pp.

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.

附表1.期中報告委員審查意見回覆

郭幸榮教授	審查意見回覆
1. P. 2 的 SEM 觀察資料為何沒有木麻黃？	1. 將於期末報告補充
2. 各林分所在位置不同，樹種跟林況也各異，如何量化及比較不同林分之滯塵功能？	2. 由現地觀察及檢測，不同位置、樹種及林況，表現出不同之滯塵關係，因此已於規劃樣區時，分列不同區域之位置樣區，並針對其中之優勢種標示樣木，以區分上述樣木滯塵之差異背景。
3. 防風林的高度、深度、寬度及枝葉密度會影響防風的功能，本研究是否也考量這些狀況因素對滯塵的影響？	3. 已考量此項差異，並於規劃樣區時，分列不同的林分現況，予以取樣分區。經由不同林分狀況之樣區結果進行比較，以表現區域間之變化。
陳財輝研究員	
1. 河岸生態系應指河川上、中、下游地區，本研究集中調查台灣五大河川下游地區植被樹種分佈，作為後續揚塵抑制對策應用之依據。	1. 本研究集中於五大河川下游地區，進行取樣分析，以探討河川河岸防沙之生態綠帶樹種之表現。
2. 河岸樹種分佈位置與是否會阻塞河川有關，須註明分佈位置	2. 以說明各樹種分佈位置（附錄二）
3. P. 5、P. 9 植物滯塵調查時間以下雨後一星期進行，實務上調查易發生誤差，尤其是當揚塵量大時，往往發生在乾旱時。	3. 本項研究為期滯塵調查時間之一致性，以控制滯塵散佈時間，作為區域之間之樹種間之比較。
4. P. 15、16 頁之防風測定須更詳加設計方法，尤其當風碰到物體時會有產生渦流，導致風速測量結果將有誤差。	4. 以修訂防風之測定。
5. P. 21 邱媛等之文獻漏失。	5. 已補充。

邱志明組長	
1. 滯塵量與季節可能有關，也與林木生長有關，兩者可能有交感效應產生，滯塵量最大，會影響林木生長，因此必須觀察方可定論。	1. 已採納委員建議，補充滯塵量與季節之相關性。
2. 建議增加林木冠層面積與植被消長之調查，用以表示滯塵量之大小。	2. 已計算林分滯塵量之大小。

100 年度委託研究計畫「台灣河岸生態綠帶樹種篩選與現狀況調查」期末報告審查會議紀錄

- 壹、時間：100 年 12 月 29 日（星期四）
- 貳、地點：本局 8 樓會議室
- 參、主持人：本局楊組長駿憲 記錄：葉銘哲
- 肆、出(列)席者：詳如附簽到單
- 伍、委員審查意見：

一、臺灣大學郭教授幸榮：

1. 請註明在 P.1 第二段的揚塵傷害以雲嘉南、高屏及台東地區最嚴重之資料來源。
2. 請補述在 P.12 生態調查各參數之計算數學式。
3. 在 P.13 防護林帶與通常使用之海岸防風林帶有何不同？農田保安林是否指農田防風綠籬？
4. 在 P.14 樹冠狀態之評估參數未包括樹冠偏倚度。在強風地區，此種性狀通常為評估林木受害的性狀。
5. 請補述在 P.15 樹冠密度及樹冠透視度的測量方法及使用儀器。
6. 在強風挾帶鹽霧地區，梢枯是評估林木受害的重要參數。請說明 P.21 第 4 行「暫時性枯萎」與「現況」之差異。
7. 在 P.25 最後一段及 P.5，建議能就季節變化予以論述，並說明其他有關植群動態及樹冠變化之關係。
8. 建議期末報告修正後予以通過。

