

竹北海岸地區原生林 調查研究報告

◎應紹舜 / 國立台灣大學森林系教授

一、前言

為響應行政院經建會暨內政部營建署推動落實「城鄉景觀風貌改造運動」，建立具本土文化風格、綠意盎然、適意美質新家園之目標，執行「海岸地區環境景觀改善規劃設計與建設」計畫，新竹縣竹北市特提供竹北海岸地區作為環境景觀改善之規劃，俾便能設立一自然教室，以供當地居民作多目標功能之使用；此功能包括有觀賞，休息，教育，解說等；全案委託台北市蔡達寬建築師事務所規劃建設；而有關該地區的原生林植群調查則委託國立台灣大學森林系植物分類研究室擔任；時間為自民國90年1月10日至4月10日止，歷時三個月始調查完成。此次調查研究之海岸原生林社會，其中包含了朴樹植物社會與木麻黃人工林植物社會。研究區域為原生林及保安林之一部分，在開發計畫中，被定為高度限制區。此地為木麻黃造林後，經由自然演替，許多本土植物侵入生長，使得所呈現之植物社會，物種豐



樣區內大型的仙人掌

富且具特殊性，極富科學教育價值，因此特別規劃此研究區域，期能開闢為一教育、解說及休憩、觀賞的場所。

二、研究地區概述

研究地區位於新竹縣竹北市鳳尾濱海地區(見圖1)，此地土壤質地屬於第四紀沖積岩，主要為砂土、粉土、壤質砂

表 1. 新竹地區氣象資料(中央氣象局, 1961-1990)

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均/總計
月平均氣溫	14.8	15.0	17.1	21.3	24.7	27.0	28.8	28.5	27.0	23.9	20.4	16.7	22.1
相對溼度	83	85	85	84	84	83	79	80	81	79	80	81	82
月平均降雨量	81.3	130.5	201.5	172.1	262.0	284.8	141.6	214.3	156.7	47.3	42.3	54.8	1789.2
月平均降雨日	13	14	17	13	14	13	9	10	10	7	8	10	136
月平均最高氣溫	18.6	18.6	21.0	25.4	28.6	30.8	33.2	33.0	31.4	28.2	24.5	20.8	26.2
月平均最低氣溫	11.8	12.3	14.2	18.1	21.6	23.8	25.2	25.0	23.6	20.7	17.4	13.6	19.0



圖一. 研究地區位置圖, 其中☆處為研究地區

土等。依科本氏(W. Coopen)分類法, 本地區屬於東北部溫暖溼潤氣候, 年均溫約為 22.1°C, 降雨大致偏重於春夏兩季(表 1, 中央氣象局網頁, 1961-1990), 冬、春兩季降雨日數較多; 而冬、春的

東北季風具有風力強且長期吹送的特性, 夏、秋季則間斷吹送西季風, 風力緩和, 強風率頗低。

三、研究方法

1. 植群調查

A. 植物種類調查:

a. 採集及鑑定: 收集調查區域近年來之相關文獻, 再配合現場調查及採集工作, 進行全區之植物種類調查, 包含原生、歸化及栽植之種類。並參照 Flora of Taiwan、植物圖鑑及標本館標本等資料, 逐一鑑定核對, 以確定種類無誤。

b. 名錄製作及植物種類統計: 將野外採集所發現之植物種類列出, 並輸入塔山資料庫中, 進行名錄製作。

B. 植被調查:

以 10×10M 為取樣單位, 在基地內選擇均質區域設置樣區, 以代表此地植被, 調查樣區內胸高直徑(DBH)≥1cm 以上所有樹種樹幹之胸高直徑以及林下地



結實累累的台灣海桐

被層之植物種類及覆蓋度。在此次調查中所設置之森林樣區面積為3個10x 10M的連續樣區，而草原或灌木樣區面積則為10x 10M。樣區設置位置圖列於圖2。

C. 植被分析：

野外記錄之原始資料以 excel 等軟體建檔後，計算及分析各植物物種之優勢組成，優勢度以重要值(IV)表示。重要值以某種在各樣區或所有樣區之總密度、底面積、材積、覆蓋度或組合值表示，重要值顯示該種植物於當地植群中所佔的角色，其值越大則重要程度越高，通常以優勢度最大的種類或特徵種類來決定該地區之植群類型，計算方法如下述。

