

氣候變遷對臺灣海岸土地的衝擊

林俊全

台灣大學地理環境資源學系教授

摘要

台灣是海島國家，海岸地帶的各種利用，受到海水作用影響劇烈。颱風豪雨時期的影響更凸顯這樣的災害問題。海岸有其資源面，尤其是台灣的海岸地景多樣性，非常具有觀光遊憩資源，所以台灣幾乎有四分之三的海岸線屬於國家風景區或國家公園範圍內。還有西部海岸的工業區、養殖區等土地利用，都是非常重要的都市與工業帶。在氣候變遷的威脅下，海岸地帶如何減少氣候變遷的衝擊，是國家發展重要的議題。

氣候變遷對台灣海岸地帶的影響，主要在於海水面的變遷與極端氣候造成海岸作用的影響。因此，面對氣候變遷的威脅，我們必須了解海岸的資源面。以及可能必須保護的面向，例如具有生態功能、歷史聚落保存價值的地方。另外在國家建設海岸地帶或是近岸養殖漁業的開發時，必須考量極端氣候所可能帶來的環境衝擊。

隨著國土計畫法、濕地法、海岸法的實施，海岸地帶的土地利用在因應氣候變遷的調適時，有幾項原則應該特別注意：

1. 保育為主、開發為輔的原則。
2. 以推動生態旅遊為海岸發展的目標。
3. 建構海岸資料庫與環境監測系統。

4. 於海岸地帶設置緩衝區，推動以海岸生態工程為主的工法，避免過度的投資，過度的損失。

關鍵詞：氣候變遷、海岸土地利用、台灣、衝擊與調適。

一、前言

人是逐水草而居的，自古而然。而海岸變遷，更是亙古以來地球的宿命。我們慢慢瞭解到全球暖化是海岸變遷的原因。而人類活動，仍不免要在這樣的場景中慢慢去調適。因此，海水面變遷的特性與變遷方式的規律與不規律性，都是我們必須瞭解的。

對人類而言，海岸地帶通常是人類活動的重要場所，河口尤其是重要的經濟、社會活動的環境。世界上許多大都市都位於海岸、河口地帶，便是一例。人類許多文明的發源地，海岸地帶都扮演一個非常重要的角色。

由於全球性與局部性的海水面變遷造成了世界各國的普遍性重視，主要原因是海岸線變遷常造成海岸地帶的侵蝕或堆積。許多重要國家的首都或重要都市也多位於河口港或海岸地帶，例如紐約、倫敦、東京等，海岸的變遷常造成經濟、社會乃至於軍事的變遷。台灣是一個海島國家，由於平地面積有限，理論上海岸變遷的問題更嚴重，常影響到海岸地帶的管理與開發。所以海岸的變遷是否有規律性或是其他的異常現象，更應該受到重視。

近年來，海岸地區土地利用的壓力日益增強且更多樣化，各種土地利用需求在原本就極為敏感的海岸地區相互競爭，使海岸地區管理問題的複雜性及問題的嚴重性日益增加。這些問題包括超抽地下水引起的地層下陷與海水倒灌、海岸變遷、各種廢棄物造成的地表水、地下水與土壤液化、污染，以及變更土地利用方式引起的生態環境平衡變化等等。近年來氣候變遷可能的影響，更加遽上述問題的嚴重性。

這些問題中，程度影響輕者，可用工程防護措施等辦法解決。但問題嚴重者常不但引起環境災害，釀成國家、社會的巨大損失。而且問題之影響延續時間長，甚至造成無法回復的環境破壞。因此明瞭海岸地形、地質與環境特性，進行適當的土地利用管理或土地利用規劃，有其絕對的必要性。



照片1 金門國家公園的潮間帶，冷戰後，如何發揮漁產養殖功能與觀光保育功能？



照片2 臺江國家公園四草大眾廟旁的綠色隧道

二、海水面變遷的因應

海水面變遷是持續進行的。短時間的尺度而言，每天的潮汐變化，就是一種。這樣的變化，基本上為可以接受的範圍，因為人們利用海岸地帶時，就知道要因應這樣的特性。但是人們常常不瞭解的是颱風暴潮帶來的海水面變化與海岸侵蝕問題，常常是造成造成極大的災害，讓整個國家社會無法永續發展。

