



EJ095198107001

臺灣西岸的剖面地形與灘沙粒度*

The Cross-sectional Landforms and Beach-sand Grain Size at the Western Coast of Taiwan

國立臺灣師範大學地理學研究報告第七期(1981)

石再添**

Tsai-Tien Shih

Abstract

This paper intends to study the coast of emergence in Western Taiwan. From the mouth of Tanshui-ho to Fengkang, the shoreline of which has a length of approximately 480 km. Base on the data obtained from coast-landform measurement and beach-sand granometry (648 samples), the coastline can be divided into three sections using Tachia-hsi and Tsengwen-hsi as boundaries. The northern section is represented by sand-shingle coast, the central section by sand-mud coast and the southern section by sand coast. Their landform characteristics are then compared and discussed respectively. On the other hand, the spatial variation of beach-deposits along every beach shorelines and every beach profiles are analysed individually to the bathing-beach, bar-beach and dikeside-beach, mentioning the influence of wind processes, wave processes and the direction of currents. At the same time, the data also confirm the interrelationship of direct proportion between the beach slopes and the grain sizes of beach-deposits, both affected by the swash current near the shoreline.

一、緒言

海灘 (beach) 乃堆積性的海濱 (shore)，係離水堆積海岸 (emergence-deposition coast) 典型的地形。海灘之堆積物一般為疏鬆的沙粒 (粒徑 $2 \sim 1/16$ mm)，故稱沙灘 (sand beach)；若其為礫石 (粒徑大於 2 mm 者)，稱為礫灘 (shingle beach)；若其為粉沙甚至黏土 (粒徑小於 $1/16$ mm)，另可稱為泥灘 (mud beach)。

*本研究獲行政院國家科學委員會研究補助，並承國立臺灣師範大學地理系主任兼研究所所長陳國章教授之關照，鄧國雄、張瑞津、黃朝恩、石慶得諸賢棟，及師範大學地形考察隊全體隊員協助；野外考察時，承蒙救國團、台糖公司嘉義海埔地墾殖處、行政院退除役官兵輔導會新竹海埔地農場，及臺灣省政府海埔地開發工程隊等有關單位之協助，崎頂、通霄、鯤鯓等海水浴場惠予免費入場研究，得以順利完成，藉此衷心申謝。

**國立臺灣師範大學地理系教授。

Professor, Department of Geography, National Taiwan Normal University.

mud beach)。其在潮間帶者，相當於潮埔(tidal mud flat)。

海灘的研究，有衆多的方向，有些學者專注於其成長與發育，如Guilcher(1958)、Zeigler and Tuttle(1961)、Robinson(1964)、King(1968)等更以計量方法論及海灘如何隨時間而消長。Rector(1954)、Watts and Dearduff(1954)、Le Méhauté and Brebner(1961)則以實測資料，印證海灘之均衡剖面並未能長久維持，因海面狀況及潮差不斷在改變。Brunn(1962)進一步建立一項理論的經驗公式說明這種關係。也有不少學者利用水工模型，以實驗方法研究海灘的成長，如Schwartz(1965)。至於海灘堆積物的研究，向來多著重於粒徑的分析，藉以了解海營歷及風營歷的特色，如Inman(1952)，Miller and Ziegler(1958)，Klovan(1961)，Carr(1969)，町田貞等(1972)，井口(1980)等。也有學者利用放射性物質或灘沙礦物的組成及其他方法，分析沙粒運動的方向，如三野與吉(1962)，Byerly(1963)，Neiheisel(1965)，磯部一洋(1971)。另外，海灘形態也是地形學者研究的焦點，其中又有大形態和小形態之分，前者著重於整個海灘剖面及其與粒徑的關係，如Bascom(1951)，Krumbein(1963)，後者則包括漣痕、灘尖、灘脊、沙丘等小地形的研究，如Russell(1965)，Price(1962)。以上述研究方向的發現為基礎，地形學者亦曾將學理應用於海岸維護工程上，如Brumm(1962, 1963)。

基於海防因素，有關臺灣海岸地形之研究並不算多，不過臺灣西部海岸顯著的離水進夷現象早已引起學者的注意。本海岸中最具典型之地形為濱外沙洲、潮埔及海灘。有關前兩項地形，筆者(1979, 1980)已發表過專文，並簡介先輩學者內田勳、林朝棨、張劭曾、陳振文、康乃恭、沙啓鐘、湯麟武、徐鐵良等先生的研究，故於本文不再重述。

至於台灣海灘的研究，更不多見，而幾全在其他有關的專題中附帶提及。至1964年筆者曾指導師大學生施添福君作跳石海岸巨礫灘之研究，其後1966～1969三年間指導鄧國雄、鄭淑靜、陳淑貞和張瑞津四君作北端海岸之福隆、瑞濱、基隆、萬里、白沙灣和淡水等浴場之灘沙分析研究；李薰楓、林素青、王增楠三君作西部海岸竹圍、崎頂、通霄、大安、安平、喜樹、鯤鯓等易灘沙之分析研究。由這八篇專題研究習作的指導，深覺尚有待繼續腳踏實地搜集更多資料作更深一層研究的必要，於是其後十年間，致力於海岸地形之考察及灘沙之採集分析，利用每年暑假率領師大地理系學生分段步行實察台灣四周海岸，終於1979年完成一周約1,250公里路程的考察，出版有關臺灣海岸地形的通俗性著作數種，專門性論文九篇，其中六篇(1970、1975、1976、1977、1978、1979)均詳附各海灘灘沙粒度分析表。本文的性質亦與上

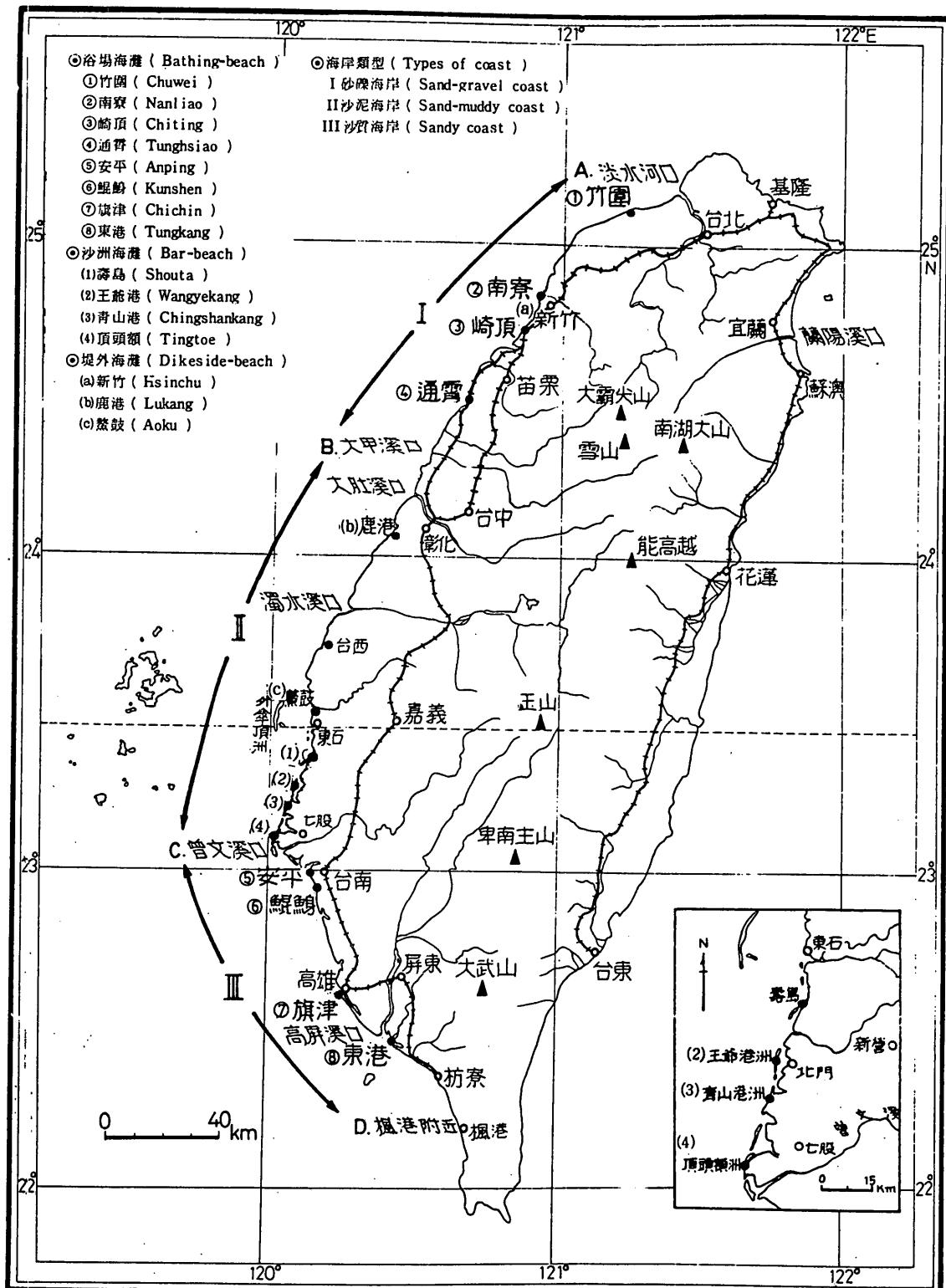


圖 1 臺灣西部的海岸和海灘的類型及分布
(The type and distribution of coast and beaches of Western Taiwan)

述論文相似，主要在充實臺灣海岸研究資料庫，並將實察地形、分析灘沙所得的一些理念記述下來，期能拋磚引玉，提供今後作更深一層研究的踏板。

二、臺灣西岸的剖面地形

台灣西部離水海岸北自淡水河口南至楓港附近，濱線長約 480 公里，雖以沙泥質海濱為主體，但依其堆積物及縱深剖面的特徵，大致可以大甲溪及曾文溪為界，分為北部沙礫灘，中部沙泥灘及南部沙質灘為主的三段海岸（圖 1）。

A、北段沙礫灘海岸

大甲溪口以北的西部海岸，因礫石台地綿延，礫層逼臨海濱，故灘面多見礫石分布。只有河口附近海岸，因河川輸出泥沙，在部分礫灘面上覆蓋形成沙灘，因臺灣西北部的台地，河川集水面積不大，供沙有限，故沙灘範圍不廣，以礫灘較為發達。

本段海岸中的沙灘，一般灘面狹窄，坡度較大，其縱深剖面如圖 2 所示，濱線附近平時灘流所沖刷的灘面坡度約為 $5^{\circ} \sim 6^{\circ}$ ，高低潮間的水平距離僅有十數公尺至數十公尺，高潮線以上的灘面有顯著的礫質濱堤，堤前坡度甚大，一般在 $10^{\circ} \sim 16^{\circ}$ ，甚至有如竹圍浴場者竟達 35° 。高潮線至濱堤間寬約十數公尺，僅有薄層的覆砂，間有礫石露出。堤後灘面一般較為平坦，約在 $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 之間，延至沙丘前，坡度才又向

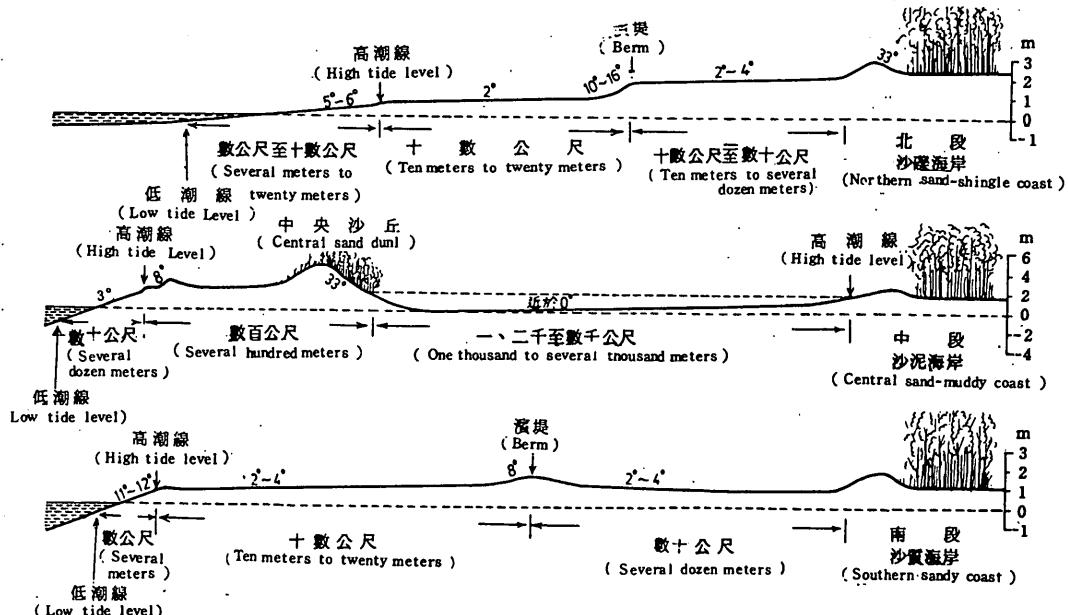


圖 2 臺灣西岸縱深剖面地形示意圖

(Transverse cross-sectional landforms at the Western Coast of Taiwan)

丘頂逐漸增加，丘頂高度在 3 公尺左右，由濱堤至丘頂之距離約在十數公尺至數十公尺之間。

B、中段沙泥灘海岸

北自大甲溪口，南迄曾文溪口的海岸，因居嘉南平原西側，與平原相接，地勢平行，海底平淺，又接納臺灣西部大肚、濁水、曾文等主要河川，沙泥堆積旺盛，加上本段海岸潮差（四、五公尺）較南、北兩段者（一、兩公尺）為大，故沿海潮間帶形成了廣闊的潮埔，海岸外面又有濱外沙洲（offshore-bar）羅列，構成獨特的洲潟海岸（liman coast）景觀。其中濱外沙洲所圍的潟湖域及潮埔的內側，因水淺浪小，多沙泥堆積，泥灘顯著，但濱外沙洲及潮埔的外側濱線附近則具沙灘特色。濱外沙洲上沙丘遍布，以新月丘及鯨背丘最具典型。新月丘受季風變化影響，兩翼方向隨著改變。在防風林區每因盛行風搬運沙粒，發生侵積（encroachment），常形成大沙丘，如王爺港的中央大沙丘由北脊、東脊、西脊三者連接而形成。北脊最高，約 6 ~ 7 公尺，東脊次之，西脊最矮，主由冬季北微東季風營力所成，有顯著南移現象。夏季西南季風因風力較弱，向北回移有限。

本段海岸縱深剖面地形如圖 2 所示意，平坦遼闊為最大特色，潮埔常寬達數公里，坡度平緩，比降僅約 $\frac{1}{1000}$ 。潮埔外側如有濱外沙洲，則低潮時，濱線常移至沙洲外緣，沙洲和陸地以潮埔相連；高潮時，兩者間則為潟湖所分隔。沙洲或潮埔外側灘流沖刷的灘面坡度平均僅為 3° 左右，在西海岸中最為平緩。高潮線以上沙質濱堤前的坡度在 $6^\circ \sim 10^\circ$ 之間，亦較北段礫灘濱堤平緩得多。由於本段海岸潮埔寬闊，沙泥相混，透水不易，經常呈濕潤狀態，沙粒難得飛揚，所以海岸線附近的後濱沙丘並不發達，有些地方甚至幾乎不見其發育。但在濱外沙洲上，相反地透水容易，呈乾燥狀態，而且沙源供應較豐，又因防風林阻沙，沙丘愈積愈高。故本段海岸，除灘面寬闊平坦為特色外，濱外沙洲上的沙丘較內側海岸沙丘發達，亦是一大特徵。

