



EJ095197703143

臺灣東部花東海岸域的地形學計量研究

A Geomorphological Quantitative Study on the Huatung Coast of Eastern Taiwan

石 再 添 *

T.T. Shih

ABSTRACT

The purpose of this paper is to analyse the characteristics and development of the coastal area lying between Hualien and Taitung. In order to study the complexity of both the coastline and the drainage basins, it is necessary to use the results of quantitative methods and beach sand analysis (10 figures, 6 tables and 12 photographs) apart from numerous field works.

(1) From geomorphological points of view, the coastal area under study may be classified into six different drainage districts. Two of them belong to depositional coast; another one belongs to erosional coast; and the rest of them are transitional type.

(2) The area under study totals 756.72 sq. km., the shoreline 151.9 km, the length of the rivers 1164.9 km., the river density 1.54 km/km^2 ; the average altitude of the area is 330 m, the average slope $21^\circ 20'$, and the average difference in relief per square kilometer 341m.

(3) A summit level of the area shows that there are all together seven sub-ranges diverged from the Coastal Range. They appear as echelon structure which has a strike different from those of other mountains in Taiwan.

* 國立臺灣師範大學地理學系教授

Professor, Department of Geography, NTNU.

(4) The submarine topography along the Huatung coast is a very interesting feature. There are narrow continental shelves between which drowned valleys deeply cut into the continental slope. Here, the shelf edges occur at -100m. and continental slope dips into the abyssal area at an average of 30° , suggesting the existence of a fault.

(5) The beach sand in this area are mostly supplied by rivers; the $Md\phi$ of the grain size is $-0.51 \sim -1.56$ and $\sigma\phi$ more than 0.46. The directions of sand drift may be observed from the gradation of grain size.

(6) Two distinct steps of marine terraces can be found continually along the coast, correlated at 10-20m and 30-100m respectively. The lower one, similar to the raised wave-cut benches with an elevation of 2m, has almost the same height throughout the study area. This implies that recent eustatism are progressing with equal amount. Yet the upper step, similar to those scattered terraces of higher elevations, has spatial variation in altitudes, showing that there have been irregular uplift phenomena.

(7) Other coastal landforms such as wave-cut benches, sea caves, notches, solution pans, balance rocks, beach rocks, cusps and gorges are also abundant. This indicates that the coastal area studied has a potentiality of developing a tourism corridor, with Pahsientung and Sanhsientai as two important centers.

壹、緒論

一、海岸的研究史

海岸為海陸之間的消長地帶，不僅陸上及海中諸營力於此互相抗衡，而且海岸本身的構造、岩性及抗蝕力等要素又變化多端，以致海岸的演變益形複雜。雖然在任何一個地質時代，波浪作用僅侷限於狹窄的海濱，但從整個地史看來，由於海準及地盤的相對變動，以致海水的作用及於廣大的地表。如上所述，海岸地形錯綜複雜，範圍又廣，因此其研究除地形學外，曾借助地球物理、地球化學、古生物等科學的方法，如波浪動力、岩石控制、沈積搬運等理論，乃至碳 14 測定、花粉分析等技術。

海岸地形的研究由來甚久，遠在埃及希臘時代，哲人早已注意尼羅河及隆河三角洲之快速變化，與內陸景觀之緩慢演變截然不同。文藝復興之後，航海風氣大盛，提

供了大量的資料，人類對海岸有了深刻的認識。不過，這些資料仍具有保密色彩，即如英國海圖（British Admiralty Charts）到了1823年才公諸大眾。

牛頓是科學革命的先驅，引導地球科學思想從聖經教條中脫穎而出，地質學的先驅哈頓和蒲雷腓的思想即脫胎於此。同時，研究海岸的風氣首先從義大利城邦傳到葡萄牙、西班牙，然後再傳到法國、荷蘭和英國。早期之波浪、潮汐及海岸的研究工作，均起源於西北歐，其中，荷蘭人為了克服其天然缺陷——過於低窪，對於潮汐之研究更為積極。至十九世紀，海岸地形的研究漸漸拓展，如Bremontier的海岸沙丘研究和Airy、Stokes二人的波浪運動與潮汐變化研究，均具近代科學的精神。而後，集海岸研究大成者，可推D.W.Johnson（1919, 1925），其大著“Shore Processes and Shoreline Development”一書對海岸形態作系統化的說明，至今仍為探討海岸地形的重要參考文獻。現代的Shepard（1937, 1963, 1964）、Steers（1946）、Guilcher（1954）和King（1959）諸學者均致力於海岸地形的研究，曾先後評介以往的海岸研究。

至於海岸地形的研究題材，主要集中在下列數項。(1)發育因素：亦即時間要素，為海岸發育史的探討，其中又以冰期、間冰期之間的海準變動現象為中心論題，Baulig（1935）、Daly（1934）、Fairbridge（1961）等人論之最詳。(2)構造因素：Johnson（1919）早已發現構造和海岸線的關係，例如印度德干高原的西海岸、加州灣的部分海岸，和台灣蘇花海岸的清水斷崖，因斷層作用，斷崖聳立高達一千公尺以上。(3)海岸因素：波浪和潮汐是改變海岸形態的主要營力，影響海岸線的發育至鉅。Lewis（1938）推論海灘和其他海岸堆積地形與波浪、強風有關，即屬此方面的研究。(4)其他侵蝕因素：除海水作用外，風化、雨蝕、風力、河流等作用亦影響海岸的發育。廣義的侵蝕包括搬運和堆積，其要素包括侵蝕的性質、強度、頻率、變化等，仍亟待計測與了解。Kidson & Carr（1962）曾採用嶄新的追蹤方法，以求澈底了解侵蝕能力的特質。(5)海岸分類：如上所述，今日之海岸，少有單純發育者，大多為複循環下的產物。尤以第四紀冰期、間冰期之間，海面升降多次，加以火山活動及生物繁殖，常使地貌改變，故海岸之分類甚不容易。目前的分類法雖多，但互有長短，每有顧此失彼之感。早期分類以Suess（1888）分法最有名，他將海岸分為太平洋式及大西洋式兩大類，甚有創見。以後Davis（1909）依據海面升降及氣候因素，再將海岸分為離水型、沈水型、氣候型三種，並加上幼、壯、老年期觀念，分法簡單扼要。Johnson（1919）以Davis分法為基礎，在離水及沈水濱線外，加上中性、混合兩種濱線，更為完善。不過，地史悠久，地盤升降及海面漲落不知凡幾，多數濱線極端複雜，如依其分類，都將屬混合濱線，而失去意義。故Valentin（

1952) 一改過去分法，在沈水及離水要素外，更加上侵蝕和堆積兩者，互相融貫，則海岸大致不離進夷、退夷和定止三種現象。依各要素繪成圖解，即可將各海岸定量化。後人 Bloom (1965) 參照其分法，再加上時間要素，製成海岸形態立體圖解，對海岸描述更具意義。但要明確測定海岸之侵蝕、堆積、離水、沉水之量，並配合時間要素，而定量標出，真非易事。(6)海岸穩定性：海岸除受侵蝕、堆積等作用影響外，尚受地殼及海準變動所控制。無論從大地測量、潮汐計測、歷史記錄、考古資料、大陸棚構造、地層情況或是 Jelgersma (1961)、Redfield (1967) 所作之海準曲線觀之，皆可證實。

二、台灣花東海岸的研究

由於花東海岸偏處東陲，早期交通又多不便，故有關本區海岸地形研究文獻並不多見。日據時代，大塚彌之助 (1928) 對海岸山脈的地質、地形提出略要概述，而對秀姑巒溪峽谷部的曲流地形有較詳細的說明。船越素一 (1934) 由海岸山脈東側南北海階的比較，最先提出海岸山脈具有南北不等量隆起運動的概念，認為海岸山脈東側南北斷層崖下皆有海階發育，但南北不同，北段缺乏高位階地，南段則有顯著的高、低位兩類階地存在。據此推測北段在南段高位階地隆起時代，僅有極小程度的運動，即當時地盤作不等量之運動；而最近生成的低位海階，則可南北對比，故認為近期大抵作等量之運動。富田芳郎 (1938) 依據河蝕地形及其構造，分海岸山脈為數條主要雁行排列山稜線而與台東山脈之一般方向斜交。戰後，徐鐵良和陳培源 (1951) 在花蓮溪之河流襲奪研究中，說明古奇美溪之襲取花蓮溪之上游，造成今日秀姑巒溪之中穿海岸山脈入海。徐鐵良 (1954) 將海岸山脈地形分為①海岸地帶，②山區地帶，③台東縱谷三區討論。由三區的地勢，階地高度的比較，參照河川襲奪的發生，確認本區有不等量的地盤上升運動，且南北有極大差異，並對此不等量運動的方向、過程作較深入的分析。後來在台灣海岸地形的研究 (1962) 中，作實地觀測，參照華倫亭 (Valentin, 1952) 之海岸分類圖解，將花東海岸列為離水侵蝕型海岸，而兩作用力幾近平衡，接近定止海岸 (stationary coasts)。

林朝榮 (1957) 綜合過去文獻，將台灣北端三貂嶺南方之萊萊鼻迄恆春半島九棚間之海岸稱為東部斷層海岸，本研究區為其南段之主要部分。全區地形都加以概括記載說明，尤其對階地高度與分佈附有甚佳的插圖與說明。

筆者 (1973) 以彩色圖片為主，附文說明東部斷層海岸因冬季面迎強烈之東北季風，夏季又常為颱風之首衝，海蝕作用盛行，海蝕地形顯著，又因斷層落差大，陸地侵蝕劇烈，河口沖積旺盛，形成東部特有的海岸地形景觀。

此外，馬廷英（1947）對台灣南部及花東海岸東側海底地形的研究，發現島緣東側有一連串之溺谷及三階海底平原存在，其溺谷縱剖面率有三處與三階海底平原相對應的轉變點存在，而認為東亞地質近期曾有三度巨量上升與下降運動。其地球橢圓外體滑動學說對海底峽谷及台灣山地冰河成因皆有適當的解釋，近年來已為地學界所重視。筆者（1975 b）曾將本文中有關海底地形部分抽出，論及花東沿岸陸棚邊緣峽谷的形態及成因。

三、本研究的目的

以實察、實驗與計量的方法把握台灣花東海岸域的下列問題，做為今後更進一步研究的基礎：

I. 按照Valentin（1952）之海岸分類法，花東海岸屬何類型？究竟是沈水海岸？或離水海岸？又花東海岸既屬斷層海岸，有何證據支持此說？所謂斷層海岸，亦有多類，花東海岸究屬何類？

II. 花東海岸域的特質如何？濱線多長？面積多廣？河流多長多密？高度如何？坡度如何？堆積型與侵蝕型濱線的形成與何因素關係最大？沙灘沙的主要供給來源如何？其粒徑如何？其漂流方向如何？濱線灘沙與縱深灘沙粒度相似否？

III. 本海岸域如何區分？其他各種海岸微地形的形態與分佈如何？何處可闢為觀光勝地？

貳、本論

一、研究區域的地質地形概觀

花東海岸域，係指海岸山脈主脈分水嶺以東，北起花蓮溪口，南迄卑南大溪口，全域面積 756.7 km^2 ，南北直線距離 138 km ，平均寬度約 5.5 km ，全域海岸平直，海濱線長僅 151.9 km 。海岸山脈之地層主為第三紀中新統與鮮新統以及第四紀更新統之砂頁岩層，上覆安山岩質之集塊岩層，間夾有石灰岩，山脈南端有蛇紋岩等變質岩類之傾鴻岩塊出現。海岸山脈岩相及化石相與台灣西部者迥異，其對比較為困難，然而利吉層與西部之古亭坑層甚為相似，形成惡地地形。其地質對地形之影響也極為清楚，舉凡海岸山脈中之高峯峭壁，盡為岩質堅硬，耐經風化侵蝕之安山岩質集塊岩。山脊、分水嶺所在亦皆為背斜軸部，地形與構造多相符合。海岸山脈主要山稜共有七條，除南端者外，皆呈雁行構造，大致呈 NE - SW 向，與略成 $N 20^\circ E$ 之山脈方向斜交。全域共有 93 個獨立小流域，直接單獨灌入太平洋，配合全域的雁行構造可

分爲六個主要海岸域。

二、野外調查

本研究所依據的野外實地調查，包括過去十年間作者所帶領的數次實察：

- I. 民國五十三年七月十三日至十七日，地形考察隊，十四人，考察五天。
- II. 民國五十四年八月八日至十二日，地形考察隊，二十一人，考察五天。
- III. 民國五十六年八月二日至四日，地形考察隊，二十八人，考察三天。
- IV. 民國六十一年八月二十日至二十八日，花東海岸地形考察隊，三十人，考察九天。
- V. 民國六十二年六月三日至四日，師大地理碩士班地形野外實習，九人，考察兩天。
- VI. 民國六十五年八月二十九日，與鄧國雄、黃朝恩兩君，三人，考察 1 天。

三、地形計測

本研究依拙著（1975 a）同一標準，作地形計測，並參照野外調查紀錄製成圖 1 ~ 8，表 1 ~ 2。

四、灘沙分析

借用台灣師範大學化學系實驗室分析所採集灘沙標本 106 袋，並繪製灘沙粒度曲線統計圖 106 張，並加以統計處理，得表 3 ~ 6，圖 9 ~ 10。

五、地形考察

依地形計測、野外調查和灘沙分析的成果，將本海岸域地形加以考察探討如後：

I. 全海岸域之特質

A. 由圖 1 等高線圖觀之，可明顯看出：

(1)花東海岸域東臨太平洋，西以花蓮山（185m）、月眉山（614m）、加路蘭山（732m）、秦公越（502m）、八里灣山（922m）、馬太林山（112m）、成廣澳山（1597m）、新港山（1682m）、富興山（1022m）、都蘭山（1190m）和石頭山（186m）之聯線爲分水嶺，溪流皆由此灌注然後向東入海。

