

火山作用及其地理分佈

沈 永 直

(一) 火山作用的根源

火山作用是地質作用的一種形式，任何一種地質作用都需要力來引起，而產生這種力就要有能。能的主要來源有二：(1)是太陽的熱能，引起風化、剝蝕、搬運、堆積等地質外力作用。(2)是地球的內熱，有了地球的內熱，才有火山噴發、變質現象、深成岩作用、和造山運動。因此按照產生地質作用的能的來源來說，火山作用是屬於地質內力作用的一種，也就是說是由地球內部發出來的熱能，所引起的地質作用。

從地球深處得到的熱叫做地熱，根據許多鑽井或鑽探孔中證明，愈到深處溫度愈高，大概平均每下降 35 公尺，增加攝氏溫度一度，這叫做地熱增溫率。在蘇聯北裏海地區某一個深井中所得地下溫度情況如下：

深度 500 公尺	42.2°C
深度 1000 公尺	55.2°C
深度 1500 公尺	69.9°C
深度 2000 公尺	80.5°C
深度 2500 公尺	94.4°C
深度 3000 公尺	108.3°C

美國內華達州的科木斯托克金礦，坑深到了 600 公尺處，含金量雖然仍很豐富，但溫度已上升到 42.2°C，又缺乏一定的通風設備，非停止開採不可。

我國佳木斯以北的鶴崗煤礦，冬天地面溫度經常在零下 25°C，但在 300 餘公尺的斜坑中，溫度一直保持在 20°C 左右，工人經常是穿單衣工作的。

我國外興安嶺以西的阿爾山溫泉，冬天地面溫度下降到零下三四十度，但地底下湧出來的溫泉，水溫還是在 25°C 左右。

從地下深處，噴發出來的岩漿，達到 1000°C 左右。

從上面這些實例中，說明離地面愈深溫度愈

高，地球半徑是 6,378 公里，如以每深 35 公尺增高一度計算，則地心溫度將高至 21 萬度。可是很多學者，認為地心溫度並沒有那末高，將不會超過攝氏五千度，原因是地熱增溫率僅適用地球的外殼。

關於地熱的來源問題，迄未解決，根據過去康德和拉普拉斯二氏的星雲說，認為地球內部的熱是從地球還是在星雲狀態時殘留在內圈的。最新的學說認為是由地球內部許多放射性元素放射出來的。

地球內部溫度很高，因而使埋藏在地下深處的岩石處在液體狀態，名之謂岩漿。這種岩漿因着溫度和壓力的不同，有着各種不同的狀態：在最深處，蘇聯許多學者認為岩漿在極大壓力和高溫之下變成潛柔質狀態（介於液體與固體的一種狀態）。當壓力減少時，潛柔質變成火熱的液體狀態，並析出了部份氣體，被排出的氣體，使岩漿的體積增大了好幾倍，因此產生了無比強大的壓力，使岩漿沿着裂縫急劇上升。岩漿上升愈高，壓力就變得愈小，氣體的析出就變得愈多而且愈加激烈，最後衝破地殼的脆弱地帶，噴出地表就叫做火山作用。火山爆發的根本原因，是地壓力的大量減少，因而火山分佈主要是在地質構造地帶，即褶曲、斷層、裂縫等脆弱地帶。現代火山的地理分佈，可以證明這種事實。

(二) 火山及其形狀

火山作用的結果，噴出大量的氣體、火山灰和熔岩，堆積成山謂之火山。但火山並不是噴火的山，我們的祖先，看見火山在爆發時，尤其在夜間，可以看到火光灼灼，一片通紅的火柱，好像是噴火似的，故提名謂火山。其實這些火柱，是上衝的氣體和火山灰，被白熱的熔岩反映着的結果，而火山本身並不是燃燒發火的。