C、南段沙質灘海岸

北自曾文溪口，南迄楓港附近的海岸，除高雄港口附近為珊瑚礁岸，及枋寮以南因接臨斷層山地形成礫灘之外，大部分與平原相接，潮差亦遠較中段者為小，形成寬約數十公尺到一百多公尺的沙灘。本段海岸又因鄰接的海域，比北、中兩段者較深，在高屏溪口更有溺谷存在，故灘流作用盛行的灘面坡度亦較大，可達 10° 以上，因而其寬度自然亦較小。至於後濱灘面坡度則較為平緩，約在 $2^\circ \sim 4^\circ$ 之間，濱堤並不十分顯著，沙丘也甚低矮，高度一般在兩、三公尺以下。由沙丘不發達的情形看來，南段海岸受冬季東北季風的影響已甚微弱，即使夏季西南季風對南段海岸的影響而言，也似不及冬季東北季風對中、北段海岸的影響。

三、臺灣西岸海灘灘沙的粒度

本研究所依據之海灘灘沙粒度分析資料共有三類 648 袋。第一類為浴場海灘灘沙，包括①竹圍、②南寮、③崎頂、④通霄、⑤安平、⑥鯤鯓、⑦旗津、⑧東港等海濱浴場的灘沙共 277 袋。其中採自濱線者共 121 袋，縱深者共 156 袋，係 1978 年暑期所採集。第二類為沙洲海灘灘沙，包括①壽島、②王爺港、③青山港、④頂頭額等濱外沙洲灘沙共 301 袋。其中採自外側濱線者 247 袋，內側濱線者 54 袋，係 1977 年暑假所採集。第三類為堤外海灘灘沙，包括①新竹、②鹿港、③鰲鼓三海埔地堤外海灘灘沙共 70 袋。新竹者採自海埔圍堤外約 300 公尺寬之新生沙灘，其中濱線者 24 袋，縱深者 12 袋。鹿港者採自海埔圍堤外 1 公尺以內的泥灘濱線者 13 袋。鰲鼓者採自海埔圍堤外，寬在 100 公尺以內的沙灘，其中濱線者 13 袋，縱深者 8 袋，係 1979 年暑期所採。上述第一及第三類的粒度分析資料業經整理，如本文後之附表，第二類者參見筆者（1978）論文附表。

A、浴場海灘灘沙的粒度

表 1 臺灣西岸浴場海灘濱線灘沙粒度平均值統計表

(Statistical table of average beach-sand grain size along the bathing-beach shorelines at the Western Coast of Taiwan)

海 灘 (Beaches)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	σ ϕ	α ϕ	標 本 數 (Amount of samples)	採集範圍(m) (Collecting Scope)	備 註 (Remark)
①竹 圍 (Chuwei)	2.16	2.58	1.73	2.16	0.43	-0.02	15	700	本表數據錄自附表 1 之平均值。 Data of this table adopted from the mean values of appendix table 1.
②南 寮 (Nanliao)	2.27	2.64	1.84	2.24	0.40	-0.07	20	950	
③崎 頂 (Chiting)	1.92	2.24	1.51	1.88	0.37	-0.11	20	950	
④通 霄 (Tunghsiao)	2.03	2.31	1.70	2.01	0.30	-0.08	20	950	
⑤安 平 (Anping)	2.25	2.68	1.79	2.24	0.45	-0.04	10	450	
⑥鯤 鯓 (Kunshen)	1.96	2.43	1.50	1.97	0.47	0.01	10	450	
⑦旗 津 (Chichin)	1.70	2.06	1.28	1.67	0.39	-0.08	15	700	
⑧東 港 (Tungkang)	1.72	2.11	1.14	1.63	0.49	-0.18	11	500	
平 均 (Average)	2.00	2.38	1.56	1.98	0.41	-0.07			

1. 濱線的灘沙粒度

由表1、圖3中，浴場海灘灘沙之粒徑中數($Md\phi$)平均值觀之，八海灘的總平均值是 2.00ϕ ，各海灘之平均值概在 $1.7\phi \sim 2.3\phi$ 之間，屬於中沙至細沙粒級。其中以南段海岸的旗津(1.70ϕ)和東港(1.72ϕ)兩者最粗，其所構成的前濱灘面坡度也最大達 10° 以上。餘者粒度較細，坡度也較小，概在數度左右。其次由其標準差($\sigma\phi$)平均值觀之，概在 $0.3\phi \sim 0.5\phi$ 之間，可謂十分均勻，依Friedman 1962年發表之淘選度分級，屬於良好淘選(Well Sorted)。至於由偏態係數($\alpha\phi$)平均值，介於 $0.01 \sim 0.20$ 之間，其中大部分屬負偏態，則在 -0.1ϕ 以內，偏倚極小，屬於近對稱偏態(near symmetrical skewed)。

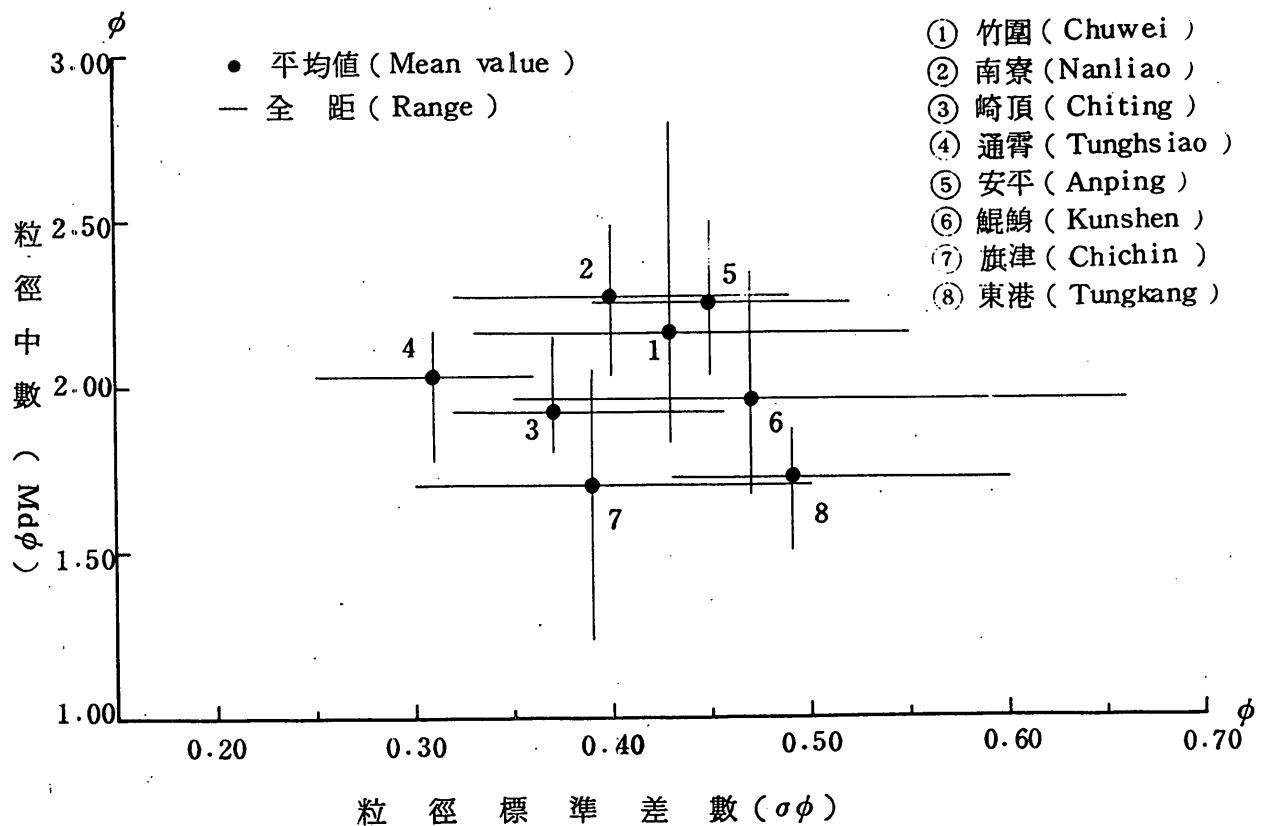


圖3 臺灣西岸浴場海灘濱線灘沙粒度統計圖
(Statistical diagram of beach-sand grain size along the bathing-beach shorelines at the Western Coast of Taiwan)

可由表2及圖4濱線灘沙之粒度變化觀之，整體而言，沿濱之變化不大，各海灘所採一千公尺距離內各站灘沙粒徑中數($Md\phi$)的差距均在 1ϕ 以內，其半數在 0.5ϕ 之內，尤其崎頂者僅 0.34ϕ 相當穩定。即使北由竹圍南至東港各海灘各站間

表2 臺灣西岸浴場海灘灘沙粒度統計表
 (Statistical table of beach-sand grain size along the bathing beaches
 at the Western Coast of Taiwan)

海灘 (Beaches)		濱線(Shoreline)			縱深(Profile)			海灘 (Beaches)		濱線(Shoreline)			縱深(Profile)		
		Md ϕ	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$	Md ϕ	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$			Md ϕ	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$	Md ϕ	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$
①竹圍 (Chuwei)	Average	2.16	0.43	-0.02	2.14	0.42	-0.04	⑤安平 (Anping)	Average	2.25	0.45	-0.04	2.56	0.35	-0.14
	Maximum	2.79	0.55	0.16	2.35	0.54	0.09		Maximum	2.49	0.52	0.12	2.77	0.44	-0.10
	Minimum	1.83	0.33	-0.19	1.83	0.34	-0.13		Minimum	2.03	0.39	-0.20	2.40	0.27	-0.19
	Difference	0.96	0.22	0.35	0.52	0.20	0.22		Difference	0.46	0.13	0.32	0.37	0.17	0.09
②南寮 (Nanliao)	Average	2.27	0.40	-0.07	2.33	0.39	-0.10	⑥鯤鯓 (Kunshen)	Average	1.96	0.47	0.01	2.24	0.39	0.00
	Maximum	2.48	0.49	0.18	2.62	0.54	0.16		Maximum	2.34	0.66	0.17	2.44	0.46	0.17
	Minimum	2.03	0.32	-0.24	1.93	0.25	-0.35		Minimum	1.67	0.35	-0.11	2.06	0.34	-0.33
	Difference	0.45	0.17	0.42	0.69	0.29	0.51		Difference	0.67	0.31	0.28	0.38	0.12	0.50
③崎頂 (Chiting)	Average	1.92	0.37	-0.11	2.04	0.31	-0.09	⑦旗津 (Chichin)	Average	1.70	0.39	-0.08	1.64	0.44	-0.05
	Maximum	2.14	0.46	0.03	2.31	0.43	0.03		Maximum	2.05	0.50	0.13	1.94	0.57	0.20
	Minimum	1.80	0.32	-0.24	1.68	0.24	-0.20		Minimum	1.23	0.30	-0.20	1.31	0.37	-0.21
	Difference	0.34	0.14	0.27	0.63	0.19	0.23		Difference	0.82	0.20	0.33	0.63	0.20	0.41
④通霄 (Tunghsiao)	Average	2.03	0.31	-0.08	2.06	0.30	-0.05	⑧東港 (Tungkang)	Average	1.72	0.49	-0.18	1.75	0.40	-0.10
	Maximum	2.16	0.36	0.06	2.19	0.36	0.03		Maximum	1.87	0.60	-0.12	1.96	0.48	0.09
	Minimum	1.77	0.25	-0.22	1.92	0.24	-0.22		Minimum	1.49	0.43	-0.27	1.38	0.33	-0.22
	Difference	0.39	0.11	0.28	0.27	0.12	0.25		Difference	0.38	0.17	0.15	0.58	0.15	0.31

①竹圍(Chuwei) ③崎頂(Chiting) ⑤安平(Anping) ⑦旗津(Chichin)
 ②南寮(Nanliao) ④通霄(Tunghsiao) ⑥鯤鯓(Kunshen) ⑧東港(Tungkang)

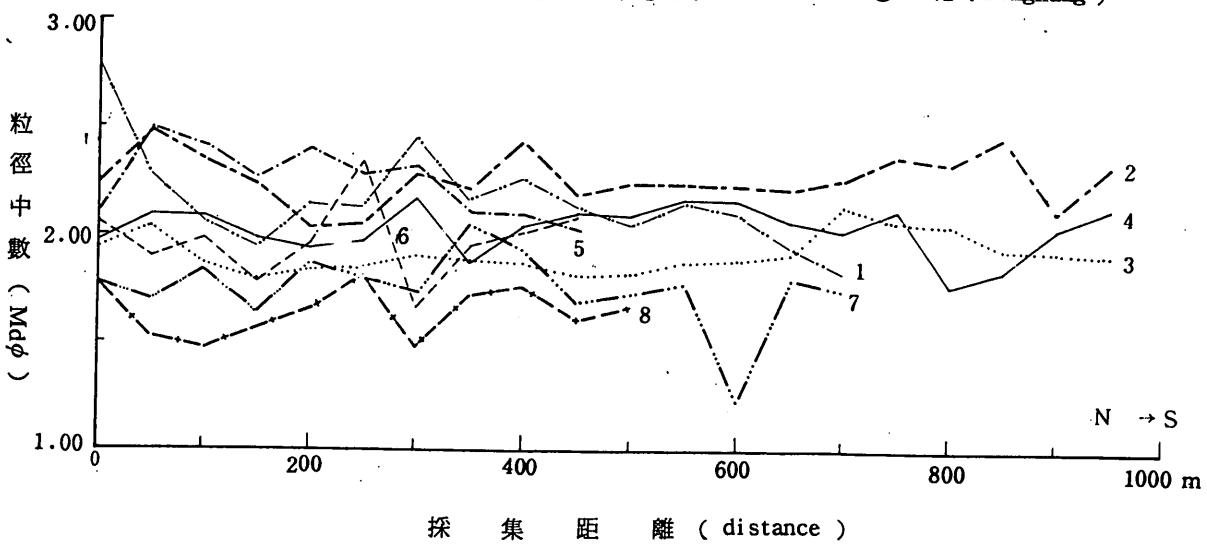


圖4 臺灣西岸浴場海灘濱線灘沙粒徑中數統計圖
 (Statistical diagram of beach-sand Md ϕ along the bathing-beach shorelines
 at the Western Coast of Taiwan)

的差距也幾乎在 1ϕ ($1.5\phi \sim 2.5\phi$) 之內，知其南北各浴場所受波浪營力的差異並不很大。雖然不是很明顯，南段海岸無論整段或各浴場海灘，其灘沙粒徑均稍有由南向北趨細之現象，可能受北向沿岸流影響。

2. 縱深的灘沙粒度

由表3、圖5觀之，臺灣西岸各海灘縱深灘沙的粒徑中數平均值 ($Md\phi$) 概在 $1.6\phi \sim 2.6\phi$ 之間，亦屬中沙至細沙粒級，但總平均值 2.10 比濱線者 (2.00ϕ) 稍細，知風營力必竟小於波營力。其標準差平均數概在 $0.30\phi \sim 0.45\phi$ 之間，比濱線者更小，亦屬良好淘選。由表2、圖6觀之，各站灘沙粒徑中數 ($Md\phi$) 的變化概在 0.7ϕ 以內，比濱線者差異稍小，通霄者僅 0.27ϕ 更為穩定。由縱深灘沙之粒徑中數 ($Md\phi$) 變化觀之，一般在前灘隨著衝濺 (uprush) 力量之減弱，回濺 (backwash) 速度之加快，粒徑由低潮線向高潮線呈漸細變化，但由高潮線向濱堤的粒徑分布，因受暴風波浪營力之影響，灘沙粒徑增粗。濱堤之後，粒度主受風營力控制，灘沙粒徑向沙丘方向逐漸減小。如沙丘有相當的規模，迫使丘前風束集中丘頂，則粒徑由丘前向丘頂增粗。

表 3 臺灣西岸浴場海灘縱深灘沙粒度平均值統計表
(Statistical table of average beach-sand grain size along the bathing beach profiles at the Western Coast of Taiwan)

