

# 地 形 學

葛 綏 成 編 譯

上 海 中 華 書 局 印 行

標商冊註



# 地形學

## 第一編 地形學

### 一 地形學的意義

地形學，英語叫做 Topography。Topo 是希臘語「地方」(Topos) 的意思；Graphy 是希臘語「記載」(Grapho) 的意義，所以 Topography，其本來的意義，並不是地形。然而將各地的自然狀態表現於地圖之上的技術，以希臘語言之，亦為 Topographia 之意；又所謂自然狀態於地形以外，並無更多的要素，故 Topography，就是表示地形學的了。

其次地形學在德國叫做 Geomorphologie。所謂 Geo 是土地的意思；Morphologie，是研究形態及構造的科學之謂，是一個比較新的名詞，一八一七年時由哥德 (Goethe) 使用起。所以 Geomorphologie 是研究土地形態及其構造的科學，也就是研究自然形態之起源與其發達進化的科學。故與其謂 Topography，不如用 Geomorphologie，反能表現地形學的真意。Geomorphologie，轉為英語，叫做 Geomorphology 或 Geomorphogeny。

以上依英德二語的說明，關於地形學的意義，大概可以略略明瞭。換言之，地形學是研究地表現有的自然形態之科學。為研究自然形態（Topographic features）的現狀，就有研究其起源（Origin）和發達（Development）的必要。地表的自然形態，有二方面：一為土地的高低，即垂直的肢節；一為水平的肢節。水平的肢節，以水為媒介，因為吾人所能熟識，而垂直高度，亦可決定這水平的凹凸。總之，所謂地表的自然形態，就是在於高度之如何。而地形學的目的，便是(1)研究現在地表的高度，(2)攷究其起源及其發達進化，(3)說明其與人類交涉關係的科學。

## 二 地形學和地理學

地理學的目的，在於認識地球上現在的高度之分布，而地形學則在於考察地表上現有高度所由來的原因，決定其地形之發達進化在現在所處的過程的。簡言之：是區分現在地表高度的科學。換言之：是在於決定各種樣式的地形羣。即地形學是向建設地形區（Topographical Regions）的目標而努力的。

地形區的認識，是地理學的基礎，並且是地理的訓練之一部。地理學和地形學是立於主從

的關係上，而地形學分明是地理學的一分科。其巧妙的地形的記載，對於其他地理的事象之記載與以光明。因為地形能左右一部的氣候，對於經濟活動、人口分布、交通便否、以及都市的位置和發生等，與以極大的影響的。倘若沒有巧妙的地形的記載，便不能說明人地相關的理法——理學的真髓。故地形學是巧妙的地理的記載之第一步，使地理學更形完善的科學。

### 三 地形學和地質學

地形學的研究對象，一方是地殼的表面，故與研究構成地殼之要素的地質學，有不可分的關係。其決定現在地表起伏的一部分，就和地殼的構成（組織）相適應。故當決定起伏（地形學的真髓）時，應知該地方的地質。尤以作成巧妙說明地形的整個地圖（Block diagram）時，其良好的地形圖和精密的地質圖，是不可缺少的。

不過此處所要研究的是地形學和地質學的明白的境界。原來地形的起伏，往往隨岩石組織怎樣而定。例如有花崗岩（Granite）的地方，一般容易受風化，像日本讚岐平野南部、淡路、六甲等地多沒有高峯峻嶺，就是這個緣故；但這不是絕對的法則。如巴西里約熱內盧（Rio de Janeiro）灣內名叫糖塊（Angar Loaf）的峻峯，也由花崗岩構成，便像煙葉尖一般的劍峯了。英國

孔華爾(Cornwall)半島、威爾士山地，以及法國中央臺地的里茅星(Limousin)地方，因西風強烈，花崗岩起風化，岩石片多吹至河谷流出，而在急傾斜的谷中，竟有岩流(Rock stream)的現象。但在同樣的花崗岩地方，如熱帶沒有卓越風的吹襲，却仍保有急傾斜面。故有花崗岩地方不能作成峽谷(Gorge)云的法則，是不普遍的。

又有石灰岩地方，其地質不一定發生石灰窠(Doline)，例如英國海岸的兩方面，在含有白堊的石灰岩地方，就沒有石灰窠發達。含有白雲石的石灰岩(Dolomite Limestone)及鎂的石灰岩，便難受水之化學的溶解。如在南的羅爾所見鋸齒狀的山貌，則與英國海峽情形相反。

這種花崗岩和石灰岩，在岩石內，對於侵蝕有特殊的抵抗。不過此種特殊的抵抗，而其所表現的地形，却不一樣。加之關於一般的被侵蝕的許多岩石之區別，於地形學研究者(尤其是以地形學研究爲目的的地形學研究者)實無甚必要。地質學者就構成各地的岩石，加以研究，依其中含有的化石，考察其成生時代爲太古、古生、中生、第三紀、第四紀等等，決定其時代，闡明其層序。這種研究，就不是地形學者所應做的事情。而關於岩石之種類、分類、或岩石組織之檢討，於地形之說明有用時，就要涉及地形學的範圍。因爲往往有不同的岩石，表示着同一的地形，而同一的岩石，反表示不同的地形的緣故。然而地形學和地質學，是處於不可

分的關係的。地質學的第一要素，是地表有動作的物理的或化學的作用。當說明地形時，關於抵抗物理的或化學的作用的抵抗度之有無、強弱，必先應為考慮。因為這是影響於水之滲透性 (Permeability)，使地形起變化的第一要素。在缺乏滲透性的地域，其降水量差不多全部都向河川奔流，正規侵蝕，得無遺憾的發揮出來。又在滲透性大的地方，其地表的水系，表示着涸渴，像沙漠地帶一樣。其次，尚有岩石的溶解性。在溶解性大的地方，現出喀爾斯特 (Karst) 地形。更次，是岩石的粘着性 (Cohesion)。粘着性若大，則因風化而生的匍行 (Creep) 現象必少，對於一切侵蝕 (Erosion) 的抵抗必大。

我們關於地質學的事象，固然沒有更進研究之必要，而須應用地質學的知識，則無須躊躇的。不過有些特殊的地質學的事情，構成使現在地形變化的重因者，也不能置之不論。

#### 四 高度的標準

地形學如上面所述，是以研究地面的高度及其起原與發達的，故各地的高度，是地形學研究的基礎。從而正確知道各地的高度，是極其必要的。然則高度將以什麼為標準來表現呢？其最正確的標準，要為從地球的中心到地表的垂直線。不過要做一個比較簡單的表現方法，寧以

一定的水面（海水面）作為零，來測定之。各國對於高度的標準，多以某灣內的低潮水位定為零公尺，依此為基點，在各地設基線（Base line），從這基線施行測量，而製成陸地正確地形圖。

這樣看來，一般地形圖都以海面為零公尺，且以這零公尺為標準的，所以例如安徽黃山的高度2080m，叫做海拔二千八十公尺，或2080m Above the sea level。固然地形學研究方法當研究該地的地形時，首先也是調查海拔的高度，不過在地形學方面所謂高度，決不一定指海拔的意義。關於此點，容待後述，例如現在準平原面在海拔三百公尺附近的地方，倘高過此高度的地方，可更以三百公尺為零而計算，則關於平原面生成時或其後地形發達，就極容易了解。此時的高度，非對於海面而言，係對於比較其他地表而言，故特名之為比高（Relative Height）。

## 五 地形圖 (Topographical Map)

地形學研究上最重要的，便是優良的地形圖。這種地形圖，是表示高度分布的地圖。關於表現高度的方法，種類不一。各國普通用等高線（Contours）表現。所謂等高線，就是連結同



等高度之地點的線。各國陸地測量部所發行的地形圖，是依於一萬分之一，二萬五分之一，五萬分之一，二十萬分之一，百萬分之一的等高線。等高線（曲線）因線的粗細不同，有計曲

第一圖 曲線的種類



線、首曲線、間曲線及助曲線等。五萬分之一的地形圖，其計曲線為一〇〇公尺的間隔，首曲線為二〇公尺的間隔。更在傾斜緩慢的地方，其十公尺五公尺等的補助曲線，是用虛線畫的。又在二萬五十分之一的地形圖，其計曲線的間隔（Interval）為五〇公尺，惟數年前各國發行的二萬分之一的地形圖，多以二〇公尺的間隔來畫計曲線的。

這樣，等高線的地形圖因其縮尺（Scale）的大小，曲線間隔（Contours interval）

亦有二〇公尺、五〇公尺、或一〇〇公尺的不同。用大縮尺畫成曲線間隔，最小的地形圖，是最優良的地形圖。在用同一縮尺以同一曲線間隔描繪成的地形圖，其間隔愈大，其傾斜（Slo-

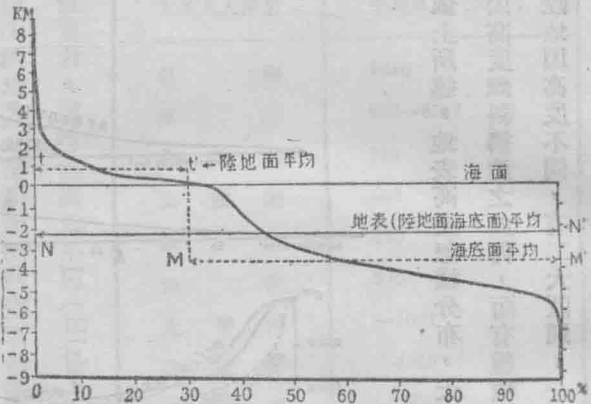
pe) 愈緩；其間隔愈密，其傾斜愈急。量滄式的地形圖，依量滄 (Hachures) 的長短、粗密，表示高度的傾斜。

從前法國參謀本部的八萬分之一的地圖，以及日本發行的二十萬分之一的帝國圖，都是量滄式的地形圖。這種地圖，因為不能精確表現傾斜的觀念，致漸歸淘汰。而依等高線難以表現的斷崖地形等，雖在等高線的地圖，現在還是使用這種量滄式的。

## 六 高度的分布

地球表面，有高低起伏，在各種高度，作出種種地形。但是這種地形，也有一定的限界。現在地球的表面，水面下的部分對於陸地部分，為三對一之比。而陸地全面積有一三、五九〇萬方公里。這陸地的最高點，是喜馬拉雅山脈中的額非爾士峯 (Everest)，高達八千八百四十公尺；最低點，為死海的湖岸，是三百九十四公尺，故陸地最大高低的範圍，即其較差是九千二百三十四公尺。其次，在海水面下的最深處，是菲律賓海溝中愛姆登海淵 (Emden deep)，深達一萬七百九十三公尺，地球上最高點和最低點的較差，大約不過二萬公尺。地球上一切的地點，其高度必在  $+8840m$  到  $-10793m$  的限度內。地形學，就是研究這範圍內的高度的。

第二圖 地表高度的分布

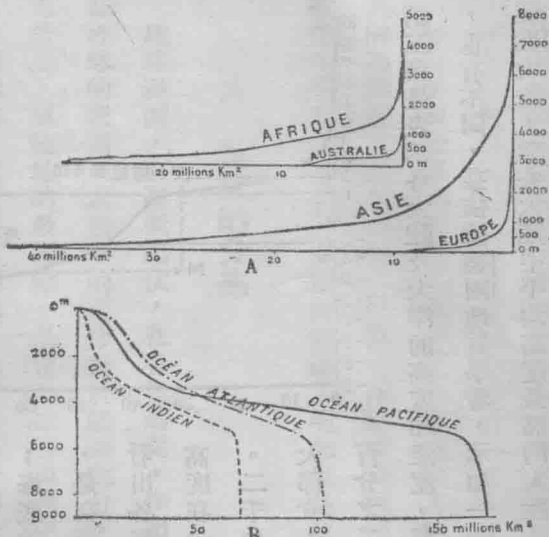


這地表的垂直較差，大約在二萬公尺以內，那麼，各高度是如何分布的呢？如第二圖地表高度分布圖。依圖看來，近於前記極限的高地與低地極其少，陸地表面的平均高度，依據芝邦氏，是八百二十五公尺；海底的平均深度，是三千七百公尺；而地表的平均，是在海面下二千三百公尺的地方。且在同圖，可以看出各高度之地域對於全地表的百分比。依據芝邦氏：高度在一千至二千公尺的地域，占全地表的百分之四。二千公尺以上的地域，僅不過百分之二。故陸地的大部分，是屬於二千公尺以下的低地，約占全地表的百分之二二至二三。

第三圖是表示各大陸及大洋的高度和深度。這高度和深度，因測定者不同，其曲線及平均高度，也有不同，茲依據德國地質學者，示如一一頁第一表。

亞洲大陸，為各大陸中平均高度最高的大陸；歐洲及澳洲，為平均高度最低的大陸。平均

第三圖 各大陸及大洋之高度分布



依上所述，地表高度怎樣分布，大概可以明白。然而，此等地表是被何種地形所占據的呢？即因高度傾斜構造之如何，而有種種不同的地形。

陸地因高度不同，有二大區別：一為低地（Lowland, Tiefländer oder Niederrungen），

高度高的大陸，其高地比低的大陸多，亞洲自一千至二千公尺的高地，占全亞洲的百分之二十；反之，歐洲不過百分之五。又二百公尺以下的低地，在亞洲占百分之二十四；反之，在歐洲，則達百分之五十五。看各大陸的高度的百分比，一般低地多，而高地有漸次減少的傾向；反之，在非洲和澳洲，則表示着特殊的分布。此等關係，在一二頁第二表中可以看出。

## 七 陸地地形的分析

大陸及大洋名	平均高度 (公尺)
亞 洲	1010
非 洲	620—670?
北 美 洲	650
南 美 洲	650
歐 洲	330
澳 洲	310
太 平 洋	—1007
印 度 洋	—3929
大 西 洋	—3850

第一表 各大陸大洋之平均高度

一爲高地 (Highland, Hochland)。低地更有海岸平野 (Coastal plain, Küstenebene)、內陸平野 (Inland plain, Binnentiefländer) 之分。  
 (1) 海岸平野，是有大陸棚 (Continental Shelf) 隆起的平野。如長江下流平野、大阪平野、美洲東岸的大西洋海岸平野等是。  
 (2) 內陸平野，如四川平野、西伯利亞平原、密西西比平原等是。

次之稱爲高地的部分，也有種種地形。在高度高得顯著的地方，也有與在低地所見具備平原的性質者，這叫做高地平原 (High-plain, Hochebene)。而所謂高地平原，則以高度在三百公尺以上的地方並呈平原的狀態者最適當。日本長野縣稱爲「平」的，就是這種平地。阿爾卑斯山與汝拉間的亞爾河的平原，有四百公尺至六百公尺的高度，就是此種平原。這平原與在於波希米亞盆地和羅愛爾亞布間的南德意志多瑙河流域相接，稱爲 *Schweizerisch Süddeutsche Hochebene*。在北美洲的尼華達山脈和落磯山脈間的大盆地 (*Great Basin*)，其地在一千五百公

第二表 大陸各高度的百分比

平均高度	大 陸						
	亞洲	歐洲	非洲	北美洲	南美洲	澳洲	全陸地
○以下	一·三%	一·七	○·一	○·一	○·○	○·○	○·六
○—二〇〇	二四·一	五五·一	一五·三	三三·三	四二·六	三六·○	二九·二
二〇〇—五〇〇	一八·二	二六·六	三四·四	二八·三	二六·四	五四·六	二七·一
五〇〇—一〇〇〇	二二·二	九·八	二七·六	一五·○	一五·六	六·一	一九·○
一〇〇〇—二〇〇〇	二〇·一	五·三	一九·二	一八·三	六·四	二·五	一六·四
二〇〇〇—三〇〇〇	五·五	○·七	一·四	四·三	二·九	○·六	三·六
三〇〇〇—四〇〇〇	四·一	○·七	○·九	一·五	二·五	○·二	二·一
四〇〇〇—五〇〇〇	三·四	○·一	○·一	○·一	二·三	○·○	一·五
五〇〇〇—六〇〇〇	一·○	○·○	○·○	○·一	一·二	○·○	○·五
六〇〇〇以上	○·一	○·○	○·○	○·○	○·二	○·○	○·○
平均高度	一〇一〇	三三〇	六六〇	六五〇	六五〇	三二〇	七三五

尺附近的高處，可爲此種平原的標準。又更高的，則爲喜馬拉雅與崑崙兩山脈所包圍的西藏高地，高達三千公尺至四千公尺。

占高地的大部分者，是山地（Mountain land, Gebirgsland）。山地有(1)高原或臺地，(2)地塊山地，(3)火山，(4)脈狀山地，(5)準平原山地等數種。

- (1) 高原或臺地（Plateau or Tafelland, Platten der Tafelländer），是有近水平地面的山地，如阿剌伯高原、伊朗高原、利比亞沙漠高原、哥羅拉多高原等是。其中有因熔岩噴出而產生火成岩，以這火成岩而構成的臺地，叫做熔岩臺地（Lava plateau）。如朝鮮的鐵原、蓋馬等，德國的羅內玄武岩臺地（Rhön Basaldeckengebiete）——在都林格地壘山地的西方——及威斯脫爾華爾特（Westewald）等是。不過這等都是小規模的。其大規模的，要算到突康尼西熔岩臺地（Dekanische Trapp plateau）及哥倫比亞玄武岩臺地（Columbia Basalt-plateau）。
- (2) 地塊山地（Block mountains, Schollengebirge），是由錯綜地層而成一塊的山地。例如我國天山以北的山地，日本的筑紫山塊，德國中部的諸山地是。
- (3) 脈狀山地（Kettengebirge, Kamengebirge），是一塊長山地有數條並行走的。如喜馬拉雅山、阿爾卑斯山、喀爾巴阡山、比利牛斯山、亞德拉斯山等山脈都是。
- (4) 火山山地（Volcanic mountains, Vulkanischengebirge），由大小火山錐集合而成一

山地時之謂。如日本富士山的火山地帶，德國的愛伊非爾 (Eifel)，法國的中央臺地等是。  
 (5) 準平原山地 (Rumpfgebirge)，當侵蝕輪迴終末的準平原，更隆起而為山地時是。如德國中部山地 (Deutschen Mittelgebirge) 的哈爾支、都林格、愛爾支、波希米亞、萊因片岩山地 (Rheinische Schiefergebirge)，及法國的中央臺地、布勒塔尼地塊、斯干的拿維亞山地等屬之。

茲將上述地形的分析 (Analysis)，表列如左：





# 八 海底地形的分析

(1) 大陸棚 (Continental Shelf, Kontinentalstufe), 不是真正的海洋, 而是大陸塊的

名 稱	面 積	深 度
婆羅洲·爪哇陸棚	185萬方公里	50—100公尺
北西伯利亞	133	50—?
白令	112	50—?
英吉利	105	100—?
巴塔哥尼亞	9	50—100
亞拉佛海	93	50—100
東海	9	100—?
巴倫斯(北蘇聯)	83	200
鄂霍次克·庫頁	72	50—100
北西澳大利亞	59	50—100
幾內亞	49	50—
東京·香港	44	100—
佛羅里達·得撒	39	50—
南巴西	37	50—
紐芬蘭	35	150—200
南澳大利亞	32	50—100
緬甸	29	100—
孟買	23	50—100

第三表 陸棚之面積和深度

連續地，深在二百公尺以內的淺海。地球上所有大陸棚的總面積，共二千六百萬方公里，占海底面積百分之七。我國的黃海、東海，美國東岸以及歐洲西北部，都有廣大的大陸棚。歐洲的英吉利島就存在於大陸棚的上面。

(2) **大陸崖** (Continental slope, Continental Talus)，是由大陸棚向深海底去的急傾斜面，其深度和面積對於全海底面積的百分比，示之如次：

二〇〇——五〇〇公尺	八〇〇萬方公里	二%
五〇〇——一〇〇〇公尺	九五〇萬方公里	二%
一〇〇〇——二〇〇〇公尺	一七六〇萬方公里	五%

(3) **大洋盆地** (Ocean Bottom Plain, Pelagic region)，就是深海區域，面積占大洋的百分之八十，海面平坦，而為大洋的重要部分。其深度與面積，以百分比示之如次：

二〇〇〇——三〇〇〇公尺	三五〇〇萬方公里	一〇%
三〇〇〇——四〇〇〇公尺	七五〇〇萬方公里	二〇%
四〇〇〇——五〇〇〇公尺	一二〇〇〇萬方公里	三三%
五〇〇〇——六〇〇〇公尺	六一二〇〇萬方公里	一七%

(4) 海溝 (Ocean graben)，是深海中更深的溝，深度有六千公尺以上的部分，達一千萬方公里，約占全海底面積百分之三。就中在太平洋西部的，最多而最深。其理由因為東亞地體富於破碎的緣故。

名	稱	最深部 (公尺)
愛姆登海溝	(民大諾島近海)	10793
關島海溝		9814
菲律賓海溝		9788
馬利亞納納羅海溝		9636
日本海溝		9435
基馬爾得克		9427
東加		9184
新不列顛		9140
波爾多利各	(西印度洋)	8525
巴拉烏		8138
南散得維齒海溝	(大西洋)	8050
亞大喀馬	(智利海洋)	7635
雅普		7538
琉球		7481
阿留地安		7382
羅曼斯		7370
巽他	(馬來羣島間)	7000
脫羅特		658

第四表 主要海溝

(5) 海底臺地 (Ocean Ridge, Bodenschwelle)，就是從深海底隆起而成的海底之臺地。最典型的是在大西洋中部，有S字形的隆起部分，叫做中央大西洋臺地 (Mittelatlantische Bodenschwelle)。

(6) 海底火山 (Oceanic Volcanoes)，就是從深海底噴出來的火山。除現於水面上者以外，尚有許多海中火山錐存在。要之，在海底也有與陸上呈同樣狀態的地形存在，不過其傾斜度，比陸上緩慢。所以在海底不能看見一起一伏的高山峻嶺了。

## 九 地形的支配者

總上以觀，可知這地表上有各種地形各樣的起伏狀態存在着。決定其現在起伏的要素，約有二端：一為存在於地球內部的活力，即內的營力 (Internal Agency)；另一為由地殼外方發生動作的活力，即外的營力 (External Agency)。

(1) 內的營力，又有種種：(A) 地下水 (Underground water) 的作用，(B) 火山作用 (Volcanism)，(C) 地震結果所起的斷層作用 (Faulting resulting in Earthquakes)，(D) 地殼的緩慢運動 (Slow Movements of the Earth's Crust) 等，均屬之。地下水對於

地形的影響，比其他力量都小。火山作用，也僅僅變動地表一部分的形態。至於地震，如震動急烈，危害人畜甚大，而其結果所發生的地形起伏之變化，却不甚著。唯有地殼緩慢昇降運動，雖爲人目所不能察覺，可是現在的地形，差不多全部形態，都由這種力量所造成的。我們研究地形的起原時所稱內的營力，即指這緩慢的地殼運動而言。

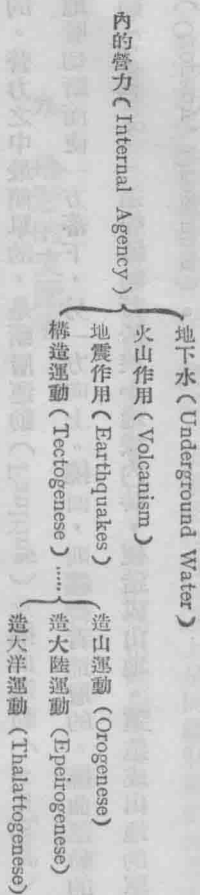
這種營力，自地球誕生起到地球消滅止，是永久不斷的動作着。其動作在短短的年月內，只有微弱的結果能影響於地球表面，而其所及範圍却達全地球面。動作雖緩慢，但是非常強有力的。營力之中最簡單的，是斷層運動 (Faulting) 及撓曲運動 (Warping) 二種。斷層，是將地層切斷而使一方落下，另一方向上。撓曲，則纏繞着地層的。撓曲運動的連續，便是褶曲運動 (Folding)。這等運動行於狹小地域內時，便造成山地。這造成山地的運動，叫做造山運動 (Orogeny, Orogenese)。

與此相反，以大陸爲單位而行的運動，也有存在。美國地質學者吉爾伯特 (Gilbert)，名之爲造大陸運動 (Epeirogenic Movement, Epeirogenese)。

這緩慢的地殼運動中，一方有使大陸隆起的運動，同時他方又有製造大洋的緩慢的沈降作用。這就叫做造大洋運動 (Thalattogenese) [註1]。由是言之，這緩慢的昇降運動，是造大陸

、造山地、造大洋的，所以，就成爲一切原始地形的動力。包括造山、造大陸、造海洋三種運動，亦可稱爲構造運動 (Tektogenesis) [註二]。而在地表一部所表現的火山作用、地震作用等，無非是這緩慢的地殼運動之一過程。

內的營力，可分類如次表：

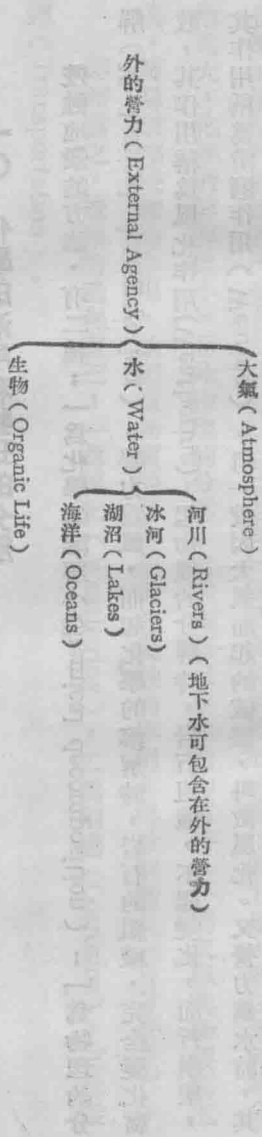


[註一] Thalatto 是由希臘語 Thalassa 「海的意思」轉爲 Thalatta 而成。又德語的 Genese，有生成的意味。造山運動 (Orogenese) 的 Oros，在希臘語是山。

[註二] 構造運動，首由哈爾曼使用起。Tectonic，就是構造的意思，構成地殼的運動，一概叫做構造運動。構造的

原語有二：一爲 Tectonic，他爲 Structure。Structure，爲完成物之構造，即組織；Tectonic，爲完成途中的構造。不斷繼續的地殼運動之構造 (地體構造) 爲 Tectonic，地殼之地質構造，即岩石的組織，爲 Structure。

(2) 外的營力，爲從地球外方及於地表的營力；得分類如次表：



外的作用，有破壞作用和建設作用；好比內作用對於海面，有正的運動（隆起的運動）及負的運動（沈降的運動）一樣。例如大氣崩壞岩石的運動，就是破壞作用 (Destructive work)；堆積砂丘、生長黃土的運動，就是建設作用 (Constructive work)。這兩種作用，在河川、冰河、海波上，亦有存在。不過以同一的外的營力，在同一地域上，不起這兩種作用。當一地域起破壞作用時，僅將其產物堆積於他地域。這種媒介作用，叫做運搬作用 (Transportation)。例如河川破壞山地，其破壞物質為河道所運搬，堆積於下流地方是。

外的營力，以破壞、運搬兩作用為主，堆積作用為從。這主作用，叫侵蝕 (Erosion)。(因生物的作用是微弱的，為說明便利計，故除外。) 地表的侵蝕作用，依其地表的氣候和位置，其主營力的種類亦不同。在極地或高地，以冰河或雪為主營力，故其侵蝕，稱為冰河侵蝕 (Ice

蝕) (Glacial erosion) 或雪侵蝕 (Snow erosion)；在海岸，以波浪、潮流、海流爲主營力，故其侵蝕，叫做海蝕 (Marine erosion)；在乾燥地帶，則以風爲主營力，故其侵蝕，叫做風蝕 (Eolian erosion)；在其他地方，又以河水爲主營力，故稱河蝕 (Fluvial erosion)。河蝕一般是發現於氣候正規 (Normal) 的地方的，故亦叫正規侵蝕 (Normal erosion)。

此等侵蝕作用，要以均平地盤的高度爲目的而進行的。故此等侵蝕作用，統稱爲均平作用 (Planation)，又因剝取地表凸面部的作用，故亦稱剝削 (Denudation)；或又削之，使無傾斜 (Grade)，亦稱侵蝕作用 (Degradation)。換言之，就是  $Erosion = Denudation = Planation = Degradation$ 。

## 10 化學的溶解和物理的分解

侵蝕地殼的方法，有二種：一爲化學的溶解 (Chemical decomposition)；一爲物理的分解 (Mechanical desagregation)。營力爲風，而起化學的溶解時，岩石的組織，完全變化腐敗，其作用稱爲風化作用 (Weathering)；起物理的分解時，岩石組織，不起變化，而行崩壞，其作用稱爲消磨作用 (Wearing)。但一般因大氣而起的破壞，叫做風化。又營力爲水時，其



化學的溶解叫做溶蝕 (Solution or Corrosion)。然而給與地形的變化的力量，則以物理的分解爲大，化學的溶解爲小。而此物理的分解，當其搬運已崩壞的物質時，一面又以其物質爲工具，更爲破壞侵蝕的作用，故因這物質的磨擦衝突而侵蝕的作用，叫做削磨 (Corrosion)。要而言之，侵蝕的過程有三：一爲風化 (Weathering)，二爲削磨 (Corrosion)，三爲搬運 (Transportation)。

## II 基準面 (Base Level)

那末那一種地表是受這種侵蝕的呢？這自然有一定的限界的。這限界叫做基準面。河川的侵蝕，是將地表的高度侵蝕到與海面相平爲目的，故在河川侵蝕，其侵蝕的基準面是海面。倘在冰河，即以冰河末端的高度爲基準面；在雪，則以雪線 (Snow line) 附近爲基準面。而海波侵蝕的基準面，是在於海面下一定的深處。只有風蝕作用的基準面，沒有一定的。

## III 堆積 (Accumulation)

因侵蝕而分解下來的物質，常被搬運。但搬運不是永續不停的，迨搬運減少，其物質則堆

積於一定的地方。這一定的地方，是略略與基準面相近。將高地削剝，使之平坦，而堆積於低地的基準面，則高低起伏的錯綜地域，隨時間之經過，漸成平坦面。即地表上有平均作用，時時演化。其將高地侵蝕使之均平的作用，叫做侵蝕作用 (Degradation)；而將低地加以堆積使之均平的作用，叫做堆積作用 (Aggradation)。

### III 準平原 (Peneplain, Rumpfläche)

在地表上永久不斷動作着的外營力，將地表面的起伏 (Relief) 漸次消滅。現在地球表面上將這種起伏完全消滅為零的地域，雖未之見；而理論上，却有使之消滅為零的傾向，我們可以想像，土地到了侵蝕時期的終末，必定是如此的。侵蝕終末期的地表面，叫做準平原。英語 Peneplain 是「差不多平原」的意義，德語 Rumpfläche 是「胴體面」的意思。因為將垂直的肢節切斷後，僅留地殼的胴體部的緣故。

過去差不多沒有準平原面的形成，其近於準平原面的形成，至少經過幾度的地質時代，現今在山地還作為遺物留着。其現在準平原面遺物的高度，非有一定，其分布亦不規則的，所以對於準平原面生成時期及其範圍與度數，尚有許多問題。

## 一四 地理學的輪迴 (Geographical cycles)

侵蝕作用，使地表逐漸進於準平原面的形成，故地表上的侵蝕過程，有一定的步驟。侵蝕的速度，因營力的強弱，受侵蝕的地表之高低，及岩石的組織，與夫期間的長短，各地不一，侵蝕的過程相同者，常表現同一地形，於是產生了侵蝕的法則。一旦到達最終時期（準平原），則此之侵蝕，遂告完了。然而地表不是以這準平原面為止境的，常有因內的營力再會進於高度的位置，而入於第二輪迴，再經過同一侵蝕過程，因內的營力，地表對於海水面（Sea Level）而處於新的高度，是謂之原地形（Urform, Initial form）；處於侵蝕過程時，稱為次地形（Sequential form）；最終地形，叫做終地形（Ultimate form）。又以地形比於生物的「生」，得別為幼年期（Young stage, Youth, Jugend）、壯年期（Maturity, Mature stage, Reife）、老年期（Old stage, Ate Stadium）。

地形的生涯，非如生物之短命。故吾人之肉眼，難見其變化。正因需要長期，故同為幼年、壯年，亦可看見種種漸移的景致。幼年期內，更分為早年期、晚幼年期；壯年期內，亦更分為早壯年、滿壯年、晚壯年。

侵蝕的時期和地形的關係如次：

- |    |      |                    |           |     |
|----|------|--------------------|-----------|-----|
| 1. | 原地形期 | Initial Stage      | .....     | 原地形 |
| 2. | 早幼年期 | Early young Stage  | }.....幼年期 |     |
| 3. | 晚幼年期 | Late young Stage   |           |     |
| 4. | 早壯年期 | Early mature Stage | }.....壯年期 |     |
| 5. | 滿壯年期 | Full-mature Stage  |           |     |
| 6. | 晚壯年期 | Late mature Stage  |           |     |
| 7. | 老年期  | Old Stage          | .....老年型  |     |
| 8. | 準平原期 | Penepplain Stage   | .....     | 終地形 |

實際上的地形，殆沒有在於原地形期，而直接為早幼年型。又老年期的終末為準平原期，故準平原期不妨包含於老年期內。像這樣自原地形到於終地形之間，稱為一輪迴，更再度翻演這種變化，叫做二輪迴。即輪迴所演進着的土地，叫做二輪迴型地。這種地形的演進，因侵蝕而發生，故其輪迴，稱為侵蝕輪迴(Cycle of Erosion, Erosionszyklus)，又名地理學的輪迴(Geographical Cycle)。更因營力不同，又有冰河輪迴(Glacial Cycle)、河蝕輪迴(Fluvial Cycle)、乾燥輪迴(Arid Cycle)、海蝕輪迴(Marine cycle)之分。河蝕輪迴，在特殊時候，有喀爾斯特輪迴(Karst Cycle)。這種輪迴，由於在石灰岩地帶起作用的水，表現特殊的

地形之故。以河川爲主營力的侵蝕地域，一般在地表上最廣，故河蝕輪迴亦叫正規輪迴 (Normal Cycle)。侵蝕輪迴，分類如左：

- 侵蝕輪迴 (Erosionszyklus)
- 1 河蝕輪迴 (Flusszyklus) ..... 河蝕地形——其中包含喀爾斯特輪迴 (Karstzyklus)
  - 2 乾燥輪迴 (Aride Zyklus) ..... 乾燥地形
  - 3 冰河輪迴 (Glaziale Zyklus) ..... 冰河地形
  - 4 海蝕輪迴 (Marine Zyklus) ..... 海岸地形

## 一五 輪迴的分布

那末，各種輪迴是如何分布於地表上的呢？換言之，那一種外的營力，是分布於那一種地面上的呢？法國地形學者馬東男對此示明於第四圖。海蝕輪迴的分布地域，既已決定。喀爾斯特地形，自全世界視之，占極小的部分；因可含於河蝕輪迴中，故圖中所示爲河蝕、乾燥、冰河的三個輪迴。

這圖不過表示由現在的氣候狀態所生的現象，並非表示過去氣候狀態所生的現象。過去的氣候，與現在不同，在現在的乾燥地帶，從前有極濕潤的氣候 (Humid climate)，在撒哈拉

