專刊 173 號

外傘頂洲開發保護停聽看研討會

論　文　集

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

中華民國八十八年十月二十九日星期五

外傘頂洲開發保護停聽看研討會　議 程 表

10月29日	題　目	主講人	主　持　人
9:00～9:20	開 幕 典 禮		李雅景　嘉義縣縣長 林大煜　交通部運輸研究所所長
9:20～10:20	外傘頂洲地形變遷探討		翁重鈞　立法委員 林大煜　交通部運輸研究所所長
	(1)外傘頂洲地形變遷現場實測	黃清和　港灣研究中心研究員	
	(2)外傘洲五十年來的變遷	吳啟南　能資所遙測室主任	
10:20～10:40	茶　　點		
10:40～12:10	外傘頂洲開發利用之探討		許登宮　立法委員 張金機　運研所副所長兼主任
	(1)外傘頂洲自然環境及社經條件	龔誠山　中興顧問公司經理	
	(2)嘉雲南地區臨海工業區開發探討	張　璠　工業局第五組組長	
	(3)東石附近海埔地開發計畫	曾漢洲　嘉義縣政府建設局局長	
12:10～13:20	午餐、休息		
13:20～15:00	外傘頂洲對雲嘉南近岸環境之影響性探討		蘇煥智　立法委員 郭一羽　中華大學校長
	(1)外傘頂洲對鄰近海岸地形影響之數值模擬研究	顏志偉　能資所海洋資源室研究員	
	(2)外傘頂洲鄰近之生態環境	邱文彥　中山大學海環系教授	
	(3)對外傘頂洲開發、保護的淺見	郭金棟　成功大學水利系教授	
15:00～15:20	茶　　點		
15:20～17:00	外傘頂洲何去何從之研議		各立委、李雅景縣長、張金機主任、歐善惠教授
	引言人：港灣技術研究中心張金機主任 台灣大學造船系林銘崇教授 中山大學海環系主任陳陽益教授 中興大學土木系蔡清標教授 成大水工所所長黃煌煇教授 成大資源研究所李振誥教授 海洋大學河海系周宗仁教授 中山大學海環系李忠潘教授		
17:30～19:30	晚　　宴		

目　　錄

題　　目	主講人	頁次
論　文　部　份		
外傘頂洲地形變遷現場實測	黃清和	1-1
外傘洲五十年來的變遷	吳啟南	2-1
外傘頂洲自然環境及社經條件	龔誠山	3-1
嘉雲南地區臨海工業區開發探討	張　璠	4-1
東石附近海埔地開發計畫	曾漢洲	5-1
外傘頂洲對鄰近海岸地形影響之數值模擬研究	顏志偉	6-1
外傘頂洲鄰近之生態環境	邱文彥	7-1
對外傘頂洲開發、保護的淺見	郭金棟	8-1
引　言　部　份		
港灣建設與海岸開發保育	張金機	引言 1
談雲林嘉義沿海地區地層下陷與 921 大地震	李振誥	引言 5

外傘頂洲地形變遷現場實測

黃清和 港灣技術研究中心研究員

摘 要

本文針對外傘頂洲之地形變遷就港研中心過去在 1990～1993 年連續四年現場地形實測資料作一探討分析，根據現場實測資料顯示，於東北季風期間其北端西側海灘屬 TypeⅢ斷面型態為侵蝕性海岸，特性為海岸線前進，無沙灘堆積在遠灘；南端海側則屬 TypeⅡ斷面型態，其特性為在碎波帶附近產生沿岸沙洲，海岸線向岸移動，且根據歷年外傘頂洲實測等深圖分析比較；自 1940 年到 1990 年期間，由原來位置每年向西移動８５公尺，惟若以港研中心在1990年～1993年所測四年等深線圖比較，其海岸線在言四年間向陸側內移300公尺，即平均每年向陸側侵蝕大約100公尺，故預測未來數年內，因離島六輕工業區開發，若其下游不加以適時整治保護，則外傘頂洲將以每年平均約 100 公尺速率接續往東南漂移，同時其露出浮洲將侵蝕殆盡，終將完全淪為潛沒沙洲。

壹、前言

台灣四周環海，海岸線總長約為 1,140 公里，海岸線形狀西部則多屬平直之沙岸，東部則為富變化之岩岸。按台灣本島沿岸各縣市中，海岸發生侵蝕者計有雲林縣、高雄縣、台東縣、花蓮縣及宜蘭縣。大致保持平衡者計有台北縣、屏東縣，但淡水河口南岸，高屏溪口西北岸等處亦有侵蝕，其他縣市之海岸雖有淤量亦逐漸減少中。台中縣、雲林縣及台南縣之低潮線在最近 20 年中亦在後退中。惟大體而言，台灣西海岸北起自新竹、沿崎頂、後龍、通宵、台中港、雲林、東石、七股、安平、興達港、東港、南至恒春為止，大部份係因河流排出之土砂堆積所構成，其粒徑大部小於 0.1mm～0.2mm 間，根據過去水利局海埔地及漁港方面所收集之觀測記錄資料計算及研判，海岸均有明顯侵蝕現象，但幸賴過去河川的排砂大量補給，尚能維持成長；然近年來因河流上游水土保持

工作之改善以及多處水庫之興建，河流之沖積物已逐漸減少，且因地下水之濫用導致地層下陷等因素，故新竹、崎頂、後龍、白沙屯、台中、雲林、外傘頂洲及二仁以南興達港、蚵仔寮、高雄港海岸、中芸、林邊、枋寮等海岸皆發生侵蝕現象，換言之，即台灣海岸及西南海岸已進入侵蝕期。

本文針對外傘頂洲之地形變遷就港研中心過去在 1990～1993 年連續四年現場地形資料分析，方法上除在外傘頂洲北端及南端作定樁測量探討其潮間帶內短期之沖淤變化外，並收集水利局、雲林縣政府以及農委會等相關單位所提供有關外傘頂洲不同比例尺地形測量資料作一整合性長期地比較分析。

貳、往昔外傘頂洲海岸變遷之研究

外傘頂洲位於本省西南海岸，正對澎湖列嶼，為由北港溪以及濁水溪沙源南下沖積而成之三角洲，突出本省西南岸；沙洲外緣灘線以北港溪為中點呈弓形突出，民國元年日人整治濁水溪，林內一、二號堤防完成後，濁水溪由原西螺溪出口，北港溪自成水系，排砂量大減，沙洲在強風巨浪雙重作用下逐年被侵蝕。民國 9 年至 68 年估計侵蝕約 4 公里，沙洲外緣灘線呈凹狀向內彎如圖 1 所示。外傘頂洲地形變遷數值計算，林銘崇等(1981、1983、1984、1985)曾作研究報告指出，假設未來六十年內本區無任何特殊人為或自然因素改變，預測目前位於三條崙外之沙嘴在約三十年後將南移至現今之北港溪口、統仙洲之外側，而到西元 2042 年後，由於沙嘴將在現今之外傘頂洲外發展，本區反而會以堆積之地形出現；　而根據侯和雄等(1980、1983、1984、1985)研究報告指出，以當地在民國 63 年及 69 年所作水深測量圖計算土方變遷情況，發現外傘頂洲上游為堆積海岸而下游為侵蝕海岸，但自 69 年以後因河川整治防洪及上游地區水土保持良好，因河川輸沙出量減少，淤沙補充量沙於攜運量，使外傘頂洲上游海岸線逐漸後退成侵蝕海岸，下游侵蝕則更為劇烈，造成海底坡度愈形陡峻波能量集中，且由於漂沙係向南輸送，沿外傘頂洲形成沙岬及季節變化之沙丘，並由外傘頂洲南端堆積南移而到達布袋海域；孫林耀明(1988)利用 1904 年出版的台灣堡圖集、1926 年日據時期的五萬分之一地形圖，1954、1966 及 1983 年聯勤印行的五萬分之一地形加

以對照認為外傘頂洲與統仙洲有南移的現象，可能皆導因於東北季風所帶來侵蝕現象及產生南向沿岸流所致；再者根據嘉義縣政府(1990 年 4 月)研究報告“雲林西海岸海埔地之開發對外傘頂洲沖擊影響之探討”指出在 1932 年外傘頂洲距本島 4.95 公里，面積為 1.26 平方公里，是南北走向之細長沙洲，到 1982 年時沙洲向西移動 4.25 公里，距本島 9.2 公里，面積變大為 7.51 平方公里，故在過去 50 年間外傘頂洲原來位置向西移動 4.25 公里，即每年向西移 85 公尺，且面積增大 6 倍。而根據郭金棟教授(1990 年 12 月)在“台灣地形變化及其未來之開發利用”報告指出，該區海岸整體而言呈日漸後退趨勢，後退量往南增加，海岸線自 1904～1987 年間共後退 100m。而工研院能資所吳啟南等(1990、1991)利用多時(Multitemporal)遙測資料，包括衛星多光譜(Multi-spectral)數位影像及航空照片分析研究雲嘉洲潟湖海岸地區的變遷，根據民國 62 年以來衛星影像分析結果顯示，外傘頂洲有嚴重蝕後退趨勢，其西側向海部份原露出水面之浮洲面積已急劇減少，按民國 62 年時外傘頂洲露出浮洲長達 11.5 公里，南邊寬達 1.2 公里。民國 73 年時，浮洲斷裂，僅剩四塊，面積 205 公頃，包括潛沙洲範圍為 2821 公頃。民國 75 年時，僅剩兩小塊露出，面積 120 公頃。民國 77 年時露出部份維持兩塊，但南邊靠近其沙嘴那塊已斷續不接；至民國 79 年時只剩此塊殘存，且在沙嘴附近被潮流沖斷分為兩塊，面積僅剩 30 公頃；此時已有許多潮溝侵入、切割，沙洲即將解體。其後退方向為往東南方海岸漂移，民國 62 年至 75 年的漂移量，北段為 0.6 公里，南段為 1.4 公里，平均每年分別為 44 公尺及 103 公尺；民國 75 年至 79 年的相對位移，北段達 240 公尺，南段為 420 公尺，平均每年分別為 65 公尺及 115 公尺。預測未來數年內，外傘頂洲南段主體將以平均每年約 100 米速率繼續往東南漂移；其東側潟湖則將堆積成長而愈來愈淺。同時其露出浮洲將被侵蝕殆盡，與其北方的海豐島沙洲一樣，終將完全淪為潛沙洲。

參、外傘頂洲潮間帶沙灘變化之觀測

外傘頂洲沿岸沙灘短期性沖淤調查，係採 6cm×6cm×360cm 之長條木樁，使之固定後，再按期利用水準儀觀測每一基樁處地面高程，作為計算沙灘變化根據，配合整個相同水深測量座標系統量測其高程，作為短期觀測地區沖淤之依據。

有關外傘頂洲南、北兩端測量範圍及相對位置分別如圖 2(a)與(b)所示，每個斷面間距均為 50 公尺，往海側每 10 公尺一點觀測其高程，北岸共施測 22 個斷面，南岸共施測 21 點斷面，而圖 3 以及圖 4 分別為外傘頂洲北端與南端西岸潮間帶，每200 公尺間距斷面歷次水深變化圖。

圖 3 為北端測量結果，圖形顯示，自 80 年 9 月到 82 年 5 月間，外傘頂洲北端西側潮間帶全面侵蝕，平均刷深深度約 1 公尺到 3 公尺，且海岸線內移平均約自 60 公尺到 140 公尺，尤其是在外傘頂洲與統仙洲間河口處附近斷面涮深最為嚴重；觀測結果顯示，夏季颱風期間地形變化較大，東北季風期間則地形變化趨緩，惟在斷面 N800，靠近河口處即使在東北季風期間地形亦有很明顯變化如圖 3 中 N=800m 所示；圖 4 為南端歷次水深測量結果，觀測地形結果顯示，該區地形變化多端，剖面地形顯示，該區均有一條或數條明顯深溝存在，換言之，即外傘頂洲南端海灘斷面有沿沙洲(longshore bar)存在之特性，此現象愈往南端愈顯著；圖形同時顯示在外傘頂洲南端自 81 年 11 月到 82 年元月地形有顯著變化，海岸線明顯內移，平均約 110m～140m，而愈南端在東北季風期過後，則有淤積現象。

為進一步瞭解外傘頂洲北、南端西岸短期沖淤變化情形，根據歷次地形測量結果點繪平面地形等深線分別如圖 5 及圖 6 所示，其中圖 5(a)～(e)分別表外傘頂洲北端西岸潮間帶歷次地形平面變化趨勢，圖形顯示-1m 等深線在斷面 N600 處約內移 70 公尺，顯見該區整個均被侵蝕；而圖 6(a)～(e)則分別表外傘頂洲南端歷次平面變化圖，圖形顯示，在東北季風期間，南端係呈淤積，而在西南季風期間，則呈侵蝕狀態。圖 7 以及圖 8 分別為在外傘頂洲北端與南端測量範圍內，根據歷次測量結果計算所得之沖淤積量變化與平均沖淤積深度變化圖，圖 7(a)與(b)分別為北端歷次測量之平均沖淤積量與平均沖淤深度，觀測範圍面積為 69,000m^2，圖形顯示單位面積之平均高程由 81 年 8 月之-0.82m 遞減到 82 年 5 月時之-1.39m，共計刷深平均約 0.6M，在夏季颱風期間侵蝕率較快；圖 8(a)與(b)則分別為南端歷次測量之平均沖淤積量與平均沖淤深度，由於南端地形變化劇烈，海岸灘線逐漸向陸側內移，因此無法比較相同計算面積，故其值僅可參考，惟可大略看出在 81 年下半年南端觀測範圍面積平均約刷深 0.4m，而 82 年上半年東北季風期間，平均刷深約 0.3m，迨西南季節

風時則又略呈淤積，平均淤積深度為 0.15 m；圖 9(a)與(b)則為外傘頂洲北端自 80 年 9 月到 82 年 6 月間之歷次測量結果取自相同面積(為 42,000m^2)計算所得之沖淤積量與平均沖淤積深度變化圖，觀測資料顯示，自 80 年 9 月到 80 年 12 月是屬侵蝕期，觀測平均刷深約 0.65m，爾後則逐漸恢復地形呈淤積，平均高程增加 0.43m，故累計 80 年 9 月到 81 年 9 月，其單位面積平均高程淨淵深約為 0.22m，而自 81 年 9 月起當季節風來時又呈侵蝕狀，到 82 年 6 月間，共計平均刷深 0.65m，故累計 80 年 9 月到 82 年 6 月間，該觀測範圍共刷深約 0.9m。

肆、海岸灘線比較分析

本文經收集各有關單位所提供不同縮尺之歷年外傘頂洲附近實測等深圖，經整理為相同縮尺之歷年海岸線比較如圖 10 所示，大致而言

1. 1920 年至 1947 年，海岸線每年平均後退 30 公尺。
2. 1947 年至 1962 年，海岸線每年平均後退 180 公尺。
3. 1962 年至 1980 年，海岸線每年平均後退 14 公尺。
4. 1980 年至 1990 年，海岸線每年平均後退 25 公尺。
5. 1940 年至 1990 年，外傘頂洲由原來位置向西移動 4.25 公里，即每年向西移動 85 公尺。

而港研中心曾分別於 79 年 10 月、80 年 10 月及 81 年 10 月以及 82 年 10 月委託台技工程顧問公司進行相同範圍之外傘頂洲水深地形測量，茲將四年施測地形±0m、-5m、-10m 以及-15m 等水深線點繪如圖 11，圖形顯示，-15m 等深線在前三年有向陸側內移呈侵蝕趨勢，惟第四年度顯示有淤積現象，即-15m 等深線向海測外移；-10m 等深線在外傘頂洲北半部有向陸側內移以及由北往南移動趨勢，惟在外傘頂洲南半部海側則沖淤互見；-5m 等深線則有向陸側內移趨勢；±0m 等深線則有向陸側內移呈侵蝕現象，為進一步瞭解外傘頂洲海岸線變化情況，特將連續四年灘線之變化點繪如圖 12 所示，圖形顯示，根據 1993 年 10 月之觀測結果，外傘頂洲突出部份海岸線向西南方向推進呈淤積狀態，惟在中間部份則明

顯侵蝕，為更清楚瞭解其侵淤狀態特將(a)、(b)區部份放大如圖 13(a)、(b)所示，根據連續四年觀測分析結果顯示，該區海岸灘線向陸側內移 300 公尺即平均每年向陸側侵蝕大約 100 公尺。

伍、外傘頂洲海域斷面水深變化特性

本文為進一步瞭解外傘頂洲海域在長期波浪作用下，其水深斷面變化特性，特在該區選擇 8 個垂直外傘頂洲斷面，即 x=2,000m、x=3,000m、x=4,000m、x=5,000m、x=7,500m、x=10,000m、x=12,500m、以及 x=15,000m 處，為其斷面位置示意圖參考圖 11，粗點線部份即為分析斷面，分別依據港研中心在 79 年、80 年、81 年以及 82 年 10 月間委託顧問公司在該區施測水深地形資料，整理分析其斷面變化特性，分析結果如圖 14(a)～(h)所示。

圖 14(a)為斷面 x=2,000m 處，即外傘頂洲最南端斷面，水深近四年變化圖，圖形顯示在 y 座標 2,000m 處即外傘頂洲最南端邊緣，地形逐年呈淤積現象，自 81 年 10 月到 82 年 10 月，一年間平均高程共淤積約 1m～3m，圖形同時顯示該斷面在水深-6m 以後其底床坡度極陡，約為 1/30。為一典型水面下之沿岸沙洲斷面。

圖 14(b)為 x=3,000m 斷面處水深變化圖，資料顯示該斷面八十二年度與八十一年度比較則呈淤積，露出水面部份之寬度由八十一年度之 600 公尺增加為 1,000 公尺高程亦增加約 1.5 公尺，海側部份在水深-6m～-10m 處呈侵蝕，-10m 以下則無變化，底床坡度維持為 1/130。

圖 14(c)為斷面 x=4,000m 處，這四年水深變化圖，圖形顯示，該斷面在水深 0m～-5m 間呈侵蝕，惟水深在-12m 底床坡度則趨於平坦且略成侵蝕，目前在距離線約 600m 處亦有沿岸沙洲之存在，沙洲頂部之水深約在-3.0m 左右。

圖 14(d)為斷面 x=5,000m 處水深變化圖，在水深±0m～-5m 間地形變化呈侵蝕，有沿岸沙洲存在；水深-5m～-14m 間底床坡度變陡為 1/55，惟水深在-15m 處即距海岸線 1,200m 處底床坡度則趨於平坦且略呈侵蝕，目前距灘線 300m～400m 處亦有沿岸沙洲之存在，其頂部高程約在水深-3m

處。

圖 14(e)為斷面 x=7,500m 處水深變化圖，資料顯示八十二年度在離岸 300 公尺內有局部回淤現象，與八十一年度比較約淤積 2 公尺，惟水深在-5m～-10m 則呈侵蝕。被帶走之土方量則淤積在水深-15m 處。

圖 14(f)為斷面 x=10,000m 斷面處這四年水深變化圖，圖形顯示，在水深-5m 以下呈侵蝕現象，在離岸約 2.2 公里即水深-15m 則底床坡度趨於平坦。

圖 14(g)為斷面 x=12,500m 斷面處歷年水深變化，資料分析結果顯示，八十二年與八十一年度水深比較，並無明顯變化，底床坡度約 1/130。

圖 14(h)為斷面 x=15,000m 斷面處水深變化，由於八十一年、八十二年測量範圍往南邊擴大，故該面僅有前二個年度地形資料比較。資料分析結果顯示，該斷面地形並無變化，在水深±0m～-7m 間底床坡度為 1/128，即距海岸線距離 900m 間；在水深-7m 以後則底床坡度減緩為 1/400，到水深-10m 即距灘線約 2,000m 處左右則趨於平坦。

陸、結論與建議

綜合以上資料分析及討論，吾人可歸納獲致下列數點結論及建議：

1. 外傘頂洲短期沖淤變化現場觀測，根據港研中心八十一年度調查資料顯示，在東北季風期間，北端西側海灘屬 TypeⅢ斷面，為侵蝕性海岸，其特性為海岸線後退，無沙粒堆積在遠灘；其平均高程，由 80 年 9 月初之－1.957^m 隨著季節風之來臨逐漸刷深到平均高程為－2.51^m，總計該區平均最大刷深約 0.6^m；而八十二年度調查資料同時顯示，在該段期間，其平均刷深與八十一年度相同仍為 0.6^m，其次八十一年度調查資料顯示，南端海側則屬於 TypeⅡ型斷面型態，其特性為在碎波點附近產生沿岸沙洲；海岸線向岸移動，就整個南端觀測區而言，其平均高程由 80 年 9 月初之－0.207^m 刷深到 80 年 12 月之－1.392^m 為最深，總計最大平均刷深度為 0.7^m，然後高程又逐漸淤積為－1.05^m 左右，故以年單位平均刷深了約 0.35^m；而八十二年度調查資料顯示，在 1992 年下半

年，南端平均刷深0.4^m，1993 年上半年東北季風期間平均刷深約0.3^m，迨西南季節風時，則又略呈淤積，平均深度為0.15^m。

2. 根據本中心委託顧問公司，在 79 年 10 月、80 年 10 月、81 年 10 月以及 82 年 10 月四張地形圖比較結果顯示，外傘頂洲海岸灘線在這三年期間共向東南方向(即陸側)最大內移後退約為 220 公尺~260 公尺，亦即平均每年最大後移約 100 公尺；惟其最南端海岸灘線在這三年間向海側最大外移前進約 150 公尺~185 公尺，亦即平均每年約前進 50~60 公尺左右。

3. 有關外傘頂洲海域在長期波浪作用下，其斷面水深變化特性，根據 1990 年~1993 年歷次水深測量資料分析結果顯示，在距外傘頂洲最南端邊緣 300 公尺斷面處，地形呈淤積現象，其高程這二、三年來，每年平均淤積約 1~2 公尺左右，且該處底床坡度甚陡，平均底床坡度為 1/46，其它外傘頂洲海域地形變化大都呈侵蝕且底床平均坡度約在 1/120~1/140 間；同時調查資料顯示在外傘頂洲南端斷面，距岸約 400 公尺左右普遍有沿岸沙洲存在之特性，愈往南端其沙洲頂部高程愈接近水面。

4. 分析資料同時顯示，外傘頂洲南端在低潮位露出部份，寬度已由 80 年之約 1,000 公尺減少到 83 年之 600 公尺且其地面高程在觀測期間亦減少了約 1 公尺。

5. 外傘頂洲為雲嘉海岸線天然屏障，為一不穩定沙洲侵蝕海岸，一旦外傘頂洲消失，沿岸堤防將直受外海波浪侵蝕，故經濟部離島工業區之開發若從上游雲林台西先開發，將減少下游泥沙補充，加速外傘頂洲沖刷，建議工業區開發計畫及未來七經之開發應作整體區域審慎研究評估。

柒、參考文獻

1. 蘇祺福(1990，2)："外傘頂洲東石附近海埔新生地開發可行性初步研究報告書"，僑龍顧問股份有限公司。

2. 吳啟南(1990，1991)："遙測資料應用於嘉南地區海岸變遷研究"，工研院能資所。

3. 黃清和、林柏青等(1991，7)："台灣西海岸沖淤調查研究(一)"，港研所，基本研究報告(研四)。

4. 黃清和、林柏青等(1992，7)："台灣西海岸沖淤調查研究(二)"，港研所，基本研究報告(研五)。

5. 蔡金吉、黃清和(1992，11)："雲嘉海域外傘頂洲地形變遷之研究"，第十四屆海洋工程研討會論文集，pp.489~514，交通大學，新竹。

6. 黃清和、林柏青、蔡立宏、蔡金吉(1993，6)："外傘頂洲海岸地形變遷之觀測與分析"，近海環境監測與模擬研討會論文集，pp.7-1~7-26，工研院能資所。

7. CHING-HER HWANG, PO-CHING LIN(1993, 7)："Coastal Processes on the Wai-San-Ding Barrier of Taiwan Strait, R.O.C. ", the Eight Symposium on Coastal and Ocean Management, Coastal Zone 93', Report No.291, ASCE, New Orleans, Lousiana, U.S.A.

8. 黃清和、蔡立宏等(1993，7)："台灣西海岸沖淤調查研究(三)"，港研所，基本研究報告(研四)。

9. 黃清和、蔡立宏等(1994，7)："台灣西海岸沖淤調查研究(四)"，港研所，基本研究報告(研四)。

10. 林銘崇、柯昭綺(1981)："沙灘海岸變化之數值模式"，台大土研所研究報告，水利 2001 號。

11. 侯和雄(1985)："外傘頂洲海岸空間利用資源開發及布袋新港闢建規劃"。

12. 嘉義縣政府(1990，4)："雲林西海岸海埔地之開發對外傘頂洲沖擊影響之研究"。

13. 石再添(1980)："台灣西部海岸線的演變及海埔地的開發"，師大地理學報#6，pp.1-29。

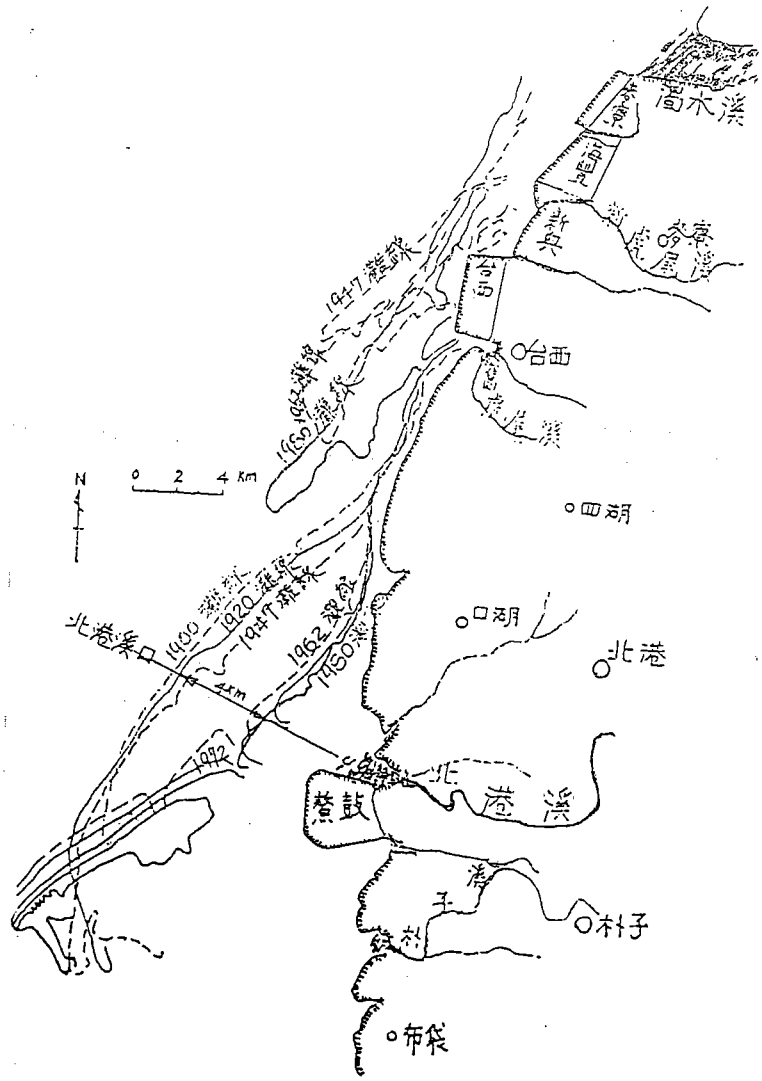


圖 1 台灣西海岸自濁水溪到八掌溪間海域海岸灘線歷年變化圖

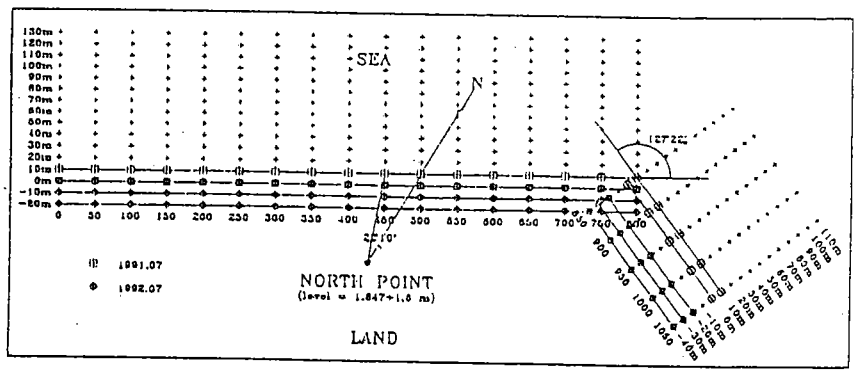


圖 2-(a) 外傘頂洲北端測量範圍及其相對位置示意圖

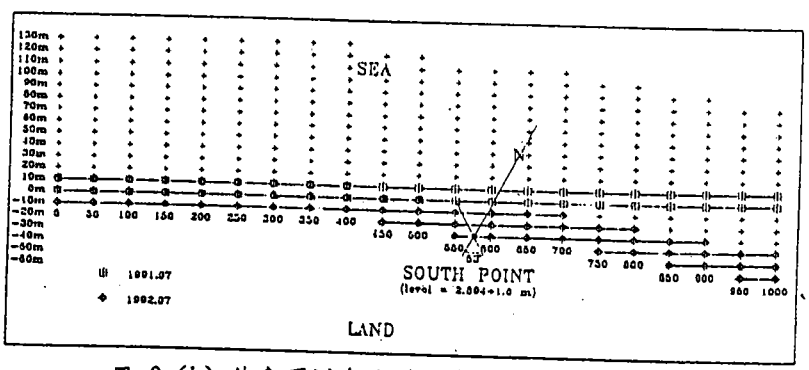
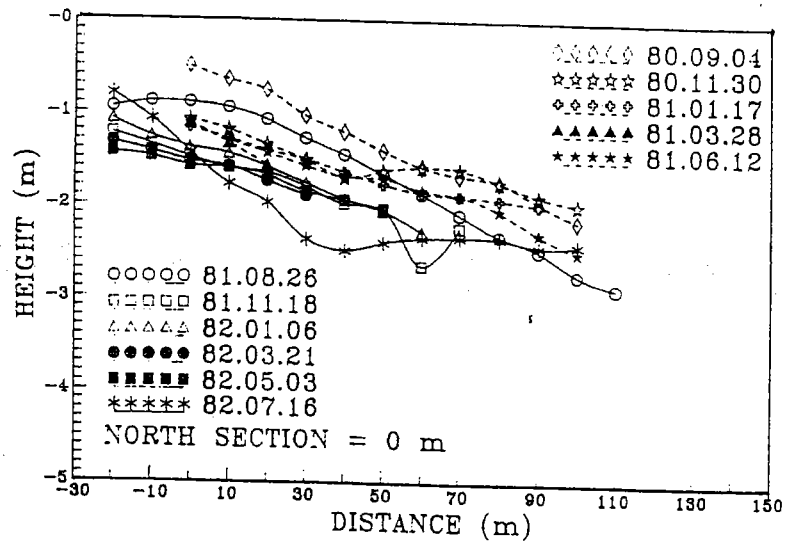
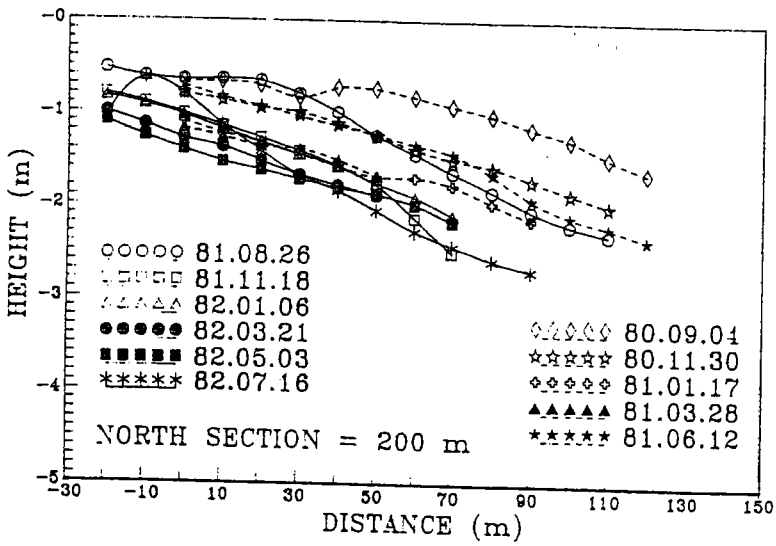


圖 2-(b) 外傘頂洲南端測量範圍及其相對位置示意圖





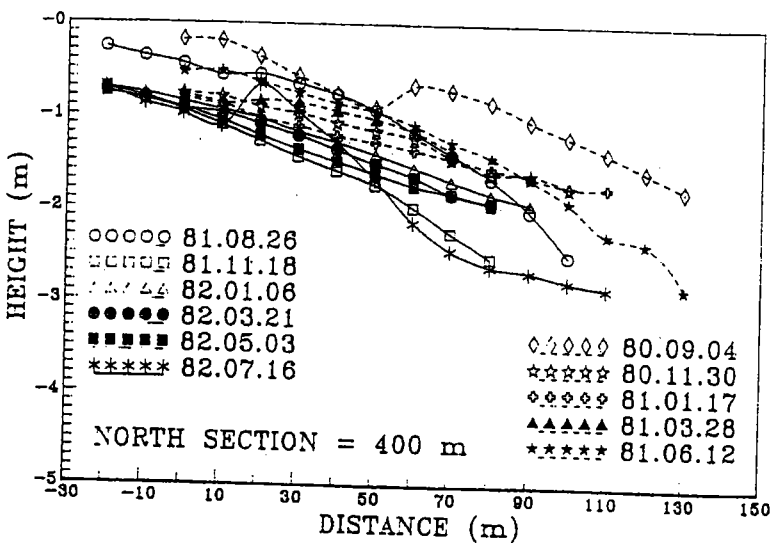
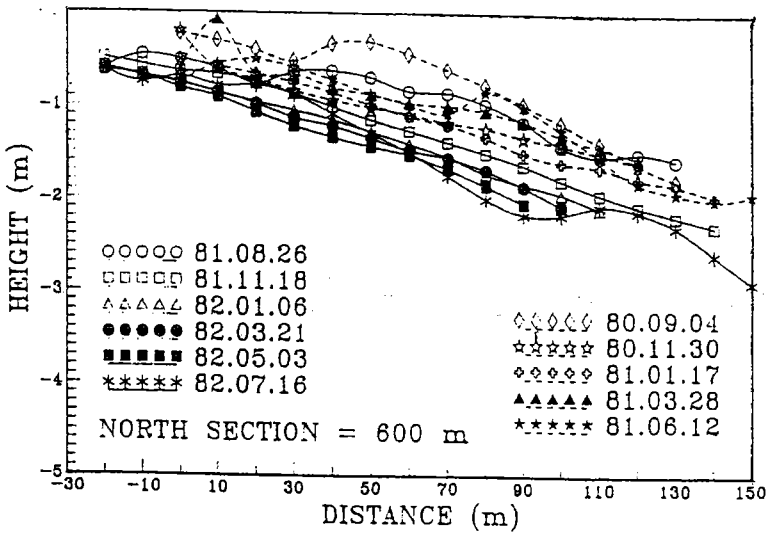
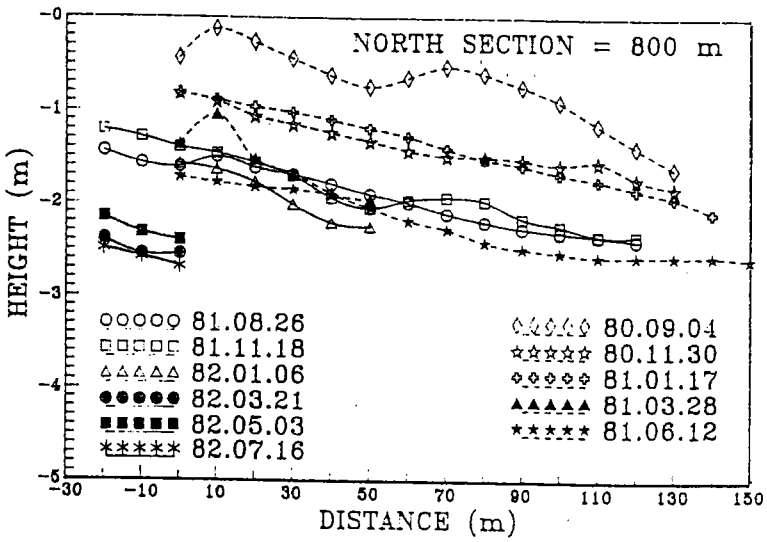


圖 3(a) 外傘頂洲北端N=0m、200m、400m歷次水深變化圖





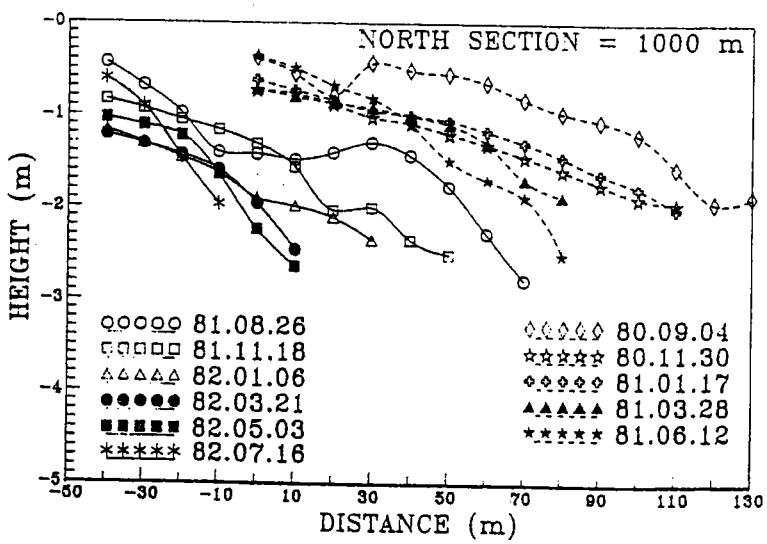
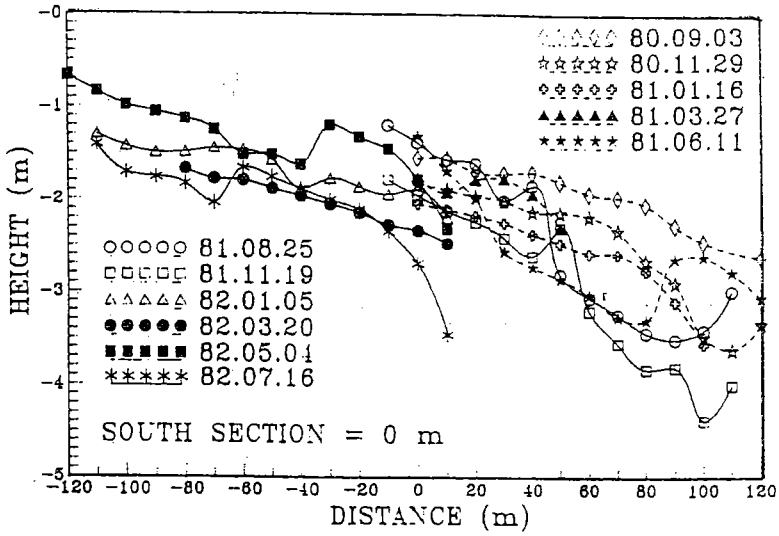
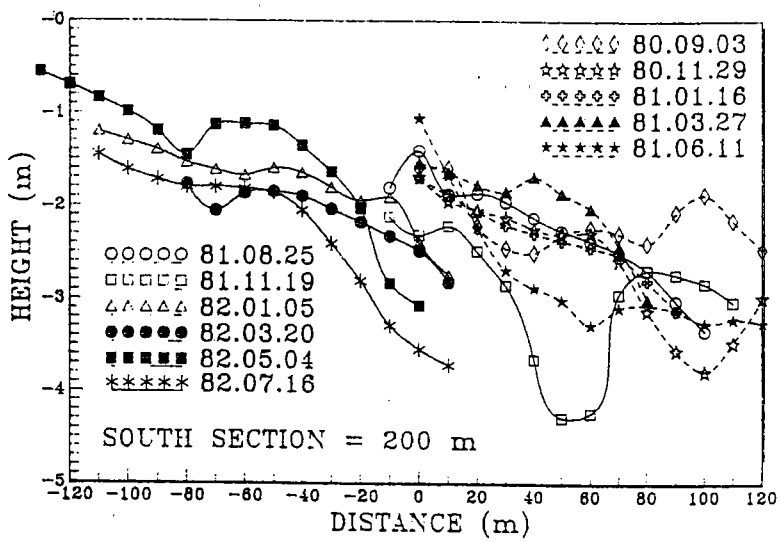


圖 3(b) 外傘頂洲北端N=600m、800m、1000m歷次水深變化圖





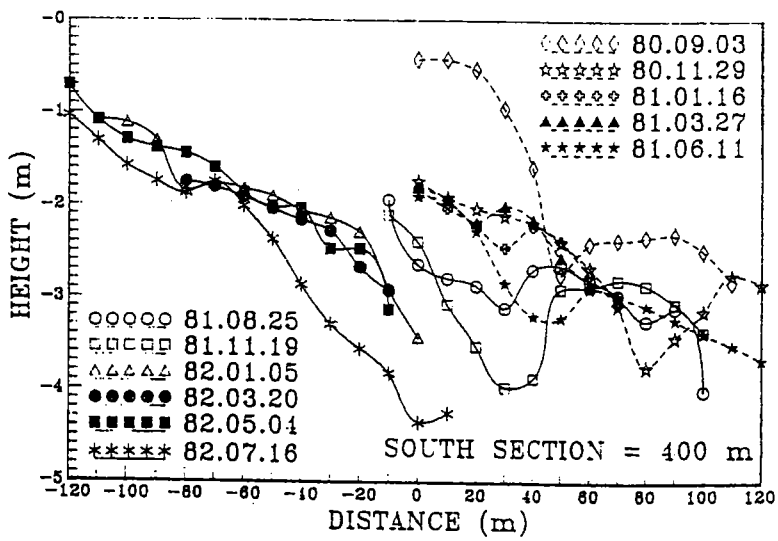
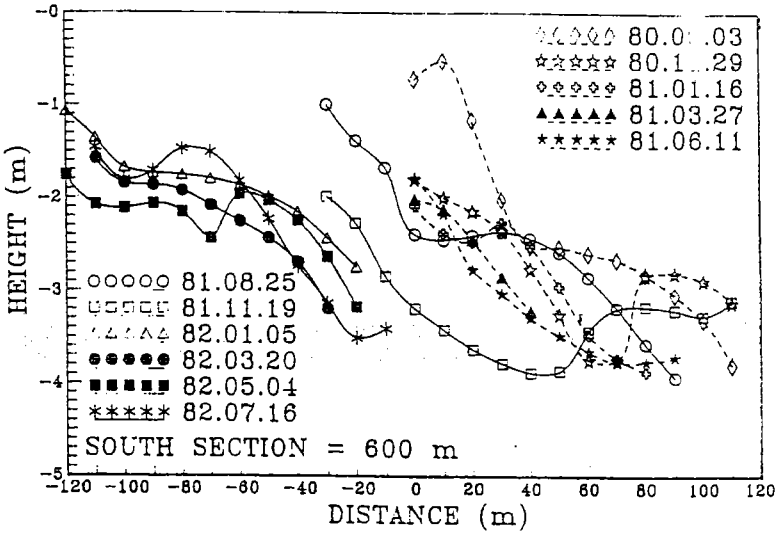
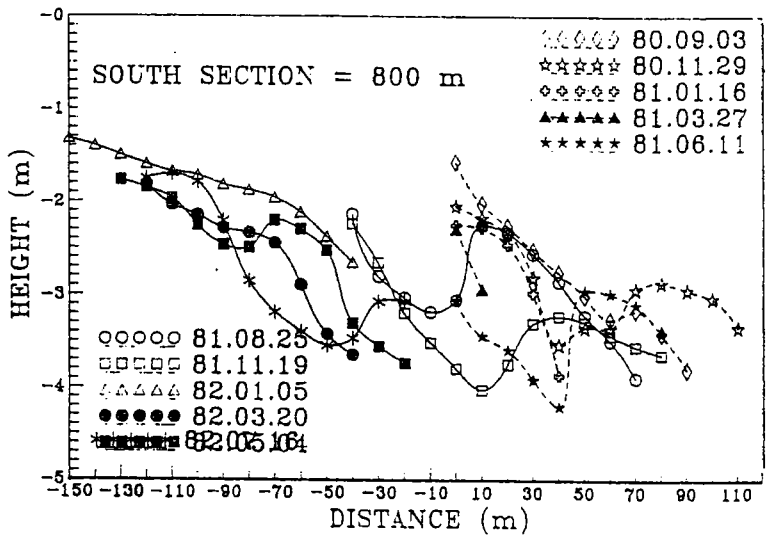


圖 4(a) 外傘頂洲南端S=0m、200m、400m歷次水深變化圖





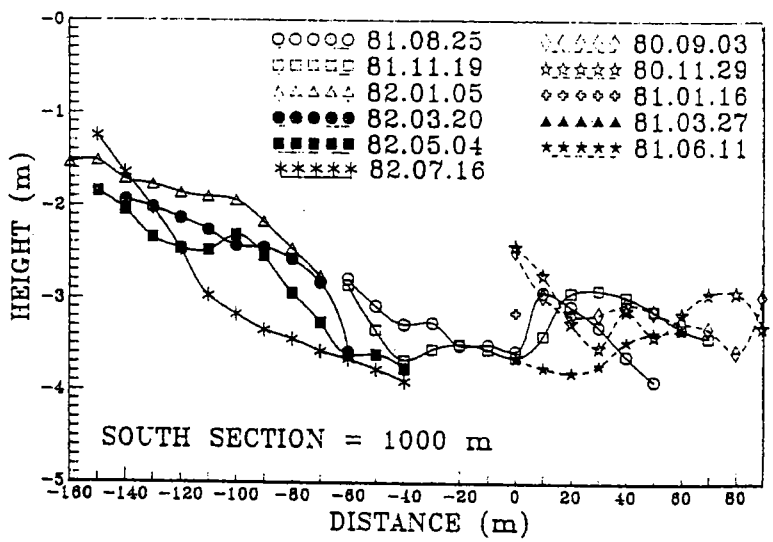


圖 4(b) 外傘頂洲南端S=600m、800m、1000m歷次水深變化圖

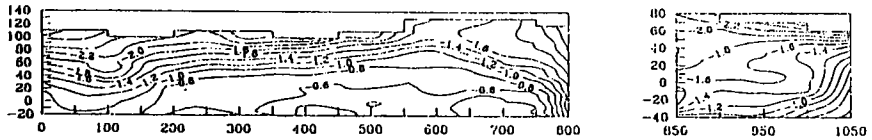


圖 5-(a) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(81.08.26)

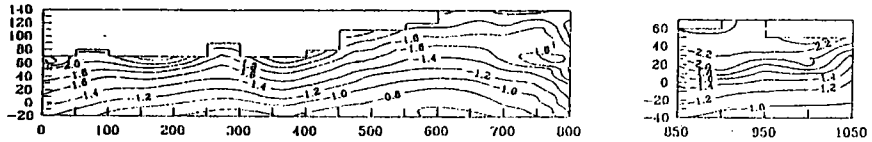


圖 5-(b) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(81.11.18)

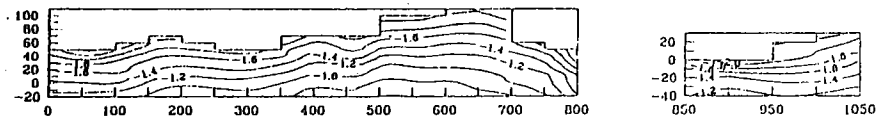


圖 5-(c) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.01.06)

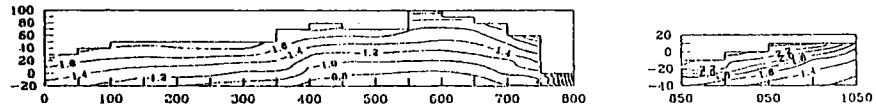


圖 5-(d) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.03.21)

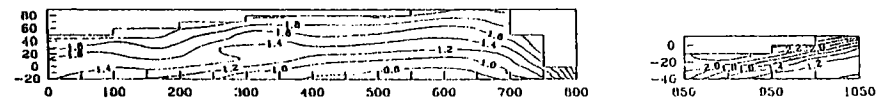


圖 5-(e) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.05.03)

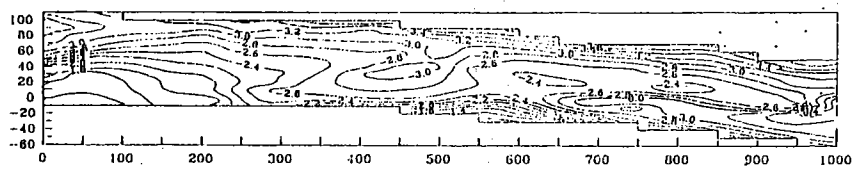


圖 6-(a) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(81.08.25)

