

海岸林帶前後環境應力差異之調查研究-以新北市淡水區 保安林為例

游永清⁽¹⁾ 蔡志偉⁽²⁾ 林信輝⁽³⁾

摘 要

臺灣地區現存保安林帶因環境應力、人為干擾等因素造成現存海岸保安林之受損與枯死，進而影響保安林帶完整性；因此本研究以新北市淡水區 1074 號保安林為調查區域，藉由探討海岸保安林前、中、後對於環境應力之折減率，環境應力測定包括風速、溫度、相對濕度、噪音、鹽霧量、飛砂量等六項，從而得知海岸保安林帶之環境保育效益，並比較有無保安林帶間之效益差異，其可說明完整林帶之重要性。試驗結果發現，於定砂植物生長點之後，飛砂量折減率可提高至 66%，於有林木生長點後之飛砂量折減率更可達到 95% 以上，又鹽霧量、飛砂量之主要影響來源為風速，風速之增減影響環境應力之遞移量，在無植物生長之樣線中更能顯現出此現象，而在有保安林之樣線上呈現林前效益最低，林內效益最高，林後效益次之之狀況，顯現保安林之存在對於保安林內及其後之範圍有保護之效用，研究結果顯示保安林內防風效益可以達到平均 90%，且能維持到林帶結束，而在完整之保安林帶後也可以達到防風效益 70% 左右，更可見完整保安林存在之必要性。

(**關鍵詞**：海岸林、環境應力、風速折減率、環境差異)

Study on the difference of environmental stress between the front and rear of coastal protection forests-A Case of protection forests in Danshui District, New Taipei City

Yung Ching Yu⁽¹⁾ *Chih Wei Tsai*⁽²⁾ *Shin Hei Lin*⁽³⁾

Graduate Student⁽¹⁾ Master⁽²⁾, Professor⁽³⁾ Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taiwan

ABSTRACT

The protection forests in Taiwan have been damaged and withered because of

(1)國立中興大學水土保持學系碩士班研究生(通訊作者 e-mail：unique770602@yahoo.com.tw)

(2)國立中興大學水土保持學系博士

(3)國立中興大學水土保持學系教授

causes such as environmental stress, human disturbances and so forth, and then the integrity of protection forests has been influenced. Therefore, this study investigates 1074 protection forests in Danshui District, New Taipei City. By exploring the reduction ratio of environmental stress of areas in front of the forest, in the middle of the forest and at the back of the forest, which includes wind speed, temperature, relative humidity, noise, capacity of saline fog and windblown sand, it is the objective to understand the reduction efficacy of the coastline protection forest and by comparing the difference of areas without the protection forest, the importance of forest integrity is illustrated. The consequence shows that the windblown sand reduction ratio can rise up to 66% after the plant that can stable sand, and after the growth point of forests, the windblown sand reduction ratio can reach over 95%, in addition to, the main factor of capacity of saline fog and windblown sand is wind speed, the fluctuation of wind speed affects the sediment delivery ratio of environment stress, and the capacity of saline fog and windblown sand is much higher in the area where no plants are grown than in the area where there are many plants. And the consequence of exploring the difference between the area in front of the forest and the area at the back shows that the reduction efficacy is the lowest in the front area and highest in the middle of the forest and thus indicates that the existence of protection forests has protection function for the area in the middle forest and its back area. The study shows that the reduction efficacy in the forests can reach 90% on average and can maintain until the end of the forests, and even behind the intact protection forests the reduction efficacy can reach 70%, which reveals the necessity of the existence of intact protection forests.

(**Keywords** : Coastal Forests, Environmental Stress, Environmental Difference, Wind Speed Reduction Ratio)

前言

保安林之定義為凡林地全部或局部為森林所覆蓋，其經營目的主要在於發揮森林固著土壤、涵養水源、預防水害、捍止土砂等功能，對社會公益之維護及國土保安卓具功效，而非以生產木材或森林副產物為目的者；或為防止公眾為害，以增進公眾福祉、保護地方產業為目的而設置之森林。

然而保安林的類別約可區分為 16 種(森

林法第 22 條)，如表 1 所示。

台灣四面環海，海岸線長達 1239 公里，沿海保安林具有防風、防飛砂、防潮、氣候調節之功能，以保護沿海耕地及房舍之安全，並有助於近海漁業發展及優美景觀之形成。

近年來因氣候暖化海平面上升導致海岸保安林帶受損或枯死，又因海岸人工設施之營造使得海岸退縮、掏空、侵蝕等等保安林的自然衰退現象，又因海岸地區工業、漁業、休閒遊憩的發展等問題，使得沿海地區保安

林之林帶寬度、完整性及功能性深受影響。

海岸保安林帶要維持 100 至 150 公尺方能保護海岸、防止風砂、遮斷鹽分飛沫、削減風力、保持耕地氣溫、減少內陸風害(白鳥勝義, 1937), 故林帶之完整性相當重要, 但因為近年來的海岸發展, 使得海岸保安林帶破碎有缺口、林木生長不良等等, 使其功能性受到影響, 故本研究以保安林的環境保育效益為主要研究方向, 由保安林前至保安林後量測風速、溫度、相對濕度、鹽霧量、高程等等環境應力, 探討保安林之折減效益, 並找出主要影響之環境應力, 使瞭解北部保安林之完整與破碎之差異, 顯現完整性之重要, 更可由數據圖表分析得知保安林對各環境應力之折減率, 顯現保安林之重要性。

本研究樣區為位於新北市淡水區之 1074 號保安林, 保安林臨近淡水漁人碼頭及沙崙海水浴場, 並有大範圍保安林位處軍事用地, 本研究樣區為海岸與馬路間之保安林為主要研究樣區, 樣區內木本植物以黃槿與木麻黃為主, 保安林平均高度約 5m, 林帶厚度約 40m(圖 2、圖 3)。

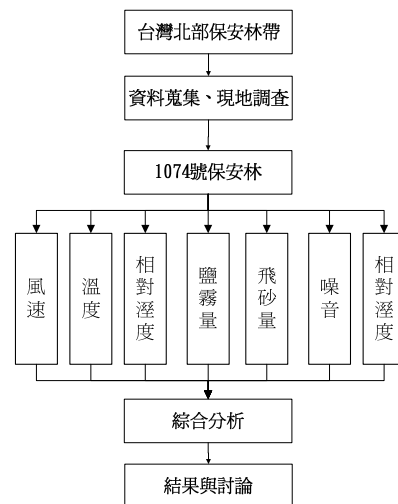


圖 1 試驗研究流程圖

Figure 1 Flow chart of methodology.