以意大利維蘇威火山為例，把他畫成一剖面圖，其形狀如下圖：

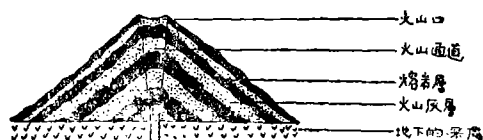


圖 1 維蘇威火山錐的構造

由火山產物——熔岩和火山灰交替而堆成的錐形山，叫火山錐，中間是火山通道，與地球的深處相連，平時經常被凝固的熔岩和火山灰之類充填着，只有當火山噴發時才被衝開。

火山通道的頂部是火山口，爆發休止後，常成漏斗形的窪地，規模巨大的，或有水聚積成湖，稱為火山湖。我國東北長白山主峯頂上的天池，便是火山口所形成的。天池位於海拔 2,744 公尺的峯頂上，東西長約 3 公里，南北 4 公里，周圍約 11.3 公里，深 313 公尺。池水出北口外流，而成為松花江上流的主要水源之一，長白山源來，就是由於火山作用形成的，在第三紀上新期開始噴出玄武岩類，以後又有粗面安山岩的噴出，遂成長白山的主峯（白頭山）。

（三）火山的分類

地球上存在的火山，按其活動情況，有（1）活火山和（2）死火山二大類。不停止地或週期性地爆發的火山叫做活火山；在相當長時間內停止活動的火山，或者說有了人類歷史記載後，從未活動過的火山，姑且名之謂死火山。

但是在這二類之間，是很難劃分得很清楚的。很久沒有爆發的，認為是死了的，也可能瞬息之間又變成活的了。例如維蘇威火山，在公元 79 年以前，認為是死火山。人們在這兒安居樂業的生活着，但在公元 79 年發生了驚人的爆發，結果使龐貝、斯傳達、希科拉尼三個城葬埋在火山灰底下，從那時起維蘇威火山變成了活火山，大約每隔 100 年，重演一次強烈的噴發。

還有一種活火山，幾乎是不斷活動的，例如地中海西西里島北方的斯多倫布利火山。這個火山從古時一直活動現在，每隔二分鐘噴發一次，主要噴出物是熔岩，成了夜間航海的天然燈塔。

現今地球上的活火山約有 476 座，死火山約在 2,000 座以上。

根據火山活動噴發的形式，可分二種類型：

（1）裂縫式火山：火山噴出物是從裂縫中噴出的。這類火山的特徵是區域廣而延長長，沿着地面的裂縫，噴出一系列的火山。這類火山分佈較少，而以冰島分佈最多，是裂縫式火山的典型代表地。冰島不僅富有冰川，而且又多火山活動，如名之為冰火島，那是更名符其實了。他如太平洋南部的新西蘭島上，1886 年底拉溫那火也發生過一次很大的裂縫式火山爆發。

（2）中心式火山：它們有一定的噴發中心，也就是說氣體、火山灰、熔岩噴出來時，有中心噴出來的。

根據爆發後火山產物的不同及激烈程度的不同，又可分類如下：

（1）夏威夷式火山：這一類火山的特徵，噴出物祇有熔岩和極少量的氣體，而且大部分是基性熔岩，沒有猛烈的爆發現象，因之又名為寧靜式活火山。如夏威夷羣島冒納羅亞火山口周圍廣達十公里，充滿着沸騰的熔岩，平均每七年發生一次，大量的向外溢流。整個夏威夷羣島就是一羣海底火山，島嶼就是火山露出海面的部分，如冒納開亞火山海拔 4,253 公尺，是有名的高大火山，在海面下到海底的部分尚有 4,500 公尺，因此把它們在海底部分也計算在內，高度超過陸地上的最高山峯。

（2）馬爾式火山：這一類火山的特徵，其噴發物祇有氣體而沒有火山灰和熔岩。這種類型的火山較少，過去人類對它認識是不夠的，屬於爆烈式火山。1832 年爆發的日本西拉那火山，是屬於這一類型；另一個特徵祇爆發一次，不再連續，而其爆炸力非常強大，以致使 200 公尺直徑的火山的阻塞物上衝到幾百公尺的高空。

