

濕地生態設施規劃設計規範



委託單位：內政部營建署城鄉發展分署

研究單位：社團法人台灣濕地保護聯盟

中華民國九十九年三月

中文摘要

由於台灣土地不當開發，導致濕地生態環境惡化。政府為維持、改善濕地現況，或回復原有的生物多樣性，積極進行濕地保育，經過評估各濕地的功能需求後，規劃少量的生態設施，促使棲地朝向預期的生態環境演替。濕地生態設施的種類共分七個類型，包括：

- (1)淡水、半鹹淡水、海水，是自然、半自然的主要棲地；
- (2)人工的輔助棲地；
- (3)與外界環境連通或阻絕的設施；
- (4)形塑多樣性環境或地景；
- (5)為維護濕地生態設施及發揮其生態功能所需之經營管理行為；
- (6)為維護濕地生態設施及棲地經營管理所需之附屬設施；
- (7)為宣導濕地保護與生態保育理念、成果所需之附屬設施。

我們建議：設計前，先進行生態檢核了解棲地的生態現況，做為規劃設計依據；完工後，則進行濕地品質與復育成果評估，做為後續經營管理的參考。

關鍵字：濕地、生態設施、復育。

英文摘要

Owing to improper land development, the wetland ecosystem has been deteriorated in Taiwan. In order to maintain, improve the condition of the existing wetland or restore the wetland's biodiversity, the government aggressively engages in wetland conservation and restoration. Through the evaluation of the function of each wetland, the government has planned to install some ecological facilities to make the designated habitat following the succession of ecological environment. There are seven types of eco-facility including: (1) fresh water, semi-salt water, sea water; natural or semi-natural habitat; (2) auxiliary artificial wetlands; (3) facilities either connected or isolated with the external environment; (4) formation of diversified environment or landscapes; (5) the management to maintain the wetland ecosystem and to perform its ecological functions; (6) ancillary facilities to maintain the wetland ecosystem facility and management in the habitat; (7) ancillary facilities to advocate the concept and result of wetland protection and conservation of ecosystem. We suggest that it is necessary to inspect the wetland and understand the ecosystem of the habitat before planning and design; evaluate the quality of wetland and result of restoration for the future management after completion of the plan and design.

Key words: wetland, eco-facility, restoration.

目錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目錄	III
圖目錄	IV
第一章、前言	1
一、緣起	1
二、濕地的定義	1
三、濕地復育與經營管理之目標	2
四、台灣濕地的環境特色	2
五、台灣濕地的問題與保育近況	6
第二章、規劃與設計流程	8
一、認識規劃的地理區位與環境特色	8
三、濕地生態設施前之生態檢核	12
四、設計構想發展與規劃	13
五、生態設施之施工及竣工後之管理	15
六、濕地品質與復育成果之評估	16
第三章、濕地生態設施	28
一、生態設施定義	28
二、濕地生態設施定義	28
三、各種濕地生態設施分類	30
四、各種濕地生態設施種類簡介	32
五、濕地生態設施的應注意事項	64
第四章、生態工法案例介紹	65
一、美國經驗：美國蒙大拿州金寶溪復育計畫	65
二、德國經驗：伊薩河整治復育計畫	65
三、日本經驗：日本東京江戶川海岸整治	66
四、台灣經驗：台北縣大屯溪流域整治	66
五、綜合分析	67
【附錄】參考文獻	68

圖目錄

圖 1-4-1、台南地區 1897~2009 年之年降雨量.....	3
圖 1-4-2、台南地區月平均降雨量.....	4
圖 1-4-3、宜蘭地區月平均降雨量.....	4
圖 1-4-4、北港溪上游三疊溪溪蝦的棲地.....	4
圖 1-4-5、急水溪上游六溪的貪食沼蝦.....	4
圖 1-4-6、乾旱缺水時部分水田抽地下水做為春耕水源.....	4
圖 1-4-7、在台南度冬的黑面琵鷺.....	4
圖 1-4-8、近岸漁業—膠筏.....	5
圖 1-4-9、底棲性魚類—魴.....	5
圖 1-4-10、澎湖漁民處理丁香魚.....	5
圖 1-4-11、西部沿海的定置漁網.....	5
圖 1-5-1、保護區裡的控水閘門.....	6
圖 1-5-2、市定古蹟（四草運鹽碼頭及航道）.....	6
圖 2-1-1、河川溪流生態系之空間分布.....	8
圖 2-2-1、一支花的幼魚.....	9
圖 2-2-2、台灣蜆.....	9
圖 2-2-3、濕地生態設施規劃之設計流程圖.....	11
圖 2-5-1、鋪設紅磚.....	15
圖 2-5-2、埋設涵管.....	15
圖 2-6-1、高雄市洲仔濕地水質 24 小時監測.....	26
圖 2-6-2、台南市四草保護區高蹺鴿繁殖區水質 24 小時監測.....	27
圖 3-3-1、北海岸藻礁.....	30
圖 3-3-2、四草釐金局遺址旁的紅樹林.....	30
圖 3-3-3、四草濕地的引水渠道.....	30
圖 3-3-4、蚵架提供多孔隙空間.....	31
圖 3-3-5、清除外來種田菁或銀合歡.....	31
圖 3-3-6、四草 A1 保護區工作站.....	31
圖 3-3-7、四草賞鳥亭內的解說牌.....	31
圖 3-4-1、底部設計示意圖.....	32
圖 3-4-2、曾文水庫.....	32
圖 3-4-3、嘉南平原的春耕水田.....	33
圖 3-4-4、廢棄魚塭濕地.....	33
圖 3-4-5、鹽田濕地.....	33
圖 3-4-6、潮間帶示意圖.....	34
圖 3-4-7、退潮時的大肚溪口.....	34
圖 3-4-8、芳苑濕地的廣大潮間帶.....	34

圖 3-4-9、棲地復育及重建初期示意圖.....	35
圖 3-4-10、棲地復育及重建中後期發展示意圖.....	35
圖 3-4-11、紅嘴鷗棲息於朴子溪東石區段河床沙洲.....	35
圖 3-4-12、淺灘設施示意圖.....	36
圖 3-4-13、池塘邊坡度較緩.....	37
圖 3-4-14、退潮裸露的砂質灘地.....	37
圖 3-4-15、四草高蹺鴿保護區內的獨立淡水池.....	38
圖 3-4-16、澎湖的礁石（退潮）.....	38
圖 3-4-17、高美濕地的雲林莞草.....	38
圖 3-4-18、半屏湖濕地的蘆葦.....	39
圖 3-4-19、一級保護動物－巢鼠繁殖生長的蘆葦田.....	39
圖 3-4-20、紅樹林.....	39
圖 3-4-21、仔稚魚度冬池.....	40
圖 3-4-22、哺乳動物的喝水廊道.....	40
圖 3-4-23、設置於四草 A1 高蹺鴿保護區的竹竿.....	41
圖 3-4-24、高雄洲仔濕地設置的蝙蝠巢箱.....	41
圖 3-4-25、茄苳濕地的水中巢島.....	41
圖 3-4-26、棲息於洲仔濕地樹叢內之鴛鴦.....	42
圖 3-4-27、石岡水壩的魚梯.....	42
圖 3-4-28、引水渠道與砌石護坡.....	43
圖 3-4-29、排水渠道.....	43
圖 3-4-30、溢流道可維持固定的水深.....	43
圖 3-4-31、涵管.....	44
圖 3-4-32、鋼筋水泥之排水箱涵.....	44
圖 3-4-33、涵洞.....	44
圖 3-4-34、閘門設計示意圖.....	45
圖 3-4-35、閘門.....	45
圖 3-4-36、河道示意圖.....	46
圖 3-4-37、第一階段施工示意圖.....	47
圖 3-4-38、第二階段施工示意圖.....	47
圖 3-4-39、第三階段施工示意圖.....	47
圖 3-4-40、底部採不同材質之邊坡設計示意圖.....	48
圖 3-4-41、較長邊坡採階梯式設計示意圖.....	48
圖 3-4-42、以草護坡示意圖.....	49
圖 3-4-43、設計緩斜坡，以紅磚固坡，種植海雀稗.....	49
圖 3-4-44、碎石護坡示意圖.....	49
圖 3-4-45、於閘門口拋石可防止掏空侵蝕.....	49
圖 3-4-46、磚砌護坡示意圖.....	49

圖 3-4-47、設計緩斜坡，以紅磚護坡.....	49
圖 3-4-48、蜂巢式排列示意圖.....	50
圖 3-4-49、結構不穩固石塊排列示意圖.....	50
圖 3-4-50、緊密石塊堆砌示意圖.....	50
圖 3-4-51、圍籬設計示意圖.....	51
圖 3-4-52、以黃瑾做成的綠籬.....	51
圖 3-4-53、木頭材質圍籬.....	51
圖 3-4-54、啫咕石的圍牆.....	51
圖 3-4-55、圍籬設計示意圖.....	52
圖 3-4-56、竹片編織而成之圍籬.....	52
圖 3-4-57、不同圍籬設計示意圖.....	52
圖 3-4-58、竹籬.....	52
圖 3-4-59、稻田北側的竹林.....	53
圖 3-4-60、黑森林裡的喬木自成天然的屏障.....	53
圖 3-4-61、不同堤防設計工法示意圖.....	54
圖 3-4-62、平原地區的潮溝.....	55
圖 3-4-63、四草 A1 區內的沙丘.....	56
圖 3-4-64、鋪設於四草 A1 高蹺鴿保護區之礫石堆- 1	56
圖 3-4-65、鋪設於四草 A1 高蹺鴿保護區之礫石堆- 2	56
圖 3-4-66、位於花蓮地區傳統的「palakaw」捕魚法.....	57
圖 3-4-67、澎湖七美雙心石滬.....	57
圖 3-4-68、四草 A1 高蹺鴿保護區內的腐木堆.....	58
圖 3-4-69、洲仔濕地內的腐木堆.....	58
圖 3-4-70、垂直沙壁示意圖.....	59
圖 3-4-71、垂直沙壁施工設計示意圖.....	59
圖 3-4-72、颱風過後，挖通清理阻塞的引水管.....	60
圖 3-4-73、完工後的營運管理.....	60
圖 3-4-74、修補圍籬.....	60
圖 3-4-75、四草野生動物保護區大門.....	61
圖 3-4-76、四草 A1 區工作站旁的巡邏道路.....	61
圖 3-4-77、四草 A1 區工作站內之監測塔.....	61
圖 3-4-78、高蹺鴿繁殖區賞鳥亭.....	62
圖 3-4-79、賞鳥牆.....	62
圖 3-4-80、指示牌.....	62
圖 3-4-81、嘉南藥理科技大學內的人工濕地解說牌.....	63
圖 3-4-82、關山人工濕地解說牌.....	63
圖 3-5-1、引水渠道與砌石護坡.....	64
圖 3-5-2、鋼筋水泥箱涵.....	64

表目錄

表 2-3-1、進行濕地生態復育設施前之生態檢核表.....	12
表 2-6-1、評估中小型（約 10~50 公頃）淡水型濕地生態環境品質之生物整合 指標.....	17
表 2-6-2、評估中小型（約 10~50 公頃）鹹水型濕地生態環境品質之生物整合 指標.....	18
表 2-6-3、嘉南平原某一中小型感潮濕地於 2007 年四季之生態調查資料.....	19
表 2-6-4、嘉南平原某一中小型鹹水型濕地 2007 年之生態環境品質.....	21
表 2-6-5、嘉南平原某一中小型淡水濕地於 2009 年四季之生態調查資料.....	22
表 2-6-6、嘉南平原某一中小型淡水濕地 2009 年之生態環境品質.....	24

第一章、前言

一、緣起

近 400 年來，由於台灣土地的不當與過度開發，導致濕地環境逐漸惡化，濕地面積也快速縮減，進而降低濕地於防災滯洪、淨化水質、保護物種及維持生物多樣性等功能。因此，如何復育與保育濕地，便成為當前重要而迫切的工作。

為推動濕地保育重要工作，自 2009 年起，營建署城鄉發展分署補助地方政府辦理「國家重要濕地生態環境調查及復育計畫」，並委託辦理訂定「濕地生態設施規劃設計規範」，以供相關單位辦理濕地復育與保育設施之參考。

然而針對濕地復育與保育需要的設施，抑或其他不同目的的工程，該如何考量以相容於生態環境？生態設施的應用除硬體設施與設備外，有關經營管理之軟體又如何規劃設計？都是本書的重點。

二、濕地的定義

國際上開始使用「Wetland」（濕地）一詞，大都認為起源於1956年，美國聯邦政府魚類暨野生動物署（US Fish and Wildlife Service）展開土地清查和編目時所使用；更早，在台語中有以「埤」或「滴」為地名者，如台南埤頭港、台中水滴、南投草滴等，其意思如同現在的「濕地」一詞。

雖然，「濕地」的定義有很多，但廣為大家所接受的則為1971年2月2日，在伊朗小鎮拉姆薩簽署「濕地公約」（Ramsar Convention）的第一條定義，濕地係指沼澤（Marsh），泥沼地（Fen），泥炭地（Peatland）或水域等地區，不論是天然或人為，永久或暫時，死水或活水，淡水或海水，或兩者混和而成，其水深在低潮時不超過6公尺。

按照這個定義，濕地還包括濕草原、水稻田、魚塭、池塘、湖泊、蓄洪區、水庫、珊瑚礁、海草床、瀉湖、沙洲、河流、河口三角洲、潮間帶、季節性淹沒的地區及含飽和水分土壤的地方…等。這些濕地通常具有下列功能：

- （一）、對水鳥或其他生物具有重要性，如繁殖地；
- （二）、對人類具有重要性，如水稻田、牡蠣田、石滬；
- （三）、鳥類或其他生物之重要棲息地、覓食區、遷徙路線的通道或中繼站；
- （四）、具重要科學研究價值，或特殊保育價值；
- （五）、生態系功能完整，或可修復做為某些物種的保育用地。

三、濕地復育與經營管理之目標

為維持生態系統的健全及其動態平衡，促進整體環境之永續發展，應順著濕地的生態特性與演替過程，妥善管理、加強保育及復育濕地的各種自然資源與生態功能，以符合濕地公約的中心哲理（Centre Philosophy）：明智利用（Wise Used）。

參考 2007、2009 年國家濕地的評選標準，各濕地訂定復育與經營管理目標時，建議將濕地的**生物多樣性**、**自然性**、**代表性**及**特殊性**，以及**規劃合理性**等三項標準納入考慮。

(一)、「生物多樣性」：考量因素包括濕地在台灣地區（或全世界）整體生態體系平衡、維繫及彌補等方面所具備特性及其所處地位。可參考以下因素：

1. 生態系完整程度（棲地、物種之重要性及多樣性，是否有外來種入侵）。
2. 濕地面積規模（有效的滿水面積）。
3. 食物鏈頂端生物種類（豐富性）。
4. 保育類物種（關鍵性）。
5. 生物族群數量（重要性）。

(二)、「自然性、代表性及特殊性」。考量因素包括該濕地現況、未來變化可能性、自然生態環境及人文意義等方面：

1. 現在（及未來）能有效維持濕地自然生態功能（自然性、有效性）。
2. 在自然生態環境方面具有代表性地位（代表性）。
3. 是冰河期之子遺物種或命名時之模式標本採集地（代表性）。
4. 在人文環境上具特殊意義（特殊性）。

(三)、「規劃合理性」。考量因素包括以下因素：

1. 保全（或保存）該濕地所可能付出的社會成本、與該濕地所具有生態價值、是否相當及合理（經濟性）。
2. 該濕地與鄰近濕地分布情形（均布性）。
3. 該濕地與鄰近土地融合程度（範圍合理性）。
4. 有無經營管理方案。

四、台灣濕地的環境特色

台灣位處亞熱帶，年雨量變化大，經常三年一小旱，十年一大旱，如圖 1-4-1；乾濕分明，就內陸濕地而言，夏季暴雨是主要影響因子。以台南

為例，年平均雨量約 1,745 公厘（1897~2009 年），但集中於夏季，冬季則較為乾旱，如下圖 1-4-2。許多生存於河川或埤塘的生物其生存策略可克服乾旱（如田螺），有些生物（如台灣鬥魚）則利用颱風雨的氾濫作為族群遷移或覓食的機會，建立新的棲息地。

台灣北部或宜蘭平原的冬天是比較多雨，其月平均雨量經常超過 100 公厘（圖 1-4-3 所示為宜蘭從 1971~2000 年的月平均雨量的資料），少部分生物的個體或亞族群有時因適應當地的環境與氣候而存活下來，例如台灣石鱸 (*Acrossocheilus paradoxus*) 的生殖策略，有南北地理區的差異；且同一地區也因不同生活史的階段對棲地的需要也會不同（孔麒源、戴永禎，2006）。河川的長臂蝦 (*Palaemonidae*) 的成蝦棲息在較急流的深水域，幼蝦則與小型的匙指蝦 (*Atyidae*) 共棲在緩流區或有水草的水域中，圖 1-4-4~圖 1-4-5。

台灣各地的農田水利設施雖提供農業用水，但水泥構造物常為物種遷移的障壁；如遇乾旱年，限縮農業用水轉為工業與民生使用，部分春耕水稻利用埤池的水，但抽取地下水使用的面積更廣，如下圖 1-4-6。

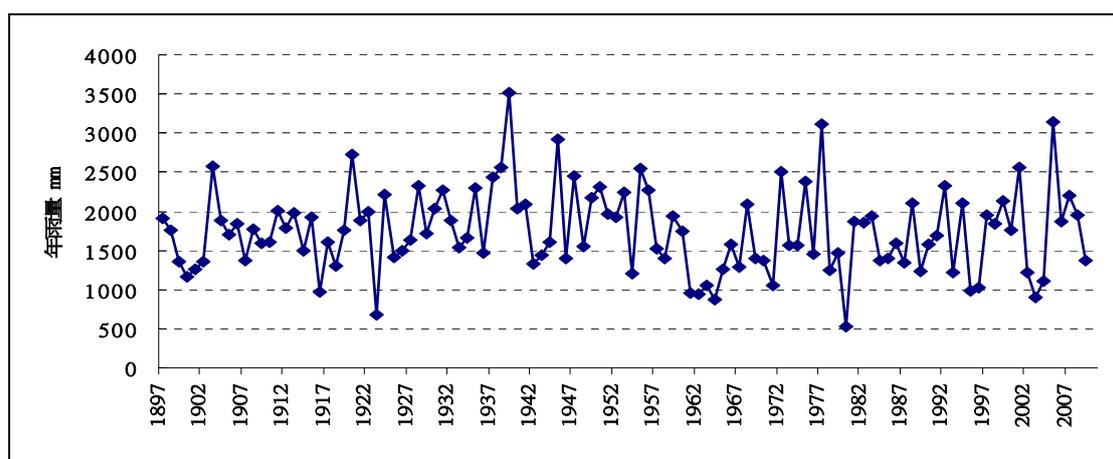


圖 1-4-1、台南地區 1897~2009 年之年降雨量
（資料來源：中央氣象局）

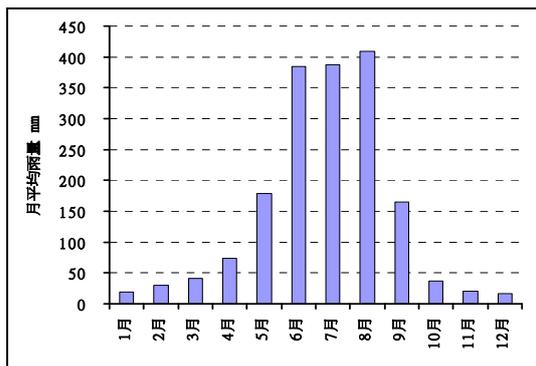


圖 1-4-2、台南地區月平均降雨量
(資料來源：中央氣象局)