二、林業試驗所陳研究員財輝：

1. 五大河川植被(表 2-6)大多為草本植物，僅卑南溪(表 6)有銀合歡分佈，目前尚無其他原生喬木分佈原因為何？
2. 河堤外防護林(造林地)之樹為木麻黃、黃槿及其他少數闊葉樹，混植落葉樹種有無影響整體林分的減風抑塵效果？
3. P.34 鹽分濃度須註明單位(表 7)。
4. P.53(表 18)葉面積單位滯沙量與滯塵量有否不同？各樹種整株樹冠葉量有否時間性差異？
5. 2011 年秋冬揚塵危害較少的原因為何？
6. P.81-88 重複之原因？

三、林業試驗所邱研究員志明：

1. 本報告對河川沿岸耐乾旱、鹽霧、強風及揚塵之為害、抗逆境較強、滯塵量高之樹種篩選，已提供良好之建議，可提供河岸林建造之參考。
2. 綠帶樹種之適應性分析中，用來評估健康因素眾多，至少超過 12 項，應簡化各項因素，做為評估樹種適應之依據，使基層工作人員能瞭

解應用。

3. 農田區滯塵量樹種之研究，觀測波羅蜜是否具有代表性。
4. 胸徑之調查，應用一般桿子量測 1.3 公尺較佳。
5. 請說明（表 18）不同樹種、不同季節葉片滯塵量的季節差異。
6. 河口植生調查中，相對優勢度以何種標準調查：株數、樹冠面積？如何取樣？面積大小？

陸、 主席裁示：

- 一、 本計畫期末報告審查通過，請計畫主持人於 100 年 1 月 6 日前檢具第 3 期款領款收據（日期須填 100 年）報局核撥經費。另請參酌審查委員意見修正報告書內容，並裝訂入成果報告書中。
- 二、 有關成果報告書撰寫之格式，詳情請參閱本局網站公布之「委託研究計畫作業規範」撰寫
(<http://www.forest.gov.tw/lp.asp?ctNode=1576&CtUnit=411&BaseDSD=7&mp=1>)。
- 三、 請 101 年 1 月 6 日前（請盡量提早繳交時間）送成果報告書 15 份（含光碟 15 份）以書面並備文以郵遞、專人送達方式送達至本局總收文室（台北市杭州南路一段 2 號 1 樓）收文。（備註：光碟上用油性筆書寫計畫名稱、計畫編號；光碟片內容需有期中報告書及簡報等檔案、期末報告書及簡報等檔案、成果（結案）報告書、符合本局生物資源資料庫之調查資料等。）
- 四、 本計畫結案後，請於一個月內提出對業務革新、創新之具體數量化績效評估表，並以電子郵件傳送本局信箱。

柒、 散會：上午 11 時

100 年度委託研究計畫「雲嘉濱海綠帶復育技術之研究」期末報告

審查會議紀錄

委員審查意見	審查意見回覆
臺灣大學郭教授幸榮	
請註明在 P. 1 第二段的揚塵傷害以雲嘉南、高屏及台東地區最嚴重之資料來源。	已修訂敘述內容。
請補述在 P. 12 生態調查各參數之計算數學式。	已補充相關植群生態調查之計算數學式。
在 P. 13 防護林帶與通常使用之海岸防風林帶有何不同?農田保安林是否指農田防風綠籬?	已統一修訂防護林帶為海岸防風林帶；農田保安林為耕地防風林。
在 P. 14 樹冠狀態之評估參數未包括樹冠偏倚度。在強風地區，此種性狀通常為評估林木受害的性狀。	樹冠受害由為光線無法穿透部分之樹冠面積的百分比之樹冠密度，與樹冠透視度為光線穿透部分之樹冠面積的百分比等進行評量，另以視覺辨識樹冠輔助變數等評估，用以描述強風之效應。
請補述在 P. 15 樹冠密度及樹冠透視度的測量方法及使用儀器。	樹冠密度及樹冠透視度的測量，係為目視評估並參照美國森林署提供之參考對照，作為樹冠密度評估的參照 (Redfern and Boswell, 2004)。觀測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。
在強風挾帶鹽霧地區，梢枯是評估林木受害的重要參數。請說明 P. 21 第 4 行「暫時性枯萎」與「現況」之差異。	此乃說明因季節風之影響，導致林木暫時性枯萎，將於內文修訂敘述內容。
在 P. 25 最後一段及 P. 5，建議能就季節變化予以論述，並說明其他有關植群動態及樹冠變化之關係。	已修訂敘述內容，包括季節變化之論述，及其他有關植群動態及樹冠變化之說明。
建議期末報告修正後予以通過。	將全面逐一訂正，謝謝委員之指正。
林業試驗所陳研究員財輝：	
五大河川植被(表 2-6)大多為草本植物，僅卑南溪(表 6)有銀合歡分佈，目	推測可能河川流域經常因豪雨衝擊，無法演替形成木本植群，導致大多為草本