（3）維蘇威式火山：這一類火山的特徵，是噴發物有氣體、火山灰、火山彈、火山礫和熔岩等。噴發時是以強烈的氣體噴出開始，可以昇高到五公里。隨着氣體的噴出，地下通常發生相當強烈的地震，高空中由於氣體強力的噴出，帶出了大量的火山灰、火山礫、火山彈，或者碎塊和熔岩；其中氣體的質點和火山灰的摩擦作用，造成不斷的閃電和炸聲；大量的水蒸氣昇到高空，凝聚為烏雲而成傾盆大雨；這種大雨在空中吸收了火山灰；因此成了泥漿大雨。當這些作用，達

到了最大強度，最後發生了可怕的爆炸，接着大量火熱的熔岩不斷地噴射，以後，慢慢地流出，成了可怕的熔岩流，熔岩流出來以後，噴出的氣體和火山灰等慢慢減少，逐漸的到了寧靜階段，經過相當時間後，才完全熄滅。

此類火山之另一特徵，是熔岩裏含有較多的二氧化矽，因為二氧化矽，黏性大，常使火山口的通道阻塞，形成大量氣體的積蓄，一旦噴發時，特別激烈，故此類火山又名爆烈式火山。

(4) 克拉卡托式火山：這一類火山的特徵，主要噴出物有強烈的氣體和大量的火山灰，而無熔岩。克拉卡托火山位於爪哇巽他海峽。1883年爆發時把75平方公里的海島，完全炸裂，飛到天空，落下的火山灰，佔了大約一百萬平方公里的面積。火山灰落在巽他灣裏，阻礙了海輪的航行。激起的海浪高達36公尺，一直滾過了整個的印度洋和太平洋。約有三萬陸仟人被海浪沖走；這樣猛烈的火山爆炸，在人類史上是最強烈的了。

(四) 火山噴發的產物

火山噴發的結果，從地球深處噴到地面上的產物，有氣體、固體、液體三種狀態。

(1) 氣體狀態的產物：氣體的種類和數量，變化無常。不只是不同的火山類型不一致，就是在一個火山口中，也有質和量的變化。例如意大利的佛爾開諾活火山，幾十年前噴出許多含硼酸的氣體，但到現在，含硼酸的量大大降低，幾乎沒有了。根據許多火山噴出氣體的實驗證明，不同的氣體是決定於爆發時的溫度。

火山爆發時溫度到達 360°C 以下時，噴出來的主要氣體是水蒸氣，伴隨氣體有硫化氫、碳氫類氣體、氮氣、硼酸氣體，最後噴出碳酸氣。

溫度到達 $360^{\circ}-500^{\circ}\text{C}$ 時，硫黃、二氧化硫和氯化氫是主要產物，伴隨的少量氣體有碳酸氣、硫化氫、氫、氯氣及氯化銨等氣體。

