

七股潟湖沙洲地形變遷及保育策略之研究

林俊全^{1,3}，鄭宏祺¹，黃光瀛²

¹臺灣大學地理環境資源學系；²台江國家公園管理處；³通訊作者 E-mail: jclin@ntu.edu.tw

[摘要] 近百年來台江(臺南沿海一代)的陸地不斷的往西側來擴張，本研究利用地圖、航照及衛星影像分析 1904 年至 2009 年間，台江國家公園沙洲的變遷。七股海岸的變遷受到人為開發的影響，可看到早期的台江的內海因魚塢及鹽田的開發逐漸縮小，再加上濱海沙洲不斷的往東遷移，形成現今七股潟湖的地形。本研究比較 1985 年及 2009 年的影像資料，七股潟湖的沙洲已經往東移動了約 1 公里的距離。進一步觀察 1997 年至 2009 年的影像資料，潟湖沙洲有往東及往南遷移的趨勢，變遷超過 400 公尺。七股潟湖及沙洲及是國家重要的自然景觀資源，仍然有其保育的必要性，由於沙洲彼此之間都有相互的關連性，任何海岸防護的工法都應以不破壞自然景觀為原則，尤其在面對沙洲動態的變化及氣候變遷(颱風及海浪等)的不確定性，更應謹慎與評估。本研究做了初步的保育策略建議，應擬定長期及全面性的海岸復育計畫，以避免過渡的海岸保護工程。

關鍵字：台江國家公園、沙洲、地形變遷、保育策略

Study of Morphological Change in Cigu Lagoon and Barriers

Jiun-Chuan Lin^{1,3}, Hung-Chi Cheng¹ and Kuang-Ying Huang²

¹Department of Geography, National Taiwan University; ²Taijiang National Park; ³Corresponding author E-mail: jclin@ntu.edu.tw

ABSTRACT Over the past century, the barrier system of Taijiang area showed a significant trend of westward aggradation. In this study, we used aerial photos and satellite images to analyze the morphological characteristics and changes of six barriers between 1997 and 2009. In general, all barriers showed south-eastward movement, with the most significant case moving more than 400 meters between 1997 and 2009. Landscape conservation is clearly urgent as the characteristics of Cigu lagoon and barrier system are important resources of Taiwanese coastal area. Because of the closely interrelated dynamics in barrier system, any costal construction or engineering should avoid destroying the natural costal landscape. Furthermore, due to the instability caused by extreme meteorological events (typhoon, storm surge), the understanding of such coastal processes should be applied to the planning of long-term coastal area restoration. Some strategies of conservation are proposed in this paper.

Keywords: Taijiang National Park, sandbar, morphological change, conservation strategy

前言

台江國家公園位於臺灣西南部，為臺灣移民文化的發源地，主要地理特徵為潟湖、沙灘及河口沙洲等濕地地景元素。海埔地為台江國家公園區域海岸地理景觀與土地利用的一大特色，臺南沿海海岸陸棚平緩，加上由西海岸出海河川，輸沙量很大，且因地形與地質的關係，入海時河流流速驟減，所夾帶之大量泥沙淤積於河口附近，加上風、潮汐、波浪等作用，河口逐漸淤積且向外隆起，形成自然的海埔地或沙洲。方偉達與楊孟潭(2007)、張瑞津與石再添(1996)及李淑玲(2006)研究發現近三百多年來臺南地區海岸變遷十分顯著，整體向西推移達 13 公里。

台江國家公園範圍內的沙洲由北至南分別為青山港汕、網仔寮汕、頂頭額汕、新浮崙汕、曾文溪口離岸沙洲、臺南城西濱海沙洲；七股潟湖位於台江國家公園的最北端，地形主要由前三個沙洲與陸地所構成，外形略呈三角狀，外側的細長沙洲島是底邊，三角頂點處是七股溪進入潟湖的入口處(謝國興 2003)。

洪敬媛與林宗儀(2008)研究網仔寮汕變遷結果指出在冬季(2004 年底至 2005 年初)可發現不論北段和南段沙洲，都有往南延伸的現象。在夏季 2005 年或 2006 年都可看到沙洲北段產生新潮口，新潮口附近明顯往東移動。在夏季颱風事件作用中具有重大影響，大部分會擴大潮口，亦使潮口癒合，是沙洲形態變化的主因。其中對沙洲靠海側的影響大於靠潟湖側，且北段沙洲大於南段沙洲。

臺南城西濱海沙洲位於介於曾文溪口與鹿耳門溪口之間，根據吳盈志等(2006)研究結果顯示青草崙海岸北段混凝土海堤，十多年前堤前已無沙灘，颱風波浪可直接拍擊堤面，有時會導致海堤局部受損；而南段自然沙丘海岸仍有 100 多公尺寬，颱風波浪來襲時會將近岸沙土帶往水深 2~4 m 處形成海底潛丘，但近幾年的岸線資料顯示此段海岸線變化呈平衡穩定狀態。

依據歷年衛星影像資料的分析，網仔寮汕長期以來有漸往南和往東(往內陸)遷移的趨勢(Hsu *et al.* 2007)。另外，水利規劃試驗所之調查分析，網仔寮汕由 1961 年至 2000 年間本段海岸幾乎呈現全面侵蝕，其中青山港汕南段受青山漁港西南航道興建所阻斷，平均每年侵蝕幅度約達 11.0 m/year(趙榮宗 2006)。

造成海岸侵蝕的原因可歸咎於自然及人為的因素，自然方面受到颱風及海浪的影響較大；在人為方面，邵廣昭(1999)研究發現曾文水庫之興建啟用後減少河口附近海岸建造所需之細沙，曾文溪沿岸地形動力轉變為由波浪主導之型態，已進入長期侵蝕的階段。