a. 木本植物之重要值

$$IVI=(\text{相對密度}+\text{相對底面積})\times 100$$

$$\text{相對密度}=(\text{某一種的密度} / \text{樣區總$$

密度) $\times 100$

$$\text{相對底面積}=(\text{某一種的底面積} / \text{樣區總底面積})\times 100$$

底面積由 dbh 換算。

b. 草本植物之重要值

$$\text{相對覆蓋度}=(\text{某一種的覆蓋度} / \text{所有種總覆蓋度})\times 100$$

歧異度指數 (α - diversity) 則是以生物社會的豐富度及均勻度的組合所表示，其計算如下：

a. S 代表研究區域內的所有種數。

$$b. \lambda = \sum (ni / N)^2$$

λ 為 Simpson 指數， ni/N 為機率，

表示在一樣區內同時選出兩株植物，其屬於同一種的機率是多少。其最大值是 1，表示此樣區內只有一種。如果優勢度集中於少數種時， λ 值愈高。

c. $H' = -\sum [(ni/N) \ln(ni/N)]$ ni : 某種個體數 N : 所有種個體數。

H' 為 Shannon 指數，此指數受種數及個體數影響，種數愈多，種間的個體分佈愈平均，則值愈高。但相對的，較無法表現出稀有種。

$$d. NI = cH \quad H \text{ 為 Shannon 指數}$$

此指數指示植物社會中具優勢的種數。

e. $N2=1/\lambda$ λ 為 Simpson 指數

此指數指示植物社會中最具優勢的種數。

f. $E5=[(1/\lambda)-1]/(eH-1)$

此指數可以明顯的指示出植物社會組成的均勻程度。指數愈高，則組成愈均勻；反之，如果此社會只有一種時，則指數為 0。

四、解說步道及解說牌設置規劃

解說步道路線之設計主要依照調查後所得植群型作為參考，選擇較不易破壞生育地之路線，並儘可能的經過具有解說意義個體或植群旁。解說牌內容以

生動有趣為主，介紹保安林之特殊植群型以及各種重要物種，以收寓教於樂之效果。

五、植群調查結果

本調查設有 8 個樣區，發現物種共計 37 科、79 屬、91 種植物。其中朴樹與月橘在各個樣區中皆有分布，構樹則是在 A1、A2 樣區中最佔優勢的物種。木麻黃則僅出現在 4 個樣區中，而且僅在 A3 樣區中為最優勢種；黃欖則是樣區 A6 與 B1 中的最優勢種。調查後資料經整理，分別算出各樣區樹種的重要值 (IVI) 指數，並將各樣區各樹種重要值列表成一

Excel 檔矩陣 (表 2)。此 Excel 檔矩陣載入 MVSP 軟體與 TWINSpan 軟體分別作多變數分布序列分析與雙向列表分析，給予植群社會結構一簡單的分群命名，以及樣區相對應變異分析。在植物社會歧異度方面，算出每一樣區的樹種數、Simpson、Shannon 指數等六個代表歧異度指數的值 (參考研究方法部分)，以探討本區木本植物社會歧異度的概況。