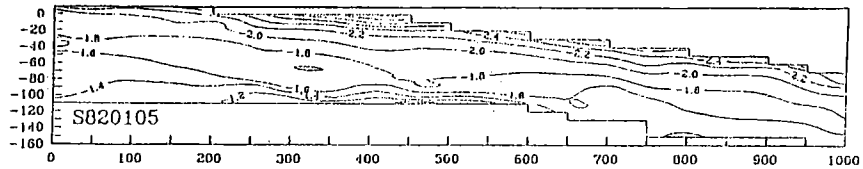


圖 6-(b) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(81.11.19)

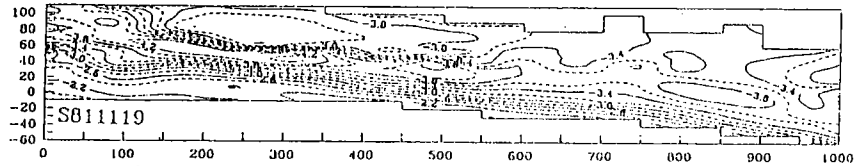


圖 6-(c) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(82.01.05)

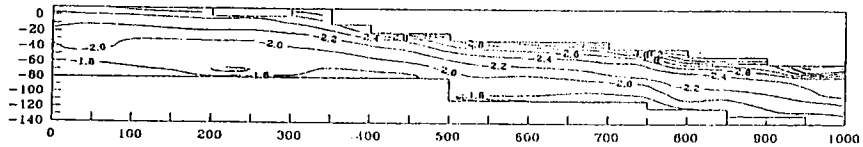


圖 6-(d) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(82.03.20)

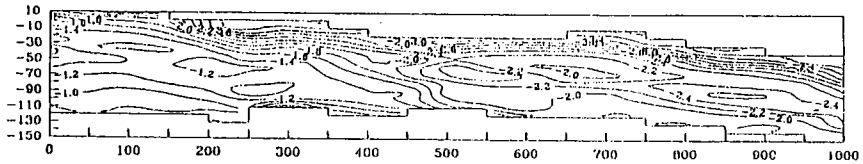


圖 6-(e) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(82.05.04)

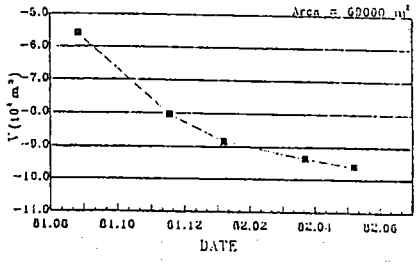


圖 7-(a) 外傘頂洲北端區域短期沖淤量變化圖

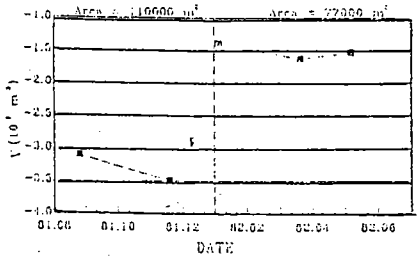


圖 8-(a) 外傘頂洲南端區域短期沖淤量變化圖

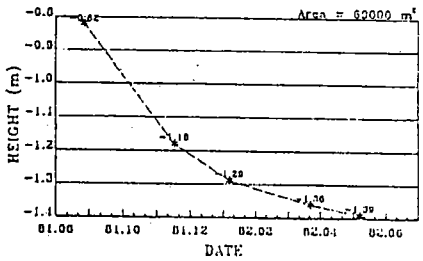


圖 7-(b) 外傘頂洲北端區域短期平均深度變化圖

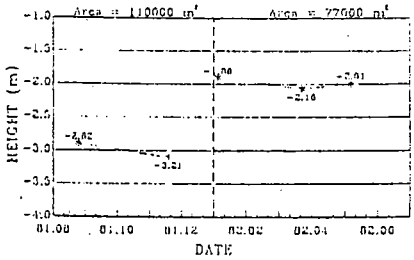


圖 8-(b) 外傘頂洲南端區域短期平均深度變化圖

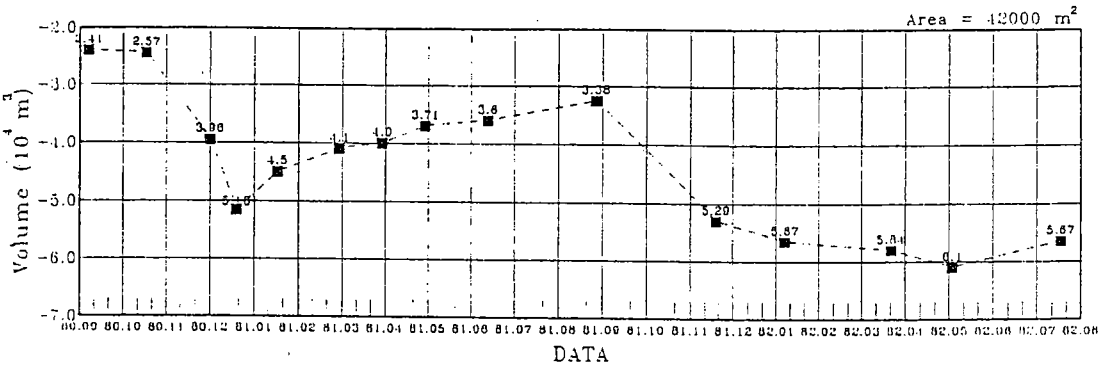


圖 9(a) 外傘頂洲北端自80.9～82.8年間相同觀測範圍歷次沖淤積量變化圖

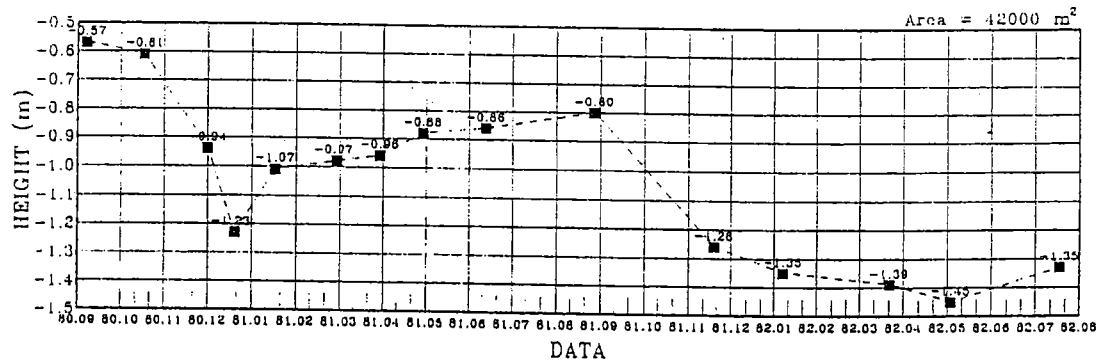


圖 9(b) 外傘頂洲北端自80.9～82.8年間相同觀測範圍歷次沖淤深度變化圖

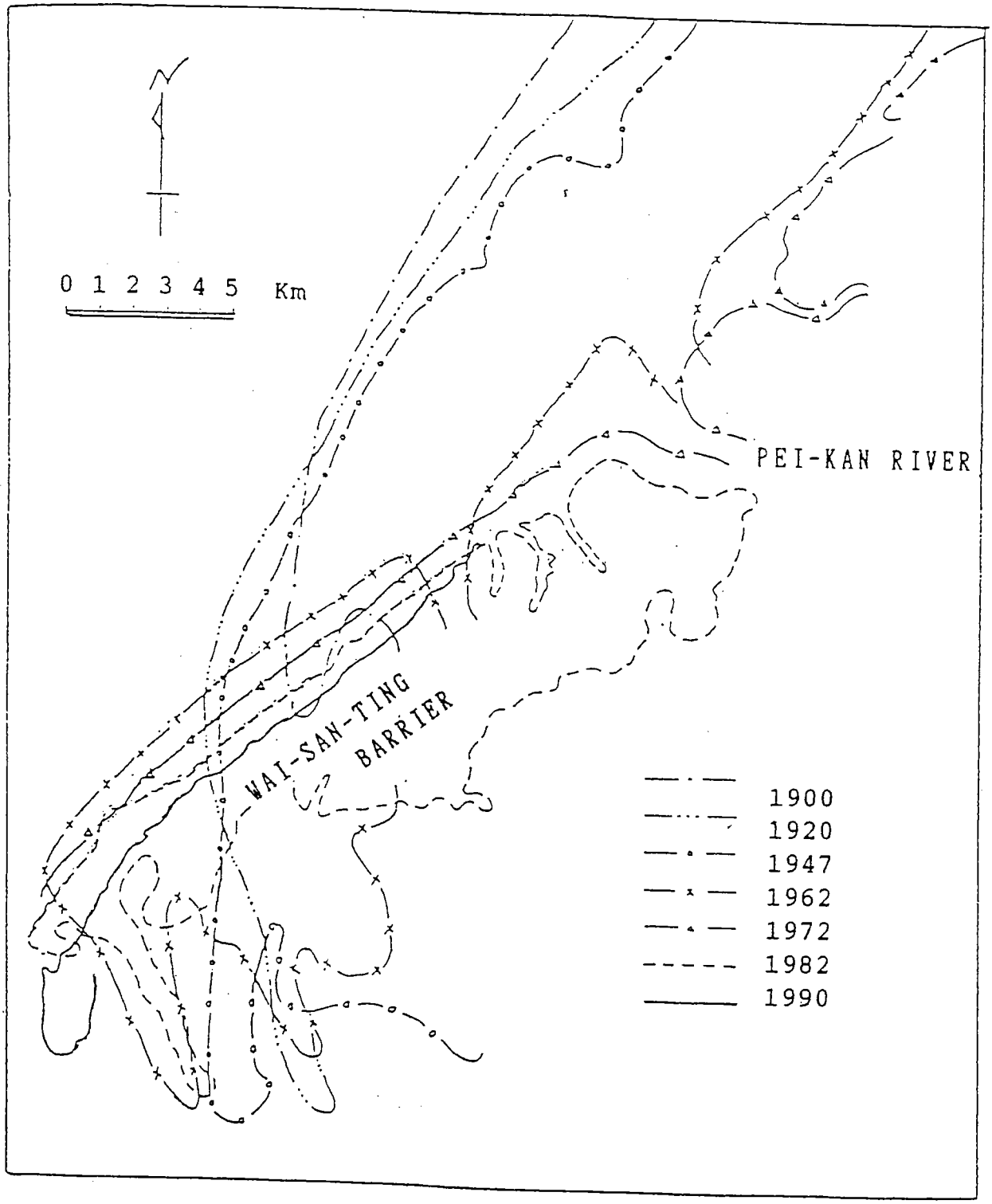


圖 10 外傘頂洲海域歷年海岸線變化比較圖

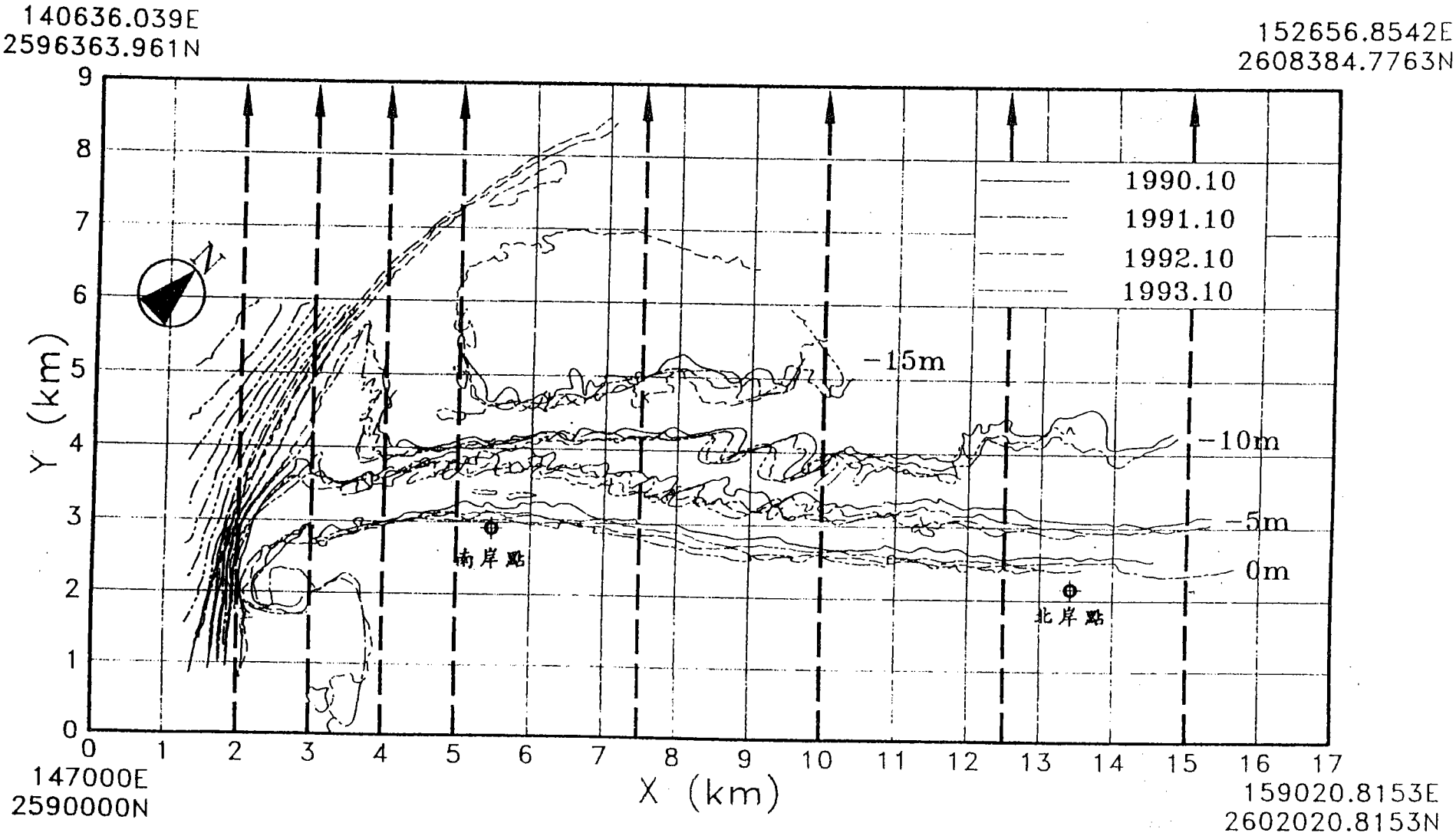


圖 11　外傘頂洲西側地形等深線變化比較圖(1990～1993)

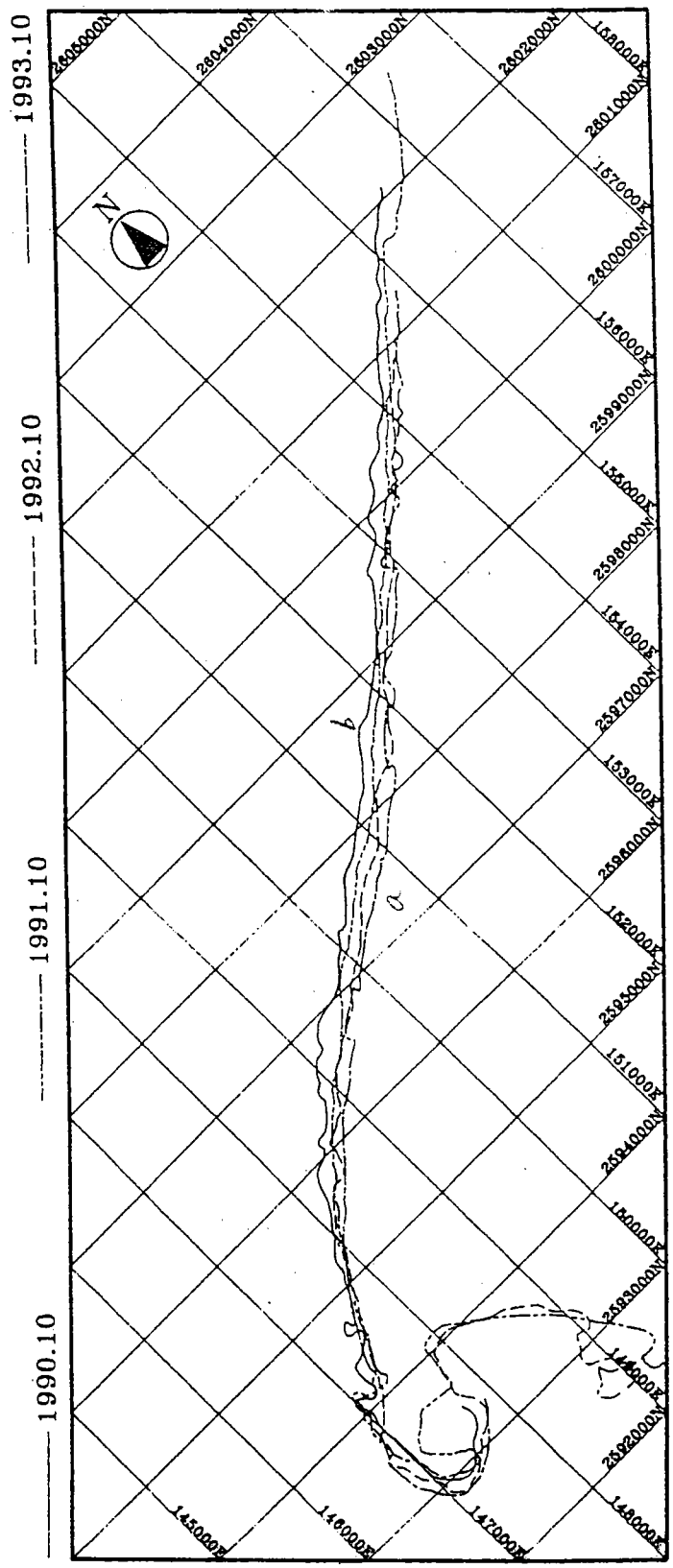


圖 12　外傘頂洲西側海灘線(±0m)歷年變化比較圖(1990～1993)

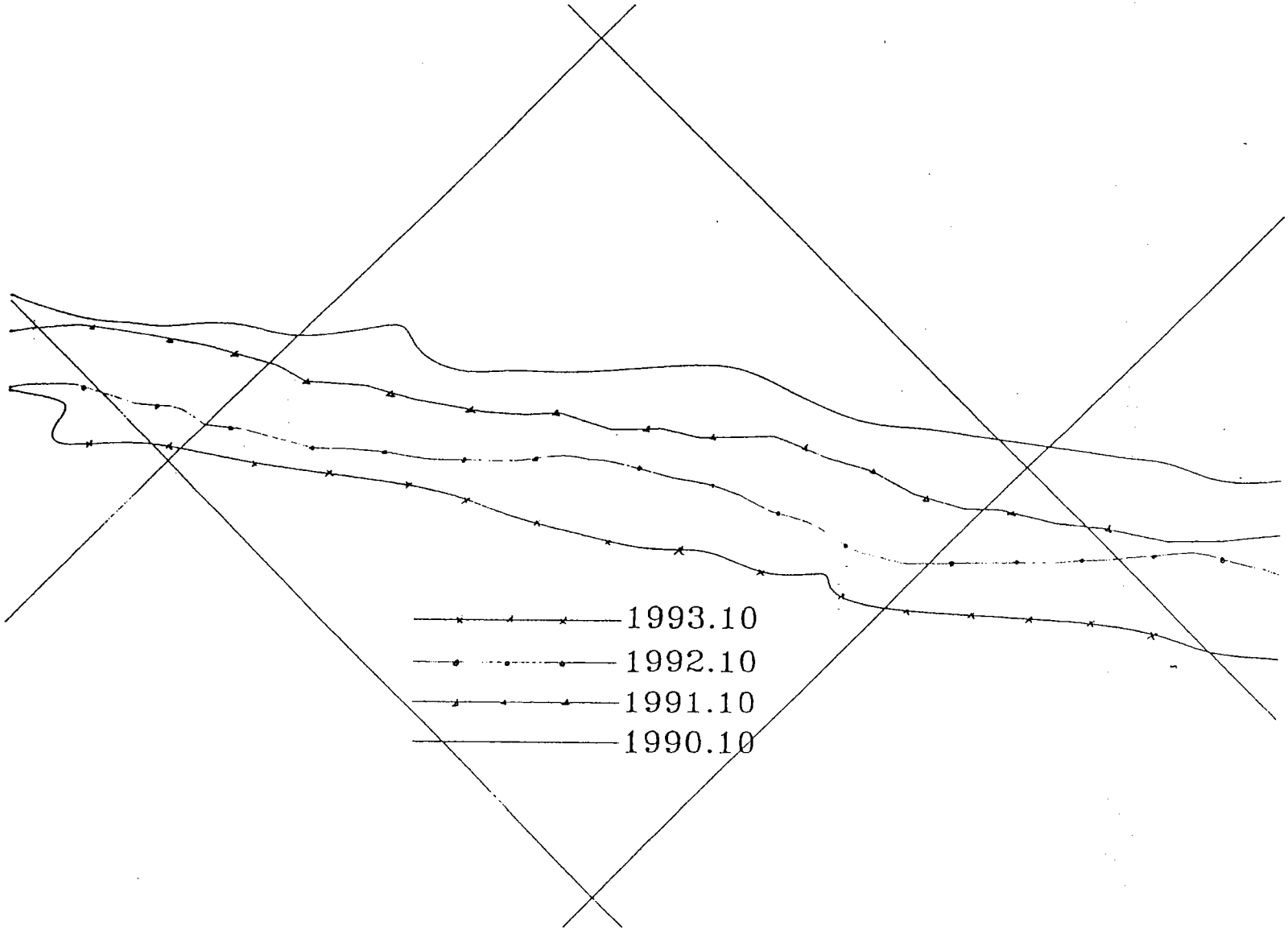


圖 13(a) 外傘頂洲西側海灘線b區放大歷年變化比較圖(1990～1993)

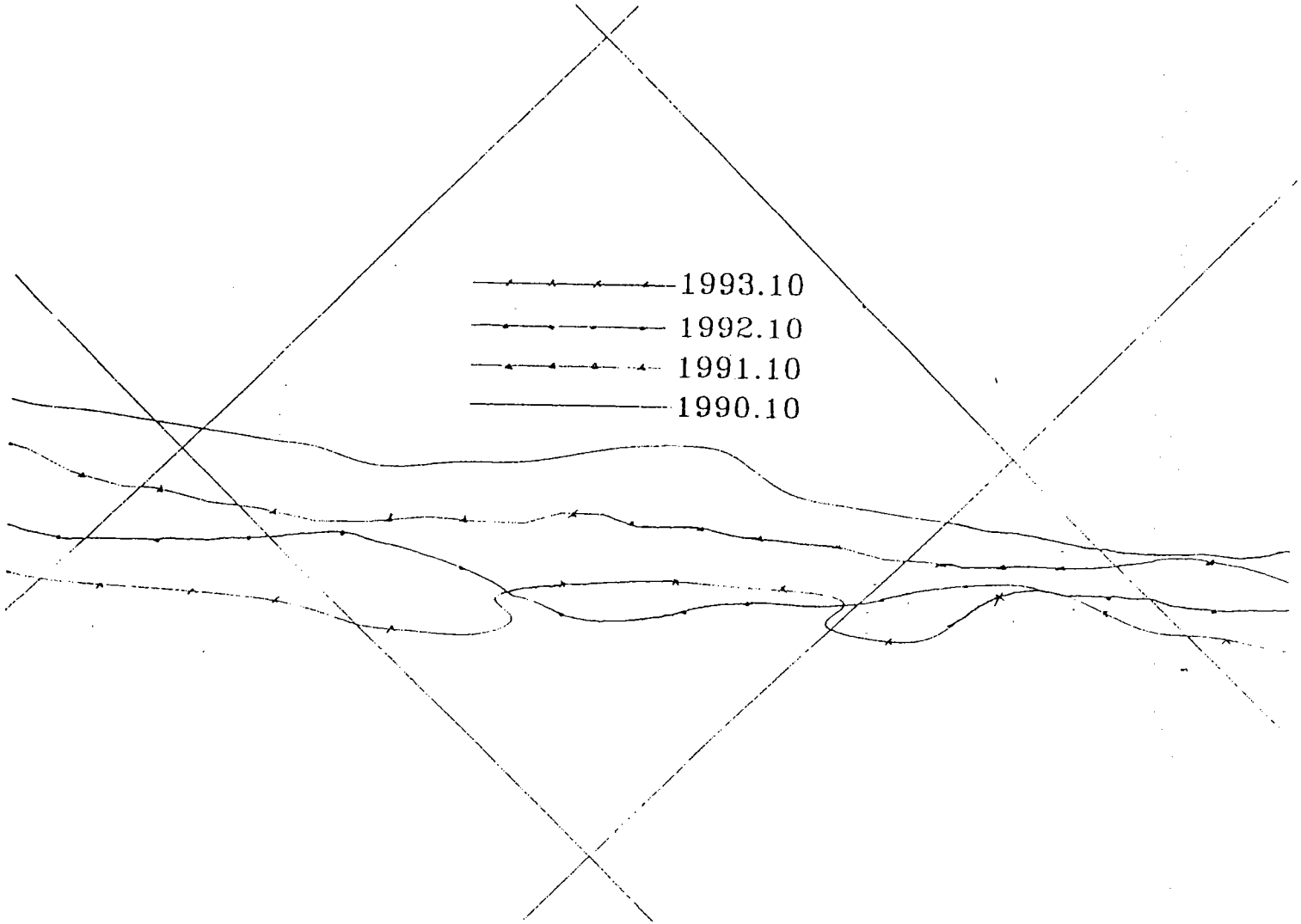


圖 13(b) 外傘頂洲西側海灘線c區放大歷年變化比較圖(1990～1993)

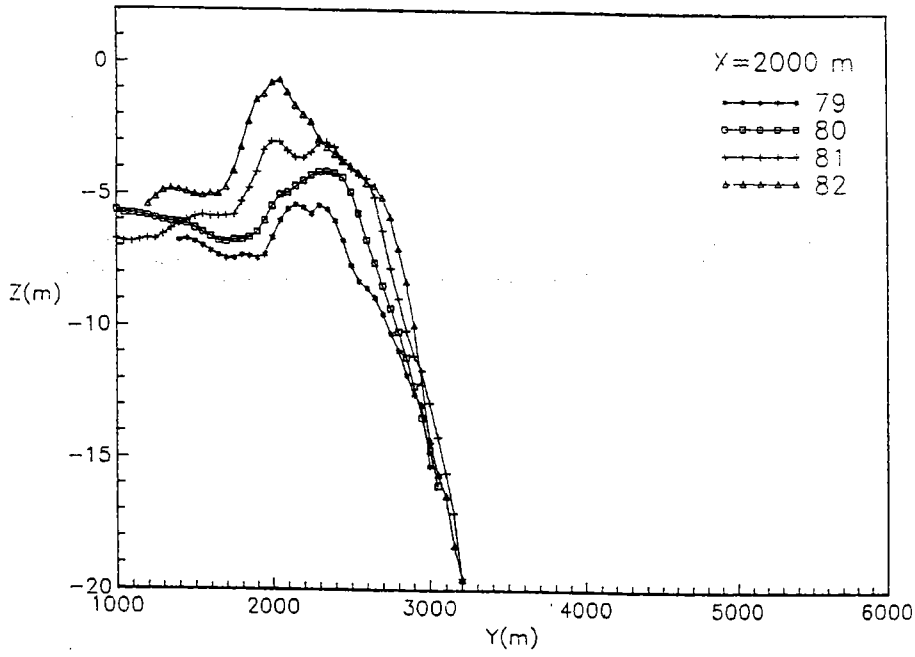


圖 14(a) 外傘頂洲X=2000m斷面處，最近四年水深變化圖

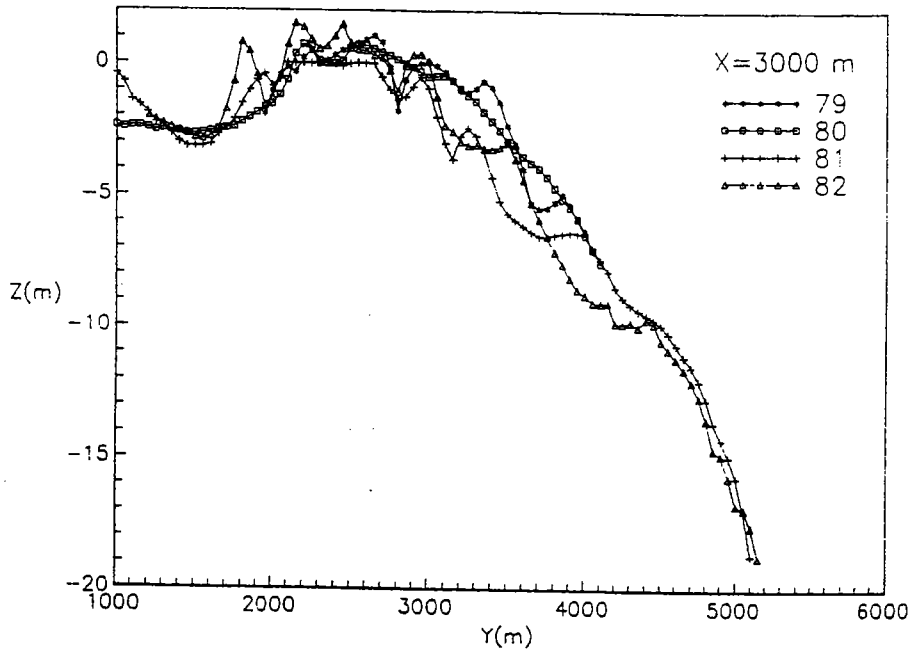


圖 14(b)外傘頂洲X=3000m斷面處，最近四年水深變化圖

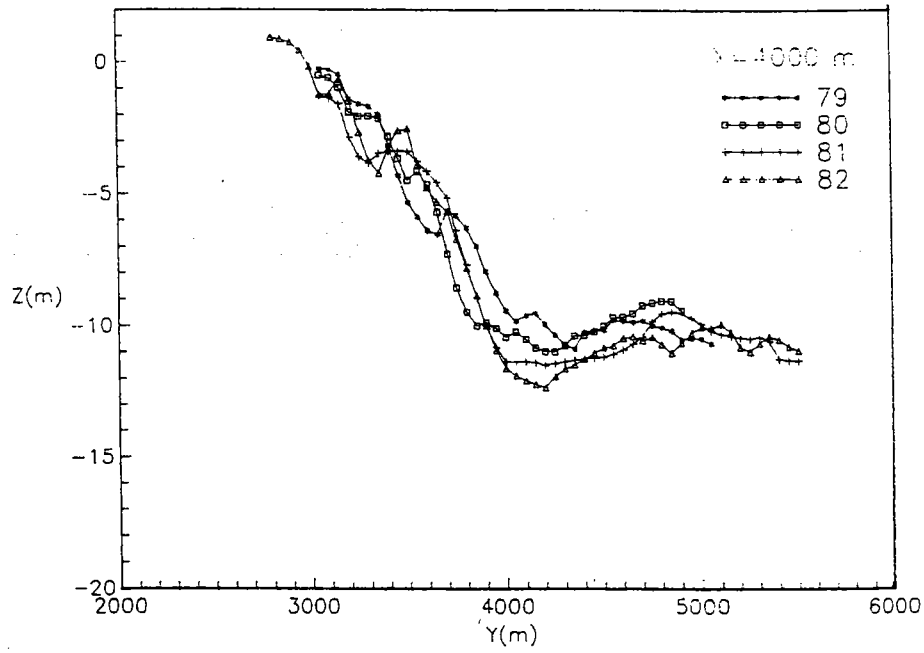


圖 14(c) 外傘頂洲X=4000m斷面處，最近四年水深變化圖

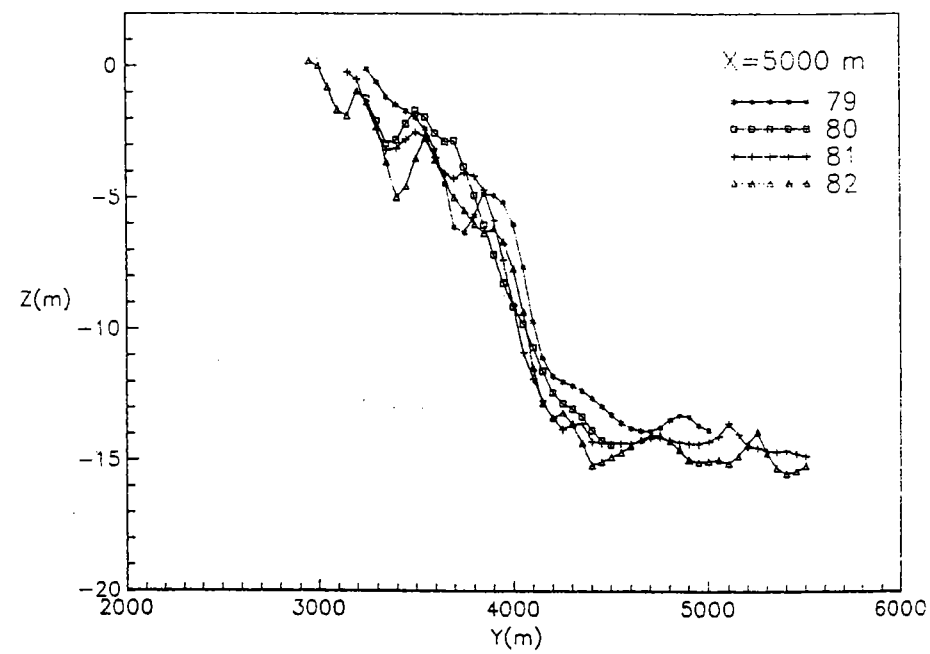


圖 14(d) 外傘頂洲X=5000m斷面處，最近四年水深變化圖

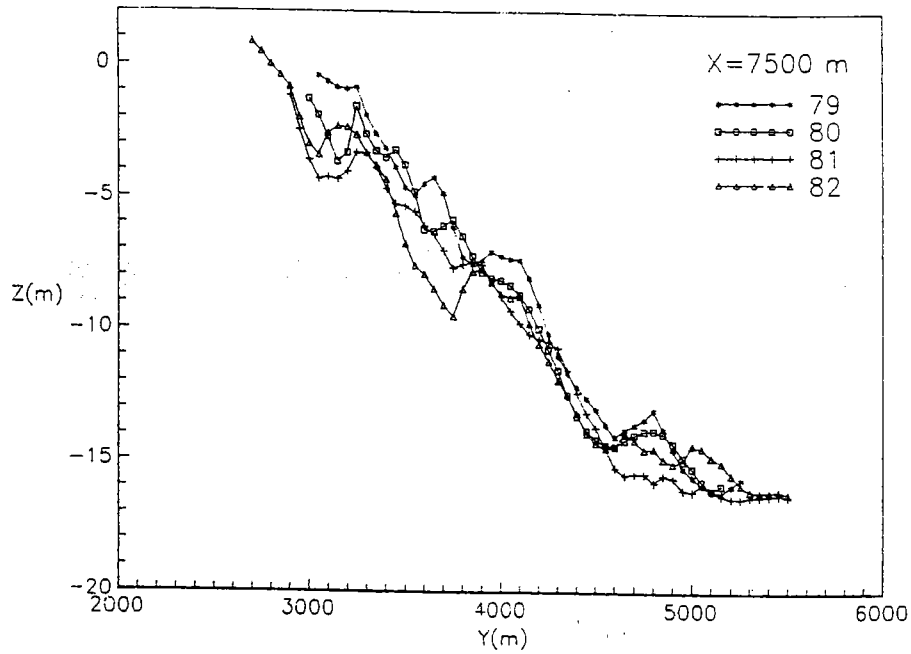


圖 14(e) 外傘頂洲X=7500m斷面處，最近四年水深變化圖

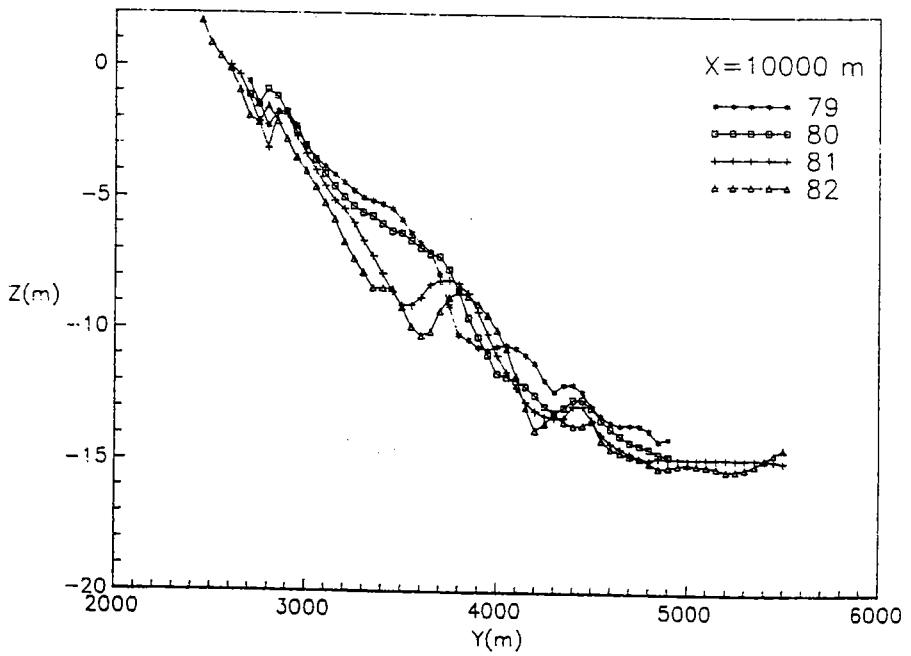


圖 14(f) 外傘頂洲X=10,000m斷面處，最近四年水深變化圖

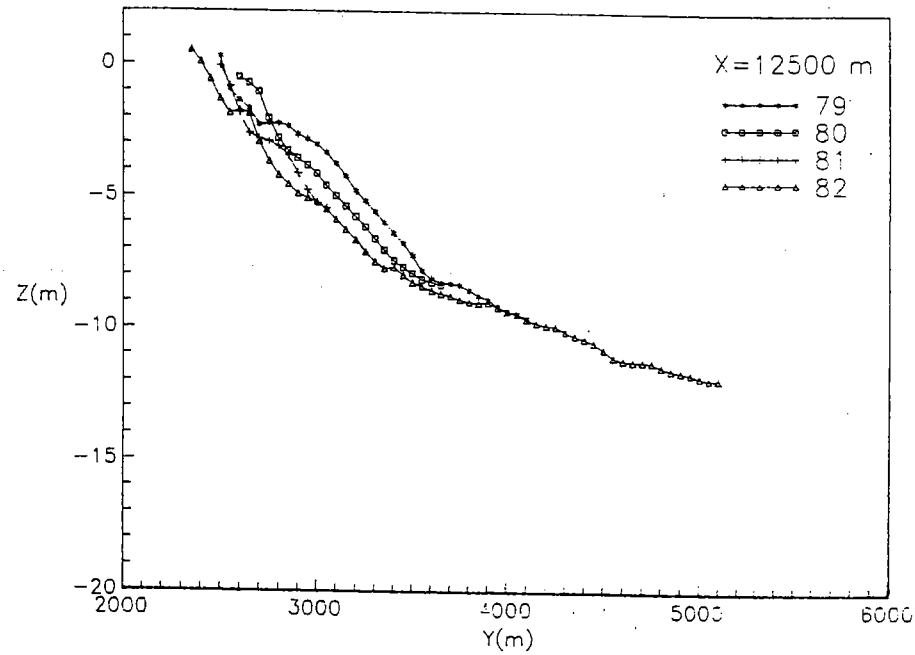


圖 14(g) 外傘頂洲X=12,500m斷面處，最近四年水深變化圖

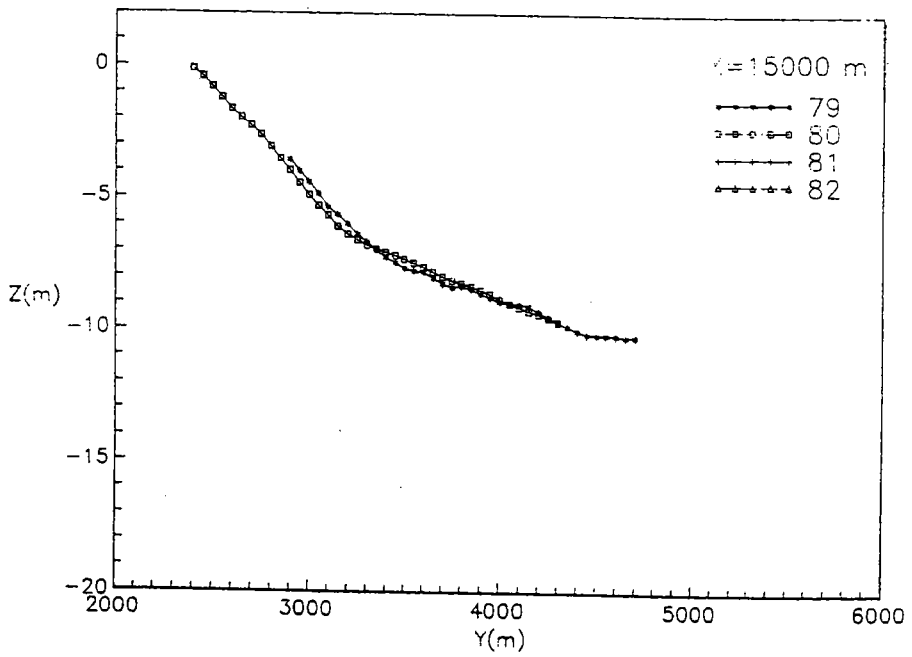


圖 14(h) 外傘頂洲X=15,000m斷面處，最近四年水深變化圖

從遙測影像看外傘頂洲五十年來的變化

吳啟南 工研院能源與資源研究所遙測技術室

摘　要

遙測影像忠實地記錄了攝像當時的海岸地貌，因此利用不同時期幾何校正、鑲嵌過的影像，可比較分析海岸的變化。本文綜合 1947 年以來的航照及 1973 年以來的衛星影像，分析外傘頂洲往東南方向侵蝕、後退的趨勢，包括沙洲的漂移及高潮線以上沙洲島的衰減現象，並與五十年前雲林海外海豐沙洲之演變作一比較以資鑑往知來。

壹、簡介

1999 年 7 月衛星影像圖中（圖一），外傘頂洲從雲林海岸外以 40 度往西南延伸出海，北端與海岸並不連接，其延長線與台子村北邊的金湖海岸相交，東距台子村南邊海岸 1.5 公里，全長 18.3 公里，最寬處 1.2 公里；其南端東距網寮海岸 14.3 公里，離南端往上 1.3 公里處的沙洲本體並有一長 2.5 公里的沙嘴向東南方之內海伸出，乃繞射迴流帶來泥沙沈積而成者。此圖攝像時潮位為 0.53 米，故低潮位時，外傘頂洲露出規模當更大。

外傘頂洲位於台灣西南海岸的北港溪口外，屬於洲瀉海岸外之濱外沙洲，此類海岸特色是沙洲羅列、沙洲與陸地之間形成瀉湖（Lagoon），隨著沉積作用之進行，瀉湖乃漸漸淤積變淺，形成沼澤地，再演變為潮埔地（Tidal flat），在高潮時淹沒，低潮時露出。本區海岸很多海埔地，如鰲鼓農場、東石海埔地、布袋海埔地及好美里海埔地等就是在潮埔地上圍墾而成的。在明、清時代，向西流入台灣海峽的河川帶來鉅量泥沙，堆積作用最強盛，海岸乃循上述過程逐漸向西成長。近年則因河川治理、水土保持工作及水庫興建成效，使漂沙來源減少，乃形成侵蝕海岸。

外傘頂洲在 1904 年地圖上即已標識其存在（石，1980），咸認其形成主因為本省輸砂量最大之濁水溪昔日從北港溪出海時，帶出大量泥沙隨沿岸流搬運、堆積而成者。民國元年日人實施河川整治計畫後，濁水溪被導流從現今西螺溪出海，北港溪乃自成水系，輸沙量因此大減，旺盛的堆積作用因此不再進行。

本區海域之潮差在 2 米之內，而外傘頂洲之出露面積隨潮汐而變化。其東側瀉湖深約 3 米，漁民在其內進行懸吊式蚵仔養殖。根據 79 年 10 月現場踏勘，洲上常年露出部份最高離海平面 3 米，上面具許多半月形沙丘，最高 1 米；地形上其西側面海處較高，其東側大片潮間帶則相當平緩，上有許多潮溝（Tidal channel），漁民在其內養殖文蛤。

外傘頂洲北段在舊地圖上稱為統汕洲，中間隔著潮流口，在 1904 及 1926 年地圖上，北段都比南段長；由於其結構與外傘頂洲密不可分，現統稱為外傘頂洲；在 1954 年地圖上即不再稱呼統汕洲。

遙測影像，包括衛星影像及航空照片，記錄了攝像當時的地表現況。因此不同時期的影像經過幾何校正、鑲嵌後可用來比對分析海岸的變遷。利用自 1973 年以來的衛星影像以及 1947 年以來的航空照片比對分析結果，皆顯示外傘頂洲的劇烈侵蝕後退現象（鄭及吳等，1990）（吳及李等，1991）（吳及彭等，1993）（吳及吳等，1996），有向陸地靠近及向南延伸趨勢。造成嘉南海岸外許多濱外沙洲的侵蝕後退營力，主要來自本區盛行的東北季風及其產生的沿岸流。本文綜合過去分析結果及利用 1992～1999 年衛星影像，探討外傘頂洲五十年來的變化。

貳、鑑往知來：五十年前的海豐沙洲及外傘頂洲

「今日視昔，猶後之視今」。從五十年來海豐沙洲的演變，比對、檢視近年來外傘頂洲的變化，可知外傘頂洲之結局將和海豐沙洲一樣，淪為潛沙洲，不再有露有高潮位面以上的沙洲島，並不斷侵蝕、後退、夷平與南移。現今雲林海岸外之沙洲皆是海豐及外傘頂洲邁入老年期後，不斷遭受侵蝕、南移、後退、分裂、合併等演進過程後的殘留沙洲（吳、吳及李，1996）。

圖二為雲林海岸民國 36/37 年及 83 年航照數位鑲嵌影像，經描繪海岸線及潮位線後的套疊圖，圖中顯現五十年前，雲林海岸外只有兩個大型沙洲，從海岸以 40 度角向西南延伸出海。北邊的姑且以其上面出露的海豐島名之為海豐沙洲，南邊的為至今尚存在，但已劇烈變化的外傘頂洲。

當時海豐沙洲從濁文溪口平行海岸南下，至新虎尾溪口始以 40 度角出海，延伸至少 13 公里（缺其南段資料），其上面有一露出高潮位面的海豐島，在台西外海 5.7 公里，面積 0.04 平方公里。由其地理位置知其沙源當來自於濁水溪及 1898 年草嶺潭崩潰時洪水沖出新虎尾溪所帶來的泥沙。圖中可見海豐海沙洲至民國 83 年時，因不斷遭受侵蝕及南移後退的結果，其殘存的部份已變為靠近及平行三條崙至箔子寮海岸外的潛沙洲，47 年間漂移了 10 公里；此殘餘沙洲至今已向南延伸至箔子寮港外，恐造成三條崙漁港及箔子寮漁港航道及港內淤塞問題。海豐沙洲在侵蝕、後退、南移的過程中，部份崩解的泥沙攤平、分散在新虎尾溪口及舊虎尾溪口海岸間的灘地上，形成開發海埔地的有利條件，促成民國 63 年及 76 年在此處海岸開發完成台西區及新興區海埔地，作為養殖漁塭用地。

圖三可看出五十年前外傘頂洲從箔子寮至金湖海岸間延伸出海，其根部至今則已南移至台子村北岸外，每年平均往南移動 80 米。圖三套疊 1994 年海岸線，圖中可見現今箔子寮漁港即座落在當時外傘頂洲的根部，港內水域在五十年前仍為圍墾地，此外港南 2.5 公里平方公里的圍墾地至今已淪為海域；侵蝕之烈致使「桑田變作滄海」，於此可得明証！顯然沙洲在時，宛如海上天然保護堤，保護海岸不受侵蝕；沙洲南移後，海岸隨之嚴重侵蝕。

四十年前海豐島上有駐軍、兵營及燈塔，其後隨著沙洲的侵蝕後退而灰飛煙滅。外傘頂洲從 20 年前至今亦有露出高潮線的沙洲島，雖然其位置及面積不斷變化（參下章），但上面不斷有養殖漁民搭建供休息用的海寮，及數次倒塌、重建的燈塔，至今（圖一）其沙洲島面積僅剩 0.527 平方公里。

鑑往知來，比較現今的外傘頂洲與五十年前的海豐沙洲，目前前者僅餘南端一小部份露出海面形成沙洲島，恰與民國 36 年的海豐島及海豐沙洲一樣，未來其亦將步上不斷侵蝕、南移及後退的命運，沙洲島終將消滅。

參、外傘頂洲近代的變化（1973～1999）

綜合 1973 年以來利用美國陸地衛星（Landsat）MSS（四波段）及 TM（7 波段）多光譜資料及法國 SPOT 衛星（多光譜 3 波段，全光段 1）資料，比對分析結果，外傘頂洲的變化如下：