海岸侵蝕的結果使得網仔寮汕南段原有的寬廣灘面和海灘平台及連續沙丘地形亦逐漸消失。濱線快速後退的結果，也導致原人工種植，離岸約上百公尺的防風林木，亦紛紛倒塌(洪敬媛與林宗儀 2008)。

由於這些沙洲沙洲上的沙丘有些堆積高超過 6 公尺，形成了一座天然的堤防，保護了海岸避免被海浪直接衝擊，具有重要的防洪功能。然而目前在長期海岸侵蝕下，沙洲及潟湖有逐漸消失的危機，讓沿海的聚落及魚塢受到海浪的威脅升高。

然而沙洲及潟湖為特殊的地形景觀，要防止海岸侵蝕並不能以設置海堤、消波塊等可能會破壞景觀的傳統工法，趙榮宗(2006)研究建議七股沙洲之保育，可研擬離岸潛堤群配合人工養灘的方式，佈置於二處沙洲外海側進行防護。希望可達消波禦浪之功能，亦不會加劇海灘沖刷，又可符合景觀美化。在沙洲主體上，可以編籬定沙養灘的方式進行沙丘營造，以河川或潟湖疏浚之沙土為主要養灘填方。在計畫養灘高程之上再加高 50 公分竹籬，以攔截風沙。

財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會(2009)，建議了一系列七股潟湖防護的短中長程措施，包括短期：1. 抽沙塑堤與減緩飛沙侵蝕、在塑堤沙丘前後緣海事固袋整修，並在塑堤沙丘上，設置竹柵防風籬；2. 沙洲沿

岸沖樁措施改善，中長期設置：1. 導流堤；2. 沖樁突堤。

從過去的文獻中可看出，在本研究區內的沙洲有相當大幅度的變化；這些區域目前大部分是屬於台江國家公園的特殊景觀區及生態保育區，為維護沙洲景觀的永續發展，以及當地魚塭及居民的安全。本研究的目的主要是整理過去地形變遷的文獻及影像資料，分析歷年沙洲、潟湖的變遷過程，並討論所面臨的海岸侵蝕、海面上升、地層下陷、淹水等災害問題以及沙洲的保育策略。希望能提供台江國家公園經營管理之參考。

材料與方法

台江國家公園範圍內的影像資料如表 1 所示。本研究將沙洲的位置，以 ArcGIS 軟體進行空間校正及數化。這些地圖及影像資料，由於製圖的標準不同，會有誤差的產生，因此除了先將各地圖轉為 TWD97 座標系統後，並根據圖中的聚落及道路等參考點，進行空間的校正，以期讓誤差降至最低。另外，衛星影像在拍攝時由於潮位不同，在數化海岸線及沙洲時會有誤差產生，但由於觀察的時間大部分沙洲變遷有將近 100 公尺的變化，因此誤差可以忽略。所以在本研究中除了分析的變化量外，僅對變遷的趨勢作定性的探討，並比較過去相關的研究報告來描述沙洲變化情形。

結果

圖 1a 為 1904 年臺灣堡圖，橘色半透明色塊為堡圖沙洲的位置，紅色半透明色塊為當時陸地的位置，底圖為 2009 年的福衛 2 號影像。堡圖中可以看到當時的沙洲與陸地間包圍有較大的水域，且海岸比現在的海岸更為東側。

隨著時間的演變及人為的開發，在 1926 年地圖中海岸開發有往西側擴張(圖 1b)，在 1955 年開發範圍更大(圖 1c)，開發的區域為七股鹽田區及魚塭。

表 1. 本研究採用的影像資料及年代

影像名稱	年代
臺灣堡圖	1904 年
臺灣地形圖	1926 年
聯勤地形圖五萬分之一	1955 年
聯勤地形圖兩萬五千分之一	1966 年 3 月
像片基本圖第一版	1975 年 12 月
像片基本圖第二版	1983 年 7 月 11 日
經建 1 版地形圖	1985 年
經建 2 版地形圖	1994 年
SPOT 衛星影像	1997 年 11 月 12 日 11:00 分
航照	2001 年 6 月 28 日 (將軍站潮位-0.1m)
福衛 2 號影像	2007 年 7 月 4 日上午 11 時
福衛 2 號影像	2009 年 11 月 27 日上午 11 時

到 1966 年的地形圖中(圖 1d)，海岸因魚塭及鹽田的持續開發，使得陸地往西側海域擴張，同時也使得原本海域的沙洲部分往西側遷移。在 1975 年像片基本圖中(圖 2a)，可以看到在七股潟湖的南岸，因曾文海埔地的開發，出現了許多魚塭，陸地範圍因七股二區的開墾向西擴張了 5 公里以上，已經接近 2009 年影像的最西側，此時在曾文溪口仍有大片的沙洲存在。至 1983 年七股魚塭則向南逐漸擴張，曾文溪口南岸也向西側開發(圖 2b)。

在 1985 年(圖 2c)，魚塭的開發逐漸往南至曾文溪口，此時開發的範圍已經達到最大，主要是由於七股海堤的興建，將這個區域化為陸域的範圍。但範圍內主要還是由原本沙洲所組成，少部分被開墾成魚塭。這個區域當時被列為七股工業區的預定地，但目前已經變成黑面琵鷺保護區，並列入台江國家公園範圍內。

