

離岸堤對海岸地形之影響-以嘉義好美寮為例

彭馨慧¹ 林宗儀²

摘要

離岸堤為離開陸地且大致平行海岸之工程結構物，其原設計構想是想藉此削減波能，使沈積物於堤後堆積，進而保護堤後的海岸。但堤後堆砂之後，往往造成附近海岸作用的變動，使鄰近地區海岸的地形跟著改變。先前離岸堤相關的研究，多著重以物理實驗和數值模擬的方法，探討堤後堆砂的機制或評估淤砂量，對於地形的影響則少有研究。因此本研究以嘉義好美寮之離岸堤群為例，從不同時間尺度探討離岸堤對鄰近海岸地形的可能影響。結果顯示好美寮最南側的數座離岸堤，堤後成功聚砂，但在最北端離岸堤的北側（沿岸流下游方向），則出現海岸線持續後退，內側防風林倒塌的現象。推測此乃因南側堤後堆砂的效果使沿岸漂砂受阻，致沿岸流優勢方向下游海岸呈侵蝕現象，產生類似突堤的效應。

Impacts of Detached Breakwater on Coastal Landforms - A Case Study of Haomeiliao, Chiayi

Hsing-Hui Peng Tsung-Yi Lin

ABSTRACT

Detached breakwaters are engineering structures that are placed just offshore and aligned approximately parallel to the local shoreline. They are designed to diminish the wave energy and to trap sand in the sheltered area. Very rare studies had been done on the landform impacts of this man-made structure, thus we chose a series of detached breakwaters at Haomeiliao, Chiayi as a case to examine this issue. The results show that breakwaters at the southern end had trapped sand successfully to form a buffering beach. But at the site just north of the northern end of breakwaters, severe erosion occurred. Since the prevailing longshore drift at the Haomeiliao shore is from the south to north, the post-breakwater coastal changes are similar to the effects made by a groin.

一、緒論

離岸堤是海岸保護工法中的一種，近年來已被世界各國普遍使用，在台灣的使用頻率亦逐漸增加（郭等，2001）。離岸堤的基本設計是要消減波能，並在堤後造成堆砂以保護內側的海岸，其堤後堆砂機制是由向、離岸的漂砂造成（許、張，2001）。然而堤內積砂後，反而阻礙沿岸漂砂運行，容易造成離岸堤鄰近地區的地形產生變動，對環境造成衝擊。

國內以往對於離岸堤的研究，多著重於工程方面的設計規劃，如離岸堤材料、堤後堆砂效益（歐、張，1985；簡、陳，1991；許等，1993；王，1995；陳等，1995；陳，1995；林，2000）及堤後堆砂量的估算（許、陳，1995；林，2001）等，方法上亦以物理實驗和數值模擬為主。對於離岸堤設置後對鄰近地區海岸地形所造成的影響則少有研究實例，因此本研究選擇以嘉義布袋好美寮離岸堤設置區做為研究對象，探討其離岸堤設置對海岸地形的影響。

1.1 研究區域

好美寮海岸位於嘉義八掌溪與龍宮溪之間，自然景觀包含濱外砂洲、潟湖及紅樹林，並有防風林、

1. 中國文化大學地學研究所地理組碩士
2. 國立台灣師範大學地理學系助理教授

鹽田、魚塭等人文景觀。民國 74 年行政院核定的「台灣沿海地區自然環境保護計劃」中將好美寮地區提升為自然保護區。保護區之範圍包括八掌溪以北的離岸浮洲、好美寮潟湖、龍宮溪口與防風林區。

