



# 海島保護

## PART 3

**主題一 河川流域、河口、海岸  
及海洋互動**

**主題二 海洋、國土與生物棲息地流失**

**主題三 海島國家生態體系的永續經營**

• 主題 1 •

# 河川流域、河口、海岸及海洋互動

## 陸海交接地帶的徬徨

## 水陸相連的新桃花源 濕地保護的願景

## 水陸交錯的海島困境與 韌性

主題報告人

王 鑫

主題報告人

邱文彥

主題報告人

蔡慧敏

評論人

郭年雄

郭金棟



# 陸海交接地帶的徬徨



◎ 王鑫

**學歷：**美國哥倫比亞大學經濟地質學博士

**現任：**台灣大學地理環境資源學系教授  
中華民國環境教育學會理事長

**專長：**地質學

地形學

自然保育

環境教育與解說

水土保持

景觀研究

**著作：**《台灣的地形景觀》

《地形學》

《地景保育》

**經歷：**教育部環境保護小組執行秘書

中華民國國家公園學會理事長

## 壹、台灣地理環境發育的背景

台灣地屬亞熱帶與熱帶交界，平地年平均溫度高達攝氏 22 度，降雨量約達 2500 公釐。季節性的降雨量變化很大，加上山高坡陡，河流短促，因此河川侵蝕劇烈。如果追溯到冰河期間，那時不僅溫度要低許多，更因為海水面下降，間熱帶輻合帶（降雨帶）南移，南海盆地大半曝露成陸，大陸性氣候比較明顯。因此台灣的古氣候，有一段要乾燥得多，地面植被稀少，季節性驟雨強烈，土壤沖刷嚴重。

任何區域性地形發育的背景因子中，都包括了氣候及地質兩項大題。氣候因子和當地的地理位置相關。它不但決定了侵蝕營力的種類，也影響著侵蝕營力的強度。地質因子反映了當地的地形發育基礎以及地質材料。地質構造形成的原初地形也控制了侵蝕營力的能量，因此討論某一地區的氣候和地質，是了解地形作用及地形發育的前題。

台灣的地理位置在太平洋海盆的西側，屬於亞洲大陸的邊緣，是我國國土中唯一處在大陸與海洋地殼交界上的地塊。中生代末期的南澳構造運動可能在這裡造成山脈。但是在長期的侵蝕和地殼變動之後，陸地又深埋海底。

新生代以前的古地理，如今已難追溯。最近一代的台灣地質史，大致上要從 400 萬年前說起。當時從本島東南方向擠壓過來的島嶼地塊在花東縱谷一帶撞上了亞洲大陸地。強烈的壓力，把海底的沈積物擠壓到海水面以上，伴隨的褶皺運動及斷



層運動，造成了台灣造山帶。從那時起今日台灣的地質背景才算有了基礎。

東來的擠壓力一直不停，因此台灣一直處在動盪不安的環境裡。斷續的地盤隆起、頻繁的地震以及劇烈的侵蝕及火山噴發等等，在台灣各地造成眾多的河谷谷、沖積扇、河階地、礫石層等等。地表不斷的向上隆起，直到今日，恆春半島的上升率根據碳 14 同位素定年測定仍然高達每年半公分。

據推測，中央山脈上升率至少數倍以上。如果以 10,000 年來計算，台灣的上升高度約達 50 公尺以上。如果以 100 萬年來計，則可達 5000 公尺以上。地殼快速隆起，把地質年代甚晚的沈積岩層曝露到大氣中，承受風化、侵蝕、山崩等等的作用。整個過程彷彿是雕塑師傅拿著銳利的工具，雕刻一塊鬆軟的材料，把大地刻劃得山谷密布。

五嶽三尖、十峻、九嶂、八十四峰等等，3000 公尺以上的山岳超過 200 座。主要河川 19 條，次要河川 32 條，普通河川 100 條。這些高山深谷都分布在台灣這個面積僅僅 35981 平方公里的地方。各種不同的地層分布區裡，也雕出了各種不同的地形景觀。

## 貳、台灣的海岸地形分區

### 一、概況

台灣島屹立在亞洲大陸東南岸外，東瀕太平洋，西鄰台灣

海峽，為太平洋西緣沿亞洲海岸串列的花綵列島的一環。

由於全島四面臨海，海域遼闊，使得台灣海岸形態不一，極富變化；有些地方散布許多灣澳和島嶼，有些地方卻是綿延不斷的平直海岸；有的海岸直逼深水，有的海岸卻是淺灘若現，呈現出各種形態的景觀。造成這種不同形態海岸的因素，是因為海水經年累月不停地衝擊海岸，藉著波浪、海流、潮汐三種營力，對海岸不斷進行侵蝕、搬運以及堆積的作用。

大體來說，海岸地形可分為下列兩大類：

### 1. 海蝕地形

海蝕作用造成的地形，稱作海蝕地形。海岸受波浪侵蝕，產生許多破碎的大小石塊，這些石塊不停地在波浪中往來打滾，沿著脆弱易崩或節理發達的地帶深入侵蝕，便易形成海蝕洞或海蝕溝。等到上重下輕，崖壁的上部就整個崩坍，海崖崩塌愈甚，海岸愈向後退，海崖下面的硬岩暴露，形成近乎海平面高度的蝕餘平坦岩石，這種地形稱為海蝕平台。

在海蝕平台上也可附帶發育較小的海蝕地形。海蝕平台因陸地上升或海平面下降而露出海水面，成為一平緩而略向海洋傾斜的階地。

### 2. 海積地形

海浪除了對海岸進行侵蝕之外，還同時把侵蝕下來的岩屑運走，到適當的地方堆積下來。在海灣側翼或海灣盡頭的水流平緩處，多為沙灘或礫灘；在外海地區則多呈堤狀沙礫沈積的沙洲。沙洲在水面下的時候，叫潛沙洲，浮在水面時稱為沙洲



島。這些沙洲如一端和陸地相聯，一端和沿岸島嶼聯繫，即稱為連島沙洲，而這個被聯起來的島，就叫做陸連島。若沙洲生成於海濱之外，形成一個沙洲島，我們稱它為濱外沙洲。台灣西南沿海堆積所形成的一連串沙洲島和嘉義東石海外的外傘頂洲，即屬此類。

