臺灣的海洋環境與海岸地形的演育
——東部海岸與西部海岸的比較

文／許民陽

前言

地球表面積有百分之 71 為海洋所覆蓋，因此有人把地球稱為「水球」或「藍色行星」。海洋也在地球生物演化、生態平衡、能量平衡、氣候調節及海岸地景演育上扮演重要的角色。在生物演化上，海洋是地球上最早生物誕生及演化的場域；生態與物質平衡上，擔任全球碳循環與水循環，能量傳遞的功能；在能量平衡與氣候調節上，海洋利用洋流、颱風與行星風系等機制，調節全球各緯度的溫度，使赤道與極區溫度不會日趨極端；在海岸地景演育上，海洋透過季節風、波浪、潮汐與海流，不斷塑造多樣性的海岸地景。

臺灣四周環海，和海洋關係密切，海岸線全長 1137 公里，臨海的海岸線雖不算長，但海岸地形卻多采多姿。基本上海岸的地理位置在海陸之間，長年為風浪等自然營力進行侵蝕和堆積作用的地區，為各類地形景觀中變化最急遽的一種。除了海岸本身的地質組成外，同時承受來自陸地的風化、侵蝕搬運作用和大海的風浪侵襲作用的影響。高山地區的伐木、築路、築壩，平地地區的社區開發、河流改道等，都直接影響海岸地區的地形變化。沿岸地區的海底地形、海流、波浪、潮汐等，異常氣象帶來的颱風、暴雨、暴浪等，都直接衝擊海岸，改變著它的面貌，晨昏之間，冬夏兩季，風浪轉移，不斷重塑著海岸地形。

由以上可知，海岸地帶位於海陸交接之處，其地形演育為各種外營力地形變遷中最急劇的一種。承受岩石圈、水圈、氣圈三者等的交互作用影響。以下僅就三圈中最重要的因素探討臺灣的海洋環境對海岸地形的演育的影響。

壹、海洋海底地形和構造運動的影響

臺灣島由於歐亞板塊和菲律賓海板塊的碰撞、擠壓與隱沒作用，臺灣四周的海底地形相當複雜，主要是東部海域和臺灣海峽海的完全不同的的地形深淺區域。以及北部與南端海岸大陸棚區域。

一、東部海域的海底地形

東部海岸從宜蘭海岸開始，水深降得很快，離岸不到 10 公里，海水深度已達 1000

公尺，離岸 30 公里左右，深度可達 4000 公尺，由北到南有沖繩海槽、琉球島弧、琉球海溝及花東海盆四個海底地形單元。上述海岸坡陡水深的海底地形和構造運動造成的東部海岸地形有下列幾種：

（一） 蘭陽平原的弓形海岸與沙丘

蘭陽平原本為沖繩海槽西端的凹陷槽谷，主要為蘭陽溪及其他小河沖積而成的聯合沖積扇三角洲，由於海岸外側為超過一千公尺深的沖繩海槽，加上沖繩海槽擴張產生的輕微沉降作用，即使蘭陽溪有豐富的漂砂，向外海輸送後沉積於槽谷中，以致無法堆積成臺灣海岸常見，向外突出的圓弧三角洲。使現今海岸成向西凹入的弓形，只在蘭陽溪、宜蘭河及冬山河匯流後的出海口突出為小型的尖嘴狀三角洲。