離岸堤位於浮洲之南側、八掌溪口與好美寮漁港以北，於 1978 年興建北側 5 座離岸堤，1987 年興建南側 6 座離岸堤，共 11 座離岸堤（圖 1）。

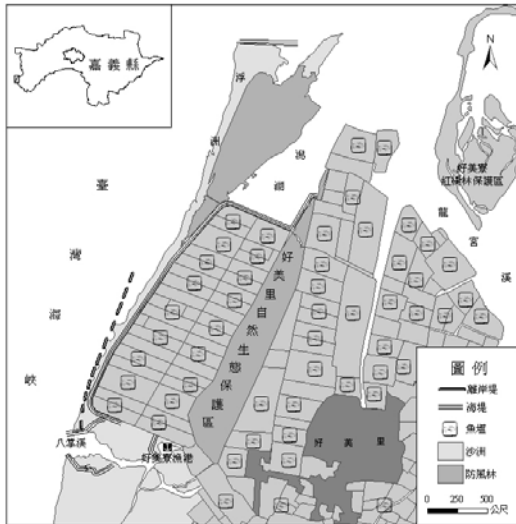


圖 1 嘉義好美寮研究區位置圖

1.2 研究方法

海岸的侵蝕或堆積可從地質學上就數百年至數萬年的長期地形變化過程加以觀察，也可以數年至數十年程度之中尺度時期，或者約以一年周期變化乃至數日至一個月短期的變化加以分析（郭，2004）。本研究分別以中尺度時期和短期的地形變化為研究對象，中尺度時期乃運用不同年代航空像片基本圖與正射影像圖套疊分析比較設置離岸堤前、後對鄰近地區地形改變。而短時距則是於研究區現場實地觀察、測量海灘斷面來比較短期海岸侵蝕堆積變化情形。最後整合資料與現場實察所得之海灘斷面量測結果，綜合評估離岸堤對海岸地形的影響。

1.2.1 海岸線套疊分析

本研究以海岸線變化來說明海岸地形變遷，利用地理資訊系統軟體來做海岸線套疊分析（Langley et al., 2003）。將兩不同年代海岸線之圖層加以疊

合，求出海岸前進或後退的範圍、距離，最後進行統計比較海岸地形變遷情形。

1.2.2 海灘斷面測量

海灘斷面調查方法是於垂直海岸方向規劃調查測線，在每條測線上皆設置一個地形量測參考樁點，來做為其水準及定位上的基準點，並且由此參考樁點沿規劃測線施測至低潮線附近（林等，2000）。

研究期間為 2003 年 7 月至 2004 年 2 月，共完成三次各 15 條海灘斷面的量測。藉以提供在不同季節的營力作用下，海灘斷面的比較，以確立短期內海岸地形之變化成因。

二、研究區之海象概述

2.1 波浪

嘉義好美寮因受外傘頂洲之遮蔽作用，波浪以繞射的方式傳遞至遮蔽區。冬季時波高集中分佈於 0.5~1.5m 間約佔 74.6%，週期集中分佈於 4~7sec 間，佔 88.5%。波向為東南東、東南及東為主。

夏季波高偏小，0.5m 以下佔 70.2%，1m 以下高達 94.7%，週期則分散於 3~7sec 間，佔 76.5%。波向以西南向為主（交通部運輸研究所，2001；簡等，2002）。

2.2 流況資料

流速以南-北分量為主，而東-西分量則較小，顯示其流速方向與海岸線平行，即東北-西南向為主。近岸流成分主要為潮流，流速和流向受潮汐控制。流速介於 5~50 cm/sec 之間。夏季退潮時，其流向沿海岸線由東北向西南或往西流動。漲潮時其流向則由西南往東北。冬季退潮時之流向，乃沿海岸線往南或西南方流動，退潮則因東北季風強勁，潮流與強風互逆，而無規則性。

2.3 沿岸流優勢方向與海岸漂砂

冬季波浪因受外傘頂洲遮蔽，所產生之繞射作用使冬季波向以東南東、東南及東為主，受斜向波浪所產生之沿岸流，便以由南往北之方向流動。而夏季所產生西南向之波浪，以及因波浪引起之沿岸流，同樣也是往北流動。在冬、夏季之沿岸流方向

均為由南往北流動之下，沿岸流帶動的沿岸漂砂其優勢方向亦是南往北。

三、海岸地形變遷

3.1. 海岸線套疊分析

3.1.1 1976 年與 1983 年之比較

北側五座離岸堤於 1978 年設置，以 1976 年與 1983 年兩年代之海岸線相互比較，可以比較出該五座離岸堤設置前、後海岸地形的變化。依據本研究之統計分析，浮洲中段因設置離岸堤，且堤後堆砂成功，海岸堆積，海岸線前進約 120 公尺，面積增加約 4 公頃。浮洲北側砂洲往北延伸約 1 公里，主要因沿岸流優勢方向為由南往北流，導致沿岸漂砂往北堆積，而使得砂洲往北延伸，北段海岸線七年共計向海延伸約 22 公尺；浮洲南端海岸線則往內縮約 60 公尺，平均每年往內陸縮減約 8 公尺，南端砂洲面積減少約 1.4 公頃（圖 2）。

