

專刊第 166 號

八十八年度海岸工程研討會

創造台灣海岸新環境
～永續海岸的呼喚研討會

論 文 集

台灣省政府交通處
港灣技術研究所

中華民國八十八年五月卅一日、六月一日

創造台灣海岸新環境 ～永續海岸的呼喚研討會

目 錄

頁次

主題(一)	近岸海氣地象基本資料庫之建立	
議題	(a)海氣象資料在海岸開發保育之重要性	1-1
	(b)資料庫建立的現況與問題所在	2-1
	(c)海象資料蒐集與資料庫建立之構想	3-1
主題(二)	未來台灣港灣開發之探討	
議題	(a)未來遊憩港開發與漁港重建	4-1
	(b)未來台灣專用港開發之探討	5-1
	(c)未來台灣港灣再開發之探討	6-1
主題(三)	台灣近岸開發利用對海岸環境之影響	
議題	(a)開發現況問題探討	7-1
	(b)雲嘉南海岸開發對海岸環境影響	8-1
	(c)東部海岸保護與利用衝擊性	9-1
主題(四)	創造海岸景觀與遊憩環境	
議題	(a)海岸景觀與海岸保全之衝突性	10-1
	(b)海岸景觀規劃實例	11-1
	(c)台灣賞鯨發展與瓶頸	12-1
	(d)近岸遊憩區位選擇與環境創造	13-1
主題(五)	海洋牧場開發與近岸污染對海岸環境影響	
議題	(a)海洋牧場對近岸生態之影響	14-1
	(b)海洋牧場開發現況與問題及經濟性	15-1
	(c)懸浮沉積物對近岸生態的影響	16-1
	(d)廢水排放對近岸環境之影響	17-1
主題(六)	廢棄廢土的有效利用及對海岸環境影響性	
議題	(a)廢棄廢土在海岸堆置利用之問題	18-1
	(b)人工島吸收廢棄廢土之利用問題	19-1
	(c)廢棄廢土對近岸環境之影響	20-1
主題(七)	綜合討論	

主題(一)
近岸海氣象基本資料庫之建立

(a)海氣象資料在海岸開發保育之重要性

(b)資料庫建立的現況與問題所在

(c)海象資料蒐集與資料庫建立之構想

海氣象資料在海岸開發保育之重要性

港灣技術研究所所長 張金機

前 言

近年來政府積極推動海岸開發與保育建設，不論興建港口、填築海岸新生地或從事海岸保育，發展海上遊憩活動等都與海、氣象基本資料有極密切的關係。海、氣象資料觀測為一長期性工作，平時即需投入人力作持續觀測。天候越惡劣，資料取得越困難，而所紀錄資料越珍貴。但長期觀測海、氣象資料需花費龐大人力、物力。因此，此項工作平時不被重視，但在規劃設計需要此項資料時則東拼西湊成數，嚴重影響海岸開發與保育工程規劃品質。

海岸工程規劃、海上航行與經濟及遊憩活動主要之海、氣象基本資料為波浪、潮汐、海流及風力。觀測資料除作例行性按時、日、月與年期作初級分析統計外，針對不同用途應作更進一步分析。本文謹就各項海岸基本資料統計值之應用介紹如后。

一、極端值

海岸開發與保育工程規劃設計，首先遭遇瓶頸就是如何決定構造物設計波高與水位。選擇最佳設計波高與水位為海岸工程規劃與海岸構造物設計前最主要工作。採用最適當之波高與水位，工程規劃不致造成偏差；否則工程設計時，設計值偏小構造物受巨浪侵襲可能導致嚴重災難，太大則又造成工程浪費。

設計波高與水位通常係利用歷年觀測基本資料迴歸分析再現概率（或週期）可能發生之極端值，也就是在某一期間（10 年,25 年,50 年或 100 年）可能發生的最大示性波高及暴潮。海岸工程依其重要性選擇不同再現週期波高與暴潮極端值作為設計波高與水位。一般而言，防波堤大都採用 50 年再現週期，重要港口或海堤陸側人口密集，經濟活動頻繁地區則可以選擇 100 年或更長再現週期。荷蘭萊茵河口水閘設計暴潮採用再現週期高達 1,000 年。再現週期越長工程造價越高，損壞率越低，除可減輕維修費用外，人民生命財產可獲得更多保障。規劃工程師必需評估各種不同情境工程興建費用與災害概率及其可能造成損失費用、維修費用等，作為最後訂案選擇依據。設計波高與暴潮水位為海岸工程規劃設計中最常見的極端值分析，茲分別概述如后。

1-1 設計波高

海岸構造物需依工程重要性選擇再現週期波高極端值作為設計波高。波高極端值分析通常利用多年實測資料，每月選擇一個或數個最大波高，利用 Weibull，Gumbell，Normal 或 Lognormal 等分佈迴歸分析求得各種再現週期波高極端值。為減少迴歸曲線所造成極端值誤差，迴歸分佈方法應選擇機率紙上最高相關係數。國內因缺乏長期波浪觀測資料，因此，波高極端值常利用颱風波浪數值模型推算。根據歷年侵台颱風資料選擇可能威脅工程規劃地點颱風路徑，利用迴歸分析求得不同再現週期模型颱風中心氣壓降、暴風半徑等參數。模擬各種侵襲路徑，計算風場與規劃地點可能發生之颱風波浪。利用颱風波浪數值模型推算波浪，若不能以實測資料加以校驗，則可能造成不可預期誤差。

波高極端值分析除考慮再現週期可能發生波高極端值外，亦應考慮

入射波浪方向，以作為港口、航道佈置、堤防設計及評估港池穩靜度之依據。

1-2 設計暴潮位

海岸構造物規劃設計水位主要決定於暴潮極端值，構造物高度則除考慮設計水位外，另再加設計波浪溯上。暴潮位可視實測潮汐資料數據多寡，利用資料迴歸分析或颱風所造成暴潮偏差計算求得。規劃地址附近若擁有長期潮汐資料，則每月可選取一個或數個資料利用數值迴歸方法，求取不同再現週期暴潮水位。但暴潮偏差有時未能反應在實測潮汐資料上，因此，可將天文潮與暴潮分別統計分析。利用潮汐調和分析計算天文潮，再以實測潮汐紀錄求取颱風侵襲期間暴潮偏差。利用暴潮偏差數據，辦理迴歸分析求得不同再現週期暴潮偏差。暴潮水位則為朔望平均高潮位（HWOST）加上暴潮偏差。規劃場址若缺乏長期潮汐資料時，則暴潮水位可利用颱風中心氣壓下降、風速、吹風距離與水深等資料計算颱風可能造成暴潮偏差，再求取暴潮位。

二、累積超過概率

波高與風速累積超過概率係根據波高與風速實測資料依大小分佈累積求得。累積超過概率分佈主要作為評估海上可作業天數及港埠不能作業時間之依據。波高與風速累積超過概率統計極為簡單，但在國內海岸工程施工天數或港灣不能作業時間評估卻是作得最差的一環。

波高與風速累積超過概率應根據長年且各月份資料筆數大致相當之實測資料，按年、季、月與方向加以統計。國內許多工程規劃，缺乏長期基本資料，利用短期觀測所取得風速較低、波浪較小之片段資料作為統

計，其結果無法代表常年波浪與風速分佈特性，當然造成海上可作業天數偏高與港埠不能作業時間偏低的現象。茲就海上作業天數與港埠不能作業時間介紹如下。

2-1 海上作業天數估算

海上施工天數估算應根據工作船機性能與工程精度要求訂定可忍受最大風速與波浪，再根據波高與風速累積超過概率曲線求得可施工作業之概率，換算為天數。因風速與波浪相關性極高，風速與波高超過施工作業許可時間大致重疊，在評估時可選擇較累積超過概率較高者為準。

台灣每年冬季十月至翌年三月，經常會有數日或十數日不論波高或風速均低於可施工標準。但考慮施工船機動員與夏季工期結束，冬季強烈季風盛吹前，未完成工程需作臨時保護工事，冬季短暫施工作業，需重開工作面，工期結束又要重作臨時保護等因素相當耗費人力、物力。因此，一般均不予計入可施工天數。

2-2 港埠不能作業時間

港埠不能作業可分為不能裝卸，不能進港或甚至碼頭不能碇泊三類。碇泊船隻容許裝卸波高，依船舶噸位與裝卸機具而不同。碇泊船隻不能作業標準正確的觀念應該是根據繫纜船隻運動特性即縱移、橫移、起伏、滾轉等特性決定。但船隻碇靠碼頭動力特性受繫纜佈置及纜繩剛性等因素影響。運動特性不易取得，所以大都以波高為規範。碼頭容許碇泊波高通常也只能根據船舶噸位訂定標準。超過容許碇泊波高，表示碇泊該碼頭船隻受入射波浪作用可能毀損護舷與碼頭設施或甚至發生斷纜與船隻互撞現象。因此，碇泊港內船隻，若受外海在波浪侵襲可能發生斷纜

情況時，只有往外海疏散避難。事實上，碇泊船隻受波浪作用，其運動量與纜繩受力並不一定與正波高成正比。碇泊船隻運動量決定於船隻噸位、形狀與繫纜特性（長度，強度，彈性，剛性及佈置），每艘繫纜船舶運動特性不易掌握，因此，碼頭不能碇泊標準，一般僅以波高作衡量。

波浪所造成港埠不能作業時間評估，應根據各方向入射波浪會使港池穩靜度（波高）超過裝卸或碇泊容許標準所佔累積超過概率，再轉換為每年或冬夏季不能作業時間。風力造成港埠不能作業時間計算也是根據累積超過概率計算風速超過作業標準時間。但風速與波高兩者重複計算時間必需扣除。不能作業時間再根據波高與風速延時與發生次數分析結果探討或解釋每年不能作業情況。例如風速超過 18m/s 使港灣裝卸不能作業，每年發生概率為 3%，合計時間為 11 天(264 小時)。根據風速資料顯示每年夏季約 1.4%風速超過 18m/s，港址每年平均約受 2 次颱風威脅，夏季除颱風外風速很少超過 18m/s。再依據 18m/s 風速延時特性，可解釋該港每年受 2 次颱風影響，每次約 30 小時風速大於 18m/s，使港埠不能作業，合計 60 小時。每年冬季強烈東北季風風速超過 18m/s 佔 4.6%，約 200 小時，根據風速延時特性可解釋為每年冬季約有十餘次強烈季風使裝卸作業停頓數小時至十餘小時，甚至整天不能作業。

一般而言，公用商港尤其貨櫃港口，因其可替代性極高，應儘量避免船舶不能作業，碼頭不能碇泊或船隻不能進港口情形發生，而造成貨源流失現象。但是，大宗散雜貨為主的港口，尤其是工業專用港則在規劃興建時可以犧牲若干港埠不能作業時間，以節省大筆工程費。例如，為使港埠每年不能作業時間在 10 天以下，需增建防波堤費用達 100 億元。若不增建防波堤則外海波浪超過 3m 時，港埠不能裝卸，超過 4m 時船隻

需往海外疏散，估計每年港埠不能作業時間達 30 天。規劃工程師必需根據節省工程費用與船隻等待延誤所需付出代價及其對港埠營運影響審慎評估。

港口佈置、海氣象條件與船舶特性(噸位、船型及操航條件)及領港與船長操航能力等決定船舶不能進港條件。每一港口在規劃時，必需根據計畫目標進港船型辦理操船模擬。再根據風、浪、流等海、氣象因素累積超過概率分析每年不能進港時間。

三、風速與波高方向分佈圖

風速方向分佈圖通常稱為風速玫瑰圖，風速玫瑰圖代表各方位風向，不同風速發生概率。波高方向分佈圖與風速玫瑰圖相似，代表各方向波高大小分佈概率，唯一不同是波浪僅來自海側。

風速與波高方向分佈圖主要用以評估風速與波浪優勢方向，作為規劃港口及碼頭佈置與研判沿岸漂沙方向之依據。

3-1 港口及碼頭佈置

港口航道方向應避免與恆風恆流及恆浪方向接近垂直，以減低橫向風、浪、流對船體作用產生之垂直航道推力與力矩。大型船舶進港時為避免失去舵效，需維持一定船速，因此航道應選擇逆風、浪、流方向，即頂風、浪、流進港，以增加航行船隻與水體間相對速度。出港時，因不受停船距離限制可以大幅加快航速，順流航行。此外為使港池獲得較穩靜水域，港口應避免直接受波浪優勢方向侵襲。港池佈置貨櫃碼頭線方向應儘量避免與恆風風向垂直以減低裝卸作業受風力作用而造成擺動。

3-2 沿岸漂沙

波浪為海岸漂沙活動主要外力，沿岸漂沙量主要為波浪作用所產生之底床質，因此漂沙移動方向決定於入射波浪在近岸淺水帶碎波所產生之沿岸流與海流流向。波浪方向分佈圖可以了解漂沙優勢方向，研判構造物興建後海岸侵淤特性。

四、波高與週期聯合概率

觀測波浪資料分別按波高與週期統計其發生概率稱為波高與週期聯合概率分佈。水深固定時波長為週期之函數，因此波高與週期聯合概率分佈亦可繪製成波浪尖銳度(H/L)等值圖。碎波參數($\xi = \tan \alpha / \sqrt{H/L}$)為海岸坡度 $\tan \alpha$ 與波浪尖銳度之函數。波浪尖銳度統計結果可研判海岸碎波型態，推算碎波波高、平均水位上升及波浪溯上高度。此外根據波浪尖銳度亦可研判不同坡度海岸各種底床粒徑侵淤特性。

五、延時變化圖

風速、風向、波浪、潮汐與流速、流向等均為時間變化函變，若將其繪製成延時變化圖，則除具物理意義解釋各物理量間相互關係變化特性外，更可作為數值計算驗證或模型試驗檢核之基本資料。茲分別概述如下。

5-1 數值計算驗證

流場數值計算通常先由遠域輸入潮汐、海流與風力等主要外力，計算近域邊界點之潮汐與流速變化。遠域計算結果若能利用現場實測潮汐與流速驗證兩者間變化趨勢則可以掌握數值計算結果可靠性。近域流場計

算，應以現況地形與佈置，利用遠域計算結果作為輸入條件。近域，計算結果再以近域範圍內實測風力、潮汐、波浪與流速延時變化資料予以檢核。現況佈置各物理量相互關係變化若能在數值模型中重現，則應用於計算各種佈置方案水力特性時必能獲得正確可靠結果。

5-2 模型試驗檢核

水工模型試驗係利用模型律使原型(現場)實測資料在模型上重現之特性，變更模型上幾何佈置，量測各種不同情境組合水力特性。例如受外海入射波作用，改變防波堤佈置，港池遮蔽情形；改變防波堤斷面，越波量與反射係數等。不論平面或斷面水工模型試驗，如能利用實測資料延時變化加以校驗，且在模型上重現，則可消除模型縮尺等各項誤差，提高試驗結果可信度。

六、結語

縱觀近代台灣港灣及海岸發展過程，不難發現民國六十年代台中港建港以來，台灣培養不少港灣及海岸工程人才(力)，近年來政府積極從事港灣建設及海岸開發保育大幅提升工程規劃技術。但是二十幾年來海、氣象實測資料不論是量或質都無法與規劃需求同步成長，使大部份工程因資料短缺且品質不佳，而無法獲得理想規劃。

本文係根據個人二十餘年從事港灣及海岸規劃、試驗、設計、研究粗淺心得整理。因為成稿匆促，遺漏難免，且細節未能加以探討。謹以本文拋磚引玉，喚起公、民營企業重視規劃先期資料蒐集，重視工程規劃品質。祈盼港灣及海岸工程界諸位前輩不吝指正。

海象資料庫之現況與問題

成功大學近海水文中心 高家俊主任

成功大學近海水文中心莊士賢副主任

成功大學近海水文中心 蔡嘉蓉研究助理

摘 要

海象資料是指波浪、潮位、海溫、海流、水深等，甚至包括海上氣溫、氣壓、風速等，基於國家整體發展所需，海象資料的重要性也日益突顯，建立海象資料庫便愈形重要。但國內所有海象資料散落各機關單位，資料之觀測項目、資料格式等均無統一之標準，加上國內並無海洋專責機構以資統合，易造成人力資源浪費及財務之損失。

本文將考量目前國內有關海洋環境資料庫之現況與問題，同時參考日本與美國，在建立海象資料庫與資料整合系統的相關經驗及技術研發資訊，以提供國內海象資料庫整體規劃之參考，並建議政府單位應儘速規劃整合海氣象資料庫以提供充實之海洋資料，並循序成立專責機構以資管理。

一、前言

海象資料為海洋科學研究及海洋工程設計規劃時的基本要件，更是海洋環境背景之重要指標。長年以來，台灣四週海域的背景資料，除了國防上的需求外，相當被忽視。近年來國內經濟與休憩活動的持續發展，突顯了海域利用或保育對海氣象資料的迫切需求，例如航行安全、海洋工程建設、颱風暴潮救災搶險、污染物追蹤、漁撈養殖、海岸保護、災害防治、休閒遊憩乃至海疆防禦、國防安全，莫不與海氣象條件息息相關。如何提供即時準確的海氣象資訊以減少災害損失，也是政府近年來積極重視的施政項目。

綜觀歐、美、日等國家早已重視海洋的開發利用與保育，除了已建立長期而完整的觀測網，以配合國家整體發展的需求外，更持續整合、更新海象資料庫管理系統，以減少資料的謬誤或重覆，並進一步提供資料

的服務，以期發揮海象資料的使用率及使用價值。反觀國內，歷年來政府或學術單位雖曾進行相當數量的調查研究，但是資料不足的問題依然存在，並常導致工程設計不良或研究成果的偏差，實乃海象資料未充分整合之故；而國內花費大量人力及經費得來的海象資料，若未能充分利用，亦形成資源浪費。

國內對海象資料需求的迫切性顯示出建立一全國海象資料庫的必要性。是以配合目前進行的全國海象觀測網之設置，同時建立一既實用且完善的海洋資料庫系統，才能進一步提供國防、經濟、交通與科研的相關規劃及研究，並作為海岸地區之環保、防災或是人民海上活動之參考。

二、國內海象資料庫現況與問題

當前國內海象資料最迫切的課題是：如何使全國海象資料充分交流與應用，並加強資訊服務的功能，使得政府決策單位可迅速地掌握合理可信之資料，據以作為政策制定的參考；更可避免學術研究單位或民間團體引用資訊來源不明或資料品質參差所引發的爭議。

為因應各界對於海象環境資料之迫切需求，資料庫之整合確有其必要性，因此全國第十三次科技顧問會議結論即建議積極整合建立全國海象資料庫。據此，交通部委託海下技術協會執行「建立海象觀測網與環境資料庫整合系統之規劃」，積極推動海象資料之整合。但目前國內海象資料庫整合仍存在相當之困難度，茲將目前國內海氣象資料庫現況與問題略述如下：

2-1 國內海洋環境調查觀測工作缺乏整體規劃及配合

國內一向沒有專責機構統籌整體海域之海象觀測工作，目前所有海象觀測調查工作仍由中央、地方及政府事業機構、學術研究團體及國防相關機構等依各單位任務需要編訂計畫及預算各自執行，單位之間彼此不知其他單位的觀測計畫，即令政府單位支持之觀測計畫也未有事先之協調整合。各單位事先未能就觀測計畫進行協調整合，勢必造成觀測資料或有重複，人力資源浪費等現象。而國內各單位使用觀測儀器種類繁多，觀測技術能力與分析整理分法亦因單位不同而有所差異，常使得蒐集資料之可靠度及標準無法掌握。

各單位取得之調查結果一般都由各單位自行分析處理及貯存，資料之流通僅有限度地在個別單位間做雙向之流通，長期以來也使得各種不同性質或不同區域的海象資料，散處於國內各有關單位或機關。故十數年來台灣四周海域之海象觀測工作成果無法滿足不同需要的使用者對海象資料在量與質之需求，且實際影響到有關海況預報作業及海洋、海事工程等之規劃、設計與施工。

就資料長度而言，國營事業單位常因進行海象觀測工作須併入營運績效考核而受限，以致於觀測工作常被迫縮減或中止，無法接續觀測，造成資料無法延續。另就資料廣度而言，國內不似美日等國，商船或漁船於航線途中配合政府單位測取水文資料提供政府公共用途；亦未派予任何相關單位協助海象調查之任務。因此國內海象資料缺乏時間與空間上的完整性。

2-2 海象資料來源眾多，未能充分整合

目前國內海氣象量測及分析分別由海軍海洋測量局、中央氣象局、各港務局、各大學研究單位、港研所、中油、台電等十餘單位辦理，而不同單位間又存在諸多問題：項目不一、頻率不同、量測精度不一、資料格式各異、資料處理、檢覈及分析未盡完善...等，使得各項資源無法充份整合，且取得資料亦因缺乏統一格式，而無法有系統之整理分析。復以各單位互享資料及釋出資料意願與方式不一，使得資料整合益發困難。

就國內海洋資料庫現況調查統計發現各類海洋資料中，波浪、海流、潮汐、風速、溫度、水深等項目為國內較普遍之海氣象資料，舉凡與海洋有關之單位，大多均擁有此類資料，其中又以海流資料為最多。此外台灣省水產試驗所，定時接收海表水溫，其資料量非常大；中央大學遙測中心接收 SAR 衛星資料，可視為未來波浪及大型海流資料之重要來源。至於資料儲存之方式，大都以磁碟片儲存，但亦有不少單位，仍以報表紙或記錄紙儲存資料，此儲存方法不但落伍，亦顯示此資料未被廣泛利用。

以網際網路傳遞交換資料之方法在國外盛為流行，目前國內海氣象資料庫仍在起步階段，現已有部份單位利用該法傳遞及交換資料，並提

供查詢，但大部份單位囿於人力或軟、硬體設備不足，短時間無法以此法交換資料。

2-3 缺乏海洋專責機構

目前國內海象資料依不同目標或計劃觀測而得，且散落於各機構，復以資料格式及資料釋出方式不一，資料整合不易。目前國內並沒有專責機構統籌整體海域之海象觀測及資料整合工作，考量社會大眾對台灣海域海況資料需求日高，依據需求優先序，凝聚各單位共識，共同整合海象觀測與海象資料庫，對政府而言更是責無旁貸。

但規劃專責機構並非一蹴可及，初期應先以建立海氣象資料查詢服務為主，逐步調查資料，整合國內海象資料、訂定資料標準格式、並加強交換與服務功能，建立全國海象資料庫系統。此一整合性資料庫的建立，除了可有效地整合國內海象觀測資料，避免資料的重覆，浪費政府資源，更可配合國家整體經濟建設與國防安全，提供多方面之資料需求。

綜上所述，目前台灣海洋資料依不同目標或計劃收集而得，資料種類繁多且量大，且散落於各機構。加以海象觀測耗時、耗力、耗費，資料之整合，確有其必要性。然而，目前並無專責機構負責此工作，因此如何能有效的整合過去資料及提供資料服務，則為未來研究之重要課題之一。

三、國外海氣象資料庫現況

歐、美、日等國家，由於非常重視海洋的開發利用與保育，因此早已建立長期而完整的觀測網，持續整合、更新海象資料庫系統，並不斷地改進資料服務的方便性與品質，以促進資料交流及提供各界對海象資料的需求。

由日本與美國發展海氣象資料庫之經驗得知，雖因國情與需求之不同，使其資料庫發展模式不盡相同，但針對全民福祉與經濟、交通、國防等整體需求，美日政府相關主管機關均主導推動海象觀測網與整合資料庫之工作，而產、學、研界亦相互合作並積極推動相關工作。

本節將就日本及美國現今海氣象資料之取得與資料庫建立部分作一

簡介。

3-1 日本

日本由海上保安廳水路部、水路協會及海洋資料中心等負責全國性的海洋環境調查及資料收集，彙編製圖提供各界使用；進行長期海氣象觀測，研發改良觀測技術與儀器設備，並持續更新資料庫提供各界各類海測資料，並發展最便捷的網際網路查詢傳遞系統，達到交流提供資訊之目的。

1. 海上保安廳水路部

海上保安廳水路部主要任務有兩項，為航海安全科學調查，與海洋資訊管理等，概述如下：

- (a)航海安全科學調查：包含沿岸、海洋及大地調查，根據調查資料製作水路圖誌等。
- (b)海洋資訊管理：包含航海及海洋資訊服務，發行海圖、出版水路圖書、及發布航海警報，並成立日本海洋資料中心(如後述)，蒐集各海洋調查單位觀測所獲得各種資料，加以分析處理，儲存，並參與國際海洋資料交換組織推展國際合作。

2. 水路協會

日本水路協會屬於運輸省管轄，主要業務包括海洋及海洋調查技術開發，海洋資料與資訊收集，分析，處理及提供服務等等。日本海洋資料中心蒐集資料經分析處理後透過水路協會出版各種海圖，參考圖誌，書籍，除免費提供政府單位及學術研究外，亦售給民間團體作商業營利用途。

3. 日本海洋資料中心

西元 1965 年設於海上保安廳水路部下，負責蒐集海洋研究機構、政府海洋調查單位及商船等從事海洋量測所得之資料，經分析、處理及建檔儲存後提供使用者服務。此外，還代表與世界資料中心合作，參與國際海洋資料與資訊交換。

海象、氣象資料在日本雖未集中管理，但三個分屬中央與地方之主要管理單位，發揮良好互動關係，每年亦均發行年度報告，使用者可以獲得充份之海洋資訊。一般而言，在資料交換上，以互惠為原則；而在資料取得上，除政府及學術研究外，其他商業營利用途均需付費。

3-2 美國

美國執行長期海氣象觀測之單位相當多，包含內政部、商務部、國防部、大空總署及各地州政府等，所得海洋資料種類繁多，目前美國國家資料中心已建立健全之海氣象資料庫供使用者參考，以下僅就美國國家海洋資料中心(以下簡稱 NODC)作一簡介。

NODC 所收集之資料種類包含有海洋物理、化學及生物資料，其中包含溫度、鹽度、波浪及潮流等，但並不侷限於美國本地，其資料涵蓋全球各地。主要工作亦包含提供海洋資料於美國及全球六十個國家之政府單位及社會大眾，並透過國際海洋資料交換計畫以加強海洋資料用於氣候變遷研究及其他用途。目前 NODC 擁有一套成熟的資料管理流程，這套由 NODC 自行研發的電腦作業系統包括了資料編號、建目、備分、格式轉換、品管系統等，其主要之資料檔案，皆經由品管過程，並以 NODC 標準格式儲存。

NODC 目前之資料庫之儲存架構，已逐漸轉型為關連式之資料庫型式，以應未來日益龐大之資料需求。目前更研究採用地理資訊系統以因應目前海洋資料庫發展的趨勢。另外，硬體及作業系統亦同時配合。

另外，NODC 並未完全收集國內施測之所有海洋資料，不同機構仍有不同之考量，並未訂定法律來強制執行資料之繳交，多以互惠的觀念，來擴大資料的來源。

四、結論與建議

綜觀美日等國早已建立長期海洋觀測網，並擁有完整觀測網及資料庫整合管理系統，提供交通、經建、國防及學術研究等需要之各類海測資料。值得一提的是地方政府均能支持配合規劃建立海象長期觀測網且主動進行相關工作，除此之外，其仍考量使用者對海洋資料之需求，來

規劃建立海氣象資料庫。同時日本海上保安廳及美國海岸防衛隊都利用船隻配合收集海象資料及海上儀器安裝，反觀我國在這方面則欠缺整體規劃及配合之精神。

國內近年來經建蓬勃發展，對海域環境資料之需求日益龐大，政府有必要儘速整合海氣象觀測工作及海氣象資料等各項資源，提供全民充分之海氣象資訊。以下就比較美、日等國之現況，並參考海下技術協會執行之「海下環境調查與資料庫建立之先期規劃」，針對建立國內海氣象資料庫提出建議：

4-1 建立資料庫建議

- 1.建議國內建立如美國主要資料庫據點，分別制定資料公開辦法，並將一定時限後的可公開資料提供予一資料中心，或由中央相關主管機關召開座談會，凝聚各界共識，訂立一公開辦法、期限，讓各界進行資料交換時有規可循。
- 2.建議設計電腦網路連線查詢資料庫系統，提供使用者方便查詢，使資料廣為大眾所用，達到資訊流通之效。
- 3.美、日並未收集到其國內施測的所有海洋資料，亦未制定法律強制執行資料交換，多以互惠的觀念，來擴大資料的來源，未來國內可考量互惠原則以鼓勵各單位提供資料，充實資料庫。
- 4.建議先以有意願參與之海象資料庫建立的單位為基礎，當資料庫日趨充實擴大時，各單位對資料提供及交換之意願必然提高。此外國內海洋相關單位若多數採用相同之資料格式，未來或許可使各單位在進行海象資料觀測時，採用相同的資料格式來建立資料庫，對未來資料之交換，助益頗大。
- 5.建議資料庫的整合建立，應先考量使用者需求，並依重要性次序來建立；並須有品質管制及品質確認的程序。
- 6.規劃資料庫架構時，應考量未來發展需求，作通盤規劃，避免日後修正資料庫耗費無謂之人力及物力。

4-2 循序成立專責機構

國內海洋資料種類繁多且資料量龐大，長期目標應由政府籌設專職機構(如美國 NODC)儲存整合資料，並提供資料給政府相關機構、學術界、工程界、環保界及軍事單位使用。首先，國內應有一個暫時性資料中心，並附屬於一海洋相關中央主管機關，如中央氣象局等。考量目前海氣象資料分屬眾多單位，資料中心在成立之初，可能無法於短期內完全吸納所有資料，故建議在中心成立後，以建立全國海洋資料索引查詢系統為最優先工作，爾後逐步依需求吸收歸納不同類型資料。資料中心在吸收歸納資料時，工作量將逐漸廣大，故而人力、經費也需逐年增加，在中心規模達到某一程度後，便可獨立成立一專職機構。未來資料中心還可代表國家加入世界資料中心，參與國際大型資料庫合作計劃，期達國際海洋資訊交流之目的。

海象資料蒐集與資料庫建立之構想

中央氣象局海象中心李汴軍主任

摘 要

台灣四面環海，乃名符其實之島嶼，其海域面積比陸地大上好幾倍，雖然我們已邁入開發中之國家，但對四周海域資源卻無法充分利用，其原因就是我們對海象或海洋資料，長期不重視之故。本文是根据目前國內從事海象業務之經驗，提出非常可行之構想。首先，資料蒐集以觀測站為核心，網連不同需求目的之海象測站，形成一觀測網，共同製訂作業手冊與規範，作為資料蒐集之第一步。在資料庫方面，每個單位先行建立各自之資料庫，然後選擇一適當單位，暫時擔任海象資料中心，負責推動資料庫發展工作，待將來時機成熟，其終極目標是朝向海洋專責機構來成立。

一、前言

台灣四面環海，試問海象資料重要嗎？當然重要，貴單位是否要設站來蒐集資料嗎？答案就會呈現會心一笑之表情。同樣的，是否需要資料庫？當然需要，貴單位是否要編預算建立資料庫？答案您我都知道。問題出在那裡，可能的答案就由讀者去想像。以上就作為本文之開場白。

美、日、歐等先進國家，由於重視海洋之開發，皆早已建立長期海洋觀測策略，並有完整觀測網及資料庫整合管理系統，提供交通、經建、國防、環保及學術研究等需要之各類海象資料。反之台灣為名符其實的島國，政府近年來揭示廿十一世紀中各類與海洋有關之營運中心，皆因吾人對四周海洋認識不足，而影響許多措施與相關建設不盡理想，以致於比其他先進海洋國家，我們有相當程度之落差。

海象資料是指波浪、水位、海溫、海流及海上氣象等項目為主。這些項目與國內各有關單位業務來考量時，居然涵蓋各部會。但各部會間缺乏整體規劃，因而使各項資源無法充分整合，且因缺乏統一格式，也無法將蒐集之資料作有系統之整理分析。可喜的是，國內有些單位了解海象資料之重要性，逐漸設觀測站來蒐集資料，並進行資料庫之建置。

設觀測站來蒐集資料，並進行資料庫之建置。

任何事情，晚做總比沒有做要好，基於此，於是本文根據國內相關單位從事海象測報之經驗，及考量現今政府改組之際，預期時代變遷之任務需求，提出有關海象觀資料蒐集與資料庫建立之一些構想，提供各界參考。

二、資料蒐集與資料庫關係

資料、硬體與軟體是組成資料庫的三個重要部分。而資料是一些過去之事實或實驗憑據之記錄，其型式可以是文字、數字、圖型、影像甚至聲音，當它有特定之目的地時，稱為資訊。

在政府單位之角色，資料蒐集應該以自己為需求目的，來設立站網進行觀測，然後將資料整理分析，才能推動施政計畫，達到為民服務之目的。

資料庫之硬體就是實際儲存資料之裝置，除了提供足夠的儲存空間外，尚需具備適當之能力以處理資料之輸入與輸出。而軟體是透過硬體提供使用者對資料庫作資料增減、更新、修正以及查詢、列印、輸出與管理之核心。

三、構想之原則

依據相關參考文獻中，大概可分為三個方向來實施，其分別為以業務性質來負責、以責任區來負責、以專責機構來負責。

但根據國內有關海象業務單位推動之經驗來分析，其中以業務性質來推動可行性很大。因目前政府實施精簡措施，使層級減少，因此大部分海象資料使用單位均在中央部會內。

因此最簡單之規劃原則，就是依各自對資料之需求，設長期觀測站來進行，然後不同需求站網間再做有效整合及相互支援，其原則如下：

- (1) 依據各部會機構所主管相關海象業務來建立觀測網，而各觀測網間若有主要觀測項目相同時，其站網建立儘量不要重覆。
- (2) 設立觀測站網時，需考慮設站技術能否克服及海象資料能否長期蒐集。

(3) 在離島地區附近海域儘量設立觀測網。

資料蒐集後，配合硬體、軟體，才能建立資料庫。由於各部會在資料需求多有不同，因此資料庫建立之特性也不盡相同。雖然建立一全國海洋資料中心是最終之願景，但現階段宜配合各自需求先作資料庫整合之方向，其原則如下：

(1) 依據各部會機構所主管相關海象業務來建立資料庫。

(2) 建立資料庫，宜由下而上，由小而大來發展。

(3) 暫時由一個擁有大量觀測站及資料量之海象單位來擔任資料中心，負責不同需求資料庫間之橋樑，來推動資料庫之發展。

四、構想之推動方法

4-1 資料蒐集

國內對海象資料之需求，其業務分為海象預報、遊憩安全、海岸開發、導航安全、海岸保護、海岸防災及其他類。這些分類之需求，不論對資料取得之時效與功能為何，應以長期觀測站為中心，並利用自動化與電腦化之軟硬體設施來掌握時效蒐集海象資訊。

1. 資料蒐集之方式

(a) 設觀測站來蒐集

站網要能正常運作，其細節不在此討論。站網對資料取得之功能可分為定點、定時與非定點、非定時來蒐集資料。

(1) 在台灣沿岸、燈塔、島嶼、海上平台等附近，因不同任務及目的而需要蒐集海象資料做為業務上需求時，各單位事先協調建立觀測站。同時海象變化很大之地區之資料尤為珍貴，例如台灣東海岸進西海岸之北端與南端。

(2) 航運之航道上，宜由政府有關機關規定駛入我國海域之船隻將船位、船向、船速及海氣象資料於進港時交與主管機構，以建立不同

航道之資料庫。

(3)海上作業船隻及巡邏台灣海域公務船，在每次執行任務時，同時做海氣象觀測工作。

(4)海上研究船每年定完期或非定期在沿海海域做研究時，協助海氣象觀測工作。

2.整理過去零散之資料

過去國內從事海域開發時，或多或少投入海象觀測工作，雖然觀測時間不是很長，但計畫或工程完畢後，資料不知送到何處管理，以致有些資料不知去向或是沒有整理，相當可惜。

3.海象預報之觀測網已具規模，可以在此架構上，將交通部、經濟部之海象站網連線，同時製訂作業手冊與技術規範，提供其它單位推動海象觀測業務之參攷，以節省經費與摸索之時間，以達到事半功倍之效果。

4-2 資料庫

海洋資料種類繁多且量大，包含了海洋物理、海洋化學、海洋生物、海洋地質等。雖然目前許多單位對資料庫感興趣，但真正願意投入海象資料庫發展，就相當不成比例。其原因是，這項業務在各部會中不是被重視之工作，雖然長期目標是建立一個全國性的海洋資料庫中心，目前我國並無此環境，但可以從散落於各機構海象資料著手來推動整合。

- 1.先從交通部、經濟部、國科會等相關單位，有意願參與這項合作任務，共同建立各自需求目的之資料庫工作。並透過定期會議來討論相互間運作之關係，逐漸推廣到其他部會。
- 2.資料庫建置時，宜從小而大、下而上來推動，同時也要配合自己站網資料蒐集之功能開始。因此可先考慮滿足幾個主要使用者之需要方面著手較能成功。
- 3.中央氣象局海象資料庫目前運作相當好，可作為暫時全國海象資料匯集與通報中心，負責建立索引與目錄之資訊管道，讓政府及民眾很容易清楚知道有

何資料，資料在那裡，但此中心並不保有其原單位之原始檔案資料。

暫時之資料中心開始負責技術性之規劃，包括訂定資料來源、研議資料蒐集區範圍與資料蒐集種類先後次序、製訂不同資料格式、規範不同資料品管程序與方法、推動不同應用軟體發展與互容性、會商資料分享等級與對等服務之制度等。

五、結論與建議

台灣四面環海，海洋或海岸開發，保護與資源之利用，是未來政府應該重視之課題。過去政府有系統投入海洋科學研究經費相當多，使我國在國際學術領域上略有成就。但對於民生生活環境與國家整體發展亟為相關之長期海洋資料蒐集卻甚為缺乏，以致於業者對政府未能提供充分之海洋資料，作進一步之工作有所抱怨。

由於時代變遷甚快，加上政府改組之際，雖然相關法規尚未通過，但可根据國民生活進步之腳步，請政府賦予相關單位任務功能來推動，晚作總比等待要好。雖然我們比起美、日、歐之海洋發展有一段落差，但只要國內各有關單位在各自領域上與其他單位相互配合、整合，經年累月後就可以看到成果，這是本文及從事海洋工作人員之心聲，請政府重視這種呼喚之心情。

海洋專責機構是長期目標之遠景，在此之前，現在開始建站網蒐集資料及建置資料庫之單位，希望自己編預算來推動，並考慮現有狀況來互補，請勿以公文要求某些單位提供其所有資料。

有系統規劃及建立各自不同需求目的之觀測資料與資料庫，是當務之急。例如海象觀測站進行之資料蒐集，先由交通部、經濟部、國科會等相關單位，就現行作業中情形，檢討如何有效整合與支援。

所提構想，資料蒐集是以長期觀測站為重心，不但要蒐集定點、定期之資料，而且要蒐集非定點、非定期之資料。雖然遙測資料是將來主要之來源之一，但其精確度及作業化功能尚有一段時日來改進，本文不討論。對於過去零散之資料，也應該有所整理。至於資料庫，各部會可從小而大、下而上逐漸來發展。

現階段，建議由中央氣象局海象測報中心負責將交通部、經濟部等目前執

行中之海象觀測站進行網連之工作，檢視資料蒐集情形、訂定觀測作業手冊與技術規範。提供其它單位推動海象觀測業務之參攷，以節省經費與摸索之時間，以達到事半功倍之效果。

在資料庫整合方面，中央氣象局海象資料庫目前運作相當好，可作暫時全國海象資料匯集與通報中心，讓政府及民眾很容易清楚知道有何資料，資料在那裡。但此中心並不保有其原單位之原始檔案資料，主要是負責建立完備之資料索引工作、訂定資料品管程序與方法、進行資料交換與分享制度之規劃。這種架構運作相當時日後，其經驗與方法之累積，可供將來專責機構之參考。其他單位之海象資料，依現行作法，將資料送往中央氣象局負責處理與管理，因國際上政府單位資料之交換是透過中央氣象局來進行。

六、參考文獻

- 1.海象分析與預報研討會論文彙編。中華民國八十二年，交通部中央氣象局主辦。
- 2.建立海象觀測網與海洋環境資料庫整合系統之規劃。中華民國八十三年，交通部委託中華民國海下技術協會研究報告。
- 3.台灣地區水文觀測現代化方案規劃。中華民國八十六年，經濟部水資源局委託台大水工所研究報告。

主題(二)

未來台灣港灣開發之探討

(a)未來遊憩港開發與漁港重建

(b)未來台灣專用港開發之探討

(c)未來台灣港灣再開發之探討

未來遊憩港開發與漁港重建

台灣漁業技術顧問社張瑞欣總經理

前言

近年來台灣地區因經濟成長，國人所得提高，對於生活品質相對重視，又因實施周休二日，休閒時間增加，國人對於假日休閒遊憩的需求日益殷切，而台灣地狹人稠、陸上遊憩資源有限，政府為滿足國人遊憩需求，利用台灣四面環海的地理特性和長約一千六百公里之海岸資源，積極規劃開發海洋性遊憩活動，將是未來重要發展趨勢。

在海洋性遊憩活動中，從濱海散步觀海、戲水游泳到迎向海洋之帆船、海釣、遊艇等，項目豐富，活動多元。對於此海洋活動據點之遊憩港之建設，政府早於民國七十九年由觀光局初步研究勘選 52 處遊艇港預定港址，民國八十三年，省旅遊局復研擬興建環島遊艇碼頭開發計畫，選定箔子寮、布袋、龜吼、石門、富基五處港址，而截至目前為止，除了龍洞、後壁湖兩處已開發完成，石門開發中外，餘皆尚處於規劃或構想階段。在上述初勘可供開發利用為休憩港口之位址，多已由漁港或商港使用，而近幾年台灣地區漁業受到內外環境因素變動影響，其經營形態已有所轉型，漁港之功能也有朝向與觀光休閒相結合之多元化發展趨勢，基於港灣資源整合利用，又值目前台灣地區海上遊憩活動尚未發展到相當規模，足以吸引民間業者投資經營遊憩港口相關事業之際，利用漁港兼供遊樂船舶使用，將可迅速擴增遊憩港泊區，提供海洋遊憩據點，供國人從事海上觀光休憩活動。

本文即從漁港功能多元化之發展趨勢，探討漁港結合海洋休憩活動及開發為遊憩港之可行性與相關問題，俾供各界之參考。

一、漁港功能及多元化發展趨勢

目前台灣地區漁港計有 230 處，早期漁港雖有部份兼具交通功能，例如雲林縣箔子寮漁港、高雄縣中芸漁港、屏東縣東港、小琉球、台東縣伽藍、綠島等漁港及澎湖縣鎖港、龍門、七美漁港等，皆有交通船航行於台灣本島和離島間；但大部份漁港主要為提供生產性漁船停泊作業使用。在民國七十年代，台灣漁業年生產量超過了一百三十萬公噸達到了高峰，漁

港建設亦基於漁業發展需要，而蓬勃展開，大體上，第一、二期（民國 69～76 年，77～85 年）台灣地區漁港建設方案，可說是配合當時漁業環境，為謀增進漁港避風功能，改善漁業公共設施，促進漁業和漁村之繁榮而實施者。

但好景不常，自八十年代初期，因主客觀因素變動，漁業環境有了很大的變化，生產性漁業遭遇前所未有的困難而呈現發展危機，漁業主管機關為謀求漁業之永續發展，在漁業發展政策上有了重要之調整，即規劃發展觀光休閒漁業，利用漁港和漁村文化資源、漁業生態和經營活動，以及沿海優美景觀，結合休閒旅遊產業，不僅提供了國人休閒旅遊良好環境，也將原為一、二級產業之生產與加工型漁業轉型至兼具休閒、觀光甚至教育功能之三級產業型態。從台灣之地理特性和漁業條件來說，海洋休閒漁業之經營，以水產品直銷與海鮮消費活動、娛樂性釣魚活動、漁業展示觀賞及漁業體驗等，尤以海鮮品嚐和海釣為最普遍，表 1 為台灣地區漁港休閒漁業活動情形。

近年來漁業整體環境多所變遷，傳統漁業之發展與成長日益受限，而娛樂漁業及海洋休閒遊憩活動日漸蓬勃，漁港之利用與發展方向亦應隨之調整。目前有關漁港建設方案，已積極朝向漁港功能多元化使用，進行必要之碼頭改善、增建浮碼頭、港區整體綠美化、港區交通動線改善、魚市、漁業展示、遊客服務設施等軟硬體建設，以配合觀光休閒漁業之推動，創造漁港漁村新風貌。例如漁業署於 88 及 89 兩年度推動漁港功能多元化計畫，辦理宜蘭縣烏石、台北縣富基與深澳、桃園縣竹圍、新竹市新竹、台中縣梧棲、台南縣將軍、屏東縣後壁湖、台東縣伽藍、澎湖縣馬公第二與赤崁等多處漁港功能多元化，期促進漁港整體功能之發揮。

未來漁港除作為漁船作業補給基地、海產供給中心外，將為海洋遊憩重要據點，未來漁港之建設發展，將依循(1)結合海岸休閒遊憩活動共同開發(2)重視傳統地方文化與資源(3)建立各港獨特性的功能與活動(4)結合其他目的事業共同開發(5)自然環境保全與景觀調和(6)沿岸環境之整備創新之原則從事設施之規劃，使漁港能向著兼具漁業「生產」，民眾「生活」和漁場「生態」等三生化目標發展。

二、漁港發展為遊憩港功能規劃探討

表 1 台灣地區漁港休閒漁業活動概況表

縣市別	漁港名稱	休 閒 漁 業 活 動 項 目	備 註
台北縣	澳底漁港	海釣、魚市場參觀、海鮮品嚐、海岸賞景	
	深澳漁港	海釣、假日魚市、海鮮品嚐、海岸賞景	
	鼻頭漁港	海鮮品嚐、海岸賞景	
	萬里漁港	海釣、海岸賞景	
	富基漁港	海釣、假日魚市、海岸賞景	
基隆市	八斗子漁港	海釣、假日魚市、海岸賞景	
新竹市	新竹漁港	海釣、假日魚市、海鮮品嚐	
台中縣	梧棲漁港	海釣、假日魚市	
彰化縣	王功漁港	海釣、魚市場參觀、海鮮品嚐	
雲林縣	箔子寮漁港	魚市場參觀、海鮮品嚐	
嘉義縣	布袋漁港	魚市場參觀	
高雄縣	興達漁港	假日魚市、海鮮品嚐	
	蚵子寮漁港	假日魚市、海鮮品嚐	
屏東縣	東港漁港	海鮮品嚐	
	後壁湖漁港	海釣、海岸賞景	
	小琉球漁港	海底賞景	
宜蘭縣	大溪漁港	海釣、魚市場參觀	
	梗枋漁港	海釣、海鮮品嚐、海岸賞景	
	烏石漁港	假日魚市、海域賞景	
	南方澳漁港	假日魚市、海鮮品嚐	
花蓮縣	花蓮漁港	海域賞鯨	
	石梯漁港	海釣、定置漁場參觀、海岸賞景	
台東縣	新港漁港	海釣、海岸賞景	
	伽藍漁港	魚市場參觀、海鮮品嚐	
	綠島漁港	海釣、海底賞景	
澎湖縣	赤崁漁港	海釣、海岸賞景	

資料來源：「休閒漁業手冊」，台灣省漁業局，83 年 11 月。

配合漁業轉型及國人海洋性休憩活動需求，漁港功能之多元發展，已為必然趨勢，但並非每一處漁港都適合多元使用，仍有其主客觀因素之限制，每一漁港仍應依其區位、條件，朝適合屬性發展。在與遊憩相結合方面，漁港建設規劃，宜與鄰近海岸相結合開發，導入親水性結構物並選擇適當漁港逐步發展為遊漁港（Fish-Arena）。

2-1 漁港鄰近海岸之配合開發

目前漁港之多功能使用規劃，多以設立魚貨直銷中心、港區綠美化、闢建娛樂漁船（遊憩船）停泊區為起步，尚未由漁港據「點」，向兩側海岸「線」拓展。漁港區域之劃定，常僅限於防波堤外側數十公尺之範圍，因之對於漁港範圍外之海岸空間亦絕少配合規劃利用，但以未來漁港實兼具結合海洋遊憩、穩定漁村社會和發達漁業產業等功能任務之屬性看來，海岸空間作為休憩觀光使用，應以漁港為中心，整合海岸自然景觀和漁村人文社會資源，綜合規劃海濱公園、水族館、運動設施等，更可充分發揮漁港休憩功能。

再從海岸保全的觀點，漁港防波堤延伸，其上下游側海岸原應有侵淤之防護策略，倘能將漁港區域適度擴大，並配合海岸保全方案妥善規劃，將可獲致更寬廣合宜之休閒空間，以淡水漁港為例，其北側石滬海岸，實具有漁業文化歷史價值，在淡水漁港多功能化之規劃中（圖 1），即將港岸綜合考量，設置離岸潛堤，規劃水族館，除可保存石滬原貌，又可增加遊憩空間。又如日本磯濱漁港海岸（圖 2）在漁港側建突堤、潛堤以安定沙灘，規劃親水護岸、濱海公園、親水綠地、網球場、排球場、綜合體育場、管理中心、游泳池、植物園、停車場等休閒設施，結合附近海水浴場，構成海岸遊憩區。

2-2 親水性結構物之導入

漁港轉型為休閒遊憩用途，親水性設施導入漁港建設中，乃是必要的條件，所謂親水性包括視覺感官上的接觸，如觀景看海以及實質上與海水的接觸，在漁港之親水性結構物如護岸、防波堤等之設計上，除工程因素外，尚需配合景觀藝術、人體工學、水產養殖以及社會生活要求等共同來營造。

2.親水式防波堤

目前各地漁港的防波堤，早已成為民眾的主要休閒空間之一，但早期漁港防波堤設計，主要係以防波功能為考量，親水性不佳。未來要使防波堤具有親水性，其基本要求是在堤面上可提供市民散步、賞景空間，因此對於散步路徑及空間、眺望之視野、休息及周邊設施等都應考慮周詳，在安全性方面，除構造體之安全，有關防護欄柵、扶手、救生設備等皆為必備，同時為加強視覺景觀效果，造形和色彩強調與周邊環境相調和。

圖4為日本和歌山芳養漁港親水式防波堤斷面，為減少堤前反射波及降低越波量，沈箱斷面採用前艙消波式，傳統胸牆改為階梯式，可供遊客散步、釣魚使用。

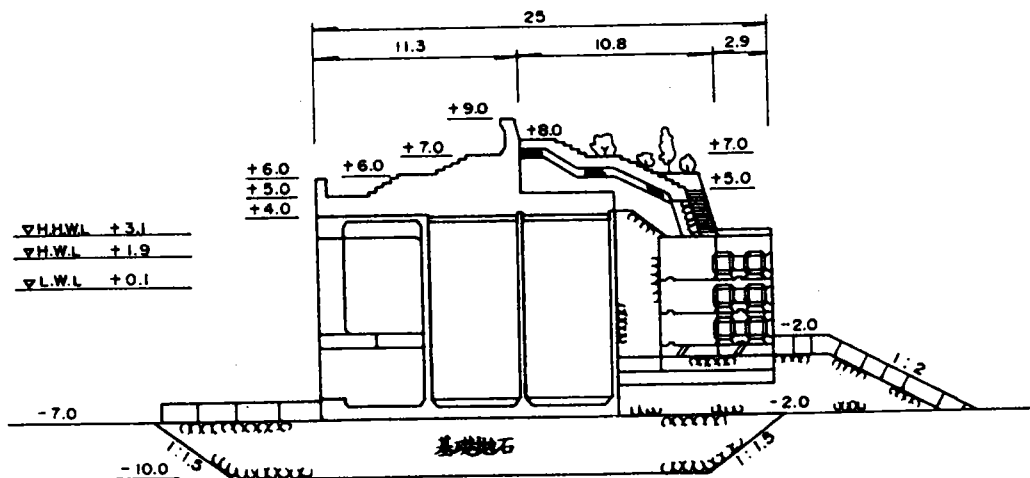


圖4 具散步、釣魚功能之親水式防波堤（日本芳養漁港）

2-3 遊漁港之發展

自民國八十二年農委會頒佈娛樂漁業管理辦法以來，政府已核定專營娛樂漁業漁船數計20噸以下577艘，20噸至50噸級138艘，合計715艘，規劃停泊於八斗子等105處漁港，但目前實際建造經營之漁船數僅205艘，分佈於43處漁港（表2），約佔台灣地區全漁港數之19%。比較鄰國日本已有60%以上之漁港提供給遊憩船隻停泊使用（表3），台灣可說屬於初期發展階段，且因如基隆市八斗子漁港、台北縣深澳漁港及屏東縣後壁湖漁港