1973 年至 1984 年間，外傘頂洲以逆時鐘方向往東南方向漂移，因此南段的漂移量較大，計移動 1.2 公里，平均每年 110 米，北段的漂移也有 500 米（圖四）。1973 年其露出乾沙長達 11 公里，位在沙洲西側，宛若海上長城，其南端寬達 1.2 公里；至 1984 年時，露出高潮線以上的乾沙部份斷為四塊，面積 2.05 平方公里，包括潛沙洲（當時潮位 0.12 米）面積則有 28.12 平方公里。

1986 年時，露出高潮線以上面積僅剩南方兩塊，面積約 1.2 平方公里，1990 年時則僅剩南邊三小塊乾露沙洲，面積 0.28 平方公里。

另外根據 1973 年及 1984 年衛星影像，分別與 1991 年 3 月水利局在外傘頂洲南段上地形測量結果比較（水利局，1991），相同潮位等高線間的年平均漂移率皆為 88 米。沙洲侵蝕、後退過程中，部份泥沙進入右側內灣沈積，因此沙洲漸被攤平分散，此可從水利局（1991）在沙洲南端實測零米線以上土方從 1982 至 1991 年間消失 1.008 百萬立方米，但零米線以上面積卻增加 0.0214 平方公里可見一斑。港研所（黃及簡等，1992）在 1990 年及 1991 年的實測等深線比較結果，亦顯示沙洲向東南方陸側的最大內移後退量約 110 米，平均約為 70 米。

利用 1973 年及 1992 年衛星影像比對結果，沙洲北段及南段的平均年漂移速率分別為 40 米及 86 米；此為 19 年間的平均，時間及距離拉長，

平均誤差較小。圖五為 1973 年與 1992 年的重疊影像，圖中明顯可見外傘頂洲在 19 年間相對位置。

圖六為外傘頂洲 1992/01/22 SPOT 衛星影像，圖七為將 1992 及 1996/07/06、1997/11/12 衛星影像中的潮位線描繪套疊在 1999/07/24 SPOT 衛星影像上以供比較，其攝像當時的潮位分別為 0.60、0.64、0.55 及 0.53 米。分析結果顯示外傘頂洲南段西側從 1992～1999 年間後退 530 米，同樣地其東側亦往東南前進 530 米，平均每年 70 米；但在鰲鼓外海的沙洲右側卻退縮了 1.1 公里；其南端亦往南延伸了 510 米。其北段的後退距離則較短。顯然外傘頂洲這個以北方為中心，逆時鐘方向旋轉，往東南方向漂移並南進的現象仍持續進行著。但此四個時期露出高潮線以上之乾沙洲面積分別為 0.223、0.196、0.469 及 0.527 平方公里（圖一），卻有不穩定的變化。

肆、結論

總結 1947 年以來的航照及 1973 年以來的衛星影像分析比對顯示，外傘頂洲正遭受嚴重的侵蝕、後退現象，整體有往東南方向逆時鐘旋轉、漂移趨勢，因此南段的年漂移速率較大，平均每年約 70～86 米，約為北段的兩倍；沙洲並且有往南延伸現象；其露出高潮線以上之乾沙洲面積，從 1984 年的 2.05 平方公里縮減至今只有 0.527 平方公里。

這個現象和五十年前雲林外海的海豐沙洲的演變過程一樣，外傘頂洲亦將步上海豐沙洲後塵，最終崩解分散在附近海域，尤其是其所屏障的內海之內，這就像海豐沙洲殘留的北段後退靠近台西外海沈積、促成新興區及台西區海埔地的開發一樣，雖然內海淤積有利於海埔地的開發，但以其內海之大，沙洲南段距海岸之遠（南端距網寮海岸 14.3 公里），其沈積環境與當初新興區及台西區海埔地開發前的狀況不可同日而語。大自然的營力未將沙洲推送到靠近海岸附近前即卻逕行圍填海埔地，恐怕是事倍功半的。

伍、參考文獻

1. 水利局，「八十年度台灣西海岸海埔地調查研究報告」，省水利局規劃總隊，1991。

2. 石再添，「台灣西部海岸線的演變及海埔地的開發」，師大地理學報，第六期，pp.1～29，1980。

3. 石再添，「台灣西南部嘉南洲潟海岸的地形又其演變」，師大地理學報，第五期，pp.11～36，1979。

4. 黃清和、簡仲璟及林柏青，「台灣西海岸沖淤調查研究（二）」，省交通處港灣技術研究所，#.81 研（四），1992。

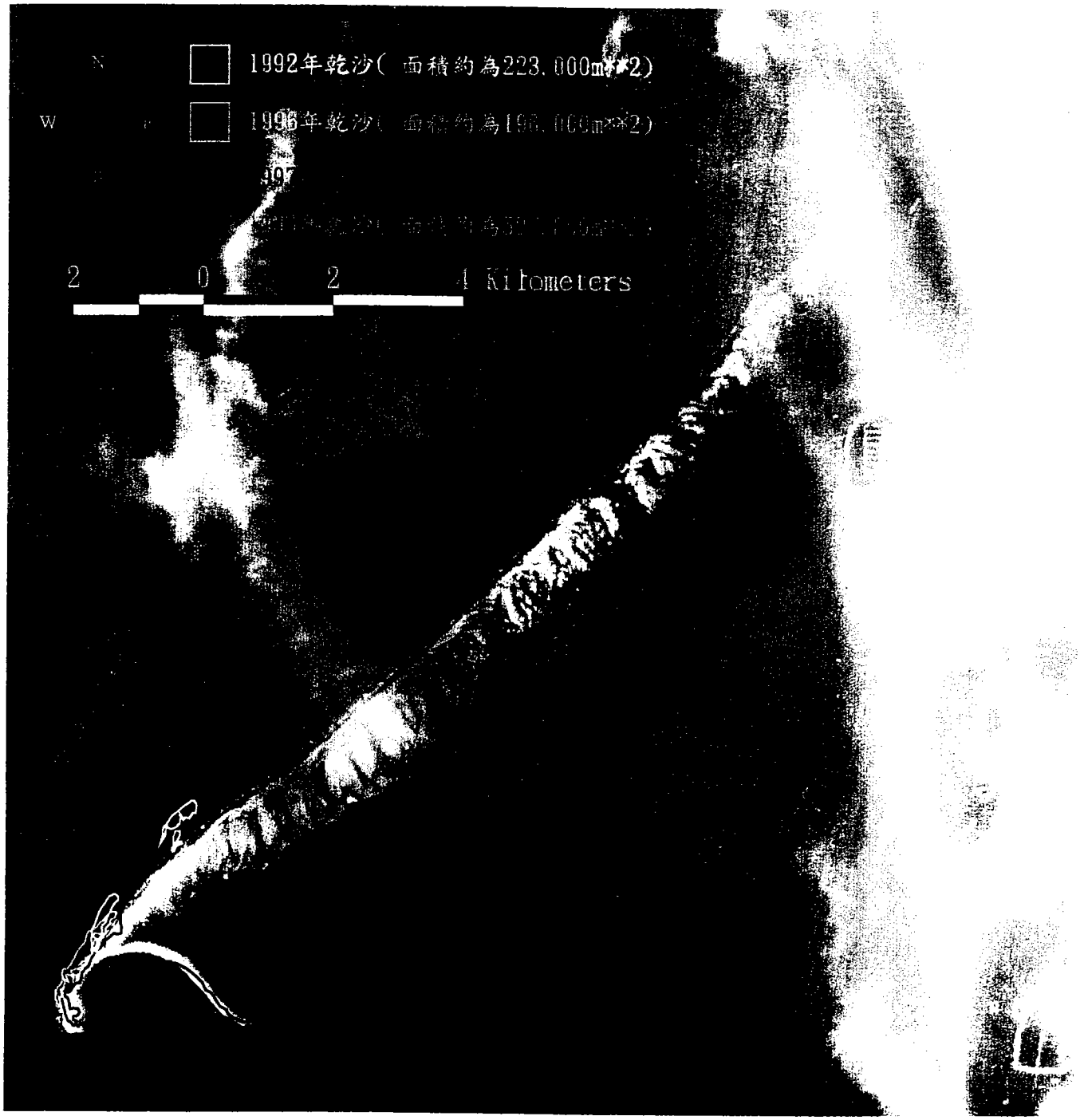
5. 鄭文哲、吳啟南、彭淼祥、蕭國鑫、李元炎，「嘉南地區海岸變遷研究（I）」，工研院能資所，第 80-R030 報告，pp.81，1990。

6. 吳啟南、李元炎、彭淼祥、蕭國鑫，「嘉南地區海岸變遷研究（II）」，工研院能資所，第 06-3-81-0039 號報告，pp.101，1991。

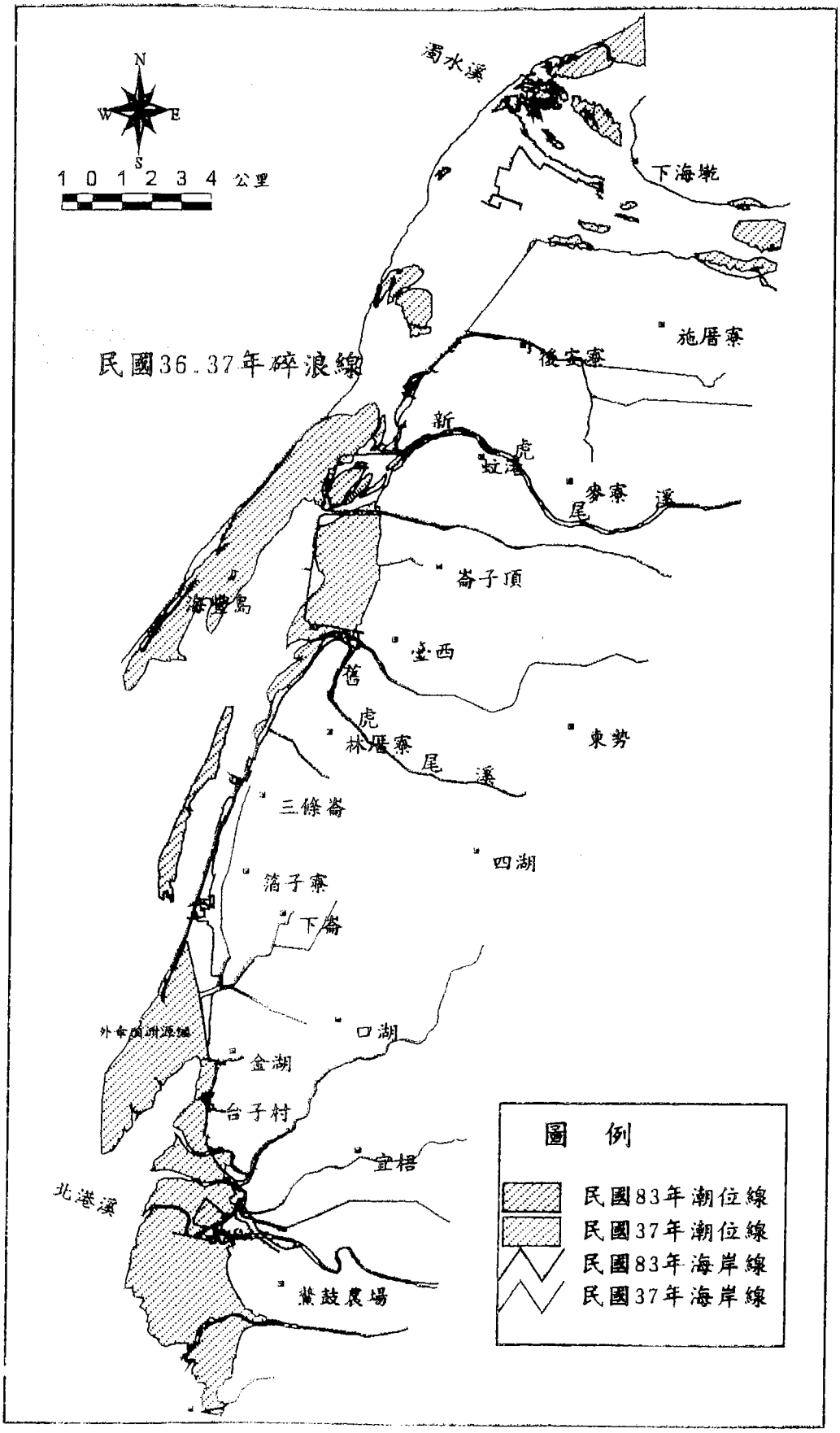
7. 吳啟南、彭淼祥、黃正昌，「多時衛星影像應用於外傘頂洲的漂移分析研究」報告，工研院能資所，第 06-3-82-0172 號報告，1992。

8. 吳啟南、吳哲榮、李元炎、蕭國鑫，「雲林海岸遙測變遷分析研究」報告，工研院能資所，第 06-03-86-0180 號報告。

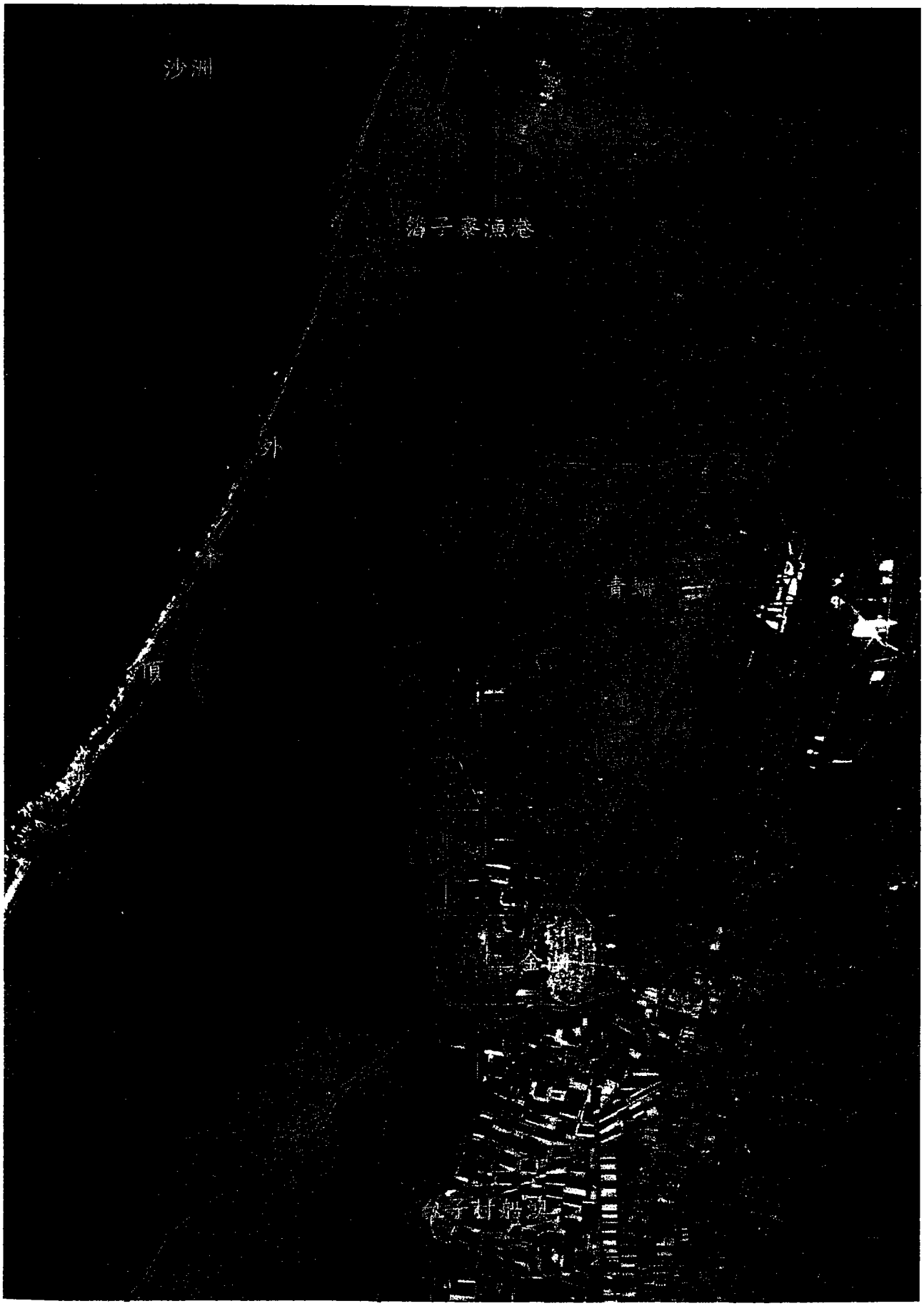
1999/07/24 SPOT4 1/3/4外傘頂洲衛星影像套疊1992~1997年乾沙區域



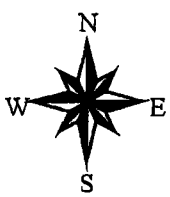
圖一、1999 年外傘頂洲 SPOT 衛星影像套疊 1992～1997 年乾沙位置圖



圖二、雲林海岸 1947/1948 年與 1994 年海岸線潮位線套合圖
（根據航照鑲嵌圖判釋）



圖三、1947 年箔子寮航照鑲嵌影像套疊1994年海岸線圖

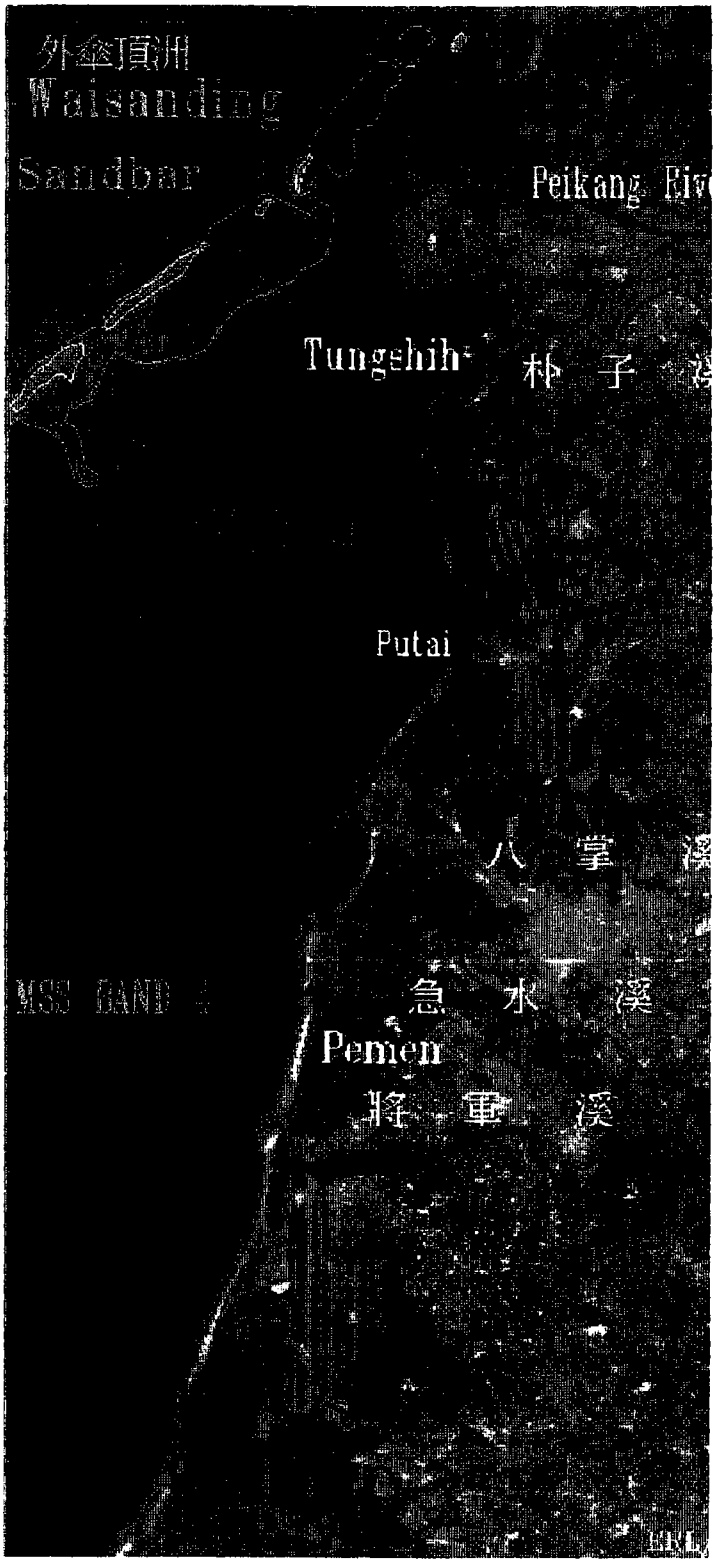


1994年海岸線

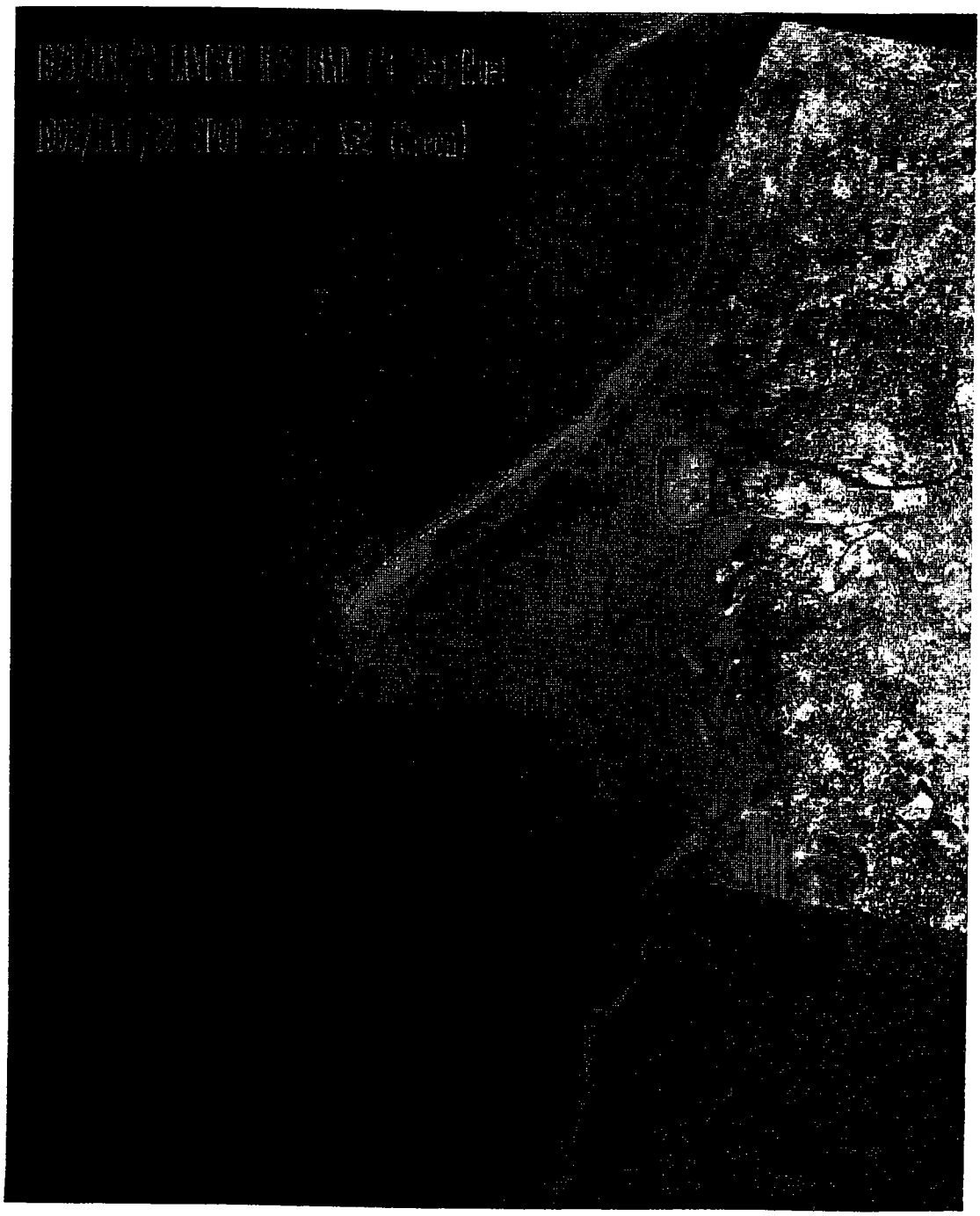
1994年外傘頂洲

500 0 500 1000 Meters

工業技術研究院
能源與資源研究所 遙測研究室



圖四、1973 年與 1984 年嘉南海岸套疊影像
圖中顯示外傘頂洲的相對位置

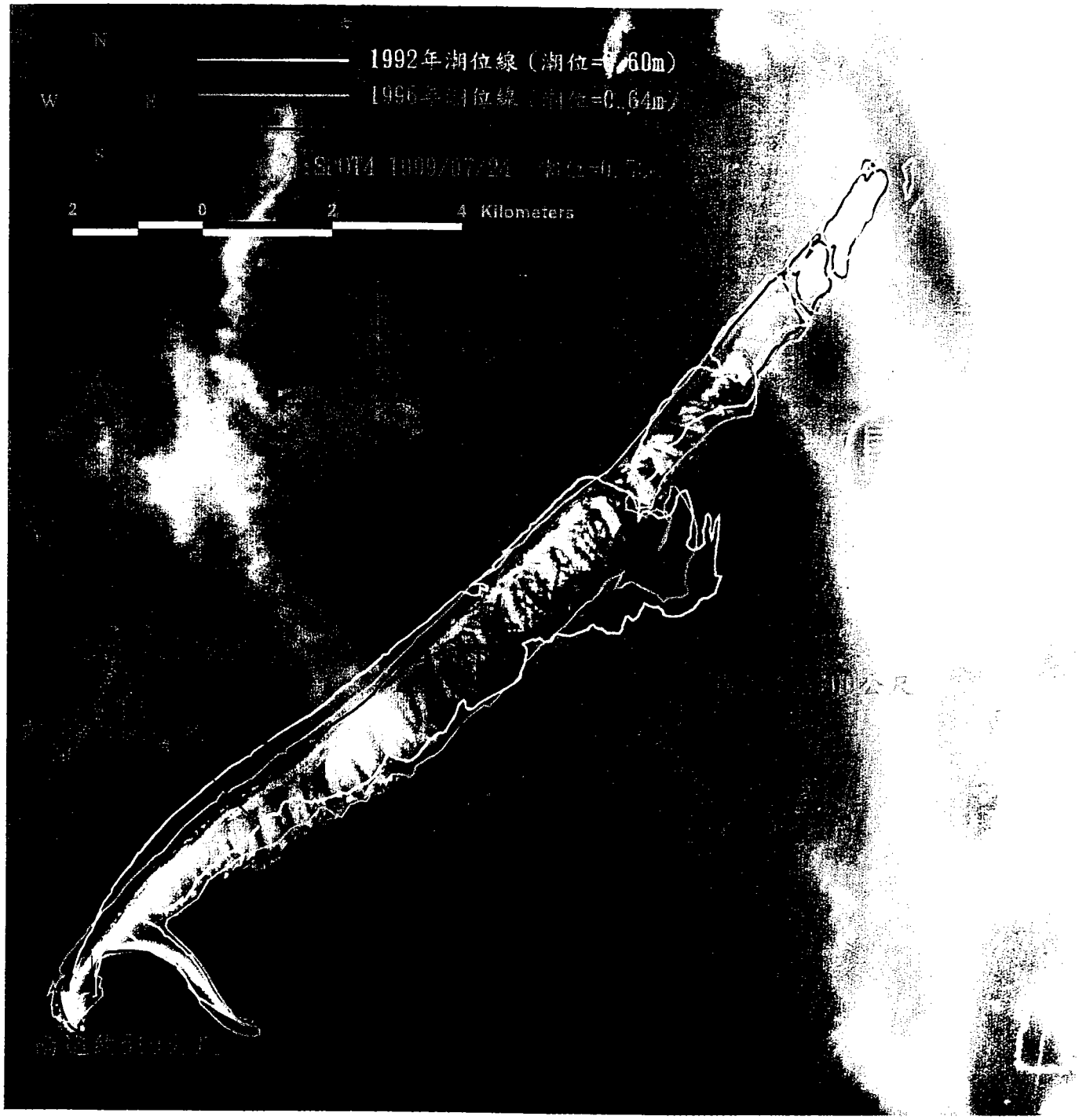


圖五、1973 年與 1992 年的外傘頂洲海域套疊影像
圖中顯示外傘頂洲的相對位置（比例尺：1/296,000）

1992/01/22 SPOT1/2/3外傘頂洲衛星影像

圖六、1992/01/22 外傘頂洲 SPOT 衛星影像圖

1999/07/24 SPOT4 1/3/4外傘頂洲衛星影像套疊1992~1997年潮位線



圖七、1999/07/24 外傘頂洲衛星影像套疊 1992～1997 年潮位線圖

外傘頂洲自然環境及社經條件

龔　誠　山　　中興顧問公司

雲嘉南地區臨海工業區開發探討

張 璠　經濟部工業局第五組組長

壹、前言

台灣自1952年實施經建計畫以來，工業發展向為我國經濟發展主力，從 1960 年起即積極推動工業區之開發，迄今已開發完成 95 處，加計已編定供廠商自行設廠用地，面積達 14,700 公頃，而現正開發中者面積約 19,500 公頃，此外，編定、規劃及擬議中者更有 16,300 公頃，總計達 50,500 公頃。而以雲嘉南地區而言，已開發完成之工業區約 21 處，加計已編定供廠商自行設廠用地，面積達 2,400 公頃，而現正開發中者面積約 13,800 公頃，其中最大宗者為雲林縣之雲林離島式基礎工業區，面積約 11,562 公頃，，編定、規劃及擬議中者更有 10,200 公頃，總計約達 26,400 公頃，與台灣地區較之，可知雲嘉南地區之工業區開發約佔全台灣之 52%，可謂未來工業發展之重心已從過去之高雄、桃園等地區移轉至雲嘉南地區，此也將改變本地區之產業結構及土地利用，並帶動地方發展。

工業區的開發不僅提供土地給工業發展，解決土地取得困難問題，避免工業生產活動干擾其他土地使用之運作，而所開發之工業區亦因應其年代、區位及開發目標等，有多種不同之類型，如一般綜合性工業區、基礎工業區、科技工業區、加工出口區、倉儲轉運專區、研發培育中心、軟體園區等。此等工業區為不同產業提供設廠之空間，且陸續達成其階段性之目標，在過去奠定了台灣經濟發展基礎，創造經濟發展奇蹟，而未來亦將對產業競爭力之提昇有直接助益。鑑於工業區開發政策有其階段性之目標與預期功能，加上社經環境背景之轉變，隨著能源基地之開發及台灣地區民眾環保意識提昇，對高污染性產業排斥，加以土地價格高昂等因素，近年來工業區之區位也由都市地區及其周邊之農地，漸漸轉移至河川旁之邊際土地，及海岸邊之土地，或利用填海造地方式，開拓新的工業發展領域。

由於雲嘉南地區之工業區開發可預期將成為台灣產業發展之重心，本文擬先探討臨海工業區開發之使命，再進一步分析雲嘉南地區工業發展背景、及其開發之課題與理念，藉以作為未來雲嘉南地區開發臨海工

業區之參考，期能提昇工業區開發之效益。

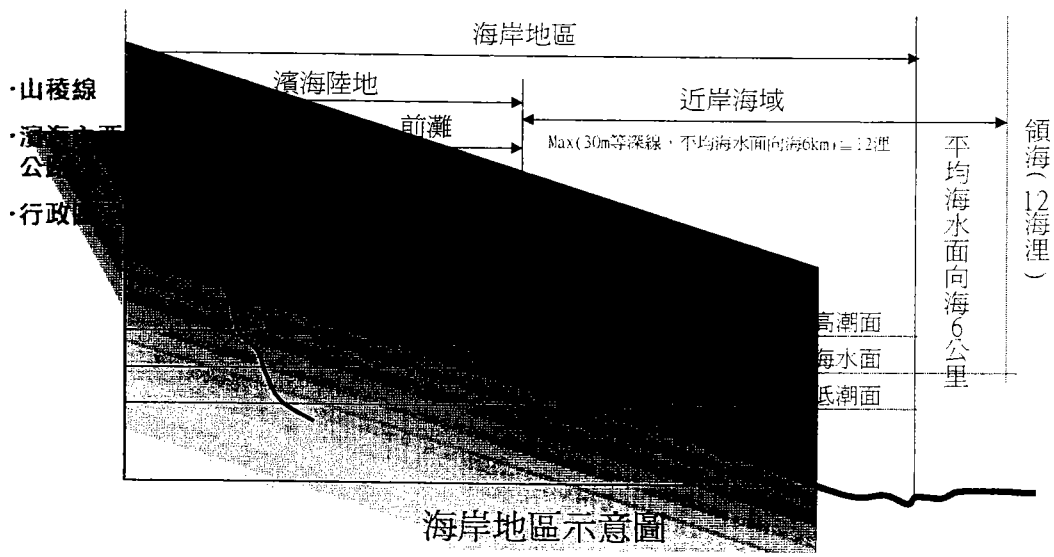
貳、臨海工業區開發之使命

依「台灣地區海岸管理計畫(草案)」中『海岸地區』之定義係包括濱海陸地及近岸海域，其劃定原則規定如下:

濱海陸地:以平均海水面至最近海岸之山稜線，或至地形、植被有顯著變化之處，或至濱海主要公路、行政區界、溝渠、宗地界線明確之處為界。

近岸海域:以平均海水面至等深線 30 公尺，或平均海水面向海 6 公里處，取其距離較長者為界，並不超過領海範圍(12 浬)。

因此，本文所探討之臨海工業區係指位於海岸地區之工業區，即濱海之土地、或利用填海造地方式填築之工業區。



海岸地區示意圖

2-1 台灣臨海工業區開發概況

(1)已開發完成之工業區

我國臨海工業區首創於民國 53 年編定之高雄臨海工業區，全區共分為四期，面積約 2,333 公頃，並分期於民國 54 年(第一期)、61 年(第二期)及 66 年(第三、四期)開發完成，係配合中鋼、中船及高雄港之開發，共有廠商約 560 家，由於鄰近高雄港，產業活動皆以高雄港為進出之港口。而後又於民國 64 年開發完成安平工業區，利用安平港內之浚挖淤泥填築港區附近之低窪地形，面積約 198 公頃，共有廠商約 520 家

高雄臨海工業區附近之林園工業區位於高屏溪旁，以高屏溪河口之砂源做為工業區填地之料源，於 64 年開發完成，約 388 公頃，林園工業區係引進石化產業，其所需之原料由高雄港附近中油之大林蒲卸油設施提供。另台灣電力公司位於大林蒲之火力發電廠，亦利用高雄港為煤料之卸貨港口。故此，高雄港、臨海工業區、林園工業區、中鋼、中船、大林蒲火力發電廠等便構成我國第一個能源基地，為十大建設之成果，並奠定我國重化工業之基礎，帶動經濟之起飛。

而為順應中部地區台中港之工業發展需求，於民國 69 年開發完成了台中港關聯工業區，面積約 140 公頃，共有 90 餘家廠商，主要係利用台中港作為原物料之運輸。

(2)開發中工業區

隨著經濟成長及長遠規劃我國未來重基礎工業重鎮，政府乃於民國 67 年規劃彰化濱海工業區，利用原有寓埔海埔地及彰化線西、崙尾、鹿港外海之潮間帶，以抽砂填海造地之方式開發工業區，故彰化濱海工業區成為我國第一個以開發海埔地之方式提供之工業用地，有別於傳統以海埔地之開發供農漁牧使用。惟受石油危機及經濟景氣之影響，彰化濱海工業區於 70 年暫停施工，復於 79 年復工，但受時空環境之改變及社會經濟之發展，與環保意識之提昇，彰化濱海工業區原規劃之基礎工業已調整為一般綜合性、低污染之工業，以期帶動地方繁榮。

再由台灣水泥製造業之發展來看，過去係多集中於西南部地區，配合產業東移政策及環保因素，政府乃於民國 78 年選定花蓮縣和平溪三角洲開發和平水泥專業區及和平工業港，面積約 451 公頃，並建造一工業港。此係目前東部區域利用濱海地區開發工業區之唯一案例。

至於北部地區濱海工業區之開發，工業局為促進宜蘭地區工業發展需求，於民國 68 年在蘇澳鎮濱海地區編定了利澤工業區，面積約 330 公頃，惟民國 70 年代初期經濟不景氣，致該工業區之開發停頓，至民國 76 年，台塑企業為配合石化中下游工廠建廠需要，購得部份土地以備開發，復因地方政府之反彈而宣告終止，故工業局又將土地購回開發，重新售予興辦工業人。此外，在北部工業重鎮之桃園地區，隨著內陸大園、觀音工業區於民國 68 年及 75 年開發完成後，為因應工業用地需求之驟增，及近便提供北部地區之油料輸儲使用，政府乃決定規劃開發桃園大觀工業區。大觀工業區位於大園及觀音二工業區之外海，亦採用填海造地方式開發，並規劃工業港一座，造地面積約 544 公頃，預計引進油料輸儲業、電子、機械等一般綜合性工業，目前已完成編定，正進行細部規劃，擬於民國 92 年開發完成。另在大觀工業區南側海域目前亦有興辦工業人擬填地開發之工業區，將作為液化瓦斯設廠基地，造地面積約 188 公頃，仍在編定作業中。

此外，工業局為推動我國未來基礎工業重鎮之開發，及受五輕事件等因工業區毗鄰都市之繁榮擴大，致污染糾紛頻傳之影響，政府乃有將具污染性之基礎工業集中設置於外海之議，於是從民國 78 年起開始進行基礎工業區之區位評選，以選擇適當之區位與空間供台灣地區未來電力、石油化學、煉油、煉鋼等基礎資源型工業及其中下游產業建廠之需，並於民國 79 年起開始就選定之雲林外海地區進行雲林離島式基礎工業區之各項規劃工作，其面積約 11,562 公頃，分為麥寮、新興、台西、四湖等區，並包括麥寮和四湖兩處工業港。其中麥寮區及麥寮工業港為台塑六輕計畫之基地，並於民國 83 年 7 月開工，正式開始我國 21 世紀基礎工業區之開發里程。

隨著經濟之發展，我國工業重心漸漸轉向於高科技之電子、機械及基礎產業，繼台塑六輕計畫之後，東帝士及燁隆企業亦選定台南七

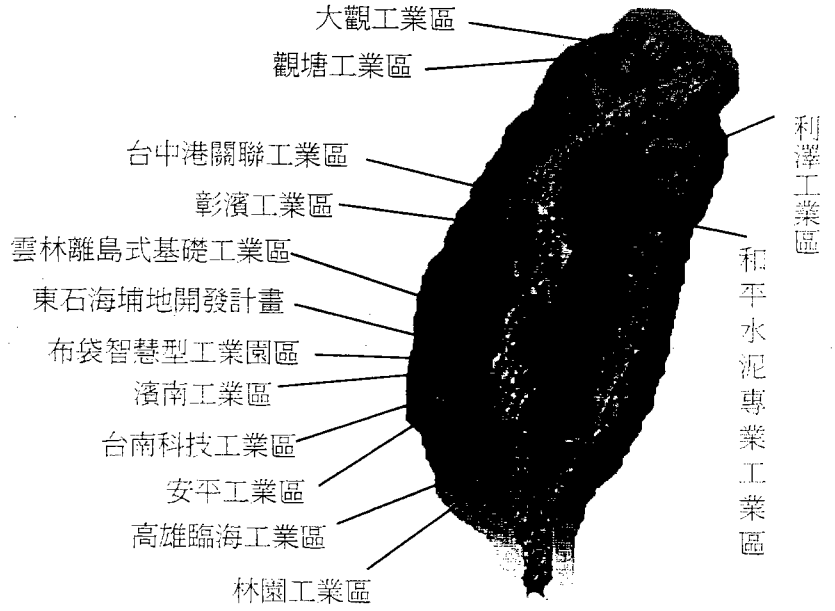
隨著經濟之發展，我國工業重心漸漸轉向於高科技之電子、機械及基礎產業，繼台塑六輕計畫之後，東帝士及燁隆企業亦選定台南七股鹽場外海之海埔地，擬規劃開發為濱海工業區，面積約 2,000 公頃，亦包括一工業港。預計引進煉油、輕油裂解、石化中下游及一貫化作業煉鋼廠，即所謂之七輕計畫，目前正辦理環境影響評估作業中。另中油公司等相關石化業者所組成之八輕計畫亦正積極於南部臨海地區覓地，尋求設廠之基地。

鑑於台灣內陸地區之土地取得日益困難，政府近年來所致力推動之科技工業區亦選擇了濱海工業區設置，即台南科技工業區，係利用台南市安南區濱海地區之鹽田予以填築開發，約 709 公頃，擬引進高科技產業，現正開發中。

濱海邊際土地之再利用，已為我國工業之發展帶來新契機。從高雄臨海工業區、安平工業區開始至雲林離島工業區等，歷時約有 30 年，臨海工業區之開發已由濱港工業區，逐漸走向濱海工業區、海埔地工業區之型態，並建有工業專用港，開發規模日益擴大，產業引進由一般綜合性產業、科技產業至重化基礎產業，充分表現我國經濟發展之新面貌。

表一 台灣臨海工業區開發現況表

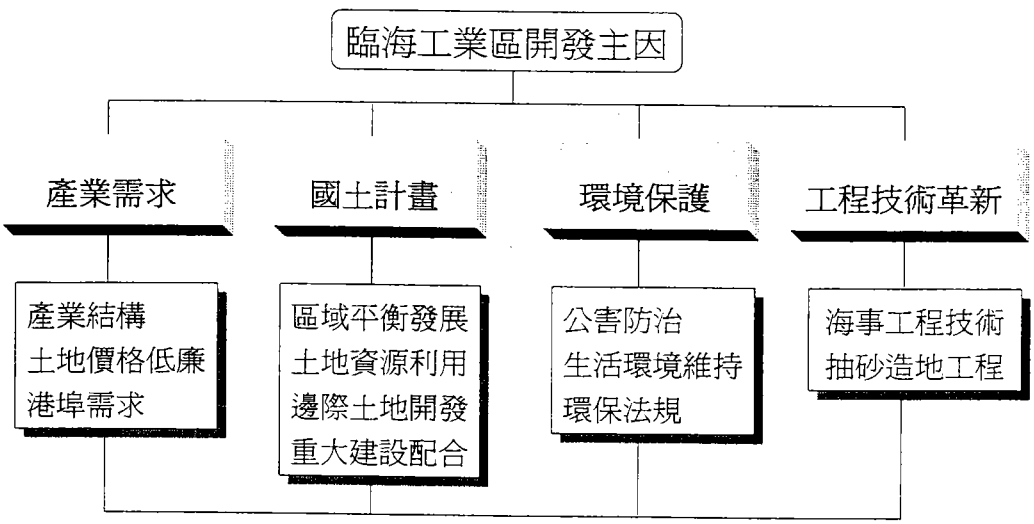
區域	工業區名稱	區位	面積(公頃)	性質	開發年期	備註
北部區域	利澤工業區	宜蘭縣蘇澳鎮	320	合性	9年~開發中	海陸地開
	大觀工業區	桃園縣大園、音外海	540	料輸儲、合性	編定，未發	埔地開，設工業
	觀塘工業區	桃園縣大園鄉	188	化瓦斯	定中	埔地開、設工業
中部區域	台中港關聯工業區	台中縣梧棲鎮	140	合性	4年~69年	海地區開、鄰港
	彰化濱海工業區	彰化縣伸港、西、鹿港外海	3643	合性	7年~開發中	埔地開發
	雲林離島式基礎工區	雲林縣外海	11562	礎工業	發中	埔地開，設工業
南部區域	東石海埔地開發計	嘉義縣東石鄉	約5500	合性	劃中	埔地開發
	布袋智慧型工業園	嘉義縣布袋鎮	695	合性	劃中	海陸地開
	濱南工業區	台南縣七股外	約2000	礎工業	定中	埔地開發
	台南科技工業區	台南市安南區	709	技工業	發中	海陸地開
	安平工業區	台南市南區	198	合性	0年~64年	海地區開、鄰港
	高雄加工出口區	高雄市	68	合性	4年~55年	海地區開、鄰港
	高雄臨海工業區	高雄市前鎮、小港區	2333	合性	2年~66年	海地區開、鄰港
	林園工業區	高雄縣林園鄉	388	油化學	2年~64年	海地區開
東部	和平水泥專業工業	花蓮縣秀林鄉	451	泥工業	發中	海地區開，設工業



圖一 台灣臨海工業區開發分佈圖

2-2 臨海工業區開發之使命

臨海工業區之開發為我國工業區發展揭開新世紀，其亦隨著產業結構及社經之變遷，背負著新的使命，以下將從產業需求變遷、國土計畫、環境保育及工程技術革新等各方面探討臨海工業區開發之主因。



(1)產業需求

影響產業在選擇工業區之區位因素主要包括土地、資源、交通、勞力及政策等條件，分述如下:

1.土地:坡度、高程、斷層、環境承受力、地價、權屬、規模等。

2.資源:水資源、電力、電信、電訊、公共設施等都市活動。

3.交通:聯外可及性、原料及產品運輸方式、原料及產品運輸成本。

4.勞力:勞工充足度及穩定度、勞力品質及技術層次、工資水準等。

5.政策:空間及產業發展政策、獎勵及優惠措施適用、土地使用限制及保育等。

而綜觀台灣地區工業區區位之變動從 50~90 年代集中於北高都會區、60~69 年代以西部走廊主要都市地區及農村地區為主、70~79 年代則配合區域均衡發展及產業東移調整工業區位、至 80 年以後則主要著重於策略性工業區之開發，如基礎工業區、科技工業區及智慧型園區等，而其中以目前開發中、編定中或規劃中者便有 27000 公頃(75%以上)係位於臨海地區。而此區位上之變動反應在產業需求上主要即為：

1.產業之區位需求

工業類型	特性	產業分類	區位
都市勞力型	生產過程中使用勞力較為密集之工業，而產品之銷售以接近市場直接供應為宜，或需依賴都市地區之中樞管理機能	成衣及服飾品業、皮革毛皮製品業、造紙及印刷業、塑膠製品業、橡膠製品業、雜項工業等	都會區外之中小型都市
都市技術型	生產過程中使用較富技術性之勞力，並依賴關聯工業提供零組件、技術及服務者，而其產品以供應其他相關產業之所需或國內外消費市場。此類工業多存在市場或關聯產業及中樞管理機能發達之都會地區	金屬製品、機械設備、電子、電器、運輸工具、精密器械業等	都會區之衛星市鎮
基礎資源型	多屬大型工業，大多需仰賴國外輸入資源並製造國內所需原料，為便利輸入原料及接近海外市場，此類產業多設於濱海或港口地區	化學材料業、化學製品業、石油及煤製品業、金屬基本工業	資源所在、交通便捷、近港口之區域
地方資源型	以依賴地方特有資源為其發展條件，此類產業係隨資源之分怖而分散各地，大都發展於人口中心以外之地區	食品業、飲料及菸草業、木竹及傢具業、紡織業、非金屬及礦物製品業	都會區外之中小型都市、資源所在之區域

由上可知，基礎資源型工業因規模大，且依賴港口，故其在區位選擇上多設於臨海地區。

2.產業結構之變遷

根據相關文獻研究，觀察經濟先進國家的發展軌跡，產業結構有日益軟體化的趨勢。

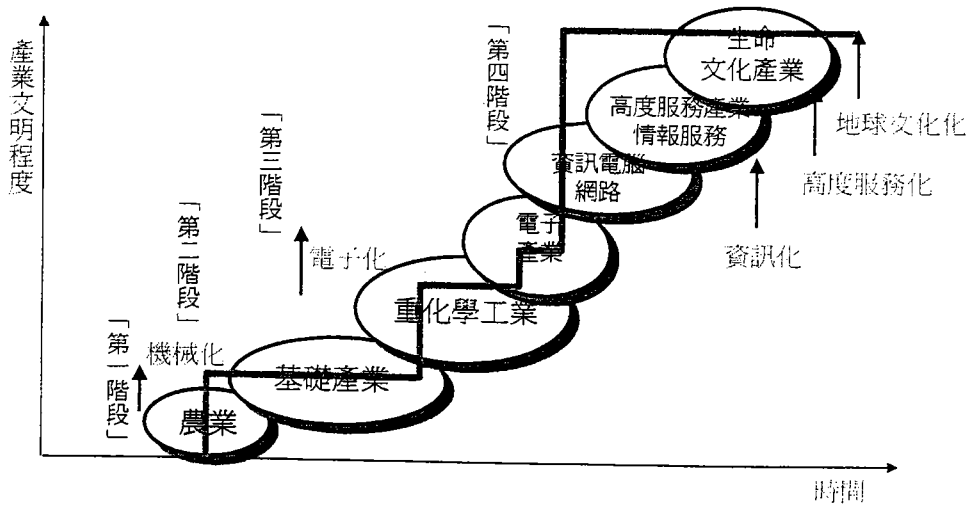
第一階段在工業化之前，最早期的經濟發展是以農業為基礎，隨著工業革命的來臨，首先發展的是基礎產業，如電力、海運、鐵路、煤、銀行、商業等之興起。

第二階段的工業發展為機械化，主要的發展為重化工業，包括鋼鐵、石油化學、機械設備(包括運輸工具、電機設備及一般機械等)。

第三階段的工業發展則是電子化時代的來臨，產業發展以電子產業為主，主要包括以電腦及半導體為基礎的各項產品，如汽車電子、能源電子、家庭電子及辦公室電子等產品，「輕薄短小」與「高附加價值」是此類產品最大的特色。