在 1994 年(圖 2d)的衛星影像中可以明顯看到位於曾文溪口的沙洲面積相較 1985 年(圖 2c)明顯減少，有約 100 公頃的沙洲被開發成魚塭。

至 1997 年間海岸的沙洲則逐漸減少(圖 3a)，。到 2001 年的航空照片中(圖 3b)，陸域

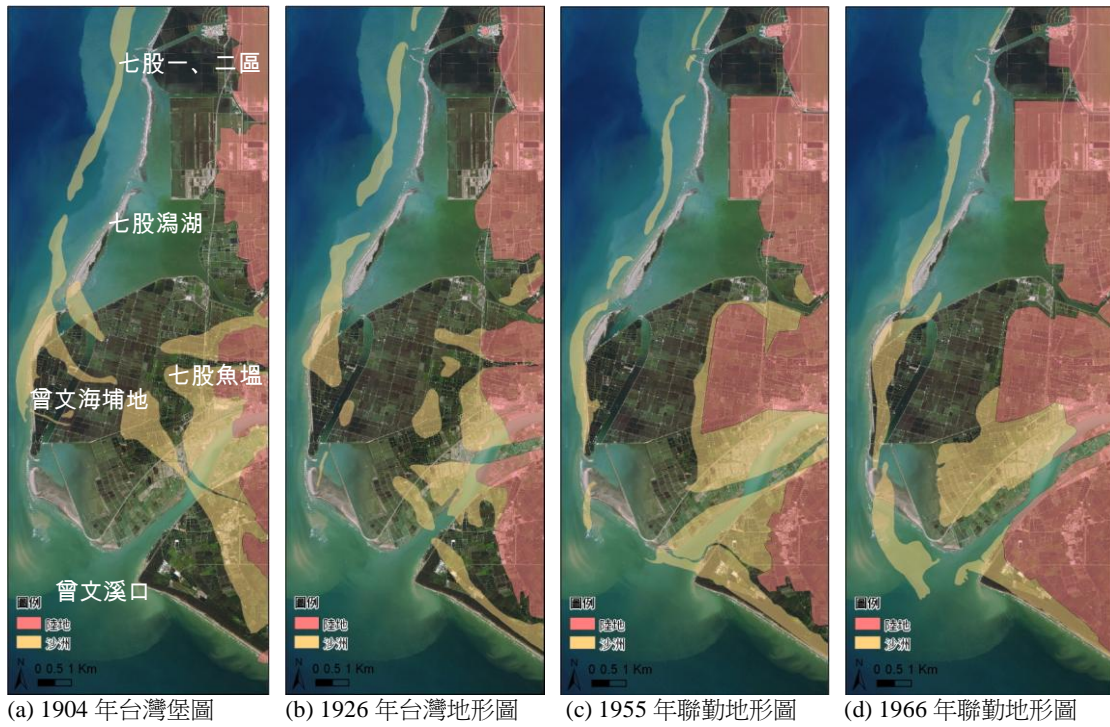


圖 1. 台江沿海沙洲變遷圖(1904-1966 年)

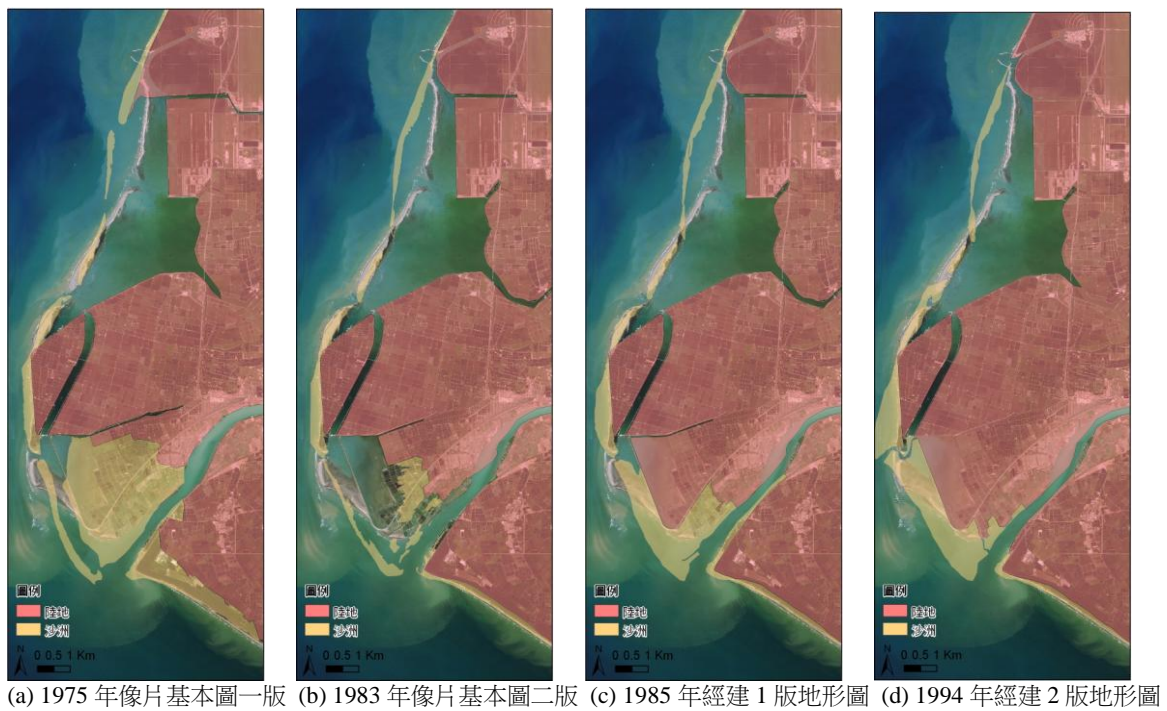


圖 2. 台江沿海沙洲變遷圖(1975-1994年)