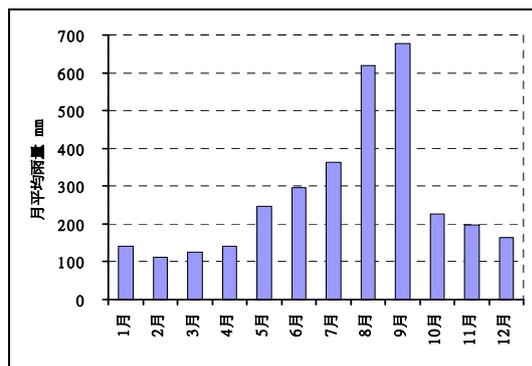


圖 1-4-3、宜蘭地區月平均降雨量
(資料來源：中央氣象局)

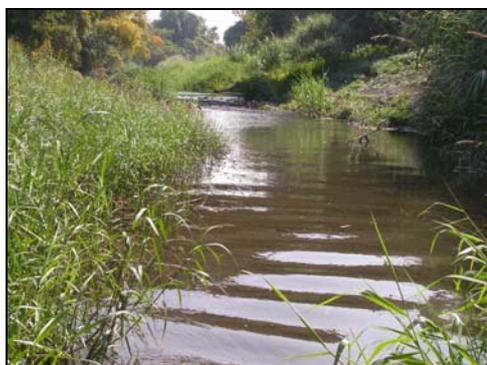


圖 1-4-4、北港溪上游三疊溪溪蝦的棲地
(翁義聰攝)



圖 1-4-5、急水溪上游六溪的貪食沼蝦
(翁義聰攝)

台灣河川短促、輸砂量大，西部沿海的沙洲及潟湖孕育許多漁業資源，漁民也勤勞飼養虱目魚等，黑面琵鷺的度冬就依賴這些特殊的自然資源（圖 1-4-7）。



圖 1-4-6、乾旱缺水時部分水田抽地下水做為春耕水源
(翁義聰攝)



圖 1-4-7、在台南度冬的黑面琵鷺
(翁義聰攝)

中部沿海（如台中、彰化及雲林），因潮汐從海峽兩端湧入，堆積寬廣的潮間帶，是魚蝦繁衍的場所，早期居民不論養蚵、耙文蛤、捕魚，迴游至此的鯨豚，或南來北往的候鳥也以此為中繼站或度冬區，大多以永續方法利用，圖 1-4-8~圖 1-4-11。



圖 1-4-8、近岸漁業—膠筏
（翁義聰攝）



圖 1-4-9、底棲性魚類—魷
（翁義聰攝）



圖 1-4-10、澎湖漁民處理丁香魚
（翁義聰攝）



圖 1-4-11、西部沿海的定置漁網
（翁義聰攝）

五、台灣濕地的問題與保育近況

台灣平原面積狹小，濕地原本為農業、漁業及鹽業活動的一環，人民看待埤塘水田及鹽田為重要資產而能明智使用與維護，圖 1-5-1～圖 1-5-2。但最近，濕地不斷流失、面積不斷縮小、棲地品質劣化，致使生物滅絕；歸納原因如下：

- (一)、開發壓力：開發濕地做為工業區、發電廠、住宅區、遊樂區或數千公頃的填海造地；
- (二)、水污染：直接或間接排放家庭污水、畜牧廢水、工業廢水、有毒物質、電廠溫排水；
- (三)、外來物種入侵：吳郭魚、福壽螺、巴西烏龜、亞洲錦蛙、泰國鱧（會吃水雉幼鳥）等動物，粉綠狐尾藻、互花米草…等植物；
- (四)、棲地破碎化：興建環湖步道、溝渠垂直壁、道路與海堤，使得棲地劣化與破碎化，造成棲息其中的生物面臨移動遷徙上的障礙（高蹺鴿的幼鳥無法通過垂直的水泥溝渠）；
- (五)、錯誤的施工：於河川上游興建壩堤式水庫，導致下游海岸侵蝕，超抽地下水，導致地層下陷或海水入侵；
- (六)、錯誤的經營管理方式：引入太多的肥水，植物長得太快，造成部分物種喪失棲地（演替太快）；隨意引入非當地的物種，加上管理人力不足，棲地的品質無法達到原設計目標；此外，因經費取得不易，主控濕地命脈的水閘也常年久失修漏水或不能操作。



圖 1-5-1、保護區裡的控水閘門
(翁義聰攝)



圖 1-5-2、市定古蹟（四草運鹽碼頭及航道）
(翁義聰攝)

台灣近代，因人民的保育意識的覺醒，而開始重視經濟物種以外議題。首先是孫運璿院長時期（1980）認為「紅樹林成長地區應予保護」，推動淡水河的紅樹林開始，歷經設立墾丁國家公園（1984），老虎及犀牛角產製品（1994），濱南工業區的開發與環保團體的長期抗爭（1995~2006），到 NGOs 參與保護區的經營管理及推動濕地保育公共決策，約可分成四個階段：

1. 保護淡水河的水筆仔時期；
2. 保護墾丁的灰面鷺與紅尾伯勞時期；
3. 保護曾文溪口的黑面琵鷺時期（包含曾文溪口三角洲的四草與七股黑面琵鷺保護區）；
4. 參與保護區的經營管理及推動濕地保育公共決策時期。

第二章、規劃與設計流程

一、認識規劃的地理區位與環境特色

許多濕地因有「獨特的」物種而全台聞名，例如夢幻湖的台灣水韭、曾文溪口的黑面琵鷺、澎湖望安的綠蠵龜、彰雲嘉海岸的白海豚（六輕五期計畫環境說明書，2009；彰化縣西南角（大城）海埔地工業區計畫環境影響評估報告書，2010）。但是，許多濕地缺乏生態資料，想推動濕地保育的人，也不知如何為這些濕地發聲，什麼物種為保護的重點；推測其原因，主要是不了解該濕地特色？該濕地的主角？及生態系的關鍵性物種為何。

我們需要以較大的時間與空間尺度觀察一個濕地的特色，時間至少是10年甚至100年，包括濕地的地形、地理、水文、災害、周邊的人文及其利用狀況，從上流集水區水土保持到海岸侵淤、地層下陷、氣候變遷等。

以河川中游濕地為例，平原河段的流速變慢，淤積的高灘地都是肥沃的沙土，是農民種植西瓜、地瓜與花生的耕地，每年的收穫的多寡，跟雨季的遲與早有很大的關聯。魚蝦螃蟹是河流的重要野生動物，當然河蚌、田螺也不可忽略。常見的鳥類有翠鳥、紅鳩、番鶉、燕鴿、小雲雀、鶇鶉，有時也有小環頸鴿、白鶇鴿來訪，及牠們的獵食者—燕隼、遊隼。季節性的淹沒，造成各河床不同高程也有生態的多樣性，參見下錯誤！找不到參照來源。。

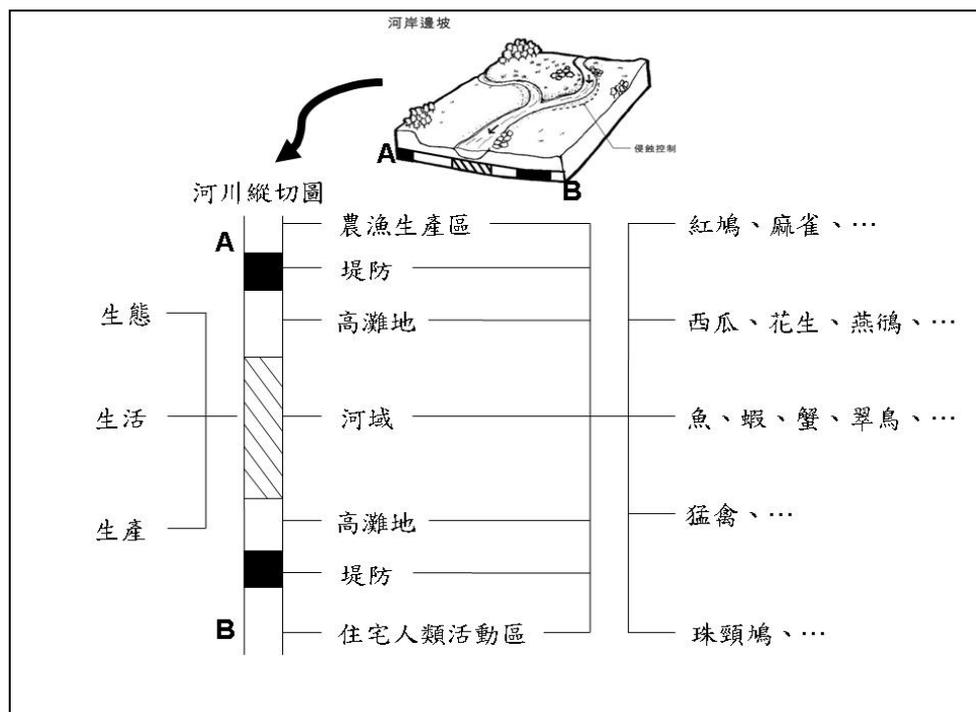


圖 2-1-1、河川溪流生態系之空間分布

(本研究繪製)

二、濕地生態設施之規劃流程

推動濕地保護時，或許常聽到一些艱澀難懂的專有名詞，請不要被繁瑣的名詞打敗！生態這些名詞是用來協助我們，讓我們不要重蹈覆轍。了解一個濕地的生態過程，將有助於擬訂未來的保育策略與經營管理。

一條清澈見底的河川，訪問當地的居民(或釣客)得知許多魚蝦的本地名，例如貪食沼蝦 (*Macrobrachium lar*)、一支花(台灣馬口魚, *Candidia barbata*, 圖 2-2-1) 等。也可先由在地志工收集一些基本資料，再經由已上網的博碩士論文與學術網站詳細求證。一些河口、海岸與潟湖也有類似報告可援引；如果無法立刻找到文獻，下列幾個問題可作為提示：

- (1). 看過幾種鳥？是白鷺鷥？
- (2). 是幾百隻？還是幾千隻？
- (3). 什麼季節去捉螃蟹？什麼魚最好吃？(西刀多刺，馬加沒味)
- (4). 長輩曾經捕撈過那些動物？(巢鼠 *Micromys minutus* 的生殖季…)
- (5). 採集過什麼水草？(水蓮花)
- (6). 有俚語？(一魴、二虎、沙毛、變身苦…，描述魚刺的毒性)
- (7). 有台灣蜆、河蚌、牛屎鯽魚？(參見圖 2-2-2)



圖 2-2-1、一支花的幼魚
(翁義聰攝)



圖 2-2-2、台灣蜆
(翁義聰攝)

綜合從各方蒐集來的資料，將引導我們開始完成一些保育議題；有必要時也可召開社區(包含社團)會議凝聚共識，選定保育標的物種、圈選濕地範圍、草擬工作方法與步驟。經過一段時間的觀察，或許什麼生態設施都不用做，只需巡邏守護；或許需要一些生態設施來改善它的功能。此時，建議參考濕地生態設施規劃之設計流程圖，圖 2-2-3。

將經過訪問與調查所得的各種資料彙整後，建議召開共識會議，先選出幾個濕地特色物種，再確認保育目標、指標物種(Indicator Species)。這裡所選的，不一定是旗艦種(Flagship Species)或關鍵種(Keystone Species)，也可以是普遍分布的小雨蛙(*Microhyla ornata*)與南蛇(*Ptyas*

mucosus)，接著考慮牠們的食物與棲息地。其中的指標物種，通常用來代表某濕地生態系的健康程度，常用於生物多樣性的監測工作中，而非指該濕地保護特別關注的物種；旗艦物種，通常指該物種對一般大眾具有特別的號召力與吸引力，可促進民眾對保育議題的關注；關鍵種則指該物種從某濕地生態系消失時，該生態系會崩潰，保育此關鍵物種就連帶保護其他相關的物種。

例如，一個淡水濕地選擇小雨蛙為初期的保育目標有下列優點：族群監測技術成熟、生活史觀察簡單、容易受乾旱氣候影響、對農藥的忍受度低；因此，該濕地的管理就可簡約成水質水量的調控，生態設施不會太複雜，驗收保育成果的基礎較為大家接受。

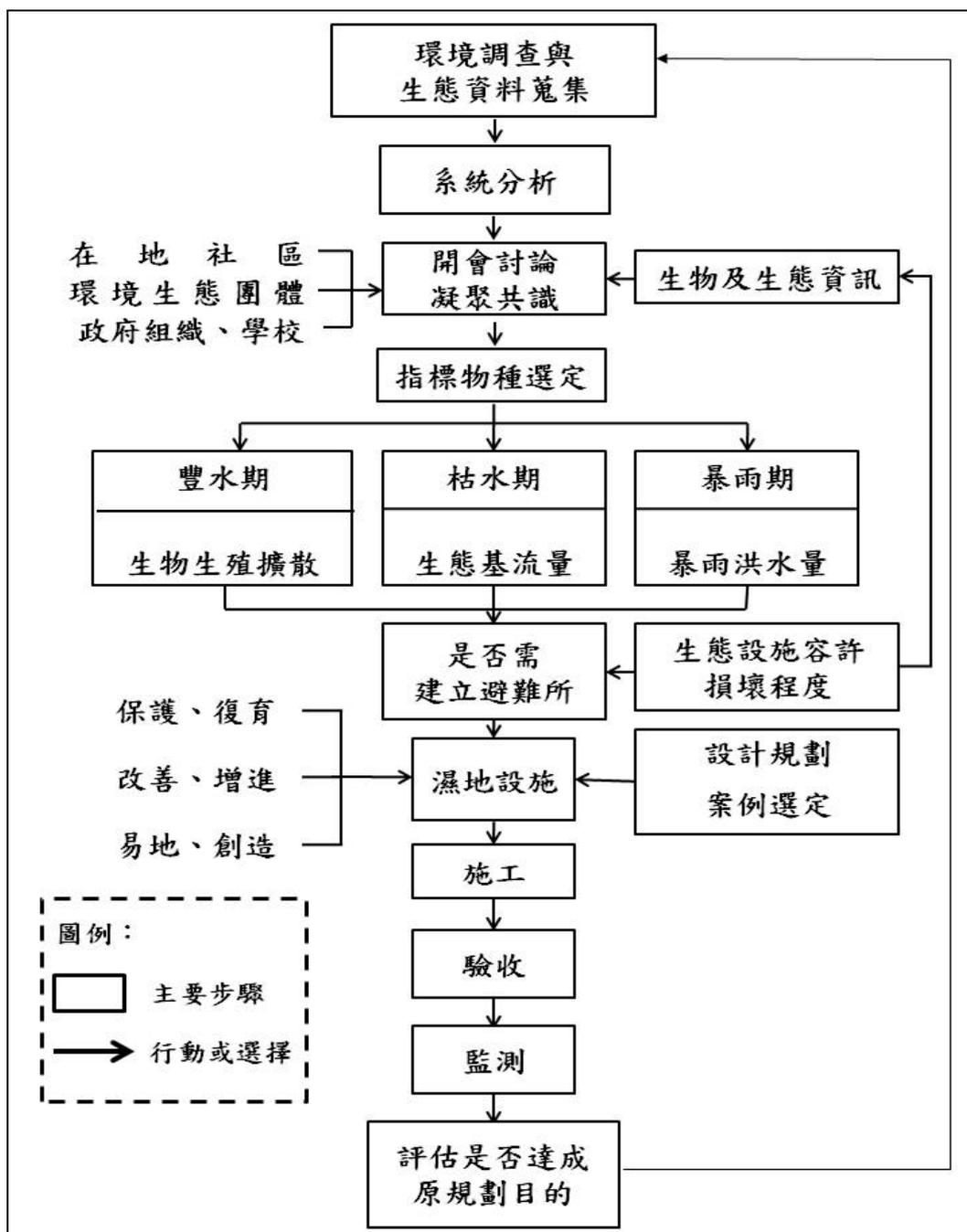


圖 2-2-3、濕地生態設施規劃之設計流程圖
(本研究繪圖)

三、濕地生態設施前之生態檢核

(一) 了解濕地的特質

當「提出」濕地需要一些生態設施來改善它的功能時，為了查驗「提出設施需求的建議者」與「生態設施的規劃者」是否了解濕地目前的狀況，應進行下列的生態檢核表，表中包括一些物理性、化學性及生物性問題的細目（表 2-3-1）。當然也可查閱包括期刊、報告、網路等各種資料，也可以詢問各種專家，以增加對該濕地的認知。

多數化學性項目的精確數字可能需要借助儀器；但要調查濕地是否有家庭生活污水、畜牧廢水、工業廢水等污染，僅需到水源入流口觀察了解即可。如果無法回答超過一半以上問題，那請重新思考所提出「生態設施」的正確性與必要性。