表 2 台灣地區各類漁港專營娛樂漁業漁船最高艘數一覽表

縣市別	專營娛樂漁業漁船配額數			漁 港 名 稱
	1T~20T	20T~50T	合 計	
基隆市	0	16(15)	16(15)	八斗子*,外木山 (2 處)
台北縣	56(42)	38(21)	94(63)	野柳,萬里,東澳,磺港,淡水第二*,鼻頭,澳底*,馬岡,龜吼,富基,水湳洞,深澳*,南雅 (13 處)
桃園縣	17(11)	3(1)	20(12)	永安*,竹圍* (2 處)
新竹市	20(7)	5(0)	25(7)	新竹 (1 處)
苗栗縣	46(2)	2(0)	48(2)	公司寮*,外埔*,龍鳳,通霄,苑裡,苑港 (6 處)
台中縣	7(6)	13(4)	20(10)	梧棲 (1 處)
彰化縣	12(0)	0	12(0)	王功,崙尾 (2 處)
雲林縣	14(0)	2(0)	16(0)	箔子寮*,金湖,三條崙 (3 處)
嘉義縣	20(5)	0	20(5)	東石*,布袋* (2 處)
台南縣	6(6)	4(0)	10(6)	青山,將軍 (2 處)
台南市	12(12)	3(0)	15(12)	安平* (1 處)
高雄縣	55(3)	10(0)	65(3)	彌陀*,永新*,興達* (3 處)
屏東縣	61(27)	10(1)	71(28)	東港鹽埔*,枋寮,大福*,後壁湖*,興海,山海,中山,海口 (8 處)
宜蘭縣	11(5)	7(5)	18(10)	南方澳,梗枋,石城,粉鳥林,大溪,大里 (6 處)
花蓮縣	30(7)	4(2)	34(9)	花蓮*,石梯* (2 處)
台東縣	20(8)	0	20(8)	新港,伽藍,小港,金樽,綠島,開元港 (6 處)
澎湖縣	164(1)	0	164(1)	馬公*,龍門*,後寮等 41 處
金門縣	10(0)	0	10(0)	新湖* (1 處)
高雄市	16(9)	21(5)	37(14)	鼓山,中興,臨海 (3 處)
總 計	577(151)	138(54)	715(205)	105 處
備 註	1.括弧內係現有建造中及通知核定配額之專營娛樂漁業漁船。 2.無配額數之漁港不列入表內。 3.宜蘭縣梗枋漁港增列 20T~50T 級一艘未列入統計。 4.至 87 年 9 月已有專營娛樂漁業漁船之漁港數計 43 處。 5.* 表專營娛樂漁業漁船配額數達 10 艘以上之漁港。			

等娛樂漁業較具規模者，其娛樂漁船停泊區位與傳統作業漁船之區隔劃分尚佳，並未引起糾紛，日本則有一些漁港因遊漁船數日漸增多，與傳統業者產生多種摩擦糾紛，基於解決問題，同時為謀求漁村地區之繁榮發展，自西元 1987 年（昭和 62 年）起，開始了漁港利用調整事業計畫，將漁船與遊漁遊憩船隻分離停泊，以保持漁業和休憩活動之和諧發展，至 1998 年止完成了 32 處遊漁港之規劃、施工，13 處並已開放使用。台灣地區的漁業受國內外諸多因素影響，未來很難朝向只追求更高的漁獲量單一目標發展，而必須因地制宜，朝專業化、多角化、觀光體驗漁業，或轉型為濱海遊憩產業等不同方向之多元目標發展。近年來，輔導海上娛樂漁業、規劃建設多功能漁港、促進漁業生產與海域遊憩之和諧發展，乃是政府重視之漁業施政方針，在可預見之將來，有多處漁港亦將逐漸收容除娛樂漁船外之遊艇、帆船等其他遊憩船隻，而轉型成為遊漁港。

表 3 日本遊憩船隻利用漁港情形一覽表

年 度	利 用 船 隻 分 類				利用漁港數	全漁港數
	遊 漁 船	遊 艇 (pleasure boat)	其 他	合 計		
昭和 62 年 (西元 1987 年)	29,439	13,192	2,240	44,871	1,125	2,934
昭和 63 年 (西元 1988 年)	30,933	14,896	1,929	47,758	1,409	2,948
平成元年 (西元 1989 年)	31,593	17,470	2,164	51,227	1,748	2,952
平成 2 年 (西元 1990 年)	32,324	19,861	2,165	54,350	1,779	2,952

三、遊漁港規劃方針

遊漁港基本上係由漁港轉型發展而來，茲就遊漁港構成基本設施，遊漁港計畫之特點及其計畫內容、順序等作一概要說明。

3-1 遊漁港之基本設施

1. 外廓設施：防波堤、導流堤、防砂堤、護岸等。

2.水域設施：航道、泊地。

3.繫船設施：碼頭、棧橋、浮棧橋。

4.臨港交通設施：道路、橋樑。

5.上架設施：起重機、堆高機。

6.陸上保管設施：停船場、艇庫。

7.服務設施：加油、給水、供電、照明、修理、洗艇及人員置物、盥洗設施等。

8.安全設施：船岸間之通訊設施與救難系統之建立、救助艇、急救站、消防設施等。

9.附帶設施：管理中心、俱樂部、停車場、廢棄物處理、教育訓練所及公園、綠地等。

10.便利設施：飲食、購物及海釣休閒設備供應中心等。

上述基本設施及利用示意如圖 5，遊漁港基本配置如圖 6 所示。

3-2 遊漁港計畫之特點

遊漁港不僅有別於傳統漁港，亦與遊艇港相異，其主要目的在於導入海洋觀光遊憩活動，並與漁業和諧發展，藉此達到永續漁業和促進漁港漁村之繁榮發展。

1.遊漁港整建設施項目除防波堤、泊地、碼頭等基本設施外，尚包括道路、上架設施、停船場、加油設施、管理中心等，尤其海鮮餐廳、魚貨直銷中心等足以吸引民眾前來品嚐、購海鮮之設施。

2.遊漁港具有商業性質，各項設施之投資宜作經濟效益分析，故需擬訂周詳之營運計畫，在經營主體上，通常由業者、漁港管理機關、區漁會、地方公共團體共同組成之。

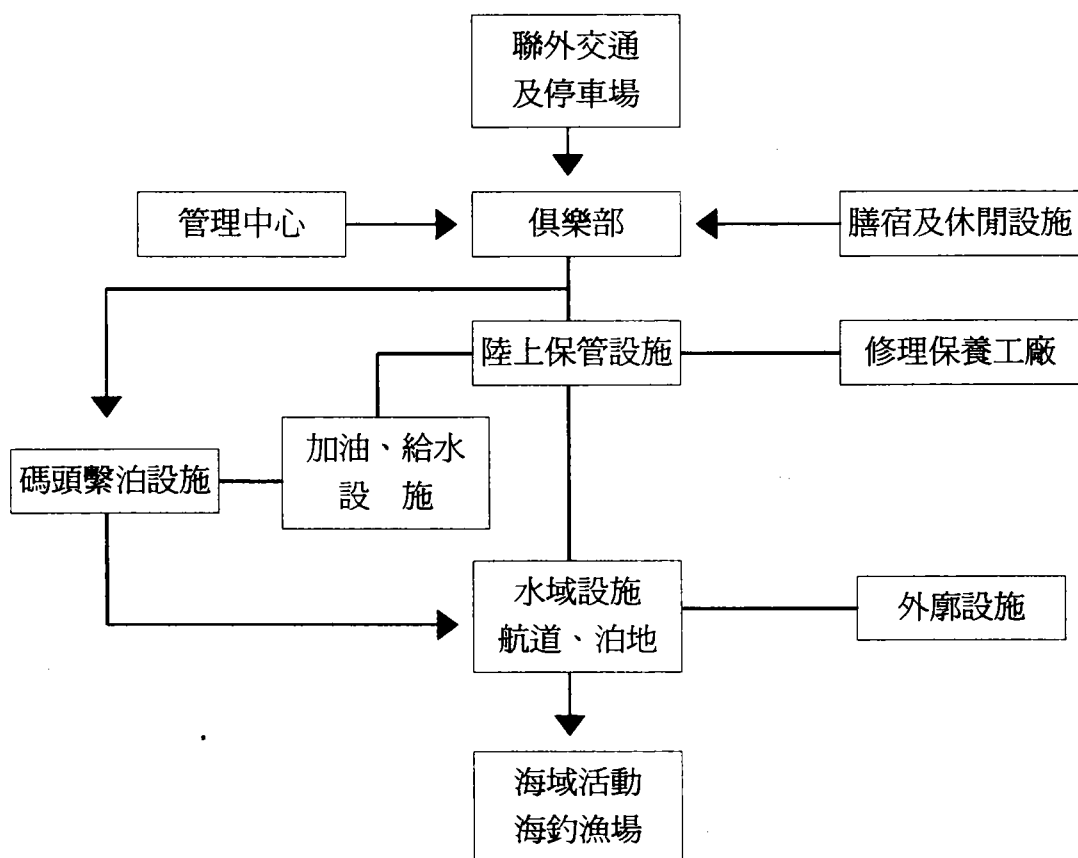


圖 5 遊漁港之基本設施利用示意圖

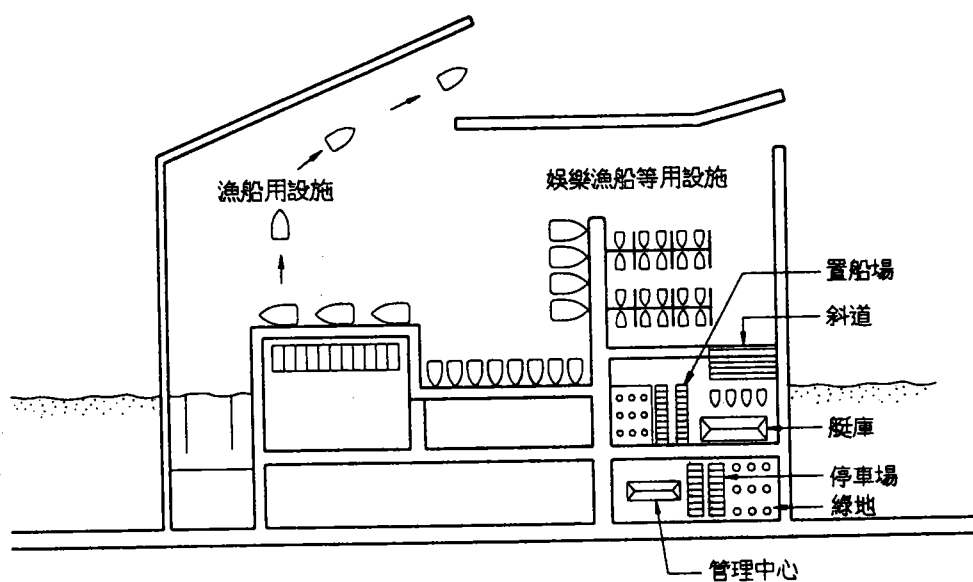


圖 6 遊漁港平面配置示意圖

3.為和諧經營，應重視漁業業者與當地居民間之協調及其周邊環境之影響。

4.為因應來港遊憩利用之不特定訪客人潮，應有適當之安全管理設施。

3-3 遊漁港計畫內容

遊漁港主要計畫包括設施計畫和營運管理計畫，在設施計畫方面，應就港址條件、遊漁港特性、計畫規模，考慮各項設施需求及設施間之動線計畫，而研擬細部配置計畫。營運管理計畫方面，則考慮效益性、安全性、便利性等因素，制定營運管理業務及組織體制；同時為確保港區遊漁船等利用船舶及使用者之安全，研擬安全管理及水域利用者間之調整計畫。

3-4 遊漁港規劃流程

依據背景資料之蒐集調查，檢討遊漁港計畫之基礎條件，進一步擬定遊漁港計畫，其規劃流程如圖 7 所示。

1.港址條件分析

港址氣象、海象、地象等自然條件及地域概況、交通等社會經濟條件之調查分析。

2.休閒活動現況分析

海洋性休閒活動現況，周邊遊漁港、遊艇港之分佈，陸上休閒活動設施之分佈等地域休閒活動現況資料之蒐集調查。

3.漁業及漁港現況調查

漁業現況、漁港整建狀況、漁船及遊漁船等利用漁港狀況、遊漁業者與傳統業者之糾紛情形，及傳統業者與當地居民對漁港整備之期望等資訊之蒐集調查。

4.設施計畫基本方針之設定

考慮遊漁港計畫之港址條件、地域休閒活動狀況等，明確設

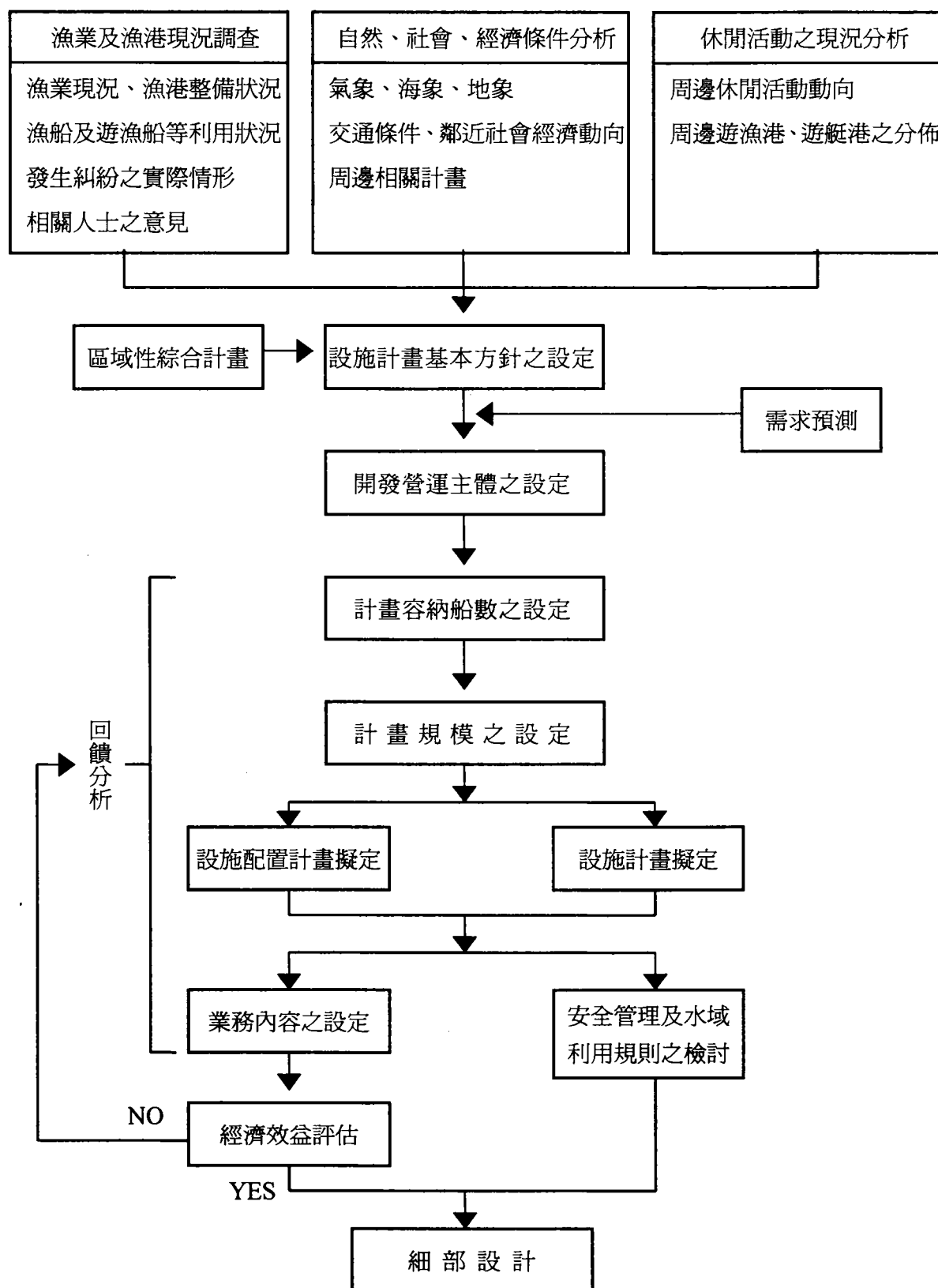


圖 7 遊漁港規劃流程圖

考慮遊漁港計畫之港址條件、地域休閒活動狀況等，明確設定遊漁港計畫之整備開發、利用及營運管理等基本方針。

5.需求預測

根據遊漁船等利用船舶之現況與成長變遷調查，預測各種船舶之利用需求。

6.開發營運主體之設定

決定遊漁港之開發營運主體為地方公共團體、漁會、民間組織或共同組成。

7.容納船數之設定

根據遊漁船之需要預測、遊漁港特性及開發區面積等考量，擬定適當容納之遊漁船種類及數量。

8.計畫規模之設定

設定適當之繫船設施及陸上保管設施規模，確保遊漁港安全與效率之需。

9.設施配置計畫之擬定

考慮漁業活動及遊漁港各設施間之動線與相互關連性，規劃各項設施配置，確保遊漁港整體之安全性與效率性。

10.設施計畫擬定

根據計畫容納對象船隻，規劃外廓、繫留等設施之配置計畫。

11.業務內容之設定

因應遊漁港特性，制定有關遊漁船之航行、保管及安全管理等相關業務內容。

12.經濟效益評估

檢討遊漁港開發計畫之經濟效益（直接效益、間接效益），

投資成本之回收時間等。

13.安全管理及水域利用規則之檢討

因應遊漁港特性，檢討海上救援對策、漁業機器破損對策、航道、漁港安全管理內容、管理機關之體制等所需之安全管理措施，及整合傳統業者、船舶運輸業者、遊漁船業者與營運主體間之意見，檢討水域利用規則。

四、結語

相較於一般各種港口，漁港不僅數量多，分佈廣，且具有易達可及之特性，原就為一般民眾之開放空間、休憩場所，尤其近幾年來，漁業轉向娛樂漁業發展，漁港亦朝向多元化利用，且台灣地區海洋性觀光休閒活動正方興未艾，利用漁港以為休憩使用之功能漸增，未來有關漁港之整建，宜隨著作調適規劃，在漁港設施結構上考量景觀和親水性，同時配合鄰近海岸作統一規劃，而對於日漸增多之娛樂漁船與其他遊憩船舶停泊於現有漁港所可能衍生之問題及早妥善規劃遊憩漁港或泊區以為因應，希望藉著漁港海岸之整合開發使漁業和海洋產業得以和諧發展，而漁港亦成為全民共享的休憩據點。

參考資料

- 1.港灣技術研究所(1998)：八十七年度海岸工程研討會論文集
- 2.台灣漁業技術顧問社(1994)：台灣地區未來漁港建設發展方針規劃
- 3.台灣漁業技術顧問社(1999)：淡水第二漁港功能多元化整體規劃及初步設計規劃報告(期末報告)
- 4.台灣省漁會・海洋大學(1996)：漁業經營管理研討會(論文集)
- 5.交通處旅遊局・中華顧問工程司(1994)：興建環島遊艇碼頭之規劃設計
- 6.日本全國漁港協會(1992)：漁港計畫の手引
- 7.日本全國漁港協會(1998)：漁港漁村ポケットブック

未來台灣專用港開發之探討

宇泰工程顧問公司副總經理王志成

摘 要

台灣四面環海海岸線長達 1,500 公里，在過去五十年內，基於經濟、民生、軍事之發展需求，沿海適合建港之區位多已闢建商港、漁港及軍港。而最近十五年來，為配合基礎工業之發展及能源進口之需求，許多濱海工業區及工業專用港開發計畫依據「促進產業升級條例」被提出，且部份已付諸實施；加上政治民主化後，臨海縣市之地方政府紛紛積極爭取闢建商港；另近年來為因應海洋遊憩需求，致遊艇港之闢建計畫亦十分熱門。由於各種不同之建港計畫無法整合，分別藉不同途徑推動，不但資源無法充份利用，形成重複投資之浪費，且彼此間產生許多不必要之對抗及競爭，亦對海洋環境產生加成之衝擊。

由於目前並無一套完整之港埠發展上位計畫，來規範各類型港埠之開發及競合，而且商港、遊憩港、工業專用港、漁港之開發建設權責分歸交通部、經濟部、漁業署、營建署、地方政府管轄，彼此間因立場不同，又欠缺良好之協調機制，致事前無法整合。

為求有效利用寶貴之海岸環境資源，避免不當之重複投資建港，建議應由行政院組成跨部會小組，擬定「台灣地區整體港埠發展政策」，通盤檢討現有商港、工業專用港、漁港、遊憩港之功能及定位，以及規劃不同種類建港計畫之發展策略及限制條件，讓有易開發單位瞭解哪些區域可以、哪些區域不能闢建專用港。同時應擬定申請闢建專用港之法定程序、注意事項及政府所能協助之事項，並規範各類型港灣可以營運之項目及範圍，讓政府相關單位及開發者均能有所遵循。

一、濱海工業區及專用港開發之需求

在民國 60 年以前台灣工業區之開發規模相當小，但在十大建設開動後，台灣經濟轉型成功，工業區之開發規模大幅增長，至石油危機後又

趨緩。近年來民間企業規模日益龐大，隨自由化、民營化腳步之加速，促成民營企業紛紛投入基礎產業、製造業、高科技業、倉儲業等，因此對工業區之需求日益熱絡，故許多企業乃根據促進產業升級條例之法規，提出開發工業區之計畫。

由於大型基礎工業或製造業需要廣闊之土地闢建廠房及倉儲設施，需要港埠設施裝卸進口原副料及出口成品，有時因製程需要引用大量之冷卻用水，因此區位之選擇均以濱臨海岸、且能闢建港埠裝卸設施者為主要考慮目標。

近年來環保意識日益高漲，要在鄰近人口密集地區，闢建大型工業區，難上加難。企業界為降低開發阻力及開發成本，多將開發焦點著落在台灣西海岸人口密度低、土地低度開發之廣闊濱海地區，利用平緩之潮間帶及近岸淺水區域，以填海造地方式開發工業區，並向外闢建工業港，如此一來開發成本可降低，有助其增強對外競爭力。

由於這些至今尚未開發之濱海區域，通常未遭破壞，生態資源保存良好，多為環保界極力維護保育之地帶，因此開發與保育之戰爭，便不斷上演，浪費許多社會成本。

二、工業專用港開發之依據及定位

本文所探討之專用港以工業專用港為標的，不包括軍事專用港及漁港。目前工業專用港之開發仍歸屬為工業區開發體系之一環，在法令上需受「促進產業升級條例」以及經濟部訂定之「民營事業投資開發工業區內工業專用港輔導及管理辦法」之規範。因此依據目前法令，工業專用港只能裝卸報編工業區所需進口之原物料以及出口成品，工業專用港之開發應併入整個工業區之開發計畫報編，主管單位為經濟部。

由於大型濱海工業區及專用港之開發牽涉到許多相關法令，因此需經各相關法規主管機關之審查，表一為濱海工業區相關管理法規與主管機關一覽。基本上在非都市計畫範圍內報編工業區需送交「區域計畫委員會」審查；且需依據「環境影響評估法」提送環保主管機關審查；如有填海造地行為，需再依「海埔地開發管理辦法」及其審議規範進行海開

許可之申請；未來「海岸法」通過後亦將受該法管制。這些審查文件之準備，及審查流程均極為耗時，開發業者必須投入極多之人力及物力，方有可能獲得核定。

三、目前已開發及推動中之專用港

圖一為台灣已開發或推動中之濱海工業區，圖二為目前已開發或推動中之專用港以及現有之各類商港。由此圖可知台灣西海岸港灣設施密度非常高，主要之原因為全國港灣建設計畫並無專責單位進行整合，不同主管單位分別站在其立場上努力推動商港、工業港、漁港、遊艇港之建設，除對海岸環境造成加成之影響外，亦因不當之重覆投資造成資源之浪費，進而產生許多營運管理上之困擾。故港灣多元化之開發，以及港際整合應為未來各主管單位應特別重視及推動之方向。

3-1 中油永安液化天然氣接收站

永安液化天然氣接收站位於高雄縣永安鄉，為台灣第一座液化天然氣接收站，該接收站目前正進行第三階段擴建計畫。此接收站進口 LNG 並非供特定之工業區使用，故未循工業專用港開發模式推動，整個計畫於推動及執行過程中，並無明確之法令可資遵循，但於接近完工準備營運前，為取得合法地位，經多方溝通後最後才依商港法之規定，由交通部直接核定為高雄港之輔助港，但目前仍有許多模糊地帶無法釐清，例如該接收站如依商港法定位為商港，則其土地及地上物之所有權屬是否能歸中油公司所有？租金及免租使用期等問題是否有合約約定？..等等。

3-2 台塑麥寮工業專用港

本專用港設於雲林縣離島式基礎工業區之麥寮區與海豐區之間，係為配合麥寮、海豐及新興區開發之需要而設立，由台塑公司等共同集資籌組「麥寮工業區專用港管理股份有限公司」投資開發。此專用港為台灣第一個依促產條例推動建設之專用港。目前該港核定之港區範圍仍登記為公有，但在麥寮碼頭區及海豐碼頭區只將碼頭水線後面 15 公尺範圍列為港區土地，以外之區域全部編定為工業區，此種權宜措施並不合理。

3-3 和平工業專用港

本專用港設於花蓮縣和平鄉和平溪溪口南岸，由台泥公司等共同集資籌組「和平工業區專用港實業股份有限公司」投資開發。此專用港為台灣第二個依促產條例推動建設之專用港。主要進出口貨種為和平水泥專業區所需之原副料和水泥，以及和平火力發電廠所需之燃煤。

由於受到地形水深之限制，該港採內挖方式取得港池水域。目前該港編定之港區範圍西以北迴鐵路為界、北以和平電廠南邊界為界、南至防風林邊界、東為太平洋。依預定進度和平港將於 89 年底開始營運。

3-4 濱南工業專用港

此專用港預定設置位置為台南縣七股鄉，目前正由燁隆及東帝士集團辦理工業區及工業港編定程序中，但因該工業區及工業專用港規模龐大，且使用部份七股潟湖水域，故遭到環保人士強烈反對，目前環評作業仍未審查定案。

由於港址近岸水域相當平緩，為取得足夠水深之航道及足夠寬闊之港池水域，該專用港防波堤突出海岸甚遠，對海岸地形變遷之影響較大。該計畫由 83 年底開始推動至今，已超過四年，迄目前為止因有許多問題待釐清，故仍無法確定能否順利通過環評審查，因此亦無法推測該工業區報編及執行之進度。

3-5 桃園縣沿海工業專用港

桃園縣因緊鄰台北都會區，區域內又有許多工業區及工廠，加上部份沿海地區人口少、開發密度低，因此各相關單位及企業界在過去十餘年間提出許多建港計畫，茲概要整理如下：

1. 基隆港務局北部新港(許厝港)開發計畫：開發方向定位為商港，港址位於觀音至永安間之海岸，該計畫已終止。
2. 觀音六輕工業專用港計畫：開發方向定位為工業專用港，港址位於觀音附近海岸，後來台塑已將整個計畫遷移至雲林麥寮區，計畫終止。

3. 觀音擴大(外海)工業區開發計畫—大觀工業港：開發方向定位為工業專用港，港址位於大園及觀音鄉海岸，該計畫雖未完全終止，但亦未積極推動。
4. 台灣港埠整體發展計畫及深水化之研究—觀音港：開發方向定位為工商綜合港，港址位於觀音鄉海岸，該計畫未推動。
5. 北部液化天然氣接收站：開發方向定位為 LNG 專用港，港址位於觀音鄉大潭及保生村海岸，該計畫已終止，由觀塘工業專用港計畫取代之。
6. 亞太工業專用港計畫：開發方向雖定位為工業專用港，但規劃有商港碼頭設施，為工商綜合港結構，港址位於觀音鄉大潭村至新屋鄉永安漁港間之海岸，開發規模極為龐大，該計畫目前並未繼續推動。
7. 觀塘工業專用港計畫：開發方向定位為工業專用港，該港除卸載 LNG 外，亦計畫裝卸大宗散貨及雜貨，實際上已具備工商綜合港之條件。該港港址位於觀音鄉大潭村之海岸，該計畫目前已通過環評審查，正積極推動中。
8. 北部 GBS 人工島液化天然氣接收站計畫：此計畫係由美商美孚公司主動規劃，定位為商港設施，希望循獎勵民間參與交通建設條例第六條第三款 BOO 之規定，主動向交通部提出申請，目前亦正積極推動中。該計畫 GBS 人工島計畫設置在蘆竹至觀音間之外海，離岸約 2~3 公里、水深 20 公尺處。

3-6 其他

除上述專用港計畫外，另有一些專用港計畫亦在研議中，但均未達成熟階段，故未被公開提出。

四、專用港開發面臨之困擾

台灣除商港及漁港之建設計畫，因相關法規相當完備，故計畫之推動、執行、營運、維護均有其法定程序及標準，雖然仍會遭遇問題，但都能循序解決，而相關法令縱有部份缺失需改進，但仍不致滯礙難行。

反觀專用港之建設計畫，無論是工業專用港、遊憩專用港等，雖有一些法令可供依循，但由於起步較晚、位階較低、相關法規之配合亦較不完備，加以主管單位對港埠建設之經驗，沒有交通或漁政主管單位豐富，因此造成開發單位面臨許多問題，茲將影響較顯著之項目摘要如下：

4-1 工業發展政策不明確

需要工業專用港之工業區開發計畫，必然是基礎重化工業，但台灣為一資源短缺之國家，高耗能源、高汙染、高耗水資源之產業，是否是政府支持之對象，至目前為止政策上並未明確宣示。由於產業界欠缺可遵循之工業發展政策，因此通常只站在本身之立場，在確保企業體生存及競爭力之前提下，積極推動新工業區及專用港之開發計畫，故有時會忽略整體社會可能付出之成本。特別是隨全球溫室效應之不斷惡化，世界各國在京都議定「氣候變化公約」後，限制各與會國家二氧化碳之排放量已成為必然之趨勢，目前雖無強制力，但此方向已成為全人類之努力目標，台灣不可能置身事外。

以企業經營者而言，只要政府原則上不反對、不禁止，且企業可獲利、成長，並帶動經濟繁榮，推動這些計畫理論上並沒有錯。而工業主管當局基於發展經濟之考量，只要業者提出計畫原則上都會予以支持，至於可否通過環評及海開審查，則請業者自行努力。

但每次在環評審查過程當中，台灣是否應該發展高耗能源、高二氧化碳排放量、高耗水之產業等課題，一定會被不斷提出、被質詢；至於每個地區在考慮汙染總量管制之前提下，哪些產業不適合被引進，亦無明確之政策指引。此點便成推動計畫之企業體最難以答覆之問題，亦為工業主管當局、甚或行政院不能不面對之課題。

4-2 環境保護與經濟發展之兩難

依 1971 年之伊朗拉薩姆國際公約，濕地之定義為草澤、林澤、泥澤以及水深在六公尺以下之水域。在台灣約 1,500 公里之沿海環境，比較重要之海岸濕地有十四個，目前正面臨開發與保育孰重孰輕之困境。這些臨海之濕地，是大海與陸地對話之空間，也是生物多樣化之基因寶庫，

為環保人士注目之焦點。

然而這些臨海濕地，因其開發密度低、海床坡度較平緩，故填海造成本最低，理所當然便成為企業經營者心目中最理想之工業區及專用港開發用地，只要政府不明確規定不可開發之區域，其依法便有申請之權力，只要業者能順利通過環評審查，便能完成工業區及專用港之編定。

通常環評這一關便成為開發業者、政府相關單位、地方政府及民眾、環保團體之夢魘，縱使能通過，亦是勞民傷財，並對政府及企業形象造成相當程度之傷害；接下來在執行期間之抗爭、衝突，往往造成更多社會成本之浪費。因此如何事先防止或減輕此方面之負面影響，應為政府之責任，亦即應由內政部、經濟部、交通部、環保署、漁業署、國防部等各級主管單位共同會商，明確劃定絕對不能開發、有條件可以開發、及可以開發為濱海工業區及(或)專用港之區域，讓各相關單位、開發業者、民眾團體均有所遵循，不必每個計畫去爭辯。

4-3 專用港之功能及定位

如前面之分析，專用港只能裝卸編定工業區之原物料及成品，但如只以工業專用港為唯一目標，地方民眾及地方政府多數不會歡迎；況且站在建港經濟效益及港埠多功能開發之考慮觀點(發揮邊際效應及充份利用港埠資源)，開發業者必然會考慮朝工商綜合港發展。事實上，一段海岸如已決定闢建工業專用港，只要規劃得宜，便可以最低之額外投資，兼具許多附加功能(例如地方政府極力爭取之商港設施、廢土棄填區、遊艇港等等)，充份發揮建港效益。此舉亦可避免在同一段海岸存在許多開發計畫，造成環境生態之加成衝擊。

4-4 不合理之抗爭及補償

另一個讓專用港開發單位頭痛之問題即不合理之抗爭及求償，此問題已演變為全面化之問題，任何海岸開發計畫均已躲不掉。亦即開發單位通過環評，取得開發許可後，開始執行時，地方之抗爭及漁民之求償必然接踵而來。而在環評審查結論中往往附加一個條件：即施工前必須與漁民團體達成協議。

由於開發必然有破壞，適度之補償，為開發單位應該承擔之責任。但由於補償之方式及金額，欠缺一套標準，造成民眾及漁民漫天要價，在民意代表、地方政府、漁政主管單位不便反對之情況下，開發單位往往束手無策，只能討價還價，或採拖延戰術，以時間換取空間。但這種公權力不張之狀況，將使問題越來越惡化，求償之胃口愈來愈大，因此造成開發時程大幅延誤，讓開發單位負擔龐大之施工利息及機會成本。

4-5 海埔地開發許可及施工許可之申請

以商港之建設計畫而言，其只要依照商港法之規定辦理，在通過環評審查及交通主管單位或行政院核定後，便可以執行。由於商港法為特別法，其位階高於「海埔地開發管理辦法」，因此商港之建設縱有填海造地之行為，亦不必辦理海開相關許可之申請。

而工業專用港係依促產條例來推動，依法來講其位階應高於「海埔地開發管理辦法」，但如濱海工業區及(或)專用港，有填海造地行為時，是否需要辦理海開許可，因沒有明確規範，此癥結點對整個開發進度及開發成本有相當大之影響(因採用海開捐地之比例甚高，為取得足夠用地，往往造成填海造地規模遠大於營運需求)，為開發單位最感頭痛之問題。

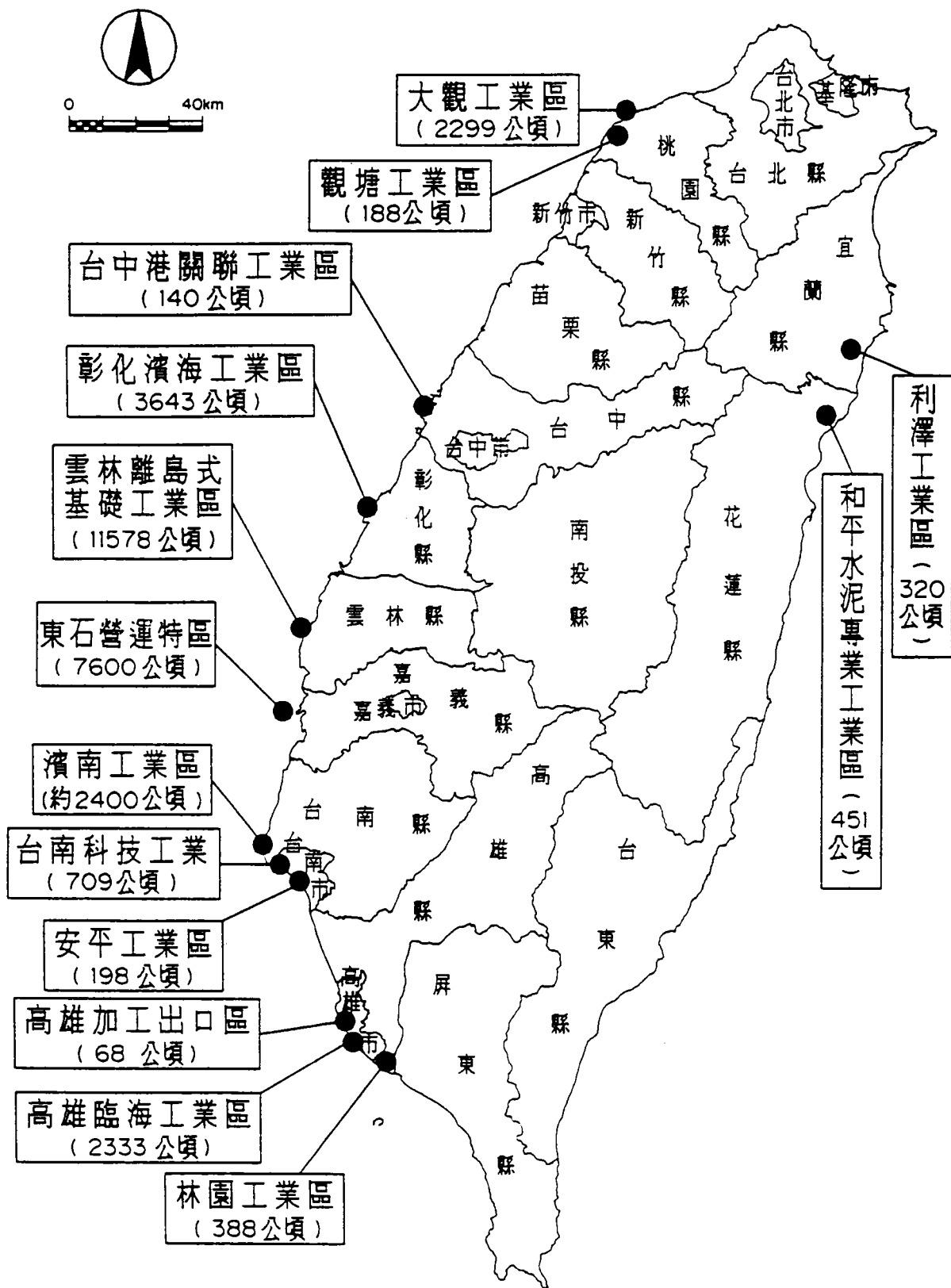
五、結論與建議

1. 建議政府應組跨部會單位，擬定台灣地區海岸整體開發計畫，明定哪些區段之海岸應以保育為首要目標，絕對不許開發；哪些是有條件准許開發，並明定准予開發之種類、開發強度、限制條件等。如此一來，所有相關主管單位、地方政府、民眾、有意開發之單位均有規則可循。
2. 建議工業主管單位應擬定台灣地區工業發展策略，明定政策上全力支持之產業、可持續發展之產業，以及應逐漸轉型或外移之產業等，同時依據各縣市之現有工業區分佈、經濟開發程度、可能開發為大型工業區用地之取得容易度、各區汙染總量管制條件、相關配合設施之有無等條件，擬定台灣地區工業區開發之策略，讓有意開發單位，自己衡量需求，擬定最適合之方案，循序申請開發。

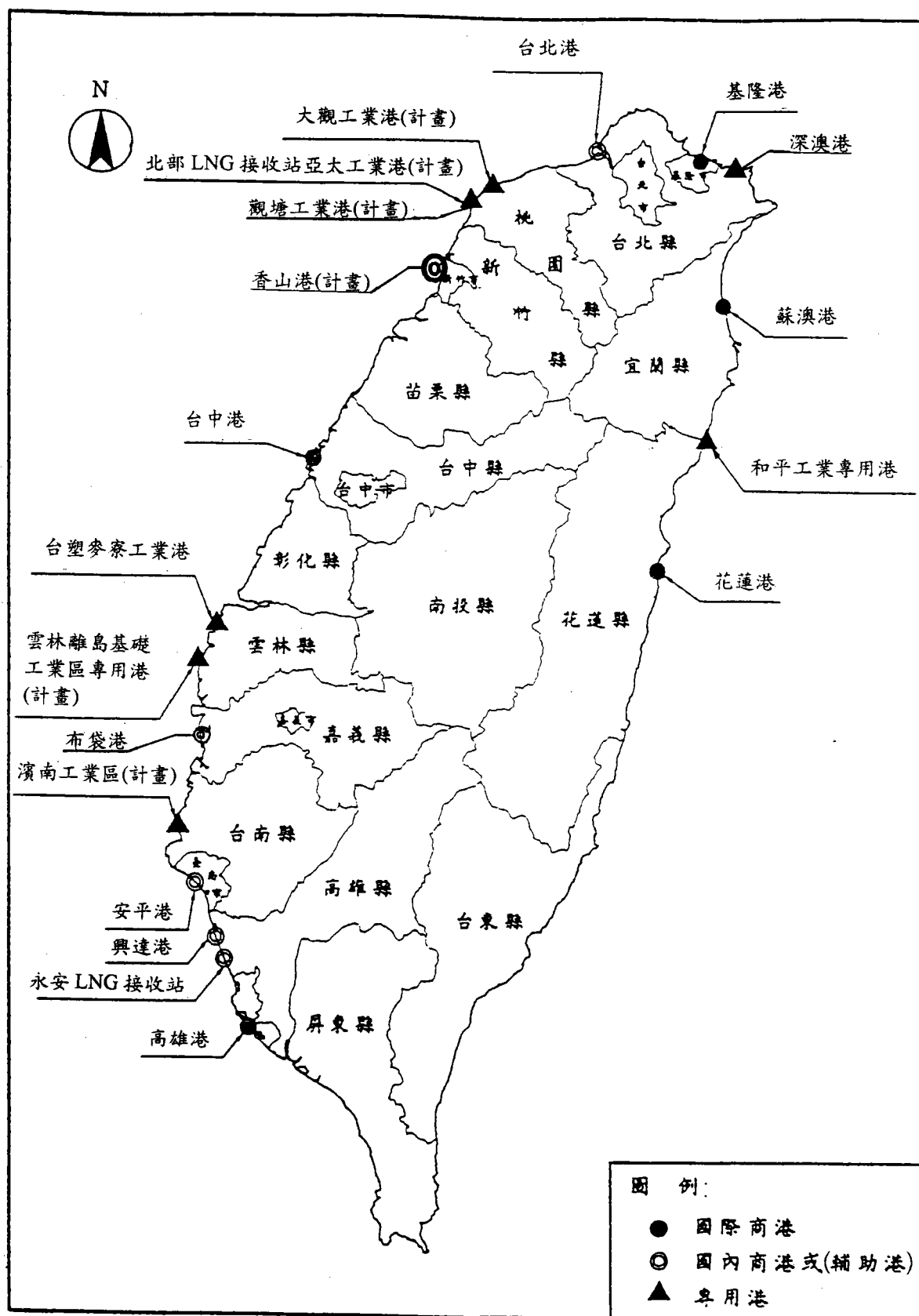
3. 交通主管單位經過長期之經驗累積，瞭解所有商港之開發需先進行通盤檢討，找出各港之 WSTO(弱點、優勢、威脅、機會)，然後研擬各商港間發之最適競合模式，進而確定各商港之功能及定位，然後再依據此上位計畫進行各港之整體規劃及未來發展計畫。由於外在環境之變遷極大，因此整體規劃必須每五年進行一次通盤檢討，以配合實際發展狀況及營運需求作必要之修訂。依前述分析，未來商港及專用港間可能發生競爭行為，為避免資源浪費及妨礙港灣多元化發展之趨勢，建議經濟部應主動邀請交通部，會同環保署、營建署、漁業署及其他有關單位，進行「台灣地區港埠整體發展規劃」，將港埠整體發展規劃之範圍擴大至所有國際商港、輔助港、國內商港、各類專用港，基此，以確定各種港埠之定位、彼此間之競合條件、以及發展限制條件，讓各類港埠設施之主管單位及開發或經營管理單位有所依循。
4. 如果上述上位計畫，均能順利完成，則開發單位依循上位計畫申請開發工業區及工業專用港時，主管機關應明訂一套申請開發之法定程序，此程序應充份考量流程之簡化，以縮短申請時程，避免影響開發者之商機。同時只要依法申請開發，當計畫遭遇不合理之阻力或干擾時，主管機關應以公權力來化解，如此一來根留台灣之政策，方能實現。

表一 濱海工業區相關管理法規與管理機關一覽表

相關法規		農委會	內政部	經濟部	交通部	財政部	國防部	環保署	台灣省 政 府
1	土地法及其施行法		✓						
2	區域計畫法		✓						
3	都市計畫法		✓						
4	非都市土地使用管制規則		✓						
5	建築法		✓						
6	促進產業升級條例			✓					
7	文化資產保存法	✓							
8	國有財產法					✓			
9	國安法						✓		
10	森林法	✓							
11	漁業法	✓							
12	漁港法	✓							
13	水利法			✓					
14	礦業法			✓					
15	商港法				✓				
16	台灣沿海地區自然環境保護計畫		✓						
17	水污染防治法							✓	
18	廢棄物清理法							✓	
19	環境影響評估法							✓	
20	野生動物保育法	✓							
21	水土保持法	✓							
22	農業發展條例	✓							
23	海域石油礦探採條例			✓					
24	海埔地開發管理辦法		✓						
25	國有非公用海岸土地放租辦法					✓			
26	台灣地區地下水管制辦法			✓					
27	台灣省河川管理規則								✓
28	台灣省海堤管理規則								✓
29	土石採取規則			✓					



圖一 台灣濱海工業區開發圖



圖二 現有及計畫中工、商港位置圖

未來台灣港灣再開發之探討

港灣技術研究所研究員王慶福

前 言

所謂港埠再開發，事實上就是港埠設施之改善，因此為一經常在進行之工作，雖然為一新名詞，但並非一新的主題，只是內容及規模不斷的在改變而已；早期，由於港灣主要係以設施為主在進行各項建設，因此再開發之理念簡而言之，即為『港埠原本所具有之碼頭功能之改善』，亦即再開發係以老舊設施之更新為主；而後隨著產業結構之改變、港口功能之多樣化、船舶之大型化及國民價值觀之改變，各界對港埠之要求亦逐漸增多，因此，港埠再開發之理念亦轉化為『將港埠空間所具備之潛能加以有效利用，以促進地區社會之活力』為主要考量，亦即港埠之發展已由重『量』之增加，轉換為『質』的提昇，所以港灣再開發之定義可說是對現有設施之整建，及空間之再重組，並以提昇該空間之港灣功能為目的。目前高雄港務局正積極辦理『高雄港舊港區再開發計畫規劃』，基隆港亦辦理『老舊碼頭與倉棧等商港設施規劃之研究』，此均為面對新的時期港灣所應有的因應措施，由於現階段對港灣再開發所應有的認識及作法尚未成型，因此在此謹參考國外相關文獻加以整理，提供各界參考。

一、港灣再開發之背景及動機

港灣原本即為海陸運輸之交點，同時兼具有振興地區產業，繁榮地區發展之功能，對地區社會之貢獻很大，但隨時代之發展，港灣周邊之環境條件也起了很大的變化。

所謂環境的變化，以交通運輸而言；如交通運輸的現代化，船舶大型化、貨物貨櫃化、裝卸機械化、管理資訊化等之進展；以產業結構之發展來說：由傳統之量大值輕轉變為量少值重，以都市發展而言：由於都市化之發展，使得都市用地需求的增加，進而對港灣尋求都市功能用地，如都市物流設施、都市產業用地、都市設施用

地等。而人們價值觀的變化，由重『量』改為追求『質』的生活，追求高品質之生活空間，例如水岸線對市民之開放、親水設施之建設、開放空間與景觀之創造等。

如以港灣之整體環境來看，隨著物流之發展，其所應對應之碼頭各項設施、臨港交通設施、危險物品處理設施集中之要求、歷史性文化設施的保全、港灣關連業務功能的強化、港區環境保育等。如以較小範圍之地區來看，一般係因地區內之港灣設施呈現物理上老化或功能上不能因應，亦或有新的需求及環境保育安全措施等。有時也有因港區後方的都市活動需要或環境改善等的需求。

經由前述背景之分析，再進一步檢討促成再開發之動機，可分由內在因素與外在因素來探討。

1-1 內在因素

所謂內在因素，係指因相關之港灣設施與空間、活動、環境、地區相關人士有關而促成再開發者，而其中以隨時間的進展所致設施的老化、價值觀的變化為最主要。

將內在原因加以分析大致如下：

1. 相關人員價值觀之變化。
2. 設施及功能分擔之不適宜。
 - (a) 物理上、空間上之不適宜
 - (b) 經濟上、功能上之不適宜
 - (c) 社會上、環境上之不適宜
 - (d) 需求上量及質的不適宜

1-2 外在因素

外在原因則為港灣空間以及相鄰海域、陸域(都市臨海地區)之海岸地區有關者。依此外在原因大致如下：

1. 國際海運及貿易、經濟發展

- 2.與港灣空間相關連之產業結構變化、物流功能與關係者之使用者意向
- 3.運輸系統之技術革新
- 4.都市化(都市之需要)
- 5.海岸地區之空間限制與高度化利用
- 6.海岸地區之環境維護(後線之環境改善)

綜此，將內、外在因素合併考量，可知港灣再開發之背景及動機可歸納為：

- 1.港灣本身力求改變之需要(老化、功能之更新、充實)
- 2.港灣與都市相鄰土地之不相容(社會之耐用年限)
- 3.都市為了本身之更新而向港灣尋求開發之地
- 4.市民對親水性空間之需求

所以，現階段港埠再開發之目的，應由港埠振興、地區振興之觀點加以定位，並且將港埠整體運輸系統以及都市或海岸地區空間相關之各種因素加以整合，以創造出一合理的空間利用。

將港灣再開發之背景及動機綜合整理，如下表

促成港灣再開發之背景(動機)

再 開 發 原 因			說 明
內 在 原 因	有關人員價值觀之改變		由個人及單一價值觀改變為多目標之福利型價值觀
	設 施 、 功 能 分 擔 不 合 適	1)物理上、空間上之不合適	結構、形狀、種類 物理上老化 規模、配置等空間上的限制
		2)經濟上、功能上之不合適	效率減低 功能老化 修護不經濟
		3)社會上、環境上之不合適	危險性 環境惡化 土地利用混合
		4)需求量、質之不合適	貨物量之增加 質的改變
外 在 原 因	港灣空間、物流功能有關人員之意向		物流功能之分擔 (與內在原因同)
	運 技 輸 術 系 革 統 新 之	1)一般變化	• 資訊化、系統化 國際化
		2)運輸革新	• 大型化、專門化 • 高速化、自動化、機械化
	都市化(都市需求)		• 都市土地需求 • 親水需求之增加
	海岸地區空間限制與高度利用		• 臨海地區空間限制 • 海岸地區綜合利用
因	海岸地區環境維護		• 生態維護 • 都市活動之影響 • 後線環境惡化