就比較長的時間尺度而言，海水面上升如果是一種趨勢，則海岸地帶的各種重大公共工程或工業區、科學園區的設置，便必須有更謹慎的環境影響評估以及經濟成本的計算。

有些海水面變遷，甚至是因為人為的因素造成的。許多人類的活動也因此而受到限制乃至於極大的損失。台灣西南沿海的地盤下陷問題，便是一例。由於超抽地下水，造成區域性的沈陷、洪水所帶來的災害，加深其災害與影響效應。人為造成的海水面相對上升，對土地利用的影響是深遠的。同時也不易尋求對策。例如我們處理地盤下陷區的淹水、排水問題？如何處理海岸侵蝕的問題呢？

透過適當的土地利用方式是面對海水面變遷的威脅，比較健康的方式。雖然這樣的土地利用方式可能是昂貴的，也可能無法避免更大的災害發生。然而人類活動與海水面變遷地帶的土地利用規劃的概念是區域發展中，重要的一環。例如上述的地盤下陷區的土地利用方式，該如何規劃呢？如果以保護區、國家公園、國家風景區的方式經營，可能對海岸侵蝕災害的損失是相對比較小的，但是這些地帶又都早已被開發，並不容易有好的經營管理策略。

整體而言，海岸地帶的利用，受到海水面變遷的影響是明顯的。不論是短期、長期，不論是颱風、暴雨，也都是相對脆弱的。就長期的變動趨勢而言，仍有待我們更多的瞭解。台灣的海岸地帶受氣候變遷的衝擊，整體上有其脆弱性，也有潛在危險性。這些潛在的風險，在極端氣候下，往往造成巨大災害，如何避災、減災、防災，因應短期的衝擊，減少災害發生與影響，則是我們必須更努力探討的地方。2009年莫拉克颱風在南台灣造成重大災情，西南海岸地帶無能倖免，就是一例。台灣的高潛勢災害區的釐清、設置限制開發區等等，都是未來必須面對氣候變遷風險時，所必須處理的。我們應及早應對。

三、台灣海岸土地概況

台灣四面環海，海岸線長達1139公里，海岸地形景觀變化萬千，亦有許多的海岸土地資源，可以應用。海岸地形受到海水的波浪、潮汐

與海流的作用，加上海岸本身的岩性石的軟硬和地質的構造現象，與河川上游沖刷所帶下來的沈積物，慢慢塑造出多樣的海岸的地形。海岸的地形變化也與海岸的侵蝕作用、搬運作用與堆積作用特性有關。

海岸區域是陸地與海交接的位置，也是重要的區域。在地理的觀點中，海岸屬於並非適合開發與利用的邊際土地（marginal land），同時也是極易遭受自然與人為作用而產生變化的敏感土地（sensitive land）。「海岸地帶」的範圍界定因各國地理環境的差異而有所不同。依據我國海岸法所劃定的「海岸地區」的定義則包括「濱海陸地」及「近岸海域」。「濱海陸地」為受海洋直接及顯著影響之區域，以平均高潮線至最近之山稜線，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。「近岸海域」以平均高潮至等深線30公尺，或平均高潮線向海三哩處，取其距離較長者為界。

海岸地形變化複雜，不但具有遊憩欣賞價值，同時亦有許多資源可供利用。西部的堆積性海岸或泥質潮汐灘地與濕地、潟湖都是具有高生產力的海岸，便是一個典型的例子。東部海岸的地景資源，更是海岸資源的明證。因此海岸的保育與永續發展更相形重要。因為這些海岸特殊地形如潟湖、沙洲或河口濕地環境，代表台灣地區的特殊生態特性，許多的特殊/特有的動植物組成了海岸生態的多樣性。因此考慮永續發展之餘，海岸的生態保育與研究、推廣工作，亦為台灣海岸的經營管理時，重要的一環。