海 灘 (Beaches)	$Md\phi$	$P_{84}\phi$	$P_{16}\phi$	$M\phi$	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$	採集站號 (Station No.)	標 本 數 (Amount of samples)	採集範圍(m) (Collecting scope)	備 註 (Remark)
①竹 園 (Chuwei)	2.14	2.55	1.70	2.13	0.42	-0.04	1.6. 15.	10	35	本表數據錄自附表2之平均值。 Data of this table adopted from the mean values of appendix table 2.
②南 寮 (Nanliao)	2.33	2.67	1.89	2.28	0.39	-0.10	1.6. 11. 20. 20 S - 1	41	180	
③崎 頂 (Chiting)	2.04	2.31	1.70	2.01	0.31	-0.09	1.10. 20.	27	120	
④通 霄 (Tunghsiao)	2.06	2.34	1.74	2.04	0.30	-0.05	1.5. 20.	23	100	
⑤安 平 (Arping)	2.56	2.86	2.17	2.52	0.35	-0.14	5.	9	40	
⑥焜 鶴 (Kunshen)	2.24	2.62	1.85	2.24	0.39	0.00	21.	11	50	
⑦旗 津 (Chichin)	1.64	2.05	1.18	1.62	0.44	-0.05	6.	21	100	
⑧東 港 (Tungkang)	1.75	2.11	1.31	1.31	0.40	-0.10	5. 10.	14	60	
平 均 (Average)	2.10	2.44	1.69	2.07	0.38	-0.07				

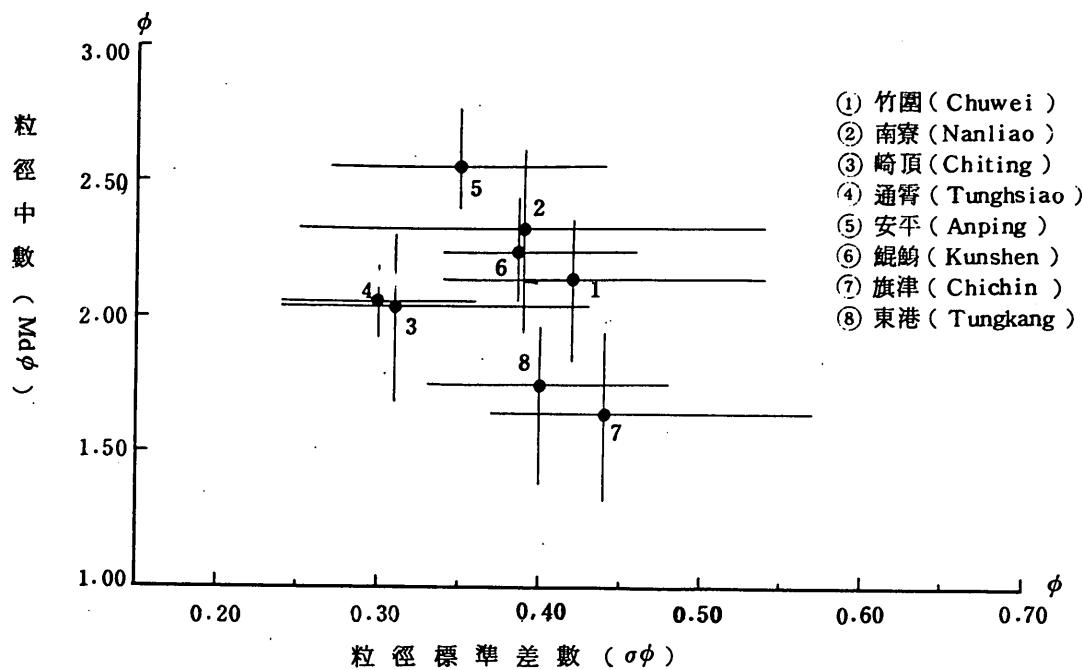


圖 5 臺灣西岸浴場海灘縱深灘沙粒度統計圖
 (Statistical diagram of beach-sand grain size along the bathing-beach profiles at the Western Coast of Taiwan)

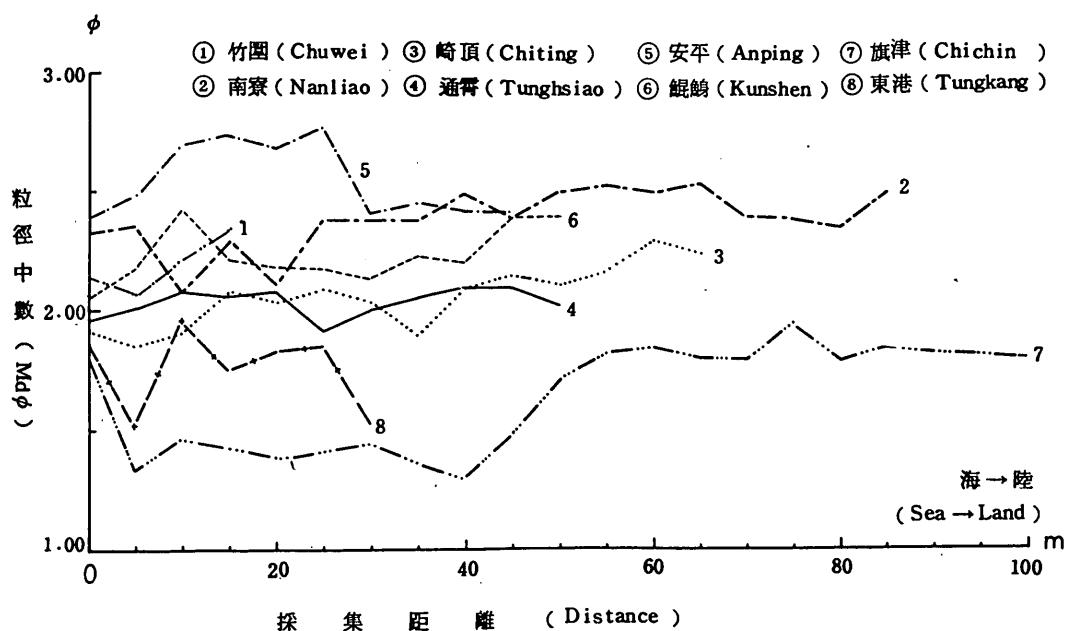


圖 6 臺灣西岸浴場海灘縱深灘沙粒徑中數統計圖
 (Statistical diagram of beach-sand $Md\phi$ along the bathing-beach profiles at the Western Coast of Taiwan)

B、沙洲海灘的灘沙粒度

1. 外灘的灘沙粒度

表 4 臺灣西岸沙洲海灘線灘沙粒度平均值統計表
 (Statistical table of average beach-sand grain size along the bar-beach shorelines at the Western Coast of Taiwan)

海 灘 (Beaches)		$Md\phi$	$P_{84}\phi$	$P_{16}\phi$	$M\phi$	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$	標 本 數 (Amount of samples)
(1)壽 島 (Shoutao)	外 灘 (External)	2.66	3.01	2.26	2.64	0.38	-0.06	14
	內 灘 (Internal)	2.57	2.88	2.18	2.54	0.35	-0.10	6
	平 均 (Average)	2.62	2.95	2.22	2.59	0.37	-0.08	20
(2)王 爺 港 (Wangyekang)	外 灘 (External)	2.71	3.00	2.33	2.67	0.32	-0.10	68
	內 灘 (Internal)	2.72	3.05	2.33	2.69	0.36	-0.09	34
	平 均 (Average)	2.72	3.03	2.33	2.68	0.34	-0.10	102
(3)青 山 港 (Chingshankang)	外 灘 (External)	2.59	2.85	2.22	2.56	0.30	-0.10	97
	內 灘 (Internal)	2.61	2.91	2.26	2.59	0.33	-0.07	6
	平 均 (Average)	2.60	2.88	2.24	2.58	0.32	-0.09	103
(4)頂 頭 額 (Tingtoe)	外 灘 (External)	2.56	2.83	2.21	2.52	0.32	-0.11	68
	內 灘 (Internal)	2.58	2.90	2.17	2.54	0.37	-0.12	8
	平 均 (Average)	2.57	2.87	2.19	2.53	0.35	-0.12	76

由表 4、圖 7 觀之，壽島、王爺港、青山港及頂頭額諸濱外沙洲之外灘灘沙平均粒徑皆甚接近。粒徑中數 ($Md\phi$) 由 $2.56\phi \sim 2.71\phi$ ，皆屬細砂粒級；標準差 ($\sigma\phi$) 在 $0.30\phi \sim 0.38\phi$ 之間，足證灘沙粒度十分勻齊，淘選良好。至於偏差係數 ($\alpha\phi$) 平均值甚小，在 -0.11ϕ 以內，皆屬負值，為略偏粗粒之分布。若以四個濱外沙洲的外灘灘沙粒徑中數平均值相較，則以位置最南的頂頭額沙洲較粗 (2.56ϕ)

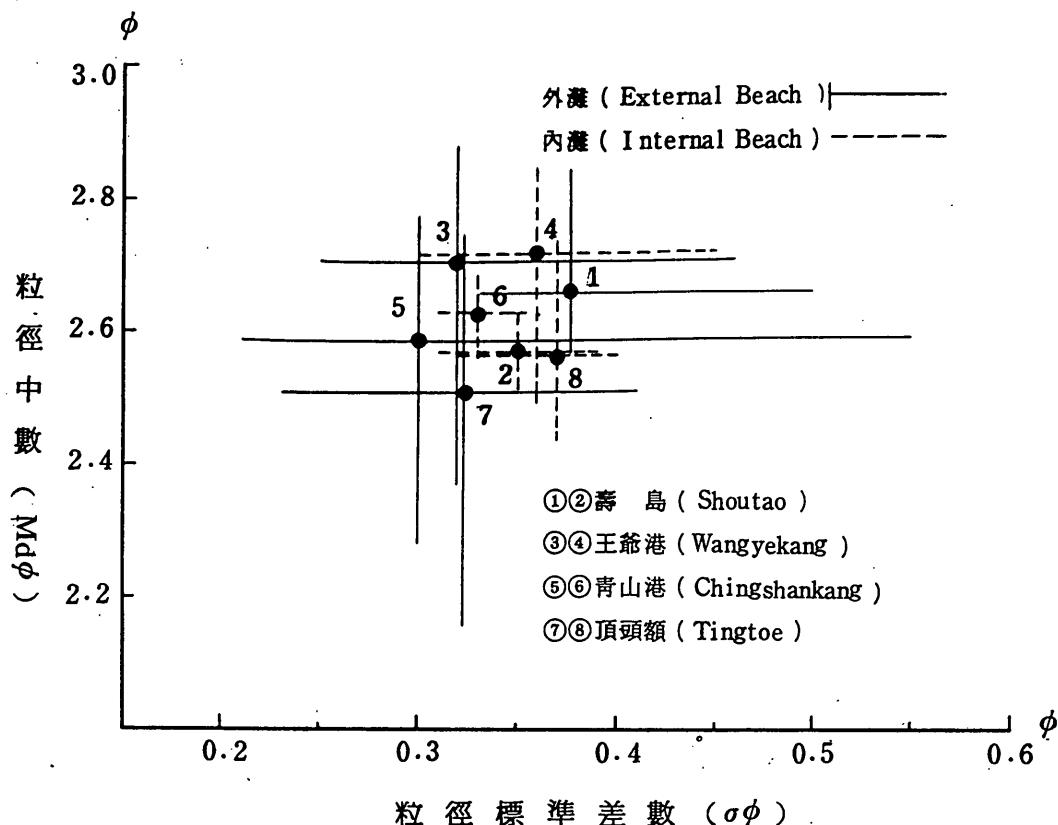


圖 7 臺灣西岸沙洲海灘濱線灘沙粒度統計圖

(Statistical diagram of beach-sand grain size along the bar-beach shorelines at the Western Coast of Taiwan)

) 向北依序減小為青山港 (2.59ϕ)、王爺港 (2.71ϕ)、壽島 (2.66ϕ)。表 5 圖 8 顯示王爺港、青山港、頂頭額三個完整濱外沙洲外灘濱線灘沙粒徑的變化。為便於同一條件之比較，各沙洲各取北、中、南三段各 1,000 公尺範圍內各 11 袋標本 * 之數據加以比較，發現下列幾個現象：①與上述同樣略呈由南向北粒徑逐漸變小趨勢，頂頭額 (2.54ϕ) 青山港 (2.56ϕ) 王爺港 (2.65ϕ)。可能受北向沿岸流影響。②各沙洲的南北兩段灘沙粒度均較中段者為大，可能受潮流口較快流速之影響。

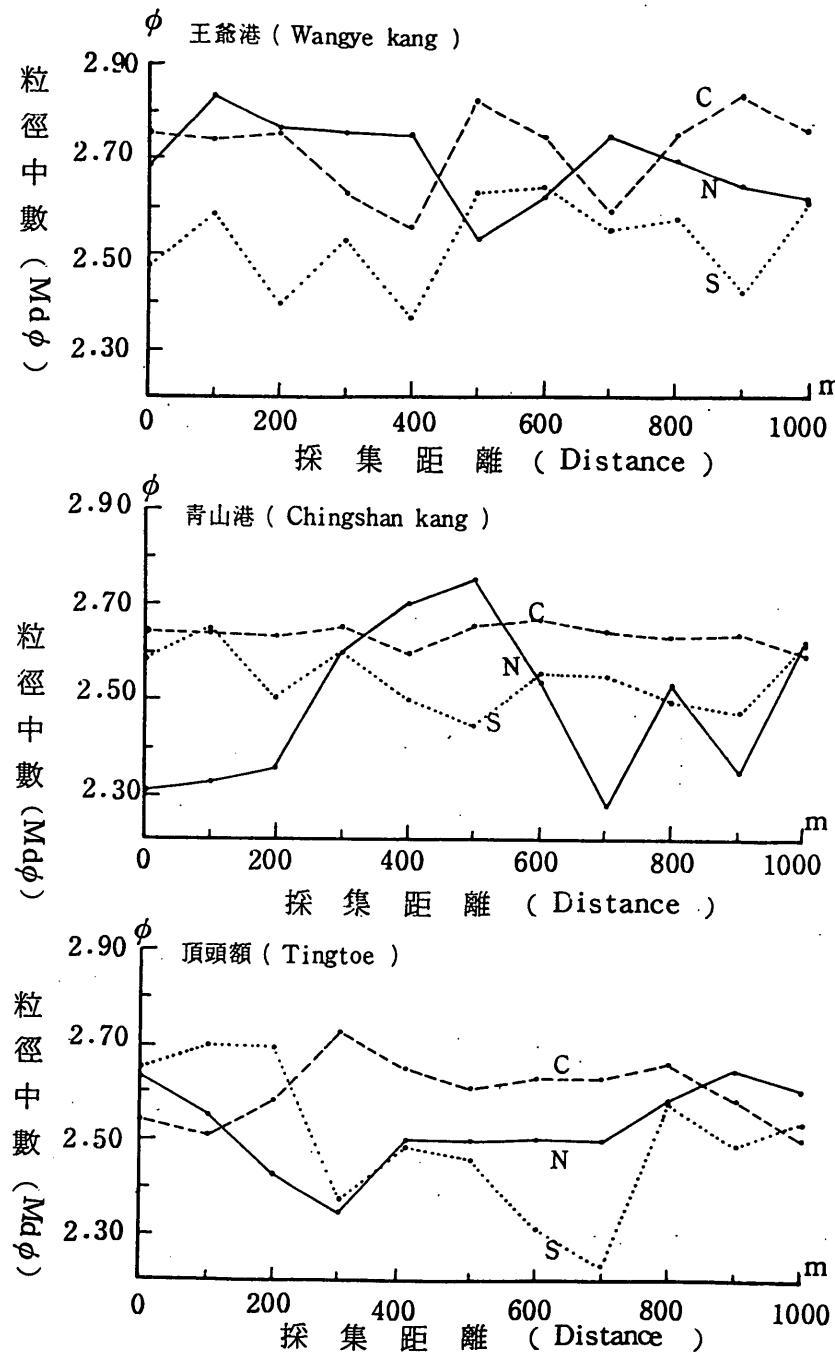
2. 內灘的灘沙粒度

由表 4、圖 7 觀之，各沙洲內灘灘沙之粒徑中數 ($Md\phi$) 平均值亦甚接近，介於 $2.58 \phi \sim 2.72 \phi$ 之間，比外濱者稍細，但相差甚微。除王爺港採有完整的內灘灘沙 68 袋外，其餘者所採內灘灘沙標本不多，僅 6 ~ 8 袋（見表 4 備註），而且所採