溫度到達 500° 以上時，高溫乾燥的氣體如氯化鈉、氯化鉀、氯化鐵是主要產物，例如維蘇威火山，氯化鈉氣體的數量超過94.3%。

當上面這些氣體噴出火山口，與大氣接觸的時候，溫度就急劇下降。因此在火山口附近常有各種因昇華作用而成的礦物，最常見的如硫黃，

其次是食鹽、硼砂、硫化砷等。死火山地區，熱泉是火山作用的殘餘表示，熱泉的火山口，常有很多的硫黃，如我國台灣省台北市的草山溫泉口，有很多的昇華硫黃堆積着。

(2) 固體狀態的產物：隨着氣體上衝而產生的固體物以粒度粗細不同，有火山塵、火山灰、火山砂、火山礫、火山彈等。火山灰是一種淺灰色的細灰，由圍岩或熔岩受氣體爆炸作用而造成的結果，固結後即成凝灰岩。我國撫順礦煤層的上部即覆了一層相當厚的凝灰岩，露天開採時，必須剝離覆蓋的凝灰岩才好開採煤層和油母頁岩。由於凝灰岩成自火山灰，比較鬆軟，因此在剝離工程上是個大障礙，容易發生崩落事故。火山灰是固體產物中最輕的一種，可以上昇到極高的空中，且常吹到很遠的地方去，例如1883年8月26日，爪哇和蘇門答臘之間巽他海峽中的克拉卡托火山大爆發，轟然雷鳴的爆炸聲音，在三千里以外尚隱約聽到。火山灰上昇到27公里的高空，飄揚到全世界，海浪躍起達幾十公尺。蘇門答臘的高山上竟發現了破碎船隻，這就是被大浪捲上去的，淹死了三萬六千人。喀拉卡托山本身則完全炸裂，原來海拔五百公尺的高山，爆發後竟變成了三百多公尺的深海。他如1834年中美洲科塞格文火山噴出來的火山灰，約等於550億立方公尺。

比較粗的是火山砂，大概多呈黑色，是由熔岩碎屑構成的，有時還雜有相當數量的磁鐵礦，但為量很小。

再大一點的是火山礫，更大一點的是火山彈，其大小從拳頭般一直到好幾噸重，這些都是被氣體爆炸而拋射到空中再落在地面的熔岩或圍岩的碎屑和大塊。

(3) 液體狀態的產物：從火山口噴出或流出的火熱液體物質叫做熔岩。熔岩的溫度都在 $1,000^{\circ}\text{C}$ 以上，如維蘇威火山的熔岩溫度 $1,180^{\circ}\text{C}$ 。此時已白熱化，發着熊熊的火光，混合着爆發的氣體，一到晚上，像火柱一樣。流出的熔岩，表面迅速冷卻，成了堅固的硬殼，由於外殼的傳熱率小，外部冷卻成硬殼後，其內部在很長時間內，還繼續是灼熱狀態，甚至爆發後一年，熔岩流200米的深處，溫度還有 200°C 。

熔岩的種類：第一類是基性熔岩， SiO_2 的含

量不超過 52%。這類的代表岩石是玄武岩，特點是顏色深，比重大，熔融時黏性小，所以容易流動，而且表現在地面上是分佈面積廣。中國東北區的吉林以北一直到密山連亘 500 多公里，有很多的玄武岩成熔岩台地而分佈着。第二類是酸性熔岩， SiO_2 的量大於 52—60%，代表岩石是石英斑岩、粗面岩等，他們的特點是顏色淺，比重小，而黏性大，不易流動，因此分佈面積較不廣闊。

火山爆發的猛烈與寧靜，與熔岩的種類有密切的關係，酸性熔岩中，富有 SiO_2 ，故黏性大，因之內部氣體，不易逸出，一旦噴出，就成猛烈的爆發作用，故爆烈式火山所噴出的熔岩，大部是酸性熔岩。相反的，寧靜式火山，多數流出玄武岩，上面所說的夏威夷火山就屬這一類型。玄武岩中 SiO_2 含量較少，較易流動，內部氣體容易流失，故噴發時，無爆烈現象。

火山學家推算出自公元 1500 年到現在，地球的上火山共噴出 300 立方公里的火山灰，50 立方公里的熔岩，因此熔岩與火山灰比較，僅及火山灰的六分之一。

（五）火山的地理分佈

火山在地球上的分佈是不均勻的，據統計 480 餘個活火山，約有三百六十餘座集中在太平洋區域，形成太平洋火山帶。太平洋西岸從白令海峽經過日本直達南極圈的一萬六千公里到處有火山的踪跡。從北開始，蘇聯勘察加半島就是個重要的火山區，在這個半島上火山共有 127 座之多，其中 19 座現在還時常噴發，最有名的是克留赤夫火山，海拔 4,850 公尺，近 200 年中共發生了 20 次左右大噴發，每次噴出的熔岩約有 4.5 立方公里，則與現在火山體積 3,400 立方公里相較，可以推算出造成現在的火山錐就需用 700 次巨大噴發來完成。1944—1945 年克留赤夫火山發生了一次猛烈而長期的爆發，爆炸有時劇烈，有時緩和，爆射出大量的水蒸氣，火山灰和火山彈，一直繼續了好幾個月，可以說是人類歷史上最最近的一次火山大爆發。向南是日本火山地帶，牠是世界上著名的火山國，海拔 3,770 公尺的富士山，就是活火山，是世界圓錐形火山的典型。九州島上的阿蘇火山，火山口南北長 23 公