表 2-3-1、進行濕地生態復育設施前之生態檢核表

物理性項目	化學性項目	生物性項目
氣候 <input type="checkbox"/> 各季節水溫_____°C <input type="checkbox"/> 年雨量_____mm <input type="checkbox"/> 冬季平均_____mm <input type="checkbox"/> 其他_____	營養鹽監測（可複選） <input type="checkbox"/> 氮 N <input type="checkbox"/> 磷 P <input type="checkbox"/> 鉀 K <input type="checkbox"/> 其他_____	水生植物（可複選） <input type="checkbox"/> 浮游性_____ <input type="checkbox"/> 挺水性_____ <input type="checkbox"/> 浮水性_____ <input type="checkbox"/> 沉水性_____
內陸湖泊埤塘或河川 <input type="checkbox"/> 入流口流速___m/sec <input type="checkbox"/> 夏季是否曾洪氾 <input type="checkbox"/> 冬季是否斷流或乾枯	入流水種類（可複選） <input type="checkbox"/> 家庭生活污水 <input type="checkbox"/> 畜牧廢水 <input type="checkbox"/> 工業廢水 <input type="checkbox"/> 溫排水	重要植被（邊坡或周邊） <input type="checkbox"/> 有密林 <input type="checkbox"/> 類似行道樹 <input type="checkbox"/> 莎草或禾本科 <input type="checkbox"/> 水燭或蘆葦
海岸地帶河口 <input type="checkbox"/> 受潮汐影響 <input type="checkbox"/> 入流口流速___m/sec <input type="checkbox"/> 鹽度變化_____% <input type="checkbox"/> 濕地面積_____公頃 <input type="checkbox"/> 淺水域面積約佔_____% 水量控制 <input type="checkbox"/> 地層下陷區 <input type="checkbox"/> 有閘門，共_____個	有毒物質污染（可複選） <input type="checkbox"/> 重金屬 <input type="checkbox"/> 農藥 <input type="checkbox"/> 環境荷爾蒙 <input type="checkbox"/> 汞 <input type="checkbox"/> 戴奧辛	重要動物（可複選） <input type="checkbox"/> 浮游性 <input type="checkbox"/> 水棲昆蟲 <input type="checkbox"/> 底棲生物（貝或多毛類） <input type="checkbox"/> 魚蝦蟹 <input type="checkbox"/> 鳥類 <input type="checkbox"/> 外來種 <input type="checkbox"/> 移除困難度

(二) 濕地的差異

有些物化的環境因子可以用手提水質儀器「現場量測」，例如：(1).水溫 (Water Temperature, WT)、(2).ORP (氧化還原電位)、(3).鹽度 (Salinity, Sal)、(4).電導度 (Conductivity)、(5).酸鹼度 (pH) 及(6).溶氧 (Dissolved Oxygen, DO) 及(7).現場的氣溫 (Air Temperature, AT) 等。手提分析儀器有：(1).攜帶式溶氧測定儀 (SUNTEX, SD70)，此型可同時測定溫度，並有鹽度校正功能；(2).攜帶式電導度/鹽度計 (COND, 330i)；(3).攜帶式酸鹼度計 (SUNTEX, TS2)。如欲調查上述所列項目，建議可向濕地附近的大專院校請教或尋求支援。

濕地水質調查的數據，會因不同的時間、不同的水深或區內不同的位置而有差異。以台南市四草保護區高蹺鴿繁殖區為例，2010年1月28日於量測3個淡水池塘的前段所敘述的7項基本水質，發現不同水深(0、20、40及60公分等4個深度)的水質沒有顯著差異，但不同時間(上午9點、12點及下午3點)的水質則有顯著差異($p=0.041$)。同樣的方法於同一天，測量感潮濕地，一條穿越線的3個不同地點(入流口、中段及水尾)，發現不同水深(0、20及40公分等3個深度)及不同時間(上午9點、12點及下午3點)的水質沒有顯著差異，但不同樣點的水質則有顯著差異($p=0.001$)，其中氧化還原電位的影響最大。

簡單的說，濕地的水質差異將反應到藻類(浮游性或固著性)、底棲生物(貝類、螃蟹或多毛類)與魚蝦數量，進而影響在濕地中的蛙、蛇與鳥等食物鏈的高階獵食者。因此，愈了解表2-3-1裡的各項目，將有助於濕地的經營管理。

四、設計構想發展與規劃

依基地氣候、土壤、地質等自然條件及現有植栽狀況，分別依設計構想配合植物特性種植，使其具有當地特色。將這些植物栽種於重要出入口、節點地區等，且選擇樹種應具有開花或樹型優美等特色之本地種。

基地外圍易受干擾處，如核心區周邊及廊道兩側(或一側)建議種植有減緩或阻絕干擾的植栽，也可於民眾易親近處，種植代表該濕地特色的植栽做為解說教育的一部分。現有之植栽應就其生長狀況選擇保留與否，凡樹冠已成林之大樹皆建議保留，並能採分層種植方式，以喬木、灌木及植被等塑造多樣化的生態環境供生物棲息。

在台灣，常因水筆仔的種苗較易獲得而選擇「復育」水筆仔，壓縮原棲地的生物(如台灣招潮蟹)是不恰當的，建議各濕地應優先保護與復育該棲地的「原生種」。此外，如大安水蓑衣海岸植物有蟲害問題(黃朝慶，

1994)，海岸的禾葉芋蘭 (*Eulophia graminea*) 則有寄生蜂的類似問題，亦值得大家進一步探討與保護。

基地如因地層下陷導致水質及土壤鹽化，則能適應鹹水的植物才能在此地生存，除自然演替植物外，如進行植栽，建議除了選擇樹型美觀、管理簡單、生長快速、根系較深、具誘蝶誘鳥特性外，也可選擇適合草澤或耐鹽地生長之植栽，列舉如下：

1. 草澤濕生植栽：野慈姑、香蒲、三角藺草、澤瀉、莞草、蘆葦、菜、圓葉藻、輪藻、狸藻…等；
2. 耐鹽可感潮植栽：海茄苳、水筆仔、欖李、紅海欖、土沈香、流蘇菜、雲林莞草、卵葉鹽藻…等；
3. 僅耐微鹹海岸植栽：黃槿、草海桐、台灣海桐、台灣海棗、苦林盤、苦檻藍、大安水蓑衣、宜蘭莞草…等，耐微鹹的種通常指鹽度小於 0.7 ‰；
4. 可耐鹹及部分乾旱季節植栽：鹽地鼠尾粟、鹽定、海雀稗…等。

五、生態設施之施工及竣工後之管理

基地建造階段，維護管理必須被制訂為降低因重型設備散落物、土壤侵蝕、與洪水等造成之環境損害。相同的，土地使用一旦進入執行的階段，那麼往往需要設計環境管理計畫，使已建造完成的景觀、設施及排水、氣流和生態等環境系統，達到持續的穩定性。

- 四草 A1 高蹺鴿保護區內的引水渠道由工人鋪上紅磚，防止土堤遭受沖刷而流失。



圖 2-5-1、鋪設紅磚
(翁義聰攝)

- 施工中注意事項：
 1. 強調工地安全、設施進行中可微調及減輕施工中干擾。
 2. 施工期間是否重疊候鳥季候鳥棲息時段。(南台灣夏季多雨，部分生態設施僅能於冬季施作，應評估施工造成的生態衝擊，必要時應採分期施工)



圖 2-5-2、埋設涵管
(翁義聰攝)

六、濕地品質與復育成果之評估

(一)、生物整合指標

Gernes 和 Helgen (2002) 提出生物整合指標 (Indexes of Biological Integrity)，此評估法涵蓋物種 (Species)、族群 (Population) 與群聚 (Community) 等階層的訊息，較能精確的估算相對豐富度。其優缺點分別敘述如下：

1.優點：

- (1).系統對生態 (Ecology) 的廣泛性；
- (2).能反應環境變因的高敏感度；
- (3).具有生物上的代表性與應用時的可重覆性。

2.缺點：

- (1).系統對基礎資訊 (Base-line Information) 的強烈需求；
- (2).部分參數可能取決於設計者的主觀意識；
- (3).應用上因地制宜的必要性。

水文變化可以在短時間控制達成設定標的，但營養鹽及其流轉可能需要更長的時間，Simenstad 和 Thom (1996) 認為新創濕地的大型生物的組成與密度或許可在三年內達到所需要的結構，但 Jackson (1995) 及梁世雄 (2005) 等學者則認為演替的時間可能更久。顯然，生物指標的應用，必需顧及到採樣與分析方法的一致性，才能釐清是自然或是人為因素所產生的環境衝擊。

水生動物或底棲無脊椎動物是內陸湖泊、河川等淡水濕地，以及沿海、河口及鹽田等鹽沼濕地的碎屑食物網的重要成員，主要包括魚類、兩生類、環節動物 (多毛類、貧毛類)、軟體動物 (貝類) 以及節肢動物 (端足、橈腳、蝦、蟹)，這些動物以水中或底泥中的其它生物與有機碎屑為食，但它們又可能被其它魚類、鳥類或人類所捕食。因此，水生動物與底棲無脊椎動物在各類濕地中常扮演著能量向上傳遞的角色。

底棲無脊椎動物不僅可做為高階消費者的食物，也同時具備改變微棲地的能力。它們的攝食、呼吸、排泄與移動等活動，對底泥粒徑的大小、含氧量的多寡、有機物質的消耗與代謝，甚至有毒物質之分解與固定等都極為重要。

於沿海、河口及鹽田濕地常見的多毛類是一些廣鹽性及耐有機質的種類。例如，有濾食性的白腺纓鰓蟲、有機質污染指標的小頭蟲及沙蠶科的單葉沙蠶、雙齒圍沙蠶及腺帶刺沙蠶等。

於沿海、河口及鹽田濕地常見的貝類有一些不耐高鹽度或有機質的種類。例如，有濾食性、不耐高鹽度與有機質的台灣花瓣蛤 (*Fronsella taiwanica*)，可耐機質污染的車鼓粟螺 (*Stenothyra chilkaensis*) 等。

翁義聰 (2009) 利用嘉南沿海生物特性建立「評估台灣西南沿海中型濕地環境品質之生物整合指標」，配合中小型濕地監測，修改為下

表 2-6-1 及表 2-6-2。

表 2-6-1、評估中小型 (約 10~50 公頃) 淡水型濕地生態環境品質之生物整合指標

評分項目	等級		
	1	3	5
1. 所有無脊椎動物及魚類的種	<34	34-51	>51
2. 蜉蝣及石蠶蛾的屬	0-3	3-6	>6
3. 蜻蛉目的種	0-3	4-6	>6
4. 軟體動物的種	0-3	4-6	>6
5. 魚、蝦及蟹的種	0-6	7-12	>12
6. 搖蚊科的屬	0-6	7-12	>12
7. 不耐污染的種	0-3	3-6	>6
8. 耐污染種及外來種佔全部數量的%	>67 %	33-67 %	<33 %
9. 前三個優勢種佔全部數量的%	>67 %	33-67 %	<33 %
10. 水蝽科佔甲蟲數量的%	>67 %	33-67 %	<33 %

註：表內的評分等級可再依濕地面積的大小進行調整。外來種建議不列入第 2~7 正面測項的物種中，如吳郭魚、螯蝦、福壽螺。

表 2-6-2、評估中小型（約 10~50 公頃）鹹水型濕地生態環境品質之生物整合指標

評分項目	等級		
	1	3	5
1. 所有無脊椎動物及魚類的種	<34	34-51	>51
2. 多毛綱的屬	0-3	3-6	>6
3. 水生昆蟲的種	0-3	4-6	>6
4. 軟體動物的種	0-3	4-6	>6
5. 魚的種	0-6	7-12	>12
6. 蝦及蟹的種	0-6	7-12	>12
7. 不耐污染的種	0-3	3-6	>6
8. 耐污染種及外來種佔全部數量的%	>67%	33-67%	<33%
9. 前三個優勢種佔全部數量的%	>67%	33-67%	<33%
10. 搖蚊科佔水生昆蟲數量的%	>67%	33-67%	<33%

註：表內的評分等級可再依濕地面積的大小進行調整。外來種建議不列入第 2~7 正面測項的物種中，如吳郭魚、大肚魚等。

（二）、濕地之生物整合指標

南部的亞熱帶氣候植物生長得很快，即使是新復育的濕地，也會因濕地長滿植物（蓮花、菱、水龍、萍、滿江紅及布袋蓮等）使得有機碎屑堆積，於池塘底形成厭氧環境，底棲物種不易生存。

採集方法：依濕地的微棲地類型或水流系統（方向）分成 3~10 個樣區（小的工作團隊不要訂超過 10 樣區，以免影響後續的鑑定品質）。每個區以 20 公分直徑之不鏽鋼桶壓入泥中捕撈其中之水生生物 1 次，另以 20 公分直徑及 500 μ m 網目之不鏽鋼篩網捕撈水草邊之水生動物 2 次（如底泥乾淨沒有厭氧環境可改採 2 次，水草邊改採 1 次），合計為 3 重複。再使用 500 μ m 標準篩網篩取底泥中底棲無脊椎動物及水草邊的水生動物；將捕獲之水生生物保存於酒精中，帶回實驗室進行鑑定、分類及計數。分

類層級鑑定至能確定之最低分類階層，部分只能分至科或屬時，可再依不同的型態做區別。

例如嘉南平原某一中小型感潮鹽水濕地，於 2007 年進行大型水生動物調查，每季一次，共計四次調查。共採獲 2,027 隻標本，分屬 36 科 49 種，彙整如表 2-6-3。評估濕地生態環境品質時，先從表 2-6-3 求得表 2-6-4 「資料分析」欄位，參考表 2-6-2 轉換成等級分數，此感潮鹽水濕地生物整合指標評估積分 30。

另一中小型淡水埤塘濕地，於 2009 年進行大型水生動物調查，每季一次，共計四次調查。共採獲 822 隻標本，分屬 36 科 48 種，彙整如表 2-6-3。評估濕地生態環境品質時，先從表 2-6-4 求得表 2-6-5 「資料分析」欄位，參考表 2-6-1 轉換成等級分數，此嘉南平原的淡水埤塘濕地生物整合指標評估積分 30。

濕地常因地理區位、氣候、水質及周邊環境等因素而不同，濕地生態環境品質會有顯著差異，進行同一濕地不同年之間的比較可了解復育的成效，做為未來經營管理的參考。

表 2-6-3、嘉南平原某一中小型感潮濕地於 2007 年四季之生態調查資料

序號	科名	種名	數量	百分比	屬性
1	Capitellidae 小頭蟲科	sp.	2	0.1	耐污染
2	Cirratulidae 絲鰓蟲科	<i>Dodecaceria</i> sp.	4	0.2	
3	Nereidae 沙蠶科	sp.1	44	2.2	
4	Nereidae 沙蠶科	sp.2	27	1.3	
5	Nereidae 沙蠶科	sp.3	1	-	
6	Nereidae 沙蠶科	sp.4	1	-	
7	Polydonyidae 多齒鱗蟲科	sp.	2	0.1	
8	Sabellidae 纓鰓蟲科	sp.	1	-	耐污染
9	Acteocinidae 肩米螺科	<i>Didontoglossa koyasensis</i> 褐皮粗米螺	51	2.5	
10	Bithyniidae 沼螺科	<i>Birhynia delaryana</i> 沼螺	1	-	
11	Bithyniidae 沼螺科	<i>Bithynia misella</i> 台灣圓沼螺	3	0.1	
12	Cerithiidae 蟹守螺科	<i>Argyropeza izekiana</i>	2	0.1	
13	Elysiidae 海天牛科	<i>Elysia chilkensis</i> 長角海天牛	2	0.1	
14	Hermaeidae 棍螺科	<i>Ercolania boodleae</i> 布氏葉鰓螺	5	0.2	
15	Hydrobiidae 釘螺科	<i>Clenchiella cf. microscopica</i> 微小扁釘螺	156	2.7	
16	Pyramidellidae 塔螺科	sp.	7	0.3	
17	Stenothyridae 狹口螺科	<i>Stenothyra orissaensis</i> 蒼白粟螺	494	24.4	
18	Stenothyridae 狹口螺科	<i>Stenothyra chilkaensis</i> 車鼓粟螺	164	8.1	

序號	科名	種名	數量	百分比	屬性
19	Stenothyridae 狹口螺科	<i>Stenothyra edogawensis</i> 田邊粟螺	42	2.1	
20	Thiaridae 錐蜷科	<i>Cerithidea cingulata</i> 栓海蜷	3	0.1	
21	Thiaridae 錐蜷科	<i>Thiara riqueti</i> 流紋蜷	271	13.4	
22	Thiaridae 錐蜷科	<i>Thiara tuberculata</i> 網蜷	2	0.1	
23	Aloididae 抱蛤科	<i>Potamocorbula fasciata</i> 光芒抱蛤	1	-	
24	Mytilidae 貽貝科	sp.	29	1.4	
25	Laternulidae 薄殼蛤科	<i>Lyonsia taiwanica</i> 台灣波浪蛤	78	3.8	
26	Coenagrionidae 細蟪科	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟪水蠶	2	0.1	
27	Corixidae 水蝽科	<i>Sigara</i> sp.	16	0.8	
28	Hydrophilidae 牙蟲	sp.	2	0.1	
29	Chironomidae 搖蚊科	sp. (L)	31	1.5	
30	Ephyridae 水蠅科	sp. (P)	1	-	耐污染
31	Odeicerotidae 合眼鉤蝦科	sp.1	68	3.4	
32	Odeicerotidae 合眼鉤蝦科	sp.2	40	2.0	
33	Palaemonidae 長臂蝦科	<i>Exoplaemon carinicauda</i> 脊尾白蝦	264	13.0	
34	Palaemonidae 長臂蝦科	<i>Palaemon pacificus</i> 太平洋長臂蝦	58	2.9	
35	Palaemonidae 長臂蝦科	<i>Palaemon serrifer</i> 鋸齒長臂蝦	35	1.7	
36	Solenoceridae 管鞭蝦科	<i>Solenocera melantho</i> 突出管鞭蝦	12	0.6	
37	Grapsidae 方蟹科	<i>Paraesarma</i> sp. 擬相手蟹	2	0.1	
38	Grapsidae 方蟹科	<i>Perisesarma bidens</i> 雙齒近相手蟹	3	0.1	
39	Grapsidae 方蟹科	<i>Varuna litterata</i> 字紋弓蟹	6	0.3	
40	Hymenosomatidae 膜殼蟹科	sp.	2	0.1	
41	Ocypodidae 沙蟹科	<i>Uca arcuata</i> 網紋招潮蟹	1	-	耐污染
42	Diogenidae 活額寄居蟹科	<i>Clibanarius longitarsus</i> 長趾細螯寄居蟹	4	0.2	
43	Ambassidae 雙邊魚科	<i>Ambassis</i> sp.	2	0.1	
44	Apogonidae 竺鯛科	<i>Apogon</i> sp.	8	0.4	
45	Cichlidae 慈鯛科	sp.	16	0.8	外來種
46	Gobiidae 鰕虎科	sp.	24	1.2	
47	Poeciliidae 胎鱗科	<i>Gambusia affinis</i> 大肚魚	25	1.2	外來種
48	Poeciliidae 胎鱗科	<i>Poecilia verifera</i> 帆鱗胎鱗	8	0.4	外來種
49	Scatophagidae 金錢魚科	<i>Scatophagus argus</i> 變身苦	4	0.2	
		總數	2,027	100.0	
		種數	49		