*王爺港北段①~⑪站，中段⑫~⑯站，南段⑰~⑲站。

青山港北段①~⑪站，中段⑫~⑯站，南段⑰~⑲站。

頂頭額北段⑩~⑯站，中段⑰~⑲站，南段⑳~㉑站。



N : 北段 (Northern Section)

C : 中段 (Central Section)

S : 南段 (Southern Section)

圖 8 臺灣西岸沙洲外灘濱線灘沙粒徑中數統計圖
(Statistical diagram of beach-sand $Md\phi$ along the external bar-beach shorelines at the Western Coast of Taiwan)

地點均靠近潮流口，因此數值雖小於外灘兩端者，但稍大於外灘中段較細的灘沙粒徑。若依取自王爺港內濱中段的灘沙來相比，則有顯著的差異，其粒徑中數平均值 ($Md\phi$) 僅 2.80ϕ ，比外灘者 2.65ϕ 為小。上述情形參照表 5、圖 9 中的下圖，可得完整概念。

表 5 臺灣西岸沙洲海灘灘沙粒度統計表
 (Statistical table of beach-sand grain size along the bar-beaches at the Western Coast of Taiwan)

海 灘 (Beaches)		粒 徑 中 數 ($Md\phi$)				
		E			E	I
		N	C	S		
(2) 王爺港 (Wangyekang)	Average	2.70	2.72	2.53	2.65	2.80
	Maximum	2.83	2.84	2.65	—	2.85
	Minimum	2.53	2.56	2.37	—	2.75
	Difference	0.30	0.28	0.28	—	0.10
(3) 青山港 (Chingshankang)	Average	2.49	2.64	2.55	2.56	2.61
	Maximum	2.75	2.68	2.65	—	2.64
	Minimum	2.28	2.60	2.45	—	2.56
	Difference	0.47	0.08	0.20	—	0.08
(4) 頂頭額* (Tingtoe)	Average	2.53	2.60	2.54	2.54	2.56
	Maximum	2.65	2.73	2.70	—	2.63
	Minimum	2.35	2.51	2.23	—	2.44
	Difference	0.30	0.22	0.47	—	0.19

備 註：N：北段 (Northern Section) E：外灘 (External Bar-beach)
 C：中段 (Central Section) I：內灘 (Internal Bar-beach)
 S：南段 (Southern Section)

各段抽樣範圍 (Collecting Scope) 1000 m., (4)* 500m.

C、堤外海灘的灘沙粒度

1. 舊灘與新灘的灘沙粒度

由表 6、表 7 及圖 10 堤外海灘灘沙粒度平均值觀之，所採集的三處海埔地之灘沙粒徑中數 ($Md\phi$) 介於 $2.05 \sim 4.73\phi$ 之間，屬細砂、微細砂及粗粒粉砂粒級，其中以新竹海埔地最粗，鰲鼓者次之，鹿港者最細，足見同樣是海埔地堤外海灘灘沙，其粒度却甚不一致，可分別視為三種新舊不同的類型，新竹海埔地之圍墾工程，完成於民國 53 年，故圍堤外至今已發育了寬約 300 m 之沙灘，生長甚為完全，灘沙之粒度 (2.05ϕ) 與一般海水浴場相差不遠；鰲鼓海埔地則完成於民國 59 年，堤外新生沙灘才生長數年，粒度自較新竹者為細 (3.23ϕ)，至於鹿港一地之海堤工程甫

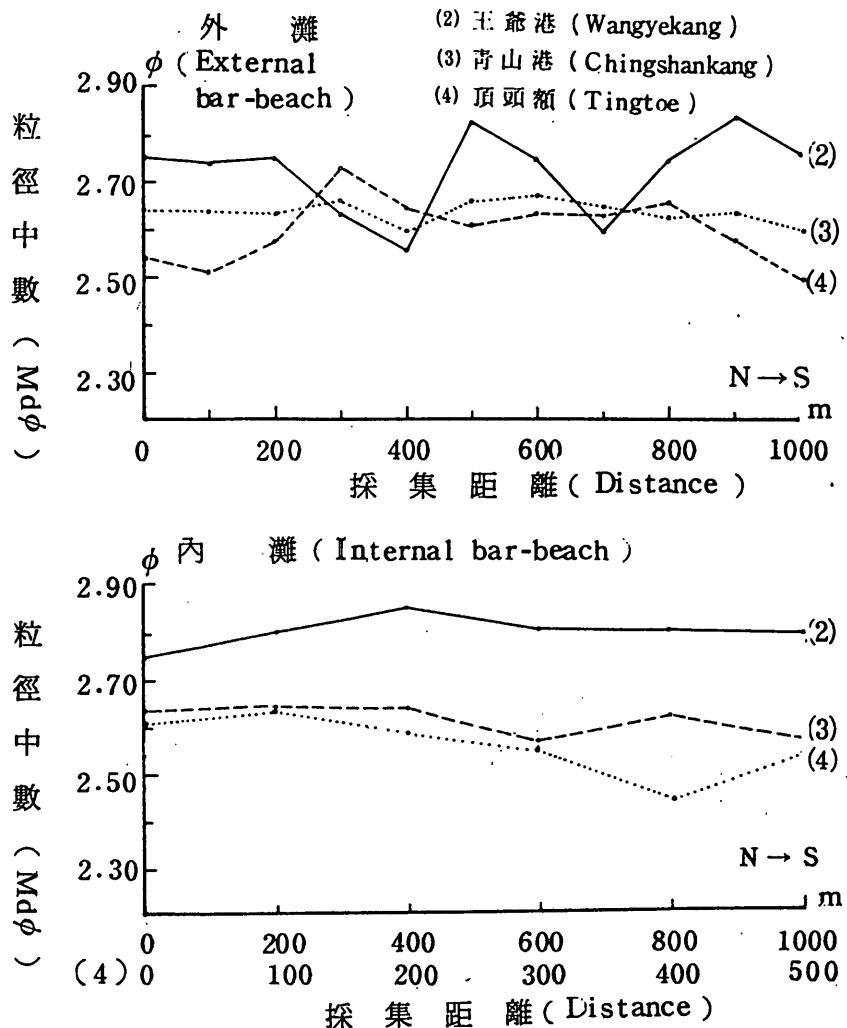


圖 9 臺灣西岸沙洲內灘濱線灘沙粒徑中數統計圖

(Statistical diagram of beach-sand Md ϕ along the internal bar-beach shorelines at the Western Coast of Taiwan)

表 6 臺灣西岸堤外海灘濱線灘沙粒度平均值統計表
(Statistical table of average beach-sand grain size along the dikeside-beach shorelines at the Western Coast of Taiwan)

海灘 (Beaches)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	標本數 (Amount of samples)	採集範圍(m) (Collecting scope)	備註 (Remark)
①新竹 (Hsinchu)	2.05	2.33	1.71	2.02	0.31	-0.08	24	1,000	本表數據錄自 附表 3 之平均值 Data of this table adopted from the mean values of appendix table 3.
②鹿港 (Lukang)	4.73	3.07	5.78	4.43	1.36	-0.17	13	600	
③鰲鼓 (Aoku)	3.23	2.54	4.07	3.31	0.77	0.09	13	600	
平均 (Average)	3.34	2.65	3.85	3.25	0.81	-0.05			

表 7 臺灣西岸堤外海灘灘沙粒度統計表

(Statistical table of beach-sand grain size along the dikeside-beaches
at the Western Coast of Taiwan)

海 灘 (Beaches)		濱線 (Shoreline)			縱深 (Profile)		
		M d ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	M d ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$
① 新 竹 (Hsinchu)	Average	2.05	0.31	-0.08	2.04	0.38	-0.11
	Maximum	2.26	0.37	0.33	2.11	0.49	0.00
	Minimum	1.83	0.27	-0.23	1.92	0.20	-0.45
	Difference	0.43	0.10	0.56	0.19	0.29	0.45
② 鹿 港 (Lukang)	Average	4.73	1.36	-0.17	—	—	—
	Maximum	5.30	2.40	0.53	—	—	—
	Minimum	2.76	1.02	-0.74	—	—	—
	Difference	2.54	1.38	1.27	—	—	—
③ 鴉 鼓 (Aoku)	Average	3.23	0.77	0.09	3.09	0.61	0.07
	Maximum	3.98	1.00	0.27	3.40	0.79	0.34
	Minimum	2.76	0.53	-0.06	2.63	0.49	-0.12
	Difference	1.22	0.47	0.33	0.77	0.30	0.46

表 8 臺灣西岸堤外海灘縱深灘沙粒度平均值統計表

(Statistical table of average beach-sand grain size along the dikeside -
beach profiles at the Western Coast of Taiwan)

海 灘 (Beaches)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	採集站號 (Station No.)	標本數 (Amount of samples)	採集範圍(m) (Collecting scope)	備 註 (Remark)
① 新 竹 (Hsinchu)	2.04	2.38	1.63	2.01	0.38	-0.11	10	12	110	本表數據錄 自附表 4 之 平均值。 Data of this table adopted from the mean values of appendix table 4.
② 鹿 港 (Lukang)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
③ 鴉 鼓 (Aoku)	3.09	3.74	2.52	3.13	0.61	0.07	8	8	70	
平 均 (Average)	2.57	3.06	2.08	2.57	0.50	-0.02				

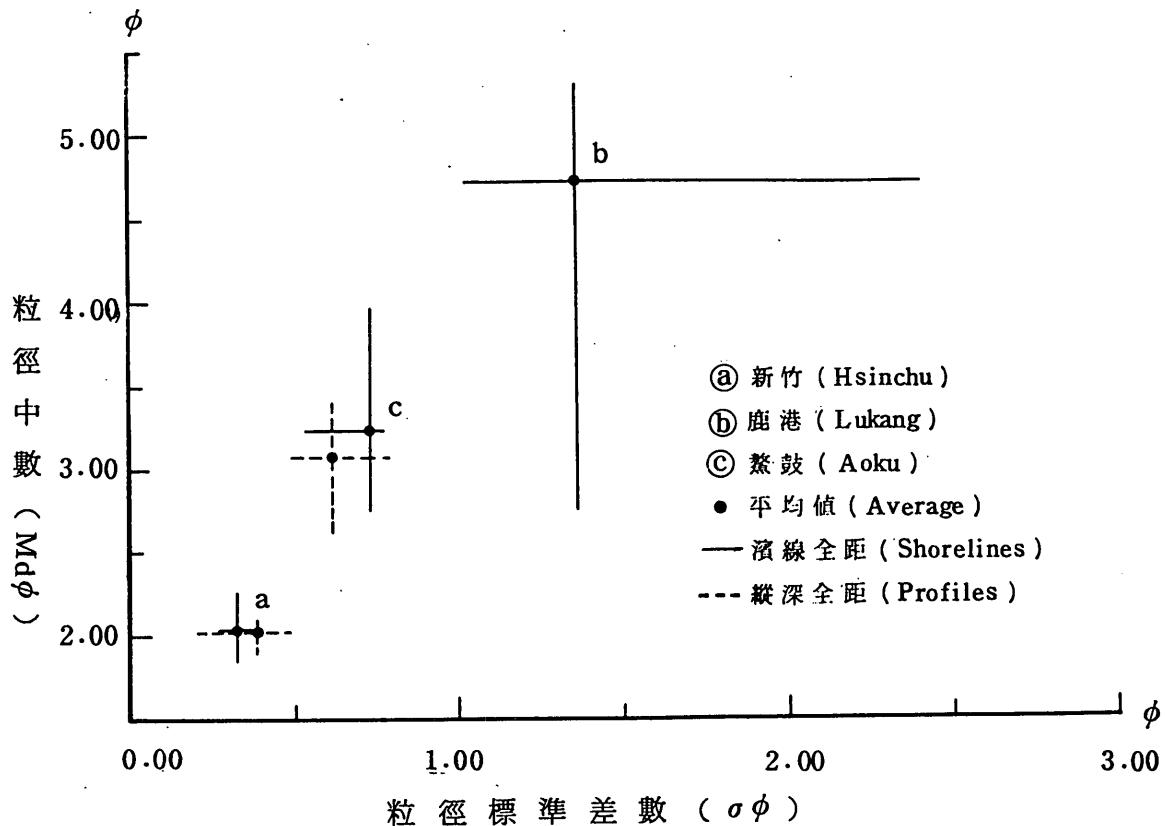


圖 10 臺灣西岸堤外海灘灘沙粒度統計圖
 (Statistical diagram of beach-sand grain size of the dikeside-beach
 at the Western Coast of Taiwan)

完成不久，堤外只有寬度不及 1 m 之海灘（高潮時），其粒度亦為三者中最細 (4.73ϕ)。各海灘灘沙粒徑之標準差 ($\sigma\phi$) 平均值介於 $0.31 \sim 1.36 \phi$ 之間，其中新竹者 (0.31ϕ) 淘選較佳，而鱉鼓 (0.77ϕ) 及鹿港 (1.36ϕ) 者較差。再由偏差係數 ($\alpha\phi$) 觀之，除鱉鼓 (0.09ϕ) 外，其餘兩地均屬負偏態，但是偏倚不大，在 -0.17ϕ 以下。至於縱深灘沙，新竹者之粒徑中數 ($Md\phi$) 平均值為 2.04ϕ ；鱉鼓者比較細為 3.09ϕ ，數值均與兩地之濱線灘沙接近，其他統計值亦然，鹿港海埔地由於高潮時之海灘寬度不及 1 m，並未採集縱深泥沙，不過由觀察，知其等於潮埔，沙泥粒度更為細小。

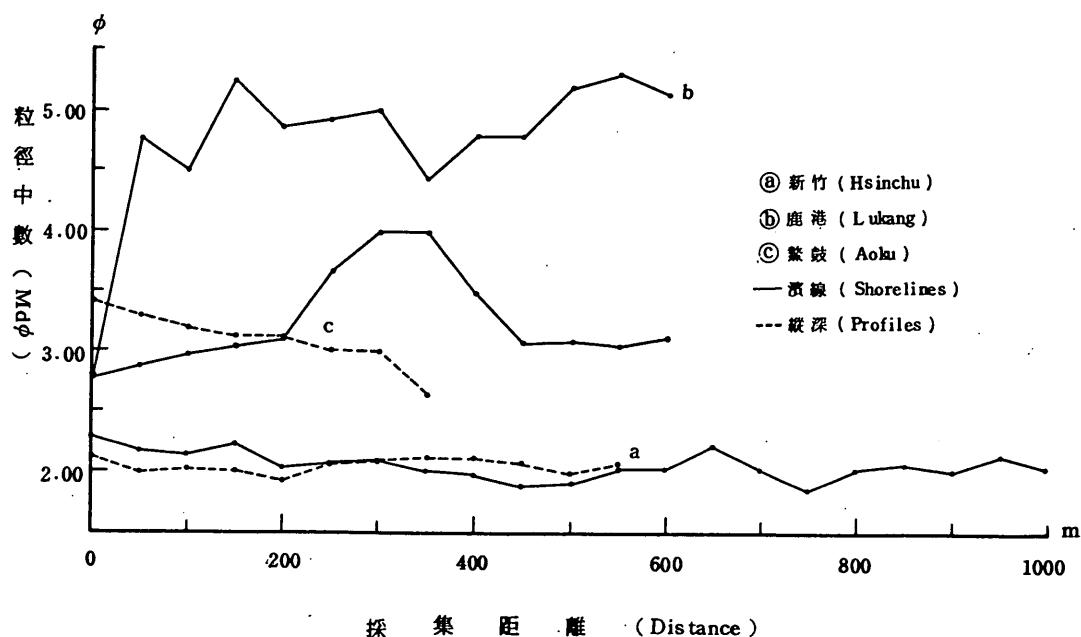


圖 11 臺灣西岸堤外海灘灘沙粒徑中數統計圖
(Statistical diagram of beach-sand $Md\phi$ of the dikeside-beach at the Western Coast of Taiwan)