里，東西寬 16 公里，也是有名的。雖然近年來日本火山活動並不劇烈，但由於地殼的脆弱，與火山相連的地震極多，日本平均每年要發生地震 1,500 次，在東京，三天裏就要有一次可以辨覺的輕微地震。1923 年 9 月 1 日的東京大地震，雖只有九秒鐘，結果死傷了十四萬人。再南是我國的台灣省，是我國的火山活動地區。更南是南洋羣島，也是著名的火山帶，菲律賓全國有火山 30 多座，而爪哇一島，火山就有 109 座之多，其中以克拉卡托火山為最著名，1883 年 8 月 26 日的大爆發，近代史上最大的一次。太平洋中，有很多由於火山作用而造成的島嶼，整個夏威夷羣島就是一羣大規模的海底火山，他如北部的阿留申羣島，中部的馬利亞納，和加羅林羣島，南部的克科羣島，也都是由火山作用造成的，南半球的新西蘭島也有很多經常活動的火山，因此有許多熱泉，竟達沸點的，土人就以此為天然的庖廚，太平洋的東岸，北美洲以墨西哥為最多，墨西哥首都以西的山地中，1759 年 9 月底發生了大爆炸，且繼續半年之久，結果噴射出來的熔岩，堆成了圓錐形火山六座，南美洲智利和阿根廷之間的安第斯山脉中，有一座叫阿空加加拉的死火山，高達海拔 7035 公尺，是世界上最高的火山，北部厄瓜多爾境內，有一座海拔 5943 公尺的哥多伯克西火山，迄今尚在活動，是全世界最高的活火山，從上例許多火山的地理分佈，可以看出火山是分佈在大陸的邊緣地帶，而且與山脉走向是一致的，即在高山和大洋深溝的中間，是地殼上均衡破裂最大的地方，也是最脆弱的地區，因之更證實了火山和地質構造有密切關係。

在歐洲著名的火山國是意大利，位於亞平寧山脉和地中海的脆弱地帶，那不拉斯灣以東的維蘇威火山是極有名的，79 年爆發以後，朋貝等三個古城都殉葬了，直到 1748 年，這些城市又重新在火山灰壙下發掘出來，市街宛在，成為考古學家和旅行者的目的地。

大西洋中的冰島，也是個火山國，其面積與我國浙江省相等，但火山就有 29 座之多，大都是裂縫式火山，其中最著名的就是希克拉火山，在冰天雪地的冰島上，常有沸點的熱泉湧出，這也是火山活動的結果。

(六) 我國的火山分佈

我國的火山並不多，活火山更少，經常活動的極少。據尹贊勳氏之統計，我國近期火山分佈集中在下列各地區：(1)東北區；(2)台灣區；(3)滇西區；(4)華中區；(5)晉綏區；(6)海南島區。

(1)東北區根據作者收集材料，可分為：

(A)長白山區：白頭山是長白山嶺的主峯，為東北第一高峯，第三紀中期，本區域有玄武岩的噴出，末期有粗面安山岩，石英粗面岩之噴出，建成白頭山，到第四紀初期有玄武岩大溢流，最北到密山，從延吉經牡丹江，林口到密山，坐在火車上可以看到連亘不絕熔岩台地，白頭山最近曾在 1597, 1702 年二次噴發，寬甸附近之黃椅山亦為玄武岩所構成，成圓錐丘形狀，海拔 513 公尺。龍崗火山羣，在輝南，濛江縣境有大小 72 個火山口。