表 1 保安林類別

Table 1 Kinds of protection forest.

水害防備	防風	土砂捍止	航行目標
潮害防備	鹽害	飛砂防止	漁業
煙害防止	防雪	墜石防止	風景
水源涵養	國防	衛生保健	自然保育

表 2 樣線資料

Table 2 Information of transect lines.

樣線	植物狀況	對照點經緯座標
樣線 1	些許草本	25.18863, 121.4145
樣線 2	木本、草本	25.18830, 121.4101
樣線 3	木本、草本	25.18829, 121.4110
樣線 4	些許草本	25.18846, 121.4136
樣線 5	木本、草本	25.18825, 121.4127
樣線 6	木本、草本	25.18826, 121.4117

研究材料與方法

一、研究流程

本研究針對台灣北部海岸保安林帶進行環境應力之現場調查, 藉以瞭解海岸保安林帶環境保育效益。室內研究部分除蒐集彙整海岸保安林之相關文獻資料, 並包括鹽霧量、砂量室內實驗量測與環境應力分析(圖 1)。

二、研究樣區

於9月22日與12月20日進行2次現地試驗，在研究樣區中採取6條樣線，其中3條為風速、溫度、相對濕度、噪音與高程量測，另3條為鹽霧量、飛砂量與高程量測，

其中樣線1與樣線4為無木本植物生長之空曠裸地之樣線，而樣線2、樣線3、樣線5及樣線6為有木本植物生長與地形遮蔽之樣線。

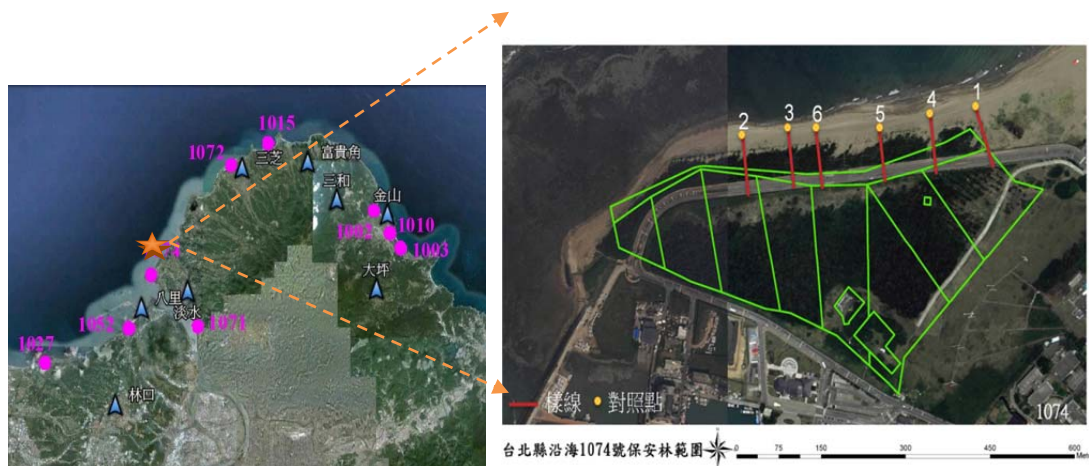


圖 2 研究樣區與樣線示意圖
 Figure 2 Research areas and transect lines.


		
樣線 1(100.12.20)	樣線 2(100.12.21)	樣線 3(100.12.20)
		
樣線 4(100.12.20)	樣線 5(100.12.21)	樣線 6(100.12.20)

圖 3 研究試區樣照
 Figure 3 Photos of transect lines in research areas.

