

中國農業工程學會

No. 19

第十九期

通訊

發行人 鄧先仁
 編輯者 張建勳
 會址： 青島市
 北京路
 水利局

C. S. A. E. News

PUBLISHED BY

Chinese Society of Agricultural Engineers

墾殖計劃研究小組資料(6)

海陸之間海岸之類型及其演變

鄭 育 時

一、 總 論

(一) 序 說

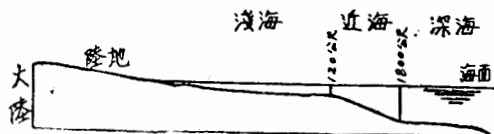
人類於發展過程中，逐漸自山岳地區移向平地，終則止於水陸交接之處——灘岸。但地球表面僅有其四分之一之面積為陸地，故人類與水爭地之歷史，實居人類求生存奮鬥史上重要之一頁，且已蔚為一種專門之學術。尤其島嶼國家，或因地狹人稠，或因無處再資發展，遂多致力於此種邊際土地之爭取與利用。其卓著成效者，當推荷蘭及日本。現本省西海岸亦約有五萬公頃之灘岸，正為各方注視，並計劃開發中。

目下本省對此類海岸邊際土地之稱謂，亦有多種，如海埔地（或作海埔地）新生地，既成地，內海及外海等等。但若揆之法律，地理及地質等學，只應為海灘（Shore）或海岸（Coast）之一部或全部而已。換言之，其地應為陸與海之過渡地區。於短時日內，其為陸地或海底，端視潮位及波浪情況而定。於較長時間內，尤變更無定，日積月累，矧為滄海桑田之事實。侈言開發者，實應重視之。

本文目的，在以淺現之說明，剖視近海及灘岸之全貌，進而說明其類型及演變，最後對灘岸之控制原理等略作介紹，以供有志斯途者之參攷。

(二) 海底地形

從海岸到深海，海底地形可以其深淺程度，區分為四階級，如圖一。



(圖 1) 海底剖面

1. 潮海 (Littoral-Sea)：位於最高與最低潮位間，即通稱為海灘者，為受潮汐及波浪影響最大之區。

2. 淺海 (Shallow-Sea)：最低潮位之下，以迄深渡 180 公尺之處。潮汐與波浪之影響仍甚顯著，其地又稱為大陸架 (Continental Shelf)，相當於大陸之邊緣，其地一面受波浪，潮汐等海水運動之侵蝕，同時，復受陸地所排出物質，及海底沉澱物等所推積而展寬。大陸架之寬度。視大陸邊緣之坡度而定。此邊坡通常很小，平均只有 0.2%。

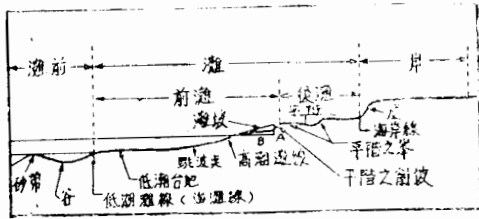
3. 近海 (Contineatal-Slope)：深度 180~1800 公尺間，相當於大陸之側面。坡度則較大，平均約為 6%，波浪之作用已甚輕微。

4. 深海 (Deep-Sea)：深度在 1800 公尺以下者均屬之。最深之處可達 10,000 公尺。其地已無波浪之作用，只有輕微之海流。

(三) 灘 岸 定 義

大體上，灘岸之縱剖面如圖二所示。茲根據美國灘岸控制局 (BEB, Beach Erosion Board) 所作定義說明之。

1. 海灘 (Shore)：平均低潮位 (或較低之低潮位) 以上，至暴浪所能到達之處，稱為海灘。常再細分為前灘 (Foreshore) 及後灘 (Back shore) 通常以高潮位線區分之。高、低潮位與灘面之交線，



(圖 2) 灘岸之定義

分別稱為高潮灘線 (High Tide Shore Line) 及低潮灘線 (Low Tide Shore Line)。通稱之海灘線 (Shoreline)，恆指低潮灘線。