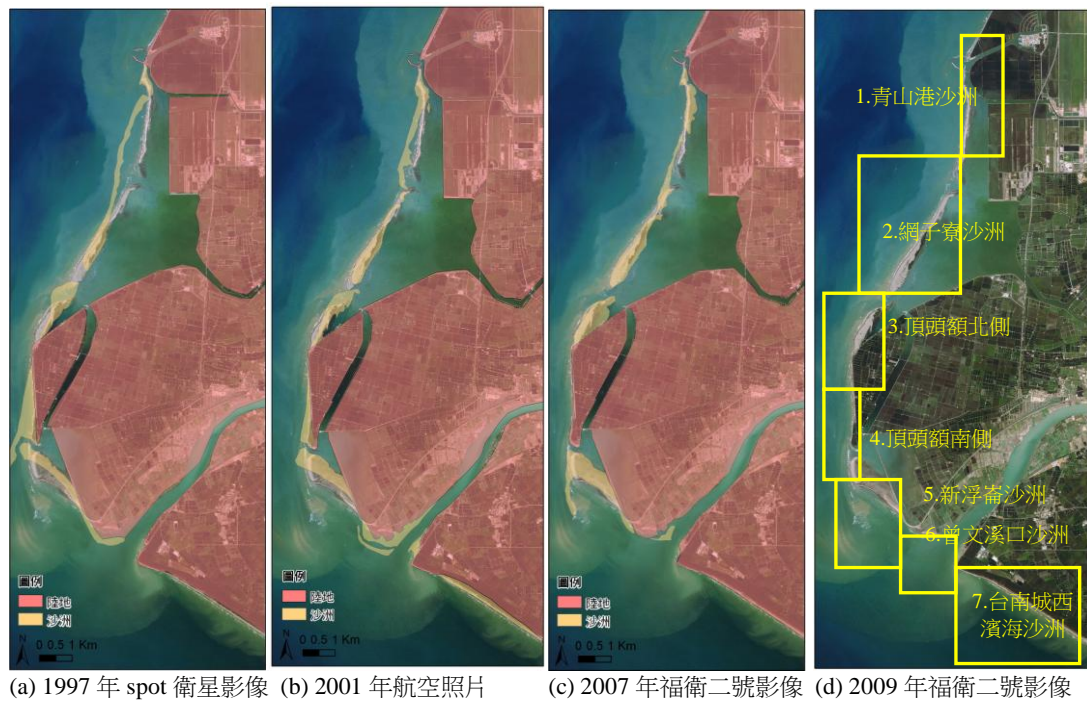


圖 3. 台江沿海沙洲變遷圖(1997-2009 年)

的開發面積大致已經完成，因此變動不大，只有潟湖沙洲有逐漸向陸地靠近的現象。比較 1985 年及 2009 年的衛星影像，七股潟湖的沙洲已經往東移動了約 1 公里的距離。此外由於航照及衛星的影像解析度較高，本研究再分別觀察青山港、網子寮及頂頭額三個沙洲，來比較這些沙洲的變遷情形。

青山港汕位在七股潟湖最北端，在 1997 年沙洲成兩段，北側沙洲與青山港連結，南側的沙洲為當時網子寮汕北段(圖 4)。至 2001 年兩段沙洲連結起來，原網子寮汕北段的位置則往東側移動約 200 公尺。2007 年南側沙洲持續往東側移動，相較於 1997 年往東移動約 400 公尺，且在南側形成新的潮口，沙洲也變得更窄。至 2009 年南段沙洲連結起來，潮口消失，並持續往東側移動，估計 1997 年至 2009 年南側沙洲最大變動量超過 500 公尺。

網子寮汕變動相當大，與青山港汕因潮口位置的變動，就位置而言很難定義出兩個沙洲的區別(圖 5)。在 1997 年網子寮汕為七股潟湖最大的沙洲，其北端已經相當靠近青山港。在

2001 年沙洲被切割成三段，北段已與青山港汕連結；中段為小沙洲，與南北兩段形成兩個潮口，此段沙洲往東側移動約 200 公尺；南段的沙洲則有往南側遷移的現象。2007 年中段的沙洲已與北段沙洲結合，在型態上南側潮口處沙洲較寬約 200 公尺，北側較窄不到 100 公尺。至 2009 年與青山港汕間的潮口向北遷移了 600 公尺，也使得沙洲的長度變長。整體而言在 1997 年至 2009 年間，沙洲被分成南、北兩段，北段與青山港汕合併，南段沙洲北端潮口處往東移動約 500 公尺，南端的沙洲則往南移動約 500 公尺。

頂頭額汕位在七股潟湖沙洲的最南端(圖 6)，在 2001 年沙洲北側比 1997 年往南移動約 100 公尺。在沙洲西南側海域 1998 年水利署設置 11 座離岸堤，避免此段海岸持續遭受侵蝕。至 2007 年沙洲北側又更往南移動，累積移動約 400 公尺。在西南側的沙洲，由於離岸堤的設置，沙洲持續向西側來擴張，估計往海側堆積約 100 公尺寬的泥沙。至 2009 年沙洲北側仍有持續被往南侵蝕的跡象；在西南側離