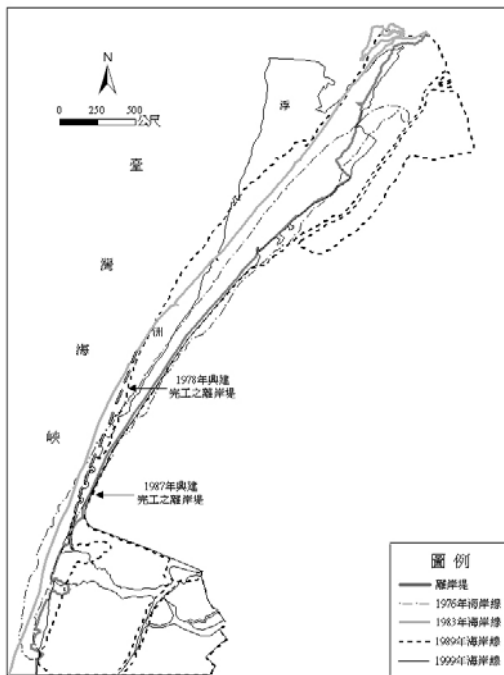


圖 2 嘉義好美寮 1976 年至 1999 年海岸變遷

依據經濟部水利署（2004）於八掌溪下游竿子寮測站（計測時間：1973 年至 1979 年）觀測八掌溪輸砂量，發現 1976 年至 1979 年八掌溪之輸砂量

有逐年減少之趨勢。顯示八掌溪輸砂量減少，砂源供應缺乏，進而影響沿岸砂洲堆積作用。

由這兩年之海岸線套疊發現 1976 年至 1983 年嘉義好美寮南端砂洲其沈積物因受沿岸流之搬運作用，漂砂向北堆積，使得北側砂洲往北延伸。但由於八掌溪輸砂量減少，在砂源補助不足之下，使得砂洲南段之砂量減少，而形成海岸線後退，並往內陸縮減。

3.1.2 1983 年與 1989 年之比較

南側六座離岸堤於 1987 年興建完工，因此由兩年代之圖層套疊可比較離岸堤設置前、後海岸地形的變化。由 1989 年海岸線可見北側五座離岸堤，堤後的堆積形成砂舌地形，南側六座離岸堤堤後堆砂乃與海岸相連形成繫岸砂洲（圖 2）。顯示南側六座離岸堤，堤後堆砂效果較佳。由於部分離岸堤所阻擋之沈積物直接堆積於堤後，堤前則無沈積物堆積。與 1983 年之海岸線比較之下，原海岸線後退至離岸堤的位置，後退約 47 公尺。而最南側兩座離岸堤堆砂成功，堤後已完全被砂充填，該段海岸呈現堆積效果。此外，浮洲北側（距離離岸堤以北 1~3 公里的範圍）砂洲堆積，面積增加約 4 公頃，海岸線前進，平均每年前進約 33 公尺。浮洲南側砂洲呈堆積現象，砂洲面積增加約 18.4 公頃。

依據經濟部水利署（2004）於八掌溪義竹測站（計測時間：1960 年至 2002 年）觀測八掌溪輸砂量，發現 1983 年至 1989 年八掌溪輸砂量有逐年增加之趨勢，砂源充足使沿岸砂洲產生堆積作用。

根據兩年代海岸線比對發現，浮洲中段及北段海岸因離岸堤堤後堆砂效益及沿岸漂砂將南端漂砂往北堆積，海岸呈現前進現象。南段海岸其漂砂往北移動，海岸因而後退，但因八掌溪輸砂供給充足，砂洲產生堆積作用，海岸線雖後退，但整體之堆砂量仍增加，呈現堆積結果。