以台灣海岸資源而言，大致可以分西部的堆積性海岸與東部的斷層海岸為例：

（一）西部海岸的自然資源

臺灣位於大陸與海洋板塊交界處，由於東側的海洋板塊不斷的向西推擠，使得地殼不斷的在隆起中。由於臺灣西部各主要河川每年帶來大量泥沙，注入臺灣海峽形成漂沙，之後受到沿岸流與季風的影響，形成堆積性的海岸，而西部海岸線也不斷的往西推進。

臺灣西部海岸形成廣大的隆起海岸平原和沖積平原，海岸地帶呈現寬廣的潮汐灘地（海埔地），與沙洲、沙丘與潟湖等羅列。在過去三百年間，臺灣西部海岸有整體西進的趨勢，尤其海埔地的範圍日益往外擴張。大體而言。大肚溪口以北，及二仁溪口以南的海岸變遷較不顯著。前者因為河流普遍較短，含沙量亦較小所致；後者則除了類似因素外，更因為高屏溪口外面有規模龐大的溺谷地形，不易在海岸地帶產生明顯的堆積現象。近幾年來，部分海岸開始發生侵蝕現象，至於大肚溪至二仁溪口之間，沿岸海底地形淺平廣闊，潮差又大，所流注的溪流不但較長、含沙量也大。



照片3 傳統的鹽業資源，如何變成地方產業？

（二）東部海岸的資源

東部頭城到北方澳的沿線，屬於蘭陽平原的一部份，主要由打馬煙溪、蘭陽溪、冬山河為主沖積成的沖積平原。海岸平直皆呈沙岸，唯於蘭陽溪口北岸略呈凹狀，是因為海岸侵蝕所致。由於東北季風作用盛行，沙丘於海岸地帶隨處可見。雖部份已被整為建地、墓地、養殖漁業或農地，唯多處於背風側，或沙丘間低窪地。蘭陽溪口更因為寬廣的河口濕地，形成重要的濕地與水鳥的棲息生態環境。

北方澳到新城之海岸地形以斷崖為主，只有和平、南澳及東澳為主的河谷沖積平及三角洲。這幾條河每年都帶來相當大量的沖積物，雖然海水仍日以繼夜的侵蝕海岸，這些沖積物，仍能使河口都變成向外延伸

成半圓形的沖積扇三角洲，也可見沖積物的總量非常多。

花蓮平原主要是花蓮溪沖積出來的平原，花蓮平原與中央山脈間地貌變化非常大，由陡坡一下子變成平原。通常這樣的地貌，告訴我們這交界處常常是有斷層或重要的地質構造通過。上述的礁溪斷層海岸也是一個例子。

花蓮至臺東間之海岸富有海階地形和海蝕平臺、海蝕洞、海蝕凹壁和隆起珊瑚礁。海岸山脈南端的台東三角洲平原為卑南大溪的沖積平原。更往南的大武斷層海岸，因受大武斷層的影響，呈現出平直的岩岸，除太麻里溪、金崙溪、大溪及大武溪等河口有小型三角洲外幾無平地。颱風暴潮潮時，海水常淹沒沙灘直逼崖下，造成公路路基的淘刷。



照片4 東部海岸的地殼上升證據：海蝕凹壁，可否成為地球科學教室？

在上述的地形背景環境下，衍生出海岸地帶的自然資源有：

1. 原生林
2. 沿海濕地
3. 河口及潟湖
4. 紅樹林生態系
5. 珊瑚礁生態系
6. 海灘系統（沙丘及沙洲）

7. 重要水產生物繁殖區

8. 野生動物棲息地

9. 特殊地景的觀光資源

這些資源也是我國國家發展的憑藉。整體而言，台灣東部海岸，受到地質構造與擠壓的影響，受到斷層控制。同時受到海水的侵蝕，形成許多具有觀光價值的海岸。雖然東海岸國家風景區已經成立30年，但如何利用，還是未來的挑戰。

（三）海埔地的開發

民國五十年代，政府大力推動開發海埔新生地，「有土斯有財」、「地盡其利」的觀念，也從傳統的農漁使用轉換為工業區的利用。依據行政院經濟建設委員會逾1979年編定台灣地區綜合開發計畫，重化工業應優先設於海埔新生地、鹽田或沿海地區低生產力農地之原則，使得日後海埔新生地沿海地區紛被規劃闢建為濱海工業區（簡仲和，2001）。