2. 海岸 (Coast)：海灘後方，永為高出暴浪作用之上者，稱為海岸。其範圍則無一定，灘與岸隣接之線，稱為海岸線 (Coast line)。

3. 灘前 (Shore face)：低灘線之外以迄一較平坦地點，其上之沉積物，恆受波浪之振盪。

4. 灘外 (off Shore)：自灘前以迄大陸架之邊緣。

圖二中之若干細節，茲附帶說明之。

1. 平階 (Berm)：較小而非永久性之台地，大多係於風波平靜期間所成，而易於暴波期間消失

者。

2. 削坡 (Beach Scarp)：平階之外緣，因波浪而削立之邊坡。

3. 跳躍點 (Piling Point)：碎波線之變動範圍。

二、灘岸之形態

(一) 一般形態

灘岸形態為波浪，潮汐，水流及漂砂等因素之綜合結果，茲概分為平面與縱面兩種述之。

1. 平面形態：平面形態可以等高線或等深線表示之。簡分之則有二類，一為等深線平直，地勢較低而灘前水淺者；一為等深線不規則，地勢高峻而灘前水深者。

2. 縱面形態：海灘之縱面 (Profile)，基本上，視波浪特性，潮位及組成灘岸之物質而定，其中則以波浪特性最為主要。若波浪不變，則往來於灘面之物質能保持量的平衡，灘坡亦為穩定；否則灘坡即能自動調整，以適應新的作用力量。此灘坡稱為平衡縱坡 (Profile of equilibrium)。茲再設波浪不變，則灘坡與組成灘面之物質，略具一定之關係。即砂石顆徑愈大，灘坡愈陡。表一示其大致之關係。

表一 灘面物質與灘坡之關係

灘面物質	粒徑(公厘)	灘坡%
微砂	0.06	
細砂	0.12	3.5
中級砂	0.25	7.0
粗砂	0.50	14.0
礫石	2.00	21.3
卵石	64.00	36.4
大卵石	256.00	

由於前述各因素之作用，灘岸縱面可概分為三類；如圖三。

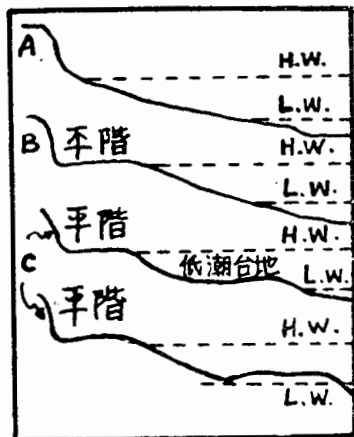
1. 海灘甚狹而無後灘者，灘坡均勻而平坦，向海面傾斜。如圖三 A。

2. 海灘具有後灘者。如圖三 B。

3. 海灘不一定具有後灘，但於低潮時有顯露之台地。如圖三 C。

(二) 主要形態各論

灘岸因其原生成形態及長期之侵蝕，沉積之交



(圖 3) 灘岸之縱面

互作用，構成各種局部形態。有時亦成為自然界之一種壯觀。茲分列之於下。

1. 海蝕崖及海蝕階 (Wave-cut Cliff & Wave-cut bench)：岩岸如斷層岩岸等，受波浪及其他各種自然力侵蝕後，抵抗力脆弱及尖銳部份逐漸消失。所餘堅硬岩質顯露而屹立之崖壁稱為海蝕崖。崖腳為波浪侵蝕者，有如平階，稱為海蝕階。

2. 海岬及海灣 (Head-Land & Bay)：海岸之凸出部份，稱為海岬，其組成物質恆較為堅硬；凹入者稱為海灣。

3. 砂石灘 (Beach)：砂石灘相當於灘岸定義中之「灘」之地位。在英文中，Shore 與 Beach 常可通用，若細別之 Shore 之涵義似較廣，而 Beach 僅常指砂灘或砂石灘 (Shingle)。其成因多係海崖等被侵蝕之物質，未能被水流帶到深水，加以灘坡較平，波浪所帶向陸岸者多於所攜帶走者。其存在則低岸較高聳之岩岸為多見。依其位置之不同，可分為。