在海積的過程中，若有部份海水被沙洲攔住，不易和外海溝通，此類水域稱為潟湖。潟湖的水初為純海水，內外海水可藉濱外沙洲間的缺口相互溝通，這缺口稱為潮流口。潮流所挾帶的泥沙，逐漸使湖面縮小、深度變淺，終至使潮流口淤積不通，成為沿海沼澤地或漸成陸地，而造成潟湖的消失。台灣西部台南、高雄沿海一帶的鹹水魚塢和鹽田，以及高雄港等地，都是由這種潟湖闢建而成的。

## 二、分區

徐鐵良教授（1962）曾將臺灣本島的海岸劃分成下述 10 種區域類型，他的分類如下：

1. 桃園觀音至宜蘭三貂角間之海岸
2. 三貂角至頭城間之海岸
3. 頭城至北方澳間之海岸
4. 北方澳至花蓮以及臺東至出風鼻間之海岸
5. 花蓮至臺東間之海岸
6. 出風鼻至楓港間之海岸
7. 楓港至林園間之海岸

8. 林園至曾文溪口間之海岸
9. 曾文溪口至烏溪河口間之海岸
10. 烏溪至觀音間之海岸

### 1. 桃園間至宜蘭縣三貂角的北海岸

觀音至淡水河口之間的海岸瀕臨林口台地與觀音山地，海岸線變化單純，只有狹窄的海岸平原。淡水河口至富貴角之間的海岸大致類似，是火山邊緣緩坡地與海岸相交的地帶。堅硬火山岩露出的地方成岬，突出於海岸線，例如：麟山鼻、富貴角等。

富貴角至金山之間形成海灣，海灣蓄沙易成沙灘，如淺水灣、白沙灣等。富貴角至金山之間以跳石海岸的礫灘為主，海岸平原幾無，公路緊臨海域。金山附近由於磺溪出海，形成河口平原以及沙丘地形。金山至鼻頭角之間是本省最具變化的岬灣海岸，海岬與海灣相間隔，富海蝕與海積地形。海岸地形如：隆起珊瑚礁、海蝕平台、海蝕凹壁、海蝕洞、海崖等等，最具區域特色。

### 2. 三貂角至頭城間的斷層海岸

本段海岸走向東北，與冬季盛行季風平行，海蝕的作用遠較北海岸低微。又因為海岸線與地質構造線接近平行，因此較缺少岬灣地形，海岸地區隆起的景觀也少見。

### 3. 頭城至北方澳間的海岸

蘭陽溪的三角狀河口平原，外緣是平滑的海岸線，略向內凹，分布於海拔 17 公尺到 20 公尺的狹長沙丘平行海岸的北



部。海岸的南段原本多灘脊，在 1 公里寬的海岸地帶上，重覆出現和海岸平行的沙丘與谷地，可惜已被剷平。

#### 4. 北方澳至花蓮以及台東至出風鼻間的斷層海岸

這兩段斷層海岸都以山地逼近海域，坡度陡峻為其特徵。海崖之下，波浪直擊海岸。河口附近偶有美麗的半圓形沖積扇三角洲發育，例如：東澳、南澳、和平、立霧、太麻里等地。三角洲的外緣呈半圓形向海突出。北方澳至南澳烏石鼻間的海岸呈岬灣海岸，崎嶇多變，南方澳有一陸連島。烏石鼻至花蓮北方的平直海岸以及台東至出風鼻之間的平直海岸都是受到斷層控制的緣故。蘇花公路經過的清水大斷崖，緊臨高達 800 公尺以上的大理石山脈，雄偉驚險。

#### 5. 花蓮至台東間的海岸

這一段海岸富海階地形以及隆起平台景觀。海蝕洞、顯礁、海蝕凹壁、隆起珊瑚礁等都不難發現。整體而言，本段海岸相當平直，只有少數海岬與海灣，其中以磯崎海灣、石梯坪、三仙台等三地最具天然景觀美。東河峽谷以及山間盆地也屬於特殊地形。花東海岸北段山脈逼海；中、南段海階發達，距山稍遠。台東附近出現低緩丘陵地以及廣大河口平原。

#### 6. 出風鼻至楓港間的珊瑚礁海岸

恆春半島沿岸以珊瑚礁海岸為主，地理學上稱作裙狀珊瑚礁海岸。出風鼻至港口之間，砂岩山脈逼岸，因此海崖之下珊瑚礁分布較散、數量也少。港口以南繞過鵝鑾鼻、貓鼻頭至西海岸的海口間都有連續的裙狀珊瑚礁出現。港口至海口間不僅

有海岸的裙礁，內陸的台地面也屬於較老期的隆起珊瑚礁石灰岩。海口到楓港間，只有斷續的裙礁出現。

#### 7. 楓港至林園間的海岸

本段海岸平直而且無珊瑚礁出現，也缺乏堆積的現象。加以西南季風引起的波浪侵蝕，應屬於輕微侵蝕性海岸。佳冬附近，常有海水倒灌的災害，這與當地大量抽取地下水從事養殖業有關。

#### 8. 林園至曾文溪河口之間的侵蝕性海岸

本段海岸仍然呈現平直的外貌，走向近北北西，季風引起的波浪侵蝕更劇烈得多，沿岸有沼澤與潟湖，最重要的包括高雄港、興達港、左營、安平等地。一般而言，本段海岸線的侵蝕現象較為顯著。

#### 9. 曾文溪口至烏溪河口間的海岸

這一段海岸有著旺盛的堆積作用。本島西岸諸河流帶進海域的漂沙在這一段海岸十分活躍，因此海埔新生地生長最快，而且濱外沙洲最多。一般來說，本海岸北段多潮汐灘地，南段多濱外沙洲。本區海岸瀕臨廣大的平原，流入的河川也多屬緩流性河川。

#### 10. 烏溪至觀音間的海岸

這一段海岸仍然呈現平直的外形，但是只有狹窄的海岸平原與山地相隔，流入的河川也都是急流河川。台中縣境內海岸多沙質灘地，新竹、苗栗海岸則多海岸沙丘的分布。



## 參、從衛星像片看台灣海岸地區 的大變遷

人造衛星所拍攝的影像，是監測台灣海岸地區地形以及土地利用變遷的有效工具。由於衛星影像的比例尺較小，因此比較適合觀察大規模的地面現象。就台灣西海岸的整體地形和土地利用改變來說，使用衛星影像來認識台灣 30 年間的變化，是十分恰當的途徑。

台灣地區較早的人造衛星影像是在 1972 年年底所拍得的。在最近所拍得的衛星影像上，由北而南，沿著西海岸細細檢視，你將會發現許多突出海岸的幾何線條和圖形。這些大都是大規模的工程建設。如果追溯不同年代的衛星影像，就可以掌握土地利用的變遷史。