(一) 植物社會分群

由表 2 的矩陣以雙向列表法帶入 TWINSpan 軟體分析的結果如表 3。因此我們可以將此八個樣區植群分為三大類植物社會：1. 月橘 - 朴樹林型植



圖二. 樣區分布圖，其中 部份為此次調查所設置之樣區地點，灰白相間部份為木棧道定線。

表 2. 樣區與樹種的 IVI 值矩陣表。

	樣區 A1	樣區 A2	樣區 A3	樣區 A4	樣區 A5	樣區 A6	樣區 B1	樣區 B2
朴樹	49, 62049	24, 73179	41, 27066	74, 51292	78, 94033	53, 08563	22, 19175	106, 3487
林投	10, 57675	0	0	0	0	0	21, 84123	0
月橘	24, 46091	20, 13609	21, 04618	39, 33549	82, 32246	50, 85659	18, 85792	55, 15339
構樹	164, 7138	103, 8701	0	0	22, 63813	26, 01478	0	11, 276
台灣假黃楊	20, 89884	6, 632763	0	8, 828337	9, 144301	10, 3629	7, 40486	11, 89572
馬櫻丹	19, 80494	0	0	0	0	0	0	0
紅珠	9, 924223	5, 594569	0	21, 83393	22, 81444	14, 7725	0	34, 599
海桐	0	19, 66539	22, 74501	0	0	0	8, 767462	14, 86648
苦楝	0	12, 23651	0	0	0	0	0	33, 40024
月桃	0	14, 42112	0	0	0	0	0	0
樹青	0	7, 55882	0	0	0	0	0	0
水黃皮	0	13, 76701	0	0	0	0	13, 14202	0
木麻黃	0	51, 86332	109, 5912	0	54, 43273	31, 82119	0	0
大葉山欖	0	5, 594569	0	0	0	0	0	0
九重葛	0	5, 127227	0	0	0	0	0	0
樹蘭	0	8, 800675	0	0	0	0	0	0
黃槿	0	0	70, 82135	63, 9546	0	113, 0864	171, 6569	0
黃蓮木	0	0	12, 80648	17, 51033	0	0	0	10, 95381
台灣拓樹	0	0	21, 71913	0	0	0	0	7, 433242
仙人掌	0	0	0	20, 6528	0	0	0	14, 07346
衛矛	0	0	0	28, 48225	0	0	0	0
魯花樹	0	0	0	24, 88934	13, 78437	0	0	0
欖樹	0	0	0	0	15, 92324	0	0	0
洋紫荊	0	0	0	0	0	0	12, 37127	0
正榕	0	0	0	0	0	0	6, 75089	0
銀合歡	0	0	0	0	0	0	17, 01569	0

物社會。2. 台灣假黃楊 - 構樹林型植物社會和 3. 黃槿 - 銀合歡植物社會。其中第一大類又可以分成兩小類亞型植群社會，但由於樣區數目較少(緣由於研究區面積較小)，因此分類上每種林型可能只有數個樣區甚至單一標區，各林型之間的變異性和相似性界線並不非常明顯。

但由於這種林型分類，我們多少對竹北海岸天然林的木本植物社會組成會有清楚的輪廓。

1. 月橘 - 朴樹林型植物社會

此類林型分別是樣區 A3、A4、A5、A6 和 B2，以月橘、朴樹為絕對優勢的樹種。因這五個樣區沒有共同的特徵種，



調查區域之外觀

所以此型林型便以最優勢的月橘與朴樹來命名。此林型分為以下兩個亞型植物社會：

A. 紅珠-台灣假黃楊-朴樹林型植物社會

此類樣區包含了樣區A4、A5和A6。上層的優勢的樹種以朴樹、木麻黃、魯花樹、構樹和黃槿為主。中層灌木層的優勢木為紅珠、月橘和台灣假黃楊幼樹或苗木。出現頻度和優勢度較少的樹種有仙人掌、黃蓮木與衛茅等。林下常見的草本有台灣爬崖藤、龍盤木、葛藤、鹹葉牽牛、雙面刺、竹葉草、鴉子草等。此類林型上、中、下層植物分層較明顯，其中A5的樣區有藤本類影響上層優勢木生長的狀況出現。

B. 海桐-朴樹植物社會

此類樣區有樣區A3、B2兩種。上層的優勢木以朴樹為主。中層以月橘、海

表3 雙向列表比較法分表一覽表。

	38456127	
18	黃蓮木 444-444	0000
19	桑科 53-53	0000
20	仙人掌 -45-45	0000
7	紅珠 -555433-	0001
21	衛茅 --5-5	0001
22	魯花樹 --54-54	0001
23	構樹 ---4-4	0001
4	構樹 -4-5555-	0010
9	苦楝 -5-4-4	0010
13	木麻黃 5--55-5-	0010
6	馬櫻丹 -----4--	0011
10	月橘 -----4-	0011
11	樹青 -----3-	0011
14	大葉山欖 -----3-	0011
15	九重葛 -----3-	0011
16	樹蘭 -----3-	0011
1	朴樹 55555555	01
3	月橘 55555554	01
5	台灣假黃 -4334533	01
8	海桐 54-44-43	01
17	黃槿 5-5-5-5	10
2	林投 -----4-5	110
12	水黃皮 -----44	110
24	洋紫荊 -----4	111
25	正榕 -----3	111
26	銀合歡 -----4	111
	00000001	
	0000011	
	00111	

桐為絕對優勢種。另外黃蓮木、台灣拓樹亦有相當的優勢。中層或有構樹、台灣假黃楊的苗木。草本則以雙面刺、龍盤木、扛香藤較常見。本區上層喬木相對較稀疏，木麻黃、苦楝、黃槿等上層