台灣地區四周環海，海域面積廣闊，西海岸海埔地面積達54,000公頃，惟因近年經濟快速成長，對土地需求更加殷切，近期國家邁向工業建設，廠地擴建、交通、住宅等對土地龐大需求，西海岸廣闊海埔新生地為重要土地資源，具有開發工業用地基本優越條件，適當開發可提供未來長期工業開發之用地，因此，政府及工商財團積極的規劃開發用地，闢建港地、離島式工業區，垃圾掩埋場及遊憩場地等，大面積海埔新生地將造成海岸地貌改變。

由於過去濱海土地具有幾個特性：(1)土地取得較容易；(2)接近港口，原料之輸入及產品之輸出較方便；及(3)靠近海邊，便於工業廢水的排放等特性，因此台灣大型工業區的設置，從早期的高雄臨海工業區、安平工業區、林園工業區、台中港工業區、大園工業區等，到近期的彰化濱海工業區、雲林麥寮六輕工業區等都在海岸地帶。近年來規劃或開發中的新興工業區，包括觀音擴大、彰濱、雲林離島式、鰲鼓、東石綜合、七股、台南安順科技工業區等七大工業區，佔地面積約38000

公頃，都是海岸海埔地或濕地轉變而來。對於海岸地形的變化及生態環境影響，都是可預期的。

目前西部最大的工業區開發案為彰濱工業區及六輕的開發。以彰濱工業區為例，民國六十八年彰化縣最大規模的填海造陸計劃正式開工，佔地約三千六百多公頃的彰濱工業區，也佔據了彰化大部分的海岸線。彰濱工業區規劃面積三千六百四十三公頃，為全省面積最大的工業區。

彰濱工業區主要是八十年來，由大肚溪及舊濁水溪所供應的沙源堆積而成。1911年因舊濁水溪由日人整治封堤，沙源供應終止。故現今單獨由大肚溪運送中央山脈的沙源堆積於大肚溪以南20餘公里之海岸。自大肚溪口以南至鹿港間的海底地形起伏不大，形貌平滑；但在潮汐灘地外圍則有數座起伏不大且呈長條形的海底沙洲。有些在退潮時還可以露出海面。

整體而言，海埔地的開發，也代表著海岸地形的利用。但是如何面對海水面上升與極端氣候的作用，勢必要經過仔細因應，以免各項投資、建設受損。

四、台灣海岸地帶因為氣候變遷的衝擊與挑戰

以台灣西部海岸為例，每年7到9月夏秋之交為台灣的颱風季，颱風帶來大量水氣，是台灣水資源的最主要來源，但颱風往往也會引發嚴重的暴風及豪雨災害。

目前，台灣地區海岸地帶經營管理所面臨的主要問題有三：1. 海岸的環境污染問題；2. 海岸地帶土地資源使用的衝突；3. 海岸地形的破壞。這些現象伴隨著極端氣候條件，誘發更大的災害，必須去面對。也就是說，氣候變遷的威脅下，我們面對的，不只是氣象災害，還連帶的誘發各種土地利用不當的問題。颱風災害包括暴潮、颱風波浪與豪雨，並且可能引發海水倒灌、淹水等災害，對民生安全、農作物、公共建設都有重大衝擊，因此必須針對颱風加以防範與擬訂因應策略。

其次由於海岸生態體系的差異，不同的土地利用種類，對海岸地區的衝擊，自有其相容性與衝突性。為因應不同土地利用特性，土地利用分區管制自有其必要性。目前台灣西海岸地區土地大量被轉為魚塭且濫墾、非法使用現象極嚴重。涉及地下水超抽、土壤鹽化、海水入侵、地表地層下陷等現象，為海岸地帶的主要問題之一。自從解嚴後，海岸地區成為各級政府與民間爭相開發的地區，然而許多的開發計畫與土地利用方式，常常造成衝突與浪費，甚至於新的海岸災害，因此有效的經營管理海岸地帶與防止潛在的災害，將為日後的重要課題。

