

中華文庫

初中第一集

火山與地震

顧仲超編

中華書局印行

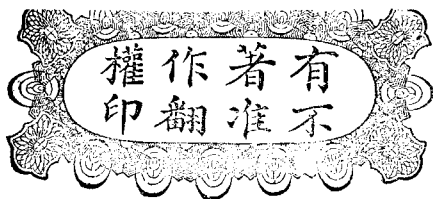


民國三十七年二月發行
民國三十七年二月初版

中華文庫 火山與地震 (全一冊)
初中第一集

◎ 定價 國幣 壹元

(郵運匯費另加)



編者 顧仲超

發行人 李虞杰

印刷者 上海澳門路八九號
中華書局永寧印刷廠

發行處 各埠中華書局

火山與地震

目次

第一編 火山

- 第一章 火山的名稱及其成立說…………… 1
火山的名稱——火山的成立——焚燒說——隆起說——堆積說
- 第二章 火山的構造和種類…………… 3
火山的構造——火山峯的類別——火山峯的改變面貌——層狀火山和塊狀火山——岩餅山和熔岩台地——海底火山和火山島
- 第三章 火山的噴出物…………… 10
噴出物的一斑——水蒸汽和瓦斯——熔岩——熔岩的成分——熔岩的構造——火山彈和火山毛——熔岩和溫度
- 第四章 火山活動的現象…………… 13
火山活動的原因——火山活動的強弱——火山活動的破壞力——火山活動的三種型式——火山活動的盛衰消長——火山活動的順序——火山和地震的關係——火山的利益

第五章 火山的分布……………19

火山帶和地質的關係——太平洋西岸的火山帶——太平洋東岸的火山帶——大西洋海中台地的火山帶——橫斷歐亞大陸的火山帶——阿非利加東海岸的火山帶

第六章 世界著名的火山……………22

維蘇威火山——克拉加多阿火山——斯多倫波利火山——哀德那火山——被黎火山——磐梯山

第七章 中國火山的片影……………27

東北境內的火山遺跡——黃河流域的火山遺跡——長江流域下流的火山遺跡——雲南境內的火山遺跡——內蒙古察哈爾一帶的火山遺跡

第八章 火山活動的餘波……………30

火山力的餘波——由噴氣孔噴出的氣體——噴氣孔的種類——噴出氣體和火山的關係

第二編 地震

第一章 世界各地著名的地震……………33

地震的定義——葡萄牙大地震——意大利大地震——智利大地震——日本大地震——印度大地震——美國大地震——中國甘肅大地震——日本東京大地震

第二章 地震的原因(一).....	42
古代對於地震的解釋——地震和火山並無密切關係——地震原因的研究——陷落地震——世界有名的洞穴——斷層地震——斷層地震的種類——地震和地的關係	
第三章 地震的原因(二).....	47
地震和緯度變遷的關係——地震和地磁的關係——地震和電氣現象的關係——地震和緯度的關係——地震和氣壓的關係——地震和天文現象的關係	
第四章 地震的研究	49
地震學——地震的強度——地震圖的繪製——地震的頻度——餘震的研究——地震計的應用——地震計的基本原理——震波及其記錄——震波圖的另一效用——震源及震波的傳播——震波的種類及其速率	
第五章 地震的分布	62
世界地震區的分布規律——太平洋地震區的分布——日本地震區的分布——中國的地震分布	
第六章 震災和預防	70
震災一斑——預防的理論——預防的方法——中國地震區的預防	

火山與地震

第一編 火山

第一章 火山的名稱及其成立說

火山的名稱 古代的人民以為火山是焚燒的山，或噴火的山，帶有一種恐怖或迷信的成分，譬如西文裏火山叫做 Volcano，或 Vulcano，這是從羅馬的神話中附會而來的，因為說當時意大利有個火山名叫哀德那（Etna），是火神（Vulcanus）把叛逆惡鬼（Typhon）生埋在那裏的一個山，因此羅馬人便以 Volcano 當做火山的名稱了，其實火山這個名稱非常不適當，如果從地質學上講起來，凡是將地球內部各種物質，向地表衝出來的作用，都叫做火山作用，或者說，火山不過是從地表通於地球內部的一個溝，從這溝裏噴出熔岩、砂礫、火山灰以及水蒸汽、氣體等，而在其噴出口的附近，堆積成截頂圓錐形的山丘，所以當火山爆發的時候，看去好像火焰通紅，煙霧衝天，實則其中帶白色的是水蒸汽降冷而成小水滴，帶黑色的是由噴出口的周圍崩脫衝出來的火山灰、火山礫等，這些火礫混在水蒸汽變成的小水滴裏，所以如同黑煙一樣。至於那照耀得通紅的更並不是什

磨火，卻是地球內部熔成漿狀而沸熱的岩石，這種熔岩噴出地表外，被空中小水滴返照着，所以像紅色火焰一樣。還有一層，所謂火山，不一定是成爲山形。凡是由地球內部噴出種種物質來的時候，都必有孔，在地殼上所成的這種孔的地方，都可以稱做火山。所以火山不限於山嶽，即使低窪地方或海洋底裏也是常有的。

我們中國在有史以後，向來絕少火山活動的跡象；偶然遇着地下出火或山上噴煙，便認爲災禍的預兆，這都是因爲只從神祕方面去觀察，而不是從學理方面去研究的結果。

火山的成立 火山是怎樣生成的？關於這個問題古來有種種學說，今將其重要者敘述於下。

(一) **焚燒說** 惠納爾 (Werner) 等主張火山是由地熱作用，將焚燒的岩石噴出而成的。火山附近這樣岩石殘留頗多，就是焚燒說的根據。這種理論早已失卻學術上的價值了。

(二) **隆起說** 這是蒲霍 (Buch)、洪波爾 (Humboldt)、鮑蒙 (Elie de Beaumont) 諸氏所主張的。以爲地熱作用足以使地球內部發生少量的氣體，迨逐漸緊張便引起爆裂，這時地下的岩漿一同噴出，便堆成圓錐形或穹窿形的火山。他們並設想火山附近的地層是從火山的中軸向四面傾斜，還看見從噴火口四面射出輻狀裂隙，因此造成輻狀溪谷，這種裂隙好像岩層被地下一種極大的猛力衝壞似的，所以創了這個學說。他們且說地盤的升降，海水面的變位和地震等現象，都是和火山直接有關係的。後

來經過幾多學者的研究，這種現象雖不必和火山全無關係，卻沒有直接的關係。因為沒有火山作用，有時也有地震的；至於地盤的升降，不外因地球放熱，地殼漸漸收縮的結果。所以這個隆起說在當時雖自成一派很佔勢力，但至一八五〇年的時候，英國地質學家萊伊埃爾 (Lyell) 更創一種新說，纔漸漸地失去地位了。

(三) **堆積說** 這就是萊伊埃爾所倡的。他的意思，火山不是從地中衝上岩層的結果；乃是從地中噴出灰、砂、礫塊、熔岩等次第堆積於噴口的周圍而造成的。所以愈近噴出口的中央堆積愈多，愈遠愈少，結果便形成一種截頂圓錐形。這個學說，正是反對隆起說的。若根據隆起說，火山內部當含有火成岩以外的岩石。但是細察舊時噴口的破缺處，殆全是火成岩。又若沿火山中軸衝上，不單是火成岩，就是底下的水成岩也應該從中央向四方傾斜，但實際底下地層傾斜的方向，大概和火山中軸的位置並無關係。並且輻狀溪谷也不是沿輻狀裂隙生成的，因為噴出的熔岩往往從山頂取最短距離，向山麓流出，所以是輻射狀的。後來因侵蝕的結果，便造成輻狀溪谷。從種種事實去推察，那個隆起說自然是不值置信了。

第二章 火山的構造和種類

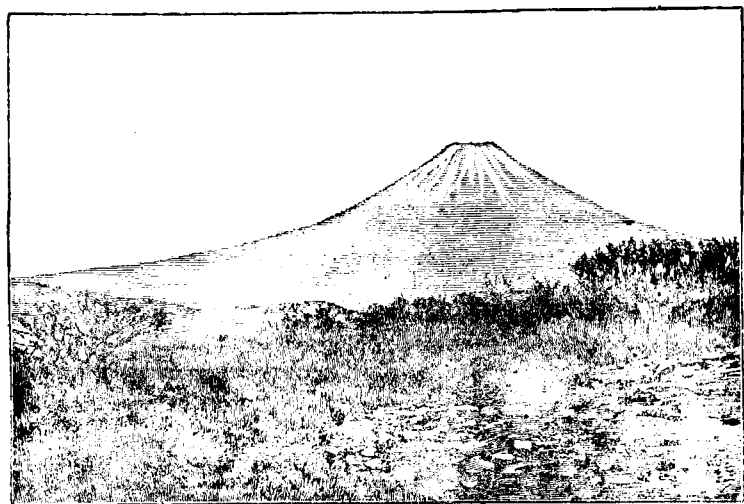
火山的構造 火山從地表直達地殼內部，有一個溝通的管，叫做地溝 (Duct)。氣體、熔岩等便從這個地溝迸出地表，堆成

圓錐體。錐體的中央，火山物質由此噴出的，叫做噴火口 (Crater)。噴火口每在火山的中央，但也有在側面或山麓的。在中央的叫做本火口 (Main crater)，在它部分的叫做副火口或側火口 (Parasitic crater)。噴火口大小不一，像檀香山的奇老亞 (Kilauea)，直徑達四千七百公尺，要算世界上最大的了。正式的噴火口，其周圍每環繞一重圓壁，叫做環壁 (Cirque)。環壁的外緣叫做外輪山 (Somma)。外輪山和中央圓錐峯之間，有環狀或馬蹄狀的低窪地，叫做火口原 (Atrio)。火口原中蓄水的，叫做火口原湖 (Atrio lake)。像日本箱根的蘆湖，榛名山的榛名湖便是。環壁一部崩壞，成馬蹄形的凹口，叫做壁缺 (Caldera)。噴火口內有時成平坦的台地，叫做火口棚 (Terrace)。日本富士山從劍峯到久須志岳中間的台地便是。

火山活動漸次休息以後，因噴出物和破壞的岩石，本來貫通地殼內部的地溝，大部漸漸的閉塞，最初噴出的種種氣體，或又噴出溫泉，後來噴火口內竟至積水成湖，這叫做火口湖 (Crater lake)。像中國吉林省的白頭山，日本岩手山的御釜湖都是這個例證。有時水破外輪山的一部，流出成川，這突破的部分，叫做火口瀨 (Barranco)，像日本箱根的早川須雲川，就是這個例證。

火山的圓錐峯，其位置在中央的，叫做中央圓錐峯，在山側或山麓的，叫做側圓錐峯或寄生圓錐峯 (Parasitic cones)。火山的外形完全是單一的，叫做單成火山 (Simple volcano)，像

日本的富士山（圖一）。



圖一 日本的富士山

古來活動的中心常常變遷，舊噴火口內更成新噴火口和新圓錐峯的，叫做複成火山（Composite volcano），像日本的阿蘇山、箱根山、淺間山等。

火山峯的類別 火山是因種種噴出物漸次堆積而成的，所以普通是截頂式圓錐體，但也有從噴出物的種類來分別火山峯的。大略如次：

（一）浮岩峯（Scoria or Cinder cone）是從多孔質的岩塊構成的。

（二）浮石峯（Pumice cone）是從多孔的浮石造成的，色

常白。

(三) **熔岩峯** (Lava cone) 是由流出的沸熱熔岩冷卻凝結而成的，平常也稱做塊狀火山。

(四) **凝灰峯** (Tuff cone) 是從火山灰砂凝結的岩石造成的。

(五) **混成峯** (Composite cone) 是由灰砂、礫、岩滓、熔岩等混合而成的，平常也稱做層狀火山。

以上所述的，熔岩峯傾斜度最緩，大約在十度左右；混成峯有達三十五度或四十度的，但大體罕有達四十度以上的。

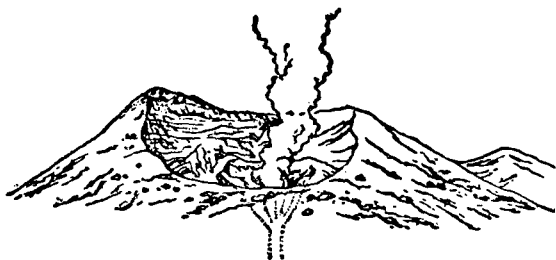
火山峯的改變面貌 火山因噴出物次第累積，至達相當高度，便不能更爲增高，其後卻因侵蝕作用及時常爆裂，山體轉至破壞。像冰州地方的黑可拉火山 (Hecla)，因一八四五年的大破裂，減少高度約一百公尺，便是一個證據，並且火山益高，地溝益深；又因噴出物的阻塞和環壁的崩壞，地溝也漸狹隘。在這種情勢之下，要是沒有更強大的壓力，便不容易維持原來的活動，於是必須改尋他道，再去造成新噴火口。側火口和側圓錐峯，就是這樣造成的。實際上火山每次爆發，常因強烈的振動，容易造成多少裂隙，後來利用這種裂隙，便造成新噴火口和新圓錐峯，也是一種自然的趨勢。

層狀火山和塊狀火山 從構造上可將火山分爲層狀火山和塊狀火山二種：

層狀火山 (Strato volcano) 此種火山因爲經過幾次的爆

發。灰砂礫岩等噴出物，次第累積在噴火口的周圍，便堆成層狀。它的山峯大多呈銳頂圓錐形，而現一種美麗的山容。世界上有名而非常高峻的火山大概都屬此類。像日本的富士山、淺間山、三原山（圖二）

等都是好例。層狀火山的高低，一方面由於爆裂的強弱，同時和爆裂次數的多少也有關係。



圖二 日本的三原火山

塊狀火山 (Massive volcano) 此種火山是由地中熔岩一次噴出，並一時凝結而成整塊的。它的形狀往往呈鐘狀或圓塔狀。所以亦稱**鐘狀火山**。但亦有因容易流動的熔岩成爲扁平形而並不高聳的。它的噴火口常被凝固的熔岩所壅塞，所以大多屬於死火山，而沒有富士山那樣的美觀。

塊狀火山中有屬於舊火山的和屬於新火因的；屬於新火山的往往並不怎樣偉大，特稱做**乳房山** (Mamelon)，如法國的阿烏佛爾尼 (Auvergne) 地方。古代的火山中每有平頂狀的山岡，特別給它一個**菩伊** (Puy) 的名詞，這就是塊狀火山的標式。

塊狀火山還有兩種構造：一種是**柱狀節理** (Columnar jointing)，另一種是**板狀節理** (Platy jointing)。前者節理的方向

是縱的，所以成長柱形；後者節理的方向是橫的。節理面和水成岩的層面大略平行的，所以成平板形，如果處處和山坡面平行，全面便成潑鍋狀了。

岩餅山和熔岩台地 火山的活動不一定從地中露出地表，有時熔岩侵入地層中而成**突入岩盤** (Intrusive sheet) 或**岩瘤** (Bosses)；或者侵入岩層的裂隙中，而成**岩餅** (Dyke)。以上亦總名**岩脈** (Laccolite)，而這岩餅後來被水的侵蝕作用，漸漸剝削，變成山形時便叫做**岩餅山**。像美國烏台州的亨利山 (Henry Mt.) 和哥羅拉多州的埃克山 (Elk)，都是這例。