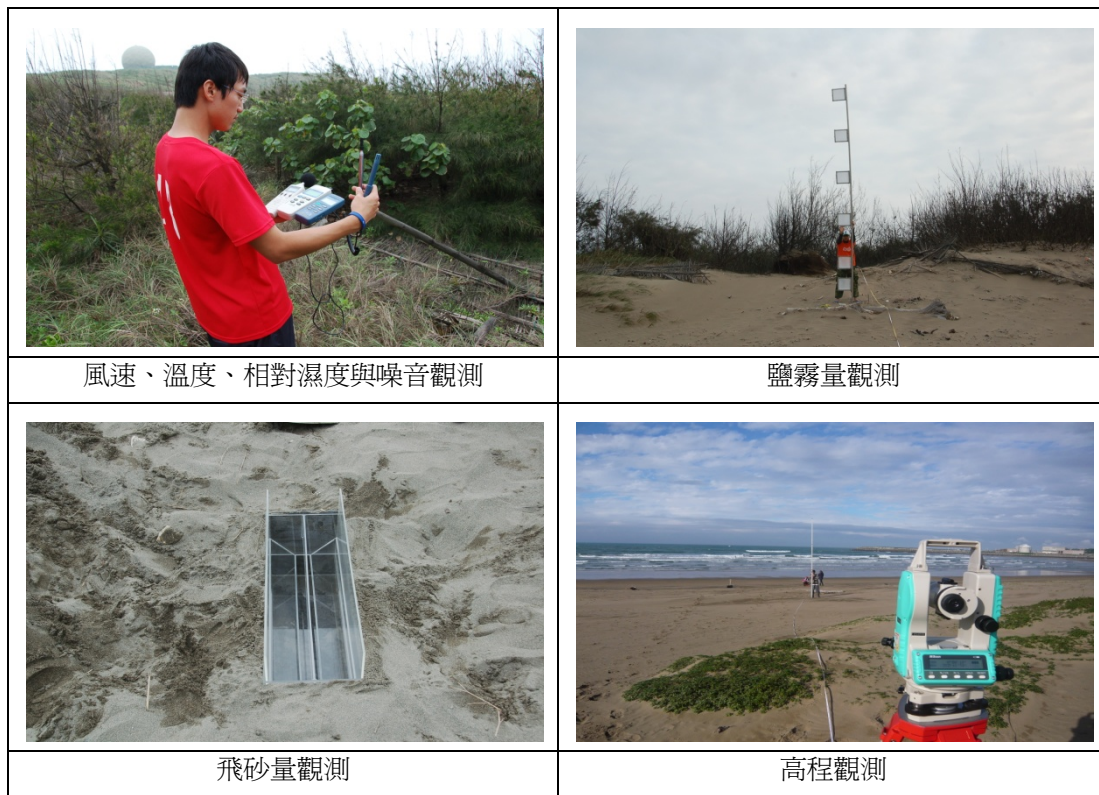


圖 4 研究項目觀測照

Figure 4 Photos of research items observation.

三、試驗材料與方法

(一) 鹽霧收集

1. 材料：

鹽霧收集器、方形紗布、大頭夾、鏟子、封口袋。

在圓形底座上之圓柱型鐵柱焊上外框 (30cm×30cm)；內框 (25cm×25cm) 之方形鐵框，高度分別為 0.5m、1m、2m、3m、4m、5m，此為鹽霧收集器。

2. 方法：

分為室外實驗與室內實驗。

(1) 室外實驗：

a. 前置作業：

在鹽霧收集器上之方形鐵框四角由大頭夾夾緊固定方形紗布，裝置方形紗布時不得使紗布正面迎風而影響實驗。

b. 鹽霧量測：

在距離高潮線 0m、距離草本植物生長點 0m、25m、50m、75m 各設置一組鹽霧收集器，量測時，鹽霧收集器之方形鐵框須與風向垂直，量測時間以 30 分鐘為基準，調查結束後利用鏟子將方形紗布取下置入封口袋，帶回實驗室進行電導度量測。

(2) 室內實驗：

a. 率定曲線：

在燒杯內裝入蒸餾水(200cc)，再逐一加入不同克數之粗鹽，逐一量測不同克數之電導度，利用不同粗鹽克數(濃度)得出鹽份-電導度之率定曲線。

b. 電導度量測：

將封口袋內之方形紗布用蒸餾水(200cc)沖洗浸泡，放置 24 小時之後量測電導度(使用 Cyberscan PC10 攜帶型酸鹼度/導電度計量測電導度)，量測出之電導度可經由率定曲線得知鹽份之含量(公克)。

(二) 飛砂收集：

a. 材料：

漏斗式水平集砂器、鏟子、封口袋、電子式磅秤。

用壓克力板拼製黏貼成一個長 80cm，寬 24cm，高 30cm 之漏斗式水平集砂器，其裝置因為漏斗式，故掉入之砂粒不易因風而飛出收集器外。

b. 方法：

(1) 室外實驗：

a. 前置作業：

將漏斗式水平集砂器嵌入土中，使集砂器頂端與砂面切齊，較長端之走向與風向平行。

b. 飛砂量測：

在距離高潮線 0m、距離草本植物生長點 0m、25m、50m、75m 各設置一組漏斗式水

平集砂器，量測時間以 1 小時為基準，時間較長是因為要量其累積量而非瞬間量，實驗結束後採取砂粒置入封口袋，帶回實驗室量測砂重。

(2) 室內實驗：

砂重量測：

將裝置砂粒之封口袋置於電子式磅秤上量其重量(X^1)，再將砂粒完全倒出封口袋量其封口袋重(X^2)，再將 $X^1 - X^2$ 求得砂粒重(公克)。

(三) 風速、溫度、相對濕度、噪音量測

1. 材料：

熱線式風速計(廠牌: LUTRON；型號: YK-2005AH)、溫濕度計(廠牌:臺灣群特；型號: CEN-TER 314)、噪音計(廠牌:臺灣泰仕；型號:TES-1351)、皮尺。

2. 方法：

(1) 室外實驗：

風速、溫濕度及噪音量測：採用移動監測法，手持熱線式風速計、溫濕度計及噪音計於一固定高度(1.5m)，一組固定於高潮線視為對照組，另一組由高潮線 0m 到 100m(或人工設施)，每步行 5m 之固定距離(利用皮尺分段)量測其風速、溫濕度及分貝數，取一分鐘之平均並記錄。

(2) 室內分析：

數據分析：

將室外實驗量測數據進行分析，比較有無保安林與地形遮蔽之環境應力差異，進而

求得保安林及地形遮蔽之保育效益，顯現保安林之功能。

(四) 高程測量

1. 材料：

電子式經緯儀(廠牌:Nikon；型號NE-100)、三腳架、伸縮標尺(5m)、皮尺。

2. 方法：

(1) 室外實驗：

a. 前置作業：

在樣線上拉出 100m(或人工設施)長度之皮尺，於樣線上選擇點位架設電子式經緯儀，定心定平後開始進行量測，若有遮蔽物，則再進行選點，利用前後視使轉點後高程能持續計算。

b. 高程量測：

利用電子式經緯儀及標尺，由高潮線 0m 到 100m(或人工設施)，每步行 5m 之固定距離(利用皮尺分段)量測其標尺數字並記錄，若在樣線中有至高點或至低點也將納入量測記錄，以繪出較精確的高程圖。