過去調查紀錄顯示，由於人為因素的不當利用或過度開發，以及全球氣候變遷的影響，台灣過去許多屬於淤積型的海岸，現今已變成了侵蝕的海岸，而且一些珍貴的海岸景觀或生態也遭到威脅或破壞。台灣的海岸地帶受到極端氣候的影響，更面臨著以下幾個主要的課題，相關的調適策略，也必須依此擬定。主要如下：

1. 海水面變遷：海水面變遷所引發的海岸侵蝕與土地利用的問題，是一個全世界愈來愈重視的問題。台灣地區亦不例外。目前台灣地區的海岸災害常伴隨著各種的開發與利用方式而來。由於海岸地區成為各級政府與民間爭相開發的地區，然而許多的開發計畫與土地利用方式，常常造成衝突與浪費，甚至於新的海岸災害，因此有效的經營管理海岸地帶與防止潛在的災害，將為日後的重要課題之一。

2. 海岸、海水污染：海水、地下水、環境品質等污染問題，在未來可能因受到海岸侵蝕更加嚴重外，也可能影響到沿海居民的環境衛生與安全問題。

3. 海岸保護區的保育：濕地的保育、國家公園的設置，都是積極保護海岸的方式。由於台灣的海岸地帶都是人口非常密集的区域，利用保護區來做為海岸對居民衝擊的緩衝區，是一個重要的概念。海岸土地的保護策略可分為以下幾個面向：

(1)資源面：海岸地帶的資源相當豐富，但需要瞭解資源面的特性。海岸保安林受到破壞、海岸後退造成土地流失。海洋資源環境受到破壞，必須亡羊補牢。加強海岸生態監測、加強國際合作、濕地保護。

(2) 保護面：海岸濕地受到破壞、海岸自然、人文聚落、史蹟文物遭受破壞、能源、生態、觀光、水資源、土地資源、砂石等礦產資源等。由於海岸特殊地形如潟湖、沙洲或河口濕地環境，常代表著台灣地區的特殊生態特性，許多的特殊/特有的動植物組成了海岸生態的多樣性。因此考慮永續發展之餘，海岸的生態保育宣導工作，亦為台灣海岸的經營管理時，重要的一環。加強海岸生態監測、加強國際合作、濕地保護的工作。

(3) 建設面：港口堤防等工程遭受破壞、交通設施遭受破壞。公共設施、工業區、海堤、港口、交通道路、人工海埔地、填海造路等常因為投資金額非常大。

4. 海岸地帶潛在的災害的防制：例如地層下陷、土壤液化與海岸侵蝕，或人工改變自然地貌而造成海岸地帶的變遷。極端氣候的影響，是台灣海岸地帶現階段最大的威脅。許多的開發建設，都必須考慮到海水水面變遷、海水作用的影響。

5. 海岸觀光遊憩活動：國家公園、國家風景區、生態旅遊與總量管制的問題，對海岸地帶而言，可能是現階段比較重要的經營管理方式。主要的原因是除了避免過度投資，讓災害來臨時，可以避免損失過大。而觀光遊憩活動可能也是比較好的經營管理方式。

6. 近岸、養殖漁業：尤其以台灣西南沿海的養殖漁業，如何避免寒冬的溫度快速變化，而能發展出很好的養殖漁業，也是未來的一大挑戰。

7. 目前台灣地區在土地利用的政策上，政府各有關單位無法協調，亦為海岸地帶管理的潛在危機，諸如：西海岸的工業區開發、焚化爐、自然保護區的設立、沿海養殖魚區等等，不同的權責機關、不同的立場，亦直接、間接造成土地使用的衝突。在規劃各項土地使用時，應以地形及生態體系的特性配合土地適宜性分析為基礎，劃定「土地適宜性分區」，同時配合不同層級(地方、區域、省、中央)的需求，用以訂定沿海土地利用管制規定，以符合「適地適用」及「保育與開發並重」的目的，並使用有限土地資源做最佳利用。