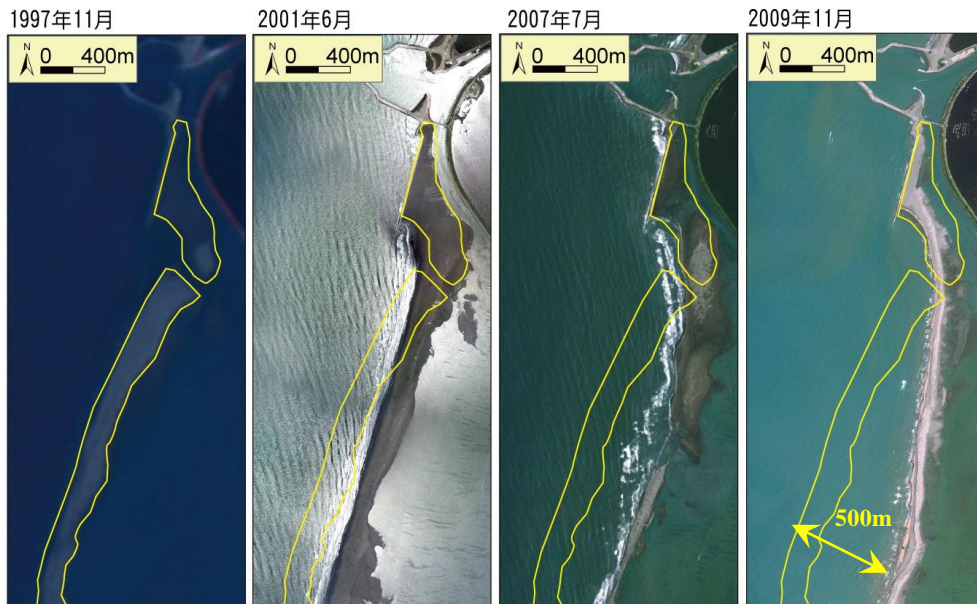


圖 4. 青山港南側沙洲變遷圖



圖 5. 網子寮汕變遷圖



圖 6. 頂頭額汕北側變遷圖

岸堤與沙洲間，泥沙則持續進行堆積，在退潮時，部分沙洲與離岸堤間已被泥沙所填滿。

一、人為的影響

吳哲榮與吳啟南(2003)利用遙測技術分析臺灣西海岸近 50 年變遷，結果顯示 1947-1980 年間台江地區海岸大致呈堆積成長，然而近數十年由於種種人為因素，西南海岸各離岸沙洲為全臺西海岸侵蝕最嚴重的五個地區之一。受東北季風影響，此區所有沙洲皆有往南、往內陸漂移後退的現象，以曾文溪出海口來說，50 年來往南漂移了 1.5 公里。

張瑞津與石再添(1996)發現西南海岸平原的環境變遷和早期居民為了爭奪土地圍墾等人類活動密切相關。該研究指出海岸平原地區向為人口稠密地帶，地形變遷與人類生活息息相關，造成洪患威脅、土地利用改變、沿岸聚落興衰、土地權屬爭議及行政區界劃定等方面的影響。而人類擴張聚落、興建水庫、修築堤防、開鑿渠道、海埔地圍墾等作為也造成天然地形變化。

七股海岸的變遷受到人為開發的影響，在 1976 年以前有超過 2,800 公頃的面積被開發成魚塢或鹽田(表 2)，使得原本的海岸沙洲及淺

灘地轉變成為人工的設施，早期的台江的內海也因此逐漸縮小，再加上濱海沙洲不斷的往東遷移，形成現今七股潟湖的地形。

另外近 10 幾年來由於漁港及堤防的興建，使得泥沙堆積及搬運的方式發生了改變，這也影響了沙洲地形的變遷。因此台江國家公園的沙洲變遷可以說是受到人為及自然的交互作用下所形成的結果。

表 2. 七股海岸相關工程一覽表

開發區域	興建時間	面積
七股漁塢	1947 年完工	500 公頃
曾文海埔地	1963-1967 年	1600 公頃
七股一區(鹽田)	1971-1973 年	414 公頃
七股二區(鹽田)	1971-1976 年	308 公頃
曾文水庫	1973 年完工	
將軍漁港防坡堤	1990-1995 年	
將軍漁港及青山漁港	1991-1996 年	
西南航道興建		
頂頭額汕 11 座離岸堤	1998 年	

資料來源：石再添 1980、周茂欽 2007、財團法人鹽光文教基金會 2005、洪敬媛與林宗儀 2008、台南市政府 2011、簡仲和等 2004，本研究整理。

二、颱風的影響

從早期地圖的資料中顯示台江國家公園

的沙洲變遷主要是受到人為及自然開發的交互作用下產生的結果，使得海岸線不斷的往西邊來推進。然近十幾年來台江國家公園濱海沙洲不斷的流失與改變，海岸受到侵蝕有逐漸往東的跡象。

趙榮宗(2006)指出七股潟湖雖然有明顯遮蔽效應，但沙洲間的潮口附近有流速增大現象，可能會對潮口造成沖刷，特別是在伴隨季風、颱風的影響之下。網仔寮汕冬季作用受由北往南沿岸輸砂、風砂搬運影響往南移動；夏季作用則受颱風波浪的越洗作用影響往東移動，這兩股分力使網子寮汕長期以來呈現往東南遷移的現象(洪敬媛、林宗儀 2008)。

本研究觀察 1997 年至 2009 年這 12 年間海岸線變化，青山港汕已往陸地靠近約 400 公尺，頂頭額汕往南側侵蝕約 200 公尺以上，七股防風林大部分已被侵蝕消失，曾文溪出海口的沙洲也大部分被侵蝕消失，這些是海岸侵蝕較嚴重的區域。