第四階段則進入了資訊化的時代，以電腦通信網路為基礎的產業開始迅速成長，包括各種資訊系統的開發，資料庫之提供、衛星通信以及智慧型建築的興起。隨著通訊網路之發達，高度服務產業也隨之興起，包括資訊通訊服務、資料庫服務、醫療服務、各種資訊服務，及各種新型服務業的興起。長期的發展趨勢則是生命文化產業的興起，包括生化產業(生物醫療、生化農業等)、人工智慧利用產業以及文化產業(如宗教、藝術等)的蓬勃發展。

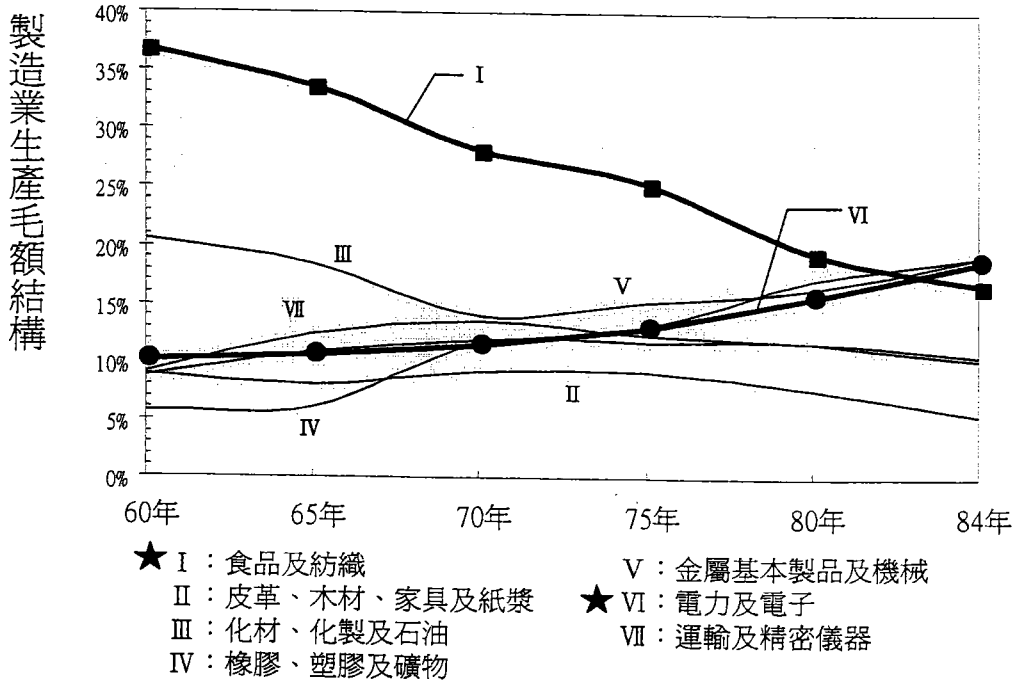
另就台灣各製造業生產毛額結構之變化來看，傳統之食品及紡織業有逐年遞減之勢，電力及電子業則逐年上漲，石化業及金屬製品等業則呈穩定趨勢。然政府為因應全球氣候變化綱要公約之京都議定書中對二氧化碳排放之國際規範，將石化、鋼鐵、水泥等產業視為高耗能產業而限制其發展，已石化業為例，石化產業係定位以內需為主、擴大規模、提高自給率(預估 2006 年自給率達 60%)，並調整產業結構，以生產高附加價值之石化產品。



依上述產業結構變化趨勢，亦影響工業區之開發特性:

小型農村工業區、綜合性工業區、加工出口區 →石化工業區(大

小型農村工業區、綜合性工業區、加工出口區 ➔石化工業區(大社、林園等) 、基礎產業工業區➔科學園區、科技工業區、智慧型園區



3.土地取得

鑑於內陸地區地價飆漲，造成工業區開發土地取得困難，而臨海地區多屬邊際土地或公有地，土地取得較易，可降低產業之土地投入成本，並提昇競爭力及設廠意願。因此工業區之開發乃逐漸朝濱海地區推進。

4.港埠需求

鑑於基礎工業及近年來所積極推動亞太營運中心計畫中對港埠之需求，臨海工業區之開發可提供港埠設施，以降低運輸成本並提高產業競爭力。

(2)國土計畫

就整體國土計畫而言，臨海工業區之開發具備重要使命，可由以下幾點觀之:

經建會於「國土綜合開發計畫」中揭示重建國土新秩序，促進區域均衡及調和城鄉發展。而台灣臨海地區長期以來多屬發展落後地區，藉工業區建設之投入將可帶動其鄰近地區之繁榮發展。

2.土地資源利用

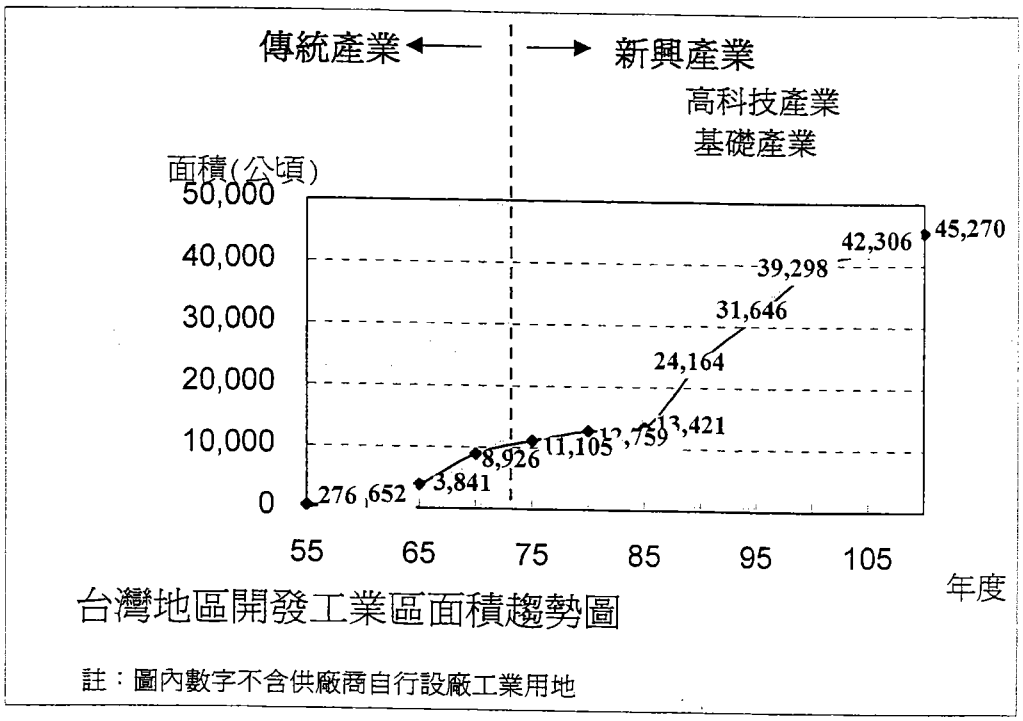
在內陸地區土地資源有限，及減少土地徵收之爭議，海岸土地之開發或填海造地為必然之趨勢。且填海造地除創造產業生產用地外，另亦係透過與海爭地手段，增加國土面積。

3.邊際土地開發，落實地盤沉陷防治之執行

藉由臨海邊際土地之開發提高土地利用效益，加以台灣沿海地區現多為漁塭養殖使用，而由於地下水超抽，致沿海地區普遍呈現地盤下限問題，故轉變其土地使用型態，開發為工業區，促使沿海居民轉業，提高邊際土地利用效益，為一積極之作法。

4.重大建設配合

依下圖台灣歷年工業區開發規模之演變可知，至民國 80 年以前開發規模係隨產業發展穩定成長，然 80 年以後因策略性工業區(高科技工業、基礎工業)積極投入規劃建設，致工業區規模激增，如都能順利推動開發，預期至民國 110 年可達 45,000 公頃以上，而其中多數係位於臨海地區，顯見濱海地區乃國家重大建設集中之地區。



台灣地區開發工業區面積趨勢圖

註：圖內數字不含供廠商自行設廠工業用地

(3)環境保育

過去生產場所是以「客廳即工廠」之住工混合型態呈現，然隨著工廠規模之日益擴增及生產行為之複雜化，環境保育之理念逐漸被重視。因此工業區之開發除對產業發展有直接助益外，同時亦需兼顧環境保育，以落實公害防治之執行。

由以污染性工業隨著環保意識之提高，被要求應遠離都市，與都市發展及人口聚集地隔離，以減少環保糾紛，即所謂之「地方不要之設施」(LULUs，Locally Unwanted Land Uses)或「莫在我家後院」(NIMBY，Not In My Backyard)所引起之鄰避症候群。故為避免公害糾紛，維持都市生活環境品質，臨海工業區之開發乃為污染性工業選擇設廠之最佳途徑。

(4)工程技術革新

臨海工業區之開發除一般工業區開發須注重之交通、土地、區位、引進產業、公共設施、工程成本、環保等問題外，復由於其所處區位及自然條件之限制，另須面對砂源、堤防、填地高程、排水、開發規模、海域水質、海岸地形變遷、鹽害、防風林植栽、景觀、港口與法令限制等重要課題。而隨著海事工程技術之革新，及國內

外眾多開發案之經驗傳承，都促使臨海工業區開發可行性提高，並可藉各種規劃手法及管制減低對海域生態環境之危害，同時克服因沿海自然環境較惡劣，所可能對生產活動之危害。

參、雲嘉南地區工業區發展背景

3-1 台灣工業區發展背景

台灣地區之工業區開發因經濟型態及社會結構之不同而有所改變，其演進大致可歸納為五個時期:

(1)經濟目標為主時期(民國 49 年~60 年)

此一時期約自創設六堵工業區起至民國 61 年政府公布「加強農村建設重要措施」方案為止。由於此時正值我國促進工業化，加速經濟發展的最重要階段，因此工業區的開發著重於配合工業發展及相關經建計畫。開發目標為：

1.配合工業發展，改善台北及高雄等地區工業投資環境，以解決廠家設廠用地之需要。

2.合重大經濟建設計畫，發展相關工業;如苗栗頭份石化工業區(配合當地天然氣之開發，發展人纖工業)、高雄臨海工業區(配合高雄港擴建計畫，發展外銷加工業及需要水運之重工業)、及大社工業區(配合第二座輕油裂解計畫，發展中游石化工業)等。

開發區域著重在北部及南部區域，尤以台北、高雄兩都會區為甚，開發區位以區域中心及一般市鎮為多，開發規模則偏向大型工業區的開發。

(2)配合加強農村建設時期(民國 61 年~62 年)

民國 61 年政府鑒於農村地區普遍人口外流，影響農村發展至鉅，乃公布「加強農村建設重要措施」，其中第九項措施為「鼓勵農村地區設立工廠」，期藉農村地區的工業發展，創造就業機會，穩定農村人口。基於此一政策，政府積極推動農村地區的工業區開發工

作，開發目標為：

1.發展小型農村工業區:增加農閒時的工作機會，提高農民收入;

2.設置中型工業區:穩定發展較慢鄉鎮的人口遷移，及遏阻勞動人口外流;

3.配合工業發展而設置的工業區:此時期的目標除穩定農村人口外，亦兼顧大都市附近地區工業用地的需求闢設工業區。

本階段編定開發區域著重在北部及南部區域，開發規模則偏向大型工業區。

(3)配合各地區工業發展時期(民國 63 年~70 年)

此一時期工業區的開發是配合各地區工業發展為主要目標。為因應各地區工業發展的需要，乃採分散機動設置方式普遍設置工業區，各地區亦因工業區的闢設而帶動地區發展，故本階段工業區的開發對地區發展亟有關連;且藉由地區發展，遏阻農村人口向大都市流動，對紓解台北及高雄兩大都會區發展膨脹的壓力，亦頗具間接意義。

本階段編定開發區域著重在中部及南部區域，開發區位以一般市鎮為多;開發規模則偏向於特大型及大型工業區的開發。

(4)促進產業升級時期(民國 7I 年~80 年)

由於民國 65 年以後工業區土地出現滯銷情形，有關工業區的開發遂日趨保守，且民國 69 年所修訂的「獎勵投資條例」決定停止核發工業用地證明書後，都市計畫範圍以外的工業用地來源只剩下政府開發工業區、編定工業用地、及為數極少的民營工業區。因此，本階段工業區開發的類型為:延續上一階段未開發完成的工業區、為特定企業發展而開發的工業區、為配合產業升級而開發的工業區、更新已開發的工業區等。

本階段的實行年期為十年，但所編定開發的工業區處數及面積卻比「配合加強農村建設時期」(實行年期僅二年)為少，顯示「配

合各地區工業發展時期」在各地區大量、大規模編定開發的工業區仍有相當數量的工業用地未盡使用，造成土地存量大增，在此影響下乃修改政策方向，對工業區開發的區位選擇與規模編定更加謹慎。

(5)國家建設六年計畫時期(民國 81 年~86 年)及亞太營運製造中心計畫

為了「增進土地使用效率，謀求區域均衡發展」，國建六年計畫擬具調整產業區位的政策措施，目的為加速工業用地開發並強化管理，以提高土地利用效率。

產業區位規劃在工業區位方面，有三項目標：

1.配合產業結構轉變，因應產業升級發展需要，指定工業區位，具體措施是：

(1)在桃園、新竹、台中、雲林、嘉義、台南等適當地區選擇三至四處設置科技工業區。

(2)積極於雲林濱海地區規劃開發離島式基礎工業區及考慮於苗栗等地規劃開發濱海工業區。

(3)建設花蓮縣和平水泥專業區。

2.促進區域均衡發展，調整工業區位:

為了促進區域均衡發展，國建六年計畫主張：

(1)台北市與高雄市，宜透過都市計畫法及土地使用分區管制規則的施行，限制不適宜的工廠在市區發展設立，並宜在外圍地區配合交通系統之建立，籌設工商綜合區。

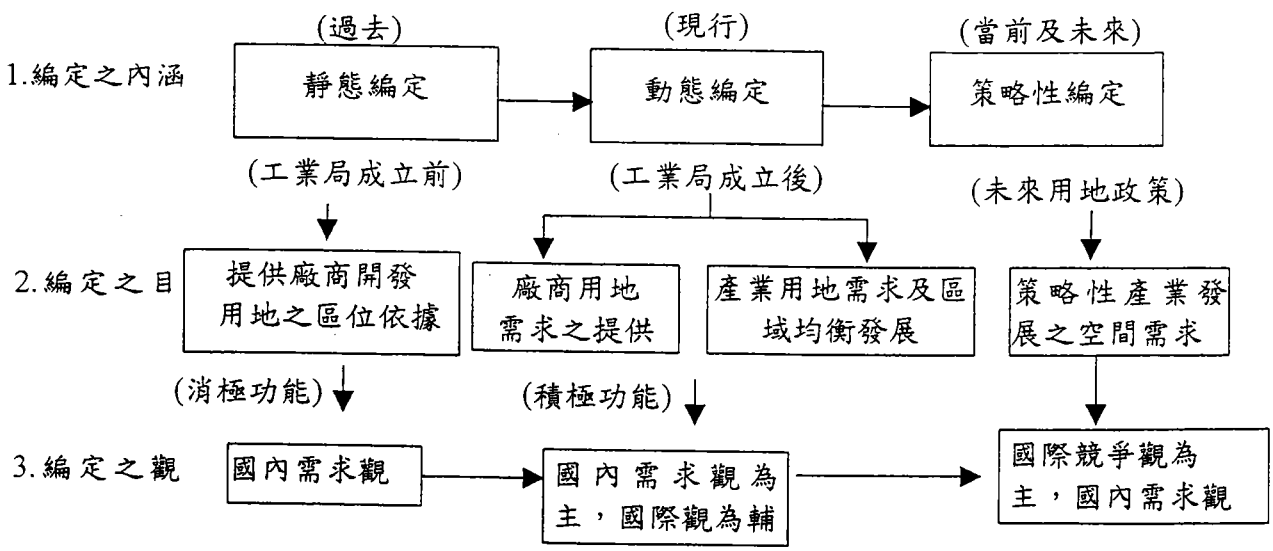
(2)對於東部的花蓮與台東，西部的雲林、南投、嘉義等地區，宜採取據點發展策略，適時開發小型工業區，並透過當地交通建設與公共設施投資興建等方式，以改善投資環境，帶動當地繁榮。

3.結合生活圈建設，妥善利用當地資源:

為了結合地方生活圈建設，國建六年計畫主張勘選適當地點設置工業區，並引進適合當地發展的工業。
本階段工業區的開發與其他階段最大不同點在於雲林、台南二處科技工業區的開發，以因應產業結構轉變及產業升級發展的需要。
而在發展台灣成為亞太製造中心計畫中，則推動設置智慧型工業園區，調整加工出口區功能，設置倉儲轉運專區，以期創造優良之投資發展環境。

由台灣地區歷年來開發完成的工業區，以開發目標及面積規模分析後，可窺其在時間軸上之分布型態，早期開發工業區的開發集中於南、北兩區；晚期工業區的開發為配合各地區均衡發展而逐漸分散，且在工業區之區位選擇上逐漸由內陸轉移至濱海地區。開發規模則偏向於特大型及大型工業區的開發。

此外，亦可看出台灣工業用地之編定目標隨時代背景之演變具有不同之意義，過去僅單純之提供廠商設廠之區位，未來則是以策略性產業發展空間之塑造為依歸，因此在區位選擇、規劃內容等方面需有更完整之考量。



表二　台灣地區工業區開發目標暨工業區統計表

演變階段	開發目標	工業區名稱	編定年月	開發年月	完成年月	原開發性質	位置	現況面積(公頃)
經濟目標為主（民國49年—60年）	配合工業發展	六堵工業區	49	49.10	52.06	綜合性	基隆市七堵區	59
		頂崁工業區	52	53.06	54.12	綜合性	台北縣三重市	13
		龜山工業區	52	55.01	56.06	綜合性	桃園縣桃園市龜山鄉	127
		內壢工業區	52	56.10	58.12	綜合性	桃園縣中壢市	43
		平鎮工業區	58	58.02	61.06	綜合性	桃園縣平鎮市	97
		仁武工業區	59.07	59.08	60.06	綜合性	桃園縣仁武鄉	21
		桃園幼獅工業區	59.12	60.06	61.12	綜合性	高雄縣楊梅鎮	65
		樹林工業區	59.04	60.08	61.09	木器專業	台北縣樹林鎮	22
		安平工業區	60	60.10	64.07	綜合性	台南市南區	198
	配合經建計畫	高雄臨海工業區(配合高雄港)	52	52.06	54.06	綜合性	高雄市前鎮區、小港區	1,177
		頭份工業區(天然氣開發)	52	57.01	65.02	石油化學	苗栗縣頭份鎮	96
		大社工業區(配合輕油裂解)	59.04	59.06	60.06	石油化學	高雄縣大社鄉	115
配合加強農村建設（民國61年—62年）	小型農村工業	元長工業區	61.05	62.08	62.08	農村工業	雲林縣元長鎮	16
		竹山工業區	61.12	62.03	62.08	農村工業	南投縣竹山鎮	23
		埤頭工業區	61.12	62.07	63.05	農村工業	彰化縣埤頭鄉	18
		義竹工業區	61.07	62.11	63.05	農村工業	嘉義縣義竹鄉	16
	中型工業	西螺工業區	58	61.06	62.05	綜合性	雲林縣西螺鎮	86
		鹽田工業區	61.03	61.07	63.06	綜合性	雲林縣大埤鄉	39
	遏止人口外流	福興工業區	61.12	62.03	62.09	綜合性	彰化縣福興鄉	43
		義大工業區	62.07	63.03	64.12	綜合性	嘉義縣太保鄉	60
	配合工業發展	大武崙工業區	58	61.12	62.12	綜合性	基隆市安樂區	30
		土城工業區	61.07	62.03	64.09	綜合性	台北縣土城市	107
		鳳山工業區	63.01	62.04	63.06	汽車修配	高雄縣鳳山市	11
		中壢工業區	61.01	62.07	65.12	綜合性	桃園縣中壢市	427
配合各地區工業發展	配合各地區工業發展	北部特定工業區	61.05	62.01	65.10	石油化學	桃園桃園市、龜山鄉	478
		台中工業區	61.06	62.07	66.05	綜合性	台中市西屯區、南屯區	581
		永安工業區	62.02	62.09	64.12	綜合性	高雄市縣永安鄉	73
		林園工業區	62.07	62.10	64.12	石油化學	高雄縣林園鄉	388
		屏東工業區	62.05	62.11	64.12	綜合性	屏東縣屏東市	156
		美崙工業區	62.09	63.01	65.10	綜合性	花蓮縣花蓮市	136
		官田工業區	63.01	63.04	66.06	綜合性	台南縣官田鄉	227
		池上工業區	63.03	63.06	63.10	蠶絲加工	台東縣池上鄉	4
		南崗工業區	63.01	63.10	69.04	綜合性	南投縣南投市	411

表二 台灣地區工業區開發目標暨工業區統計表(續一)

演變階段	開發目標	工業區名稱	編定年月	開發年月	完成年月	原開發性質	位置	現況面積(公頃)
配合各地區工業發展（民國63年—70年）	配合各地區工業發展	新竹工業區	63.06	63.10	66.07	綜合性	新竹縣湖口鄉	532
		龍崎工業區	63.04	64.07	65.07	國防工業	台南縣龍崎鄉	342
		台中港關聯工業區	63.05	64.07	69.04	綜合性	台中縣梧棲鎮	140
		大發工業區	62.07	64.10	67.06	綜合性	高雄縣大寮鄉	391
		大園工業區	61.10	65.01	68.01	污染性	桃園縣大園鄉	197
		台中幼獅工業區	63.02	65.01	67.03	綜合性	台中縣大甲鎮	218
		銅鑼工業區	63.04	65.03	67.05	綜合性	苗栗縣銅鑼鄉	50
		龍德工業區	65.10	66.01	67.12	綜合性	宜蘭縣冬山鄉、蘇澳鎮	236
		新竹科學工業園區第一期	65.11	66.10	72.06	科技工業	新竹縣寶山鄉、新竹市	380
		民太工業區	63.04	67.07	69.10	綜合性	嘉義縣民雄鄉	244
		永康工業區	63.02	67.09	70.04	綜合性	台南縣永康市	75
		芳苑工業區	69.01	67.11	71.06	綜合性	彰化縣芳苑鄉	160
		林口特定區「工三」工業區	67.01	68.01	71.02	綜合性	桃園縣龜山鄉	123
		彰化濱海工業區	66.09	68.02	—	綜合性	彰化縣	502
		瑞芳工業區	63.04	68.04	71.03	綜合性	台北縣瑞芳鎮	38
		屏南工業區	63.04	68.08	76.11	綜合性	屏東縣佳東鄉	276
		斗六工業區	67.07	68.08	71.02	綜合性	雲林縣斗六市	55
		朴子工業區	67.07	68.08	70.06	原料工業	嘉義縣朴子鎮	21
		林口特定區「工二」工業區	68.01	68.09	71.02	綜合性	台北縣林口鄉	55
		觀音工業區	69.03	69.06	79.12	綜合性	桃園縣觀音鄉	626
		利澤工業區	68.04	69.07	76.10	綜合性	宜蘭縣蘇澳鎮、五鄉	320
		豐樂工業區	69.03	69.07	71.12	綜合性	台東縣台東市	18
		內埔工業區	65.06	69.10	73.02	綜合性	屏東縣內埔鄉	99
		新營工業區	70.03	70.08	72.11	綜合性	台南縣新營市	124
		竹南工業區	70.03	70.10	73.09	綜合性	苗栗縣竹南鎮	78
促進產業升級時期（民國71—80年）	促進產業升級時期（民國71—80年）	五股工業區	70.07	71.06	76.02	綜合性	台北縣新莊市、五股鄉	141
		新竹科學工業園區第二期	71.08	71.10	74.06	科技工業	新竹市、新竹縣寶山鄉	380
		大新工業區	65.10	72.11	74.06	綜合性	彰化縣田中鎮	280
		新港工業區	—	75.07	81.02	綜合性	嘉義縣新港鄉	188
		灣裡工業區	75.10	75.10	76.09	綜合性	台南市灣裡區	10
		屏東汽車專業工業區	76.06	76.06	77.06	汽車工業	屏東縣屏東市	100
		全興工業區	66.09	76.07	79. 06	綜合性	彰化縣伸港鄉、和鎮	248
		光華工業區	74.07	78.02	81.10	綜合性	花蓮縣吉安鄉	34
		大里工業區	—	78.12	81.06	綜合性	台中縣太平鄉、大市	76

表二 台灣地區工業區開發目標暨工業區統計表(續二)

演變階段	開發目標	工業區名稱	編定年月	開發年月	完成年月	原開發性質	位置	現況面積(公頃)
國家建設六年計畫及亞太營運製造中心（民國81年－）	配合產業結構轉變	彰化濱海工業區	—	79.11	(90.12)	綜合性	彰化縣鹿港鄉線西鄉、伸港鄉	3,141
		雲林離島式基礎工業區	80	81.11	(105.12)	綜合性	雲林縣麥寮鄉、台西鄉、四湖鄉、口湖鄉	1,562
		和平水泥專業工業區	—	81.12	(85.06)	水泥工業	花蓮縣秀林鄉	451
		雲林科技工業區	—	84.01	(88.12)	科技工業	雲林縣斗六市	500
		台南科技工業區	—	85.01	(90.12)	科技工業	台南市	695
		台南科學工業園區				科技工業	台南縣新市鄉	638
		大觀工業區				綜合性	桃園縣觀音鄉	540
		宏碁智慧園區				科技工業	桃園縣龍潭鄉	90
	促進區域均衡發展	斗六擴大工業區		79.06	(85.12)	綜合性	雲林縣斗六市	148
		光華擴大工業區	—	83.01	(85.12)	綜合性	花蓮縣吉安鄉	73
		六輕美工業區	88		(96)	綜合性	雲林縣大林鎮	509
		鳥松後工業區	88		(96)	綜合性	高雄縣鳥松鄉	519
		新吉工業區			(90)	綜合性	鹿港鄉	124
	結合生活國建設	新竹科學工業園區第三期	77.06	82.01	(86.12)	科技工業	新竹市	193
		光榮工業區	77.06	83.07	(86.06)	砂石專業	花蓮縣吉安鄉	63

資料來源：1.行政院經建會住都處，(台灣地區工業區開發重要問題之檢討)，民國 70 年 8 月，p.18。

2.經濟部工業局，(台灣地區工業區簡介)，民國 84 年 1 月。

3.行政院經建會，(國家建設六年計畫，第二冊「厚植產業發展潛力」)，民國 80 年 1 月。

附　註：1.本統計表中的工業區係政府編定開發工業區，不含加工出口區及民營企業開發工業區。

2.國家建設六年計畫時期的工業區為「開發中工業區」、「已編定工業區」;「完成年月欄」中為預期完成年月。

3-2 雲嘉南地區工業區發展背景

(1)配合工業區開發政策之演變

由前述台灣地區工業區開發之歷程看雲嘉南地區工業區開發，可知，本地區之工業區開發係肇始於民國 60 年之安平工業區，其亦是台灣地區濱海工業區民國 53 年首創於高雄臨海工業區以來，

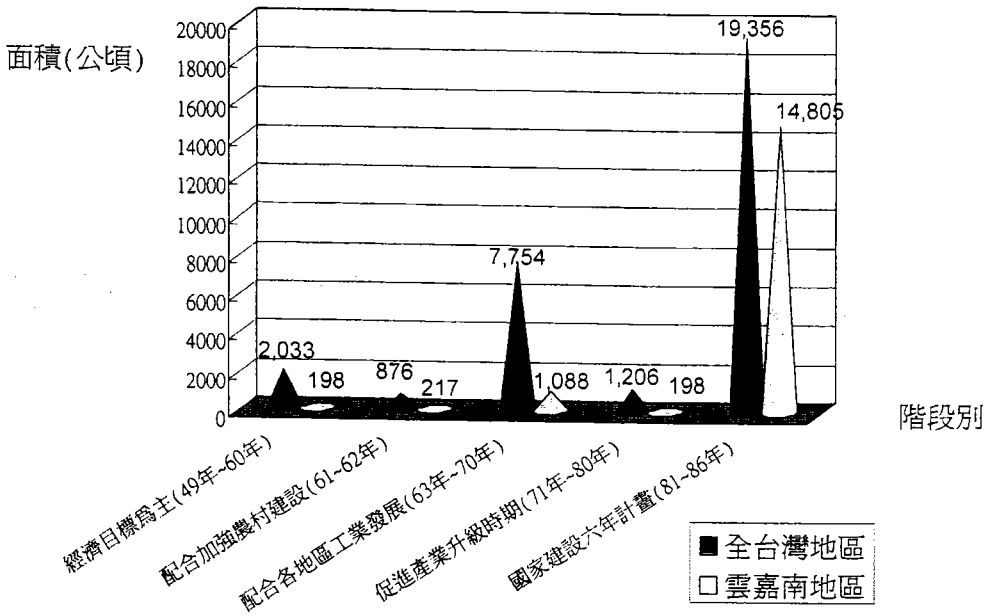
第二處開發之濱海工業區，安平工業區乃於民 64 年開發完成，利用安平港內之浚挖淤泥填築港區附近之低窪地形，面積約 198 公頃，共有廠商約 520 家，區內之產業為傳統之綜合工業，而由於安平港為國內港，因此區內產業並未如高雄臨海工業區利用高雄港般，利用安平港為其輸出/輸入之樞紐。

爾後，鑑於雲嘉地區向為台灣發展較緩慢地區，因此為加強農村建設所開發之工業區亦主要集中於雲嘉地區，共開發了二處小型農村工業區(元長、義竹工業區)、三處綜合型工業區(頭橋、豐田、嘉太工業區)，以期遏止人口外流。開發面積約 200 公頃，約佔全台之 25%。

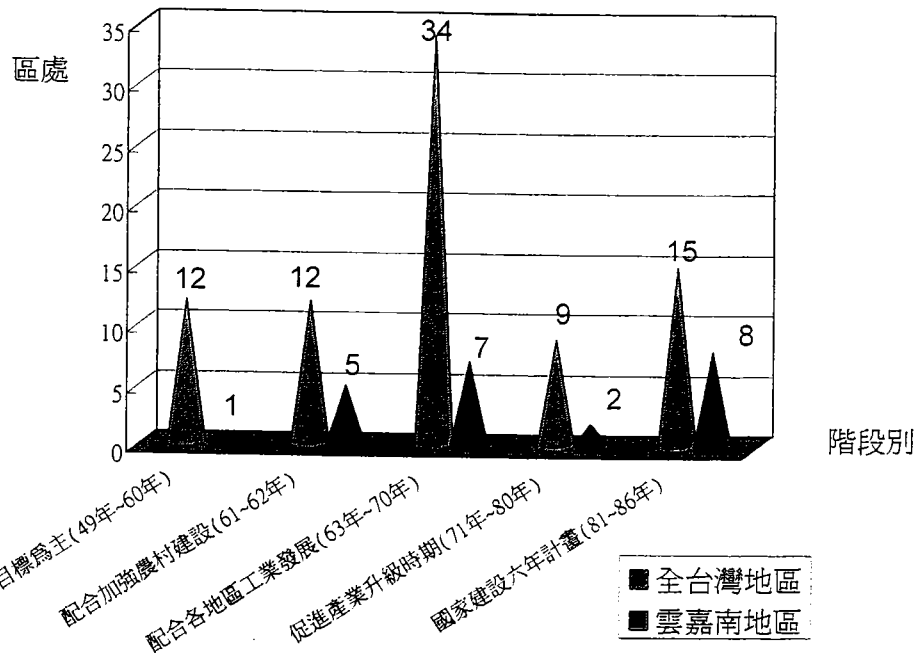
至民國 63 年到 70 年間，配合雲嘉南地區工業發展所設立之工業區共計七處，開發規模亦大增，約達 1,100 公頃，約佔全台之 14%。

至促進產業升級時期(民國 71~80 年)，雲嘉南地區則僅開發二處，面積不及 200 公頃，惟全台灣開發面積亦僅約 1,200 公頃。

至民國 81 年以後，一掃前期之開發低靡情況，為配合國建六年計畫等重要施政方針之擬定，陸續開發、編定了許多工業區，本階段實為我國工業區開發之全盛時期，雲嘉南地區更因應區域均衡及產業結構之轉變，投入大規模之工業區開發計畫，如雲林離島式基礎工業區、雲林科技工業區、台南科技工業區、斗六擴大工業區、台南科學園區、新吉工業區、大埔美工業區、馬稠後工業區等，面積約 19,400 公頃，佔全台灣之 76%，尚不包括地方政府或興辦工業人所推動規劃或編定中之濱南工業區、布袋智慧型園區、東石海埔地開發計畫等。可知，現階段台灣工業區之開發已從過去集中於台北、高雄都會區之狀況，轉而分佈於雲嘉南地區，衍然已成為臺灣工業發展之重心。



台灣地區各階段工業區開發統計圖



台灣地區各階段工業區開發統計圖

3-3 雲嘉南地區工業區發展趨勢

由前述雲嘉南地區工業區開發之歷程，可由工業區區位、工業區規模及工業區特性綜整本地區工業區發展之趨勢。

(1)工業區區位

1.由農村地區(小型農村工業區)轉向港口地區、或自行規劃港口(雲林離島工業區、布袋智慧型園區等)、都市地區(雲林科技工業區、台南科技工業區)

2.由內陸地區轉向海岸地區(台南科技工業區、布袋智慧型園區)、離岸地區(雲林離島式基礎工業區、東石海埔地開發計畫、濱南工業區)

3.由私有土地轉向公有土地(雲林離島式基礎工業區、東石海埔地開發計畫、濱南工業區)及國營事業土地(雲林科技工業區、台南科技工業區、台南科學工業園區、新吉工業區、大埔美工業區、馬稠後工業區、大新營工業區、布袋智慧型園區、三股工業區等)。

(2)工業區特性

1.產業型態由農村工業區(元長、義竹工業區)轉向綜合性工業區(頭橋、豐田、嘉太、官田、龍崎、民雄、永康等工業區)，復隨著產業結構之轉變，朝基礎工業(雲林離島式基礎工業區)、科技工業(雲林科技工業區、台南科技工業區、台南科學工業園區)發展。

2.由機能簡單之傳統工業區進化為有完整資訊網路、結合研究機構強化技術支援並提供一元化服務及優良工作環境之現代化智慧型園區(雲林科技工業區、台南科技工業區、台南科學工業園區、大埔美工業區、布袋智慧型園區)邁進。

(3)工業區規模

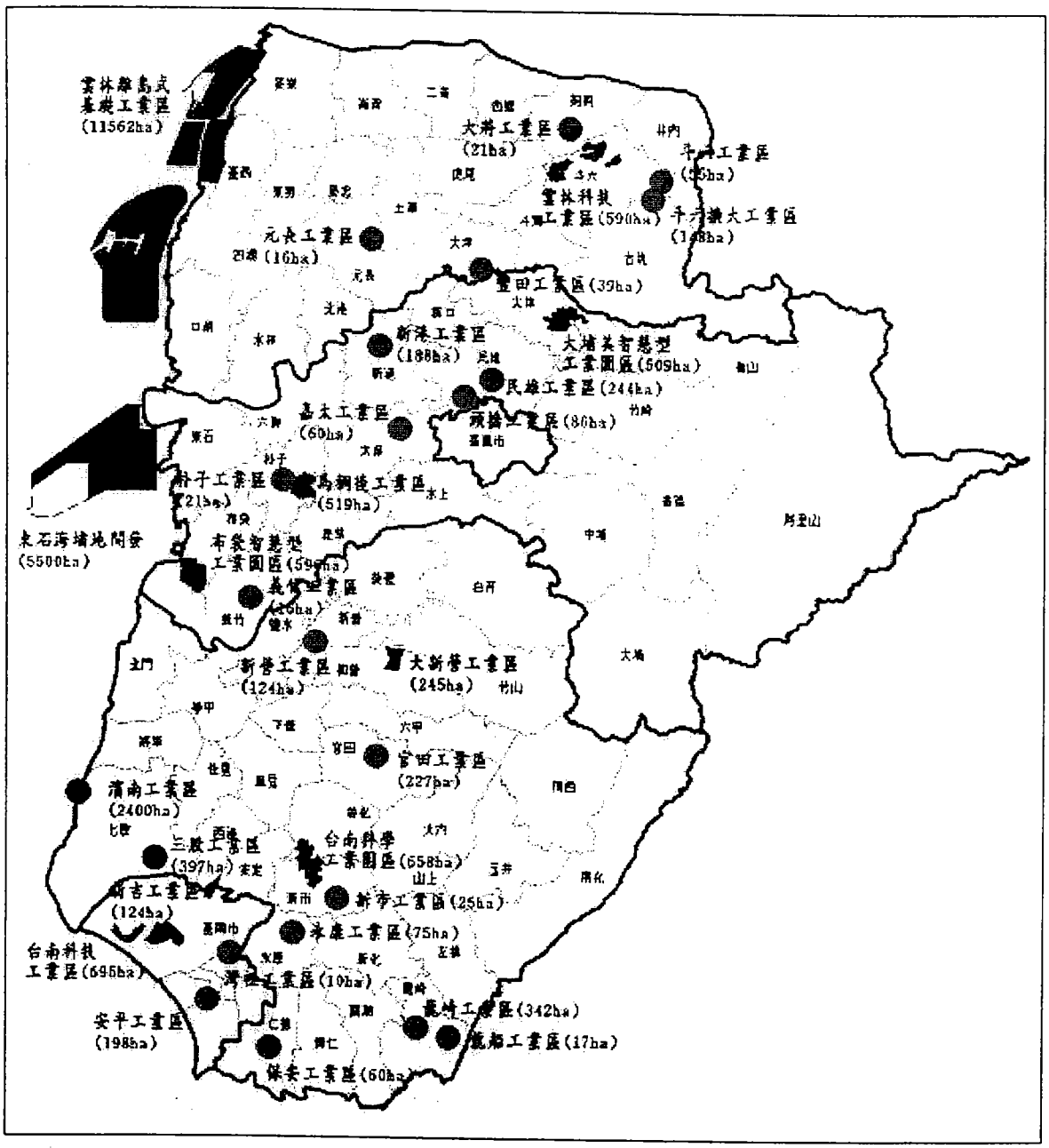
由小型(20 公頃以下)及中型(20~40 公頃)之工業區朝向大型之工業區開發，其中全省最大型之雲林離島式基礎工業區即位於本地區。

由前述知，縱觀雲嘉南工業區之演變歷程實可謂為台灣工業區發

展之縮影，尤以其由內陸往濱海地區發展之趨勢更為鮮明。未來雲嘉南海岸地區可預期將從過去之低度、農漁使用，轉為高度、工業化、都市化發展型態，從過去發展緩慢之困境中破繭而出。

表三 雲嘉南地區工業區開發概況表

		市鄉鎮別	工業區別	總面積(公頃)	建廠面積(公頃)	工業區性質	開發時間
雲林地區	開發完成工業區	大埤鎮	豐田工業區	39	35	綜合性	61~63
		元長鎮	元長工業區	16	13	農村工業	62
		斗六市	斗六工業區	55	44	綜合性	68~71
		莿桐鄉	大將工業區	21		綜合性	68~70
			小計	131			
	已編定供廠商自行設廠用地	莿桐鄉	莿桐工業用地	24			52
			莿桐(麻園)工業用地	20			69
		褒忠鄉	褒忠工業用地	20			69
		斗六市	斗六林內段	20			81
			小計	84			
	開發中工業區	麥寮、台西、四湖、口湖	雲林離島式基礎工業區	11,578		綜合性	81~
		斗六市	斗六擴大工業區	148		綜合性	79~85
			雲林科技工業區	590	281	科技工業	84~88
			小計	12,316			
			合計	12,531			
嘉義地區	開發完成工業區	民雄鄉	民雄工業區	244	169	綜合性	67~69
			頭橋工業區	86	76	綜合性	61~62
		義竹鄉	義竹工業區	16	13	農村工業	62~63
		太保鄉	嘉太工業區	60	52	綜合性	63~64
		朴子市	朴子工業區	21	16	綜合性	68~70
		新港鄉	新港工業區	188	163	綜合性	75~81
			南亞	28	28	化學工業	
		嘉義市	中油	28		化學工業	
			小計	671	517		
	報編中工業區	大林鎮	大埔美工業區	509	276	綜合性	88~96
		朴子市、鹿草鄉	馬稠後工業區	519		綜合性	88~96
		民雄鄉	嘉惠廠			電廠	87~89
			小計	1,028			
	規劃中	東石鄉	東石海埔地開發	5,500		綜合性	91~100
		布袋鎮	布袋智慧型工業園區	596		綜合性	89~94
			小計	6,096			
			合計	7,795			
台南地區	開發完成工業區	新營市	新營工業區	124	103	綜合性	70~72
		官田鄉	官田工業區	227	165	綜合性	63~66
			南廓段工業用地	14		威致鋼鐵	
		永康市	永康工業區	75	64	綜合性	67~70
		台南市	安平工業區	198	159	綜合性	60~64
			灣裡工業區	10	7	綜合性	75~76
		龍崎鄉	龍崎工業區	342	342	國防工業	64~65
			龍船工業區	17		綜合性	
		新市鄉	新市工業區	25		綜合性	62~65
		仁德鄉	保安工業區	60		綜合性	58~71
		學甲鎮	學甲段工業用地	44		東盟鋼鐵	
			小計	1,136			
	已編定供廠商自行設廠工業用地	新營市	土庫工業用地	15			52
		安定鄉	安定工業用地	26			65
		仁德鄉	上崙工業用地	85			65
		山上鄉	山上工業用地	141			69
		佳里鎮	佳里工業用地	77			69
		龍崎鄉	中坑子工業用地	30		爆竹煙火	71
			小計	374			
	開發中工業區	台南市	新吉工業區	87	51	綜合性	88~90
			台南科技工業區	709		新興科技	85~91
		安定鄉	新吉工業區	37	25	綜合性	88~90
		新市鄉	台南科學工業園區	658		半導體	
		官田鄉	嘉益工業區	16		鋼鐵工業	
			小計	1,507			
	報編中工業區	七股鄉	濱南工業區	2,400	1,857	鋼鐵石化	89~94
		學甲鎮	信立工業區	10		化學	
		善化鄉	曾文工業區	13		機械加工	
		柳營鄉	大新營工業區	245	143	綜合性	89~93
			小計	2,668			
	規劃中工業區	仁德鄉	台南航太工業區			航太工業	
		七股鄉	三股工業區	397			92~94
			小計	397			
	擬議中		南部軟體工業園區				
			合計	6,082			



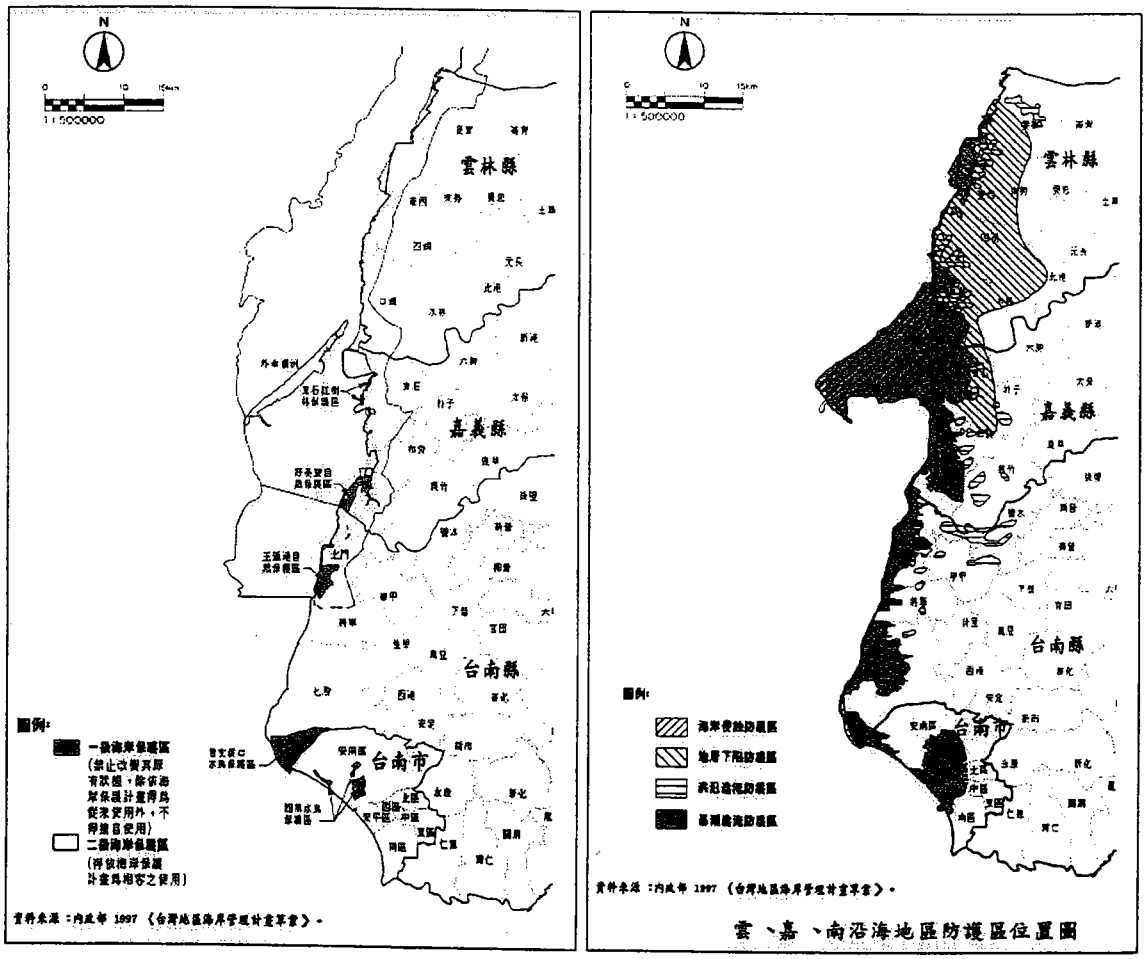
圖二　雲嘉南地區工業區開發分佈圖

肆、雲嘉南臨海工業區開發課題與理念

雲嘉南地區海岸線總長約 173 公里，佔全省之 11%，歷年開發之海埔地面積約 27,900 公頃，佔全省之 52%，而 0~10m 水深之面積約 780km^2、10~20m 水深之面積約 450km^2，而基於前述分析可知，此一地區之臨海工業區開發已隨著台灣產業發展之趨勢熱鬧上演，惟為使開發計畫更臻完善並得以永續經營，仍需克服其所可能面臨之各項問題，並在法令規範下維持開發理念。

41 開發課題與對策

(1)環境保護方面



1.海岸保護區

雲嘉南沿海地勢低平，多為河川下游沖積地區，並由於海淡水交會，在生態上多屬較敏感之處，行政院於民國 73 年及 76 年核定實施之「台灣沿海地區自然環境保護計畫」為國內目前正式實施之海岸保護區計畫，惟沿海地區仍有諸多具保護價值之生態敏感區，依據內政部「台灣地區海岸管理計畫草案」(86 年 4 月)重行界定、整合所劃設之海岸保護區範圍中，雲嘉南沿海地區之一級保護區有東石紅樹林保護區、好美寮自然保護區、王爺港自然保護區、曾文溪口水鳥保護區及四草水鳥保護區，二級保護區則有彰雲嘉陸域環境保護區、彰雲嘉海域自然環境保護區、鰲鼓野鳥保護區、東石西施貝保護區、布袋蝦苗放流區、北門陸域環境保護區、北門海域自然環境保護區等。

經濟發展與環境保育並重，確保海岸土地資源的永續利用，是沿海工業區開發規劃的重要依歸，區址選擇除應避免將適於遊憩地區及一級保護區納入開發範圍外，並以對沿海生態系威脅最小之地區及引進相容之生產活動為原則，而需保護地區與工業用地形成競爭時，則應就範圍內資料判斷替選方案之可能性；開發時並研提詳盡之環境影響評估報告，配合污染防治計畫將環境影響降至最低。

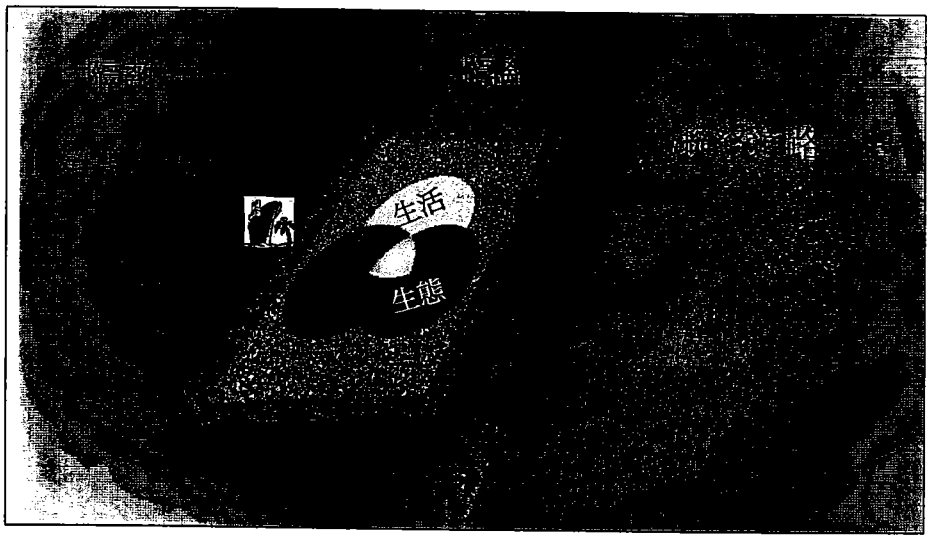
2.污染防治

臨海工業區多為大規模綜合型及能源型產業生產基地，開發時應視產業引進計畫，配合環評審查訂定空氣、廢水、廢棄物總量管制標準，採用最先進的污染防治技術，結合區內自行設立的污水處理廠、廢棄物處理設備及個別廠家污染排放值控制等整體性環保措施，將各種污染源處理至符合國家標準或環評承諾後排放。