這些沿岸地區的重大開發案，加上海堤建設和沿岸養殖漁業的活動，幾乎全面地改變了台灣西海岸的面貌；甚至交通主管單位也以完成環島公路網為主要目標。因此，台灣的海岸幾乎已被垃圾、海堤、公路占據，而其中點綴了一片片巨大的工程建設。

茲列舉近 30 年來的重要大開發案以及一些重要的據點，這些都可以從衛星影像上追索：

淡水新市鎮 (太空看台灣— 15 頁)

八里汙水處理廠 (太空看台灣— 19 頁)

- 八里淡水國內商港及砂石碼頭 ( 太空看台灣— 23 頁 )
- 八仙樂園填海工程 ( 太空看台灣— 23 頁 )
- 林口台地高爾夫球場 ( 太空看台灣— 27 頁 )
- 林口電廠 ( 太空看台灣— 27 頁 )
- 竹圍漁港 ( 太空看台灣— 97 頁 )
- 中正國際機場 ( 太空看台灣— 97 頁 )
- 大園沙崙工業區 ( 太空看台灣— 97 頁 )
- 大潭濱海工業區  
五十萬分之一影像
- 南寮漁港 ( 太空看台灣—— 79 頁 )
- 新竹香山海埔地  
五十萬分之一影像
- 苗栗通霄海埔地  
五十萬分之一影像
- 台中港 ( 太空看台灣— 104 頁 )
- 彰濱工業區 ( 太空看台灣— 9 頁 )
- 雲林離島式基礎工業區 ( 太空看台灣— 9 頁 )
- 外傘頂洲瀉湖 ( 太空看台灣— 45 頁 )
- 七股瀉湖 ( 太空看台灣— 163 頁 )
- 台南科技工業區 ( 太空看台灣— 163 頁 )
- 安平港 ( 太空看台灣— 163 頁 )
- 興達港 ( 太空看台灣— 9 頁 )
- 永安天然氣接收站 ( 太空看台灣— 9 頁 )
- 左營港 ( 太空看台灣— 137 頁 )
- 高雄港 ( 太空看台灣— 137 頁 )
- 大林蒲填海計畫 ( 太空看台灣— 137 頁 )
- 大鵬灣 ( 太空看台灣— 137 頁 )



比較不同年代的衛星影像，就可以發現開發的腳步有多快，開發的規模有多大。西海岸近期的地形和土地利用變遷就記載在這 30 年間的衛星影像上。

## 肆、陸海交接地帶的環境特性

### ——系統整合

國土包括海域、陸域以及海陸交接地帶的海岸地區。在陸海交接地區，同時可見海洋的影響以及陸地的影響。來自雙方的力量共同塑造著海岸地區的自然環境。無論是海域裏的改變，或是陸域的改變，都能直接或間接地影響海岸地區的環境。內陸的環境變化，也能經由河流流量以及輸沙量的變化，左右海岸環境。

台北市的主要河流——淡水河，就是一個活生生的例子。潮起、潮落，潮汐順著淡水河來回流動。漲潮的時候河水倒流的影響範圍可以上溯到汐止以及公館附近。因此使得淡水河污水排放受阻，污染了的河水在淡水河下游河道來回漂盪，停滯不走。部份流出淡水河口的污染水體卻又在潮汐漲退之間，沿著海岸來回漂流，徘徊不走。

河流輸沙和海岸漂沙之間也存在著微妙的平衡。台灣河流的中、上游常有水壩、防沙壩等設施，蓄水和攔阻漂沙的結果，使下游河水流量經常乾涸、堆積減緩，搬入海域的漂沙減少。在河床挖沙、海岸挖沙等活動下，加速了河道侵蝕以及海

岸的侵蝕。每逢海水面抬升，常聞海水倒灌，淹沒低窪地區的消息。

九二一大地震後，豪雨常引起土石流，帶動了大量的水土流失。這些流失的水土，必然向下游流動，最後進入海減。流失的土壤有多少？對海岸的影響有多大？這些問題都需要審慎的科學研究。

從上述的例子中，可以歸納出土地「系統」的觀念。陸地河川、河口、海域等三者之間存在著系統的關係，它們之間相互影響。因此，在討論人為活動對自然環境的干擾的時候，在辦理環境影響評估的時候，界定範疇必須考慮土地系統的觀念。這在以往的環境影響評估案例中，是沒有考慮到的。

內政部研擬的「海岸法草案」(1994)中，指出：海岸地區包括濱海陸地及近岸海域，其劃定原則規定如下：

1. 濱海陸地以平均海水面至最近之山稜線，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、地籍產權界線明確之處為界。
2. 近岸海域以平均海水面至等深線 30 公尺，或平均海面向海 6 公里處，取其距離較長者為界。但以不超過領海範圍者為限。

上述法律條文給海岸地區管理一個空間上的行政界線，但是並不能真實的涵括影響海岸地區的環境因子。因此，在真正面對海岸地區土地開發工程時，仍需引用其它的法律條文，例如：水利法、海岸汙染防治法、漁業法、環境影響評估法等。



因此，整合陸域、河口、以及海域的各種人為活動是海岸地帶管理的首要行政課題之一。

台灣地區的國土計畫向來是多頭馬車，體系不明。尤其是各事業主管單位各自擁有其主管法規，無視整體性的區域計畫。經濟部的工業區設置、交通部的道路、港灣設置、農業主管單位的漁港、地方政府的公共造產等，完全不顧國家整體利益，只朝向滿足事業主管單位的單一目標猛進。

行政院核定各事業單位計畫的時候，也沒有明確的依據，更沒有整合的機制，因此大型建設互相拆台，衝突不斷。例如：花蓮縣的新城鄉是一個臨海的地方。然而，在這片狹窄的土地上，卻同時出現數項大型道路工程。省道要拓寬、縣道要拓寬、港務局要拓寬沿海的專用道路、交通部要興建國道高速公路。如果再加上既存的北迴鐵路，那麼新城鄉全是道路了，幾乎全被來往的過客佔領了。

此外，在交通部的國家風景區裏，公路局要拓寬道路、漁民要建港、還要闢建山坡地墓園……。大規模的山坡地開發、海岸開挖都核准了……，這一切都指出了行政部門整合能力的不足，以及整合機制不存在的重大缺失。上述問題所造成的結果，是無盡的衝突。