註：1. - 表示其百分率 <0.1 。

2. 同科或屬的動物其耐污染的程度有可能不同，建議實際觀察。

3. 序號 9~25 是軟體動物、序號 21~31 是水蟲。

表 2-6-4、嘉南平原某一中小型鹹水型濕地 2007 年之生態環境品質
—以生物整合指標評估

評分項目	資料分析	等級
1. 所有無脊椎動物及魚類的種	49	5
2. 多毛綱的屬	7	5
3. 水生昆蟲的種	5	3
4. 軟體動物的種	17	6
5. 魚的種	4	1
6. 蝦及蟹的種	10	3
7. 不耐污染的種	42	5
8. 耐污染種及外來種佔全部數量的%	2.7	5
9. 前三個優勢種佔全部數量的%	50.8	3
10. 搖蚊科佔水生昆蟲數量的%	59.6	3
生物整合指標評估積分		39

註：表內的評分等級可再依濕地面積的大小進行調整。外來種沒有列入第 2~7 正面測項的物種中，如吳郭魚、大肚魚等。

表 2-6-5、嘉南平原某一中小型淡水濕地於 2009 年四季之生態調查資料

序號	科名	種名	數量	百分比	屬性
1	Tubificidae 顫蚓科	<i>Branchiura sowerbyi</i> 尾鰓蚓	2	0.2	耐污染
2	Ampullariidae 福壽螺科	<i>Ampullarius canaliculatus</i> 福壽螺	21	2.6	外來種
3	Ancylidae 盤蜷科	<i>Ferrissia</i> sp. 盤蜷	1	0.1	耐污染
4	Bithyniidae 沼螺科	<i>Parafossarus annandalei</i> 沼螺	32	3.9	不耐污染
5	Lymnaeidae 錐實螺科	<i>Radix auricularia swinhoei</i> 台灣椎實螺	26	3.2	耐污染
6	Physidae 囊螺科	<i>Physa acuta</i> 囊螺	5	0.6	外來種
7	Planorbioidea 扁蝸科	<i>Gyraulus chinensis</i> 圓口扁蝸	23	2.8	耐污染
8	Planorbioidea 扁蝸科	<i>Hippeutis carntori</i> 廣東平扁蝸	10	1.2	耐污染
9	Planorbioidea 扁蝸科	<i>Segmentina hemisphaeruta</i> 台灣類扁蝸	27	3.3	耐污染
10	Stenothyridae 狹口螺科	<i>Stenothyra formosana</i> 台灣粟螺	42	5.1	不耐污染
11	Thiaridae 塔螺科	<i>Tarebia granifera</i> 瘤蝸	21	2.6	耐污染
12	Thiaridae 塔螺科	<i>Thiara scabra</i> 塔螺	9	1.1	不耐污染
13	Thiaridae 塔螺科	<i>Thiara tuberculata</i> 網蝸	137	16.7	不耐污染
14	Viviparidae 田螺科	<i>Bellamya</i> sp. 環田螺	40	4.9	外來種
15	Viviparidae 田螺科	<i>Cipangopaludina miyagii</i> 石田螺	34	4.1	耐污染
16	Unionidae 蚌科	<i>Unio douglasiae taiwanicus</i> 石蚌	1	0.1	不耐污染
17	Baetidae 四節蜉蝣科	<i>Baetis</i> sp.	29	3.5	不耐污染
18	Coenagrionidae 細蟬科	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟬水蠶	64	7.8	不耐污染
19	Libellulidae 蜻蜓科	<i>Pantala flavescens</i> 薄翅蜻蜓水蠶	11	1.3	不耐污染
20	Libellulidae 蜻蜓科	<i>Tholymis tillarga</i> 夜遊蜻蜓水蠶	13	1.6	不耐污染
21	Belostomatidae 田龜科	<i>Diplong rusticus</i> 田龜	12	1.5	耐污染
22	Corixidae 水蝽科	<i>Sigara</i> sp. 水蝽	31	3.8	耐污染
23	Dytiscidae 龍蝨科	<i>Canthydrus</i> sp. 突胸龍蝨	55	6.7	不耐污染
24	Dytiscidae 龍蝨科	sp. (L)	1	0.1	不耐污染
25	Gerridae 水黽科	<i>Gerris</i> sp. 水黽	8	1.0	耐污染
26	Hydrophilidae 牙蟲科	<i>Amphiops</i> sp. 5	15	1.8	不耐污染
27	Hydrophilidae 牙蟲科	<i>Berosus</i> sp. 1	1	0.1	不耐污染
28	Hydrophilidae 牙蟲科	<i>Hydrophilus</i> sp. 2	5	0.6	不耐污染
29	Nepidae 蠍蝽科	<i>Ranatra</i> sp. 水螳螂	11	1.3	不耐污染
30	Notoectidae 仰泳蝽科	<i>Anisops</i> sp.	18	2.2	耐污染
31	Pleidae 圓水蝽科	<i>Paraplea</i> sp.	5	0.6	耐污染
32	Chironomidae 搖蚊科	sp. (L)	15	1.8	耐污染
33	Ephydriidae 水蠅科	sp. (L)	1	0.1	耐污染
34	Stratiomyidae 水虻科	<i>Stratiomus</i> sp. (L)	9	1.1	不耐污染
35	Tipulidae 大蚊科	sp. (L)	2	0.2	耐污染

訂定濕地生態設施規劃設計規範

序號	科名	種名	數量	百分比	屬性
36	Palaemonidae 長臂蝦科	<i>Macrobrachium nipponense</i> 日本沼蝦	3	0.4	不耐污染
37	Palaemonidae 長臂蝦科	<i>Palaemon serrifer</i> 鋸齒長臂蝦	1	0.1	不耐污染
38	Candonidae 螢光介蟲科	<i>Heterocypris van</i> 半圓異殼介形蟲	2	0.2	耐污染
39	Candonidae 螢光介蟲科	<i>Stenocypris major</i> 大型長形介形蟲	1	0.1	耐污染
40	Anabantidae 攀鱸科	<i>Trichogaster trichopterus</i> 三星鬥魚	16	1.9	外來種
41	Cichlidae 慈鯛科	sp. 吳郭魚	17	2.1	外來種
42	Cyprinidae 鯉科	<i>Carassius cuvieri</i> 日本鯽魚	4	0.5	外來種
43	Cyprinidae 鯉科	<i>Hemiculter leucisculus</i> 克氏鱮	2	0.2	不耐污染
44	Eleotridae 塘鱧科	<i>Oxyeleotris marmorata</i> 筍殼魚	3	0.4	外來種
45	Loricariidae 棘甲鯰科	<i>Hypostomus placostomus</i> 琵琶鼠	6	0.7	外來種
46	Poeciliidae 鱒魚科	<i>Gambusia affinis</i> 大肚魚	9	1.1	外來種
47	Synbranchidae 合鰓魚科	<i>Monopterus</i> sp. 泰國鱧魚	1	0.1	外來種
48	Ranidae 赤蛙科	<i>Rana limnocharis</i> 澤蛙蝌蚪	20	2.4	不耐污染
		總數	822	100.0	
		種數	48		

註：1. 同科或屬的動物其耐污染的程度有可能不同，建議實際觀察。

2. 序號 2~16 是軟體動物、序號 21~31 是水蟲。

表 2-6-6、嘉南平原某一中小型淡水濕地 2009 年之生態環境品質
—以生物整合指標評估

評分項目	資料分析	等級
1. 所有無脊椎動物及魚類的種	48	3
2. 蜉蝣及石蠶蛾的屬	1	1
3. 蜻蛉目的種	3	1
4. 軟體動物的種	15	5
5. 魚、蝦及蟹的種	3	1
6. 搖蚊科的屬	1	1
7. 不耐污染的種	16	5
8. 耐污染種及外來種佔全部數量的%	43.9	3
9. 前三個優勢種佔全部數量的%	31.1	5
10. 水螭科佔甲蟲數量的%	19.1	5
生物整合指標評估積分		30

- 註：1. 以上的評分等級可再依濕地面積的大小進行調整。
2. 外來種建議不列入第 2~7 正面測項計算。
3. 積分介於 12~50 間，積分越高表示濕地生態環境品質越佳。

(三)、濕地之水質評估

各濕地的管理單位或參與決策者為了解復育情況，除了檢視第二節所設定保育目標（含指標物種的族群量）是否達成；本節前段所進行生物整合指標評估之外，也建議進行連續 24 小時的水質監測，做為分析復育成效的輔助資料。

水質監測項目包括：水溫、pH 值、鹽度、溶氧量、導電度、氧化還原電位、流速，還可包含濁度、無機營養鹽類（如氨氣、亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽）、化學需氧量及葉綠素 a 等，各水質參數的檢測方法與儀器：流速、氨氣與硝酸鹽（分光光度計，Nova 60）、磷酸鹽（NIEA，W427.52）、濁度（NIEA W219.52C）、葉綠素 a（NIEA E508.00B）、生化需氧量（Oxi-330i）、

化學需氧量 (NIEA W515.54A)。

以淡水型高雄市洲仔濕地及感潮型台南市四草濕地為例，7月5日上午9時至翌日上午9時，於洲仔濕地入口與流出口設置2個監測樣點；2009年6月28日清晨5時至翌日清晨5時，於高蹺鴿繁殖區的入口（G4閘門）與水尾（木橋）設置2個監測樣點，監測基本水質、無機營養鹽類（如氨氮、硝酸鹽、正磷酸鹽）及流速等；頻率每小時一次，監測結果如圖2-6-1及圖2-6-2。

當濕地有機碎屑堆積，於池底形成厭氧環境或為藻類覆蓋時，底棲物種因缺養而不易生存，參見圖2-6-1C及圖2-6-2F；日夜間的水溫差或其它環境因子的變化，都可以讓管理單位或參與決策者重新檢視每個濕地操作的細節，參見圖2-6-1及圖2-6-2。檢討為何無法達成所設定保育目標，除干擾外，另一個原因是缺乏食物、食物鏈（網）有缺陷，所能提供給保育目標物種的能量不足，亦即此濕地生態系無法支撐所設定的目標。

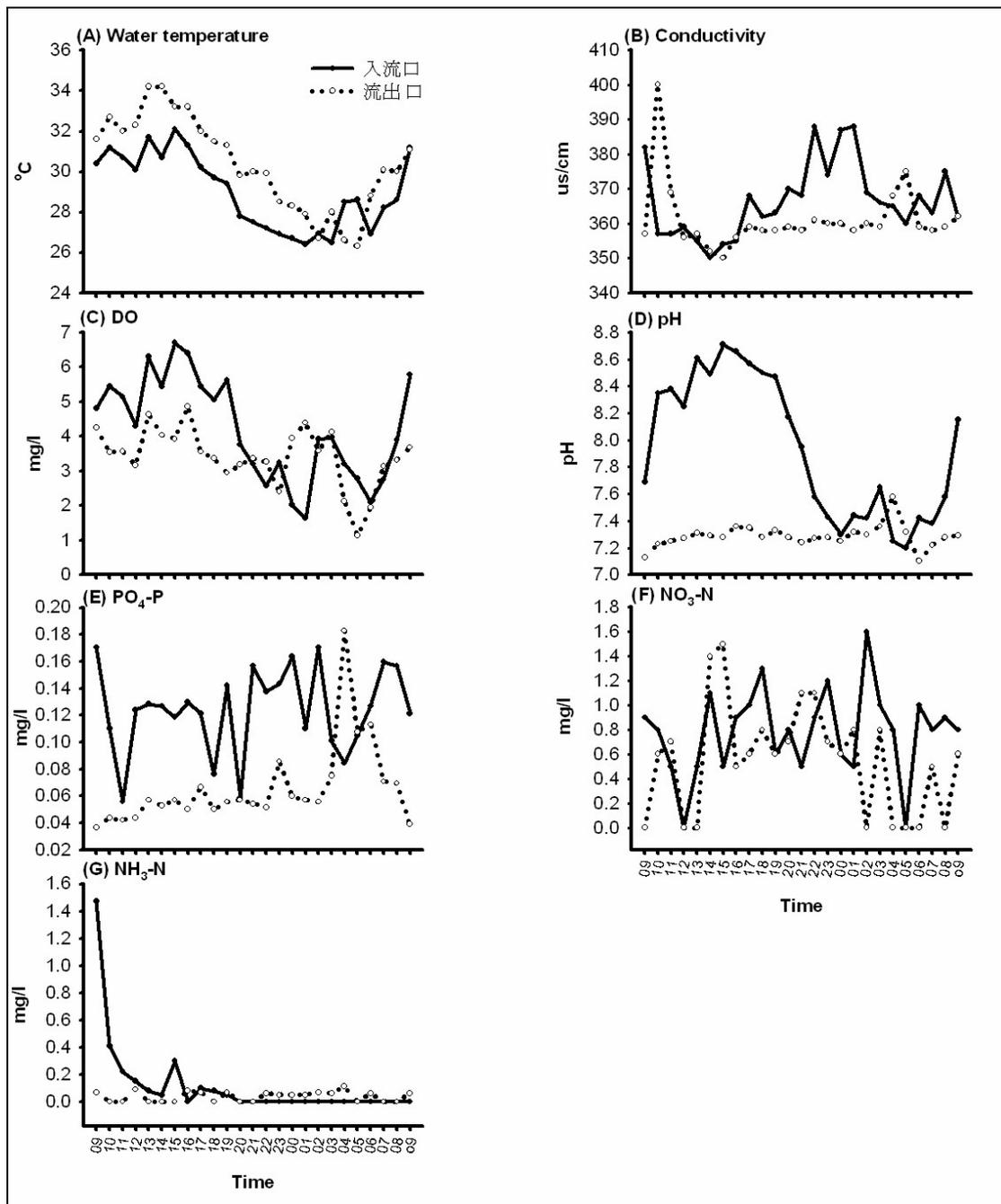


圖 2-6-1、高雄市洲仔濕地水質 24 小時監測
(2009/7/5~6, 淡水型)

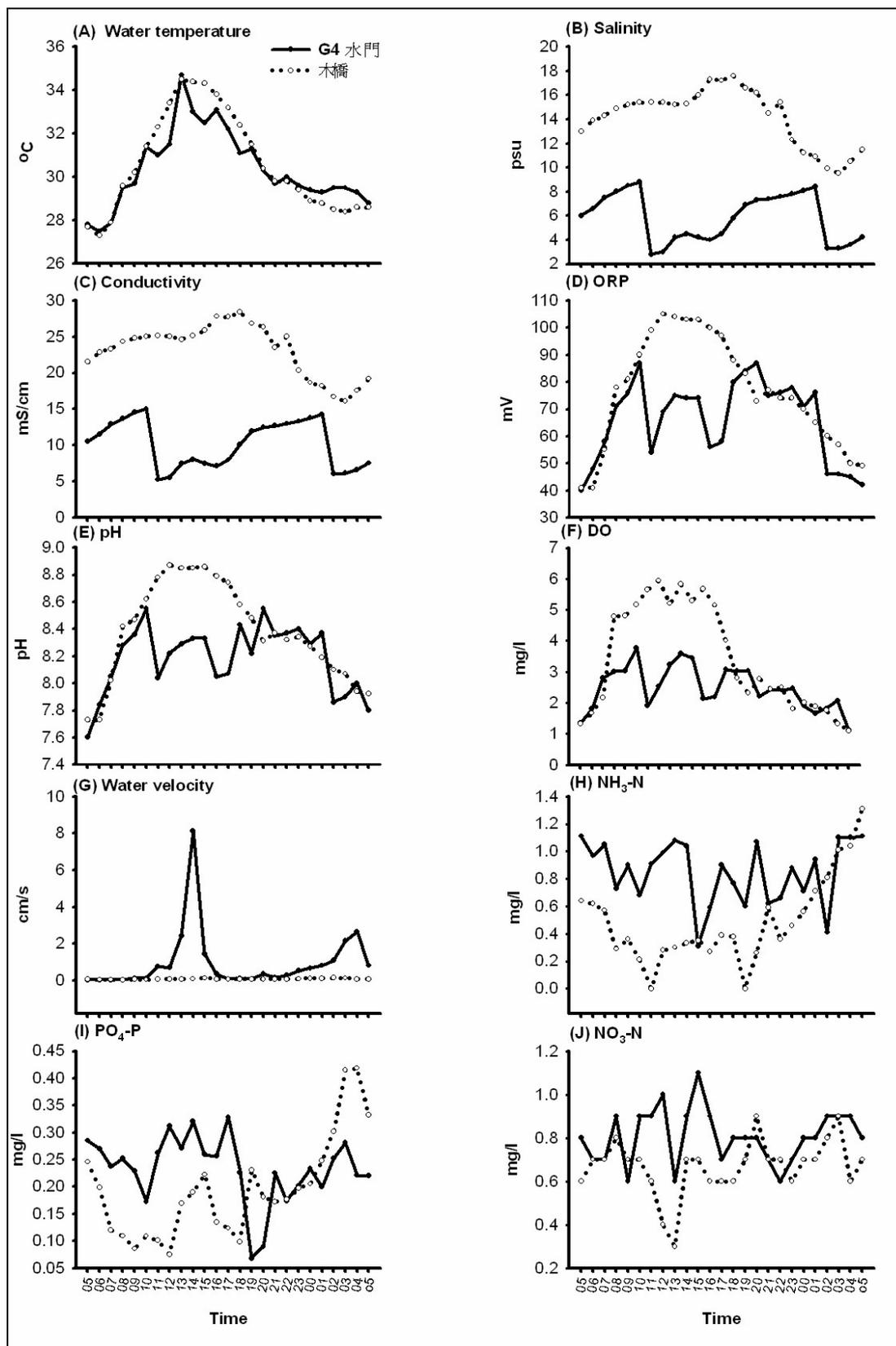


圖 2-6-2、台南市四草保護區高蹺鴿繁殖區水質 24 小時監測
(2009/6/28~29, 感潮鹹水型)

第三章、濕地生態設施

一、生態設施定義

自從德國人 Seifert 於 1938 年，提出近自然河流整治興起生態設施的理念起，經歷數十年的省思以及觀念與技術上的調整，各界對於生態設施的精神與原則，逐漸產生了共識。大家認為生態設施至少應具備下列幾項特質（林鎮洋、邱逸文 2004）：

（一）能持續演替（Continuous Succession）：

濕地生態系具有自我發展並持續演替的能力，隨著時間的延展而改變或調整系統中的物理、化學與生物環境，使其適合某些動物植物生存。這些特質，使大自然能形塑一個生態系，而人類只擔任一個參與者或促進者的角色。