以日本為例，依據資料顯示，其再開發之理由，以內在原因(對象地區本身之港灣功能)來說，依次為「碼頭用地不足」、「設施物理上老化」、「處理貨物之大量化等」、「土地利用之混合化」。就外在原因(港灣整體功能，都市方面之需求)來看，主要為「轉換成其他功能」其次為「確保都市用地」。

再由開發之動機來看，港灣方面主要為因「設施老化」「用地狹小」「土地利用混合」「轉換成其他功能」為主要理由。而都市方面為「確保都市用地」、「道路整建」、「轉換為其他港灣功能」、「土地利用混合」為主要理由。港灣運送業以「碼頭用地太窄」，「處理貨物之變化」「碼頭用地之不足」為理由，企業界以「工場轉移」周邊住民以「確保都市用地」為主要理由。

二、港灣再開發之型態

港灣再開發主要包括兩種型態，一為設施整建，另一為空間重組，此可由內外因素之分析中，所需有之因應對策中加以整理得出，例如針對內在原因所應有之再開發對策，大致如下：

- 1.物理上之老化→將設施修護。
- 2.貨物量的變化→以大的設施及用地來因應。
- 3.貨物質的變化→以大型設施、專門設施來因應。
- 4.貨物處理之變化→擴充碼頭陸上物流設施。
- 5.充實旅客服務中心。
- 6.港區鐵路利用不高→可將其用地加以變更。
- 7.停船所之利用不高→變更用途。
- 8.將老舊港灣設施→景觀保存。
- 9.將擁擠之港區道路→重新檢討。
- 10.將危險物品轉移→提昇安全性。
- 11.與港灣設施相對之土地利用加以改變。

- 12.增進港灣環境維護。
- 13.因應進港船型大型化→，製造大型設施。
- 14.將已老舊之臨海工場→移轉。

針對外在原因。大致有以下之對策

- 1.現代化港灣設施的整建(因應運輸革新)
- 2.與國際化、資訊化對應之新功能導入。
- 3.與新產業結構之對應
- 4.創造有活力之港灣空間
- 5.提昇安全性、轉移危險物品
- 6.強化土地利用功能
- 7.建設臨港道路系統
- 8.推展環境保育
- 9.作為都市土地之利用、確保都市設施、都市功能用地
- 10.作為親水功能、休憩設施、建設親水設施

因此，針對內外原因，加以歸納得出其應有之對策，包括

- 1.港灣設施物理老朽化之對策
- 2.港灣設施功能老朽化之對策
- 3.港灣空間內部系統之強化、充實
- 4.港灣空間外部系統之配合關連

依此將再開發型態綜合整理如下：

- 1.歷史性建物的保存、修護型（歷史設施的保全）
- 2.港灣功能更新型（碼頭改建）
- 3.港灣功能轉換型（貨櫃碼頭）
- 4.環境建設型（環境整備）

5.港灣功能移轉型(危險物移轉)

6.都市功能導入型(都市功能用地)

7.港灣空間再組合型(貨物、物種、船型之變化)

三、港灣再開發計劃之特色

由於港灣再開發為以促進海岸地區綜合有效的利用，進而增進地區社會的公共福祉為目的，因此其不同於現有之規劃方法，必須以新的視野來看此問題。所謂新的視野大致列舉如下：

1.相關單位多

以往規劃之考量主要為由運輸之海陸結點功能來看，因此主要係以港灣以及海運產業為主，而港灣再開發相關之單位頗多，應以使用者來考量如旅客、居民、以及受其影響之後線產業、居民等，亦即使用單位應由單一團體轉為複數團體來考量。

2.目標多元化

以往之考量主要為以運送為主，因此以經濟為目的，但由於相關單位增多，因價值觀的不同，必須研擬滿足各單位之多目標之計畫。

3.系統多元化

以往為滿足運輸目的之功能系統為單一的，但新的為必須因應各種不同需求之多元系統，必須考量此複合功能之計畫。

4.將來之發展展望型

以往，規劃之目標主要為滿足運量之需求，但再開發相關之對象多，包函範圍，為滿足各方需求，達成目標，必須考量彼此間之相互關係，特別是彼此對未來之看法，因此為將來展望型。

5.重視公平性

以往，目標係以效率指標加以對應，但以新的視野來說因關係者及利害關係變多，為協調、整合必須以公正之立場即很重要。

6.區域關連化

以往，只以碼頭地區等小地區來考量，但再開發係以空間之合理利用來看，因此須以海岸地區或港灣整體、都市等之觀點來看。

7.權力、調整等開發之對策

以往只要以個別設施等之計劃加以因應即可，而新的開發型面臨權利關係、計劃、開發調整等對策、須解決

8.綜合技術活用

以往，對某一目的、行為，可以單一之技術加以因應，但此對象區域範圍很廣，必須綜合各項知識及技能才能因應。

四、港灣再開發計劃之相關課題

4-1 計畫制定之原則

1.具有特色之再開發計畫

賦予市民親切感，都市與港灣一體規劃，重視由都心至港灣之動線形成一副都心之功能等，規劃一有助於港灣後線都市活化之計畫。

2.長期、廣域之計畫

以海岸地區有限空間之有效利用觀點創造包含水面、土地及後線都市之計畫

3.作為大都市防災對策之計畫

都市防災與都市之問題之對策，在規劃時包含於內

4.親水空間活用之計畫

休憩與水岸線活用之計畫

5.土地造成與事業造成之計畫

土地造成與確保事業資金

6.歷史性建築之維護

宣傳港灣之歷史與使命，以及青少年之教育等親近港與海岸之計畫

4-2 再開發地區之檢討方法

1.都市方面之需求

(a)都市功能用地之需要

都市設施、都市型產業用地、都市物流設施等之土地需要加以把握

(b)生活環境之改善

掌握混合之土地利用之鈍、化危物品之集中、住宅環境之整建需求等

(c)親水空間規劃

市對市民開放水岸線與確保開放空間規劃港灣之景觀設施

2.設施老化檢討

(d)物理上

(e)經濟上

(f)功能上

(g)社會上

3.相容性檢討

(a)土地使用上

(b)交通運輸上

4.防災對策檢討

5.再開發地區之評選

4-3 再開發規劃方法

1.港灣空間架構之建立

2.調查項目與規劃項目

3.再開發系統規劃方法之確立

4.再開發計劃之評估

5.相關單位、人士意見整合及溝通

6.規劃基準

4-4 相關法規之配合

4-5 未來發展需求

1.港灣

2.都市

3.海岸地區

4-6 開發之主體

主題(三)

**台灣近岸開發利用對海岸
環境之影響**

(a)開發現況問題探討

(b)雲嘉南海岸開發對海岸環境影響

(c)東部海岸保護與利用衝擊性

開發現況問題探討

國立成功大學水利暨海洋工程系所 簡仲和副教授

摘要

台灣四面環海，本島與離島海岸線總長約 1500 公里，西、南部多為沙、泥組成之堆積性海岸，其底床坡度平緩，沙洲、沙丘、沙灘、潟湖、海埔地與海岸平原之分佈相當豐富，北、東部則多為岩、石構成之侵蝕性海岸，多屬海蝕洞崖、海階與海岬地形，由於山多平地少，可利用土地原即有限。已往沿海地區土地利用之型態，主要為供港埠、農漁用地與使用行為之需。在過去一、二十年人口、經濟快速成長與社會高度繁榮之影響下，土地需求量乃大幅增加，原本貧瘠、利用價值低之海岸地區，一時間就變成各種土地開發行為所競相利用的目標。

由於開發海岸所需之土地成本較低，海岸開發利用行為如雨後春筍般、如火如荼地相繼提出、實施，使得原來生活平淡、沈靜的海岸地區，一下子就喧鬧起來，原本關關相連之海岸線受到個案開發的影響，變得支離破碎、滿目瘡痍，再加上台灣四周海域冬夏惡劣海象之交互作用，使得海岸環境各種改變更是惡化，海岸問題與災害也因而頻仍不斷。以下茲就目前台灣海岸各種開發行為與所帶來的問題予以略述，以提供「創造台灣海岸新環境」研討會與會人員參考。

一、台灣海岸開發現況

台灣海岸開發利用行為主要包括初級產業經濟活動之水產養殖土地利用，次級產業經濟活動之濱海工業區（工業港）、商漁港港灣設施與濱海公路土地利用，三級產業經濟活動之遊憩土地利用，以及其他非經濟活動之土地利用。茲分別說明如下：

1-1 水產養殖業之土地利用

由於部份沿海地區土地貧瘠，且灌溉不易，不適於農業發展，政府於民國六十年代開始輔導推廣水產養殖事業，以增進當地農民收益，早期推廣區域只限於宜蘭、彰化、嘉義、台南、高雄與屏東等縣沿海地區。

但在高經濟價值之誘因下，台灣養殖技術不斷地提昇，沿海地區之水產養殖事業不但迅速發展，也漫無節制地擴展至沿海內陸地區，目前除上述縣區外，包括台北、基隆、桃園、新竹、雲林、台東、花蓮等縣，幾乎全省各地只要交通可達之濱海地區，均有農漁民從事水產養殖漁業。根據漁業局 86 年漁業年報資料顯示至 86 年底全台灣海水魚塭養殖面積達 23100 公頃，淡水魚塭養殖面積則有 22400 公頃。

1-2 海埔新生地之土地利用

依據民國 50 年航空測量圖計算，台灣西海岸自桃園縣南崁溪口至高雄縣興達港間約 282 公里長之海岸線上，海埔地面積約有 53870 公頃，依分佈情形劃分為北部、台中、彰化、雲林、嘉義、台南與南部等七區海埔地（水利局，1980，分佈如圖 1 所示），其中以彰化與嘉義兩區海埔地之面積較大，達 1500 公頃，雲林、台南次之，各約 7500 公頃。

早期海埔地開發之目的在提供農漁鹽業用地，自民國 48 年輔導會與水利局在新竹海埔地選擇實驗區進行試驗性開發成功後，至 68 年間先後增由台灣糖業公司、台灣製鹽總廠、土資會等單位投資開發取得新竹北區，彰化窩埔、王功，雲林台西，嘉義鰲鼓、好美，台南七股一、二及曾文等區約 5880 公頃新生地。後續由縣政單位於 73 年至 77 年間開發完成的有澎湖馬公區、彰化永興區（462 公頃）、雲林新興區（598 公頃）、嘉義布袋區（66 公頃）、東石南區（103 公頃）、台南北門區（456 公頃）等海埔新生地，其中除嘉義布袋、東石南區與澎湖馬公區外，其餘三區之開發面積主要都作魚塭養殖魚蝦、文蛤、虱目魚、石斑魚之用。

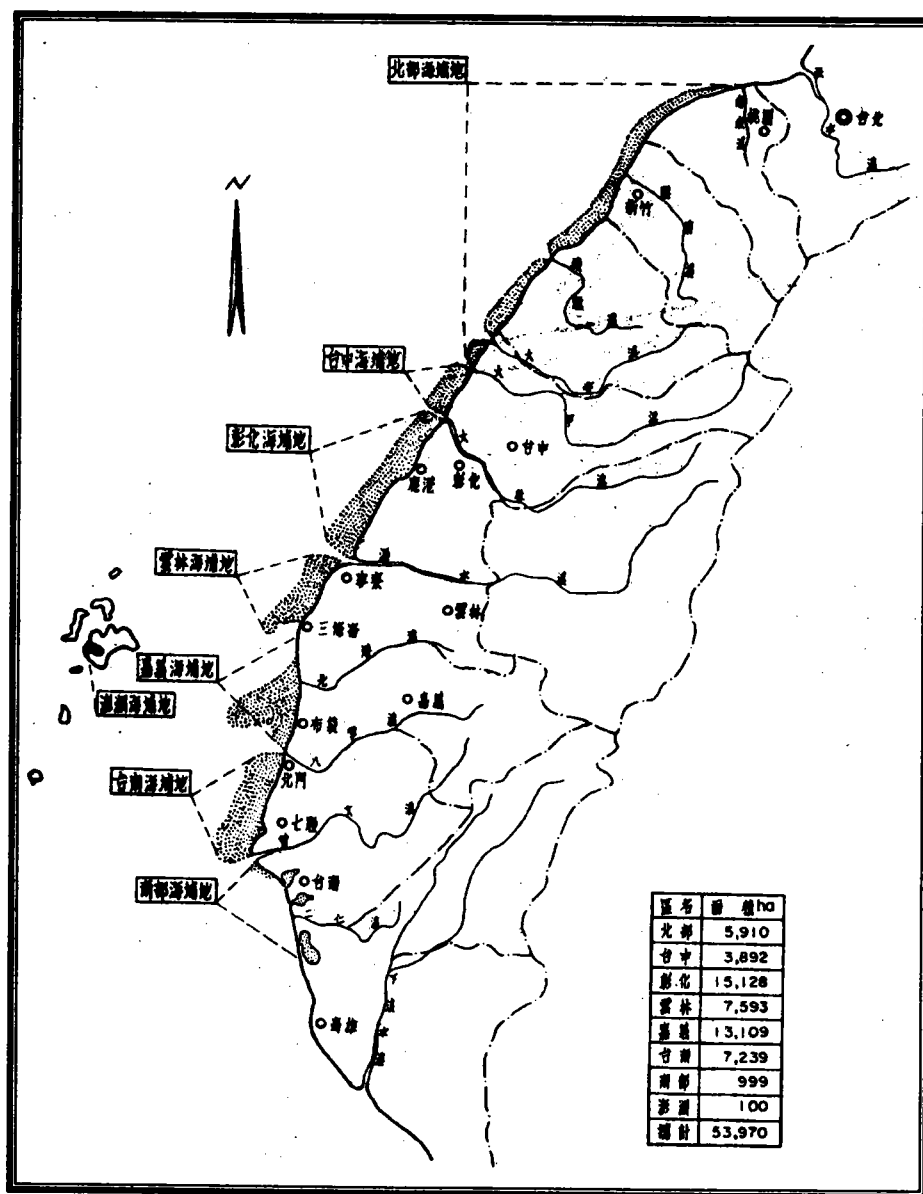


圖 1 台灣西海岸海埔地分佈圖 (台灣省水利局, 1980)

1-3 濱海工業區之土地利用

因工業發展極為迅速，工業用地需求日益殷切，建於都市近郊與公路兩旁農地之工廠逐漸增多，造成農工用地混亂爭立之嚴重情形。為解決此一異象，與順應先進國家將重化工業設施導向濱海地區之趨勢，行政院經濟建設委員會於 68 年編訂「台灣地區綜合開發計畫」，指陳重化工業應優先設於海埔地、鹽田或沿海地區低生產力農地之原則，是日後

海埔新生地、沿海地區紛紛被規劃、闢建為濱海工業區之原因。

台鹽公司位於嘉義、台南之沿海鹽田，台電公司高雄林口及興達火力發電廠、苗栗通霄電廠、台中火力發電廠與台北協和核能一廠、二廠，屏東南灣核能三廠，與開工中之台北鹽寮核能四廠，以及中油公司高雄永安液化天然氣接收站，都是開發海岸土地從事經濟活動之先例。近年在政府獎勵投資政策下，民營事業也紛紛提出大型濱海工業區（含工業港）之開發計劃案，如已開工進行之台塑企業雲林離島式基礎工業區、台泥公司之花蓮和平水泥專用工業區，以及已提出、尚待環境影響評估審查之嘉義東石營運特區、台南濱南工業區、桃園大觀工業區及觀塘工業區，這些大型開發案都包括了工業港或專用港之浚深與工業區土地之回填，相關開發案之位置與面積如圖 2 所示。

1-4 商漁港設施與濱海公路土地利用

交通發達是經濟發展先決條件之一，尤其是具有巨量運輸能力之海運。維繫台灣早期經濟發展之交通命脈主要由基隆與高雄兩個國際港擔任，在經濟快速擴張與平衡地方發展的需求下，台中港與花蓮港乃應運而生。而在追求運輸量業績之企圖下，各港也不斷提出擴建之主張，相關海事工程規模也就越做越大，突出海岸深入海域之結構物，不但長度越來越長，沿岸範圍也越來越廣。

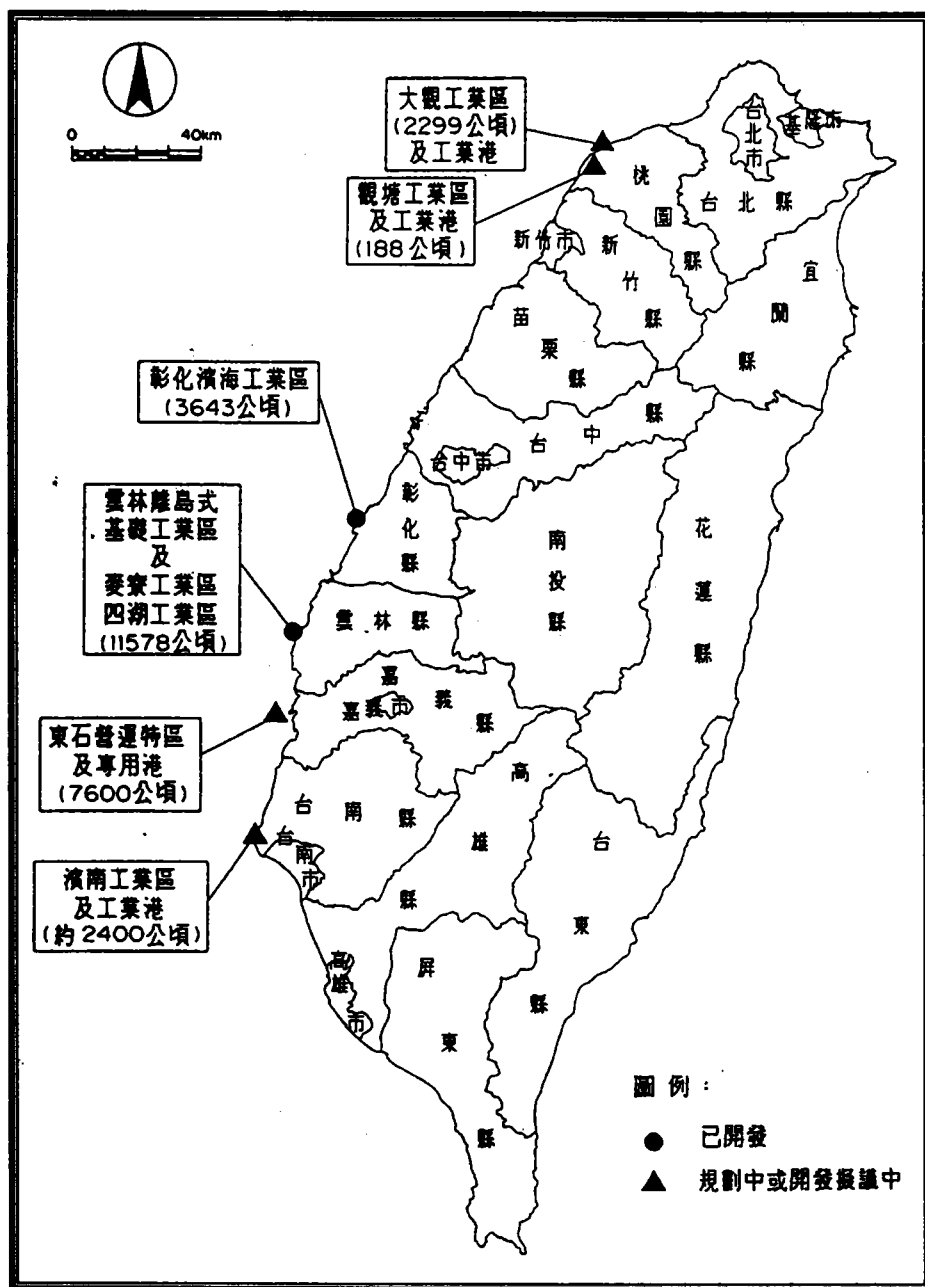


圖 2 台灣濱海工業區及港口位置圖 (張璠, 1998)

漁業為台灣主要基本產業之一，為發展海洋漁業及維護漁筏作業安全，政府不遺餘力的興建漁港（船澳）設施，使得大大小小的漁港建設，從日據時代之 14 處，增為 85 年底的 228 處；其中單是澎湖縣就有 69 處，縣內沿海聚落不但鄉鄉里里都有漁港或船澳設施，亦不乏一個聚落就具有 2 至 3 處漁港或船澳設施者。

在陸地交通方面，為了均衡發展與縮短交通時間或提供交通量，沿海岸地區也興建了不少公路，如西濱快速公路，東部台 11 線公路，不少地方都是瀕臨海岸而建，也有不少地方因侵蝕使海岸線日漸後退而必須改建，常造成與海爭地、就地整建之既成事實。在海域交通方面，則有為紓解陸上頻繁運輸與離島交通問題，而規劃中之海上藍色公路。

1-5 休憩之土地利用

觀光局為推動近岸海域遊憩活動之區域範圍劃設事宜，至 86 年為止共審議通過花蓮磯碇、澎湖蒔裡、吉貝、大倉及林投、台南馬沙溝及鯤鯓、高雄西子灣及旗津、宜蘭頭城、台中大安、苗栗通霄、沙崙、洲子灣、崎頂等 15 處海水浴場或遊憩區陳報政府公告，並另有澎湖姑婆嶼、鎮海地區、東海岸杉原、金門溪邊濱海遊憩區審議通過、正予公告中。

同時為推展海域遊憩活動，觀光局選定 52 處適合建造遊艇港之預訂地，三、四十處遊憩基地，並興建台北龍洞、屏東後壁湖兩個遊艇港。台灣省旅遊事業管理局另選定石門、富基、龜吼、箔子寮及布袋列為第一批遊艇港興建計畫。

1-6 非經濟活動土地利用

55 年至 58 年期間台灣屢遭颱風侵襲，沿海地區舊有海堤頻頻毀損，造成沿海居民與財產嚴重傷害，省政府水利局銜命進行海堤整建規劃工作，至 85 年底共興建、整建海堤近 500 公里長，主要範圍為西部海岸之新竹到台南等相關縣市。

為了應付各式廢棄物，臨海的政府單位已著手海邊垃圾掩埋廠與汙水處理廠之建設，在垃圾場方面如台東海堤北側、卑南溪南側之台東市、桃園大園、新竹縣香山、花蓮市南濱、高雄縣茄萣與林園等垃圾掩埋廠，實不勝枚舉，其中規模最大的當數高雄市南星廢棄物填海計畫；在汙水處理廠方面如高雄市中洲、高雄縣梓官、台北縣八里、台南市城西里等。

二、台灣海岸開發衍生問題

台灣海岸已經高度的開發，海岸開發行為各式各樣都有，而個案開發規模也越來越大，海岸開發範圍不但沿岸距離寬，深入海域之結構物

也長，給海岸所帶來的各類問題與後遺症也是形形色色、接連不斷。以下茲綜合列舉數項概述：

2-1 地下水下降與地層下陷

根據台灣省水利局（1990）以中南部沿海地區 58 年至 77 年間地層下陷地下觀測井歷年資料進行統計分析之結果，顯示沿海地下水位從彰化往南部地區逐次下降，彰化沿海地下水位年平均降幅約 25 公分，雲林沿海由北至南約為 70 至 100 公分，嘉義、台南沿海則約為 110 公分。

台灣省水利局（1990）有關彰化永興、雲林新興、嘉義東石與台南北門等 4 區海埔新生地地層下陷之調查報告中說明，雲林新興區從 76 年完工到 78 年之年平均下陷量最高約 34.6cm，彰化永興區次之約 14.2cm，嘉義東石區與台南北門區較輕微，都在 10cm 以下。

根據 84 年資料，全台灣地下水總抽出水量達 71.4 億立方公尺，遠超出每年 40 億立方公尺之補助水量，造成地層下陷所影響之面積達 1057 平方公里，累積最大下陷量為屏東縣佳冬鄉之 2.82 公尺，其他如屏東縣枋寮、東港，雲林縣麥寮、台西，嘉義縣布袋，彰化縣漢寶等地也都有相當可觀之下陷量發生。

2-2 海岸變遷

台灣省水利局（1996）根據進行 51 年至 84 年彰化芳苑海埔地灘地變遷之檢討分析，結果顯示防潮堤堤腳至低潮線-1.0m 間之灘地泥沙往內灘堆積，且呈穩定慢速成長之情況，但 71 年以後-1.0m 灘線則每年均呈現後退趨勢，至 84 年之平均每年消退 56 公尺左右。

台灣省政府水利處（1997）根據進行 51 年至 85 年彰化永興海埔地灘地變遷之檢討分析，結果顯示防潮堤堤腳至低潮線-1.0m 間之灘地泥沙往內灘堆積，且呈穩定慢速成長之情況，但-1.0m 灘線則每年均呈現後退趨勢。台灣省政府水利處（1998）根據進行 69 年至 86 年台南北門海埔地灘地變遷之檢討分析，結果顯示 76 年以後防潮堤堤腳至低潮線-1.0m 間之灘地泥沙與-1.0m 灘線每年均呈現消退趨勢。而水準點高程檢測結果顯示 82 年 10 月至 86 年 10 月間之下陷量為 24cm。

工業局開發之彰濱工業區位於彰化伸港至鹿港間海域，沿岸長約 12 公里，開發面積達 3643 公頃。民國 68 年開始施工，70 年因經濟景氣低迷而暫緩施工，之後 79 年復工，預訂從離岸 1.5 公里外、水深-11.5 至-17.5m 區域，抽取 9200 萬之砂方回填，並已自 82 年 9 月起開始抽砂作業。黃煌輝、高瑞棋等（1994）有關彰濱工業區 79 年至 81 地形監測之分析結果顯示，其北側海域有明顯淤積現象，南側海域則屬侵蝕海岸。

張金機（1994）探討台中港漂沙與新生地開發一文，說明因台中港現有防波堤突出 2000 餘公尺，阻斷沿岸輸砂，造成南岸海堤堤基塌陷、消波塊滑落、堤心流失情形，而台電台中火力發電廠 180 萬噸飛灰海拋會造成海域汙染。另為配合火力發電廠發電計畫與未來貨櫃發展趨勢將擴建港口再延長北防波堤 850 公尺。

花蓮港為擴建港埠用地及港池靜穩度，而增建碼頭及防波堤，並延長東防波堤近 2000 公尺，造成南濱公園海堤堤腳及化仁海岸沙灘掏刷、夏季每遇颱風即造成崩塌、侵蝕情形，同時也常導致美崙溪於枯水期間發生溪口被淤沙封閉的問題。

中油公司永安液化天然氣接收站之防波堤突出海岸近 1500 公尺，73 年開始興建後，諸如彌陀、漯底兩地之舊有海堤坍塌、海岸沙灘侵蝕、排水道倒灌溢淹等問題接連不斷，在重新整建新海堤與排水後，衍生才趨於緩和；但從援中港溪至阿公溪口間海岸地形觀測數據顯示該海岸長期地形變化仍在進行中（簡仲和、黃建維等，1999）。

2-3 海岸汙染與人文、景觀

水產養殖排水，港灣船舶、接收站油污，工業區工廠廢水，核能電廠、垃圾掩埋場與污水處理場排放水，對地下水、海水、海岸土地造成汙染（如高雄港、竹圍漁港漏油事件，大潭土地鎘汙染，網寮海水地下入侵與地表倒灌、溢淹所造成之鹽化），工廠及火力電廠排放廢氣所構成之空氣汙染（如林口火力電廠之不明公害），不但會對人體與近海生物鏈造成嚴重損害（如核能電廠排水口魚種變形、中南部海域之綠牡蠣事件、防風林枯死與紅樹林砍伐），也會造成社區環境、景觀惡化與族群不和之人文社會問題。

三、結語

中國大陸長江沿岸在民國 88 年夏季，雖然遭受數次超過近年洪峰平均值之洪水侵襲，所造成的災害並未比往年擴大，但去年九江堤防安然無恙的區段，卻在今年二月期間陸續崩塌了近 90 公里長的堤防，可見水利災害之影響時間甚是久遠。海岸開發所引致問題也是如此，往往在一段期間之後，過去規劃未曾詳細思考到的隱性影響隨著時間漸漸的都會浮現，要如何創造台灣海岸新環境當需就此問題加以深思。

參考資料

- 1.台灣省水利局，西海岸海埔地濱海工業區開發適地調查報告，(1980)
- 2.台灣省海埔地河川地開發指導小組，台灣省海埔河川開發指導小組執行成果報告，(1988)
- 3.台灣省水利局，台灣西海岸海埔地調查研究報告，(1990)
- 4.張長義、楊雲龍、劉英毓等，台灣西海岸地區環境資源保育考察研究報告，台灣大學地理學研究所，(1991)
- 5.台灣漁業技術顧問社，台灣地區未來漁港建設發展方針規劃，(1994)
- 6.台灣省政府，全省海堤工程第三期六年計畫，(1996)
- 7.台灣省政府水利處，台灣西海岸海埔地調查研究報告，(1997)
- 8.許如霖、劉進義，彰濱工業填海造地規劃設計，填海造地研討會論文集，中華民國海下技術協會編，pp.157-170 (1998)
- 9.黃煌輝、高瑞棋、謝正倫、涂盛文，彰濱抽砂填海之環境地形監測，彰濱工業填海造地規劃設計，填海造地研討會論文集，中華民國海下技術協會編，pp.171-185 (1998)
- 10.張金機，台中港漂沙防治與新生地開發之探討，填海造地研討會論文集，中華民國海下技術協會編，pp.223-227 (1998)
- 11.張璠，由濱海工業區開發經驗看國家海岸地區管理政策，國家海洋政策研討會論文集，pp.5-47~5-65 (1998)
- 12.蘇成田，海岸地區觀光遊憩發展政策，國家海洋政策研討會論文集 pp.5-21~5-32 (1998)
- 13.簡仲和、黃建維、容震軒、朱志煌，蚵子寮海岸侵蝕防治對策研究(I)，國立成功大學水利及海洋工程系所研究報告，(1999)

雲嘉南海岸開發對海岸環境影響

港灣技術研究所 黃清和研究員

前 言

近年來，工業一直是台灣經濟發展之主力，其中製造業之生產總值佔全年產業生產總值百分之七十，可謂我國經濟成果之主動脈。自環保意識抬頭以來，製造業以其無可避免之污染性飽受地方排擠，除煉油廠、發電廠等新興計畫推廣受到阻力外，既有之林園、大社等工業區亦因都市繁榮擴大，而漸與之毗鄰，造成污染糾紛，以致有遷廠之議，故在經濟快速成長與人口急速增加下，土地需求的壓力倍增，可供開發利用的內陸土地逐漸短缺，土地價格大幅上漲，連帶地使得海岸地區土地的利用壓力顯著增加。

海岸地區又稱沿岸或沿海地區，是指從陸地邊緣延伸到大陸棚外部邊緣，此一區域雖僅佔地球表面之 8% 面積，但其生物量卻高達 25% 以上，約相當於所有陸地(佔全球 27% 面積)及大洋(佔全球 65% 面積)之生物量(Ray, 1989)，而其中緊鄰陸地之紅樹林、沼澤、珊瑚礁及海藻林等生態系僅佔全球面積 0.4% (Walsh, 1988)，但卻是地球上生物多樣性及生產力最高的海洋生態系統。

我國工業區的開發起源於 1960 年代，由於海岸地區具有：(1)土地取得較容易；(2)接近港口，原物料輸入及產品輸出較方便；(3)靠近海邊便於工業廢水的排放等特性，故工業區的設置，從早期的高雄臨海工業區、林園工業區、安平工業區、台中港工業區、大園工業區等，到近期的彰化濱海工業區、雲林麥寮六輕工業區等，均設於海岸地區，且經濟部工業局並計畫在公元 2000 年之前，規劃開發約 38000 公頃的新興工業區，其中觀音擴大、彰濱、雲林離島、鰲鼓、東石綜合、濱南七股和台南科技等七大工業區，都是在海岸地區抽砂填海造陸開發海埔地，面積達 35,000 公頃以上，而雲嘉南三縣市更佔大部份，其開發規模實屬空前，當然其所可能對海岸環境造成的衝擊將是無可避免的。圖一與表一則分別為目前台灣濱海工業區開發位置圖以及台灣海岸地區土地利用現況說明表。

一、台灣海岸資源分佈

台灣四週環海，海岸線總長度約 1600 公里，其中本島海岸線長 1250 公里，其餘屬於澎湖等 85 個離島；海流有黑潮、中國沿岸流及西南季風吹送流等三種。西側是台灣海峽，海岸線多屬單調平直、坡降陡峻之沙岸，東側則臨接太平洋，多屬坡陡峻之岩質海岸。

1-1 海岸地形

台灣海岸依地形地質特性，大致上可分為北部火山邊緣緩坡地與海岸相交之沉降海岸、東部侵蝕性之岩岸、南部屬珊瑚礁海岸、以及西部屬堆積性隆起之沙泥質海岸。西部海岸由於內陸有廣大台地與平原，以及河川提供豐富之沙源堆積成坡度平緩且平直之海岸，海灘亦較為寬闊。潮差以中部為最大，往南自雲林到台南縣潮差遞減，潮間帶寬度亦逐漸縮小，至台南縣縣境以南幾無明顯之潮間帶。濁水溪以南多離岸沙洲及潟湖分佈，目前離岸沙洲有上統汕洲、統汕洲、箔子寮洲，外傘頂洲、東石沿海離岸沙洲群、新北門港洲、浮洲、海汕洲、王爺港洲、青山港洲、網仔寮洲、頂頭額洲、新浮崙洲、旗津沿海離岸沙洲等處，潟湖則有好美寮潟湖區，北門潟湖區、七股潟湖區、曾文溪口南北岸潟湖區、台南四草內海潟湖區，興達港潟湖區，左營軍港潟湖區、高雄港潟湖區以及東港大鵬灣潟湖區等，惟現存者僅有七股潟湖與東港大鵬灣潟湖。

1-2 海岸植物

台灣海岸植物依生育特性可概分為沙岸植物帶、礁岸植物帶、岩岸植物帶、鹽濕地植物帶、沼澤紅樹林帶、天然海岸林帶、人工海岸林帶等，其中紅樹林主要分佈在台北縣竹園及挖子尾、新竹縣新豐紅毛港、苗栗縣竹南、嘉義縣東石及布袋沿海、台南縣北門沿海、台南市四草、高雄縣永安、高雄市旗津以及屏東縣東港等地。

1-3 海岸動物

西海岸自桃園南崁溪口至高雄縣興達港間之海埔地面積約五萬四千公頃，迄今已開發之海埔地面積有一萬三千餘公頃，開發中之海埔地面積亦達六千一百餘公頃，而已核定但未開發之海埔地約有一萬公頃，尚未有開發計畫之面積約二萬四千公頃，未開發之海埔地上有大量之螃蟹、

螺類、貝類等無脊椎動物及彈塗魚等沼澤性魚類生育。

1-4 鳥類資源

台灣位居東亞鳥類遷移之中繼站，故淡水河口、大肚溪口、曾文溪口、蘭陽溪口，恒春龍鑾潭以及紅樹林沼澤及草澤常有大量候鳥及水鳥棲息，其中曾文溪口為黑面琵鷺越冬棲息地。

1-5 漁業資源

台灣附近海域因有由赤道北上之暖性海流黑潮流經，並於台灣東北部海域和自日本海南下之親潮會合，且具湧升流，故漁業資源豐富。

二、海岸開發對海岸環境影響

海岸地區以往受風大、水少、鹽分高、土地貧瘠、交通不便、公共設施缺乏等自然及人文條件限制，土地資源利用型態僅為港埠、農漁村、養殖漁業及低產值之農業利用等，但由於人口增加，都市化擴張及經濟發展等，對土地資源之需求不斷增加，加以台灣地區解除戒嚴，海岸利用日歸常態，使得海岸地區增加了許多不同性質土地資源利用型態，原本價值較底之海岸地，乃轉成為各種資源利用之競爭焦點，加以多種不相容之土地利用形態相繼出現，河川及近岸水域污染無法有效處理與控制，海岸生態體系特性缺乏通盤瞭解，資源永續利用觀念不足，缺乏專法、專責機構及整體性之台灣海岸管理計畫，以致在現有八個主管機關與權責法令間有所重置或不足之情況下，使得台灣海岸環境資源品質在快速發展利用但無法有效管理下迅速惡化，對海岸環境產生各種沖擊及影響，茲說明如下：

2-1 沿海地區地層下陷

沿海地區因開發超抽地下水，造成地盤嚴重下陷，導致海水倒灌、積水不退、海水入侵地下水層及土地鹽化。台灣濱海地區，地層下陷較嚴重地區有屏東、宜蘭、彰化、雲林、嘉義、台南等縣，面積八萬餘公頃，最嚴重的屏東縣佳冬鄉塭豐地區，總下陷量已逾 2.58 公尺。

2-2 河口附近海岸侵蝕現象

河川上游集水區因水土保持，減少河沙來源，以及興建水庫，攔阻河沙，減少河川輸砂量，使得河口附近海岸呈現侵蝕現象，而在河口附近之河川及海灘採砂石更加速海岸侵蝕。例如曾文水庫興建完成不久後，曾文溪口附近之馬沙溝地區即出現海岸線後退，沙灘流失，防風林倒塌等現象。

2-3 規劃設計不當，造成突堤效應

海岸地區常因開發計畫規劃設計不當，造成海岸突堤效應，導致鄰近海岸侵蝕及國土流失現象。例如麥寮離島工業區開發導致外傘頂洲因沙源補充不足海岸線逐漸內移。

2-4 規劃區位不當，劣化環境品質

海岸地區易因開發計畫區位不當，不相容之資源利用型態毗鄰，除造成投資浪費，並劣化環境品質。例如新竹南寮垃圾場毗鄰海水浴場，使海水浴場因污染而乏人問津，而鄰近漁港之防波堤所造成之突堤效應，亦使海灘遭受侵蝕。

2-5 河口、潟湖及沼澤地等被填築，影響水產物生長環境

海岸開發經常造成河口、潟湖以及沼澤地等基礎生產力高之地區被填築破壞，以致影響水產物生長環境，例如台塑六輕工業區開發因抽砂填海造地工程與牡蠣養殖相毗鄰，影響海洋生物產值。

2-6 沙丘及沙洲等不當開發，影響海岸生態環境平衡

海岸開發常造成沿岸沙丘及沙洲等不穩地區之破壞，致影響海岸生態環境平衡及土地利用活動正常進行。

2-7 沿岸海域及河口污染

海岸工業區之開發，由於工業廢水之排放，常導致沿岸海域及河口污染嚴重並危害漁業及海洋生物資源。例如二仁溪沿岸電鍍廠及廢五金工廠將酸洗廢液逕排入溪內，污染海域，造成二仁溪口至興達港間淺海

養殖之綠牡蠣大量死亡事件，此外由河川攜帶出海及傾倒海邊之垃圾，受海流、潮汐及波浪作用散佈海灘，除造成環境衛生問題，並劣化海灘遊憩品質。

2-8 核電廠及火力電廠熱排水效應

興建於海岸地區之核電廠及火力電廠，常因進水口吸入大量冷卻水，產生強大水流，致附近海域之浮游生物及底棲魚、貝類無法哺育及生存，導致近海漁業漁獲量之減少，且其所排放之熱廢水亦改變漁類及珊瑚生長環境條件進而威脅其生存，例如核三電廠所排放之熱廢水，導致出水口附近，水溫持續升高，使得附近珊瑚約八公頃白化。

三、結論及建議

綜合以上有關海岸開發，對海岸環境所造成之衝擊，吾人可獲致以下數點結論及建議：

1. 海岸地區為海洋與陸地交互作用之帶狀區域，海岸資源除具海洋生物高生產力外，並有環境保護、國土保安、觀光遊憩、環境教育、學術研究等功能，過度海岸開發使用不當將導致資源喪失，並造成環境災害。
2. 為避免破壞河灣、潟湖、濕地、沼澤地與近岸線海域，未來海岸開發有關抽砂填海造地計劃，應至水深十公尺外之海域以人工島方式開發，以保留這些重要的淺海養殖區、水鳥生育地及國民親水空間，並防止“突堤效應”產生的海岸侵蝕。
3. 海岸紅樹林，珊瑚礁，離岸沙洲及沙丘屬於海岸天然防護設施，可消減波浪能量，故如何加強保護及穩定這些天然的防護設施，是海岸國土保安及生態保育上刻不容緩之大課題。
4. 海岸開發許可地區，於先期規劃階段，即應辦理環境影響評估工作，施工及營運時更應依審查結論確實辦理並做好監測工作，主管單位亦應確實負起監督之責，俾使海岸資源得以永續利用。

參考資料

1. 中興工程顧問社（1994.11）：“經濟部工業局雲林離島式基礎工業區開

發計畫報告”。

- 2.吳全安(1995.05):“台灣海岸開發與生態保育”,工研院研討會論文集 P10-1~10-23。
- 3.張璠、龔誠山(1998.05):“工業港與工業區開發現況與未來展望”,港研所論文集 PP7-1~7-17,專刊 NO.157。
- 4.中華民國永續發展學會(1999.02):“海岸地區之永續發展研究計畫”,期末報告初稿。

表一 台灣海岸地區土地利用現況說明

縣市	港口	重要建設	重要開發計畫	國家公園及風景特定區	土地利用問題
基隆市	基隆港	深澳火力、外木山火力			
台北縣	淡水港	核一、核二廠、八里污水處理廠、林口火力發電廠、沙崙輸油站	核四廠 淡海新市鎮	東北角風景特定區	夏日遊客承載量 海岸侵蝕，環保抗爭
桃園縣		大園工業區、觀音工業區，大潭濱海特定工業區	大觀工業區、觀塘工業區、桃園科技工業區、台塑北部深海港計畫		
新竹市	南寮港	新竹海埔地	香山海埔地	濱海遊憩區、客雅溪水鳥保護區	海岸垃圾棄填區 緊臨遊憩區與保護區
苗栗縣		通霄精鹽廠、通霄火力發電廠	通霄海埔地	通霄海水浴場	
台中縣	台中港	台中火力發電廠、台中關聯工業區	海渡火力電廠		潮差大，沿岸漂沙活動劇烈
彰化縣		彰濱工業區	彰濱遊樂區		大肚溪口南岸垃圾填海威脅水鳥棲息地
雲林縣		雲林離島工業區 台塑六輕石化廠			地層下陷、開發工業區對海岸地形及生態環境造成衝擊
嘉義縣	布袋商港		鰲鼓工業區、外傘頂洲附近東石綜合加工區		地層下陷、開發工業區對海岸地形及生態環境造成衝擊
台南縣市	安平港	安平工業區	濱南工業區 台南科技工業區 台南科技園區		地層下陷、開發工業區對海岸地形及生態環境造成衝擊
高雄縣市	高雄港、興達遠洋漁港	永安天然氣接收站、興達火力發電廠、林園石化工業區			海岸侵蝕
屏東縣		核三廠		大鵬灣風特定區、墾丁國家公園	地層下陷、環保抗爭、潟湖淺灘，魚塭養殖
宜蘭縣	蘇澳港	利澤工業區、龍德工業區			濫墾九孔池、地層下陷排水困難、自然生態保護區內農業行為管制
花蓮縣	花蓮港	和平水泥專業區、光華工業區		東部海岸風景特定區	海岸侵蝕
台東縣				東部海岸風景特定區	經濟活動遲緩

資料來源：1.落實國土空間發展策略之研究，行政院經建會(1998)。

2.海岸地區之永續發展研究計畫，中華民國永續發展學會(1999)。

東部海岸保護與利用衝擊性

港灣技術研究所海岸工程組 邱永芳組長

前 言

台灣東部為山脈沿著海岸線羅列的縱谷地形，使得交通系統之構建，以延著山谷地形開闢最為便利，東部公路交通目前以台九線為其主要運輸公路，由於近年來國家經濟的發展帶動人民生活水準的改善，加速東部地區的開發，東部居民對於公路運輸舒適便捷安全性的要求日愈殷切，因此台十一線公路拓寬工程便形成東部交通網最重要與迫切建設的工程之一，台十一線為沿著海岸線構築的一條 20 公尺寬的主要幹線，其開闢自然會對東部海岸造成不同程度的海岸地形與自然景觀的改變，國內環保團體與環境學者，針對開發台十一線所造成的景觀破壞，有相當不同的意見，希望台十一線能為東部海岸景觀與自然環境的永續保存而暫停其開發，維持其觀賞海岸景緻的特色，不以快速便捷提高交通流量為考量標的。為此，環保與開發利用即形成相當的衝突性，其餘諸如海岸線的混凝土化（消波塊林立），和國土保全間的問題...等各項問題的爭執討論，再再都是大家希望台灣能維持福爾摩沙的美名，期待後代子孫擁有明日海岸美景，不再是一個夢。本文將針對東部海岸保護與利用如何和諧的觀點提供參考。

一、東部海岸變遷特性

近十年來常有人指出以往從自家門口到海邊至少有二、三百公尺以上漂亮的沙灘，至今家門口的沙灘不見了，海水直到家門口，兒時海灘戲水及捕漁的情景只有在記憶中追尋。不僅為下一代子孫沒有漂亮的沙灘與美麗的海洋可以擁抱而嘆息，更恐怕失去海洋民族的性格與特性而憂心忡忡，這些嘆息與憂心，再再表示台灣海岸逐漸消失與近期國土流失的嚴重性。東部海岸變遷即是相當明顯的例子。

東部海岸(花東海岸)指海岸山脈分水嶺以東，花蓮港口至卑南大溪口以北的海岸，濱線長 151.7 公里海岸大致平直。花蓮縣海岸線間雖有和平溪，立霧溪及花蓮溪輸出大量泥沙，但因受地形阻隔及海岸坡

度陡急之限制，僅於河口形成三角洲，無法提供附近海岸沙源。花蓮市南濱海岸因闢建公園將護岸外移沙灘縮小，並因花蓮港擴建東防波堤，使得波浪因繞射而產生嚴重之侵蝕。依據許民陽教授(1999)提出花東海岸北段顯著後退地點圖(如圖 1)，由圖中可發現從海岸山脈北端嶺頂到長濱沖積扇之間明顯受侵蝕地點共有 11 處，其中以花蓮港口到鹽寮後退長度最長。台東縣海岸面臨太平洋接受強韌之颱風波浪，除卑南溪形成之台東三角洲，太麻里溪堆積成的太麻里三角洲及大武溪堆積成之台東三角洲外，長濱以南至台東的花東海岸南段顯著侵蝕後退地點共有九處如圖之所示(許民陽 1999)，其中從 1904 年到 1987 年間地形變遷以大武金樽，及新港等地附近之侵蝕較為嚴重，分別侵蝕 230 公尺、200 公尺、320 公尺左右可見台東縣海岸損失之嚴重(郭金棟，1991)。

由以上分析獲知，在東海岸近八十年來受侵蝕而海岸線後退區域很長，值得對受侵蝕區域做海岸保全，以免國土流失過於嚴重。

二、目前海岸保全與景觀維護之衝擊性

為防止脆弱的東部海岸繼續受颱風侵襲與破壞。公路單位為維護公路之安全，對於危險海岸地區採取在公路邊緣海岸地區排列消波塊消能保護公路路基，水利單位在緊鄰聚落有百姓要求防護之海岸區域構築海堤及消波塊來保護人民生命財產安全，根據許民陽(1999)的研究報告指出花東海岸至 86 年底為止，從大坑至富岡中間，共設置 40 段海岸防護工事，全部長度約為 15914.2 公尺。這些海岸的消能結構物對惡劣海況條件的花東海岸或多或少皆有其功效與貢獻，但就視覺景觀來看，整個海岸線處處皆是混凝土制的異型消波塊的堆置有如海岸長城是有其不自然不美觀的感覺，因為近年來在維護景觀及環保意識抬頭的潮流下，此種將異型消波塊大量堆置於海邊，以保護公路路基或防止海岸被侵蝕的保護措施，被認為有礙景觀而常遭環保學者及團體之抗議。

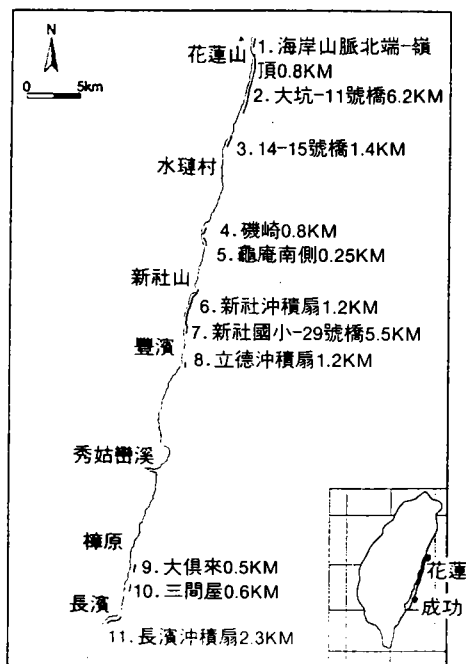


圖1 花東海岸北段顯著後退地點圖

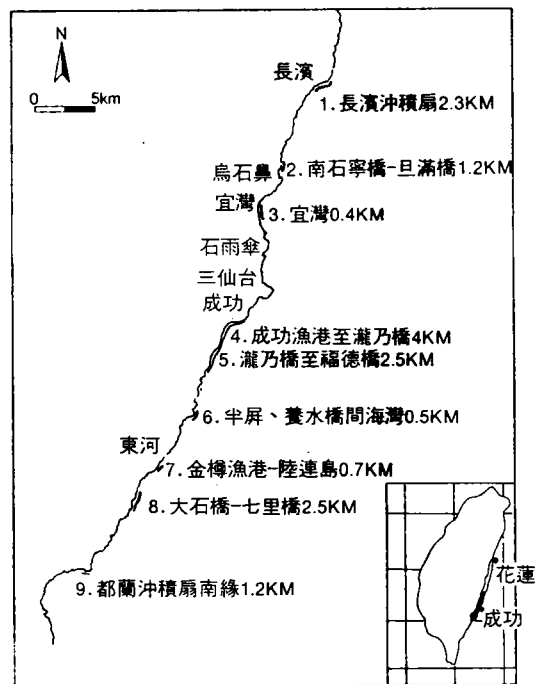


圖2 花東海岸南段顯著後退地點圖

三、海岸保全與景觀維護對策

為達到東部海岸在景觀和海岸保全二大衝擊下取得平衡，其對策說明如下：

3-1 完整基本資料收集

東部海岸整個海域的海氣地象資料收集相當缺乏，目前僅有氣象局之成功測站與港研所在花蓮港的測站，因此整個海域沒有可供設計或做海岸保全所需的資料可資運用，尤其海底地形水深資料，目前僅有海圖可供參考，但我們知道海圖在水深 20 公尺以內最為重要，故以往如產生海岸侵蝕破壞需要構築結構物來保護海岸時，當然以最簡便的方法即在破壞處附近設置消波塊來消能以保護海岸，如此當然會造成不當的拋置消波塊及過度拋置消波塊的現象出現，對海岸景觀的破壞與視覺阻礙更形無法避免。東部海岸的海堤構築和消波塊大量拋置並非全部皆達到保護海岸的功效，相對地，亦有因而造成鄰近地形受影響的現象，這一切只因沒有詳細資料可供做設計規劃的參考，更無法兼顧海岸景觀創造的設計。

完整基本資料的收集不僅在東部海岸重要，整個台灣四週海域詳細完整的海氣地象資料收集，更是刻不容緩的事。海域之海地氣象收

集是一件煩重而且需大量經費方能竟其功的工作，故政府如重視台灣海岸環境的創造與保全，應設立一個常設研究單位負責收集並提供各政府單位或工程界使用，如此台灣海岸才有妥適規劃設計的可能，才能進一步，注意海岸景觀與自然環境的保護。

