

臺灣海埔新生地開發與利用之研討

Discussion on the Development and Utilization of Tidal Land in Taiwan

臺糖公司嘉義海埔地墾殖處副處長

王 振 德

C. T. wang

摘要：在耕地面積受限，人口壓力日增之情況下，海埔新生地之開發實為農、漁及畜牧業發展及增加糧食生產有效途徑之一。十年前海埔地開發工作因資料缺乏而耽心圍堤工程困難，其後又以開發後之經營利用成問題，因而使臺灣西海岸五萬餘公頃之海埔新生地尚在風浪漂盪中成長。為使國人確信此一可行之途徑，筆者謹將從事海埔地開發與利用十餘年來之工作管見，由規劃開發而至經營利用，分別研陳如後，並祈專家學者不吝指正。

一、緒 言

在加速農村建設，增加糧食生產的今天，臺灣海埔新生地的開發確實為達此一目標有效途徑之一。蓋因臺灣的農耕已發展到極高度的標準，並迫切需要更多耕地。由海埔地開發已得成果，可確證其非但足以繁榮沿海地區，改善此等地區農、漁民生活，同時在灌溉水源充沛，土壤質地良好之彰化，臺中海埔地區實為一種食物生產之寶庫。臺灣西海岸北自桃園縣之老街溪，南至高雄縣之二仁溪，雖經調查約有53,800公頃海埔新生地已告形成（詳見附圖），但因地理環境以及天然條件略有差異，致其開發成本，經濟效益乃至利用方式自不相同。為加速臺灣海埔新生地之開發，不妨依其經濟價值之高低，國家需要之緩急，分區分年予以開發利用。將十餘年前「雲林海埔地墾殖實驗處」實驗之成果，「行政院海埔地開發規劃委員會」勘測規劃之資料，以及前「臺灣省海埔地規劃開發委員會」（省土資會前身）開發完成之新生地，統統予以研究比較，並參考「臺糖公司鰲鼓海埔地經營利用之業績，當不難發現開發海埔新生地之經濟效益。

二、海埔地開發工程之調查規劃

海埔地開發工程較陸上水利工程之設計及施工均難，乃因陸上水利工程所需之水文，氣象資料以降雨量，蒸發量及河川流量為主，工程施工亦不受海水侵襲故比較容易。而海埔地開發工程所需之資料除陸上水文資料外，海岸水文資料如潮汐（Tide），潮

流（Tidal Current），波浪（Wave），及沿岸流（Longshore Current）等均應觀測調查。蓋因該項資料直接關係圍堤之選線，堤防之高低，外堤腳防護等之規劃設計工作。資料之確實性及記錄年代久暫與圍堤工程之安全及造價均有直接關係。因此海埔地開發先進國家如荷蘭、西德等國家均有數十年之潮汐觀測記錄。茲將臺灣海埔地區之海岸水文分析說明如後：(1)潮汐——臺灣海峽之潮汐，因受太平洋潮流之影響，漲潮時海水由南北兩端進入海峽，約在北緯 $24^{\circ}20'$ 附近會合，退潮則以相反方向由海峽向南北兩端流出。臺灣海岸所見之潮汐為一日雙潮，朔望日高潮發生在中原標準時間十一時三十五分，兩次高潮或低潮之間隔時間平均為十二小時二十五分，每日高潮或低潮之發生時刻平均延後五十分鐘。(2)潮流——海水因潮位變化產生潮流，流速之大小與方向隨漲退潮而變，因可攜帶泥砂且具冲刷力，對海埔地有若干影響。臺灣海峽之潮流因受常年季風及洋流之影響，對河口灘地堆積物質有漂移作用，再者波浪在碎波時激起之灘地物質亦為其拖引力所帶動，至潮流所帶之漂沙其漂移或沉積則視潮流之速度，漂沙粒徑以及地形變化等因素而定。(3)波浪——波浪對於海堤之規劃及設計至為重要，對海岸變遷之影響亦大，因此海埔地開發在堤防設計方面必須對波浪有明確之認識及詳實之觀測資料。波浪與風有密切之關係，波浪之大小，受風力，吹風歷時及受風範圍（Fetch）三者之影響，因而在背風之沿海，波浪較小，外海及向風之海岸則波浪較大。風力愈強，吹風歷時愈久，受風範圍愈廣者，波浪亦愈大，反之則小。臺灣海峽之波浪可分東