3.1.3 1989 年與 1999 年之比較

由 1989 年與 1999 年海岸線之比較，可看出離岸堤完成堆砂後，對鄰近海岸地區所造成的變化。最南側 2 座離岸堤，堤後聚砂成功，海岸線亦向外延伸堆積約 50 公尺，砂洲面積增加約 0.2 公頃。北側三座離岸堤，堤後則無聚砂，已失去堤後堆砂功效，主要因離岸堤設置年代久遠，下沉嚴重，無法

有效削減波能；此外，南側漂砂之砂量亦不足以供應。其餘的離岸堤則均能形成繫岸砂洲。

離岸堤北側約 1 公里範圍之海岸線後退約 122 公尺，平均每年後退 12.2 公尺，砂洲面積減少約 20 公頃，該段海岸侵蝕後退。浮洲北側由於興建防風林約 5.5 公頃，使得砂洲西移約 400 公尺，而海岸線持續後退，直接對該段防風林產生侵蝕作用。浮洲南端砂洲時而結合時而分裂，主要受八掌溪砂源供給不定所致（吳、吳，2003）。

好美寮地區沿岸漂砂之優勢方向為由南往北，離岸堤南側海岸有小部分堆積，但離岸堤北側海岸因受上游離岸堤後淤砂，將沿岸漂砂之土砂阻擋於上游，下游地區在砂源無法供應之下，造成離岸堤北側地區海岸的侵蝕，以離岸堤以北約 1 公里內侵蝕作用較嚴重，且海岸侵蝕後退已波及海岸防風林。

由四不同年份海岸線套疊結果，好美寮海岸主要地形特色為砂洲，其沈積物主要來自八掌溪之砂源，根據經濟部水利署八掌溪竿子寮測站與義竹(厚生橋)測站所測得之歷年含砂量變化圖顯示，八掌溪砂源供給不定造成沿岸砂洲侵蝕與堆積。離岸堤分別於 1978 年與 1987 年完工，離岸堤完工後，其堤後產生沈積物之堆積作用，使得大部分離岸堤都能夠發揮其效果，但北側 3 座離岸堤可能因年代久遠，下沈嚴重，失去離岸堤之功效。離岸堤以北約 1 公里之內的海岸開始受到侵蝕作用，海岸線後退。由 1999 年影像圖看出，離岸堤北側地區侵蝕嚴重，海岸後退，波及原先防風林。顯示出興建離岸堤之後，其堤後堆砂阻礙沿岸漂砂運行，造成漂砂下游優勢方向（即離岸堤以北 1 公里之範圍）海岸侵蝕作用產生。

根據統計，原先興建離岸堤有助於堤後堆砂，離岸堤附近海岸線呈現堆積前進現象；1983 年至 1989 年間，海岸仍呈堆積現象；但由 1989 年與 1999 年比較後發現，離岸堤北側其海岸線以每年平均約 12.2 公尺之距離後退，顯示海岸因離岸堤興建完工，堤後聚砂阻擋了原來漂砂的運行，海岸缺乏沿岸漂砂之砂源，造成沿岸漂砂優勢方向下游的侵蝕。

3.2 海灘斷面測量

本研究藉一年三次的海灘斷面測量，來檢測海岸線及高程之變化，以瞭解在不同季節下海灘的侵

蝕情形，並經由各斷面圖歸納出海灘斷面的型態。由於斷面高程的變動主要受水力與風力的雙重影響，而且隨著季節產生變動，故將其區分為兩個季節（夏秋季與冬春季），並以量測開始的月份（7 月）為初始季節，觀察不同季節對海岸地形在海灘斷面之差異。研究區測點位置如圖 3 所示。