3-2 海岸保全工法之研究

適用於東部海岸的保全工法及其對環境影響性比較，如下表所示，由以往海岸保護的經驗，各種保護工法在國內外皆有獲得成功的例證，但往往因海地氣象條件的不同，每一個海域保護方法未必就相似，皆需配合當條件來佈置保護工法。台灣東部海岸坡度陡急，波浪很大尤其受地形突變的影響更形顯著，西部海岸坡度平緩，波浪較小，東西海岸特性海象條件差異很大適用的海岸保全工法自然迥異，但社會對安全、景觀、生態及親水的需求則相同。為因應各海域不同的海地氣象條件，因地制宜的海岸保全工法需加以調查分析並研究改進，使其兼具防災保護與景觀維護。目前東部海岸所需保全工法沒有做全面性的研究，因此皆以消波塊拋置在沙灘海岸或多或少，達到保護海岸但無法有效的兼顧海岸景觀，才會造成東部海岸有混凝土化阻隔海岸，使得親水空間的消失。

個別設施	可行性分析	對環境影響性
護岸	可與陸地結合，增加消能性，可考慮使用。	硬體構造物。
堤防	將海岸線與陸地隔絕，可能會產生堤前地形變化。	親水性較差，阻礙視覺景觀。
離岸堤	施工較困難，可消能保護海岸，可考慮使用。	突出水面視覺受影響。
突堤	對沿岸漂沙較嚴重地區有效，但需設突堤群。	海岸景觀受影響。
潛堤	有消能性，可保護海岸。	視覺受影響不大，大部份時間無影響景觀。
人工養灘	需有沙源供給，並需長期維護，對近岸流況無法有效掌握時甚難達其功效，台十一線鄰近無大量沙源可長期供給。	可維護原來景觀面貌，但亦可能危害近岸動植物生態。

人工暗礁	需有較緩坡比降地形及控制沿岸漂沙，花東地形較陡，海況較惡劣。	可不損及海岸景觀。
人工岬灣	需有岬頭地形，或以人工方式建岬頭來穩定沙灘，但會造成下游的侵蝕。	可維持海灘線。

3-3 河川與海岸需共治

河川輸出之泥沙為海岸漂沙之最主要來源，而其輸出泥沙量對河口及鄰近地形之堆積或侵蝕具有供需控制性，河川堆積弱於波浪侵蝕作用而產生海岸侵蝕，反之河口或鄰近地區便會有沖積三角洲或淤積地形出現，近年來山坡地的水土保持，河川攔沙壩構築，採取河川沙土等等，種種河川的人為整治措施，使得河川輸沙量大部份被阻擋在河川上游或被大量採取，因此進入海岸之沙源大量減少無法補充海岸被移走之沙源而形成侵蝕現象。

東部海岸主要河川皆有砂石盜採現象及河川上游攔沙壩大量的構築，使得海岸沙源補充不足，侵蝕區域必然增加或擴大，因此未來應將河川整治與海岸保護一起研究，或許應考慮每年保持一定河川輸沙量供給海岸來保護海岸，以河道輸沙到海才會有效的保護大區域海岸因沙源供需不平衡而形成的侵蝕問題。

3-4 海岸保全與自然景觀維護應全面規劃

東部海岸受海底地形坡度陡急，颱風浪大海象較為惡劣，目前海岸保全採用工法以硬性工法較多，軟性工法較少，因此對自然景觀可能無法有效兼顧與創造。為求自然景觀與海岸保全設施能合而為一，必需對區域性海域做生態和社會人文的調查，做全面和整體的規劃，兼顧景觀人文性和工程實用性。硬性工法如配合配置景觀環境特性，將海岸保全設施做適當融和與隱藏便不會讓人有視覺上的阻礙，日本青森港海堤上建一景觀步道與休閒區，而在步道下側行水區佈設很多消波塊消能，但走在休閒區上無法看到消波塊的蹤跡，此即保全與景觀配合的良好設計例，本所受公路局委託在台十一線上的侵蝕防治對策上亦提出相關構想或試驗結果，如圖 3 至圖 5 所示。

3-5 區域性海岸保全對策

區域性海岸保全係指海岸大規模的開發或區域性的整治而造成大區域的海岸地形生態的改變，往往由於大規模的開發保育牽涉的管理機關過多，無法同步執行與很好的政策配合，形成的大區域環境破壞而無法回復性，才是令人注意的焦點。東部海岸線長達 151 公里以上，受侵蝕地點相當多，而其防治機關有水利處，觀光局東部風景特定區管理處，公路局....等，主要視侵蝕影響區域而定，因此海岸邊以消波塊堆置常各自為政沒有整體規劃。無法達到最佳效益。

故對東部海岸線的保全應全面性的考量，不應只針對局部性來防治，才能避免治理一地而損害另一地點的窘境。

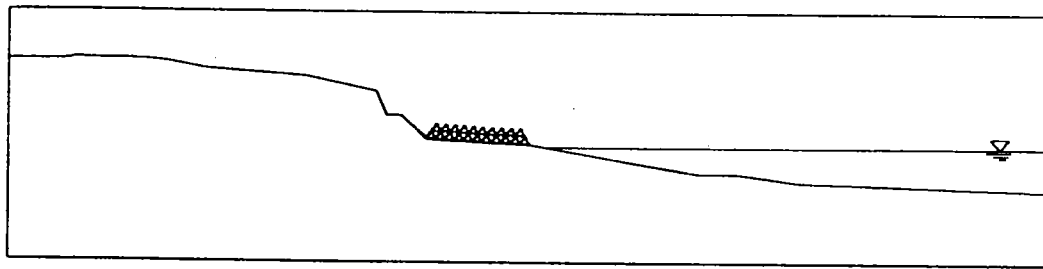
四、結論

東部海岸逐漸在後退、國土流失已經是不爭的事實，整個東部海岸使用大量消波塊來保護海岸亦是事實。會造成消波塊的大量堆置定有其消波塊的功能，但不一定是最佳的改善方式，因此受到環保學者與團體的抗議，期望能恢復東部海岸的原始風貌還給大地自然美，為求得保護及保全之間的平衡，必須有：

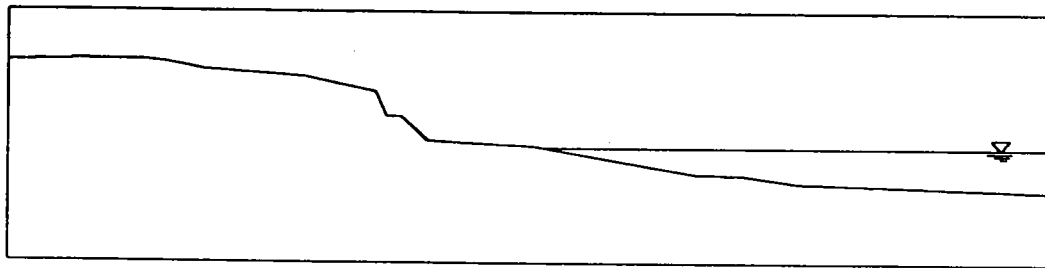
- (1)完整基本資料的收集
- (2)海岸保全工法之研究
- (3)河川與海岸需共治
- (4)海岸保全與景觀維護需做全面規劃
- (5)區域性海岸保全對策

經由以上手段，東部海岸才能保全與景觀兼顧，明日東部海岸才值得令人回味。

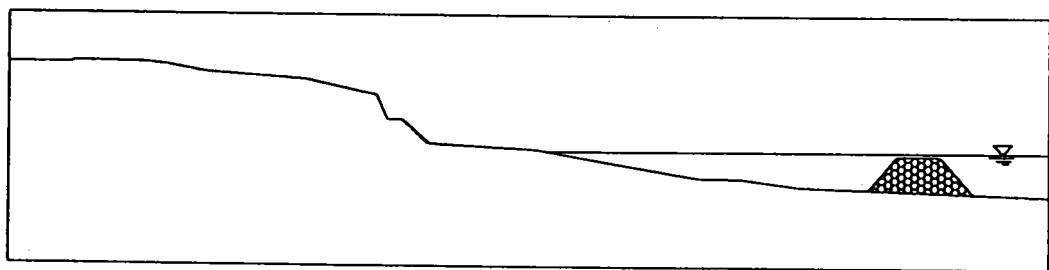
海洋公園附近(10k+380)試驗構想



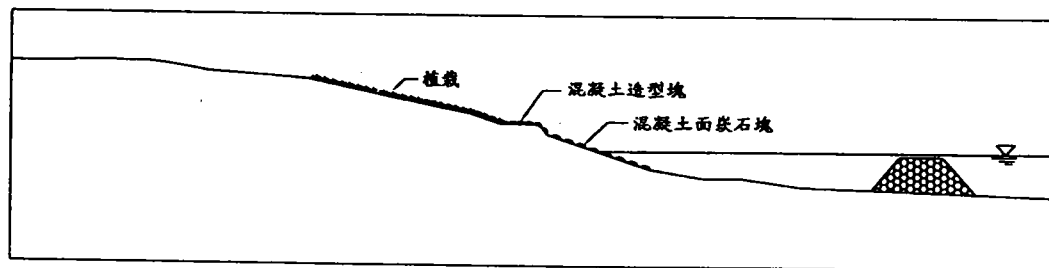
原方案：拋置消波塊試驗斷面



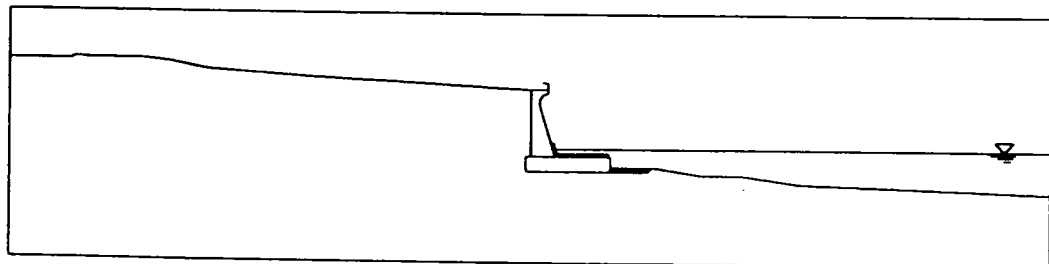
改善佈置1：無消波塊試驗斷面



改善佈置2：潛堤試驗斷面



改善佈置3：複合緩坡堤試驗斷面



改善佈置4：消波護岸試驗斷面

圖 3 海洋公園附近(10k+380)試驗構想

43k+634斷面試驗構想

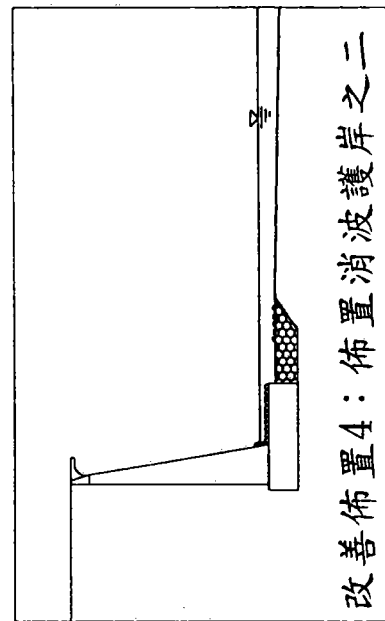
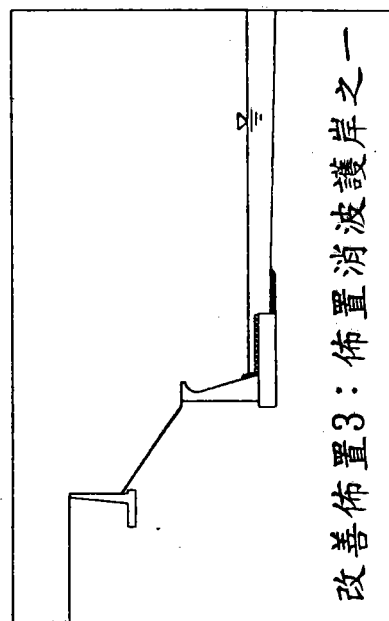
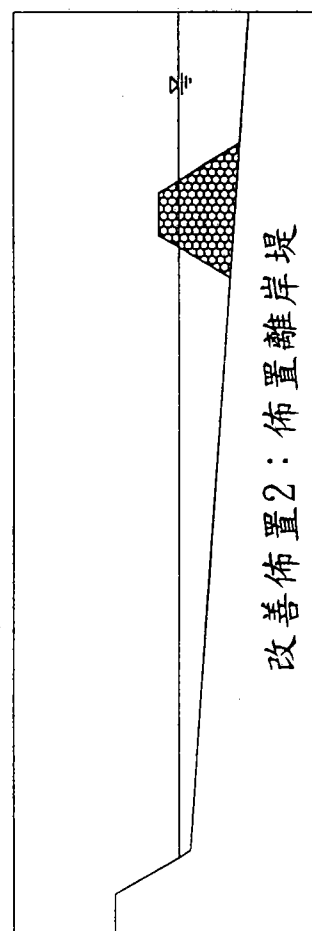
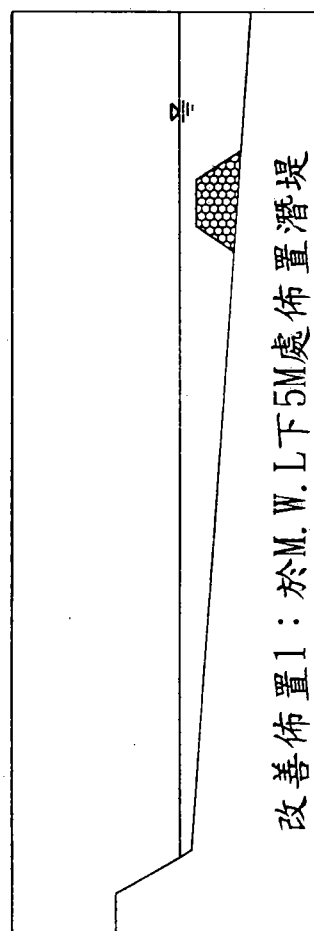
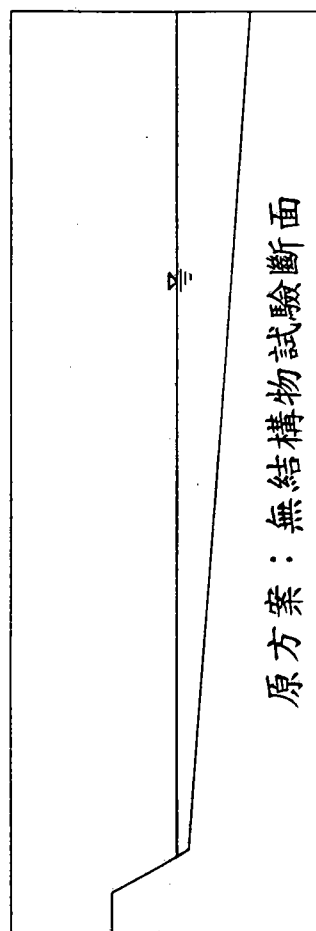
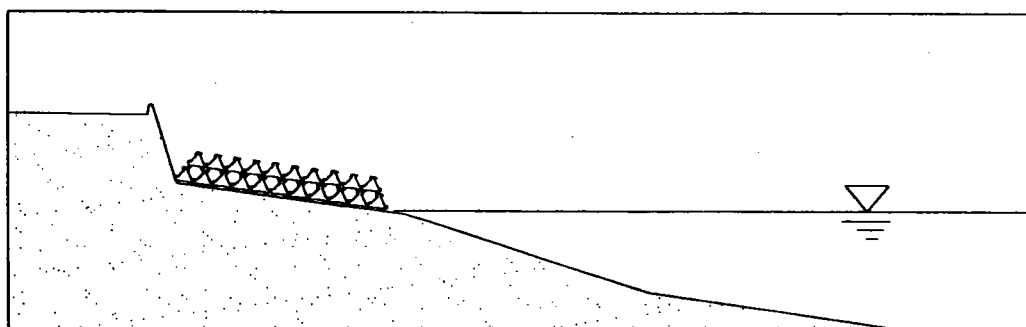
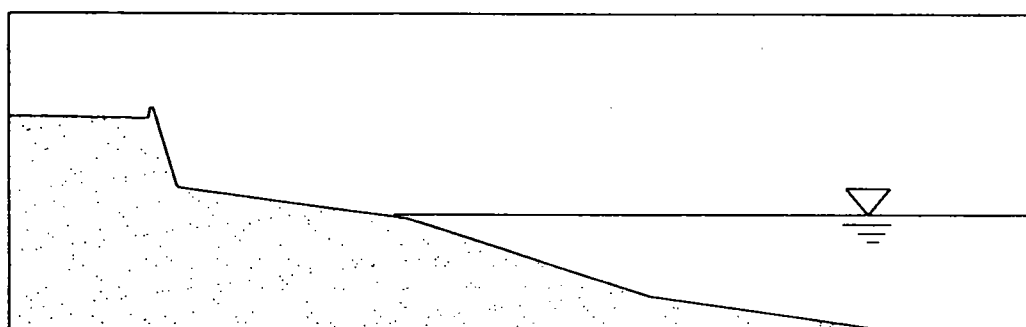


圖 4 43k+634 斷面試驗構想

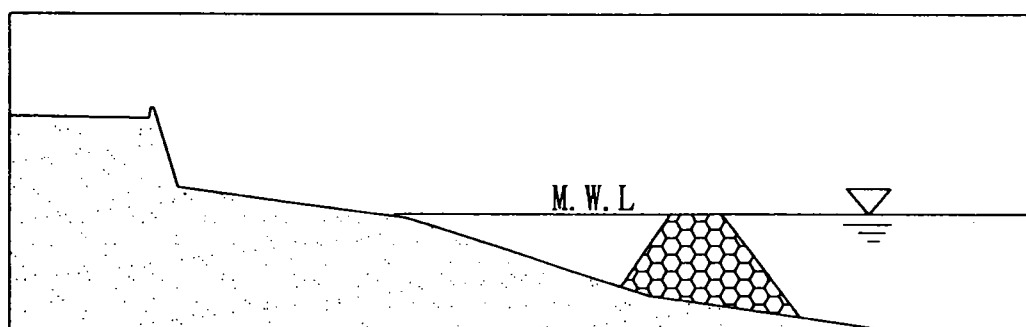
「人定勝天」試驗構想



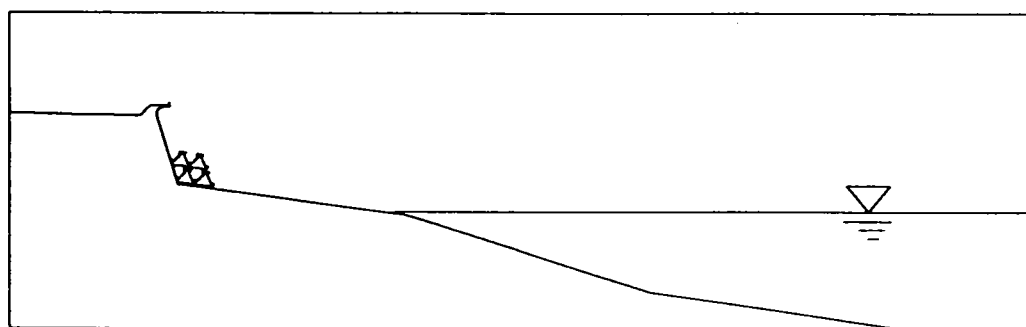
原方案：拋置消波塊斷面試驗



改善佈置1：無消波塊斷面試驗



改善佈置2：潛堤斷面試驗



改善佈置3：設置翻水牆及拋置消波塊

圖 5 人定勝天試驗構想

主題(四)

創造海岸景觀與遊憩環境

(a)海岸景觀與海岸保全之衝突性

(b)海岸景觀規劃實例

(c)台灣賞鯨發展與瓶頸

(d)近岸遊憩區位選擇與環境創造

海岸景觀及海岸保全之衝突性

交通大學土木系副教授張憲國

前言

台灣四周環海，海洋資源與海岸空間的利用，是台灣發展未來的走向。然而，在往昔的海岸利用的經驗中所採取的海岸保護工，卻造成景觀上的視覺衝突，及人們親水性的障礙。在全球永續利用的號召及環保活動的推動下，我們應要再一次反省我們過去對於海岸造成的傷害是什麼，從失敗的經驗來思考我們如何來補救這些的錯誤。本文提出台灣目前海岸保全造成景觀衝突的原因與解決的一些建議。

一、沿岸域利用衍生的問題

沿岸域(coastal zone)利用不僅單獨考慮灘線以外海域的部分，而應海陸一體考慮空間的利用，一般沿岸域利用的區域，如圖 1 所示的定義。

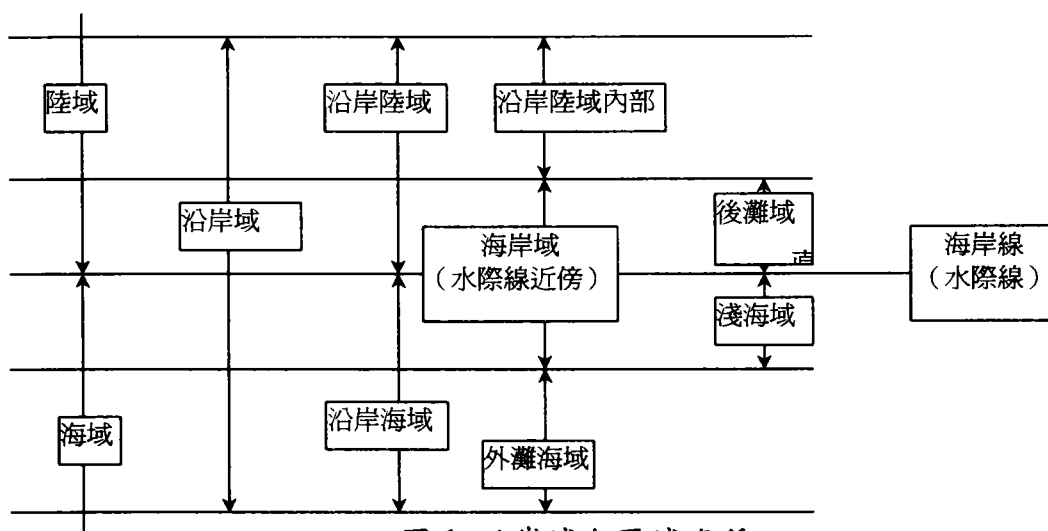


圖 1 沿岸域各區域名稱

沿岸域利用的優劣，取決於沿岸域的特性、社會及技術三個層面。沿岸特性主要調查瞭解現有海岸的物理現象及環境資源，其中包括海象（波浪、潮汐...），氣象（風、颱風），漁業、生態等等構成要素。社會的要素包括經濟發展、價值觀、政策等。而技術要素為創造開發新的技術，如保全工法、水質靜化技術...等，此三種利用的要素如圖 2 所示。

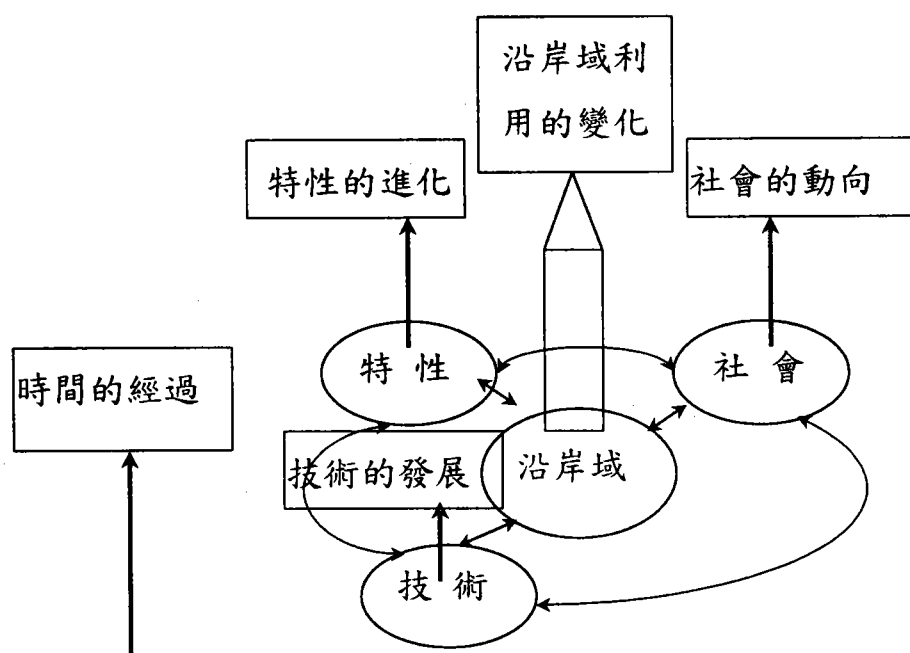


圖 2 沿岸域利用的變化

當利用沿岸域時，若對於海岸特性掌握不清楚，社會要素調整不一致，新技術無法創造開發來配合，沿岸域的利用就可能衍生出問題。此問題的性質可分為災害危險、環境惡化及利用衝突。

災害危險的因素包括高潮、波浪、海岸侵蝕、地盤下陷、地盤轉動...等。另外，可能因為設計失當產生二次災害，如海岸堤腳的沖刷，如日本西濱海岸，台南黃金海岸等例子，或者堤防陸測的空洞化。此類二次災害可能比原來要解決的問題更加棘手，其補救措施可能更加複雜。

環境的惡化是海岸保全過程中，環境保護最大的爭議，其中包括自然環境的破壞，瀉湖的消失等，使得人們在海岸休閒空間變小，親水性差及視覺不適感增加等等問題產生。

至於利用衝突方面，主要起源於海岸利用會朝向多樣化，不同利用的使用者屬於不同群體，價值觀念不同，利用目標不同，紛爭的問題即便產生。

本文以東部台 11 線擴建為例。在執行台 11 線擴建過程中，保育團體提出施工及規劃上的爭議的意見，經整理問題的屬性如表 1 所示。

表 1 台 11 線擴建造成保育人士爭議之問題

項目	問 題	屬性
1	本道路拓寬駁坎檔土牆過高且單調，缺乏綠化，如東管處花蓮管理站附近之檔土牆。	景觀
2	道路與橋樑寬度不一致，影響行車安全。	安全
3	紐澤西護欄高度遮斷海岸視覺景觀。	景觀
4	建議不宜拓寬路段，例如芭崎至十八號橋，應予維護。	安全
5	道路新、舊路面間、橋樑、涵洞開挖處、材料堆放處及臨時道等地點，為妥善設置警示標誌、安全圍籬及夜間照明設施，易生危險及造成意外事故。	安全
6	施工便道設置簡陋，坡度過陡，路面凹凸不平，顛頗難行，且未鋪 AC 鋪面，如遇雨則泥濘不堪，經常發生車輛陷入路面之窘境。	安全
7	沿線施工地點多未予妥善設置起土處理場，一遇豪雨，棄土及流失，因而堵塞河道，甚而污染海域。	環境
8	施工路段於晴天時，未適度灑水，至塵土飛揚，污染空氣；且載運土石之車輛，因車身覆蓋不良及輪胎未經清洗，至其行經之路面處處可見積泥，遇雨則易造成車輛輪胎打滑，致生意外。	安全
9	部分施工地點之材料放置零亂，甚且有鋼筋、頂力樑、電桿任意堆置路旁，且未予明顯警示、區隔，易生危險，造成意外。	安全
10	三先台隧道採明挖之施工方式，將原有景觀地貌作大幅度之改變，即令完工後，有植栽復育計畫，短期內難恢復原有之景觀面貌。	景觀
11	草率拋放消波塊，嚴重破壞海岸美景。	景觀

從表 1 可看出人們關心海岸的利用，除了安全上的考慮外，景觀是個相當重視的因子。

二、海岸保全與景觀之衝突原因

海岸保全雖然是為保護海岸免於劇烈的侵淤變化而採取的保護措施，雖然，此結構物安全性及保護功能的達成，是首要的目標，然而，如果忽略景觀上或者親水性的考量，則會產生意見的衝突問題。目前台灣海岸保全與景觀造成的衝突，作者認為有下列幾點原因。

2-1 資料不足

海岸的環境與物理現象相當複雜，一個適當成功的保護工法的選擇，取決於基本資料是否充足，品質是否正確，方能透用物理模式，或數值模式來正確預測。否則在資料不能充分正確提供資訊情形下，為降低不確定性的風險，且達到保全海岸目標，可能選擇較為保守而安全的工法與設計，無法兼顧景觀的因素。建立台灣海岸特性的資料，即國外各種保護工法設計的案例應該要積極、踏實的執行。

2-2 技術開發的配合

海岸特性因具有局部性，不是每一種保全工法適合於所有的海岸。對於特殊的海岸特性，應該要創造開發適合於此海岸的保全工法。所以，經海岸基地特性調查後，研究單位應該要創造各種可行的保護工法，此工法的研發除了滿足工程上的基本需求外，應要參考景觀工程師的意見考慮景觀的因素或做景觀上的評估，才能保證新技術的永續性。。

2-3 價值認知的差距

海岸使用者的群體之價值觀念常是不同，而且排他性很強，如漁民、當地居民及環保人士等對不同海岸保全方法具有不同的價值。所以，如何透過溝通媒介，加強意見互動來拉近各團體間價值認知的差距。作者建議的方式，如規劃海岸利用或設計海岸保全，規劃中政府或者規劃單位與使用者（或當地居民）應做雙向溝通，讓使用者認知瞭解海岸保全及開發對他們的生活、社會的環境衝擊，可避免開發中因衝突所產生的抗爭。或者發行海岸保全及利用的規劃小冊子來教育宣導使用者，使居

民對海岸保全及利用有正確的認知。

2-4 缺乏景觀規劃與評估

會造成海岸保全及景觀衝突的最主要原因，是海岸保全的設計沒有通過景觀的規劃及評估的程序。至於景觀規劃或者工程規劃，二者如何配合，應可再做研究，才能達到最適合的整體規劃流程。以日本運輸省對港灣景觀影響評估的流程為例，示如圖3。

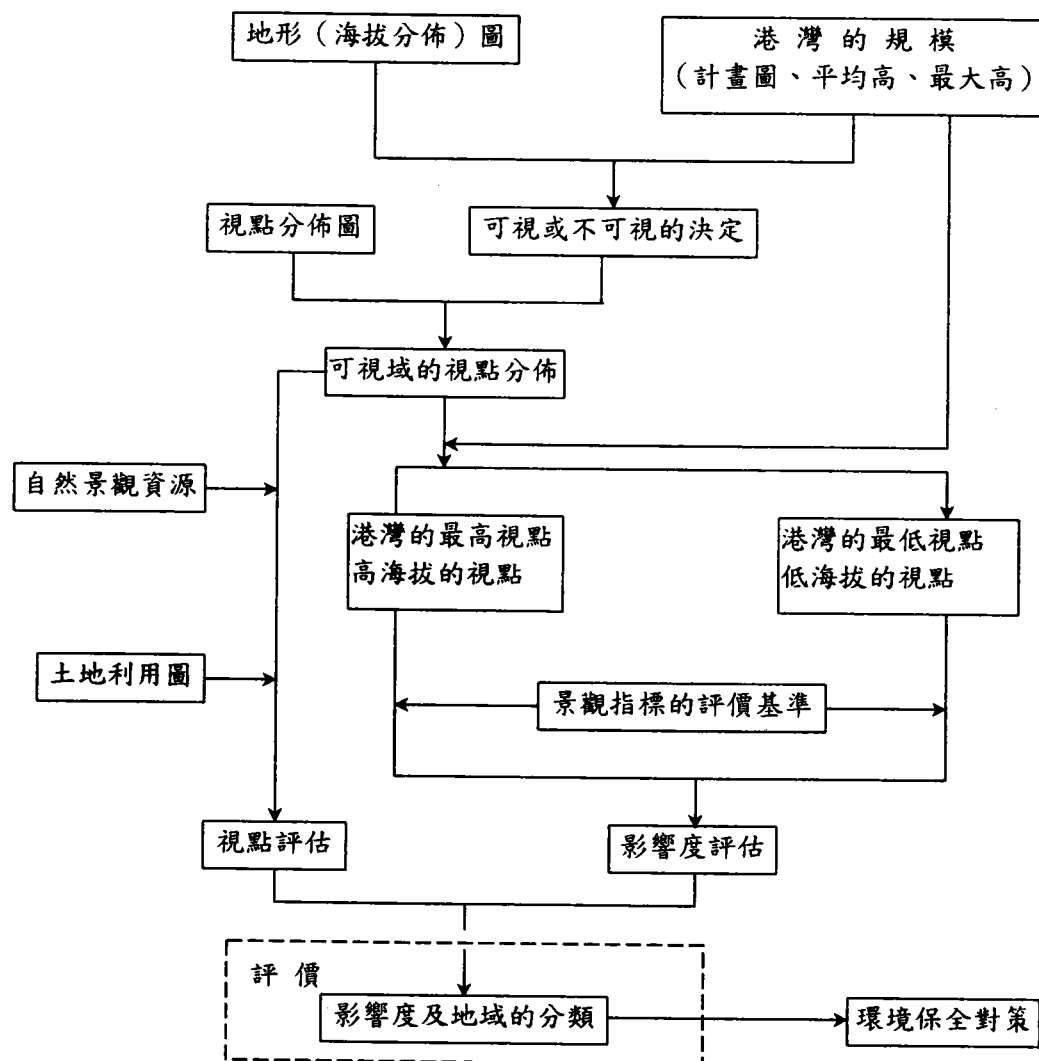


圖3 景觀的環境影響評價的實施

如果能建立海岸保全上景觀評估的流程，在工程規劃的方案中，即可透用景觀評估來挑選視點佳的方案。當然，工程規劃過程中，景觀工程的規劃應要被納入整體的規劃中。

2-5 決策程序

倘若海岸利用的決策目標尚未確定，且決策的參與者侷限於少數人，決策最後的結果不被使用者接受，衝突性就增加。在台灣目前的民主開放，及環保意識的抬頭，決策的參與者應要多元化的包括不同層面的人，決策目標的權重也應由不同群體代表來決定，決策的先後不能從往昔傳統“由上而下”的方式，而要改以“由下而上”的方式。決策程序與方法，可應用社會判斷理論(Social judgement theory, SJT)。SJT 的優點是，它提醒決策者，對自己不清楚的專業不宜做事實判斷或評估；專家應該只做事實衡量和判斷，對自己不清楚的主觀價值部分不要任意下評估。海岸保全目標認知的 SJT 法構架，如圖 4 所示。

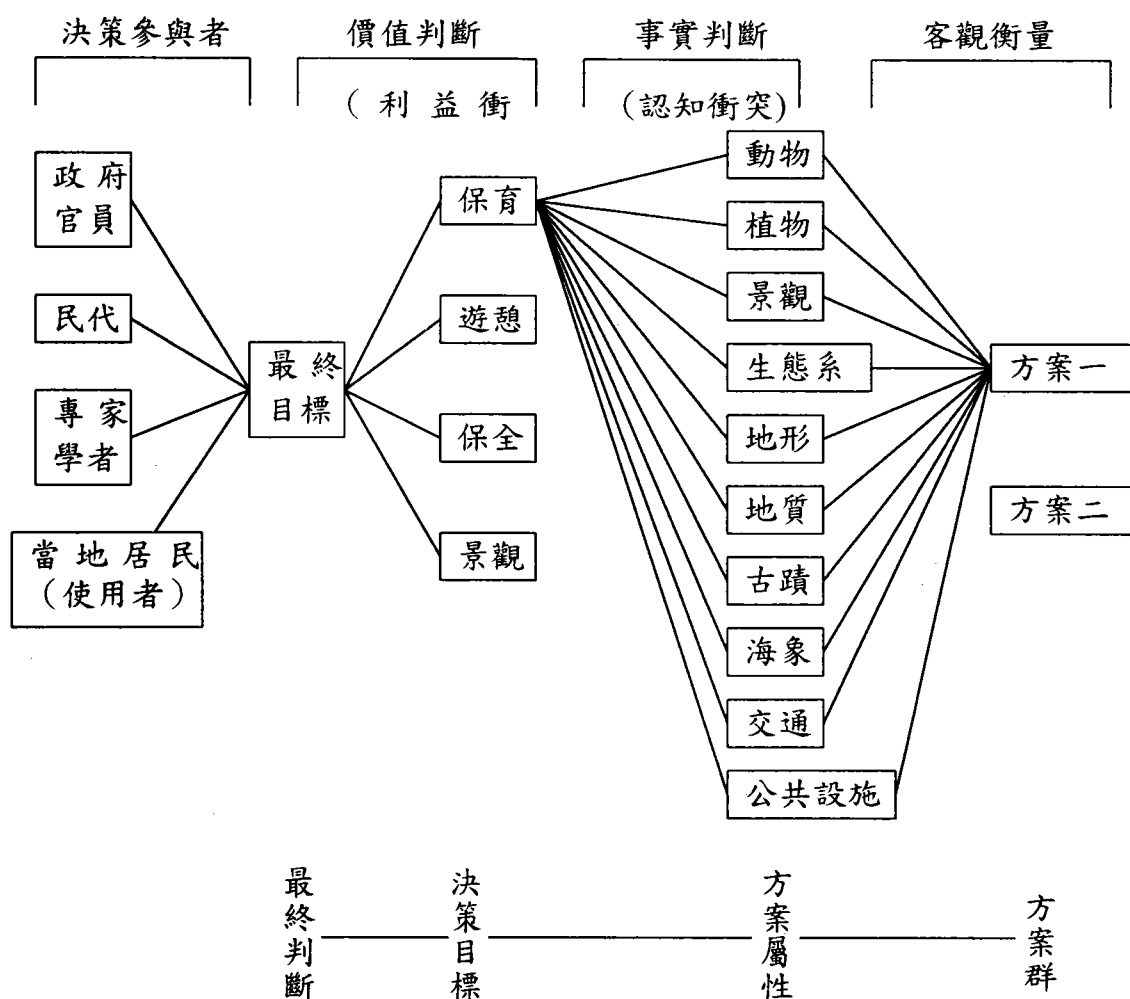


圖 4 SJT 目標認知應用於海岸利用的架構

由圖 4 中，根據海岸特性的規劃車來的方案中，需由決策參與者，對認知系統(Cognitive system)，環境系統(enviromental system)，生態效度(ecological validity)及決策參考變數利用(cue utilization)的透鏡模式來評估。包括有景觀專長的決策參與者所決定出來的規劃方案，工程與景觀的衝突性必然降低。

三、結論

對於海岸的保全與利用，造成景觀上的衝突是可避免或降低的。人類過去完全以“人”為中心的思考方式，應轉變為“人”與“自然與環境”平衡的方式。如何形成追求共同生活方式的認知及目標，配合技術創造及社會調整，理想的海岸開發利用是可達成的。

參考文獻

1. 梁谷昭夫，沿岸域計畫的觀點，鹿島出版社，1995。
2. 日本建築學會，海岸建築計畫指針，丸善株式會社，1988。
3. 高明瑞，自然資源保護及管理，淑馨出版社，1994。

海岸景觀規劃實例

中冶環境造型顧問公司 郭中端總經理

民國 61 年出國前夕與友人到金山海水浴場露營，滿天的星斗、雪白的波浪輕輕拍打著砂灘，成為我對台灣海岸永遠的記憶。民國 76 年回國做冬山河規劃，驚見沿北海不出幾里內居然有兩座原子爐發電廠。而當年的金山海水浴場更是垃圾遍野。據說因為八里海邊建設了垃圾處理廠，而新的金山海水浴場躲在海岬的另一邊，成了室內為主的溫水嬉水設施。當然這 15 年間是台灣經濟成長最快的一段時期；為了賺錢，不論政府民間，舉國上下義無反顧；何況當時海岸還屬戒嚴區域。戒嚴時期，保安林地遍佈台灣沿海地區，具有包括防風、定沙、漁穫等等功能，對沿岸地區居民（尤其西海岸）的生活環境與農漁生產影響甚大。但，翌年，戒嚴開禁，在眾人高呼開放的同時也驚見這十餘年海岸的變化，十餘年來海岸保育工作未見成效，而以開發美名的破壞，卻層出不窮；政府或民間、工業區，水泥廠、道路、海岸遊憩區，以及不法的廢土垃圾的傾倒等等。海島台灣，卻不見海岸，已是不稀奇的事，但是戰後五十年來錯將海島當大陸的治山防洪政策，卻是把台灣自然逼進的死胡同的元兇。

目前手邊沒有具體的資料，但翻開距今約 10 年前在早稻田研究時的筆記，記載著當時在早稻田（校本部）圖書館看到，明治 41 年（1908 年）前後繪製的台灣海圖與當時台灣市販的地圖相比較單是東海岸，將近後退了 2 公里；當時心想是地圖測量不準之故，待這幾年陸續訪談的結果，顯示出這也許是事實！

海岸自古以來即為台灣人的生活場所，從原住民的漂來，荷西、明鄭、日本以及戰後的新住民都是從海岸上來的；，但是，對海岸探索最少的始終是漢民族，特別是戰後的 40 年間的戒嚴期。

台灣海岸總長達 1566 公里，將近 100 所的港澳，可供遊客嬉水的海水浴場則 24 處國家公園包含海域者僅墾丁國家公園一處，十個海岸型風景特定區內主要活動為遊泳釣魚，潛水、衝浪以及水上摩拖車等水上活動等等。

其中為發展帆船遊艇而推廣遊艇碼頭興建，自解嚴以來雖大力推動，均不見成效，與漁港高築防波堤同樣成為加速漁港漁村瓦解的原因。環島公路的建設更未考慮到海岸線後退的事實，一昧的為滿足帳面上的地方繁榮，卻造成地方永久的呆滯。

IPCC(國際氣候變動相關政府間會報)指出根據研究的結果，西元 2100 年全球海水上昇 30~110CM，對此台灣的海岸線會倒退多少，海岸設施有多少會沒入水中，這此均未有人談起。若有，應公布大眾，使周知海岸保育之重要，無則應包括減少被害的因應對策，急須建立。

去年開始周休 2 日，使本島人滿為患的休閒業，開始舉目向海；特別是高度經濟成長期下的年青人，對海的休閒消費需求度極高。而台灣僅有的海灘處處支離破碎，不僅河川連海岸也是海堤高築，可嬉水的海岸已不多。

目前面對低成長的景氣後退期，更值得注目的是原來海岸的營經者沿岸漁民多以老去，海防部隊不在；海岸環境的維持，生態環境的復育，以及海岸景觀的修護，當然更重要的是基於海岸防災的永遠的課題，目前正是最好的反省期，以下利用海外實例從景觀的觀點就以上的題目做一介紹。

台灣賞鯨發展與瓶頸

中華鯨豚協會周蓮香教授

前言

台灣鯨豚保育轉型——賞鯨

台灣有海島型的氣候，卻少了海島型的文化。海洋一向只是打漁走船人的天下，對一般人來說美麗的藍色海水只是道路的盡頭，阻絕的深淵。

因此，長期以來，台灣附近的海洋資源從未受到正視。猶記五年前，當拙作「台灣鯨類圖鑑」一書出版時，許多人的反應竟然是「台灣有鯨豚嗎？」。幸運地，不到兩三年，已有過半數以上台灣人了解鯨豚與我們毗鄰而居的事實。

直到 1990 年台灣才將鯨豚列入保育類野生動物，牠們也才似鹹魚翻身，在法律上不再被以「魚」相待。原先社會各界對牠們的認識極為貧乏，在過去八年中，幸有一群具傻勁與熱情的同事、助理、學生及朋友們陸續投入，台灣鯨豚的研究與保育才漸漸奠立了一個基礎。

然而保育不是光喊「口號」就會成功的，保育如果與產業衝突的話，更將注定「兩敗俱傷」的悲劇。鯨豚過去一向是漁民的漁獲物之一，加上牠們常干擾甚至破壞漁民的正常作業，因此漁民對鯨豚多有「去之而後快」的心結，在這種背景之下，如何扭轉情勢，創造鯨豚保育與產業雙贏的局面呢？「賞鯨」也許是唯一的解決方案。

過去二、三十年來，台灣的經濟發展大大地改善了人民的生活水準。最近週休二日的實施，更讓各種觀光資源變得搶手。台灣四面環海，海洋資源豐富，頗具觀光潛力，其中以賞鯨的生態之旅即為熱門焦點之一。

1997 年 7 月，第一艘專營賞鯨船——海鯨號在花蓮石梯開航了。這不僅象徵了我國觀光業的新突破，更是鯨豚保育的新里程碑，台灣人與鯨豚接觸的方式又邁向新紀元。然而熱門賺錢的行業在台灣是不會被冷落的，到 1998 年的賞鯨季賞鯨船已增為四艘，今年風聞東海岸至少有

10 艘賞鯨船出現。對這種如雨後春筍般的成長狀況，筆者內心真是又喜又憂。喜的是見到賞鯨業成功地在台灣萌芽茁壯了，憂的是它的未來前景如何？

一、國際賞鯨規範

在國際上，賞鯨早已蔚為風氣，目前至少有 65 個國家，有賞鯨活動。每年至少有 5 百萬以上的遊客，營業額在 5 億美元以上，雖然各國有不同的賞鯨問題與瓶頸，不過大多強調學術研究在賞鯨發展上的重要地位，除了可提供業者鯨類出沒狀況及解說資訊外，更提供政府單位制定或修訂法規之依據，期能達到「永續經營」的目標。

為永續保有豐富的鯨豚資源，設定賞鯨規範是必要的前提。從各國不同的賞鯨相關法令規章或實施準則看來，不難發覺這些規章其實是有許多共同之處，其通則大致如下：

(1) 區域的劃分

通常區域的劃分是以保持與鯨豚的一定距離為半徑所畫出的圓周為界，不過這個距離各國的規定不盡相同。最內區為禁區，如無特別情況，是絕對不可進入此區的，有些國家還針對特定區域內可停留的時間及在其中能停留的船隻數加以規定。

(2) 行駛方式之規定--速度、方向、行進路線

速度不可太快，在一定範圍內要維持穩定低速，要保持一定的距離，且與鯨豚行進方向保持平行，最好是在其斜後方跟隨。行進時不可突然變化(加或減)速度及方向，也不可迎面向鯨豚行駛，更重要的是不可追趕或包圍鯨類。接近鯨豚後，要以急速或無浪速度前進。及早減速往往比禁區的設定更為重要。

(3) 人為噪音控制

海洋哺乳動物的聽覺極為敏感，所以有些國家或地區(如紐、澳、加拿大等)會對船隻的噪音程度加以管制。一般來說即使沒有實施準則，一般還是希望以減低船隻及人為的噪音為原則。例如，在各國準則中幾乎都列有急速前進，除了不會以高速驚嚇或傷害到鯨豚外，同

時也可將噪音程度降低。

(4)特別規定

通常針對不同種類的鯨豚以及特殊社群組成的鯨豚會有特別的規定。例如，日本及澳洲某些區域在某些時期會有母/幼鯨群出現。牠們在此時期特別脆弱與敏感，當地政府就訂定特別的規則或條例來規範賞鯨活動。

二、賞鯨法源癥結

回頭看看我國目前蓬勃發展的賞鯨業其面臨的問題又有哪些？首先，賞鯨業的合法地位不明，目前相關法令似乎只有「野生動物保育法」。野生動物保育法於 1989 年頒佈，於 1994 年第一次修正通過，是國內有關野生動物保育的基本法條。其中第 18 條明言「保育類野生動物應予保育，不得騷擾、虐待、獵捕、宰殺或為其他利用」。然而，至目前為止各家賞鯨業送出申請時，審核單位似乎從未正視過這問題。國內主管保育的最高單位大概基於賞鯨可能有助長程的保育發展而體諒地沈默以對。

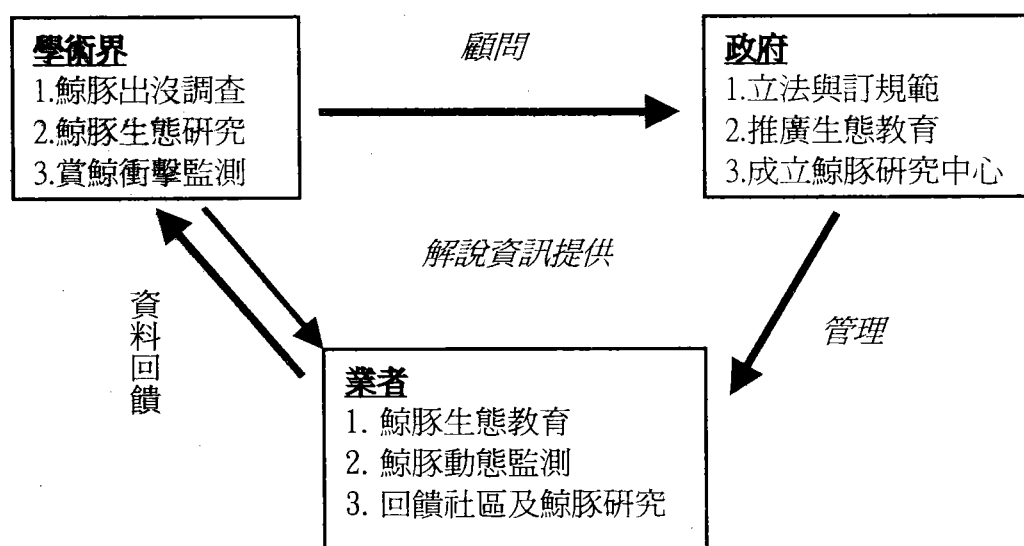
其實野生動物之利用可從兩個角度來切入：（1）証明該利用沒有任何負面衝擊。（2）符合野動法之例外條件。野生動物保育法第 18 條的但書中說明野生動物之利用申請情況有二：(i)族群量逾越環境容許量者；(ii)基於學術研究或教育目的，經中央主管機關許可者。前項第一款保育類野生動物之利用，應先經地方主管機關許可其可利用之種類、地點、範圍及利用數量、期間與方式，由中央主管機關公告之。前二項申請之程序、費用及其他相關事項，由中央主管機關定之」。然而(i)族群量估計是件費時、費人力及耗巨資的工作「環境容許量」更可以說是幾乎難以完成的任務，放在理論上(i)是根本不可行的，因此，必須沿用(ii)例外情境。如果賞鯨豚業者提不出實在的鯨豚研究或教育計畫書及成果報告，依法對鯨豚保育類動物的騷擾行為(賞鯨豚活動)應予禁止並起訴。然而目前賞鯨業在申請時也未見主管單位要求其在研究與教育上的執行企畫。

另外，更應採取主動方式，對這些可招來財源的鯨豚類進行研究，以更多的認識來減少賞鯨對牠們生態的衝擊。外國的研究只能當成參考，

正如人類在不同地區有不同語言文化，台灣海域的鯨豚習性也很可能與外國迥異，故為了鯨豚保育，為了賞鯨的永續發展，賞鯨衝擊之研究刻不容緩。

三、賞鯨管理模式之建議

我國鯨豚保育始自 1990 年，所有的科學研究及保育意識在過去數年雖然進步許多，但仍未穩固。1996 年台灣第一家賞鯨船出現，為賞鯨業拉開序幕，為了賞鯨事業能永續發展，為了避免對鯨豚帶來負面影響，也為了人們能在安全、愉快的環境下學習並享受最多的樂趣，在此提出一個產官學的良好三角關係，以供經營管理施政參考(圖 9-1)，並對政府（官）、學術界（學）以及業者（產）提出各別應負責的主要事項之建議。