(2) 室內分析：

計算：

將量測數據中高程最低之點位假設為高程 0m 處，進行計算後可得知樣線上測點與高程 0m 處之高程差，推得其測線沿線之連續高程，進而繪製樣線高程圖，其可概表樣線之地形狀況。

(五) 效益分析：

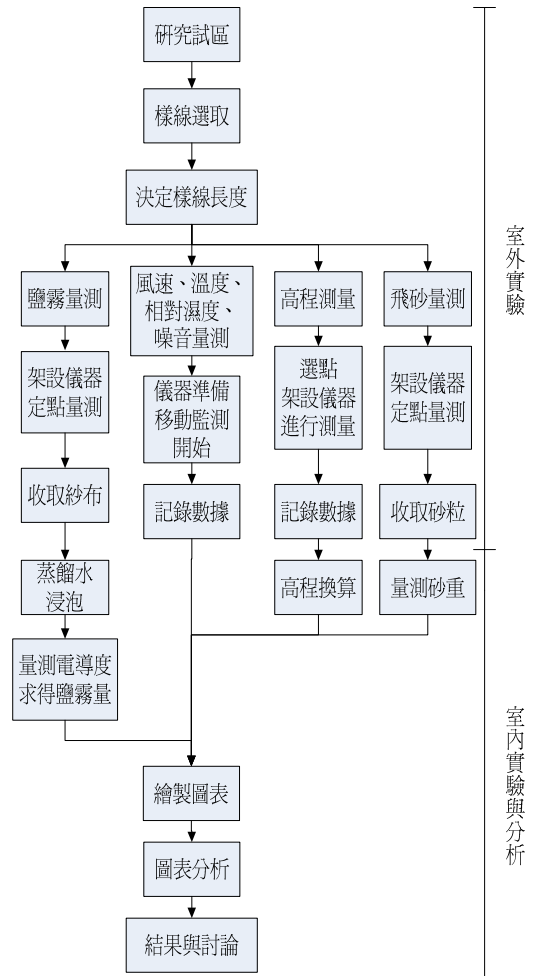


圖 5 研究項目施作流程圖

Figure 5 Flow chart of study items

1. 項目：

風速、溫度、相對濕度、噪音、鹽霧量與飛砂量。

2. 方法：

由折減率公式中可計算出，樣線上不同點位(不同距離)與距離高潮線 0m(對照點)處之折率，可由折減率之數值看出效益情形，折減率值愈大，代表折減效果愈好，效益愈高，反之，若折減率愈小，代表折減效果愈

差，效益愈低，折減率公式如下：

$$\text{折減率 } R_{rn} (\%) = \frac{X_0 - X_n}{X_0} \times 100$$

R_{rn} : 第 n 點之折減效益(n=1.2.3.4.5.6...etc.)

X_0 : 對照點之值

X_n : 移動觀測點之值(n=1.2.3.4.5.6...etc.)

結果與討論

風速、溫度、相對濕度與噪音將由樣線 1-3 進行分析說明，鹽霧量與砂量將由樣線 4-6 來進行分析說明。

一、風速折減效益分析

在折減率圖中可以看出，在樣線 1 無任何干擾之樣線中，風速之折減率隨著距離高潮線愈遠而有逐漸增加的趨勢，即風速有隨著距離高潮線愈遠而有逐漸減少的趨勢，而江永哲、詹文陽、黃隆明（1993）研究澎湖地區海岸防風林內風速分布時，發現愈近內陸，風速衰減愈顯著，與此次研究結果一致，然而因為無木本植物生長或地形之遮蔽，數值較為不穩定，容易直接受到陣風之影響，風速折減率不超過 40%，在距離高潮線 70m 處因有一道圍牆，所以使此處折減率遽增，可見有遮蔽之處不會直接受到陣風之影響。

在樣線 2 與樣線 3 的部分，在未受到遮蔽之前區顯然效益差，而在高程最高處折減率最低，即為風速增強之意，此與甘偉航（1966）提出之觀點相符合，甘偉航認為強風進襲時遇到山陵或地上物，則沿障礙物流動，

其風向風速均有變化，當風力匯集時，風速加大，強風沿坡面吹去，風速遞增。圖中可以看出，在地形與林木遮蔽後 5 公尺，其風速折減率都達到 80%以上，在 5 公尺後風速折減率平均更高達 90%，且樣線 3 此效益維持到林帶終點，但樣線 2 卻在距離高潮線 55m 處折減率開始下降且成現不穩定之狀態，原因為此樣線附近有人為活動，造成林帶破碎不完整，導致風由孔洞吹入林內，使折減率下降，其代表有完整的林帶保護下，其風速折減率將為穩定且較高之值，可連續其效益到林帶終點。在圖中也可以看出在完整林帶與較破碎林帶後折減率變化之不同，在完整林帶後折減率下降之速度較破碎林帶緩，且在樣線 3 之完整林帶後 25m 內折減率皆在 70%以上，可見完整林帶之重要性。

二、溫度折減效益分析

因實驗數據結果發現，越靠近海岸，溫度值愈低，所以將折減率公式採絕對值處理後繪製於圖上，即折減率愈高，溫度愈高，反之，折減率愈低，溫度愈低。在實驗操作季節為冬季，林內林外溫差不大，導致溫度之折減率低，亦即呈現效益低。

在樣線 1 中，在 0-65m 其折減率擺盪幅度介於 0-2%之間，變化幅度不大，而在 70m 處因有圍牆遮蔽，效益遽增，折減率介於 4-11%之間，而在樣線 2 與樣線 3 中也顯示效益最佳處為有地形與林木遮蔽之處，使其不直接受到海岸陣風之影響，可見遮蔽之重要，而保安林則為最佳之天然材料。

三、相對濕度折減效益分析

實驗數據中顯示，有愈靠近海岸，相對

濕度愈高之趨勢，認為其為海浪拍打使水汽散佈於空中，造成相對濕度較林內高，而在樣線 1 圖中可以看到，其折減率變化幅度較樣線 2 與樣線 3 大，此因樣線 2 與樣線 3 有

表 3 風速觀測資料

Table 3 Information of wind speed observation.