造成海岸侵蝕的原因，從中央氣象局臺南測站的年降雨來看(圖 7)，年降雨量並沒有增加的趨勢，因此雨量並不是造成海岸侵蝕的主要原因。但是從近 10 幾年的颱風資料顯示(圖 8)，颱風數量有明顯增加的現象，每年至少有 1 次颱風經過西南部海岸地區，推測因颱風伴隨的巨浪，其延時對海岸侵蝕有重要的影響。雖然颱風的事件可以較明顯觀察出海岸侵蝕及沙洲流失的現象，但造成整個臺灣西南海岸侵蝕的原因包括沙源的減少、海平面的上升以及劇烈的氣候變化等，若將來要擬定海岸的防護策略時，必須要有整體性及全面性的考量。

建議

整個臺南海岸由於沙源的減少，加上颱風及暴潮不斷的威脅海岸的沙洲，海岸侵蝕的現象將持續產生，因此為避免沙洲持續受到海岸侵蝕，維護當地居民生命財產安全及產業的發展，建立沙洲復育策略由其必要性。整體而言，海岸保育有幾個大原則，包括採用近自然

工法、實施「面」的保護策略、海岸設施親水化降低視覺障礙等。以柔性防護保育工法取代海堤進行海岸侵蝕防護，不僅可維持環境景觀，還可避免海堤過於靠近灘線導致加速沙灘流失的可能性(趙榮宗 2006)。

海岸侵蝕起因於沙源供應來源的減少，可在侵蝕海岸堆放並定期補充灘料之保護工程，稱為「人工養灘」(陳建中等 2006)，此工法常配合突堤、離岸堤、岬灣控制或其他工法實施，為近年海岸防護工程之趨勢，主要用途為海岸保護，塑造沙灘或維持沙灘之穩定。

但海岸地區之地理環境及氣候條件嚴苛，造林成果不易保持，造林木常因強風(東北季風)吹襲、颱風災害或遭風沙掩埋而功虧一簣，必須持續管理，才能發揮應有的防風功能(方偉達、楊孟潭 2007)。

因此本研究建議台江國家公園沙洲進行保育的措施如下：

一、青山港汕

青山港汕北側與青山港海堤相連，目前堤岸連接青山港汕北段的海岸約有 700 公尺的海岸防護工程，包括由海岸往沙洲內側為消波塊、水泥塊防護、沙袋、編籬定沙工程。本研究認為由於目前海岸防護工程完整，青山港汕北段建議不需要再進行任何海岸工程。港內的淤沙，建議定期清淤，並就近填補到青山港汕侵蝕較嚴重的區域。

青山港汕中段及南段在過去十幾年不斷往陸地靠近，海岸後退的結果使得潟湖面積逐漸變小，影響到當地蚵農的養殖。此沙洲是七股潟湖外圍最北側的沙洲，為保護七股潟湖沙洲的地景及維護養殖漁業的生存，目前青山港中段至南段海測已採取透水式沖樁突堤來防護海岸，本研究建議在不影響景觀的情況下，可以進行離岸堤的設置；但由於海岸沙洲持續在進行變化，在施工前建議再進行相關的海象及海域地形評估工作。

二、網子寮汕

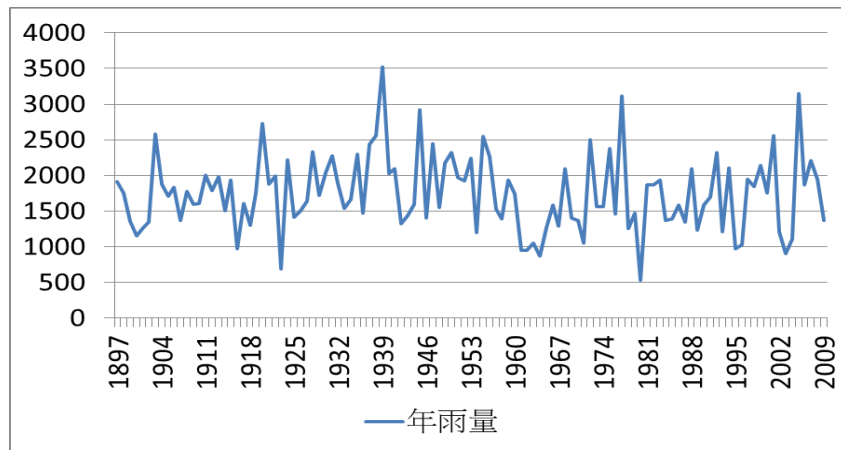


圖 7. 台南測站歷年年雨量圖(資料來源：中央氣象局網站 2012)