北季風波浪，颱風波浪及遠海颱風傳來之湧波 (Swell) 三種。東北季風在深海吹起之波浪，波高在二至四公尺之間，週期在八至十秒左右，因其週期短，故尖銳度大，為侵蝕沙灘之一種波浪。西海岸在此種波浪打擊下，均遭受侵蝕，幸而陸地河川帶來大量泥沙，故海岸尚能呈堆積及向前推展之狀態。(4) 沿岸流——沿岸流之移動方面略與海岸平行，影響淺灘漂沙及堤脚冲刷，亦為必須調查項目之一。以上四項資料中潮位觀測較易，且與海埔地開發堤防設計之關係最密切。茲為便於海埔地開發研究起見，特將臺灣西海岸海埔地區之潮汐變化錄列如下表：

臺灣西海岸海埔地區潮汐變化統計表 (所列潮位均為年平均平均值)

地區	潮位	平均	平均	平均	最高	最低	平均
		高潮位	低潮位	潮位	潮位	潮位	潮差
		(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)
臺南	(+)	0.44	(-) 0.11	(+) 0.19	(+) 1.30	(-) 0.56	0.54
曾文	(+)	0.56	(-) 0.33	(+) 0.10	(+) 1.14	(-) 1.12	0.89
嘉義塩港	(+)	1.18	(-) 0.36	(+) 0.41	(+) 1.95	(-) 1.12	1.54
梧棲	(+)	1.82	(-) 1.43	(+) 0.13	(+) 2.75	(-) 2.05	3.24
香山	(+)	1.73	(-) 1.65	(+) 0.04	(+) 0.56	(-) 2.68	3.38

三、海埔地圍堤工程之規劃與設計

海埔地之開發為與海爭地，圍堤工程是為首要。而圍堤之工程費用均佔全部開發費用之半數以上，且堤線之選擇關係堤防工費至鉅，故必須審慎從事。一般工程之規劃及設計係以安全、實用、美觀及經濟為目標，海埔地之圍堤工程亦不例外。但應注意者，防潮堤經常遭受潮汐、波浪及勁風之侵襲，且須防止海水滲流，波浪湧升 (Uprush) 以及海浪越堤 (Overtopping) 之災害，因此防潮堤之設計應採用平緩之外坡 (1:6 或 1:7)，且不宜有較大之變化，宜採用較寬之水平堤頂及適當之內坡防護。筆者認為海埔地圍堤之規劃與設計必須考慮下列數點：

1. 堤線位置應在平均高潮位與平均低潮位之間而利施工。蓋因在此一高程，堤前灘地在理論上每一潮期 (Tide Cycle) 有約六小時之退潮期。
2. 堤線必須選在穩定之灘地上，慎防潮流，沿岸流及波浪等之沖蝕。
3. 堤線所在之灘地應有適當之高度以利壟區排水或降低地下水水位而利農業生產。
4. 選定堤線應考慮壟區之規劃及利用，若以農業為主，其圍定面積應配合灌溉用水之供應量與排水暢

通。堤線選擇之優劣以每公里堤長所能圍壟之面積而定，即單位堤長圍壟之面積愈大者較優。

5. 每一壟區堤線長度應考慮築堤工程，並應配合機械設備及人力之能量，不宜過放龐大，俾能配合施工季節。

6. 防潮堤失事之主因不外 (i) 潮浪越堤致內坡受到侵蝕。(ii) 海水滲透堤身帶走一部份較細物質而形成管路 (Pipe Line)，破壞堤身安定。(iii) 波浪襲擊護坡遭受破壞致堤身坍塌等三種因素。故防潮堤之設計在堤高計算，堤坡防護以及建材之選定均應審慎研考。一般防潮堤之高度計算可採用下列公式：

堤高 = 計劃潮位 + 潮位偏差 + 超高 + 沉陷量 + 波浪湧升 (均以公尺計)。

$$\text{式中波浪湧升 (Z)} = 2.7H\sqrt{\frac{\pi}{2\alpha}} \sin\alpha \cdot \cos\beta$$