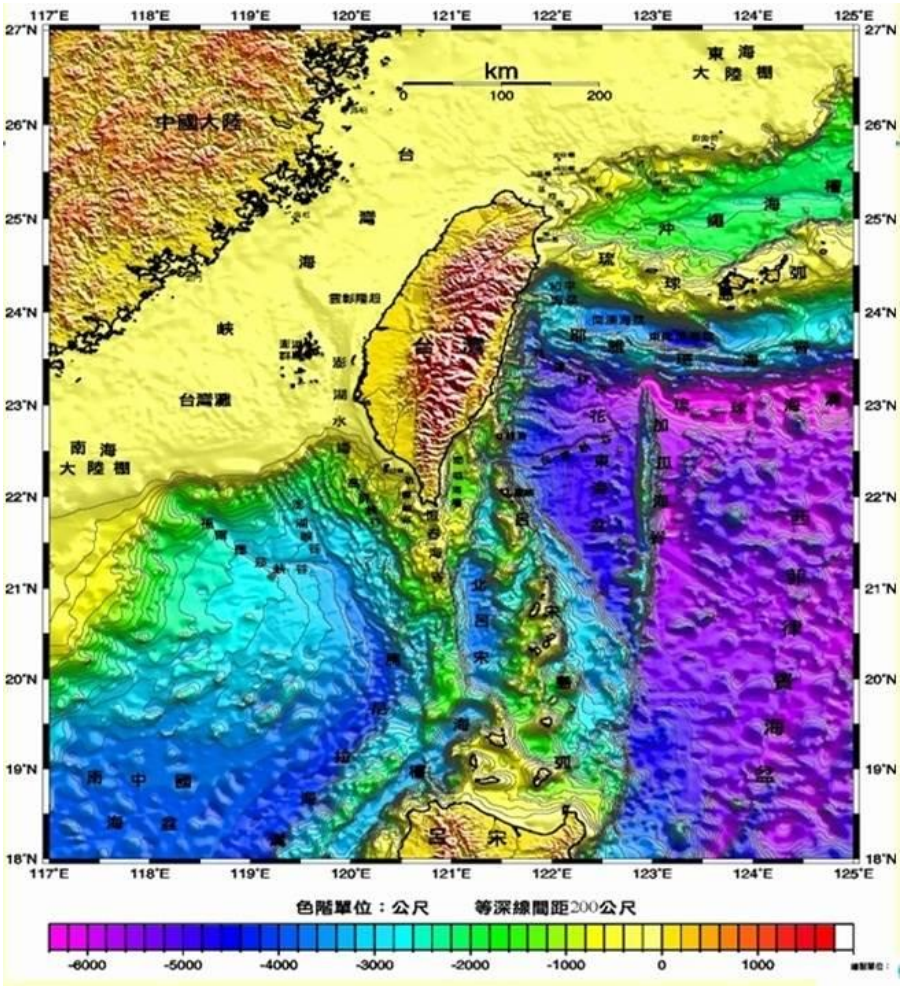


圖 1. 臺灣四周海底地形圖

蘭陽平原南北延伸的沙岸與東北季風成斜交成向陸風，海灘內側北自得仔溪口，南至新城溪口均有沙丘分布，長約 23 公里，最寬處在利澤海岸，高度可達 15-20 公尺，當地人稱為沙崙，較寬廣沙丘區有數道沙丘脊，脊間常形成濕地。但因海岸海底地形坡

度陡，漂沙易沉降至沖繩海槽中，退潮後海灘寬度不大，近幾年沙丘堆積作用不盛，反而因海水面上升，全球暖化導致颱風增大，波浪能量加強，海岸及沙丘有侵蝕後退現象。

（二） 蘇花斷層海岸

蘇花斷層海岸北起宜蘭縣北方澳，南至花蓮縣秀林鄉崇德，長約 90 公里，由於面臨上述四個深海海底地形，海岸主要以斷崖為主，最壯麗的當屬清水斷崖，由堅硬的大理岩與片麻岩岩層組成，故能維持其陡峭的崖壁，由清水山頂至海面，落差可達 2400 公尺，舉世罕見。沿此段海岸雖以變質岩為主，但岩性仍有差異，耐蝕的硬岩常突出為岬角，最典型者有二：

1　烏岩角： 烏岩角位南方澳南方約 5 公里海岸的陸連島，東西向長約 300 公尺，高度約為 60 公尺，為一角閃岩構成的海蝕柱地形。

2　烏石鼻岬角：位東澳與蘇澳間海岸，為蘇花海岸最突出的陸地，為飯包山片麻岩體最東端因片麻岩耐蝕而突出在海中的岬角。

本段海岸有東澳溪、南澳溪、和平溪和立霧溪四主要河川入海，由於中央山脈最高的嶺脊，也就是分水嶺偏東，除立霧溪外，流域面積均不大，加上河口堆積物往深海埋積，所形成的東澳沖積扇面積很小；南澳沖積扇三角洲僅河口有發達的沙嘴而略向外突出，和平及立霧溪三角洲才堆積出較典型的圓弧狀三角洲。