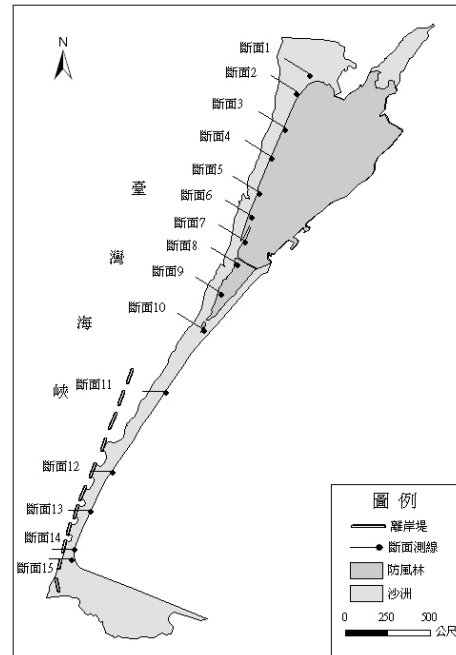


圖 3 嘉義好美寮斷面測量位置圖

經由斷面圖可知，断面 2 與断面 3 因設置人工砂籬，阻擋風砂吹送造成聚砂效果，因此本段之砂丘發育良好，且有連續砂丘分佈。海灘寬度夏季到秋季有延長的趨勢，而冬季至春季時縮短（圖 4）。

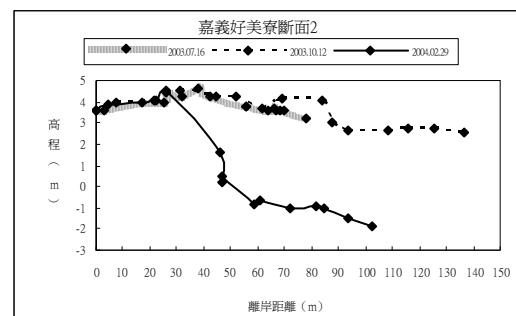


圖 4 断面 2 海灘斷面變化圖

断面 5~断面 7，砂灘起伏不顯著。而夏季到冬季海灘寬度增加，顯示此段海岸呈現前進現象（圖

5)。斷面 8~斷面 10，砂灘砂量冬季減少，砂灘表面下降，夏季砂灘砂量增加，砂灘表面上升。夏季到冬季間，基線至海岸線之距離縮小，顯示此段海岸為侵蝕的(圖 6)。此外，斷面 7~斷面 10(離岸堤北側防風林)，海岸線不論季節均持續向內陸縮減，表示在離岸堤下游地區海岸線的侵蝕作用強烈，海岸後退。

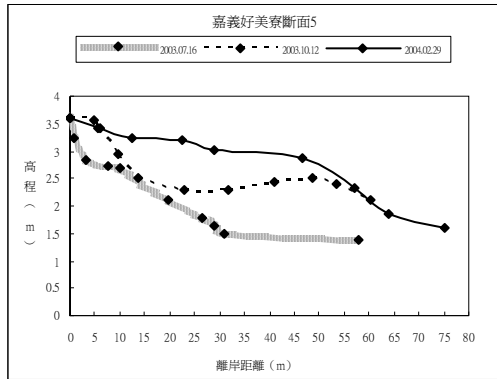


圖 5 斷面 5 海灘斷面變化圖

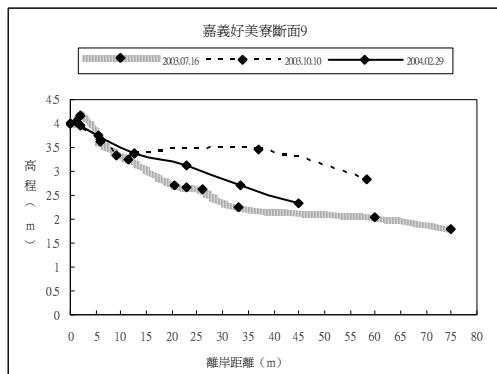


圖 6 斷面 9 海灘斷面變化圖

斷面 11~斷面 15 為堤防上的樁點，其中斷面 12~14 為離岸堤堤後堆砂(圖 7)，斷面 11 與斷面 15 為兩堤間進水口處，因離岸堤遮蔽，波浪及向岸漂砂產生繞射作用，砂灘呈現圓弧形狀。且因受離岸堤遮蔽，砂灘表面起伏變化不大。夏秋季海灘寬度距離縮短，而冬春季向海延伸。