## 伍、國際發展現況——

### 整合的海岸地區管理

1992年，聯合國環境組織轄下的海洋及海岸地區計畫中

心即已協同糧農組織（FAO）和世界銀行發起總體性的海岸管理計畫（Our Planet V. 4, No. 4, 1992）。茲摘譯該項活動的報導如後：

### 聯合國環境組織宣布發起海岸管理計畫

聯合國環境組織（UNEP）轄下的海洋暨海岸地區計畫執行中心（Oceans and Coastal Areas Programme Activity Center, OCA/PAC）協同糧農組織和世界銀行正在發起一項總體性（comprehensive）的海岸管理計畫。發起案包括三個組成單元。第一：擬撰寫一本50~60頁的技術手冊，列舉「整體海岸地區管理」應包括的內容單元。第二：發起案中也將為所有參與海岸地區管理與規畫的工作人員，提供一個完整的（comprehensive）訓練計畫。這項子計畫中也包括邀請國際性非營利機構發展一套訓練課程。第三：這一項發起案將先在某一個島嶼的海岸地區試辦。

這項發起案的要點是要建立一套作業系統，以及從各國政府和地方政府人員中組織一群跨國際的核心人員，透過研習訓練之後，他們將有能力排解存在於各不同部門（和海岸土地利用、或和海洋資源利用有關的）間的衝突。

在技術手冊中將包括兩組附錄。其中一組討論和海岸



地帶管理有關的各國政府部門，例如：漁業、農業、工業、體育及旅遊等。另外一組附錄將以討論污染、海水面上升、以及投資業務等為主。

技術手冊已經著手編撰。一旦完成後，將送請國際上各相關領域的專家審閱。

對發生在海岸地區的各种衝擊來說，僅僅為規畫、管理人員出版一本手冊並不夠。工作人員必須接受專業訓練，並且澈底想通在這項整體計畫中包涵的種種問題。參與國家級管理的人員和參與第一線實施工作的人員都必須參加這項訓練。當這項訓練計畫草擬完成，並經同意後，將在某一發展中國家的大學試辦。

最後，因為本計畫的工作項目中並無意實施完整的整體海岸規畫和管理。因此將選擇某一段海岸，讓參與訓練計畫的人員能演練所學。同時，為了避免不可控制的外來因素進入試驗區，本計畫的試驗區將選擇在某一島嶼的海岸。不過，在選址時的要求包括當地已有多個政府部門參與海岸管理，而且也存在有各種問題。這樣的案例，才能讓所有參加訓練的學員都能夠發揮他們在訓練過程中所學習到的經驗。（取材自 UNEP News "UNEP Lannches Coastal Management Programme". Our Planet V. 4, No. 4, p. 14.）

## 整體性的海岸地區管理——一個難以達成的範型

### ◎簡介

海岸地區的管理小組隸屬於國際性氣候變遷工作群 I-II，這個工作群負責協助海岸地區和各島國在西元 2000 年前發展並實施海岸地區的管理計畫。同樣的，21 世紀議程的 17 章（海洋保護）的第一個計畫區就是「海洋及海岸地區的整合性管理和永續發展」。這個計畫強調，為了完成海洋和海岸地區的永續發展，發展一個整體性的海岸地區管理是必須的。

目前尚缺乏可接受的國際性整體海岸地區管理指導方針。雖然遺憾，但卻可理解。整體性的海岸地區管理是個快速發展的領域，在傳統的國家級計畫和管理體系中跨越數個不同的管理領域。

### ◎海岸地區過去的管理策略

歷史上，國家和國際團體已經發展出「策略」和行動計畫因應海洋和海岸領域的一些個別性問題。例如，在過去的 20 年，海域環境的管理大多致力於控制汙染物質和廢棄物質的進入。這項焦點反映了 1972 年在斯德哥爾摩會議中，國際團體的關心集中在威脅海域的汙染物質。於是優先發展出這類的部門機制，控制海域的汙染物質、保護特有資源（如鯨）、保護敏感的棲息地——特別是對像原油這類汙染威脅時。



這種部門性質的觀點，來自於以往認為自然界乃因都市化、工業化而引起環境的變質，包括犧牲了天然的生態系統，例如豐饒的濕地、具潛在生產力的農地、以及淺水海洋生態系統。即使在每一個個別的部門中，如漁業部門，永續資源管理工具卻也不足，因為大部分評估基礎都只是某一單一物種的永續生產。這類部門性的研究顯示出我們對海洋及海岸生態系統的功能只有片面的認識。

#### ◎海岸地區目前的問題

目前海岸地區管理的問題一般可分為兩大類：

\* 存在海岸地區的問題。來自於人類對空間和資源的使用，如資源耗盡、環境惡化及生態環境損傷等；導致對空間的競爭—包括土地和水，以及交替使用間的衝突或干擾。

\* 來自於海岸地區之外的問題，但對海岸地區的作用及系統產生後果或影響，包括下述改變：如注入河流的淡水、沖積物、營養質，以及海岸水中和空氣中流動的一些汙染物質。

管理單位因應這些問題時，必須注意規模與比例尺的差異。有些問題，就像氣候變遷或是臭氧層破壞，是全球性的問題。有些像礦區汙染，只是小流域的範圍。但是，即使是水源地汙染這種地方性的問題，也要向全球性的問題一樣給予關心。因為這類汙染竟然佔海域總汙染的

70%。

### ◎未來方向

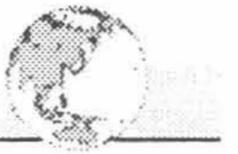
雖然 21 世紀議程企圖帶動整體性的管理架構，但是仍出現一系列的部門計畫，各種活動也缺乏一個整合性的工作組織。這表示聯合國的行政體系無法適應 21 世紀達成永續發展的需求。發展成功的國家策略引導出整體性的海岸地區管理，這個管理成果可能成為國際性的模式，做為今後海岸地區永續發展的國際性發展方向。

有許多海岸和島國既未設立資源評估系統，也沒發展分派權責的管理策略。任意進入；市場需求；進步的科技；對海域生態系統中族群的功能、資源的貧乏瞭解；低度發展的研究和經營能力；毀壞性的傳統式經營以及不合適的人力資源指派都會妨害海岸或大陸棚的資源經營和永續發展。

在整體性的管理和規畫策略的架構中，各層級必須加強管理能力，不論是國家層次、區域層次或國際層次的。國家、區域、國際等各階層組織必須重新結構，並承諾在強化執行能力、掌握及交換資訊、保護和經營環境、區域和國際間的合作等方面持續努力。也要仔細發展、研擬適用於未來的、務實的海岸地區永續利用的法律依據。

