

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

題目名稱：「欲」樹臨風 - 探討沿海防風林不同植栽配置對防風效益之影響

一、摘要：

本研究探討沿海防風林不同植栽配置對防風效益之影響，以風阻實驗輔以軟體模擬分析並配合實地考察防風林，評估最佳防風林植栽配置。

研究結果顯示，間隙較小較多且集中時，風速衰減率較高；間隙較大較少且不集中時，風速衰減率較低。孔隙率越低，風速衰減率越高；孔隙率越高，風速衰減率越低。防風林設計採密集且孔隙率低的植株可提高防風效益，但須配合環境條件並符合植物本身生長需求。在實地探勘植被分析中得知，北台灣最廣泛的防風林植物以黃槿為主，木麻黃雖為典型防風林植物，但在北台灣分布較少；在環境因子調查中得知，當地植物生長狀態受到土地類型的影響較海風與鹽霧高。

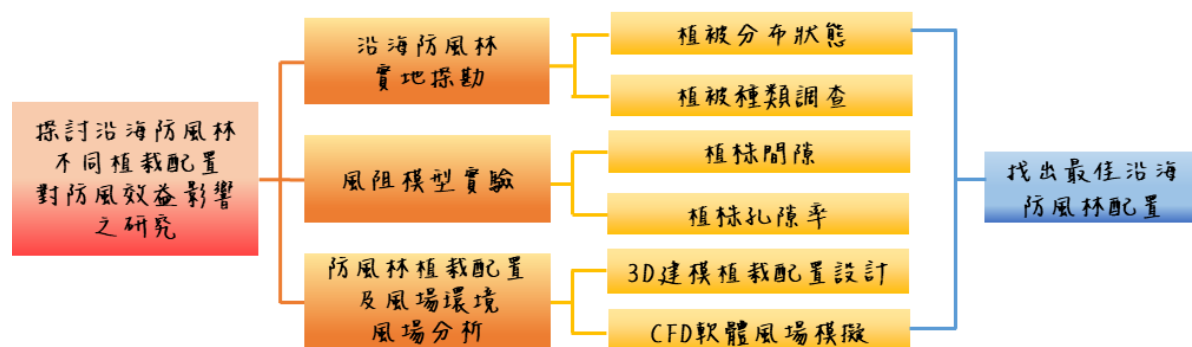
二、探究題目與動機

台灣是一座海島，海岸線十分綿長，西部沿海地區時常受到沿海嚴峻環境侵襲，對於沿海生活居民造成許多困擾。在人類社會開發下，沿海防風林受到無數的侵害，包括林分的侵蝕衰退、生長環境污染與許多人為的迫害...等，重新營造規劃以及復育海岸防風林是非常重要的。而海岸防風林最主要的目的是為了減少沿海地區的強風、飛砂、鹽霧.....等危害（陳財輝，2008）。防風林具很多優點，如高度防風能力、保護沿海內緣林分農作物，也可以發展海岸生態系。因此我們想透過實地探勘觀察進行並設計相關實驗進行分析，期許能提高大眾對防風林的重新認識，甚至能進一步去重視我們所生長的這片土地。

三、探究目的與假設

- 一、了解沿海植物特徵以及海岸防風林生長特性。
- 二、探討不同植株間距對防風林效益之影響。
- 三、探討不同孔隙率對防風林效益之影響。
- 四、實際探勘沿海防風林環境並進行防風林植物分布與生長狀態分析。
- 五、利用 CFD 軟體進行防風林植栽配置建模並進行環境風場分析。

四、探究方法與驗證步驟



一、了解沿海植物特徵以及海岸防風林生長特性

防風林植物最主要的特色是抗風、耐旱、耐高鹽分以及耐貧瘠 (鄧書麟等, 2005)。代表植物有木麻黃、黃槿、馬鞍藤和林投。

(一) 實地探勘

我們以 google 街景地區沿著沿海地區尋找防風林植物 (如圖二)。先確認地點的相關資訊。之後進行實地探勘並且記錄與分析。

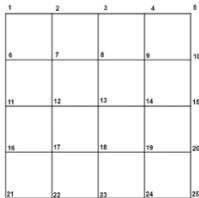


圖二、實地探勘調查地區衛星圖

(二) 前測實驗—電風扇風場面積及距離測量

前測實驗參考田口方法的理念進行，實驗步驟如下：

1. 取一 40×40 的紙作為對照點，將其劃分為 16 格，總共有 25 個點，如圖三，把紙貼在支架上，以利之後對照。
2. 風扇設定為弱並固定不動，風速計調整正確位置，如圖四，且對照好網格。
3. 實驗開始前先啟動電扇 20 秒穩定風速，再進行紀錄，每進行時間為 30 秒。
4. 重複第 4 步驟，直到實驗完成。