大喬木呈現較零星或叢聚的分布。

2. 台灣假黃楊-構樹植物社會

此類林型共有兩個樣區，分別是A1與A2。上層喬木以朴樹、構樹為絕對優勢樹種，特別以構樹為然。中層的有台灣假黃楊、月橘為重要優勢種。紅珠亦並存在兩樣區中。此外此類林型的兩個樣區特徵種植物情況有些許不同。樣區A2的大葉山欖、樹青、樹蘭、苦楝等為明顯的特徵樹種，但在樣區A1則非優勢種類較為稀少，但兩樣區的優勢組成非常類似，故仍為同一林型。此一林型的樹種株樹亦較其他兩型為多，上層冠層較鬱閉，演替的狀況似乎也比其他樣區樣區內榕樹巨木



稍顯成熟。

3. 黃槿-銀合歡植物社會林型

這個樣區只有B1樣區一種，但是與其他所有樣區明顯不一樣的一個林型。黃槿在這邊為絕對優勢的喬木層植物，間雜著部分的朴樹形成較鬱閉的冠層。中層優勢木為海桐、林投、月橘與正榕等。這個樣區有一些在別的樣區較少見到的特徵種如正榕、銀合歡、洋紫荊(後二者多為苗木)，亦是此樣區有別於其他樣區的地方。林下植物亦較其他樣區稀少，有扛香藤、台灣爬崖藤、拔梨、洋紫荊苗與林投苗等。

(二) 多變數分布序列分析

以往常用的是所謂階對應分析法，現在則直接將資料矩陣帶入MVSP軟體做主軸分析。此類分布序列分析，就是將原始資料轉換後可以看出植群(樣區、樹種或是林型)的變異趨勢。可以做出許多軸的多度空間關係。本次分析因環境樹種變異數量較小，採用雙軸分析。分析出來在兩軸上的分布序列圖在圖3、圖4中。

從以上分布序列的圖來看，A1、A2兩樣區和B1樣區很容易看得出來為屬於同一林型，而「月橘-朴樹植物社會」在此並不能很清楚的分出兩個亞型。依圖4的分布和樹種的相關性來看，x軸可能

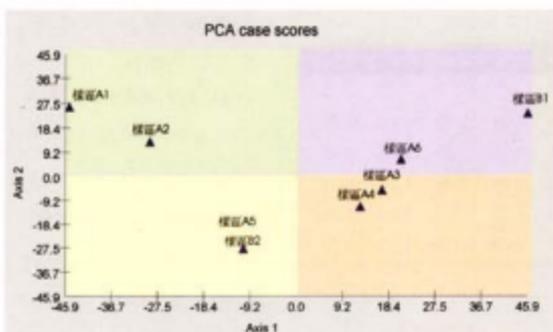


圖 3. 各樣區在分布序列分析圖上的位置圖。

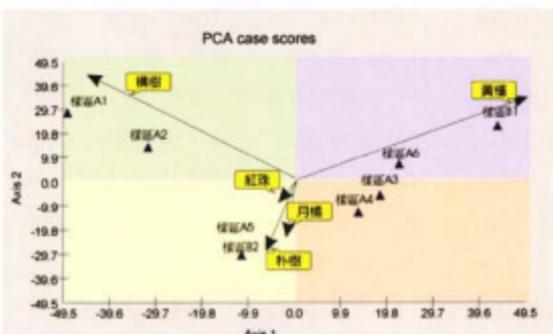


圖 4 各樣區在分布序列分析圖上的位置圖（並顯示出各樹種變異最大梯度）。

代表的是植物出現在樣區的分布狀況類型。很明顯的往 x 軸大的方向明顯是偏向黃槿型的林型，負 x 軸的方向則是以構樹為主要優勢分布型的林型。因此我們可以看到以朴樹、月橘為絕對優勢的林型如 A5、B2 兩樣區，其第一軸的變異因子剛好介於黃槿為優勢和構樹為優勢的兩種類之間。另一個 X 軸可能代表的意義是與海岸的距離，黃槿的林型是較

接近海岸的林型，其次為以朴樹和月橘為主要優勢的一系列樣區，再來才是距離海岸最遠的構樹較優勢的族群。由此我們似乎可以看出構樹族群由較內陸開始入侵的現象。

Y 軸可能代表的變異意義可能跟植群發展的鬱閉度有關。在 y 軸值往大的方向來看，絕對優勢的樹種如黃槿、構樹都已建構出鬱閉較完整的林型。Y 值往負的方向可能代表森林出現孔隙的狀況或是不均值的情況較明顯，事實上優勢度也較為分散。