(2)如上所述，其分水嶺（亦即台東海岸山脈之脊樑線）的方向約爲N20°E，與台東縱谷平原一致，其中北段較低，中段最高（新港山爲最高峯），南段次之。

(3)海岸山脈中另有明顯的獨立山嶺，主要者有七條，具雁行構造特色，知本區受地體扭轉作用影響。其山嶺之稜線大致呈 N30° ~ 35°E，與山脈之方向斜交

。由北而南依次如下：①北端——六階鼻（長 25 km，方向 N30°E），②加路蘭山——秦公越（長 25 km，方向 N35°E），③八里灣山——安通山（長 40 km，N30°E），④仙洞——永豐（長 35 km，N30°E），⑤新港山——嘎嘮巴灣（長 18 km，N9°E），⑥永豐——都蘭山（長 27 km，N35°E），⑦小馬武窟——都蘭山（長 20 km，N45°E）。

(4)全域海岸平原普遍狹窄，而以北段為然，陡崖迫海，觸目皆是，僅新社至豐濱一段稍寬，然也不過 0.5 km。中段長濱、成功等地海岸平原寬 1 km 以上，較北段為佳，而且海階普遍發達。南段海岸平原更見寬敞，東河至都蘭一段寬在 2 km 以上，富岡更達 3 ~ 4 km，以迄於卑南溪口。河谷平原則以水璉及豐濱兩地最大，其餘均發育不良，泰源一帶有一寬大之山間盆地，為全域面積最廣大之平坦地，然亦不過 10 km²。

B. 由圖 2 流域區分圖看：

(1)本海岸域之溪谷皆發育於海岸山脈之東坡，大致呈平行流路，由西向東流入太平洋，成為順向河，因海岸平原狹小，河川流短水急，為最大特點。

(2)前文提到本域有明顯之獨立山嶺凡七條，則各山嶺間可構成一自然集水域。細察北段有：①位於第一條及第二條雁行山稜線之間的十一小流域(1~11)，②位於第二條及第三條雁行山稜線之間的九小流域(12~20)，③位於第三條及第四條雁行山稜線之間的九小流域(21~29)，④位於 25 及 26 兩流域之間的秀姑巒溪流域。中段有：⑤第四條及第五條雁行山稜線之間的三十五小流域(30~64)，因河流特性並無多大差異，故併為一域。南段有：⑥第五、第六及第七條雁行山稜線之間的馬武窟溪流域(65)，⑦第七條雁行山稜以南的二十八小流域(66~93)。以上七區域各有明顯特徵，其中秀姑巒溪流域因上游集水區已伸入台東縱谷及東台灣片岩山地，故不在本文研究範圍之內，其餘六大區域由北向南取其區域中主要地名命名為①花水（花蓮、水璉），②新豐（新社、豐濱），③敷樟（敷戶、樟原），④長成（長濱、成功），⑤東泰（東河、泰源），⑥都富（都蘭、富岡）。圖 2 的計測值，如表 1 與表 2 所列。

C. 由表 1 及表 2 所列的地形計測成果看：

(1)本域流域面積 756.72 km²，海濱線長 151.9 km，河流總長 1164.9 km，分歧點（河流匯合點）總數為 969，由以上數值代入公式（參照第二表備註欄），算出海濱平均幅員為 4.98 km，河流密度 1.54 km/km²，分歧距為 1.40 km。

(2)海濱平均幅員係由流域總面積除以海濱總長而得，海濱幅員與海濱性質（堆積型或侵蝕型）有密切關係。依據地形計測與野外實察，略知以海濱幅員 2 ~

6km 為其界帶。由表2觀之，東泰域達34km，其海濱呈顯著的堆積型，馬武窟溪流域面積廣大，河流侵蝕力亦強，沙礫供應自不成問題，其海濱將逐漸生長，而馬武窟溪也將逐漸延長。其次新豐域為9.14km，亦係典型之堆積型，至於長成(4.42)、都富(3.41)、花水(3.27)均係堆積與侵蝕之過渡型，只要沙礫供應來源充分，海濱仍會繼續生長。各域中，唯有敷樟域(2.84)可確認為侵蝕型，尤以此域北半數戶至石梯坪的海岸為然，若單獨以此段計算，則海濱幅員更低至1.3km，是以海蝕地形普遍發達。一般東海岸受東北季風影響，沿岸流有向南移動趨向。此域南半雖有秀姑巒溪大量供應沙礫，但仍屬侵蝕型。此項參考圖8即更清楚，概以 $\log y = \log x - 0.477$ 與 $\log y = \log x - 0.699$ 兩線間為侵蝕與堆積兩型的分界。也和筆者(1970)研究北部海岸時的結果相等。

(3)河流密度是全河系河流總長除以流域面積而得，能顯示河流發育的狀況。花東海岸域位於海岸山脈東坡，因斷層而回春作用顯著，故切割頗烈，各流域之河流密度概在 1.37 km/km^2 以上，而以新豐域最大(1.92)，東泰域次之(1.62)，其餘各域相差無幾，可知全區之地形時期已步入壯年。

(4)分歧距(Penck比)係以全河系河流總長除以分歧點總數而得，其中長成域(1.41km)及都富域(1.38)較大；中段敷樟域(1.22)及南段之東泰域(1.25)次之；北段的新豐(1.02)及花水(0.91)兩域最小，表示小支流匯合幹流之樹枝狀水系(dendritic drainage pattern)愈發達。

(5)流經本區之獨立出海河流有一百條以上，經合併後共得九十三小流域。其中流域面積佔全海岸域總面積之10%者僅有馬武窟溪(19.8%)及豐濱溪(11.0%)兩流域。其餘除水母丁溪(5.8%)外，皆在4%以下，足見大部分河流的集水面積均小，河流短小且個別入海。

D. 由圖3接峯面圖與圖4接谷面圖觀之：

(1)花東海岸域自北至南，明顯地可分為三段，而以中段為重心，從八里灣山到新港山之間，山勢最雄偉，且傾斜逼近海岸，實與斷層有關。北段等值線稀疏，切割亦盛，無論接峯或接谷面圖上均有兩處等值線凹向內陸，為水璉尾溪及豐濱溪流域所在地。至於南段主要為馬武窟溪貫穿的泰源盆地，惟其東南另有一重心，從都蘭山向東北伸展。

(2)全域幾乎為雁行構造的山嶺所控制，脈脈雖不相接，但却排列整齊而且互相平行，只有南段稜線稍不規則，一如前文所述。不過雁行方向與台灣一般山脈構造方向並不一致，可知其構造特殊，值得注意。

(3)接峯面圖顯示，300m以上諸等值線密集，為雁行山嶺，300m以下

諸等值線則稀疏，尤以 150~250m 之間有廣大地形面。水璉、長濱、新社、成功、都蘭附近更為顯著，應為與海進時代之海準有關的海階。

(4)今日之泰源盆地，從接峯面圖看，被一拔高 300m 之岩壘所截，以致濁水成湖，及後古東河溪向源侵蝕，切過湖緣，湖水外洩，始成今日地形，可知泰源盆地係一河谷之侵蝕盆地。

(5)比較接峯面及接谷面兩圖後，可明顯看出海岸山脈之分水嶺大致有向西推移之勢，此由於東坡河系之侵蝕力在地形回春下遠較西坡者為強所致。從接谷面圖看，海岸之南北兩段等值線已經非常稀疏，如無地殼變動，其地勢將以準平原為終極。

E. 由圖 5. 高度計測觀之：

(1)本域高度之中數 (M_d) 為 250m，平均數 (M) 為 330m，四分差數 (QD) 為 170m，標準差數 (σ) 為 260m。則本域平均高度約在 330m；有 50% 之地之高度在 $330 \pm 170 = 500 \sim 160$ m 之間；有 68% 之地高度在 $330 \pm 260 = 590 \sim 70$ m 之間。

(2)由高度統計表觀之，100m 以下僅佔 20.1%，200m 以下則佔 43.5%，100~200m 次數最多，可能因此高度內之海階普遍發達所致。再自圓瓣圖看，則本域 100 至 1000m 之地共佔 77.3%，1000m 以上只佔 2.5%，平原少，山地更少，而丘陵地甚多，實為本域最大特色，海岸山脈雖稱山脈，實具丘陵特徵。

(3)由高度分佈圖觀之，本域地勢以中段長成域較高，平均高度為 374m，1000m 以上之地幾全部在此域內，數樟域平均高度更達 407m，然 1000m 以上之高度只有一點。北段之花水、新豐兩域較低，平均高度各為 210m 及 260m。東泰域為盆地，故 2 至 5 級最多，1 級反而甚少。

F. 由圖 6. 坡度統計觀之：

(1)本域平均坡度約為 $21^{\circ}20'$ ，50% 之地在 $28^{\circ}15'$ 至 $14^{\circ}25'$ 之間，68% 之地在 $32^{\circ}20'$ 至 $10^{\circ}20'$ 之間。

(2)由坡度頻度曲線觀之，坡度 $25^{\circ} \sim 26^{\circ}$ 的地最廣， 10° 以內之地僅佔 15%， 20° 以內之地亦不及一半，故全區可資利用的土地並不多，發展前途有限。

(3)由坡度分布圖觀之，坡度仍以嶺脊部份最大，沿海地帶縱有 0 級、1 級者，也是非常狹窄，甚至常有高級者臨海的情形，如數樟域內，沿海陸地之坡度高達 10 級、12 級。各海岸域中，亦以數樟域之平均坡度最大，為 $28^{\circ}36'$ 。

G. 由圖 7. 相對高度計測觀之：

(1)本域每平方公里平均相對高度為 341m，有 50% 之地，相對高度在

478~204m 之間，68% 之地，相對高度在 530~152m 之間，足見全域開析旺盛，切割度甚大。

(2)由相對高度統計表及頻度曲線觀之，以 5 級 (200~250m) 出現次數最多，佔 13% ； 4 級 (150~200m) 次之，佔 12% ， 7 級 (300~350m) 、 6 級 (250~300m) 、 3 級 (100~150m) 又次之，各佔 10% 左右。反而相對高度 100m 以下之地僅佔 6% ，則本域之崎嶇不平可見。至於相對高度 100 至 500m 之地，佔全區四分之三以上。

(3)由相對高度分布圖看，本域的平均相對高度仍以敷樟 (426m) 、長成 (360) 一帶最大，南段的東泰 (318) 及都富 (291) 次之，而以新豐 (274) 、花水 (268) 最小。

II. 各海岸域的地形特徵

本域分爲六海岸域，九十三小流域，如第一表、第二圖所示，今分別將六海岸域之地形特徵檢討於後。

A. 花水海岸域 由花蓮溪口至加路蘭山下一帶概屬此域，北爲月眉山一脈，山勢已頽，南爲加路蘭山、秦公越一脈，與新豐域爲隣。本域特徵如下：

(1)流域面積爲 83.68 km^2 ，海濱線長 25.6 km，河流密度 1.54 km/km^2 ，而分歧距 0.91 km 為全花東海岸最小者，足見其河流比其他各域能顯出樹枝狀水系。平時河流出口爲沙灘所阻，當水大時，河海才能相接，此爲花東海岸域河流的共同特色（照片 5）。

(2)除各溪溪口外，其餘均爲海崖逼近濱線，海岸平原狹小。全域包括十個小流域，水璉尾溪爲其最大河流，造成寬敞之河谷，公路至此，有豁然開朗之感。

(3)沿岸沙灘、礫灘參半，即使爲沙灘，粒徑亦偏大，除礫崎沙灘性質稍佳外（照片 4），他如花蓮溪口處沙嘴的灘沙 $Md\phi = -0.51$ ，實爲大沙，至仁化村一帶仍屬粗沙，應爲河短急流所致。由於斷層作用及強烈的海蝕作用，礫灘甚爲普遍，暴風灘上，大礫（ cobble ）遍布，爲理想之石材開採地。

(4)垂直地層普遍（照片 1），並且混雜著集塊岩，推知其當有強烈的地殼運動及火山作用，由於弱處甚多，微地形如海蝕溝（照片 2）、沖積錐（照片 3）等普遍發達。

B. 新豐海岸域 指新社至豐濱之間的海岸域，亦包括十一個小流域，以豐濱溪最大（ 83.16 km^2 ），其餘皆甚小。本域特徵：

(1)河流密度高達 1.92 km/km^2 ，爲花東海岸之冠。此域火成岩較少，抗蝕力較弱，海濱平均幅員達 9.14 km，故呈堆積型海岸。

(2)本域有明顯的近期海岸變動證據，2 m 之隆起波蝕棚普遍存在，階面已被開析，並不連續。新社北 2 km 處，集塊岩組成的親不知懸崖上尚有壯觀的海蝕洞（照片 6），證明此段海蝕強烈。

(3)新社一地灘沙之沙質亦佳， $Md \phi$ 為 1.46，屬於中沙，大小適中，其 $\sigma \phi$ 僅為 0.46，是全海岸最均一者，活動其間甚為舒適，其餘各海灘多屬礫灘。

C. 敷樟海岸域 指八里灣山南伸一脈以東的地帶，北起敷戶，南迄樟原，中間為秀姑巒溪所隔開，分為南北兩段，性質不同，各有特色。本域特徵為：

(1)全域面積小而濱線長，故海濱平均幅員為花東海岸之最小者。若南北段分開看，則北段敷戶一帶更小，為 1.30 km，而南段樟原一帶因秀姑巒溪大量供應沙礫，故數值與其他各域相差不遠。敷戶一帶乃屬典型之侵蝕海岸。