圖 1. 蘭陽平原海岸成弓形，只在蘭陽溪出海口突出為小型的尖嘴狀三角洲。

圖 2. 宜蘭海岸壯圍沙丘高度不大，海灘也不寬廣，111 年 4 月時，灘面上覆蓋 2021 年 8 月，日本小笠原群島海底火山爆發產生的大量火山浮石。

圖 3. 蘇花斷層海岸清水斷崖由堅硬的大理岩與片麻岩岩層組成。

圖 4. 烏岩角位南方澳南方約 5 公里海岸的陸連島，東西向長約 300 公尺，高度約為 60 公尺，為一角閃岩構成的海蝕柱地形。

圖 5. 烏石鼻為蘇花海岸最突出的陸地，因片麻岩耐蝕而突出在海中的岬角。

圖 6. 東澳溪由於河道短促，流域面積小，發育的東澳沖積扇面積不大。

圖 7. 南澳沖積扇三角洲僅河口有發達的沙嘴而略向外突出。和平沖積扇三角洲由於河道遷移擺動，堆積成典型的圓弧狀三角洲。

圖 8. 立霧溪沖積扇三角洲由於立霧溪流域面積較大，三角洲堆積較寬廣，為典型的圓弧狀三角洲。

圖 9. 立霧溪沖積扇三角洲由於立霧溪流域面積較大，三角洲堆積較寬廣，為典型的圓弧狀三角洲。

（三）花東海岸

花東海岸指海岸山脈分水嶺以東，花蓮溪口至卑南大溪口以北的海岸，濱線長 151.7 公里，海岸大致平直。影響花東海岸地形演愈的因素有二者：

1　海底地形方面，與蘇花斷層海岸類似，花東海岸面臨深達 5000 公尺以上的琉球海溝與花東海槽，海床坡度陡峻，作者曾利用海軍水道測量局出版的海圖與五萬分之一等高線地形圖互相補足校正，繪製花東海岸沿海大陸棚等深線圖。發現花東海岸的大陸棚，最寬達 11 公里左右，少數地區如 28-29 號橋間外海，長濱北側之三間屋至真柄間外海，石雨傘東北側外海可達 7 公里外，其餘均在 5 公里以內。大部份海底在水深 100 公尺左右即臨陡峻的大陸斜坡，20 公尺等深線也臨近海岸。此外可看出在大陸斜坡上，有許多海底峽谷切割，這些海底峽谷的成因，陳汝勤、林斐然的研究則認為是由大陸棚邊緣所堆積的物質，因地震而形成濁流，在大陸斜坡上向下切割而成的。此等海底地形特徵將不利於沿岸沉積物的貯留與堆積。

2　構造運動方面，由於海岸山脈屬於菲律賓板塊的一部分，其與歐亞大陸板塊的碰撞，使海岸山脈的地殼不斷的抬升，依特性差異，可以秀姑巒溪為界分為南北兩段，北段山脈逼臨海岸，地塊平均上升速率較慢，在每年 0.3~0.5cm 之間，南段上升速率較快，每年在 0.5~1cm 之間。

3　海岸水文方面，在海洋營力方面，花東海岸面臨寬闊太平洋，潮差並不大，花

蓮港在 1.6~1.8 公尺之間。波浪方面，北端的花蓮港及南端的中央氣象局成功站均設有波浪儀，花蓮站平均波高為 1.82 公尺。夏季及秋季由於經常有颱風由本區通過或經過，常帶來猛烈的強風，導至異常的激浪，花蓮站曾測得的最大波高為 20.5 公尺（1990，歐菲莉颱風），這些激浪挾帶巨大的能量，當然會對本區的海岸地形演育有顯著的影響。

受上述二因素影響，花東海岸的主要地形有下列幾種：

1　海蝕崖：花東海岸面臨深海，海底地形陡峭，波浪向陸地前進時，幾無緩衝，激浪直接侵蝕陸地，海蝕地形發達，尤以海蝕崖最顯著。

2　海蝕洞與海蝕凹壁：海蝕崖下方經常年波浪侵蝕，岩性耐蝕處，容易形成發達的海蝕凹壁，尤其是海岸山脈堅硬的火山集塊岩分布區最為典型。加上板塊間的碰撞，地震頻繁，會形成數次伴同地震時地殼抬升產生的多段海蝕凹壁，也是地質奇觀之一 。海蝕洞則以八仙洞隆起海蝕洞群最有名，由海拔 20 餘公尺至 130 餘公尺共有十餘個海蝕洞，其中以靈岩洞最高大。為石梯坪北側的石門洞則聞有三個洞口的海蝕洞門。

3　海岸階地：板塊間的碰撞，地震頻繁，地殼間歇性抬升，花東海岸是本島海岸階地最發達的地區，現今主要公路和聚落均位於海階上。隨著地殼不等量上升，花東海岸北段海階較窄，南段較寬，階數也較多。因地震頻繁造成的地殼間歇性抬升，石梯坪及小野柳海岸還出現許多上升的數段小階地。