1. Bar beach：常見於低岸及淺岸，其長度可能綿恆甚遠，灘外常有堤洲等以淺水與陸岸遙隔。

2. Crescent beach：因其形而名，多見於山嶺型之高岸，主要發生地點多在海灣之裡頭及海灣內之河口等處。依位置之不同，有 bay head beach 及 bay side beach 等之稱。

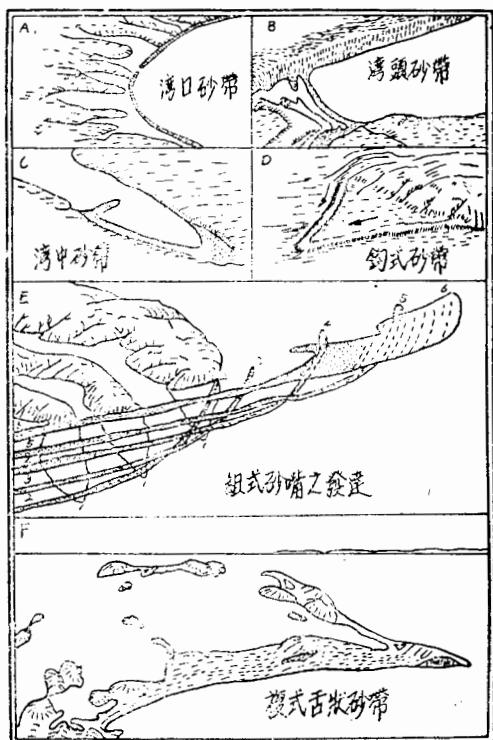
3. Pocket beach：指崖岸下少數零散之砂灘。

4. 砂帶 (Bar)：不露出於高潮位上之狹長淺灘，多形成於深水中，原因為水深突然增大，水流所攜帶之物質因流速驟減而沉積。因位置之不同

，有灣口砂帶 (bay-mouth Bar) 灣中砂帶 (mid bay bar) 及灣頭砂帶 (bayhead bar) 等。見圖四A-D。

5. 堤洲 (off shore bar 或 barrier)：若灘前坡度甚小，波浪於其處已經破碎，則所攜帶之物質即沉積在該處，成為與海岸平行之砂洲。如圖九。介於陸地與砂洲間之低地則為淺水湖 (Lagoon)。淺水湖久經沉積則成沿灘地 (Marsh)。砂洲常非連續不斷的，每隔若干距離，即有一潮口 (Tidal inlet)，為潮水進出之道。如一旦砂洲漲高至裡外隔絕程度，淡水流入，即成淡水湖。砂洲與砂帶之區別為，砂洲係露出於高潮位上者，砂帶則否。

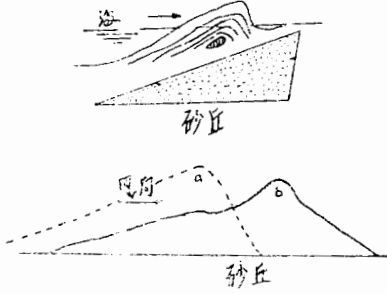
6. 砂嘴 (Split)：砂帶之一端與陸地連接；一端伸向海中者稱為砂嘴。其成因與砂帶相同。砂嘴有各式：如單式者 (Simple Split)，鉤式 (Hooked Split) 者，乃由於進出之潮流強弱不同；組式者 (Compound Split)，乃集數個鉤式所成；複式 (Complex Split) 者，乃於主體之一端另生小型者。聯結兩個海岬之砂嘴，有時亦稱為砂帶。如圖四E。



(圖 4) 砂帶，砂嘴等形態

7. 舌狀砂帶 (Tombolos)：又稱尖角砂帶。如圖四 F。近岸處之砂帶，島嶼或防波堤等，因波浪效應削弱後，漂砂遂行沉積。有多種形式，如單式，復式，V 形式等。

8. 砂丘 (Sand dune)：砂灘或砂洲上之砂粒，於退潮後，易為風力所攜帶，堆積而成砂丘，如圖五。



(圖 5) 砂 丘

(三) 次要形態

1. 灘脊 (Beach ridge)：為砂灘進展時之一種現象。如圖六 A。位於兩脊間之低地，稱為溝 (Swale, 或 Slashe, 或 Furrow)。其成因有數種不同見解。

A. Gilbert 氏以為每一灘脊均表示某一個不尋常暴浪之結果。

B. Tohn 氏以為其與個別之暴浪少有關聯主要原因則為沿岸流所攜帶之物質過多。

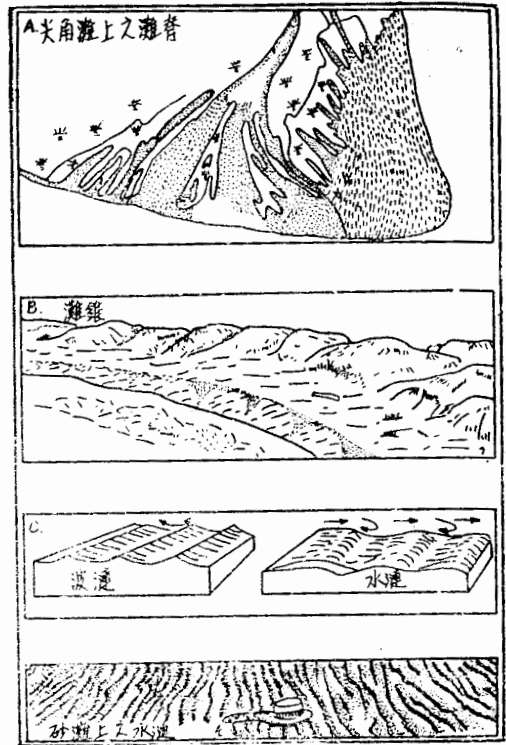
2. 灘銼 (Beach cusps)：沿岸作三角形之堆積，尖端朝向海面，成 W 形，如圖六 B。於細砂組成之砂灘。高度常僅數寸；於粗砂及卵石灘則較高，有達 3~5 呎者。其成因尚無肯定之解釋。

3. 波漣 (Ripple mark)：有二種形式，一為波漣 (Oscillation ripple)：縱面作對稱形，起因於波浪之作用，因其多形成於深水中，故不易見；一為水漣 (Current ripple)，縱面作不對稱形，退潮時易見之。見圖六 C。