前尚無其他原生喬木分佈原因為何？	植物，僅卑南溪(表 6)有銀合歡分佈。
河堤外防護林(造林地)之樹為木麻黃、黃槿及其他少數闊葉樹，混植落葉樹種有無影響整體林分的減風抑塵效果？	將於後續計畫中規劃海岸河堤外防護林混植落葉樹種有無影響整體林分的減風抑塵效果。
P. 34 塩分濃度須註明單位(表 7)。	已補充，謝謝委員之指正。
P. 53(表 18)葉面積單位滯沙量與滯塵量有否不同？各樹種整株樹冠葉量有否時間性差異？	葉面積單位滯沙量與滯塵量為不同單位，滯塵量需再考量時間因素。將於後續計畫中規劃不同季節各樹種整株樹冠葉滯沙量之差異。
2011 年秋冬揚塵危害較少的原因為何？	因本年冬季雨天次數多，河川仍然維持水流，減緩揚塵時間。
P. 81-88 重複之原因？	此為誤植，已修訂敘述內容，謝謝委員之指正。。
林業試驗所邱研究員志明：	
本報告對河川沿岸耐乾旱、鹽霧、強風及揚塵之為害、抗逆境較強、滯塵量高之樹種篩選，已提供良好之建議，可提供河岸林建造之參考。	將全面逐一訂正，謝謝委員之指正。
綠帶樹種之適應性分析中，用來評估健康因素眾多，至少超過 12 項，應簡化各項因素，做為評估樹種適應之依據，使基層工作人員能瞭解應用。	因應海岸造林撫育管理之評估，森林生態系之健康需由多項因子及面向所組成，林木健康狀況的程度可多變數來描述，透過量化與可實測的調查項目，建立健康指標，經由因素分析係降低變數數目，找出其影響原始資料的共同因素，可將新植適應表現資料帶入各個群組的分類函數，代表此觀察值所屬的類組。藉此快速判定林木健康狀況之分類
農田區滯塵量樹種之研究，觀測波羅蜜是否具有代表性。	樣區出現之個案，謝謝委員之指正。
胸徑之調查，應用一般桿子量測 1.3 公尺較佳。	將於後續計畫修訂，謝謝委員之指正。
請說明(表 18)不同樹種、不同季節葉片滯塵量的季節差異。	已修訂敘述內容，包括樹種、春秋季節葉片滯塵量差異，將於後續計畫增加不同季節。
河口植生調查中，相對優勢度以何種標	因僅為草生地以線截樣區之覆蓋度為

準調查：株數、樹冠面積?如何取樣? 面積大小?	優勢度之標準
----------------------------	--------

附錄1.臺灣主要河川綠帶優勢樹種之育林特性

1.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℃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℃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。

2.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。

3. 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。

4. 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。

5. 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℃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。

6.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，播種前宜以利器剝破。

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。

7. 棟樹

物候特性：在臺灣，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℃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℃，所需時間20~40 天。每公升核重約560 g，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4 m，平均胸徑約10 cm。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。

8. 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60~100 cm 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℃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℃；一公升

種子重約630 g，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。

9.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，於臺灣年平均胸徑生長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。

10.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。

11. 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。

12. 臺灣欒樹

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。

13.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℃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。