(2)敷戶因岩硬浪猛，多海蝕凹壁，惟一軒家附近仍有沙灘， $Md \phi$ 1.12， $\sigma \phi$ 0.63，沙質頗佳。沙灘上有流灑痕及等間隔發育之灘尖（照片 7）。

(3)秀姑巒溪本亦為源自海岸山脈的溪流，與本文內的其他河流性質一樣，但後來地盤隆起，地形回春，古秀姑巒溪不斷頭蝕，終於貫穿海岸山脈，在奇美附近襲奪古花蓮溪之上游，成為東部最大河流，河口部分水流仍急，河海消長線清晰明顯，可作為河長測量上的起點，河口附近，不但有隆起波蝕棚，尚有隆起珊瑚礁。

D. 長成海岸域 本域從水母丁溪南岸延伸至馬武窟溪口北岸，西臨成廣澳山及新港山脈，山勢最雄偉，群峰林立，驚險異常，海岸平原亦寬，其特徵如下：

(1)為六大海岸域中最大者，海濱線最長（55.5 km），面積最廣（ 245.56 km^2 ），但河流密度却最小（ 1.37 km/km^2 ），而且分歧距最大，顯示河流分歧較少。本域坡面陡急河流多數獨立入海，各河流面積並無超過 20 km^2 者。

(2)本域幅員廣大，故地形多姿多采，與敷樟域交界處有著名的八仙洞，大小洞穴不下十餘個，附生於集塊岩與凝灰岩之絕壁上，均為離水海蝕洞（照片 8）。依據小型高度表所測得的各洞底拔高，靈岩洞 20 m，觀音洞 20 m，三藏洞 15 m，小靈岩洞 25 m，潮音洞 40 m，永安洞 60 m，海雷洞 85 m，乾元洞 105 m，崑崙洞 135 m。其生成與斷層發生後海準之位移密切相關，故可作為離水證據。台大考古隊曾在洞內發掘了一萬多年前石器時代的遺物，對台灣史前文化的研究具有重要意義。玉莖石為一石灰岩隆起海蝕柱，側面留有三層海蝕凹壁，顯示三期海準位置（照片 9）。附近的石灰岩露頭，因溶蝕作用遍佈岩溝（照片 10）。玉莖石以東海岸，石空鼻岬為一隆起波蝕棚，有平衡岩（照片 11）、石灰岩洞（照片 12）、海蝕洞門、壺穴、凹壁地形。再往南有三仙台，為一集塊岩之岩礁所構成的島嶼，海面上 7 ~ 10 m 處，有海蝕凹壁、海蝕洞，台上亦有隆起珊瑚礁。靠岸之白守蓮附近有砂丘。

(3)此域沿岸因河流短小，故只有長濱一帶有沙灘，但沙粒偏大， $Md\phi$ 為 0.11， $\sigma\phi$ 為 0.77。

E. 東泰海岸域 東泰域主要為海岸山脈的山間盆地（舊名嘎嘮吧灣盆地），三面為三排方向不同的雁形山嶺所圍，乃一河谷之侵蝕盆地，其特徵如下：

(1)盆地部分為軟質之砂岩與頁岩組成，其周圍乃硬質之火山性岩層及石灰岩。馬武窟溪經盆地貫穿海岸山脈的支脈入海，故本域濱線甚短，只有 4.4 km，而流域面積頗大（ 149.6 km^2 ），故海岸屬典型的堆積型。

(2)馬武窟溪切穿海岸山脈的東脈所成之峽谷，形勢險峻，過峽谷後進入山間盆地，頓覺開朗，為迥然不同之景觀。

(3)本域海濱線雖短，堆沙却多，金樽附近沙灘有沙丘，為花東海岸所罕見，此處沙粒 $Md\phi$ 為 0.45， $\sigma\phi$ 為 0.44。其灘沙粒徑，由縱深分布數值顯示，愈靠近沙丘者愈小。

F. 都富海岸域 從成功至卑南大溪溪口北岸，屬於都富域。其特徵：

(1)海岸平原愈來愈寬，至富岡已達 3 km 以上，全域面積 97.14 km^2 ，濱線 28.5 km ，河流密度 1.53 km/km^2 ，至於分歧距達 1.38 km ，獨立入海之河流亦多。

(2)都蘭附近除海階外，海岸帶尚有附生於岩塊的珊瑚，此乃最近海侵期之遺跡。更南富岡一帶亦有連綿的珊瑚礁海岸，此為花東海岸南段之一大特色。台東以北兩公里處有石頭山及虎頭山，為蛇紋岩所成，可能為傾瀉岩塊，尚待研究。

(3)就海岸而言，大部分為珊瑚礁所成之岩岸及礫濱，雖然有零星分布的沙灘，如珈鑾港，但其灘沙粒度亦大，屬於大沙， $Md\phi$ 為 -0.15 ， $\sigma\phi$ 為 0.74。

III. 海岸階地

秀姑巒溪口以北的海岸山脈北半段，海崖逼近海濱，迎受波浪之侵蝕，除狹長的砂礫濱灘外，很少有寬廣的海階存在。但沿海有多處海蝕凹壁、海蝕洞、及狹窄岩石海階等的海蝕地形發育。而秀姑巒溪口以南的海岸山脈南半段，除了少數雁行山稜與海岸交接處之外，自北至南，低位海階普遍發達，而其沿岸亦多海蝕崖、海蝕凹壁、隆起珊瑚礁台等之地形。綜觀花東海岸域海階，具下列幾點特色。

1. 沿海濱有新隆起波蝕棚。高 2 m，寬十數公尺，其岩質在新社以北，主要為集塊岩，以南則多為砂頁岩。其隆起高度，南北一致，顯示近期作南北等量相對上升。

2. 海岸山脈東側的主要海階為兩段低位海階，其階崖均露出底岩，上覆礫石層。其中緊臨波蝕棚的第二段低位海階，南北間續存在，寬度不大，高度多在 20m 以下，因有落石坡及沖積錐覆蓋，緩坡面可延展至高度數十公尺處。此海階前端，多呈 10

m高的直立海崖，不斷受今日海準波蝕而後退，故階面漸變狹窄，甚或消失。但其南北高度相當，與上述波蝕棚相似，可知第二段海階形成後，海岸山脈東部地區仍作南北等量的相對上升。更上位的第一段海階，較第二段者發達，分布亦廣，階面高度在30~100m之間，通常以20~40m高之階崖接臨第二段海階或直逼海濱。其分布於海岸山脈秀姑巒溪口以北者較少，僅見於新社至豐濱一帶；以南者較多且較寬廣，間續相連直至富岡。由第一段海階面較第二段海階面發達，階崖亦較高的現象看來，對應於第一段海階的海準穩定期較之對應於第二段者更長，所受的相對上升量亦較大。另從第一段海階高度分布有南高北低的趨勢，而長濱、成功、都蘭等處高度較大，且其上位的高位海階亦有相似的情形看來，第二段海階形成之前，海岸山脈曾有伴着撓曲作用的間歇南北不等量相對上升運動。

3. 上述低位海階，受河流刻蝕而成峽谷，但仍然保存寬廣的階面，顯示花東海岸曾有快速的地盤隆起運動。而新近隆起的波蝕棚，拔高雖僅2m，但棚面已受開析，呈小塊分離，顯為地盤穩定後，緩慢相對上升接受侵蝕的結果，此兩種不同地形的發育，正代表著兩次地盤相對上升運動的差異性。

IV. 陸棚與溺谷

見結論第四項，詳者請參照拙著（1975 b）。

參、結 論

本研究就花蓮、台東間之花東海岸流域，依據地形計測、野外調查與灘沙分析的成果作地形探討而得下列七點結論：

I . 花東海岸域，依地勢與各海岸的性質可分為①花水，②新豐，③敷樟，④長成，⑤東泰，⑥都富等六大海岸域。其中②、⑤為堆積型沙岸；③以侵蝕性岩岸為主，①、④、⑥介於其間。海岸形態與各海濱平均幅員密切相關，海岸之探討不宜只限於海岸，應及於海岸流域。

II . 依據五萬分之一與二萬五千分之一的地形圖計測結果：本域面積 756.72 km^2 ，海濱線長151.9 km，河流總長1164.9 km，海濱平均幅員4.98 km，河流密度 1.54 km/km^2 ，平均高度330 m，平均坡度 $21^\circ 20'$ 、每平方公里內平均高度341 m。

III . 依據757個1 km 見方之方格中的計測點所製成的本域接峰面圖與接谷面圖，知道海岸山脈中另有明顯的獨立嶺脊凡七條，呈雁行排列，其方向與台灣一般山脈之構造方向並不一致。至於海岸山脈本身，可明顯畫分為三段，而以中段為重心。

IV . 由海圖上測深點所製成的花東海岸域沿岸等深線圖觀之，本域陸棚甚狹，最

寬處亦不過 11 km，而且棚端從 100 m 深處開始，棚端以下則以 20° 至 40° 之大坡度至深海，至於陸棚與陸棚之間有切割甚深成峽谷狀的溺谷，為數在十條以上，另外在 -20 m 至 -40 m 之間有連綿的平坦面，似為一沈水階地。

V. 由灘沙 106 袋標本之採取與粒度分析結果，知本域灘沙主要靠河流供給，沙量與河流大小成比例。本域各地灘沙粒度之 $Md \phi$ 平均值在 $-0.51 \sim 1.56$ 之間，粗細不一， $\sigma\phi$ 則概在 0.46 以上，比台灣西部者不均，惟仍能判知漂沙流向。

VI. 花東海岸有兩段明顯的主要低位海階，其階崖均露出底岩，以不整合上覆礫石層。第一段海階面高 30 ~ 100 m，通常崖高 20 ~ 40 m。第二段海階面高 10 ~ 20 m，多以 10 m 嶴高逼臨海濱，與其下位高 2 m 的隆起波蝕棚，皆高度南北一致，知各地的近期運動，較為均等。但第一段海階及其上位的高位海階高度南北情形不一，顯示地盤曾有伴着撓曲作用的南高北低不等量隆起現象。

VII. 本海岸域地形亦多彩多姿，海蝕洞、海蝕凹壁、平衡岩、灘岩、波蝕棚、峽谷等遍佈全區，可闢為觀光走廊，並以八仙洞與三仙台兩區為觀光中心區。礫灘上之礫石色彩鮮艷，富於變化，可為良好的石材開採地。

謝　　辭

本研究獲行政院國家科學委員會研究補助，並承國立台灣師範大學校長張宗良博士鼓勵，地理研究所主任劉鴻喜教授，及地理系主任賀忠儒教授等關照；講師張瑞津，系友鄧國雄、黃朝恩、楊貴三、石慶得諸君及師範大學地形考察隊全體隊員協助；野外考察之時，又承蒙救國團以及各地之軍、政、教等有關單位協助，得以順利完成，藉此衷心申謝。

（民國 65 年 7 月 30 日作者謹識）

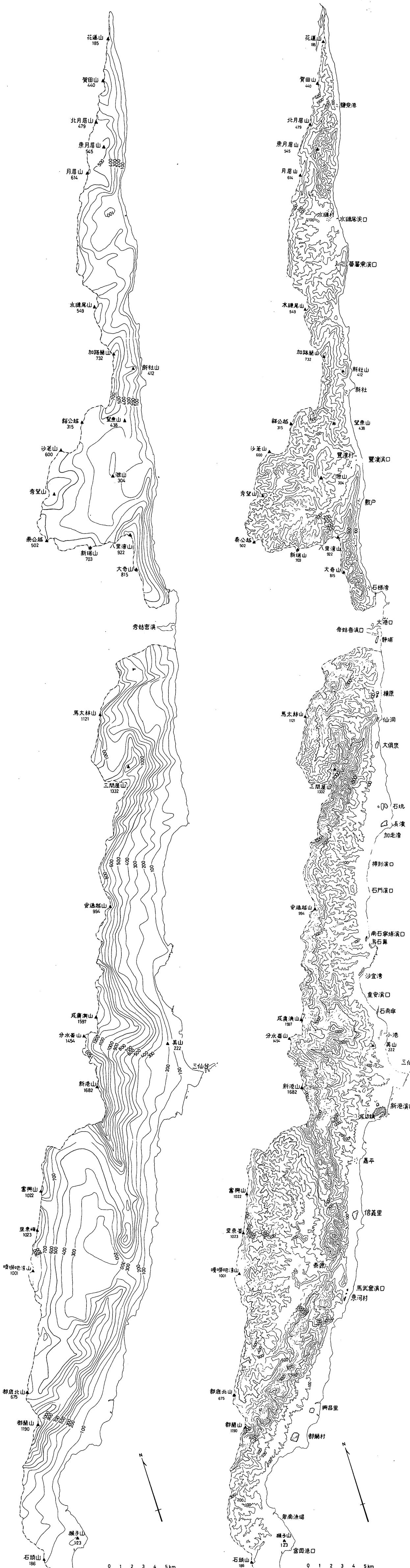
附　　記

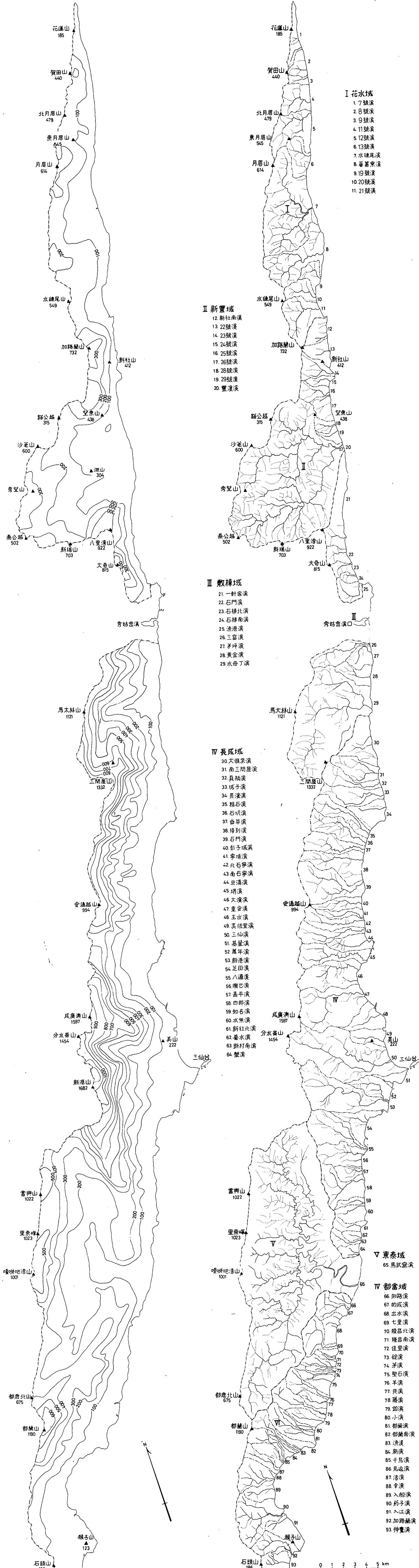
本文受篇幅限制，刪去大半，有關「陸棚與溺谷」部分，已經出版（1975 b），「海岸階地」部分，仍待詳文發表。（民國 65 年 10 月 10 日作者謹識）

