

貳、淡水河河口灣沈積動力及古海岸變遷之整合型研究構想

(國立台灣大學 海洋研究所 俞何興教授)

一、前言

全球變遷研究在國內進行已將近十年,相關學術領域如大氣、海洋、生態、古環境、經濟均已累積了相當的研究成果,目前已到了可以嘗試建立區域整合模式的階段,以將研究成果可作為全球變遷及區域永續發展決策支援工具之基礎。國際上相當成功的範例為美國華盛頓大學的 PRISM 計畫,該計畫有效地整合自然科學、生態、古環境、經濟、工程等領域的學者,以華盛頓州的 Puget Sound 流域為研究對象,將大氣模式、水文模式、生態模式、都市模式、經濟模式及海灣模式串連成一個整合模式,不同領域的學者因此可以密切合作。研究成果請參見網頁 <http://www.prism.washington.edu>。若以淡水河流域整合大氣、水文、生態、都市、經濟及海洋模式成為區域整合模式為長期目標,本文則先提出淡水河河口灣沉積動力與古海岸變遷研究之初步構想。

二、研究目標

研究目標為建立淡水河河口灣 (estuary) 之沈積動力及古海岸變遷模式,其研究成果可與其他領域模式整合,朝向了解及預測淡水河流域的環境變遷趨勢及永續經營的最終目標。台灣北部區域內主要河川有三條,水系以淡水河流域為中心,淡水河發源於品田山,幹流長約 159 公里,流域面積約 2,726 平方公里。淡水河下流流經台北市的部份,其特徵為都市型河段,主要為大規模的密集式居住型態,高密度的開發以及住宅區與工商發展結合。

淡水河河口灣處於陸地與海洋的交界處,隨著經濟發展及港口的開發利用及整治,已經對河口灣及近岸造成了顯著的影響。人與自然共存相依的生存型態因而改變,淡水河河口灣的環境變遷顯示河口灣的汙染日益嚴重,水資源不當的利用,河口灣整治的要求迫近眉睫。過去的河口灣研究指出,河口灣生態物種的改變和環境的破壞,污染物的擴散及自淨,都與不同的河口灣系統有緊密的關係,從而整治利用河口灣及河口灣的永續發展經營必須更進一步了解河口灣的基礎研究,包括河口灣的概念、基本特性及類型等。

長久以來人類利用河口灣的天然資源,不計後果的開發,使得河口灣環境破壞,資源耗竭,終於了解到人類利用河口灣的資源與維持一個良好的生態環境,必須得到一個平衡。例如,飽受環境破壞及污染之苦的英國泰晤士河口灣,經過長期的河口灣研究及整治,現在已經可以初步地預測及監控污染物質的分佈及含量,沈積物的搬運及堆積,以及水質的改善及保持河道航運的暢通,已恢復了大部分河口的生機。

三、主要構想

我環保機構定期對主、次要河川進行水質監測,並以溶氧量、水生需氧量、懸浮固體及氨氮等四個水質參數評估污染程度。淡水河下游河段之污染已影響到生活環境及其他水資源之利用。當然,淡水河河口灣的整治是必須的,但我們了解河口灣的特性包括地形、水文、生物、化學、物理及地質等,須要全面整合性研究,同時應對時間及空間尺度的動力、

生態變化加以考慮,對淡水河河口灣的整治利用及工程作業才具有實質的貢獻及意義。

回顧河口灣 (estuary) 一詞,源自於拉丁語 “Aestus” 就是潮汐的意思,河口灣意謂著任何潮汐可影響的海岸地帶。早在 1950 年代,隨著河口灣與海岸的研究,河口灣的定義及研究內容不斷演變。早期研究的河口灣可視為河流與海洋之間的通道,它向陸地延伸到潮水的上限,著重於研究海水與淡水的交流混合,而且觀察每天潮汐的影響,強調時間尺度的效應。60 年代末期廣泛地認為河口灣是一個與廣闊海洋自由相通的半封閉的海岸水體,其中的海水在一定程度上為陸地排出的淡水沖淡,研究重心為河口灣水流運動的特性與動力受到邊界條件影響,並以此與其他水體,例如海灣,加以區別。密度梯度是河口灣環流最重要的驅動力,河口灣上界是以鹽度為指標,鹽度大約為 0.02。

目前學者大都以河口灣的海水與淡水的混合性質加以分類,同時研究相對應的河口灣環流型態及生地化間的交互作用。河口灣是一個獨特的自然地理系統,具有一些生物與化學特性,例如豐富的營養物質、生物生產力大及生態環境多樣化。生物學者強調一個河口灣應該能夠維持鹽度結構的平衡,從而成為廣鹽性物種的棲息地。河口灣水體的水質,其化學性質對生物生存的條件,當然有極大的影響,其重要性不言而喻。水質的化學監測是河口灣環保的重要工作之一。

由地形地貌及沈積物輸送分佈的研究指出許多河口灣的形成,是由於 6000-7000 年前,全新世海面上升,海水入侵河谷形成溺谷,溺谷的向海部份接受了來自海洋及河流的沈積物,受到潮流與河流水流過程的影響,造成不同的沈積相,因此主控河口灣特性的兩大因素就是潮汐與河流。然而溺谷河口灣僅包括相對海水面上升時形成的河口灣,並不適用所