4. 溝跡 (Rill mark)：退潮時小股水流在灘面流動所形成者。

5. 湧浪跡 (Swash mark)：碎波湧上灘面後，水流攤成薄層，奔向陸岸，其尖端所到達之最高位置。

6. 砂隆 (Sand dome)：前進中之波浪，驅出砂層中之空氣，而在砂上所遺留之痕跡。



(圖 6) 砂灘上各種次要形態

三、灘岸之分類

歷來之論灘岸分類，主要者有二說。一為 Johnson 氏 (1919) 所倡之原生分類法 (Genetic Classification)，一為 Shepend (氏 1937) 所倡之原動力分類法。

(一) 原生分類法

原生分類法區分灘岸為四種主要類型，如圖七。

I. 沉降海岸 (Shore line of Submergence)

沉降海岸起源於海面上升或陸地下沉。若原地形平坦，則所成新岸平直且有寬廣之淺灘。若原地形崎嶇，則新岸亦複雜而不規律，舊日之山坡或山成島半島 (Peninsulas)；或島嶼 (Island)，峽谷則成爲海灣，圖八示沉降海岸各期之演變。

1. 初期 (Initial Stage) 初期之特徵爲海灘線極不規則，有多數之支灣，蝕谷，半島或島嶼等。海底則高低起伏，此均爲過去之陸地。

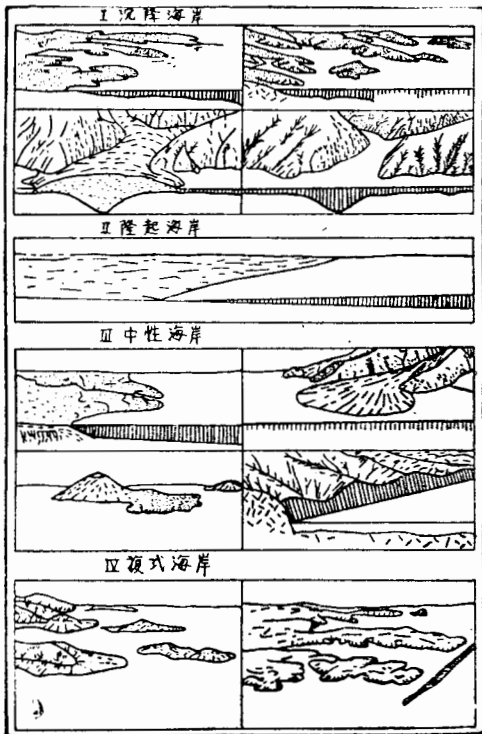
2. 青年期 (Yuth)：海崖及島嶼之突出部份，受波浪之侵蝕而形成所謂：(Crenulate Shore Line)：。砂灘及砂嘴隨而發展。海岬及外島所受

侵蝕更加嚴重。

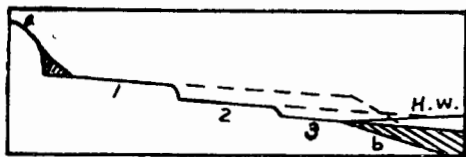
3. 成熟期 (Maturity)：進入成熟期之灘岸，多數特殊形狀逐漸消失，諸如：海岬向後消退，砂帶自海岬之一端向另一海岬伸展，海灣逐漸沉積等等。至完全成熟期，則灘岸全線將向後消退與海灣之裡側齊平。

II. 隆起海岸 (Shore line of emergence)

隆起海岸起源於海面下降或陸地上升。舊日海底因長期之海水作用而呈平整，故隆起之新岸亦平直而少海灣與島嶼。隆起現象之為間歇性者，則成台階式地形。如圖七A；為若干個段丘 (Raised Terrace) 及崖面 (Cliff) 所組成。段丘之個數，即表示隆起之次數，隆起海岸之演變如下，如圖九。



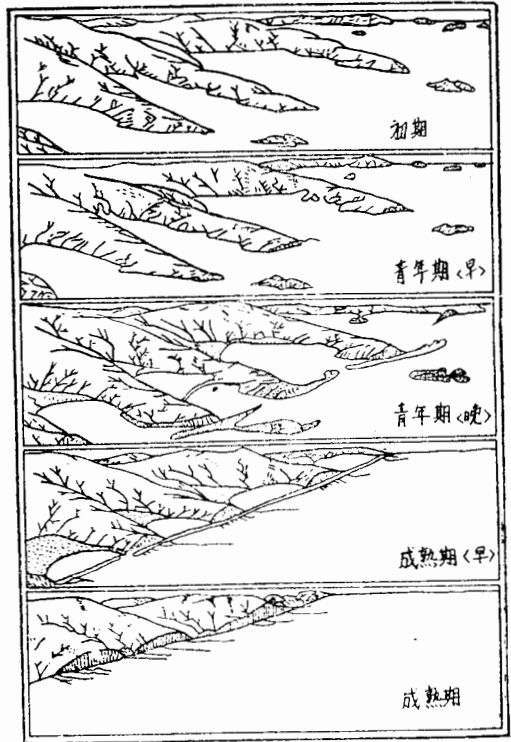
(圖 7) 海岸之典型 (原生分類法)