（二）需要保護與保育（Ecosystem Protection and conservation）：

人類仰賴豐富的物種、多樣性的棲息地（Habitat）及多元化的生態系來進行生態設施。因此，對生態系的任何限制、干擾與消耗，都會改變濕地中的物種組成（Composition）或功能，甚至造成無法回復的後果。因此，這種對於生態系價值的認知，有助於人類對生態保育持正面態度。

（三）以太陽能為主（Solar Energy）：

濕地生態系以太陽能源為基礎，能量透過光合作用、轉換、流動、傳遞與儲存於生態系；有些運作則可輔以重力、風力、潮汐及地熱等能源。因此，各種生態設施或生態技術便應建立在「生態系可自我永續（Self-sustainability）」的共識上。人類只需少量的介入（甚至不需介入），即可維持生態系的持續演替或永續。

二、濕地生態設施定義

決定一個濕地的生態系的因素，除了該濕地的地理區位與氣候外，濕地的水源、水質與水量也相當重要。台灣平原地帶的平均年雨量約 1,000 ~ 2,500 公厘，每三、五年會有一次乾旱，年雨量可能遠低於 600 公厘，如圖 1-4-1。

台灣地區的生物雖然經過長期的氣候適應，可以不同型態度過乾旱。例如平原小池塘裡的田螺（*Cipangopaludina chinensis*, *Sinotaia quadrata*）遇乾旱池水快乾時，會鑽入泥中利用口蓋，封在螺殼中進入類似冬眠（蟄伏），以度過缺水的季節，因而有「田螺含水會過冬」的諺語；另外，大

型長形介形蟲 (*Stenocypris major*) 則將能量轉為蟲卵，以卵的型態在池塘的泥土中度過乾旱。因此，於各種濕地設施設計前了解一個濕地的面積、主要物種、基本水質與水量就顯得格外重要。

有時，在兩個相鄰濕地中，也會因鹽度 (**Salinity**) 的差異而孕育出不同的適應物種 (優勢種)，例如雲林莞草 (*Bolboschoenus planiculmis*) 屬海岸物種；流蘇菜 (*Ruppia maritima*)、宜蘭莞草 (*Bolboschoenus maritimus*) 及忍者渚蠅 (*Ochthera sauteri*) 屬鹽沼物種；圓坑渚蠅 (*Ochthera circularis*) 就屬淡水泥地物種等。說明了即使改變一個環境因子對生物的群聚都會有不同程度影響，故濕地生態設施的引進應該非常謹慎。

部分生物具遷移特性以尋找更好的棲息地，因此，對棲地破碎化嚴重或孤島的濕地，需考慮生物避難所之設置，以供生物遷移時躲避獵食者或暫歇、及來往於兩個覓食區，並能作為串聯不相通兩棲地之廊道。例如：獨立池塘是否有足夠的水深 (水量) 讓它蒸發而不致乾涸？還是考慮以引水渠道不斷或部分季節補充水源？

舉例來說，夏天燕鴿 (*Glareola maldivarum*) 利用河床石礫地或農耕季節裸露地繁殖，颱風洪水期造成卵或雛鳥的折損，需有高地做為避難所。冬天，寒流來襲前，有些魚類會遷移至沿海避寒，因此沿海濕地的閘門及渠道 (平時可能做為養殖魚塭的引水渠道) 則應暢通，以作為物種遷徙的生態廊道。

因此，若濕地中原有或新設的設施，能維持、恢復或增進該濕地的物種與生物多樣性者，則都可認為是「**濕地生態設施 (Wetland's Eco-facilities)**」。

三、各種濕地生態設施分類

1. 濕地中的主要棲地，包括淡水、半鹹淡水、海水，可能是自然、半自然或人工的：

- (1) 深淵、瀨、湖泊、潭
- (2) 水田（種稻、荷、菱或筊白筍）、魚塘、溜池、鹽田
- (3) 河口、瀉湖、退潮時水深 6 公尺以內的潮間帶
- (4) 平坦的淺灘（包括泥質、沙質、小礫石或混合）
- (5) 鹽沼內（旁）的獨立淡水池
- (6) 珊瑚礁、礁石、海藻（苔）、海草床
- (7) 水生植物、蘆葦、甜根子草
- (8) 紅樹林、水社柳、風箱、棋盤腳



圖 3-3-1、北海岸藻礁
（翁義聰攝）

2. 濕地中的輔助棲地，大部分是半自然或人工的：

- (1) 魚蝦的度冬池
- (2) 哺乳動物的喝水廊道
- (3) 水中可供鳥類停棲的枯枝
- (4) 提供築巢（窩）的水中巢島、浮島、巢箱（鳥或蝙蝠）
- (5) 提供幼鳥（獸）避敵的矮灌叢或庇護所
- (6) 人工魚礁、魚梯、溝渠逃生斜坡



圖 3-3-2、四草釐金局遺址旁的紅樹林
（翁義聰攝）

3. 濕地與外界環境連通或阻絕的設施，大部分是人工的：

- (1) 引水渠道、排水渠道、溢流（孔）道
- (2) 涵管、箱涵、涵洞、閘門
- (3) 多孔性邊坡、砌石（磚）邊坡、竹（蛇）籠護坡
- (4) 綠籬、欄杆、灌叢、竹林、喬木、菱形網的圍籬
- (5) 可能是暫時或永久性的堤防



圖 3-3-3、四草濕地的引水渠道
（翁義聰攝）

4. 形塑多樣性環境或地景，大部分是半自然或人工的：

- (1)平坦灘地的淺溝（往下挖）
- (2)土堆、沙丘、礫石堆、高地（往上堆）
- (3)腐木堆、垂直（或崩塌狀）的沙壁
- (4)石滬、巴拉告（Palakaw）
- (5)潟湖或近海的蚵架



圖 3-3-4、蚵架提供多孔隙空間（翁義聰攝）

5. 為維護濕地生態設施及發揮其生態功能所需之經營管理行為：

濕地進行季節性淹水、種植、割草、疏伐、翻土、犁田或控制一定範圍的火燒等，使回復原設定的（特定的）棲地環境，必要時應移除入侵的外來種。



圖 3-3-5、清除外來種田菁或銀合歡（賴經坤攝）

6. 為維護濕地生態設施及棲地經營管理所需之附屬設施：

為管理、巡邏及維護棲地環境之道路、工具間、工作站、管理屋舍與監測塔等設施。



圖 3-3-6、四草 A1 保護區工作站（翁義聰攝）

7. 為宣導濕地保護與生態保育理念、成果所需之附屬設施：

賞鳥牆（亭）、木棧道、步道、解說牌、指示牌等設施。



圖 3-3-7、四草賞鳥亭內的解說牌（周晏任攝）

四、各種濕地生態設施種類簡介

1. 濕地中的主要棲地，包括淡水、半鹹淡水、海水，可能是自然、半自然或人工的：

(1) 深淵、瀨、湖泊、潭：底部設計可參考以下模式

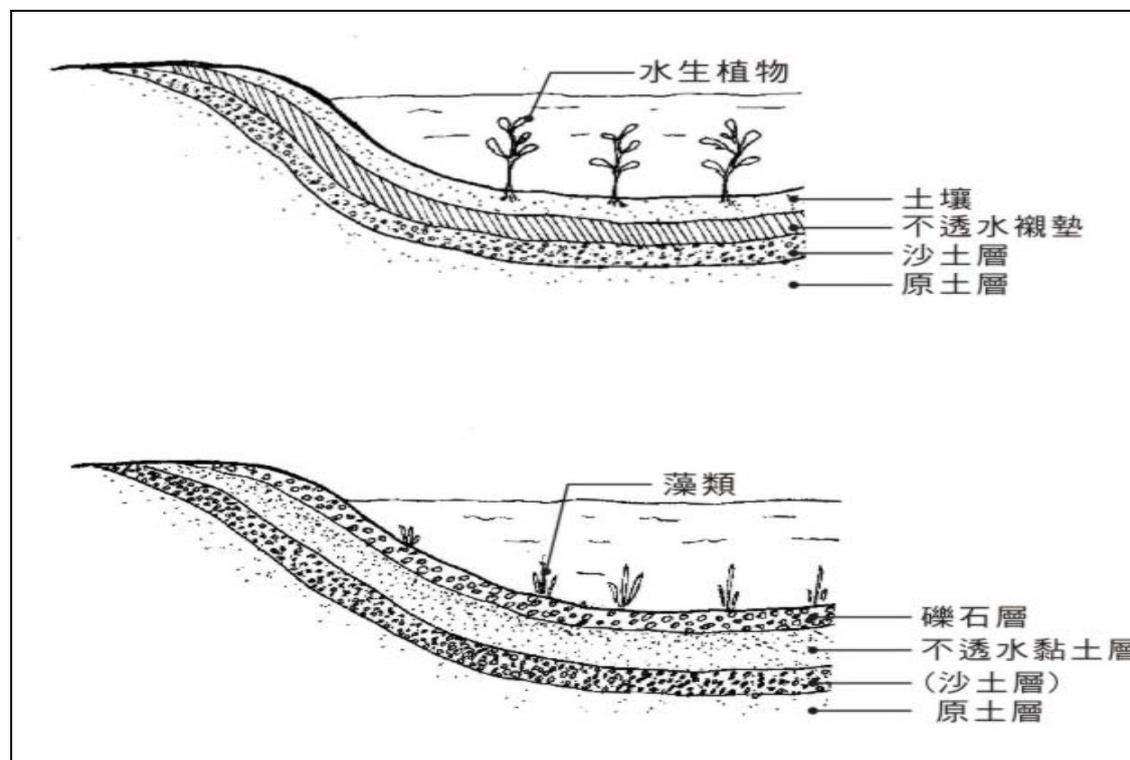


圖 3-4-1、底部設計示意圖
(本研究繪圖)

- 相較於邊坡穩定工法，此兩種底部設計採較為軟性的方式，使各物種更易生活於其上。
- 使用土壤層適用於水流較微弱或有底棲之生物、潛行之蚌類等。
- 使用礫石層可防止土質流失，適用於水流較強或有喜歡底藻的魚貝類生物（魚類如台灣鏟頰魚等；貝類如瘤蜷等）。
- 底部為藻類，如金魚藻、輪藻、圓葉藻等。



圖 3-4-2、曾文水庫
(翁義聰攝)

(2)水田（稻、荷、菱與筊白筍）、魚塘（溜池）、鹽田：

- 冬天的一期作水稻田提供水鳥度冬環境，例如官田鄉的水田有田鷗、彩鷗與水雉。
- 水田休耕時，除了戲水功能外，還兼具生態的作用，蛙類、爬蟲類、鳥類也能從中得利。
- 推動有機農業也具有上述相同的生態效果，人類也能因此獲得健康的食物。



圖 3-4-3、嘉南平原的春耕水田
（翁義聰攝）

- 荒廢或休耕魚塭釋放出更多的野生動物棲息空間。
- 夏天，暴雨後的積水讓輪藻及水生昆蟲得到繁衍的空間；秋冬季節，則提供水鳥棲息環境。



圖 3-4-4、廢棄魚塭濕地
（翁義聰攝）

- 看似極鹹之地的鹽田結晶池，也有對鹽度具有高耐受性的豐年蝦，因此對棲地進行改造前，不應有先入為主之觀念，即應進行生態調查，以作為棲地改善之依據。



圖 3-4-5、鹽田濕地
（翁義聰攝）

(3)河口、潟湖、退潮時水深 6 公尺以內的潮間帶：

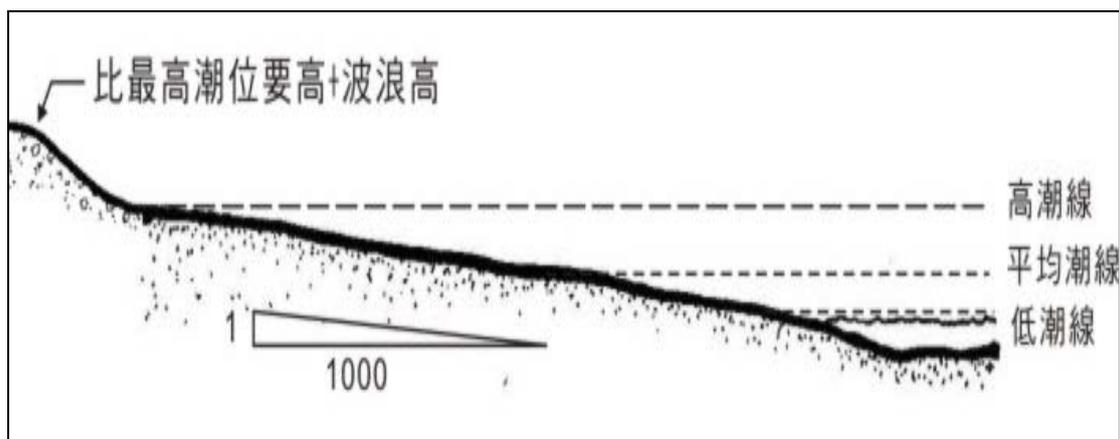


圖 3-4-6、潮間帶示意圖
(本研究繪圖)

- 為了鸕科及鴿科之小型水鳥，提供平緩棲地做為其覓食區是非常重要。
- 棲地面積可小至一公頃，也可大到一百公頃，甚至一千公頃的廣大潮間帶。
- 西海岸的河口泥灘地，常棲息著各種廣鹽性（Euryhaline）的多毛類與軟體動物，這裡也是許多浮游螃蟹苗沉降的地方。其中廣鹽性生物是指能生存於較大的鹽度範圍的生物。
- 潮間帶，除了是許多螃蟹、多毛類與軟體動物的棲息地外；漲潮所帶來的許多小型生物，退潮後也沉降於泥灘地，而成為鸕鴿科鳥類的食物。



圖 3-4-7、退潮時的大肚溪口
(林享玉攝)

- 一般認為「風頭水尾」的彰雲嘉沿海，沒有豐富的生態，也沒有豐碩的漁業資源，人民生活困苦，冬夜裡捕撈的鰻魚苗及螃蟹苗卻是沿海漁民口中的黑金。
- 鹿港美食螻蛄蝦、鋸緣青蟳、波露荳齒蛇鰻是眾所皆知的美食（生態指標）。



圖 3-4-8、芳苑濕地的廣大潮間帶
(周晏任攝)

- 在棲地復育及重建初期，可用推土機推平整個泥灘地，約每隔 40~50 公尺再形塑一條深約 30 公分的水路（如右圖）。

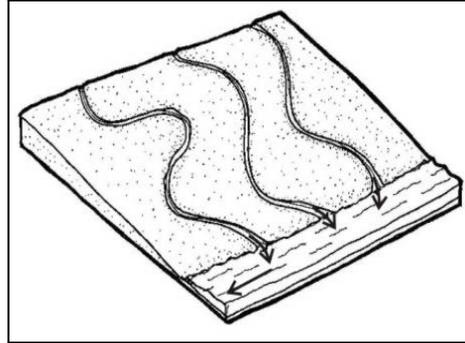


圖 3-4-9、棲地復育及重建初期示意圖
(本研究繪圖)

- 隨著潮汐運動，棲地會逐漸發展出小的水系（如右圖）。
- 圖中枝狀小水系於漲潮時，魚苗、雙邊魚、鰕虎等魚類會往岸邊衝去覓食；退潮時則會有部分小魚擱淺於小水灘。因此，無論是漲退潮，這兩種環境均能造成鷺鷥或鷗科鳥類覓食。

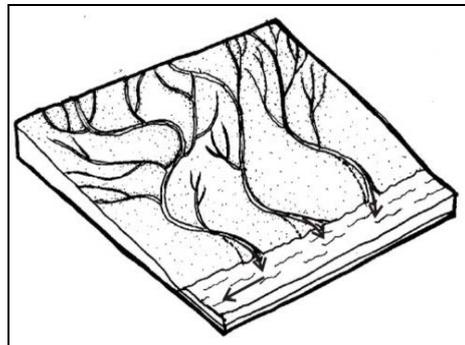


圖 3-4-10、棲地復育及重建中後期發展示意圖
(本研究繪圖)

- 上游沒有水庫的河流，流至平原地區後流速漸緩，有機物及泥沙開始沉積形成沙洲，除了少數的在地漁塭外，人類與捕食者不易到達，干擾較少，不但提供食物，也提供安全的棲所。



圖 3-4-11、紅嘴鷗棲息於朴子溪東石區段河床沙洲
(翁義聰攝)

(4)平坦的淺灘（包括泥質、沙質、小礫石或混合）：

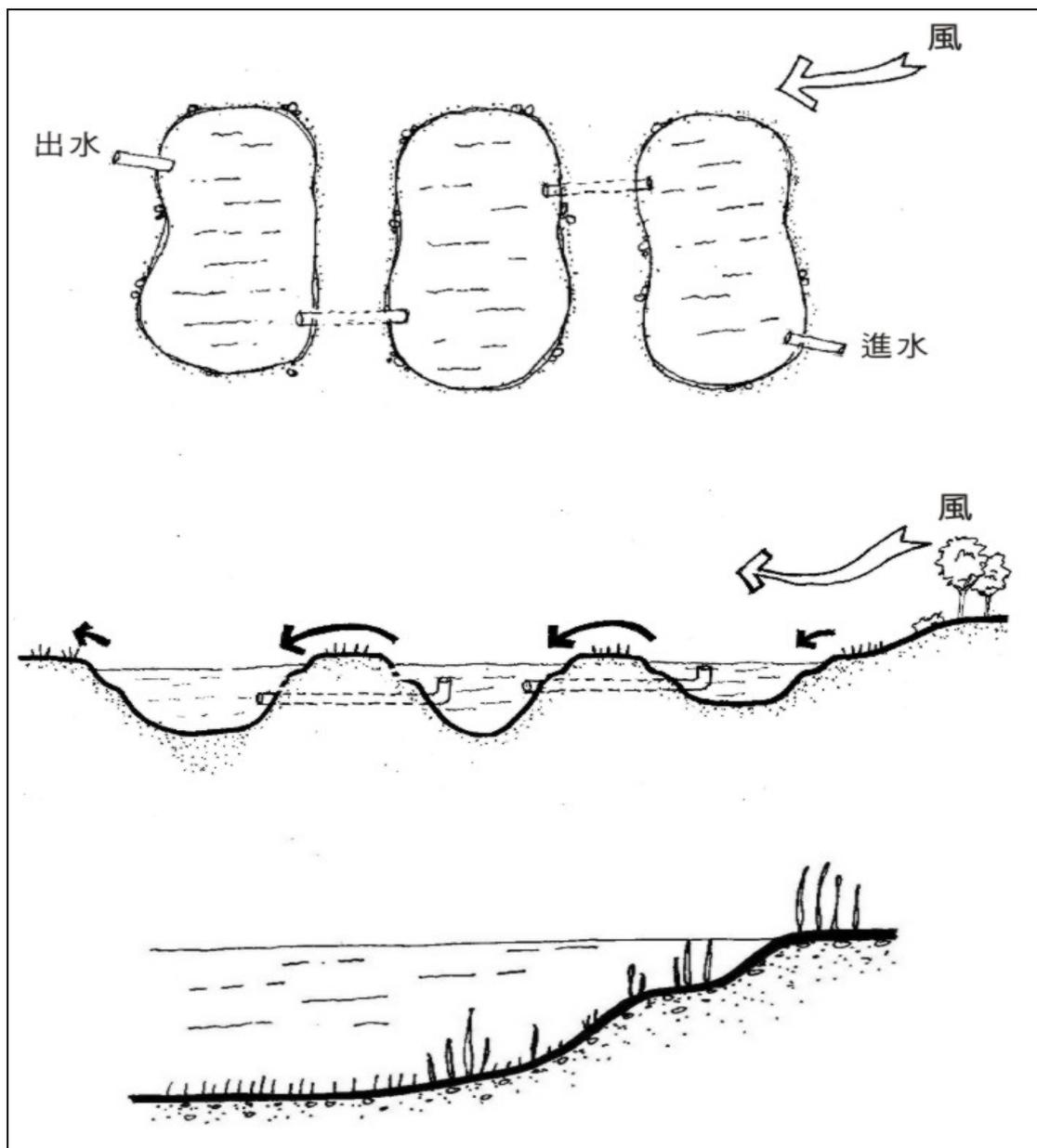


圖 3-4-12、淺灘設施示意圖
(本研究繪圖)