3.綠化及景觀

為改善臨海地區之惡劣氣候條件及景觀條件，需加強工業區之景觀規劃，依法令規定工業區綠地設置須達 10％ 以上，並可規範廠商廠區內留設綠地，以使工業區整體綠覆率可達 30％ 。

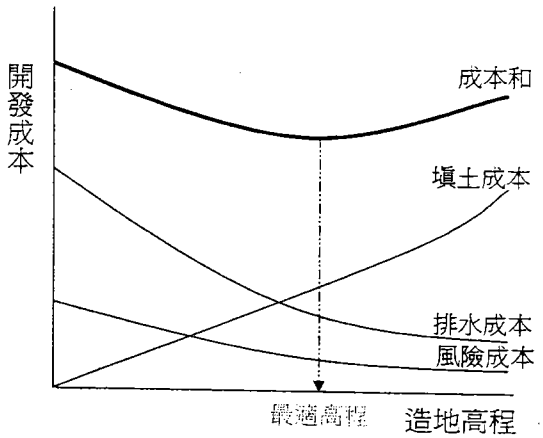
選擇海濱樹種採生態綠化方式配植，於工業區迎風面及四周遍植防風林以保護環境。而如以填海造地方式開發則應與內陸間規劃一隔離水道，以為緩衝空間。並保留既有海岸風貌，規劃河濱公園、海洋公園、遊艇碼頭等，創造海岸親水水際線空間。



(2)開發工程方面

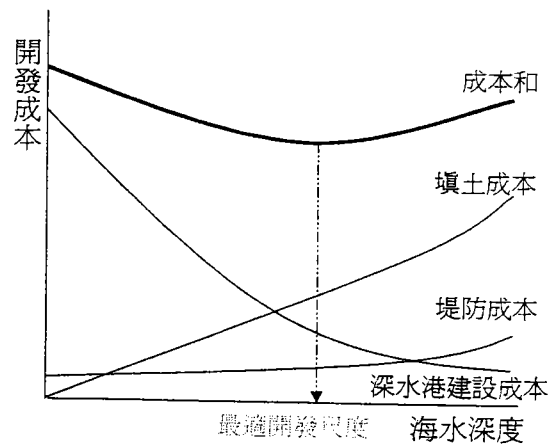
1.開發工程規劃

依據內政部「台灣地區海岸管理計畫草案」(86 年 4 月)為防護沿海環境災害而劃定之海岸「防護區」，雲嘉南沿海地區劃屬為海岸侵蝕防護區、洪氾溢淹防護區、暴潮溢淹防護區及地層下陷防護區等，故在研訂工業區開發計畫時，除一般性開發工程外，另需針對砂源、堤防、隔離水道、填造地高程、排水、開發規模、海域水質、海岸地形變遷、鹽害、防風林植栽、景觀、海岸環境、生態影響、港口等重要工程課題加以研究，避免計畫區內外之環境災害。



造地高程與開發成本關係示意圖

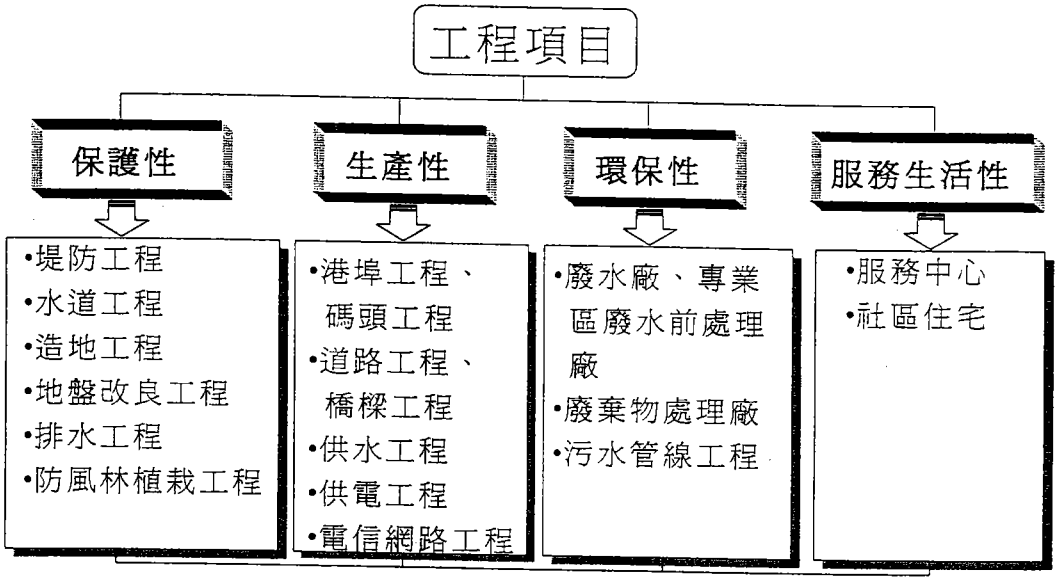
- 造地高程愈高，土方費用愈高。
- 造地高程愈高，排水條件好，排水成本可降低。
- 計算填土工程費、排水工程、維護費及風險損失費用等，規劃最適高程。



開發規模與開發成本關係示意圖

- 基地水深愈深，造地土方量愈大，堤防之造價愈高。
- 水深愈深，建設深水港費用反而愈低。
- 最適規模訂定，可藉由填土、堤防、深水港建設成本綜合評估。

臨海工業區開發工程規劃可區分為保護性、生產性、環保性及服務生活性等四類:



2.海風鹽害

為避免臨海地區之海風、鹽份等影響工廠營運，應建立臨海工業區大氣及土壤腐蝕資料庫。工業區公共建物或設施，金屬材料之選擇以抗腐蝕(或增加表面塗裝)材料為主。開發單位並應提供工業區抗腐蝕研究資料及材料建議表，供廠商設廠參考。

3.填造地料源

基於雲嘉南臨海地區的環境特性，工業區開發多利用潮間帶或近岸低窪土地填造地而需大量料源，一般填造地主要料源有海砂及陸土。海上抽砂依據「海埔地開發許可審議規範」規定，砂源區必須在水深 15 公尺以下及平均低潮線向海延伸 2 公里遠以外之海域，故一般其運距遠、成本高、對海岸地形有影響之虞，經濟效益並不佳，故應優先使用淤砂區、浚挖港灣、航道、或預定水道之土砂為原則；另砂源區之規劃除考量工程成本外，尚須對砂源之可用性、細料分佈、海岸地形

變遷、液化潛能、環境影響與保護等進行深入探討，以維開發工程安全；而山料、河道疏浚、營建廢棄土、廢棄物等陸土，除需控制料源品質外，運土路線規劃亦相當重要，並可結合工業區內大型調

蓄洪池之規劃，降低區外取土數量。

4.地盤沉陷、土壤液化

台灣西南部沿海地區，一方面由於土壤性質多屬於河口積沙，易因震動產生液化現象；另一方面由於長期以抽取地下水作為養殖使用的產業型態改變有限，致地層下陷問題一直存在，以嘉義沿海為例，地盤沉陷區域迄今已超過 250 平方公里，自民國 76 年以來累積最大沉陷量約達 1 公尺，且區域性地盤下陷現象仍在持續中，每造成海水倒灌等環境災害。為避免是類環境災害，工業區填造地後應俟沉陷達 95%地層緊密後(至少半年以上)，方進行公共設施工程施工，工業區重要公共建物則進行地質改良或建物設計採樁式基礎或筏式基礎之抗震設施，區內並裝設數位式地震儀，長期收集地震資料以為因應，另排水工程應適度考量區域性沉陷問題，以長年預估沉陷量時計畫區尚能安全排水為設計依據。

(3)支援設施方面

1.交通運輸

雲嘉南沿海過去為所謂的「風頭水尾」的極度偏遠落後地區，人口明顯外流、相關基礎建設相對落後，工業發展周邊條件較為不足。

在交通運輸方面，南北向的西濱快速公路及東西向快速公路台西—古坑線、東石—嘉義線及北門—玉井線，是雲嘉南沿海快速運輸主軸，經由相互快速轉接，由西向東可依序連結台 19、高速鐵路(太保站)、中山高、台 1、二高等南、北運輸主幹道，形成完整運輸路網，西濱公路及東西向快速公路目前正陸續興建中，惟雲嘉南沿海一帶多屬後期施工地區，快速陸運條件於現階段尚未成形；在海運方面，目前雲嘉南沿海由北而南有麥寮工業港、布袋港、安平港可資運用，但布袋港、安平港港埠條件有限，未來應視各工業區發展規模及需求，整合運用布袋港、安平港或設置工業專用港。

2.供水

依經濟部水資局「台灣地區南部區域水資源綜合發展計畫」之評估，南部區域現有及施工中之水源設施所能提供水量約可滿足用水需求至民國 95 年，由於南部地區各型開發計畫眾多，水源開發時程已無法滿足民國 95 年以後之用水需求。

台灣濱海地區多屬水源匱乏地區，在區域性水源不足且工業發展水源需求龐大壓力下，往往造成臨海工業區開發之負面因素，臨海地區工業區開發的水資源問題，在長期上仍需由政府相關單位積極推動大型新水源開發以穩定供水，另各個工業區亦可考量基地區位條件，研究以開發海水淡化、海岸水庫、調撥農業用水、區內大型人工蓄水湖、設置攔河堰及區內節水技術、提高回收利用率等方法，提供短期及枯旱期用水需求。

3.資訊及技術

面對下一世紀的產業發展競爭，資訊及技術將是工業發展成敗的重要關鍵之一，雲嘉南沿海地區目前的資訊及技術條件雖然相對落後，但也提供系統化整合規劃的發展契機，未來應摒除工業區各自規劃開發之作法，如以雲林離島式基礎工業區及為台南科學工業園區為本區域基礎及科技產業中心，導入產業中衛體系、產業分工、資訊埠、網路系統等發展理念，將人流、物流、資金流、資訊流彙於其中，共生共榮。

(4)投資意願方面

台灣地區整體工業用地供需目前呈現供過於求，每年市場需求量推估約在 400~500 公頃左右，而在供給面上，僅雲嘉南地區近年開發中、編定中或規劃中之工業區開發面積即已逾 2 萬公頃，國內總體工業用地在供給量顯然已過飽和的情況下，工業區開發計畫的陸續推動，將會使已趨失衡的工業用地市場更形惡化。

就雲嘉南沿海地區而言，開發中的雲林離島工業區、台南科技工

業區之面積合計約 1 萬 2 千餘公頃，編定中之濱南工業區開發面積約 2,000 公頃；嘉義沿海地區則規劃有東石海埔地 5,500 公頃及布袋工業區 596 公頃的開發計畫，台鹽布袋鹽場 2 千餘公頃土地整體開發構想亦在推動，故在廠商投資設廠意願上，應以區位性及價位性的優勢提供目標產業投資空間，積極運用沿海地區地價低、腹地大及港口設置優勢，朝引進大型且高產業關聯產業投資設廠方向推動。

(5)法令條件方面

海岸地區之開發行為，涉及土地法、區域計畫法、促進產業升級條例、海埔地開發管理辦法、環境影響評估法等法令達 29 種，內政部、經濟部、國防部、環保署等中央級管理機關達 7 個單位，在層層交叉認會核、認定、審查的漫長申請開發過程中，往往造成諸多寶貴投資時點的流失，形成通過審查後工業區開發計畫的停擺或施工完成後的乏人問津，故除儘速推動「海岸法」通過頒布，以解決目前海岸相關管理法規紛亂且管理單位權責不清之問題外，基於工業區開發尚涉及國家經濟與產業發展政策及區域性資源分配等，中央土地主管機關及中央工業主管機關並應協調整合各相關法規，指定專責機關管理，以利臨海地區之開發與管理。

4-2 開發理念

(1)空間體系建立與產業整合

依據行政院經建會對台灣產業發展前瞻規劃中的科技島及科技城之產業空間發展概念，雲嘉南沿海地區工業區開發可以區域性整體發展為導向，導入「空間連結—機能分工」理念，建立區域性空間體系與產業整合機制。

雲林離島式基礎工業區、台南科學工業園區目前為雲嘉南區域性產業發展的兩大核心，雲嘉南沿海地區皆位於其半徑 30 公里約 30 分鐘車程的產業分工影響圈內，未來空間規劃及產業發展宜以雲林離島及南科為核心，發展成一個雲林沿海以基礎產業為主、台南沿海以科

技產業為主、嘉義沿海則結合科技及基礎產業的產業空間基本架構，並藉由工業區間快速海陸運輸系統及數位通訊網路之建立，連結不同產業機能分區於一體，形成一個具強大產業實力及競爭能力的區域產業體系。

(2)民間參與

台灣民間力量的強大是台灣創造未來競爭力的重要憑藉，目前台灣地區工業區之開發多由中央政府規劃後委由公民營事業機構開發，此種由工業主管機關報編再行委託開發方式之運作已相當成熟完備，在台灣工業區開發歷程上有著重要成果，為更能掌握工業區開發的時點與供需，由地方政府、興辦工業人或公民營事業機構自行報編開發的方式，應是未來工業區開發的主要方向，以充份運用民間的資源與效率，在土地使用已具開發許可精神的管制架構下，公部門則轉而強化政策面及法令面的主導。

(3)開發與保育並重

綠色地球是全球經濟發展趨勢，由一九九七年底的日本京都議定書中各國對二氧化碳減量的共識及全球各地環保聯盟的陸續成立，在在顯示出環保課題的重要性，「開發與保育並重」已不再是口號，而是需予落實的政策。台灣地區土地資源有限，沿海工業區有其低廉用地價格、減少環保糾紛、抑制地盤下陷、提供港埠需求的開發必要性，基於雲嘉南沿海多有生態環境敏感之處，工業區開發應整合最新規劃技術，以技術、環境、人三元素為本，導入資源永續化、體系生態化、景觀再生化、建築綠色化等理念，建構經濟發展需求與自然資源保存動態平衡的發展空間，成為開發與保育並重的具體實踐地區。即考量資源的整體承載力，永續利用有限資源，規劃永續發展的生態化工業區(EIP，ECO-INDUSTRY PARK)。

(4)複合式多元化發展

鑑於臨海工業區之開發規模多較大，故其開發應結合生產、生活、

生態及遊憩等機能，以創造海洋新城市文化。並藉由臨海工業區與港埠設施結合，強化物流機能及資訊網路建立，增加工業區競爭力。

伍、結論

台灣地區過去由於時代背景關係，對海岸地區之開發多係管制使用，加以受傳統農業社會之影響，海岸土地之利用亦因受自然條件之限制，多為低度之開發地區，沿海居民以捕魚、養殖及農耕為業，沿岸土地之使用並未現代化，效益偏低。過去除少數港口城市旁及因基礎產業之需要所闢建之濱海工業區、核能及火力發電廠、港口外，海岸土地之開發仍為原始土地型態。而隨著時代之變遷，及內陸土地資源有限之窘境下，臨海工業區之開發係海岸土地利用現代化之具體表現將濱海地區建造成一多元化之工業都市型態，融入商業、居住等都市機能及生態理念，建立技術密集、資本密集之產業發展空間。

基此，雲嘉南地區係為未來台灣工業發展之重心，而臨海工業區之開發實為一不可避免之趨勢，而由於臨海工業區多屬大規模之開發行為，因此更應在經濟發展之同時，兼顧環境保育工作，以避免對海域生態及鄰近地區產生負面影響。因此未來在開發時，對海象及海域生態等資料庫之建立是非常重要地，同時藉由環境、社經、工程及經濟等因子之評估，決定最適之開發規模，並在各相關法令之規範下，使工業區之開發更具正面意義。同時亦結合濱海地區土地使用型態不當地區加以改善，將原本低度開發甚至不當使用之地盤下陷區，結合新都市之發展理念及海岸之整建，重新提昇海岸土地利用之價值，建造以海洋為主之新城市文化。

六、參考文獻

1.經濟部工業局，中華民國八十六年六月，臺灣地區工業區簡介。

2.經濟部工業局，中華民國臺灣地區工業區簡介。

3.林建元，中華民國八十一年六月，工業區開發整體規劃之研究，經濟部工業局。

4.經濟部工業局，中華民國八十四年四月，雲林縣離島式基礎工業區開發計畫。

5.行政院經濟部水利司，中華民國八十三年十二月，台灣西部沿海地區地盤下陷解決對策之研擬報告書。

6.經濟部工業局，智慧型工業園區開發規劃設計作業規範五年計畫(第二年)-附冊 1.政府編定工業區更新策略 2.科學園區與科技工業區競合策略之研擬，台大城鄉所、中國土地經濟學會，87.6.30

7.財團法人中興工顧問社，工業區與廠商基地最適規模之研究，85.10

8.經濟部工業局，工業區開發管理八十七年度年報，87.6

9.經濟部工業局，工業區開發方針之檢討，台大城鄉所，83.6

10.工商時報，台灣大未來系列，民國 100 年的美麗與哀愁，政府藍圖篇，行政院經建會權威性前瞻規劃報告

11.內政部營建署，台灣海岸地區管理計畫草案，86.4

12.行政院科技顧問組，台灣海岸地形變化及其未來之開發利用，79.12

13.經濟部，我國製造業現況與趨勢(回顧 1997 展望 1998)，87

14.經建會都市及住宅發展處，台灣地區工業區開發與工業分佈變遷之研究，82.11

15.經濟部工業局，工業區開發管理八十八年度年報，88.6

16.張璠、龔誠山、朱琦文，濱海工業區之開發及未來展望，海下技術季刊第 6 卷第一期，85.3

17.張璠、朱琦文、蔡文豪，海埔地開發對經濟發展之影響，土地開發與經濟發展學術研討會，85.5

18.張璠、龔誠山，工業港與工業區開發現況與展望，港灣技術研究所 87 年度海岸工程研討會，87.5

東石附近海埔地開發計畫 ----
國土保安、自然保育及經濟發展 並重

曾漢洲 嘉義縣政府建設局長

壹、前言

1-1 外傘頂洲之變遷

外傘頂洲位於嘉義縣沿海地區西北方，北起濁水溪口、南至八掌溪口，早期受當地河流系統挾帶大量泥沙入海沈積及波浪潮流共同作用而形成。就文獻之瞭解，外傘頂洲為古時濁水溪河系以現今北港溪所在位置為主流時所形成之河口沙洲，由於 1912 年日人實施濁水溪治理計畫，林內一、二號堤防完成後，濁水溪改由西螺溪出口，北港溪泥沙輸出量從此突減，灘地外緣開始發生侵蝕。

由衛星影像及地形測量資料顯示，外傘頂洲灘線變化為逆時針旋轉方式逐年向內陸退縮，依據經濟部工業局委託中興工程顧問公司辦理雲林離島基礎工業開發計畫之「海岸地形變遷專題報告」說明，以 1948 年至 1972 年期間之地形變化量較為劇烈，至 1972 年至 1981 年間地形變化則較為緩和，依據過去 20 年間（1972～1992）灘線之分析顯示，其地形變化以逆時針向內陸旋轉之角度約 5°左右，而利用新近 1992 年至 1997 年之地形測量成果分析，其旋轉角度約為 2°左右，顯示近來外傘頂洲地形變化似乎又有轉趨劇烈之趨勢。

依據該報告，將上述外傘頂洲長期灘線變遷情形，對照歷年（1900～1997）通過本區海域之颱風次數統計顯示，在 1900 年至 1950 年間，平均每年約有 2 次颱風影響本區，而從 1951 年至 1970 年之 20 年間，共有約 56 次颱風影響本區，其發生頻率平均每年約有 2.8 次，而從 1971 年至 1990 年間則只有 38 次颱風影響本區，即發生頻率約為 1.9 次，但 1991 年至 1997 年之七年年間，則有 19 次颱風影響本區，其發生頻率為平均每年有 2.7 次。

驗證過去人造衛星及地形測量之灘線資料，推測其地形變化趨勢可能與颱風之侵襲頻率有關。尤其在 1994 年至 1996 年期間，即有包括道格、賀伯等 10 個強烈颱風發生，而使外傘頂洲產生劇烈之侵蝕。

塭港水位 1.33m

塭港水位 0.02m

就長期而言，外傘頂洲未來之變化特徵將與過去海岸地形變遷之特性相同，遵循本區砂洲之變化特性，持續向南變化及向內陸方向旋轉至外傘頂洲灘線與現有海岸線約略平行。研判未來外傘頂洲其旋轉變形之空間大約有 40°左右，若以過去 27 年來外傘頂灘線呈 7°旋轉變形之速率來估計，平均每年旋轉角度約為 0.26°，若以侵襲之颱風而言約為每次旋轉 0.12° 。

外傘頂洲為嘉義東石、布袋、義竹等沿海鄉鎮之重要天然防波堤，由於外傘頂洲的逐年變遷使東石、義竹沿海一帶遭受颱風的危害將日趨嚴重，加以地層下陷及海水倒灌的助長，沿海居民之生命財產正遭受嚴重的威脅，除防治地層下陷方案之推動外，關於外傘頂洲之保固更需加速辦理，以解決當地居民的噩夢。

1-2 外傘頂洲之保固

外傘頂洲之保固方法包括有海堤、離岸堤、突堤、防風定沙設施等，說明如下：

(1)海堤

外傘頂洲目前之東移，主要因地勢低，高潮時大部份沒入水中，波浪由外向內作用，使沙粒向東移動。若於沙洲內側全面築海堤，阻斷波浪之作用，應可防止外傘頂洲進一步之東移，且因海堤正面存有相當寬度之沙洲，高潮時波浪經碎波後始達到堤前，海堤所造成的反射波及沿堤流，均因波能已大量消耗而減小，配合坡面之設計，負面影響應可降至最低。

(2)突堤群

外傘頂洲西北海灘的地形坡度平緩，具有相當潮差，碎波帶變化區域寬廣，興建突堤群阻擋沿岸漂沙之效果有限，且不能對向離岸漂沙產生留置的作用。惟考量外傘頂洲南端沿岸流強勁，致使由北向南之沿岸輸沙流入深海，造成海岸侵蝕。如於沙洲南端構築一突堤，向西延伸相當距離，迫使沿岸流轉向，留置漂沙於堤之北側，則可使外傘頂洲南端海岸由侵蝕轉為淤積。

(3)離岸堤

離岸堤距離海灘大致平行於海岸線成島狀建造於外海淺水中，由於其背後波浪繞射形成蔭蔽區，波高及沿岸流速減緩，使得沿岸漂沙沉澱淤積於堤後，形成突出於原海岸地形之沙嘴，最後形成繫陸島。外傘頂洲西北海岸日漸侵蝕後退，應可設置離岸堤群以穩定海岸。

(4)防風定沙

歷年來在外傘頂洲上曾做過一些定風措施，但經常受颱風破壞，且外傘頂洲經長年嚴重侵蝕後，地面已降至高潮位附近，造林時需要填高植床，長期強勁的季風，夏季高溫的熱沙，已不利植物生長。加

上沙洲遠離陸地，種植後之培育管理不便，一俟季風來臨即枯萎，成活不易。因此在沙洲上進行防風定沙措施，必須先待沙洲穩定之後進行。未來若外傘頂洲已穩定或轉為淤積，則須對其廣大的沙灘進行定沙，否則不但沙料流失，更影響下風處之空氣品質及使用。

1-3 國土保安、自然保育與經濟發展並重

外傘頂洲保固工程包括防護海堤、攔沙堤、離岸堤群與防風定沙等部份，主要係以防護海堤防止計畫區之全面性東移，為避免堤防造成反射波及沿岸流增強，而使堤基沖刷遭致堤身破壞，新建海堤法線定在波浪作用較小之海灘後端。沙洲西南端與西側低潮線平行，使隨波浪向東漂移之沙粒，淤積於堤前，可保護海堤堤基，並避免波浪接衝擊堤身。

由於保固工程所需費用龐大，因此配合海堤之設置，以國土開發方式進行填海造地工程，使外傘頂洲保固不只具有保護嘉義東石、義竹沿海居民的功能，亦能創造國土提供地方之經濟發展，乃有東石海埔地開發計畫之構想，以經濟發展之動力，促成國土之保安，達成保護沿海居民生命財產安全之目標，同時以經濟發展之動力促成沿海居民之轉業，減抽地下水，以達成防治地層下陷之目標。

此外，基於計畫區附近紅樹林保育之需要與對環境生態保護的考量，避開現有自然保護區範圍，使計畫區開發對沿海生態影響降到最低，在不影響內陸排水與現有漁港航道的前提下，計畫區東護岸以隔離水域與嘉義沿海相隔，使計畫區沿海的六腳排水溝、朴子溪等排水幹道不至於受到影響，東石港、塭港能維持目前的作業，潮流能在隔離水道內往復流動，其間的自然生態保護區與養殖區也將獲得妥善維護。

在填海造地工程進行後，土地利用將視需要做多方面的變化利用，可定位為高科技工業生產製造、物流中心、工商綜合服務、居住社區等，成為一新興之產業都市型發展計畫，且為減輕政府財政支出，計畫執行策略將考慮以 BOT 方式來開發外傘頂洲，由民間企業投資開發而由政府部門配合執行開發事宜。

1-4 計畫目標

- 保固外傘頂洲，維護人民生命財產安全
- 防治東石、布袋沿海地區地層下陷
- 開發與保育並重

1-5 開發計畫辦理經過

- **84.2.6 經建會研商「嘉義縣外傘頂洲與東石沿海海埔地開發事宜」確認保護外傘頂洲之必要性，並進行可行性研究。**
- **85.11.30 經建會江主委邀集各部會討論「東石海埔地土地利用計畫可行性研究」，會議決議如下：**

1. 「....政策上大家認為可以同意本計畫，將來由地方政府循行政程序呈報，本會如獲行政院交議當再邀集專家學者審議，通過後即可列為國家重大計畫；交由地方政府執行，並鼓勵民間進行投資。....」
2. 本案不論未來是否順利進行，地方政府必須立即積極推動防止本地區的地層下陷的各項工作。
3. 本案依「海埔地開發管理辦法」辦理，重要課題及尚需補充之資料如環境影響評估及財務分析等請嘉義縣政府繼續辦理。
4. 本案請嘉義縣政府研擬鼓勵民間投資辦法，於規劃內容明確後，即可研究訂開發工作，據以實施。

- **87.7.20 經建會研商「嘉義東石附近海埔地投資開發計畫」及相關鼓勵民間投資開發說明，與會相關機關代表認為原則同意本案，並應依「民間參與公共建設申請與審核作業注意事項」辦理先期計畫書報核。**
- **87.11.3 行政院函**

1. 「東石附近海埔地投資開發計畫」，擬填海造地七千六百公頃，其

訂計畫內容與經費均極龐大，嘉義縣政府擬鼓勵民間投資開發，原則同意。

2. 建請嘉義縣政府依「海埔地開發管理辦法」及其審議規範，及「民間參與公共建設申請與審核作業注意事項」辦理。

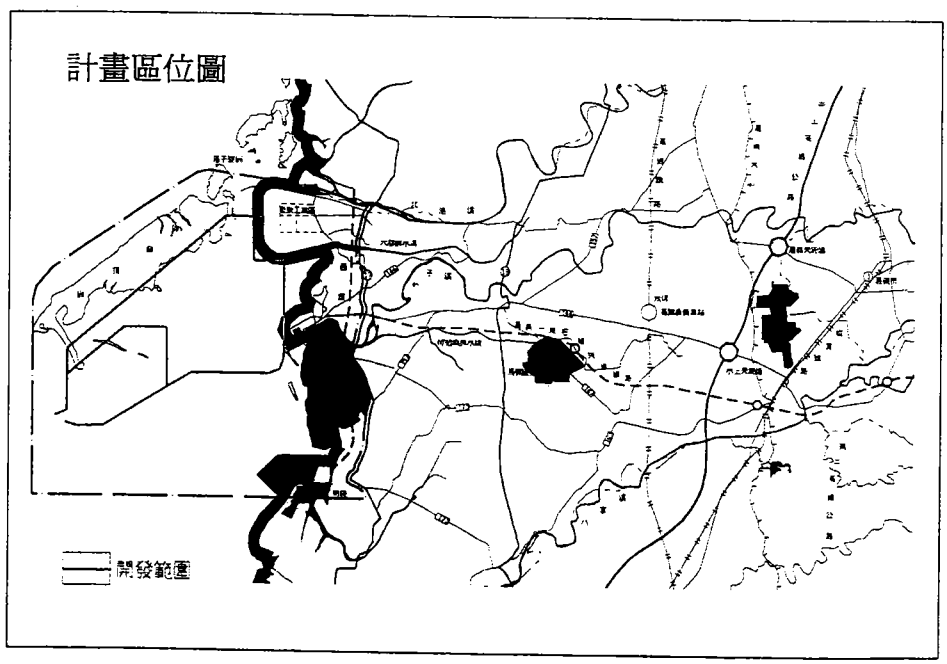
3. 建請嘉義縣政府設置專案小組，研究外傘頂洲之保固措施及沙洲流失之影響。

4. 暫不納入擴大內需方案辦理

貳、計畫區現況簡介

2-1 地理區位

- 東石海岸線以西至外傘頂洲，平均水深 1.7 公尺。
- 東側陸域為東石地層下陷地區。
- 北側為北港溪出口，南達布袋港外海。
- 計畫範圍 7,600 公頃。



2-2 自然環境

- 氣象：北迴歸線通過本計畫區，屬副熱帶季風氣候。
- 水文：本計畫區主要河川有北港溪及朴子溪。
- 地震：中度地震區。
- 生物環境：現況多為淺海養殖漁業，動物生態以海域生物及鳥類為主，另在塭港、朴子溪及六腳排水附近尚殘存紅樹林區。
- 海象：

1.潮汐：最高潮位+2.0m，最低潮位-1.8m，平均潮位+0.34m，可能暴潮位+2.9m。

2.波浪：季風波浪受外傘頂洲之遮蔽，風浪不大。颱風波浪以南向波浪最大，呈扇形向東及西方向漸減。

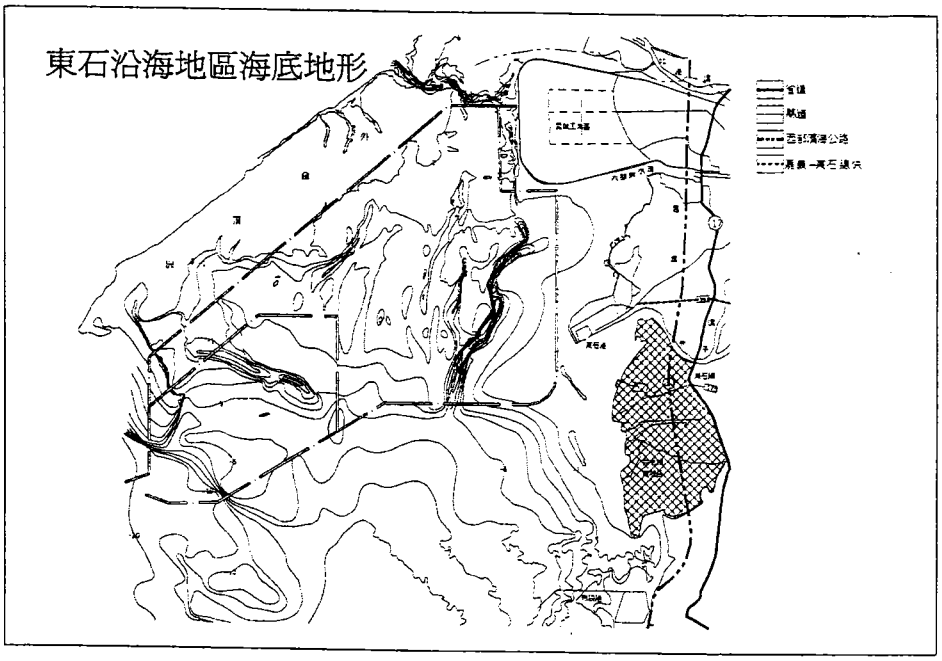
3.海流：夏季為 NNW 向，冬季為 SW 向，最大流速 Vmax=1.5m/sec。

- 地形：

1.陸地地形：高程低於 4m，由東向西傾斜，地層下陷嚴重，東石附近平均 0.88m，低於平均高潮位 1.09m。

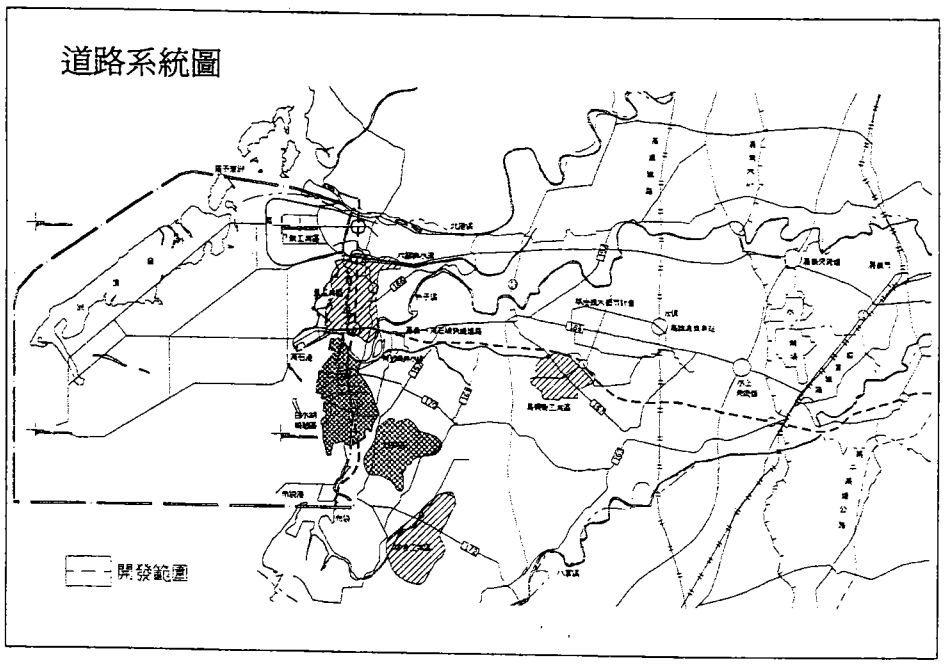
2.潮汐灘地：北港溪口與八掌溪口海岸漸向內縮減，東石地區漸向外擴張。

3.濱外沙洲：外傘頂洲平均每年向南移動約 70 公尺，每年消失泥砂約十萬立方公尺。



2-3 人文環境

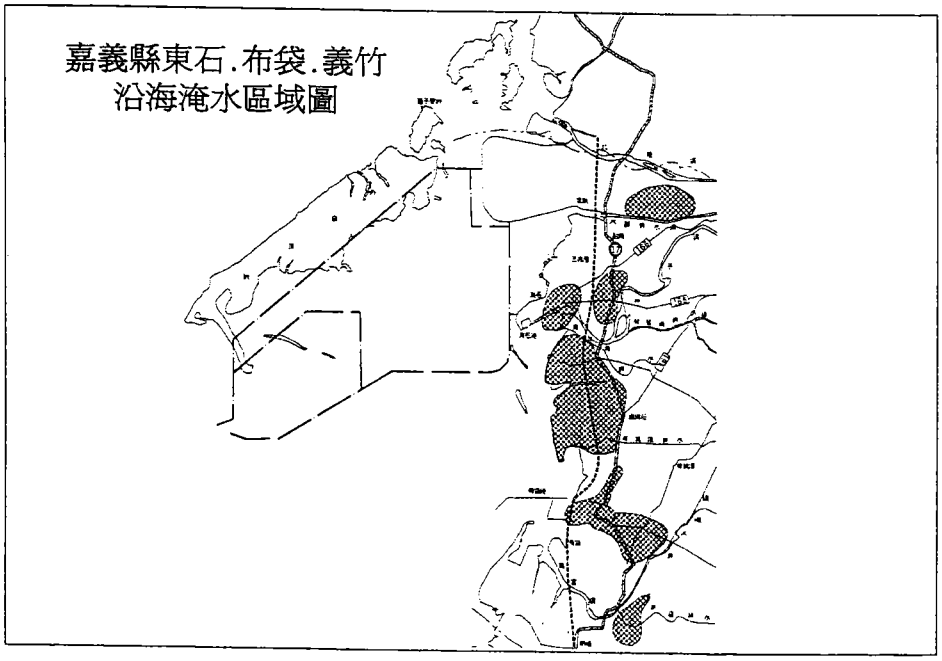
- 人口成長：東石布袋沿海地區人口外移，人口成長率呈負成長現象。
- 產業型態：以一級產業（農林漁牧養殖業）為主。
- 沿海土地利用：主要為鹽水養殖，因違規超抽地下水，造成地層下陷。
- 交通運輸：中山高速公路，省道臺 1、臺 17、臺 19 線，西部濱海快速公路，嘉義東石線快速道路。
- 地下水：年補注量 246 百萬 M^3，總抽水量 562 百萬 M^3（農業抽水量 329 百萬 M^3，養殖業抽水量 184 百萬 M^3），年抽水量大於年補注量。（民國 78 年水資會調查報告）

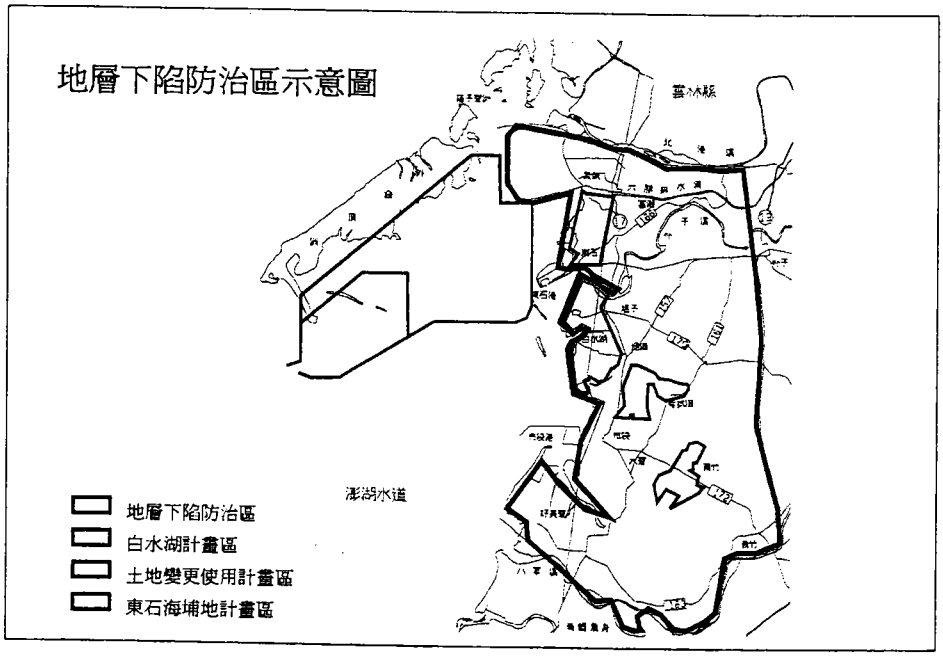


2-4 沿海災害

- 淹水災害：沿海地區淹水災害頻傳，排水系統之維修只屬治標，無法治本，平常風災即造成各排水區淹水成災，大潮時淹水災害更為嚴重。

- 地層下陷：依據台灣地區地層下陷井之監測分析預測與水準點檢測研究期末報告，嘉義沿海地區近年（民國 86 年 5 月至 87 年 12 月）最大下陷量約 6.20 公分。

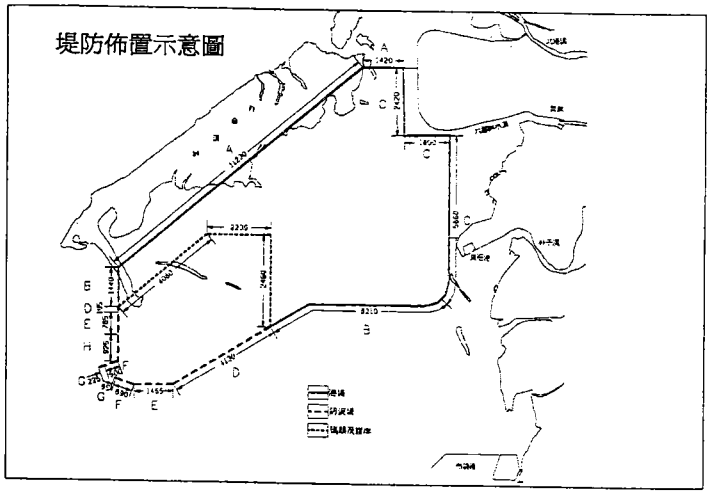

嘉義縣東石.布袋.義竹
沿海淹水區域圖

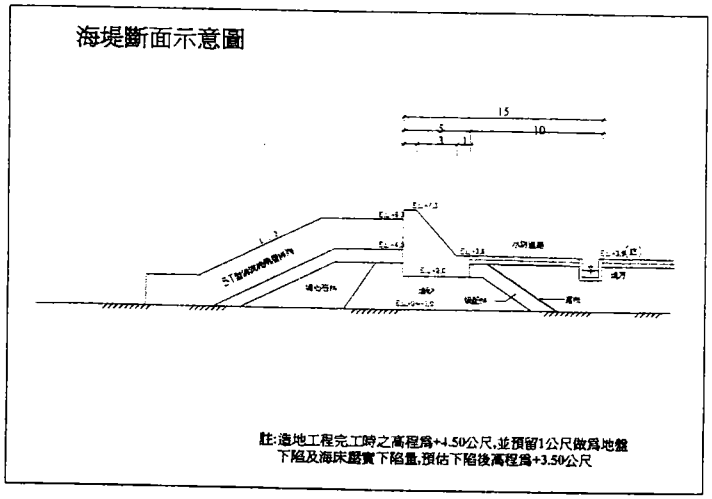

地層下陷防治區示意圖
嘉南大圳
澎湖水道
地層下陷防治區
白水湖計畫區
土地變更使用計畫區
東石海埔地計畫區

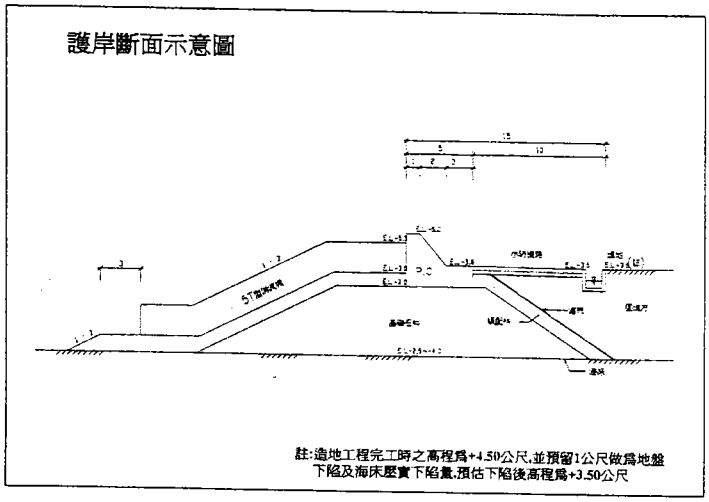
參、填海造地工程

3-1 堤防工程構想

- 海堤 A、B、C 段，L=30670M，H≒EL5.5～10M
- 防波堤 D、E、F、G、H 段，L=8980M，EL10M
- 碼頭及護岸 L=8770M
- 實際位置依民間投資計畫及專家審查結果而定。







3-2 造地工程構想

➠ 造地高程

1.根據「海埔地開發許可審議規範」規定：「造地高程依潮位計算時，除採機器排水或適當補救措施者外，應在大沛平均高潮位二公尺以上，或依暴潮位酌加餘裕高」。

2.本海埔地預定區大潮平均高潮位+1.38M，並預留 1 公尺做地盤下陷及海床壓實下陷量，造地高程 EL+4.50。

➠ 造地範圍

1.東側與東石海岸線間保留 350～500 公尺寬之隔離水道。

2.西側與外傘頂洲間保持適當距離。

3.南側造地範圍線訂於水深-5 公尺以內。

4.北側與鳥類觀察區間保留隔離水域。

5.實際造地範圍依民間投資計畫及專家審查結果而定。

➠ 造地料源

1.總填方需求量約 4.19 億 M^3。

2.建議砂源

專用港港域浚渫　浚渫面積約 2100 公頃。浚渫至 EL-23.0M。

3-3 工程經費概估

➠ 填海造地工程與港埠工程所需經費約 977 億元（不含利息及土地取得費用）。

➠ 平均單位開發成本約 1,777 萬元/公頃（相當於 5,873 元/坪）。

填海造地工程與碼頭工程經費概算

項目		數量	單位	總價(百萬元)
填海造地工程	一・抽砂造地			
	1. 深海抽砂	704,600	M^3	8,808
	2. 港池浚挖抽砂	349,540,000	M^3	20,972
	3. 碎石定砂	5,500,000	M^3	193
	小　計			29,973
	二・堤防及護岸工程			
	1.海堤	30,280	M	5,019
	2.臨時堤	18,460	M	738
	3.碼頭護岸工程	8,770	M	2,719
	4.防波堤	8,980	M	11,370
	小　計			19,846
	三・公共工程	5,500	Ha	11,971
	四・地盤改良	5,500	Ha	16,500
	五・管理費			6,263
	六・配合工程及準備金	2	%	1,691
	合　計			86,244
港埠工程	一・碼頭工程	3,600	M	7,560
	二・碼頭周邊附屬工程			3,024
	三・航道浚挖工程			38
	四・管理費			850
	合　計			11,472
	總　計			97,716

肆、開發計畫

4-1 土地使用構想

➠ 由民間投資機構依「產業都市（Industrial City）」理念，創造優良工業生產環境，規劃土地使用分區。

➠ 使用分區可包括工業用地、商務服務區、倉儲區、住宅區、公共設施、綠地等。

➠ 政策需求設置港埠、機場時，民間投資機構應予配合辦理。

4-2 公共設施配合

➠ 新闢聯外道路

1.北側聯外道路：向東銜接西濱快速道路。

2.南側聯外道路：銜接東石嘉義線東西向快速道路。

➠ 水源調配

1.用水需求估算約 41.5 萬噸。

2.近程水源調配方案

現有供水系統之剩餘水+區域用水調配計畫，調配水量每日約 24 萬噸。

3.遠程水源調配方案

現有供水系統之剩餘水+瑞峰水庫供水+曾文水庫越域引水增供，調配水量每日約 47 萬噸。

4-3 開發執行方式

➠ 由民間投資開發

1.依 85.11.30 經建會結論，研擬鼓勵民間投資方法，由民間辦理本計畫。

2.由縣政府依鼓勵投資辦法招商投資。

➠ 基本工作範圍

1.造地開發

2.開發公司依海埔地開發管理辦法及開發許可審議規範，提出造地開發許可申請（含審議規範所需各種資料暨環境影響評估），並按核准內容完成造地開發，本府給予行政支援與協助。

➠ 選擇性工作範圍

1.專用港之構築開發與利用。

2.依海埔地開發管理辦法規定登記與縣府之非公共設施土地，開發公司得選擇繳交一定金額之公共設施管理維護基金代替，土地即登記為開發公司所有。

3.開發公司選擇依海埔地開發管理辦法規定登記與本府之非公共設施土地，得研擬合作開發、租用、設定地上權或有利於整體發展之計畫。

4.尚待後續與內政部協調。

4-4 土地開發規定

➠ 開發公司應辦理事項

1.基本工作範圍申請開發許可、造地施工許可、造地開發等所需之規劃、設計、施工及環境影響評估等所需之各項費用應由開發公司全額負擔。

2.造地開發地區及受本次開發影響對養殖戶或其他地上物之拆遷補償費用。

3.開發區內道路、橋樑、溝渠、地下管道、鄰里公園、廣場、綠地、停車場等公共設施項目之規劃設計費、施工費、材料費、工程管理等費用。

4.選擇性工作範圍部份，合約規定必須支付之費用。

➠ 政府承諾辦理事項

1.中央政府之政策性支持、協調與支援。

2.地方政府之行政支援與配合。

3.負責查估地上物、救濟金發放與清除地上物。

4.排除民眾非法與不理性之抗爭，貫徹公權力，維護開發單位應有之權利。

5.區外公共設施之配合興建。

➠ 政府與投資者約定事項

1.公共設施開發規定

(1)公共設施面積不得低於開發面積 30%，應無償登記為縣府所有。

(2)公共設施之規劃設計工作由開發公司自行負責，並送本府審核同意後施工。

(3)公共設施管理維護由本府或成立之管理委員會負責辦理。

2.原應登記與縣府之非公共設施土地開發規定

(1)開發公司得就其部分或全部土地研擬合作開發、讓售、租用、設定地上權或有利於整體發展之開發計畫，報經本府核准，並負保證限期間開發之責。

(2)本土地合作開發規定由縣府與開發單位共同研商處理辦法，經

報議會通過後，由開發單位辦理。

(3)開發公司如選擇捐獻公共設施管理維護基金時，其應捐獻最低金額由縣府訂定公布。

3.開發分公司取得土地面積規定

(1)開發公司可取得之土地以造地開發面積之 40% 為原則；另捐贈與縣府之非公共設施土地，由開發公司依上述規定擇一辦理。

(2)專用港之開發興建與使用權，應由開發公司於投資計畫中審慎提出說明。

(3)依規定登記與縣府之非公共設施土地，應由開發公司於投資計畫中審慎提出處理方式或捐贈金額，作為縣府評比選擇開發公司之基礎。該處理方式經提出後，除本府同意變更外，開發公司不得主張變更。