圖三、

網格點目示意



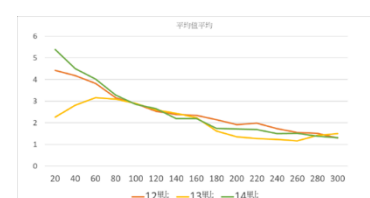
圖四、

風速計架設位置示意



圖五、

風面風速示意



圖六、

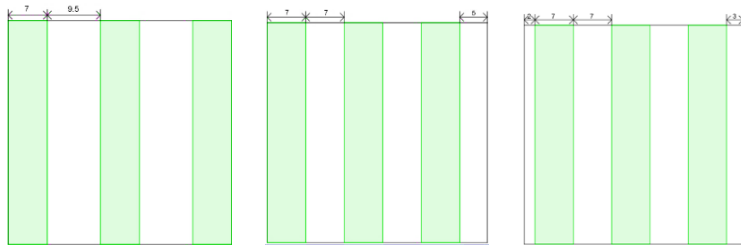
風場距離風速示意

前測實驗目的在縮小實驗範圍，將風扇風面從左上至右下分別定義為 1 至 25 號點。在 25 個點中，只有中間 9 個點具有較穩定風速 (如圖五)，所以採用 9 個點進行測試，利用上述結果進行風場距離風速測試，採用中心點 (13)、左一 (12)、右一 (14) 來測量，以 20 公分當間隔，從 20 公分測至 300 公分，如圖六所示，80 公分到 160 公分的位置風速較相近，所以正式實驗採用這五個距離點。

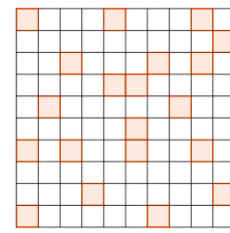
二、探討不同植物間隙對防風林效益之影響

了解何種植物間距可以最有效的提高風速衰減率，以黃槿做為模擬對象，得出結果為一棵植株的樹胸徑大約是 7.06 公分，為取方便以整數為 7 公分計算。植株間距最少為植株樹胸徑的距離，所以設計出以下三種模式 (如圖七)，實驗步驟如下：

1. 取 400 磅的卡紙，將其裁切成 3 張 7×44 的長條形紙卡。
2. 將紙卡固定在支架上，並定位到離風扇中心 20 公分距離。
3. 將風速計定位到測定點。
4. 為使風扇風速穩定，實驗開始前會先啟動電扇 20 秒再進行實驗紀錄，每次實驗進行 30 秒。
5. 重複步驟 4 直到測定完成。



圖七、風阻裝置擺放模式示意 (由左至右分別間隙數 2、3、4)



圖八、風阻裝置示意圖 (為孔隙率 20%)

三、探討不同植物孔隙對防風林效益之影響

了解何種植物孔隙可以最有效的提高風速衰減率，在此實驗裡設計分別為20%、40%和60%的孔隙率並使用亂數生成器進行隨機取數，再依取得的數字對照表上的格子進行挖空，製造出比較符合真實之情況的模擬裝置。實驗步驟如下：

1. 取400磅的卡紙，將其裁切成44×44的正方形紙卡，挖空成分別為孔隙率20%、40%和60% (如圖八)。
2. 將紙卡固定在支架上，並定位到離風扇中心20公分距離。
3. 將風速計定位到測定點。
4. 為使風扇風速穩定，實驗開始前會先啟動電扇20秒，再進行實驗紀錄，每次實驗進行時間為30秒。
5. 重複步驟4直到測定完成。

四、沿海防風林實地探勘調查

(一) 實際探勘沿海防風林環境並進行防風林植物分布與生長狀態分析

利用全台保安林分布概略圖尋找適當的探勘地點並匯入 Google Earth，此概略圖上可以找到全台政府規劃保安林地的位置分布、編號以及類型，實驗步驟如下：

1. 利用全台保安林分布概略圖找出政府防風林規劃地。
2. 確認地點的相關資訊，如是否為防風林規劃地、抵達方式。
3. 進行實地探勘並且記錄。

(二) 探討當地植被分布並進行分析

為了得知政府防風林規劃地的防風林植物生長分布，先拍攝觀測地三個不同方位的照片，之後使用繪圖軟體將照片上不同植物所佔的區域利用色塊覆蓋，再將製作好的照片利用 ImageJ 分析佔比。實驗步驟如下：

1. 整理實地探勘資料與照片。
2. 將最清楚的三個方位照片利用繪圖軟體框出不同植物的分布區域。
3. 利用多邊形形狀不同顏色，將製作好的照片匯入 ImageJ 進行顏色佔比的分析。