### ◎步驟

海岸地區管理的第一步，是必須設定國家級發展的目標與課題。它的重要性是相對於海岸區或只是島國而變化



的。事實上，在小的島國中，所有的經濟活動都依賴海域：漁業、海域的生活資源、海岸或海域的旅遊、國際海運等。但在大國家中，海岸資源只佔國家經濟活動的一小部分。但是即使這樣，仍能從海岸地區整體性管理研究中，調和各部門間的衝突而讓彼此都獲致利益。

第二步則是對整體的資源進行評估，包括「新」資源。評估內容章節是依照變化的等級，如人口成長和資源耗盡的類型；實質的環境；可更新的資源。必須有科學的資訊、瞭解評估過程中系統的限制和界線，而且要有橫向面的評估，這樣才可引導決策者選擇替代的發展策略。因此，內容章節是可變的，替代方案也是必須的。這一代人必須關心這項議程，因為今日發展的選擇不應限制下一代人的機會。

在發展整體性策略的過程中，不僅行政體系必須參與，社經部門也必須加入決策，共享海岸地區發展的利益。海岸社會是複雜多變的，適用於全球的整體性海岸地區管理模式，事實上也正在發展。是以多角度的方式解決問題，還是單獨的一個研究來發展呢？

政府不僅必須發展具有跨部門整合功能的行政組織，也必須鼓勵允許社會各部門參與決策及共享成果的機制。

在我們面對的全球性海岸社會複雜性及多樣性環境下，解決的途徑正像問題的多面性一般，難有同一步調的單一解決模式。

依據氣候變化綱要公約的研究，指出世界各國辦理整體性海岸地區管理的困難有下列數項：

- 一、原則有待確立
- 二、基本資料欠缺
- 三、組織架構能力薄弱
- 四、參與不足，共識未能建立
- 五、教育、訓練、推廣活動欠缺
- 六、無財務及實施相關策略

( \* 譯自 Marine and Coastal Areas No. 1，原作者：J. Pernetta. )

整體性海岸地區管理的精神是「整合」。不幸地，現代政府的管理體制卻是部門的。正像科學的分科一般，把世界切割的零零落落。這正是我們共同面對的難題。其實，實施海岸地區管理方案，早有步驟可循，只是大多無法融入行政體系的運作中，在法律上、行政上，都沒有它發揮的空間。例如下面列舉的「沿海地區經營管理方案實施步驟綱要」（Clark，1977）以及「海岸地區自然環境保護原則」（Clark，1977）。

### 海岸地區經營管理方案實施步驟綱要（Clark，1977）

#### 步驟一、界定海岸地區

確定海岸地區的海向及陸向界線，並繪製成圖，一般



向陸的界線延伸到最近一條稜線，包含面海的集水區；向海的界線延伸到珊瑚礁或大陸棚的外緣\*。

#### 步驟二、認明海岸地區的問題、需求和發展機會

在環境方面的問題有水汙染、海岸侵蝕和生物棲息地的破壞等。在經濟方面有漁業資源過度開發、海岸林衰退、遊憩區品質劣化、建築材料或發電廠址不足等。需求則包括：自然資源保育；防止在自然災害風險高的地區進行開發利用；促進依賴海岸的產業等。有待促進的發展機會，包括能源的自給自足；有秩序有層次的沿海旅遊事業發展；建設海洋公園和生物棲地庇護所；以及發覺、鑑定尚未充分開發的資源等。

#### 步驟三、說明海岸地區管理方案的目標、方針和政策

分析並組織問題、需求和發展機會，把它們當作基礎，藉以指引方案的研擬方向。最重要的目標、方針和策略應給予優先考慮及注意，雖然它們之間可能有著潛在的衝突。無論如何，它們必須包含海岸地區所有潛在的經濟與環境資源、利用和功能\*\*。

#### 步驟四、明定發展海岸地區管理計畫應遵循的程序

說明海岸地區調查。什麼資源或利用方式在什麼地區應優先考慮；如何促進或保護這些資源；以及由誰負責等，各種步驟。

#### 步驟五、調查海岸資源及其利用，並繪製成圖

進行訪問、文獻回顧、遙測研究和田野調查，藉以描

述並記繪主要的海岸資源及其利用。決定在每一地區以何種利用、功能或價值最爲重要。調查工作的項目應力求完整，並具有適當的比例尺，以提供資訊協助海岸政策等的實施，和解決各區間不同政策間的衝突。調查成果應提出資源（珊瑚礁、海埔）、利用（漁場、公共道路通行權）及功能（補注區、氾濫區）等分類的資訊。

#### 步驟六、說明何種海岸政策在何種地區實施

分析調查結果，評估交替方案，並指出何種利用方式、地域功能和資源價值在某地區應有優先性：指出需要個別關懷的地區，例如需要特別注意的、受威脅的或脆弱的地域功能和利用特性。

#### 步驟七、明定政策付諸實施的大綱

包括選擇其中一些保護區、禁獵區、海洋公園、土地分區、開發利用限制區、工業園區、公共通行區、經建計畫區和能源走廊等。這一步驟也包括研擬（爲確保所擬未來海岸發展計畫符合政策及其他指導原則）行政管理程序和執行措施。

#### 步驟八、研擬計畫草案並與其他機構協調、尋求公眾的意見

前述各步驟進行的程序與行動應當組織起來，送交海岸地區使用者、科學家、規畫者和經營者審核並提出意見。這個過程將被用來決定某計畫是否可被接受的、可執行、是否精確的、以及是否完整。通常在公眾協議之後，



某些資料內容和政策會被刪除、修正或增加。

#### 步驟九、修正、完稿並採行海岸地區管理計畫

綜合所有意見、批評；並經由管制的、行政的、管轄權的、法律的指引下以確保海岸地區管理計畫能整合所有使用者、經營者的意見並充分付諸實施。決定那個機構應負責計畫中哪些部分的執行工作。

#### 步驟十、計畫付諸實施

聘用需要的人員來處理計畫中的方案：執行定期的計畫檢討；以及管理完善海岸地區管理方案的後續研究和計畫。

\* 依據內政部 72 年 12 月版「台灣沿海地區自然環境保護計畫」，沿海地區包括陸域及水域，定義如下：

陸域：平均高潮線往內陸推移至第 1 條稜線或 3 公里所涵蓋之區域。依海岸之地理特性分別認定之。

水域：平均高潮線往海洋延伸至 30 公尺等深線間所涵蓋之區域。

\* \* 功能包括：1. 生態功能 2. 經濟功能 3. 景觀遊憩功能 4. 學術研究與大眾科學教育功能。分別說明如下：

1. 生態功能包含 (1) 生產功能 (2) 承載功能 (3) 資訊功能 (4) 制衡功能 (5)