- 以管子連通於各池塘間，使水能流通於池塘間，維持水質的穩定。
- 各池塘所挖深度不同，以防止所有池塘於枯水期同時乾涸。
- 若無其他淡水來源或地下湧泉，則池塘所挖深度可依地下水層之深淺做考量：地下水層若較接近地面，則池塘可挖淺一些，因有地下水隨時補注；相反地，地下水層較深，或缺乏地下水資源，則可將池塘挖深一些。

- 蘆葦的種子(粗看似花)於秋天飄落，堆積於池塘、淺灘的南邊。
- 水中的蘆葦或岸邊的鯽魚膽提供隱蔽環境，這裡也是鷓鴣築巢繁衍後代的好地方。



圖 3-4-13、池塘邊坡度較緩
(翁義聰攝)

- 螃蟹、花蛤與燒酒蜷群聚在退潮時裸露的砂灘。
- 自古以來，人類以撿拾的方法採集，以獲取豐富的肉類蛋白。他們將貝殼棄置於屋舍旁形成貝塚，考古學家藉以了解當時的生活背景及生態環境。



圖 3-4-14、退潮裸露的砂質灘地
(翁義聰攝)

(5)鹽沼內（旁）的獨立淡水池：

- 在鹽沼中設置淡水池塘（或為自然形成），提供多樣性環境，讓濕地更具可塑性與演替發展更加有彈性。



圖 3-4-15、四草高蹺鴿保護區內的獨立淡水池（賴經坤攝）

(6)珊瑚礁、礁石、海藻（苔）、海草床：

- 固定在礁石的蚵與逗留在潮池的魚蝦為其他生物所利用。
- 礁石所產生的洞穴與隙縫，恰巧提供海洋生物的幼體安全成長的環境，使得海洋生物族群繁衍生生不息



圖 3-4-16、澎湖的礁石（退潮）（翁義聰攝）

- 寬廣平坦的潮間帶有各種底棲生物，雲林莞草又增添台中高美濕地的多樣性。
- 陸上植物群落除了藉由生長の間隙提供水中生物躲避天敵的處所，當其死亡凋零則成為有機碎屑，而為魚、蝦、蟹類的食物。



圖 3-4-17、高美濕地的雲林莞草（翁義聰攝）

(7)水生植物、蘆葦、甜根子草：

- 植物本身也可以成為主角，蘆葦的秋華隨風飄散（種子），為大地編織另一幅美景。
- 濕地中的環境多變化，每次參訪都有新樣貌。



圖 3-4-18、半屏湖濕地的蘆葦
（周晏任攝）

- 有時過度解讀蘆葦的茂密而疏伐，其實「巢鼠」在此繁殖後代；海岸地帶的開墾，造成巢鼠的族群瀕臨滅絕。



圖 3-4-19、一級保護動物－巢鼠
繁殖生長的蘆葦田
（周晏任攝）

(8)紅樹林、水社柳、風箱、棋盤腳：

- 河口的紅樹林渠道是孵育魚苗的絕佳場所，不但可提供豐富有機質作為營養來源，更可提供絕佳的棲所來躲避天敵的捕食。



圖 3-4-20、紅樹林
（翁義聰攝）

2. 濕地中的輔助棲地，大部分是半自然或人工的：

(1) 魚蝦的度冬池：

- 藍色部分為布棚，大多面向北方，主要是用來遮擋北風，避免池水溫度過低。
- 透過精心挑選一根根的竹竿，撐起沉重的布棚，也撐起漁民賴以為生的塹仔。



圖 3-4-21、仔稚魚度冬池
(詹昭賢攝)

(2) 哺乳動物的喝水廊道：

- 規劃出不同路線，有助於導引哺乳動物前往給水區飲水。



圖 3-4-22、哺乳動物的喝水廊道
(翁義聰攝)

(3)水中可供鳥類停棲的枯枝：

- 提供鳥類站立休憩的空間。



圖 3-4-23、設置於四草 A1 高蹺鴿保護區的竹竿
(周晏任攝)

(4)提供築巢（窩）的水中巢島、浮島、巢箱（鳥或蝙蝠）：

- 原為 SARS 期間用來作為瞭望台使用的高塔，移至洲仔濕地後裝上蝙蝠巢箱，吸引了不少東亞家蝠來此棲息。



圖 3-4-24、高雄洲仔濕地設置的蝙蝠巢箱
(周晏任攝)

- 座落於池塘中的小島，提供鳥類避寒與更加多樣化的棲所。



圖 3-4-25、茄萣濕地的水中巢島
(詹昭賢攝)

(5)提供幼鳥（獸）避敵的矮灌叢或庇護所：

- 低矮的灌叢提供鳥類絕佳的棲息空間，使其免於遭受外界過多的干擾。

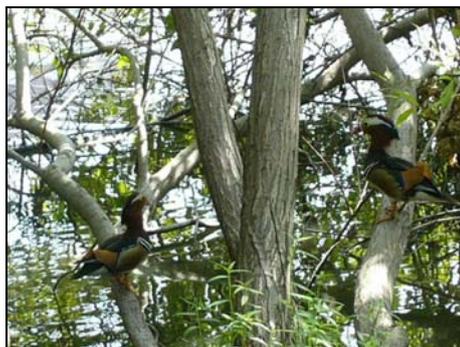


圖 3-4-26、棲息於洲仔濕地樹叢內之鴛鴦
(周晏任攝)

(6)人工魚礁、魚梯、溝渠逃生斜坡：

- 規劃不同水位高度，可供不同時期(枯水期或豐水期)時魚類逃生用。
- 右圖為建於石岡水壩 16 號溢洪道後方之魚梯試驗道，用來維護大甲溪魚類生態。



圖 3-4-27、石岡水壩的魚梯
(周晏任攝)

3. 濕地與外界環境連通或阻絕的設施，大部分是人工的：

(1) 引水渠道、排水渠道、溢流（孔）道：

◆ 引水渠道

- 比較右圖不同的材質與施工方法，石頭堆疊的護坡與水泥渠道，形成兩種不同的對比。



圖 3-4-28、引水渠道與砌石護坡
(台東池上)
(翁義聰攝)

◆ 排水渠道

- 魚塢旁的排水渠道，雖不顯眼，卻提供許多隱形的功能。不但能隔絕人為的影響、排水調洪，更成為颱風來臨時魚塢第一線的防護



圖 3-4-29、排水渠道
(一邊為土堤，一邊為水泥護岸)
(詹昭賢攝)

◆ 溢流（孔）道

- 濕地生態設施有時也以簡單的方法施作反而是最好的，因為它以最少的能量介入，即可讓濕地的演替保持動態的穩定。



圖 3-4-30、溢流道可維持固定的水深
(翁義聰攝)

(2)涵管、箱涵、涵洞、閘門：

◆ 涵管

- 需先評估濕地要淹水的面積、水深及時間，再決定閘門與涵管的大小與多寡。
- 涵管為埋設在地底的水管，以鋼筋混凝土製成，可作為地底水道的連結之用。



圖 3-4-31、涵管
(翁義聰攝)

◆ 箱涵

- 箱涵是涵洞的一種，指的是洞身以鋼筋混凝土箱形管節修建的涵洞，通常由一個或多個方形或矩形鋼筋混凝土的斷面組成。



圖 3-4-32、鋼筋水泥之排水箱涵
(左鎮澄山)
(翁義聰攝)

◆ 涵洞

- 在水渠通過道路之處，為求不妨礙交通，而於道路下方建築涵洞，好讓水流流通。



圖 3-4-33、涵洞
(翁義聰攝)

◆ 閘門

- 水流通過水閘門，進入到集水井，再由集水井緩緩溢流出去，進入濕地中。不但水量得以控制，亦可因流速緩慢而使水質獲得淨化，並趨於穩定。
- 維護費少、操作簡單，乃調控濕地水量及水質之簡易方法。
- 閘門大小需計算，計算因子包括：濕地面積、一次淹沒的水深、高程落差等。
- 集水井之左右至少有一側必須採傾斜設計，以防止小魚或爬蟲類困於其內。其材質可為石塊、蛇籠、水泥或預鑄沉箱等。

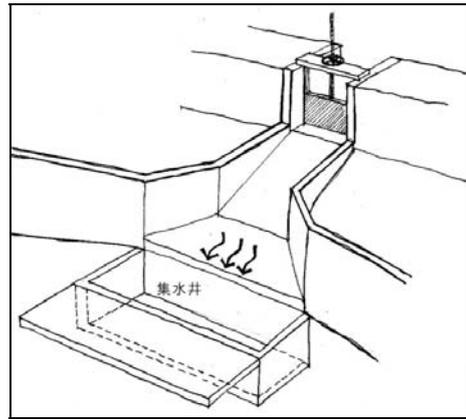


圖 3-4-34、閘門設計示意圖
(本研究繪圖)



圖 3-4-35、閘門
(翁義聰攝)

(3)多孔性邊坡、砌石（磚）邊坡、（蛇）籠護坡：

◆ 多孔性邊坡（1/3）

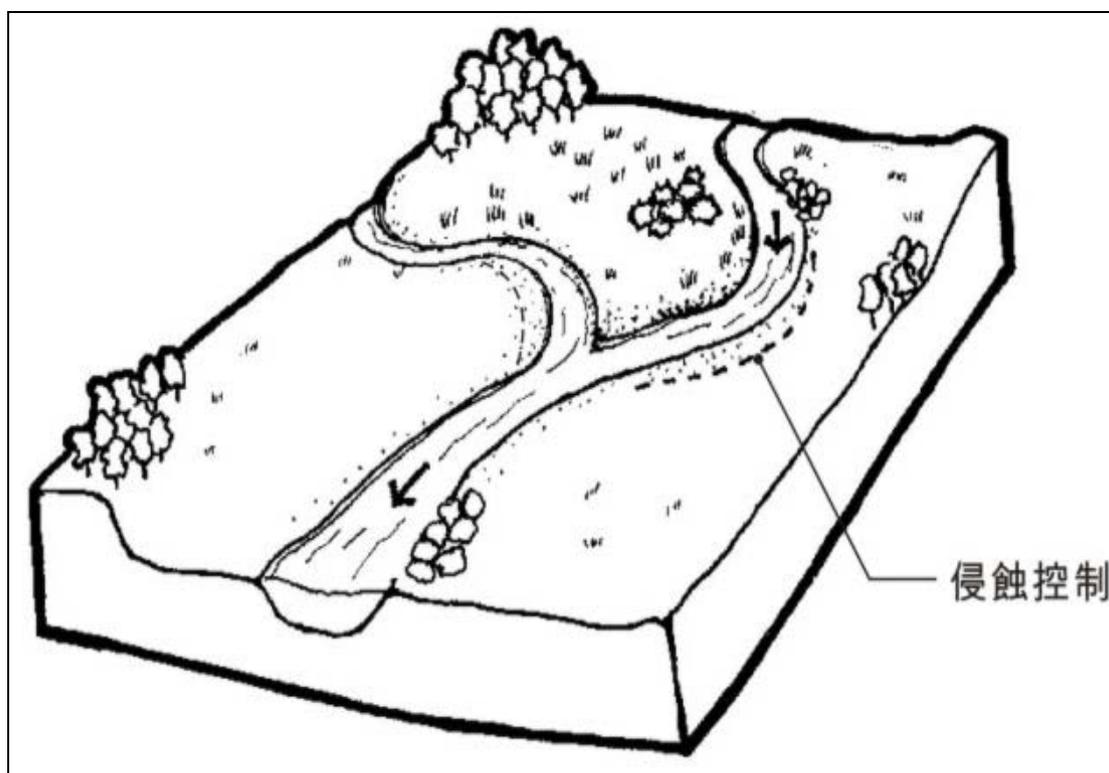


圖 3-4-36、河道示意圖
（本研究繪圖）

- 於水流轉折處侵蝕作用格外嚴重，應於該處特別做好侵蝕控制。
- 依各地不同之水流強度（包括流量與流速）而採取不同工法（如：RC、打樁、軟漿砌石、蛇籠、沉箱、…等）。

◆ 多孔性邊坡 (2/3)

施工第一階段：

- 首先以礫石鋪於底部。
- 邊坡之高度要以能防止夏天暴雨為設計基準。

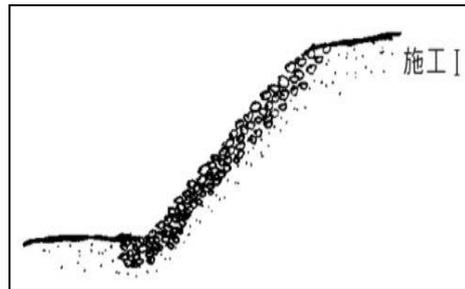


圖 3-4-37、第一階段施工示意圖
(本研究繪圖)

施工第二階段：

- 鋪上大型石塊。
- 邊坡最下方須使用更大塊的石頭，並須調好其角度，以穩定上方石頭及下方之基腳。

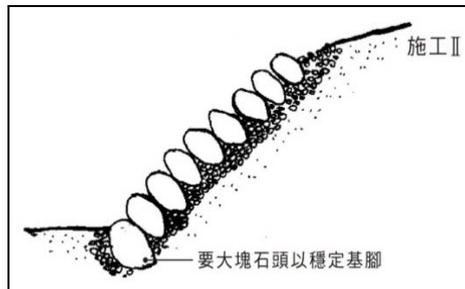


圖 3-4-38、第二階段施工示意圖
(本研究繪圖)

施工第三階段：

- 於大型石塊間的縫隙再鋪上些許小型礫石。
- 末期會於石頭上長出植物，可提供生物做不同利用。
- 小石子崩落也無妨，可做為魚群生存及躲藏的洞穴。

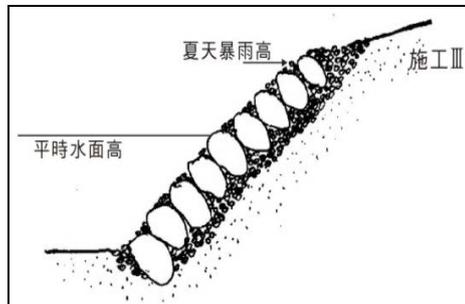


圖 3-4-39、第三階段施工示意圖
(本研究繪圖)

◆ 多孔性邊坡 (3/3)

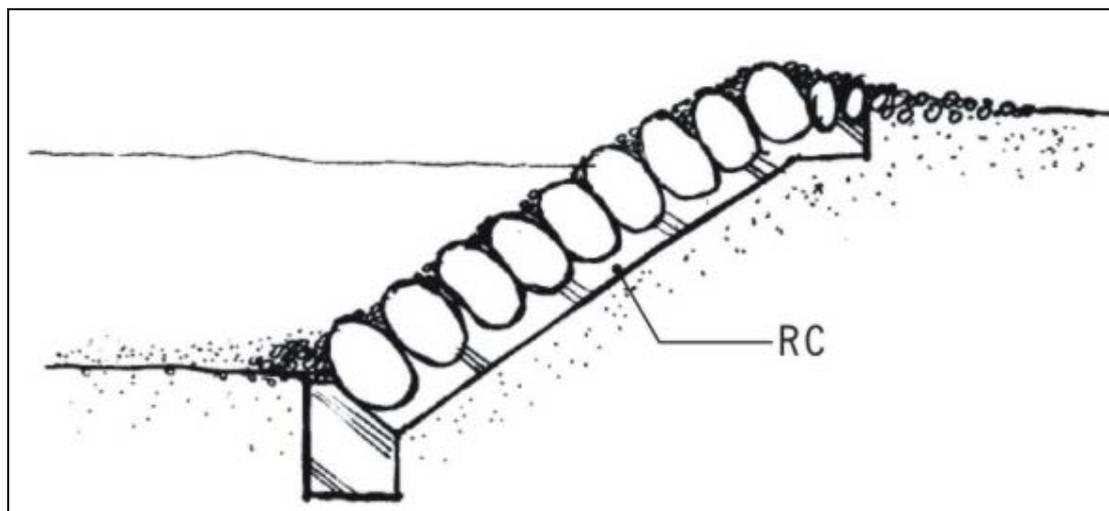


圖 3-4-40、底部採不同材質之邊坡設計示意圖
(本研究繪圖)

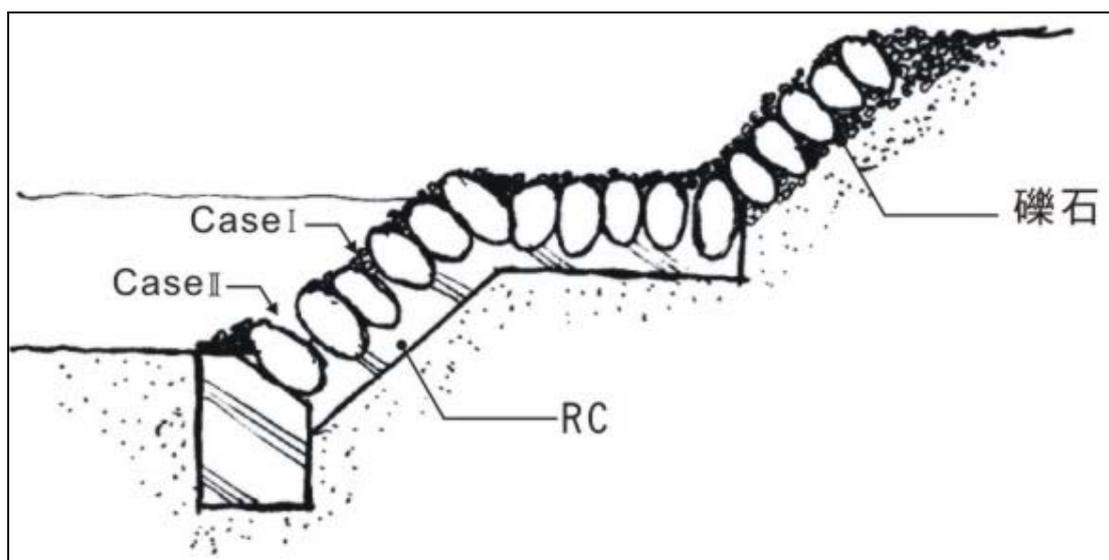


圖 3-4-41、較長邊坡採階梯式設計示意圖
(本研究繪圖)