距離 (m)	樣線 1			樣線 2			樣線 3		
	對照點 風速 (m/s)	觀測點 風速 (m/s)	折減率 (%)	對照點 風速 (m/s)	觀測點 風速 (m/s)	折減率 (%)	對照點 風速 (m/s)	觀測點 風速 (m/s)	折減率 (%)
0	6.9	6.9	0	5.7	5.7	0	6.1	6.1	0
5	7.2	6.7	6.94	5.5	5.5	0	5.9	5.8	1.70
10	7.2	7.2	0	6.3	6.2	1.59	5.8	5.7	1.72
15	7.5	7.4	1.33	5.6	5.5	1.79	6.1	6	1.64
20	6.8	6.5	4.41	6	5.8	3.33	5.6	5.3	5.36
25	7	6.6	5.71	6.5	6.4	1.54	4.8	4.5	6.25
30	6.5	6.2	4.62	5.5	5.4	1.82	5	4.9	2
35	6.3	5.5	12.70	6	4.8	20	6	6.2	-3.33
40	6.8	6.2	8.82	6.2	1.2	80.65	6.2	6.5	-4.84
45	7	5.9	15.71	5.8	0.1	98.28	6.1	6.5	-6.56
50	6.8	6.1	10.29	6	0.1	98.33	6.2	6.8	-9.68
55	6.7	5.3	20.90	5.5	0.1	98.18	6	0.2	96.67
60	7	5.7	18.57	6	0.3	95	5.8	0.5	91.38
65	7.2	4.8	33.33	5.7	0.7	87.72	5.5	0.3	94.55
70	6.8	3.7	45.59	5.9	0.5	91.53	5.4	0.2	96.30
75	6.5	1.9	70.77	5.5	0.3	94.55	5.5	0.1	98.18
80	6.7	1.3	80.60	5.8	1	82.76	5.4	0.1	98.15
85	6.3	0.9	85.71	5.6	1.5	73.21	5.8	0.5	91.38
90	6.5	1.1	83.08	5.5	2.2	60	5.2	0.7	86.54
95	6.1	1.3	78.69	5.6	2.7	51.79	5.5	0.9	83.64
100				5.5	2.8	49.09	4.8	1.2	75
105							5	1	80
110							5.2	1.3	75

表 4 鹽霧量觀測資料

Table 4 Information of saline fog observation.

樣線 4					樣線 6				
距離 (m)	高度 (m)	導電度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	鹽量 (g)	效益 (%)	距離 (m)	高度 (m)	導電度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	鹽量 (g)	效益 (%)
0	0.5	293	0.0586	0	0	0.5	140.7	0.0171	0
0	1	278	0.0556	0	0	1	149.7	0.0178	0
0	2	326	0.0652	0	0	2	194.4	0.0214	0
0	3	307	0.0614	0	0	3	196	0.0215	0
0	4	281	0.0562	0	0	4	204	0.0221	0
0	5	271	0.0542	0	0	5	183.6	0.0205	0
37.5(林前) 地形隆起	0.5	532	0.1064	-81.57	30(林前) 地形隆起	0.5	186	0.0207	-21.25
37.5	1	598	0.1196	-115.11	30	1	205	0.0222	-24.89
37.5	2	606	0.1212	-85.89	30	2	225	0.0238	-11.47
37.5	3	595	0.1190	-93.81	30	3	224	0.0237	-10.43
37.5	4	518	0.1036	-84.34	30	4	222	0.0236	-6.51
37.5	5	462	0.0924	-70.48	30	5	462	0.0428	-108.71
62.5(林內)	0.5	210	0.0420	28.33	55(林內)	0.5	44.5	0.0094	45.12
62.5	1	217	0.0434	21.94	55	1	37.7	0.0088	50.41
62.5	2	291	0.0582	10.74	55	2	39.9	0.0090	57.89
62.5	3	358	0.0716	-16.61	55	3	41.6	0.0091	57.50
62.5	4	447	0.0894	-59.08	55	4	52.4	0.0100	54.83
62.5	5	389	0.0778	-43.54	55	5	67.9	0.0112	45.18

保安林生長，在林內能夠維持濕度，而不使變化劇烈，其亦為保安林功能之一。

劉奇恩(2007)在台中港防風林內研究也發現，當空隙愈大，其相對溼度變化量愈顯著，平均相對溼度則較低，對於整片保安林來說，空曠裸地將可視為一大孔隙之處，其相對濕度將較同一高潮線距離之處低，與實

驗結果相符合，亦可見保安林有調節微氣候之功能。

四、噪音折減效益分析

噪音計之輸出單位為分貝(dB)，在實驗數據中，除保安林後連接馬路受到車輛經過之噪音干擾外，有距離海岸愈遠，分貝數愈小之趨勢，其因海浪拍打之聲響為海岸噪音之

主要來源，在本樣區次要之噪音來源來自於車輛。

在樣線 1 空曠無木本植物生長之處因直接受到風之影響，而使數值較不穩定，但仍然可以看出其趨勢，在樣線 2 可以發現折減率最高發生在保安林內，而樣線 3 保安林內與林後之折減率也高於林前，說明了保安林有隔絕噪音之功效。