(三) 調查當地環境對植株生長狀態之影響

為了解沿海地區環境對當地植物生長狀態的影響，以當地分布最廣的黃槿進行測量，分別在三種不同地區（沙地、混合地、土壤）隨機挑選樹木測量它的樹胸徑、樹胸圍。實驗步驟如下：

1. 分別在三種不同地區各挑選 10 顆樹測量它的樹胸徑與樹胸圍並記錄。
2. 將測量結果平均繪製成圖表並分析結果。

五、利用 CFD 軟體進行防風林植栽配置建模並進行環境風場分析。

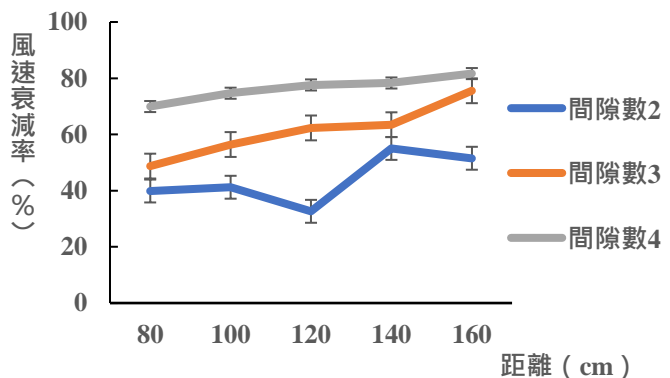
本研究欲使用 CFD 模擬軟體來進行防風林植栽配置的建模以及模擬，主要想利用 CFD 軟體進行風場建構並設計不同的植栽配置類型，找出防風效果較好的配置。實驗步驟如下：

1. 利用 Inventor 軟體進行防風林配置的建模。
2. 設定 CFD 軟體條件，如邊界、自由流體、流體出入口、流體速度。
3. 將建構好的配置匯入 CFD 軟體中。
4. 匯出圖檔並分析結果。

五、結論與生活應用

一、探討不同植株間距對防風林效益之影響。

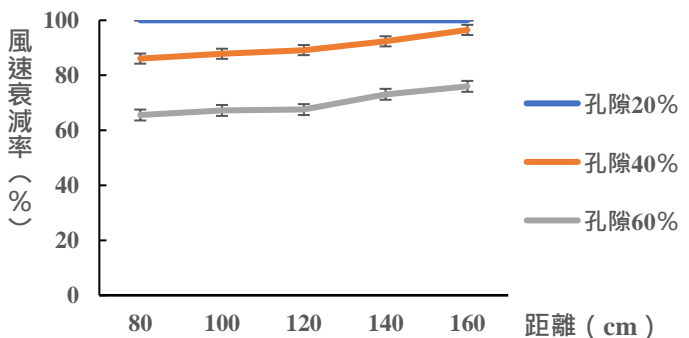
由圖九得知風速衰減率皆隨著距離在提高，其風速衰減率為間隙數 4 > 間隙數 3 > 間隙數 2。風速衰減率越高也較代表此實驗組的防風效益越高。



圖九、植物間隙對風速衰減率關係圖

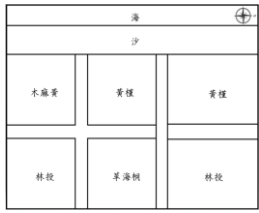
二、探討不同孔隙率對防風林效益之影響

由圖十得知，風速衰減率最高的為孔隙率 20%，其次是孔隙率 40%，最後是孔隙率 60%，其中孔隙率 20% 甚至風速衰減率來到了 100%。



圖十、孔隙率對與風速衰減率關係圖

三、實際探勘沿海防風林環境並進行防風林植物分布與生長狀態分析



圖十一、

植物分布示意 (俯視)



圖十二、

防砂籬



圖十三、

植物分布示意 (側視)

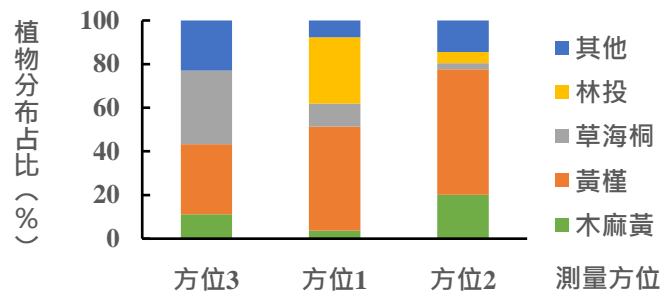
結果分析：

當地有典型防風林植物 - 木麻黃、黃槿、林投、草海桐和馬鞍藤，其中黃槿分布最廣且植物生長具有規律且林分連綿狹長。當地存在著三種不同土質狀態分別為泥土地、混合土、沙地，且在沙地地區具有防砂籬存在（如圖十二）。