附錄2.各河床植被調查之相對優勢度、及相對頻度、及重要值

表 1. 大安溪河床植被之相對優勢度、相對頻度、及重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	IVI
馬鞍藤	12.07	12.26	12.17
大花咸豐草	11.31	10.97	11.14
海埔姜	11.58	8.60	10.09
孟仁草	8.52	8.60	8.56
白茅	8.79	7.74	8.27
甜根子草	5.91	4.95	5.43
雞屎藤	3.18	4.95	4.07
濱刀豆	4.05	3.66	3.86
狗牙根	4.15	3.44	3.80
銀合歡	3.49	3.44	3.47
南美蟛蜞菊	2.96	2.15	2.56
賽芻豆	2.15	2.80	2.48
大黍	2.10	1.72	1.91
鏈莢豆	1.03	2.58	1.81
飛揚草	1.12	2.15	1.64
鋪地黍	1.56	0.86	1.21
雀稗	1.27	1.08	1.18
肥豬豆	0.98	1.29	1.14
鹽地鼠尾黍	1.07	1.08	1.08
刺莧	1.03	1.08	1.06
刺莧	1.03	1.08	1.06
紅毛草	0.98	1.08	1.03
毛馬齒莧	1.12	0.86	0.99
象草	1.27	0.65	0.96
馬齒莧	0.73	1.08	0.91
帶馬蘭	0.93	0.86	0.90
兩耳草	0.85	0.86	0.86
雀稗	0.59	1.08	0.84
煉莢豆	0.78	0.86	0.82
狗尾草	0.68	0.86	0.77
長柄菊	0.68	0.65	0.67
中國菟絲子	0.42	0.86	0.64

美洲含羞木	0.39	0.86	0.63
牛筋草	0.59	0.65	0.62
含羞草	0.34	0.65	0.50
濱雀稗	0.34	0.43	0.39
田菁	0.29	0.43	0.36
野牽牛	0.15	0.43	0.29
疾藜草	0.15	0.43	0.29
蘆葦	0.15	0.43	0.29
葎草	0.15	0.43	0.29
假含羞草	0.10	0.22	0.16

表 2.大甲溪河床植被之相對優勢度、相對頻度、及重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	IVI
馬鞍藤	11.18	12.10	11.64
大花咸豐草	10.81	10.83	10.82
海埔姜	11.86	8.49	10.18
孟仁草	8.52	8.49	8.51
白茅	9.08	7.64	8.36
甜根子草	5.91	4.88	5.40
雞屎藤	3.17	4.88	4.03
狗牙根	4.15	3.40	3.78
濱刀豆	4.05	3.40	3.73
賽蜀豆	2.15	2.76	2.46
雀稗	1.90	1.91	1.91
大黍	2.10	1.70	1.90
茵陳蒿	2.05	1.70	1.88
鏈莢豆	1.03	2.55	1.79
濱豇豆	2.05	1.27	1.66
鋪地黍	2.05	1.06	1.56
飛揚草	0.90	2.12	1.51
毛馬齒莧	1.56	1.06	1.31
肥豬豆	0.98	1.27	1.13
雀稗	1.03	1.06	1.05
乾溝飄浮草	0.73	1.27	1.00
煉莢豆	0.93	1.06	1.00
刺莧	0.83	1.06	0.95
鹽地鼠尾黍	0.98	0.85	0.92
馬齒莧	0.73	1.06	0.90
帚馬蘭	0.93	0.85	0.89
紅毛草	0.59	1.06	0.83
狗尾草	0.68	0.85	0.765
兩耳草	0.56	0.85	0.71
紫花藿香薊	0.73	0.64	0.69
龍爪茅	0.63	0.64	0.64
開卡蘆	0.63	0.64	0.64
中國菟絲子	0.41	0.85	0.63
變葉藜	0.54	0.64	0.59