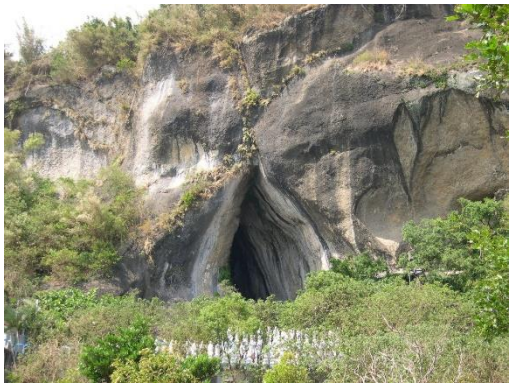


圖 10. 靈岩洞及周圍的海蝕崖和海蝕凹壁

圖 11. 石門海蝕洞門有三個洞口

圖 12. 石梯坪的海蝕平台與海蝕洞門

圖 13. 花東海岸火山集塊岩組成的海蝕凹壁

圖 14. 花東海岸伴同地震時地殼抬升產生的多段海蝕凹壁

圖 15. 花東海岸伴同地震時地殼抬升產生的多段海蝕凹壁

圖 16. 長濱八仙洞以南的海岸階地

圖 17. 花東海岸靜浦附近的海階

圖 18. 臺東小野柳海岸隆起珊瑚礁覆蓋的最新形成海岸階地

二、西部海岸的海底地形

臺灣西部的海底地形都是寬而淺的大陸棚，為歐亞大陸邊緣的一部分。尤其臺灣西岸面臨的臺灣海峽大部分都不到 100 公尺。最淺的部分從台中市至台南安平一帶外海，據岸 15 公里以內，水深都不到 40 公尺。受這些平淺的海底地形影響，臺灣西部海岸地形有下列數種：

（一） 沙洲與潮埔

西部海岸有許多大河川流入臺灣海峽，堆積於平淺的海底，加上潮差大，海岸退潮後露出大片的沙洲與潮埔。常被海堤圍築開發為海埔新生地，規模與面積最大者為台塑六輕工業區和鰲鼓海埔新生地。西南部海岸因陽光充足，冬天晴日多，開闢為鹽田，但現今已停產。

（二） 濱外沙洲與瀉湖

海中的砂礫隨著沿岸流堆積，一但堆積高出水面者，通稱為沙洲，若沙洲生成於海濱之外，形成沙洲島，或稱為濱外沙洲。臺灣西海岸由於大肚、北港、朴子、八掌、曾文溪等注入大量的泥沙堆積，外傘頂洲、網子寮、頂頭額、新浮崙等濱外沙洲發育。外傘頂洲是臺灣西南海岸最大的濱外沙洲，長約 6-7 公里，寬 1-3 公里。由於近年各大河川帶出來的漂沙減少，沙洲的高度已大為降低，原島上的砂丘群幾乎消失，漲潮時大部分的沙洲已被海水淹沒，加上北側的侵蝕與南側的加積，外傘頂洲已向南遷移，從雲林

縣海岸向南遷移至嘉義縣海岸。

位於濱外沙洲與陸地之間，幾與外海分隔而受潮流影響的海域，稱為潟湖。臺灣西南沿海即有典型潟湖地形，許多已開闢為魚塭、鹽田及港口，高雄港、左營港均為潟湖修建而成的港口。現今最大天然的潟湖為網子寮洲與頂頭額洲在七股溪出海口，圍築成的七股潟湖。但近年受漂沙減少影響，沙洲的長度及寬度受侵蝕也在縮減，對七股潟湖的保護功能，已受到威脅

濱外沙洲持續堆積除了可增加的土地面積外，也是沿海沙岸與沙洲內側潟湖的屏障，有濱外沙洲的海岸，沿海沙岸及潟湖可減緩外海波浪的侵蝕，潟湖內即可用來海洋牧場，尤其是養殖牡蠣最佳場域。

這些沙洲、潟湖，尤其是潮埔及河川的下游，均經常有水筆仔、海茄冬、五梨跤等紅樹林生長，不但對固定泥沙穩定沙洲與海埔地有重大的功能，沿海的濕地也大部份分布此地，除了魚、蝦、貝類的生長外，也成為海鳥良好的棲地，這些海鳥除了擔任清道夫的角色，維持灘地、潟湖的清潔，同時也成為生態觀光資源，牠們聚集在淺灘、淺水域覓食、追逐、飛翔等，景象更是賞鳥者觀賞好對象，尤以七股潟湖的黑面琵鷺最有名。