第四圖 現在各地輸運的分布圖



- |                      |             |                    |                              |                      |                   |                   |
|----------------------|-------------|--------------------|------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| 1. 2. 3. 4. 5. 為正規輸運 | 1. 河川侵蝕地城   | 2. 河川堆積地城          | 3. 河川之物理的分解與運搬地城 (曾有冰蝕痕跡之地方) | 4. 內陸盆地 (由水量不足而堆積地城) | 5. 風與流水而堆積地城 (黃土) | 4. 5. 6. 7. 為乾燥輸運 |
| 6. 風蝕及運搬和物理的分解地城     | 7. 風化堆積地    | 3. 8. 9. 10. 為冰河輸運 | 8. 現在冰蝕地城                    | 9. 洪積世冰蝕地城           | 10. 洪積世冰河堆積地城     | 11. 積雪侵蝕地城        |
| 11. 積雪侵蝕地城           | 12. 永久凍之南界線 |                    |                              |                      |                   |                   |

沙漠內部，亦有受正規侵蝕的痕跡。又現氣候溫和的北美、北歐、中歐，在過去本來是受寒冷的氣候所侵襲，就中受冰河侵蝕的事情，最爲著名，至今在地表上，尙留着痕跡。

侵蝕營力的種類，雖因過去與現在而有變化，但自地表全體看來，却是極局部的現象，而侵蝕的一般，終是正規的濕潤氣候中的河蝕輪迴。這種輪迴，無論過去與現在，都是一樣，縱令氣候發生事變，在未來的永劫之前，大部分仍爲正規輪迴所支配。故我們研究地形，應以這河蝕地形的攻究爲第一步，並爲我們研究的主要部分。又在乾燥地帶中，沒有絕對無雨的地帶，在海岸地形，亦有河蝕所給與的力量，故河蝕地形的重要性，更可明白了。

## 一六 內外兩營力爭鬪

內的營力之主體爲構造運動，又外的營力之主體爲破壞運動。隆起了的山地，受河川侵蝕而成爲低平，這就表盡一切內外兩種作用了。故謂內的營力建設陸地，外的營力破壞陸地，並非過言。這內外兩種營力常在地表上繼續爭鬪。據地史學所教導，過去如此，未來亦如此，大概這種爭鬪要繼續到地球的生命斷絕爲止。如果是一面破壞，一面建設，一面破壞，一面建設，則這地表上就呈着建設之間有破壞，破壞之間有建設的複雜動態。地表實在比短短的人生更

忙，依宇宙萬物的法則，時時刻刻翻演其變化。而在這變化的道程中，決定現在過程的一點，則是地形學的任務。即認識現在地表上高度分布的狀態，是地形學的目的。茲所言認識，非單知現在的事實已足，更須追究所由來的理由。追究理由的方法，須歸納各地的類似現象，發見地形學的法則，然後以之演繹於其他未知地域。

如上以觀，地形學在於認識地形進化中現在的過程，而支配地形的內外兩營力是繼續爭鬪無靜止的。那末，內外兩營力何以會繼續爭鬪的呢？關於這點，又須視次述「均衡」的說明了。

## 十 均衡 (Isostasy)

Isostasy 的字義，是希臘語「保持均衡」的意思，有譯爲地殼平衡說，或地殼平衡調節說的。這名詞的最初使用者，是美國地質學者杜敦 (C. F. Dutton 1889)。其思想多在美國育成的。

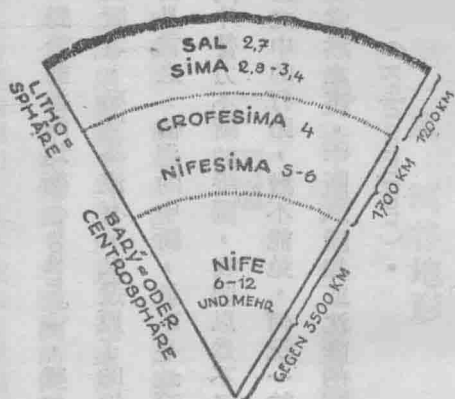
構成地殼的物質，比之組織地球內部的物質，其比重極輕（比重二·七），就是通常叫做 Sial or Sal 的部分。Si 是硅酸，Al 是礬土，存在於其下部富有流動性且有大比重的岩漿 (Magma) 之類，（存在於地殼下底的這種物質，叫做「西麻」(Sima)，Ma 是鎂，「西麻」



的部分比重是二·八乃至六。更下部，有叫做「尼非」(Nife)比重六至十二的重中心部存在

而地殼富有高低特別垂直的肢節，但高山的頂上部和深海的底部之重力，現在保持着平衡

第五圖 地球內部的構造



。而高山部因地球半徑比深海底大，若地球內部的物質，其半徑各各同樣，遂不得保持平衡。然而山高、谷深，有山谷深海底等特別的起伏，地殼卒保持着平衡。故高山的下部(內部)所含輕物質，比深海底的內部多，即 Sima 的部分少，Sial 的部分不得厚。反之，海底有軟的地殼薄薄包着，即成 Sima。這種事情，依大洋中所噴出的火山物質重，及玄武岩多，亦可證明。

然而有複雜起伏的地形，必將為侵蝕作用所均衡，而紛亂其地殼的平衡狀態。如高山被侵蝕而成低平，則對於地球中心的壓力必減少；又海底被地層堆積之後，其壓力必增大。及於這地球中心的壓力，大部分即沈下於昔時的位置，將保持均衡；而低平了的山地部分，將返還平衡狀態而隆起到昔時原有的高度。這種保持地殼平衡的內的營力之活動，與依於侵蝕而均平的均衡作用相抗作

用，故欲生成地表的準平原，頗爲困難。因爲內外兩營力總是不斷的對抗，而至於永遠的將來的。

## 一八 輪迴的中斷 (Interruption)

對於前述的均衡 (Isostasy)，雖無可贊同，但若觀測現在各地的地形，其將保持準平原之低位置者，殆完全沒有。又還原了的地形，若對照各地所舉的事實，大概很少能貫徹一個輪迴。由是言之，輪迴的中斷，並不是地形進化中的特殊情形，寧說是一般的普遍現象。於是，前述內外營力不斷的爭鬭，我們以爲不過是一種物語，而中斷的事情，在朝生暮死如蜉蝣的短短人生之中的行路，猶不能免，何況一輪迴的日程，需以萬計期間的地形進化之生命，其受中斷寧爲當然之事。中斷以隆起或沈降的形態表之。隆起時，卽爲地形還原的現象。這種現象，叫做回春 (Rejuvenation)。

## 第二編 侵蝕地形

### 第一章 河谷地形

#### 第一節 河川的一般性能

##### 一 河道

因降雨、積雪的溶解、冰的溶解、地下水的湧出等原因而現於地上的水，向傾斜的方向流着，其流過路經，叫做河道。河道流下的水量，因供給的水量和地下滲透的水量及蒸發量的多少，有大小。在粗鬆的、有砂礫的河床（River Bed）上流着的河川，其水量就少些，如在沙漠盆地山麓的河川，其下流量就很少，終至無水量可見。通常地表上流着的水量，約當該地方降水量的百分之三十至四十。

河道所以向傾斜的方向流去者，因為是向地球重力的方向流動之故，所以是向比較低的區域流的。在這裏就發生下蝕（Deepening）的現象。

## 二 河川的搬運力和侵蝕力

河水的流下，有三個作用：(1)侵蝕，(2)搬運，(3)堆積。侵蝕力和流速的二乘成比例；搬運力和流速的六乘成比例。流速如爲一倍，侵蝕力即爲四倍，搬運力即爲六十四倍。又流水的速度因水量的多少、河床傾斜的程度而決定。在同一河谷，水量的多少，可決定流水的速度。溫帶地方，在降水量因季節而不同的地方，每當季節變換，其河水就有增減。

## 三 水量之季節的變化

如在鴨綠江、恆河 (Ganges)、哥羅拉多河、賽納河 (Seine) 等，其上流有積雪的山地，到解雪期，河水驟增。這些河川，其解雪期與雨期多一致。恆河至四月水增，水位有時高至十公尺。賽納河在巴黎水增六公尺，一九一〇年，河水浸至巴黎城下。長江之水，每年周期的有增減，一九三一年夏，江水大增，浸入漢口的市街。洞庭湖，至夏季時，湖水增加十倍，到冬季，不過爲支流沅江湘江的一河道而已。黃河時常不規則的發生洪水，有時水增十三公尺，河道增廣五十公里，在平原中發生深三、四公尺的大湖，附近深受其災害。故其流路，幾經變更

，在我國北部建設了一個大平野。尼羅河谷，在阿斯安上流一公里地方，當未造大堰堤以前，每年八、九月時，河水增漲，在開伊羅市水增七、八公尺，橫斷沙漠地帶，在河原上沈積肥土，開拓世界最初之農業地，而產生埃及文化的原動力。又美國當落磯山中的溶雪或降雨期，同時使密蘇里密西西比（Missouri Mississippi）的大河，發生大洪水。一九〇三年千尼斯城（Kansas City）與聖路易（St. Louis）的氾濫，一九一二年俄亥俄河（Ohio）的氾濫，達當（Dayton）及其他二百個都市，都被浸入，因而致死者四百人，損失財產八萬萬圓（原因在於多雨，五日間降雨二五〇耗），在俄亥俄、密西西比上流、密蘇里的三河，春季的洪水，每年不同，平年不起大洪水，只有一九一二年，因俄亥俄河的增水期過遲，致與密蘇里的溶雪期及密西西比下流的多雨期合為一致，激成洪水，歿死十萬人，損失一萬萬圓。這樣的洪水，在密西西比河計算，平均以六年為周期。

#### 四 河谷地形

上述河谷的三種作用，即侵蝕、搬運、堆積，因流速、水量、傾斜、氣候、地質等，而異其程度。故河谷的地形，發生各種形相。又一方面，河谷的地形，因地殼運動的種類，亦有差

異。以下就侵蝕地形列論之。先論堆積地形，後論河谷地形的進化。

## 第二節 侵蝕地形

### 一 侵蝕的意義

侵蝕，英語爲 Erosion，其中 e = off，是「剝之」之意，rodo = gram，是「消磨」之意。合言之，就是將土地剝剝的意思，而含有下列三個要素。



剝磨多發生於侵蝕比較軟層之時，其大部分作業，是以既被侵蝕的岩石片爲工具，去分解他的岩石。溶蝕多爲溶解石灰岩等堅岩石的作用，其溶蝕力量，依(1)水量，(2)水的成分，(3)岩石的性質而決定。搬運有物理的分解物質 (Mechanical Load) 的搬運和化學的溶解物質 (Chemical Load) 的搬運。後者即化學的搬運物，非肉眼所能察見。泰晤士河 (Thames) 每年有

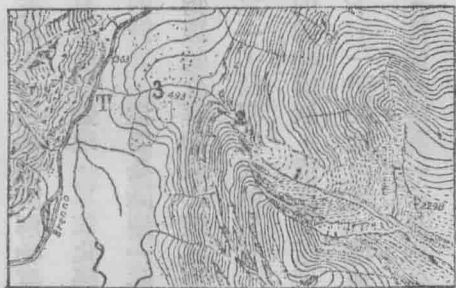
五十五萬噸的化學的溶解物質流入海中，倫敦盆地每一方哩，約搬出石灰岩一四〇噸。以此比例計算，倫敦盆地，單依化學的溶解，若要使之低下一呎，需要一・三萬年。而據來特 (Reaumur) 的計算，世界全陸地一年間的平均溶解量，每一方哩爲一百噸。

物理的分解物質之搬運力，和速度及水量有關係。岩塊在水中，其重量要減少二分之一或三分之一，故相當大的岩石，亦能流下。就谷的縱斷面來看，河的上流，是急傾斜的，下流成緩慢的拋物線狀，或成爲近似拋物線的弧狀，因此上流有大的岩片，下流有小的砂礫。岩石一面流下，一面侵蝕河床，增加谷的深度；侵蝕側方，增加其廣度，同時流下的岩石，自己也有磨損。流速每時在一公里內外，能流砂礫；增至三公里時，能流下雞蛋大的岩石。

速度最大的，是由傾斜轉成垂直的瀑布；最小的，是差不多沒有傾斜的在平地上流着的河流。世界各河川的平均傾斜，每一哩是二呎以下，舟航河川，其水平距離，每一哩是十吋以下。窩瓦河 (Volga) 每一哩是十一吋，亞馬孫河 (Amazon) 從河口上去五百哩以內，每一哩是八分之一吋。又急流哥羅拉多河，每一哩是七・七二呎，能流下巨大岩石。而通常的河川，時速在一・五哩內外，有洪水時，就達十倍或十二倍內外。更因在河的中央部與在兩邊的不同，其流速亦各異，搬運物質的容積及重量，也不一定。

密西西比河一年內運出的物理的分解物質，達一九五、〇〇〇萬萬立方呎（重八一二五萬萬磅）。假定以一方哩爲底，則其高度有二六八呎，要想密西西比盆地低下一呎，尙需六千年的歲月。同樣，要想把黃河流域低下一呎，則需一千四百六十四年。此外要想意大利的波河流域低下一呎，祇需七百二十九年。多瑙河流域低下一呎，需時六千八百四十六年。

## II 溪流 (Torrent)



第六圖 溪流

降於山地的雨水，是集於低地，由傾斜面流下。若爲流急時，直往下注，便成深谷。這就是溪谷。卽第六圖的TT的部分。溪谷分三部分：(1)近溪谷之源的部分，成漏斗狀盆地 (Funnel-shaped basin)，有山崩 (Landslides) 的岩石片集積。(2)從漏斗狀盆地到山麓止的部分，形成深峽谷 (Ravine)。(3)在山麓因傾斜已急行消滅，乃堆積搬運物質，而成所謂扇狀地 (Alluvial cane or Fan)。以上三種的地形，是河蝕地形上的根本知識。卽以供給於漏斗狀盆地 (源) 的岩石片 (通常稱爲



岩屑)爲工具，做成峽谷而行堆積。又此等地形，常發達進化，無時或已。漏斗狀盆地，因從

第七圖 甌穴



A



B



C



D

其周邊陸續有岩石屑的供給，增大其面積。而峽谷，因其爲岩屑的通過地，河床（Thalweg）便受岩屑削磨，增大其深度，成爲幽邃的深谷，其扇狀地亦膨大。流於扇狀地面而注入其本流的溪谷，每當洪水氾濫時，其流路必有變化，一次的堆積成功的扇狀地，受本支流的侵蝕作用而消失。

### III 甌谷 (Pot hole)

流下河床的岩屑，侵蝕河床面，作成鏈狀的河床，其一深受削磨，終至在河床面上打出洞穴。這洞穴，叫做甌谷，是下蝕的最初的表現。甌谷連續，則成峽谷（Canyon or Gorge）。

### 四 峽谷

峽谷是河川侵蝕地形進化中最初時所表現的現象，所謂最初時，就是下蝕的劇烈的時期，其谷壁（Valley wall）甚急，本流下蝕劇烈時，支流之侵蝕時期，比本流遲，故在合流點，是不協和的，水準亦各不相同。即支流成懸谷（Hanging valley），而注入於本流。

這近於垂直的谷壁上，因起風化作用，與側侵蝕（Lateral erosion），故作爲第二過程，

展開了峽谷 (Gorge) 的谷幅。即侵蝕，第一做下蝕 (Vertical erosion) 的動作，第二做側侵蝕 (Lateral erosion) 的動作。當峽谷開始消失時，是合於側侵蝕大於下注 (Lateral erosion > Vertical erosion) 的條件時，始得開始。

## 五 河的縱斷面

發生後，未經多時的新形成的河流的縱斷面，構成不規則的曲線。雖是如此，一般上流為急傾斜，下面為緩傾斜。在山谷無凹凸界限的縱斷面內，凸部速被侵蝕，全體表現拋物線型的斷面。此曲線即為河川中所供給的物質和河川的搬運能力不調和的狀態，叫做平衡曲線 (Graded Line)。表示平衡曲線的河川，叫做平衡河川 (Graded River)。那河蝕輪迴之於幼壯兩時期的境界，實以這平衡曲線成立時為定。

稱成平衡狀態的順序，先自本流 (Main-stream) 開始，次及於支流 (Tributary)，再次及於支流的支流 (Subtributary)。

## 六 先行性 (Antecedent, Antezedenz)

當一度置於側侵蝕大於下蝕 (Lateral erosion > Vertical erosion) 之條件下的河川，成爲平衡的河川時，若發生地殼運動，其水路上將起如何的變化？此時依隆起運動（反侵蝕運動）(U) 與侵蝕力 (E) 的大小，其河川變化如次：

$D \vee E$  …………… 上流發生湖水，或發生河道的變更。

$D \wedge E$  …………… 繼續舊的流路，在隆起部分作峽谷，這即叫做先行性河川，或先天川 (Antecedent Stream)。

在未成平衡的河川，當然有侵蝕的復活，於  $D \vee E$ ，或  $D = E$  等情形下，只要河道不變更，縱一時發生湖水，亦必以舊谷爲出口，而發生先行性的河川。

### 卅 表生河 (Superimposed Stream, Superposed River)

在繼續平衡進化的下蝕劇烈的河川，流於平地或高原者，很少有上部水平地層不斷的被侵蝕；隱於下部的深成岩，亦很少被侵蝕而成峽谷。侵蝕下部的深成岩或硬岩的河川，叫做表生河流。如流於美國大西洋岸的山麓臺地康賽克特的河川及哥羅拉多河等，均屬其例。

## 八 峽谷 先行河 表生河之例

河川上游，往往達於傾度（Grade），侵蝕作用，於以停止，而隆起部分則愈隆起而愈下



蝕，遂成峽谷，兩岸懸崖絕壁，深谷急流，我國長江的三峽，即其例證。又如日本多山地，最近常起地殼運動，到處形成峽谷。故幼年期的河谷，差不多隨地可見。就中如黑部川的峽谷，就以最深而最雄大的峽谷馳名。他如天龍

第八圖 哥羅拉多峽谷

川中流的天龍峽，亦是先行性的流路。美國的大峽谷，而且有先行性流路的例，以哥羅拉多河

第九圖 峽谷的剖面圖



地形學

(Colorado) 最著名。哥羅拉多河，長達二千里，上流分兩支，即格  
蘭特河 (Grand) 與格林河 (Green) 是。格林河切斷烏因達山地 (Uti-  
nta) —— 穹窿山地之典型——取先行性的流路，中流注下於哥羅拉多高  
原面，為深自數百公尺至二千公尺，長三百公里至五百公里的巨大峽谷，  
展開大自然所驚異的風光。高原面海拔達三千公尺，上部為水平地層的累  
層，下部有花崗岩等大岩石 (Massive rock)。河床有水成岩的部分，  
其峽谷之幅特大，有深成岩地，其谷幅狹小。自最近降起的地方考察，是  
先行性的河川；因其為未達於平衡的幼年的河川，其傾斜急，岩屑供給，  
為量甚多，下蝕急速，自侵蝕花崗岩等深成岩考察，也正是表生河的好例  
。構成谷壁的上部的水成岩層，各層一樣，對於風化作用，不表示抵抗力  
，有許多崖堆 (Talus) 與斷崖 (Scarp)，交互存在，夕陽照之，反映  
種種色彩，極其美觀。這種峽谷形成的原因，所可舉者：(1)是海拔高度高  
，且流速迅急；(2)是水源在落機山脈，水量豐富；(3)是在乾燥地，因谷壁  
的風化，有岩屑供給；(4)是高原面最近受隆起；(5)是在乾燥地少支流等。

此外可爲先行河之例者，在亞洲方面，有二：一爲長江的三峽，二爲印度河的支流蘇特里河（Sutlej）。在美洲方面亦不少：如落磯山的隆起而形成亞爾干薩斯河（Arkansas）的王家峽谷（Royal Gorge），爲切斷結晶片岩的先行性流路；尼華達山地的沙克拉明特河支流畢得河（Pitt River），爲切斷變成岩花崗岩，注入於加利福尼亞大縱谷；俄亥俄河的支流加拿瓦河（Kana Wha），爲切斷西勿爾吉尼亞、亞利吉安高原的隆起部分，向西北流的先行性河流。至於歐洲方面，如萊因峽谷（Rhine canyon），是切斷萊因片岩山地（隆起準平原山地）而流着的先行性的流路，支流摩西爾（Mocel）也是。又馬斯河（Maas）在法國叫做買士河（Meuse），是切斷亞爾丹尼斯（Ardennes）的隆起準平原地塊，向北而流的。

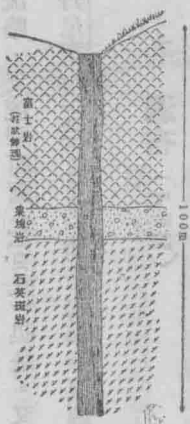
## 九 瀑布 (Fall)

河床由硬軟不同的地層構成時，硬層對於下蝕其抵抗力大，下流的軟層速被侵蝕，在兩者接境之地，作成瀑布或急流。其硬層（Hard Strata）叫做造瀑層（Fall-maker）。在垂直注下的瀑布之下，發生掘洞動作（Pot hole action），迨上流部分崩潰，瀑布往後退却。當造瀑層稍近水平時，瀑布雖往後退，而仍得成爲瀑布，不過在垂直時候，只造瀑層若厚，始可發現

瀑布，故瀑布的生命不長。

我國在高山深谷中，亦有小瀑布，參差存在。如浙江雁蕩之大瀧秋瀑布，福建莆田之龍亭瀑布，吉林之鏡波湖瀑布等。日本日光附近也有許多瀑布，其河谷尚未脫離幼年期。從中禪寺湖流出的大谷川，造成華嚴瀑布。裏見瀧完全因有與此同一的地層而構成，惟富士岩為板狀節理，此其異點。裏見瀧之崩壞，非常顯著。戰場

第十圖  
華嚴的瀑布



原之兩端的湯瀧與瀧頭瀧，亦均以熔岩 (Lava)為造瀑層。非洲三比西河的維多利亞瀑布，亦由同樣原因而成。

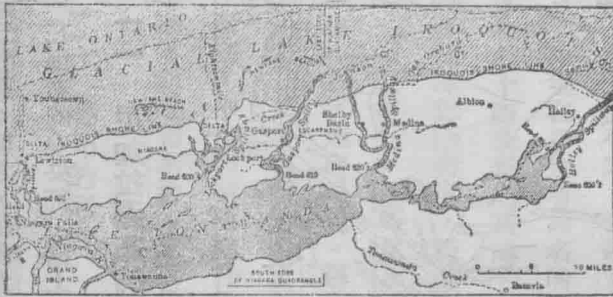
因地殼運動與侵蝕的不同而起的瀑布，其例亦以在日本比較多。日本養老地壘的東方，以養老地壘瀑布最有名，此外尚有數多大小瀑布和急流可見。在六甲地壘南麓，有布引及其他瀑布，形成所謂瀑布線 (Fall line)。而瀑布線之大規模者，仍產生於美國亞巴拉吉安山脈 (Appalachian Mts)的東部山麓臺地與海岸平野交界的地方。

## 10 尼加拉瀑布 (Niagara falls)



第十一圖 尼加拉瀑布的發生圖

自多那威太水湖流至伊洛河伊湖的出口 (Spillway)。尼加拉出口在最低處，即生尼加拉河。



位於伊利湖與安大略湖間的尼加拉河的中央，有尼加拉瀑布。其造瀑層，差不多為水平（向南緩慢傾斜着）的石灰岩，叫做尼加拉石灰岩 (Niagara Limestone; Lockport dolomite)

，厚有六十至八十呎，其下部有頁岩及砂岩層，瀑布高度達一百六十呎，現在已經舉辦八十萬馬力的水力發電事業。瀑布退却的原因：(1)為瀑布下面進行穿洞動作 (Pot hole action)，(2)為石灰岩的融蝕，(3)因冬季時有凍結的冰，致岩石崩壞，(4)因流下的水中有空氣混入，致其水起伸縮衝突，發生岩石崩壞。現在該瀑布被中央部分的山羊島 (Goat Is.)分為兩部，東部叫做美國瀑布 (American fall)，西部叫做加拿大瀑布 (Canadian falls)，或依其形狀，亦稱馬蹄瀑布 (Horseshoe falls)。尼加拉河的河水，九五%是由加拿大瀑布流出的。美國瀑布極其貧弱，故其後退的速度，亦比較慢些。又因其穿洞動作能力較小，其崩壞岩層保護瀑壺，平

均每年退却三吋弱；反之，加拿大瀑布則因水量多，且水深在瀑布之上達於四呎，平均每年要退却五呎。在瀑布的中央部，瀑上保有十二呎的水深，故退却迅速，而成馬蹄型。

## 一 一 尼加拉瀑布的歷史

造成尼加拉瀑布的

地層，是中生代的岩石

。但瀑布的生成，則是

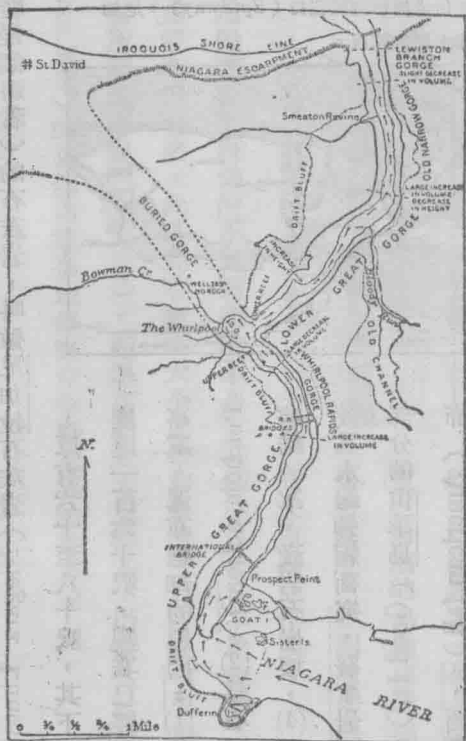
比較近代的事情，形成

於洪積期最後冰期（Glacial Period）的終末

。其原來的瀑布（Consequent Falls），是在

現在瀑布地點下流七哩

第十二圖 尼加拉峽谷



的地點，懸瀉於尼加拉急崖（Niagara Escarpment）之上。造瀑層（尼加拉石灰岩），以每哩

三十五呎的比例緩慢向南方傾斜，急崖上厚度，爲二十呎，愈南愈厚，現今在瀑布附近厚約六十呎至八十呎，更向南方，其厚達一百五十呎。以這急崖爲境界，南北分二個平野（傾斜臺地間的低地）：北方的平野，叫做安大略平野（Ontario plain）；南方的平野，叫做伊利平野（Errie plain）。現在各別有同名的湖水存在。伊利平野，海拔在一百七十一公尺高處，安大略平野，海拔在七十四公尺的高處。

伊利湖，因冰蝕而造成，後冰河向北方退却，安大略湖的地方，曾經有伊洛可伊大湖（Glacial Lake Iroquois）。此時尼加拉河已經生成，瀑布是從伊洛可伊湖岸的尼加拉急崖流出，因石灰岩淺薄，致迅速向後退。瀑布的下流，因爲是頁岩及砂岩的軟層，故作成深峽谷，這樣的經過三千年至一二千年間的繼續後退到現在作成峽谷，深達七哩。今後瀑布在伊利湖岸間，若更後退十五哩，則伊利湖必歸於消滅。以尼加拉瀑布爲境，上流有廣大的緩流，下流有狹小的峽谷，把兩者對照起來看，覺得特奇。這是幼年河谷的特徵。

## 二 瀑布的形式

1 順流瀑布（Consequent Waterfalls）。當河谷的縱斷面最初的原來地形，有垂直的缺

陷，並有最初的河川流着時，即產生瀑布。例如尼加拉河上之最初瀑布，懸瀉於急崖之上，就是原來的瀑布。

2 因熔岩而成的瀑布。如日本日光附近的瀑布，在其流着的河谷中，後面有熔岩堰塞，

其後沖斷這熔岩而流，遂以生成。非洲三比西河 (Zam-bezi) 的維多利亞瀑布 (Victoria Falls)；美國斯內克河 (Snake River) 的勺勺尼瀑布 (Shoshone Falls)，都屬此類。

3 造瀑層成水平時。如現在的尼加拉瀑布，其生命可長持久存。

4 造瀑層傾斜時。其生命比水平層短，如黃石瀑布 (Yellowstone Falls) 是。

5 造瀑層垂直時。其生命更短，而如 3、4 各項，因由硬軟地質而成者，對於 T，可叫做

逆流瀑布 (Subsequent Falls)。

第十三圖 聖羅連士的急流和側運河



### III 急流 (Rapids)

迨瀑布進化而後退，其高度與傾斜漸漸磨滅，變為急流。瀑布與急流的境界，在於轉移 (Transition) 之地形上。急流亦是隨谷的進化而消滅。消滅之時，即河的縱斷面成平衡線 (Graded Line) 時。換言之，瀑布與急流的存在，祇在幼年河谷中可以見之。

#### 一四 瀑布急流與人文的關係

瀑布及急流的存在，於興起水力電氣，增加山間美景，洵屬有利；但於河川交通上的妨害，實為缺點。

來因河在波定湖的下流，因來因瀑布 (Rhine Falls) 而遮斷舟航。密西西比河，因明尼波利斯 (Minneapolis) 附近的聖安薩內 (St. Anthony) 瀑布 (陷落七八呎) 雖得為製粉工業的原動力；但同時却又為盛波爾河溯航的終點。聖羅連斯河，在安大略湖以下，因有六個急流存在，只好在其旁邊另開運河，以通舟楫。俄亥俄河，在路易比爾附近的急流所在地，亦設側運河，以利航行。

非洲的尼羅河，有六個著名的瀑布，致往非洲內地的航路，完全遮斷。尼日爾河、剛果河、三比西河等，奔流於非洲高原的河川，一切都未達於傾斜的幼年期河川。又水力發電所的分布，往往隨煤礦的分布，和都市羣的位置，及急流的分布等而決定。

### 第三節 堆積地形

#### 一 汎濫平野 (Flood Plain)

因下蝕致河的縱斷面達於傾斜後，其傾斜度漸慢，速度亦漸減，搬運力反比岩屑的供給微弱，因此岩屑一時沈積於河床之上，河身的兩側成緩流，故河的兩側亦有堆積。又因支流急速流動，流至與本流會合處，也有沈積。這樣繼續下去，河床上產生砂洲 (Sand Bar)。在其一方或兩側或其間有河成亂流或網流。我國粵江及日本大井天龍兩川的鐵橋附近地方，實呈這種形式流着。這種河道，叫做網狀河床 (Anastomosing Channels)。

河川汎濫之時，這等砂洲上也有水漲着，河床的一面為濁水所掩塞。迨汎濫停止，再有河川流於兩河岸的一部分，其他部分，成為小平地。這平地，叫做汎濫平野或河成平野。汎濫

第十四圖 大井天龍的網流和上井的嵌入蛇行



平野，是因汎濫而造成的平野之意味。這種平野，在峽谷中亦有生着，最初僅生於一方面，不久乃延至他面，轉輾不息，則汎濫地愈長愈大。其砂洲將在汎濫平野的下方存在着。堆積於汎濫平野上的物質，因河道傾斜度而有大小。如果是緩傾斜，則堆積着微細的土砂，峽谷中往往

多砂礫 (Gravel)。一般在河口附近，最多微細的土砂堆積着，而生成所謂三角洲的樣子。

汎濫平野成長的速度，與河水的增減有關係，不一定有洪水才能生成。當上流的坍塌情形 (Degrading condition) 濃厚，與下流的堆積情形 (Aggrading condition) 相對時，不發生洪涵地的最好狀態。更有河系 (River System) 成長，發生許多支流，其狀態同。

## II 自然堤 (Natural Levees)

有汎濫平野的河川，在其兩旁形成自然的堤防 (Bark)。這堤防叫做自然堤。自然堤發生的原因，殘存於汎濫平野最外的側部。通常當汎濫時，是不受水浸害的。故屢有市鎮發達。最初殖民於密西西比河沿岸的白人，居住於這堤上，現在這地方已經為沿河鐵道及市鎮的位置，有紐鄂連斯 (New Orleans) 等人口四十萬的都市發達了。依據弗爾來爾的法則，河因地球之自轉，在北半球向右偏傾，在南半球向左偏傾，如西伯利亞向北流的大河，是在右岸有崖，窩瓦河僅在西側有崖，自然的決定了都市的位置。尼羅河在右岸有堤，而決定了都市的位置，這是很明白的。在自然堤成長微弱的地方，則建設以人工堤 (Artificial Levees)，荷蘭的來因河下流，意大利的波河下流，都是好例。在這些地方產生了河堤 (Rotterdam) 的港市。



### III 曲流 (Meander Stream)

流於汎濫平野上的河川，其下蝕作用不及側方侵蝕 (Lateral Erosion) 作用有力，故其河川常蜿蜒曲流着。這種河叫做曲流或蛇行流，又稱民得拉 (Meander)。曲流稱民得拉者，因注於小亞細亞愛琴海的一條河，名叫民得拉河 (Meander River)，可為標準曲流的緣故。故民得拉等於曲流的普通名詞。

第十五圖 民得拉河的位置



民得拉河的形狀，為馬蹄形或牛角形。其一曲的大小，常因水量及河的傾斜度而變化。以同一水量，亦可看見與緩傾斜一樣大的曲流。曲流的輻員，有一定界限，這叫做曲流帶或蛇行帶 (Meander Belt)。曲流帶比汎濫平野狹，在壯年以後的河川，通常不過相當於汎濫平野五分之一以下。密西西比河的汎濫平野，其輻為一百公里，而蛇行帶為二十公里內外。

在屈曲流着的河道中，其側侵蝕最強部分，比馬蹄

形的先端，稍在下方，這叫做攻擊斜面（Undercut Slope），或稱凹狀河岸（Concave bank）；反對方面的部分，却為堆積的部分，成緩傾斜，叫做滑走斜面（Slip of Slope），或稱凸狀

第十六圖 密西西比河下流汎濫平野和曲流帶（點綫）



河岸（Convex bank）。側侵蝕強盛部分，其地位比馬蹄形先端尤在下方者，其蛇行流向 downstream 移動，又其屈曲率亦大，終至河道留着馬蹄部，而變更其流路，成爲直線。其所遺湖水，英國稱之爲死湖（Mortlake），美國稱之爲牛角湖（Ox-bow lake）。又在密西西比地方，稱爲淀（Bayous）。

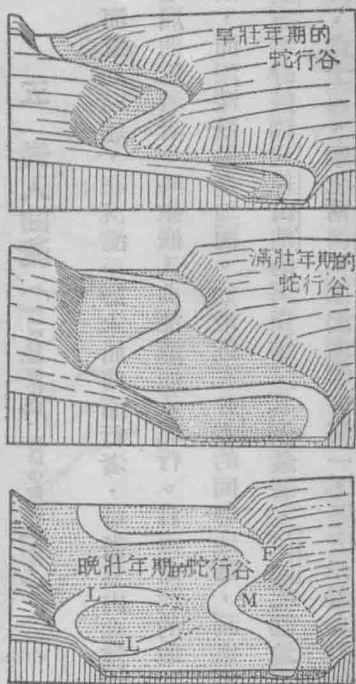
#### 四 曲流之例

在密西西比河與俄亥河的合流點開伊羅 (Cairo) 以下，有標準的曲流可見。開伊羅以下到紐鄂連斯止，在直線距離一千公里間，河道的流路增加二倍。其兩岸的大小牛角湖，約有二十個。多瑙河 (Danube)，在匈牙利盆地內流着時，表示顯著的曲流；來因河在來因地溝帶內，曾經有著名曲流，為便利通行舟楫計，已將河道修改了。至於我國內的河川，除黃河上流外，餘多是小規模的曲流。