如果熔岩從地層裂隙迸出地表，不成山狀而成廣厚的平台時，便叫做**熔岩台地** (Lava Plateau)。像印度的得干高原 (Deccan)，美國的哥羅拉多高原 (Colorado) 都是由富士岩造成的高台。前者高達二千餘尺，後者高達六千餘尺。兩者都有世界屈指有名的大峽谷。內蒙和察哈爾一帶，也有廣大的玄武岩高原。

海底火山和火山島 上面曾經講過，祇要地殼構造比較薄弱的地方，都有發生火山作用的可能，所以火山不限於陸地上有，即使海洋底裏也時常會發生的，便叫做**海底火山** (Submarine volcano)。並且海洋面積大於陸地約三倍，因此這種海底火山的數目恐亦必遠較陸上火山為多。例如太平洋、大西洋、印度洋中的許多珊瑚礁，都存在於火成岩所成的海底台地，便不難想像海底火山是怎樣的繁多了。不過大多數的海底火山，當破裂

的時候，因為受到上部海水的壓力，不能向上猛力噴發，所以它的噴出物不克上達海面，便告熄滅。如果活動猛烈時，往往在海面上噴射硫化氫、水蒸汽等，使海面發生異樣的奇臭。例如一八三一年意大利西西里島附近發生的海底火山，當時從海底噴出許多硫化氫，致使魚類死亡無算。有時爆發達到最高點，致使附近的海水沸騰澎湃，往往高達數十丈，顛覆船舶，傷害沿海一帶的生命財產，亦未嘗沒有。

如果海底火山將噴出的灰砂、礫岩等、次第堆積於海中，而露出海面形成島嶼時，便叫做火山島 (Volcanic Islands)。它的形狀和普通的陸上火山相仿，大多呈錐圓形，比較的高聳海中，容易和平坦的珊瑚島區別。火山島往往不規則的排列，但大多數排成線狀，稱做火山裂島，像日本千島三十二列島，伊豆七島，以及檀香山十二列島，都是這個列子。希臘愛琴海中有名的宋多林島 (Santorin)，是由四個火山島組成的：其中一島在紀元前二百年，二島在三百多年前，還有一島在一八六六年後成立的。大西洋中伏着 S 狀的海底台地，在這台地上面聳立着冰洲島、阿蘇爾羣島、加那利亞羣島、阿申興島、聖海倫那島，自北而南連成一線。而此等火山島大多成於太古時代，至於有史以來成立的為數卻很少。這因為太古時代，地熱的放散較盛，海洋底裏到處有大爆發的緣故。此等火山島往往從海洋底高聳海面，像檀香山的堪阿山高達 13890 尺，羅阿山高達 13750 尺，恐怕是全世界最高的火山了。

第三章 火山的噴出物

噴出物的一斑 火山活動時從噴火口噴出的物體，有爲氣體者，像水蒸汽、瓦斯等；有爲液體者，像熔岩；有爲固體者，像火山灰、火山塵、火山砂、火山礫、火山岩塊等，總名**火山噴出物** (Volcanic products)。

水蒸汽和瓦斯 火山噴出物之中，最多者恐怕要算水蒸汽 (Vapours) 和種種**瓦斯** (Gases) 了。地質學家福克 (Fouque) 曾在哀得那火山爆裂時，觀測其噴出來的水蒸汽，據謂在百日間達二百十萬立方公尺。此等沸騰狀態的水蒸汽，升到高空，能使冷空氣變爲熱空氣，高氣壓突然變爲低氣壓，所以有時候往往會連帶發生暴風，把火山灰吹到很遠地方。並且水蒸汽一遇低溫，便凝結而成大雨降落地面。

瓦斯體中最多者爲亞硫酸(H_2SO_3)、硫化氫(H_2S)、次爲碳酸(H_2CO_3)、氮(N_2)、氫(H_2)、矽酸(SiO_2)、氨(NH_3)、砷(As)等。其中往往含有毒性，爲害生物、人類，遇高溫度易於揮發的砒、汞等元素，後來溫度一降便由昇華作用而凝成固體，堆積在噴火口的周圍。還有在火山附近往往發見含有硫黃成分的綠礬、硬石膏、石膏等礦物者，也因爲噴出多量亞硫酸、硫化氫的緣故。

熔岩 火山爆發到中途的時候，便從地球內部流出熔成漿狀而沸熱的岩石叫做**熔岩** (Lava)，熔岩剛從噴火口出來的時

候，流動得很快，稱做**熔岩流** (Lava flow)，(圖三)其速率有一時



圖三 熔岩流

間達數十里者。這時從噴火口傾瀉而下。向附近地域橫流直竄，樹木房屋當之立燬，人畜不及逃避者，亦爲之生理喪命，真是非常可怕。

熔岩的成分 熔岩的主要成分爲鋁、鉀、鈣、鈉、鎂、鐵等矽酸鹽類，分量比例，或多或少，不是一例平均的。矽酸最多。佔熔岩全量二分之一至五分之四。熔岩含矽酸至百分之六十六以上，叫做**酸性熔岩**；從百分之六十五至六十六，叫做**中性熔岩**；從百分之五十五至四十五，叫做**鹽基性熔岩**，含矽酸在百分之四十五以下者，叫做**過鹽基性熔岩**。酸性熔岩色最淡，或近白；鹽基性熔岩色每帶黑，並且鹽基性熔岩最易熔融，流動性強，所以流出後能到達極遠的距離；酸性熔岩富黏稠性，不易流動，且難熔融，所以往往難聚一處，造成塊狀火山。酸性的像流紋岩、石英粗面岩等，中性的像粗面岩、安山岩、響岩等；鹽基性的像玄武岩。

熔岩的構造 熔岩的構造要視其所含的成分而不同，有結晶質的，有緻密質的，有粗鬆質的，有多孔質的，有玻璃質的，結

品質的也有種種程度：有肉眼可以觀察的，叫做**顯晶質**，有在顯微鏡下纔能觀察的，叫做**微晶質**。還有在顯微鏡下品質尙極細微，幾至不能辨別係何種品質的，叫做**潛晶質**。玻璃質的也還有種種名稱：有玄武岩質的，叫做**玄武岩玻璃**；含水分少且色黑的，叫做**黑曜石**；含水分達百分之五以上，帶松脂光澤的，叫做**松脂石**；有弧線狀的細小裂隙，像珍珠般的，叫做**珍珠岩**。還有原是玻璃質，內部多孔，像海綿，能浮在水面的，叫做**浮石**或**輕石** (Pumice)；孔隙細小，表面凹凸，像礫滓狀的，叫做**燒石**或**滓岩** (Scoria)。

火山彈和火山毛 熔岩迸出地面後，因和空氣接觸，驟然失去溫度，便會從流動狀態結成固體。有宛轉屈曲像蟲狀的，有錯綜絞扭像繩形的。還有半凝結半流動的岩塊，拋擲空中，迴旋落下，成紡錘形或球形的，就叫做**火山彈** (Volcanic bomb)。還有被風吹散而成毛髮狀的就叫做**火山毛** (Pele's hair)。像檀香山 奇老亞火山及日本淺間山都曾噴出過此種火山毛的。

熔岩和溫度 熔岩的溫度是非常高的，普通總在華氏二千度左右，所以遇着它的東西沒有不立時化爲灰燼的。至於熔岩原來在地下的溫度，或者還不止此，因爲熔岩上升時，一方面和冷岩壁相接觸，一方面又因爲瓦斯體的放散熱量便要多少消失的。有時熔岩的外部雖是已經冷卻凝固，而其內部還能在相當年月中保持其灼熱的程度。像一七八三年日本淺間山噴出的熔岩在三年內當保留相當的熱度；又像一七五九年墨西哥沃羅洛

山(Jorullo)噴出的熔岩,保留熱度至二十一年之久。

第四章 火山活動的現象

火山活動的原因 關於火山活動的原因,古來學者的意見很不一致。有的主張地熱放散說(馮抱爾氏);有的主張火爐說(斯區培爾氏);有的主張岩石粉碎說(馬雷脫氏Mallet);有的主張裂隙迸出說(萊衣埃爾氏);還有的主張瓦斯膨脹說(蔡麥克氏Tschmarck)。但是諸家學說未嘗沒有共同之點,就是說地球內部蘊藏着大量的地熱,而此種地熱又有向地表不斷放散的傾向,因此地殼常發生收縮作用,由收縮而起一種變動的應力(Stress)。一方面蘊藏於地殼內的地下水以及各種瓦斯體,因受地熱的影響,常欲衝破地盤的壓力,而蒸騰汽化。如果此種張力(Tension)達到最大極限,而超過地盤的壓力時,那末長久鬱積於地中的水蒸汽、瓦斯體以及岩漿(Magma)等,便覓取地層的弱點,或沿地溝衝上地表,既近地表,壓力更小,於是從噴火口猛烈爆發,而不可遏止了。

火山活動的強弱 火山的活動,有非常劇烈的,有比較靜穩的,像意大利的哀德那火山,和維蘇威火山,活動都很劇烈的。當爆發時,轟然而鳴,山谷振動,四處響應,有粉碎宇宙之概。此時灰砂蒸汽等無不高飛冲天,達數哩或數十哩不等。像一八七二年維蘇威火山的爆裂,噴出物高達四哩,空中呈白色的,是水

蒸汽，黑色的是灰砂礫彈。黑夜中赫赫放光明的，又是灰燼等反映水蒸汽的結果。一八八三年克拉加多阿（Krakatoa）火山的爆裂，蒸汽和灰砂升騰空際，成一長柱，達十七哩至二十哩。一九一四年日本櫻島火山的爆裂，灰塵飛昇達十八公里，瓦斯昇騰達七十至八十公里。火山噴出物達相當高度，四處瀰漫，成張傘狀，稍粗大的像砂彈岩塊等，便在火口附近密密的降下，至白晝亦不辨咫尺，顯出一種黯淡淒慘的光景。微細的灰塵，隨風遠颺，有時達數千哩外。在日本白晝且日色無光。櫻島火山爆裂的第三日，在距離約一千公里的東京（櫻島在日本的九州最南端），塵砂像雨一般的降下。搬運灰塵，完全是上層氣流的作用，和下層風向並無關係，有時也許從風向反對的空中搬運到他處去。

火山活動的破壞力 火山活動的破壞力，也是很偉大的。像一八八三年克拉加多阿火山爆裂的時候，全島大半盡被破壞，近處還起激烈的地震。爪哇和蘇門答臘沿海一帶，巨浪高達海潮百呎以上，捲入內地，數村盡被淹沒，喪失生命達三萬六千人以上，全世界的氣壓爲之變動，至一月有餘。一九〇二年五月彼黎（Pelée）火山的爆發，因水蒸汽向下猛襲，後來熱雲勃發，塵砂如雨而下，加以山的他側水太泛濫，以致聖比爾市（Saint-Pierre）全被破壞，死亡達二萬八千人。日本大磐梯小磐梯二峯，屹立高約千八百公尺，一八八七年七月突然爆發，小磐梯山的北半，像被快刀割斷一樣，全部毀滅，土砂化成泥流，奔向山麓流下，埋沒村民不下數百人，同時被熱流塵雨損傷的，也頗不少。

又因一時阻塞長瀨川的上流，洪水泛濫，山的北麓，以致成爲檜原、秋原、小野川三個巨湖。從這種損害情形而言，不難想像火山破壞力的偉大了：

火山活動的三種型式 從火山活動的型式上講，可分爲週期式、沸騰式和爆裂式三種。

週期式活動 例如意大利的斯多倫波里火山(Stromboli)，它的活動程度既很和緩，並且也極有規則，每平均隔十五分鐘，必有一次小噴火，三千年來沒有大變化，所以被稱爲地中海的燈塔，也叫做斯多倫波里式(Stromboli type)。

沸騰式活動 例如檀香山的洛阿火山(Mauna Loa)及其寄沸的奇老亞火山，它們的噴火口內雖是常有玄武岩質的熔岩在生騰着，可是很少噴出水蒸汽、瓦斯體等，所以也叫做路阿式(Loatype)

爆裂式活動 例如維蘇威火山、克拉加多阿火山和日本的磐梯山等，都是休眠很久，一朝突然爆發，並且程度又非常猛烈的，所以叫做爆裂式(Explosive type)。

其實這種觀察分類，不過就目前情形和有史以後的事實來作標準，如果從地質史的前後去推察，那末盛衰消長，安知不是一樣。不過時間的長短，規模的大小，稍有異同罷了。

火山活動的盛衰消長 火山的活動，既然有盛有衰，換言之，就是有活動旺盛的時期和衰弱的時期，還有全然休息的時期。所以我們又可以因這種活動的狀態，將火山分成下面三種：

(一)死火山 (Extinct volcano), (二)眠火山 (Dormant volcano), (三)活火山 (Active volcano)。

死火山是指遠在有史以前曾經爆發過，而有史以後未見活動者，此種火山的噴火口幾乎久已閉塞，且往往滿有綠水而成爲火口湖或火口原湖。眠火山爲有史以後曾經爆裂過，而其後久不見活動者。例如日本的富士山，在紀元八百年及一七〇七年，曾經兩度大爆裂，但其後一直休息至現在。活火山當然指現時常在活動爆發的火山，像意大利的維蘇威、斯多倫波里、日本的淺間山、那須山、霧島山和阿蘇山等，都是世界上屈指可數的活火山。

不過這種分類，僅爲簡單便利起見，實際上究竟到怎樣程度，才得適用這種名詞，還是議論不一。譬如日本的箱根火山，向來稱它爲死火山，但是大湧谷內至今還有噴氣孔，那末也可以稱爲活火山或眠火山了。又像維蘇威火山，在紀元七十九年以前，一次也沒有活動過，當然是死火山了，但是在這一年忽然大爆裂起來，便又成爲現時世界上有名的活火山了。

火山活動的順序 火山爆裂以前，有沒有相當的預兆，這也是一個值得研究的問題。原來火山的破裂，直接是由地下蘊積的瓦斯體、熔岩等次第蒸騰、至緊張到上層壓力不能抵抗的時候，便一朝勃然的怒發了。但是瓦斯體熔岩等次第上升的途中，地面上已經不免受着多少影響，所以在未爆裂以前，常有地鳴、地震、山崩、水溢等現象。又因地中溫度漸高，山石受熱，時起裂

隙；本來噴溢中的溫泉氣孔等，或全被停阻，或情形變遷，又或新造若干溫泉氣孔；又因地熱影響，山上積雪頃刻融解，山體時時動搖，這都是火山爆裂以前應有的狀兆。

不過人類感覺很弱，別種動物卻因身體常和山體接觸，雖溫度稍稍變化，土石稍稍振動，鱗毛之類便已感覺，所以在火山爆裂或地震以前，往往有雉鴝夜鳴、蛇兔遠徙等事實，這是山樵野老所常親見親聞的。