(圖 7A) 海岸台地之發達 (ab 為侵蝕前之地形)

a. 初期：初期之特徵為平直而整齊之等高線，灘坡較少。因大多數之波浪均在灘前碎波。只有

少數波浪能到達岸脚，其所侵蝕形成之低崖則稱為 (Nip)。灘前碎波所移動之底質，堆成與灘岸線平行之堤洲。堤洲繼續成長而露出水面時，稱為灘岸已達青年期。



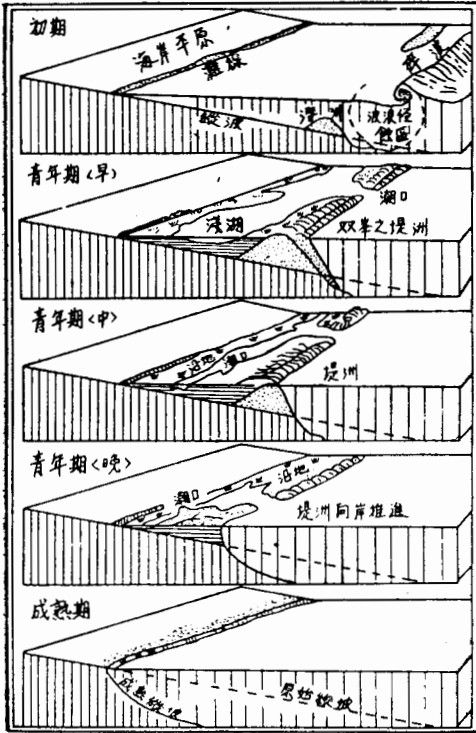
(圖 8) 沉降海岸之演變

b. 青年期：本期最顯著之現象，為在堤洲與陸岸間之低地，形成淺水湖。有時堤洲有數道，位於較內側者其形成期則較早。

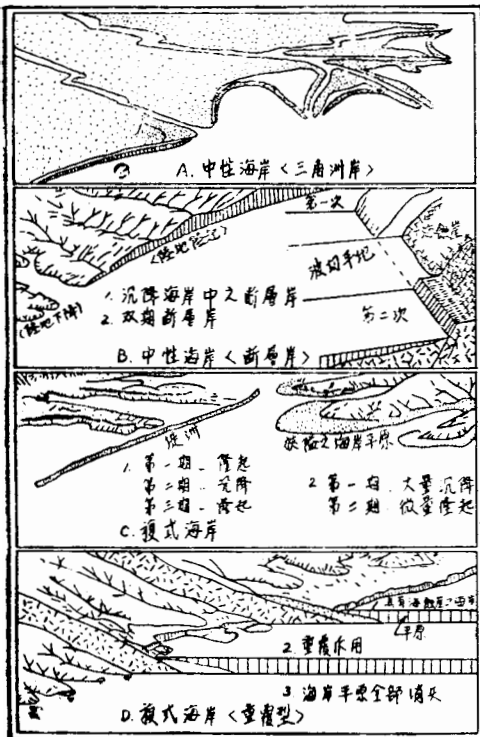
c. 成熟期：堤洲完成後，同岸運動之波浪有將之向淺水湖或沿地方面推動之傾向。因之，當堤洲全部與陸岸接近後，因灘坡較大之故，水深因而較大，可供較大型波浪運動之需要。灘岸遂稱成熟。

III. 中性海岸 (Shore Line of Neutral)

有多種類型，如三角洲 (Delta Sh.)，沖積平原 (Alluvial-plain Sh.)，冰積平原 (Outwash-Plain Sh.)，火山 (Volcano Sh.)，珊瑚礁 (Coral-reef)，及斷層灘岸 (Fault Sh.)，等如圖10A-B。青年期均顯示有迅速向外發展之傾向成熟期則波浪已將若干暴露之不規則形態消除，斷層灘岸亦有多種形態，視斷層性質及其為一側或二側發生位移 (以海面為基準) 而定，若僅係位於前方



(圖 9) 隆起海岸之演變



(圖 10) 中性海岸及複式海岸

者(臨海之一方)下降,則來日內陸之河流將自懸谷處入海,其情形與成熟期之沉降海岸類似。本類型之青年期與成熟期之對比,不及其他各型者顯著。

IV. 複式海岸 (Compound shore line)

灘岸互有隆起及沉降過程者,稱為複式海岸。有多種型式,但其主要特徵至少具有前述類型中之二種。如圖10C及10D。

(二) 原動力分類法

Sheperd 氏之分類法,可避免原生分類法中,沉降與隆起海岸之錯綜糾纏情形。其分類原則,係以促成灘岸現狀之原動力為準。本分類法將有助於使用地圖,海圖或航測圖以推究灘岸之演變的根源。本法區分灘岸為兩大時期,各時期下各具若干基本形態,茲分述之如下:

1. 青年期:地形尚未受海洋力量之作用者,可細分為:

A. 因台地受侵蝕,或冰川侵蝕,地層扭曲現象等而下降者。

a. 因河谷下降者,如圖11A。常可自下述現象辨識之,即芙蓉形灣 (Estuary) 之水深不大;地層中間或有樹模石 (Dendritic) 等。

b. 因冰川侵蝕者,如圖11B。海灣之水深較大,低槽寬度亦較大。

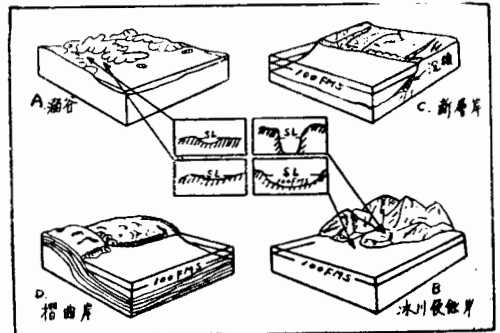
B. 台地沉積型:

a. 河積岸:如三角洲岸,可自河流,低地,河口處灘線形態等識之;下降之沖積平原,可自平緩而均勻之灘坡及平直之灘線等識之。

b. 冰川積岸:因常在水下,須實地觀察之。

c. 風積岸:如移動性之砂丘,可自航測圖辨識之。

d. 植物熱帶叢林岸等,可自航測圖辨識之。



(圖 11) 海岸類型

C. 火山活動型:

a. 有近斯熔岩 (Lave flow) 者，灘線突出，陸地及海底同有均勻之坡度。

b. 因火山爆發者，形成一島嶼及海灣者，可自火山側面之凹形灘線識之。

D. 造山型：

a. 斷層岸：其特徵為灘線筆直，近岸處無大陸架存在，岸前水深較大，海底地層之坡度多為陸地者之延續等等。如圖11C。

b. 摺曲岸：須實地觀察之。

2. 成熟期：地形主要受海洋力之作用者：

A. 海蝕型：

a. 海崖因波浪作用而平直者，其與斷層海岸或摺曲海岸之區別，在於崖脚有波切台階 (Wave Cut bench)，陸岸常有削谷等等。

b. 海崖因波浪作用而不規則者，可自礫向之岩屬，海灣識之。

B. 海積型：

a. 因有砂帶等之存在，灘線趨於平直，可自地圖，海圖等辨識之。

b. 因波浪及水流之作用而沉積者，如突岬，丁琪等之上游面，其寬度特大，可自地圖等識之。

c. 具有堤洲或砂嘴者。

d. 珊瑚礁灘岸，灘前常為淺灘，可自海圖等識之。

(三) 分類法之討論

原生分類之優點，僅為講授地質學上之方便，於實用上則頗有為難之處。近代之地質學，證明幾乎全數之灘岸，均具有沉降及隆起之過程。基此，則其應列為複式海岸。此可以近代海面之升降情形解釋之。即當冰川時期 (Glacial Stage)，海洋降低，故當冰山融解時，海岸均應為沉降型。其次，有多數之跡象，可資採信，即近數千年來，海面普遍降低 5~30呎不等，因之，若根原生分類法，多數應列為中性而呈穩定之海岸，均應為陸起或沉降海岸。原生分類法，仍有不少困難，例如，列為中性海岸之三角洲海岸，因其上沉積土之重量繼續增大，故地層實際上有沉降現象；再如，一切成熟期之灘岸，其所具有較為平直之灘岸線，乃由波浪與沿岸流之長期作用結果，而非起源於隆起現象。

(四) 灘岸類型與人類

一般言之，隆起海岸少有良港，但岸後地區

(Hinter Land)，常較富庶，富農業價值或礦藏，另供人類之安居。沉降海岸則不然，雖具有多數良港，但岸後地區常貧瘠而不適於安居。複式海岸易兼具有前述二類所有之代優點，如美國大西洋海岸平原之 Chesapeake 地區，土地肥沃，更有良港如 Norfolk, Washington 及 Baltimore 等等即其一例。蘇格蘭 (Scotland) 之以造船業著名，古代挪威 (Norway) 沿岸 (Vikings) 族人之慄悍稱雄海上，法國海軍或航海者多數出自 Brittany 地區，美國則為 New England 等事實，均可謂係種因於其複雜之海岸地形所致，迫使其須向海外發展。唯一例外情形者為德國其從事海上爭雄者乃為其工業尋找出口，而非為其海岸情勢所迫。

(五) 我國之海岸

我國大陸海岸線總長一萬一千一百餘公里。平均每一百三十六平方公里土地只得海岸一公里。海岸線北起鴨綠江口，南迄廣東北流河口，海岸類型則以杭州灣口為界，以北除山東與遼東北島外概屬平直的砂岸，以南大致是曲折的岩岸，富有優良港灣與島嶼，其中粵江三角洲及雷州半島以西的東京灣沿岸，則為沙質海岸。