牛筋草	0.39	0.64	0.52
鹽定	0.59	0.42	0.51
含羞草	0.34	0.64	0.49
象草	0.54	0.42	0.48
海雀稗	0.34	0.42	0.38
假含羞草	0.34	0.42	0.38
田菁	0.29	0.42	0.36
鯉腸	0.29	0.42	0.36
野牽牛	0.15	0.42	0.29
疾藜草	0.15	0.42	0.29
葎草	0.15	0.42	0.29

表3.大肚溪河床植被之相對優勢度、相對頻度、及重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	IVI
馬鞍藤	9.20	11.92	10.56
大花咸豐草	10.19	10.67	10.43
海埔姜	10.16	8.37	9.27
孟仁草	8.50	8.37	8.44
白茅	8.96	7.53	8.25
雞屎藤	4.58	5.44	5.01
甜根子草	4.91	4.81	4.86
狗牙根	4.09	3.35	3.72
濱刀豆	4.00	3.35	3.68
賽蜀豆	2.12	2.72	2.42
鏈莢豆	2.17	2.51	2.34
茵陳蒿	2.75	1.88	2.32
大黍	2.12	1.67	1.90
白花牽牛	2.50	1.26	1.88
雀稗	1.88	1.88	1.88
飛揚草	1.61	2.09	1.85
鋪地黍	2.02	1.05	1.54
毛馬齒莧	1.54	1.05	1.30
濱豇豆	1.25	1.26	1.26
疾藜草	1.06	1.26	1.16
長柄菊	1.06	1.05	1.06
雀稗	1.01	1.05	1.03
煉莢豆	0.92	1.05	0.99
龍爪茅	0.92	1.05	0.99
野牽牛	0.87	1.05	0.96
鹽定	1.01	0.84	0.93
鹽地鼠尾黍	0.96	0.84	0.90
馬齒莧	0.72	1.05	0.89
帚馬蘭	0.92	0.84	0.88
紅毛草	0.58	1.05	0.82
變葉藜	0.77	0.84	0.81
開卡蘆	0.72	0.84	0.78
狗尾草	0.67	0.84	0.76
含羞草	0.67	0.84	0.76

兩耳草	0.55	0.84	0.70
海雀稗	0.63	0.63	0.63
中國菟絲子	0.41	0.84	0.63
紫花藿香薷	0.39	0.63	0.51
牛筋草	0.39	0.63	0.51
象草	0.10	0.42	0.26
銀膠菊	0.10	0.21	0.16
海茄苳	0.05	0.21	0.13

表4.濁水溪河床植被之相對優勢度、相對頻度、及重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	IVI
馬鞍藤	9.01	11.40	10.21
大花咸豐草	7.99	10.20	9.10
海埔姜	9.45	8.00	8.73
白茅	9.41	7.20	8.31
孟仁草	8.18	8.00	8.09
甜根子草	6.21	4.60	5.41
雞屎藤	4.40	5.20	4.80
狗牙根	3.94	3.20	3.57
美州含羞草	3.20	3.20	3.20
開卡蘆	3.15	2.60	2.88
鏈莢豆	2.36	2.40	2.38
賽芻豆	2.04	2.60	2.32
過江藤	2.41	1.60	2.01
大黍	2.04	1.60	1.82
白花牽牛	2.41	1.20	1.81
雀稗	1.81	1.80	1.81
圓葉煉莢豆	1.99	1.60	1.80
飛揚草	1.55	2.00	1.78
鋪地黍	1.95	1.00	1.48
毛馬齒莧	1.48	1.00	1.24
濱豇豆	1.20	1.20	1.20
疾藜草	1.02	1.20	1.11
長柄菊	1.02	1.00	1.01
龍爪茅	0.88	1.00	0.94
紅花野牽牛	0.83	1.00	0.92
鹽定	0.97	0.80	0.89
黃野百合	0.97	0.80	0.89
鹽地鼠尾黍	0.93	0.80	0.87
馬齒莧	0.70	1.00	0.85
帚馬蘭	0.88	0.80	0.84
毛西番蓮	0.79	0.80	0.80
稗	0.56	1.00	0.78
變葉藜	0.74	0.80	0.77
乾溝飄浮草	0.28	1.20	0.74