(B)長春附近有伊通縣四週之六個火山丘，北有東尖山，西北有西尖山、馬鞍山、莫里清山，南有大孤山，海拔 270—390 公尺。公主嶺和長春間鐵路線東側有尖山、平頂山、大屯、東山等火山錐，高約 280 公尺。

(C)鄭家屯附近，在遼西省鄭家屯四鄰的平原上，聳立火山丘 7 座，主名七星山，均由玄武岩構成，但山坡為黃土所蓋，玄武岩露頭不顯。

(D)依蘭，佳木斯附近，松花江右岸，有玄武岩火山丘 4 座，海拔 100 公尺左右，由北東向南西排列。

(E)德都地區，德都縣位於黑龍江省中部，二克山白榴石熔岩台地位於德都南克東縣，圓錐丘形狀。尖山位於德都縣城西 35 公里，海拔 425 公尺，是玄武岩台地，呈圓錐丘形狀。本地區最著名的五大連池火山，本火山原名烏雲和爾冬吉山日本人小倉改此名，現已沿用，位於德都縣以北，包括圓錐形火山 14 座，中間南格拉就山，海拔 600 公尺，它是我國歷史上最近噴發過的著名活火山，其中老黑山及火燒山爆發於 1720 年（康熙 59 年）。都為玄武岩，流出波動的痕跡，現在尚未風化掉，看到很清楚。清吳振臣的寧古塔紀略中，曾敘述當時爆發情況如下：「煙火冲天，其聲如雷，晝夜不絕，聲聞五六十里，熱氣逼人三十餘里」。由於流出的熔岩，把附近河流堵塞

成為互相聯結的五個小湖，因稱五大連池火山。

(F)大興安嶺區哈爾新火山在大興安嶺中部，火山由八座山峰構成稱為外輪山，主要由石英粗面岩，凝灰岩，黑曜岩所組成。西麓之阿爾山溫泉恐與此有密切關係。歐內諾爾火山，在大興安嶺東斜面，索倫北約 100 公里，為流紋岩所組成，火山口已成火山湖。

(2)台灣區，台灣也是我國多火山的地區，台北的大屯火山羣，包括火山 16 座，直到現在為止，那些山坡中還噴出很多的硫黃氣體，台灣到處有溫泉的分佈，除台北的草山、北投等處外，還有新竹的井上，台中的「明治」，台南的關子嶺，熱泉最高溫度達 68°C。台灣省東南的紅頭嶼和火燒島，便是由火山爆發而成的。大屯火山羣中的七星山，海拔 1,120 公尺，現在還在繼續活動，是我國著名的活火山。

(3)滇西區這是我國著名的地殼脆弱地帶，大都分佈在大理以西，騰衝一帶，有來鳳山、石頭山、九火山及雅鳥山等 14 個火山，大部為安山岩及玄武岩。歷史上尚缺少噴發記錄，但徐霞客遊記描述火山情況頗為生動，極可能是歷史時期或史前不久爆發過。這裏的地震很多，1925 年大理地震，幾乎把大理摧毀。1951 年解放後滇西又發生大地震。

(4)華東區，有山東之即墨，安徽，嘉山（舊屬盱眙），女山火山口直徑達四百公尺，爆發時期約在第四紀初。南京火山區，包括南京附近大江南北之平頂山區，如北岸方山、紅山、靈岩山、雙女山、大小銅山等，南岸之浮山、赤山及南京之方山等，其頂部除玄武岩流外，尚有火山彈、凝灰岩層，其活動時代約在第三紀。

(5)晉綏區：可分為三大羣：a. 紅格爾圖火山羣，由六個山合成；b. 官莊火山羣，由四個山組成；c. 大同火山羣，共有十一山，其中之牌樓山產火山彈極多。

(6)海南區：已知者有八個山，由安山岩及玄武岩組成。

我國火山活動之最近紀錄，本來以東北五大連池火山為最近，解放後，於 1951 年 5 月 27 日上午，在新疆于闐蘇巴什以南，崑崙大坂西溝附近山地，曾發生火山爆發現象，這就成為我國火山活動的最近紀錄了。