#### 五 嵌入曲流 (Incised meander)

河道如前述，在汎濫平野上屈曲而行者，叫做自由曲流或自由蛇行 (Free meander)；在山地屈曲流着者，叫做嵌入曲流或嵌入蛇行。自由曲流的地域，因地殼運動而隆起時，其下蝕復活，而深深侵蝕臺地面。如最近在日本的回春地域，到處有這種曲流可見；中國山地的河川，關東平野侵蝕周緣山地的河川等，其例最著。法國北部地方，最近同樣受地盤的隆起，如賽納河、賈士河、摩色爾河、來因河等，無一不是表示着典型的嵌入蛇行。

第十七圖 嵌入曲流之進化



增大其幅員，終至變為自由曲流而止。其理由台維斯 (Davis) 已詳論之。

## 六 三角洲 (Delta)

河川的搬運物質，到終局堆積不動之時，便發生三角洲。若為支流，則必發生於會入主流 (Master Stream) 之入口處；若為內地河流 (Inland River)，則必發生於其消失部分。然而一般以湖沼或海洋為終止，作成弧形的海岸線。

發生三角洲的原因，有下面幾種：

嵌入蛇行，如前所述，因地形的回春而發生；但侵蝕山地的河川，則當作進化過程中的一階段而發生。如日本大井川上流的模式的嵌入蛇行便是。然而這種嵌入蛇行，隨侵蝕的進行，發生汎濫平野，而更

- (1) 上流有充分的土砂供給。
- (2) 河口前面的海底傾斜度緩慢。
- (3) 堆積期間長久。
- (4) 海水中有充分的鹽分。
- (5) 海岸隆起。
- (6) 無大海波及海流。

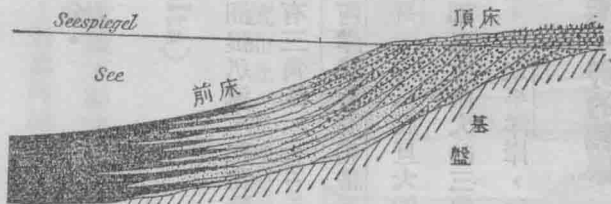
在隆起海岸上，發達三角洲很迅速，在沈降海岸上，長成三角洲必很遲緩。歐洲西北海岸與美洲東北海岸無三角洲，而有三角江（Estuary）的發達。一般因北大西洋岸聯續沈降，不能出產三角洲。反之，在南大西洋就有鄂勒諾哥尼日爾等模式的三角洲。又土砂的供給特多的密西西比河，終得迅速在墨西哥灣內長成巨大的三角洲。地中海岸三角洲發達極顯著，北方的波河，南方的尼羅河，其河口都產生洪大的三角洲。在印度洋岸，如恆河印度河伊洛瓦底江等河川，各有巨大的三角洲發達。在太平洋岸，如長江黃河等亦同。

## 七 三角洲與汎濫平野的關係

第十八圖 密西西比河三角洲的縱斷面



第十九圖 三角洲堆積層

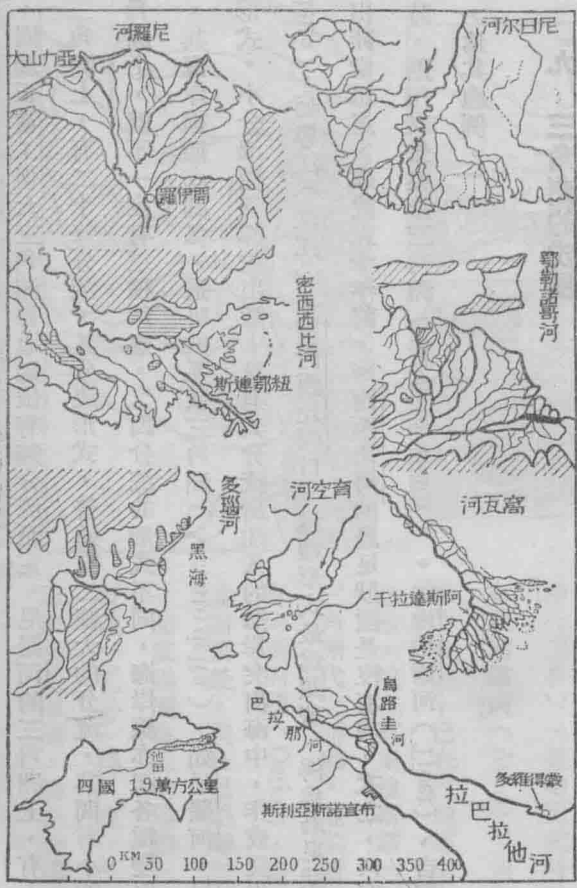


河川中搬運物質所堆積成功的三角洲，其前面向海一面，成急傾斜，這一面就叫做前床 (Foreset bed)，對於平坦的頂床 (Topset bed)、底床 (Bottomset bed) 成一鈍角 (第十八圖)。三角洲是由這個斜面而成，但將平頂原 (Flat-topped plain) 延長於上流時，遂變為汎濫平野。即三角洲若漸次生長，則最初的三角洲的部分，到後來成為平原。事實上現在的密西西比三角洲，是在紐鄂連斯的附近以南；而初期的三角洲，則築於俄亥俄河合流處附近的開伊羅市，漸次成長，成為汎濫平野。尼羅河及其他，亦可同樣推之。

# 八 分流 (Distributaries)

不斷成長中的三角洲，多在低位置，且可看見許多分流。各分流間挾三角洲型的土地，雖名爲三角洲，洪水發時，合成一片，其分流離合集散，恆無一定。地圖上發見三角洲型的土地，因有

第二十圖 各三角洲的狀態



堆積物，固屬正當；但大三角洲普通則依有無分流而定。尼羅河的三角洲上，有十條分流；鄂勒諾哥三角洲上，有二十條分流，其分流形式，普通有二條大的分流，其間有小的分流，但在其他三角洲上，就不一定有這種形態。又因分流的形式不同，海岸線亦起各種變化。從分流一點放射，其海岸線描成圓弧。這叫做弧狀三角洲（Arcuate delta），如尼羅河、尼日爾河，就是這種形式。小分流從各部放出時，只有其分流所注入的海岸突出海中，作成突出三角洲（Lobate delta），如奧江（珠江）、密西西比河口，這種形式最為顯著，稱為鳥足狀（Bird's foot）。其突出非常迅速，據說五十年前，密西西比河的鳥足狀還是沒有的。次之，只有一條本流沒有分流時，則作成先尖形三角洲（Cuspate delta）。如地伯爾河（Tiber）、吉野川（在日本四國），為其適例。

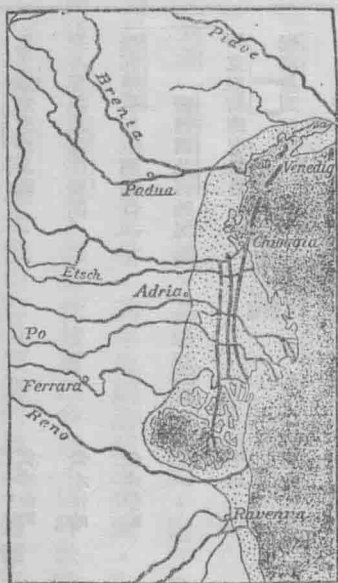
## 九 三角洲的成長

密西西比河每年流下的物質，達四萬萬噸（其量比巴拿馬運河的開鑿量更大），一年間向墨西哥灣中突出，達一百公尺；同時墨西哥灣內的水深，也逐漸減少；一面密西西比河的河床，也逐漸填高，故常須浚深，在紐鄂連斯地方，務必使之保持十公尺的水深。



里的上流地域。我國遼河的營口，便可看出此種例。

第二二圖 波河的三角洲

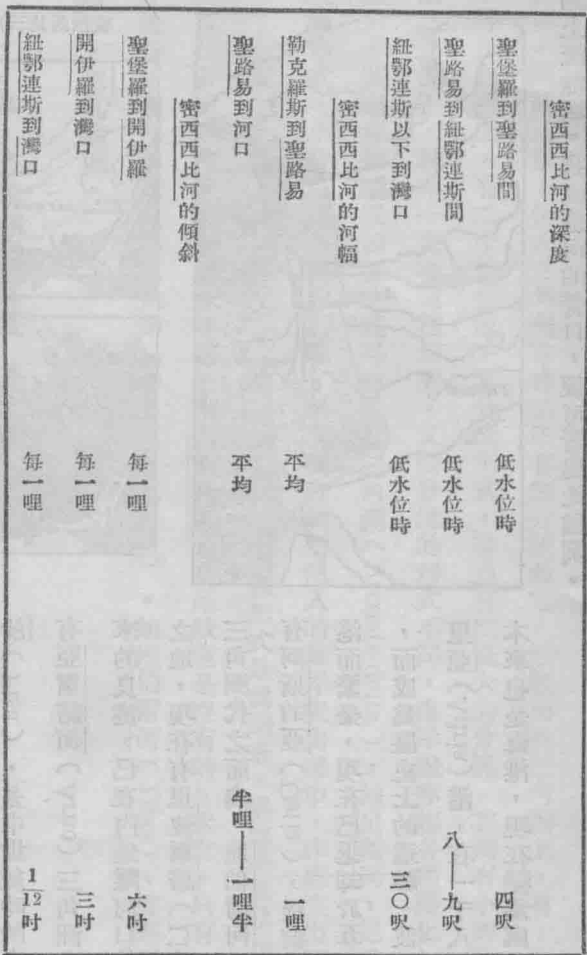


第二一圖

密西西比三角洲的長成



昔時在河口本有良港，現因三角洲的突出，造成許多市港，其興盛情形，大有逾於往昔。意大利以斜塔著名的比沙（Pisa），是中世紀時的良港，今因有亞爾諾河（Arno）三角洲突出，其本來的良港，已在內地離河口約十五公里之地，現在有里波爾諾（Livorno），避三角洲代之而興。地伯爾河（Tiber）口有阿斯的亞（Ostia），從前是羅馬的外港而繁榮，現在已退却於五公里的內地，而成爲歷史上的遺跡。波河口的亞得里亞（Adria）港，在一千八百年以前，本來也是海港，現在變爲處於二十五公



### 一〇 三角洲與人文的關係

三角洲有三要素：(1)有低平的地形；(2)有肥沃的土壤；(3)其位置在河谷與海洋之轉換點。

此三要素，對於人類大有貢獻。其生成未久的三角洲，有時爲沼澤性（Swamp），若於其地施行充分排水，即可展開爲大農場、大文化地帶。如密西西比河的三角洲，卽其一例。

來因河的三角洲，現在造成了荷蘭和比利時二國。尼羅河的三角洲，成爲埃及文化的基礎，垂及七千年之久。底格里斯、幼發拉底兩河，產生巴比倫文化。恆河（Ganges）及雅魯藏布江（Brahmaputra），造成面積十二萬方公里的三角洲，而爲印度的大穀倉。他如長江黃河的三角洲，造成了我國中原的豐饒的平野。惟黃河因流域中多黃土層，所納諸流沖刷甚烈，致河床漸高於兩岸，出海不暢，而常有遷流泛濫之害。

## 一 隆起三角洲

三角洲一度形成了之後，其地盤倘若隆起，則三角洲的位置必增高，流於三角洲上的分流，就開始下蝕，迨高度更增，其本流則避舊三角洲，在其周邊，從新開始堆積。舊三角洲自其頂點附近，發生順流谷，開始侵蝕舊三角洲。這叫做隆起三角洲，或開析三角洲（Dissected delta）。像日本那樣地殼運動最頻繁的地方，這種三角洲，到處可見。其最著名者，爲關東平野南部臺地地形上所保存的隆起三角洲。

### III 扇狀地 (Alluvial Fan)

河道的傾斜，如果減少，流水的速度，亦必減少。因之其運搬力亦趨微弱。因為從山地到平地盆地，及從山地到臺地的遷移點；或由支流向本流合流的合流點，其傾斜起急變，故在其地堆積搬運物質。其堆積部分，叫做扇狀地或沖積丘。以德語言之為岩屑圓錐 (Schuttkegel)，也表示扇狀地之真意。岩屑之上，普通為砂礫，有時也有微細的土砂。因岩屑的種類，可決定傾斜的緩急，排水的良否，而與人生的關係，也各不同了。

### III 三角洲和扇狀地的區別

三角洲和扇狀地兩者，根本不同。三角洲應編入於陸地均平作用內的堆積作用 (Aggradation) 之中，是永久堆積，不再發生隆起及侵蝕作用的部分；扇狀地則反之，是土地均平作用內一時的堆積，起於河道的途中，後來再行侵蝕，故應包含於侵蝕作用 (Degradation) 之中。

又三角洲床頂的傾斜甚為緩慢，殆為水平；而扇狀地呈圓錐狀，其物質堆積形狀雖與三角

洲同，唯以傾斜不同，故扇狀地往往稱爲圓錐三角洲（Cone delta）。

次之，三角洲上平時有許多分流存在；扇狀地上僅於洪水時，有許多分流存在。平時流於扇狀地面的河道，只有一條。且三角洲上的水量爲該河川水量最多部分；然扇狀地上，決不如此，有時水量往往減少，在乾燥地方山麓發生巨大的扇狀地，河道就在這地方消失。又三角洲不因河道傾斜的變化而起，生於河水匯入於湖水或海洋之處；扇狀地則因河道傾斜的變化發生。我國扇狀地亦有與三角洲相接，如黃河沿岸之所謂中原地域者，東部爲三角洲，西部爲扇狀地是。

#### 一四 乾燥地方的扇狀地

扇狀地雖然不論何種氣候下都能發達，不過在乾燥地方或沙漠地方發達最速。這等扇狀地並立於乾燥地的平野面與稍多雨的山地間之遷移點上。有時有二個以上的扇狀地混合而成接合扇狀地或混合扇狀地（Compound Fans）。在塔里木盆地的周邊，尤其在崑崙的北麓，有無數扇狀地展開着。扇狀地於灌溉後，其乾燥地，便成爲唯一的農耕地。這種地方，能產生沙漠市場。在塔里木有喀什喀爾、葉爾羌、和闐等市場，在土耳其的南部山麓，有麥爾夫、撒

馬爾汗、塔什干、浩罕等都市發達。

乾燥地方發生扇狀地的原因，約有三種：(1)因偶然的降雨，河川變成洪水；(2)因少植物，亦容易起洪水；(3)因迅速的蒸發。

在稍乾燥地方的加利福尼亞大縱谷的東側，有巨大的扇狀地羣可見。因為是西方吹來濕潤的風，吹到尼華達山脈的西斜面，為山脈所阻，引起薩克拉曼多河大小支流汎濫的緣故。大湖都拉爾 (Tulare) 也由金河 (Kings R.) 的扇狀地被堰塞而發生。

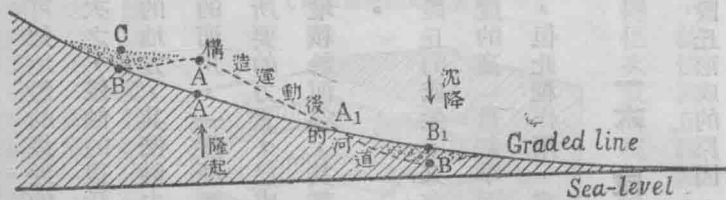
我國四川盆地的西方，因有大雪山嶺山地的斷層崖，即致侵蝕山地的岷江，在山麓作成巨大的扇狀地，扇狀地之上，有成都市的發達着。

## 一五 河岸段丘 (River terrace)

當河之侵蝕復活時期，河岸發生段丘。侵蝕如果復活，則從新下蝕，其河道比以前的河原，更加降低。以前的河原一部分比現在的河床所處位置更高。依河之侵蝕而生的這種階段，叫做河岸段丘。

有河岸段丘產生時，常為下蝕復活，發生這種復活的原因有二：一為構造的原因；一為氣

第二三圖 構造段丘成立的原理



候的原因。前者稱為構造段丘 (Tectonic terrace)，後者稱為氣候段丘 (Climatic terrace)。所謂構造的，是指河道有一部分地盤隆起時候，或有他一部分沈降時候而言。今假定有河川達於傾斜，如第二三圖 B A A' B'。而若以這河道的一部分，以 A 點為頂點，以 B A' A' 的弧，起隆起運動，因 A' 點抬高海拔高度，故從新下蝕於汎濫平野上，即在 A' 點長成段丘。此時 B 點不動，故一時侵蝕衰微而生堆積。但 A' 點再侵蝕到 A 點時，C 點再能下蝕於 B 點，故在 C 點，也作段丘狀。然自 A' 點起構造運動以來，河川的堆積作用，即告停止，而專行侵蝕，故稱侵蝕段丘 (Abtragungsterrasse)。此處產生的段丘，大抵因河床為硬岩，故也稱岩石段丘 (Festerrasse)。然在 C 點，因有一度泥沙的堆積，漸次起侵蝕而生段丘。故稱堆積段丘 (Aufschuttungsterrasse)。又自組織上言，稱為砂礫段丘 (Schotterterrassse)，同樣，B' 點雖沈降，而 A' 點則相關的發生隆起。故此處發生同段丘。若河道全體起隆起，則河道全體發生段丘，現出嵌入曲流；隆起為河

道的一部分時，就祇在這部分發生段丘。故由嵌入曲流的分布，及段丘的部分（除開其他條件），可知地殼的最近的運動。

次之，侵蝕的復活，也有因氣候狀態的變化而發生。即在過去為乾燥地帶到最近變為正規氣候的地方，其侵蝕力因之增加，在這地方發生段丘。反之，在過去為濕潤氣候，有多量土砂流下的河川，一度受到乾燥氣候，其水量就減少，迨泥沙的供給減少，河幅就縮小，以前運搬土砂所要的力量，已成爲不必要。故侵蝕復活，在這地方發生段丘。如在洪積世冰期多流動岩屑，堆積於河谷，其後這堆積層為河谷所侵蝕，作成段丘，這種例子，在過去冰蝕地域，往往有之。

段丘的成生，又有一原因，即依於基準面（Base-level）的變化是。例如過去以湖沼（海拔高度的高）為基準面的河川，至河谷侵蝕時期，湖沼消失，乃以海面為基準面，此時亦發生段丘。但此種作用，寧編入於構造段丘之中論之為宜。

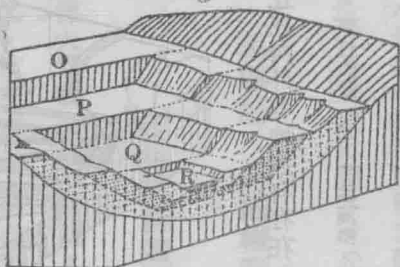
## 一六 段丘的排列

段丘形成的原因，既如前述（一）由於地殼的隆降，（二）由於氣候的變化。地殼一度上

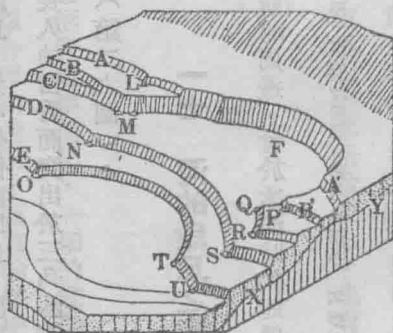


昇，即生一段的段丘，再度上昇，便發生二段的段丘，這種上昇運動，每行一次，必增加一個段丘，故依段丘段數，可以測定地殼運動量及運動次數。同樣因氣候變化而發生的段丘，則依氣候變化次數而現出數段的段丘，惟應注意：必須觀察內部岩石組織。

第二四圖 段丘的排列  
(低位置的段丘新層)



第二五圖 段丘的排列  
(表示同一的組織)

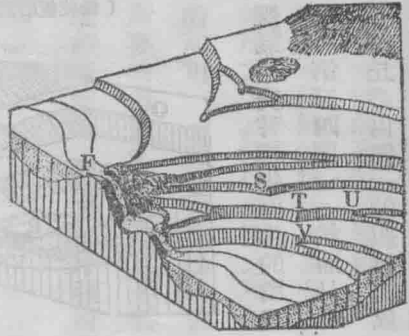


在單依隆起發生

的段丘，段丘的內部組織，必由下段段丘的岩石組成。但若經過一次沈降作用，就有砂礫的段丘存在於其間。次之，氣候變化之內，因濕潤氣候

和乾燥氣候交替變化而生的段丘，必有堆積和侵蝕兩種作用交互反覆，以下段段丘一樣的地層構成之（第二四圖）。然而只有一回的乾燥氣候，其後每次均為濕潤氣候，如第二五圖的時候，其各段丘必由同一的組織組成。

第二六圖 段丘瀑布



其次，當河道成水平的屈曲時，在河的一方面，有段丘發生，而在他方面則不一定發生同樣的段丘。即極非對應的。更若有硬岩自內部露出，則河道受其支配而生弦月形的段丘。這叫做保護段丘。即硬岩部分緩慢的向後退，比較長久的留着而突出於三角沙嘴形。有時在這地方發生瀑布（第二六圖）。

### 一七 河的段丘之實例

段丘在內外各地多有存在。在阿爾卑斯的周邊，曾於冰河時代起過堆積作用，其後河蝕復

第二七圖 第三紀的段丘  
 P.L. 第三紀的段丘  
 H.T. 上段段丘  
 M.T. 中段段丘  
 N.T. 下段段丘  
 D. 泥盆紀

SW

Eifel



Westermald

NO



活，發生數多段丘，道路和人口分布，乃依此而決定。來因河越過來因地溝帶，在隆起準平原地塊的來因山地上，形成峽谷，在這地方作成四五段的段丘（第二七圖）。這段丘之上，有南德意志特色的葡萄園。

日本最近地殼運動頻繁翻演，到處有段丘可見。在關東平野的周邊，尤其有大規模的發達。因為最近關東地方頗多段丘隆起。此外在奧羽中部諸盆地上，也有同樣的段丘可見。

#### 第四節 河蝕輪迴

##### 一 台維斯輪迴說

哈佛大學教授台維斯說：不但河蝕地形使地形進化，一切的侵蝕，都能使地形進化，進化是循環的。這種卓見，的確對於地形學與以合理的說明，而這輪迴中，對於河谷地形尤能與以根本的普遍的說明。

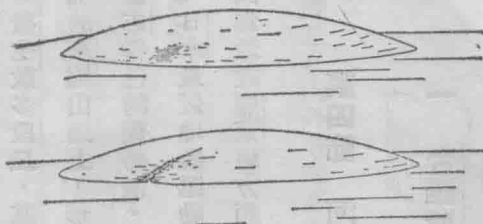
## 二 原地形

土地自隆起抵於準平原止的期間 (Period)，叫做一地理的輪迴。在這輪迴內，最初新生的陸地，叫做原地形。故所謂原地形者，即新隆起的土地。如海底隆起的土地，亦其一端。

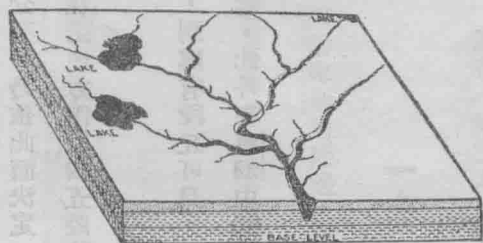
### III 順流河 (Consequent Stream)

在這新生陸地的緩傾斜面上，依傾斜流着的河川，叫做順流河。這種河川，最初為短小的

第二八圖 在原地形的小川



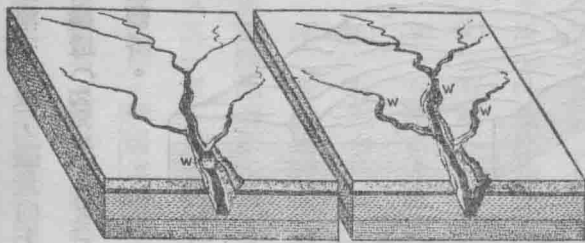
第二九圖 順流河的水系



河川，叫做溪澗 (Gully)，如第二八圖。河川隆起更繼續向上方延長。此種繼續隆起，致河源向上延長的侵蝕，叫做頭部侵蝕 (Head ward erosion)。在順流河川，河道受原地的傾斜所支配，因傾斜極緩慢，遂不免非常屈曲。也有河川通過濕地，注入湖沼，或越過順流的瀑布或急流而流。本流如此，注入於本流的支流也有迂

迴曲折而流着(第二九圖)，有這水系( Drainage System)的地方，其例正多，如佛羅里達半島的南部，及北達科大等是。前者爲大西洋陸棚最近隆起的地形；後者爲昔時大湖馬尼托巴(M-antoba)——有一部分爲現在溫尼伯湖——乾燥後，做成的新陸地。這地方有 Red River of the North 的水系發達，密芝安的西岸，亦是頭部侵蝕的好例。

第三十圖 下蝕的進化 (W爲瀑布的移動點)



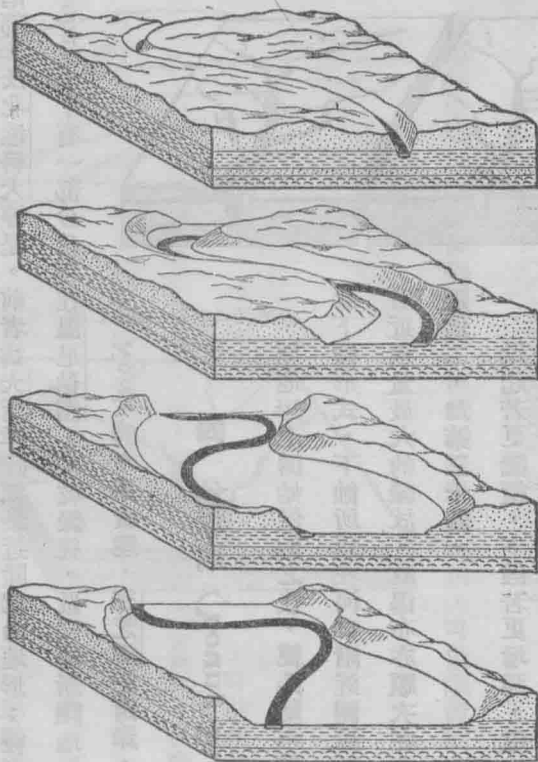
原地形上開始侵蝕之後，便入幼年期。其初期於河口附近，成爲下蝕形式。下蝕所以在河口附近開始順次及於上流者，因爲河口附近水量最大的緣故。故瀑布亦順次在上流向後退，有支流時，則別爲二，如第三十圖。

#### 四 幼年期 (Young Stage)

隆起若更繼續，下蝕若更增強，遂生峽谷。就是隨隆起增加或侵蝕時期前進，峽谷的深度更增。峽谷的深度若增加，則湖水消失。即湖水對於注入該湖沼的河川，形成一時的基準面 (Base level)，自侵蝕輪迴言之，僅爲幼年期的初期現象。又最初發生的順流瀑

布，漸次後退，盡量向上流移動，後退速度極大（因水的速度增加）。迨順流瀑布消滅，次因岩石構造（Rock Structure）的不規則而形成終期瀑布或急流，終歸消失。即河川因下蝕而達於緩傾斜。

第三一圖 側侵蝕的進化



河川在這種下蝕繼續中，起側侵蝕作用者，其流路成灣曲，而有重叠堤岸（Overlapping Spur）之發達，即成晚幼年（Late Youth）濫平野（Flood plain），支脈向後退，成長汎平野（Flood plain），如第三一圖。

以上所述達緩傾斜

而成長汎濫平野，則自本流的河口起，其次及於支流。致在本支流合流點交合的形式有二：一

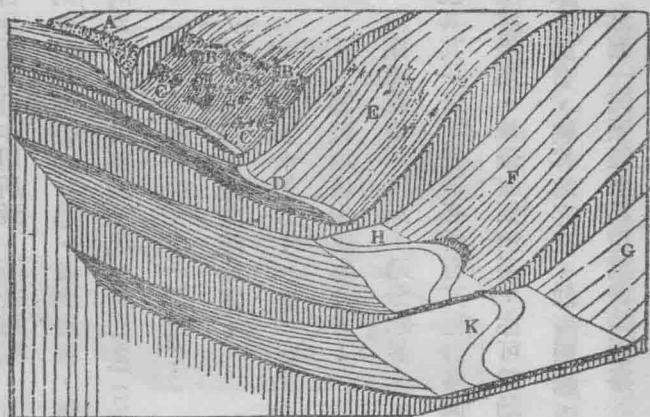
爲以不同水準由支流注於本流時候，這叫做不協和合流 (Discordant junction)；另一爲以同一水準會合的協和合流 (Accordant junction)。河谷能由不協和合流移爲協和合流，這是河川自身行侵蝕作用所致。關於這點，普來非爾 (Playfair) 氏已有詳述，這就是所謂普來非爾原則 (Playfair's Law)。及到最後，無論何種支流，皆必表現受了整頓過的水系。這種協和合流的支流，叫做倒鉤支流 (Barbed tributaries)。要之幼年期的特色，有下列數種：

- (1) 有峽谷 (Gorge) 地方；
- (2) 有瀑布或急流地方；
- (3) 有湖水地方；
- (4) 灌溉地域未成熟地方；

所謂灌溉地域未熟，乃分水界未判然可別的時候，尙多平頂峯的時期之謂。而以上條件中，既其一者，普通必併有其他許多條件。如中央阿非利加湖水羣瀑布的存在，已盡情表現着這幼年地形。聖羅連斯河系，亦可爲幼年期地形的代表。日本河川全體存在於這時期中，視其湖水、瀑布、峽谷的存在，即可明瞭。

然而一河系經過稍稍精密的觀察，在其上流或支流雖還是流露着幼年的特色，而谷的橫斷

第三二圖 谷壁的發達



面在下流或本流，却早已呈盆狀。縱斷面達於緩傾斜者，也頗不少（第三二圖）。就是同一河川，在其上流、中流、下流的各地點，必呈不同的侵蝕時期。

五 高度 組織 水量侵蝕時期

次之，所謂侵蝕時期，非所以表明經過年數的長短。在海拔高度高峻地方，其侵蝕期，比於低卑地域，普通較為遲緩；又視侵蝕對象的岩石組織之硬軟，其時期的進化，也有遲速之分；更在雨量稀少地域，則又長期保留於同一時期的。埃及太古時代文化的遺跡，至今日猶能保存者，完全由於埃及

地方存在於乾燥氣候地帶的緣故。這種因子，由數多作用作為總和而表現者，就是現在的侵蝕輪迴期。所以，時期決不是表現時日長短的意義。



## 六 壯年期

河谷幼壯兩期的境界，當河的縱斷面完全達於傾斜的狀態時，始可分割。一達傾斜，即入於壯年期。所謂傾斜的狀態，係指河的縱斷面——河谷的傾斜為搬運河谷本身所需要的土砂及水量所必要的傾斜而言。即描成拋物線者是。為達到這種傾斜，途中的湖沼、瀑布、急流等，漸歸消失；水系充分發達而成樹枝狀；分水界（Divide）漸轉狹小，由分水帶變成分水線；以側侵蝕為主，以下蝕為從；峽谷的谷壁，頓受擴展；土地的侵蝕，達於極點；山巒亦從而增曠；在高山地域，乃展開所謂阿爾卑斯式的風景。

既經達於傾斜的河川，將更選擇比較低的路徑，作成更低的傾斜，繼續進行傾斜的修正。迨流至低處，因搬運力減少，便作成汎濫平野，河道成曲流於其上，河口的三角洲，逐漸增大，河川的長度，亦被延長，這種河流，就叫做延長河（Extension River）。簡言之，壯年期的河川，有以下種種特色：

- (1) 湖沼、瀑布消滅；
- (2) 河的縱斷面成平衡曲線；

- (3) 表現均衡的谷壁（河的橫斷面）；
- (4) 分水界以線表示之；
- (5) 有許多支流，河系成樹枝狀；
- (6) 發生汎濫平野；
- (7) 河道成曲流。

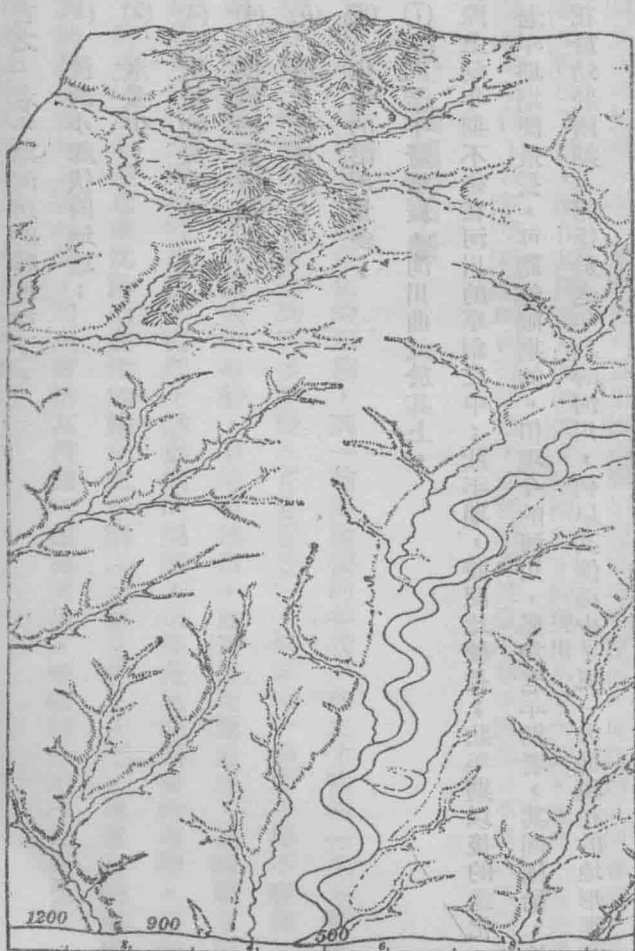
就以上特色中僅具備一二點者，其河川稱爲早壯年期即青年期（Stage of Adolescence）河川；一切特點皆具備者，稱爲滿壯年期（Full maturity）的河川。

## 七 老年期

壯老兩期的區別，第一爲谷的傾斜之減少。即在壯年期中，山谷的彫刻激急進行，而其起伏達於極限之後，高峯漸被磨削。其比率因谷的下蝕不大，致全體的起伏均縮小。起伏一縮小，物質的供給也減少。又沿岸因有土砂厚積，流水的一部分，往地下滲透，變成地下水。若再加上地上的蒸發，則流於地表的水量必減少。故汎濫平野增廣，河道成爲無能川，曲流於汎濫平野上。又供給於河道的物質，多爲微細物，少於幼壯兩期的岩屑，所搬運的物質，以依於化

學的溶解而搬運者居多，以依於物理的搬運而移動者較少。因為有這樣微細的剝削，及到最後，地盤終變為準平原（Peneplain）。

第三圖 準平原上的水系



簡言之，老年期河川的特色如下：

- (1) 流於小起伏的地域；
- (2) 水量少；
- (3) 供給物質少；
- (4) 供給物質微細；
- (5) 地下水多；
- (6) 化學的溶解量多；
- (7) 沉濫平野增廣，河川曲流於其上。