要而言之，火山的活動，大體可以分爲三個階段：(一)未爆裂以前，常常地震石裂，水量溫度不時發生變化。(二)瓦斯體猛裂噴出，蒸雲沖天，塵雨四散，這時候的景象最是淒慘，損害亦最劇烈。(三)石塊熔岩迸流四射，盈山遍谷，如瀉洪濤，這是已經稍稍衰退的時候了。

火山和地震的關係 火山爆發時，或許連帶的發生地震，但地震時未必就有火山爆發。因為地震有所謂火山地震，斷層地層和陷落地震等的區別。像一八九一年十月二十八日，日本濃尾大地震，以及一九〇六年四月十八日，美國桑港大地震，都和火山活動毫無關係。並且火山活動時，因其勢力的大部分消耗於崩壞山嶽和噴發灰岩等，所以它的震源淺而範圍小，因此及於地盤的震動也就弱得很，以視斷層地震的動輒釀成大震災，誠不可同日而語。(像民國三年日本櫻島火山爆發時，曾經發生地震四百數十次之多，但被害者很少，僅死四十人，傷百餘人而已。可是濃尾斷層地震時，死者七千餘人，傷者一萬七千餘人，

家屋之全毀者達十九萬七千幢，半毀者七萬八千餘幢，焚毀者六千四百餘幢，可謂慘烈了。）

火山的利益 火山對於人類似乎有害無利，但是仔細研究，亦有不盡然者，所謂天下事利害常參半，決不是絕對的。舉其利益約有四端：（一）地球的內部究屬怎樣的，本來是個謎，火山卻能把內部的祕密曝露出來，供給人們許多研究的好材料。（二）有火山的地方必定有溫泉，火山和溫泉大抵都有連帶關係。溫泉對於人類的肉體上精神上有許多益處，容在溫泉一書內詳細說明。（三）火山地方常積有廣闊面積的火山灰。這種火山灰可變成肥沃的土壤，宜於種植。因此農業興盛，多生牧草，又便於飼養牛馬。（四）火山地方往往不乏名勝，例如意大利、日本等火山國，以及冰島和美國落磯山中的黃石公園等火山地方，風景特別美麗，人所共知。

火山地方何以有美麗的風景？這是因為火山噴出物所堆積而成的地方，日久受風雨的洗刷，其結果比較柔軟的火山灰部分多被剝蝕，只剩下堅硬的熔岩或火山彈等部分，因此變成凹凸不齊參差百出的形狀。如果上面再生有樹木，下面傍着澄清的流水，於是山川景色便益顯美麗了。

又如噴火山口積瀦溪水而成火山湖，熔岩等噴塞流水而聚成新湖，或是瀑布高懸直瀉而下，對於天然風景尤其生色不少。

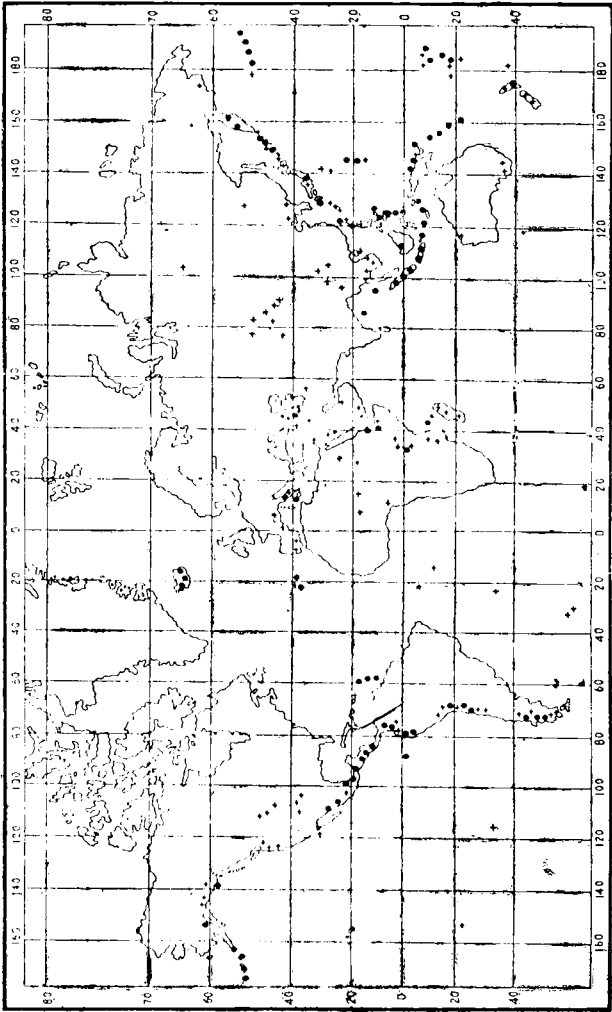
第五章 火山的分布

火山帶和地質的關係 地球上火山的分布，(圖四見20頁)是帶狀的呢？還是羣聚狀的？古來學者對於這個問題，議論向不一致。就一般講，火山的分布，多少成帶狀的，像太平洋東西兩岸火山最多，大體是走南北方向的；大西洋中央部的火山，也是略取子午線方向的。所以火山學家喬特氏 (Judd) 等主張帶狀分布說。奧國地質學家修斯氏 (Suess) 從地質構造上去推論，也說火山是沿地質構造線發生的。後來德國的火山探險家史斗培爾 (Stübel) 在南美洲勘查火山，說明南美火山的分布，不是帶狀的，是羣聚狀的，所以便反對帶狀分布說，不單是南美，好像冰島也有這樣情形。不過這是僅從一部分的分布去說明，如果從世界全體的分布去觀察，那末修斯、喬特諸人的學說還是不能不承認的。

總之，火山的分布，事實上不能和地殼的弱線完全脫離關係的。現時各處火山的位置，大概和大陸主要的山脈平行的居多；並且火山帶和地震帶也有不少的關係。像太平洋東西兩岸，地中海一帶，都是最明顯的例子。今將世界上的火山帶 (Volcanic zone) 分爲下列五部說明之：

(一)**太平洋西岸的火山帶** 這是北從白令海峽堪察加半島起，經過日本南北諸列島、菲列賓、東印度羣島，直達南極圈的一

圖四 世界火山分布圖



個火山帶，延長約一萬哩，約有一百五十個活火山，主要的是日本的火山。日本火山的配列，大體是和本島幹線平行的，活火山至少有六十個，像樽前岳、有珠岳、駒岳、磐梯山、那須山、白根山、淺間山、霧島山、櫻島等，都是最著名的火山。還有從富士山取東南方向的一條火山脈，像伊豆七島便是。他如菲列賓的馬容(Mayon)，爪哇的塞末爾(Semeru)，蘇門答臘的印度拉普拉(Indrapura)等，也都是此帶中著名的火山。

(二)太平洋東岸的火山帶 這帶北從阿拉斯加半島起，經過美國的西部墨西哥，中部亞美利加、厄瓜多、智利；直達南極。至墨西哥之南，分爲二脈：一走西印度諸島，經過委內瑞拉，而入安達斯山中，一經中部亞美利加，入南亞美利加，兩者再相會合。這一帶全長約八千哩，合併支脈，共有活火山一百餘。不過這帶內的火山處處斷絕，不像太平洋西岸那樣連續，所以從一部分看去，好像是羣聚狀而不是帶狀了。

(三)大西洋海中台地的火山帶 這帶北從格林蘭起，經詹馬衣安(Jan Mayen)、冰島，包括阿速爾斯(Azores)、加那里阿(Canaries)、阿森沁(Ascension)、聖海倫那(St. Helena)等大洋島。這帶的火山曾在第三紀中新世(Miocene)時代活動最盛，後來漸漸衰歇，便處處斷絕了。全長約一千哩，活火山共約五十個。

(四)橫斷歐亞大陸的火山帶 這帶橫斷歐亞兩大陸的南部，就是西從伊伯利安半島起，經意大利、巴爾幹半島，以至小亞

細亞、波斯、印度等處。其中像維蘇威、斯多倫波里、哀特那等都是此帶中著名的火山。

(五)阿非利加東海岸的火山帶 這帶的範圍最小，又不能併入任何一帶，只得別為一系。像奇里孟茄洛 (Kilimanjaro)、羅溫熟里 (Ruwendori)等，都是有名的火山，其中並有不少大湖。

第六章 世界著名的火山

維蘇威火山 在現時世界上許多著名的火山中，每年有許多人攀登遊覽的山，要算意大利的維蘇威 (Vesuvius)了。

在西曆紀元之初，世人都以維蘇威是一個已經死了的火山，那知在紀元七十九年八月二十四日，它忽然大爆發，在其山麓的邦貝城 (Pompeii)和赫苦婁尼姆市 (Heruclaneum)，完全被它的噴出物所毀滅，化為一片焦土。當爆發的時候，熔岩雖絲毫沒流出，但是火口的大部分被衝到高空，以致全山形狀為之大變。邦貝城街市全部被埋在二十五呎至三十呎深的火山灰石之下；赫苦婁尼姆市更埋沒在六十呎深的泥灰下面，以後才被熔岩掩覆。經過一千六百餘年，完全無人知曉，直到近代方纔被人發掘出來。從前的房屋街道依然如故，發見的人骨約有二千，屋窗上的玻璃亦大多完整，很少破壞的，並且麵包也留存至今未曾燒毀。這樣看來，人死的原因，並不是被灼熱的火山灰所燒死，而

是被飛落的許多細火山灰所悶壓而死的，真是慘絕人寰的事！

從此一直到一一三九年之間，還是常常爆發，其後五百年間卻毫無一些動靜，人們又都以為已經死熄了，便將噴口填塞，並栽種着樹木。

不料在一六三一年又復大爆發，山腰裂成幾個破縫，火山灰以及熔岩等噴流而出，並由火口流出四條熔岩，其中三條直達海裏。因這一番爆發，山的高度減少了五百二十五呎。又在一九〇六年爆發的時候，流出的熔岩經過陡峻的斜坡，每小時速度達兩哩許，沿路一帶的林木被它流衝而過，都燒成黑炭，當時生命財產損失之大，真是令人戰慄！但是到了現在，它又像睡着似的，停止活動，只留着點綴那坡爾斯灣的風景，成為意大利國中唯一的名勝地。

維蘇威山爆發時的景況 現在再把英國蘭加斯德爵士 (Sir Ray Lancaster) 所述在一八七一年目擊維蘇威爆發時的景況，摘錄於下。

『當余等於晚上徒步向觀象臺出發時，遙見白熱的熔岩二支，自由腰流出，其闊各約二十碼，愈前行，則見灼熱的石塊，從噴火口騰湧而上，歷歷可數，並繼之以洪大的聲音。這晚上恰值天氣晴朗，但見空中白雲朵朵，高懸於火山的上面，這就是由火山口噴出的水蒸汽所凝結而成的。余等時聞雷聲隱隱，復見雲中電光閃爍，和火山口的沸騰的物質，反照於赤色的雲中，互相輝映。火山口噴發的水蒸汽，約每三分鐘一次，但至爆裂最劇烈

時，則每秒鐘內可噴發若干次。並且其勢極猛，使炎熱而透明的水蒸汽，一直衝入雲霄。到了上部一遇低溫，便成爲松柏樣的雲塊，往往高達七哩。

『余等繼續前進，見熔岩流的前端，好像冰河，高約二十呎。雖漸漸前移，而進行極緩，忽流忽止。自此以上二百碼，就是熔岩從火山噴出處，當它剛噴出來的時候，極炎熱而作白色，奔流極快，但量並不多，須臾溫度降低，表面便凝結而成皮，凝成以後，便阻止熔岩的前進。每隔數分鐘凝結的皮，因受內部熔岩的衝擊牽引而破碎，乃從上部紛紛滾下，互相擊撞，發出好像無數磁器一齊破碎的聲音。後來余等更沿火山所堆積的灰砂而上，逐漸走近火山口的邊緣，這裏紅熱的岩塊，如雨而降，震裂的聲音，使在外部的蘇馬山 (Mount Somma)——就是古時的噴火口，也爲之響應，而余等立足的地層，亦爲之震撼搖擺，好像一葉扁舟，在波濤中激盪起伏一樣。

『當余等將要到達山頂的時候，灼熱的岩塊，都從余等的左邊降落如雨。余等便繞道右方，冒險更上達噴火口的南面，以便一觀火山口的內容。迨到達火山口的邊際，余等方窺見灼熱的熔岩在裏面熊熊沸騰着，忽然驚人一鳴，全山搖撼，但見數百枚燦爛如星的岩石，從火山口飛騰而上，高達四百餘呎。幸而不出余等所料，此等飛升的岩石，都降落在余等的左邊附近。於是余等急飛奔而下，直達火山口下三百呎的地方，才敢喘氣稍息。戲以香煙從紅熱的爆出岩塊中取火以爲笑樂，這時天雖已曉，但

見白色的雲塊，瀰漫於天邊山下，祇露維蘇威山以及那坡爾斯灣附近諸山的頂峯於空中，好像島嶼聳立於海洋中一樣』。

克拉加多阿火山 世界上著名最大的火山爆發，就是在克拉加多阿島上。這島在爪哇島和蘇門答臘島之間。爆發的時期是一八八三年五月二十日。當時爆發的響聲，雖隔三千哩遠的地方都可聽見，恐怕是地球上自有人類以來最大的響聲了。

這次的爆發，便全島的三分之二被衝到天空，其中竟有高衝到十七哩以至二十哩的。噴出的火山灰，全部落到地面上，須三年之久。這火山灰飛到十九哩遠的地方，還堆成兩三寸厚。當時地球上的大氣被這火山灰混濁得變色，在我們中國一帶看見的太陽都現紅色。

以前屬於中心部分，爆發後沈沒在海面下一千呎的深處。那爆發又釀成海嘯，激起水浪高至一百呎以上。經十三小時，翻過印度洋，一直到達非洲的好望角、爪哇與蘇門答臘的窪地，因此發生大水，其結果，淹死的人數三萬六千，破壞的村落多至二百九十五處。

斯多倫波利火山 斯多倫波利火山是在意大利的西西里島附近的利派力羣島中。這個火山的著名特點是每約一分鐘至二十分鐘——平均十五分鐘，噴發一次，差不多有一定的週期性。每次噴發，只流出熔岩，很少爆發的危險。

火口內面約在三百尺深處，灼熱的熔岩異常滾沸。這熔岩漸漸的由下面湧滾起來，便和水蒸汽岩石等一同噴出，作一次小

小的爆發。過此之後，又歸於靜息。如此很有規則的周而復始的噴發，從不稍有遲誤，所以自古即稱它爲『地中海的燈臺』。

這火山自有歷史以來，一直繼續的活動着，未曾熄滅過，是最可注意的一件事。

哀德那火山 哀德那火山是歐洲最高的火山，上插雲霄一萬二千呎，自從紀元以後，曾經爆發過八十餘次。其中以一七八三年的爆發，曾毀滅三十個村落；一八五七年的爆發，曾死傷附近居民一萬餘爲最有名。這個火山的爆發情形，卻並不怎樣轟轟烈烈，可是它有着一條長約一二十公里的裂縫。同時湧沸的熔岩，便從山的各個裂縫中，一瀉千里似的奔流下來，成爲可怕的『火湯』、『火河』，有時竟達四公里寬十公尺高，把房屋森林和田園，在頃刻之間，都燬成一片焦土。