若將各斷面之海灘地形形貌標示出後發現，在冬季至春季間，部分斷面呈現平臺型斷面(berm-type profile)特徵(Komar, 1998)。

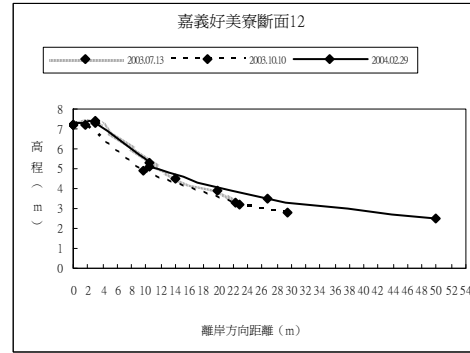


圖 7 斷面 12 海灘斷面變化圖

以短期時距觀察測量後發現，斷面的高程起伏變化會受到氣象因素而改變，在夏、秋兩季由於夏季颱風掠過台灣鄰近地區，颱風波浪作用下造成部分斷面的砂丘基趾有侵蝕崖出現。海岸濱線後退，往內陸移動，之前的海灘平臺已消失或寬度縮減。而灘面坡度較平緩其外側有明顯沈積物堆積，海灘斷面傾向於砂洲型斷面(bar-type profile)特徵(Komar, 1998)。

砂灘在潮汐或風浪沖濺所及的濱線堆積，寬度窄且非長久性存在，常受風的吹送搬運而消失成為其後砂丘的供砂來源，有時則因潮位變化及波浪影響而被侵蝕改變其堆積地點(楊, 2004)。位於後灘盡頭之砂丘地形，有些部分呈現侵蝕，有些呈現堆積現象，此一地形的變化，應與風的搬運作用有關(林等, 2000)。

3.3 實地觀察

於 2003 年 7 月至 2004 年 3 月期間，研究區實地觀察，受漲、退潮時段不同，研究區之離岸堤，可見堤後堆積情形。漲潮時離岸堤堤後砂灘淹沒，退潮則可見其堤後堆砂(照片 1、2)。此外，由於觀測季節不同，造成之海岸地形亦有所不同。夏秋季，受颱風過境台灣之影響，防風林內之砂灘可見明顯之侵蝕崖(照片 3)。冬季東北季風強勁風力作用下，砂丘發育良好，若配合人工砂籬設置，更可見連續砂丘分布(照片 4)。而海岸的侵蝕作用造成部分海岸線後退，防風林縮減，木麻黃倒臥枯死，特別是嘉義好美寮離岸堤以北的防風林之防風林(照片 5、6)。



照片 1 嘉義好美寮離岸堤堤後堆砂情形



照片 2 嘉義好美寮北側三座離岸堤堤後堆砂效果不佳



照片 3 嘉義好美寮夏季颱風造成之侵蝕崖 (箭頭所指處)



照片 4 嘉義好美寮利用人工砂籬來固砂



照片 5 嘉義好美寮沿岸流優勢方向下游 (離岸堤北側) 之侵蝕現象



照片 6 嘉義好美寮防風林後退木麻黃倒臥枯死

綜合一年內之實地觀察結果，嘉義好美寮研究區，浮洲北端因設置人工砂籬，將冬季東北季風之飛砂沈積於此，該段連續砂丘發育良好，有助於砂丘之堆積。浮洲中段，即離岸堤以北約 1 公里之內之防風林，海岸後退侵蝕嚴重；木麻黃多倒臥死亡、燈塔歪斜、砂灘灘面下降、夏季颱風作用形成之侵蝕崖等景觀，均可見該段海岸侵蝕情形。浮洲南段，即設置離岸堤之地點，北側三座離岸堤堤後無堆砂作用，失去聚砂功效。最南端兩座離岸堤則已陸化，顯示堤後堆積作用成功。

3.4 綜合討論

根據本研究分析，發現在中尺度時間內，海岸有明顯的變化。沈積物來源若充足，則砂洲堆積作用旺盛，海岸因而前進，但若砂源不足則下游砂洲因缺乏沈積物而產生侵蝕作用，海岸線乃呈現後退現象。

此外，風的強弱以及風向帶動波浪的運行，而斜向波浪的方向以及強弱，主導著沿岸流及沿岸漂砂的優勢方向。嘉義好美寮，冬季波浪因受外傘頂洲遮蔽，所產生之繞射作用使冬季波向以東南為