[H = 堤前最大波高，公尺； α = 外坡與地面之夾角； β = 波浪方向與堤防法線之夾角 (入射角)]。由此公式亦可知潮汐，波浪與防潮堤設計之關係。

四、堤防之建材及施工

海埔地圍堤之長度普通均在數公里或十餘公里，所需建材數量龐大，故為節省工程費用計，均以就地取材為妥。堤心所用土方數量最多，一般採用海灘之土填充，以能利用抽沙機械由堤外抽沙填充較佳。心土外坡鋪約30公分厚之粘土層以防止海水入侵，施工應注意加壓使之堅實。粘土層上部鋪以30公分厚之級配濾水層，最外層以粒徑約30公分之塊石砌築而成外坡防護層，塊石間之空隙填以小石使之穩定。堤頂及內堤坡均鋪約20公分厚之粘土防護層，以防止波浪越頂沖蝕之災害。本省已開發完成之海埔防潮堤，如新竹、王功、寓埔、嘉義以及曾文均以該項材料建造，在經濟及安全方面收效甚佳。

堤防之施工因受潮汐影響，土方流失較嚴重，在土方計算方面應予考慮，根據昔日經驗，該項土方流失在10~15%之間。採用機械施工故較便捷，惟在配合上仍多困難。如外堤坡之砌石大部份工作仍賴人力施工，且受潮汐影響每日工作時間受到限制。因此海埔地之施工必須在週詳之施工計劃。海埔地之圍堤合籠 (封口 Final Gap) 為防潮堤施工最困難之部份，合籠工程所需之機械，人力，建材以及時間事前均應籌備妥善，否則災害損失難以預計。茲將曾文海埔地圍堤合籠及嘉義海埔防潮堤護坡，日本鍋田壟區外堤之建築附如照片以供參考。

五、海埔地之經營利用

臺省以往開發海埔地多以圍堤建造為主，待圍堤完成後方研究經營利用問題，或因開發規劃時間短促致未能詳細調查利用之方式，非但使開發與利用脫節，甚至遭遇墾區內部之規劃工程不適用。為達到海埔地之高度利用，似可先由需要而決定開發地區。如對耕地迫切需要，則可先開發彰化、臺中段之海埔新生地。蓋因海埔地係高潮時淹沒在海水下，低潮時露出之海灘地，因此土壤中所含之鹽分濃重，土壤之電導度 (Electical Conductivity-EC) 最高可達 200 mmhos/cm. 以上，平均多在 60~100 mmhos/cm. 之間。因此若開發為農業用地，必須先行洗鹽，否則任何作物將無法生長。不過臺灣西海岸一般海埔地之土壤多屬砂質壤土或砂土，在水源充沛，排水暢通之地區洗鹽較易，經過二至三個月之洗鹽期間即可種植水稻，並可獲得很高的產量。臺灣已開發之新竹、王功、寓埔海埔地，因當地淡水水源豐富，故以種植水稻為主，每年可得兩期稻作之生產。曾文海埔地因灌溉水源缺乏，而以養殖鹹水漁類為主。臺糖公司嘉義海埔地鰲鼓墾區更採用農、漁、牧綜合經營。目前已飼養豬隻二萬頭，牛隻六五三頭，綿羊三百頭，並已完成淡水魚塢41公頃，種植牧草85公頃。民國63年曾試種水稻 2.43公頃，成績斐然。本64年期計劃大面積種植中間作 (即第一、二期中間) 水稻。鰲鼓墾區之經營方式可為全省海埔地經營利用之楷模。臺灣海埔地之開發工作早在民國48年即開始，前雲林海埔地墾殖實驗處曾對海埔地之利用作過不少之實驗，並已證明了海埔地之利用不成問題。茲將各海埔地區以往種植水稻之產量錄列如下表，以釋國人對海埔地利用之疑慮。

臺灣海埔新生地稻作生產統計表 64. 5. 10.

海埔地別	種植年分	種植面積 (公頃)	總產量 (公斤)	單位面積產量 (公斤/公頃)	種植期別
王功	61	54.00	221,652	4,105	5
寓埔	61	18.70	54,745.8	2,927	1
鰲鼓	63	2.43	9,454.0	3,891	中間作
雲林區	53	21.96	67,285.44	3,064	1
"	52	5.98	21,258.9	3,555	1