被黎火山 西印度羣島中有一個馬的尼克島 (Martinique) 這島上的彼黎火山 (Pelés) 有兩件值得注意的事。

(一)自一九〇二年起，三個年間，大爲活動。爆發前的火口直徑半哩，深二千呎。一九〇三年四月二十三日稍有震動，二十五日噴煙很盛，五月二日飛落許多火山灰，五日流下泥漿。爆發時轟然巨響，雖在三百哩遠的地方都能聽見。五月八日爆發最猛烈，很沈重的黑煙沿着深谷，僅僅二分鐘已到達西南方五哩遠的聖皮耳市 (St. Pierre)。黑煙的溫度高至華氏一千五百度，而且混着許多亞硫酸氣。皮耳市裏的三萬餘人口，在幾分鐘之內，幾乎全被掃滅，釀成現代人類史上稀有的大慘事。

(二)大爆發之後，從火口中湧出極黏稠的熔岩。這熔岩如同煮熟的年糕一樣，不能流動，於是愈湧愈高，僅在七個月之間，竟湧成一千公尺高的岩塔。但日久被風雨洗刷，現今幾無形跡了。

磐梯山 最後要算到日本的磐梯山。這山是由大磐梯山、小磐梯山、櫛峯、赤植山四個山峯所成。民國前二十三年七月十五日上午七時四十五分起，忽然大爆發，小磐梯山的頂上，起了一道黑煙，直衝霄漢，地面發生猛烈的震動，雷聲一陣陣的轟響，黑煙散布四方，遮暗了半天。同時電光閃爍，泥雨大降，淒慘的景象令人驚心動魄。

僅僅二小時間，竟有二十次的大爆裂，因此二千呎高的小磐梯山山體的三分之一（體積千二百十三立方公里）竟被破壞無餘。據研究的結果，這爆發的原動力是出於地中的水蒸汽。

在爆發時候，最奇的是不流一點熔岩，亦未噴出火山彈，而一方面衝散的山體碎粉與降落的泥雨，混合而成爲土石의洪水，湧而下，以致阻塞河流，生成檜原、秋元、小野川三個湖。

像這種因火山爆發而生成新湖的事，頗值得世人的稱道，不過回想當時死傷數百人，田地房屋被害範圍約一千三百四十餘畝，也可算得一樁慘事了。

第七章 中國火山的片影

中國的面積，雖然佔了東亞大陸的大半，但是火山好比鳳毛

鱗角一樣，非常的少。不單是現在沒有著名的活火山，就是從地質史上去看，也還是和平時代居多；偶有一二遺留下來的東鱗西爪，仍是滿眼模糊的色彩，要在科學界裏做一篇寫實的文章，真是枯寂到難於着筆。現在姑且根據少數文獻或中外人的調查，略述梗概如下。

東北境內的火山遺跡 與朝鮮爲界的長白山，高達萬尺至一萬二千尺，山頂中窪，積水成圖門泊，周圍約三四十里，近人都說是古時的噴火口，現在成火口湖了。據調查所見，熔岩流出後漸漸收縮，表面常見龜裂紋；又有瀑布從岩壁垂下，宛然顯出火山地方的風景。黑龍江省嫩江縣東南四十餘里地方，有一座烏雲和爾冬吉火山，據說在前清康熙六十年間曾經噴發過的。相傳烈燄上騰，山谷震響，聲聞數十里；噴出的灰砂石礫積成一丘，時經一年，才漸漸衰歇下去，這要算中國最新的火山了。

黃河流域的火山遺跡 德國地質學家李希韜芬 (Richtofen) 及勞紀 (Roczy) 諸氏，都說中國北部在太古時代以後，處處有火成岩活動的遺迹。實際上在南口系 (元古界上部) 以下五臺系 (元古界下部)、泰山層 (太古界) 中間，確曾發見不少的火成岩。不過此等火成岩究竟是侵入的，還是噴出的？現在卻不能論斷。山東博山層 (石炭紀) 之上，往往蓋着玄武岩；而在新泰層中 (二疊紀二疊以後)，玄武岩分布尤廣。所以威利士 (Willis) 曾指山東中部爲當時火山活動的中心地域。

李希韜芬又曾在山東青州和登州地方，發見岩流狀或火山

圓錐狀的玄武岩；這種帶有火山色彩的玄武岩，在河北山西中間，像廣靈蔚州和正太鐵路附近平定井陘一帶，還留着不少的遺迹。已故地質學家丁文江氏曾在井陘雪花山發見玄武岩與黃土接觸處，黃土被炙成磚狀，好像一部分的火山活動，已經在黃土造成時代以後了。

長江流域下流的火山遺跡 南京東北長江北岸，像方山、紅山、靈岩山、雙女山、大銅山、小銅山、瓜埠山、馬頭山、怡山等，頂上都蓋着玄武岩流，從前李希籍芬便稱它『南京火山』。後來安特生 (Anderson) 等重加研究，知道這種玄武岩丘，除去方山，大都是平臺狀的，不是圓錐狀的；並且除玄武岩流之外，還有火山砂礫、熔岩石彈，以及成層的凝灰岩等，積在石礫層之下。方山的熔岩石彈有長達一公尺以上的，山的北面還有噴火口的遺迹，可見當時至少曾經有過一次噴發作用了。

長江南岸玄武岩丘比較的少，但像溧水縣的浮山、句容縣的赤山、江寧縣的方山等，也還是一樣的由火成岩構成的。『南京火山』的時代，現在還不明白，但山坡間往往蓋着黃土，又從東北部玄武岩的時代猜想起來，大約還是第三紀的產物。

雲南境內的火山遺跡 雲南省的騰衝附近，也有不少火山遺型。據勃郎氏 (Coggin Brown) 的報告，騰衝西兩三哩地方有西都山 (She-toe-Shan) 老狗堡、(Lao Kuei-Po) 等火山，西北八哩有臺雲山 (Tay-in-Shan)，高出海面九千四百呎，較騰衝平原高三千二百五十呎；又騰衝東北約十二三哩有昆堡 (Kung-Po)

火山羣，都是鈍頂形，內中至少有七個平火口；中央的火山高出海面六千六百呎，比周圍的平原高約七八百呎。這都是完好的噴火口，岩石有渣滓狀玄武岩，橄欖石玄武岩，還有浮石樣的岩石。這種新火山岩，往往積在古代塊狀安山岩上面。

騰衝附近還有黑潭(Hai-tang)、黑龍潭(Hai-lung-tang)、熱水潭(Je-shui-tang)等溫泉，時常沈澱鹽質硫黃等。勃郎氏以為這都是三紀或第三紀以後火山活動的遺迹。

內蒙古察哈爾一帶的火山遺跡 新生代的『裂隙迸出』作用，最著者像內蒙古、察哈爾一帶的玄武岩臺地。地質學家翁文灝氏曾在豐鎮、涼城和林格爾、歸綏中間，察見玄武岩厚層平鋪於片麻岩高原之上，上部還有多孔的浮石，顯係曾經迸出的。安特生氏曾在張來口北漢諸霸地方，見玄武岩流中間夾入黏土質頁岩中有第三紀植物化石，那個迸出的時代也就明白了。

第八章 火山活動的餘波

火山力的餘波 火山活動雖漸次衰歇，但是餘興未闌，尙未免有多少點綴；試看火山地方，幾多『噴氣孔』(Gas erifice)幾多『溫泉』(Hot spring)還是不斷的噴湧，顯示一種炎威乍斂的光景。還有一種『泥火山』(Mud volcano)，是從地中噴出泥水的混合物而成的。雖稱它做山，其實通管只有數尺高，不過它的噴口也像火山一樣。由噴出的泥土堆積而成圓錐形，所以

也稱做『泥丘』(Conical Mound)。此種泥火山在意大利、冰島、中央亞美利加、哥倫比亞、新西蘭諸島上往往見之。

從泥火山噴出的泥水，普通高達二三十尺，但有時亦有高達一百五六十尺，或竟高達五百尺者。其噴騰力的大小，往往和其內部所含有由機物腐化而成的氣體張力有關係。例如西印度羣島最南端的千里達島(Trinidad)，高加密山脈附近的巴庫都有著名的泥火山。而千里達島為世界第一瀝青(Asphalt)產地，巴庫為世界第二石油產地。

由噴氣孔噴出的氣體 由噴氣孔噴出的氣體，有硫化氫、鹽酸、亞硫酸、碳酸、硼酸、氧化硫、氫、氮、砒、銨等。時常堆積於噴氣孔或溫泉近旁的，有氯化鐵、氧化鐵、硫黃、硒、硫化砒、硫化銻、鈣、氯化鉀、氯化鈣、食鹽、矽酸、硫酸鈣等。噴火口的周圍，往往有鉀、鈣、鎂、氧等的氯化物，或硫酸鹽、硼酸鹽等，造成黃色或赤褐色土，這種景象，一見便是悽然的。

噴氣孔的種類 噴氣孔可以從氣體的性質區別種類。噴出酸類的，叫做『酸質噴氣孔』(Acidic jet)；噴出硫氣的，叫做『硫質噴氣孔』(Solfatara)；噴出碳酸氣的，叫做『碳酸氣孔』(Moffeto)；噴出水蒸汽的，叫做『蒸汽孔』(Fumarole)。

意大利那波爾斯地方，有硫氣孔和碳酸氣孔；阿古安拿湖(Lake of Agnano)及堪比弗雷古來(Campi Phlegraei)地方，有亞硫酸、硫化氫等噴氣孔。阿古安拿湖畔有碳酸氣孔，俗稱『犬洞』，為最有名。因為碳酸氣比空氣重，常集洞口，誤入此地，

就要窒息而死，所以遊人每先令犬入探，試驗室死與否，因此給了它這個名字。

日本越中立山及雲石國境的三瓶山，有被稱爲『烏地獄』的，也是碳酸孔，鳥類常有陷入此地而死的。又日本箱根的大湧谷，有硫氣孔；伊豆的熱海、陸前的鬼首，都是蒸汽孔。

噴出氣體和火山的關係 從噴出氣體的性質，可以大略推測火山活動後經過的年月，及距離活動中心的遠近和溫度。溫度在攝氏五百度以上的氣體，亞硫酸、硫酸最多，沈澱物有鈉、鉀、鐵、錳等的氯化物，每帶黃色。溫度在三百六十度左右的，概爲亞硫酸鹽酸和碳酸硫化氫的混合物。在三百六十五度以下的，鹽酸漸減，碳酸和硫化稍增加。溫度最低的，便是碳酸氣孔。

一八八七年南美古篤巴克西 (Cotopaxi) 爆裂時，最初噴出的，溫度極高的鹽酸最多；溫度次第低降，硫化氫碳酸等漸漸增加；後來噴出最多的，只有碳酸氣，這是一個最明白的例證。

再從噴氣孔和溫泉的位置去推察，像日本箱根地方，駒岳是一個最新火口圓錐峯，東南麓有蘆湯，是硫質泉；大湧谷是最新爆裂的火口，有硫氣孔；早雲地獄、強羅溫泉、小湧谷溫泉，都是酸性泉；距離稍遠的姥子、木賀、底倉、宮下、塔澤等，都是鹽質泉。距離中心更遠的，像堂島湯本等，全是純泉了。

這樣看來，大抵同一火山地方，最近活動中心的，有酸質或硫質的噴氣孔或溫泉；距離漸遠，漸爲鹽質泉或碳酸泉；最遠的便爲純泉，這也是一個最明顯的次序。

第二編 地震

第一章 世界各地著名的地震

地震的定義 我們平常總以為地球表面是牢不可破，安如磐石的，等到研究了地質學以後，才知道事實並非如此。地球的表面確是時刻變動的，不過大部分變動得很慢，使我們幾乎沒有法子來探測。但是經過久長的時間，從岩石上去觀察，可以將實際的經過顯示出來。

地震 英語為Earthquake，德語為Erdbeben，與火山迸裂，同是一種永久進行着，而偶然爆發的造山作用。換言之，當地殼的弱點即地盤的不安定處，或發生斷層，或發生陷落，或發生裂隙，因此使地殼發生急激的震動（Violent Vibration），而將震波從震源迅速傳至四方的，便叫做地震。這樣說起來，地震不外是一種從不安定的地殼傾向安定狀態的彈性波動，因此地震次數愈多，地殼將會愈趨堅實而安定。

茲為便利瞭解起見，先將各國震動最強而記載較詳的地震，依照時代的先後，大略敘述如下。

葡萄牙大地震 一七五五年十一月一日，葡萄牙地震為歷史上最大地震之一，葡京里斯本（Lisbon）恰首當其衝。在未震

以前，並沒有絲毫預兆，只在初震的時候，地下忽有雷聲般的鳴響，後來便發生大震動。一時天翻地覆，在六分鐘之內，全城建築，幾乎完全變成瓦礫，加以火災蔓延，秩序大亂，死者達六萬人。當震動的時候，塵霧飛滿天空，太陽爲之失色。里斯本本位在塔古斯 (Tagus) 河口，濱臨海洋，屬沖積地層，這時突然發生裂縫，開而復合，因此葬身其中的，約數千人。當大震初起時，海水突然引退，使海岸外的砂洲都曝露出來；繼又捲土重來，巨浪滔天，高達五丈以上；奔騰所及，岸石都被摧毀，海中許多小船，更不消說都被傾覆了。塔古斯谷中，則大塊岩石紛紛崩墜，裂縫裏還迸出火光煙霧來。

這回地震影響地面上各地的範圍很大，幾有四倍歐洲全部的面積。瑞典海岸，波羅的海的全部，德國的北部，英國以及土耳其一帶都能覺得。蘇格蘭的羅蒙河，忽然水高二尺，隨即又復大大的退落。愛爾蘭的金塞兒地方，水淹全市，嚇進船塢並衝擊泊船。大西洋裏的波浪遠及美洲，西印度羣島的海水平常潮高二尺，此時忽然高至二丈，潮水全是黑的。即在北美湖的區域，也可覺得地震，但是在地中海更加利害。非洲北部及摩洛哥，也都和葡萄牙、西班牙一樣。每地必有八千至一萬人，被吞進地裂縫裏，並且即時閉合起來。當時地震利害的情形，及災難的慘重，實在比民國十二年日本東京的大地震還要大，不過隔了一百幾十年漸漸被人們忘掉罷了。

意大利大地震 一七八三年二月五日，意大利卡拉索里亞

半島 (Calabria Peninsula) 發生大地震，當時意國政府特派人員用科學的方法去細心觀察過。大地震發生的二分鐘內，亞卑尼山脈 (Apennines) 以西，以及西西里島 (Sicily) 的梅西那 (Messina) 一帶，村城房屋，大半被毀，死三萬人。四月八日又起大震，平原地質大多為第三紀岩石疏鬆之層，所以震時上下波動，並見樹木橫臥地面，旋起旋伏。聖布魯那 (St. Bruna) 寺院的石塔上部，竟旋轉而變方向。地面裂縫成千，既深且廣，有時顯出斷層，上下差隔，遠達一丈。此等裂縫，大抵開而復合。阿必陀 (Oppido) 地方，震動最烈，多數房屋沒人裂縫，不能復見；有的裂縫竟合而復開，那末原被吞沒的人畜，有時再隨泥水一同噴出，這樣一開一合，往往擠壓過很緊，所以在地震後掘出房屋，常看見壓扁過和裂縫面平行。而有的裂縫，竟有長達一哩，深達二百呎的。