伍、可行性評估

5-1 預期效益

➠ 正面效益

1.保固外傘頂洲，維護沿海居民生命財產安全

2.促進嘉義沿海地區經濟發展，引導產業轉型，防治東石、布袋沿海地區之地層下陷，減少民間災害

3.填海造地以創造國土，提高土地經濟價值

4.提供工商業界取得用地，提昇投資信心，帶動產業發展

5.增加就業機會，提高政府稅收

6.促進區域均衡發展，達成整體成長

➠ 負面效益

1.海面養殖及近海漁業損失

2.環境生態損失

5-2 目標達成程度評估

➠ 技術層面

1.區位條件

區位優異，涵蓋雲林離島基礎工業區、臺南科學工業園區、雲林科技工業區、臺南科學工業區、鰲鼓工業區等。

2.交通條件

配合直昇機客貨運輸開放，聯繫中正、小港國際機場，聯外道路聯繫中山高、二高、西濱、東石嘉義快速道路及高鐵太保車站。

3.生產條件

開發海埔用地，提供加工、倉儲、轉運、工商服務及住宅社區使用，配合中正大學及周遭產業之技術支援，強化生產條件。

4.行政條件

配合獎勵民間投資之推動及相關法令，由民間機構依海埔地開發管理辦法提出造地開發申請，縣府給予行政支援與協助。

➠ 經濟層面

1.財務指標淨現值為正值，具有財務效益。

2.內部報酬率為 11.8% ，高於資金成本率 8% 。

3.自先期規劃起算 10.5 年，可回收原始資投額。

4.益本比為 1.37，開發屬可行。

5.開發成本具有競爭力。

6.土地開發之財務結構具穩定性。

7.民間投資意願及設廠意願逐年特續加強。

➠ 社會層面

1.具國土安功能，維護東石沿海居民生命財產安全。

2.已獲得地方民意支持開發離島工業區及深水港計畫。

3.鼓勵民間投資，促使產業根留台灣。

4.提供就業機會，減少內陸養殖，防治地層不陷。

➠ 環境層面

1.填海地範圍與外傘頂洲、紅樹林保護區不衝突。

2.對於日益下陷之海岸地區具遮護效果。

東石海埔地土地收入分年度概算表（單位：百萬元）

項目＼年度		90	91	92	93	94	95	96	97
可供出售總面積(公頃)		178.00	808.00	544.00	7773.00	720.00	521.00	306.00	0.00
銷售率(%)		50%	50%	50%	50%	50%	80%	80%	100%
工業用地	造地面積(公頃)	178.00	808.00	544.00	773.00	720.00	0.00	168.00	0.00
	可處理面積(公頃)	178.00	897.00	992.50	1269.25	1654.63	677.31	303.46	60.69
	出售面積(公頃)	89.00	448.50	496.25	634.63	677.31	541.85	242.77	60.69
	剩餘土地面積(公頃)	89.00	448.50	496.25	634.63	677.31	135.46	60.69	0.00
	單價(坪)	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
	工業用地出售所得小計	4,038.37	20,350.66	22,517.31	28,796.07	30,733.01	24,586.41	11,015.67	2,753.92
住宅用地	造地面積(公頃)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	341.00	0.00	0.00
	可處理面積(公頃)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	341.00	68.20	13.64
	出售面積(公頃)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	272.80	54.56	13.64
	剩餘土地面積(公頃)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.2	13.64	0.00
	單價(坪)	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
	住宅用地出售所得小計	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37,134.85	7,426.97	1,856.74
商業用地	造地面積(公頃)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.00	138.00	0.00
	可處理面積(公頃)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.00	174.00	34.80
	出售面積(公頃)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	144.00	139.20	34.80
	剩餘土地面積(公頃)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00	34.80	0.00
	單價(坪)	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
	商業用地出售所得小計	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34,847.95	33,686.35	8,421.59
現金流入合計		4,038.37	20,350.66	22,517.31	28,796.07	30,733.01	96,569.20	52,128.99	13,032.25

註：上述各項經費均係以 85 年幣值估算。

陸、結論與建議

1.外傘頂洲為保護嘉義縣東石、布袋、義竹沿海三鄉鎮九萬多人民生命財產安全之重要天然防波堤，由於逐年侵蝕，不但目前浮出水面二公尺以上的沙洲已消失無存，且颱風造成的危害也逐年升高，加以地層下陷與海水倒灌之影響，沿海地區經年受災，民眾的生命財產安全急切需要保障。

2.東石海埔地開發具有保固外傘頂洲，維護居民生命財產安全之功能，並兼具自然保育與經濟發展。

3.東石海埔地開發將促進嘉義沿海地區之經濟發展，引導地方產業轉型，避免抽取地下水，防治地層下陷，減少民間災害。

4.為減輕政府開發之財務負擔及提高開發效率，宜採由民間投資方式辦理本計畫。

5.繼續依據「民間參與公共建設申請與審核作業注意事項」，準備辦理先期計畫書，推動後續公告招商作業。

6.依據「海埔地開發管理辦法」規定修訂民間投資開發案申請須知，鼓勵民間參與投資。

7.儘速核定東石海埔地開發投資計畫，由縣府依民間機構參與開發嘉義東石附近海埔地綜合性計畫申請須知辦理招商開發。

8.本開發案對本縣未來發展影響甚巨，除本府責無旁貸擔起推動工作外，執行過程亦需中央各部會全力協助，故建請指定專責部會統籌協調，以作為本府申請協助之窗口，期能有效推動及督導工作之進行。

外傘頂洲對近岸地形變遷影響之研究

顏志偉　能資所海洋資源室研究員
張恆文　能資所海洋資源室研究員

摘 要

本研究以 Delft hydraulics 所發展之 COMOR 海岸地形變遷模式，模擬外傘頂洲之近海底床沖淤現象。文中除對外傘頂洲之變遷進行描述外，亦利用 COMOR 模式自 1992 年 8 月起，模擬一年及五年後之地形變化，模式中分別考慮潮流、北方入射波及西南入射波之影響後，發現本區域無明顯之輸砂進入，箔子寮砂洲會向南及本土陸地方向移動，然因離島工業區之存在可能使南移之箔子寮砂洲無法依照原先移動速率於未來補充沙源於外傘頂洲，而外傘頂洲南方端點有持續成長之趨勢，其平均輸砂量之方向由潮流所控制，一部分之淤砂往北延散，另一部分淤砂則藉由折射波及繞射波繞過南端往南移動聚積成尾洲。

壹、前言

雲林嘉義海岸，北起濁水溪口，南至八掌溪口，受當地河流系統早期挾帶大量泥砂入海，及波浪、潮流和海岸地形之影響，造成濱外砂洲林立。近年來，因各河川輸砂量顯著減少，以致雲嘉海岸呈現侵蝕現象，又因台灣西海岸冬季優勢之南向沿岸流，使原已不穩定之砂洲向南漂移。自從雲林外海之海豐島消失後，雲嘉交界之砂洲系列，除統仙洲、箔子寮汕及外傘頂洲在高潮時尚露出水面外，其餘都已淪為潛洲。此外，由地形圖及歷年衛星遙測影像資料顯示，外傘頂洲西側外緣灘線早已逐年被侵蝕後退，如無適當保護措施，將來極有可能步海豐島之後亦淪為潛洲。

外傘頂洲位於北港溪與朴子溪之間，與海岸線呈 45° 夾角向西南方向延伸，是雲嘉海岸之外海天然屏障，此區正好位於雲林離島工業區南端，失去此天然屏障將對近岸之地形造成無可避免之影響，故外傘頂洲對近岸地形變遷影響實有探討之必要。

一般用以模擬海岸變遷現象之數值模式有大尺度範圍之單線(海岸線)模式，忽略沿岸差異的向、離岸模式及水深平均之海岸平面模式等。其中，水深平均之二維海岸平面模式內部涵蓋幾個主要的模組，各模組分別描述海岸變遷過程中主要的物理現象，而各個主要現象間可能都存在時間尺度的差異，如流、波浪、漂砂等。對於此類模式而言，基本上需要克服的是時間尺度整合的問題，且現今這些基本模組對於某些物理現象都已經能準確的做到定性甚且定量上的描述。故本文乃採用 Delft Hydraulics 所發展之 COMOR 海岸變遷二維平面模式來進行外傘頂洲對近岸地形變遷影響之研究工作。

貳、外傘頂洲海岸線的變遷

由 1911 年開始，日人實施濁水溪治導計畫，從上游修建堤防，引溪水自西螺溪（即濁水溪）入海，從此五大河道自成體系，以致北港溪之輸砂量銳減。近年來，更由於河川的人工治理、上游水土保持良好、水庫興建、平原的開發及河床砂石的大量開採，使得原本旺盛的河口泥砂堆積作用不再發生，導致外傘頂洲在波浪和潮流的作用下，有侵蝕、後退、向東南漂移、陸化，甚至有淪為潛洲之虞。

外傘頂為台灣西海岸最大的砂洲島，在 1926 年的地圖上已有標識，其北邊原有統仙洲，後來南移合併，在 1954 年的地圖上已不標明(吳、李,1993)。外傘頂洲原有範圍長達 20 公里，寬約介於 1～3 公里，由雲林縣金湖海岸以西南走向延伸出海，與陸地之間有數道潮流口。外傘頂洲之南端離嘉義縣東石約 12 公里，其間海域甚淺，滿佈蚵架。

外傘頂洲歷年海岸灘線變化，依據工研院能資所(1994)之分析研究得到以下列結論：

(1) 1920 年至 1947 年，每年平均後退 30 公尺

(2) 1947 年至 1962 年，每年平均後退 180 公尺

(3) 1962 年至 1982 年，每年平均後退 40 公尺

(4) 1982 年至 1990 年，每年平均後退 25 公尺

此外，將衛星遙測影像經過多種校正、整合和數化後，與水利局和港研所之地形與水深資料比較，再利用衛星遙測影像的重疊分析，得知外傘頂洲之年平均漂移率(吳等人,1993)為：

(1) 1973.1.30 至 1984.5.9 砂洲南段 110 公尺，北段 45 公尺

(2) 1973.1.30 至 1986.9.28 砂洲南段 103 公尺，北段 44 公尺

(3) 1984.5. 9 至 1992.1.22 砂洲南段 85 公尺，北段 27 公尺

(4) 1973.1.30 至 1992.1.22 砂洲南段 86 公尺，北段 40 公尺

若以上述 1973 年至 1992 年的年平均漂移率計算，則在過去 19 年，外傘頂洲西側乾吳砂線的南段的總漂移量約為 1.6 公里，而北段約 760 公尺；而在 1920 年到 1972 年之間，外傘頂洲之南方端點則總共向西南方延伸達 5 公里以上。外傘頂洲北段因受三條崙及箔子寮外海潛洲的遮蔽效果，海岸線向東南後退之速率，較南段直接暴露於波浪和潮流之侵襲而侵蝕的速率，大約是後者的一半以下。

參、COMOR 模式理論背景

COMOR 整體架構考慮波浪、流所造成之地形變化，因此整個計算的數學模式分成四個部分，分別為流場模式(TRISULA)，波場模式(HISWA)，輸砂及底床變化模式(Sediment Transport & Morphodynamic)，茲將各模式簡述如下：

3-1 流場模式(TRISULA)

TRISULA 模式為一二維(Two Dimensional)深度平均之潮流流場模式(Delft Hydraulics，1993)，假設流體密度為均勻分佈且不可壓縮，而在深度方向上之流體運動很小可以忽略且其加速度遠小於重力加速度之情形下，採用曲線網格(curvilinear grids)以隱形差分法求解網格上之潮汐水位及流速分佈。

此模式中考慮之外力包括地球科氏力(Coriolis Force)、亂流黏滯應力、底床及風之剪力效應。其中底床剪力採用切西(Chezy)、曼寧(Manning)或懷特(White Colebrook's)公式；風剪力則採用與風速有關之二次摩擦定律。同

時模式中亦考慮波浪造成之外力(wave driving force)，此驅動外力在垂直於地形等高線方向將造成水位之波揚(wave setup)，平行於地形等高線方向則引起沿岸流；而在陸地邊界處理方面，採用移動性邊界條件(Moving bonndary)，對於水陸交界的位置作一乾濕區域(dry and flood area)的判識，適合潮間帶之流況模擬，此一特性對於海灘坡度較緩、碎波帶較大之海域其輸砂及地形變遷之模擬至為重要。

3-2 波場模式(HISWA)

HISWA波場模式是由荷蘭Delft工科大學(Technical University of Delft)所發展之二維平面模式，可模擬波浪由深海至淺海之成長與傳播現象。該模式模擬矩形格網上不同方向之波動(wave action)函數分佈，考慮風吹作用之波浪成長，底床摩擦、波浪碎波及水流引起之阻絕效應(blocking effect)等之波能損失。同時考慮水深及水流引起之波浪折射作用，可應用於淺水海域中方向波譜之模擬，其中水流引起之折射作用，一般在流速大於四分之一波速時才顯得出重要性。此波場模式求解定常性(stationary)之波動密度平衡方程式，同時將此波動平衡方程式作參數化的處理以降低變數的數量，利用有限差分法求解矩形格網內各個波向上波動密度函數之零階動差及一階動差。

3-3 輸砂及底床變化模式 (Sediment Transport & Morphodynamic)

輸砂模式採用Bijker輸砂公式，考慮波浪的效應，計算含懸浮載S_S(suspended load)及底床載S_b(bed load)之總輸砂量S(total load)$=S_b+S_S$ (Van de Graaff etc.，1979)。底床變化模式則利用泥砂質量守恆原理，由單位時間進出每個計算網格控制體積內之淨輸砂量，考慮底床之孔隙率，求得底床沖淤之變化速率(Z.B. Wang，etc.，1991)。

肆、研究區域及背景資料

本研究區域選定外傘頂洲附近沿著海岸線北達芳苑、南至八掌溪海域，南北長共約 80 公里，離海岸線東西寬約 25 公里的海域為範圍；其中包括濁水溪、北港溪、朴子溪及八掌溪等四條主要河川。

整個區域之水深地形分佈如圖 1 所示，此地形資料高程以基隆平均海水面為基準，向下為正，向上為負；由圖中可以發現：整個區域之等深線約略與海岸線平行，唯外傘頂洲以 45° 向海突出致其西南端呈現較陡的底床坡度，且對東石附近海域形成一地形屏障；而其頂端前之海域為澎湖海道之北緣，深度達 100 公尺以上。雲林離島工業區則介於濁水溪與外傘頂洲之間，各個離島佈置外緣約介於水深 10~20 米之間。由於涵蓋的面積甚大，地形資料彙整自工研院能資所 1992 年、港研所 1991 年及中興顧問社 1990 年、1989 年之現場地形量測資料，水陸邊界部分以能資所 1992 年遙測衛星影像資料補足，深海地形資料不足之處則以海圖彌補之。

整個研究區域之海象背景資料甚為缺乏，除了長期之潮位記錄外，流速及波浪之實測資料都偏向短期的量測且集中於部份地區，尤以波浪資料為甚；而由於 HISWA 模式中考慮波浪的作用，因此需要外海的波浪入射條件，為解決此一問題，乃引用香港皇家天文台所蒐集之台灣海峽長期船舶觀測資料，資料時間自 1949 年至 1988 年，資料的量測範圍包括東經 119.00° 至 121.00° 、北緯 22.50° 至 24.50° 。將這段期間之長年風速與風向、波浪之波高與波向的關係作一統計分析，其中風向在西南和東北兩個方向都具有較大之機率分佈；而若將波浪全年統計值依東北季風期(10 月至 3 月)及西南季風期(4 月至 9 月)分別再加以統計分析，則其波高與波向之關係有明顯的區分，尤以東北季風期為甚，所有波浪幾乎都集中在 NE 方向附近，而在西南季風期其波高與波向之關係則較不明顯(張等，1994)。

將此一統計分析結果扣除未能傳達至岸邊及波高小於 0.75 米之波浪，依照二個季風期的分類得到正北方向(0°)來的代表性波浪，其示性波高為 3 米，示性週期 7 秒，發生的機率為 11.1%；西南方向(230°)傳來之代表性波浪，示性波高為 2.5 米，示性週期 6 秒，發生機率為 5.5%。而風場之分佈則相對於不同之波浪條件分別以 20m/s 及 10m/s 為模擬區域之風速條件。將此一分析所得之深海波浪

條件代入波場計算中。另對於流速資料的處理，因模式計算為深度平均，部份量測點屬於上層量測，必須將之予以適當修正至水深平均值以為比較。

伍、模式之校正與驗證

模式之校正與驗證包括流場部分及波場部分，流場部分包括台灣海峽及外傘頂洲二個區域範圍，波場部分則只有外傘頂洲區域。

5-1 流場之校正與驗証

(1)台灣海峽模式

由於計算外傘頂洲海域時缺乏外海開放邊界條件 (open boundary condition)，為了解決此一問題，乃採用涵蓋台灣海峽之大範圍計算區域，再將計算結果應用於計算外傘頂洲海域時之外海邊界條件；其網格切割如圖 2 所示，其中最小網格大小約為 2500× 1750m^2，最大網格約為 12000× 14000m^2，計算區域共含 88× 97 個格網。此計算區域之邊界條件係引用 Schwiderski,E.W.(1978)之大洋潮汐模式中的 M_2,S_2,O_1,K_1,N_2 五個主要分潮係數合成之水位，同時將開放邊界分成九個分段，而各個分段間之水位值則以線性內差求得；TRISULA 模式中輸入之重要參數包括海水之密度 1024kg/m^3、渦旋黏滯係數 2m^2/s、底床剪力懷特係數 0.5 及北緯 24° 之科氏力參數。同時為了確保數值模擬之精度，計算的時間間隔定為 5 分鐘，以使整個區域之可蘭數(Courant number)都小於 6(Stelling et al. 1986)；此外為使計算結果能與驗證數據做一比較，計算延時定為 35 天，以使各驗證點位之水位資料可經調和分析後得到各個分潮係數。由於整個台灣海峽缺乏大陸方面之潮汐水位資料，因此於模式驗證方面乃採用英國海軍潮汐年表(Admiralty Tide Tables 1992)之分潮係數為依據。

將計算結果與驗證資料比對之，得到其中四個主要分潮係數之振幅比值及位相差值，如圖 3 至圖 6 所示；由結果顯示：振幅的比值在外傘頂洲附近海域以 M_2 分潮而言都小於 5% ，位相角的差值小於 9° ，而其他分潮之位相差則都小於 5° ，但振幅之比值則稍差些，此說明在此區域模擬出之位相角度具有相當高的精度，對於潮汐漲退的時間預測較佳；而在大陸部份，因沿岸部份島嶼眾多且部份點位受地形遮敝的影響，振幅之比值及位相差值都稍為大些，整體來說，就台灣西部海岸而言，計算的結果較為理想，對於當作外傘頂洲海域之外海邊界條件可靠度甚高。

(2)外傘頂洲海域模式

外傘頂洲計算區域之網格分佈，如圖 7 所示，其中包含 104× 147 個格網，大網格大小約為 370× 1390m^2，而最小則為 80× 150m^2，圖上顯示字母編號則為校正點位，其中包括中央氣象局及水利局所屬之東石及芳苑二潮位測站，台南水工所 1992 年 6 月的四個流速測站，將上述台灣海峽計算結果作為外傘頂洲海域之外海邊界條件，且為了避免計算時在邊界上產生不合理的物理現象，邊界條件的型態需適當的調整；經不斷的數值試誤(nccnerical trial and error)，選定計算區域之北面邊界左三分之一及西面邊界下三分之二為水位邊界，剩餘之外海邊界則為流速邊界。

校正結果如圖 8 所示。其中流速測站之資料經過台南水工所調和分析之結果顯示，其恆流流速都甚小，因此並未將之扣除，且由於部份點位之測深位置近於表面，可能與平均流速有所差異，經參考台南水工所六月份對於相關海域實測之速度剖面(中興工程顧問社，1993)，就這四點校正點而言，顯示底床三分之一處之流速約等於平均流速，水面下三米處之流速則大於平均流速，只有一點例外，然此乃當時之量測剖面，對於四月份的速度剖面則又有不同，但大致趨勢一致，唯其校正數值差異頗大，故引用對數流速剖面(Log law)將實測資料予以適當的校正至平均流速。圖中顯示芳苑站為一位於潮間帶之潮汐測站，另東石站則由於其位於東石港內，且附近地形資料缺乏致潮型較

不易掌握，唯其漲退時間大致良好；流速測站則模擬甚佳。其中模擬所採用之重要參數包括曼寧係數 0.026，亂流黏滯係數 2.0m^2/s，時間間隔為 1 分鐘，地球自轉柯氏力參數則定為北緯 23.6° 。

5-2 波場校正

依據船舶資料分析，將深海之波浪資料依二個季節風期得到二個不同的代表性波浪，因此對不同的波浪條件而言，必須以不同的計算格網分別計算之。同時考慮局部區域之解析度，再以細小網格計算之，其中大網格的大小為 125× 250m^2，小網格的大小則為 50× 150m^2。

由於近岸地區長期之波浪測站缺乏，僅有少數短期之測站資料，引用台南水工所 81 年及 82 年之觀測平台實測資料，其位置為圖 1 中之 w1 點，將之依二個季風期分類比較如表 1 所示，可以看出在東北季風盛行匙時期其結果較為相近。

陸、計算結果與討論

6-1 一年後之近海底床沖淤

6-1-1 代表性潮汐（MO1）

(1)代表性潮汐(MO1)

圖 9 為工業區存在下外傘頂洲附近海域之平均輸砂量分佈情形。圖中顯示外傘頂洲西側平均輸砂量往北；整個區域之平均輸砂量皆小於 10^{-5} $m^3/m \cdot s$，在水深少於 5m 之淺海地區平均輸砂量幾乎為零，外傘頂洲水線上方之平均輸砂量甚小，純由潮汐引起之越頂沖刷影響不大。

圖 10 為工業區存在一年後之沖淤分佈情形。除了少數局部地區沖淤值較大之外，其餘地區年沖淤值幾乎都小於 0.25m，大部分地區年沖淤值小於 0.05m。在濁水溪及北港溪河口處，河川流量所挾帶之高泥砂濃度於此處沈積。由於模式中河口附近格網之解析度不足，其沖淤值僅作定性上之參考。在外傘頂洲南端 7.5m 水深處附近，潮流作用

較強，年淤積量可達 0.5m。在南方填土區與雲林本土海岸間所形成之隔離水道兩端出口處附近，最大年淤積量可達 1m，局部沖淤緊接一起，有形成沙洲之趨勢。

(2)北方代表性波浪及潮汐（HT1）

圖 11 為北方代表性波浪及潮汐共同作用下，整個模擬地區及外傘頂洲附近海域之平均輸砂量分佈情形，沿岸漂砂帶可明顯地看出。在碎波帶及外傘頂洲南端外海處，其輸砂量值遠大於只有潮流作用時之結果，約在 4×10^{-4} $m^3/m\cdot s$ 左右之尺度。就平均輸砂量而言，外傘頂洲灘地碎波帶內最為明顯，越頂輸砂量則甚少。整體而言，雲林地區平均輸砂量往南移動；但在分離之箔子寮砂洲南方，平均輸砂量銳減，可預期現階段往南補充於外傘頂洲之輸砂量甚少。

圖 12 為一年後之沖淤分佈情形，相較於圖 9 只有潮汐而無波浪作用時差異甚大。波浪作用之存在使得在水深小於 10m 之淺海地區有明顯之沖淤情形，水深較深地區之沖淤值也稍大些。外傘頂洲除南端附近有淤積外，其餘灘線前方約 10m 水深範圍內有明顯之沖刷；箔子寮砂洲岬灣內之淤積地區也可明顯地看出。沿著南填土區北邊及西側邊界，由於沿岸流之加速與碎波能量之集中消散，沖刷量增加，這些地方需要適當的保護。

(3)西南方代表性波浪及潮汐（HT2）

圖 13 表示在西南方代表性波浪及潮汐共同作用下，整個模擬地區及外傘頂洲附近海域之平均輸砂量分佈情形。相較於北方代表性波浪及潮汐共同作用之平均輸砂量而言，沿著外傘頂洲海岸其數值減少甚多，但仍大於只有潮流作用時之輸砂量，方向朝北。

圖 14 為一年後之沖淤量分佈情形。在靠近外傘頂洲南方端點 5m 水深處向北流動之平均流所造成之沖刷值超過 1m，所帶走之泥砂沿著南外傘頂洲堆積。在南填土區南側附近，高平均輸砂量梯度所造成之局部沖淤量可達 2m 以上，這表示填土區圍堤之穩定性宜加注意。

(4)綜合沖淤

一年後之綜合沖淤結果為上述三種代表性水力條件(M01、HT1 及 HT2)年沖淤量之總和，如圖 15 所示，代表整個模擬地區及外傘頂洲附近海域之底床沖淤量分佈情形。由圖 15 可知，外傘頂洲中部沿岸底床平均將以每年 0.1m 至 0.3m 之速度刷深，其主要原因為南向之沿岸流所造成，沖刷之泥砂大部分在外傘頂洲南端附近淤積，再由此處藉潮流之作用向南及向北堆積。外傘頂洲南端以南泥沙之淤積已形成尾洲(Spit)，在水深 2.5m 處，其年淤積量可達 2m，預期數年之後沖淤速率趨緩，年沖淤量將降低。已經分離之箔子寮砂洲則以每年 0.1m 至 1.0m 之速率刷深，沖刷之泥砂立即於砂洲南方及其陸地側堆積，造成砂洲南向及陸地方向之移動，此與砂洲歷年之實際移動趨勢相同。經比較只有潮流作用之年沖淤分佈(圖 10)與年綜合沖淤分佈(圖 15)可知，在水深大於 20m 之深海地區其年沖淤量值大致相同，故知這些地區之沖淤主要由潮流所控制；在水深少於 10m 之淺海地區很明顯地則是由波浪所控制。

6-2 五年後之近海底床沖淤

圖 16 為北方代表性波浪及潮汐共同作用下，整個模擬地區及外傘頂洲附近海域五年後之平均輸砂量分佈情形。若與圖 11 之一年後平均輸砂量分佈情形比較，除了少數幾點之外，兩者間之差異不大，基本上與一年沖淤結果所得之結論相似。

圖 17 為五年後之沖淤量分佈情形。若將其與圖 15 之一年後沖淤量分佈情形比較可知，兩者間之沖淤分佈情形幾乎相同。一年沖淤結果所得之結論亦適用於五年後之沖淤分佈情形，主要區別為五年沖淤結果之數值幾乎為一年沖淤結果之五倍。

柒、結論

綜合上述數值模擬計算之結果，填海造地區對外傘頂洲近海底床沖淤之影響可歸納如下：

外傘頂洲目前是一獨立的地貌動力單位。這可由三種不同代表性水力條件計算所得之年平均輸砂量分佈得知，幾乎無平均輸砂量從北方或南方補充砂源到外傘頂洲，五年後之平均輸砂量分佈亦有此現象。

未來向南移動之箔子寮砂洲會補充沙源於外傘頂洲，且由模式計算結果得知，箔子寮砂洲會向南及本土陸地方向移動。依照計算之年沖淤速率至少約需 15 至 30 年後方能抵達北外傘頂洲之端點，這數字與過去十年來之移動速率約略相同(黃等人，1994)。然因工業區之存在可能使這南移之箔子寮砂洲無法依照原先移動速率於未來補充沙源於外傘頂洲，預期對外傘頂洲之負面衝擊將在上述時間之後感受到。箔子寮砂洲目前對北外傘頂洲有保護作用，當這砂洲往外傘頂洲移動消散時，預期波浪沖擊增加，可加速對外傘頂洲之沖刷，對外傘頂洲之輸砂平衡是正面或負面的衝擊，依據目前短時間模擬之結果無法確知；有可能當目前分離之箔子寮砂洲接觸到北外傘頂洲時，另一個分離砂洲又取代目前的砂洲而再次提供遮蔽作用。

外傘頂洲南方端點有持續成長之趨勢，目前外傘頂洲頂端已達深水區，平均輸砂量之方向由潮流所控制，一部分之淤砂往北延散，另一部分淤砂則藉由折射波及繞射波繞過南端往南移動聚積成尾洲。

捌、參考文獻

1.吳啟南、李元炎，82 年，"嘉南沿海沙洲島的變遷分析－利用多時衛星影像及航照"，省交通處港灣技術研究所之"雲嘉海岸保育及開發研討會"論文集， 第 2-1 至 2-27 頁。

2.黃正昌，張恆文，顏志偉，尹可健(1994)，填海造地對外傘頂洲海岸地形之影響及其保護方法之研究，工研院能資所。

3.吳啟南、彭淼祥、黃正昌，82 年，"多時衛星影像應用於外傘頂洲的漂移分析研究"，工研院能資所，技術報告第 06-3-82-0172 報告，52 頁。

4.張恆文、顏志偉、黃正昌(1994)，填海造地對近岸流場影響之研究，第十六屆海洋工程研討會，第B-37至B-53。

5.台南水工試驗所，81 年，"雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析"，第一部份，自然環境現場調查第一冊，試驗報告第 136 號。

6.台南水工試驗所，81 年，"雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析"，第一部份，自然環境現場調查(附錄)，試驗報告第 136 號。

7.台南水工試驗所，82 年，"雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析"，第一部份，自然環境現場調查第一冊，試驗報告第 151 號。

8.台南水工試驗所，82 年，"雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析"，第二部份，數值模擬與環境背景資料庫，試驗報告第 151 號。

9.中興工程顧問社，82 年，"雲林縣離島式基礎工業區開發計畫八十二年度整體規劃通盤檢討及綱要計畫擬定－海岸水理及地形變遷研究"，508 頁。

10. Delft Hydraulics(1993), TRISULA, a Simulation Program for Hydrodynamic Flows and Transports in 2 and 3 Dimensions,Release 2.

11.Van De Graaff, J. and Van Overeem, J. (1979) "Evaluation of Sediment Transport Formulae in Coastal Engineering Pratice", Coastal Engineering, 3, pp1-32.

12.Z. B. Wang, T. Louters and H. J. De Vriend,(1991),"A Morphodynamic Model for a Tidal Inlet",Proc. CMOE'91 Conference,Barcelona.

13.Schwiderski, E. W., (1978), "Global Ocean Tides, Part I, A Detailed Hydrodynamical Interpolation Model", Naval Surface Weapons Center, Dahlgren, Virginia, US.

14.Stelling, G. S. and J. J. Leedertse, (1992), "Approximation of Convective Processes by Cyclic AOI Method", Pro. 2nd Int. Conf. on Estuarine and Coastal Modelling, Tampa, Florida, pp. 771-782.

15.Hydrographer of the Navy, (1993), "Admiralty Tide Tables and Tidal Stream Tables", Volume 3.

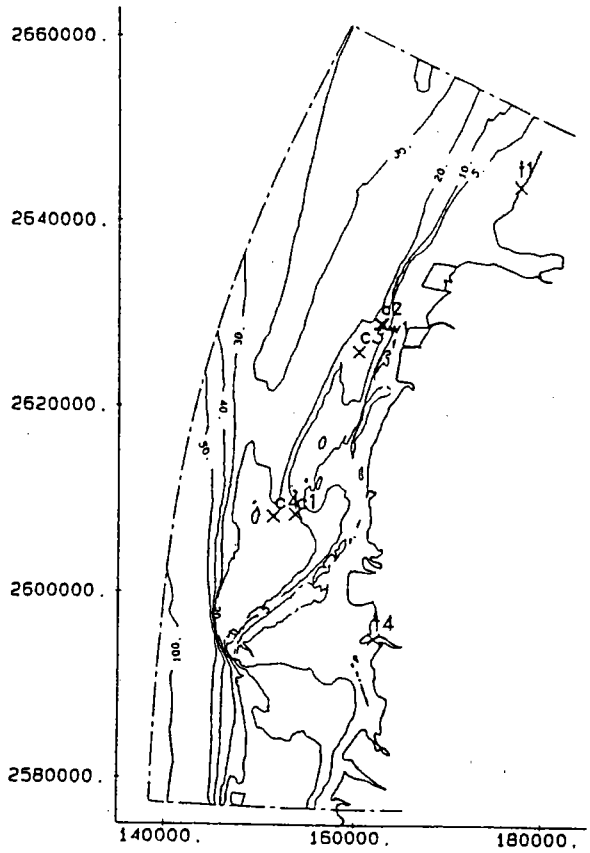


圖 1 外傘頂地區之水深地形分佈

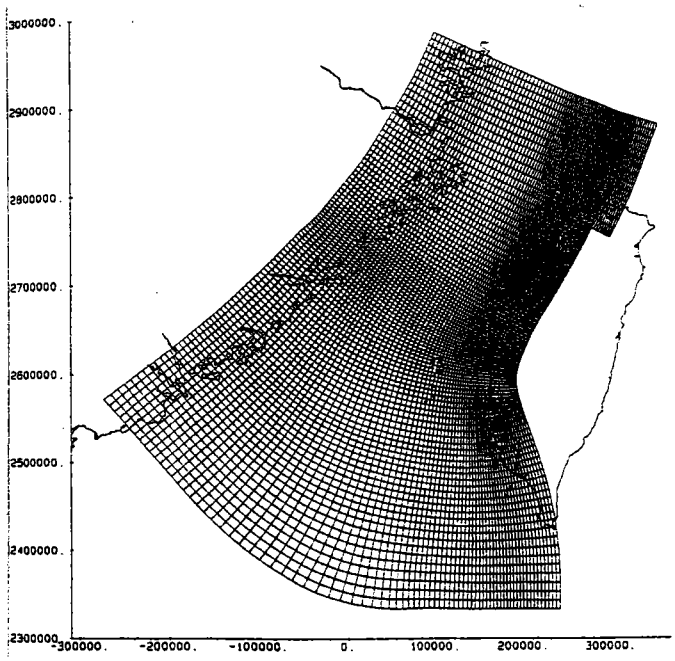


圖 2 臺灣海峽模式之網格分佈

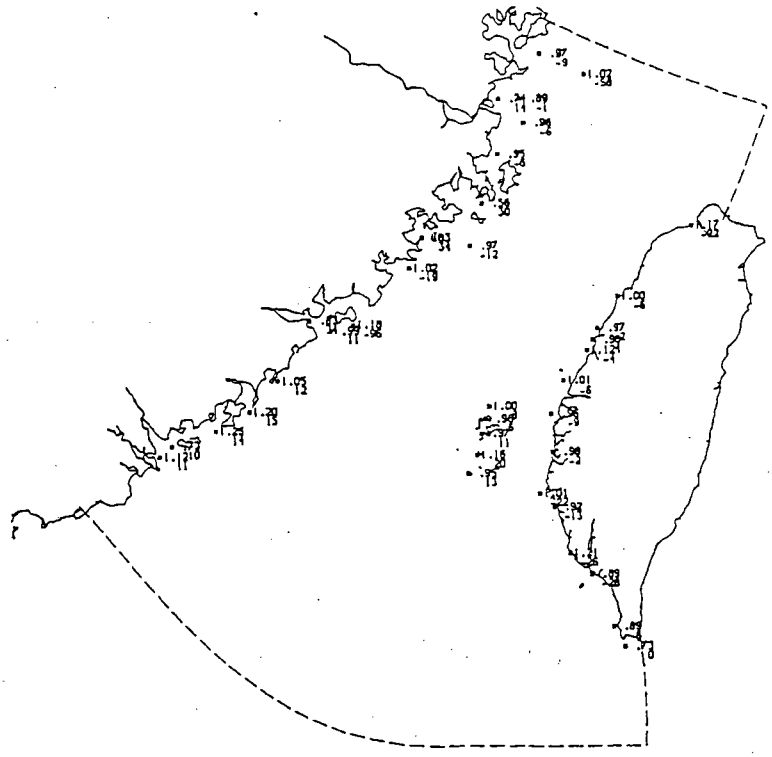


圖 3 M_2 分潮計算與觀測值之振幅比值(上)及相位差值(下)

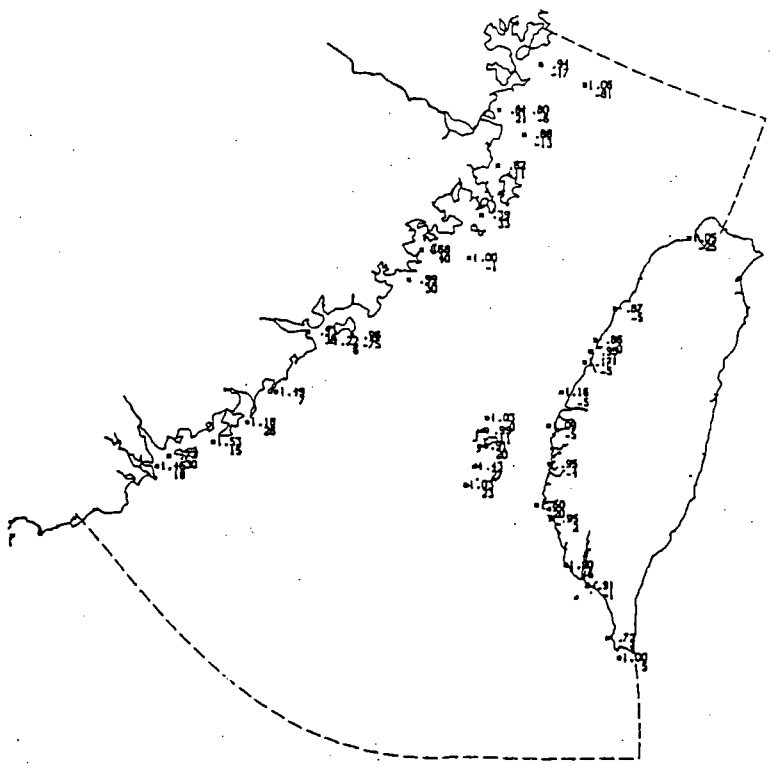


圖 4 S_2 分潮計算與觀測值之振幅比值(上)及相位差值(下)

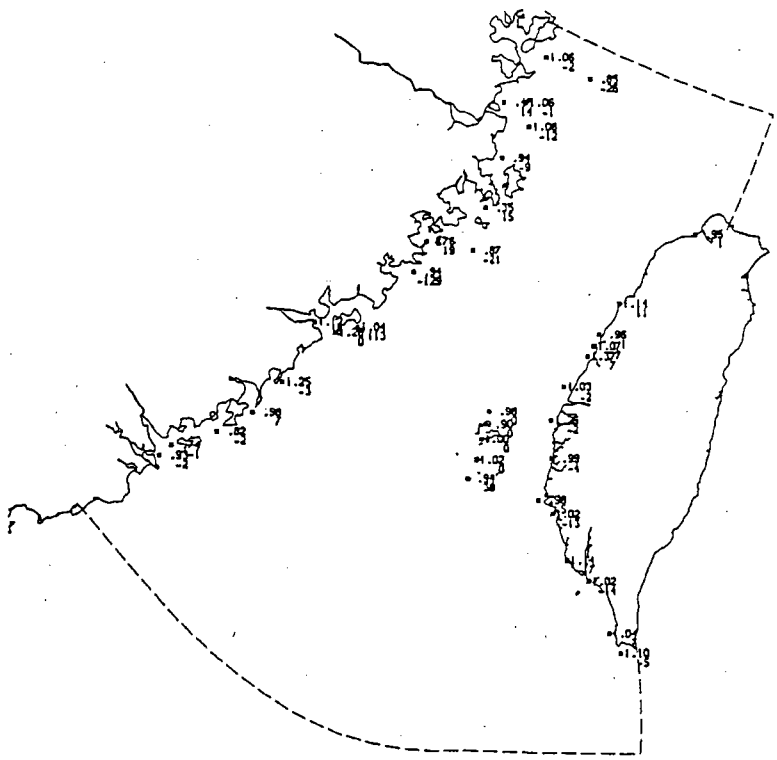


圖 5 O_1 分潮計算與觀測值之振幅比值(上)及相位差值(下)

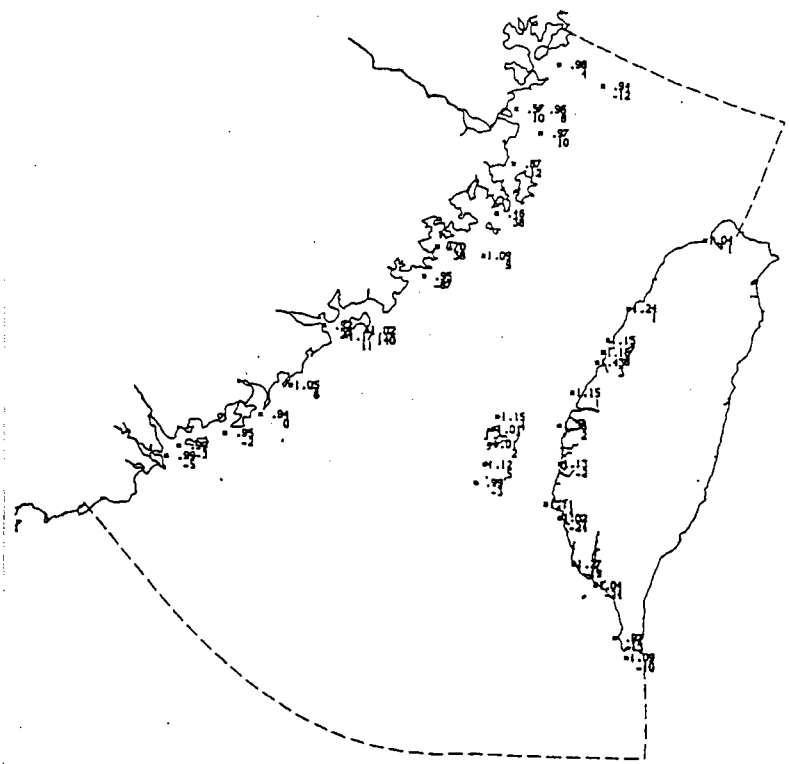


圖 6 K_1 分潮計算與觀測值之振幅比值(上)及相位差值(下)

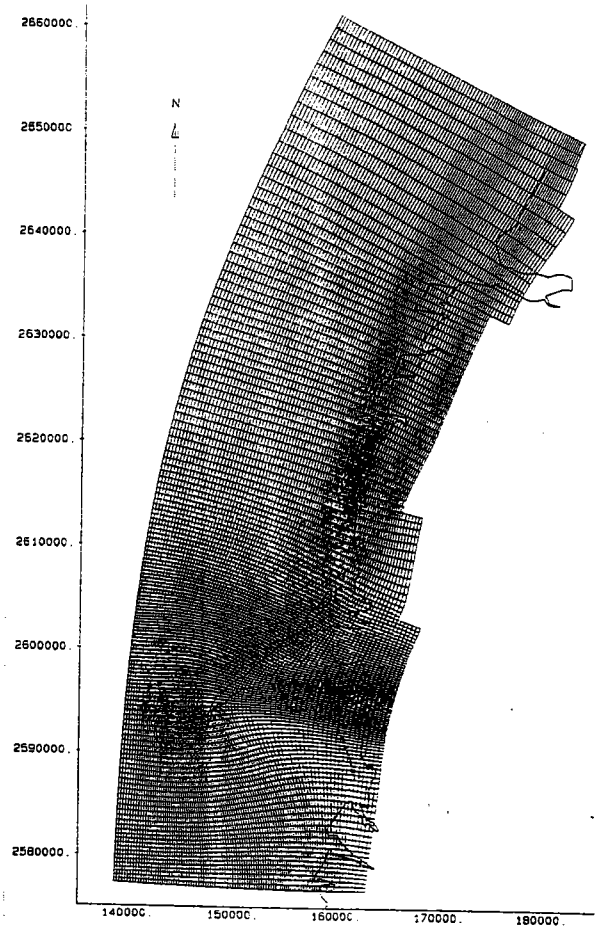


圖 7 外傘頂計算區之網格分佈

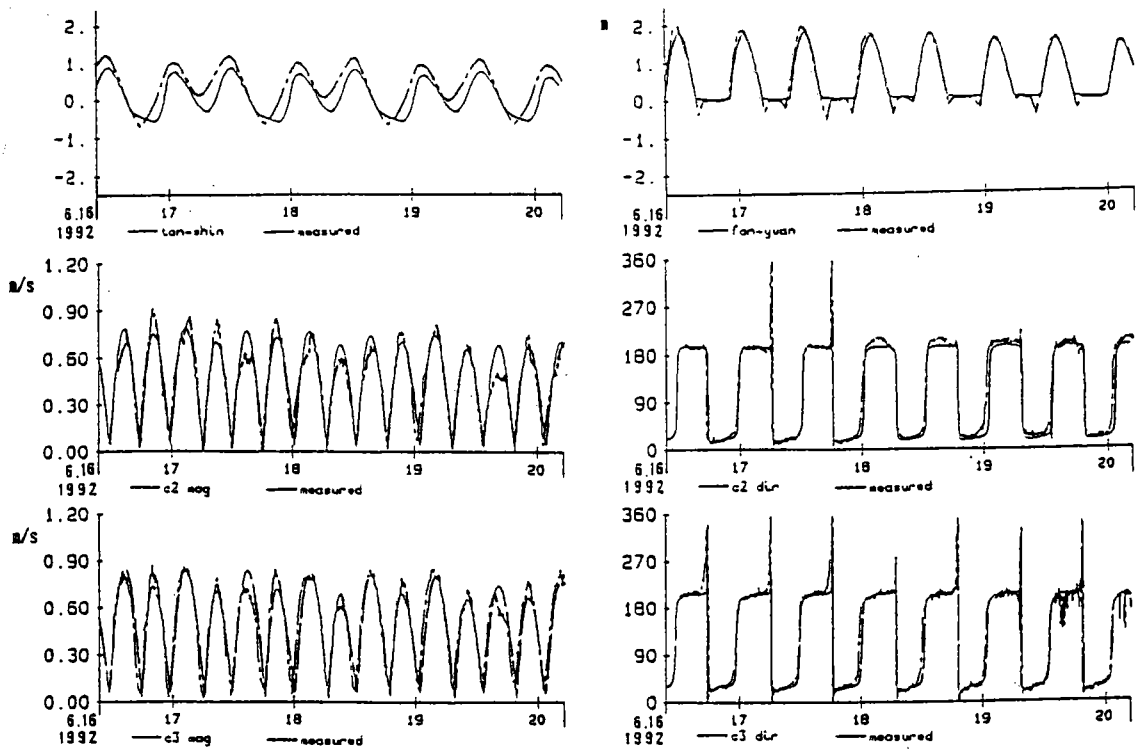


圖 8 水位與流速之校正比較圖

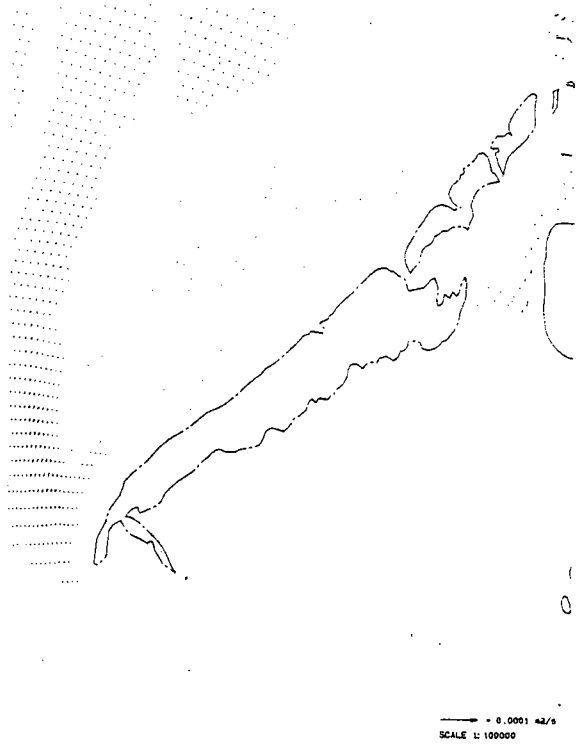


圖 9 外傘頂洲附近之平均輸砂量分佈(代表性潮汐)