3-1 對政府之建議

1. 立法與訂定規範

在政府方面應儘速確立法源與主管單位，並積極推動賞鯨規範之制度及執行。賞鯨規範草案後節細述。

2. 推展生態教育

教育的影響是深遠而重要的，1996 年在多明尼加所舉辦的賞抹香鯨研討會中除了在次確認此觀點外，並列舉一個成功的模範案例，那

就是在挪威 Andenes 的教育方案，尤其他們在博物館內有賞鯨行前簡短的解說，天候狀況若不加時，也提供相關資訊以供參考。

教育的對象應包括遊客、其他水上活動之遊客、賞鯨業者、生物系學生、攝影師、政府機構級官員、甚至當地的居民。因此，建議政府相關單位及業者應針對不同對象，定期或不定期的舉辦（或提出）相關教育方案。

3.設置全國鯨豚研究中心

鯨豚之保育與利用牽涉龐大之人力、經費、並跨越多重單位，且需長期穩定進行，國內尚無相近之機關主責此事，因此未來有必要儘速成立一個鯨豚研究中心，統籌相關研究與事務。

其主責項目至少有：

- (1).長期科學基礎資料庫之建立與彙整。
- (2).船長、解說人員之訓練及證照核發。
- (3).賞鯨活動對鯨豚影響之監測。
- (4).教育工作的推廣及賞鯨品質的提昇。

3-2 對賞鯨業者之期許

1.導向生態之旅並推廣保育觀念，以臻國際水準

業者是最有力之觀念推廣者，應盡力提昇賞鯨之品質，並將觀賞之對象擴展至所有的海洋生物及整個海洋生態系，不僅內容會更加充實，同時也可降低鯨豚被觀賞的遊憩壓力。

2.為永續經營努力，作為監測尖兵

業者除了可以觀察到鯨豚對船隻立即的行為反應（即短期衝擊）外，更可藉由長期出航的過程中，累積分布、豐度變化以及行為長期改變的資料（即長期影響）。為了永續經營賞鯨事業，期許業者能和學術界合作，進行資料蒐集，並由鯨類研究中心（或相關學術機構）來統合彙整全台灣各海域之鯨豚資訊，並可回饋業者解說之用。

3.回饋鯨豚、回饋社區

鯨豚的健康與豐富的族群是賞鯨的成功基礎，因此業者在利用鯨

豚賺錢時，應回饋研究以進一步全盤瞭解鯨豚生態習性，調整觀賞策略，使事業能永續蓬勃發展。另外，因觀光發展招來許多外來遊客進入社區的同時，也可能會帶來一些不便與衝擊。因此建議成功的業者也應考慮回饋當地社區知公益活動，使該公司、該行業成為當地受歡迎的對象，進而漁民也樂意提供鯨豚海上資訊。

3-3 對學術界的寄望

1. 建立台灣沿海鯨豚出沒之基本資料

為兼顧保育與利用，以達永續經營的目標，賞鯨活動之發展應由學術領導業界，換言之，在賞鯨業規劃與發展之前，應有完備之基本資料，初期應對鯨豚之出沒概況、時間、空間上的變異等基本資料能有良好的掌握。

2. 加強鯨豚生態棲地與習性研究

進一步應建立鯨豚對棲地之需求、生殖習性及生活史概況等的資料，以提供賞鯨豚規範制定與修正之參考。

3. 監測賞鯨對鯨豚帶來的衝擊

a. 加強噪音之監測與對鯨豚的衝擊研究

b. 短期衝擊：

(1) 整合賞鯨船隻及漁船的回報資料。

(2) 由獨立的觀察的平台觀測：例如岸邊的高地或懸崖、無動力的帆船等觀測平台。

4. 長期對整個族群的影響：

a. 整合賞鯨船隻及漁船的回報資料，除季節及分布上的變化外，更可由單位努力量（catch per unit effort）來估計相對豐度的變化。

b. 由數個獨立的觀察平台進行長期觀測：可藉由系統化的照片身分辨識（photo-ID）技術及行為觀察研究來評估賞鯨是否對鯨豚造成行為上的改變、掠食方式或區域的改變（例如：為了避開船隻而遠離沿岸區）、或繁殖率的下降（例如：新生兒的數目逐年下降）等問題。

四、台灣賞鯨規範草案

除了上述相關的法源與研究教育亟待解決外，釐訂一個適用於我國的賞鯨規範亦是當務之急，筆者參考國際賞鯨規範及國內生態，提出以下草案：

先訂定一個全國的基本準則，各縣再依據當地生態增修之。

4-1 全國基本準則建議如下：

1.執照申請與考核：

賞鯨業者、船長及導遊需每年申請或更新執照並接受每年考核制度。

2.賞鯨船之行駛規範：

建議在距離鯨豚 300-500 公尺即應減速，且不得突然改變方向。

a.應在側後方（非正前方，亦非正後方）慢速跟隨不得迎面駛向鯨群。

b.距鯨豚 100 米時，應減至無浪速度，若海豚想要乘浪而接近船隻時，則船隻可維持低速及一致的方向，不可突然改變方向。

c.不可衝散鯨群，對母子群要保持更遠的距離。

3.禁區規範：

對中大型鯨類（A 類）禁區為 100-300 公尺；對一般海豚無禁區限制，不過要特別小心開船方式，不可讓鯨豚有威脅感，如果海豚立即深潛，或掉頭逃逸，即表示已太近或打擾到牠們，絕對不得急追。

4.乘客行為規範：不可丟棄煙蒂、垃圾及塑膠袋。

5.強制要求地方政府或業者進行噪音監測研究。

4-2 各縣政府增修時考量要點建議：

1.依據當地主要賞鯨豚種類習性，尤其是注意其何時何地休憩、交配、育幼，在該時該地必須更謹慎，保持更遠距離。

2.依據當地賞鯨船隻數量及航次之增加情形，進行追蹤並實施容許量管制（紐西蘭凱庫拉地區每天最多只允許 16 航次）。

3.依據當地鯨豚對賞鯨船之反應追蹤研究訂定每群鯨豚同時被觀賞最高

船隻容許量 (國際上一般是 1-3 艘)。

最後，應切記的是這只是一個在許多本土資料尚未建立前的初期規範，應加強研究並隨著資料的更新修訂規範。

五、結語

雖然本草案已於去年六月在一份觀光局的研究報告中提出，然而迄今未見任何進展。眼見一艘艘新的賞鯨船打造完成、出海，看到四處琳瑯滿目的賞鯨旅遊廣告，真是憂心、無奈，只有衷心禱告，深盼有關當局能早日重視這個問題。

近岸遊憩區位選擇與環境創造

中華大學景觀建築系張馨文講師

前言

海洋是生命的發源地，其與陸地交接的狹長地帶，稱為海岸地區 (Coastal Zone)，人類由此展開活動。早期人類為了生存或經濟發展經常與大海搏鬥；海權昌盛時期，海岸地區成為重要的建設地點。十七世紀人類開始利用海岸地區從事休閒遊憩活動。英國在維多利亞時代發現海水有醫療作用，於是在沿海地區的小漁村掀起一股渡假熱。十八世紀末期，又由英國皇宮貴族掀起一股海灘熱，再度帶動整個社會潮流的遊憩發展，並隨著火車、汽車等交通工具的發明與改進，使海岸地區成為大眾普及的休閒遊憩場所(Romeril,1984)。

海陸交接的狹長地帶包括海岸(coast) 與海濱(shore)，海岸是陸地邊緣，海濱是海水邊緣，二者的天然界線為海崖(cliff)。海崖的高度在岩岸地區可高達數十公尺或數百公尺；在土岸或沙岸地區則可能低至數寸(Fox,1983)。遊憩規劃中，海崖的型式與特性是影響護岸或護坡景觀設計的重要因素。

從海崖頂向內走，即為海岸地區，海岸之上可以種植花草樹木、修築道路、建造房屋旅館，從事陸上的遊憩活動。若由海崖底向外走，則為海濱地區，海濱地形變化很快，低潮時一部分海底露出海面，成為海濱的一部分；高潮時此一部分又為海水所淹沒，成為海底邊緣，海濱地區可以從事海上遊憩活動。

臺灣地區為促進近岸海域遊憩活動之發展，特於民國八十二年元月二十八日由交通部、內政部及國防部共同發布「臺灣地區近岸海域遊憩活動管理辦法」。根據該辦法第二條：近岸海域遊憩活動是指「在近岸水面或水中從事游泳、滑水、潛水、衝浪、岸釣、操作乘騎各種浮具或其它有益身心之遊憩活動」。而可從事近岸海域遊憩活動之區域，則根據該辦法第三條：由交通部會商國防部、內政部、農委會及有關機關就適合之區域劃定範圍公告之。交通部根據此一辦法，公告了蔴裡、林投、吉

貝、大倉等四個地區、以及磯崎、頭城、沙崙、洲子灣、通宵、崎頂、大安、馬沙溝、鯤身、西子灣、旗津等十一處海水浴場，共計十五處公告區域。

過去因為海防因素，以致於台灣島國空有海域資源而無法充份發揮海岸遊憩的功能。隨著國民休閒時間增加及兩岸交流日盛，海岸軍事因素的考量漸減，台灣近岸海域的遊憩發展才有了新的機會。

二、近岸遊憩活動發展

海岸地區遊憩活動的組織架構，根據 Dearden(1990)的研究，分為陸域活動與海域活動兩大類，茲分述如下。

2-1 陸域活動(land-based)

主要活動場地為沙灘與岸上，陸域活動包括海灘活動(如日光浴、沙灘排球、露營野餐)、散步慢跑、自然研習、駕車兜風等。遊憩設施包括步道、護岸、觀景台、解說牌、植栽、座椅、廣場、遊樂場，甚至海岸景觀道路等。

2-2 海域活動(water-based)

海域活動又分為海上活動與海中活動。當海水不是很溫暖時，從事海上活動比海中活動適合，因此「海水的溫度」成為決定海域活動的要素之一。

1. 海上活動(on the water)

海上活動的內容包括遊輪、船(遊艇、汽艇、帆船)、釣魚等。

:

a. 遊輪(cruise)

遊輪可分為豪華遊輪與一般小型遊輪。前者在海上航行，主要的吸引力為自然景觀與野生動物，其與環境設施較無關聯，因為遊客的遊憩體驗主要來自輪船本身，而非海岸。小型遊輪多以教育為目的，利用 20m 以下的小船，從事三個小時到三週的自然生態之旅，如賞鯨活動。這兩者漸成為頗受歡迎的海域遊憩活動。

b. 船(boating)

活動型態包括遊艇、汽艇、帆船等。主要吸引力包括：自然景觀、穩定海水、可釣魚、不擁擠、及野生動物等。遊憩設施包括繫船設備、下水斜坡、船塢碼頭、餐廳商店、及燃料補給等。此類型的活動設施以人為建設較多，對海岸環境的衝擊也較大。

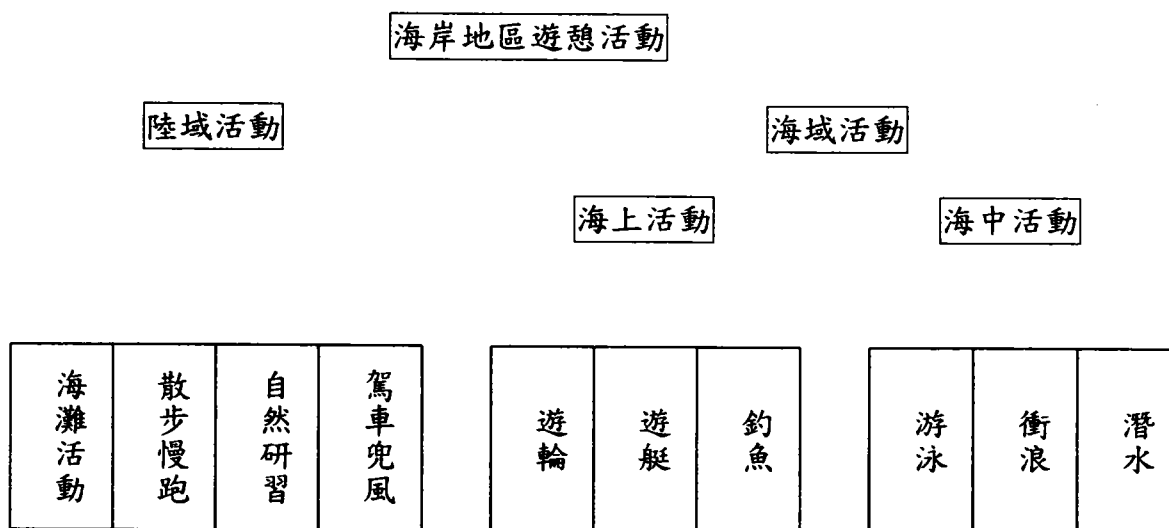
c. 釣魚(fishing)

休閒漁業成為近來很重要的遊憩活動，同時又兼具傳統的經濟價值。惟遊客與漁民之間的利益衝突，常成為政府部門兩難取捨的困惑。

2. 海中活動(in the water)

海中活動包括游泳、衝浪滑水、潛水等。如前述所言，要進行海中活動時，需考慮海水溫度是否夠暖和，其區位條件反而不重要。潛水活動必需有較廣大的基地，而此一活動常會造成海中動物的減少，成為遊憩發展與生態環境之間的衝突。

簡而言之，近岸遊憩活動的發展，目前面臨了兩大問題：其一是活動之間的衝突與競爭，如觀賞與釣魚、汽艇與休閒漁業之間的矛盾；其二是越來越多的遊客在海岸地區從事遊憩活動，造成不可忍受的擁擠與承载力超載。



海岸地區遊憩活動組織架構圖 資料來源:Dearden, 1990:122

三、近岸遊憩區位的選擇模式

遊憩區位選擇模式是為了協助規劃師與決策者在適當地點提供適切的遊憩機會，下列三種規劃方式在不同時機提供近岸遊憩區位選擇時之參考模式。

3-1 遊憩機會序列(The Recreational Opportunity Spectrum)

遊憩機會序列(ROS)是 1979 年美國林務局提出的一項規劃工具，用來決定某一地區應提供的遊憩機會類別與規劃準則，是遊憩資源分配與規劃的一種思考架構。其涵蓋層面由極現代化、高度開發的遊憩機會，到極原始性、未開發的遊憩機會。ROS 的遊憩機會序列包括四個類別：現代化、半現代化、半原始性、原始性。遊憩機會的經營要素包括六個元素：可及性、非遊憩資源的使用狀況、現地經營管理、社會互動、可接受的遊客衝擊程度、可接受的制度化管理程度 (李明宗，1994)。應用 ROS 的概念，可解決下列四個問題，以提供近岸地區多樣化的遊憩機會。

1. 近岸地區的環境最適宜提供何種遊憩機會
2. 近岸地區的開發和遊憩機會有何關係
3. 遊憩經營的決策是否將遊憩機會納入考量
4. 近岸地區遊憩機會的改變對遊客體驗的影響程度

3-2 海灘資源發展模式(Beach Resort Model)

海灘資源發展模式(BRM) 是 Smith 於 1990 年提出的研究，乃鑑於大多數擁有海岸線的地區，經由住宿及其它遊憩功能的擴張，會漸漸脫離原先的天然資源狀態，而逐漸朝都市型資源發展。資源越開發，天然特色消失越快，代之而起的是都市化型態的發展。而且此一轉變的過程很快，經常不超過二十年。因此 Smith 針對其演進過程，將據點從天然資源轉變成都市資源的過程，經由發展型態、實質環境、社會、經濟及管理因子界定遊憩資源的發展為八個階段，並預測未來的發展趨勢，未雨綢繆預防下一個階段的來臨，以保持可貴的天然性，避免加速其都市化發展，同時提出發展課題與因應對策。各階段說明如下：

階段別	活動	特性
階段一	觀光發展前的聚落 Pre-tourism datum	據點所在的聚落沒有明顯的觀光行為； 聚落的存在並非以觀光發展為導向； 據點本身零散發展，依賴更高級的聚落； 有道路聯絡其它聚落。
階段二	別墅出現 Second homes	別墅及小規模旅客開始出現， 供主人渡假休閒用，平時租給別人； 規畫投資以政府部門為主，私部門未加入。
階段三	第一家旅館出現 First hotel	簡易住宿設施出現；對外可及性提高； 聚落沿著海岸或主要道路呈帶狀發展； 遊客多為獨立探險型，消費能力較低。
階段四	定點休閒的觀光聚落 Resort establish	第一家旅館經營成功，吸引更多業者投入； 旅館陸續出現，並呈帶狀發展， 旅客集中，旅館附近的住宅轉變為商業用途，住宅區同時向外擴張； 據點與聚落的關係開始密切； 就業機會增加吸引更多人移入； 當地文化開始受到遊客的影響；
階段五	休閒商業區建立 Business district establish	高級觀光旅館出現，可滿足高消費的遊客； 滿足觀光客消費行為的休閒商業區開始成型；污染成為潛在問題； 交通量增加，交通擁擠、停車設施不足； 私人企業開始加入遊憩據點規畫與投資的行列；社會文化受到衝擊。
階段六	內陸旅館出現 Inland hotels	觀光聚落四周已無腹地，業者漸向外發展；隨著就業機會的增加，住宅區快速成長； 商業區機能健全；私人企業主導開發； 交通更加擁擠；自然環境與生態開始消失，天然災害成為潛在的危險
階段七	轉型期 Transformation	觀光聚落開始都市化；據點管制失效。 住宿結構及遊客型態改變、消費水準提高。
階段八	定點休閒的都市型聚落 City resort	觀光聚落成為觀光都市；資源完全都市化； 次商業中心出現；據點受到嚴重汙染。

資料來源：馬以工、張馨文，海岸地區觀光資源管理之研究，國科會，1994

3-3 區位選擇技術(Site Selection Technique)

Pearce 於 1991 年提出觀光資源的區位選擇技術，包括下列三個步驟：

- 1.擬定準則與權重
- 2.根據上述準則評估基地
- 3.計算整體的潛力與吸引力

應用於海岸遊憩區位選擇的評估準則修正如下：可用腹地、土地取得、吸引力、可及性、現有設施、承載量及發展意願等七項，其定義分析如下。

- 1.可用腹地：遊憩據點周圍可容納住宿設施、餐飲設施、公共設施、遊憩設施面積。
- 2.土地取得：土地權屬、土地使用分區、取得難易程度。
- 3.吸引力：包括氣候、人文與自然資源；符合遊客需求與偏好之程度。
- 4.可及性：包括實質性通道與市場性通道。前者指公路、鐵路、航空運輸等；後者指距離都市化地區的遠近、鄰近都市人口特性、距主要人口中心的距離。
- 5.現有設施：住宿、餐飲、商店、銀行、健康及安全服務機構、基盤設施（下水道、自來水、電力設施）
- 6.承載量：包括心理、實質、環境承載量。新的設施與活動可容許加入該遊憩據點的程度。
- 7.發展意願：政府部門及私人部門投資開發的意願。

3-4 小結

上述三種應用於遊憩區位選擇的模式中，ROS 原來是應用於荒野生態，考量不同的環境提供不同的遊憩體驗；而 BRM 則是應用於海岸地區，探討海岸資源經由開發與遊憩發展，由天然型態轉變為都市化的過程。兩者的基本精神相同，即「土地資源利用的不可逆特性」：一旦天然資源

經過都市化的過程之後，便再也不能回復其原有風貌。SST 則是一種操作技術，提出海岸地區選擇遊憩開發時所依循的步驟。

因應目前國土計畫中，將全國土地分為可開發區、限制發展區、與不可開發區、透過 ROS 與 BRM 模式，可以在限制發展區中選擇適當的基地，開發適宜的遊憩活動，提供適切的遊憩體驗；而 SST 則可應用於土地使用規劃中，在可開發區裡，評選出有潛力的發展區位。

四、近岸遊憩環境的創造

如前述所言，區位選擇模式的意義在於挑選適當的基地，引入適宜的遊憩活動，提供適性的遊憩體驗，滿足遊客的需求。透過正確的規劃與管理方式，可以保護海岸生態及自然景觀，同時提供適當的遊憩設施，鼓勵海岸遊憩活動，創造更好的海岸遊憩環境。以積極的管理原則，取代傳統消極的管制手段，在海岸景觀保存、自然生態保育及大眾休閒娛樂之間取得平衡，同時也考慮水質污染等公害防治問題。

因此海岸管理的目標，在於保護、保存與加強海岸地區的景觀；提供並鼓勵大眾遊憩、同時喚起大眾對環境保護的認知；提供不同團體(包括地主、居民與遊客等)對於海岸資源決策與管理的架構；對於優先開發地區建立好的海岸管理原則。以下提出英國對於海岸環境創造與海岸管理方法的經驗以供參考。

早在 1970 年代，當海岸遊憩需求到達尖峰時，英國政府與公益團體便警覺到許多海岸地區已遭受破壞，生態保育成了刻不容緩的課題，於是指派「英國鄉村委員會」(Countryside Commission) 於 1966、67 二年召開九個區域性的會議，探討海岸地區的保護與開發措施。會中並由各地方政府指出轄區內尚未遭受破壞的海岸線。這些尚未開發的海岸線，多擁有珍貴的自然景觀與生態，極具休閒遊憩價值。鄉村委員會惟恐這些海岸資源會因都市化及遊憩發展而遭破壞，於是建議英國政府成立「海岸資產計畫」(Heritage Coast Program)，亦即選定風景優美，開發程度不嚴重或尚未遭到破壞的海岸地區，由中央列為「全國資產」，交由地方政府經營管理，並配合委員會的指導。其重點在於不涵蓋所有的海岸線，而選定一些有特色的區段，投注人力、財力於此，提高管理效率；並且不只賦予海岸線一個空洞的規劃名詞，更強調配合實施計畫採取實際的

管理行動。此模式包括下列三個步驟：

- (一)、評定各地方政府轄區內未受破壞的海岸線，並定名為「資產海岸」；
- (二)、訂定該海岸的管理計劃；
- (三)、聘請專人及海岸監督人確實執行該計劃。

經過二十年的努力，在 1991 年共有四十四處，約 850 英哩長的海岸線被指定為資產海岸，分屬於二十個地方政府來管理，每一處都有一套管理計畫來執行，確保英國海岸在發展遊憩、滿足大眾需求的同時，又能保有自然環境的珍貴。

此外，Bird & Cullen(1990)亦提出海岸遊憩的規劃原則，包括下列七項內容，供規劃師與管理者進行海岸遊憩發展時之參考。

- 1.遊憩規劃的目的是提供一系列的基地，供遊客從事遊憩活動並獲得愉快的遊憩體驗。ROS 是評估遊憩基地的一種方法，評估準則包括基地大小、可及性、維修成本等。可選擇六至八處基地進行評估，並擬定不同的管理方式。
- 2.雖然規劃師無法完全瞭解遊客的遊憩體驗以供規劃或管理決策之參考，但仍可掌握遊憩活動通常會發生的特定基地的特定旅次：例如一群人到沙灘曬太陽、野餐、游泳等。
- 3.透過社經資料及人口普查，可估計不同活動使用者的人數與分布。
- 4.每一處基地都有忍受使用的承載量，超過承載量會對基地本身或周圍環境產生不可接受的衝擊。管理者必需決定可接受的使用上限。
- 5.保護自然地區的主要管理工具是控制通道，包括道路、路徑、停車場與指標的供給。透過申請或預約來限制特定基地的使用人數，沒有適當的管制，任何管理手段都是無效的。
- 6.管理者有時必需控制通道數個月以上，以確保已遭受衝擊的基地再生。
- 7.規劃階段一旦決定提供的基地型態，則設計階段必需提供適當的設施。

提供解說系統(指標、資訊站、解說牌)是導正遊客行為並保護資源的有效方法。

五、結論與建議

迎接海洋時代的來臨，海岸遊憩的發展在二十一世紀成為主要的潮流與趨勢，同時海岸地區的開發也必須加以審慎考量。透過海岸利用評估模式的建立、操作程序的擬定，以及管理方式與發展策略的提出，期望能在導入海岸遊憩活動與設施、滿足遊客遊憩體驗的同時，永續發展海岸地區、永保海岸景觀與生態資源。

參考文獻

- 1.馬以工、張馨文 海岸地區觀光資源管理之研究 國科會 1994
- 2.李明宗 休閒遊憩觀光論文集 地景 1994
- 3.近岸海域遊憩活動發展研討會 觀光局 1997
- 4.Bird & Cullen "Recreational uses & problems of Port Phillip Bay" 「Recreational Uses of Coastal Areas」 1990
- 5.Chang H.W. 「Coastal Tourism Management and Development: Lessons from England and Wales」, Oxford Polytechnic, 1991
- 6.Dearden "Pacific coast recreational patterns & activities in Canada" 「Recreational Uses of Coastal Areas」 1990
- 7.Fox W.T. 「At the Sea's Edge」, Prentic-Hall, 1983
- 8.Institution of Civil Engineers 「Coastal Management」, Thomas Telford, 1989
- 9.Pearce D 「Tourist Development」, Longman, 1991
- 10.Romeril M. 「Coastal Tourism, The Experience of Great Britain」, UNEP, 1984
- 11.Russell A. Smith. 「Beach Resorts : A Model of Development Evolution」, Landscape and Urban Planning, 21, 1991

主題(五)

**海洋牧場開發與近岸污染
對海岸環境影響**

(a)海洋牧場對近岸生態之影響

(b)海洋牧場開發現況與問題及經濟性

(c)懸浮沉積物對近岸生態的影響

(d)廢水排放對近岸環境之影響

海洋牧場對近岸生態之影響

中央研究院動物研究所楊小慧研究助理

中央研究院動物研究所,台灣大學漁業科學研究所陳章波研究員

摘要

由於人類大量的捕捉海洋漁業資源及人類對環境的嚴重破壞，海洋漁業資源已呈現衰竭的現象；海洋牧場即是「為人類的生存，在人類管理下，繼續謀求海洋資源之維持與利用兩者間之調和，並依據科學理論與技術的實踐，所形成之海洋空間」。人工魚礁、栽培漁業以及新興發展的海上箱網養殖是目前台灣海洋牧場發展的基本架構。這些人為的活動，對近岸生態系可能的影響包括：生態系統的改變、生物族群的變化、海域環境的污染、生物毒性累積效應等。任何產業的開發，若沒有考量到生態環境本身所具有的承載量，而大量開發，一定會嚴重影響到整個生態環境。海洋牧場的發展，對人類、對生態系可能的利與弊早已是知之甚詳的理念，重要的是，如何遵循著這個理念，以落實的方法，來達到海洋牧場穩定與永續的發展。

前言

民以食為天，海洋一向被視為取之不盡、用之不竭的糧倉，能提供大家所需的動物性蛋白質。其實不然，海洋資源有其一定的生產模式與生產數量，會有其一定的限制。近年來由於人類大量的捕捉海洋漁業資源及人類對環境的嚴重破壞，海洋漁業資源已呈現衰竭的現象；而海洋牧場構想的提出，即是為因應海洋資源枯竭的方案。然而，若在規劃與管理不當的作為下，海洋牧場對生態環境又何嘗不是一種破壞呢？

一、海洋牧場的定義

時至今日，海洋牧場的定義仍是相當概括性的。「配合自然環境，加上人工調整以增加漁業資源是可期待的，此即為海洋牧場的概念」（郭，1997）。日本政府在海洋牧場的報告中指出「為人類的生存，在人類管理下，繼續謀求海洋資源之維持與利用兩者間之調和，依據科學理論與技

術的實踐，形成海洋空間之場所，此一系統稱為海洋牧場」(大日本水產會，1973)。

日本海洋牧場的系統包含養殖生產方式與增殖生產方式兩方面(余，1995)。所謂的水產養殖(Aquaculture)是指擁有一定區域，在此區域內對自己所有的魚介貝類及藻類等進行生活與環境的管理，俾使這些生物繁殖及成長，養成至所欲達到的發育階段的一種生產方式；而水產增殖(Propagation)則是因為漁業資源在天然水域逐漸減少，乃致力於回復並增大其資源，其手段及技法稱為水產增殖；亦即，水產增殖的目的是，在公共水面直接或間接地管理水產生物的生活及環境，以促進其繁殖及成長，使漁業生產持續增加(余，1995)。

二、台灣海洋牧場的現況

官方文件上，台灣海洋牧場主要包括有人工魚礁與栽培漁業。事實上，由目前台灣海洋牧場與其他養殖事業的發展趨勢來看，人工魚礁、栽培漁業以及新興發展的海上箱網養殖才是目前構成台灣海洋牧場的基本架構。所謂人工魚礁，乃是將人造或大型物體投於適當的海域，以改良海洋環境，提供生活於海中的動植物良好的棲息場所，從而達到培育自然資源、增加漁產的目的(陳，1997)。栽培漁業則結合水產繁養殖、漁業資源管理及海洋環境工程等方面之科技，經由育種、繁養殖、中間育成、種苗放流、漁場環境改善及資源管理等人為措施，以達到增加漁業資源及改善漁業生產之目標(陳，1997)。海上箱網養殖則為私有化、企業化的水產養殖。

由於人工魚礁的投放、栽培漁業中繁養殖的種苗放流與海上箱網養殖對海岸生態環境的影響是直接的。因此，本文主要針對這幾個方向，探討海洋牧場對近岸生態系的影響。以下先瞭解一下海洋牧場在台灣發展的情形。

2-1 人工魚礁

國內人工魚礁的投放已有四十餘年的歷史，投放數量已達十六萬餘座，數量相當龐大(沈，1997；相關文獻請參考：張，1976、1977、1979；邵，1988、1989a、1989b)，然而因缺乏對投放地點的物理、化學、生態

環境的完整調查，使得人工魚礁的壽命相當短暫；加上投放後，沒有長期的調查與監測，因此並無法確實評估人工魚礁的實質效益與對生態環境的影響、或在人工魚礁整體的作業系統上做進一步的改善。李（1997）指出過去在現場海域漁礁區之實體監測結果顯示，現有人工漁礁或船礁有沈陷、掩埋之現象，可能是因受浪潮作用而移動，或因定位及投放技術不成熟造成礁體之分佈零散；並指出往昔人工漁礁的製作及投放，多僅以聚魚為目的，或僅達到聚魚的目的，於漁業資源的復育上，可能因魚群的集中，而在沒有適當的管理下，反而造成過漁現象，加速漁業資源之枯竭。

2-2 栽培漁業

種苗放流的流程包括：選擇放流種類、培育種原、生產種苗、中間育成、選擇放流時期、選擇放流地點、決定放流種苗大小、決定放流種苗數量、鑑定放流種苗品質、標識種苗、執行放流、效果評估（蘇，1998）。台灣自 1978 年開始每年都有進行種苗放流，可惜未依照上述的流程進行，亦缺乏有系統的放流效果評估。

2-3 箱網養殖

台灣地處亞熱帶，冬季有東北季風吹襲，夏季則有颱風之侵襲。箱網養殖設置位置大多侷限在內海海域，但由於內海海域水流交換較差，經長期飼養結果，易造成漁場老化及水質惡化情況，致使養殖魚類經常發生病變，影響漁民收益與經濟，發展十分有限（胡，1999）。農委會於八十二年度開始成立計畫，輔導業者研發設置抗風浪之箱網網具，或自挪威、丹麥引進不同形式箱網網具在外海使用，同時進行海域箱網養殖利用規劃，確立我國海上箱網養殖發展方向及應用模式（胡，1999）。

三、海洋牧場對近岸生態系的影響

以人工魚礁來再造海洋生物的棲息環境，並以種苗放流增加漁業資源量，再以海上箱網養殖來增加魚貨資源量是目前台灣海洋牧場發展的重要方向。以下探討這些人為的活動，對近岸生態系可能造成的影響。

3-1 生態系統的改變

人工魚礁的投放，就好比在陸地上的草原上，建立一座森林，改變了整個生態環境的棲息場所。這樣的改變，從漁業資源的觀點來看，也許可以增加漁產；但若從生態系統的角度來看，可能是改變了整個生物群聚的模式。如台灣西部沿海，牡蠣架的養殖，使得原本以底泥為棲息環境的生態系統，轉變為牡蠣架上棲息的生態系統，牡蠣的大量養殖更改變了養殖區營養鹽的傳遞模式 (Fang & Hwang, 1987)。

這樣的改變，我們很難去評斷是好、是壞，若人工魚礁投放的地點，原本就是礁岩式的生態環境，其生態系統改變的程度可能較小，但若投放在原本是沙泥的生態環境中，則原本生態系，有可能喪失而轉變為另一種生態係的功能。在未了解投放地點的生態功能前，任意地投放人工魚礁而改變其生態功能，結果可能是，沒有得到我們想要的成果，卻失去許多我們不知道、但卻原本存在的許多功能。

3-2 生物族群的變化

海洋環境像似一盆水，生物可藉由水的流動與本身的運動能力分散四處，也許海水中的地理隔絕不像陸地上如此的明顯，然而由於海水溫度、鹽度及各種生物的特質，各種海洋生物的分佈是綜合海洋環境特性與生物演化的結果。因此，在種苗放流時，若任意引進新種，其破壞性是相當大的。

就生態學的立場來看，方 (1998) 指出外來種的引進有下列三種可能的影響：(1) 可能會同時引進該種類之天敵或微生物種類，或可能對本土生物形成衝擊。(2) 即使在引進時，以採取徹底的消毒措施，當外來種在當地順利繁殖後，由於生物自我組織 (self-organization) 的特性，使其天敵或有關種類 (如寄生蟲) 由其他途徑輸入，並且得以定居。(3) 外來種與當地種產生生態學上的各種互動關係導致當地生態系統發生結構性的改變。

一般放流的種苗來源可分為兩種，一種為利用種魚在養殖池內繁殖而產生，另一種則是利用生物科技培養優秀的新種。從族群遺傳的結構來看，前者因種魚的個體數少，交配變異性低，因而放流族群的遺傳變異

性低，當這些放流的族群成熟後與野生品種雜交，可能會導致族群結構的大變化；而後者所產生的新種，可以增加生產或降低疾病死亡的風險。在實驗室的飼養環境下，也許可以有非常傲人的成就，但當放流至自然環境中，在其他生物的競爭壓力下，其前景不可預期。又若新種具有獨特之生存能力，可在系統中生存下去，那麼這些人為基因組合的加入，將可能會影響整個生態系中生物演化的動向與結果。

再者，放流種類在新的生態環境中所扮演的角色，將會影響到整個生態系的平衡。若放流的物種屬於高階的營養消費者，又相當適應放流的生態環境而大量生存下來，對其他低階的營養消費者是相當大的壓力，很有可能造成其他物種的絕種。

3-3 海域環境的污染

適度發展海洋牧場，對海洋的生產力及人類的營養來源都是有利的，也不會污染到近海。在牡蠣的養殖區中，牡蠣將海水中的浮游基礎生產者濾食而成長，而經由牡蠣排泄物的排出，將更多的有機物質帶到底層的生物，藉由底棲生態系的功能，營養鹽再循環至水層中，被許多基礎生產者所利用 (Fang & Hwang, 1987; 劉&方, 1986)。這種粗放式的海洋牧場，只要是在養殖環境的承載量之中，整個養殖區的成果會是相當豐富的。

箱網養殖為蓄養高經濟性的魚種，以人工投餌餵食來養成。台灣箱網養殖的魚類所使用的飼料很多，由生餌（下雜魚）、濕性飼料到沈、浮粒料到高能飼料皆有，由於飼料經魚吸收而排出廢物，或殘餌都會造成海域氮、磷之污染（莊，1999）。

箱網養殖區水質及底質污染趨勢的模擬分析，發現海域箱網養殖水體的 BOD 衰減係數有因養殖而逐漸增加之趨勢，且海域底層之耗氧效率比表層高，而經養殖一段時間後，養殖區海域之耗氧效率亦明顯升高；箱網養殖區海域底層水域污染團移動較緩，且自海水中層開始一直到海水底層，污染物即有明顯累積物無法消散之現象發生（陳，1999）。此外，李&楊（1998）在澎湖海上箱網養殖海域水質與底質的分析結果中也顯示出，澎湖附近海域在箱網養殖後，海水水質中在硝酸鹽、亞硝酸鹽與磷酸鹽的濃度上確有增加。

這些模擬與實測結果，推翻了我們以往的認知，以為只有內灣箱網養殖才會因為海水水流交換差，造成養殖水域水質惡化。其實外海箱網養殖，海域的營養鹽與污染物皆有升高與蓄積的情形。海域中營養鹽的增加是可以增加海域中的初級生產量，進而提昇海域中的漁業資源。然而過渡的營養鹽與有機物質的加入，容易造成赤潮，造成漁業資源的大量損失。另一方面，有機物質長期性的累積，會造成海域的耗氧率增加，若加上海域季節性明顯的分層現象，容易造成養殖海域中水層與底質的缺氧現象，不僅會造成養殖生物的大量損失，長期下來，加速養殖場老化的情形是可以預期的。

另一方面，人工魚礁的材質包括許多事業廢棄物，如煤灰、爐石、廢水泥電桿、廢船、廢車、廢輪胎等（沈，1997），雖可降低製礁費用，且將廢棄物資源化，然當這些廢棄物人工魚礁聚魚與改善海域環境的目的未達成時，這些人工魚礁，本身就是一種海洋污染的來源。廢棄物本身若未經良好的處理，其本身的物理、化學性質，也可能會改變海域的物理、化學環境，進而影響當地的生態環境。

3-4 生物毒性累積效應

外海養殖所使用的箱網因需長時間固定於海中，會附著上許多動、植物，如海綿、藤壺、海藻等附著性生物。附著生物對於箱網養殖而言，影響到箱網結構體的張力及重量，也容易使網孔堵塞，影響水流交換，並減低箱網中的溶氧。簡言之，附著生物的影響層面相當廣泛。

現今防止附著生物附著之方法計有：防污塗漆、超音波、衝擊式電流、陰極剝落表層法、氯化法、放射性鍍層等等。目前最有效的方式仍是防污塗漆，然而在漆劑中摻雜具毒性物質雖可有效防止附著生物的附著，但是毒劑的釋出會影響海洋環境（陳，1999）。另外，箱網養殖是一種集約式的養殖，養殖的密度相當高，養殖生物的抵抗力較弱，容易產生疾病，因此在海域中投放各式的抗生素或其他藥品是可以想見的。

生物對毒性物質具有累積或擴大的效應（Libes, 1992），這種長期、不容易被觀察到的效應，卻深深地影響著養殖生物與人類的健康。世界各國對於這種高污染的毒性物質皆已限制使用。因此，箱網養殖若利用防污塗漆以防止附著生物、或利用藥物來減低養殖生物的致病率，則長時

間毒性物質的釋出對養殖生物體與人類健康的影響是需要加以防範的。

此外，生物累積的效應不僅僅只發生在養殖生物上，棲息於養殖海域或甚至毒性物質擴散區域的生物，都會受到影響。當生物累積的量達到致病或致死的濃度時，整個海域的生物群聚是有可能消失殆盡的。再回復一個生態系統，談何容易呢？

四、結論---海洋牧場的永續經營

海洋牧場的形成，並非單一的魚礁或箱網的設置，而是整體大環境的改造，故需配合各種設施做整體的考量。海洋牧場的形成在技術上是水產技術和海岸工程技術的結合（郭，1997），但更重要的是人類對海洋的需求要有節制、要有顧及全球生物的永續生存及人類與之和諧共生、共榮的理念。

任何產業的開發，若沒有考量到生態環境本身所具有的承載量，而大量開發，一定會嚴重影響到整個生態環境。台灣沿海養殖業的大量發展，造成超抽地下水；增大養殖密度與加速養殖生物的成長，造成養殖生物抵抗力弱，容易致病。這些經驗一再告訴我們，生物或產業都有其一定的、最適的發展量，量越多對人類、對環境都不見得是好的。海洋牧場的發展，對人類、對生態系可能的利與弊早已是知之甚詳的理念，重要的是，如何遵循著這個理念，以落實的方法，來達到海洋牧場穩定與永續的發展。

參考文獻：

- 1.方新疇（1998）水產生物種苗放流的一些技術性考量和原則。漁業推廣工作專刊 16：1-6
- 2.沈健全（1997）人工魚礁之設計發展介紹。海洋牧場研討會系列（二）論文集，成大水利海洋研究發展基金會，第 161-204 頁
- 3.余明村（1995）海洋牧場—何謂海洋牧場。漁業推廣 106：47-51
- 4.李忠潘（1997）國科會海洋牧場研究成果及未來規劃。海洋牧場研討會系列（二）論文集，成大水利海洋研究發展基金會，第 221-244 頁

- 5.李宗霖 & 楊磊 (1998) 海域水質與底質分析。澎湖縣海上箱網養殖調查及規劃設計計畫—期末報告，第 221-241 頁
- 6.邵廣昭 (1988) 北部海域設置人工魚礁之規劃研究。中央研究院動物研究所
- 7.邵廣昭 (1989a) 北部海域設置人工魚礁之規劃研究。中央研究院動物研究所
- 8.邵廣昭 (1989b) 人工魚礁—化滄海為桑田的藍色革命。中央研究院動物研究所，台灣電力公司環境保護處
- 9.胡興華 (1999) 台灣箱網養殖發展現況與展望。箱網養殖研討會，國立中山大學海洋科學學院漁業推廣委員會，第 1-5 頁
- 10.莊健隆 (1999) 箱網海水養殖魚類飼料之研發與展望。箱網養殖研討會，國立中山大學海洋科學學院漁業推廣委員會，第 55-61 頁
- 11.陳朝欽 (1997) 如何推動海洋牧場富裕漁業資源。海洋牧場研討會系列 (二) 論文集，成大水利海洋研究發展基金會，第 217-220 頁
- 12.陳一鳴 (1999) 不同網孔箱網網片上之附著生物。箱網養殖研討會，國立中山大學海洋科學學院漁業推廣委員會，第 42-54 頁
- 13.陳筱華 (1999) 箱網養殖區水質及底質污染趨勢。箱網養殖研討會，國立中山大學海洋科學學院漁業推廣委員會，第 62-84 頁
- 14.張崑雄 (1976) 人工魚礁。中央研究院動物研究所專刊第一號
- 15.張崑雄 (1977) 人工魚礁 (續)。中央研究院物研究所專刊第二號
- 16.張崑雄 (1979) 人工魚礁 (第三號)。中央研究院物研究所專刊第七號
- 17.郭一羽 (1997) 沿海淺礁投放之可能性。海洋牧場研討會系列 (二) 論文集，成大水利海洋研究發展基金會，第 205-216 頁
- 18.劉康克 & 方力行 (1986) 澎湖灣之養分循環：蚵床內沈積物中養分再生之研究。台灣大學海洋學刊 17：45-60

- 19.蘇茂森 (1998) 台灣栽培漁業的展望。漁業推廣工作專刊，16：17-22
- 20 羅文增、張桂祥、簡淑君、吳偉建 & 陳定鼎 (1998) 浮游生物及漁業資源調查。澎湖縣海上箱網養殖調查及規劃設計計畫—期末報告，第 242-297 頁
- 21.Fang LS & Hwang JS (1987) Dual mechanisms of energy input into an oyster farm at the Peng-Hu islands. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 26:157-163.
- 22.Libes SM (1992) Organic biogeochemistry. In: *An Introduction to Marine Biogeochemistry*. John Wiley & Sons, Inc., New York, pp365-514

海洋牧場開發現況與問題及經濟性

中山大學海洋環境及工程學系李忠潘教授

摘 要

由於台灣沿岸漁業資源日益枯竭，每年漁政單位於台灣及澎湖沿岸海域，大量投放人工魚礁或船礁，同時進行魚苗放流，以為沿岸漁業資源復育的部份措施。然而人工魚礁多僅達到聚魚的目的，則可能在沒有適當的管理下，反造成過魚現象，而致加速漁業資源的枯竭。此外，近年來海上箱網養殖盛行，目前國內箱網數已超過一千五百餘個，其所面臨之工程技術、養殖技術、管理及產銷的問題，均有待產官學界共同研究與解決。

目前在復育沿海漁業資源及發展沿海養殖產業方面，雖然分別有政府投放的人工魚礁及海上箱網養殖，但是人工魚礁常因浪流衝擊而遭掩埋或流失、且似乎僅具聚魚的效果；而箱網養殖則常面臨颱風威脅、魚病、網目附著生物、水質

惡化、及產銷困難等問題。未來如果能結合人工魚礁、箱網養殖、種苗放流、休閒漁業等相關產業，在生態、水質、工程、養殖、及管理制度等方面進行技術整合，則或可建立一個永續經營之海洋牧場產業。

一、前言

由於台灣沿岸漁業資源日益枯竭，每年由中央及省縣市漁政單位，於台灣及澎湖沿岸海域，進行種苗放流及人工魚礁或船礁的大量投放，以為沿岸漁業資源復育的部份措施。然而由過去在現場海域漁礁區之實體監測結果顯示，現有人工漁礁或船礁有沉陷、掩埋之現象。並有可能受浪流作用而移動，或因定位及投放技術不成熟造成礁體之分佈凌散。此外，往昔人工魚礁的製作及投放，多僅以聚魚為目的，或僅達到聚魚的目的，則於漁業資源的復育上，可能因魚群的集中，而在沒有適當的管理下，反造成過魚現象，而可能加速漁業資源之枯竭。故有需要在復育技術方面，做更整體性之考量。

此外，由於陸上養殖造成之地層下陷，致使陸上養殖的成本提高且社會阻力增加。相反的，沿海的海上箱網養殖由於技術漸漸成熟，近五年來之箱網個數已由兩三百個急劇增加至目前已超過一千五百個。然而海上箱網養殖仍面臨了受到颱風浪侵襲、網袋變形、網目生物附著、育種、魚病、水質(及底質)惡化、及產銷失調等問題。同時，休閒漁業已結合假日魚市，正逐漸改變漁業及漁港的營運功能。

為了能真正達到漁業資源復育的目的，日本已從較整體性考量的海洋牧場上著手，提出兼具聚魚及較具完整生物鏈培育方式的構想，期望結合海上養殖及生態系統的復育，同時達到繁榮漁業及培育海洋漁業資源的目的。海洋牧場乃以人工方式，在選定的海域進行海水及外在環境的維護與改良，並經由種苗的培育與放養，生態系統平衡的調節，及如餌料或聲、光等技術的馴養，達到規劃之經濟漁種於海上養殖的功能。其中涉及海洋工程的相關工程技術，有如海洋牧場的遮蔽效應與流場分析模式、海洋牧場的培育及聚魚設施與技術、人工魚礁的拋放與監測技術、海上箱網防浪與變形、及海洋牧場的選址與效益評估技術等領域。而在養殖技術方面則涉及如種苗的培育、魚病之防治、箱網網目上生物附著之防止與清除、餌料之調製與投放、以及魚貨的產銷與管理等。此外，在海域環境的監測及維護方面將影響及是否能永續經營。

二、海洋牧場面臨的相關問題與可能對策

海洋牧場的相關技術及產業相當繁複，舉凡海洋工程、生物、物理、化學、地質、生物技術、魚病、網具、經營管理、產銷運輸、、、等均有相關。以下僅就工程技術及部份海上箱網養殖可能涉及的問題，嘗試提出可能的對策及研究方向，並就教於有識之士。

2-1 海洋牧場的防浪技術與流場模式

日本的海洋牧場曾有設於內灣，而因殘餘餌料及魚類排洩物造成水質惡化，致發生赤潮及魚類大量死亡之例，而在國內屏東大鵬灣亦常有類似事件發生。在日本，解決方案之一為在開放海域，以浮式防波堤保護海洋牧場內之工程設施，同時允許海水之充份交換，以達水質淨化的目的。此外，近年來國內有多數學者進行潛堤之相關研究，卻大多以保護海岸免於侵蝕為目的。因此若以潛堤遮浪及同時能保

持適當的海水交換而言，其與浮堤似可同時或交互使用在海洋牧場的防浪上。至於浮堤及潛堤的穩定及遮蔽等相關特性，以及此種半遮蔽式海域的流場分析，均為相當重要並急需研發解決者。可能的防浪設施及需探究之問題：

※ 潛堤

※ 浮堤

※ 半遮蔽式海洋牧場流場分析模式研究

2-2 海洋牧場箱網破壞與對策

國內目前已經進行的海洋牧場相關行為，有如前述的人工魚礁及船礁的投放以及配合的種苗放流，以及由私人進行的一千餘個箱網養殖，以及如澎湖縣政府已進行的海洋牧場規畫案等。而箱網養殖每遇颱風來襲時，箱網結構時聞破壞，或養殖魚因箱網網袋變形過大而摩擦致病、死亡。解決此問題似可由下列問題著手：

※ 可沉式箱網設計研發

※ 現行箱網結構受力分析與改善研究

※ 半遮蔽式群箱網之受力行為分析研究

2-3 人工漁礁設計、監測與馴魚設施

另外，以魚礁的投放為例，根據現場調查顯示，有些魚礁的聚魚效果雖然頗為顯著，但其製造漁場的能力則顯不足，因此有可能因管理不善反而導致過魚現象，而使漁業資源更形枯竭之虞。因此，此領域規劃的研究題目，除了改善現有的魚礁及箱網設計外，同時鼓勵著重在培育式礁體的設計與研發。在國內現有的魚礁，已發現有下沉、掩埋及流失的現象，其原因可能涉及礁體在波流作用下造成的沖刷、下沉、或移動，受附近的漂沙所掩埋，或因拋放時的定位不準所造成。故解決方法或研究方向亦可朝礁體受波流場作用的力學機制規劃，並對拋放後的礁體分佈，進行監測技術的研發，以為礁體設計及拋放技術改進的參考：

※ 培育式人工魚礁研發

※ 海洋牧場馴魚器研發

※ 浮式漁礁研發

※ 多聲束聲納應用於人工魚礁礁體分佈監測技術研發

※ 側掃聲納應用於人工魚礁礁體分佈監測技術研發

※ 人工魚礁在波流作用下臨近流場特性研究

※ 人工魚礁局部沖刷或下沉機制與對策研究

2-4 海洋牧場的選址與效益評估技術

海洋牧場的成功與否，除了上述各種因素以外，位置的選擇、效益的評估及對附近海域環境與漁業之衝擊與影響，均為關鍵性之問題，故有必要由相關領域的學者專家或政府機關，就環境、工程、社會、經濟方面，做整合性之考量與研究：

※ 海洋牧場區位評選

※ 人工魚礁效益評估技術與模式研究

※ 海洋牧場對附近漁業及環境之衝擊與影響研究

2-5 其它

※ 魚病的防治與疫苗的研發

※ 箱網網目生物附著的防止與清除

※ 經濟魚種的評估與選擇

※ 產銷合作與管理

懸浮沈積物對近岸生態的影響

國立台灣海洋大學海洋生物研究所 黃將修所長

台灣四面環海，週邊海域海洋生物資源豐富且多樣化，台灣週邊海域有珊瑚礁生態系、岩礁岸生態系、紅樹林生態系、沙泥灘生態系、潟湖生態系、河口生態系、大洋生態系以及深海生態系等。台灣東部又有黑潮終年經過，西部則又受南海水團與大陸沿岸流之影響，因而孕育了豐富且歧異度高的海洋生物資源，據分類學家初步估算台灣周邊海域海洋生物種類數可能接近全世界的十分之一，這些寶貴的海洋生物資源尤其值得國人重視與珍惜。