六、結 論

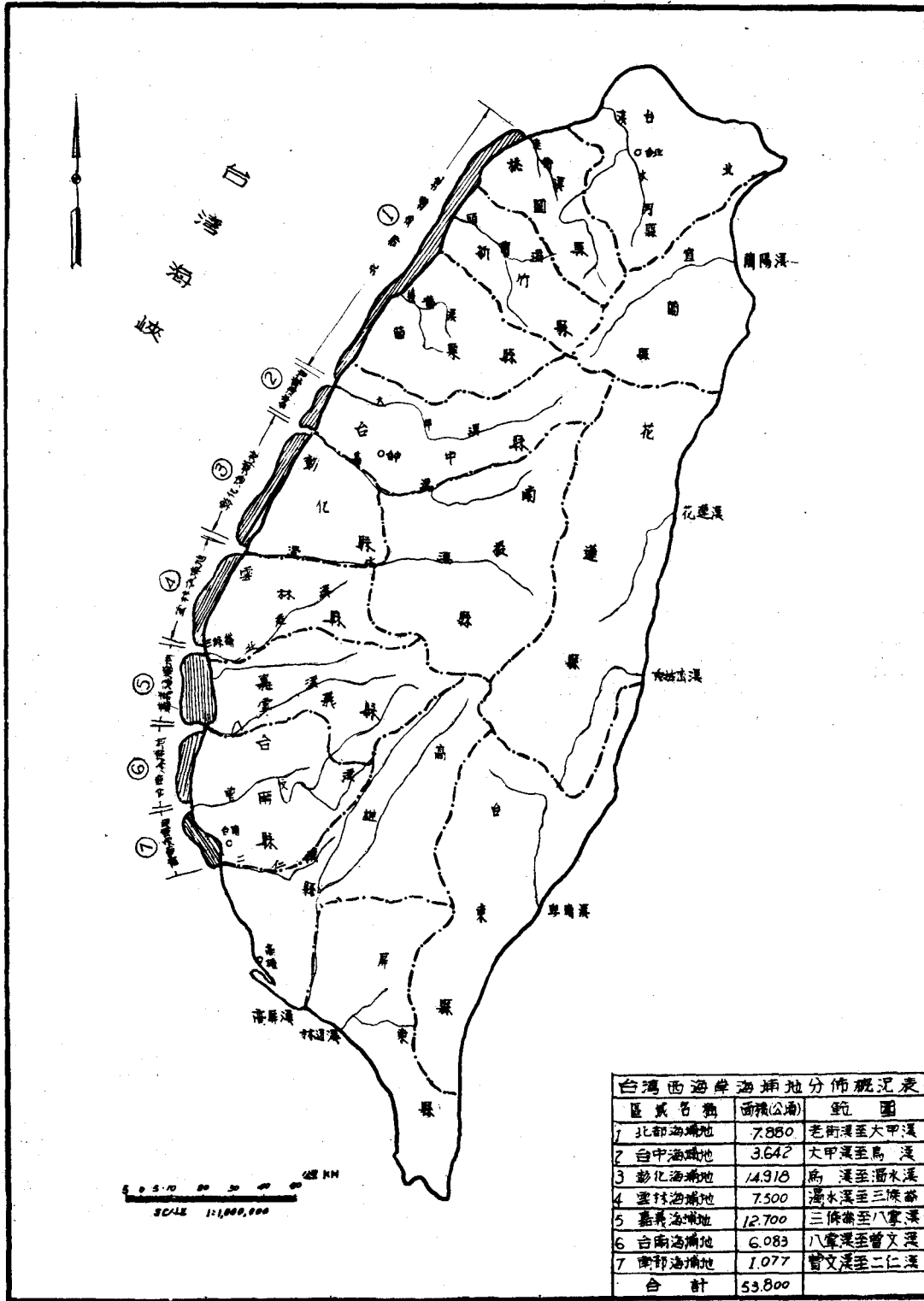
海埔地之開發非但可以保護內陸土地之流失，並可增加糧食生產。惟今後開發海埔新生地應先決定用途或經營利用計劃再選定開發之地區，使開發與利用不致脫節。同時若由政府負責開發後出售，則在土地改良期間必須設置輔導機構，一則輔導承售人如何改良土壤，二則負責墾區工程之維護保養，以增加利用之功能。日本海埔地開發在很久以前即受到政府之重視及財力支持，在灘地高度僅達小潮低水位之高程時即行圍墾。德國、丹麥、荷蘭海埔地之開發已有數世紀之久，但仍先圍墾平均高潮位處之灘地。在海潮安全之觀點及排水之便利而言，以開墾較高之灘地為優。