台灣本島海岸線長一一四〇公里。大體說來，均屬隆起海岸，平直單調，缺乏良好港灣。茲分述之：

1. 東部海岸為絕壁岩岸。蘇澳至花蓮港間，為中央山脈東側斷層下陷之處，是為斷層海岸。台東山脈以東，可見二級至三級之海岸段丘，最高者可達三十公尺，此為海岸曾有間歇性之隆起作用所致。在上升之前似經沉降者，如卑南溪下游之溺谷現象，極為明顯，故東部海岸為複式海岸。

2. 北部海岸為隆起岸，因地處山脈之北端，海岸稍有出入，如三貂角，鼻頭角，富貴角（竹仔山熔岩流之尖端）等，均為突出之海岬。基隆以外有社寮島之屏蔽，內為陷沒性之小灣，故成為全島第一良港。富貴角以南之淡水港，則為淡水之河港。

3. 西部海岸前臨海底遠淺之台灣海峽，後接廣大之沖積平原，海岸平坦單調。新港以北，如舊港，後龍，梧棲，鹿港等均為淺港。新港以南，則隆起較高，海岸台地，高達三十公尺。此外，堤洲及砂嘴等甚為發達。如新港西之統油洲，外傘頂洲以及東石至安平間之堤洲，均發育充分為典型之隆

起海岸。自高雄至東港一帶為本省之典型沉降海岸，下淡水溪河口之瀾谷現象極為顯著，其深達一千公尺，故在上升之前，仍沉降甚久者。今淡水河西岸以及高雄附近之隆起珊瑚礁，即於沉降時棲息其上者。

4. 南部海岸指恆春半島一帶，其地當中央山脈之南端，其南岬（鵝鑾鼻）之末端與西南岬（貓鼻角）之間，構成小港灣，惟其範圍太小。恆春半島兩側亦為斷層沉降海岸，半島係一地壘，半島東側為隆起之珊瑚礁。

四、灘岸之演變

（一）演變方式

灘岸一如陸地，因受各種自然力之作用，係逐時在演變中，特以其為漸進現象，不易為人所覺察或重視耳。然長期間之累積，其結果常甚堪重視。

簡言之，演變之途徑有二，即侵蝕與沉積，侵蝕則灘線緩退而陸地消失，沉積則灘線前進而陸地增漲，二者又恆互為因果，其地之沉積可能即為他地侵蝕之結果，自空間而言，變化可發生於縱面（與灘線垂直）或平面（與灘線平行）。自時間而言，變化又有循環性與非循環性之區別。

（二）演變之原動力

灘岸之演變，可視為組成灘岸之物質—砂石—之移動結果。導致此種物質移動者，則為各種自然能量，如重力，風力，波浪，海流及潮汐等等，濱海之灘岸，以波浪，沿岸流及風力之影響力為最大。波浪能鬆動水底物質，其所挾帶之硬質岩屑等又有碰撞，破碎及磨耗物質之能力，沿岸流則為輸送物質之工具；風力則直接使砂粒飛揚移動，間接則為發生波浪之主因。人為因素亦有改變灘岸之作用。如丁堤，突堤等有攔截漂移物質之作用，致一部份灘岸為之增漲，他部份則可能因而消退。

灘岸之演變，既為物質移動之結果。基此，則依物質之供給與損失情形，可區分灘岸之演變方式為三種。

1. 供應過多：若物質供應過多，致與波浪等侵蝕能量不能平衡，則灘岸增漲而呈不規則形態，灘前多有淺灘等之存在。

2. 供應平衡：物質供應平衡之方式有二、一為物質供應適與能量平衡。一為供應與損失，能在

一定之氣象循環期間內獲得平衡。前者為保持穩定之灘岸；後者為於一定循環期內，亦能維持平衡之灘岸。

3. 供應不足：物質損失多於供應之灘岸，即呈侵蝕現象。其方式有二、一為連續性，一為間歇性者。

（三）物質之來源與去處

基本上，組成灘岸大物質均來自內陸。若就局部而論，其來源有三。

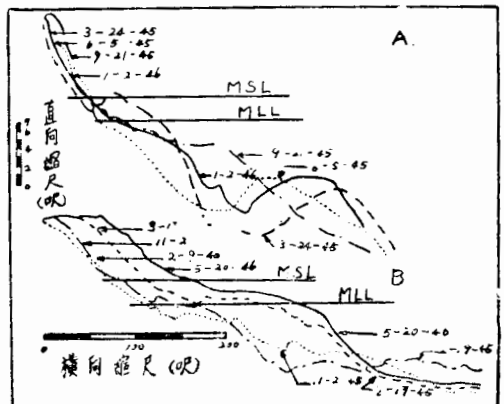
- ① 隣接灘岸受侵蝕。
- ② 河流或排水溝之挾砂。
- ③ 海岸地層受侵蝕。

物質之去處有四種途徑：

- ① 向隣接區域移動。
- ② 向海面移動，俟到達相當深度後，即不覆漂移。
- ③ 隣接海底如有深谷等，亦易容納大量物質。
- ④ 因風力作用，向內陸飛揚或磨耗。