圖 19. 西部海岸有許多河川流入臺灣海峽，沿海有許多漂沙。

圖 20. 漂沙在沿海潮間帶堆積，露出的寬闊平坦泥或沙灘，稱為潮埔。

圖 21. 外傘頂洲為臺灣最長的濱外沙洲

圖 22. 七股潟湖及濱外沙洲

圖 23. 潟湖牡蠣養殖

圖 24. 七股潟湖外圍濱外沙洲受侵蝕後退

（三） 沙丘

以臺灣西北桃園海岸最發達，此段海岸海底地形平淺，有南崁溪、埔心溪、新街溪、老街溪、富林溪、大堀溪等河川注入，帶來豐富的漂沙，漂沙注入臺灣海峽後，隨海岸沿岸流及潮汐帶來的漲退潮移動漂送，在海岸海底地勢較平緩地區堆積成沙灘。退潮時廣闊的沙灘受強風吹襲及日曬後逐漸脫水，表層變得乾鬆，被沿海空曠地區強大的風力吹送即成為在地表懸浮吹送的風吹沙。

桃園縣西北海岸的走向為東北東，與秋冬季及春季盛行的東北風斜交，夾角約 22.5 度左右。每年九月至隔年五月間東北風呈向陸吹送的風，這些風吹沙即受到風力的吹送，在海灘內側，因地勢較高，遇到植物或地物等障礙物，風力即削減，沙粒即堆積成平行海岸的縱沙丘，分布範圍北自與新北市交界的蘆竹鄉海湖附近，南抵與新竹縣交界的蚵殼港均有海岸沙丘的分布。

這些沿海的沙丘群中，以位於大園區老街溪口（許厝港）至觀音區大堀溪口海岸間的草漯沙丘最高大寬廣，平均拔高可達 10-21 公尺，最寬的活動沙丘部份可達 150 公尺左右，若不管上方經常築有格狀竹編的防沙籬，冬日東北季風強大時，經常風沙飛揚，可說是小型的「撒哈拉沙漠」，為臺灣海岸中沙丘保持最寬廣而完整者，因此 2013 年被「臺灣環境資訊協會」執行的「臺灣海岸守護計畫」遴選為臺灣九處最值得守護，也最美的海岸之一。2021 年 6 月已被桃園市政府公告為「草漯沙丘地質公園」，為國內第三個地方級地質公園。沙丘的型態主要有下列三種：

1　條狀丘：以北段 2 公里寬度較窄，高度也較高段最為典型，一直向南延伸至觀音垃圾場旁沙丘高度最高處也屬此地形。

2　櫛齒狀丘:以沙丘北段向西南，隔一條小河出口凹谷以南的草漯海濱最為典型，沙丘向內陸突出一大片較平坦，內緣有呈鋸狀的小沙脊。

3　臺狀沙丘：沙丘最寬廣成平台狀，頂部大致平坦，起伏較小，以草漯沙丘北段約 2.1 公里處，即北港垃圾場北側約 200 公尺處的活動沙丘最典型。

圖 25. 草漯沙丘條狀丘

圖 26. 櫛齒狀丘

沙丘向內陸突出一大片較平坦，內緣有呈鋸狀的小沙丘。

圖 27. 台狀沙丘

沙丘最寬廣成平台狀，頂部大致平坦，起伏較小。

（四） 藻礁

藻礁（Algal reef）是由藻類所建立的生物礁體，為除了珊瑚礁外最常見的生物礁體。藻礁可以涵蓋兩個概念：即地質藻礁與生態藻礁，地質藻礁指珊瑚藻的結構以層層堆疊為主，形成平坦的岩層，地質上也稱為生物層礁。生態藻礁指生存於藻礁體內、表層或孔隙內的動植物及微生物，及其他以藻礁為生的藻礁生態系，具有生態功能。生長的基盤則為西北海岸臺地受蝕而出露分布海岸的石英岩質卵石為主。

臺灣海岸有藻礁發育者最大面積在桃園海岸，由於海底平淺又有卵石分布，可附著生長，大致上由竹圍漁港向南至永安漁港以北最集中，長約 27 公里，由北向南可以區分為六大藻礁區，分別為沙崙藻礁、許厝港溼地藻礁、樹林草漯藻礁、白玉藻礁、大潭藻礁、觀新藻礁。漁港以南永安石滬附近也有零星分布，但僅有薄層覆蓋。藻礁形成年代可回朔到 7600 年前。前期礁體為珊瑚礁，後期才以藻礁為主，目前部分地區的藻礁仍持續生長。