參考文獻

- Bauling, H. (1935) The Changing Sea Level : Inst. Brit. Geographers, Publ. 3.
- Bloom, A. L. (1965) The Explanatory Description of Coast : Z. Geomorphol., vol. 9, no. 4, pp. 422-436.
- Daly, R. A. (1934) The Changing World of the Ice Age : Yale University Press, New Haven, pp. 1-271.
- Fairbridge, R. W. (1961) Eustatic Changes in Sea Level (in "Physics and Chemistry of the Earth") : Pergamon Press, London, vol. 4, pp. 99-185.
- 船越素一 (Funagoe, M.) (1934) 台灣東部海岸山脈附近地形に就いて : 地球・vol. 21, no. 6, pp. 18-42.
- Guilcher, A. (1954) Morphologic Littorale et Sousmarine : Methuen (Engl. transl.), London, pp. 1-274.
- 徐鐵良、陳培源 (Hsu, T. L. and Chen, P. Y.) (1951) 台灣花蓮溪之河流襲奪 : 台灣地質調查所彙刊, no. 3, pp. 35-43.
- 徐鐵良 (Hsu, T. L.) (1954) 台灣東部海岸山脈地形與近期上升運動 : 台灣地質調查所彙刊, no. 7, pp. 9~18.
- Hsu, T. L. (1962) A Study on the Coastal Geomorphology of Taiwan · Proc. Geol. Soc. China, no. 5, pp. 29-45.
- Jelgersma, S. (1961) Holocene Sea Level Changes in the Netherlands : Mededel. Geol. Sticht. Ser. C., vol. 6, no. 7.
- Johnson, D. W. (1919) Shore Processes and Shoreline Development : John Wiley & Sons, New York, pp. 584.
- Johnson, D. W. (1925) The New England-Acadian Shoreline : John Wiley & Sons, New York, pp. 1-608.
- Kidson, C. and Carr, A. P. (1962) Marking Beach Materials for Tracing Experiments : J. Hydraul. Div. Am. Soc. Civ. Engrs. vol. 88.
- King, C. A. M. (1959) Beaches and Coasts : Arnold, London, pp. 1-403.
- Lewis, W. V. (1938) The Evolution of Shoreline Curves : Proc. Geol. Assoc., vol. 49, pp. 107-127.
- 林朝榮 (Lin, C. C.) (1960) 台灣地形 : 台灣省文獻委員會, pp. 181-189, 376-393.
- Ma, T. Y. H. (1947) Submarine Valleys around the Southern Part of Taiwan and their Geological Significance : Bull. Ocean. Inst. Taiwan, no. 2, pp. 1-12.
- 大塚彌之助 (Otsuka, Y.) (1928) 秀姑巒溪と海岸山脈の地形 : 地理學評論, vol. 4, no. 12, pp. 74-78.
- Redfield, A. C. (1967) Postglacial Changes in Sea Level in the Western North Atlantic Ocean : Science, vol. 157, pp. 687-692.
- Shepard, F. P (1937) Revised Classification of Marine Shorelines : J. Geol., vol. 45, pp. 602-624.
- Shepard, F. P. (1963) Submarine Geology : Harper & Row, New York, pp. 1-557.
- Shepard, F. P. (1964) Sea Level Changes in the Past 6000 Years; Possible Archaeological Significance : Science, vol. 143, pp. 574-576.
- 石再添 (Shih, T. T.) (1973) 台灣海岸奇觀 : 中央月刊, vol. 5, no. 7, pp. 179-180.

- 石再添 (Shih, T. T.) (1975 a) 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。
- 石再添 (Shih, T. T.) (1975 b) 花東沿岸陸棚邊緣的峽谷：中國地理學會會刊，第三期，pp. 23-25。
- 石再添 (Shih, T. T.) (1976) 台灣東部蘇花及礁溪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。
- Steers, J. A. (1946) *Coastline of England and Wales* : Cambridge University Press, Cambridge.
- Suess, E. (1888) *Das Antility der Erde* : F. Tempsky, Vienna, Engl. Transl. : "The Face of the Earth" , Oxford, Clarendon, 1904-1924.
- 富田芳郎 (Tomita, T.) (1938) 台東山脈地形學的考察：內田寬一先生還曆紀念地理學論文集。
- 辻村太郎 (Tsujimura, T.) (1932) 新考地形學：第一卷，pp. 505-521，古今書院。
- Valentin, H. (1953) *Die Küste der Erde* : Petermanns Geogr. Mitt., Erg. 246.
- Zenkovich, V. P. (1967) in (Steers, J. A., and King, C. A. M., editors) *Processes of Coastal Development* : London,