- 上下兩示意圖之底部均改以 RC 結構代替，以適應水流較為湍急之區域。
- 若邊坡較長，可考慮採分段（階梯式）設計（如圖 3-4-41）。
- 圖 3-4-41 之 CASE I 仍有礫石鋪於大石塊上；CASE II 則無。若該施工處有穴居之螃蟹、泥鰍、土虱等動物生存時，則可適用 CASE II 之方法。

◆ 砌石（磚）邊坡、（蛇）籠護坡（1/2）

- 護坡邊緣採傾斜設計，有減緩波浪衝擊、防止土壤遭受沖刷之作用。
- 護坡種類多樣，如下圖所示。由上而下表三種不同護坡型式，可適用於不同海浪沖擊強度，其適應海浪之強度分別為弱至強。

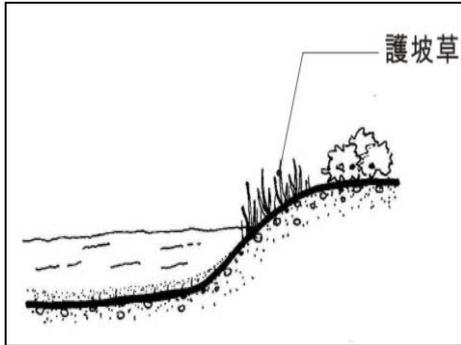


圖 3-4-42、以草護坡示意圖
（本研究繪圖）



圖 3-4-43、設計緩斜坡，以紅磚固坡，種植海雀稗
（翁義聰攝）

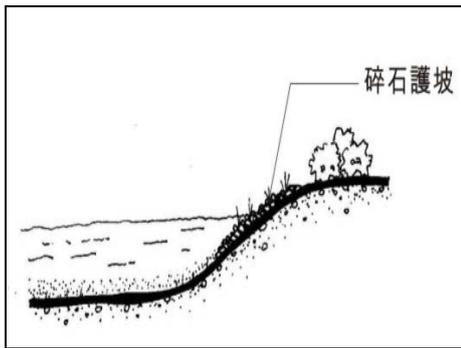


圖 3-4-44、碎石護坡示意圖
（本研究繪圖）



圖 3-4-45、於閘門口拋石可防止掏空侵蝕
（翁義聰攝）

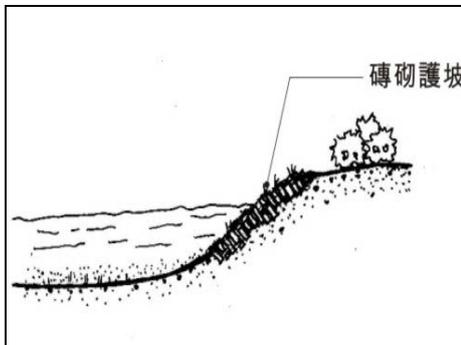


圖 3-4-46、磚砌護坡示意圖
（本研究繪圖）



圖 3-4-47、設計緩斜坡，以紅磚護坡
（翁義聰攝）

◆ 砌石（磚）邊坡、（蛇）籠護坡（2/2）

➤ 碎石護坡可採「六圍砌工法」堆砌，如下所示：

➤ 一般之六圍砌工法，其靈感來自於蜂巢。

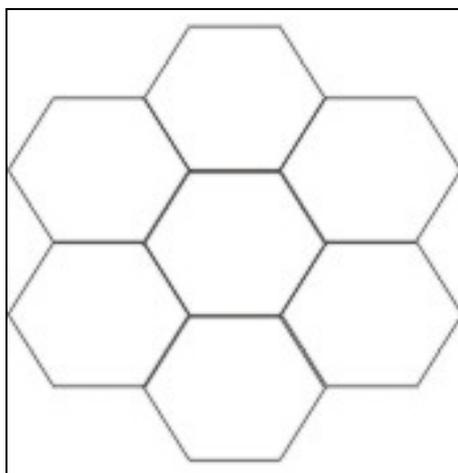


圖 3-4-48、蜂巢式排列示意圖
(本研究繪圖)

➤ 石塊彼此鑲嵌不緊密，結構不穩固，因此只適用於平緩地或緩斜坡，較不適用於陡坡。

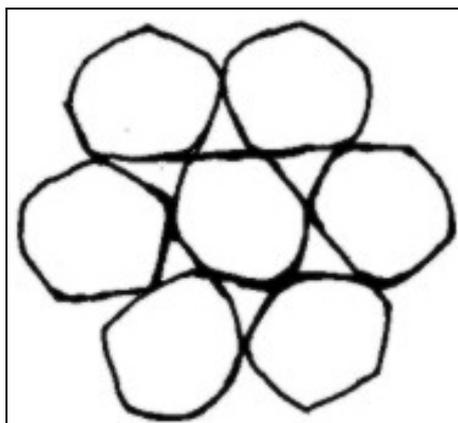


圖 3-4-49、結構不穩固石塊排列
示意圖
(本研究繪圖)

➤ 較緊密的六圍砌工法堆疊方式，即石塊之稜角互相嵌入石塊間之縫隙，以求結構之密合與穩固。適用於坡度較大的邊坡。

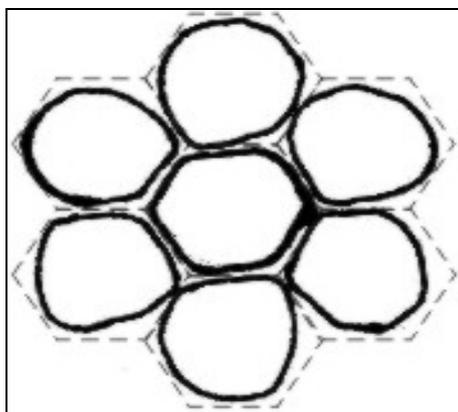


圖 3-4-50、緊密石塊堆砌示意圖
(本研究繪圖)

(4)綠籬、欄杆、灌叢、竹林、喬木、菱形網的圍籬：

◆ 圍籬 (1/2)

- 圍籬高度視需求而定，亦須合乎法律規範，以防止孩童掉入水中。
- 若需做為監測用途，或供孩童及成人使用之賞鳥孔，可於適當高度處比照此圖施作賞鳥孔。
- 施作材料的選定，需考量其耐久期限、防腐成份對生態所造成的影響，以及施作後之養護(如抽換、更新等)經費與技術。

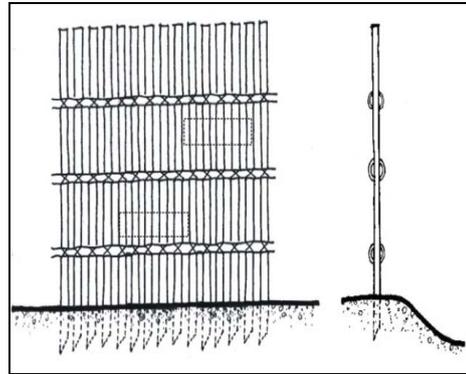


圖 3-4-51、圍籬設計示意圖
(本研究繪圖)



圖 3-4-52、以黃瑾做成的綠籬
(翁義聰攝)



圖 3-4-53、木頭材質圍籬
(翁義聰攝)



圖 3-4-54、啫咕石的圍牆
(翁義聰攝)

◆ 圍籬 (2/2)

- 如圖 3-4-55 採竹片編織法，類似舊式竹造屋、農家房屋的編織法，之後再塗上泥土、油漆等材料強化其結構。

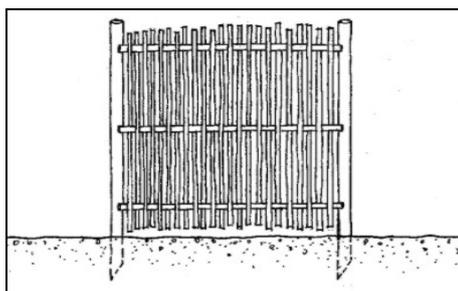


圖 3-4-55、圍籬設計示意圖
(本研究繪圖)



圖 3-4-56、竹片編織而成之圍籬
(翁義聰攝)

- 亦可將壓碎的竹子編織成圍籬，其功用可減緩大池塘下風處之波浪衝擊。
- 若考量景觀，可將此種圍籬做於呆水位下；若考量鳥類棲息，亦可將此種圍籬提高至水面上，以供鳥類棲息。

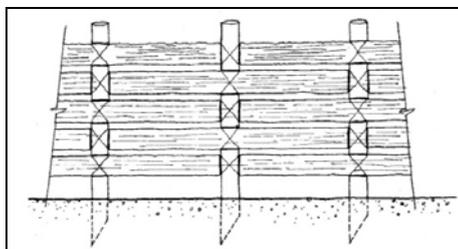


圖 3-4-57、不同圍籬設計示意圖
(本研究繪圖)



圖 3-4-58、竹籬
(翁義聰攝)

- 竹林與雜木林，小型棲地常因邊緣效應（Edge Effect）而減少有效面積，建議可於濕地四周（或單側）種植可減緩干擾、增加阻擋寒流、躲避颱風或提供停棲的竹林與雜木林。



圖 3-4-59、稻田北側的竹林
（翁義聰攝）

- 喬木是棲地重要的組成元素之一，不但可提供鳥類停棲與繁殖場所（如黑翅鳶築巢於鰲鼓濕地中的保安林），也可以增加棲地環境的多樣性，進而增加生物多樣性。



圖 3-4-60、黑森林裡的喬木自成
天然的屏障
（翁義聰攝）

(5). 可能是暫時或永久性的堤防：

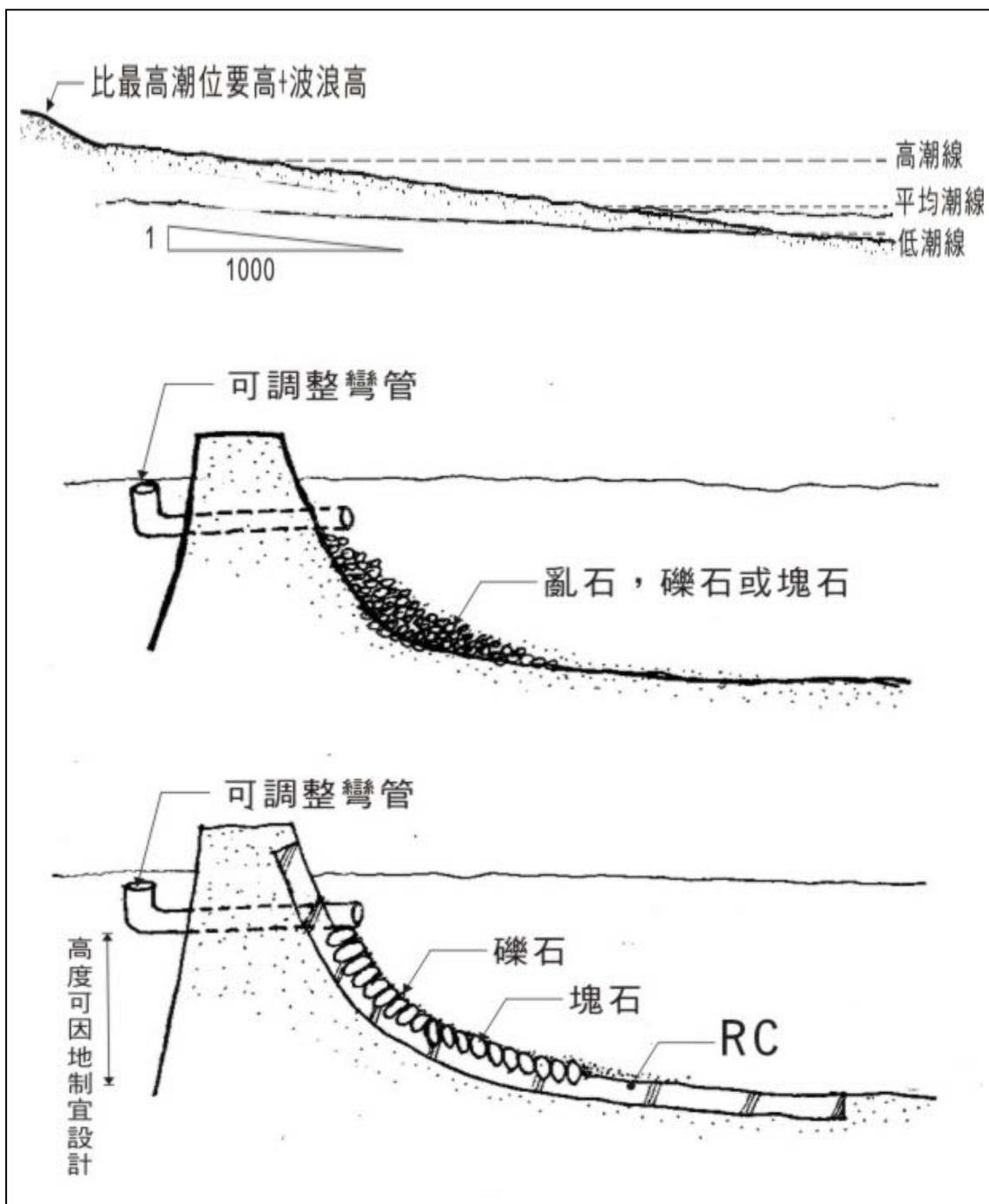


圖 3-4-61、不同堤防設計工法示意圖
(本研究繪圖)

- 因風浪帶動水流，使之侵蝕岸邊，故沙丘或堤防的建造需高於最高潮位。
- 底部除鋪設亂石外，亦可採用礫石或塊石。
- 底部改採以 RC 結構設計，可防止湍急的水流急劇沖刷河床底部。

1. 形塑多樣性環境或地景，大部分是半自然或人工的：

(1) 平坦灘地的淺溝：

- 平原地區的潮溝，野生動物可在此自由通行。



圖 3-4-62、平原地區的潮溝
(翁義聰攝)

(2)土堆、沙丘、礫石堆、高地：

◆ 沙丘

- 位於四草 A1 高蹺鴿保護區內的沙丘，每年可吸引為數眾多的水鳥來此度冬，沙丘與土堤即可提供鳥類作為休息的空間。



圖 3-4-63、四草 A1 區內的沙丘
(賴經坤攝)

◆ 礫石堆

- 鋪設於四草 A1 高蹺鴿保護區之礫石堆，可提供高蹺鴿做為孵育繁殖使用。
- 用以提供鳥類孵蛋繁殖的礫石堆，其礫徑的選擇亦須審慎考量，以免使母鳥產卵著床不易，危及其繁殖，而無法達成原本復育需求。



圖 3-4-64、鋪設於四草 A1 高蹺鴿
保護區之礫石堆- 1
(周晏任攝)



圖 3-4-65、鋪設於四草 A1 高蹺鴿
保護區之礫石堆- 2
(周晏任攝)

(3)石滬、巴拉告 (Palakaw)：

- 傳統的巴拉告捕魚法提供魚蝦良好的立體空間棲所，使其能躲避天敵的捕捉。



圖 3-4-66、位於花蓮地區傳統的「palakaw」捕魚法 (翁義聰攝)

- 西南沿海常見的蚵架與巴拉告相似，不但因為養殖蚵類而淨化水質，亦可提供魚蝦等生物資源立體又多樣的棲息空間。
- 以前用來抓魚的石滬，也可發展成具有保育與教育功能的魚礁



圖 3-4-67、澎湖七美雙心石滬 (蕭雅文攝)

(4). 腐木堆、垂直（或崩塌狀）的沙壁：

◆ 腐木堆

➤ 利用木頭堆疊起一立體空間，可提供幼鳥躲避天敵之用。而木頭材質又可與自然相演替，故對環境之衝擊也較小。



圖 3-4-68、四草 A1 高蹺鴿保護區內的腐木堆
(賴經坤攝)

➤ 提供鞘翅目昆蟲絕佳的生息環境。



圖 3-4-69、洲仔濕地內的腐木堆
(周晏任攝)

- ◆ 垂直（或崩塌狀）的沙壁
- 垂直邊坡（或陡坡、崖）之轉折處（如 A 點所示）考慮是否設置圍籬，應依是否開放予一般民眾來做為考量之基準。

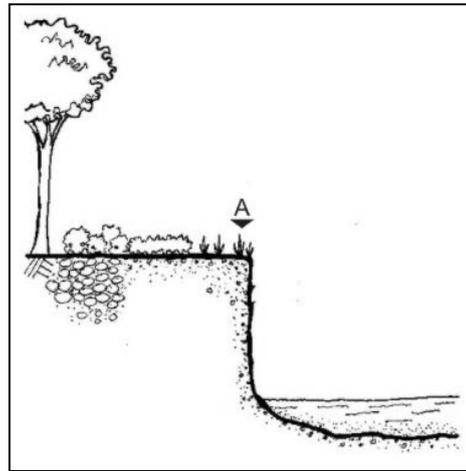


圖 3-4-70、垂直沙壁示意圖
（本研究繪圖）

- 管子埋設高度至少須超過暴雨後的水位高；最好能與邊坡頂端相距 50 公分或 1 公尺，以避免蛇類入侵。
- 圖中管子可使用塑膠管、竹管、水泥管等材質，可做為棕沙燕、翠鳥等鳥類築巢棲息。
- 管子兩端以紗網覆蓋，埋設時並予以傾斜微小坡度，避免管內因降雨而積水。
- 棕沙燕於冬季繁殖，較無暴雨情形發生，若施工處強調以棕沙燕保育為主，則可將管子置於更低處，以躲避蛇類追捕。