其中的觀新藻礁為臺灣西海岸面積最大、 生長最好的藻礁地形分佈範圍位於桃園縣觀音鄉小飯壢溪口南岸至新屋鄉後湖溪口北岸，小飯壢溪口以南至新屋溪口以北是觀音藻礁，新屋溪口以南至後湖溪口以北是新屋藻礁，兩者合稱為「觀新藻礁」。由外緣至海灘內側，縱深可達 400 公尺。鑒於觀新藻礁的珍貴性與脆弱性，農委會於民國 103 年 4 月 15 日正式公告為「觀新藻礁生態系野生保護區」。

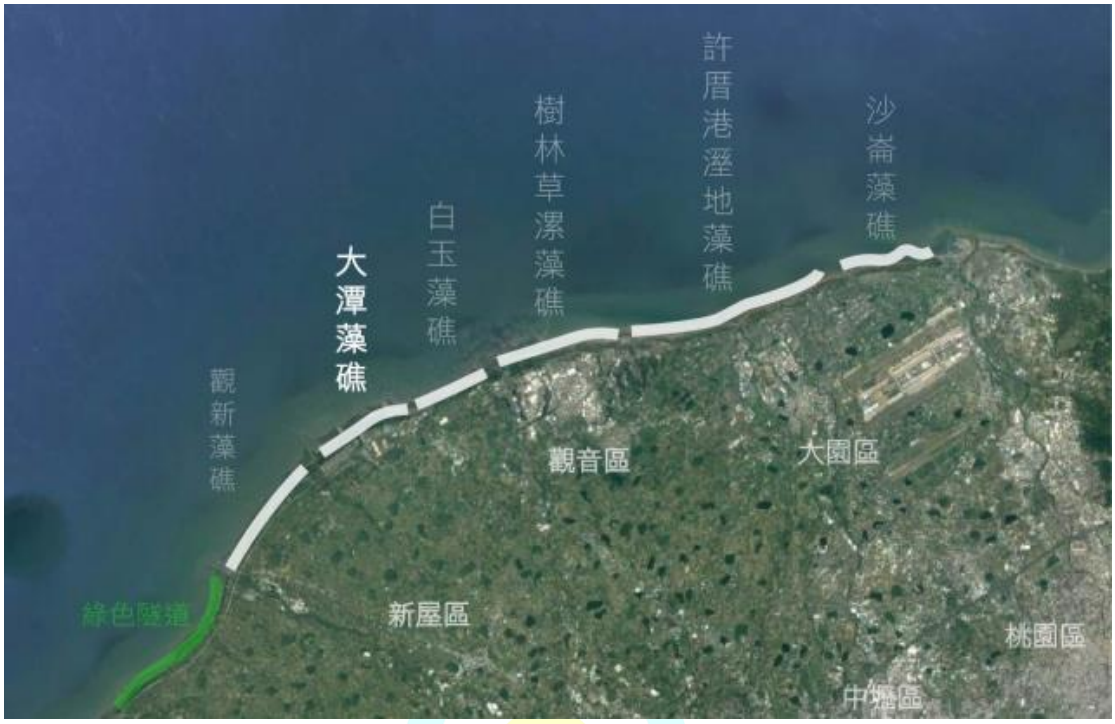


圖 28. 桃園海岸藻礁分布圖

圖 29. 石英質礫岩上聲長的殼狀珊瑚藻

圖 30. 薄層環狀生長的殼狀珊瑚藻

圖 31. 塊狀殼狀珊瑚藻的剖面

圖 32. 由外海看樹林草漥藻礁與內陸側的沙丘

圖 33. 大潭藻礁

圖 34. 面積最寬廣的關新藻礁

圖 35. 桃園藻礁區發現的一級保育生物—柴山多杯孔珊蝴

貳、波浪和風的影響

海洋的波浪與風為經年影響海岸地形發育的主要營力，花東海岸面臨寬闊太平洋，潮差並不大，花蓮港在 1.6~1.8 公尺之間。波浪方面，北端的花蓮港及南端的中央氣象局成功站均設有波浪儀，花蓮站平均波高為 1.82 公尺。夏季及秋季由於經常有颱風由本區通過或經過，常帶來猛烈的強風，導致異常的激浪，花蓮站曾測得的最大波高為 20.5 公尺（1990，歐菲莉颱風），這些激浪挾帶巨大的能量，當然會對本區的海岸地形演育有顯著的影響。