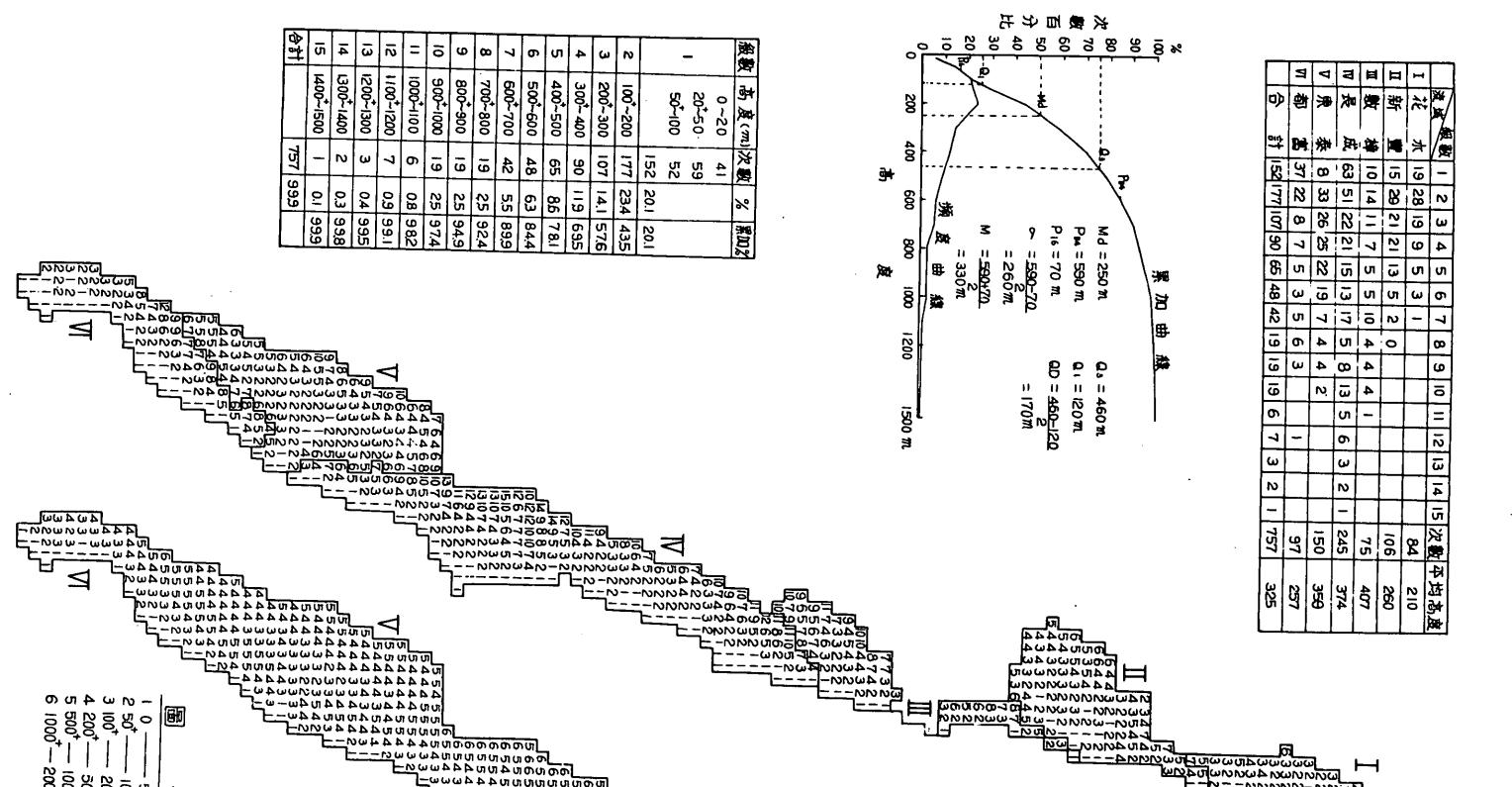


圖 5. 花東海岸域高度計測圖表

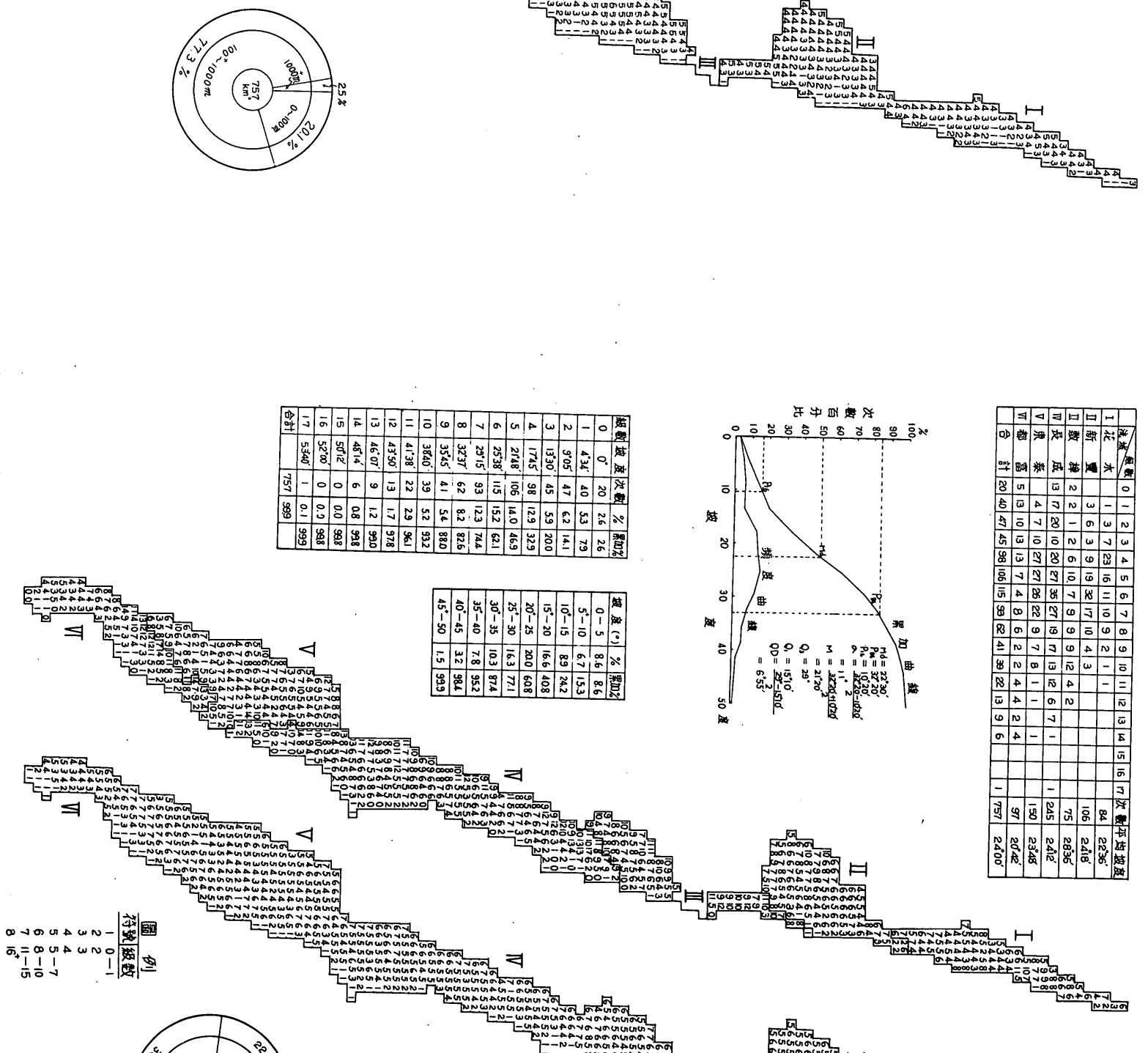


圖 6. 花東海岸域坡度計測圖表

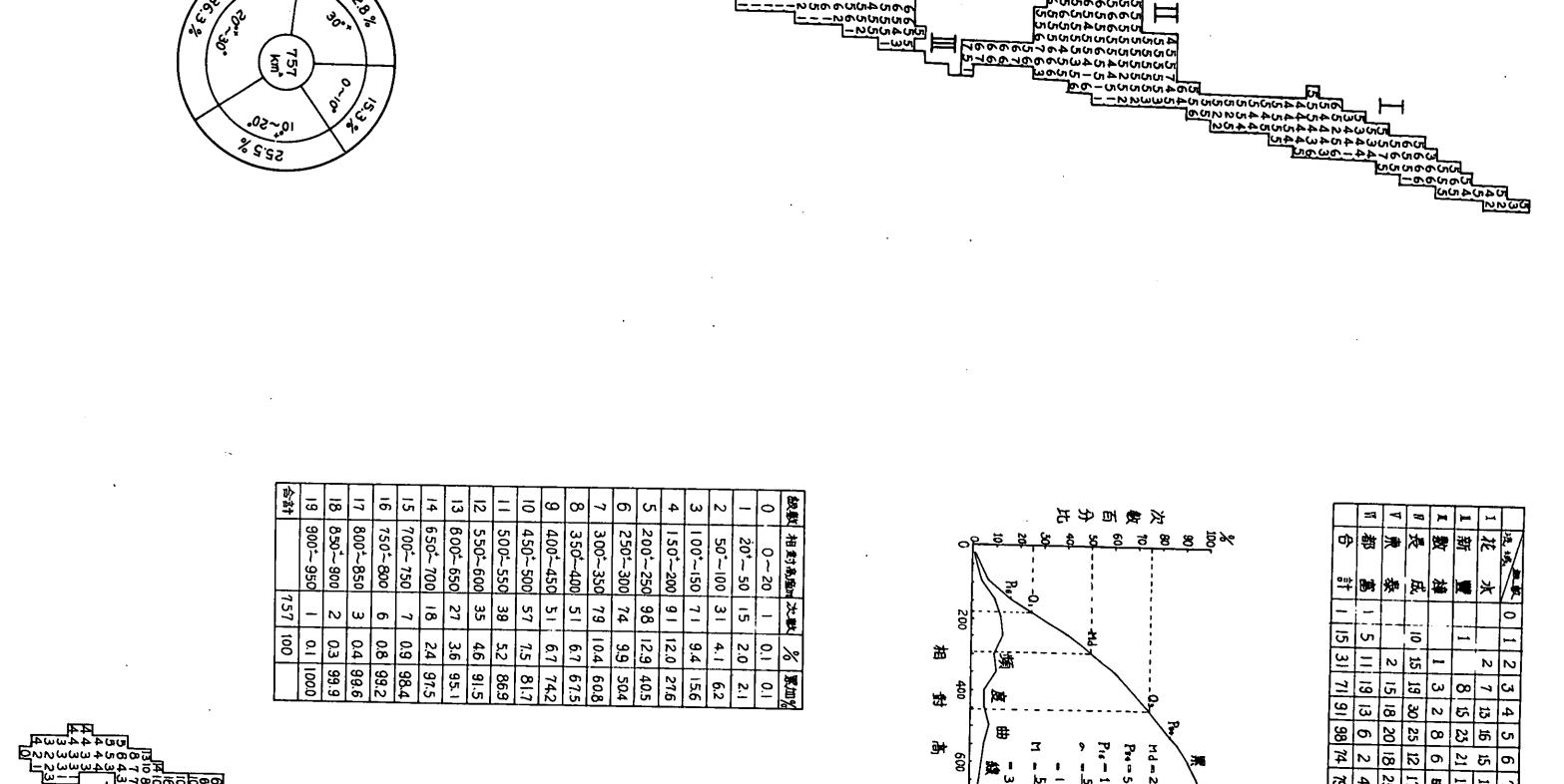


圖 7. 花東海岸域相對高度計測圖表

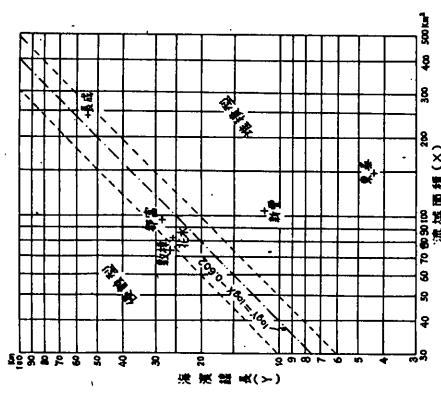


圖 8. 花東海岸域海濱線長與流域面積之關係

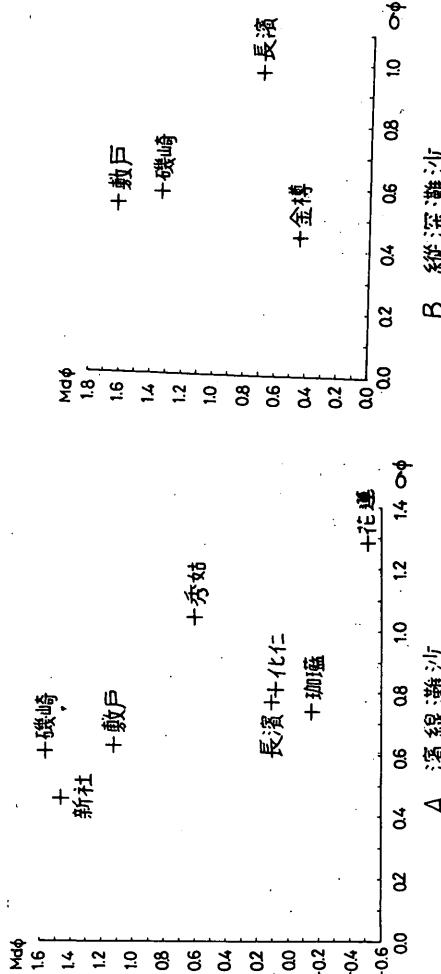


圖 10. 花東海岸域諸海灘灘沙粒度統計圖

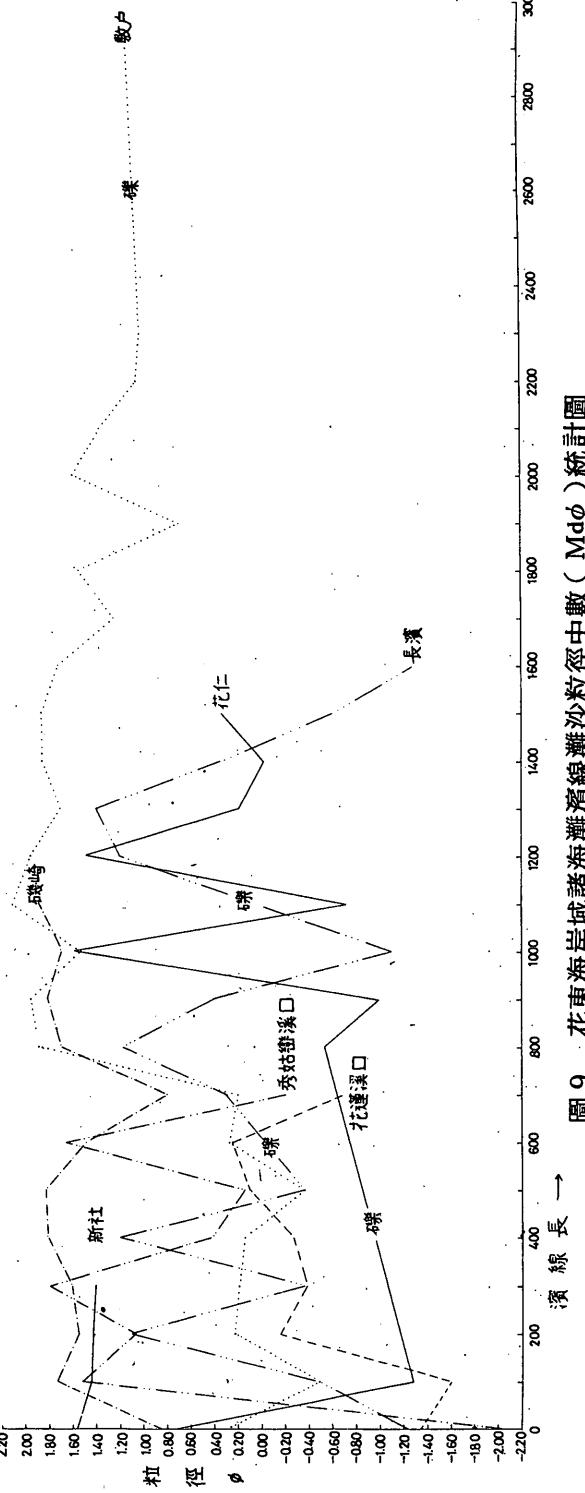


圖 9. 花東海岸域諸海灘灘沙粒徑中數 ($Md\phi$) 統計圖

表 1 花東海岸域地形計測表

| 海岸域 | 流域號碼 | 流域 | 流域面積 (km ²) | 海濱長 (km) | 主流長 (km) | 河流總長 (km) | 分歧點 | 海濱平均幅員 (km) | 主流平均幅員 (km) | 河流密度 (km/km ²) | 分歧距 (km) |
|-----|------|-------|----------------------------|-------------|-------------|--------------|-----|----------------|----------------|-------------------------------|-------------|
| 花 | 1 | 7號溪 | 2.80 | 4.5 | 2.0 | 3.8 | 4 | 0.62 | 1.40 | 1.36 | 0.95 |
| | 2 | 8號溪 | 2.56 | 2.0 | 2.0 | 3.5 | 4 | 1.38 | 1.28 | 1.37 | 0.88 |
| | 3 | 9號溪 | 1.32 | 0.8 | 1.5 | 1.8 | 2 | 1.65 | 0.88 | 1.36 | 0.90 |
| | 4 | 11號溪 | 6.04 | 2.2 | 3.0 | 8.5 | 7 | 2.75 | 2.01 | 1.41 | 1.21 |
| | 5 | 12號溪 | 8.76 | 3.4 | 5.0 | 13.5 | 13 | 2.58 | 1.75 | 1.54 | 1.04 |
| | 6 | 13號溪 | 4.84 | 2.1 | 2.5 | 8.8 | 10 | 2.30 | 1.94 | 1.82 | 1.26 |
| | 7 | 水璉尾溪 | 28.36 | 4.2 | 6.5 | 54.5 | 57 | 6.75 | 4.36 | 1.92 | 0.96 |
| | 8 | 蕃薯寮溪 | 13.44 | 2.5 | 5.5 | 24.1 | 21 | 5.38 | 2.44 | 1.79 | 1.15 |
| | 9 | 19號溪 | 2.64 | 1.7 | 2.2 | 4.5 | 5 | 1.55 | 1.20 | 1.70 | 0.90 |
| | 10 | 20號溪 | 3.84 | 0.6 | 3.0 | 6.2 | 6 | 6.40 | 1.28 | 1.82 | 1.03 |
| | 11 | 21號溪 | 9.08 | 1.6 | 4.5 | 13.5 | 13 | 5.68 | 2.02 | 1.49 | 1.04 |
| 新 | 12 | 新社南溪 | 3.32 | 1.8 | 1.5 | 3.5 | 5 | 1.84 | 2.21 | 1.05 | 0.70 |
| | 13 | 22號溪 | 3.32 | 2.5 | 1.4 | 2.2 | 2 | 1.33 | 2.37 | 0.66 | 1.10 |
| | 14 | 23號溪 | 4.44 | 0.8 | 3.3 | 7.3 | 4 | 5.55 | 1.35 | 1.64 | 1.83 |
| | 15 | 24號溪 | 1.68 | 1.0 | 1.8 | 2.0 | 2 | 1.68 | 0.93 | 1.19 | 1.00 |
| | 16 | 25號溪 | 3.00 | 0.5 | 2.9 | 4.9 | 3 | 6.00 | 1.03 | 1.63 | 1.63 |
| | 17 | 26號溪 | 3.40 | 2.3 | 1.0 | 4.8 | 5 | 1.48 | 3.40 | 1.41 | 0.96 |
| | 18 | 28號溪 | 1.96 | 0.4 | 2.0 | 4.0 | 3 | 4.90 | 0.98 | 2.04 | 1.33 |
| | 19 | 29號溪 | 1.72 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 1 | 1.15 | 0.86 | 1.16 | 2.00 |
| | 20 | 豐濱溪 | 83.16 | 0.8 | 16.5 | 172.8 | 175 | 103.95 | 5.04 | 2.08 | 0.99 |
| | 21 | 一軒家溪 | 8.36 | 9.6 | 2.0 | 4.5 | 4 | 0.87 | 4.18 | 0.54 | 1.13 |
| | 22 | 石門溪 | 2.64 | 1.2 | 2.0 | 3.0 | 4 | 2.20 | 1.32 | 1.14 | 0.75 |
| 數 | 23 | 石梯北溪 | 1.92 | 1.4 | 2.0 | 3.0 | 3 | 1.37 | 0.96 | 1.56 | 1.00 |
| | 24 | 石梯南溪 | 0.96 | 0.5 | 1.5 | 2.3 | 2 | 1.92 | 0.64 | 2.40 | 1.15 |
| | 25 | 漁港溪 | 3.60 | 0.7 | 3.5 | 4.9 | 4 | 5.14 | 1.03 | 1.36 | 1.23 |
| | 26 | 三富溪 | 5.92 | 0.3 | 6.0 | 10.7 | 7 | 19.73 | 0.99 | 1.81 | 1.53 |
| | 27 | 茅坪溪 | 3.44 | 1.6 | 2.5 | 5.5 | 4 | 2.15 | 1.38 | 1.60 | 1.38 |
| | 28 | 黃金溪 | 3.96 | 1.9 | 3.0 | 5.0 | 4 | 2.08 | 1.32 | 1.26 | 1.25 |
| | 29 | 水母丁溪 | 43.92 | 2.9 | 11.9 | 65.8 | 54 | 15.14 | 3.69 | 1.50 | 1.22 |
| 長 | 30 | 大俱來溪 | 8.00 | 4.5 | 3.7 | 8.2 | 6 | 1.78 | 2.16 | 1.03 | 1.37 |
| | 31 | 南三間屋溪 | 6.32 | 1.1 | 4.5 | 11.0 | 8 | 5.75 | 1.40 | 1.74 | 1.38 |
| | 32 | 真柄溪 | 5.44 | 0.6 | 5.3 | 6.5 | 3 | 9.07 | 1.03 | 1.19 | 2.17 |
| | 33 | 城子溪 | 7.40 | 2.0 | 6.4 | 10.0 | 4 | 3.70 | 1.16 | 1.35 | 2.50 |
| | 34 | 長濱溪 | 4.96 | 3.5 | 2.5 | 5.5 | 3 | 1.42 | 1.98 | 1.11 | 1.83 |
| | 35 | 粗石溪 | 6.48 | 0.7 | 5.8 | 11.8 | 8 | 9.26 | 1.12 | 1.82 | 1.48 |
| | 36 | 石坑溪 | 7.28 | 0.6 | 6.1 | 15.0 | 14 | 12.13 | 1.19 | 2.06 | 1.07 |
| | 37 | 齒草溪 | 6.68 | 0.5 | 6.5 | 11.0 | 7 | 13.36 | 1.03 | 1.65 | 1.57 |
| | 38 | 掃別溪 | 9.60 | 2.3 | 6.0 | 15.8 | 12 | 4.17 | 1.60 | 1.65 | 1.32 |
| | 39 | 石門溪 | 12.76 | 2.5 | 6.6 | 16.0 | 11 | 5.10 | 1.93 | 1.25 | 1.45 |
| | 40 | 彭子存溪 | 3.88 | 1.1 | 4.2 | 6.6 | 5 | 3.53 | 0.92 | 1.70 | 1.32 |
| | 41 | 寧埔溪 | 2.72 | 0.9 | 4.0 | 4.5 | 2 | 3.02 | 0.68 | 1.65 | 2.25 |
| | 42 | 北石寧溪 | 5.68 | 0.7 | 5.1 | 7.0 | 4 | 8.10 | 0.90 | 1.23 | 1.75 |
| | 43 | 南石寧溪 | 6.16 | 0.4 | 6.7 | 10.0 | 4 | 15.40 | 0.92 | 1.62 | 2.50 |
| | 44 | 旦滿溪 | 4.44 | 2.0 | 3.1 | 6.0 | 7 | 2.22 | 1.43 | 1.35 | 0.86 |
| | 45 | 堺溪 | 8.24 | 1.1 | 7.0 | 11.9 | 9 | 7.49 | 1.18 | 1.44 | 1.32 |