五、臺灣海岸土地面臨氣候變遷調適雜議

為了台灣的海岸能永續利用與發展，同時能兼顧工業區開發與環境保護，避免海岸環境再次受到污染與破壞。各種土地利用如海埔新生地的開發，應有下列幾項原則：

1. 保育為主、開發為輔：台灣地區地狹人稠，現有開發土地應加強其有效利用，遠比未知影響程度的大規模海岸開發更為可行，未來我國之海岸地帶的開發應以保育為主，開發為輔為施行的政策。以保育為主之海岸地區規劃，強調生態系統的維護，對於自然資源之利用，強調以保存大自然的涵容能力為主。

2. 以推動生態旅遊為海岸未來發展的目標：海岸地帶生態旅遊的發展，必須根植於海岸邊緣地帶地方特色產業活化與市場定位，結合濱海工業區開發，將海岸地帶發展成為一個兼具生態保育及工業發展之生態工業區。海岸保育區的生態旅遊模式必須在可容許的範圍內進行教育解說與導覽式的生態體驗，以防止朝向觀光導向發展淪為另一種形式的生態浩劫。

3. 建構海岸資料庫及環境監測系統：海岸資源的生態資源相當珍貴且脆弱，任何的開發計畫都有可能對這些資源造成破壞，所以應透過自然資源調查與資料庫的建立，來確保景觀資源不受破壞，同時有鑑於全球暖化趨勢，對於海平面上升及海岸環境之變化，應有更多之區域研究及地區性長期監測；唯有對於海岸動態變化的資訊及知識能及時掌握，才能提出預警，也才能對海岸變遷與社會相關衝擊有所因應。

4. 推動海岸生態工程：以符合生態與保育標準之工程方式進行海岸相關維護及建設，同時有助於海岸風景區的美觀。重建海岸生態景觀為重要標的。緩衝區的規劃與核心區的確保，必須能釐清。避免資源的浪費。

5. 善用國土三法：目前國土計畫法、海岸法、濕地發展法陸續通過，這些正是邁向永續之路的工具。

六、結論與建議

本文從海岸變遷探討在氣候變遷下的國家發展可能的策略。從海岸資源的資源面、保護面、建設面可以看出台灣的海岸地帶，尤其是西部海岸，由於地勢地平，也是主要人口、聚落聚集處。如何從國土規劃的角度，避免過度與不當開發海岸資源，必須有更審慎的思維。所幸國土計畫法、海岸法、濕地法都相繼通過。相關施行細則陸續出爐之際，面對氣候變遷的國土開發，應該有更前瞻的思維，讓脆弱的海岸地帶，得以永續發展。

對資源的維護而言，設立與海岸的緩衝帶，減緩極端氣候所帶來的衝擊，各種調適的行動，已經沒有太多時間等待了。需要政府、學界、產業界、社會大眾共同感受到氣候變遷的威脅與行動。

參考文獻

1. Lin, T.-Y., (1998) Controlling Factors of Barrier Island Morphologies along the Western Coast of Taiwan: Eos Trans. AGU, v. 79, no. 24, Western Pacific Geophysics Meeting Supplement, p.W48.
2. IPCC (2007) The AR4 Synthesis Report, IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change.
3. 中央氣象局，TDB防災颱風資料庫網頁系統，<http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php> [2010.07.21]
4. 石再添（1980）台灣西部海岸線的演變及海埔地的開發，國立台灣師範大學地理學系，地理研究報告，第6期，第1-36頁。
5. 台灣省政府地政處（1989）台灣省沿海土地利用及管制調查－彰、雲、嘉地區」。
6. 成功大學台南水工試驗所（1993）雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析-第二年，成功大學台南水工試驗所，研究試驗報告第151號。

7. 成功大學台南水工試驗所（1999）雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析-第八年，成功大學台南水工試驗所，研究試驗報告第226號。
8. 京華工程顧問股份有限公司（2009）六輕五期計畫環境影響說明書初稿(本文)，6-9~6-12。
9. 林宗儀（2003）雲林海岸漂沙研究：華岡地理學報，第十六期，第25-41頁。
10. 吳啟南、吳哲榮、李元炎（1996）雲林海岸五十年來的變遷分析，中華民國第十八屆海洋工程研討會論文集，666-674。
11. 范光龍（2009）台灣沿海環境的特色並談監測的技巧，台灣國土監測報告，144~153。