(一) 探討當地植被分布並進行分析

以政府防風林規劃地的三個方位照片利用繪圖軟體來分出不同區塊的植物，並利用不同顏色進行佔比的分析，再依照三張不同方位的結果進行統計並繪製圖表（如圖十四）。

由圖十四可以得知黃槿為三區中分布最廣的植物是黃槿其次是草海桐、木麻黃，分布最少的是林投。而區域三甚至沒有林投的存在。

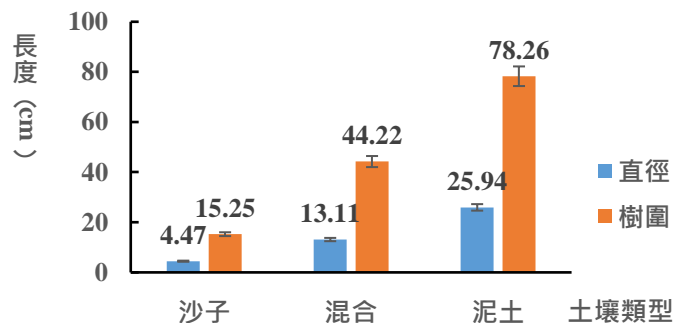


圖十四、觀測區域方位植物分布佔比圖

(二) 調查當地環境對植株生長狀態之影響

以當地分布最廣的黃槿進行測量，分別在三種不同地區隨機挑選樹木測量它的樹胸徑、樹胸圍。樹胸為樹木 130 公分高處。之後將所測量到的數據進行平均。

由圖十五得知，土壤類型對植物生長影響甚大，其中泥土區植株最大、混合土次之、沙土最小。



圖十五、不同土壤類型對樹木生長數值關係

四、利用 CFD 軟體進行防風林植栽配置並進行環境風場分析

設計出共 80 種植栽配置，其變因為植株排列方式（對植、錯植）、植株排數（一排、兩排、三排）、植株間距（0m、1m、2m、3m）、植株形狀（正方體、圓柱體）與林分類型（單純林、混交林）。

五、未來展望

(一) 風阻裝置模擬

多層數的植栽生長狀態模擬、推算出溫度與風速的曲線、推測出風扇停滯時間與風速的關係圖，並且修改所需平緩風速的時間。

(二) 防風林植栽配置及風場分析

目前在模擬防風林植栽配置中，已經以不同防風林配置變因設計出不同的配置，未來將利用 CFD 流體力學模擬軟體進行風場分析

六、結論

本研究旨在探討不同的植栽配置對風速衰減率之影響並以風阻模型實驗輔以植栽配置風場模擬分析，並且配合實地考察沿海防風林現存狀況。實驗結果如下：

(一) 在同一空間中，植株寬度相同的狀況下，植株間隙較多較小較密集，風速衰減率較高；間隙較少較大較稀疏，風速衰減率較低。植株孔隙率越大，風速衰減率越低；孔隙率越小，風速衰減率則越高。

(二) 實地探勘發現，防風林是否規劃對其防風效益影響甚大。植被分析結果得知桃園地區分布最廣泛防風林植物為黃槿。環境因子調查中依觀察結果判斷當地植物生長最主要是受土地類型影響，海風與鹽霧的嚴苛環境對防風林植物生長狀態影響較小。

綜合上述結果得出，**沿海防風林使用孔隙率低且間隙數較窄較多的植栽配置可提高風速衰減率**。未來進行植栽配置環境風場模擬分析後，可應用於更多不同的環境條件下，來提高沿海防風林整體防風效益。

參考資料

- 一、何育賢 (2009)。 **植栽樹型及配置對環境風場之影響**。取自中國文化大學，環境設計系。
- 二、林庭羽 (2019)。 **再造沿海防風林_實驗性場域**。取自崑山科技大學，空間設計系。
- 三、陳財輝、許博行、張峻德 (1998)。 **四湖海岸木麻黃林分土壤養分量調查**。 *臺灣林業科學*，13 (3)，225-235。
- 四、陳財輝 (2008)。 **海岸防風林的營造與機能**。 *興大農業*，66，6-13。
- 五、黃隆明、周廷韋、李霽修、陳財輝 (2014)。 **防風林配置對定砂效果之研究**。 *農林學報*，63 (1)，1-14。
- 六、鄧書麟、何坤益、陳財輝、王志斌與高銘發 (2005)。 **台灣西海岸防風林造林策略與樹種之選介**。 *台灣林業*，31 (1)，62-67。
- 七、黃增煒、彭康年、李孟儒、王俊晟 (2008)。 **風神，綁！**。中華民國第四十八屆中小學科學展覽會作品說明書。