西北海岸的波浪特性，依據中央氣象局新竹浮標觀測波高之統計，冬季季風期間（10 月至翌年 3 月）平均示性波高介於 0.92-1.3 公尺間，主要波向為北方；而下季季風期間（4-8 月）平均示性波高介於 0.62-0.83 公尺之間，主要波像為西方，觀測期間測得的最大示性波高為 12.45 公尺，發生於 2008 年 9 月 28 日薔蜜颱風侵襲期間。本段海岸冬季有強勁的東北季風，東北風向穩定的風力在 10-15 m/sec（秒/公尺），西北海岸中央氣象局桃園新屋測站年平均最大十分鐘風速為 17.89 m/sec，這些強大的風力除了可帶來強大的風能用於沿海風力發電外，也會造成侵蝕的營力。這些經海洋帶來的波浪和風對臺灣海岸地形的影響主要有下列數項：

一、海岸侵蝕後退

颱風強大風力產生滔天巨浪，在臺灣東海岸的記錄可達 20.5 公尺（1990 年歐菲莉颱風，花蓮港波高記錄）常越過防波堤或消坡塊，造成急劇的侵蝕、崩壞與後退，。根據近年來的調查，臺灣地區的海岸線除了北部及東北部的岩岸，南端的珊瑚礁海岸，以及修築海堤及消波塊保護的海岸段外，其他地區的海岸線，如西北、西部、西南及東部海岸均呈逐年後退的情況，尤以颱風經常侵襲的花東海岸最嚴重，共有 10 餘處嚴重後退的海岸段，沿海地區的海灘、農田、家園不斷流失淹沒，海崖不斷崩退，沿海公路也因為海岸後退、維修費用過高而放棄，路線陸續內移，如花東海岸公路由日據期至今，成功鎮以南嘉平海岸段，因海岸嚴重後退，公路段已第三次改道。