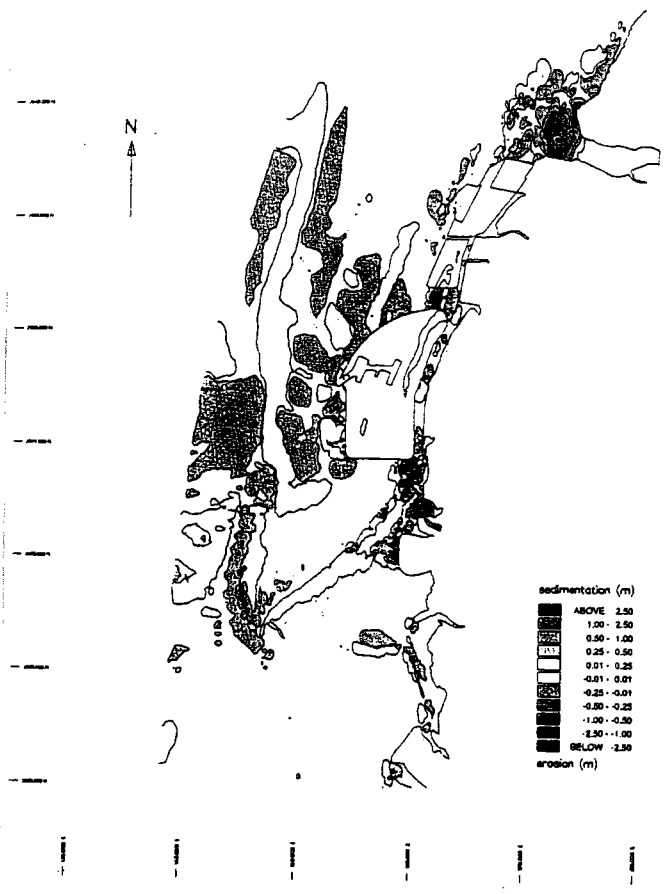


圖 10 外傘頂洲附近之一年沖淤分佈(代表性潮汐)

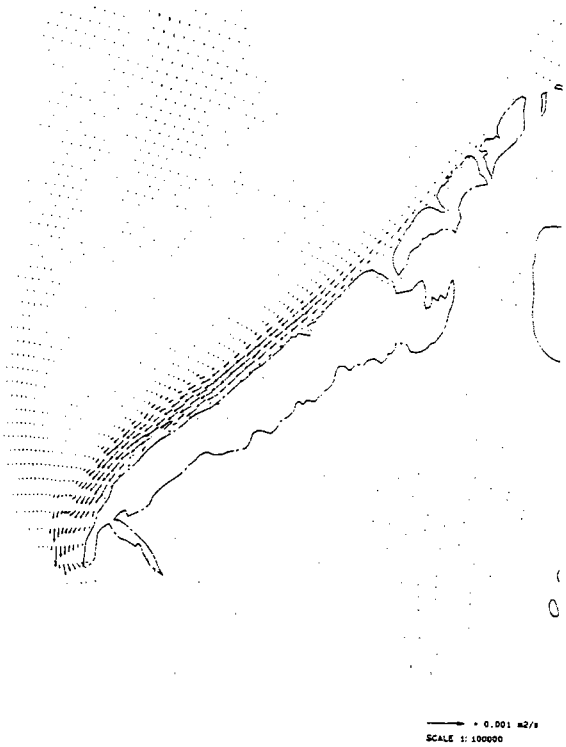


圖 11 外傘頂洲附近之平均輸砂量分佈(北方代表性波浪及潮汐)

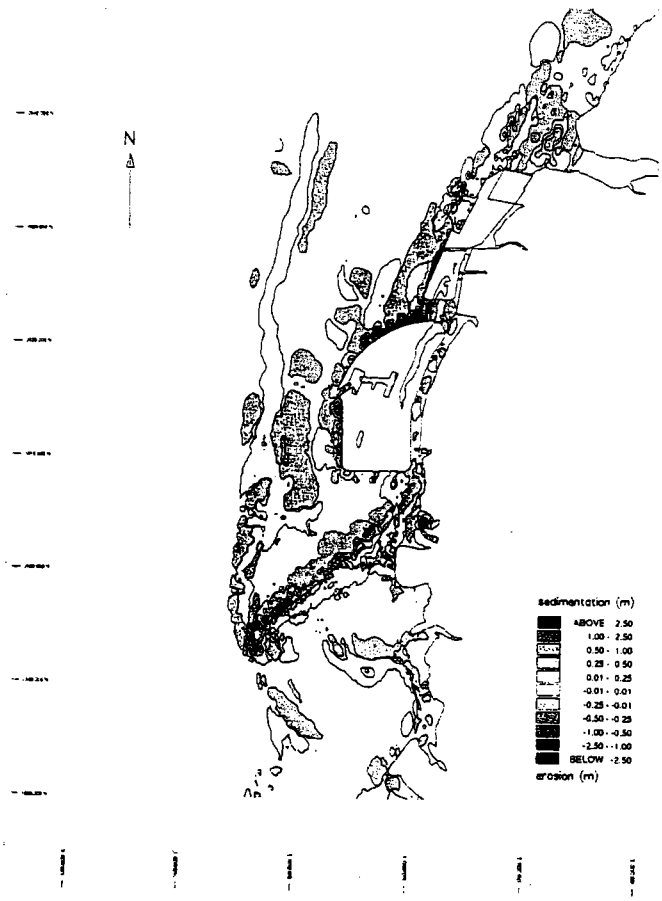


圖 12 外傘頂洲附近之一年沖淤分佈(北方代表性波浪及潮汐)

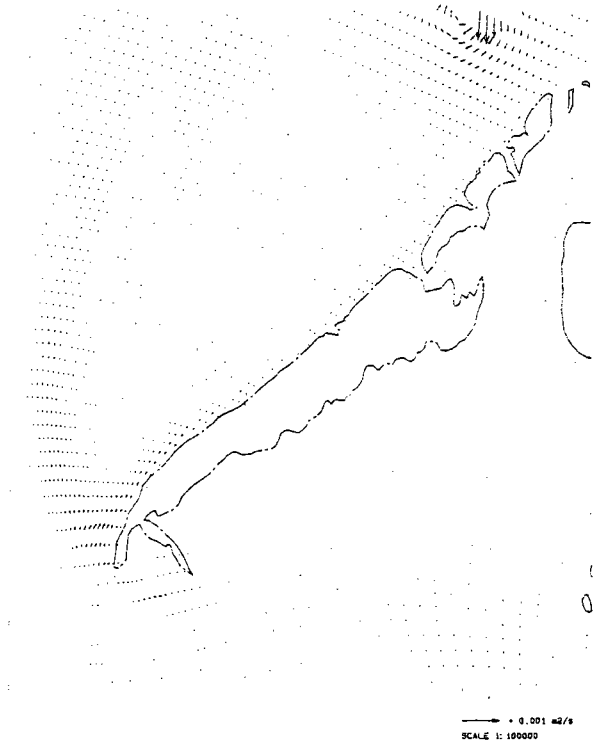


圖 13 外傘頂洲附近之平均輸砂量分佈(西南方代表性波浪及潮汐)

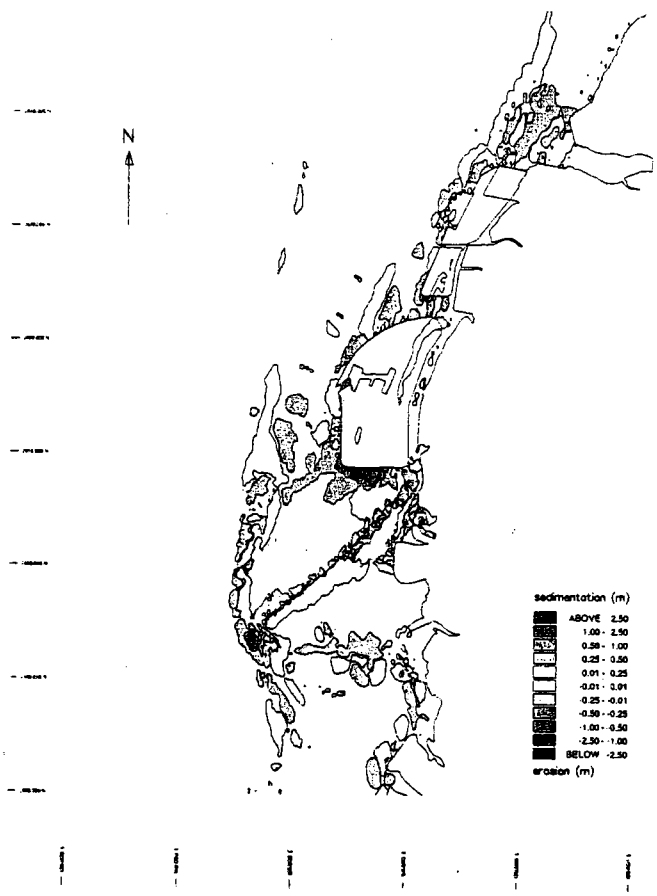


圖 14 外傘頂洲附近之一年沖淤分佈(西南方代表性波浪及潮汐)

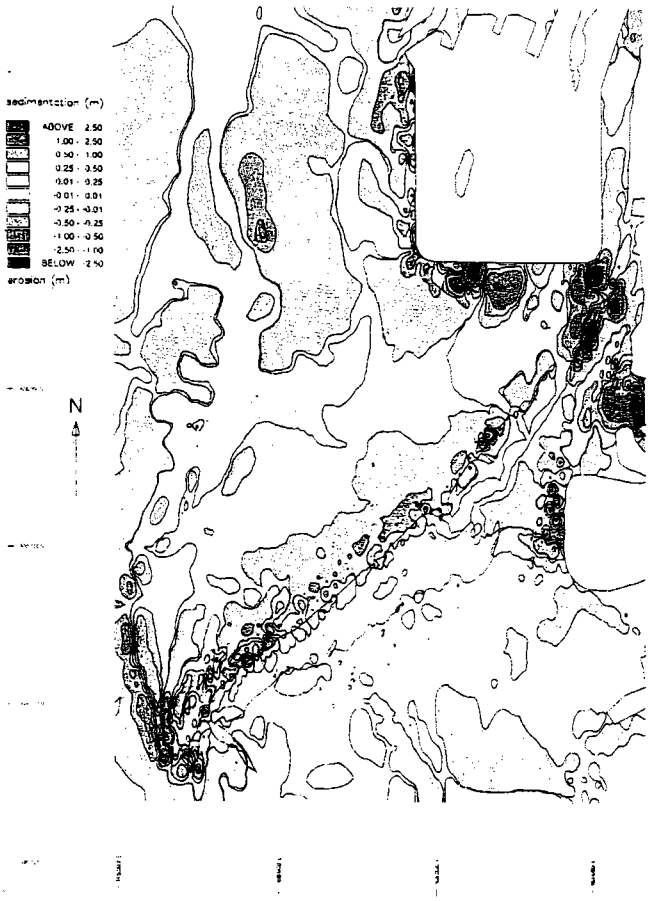


圖 15 外傘頂洲附近海域之一年綜合沖淤分佈圖

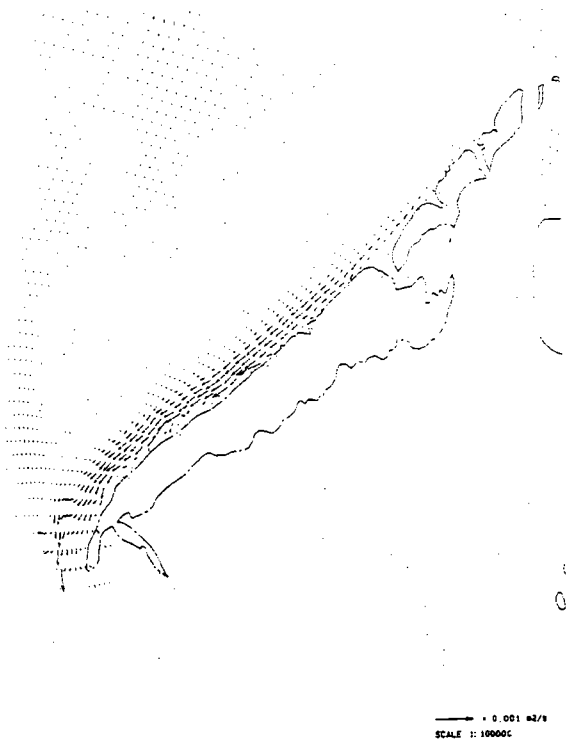


圖 16 外傘頂洲附近海域五年後(1997 年)之平均輸砂量分佈圖
(北方代表性波浪及潮汐)

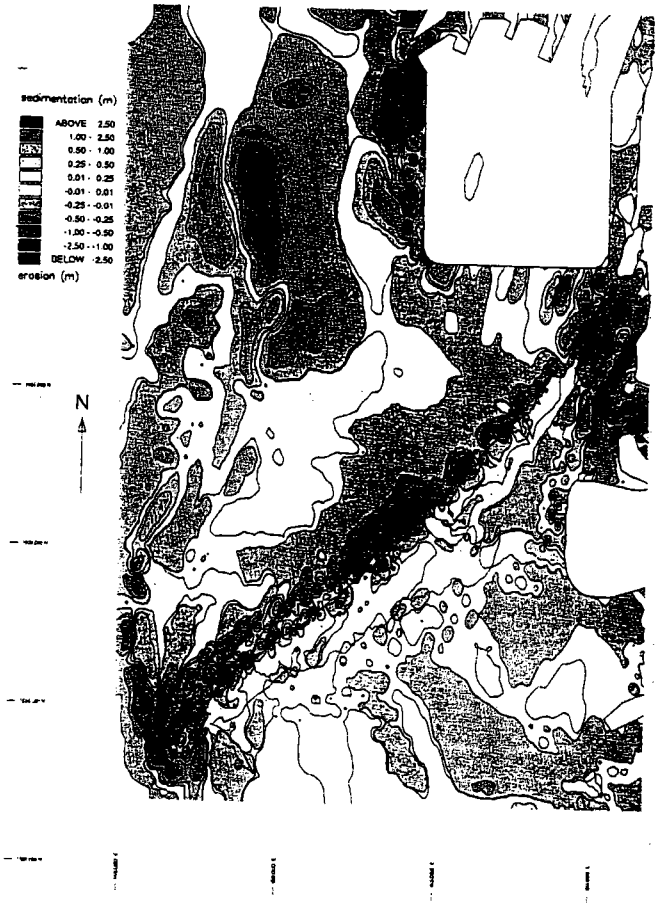


圖 17 外傘頂洲附近海域海域五年後(1997 年)之底床沖淤量分佈圖 (北方代表性波浪及潮汐)

表1 計算波高值與實測資料之比較

台南水工所現場量測

年 月	有義波高 (m)	有義週期 (sec)	記錄之最大有義波	
			波高 (m)	週期 (sec)
81 11	0.40～2.57	4.1 ～ 7.9	2.57	7.9
81 12	0.29～2.26	3.4 ～ 7.3	2.26	7.3
82 1	0.26～2.10	3.4 ～ 8.9	2.10	7.3
82 2	0.14～1.90	3.5 ～ 8.3	1.90	7.1
82 3	0.20～1.98	3.0 ～ 8.8	1.98	6.8
82 4	0.17～1.99	2.7 ～ 7.9	1.99	7.2
82 6	0.18～1.16	2.8 ～ 7.4	1.16	5.4

計算結果

	有義波高 (m)	週期 (sec)
北方代表性波浪	2.50～2.56	7.65～7.67
西南方代表性波浪	1.78～1.87	5.88～5.89

外傘頂洲的開發或保護：生態環境的觀察與思考

邱文彥 國立中山大學海洋環境及工程學系副教授

摘 要

外傘頂洲位於雲林縣、嘉義縣外海，為漂砂堆積而成的海上浮洲。近年來，外傘頂洲面積縮小，且逐步漂向內陸，因此其未來變遷如何，目前成為國內海洋界和地方政府甚為關切之議題。外傘頂洲應該如何保護，是否適宜開發，又該如何開發，應該有深入的討論和審慎的考量。本文係由海岸生態環境系統的觀點，提出一些觀察所得和思考，作為開發或保護研討之參考。

壹、變遷的沙洲

「沙洲（barrier islands）」，是經由波浪與海流的作用，在外海形成大致與海岸線平行的堤狀砂礫沉積體，和陸地之間經常以潟湖、潮汐灘地或淺灣相隔；依其沉積位置可以分成離岸沙洲（位於濱線之外，與海岸平行）、河口沙洲、灣口沙洲、連島沙洲與潛沙洲（在水面下）（郭金棟等，1999；張長義等，1995）。

台灣海岸地區的沙洲群主要分佈在雲林、嘉義、台南等地，目前除了外傘頂洲、網子寮汕等大型的離岸沙洲外，大部份的沙洲都已經與陸地相連，這些沙洲包括：箔子寮洲、統汕洲、上統汕洲等沙洲群、東石沙洲、白水湖沙洲等沙洲群、新北門港汕、浮洲、海汕洲、王爺港汕等沙洲群、青山港汕、頂頭額汕與新浮崙汕等沙洲群（郭金棟等，1999）。

離岸沙洲因其本身易受潮流及沿岸流搬運作用而移動，因此本身即不穩定。常用的自然變遷，包括潮流通道的遷移，以及因海水而上昇所導致的沙洲內移，變化多端。外傘頂洲因受水文與季風之影響，至今浮洲仍未固定。根據過去對於雲林、嘉義、台南海岸變遷的相關研究，顯示台灣西岸最大的兩個沙洲，外傘頂洲和海豐島，受濁水溪輸砂量及臨近虎尾溪口

海岸侵淤變化，曾有數度的消長，沙洲不穩定的特性十分明顯。依據有關外傘頂洲進行的實地測量和前人研究，發現外傘頂洲每年後退速率為 85 公尺，而其原因雖未有直接證據，一般認為與濁水溪的供沙量因河川整治及砂石採集而減少有關。此外，雲林麥寮地區的六輕離島工業區，在其輸砂上游區進行大規模的抽沙填海工程，極可能加速外傘頂洲及台南沿岸沙洲的侵蝕，許多學者包括海岸工程界的前輩湯麟武教授都預測外傘頂洲將完全消失。若此一預測不幸成為事實，整個嘉義、台南海岸的穩定性也將受到嚴重影響。因此，未來外傘頂洲的消長，應該是研究台灣西海岸侵蝕的重要指標（張長義等，1995）。

貳、外傘頂洲的生態與環境

外傘頂洲為雲、嘉兩縣漁民作業之重要根據地，在日據時代即已將該沙洲編訂為魚附保安林(區外保安林)，面積約三百公頃（張長義等，1994）。外傘頂洲距臺灣本島海岸線約 14 海里，目前沙洲持續向南向陸漂移。有關外傘頂洲及其附近海域生態與環境的基本調查，迄今仍然非常有限。

外傘頂洲由於漂移不穩，加上強風巨浪的猛烈作用，因此沙洲上的生態相貧瘠。日據時代，沙洲上未有造林；民國四十五、四十六年間，雲林縣政向當時之「中國農村復興聯合委員會」申請補助，提出了造林計畫，開始在該一沙洲推行定砂造林工作，先後完成造林達 50 公頃以上，後因經費短缺未加強保護，致全被侵襲摧殘，浮洲再反淪為荒蕪狀態。為防止沙洲受強烈東北季風吹襲漂移，近年來林務單位又進行定砂與造林；先置設推砂籬，再種植管草、馬鞍藤與木麻黃，唯因颱風、飛沙、鹽霧與乾旱為害，以致定砂綠化工作的成效仍然有限。而自然漂流至浮洲上拓殖之植物，僅有少許濱水菜而已（張長義等，1994）

外傘頂洲與雲林、嘉義縣海岸所圍成的半封閉淺灣，張長義等（1995）將之沙洲與潟湖系統。依據彼等研究，本區潟湖之水深除供船隻通行的航道外，皆小於 5 公尺，惟潟湖內並無詳細水深調查或其他海況資料。目前之利用，主要作為牡蠣養殖區（張長義等，1995）。

根據工業技術研究院能源與資源研究所（1993）的調查，自濁水溪外海有三道平行於潮流與海岸線之砂壩向南延伸，其一在外傘頂洲北部距現

在海堤約 4 至 5 公里處，寬約 2 公里之海豐島。此砂壩延伸至箔子寮港南方約 2-3 公里即告消失。第二道砂壩約 2 公里寬，距現有海堤約 15-16 公里，向南逐漸變窄幾乎延伸至外傘頂洲最南端。外傘頂洲南部之地形則較為平緩，平均坡度小於 1/1000 ，深度大於 15 公尺區坡度則向西陡降(大於 1/100)，進入澎湖水道。外傘頂洲附近海域水深 20 公尺以上區域，潮流速至少可達 1-2 節。沉積物特性方面，以外傘頂洲為界，又可分為北部的淺海沙洲沉積環境，以及南部的潟湖與河道沖積環境。淺海沙洲沉積環境以砂、粉砂質砂、砂質粉砂為主。而外傘頂洲南部的沉積物，係由西而東的分佈為砂、粉砂質砂、砂質粉砂、黏土質粉砂和砂質粉砂，顯然是由潟湖與河道沖積物所形成。

由上述有限的資料中，我們可以瞭解外傘頂洲的景觀和生態較為貧瘠。但沙洲護繞的淺灣內，海深和流速低，且屬於潟湖河道沖積層，有機質豐富，推測應屬有利於淺海生物育成的環境。然而，此一淺灣內的生態系統研究調查，未來仍有待更多的努力。

參、外傘頂洲對內陸的遮蔽作用

海岸地區介於水陸交接之處，屬於海洋和陸域兩種特性兼具的生態推移地區（ecotone）。海岸生態系統中，較為敏感的次系統，包括：河口地區、珊瑚礁區、海草床、潟湖、泥質灘地和離岸沙洲。其中，離岸沙洲（barrier islands）可以說是遮蔽內陸和潟湖海浪侵襲的外海天然結構物。離岸沙洲對於沿岸社區所發揮的屏障暴潮的功能，十分重要；尤其離岸沙洲消波和消能，較人為設施更「具有自然而經濟的效能」(Leatherman, 1982; Clark, 1989, 1996; 邱文彥，1999a)。

外傘頂洲北方，聯繫了上統仙洲、統仙洲、箔子寮洲，以三方圍繞的型態，護衛著雲林縣的口湖、嘉義縣的鰲鼓、朴子和東石等地區海域，使得冬季由北方來的強風猛浪，不致直撲而來。這種屏障性的功能，對於上述沿海聚落的安危，扮演絕對關鍵的角色。如果外傘頂洲消失，少了一到天然屏障，高能量的波浪將難以應付；即使沿岸拋放施作人工的防災消波設施，成本必然甚高，維護更屬不易。雲林、嘉義和台南縣沿海的海岸社區，也將面臨直接風浪的撲擊，對於當地民眾生命和財產安全，將會是一項重大的威脅。

肆、沙洲與濕地的互動共生

由於沙洲和濕地是屬於兩個海岸的次系統，向來有關沙洲的研究比較偏重於物理海洋的領域，經常是從漂砂、沈積和海岸地形學（Coastal Morphology）來探討。而濕地的研究，又屬於另外一支，國內外都關注在水鳥、紅樹林等生態系統的現況調查和研究。沙洲與濕地，顯然是兩個分立的學域，似乎沒有將之整合考慮。

濕地的定義很廣，類型眾多，功能更是多樣化。依據國際濕地公約（International Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl habitat, 1971；又稱拉姆薩公約，Ramsar Convention）」，濕地被定義為：「不論是天然的或人為的、永久的或暫時的、靜止的或流動的、淡水、半鹹水或鹹水的，由沼澤、泥沼、泥煤地或水域所構成之地區，包括低潮時水深六公尺以內之海域。」顯然地，此一定義包括了「內陸濕地」與「海岸濕地」（邱文彥，1999b）。海岸濕地部分，例如河口、珊瑚礁、海草床、海埔地、瀉湖和水深不到六公尺的淺灣內海，都是重要濕地。Clark（1989）在「海岸生態系統」一書中，一再以圖明白解釋，這些海深較淺、遮蔽良好、海波能量較小的海域，經常是蝦類洄游、魚類哺育和貝類成長的重要區域，對於沿海生態系統的平衡，具有莫大的意義和重要性（Clark，1989；邱文彥，1999a）。

然而，濕地的形成事實上與河口地形、沙洲或岬頭的遮蔽有相當密切的關係。例如，紅樹林或鹽澤的產生，通常是在遮蔽較佳之彎凹之處，鹽度水理之交換，有穩定條件的地方；暴潮巨浪的地方通常不易讓濕地植物能夠定著成長（Clark，1989；邱文彥，1999a）。換言之，離岸沙洲和海岸濕地應該有密切的共生關係。外傘頂洲是台灣西海岸面積最大、遮蔽效果最佳的離岸沙洲，其重要性不言可喻。此外，外傘頂洲除了聯繫北方的上統仙洲、統仙洲、箔子寮洲等沙洲外；南方尚呼應著東石沙洲、白水湖沙洲、新北門港洲、浮洲、海汕洲、王爺港沙洲、南王爺港沙洲、青山港沙洲、網子寮沙洲、頂頭額洲和新浮崙洲等連串沙洲。依據上述沙洲和濕地互動共生的看法，我們可以發現台灣最重要的海岸濕地，的確形成於這些鏈狀沙洲的遮蔽保護區域內。例如，由北到南，雲林縣的成龍濕地；嘉義縣的鰲鼓濕地、朴子溪口濕地、好美寮濕地；台南縣的北門濕地、七股瀉

湖和七股濕地等，都是位於這些實例。

從海岸生態系統的觀點，我們必須尊重這種沙洲和濕地共生的「自然的過程（natural processes）」，儘可能維繫其穩定關係，才有可能保護濕地，發揮其重要和全面的功能，也平衡海岸地區綿密互動的生態系統。

伍、外傘頂洲保護及開發的課題與對策

外傘頂洲是否開發，如何保護，在相關調查研究（特別是內海生態系統部分）還有限的的情況下，應該特別謹慎。其保護的主要課題，應該是如何穩定維繫其實質環境（physical environment），以及維護其生態功能（ecological functions）。針對這兩項課題，其對策似應包括：

5-1 維持沙洲的地形地貌

沙洲的地形地貌雖然是自然演變所形成，但人為活動對之影響甚大，一旦沙洲地貌遭到破壞，將加速其毀損和消逝。因此沙洲上的地質地形景觀，應該予以管理，並以維持天然的原始地形地貌為原則；對於已遭受到人為破壞或開發的地區，也應儘速回復原有的自然地形景觀。其作法可考慮：

1. 建立沙洲管理制度，隨時掌握沙洲地形地貌的變化，對於登島活動宜有管制。如有遊憩活動，應以闢建簡易人行步道為原則，除非經主管機關許可，應不得離開步道進入景觀區（郭金棟等，1999）。Leatherman（1982）在其「沙洲手冊」中，也認為登島的車輛或遊憩活動，對於沙洲有相當影響；沙洲上的建築結構物也必須特別慎重，以免強化波能，反而加速侵蝕。

2. 沙洲上及其附近區域應禁止任何足以改變或破壞沙洲原有地形地貌的行為，包括土石採取、鋪設硬性鋪面道路等；另為穩定沙洲和沙丘，必要之處得設置跨越性木製階梯或步道，以利通行並避免破壞沙丘（郭金棟等，1999）。

5-2 維持沙洲系統之動態穩定

沙洲與沙丘的維持，可以緩衝暴潮對陸地造成的災害，協助海岸線的

穩定。對於沙洲系統的維護，應維持沿岸輸沙的平衡。其具體對策可考慮：

1. 利用航照遙測技術，以監控沙灘系統的變遷（郭金棟等，1999）。

2. 復植並管理防風林，嚴禁解編作為其他用途，並禁止採集或砍伐沙洲植物，以強化定砂、防風、減少鹽霧與國土保安的功能（郭金棟等，1999）。

3. 限制由附近區域之沙丘、海灘或近岸海底進行抽沙及採砂，也應禁止在海岸潮間帶間進行大規模的填土、疏浚工程和興建構造物，以避免加速改變海底地形與沙洲地表之地貌和景觀。如果開發建設無法避免，結構物的興建應有良好的海沙繞道系統，以避免漂沙受阻，使得下游其他海岸或沙洲遭受侵蝕破壞（郭金棟等，1999）。

4. 外傘頂洲已經面臨嚴重之縮減漂移，因此其穩定應為最緊迫之工作，宜儘可能考慮以較軟性工法，力圖挽救。

5-3 維護內灣海域水質

無論是稱為瀉湖或內海，外傘頂洲所圍繞的三角形淺灣，屬於波能較低、營養源豐富和生產力極高的海域，因此是台灣最重要的水產養殖和繁殖區。然而，由於淺灣海流較為緩慢，容易發生滯留現象，造成污染累積。為維繫本海域的生態健康，其策略可考慮如下（郭金棟等，1999）：

1. 建立海域水質監測系統，並結合遙測技術，以隨時掌握變化。

2. 強化陸域河川廢污排放之管制，加強污水處理系統之建設，並考慮利用自然或人工濕地的淨化功能，以減低陸源性污水、廢棄物、廢油和廢水在淺灣區的積累。

5-4 保護海岸濕地生態機能

海岸濕地通常是鹹水與淡水交界的地方，是世界上生產力最高的生態系統，其初級生產力遠超過密集管理的農田。濕地不但是野生生物和魚類的棲息地，更具有淨化水質、涵蓄暴雨、稀釋波能、維持海岸安定、庇護脆弱仔稚生物、捕截沉澱和吸附分解污染物等多項功能。由外傘頂洲至曾

文溪口北岸，連綿的沙洲護衛著雲林、嘉義和台南等縣的許多濕地，濕地與沙洲應該存在著緊密的共生互動關係。有鑑於濕地生態上的重要性，外來外傘頂洲海域周遭的濕地，必須予以保護。可考慮之策略如下：

1. 沿岸土地之利用（如魚塭與工業區的開發），應避免填埋破壞海岸濕地，以保護其生態機能（郭金棟等，1999）。美國對於濕地保護建立了「零淨損失政策（zero et loss policy）」和「衝擊減輕銀行（mitigation bank）」制度，其精神可供參考（邱文彥，1999b）。

2. 加強海岸濕地環境之監控管理，禁止廢污棄置排放，以維護其環境品質（郭金棟等，1999）。

3. 嚴格管制海岸濕地附近地下水之抽取，以避免地下水與地表水位改變，以及海岸及水深之變遷，影響濕地植物之存活（郭金棟等，1999）。

5-5 外傘頂洲有限度之開發

外傘頂洲的存續，確實與周遭海域的生態系統和沿岸安全有重大關係，無疑應該儘可能穩定其動態的平衡。除了海岸工程的技術外（如養灘、潛堤、離岸堤或其他工法），沙洲之開發由兼顧生態環境的觀點，恐僅適宜做有限度之開發，可考慮之策略如下：

1. 外傘頂洲所圍繞的內灣，應該有相當面積予以保存，繼續作為養殖、漁業之使用，以及發揮其生態系統的功能。保育（conservation），不但是一種睿智的使用（wise use），也應該被認同為永續發展的一個重要途徑或方式。

2. 外傘頂洲如果確需開發作為工商或其他使用，建議依循現有區位，做有限度之擴張；換言之，此一「就地擴建」的開發計畫，應該形成一個圍繞三角淺灣的「新離島」。開發區北端可以隔離水道、橋樑或浮式結構物，在連通內陸之時，也不致阻斷沿岸漂砂之活動，俾維繫沿岸海岸地形的穩定。但填築開發工程，應該審慎地結合外傘頂洲外海面的穩定措施。

陸、結語

外傘頂洲的存續，顯然是一個重大的挑戰。從沙洲自然的消波禦潮功能，它對於嘉南海岸具有重要的保護作用，使當地海岸社區免於暴潮溢淹的直接侵襲。由生態系統的觀點而言，該一離岸沙洲對於嘉南沿岸濕地有明顯的屏障作用，一旦沙洲消失，沿海濕地恐怕很難保存。外傘頂洲所包涵孕育的內灣（或潟湖），根據世界各地之經驗，應該屬於魚蝦貝類生長、洄游和棲息的重要場址，目前也是地方養殖的重鎮。因此，外傘頂洲的保護，實密切關係著附近海域自然環境和生態系統的平衡。即便開發，也應以能為維繫原有「自然過程（natural processes）和生態功能（ecological function）」為最高原則，做審慎且相容之開發利用。

參考文獻

1. Clark, John (1989), Coastal Ecosystem: Ecological Considerations for Management of the Coastal Zone. Washington, D. C.: The Conservation Foundation.

2. Leatherman, Stephen P. (1982), Barrier Island Handbook. College Park, Maryland: University of Maryland. 2nd Endition.

3. 邱文彥（1999a），「海洋與海岸管理」。國立編譯館編印（完稿審定中），台北。

4. 邱文彥（1999b），「濕地對於水資源之保育管理及永續利用 --- 子計畫七：海岸開發計畫中人工濕地及潟湖之規劃與管理 --- 濕地保育政策與相關規範之研究（第一年）」。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（NSC 88-2621-2-110-008），台北。

5. 郭金棟等（1999），「海岸地區之永續發展研究計畫」。經濟部水資源局、行政院經建會、行政院環保署、行政院農委會、內政部營建署等委託研究，中華民國永續發展學會執行，台北。

6. 張長義等（1994），「台灣沿海地區環境敏感地帶保護示範 --- 環境基本資料庫之建立」。行政院環境保護署委託研究報告，台北。

7. 張長義等（1995），「海岸濕地、沙丘、沙洲與瀉湖敏感地區之調查研究 ---台灣西部海岸資源調查與環境影響因子之分析探討」。行政院環境保護署委託研究報告，台北。

8. 工業技術研究院能源與資源研究所（1993），「外傘頂洲近海地質及資源調查報告」，經濟部八十二年度科技發展專案計畫調查報告（資料編號：06-3-82-0158），台北。

對外傘頂洲開發、保護的淺見

郭金棟 成功大學水利系教授

一、引言

克苦勤勉的台灣人只要是人力所及，不論高山峻嶺再辛苦亦不辭，照樣可看到開發的痕跡；在海邊不論浪多高危險多大只要能生產之地無不盡被利用，這是美德，但也許是無謀，只見眼前之利卻忘了潛伏的危機，與山海爭地的結果常常得接受大地的反撲。921 大地震，在一夜之間震碎了無數家園山崩地裂山河變色，這一慘酷的教訓也許可喚醒台灣過度追求開發利用，無節制超限利用的省思。大地震可怕的破壞力，加上人謀不臧使得災情擴大，人們遺忘了對大地的謙卑，恣意破壞自然的結果反映在震災留下的痕跡裡。

台灣莞爾小島，卻需養育二千二百萬人口，固然承受很大的開發壓力，而必需與山海爭地，也正因土地資源如此珍貴才需要比其他國家有更完善周延的國土開發管理計畫與環境保護政策，使得水土資源與生態資源都能做到最佳之保育與利用，可惜我們並未充份掌握契機而招損，這一代已危機四伏何能傳承至下一代。任何國土開發應以安全為首要考量，環境保護與開發利用理論上雖可並存，但在實際上有其競合性，如何減少負面影響至最低尤需基於綠色國民所得評估，所以在思考外傘頂洲的開發與保護問題時，除開需思考保護或開發時是否會誘發災害危及本身及周遭安全外，亦應注意天然或環境資源貯存量之維護，俾能跨代公平使用，在估計開發效益時除開發成本外，應將保育成本及環境成本列入計算。

二、外傘頂洲可能的變遷

我們從台灣中部海岸的空照圖可以看出，低潮線邊緣海埔地的砂灘形狀大致有潛沒砂洲與海岸線成東北－西南走向，與潮間帶中間為東西

向或東向由排水溝流出之潮溝所切割，潛沒砂洲上有連續性或交叉性砂堆堆積而成。延至濁水溪南岸則有新虎尾溪口伸長之海豐島(舊名佐佐木島)及自舊虎尾溪口延伸之箔子寮洲，此二砂洲均載潛載浮潛沒於低潮或浮現於高潮線上，成為砂嘴形狀與本島相連而向西南延伸。清領時代之海岸地圖上雲林縣海岸並無砂洲出現(當然於當時山水畫圖上未出現未必就實際不存在)，而後日治時代早期 1904 年地形圖上均有海豐島浮出，在低潮線下寬度約 6km 之淺灘上。於 1926 年圖才出現平行海岸，長約 7km 離岸約 4km 之離岸砂洲，之後，此島漸漸東移北端與本島相連成砂嘴，南端成長至舊虎尾溪南。1958 年之地形圖上復再消失成潛沒砂洲。台西海埔地完成後海豐島沿岸漂砂繞過圍堤外圍南移到三條崙、箔子寮外海形成潛沒砂洲，大潮低潮時露出，今此砂洲亦漸向東移向南成長並成為離島形砂洲。1904 年海口至箔子寮間之外海並無砂洲，統汕洲緊接箔子寮汕及外傘頂洲由口湖外海 5km 向西南伸長，而今已向東南移至嘉義縣境，北端已移至湖口。海豐島移動速度約為 130m/yr，如圖-1 及圖-2。

外傘頂洲在 17 世紀 Valentijn 繪製的台灣全圖中即已出現，康熙(1714)台灣府彊域圖中亦穩約可見，但在康熙 60 年(1721)台灣府總圖中卻未出現，夏獻綸(1879)「台灣輿圖並說」中全台前後山輿圖中亦有之。日治 1904 年「台灣堡圖」中係由統汕洲、箔子寮汕及外傘頂洲由箔子寮成砂嘴狀串連而成，走向約成東北向西南，一般報告中都認為此系列砂洲係由於 1889 年清水溪草嶺潭潰堤後所形成，恐在考據有誤，砂洲地形之形成必需經過很長期的波流與砂相互作用，非一次大量潰體土砂即刻成形 。此後由歷次地形圖及衛星圖之比較知，此砂洲漸向南移至目前之嘉義縣境內(參照圖-3) ，砂洲面積先增後衰，1972 年後減形委縮，平均移動速度約 87m/yr 如圖-4 所示。據 1995 年 Spot 影像漲潮時已有海水溢過砂洲之痕跡。

一般砂嘴之形成多由於海岸線轉彎，斜向入射波浪折射結果使沿岸成分之能量由強轉弱，末端漸入深水而使豐富之沿岸輸砂率由強轉弱，由侵蝕轉為堆積，而其內側則多由於泥沙沉澱形成淺灘或沼澤地。形成初期多有豐富之沿岸砂源供給，但隨年月增長砂源漸減而停止成長，或因沿岸砂源減少而衰退變瘦。如果從 1904 年台灣堡圖或日本早年海圖，不難發現大約自虎尾溪口海岸線由東北轉正北向，海豐島由此成砂嘴狀

向南南西伸長。箔子寮附近海岸線亦由東北轉正北，統汕洲、外傘頂洲亦由此伸長，而外傘頂洲由單純砂嘴(simple spit)漸漸向東彎成弧形轉向東南，以後慢慢形成鉤狀砂嘴(recurved spit)並向陸側移動，以後可能於其末端形成複數之鉤狀砂嘴成為複合砂嘴(complex spit) 。其原因乃末端因受東北波波浪折繞射之影響，同時於夏季受西南波浪之相互作用影響而形成，而砂嘴內側因飛砂或大潮波浪越過砂嘴堆積成淺灘(目前砂洲最高處僅+2.9m)，中間由潮溝與陸側淺灘相隔，此一地帶被稱為台灣堆或塭港堆，為古早航船最易被擱淺的內海。由於近百年來海面上昇的結果，大潮時波浪越過外傘頂洲之機會將更增加，此後砂嘴高程相對下降，如無上游砂源供應恐仍將維持下降內移之趨勢。

由於外傘頂北端幾乎已繫陸僅留有些微淺溝，故潮流及波浪已難進入內海，淤泥沉積很慢，而潮流及沿岸流則沿著砂洲外側向南流於其末端轉向東南，故等深線亦隨之由其外緣自東南轉向西南，因砂洲末端本為水深轉深處漂砂失去輸砂力，故末端鉤頭外側等深線集中海岸坡度特別陡。

早期海岸地形由於受外傘頂洲遮蔽影響，東石以南海岸處於東北季風浪遮蔽區內，波浪經外傘頂洲折繞射後略成垂直入射到東石、布袋一帶海岸，故該處形成離岸砂洲。今外傘頂洲南移內縮遮蔽區亦隨之南移內縮，翁島好美里以南已會受東北波浪作用，又由於濁水溪南來之漂砂源逐漸減少，能繞過外傘頂洲外海補充到好美里以南之沿岸漂砂隨之減少，因此好美里海岸亦逐漸侵蝕中。

台南縣外海岸一連串之離岸砂洲所幸尚能獲得八掌溪及急水溪流出之砂源補充，所以尚能維持小康狀態。

如果外傘頂洲沉淪或萎縮，由於其內側尚有淺灘數十至十數公里足以防禦波浪直接入侵嘉義縣海岸，所以布袋以北海岸應無立即之災害危險，但遮蔽區以南恐怕波浪能量會增加，沿岸輸砂能量增加結果侵蝕現象將加速。

三、如何保護外傘頂洲？

目前海岸保護的方法不外乎硬性的海堤、護岸、突堤、離岸堤及潛堤等。以上硬體方法均可能完全或部份阻斷沿岸輸砂導致下游海岸侵蝕，因此如欲以上述方法保護外傘頂洲勢必減少由北向南移之沿岸漂砂，因而影響好美里以南海岸之安定，且保護近 20 公里之外傘頂洲海岸線恐需百座突堤或離岸堤所費不貲，保護了自己卻可能害到別人。

如果以養灘工法行之客土砂源又何來？由海深圖視之外傘頂外海水深甚深，欲自外海抽砂砂源恐怕有限不足使用，故宜自內側淺灘浚渫行之。但內海土壤粒徑甚細能否做為養灘料不無疑問，尚待調查。如果可行則可以配合養灘料抽取後之砂洲內側成為淺海養殖區或箱網養殖區，此一內海即有強盛之潮流又浪小的天然形勢，再配合北潮口疏浚促進海水交換更旺盛必成為出其右的海洋牧場。已如前述即使砂洲萎縮或消失，內有淺灘足可消浪，故維持現狀任其自然變化應為較好之方案，但必需注意雲林海岸是否還能繼續不斷提供沿岸漂砂源維持海岸平衡，如不從此方向思考只談外傘頂洲的保護並無意義。

四、如何開發？

開發外傘頂洲一直為嘉義人士關注的問題，早在 70 年代即有開發部分內海為海岸水庫之議，但由於蒸發量過高蓄水可用量有限，以及鹽水入防止技術上的困難而未再被提起。由於海岸水庫位處水源末端，除洪水期流量可供蓄貯之外平常流量極少，又在河川水質被嚴重污染下無引用之可能。如果河川污染能獲得改善，同時鹽水入滲防止技術能獲得解決，將此部分內海予以浚深做海岸水庫或許可能解決沿岸工、漁業部分用水。如果開發為海岸水庫其浚渫砂土除部分用於水庫堤岸填土外，可用於填高外傘頂洲保護砂洲，亦可用於填高沿岸內陸之漁塭低地，改進沿岸土地利用提升土地價值。

此外亦曾有於外傘頂洲外建深水港做為能源、貿易運輸基地或做為境外出口特區、工業區等等較為高密度之開發，這類海岸開發由於大規模改變海岸現況，通常會引起海岸自然環境之改變，冒然開發所產生之

破壞力常超過預期乃至不可逆之反應。大規模之土地開發必需有全盤經濟、社會、生態、氣候及安全之考慮，不能僅著眼於眼前的投資開發者之經濟利用，而必需基於綠色國民所得評估，即將安全、災害、保育、環境及社會成本列入計算，更需從資源維護及跨時代公平使用考慮在內，未必所有資源非於這代用完不可。至少在還無充分之資料調查及研究之支持、經過周延的計劃前切莫輕言開發。

開發並非只有填海造地？開發港灣或工業區等高密度開發，開發為海洋牧場、海上休閒活動、海洋科學園區等低密度之開發亦可思考之。即使高密度土地開發亦未必是大型工業區開發，其實大型工業區開發已是落伍的思維，世界潮流已朝小而美、技術密、低污染、綠色生產方向發展，小型保守的海岸土地開發招來中小企業而非大型工業，提供資訊、物流、娛樂事業亦為為政者可思考的方向。應該就可能利用之型態提出各種替代方案，就其利用目的、活動內容、環境可能之改變，主要衝擊，詳加比較利幣再定奪。

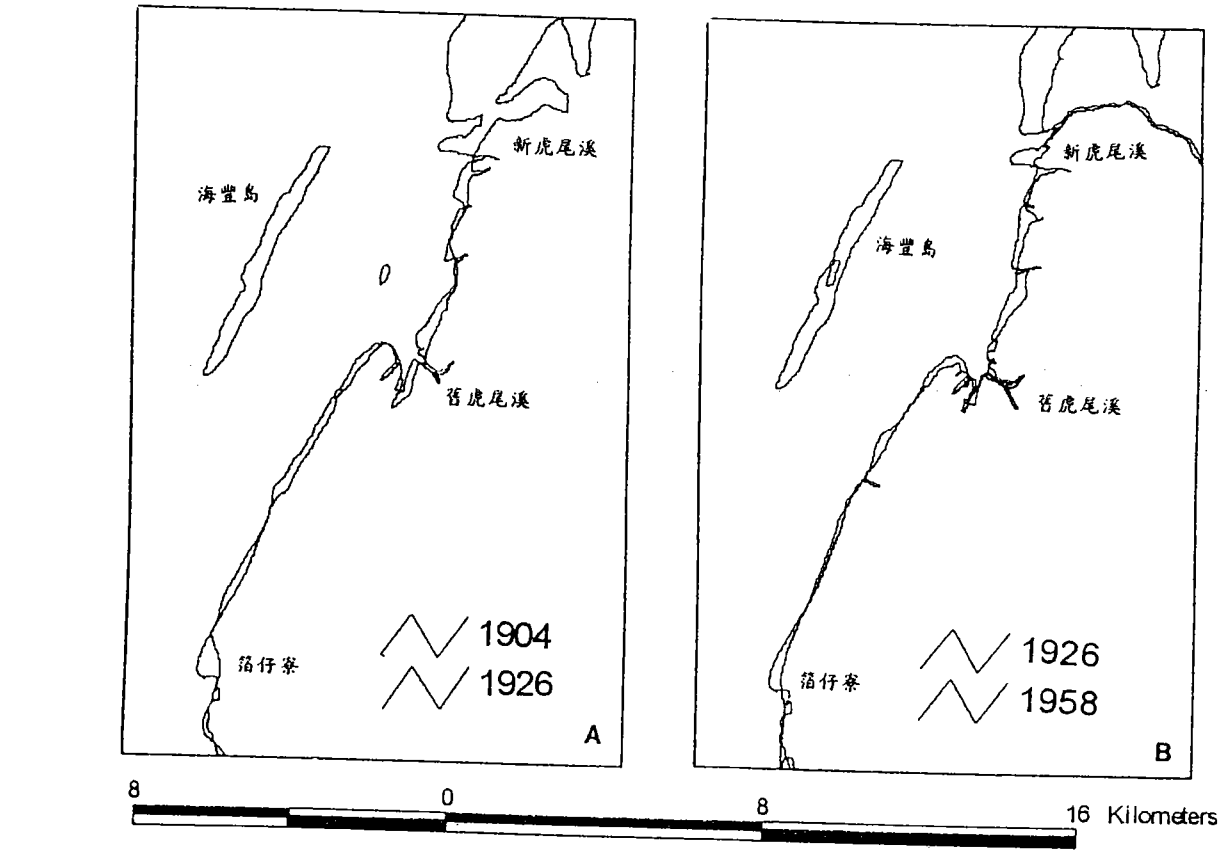
五、開發保護都需更充份的資料做依據

任何土地開發必需有充份之地理資訊做依據。據所知目前外傘頂洲相關地理資訊大概只有有關其位置變遷資料較齊全，至於詳細之地形水深資料則砂洲內側幾乎沒有資料(大家引用的是日本海圖)，此外大概只有零碎的波浪及潮流資料，潮汐、地質、氣溫、蒸發、雨量、空氣含鹽量、風速、自然資源、水質、水與空氣污染、自然災害等等，大凡環境影響評估所需資料幾乎都非常欠缺，在此情況下實難評估做何種開發比較適宜，也難以選擇何種保護方法最適當，客觀判斷開發或保護對鄰近海岸可能的影響只能感經驗做主客的陳述。

六、結語

雲嘉南沿岸因地形波浪與潮汐等長期作用的結果形成一聯串之砂嘴及離岸砂洲，形成西海岸防禦海岸災害的自然防護牆有其存在的意義，這些海岸地形隨時間會成長、移動、減衰乃至與陸地相接或消失，並無必要施加人為力量改變其演變過程，大地有其周期性律動，應有耐心看

守其變化，切忌破壞其平衡。堆積在海岸的土砂終歸會留在台灣沿海，假予時日將形成陸地成為台灣島的一部分，台灣沿岸的土地無不是經過這種演變過程，慢慢由滄海變成濕地終成桑田，屬於海的還給海，等到她變為陸地再行開發利用尚不遲。也許外傘頂洲將慢慢萎縮，但砂嘴上的砂流入內海側形成淺灘，濕地仍然具有防禦內陸沿岸的作用，把這片海岸留給下一代做遺產，說不定比開發更有價值。