表 1 (續)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|--------|-----|------|-------|-----|-------|------|------|------|
| | 46 | 大濱溪 | 11.20 | 1.9 | 5.0 | 15.0 | 17 | 5.89 | 2.24 | 1.34 | 0.88 |
| | 47 | 重安溪 | 18.32 | 1.6 | 8.3 | 18.0 | 12 | 11.45 | 2.21 | 0.98 | 1.50 |
| | 48 | 玉水溪 | 5.24 | 3.4 | 2.9 | 4.3 | 2 | 1.54 | 1.81 | 0.82 | 2.15 |
| | 49 | 美佐里溪 | 4.08 | 1.9 | 2.8 | 3.4 | 2 | 2.15 | 1.46 | 0.83 | 1.70 |
| | 50 | 三仙溪 | 30.16 | 2.9 | 11.0 | 40.8 | 30 | 10.40 | 2.74 | 1.35 | 1.36 |
| | 51 | 基翹溪 | 1.92 | 2.5 | 1.0 | 1.0 | 1 | 0.77 | 1.92 | 0.52 | 1.00 |
| | 52 | 萬年溪 | 4.96 | 1.1 | 8.2 | 9.0 | 8 | 4.51 | 0.60 | 1.81 | 1.13 |
| | 53 | 新港溪 | 18.08 | 2.6 | 9.0 | 45.8 | 21 | 6.95 | 2.01 | 2.53 | 2.18 |
| | 54 | 芝田溪 | 5.12 | 4.5 | 2.6 | 5.2 | 5 | 1.14 | 1.97 | 1.00 | 1.04 |
| | 55 | 八邊溪 | 10.00 | 0.2 | 6.4 | 14.8 | 9 | 50.00 | 1.56 | 1.48 | 1.64 |
| | 56 | 隴巴溪 | 7.16 | 1.8 | 5.0 | 12.1 | 9 | 3.98 | 1.43 | 1.69 | 1.34 |
| | 57 | 嘉平溪 | 2.48 | 0.3 | 2.1 | 3.8 | 3 | 8.27 | 1.18 | 1.53 | 1.27 |
| | 58 | 四郎溪 | 8.16 | 2.1 | 4.8 | 9.6 | 5 | 3.89 | 1.70 | 1.18 | 1.92 |
| | 59 | 知名溪 | 1.48 | 0.4 | 2.3 | 2.3 | 1 | 3.70 | 0.64 | 1.55 | 2.30 |
| | 60 | 水無溪 | 3.56 | 1.5 | 2.6 | 2.6 | 1 | 2.37 | 1.37 | 0.73 | 2.60 |
| | 61 | 新村北溪 | 2.40 | 1.4 | 2.5 | 2.5 | 1 | 1.71 | 0.96 | 1.04 | 2.50 |
| | 62 | 養水溪 | 1.20 | 0.6 | 1.5 | 1.5 | 1 | 2.00 | 0.80 | 1.25 | 1.50 |
| | 63 | 新村南溪 | 2.00 | 0.4 | 3.1 | 3.2 | 2 | 5.00 | 0.65 | 1.60 | 1.60 |
| | 64 | 蟹溪 | 2.00 | 1.0 | 1.0 | 2.2 | 2 | 2.00 | 2.00 | 1.10 | 1.10 |
| 東泰 | 65 | 馬武窟溪 | 149.60 | 4.4 | 30.6 | 242.8 | 194 | 34.00 | 4.89 | 1.62 | 1.25 |
| | 66 | 知路溪 | 1.80 | 0.6 | 1.4 | 2.2 | 2 | 3.00 | 1.29 | 1.22 | 1.10 |
| | 67 | 的成溪 | 4.04 | 1.9 | 3.2 | 7.0 | 6 | 2.13 | 1.26 | 1.73 | 1.17 |
| | 68 | 出水溪 | 2.96 | 2.5 | 1.2 | 2.5 | 3 | 1.18 | 2.96 | 0.86 | 0.83 |
| | 69 | 七里溪 | 5.92 | 0.5 | 4.2 | 8.4 | 4 | 11.84 | 1.41 | 1.42 | 2.10 |
| | 70 | 隆昌北溪 | 0.76 | 0.7 | 1.4 | 1.4 | 1 | 1.09 | 0.54 | 1.84 | 1.40 |
| | 71 | 隆昌南溪 | 0.92 | 0.4 | 1.2 | 1.2 | 1 | 2.30 | 0.77 | 1.30 | 1.20 |
| | 72 | 佳里溪 | 2.28 | 0.5 | 3.0 | 5.0 | 3 | 4.56 | 0.76 | 2.19 | 1.67 |
| | 73 | 碇溪 | 0.88 | 0.2 | 2.0 | 2.0 | 1 | 4.40 | 0.44 | 2.27 | 2.00 |
| | 74 | 茅溪 | 1.80 | 0.2 | 3.4 | 4.3 | 2 | 9.00 | 0.53 | 2.39 | 2.15 |
| | 75 | 堅石溪 | 2.44 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 1 | 1.28 | 1.44 | 0.70 | 1.70 |
| | 76 | 羊溪 | 3.80 | 0.3 | 4.2 | 7.5 | 5 | 12.67 | 0.90 | 1.97 | 1.50 |
| | 77 | 貝溪 | 2.36 | 0.7 | 2.0 | 4.0 | 3 | 3.37 | 1.18 | 1.69 | 1.33 |
| | 78 | 藤溪 | 5.96 | 0.9 | 5.4 | 8.0 | 5 | 6.62 | 1.10 | 1.34 | 1.60 |
| | 79 | 鉛溪 | 3.16 | 1.1 | 3.0 | 4.9 | 3 | 2.87 | 1.05 | 1.55 | 1.63 |
| | 80 | 小溪 | 1.84 | 0.4 | 3.0 | 4.9 | 2 | 4.60 | 0.61 | 2.66 | 2.45 |
| | 81 | 都蘭溪 | 5.44 | 1.1 | 4.4 | 8.8 | 6 | 4.95 | 1.24 | 1.62 | 1.47 |
| | 82 | 都蘭南溪 | 1.88 | 1.5 | 0.6 | 0.6 | 1 | 1.25 | 3.13 | 0.32 | 0.60 |
| | 83 | 漁溪 | 3.24 | 0.3 | 5.0 | 6.6 | 5 | 10.80 | 0.65 | 0.19 | 1.32 |
| | 84 | 新溪 | 1.44 | 1.5 | 2.9 | 2.9 | 1 | 0.96 | 0.50 | 2.01 | 2.90 |
| | 85 | 干烏溪 | 3.28 | 0.2 | 3.8 | 5.0 | 2 | 16.40 | 0.86 | 1.52 | 2.50 |
| | 86 | 見返溪 | 2.56 | 0.8 | 1.8 | 3.4 | 3 | 3.20 | 1.42 | 1.33 | 1.13 |
| | 87 | 渚溪 | 2.92 | 0.5 | 2.8 | 5.0 | 3 | 5.84 | 1.04 | 1.71 | 1.67 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|----|---------|-------|-----|-----|------|----|-------|------|------|------|
| 都 | 88 | 幸 溪 | 6.56 | 0.4 | 3.0 | 10.0 | 8 | 16.40 | 2.19 | 1.52 | 1.25 |
| | 89 | 入 船 溪 | 3.44 | 1.6 | 2.4 | 4.4 | 5 | 2.15 | 1.43 | 1.28 | 0.88 |
| | 90 | 药 子 溪 | 10.92 | 1.8 | 5.0 | 18.0 | 16 | 6.07 | 2.18 | 1.65 | 1.13 |
| | 91 | 入 江 溪 | 4.84 | 3.6 | 2.0 | 2.5 | 2 | 1.34 | 2.42 | 0.52 | 1.25 |
| 富 | 92 | 加 路 蘭 溪 | 5.40 | 1.1 | 4.6 | 9.6 | 7 | 4.91 | 1.17 | 1.78 | 1.37 |
| | 93 | 神 鷹 溪 | 4.32 | 1.3 | 2.0 | 7.0 | 7 | 3.32 | 2.16 | 1.62 | 1.00 |

備註：1. 依據 1/50000 地形圖計測

2. 海濱長依據 1/25000 地形圖計測

$$3. \text{ 海濱平均幅員} = \frac{\text{流域面積}}{\text{海濱長}}$$

$$4. \text{ 主流平均幅員} = \frac{\text{流域面積}}{\text{主長流}}$$

$$5. \text{ 河流密度} = \frac{\text{河流總長}}{\text{流域面積}}$$

$$6. \text{ 分歧距} = \frac{\text{河流總長}}{\text{分歧點總數}}$$

表 2 花東六海岸域地形計測表

| 海岸域 | 流域面積 (km ²) | 海濱線長 (km) | 河流總長 (km) | 分歧點 | 海濱平均幅 員 (km) | 河流密度 (km/km ²) | 分歧距 (km) | 備 註 |
|-----|----------------------------|--------------|--------------|-----|-----------------|-------------------------------|-------------|--------|
| 花 水 | 83.68 | 25.6 | 129.20 | 142 | 3.27 | 1.54 | 0.91 | 如表 1 |
| 新 豐 | 106.00 | 11.6 | 203.50 | 200 | 9.14 | 1.92 | 1.02 | |
| 敷 樺 | 74.72 | 26.3 | 104.70 | 86 | 2.84 | 1.40 | 1.22 | |
| 長 成 | 245.56 | 55.5 | 335.90 | 239 | 4.42 | 1.37 | 1.41 | |
| 東 泰 | 149.60 | 4.4 | 242.80 | 194 | 34.00 | 1.62 | 1.25 | |
| 都 富 | 97.16 | 28.5 | 148.80 | 108 | 3.41 | 1.53 | 1.38 | |
| 全 | 756.72 | 151.9 | 1,164.90 | 969 | 4.98 | 1.54 | 1.20 | |