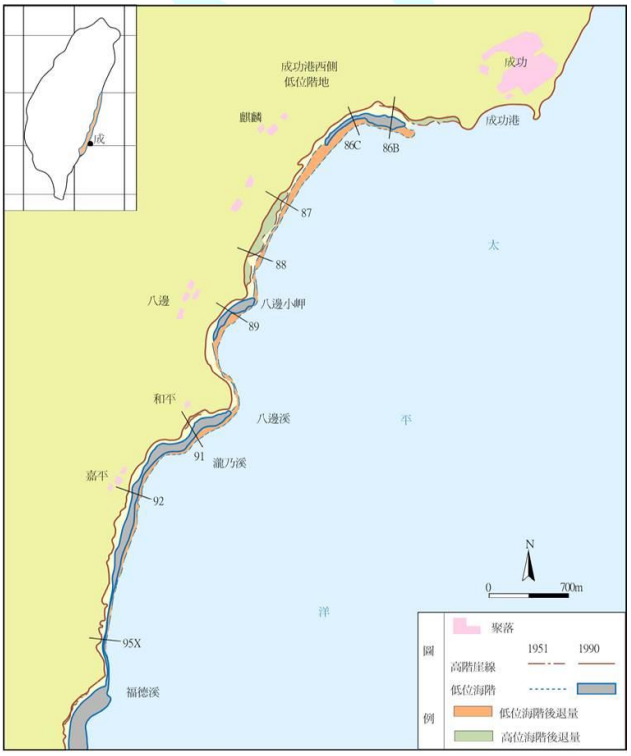


圖 36. 花東海岸成功鎮以南嘉平海岸後退示意圖

圖 37. 花東海岸波浪侵蝕，農田流失。

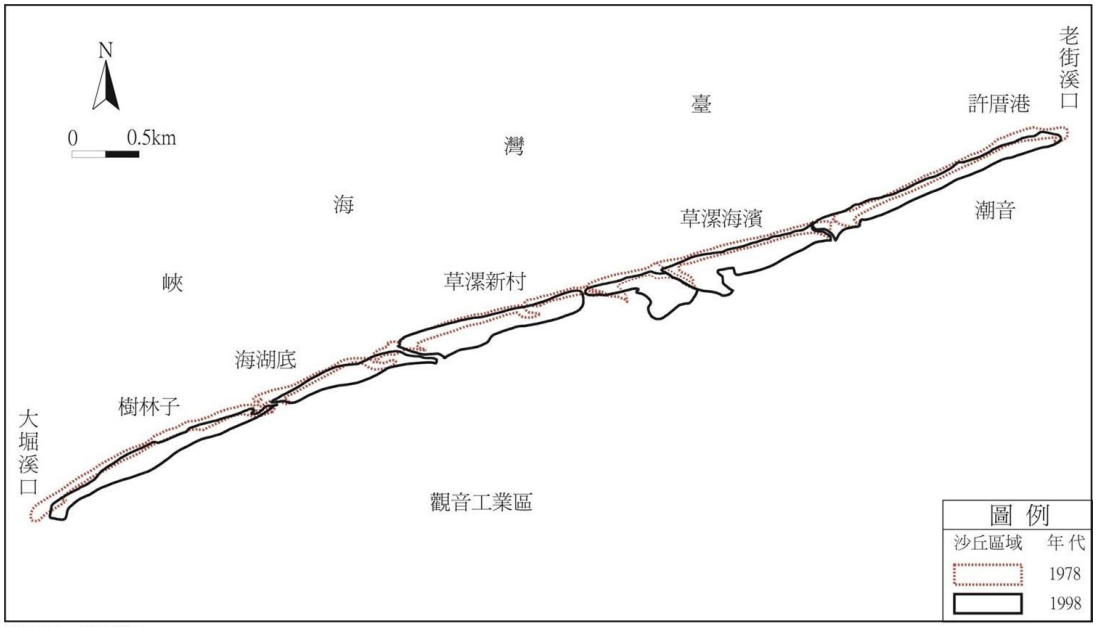
圖 38. 花東海岸波浪侵蝕，海蝕崖後退。

圖 39. 花東海岸磯崎海水域場颱風帶來強浪侵蝕，沙灘流失，並形成侵蝕崖。

圖 40. 颱風帶來強浪侵蝕，長濱國中下方形成大型海蝕洞。

二、沙丘變遷

在臺灣西北海岸海灘內側的沙丘為海岸的第一道防線，與海岸平行，有時數列分布，可以阻擋海岸快速被侵蝕。除了最外側的活動沙丘，內側沙丘經常有防風林生長，加上沙丘地形的凸起，可以保護海岸內側的陸地不致被飽含氯離子及鈉離子的海風直接吹襲及侵蝕，保護沿海的農作物及房舍。但她業直接面對波浪及強風的直接侵蝕而產生變遷。颱風及東北季風帶來的高大波浪會侵蝕向海側的沙丘崖腳，使沙丘後退；強風也會將向海側的沙向後搬運至沙丘後方堆積，使沙丘逐漸向後遷移，產生變遷。前述的草漯沙丘在 1978 年至 1998 年間就向內陸移動數十公尺不等。



資料來源：本研究繪製

圖 41. 草漯沙丘的變遷

圖 42. 波浪侵蝕沙丘向海側，形成沙丘崖。

圖 43. 颱風侵蝕草漯沙丘，海岸後退，原修築在陸地上的碉堡掉落海中。

圖 44. 強風將向海側的沙向後搬運至沙丘後方堆積，使沙丘逐漸向後遷移，防沙離倒伏。

結語

臺灣的海洋環境東部及西部有很大的差異，這也是臺灣除了生物多樣性外，地景多樣性的基礎，值得進一步的探討，地景的多樣性也更需要珍惜與保育，尤其在海岸也不斷被開發利用的今天，更需要重視與呼籲，最近桃園大潭藻礁區因第三天然氣接收站的興建，引發的保育議題就是最好的例子。

許民陽

臺北市立大學地球環境暨生物資源學系名譽教授

延伸閱讀

[1] 張志欽（2006）。宜蘭多樣性的海岸地形與特殊地理景觀，蘭陽博物館電子報，第 20 期。

[2] 許民陽(1998a)。颱風對花東海岸地質環境的影響，地質，經濟部中央地質調查所，18（1）：1-16。

[3] 許民陽、高慶珍、高鵬飛、鄭紹龍 (1998b)。花東海岸後退的研究–花蓮至長濱段，中國地理學會會刊，26：73-98。

[4] 許民陽、高慶珍、高鵬飛、鄭紹龍（1999）。花東海岸後退的研究–長濱以南至段臺東段，地理學報，台大地理系，25：83-109。

[5] 許民陽（2013）。由全球氣候變遷看臺灣的海岸變遷問題，地質，23（4），6-9。

[6] 許民陽（2019）。臺灣生物礁的形成與地質環境，地質 38（4），24-30。

[7] 許民陽（2020）。臺版撒哈拉—草漯沙丘地質公園，地質公園學會年刊。

[8] 沈淑敏（2013）。臺灣地區海岸海岸地形的特徵與分類，地質，23（4），14-19。

[9] 戴昌鳳（2008）。臺灣的海洋，遠足文化事業有限公司，215 頁，臺北市