海埔地開發圍堤完成後，墾區內之一切生命財產端賴圍堤保護，因此防潮堤之高度，斷面形式，堤坡防護以及外堤腳之保護等均應審慎考慮研究。日本海埔地開發在早期亦以節省工料及經濟為主，防潮堤之高度，斷面以及建材盡量減省。但自1959年9月受貝絲颱風侵襲後，獲知甚多。當時伊勢灣北部堤防遭颶風破壞，海水倒灌達公里，邊田墾區內部之生命財產全被損毀。事後立即成立伊勢灣高潮對策協議會。該會對木曾、長良、揖斐、鍋田、鈴鹿等河川之下游堤防及有關海埔地防潮堤等均詳加研討改善。如河堤延長，海堤加高，建堤材料改善等措施，以達到墾區內部生命財產之安全。此點在本省海埔地圍堤工程規劃設計方面可作最好之參考資料。

海埔地開發在計劃開始階段，工程師、農業技師、土壤專家等即應密切配合，墾區若以耕地為主，應採用暗管排水以減少明渠佔用土地，並可控制鹽分上升。為了土壤脫鹽及鹽分的完全控制以及栽植深根作物，必需要較低之地下水位，即墾區內排水設計應符合農作物之要求。若採用綜合經營，除工程、農業人員外尚需畜牧、水產養殖人才參與規劃設計工作。由此可知海埔地規劃為一複雜之工作，絕非少數工程或農業人員即可完成一個良好之開發計劃，釐訂出一套完善之利用方式。

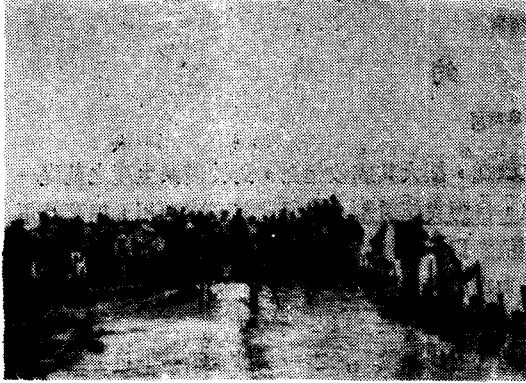
總而言之，海埔地開發，不論在增加糧食生產，發展畜牧事業、加速農材建設乃至擴展水產養殖業均值得加速進行。並使西海岸遼闊之海埔地早期利用而參加生產陣營。

台灣西海岸海埔地位置分布圖



照片說明：

1964年6月4日攝



一、會文海埔地南堤人工封口及抽砂機協助情形

1964年9月攝



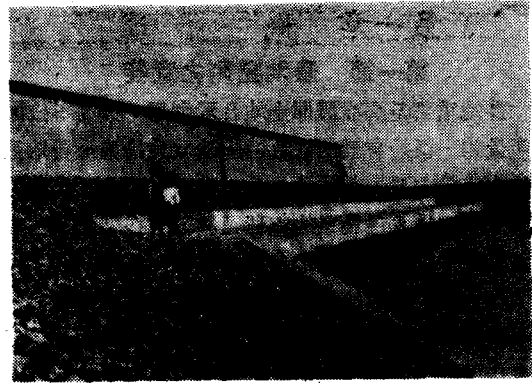
二、會文海埔地北堤抽沙封口情形

1965年3月攝



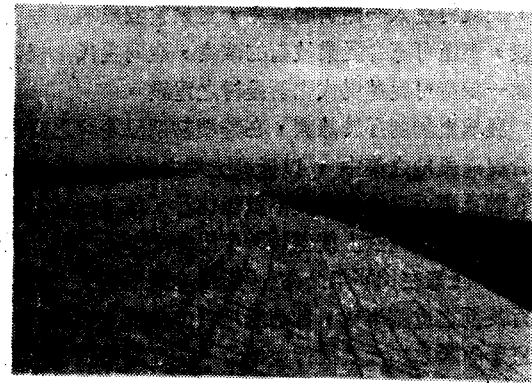
三、會文海埔地二號排水門外之塊石護坡

1971年7月27日攝



四、嘉義海埔地南堤之塊石護坡

1962年11月攝製



五、日本鍋田墾區之混凝土塊護坡

歡迎本會會員惠賜大作