地震初發生時，河水往往突然淺下，或竟乾涸，但後來又復漲滿，並且向兩岸泛溢。山崩的時候，河岸兩旁石塊紛紛奔落，往往堵塞河流，使上流的水，湧積而成湖沼，多至二百十五個。其中更有一處河道，變成二哩長一哩寬的湖。橡樹、橄欖樹、葡萄園和稻田都流入河谷裏，還能繼續生長，不過比原地方低五百呎，距離四分之三哩。波立斯吞那 (Polistena) 的一部分房屋，大概有百座，捲進山峽裏，離原來有半哩遠，從毀壞的房屋上掘出來的人們，一部分還沒有絲毫傷害。樹木花果有時連根移一哩多遠，還能夠生長、開花、結果，和原來一樣。

最奇怪的現象，就是在震動後，忽然在平原上成立許多圓形窪地，有如車輪那樣大，掘開來則見下面有漏斗狀的空隙，裏面滿儲泥砂，原來在地震時，潛水挾了泥砂就從這裏噴射出來。此等泥砂有時積成小丘，有時成爲泥流，往往流勢很急，便把上面所述的樹木房屋挾帶而去。有一處，泥流竟像火山岩流一樣，寬二百餘尺，深達十五尺。

石質地方像梅西那海峽，往往大塊岩石從很高的岩壁落下來，海水忽落，又復高高的湧上，因此捲去沿海的人畜房屋很多。有一個名 Seylla 親王的，督率一千四百餘人民，因避難上船的，都被潮水捲去，葬身魚腹，可說慘極了。

大抵卡拉索里亞半島尖角和西西里島，相隔只一衣帶水，在這接壤分裂的地方，也就是地震發生的源頭。所以後來一九〇八年十二月二十八日梅西那海峽又發生大地震，災情的慘重，可稱空前，死者七萬八千人，傷者更無算云。

智利大地震 南美洲智利地震極多。一八二二年十一月十九日，沿太平洋海岸南北一千二百哩間，都受大地震。法兒派來索(Valparaiso)、散地牙哥(Santiago) 各地受損失更大，沿海岸一帶比原來昇高三四尺，原來在海底裏的貝殼魚類，都露出水面，或者竟移到高燥的地面。受震面積廣至二十五萬餘平方公里，震災損害平地較山地爲多。嗣後地震每日或間日一發，至次年九月才算停止。

但十二年後至一八三五年二月二十日，又有大震，中心在法

兒派衣索 (Valpaiso) 以南的 Conception 河口。早晨十時光景先有一大羣海鳥向內地飛行，十一時四十分，地震忽然大作。這時海水驟退，吃水二公尺的船，都爲之擱淺。原來在海底裏的珊瑚礁，都露出海面，歷歷可見。但半小時以後，海浪又復衝上海岸，高至二三丈，並且聲勢極爲猛烈，這樣屢退屢進好幾回，所有人畜被捲入海裏的很多。這時候博物學大家達爾文氏恰巧在南美洲，他看見奎林奎那島 (Quiriquina) 發生許多南北向的裂縫，並且有一公尺的闊；島上的硬板岩，有像被火藥轟毀的，紛紛流入海岸。達爾文氏曾謂此島因此次地震所受侵蝕減削的程度，可與一世紀裏海潮侵蝕的結果相等。大震以後，海面突然低落，嗣後雖稍稍恢復，但從各地實測的結果，還高低相差二尺至十尺之多。

太平洋裏因地震而起的大海浪，一直遠播到六千哩外的夏威夷島，速率每小時達四百餘里。安達斯山脈延長一千三百哩，沿山火山在地震前後特別活動。同年十一月裏 Conception 海灣中又起大震，距離四百哩遠的沃省拿 (Osorno) 火山同時噴發。其後二年，即一八三七年十一月七日，Conception 的南端，約三百哩遠的法兒狄維 (Valdivia) 沿海地方，又被大地震完全毀壞，附近海底，也升高八尺多。以上所記地盤隆起的觀察，據地質學家來伊爾 (Lyell) 氏等的意見，以爲足以證明地震與火山作用有密切關係。但其他地質學家則又以爲不足爲憑，互相辯難，至今尙無定論。

一九〇六年八月，法兒派來索又有大地震，比一八二二年那次損失還要利害，死數千人。

日本大地震 日本是世界上有名的地震國，自從一八八五年政府特設機關，調查地震以來，據地動計所記每年平均約有大小地震一千四百四十七次，即每天平均四次。不過帶有破壞性的大地震，卻並不常有。最著名的要算一八九一年（明治二十四年）的濃尾大地震了。

是年十月二十八日，濃尾地方突然發生極強烈的地震，爲日本全國從來所沒有過，受震面積有四十餘萬平方公里，幾佔日本全國面積五分之三以上。在美濃和尾張二藩，則更加利害，那裏本屬平原，陌隴相接，在地震區域的一長帶上，死七千人，傷一萬七千多，毀壞房屋二萬多間，並有許多是死在火裏的。地上裂縫很多，到處湧出泥水。又發見根尾谷斷層，大致西北東南方向，東北側下陷，西南側上升。上下斷層的距離，最高達十八尺，平均不過二尺。並且還有水平移動，東北側向北，而西南側向南。水閘移動距離平均三尺至六尺，但最多能至十二尺。又有二村，陷下成池，積水頗深，面積二平方公里。大震後的五個月以內，餘震連續不斷，共計二千五百八十八次，據地動計所記二十九日有三百十八次，三十日一百七十三次，三十一日一百二十六次，十一月一日九十九次，以後次數和烈度逐漸減少。

過了五年，到一八九六年（明治二十九年）八月三十一日，陸羽地方又有大地震，不過在震動以前六小時光景，先有小震，

好像預爲警告，所以人們都有戒備，但死者仍有一千多人。在三十三小時以前，磁針的方向就有大變動，亦是一種預兆。地震後發生二處斷層，一處長六十公里，一處長十五公里，都是東北西南走向，上下斷距自六尺至十尺。

印度大地震 一八九七年六月十二日，印度北部亞桑(As-sam)發生一強烈的地震，在地震的一分鐘前，先聞見像雷聲般的地鳴，後來立刻便大震動起來。在十五秒鐘以內，毀壞的區域達十五萬平方公里之廣。受震區域的總面積，有四百五十萬平方公里，真是空前未有過的記載！當地震最劇烈的一霎那間，地面忽起忽伏，好像浪濤的向前湧進，人們都覺得眩暈欲嘔有如病船。地面上裂縫極多，大致和山脈平行。直徑六尺多的漏斗狀地陷到處都有。泥水從穴口噴射出來，達七八尺高。和泥水一同噴出來的，還有褐炭、泥炭、松脂、朽木、黑土等，都爲本地從前所未有過的。噴出來的東西往往堆積成扁平圓錐形小丘。

新發生斷層中之最大者，爲坎柱冷 (Chedrang) 斷層，長十二哩以上，上下斷距有高達三十三尺的。斷層線大致和一河流平行，但常屈曲相交，所以上升的部分成爲急湍，下降的部分瀦爲沼澤。更有數處小山，本爲它山所屏蔽，不能從遠處望見的，震後因地盤的升降關係，忽然可以望見了。大震以後建築物幾乎全數毀壞，並且在一星期內還有好幾次餘震，起初程度亦頗厲害，後來才漸漸的平靜下來。

美國大地震 一九〇六年四月十八日，美國舊金山 (San

Francisco) 大地震，算是北美洲震動最劇烈的一次。地震起在上午五點十二分鐘，事前並沒有警告。第一分鐘內，它很厲害的，以後便慢慢的衰弱下去，這樣循環往復，經歷數日之久。地震發生於沿海岸的斷層線，就是平行於加利福尼亞海岸，南北走向大概有四百哩長。在這斷層線上，重重覆覆經過許多次數，最後一次長達一百八十五哩。這是先有斷層，後生地層，和其他各地先有地震後有斷層的，完全不同。大致西南部上升，東北部下落，並且西南部向西北移動，而東北部向東南移動，所謂上下動和水平動同時兼而有之的。

在此線的西南面，地震的水平移動，是向北幾寸至二十呎，但是在新金山以北，則向南三十呎，恰恰和對面相反。它的西南部，升高約四尺，東部升高約二尺。因為沿此線上，並沒有大市鎮，所以損失也是有限。不過在舊金山的東岸，因為大斷層恰巧經過其地，所以損失也就格外厲害。凡在此線上的許多市鎮，房屋大多損壞，並且因為水管被地震弄斷，火災蔓延，無法灌救，所以損失更其厲害。幸而傷人較少，死的亦不過一千人。統計受震範圍達一百萬平方公里。

中國甘肅大地震 一九〇二年，即民國九年十二月十六日晚八時，甘肅的東部，即在海原、固原、靖遠、隆德、靜寧、會寧、通渭之間，忽然發生中國近代的大地震，而尤以海原固原兩地為最劇烈。地震時鳴聲如雷，又有大風塵霧。海原、固原死人最多。黃土山有長三四千尺寬一二千尺高四五百尺的，全部崩塌不少。

崩塌的地方，房屋毀壞，人畜生理於地下的很多。衝瀉所至，又於若干里外，堆成丘陵。所過地方河流淤塞，道路衝破。此次地震，據甘肅各縣調查，共死二十餘萬人，陝西亦死一千多人。受震地域及於陝西、四川、湖北、安徽、河南、山西、河北、山東、察哈爾、綏遠、青海等地，面積約一百七十萬平方公里。以後中心地帶常有震動，或數日一次，或一日數次，並且時有地鳴。直至十一年十一月底，固原餘震被人們所覺察的，共三百零九次，其中物搖人驚較大的震動，共二百零四次。十一年八月，又有一次很厲害的震動，十二年九月三日晚九時，又有一次大震，可見這地方是一個地殼構造最弱的地方。

日本東京大地震 一九二三年，即民國十二年九月一日，東京一帶的地震（又稱關東地震），可算是近世罕見的最大地震。是日上午就有狂風密霧，至十一時五十八分四十四秒忽起地震，同時電線全斷，水管不通。凡在大地震的時候，多起火災和大風。當時即因電線走電，煤氣藥品等着火，狂風怒號，無水可救，所以在五六小時以內，日本最繁盛、最重要的東京、橫濱、橫須賀三處，頓遭浩劫。東京重要的各部官廳、大學、各國使館都成灰燼。橫濱等地方震勢更其厲害，并有海嘯，所以災情愈加重大。據震災救護事務所九月十二日的調查，東京市內外燒毀和倒塌的戶數約三十三萬四千餘家，死傷者共十二萬二千餘人；橫濱燒毀戶數共七萬家，死傷者六萬四千餘人。中國留學生當時在東京者共有千餘人，幸在暑假中，歸國者不少，因此死傷較少。至

於橫濱地方，我國商人很多，約有四千六百餘人，其中死者二千餘人，只剩半數生存，可謂慘極矣！各地受災的損失，共約一百萬萬日圓。日本全國的財產約有八百萬萬日圓，竟耗去八分之一。

歐洲第一次戰爭中，日本全國收入三十萬萬日圓的利益，然只抵得這次損失的三分之一。

這次地震的中心在相模灣外伊豆大島附近海中。所以館山近邊的海底隆起，大島近邊的海底下降，其間似有一斷層。餘震漸少漸小，地動計所記，一二兩日共三百五十餘次，三日二百八十九次，四日一百七十三次，五日一百四十八次。

第二章 地震的原因(一)

古代對於地震的解釋 地震原因，古代各國都有迷信的解釋。在我們中國，世俗流傳以為地面下蹲伏着鼃魚，其大無比，它一翻身，便發生地震。在日本則或以為蜘蛛，或以為巨魚。在印度則以為鼠類動物，南美洲則以為鯨魚，北美洲土人則以為大龜。小亞細亞的西部，古時把海岸一帶的海神叫做Peseidon，也就是地震的神。基督教舊約書裏把地震看做神怒。巴比倫和希伯來人以為天覆於地，而天上地下都被水所包圍，地震時候往往地裂水湧，就是一個證據。以上種種傳說，都是無稽之談，不值一顧。

紀元前四世紀希臘大儒亞里士多德氏觀察地震，以為山洞

較多的地方，地震亦較多。他說地震之前，空氣每每發生異狀，或者先發出一種聲音，因此他主張地震是地下空隙所藏的空气，一旦噴洩到地上的所致。這可算是地震學說的始祖。

至十八十九世紀之間，德國地質學家洪波爾（Von Humboldt）等研究各處的地震後，才知道火山噴發之前，大抵先有地震。不過火山區域的地震雖多而較弱，沒有火山區域的地震往往雖少而很強。因此以為火山噴發後，地下的氣體已經發洩，所以震動比較弱，沒有火山的地方，氣體鬱積於內，所以震動便強了。他們這種觀察雖然並不十分錯誤，不過他的理論仍不免受亞里士多德的影響，就是將地震和火山併為一事。直至現在，一般人的觀念還以為地震和火山有着密切的關係呢！

地震和火山並無密切關係 近世地質學家研究的結果，知道火山噴發不必就有地震；而地震地方更其不一定有火山。像一九〇二年彼黎火山（Mount Peléo）的噴發，猛烈程度可說罕有，但是並未發生地震。還有像中國的甘肅、印度的亞桑，以及美國的桑港，都發生過大地震，卻都沒有火山。即使地震和火山並多的國家像日本和意大利：歷來有名的像意國卡拉李里亞大地震，日本江戶濃尾大地震，以及民國十二年九月東京橫濱大地震，都明明並非火山的噴發而發生的。

在前面火山一篇裏，雖然未嘗沒有因火山噴發而發生震動的事情，不過此種所謂火山地震，往往發生於一隅，它的範圍決不廣大。所以我們敢說地震和火山是獨立的現象，決不能併為

一談的，這是從許多事實觀察得來的結論。

地震原因的研究 確定地震的真正原因者，是奧國地質學大家修斯 (Suess) 氏。他先從研究奧、匈、意三國的地震入手，并且特別注意和地質構造的關係，為後世研究地震學者開闢一條新途徑。後來海訥斯 (Hoernes) 從他的學說，把地震分為：(一) 火山地震，(二) 陷落地震，(三) 斷層地震三大類。

陷落地震 火山地震在火山篇的第四章裏已經約略講過了。現在略述陷落地震 (Depression earthquake)。在歐洲東南往往發生規模不大的小地震，這種地震都是由於洞穴陷落的緣故。像捷克一帶(舊奧屬)石灰岩分布極廣，成所謂洞穴現象 (Karst region)。石灰岩的成分是碳酸鈣，遇着地下水，便會漸漸溶解，終於浸蝕而成為洞穴。這種洞穴年月既久，下部漸漸空虛，及至不能支持上部重量的時候，便從頂部砰然陷落，影響及於地面，發生震動，就叫做陷落地震。