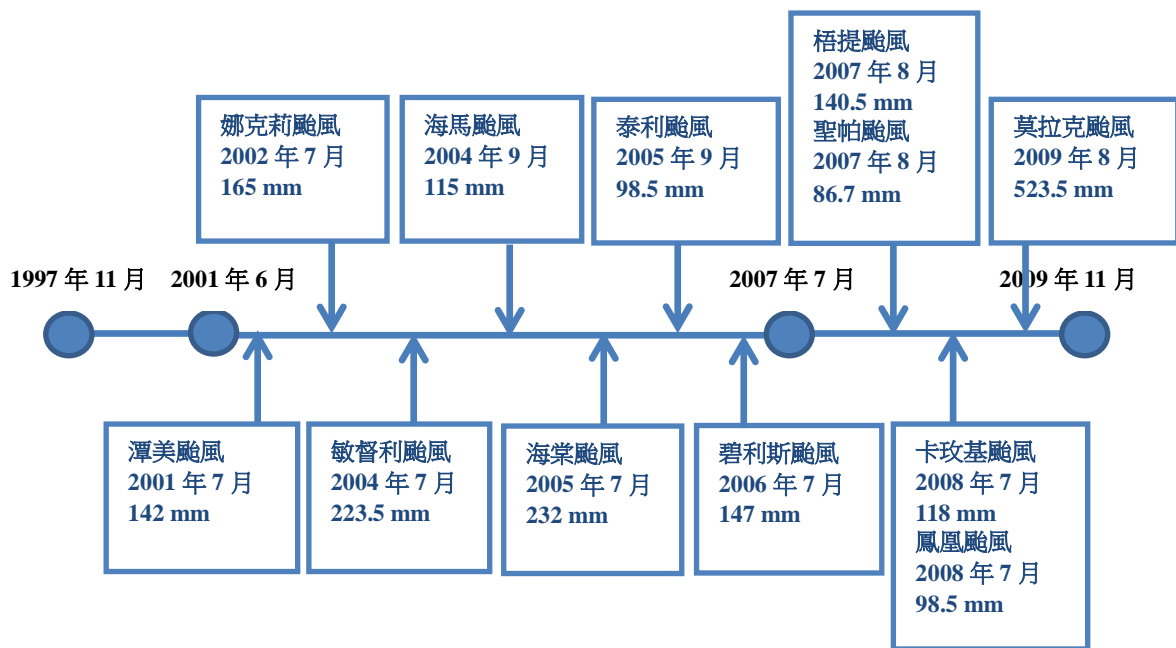


圖 8. 1997年至2009年颱風事件圖(資料來源：中央氣象局網站 2012)

網子寮汕北側與青山港汕的潮口，為潟湖內外海水水質交換之場所，過去受到颱風及暴潮的影響，有很大的變動，要如何處理沙洲變遷可能對海岸防護工法的影響，要有全面性的考量。

網子寮汕最近十幾年來是呈現北侵南淤的趨勢，因此海岸防護設施應以沙洲北段為優先。本研究認為七股潟湖沙洲及七股潟湖是國家重要的自然景觀資源，仍然有其保育的必要性，但任何海岸防護的工法都應以不破壞自然景觀為原則，尤其在面對沙洲動態的變化其氣

候變遷（颱風及海浪等）的不確定性，更應謹慎的觀察與評估，擬定長期及全面性的海岸復育計畫。

三、頂頭額汕

頂頭額汕南側海岸侵蝕相當嚴重，簡仲和等人（2004）曾以定沙突堤工法的方式在本海岸進行防護試驗，成果顯示對海底地形具有淤淺的效果。本區受到海岸侵蝕最直接的影響是海岸的堤防安全，其次是堤防內的魚塢。本研究建議應先評估海岸侵蝕對堤防安全的影

響，再進行海岸防護的規劃。設置任何海岸的工法雖然可以暫時保護當地的海岸，但海岸的泥沙是有限的，若攔截這個地方的泥沙，是否會造成其他的海岸侵蝕加劇，必須要有更整體性及全面性的評估，才能真正達到有效海岸保護的目的。

四、新浮崙汕

新浮崙汕由細長的沙洲變成寬短的沙洲，在沙洲東側海堤內為黑面琵鷺保護區，由於這種自然的變動對當地影響不大，建議暫時不需處理，同時應持續進行沙洲的變遷監測。

五、曾文溪口的沙洲

位於曾文溪口的沙洲大部分已經消失，在2009年莫拉克颱風後堤岸侵蝕嚴重的區域有放置消波塊，目前仍可看到消波塊放置在海岸上；海堤內為黑面琵鷺保護區，為維持當地生態及自然景觀，因此建議讓這個區域其自然演替，避免採取工程的防護措施。

六、臺南城西濱海沙洲

本研究觀察此沙洲近10年來並沒有明顯的變化，過去的研究也指出此海岸目前是呈現平衡穩定的狀態，南段海岸沙丘仍有100公尺寬，因此建議目前不需進行海岸防護。

除了六個沙洲的保育外，海岸的防護必須進行整體的考量及規劃，沙洲所面對的問題諸如海岸沙洲侵蝕、潟湖陸化、海面上升、地層下陷、泥沙來源減少、劇烈氣候變化等，影響所及包括臺南市及鄰近地區的海岸，因此要有一個全面性的海岸復育策略。

本研究認為若以保育沙洲潟湖的地景為主軸，則短、中、長期的策略方案主要包括下列幾點：

一、沙洲防護工法之設置與成效評估

七股潟湖為台江國家公園的一部份，發展上以保育為主軸。防治方向應以減緩沙洲內移、潟湖淤淺及面積縮小為目標。建議之侵蝕

防治措施應盡量使用軟性或較具生態性之工法，並進行不同工法的現地試驗，且持續評估其防護成效，冀藉由試驗分析成果，尋求適合及有效的海岸沙洲防護策略。

二、沙洲變遷的長期監測

長期而言，對於七股潟湖沙洲之保護，應先加強對環境基本資料之調查與分析，如此才能真確掌握影響潟湖沙洲地形變遷之因子，亦才能謀求真正有效之保護措施，而非急病亂投醫之方式來製造一些往後需投入更多補救措施之保護方法。在實際執行上，可利用航空影像或現地測量方式，取得沙洲地形變遷資料。由於海岸沙洲變化相當快速，每年至少需進行二次以上的測量工作，再配合海流、波浪等量測資料，以確實掌握發生侵蝕的原因，再據以研擬適當之沙洲防護工法與保護措施。