實際上幼年期不過在河川的草創之中；壯年期，時間比較長；壯年期以後的進化，則遲遲進行，老年期期間最長，可謂無限期的。但現今的河川，屬於老年期者，其例極稀，地上的河川，多在於幼壯兩期。而達於老年期的河川，何以其例極少？更一方從現在的地形推測，其河道曾經印有老年期的足跡者，亦是極少。此即證明地球表面，各處有地殼運動，頻繁不息的進行着的。

蘇聯中部的大平原，最近有起伏極緩慢的準平原生長着，這是世間僅有的實例，而窩瓦河

，多瑙河及其他河系，因現在少受造成大陸的隆起，乃下蝕於平野面而回春。這種例子，在西伯利亞平原中五六十度的地方，也可看見，如阿布爾達西的河川，將回春而侵蝕於汎濫平野上。又美國廣大平原帕來里，本來被密蘇里河所開拓而成準平原面，現在則入回春期，其平野面又爲密蘇里河所下蝕，而在其反對方面的俄亥俄河谷，則現出小起伏面。此外，在英格蘭的南部，法蘭西的北部，及新英格蘭的南部諸地，亦有同樣性質的準平原面，不過規模狹小罷了。

## 八 輪迴的中斷

以上所述，爲河谷一般進化的形態，其一輪迴所需的年代，比之生物的一生，覺得非常之長，因河谷在一輪迴間，要遭遇到許多事變 (Accidents)，故完成一輪迴，極不容易。如冰河氣候的訪問，即其一端。此外因火山事變，有熔岩流出，如哥倫比亞臺地，其輪迴途中的地盤，被熔岩所掩沒；又因地震事變，引起土砂崩壞的現象，這等是比較顯著的事變。但一般所起的事變，則爲因地殼隆起或沈降而發生的輪迴之中斷 (Interruption)。地盤在輪迴中途若使降起，其結果必致增加其傾斜，河川復活其侵蝕。這種河川，叫做回春川 (Revived River)。最近世界上有許多河川，都是這種河川。

來因河在東比吉 (Bingen) 以下到波恩 (Bonn) 間一百三十公里的地方，在幼年 (Young) 形上，刻着傾斜的古生代的地層，作成峽谷的這種典型。又其支流摩塞爾河及其他河川，也呈着幼年的形態。然而臺地，爲晚壯年進至老年的所謂來因地塊，臺地面上，爲昔時的準平原面，至今成爲可開農場的緩傾斜面，谷壁在數段的一段丘上，已開拓爲葡萄田。這樣，進至老年期狀態的河川如果復活，則谷和山地的形態顯見差異，而在壯年期以前即已回春者，其差異就不甚顯著了。例如有汎濫平野成曲流 (Meander) 的民得拉河 (Mature River) 若到回春，即現出嵌入曲流 (Intrenched meander)，而未脫幼年期有峽谷的河川，倘若回春，則祇有使峽谷的深度增大罷了。

次之，河口附近如果隆起，就發生海岸平野，河向海方面而延長。這叫做延長河 (Extended River, Ingrafted stream)。有海岸平野的地方，其河川都是這樣。例如美國東南部的河川，印度東流的河川，日本關東平野諸川都是。又反之，在河口附近若是沈降，則河口現出三角江，成溺水谷 (Drowned Valley)，支流在銜接於本流之處被截斷。美國東北部的吉沙克灣 (Chesapeake Bay) 及達拉威亞灣 (Delaware Bay) 等，是其典型的例子。其他注入波羅的海及北海的河川，也屬此例。

## 九 河道的變化

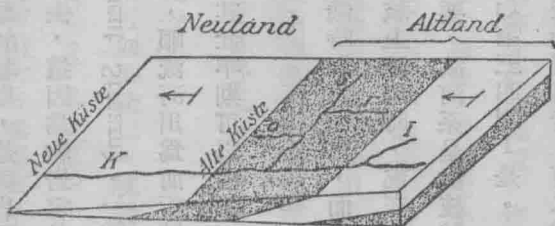
隨河谷侵蝕時期的經過，可以看見河道的變換。而於地盤新隆起的原地形傾斜面上流着的順流河川，在這時期的初期，是與岩石組織無關係的流動着。惟依輪迴的前進，漸與組織適合，多向軟岩部分流去，這因為軟岩容易受侵蝕的緣故。像這樣於岩石組織相適合的河川，叫做侵蝕河川 (Subsequent Stream)。一般順流河川的原河道 (Original course) 為真直時，其侵蝕河川常迂迴曲折，順流河川為曲折時，其侵蝕河川，恆為真直的流路。不過這種適合於岩石組織的狀態，祇於其壯年期可以看到。故侵蝕河川，乃作為壯年以後的河谷而出現。如第三四圖是 S。

次之，河川侵蝕時期雖進化，而與岩石組織不適合者，未始無之。例如河川在由廣闊水成岩層而成的低平地域上流着時，或在花崗岩等塊狀組織的廣闊地域上流着時，其本支流，俱無從於岩石組織之必要，故河系呈樹枝狀 (Dendritic)。這樹枝狀的河系，叫做斜流河川 (Insequent stream)。如第三四圖 I 是。

復次，匯入於侵蝕河川者，有二種不同的支流。一為與順流河川同一方向而流的河川，這

第三四圖 河道的五種形式

- K 順流河川
- S 侵蝕河川
- R 再順流河川
- o 逆流河川
- I 斜流河川



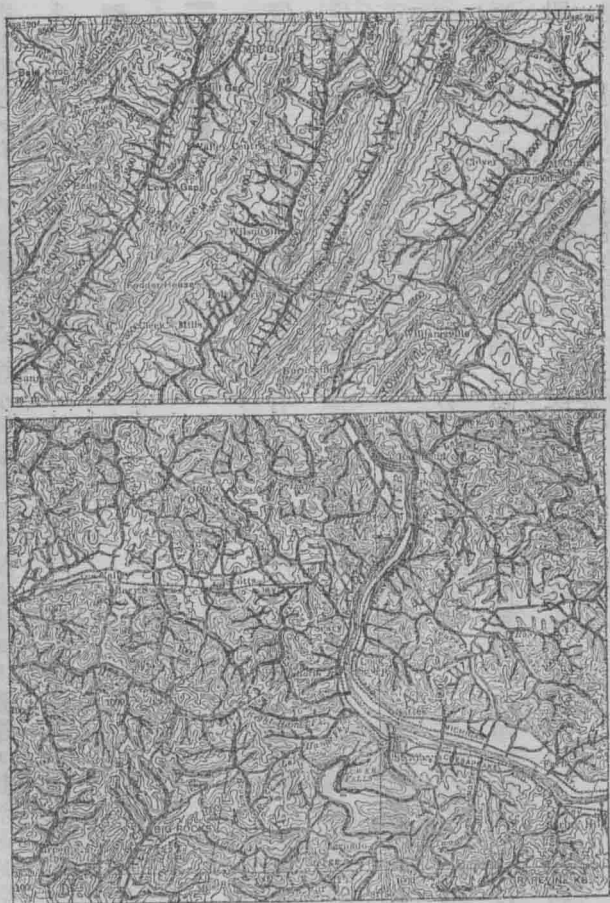
叫做再順流河川 (Resequent stream)；另一為與原地形傾斜相反流着的河川，這叫做逆流河川 (Obsequent stream)。在帶狀海岸平野上有傾斜臺地發達的地方，這些形形色色的河道，都可看見。在傾斜臺地的急崖上並行流着的河川，為侵蝕河川；切斷急崖的河川，為順流河川；由崖流下的河川，為逆流河川；從反對方面注入於侵蝕河川的河川，為再順流河川；其流於傾斜的方向者，為斜流河川。

最後，就山地的水系來看：在火山地帶或穹隆山地等孤立的山峯，可以看見順流河川的輻射谷 (Radial Drainage)，在褶曲山地並行現於背斜部的地方，有流於向斜部的縱谷 (Longitudinal Valley) 和橫斷山脈的橫谷 (Transverse Valley) 發達，這種縱谷和橫谷，都是順流河川的河谷。法國及瑞士境界附近所發達的汝拉山脈上，就有這種順流河川的水系發達，可以看見以下三種順流河川的河谷：(1) 注於向斜部的短小谷，(2) 流於



向斜部的長大縱谷，及(3)橫斷背斜部而成峽谷的橫谷。反之，在西部亞巴拉吉安山脈(Appalachian Mts.)褶曲地帶，已進於侵蝕時期，有侵蝕河川的水系發達。在軟層部分受侵蝕較多，

第三五圖 亞巴拉吉安高地的二種水系  
上為格子狀的水系  
下為斜流河川



產生侵蝕河川的縱谷，有注於這縱谷中的短小再順流河川及逆流河川發達，其水系的排列，成格子狀（Trellis drainage）。這格子狀由均一的岩石而成時，只有斜流河川的水系，可以出現，如第三五圖。

## 10 爭奪

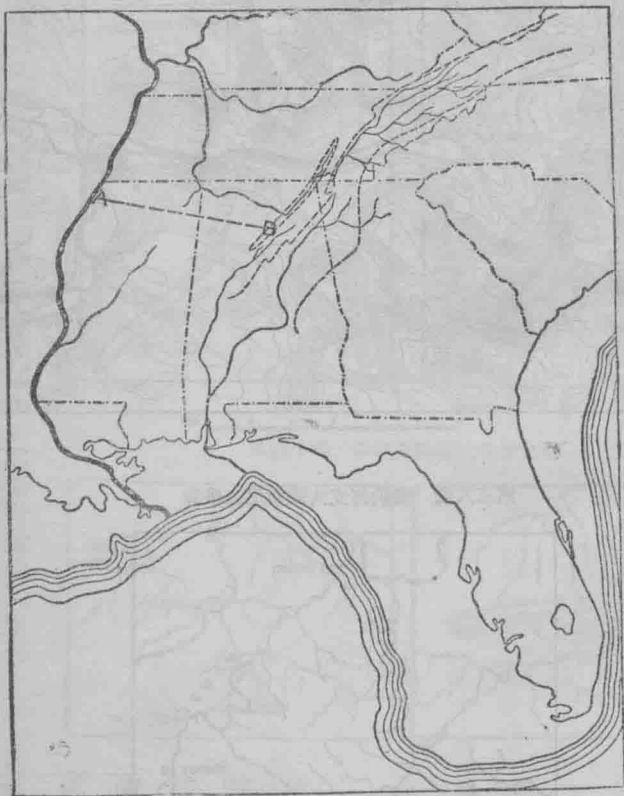
河谷的侵蝕，常不一樣。因侵蝕強弱，有一進一退。侵蝕成爲強大的原因，大抵有三條件：(1)氣候，(2)地殼運動，(3)岩石組織。在二條相隣或相反的水系上，以上三條件中，有一二相反而起時，其分水線即移動，迨分水線移動，終至一河爲他河所侵奪。這種現象，叫做河川爭奪（River Capture or Stream Piracy）。又因爲轉換方向的緣故，也稱轉向（Diversion）。若因地殼運動而起這現象時，則分水嶺向隆起軸背沈降軸而移動，此事已由坎柏爾氏（Campbell）說明。又水成岩層傾斜時，分水嶺反傾斜而移動，在水量大的河川，則背傾斜而移動。但爭奪的現象，尙有更多複雜的因子存在。

密西西比河的支流田納西河向北流與俄亥俄河相合。這是顯然因東西走的隆起軸發生，而爲俄亥俄河所奪，如第三六圖。最近阿爾丁尼（Ardennes）臺地的隆起運動，在臺地上向北流的

賣士河 (Meuse) 現出嵌入曲流，但因賽納河及摩賽爾河 (Moselle) 的溪谷流下，致頭部侵蝕而爭奪賣士河的本支流。摩賽爾河以都爾 (Toul) 附近為爭奪之場，侵奪賣士河如(第三七圖)

第三六圖 俄亥俄河的爭奪

A-B 為隆起軸



。而支流巴爾河 (La-Bar) 以巴爾附近為爭奪地，侵奪賽納河的支流愛斯尼河 (Aisne)，如第三八圖。

切斷美國布留 (Blue) 山地的波多馬克河，其支流申拿多哈河 (Shenandoah) 侵奪直接於大西洋的皮弗丹克里克河 (Beaverdam Creek)

第三七圖 都爾附近的爭奪



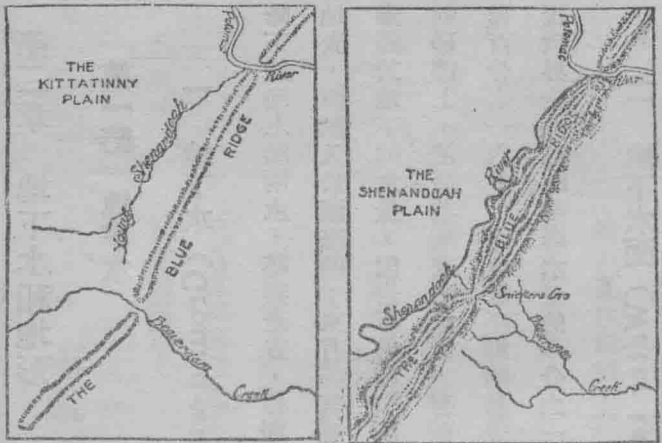
第三八圖 塞納河支流愛斯尼之爭奪



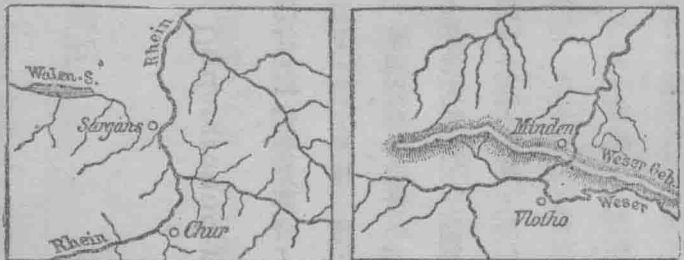
(如第三九圖)。其他來因河在其上流沙爾根斯(Sargans)附近，威瑞爾河在維維梭(Vlotho)附

侵奪；又流於大磯地塊南方的葛川和押切川，因秦野盆地的生成，其上流爲花水川所侵奪，而

第三九圖 波多馬克河的爭奪



第四十圖 來因及維羅梭爭奪之跡



近，有爭奪地方（如第四〇圖）。在日本最著名者，爲天龍川。天龍川在中部地方截斷豐川的上流，故豐川有截頭川（Beheaded Stream）之稱

。此外有北上川的支流柴澤川，其上流在盛岡東方爲外山川所侵奪；流於多摩丘陵東方的鶴見川，其上流爲境川的斷層谷所

酒匈川則侵奪四十八瀨川的全部。

## 第二章 地下水和地形

### 第一節 地下水

#### I 地下水 (Ground-water or Underground-water)

降下於地上的雨水，尋其走方，得別爲三個部分。一部分是蒸發了的；一部分是成爲河川流於地表，而匯入於湖海的；又有一部是滲透於地下。就中最後一種，叫做地下水。

滲透於地下的水量，因岩石的種類而有變化，即因岩石的鬆性 (Porosity) 而變化。在多孔質的砂礫上，流於其地表的水量，有百分之三十是滲入於地下，如花崗岩等結晶質的岩石上，則僅百分之一內外。而地殼平均的滲透量，則爲百分之十內外，故地下水在地球上的總量，爲被覆世界全海底的全海水量的六分之一內外。

#### II 地下水面 (Water table)

第四一圖 地下水面



地下水量，因溼潤氣候與乾燥氣候的不同，而生差異，又因岩石組織多孔性如何，其水量亦有差異，故地下水面的高度，因地不同。又因其流動緩慢，其在各地的高度，也不一樣。當地面由砂或粘土而成的盆地面時，在十公尺內外的地下，就有水面，這地下水面現於地上者，為溼地或湖水。而地下水面，其下部普通位於不透水層 (Impervious) 之上。這地下水的基盤，叫做谷底流路 (Thalweg = Valley way 之意)。換言之，地下水是占據於谷底流路與地下水面之間的 (如第四一圖)。而地下水面所以成為地下水侵蝕的基準面者，其關係正與地上水以海面為基準而侵蝕者同樣。惟侵蝕之大小，又須視地表與地下水面的高度如何而決定。

### 三 地下水的運動

地下水以暗流 (Under-flow) 的形式，緩慢的流於床岩 (Bed rock) 的，好像地表水成為河川而流着一樣。其流速因透水層 (Porous) 的鬆性

而異，在砂礫或土砂上就比較迅速，而在微細的粘土上，則極緩慢。現已測定，通常流速一年內約爲一·五公里內外。

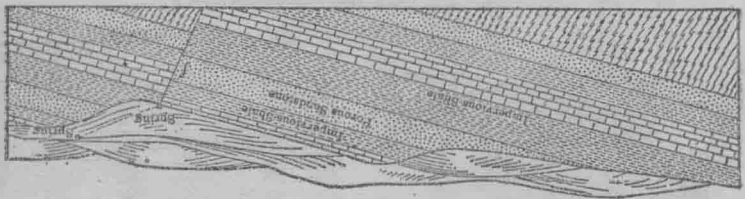
地下水當流動之時，一面即發生侵蝕作用。侵蝕主以化學的溶解即溶蝕 (Solution or Corrosion) 的形式而行之，與地上水 (Surface River) 主以物理的分解即削磨 (Corrasion) 的形式而行者，上下相對。即地下水於侵蝕之點上，爲霉爛岩石 (Decay of rocks) 在堆積之點上，爲生成微細的土壤 (Formation of soil)。例如長石化成土壤，亞爾加里岩類，生成卞阿林或粘土。

密西西比盆地上，因溶蝕而被運搬的物質量，一年內每一方公里約四十二噸。密西西比盆地的面積達二百三十萬方公里，一年內因溶蝕而流下的物質，約達一萬萬噸。地球全表面的溶蝕，因地而異，在乾燥地一般爲量甚寡，在極地亦甚稀少，祇在溼潤的熱帶上，數量較大。依據克拉克 (Clarke) 計算，全地球的溶蝕物質一年內平均每一方公里達二十六噸，而在地表面，共達二十七萬萬噸，三萬年內，地表的平均高度要減低一尺。

#### 四 地下水侵蝕的特色



第四二圖 泉之生成(一)

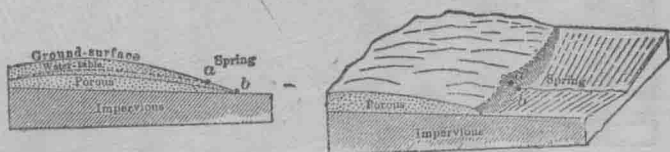


地下水 (Underground-River) 的作用，與地上水 (Surface River) 的作用所不同者，約有以下幾點。即地下水以溶蝕為主，流水的方向與河系都不規則的，差不多沒有風化，又沒有汎濫平野及三角洲的存在。這幾點很可與地上水對照。

## 五 泉 (Springs)

地下水再度湧出於地表上時，便成泉水。泉的生成，一因為無透水層，如第四二圖。二因為透水層傾斜（包含向斜部），或因斷層線轉變，在有這種情形的地方，都有泉的發生（如第四三圖）。前者叫做山邊泉 (Hillside Springs)，後者叫做裂罅泉 (Fissure Springs)。由裂罅而迸出的泉，有時為含有礦物的礦泉 (Mineral Springs) 及於該地有平均氣溫比較高溫的溫泉 (Hot Springs)。

在透水層 (Porous layer) 傾斜的地方，如果從地表掘到該層為止，有時候地下水會自然湧上。這就叫做鑽井 (Artesianwell) 其中Artesian



本爲法國亞多斯地方湧出之泉名，後來便成爲普通名詞，有這種井的地，叫做鑽井盆地 (Artesian Basin)。澳洲中央低地，即依此而灌溉，並決定牧場農場及聚落的分布；落磯山東麓，有達科大砂岩 (Dakota Sandstone) 的透水層，向東成緩慢傾斜，從內布拉斯加、干薩斯、南達科大諸州到加拿大布留間，普來里表現出鑽井地帶，又在威斯康星、伊里諾斯、印地亞那、伊俄華、俄亥俄諸川的聖彼得砂岩 (Saint Peter Sandstone)，就表現這種效用，更自大西洋海岸的長島 (Long Island) 到得撒州止，爲大西洋海岸平野，平野由帶狀的透水及不透水的各層而成，緩慢向海中傾斜，故在海岸地方，到處依掘井深自三十公尺至一百公尺，掘至沙或粘土，取得多量的清水。

## 第二節 喀爾斯特地形

### 喀爾斯特地形 (Karst topography)

地下水的作⽤，對於任何組織部分，均得及之，尤以在石膏、岩鹽、石灰岩等分布的地方，其水的溶解性尤大。石膏和岩鹽，其分布雖小，而祇要石灰岩的分布已經廣大，即能表示特殊的地形，於地形學上，極為重要。這種地形，在臺拿爾阿爾卑斯山中的喀爾斯特地方，最為發達，故喀爾斯特的名詞，遂由此變為普通名詞了。凡石灰岩地方所特有的地形，都叫做喀爾斯特地形。而這種地方所起侵蝕的營力，是溶蝕；其基準面是地下水面（*Evolutions niveau*），所以，這地下水，叫做溶蝕基準面（*Base of Corrosion*）。

石灰岩溶解於水中的理由，因為石灰岩通常由碳酸鈣（ $\text{CaCO}_3$ ）而成的緣故。若石灰岩中有不純物參混着時，其溶解便不能行於全部，不純物當依舊殘存。在英吉利海峽的兩方面，有石灰岩發達，地域廣汎，多含有白堊，且無「拉比愛」及「石灰窠」可見，是最典型的石灰岩地貌。

## 二 喀爾斯特地形的術語

(1) 石灰窠（*Doline or Dolinae*）……是由已經溶蝕的地表通於地下的漏斗狀的凹地。

英國稱為 *Swallow hole*，美國稱為 *Sink-hole*。如四四圖 D。

第四四圖 喀爾斯特輪迴



第四五圖 拉比愛



(2) 石灰洞 (Cavern) …… 已經被溶

蝕的地下洞窟。如四四圖C。

(3) 鐘乳石 (Stalactite) …… 由石灰

洞內的上部垂下的石灰岩。石灰岩被溶解後，水分蒸發，乃作為殘餘部分留着。

(4) 石筍 (Stalagmite) …… 是石灰洞

內樹立着的石灰岩。

(5) 「得拉羅沙」 (Terra rossa) [意

國語) …… 石灰岩中含着的純物質。

(6) 「卡蘭」 (Karren) …… 依雨水

流動的方向而在石灰岩地方生成的小溝，如四五圖。

- (7) 「休拉屯」(Schratten)……與「卡蘭」同義。
- (8) 「拉比愛」(Lapiés)……為法國汝拉地方稱「卡蘭」之別名。
- (9) 「可比脫」(Cockpit)……是由數個石灰窠所包圍的丘陵，如四四圖P。
- (10) 「休姆」(Hum)……是喀爾斯特地形的餘丘，如四四圖H。
- (11) 「烏佛來」(Uvale)……是由數個石灰窠連續而成的溝，如第圖四四D。
- (12) 「波里愛」(Polje)……是石灰岩地方的廣闊地帶，有為單純的「烏佛來」，有因地殼運動而發生。

(1) 原地形 以石灰岩構成的地方，從新隆起，地下水面與地表的比高，極其顯著，石灰窠就開始生成了。遮掩着石灰岩的上部層，漸次被剝削，地上水漸次減少，成為地下水。地表上就有「卡蘭」可見。

(2) 幼年期 石灰窠散在，其數漸增，地面開始受侵蝕。在石灰窠與石灰窠之間，還是保持着原形面，發生石灰洞，即鐘乳洞。卡蘭無數存在，小起伏現於全面。當石灰窠與石灰洞漸次被擴張之間，即為幼年期 (Young Stage)。地下水面與地表的比高，還是顯著。

(3) 壯年期 各石灰窠間的低地消滅，這地方現出有尖峯的「可比脫」，石灰窠的擴張，

即達於極限。地表的起伏達於極限時，其地表形態，即爲滿壯年的形態。當石灰穿之水平的擴張達於極限時，其垂直的擴張，亦必達於最深的深度，而石灰洞的擴張即完全停止石灰穿，繼續成爲「烏佛來」，又變爲「波里愛」，其底爲「得拉羅沙」所掩蔽。

(4) 老年期 依水的蒸發之堆積比溶蝕顯著，石灰穿連續而成「烏佛來」，「烏佛來」之中，爲「得拉羅沙」所掩蔽，石灰洞內盛行堆積，故地下水面上昇，「可比脫」被溶蝕，石灰穿漸轉低淺，其起伏亦減少，地下水面與地表的距離漸接近。

(5) 準平原 石灰穿極淺，地下水面與地表完全接近，而成濕地或沼地，其間成爲殘丘而有「休姆」存在。這就是喀爾斯特地形的準平原面 (Karst penplain)。

### 三 我國及日本的喀爾斯特地形

我國廣西、四川、雲南、貴州等省，富石灰岩層的地方，都可看見幼年喀爾斯特地形。廣西如桂林地質，大部分爲第四紀 (Quaternary)，小部分爲下部古生界 (Lower Palaeozoic)，其喀爾斯特山岩，多山洞，如風洞山、龍隱岩等，奇形萬狀，風景極其幽靜。

日本的中國地方石灰岩，一般爲古生層的上部層，依古生代末期運動的結果，成爲水平或

緩傾斜，厚達數百公尺。尤其在長門地方有二百至四百公尺的小起伏準平原面保存着。這因為石灰岩地方盡力對抗地上水河蝕的緣故。此外如長門的秋吉臺地方與藏目喜地方，及備皮的帝釋地方，有幼年期的喀爾斯特地形，極其發達。以上幾處，可說是日本最典型的喀爾斯特地形。

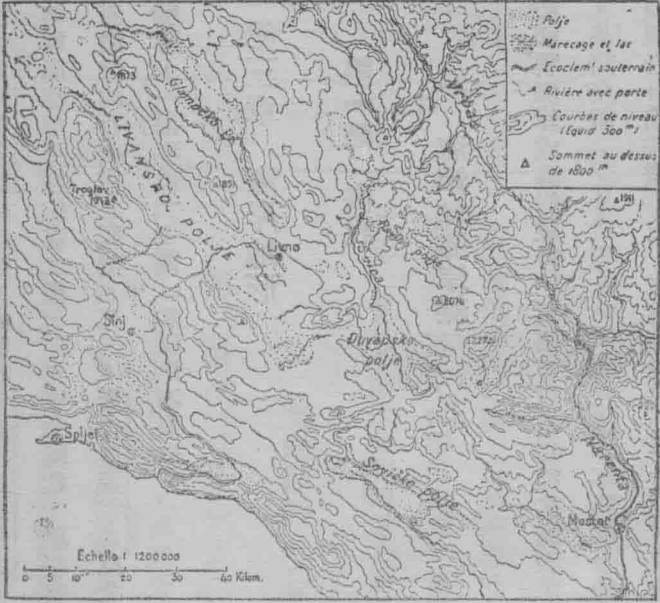
#### 四 法國中央臺地的一部分

在法國中央臺地的一部分，格蘭內河的支流泰尼河（Tain）的上流，北緯四十四度十分東經三度半附近地方，有高塞斯（Causse）臺地。這臺地為由八百至一千公尺的石灰岩而成的舊準平原面，因新的隆起，有少數水路，已作成峽谷。谷以外的地方，展開乾燥地（Dry land）的風光，完全沒有水系可見，雖然水系已付缺如，而起伏則相當之多，到處有「波里愛」存在。大小「波里愛」錯綜雜沓，而這閉塞盆地的底部，變成沼澤性。這地方，有耕地和小村落（Hamlet）的發達。

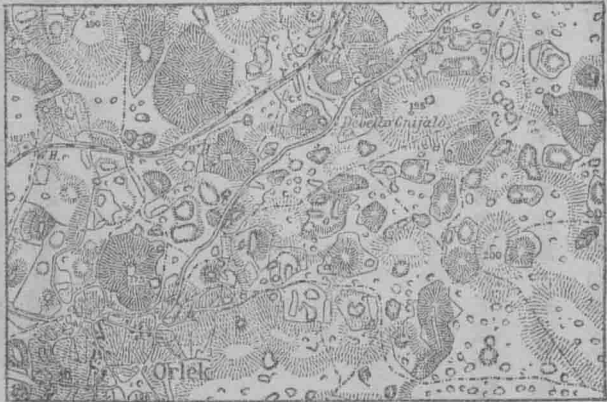
總之，這種喀爾斯特地形，在地中海沿岸，極形發達，尤以向達爾馬地亞海岸的達那爾阿爾卑斯山地表示這種典型的地方最多。第四六圖是波斯尼亞地方的地形圖，有大小「波里愛」



第四六圖 達那爾阿爾卑斯山地之一部



第四七圖 的里亞斯德附近的石灰窪



與山脉的走向並行排列着。第四七圖示明伊亞斯得里亞半島的里亞斯德附近的「石灰窪」之分布

。這達那爾阿爾卑斯山地中，尤其在伊斯得里亞半島，其喀爾斯特地形的溶蝕，已相當長進，一度喀爾斯特準平原生成之後，經再度的隆起，就從新產生石灰竅，而當時的溼地和澤沼，還是留着淤淺的石灰竅之底部。又因伊斯得里亞半島以北的喀爾斯特地方的隆起特別顯著，即起第二輪迴，一面現出「卡蘭」和深的石灰竅。

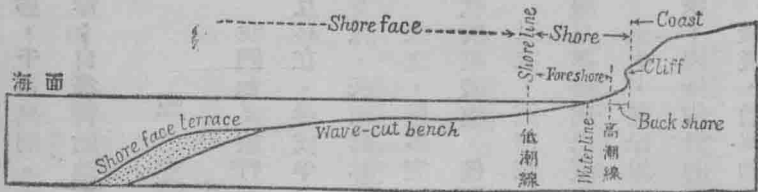
### 第三章 海岸地形

#### 第一節 概說

##### 一 海岸和海岸線

我國稱海岸或海岸線時，英語可以有種種名詞表示之。第四八圖將海岸的意思，正確解釋如次。英語所謂 Coast 與 Shore，是指根本不同部分的名稱。海岸地方，必有海崖。這海崖由硬軟種種岩石或砂礫作成，在海崖靠海的一方面，沒有住宅又沒有道路；而在海崖向陸地的一方面，則有道路、家屋、農場、森林。前者叫做 Shore，後者叫做 Coast。換言之，我們避暑

第四八圖 海岸地方各部的名稱



的地方是 Coast，我們洗海水浴的地方是 Shore。

次之，稱海岸線，誰都叫做 Coast line 或 Shore line。Coast line，如第四八圖所示，已頗明瞭，是 Coast 的最外側。Shore line 有三個部位；一是現在的水和陸地接觸的部分，也稱水線 (Water line)；二是低潮時的線，三是高潮時的線。又這水線，因波浪擊撞，時有上落，沒有一定，依據馬東男，當高潮時，波浪所達的最高地點，叫做 Shore line；而依據約翰遜，則以低潮線為 Shore line。

## II 海岸地形 (Coastal topography)

依 (1) 海波 (Wave)、(2) 潮汐 (Tides)、(3) 海流 (Ocean Currents) 等其中之一，或其合力而決定地形的地方，叫做海岸地方 (Coast region)，現於這地方的地形，叫做海岸地形。地形學所講述的海岸地形，是在於綜合分析現時廣汎分布着的各種海岸形態，說明占其進化一過程的現在的形態。現今所見陸地的水平的輪廓，即海岸線的

形態，千差萬別。自海岸線的屈曲言之，有成直線或大弧的規則的海岸，和出入不規則的屈曲海岸；自後背的地形言之，有低平海岸和丘陵地或山地的海岸。

### 三 支配海岸地形的要素

我們如果旅行到日本紀伊半島的東部或岩手縣的海岸，就能注意到崖 (Cliff) 與濱 (Beach) 交互存在。崖成半島而突出，濱則形成於入江的灣頭。半島多成高地，灣頭則表示低地。高地為支脈，低地為谷的出口。在這地方，可以明瞭海岸線是頗受山谷的地形所支配的。

次之，崖多突出而成岬 (Cape)，若立於這岬上遠望衝擊於崖下的波浪運動，首先就可看見軟層被破壞，僅留硬層。這地方海岸線深受岩石組織所支配，亦可明瞭。

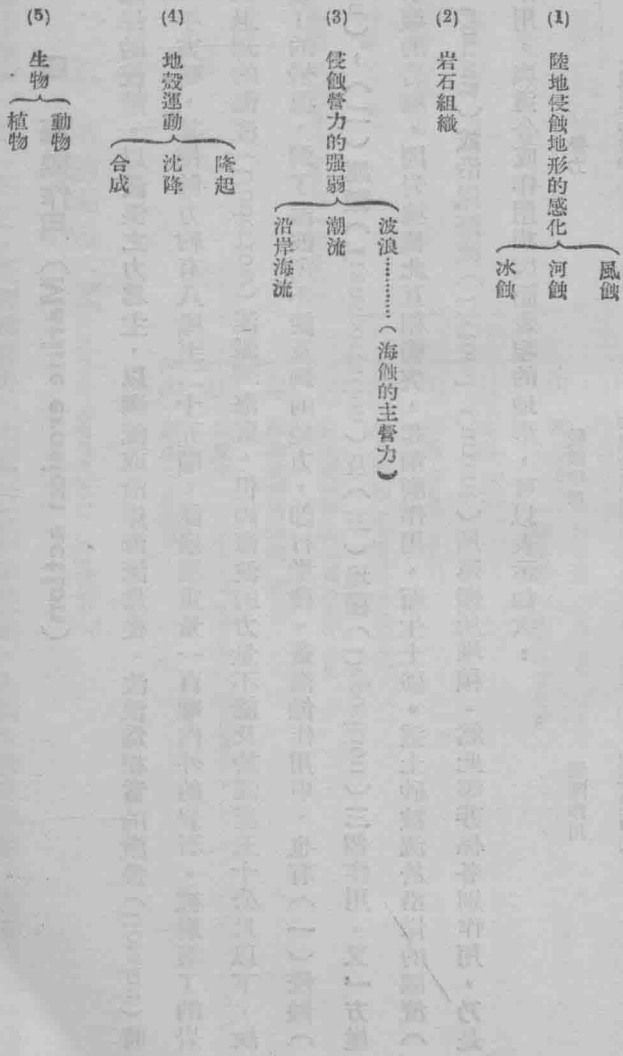
又次，這種侵蝕，因波浪的大小，其使海岸線退後的速度，亦有不同。岬急速向後退，海岸線呈逐漸成為直線的傾向。

更次，海岸線雖因極微渺的地殼運動，就發生極銳敏的感應；因極輕微的隆起作用，就向後退；因極細微的沈降現象，其汀線 (Beach line, Strand line) 即向前進。

最後，動植物的生存，也可作為決定海岸線的要素之一。例如植物若沿海岸而繁茂，即可

使侵蝕力減少，珊瑚的遺骸，建設廣大的陸地。

支配海岸線的諸要素如次：



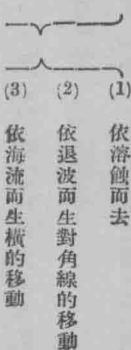
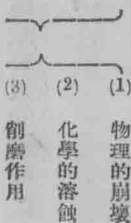
#### 四 海蝕作用 (Marine erosion action)