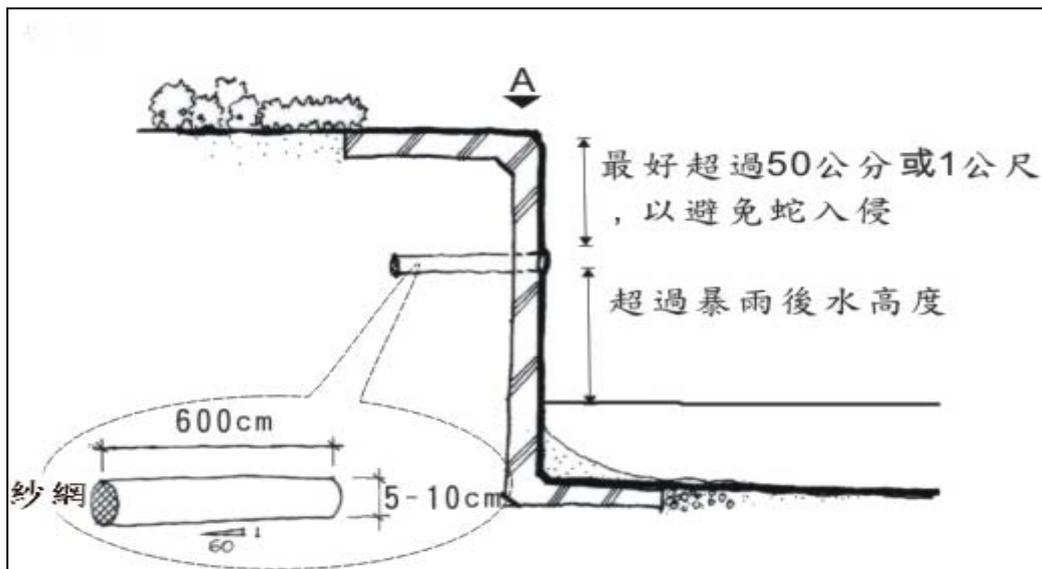


圖 3-4-71、垂直沙壁施工設計示意圖
（本研究繪圖）

2. 為維護濕地生態設施及發揮其生態功能所需之經營管理行為：

- 濕地定期進行季節性淹水、種植、割草、疏伐、翻土、犁田或控制一定範圍的火燒等，使回復原設定的（特定的）棲地環境。



圖 3-4-72、颱風過後，挖通清理阻塞的引水管
(翁義聰攝)

- 清除垃圾，維持水路暢通是管理者的重要工作。
- 藉由志工的投入，不僅能更有效運用人力達到棲地維護之目的，喚醒社會大眾對這片環境的重視。而當民眾有了共識，良好的經營管理將不再只是空談。



圖 3-4-73、完工後的營運管理
(翁義聰攝)

- 號召志工修補保護區內的圍籬，不但能防止野狗進入保護區內捕食幼鳥、破壞受保育物種的巢穴，也可防止幼鳥不慎離開保護區。
- 透過與企業界或機關團體的合作，舉辦各項棲地服務體驗活動，也更能讓生態保育理念深植於大眾的心中。



圖 3-4-74、修補圍籬
(賴經坤攝)

6. 為維護濕地生態設施及棲地經營管理所需之附屬設施：

- 為管理、巡邏及維護棲地環境等之道路、工具間、工作站、管理屋舍與監測塔等設施，均屬此類（相關設施亦可參照國家公園網站：<http://np.cpami.gov.tw/>）。



圖 3-4-75、四草野生動物保護區大門
(翁義聰攝)

- 將原本沙塵飛揚之蠻荒地鋪設石頭與磚塊做為巡邏管理之工作道路，且為避免過度的人為干擾，僅以工作站前為鋪設地點。



圖 3-4-76、四草 A1 區工作站旁的巡邏道路
(翁義聰攝)

- 在保護區的永續利用區中設置一座監測塔，可瞭望整個保護區，並可由上俯視各個水池，記錄水鳥在此繁殖、棲息的情況。

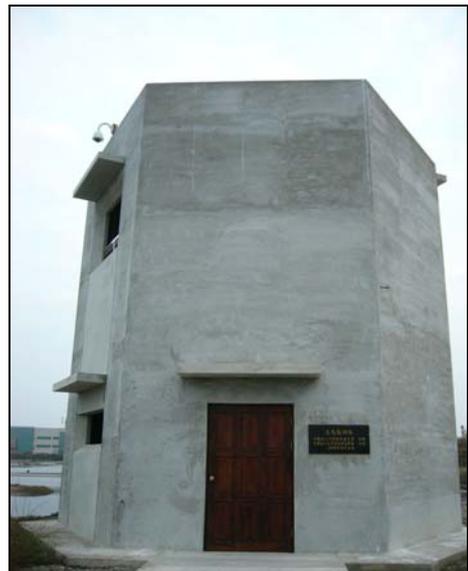


圖 3-4-77、四草 A1 區工作站內之監測塔
(周晏任攝)

7. 為宣導濕地保護與生態保育理念、成果所需之附屬設施：

- 賞鳥牆(亭)、木棧道、步道、解說牌、指示牌等設施。



圖 3-4-78、高曉鵠繁殖區賞鳥亭
(周晏任攝)

- 景觀改善必須考慮其實用性與美觀。



圖 3-4-79、賞鳥牆
(翁義聰攝)

- 用來標示方向的指示牌，採用木頭材質，雖維護成本較高，但對生態環境的衝擊較小，也較符合地景。



圖 3-4-80、指示牌
(翁義聰攝)

- 解說牌描繪出當地環境的特色，提供民眾最完整的資訊，並達到大眾教育之宣導功能。



圖 3-4-81、嘉南藥理科技大學內的人工濕地解說牌
(翁義聰攝)



圖 3-4-82、關山人工濕地解說牌
(翁義聰攝)

五、濕地生態設施的應注意事項

1. 避免為求施工或驗收簡便與快速，而單純化棲息地與環境因子；
2. 保留地形起伏，池塘大小不一、寬窄不一；
3. 植被種類不一、疏密不一；
4. 各式微棲地鑲嵌，形成多樣性的環境；
5. 容許河川、溪流、溝渠之深水槽搖擺；
6. 以上五點使棲地形成動態穩定，讓濕地生態系保留演替材料；
7. 興建道路、圍籬、引水渠道、木棧道及垂直邊坡等設施時，避免將濕地（生態系）破碎化，如無法避免，應設計通道以補償其損失。



圖 3-5-1、引水渠道與砌石護坡
(台東池上，翁義聰攝)



圖 3-5-2、鋼筋水泥箱涵
(左鎮澄山，翁義聰攝)

第四章、生態工法案例介紹

一、美國經驗：美國蒙大拿州金寶溪復育計畫

金寶溪位於美國蒙大拿州的西部，是重要的木材生產地。不但沿著河道的濱溪帶早已砍伐殆盡，河道內的伏倒木亦被搬運一空，河道裸露空無一木，毫無遮蔽，嚴重破壞溪流魚類棲地與生態多樣性。此試驗復育計畫的施工地點位於金寶溪的下游，生態設施的主要目的是在此下流河段創造更多深淵。他們設置護岸，並以木石構造導流，以增加水域棲地的多樣性，期望能復育兩種本地魚類—紅喉鱒（Westslope Cutthroat Trout）與公牛鱒（Bull Trout），增加其族群數量。

復育計畫的生態設施有下列特色：(1)營造深淵的材料都採用天然材料；(2)設置巨石堰（Rock Weir）、圓木堰（Log Weir）、殘材堰（Debris Collector）及後掏淵（Lateral Scour Pool）等四種棲息地；(3)這些設施除可以導流外，還可匯集水中碎屑形成遮蔽，達到護魚與集魚的效果；(4)興設過程干擾小且外觀與地景相容。據 2002 年的魚類調查發現，當地的魚類數量與分布都有顯著的增加。

資料引自：

永續公共工程入口網 <http://eem.pcc.gov.tw/eem/node/193>

Wild fish habitat initiative：<http://wildfish.montana.edu/>

<<生態工法案例編選>>德國河川生態工法案例介紹/林鎮洋

二、德國經驗：伊薩河整治復育計畫

伊薩河（Isar River）位於德國南部的巴伐利亞邦（Bayern），整治的目的之一是希望成為德國河川的模範。提出一個新的河川整治概念：盡量接近河川原始的自然流況，同時減少人為因素介入。執行計畫時，他們以長期的調查資料及總合評估為基本，並考量枯水期的問題，不同於傳統水利工程只考慮水量、水質、地形及工程經費。另引入社區伙伴關係，考慮山谷區的居住安全問題等社經條件，依整個流域進行整治復育。

復育計畫的生態設施的特色包括：(1)改變河床水工結構物；(2)建立魚道及河川生態廊道；(3)護岸植生保育；(4)營造生物多樣性棲地；(5)規定最小流量；(6)流域管理。

資料引自：

永續公共工程入口網：<http://eem.pcc.gov.tw/eem/node/195>

River restoration in Europe practical approaches, conference on river restoration, 2000.

<<生態工法案例編選>>德國河川生態工法案例介紹/林鎮洋

三、日本經驗：日本東京江戶川海岸整治

東京的江戶川因地層下陷常造成海水倒灌，本海岸整治計畫捨棄傳統水泥加高海堤等方法，改採用生態工法，不但重建鰕虎（Gobiidae）的棲地，也達到防災防洪的目的。

整治與復育計畫的生態設施有下列特色：(1)施工前進行棲地調查，調查項目包括：鹽份、潮間帶分布、範圍、裸露時間、底質，生物種類與數量；(2)依棲地底泥組成，做為設施施工之標準；(3)不以水泥加高海堤而改在堤面上覆土，使坡度趨緩，再設立平台種蘆葦等耐鹽植物；(4)堤防前方約 30 公尺以 2 層蛇籠重疊並排，並在蛇籠前方打木樁柳枝（註：類似離岸堤），不但形成彈塗魚生存棲境，同時也可削弱浪潮防災。完工後進行生態檢核，得知濕地彈塗魚的數量增加 2 倍以上。

資料引自：

永續公共工程入口網：<http://eem.pcc.gov.tw/eem/node/199>

《生態工法人才培訓講習會》海岸整治與生態工法應用之案例介紹/郭金棟

四、台灣經驗：台北縣大屯溪流域整治

具有溪流生態系與森林生態系的大屯溪，發源於陽明山國家公園的大屯山系，是許多水生物、河岸動物及植物的重要棲息地。近幾年，因河川整治導致部分河段高牆化、水泥化與溝渠化，造成棲地劣化，不適合野生動物植物的棲息。

整治與復育計畫的生態設施有下列特色：(1)以石塊堆砌法，改善垂直水泥護岸，營造多孔隙棲地環境；(2)進行石堤綠化，溪底橋段以石樑工、砌石護岸、丁壩工導流；(3)種植護岸植物以解決土石流，並提供遮蔽；(4)改善魚道，使上下游河道具連貫性；(4)緩化出海口攔河堰的坡度。是民間團體與政府單位合作的示範，讓當地自然生態重現生機。

資料來源：

永續公共工程入口網：<http://eem.pcc.gov.tw/eem/node/187>

《大屯溪生態工法博覽會研討會論文集》大屯溪生態工法的應用案例/鄭光炎、王建清。

「大屯溪的生態・工法」摺頁，台北縣政府

五、綜合分析

- (一)、增加棲地的多樣性，如高程稍有起伏、增加多孔隙設施、增設生態廊道與避難所，並維持其功能，以增加生物的存活率、數量及物種數；
- (二)、著重河川流域管理與最小生態基流量管理，如維持攔河堰下流之生態基流量，避免發生斷流等情形，影響魚蝦迴游；
- (三)、施工前後需進行濕地生態調查與分析，以做為規劃設計的參考及濕地生態保育成效的評估。

【附錄】參考文獻

1. 王永珍 (2008), 河川景觀暨生態環境規劃, 明文書局, 台北市。
2. 王小璘、何友鋒 (2002), 農業環境景觀生態規劃設計規範之研究, 中華民國造園學會, 行政院農業委員會, 台北市。
3. 王小璘、何友鋒 (1994), 休閒農業區設施物參考圖集, 東海大學景觀學系, 台中市。
4. 太乙工程顧問股份有限公司 (1992), 澎湖旅遊標誌系統之調查規劃報告書, 交通部觀光局澎湖風景特定區管理籌備處, 台中市。
5. 內政部營建署 (2005), 營造台灣生態水池-調查評估與規劃設計操作手冊 修訂版, 內政部營建署, 台北市。
6. 內政部營建署 (2004), 關鍵報告-創造台灣城鄉風貌示範計畫參考案例, 內政部營建署, 台北市。
7. 內政部營建署 (2009), 建築基地綠化設計技術規範, 內政部營建署, 台北市。
8. 中華民國景觀學會 (2003), 台北市生態環境都市設計規劃與生態設計準則之研究: 台北生態都市設計架構暨原則之研訂, 台北市政府都市發展局, 台北市。
9. 中華民國景觀學會 (2003), 風景區公共工程規劃設計手冊, 交通部觀光局, 台北市。
10. 中華民國景觀學會 (2001), 風景區公共設施規劃設計準則彙編, 交通部觀光局, 台北市。
11. 中華民國國家公園學會 (1993), 東北角海岸風景特定區遊憩點植栽美化管理計畫, 交通部觀光局東北角海岸風景特定區, 台北市。
12. 孔麒源、戴永禎 (2006), 屏東縣萬安溪台灣石魚賓 (*Acrossocheilus paradoxus*) 之棲地利用。生物學報, 41 (2): 103-112。
13. 台北科技大學 (2005), 風景區公共工程基本圖冊, 交通部觀光局, 台北市。
14. 台東縣政府 (2004), 台東縣城鄉風貌公共建設參考圖例彙編, 台東縣政府, 台東縣。
15. 台塑公司等 (2009), 六輕五期計畫環境說明書。

16. 行政院公共工程委員會 (2004), 2004 生態工法案例編選集, 行政院公共工程委員會, 台北市。
17. 交通部運輸研究所 (1999), 腳踏車專用道之規劃研究 (附冊-技術報告), 交通部運輸研究所, 台北市。
18. 交通部運輸研究所 (1996), 環境敏感地帶公路工程施工方法及設計準則之研究, 交通部運輸研究所, 台北市。
19. 交通部觀光局 (1980), 東部海岸風景特定區觀光整體發展計畫, 交通部觀光局, 台北市。
20. 李克聰、周天穎、林大傑 (2004), 地理資訊系統 (GIS) 於道路指示標誌系統之規劃設計 (1/2), 交通部, 台北市。
21. 李素馨、侯錦雄、徐耀賜 (1999), 道路相關設施景觀設計準則之研究, 交通部台灣區國道高速公路局, 台北市。
22. 李素馨, 汪荷清 (1996), 景觀道路系統評估與規劃研究案, 皓宇工程顧問股份有限公司, 交通部觀光局, 台北市。
23. 林鎮洋 (總編輯) (2004), 生態工法技術參考手冊, 明文書局, 台北市。
24. 林鎮洋、陳彥璋、吳明聖 (2004), 河溪生態工法, 明文書局, 台北市。
25. 林鎮洋、邱逸文 (2003), 生態工法概論, 明文書局, 台北市。
26. 林雨德 (2007), 巢鼠的族群生物學研究, 行政院國家科學委員會專題研究計畫 (期中進度報告), 台北市。
27. 東海大學景觀系 (1993), 八十二年度發展休閒農業計畫, 台灣省農會, 台中市。
28. 欣德工程顧問有限公司 (1992), 白沙鄉 (姑婆嶼、險礁嶼) 遊憩據點細部規劃報告書, 交通部觀光局澎湖風景特定區管理籌備處。
29. 周昌弘 (2001), 建立環境倫理 人類永保安康, 環境資訊中心網站。
30. 翁義聰 (2008), 2007 國家重要濕地彙編, 內政部營建署, 台北市。
31. 財團法人中華建築中心 (2001), 綠營建工程方案-道路工程建立綠營建工程設計規範及設計準則, 行政院公共工程委員會, 台北市。
32. 高雄市政府工務局下水道工程處 (2005), 全國首座都市型滯洪池溼地公園 KAOHSIUNG in 本和里, 高雄市政府工務局下水道工程處, 高雄

- 市。
33. 國光石化公司等（2010），彰化縣西南角(大城)海埔地工業區計畫環境影響評估報告書。
 34. 郭育任、鄭耀忠（2006），森林育樂設施規劃設計準則及案例彙編，行政院農業委員會林務局，台北市。
 35. 陳淑珍（譯）（2005），生態工程與生態系統重建，六和出版社，台北市。
 36. 郭瓊瑩（2005），生態水池研究案，內政部營建署，台北市。
 37. 楊京平、盧劍波（2002），生態恢復工程技術，化學工業出版社，北京市。
 38. 郭城孟（1993），東北角海岸風景特定區植被與植物研究報告，中華民國自然與生態攝影學會，交通部觀光局東北角海岸風景特定區，台北市。
 39. 曹正（1989），觀光地區遊憩活動設施規劃設計準則研究報告，東海大學環境規劃暨景觀研究中心，交通部觀光局，台中市。
 40. 欽佩、周春霖、安樹青、尹金來（2002），海濱鹽土農業生態工程，化學工業出版社，北京市。
 41. 經濟部水利署水利規劃試驗所（2007），嘉義沿海地區國土復育及永續發展規劃，經濟部水利署水利規劃試驗所，台北市。
 42. 築景工程顧問股份有限公司（2003），國家步道識別標章暨解說、指標牌誌系統規劃與設計，行政院農業委員會林務局，台北市。
 43. 韓選棠（2008），農村社區公共設施改善規劃設計原則，國立台灣大學農業工程學研究所，行政院經濟建設委員會，台北市。

濕地生態設施規劃設計規範

- 出版 內政部營建署
地址 台北市八德路二段 342 號
電話 (02) 8771-2345、2772-1350
網址 <http://www.cpami.gov.tw>、<http://www.tcd.gov.tw>
發行人 葉世文
業務指導 許文龍、蘇憲民
執行策劃 洪嘉宏、謝正昌、李賢基、簡鑑章
執行 邱筠蓁、陳鵬升、蕭雅文、李姿葶
- 計畫主持人 翁義聰
協同主持人 李錕翰、柯秀鳳、楊英欽
研究單位 社團法人台灣濕地保護聯盟
電話 (06) 225-1949
網址 <http://www.wetland.org.tw>
- 編著 翁義聰、李錕翰、柯秀鳳、楊英欽
攝影 翁義聰、林享玉、周晏任、詹昭賢、賴經坤、蕭雅文
執行編輯 周晏任
研究助理 陳希正、詹昭賢、鄭雅潔、張耕耀、李玟翰、蔡有錡
行政助理 陳美秀

出版日期 中華民國 99 年 3 月



濕地生態設施規劃設計規範
內政部營建署城鄉發展分署出版
社團法人台灣濕地保護聯盟編印