### 淨化功能

2. 經濟功能包含 (1) 海洋生物資源 (2) 海洋礦物資源 (3) 海洋能量資源 (4) 淺海養殖資源 (5) 土地資源
3. 景觀遊憩功能包含 (1) 識覺價值 (2) 享受價值 (3) 利用價值 (4) 文化及歷史價值
4. 學術研究與大眾科學教育功能：海岸地區具有多樣且豐富之景觀及生物資源，可作為學術研究及大眾科學教育的題材。

### 海岸地區自然環境保護原則 (Clark, 1977)

海岸地區由於地理特性及限制因子之不同，因此在經營管理這些資源時應有不同程度之保護措施。茲依海岸地區自然環境之地形類別：(一) 海水域及海底 (二) 海積地形 (三) 海蝕地形 (四) 沿海陸地等，分述如下：

#### (一) 海水域及海底

1. 海洋生物資源之經營開發，需同時妥為兼顧資源保育。
2. 排入河口以及近岸水域之工業或都市汙廢水，需要最高層次之汙水處理標準。
3. 如果工業設施 (重工業) 可能造成海岸生態系之擾亂，則應設置於內陸地區。



4. 暴雨逕流與污染源之管制應要求最高之標準。
5. 沿海水域內，應避免興築擾亂水流之構造物。
6. 疏浚或堆置泥沙應選擇適當地點，以免破壞海底地形或其他敏感地區。
7. 沿海地區之疏濬計畫，需要嚴格管制施工之季節、位置、以及作業方式。
8. 選擇適當之航道位置及設計，力求減少對海底地形之不利影響。
9. 已遭受污染之沿海水域或被損害之海底地形，應積極復原之。

## (二) 海積地形

### 1. 海灘

- (1) 海灘附近或近岸淺水地區之沙石，應避免開採移除。
- (2) 任何建築物都應在海灘暴潮線之內陸側，或距高潮線 50 公尺以外之內陸地區。
- (3) 應力求維持海灘之天然狀態，避免興築影響（或不利於）沿岸漂沙移動之構造物。
- (4) 下游河口或海灣之海灘應有穩定計畫，以求減少河口氾濫之災害，並同時保護海灘之存在。
- (5) 侵蝕嚴重之海灘，應鼓勵有效之保護或復舊工程。
- (6) 若海灘具利用價值（如闢為海水浴場），則在

不破壞海灘本身及附近地形自然狀態下之原則下，經妥善規畫後，准予經營使用。

## 2. 沙洲

沙洲一般缺少利用，因其有保護內側海岸免受侵蝕之功能，故應加強保護。

## 3. 沙嘴

河口沙嘴除非嚴重威脅內陸排水，而必須挖除以避免水患外，應保留其自然狀態。

## 4. 瀉湖

內陸瀉湖應保持原始地貌，僅允許養殖漁業經營利用。研訂港灣及住宅等利用計畫時，應先做詳盡之環境影響評估報告。

## 5. 潮汐灘地

紅樹林具特殊適應性，可生長於河口或海邊之灘地及沼澤地。紅樹林除與沿海地區魚產有密切關係之外，尚具有擋風、抑浪、固岸、淤泥等功能，應加以保育。若為觀光或教學研究之需，可擇適當地點以架棧道方式進行之。若為繁衍需要，可由母樹採種或採苗。

## 6. 沙丘帶

- (1) 活動中之沿岸沙丘或灘脊應禁止開挖或移除。
- (2) 應避免大量遊客跨越沙丘地而擾動沙丘或沙丘植被。



(3) 若必須有構造物存在，則應限制其築在活動沙丘之向陸後方。

(4) 鼓勵恢復或穩定沙丘計畫。

(5) 沙丘地之定沙植被或林帶不得破壞。

### (三) 海蝕地形

#### 1. 海蝕崖

(1) 此種海岸地形富變化，視野較其他型式之海岸來得開闊，海蝕崖附近之土地最需保護，避免遭受人為之破壞。

(2) 任何可能使海蝕崖坡腳或崖面改變之行爲，都應避免。

(3) 海蝕崖之地質不穩定，若准許建築、農耕、踐踏或開挖基部、採取沙石，則將加速其崩塌。故除必須之公共設施及供眺望觀賞用之設施外禁止其他開發行爲。

#### 2. 海蝕洞

應嚴格保護其完整性，禁止改變行爲之發生，保留爲永久之觀賞資源。

#### 3. 海蝕平台

(1) 海蝕平台爲特殊之自然景觀，又多爲適於貝類及藻類養殖之地區，就保育而言，應限制其開發；若必須發展淺海養殖時，養殖方法應選擇對環境衝擊最小者，以提高與其他海岸使用之

相容性。

(2) 海蝕平台可作為觀景地區，唯應作完善之遊憩開發計畫以避免大量遊客破壞及汙染此項資源。

#### 4. 海階

侵蝕性海階之表層土壤覆蓋厚度不一，一般土地利用以農林為主，視需要可開發作其他用途。

#### 5. 海蝕柱或顯礁

海蝕岩柱或顯礁之地質不穩定，易受沖蝕崩塌，若准許建築使用、踐踏或開挖基部、採取沙石，則將加速其崩塌，故除必須之公共設施及供眺望觀賞用之設施外，應限制其他建設行為。

#### (四) 沿海陸地

沿海陸地之利用，必須遵守下列各項準則：

1. 建築、農業、伐木等工程可能造成之土壤沖蝕及水汙染，應力求減至最少。
2. 可能影響（或不利於）沿海低地水文循環之陸地排水工程或開挖工程應予避免。
3. 預防暴雨逕流灌入垃圾或廢棄物堆置場等汙染源，以免造成汙染。
4. 為避免地層下陷及地下含水層遭受汙染，應限制地下水之不當抽取。
5. 沿海低地若必須設置建築物，則應多採用樁基或類



似之技術。

6. 各種公共設施或公用事業（廢水處理設施、廢水放流設施、供電供水設施），如一定要設置在沿海低地，則必須以不破壞沿海低地之景觀及生態系為設置原則。
7. 與遊憩有關之各種設施，應事先謹慎規畫並評估其可行性後，據以決定其對沿海地區之利用是否可行。
8. 珍貴或瀕臨絕種之動植物在萬不得已之情況下，可人工遷移至適當地點。