狗尾草	0.65	0.80	0.73
含羞草	0.65	0.80	0.73
兩耳草	0.53	0.80	0.67
紫花藿香薊	0.37	0.60	0.49
牛筋草	0.37	0.60	0.49
倒地鈴	0.23	0.60	0.42
小葉桑	0.19	0.60	0.40
海雀稗	0.01	0.60	0.31
象草	0.09	0.40	0.25
白苦柱	0.09	0.20	0.15
龍葵	0.05	0.20	0.13

表5.卑南溪河床植被之相對優勢度、相對頻度、及重要值

樹種	相對優勢度(%)	相對頻度(%)	IVI
馬鞍藤	13.83	14.21	14.02
大花咸豐草	13.52	12.72	13.12
孟仁草	10.92	9.98	10.45
海埔姜	11.25	8.73	9.99
白茅	10.89	8.98	9.94
甜根子草	5.20	4.74	4.97
雞屎藤	3.93	5.74	4.84
濱刀豆	4.78	3.74	4.26
銀合歡	4.33	3.99	4.16
南美蟛蜞菊	3.33	2.24	2.79
賽芻豆	1.82	2.74	2.28
鏈莢豆	1.27	2.99	2.13
大黍	2.24	1.75	2.00
飛揚草	1.39	2.49	1.94
狗牙根	1.63	2.00	1.82
象草	1.82	0.75	1.29
鹿藿	0.79	1.75	1.27
紅毛草	1.21	1.25	1.23
兩耳草	1.06	1.00	1.03
雀稗	0.51	1.00	0.76
美洲含羞木	0.31	1.00	0.66
蘆竹	0.67	0.50	0.59
長柄菊	0.54	0.50	0.52
百慕達草	0.42	0.50	0.46
牛筋草	0.42	0.50	0.46
帚馬蘭	0.30	0.50	0.40
野牽牛	0.18	0.50	0.34
疾藜草	0.18	0.50	0.34
含羞草	0.24	0.25	0.25
田菁	0.24	0.25	0.25
濱雀稗	0.18	0.25	0.22
鏽狗尾草	0.12	0.25	0.19
假含羞草	0.12	0.25	0.19
肥豬豆	0.06	0.25	0.16

狗尾草	0.06	0.25	0.16
篋麻	0.06	0.25	0.16
構樹	0.06	0.25	0.16
長穗木	0.06	0.25	0.16
薯稷	0.03	0.25	0.14

附錄3. 各河川南北岸植物名錄與分佈位置

	大安溪		大甲溪		大肚溪		濁水溪		卑南溪		
	北岸	南岸	北岸	南岸	北岸	南岸	北岸	南岸	北岸	南岸	出海口沼澤
Aizoaceae番杏科											
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. 海馬齒、濱水菜	V	V			V	V	V	V			
<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Ktze. 番杏	V	V				V		V			
Amaranthaceae莧科											
<i>Achyranthes aspera</i> L. var. indica L. 印度牛膝、土牛膝							V			V	
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb. 空心蓮子草	V	V	V		V	V	V				
<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Br. 蓮子草、滿天星			V	V							V
<i>Amaranthus lividus</i> L. 凹葉野莧菜						V					
<i>Amaranthus patulus</i> Betoloni 青莧	V	V	V	V		V	V				
<i>Amaranthus spinosus</i> L. 刺莧			V	V		V	V				
<i>Amaranthus viridis</i> L. 野莧菜						V		V			
<i>Celosia argentea</i> L. 青葙				V							
<i>Gomphrena celosioides</i> Mart. 假千日紅					V						
Anacardiaceae漆樹科											
<i>Pistacia terebinthus</i> L. 巴西乳香								V			