主，故其沿岸流由南往北之方向流動。而夏季所產生西南向之波浪，沿岸流亦往北流動。在冬、夏季之沿岸流方向均為由南往北流動下，所帶動的沿岸漂砂其方向亦為由南往北。

離岸堤之堆積主要受沿岸漂砂及向、離岸漂砂影響，向、離岸漂砂會使得離岸堤後產生堆積現象；沿岸漂砂主宰離岸堤對其沿岸上、下游漂砂堆積與侵蝕之現象。離岸堤興建後所產生的堤後堆積，雖於堤後會形成砂舌或繫岸砂洲，但實際上堆積作用僅呈現於海岸線至離岸堤之間。沿岸漂砂之優勢方向下游則均產生侵蝕現象，好美寮離岸堤北側海岸即發生侵蝕作用。興建離岸堤之後，離岸堤北側之海岸線平均每年後退約 12 公尺，顯示海岸因離岸堤的興建完工後，堤後聚砂阻擋原沿岸漂砂的運行，使得沈積物堆積於上游地區，在缺乏砂源補注之下，沿岸漂砂優勢方向下游的產生了侵蝕結果。

依短期觀測發現，隨季節與時間的變動，海岸侵蝕亦呈現不同的型態，除了夏季颱風事件外，季風轉移亦為重要因素。風向的轉變、強弱會改變浪、流與漂砂方向，也有可能改變砂灘表面砂的活動及砂丘的侵蝕情形。

在夏季，因西南季風盛行，風帶動波浪作用，使得砂源由海洋向陸地堆積，砂灘砂量因堆積使砂灘表面高度上升。且海岸線向外海移動，距離增長；冬季由於東北季風較強，強勁的波浪作用使得部分土砂被帶往外灘，使得砂灘表面高度下降。好美寮地區因受外傘頂砂洲遮蔽，波浪作用因受阻擋較弱，故在冬春季侵蝕作用不明顯。

在夏季時會因為一次大潮或颱風，產生暴風帶來較大能量之波浪，會將原先海灘平台的沈積物往外灘堆積，使得原先之海灘平台寬度縮減、消失或有侵蝕崖的地形出現。

此外，由海灘寬度改變亦看出海岸線侵蝕與淤積。好美寮離岸堤以北約 1 公里，即位於浮洲北側防風林的位置，海灘寬度持續縮減後退，均呈現侵蝕結果，海岸後退至防風林內。防風林因受侵蝕作用而影響木麻黃之生長，木麻黃多倒臥枯死。嘉義好美寮浮洲北端因設置人工砂籬，砂丘發育完整，砂灘表面亦呈現堆積現象。

由中尺度時間與短期海岸地形的變化發現，兩研究區沿岸流優勢方向雖然不同，在離岸堤的上游

地區，如南側離岸堤呈現堆積現象，而離岸堤下游地區（離岸堤北側）均造成海岸侵蝕現象。

造成海岸地形變化的因素很多，本研究對於設置海岸防護工程-離岸堤作進一步分析發現，雖離岸堤設置後能削減波能，在堤後產生堆積，但堤後之繫岸砂洲卻阻礙沿岸漂砂之運行，造成沿岸流優勢方向上游地區產生堆積，而離岸堤下游地區為侵蝕的作用，類似於設置突堤後的突堤效應結果。

四、結論

離岸堤護岸工程近年來在海岸防護工程中使用的案例增多，在台灣目前已興建將近二百座離岸堤，且有增加趨勢。興建離岸堤主要目的使海岸漂砂於堤後淤積，形成突出原海岸地形的砂舌或繫岸砂洲，以防止當地海岸之侵蝕後退，但堤後堆積反而阻擋沿岸漂砂運行，造成沿岸地形改變。

綜合海岸地形的變化，歸納中尺度時間之海岸地形變化，以沿岸輸砂流入與流出判斷海岸的侵蝕與堆積情形：位於沿岸漂砂優勢方向之上游地區（南側離岸堤）呈現了小部分砂洲堆積；下游地區（離岸堤北側）除了離岸堤興建後，其堤後之繫岸砂洲阻擋沿岸漂砂運行之外，亦會因為河川輸砂量的減少，而缺乏沈積物之補助。研究區更上游處，因人工結構物興建，阻擋沿岸漂砂之運行，造成海岸侵蝕。