五、鹽霧量折減效益分析

幸喜善福（1978）在沖繩縣北部西海岸海邊飄鹽之分布研究中提出，整體而言，愈近內陸附著鹽份量愈少，研究樣區中也呈現此趨勢，而此趨勢之原因由陳財輝、黃隆明、賴振墉（2007）在花蓮南濱公園、七星潭等地區進行飄鹽量研究中即可得到解答，研究發現此趨勢與風速衰減情況一致，故可知鹽霧量由風來運送，此趨勢尤以樣線 5 最為明顯。

在樣線 4 與樣線 6 中可以發現在地形高處其折減率卻是降低的，黃隆明、江永哲、

劉忠憲（1997）於澎湖飄鹽量分析中發現飄鹽量之變化與地勢起伏之趨勢一致，故內陸可能因地形變化而使飄鹽量突增，因甘偉航（1966）提出強風沿坡面吹去，風速遞增，故帶來較多之鹽霧量，使地形起伏之高處折減率下降，然而研究發現在保安林內之鹽霧量折減率為最高之處，亦可證明保安林之減鹽效果佳。

在樣線 5 與樣線 6 之圖中可以明顯發現，在保安林內與林後高度 5m 處之鹽霧折減率皆為各高度中最低之值，其原因為樹高約 5m 左右，故無法使其高度受到林木遮蔽，使得鹽霧量折減率較低，效益較差，可見保安林對於減鹽效益之重要性。

六、飛砂量折減效益分析

飛砂量應隨著愈靠近內陸，砂量愈少，應與風速衰減情況一致，但在研究數據中發現高潮線之位置飛砂量竟較第 2 個點位低，其原因為高潮線之砂粒潮濕，砂粒啟動力較大，故收集到之砂量較第 2 點位少。

表 5 飛砂量觀測資料

Table 5 Information of windblown sand observation.

樣線 4			樣線 5			樣線 6		
距離 (m)	砂重 (g)	折減率 (%)	距離 (m)	砂重 (g)	折減率 (%)	距離 (m)	砂重 (g)	折減率 (%)
0	32.01	0	0	1.21	0	0	80.32	0
12.5	44.94	-40.39	5	3.79	-213.22	5	160.71	-100.09
37.5	9.3	70.95	30	0.41	66.12	30	3.72	95.37
62.5	8.63	73.04	55	0.04	96.69	55	0.03	99.96
87.5	3.08	90.38	80	0.01	99.17	80	0.01	99.99

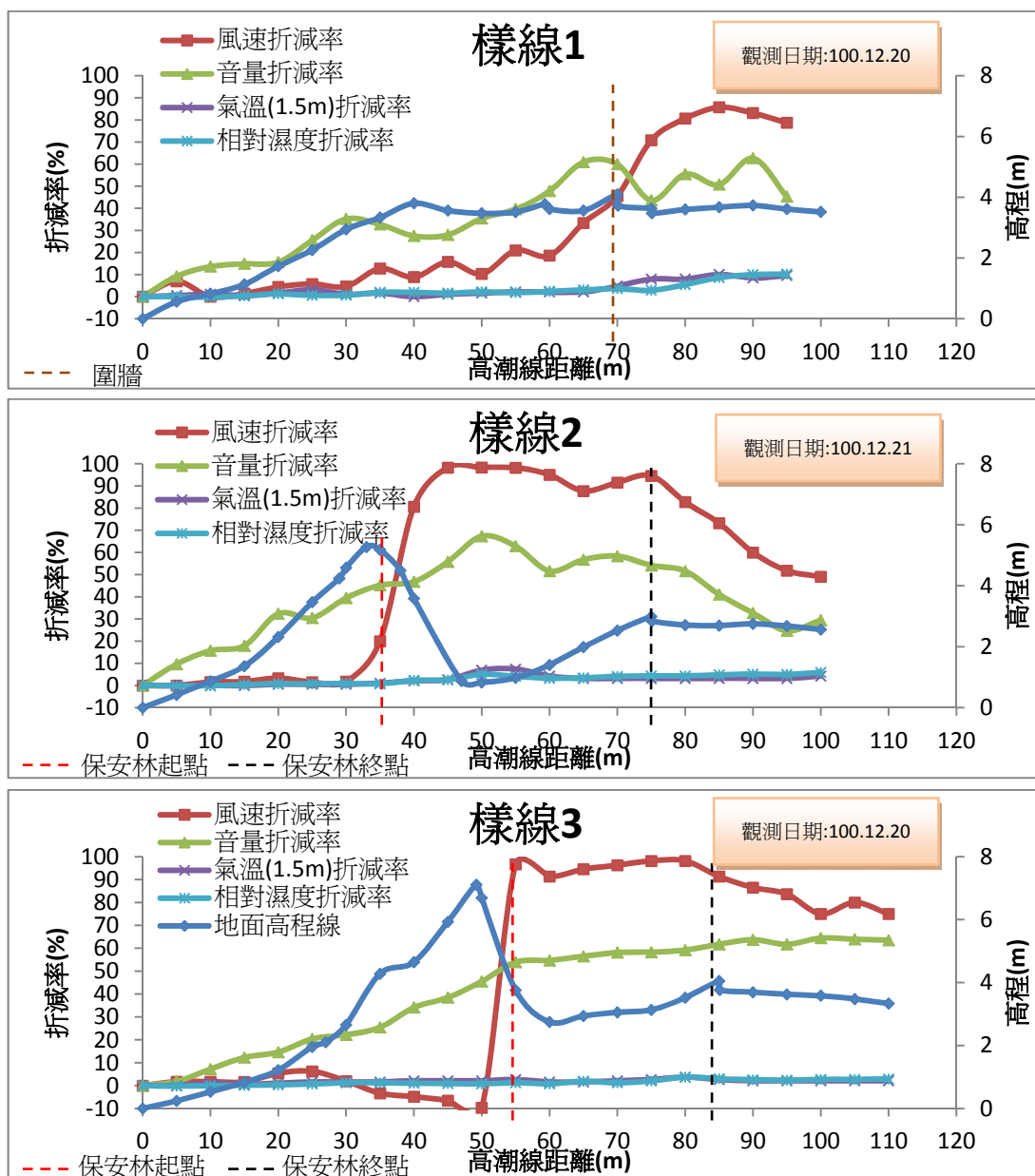


圖 6 風速、溫度、相對濕度與噪音折減率圖

Figure 6 Wind speed 、 temperature 、 relative humidity and the reduction ratio of noise