（四）循環性變化

灘岸在縱面上之變化，多為具有循環性者。其原因係其平衡縱坡主要係隨波浪特性而調整。而在一定之氣象循環期內，波浪等作用力又多為循環性者。循環性（Beach cycle）多為季節及雙週。例如北半球，冬季較多暴波，夏季則較平靜，故於冬季灘岸受侵蝕，夏季則增漲。以雙週為循環性者，則係潮汐之關係，大潮（Spring Tide）期間則侵蝕；小潮（Neap Tide）則增漲，故其重要性較遜。另一種無顯明循環性之變化，乃由於一年之中，風暴之分佈較為均勻所致。圖12示美國南加洲海岸



（圖12）灘岸循環變化實例

之冬夏循環性之變化實例。

①灘岸之後退：灘岸之後退，最先多發生在平階之邊緣，其方式有二、一為前灘雖被侵蝕而灘坡並無顯著之改變；一為將平階邊緣則成陡坡。據實地觀察，為前較短之小型風浪，多發生第一種；為期較長而較大型者，多發生第二種。

粗粒質組成之灘岸，其後退率遠比細砂或中級砂者為大。低潮台地 (Low tide terrace) 在波浪較大期間，亦易暫時消失。往來於灘面之湧浪，有使於高低灘位間之灘坡均一化之傾向；反之，單獨之區波，則有破壞灘坡，成為高低不平者。

②灘岸之增漲：在風浪平靜及小潮期間，灘岸常有增漲現象，先前被侵蝕之平階，設若有部份殘存，則進抵其邊緣之浪花，滲透入砂層後，所攜帶之物質即行沉積。同時，前灘亦可能有沉積發生，因而形成若干個之平階。於小潮時所堆積在低潮位者，將於大潮時被推向後灘。低潮台地亦在類似情形下恢復。

粗粒質之灘岸，其增漲率比細砂者為大，其理由則不易瞭解。在此種情況下，供應造灘之物質，大部均來自灘外之砂帶。換言之，砂帶於風浪平靜時期，有向岸推移之傾向。但據實地調查，在此期間之砂帶，其體積仍為有增無減。自此種現象可以推斷，供應物質之來源當在砂帶更外大地區。實測砂帶外方之水底，顯示其海底有刷深之現象，可為其明證。

(五) 長期性變化

灘岸在平面上之變化，多係長期性變化之累積結果。此為沿岸漂砂 (Long Shore drift) 在量之分佈方面所引起之結果。沿岸漂砂之流向則常與最強之沿岸流 (Long Shore Current) 方向相同。在一定之氣象循環期間，波浪特性及沿岸流方向，均有其主要方向，漂移物質之主要流向。亦因而固定。

五、灘岸之控制與利用概述

(一) 控制之重要性

灘岸之控制，應為開發計劃前所應考慮條件之一。因灘岸之增進與後退，若不能與所需要者配合，則均非所宜。例如極度發展之灘岸，經濟價值極高，事前又毫無預留餘地，以備灘岸之可能變更，

改一旦遭遇侵蝕，該地區立受損失或威脅；又如臨海工業區或港埠等處，灘線及灘前水深常應維持固定，灘線不宜前進；又加歐美國家人民生活水準提高，海濱游息成為生活中需享受之一部份，因而有保持或增進灘岸之必要。再如，無價值，無需要保護之灘岸任令之侵蝕，則可護得充分之泥沙供應。其他重要地區，因而得到穩定或增進者，未嘗不可認為適當。要之，以人力調節或控制灘岸者，為工程師之一種任務。

(二) 控制之其本法則

灘岸之控制方法甚多，應依實際情形及目的而定，但其基本法則，不外下述三種：

①調節或修正移動物質之供求率。

②使用不易受侵蝕之物質，以代替易受侵蝕之灘岸物質。

③消滅導致物質移動之能量。

就工程之着手而言，岸坡或灘地均可，應視實地情形而定。就工程方式而言，則有下述兩類：

①使用各式結構，作直接或間接之保護，結構物則有丁堤，突堤，海堤，防波堤，潛堤及碎波工等等。

②以人為方式，直接供給造灘所需之物質。

上述各種，均可單獨或配合運用，茲因篇幅限制，不予詳論。

(三) 灘岸之開發利用

海岸地區之開發目標，約可分為下述四種：

①以開拓農業用地為主旨，包括農墾，漁牧，鹽場等等

②開拓陸地以供都市計劃或港埠之需要。

③因改良河道，河口等之需要者。

④開闢廉價之海岸地區，以供推積來自浚濬之泥沙，下水道或礦場之殘渣等。顯然，此為一工程經濟問題，而非單純之爭取陸地問題矣。

六、參考書籍

- ① Submarine Geology, by Francis P. Shepard
- ② Geomorphology, by Lobeck
- ③ Shore Processes and Shoreline development, by Johnson, D. W.