不過此種洞穴的程度往往極有限制，最深的也不能在地下水以下。所以它的震源勢必極淺，離地面最多不過數百公尺，淺的或祇數公尺而已。震源既然很淺，那末震動的傳播當然不會很遠，所以即使震中附近地帶震動或很劇烈，但是離震中稍遠的地方便不發生影響了。

此外有岩鹽、石膏等的地方，也容易發生這種地震。不過洞穴都不很深，所以震動的程度多不猛烈，傳播的範圍也不很廣。

世界有名的洞穴 世界各地中，尚有未曾陷落而呈一種奇

觀的洞穴。最著名者有美國的猛獁洞穴(Mammoth cave)，深達六十里，連支洞可達數百里。他如奧國卡爾尼奧拉(Carniola)屬阿台爾斯堡(Adersburg)的大石灰洞；德國愛司壘盆(Eisleben)的石膏大岩洞，以及日本長門秋吉台的瀧穴，都是世界上有名的洞穴。瀧穴的入口處高九十尺，闊二十尺，深達十餘里云。

斷層地震 試在石坑裏面或溪邊暴露着的峭壁上而，以及多山的地方，我們都能尋着很大面積的岩石，破碎或斷裂而分成小塊。從這種斷裂，我們可以看出地殼曾經變動的景象，與岩石受重大壓力和變形的情形。這種斷裂有的可深到十二哩，長到幾百呎乃至幾千呎以上，叫做裂縫(Fissure)。岩石常常在裂縫的一邊遷移位置，有的作水平推移，也有的作垂直推移，這種現象叫做斷層(Fault)。我們看見了斷層，就可以決定在裂縫一邊的岩石，是曾經推動過的。有時候岩層傾斜到與斷層相交成極小的角度，那末這一邊的上層可以推擠到另一邊的上面去。這種斷層叫做逆掩斷層(Thrust faulting)，山嶺很多的地方是常見的，換言之，逆掩斷層也就是一種造山作用(Orogeny)。

地球上許多劇烈而著名的大地震，都是和斷層有關係的，換言之，就是在斷層一邊的岩層突然移動的結果，所以叫做斷層地震(Dislocation earthquake)。斷層地震起因於地球構造上的一種變化，所以又叫做構造地震(Tectonic earthquake)。

斷層地震往往發生頻繁，震源很深，震域很廣，震動猛烈，

而對於人類生命和財產的損害亦最大。

斷層地震的種類 斷層和山脈的方向有着一定的關係，就是和山脈差不多成直角，或者說橫斷山脈的斷層，叫做**橫行斷層**。由於橫行斷層的移動而發生的地震，就叫做**橫行斷層地震** (Transversal D. E.)。像日本明治二十四年、十月、二十八日的濃尾大地震，二十七年、十月、二十二日的莊內地震，三十九年、三月、十七日的臺灣嘉義地震，四十二年、八月、十四日的江農地震，都是屬於此例。還有和山脈差不多平行的斷層，叫做**縱行斷層**，由於縱行斷層的移動而發生的地震，就叫做**縱行斷層地震** (Longitudinal D. E.)。像日本明治二十九年、八月、三十一日的陸羽地震，一九〇六年、四月、十八日的美國桑港大地震，以及一九〇六年、八月、十六日的智利地震等，都屬於此例。

地震和地的關係 地震（火山爆裂亦然）是一種永久進行着而偶然爆發的造山作用。這作用將大陸升起發生曲褶，使它成爲很大的山脈，以和侵蝕作用相對抗。假使沒有這種作用，那陸地就只有永久受到侵蝕，蝕到地面低窪成爲海水的征服地而後已。

造山作用以及所引起的地震和火山爆裂，都是由於地殼的收縮而發生。現時人們多信地殼的收縮，是由於地球內部失去熱量的緣故。地球內部縮小了之後，則地殼顯而易見是太大了，因此發生**應力** (Stress)，久而久之，地殼便要變形。因爲陸地的岩石，比海裏的石質爲輕，所以在這調整的時候，海底沈降而陸

地升高了。

正常地殼收縮的時候，最初發生的是應力，那應力能使地殼一小部分發生變動。因這種扭曲而發生的高低差度，常常祇有幾百呎光景。今日的地球上仍有許多地方有這種小變動，例如斯勘地那維亞 (Scandinavia) 的海岸，現在正漸漸的升高着。

久之，這種地殼的小變動能發生應力，使上升和低降的岩石，再行破碎而重行調整。當這種現象發生的時候，極大的岩石時常掀起而造成山脈。像現在亞洲的喜馬拉耶山，歐洲的阿爾卑斯山，美洲的安達斯山，在中生代的時候，都是深海，但到了新世代的中期，便漸漸升起成爲高山。

到了現在，這種造山力已經像強弩之末，所以在地質史裏面要算是比較的平靜時代。不過在以前變動時代所發生的摺斷、裂縫，在地殼中仍不免留着弱點，時或發生變動，這就是現在地球上時或發生地震的緣故。

第三章 地震的原因(二)

地震明明爲地質現象，但也有學者以爲地震的原因，除地質外，還有其他關係，茲略述如次。

地震和緯度變遷的關係 地球南北軸線，並非絕對固定，實際上稍有變移，因此各地的緯度也隨着變形。米爾納 (Milne) 最先發見柏林緯度增高的時候，就是日本緯度減低最速的時候，

而亦是日本大地震最多的時候。後來地震學家繼續研究，都證明破壞地震，往往和緯度的劇變同時發生，也有學者以為這是由於地球內部的物質有所移動的緣故。

地震和地磁的關係 地球上的磁力各處不同，將各地磁針扁斜及傾斜角度的同價值者，各用線聯起來繪成一圖，那末各地磁力的分布，便可以一目瞭然。現在發覺地震前後各地磁力的分布，往往發生變化。像日本、意大利、印度等處，經過多次研究，證實以上所說不為無因，不過至今還不能確定規律。

地震和電氣現象的關係 米爾納氏研究日本東京大地震，發見空氣中電氣現象突然發生變動時，往往就有地震，不過其中如何關係，至今不明。

地震和緯度的關係 古時歐洲有一種普通思想，以為地震在夏天最多，所以紀元六十三年二月五日堪板尼(Campania)地震，羅馬哲學家綏內苟(Seneca)詫為奇事。而普利尼(Pliny)則又以為地震在春秋二季最多。至十九世紀地震學家像配里(Perrey)等則又以為冬季最多，夏季最少。台維遜(Davison)等根據六十二國二萬餘次地震的統計，以為緯度四十五度以上地方，冬季(十至三月)較多，夏季(四至九月)較少；緯度四十五度以下地方，則沒有一定的規則。以上都是一種假說，並非地震與季候果有什麼關係。

地震和氣壓的關係 從來地震學家研究這種關係的卻不少。日本大森房吉氏曾用統計方法，想證明氣壓加高，則地震較

多的事實。不過大地震的前後，往往發生大風，那末也可以說氣壓降低，便有地震。因為當地球外面壓力減少的時候，地球內部的震力便容易發動，也在情理之中。所以這種假說也是不能成立的。

地震和天文現象的關係 太陽的黑斑和北極光等，也有學者以為和地震火山都有關係。像中國境內的地震，似乎有六百餘年的週期，彷彿和太陽黑斑的週期相一致。又有地震學家以為月球的吸力，亦能發生地震。他們以為地球內部，包含着高熱的液體；月球的吸力能使這種液體發生一種地內潮汐，地殼受其打擊，便生震動。但是現在已經從各方面證明，地球內部溫度雖是很高，仍為固體，並且非常堅實，所以地內潮汐的假說亦難成立。

第四章 地震的研究

地震學 地震學(Seismology)是屬於地球物理學的一門科學，它是研究從地盤的不安定或人為的原因而發生的地動情形，進而討論地震儀的應用和震災的預防等。這門科學和地質學、地理學、氣象學、物理學、天文學以及測量學等都有密切的關係，所以在研究地震學的時候，必須兼習以上諸科學。反過來說，如果能把物理學、天文學、測量學等加以精密的實驗，那末必先測驗地動的狀態。換言之，在測定震波的傳播速度時，便可明瞭地殼

的堅韌性；在測定震源的深度時，便可明瞭地殼的厚薄，因此可以明瞭地球內部的狀況。所以地震學可以供給其他諸科學研究的材料，凡研究物理學、天文學、地質學、測量學者，實不可不研究地震學。

不過這門科學，在歐洲直至文藝復興的時候才萌芽，到了十九世紀的末才發達。至於我們中國在古史裏雖早有地震的記載，可是從事研究的，除漢朝的張衡外，卻並無所聞，這是多麼可恥的一件事！現今歐、美、日本各國，都有專設機關，常期研究，每遇大震，必去實地調查，詳細紀錄。雖是目前地震學的程度，還不能做到像氣象的事先確報，使人們得以預防，可是它的進步，也很可觀，不久的將來，一定可以得到驚人的成績，而為人類造福呢！

地震的強度 歷來研究地震的強度 (Intensity) 常擬有各種標準，以為比較。最通行的為一八八三年意大利人羅西 (Di Rossi) 和福來 (Forel) 二人所定的，就叫做羅西福來氏地震表。他們把地震分為十級：

一、不覺。

二、少數靜臥者略能覺察。

三、多數靜臥或靜坐者覺察，時間方向約略可辨。

四、行動者亦能覺察，懸物動搖，門窗自開，地板窗格鳴響。

五、人人都覺察，家具牀搖動，懸鈴自鳴。

六、睡者驚醒，燈光搖動，掛鐘停擺，樹木亦搖動，屋內居民

逃出屋外。

七、桌上物件傾覆，牆上石灰墜落，無論何人都受震驚。

八、煙囪折斷，牆壁發生裂縫。

九、房屋傾倒。

十、地翻石裂，山谷應聲，損失很大。

此種標準當然並不精密，並且各地建築物的構造和材料，亦不一律，所以亦有缺點，尤其是在地震微弱的地方分別很詳，而於震動劇烈的地方，等級反嫌太少，所以一八九七年意人梅卡里(Mercalli)更創一地震表如下：

一、潛震 人不能覺。

二、微震 很少數靜坐者覺察，樓上較易。

三、弱震 少數人覺察，不恐慌，經它處報告，才確信爲地震。

四、輕震 屋內多數覺察，屋外少數覺察，器物微動，地板有些聲響，懸物稍動。

五、重震 屋內人全部覺察，屋外人多數覺察，睡者驚醒，少數人驚逃，搖鈴鳴，時鐘停，懸物搖動。

六、強震 人人都覺得，恐慌而逃，器物墜落，不堅固的房屋略有損壞。

七、劇震 鐘鳴，煙囪倒，屋瓦落，多數房屋略有損壞。

八、烈震 少數房屋破壞，多數重損，少數人受傷，尙無死亡者。

九、災震 少數房屋全毀，多數重損不能居住，人煙稠密的地方，死人頗多。

十、大災震 房屋盡毀，人口多數死亡，地裂山崩。

梅卡里一表對於地震強度，分配比較均勻，所以現時用者漸多，不過各地情形，極難一致，地質有堅鬆的不同，房屋構造有耐震、不耐震的區別，所以不能做概括的標準。并且羅、梅二氏所用標準都是從實驗得來，並無力學根據，因此所定強度等級的高低，和動力的大小，並無一定比例。一九〇二年日本地震學大家大森房吉氏根據力學原理，更證以實驗觀察，不以房屋做標準，將地震分爲下列四種，如下表：

一、**微震** 極輕微的地震，只有靜止不動的人或特別留心的人才能感覺『恐怕是有地震』的程度。

二、**弱震** 一般的人都能覺得，門窗震響，電燈等懸掛物件搖動，『有地震呀』的程度。

三、**強震** 面盆內的水振盪，掛鐘停止，牆上坼裂，軋軋作響，『地震快逃』的程度。

四、**烈震** 屋塌山崩，地盤生大變動，地面開孔，噴出泥水，河流被堵作新河，生命大受損害。

總之，此等地震表須視各地實情而定，在我國，尙宜就實地經驗斟酌取舍，分別規定，方能合用。

地震圖的繪製 各地地震現象，按照一定的標準，取一適當的地圖，就其強度相等的各點，劃一界線，叫做**等震線** (Isose-

ist) 在二線的中間，叫做等震區。等震線大抵近於同心圓形，它的中心點就叫做震中(Epicentrum)。強度最高的地方，也就是震動發生的所在。如果震中限於一點，而地殼構造各點相同，那末等震線全為同心圓形。實際上震中面積有時不止一點，往往成一帶形，而地質構造更是隨處不同，所以等震線也往往呈屈曲不規則的樣子。

地震的頻度 在一定地方一定時間內，計算地震的次數，叫做頻度(Frequency)。根據頻度而作統計的研究，一可以知道各地地震的多少，二可以推測地震發生的週期。所以有名的地震學家特別注意這種研究。

想要作此種研究，那末歷史的記載實為極可寶貴的材料。因為科學的觀察地震，還不過一二百年，而此種推論如果沒有極長的觀察時間，總不足為憑，所以研究材料便不得不注意到以前非科學的歷史記載了。此種記載，在中國始於三千六百九十年以前（夏桀五十二年）；在印度始於二千八百十七年以前；在日本始於一千四百零七年以前。法國罷羅(M. de Ballore)氏搜集研究世界各國古今地震，多至十七萬次。他的世界地震分布的學說，就是拿此項統計做根據的。

各地地震的頻度很不一律，所以繪成地震圖，可以表示地盤動靜的分布情形。試參觀附在後面的第十二圖，表示自一八八五年至一八九〇年共六年中間，日本各地的地震頻度。在這圖裏可以看到東京一帶恰巧鄰近頻度最高的區域，所以像一九二三

年、九月、一日的大地震，也決不是出乎意料之外的。

餘震的研究 大震之後，往往餘勢還未完畢，常常發生小震，這叫做餘震(After shocks)。如果用儀器測驗，每日總在數十次至數百次不等。日本大森房吉氏對於餘震研究得最詳細。他曾經證明：(一)地震頻度常跟氣象而或升或降，(二)每遇太陽或月球經過子午線的時候，地震頻度也隨之而較大，(三)每月裏當日月與地球成一直線或者日月互成九十度角度時，地震頻度也較大。但在海底裏發生的地震，那末只有在日月地三者成一直線時，頻度最大。這或許就地震和潮汐的一種關係。

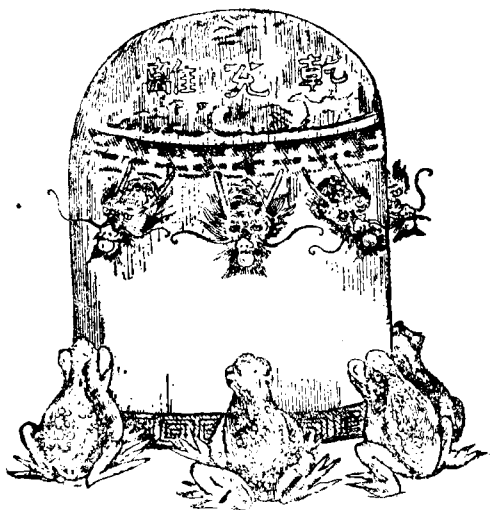
大震後的餘震，常跟着時間而逐漸減少，其間似乎有一定規律。試以時間和餘震頻度做二標軸，橫為時間，縱為頻度，那末所得圖形恰為雙曲線，可用下列公式求出之。

$$y = \frac{k}{h+x}$$

公式中 y 為頻度， x 為時間， h 、 k 為常數，每次大震分別測定。如果按照這個計算，那末每次大震後，雖數年後的餘震，都可推算出來。大森氏曾經用這方法研究一八五四年伊勢地震，一八九一年濃尾地震以及一八九〇年室根釧路地震的餘震，計算的結果與實測的頻度大致頗能符合。例如濃尾餘震在大震後起首五天內的測定，拿來推算第七八年的頻度，所得為八十五及七十五，總數為一百六十。而實測結果則為一百零一及六十二，總數為一百六十三，雖沒有完全符合卻已相差很微了。