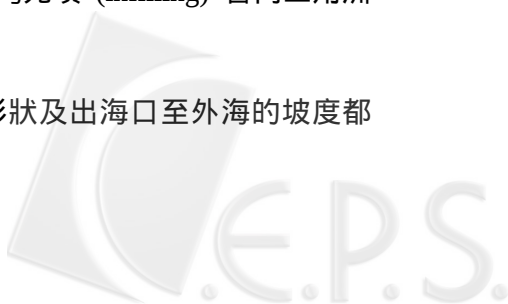
有的河口灣。有些人認為河口灣是逕流及其夾帶的泥砂向海擴散及沈積物消散之處,這種觀點較為適當。

到了 80 年代以地形地貌與水動力因素為基礎,根據河口灣的地形特徵與泥砂阻塞的程度可將河口灣分成 7 類,例如峽灣與海岸平原河口灣。進入 90 年代沈積學者組合了河流的流量,波浪與潮汐隨時間的變化,將河口灣分成更多的模式。三角形的三個頂點代表河流、波浪與潮汐三種動力作用不同的海岸環境,沿著三角形長軸是時間變化,伴隨不同的海水面升降及沈積物供應量,海岸環境可以在三角洲、河口灣與海岸平原交互出現。三角形表示各個河口灣的河流、波浪與潮汐作用的相對重要性,由此河口灣可以分成兩類:波浪優勢河口灣及潮汐優勢河口灣。但也有學者建議增加河流優勢河口灣。

台北盆地的研究指出大約 6000 年前海水入侵,整個台北盆地呈現一個半鹹水的海灣,其沈積物以河口灣堆積為主,隨後,海水面逐漸下降,淡水河流域逐漸形成,河流沈積物增多,整個台北盆地被河流沈積物充填。現今淡水河河口灣的範圍,比起 6000 年前小了許多,實際的情形如何,也是計畫研究的重點之一,即古海岸與淡水河河口灣的變遷。

河口灣研究應針對地形、水文、生物、化學、物理及地質等因素作定量觀測,同時考慮時間及空間尺度,才能實質研究淡水河河口灣整治及利用。河口灣-海岸環境變化三個主要因素:相對時間、海水面升降及沈積物供應量。相對時間或可以海進與前積 (progradation) 的效應來表示,海進效應較強時,河谷被淹沒 (flooding) 造成河口灣範圍擴大,如果前積效應較強時,河口灣充填 (infilling) 會向三角洲方向發展。

河口灣的形狀及出海口至外海的坡度都



是影響潮流與河流的主要因素，河口灣的深淺與寬度影響潮流達到河口灣的上游極限，例如，著名的錢塘江的錢塘潮，主要反應地形效應。反應不同地形的潮流與河流直接影響沈積物的傳輸與分佈，因此河口灣形狀與沈積作用有相當的關連。評估河口灣充填時，古河流形狀及大小是須要考慮的因素。不同時期精確測量河口灣形狀，由其地形差異可推論沉積或侵蝕作用。例如，Bahia Blanca 河口灣 (Argentina) 由其 6 年間地形差異推論出那部份是堆積或是侵蝕。因此淡水河河口灣精密地形資料必須收集。研究計畫可從地質地形、沉積作用與水文三方同時著手。

四、小結

了解淡水河河口灣現況相當重要，可藉此推測淡水河河口灣的未來河谷是否被淹沒 (flooding) 或充填 (infilling)。例如，Wapengo Inlet (New South Wales) 研究指出約 7000 年前海進發生，Wapengo Inlet 被淹沒，河口灣擴張隨後河口灣快速充填 (infilling)，由 1500 年前到現今前積效應持續減弱，但三角洲充填持續進行。也需確認現今淡水河河口灣屬於波浪優勢河口灣或是潮汐優勢河口灣。

參考文獻

- Dalrymple, R.W., Zaitlin, B.A. and Boyd, R. 1992. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. *J. Sedimentary Petrology*, v.62, p.1130-1146.
- Dyer, K. R. 1989. Sediment processes in estuaries: future research requirements. *J. of Geophysical Research*, 94(10), pp.14,327-14,339.
- Eason, H., Chung-Hung, Ou, Shin-Sheng, T. Nan-Jong Kuo, Ten-Chi, H. and Wen-Chi, L. 2000. The future impact of the Tan-Shui harbor on its nearby coastal environment. *J. of the Geological Society of China* 43 (2), pp.341-360.
- Fenster, M.S., FitzGerald, D. M., Kelley, J. T., Belknap, D. F., Buynevich, Ilya V. and Dickson, S. M. 2001. Net ebb sediment transport in a rock-bound, mesotidal estuary during spring-freshet conditions: Kennebec River estuary, Maine. *Gsa Bulletin* 113 (12), pp. 1522-1531.
- Frey, R. W. and Howard, J. D. 1986. Perspectives: Mesotidal estuarine sequences: A perspective from the Georgia bight. *J. of Sedimentary Petrology*, 56 (6).