海岸的侵蝕，以波浪之力爲主，以潮流或沿岸海流爲從。波浪爲相當的激浪 (Breaker) 時，每一平方碼，其侵蝕力約有八噸至二十五噸，能崩壞重量一百噸內外的岩石。被崩壞了的岩塊，依退却的海波 (Undertow) 運搬到海底。但因海波的力量不能及於深度五十公尺以下，故被崩壞了的岩塊，到了海波所不能及到的地方，即行堆積。蓋海蝕作用中，也有 (一) 侵蝕 (Erosion)，(二) 運搬 (Transportation) 及 (三) 堆積 (Deposition) 三個作用。又一方崖下被崩壞的岩塊，因岩塊彼此互相衝突，起削磨作用，而生土砂。這土砂被流於沿岸的潮流 (Tidal Current) 或沿岸海流 (Littoral Current) 所運搬所堆積。然此等非係各別作用，乃是合成作用。與這合成作用相因而表現的地形，可以表示如下：

營力

侵蝕作用

運搬作用



(2) 潮流 Tidal Current } (4) 水壓作用 } (4) 依潮流而移動

(3) 沿岸流 Littoral current } (5) 入於岩石裂罅的空氣壓力 }

所發現的地形 (破壞) } 所發現的地形 (建設)

(1) 海崖 Sea Cliff } (1) 濱 Beach { 弦月濱 Crescent beach }  
 { 灣頭濱 Pocket beach }

(2) 水噴孔 Spouting horn } (2) 砂洲 Bar

(3) 海孔 Sea cave } (3) 沙嘴 Sand spit

(4) 裂罅 Chasms } (4) 尖角前地 Cupate foreland

(5) 顯礁 Stack } (5) 砂礁或沿岸洲 Offshore bar

(6) 陸棚 Offshore bench (Shelf) } (6) 砂鉤或鉤狀沙嘴 Hook

(7) 陸繫島 Land-tied island (Tombolo)

(8) 礁湖 Lagoon

### 五 海蝕輪迴 (Marine erosion cycle)

海岸地方，如上所述，受種種營力（主為海波）所侵蝕、運搬、以及堆積，逐漸逐漸的現

出種種不同的地形。若使這地方有出入極不規則的海岸，則岬便急速向後退，反之，則入江爲土砂所埋掩，兩個作用二重的動作着，將不規則的海岸，逐漸移化爲直線的海岸。若侵蝕更進，必至侵蝕到最初堆積了的入江內部爲止，海岸線向後退，到了後來，必露出一條成直線的岩石海岸；卽不然，至少必有成爲如此形態的傾向。又其時，在海岸附近的海底，因侵蝕結果，能產生臺地。這臺地叫做海蝕準平原（Marine peneplain）。當海蝕準平原隆起而現於陸上時，便叫做海蝕臺地（Abrasion platform）。海蝕準平原生成後，若於其地起地殼運動，則又必走上最初時期的道程。這種侵蝕輪迴，臺維斯稱之爲海蝕輪迴。現在世界各地的海岸地形，都還是在於幼年期，但至少早已進於這道程了。

## 六 海蝕輪迴與河蝕輪迴的對比

河蝕輪迴的主營力是河水，海蝕輪迴的主營力爲海波。河蝕輪迴剝山地，填埋低地，以使地表平均；海蝕輪迴則剝岬，使之堆積於入江。又河蝕輪迴是將垂直的肢節化爲零的，海蝕輪迴是將海岸線的出入卽水平肢節化爲零的。故河蝕和海蝕完全起作用時，世界的陸地，勢必發生種種的變化。



次就細部的地形看，海崖、海孔、顯礁等爲海蝕輪迴所形成者，其理由與峽谷爲河蝕輪迴所形成極相似；而濱的發生，又與汎濫地的生成極相似。河蝕有輪迴的中斷，河岸能產生段丘，海蝕也有輪迴的中斷，而在海岸現出段丘。惟所應注意者：河蝕在隆起時增加其侵蝕力；海蝕則在沈降時增加其侵蝕力。即河蝕和海蝕，其地殼運動起相反的作用而回春。

## 七 海岸的種類

海岸的分類，依古今中外地形學者，不一其說，茲舉其要者如左：

(一) 自地形上的分類，自古所使用者，是(一)規則的海岸 (Regular coast) 和(二)不規則的海岸 (Irregular coast)。規則的海岸，是少屈曲的海岸 (Smooth coast)，因背後地 (Hinterland) 不同，更得細分爲高峻海岸 (High coast) 與低平海岸 (Low coast)。又不規則的海岸是屈曲多鋸齒狀的海岸，更得細分爲里亞斯式海岸 (Rias coast) 及富爾特式海岸 (Fiord coast) 兩種。

(二) 自地質構造上分類，得別爲(1)縱海岸 (Longitudinal coast) 及(2)橫海岸 (Transversal coast)。縱海岸與山脈的走向相並行，在太平洋海岸方面，頗多所見，稱爲太平洋式海

岸 (Pacific type coast)；橫海岸對山脈的走向成直角而走，或則山脈與海岸不生關係，這種海岸，在大西洋海岸頗多所見，叫做大西洋式海岸 (Atlantic type coast)。

(二) 自地殼運動上分類，得分爲次之四種：

- (1) 隆起海岸 (離水海岸) Shore line of Emergence, Negative Shoreline Hebungsküste
- (2) 沈降海岸 (沈水海岸) Shore line of Submergence, Positive shore line, Senkungsküste
- (3) 中性海岸 (不變海岸) Neutral shoreline
- (4) 合成海岸 Compound shoreline

隆起海岸，是因地盤之隆起而生成的海岸，從海水的方面看去，其汀線是向後退的，所以叫做負 (Negative) 的海岸。沈降海岸，是因地盤的沈降而生成的海岸，以海水爲主體而觀之，則是侵入陸地，叫做正 (Positive) 的海岸，我國海岸多是如此。又所謂中性海岸，是少由地殼運動 (隆起及沈降) 支配海岸的現在形態，多由他種現象直接支配海岸輪廓的海岸。(1) 由火山的噴出物質支配海岸，(2) 由珊瑚蟲的遺骸，即珊瑚礁作成海岸線，(3) 由河川的堆積物直接造成海岸線，例如三角洲等，(4) 更由作爲地殼運動之一而表現的斷層崖決定海岸線時，均叫中性

海岸。最後所謂合成海岸，則是就以上三種海岸中兼備兩種以上的海岸，是指(1)隆起後沈降的海岸，(2)沈降後隆起的海岸，(3)三角洲生成後沈水的海岸，(4)斷層後沈水的海岸等而言。世界上多數海岸，是屬於這合成海岸，為記述上之便利，當於後文另為述之。

以上所述海岸的分類，為數雖多，惟最初所舉者，未盡合理。因為里亞斯式海岸隨時期的進化可以成為規則的海岸的緣故。祇因里亞斯式的現象作為沈降海岸的幼年形而表現，故於地形學的分類，是不合理的。但於地理方面含有濃厚的意義，則是不可忽視的。

## 第二節 隆起海岸

### 一 隆起海岸的進化與地形的特色

- (1) 原地形……從海底的隆起到沿岸洲的生成止。
- (2) 幼年期……從沿岸洲和礁湖的生成起到消滅止。
- (3) 壯年期……從礁湖的消滅，砂丘的生成，至海岸線成為直線，形成海崖。
- (4) 老年期……海岸成直線，有海崖，崖下生海蝕準平原，因隆起作用而歸回於原地形。

## 二 原地形

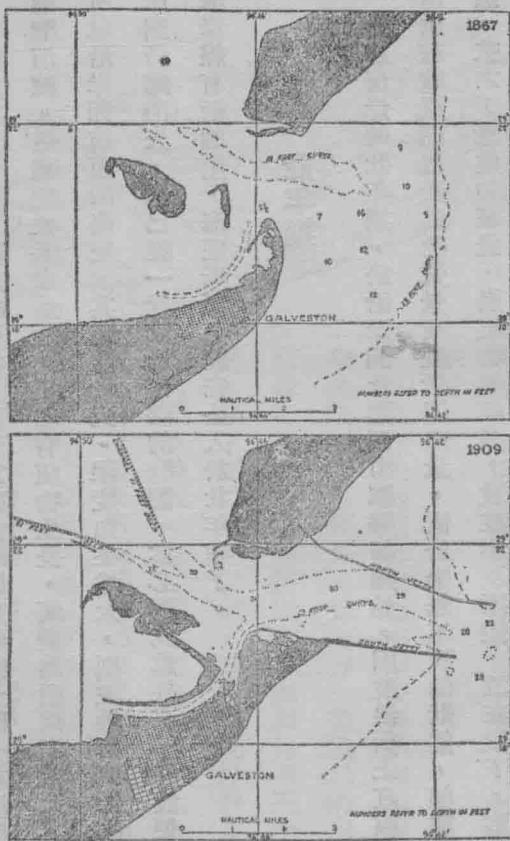
地殼運動在汀線上起最敏銳的作用。縱令其隆起極其微渺，只要一度暴發，其汀線便立刻向後退，大陸棚(Continental Shelf)現於陸上而造成海岸平野。在這地方就有隆起海岸的原地形開始。衝擊的波浪，在汀線上作成些小的崖。這崖叫做 Nip 或 Wave-cut cliff。倘若隆起還是繼續，其舊有海岸線，必被拋棄，而成爲被棄海岸線(Abandoned shore line)，崖在背後地生出幾段。激浪離開汀線，稍爲沖合，在這地方便捲起砂土了。

## 三 幼年期

捲起了的土砂，最後得現於水上，這就是沿岸洲。在與本陸隔離的中間，產生舊海的遺物之礁湖。而在這沿岸洲和礁湖生成之時，就是幼年期的初期。沿岸洲細而長，與海岸線並行，連綿不斷。關於其成因，摩孟氏認爲是波浪的作用，基爾巴特氏以爲是沿岸流，而臺維斯氏則對於前者表示贊同。在其入江(Inlet)地方，因潮流激蕩，有時能造成潮流三角洲(Tidal delta)。又一般在隆起海岸的幼年期，因海水淺，缺乏天然良港，礁湖的內部更淺，故只有在

沿岸洲的入江地方，可以建設港市。美國東南部自紐約至南方的墨西哥止，有連續的雄壯的沿岸洲發達，如以綿花輸出港而有名的加爾威斯敦 (Galveston)，如第四九圖以避著地而有名的

第四九圖 加爾威斯敦港



大西洋城 (Atlantic City)，都是發達於沿岸洲入江地方的都市。這種沿岸洲的發達，我國頗少其例。他如臺灣西南海岸，有小規模的可見。像高雄安平二港，就是利用其入江而通船

的。

構成沿岸洲的物質，多為河川的運搬物，但都不一定。當河川所運搬的土砂巨大時，沿岸

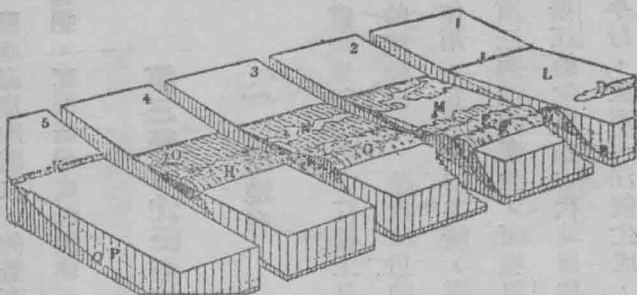
洲恆在外方發達，例如亞得里亞海灣頭所見的威尼斯港市，就發達於昔時沿岸洲的島上。又紐約南方紐折爾西休養地海岸，因海淺，且半沈水，由削岬的土砂豐富而成。

存在於沿岸洲與本陸間的礁湖，因注於礁湖的河川供給土砂，或沿岸洲向陸地方面後退，乃漸漸消滅。這礁湖如果成爲溼地，即有植物生長，而變爲沼澤。次之，因外海的侵蝕力增加，所以沿岸洲前面的海底，其深度增大。深度如果增大，則波蝕沿岸洲的力量亦必增大，結果沿岸洲仍歸消失，而已經一度成爲沼澤的礁湖，亦必再成爲外海，海波便直接打上本陸的海岸，海岸線有低的崖，海底漸深，就完全入於壯年期了。

#### 四 壯年期

隆起海岸的壯年期，於沿岸洲及礁湖消滅時即開始。因波浪衝上直線海岸，產出相當的崖，由崖被破壞而出產的物質及波所運搬量，置於過無不及的狀態，即在河谷地形所謂傾斜的狀態。次之，隨崖的後退，崩壞物質漸多，致波不及運搬，故在崖下，形成砂濱。這時候就爲滿壯年狀態。日本大井川所建設的牧野原的隆起三角洲，在街前崎附近，有五十公尺的海崖；遠江灘的波所衝擊，崖下有狹而長的砂濱發達。

第五十圖 隆起海岸之進化



法國比斯開灣岸，橫於格蘭內河口以南的雷蘭底 (Les Landes) 的直線海岸，也是隆起壯年海岸的例。其背後的平地是低平的，且現出幼年的地貌，但海岸線已表示着第五十圖K的形狀。

在意大利亞得里亞海岸安科納市的東南部，也有這種滿壯年的隆起海岸可見。這地方一帶隆起的海岸平野，呈着壯年的狀貌，而海岸亦達於壯年，海崖保有五十至一百五十公尺的高度，崖下顯出狹的砂濱。臺維斯氏以俄亥俄州的北伊利湖岸，舉為北美的壯年海岸例，崖高為三至七公尺。

當隆起更斷續時，這海崖向背後退却。而在新決定的海岸上，再有沿岸洲和礁湖發達，然後這沿岸洲和礁湖再歸消滅，而作成壯年的海崖。如日本紀伊半島、與謝半島、岩平海岸等，都是依隆起之數，在背後現出段丘的先例。

## 五 老年期

隆起海岸的進化，倘若沒有障害，必然能暴露完全成直線的海岸。在陸上崖被河蝕，漸向後退，在海底形成海蝕準平原面，理論上當以這樣成功的海岸，爲老年期。

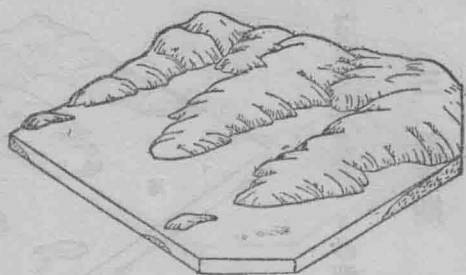
### 第三節 沈降海岸

#### 一 原地形

當陸地新沈下而汀線上昇時，卽有沈降海岸的輪迴出發。這時候其地形爲原地形，卽順流河川的沈降海岸。順流河川的沈降海岸，是現於半島與入江的交互點之不規則的海岸。因海蝕未起作用，在半島的尖端，還沒有崖的產生。又因注於其灣頭的河川，未有土砂的堆積，所以也沒有三角洲的產生。而現出沈水谷（Drowned valley）的地形。如我國錢塘江杭州灣便是。錢塘江的生成在古代地層造成山脈以後，主流發生在斷層線中，同地層與山脈的方向，所以都相平行，後來，江既生成，逐漸向兩旁侵蝕，所以有盆地似的地形，其中有白堊紀統紋岩等



第五一圖 沈降海岸之原地形



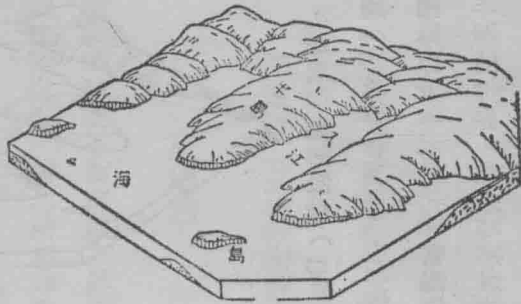
的堆積。旋濱海之地，逐漸下降，江口向大洋開展，從杭州以東海寧蕭山十餘里間，江口由廣而狹，深處亦減低，潮汐吞吐，便成世界奇觀。

## 二 幼年期

沈降海岸，當早幼年時代，先在半島的尖端，作成海崖（Sea cliff），如第五二圖。當半島上作成海崖，使之向後退時，同時在其灣頭有河川堆積土砂，而成三角洲。前者是依海蝕使海岸線成爲規則（直線）的作用，叫做狹蝕作用（Retrogradation）

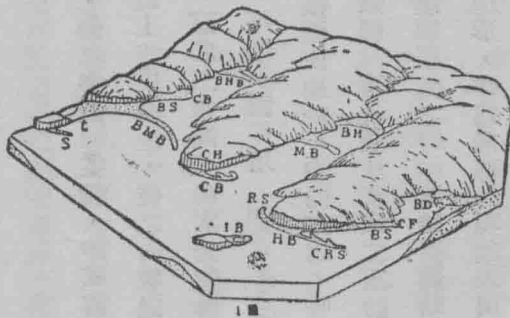
），而與河蝕的侵蝕（Degradation）成對比；後者是依堆積而使趨於平均的作用，叫做廣埋作用（Progradation），而與河蝕的堆積（Aggradation）相類似。有狹蝕及廣埋二重動作，即使海岸線表示直線化。當海岸線成爲直線時，即爲沈降海岸達於平衡之時，此時便爲幼年期和壯年期的境界。在這時期以前，因沿岸流波浪等，有各種小地形，作爲局部的現象表出。這種小地形，日本海岸最多，如顯礁（Stack）、濱（Beach）、砂嘴（Sandspit）、分歧砂嘴（Comp-

第五二圖 沈降海岸之早幼年型



第五三圖 沈降海岸的幼年型

- |              |             |
|--------------|-------------|
| S.....砂嘴     | T.....陸繫島   |
| BMB.....灣口砂洲 | BS.....灣側濱  |
| CB.....尖角砂洲  | BH.....灣頭濱  |
| BHB.....灣頭砂洲 | RS.....灣曲砂嘴 |
| MB.....灣央砂洲  | HB.....岬頭濱  |
| CRS.....分歧砂洲 | CH.....岬頭崖  |
| CF.....尖角前地  | BD.....三角洲  |
| IB.....環狀砂洲  |             |



und recurved spit) 砂洲 (Sand Bar) 陸繫島 (Tombolo) 等，如第35圖都是。

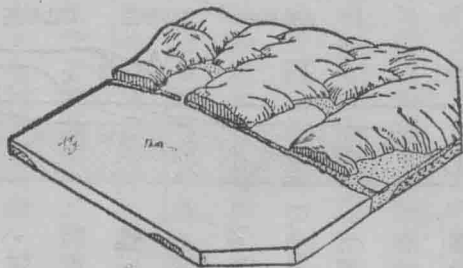
三 壯年期

## 五 斷面的變化

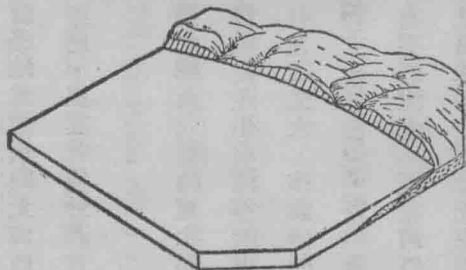
沈降海岸壯年以後的地形，乃與隆起海岸的壯年以後的地形，表示着完全同一的形態。故壯老兩期的海岸線，無分隆起或沈降的區別之必要。

## 四 老年期

第五四圖 沈降海岸之早壯年期

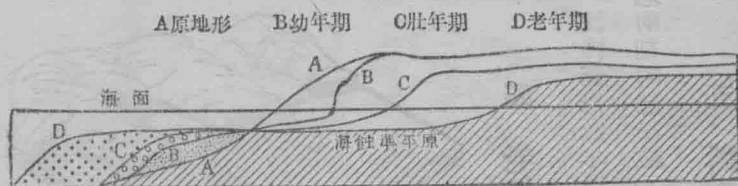


第五五圖 沈降海岸的滿壯年期



這等小地形，隨輪迴的前進而消失。消失先從半島的尖端開始，如第五四圖。例如日本若狹灣岸的礁湖，即介於半島之間。半島的崖下，既產生連續的濱，若進於滿壯年的狀態，如在日本觀不知附近所見者，如第五五圖，礁湖已消失而成爲一直線的海岸。

第五六圖 沈降海岸的斷面的進化



地形學

第五六圖，是表示沈降海岸斷面進化的一般。其各曲線，依兩個條件而決定：（一）為背後地形起伏的狀態，（二）為海岸附近所起地殼的差別運動。

（1）若背後地為平野面時，則沈降的結果，不表示大的深度，即入江為小規模的。假令其入江是長的，則深度必淺而平均的，半島是低平的。不然，其背後地為起伏的大山地時，其入江必是長的，半島是高的，深度是不規則的。更其背後地若為丘陵地時，則必表示以上兩者的中間性。

歐洲的西北部及北美的東北部，一般為沈降性的海岸。挪威的海岸，是因冰河侵蝕而產生有深谷的山地之沈水，構成福爾特式的海岸。瑞典及芬蘭，有丘陵沈水，作成淺的芬蘭式（Skjær）海岸，半島為羊羣岩（Roches Moutonnées），表示着沈降海岸的幼年地形。波羅的海及北海的南岸，有平野沈水，祇在河口作三角江。波羅的海的海岸，與丹麥海岸同，都是由冰河堆石作成海岸線，惟前者海蝕稍進，有海崖可見。

英吉利海岸，在北部的蘇格蘭方面，其形態與挪威地方相似；在南部英格蘭，其形態則與波羅的海海岸極相似。而在這英吉利與大陸間的北海，及在大陸內的波羅的海，則為歐洲平原面沈水，有海水侵入的形態。故一般水淺，尤以其中的淺瀨（Shoal），構成獨格那克的好漁場，即形成所謂 Fishing Banks 岸。

紐約以北的北美東部海岸，是由小起伏山地沈水而生成的地形。如北極海諸島、拉布刺達半島、新蘇格的亞半島、聖羅連士灣、紐芬蘭等都是。其中深深灣入的哈得孫灣，是可與歐洲的波羅的海相比擬楯狀地的邊海（Transgression sea）。紐約以南的海岸，是海岸平野生成後，再沈降了的海岸，其背後有平野，海岸上有入江形式，一直繼續到南方得撒州止。其著名的沈水谷，有特羅威亞灣（Delaware Bay）、吉斯比克灣（Chesapeake Bay）、摩比爾灣（Mobile Bay）、加爾威斯敦灣（Galveston Bay）等。沈水谷的長度，北部最長。因為愈北地形的起伏愈大，其沈降量亦愈大。北部有山地的沈降，南部有平野的沈降，中間在新英格蘭地方有準平原化的丘陵地沈降。因此有波士敦及紐約等良港，與西歐比較，其形式全相等。有這種沈降海岸的地方，其內陸的湖沼，亦形成沈降湖岸。北美的五大湖，加拿大的湖沼羣，歐洲的冰河湖等，是其明例。此外可為山地沈水的例者，則有喀爾斯特地形所發達的達那爾阿爾卑斯西部

的達爾馬地亞海岸，由許多並行的背斜部作爲島或半島而留着，向斜部及谷，成爲深而長的入江，作成特有的達爾馬地亞海岸。又在格陵蘭、冰洲、新西蘭南島、加拿大西岸、智利西南岸等地方，可以看見福爾特式的海岸。

因海岸附近所起的地殼的差別運動，致斷面上招徠變化者，這是一般的現象。因爲地殼運動，雖在極小的地域內，也決不均等推行。若將汀線附近的沈降量（A）和陸地方面的沈降量（B）比較之，在有  $\nabla$   $\wedge$   $\square$  的傾向之地方，當隨時期的前進，其斷面的傾斜，漸次減少，這種情形，稱爲減傾斜的沈降海岸。日本 辻村 助教說：北九州的晚幼年期的沈降海岸，就是這種海岸。即在減傾斜的沈降海岸，因汀線的沈降量不及內地的沈降量之大，故入江極長，表示這傾向甚顯著，如在若狹灣所見者，入江的面積，在灣頭大，在灣口小，前面的海底，淺瀨廣闊，所以，依三角洲的埋積比較速。

反之  $\nabla$   $\vee$   $\square$  時，在南日本外帶及山陰的海岸所見，有短小的入江，而深度作成比較大的海岸。這種海岸，叫做增傾斜的沈降海岸。

以上所述的斷面變化，不單在沈降海岸所能表現，即在隆起海岸，亦可作同樣的記載。祇在隆起海岸，其海底地形如何，不依背後地的關係來決定，乃視海岸平野的種類而決定。

## 第四節 中性海岸

### 一 中性海岸的種類

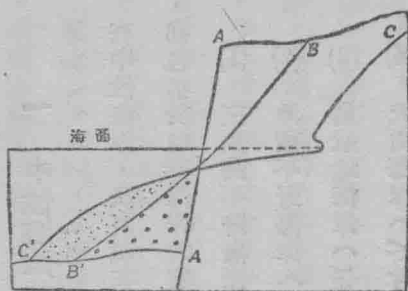
在中性海岸，決定現在海岸線的要素，非為地殼的緩慢昇降運動。屬於其他現象的海岸地  
形，都包括於中性海岸的範圍內。中性海岸所包含者如次：

- (1) 三角洲平野海岸 (Delta plain shoreline)
- (2) 沖積平野海岸 (Alluvial plain shoreline)
- (3) 扇狀地海岸 (Fan shoreline)
- (4) 火山海岸 (Volcanic shoreline)
- (5) 斷層海岸 (Fault shoreline)
- (6) 珊瑚礁海岸 (Coral reef shoreline)

而其進化的形式，前三者與隆起海岸的進化類似，後三者與沈降海岸的進化相似。

## 二 斷層海岸

現在的海岸線因斷層而決定者，叫做斷層海岸。這種海岸，略略成一直線。如第五七圖，其斷層的進化，以最初斷層崖A A'表現，表示出斷層崖海岸(Fault Scarp Shoreline)。次之，



第五七圖 斷層海岸的斷面進化

斷層崖向後退，同時成緩傾斜，崖下堆積崩壞物質，削滅波浪的侵蝕力，更在崖下有三角洲出現，作成濱，斷層崖有這等三角洲及濱立於面前，可作為一重保障。

日本四面環海，斷層海岸，為例尤多。惟其斷層海岸，少有面向外海，多是存在於瀨戶內海等內海的灣內。日本海岸所以現出規則的海岸者，多由斷層運動促成之。依據大橋教授，奧羽的西海岸，都是斷層海岸。依據辻村助教，西南日本的本海岸，以示明北東南西南兩種走向的斷層海岸最卓越，這海岸成雁行的形狀排列着，作成現在的輪廓。而自大體觀之，瀨戶內海是依斷層和撓曲而生成的地溝帶，到處有局部的斷層海岸可見。伊豫灘的南岸，是比較標式的斷層海岸，今治斷層、廣島



灣西岸的斷層及淡路島西岸的斷層，是與中國地方顯著向北東走的斷層相一致。燧灘南岸的斷層海岸，受白堊層及沖積平野的保護；六甲山脈南麓及生駒山麓的斷層海岸，到現在在海岸的前面有沖積平野。火山地方，爲斷層所切斷，而表示着斷層海岸的形式者，如鹿兒島灣西岸、千石灣北岸、別府灣北岸及相模灣西岸等是。

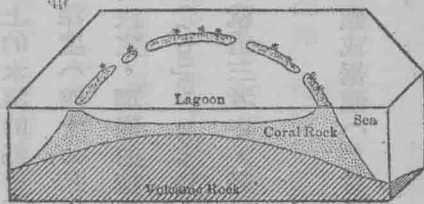
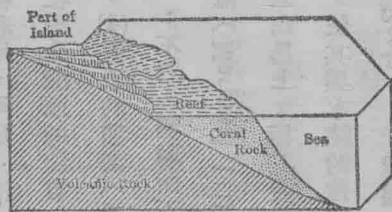
### 三 珊瑚礁海岸

珊瑚的棲息地，須依(1)海水的溫度(有攝氏二十度以上的水溫的熱帶海洋中)，(2)海水的比重(尤其在鹽分濃厚的地方一〇二以上)，(3)海洋的深度(四十公尺以內，太陽光線所透及的範圍)，(4)海水的清濁(沒有濁流注入的海洋)等而決定。珊瑚的棲息地，叫做珊瑚海(Coral seas)。不然，珊瑚所不棲息的海洋，叫做寒冷海(Cooler seas)。關於兩者中間的海洋，叫做緣邊海(Marginal belts)。世界上一切的海洋，就這三者中，必居其一。珊瑚礁在熱帶太平洋的火山島上，極其發達。

珊瑚礁，依其與本陸的位置關係，得分爲三種：(1)岸礁或裾礁(Fringing Reefs)，(2)堡礁(Barrier Reefs)，(3)環礁(Atolle)，如第五八圖。

第五八圖 珊瑚礁的種類

上……岸礁  
中……堡礁  
下……環礁



準變化說，即冰河限制說，(3)慕雷 (Murray) 的隆起說，(4)臺維斯的折衷說。

(1) 達爾文的沈降說，珊瑚是在沈降下去的熱帶珊瑚海中的島嶼上，漸次向上方棲息的，最初表現於岸礁，次之現於堡礁，最後現於環礁。如第五九圖。

(2) 特里則謂：於冰期發生時的寒冷氣候下，大洋的水準向後退，因溫暖的氣候之再生，而招徠海水面的上昇（較差為二百五十呎），以海水面的上昇說明地盤的沈降。

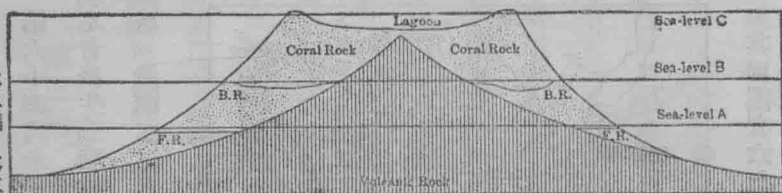
(3) 慕雷及阿格西 (Agassiz)，則主張堡礁及環礁雖缺乏沈降運動而發生。即當火山島一

關於珊瑚礁

的成因，有種種學說，主要者為

(1) 達爾文 (Darwin) 的沈降說 (Subsidence Theory)，(2) 特里 (Daly) 的水

第五九圖 依達爾文沈降說的說明圖



度準平原化之後而在海底若干深度發生堆 (Banks) 時，若這個堆隆起了，在海面下淺處占着位置，則這個堆的上面，即有珊瑚棲息。珊瑚棲息堆上後，少向堆的中心部繁殖，而逐漸向外方的緣邊擴張，一待隆起，即生環礁。又火山島並不是全部成爲海蝕準平原面，而成爲中心部所留着的所謂骸島 (Skeleton islands)，當其周圍有堆圍繞時，這堆的上面，就生珊瑚，待隆起，則形成堡礁。

(4) 臺維斯則就達爾文的沈降說，由地形學的見地爲之肯定，再加其他諸說而折衷之。火山島在珊瑚海內其原形或幼年形雖沈降，而珊瑚礁的發達，並不顯著。在火山開折後沈下的地方，有岸礁或堡礁的產生。現在太平洋中堡礁甚多，又岸礁以外，堡礁及環礁等，也因隆起而形成。

#### 四 實例

關於東印度羣島的珊瑚礁分布，荷蘭地質學者摩里格勒夫已有研

究。第六十圖爲示明其梗概的略圖，在準平原沈下了的淺的爪哇海及婆羅洲海，倘無陸地沈降，就不會發生珊瑚礁。同樣，爲廣大大陸棚的亞拉弗拉海（Arafura Sea），是沈降珊瑚礁的發達區域。然而這二者的中間，又有深度特別的彭達西里伯盆海。這地方地盤雖隆起，也有珊瑚礁的生成。

在西里伯、的摩爾、西拉姆、基羅羅（Gilolo）各島的海岸，都保有由五段至七段珊瑚礁而成的海岸段丘，有幾處地方，段丘更多，竟有十五六段的隆起珊瑚礁段丘可見（太平洋中，隆起礁最高者，達一千五百公尺）。

在菲律賓羣島，一般向內灣有岸礁發達，表示出沈降珊瑚礁，其中有一島，名叫巴拉瓦島，這島上就有沈水堡礁可見。臺灣西海岸，雖亦在珊瑚海中，因其海岸線爲非火山性的沖積平野，故遂無珊瑚礁。又在沈水迅速的澎湖島方面，有岸礁發達於熔岩臺地（Pedionite）的火山山上。琉球羣島，位在遠離珊瑚海的緣邊帶，從前的珊瑚礁到現在，以隆起珊瑚礁的形式，表現於沖繩島以南宮古西表各島。在這些

第六十圖 東印度的珊瑚礁



島上，其周圍有六七十尋深的堆。這堆好像是爲海蝕所切斷的舊珊瑚礁，祇因沈下未久，

致少海崖，故在這些島上，有岸礁發達。次之，奄美大島和加計呂麻島，其周圍有七八十尋深堆的骸島。這堆好像是昔時的珊瑚礁。同樣，橫於緣邊海中的小笠原羣島中的父島及母島，有兩段深度不同的堆，島沈降後，爲大堡礁所包圍。又在小笠原北方的七島地方，因其地位處於寒冷海中，到處有堆存在，但同時因珊瑚礁的發達，終被排除。又在南方的馬里亞那地方，其海面下有環礁存在，馬紹爾羣島，就現出顯著的環礁羣，加羅林羣島，卽由散在於海底臺地上的無數珊瑚島而成。赤道以南的南太平洋中，也多堡礁，尤以橫於澳洲東南岸長達二千公里的大堡礁（Great Barrier Reefs），規模最大。其外方急下，成爲二千公尺以上的深海；其內方則爲廣二百公尺以上的淺的沈水臺地。其沈水前的舊海岸線，就是這大堡礁的外側。斐吉羣島是立於淺堆上的火山島，有大規模的隆起準環礁（堡礁 Elevated almost-atoll）發達。波摩芝羣島，與馬紹爾羣島極相似，是浮於海中臺地上的島嶼羣，環礁極其發達。最後海威夷羣島，是存在於珊瑚海緣邊帶中的火山列，爲斷層所切落，有隆起珊瑚礁，只有阿付島現在沉下，作爲巴爾灣的良港。

## 第五節 合成海岸

## I 合成海岸 (Compound Shoreline)

海岸如合隆起、沈降、中性三種性質中的任何二者或二者以上而成的，叫做合成海岸。這種海岸，其例頗多，不遑枚舉。而在地殼運動最頻繁的日本島國上，這種海岸，尤其是最普遍的現象。其輪迴的時期，在壯年期成直線，老年期現出海蝕準平原，與前述諸海岸完全相同，祇在幼年期，在地殼運動的性質及海岸構成的物質，必不一致。茲舉數例於后：

(1) 隆起後沈降海岸 隆起的現象，因在海岸有平野存在可見；沈降的現象，因有新的入江存在可證明，大規模的隆起後沈降海岸，在美國從紐約起到中美止，沿大西洋海岸一帶，隨處可見。在日本則以濱名湖附近及關東一部與三浦半島諸地，為最明顯。此外在先志摩的海蝕臺地、北上山地東側、奧丹後地方等，也有其例。

(2) 沈降後隆起海岸 因沈降現出入江，迨入江與半島進化，稍稍近於直線，便產生海崖，此後若再隆起，在這海崖下，就作成稍稍廣大的海岸平野。海崖由硬岩而成者，隆起後即向後退，海崖因此被置於更高的位置，下位再生新層。這種海岸，克拉普氏名之為對置海岸 (Counterposed Shoreline)，如新西蘭即其著例。日本的北海道襟裳岬附近，均屬其例。