在短期季節性或有突發性暴風波浪的海灘侵蝕情形方面，則以海灘寬度的延伸與縮短來做為海岸侵蝕與堆積之標準。在離岸堤下游地區，海灘寬度均呈現逐漸縮短現象，顯示離岸堤阻擋沿岸漂砂運行，上游沈積物受阻無法運行至下游，使下游海岸呈侵蝕現象。而其餘地區則隨季節的不同，海灘呈現侵蝕現象。

造成海岸地形變化的因素很多，本研究對於設置海岸防護工程-離岸堤作進一步分析發現，雖離岸堤設置後能削減波能，在堤後產生堆積，但堤後之繫岸砂洲卻阻礙沿岸漂砂之運行，造成沿岸流優勢方向上游地區產生堆積，而離岸堤下游地區為侵蝕的作用，類似於設置突堤後的突堤效應結果。

謝誌

本論文係中國文化大學地學研究所碩士論文之部分研究成果，研究期間承蒙地理系及地學所多位同學支援野外調查工作，謹致感謝之意。

參考文獻

1. 歐善惠、張介忠（1985）”離岸堤後堆沙效果之試驗研究”，第八屆海洋工程研討會論文集，381頁-395頁。
2. 簡仲和、陳冠銘（1991）”塹豐離岸堤佈置及其淤砂效果之探討”，台灣水利，第39卷，第1期，41頁-56頁。
3. 許泰文、歐善惠、洪逸銘（1993）”透過式離岸堤群背後堆沙效果之研究”，中國土木水利工程學刊，第5卷，第2期，99頁-108頁。
4. 王植輝（1995）”離岸潛堤群後堆砂機構之研究”，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
5. 陳文俊、郭金棟、謝文凱（1995）”離岸堤後堆砂效益之研究”，第十七屆海洋工程研討會論文集，1311頁-1325頁。
6. 陳建中（1995）”離岸堤群背後堆沙量之研究”，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
7. 許泰文、陳建中（1995）”離岸堤群背後堆沙量之研究”，第十七屆海洋工程研討會論文集，1345頁-1361頁。
8. 林明誌（2000）”離岸堤後漂沙移動優勢之研究”，國立台灣海洋大學河海工程學系碩士論文。
9. 林宗儀、葉振洪、溫進丁、鄭崑明、張文玲（2000）”台灣西南部海岸海灘斷面調查與沈積物特性研究”，經濟部水資源局。
10. 交通部運輸研究所（2001）”布袋港漂沙及地層下陷觀測計畫（II）MOTC-IOT-IHMT-GA9019”，交通部高雄港務局。
11. 林立青（2001）”利用沿岸流推估沿岸漂沙量之研究”，國立交通大學土木工程研究所碩士論文。
12. 郭一羽、湯麟武、陳陽益、張憲國、蔡清標、許泰文、張瑞欣、李兆芳、邱永芳、李忠潘、薛憲文（2001）”海岸工程學”，文山書局。
13. 許泰文、張憲國（2001）”永續的鑽石海岸-台灣海岸災害防救與永續利用規劃”，經濟部水資源局。
14. 簡仲和、黃建維、吳宏輝、郭晉安、蔡宗利、陳嘉君、黃俊維、楊明杰、江振聲（2002）”嘉義鰲鼓至曾文溪口潮波流及輸砂調查研究（1/4）”，經濟部水利署水利規劃試驗所。
15. 吳哲榮、吳啓南（2003）”遙測技術應用於台灣西海岸五十年來變遷分析”，航測及遙測學刊，第8卷，第3期，頁95頁-110頁。
16. 郭金棟（2004）”海岸保護”，科技圖書股份有限公司。
17. 經濟部水利署水文技術組（2004）”水文水資源資料管理供應系統”，經濟部水利署網站 <http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/>。
18. 楊美萍（2004）”桃園縣海岸地形變遷之研究”，國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文。
19. Komar, P. D. (1998) *Beach Processes and Sedimentation (2nd ed.)*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
20. Langley, S.K., C. R. Alexander, D. M. Bush, and C. W. Jackson (2003) “Modernizing shoreline change analysis in Georgia using topographic survey sheets in a GIS environment,” *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 38, pp. 168-177.