三、潟湖陸化處理

潟湖沙洲面對海浪不斷的作用，原有其自我康復能力，但因沙源逐漸流失，自我康復能力亦逐漸消失。因此如何恢復潟湖沙洲的自己修補能力相當重要。建議之防治策略包括：1. 編籬定沙，以固定沙源，維持沙洲高度。2. 補充沙源：以北側淤沙、潟湖淤沙或抽取海側沙源進行沙洲之養灘，以補足沙洲高度，防止颱風波浪的越洗作用。尤其目前七股潟湖內有些航道淤積嚴重，建議可以抽沙養灘的方式來處理，抽取的泥沙應堆置在沙洲侵蝕嚴重的地區，以有效增加沙洲寬度與高度，減緩潟湖陸化危機。3. 可嘗試封閉北側新生之潮口，降低海岸沙源由潮口進入潟湖，導致潟湖淤淺。

四、輸沙量的監測

長期輸沙量減少是造成現今海岸侵蝕嚴重的原因之一，由於將軍溪、曾文溪、二仁溪等鄰近的河川近幾年來輸沙量相較於過去少許多，輸沙量監測是瞭解沙洲變遷的重要環節之一，建議應進行輸沙量與沙洲變遷的相關分析，並擬定沙源減少的因應對策，以保護沙洲

潟湖的特殊地景。

五、沙洲保育活動

由於政府機關資源有限，應結合當地居民及民間團體，一起進行沙洲的保育活動，如一些簡易的定沙工法，可以教導民眾或遊客來參與，讓民眾體會到沙洲對他們的重要性，提升民眾對沙洲保育的觀念。長期在七股潟湖工作的船家及養殖漁業對沙洲的變化瞭解更為深入，因此希望藉由這些人的協助配合，對於沙洲侵蝕及災害問題，能夠即時通報政府來進行處理，避免災情持續擴大。

六、地層下陷防治

根據經濟部水利署地層下陷防治資訊網(2012)目前七股潟湖周邊雖然地層下陷的程度不高(每年不到1公分)，但地層下陷也會造成海岸堤防的相對高度降低，對於當地居民的安全也會造成影響。為避免長期地層下陷造成國土安全的危害，建議仍應持續進行地層下陷防治的監測。

七、氣候、海象及海水面的變遷分析

氣候、海象及海水面的變遷為影響沙洲地形變化的主要原因，資料不足之處，應加設監測儀器，以取得更精確的資料，作為後續評估沙洲變遷影響的參考。尤其近年來發生颱風及巨浪的機率相較於過去更為頻繁，另外氣溫的急遽變化的對養殖漁業的產值造成影響，因此，面對這種特殊的氣候變化，應進行相關的模擬試驗，評估可能造成的危害，提供災害防治的參考。

引用文獻

中央氣象局全球資訊網。2012。http://www.cwb.gov.tw/V7/index_home.htm(線上檢索日期：2012年12月)。
方偉達、楊孟潭。2007。台南地區海岸變遷與永續發展策略。2007年土地研究學術研

討會-城鄉治理與永續發展，1-17。

石再添。1980。臺灣西部海岸線的演變及海埔地的開發。國立臺灣師範大學地理學研究報告 6:1-36。

臺南市政府。2011。變更臺南縣將軍漁港(中心漁港)開發計畫。http://www.tainan.gov.tw/taian/dep_publications.asp?id=%7B60FB0C67-A915-4C9A-857F-3E5DFCF7B377%7D(線上檢索日期：2012年12月)。

吳盈志、劉景毅、溫進丁。2006。台南青草崙海岸地形變遷。第28屆海洋工程研討會論文集，593-598。

吳哲榮、吳啟南。2003。遙測技術應用於臺灣西海岸五十年來變遷分析。航測及遙測學刊 8:95-109。

李淑玲。2006。西港鄉聚落的拓墾與開發之研究。臺南大學臺灣文化研究所碩士論文，16-69。

周茂欽。2007。滄海鹽田變遷中的漁村—青鯤鯓聚落研究。國立臺南大學臺灣文化研究所碩士論文。199頁。邵廣昭。1999。曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究—總計畫。全球變遷通訊雜誌 21:10-21。

洪敬媛、林宗儀。2008。台南網子寮沙洲近期地形變動。第三十屆海洋工程研討會論文集，505-510。

財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會。2006。七股潟湖保護對策研究(2/2)。水利署第六河川局，500頁。

財團法人鹽光文教基金會。2005。台灣鹽業遺址史料回溯與潛力景點開發規畫。交通部觀光局雲嘉南濱海國家風景區管理處，507頁。

張瑞津、石再添、陳翰霖。1996。台灣西南部台南海岸平原地形變遷之研究。國立臺灣師大地理系地理研究報告 26:19-56。

陳建中、吳南靖、朱志誠。2006。安平港人工養灘前後之地形變化探討。中華技術 70(3):50-57。

經濟部水利署地層下陷防治資訊網。2012。

- <http://www2.water.tku.edu.tw/Sub91/inquiry/SubCounty/tainan-1-2.aspx> (線上檢索日期：2012年12月)。
- 趙榮宗。2006。台南海岸保育之研究。國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文，84頁。
- 謝國興。2003。台江研究資料與研究導論，台江庄社家族故事：台江歷史文化自然生態資源研究手冊。臺南市：安東庭園社區管理委員會，160-166。
- 簡仲和、黃建維、郭晉安、郭瑞成、陳嘉君、曾鈺蘋、蔡宗利(2004)台南七股防風林地與頂頭額汕侵蝕防護對策探討(3/3)，國立成功大學水利及海洋工程學系，經濟部水利署第六河川局委託，56頁。
- Hsu T.W., Lin T.Y. and Tseng I.F. 2007. Human impact on coastal erosion in Taiwan. *Jour. of Coastal Research* 23(4):961-973.