隆起一次，海岸段丘（或稱海蝕段丘）必產生一段。隆起二次，海岸段丘，必產生二段，一般海岸段丘的段數，是依隆起的次數而決定的。日本到處有這種段丘的作成，尤以在半島的尖端最顯著。例如四國室戶崎半島的西側，有新舊三段的段丘存在，上段最古、高度約二百五十公尺內外，中段尙新，高不過一百二十公尺，下段最新，是最近隆起的產物，故其附近是一種幾經隆起的多輪迴性的海岸。如庫頁北海道等地所見者，規模尤大。

隆起是將海底的剝削面露出於陸上，即現出所謂海蝕臺地（Abrasion platform）的作用是。日本有這種著例的地方，要算到先志摩半島的海蝕臺地，臺地面現在保有五十公尺內外的標高，北東起自鎧崎，西南迄於濱島的一線以南便是。這線以北的志摩半島上，有由古生層及中生層而成褶曲山地，表示着壯年時期，起伏極大。但在以南，其向北傾斜的中生層，已被海蝕作用所切斷，其上載着稀薄的砂礫。經一度隆起而形成這臺地之後，就開始沈降，發生以採真珠而有名的英虞灣及的矢灣，同時並作成鳥羽的良港地。溺水了的英虞灣是向斜部，所遺御座崎向東西走的半島是背斜部。同樣的海蝕臺地，在三浦半島南端的三崎半島（高度六十公尺）可以看見，與北部第三紀丘陵的壯年形，大有差異。兩者的境界，在於大地震時所活動的長澤活斷層。南部的海岸，也決定向東西走的斷層，著名的城高島，就是這種斷片。又浮於北部為陸

繫島的江島是最高五十九公尺的海蝕臺地，這些臺地的上面，都有關東特有的黃土所遮蔽。沈降後隆起的這等地方，至最近更沈降，而作沈水谷，及關東地震，受一公尺內外的隆起。故這地方的地殼運動，決不是單純的。

(3) 斷層沈降海岸 斷層後沈水的海岸，其前面有斷層崖，一方有入江。這種實例，在日本伊豫灘南方的三崎半島可見。

(4) 斷層隆起海岸 斷層隆起海岸，是斷層崖下一度為海水所蔽，過後其地隆起而成海岸平野的時候是。這種海岸，如大阪灣岸是標式的發達着。大阪灣的北側，有聳立一千公尺高度的六甲山脈，是斷層山脈的好例，西南延長，隔明石海峽，與淡路島相連。山脈的南側，是極急的斷層崖，其斷層至少有二段的階段，崖為向南流着的順流河川的小河埋沒於海底，後來再隆起，作成狹長的海岸平野，這斷層海岸，就為平野所保護。這平野面係由崖錐、扇狀地、隆起海岸平野及三角洲等起混合作用而形成，地形複雜。這平野的西端，有神戶海港發達。

## 第四章 冰河地形

### 一 冰河侵蝕 (Glaciation)



第五表 雪線及冰河末端的高度

地 方	場 所	緯 度	雪線的高度(公尺)	冰河末端的高度(公尺)	
亞 洲	喜馬拉雅	北斜面	28° N	5600	— 0
		南斜面	27° N	4900	3080
	喀喇崑崙	北斜面	35.5N	5920	—
		南斜面	35.3N	5670	3011
	高加索	北斜面	43. N	3500	—
		南斜面	43. N	2500	1130
歐 洲	斯伐爾培特	霍午斯特	77. N	460	0
	挪威	達夫來峽灣	62.3N	1600	—
	匈牙利	太脫那山	49.2N	2180	2115
	奧地利	荷他威爾姆山	47. N	2700	1700
	瑞士	卑羅阿爾卑斯	47. N	2750	980
	法國	白山	46.8N	2980	1100
	比利牛斯	北斜面	42.8N	2850	2200
	西班牙	尼華達	27.2N	3100	2860
	冰島	南岸	63 N	600	20
	東非洲	乞力馬札羅	3 S	4800	—
北 美 洲	格陵蘭	東側	73 N	1070	0
		西側	63 N	1300	0
	加拿大	落機	52 N	3000	約2000
阿拉斯加	阿拉阿斯	60.3N	600	0	
南 美 洲	阿根廷	阿康加瓜	32 S	4200	2240
	玻里維亞	東斜面	16 S	4145	—
		西斜面	16.6S	5620	—
	科倫比亞		11 N	4600	4500
新西蘭	南島	43 S	1700	200	
新幾內亞	奧拉尼亞山脈	4 S	4500	4000	
南極洲		70 S	0	0	

第六表 世界主要冰河

地 方	冰 河 名	面 積 (公里)	長(公里)	幅(公里)	冰河末端的 高度(公尺)	平均一年間移 動距離(公尺)
喜馬拉雅	岡底張加	460	30	—	3000	—
	路弗尼	—	—	—	3440	110
中亞細亞	塞拉夫西揚	886	50	—	—	—
高 加 索	培強基庫	63.8	14.7	—	1990	—
	塞里基特羅特	61.8	10.9	—	2030	—
	加拉可爾姆	40	13.7	—	1765	—
	烏西巴	1.77	6.8	—	2110	—
挪 威	攸斯特太爾斯布來	1076	100	—	300	—
	斯巴爾脫星	450	72	15	0	—
	愛開爾非羅特	—	—	—	42	—
阿爾卑斯	亞來芝	115	26.8	1.8	1360	5075
	美爾特格拉斯	55.3	15	0.8	1150	176
	羅尼	21.7	23.8	1.1	1770	18
	非爾那格特	16.0	5.5	0.6	2500	14
冰 島	巴特那克爾	8500	75	—	9	—
	霍夫斯克爾	80	—	—	500	—
阿拉斯加	馬拉斯比那	3750	120	60	0	—
	摩伊亞	1200	115	30	—	400
南 美	哥多巴克西	—	4	—	4230	—
新 西 蘭	塔斯馬	155.4	156	1.9	730	167

地形學

一三六

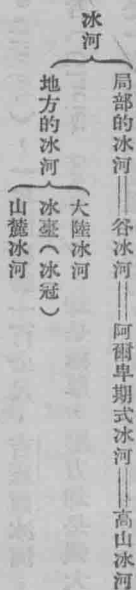
現今的地球表面，隨緯度的增高及高度的增高，氣溫逐漸降低，終至有終年積雪不消的萬年雪原（Snow field or névé）存在。雪原的最下位，叫做雪線（Snow line）。各地方雪線的高度，各不相同。降積於雪原上的雪，因相互間的重力，其容積漸縮少，其密度漸緻密，到後來，成爲冰河（Glacier），向低地移動。移動的速度頗緩慢，阿爾卑斯山中的羅尼冰河（Rhône Glacier），一年間移動一百公尺，吉羅爾冰河，僅五十公尺。移動的速度雖然緩慢，而冰河舌（Glacier tongue），却是極厚，壓力却是強大，故其侵蝕力（主爲Corrasion）也強大，凡是一度被冰河通過的地方，必表現着特異的U字谷。倘漸次向低地流下，氣溫漸上昇，冰河遂溶解，成爲河谷的水源。這冰河末端，比雪線的位置更低。在這冰河末端以上地方的侵蝕，叫做冰蝕（Glaciation）。依這侵蝕而生的地形進化，叫做冰河輪迴（Glacial cycles）。現在世界上的冰蝕地域，都還是在於幼年的狀態，但若進化，在冰河末端的高度附近，必能形成冰蝕準平原。

## 二 冰河的種類

現在地球上的冰河（參照第四圖），分布於兩個地域，一爲高緯度地方的冰河，另一爲高

山地方的冰河。前者叫做地方冰河 (Regional Glaciers)，後者叫做局部冰河 (Local Glacier)。局部冰河，因存在於高山地帶內的谷中，也稱谷冰河 (Valley Glaciers)；又因在阿爾卑斯山地有特別顯明的發達，也稱阿爾卑斯式冰河 (Alpine Glaciers)。次之，高緯度地方的冰河中，有被覆南極洲全體的二三%的大冰河，叫做大陸冰河 (Continental Glaciers)，如掩於格陵蘭隆起的臺地上者，叫做冰冠或冰臺 (Ice Caps)，而如阿拉斯加南山麓所垂懸的冰河，又叫做山麓冰河 (Piedmont glaciers)。

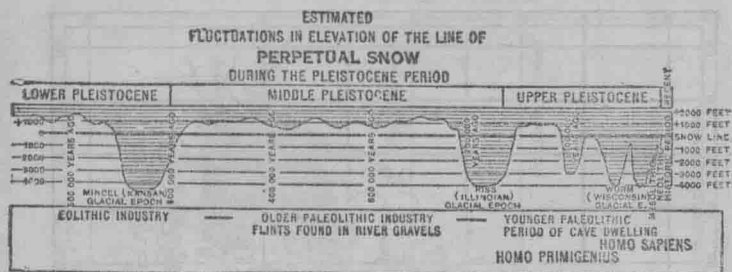
冰河的種類如次：



### 三 冰蝕地域

看第四圖及第七表，關於地球表面上現在的冰蝕地域，概可明瞭。冰蝕地域，全體占地球全陸地的一成。然大部分是南極洲與北極地方的大島嶼羣。他種地域，極其稀少。若不計其

第六一圖 洪積世的氣候

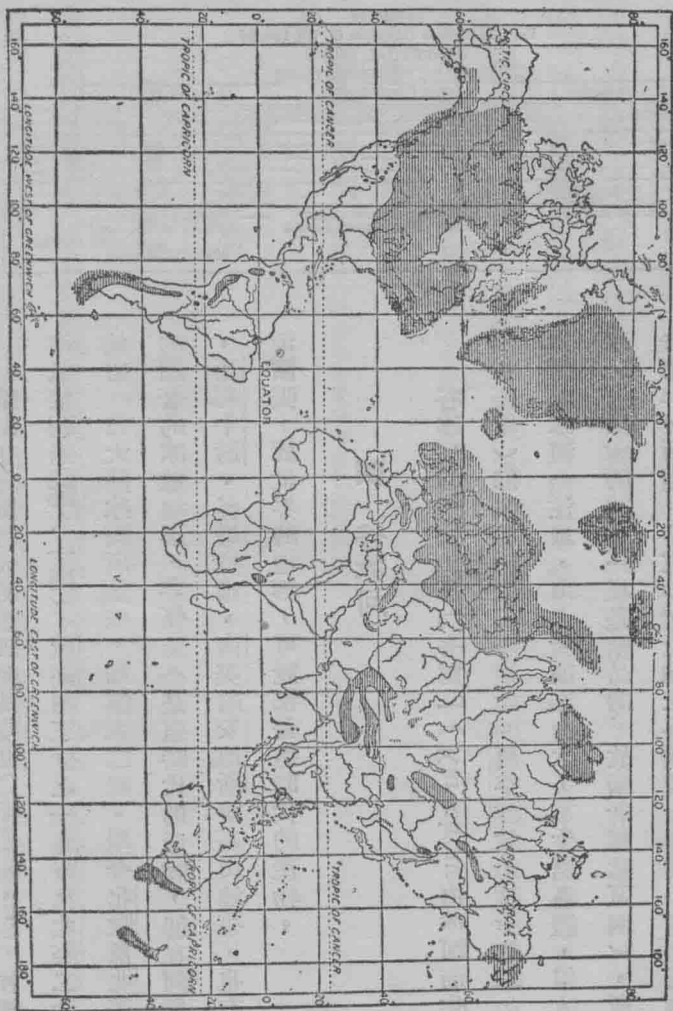


然而在地質時代的第四紀洪積世 (Pleistocene)，曾經有寒冷氣候到過(第六一圖)，歐洲的三分之一地方及北美二分之一地方，為大陸冰河所遮掩，如第六二圖。現今北歐及北美北半的顯著的冰蝕地形，非僅完全是這時代的產物，即在阿爾卑斯、比利牛斯、喜馬拉雅、南美的安地斯等高山地帶，也有谷冰河擴張，故世界的地形，可說都是這時代的產物。

#### 四 谷冰河

谷冰河的進化，自「卡爾」(Kar cirque)由冰河而生的半圓狀窪地(即圓谷的生成時開始。萬年雪盆上所降的雪，因壓力而成冰河(注意，由水所凍結的冰，不生結晶體，但冰河的冰，則如雪的結晶一樣是結晶的，故兩者應為區別)。所謂「卡爾」，所謂「沙克」，最初在谷頭現出規模小的半圓劇場(Amphitheatre)，這就是冰河的源。積雪量漸漸加多，隨着有

第六圖 洪積世的冰蝕地貌

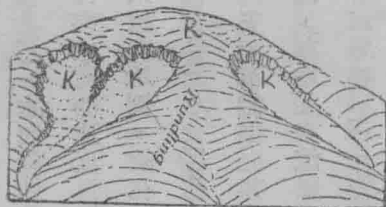


第七表 冰蝕地域

地 方	冰蝕地域的面積(等公里)	對於全面積%	
亞 洲	1.2	0.03	
歐 洲	0.9	0.09	
其中	斯堪的那維亞	0.5	
	阿爾卑斯	0.38	
	比利牛斯	0.004	
非 洲	0.002	—	
北 美 洲	2	0.1	
南 美 洲	1	0.06	
新 西 蘭	0.1	0.4	
南 極 洲	1300	93	
北 極 洲	210	54	
其中	格陵蘭	190	88
	北亞美利加島	10	7
	斯伐爾特	6	84
	法蘭士約瑟地	1.7	86
	新西伯利亞	1.5	16
	冰島	1.3	13
	合 計	1515	10

「卡爾」的成長，終至滿山成爲「卡爾」。這時期，叫做冰蝕輪迴的滿壯年期。其全山的地形，叫做「卡爾林」(Karling)地形。現在阿爾卑斯山中，在「卡爾」之間，還有帶着圓滑的原形(即 Rundling)存在。這緩斜面成爲夏季的牧場。滿壯年以後，因冰蝕致山地的高度減

第六三圖 幼年的半圓形的谷地



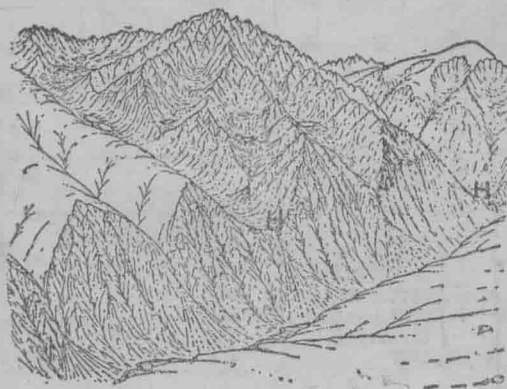
低，最後必能產生冰蝕準平原面。冰蝕準平原面，形成於冰河末端附近地方，其形狀等於河蝕的殘丘者，到處有之。這種小起伏的臺地面，叫做紀念的高地（Monumented Upland）。

從「卡爾」出發向低地流下的冰河，是慢慢的滑過山地間的低部。這低部地域一度經冰河

第六四圖 老年的半圓形谷地



第六五圖 冰河退却後之冰河渠



河退却後，在懸谷的上面，掛着飛瀑，如瑞士的山地，挪威的峽灣，都有這種飛瀑，添助美觀

通過後，深受侵蝕，成U字谷。這就叫做冰河渠（Glacial trough）。冰河侵蝕的強弱，係與冰河的速度及壓力的雙乘積成比例，故在冰河力系（Glacial system），其侵蝕，支流不能追從其本流。因此，在本支合流點上，往往形成懸谷（Hanging valley）（第六五圖H點），冰



。當冰河流下時，冰河渠內的岩石，都被剝削運搬，這被剝削被運搬的岩石，叫做堆石（Moraines）。但因其在水河舌內的位置不同，又有表堆石（Surface Moraine）、底堆石（Ground moraine）、中堆石（Medial moraine）、側堆石（Lateral moraine）、端堆石（或終堆石 Terminal moraine）。又冰河降下山地時，受原形所支配，而表示着階段狀的流路者頗多。通過這凸部時，冰河發生冰隙（Crevasses），又谷底凸部的岩盤，遇到激急的冰蝕，就現出像羊頭一樣的錯綜的谷底。這就叫做羊羣岩（Roches Moutonnées 或 Rundhöcker）。而羊羣岩的上方，是一個緩傾斜面，冰河退却後有湖水羣，前方成爲急傾斜面。瑞典的湖水羣，就是湛於這種冰河渠內的。

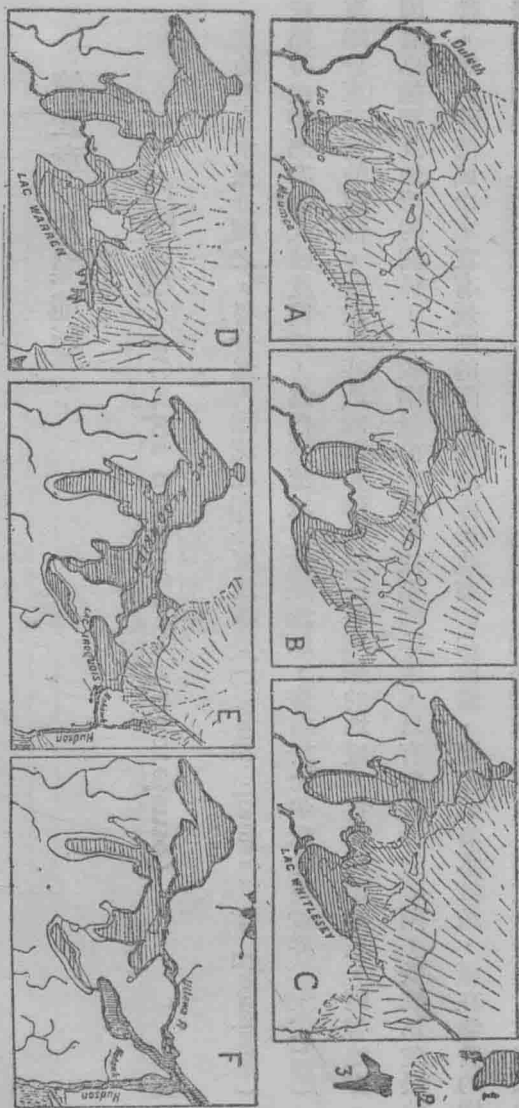
在冰河的末端，產生終堆石的丘陵，因冰河溶解，其上作成湖水。如圍繞於阿爾卑斯山麓周圍的狹而長的湖水羣，已被洪積世的谷冰河堆石所堰塞，而湛於冰河渠內。北山麓的波丁湖（Bodensee）、蘇黎支湖（Zurich）、盧芝林湖（Luzere）、日內瓦湖，南山麓的馬給勒湖（Maggiore）、科摩湖（Como）等，特別有名。這洪積世的冰河，北方遮蔽到巴瓦里亞平原的茂亨（München）止、西方遮蔽到里昂市止，迨冰河溶解，始發生數段冰河與河川合成的合成段丘（Fluvio-glacial terrace）。各段丘面上的堆石，於不同的時代生成，其最高者最古，現今已

爲森林所遮蔽。中段爲黃土 (Loess) 所被覆，成爲肥沃的耕地，決定都市村落的位置，下段由小圓礫構成，已成爲荒涼的地域。日本谷冰河的所在地，據故山崎博士及其他二三地形學者所提倡，是在於中央日本的高山中。

## 五 大陸冰河 (Continental glaciers)

洪積世的冰河，曾經遮盡北歐的全部及北美的北半一帶。其所被覆的地域，爲巨大的夫恩諾斯干地亞、波羅的克及加拿大準平原地帶，基盤面上，無急傾斜面。但也有羊羣岩 (Roches Moutonnées) 和冰河渠的生成，因堆石的集積，作成堆石丘陵羣，出現了像現今所見錯綜無極的北歐北美的冰蝕地形。如挪威海岸的福爾特峽江 (Fjord)，瑞典的湖谷 (Lake valley)，蘇格蘭的湖沼 (Lochs)，皆是生成於往時的冰河渠內。堆石有時成弧狀而集積，成爲連續的丘陵羣。在芬蘭現出名曰 Salpauselka 的丘陵，在愛爾蘭現出名曰 Drumlins 的丘陵羣。在弧的內側，有底堆石現出起伏地形，以粘土構成之，在這地方有湖沼羣可見。芬蘭的萬湖，就屬於這一類。弧的外側，在挪威方面，是有名的 Sandr 緩斜面平原，即由終堆石丘陵所導出的河川而作成的堆積平野。

第六六圖 五大湖生成的順序



以斯干地那維亞山地為 Ice Sheet 而向南方派出的洪積世冰河，曾經是占據了現今歐洲平原的大部分，交互出現了不適於耕作的砂礫丘陵羣，及其間沼澤性的低地。這種地形，在於德國，尤有典型的發達。在德國易北河以東，有四行名叫湖沼臺地 (Seenplatte) 的堆石丘陵，

水系受其支配，以至於向北向西再向北的屈曲流動。在美國則因拉布拉達高原派出的大陸冰河向後退，而於其地湛瀦湖水，到現在，形成蘇必略湖以下的五大湖（第六十六圖），即蘇必略湖、密芝安湖、休倫湖、伊利湖、安大略湖等是。

## 第五章 乾燥地形

### I 內陸流域 (Interior drainage or Endoreisme)

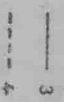
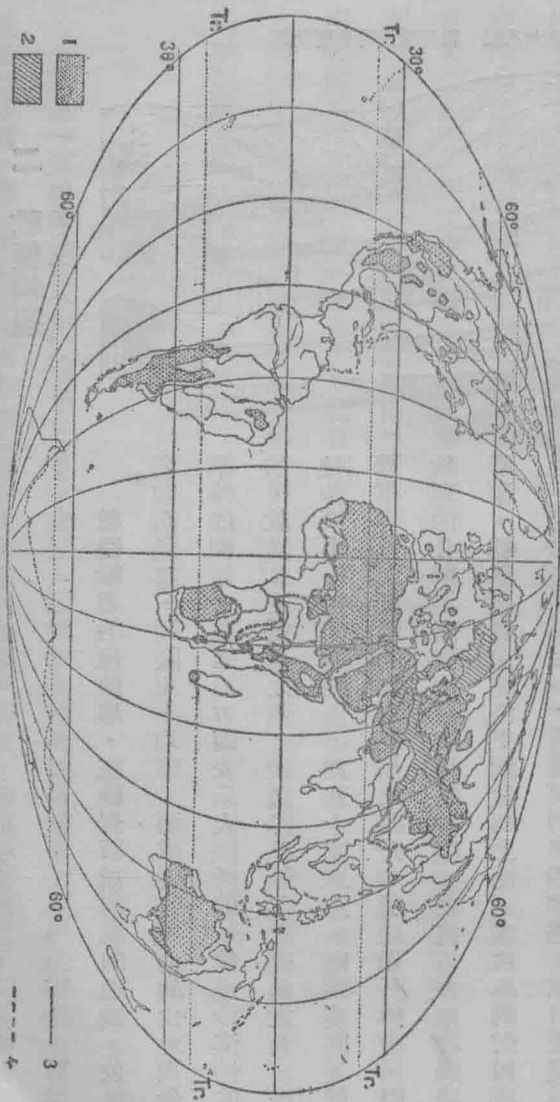
地表自水系分類之，得分爲內陸流域和外海流域 (Oceanic drainage or Exoreisme)。

在熱帶或亞熱帶而大陸度高者，爲內陸流域。內陸流域，廣布於北半球的舊世界（第六七圖）。

東起於東三省的西部，西抵於非洲的西北部，這一帶連續的地域，都是內陸流域。這帶地方，因有卓越風及地形的關係，一般雨量少，沒有規則的降雨，只有突發性的降雨，故成爲乾燥地帶。然內陸流域中，在有規則的降雨的地方，也有河川流着，而成爲有水流域，祇在突發的偶發的降雨地，是無水流域 (Areamie)，乾燥地形，就在這無水流域呈標式的發達。其侵蝕的營力，以風爲主，以水爲從。在這地方推動着的地形進化，叫做乾燥輪迴 (Arid Cycles)。

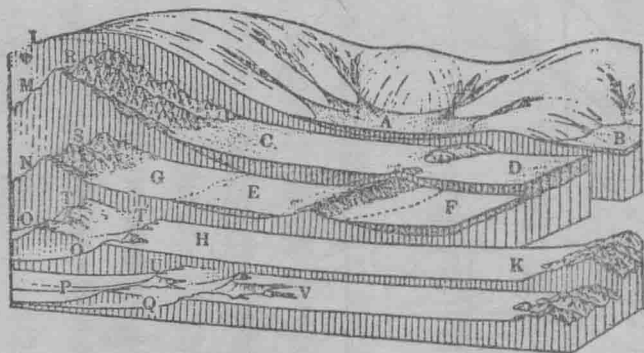
第六七圖 內陸流域的分佈圖

1. 無規則河川的內陸流域
2. 內陸流域的界限
3. 有規則河川的內陸流域
4. 從前內陸流域的界限（最近編入外海流域）



## 二 乾燥輪迴

第六八圖 乾燥輪迴的各種狀態



乾燥輪迴的原地形，在硬岩石所組成的地域，依地殼運動而隆起，因隆起不均等，而成慢慢屈曲的山地與盆地羣時即開始。在這地方因表示大陸性的氣候或沙漠性的氣候，故其晝夜氣溫之差，較之四季氣溫之差為尤大。撒哈拉沙漠上，晝間的氣溫，在五十年代以上，而到夜間，竟有飛雪可見。氣溫的較差既如此其大，所以岩石伸縮，而行動物的分解，漸次化為微細的砂礫。在這地方如有偶發的降雨，其雨必自山地流下到盆地上面，成求心的河川（Centripetal Stream），由這河川運搬砂礫，在山麓現出扇狀地，而盆地上並不歸總於一條河道，乃一樣的氾濫於岩石底。這種狀態，叫做層狀洪水（Sheet Flood）。急雨之時，有時湖水如乍得、亞爾，增減面積，漸次消滅，後來

爲砂礫所蔽。像這樣爲砂礫所蔽的盆地，在墨西哥叫做波爾孫（Bolsón）。而有這種高度不同的盆地羣時，即爲乾燥輪迴的幼年期。北美大盆地中，有大小盆地六十個之多；伊朗土耳其高原中，也有同樣的盆地存在。次之，在高低不同的二個盆地中，其位置較高的盆地被侵蝕而降低，中間的山地，被剝削而變爲盆地底。而像這樣有盆地聯合統一時，即爲壯年期。更處於高位的山地，其高度漸次減少，終至於消滅。砂礫的供給極少，且爲風所運搬漸漸至於無砂礫可見，由是，基底露出岩石，這叫做沙漠準平原。其不受剝削的山地，則在這岩石平原面上，作爲殘丘的殘存着。這殘丘叫做島山（Inselberg）。第六十八圖是表示這等進化的一斑。但因風所吹的方向及所吹到的高地，並沒有一定，故準平的高度，也沒有一定。不過這高度，依原地形時期中盆地底的高度，而有地方的不同。利比亞沙漠，則在六百公尺至一千公尺的高地上有準平原的形成。

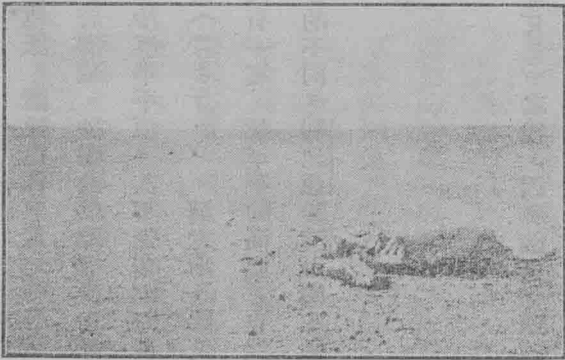
### 三 二種沙漠

既經一度形成岩石平原（Felsebene）之後，因風蝕與物理的分解雙方不斷的繼續，就能直接產出砂礫。這砂礫被卓越風向一定方向所運搬所堆積。所以，沙漠得分爲二：(1)爲供給砂礫

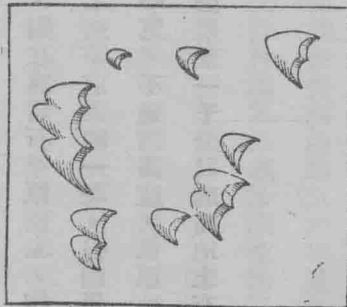
第六九圖 砂礫沙漠的分布



第七十圖 撒哈拉的岩石砂



第七一圖 弦月形



的乾燥地，(2)為堆積砂礫的乾燥地。前者叫做岩石沙 (Rock desert) 或稱哈馬達 (Hamadas)；又後者叫做砂礫沙漠 (Sandy desert)；在撒哈拉叫做愛爾格 (Erg)，在都蘭 (Turán) 平



原，叫做昆姆 (Kounn)。撒哈拉沙漠全面積爲六百萬方公里，其中八分之一是 *Erg*，餘外都是哈馬達。而哈馬達中，又有礫原，即 *Tanezrouft* 與岩原即岩石平原 (*Felsebene*)。岩原如的彼斯的 (*Tibesti*) 高達三千公尺，頗多起伏。反之，如利比亞地方的岩原，大部分爲「愛爾格」所占，於其地有砂丘出現。這砂丘在土耳其叫做弦月形 (*Barchanes*) (第六九圖，第七十圖，第七一圖)。此弦月形在風上成緩傾斜，在風下成急傾斜，與海岸地方的砂丘 (*Coastal dune*) 相同，其移動亦隨風的方向而轉移。

#### 四 黃土 (Loess)

乾燥地方的微細砂粒，有時被運搬於遠地，成爲所謂黃土的土堆。這黃土堆，不是海成層，乃表示斜交層理，容易縱剖。我國北部的黃土，深深被黃河及其支流所侵蝕，其被侵蝕後的谷，至冬季減水時，成爲交通路。因春季的汎濫而生段丘，段丘之上有村落。黃土地域，一般尚肥沃，頗宜充作農耕地。現在爲黃土所蔽的地方，有華北平野，山西臺地，渭水盆地，東三省平野，蘇聯南部，南德意志，法蘭西 (*Loess* 之名，出自阿爾沙斯)，北美的普來里，南美的罕波斯等。這等地方，都是世界小麥的產地，如第七二圖。

第七二圖 黃土(黑色)沙漠冰河分布圖



前述冰蝕地形和現述乾燥地形，在地球上，都僅占着一點小範圍，其地域遠隔文化地帶，於地形學上及地理學上，都沒多大的重要性，但想到洪積世的冰河，曾經被覆了北歐北美北半部的事情，及乾燥地方的氣候，將黃土堆積到文化地帶時，也可以知道：於吾人關係疎薄的冰河和沙漠，卻有相當的影響，所以研究冰河和沙漠，也覺有甚深的興趣（第

## 第三編 構造地形

### 第一章 山岳地形

#### 第一節 造山運動

##### 一 山岳的意義

山 (Mountain) 與丘 (Hill) 及高原 (Plateau) 的界限，並不明瞭。只就起伏有比較大小的問題。自地質的見地視之，在地表上雖平坦，而內部的地質紛亂者，其地就叫做山。而火山通常則不屬於這山之內。

##### 二 山地的種類

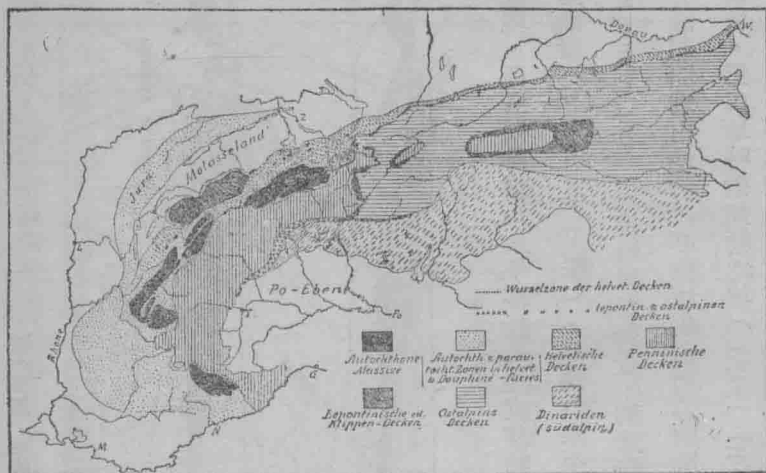
構造山地的作用，即造山力，是由地球內部而起的內營力，與現於地表者完全不同。其形式得別爲褶曲 (Folding) 與斷層 (Faulting) 二種。因水成岩的褶曲而成的山，叫做褶曲山地

(Folding Mountains)，如穹隆山地 (Domed Mts.)，即其一種；因地層斷裂隆起而成的山，叫做斷層山地，或地塊山地 (Fault or Block Mts.)。

### 三 褶曲山脈

地層一經褶曲，必起波的高處和低處。前者叫做背斜部 (Anticline)；後者叫做向斜部 (Syncline)。由背斜部和向斜部交互的對象而成的褶曲山地，叫做對象褶曲山脈 (Symmetrical folded Mts.)，如汝拉山脈及往時的亞巴拉吉安山脈，就屬於這一類。又在背斜的兩側，成非對象的傾斜者，叫做非對象褶曲山脈 (Unsymmetrical folded Mts.)。這非對象褶曲，是褶曲山脈的普通形式，有背斜向斜離合聚散，或則背斜部載於向斜部，現出皺曲 (Pitch) 的現象，像波浪打到岸上回轉去的樣子。如阿爾卑斯、喜馬拉雅、安達斯、落機等大而山脈，都有這種實例。所以，非對象褶曲山脈，稱為普通褶曲山脈 (Normal folded Mts.)，視其運動的形式不同，又有閉口褶曲 (Closed folds)、重複褶曲 (Overfolding)、顛倒褶曲 (Overturned folds)、扇狀褶曲 (Fan-shaped folds) 等之分。以德文言之，普通稱為覆臥褶曲山脈 (Deckenfaltungsgebirge) 或蓋層褶曲山地 (Überfaltungssdecken Gebirge)。

第七三圖 阿爾卑斯的四周覆臥褶曲



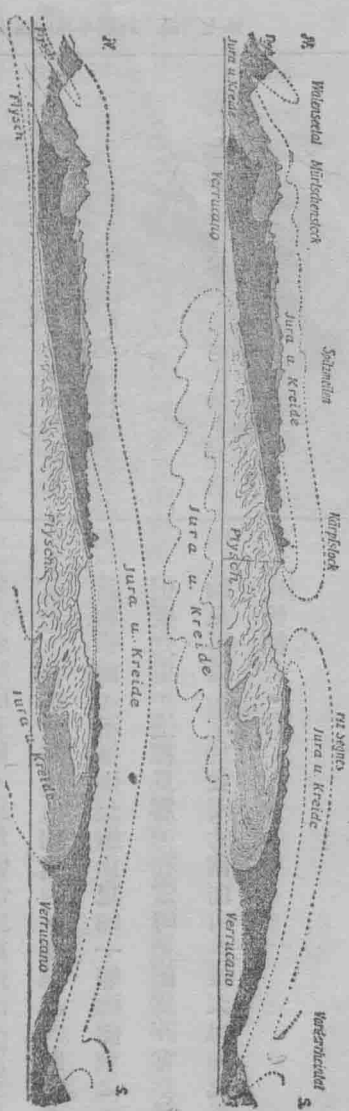
單稱「達肯」山脈。阿爾卑斯山脈，因有自南而北的側壓力，乃有大小長短不同的四個「達肯」，成水平地向北方多動，由舊地層被覆新地層（第七三圖及第七四圖的下圖）。而舊地層為新地層所被覆，哈姆氏既於前世紀承認之，不過當時的見解，以為當作二重褶曲（Double fold），從兩方所壓迫褶曲的。如第七四圖上。這種褶曲，不過作為造山史的一節而記載之，但要知道，這種見解，在當時是認為非常卓越的見解的。至於我國的褶曲山，像天山和崑崙山等都是。