近年來由於台灣工商業、交通及近岸環境之開發與利用也造成了懸浮沈積物對近岸生態的莫大影響，而水土保持不良卻是破壞生態環境的重大因素之一，最近幾年沿海公路之施工所產生的廢土（圖一）並未做好有效之防範措施（圖二），每當颱風來襲或大雨過後，這些廢土即成為海中懸浮沈積物之來源並造成海水混濁（圖三），此現象已普遍存在於台灣近岸環境之開發，尤其東海岸台 11 線之大規模公路開發（圖四），水土保持乏善可陳（圖五），未從事海洋生態研究之人員，較難看出其後遺症，總以為海水之自淨能力很強，雨過天晴，混濁數日後又是一片藍藍的海洋，殊不知懸浮沈積物對近岸海洋生物之危害是持續性且全面性的，混濁海水轉變成碧藍後，潛水人員舉目所見卻是沈積物覆蓋海葵（圖六）與珊瑚（圖七與圖八）的景象，混濁之海水對珊瑚之影響輕微者造成珊瑚之白化（圖九），嚴重者則造成珊瑚局部死亡並在其上長出海草（圖十）或海草全面覆蓋在珊瑚上（圖十一），海洋對某些水質是有很強的自淨力，但覆蓋在固著性海洋生物上的沈積物卻是海洋生物致命的重要因子之一，固著性海洋生物的死亡，曾造成了海洋生物相大幅度的改變，其中一個最顯著的例子即是淡水河近岸環境的開發造成該海域海水長年混濁，近岸的海洋生物生存受到極大的威脅（圖十二），僅有少數能耐高混濁度的柳珊瑚或海洋無脊椎動物生存（圖十三），其生物相貧乏，至於海洋脊椎動物在淡水河近岸海域已成了稀有動物。

懸浮沈積物對近岸生態的影響

國立台灣海洋大學海洋生物研究所 黃將修 所長

台灣四面環海，週邊海域海洋生物資源豐富且多樣化，台灣週邊海域有珊瑚礁生態系、岩礁岸生態系、紅樹林生態系、沙泥灘生態系、潟湖生態系、河口生態系、大洋生態系以及深海生態系等。台灣東部又有黑潮終年經過，西部則又受南海水團與大陸沿岸流之影響，因而孕育了豐富且歧異度高的海洋生物資源，據分類學家初步估算台灣周邊海域海洋生物種類數可能接近全世界的十分之一，這些寶貴的海洋生物資源尤其值得國人重視與珍惜。

近年來由於台灣工商業、交通及近岸環境之開發與利用也造成了懸浮沈積物對近岸生態的莫大影響，而水土保持不良卻是破壞生態環境的重大因素之一，最近幾年沿海公路之施工所產生的廢土（圖一）並未做好有效之防範措施（圖二），每當颱風來襲或大雨過後，這些廢土即成為海中懸浮沈積物之來源並造成海水混濁（圖三），此現象已普遍存在於台灣近岸環境之開發，尤其東海岸台 11 線之大規模公路開發（圖四），水土保持乏善可陳（圖五），未從事海洋生態研究之人員，較難看出其後遺症，總以為海水之自淨能力很強，雨過天晴，混濁數日後又是一片藍藍的海洋，殊不知懸浮沈積物對近岸海洋生物之危害是持續性且全面性的，混濁海水轉變成碧藍後，潛水人員舉目所見卻是沈積物覆蓋海葵（圖六）與珊瑚（圖七與圖八）的景象，混濁之海水對珊瑚之影響輕微者造成珊瑚之白化（圖九），嚴重者則造成珊瑚局部死亡並在其上長出海草（圖十）或海草全面覆蓋在珊瑚上（圖十一），海洋對某些水質是有很強的自淨力，但覆蓋在固著性海洋生物上的沈積物卻是海洋生物致命的重要因子之一，固著性海洋生物的死亡，曾造成了海洋生物相大幅度的改變，其中一個最顯著的例子即是淡水河近岸環境的開發造成該海域海水長年混濁，近岸的海洋生物生存受到極大的威脅（圖十二），僅有少數能耐高混濁度的柳珊瑚或海洋無脊椎動物生存（圖十三），其生物相貧乏，至於海洋脊椎動物在淡水河近岸海域已成了稀有動物。

懸浮沈積物之產生主要乃是人為所造成的，台灣近幾年的近岸公路拓寬，沿海工廠之興建、港灣之闢建、近海城鎮之開發，近岸工程之施工以及陸地的侵蝕作用等，或多或少對近岸海洋生態系都造成了潛在的威脅，一般而言，沈積速率每天每平方公分達到 10~50mg 時，對海洋生物即產生非常不利的效應，當沈積速率大於每天每平方公分超過 50mg 時即有災難性的影響 (Pastorak and Bilyard, 1985)，懸浮沈積物對海洋生物的負面效應包括：降低浮游植物對光源的可利用率並直接降低海洋植物光合作用，至於對海洋動物方面可能因為水質惡化或沉積物直接覆蓋在固著動物上而造成生物組織壞死或阻礙生物體生理生化作用，嚴重時形成大量海洋生物死亡。懸浮沈積物對珊瑚礁之影響尤其深遠，國外的幾個例子都曾經造成珊瑚礁的大災難。

百慕達 (Bermuda)，castle harbor 之疏浚工程所形成的懸浮沈積物曾造成珊瑚礁災難性的死亡 (Dodge and Vaisnys, 1977)、美國佛羅里達 (Florida)，邁阿密海灘 (Miami beach) 之挖泥活動亦曾造成石珊瑚礁的共生藻消失、組織膨脹、黏液的大量出現等半致死症狀 (Marszalek, 1982)，曾 (1998) 發現柳珊瑚在懸浮沈積物存活二週以上，即出現組織壞死現象，國外的一些研究也發現懸浮沈積物之濃度與頻率對近岸海洋生物造成不同程度的負面影響。

由於海洋懸浮沈積物之產生大部份乃是人為所造成的，其在海洋生物中又造成了嚴重的傷害，尤其對珊瑚礁甚至形成無法彌補的災害。通常珊瑚礁的復育過程漫長，有時甚至根本無從復育起，因此，杜絕懸浮沈積物進入近岸海域乃是保護近岸生態環境的根本之道。為了達到海洋生物資源之永續利用，政府單位必須嚴格執法以防範人為所形成的懸浮沈積物進入海洋中，教育單位更需喚起民眾對生態保育的重視，才能保有台灣周邊海域近世界十分之一的海洋生物種類之永續存在。

Reference

- Dodge, R.E., and J.R. Vaisnys. 1977. Coral populations and growth patterns: responses to sedimentation and turbidity associated with dredging. J. Mar. Res. 35: 715-730.
- Marszalek, D.S. 1982. Impact of dredging on a subtropical reef community, southeast Florida, U.S.A. Proc. Fourth Internat. Coral Reef Symp., Manila 1: 147-153.
- Pastorak, R.A., and G.R. Bilyard. 1985. Effects of sewage pollution on coral reef communities. Mar. Ecol. Progr. Ser. 21: 175-189.
- 曾立鈞。1998。陸源性與海源性懸浮沈積物對軟木軟柳珊瑚(*Subergorgia suberosa*)活力與復育之研究。碩士論文。國立台灣海洋大學海洋生物研究所。1-70頁。



圖一、東北角沿海道路拓寬施工實景



圖二、東北角沿海道路拓寬之廢土隨意傾置



圖三、大雨過後東北角海域近岸混濁的海水與遠岸清澈的海水



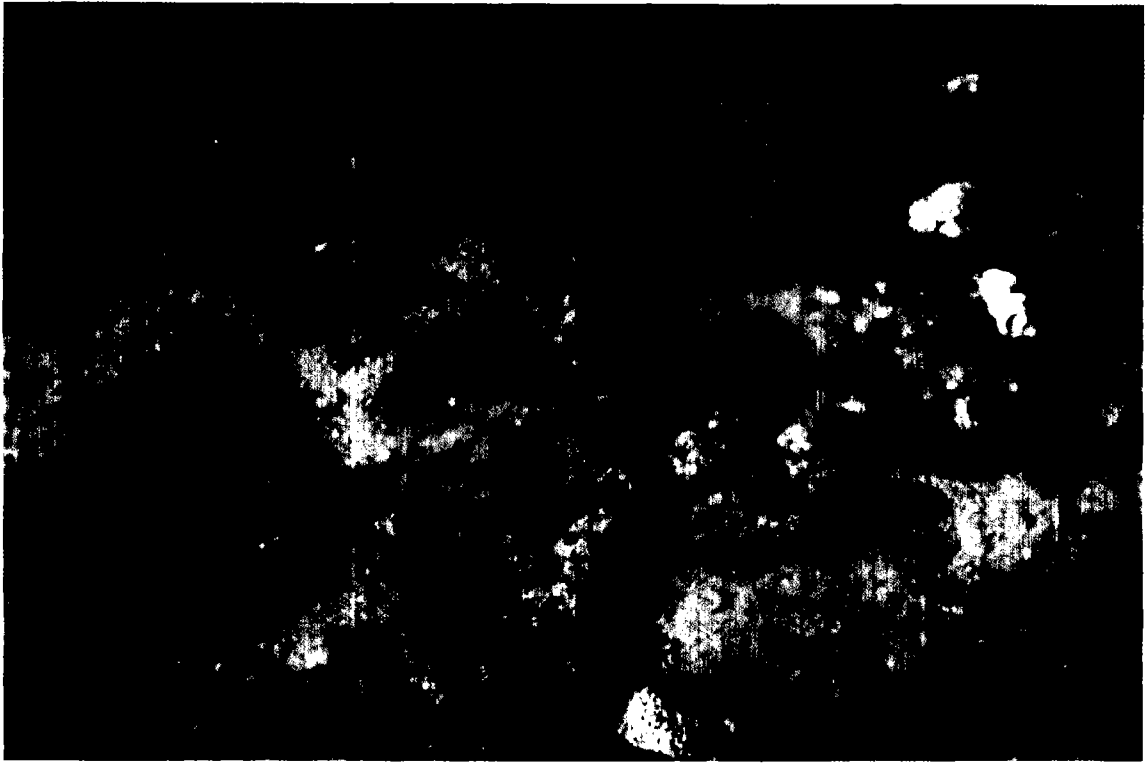
圖四、東海岸台 11 線沿海道路開發施工一景



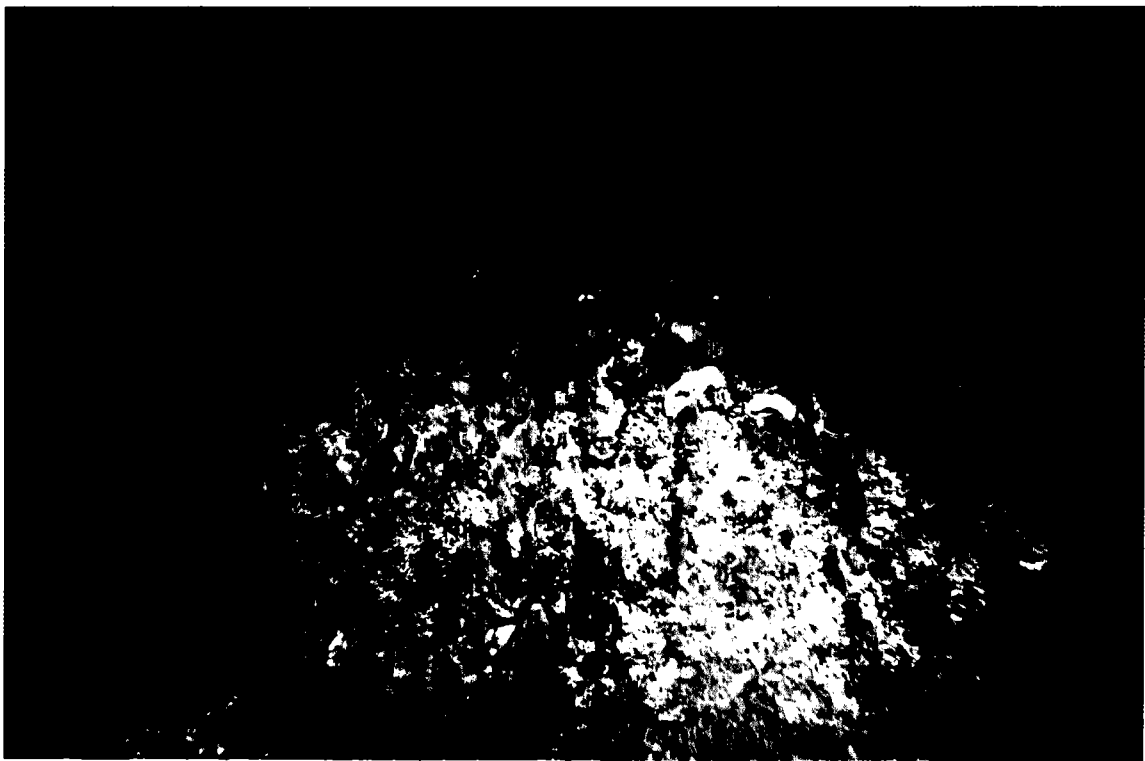
圖五、東海岸台 11 線沿海道路施工未做好水土保持



圖六、遭受到沈積物覆蓋的海葵



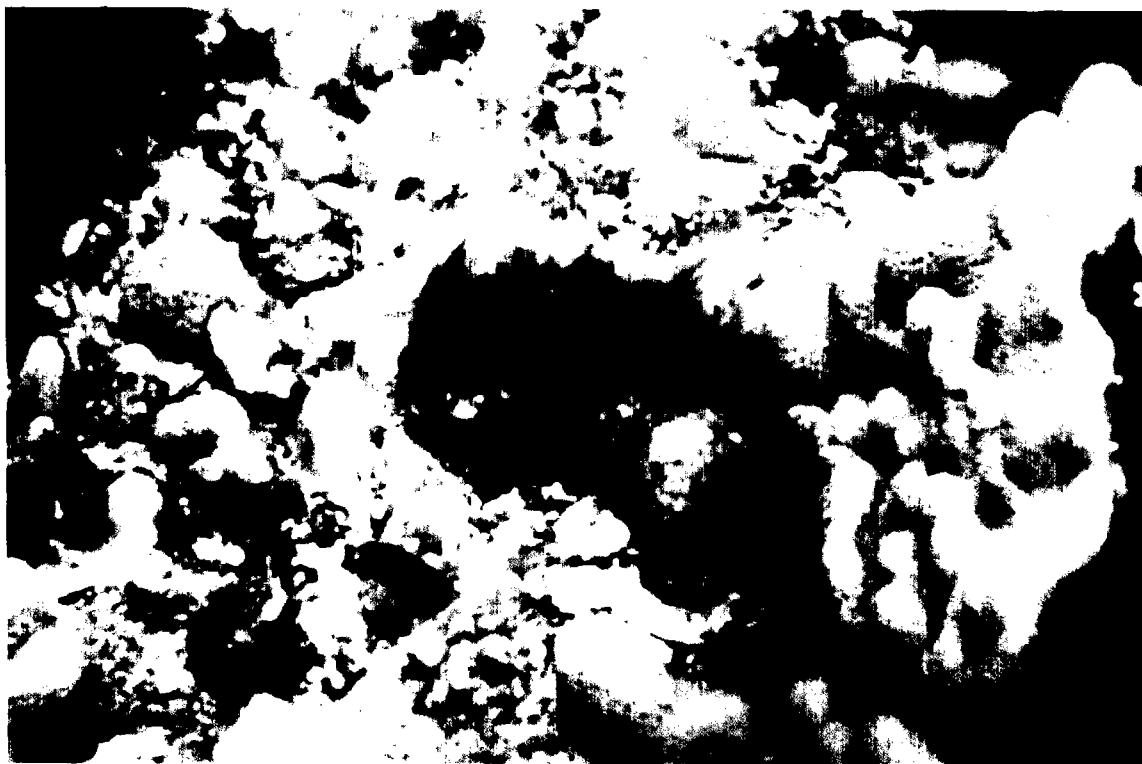
圖七、沈積物覆蓋下奄奄一息的珊瑚



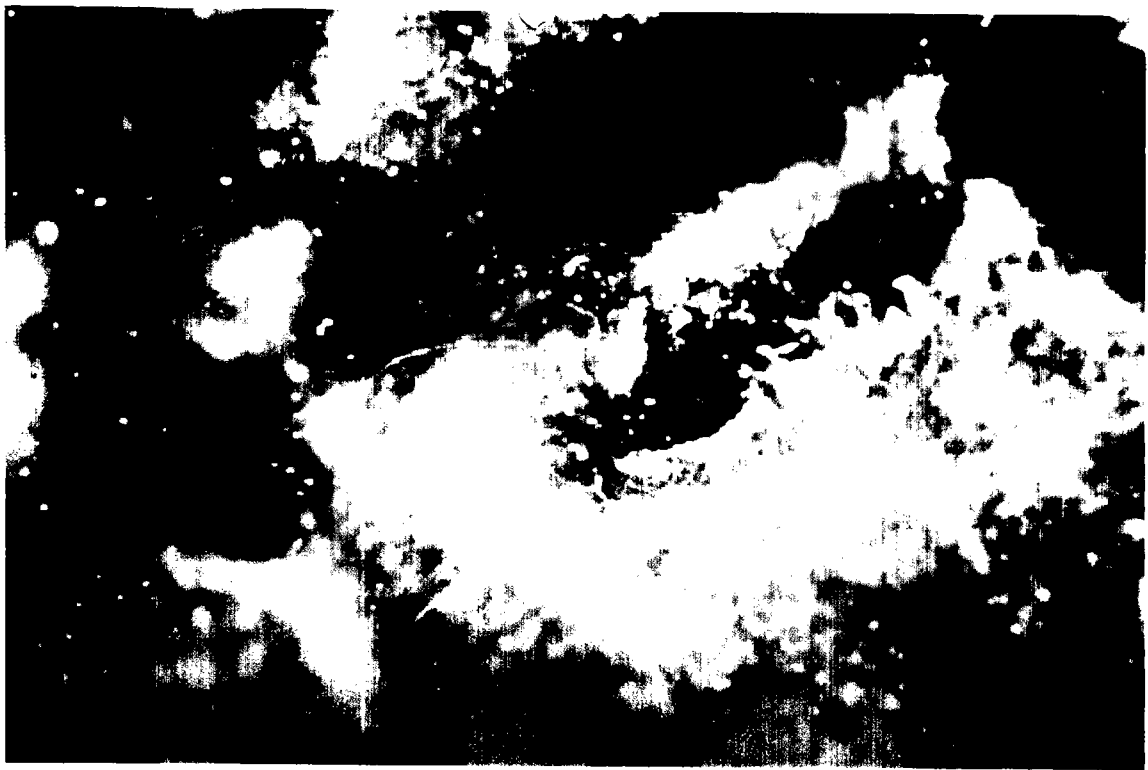
圖八、珊瑚礁遭到沈積物局部的覆蓋



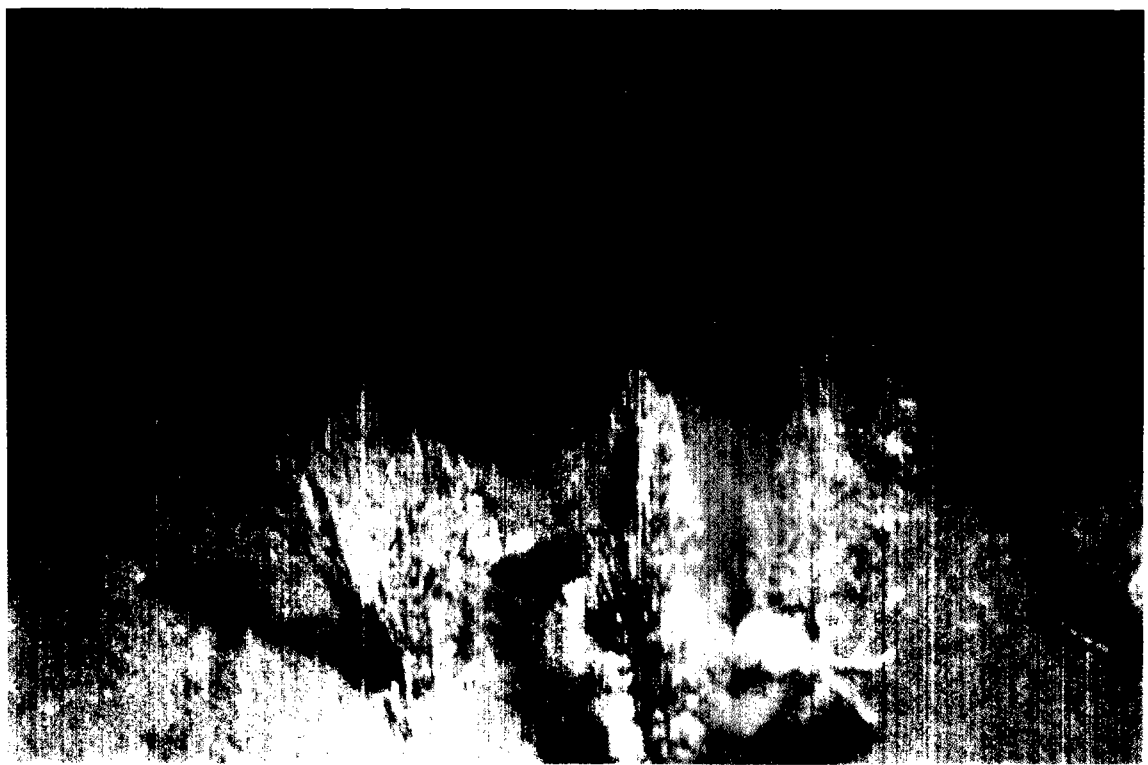
圖九、混濁的海水造成珊瑚之白化



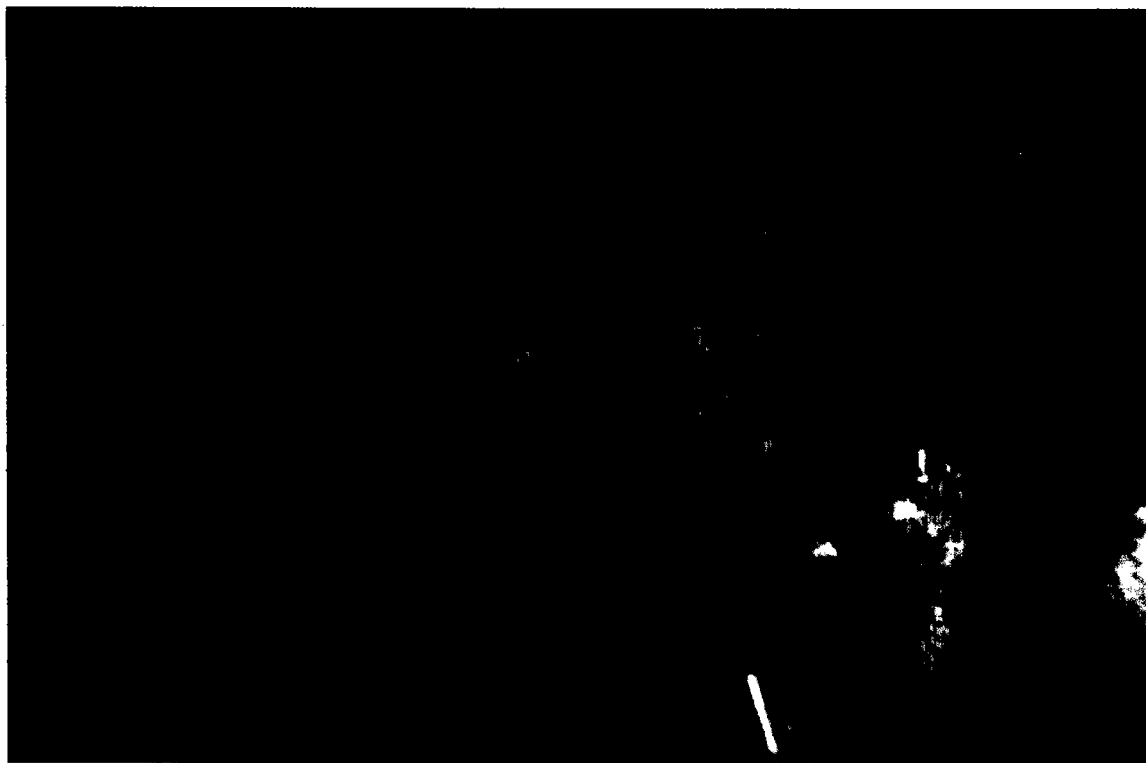
圖十、海草在壞死的珊瑚礁上長出



圖十一、海草全面覆蓋了珊瑚礁



圖十二、淡水河近岸海域混濁度極高，海洋生物之生存遭到極大的威脅



圖十三、淡水河近岸海域混濁度極高，僅有少數柳珊瑚及無脊椎動物存在

廢水排放對近岸環境之影響

國立台灣海洋大學河海工程學系蕭葆義教授

摘 要

台灣四面環海，本島海岸線長達約一千一百四十公里。海岸地區水域蘊含漁業資源及具觀光休憩之功效，故這些海岸水域基本上是我們國家重要且寶貴之天然資源。由於配合國家經濟之發展，填海造陸，臨海工業區大量開發開發，工廠生產之工業廢水，以及臨海都會地區之生活廢水；另外，建於海岸邊之電廠，其冷卻後之熱廢水，以及河川污染水，均皆排放進入海岸水域，因此造成近岸環境之污染，影響改變海域水質或水域生態。因此，對於廢水排放對近岸環境之影響，實有必要做事前之瞭解與環境影響評估，以及事後之持續監測與監督，以利國家海域資源之保護與永續利用，為未來台灣海岸創造一個美好之新環境。

一、工業廢水海洋放流

利用海洋巨大水體，以進行廢水污染之稀釋，而達到降低廢水污染之濃度，此即海洋放流之目的。放流污水經稀釋擴散後，在海中受潮汐、海流、與波浪等作用傳輸，將會對海岸水域環境造成影響。若規劃設計不當，將造成環境嚴重污染。

目前台灣地區有大林浦放流管，進行林園、大發、及臨海等工業區之事業廢水；左營放流管則排放仁武、大社工業區以及中油高雄煉油總廠等之工業廢水。表一為該目前台灣地區之海洋放流管之基本資料[1]。這些廢水放流後，例如大林浦海洋放流管排放後，根據實場調查[2]，結果顯示海域之五日生化需氧量及酚類濃度有增加之趨勢。因此為保護海岸地區環境水體水質，不讓其惡化，放流水之管制，應是刻不容緩，意即在廢水排放前之各種污水操作處理工作，應該確切落實。

配合未來對海岸水域環境水體之較高標準要求，目前各廢水放流管之污水處理廠之污水處理級數設計，實應做修正或更新擴充，提高污水處理級數，由前處理提高至一級處理或二級處理，甚至三級處理。

二、生活廢水海洋放流

台灣地區之中洲海洋放流管係排放經接管及截流而來之高雄市都市生活廢水。八里海洋放流管則放流經收集處理後之大台北地區之生活廢水。急水溪海洋放流管則係放流所收集及水溪流域之污廢水。表一顯示及水溪與八里海洋放流管之相關基本資料[1]。對於已經開始運轉之都市廢水經放流管排放進入海域水體後之海洋放流，現場之定時監測是必要的。量測結果除可提供污水處理廠之海洋放流操作之修正參考外，亦可提供環境監測督導之有效且即時之資訊。

關於廢水放流後形成之羽昇流在海中之變化特性(包括物理特性及生物光學等)之現場量測技術及量測項目，Shiau & Wu [3]文章中有提出可行且快速便利之方法與數據分析技巧及討論，可供參考。

外來台灣各都會地區，配合河川污染整治與污水下水道之興建，海洋放流管增建勢必在行。對於排放設計造成水體環境之衝擊，事先應審慎評估，而事後轉亦應持續不斷之現場監測，以有效確保海岸水域之水質，不受污染。

三、熱廢水排放

電廠之冷卻水經排放後，形成所謂熱廢水。熱廢水排放進入海岸水域，經歷近域混合與遠域擴散階段，而完成降溫目的。經降溫後之水體，基本上還是比較週遭海水水體溫度高。且隨著海上潮汐、海流狀況傳輸，溫水可能擴及相當廣大面積之海域，造成該海域之熱污染。

台灣地區之火力電廠(例如深澳，協和、林口、通宵、台中、興達、大林)與核能電廠(例如核一，核二，核三)，全都使用海水作為

發電過程中廢熱之吸收劑。各電廠運轉時，每日排出大量之溫排水(參考表二)，該溫排水之廢熱，一旦進入海岸水域，勢將升高海域水溫，從而影響海域生態環境。曾經發生過的事例有：(1) 核三場南灣海域珊瑚白化現象；(2) 核二廠溫排水出口附近海域之畸形花身雞魚及豆仔魚。另外為確保排放管線渠道之暢通，加入之抗附劑以消除生物附著，該等抗附劑化學成分，亦可能影響海域環境生態。這些已存在之熱廢水排放，應持續監測，以便將其對於環境之影響衝擊降至最低，確保水域環境。

此外，最近一些民營電廠(例如海渡、長生等等)，也都將興建在海岸邊，利用海水作為廢熱之吸收劑，未來完工營運發電，亦將排出大量之溫排水，升高海域水溫，影響海域生態環境。因此對於這些案子，應謹慎評估，併預先做好防護措施，以減低未來對於水域環境之影響衝擊。

四、廢液海拋及海上鑽探泥水與生產水之排放

工業廢液，例如發酵廢液，藉由船舶進行海拋排放，由於廢液當中所含之營養鹽類與重金屬物質，勢將造成海岸水域之水質污染。故應努力進行廢液回收利用，以減少排放量。若要排放，則應事前做數值模擬在海流作用下之擴散變化，評估其稀釋情形[4,5]，以了解廢液擴散後對水域環境之衝擊程度。

另外，海上鑽探之泥水或生產水排放，其污染擴散後[6]，經由海流、潮汐作用傳輸，也將對海岸水域造成水體環境污染。因此該類污染廢水排放，事前亦應模擬評估對環境影響衝擊；而排放期間，亦應配合現場監測，以達到控管污染擴散，確保水域環境。

五、河川污染廢水排放

目前台灣大多數河川，尤其是下游段流經人口密集地區，受污染程度普遍嚴重。排入河川之污染量經常已超過其本身之涵容能力。因此河川流入海後，污染隨之入海，造成海岸水域水質污染。

該等廢水污染包括有：(1) 耗氧性有機物質，將影響近岸水域之溶氧量 DO 與生化需氧量 BOD；(2) 生物累積性污染物質，例如農藥、石油碳氫化合物與放射性物質，透過海中魚貝類生物，將該等污染經食物鏈之生態體系，進行污染累積；(3) 沉積性物含重金屬，此等重金屬污染物對於海洋生物，將構成相當程度之影響。Hung 研究[7]顯示較高濃度之生物交換型及骨骼型重金屬物種(特別是銅高達 49.4%，即 $578 \mu\text{g/g}$ ，均為乾重)對海洋生物必然會構成相當持度之影響。因此海域養殖之牡蠣在民國七十五年發生之二仁溪河口茄定海域之綠牡蠣(銅污染)事件，

六、結論

台灣四面環海，海岸地區之水域蘊含漁業資源及具觀光休憩之功效，故這些海岸水域基本上是我們國家重要且寶貴之天然資源。由於配合國家經濟之發展，填海造陸，臨海工業區大量開發開發，工廠生產之工業廢水，以及臨海都會地區之生活廢水；另外，建於海岸邊之電廠，其冷卻後之熱廢水，以及河川污水；此均皆排放進入海岸水域，因此造成近岸環境之污染，影響改變海域水質或水域生態。因此，關於廢水排放對近岸環境之影響，對於尚未開發或規劃中之案例，其廢水排放實有必要做事前之瞭解與嚴謹之環境影響評估；對於已成事實之廢水排放個案，則應確實持續監測與監督。如此有利於國家海域資源之保護與永續利用，為未來台灣海岸創造一個美好之新環境。

參考資料

1. 張金豐，"我國港灣及海洋污染防治策略"，港灣及海洋污染防治研討會論文集，第 139-147 頁，民國八十五年四月
2. 黃煌輝、溫清光、陳怡發、傅新義、溫丁近、黃文財，"中洲大林浦及左營海洋放流對海域生態環境影響之調查研究"，行政院環保署委託，民國 79 年

3. Bao-Shi Shiau, and Yicun Wu, "Physical and Bio-optical In-situ Measurement Study on the Sewage Ocean Outfall Plume," Journal of the Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering, Vol.11, No.1, pp.181-187,1999
4. 蕭葆義、莊家榮，"廢液海拋稀釋擴散之研究"，第十六屆海洋工程研討會論文集，第 B163-176 頁，民國八十三年十一月
5. Bao-Shi Shiau, and Jia-Jung Jung, "Numerical Study on the Far Field Diffusion of Ocean Dumping for Liquid Waste," Proceedings of the 8th International Offshore and Polar Engineering, pp.327-334, 1998
6. 蕭葆義、洪啟洲，海域鑽探生產水污染擴散之實驗研究，第十屆海洋工程研討會論文集，第 519-529 頁，民國八十五年十一月
7. Hung, T.C., In: Hazardous Waste Detection, Control, Treatment, (Ed. Abbou, R.), Elsevier Sci. Publ. Pp.869-877, 1988
8. 洪楚璋，"台灣沿岸海洋污染現況與展望"，港灣及海洋污染防治研討會論文集，第 101-124 頁，民國八十五年四月
9. 水污染防治法規，行政院環境保護署，民國八十三年十月
10. Clark, R.B., Marine Pollution, Clarendon Press, Oxford, 1989
11. Wood, I.R., Bell, R.G., and Wilkinson, D.L., Ocean Disposal of Wastewater, World Scientific, 1993

表一、台灣污水海洋放流管基本資料

名 稱	中洲海放管	左營海放管	大林浦海放管	急水溪海放管	八里海放管
最大廢水量	560,000 CMD	74,800 CMD	194,000 CMD	230,000 CMD	3,300,000 CMD
平均廢水量	400,000 CMD	62,300 CMD	35,000 CMD	132,200 CMD	2,600,000 CMD
BOD	146 mg / ℓ	82 mg / ℓ	115 mg / ℓ	210 mg / ℓ	130 mg / ℓ
大腸菌數	2x10 ⁶		3.5x10 ⁵	5x10 ⁵	1.1x10 ⁶
SS	217 mg / ℓ	83 mg / ℓ	85 mg / ℓ	180 mg / ℓ	82 mg / ℓ
COD		230 mg / ℓ			200 mg / ℓ
油酯		13.4 mg / ℓ	25~40 mg / ℓ		20 mg / ℓ
管線長度	3000 M	5073.8 M	3500 M	5500 M	6600 M
擴散管長度	600 M	348 M	348.2 M	360 M	1500 M
擴散管孔數	150	140	140	60	50
擴散管深度	22 M	19.5 M	18.4 M	16 M	33~40 M
擴散管管徑	1.8 M	1.5 M	1.5 M	1.35 M	2.4~3.6 M
管線標高		-21.6 M	-21.6 M		-43.8 M
初稀釋率	100:1	100:1	100:1	114:1	100:1
排放年月	76,1	77,3	71		
陸上管線		14,700 M		32~38 Km	
備註	收集高雄市 區都市污水	收集大社， 仁武工業 區、楠梓加 工區、中油 總廠之廢水	收集大發、林 園吉林海工業 區之廢水	未來二級 處理	收集大台北地區 都市污水

表 二、 台灣地區火力與核電廠溫排水量

發電廠名稱	位 置	溫排水量 (CMD)
深奧	台北縣	1,769,270
協和	基隆市	7,680,000
林口	台北縣	2,457,000
通宵	苗栗縣	2,981,472
台中	台中縣	8,700,000
興達	高雄縣	7,968,000
大林	高雄市	8,470,000
核一	台北縣	5,960,000
核二	台北縣	7,413,000
核三	台北縣	10,567,000

主題(六)
廢棄廢土的有效利用及
對海岸環境影響性

(a)廢棄廢土在海岸堆置利用之問題

(b)人工島吸收廢棄廢土之利用問題

(c)廢棄廢土對近岸環境之影響

廢棄廢土在海岸堆置利用之問題

國立成功大學水利及海洋工程學系許泰文教授
中華顧問工程司港灣部海工組張欽森組長
台灣省交通處港灣技術研究所海工組邱永芳組長

摘 要

本文針對廢棄土物在海岸之三種處理方式，即(1)海面拋置；(2)海岸堆置；(3)填海造陸，探討這三種方式對環境之影響程度，同時研究相關之環境衝擊之減輕對策。研究內容包括：(1)海域污染與擴散；(2)海洋沈積；(3)漂沙及海岸線變遷。本文並以實例說明三種廢土物之海岸處理方式。

一、前言

隨著工業及都會區之發展，因而許多新市鎮陸續被開發，各項重大工程建設亦積極進行，促使營造活動更為蓬勃發展。這些建設產生大量事業廢棄物及建築廢土，如何處理這些這些廢棄土物，已漸成環境與政治問題。倘未能予以尋求適當之出路，任其投棄曠野或傾倒市區，將不僅造成髒亂且有礙環境品質，更將引起二次公害，加劇社會污染成本，增加後代子孫之負擔。因此，如何處理此等廢棄土，乃當前重要環保工作之一環。根據「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」之規定，營建工程廢棄土係屬可以安定掩埋法處理之一般事業廢棄物，其內容包括 (1)新建工程基地開挖之廢土，(2)拆除舊建築之廢棄物，(3)建造過程中產生之廢棄物。各類之數量與成份皆有所差異，而營建廢棄土之產出源則以第 (1) 類方面佔大部份，其他兩方面則較少。根據上述之區別，營建廢棄物包含：(1) 建築廢棄物：含土方、石塊、砂泥等廢棄物，(2) 拆除廢料：包括磚瓦、混凝土塊、木材類、塑膠類及金屬類等廢棄物。

若按廢土棄土產出之特性，則又可區分為建築工程棄土與公共工程棄土二大項。如依據台灣省政府建設廳委託工研院能資所出版之營建棄填土資訊通報 (民國 86 年 3 月) 整理可得民國 85 年營建棄土資料庫統計表，如表 1 所示。由該表可知民國 85 年全國總棄土量達 2,370 萬立方公尺，其中公共工程棄土量佔棄土量之大部份 (佔 61%)，而屬於北部地區 (含台北縣、市、桃園縣、基隆市、宜蘭縣與新竹縣、市) 之

廢棄土方達 999.5 萬立方公尺 (佔總棄方量之 42%)，其中台北縣境內更高達 554 萬立方公尺(佔總棄方量量之 23%)。

在公共工程方面，則因政策推動之不確定，歷年起伏不定，致使各種估算量差距甚大。中山大學公共事務管理研究所在執行之台灣省鼓勵民間設置營建廢棄土棄置場要點研究報告，曾對全省各地之廢土量進行預估，詳如表 2 所示。

廢棄土物之處理一般分為陸上處理及海上處理。陸上處理通常以兩種方式進行，第一種為再利用，即經棄土處理廠分離後，可利用之沙石或磚瓦由沙石廠吸收處理而後再利用；第二種則選擇適當的低窪區域填土。海岸處理一般以下列三種方式進行：

- (1) 海面拋置，將廢棄土物以海運方式運送至外海拋置。
- (2) 海岸堆置，營建廢土之組成含有泥沙，若能適當處理則可堆置海岸作為人工養灘材料之來源。如有充分沙源補給海岸侵蝕地區，則可使該地區沿岸輸沙之供需達到新的平衡狀態，進而防止海灘侵蝕並穩定海灘。這種處理方式可促成該地區自然海灘之形成，對鄰近海岸也能產生積極之保護作用。
- (3) 填海造陸，人工填築廢棄土物，如未築堤保護，可能遭受巨浪大潮之侵襲，將泥土帶入海中而影響附近海域之生態，故填海造陸係以填築方式替代傳統廢土物之堆置，即於現有建築廢棄物處理場外側海域，先構築圍堤，形成填海造陸。

本文將針對海上廢棄物之三種處理方式，探討有關環境影響評估相關技術性問題，研究內容包括漂沙、海域生態及環境影響減輕對策，並以實例說明廢土廢物之海上處理方式。

二、海面拋置

2-1 拋置方式

台灣四面環海，以海面拋置方式將低污染性之廢棄物——如工業廢料、廢液、棄土等，投入海域是陸地掩埋或焚燒處理之可行替代方案。在兼顧環境保育及經濟有利之條件下，污染物海面拋後之擴散行為，

例如擴散速率，在水體之影響範圍，乃至於底床之淤積厚度及面積，都是採取拋置作業及場址選定的重要工程資料。如此方可避免海拋作業對海域之生態環境及流況產生負面衝擊，並有效地評估海拋場址之容量及使用期限。

海洋拋置為利用船舶將廢棄物載運至適合地點排放之一種廢棄物處理法，而其排放之方法大約可分成三類：(1)為定點瞬時拋置，將廢棄物由船底一次排放；(2)為連續射流排放，將廢棄物由船底以一定之速率排放；(3)為排入船尾跡流，將廢棄物以一定之速率排放到船尾之跡流中。

2-2 數值模式

根據 koh 和 Chang(1973)之模式，廢質雲團之沈降(convective descent)、動力崩解(dynamic collapse)、撞擊海底(bottom encounter)及長期擴散(long-term passive diffusion)等四部份。

長期階段混合與傳輸之模擬，乃以統計的方法預測雲團經潮流混合傳輸之空間分佈機率。在此階段，雲團在水域中之傳輸之驅動力主要來自於海域之潮流及紊流擴散。模式採用圓柱座標系統，並假設所有拋置均落在一定點(圓心)上，將圓周分成八部份，每部份 45° 。研究以此中心點向外擴展之軌跡，根據潮流實測資料結果，利用統計方法求得機率密度函數，根據此一密度函數，進而可分析廢質雲團在時間及空間之傳輸機率，由短期階段之雲團軌跡配合實際所測得之洋流資料，可模擬海拋區域內由圓心向外呈輻射狀之運動軌跡，再轉換成沉積厚度。並可根據拋置材料堆積時之最大臨界坡度，重新分配沉積厚度。

2-3 實例說明

周和翁(1986)針對台中港和花蓮港之浚渫淤泥，進行數值模擬。表 3 所示為一般港灣浚渫淤泥之組成。台中港港池浚渫淤泥之年拋置量 15 萬公噸，花蓮港則為 99 萬公噸(環境保護署，1990)。短期階段模擬所需之單次海拋之數量，應依海拋船之容量而定，本文採以一般海拋船 2293m^3 (3000yd^3)之容量為輸入資料。

根據海域生態及自然資源之特性，可將台灣附近海域水體分成 A~H 八個區域如圖 1 所示(環境保護署，1990)。

港灣浚渫淤泥於海面拋置後，水體中懸浮量視拋置區水深而定。B 區淤泥在拋置後 800 秒，水體中懸浮約為 35%，至拋置後 3600 秒，水體中仍存在約 10%懸浮量。而 F 區冬季之拋置案例在拋置後 2 小時，水體中懸浮量約為 90%，拋置後 3 小時，水體中仍高達 87%懸浮量，固體顆粒易受海流作用而使得沈積範圍擴大，範圍達 2~3 公里；而夏季時 F 區在拋置後 3 小時，仍約有 100%懸浮量在水體中。

經過短期階段以後，拋置廢質已失去本身之動量，故其長期階段之擴散傳輸主要決定於洋流與紊流之強度。本文針對廢質在為期 1 年之多次拋置作業下，將底床沈積與分佈之結果做一歸納。

B 區(台中海域)之海流方向，主要分佈在 90° - 135° 與 315° - 360° 兩個方向，年平均之海流速度分別為 37.8 cm/sec 及 33.7 cm/sec，發生機率佔總觀測數之 30%與 29%。次要之海流分佈在 0° - 45° 與 135° - 180° 兩個方向，年平均之海流速度為 15.3 cm/sec 及 43.7 cm/sec，發生機率佔總觀測數之 11%與 10%。受此海流作用下，底床沈積之廢質將往北北西與東東南兩個方向運動。若底床沈積之臨界坡度採為 0.03333，最高之沈積高度約為 40 公分，沈積厚度至少 10 公分之範圍約為 500x500 平方公尺，如圖 2 所示。

三、海岸堆置 — 台北縣八里、林口海岸之人工養灘

台北縣八里、林口海岸擬以人工養灘方式作為海岸侵蝕防護對策之可行性進行研究。本文擬就本區海岸調查和蒐集自然環境資料以及參考鄰近海岸已進行或已規劃之相關資料，進而整理分析本區海域漂沙及地形變化之基本特性，作為研判養灘位置之依據。本文同時針對養灘場址研擬養灘計畫，經評估比較後，建議最佳方案。對於環境影響，如交通、漂沙及海域生態，以及執行本計畫可能遭遇之困難，亦進行評估研究，期能提出最佳養灘對策，解決八里、林口海岸之侵蝕問題。

3-1 工作內容

(1) 現場調查及環境資料收集分析

實施養灘海域之海灘斷面測量，平面測量及海岸線地形、水深現場之量測。本計畫蒐集分析養灘海岸地區之地理、氣象、海象資料作為各項相關研究分析之基礎背景資料。另外收集分析本地區漂沙及海岸地形變化之基本資料，作為研判養灘的可行位置的重要依據。

(2) 同地區相關計畫綜合分析

收集整合養灘地點鄰近海岸地區已進行或已規劃之相關計畫資料，以為輔助本計畫規劃參考、比較之用，並以不影響鄰近工程為輔。例如本區域養灘將不影響上下游海岸之平衡、不造成下游段之侵蝕、河道之阻塞及水質之影響等。

(3) 養灘料來源及運輸規劃研究

作為養灘目的所用材料需求標準之研擬，以不造成海域環境問題為必要條件。研究內容包括養灘料來源可能性及相關調查研究，及其對養灘後篩分作用之分析。養灘料運輸相對的一些成本規劃分析。

(4) 養灘計畫研擬

選擇各種不同養灘方式，原則上以築堤式養灘，全自然式養灘，以及折中的改良式養灘。由三種方式之選定應用到本規劃區，評估其優劣並建議一最佳方案實施。

(5) 排水系統規劃

養灘地區將承受腹部內陸區排水入海之壓力，若排水沒規劃妥善，則養灘地區易造成沖蝕之情形，不利於養灘之工作。規劃內容包括本地區排水系統之位置、功能之檢討、養灘地區擬設之配合排水系統，以及養灘區擬設結構型式之配合設計。

(6) 海岸保護研究

探討養灘對於相關海岸安定性之影響。以養灘方式保護海岸之後，海岸線整體之變化、海灘斷面之變化情形，尤其重要的為對上下游工程之影響計算。或以另一角度來看，利用養灘保護海岸的方式，減輕海岸遭受波流侵蝕的危害。因此，計畫中亦擬定災害減輕之對策。

(7) 施工計畫研擬

這部份目的在於分析養灘實際工程施工之整體規劃。研究內容包括整個工程內容、工程數量之估算、施工規劃及工程管理方案研擬、工程進度之掌控及費用預算。另外，整個養灘計畫工程全面施工之順位排訂亦是重要的考慮。

(8) 財務及時程配合計畫

養灘工程之實施成敗關鍵之一在於整個計畫全程財務預算配合情形。養灘方式之選定和所需財務預算息息相關，工程進度時程則又和各年度預算有關，舉凡此類加上資金籌措方式及來源均需予以事先的規劃。

(9) 環境影響說明

養灘工程之進行地利人和實不可或缺，故工程進行對鄰近地區生活環境之衝擊需有評估。工程車進出本區對交通之影響應以不造成交通擁塞為大原則，另噪音之控制、工程品質之掌握等均需予以規劃。又養灘料使用在海岸地帶，其對這一海岸地區產生之漂沙活動情形，以及水質影響程度，進而此區海域生態之衝擊亦需事先擬定適當對策，以減輕影響之程度。

(10) 下階段應進行工作之建議

人工養灘保護海岸的最終目的在創造人類更好的生活環境，避免天然災害之侵襲，進而危害生命財產之安全。除此而外，人工養灘之目標之一，亦在創造人為海灘地供作休憩使用。在這樣的前題之下，延續階段性規劃工作便顯得相當重要。有規劃之後續

工程可以讓本階段之工程更顯得有方向及前景。然而在現階段環境保育意識要求之下，養灘工程對環境之影響項目及後續之評估工作亦無法避免。因此，本工程初步進行完成之同時亦應規劃出環評之項目內容，以及因應之對策計畫。

3-2 漂沙及海岸地形變化調查分析

八里、林口一帶之海岸特性，由北而南有很大之變化，於淡水河口附近屬侵蝕海岸，而靠林口電廠附近之海岸則呈現部份淤積。為了解林口、八里地區海岸特性，茲將歷年之地形圖針對海岸線之消長情形，以概略了解海岸線變遷之歷程。經轉繪 1904、1958、1978、1986、1993 年地形圖，詳如圖 3 所示。由本圖可知八里、林口海岸間，在 89 年期間，主要地形變遷範圍發生於河口至八里海水浴場長約 4 公里之海岸，其他部份變動量極微，茲將各段海岸岸線變動狀況說明如下：

海岸線前進或後退現象，僅為海岸變遷作用之表徵。為更進一步瞭解漂沙侵淤量變化，唯有詳細計算歷年來海床變動之體積。台灣省水利處第十工程處自民國 75 年 10 月起，乃配合淡水河長期河道測量，於每年九月東北季風季節前及翌年五月東北季風後，各施測一次海岸斷面，以便分析比較其變化情形。觀測海灘斷面自淡水河口北岸巷子平起至南岸桃園縣界下寮止，海岸全長約 18 公里，海域寬平均約 1.5 公里，共設有海域測量基樁斷面 48 處，詳如圖 4 所示。

八里、林口整體海域之變化情形，本文以 85 年 9 月實測海域地形減去 82 年 9 月之實測地形，並繪出海域侵淤圖示於圖 5。從圖 5 中可以看出，淡水商港北堤與南堤附近在近灘區域都有明顯淤積，紅水溪溪口附近海岸，其近灘區域仍呈現淤積，而遠灘則為侵蝕。下罟子漁港海岸，八仙樂園附近，近灘有明顯的侵蝕，而遠灘則呈現淤積。至於下罟子港則尚有一片沙灘，呈現淤積現象。下罟尾海岸則侵淤互現。下罟坑至瑞樹海岸則為侵蝕，瑞樹至林投厝海域近灘有淤積趨勢，而林口灰塘之近灘也有淤積，林口廠以南則為侵蝕。

3-3 養灘選址研擬

為能容納建築廢棄土並可保護海岸又兼顧環保需求而進行之養灘

方式，宜採改良方式進行，故本研究乃基於處理廢棄土及保護海岸著眼進行方案研擬，其方案如圖 6 所示，簡述如下：

(1) 方案 a

棄土點位於淡水港北堤北側離岸堤位置，由數值模擬分析可知，本區之棄土可能因懸浮擴散而影響淡水河，故基本上本棄土點若採養灘方式進行將較為不適宜。而若在現有離岸堤（長度約 500m）與岸線之間（100m）作為養灘場地，則以平均高度 3m 計算，僅可容納約 15 萬方之廢棄土。但依突堤效應，北堤以北之區域勢必將形成淤積，在此興建海岸結構物對海岸地形變遷之影響最小，故建議可採圍堤方式約在 -3m 水深附近圍成一 $1\text{km} \times 1\text{km}$ （100 公頃）之水域，可供廢土棄置，初步估計填築量約有 700 萬方以上，可供台北縣一年半之填方，工程費約 7 億元，平均廢棄土每方之處理成本約 100 元以內。又淡水商港未來之規劃當中在這地區將設置 3 支間隔 50m、長度 200m 之潛堤，這部份之設計可尋求變更為所建議之圍堤工程，以達到實際保護海岸之功效。

另本棄土點之陸側為八里污水處理廠，其海側現狀仍呈現侵蝕情形，近年因淡水港興建及離岸堤保護侵蝕現象已減緩，但若將其海岸外側以圍堤方式保護對污水處理場之安全性將可提高，但施工時宜進一步考量八里污水放流管穿越填築區之可行性，或設法將圍堤範圍避開管線區域。