這樣看起來，大震的預告，目前雖然尚屬不可能，而餘震的預測可謂已告成功。將來地震學的研究日益進步，或許大震的預告亦非絕對不可能的事了。

地震計的應用 工欲善其事，必先利其器。同樣地想要精密考察地震，必須有儀器。這種儀器在世界上創製最古的，要算中國東漢順帝時代張衡所製的地震儀(Seismoscope)(圖五)了。它



圖五 張衡地動儀

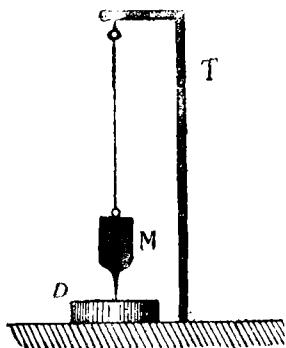
不但能感受震動，並且能分別方向。這種地動儀是由精銅鑄成，圓徑八尺，合蓋隆起，形似酒尊。中有大柱，旁引八道，施關發機。外有八龍，首銜鋼丸，下有蟾蜍，張口來承。遇有地震，則曾振動，龍口吐丸，蟾蜍承之。山

吐丸的龍口的方向可以推知地震的所在。當他初製此儀時，有一次龍機發動，吐出丸來，而一般人却不覺得有地震，學者頗疑此儀不準。過數日西北有使者來，才知道隴西地震，於是學者都佩服他的地動儀的神妙。

其後各國新製儀器，日益精進，並且可以求知震動的快慢強弱和方向遠近。此等儀器統叫做**地震計** (Seismograph; Seismometer)，種類頗多，有很精微敏感的，也有感覺較純而堅牢結實的，都各視其地的情形而適用。例如俄國等地震極少且微的地方，如果儀器不十分精敏，便難以覺察；反之，日本等地震最多且大，即無儀器也易感覺的地方，如果儀器過於精敏反容易損壞，不合實用。

地震計的基本原理 地震計的製法，其式不一，現代所用的有大森，Milne, Ewing, Wiechert, Galitzin 諸式。詳細構造非本書的事，其基本原理不外利用物質的惰性。因為欲量地球的震動，必須有一不隨地動的物以為比較，而此不隨地動的物，既不能求之於地球之外，便不得不求之於地面之上，那末惟有利用物質的惰性了。

像圖六，T 為鐵架，固裝於地，M 為一百公斤重的鐵錘，懸於 T 架，M 下面繫一根小韋，輕觸於 D 板的上面。地震的時候，D T 時動，而 M 僅有一絲繫住，因其惰性，仍留原位。其比較的關係，彷彿 DT 不動而 M 觸動，因此所有動狀都能記於 D 板的上面。這就是地震計的基本原理。

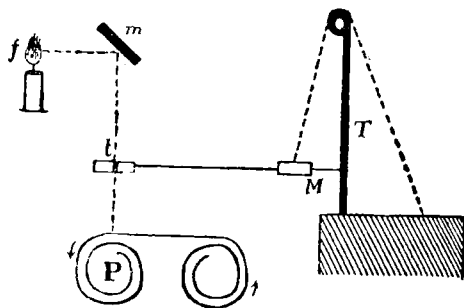


圖六 最簡單的地震計

不過如照上面所述，將使時間上繼續複雜的動作，都計於 D

板爲一隅，所得結果，必難清晰。改良的方法，第一將 D 板改爲圓軸，並以一定的速率，自行旋轉，那末 M 下面的小革可以隨畫隨捲，逐漸展開，不至重疊。並且可由圓軸旋轉的速度，測定其震動的快慢，以及繼續的長短。第二在將儀器的動作限定於一定方向，然後在同一地方，設置三器，一記南北移動，一記東西移動，另一個記上下移動。或在同一儀器上，設有能記此三種移動的裝置，那末無論怎樣複雜的震動，都可被分爲三種互相直交簡單的震波。既然知道此三種直交震波，那末依力學原理，便不難推想原來複雜的震動了。

但是三種震波的震幅大抵很小，所以應設法放大。例如圖



圖七 地震計的一種

七，T 架固裝於地，M 鐵錐輕懸於 T 架，再繫一水平槓桿，桿端有板 l，中有小孔，m 爲鏡，f 爲燈，P 爲自行旋轉的照相紙，fm P 都與 T 架共同固定着。地動時全架都動，祇有 M 因慣性關

係而滯留。動度設槓桿放大，而留影於 P，於是各種震動都得明顯地記錄下來。

震波及其記錄 地震計上所記錄下來的圖，叫做震波圖

(Seismogram), 像圖八所示便是。研究震波有二要點：(一)是震幅(Amplitude), 就是每一次震動往返最遠的距離；(二), 是週期(Period), 就是每一次震動往返的時間。計算震幅用公厘, 震幅愈大, 震動愈強；計算週期用秒數, 週期愈小, 震動愈速。

震波圖的形狀, 像第八圖所示, 大致可分為三段：初由靜止狀態漸漸開始震動, 叫做前震或初期微震, 次則震動增強, 叫做主震, 終則震動漸漸微弱

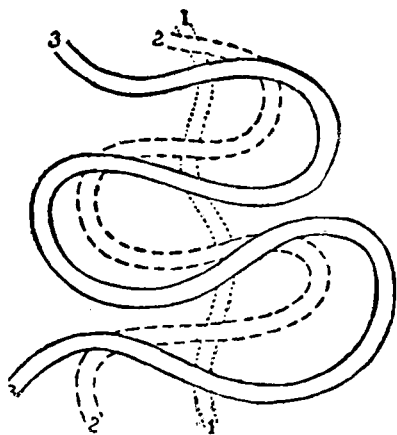


圖 八 震 波 圖

緩慢, 叫做後震或尾震。主震的震幅較大, 如果在大震, 為人們所覺察者, 就在此部。

雖在表面上震度非常強烈的地震, 但是地殼分子的移動卻並不很大。平常震幅在一二公厘以上者, 已為人人所覺察；在十公厘以上者, 已有破壞作用；在二十公厘以上者, 必成災震了。例如一八九二年日本濃尾大震, 其水平震幅, 亦不過十五公厘而已。然而破壞作用不僅在於震幅的大小, 亦有關震波週期的長短。週期愈短, 破壞力亦愈大。不過前震第一段大抵在半秒以下, 震幅極微, 不出一公厘, 所以影響不顯著。主震則日本東京

中央氣象臺統計三百三十二次地震的最大水平震幅爲二至二十公厘，其相當的週期則自零至二分。

震波圖的另一效用 震波圖的研究還有一種重要效用，就是由此可以計算出地震中心距離地震計所在地的遠近。計算的方法雖有多種，較爲通用者爲大森氏所定的。它是根據初震時間的長短，與中震和觀察點的距離有一定關係。就是距離愈遠，則初震的時間愈長。計算公式如下：

$$X = 7.27y + 38$$

X爲距離的公里數，y爲初震第一段延長的秒數。不過這公式僅能適用於較短距離，如果距離在二千公里以上，則改用下式

$$X = 6.54y + 720$$

距離既經測定，那末只須依震動所起的方向，計算它的遠近，便可推定震中的所在。即使方向難於確定，但如果有二個以上的觀察點，也可各就所知的遠近，用測量術中的交切法去求出來。所以地震學家能够足不出户而知天下地震究從何處發生，這不是科學的奇蹟嗎？

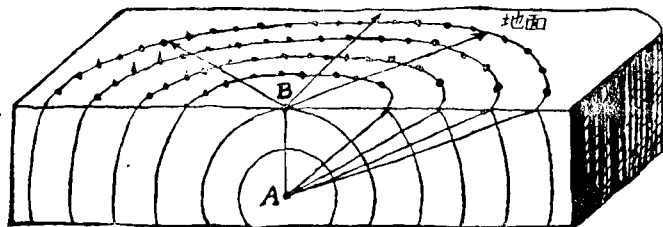


圖 九 震 源 和 震 中

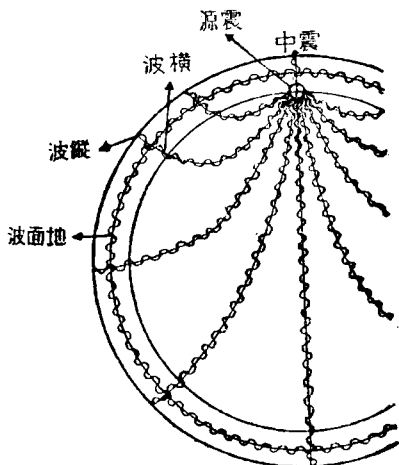
震源及震波的傳播 凡在地面下發生地震的根源地點，都叫做震源(Hypocentrum 或 Focus)。在震源的直上一點，叫做震中或地面震源(Epicentrum)(圖九)。換言之，由震源發出震波向四方傳播，最早達到地面上一點，就是震中。所以由震源向震中的震波對於地面是取垂直的路徑；向震中以外其它地點的震波對於地面是取斜路，距離震中愈遠斜度愈大。其結果，常覺得在震中的震波似乎由下衝上；在離震中遠的地方，便覺得震波似乎由橫旁而來。前者叫做**上下震動**，例如一七九七年南美洲哥倫比亞和秘魯間的厄瓜多地震，曾將數百人拋到空中。後者叫做**水平震動**，例如意大利卡拉索里亞地震時，樹木橫臥地面，旋起旋伏就是因為水平震動所致。所以在離震中遠的各地方，地震計上常記出各樣的條紋。但是這上下水平兩種震動，不過就所在地點的現象而言，並非各自完全獨立的震動。此外還有一種**旋轉震動**的名稱，如卡拉索里亞地震時，寺院的石塔上部改變方向，就是因此之故。以上三種名稱不過是感覺上的區別；大地震時往往三種並起，成為極複雜的震動。

關於震源的深淺，測定頗非易事，雖各地震學家都有計算公式，但是至今未能完全一致。就大多數測定的結果，震源深過一百公里者，可謂絕無僅有，即使在六十公里以上，亦大抵引為可疑。普通情形多在五百公尺至三十公尺之間。方法愈精密，則答數愈不出此範圍，這是很有重要意義的。因為地殼岩石的厚度，不過數十公里，岩層之下，地熱增高，物質都呈熔融狀態。現

在震源的深度既然還沒有超過岩層的厚度，可見地震原因實在岩層以內無疑。

法國地質學家拉蘇爾(Von Lasaulx)曾經有估計震源深度的簡單規則，他說地震強度很大而範圍很小者，它的震源必淺。反之，強度不大而範圍很廣者，它的震源必深。這種規則雖未精密測定，但其大體標準，恐亦不能外此。

震波的種類及其速率 震波可依其波動的性質而分為二種：一是縱波 (Longitudinal waves)，就是從震源與觀測點連絡的方向而震動者，換言之，就是波動和傳播在同一方向者。二是橫波 (Transverse waves)，就是波動的方向與傳播的方向互相直交者。此二種震波都是沿着同一方向而傳播的。如果觀測點的距離較遠，那末震波必須經由岩層以下的地球內部；如果傳達於震中的對距點者，更須穿過地球的中心，換言之，必須沿着地球的直徑而進行。此外還有一種震波叫做地面波 (Surface waves)，就是沿重力的方向而震動，並且直交於此而傳播的 (圖十)。



圖十 震波的傳播

以上三種波動的傳播速率(就是每秒鐘進行的公尺數)，是各不相同的。縱波最速，橫波次之，地面波最慢。地面波的傳播速率，大抵每秒鐘二千至三千八百公尺，須視其經過地殼岩石的性質而稍有上下，但與觀測點至震中間的距離並無關係。縱波和橫波則從觀測點至震中間的距離愈遠者，其速率也愈大。縱波速率自七千至一萬四千公尺，或竟至一萬六千公尺以上(平均每秒十公里)。橫波速率自四千至八千公尺(平均每秒五公里)。

地震計上所成的震波圖，在初震的第一二段，就是縱波和橫波影響所致，主震則是地面波影響所致。如果觀測點距離震中很近(例如在二百公尺以下)，則縱橫二波幾乎同時傳達，初震便也無段落可分；觀測點距離震中愈遠，則縱橫二波速率大小相差愈多，初震的延續時間也愈長。如果觀測點在震中的對距點，則當震源發生震動後，縱波約經十五分鐘始到，橫波約經二十六分鐘始到，地面波則約經三十五分乃至五十分鐘才到。

第五章 地震的分布

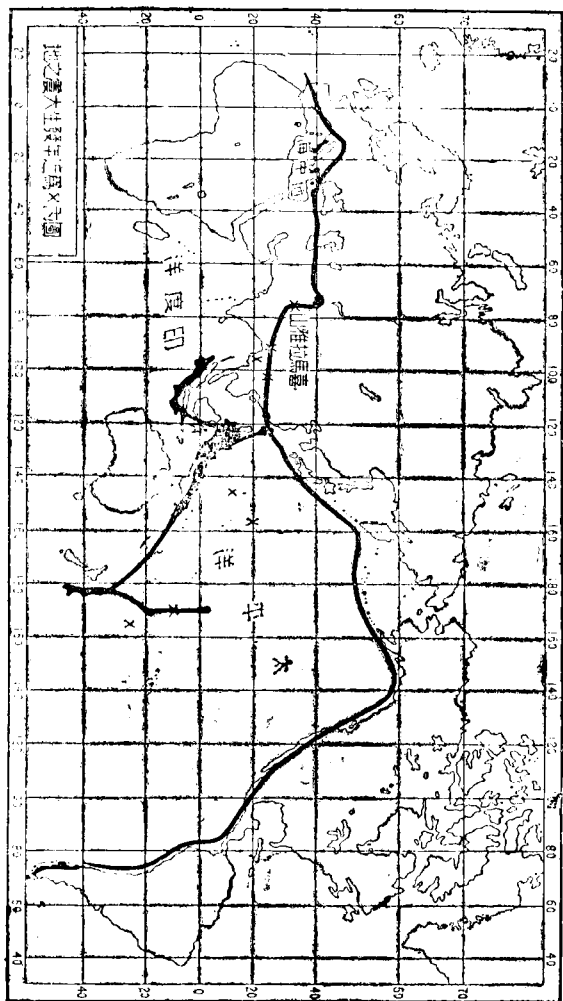
地震雖是到處都有，但決非均等的分布，凡發生次數的多少以及震動的程度的強弱，實是因地而異，大相懸殊。例如日本、意大利、南美洲西岸一帶，地震很多，而且強烈；反之，俄國本部與東部美洲等處，地震卻很少很弱。就是一國之中，也各地不同，例如日本的地震都集中在沿太平洋方面，而日本海方面與內