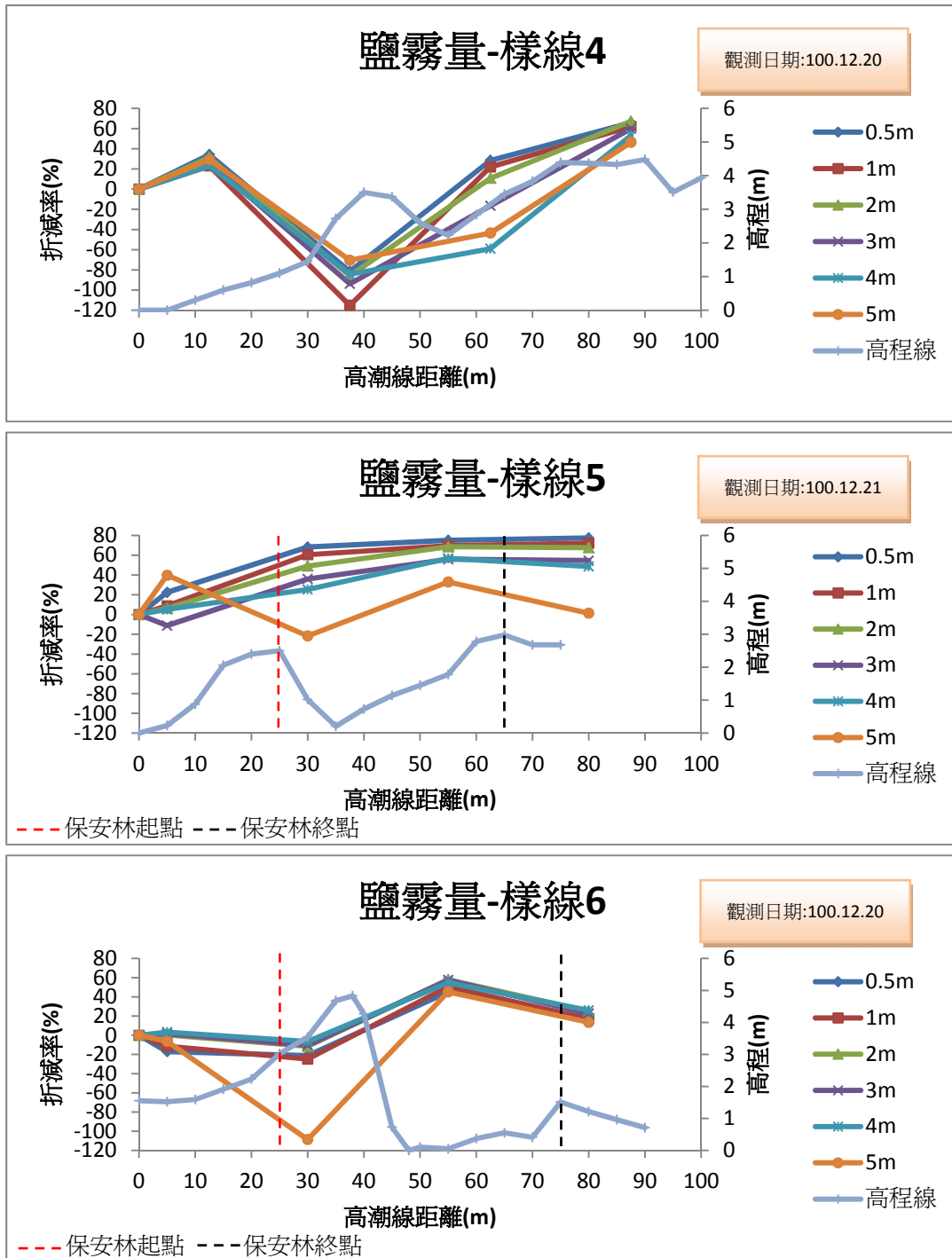


圖 7 鹽霧量折減率圖

Figure 7 The reduction ratio of saline fog

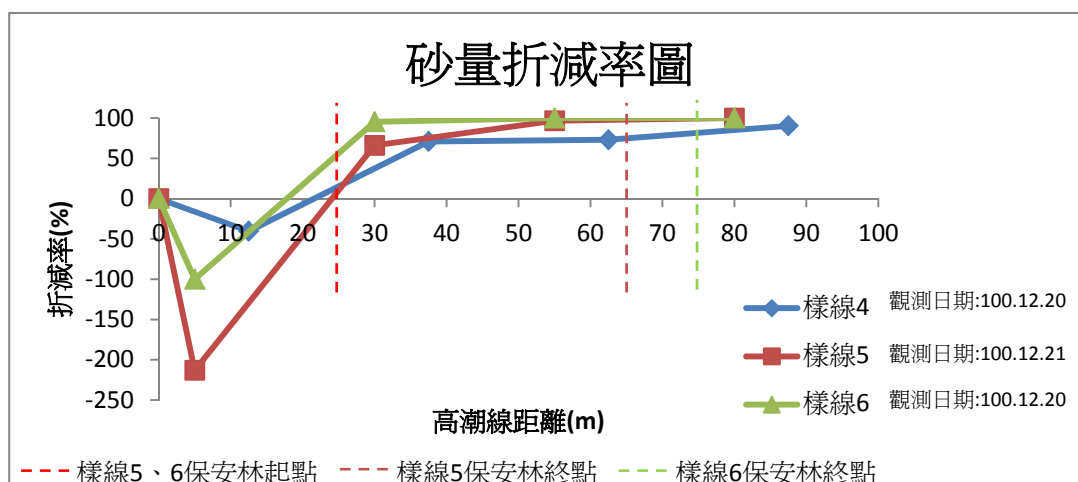


圖 8 飛砂量折減率圖

Figure 8 The reduction ratio of windblown sand

在觀測資料中可以看出，於定砂植物生長點之後，折減率可提高到 66%以上，於有林木生長點之折減率更可達到 95%以上。

在折減率圖中可以看出，樣線 5 與樣線 6 在林內之折減率大於同樣距離卻無木本植物生長之樣線 4，說明了因保安林之保護，使保安林內風速減低，砂粒不易被啓動，使得飛砂量低，可使保安林後之耕地與居民得以保全，顯現保安林存在之重要性。當然，完整的保安林帶是更重要的。

結論與建議

1. 研究結果中發現，在無植物生長與砂丘保護之樣線中，除地形較高處外，風速折減率隨距離高潮線之距離增加而有增加之趨勢，鹽霧量、飛砂量與噪音折減率亦有此趨勢存在，而在有保安林與砂丘保護之樣線則呈現林前效益最低，林內效益最高，林後次之之現象。

2. 林木與地形可影響環境應力之變化，在本研究中得出其對環境應力之折減率，由結果顯示環境應力之變化量常因風速之增減而變化，故推測影響最大之環境應力因子為風速。

3. 本研究中發現，在砂丘保護與保安林帶完整之狀況下，在保護後 5m 內即能使防風效益達到 90%左右，且能維持至林帶結束，甚至能使林帶後之防風效益在 25m 內仍能維持 70%之防風效果。

4. 於觀測調查後發現，於定砂植物生長點之後，飛砂量折減率可提高到 66%，於有林木生長點後之飛砂量折減率更可達到 95%以上。

5. 現地觀察後發現，林木生長良好之處必有砂丘之存在，代表地形遮蔽對於植物生長有一定之保護功效，建議施工單位於海岸林帶栽植前應先施作堆砂籬，使之形成砂丘產生地形庇護後再進行林木栽植，使之

林木較不易受到砂埋或環境應力之影響而生長不良，此應為較經濟之作法。

6. 在研究樣區中，有人為活動與人為設施之處，常使其林帶切割破碎，造成風之引進與紊動，使林帶保護效益下降，故人為活動之動線規劃與人工設施之區位選址設計為海岸林規劃設計之要項，可為後人研究方向之參考。

誌謝

本研究承行政院農業委員會林務局研究計畫支助，特此誌謝。

參考文獻

1. 甘偉航(1964)，「海岸區域木麻黃類之造林及其風害調查研究」，台灣林業試驗所第 99 號。