表 3 花東海岸域諸海灘濱線灘沙粒度分析表 I

| 海灘 | 採集站 | 採集間隔 (m) | 累積間隔 (m) | Md φ | P ₆₄ φ | P ₁₆ φ | M φ | σ φ | α φ | 備 註 |
|---------|-----|-------------|-------------|-------|-------------------|-------------------|-------|------|-------|-------------------------------|
| 花 蓮 溪 口 | 1 | 0 | 0 | -1.34 | -0.24 | -1.94 | -1.29 | 0.85 | 1.47 | 720922 |
| | 2 | 100 | 100 | -1.60 | 1.58 | -3.55 | -0.99 | 2.57 | 0.24 | 自花蓮溪入海口即美崙山 55°W 和濱線交界處向南採取 |
| | 3 | 100 | 200 | -0.16 | 0.94 | -0.85 | 0.05 | 0.90 | 0.23 | |
| | 4 | 100 | 300 | -0.38 | 1.24 | -3.17 | -0.97 | 2.21 | 0.27 | |
| | 5 | 100 | 400 | -0.27 | 1.16 | -2.02 | -0.43 | 1.59 | -0.10 | |
| | 6 | 100 | 500 | 0.10 | 0.48 | -0.70 | -0.11 | 0.59 | -0.36 | |
| | 7 | 100 | 600 | 0.25 | 0.55 | -0.25 | 0.15 | 0.40 | -0.25 | |
| | 8 | 100 | 700 | -0.68 | 0.37 | -2.00 | -0.85 | 1.19 | -0.14 | 美崙山 S 2°W 和濱線交界 |
| 花 仁 | 平均 | | | -0.51 | 0.76 | -1.81 | -0.53 | 1.29 | 0.17 | |
| | 1 | 0 | 0 | 0.75 | 1.55 | 0.05 | 0.80 | 0.75 | 0.03 | 720921 |
| | 2 | 100 | 100 | -1.28 | -0.49 | -1.77 | -1.13 | 0.64 | 0.23 | 化仁村之北 77 高地 S 12°E 和濱線交界處向南採取 |
| | 3 | 700 | 800 | -0.53 | 1.09 | -1.52 | -0.02 | 1.31 | 0.24 | |
| | 4 | 100 | 900 | -0.99 | -0.31 | -1.61 | -0.96 | 0.65 | 0.05 | |
| | 5 | 100 | 1000 | 1.58 | 2.14 | 0.47 | 1.31 | 0.84 | -0.33 | |
| | 6 | 100 | 1100 | -0.72 | -0.20 | 1.52 | -0.86 | 0.76 | -0.18 | |
| | 7 | 100 | 1200 | 1.48 | 1.96 | 0.46 | 1.21 | 0.75 | -0.14 | |
| | 8 | 100 | 1300 | 0.19 | 1.31 | -0.63 | 0.34 | 0.97 | 0.15 | |
| | 9 | 100 | 1400 | -0.02 | 0.39 | -0.80 | -0.21 | 0.60 | -0.30 | |
| | 10 | 100 | 1500 | 0.34 | 1.34 | -0.31 | 0.52 | 0.83 | 0.22 | |
| | 平均 | | | 0.08 | 0.88 | 0.41 | 0.10 | 0.81 | 0.01 | |

表 3 (續)

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------------------------------|
| 磯 | 1 | 0 | 0 | 0.85 | 1.65 | -0.02 | 0.82 | 0.84 | -0.04 | 720922 |
| | 2 | 100 | 100 | 1.73 | 2.11 | 0.96 | 1.54 | 0.58 | -0.33 | 自第 20 號 橋下小溪入 |
| | 3 | 100 | 200 | 1.55 | 1.90 | 0.68 | 1.29 | 0.61 | -0.43 | 海口右側即 204 高地 |
| | 4 | 100 | 300 | 1.60 | 1.97 | 0.68 | 1.33 | 0.65 | -0.42 | S22°E 和濱線交界處 |
| | 5 | 100 | 400 | 1.80 | 2.13 | 1.08 | 1.61 | 0.53 | -0.36 | 向南採取 |
| | 6 | 100 | 500 | 1.82 | 2.13 | 1.18 | 1.66 | 0.48 | -0.33 | |
| | 7 | 100 | 600 | 1.48 | 1.93 | 0.44 | 1.19 | 0.75 | -0.39 | |
| | 8 | 1600 | 2200 | 0.80 | 1.82 | 0.03 | 0.93 | 0.90 | 0.14 | |
| | 9 | 100 | 2300 | 1.69 | 2.00 | 0.89 | 1.45 | 0.56 | -0.43 | |
| | 10 | 100 | 2400 | 1.81 | 2.15 | 1.15 | 1.65 | 0.50 | -0.32 | |
| | 11 | 100 | 2500 | 1.69 | 1.98 | 1.10 | 1.54 | 0.44 | -0.34 | |
| | 12 | 100 | 2600 | 1.89 | 2.21 | 1.22 | 1.72 | 0.50 | -0.34 | |
| | 平均 | | | 1.56 | 2.00 | 0.78 | 1.39 | 0.61 | -0.30 | |
| 新 社 | 1 | 0 | 0 | 1.57 | 1.89 | 1.50 | 1.70 | 0.20 | 0.65 | 720922 |
| | 2 | 100 | 100 | 1.44 | 1.85 | 0.85 | 1.35 | 0.50 | -0.18 | 自新社山 S5°W 和濱線 |
| | 3 | 100 | 200 | 1.43 | 1.85 | 0.75 | 1.30 | 0.55 | -0.24 | 交界處向南採取 |
| | 4 | 100 | 300 | 1.40 | 1.82 | 0.68 | 1.25 | 0.57 | -0.26 | |
| | 平均 | | | 1.46 | 1.85 | 0.95 | 1.40 | 0.46 | -0.01 | |
| 敷 戶 | 1 | 0 | 0 | 0.30 | 0.73 | 0.02 | 0.38 | 0.36 | 0.22 | 720923 |
| | 2 | 100 | 100 | -0.49 | 0.18 | -1.60 | 0.71 | 0.89 | 1.35 | 自石梯灣 N15°E 和海 |
| | 3 | 100 | 200 | 0.23 | 0.82 | -0.57 | 0.30 | 0.70 | 0.10 | 濱交界處向南採取 |
| | 4 | 100 | 300 | 0.19 | 0.44 | -0.32 | 0.06 | 0.38 | -0.34 | |
| | 5 | 100 | 400 | 0.14 | 0.46 | -0.79 | -0.17 | 0.63 | -0.49 | Md (中數，第 50 百 |
| | 6 | 100 | 500 | -0.37 | 0.22 | -0.91 | -0.35 | 0.57 | 0.04 | 分位數) |
| | 7 | 100 | 600 | 0.27 | 0.96 | -0.22 | 0.37 | 0.59 | 0.17 | P ₈₄ (第 84 百分位數) |
| | 8 | 100 | 700 | 0.20 | 0.48 | -0.40 | 0.04 | 0.44 | -0.36 | P ₁₆ (第 16 百分位數) |
| | 9 | 100 | 800 | 1.88 | 2.22 | 1.50 | 1.85 | 0.36 | -0.08 | M (平均數) |
| | 10 | 100 | 900 | 1.95 | 2.40 | 1.06 | 1.73 | 0.67 | -0.33 | = $\frac{P_{84} + P_{16}}{2}$ |
| | 11 | 100 | 1000 | 1.54 | 2.29 | 0.03 | 1.16 | 1.13 | 0.34 | |
| | 12 | 100 | 1100 | 2.10 | 2.48 | 1.62 | 2.05 | 0.43 | -0.12 | σ (標準差數) |
| | 13 | 100 | 1200 | 1.95 | 2.34 | 1.52 | 1.93 | 0.41 | -0.05 | = $\frac{P_{84} - P_{16}}{2}$ |
| | 14 | 100 | 1300 | 1.70 | 2.08 | 1.02 | 1.55 | 0.53 | -0.28 | |
| | 15 | 100 | 1400 | 1.85 | 2.22 | 1.20 | 1.71 | 0.51 | -0.27 | α (偏差係數) |
| | 16 | 100 | 1500 | 1.86 | 2.23 | 1.20 | 1.72 | 0.52 | -0.27 | = $\frac{M - Md}{\sigma}$ |
| | 17 | 100 | 1600 | 1.72 | 2.10 | 0.80 | 1.45 | 0.65 | -0.42 | |
| | 18 | 100 | 1700 | 1.25 | 2.15 | -0.70 | 0.73 | 1.43 | 0.36 | ϕ (灘沙粒徑) |
| | 19 | 100 | 1800 | 1.55 | 2.08 | 0.40 | 1.24 | 0.84 | -0.37 | = $\log_2 \frac{1}{D}$ |
| | 20 | 100 | 1900 | 0.70 | 1.45 | 0.10 | 0.78 | 0.68 | 0.12 | |
| | 21 | 100 | 2000 | 1.60 | 1.97 | 0.83 | 1.40 | 0.57 | -0.35 | D (灘沙粒徑，單位 mm) |
| | 22 | 100 | 2100 | 1.37 | 1.90 | 0.50 | 1.20 | 0.70 | -0.24 | |
| | 23 | 100 | 2200 | 1.06 | 1.75 | 0.21 | 0.98 | 0.77 | -0.10 | = $\frac{1}{2\phi}$ |
| | 24 | 100 | 2300 | 1.03 | 1.73 | 0.04 | 0.89 | 0.85 | -0.16 | |
| | 25 | 600 | 2900 | 1.13 | 1.75 | 0.29 | 1.02 | 0.73 | -0.15 | |
| | 平均 | | | 1.12 | 1.62 | 0.37 | 1.05 | 0.63 | 0.06 | |
| 秀 姑 巒 溪 口 | 1 | 0 | 0 | -2.01 | 0.94 | -3.53 | -1.30 | 2.24 | 0.32 | 720923 |
| | 2 | 100 | 100 | 1.52 | 2.02 | 0.79 | 1.41 | 0.62 | -0.18 | 自貓頭山 S14°W 和濱 |
| | 3 | 100 | 200 | 1.07 | 1.77 | 0.21 | 0.99 | 0.79 | -0.10 | 線交界處向南採取 |
| | 4 | 100 | 300 | 1.79 | 2.22 | 1.08 | 1.65 | 0.57 | -0.25 | |
| | 5 | 100 | 400 | 0.42 | 1.60 | 0.01 | 0.81 | 0.80 | 0.49 | |

表 3 (續)

| | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------------------------------------|---|---|--|--|---|--|--|---|
| 秀姑巒溪口 | 6 7 8 平均 | 100 100 100 100 | 500 600 700 0.60 | 0.14 1.66 0.21 1.73 | 1.36 2.24 1.70 -0.34 | -0.88 0.28 -0.68 0.82 | 1.24 1.26 0.51 1.04 | 1.12 0.98 1.19 0.14 | 0.98 -0.41 0.25 0.14 | |
| 長濱 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 平均 | 0 100 100 100 100 | 0 100 200 300 400 500 700 800 900 1000 1200 1300 1400 1500 1600 | -1.24 -0.49 1.10 -0.37 1.20 -0.36 0.30 1.17 0.40 -1.10 1.20 1.40 0.35 -0.59 -1.27 | -0.75 0.02 1.69 0.54 1.80 0.17 1.78 1.83 1.54 -0.40 1.90 1.96 0.91 -0.04 -0.40 | -1.78 -0.96 0.16 -0.92 0.33 0.81 -1.35 0.38 -0.35 -1.86 0.33 0.33 0.04 -1.55 -1.90 | -1.27 -0.47 0.93 0.19 0.74 -0.32 0.02 1.11 0.60 -1.13 1.14 1.15 0.48 0.80 -1.15 | 0.52 0.49 0.77 0.73 0.74 0.70 1.57 0.73 0.95 0.73 0.81 0.82 0.44 0.76 0.75 | -0.06 0.04 -0.22 0.77 -0.18 0.16 -0.05 -0.08 0.21 -0.04 -0.07 -0.30 0.30 1.83 0.16 | 720924 長濱國中之東加走灣海灘 上土地廟正前方之海濱向 南採取 |
| 漬 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 平均 | 100 100 100 100 100 | 1000 1200 1300 1400 1500 1600 | -0.40 -1.10 1.20 1.40 0.35 -0.59 -1.27 -0.11 | -1.86 -0.40 1.90 1.96 0.91 -0.04 -0.40 0.84 | -1.35 -1.86 -1.90 -1.90 -1.55 -1.90 | 0.02 -1.13 1.14 1.15 0.48 0.80 -1.15 0.22 | 1.57 0.73 0.81 0.82 0.44 0.76 0.75 0.77 | -0.05 -0.08 0.21 -0.04 -0.07 -0.30 0.30 0.16 | |
| 珈藍港 | 1 2 3 4 平均 | 0 100 100 1100 | 0 100 200 1300 | 0.55 0.42 -1.50 -0.05 -0.15 | 1.29 1.33 -1.09 1.39 0.73 | 0.17 0.08 -1.94 -1.30 0.75 | 0.73 0.71 -1.52 0.05 0.01 | 0.56 0.63 0.42 1.35 0.74 | 0.32 0.46 -0.05 0.07 0.20 | 720926 珈藍港防波堤 N 60°W 和 濱線交界處向南採取 |