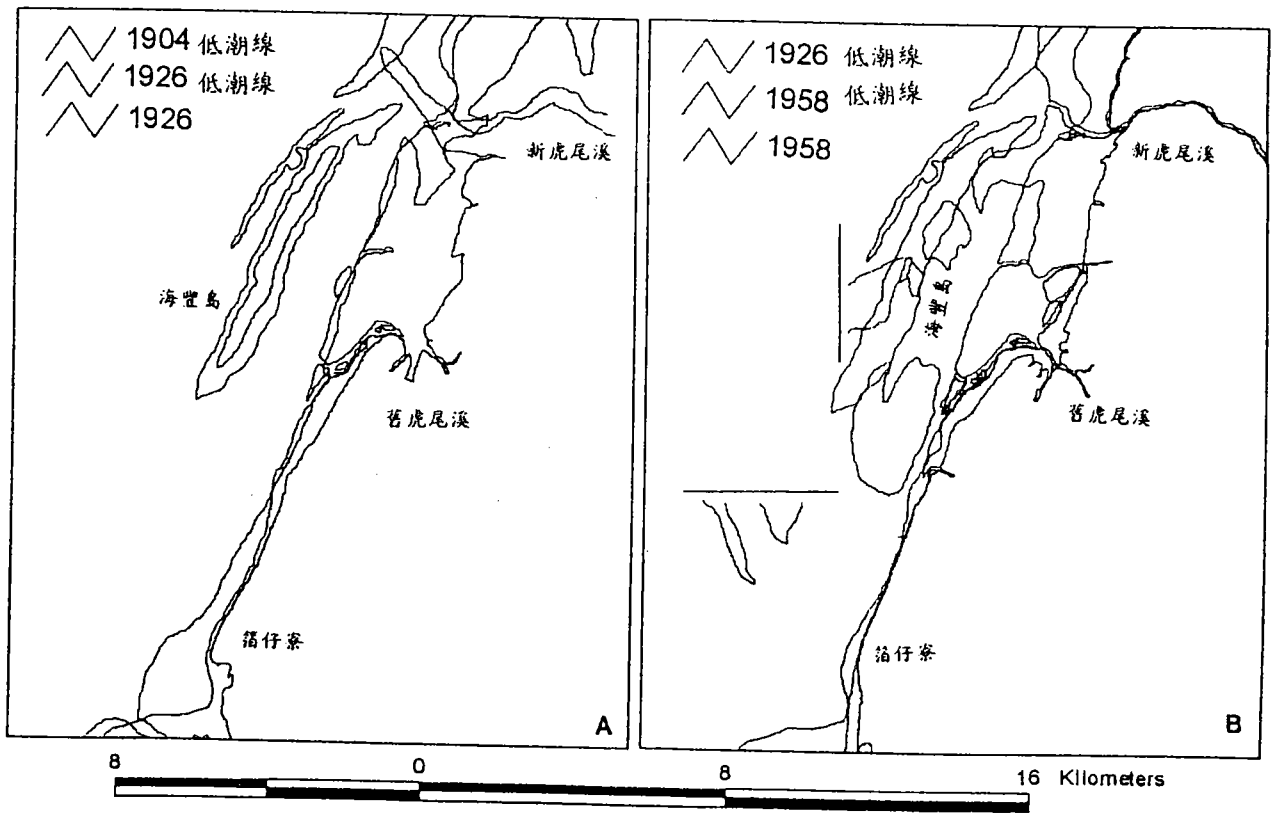


圖-1　海豐島歷年之砂洲變遷比較圖

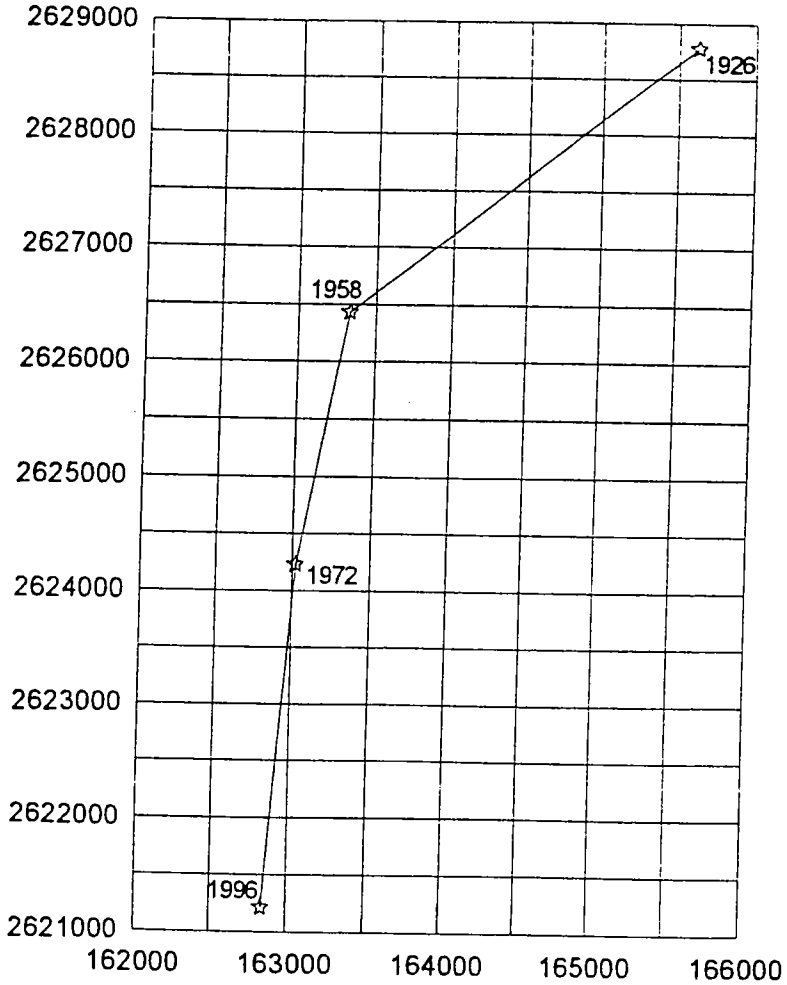


圖-2a　海豐島低潮線北端漂移位置圖

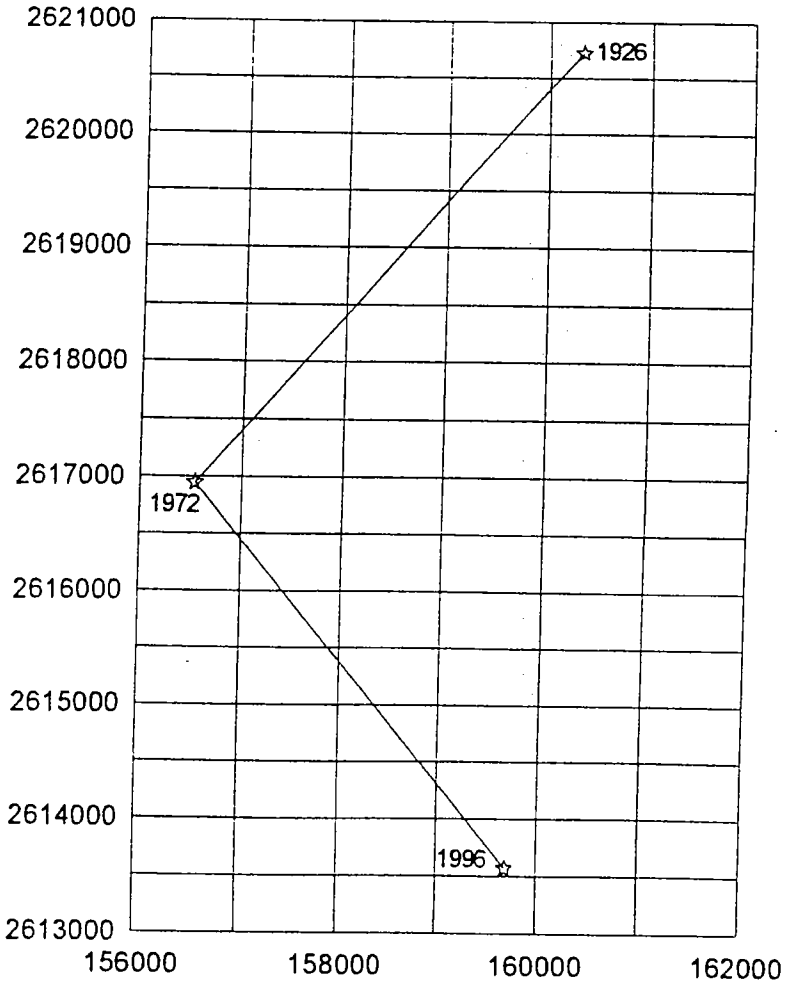


圖-2b　海豐島低潮線南端漂移位置圖

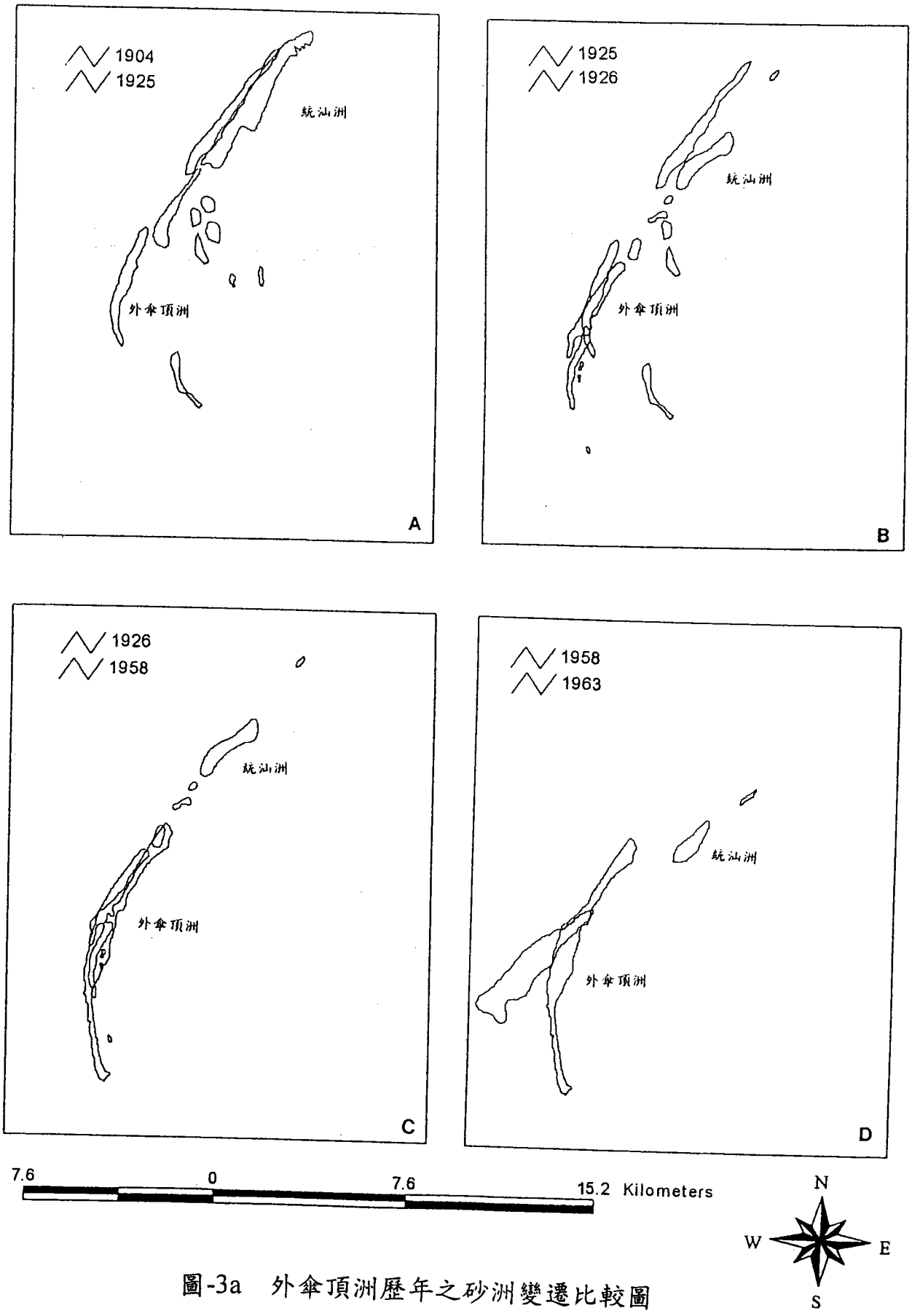


圖-3a　外傘頂洲歷年之砂洲變遷比較圖

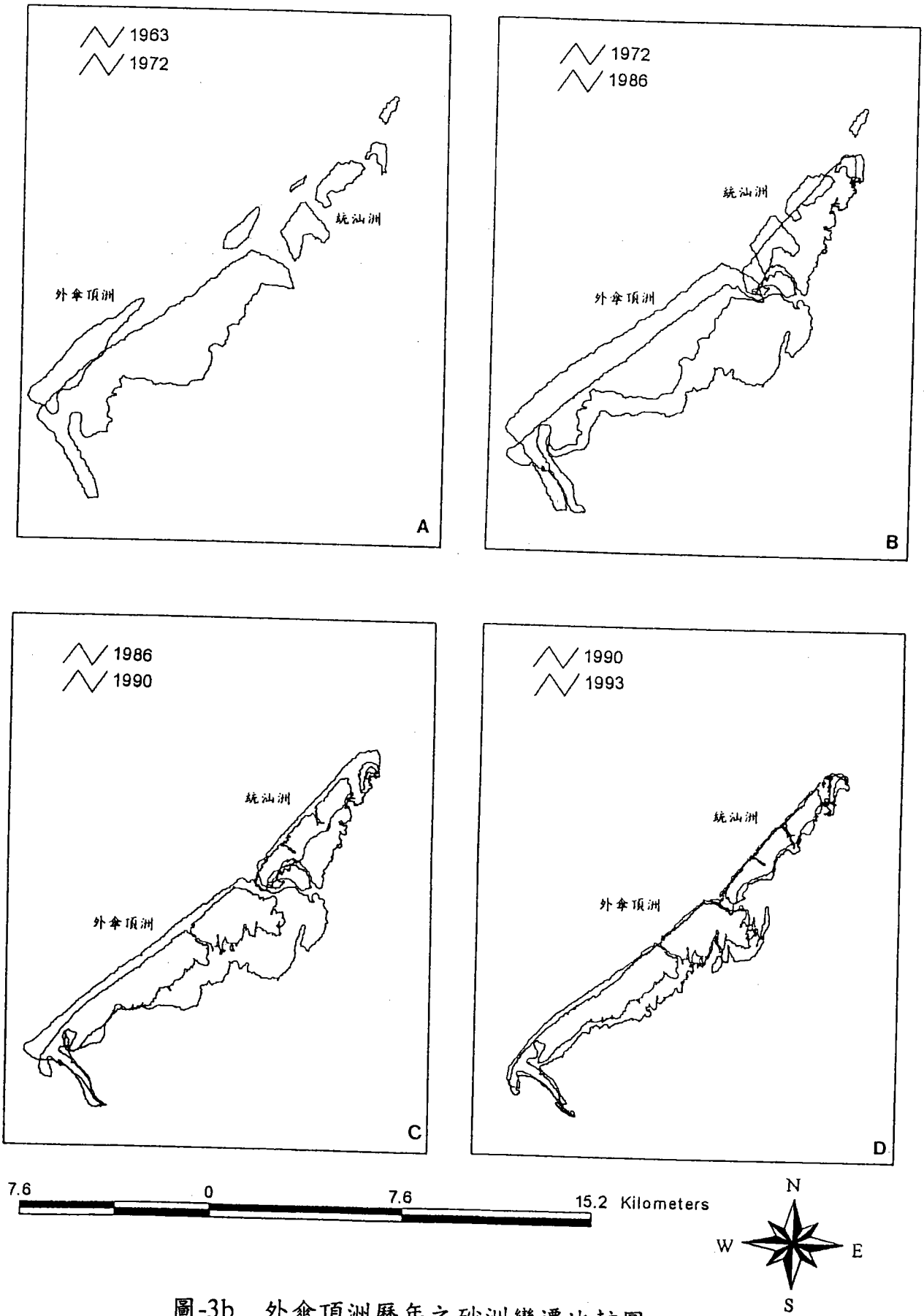


圖-3b　外傘頂洲歷年之砂洲變遷比較圖

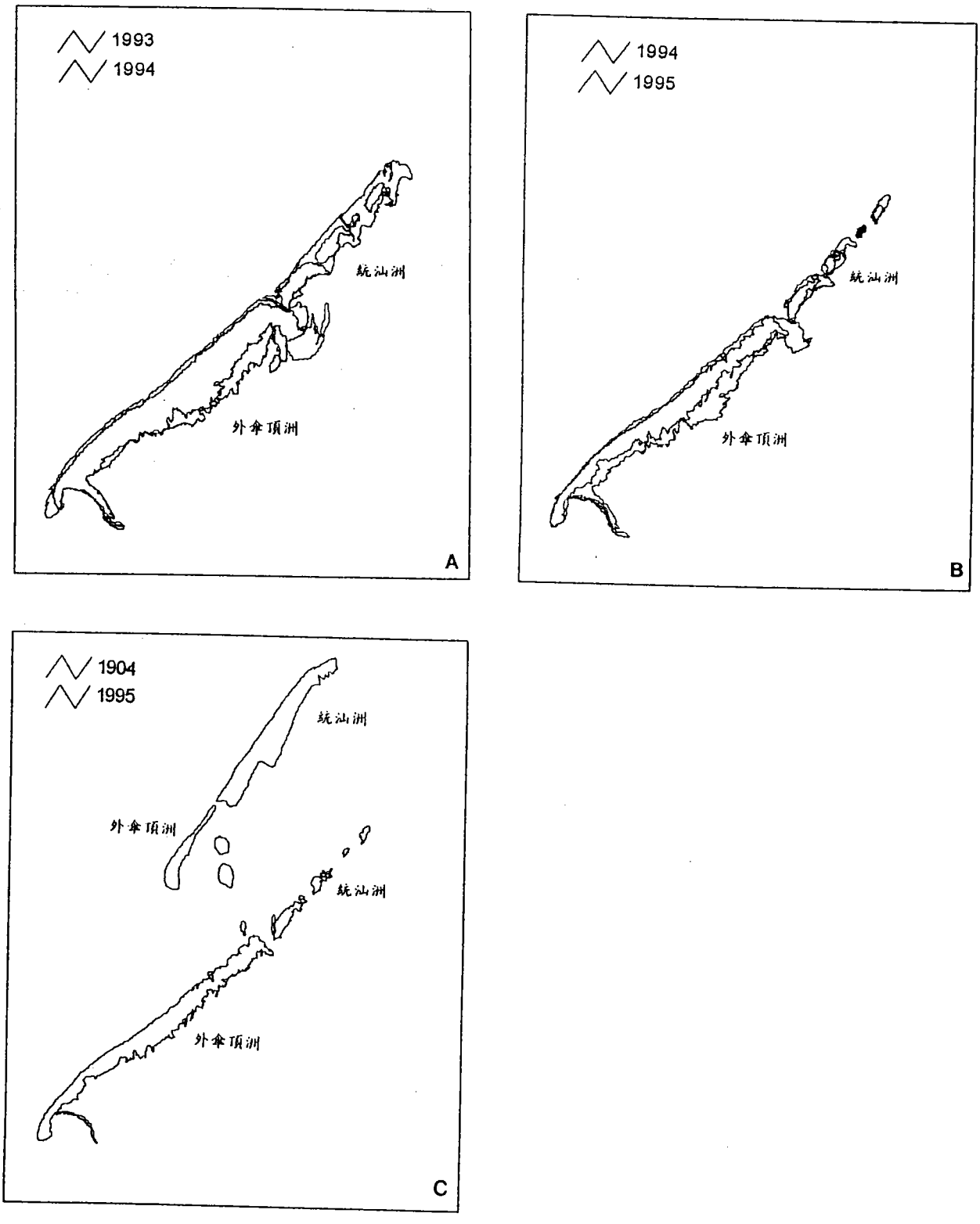


圖-3c　外傘頂洲歷年之砂洲變遷比較圖

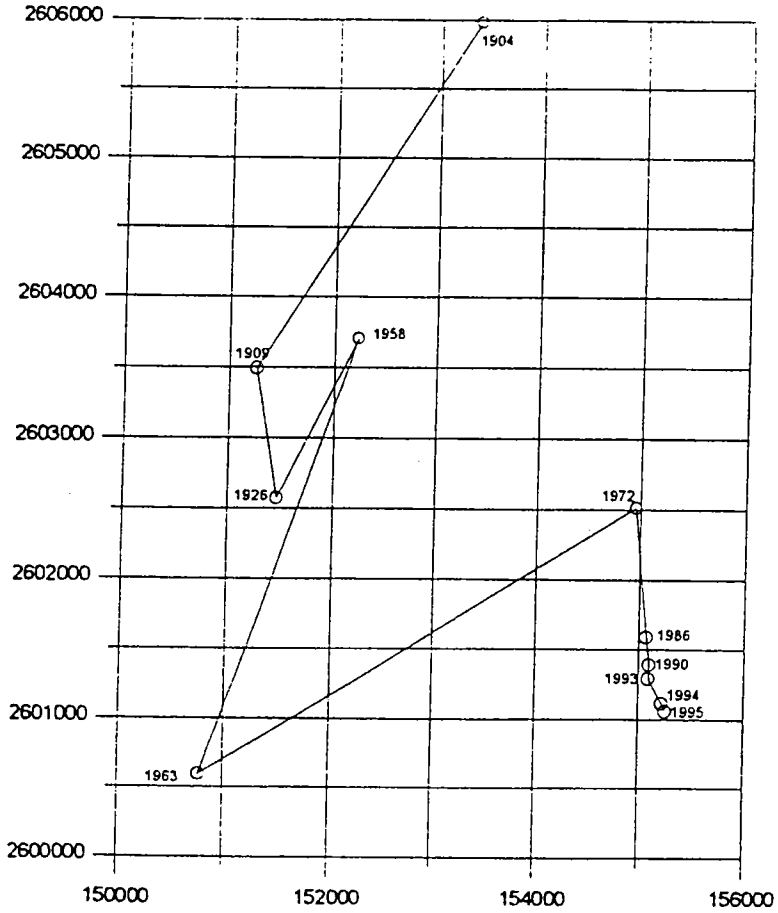


圖-4a　外傘頂洲北端漂移位置圖

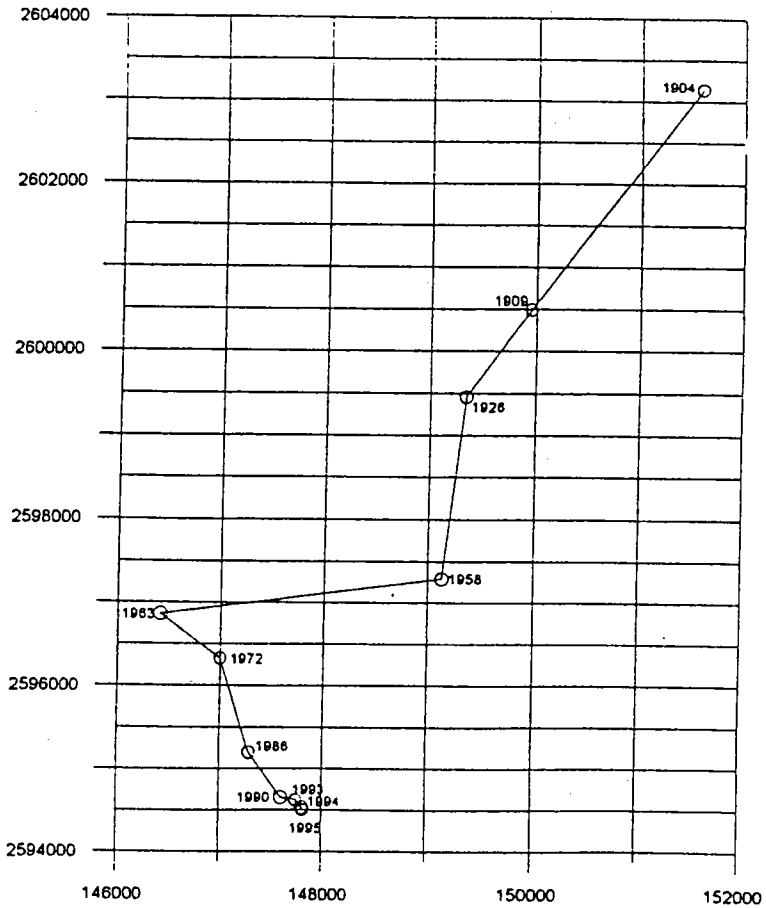


圖-4b　外傘頂洲南端漂移位置圖

港灣建設與海岸開發保育

張金機　通部運輸研究所港灣研究中心主任

一、前言

(一) 港灣技術研究所成立宗旨

- 從事港灣及海洋基礎研究
- 協助相關單位解決港灣規劃建設，港埠營運管理與海岸開發、保育所遭遇問題
- 培育訓練港灣及海岸工程技術人才
- 作為交通處技術幕僚

(二) 謹將過去參與港灣及海岸規劃建設感想，就教各位

二、港灣規劃建設問題

(一) 主管機關不同，港灣資源缺乏整合

- 商港與工業港：

(1) 交通部管國際商港，經濟部管工業港

(2) 工業港運能過剩，可否作為工商綜合港？

(3) 運量不足，造成設施閒置投資浪費

- 國內商港與漁港客貨碼頭

(1) 交通處(港務局)管國內商港

農委會(漁業局)管漁港、客貨碼頭

(2) 國內商港及漁港、客貨碼頭收費問題

➠休閒遊憩港

(1) 觀光局、國家風景區管理處、旅遊局、縣、市政府

(二) 台灣要建多少商港、工業港與遊憩港？

➠ 國際商港及輔助港

(1) 現有及興建中：基隆港、台中港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、淡水港、安平港

(2) 規劃中：北部新港及基隆外港

➠ 工業港

(1) 現有及興建中：興達港、永安港、深澳港、麥寮港及和平港

(2) 規劃中：台西、濱南、觀塘、大觀、台塑北部港等

➠ 遊憩港

(1) 現有及興建中：後壁、龍洞、石門等

(2) 規劃中：枋寮、富岡

(三) 港口規劃興建問題

➠ 規劃單位

(1) 國際商港：交通部、交通處、港務局

(2) 國內商港：港務局、縣政府

(3) 工 業 港：事業單位

(4) 客貨碼頭：縣政府

(5) 遊 憩 港：觀光局、旅遊局、縣政府

➠ 規劃問題

(1) 主辦單位：專業人員不足

(2) 受委辦單位：顧問公司缺乏經驗

(3) 審核：缺乏面對事實勇氣

(4) 結果：花費大筆經費，作不當規劃

➠ 台灣沿海能到處建港嗎？

(1) 西部海岸平緩沙灘人工港維護不易

(2) 東部海岸海床陡峭海象惡劣

(3) 運量不足維護困難

❑ 未來台灣進、出口運量，成長不易

❑ 轉運量增加，只限於少數轉口港

❑ 環島與離島運量增加有限

(四) 工業港能成為工商綜合港嗎？

➠ 促產條例

➠ 獎勵民間參與交通建設

➠ 不公平競爭

三、台灣海岸開發問題

(一) 管理權責不清，缺乏專責機構

➠ 海岸主管：內政部營建署

➠ 海岸保護：水資局、水利處

➠ 海岸開發：經濟部、交通部、縣政府

➠ 海岸污染：環保署、縣政府

(二) 開發規模過當，缺乏整體規劃

➠ 台灣沿岸應開發多少新生地

❑ 開發土地閒置

➠ 海岸新生地開發，忽略鄰近地形影響

❑ 海岸開發缺乏保育觀念，不重視景觀與親海權

➠ 民間企業佔用海岸空間

❑海岸只能租用，不能私有

(三) 現場調查資料不足，影響規劃品質

➠ 海氣象資料

➠環境資料

四、未來港灣建設與海岸開發

(一) 台灣地區港埠規模已足夠

➠ 應重視經營管理

(二) 港埠規劃建設應重視景觀與親海性

(三) 新生地開發造地外，還需造景，海堤兼具養灘與親海遊憩功能

(四) 珍惜海岸資源，有效利用海岸空間

談「雲林嘉義沿海地區地層下陷與921大地震」

李振誥 國立成功大學資源工程系教授

一、雲嘉地區地層下陷之現況

根據經濟部水資源局及水利處（前台灣省水利處）之地層下陷調查資料，目前仍發生較嚴重地層下陷之地區，包括宜蘭、彰化、雲林、嘉義、高雄及屏東等沿海地區，面積約 1,000 平方公里，約占全省平原面積的十分之一。其中最大的累計沉陷量發生於屏東沿海地區，而宜蘭沿海地區較小，示於圖 1 與表一。茲現將雲嘉地區地層下陷之現況略述如下：

雲林沿海地區包括台西、四湖、口湖、水林、麥寮、東勢等鄉鎮。省水利處規劃總隊自 1980 年超開始辦理雲林地區之地面高程檢測，根據 1997 年之檢測報告指出，近來之沉陷以台西附近之蚊港地區較為嚴重，最大累計沉陷量約 180 公分(1985-1994 年)，每年平均下陷約十公分，示於圖 2 與表一。筆者曾以雙曲線模式來預測民國 87 年 2 月至民國 92 年 2 月雲 BM19 水準點（蚊港橋北）與 BM20 水準點（麥寮鄉公所）之下陷量，結果顯示其間將分別有 89 公分與 46 公分下陷量。若地下水抽取不管制，未來沿海下陷量仍持續發生。

而嘉義縣東石地區除原有魚塭外，目前更不斷向內陸擴張中，原因有二：其一為養殖漁業收入遠勝於一般農作；其二為養殖區周邊農田，因養殖漁業使良田變成鹽田，地主不得不放棄農耕，改入投養殖漁業。沿海地區至 1996 年五月最大下陷量發生於東石鄉之三江派出所，下陷約 111 公分(1988-1996 年)，其下陷中心位於網寮栗子崙一帶，每年仍以 10~15 公分持續沉陷，示於圖 3。

二、921地震與雲嘉沿海地層下陷

臺灣地區在 88 年 09 月 21 日凌晨 01 點 47 分 12.6 秒於南投縣集集附近發生強烈地震。震央在北緯 23.85 度、東經 120.81 度，即位於日月潭西方 12.5 公里處，震源深度 6.99 公里，地震規模達 7.3 (ML ,CWB) 或 7.7 (MS ,USGS)。集集地震為中部地區車籠埔斷層錯動所引發之內陸淺層地震，其破壞力相當大，車籠埔斷層在本次地震中之地表錯動範圍長達約 70 公里。而在震央附近的南投縣、台中縣市、造成極大之災害，甚至台北地區亦有不少震災發生。根據中央氣象局地震即時測報

網收錄資料，各地震度以最大地表加速度值(PGA)表示，南投即時測報站之紀錄水平向 PGA 值達 973 gal，相當於 1G(一個重力加速度)，而嘉義（CHY028）即時測報站距震央 31.8 公里，垂直向 PGA 值高達 335.5 gal，水平南北向 PGA 值達 749.9 gal，水平東西向 PGA 值達 624.2 gal；嘉義（CHY006）即時測報站距震央 39.6 公

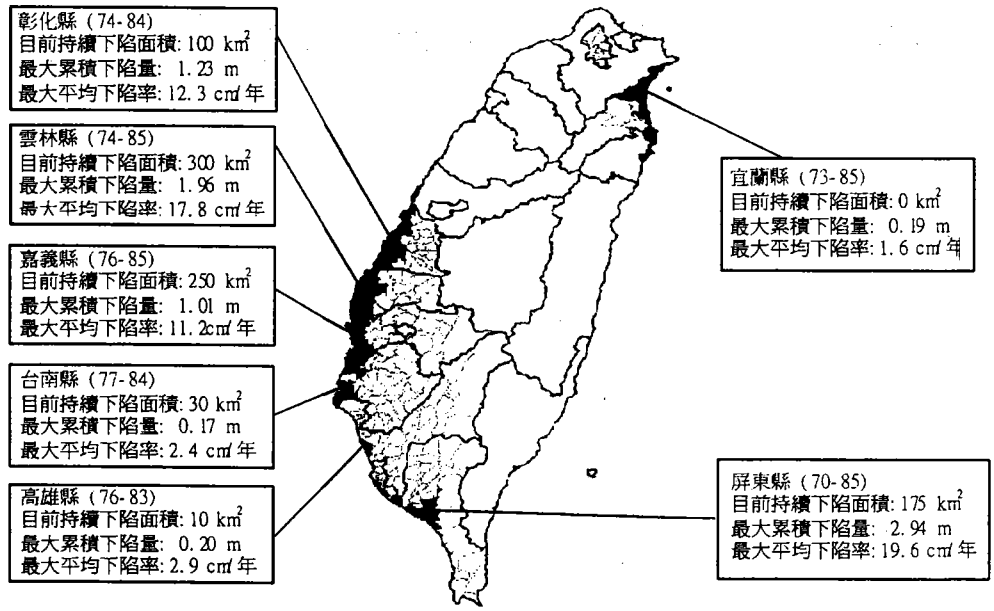


圖 1 台灣地層下陷分佈圖(下陷觀測期間至 1997 年)

表一 台灣地區地層下陷之現況表（摘自台大水工報告，87 年 12 月）

地區	民國八十七年資料							民國八十六年以前資料			
	最大累積下陷量(m)(資料期距[1])	資料期距[1](民國)	最大平均下陷速率(cm/年)(資料期距[1])	下陷面積(km^2)	近年累積下陷量(m)(資料期距[2])	資料期距[2](民國)	年最大平均下陷速率(cm/年)(資料期距[2])	最大累積下陷總量(m)	資料期距(民國)	最大平均下陷速率(cm/年)	下陷面積(km^2)
宜蘭[2]	0.19	73-87	1.4	0	0.00	83-87	0.0	0.19	73-83	1.9	0
彰化[3]	1.55	64-87	7.1	100	0.32	84-86	16.2	1.23	74-85	12.3	100
雲林[4]	2.02	64-87	8.8	300	0.48	81-87	8.1	1.96	64-85	9.3	300
嘉義[5]	1.16	76-87	10.5	250	0.29	83-87	7.1	0.90	76-86	15.0	250
台南[6]	0.17	77-84	2.4	30	-	-	-	0.17	77-84	2.4	30
高雄[7]	0.20	76-83	2.9	10	-	-	-	0.20	76-83	2.9	10
屏東[8]	3.09	61-87	11.9	175	0.20	84-87	6.8	2.89	61-85	12.6	175
合計				865							865

[1] 表中資料係選取目前各縣市最大地層沉陷累積總量地點，其位置分別為宜蘭縣永鎮測點，彰化縣西港測點、雲林縣台西測點、嘉義縣塭港測點、台南縣北門測點、高雄縣彌陀測點、屏東縣塭豐測點。

[2] 工研院能資所，「台灣沿海地區之地層下陷監測調查研究-宜蘭、彰化、雲林、嘉義、屏東地區」，水資源局委託，八十七年六月。

[3] 台灣省水利處，「台灣西部暨宜蘭沿海地區地盤下陷檢測計畫-彰化沿海地區地盤下陷檢測計畫」，八十七年六月。

[4] 工研院能資所，「地層下陷區水準點檢測-雲林縣沿海地區」，水資源局委託，八十七年六月。

[5] 嘉義縣政府，「嘉義縣沿海地區地盤下陷水準點埋設暨檢測」，八十七年六月。

[6] 台灣省水利局，「台灣現有地下水觀測及地盤下陷監測資料整理及分析報告(第三期 嘉南平原)」，八十四年六月。

[7] 台灣省水利局，「台灣西部暨宜蘭沿海地區地盤下陷檢測計畫-高雄地區地盤下陷檢測成果報告」，八十三年六月。

[8] 工研院能資所，「地層下陷區水準點檢測-雲林縣沿海地區」，水資源局委託，八十七年六月。

[9] "-"表示目前無較新之檢測資料。

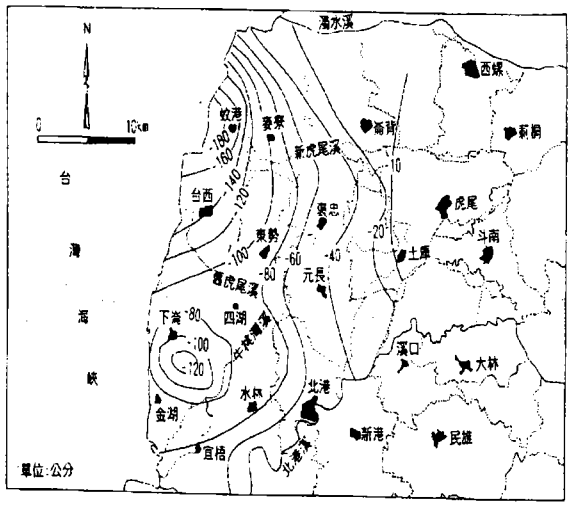


圖 2　雲林地區地層下陷等下陷量圖
（民國 74-83 年檢測結果）

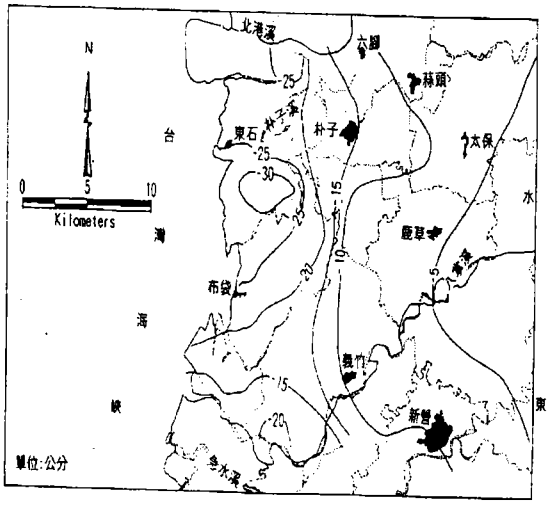


圖 3　嘉義地區地層下陷等下陷量圖
（民國 82 至 85 年檢測結果）

里，垂直向 PGA 值亦達 211.0 gal，水平南北向 PGA 值達 351.5 gal，水平東西向 PGA 值達 348.0 gal。圖 5、圖 6 與圖 7 分別為集集大地震中央氣象局收錄到臺灣地區之垂直向、水平東西向與水平南北向最大地表加速度等值圖。圖 7 為現行耐震設計規範規定設計 PGA 值（圖 4、圖 5 與圖 6 資料來自中央氣象局）。由圖 7 耐震設計規範與圖 4、圖 5 與圖 6 相比較，若雲嘉沿海地區結構物，只要依規範考慮設計應不致於有損壞發生。

此次 921 地震導致最近有關彰雲嘉沿海地層下陷達四、五十公分報導，本文於此作一探討：

（一）由成功大學衛星中心公佈照片，示於圖 8 與圖 9，此圖乃基於 86、87 年內政部公告一、二與三等基準點為基準使用 GPS 測得，其誤差加減五公分，即最大有十公分誤差。圖中可知，彰雲嘉沿海幾乎只有垂直位移而無水平位移，此可能由於雲林，特別靠近北港處，位於地質上之北港高區岩盤，故垂直位移較大（南投來的地震波難以通過此高區，故只有向上導致垂直位移較大）；至於嘉義與台南縣界之垂直位移與本次地震相關可能較小，且為原來地層下陷量。

（二）圖 8 與圖 9 為 86、87 年內政部公告一、二與三等基準點與震後之基準點相比較之結果，若參考圖 2 與圖 3，依北港附近之年下陷率，依十公分計，並以 86 年年中為計算點，到地震日期約二年，即可能有二十公分由地層下陷所造程，故雲嘉沿海下陷四、五十公分報導非僅由地震造成，應含地層下陷過去累加結果，故本次地震導致下陷量應不至於四、五十公分。

（三）一般而言，若地震導致立即下陷四、五十公分，其結構物應有大量損壞，事實上，雲嘉沿海房屋損壞並非如此嚴重，只有一些地區才有，此可能有些地區因地層原本就較鬆軟，易造成土壤液化，導致不均勻沉陷，同時，沿海地區因位於下游，土壤顆粒細、未固結鬆軟且地下水位高之故。另外，以十月十一日（農曆九月初三日）滿潮日海水倒灌於此區之情形，大致由於閘門或抽水機功能不顯著所引起，並未引起海堤嚴重受損。

三、結語

本次 921 地震導致地層下陷量，目前以筆者所收集之資料尚不足以證實地震導致地層下陷量應多少，然而 921 地震導致地層下陷應不至於四、五十公分之多，建議有關單位應重新進行水準檢測，方可正確得知。

四、參考文獻

一、李振誥(1998)，"地層下陷區土地特性之調查、整復保育利用範疇之界定與技術規範研訂"，經濟部水資源局專題研究計劃。

二、國科會網站與國立成功大學網站「921 集集大地震相關報導」。

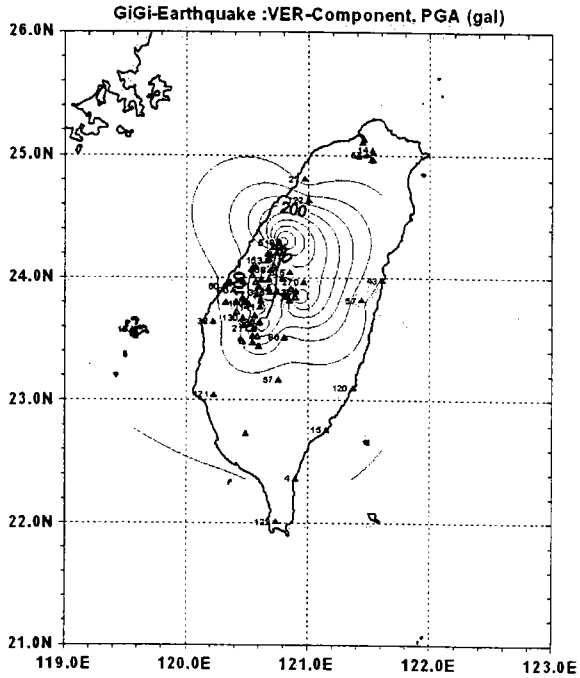


圖 4　集集大地震中央氣象局收錄台灣地區最大地表加速度等值線圖-垂直向

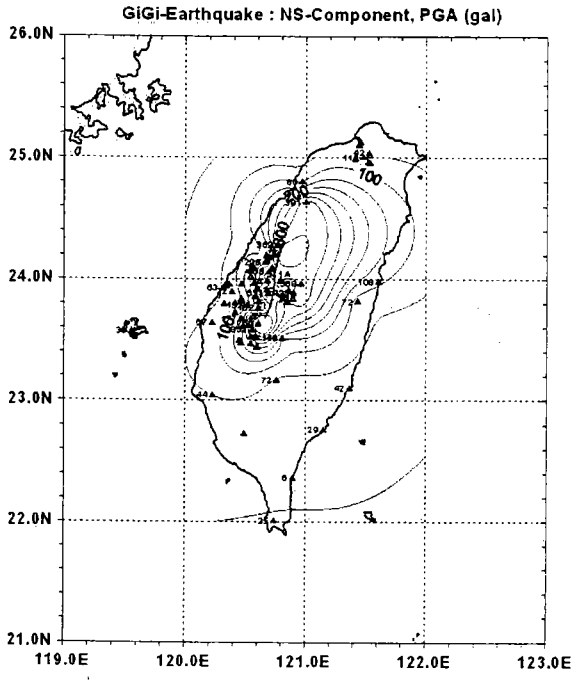


圖 5　集集大地震中央氣象局收錄台灣地區最大地表加速度等值線圖-南北向

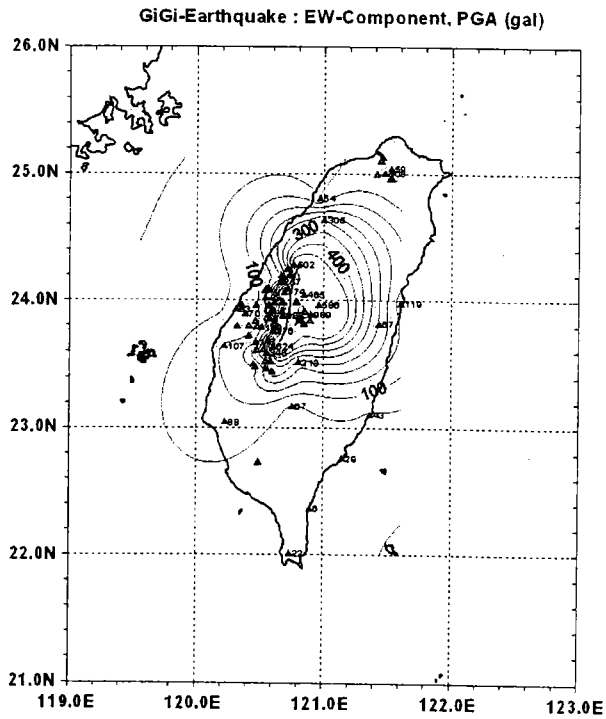


圖 6　集集大地震中央氣象局收錄台灣地區最大地表加速度等值線圖-東西向

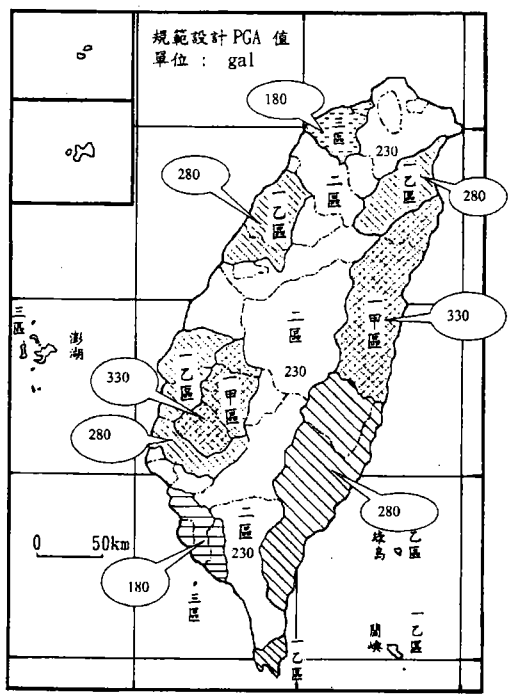


圖 7 台灣現行耐震設計規範規定設計 PGA 值

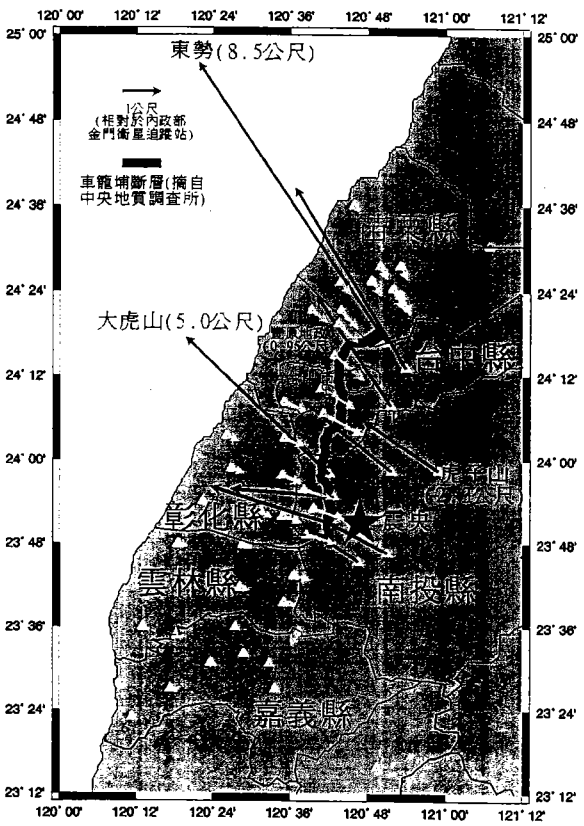


圖 8　921 集集大地震災區衛星控制點垂直位移圖

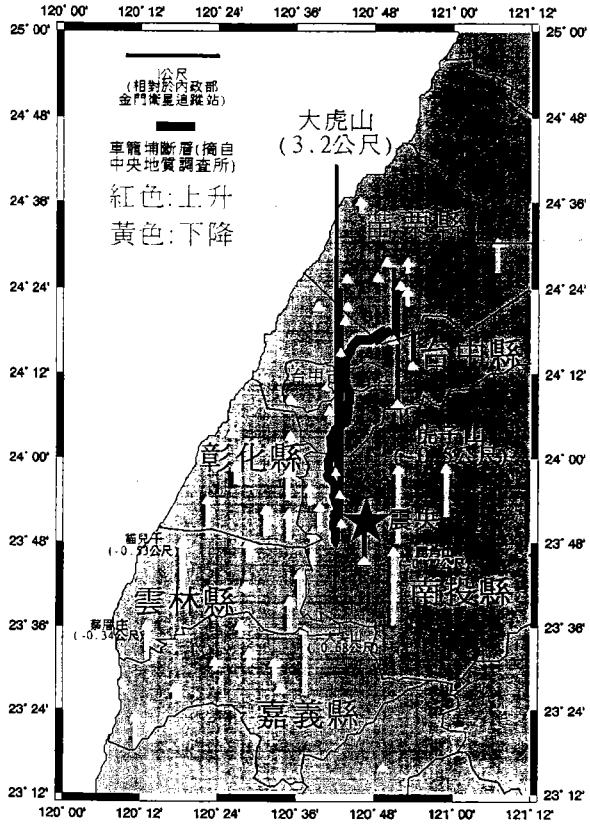


圖 9　921 集集大地震災區衛星控制點垂直位移圖