#### 四 斷層山脈

缺乏鉸狀性的地層，依同樣側壓而作為斷

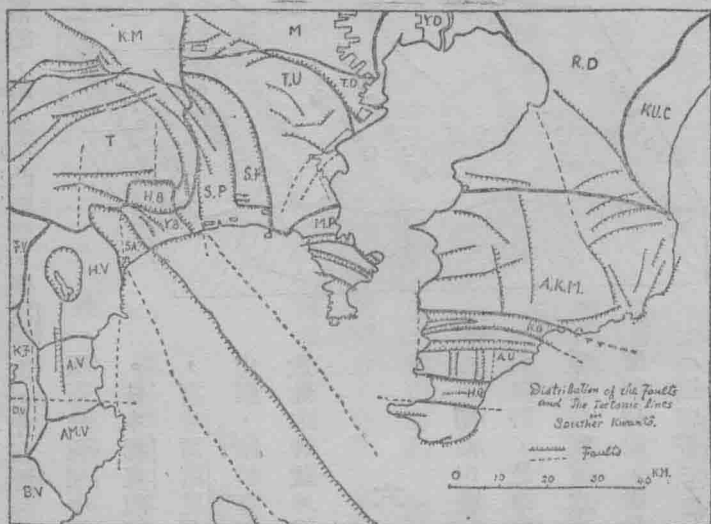
第七四圖 對於阿爾卑斯褶曲的新舊思想

上圖是舊思想 下圖是新思想



層表現。斷層同時進行水平移動與垂直移動，因落下的方向不同，有正斷層（Normal fault）和逆斷層（Reversed fault），其僅行水平移動者，如日本伊勢海、仙臺海等，稱為水平斷層（Horizontal fault）。逆斷層甚者，稱為衝上斷層（Thrust fault）。但無論何者，因斷層致一方隆起而成山地時，必能產生前面為斷層崖（Fault scarp），表示急傾斜，背面表示緩傾斜的山地。這山地叫做傾動地塊（Tilted Block）。又若兩側現出斷層崖，而中部隆起，便稱地

第七五圖 關東南部的地形區和斷層綫的分布

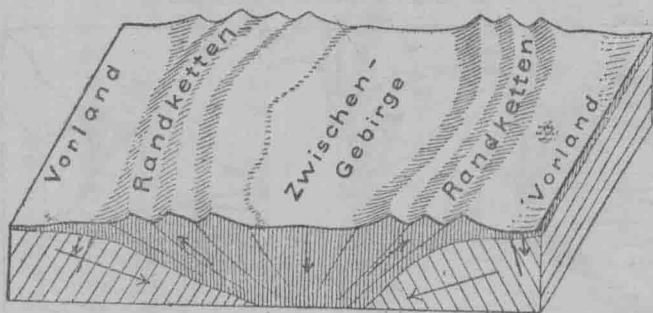


壘。地壘德文爲 *Horst*，英文爲 *Block Mountains*。反之，在兩個並行的斷層中間如落果下，則稱地溝。地溝德文叫做 *Graben*，英文叫做 *Rift valley*。斷層有時在狹長地帶內，有現出略略同一走向的斷層羣 (*Fault group*) 者，其中間的所有地塊，因此排列於不同的高度，而現出所謂階段斷層 (*Step fault*) 的地形。

### 五 斷層之例

我國的斷層山，可分爲三種：(甲) 像蒙古高原到沿海平原，從西北向東南逐步下降，這叫階級斷層；(乙) 二平行斷層，中間陷落爲地溝或地壘，那兩旁高峙爲山，

第七六圖 普通的造山帶



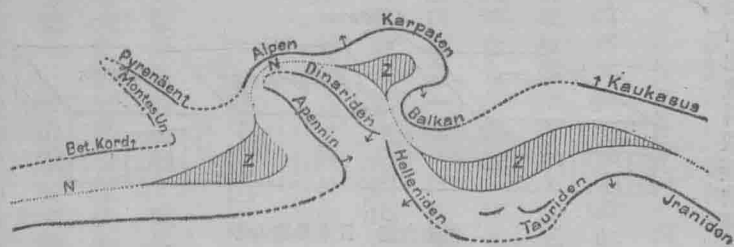
叫做中陷斷層。例如山西汾河谷旁的霍山和呂梁山是；(丙)二平行斷層間當中隆起為山，兩旁陷落的，叫做中凸斷層，像呂梁山，介在汾河黃河中間是。又我國天山、阿爾泰山及薩彥山脈以及亞洲中部諸山脈，都是大地壘。他如朝鮮是一個地壘。日本關東南部的斷層，更為顯著。歐洲阿爾卑斯山的北邊，有哈爾西尼亞山脈存在。巴里斯康及亞爾摩里康兩個古代山脈，斷裂隆起，形成傾動地塊及地壘羣。北美方面，其大盆地中的盆地羣 (Basin Range)，是傾斜地塊羣。

## 六 山脈的成長

褶曲山脈，先自大向斜 (Geosyncline) 的生成起。所謂大向斜，是徐徐沈降的皺曲狀凹地。這凹地為海水所蔽，是重重疊疊的水成層。倘受橫壓力的衝撞，大向斜內可塑的地層便褶曲，徐徐起垂水平兩種運動，而作成山脈。這就是 (造山帶 Orogenic Zone)。往時的大向斜，就是現在的造



第七七圖 地中海造山帶



山帶。造山帶的基底及周圍，表示堅岩石構造，叫做前地 (Foreland or Vorland)。由兩側的前地受側壓，成二面推進，造山帶內褶曲山脈產生方，出現於造山帶的兩緣邊，作成緣邊山脈 (Randketten)。而造山帶的中央部，高度低於緣邊山脈，成爲低盆地或高原，卽爲中間山地 (Zwischen Gebirge)，如第七六圖。造山帶狹，缺除中間山地，運動於反對側的緣邊山脈所相接的部分，叫做「那爾卑」(Narbe)。又緣邊山脈前面的前地，深深爲斷層陷沒，叫做前淵 (Fore deep or vortiefe)。

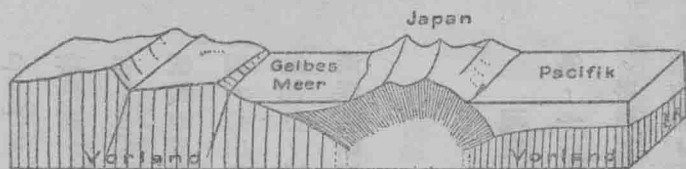
## 七 世界的褶曲山脈

現在世界上的大山脈，可分爲二個系統。一分布於太平洋周邊，一在歐亞大陸的南緣邊向東西走。形成太平洋東邊的造山帶，叫做落機安達斯造山帶；形成太平洋西邊的造山帶，叫做東亞造山帶；而亞洲南部的造山帶，叫做前亞細亞造山帶；歐洲南部

第七八圖 安達斯山的造山帶



第七九圖 日本島造山帶



第八十圖 北美的造山帶



的造山帶，叫做地中海造山帶。在地中海造山帶（第七七圖），若比利牛斯、阿爾卑斯、喀爾巴阡、巴爾幹等，是造山帶內北側的緣邊山脈（枝）；亞得拉斯、亞比寧、第拿爾阿爾卑斯、兵特斯諸山脈，是南側的枝。而其中間，作為中間山地，有西地中海盆，匈牙利盆地，黑海。波河平原亞得里亞海，是前淵之一。阿爾卑斯山系的走向，其所以不規則的彎曲（Biegung）者，是由於被

前地的地塊所障礙的緣故。

成長的造山(正的造山 Positive Gebirgs bildung)或於完成後沈降的造山(負的造山 Negative Gebirgs bildung)，由山地的一部沈水而完全不現出兩枝。這種形態，在太平洋周邊的造山帶，頗多其例。安達斯的造山帶，只有東側的緣邊山脈尙留着，如第七八圖。東亞的造山帶，只有東枝露出海上，作成日本列島，如第七九圖。又東印度羣島，生成於東亞造山帶及前亞洲造山帶會合的部分，作為成長着的造山帶的一過程，已現出無數的島嶼。北美美國西部，表示着造山帶的一切，作成東枝的落磯山，西枝的尼華達山、喀斯喀特山、可斯脫蘭基山中間山地的大盆地。更在落磯山的東部，有前地斷裂隆起，而成落磯山的前山，在南部，成為哥羅拉多高原，如第八十圖。

## 八 造山期

世界上的山脈，成長於不同的時期。大別之得分為二個地質時代。一為古生代，其地層堆積於大向斜，於古生代的終末行之。一為中生代，其地層堆積於當時的大向斜，自中生代末到第三紀，行造山運動。前者叫做古生代山脈 (Paläoiden)，後者叫做中生代山脈 (Mesoiden)。古生代山脈以前作為堅固陸塊而存在的盾狀地 (Shield, Archaiden) 為前地；中生代山



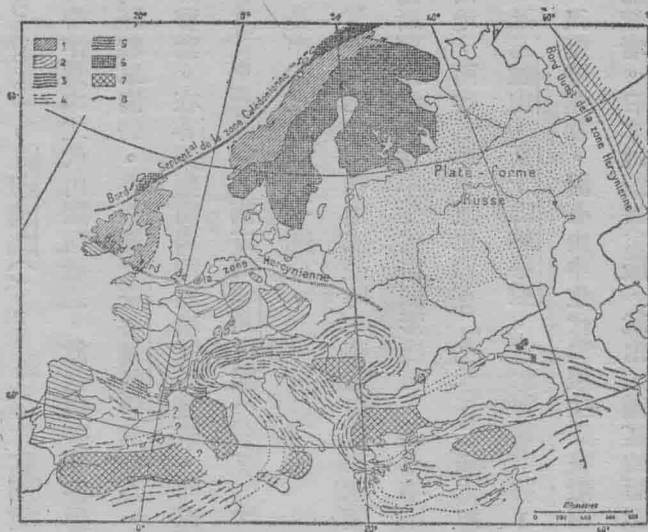
而西，到斯干地那維亞蘇格蘭止，有加來陀尼亞山脈（Caledonia Mts.），西南部有阿爾摩康（Armorican）、凡里西康（Variscan）等古代阿爾卑斯造山帶存在，更南方有阿爾卑斯等地中海造山帶作爲中生代山脈而發達。故造山帶概移動於南方，如第八一圖。地中海實在是未來造山帶的胚種單向斜。在亞洲以安格勒蘭特爲中心，有造山帶向南方及東方移動。在南北美，則向西方移動。在非洲則向周圍成環狀的擴張。即以非洲大陸爲楯狀地，作成造山輪（Afrikanische Orogene Ring）。南方的地角山脈（Cape Mts.）是古生代山脈的斷片，北方的亞得拉斯山脈，是中生代山脈的一部分。

當新紀造山帶褶曲成長時，舊造山帶在地殼上必感動搖，這時候褶曲已停止，代之而起者，爲斷層運動。當中生代山脈形成時，其已準平原化的古生代山脈就斷裂隆起，作成地壘或傾動山地，而作爲準平原化（Neo paläiden）的再現。如天山、阿爾泰山等中部亞洲的 Neo Paläiden及烏拉山、斯干地那維亞、古代阿爾卑斯、喀爾拉巴等，就屬於這一類。

又斷層運動。固有由中生代山脈生成後繼續起來的地殼運動而起，但也有即於中生代山脈中而起者。日本的斷層山脈，就由這種運動而形成。這種斷層，到現在還是進行着，時時作爲地震活動出現，而體驗於吾人之目前。依據阿爾根氏，這斷層運動是在地下深處起褶曲的，以

褶曲運動的一種論之，叫做深部褶曲（*Pis de fond*）。

第八二圖 歐洲構造圖



中生代山脈的地域，是地球歷史最後的地殼運動所行的地域，故比之古生代山脈及盾狀地（*Archaiden*），顯見其不安定。而這地域，也就是作為造山運動之餘波，地震火山活動最盛旺的地方。世界火山脈及地震脈的分布，是與中生代山脈的分布一致的。如太平洋緣邊與歐亞大陸的南邊便是。

### 九 山脈的配列

諸山脈在一個造山帶內的，叫做幹脈（*Cordellera*）；其各支脈，叫做山系（*Mountain System*）；山系內的各脈，叫做山脈（*Range*）。惟新紀的山脈，多成弧狀，外側的脈

第八三圖 歐亞大陸的構造圖



程弧度甚大，弧的外側爲地震帶，內側爲火山帶。若內側有二個火山帶並行時，其近於弧者爲安山岩火山脈，另一爲玄武岩火山脈。日本島是一個弧狀山脈，恰與這規則相符。

一個山脈分爲數脈的現象，叫做分歧 (Virgation)。若無障害物時，山脈得自由放枝，成爲扇狀而自由分歧 (開放分歧)。馬來羣島，以馬尼拉爲頂點，在南方的蘇門答刺與基羅羅 (Gilo) 島間，表示着四條自由分歧。各脈之間，深深陷落，有海水侵入，形成斯魯及西里伯盆海。各支脈在南方末端，因側壓及障害物關係，始彎曲，形成婆羅洲、西里伯、基羅羅的三K字島 (這也是分歧)。又有障害物存在時，爲障害地塊所左右而成強制分歧。阿爾根氏指明天山及其他亞洲中部諸山，是屬於此例 (第八三圖)。

一個山脈與他山脈結合時，有二種形態：(1) 二山

脈生於同時代者，依同一方向彎曲而成尖角。這叫做對曲（Syntaxis or Scharung）。如阿留地安的弧與落磯山的北端，在阿拉斯加地方成對曲；與都庫什和喜馬拉雅，在印度河附近成對曲；形成日本島弧的北彎與南彎，在中部地方成對曲，作成關東山脈與赤石山脈。(2) 二山脈生於不同時代者，一方山脈突入於他方山脈的腹部，這叫做連鎖（Linking or Kettung）。如日本千島弧及琉球弧，在北海道及九州地方，與本州弧成連鎖。

若更就許多山脈來看，還可以看到雁行狀（Echelon）的排列。如庫頁山脈的南端，稍微向西移動，成爲蝦夷山脈；蝦夷山脈的南端，又向西移動，成爲北上山脈；北上山脈的南端，再稍向西移動，又成阿武隈山脈；像這樣依次向南方移動，卒有小笠原、馬利亞納、雅浦、帛琉、摩鹿加各脈存在，宛如秋雁飛行。

## 第二節 山地的侵蝕

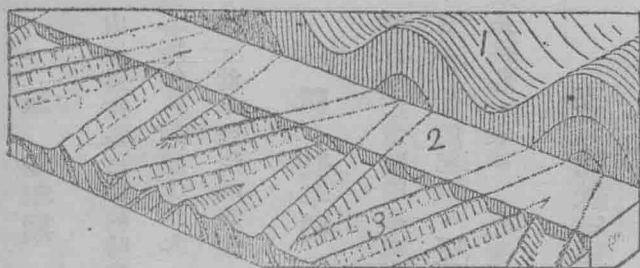
### 一 營力的不同

依內營力而形成山地，所形成之山地又爲外力所破壞。在山地起的外力，已於第二編中敘

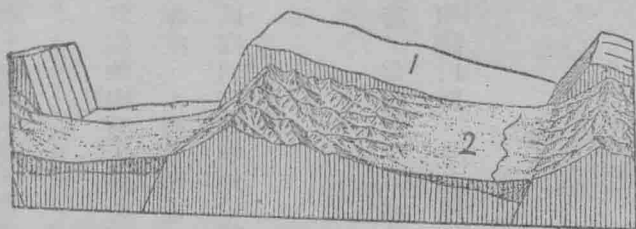


述各種營力的作用。在冰河末端以上或雪線附近以上，依冰蝕或因霜的作用而起流土 (Solifluction Soilflow) 的現象，被崩壞下來的

第八四圖 亞巴拉吉安山脈的侵蝕進化



第八五圖 斷層山地的壯年期



的岩石，發生岩流 (Rock Stream)。然而一般以河水的侵蝕為主營力，故地形的進化，現出各種河蝕輪迴的形相。這時候的風化，雖是從屬的，不過在森林線 (Timber line) 以上，因為沒有森林，其風化格外顯著。

山地侵蝕力的強弱，依(1)高度，(2)營力的強弱，及(3)岩石組織而決定。

## 二 原地形

以依內營力而高聳的地形為原地形。若為褶曲山脈，有地層背斜向斜之波衝激突着。如第八四圖之1是。又若為斷層山地，則有

新鮮的斷層崖露出，如第八五圖之1是。這種原地形，在北美俄勒岡州可以見到。

### 三 幼年期

山地為峽谷所蝕的時候，峽谷間的山背，還是留着原地形而平坦。在斷層山地，斷層崖為U三谷所蝕，刻成V字谷，到壯年期，由三角切面（Terminal Facet）變為底切面（Basal Facet）。幼年地形的適例，在我國四川三峽等地中可見；又法國德國的中帶山地中亦有之。

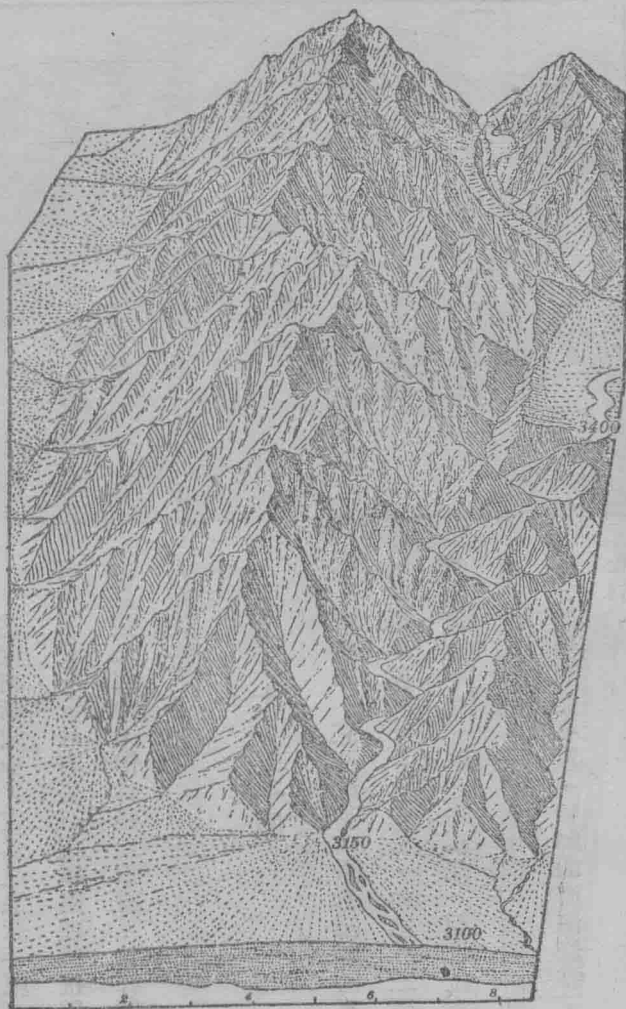
### 四 壯年期

當原地形遺物的平頂峯消失時，為滿壯年，如第八六圖及第八七圖是。日本的阿爾卑斯山地，日本外帶的紀伊、四國、九州諸山脈，是其適例。其特徵有三：(1)谷幅廣闊，(2)巖細微，(3)水系整齊。

### 五 晚壯年期

高峯速受侵蝕，高度逐漸降低，與低峯同一步調而進化。分水嶺不似壯年期之險峻，而帶

第八六圖 壯年山地



着圓平形。谷幅廣闊，形成氾濫原。這種形狀，叫做從順山形 (Subdued Mountain form) (第八十八圖)。南落機山的圓頂山地，是其一例。

第八七圖 南加利福尼亞的壯年山地



## 六 老年期

高度漸漸減少，成爲波浪狀平原 (Rolling plain)。只有岩石組織堅硬對抗侵蝕的力量強大部分，作爲殘丘留着。其好例要算到新英格蘭了。

## 七 準平原

到後來，完全成爲由岩石組織的平原，叫做準平原 (Peneplain)，如第三三圖。像我國遼東半島，蘇必略湖岸，亞巴拉吉安山麓臺地，蘇俄，英格蘭南部，法蘭西巴黎盆地，西伯利亞平原，朝鮮的西海岸等，屬於此例。

第八八圖 順從山地



八 二輪迴性山地 (Two Cycle Mountains) 及其實例

世界上一切的山地，必與現在某種侵蝕時期相當。而有許多山地，彷彿已經經過一度準平原的形成。阿爾卑斯山中，在東部奧斯脫爾班（Ostalpen）山頂，保存着準平原面，而作為山脈。在最近形成的汝拉山地，有人主張謂有準平原化的可能。關於日本準平原形成時代的確定，學者不一其說，但的確是在於第三紀中。蓋當古生代的終末及中生代的初期（三疊紀），日本羣島的骨骼，以褶曲而形成，其後內帶與外帶接近，生出中央裂線（Median line），更依動的造山運動，形成山地，當這山地入於準平原化的時期，是在第三紀的中葉。準平原化之後，起地塊運動，決定現在的高度之基準。其後隆降（瑞穗沈降時代），在奧羽地方，堆積新第三紀層，更在第三紀終末，起造山運動（多為斷裂隆起），到第四紀，有新火山活動，頻起於各地，其斷裂隆起運動，現今還是繼續着。所以現在某日本島山地的高度，決不是依突發的造山運動所能急速形成，必為長期地質時代之隆起沈降的總和及侵蝕的總決算以後的遺物。所以在各山地頂上部附近，據說是昔時準平原的遺物。這種情形，不只日本山地如此，其他地方，也必定是一樣。所以，全世界是布滿了二輪迴型的山地或重輪迴型的山地。

## 九 切峯面（GipfelAur）

準平原面，理論上是形成於海面附近的低地。但現在在山地的頂上部，也恆有其遺物存在，於準平原形成後，表示着相當高度的隆起。這種準平原，散在於山地的各處，其間生成深谷。又各隆起準平原的高度，必不一定。因谷是於隆起後生成，若除開谷設想，必然出現侵蝕以前的原地形。將這種理由推演之，若於山頂適當定一高度，依其高度，畫等高線，則必可製作相近於當時依內營力（隆起）所能產生的高度。將這山地歸復於原地形的圖，叫做原面曲線圖，或切峯面，或復歸圖，或峯準面、峯頂平地面等。貝克則名之爲 *Gipfelkur*，臺維斯則名之爲 *Summit level*。

這圖的作法，極其簡單，於地形圖上行適當的分劃（例如每方二公里），選擇各框內的最高點，依這高度，畫等高線就好。依這圖若等高線間隔極大，其面必定是準平原面。又若有二段三段的準平原面，其各面叫做山麓面（*Piedmont Fläche*）。又等高線間隔是緊密的，則可疑其有斷層或撓曲存在。又在這圖中可知連結最高地點的線是隆起軸，連結最低地點的線，是沈降軸。

## 第二章 平地地形

## 一 平地地形的種類

地形上所謂平地地形，是指起伏少的平坦部分而言；而地質上所謂平地，則是指地質構造簡單，地層成水平或緩傾斜的部分而言。這裏則兼併兩者之意義，叫做平地地形。這種意義的平地，究竟如何造成？茲研究如左：

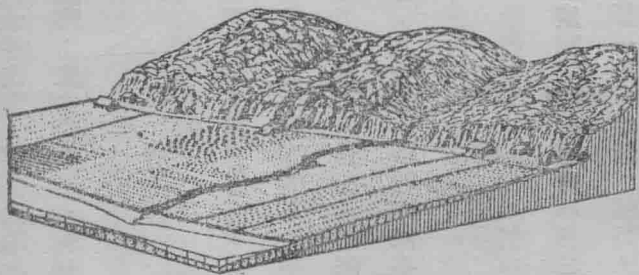
- (1) 陸棚是稍稍隆起的地方——海岸平野。
- (2) 斷裂隆起在高位作成平地的地方——臺地或高原。
- (3) 土地陷落而產生的地方——盆地。
- (4) 因火山現象而產生的地方——岸野、火口原。
- (5) 由山地供給土砂而填高的地方——沖積平野、扇狀地、三角洲。
- (6) 山地被侵蝕而成平坦的地方——準平原。

以上自(1)至(4)，是依地球內部的營力而形成，(5)與(6)是依外部的營力而成立。關於(4)將於次章記述，(5)既於河谷地形中述及，(6)也曾在前節略述。現在單就(1)至(3)的平地，爲之記述。固然，一切的平地，不是依這等原因之一而形成，常作爲種種作用的複合體而表現，這點是應



加注意的。

第八九圖 蘇格蘭西部的幼狹海岸平行



第九十圖 意大利西北部的海岸平野(晚壯年)



## 第一節 海岸平野

### I 海岸平野 (Co-

astal plain)

海岸附近若使慢慢隆起，必有堆積於淺海底的新地層現於陸上。這地層慢慢向海方面傾斜而成平野，叫做海岸平野。在構成平野面的地層中，含有淺海介類的遺骸。如江蘇平原、粵江三角洲等，就是海岸平野的一例。

海岸平野的廣幅，與隆起量及以前海底的傾斜，都有關係。在太平洋的周邊，自海岸直到

深海，是以急傾斜率直下去的，故一般產生狹的海岸平野（Narrow coastal plain）。如日本神戶大甲山麓，舊金山的北方，澳洲的東岸，就是這一類。此外在非洲，尤其在東岸方面，爲例尤夥；蘇格蘭海岸，也有這種平野發達，如第八九圖。

## 二 壯年期的海岸平野

現於陸上的平野面，受延長河川的侵蝕。其隆起繼續不已，於是在深谷河間之地，變爲丘陵。像這像開拓了的海岸平野，叫做壯年期海岸平野（Mature coastal plain）。意大利的亞得里亞海岸，就是晚壯年的海岸平野。如第九十圖是。日本的磐城海岸平野，北海道北見的海岸平野，也是這一類的海岸平野。

## 三 帶狀海岸平野（Belted Coastal plain）

廣闊的海岸平野（Broad coastal plain），其構成地層，多由二種以上而成，這就叫做帶狀海岸平野。地層的傾斜，比平野的傾斜更急。自北美美國紐約到南方墨西哥爲止的平野，是其適例。

#### 四 瀑布線 (Fall line)

海岸平野與背後山地的境界，多不調和，山地的傾斜爲急直時，一到平野面，就轉緩慢。因平野面的地層比山地的地層軟弱，容易被侵蝕的緣故。如法國的摩瓦安 (Morvan) 地方，日本的六甲山麓等，不少以斷層爲境界。從這種山地流下於平地的河川，就成爲瀧或急流。而這山麓線，叫做瀑布線。山地比較緩斜時，則成瀑布帶。瀑布線下，因占着水車發電所，山地與平野交通路的交接點等有利的地位，故有許多村落的發達，和大都市的產生。

由古生層及太古層而成的二輪迴型之亞巴拉吉安山地，自東北向西南走，在其東側，有山麓臺地 (Piedmont plateau)，這臺地是結晶岩片所構成的準平原面。後來因傾斜運動發生，其高度在西部保有四百公尺的標高，在東部保有一百公尺的標高，每一公里有四公尺緩傾斜的傾斜面。隨着這隆起而成的平野，爲大西洋海岸平野 (Atlantic coastal plain)，面向前面的大陸棚，更現出一層的緩斜面。

流於這等山麓臺地與海岸平野的諸順流河川，在臺地與平野分界的地方，作成瀑布線。在這崖下，建設了紐約、脫龍特、費拉特費亞、巴爾的摩亞、華盛頓、里芝蒙、羅里、哥倫比亞

、阿格斯他、密根、孟特哥美里等工業都市。其後因僅少的沈降，在海岸作入江，但南部沈下量少，故不能有像紐約一樣的良港。加之，海岸平野，一般是不肥沃的，故平野面上，又不能產生都市。只有在河川所注的海岸附近，有威民敦、賽芬納等港。

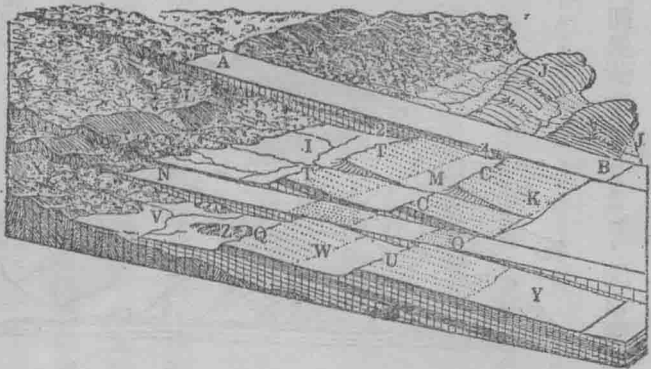
## 五 摩瓦安 (Morvan)

綜合帶狀海岸平野與山地的配列地形，或帶狀海岸平野與臺地的配排地形，叫做摩瓦安地形。

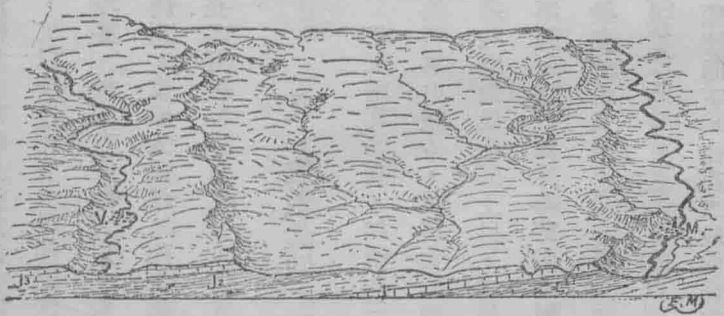
## 六 古海岸平野 (Ancient Coastal plain)

海岸平野，前面都有海。但地層的配列，極類似海岸平野，而與現在的海遠離存在者，則叫做古海岸平野。如東南英格蘭、巴黎盆地、德國的華瓦里亞盆地，是其好例。昔時地層向海傾斜，一遇順流河川的侵蝕，其硬軟各種地層，對於侵蝕，表示着不同的抵抗力，在海洋位置的對面，作成崖 (Escarpment)。這崖叫做傾斜臺地 (Cuesta)。而有這種地形發達的地方，便叫做傾斜臺地的地方，如第九一圖。

第九一圖 海岸地形的進化



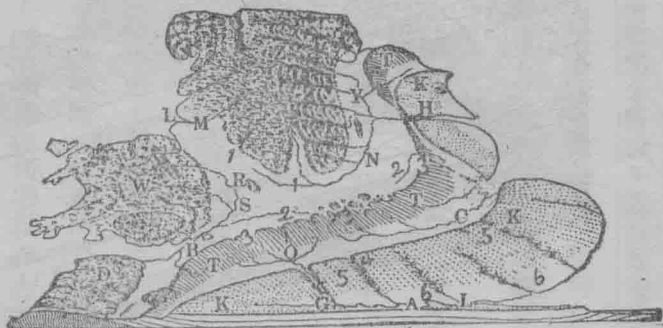
第九二圖 比爾且的傾斜臺地



## 七 巴黎盆地

巴黎盆地、倫敦盆地，各以巴黎倫敦為海而發達，是傾斜臺地地形所發達的地方。巴黎盆地，以巴黎為中心，有第三紀的臺地，這地方是肥沃的，惟布里臺地的下底，有由白堊層而成的平地，發達於東方的張伯尼(Champagn-)。這地方由白堊構成地表，只有多濕氣的粘

第九三圖 英格蘭的侵傾斜臺地



土層部分，可作為農耕地，其他則以牧畜為主業。在外方，又以汝拉紀層，展開肥沃地。這等地層，都以崖為其境界，崖下有侵蝕河川，猶如無能川的流着。逆切崖的河川，成嵌入曲流，而侵蝕臺地，巴黎以西的賽納河，是其好例。

## 八 倫敦盆地

在東南英格蘭，如第九三圖所示，其西北部有舊地塊的賓寧山脈 Z，威爾士山地 W，特溫山地 D 等存在，從這些山地供給的土砂，堆積於東方，隆起後成帶狀海岸平野。帶狀海岸平野的地層，自西北部以下次序：(1) 三疊紀的古貝爾 (Keuper)，(2) 汝拉紀的里亞斯 (Tias)，(3) 阿里的斯 (Oolites)，(4) 白堊紀的綠砂岩 (Greensand)，(5) 白堊 (Chalk)，(6) 第三紀層，向東南配列成帶狀。泰晤士河的本支流，順流而下，作成二段向西北的崖，3 與 5。第一段為

Oolitic escarpment，成爲③Cotteswold Hills, Northampton Uplande 成爲羊的牧場。西北方的低地(2)，爲 Vale of Evesham 的集約農業地 (Intensive System of cultivation)。第二段是 Cretaceous escarpment (白堊崖)，臺地上土地肥沃，因少雨量，故英國爲唯一的小麥生產地。又因隆起後沈水，故英國與歐洲大陸分離，更繼續沈下，河口現出三角江，故有倫敦、哈爾、利物浦等良港發達。

## 第二節 臺地地形

### 一 臺地與高原 (Tableland or Upland and plateau)

臺地與平野，其地質構造，原來相同，祇因海拔高度不同，致其名稱各異。又高原則不問其構造如何，是因其地形的平坦而處於高位而名之。依據實例，兩者的區別，却無明白的境界。如德干高原，雖有人稱爲熔岩臺地，而哥羅拉多高原、伊朗高原，就不叫臺地，這完全是習慣使然的。

內部地質構造錯綜雜踏的高原，往往有作爲造山帶的中間山地而顯現。如西藏、亞那得利

亞、亞美尼亞、伊朗諸高原便是。此外，尚有由火山熔岩而成的臺地。以下關於這種意義的高原，姑置不論，且就水平或緩斜的高原或臺地，敘述其構造及形態的進化。

## 二 臺地的構造

與平野有同樣地質構造的地方，為建設臺地，不得不隆起。這種隆起，並不是造山的隆起，乃像蒙古高原一樣，是造大陸的隆起，或像哥羅拉多高原西南部一樣，是斷裂隆起。而一般是屬於後者。這是斷裂臺地（Broken Plateau）。這些斷裂，最初時雖置於不同的高度，但其內部的地層，却表示着水平或近於水平的組織。

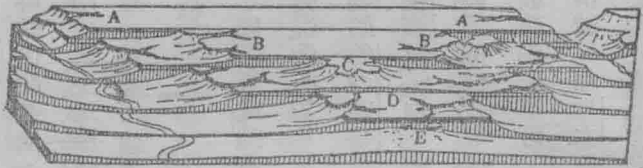
## III 開析臺地 (Dissected upland)

這臺地上有一條河川流着。河急激下蝕，即成峽谷。谷壁受河蝕及風化，抵抗侵蝕的地層，成垂直的崖，這叫做造崖層 (Cliff maker)。不然，現出崖堆 (Talus) 的緩斜面，全體成爲階段，便是臺地的幼年地形。如哥羅拉多高原和哥羅拉多河，就在於這種狀態。