表 4 花東海岸域諸海灘濱線灘沙粒度分析表 II

| 海灘 | Md ϕ | P ₆₄ ϕ | P ₁₆ ϕ | M ϕ | $\sigma \phi$ | $\alpha \phi$ | 備註 |
|-------|-----------|------------------------|------------------------|----------|---------------|---------------|--------------------------|
| 花蓮溪口 | -0.51 | 0.76 | -1.81 | -0.53 | 1.29 | 0.17 | 8袋灘沙標本的平均，採集範圍 700 公尺。 |
| 花仁 | 0.08 | 0.88 | 0.41 | 0.10 | 0.81 | 0.01 | 10袋灘沙標本的平均，採集範圍 1500 公尺。 |
| 磯崎 | 1.56 | 2.00 | 0.78 | 1.39 | 0.61 | -0.30 | 12袋灘沙標本的平均，採集範圍 2600 公尺。 |
| 新社 | 1.46 | 1.85 | 0.95 | 1.40 | 0.46 | -0.01 | 4袋灘沙標本的平均，採集範圍 300 公尺。 |
| 敷戶 | 1.12 | 1.62 | 0.37 | 1.05 | 0.63 | 0.06 | 25袋灘沙標本的平均，採集範圍 2900 公尺。 |
| 秀姑巒溪口 | 0.60 | 1.73 | -0.34 | 0.82 | 1.04 | 0.14 | 8袋灘沙標本的平均，採集範圍 700 公尺。 |
| 長濱 | 0.11 | 0.84 | 0.66 | 0.22 | 0.77 | 0.16 | 15袋灘沙標本的平均，採集範圍 1600 公尺。 |
| 珈藍港 | -0.15 | 0.73 | 0.75 | 0.01 | 0.74 | 0.20 | 4袋灘沙標本的平均，採集範圍 1300 公尺。 |

表 5 花東海岸域諸海灘縱深灘沙粒度分析表 I

| 海灘 | 編號 | 採集間隔 (m) | 累積間隔 (m) | $Md \phi$ | $P_{84} \phi$ | $P_{16} \phi$ | $M \phi$ | $\sigma \phi$ | $\alpha \phi$ | 備註 |
|----|------|-------------|-------------|-----------|---------------|---------------|----------|---------------|---------------|---------------------------|
| 敷戶 | 18-0 | 0 | 0 | 1.85 | 2.22 | 1.20 | 1.71 | 0.51 | -0.27 | 720923 |
| | 18-1 | 20 | 20 | 1.47 | 1.87 | 0.70 | 1.29 | 0.59 | -0.31 | 石梯灣 N10°E 和濱線交界處 |
| | 18-2 | 10 | 30 | 1.53 | 1.94 | 0.88 | 1.41 | 0.53 | -0.23 | |
| | 平均 | | | 1.62 | 2.01 | 0.93 | 1.47 | 0.54 | -0.40 | |
| 磯嶺 | 23-0 | 0 | 0 | 1.48 | 1.93 | 0.44 | 1.19 | 0.75 | -0.39 | 720923 |
| | 23-1 | 10 | 10 | 1.22 | 1.82 | -0.16 | 0.83 | 0.99 | -0.39 | 204高地 S22°E 和濱線交界處南 600 m |
| | 23-2 | 10 | 20 | 0.40 | 1.18 | 0.08 | 0.63 | 0.55 | 0.42 | |
| | 23-3 | 10 | 30 | 1.51 | 1.88 | 0.92 | 1.40 | 0.48 | -0.23 | |
| | 23-4 | 10 | 40 | 1.51 | 1.88 | 0.98 | 1.43 | 0.45 | -0.18 | |
| | 23-5 | 10 | 50 | 1.65 | 1.92 | 1.11 | 1.52 | 0.41 | -0.32 | |
| | 23-6 | 10 | 60 | 1.42 | 1.88 | 0.73 | 1.31 | 0.58 | -0.19 | |
| 長濱 | 23-7 | 10 | 70 | 1.52 | 1.89 | 0.98 | 1.44 | 0.46 | -0.17 | |
| | 平均 | | | 1.34 | 1.80 | 0.64 | 1.22 | 0.58 | -0.18 | |
| 金樽 | 32-1 | 0 | 0 | -0.31 | 0.01 | -1.64 | -0.82 | 0.83 | -0.61 | 720924 |
| | 32-2 | 10 | 10 | 1.33 | 2.06 | 0.38 | 1.22 | 0.84 | -0.13 | |
| | 32-3 | 10 | 20 | 0.71 | 1.84 | -0.70 | 0.57 | 1.34 | -0.10 | |
| | 32-4 | 10 | 30 | 1.11 | 1.90 | 0.19 | 1.05 | 0.86 | -0.07 | |
| | 平均 | | | 0.71 | 1.45 | -0.44 | 0.51 | 0.97 | -0.23 | |

表 6 花東海岸域諸海灘縱深灘沙粒度分析表 II

| 海灘 | $Md \phi$ | $P_{84} \phi$ | $P_{16} \phi$ | $M \phi$ | $\sigma \phi$ | $\alpha \phi$ | 備註 |
|--------------|-----------|---------------|---------------|----------|---------------|---------------|-----------------------|
| 敷戶 18-0~18-2 | 1.62 | 2.01 | 0.93 | 1.47 | 0.54 | -0.40 | 3袋灘沙標本的平均，採集範圍 30 公尺。 |
| 新社 23-0~23-7 | 1.34 | 1.80 | 0.64 | 1.22 | 0.58 | 0.18 | 8袋灘沙標本的平均，採集範圍 70 公尺。 |
| 長濱 32-1~32-4 | 0.71 | 1.45 | -0.44 | 0.51 | 0.97 | -0.23 | 4袋灘沙標本的平均，採集範圍 30 公尺。 |
| 金樽 09-0~09-4 | 0.45 | 0.93 | 0.05 | 0.69 | 0.44 | 0.88 | 5袋灘沙標本的平均，採集範圍 40 公尺。 |



照片 1

仁化村的垂直地層：在花東海岸許多地點可見垂直的地層，推知其曾受強烈的褶曲作用乃至斷層作用而成。

照片 2

仁化村的海蝕溝：集塊岩質的波蝕棚上，波浪夾帶沙礫，來回長期磨蝕的結果所形成地形，台灣北部富貴角東側，波蝕棚上者更具典型。



照片 3

塩寮坑的聯合沖積錐：此地海岸山脈的東坡約有 30° 坡度，但其下面之聯合沖積錐面則呈 10° 以下之緩坡，兩者之交接處，拔高約 30m，此現象在海岸山脈東側頗為普遍。



照片 4

礫崎沙灘：新社村附近，濱線向西凹入成南北約3 km 之海灘，其北半多為沙灘，沙灘粒度之 $Md\phi$ 為 1.56, $\sigma\phi$ 為 0.61，活動其間，甚為舒適。



照片 5

礫崎沙灘上的小溪切割：當小溪流量不大，其地表水流往往不能達到濱線，而滲入沙灘，花東海岸域中大半小溪均有此種現象。



照片 6

礫崎、新社間的海蝕洞：位 22 號橋附近，為現今海蝕所造成的海蝕洞，其形成除波蝕外，長期間之漲退潮流的作用也甚重要。



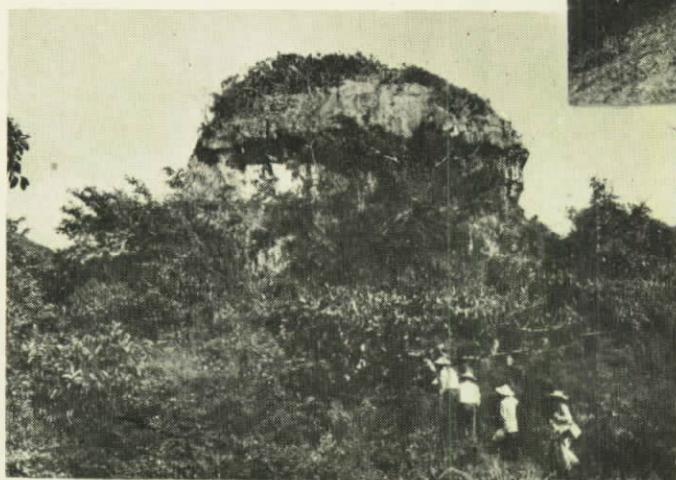
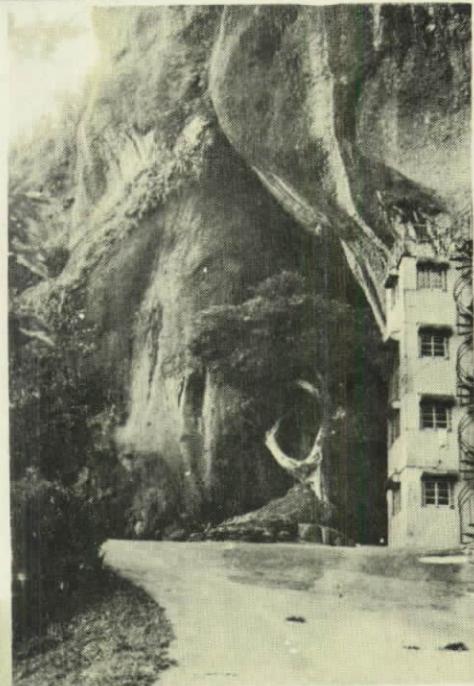
照片 7

數戶海灘上的灘尖；灘尖是顯示濱線的一種堆積構造，由灘碟構成，灘尖常成等間隔分布，如梳齒狀，其形態受波浪影響，灘尖長軸常垂直於濱線。花東海岸碟灘發達，灘尖地形到處可見。

照片 8

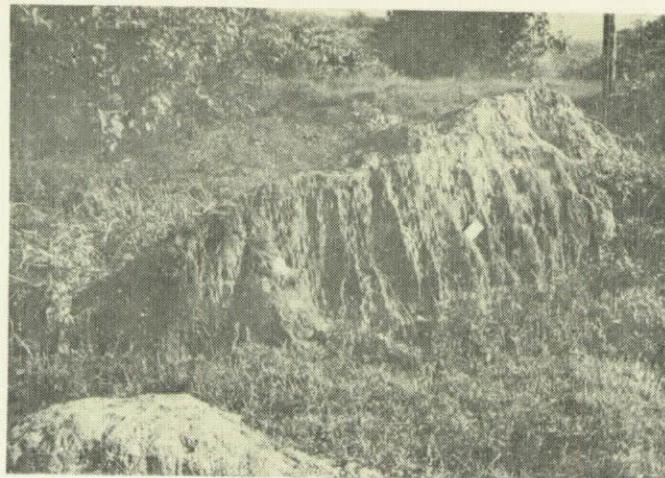
長濱北方之八仙洞：八仙洞係一海蝕洞群，照片中者為其主洞，稱為靈岩洞（洞底拔高20m），附近尚有觀音洞（20m），三藏洞（15m），潮音洞（40m），永安洞（60m），海雷洞（85m）等，為離水之明證。

註：靈岩洞也即玉門岩（日語）



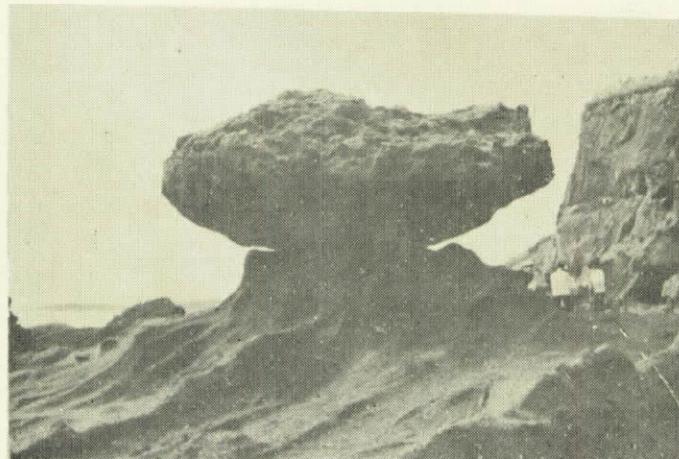
照片 9

石雨傘之玉莖岩：係石灰岩隆起海蝕柱，位低位海階之上，底部拔海高約40m，比高16.5m，側面留有三層海蝕凹壁，顯示早期海準面之位置。



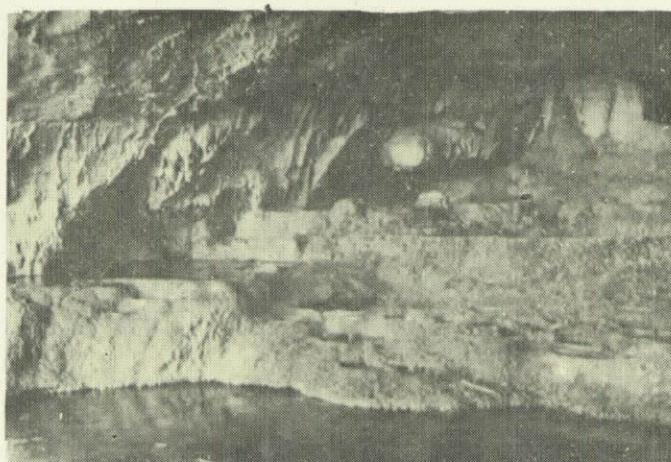
照片 10

石雨傘之岩溝：係石灰岩經雨
蝕與溶蝕作用而成。其發生於
其他岩石者，則稱假岩溝，通
常岩溝之稜脊較為尖銳。



照片 11

石空鼻的平衡岩：為掉落的石
灰岩塊覆蓋於抗蝕力較弱的礫
岩上，由於差別侵蝕，下部礫
岩漸被剝削，而成平衡岩。繼
續侵蝕後，終將倒塌。



照片 12

石空鼻的石灰岩洞：地下水溶
解石灰岩質後，當滲出時重新
堆積，於洞頂形成下垂之石鐘
乳，洞底形成上長之石筍，上
下相連即成石柱，此洞底有石
灰華階地，因緣石阻水而成，
有如皿狀。