2. 濱線與縱深的灘沙粒度

由附表 3 和表 7、表 8 及圖 11 濱線灘沙之粒度變化觀之，新竹者之粒度沿濱線變化不大，各站中數均在 1.83ϕ 至 2.26ϕ 之間，難以看出沿岸流趨勢。鰲鼓海埔地則由水門開始，自北而南有由粗至細，至 300 m 處再由細至粗的變化；鹿港海埔地的趨勢最明顯，由三鹽管制站開始，粒度整體上有向南變細的現象，可見其沿岸流有南向的可能。再由附表 4 及圖 11 觀之，新竹海埔地的縱深灘沙粒度同樣沒有明顯的向陸變化，但在鰲鼓地區，粒度却明顯向陸增粗，可能由於海風被迫抬升向後濱較高處集中，後濱風營力較前濱者為大所致，本島規模較大的沙丘也有同一現象。

綜合上述浴場、沙洲、堤外三類海灘的濱線和縱深兩類灘沙的粒度組成分析，大致可得如結論所列數點概念。

四、結論

1. 臺灣西部海岸，依其堆積物的性質及縱深剖面的特色，大致可以大甲溪及曾文溪口為界，分為北段沙礫灘、中段沙泥灘及南段沙質灘為主的三段海岸。北段礫灘發達，僅河口附近有薄層堆沙覆蓋方成沙灘，灘面狹窄，濱堤礫層露出，坡度甚大，有達 35° 者。中段沙泥灘最為平廣，潮浦常寬達數公里，其外側尚有濱外沙洲羅列，洲上沙丘甚為發達。南段沙灘連綿，但灘面不廣，概在一百數十公尺以內，濱堤不顯著，沙丘亦矮小。
2. 臺灣西岸浴場、沙洲及堤外發達的海灘灘沙，以其粒度組成而言，屬於中沙至細沙($1.0 \phi \sim 3.0 \phi$)粒級，淘選良好，近對稱分配。堤外未發達的海灘灘沙粒徑較細，屬於微沙至粗粉沙($3.0 \phi \sim 5.0 \phi$)粒級，淘選中等，亦近對稱分配。
3. 灘沙粒度與濺流作用盛行的前濱灘面坡度成正變關係，可得應證。南段旗津、東港兩者，灘沙粒徑最大，前濱灘面坡度亦最大，約 $11^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ；南段其他浴場海灘及北段者次之，約 $5^{\circ} \sim 6^{\circ}$ ；中段者最小，亦最緩，沙灘約 3° 左右，泥灘則幾近水平。
4. 濱線灘沙之粒度，各沙灘灘沙的粒徑中數平均值相差全在 1.0ϕ 以內，足見作用於西海岸的波管力，南北差異不大。而由中、南兩段海岸諸沙灘的濱線灘沙粒徑觀之，雖然不是很明顯但無論個別或整體皆略有向北逐漸變細的趨勢，似受北向沿岸流所影響。北段海岸雖然整體未見同一趨勢，但竹圍至新竹一帶海岸仍見類似變化。
5. 縱深灘沙之粒徑變化，一般言，在前濱灘面受衝濺與回濺管力影響，由低潮線向高潮線減小。後濱受暴風波浪影響，形成濱堤，粒度由高潮線向濱堤增大；濱堤之後，粒度受風管力影響，向沙丘減小，如沙丘規模能迫使丘前風束集中丘頂，則粒徑再由丘前向丘頂增大。
6. 各縱深灘沙之平均粒徑大部分較其濱線者略細，但其粗細全距則較大，因它兼受兩種不同管力。其後濱風管力運積的灘沙，淘選情形較前濱波管力者為佳，且有愈細粒淘選愈佳之勢。
7. 關於臺灣西岸灘沙之移動，大致而言，漂沙由南而北，似受海流之影響，風沙則由北而南，可能由於本島位於東北信風帶上的季風區，故冬季盛行的東北風大於夏季盛行的西南風所使然。

除上述舉例式的七點結論外，利用本文所依據的648袋灘沙標本分析資料及以往所作幾千袋標本分析資料，更進一步作有關全島性海灘堆積物之研究，有待實現。

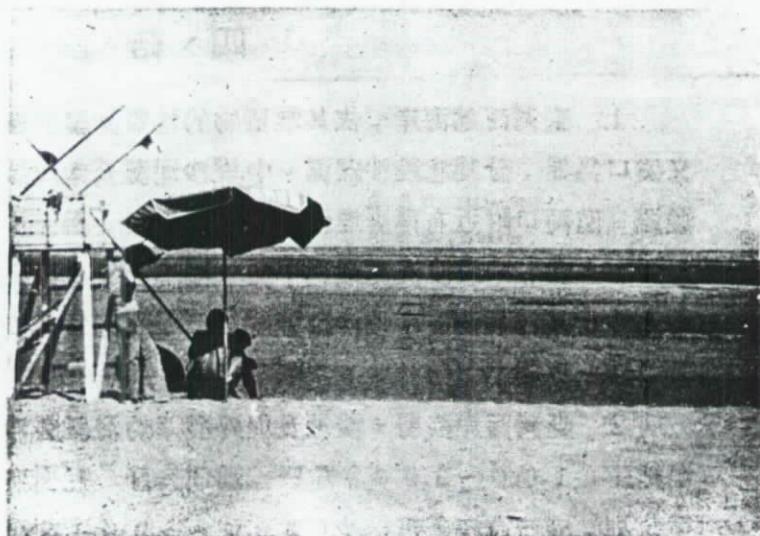
照片1 南寮浴場海灘

(Nanliao Bathing Beach)

'780712, 10:15, N50°W, 11/125

Md ϕ 2.27, $\sigma\phi$ 0.46, $\alpha\phi$ -0.03

南寮浴場海灘位於新竹之西北數公里，頭前溪口南側海濱。新竹市公車可達，交通堪稱便利，但此地潮間帶甚為廣闊，低潮時濱線外移幾百公尺，泳區遠離海岸，稍感不便。本照片則為近低潮時所攝，露出寬敞的灘面。



照片2 崎頂浴場海灘

(Chiting Bathing Beach)

'780712, 14:20, N, 11 / 125

Md ϕ 1.92, $\sigma\phi$ 0.37, $\alpha\phi$ -0.11

崎頂浴場海灘位於新竹西南方十數公里處，崎頂火車站西側海濱。前濱坡度約為6°，後濱沙灘更平坦，一般為2°~4°，更上方的礫石濱堤坡度達14°，海濱寬廣，防風林成陰，又近濱線，為一理想的天然海濱浴場。



照片3 通霄浴場海灘

(Tunghsiao Bathing Beach)

'780713, 8:30, E, 8 / 125

Md ϕ 2.03, $\sigma\phi$ 0.30, $\alpha\phi$ -0.08

通霄浴場海灘位於通霄車站之西侧，通霄溪口北側海濱。由海岸線至濱外沙洲外灘之濱線相距約800公尺，高潮時沙洲與陸地為水面分隔，低潮時兩者始接連，遊客略感不便，但海灘寬廣，地景水景均十分壯觀。





照片 4 鯤鯓浴場海灘

(Kunshen Bathing Beach)

'780714, 15:16, N 60°W, 11 / 125

Md ϕ 1.96, $\sigma\phi$ 0.47, $\alpha\phi$ 0.01

昔時由安平至二仁溪口有七個濱外沙洲（時稱鯤鯓），安平為一鯤鯓，此地為四鯤鯓。今各沙洲均已內移接陸，惟三鯤鯓留有潟湖，正開新港。本浴場在其南側，木麻黃樹林沿岸綿延成陰，馬鞍藤蔓延海灘上，灘沙粒度適宜，成為天然的海濱浴場。

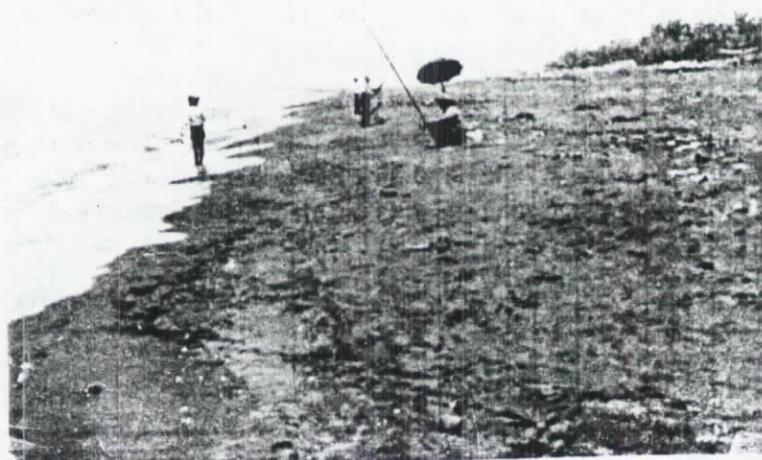
照片 5 旗津浴場海灘

(Chichin Bathing Beach)

'780715, 14:25, S 5°E, 8 / 125

Md ϕ 1.70, $\sigma\phi$ 0.39, $\alpha\phi$ -0.08

旗津浴場海灘位於高雄港外側沙洲之海濱。海岸線至濱線相距約一百餘公尺，後濱平坦大部分在1°以下，但在濺流作用盛行之前濱（foreshore），坡度則達10°左右。然而濱前（shore face）坡度變緩，故泳場尚寬。



照片 6 東港浴場海灘

(Tungkang Bathing Beach)

'780716, 10:45, N 10°W, 8 / 125

Md ϕ 1.72, $\sigma\phi$ 0.49, $\alpha\phi$ -0.18

東港浴場海灘位於東港溪口南側海濱，背依椰林，前臨碧海，風景宜人，昔日設有浴場，但因波高流急，前濱過陡（10°以上），時生遊客沈溺事件，為安全計，今已關閉。臺灣西岸以離水著稱，惟此地附近有沈水跡象，參照筆者（1980）論文圖7，及第14頁說明。

附表 1 臺灣西岸浴場海灘濱線灘沙粒度分析表

(Appendix Table 1 Analysis table of beach-sand grain size along the bathing-beach shorelines at the Western Coast of Taiwan)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	$Md\phi$	$P_{84}\phi$	$P_{16}\phi$	$M\phi$	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$	備註 (Remark)
① 竹圍 (Chuwei)	1	0	0	2.79	3.09	2.44	2.77	0.33	-0.06	①竹圍 採集日期：民國 67 年 7 月 11 日。 採集時間：上午 11 時 18 分至 25 分。 採集位置：第 1 站位於(1)東北邊防波堤尖端之 S 22°W，(2)西南邊岬角尖端之 S 86°E 處。 採集站：由北至南依次排列（各海灘均依此類推）。 Date : '780711 Time : 11 : 18 ~ 25 Location : 1st station located at (1) S22°W of the dike's end at NE side; (2) S86°E of the headland's end at SW side. Stations : Arrange from the north towards the south (idem for the rest beaches).
	2	50	50	2.28	2.73	1.79	2.26	0.47	-0.04	
	3	50	100	2.06	2.69	1.60	2.15	0.55	0.16	
	4	50	150	1.95	2.54	1.49	2.02	0.53	0.13	
	* 5	50	200	2.15	2.65	1.57	2.11	0.54	-0.07	
	* 6	50	250	2.13	2.56	1.68	2.12	0.44	-0.02	
	7	50	300	2.45	2.84	1.88	2.36	0.48	-0.19	
	8	50	350	2.17	2.56	1.78	2.17	0.39	0.00	
	9	50	400	2.26	2.68	1.81	2.25	0.44	-0.02	
	10	50	450	2.13	2.49	1.75	2.12	0.37	-0.03	
	11	50	500	2.05	2.38	1.73	2.06	0.33	0.03	
	12	50	550	2.15	2.56	1.77	2.17	0.40	0.05	
	13	50	600	2.10	2.50	1.68	2.09	0.41	-0.02	
	14	50	650	1.95	2.31	1.53	1.92	0.39	-0.08	
	* 15	50	700	1.83	2.16	1.40	1.78	0.38	-0.13	
	平均 (Average)			2.16	2.58	1.73	2.16	0.43	-0.02	
② 南寮 (Nanliao)	最大值 (Maximum)			2.79	3.09	2.44	2.77	0.55	0.16	②南寮 採集日期：民國 67 年 7 月 12 日。 採集時間：8 時 48 分至 9 時 06 分。 採集位置：第 11 站位於下鳳鼻尾之 S 30°W。 Date : '780712 Time : 8 : 48 ~ 9 : 06 Locate : 11th station located at S 30°W of Hsiafenpiwei. * 參見附表 2 (Refer to Appendix Table 2)
	最小值 (Minimum)			1.83	2.16	1.40	2.78	0.33	-0.19	
	差值 (Difference)			0.96	0.93	1.04	0.99	0.22	0.35	
	* 1	0	0	2.24	2.61	1.84	2.23	0.39	-0.03	
③ 南寮 (Nanliao)	2	50	50	2.48	2.73	2.06	2.40	0.34	-0.24	③南寮 採集日期：民國 67 年 7 月 12 日。 採集時間：8 時 48 分至 9 時 06 分。 採集位置：第 11 站位於下鳳鼻尾之 S 30°W。 Date : '780712 Time : 8 : 48 ~ 9 : 06 Locate : 11th station located at S 30°W of Hsiafenpiwei. * 參見附表 2 (Refer to Appendix Table 2)
	3	50	100	2.35	2.73	1.81	2.27	0.46	-0.17	
	4	50	150	2.24	2.62	1.77	2.20	0.43	-0.09	
	5	50	200	2.03	2.49	1.52	2.01	0.49	-0.04	
	* 6	50	250	2.05	2.46	1.58	2.02	0.44	-0.07	
	7	50	300	2.28	2.67	1.85	2.26	0.41	-0.05	
	8	50	350	2.21	2.59	1.78	2.19	0.41	-0.05	
	9	50	400	2.43	2.72	2.01	2.37	0.36	-0.17	
	10	50	450	2.18	2.51	1.76	2.14	0.38	-0.11	
	* 11	50	500	2.24	2.63	1.78	2.21	0.43	-0.07	
	12	50	550	2.24	2.63	1.82	2.23	0.41	-0.02	
	13	50	600	2.23	2.66	1.78	2.22	0.44	-0.02	
	14	50	650	2.22	2.61	1.84	2.23	0.39	0.03	
	15	50	700	2.26	2.66	1.82	2.24	0.42	-0.05	
	16	50	750	2.37	2.68	2.68	2.35	0.34	-0.06	