以下敘述（1）陸地邊緣帶（2）沿海集水區（3）天然河道（4）沿海濕地之保護措施：

#### （1）陸地邊緣帶

緊鄰沿海水域之陸地邊緣帶應避免開發利用，力求保護。而其他陸地邊緣帶，得視當地情況及居民要求，在不影響沿海地區之景觀及生態系原則下作適度開發利用。

#### （2）沿海集水區

為避免砍伐林木、整地或鋪設不透水地面等行為改變沿海地區集水區內土壤含蓄水分之能力（這些改變可能造成土壤沖蝕及逕流率增加，而引發水患），所以此地區內應禁止這些行為之產生。

### (3) 天然河道

為保護及增進天然河道之水資源、河水自由流動狀態、魚類、野生動物、航行、觀賞、美學、生態、歷史及娛樂之價值及使用，須限制沿岸附近之伐木、採礦、石油天然氣探勘及可能破壞河道天然狀態之土地利用等。

### (4) 沿海濕地

#### ① 淡水濕地

為了防止鄰近地區之水患，或淡水濕地之地層下陷，沿海地區之淡水濕地應避免排水、填土、開挖或其他人為之改變。

#### ② 鹹水濕地

(a) 可能改變沿海鹹水濕地表面之活動，例如開挖、填土、伐木、整地、鋪路等，應予限制。(b) 應避免改變沿海鹹水濕地天然水流系統，例如排水或築堤工程。(c) 必要之設施，在規畫設計上，應力求避免損害鹹水濕地之功能。(d) 道路通過沿海鹹水濕地之時，應予架高，抬升到濕地水面之上。(e) 污染物應避免排入沿海鹹水濕地。(f) 已受影響之沿海鹹水濕地，應力求恢復其天然功能。」



## 六、台灣海岸地區的環境問題與解決之道

針對台灣海岸地區辦理的重要研究計畫包括內政部營建署的「海岸地區整體規畫之研究（1995）」，行政院環保署的「台灣西部海岸地區土地開發利用—環境管理資料、蒐集與整合（1993）」以及台灣省地政處的「台灣省沿海土地利用與管制調查（1993）」等。其他專題研究、學術論文，以及工程規畫報告、環境影響評估報告等，可謂多如牛毛。

因此，我們對台灣海岸出現的問題並非不了解，而是欠缺整合、欠缺系統化持續的累積知識。在政策上、行政上、技術上都是片段、短暫的。經驗未能累積、也不能記取教訓。個人的知識，沒有升等成眾人的智慧、國家的政策。研究、觀察、決策、執行、維護、營運之間，都是斷層。台灣是一個斷層密布的地方。處處脫節，即是斷層的現象。

在「台灣西部海岸開發行為之環境衝擊及其解決之道」簡報中，曾指出當前面臨之十大環境問題如下（陳章鵬，1993）：

- （1）河口及近岸淺海，汙染日見嚴重；
- （2）海岸地區地層下陷，海水倒灌；
- （3）魚塭土地，日見鹽化；
- （4）海岸侵蝕加速，自然濱線消失；

- (5) 海岸土地使用多元化，區位不當，相鄰的開發行爲，常性質相異不相容，彼此衝突，減損其開發價值，造成開發浪費；
- (6) 同一區位，常有不同機構規畫使用，產生競合問題；
- (7) 沿海環境資源不足，多是短期觀察，規畫及決策均嫌粗略草率，政府和開發規畫設計者，不重視環境規畫，普遍缺乏海岸資源永續發展觀念；
- (8) 海岸天然資源衰減，生態環境惡化；
- (9) 上述環境問題，不予解決，極易導致環境災害；與海爭地之結果，反而得不償失；
- (10) 海岸地區涉及的主管機關太多，法令欠周詳，海岸資源的保育、利用和管理，無法發揮功能。

同一研究報告也指出了解決之道，並且分成三大方面，逐項敘述如下：

### (一) 基本認知

1. 海岸地區之保育、利用和管理，乃是知識密集行爲，需要可靠資料和長期觀察研究來支持。
2. 任何開發行爲，均應先考量下列三要素：
  - 環境之涵容能力
  - 生物生產力和能源之流動
  - 環境限制因素
3. 海岸地區有其獨特性，海岸資源之保育利用，需要國家介入，由中央政府主導，加強環境規畫及環境管理。



## (二) 海岸地區應綜合整體規畫

1. 建立海岸地區綜合整體規畫及管理制度，為世界新潮流。良好的整體規畫和評估，可使顯著負面衝擊或傷害，藉海域自淨保安過程予以消弭。完善的管理，可使海岸再生資源永續利用，不再受破壞或惡化。
2. 海岸資源管理重視各種海岸體系（珊瑚礁、紅樹林生態系、海灘、河口潟湖、海草床）以及其他相關資源間關係，以永續利用為主要目標。海岸開發管理，強調開發與保育並重以及物種多樣化。應劃設保存區、保護區、利用區，分別輔導管理。
3. 永續利用的條件，就是資源的收穫、攫取或利用的數量，不可超過同時期可生產或再生的數量。只有保存資源的基礎，才能確保長久的收益。
4. 海洋環境已是海陸一體，互動而互易（trade-off），並有累積、連鎖、擴散、乘數等效應。海岸地區開發利用的整體規畫，在長期和多部門使用架構下，求得資源永續利用和多元化使用的最大產出；確保機會成本的總額能降到最低。
5. 海岸地區開發利用，採總量績效觀點，每年限量限區，依序開發。

## (三) 加強環境管理

1. 環境政策方面：
  - 開發行為或土地利用，如有重大不良影響時，環境保護

應優先考慮（見現階段環境保護政策綱領）。

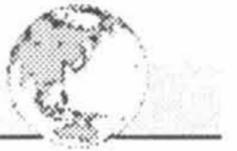
- 海岸地區環境保護，以保護自然、社會及人文資源為先。
- 嚴禁海岸河口沙石濫採，防止河口、濕地、紅樹林、沼澤地及離岸沙丘被蠶食和濫用。
- 在相關海岸法未制訂前，應積極檢討各海岸地區當前環境問題，對於基本資料不足、區位不當、負面衝擊顯著、與附近相關建設不協調或重疊不相容之填海造地計畫或各種土地利用，一律停止進行，也不得將土地變更使用。