2. 甘偉航(1966)，「坡地防風林的設置」，台灣省林業試驗所所訊，第二百一十四卷，第 1873-1879 頁。
3. 江永哲、詹文陽、黃隆明(1993)，「海岸防風林帶內風速與飄鹽分布特性之研究」，水土保持學報，第二十五卷，第二期，第 65-78 頁。
4. 行政院農業委員會林務局(2004)，「林業法規彙編」。
5. 行政院農業委員會林務局(2011)，「台灣北部沿海保安林功能檢討及經營管理之研究」，行政院農業委員會林務局編印。
6. 陳財輝(2008)，「海岸防風林的營造與機能」，興大農業，第六十六期，第 6-11 頁。
7. 陳財輝、黃隆明(2006)，「花蓮海岸防風保安林功能及營造對策」，臺灣林業，第三十二卷，第一期，第 20 頁。
8. 游繁結(1982)，「海岸林帶厚度對林後減風功效之風洞試驗」，農林學報，第三十一卷，第一期，第 99-127 頁。
9. 黃隆明、江永哲、劉忠憲(1997)，「澎湖飄鹽分布之研究」，中華水土保持學報，第二十八卷，第三期，第 165-176 頁。
10. 黃隆明、賴振墉、陳財輝(2007)，「花蓮七星潭海岸防風林功效之探討為例」，水土保持學報，第三十九卷，第一期，第 15-28 頁。
11. 劉奇恩(2007)，「台中港海岸防風林帶空隙對微氣候影響之研究」，國立中興大學水土保持系研究所碩士論文。
12. 賴振墉(2006)，「花蓮南濱公園土堤設施與七星潭海岸防風林功效之研究」，國立中興大學水土保持系研究所碩士論文。
13. 白鳥勝義(1937)，「防風林機能の農業氣象学的研究(1)・季節風調査会誌 1」。
14. 吉野正敏、小澤行雄(1965)，「小氣候調查法」，古今書院。
15. 幸喜善福(1978)，「海岸保全的見地からの沖繩の飛鹽に関する研究」，琉球大學農學部學術報告，第二十五卷，第 544-546 頁。
16. Wang, H. , E S. Takle and J. Shen (2001), Shelterbelts and windbreaks: mathematical modeling and computer simulation of

水土保持學報 44(3) : 267 – 282 (2012)

Journal of Soil and Water Conservation , 44 (3) : 267 – 282 (2012)

turbulent flows. Ann. Rev. Fluid Mech. 33:
549-586

101 年 05 月 18 日收稿

101 年 06 月 01 日修改

101 年 06 月 12 日接受