續附表 1 (Appendix Table 1)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備註 (Remark)
南 寮	17	50	800	2.34	2.67	1.88	2.28	0.40	-0.15	
	18	50	850	2.46	2.73	2.10	2.42	0.32	-0.13	
	19	50	900	2.12	2.71	1.70	2.21	0.51	0.18	
	* 20	50	950	2.33	2.66	2.02	2.34	0.32	0.03	
	平均	(Average)		2.27	2.64	1.84	2.24	0.40	-0.07	
	最大值	(Maximum)		2.48	2.73	2.10	2.42	0.49	0.18	
	最小值	(Minimum)		2.03	2.46	1.52	2.01	0.32	-0.24	
	差值	(Difference)		0.45	0.27	0.58	0.41	0.17	0.42	
③ 崎 頂 (Chiting)	* 1	0	0	1.94	2.25	1.55	1.90	0.35	-0.11	③ 崎頂 採集日期：民國 67 年 7 月 12 日。 採集時間：13 時 35 分 至 50 分。 採集位置：第 1 站位 於崎頂海水浴場海灘 入口處小徑上。 Date : '780712 Time : 13 : 35 ~ 50 Location : 1st station located at entrance path of Chiting Bathing Beach .
	2	50	50	2.04	2.35	1.66	2.01	0.35	-0.09	
	3	50	100	1.87	2.20	1.48	1.84	0.36	-0.08	
	4	50	150	1.80	2.12	1.28	1.70	0.42	-0.24	
	5	50	200	1.84	2.18	1.30	1.74	0.44	-0.23	
	6	50	250	1.85	2.20	1.28	1.74	0.46	-0.24	
	7	50	300	1.90	2.21	1.55	1.88	0.33	-0.06	
	8	50	350	1.88	2.20	1.53	1.87	0.34	-0.03	
	9	50	400	1.87	2.19	1.49	1.84	0.35	-0.09	
	* 10	50	450	1.81	2.12	1.45	1.79	0.34	-0.06	
	11	50	500	1.82	2.16	1.48	1.82	0.34	0.00	
	12	50	550	1.86	2.18	1.47	1.83	0.36	-0.08	
	13	50	600	1.88	2.20	1.51	1.86	0.35	-0.06	
	14	50	650	1.92	2.24	1.53	1.89	0.36	-0.08	
	15	50	700	2.14	2.43	1.68	2.06	0.38	-0.21	
	16	50	750	2.07	2.35	1.68	2.02	0.34	-0.15	
	17	50	800	2.05	2.37	1.74	2.06	0.32	0.03	
	18	50	850	1.94	2.24	1.61	1.93	0.32	-0.03	
	19	50	900	1.93	2.25	1.52	1.89	0.37	-0.11	
	* 20	50	950	1.92	2.27	1.41	1.84	0.43	-0.19	
	平均	(Average)		1.92	2.24	1.51	1.88	0.37	-0.11	
	最大值	(Maximum)		2.14	2.43	1.74	2.06	0.46	0.03	
	最小值	(Minimum)		1.80	2.12	1.28	1.70	0.32	-0.24	
	差值	(Difference)		0.34	0.31	0.46	0.36	0.14	0.27	
④ 通 霄 (Tunghsiao)	* 1	0	0	1.97	2.24	1.53	1.89	0.36	-0.22	④ 通霄 採集日期：民國 78 年 7 月 13 日。 採集時間：8 時 15 至 31 分。 採集位置：第 5 站位 於虎頭山之 N 76° W。第 11 站位虎頭 山之 N 88° W。
	2	50	50	2.09	2.38	1.78	2.08	0.30	-0.03	
	3	50	100	2.08	2.36	1.80	2.08	0.28	0.00	
	4	50	150	1.98	2.28	1.62	1.95	0.33	-0.09	
	* 5	50	200	1.94	2.28	1.57	1.93	0.36	-0.03	
	6	50	250	1.97	2.30	1.67	1.99	0.32	0.06	
	7	50	300	2.16	2.43	1.83	2.13	0.30	-0.10	
	8	50	350	1.87	2.16	1.54	1.85	0.31	-0.06	

續附表 1 (Appendix Table 1)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備 (Remark)	註
通 霄	9	50	400	2.04	2.34	1.68	2.01	0.33	-0.09	Date : '780713 Time : 8:15 ~ 31 Location : 5th station located at N76°W of Hutou- shan, 11th station located at N88°W of Hutou shan .	
	10	50	450	2.10	2.39	1.77	2.08	0.31	-0.06		
	11	50	500	2.09	2.37	1.78	2.08	0.30	-0.03		
	12	50	550	2.16	2.42	1.85	2.14	0.29	-0.07		
	13	50	600	2.16	2.42	1.84	2.13	0.29	-0.10		
	14	50	650	2.07	2.33	1.71	2.02	0.31	-0.16		
	15	50	700	2.02	2.28	1.68	1.98	0.30	-0.13		
	16	50	750	2.12	2.39	1.79	2.09	0.30	-0.10		
	17	50	800	1.77	1.99	1.50	1.75	0.25	-0.08		
	18	50	850	1.84	2.13	1.52	1.83	0.31	-0.03		
	19	50	900	2.04	2.35	1.65	2.00	0.35	-0.11		
	* 20	50	950	2.13	2.39	1.79	2.09	0.30	-0.13		
霄	平均 (Average)			2.03	2.31	1.70	2.01	0.31	-0.08	⑤安平 採集日期：民國 67 年 7 月 14 日 採集時間：10 時 15 分 至 35 分。 採集位置：第 1 站位於 安平運河口燈塔正北 方約 70 公尺處。	
	最大值 (Maximum)			2.16	2.43	1.85	2.14	0.36	0.06		
	最小值 (Minimum)			1.77	1.99	1.50	1.75	0.25	-0.22		
	差 值 (Difference)			0.39	0.44	0.35	0.39	0.11	0.28		
⑤ 安 平 (Anping)	1	0	0	2.10	2.51	1.74	2.13	0.39	0.08	⑥鯤鯓 採集日期：民國 67 年 7 月 14 日。 採集時間：15 時 01 分 ~ 14 分。 採集位置：第 10 站位 於安平新港工程堤防 之南 25 m 處。 Date : '780714 Time : 10:15 ~ 35 Location : 1 st station located at 70m north of the lighthouse at the mouth of Anping Canal .	
	2	50	50	2.49	2.80	2.03	2.42	0.39	-0.18		
	3	50	100	2.42	2.81	1.83	2.32	0.49	-0.20		
	4	50	150	2.27	2.73	1.70	2.22	0.52	-0.10		
	5	50	200	2.40	2.78	1.90	2.34	0.44	-0.14		
	6	50	250	2.28	2.74	1.75	2.25	0.50	-0.06		
	7	50	300	2.32	2.77	1.81	2.29	0.48	-0.06		
	8	50	350	2.12	2.57	1.72	2.15	0.43	0.07		
	9	50	400	2.10	2.58	1.71	2.15	0.44	0.11		
	10	50	450	2.03	2.48	1.67	2.08	0.41	0.12		
	平均 (Average)			2.25	2.68	1.79	2.24	0.45	-0.04		
	最大值 (Maximum)			2.49	2.81	2.03	2.42	0.52	0.12		
	最小值 (Minimum)			2.03	2.48	1.67	2.08	0.39	-0.20		
	差 值 (Difference)			0.46	0.33	0.36	0.34	0.13	0.32		
⑥ 鯤 鯢 (Kunshen)	* 1	0	0	2.06	2.48	1.76	2.12	0.36	0.17	⑥鯤鯢 採集日期：民國 67 年 7 月 14 日。 採集時間：15 時 01 分 ~ 14 分。 採集位置：第 10 站位 於安平新港工程堤防 之南 25 m 處。 Date : '780714 Time : 15:01 ~ 14 Location : 10 th station located at	
	2	50	50	1.90	2.25	1.55	1.90	0.35	0.00		
	3	50	100	1.98	2.46	1.49	1.98	0.49	0.00		
	4	50	150	1.79	2.24	1.26	1.75	0.49	-0.08		
	5	50	200	1.96	2.60	1.28	1.94	0.66	-0.03		
	6	50	250	2.34	2.76	1.82	2.29	0.47	-0.11		
	7	50	300	1.67	2.11	1.31	1.71	0.40	0.10		
	8	50	350	1.95	2.46	1.44	1.95	0.51	0.00		
	9	50	400	2.01	2.49	1.53	2.01	0.48	0.00		
	10	50	450	1.98	2.47	1.53	2.00	0.47	0.04		

續附表 1 (Appendix Table 1)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$	備註 (Remark)
鯤 鯨	平均 (Average)		1.96	2.43	1.50	1.97	0.47	0.01		25 m south of the Anping New port's dike under construction.
	最大值 (Maximum)		2.34	2.76	1.82	2.29	0.66	0.17		
	最小值 (Minimum)		1.67	2.11	1.26	1.71	0.35	-0.11		
	差 值 (Difference)		0.67	0.65	0.56	0.58	0.31	0.28		
⑦ 旗 津 (Chichin)	1	0	0	1.78	2.11	1.40	1.76	0.36	-0.06	⑦旗 津 採集日期：民國 67 年 7 月 15 日 採集時間：14 時 21 分 至 35 分。 採集位置：第 6 站位於 浴場岬角末端之正東 壽山 (356m) 之正南。 Date : '780715 Time : 14 : 21 ~ 35 Location : 6th station located at East of the end of bathing beach headland and South of Soushan (356m).
	2	50	50	1.54	1.98	1.19	1.59	0.40	0.13	
	3	50	100	1.47	1.91	1.03	1.47	0.44	0.00	
	4	50	150	1.56	1.94	1.11	1.53	0.42	-0.07	
	5	50	200	1.64	1.99	1.13	1.56	0.43	-0.19	
	* 6	50	250	1.81	2.16	1.42	1.79	0.37	-0.05	
	7	50	300	1.74	1.98	1.38	1.68	0.30	-0.20	
	8	50	350	2.05	2.32	1.73	2.03	0.30	-0.07	
	9	50	400	1.94	2.35	1.35	1.85	0.50	-0.18	
	10	50	450	1.69	2.07	1.20	1.64	0.44	-0.11	
	11	50	500	1.73	2.06	1.40	1.73	0.33	0.00	
	12	50	550	1.78	2.08	1.36	1.72	0.36	-0.17	
	13	50	600	1.23	1.67	0.87	1.27	0.40	0.10	
	14	50	650	1.80	2.20	1.24	1.72	0.48	-0.17	
	15	50	700	1.75	2.08	1.33	1.71	0.38	-0.11	
⑧ 東 港 (Tungkang)	平均 (Average)		1.70	2.06	1.28	1.67	0.39	-0.08		⑧東 港 採集日期：民國 67 年 7 月 16 日。 採集時間：10 時 39 分 至 53 分。 採集位置：第 1 站位於 漁港防波堤末端之 S 50°E，小琉球嶼北 端之 N 32°E。 Date : '780716 Time : 10 : 39 ~ 53 Location : 1st station located at S 50°E of the dike's end at the fish harbor; N 32° E of the N. end of Hsiaoliuchiu I.
	最大值 (Maximum)		2.05	2.35	1.73	2.03	0.50	0.13		
	最小值 (Minimum)		1.23	1.67	0.87	1.27	0.30	-0.20		
	差 值 (Difference)		0.82	0.68	0.86	0.76	0.20	0.33		
平 均 (Average)	1	0	0	1.78	2.16	1.24	1.70	0.46	-0.17	⑧東 港 採集日期：民國 67 年 7 月 16 日。 採集時間：10 時 39 分 至 53 分。 採集位置：第 1 站位於 漁港防波堤末端之 S 50°E，小琉球嶼北 端之 N 32°E。 Date : '780716 Time : 10 : 39 ~ 53 Location : 1st station located at S 50°E of the dike's end at the fish harbor; N 32° E of the N. end of Hsiaoliuchiu I.
	2	50	50	1.70	2.13	1.15	1.64	0.49	-0.12	
	3	50	100	1.83	2.18	1.33	1.76	0.43	-0.16	
	4	50	150	1.64	2.10	1.03	1.57	0.54	-0.13	
	* 5	50	200	1.87	2.22	1.34	1.78	0.44	-0.20	
	6	50	250	1.81	2.21	1.11	1.66	0.55	-0.27	
	7	50	300	1.49	1.99	0.80	1.40	0.60	-0.15	
	8	50	350	1.72	2.10	1.07	1.59	0.52	-0.25	
	9	50	400	1.76	2.12	1.22	1.67	0.45	-0.20	
	* 10	50	450	1.61	1.99	1.09	1.54	0.45	-0.16	
	11	50	500	1.67	2.05	1.15	1.59	0.44	-0.18	
	最大值 (Maximum)		1.87	2.22	1.34	1.78	0.60	-0.12		
	最小值 (Minimum)		1.49	1.99	0.80	1.40	0.43	-0.27		
	差 值 (Difference)		0.38	0.23	0.54	0.38	0.17	0.15		

附表 2 臺灣西岸浴場海灘縱深灘沙粒度分析表

(Appendix Table 2 Analysis table of beach-sand grain size along the bathing-beach profiles at the Western Coast of Taiwan)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備註 (Remark)
① 竹 圍 (Chuwei)	5—0	0	0	2.15	2.65	1.57	2.11	0.54	-0.07	①竹圍 採集日期：民國 67 年 7 月 11 日。 採集時間：上午 11 時 18 分至 25 分。 採集位置：參照附表 1 Date : '780711 Time : 11:18 ~ 25 Location : Refer to Appendix Table 1.
	5—1	5	5	2.08	2.53	1.64	2.09	0.45	0.02	
	5—2	5	10	2.23	2.60	1.83	2.22	0.39	-0.03	
	5—3	5	15	2.35	2.68	2.01	2.35	0.34	0.00	
	平均 (Average)			2.20	2.62	1.76	2.19	0.43	-0.02	
	6—0	0	0	2.13	2.56	1.68	2.12	0.44	-0.02	
	6—1	5	5	2.33	2.72	1.82	2.27	0.45	-0.13	
	6—2	5	10	1.93	2.28	1.57	1.93	0.36	0.00	
	6—3	5	15	2.35	2.74	1.84	2.29	0.45	-0.13	
	平均 (Average)			2.19	2.58	1.73	2.15	0.43	-0.07	
	15—0	0	0	1.83	2.16	1.40	1.78	0.38	-0.13	
	15—1	5	5	2.05	2.53	1.65	2.09	0.44	0.09	
	平均 (Average)			1.94	2.35	1.53	1.94	0.41	-0.02	
	總平均 (All Average)			2.14	2.55	1.70	2.13	0.42	-0.04	
	最大值 (Maximum)			2.35	2.74	2.01	2.35	0.54	0.09	
	最小值 (Minimum)			1.83	2.16	1.40	1.78	0.34	-0.13	
	差值 (Difference)			0.52	0.58	0.61	0.57	0.20	0.22	
② 南 寮 (Nanliao)	1—0	0	0	2.24	2.61	1.84	2.23	0.39	-0.03	②南寮 採集日期：民國 67 年 7 月 12 日。 採集時間：上午 8 時 48 分至 9 時 06 分。 採集位置： Date : '780712 Time : 8:48 ~ 9:06 Locate : Refer to Appendix Table 1.
	1—1	5	5	2.45	2.77	1.98	2.38	0.40	-0.18	
	1—2	5	10	2.53	2.89	1.98	2.44	0.46	-0.20	
	平均 (Average)			2.41	2.76	1.93	2.35	0.42	-0.14	
	6—0	0	0	2.05	2.46	1.58	2.02	0.44	-0.07	
	6—1	5	5	2.56	2.76	2.26	2.51	0.25	-0.20	
	6—2	5	10	2.16	2.61	1.58	2.10	0.52	-0.12	
	6—3	5	15	2.07	2.56	1.48	2.02	0.54	-0.09	
	6—4	5	20	2.33	2.70	1.82	2.26	0.44	-0.16	
	6—5	5	25	2.28	2.67	1.85	2.26	0.41	-0.05	
	平均 (Average)			2.24	2.63	1.76	2.20	0.43	-0.12	
	11—0	0	0	2.24	2.63	1.78	2.21	0.43	-0.07	
	11—1	5	5	2.36	2.67	1.95	2.31	0.36	-0.14	
	11—2	5	10	2.35	2.65	2.01	2.33	0.32	-0.06	
	11—3	5	15	2.28	2.63	1.88	2.26	0.38	-0.05	
	11—4	5	20	2.15	2.57	1.62	2.10	0.48	-0.10	
	11—5	5	25	2.24	2.65	1.74	2.20	0.46	-0.09	
	11—6	5	30	2.41	2.71	1.99	2.35	0.36	-0.17	
	11—7	5	35	2.32	2.67	1.88	2.28	0.40	-0.10	