(2) 方案 b 和 d

本棄土區海岸已接近台 15 線，屬於需要保護之海岸，北起下罟坑海釣場，南迄瑞平溪出口。現有海床坡度約 1:50 以內，若以 -2m 水深為可填築水域，則約為距台 15 線海側 150m 之區域，長約有 2 公里之海岸，計 15 公頃土地可供使用（圖 6）。本區海岸多為卵石海灘，可利用海岸之卵石作為興建突堤之材料。故於本棄土點進行養灘作業可將海灘先行開挖約 1~2m 之卵石，利用該開挖量在海側約每 100 公尺作一突堤，以達到保護海岸之功能，海灘開挖之區域再行放置廢土；另若石料不足，可利用地工砂腸內填廢土充當堤心石，外側包覆卵石。初步估計每支突堤之經費約 9 萬

元，平均每公尺海岸分攤 900 元，離岸堤及海堤斷面之經費估計每公尺約 4 萬元，外購卵石，則工程費需提高至 6.5 萬元，唯回填廢棄土部份不計工程費，平均每方廢棄土之處理成本約 80 元。基此，考量 150m 之海岸斷面中 50m 作為保護設施，100 公尺為填築區域，平均填築厚度約 5m，則估計可容納約 100 萬方 ($2000\text{m} \times 100\text{m} \times 5\text{m}$) 之廢土。另本區海岸有村莊汕頭面臨海岸，若實施工程是否造成民眾之反對，則有待進一步協商。

(3) 方案 c

如圖 6 所示，本方案棄土點北起下罟子漁港南岸，南迄下罟坑海釣場區域。本區海岸由下罟子漁港以南約有 850 公尺之簡易離岸堤（拋石堤）堤頂高度較潮位稍高，而堤之陸側已陸續遭非法廢土傾倒，致使離岸堤已變為簡易海堤，填築區亦漸形成植生，惟臨海部份仍將受浪潮侵襲，致使填築廢土可能因受浪衝擊而有捲入海中之狀況。

本區海岸之寬度較大，可供棄土之區域較廣，初步估計有三區共 40 公頃之面積，其中第一區乃指現有非法廢土傾倒區，約有 17 公頃，考量該區平均尚可填高 5m，則約有 85 萬方之填築量。第二區與第一區相連，唯其未有離岸堤保護，約有 12 公頃土地，平均可填築之高度約有 7m，可容納之填方量約 84 萬方。第三區指台 15 線至現有海岸線間之低窪地，此區之地所有權尚不明確，故無法確認其土地取得之難易，初步估計面積約有 11 公頃，此區尚有約 5m 之填築厚度，約可供 5 萬方廢土填築。

三區域之土地特性不一，故其填築方式亦有所差異，在位於現有簡易堤後側增設 1:5 之緩坡拋石堤至 EL.+6.0m 之位置，堤心部份利用夏季期間以鄰近工程廢土填築並於廢土坡面設置濾布後加鋪 1m 厚之卵石，此卵石以鄰近海岸採取為原則，不足部份再行外購，初步估計完全採用鄰近海岸之卵石為材料，則每公尺之工程費約 5,900 元（若採用外購卵石，則每公尺之工程費約 2 萬元）。區域二之海堤型式，每公尺工程費約 3.2 萬元，外購卵石約 4.7 萬元。區域三位於陸上無需設置海岸結構物。依上述之分析方案 c

可填築量為 223 萬方，所需工程費約 4,500 萬元，平均每方廢土之處理成本約 20 元；若採用外購卵石，則工程費提高至 7,100 萬元，每方處理費約 32 元。為便於了解方案之優劣，特將替選方案之面積、填築量、工程費、單位土方之處理分攤費用，詳列如表 4 所示。

由表可知，以滿足最大之廢棄土容量而言，以方案 a 最佳，但其工程費較高，經濟性差，宜考量與淡水港共同開發，使開發成本降低。若考量最經濟之填土方式，則以方案 c 最佳，唯於台 15 線旁之土地尚有私有地問題，有待進一步之確認，該區海岸近年之淤積現象乃為人為棄土所致，實際上本區海岸仍屬侵蝕，故採用整建現有簡易堤及沿伸現有棄土區範圍，使非法棄土在設立安全之設施後加以合法化，不失為一良策。若以保護現況侵蝕最嚴重之區域，則以方案 b 及 d 為佳，因為本區海岸線已接近民宅及道路，若繼續侵蝕，將造成房屋及道路之損害，故宜極早進行改善。

由以上之分析及說明可知，八里、林口海岸之養灘工程基本上要分成兩方面來看，一方面為純粹養灘保護海岸、防治海岸之再受到侵蝕，如養灘位置 b 和 d。另一方面則為純粹以容納廢棄土作為考量，如養灘位置 c。而養灘位置 a 則因為易於影響淡水河流況生態，在短期措施上暫時不予考慮，在長期設計圍堤容納廢棄土則另再規劃考慮。就純粹保護海岸的觀點來看，則大原則是儘量採用不破壞現有自然面貌之工法，配合自然養灘方式，希望逐次再造出海灘景觀。而純粹考慮容納廢棄土之工程則在現有足提供棄置容量之位址上作選擇，其大原則是儘量在公有地上實施，避免涉及私有地之使用及賠償。

3-4 漂沙擴散計算

對於本計畫八里、林口海岸線養灘工程受到颱風暴潮之侵襲，可能將土料石材帶入海域中造成海域污染，因此，瞭解這些海域污染分佈的範圍及污染之走向將是提供養灘工程設計上重要的依據，而一方面也是主政者決策的重要依據。在本計畫中的考慮是養灘沙石可能被

暴潮侵襲帶入海中，然後隨波逐流分散到海域中。但由於此漂沙過程在數值模式中無法完全表現出來，因此，在數值計算中則把養灘沙石被暴潮帶入海中，視為在岸邊加沙源入海中，然後此沙源隨潮流分佈到海域中。

沙源加入海中意即在實際之現象為沙石被颱風波浪捲入海中，然後沙石重新分佈在海岸地區，才再受潮流之往復作用再重新分配到海域中。而在數值模式中則為沙石視為岸邊的一個沙源，而一直受到暴潮潮流之帶走重新分佈（實際計算為暴潮水位的潮流流場）。另外，海岸養灘之沙石受颱風暴潮作用而帶入海域中，可能還含有機率之概念，即正值暴潮時段作用力最大，而暴潮之前與其後之作用力可能較少，自然其對沙石之攜帶能力也隨之改變。但在數值模式中則視沙石分三天平均加入海域中，此為較理想情形。然而真正的作用過程相當複雜了，本研究中則以概略假設去計算。另外，在計算也同時考慮天文潮汐為相對的最高潮位來作數值模式中潮流趨動力。

數值模式使用格網為 $150\text{m} \times 150\text{m}$ ，若考慮土方高度為 4.5m 則土方量約為 $100,000\text{m}^3$ 。土方受暴潮侵襲係假設暴潮連續作用 3 天，即 $100,000\text{m}^3$ 土方平均分配帶入水中。在數值計算上則為以每個計算時距的土方量作為邊界條件之輸入值。又計算中係以最保守考慮即全部土方均為懸浮物質。若要更正確計則可以按照實際建築廢棄土之樣本級配按照比例計算。

數值計算中考慮淡水商港四種配置條件：

配置 (1) 現況 (淡水商港 85 年 9 月之配置)

配置 (2) 淡水商港第二期第一階段工程 (預計民國 86 年 6 月完工)

配置 (3) 淡水商港第二期第二階段工程 (預計民國 99 年完工)

配置 (4) 遠期配置 (預計民國 109 年完工)

養灘土料漂沙擴散之計算結果也分成四個不同配置分別說明，現況 (85 年 9 月之配置) 第 14 小時之結果如圖 7~圖 10 所示，在每一種配置中均包括四個養灘位置 a、b、c、d。

由養灘土料漂沙分佈之計算結果可看出，養灘位置 a 造成之漂沙分佈在漲潮時漂沙帶入淡水河約 1.5 公里，而退潮時則漂沙稍稍越過淡水商港之北堤堤轉角。養灘位置 b 造成之漂沙則在漲潮時會分佈到嘉寶溪口附近，而退潮時則仍在淡水商港北堤港域範圍內。養灘位置 c 造成之漂沙情形，則因位址受限在淡水商港北堤，因此，漲潮時漂沙往南帶約 2 公里，而退潮時則南向縮到 1.5 公里範圍內，而北向之分佈範圍則在淡水商港港域之內。至於養灘位置 d 為最遠離淡水港，其所造成之漂沙分佈在漲潮時南向達到林口火力發電廠之現有灰塘位址附近，在退潮時則也侷限在淡水商港港域內。

淡水商港四種堤之配置對養灘漂沙之影響，基本上對整個分佈型態沒多大的影響。北堤往西伸入海中對其以南或以北之養灘位址造長之漂沙則更具侷限作用，把漂沙均包含在港域範圍之內或北堤以北海域，漂沙在退潮時僅少部份越過北堤堤頭。對於數值模擬養灘土料造成之漂沙分佈結果，其定性的漂沙分佈走向已相當清楚，可以提供決策者的參考。在模式計算所使用之參數可以改變計算結果，而養灘土料懸浮質百分比也會影響計算結果之正確性。然而本研究之目標為探討漂沙可能之分佈走向，因此計算之結果已足以提供充份之資訊。

3-5 海岸地形變化模式數值模擬

淡水、八里海岸地形變化數值模擬所使用之領域、網格、起始與開放邊界條件等均選取與上節模式率定時相同，養灘區域每 $150\text{m} \times 150\text{m}$ 格點之填土量為 10^5m^3 ，則每一格點之加沙量 q 為每單位寬度每天為 $222.23\text{ m}^3/\text{m.day}$ ，養灘材料之中值粒徑設為 0.14 mm ，孔隙率為 0.4 ，但淡水商港的外廓將依模擬案例之不同而有所改變。

本文以台灣省水利處實測水深資料為輸入條件，模擬颱風波浪作用下，養灘料所產生新的海域地形變化。表 5 為數值模式之計算條件，模式輸入之水位為 $+1.86\text{ m}$ 之最高天文潮位和暴潮位，數值計算時間為三天，即一個颱風登陸之時程。

平面漂沙模式計算所得之現況海域地形變化侵淤圖，示於圖 11 及圖 12。其中圖 11 為 N 方向颱風波浪作用之結果，而圖 12 則為 W 方向颱風波浪作用之結果。圖中呈現的數值表示海域地形侵淤之高程，

其值為正代表淤積，負值代表侵蝕，正值愈大則淤積量愈大，反之則侵蝕量愈大。各養灘料區域分別討論如下。

本文分別比較 N 方向及 W 方向颱風波浪作用下，淡水商港於不同階段時所得之侵淤變化情形。整體而言，N 方向颱風波浪於淡水商港現況、第一階段及第二階段佈置時，由於西防波堤尚未完全延伸，堤體的遮蔽效應較不明顯，故於北防波堤堤體背後有較明顯的侵淤變化，但於遠期完成時則遮蔽效應較為明顯，於北防波堤堤後則地形則較無明顯之變化。但 W 方向颱風波浪比 N 方向颱風波浪，對於現況至遠期佈置之地形有著較顯著的變化，但變化範圍有限，對商港運作影響不大。

若受 N 方向颱風波浪作用，養灘點 a 於現況至遠期段所得之地形變化有著相同的趨勢，其擴散情形較不明顯，於養灘點 b, d 處則亦較無明顯的擴散情形，但於養灘點 c 則擴散現象較為明顯。若受 W 方向颱風波浪作用，養灘點 a 於現況至遠期所得之地形變化有著相同的趨勢，其擴散情形較不明顯，於養灘點 b, c, d 處則有擴散情形發生。由以上得知，受 W 方向颱風波浪比 N 方向颱風波浪對地形所產生的影響較大，所產生的擴散範圍也較為明顯。

就養灘點位置而言，養灘點 a 處於 N 方向及 W 方向颱風波浪作用下無明顯的擴散現象。於淡水商港工程第一階段時 c 點的擴散情形較為明顯，其餘位置則較不顯著。於第二階段時則擴散情形則都較為不明顯，於遠期工程段完成佈置時，由於受堤體良好遮蔽的影響，b, c, d 點則較無擴散的現象發生。整體而言，於颱風波浪作用時，由於波浪於外海碎波，故於近岸處所產生的流場較小，近岸漂沙的擴散現象都不顯著。

四、填海造陸 — 築堤堆置之南星計畫

4-1 計畫目的

高雄市為一工業港都，市區內工廠林立，隨著經濟之快速成長，工業及都會建設蓬勃發展，每天產生大量之建築廢棄土及無害事業廢棄物，倘未能予以尋求適當出路，任其投棄於曠野或傾倒於市區，所

造成之髒亂不僅有礙環境品質，更將引起二次公害，加劇社會污染成本，因此，如何適當處理此等廢棄物，乃為當前重要環保工作之一環。

大林蒲地區地勢低窪，每當颱風來襲，深受波浪沖擊、海水倒灌之苦，百姓生命、財產毫無保障，於是自民國 69 年 6 月起開闢大林蒲建築廢棄物處理場，藉填築而圍成之臨時海(土)堤，以保障大林蒲舊部落及鳳林國中師生之安全，並提供一容納高雄市改制後各項建設蓬勃發展所衍生建築廢棄物之空間。

於開放使用大林蒲建築廢棄物處理場至民國 79 年之十年間，統計每月約處理六仟多車次之廢棄物，並衍生出約 50 餘公頃之新生地，可謂集處理廢棄物、保護市容、防止海水倒灌、保障百姓生命財產安全及增廣市幅等功能於一役。惟此廢棄物處理場之掩埋方式沿用傳統方式，由海岸邊逐步往外海傾倒堆置，並未築有防護海堤，致填築物常遭海浪沖失，除新生地生成變緩，難以控制預期效益外，遭波浪帶走之廢棄物污染附近海域，折減了設置廢棄物處理場之美意，因此，乃興起以於岸邊築堤填廢方式替代傳統填廢之處理場，即於現有建築廢棄物處理場外側海域，以先構築圍堤方式，提供市區營建所產生廢棄物堆置之空間，其功能除與傳統廢棄物處理場一樣可處理廢棄物、保護市容、防止海水倒灌、保障百姓生命財產安全及增廣市幅外，尚有防治海域污染及配合休閒遊憩設施規劃，提供市民休閒、遊憩、賞夕陽之空間，此即「南星計畫」成立之緣由。

然圍堤之構築費事耗時，除需有足夠之卵塊石、混凝土等工程材料及大吊車等施工機具外，海事工程之可工作天及其施工風險，均足使圍堤興建需耗時多年，而廢棄物之填放又有其填放之時效性，因此，南星計畫乃配合圍堤施工之季節性、廢棄物填築之時效性及預算編列情形等，採分期分區方式實施。

4-2 計畫構想

- (1) 南星計畫依圍堤施工之季節性、廢棄物填築之時效性及政府預算之編列等因素，採分期分區開發方式實施；另為避免填築廢棄物遭波浪侵襲帶走，污染鄰近海域，將以先築堤後填築方式進行。

- (2) 因南星計畫界定為安定掩埋場，故進場填放之物質須符合「事業廢棄物貯存、清除、處理方法及設施標準」之規定，暫以容納建築廢棄物、都市設施廢棄物、捷運工程廢土、安定無害事業廢棄物及經處理之一般廢棄物為主。
- (3) 無害事業廢棄物中以飛灰及爐石為主，因其有與水泥特性相似之波索蘭(Pozzoland)效應，將用以取代部份水泥作為築堤材料。
- (4) 以爐石、飛灰取代部份築堤材料，除可降低工程單價，同時解決中鋼公司、台電公司之事業廢棄物處理問題，又能增加新生地，實可稱一舉數得之構想。
- (5) 由於鳳鼻頭附近有一沙灘地係供漁筏停靠之所，須予以保留，未來並配合漁港之興建而修正圍堤佈置。另鳳鼻頭為一軍事防砲陣地及重要景觀，基於其射程、視覺及維護景觀考量，應予以避開。
- (6) 為顧及對海洋環境之影響、工程之經濟性及施工之便利性，南星計畫之外側堤線以位於-8m 等深線附近為宜。

4-3 實施範圍

依據前述計畫構想及規劃原則知，南星計畫係採分期分區方式推展，其中近程計畫範圍位於高雄港二港口以南至中油公司海底油管間之海域，又以台電公司大林電廠出水口導流堤為界分二期實施；中程計畫接續近程計畫之後實施，其範圍位於中油公司海底油管以南至鳳鼻頭間之海域，並配合填築之時效性及施工之季節性再分二區推動，其相關位置圖如圖 13 所示。而遠期計畫因各單位於計畫區附近海域規劃有區位重疊而功能不同之相關計畫，未來於各相關計畫整合後，再配合計畫之推動一併實施。

4-4 環境監測

南星計畫之環境說明書行政院環保署於 83 年 4 月 25 日審查終結，並刊登公報。依環保署之審查結論，環保局必須進行水工模型試驗探討本開發工程對鄰近海岸地形之影響，並整合附近海域之監測計畫，

於重新規劃監測計畫後確實辦理。

4-5 因應對策

基於水工模型試驗之結果、高雄市營建廢棄土之填築時程需求及因應鳳鼻頭漁港之興建，南星計畫中程計畫於堤線佈置及堤體結構上進行局部修正。(詳圖 14)

- (1) 南堤北移約 250 公尺，俾興建鳳鼻頭漁港；並於堤線轉角處增設一突堤，以作為漁港之北堤，並保護轉角處之沖涮現象。
- (2) 設置中隔堤以因應廢土之填放需求。
- (3) 堤體之堤腳以三排雙層消波塊保護，並於消波塊前再吊放大型塊石。

五、結論

- (1) 海面拋置係以海運方式將廢棄土物運送至外海拋置，因此其所需費用遠較海岸堆置或填海造陸為低；但於進行海面拋置前必須審慎評估其對海域生態環境及流況產生之負面影響。
- (2) 海岸堆置營建廢土其組成含有泥沙，若能適當處理則可堆置海岸作為人工養灘材料之來源，可促成該地區自然海灘之形成，對鄰近海岸也能產生積極之保護作用；由於未築堤保護可能遭受巨浪大潮之侵襲，將泥土帶入海中而影響附近海域之生態。
- (3) 填海造陸係以填築方式替代傳統廢土物之堆置，即於現有建築廢棄物處理場外側海域，先構築圍堤，形成填海造陸人工填築廢棄土物，因此可避免遭受巨浪大潮之侵襲而影響附近海域之生態；然由於必須構築圍堤，因此其所需之工程經費最多且其成果之展現需時亦最久。
- (4) 無論採取何種方式處理廢棄土物，均應詳加考量其對環境影響，使其對環境之衝擊減至最低，並應尋求其減輕對策。

參考文獻

1. 「營建廢棄土處理方案」，內政部，民國 80 年 5 月。
2. 「營建廢棄土處理方案」，內政部，民國 82 年 12 月。
3. 周憲德，翁博彥，「淤泥於海面拋置後之擴散及淤積模擬」，第十八屆海洋工程研討會論文集，pp. 512~518，民國 85 年 11 月。
4. 「營建棄填土資訊通報」，台灣省建設廳，民國 86 年 3 月。
5. 許泰文，李兆芳，「八里、林口海岸人工養灘可行性研究」，國立成功大學水利及海洋工程學系，民國 87 年 3 月。
6. Koh, R. C. Y., and Y. C. Chang "Mathematical Model for Barged Ocean Disposal of Wastes," Environmental Protection Agency, EPA-660-2-73-029 (1973).
7. 「大林蒲填海計畫」，中華顧問工程司，民國 87 年 2 月。

表 1 民國 85 年營建棄土資料庫統計表 (單位：萬方)

縣 市	建築工程	公共工程	合 計
台北市	42.3	155.6	197.9
台北縣	311.2	243.0	554.2
桃園縣	20.2	21.9	42.1
新竹市	51.9	12.9	64.7
新竹縣	1.5	6.5	8.0
基隆市	0.3	57.0	57.4
宜蘭縣	11.9	63.4	75.2
苗栗縣	1.7	4.7	6.4
台中市	311.2	0.6	311.8
台中縣	36.1	14.6	50.6
彰化縣	4.1	18.0	22.1
南投縣	4.8	94.5	99.3
嘉義市	44.9	4.7	49.6
嘉義縣	7.4	38.2	45.6
雲林縣	1.5	19.7	21.2
台南市	12.7	1.0	13.8
台南縣	0.3	112.0	112.3
高雄市	45.7	42.5	88.2
高雄縣	13.9	497.9	511.9
屏東縣	5.7	21.8	27.5
花蓮縣	3.2	0.9	4.1
台東縣	0.0	5.8	5.8
澎湖縣	0.0	0.0	0.0
金門縣	0.0	5.6	5.6
總 計	932.5	1,437.1	2,369.6

資料來源：營建棄填土資訊通報 (86.3)

表 2 北部地區廢棄土產生狀況總量統計表 (單位：萬立方公尺)

縣市		台北市	台北縣	基隆市	桃園縣	新竹縣	新竹市	宜蘭縣	合計
81年	公共工程	575.2	295.7	31.4	54.4	4.5	2.1	6.7	970.0
	建築工程	150.0	31.5	26.2	35.7	7.5	6.5	4.3	261.7
	合 計	725.2	327.2	57.6	90.1	12.0	8.6	11.0	1231.7
82年	公共工程	520.5	323.3	37.2	52.4	2.0	2.0	2.2	939.6
	建築工程	150.0	31.5	26.2	35.7	7.0	6.0	4.0	260.4
	合 計	670.5	354.8	63.4	88.1	9.0	8.0	6.2	1200.0
83年	公共工程	349.5	159.7	19.3	8.0	2.0	2.0	2.3	542.8
	建築工程	150.0	31.0	26.0	35.0	7.0	6.0	4.0	259.0
	合 計	499.5	190.7	45.3	43.0	9.0	8.0	6.3	801.8
88年以後	公共工程	440.5	691.0	37.2	7.7	2.0	1.5	2.5	1182.4
	建築工程	150.0	31.0	26.0	35.0	7.0	6.0	4.0	259.0
	合 計	590.5	722.0	63.2	42.7	9.0	7.5	6.5	1441.4

資料來源：國立中山大學公共事務管理研究所

表 3 港灣浚渫淤泥之物理特性

顆粒種類	密度 (g/cm ³)	體積濃度	沉降速度 (cm/sec)
黏土	2.60	0.0326	0.0004
沈泥	2.60	0.2334	0.0007
細砂	2.60	0.0388	0.0311
中砂	2.60	0.0072	0.0972

表 4 養灘方案比較表

方案	面積 (公頃)	填築量 (萬方)	工程費 (萬元)	單位土方之 分攤費用(元)
a	100	700	70,000	< 100
b 及 d	30	100	8,000~13,000	80~130
c	40	220	4,500~7,100	20~32

表 5 模式計算波浪條件

波高	週期	波向	中值粒徑	計算時間
5.0 m	10.0 sec	N	0.14 mm	3 days
6.2 m	11.7 sec	W	0.14 mm	3 days

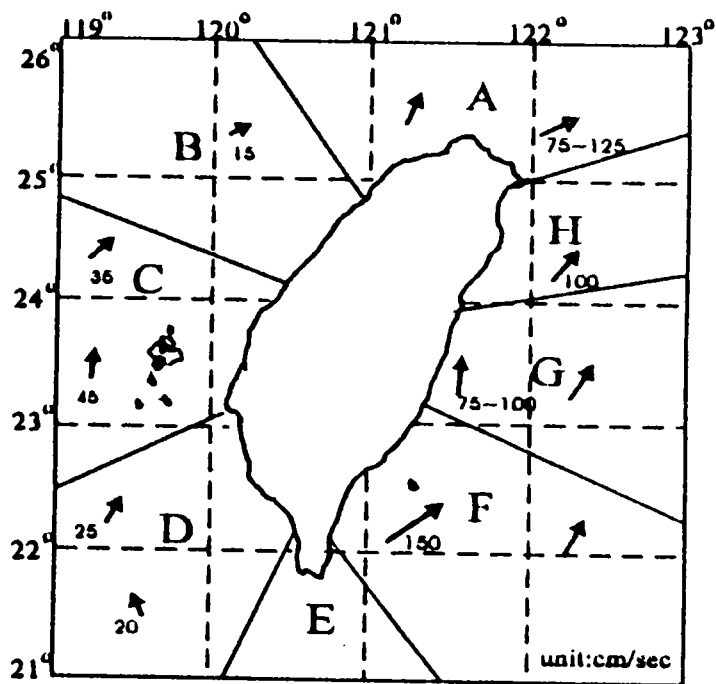


圖 1 台灣海域分區圖 (箭頭所示為夏季洋流流速)

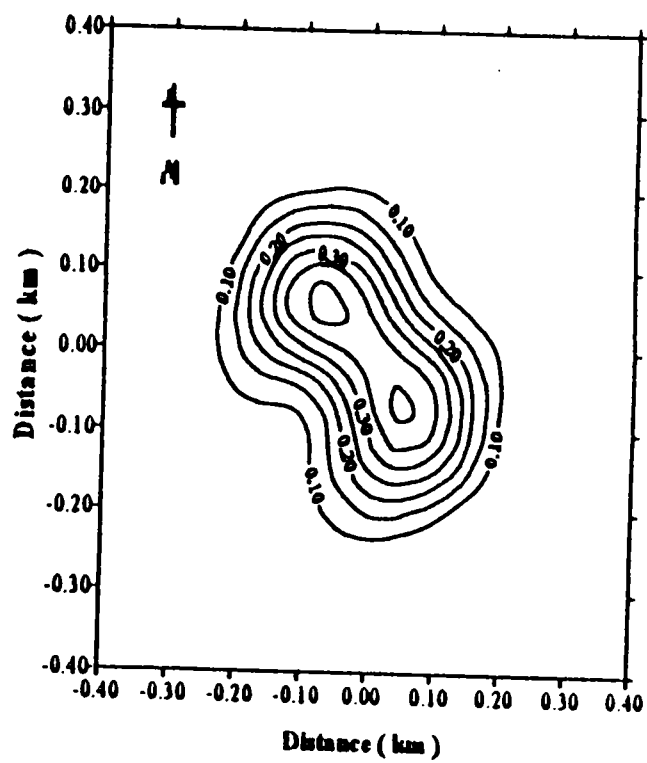


圖 2 B 區淤泥長期階段之沈積厚度圖

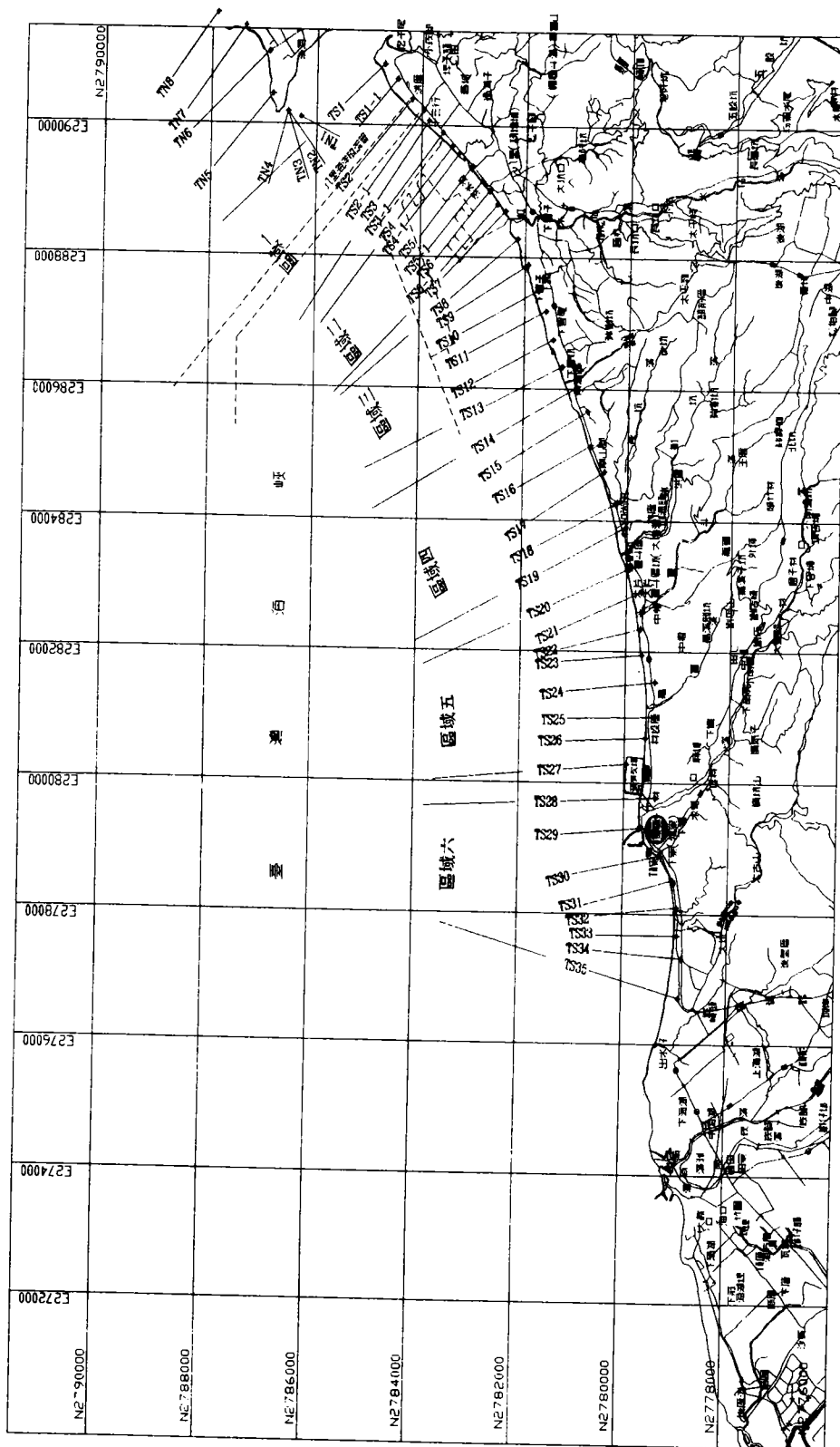


圖 4 台灣省水利處第十工程處海岸觀測樁位圖

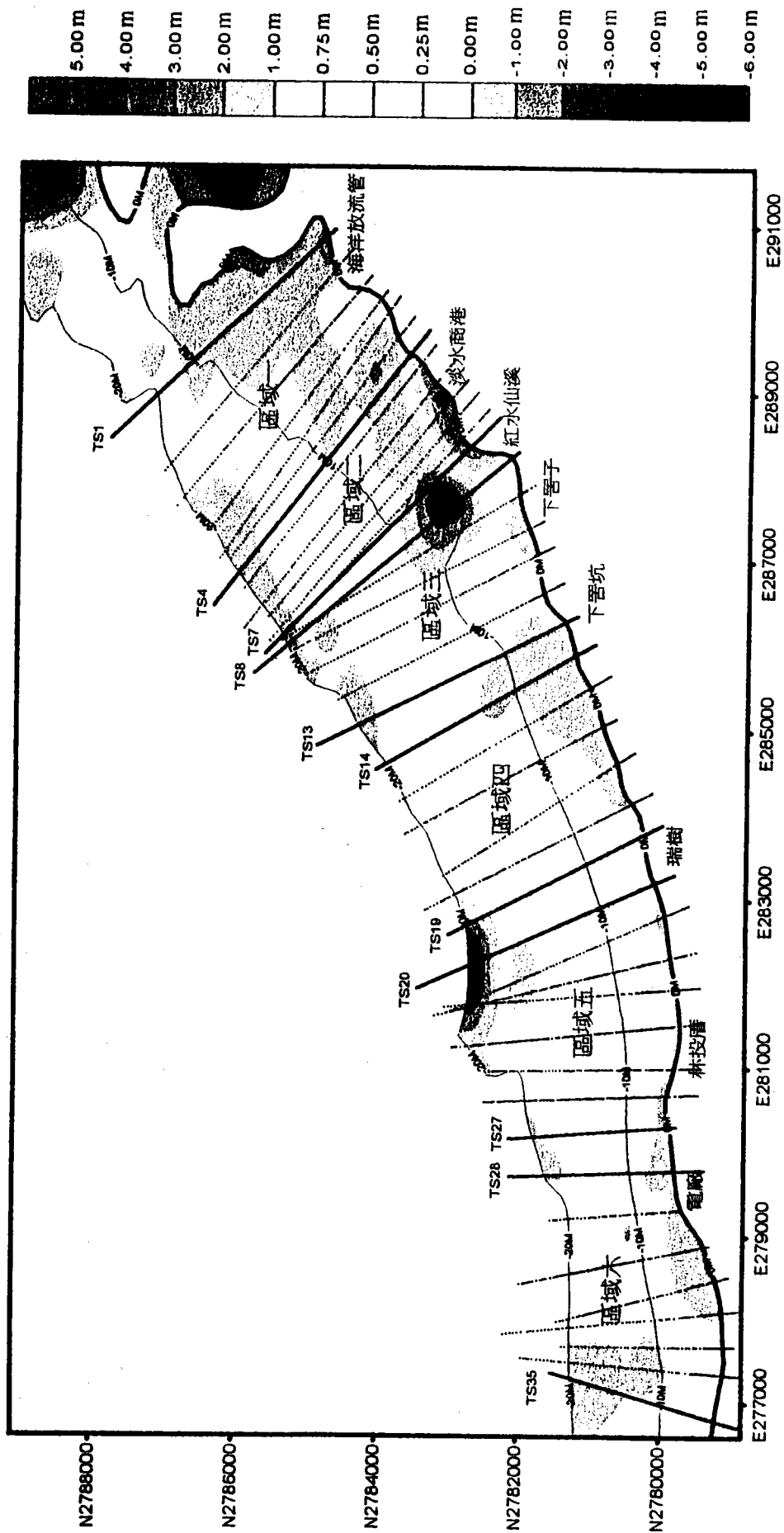


圖 5 八里、林口海域地形侵淤圖 (82 年 9 月~85 年 9 月)



圖 6 八里、林口海域養灘規劃位置 a、b、c 及 d 圖

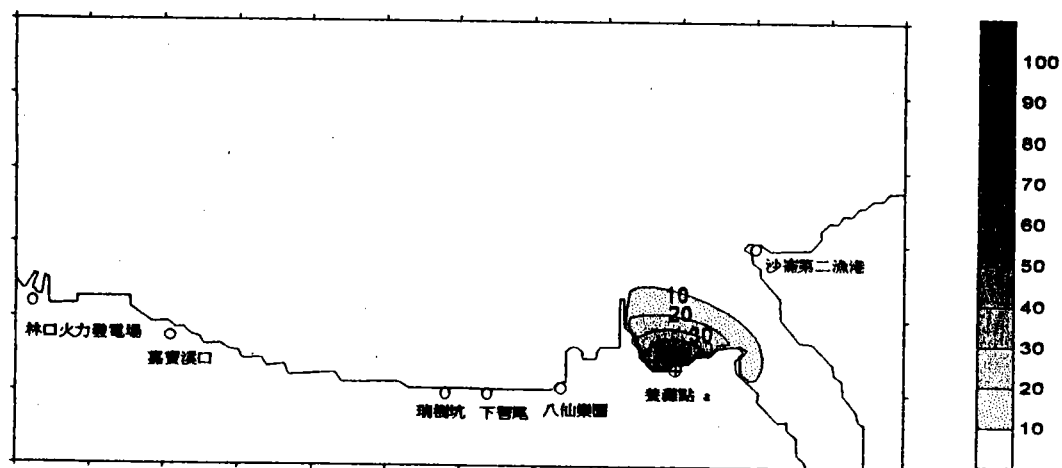


圖 7 八里林口海域污染分佈圖 (養灘位置a, 第14小時)

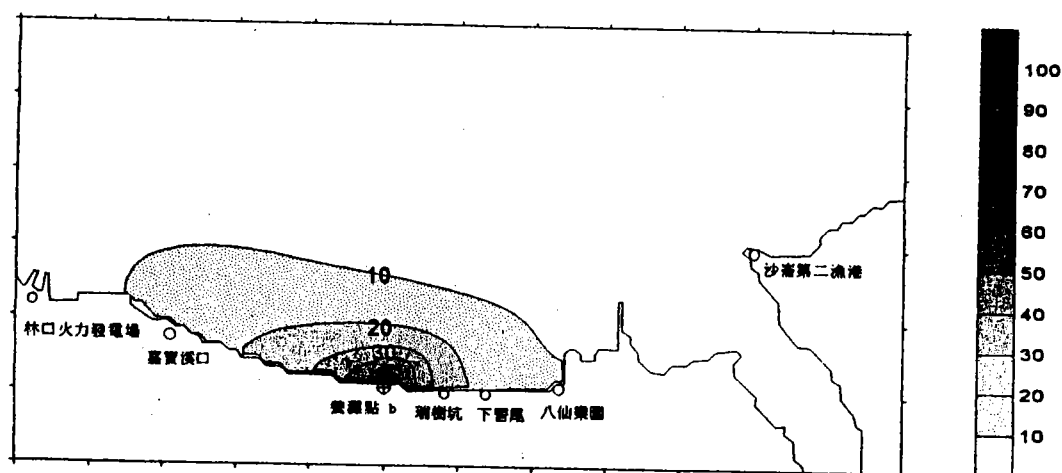


圖 8 八里林口海域污染分佈圖 (養灘位置b, 第14小時)

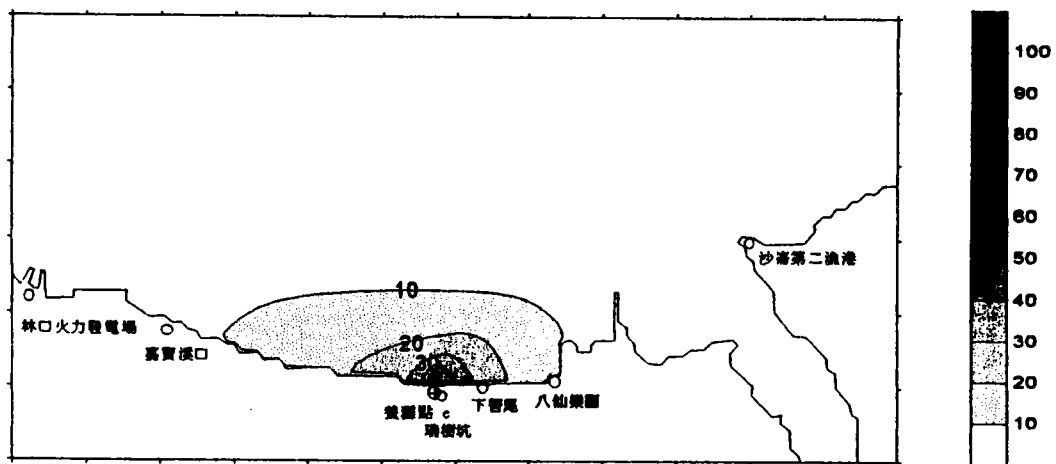


圖 9 八里林口海域污染分佈圖 (養灘位置c, 第14小時)

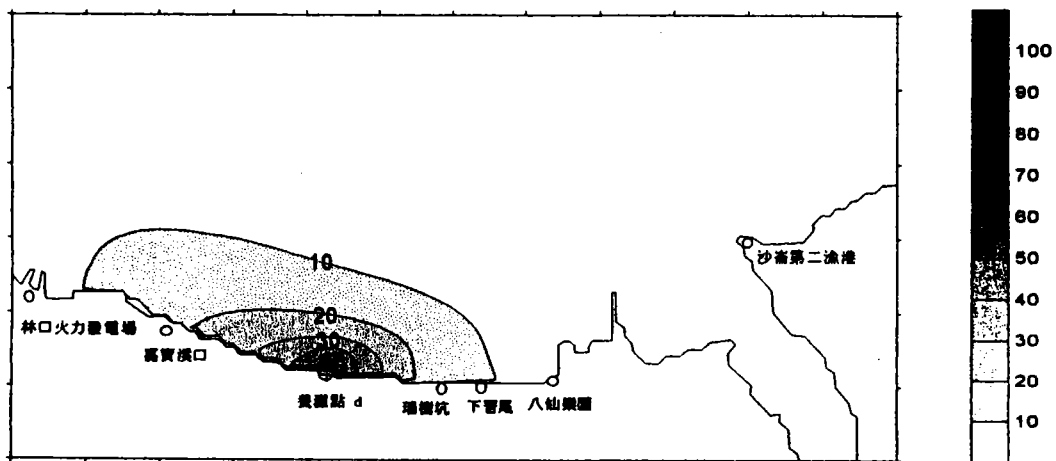


圖 10 八里林口海域污染分佈圖 (養灘位置d, 第14小時)

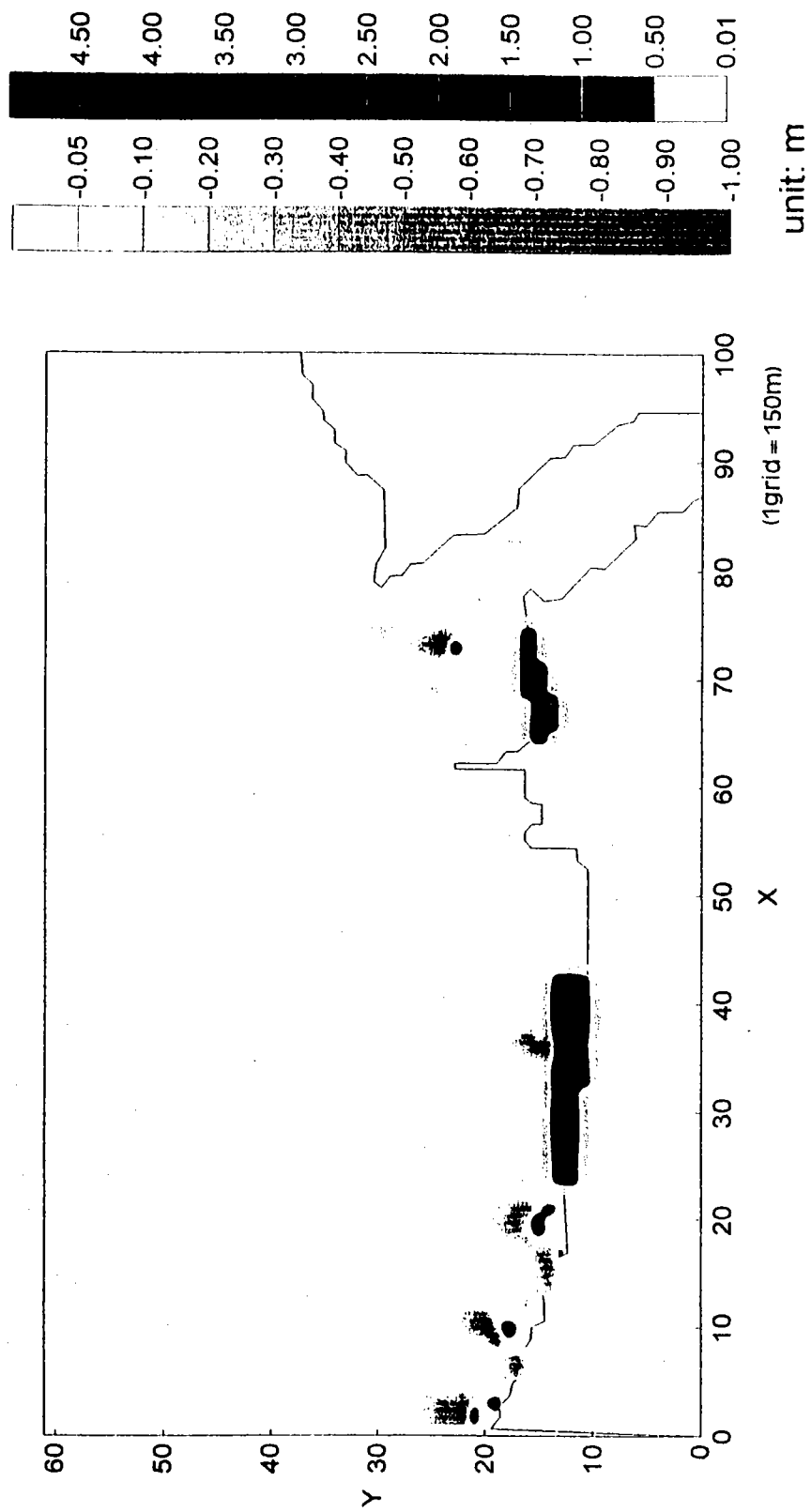
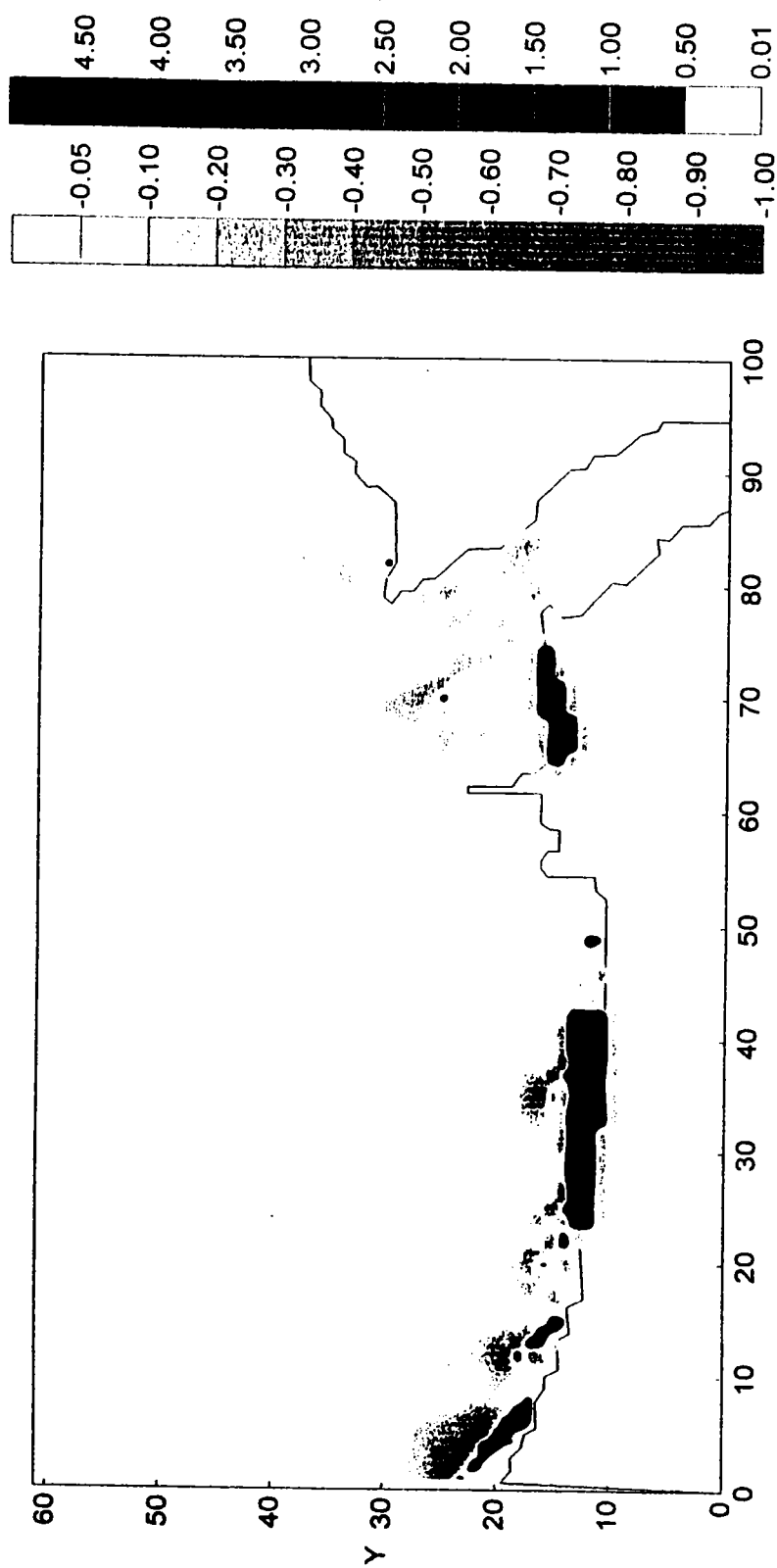


圖 11 八里、林口海域養灘後之侵淤圖 (淡水商港現況, $H_0 = 5\text{m}$, $T = 10\text{sec}$, N 方向颱風波浪)



unit: m

圖 12 八里、林口海域養灘後之侵淤圖 (淡水商港現況, $H_0 = 6.3\text{m}$, $T = 11.7\text{sec}$, W 方向颱風波浪)



圖14 南星計畫中程計畫修正佈置圖

人工島吸收廢棄廢土之利用問題

港灣技術研究所副所長 莊甲子

摘 要

國內近年各項工程建設所產生之廢棄廢土年產出量最高曾達三千八百萬方，而目前陸域各地區能容納大量廢棄廢土填埋之合適場所亦日漸減少，是以對未來而言，利用海域空間進行廢棄廢土填海造地已是必然之趨勢，因其不僅可解決各項工程廢棄廢土的處置問題，並且可獲得新生地以供未來各項經建開發之利用。而填海造地中，除近岸堆置的新生地開發外，人工島型式的開發利用則具更多的優點，當然其困難度與技術性亦相對的增高，而此類經驗國外已發展成熟，足資借鏡。復以國內近年環保意識抬頭，故日後諸多如垃圾掩埋場、廢棄廢土處置場等如改弦易轍以人工島方式興建或能較易為之。

一、前言

台灣地窄人稠，陸地資源有限，更隨著我國經濟的快速發展，人民生活水準提高，加以環保意識之日漸高漲，使得陸上土地開發殆盡，為求民生所需及工業之持續發展，吾人不得不向海洋爭取更大之利用空間，因此，興建人工島乃成為值得尋求之課題。

就人工島之興建而言，世界上一些海島型及海岸線較長之國家如日本、美國、澳洲等，紛紛與海爭地，規劃建造各型之人工島做為農、漁業用地、臨海工業用地及石油開採基地等，以提供更充足之資源以維民生所需及各項工業持續之發展。

日本早在1853年即有品川台場之沿岸人工島的興建。明治25年(1893)8月則開始興建第三海堡作為軍事用之防衛砲台，離岸邊三公里，面積2.7公頃，費時三十年。惟完工後使用不到三年即發生關東大地震，導致人工島下陷，全島有三分之一沉到海面下。此一失敗案例，促使日本爾後在人工島興建工程之環境調查、規劃、設計及施工等均特別謹慎從事，終於成為當今世界上人工島數目最多及規劃最大之國家。其中關西國際機場位於大阪灣泉州外海5公里，所在位置平均水深達18公尺，且遇軟

弱地盤，故其採用砂樁排水法及擠壓砂樁、震動夯壓等土質改良方法，造地面積達 511 公頃，土方達一億七千八百萬立方公尺，工程執行中並建立航行、沉陷、施工及環境保護等管理之新技術，為一相當艱巨之工程。

歐美各國近 30 年來因積極開採北海及新墨西哥灣的油源，亦逐漸以人工島做為海域石油及天然氣之開採基地。此外，美、澳等國亦將人工島興建為港埠、碼頭之浚淤土堆積地及機場、野生動物繁殖等不同用途之人工島。其中面積最大者為澳洲布利斯班港，面積 600 公頃。其次為美國巴爾鐵摩 Hart-Miller 人工島，面積 460 公頃，再其次為美國夏威夷州之火奴魯魯機場，面積 400 公頃。我國近年來經濟發展迅速，工業又一直為台灣近二十年來經濟發展之主力，但工業用地取得不易，且工業所需大宗原料亦需仰賴海外進口，為使工業之持續發展，而有雲林離島工業區之開發興建，為我國興建人工島的首次實例，全部工程需時約 25 年，分四期進行，預估開發面積共 10,580 公頃。