Apiaceae繖形花科

Centella asiatica (L.) Urb. 雷公根 V V

Apocynaceae夾竹桃科

Alstonia scholaris (L.) R. Br. 黑板樹 V

Araliaceae五加科

Schefflera actinophylla (Endl.) Harms 澳洲鴨腳木 V

Asteraceae菊科

<i>Ageratum houstonianum</i> Mill 紫花藿香薷			V	V	V		V			
<i>Artemisia capillaris</i> Thunb. 茵陳蒿	V	V	V		V	V				V
<i>Artemisia indica</i> Willd. 艾			V							
<i>Aster subulatus</i> Michaux 掃帚菊、帚馬蘭	V	V	V	V	V	V	V		V	V
<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> Sch. Bip. 大花咸豐草	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rob. 香澤蘭										V
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq. 美洲假蓬	V	V	V	V	V	V		V		
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. 加拿大蓬	V	V		V	V	V	V	V		
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) Walker 野茼蒿	V	V	V	V	V		V			V
<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore 昭和草	V	V	V	V						
<i>Eclipta prostrata</i> L. 鱧腸	V	V	V	V	V	V	V			V
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. var. <i>javanica</i> (Burm. f.)	V	V	V		V					
Mattfeld 紫背草										

<i>Erechtites valerianifolia</i> (Wolf ex Rchb.) DC. 飛機草	V	V																	
<i>Eupatorium catarium</i> Veldk 貓腥草						V													
<i>Helianthus annuus</i> L. 向日葵														V					
<i>Mikania cordata</i> (Burm. f.) B. L. Rob. 蔓澤蘭					V														
<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>Terminalia catappa</i> L. 欖仁			V			V					V
<i>Terminalia mantalyi</i> H. Perrier. 小葉欖仁樹											V
<i>Commelinaceae</i> 鴨跖草科											
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f. 竹仔菜			V		V						
<i>Convolvulaceae</i> 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
<i>Cucurbitaceae</i> 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									
<i>Cyperaceae</i> 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(彎形藺)										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. 烏柏											V
Fabaceae豆科											
<i>Acacia confusa</i> Merr. 相思樹										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
<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC. 煉莢豆	V	V	V	V						V	V
<i>Cajanus scarabaeoides</i> (L.) Thouars 蔓蟲豆											V
<i>Canavalia lineata</i> (Thunb. ex Murray) DC. 肥豬豆	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	
<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
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb. 賽芻豆	V	V	V	V	V	V					V
<i>Mimosa diplotricha</i> C. Wright ex Sauvalle 美洲含羞草										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. 水苘菜				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	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		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、大冇榕											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		
<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. hispida (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. 臺灣海桐								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
<i>Cenchrus echinatus</i> L. 蒺藜草	V	V	V	V	V	V		V	
<i>Chloris barbata</i> Sw. 孟仁草	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
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv. 龍爪茅	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	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. 舖地黍	V	V	V	V	V	V					
<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius 兩耳草			V	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
<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		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

Salix warburgii Seemen 水柳

V

Sapindaceae無患子科

Cardiospermum halicacabum L. 倒地鈴

V

V

Scrophulariaceae玄參科

Lindernia crustacea (L.) F. Muell. 藍豬耳

V

Veronica undulata Wall. 水苦蕒

V

Solanaceae茄科

Lycium chinense Mill.

V

Nicotiana plumbaginifolia Viv. 皺葉煙草

V

Physalis angulata L. 燈籠草、炮仔草、苦蕒

V

V

Solanum americanum Miller 光果龍葵

V

Solanum capsicoides All. 刺茄

V

Solanum nigrum L. 龍葵

V

V

V

V

V

V

V

Thelypteridaceae金星蕨科

Ampelopteris prolifera (Retz.) Copel. 星毛蕨

V

Tiliaceae田麻科

Corchorus capsularis 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. 海茄苳						V		V	
<i>Clerodendrum inerme</i> (L.) Gaertn. 苦林盤								V	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	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	

Vitaceae 葡萄科

<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Trautv. var.	V	V		
<i>hancei</i> (Planch.) Rehder 漢氏山葡萄				
<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
---	--	--	--	---