續附表 2 (Appendix Table 2)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備註 (Remark)
南	11—8	5	40	2.46	2.74	1.88	2.31	0.43	-0.35	S : 砂丘 (Sand dune)
	11—9	5	45	2.62	2.94	2.24	2.59	0.35	-0.09	
	11—10	5	50	2.37	2.75	1.80	2.28	0.48	-0.19	
	平均 (Average)			2.35	2.69	1.89	2.29	0.40	-0.13	
	20—0	0	0	2.33	2.66	2.02	2.34	0.32	0.03	
	20—1	5	5	2.36	2.69	1.98	2.34	0.36	-0.06	
	20—2	5	10	2.09	2.49	1.57	2.03	0.46	-0.13	
	20—3	5	15	2.30	2.64	1.86	2.25	0.39	-0.13	
	20—4	5	20	2.10	2.44	1.73	2.09	0.36	-0.03	
	20—5	5	25	2.38	2.70	2.02	2.36	0.34	-0.06	
	20—6	5	30	2.37	2.69	2.01	2.35	0.34	-0.06	
	20—7	5	35	2.37	2.68	2.02	2.35	0.33	-0.06	
	20—8	5	40	2.48	2.85	2.01	2.43	0.42	-0.12	
	20—9	5	45	2.38	2.74	1.98	2.36	0.38	-0.05	
	20—10	5	50	2.49	2.78	2.10	2.44	0.34	-0.15	
	20—11	5	55	2.51	2.81	2.10	2.46	0.36	-0.14	
	20—12	5	60	2.49	2.78	2.10	2.44	0.34	-0.15	
	20—13	5	65	2.52	2.78	2.09	2.44	0.35	-0.23	
	20—14	5	70	2.39	2.72	1.96	2.34	0.38	-0.13	
	20—15	5	75	2.38	2.70	1.97	2.34	0.37	-0.11	
	20—16	5	80	2.34	2.68	1.91	2.30	0.39	-0.10	
	20—17	5	85	2.48	2.84	2.03	2.44	0.41	-0.10	
	平均 (Average)			2.38	2.70	1.97	2.34	0.37	-0.10	
寮	20S—1	0	0	1.93	2.30	1.66	1.98	0.32	0.16	③ 嶠頂 採集日期：民國67年 7月12日。 採集時間：13時35分 至50分。 採集位置：參照附表1
	20S—2	5	5	2.17	2.58	1.62	2.10	0.48	-0.15	
	20S—3	5	10	2.00	2.41	1.60	2.01	0.41	0.02	
	平均 (Average)			2.03	2.43	1.63	2.03	0.40	0.01	
	總平均 (All Average)			2.33	2.67	1.89	2.28	0.39	-0.10	
	最大值 (Maximum)			2.62	2.94	2.26	2.59	0.54	0.16	
	最小值 (Minimum)			1.93	2.30	1.48	1.98	0.25	-0.35	
③ 崎 頂 (Chiting)	差值 (Difference)			0.69	0.64	0.78	0.61	0.29	0.51	③ 嶠頂 採集日期：民國67年 7月12日。 採集時間：13時35分 至50分。 採集位置：參照附表1
	1—0	0	0	1.94	2.25	1.55	1.90	0.35	-0.11	
	1—1	5	5	1.95	2.24	1.55	1.90	0.35	-0.14	
	1—2	5	10	2.10	2.38	1.79	2.09	0.30	-0.03	
	1—3	5	15	2.11	2.39	1.80	2.10	0.30	-0.03	
	平均 (Average)			2.03	2.32	1.67	2.00	0.30	-0.08	
	10—0	0	0	1.81	2.12	1.45	1.79	0.34	-0.06	
	10—1	5	5	1.73	1.99	1.39	1.69	0.30	-0.13	
	10—2	5	10	1.69	1.97	1.38	1.68	0.30	-0.03	
	10—3	5	15	1.68	1.99	1.20	1.60	0.40	-0.20	

續附表 2 (Appendix Table 2)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	$P_{84} \phi$	$P_{16} \phi$	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備註 (Remark)
崎	10—4	5	20	2.03	2.27	1.71	1.99	0.28	-0.14	Date : '780712 Time : 13:35~50 Location : Refer to Appendix Table 1.
	10—5	5	25	2.27	2.47	1.99	2.23	0.24	-0.16	
	10—6	5	30	2.24	2.48	1.91	2.20	0.29	-0.14	
	10—7	5	35	2.31	2.51	2.01	2.26	0.25	-0.20	
	10—8	5	40	2.26	2.47	1.94	2.21	0.27	-0.19	
	平均 (Average)			2.00	2.25	1.66	1.96	0.30	-0.14	
	20—0	0	0	1.92	2.27	1.41	1.84	0.43	-0.19	
	20—1	5	5	1.86	2.22	1.48	1.85	0.37	-0.03	
	20—2	5	10	1.92	2.23	1.55	1.89	0.34	-0.09	
	20—3	5	15	2.09	2.41	1.78	2.10	0.32	0.03	
	20—4	5	20	2.04	2.32	1.76	2.04	0.28	0.00	
	20—5	5	25	2.10	2.39	1.80	2.10	0.30	0.00	
	20—6	5	30	2.05	2.30	1.78	2.04	0.26	-0.04	
	20—7	5	35	1.90	2.19	1.57	1.88	0.31	-0.06	
	20—8	5	40	2.10	2.39	1.78	2.09	0.31	-0.03	
	20—9	5	45	2.15	2.43	1.81	2.12	0.31	-0.10	
	20—10	5	50	2.12	2.41	1.82	2.12	0.30	0.00	
	20—11	5	55	2.17	2.43	1.89	2.16	0.27	-0.04	
	20—12	5	60	2.30	2.49	2.02	2.26	0.24	-0.17	
	20—13	5	65	2.15	2.42	1.83	2.13	0.30	-0.07	
	平均 (Average)			2.06	2.35	1.73	2.04	0.31	-0.06	
	總平均 (All Average)			2.04	2.31	1.70	2.01	0.31	-0.09	
	最大值 (Maximum)			2.31	2.51	2.02	2.26	0.43	0.03	
	最小值 (Minimum)			1.68	1.97	1.20	1.60	0.24	-0.20	
	差 值 (Difference)			0.63	0.54	0.82	0.66	0.19	0.23	
④ 通 頂	1—0	0	0	1.97	2.24	1.53	1.89	0.36	-0.22	④ 通 頂 採集日期：民國 78 年 7 月 13 日。 採集時間：8 時 15 分 至 31 分。 採集位置：參照附表 1。 Date : '780713 Time : 8:15~31 Location : Refer to Appendix Table 1.
	1—1	5	5	2.02	2.28	1.63	1.96	0.33	-0.18	
	1—2	5	10	2.09	2.37	1.77	2.07	0.30	-0.07	
	1—3	5	15	2.07	2.34	1.76	2.05	0.29	-0.07	
	1—4	5	20	2.19	2.43	1.95	2.19	0.24	0.00	
	1—5	5	25	1.92	2.21	1.62	1.92	0.30	0.00	
	1—6	5	30	2.01	2.31	1.71	2.01	0.30	0.00	
	1—7	5	35	2.06	2.38	1.74	2.06	0.32	0.00	
	1—8	5	40	2.10	2.39	1.79	2.09	0.30	-0.03	
	1—9	5	45	2.10	2.41	1.81	2.11	0.30	0.03	
	1—10	5	50	2.03	2.28	1.76	2.02	0.26	-0.04	
	平均 (Average)			2.05	2.33	1.73	2.03	0.30	-0.05	
胥 (Tunghsiao)	5—0	0	0	1.94	2.28	1.57	1.93	0.36	-0.03	
	5—1	5	5	2.11	2.40	1.79	2.10	0.31	-0.03	
	5—2	5	10	2.06	2.35	1.76	2.06	0.30	0.00	

續附表 2 (Appendix Table 2)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備註 (Remark)
通 霄	5 - 3	5	15	2.01	2.26	1.73	2.00	0.27	-0.04	
	5 - 4	5	20	1.92	2.23	1.57	1.90	0.33	-0.06	
	5 - 5	5	25	2.02	2.32	1.67	2.00	0.33	-0.06	
	5 - 6	5	30	2.06	2.35	1.78	2.07	0.29	0.03	
	平均 (Average)			2.02	2.31	1.70	2.01	0.31	-0.03	
	0 - 0	0	0	2.13	2.39	1.79	2.09	0.30	-0.13	
	0 - 1	5	5	2.19	2.44	1.84	2.14	0.30	-0.17	
	0 - 2	5	10	2.08	2.35	1.78	2.07	0.29	-0.03	
	0 - 3	5	15	2.13	2.41	1.78	2.10	0.32	-0.09	
	0 - 4	5	20	2.15	2.43	1.83	2.13	0.30	-0.07	
	平均 (Average)			2.14	2.40	1.80	2.11	0.30	-0.10	
	總平均 (All Average)			2.06	2.34	1.74	2.04	0.30	-0.05	
	最大值 (Maximum)			2.19	2.44	1.95	2.19	0.36	0.03	
	最小值 (Minimum)			1.92	2.21	1.53	1.89	0.24	-0.22	
	差值 (Difference)			0.27	0.23	0.42	0.30	0.12	0.25	
⑤ 安 平 (Aiping)	5 - 0	0	0	2.40	2.78	1.90	2.34	0.44	-0.14	⑤安平 採集日期：民國 67 年 7 月 14 日。 採集時間：10 時 15 分 至 35 分。 採集位置：參照附表 1。 Date : '780714 Time : 10:15 ~ 35 Location : Refer to Appendix Table 1.
	5 - 1	5	5	2.49	2.79	2.07	2.43	0.36	-0.17	
	5 - 2	5	10	2.70	2.95	2.35	2.65	0.30	-0.17	
	5 - 3	5	15	2.74	2.98	2.40	2.69	0.29	-0.17	
	5 - 4	5	20	2.69	2.95	2.34	2.65	0.31	-0.13	
	5 - 5	5	25	2.77	2.99	2.45	2.72	0.27	-0.19	
	5 - 6	5	30	2.41	2.78	1.95	2.37	0.42	-0.10	
	5 - 7	5	35	2.45	2.78	2.03	2.41	0.38	-0.11	
	5 - 8	5	40	2.42	2.74	2.01	0.38	0.37	-0.11	
	平均 (Average)			2.56	2.86	2.17	2.52	0.35	-0.14	
⑥ 鯤 (Kunshen)	最大值 (Maximum)			2.77	2.99	2.45	2.72	0.44	-0.10	⑥鯤鯨 採集日期：民國 67 年 7 月 14 日。 採集時間：15 時 01 分 至 14 分。 採集位置：參照附表 1。 Date : '780714 Time : 15:01 ~ 14 Location : Refer to Appendix Table 1.
	最小值 (Minimum)			2.40	2.74	1.90	2.34	0.27	-0.19	
	差值 (Difference)			0.37	0.25	0.55	0.38	0.17	0.09	
	平均 (Average)			2.24	2.62	1.85	2.24	0.39	0.00	

續附表2 (Appendix Table 2)

海 滯 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備註 (Remark)
鯤 鯢	最大值 (Maximum)			2.44	2.74	2.04	2.38	0.46	0.17	
	最小值 (Minimum)			2.06	2.48	1.76	2.12	0.34	-0.33	
	差 值 (Difference)			0.38	0.26	0.28	0.26	0.12	0.50	
⑦ 旗 津 (Chichin)	6 - 0	0	0	1.81	2.16	1.42	1.79	0.37	-0.05	⑦旗津 採集日期：民國 67 年 7 月 15 日。 採集時間：14 時 21 分 至 35 分。 採集位置：參照附表 1。 Date : '780715 Time : 14 : 21 ~ 35 Location : Refer to Appendix Table 1.
	6 - 1	5	5	1.35	1.95	0.95	1.45	0.50	0.20	
	6 - 2	5	10	1.47	1.89	1.04	1.47	0.43	0.00	
	6 - 3	5	15	1.44	1.91	0.95	1.43	0.48	-0.02	
	6 - 4	5	20	1.40	1.89	0.96	1.43	0.47	0.06	
	6 - 5	5	25	1.42	1.85	1.02	1.44	0.42	0.05	
	6 - 6	5	30	1.45	1.85	1.08	1.47	0.39	0.05	
	6 - 7	5	35	1.38	1.83	0.98	1.41	0.43	0.07	
	6 - 8	5	40	1.31	1.83	0.92	1.38	0.46	0.15	
	6 - 9	5	45	1.48	1.99	0.85	1.42	0.57	-0.11	
	6 - 10	5	50	1.72	2.06	1.23	1.65	0.42	-0.17	
	6 - 11	5	55	1.83	2.20	1.30	1.75	0.45	-0.18	
	6 - 12	5	60	1.85	2.22	1.40	1.81	0.41	-0.10	
	6 - 13	5	65	1.80	2.15	1.37	1.76	0.39	-0.10	
	6 - 14	5	70	1.79	2.16	1.27	1.72	0.45	-0.16	
	6 - 15	5	75	1.94	2.24	1.48	1.86	0.38	-0.21	
	6 - 16	5	80	1.79	2.15	1.25	1.70	0.45	-0.20	
	6 - 17	5	85	1.84	2.21	1.37	1.79	0.42	-0.12	
	6 - 18	5	90	1.82	2.19	1.36	1.78	0.42	-0.10	
	6 - 19	5	95	1.81	2.21	1.38	1.80	0.42	-0.02	
	6 - 20	5	100	1.80	2.18	1.23	1.71	0.48	-0.19	
津 (Chichin)	平均 (Average)			1.64	2.05	1.18	1.62	0.44	-0.05	
	最大值 (Maximum)			1.94	2.24	1.48	1.86	0.57	0.20	
	最小值 (Minimum)			1.31	1.83	0.85	1.41	0.37	-0.21	
	差 值 (Difference)			0.63	0.41	0.63	0.45	0.20	0.41	
⑧ 東 港 (Tungkang)	5 - 0	0	0	1.87	2.22	1.34	1.78	0.44	-0.20	⑧東港 採集日期：民國 67 年 7 月 16 日。 採集時間：10 時 39 分 至 53 分。 採集位置：參照附表 1。 Date : '780716 Time : 10 : 39 ~ 53 Location : Refer to Appendix Table 1.
	5 - 1	5	5	1.51	1.89	1.12	1.51	0.39	0.00	
	5 - 2	5	10	1.96	2.31	1.51	1.91	0.40	-0.13	
	5 - 3	5	15	1.76	2.12	1.34	1.73	0.39	-0.08	
	5 - 4	5	20	1.83	2.18	1.42	1.80	0.38	-0.08	
	5 - 5	5	25	1.85	2.18	1.44	1.81	0.37	-0.11	
	5 - 6	5	30	1.53	1.91	1.09	1.50	0.41	-0.07	
港 (Tungkang)	平均 (Average)			1.76	2.12	1.32	1.72	0.40	-0.10	
	10 - 0	0	0	1.61	1.99	1.09	1.54	0.45	-0.16	
	10 - 1	5	5	1.74	2.11	1.16	1.64	0.48	-0.21	
	10 - 2	5	10	1.38	1.85	0.99	1.42	0.43	0.09	
	10 - 3	5	15	1.90	2.20	1.55	1.88	0.33	-0.06	

續附表 2 (Appendix Table 2)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備註 (Remark)
東 港	10 - 4	5	20	1.86	2.18	1.44	1.81	0.37	-0.14	
	10 - 5	5	25	1.88	2.21	1.52	1.87	0.35	-0.03	
	10 - 6	5	30	1.84	2.19	1.28	1.74	0.46	-0.22	
	平均	(Average)		1.74	2.10	1.29	1.70	0.41	-0.11	
	總平均	(All Average)		1.75	2.11	1.31	1.71	0.40	-0.1	
	最大值	(Maximum)		1.96	2.31	1.55	1.91	0.48	0.09	
	最小值	(Minimum)		1.38	1.85	0.99	1.42	0.33	-0.22	
	差值	(Difference)		0.58	0.46	0.56	0.49	0.15	0.31	