近年來國內各項重大建設陸續完成，使得社會工商經濟迅速發展，都會區人口過度集中，陸地上的開發亦已呈飽和狀態，可利用的土地資源日漸缺少，逐漸不能滿足國家現代化整體經濟建設的需要。加上國內環保意識高漲，故日後諸如垃圾焚化爐、廢棄物掩埋場、廢棄土堆置場、海上機場、核能電廠及石化廠等之規劃，若能考慮以興建人工島方式興建，或能較易為之，

二、人工島之用途

人工島興建之目的乃以獲得更多的利用空間為主，部分則基於其它特殊目的而興建，惟人工島最終之用途應是多目標的，且具綜合性發展功能。一般人工島之用途按土地使用功能來分類，可分為以下幾項：

2-1 臨海工業區

主要提供適合鋼鐵、造船、石化等基礎工業之建廠用地，亦提供與基礎工業有關之一般產業、港埠、商務、住宅等用地。此類例如我國雲林離島工業區、日本川崎市扇島等是。

2-2 廢棄物掩埋場

主要提供垃圾、航道、港灣浚渫或產業及建築物廢棄物掩埋用。填築完成後更可提供為物流、住宅或港灣等用地。此類例如位於日本東京灣中央防波堤外側之東京夢之島。

2-3 交通及港埠用地

提供海上機場、港灣碼頭或離岸式深水港以及長程海底隧道、橋樑系統之轉承站的目的。主要的例子有日本關西國際機場及神戶港島等。

2-4 能源基地

用以興建核能電廠、火力發電廠、波浪發電廠等，亦可以做為石油、天然氣探測及開採之基地，以及提供為石油、煤炭、天然氣、礦砂等之海上儲存空間，以便利能源之輸出或輸入。此例如日本和歌山縣之御坊火力發電廠、志布志市石油儲存基地等。

2-5 都市用地

提供綜合新市鎮之用地，興建住宅、道路、公園綠地、商業中心等。如日本神戶港島除了做為港埠用地外，更結合港灣住宅、文化及行政機能，開發為新市鎮。

2-6 休憩遊樂

作為海洋遊憩、教育及休閒設施，如海洋公園、海洋博物館及遊艇碼頭等。美國預計於夏威夷海岸興建一海上人工島城，日本擬於和歌山縣外海興建和歌山遊艇港市，含遊艇碼頭、旅館、運動等設施。另於橫濱市金澤區外海擬興建海上遊樂場，含水族館、市場、海洋樂園等。

三、人工島型式與興建方式

海洋人工島型式可分為著地式與上浮式兩大類。另按其施工構造可分為(1)填埋式人工島；(2)群樁式人工島；(3)沉箱著底式人工島；(4)基腳平台式人工島；(5)浮體錨碇式人工島；(6)半潛式人工島等六種，前四種為接地式，後二種為浮體式如圖 1 所示。

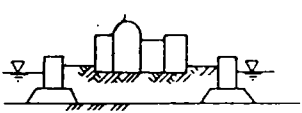
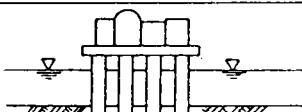
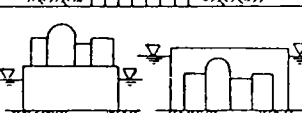
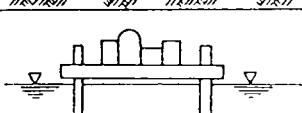
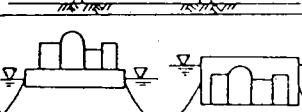
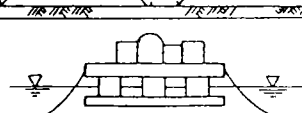
名稱	示意圖	備考	
填埋式人工島		現場 施工型	接地式
群樁式人工島			
沉箱著底式 人工島		工廠 製作型	浮體式
基腳平臺式 人工島			
浮體錨碇式 人工島			
半潛式人工島			

圖 1 海洋人工島類型

填埋式人工島興建方式，乃先拋放巨型石塊或拖放大型沉箱或打入巨型鋼管樁，將海域圍築出來，其內再以浚渫砂土、山土石或產業廢棄物加以填埋到預定高程，此種方式適合較大面積之淺水或水深不大海域，為最常使用之人工島興建方式。

群樁式人工島興建方式，乃先於預定建島之海域打入巨型之水泥樁或鋼管樁，成排成列打入海中，再於其上以鋼筋混凝土澆灌樓板或以鋼板搭鋪而成，此種施工方式適合於中等水深之海域，施工面積大小皆可。

沉箱著底式人工島興建方式，乃於工場中按所須人工島之型式、尺寸先行預鑄，再拖到現場下沉安放，此種型式只適合小面積人工島及中等水深之海域。

基腳平台式人工島興建方式乃於工場先行製造人工島各部分之零件，運到現場後，再以打樁船及起重船予以打入海底，並將各部組合而成，此種施工方式適合大水深及小面積人工島之需求，尤其適合海域石油及天然氣之開採。

浮體錨碇式及半潛式人工島皆先需於工場製作再施到現場予以錨泊

固定，其優點為可移動，具較大自由度。

四、國外人工島興建概況

如前所述，日本現今為世界上人工島數目最多、規模最大的國家，其用途有軍事要塞、垃圾處理場、港埠用地、都市用地、海底煤礦通風坑、飛機場、石油貯存場、發電廠、海洋公園等，離岸距離自 0.06~6 公里；面積自 0.5~938 公頃，建造水深由 0~40 公尺不等。其形狀絕大部分為長方形，部分為不規則之港埠碼頭形，少部分為圓形或五邊形。與陸地連接方式大部分為跨海大橋，少部分為海底隧道或船舶。施工期限自 1~30 年。建造方式大部分為拋石堤或沉箱混合堤式，近年來以鋼板或鋼管樁打入海底圍築方式越來越多，且施工速度愈來愈快。

歐、美、澳洲諸國之人工島興建較日本為遲，約自 1960 年代以後才開始逐漸以人工島方式進行海域石油及天然氣之開採或作為深水港之港灣設施。美國阿拉斯加北部北極海沿岸及加拿大北極海岸皆有甚多之石油探勘開採用人工島，歐洲之北海油田亦有數十座人工島。一般而言，生產石油之人工島其面積較小，大約自 0.3~4 公頃，離岸距離較遠，少則數公里多則數十公里甚至有離岸到 150 公里者。其水深亦較深，常可達數十公尺甚至百餘公尺，故大部分建造方式皆使用套管式基樁或重力式基樁為基礎，中層為桁架結構，其上再加設鑽油用平台。此外歐、美、澳洲諸國亦將人工島建為港埠、碼頭、浚渫土堆置地、機場、野生動植物繁殖場、橫跨海灣大橋或隧道系統之換氣口及入口等，其形狀亦以長方形為主。興建方式亦大部分為拋石堤或沉箱混合堤，施工期間則自 1~11 年不等。

五、人工島規劃

人工島之規劃所需辦理之項目包含堤防型式選擇、堤線決定、土方來源及填區規劃、施工方法選擇、土地使用計畫及環境污染防治計畫等。在各項規劃工作中一般需考慮人工島周邊環境、社會、經濟等相關因素後再加以評估。

5-1 人工島周邊環境

(1) 自然環境

蒐集或量測人工島預定位置周邊之地形、地質及風、浪、潮流、漂沙等相關海、氣象資料，參考以上背景資料以為施工方法、工期等訂定之依據。同時亦應辦理海岸地形變遷、港域遮蔽等之數值模擬分析及水工模型試驗，以評估人工島設立對鄰近天然海岸地形及水域穩靜之影響，並提供港灣及堤防工程規劃之依據。另對人工島本身之沉陷問題亦應加以考慮，在施工中及完工啟用後人工島沉陷問題之監測、管理等均需妥善規劃。

(2) 生態環境

規劃前需從事人工島周邊海域鳥類、漁類、浮游生物等之生態調查，評估造地工程施工所造成流場改變，水質污濁等對海洋生物覓食、棲息及繁殖等之影響。需研擬適當之施工計畫，減少對海域之干擾以及附近海域長期之海域生態環境各項指標監測，以掌握環境狀況，擬定海洋牧場及海洋生態保育措施。

(3) 生活環境

考慮施工期間對鄰近陸、海域空氣品質之改善、噪音之防治、廢水之收集處理以及廢棄物處理等。完工使用期間仍需管制空氣品質、周邊海域水質、噪音、廢污水之排放及廢棄物處理等，以確保生活環境不致遭受污染。

(4) 景觀及遊憩環境

由於工程的施工，人工島附近海域及回填料取料區之景觀將受影響，濱海遊憩據點親水性能遭受破壞，工程廢油、污水等會影響沿岸海域之遊憩活動及水質潔淨。因此適當之景觀美化及減少對國民休閒遊憩生活之干擾應加以考慮。而堤防工程之規劃應以美化景觀及建設親水性防波堤為原則，並配置國民海洋休閒遊憩據點以調和自然景觀及提供國民更充裕之休閒空間。

5-2 人工島之相關社會、經濟問題

人工島之開發牽涉漁業權、海上保安及防災、環境保護、築港造地等眾多事務，因此規劃時需以不同的事業制度或法律為依循，如公有水面浚填法、港灣法、海洋污染及海上災害防治法、廢棄物處理法

等。另外亦應考慮人工島開發後對鄰近海域社會結構之改變，針對社會型態之轉變規劃預防措施，以減少社會問題。

此外，人工島之興建開發亦應衡量總體之經濟效益分析結果，考慮開發資金來源、開發成本、造地完成後售地所得之各項設施使用、管理費用收入等，計算開發成本效益分析以為人工島各項工程規劃之參考。由於現代人工島技術可行性已較無疑慮，惟安全及經濟如何求其平衡，乃工程規劃之主要課題，尤其是經濟效益不可行等於工程不可行，故在規劃時應儘求經濟效益之極大化，俾提高經濟效益可行性。例如規劃土地使用時務求土地之經濟有效利用，降低可租售地之土地成本，同時，未來營運效率及維護費用等亦均需納入作為經濟效益評估因素。

六、國內廢棄廢土年產出狀況

依台北商港物流倉儲區填海造地計畫報告中所載，八十五年至八十七年度大台北地區工程剩餘土石量統計結果如表一所示，平均每年產出量約 900~1400 萬立方米，其中又以公共工程產出量佔大部分，民間建築工程則隨房地產業之榮枯有較大變化。

表一 大台北地區工程剩餘土產出量統計

單位：萬 m³

產出來源 \ 產出量		85 年度	86 年度	87 年度
台北市	公共工程	165.7	221.2	436.8
	建築工程	53.7	80.5	120.0
	小計	219.4	301.7	556.8
台北縣	公共工程	281.9	397.9	363.6
	建築工程	370.5	228.1	259.2
	小計	652.4	626.0	622.8
基隆市	公共工程	71.1	157.6	239.7
	建築工程	1.6	4.5	2.7
	小計	72.7	162.1	242.4
總計		944.5	1089.8	1422.0

資料來源：台北商港物流倉儲區填海造地計畫，88 年 3 月

其次，根據北市府及營建棄填土資訊網站統計，推估未來三年大台北地區公共工程及民間建築工程，合計每年皆可能產出超過 1,300 萬立方米以上之工程剩餘土石方量，詳如表二所示。

表二 大台北地區未來工程剩餘土石方產出量預估

單位：萬 m³

主 辦 機 關			88 年度	89 年度	90 年度
台 北 市	公 共 工 程	捷運局	44.6	197.5	232.5
		國宅處	16.2	28.9	23.1
		自來水	34.0	35.0	23.0
		教育局	176.2	79.6	13.8
		交通局	10.7	51.3	39.4
		工務局	121.2	192.4	153.5
		其 他	41.6	41.9	41.8
	建築工程		120.0	120.0	120.0
	小 計		564.5	746.6	647.1
台北縣政府			633.5	633.5	633.5
基隆市政府			159.0	159.0	159.0
合 計			1,357.0	1,539.1	1,439.6

此外，就台灣地區民國 85 年至 89 年營建工程剩餘土石方統計推估而言，依據工研院能資所報告，台灣地區民國 85 年公共工程棄土量約 1500 萬方，建築工程棄土量約為 1000 萬方，總棄土量約為 2500 萬方。民國 86 年公共工程棄土量約 2300 萬方，建築工程棄土量約 1400 萬方，總棄土量約為 23800 萬方。87 年度總棄土量則約為 2600 萬方。

七、國外填海造地經驗

7-1 日本填海造地經驗

日本屬海島型國家，人口密度與台灣相仿。近年來其公共工程需求量漸增，民間投資意願旺盛，使土木建築業欣欣向榮，超高大樓如雨後春筍般不停的增加，導致連地下空間也被有效的加以利用，因此使得營建廢棄土年產出量亦不斷的跳升。日本建設省為解決此些問題，於 1981 年起制定了多項施行對策，使得營建廢棄土的再利用與最終處

置在管理及工程規範上日臻完善。

日本之海域填埋計畫，係以都會區之港灣開發為主要區域，如東京灣、名古屋港及大阪灣等，其填埋區域以水深約 8 至 12 公尺左右為最佳區域。以大阪灣實施之“鳳凰(Phoenix)計畫”為例，此一計畫分為尼崎填埋場與泉大津填埋場兩大部分，前者 1987 年開始施工，並於 1990 年接受廢棄物進場填埋，填埋面積為 113 公頃，填埋容量為 1500 萬立方公尺，後者則於 1989 年開始施工，並於 1990 年接受廢棄物進場填埋，填埋面積為 203 公頃，填埋容量為 3000 萬立方公尺，總計畫目標年為六年。計畫中處理了一般廢棄物 430 萬立方公尺、產業廢棄物 1200 萬立方公尺、建設殘土 2190 萬立方公尺及浚渫土砂 680 萬立方公尺，合計為 4500 萬立方公尺。另外，於大阪灣東南處，臨泉州灘約五公里的海上，日本建造了世界首次出現的海上機場“關西空港”，此海上機場無論工程、設計與功能，都有許多特點。在這裡完成的人工島面積約為 511 公頃，投入的砂土達 180,000,000 萬立方公尺，這些廢棄土砂乃從大阪府、和歌山、兵庫及淡路等地運來，此計畫之艱難，舉世無雙。例如人工島的護岸，從海底築起於水面，它的高度達 90m，長達十八公里，然後把這水域圍起來，才能填土。還有人工島和陸域的連接橋樑，是上下兩層的構造，上面是六線高速道路，下線則鋪設複線鐵軌，其設施建於流砂淤泥之上，相當不易，更何況其長度達 3750 公尺。關西空港於 1987 年開始建造，工期八年，今已完工啟用。其他如大阪灣內之港島(port island)、六甲島等利用山區和丘陵地的土方來填海築造住宅地和工業用地的實例皆甚有名。

7-2 荷蘭營建廢棄土海岸填埋經驗

荷蘭在 IJssel 湖內之 Barrier Dam 於 1927 年開始施工，於 1932 年完成，全長 30km，於平均水位面處之海堤寬度約為 90m，靠海一側之堤頂標高為 7.5m，靠 IJssel 湖側標高則為 4m，堤面寬度為 30m，其上建有一座快速道路，其功效為可縮短北荷蘭至 Friesland 間之行車距離，此一海堤建造所採用材料為海沙、淤泥、石料及廢棄土方等數量約為 4800 萬立方公尺。而於海堤封口工程時，其封口處海流流速高達 6m/s 以上，其次計畫規劃期間因考慮漁民的活動，故在此海堤設置 2 座 2000 噸級及 1 座 600 噸級船閘，以利船隻之通行。另外並設有 25 座 12m

寬之水閘用以調節內外海水位。現今之 Ijssel 湖已形成為淡水湖泊，成為一極佳之海岸水庫。另此計畫沿著湖岸填築 5 個新生地，5 個新生地面積合計約 2,050 平方公里，約佔荷蘭全國土地面積的 5%。至於填築出來之新生地之利用情形則約有 90% 作為農業用地。

7-3 其他國家營建廢棄土海岸填埋案例

其他國家營建廢棄土海岸填埋案例如美國於紐約之 Fresh Hill 係由廢棄物(含營建廢棄土)填築而成之新生地並開發成公園。而舊金山國際機場其部分區域亦由廢棄物填埋而成，香港鬧區中環一帶幾乎皆為填海造地而成，據估算香港目前已填築超過 4000 公頃以上之新生地。此外新加坡領土自獨立以來約增加 7%，所增加部分亦皆為填海造地擴張而來。其中包含新建之樟宜國際機場佔地約 1660 公頃，其約一半的土地係填海造地而成。其他如澳門半島，其面積也因填海造地幾乎增大一倍。中國大陸於上海金山衛地區也填埋出近 1000 公頃之新生地。德國則大量運用重大工程所產生之廢棄土供做填地、造山、植林及掩埋場覆土等方面之用，並進一步將其規劃為森林遊樂區，以解決廢土處置之問題。

八、國內利用廢棄土填造人工島之需求性

如前所述，國內各項工程建設之廢棄廢土年產出量最高曾達三千八百萬方，而陸域上能找到之填埋地點日益難尋。復以填海造地之新觀念亦早為世界各國所採取，台灣自難例外。同時，根據營建棄填土資訊網路查詢系統，截至民國 88 年 2 月止之統計資料，台北縣及基隆市合法營運中之陸域棄土場共計 6 處，合計可容廢棄土僅 660 萬方。而台北市目前並無任何合法棄土場可開放營運。故就大台北地區現有合法及規劃中之廢棄土場的收容量而言，實無法收容未來公共工程及民間建築所產生之工程剩餘土石方量。何況陸域大型棄土場闢建所面臨之交通及水土保持等問題亦將日趨困難，因此唯有利用工程剩餘土填海造地，築造人工島方可能徹底解決剩餘土石方長期收容之問題。

九、結語

1. 台灣地區因地狹人稠，經濟發展快速，有限的土地已高度開發利用，

寸土寸金的都市近郊已極難覓得大面積之營建廢棄土處置場地，且目前各地區能容納大量廢棄土填埋之合適陸地掩埋場所也日漸減少。所以對未來而言，利用海域空間以廢棄土填海造地將是必然的趨勢，因其不僅可解決各項工程廢棄土最終處置之問題，並且可獲得新生地以供未來各項開發建設，提高海域空間的利用成效。

2. 營建廢棄土海岸填埋計畫規模龐大且工程艱難，其在場址區位之選擇、工程規劃施工或填埋營建管理過程中若稍有不慎，甚易造成環境公害，對周遭自然生態與景觀影響極為深遠。而目前台灣正處於民意高漲時期，若居民居住之周遭環境遭受破壞或污染，常會造成民眾強烈抗爭。因此如何有效防止海岸棄土場興建對環境之損害與影響，亦應在規劃設計時做多方面完善之考量。
3. 由國外諸先進國家發展人工島的經驗看來可歸納出下列幾個趨勢：
 - (1)規模越來越大，水深越來越深。
 - (2)深水碼頭可以興建人工島方式獲得。此因一方面可往外海圍築發展，另方面可浚渫航道及船席、港池之土砂加以填埋，充分利用。
 - (3)火力發電廠、核能廠、飛機場、工業區等皆有往外海興建人工島遷移之趨勢。
 - (4)人工島亦逐漸成為石油、煤炭等原料及產品的貯存空間，以待提煉、輸出或轉運。
4. 國內目前許多不易解決之土地及環保問題如都市用地、工業用地、核能電廠、火力發電廠、深水港、垃圾填海、垃圾焚化爐、石化工業等等，若能考慮以興建人工島方式，定能較易獲得各項問題的解決。故今後若能由興建較小規模之人工島開始，累積我國在圍築人工島方面之經驗，相信人工島在我國的前途亦不可限量，而前述各項廢棄廢土處理、經濟發展需求及環保等問題亦都可迎刃而解。
5. 從最近日本關西國際機場人工島之完成，可了解日本已由數十年人工島興建的經驗中，發展出相當完美之規劃、施工及環保技術。我國應可參考日本興建人工島之相關技術，應用於多目標人工島之開發，以擴大海洋生活空間及有效利用海域資源。

6. 依據國外經驗及其發展趨勢，今後人工島開發利用應以多目標為規劃重點，而不要侷限於單一目的。而多目標人工島之興建，將使吾人獲得更大的海域活動空間，開發更多的海洋資源，進而建立國際貿易網，擴大國際活動空間，更可進行海洋娛樂、運動等活動，以增進國民遊憩機會，並配合廢棄物及廢土處理等環境保護措施，將可創造更富裕、安全、寧適之生活空間。

參考文獻

1. 台北商港物流倉儲區填海造地計畫，基隆港務局，88年3月。
2. 營建廢棄土海岸棄置技術管理規範研究，工研院能資所，83年2月。
3. 台灣地區海岸填海造地技術整合第一期計畫，中央大學，86年6月。
4. 台北市工程剩餘土緊急海洋棄置計畫，台北市政府，87年3月。
5. 太音宗昭 (1994)：填海造地施工管理技術-關西機場和神戶港島實例，填海造地研討會論文集，PP.3~25。
6. Ruyter, J. (1994)：New Airport Platform Construction in Hong Kong，填海造地研討會論文集，PP.40~57。
7. 蕭松山、林銘崇 (1995)：人工島規劃及未來發展，台灣西部海岸資源利用及環境保育研討會論文集，PP.6-1~6-10。
8. 黃清和 (1991)：海洋人工島簡介，港灣報導，No.17，PP.5~7。
9. 磯部雅彥 (1994)：廢棄物、殘土之有效利用，海岸環境創造，PP.134~142。
10. 陳筱華 (1999)：海上大型浮式機場建設先期評估報告，工研院能資所。

廢棄廢土對近岸環境之影響

工業技術研究院能源與資源研究所 陳筱華主 任

工業技術研究院能源與資源研究所 李世雄研究員

摘 要

營建工程剩餘土石方主要為營建工程施工所產生之剩餘土石方、磚瓦及混凝土塊皆屬可供回收再利用之資源，若能加以適當處理則可作為製磚、填土、級配或骨材使用，但若隨意傾倒則可能破壞景觀甚至影響海洋近岸之環境。近年來台灣北部地區每年產出之剩餘土石方常超過一千萬立方公尺，但因合法之營建工程剩餘土石方資源堆置場之收容空間不足，且其空間分布不均，故於台灣北部濱海地區違法傾倒的事件時有所聞。台灣近海水質優養化之限制因子是氮而不是磷，廢棄土中若釋出大量的有機氮，將會對近海水質造成極大的影響。根據調查，台灣近海海域水體硝化作用發生之可能性相當高。BOD 衰減係數近海比外海大，而硝化作用係數則是外海比近海大。台灣海峽北部溶出之污染物可能一直漂流至東海，然後再折回台灣北部海域。亦可能受潮汐漲退之影響，逐漸向岸邊推移，最終再沈積於岸邊。以嘉南海域河口排出溶解性污染物為例，於漲潮時段，溶解性污染物沿岸邊向北推移，擴散稀釋效果不佳。靠岸邊之底泥吸附有機物之能力較強，因此常造成污染物累積於岸邊之情況，此累積於底泥之污染物質將再被波浪與潮流帶起，造成沿岸之污染負荷增加。水中總懸浮固體物量表面排放，對海水表層、中層與底層分別會造成不同之影響。表層水之 SS 濃度較下層水高，且表層水與下層水之濃度起伏週期有相位差。下層水之 SS 累積無法消散將導致海域透光度降低，底棲生物之大量死亡，直接影響海域生態環境。以適當之措施，配合潮汐漲退，改變廢棄土沖刷釋出之時間應可改變其對近海污染之情形。近海水理調查與模擬計算為預估廢棄土海岸棄置對環境影響之重要關鍵。

一、前言

營建工程剩餘土石方，主要以營建工程施工所產生之剩餘土石方為

主，屬不會造成二次污染之寶貴資源，可直接作為製磚、填土材料，加工處理後亦可作為級配或骨材使用，過去將其稱之為營建廢棄土，並以棄土場來作為最終的處置場所，這種將資源視為廢棄物的作法，導致民眾將棄土場視同垃圾場，而造成棄土場之用地取得困難重重，使得棄土在無處可去的情況下到處流竄，如此不但造成可利用的資源被任意拋棄，同時也形成環境衛生及觀瞻的問題，對目前工程砂石料源供應短缺的國內情況，我們確實需要深思如何才能化解前述資源利用與環境安全維護二者間之衝突與矛盾。

我國因剩餘土石方處理之制度設計尚有缺失，加上政府審核及查稽人力不足，使得違法傾倒者之失敗冒險率低，加上合法堆置場收容空間不足，導致工程單位無合法堆置場可用，或需尋找距離較遠之地點來解決其剩餘土石方之處理需求，而導致工程單位需支付較高的處理成本而降低以合法管道解決之意願。營建剩餘土石方之組成雖皆為可再利用之資源，但若隨意傾倒則可能破壞景觀、阻塞河道、降低土地之水土保持功能或影響海洋近岸之環境，台灣北部地區因剩餘土石方之產出量大，但合法之收容卻嚴重不足，故於北部濱海地區常發現有違法傾倒的事件，對於該地區近岸之環境衍生很多負面的影響。

本報告盼藉由沿海海域水體水質分類與水質特性分析及廢棄土海岸棄置之可能污染傳輸機制，分析廢棄土海岸棄置對台灣海峽近岸及台灣附近海域可能造成之影響，並對降低污染程度之可能性作初步之建議。

二、台灣地區民國 85~89 年營建工程剩餘土石方統計

根據營建棄填土資訊系統(工研院能資所)，台灣地區民國 85 年公共工程棄土量約 1500 萬方，建築工程棄土量約 1000 萬方，公共工程棄土量約為建築工程棄土量的 1.4 倍；公共工程填土量約 1300 萬方，公共工程填土量約為公共工程棄土量的八成六；85 年總棄土量約為 2600 萬方，總填土量約為總棄土量的一半。

民國 86 年公共工程棄土量約 2300 萬方，建築工程棄土量約 1400 萬方，公共工程棄土量約為建築工程棄土量的 1.6 倍；公共工程填土量約 1850 萬方，公共工程填土量約為公共工程棄土量的七成九；86 年總棄土量約為 3800 萬方，總填土量約為總棄土量的五成。86 年的棄土量較 85 年成

長約五成，填土量大約成長四成(表 1)，同時北部地區的棄土量遠大於填土量，中部地區的棄土量與填土量大約平衡，而南部地區的填土與棄土的數量都相當大，東部地區的棄土量與填土量數量均很少。

民國 87~89 年的資料(部份屬預估值)於建築工程棄土量大約 800 萬方、填土量約 46 萬方，公共工程棄土量約 4700 萬方、填土量約 2600 萬方，合計總棄土量約 5500 萬方、總填土量約 2600 萬方。

表 1 台灣地區民國 85~89 年棄填土量統計

單位：萬立方公尺

縣 市	85 年 棄土量	85 年 填土量	86 年 棄土量	86 年 填土量	87 年 棄土量	87 年 填土量	88 年 棄土量	88 年 填土量	89 年 棄土量	89 年 填土量
台北市	219.4	2.6	301.7	11.0	757.0	23.2	438.8	3.9	142.8	0.4
台北縣	652.4	1.5	626.0	133.2	479.3	70.5	275.6	0.1	398.4	0.0
基隆市	72.7	0.0	162.1	1.1	218.9	1.2	127.9	0.0	28.0	0.0
桃園縣	54.3	81.9	317.0	37.3	132.6	43.0	6.9	18.9	4.5	0.0
新竹市	76.1	27.1	90.8	21.8	17.7	8.4	0.0	1.4	0.0	0.0
新竹縣	11.8	5.3	13.6	5.2	7.2	29.7	14.2	0.0	14.3	0.0
宜蘭縣	50.2	2.9	96.6	11.8	51.2	12.0	26.1	0.0	21.2	0.0
苗栗縣	7.1	82.5	25.6	93.8	62.0	64.8	159.4	16.1	159.5	0.0
台中市	324.4	14.7	242.3	0.2	16.9	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
台中縣	119.2	260.2	105.2	218.0	104.9	38.2	117.0	4.6	99.2	0.0
彰化縣	53.9	17.9	119.6	106.2	52.4	92.0	36.3	70.2	24.2	11.9
雲林縣	51.4	77.9	36.1	56.2	24.2	109.3	27.9	113.4	27.5	113.7
南投縣	136.0	36.8	81.1	29.1	1.8	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
嘉義市	53.9	16.7	40.3	5.7	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
嘉義縣	21.7	231.5	68.3	275.2	112.9	105.8	60.5	0.0	60.7	0.0
台南市	16.0	34.2	133.5	298.8	13.9	293.8	1.2	293.8	0.0	294.6

台南縣	101.5	294.8	138.4	354.2	145.5	360.3	102.0	191.8	76.5	46.0
高雄縣	400.3	62.7	841.3	62.5	290.9	7.0	196.5	0.0	186.7	0.0
高雄市	107.1	10.3	240.1	64.1	81.4	93.2	32.5	7.5	18.5	0.0
澎湖縣	8.5	0.0	5.0	2.7	12.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
屏東縣	35.5	44.6	48.6	33.4	17.1	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0
花蓮縣	7.5	18.0	36.1	58.6	13.4	65.2	3.5	12.5	2.7	12.5
台東縣	8.4	3.1	30.4	3.4	8.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
合 計	2589.3	1327.2	3799.7	1883.5	2626.5	1429.4	1627.2	734.2	1264.7	479.1

三、棄填土土質統計及流向分析

根據「營建廢棄土處理方案」(內政部，民國 86 年)之定義，營建剩餘土石方之土質可分為七類：其中 A1 為碎石、礫石及砂、A2 為黏土質或粉土質的礫石及砂、A3 為細砂、A4A5 為粉土質土壤、A6A7 為黏土質土壤、BRICK 為磚瓦或混凝土塊等。根據棄填土資訊系統，民國 86 年各縣市的土質供需情形(表 2)，A1 類的棄土多集中在北部地區及台中市，填土則集中在中部地區的嘉義縣及彰化縣，A2 類在南部地區的棄、填土數量都相當大，A3 類棄土主要在台北縣及高雄縣，填土則是在台中縣、嘉義縣及高雄市，A4A5 類填土主要在台南市。

根據棄填土資訊系統，台灣地區民國 86 年的棄土流向如圖 1 所示。該圖只列出全年棄土量放置於其他縣市大於 5 萬立方公尺以上者，統計結果，棄土在自己縣市境內者佔 49%，在其他縣市者佔 21%，未知者佔 30%。台北市至少有六成以上的棄土到外縣市(台北縣、桃園縣、基隆市、台中縣)，最遠還到達台中縣；台北縣至少有三成二的棄土到外縣市(桃園縣、新竹縣、基隆市、宜蘭縣)；高雄縣至少有一成七的棄土到外縣市(台南市、台南縣)；基隆市也有兩成以上的棄土到外縣市(宜蘭縣、台北縣)。

由上述之資料顯示，申報處理之剩餘土石方其土質以碎石、礫石及砂為主，然事實上台北市很多地下室開挖之土石方皆含沈泥質，這些泥質之剩餘土石方，除部份磚窯廠外，並無其它之再利用方式，而台北市之

剩餘土石方有 60%以上需仰賴外縣處理，根據系統資料，最遠之處理地點竟然遠至台中，這麼遠的運輸距離，加上土質不受歡迎的情況下，於運輸中違法傾倒之可能性大增，若由西濱快速道路往南運送，則違法傾倒於近岸地區的機會很高，這些含泥質甚至混雜營建廢棄物之剩餘土石方會對近岸環境造成很大的衝擊。

以民國 86 年為例，台灣地區棄土流向不明的比例約佔總棄土量 44%，其中台北市及台北縣流向不明的棄土約有 381 萬方，為了分析方便，本研究將假設其中三分之一的棄土被違法傾倒，而其中又有約二分之一(約 60 萬方)被違法傾倒於台北至新竹間的近岸地區或河流中。

四、沿海海域水體水質分類與水質特性分析

4-1 水體分類水質標準

根據環保署頒布之「台灣地區沿海水區範圍、水體分類及水質標準」：

- 鼻頭角向澎佳嶼延伸至高屏溪口向琉球嶼延伸線間海域：甲類
- 高屏溪口向琉球嶼延伸線至曾文溪口向西延伸線間海域：乙類
- 曾文溪口向西延伸線至王功漁港向西延伸線間海域：甲類
- 王功漁港向西延伸線至澎佳嶼延伸線間海域：乙類
- 澎湖群島海域：甲類

但海域水體內之河川、區域排水出海口或廢水管線排放口(非事業廢水)出口半徑二公里之範圍內之水體得列為次一級之水體。

「甲類海域」應適用於一級水產用水和游泳，「乙類海域」適用於二級水產用水、二級工業用水和環境保育。現公告之「甲類海域」及「乙類海域」水質標準及「甲類海域」事業放流水之水質標準示如表 3。

表 3 台灣地區沿海水體分類水質標準及「甲類海域」事業放流水之水質標準

項目	水質標準或最大容許量(mg/L)		
	「甲類海域」	「乙類海域」	「甲類海域」 事業放流水
PH	7.5~8.5	7.5~8.5	6.0~9.0

DO	5	5	未訂
BOD ₅ (20°C)	2	3	100
COD	未訂	未訂	200
SS	未訂	未訂	100
大腸菌(每 100ml 最大可能數)	1000	未訂	50,000
礦物性油脂	2	2	20(總油脂)
酚類	0.01	0.01	1
氰化物	0.01	0.01	1
砷	0.05	0.05	3
鎘	0.01	0.01	0.5
鉻	0.05	0.05	2
銅	0.02	0.02	1
鉛	0.1	0.1	1
汞	0.002	0.002	0.1
鋅	0.04	0.04	2
鎳	未訂	未訂	1
殘餘氯量	未訂	未訂	1
*表面水溫差 °C(排放口 500 公尺)	未訂	未訂	4
放流口水溫 °C	未訂	未訂	42

*一般放流水標準之規定

**表中農藥之限值省略未列。

4-2 沿海水質特性分析

現以嘉南海域連續兩年每年兩季作水質調查及污染物反應參數推求為例。依調查結果看來(陳筱華等, 1996), 嘉南海域之平均水質狀況可勉強維持「甲類海域」之水質標準。然由表 4 可知, 河川出海口半徑二公里範圍內之近海水質狀況較差, 僅可勉強維持「乙類海域」之水質標準, 而外海地區之水質狀況較好, 可維持「甲類海域」之水質標準。

表 4 嘉南海域河口近海與外海水質狀況之比較

水質項目 乙類水質標準	DO >5.0 mg/L	BOD ₅ <3.0 mg/L	鉻 <50 μg/L	銅 <20 μg/L	鉛 <100 μg/L	鋅 <40 μg/L
位置 水質狀況						
河川出口近海						
八掌溪口	6.88	1.67	1.69	2.99	1.35	3.38
急水溪口	7.27	1.95	2.68	2.94	1.54	6.4
將軍溪口	7.12	2.14	1.47	3.63	2.14	8.35
七股溪口	6.61	1.62	1.18	2.06	1.02	4.37
曾文溪口	6.56	1.33	0	1.77	1.1	3.12
外海地區	6.60	0.99	0.45	1.32	0.62	2.58

*河川出口近海為 83.9、84.5 二次水質調查資料之平均。外海地區為 83.9、84.5、84.10 三次水質調查資料之平均。

與魚類生長或水質優養相關之營養鹽類包括氨氮、亞硝酸氮、硝酸氮、磷酸鹽磷及矽酸鹽矽等。這些營養鹽類是海洋中植物性浮游生物及藻類生長必需的營養鹽。根據日本水產資源保護協會(1965)訂立之水產用水基準和 Klapow and Lewis (1979)建議沿岸水域水質標準，氨氮之容許量為 1.0mg/L 或 0.6mg/L。對於硝酸氮，Knepp and Arkin (1973)建議對於溫水魚類之容許量為 90mg/L。

根據 Goldman et al. (1973)指出，通常海水之 IN/IP 值(IN 為無機氮，IP 為無機磷)相當低，約等於 2，優養化之限制因子是氮而不是磷。海域水體中 IN/IP 值對於優養化之影響可分為：

IN/IP << 10 → N 為限制因子

IN/IP ~ 10 → N 或 P 均可能為限制因子

IN/IP >> 10 → P 為限制因子

根據陳靜濱(1986)分析，對於磷為限制因子之海域，磷酸鹽磷超過 0.02mg/L 會造成水域優養化。另 Thomann (1987)亦建議海域或感潮鹽份入侵段之葉綠素-a 含量若超過 100 μg/L 則水質已達優養化。

表 5 為嘉南海域水體營養鹽類含量與優養狀況比較。一般而言，嘉南海域水體均適合魚類生存，且無優養發生。雖然於海域水體磷酸鹽磷含量普遍超過 0.02mg/L，但由於本海域 N 為限制因子，因此超量的磷酸鹽磷並不會造成水體優養。

表 5 嘉南海域水體營養鹽類含量與優養狀況比較表

水質項目 位置 水質狀況	$\text{NH}_3\text{-N}$ mg/L	$\text{NO}_3\text{-N}$ Mg/L	IN/IP(限制 因子)	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ mg/L	Chl-a $\mu\text{g/L}$	是否不適 魚類生長 或優養
河川出口						
近海						
八掌溪口	0.06	0.14	0.54(N)	0.37	3.66	否
急水溪口	0.34	0.29	0.71(N)	0.89	7.57	否
將軍溪口	0.03	0.05	0.17(N)	0.47	1.47	否
七股溪口	0	0.01	0.15(N)	0.065	1.67	否
曾文溪口	0.02	0.11	13(N&P)	0.01	1.75	否
外海地區	0.04	0.06	3.35(N)	0.03	2.44	否

*河川出口近海為 83.9、84.5 二次水質調查資料之平均。外海地區為 83.9、84.5、84.10 三次水質調查資料之平均。

**IN 為無機氮，IP 為無機磷

Klapow and Lewis (1979)建議沿岸水域重金屬含量超過鉻 $20\mu\text{g/L}$ 、銅 $5\mu\text{g/L}$ 、鉛 $8\mu\text{g/L}$ 、鋅 $20\mu\text{g/L}$ 對水生物即可能造成不良影響，此一標準較國內水質標準嚴格。嘉南海域水體除了銅的含量稍高外，其餘重金屬的含量均對水生物無害。

分析水中連續七天 BOD 與 TKN(總凱氏氮，Org-N 與 $\text{NH}_3\text{-N}$ 之和)之變化，資料經由 Thomas Slope Method 及 Linear Regression 技術之推算可得實驗室之 BOD 衰減係數與硝化作用反應係數。與淡水不同的是，海域水體之硝化作用要比河川淡水活躍得多。河川中淡水之 NBOD(有機氮

硝化作用耗氧)通常要七天以後才會發生，但台灣各河川因長度不夠河水無法於河川中停留超過七天，因此於河川中不太容易發生硝化作用，除非水體中承受污水二級處理廠之排放水而加速水體產生硝化作用。然而，海域水體中因有足夠的化學自營性細菌(chemoautotrophic bacteria)，只要pH值維持在7至8，水溫25~35°C及足夠的溶氧即可進行硝化作用(Boyd, 1979)。由計算結果可知，BOD衰減係數近海比外海大，而硝化作用係數則是外海比近海大。基本原因是近海區域受河川淡水排出，其水體特性與河川較為類似。

五、廢棄土海岸棄置之污染傳輸

海域水質底質傳輸過程十分複雜。廢棄土受波浪海流沖刷進入海域後，其懸浮粒子除受重力及海流影響而運動外，此粒子亦將釋出溶解性有機物。基本上，於碎波帶之傳輸相當難預測，但經過碎波帶後，溶解性及非溶解性物質釋出，其稀釋之物理機制為經初始混合(initial mixing)後，進入遠域(far field)混合。而進入遠域混合區後非溶解性物質會沉降，溶解性有機物則會產生生化反應，其有機物濃度會不斷衰減。於遠域混合區，水體中的污染物質將受流場及重力(主要指可沉降之懸浮固體物)之帶動、受紊流擴散作用之影響、本身產生之生化反應作用、而表層底質亦因流體與海底表層之摩擦而發生再懸浮作用。而海域底質表層變化的模擬計算則需考慮底質的沉降作用、吸附作用、脫附作用、及再懸浮作用。又底質之固體物量則需考慮藉由質量傳輸而發生於水柱及表層底質間、及表層底質與深層底質兩層間之埋沒作用及上傳作用。

5-1 近岸海潮流物理傳流特性

局部小區域海域流況之了解可以經由現場定點海流量測與浮標追蹤獲得 Eulerian 與 Lagrangian 觀點之可靠數據，但對於大範圍流場之解析則必須利用數值模擬的方式來加以分析。

台灣海峽Lagrangian觀點之海水表面質點浮標追蹤結果示如圖2與圖3(陳筱華等，1995)。圖2為民國86年10月7日~11月29日，圖3為民國86年10月7日~10月26日東北季風期間，浮標於台南將軍近海約30m水深附近佈放後，先穿過澎湖水道，再折回台中近海，然後沿台灣海峽北部近海一直漂流至東海，然後再折回台灣北部海域。至於台南近海水深20m以內

之Lagrangian觀點質點浮標追蹤，由圖4可知，海水表面質點浮標受潮汐漲退之影響，逐漸向岸邊推移，最終擱淺於岸邊。

圖5為台灣海峽流場模式使用之大區域粗格網，圖6為漲潮時海峽流場模擬結果。漲潮時潮水由台灣海峽南北湧入，匯集於台中苗栗外海。另透過小區域流場模擬計算，可得局部區域之流場變化。由嘉南地區小區域流場模擬亦可證明圖4之向岸推移為此海域潮汐流場之特性(陳筱華等，1996)。

5-2 近岸污染物傳輸特性

圖7和圖8為嘉南海域河口排出溶解性污染物，於漲退潮間對近海環境之影響(陳筱華等，1996)。由圖7可知漲潮時段，溶解性污染物沿岸邊向北推移，擴散稀釋效果不佳。圖8之退潮時段溶解性污染物則向西移出。然因靠岸邊之底泥吸附有機物之能力較強，因此常造成污染物累積於岸邊之情況，此累積於底泥之污染物質將再被波浪與潮流帶起，造成沿岸之污染負荷增加。

圖9~圖12為整理台南近海海砂試採三度空間水質底質模擬結果之彙總圖(陳筱華等，1997)。海域洗砂近海排泥後，水中總懸浮固體物量(SS)表面排放，對海水表層、中層與底層分別會造成不同之影響。圖9為連續排放情況下，表中深三層SS濃度平面分布最大值隨時間之變化情形。由圖9可知SS濃度有明顯累積之現象(濃度最大值逐漸增加)，表層水之SS濃度較下層水高，且表層水與下層水之濃度起伏週期有相位差。能資所亦曾研究屏東海域SS排放對三度空間海域環境造成之影響(陳筱華等，1999)，發現下層水之SS有逐漸累積無法消散之現象，此種現象將導致海域透光度降低，底棲生物之大量死亡，直接影響海域生態環境。

圖10為改變SS排放方式(連續排放、平潮排放、高低潮排放)，海水表層SS濃度平面分布最大值隨時間之變化情形。由圖10可知排放方式可改變SS之污染能量，變化曲線之peak值將起變化。

圖11為三種排放方式底質表層厚度變化最大值之比較。由圖上可知表面SS排放對底質表層厚度變化幾乎沒有影響。圖12為水理狀況(垂向紊流擴散係數， D_z)改變時，連續排放情況下，底質表層厚度會隨之改變。

六、結論

- 1.營建工程剩餘土石方主要由施工所產生之剩餘土石方、磚瓦及混凝土塊所組成，皆屬有用之資源，但若隨意傾倒則成為破壞環境及危及公共安全之棄廢物，台灣北部地區每年有高達數百萬立方公尺之剩餘土石方去向不明，其中有部份很可能遭違法棄置，將來唯有加強違規棄土之取締及加速土石方資源堆置場之設立，方能有效改善此一亂象。
- 2.台灣近海水質優養化之限制因子是氮而不是磷，廢棄土中若釋出大量的有機氮，將會對近海水質造成極大的影響。海域水體之硝化作用要比河川淡水活躍得多，海域水體中有足夠的化學自營性細菌，只要 pH 值維持在 7 至 8，水溫 25~35°C 及足夠的溶氧即可進行硝化作用。BOD 衰減係數近海比外海大，而硝化作用係數則是外海比近海大。基本原因是近海區域受河川淡水排出，其水體特性與河川較為類似。
- 3.台灣海峽海水表面質點浮標追蹤結果可知，台灣海峽北部溶出之污染物可能一直漂流至東海，然後再折回台灣北部海域。亦可能受潮汐漲退之影響，逐漸向岸邊推移，最終再沈積於岸邊。
- 4.嘉南海域河口排出溶解性污染物，於漲潮時段，溶解性污染物沿岸邊向北推移，擴散稀釋效果不佳。因靠岸邊之底泥吸附有機物之能力較強，因此常造成污染物累積於岸邊之情況，此累積於底泥之污染物質將再被波浪與潮流帶起，造成沿岸之污染負荷增加。
- 5.水中總懸浮固體物量表面排放，對海水表層、中層與底層分別會造成不同之影響。SS 濃度有明顯累積之現象，表層水之 SS 濃度較下層水高，且表層水與下層水之濃度起伏週期有相位差。下層水之 SS 累積無法消散將導致海域透光度降低，底棲生物之大量死亡，直接影響海域生態環境。
- 6.以適當之措施，配合潮汐漲退，改變廢棄土沖刷釋出之時間應可改變其對近海污染之情形。近海水理調查與模擬計算為預估廢棄土海岸棄置對環境影響之重要關鍵，由計算之結果可知，水理狀況改變，污染物沈積底質表層厚度會隨之改變。

參考文獻

- 1.日本水產資源保護協會(1965). "水產用水基準", 東京, 日本。
- 2.Goldman, J. C., Tenore, D. R., and Stanley, H. I. (1973). "Inorganic nitrogen removal from wastewater: effect on Phytoplankton growth in coastal marine waters", Science, Vol.180, pp955-956.
- 3.Knepp, G. L., and Arkin, G. F. (1973). "Ammonia toxicity levels and nitrate tolerance of channel catfish", The Progressive Fish Culturist", Vol.35, p221.
- 4.Boyd, C. D. (1979). "Water quality in warm water fish pond", Elsevier Scientific Publishing Co., New York, pp36-40.
- 5.Klapow, L. A., and Lewis, R. H. (1979). "Analysis of toxicity data for California marine water quality standards", Journal WPAC, Vol.51, pp2054-2070.
- 6.陳靜濱譯 (1986). "新訂公害防止的技術與法規—水質篇", 徐氏基金會, pp116-122.
- 7.Thomann, R. V., and Mueller, J. A. (1987). "Principles of surface water quality modeling and control", Harper and Row Publishers, New York, 644pp.
- 8.陳筱華、藍振武(1995). "急水溪口附近紊流擴散係數之調查與推求", 工業技術研究院能源與資源研究所報告, 06-3-84-0110, 民國84年6月, 32pp。
- 9.陳筱華、柯允沛、張恆文、顏厥正(1996). "嘉南海域水理水質模擬與污染物去除規劃", 工業技術研究院能源與資源研究所, 06-3-85-0062, 民國85年6月, 90pp。
- 10.陳筱華、林漢文、顏志偉、顏厥正(1997), "海砂試採作業三維水理水質底質模擬計算研究", 工業技術研究院能源與資源研究所, 06-3-86-0125, 民國86年6月, 91pp。
- 11.陳筱華(1999). "海域箱網養殖區水質底質變化模擬預測", 工業技術研究院能源與資源研究所, 06-3-88-W008, 民國88年2月, 180pp。

表 2、民國 86 年棄填土土質統計

(單位：萬立方公尺)

縣 市	A1 棄土量	A1 填土量	A2 棄土量	A2 填土量	A3 棄土量	A3 填土量	A4A5 棄土量	A4A5 填土量	A6A7 棄土量	A6A7 填土量	BRICK 棄土量	BRICK 填土量	OTHER 棄土量	OTHER 填土量
台北市	8.3	0.1	88.7	6.6	24.9	0.0	28.2	1.0	75.7	0.0	4.6	0.0	71.3	3.4
台北縣	32.9	7.1	123.2	112.8	102.9	0.0	62.1	0.0	78.8	1.1	0.1	0.0	226.0	12.1
基隆市	78.8	0.3	41.9	0.8	16.9	0.0	4.8	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	11.6	0.0
桃園縣	125.7	7.1	113.1	15.4	3.3	0.0	37.8	14.5	25.1	0.0	0.0	0.0	11.9	0.3
新竹市	0.6	0.0	11.0	15.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	72.1	6.8
新竹縣	5.3	5.2	6.2	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
宜蘭縣	48.5	0.6	19.0	9.7	5.9	0.0	0.8	0.0	9.1	0.2	1.0	0.0	12.1	1.2
苗栗縣	6.3	35.0	11.1	49.2	0.3	0.0	3.5	7.4	3.9	0.2	0.0	0.0	0.5	2.0
台中市	127.1	0.0	70.4	0.0	3.2	0.0	11.9	0.0	16.8	0.0	0.2	0.2	12.7	0.0
台中縣	31.2	19.6	37.4	18.7	12.1	173.3	18.9	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0	1.6	6.3
彰化縣	18.3	103.9	87.5	1.7	0.8	0.0	9.0	0.7	0.1	0.0	2.3	0.0	1.6	0.0
雲林縣	0.5	28.7	28.9	7.8	5.6	14.5	0.4	0.0	0.5	2.9	0.0	0.0	0.0	2.3
南投縣	54.0	19.1	6.9	0.0	0.1	10.0	17.6	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0

嘉義市	0.0	0.0	7.8	0.0	0.8	0.0	2.8	0.0	23.7	5.7	0.1	0.0	5.1	0.0
嘉義縣	0.2	114.9	59.5	57.3	0.0	66.4	3.0	24.4	2.3	0.4	1.7	0.0	1.5	11.9
台南市	0.1	1.4	6.3	96.7	18.1	0.0	43.0	200.8	5.5	0.0	2.0	0.0	58.5	0.0
台南縣	3.7	5.0	46.7	190.4	3.5	0.6	32.5	64.0	8.7	0.1	1.1	0.0	42.2	94.0
高雄縣	5.9	1.1	252.2	40.8	73.2	0.0	39.7	18.3	108.4	0.1	0.2	0.0	361.7	2.4
高雄市	25.8	1.1	66.8	0.0	21.0	51.8	11.8	0.0	15.2	9.0	15.1	0.0	84.5	2.2
澎湖縣	4.3	0.8	0.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
屏東縣	7.1	1.1	30.4	32.3	2.3	0.0	2.7	0.0	4.8	0.0	0.5	0.0	0.9	0.0
花蓮縣	16.6	45.2	16.4	13.4	1.5	0.0	0.1	0.0	1.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
台東縣	0.6	0.0	27.9	2.9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5	0.5
合 計	601.8	397.4	1159.5	673.2	296.5	316.6	338.9	330.9	393.4	19.8	31.7	0.2	977.7	145.4

註：

A1：碎石、礫石及砂。

A6A7：黏土質土壤。

A2：粉土質或黏土質的礫石及砂。

BRICK：磚瓦、混凝土塊...等。

A3：細砂。

OTHER：其他。

A4A5：粉土質土壤。