由分布序列圖來看 A1、A2、B1 三個樣區可以很清楚讀出並與其他五個樣區區別出來，其差異可能就是 Y 軸所能

代表的林相的鬱閉度來分型，當然此三樣區存在的特徵種也是能與別的樣區區分開來的主因。

(三) 樣區樹種歧異度分析

八個樣區的樹種歧異度相關的六個值列於表 4 中。各指數的意義在材料與方法中已敘述。樣區 A2 出現的樹種數最多，B1 樣區的最優勢種的數量是最少的，因此其歧異度也相對最低。這個樣

表 4. 各樣區之歧異度指數。

	樣區 A1	樣區 A2	樣區 A3	樣區 A4	樣區 A5	樣區 A6	樣區 B1	樣區 B2
S 樹種數	7	14	7	10	8	6	10	10
Simpson 指數	0.36	0.36	0.31	0.19	0.34	0.43	0.61	0.23
Shannon 指數	1.31	1.63	1.48	1.91	1.41	1.09	0.94	1.73
N1	3.7	5.1	4.39	6.77	4.08	2.98	2.55	5.66
N2	2.76	2.79	3.24	5.15	2.93	2.3	1.64	4.34
E5	0.65	0.44	0.66	0.72	0.63	0.66	0.41	0.72

區的優勢度幾乎集中在黃槿上，即為之前植群分類上的「黃槿 - 銀合歡林型」，其歧異度顯得比其他林型低得多，植物組成也和其他樣區有明顯差異。八個樣區中歧異度最高的應屬樣區 A4，最優勢的植物種類最多，植物種類的數量也分布較平均。其他 A2、A3、A5、B2 的歧異度也相對較高。經過比較「月橘 - 朴樹林型植物社會」的歧異度值相比，「台灣假黃楊 - 構樹植物社會」的歧異度來得高，可能是因為前者林型孔隙較多，能盛花的苦楝



容許較多種樹種在區中生長競爭的緣故。

(四) 樣區調查結果討論

由於本次調查的竹北海岸原生林面積並不大，樣區樹和樹種樹的資料可能因此取得相對

的較少。所以經由雙向列表和分布序列分析無法得到非常清楚的林型分類。但我們也因此可以看得出此小小的一片海岸原生林林型的複雜度。基本上我們可以將這個區的植群大概分成三~四個型(參考植物社會分型)，也展現了不同的歧異度和森林發展狀態。由於以上的分析，我們可以對這片竹北海岸林過去到未來作一簡單的演替推論。

此片海岸林曾一度被人大量栽植木麻黃和黃槿等海岸防風樹種。但隨著時間的推移，非原生種的木麻黃並不能在這片海岸林有下一代苗木更新的可能。不過黃槿卻能因環境的適應性(註:黃槿為台灣原生樹種)而能在一些區域大量成叢且極優勢的生長。原本為極優勢的木麻黃森林將會被取代。而原來就

很佔優勢的朴樹將會繼續佔據優勢地位一段時間。但由於其枯木和孔隙的地方卻有利於後續優勢樹種如構樹、苦楝、無患子等大樹樹苗的更新，後續優勢植物由較靠內陸往海岸逐漸推



朴樹為一優勢物種

展，如現在看到A1 A2兩樣區的植物社會就是其先期的表徵。未來木麻黃的優勢將會完全被壓制，朴樹的優勢度也會跟著下降。後續植物的入侵將會增加此海岸林植物社會的歧異度。若沒有人為或自然干擾，演替方向很自然朝向極盛相發展而最接近海岸和樣區邊緣的黃槿優勢森林終究也會被改變。不過這些變化所需的時間仍甚為久遠。

此片竹北海岸林表現出天然林經過人為栽植後，又回歸自然的一個植群演替過程。目前推測仍可能是演替的前期的後階段，但我們仍可從林型的表徵，推測出代表不同的植物社會動態狀況。以在這麼小的一個原生林樣區，幾乎每一個樣區就有完全不同的植物社會相的社會狀況。加以此區內仍有人為栽植的干擾（如仙人掌、洋紫荊、銀合歡等植