## 2. 環境行政方面：

- 積極激勵民間共同參與推動各河水及排水系統之水汙染防治計畫和廢棄物處理計畫，減少陸域方面流向海域之汙染量。
- 海岸集水區之土壤汙染，加強取締、督導與管制。
- 整合全體力量，加強地下水之管制。

## 3. 環境評估方面：

- 協調有關機關，公布海岸地區開發行為實施環境影響評估之細目，研定海岸地區開發行為環境影響評估審查規範或技術手冊。
- 凡無連續實測資料者，一律退件不予審查。
- 50 公頃以上之填海造陸計畫，一律採人工島方式為之，設較寬之隔離水道，水道內潮汐灘地挖浚量，應予嚴格限制。



- 外海抽沙之區位，應選在水深 - 20 公尺以上之處，每年抽沙量不應超過該處之供應量。
4. 環境監測追蹤方面：
- 環保署每半年追蹤考核一次，與環境影響評估報告書內容不符或發現有疑問者，應通知改善或停工。
  - 通知開發單位在施工前一年起，連續觀測海岸地區背景資料，直至全部完工營運後 10 年止，保持完整之紀錄。
  - 建立海岸地區環境監測網，輔導開發單位定期查報及公布。
  - 通知開發單位提出環境影響調查報告書。
5. 環境資訊方面：
- 5 年內完成環境管理資訊 ( EMIS ) 。
  - 為政府決策者提供海岸地區環境資訊。
6. 環境教育方面：
- 編印海岸地區環境通俗教材，增進國民重視海岸環境之意識。
  - 辦理環境規畫與環境管理之在職訓練，加強各級從業人員環保教育。
  - 加強海岸地區永續發展之教學與研究。
7. 環境宣導方面：
- 藉大眾傳播與公眾參與，推展海岸地區環境規畫與環境管理之社會教育和宣傳工作。
  - 辦理相關研討會，交換心得，擴大環境宣導功能。

- 參與國際有關海岸地區環境管理之活動或合作計畫，交換經驗。

#### 8. 環境研究方面：

- 整合產官學等研究資源，擴大生態工程學和環境管理的科技研究與發展。

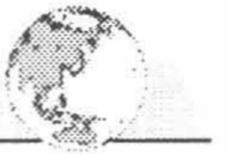
89年初，總統府紀念月邀請國家海洋科學研究中心主任李遠輝教授專題報告「台灣海域環境的現況及永續經營（1999）」中，也再度指出了台灣海岸地區的特性以及面臨的重大問題。因此我們不是不知，而是在政策上、行政上仍未能因應。換句話說，來自各界的壓力不夠，在政府裡仍無共識，在優先辦理的優先次序中，排名落後。

## 七、對策及結論

環境管理絕非短期內可以見效。尤其牽涉到海岸地區這種複雜性高、變動性劇烈的環境時，更是需要持續的推進。

國內多年來已經辦理了多次學術研討會。政府部門也委託學術機關、民間團體等辦理了多次專案研究計畫。可惜，土地管理沒有進步，海岸環境仍然在急速衰敗中。由於不能保證短期見效，乾脆慢慢處理，以不變應萬變。

海岸地區環境管理牽涉到法規面、制度面的改革。如果在行政組織上沒有出現權責單位，那麼就不會有任何承辦機關。因此我們急需海岸法、海洋法等法規建制。依法指定權責機關，或是指定權責機關執行上述法規皆可。如果在可能成立的



「環境資源部」下設立海洋及海岸管理局，更可滿足這方面的需求。

海岸地區管理需要產、官、學、民衆等各方面的配合。因此相關的教育、宣導、研究計畫，都是配套措施。軟體不配合，光靠硬體和行政機關是難竟其功的。提供經費，鼓勵相關學校、科系，致力培養相關人才，是提升管理能力的優先方案。由於民衆利用海岸及海洋資源的正確態度從未提出討論，因此中國人常將大海的資源，當作取之不盡的寶藏；或是可以盡力傾倒垃圾的大容器，因此海洋、海岸問題叢生。這種偏差的態度和行爲早已成爲文化的一部分，涉及中國人深層的思考模式和行爲模式，因此有賴持續的生活教育，逐步改善。在國民教育中融入環境教育是迫切的軟體工程。法規的強制性規範也是必要的。

科技層面的能力似乎已經凌駕在政策、行政能力之上。從多次的研討會中，學術界的研究成果屢有發表。可惜科學研究、工程建設以及土地管理之間，少有連接。因此，台灣人才不缺，但卻似乎少有發揮能力的機會。新生代的科技能力未能展現，大型工程建設的規畫、設計依舊沿襲古早的方法。生態工程迄今仍是罕見的例子。而河道溝渠化則流行各地。林業試驗所的研究成果，也從來不被林務局引用推廣。

社經層面的問題，更屬難堪。爲顧全經濟成長，滿足衆人發財意願，政府部門討好民意，犧牲自然環境的行爲，從未歇止。預料在可見的未來，這種趨勢不易改變。因此海岸地區環

境改善尚待持續努力。

總結而言，海岸地區環境管理早已受到注目。國內、國外探討的成果也不缺乏，整體性的管理策略實有必要。應可參考國際發展，研訂我國的整體性海岸地區管理計畫，並且指定專責機關逐年編列經費，逐項辦理。行政必須依法，因此海岸法急待提出討論，並啓動立法相關程序。如此漸進，總有達成的一天。建議立即以內政部營建署研訂的海岸法為基礎，集中力量，積極推動立法程序。



## 參考文獻

- 【1】內政部營建署，1995。《海岸地區整體規畫之研究》。美商西圖工程顧問國際有限公司台灣分公司辦理。
- 【2】行政院環境保護署，1993。《台灣西部海岸地區土地開發利用環境管理資料之蒐集整合》。中華民國環境工程學會辦理。計畫主持人：陳章鵬先生。
- 【3】台灣省政府地政處，1993。《台灣省沿海土地利用與管制調查5年計畫》。台灣大學地理學系辦理。
- 【4】李遠輝，1999。《台灣海域環境的現況及永續經營》。總統府紀念月專題報告。
- 【5】陳章鵬，1993。《台灣西部海岸開發行為之環境衝擊及其解決之道》。環境保護署簡報資料。
- 【6】Clark, J., 1974. 《Coastal Ecosystems: Ecological Considerations for the Management of the Coastal Zone.》 Washington, D. C. The Conservation Foundation.
- 【7】Clark, J., 1977. 《Coastal Ecosystem Management: a Technical Manual for the Conservation of Coastal Zone Resources.》 John Wiley and Sons.