不久，構成谷壁的崖，漸向後退，谷幅增廣，好像原形的臺地面已消失。當最初的平坦面消



第九四圖 臺地的開析



失時，其台地即達壯年期，如第九四圖C是。

侵蝕不斷的繼續，到後來終成準平原面。所遺硬岩的一部分，在平原上現出小起伏。這叫做地桌（Mesa）或地梁（Butte）。南美圭亞那臺地，表示着老年期的地貌，臺地上有巨大的地桌孤立着。北美墨西哥也現着同樣的地形。

### 第三節 盆地地形

#### I 盆地 (Basin or Bechen) 的種類

盆地自大體視之，可區別為二種：一為因地殼運動而產生的盆地；一為因外的營力而生的盆地。前者稱為構造盆地（Tectonic Basin），後者叫做侵蝕盆地（Valley Basin or Talbecken）。這裏所說的盆地，單指構造盆地。

構造盆地，依其運動如何，又得分為數種。其運動與造山運動完全相反。盆地面與山地的

邊界，有時爲撓曲（Warping），有時爲斷層。盆地以斷層運動比較顯著者，爲斷層盆地（Fault Basin），有狹長地帶，以二個斷層落下者，爲地溝盆地。又撓曲爲主的盆地，多在山間，叫做山間盆地。一般由向斜部形成盆地。但兩者的境界，一般以遷移形表之，故所謂盆地，不妨視爲土地陷沒部的意思。

## 二 盆地的進化

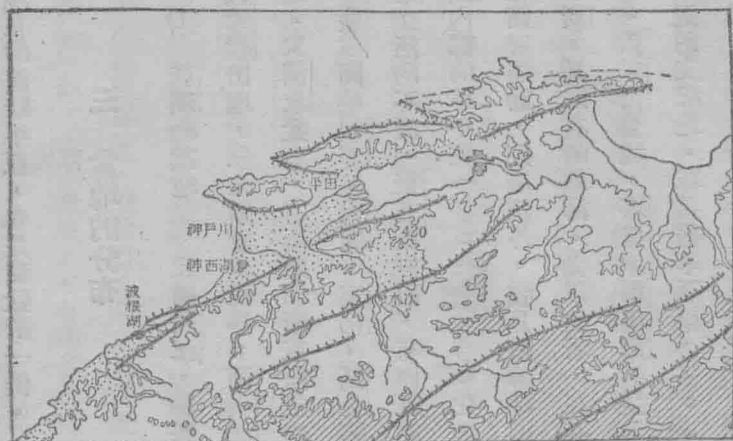
因斷層或撓曲而深深陷沒的盆地，爲湖水或海水所蔽，前者稱爲湖盆（Lake basin），後者稱爲海盆（Sea Basin or Seebecker）。現今山地上所存在之湖水，卽爲湖盆，其巨大者，爲南美的的喀喀湖，亞洲西部的務魯木湖（L. Urmia）、溫尼湖（L. Van）等，此外如裏海、黑海、琵琶湖等均屬之。這等湖盆，一方因有河川從周圍山地依求心狀流下，漸爲土砂所充填；他方湖面的海拔高度漸高，其水向海洋流出，致湖水面積，二重受縮小，終至消滅，在這地方，便發生湖底平野。迨周圍的山地，高度漸減，昔時的盆地山地，均化爲一帶削剝平原，盆地遂以消滅。如日本近畿地方，有許多並排的盆地，如大和、山城、龜岡、近江、伊賀等，都被定川及其支流所堆積，排水，而後爲乾燥地。我國四川盆地，從前本是一個湖海，後來乾燥，成

爲現在的波狀平原，也是湖盆的一例。

### 三 盆地的分布

(1) 亞洲的盆地 我國長江，聯繫四川湖南（洞庭）江西（鄱陽）諸盆地。四川對着西邊大雪嶺山地，以大斷層爲境界；湖南江西兩地溝，是切斷我國南方山系（走向東北）的地溝盆地。又渭水盆地，有斷層切斷東西走的秦嶺北側，是斷層角窪地。汾水是一條明瞭的地溝。北平蒙古間的懷來、大同、宣化、萬全等階段盆地，也是斷層角窪地或地溝，這帶地溝，演着漢蒙生活的不同。東三省方面，有向東北走的地溝羣，其地形又有其特色，這種斷層盆地，在亞洲內部的準平原（Neo Paläiden）化地域最著，而通常在喜馬拉雅等新造山帶的大山脈中，這種斷層運動，則屬例外。弦月形的深湖貝喀爾，是結合着兩個地溝；土魯番（Turfan）和柴布根斯，是鮮有的地溝。尤以前者，在其附近一千公尺的高臺中，作成海面下二百二十公尺的窪地。以天山爲境，塔里木準噶爾的盆地，是依撓曲（有一部分爲斷層）而成的內陸流域，乾燥輪迴的支配地。在這些準平原（Neo Paläiden）的北側，現出楯狀地（Archäiden）的伊爾庫次克的半圓劇場（Amphitheatre of Irkutsk）。

第九五圖 山雲地溝帶附近的斷層羣



日本爲斷層盆地，斷裂山地及火山所構成，受盆地的惠澤尤多。最大的盆地羣，是在中央裂線內側的瀨戶內海及其延長部分。這盆地羣，屬於局部者，概爲斷層所形成，而全體觀之，則爲撓曲所形成。在略略向東西走的瀨戶內海的地溝內，有小盆地。其現於陸上者，爲近畿盆地羣，其末端成若狹灣而陷沒。奧羽裏帶的盆地羣，有水陸之差，其構造則與瀨戶內海極相似。又山陰地方，有中海家道湖及出雲平野間的地溝，使單調海岸綫，變爲複雜，如第九五圖。

西部西伯利亞盆地以陸膨（Landschwelle——曲上而成的地塊）吉爾吉斯草原部爲南境，葉尼塞河的斷層谷爲東境，烏拉山的準平原（Neo Paläiden）爲西境，其南部爲海成層，中部爲湖成層及

陸成層，北部則爲依於北方來的海浸而成的海成層，是一塊構造複雜的陷凹地。南部都爾葛（Turgai）海峽，與都蘭（Turan）大撓曲盆地及裏海撓曲盆地相連絡。

在前方亞細亞地方，伊朗及亞那得里亞高原內，有烏斯脫（Wüste）山間盆地散在。在山脈的南側，更有作爲前淵橫着的孟加拉灣、恆河平原、印度平原、波斯灣、美索不達米亞平原等存在。

在東亞緣邊，白令海、鄂霍次克海、日本海、東海、南海、馬來諸盆海，有花彩羣島置於面前，羅列於南北。主張大陸漂移說的威葛內爾說：「一度移動於東方的亞洲陸塊，再向西方移動，其後有日本羣島及其他花彩羣島與許多盆海陷沒。」這種見解，在學術界中，留着永久的業蹟。

## (2) 歐洲的盆地

歐洲方面最模式的地溝帶，爲來因地溝和蘇格蘭地溝。波希米亞盆地，斷裂爲金剛石形；維也納盆地，當阿爾卑斯與喀爾巴阡的切斷部；匈牙利盆地，成爲中間山地的好例。歐洲俄羅斯受寒武紀的褶曲運動後，成準平原，其後成爲斯干地那維亞陸塊，或僅作爲露出海面上的平坦面而發達，其造山運動，是局部的極緩慢的，受着有緩慢波紋的造大陸運動，至今作成一種波狀的平原。局部的造山運動，已作爲牆狀臺地而現出，橫於窩瓦河的

東西兩側，其中間，現出窩瓦河及裏海等陷沒地。又由硬岩而成的古地塊，已成爲準平原面，所謂從華爾泰伸到東南方成爲威洛納薩地塊 (Woronesh block) 及喀爾巴阡的東北山麓臺地的波特里亞準平原，便是。在兩準平原間依緩慢的撓曲而產生的坡里斯愛盆地 (Poljesje Becken) 占着廣大的地域，有多瑙河在這濕潤盆地上向東南流，在盆地的東方出口，有波羅根的急流。

地中海是世間少有的模式的海盆，其北邊，殆爲斷層所切斷，被西西里島分爲兩個海盆。西地中海盆，最深爲三千五百四十六公尺，東地中海盆爲四千四百零四公尺，在二千公尺的等深線內，急急低下，以下則爲緩傾斜。歐洲有兩種內海，一爲中生代山脈地域的大陷沒海盆，如地中海是。這深海盆，叫做陷沒海 (Ingression Sea)。另一爲楯狀地 (Archaiden)，緩慢

第九六圖 大地溝帶



沈降成爲淺海的海盆，如北海及波羅的海是。這種海，叫做陸棚海 (Transgression sea 與綠海同義)。  
 • 北美加勒比海、墨西哥灣與地中海，似爲陷沒海；哈得孫灣與波

羅的海，似爲陸棚海。而跨及中生代山脈（Mesoiden）與楯狀地兩帶而陷沒的黑海與裏海，則兼備兩種性質。

### (3) 非洲的盆地

非洲爲南高而北低，是向北緩斜而隆起的楯狀地。海岸是爲斷層與侵蝕合成的崖，崖下有狹的海岸平野。高原面有數個經緩慢撓曲而成的大盆地。如剛果盆地、乍得盆地、丁波克土（Timbuktu）盆地、英埃蘇丹盆地（白尼羅河盆地）等就是。大陸的東部，有一更高的向東北走的隆起部。切斷這隆起頂上部的兩個斷層，作成世界唯一長大的地溝帶。所謂大地溝帶（Great rift Valley, or Grosse Graben），即指此而言。這大地溝帶又得分別爲二：

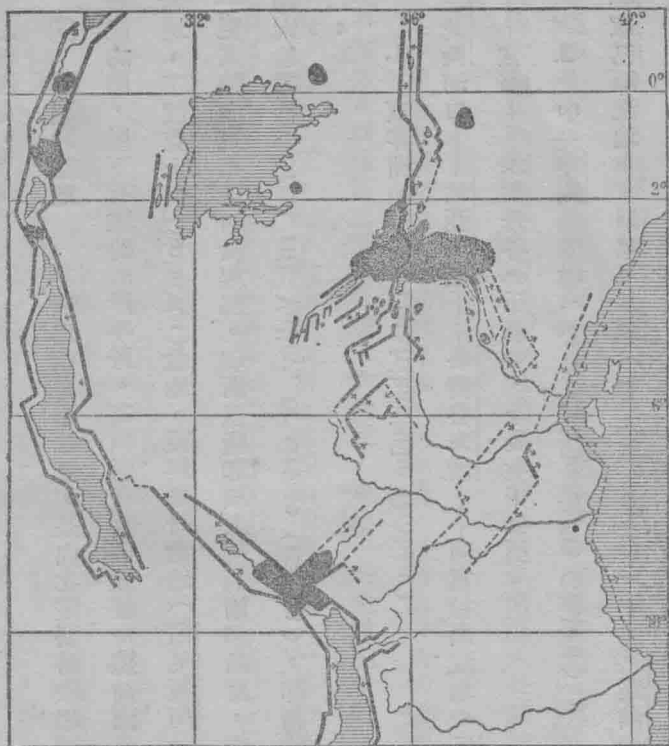
#### 1. 東非洲地溝帶（Ostafrikanische Graben）

三比西河口——尼亞薩湖——魯特魯夫湖——阿富拉陷沒地（巴布爾馬丁布海峽南岸低地）——紅海——朱爾丹谷（死海），全長七千公里。

#### 2. 中央非洲地溝帶（Zentralafrikanische Graben）

魯庫巴陷沒地——坦喀尼加湖（L. Tanganyika）——基瓦湖——愛特華特湖——阿爾巴特湖，全長一千五百公里。

第九七圖 大地溝帶主要部分



(4) 北美的盆地

一九〇

亞巴拉吉安山地的最東端  
 比利牛斯山脈與亞利吉安  
 高原的中間，含有許多山  
 峯而沈降，構成亞巴拉吉  
 安縱谷。以中部密西西  
 比為中心的平原，是有種  
 種不同構造單元的平野。  
 (1) 橫於西經一百度至一百  
 零五度間的大平原 (Great  
 plain)，是落機山地  
 放出來的第三紀陸成層的  
 堆積地 (Prairie)；(2) 在

開伊羅以北，北方為蘇必略湖準平原，東方為亞利吉安高原及新新那的地背斜 (Cincinnati g-



anticline)、西方爲大平原所包圍的低地，稱爲中央平原，是古海岸平野；(3)開伊羅阿沙克高原以南，是大西洋海岸平野。

西部有一大盆地，是在落磯山脈與尼華達山脈喀斯喀特山脈間的中間山地，占據這北方的科命比亞熔岩臺地，其後噴出於盆地內。尼華達山脈的傾動山地與海岸山脈(Coast Range)間，是加利福尼亞大縱谷，因撓曲向斜部沈下，其南延長加利福尼亞灣與北延長布熱松德(Puget Sound)灣，向斜部因撓曲而溺水。

(5) 南美的盆地 在中生代山脈的安達斯山脈與楯狀地的巴西高原及圭亞那山地間，有盆地羣縱的羅列着。自北而南，如里諾斯(Llanos)、塞爾巴斯(Serras)、大廈谷(El Gran Chaco)、判帕斯(Pampas)、巴塔哥尼亞(Patagonia)等，均屬之。

安達斯造山帶中的中間山地，雖沒於西方太平洋底而不得見，而在安達斯山地的最廣部，有許多山脈漫延，其間展開玻利維亞高原，並有山間撓曲湖盆的的的喀喀盆地。

(6) 澳洲的盆地 以小地溝言，有一新金山(墨爾布恩)爲中心向東西走的大溪谷(Great Valley)，斯賓塞灣——愛爾湖間的地溝，而最大的盆地，還是算到澳洲阿爾卑斯與澳洲楯狀地間的中央低地；而這低地，又可分爲北、中、南三個盆地。

## 第三章 火山地形

### 第一節 火山形態

#### 一 火山的分類

(一) 自現在有無火山活動的分類：

- (1) 活火山 (Active Volcano) 現在活動的。……淺間山
  - (2) 休眠火山 (Dormant Volcano) 有史以來活動的。……長白山
  - (3) 死火山 (Extinct Volcano) 有史以來曾經活動過的。……箱根山
- (二) 自組織狀態的分類：
- (1) 塊狀火山 (Massive Volcano) 因一次的噴出而產生的。……甲山
  - (2) 成層火山 (Strata Volcano) 經幾次噴出，漸於其上成爲層而又加層者。……富士山
  - (三) 依成層物質的分類：

(1) 熔岩火山 (Lava V.) ……箱根山

(2) 岩滓火山 (Scoria V.) ……阿培爾紐高臺的火山

(3) 浮石火山 (Pumice V.) ……里巴里火山島

(4) 凝灰火山 (Tuff V.) ……安達斯山中的火山

(5) 混成火山 (Composite V.) ……富士山

(四) 依形狀的分類：

(1) 單式火山 (Simple V.) 祇有一個圓錐山者……富士山

(2) 複式火山 (Compositive V.) 有二重或三重相重複者……箱根山

(五) 依頂上形態的分類：

(1) 缺頂圓錐火山 (Obtuse conical V.) ……普伊式火山 (法國)

(2) 尖頂圓錐火山 (Acute conical V.) ……三原山

(六) 依地質時代的分類：

(1) 舊火山 (Old V.) 古生代及以前……鳳來寺山

(2) 新火山 (New V.) 中生代及以後……富士山

(七) 依噴出場所的分類：

- (1) 陸上火山 (Land V.) ……淺間山
- (2) 海上火山 (Submarine V.) ……海威夷火山

(八) 依活動週期性有無的分類：

- (1) 定期噴火山 (Volcano of periodical eruption) ……斯得命坡里
- (2) 不定期噴火山 (Volcano of unperiodical eruption) ……淺間山
- (九) 自噴出形式的分類：

- (1) 週期式 (Stromboli type) ……斯得命坡里
  - (2) 羅亞式 (海威夷式) (沸騰式火山) (Loa type) ……羅亞山
  - (3) 克拉加多亞式 (爆裂式) (Krakatoa type) ……磐梯山
  - (4) 德干式 (熔岩噴出) (Deccan type) ……德干熔岩臺地
- (10) 休奈代氏的分類：

主依熔岩性質的形態變化而分類：

- (1) 圓錐形火山 (Koniide) ……富士山

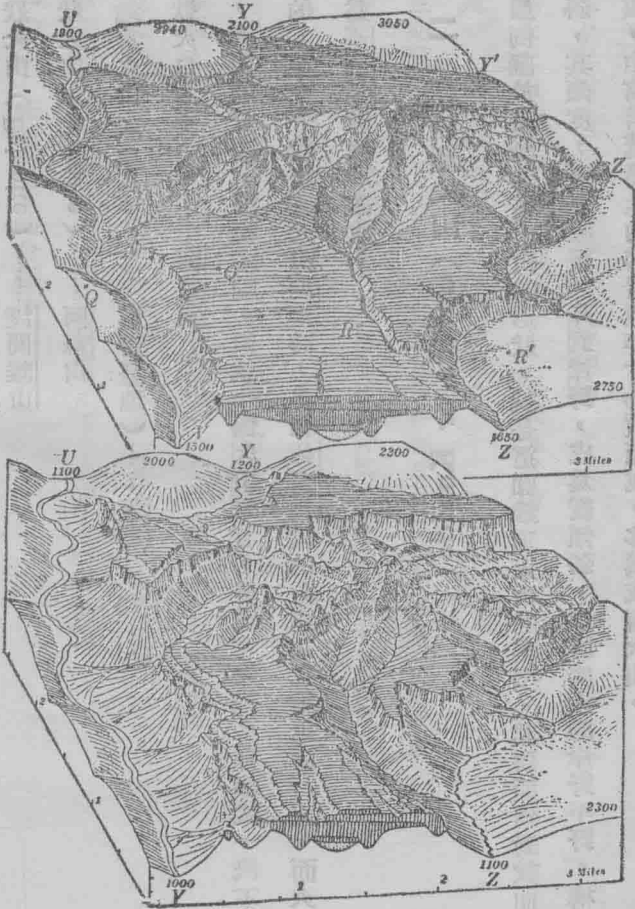
- (2) 楯形火山 (Aspise) ……月山
- (3) 鐘狀火山 (Tholoide) ……三瓶山
- (4) 柱狀火山 (Belonite) ……淺間離山
- (5) 臼狀火山 (Homate) ……阿蘇山
- (6) 臺地形火山 (Pedionite) (熔岩臺地) ……蓋馬
- (7) 鍋狀火山口 (Maar) ……阿富爾

以上所述，火山的分類，繁複多端。但就一個火山來看，普通常兼備多種形式，決不單純屬於某一種類的。現今一般記述火山地形時，多就休奈代氏的分類加以增退而行之。而火山進化的形式，則為臺維斯教授所確立。

## II 圓錐形火山 (Conide or Konide)

如白扇倒懸於東海的富士山的形狀，就是這圓錐形火山的典型。其斜面為對數曲線式，頂上為急傾斜，其傾度，漸下漸緩，降到岸野，成為緩傾斜，作成廣大的岸野平野。構造這種火山體的物質，由富有流動性的熔岩或碎片物質而成，多為成層火山。

第九八圖 壯年期之圓錐丘



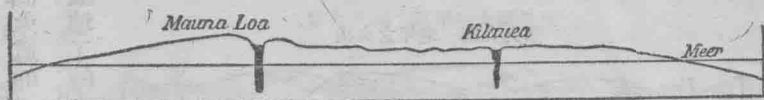
這火山的侵蝕，因輻射谷（Barranco）而開析。火山體原形未消失時，為幼年期。原傾斜面消失時，為壯年期。輻射谷與其間支脈，從山頂放射（如第九八圖）。頂上部高度漸減，只有

充滿火道的岩頸 (Volcanic neck) 對抗侵蝕，如殘丘一般的留着。這種狀態，為老年期，叫做被破壞了的火山 (Ruined Volcano)。如第九九圖下。

第九九圖 老年之火山



第一〇〇圖 馬那羅亞的斷面



第一〇一圖 愛多那火山的斷面



圓錐形火山，在各地的火山脈中，都是構成主要山峯（參照第八表）。如日本的富士、那須、櫻島等，都表示着這幼年的地形。八岳已進於晚幼年的形態，赤城榛名，則入於早壯年期，箱根愛鷹國東半島的雙子山已達壯年狀態。關東山地北境的荒船火山，有爆發作用相助，則成老年期的火山，妙義是對抗侵蝕的一峯。

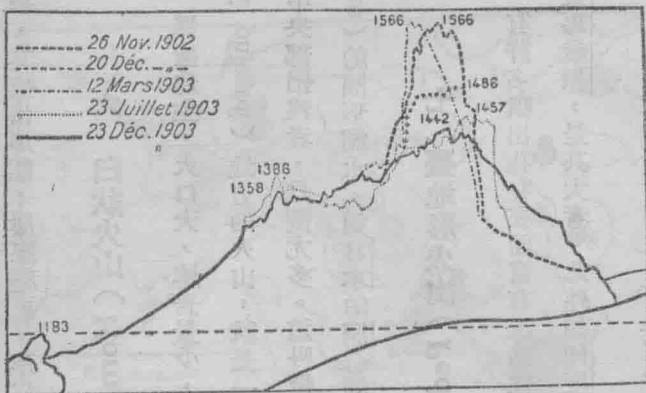
### III 楯形火山 (Aspite)

比圓錐形火山更富有流動性的玄武岩等熔岩流出量很多，以高度為比例，占着極廣的地面。這樣形成的緩傾斜火山，叫做楯形火山或熔岩火山。海威夷的馬那羅亞 (Mauna Loa)，高四千一百六十八公尺，是楯形火山的最好標本；在東山麓，有有名的基洛愛亞 (Kilauea)，高一千二百三十公尺，注於熔岩池 (第一〇〇圖)。西西里島的愛多那火山，



是在這楯形火山基盤上載着圓錐形火山如第一〇一圖。這種火山，在日本與意大利，都可看到

第一〇二圖 普里火山的變化



#### 四 鐘狀火山 (Tholoïde)

熔岩富有粘着性的，高積於小地域，作成像乳房的，這就是鐘狀火山。其大規模者，大抵在西南日本的火山，如三瓶山、九重火山羣等地可以看見，但比較小的，則在圓錐丘火山口內更作爲中央火山口丘，到處可見。

如箱根二重式火山中的神山駒岳及二子山的鐘狀火山是

#### 五 柱狀火山 (Belonite)

比鐘狀火山更硬的固結的熔岩噴出時，單以聳上的形式作成尖峯，這就是柱狀火山。在西印度羣島的馬爾地尼瓜島 (Martinique) 中，有普里火山，山體自有史

以來，其噴出形態，屢經變更，形爲柱狀，是世界所罕見。如第一〇二圖。

## 六 臼狀火山 (Homate) 熔岩坑 (Caldera)

爆發爲主，火口大，熔岩量少，地面狹者，叫做臼狀火山。意大利西岸坎比夫拉基星 (Campi phlegrei) 地方的火山，就是一例。日本的五島神津島，也是一例。類似這種形態而火山體中央部陷沒者，爲例尤多。這叫做陷沒熔岩坑。這地方倘有水灌入，便成陷落湖 (Caldera Lake) 的圓形湖水。如日本的洞爺湖、支笏湖等是。

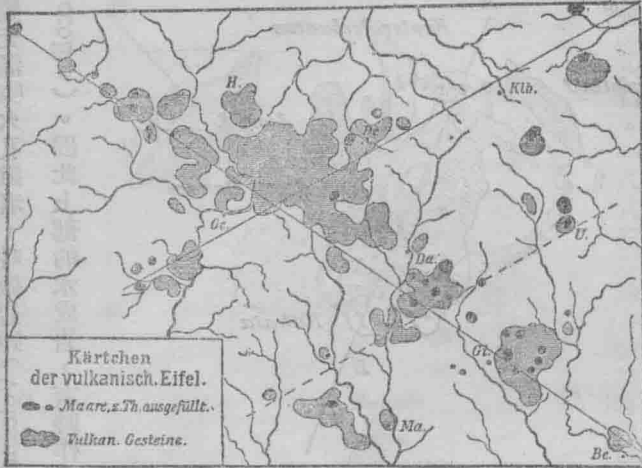
## 七 臺地形火山 (Pedionite)

有許多噴出孔存在而富有流動性的熔岩噴出時，便成熔岩臺地 (Lava Plateau)。如朝鮮的蓋馬鐵原，是其大者。此外如印度的德干高原，美國的科命比亞高原，愛爾蘭的北部等是。

## 八 鍋狀火口 (Maar)

在平坦面上有圓的火口的火山，叫做鍋狀火口。所謂鍋狀火口，卽是一個圓孔而周圍低

第一〇三圖 阿富爾山地中的馬爾



的丘。日本開關岳的北方，有二三個鍋狀火口；德國阿富爾（Eifel）山地中，以及墨西哥境內，也多這種鍋狀火口。如第一〇三圖。其中湛以水而成湖沼者尤多。

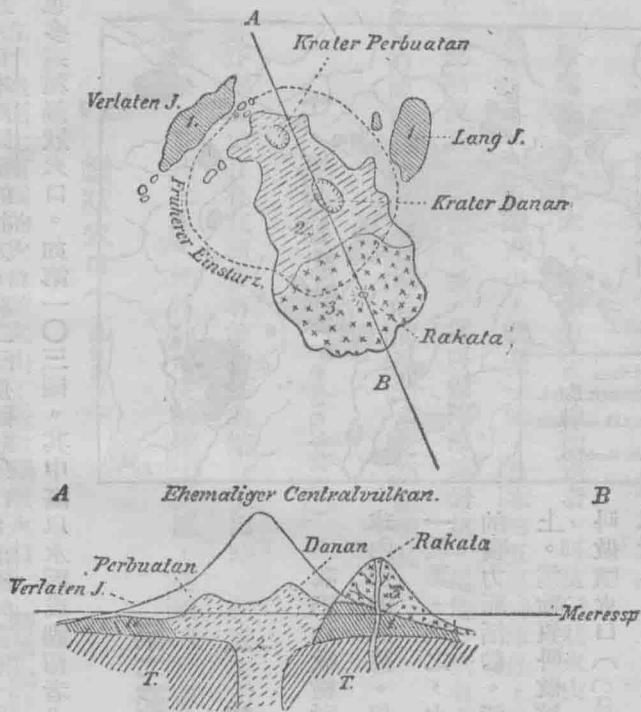
## 第二節 火山活動

### 一 火山活動

我們如欲檢討火山活動的原因，必須研究地球內部的狀態。但這種研究，不妨列為地形學的一枝葉。總之，火山是作為鬱積於地下的水蒸氣的張力而活動。活動之時，將地下的岩漿湧出地上。這物質叫做熔岩（Lava）。熔岩的噴出口，叫做噴火口（Crater）。未曾露上地面的岩漿，叫做深成岩。橫切水成岩層面而進入的地方，叫做岩脈（Dyke）。岩脈在地表上有噴火口者，即

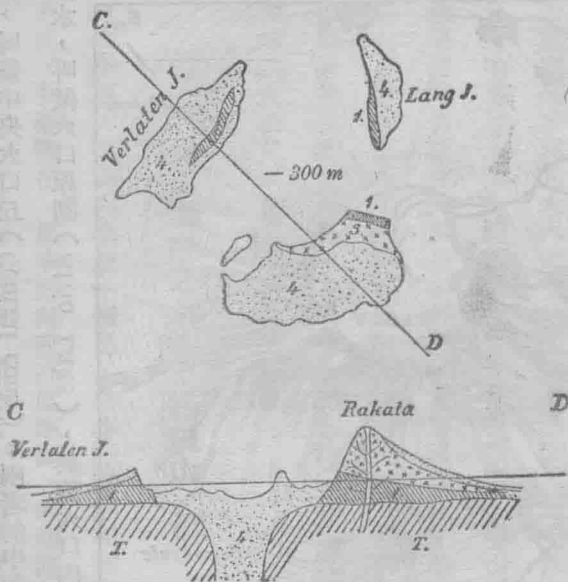
有岩漿充滿噴火孔道者，叫做岩頸 (Volcanic neck)。沿水成岩層面而進入的地方，叫做餅盤 (Laccolite)。因此上部的水成岩，有時作成穹窿山地。這種山地，叫做瘤狀山 (Laccolitic mountains)，在北美烏臺州的亨利山脈 (Henry Mts.) 中可以見之。以上各種岩漿 (Magma) 的源泉，叫做岩株或岩瘤 (Stock)。

第一〇四圖 古拉加得亞島 (爆發以前)



從岩漿引出的岩漿，普通沿地殼的裂罅而噴出。這就叫做裂罅噴出 (Fissure eruption)，係選擇地弱部而湧出，將其噴出物質堆積於噴火口的周圍。堆積面的形狀，依熔岩的流動性粘着

第一〇五圖 古拉加得亞島(爆發以後)

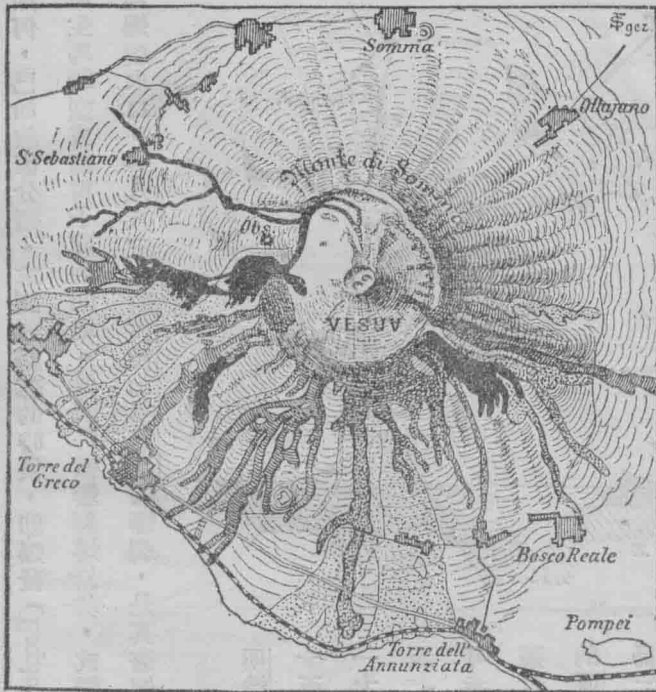


性如何，已如前節分類。求到地弱部的時候，即爆發(Explosion)而破壞山體的一部分，於其地產生馬蹄型或藤椅子狀的凹地。這就叫做爆裂熔岩坑，或爆裂火口。許多圓錐形火山，都有這種爆裂火口。一八八三年的古拉加得亞島的爆發，是其著例，如第一〇四圖及第一〇五圖。

日本磐梯火山中的小磐梯，曾於明治二十一年七月十五日午前七時四十五分突如起了大爆發，在北方發生一大裂火口，泥流以時速四十五公里至七十七公里，流至長瀨川谷，七千町步的土地與四百六十一人的生命，盡付犧牲，至今留下檜原小野川秋元の堰塞湖等為其遺跡。又在淺間與大島三原山，是三重式火山。

二重式火山外側的山，叫做外輪山(Somma or Circus)；中央小噴

第一〇六圖 維蘇威火山



火山，叫做中央火口丘（Central cone）；兩者的中間平地，叫做火口原（Atrio）；火口原若  
 湛以水，叫做火口原湖（Atrio Lake），與噴火口內的湖水（火口湖 Crater Lake）有區別。

又火口原湖的水盈溢而流出  
 時，其流路叫做火口瀨（Barranco）。

當高度高的圓錐形火山  
 形成之後，倘若小活動還是  
 繼續的，其火口必不在於原  
 來的位置，而生在山腹部。  
 在山腹或山麓所產生的新火  
 山，叫做寄生火山（Parasitic cone）或火山側。日本  
 富士山上有三十九個寄生火  
 山。其中有一個是寶永年間

所產生的寶永山下的爆裂火口。側火山可與舊活動比者，往往有之。這時候有新舊兩火山相對立。櫻島地方，南三個南北排着的火山，噴火從北方向南方，依次相繼。鳥海山西方者爲舊火山，東方者爲新火山，在火口內部噴出新的鐘狀火山，現出兩個二重式火山。

面積廣高度高的大火山，一度完成之後，地下湧上不少岩漿，生出火洞，一方因不堪負擔火山自身的重量，故山體的大部分，常有陷沒，現出鍋狀的陷沒地（Kettle depression），這就叫做陷沒熔岩坑。阿蘇是其好例。當陷沒之時，地下的內部受攪亂，中央噴出火山錐。阿蘇五岳便是。這樣出現了世界罕見的，東西十六公里南北二十公里的巨大的外輪山與阿蘇谷、南鄉谷等肥沃的農牧地。又十和田湖，海拔四〇一公尺，深三七八公尺；田澤湖，海拔二五〇公尺，深四二五公尺，是日本最深的深淵。

## 二 火山活動之例——箱根山

日本伊豆，從前本來是一個島，與本陸間隔相當廣的海峽。在這海底，有熱海、箱根、愛鷹等火山，相繼噴出。後來這海底高度漸漸高，峽幅漸狹，其姿態終現於陸上。最後，迨富士山噴出，海峽消失，在富士的北側，留着富士五湖。箱根山，如第一〇七圖所示，已經噴出過十

第一〇七圖 箱根火山

虛線爲熔岩坑 數字爲熔岩噴出之順序

3 爲要害山熔岩 12 爲雙子山熔岩

F爲雙子山 K爲神山 D爲臺岳

S爲仙石原 M爲宮城野



餘次，其不同時期的熔岩境，今已成峠。完成後當時的箱根山，其規模較富士尤大，是一個圓錐形火山。不久，中部陷沒，生出南北十二公里東西六・五公里的大熔岩坑。熔岩坑中，作成蘆之湖前身的大火口湖，但因雙子山、神山、駒岳的鐘狀火山（中央火口丘）出現，湖水變爲火口原湖，破火口壁的一部分爲成火口瀨，這就是須雲川。因湯花澤的爆發，其湖道堰塞，向北方的伏流早川求出口，開拓火口原的仙石原及宮城野的平地。大湧谷的爆裂，是箱根火山最



後的活動，向東方缺潰，飛散山體的一部分，分離北方的臺岳、小塚山，南方冠嶽尖峯，高聳於天空。早川現尙在幼年狀態，侵蝕外輪山，形成所謂千仞之谷。這地湧出溫泉甚多，其分布以大湧谷的水蒸氣孔爲中心，離中心漸遠，其泉質漸變，由酸性泉變爲硫質泉（鹽泉類），而成單純泉（冷泉）。

山紫地方，山高水秀，與都市接近，誠一仙境，現已設爲國立公園。其急傾斜熔岩地帶，爲森林叢蔽的地方；集塊岩的地帶爲臺地，有莊屋散布其間。向來登越箱根的人，杖履艱難，現則有登山電車，交通便利多了。

廣闊平野，交通動脈，交通動脈。

▲ 地形學之重要，其關係於地帶之發展，亦甚顯明。其關係於地帶之發展，亦甚顯明。

▲ 山嶺之起，由於地殼之運動，其關係於地帶之發展，亦甚顯明。

▲ 平原之起，由於地殼之運動，其關係於地帶之發展，亦甚顯明。

▲ 丘陵之起，由於地殼之運動，其關係於地帶之發展，亦甚顯明。

▲ 盆地之起，由於地殼之運動，其關係於地帶之發展，亦甚顯明。

▲ 高原之起，由於地殼之運動，其關係於地帶之發展，亦甚顯明。

地形學終