地方而卻不很厲害，所以地球上的地震當然有分布的區域。這種事實對於人生頗爲切要，茲特先述世界上一般的概況，再述我國實地的情形。

世界地震區的分布規律 關於世界上地震分布的情形，從前早有人研究過。法國罷羅(Montessus de Ballore)收集古今各國十七萬餘次的地震記錄，而研究其分布的規律，結果把世界地震區域劃分爲兩大地帶：(一)在太平洋周圍，(二)沿歐洲地中海、高加索山、喜馬拉耶山、馬來羣島等地。這兩地帶都各成爲長而窄的帶狀，可在地球面上，以地心爲中心畫兩個最大圓圈。前者叫做環太平洋圈，後者叫做沿地中海圈。這二大圓圈的地位，卻與世界上的大山脈相暗合。並且從檢查十七餘萬次地震記錄的結果，知道其中百分之五十三發生於沿地中海圈，百分之三十八發生於環太平洋圈，所剩的九成發生在其它的地方。(圖十一)

罷羅氏並從地質史中推求這分布規律的意義。他以爲當地球在中生代的時候，陸地面積很廣，爬行動物非常繁殖，不過大陸和大陸之間，隔有深海，海中泥沙，逐漸沈積，海底便逐漸下降，這樣的地方叫做地溝(Geocyneline)。到了第三紀(新生代的大部)的後半期，中生代的地溝先後猛受地盤的摺曲擠裂，便再升起而成山脈。而此等在中生代爲地溝，在第三紀成山脈的地帶，卻分布在上述環太平洋和沿地中海的兩大圈內。從這個地質史的構造上，便可明瞭地震的原因實在和第三紀的造山作

圖十一 環太平洋及沿地中海的地震分布圖



用有密切關係。

太平洋地震區的分佈 日本大森房吉博士對於太平洋區地震的研究最爲詳細。第十二圖就是他在一九二三年三月發表的，圖中黑線地位沿地中海、喜馬拉耶山及環太平洋部分，是根據他的實際經驗所創設的，這是和

罷羅氏不同的地方。還有一點，就是喜馬拉耶地震線和太平洋西南地震線之間，不從馬刺甲半島沿岸相連，而在中國南部另畫一線，以東聯臺灣，西聯印度，這也是大森氏所獨創的。但是從地質的構造上講，中國南部像閩、粵、桂、黔以及雲南的一部分，都與第三紀造山作用並無關係。並且雲南以西，山脈河流以及地層摺曲，明白地作南北方向，現在卻以東西方向的地震線連起來，不知根據些什麼？或者他鑑於福建、雲南常有地震發生，天然和東印度的地震區遙相呼應，所以特創此線，也未可知。

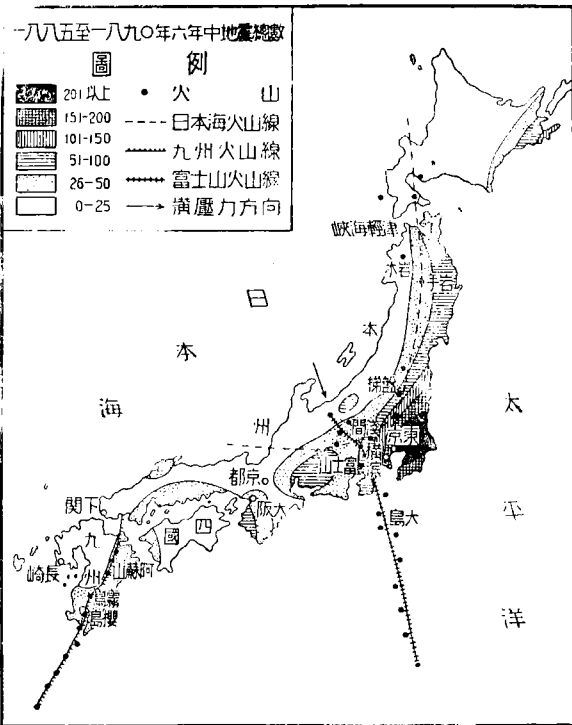
大森氏對於太平洋區的地震分布，更作發生次序的研究。他以爲在同一地點內，一次大震之後，必有若干時間的靜息，而後他地點繼之而起。最著的例，像美洲沿太平洋岸成一極明顯的地震帶。此帶自北至南包括多數震中。它的發生的次序：（一）一八九九年阿拉斯加西岸震後，而有（二）一九〇一年及一九〇二年墨西哥及中美的地震，繼之以（三）一九〇六年二月一日巴拿馬、哥倫比亞、厄瓜多的地震。如果照上面的理論，同帶地震次第發動，那末次期地震的中心，應該在（一）及（二）（三）之間，就是在美國加利福尼亞省沿岸。果然，一九〇六年四月十八日就有桑港大地震，桑港之後，大森氏以爲下次當在赤道以南，就是南美沿海。果然又不出所料，是年八月十六日智利國法兒派來素發生大地震。於是學者都佩大森氏的理論爲極有價值。更其可異的，法兒派來素地震後只半小時，白令海峽附近海中又發生大震。足證南北美洲沿海確成一地震帶，而其間地震的循環

起伏，似乎確有首尾呼應的情形。

日本地震

區的分佈

日本向來為世界有名的地震國，所以他們國內的學者對於地震，研究得特別詳細。從他們的歷史記載中：最大的地震約有二百二十三次，而其震中的分佈則如下表，可見沿太平洋



方面地震特多。

圖十二 日本地震分佈圖

發源於太平洋者	四十七次
發源於日本海者	十七次
發源於日本內海者	二次
發源於日本內地者	一百十四次
震中不明者	四十三次

再就常遇的小地震研究起來，據日本中央氣象臺從一八八五年至一八九〇年的六年中間所測得的地震，及其分布範圍，有如圖十三。在這六年中間，並無特別大地震，所以此圖所據都是平常小震，但其結果，亦足以證明太平洋沿岸地震特別繁多。

因此無論以強度或頻度做標準，都足以證明日本的不穩地帶是偏在太平洋一方面。試看日本諸島的地震，從東北綿延到西南卻成一大弧形。而弧的凸面又對着太平洋，換言之，日本諸島和太平洋方面間的地殼構造最是脆弱，也就是震源最多的地方。地震和地質的關係，於此更加可以證明了。

圖十二更可以表示日本地震區和火山的關係。火山線分爲三線：(一)日本海火山線，(二)九州火山線，延長之可連琉球羣島，(三)富士火山線。研究此火山線及弧形島的意義，似乎有一種橫壓力，從西北推向東南。而島的東南恰巧就是震的凸面，地殼有向外破裂的趨勢，富士線便因此而生，地震也便因此特別地多而且烈了。

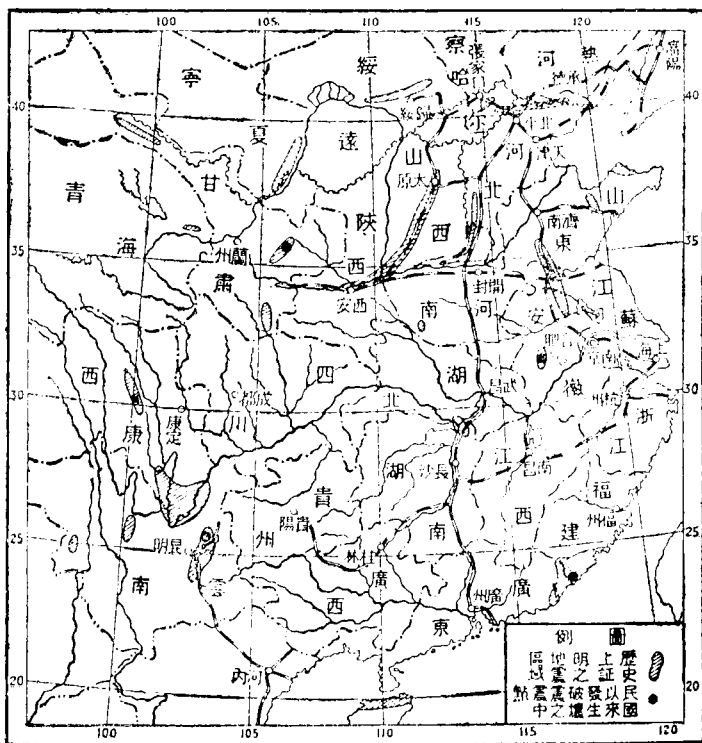
中國的地震分布 地球上除上面所述的環太平洋圈及沿地中海圈是被稱爲著名的地震帶以外，其他地方不一定沒有地震，例如我們中國，雖不在這兩大圈的地震帶範圍以內，但是自古以來也時常有地震發生的。據地質學家翁文灝氏的統計，從夏桀五十二年起到現代，三千五百餘年間，有記載可考的達三千五百餘次，平均幾乎每年一次。至於地震的程度，像山崩水湧，災及大部分地方生命財產的情形，古書上常有記載。即舉晚近的實

例，像民國六年一月二十四日皖、鄂間地震，和七年二月十三日閩、粵間沿海地震，可覺察的範圍各五六十萬平方公里。至如民國九年、十二月、十六日甘肅涇原大地震，範圍達一百七十萬平方公里，影響之大更不容忽視。

至於中國地震的分布，翁氏就地理環境分爲十六重要地震帶。這地震帶是根據記載搜集各地震中心地點而決定的。茲摘要列表如下。

地 震 帶	地 質 構 造	信較較詳的地震年間	地 震 平 均 次 數
汾渭地壑帶	斷層	唐貞觀三年至清道光十年	約每三十七年一次
太行山褶曲斷裂帶	斷層	唐大曆十二年至清道光十年	約每九十六年一次
燕山褶曲斷裂帶	斷層	宋嘉祐二年至清雍正八年	約每七十五年一次
山東濰河斷裂帶	斷層	漢宣帝本始四年至清康熙七年	未 詳
山東西南斷裂帶	斷層	宋神宗熙寧元年至清宣統三年	約每九十四年一次
山東登萊海岸陷落帶	沿海陷落地	宋仁宗慶曆七年至清光緒卅四年	約每九十六年一次
甘肅賀蘭山斷裂帶	斷層	唐宣宗大中三年至清光緒十五年	約每八十六年一次
甘肅涇原斷裂帶	斷層	隋文帝開皇十三年至民國九年	約每六十五年一次
甘肅武都折斷帶	山脈折斷	明崇禎六年至清光緒七年	約每五十年一次
河南南陽折斷帶	山脈折斷?	清順治十七年	未 詳
安徽霍山折斷帶	山脈折斷	明神宗萬曆十三年至民國六年	約每六十年一次
四川南部斷裂帶	斷層	明憲宗成化十四年至萬曆卅八年	約每二十六年一次
雲南東部湖地斷裂帶	斷層	明孝宗宏治七年至清宣統三年	約每十七年一次

雲南西部湖地斷裂帶	斷層	明成化十年至清宣統末年	約每二十一年一次
廣東瓊雷斷陷帶	斷層?	明嘉靖五年、萬曆卅三年、清雍正二年	未詳
福建泉州沿海陷落帶	沿海陷落地	宋英宗治平四年、元世祖至元廿七年、明英宗正統十年、萬曆卅二年、民國七年	未詳



圖十三 中國地震分布圖

各帶地震的地點詳載第十三圖內。表中地震的年間是舉本末較詳的而言，此外最古的記載概未列入。

第六章 震災和預防

震災一斑 離震源較遠的地方，即使稍稍強烈，亦不會發生很大的災害的，所以這裏所舉災情，都是離震源不遠，或者就在震源地方，試略舉如次：

- (1) 性命難保，人類家畜或傷或死。
- (2) 房屋倒塌，道路毀壞，田園荒廢，河堤崩潰。
- (3) 易起火災，因之貴重的紀念物品多被燒毀。
- (4) 海濱地方常因地震而波濤洶湧，或成海嘯。
- (5) 震災後往往發生疫癘。

預防的理論 強烈的地震既然如此危險，而地球存在一日，地震終是不能避免，所以我們人類應該想出預防災害的方法，乃是研究地震的重要目的。預防的方法可以分作兩層：

(一) 最好是設法預知地震的發生，以便及早防避。但是這層儘有許多地震專家不斷研究，至今仍無把握。前述的地震計雖能精密考察，但必須到有地震的時候才起感應。并且所感受的初震距主震不過幾秒鐘的光陰，那能有餘暇去預防呢？凡愈近地面震源的地震，災害愈大，然而一般的地震計愈近地面震源，所記的初震愈短，甚至立現主震，即使幾秒鐘的餘暇也不可

復得。所以這種地震計用作記錄上的考察固屬有效，若用作預知地震，不過能在離地面震源較遠的地方，比人的感覺快些罷了。

(二) 既然沒有良法可以預知，那末只有等到地震來時，設法減輕災害。好在世間很強烈的地震，還不過偶而遇見。平常的地震總不十分為害。若能對於房屋等的建築上特別注意，未嘗不可以將震源減到最低的程度。

預防的方法 據日本震災預防調查會最近研究的結果，略舉如次：

(一) 木造的房屋——屋頂輕，柱頭堅固，而且不很高的為宜。例如東京大地震時，用白鐵皮做屋頂的房屋受災最少。

(二) 磚造的房屋——選用良質的磚和上等水泥砌造的為宜。窗寧可小，屋頂寧可輕。就一般說，木造的房屋對於震動頗有耐性，在強烈地震時，被倒塌的比較的少。民國十二年東京大地震，受災最深的就是磚造房屋。

(三) 造屋須選堅固的地盤，以遠離河湖等地為宜。東京大地震時，房屋在高地的受害較少，在低而軟的地盤上的受害較多。

(四) 房屋的形狀以方形為宜，柱多而堅牢的為宜。東京地震時，廟宇等頗能耐震。

(五) 房屋的高度須依該地地盤軟硬的關係而受限制。例如美洲東海岸地震少，地盤多由花崗岩所成的地方，雖有地震，所

受的震搖也不大，房屋的高度當然不須限制。所以紐約一帶幾十層的高樓直聳霄漢，並不妨事。但如日本這種地震國，高樓的建築頗有考慮的必要。

中國地震區的預防 以上所述建築上的研究，自須因地制宜，不可一概而論。我國甘肅大地震後，翁文灝氏實地視察的果，據說：（一）土牆最危險。（二）磚牆較木柱易倒。（三）愈高聳的建築愈易坍塌。（四）孤立的房屋較易倒塌。（五）山崖水邊的房屋受災較易，在重要斷層線上的更是危險。（六）沖積層或其他疏鬆的地盤震災較大，石山地方震災較輕。

中國北方甘、陝、晉、豫等省，黃土廣而且厚，所以一遇地震，即患山崩。有時黃土小山全山崩倒，衝走三四里之遠，然後再堆積起來。又有谷的兩旁上山，相向而崩，壅塞溝渠。此等地方的住民，生活簡陋，穴居窯洞者所在都是，一遇山崩，無法逃避，所以中國地震死人之多往往駭人聽聞。