物可見於部分樣區中）的狀況，足以顯示出森林社會的各種層面的大自然教材。正適合於教育遊憩多面向森林遊樂區的規劃與建造。

六、景觀規劃之建議

1. 應設立一保育、解說、教育、觀賞並重之保護區。

竹北鳳尾地區海岸林為一逐漸成長之次生自生林，其原有栽植的木麻黃森林由於年代久遠，生長勢已逐漸衰退，代之而起的是一些自生的植物及樹種，如黃槿、黃連木、朴樹等。

此保護區面積雖小，但植物生長繁茂，生物歧異度高，為新竹縣海岸地區少有之現象，因而實值得規劃為一保育、解說、教育、景觀並重之保護區。不僅要保護現已生長於此地區之植物，而且兼顧實際需要，開放部分地區供市民使用，進而提供社會教育之功能。即



台灣假黃楊為特有植物

提供解說服務，讓竹北市民不僅能觀賞到海岸林的奇觀，而且了解森林形成的過程，樹木及植物之認識等等，讓來到此地區之竹北市民都能充分享受知性之旅。

2. 規劃應以研究地區原有植物為主。

由於本地區面積甚小而植物甚為豐富，且多為地區代表性之植物，其中不乏珍貴稀有植物，如台灣假黃楊、黃連木、苦槠、大榕樹等物種，因而此地區之植物應受到保護，在規劃景觀時，應以原有植物為止。切忌再從外地引進不屬於本地區之植物栽植於此地區。

本地區已有部份外來植物，如仙人掌、木麻黃、銀合歡、南美紫茉莉等，

部份植物在本地區生長甚為良好，如本地區的仙人掌可能已生長在本地區50年以上，生長極為良好，且其莖粗壯，在其他地區甚為少見，在景觀規劃時可充分加以利用，而原生植物中，亦不乏可就地利用之材料。

3. 應以此地區植物之特性加以利用設計。

本地區的植物物種豐富，且極具代表性，因而在景觀規劃尚可利用其特性加以規劃。

A. 大榕樹：為本地區生長最大之樹木，樹姿壯偉，樹冠擴展，氣根繁茂，極具觀賞價值。

B. 黃連木：散生於本地區，為稀有樹木，極待保護，其樹姿雅緻，落葉喬木，惟樹液略有毒性，宜提醒參訪者注意。

C. 仙人掌：為早期先民由外地引進，由於本地區極適合其生長，因而在本地區呈群落狀生長，生長勢繁茂，其莖直徑可達15公分者，可見其生長之久遠，台灣其他地區尚來見有如此生長者。

D. 台灣火廣竹：台灣少數特有竹類，僅生長於中部少數地區，由於土地之開發，此類竹類在台灣已極為罕見，宜加以保護，並適時解說，讓民眾知其

珍貴而加以珍惜保護。

E. 台灣假黃楊：亦為台灣地區稀有植物，本地區散生。

F. 台灣百合：為台灣普遍種，花大而清香，具觀賞價值，可分區栽植於該地區，呈小面積群落狀生長，可吸引參訪者並認識此種植物。

G. 毛馬齒莧：適合砂地栽植，可栽植於步道兩側美化環境。

其他如林投、朴樹、魯花樹、搭肉刺等亦各有特色，宜作各種規劃以適應本地區景觀之需要，至於一些外來植物如銀合歡等，宜限制其生長或加以清除，以免發生喧賓奪主的現象。

4. 應將附近溼地列入規劃區，使本地區更具完整性及多樣性。

由於本地區面積過小，容納遊客之人數極為有限，且僅為一小的山坡地，為使景觀及植物更為豐富及多樣性，可將附近一塊近似荒廢之溼地納入本研究地區之範圍，一方面固可增加面

積，增加遊客容納量，一方面亦可將此溼地景觀加以規劃，除保留原有的一些水生植物，如香蒲(水蠟燭)、水丁香、水龍外，亦可適時栽植一些台灣瀕危平地生長之水生植物，不僅增加觀賞性，亦可保護台灣稀有的水生植物。

5. 地區面積小，應合理限制進入人數，尤以假日為然。

由於此地區僅3公頃，能容納的遊客極為有限，且如以設置的目的為保育、解說教育、觀賞並重，實不宜讓太多人們進入本地區，以免本地區之植物及環境受到傷害及污染。因而本地區宜視開放初期遊客對本地區之認同度而適時管制進入此地區之人數。有關遊客管制計畫在未開發前或開發初期即應加以擬定。



附近的濕地可考慮納入研究地區內