備註：

Md (中數 · 第 50 百分位數)

$$M \text{ (平均數)} = \frac{P_{84} + P_{16}}{2}$$

P₈₄ (第 84 百分位數)P₁₆ (第 16 百分位數)

$$\sigma \text{ (標準差數)} = \frac{P_{84} - P_{16}}{2}$$

$$\alpha \text{ (偏差係數)} = \frac{M - Md}{\sigma}$$

$$\phi \text{ (漂沙粒徑)} = \log_2 \frac{1}{D}$$

$$D \text{ (漂沙粒徑 · 單位 mm)} = \frac{1}{2^\phi}$$

附表 3 臺灣西岸堤外海灘濱線灘沙粒度分析表
 (Appendix Table 3 Analysis table of beach-sand grain size along the
 dikeside-beach shorelines at the Western Coast of Taiwan)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$	備 (Remark)	註
◎ 新 (Hsinchu)	1	0	0	2.26	2.49	1.88	2.19	0.31	-0.23	新竹	
	2	50	50	2.15	2.45	1.82	2.14	0.32	-0.03	採集日期：民國 68 年 7 月 10 日。	
	3	50	100	2.14	2.43	1.75	2.09	0.34	-0.15	採集時間：13 時 05 分 至 30 分。	
	4	50	150	2.22	2.45	1.92	2.19	0.27	-0.11	採集位置：第 11 站位於 地圖上坐標 877470。	
	5	50	200	2.03	2.30	1.67	1.99	0.32	-0.13	採集站：由北而南依次 排列。	
	6	50	250	2.07	2.35	1.78	2.07	0.29	0.00		
	7	50	300	2.08	2.35	1.75	2.05	0.30	-0.10		
	8	50	350	1.99	2.25	1.65	1.95	0.30	-0.13		
	9	50	400	1.96	2.23	1.66	1.95	0.29	-0.03		
	10	50	450	1.87	2.18	1.50	1.84	0.34	-0.09	Date : '790710	
	11	50	500	1.90	2.17	1.51	1.84	0.33	-0.18	Time : 13 : 05 ~ 30	
	12	50	550	2.02	2.32	1.67	2.00	0.33	-0.06	Location : 11th station located at coordinates 877470	
	13	50	600	2.01	2.25	1.70	1.98	0.28	-0.11	on the map.	
	14	50	650	2.20	2.45	1.88	2.17	0.29	-0.10	Station : N → S	
	15	50	700	2.01	2.40	1.81	2.11	0.30	0.33		
	16	50	750	1.83	2.15	1.41	1.78	0.37	-0.14		
	17	50	800	2.00	2.29	1.61	1.95	0.34	-0.15		
	18	50	850	2.05	2.34	1.73	2.04	0.31	-0.03		
	19	50	900	2.00	2.28	1.65	1.97	0.32	-0.09		
	20	50	950	2.13	2.38	1.80	2.09	0.29	-0.14		
	21	50	1000	2.03	2.32	1.73	2.03	0.30	0.00		
◎ 竹 (Hsinchu)	平均 (Average)			2.05	2.33	1.71	2.02	0.31	-0.08		
	最大值 (Maximum)			2.26	2.49	1.92	2.19	0.37	0.33		
	最小值 (Minimum)			1.83	2.15	1.41	1.78	0.27	-0.23		
	差 值 (Difference)			0.43	0.34	0.51	0.41	0.10	0.56		
◎ 鹿 (Lukang)	1	0	0	2.76	4.40	2.25	3.33	1.08	0.53	鹿港	
	2	50	50	4.73	5.18	2.63	3.91	1.28	-0.64	採集日期：民國 68 年 7 月 11 日。	
	3	50	100	4.48	5.48	2.20	3.84	1.64	-0.39	採集時間：11 時 40 分 至 58 分。	
	4	50	150	5.24	5.65	2.49	4.07	1.58	-0.74	採集位置：第 1 站位於 三塩管制站堤外。地	
	5	50	200	4.83	6.03	1.25	3.64	2.40	-0.50	圖上坐標 365658 。	
	6	50	250	4.90	6.40	2.80	4.60	1.80	-0.17	採集站：由北而南依次 排列。	
	7	50	300	4.98	6.00	3.58	4.79	1.21	-0.16		
	8	50	350	4.40	5.73	2.68	4.21	1.53	-0.12		
	9	50	400	4.75	5.90	3.63	4.77	1.14	0.02		
	10	50	450	4.78	5.93	3.90	4.92	1.02	0.14	Date : '790711	
	11	50	500	5.18	6.35	3.90	5.13	1.23	-0.04	Time : 11 : 40 ~ 58	
	12	50	550	5.30	6.10	4.35	5.23	0.88	-0.08		

續附表 3 (Appendix Table 3)

海灘 (Beaches)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備註 (Remark)
鹿港	13	50	600	5.13	6.03	4.23	5.13	0.90	0.00	Location : 1st station located at outside Sanyen Dike, coordinates 365658 on the map. Station : N → S
	平均 (Average)			4.73	5.78	3.07	4.43	1.36	-0.17	
	最大值 (Maximum)			5.30	6.40	4.35	5.23	2.40	-0.53	
	最小值 (Minimum)			2.76	4.40	1.25	3.33	1.02	-0.74	
	差值 (Difference)			2.54	2.00	3.10	1.90	1.38	1.27	
◎ 鼓鼓 (Aoku)	1	0	0	2.76	3.46	2.14	2.80	0.66	0.06	鰲鼓 採集日期：民國 68 年 7 月 13 日。 採集時間：11 時 31 分至 53 分。 採集位置：第 1 站位於 鰲鼓水門外，地圖上坐標 069008。 採集站：由東北而西南依次排列。 Date : '790713 Time : 11 : 31 ~ 53 Location : 1 st station located at outside Aoku water gate, Coordinates 069008 on the map. Station : NE → SW
	2	50	50	2.86	3.43	2.34	2.89	0.55	0.05	
	3	50	100	2.95	3.50	2.39	2.95	0.56	0.00	
	4	50	150	3.02	3.55	2.49	3.02	0.53	0.00	
	5	50	200	3.08	4.13	2.33	3.23	0.9	0.16	
	6	50	250	3.65	4.66	2.78	3.72	0.94	0.07	
	7	50	300	3.98	5.05	3.16	4.11	0.95	0.14	
	8	50	350	3.98	4.95	3.16	4.06	0.90	0.09	
	9	50	400	3.49	4.76	2.76	3.76	1.00	0.27	
	10	50	450	3.09	3.75	2.54	3.15	0.61	0.10	
	11	50	500	3.08	3.93	2.48	3.21	0.73	0.18	
	12	50	550	2.95	3.78	2.33	3.06	0.73	0.15	
	13	50	600	3.10	3.98	2.10	3.04	0.94	-0.06	
	平均 (Average)			3.23	4.07	2.54	3.31	0.77	0.09	
	最大值 (Maximum)			3.98	5.05	3.16	4.11	1.00	0.27	
	最小值 (Minimum)			2.76	3.43	2.10	2.80	0.53	-0.06	
	差值 (Difference)			1.22	1.62	1.06	1.31	0.47	0.33	

附表4 臺灣西岸堤外海灘縱深灘沙粒度分析表

(Appendix Table 4 Analysis table of beach-sand grain size along the dikeside-beach profiles at the Western Coast of Taiwan)

潮 埔 (Tidal flat)	採集站 (Station)	採集間隔 (m) (Interval)	累積間隔 (m) (Cumulative Interval)	Md ϕ	P ₈₄ ϕ	P ₁₆ ϕ	M ϕ	$\sigma \phi$	$\alpha \phi$	備 註 (Remark)
◎ 新竹 (Hsinchu)	10 - 1	0	0	2.11	2.43	1.70	2.07	0.37	-0.11	新竹 採集日期：民國 68 年 7 月 10 日。 採集時間：13 時 05 分 至 30 分。 採集位置：參照附表 3。 Date : '790710 Time : 15 : 05 ~ 30 Location : Refer to Appendix Table 3.
	10 - 2	10	10	1.99	2.34	1.63	1.99	0.36	0.00	
	10 - 3	10	20	2.01	2.35	1.60	1.98	0.38	-0.09	
	10 - 4	10	30	2.00	2.33	1.63	1.98	0.35	-0.06	
	10 - 5	10	40	1.92	2.03	1.63	1.83	0.2	-0.45	
	10 - 6	10	50	2.06	2.44	1.68	2.06	0.38	0.00	
	10 - 7	10	60	2.09	2.46	1.66	2.06	0.40	-0.08	
	10 - 8	10	70	2.11	2.48	1.50	1.99	0.49	-0.24	
	10 - 9	10	80	2.11	2.44	1.64	2.04	0.40	-0.18	
	10 - 10	10	90	2.07	2.44	1.63	2.04	0.41	-0.07	
	10 - 11	10	100	2.00	2.40	1.58	1.99	0.41	-0.02	
	10 - 12	10	110	2.06	2.43	1.66	2.05	0.39	-0.03	
平均 (Average)			2.04	2.38	1.63	2.01	0.38	-0.11		
最大值 (Maximum)			2.11	2.48	1.70	2.07	0.49	0.00		
最小值 (Minimum)			1.92	2.03	1.50	1.83	0.20	-0.45		
差 值 (Difference)			0.19	0.45	0.20	0.24	0.29	0.45		
◎ 鼓 (Aoku)	8 - 1	0	0	3.40	4.10	2.78	3.44	0.66	0.06	鼓 採集日期：民國 68 年 7 月 13 日。 採集時間：11 時 31 分至 53 分。 採集位置：參照附表 3。 Date : '790713 Time : 11 : 31 ~ 53 Location : Refer to Appendix Table 3.
	8 - 2	10	10	3.28	3.95	2.51	3.23	0.72	-0.07	
	8 - 3	10	20	3.18	3.75	2.68	3.22	0.54	0.07	
	8 - 4	10	30	3.11	3.70	2.60	3.15	0.55	0.07	
	8 - 5	10	40	3.10	4.15	2.58	3.37	0.79	0.34	
	8 - 6	10	50	3.00	3.50	2.53	3.02	0.49	0.04	
	8 - 7	10	60	3.00	3.50	2.35	2.93	0.58	-0.12	
	8 - 8	10	70	2.63	3.25	2.15	2.70	0.55	0.13	
平均 (Average)			3.09	3.74	2.52	3.13	0.61	0.07		
最大值 (Maximum)			3.40	4.15	2.78	3.44	0.79	0.34		
最小值 (Minimum)			2.63	3.25	2.15	2.70	0.49	-0.12		
差 值 (Difference)			0.77	0.90	0.63	0.74	0.30	0.46		

参考文献

1. Bascom, W. N (1951) : The relationship between sand size and beach-face slope , Trans. Am. Geophys. Union, no. 32, pp. 866-874.
2. Brunn, P. (1962) : Sea-level rise as cause of shore erosion, Proc. Am. Soc.Civil Engrs., J. Waterways Harbors Div., WW1 .
3. Brunn, P (1963) : Longshore currents and longshore troughs, J. Geophys. Res., vol. 68, no. 4.
4. Byerly, J. R., (1963) Naturally occurring radioactive minerals as littoral tracers, Shore and Beach, vol. 31, no. 1.
5. Carr, A. P. (1969) : Size grading along a pebble beach : Chesil Beach, J. Sed. Petrol., no. 39, pp. 297-311.
6. Guilcher, A. (1958) : Coastal and Submarine Morphology, London, Methuen & Co. Ltd., 274 pp.
7. Inman, D.L. (1952) : Measures for describing the Size distribution of sediments, J. Sed. Petrol., no. 29, pp. 412-424.
8. 井口正男(Inoguchi, M.) (1980) 飛砂と流砂の粒径分布, 地理學評論, 第 53 卷第 12 期, pp. 769-780 。
9. 磯部一洋(Isobe, I) (1971) : 波による浅海底砂の移動について, 地理學評論 44(9) , pp. 605- 617 .
10. King, C. A. M. (1968) : Beach measurements at Gibraltar Point, Lincolnshire East Mid. Geog., no. 4, pp. 295-300 .
11. Klovan, J.E. (1961) : The use of factor analysis in determining depositional environments from grain size distribution, J. Sed. Petrol., no. 36, pp. 115-125.
12. Krumbein, W. C. (1963) : A geological process-response model for analysis of beach phenomena, Bull. Beach Erosion Board, no, 17, pp. 1-15 ..
13. Le Mehaute, B., and Brebner, A. (1961) : An introduction to coastal morphology and littoral processes, Kingstone, Ontario, Queen's Univ., Civil Eng. Research Rept. no. 14, 46 pp.
14. 町田貞等(Machida, T. et al) (1972) : 伊豆下田、多多戸海岸における砂れん型とその配列, 地理學評論 45(3) pp. 216-230 。
15. 松本榮次(Matsumoto, E.) (1971) : モアレ寫眞による海底砂れんの観察, 東京教育大學地理學報告 xv. pp. 175-191 。
16. Miller and Ziegler J. M. (1958) : A model relating dynamics and sediment pattern in equilibrium in the region of shoaling waves, breaker zone and foreshore, J. geol., no. 66, pp. 417-441 .
17. 三野與吉等(Mino, Y. et al) (1963) : 新潟海岸の海濱堆積物からみた沿岸流の卓越方向 , 東京教育大學地理學研究報告VII, pp. 1-22 。
18. Neiheisel, J. (1965) : Source and distribution of sediments at Brunswick Harbor and vicinity, Georgia, Coastal Engineering Res. Cent., Tech Memo., 12, 49 pp.

19. Price, W.A. (1962) : Origin of barrier chain and beach ridge, Geol. Soc. Am. Abs. for 1962, P. 219.
20. Rector, R.L. (1954) : Laboratory study of equilibrium profiles of beaches, Beach Erosion Board Tech. Memo., no. 41, 38 pp.
21. Robinson, A.H.W. (1964) : The inshore waters, sediment supply and coastal changes of part of Lincolnshire, East, Mid. Geog., no. 3, pp. 307-321 .
22. Russell, R.J., and McIntire, W.G. (1965) : Beach cusps, Bull. Geol. Soc. Am., no. 76, pp. 307-320 .
23. Schwartz, M. (1965) Laboratory study of sea-level rise as a cause of shore erosion, J. Geol., vol. 73, no. 3, pp. 528-534 .
24. 石再添 (Shih, T.T.) (1970) : 台灣北部海岸的地形學計量研究 , 台灣師範大學地理系 , 52 pp.
25. _____ (1975) : 台灣南端珊瑚礁海岸域的地形學計量研究 , 師大地理研究所地理研究報告 , 第一期 , pp. 69-102 。
26. _____ (1976) : 台灣東部蘇花及礁溪斷層海岸域的地形學計量研究 , 師大地理研究所地理研究報告 , 第二期 , pp. 55-88 。
27. _____ (1977) : 台灣東部花東海岸域的地形學計量研究 , 師大地理研究所地理研究報告 , 第三期 , pp. 143-170 。
28. _____ (1978) : 台灣東部東棚海岸域的地形學計量研究 , 師大地理研究所地理研究報告 , 第四期 , pp. 55-96 。
29. _____ (1979) : 台灣西南部嘉南洲潟海岸的地形及其演變 , 師大地理研究所地理研究報告 , 第五期 , pp. 11-48 。
30. Watts, G.M., and Dearnell, (1954) : Laboratory study of effect of tidal action on wave-formed beach profiles, Beach Erosion Board Tech. Memo., no. 52, 21 pp.
31. Zeigler, J.M. & Tuttle, S.D. (1961) : Beach change based on daily measurements of four Cape Cod beaches, J. Geol., no 69, pp. 583-599.