

大屯火山群近期的活動特徵

■ 宋聖榮

依據大屯火山群的火山地震紀錄，高溫梯度和熱流，噴氣口的火山氣體中二氧化硫、硫化氫和二氧化碳的含量，以及氦同位素的比值等，顯示大屯火山群地底下還有活躍的岩漿庫。

2014年2月12日，陽明山區的大屯火山群地底下發生了一個規模4.2的地震。震央約在台北市士林區平等里（北緯25.14度、東經121.58度）、深度6.34公里，並伴隨巨大砰砰聲響似瓦斯外洩爆炸聲及搖晃，大台北地區為之撼動，是大屯山區26年來首見規模4以上的淺層地震。

本文藉由伴隨地震的現象，探討大屯火山群近期的火山噴發特性。

火山噴發的種類

火山噴發依有無岩漿噴出地表的產物特徵，區分為岩漿噴發、岩漿蒸氣噴發和蒸氣噴發3種。岩漿從地底深處上升至地表的過程中，可能與地下水或地表水作用而產生不同的火山噴發。若岩漿上升至地表都未與地下水或地表水作用而直接噴發，稱為岩漿噴發；若與地下水或地表水作用一起噴發，稱為岩漿蒸氣噴發；若只加熱地下水或地表水，使它快速變成蒸氣而噴發，則稱為蒸氣噴發。

岩漿噴發作用的主要機制是岩漿上升並累積在火山底下較淺位置形成岩漿庫，由於岩漿所處的深度變淺，壓力減低，或岩漿庫上覆岩層受到破壞，外壓迅速下降，使得原先溶



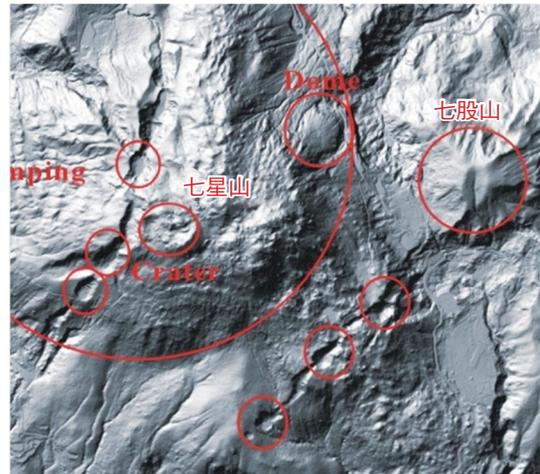
磺嘴山的火山口雖已部分受到侵蝕，但仍保持完整的火山口地形。

解在岩漿中的氣體離溶而出，累積在岩漿庫或岩漿上升管道的上方。當岩漿內的氣體壓力累積到超過上覆岩層所能容忍的靜壓力時，氣體就會釋放出來破壞岩層並發生劇烈的噴發，形成氣體和碎屑物組成的噴發柱。

岩漿蒸氣噴發是指岩漿進入飽含地下水的岩層或上覆的冰層、熔岩流進入湖泊或河流、地表水遇到岩漿等，液態水迅速汽化，壓力增加超過上覆岩層或周遭環境所能承受的壓力時，就會發生劇烈的爆發。其劇烈程度主要受控於岩漿和水的比例，也就是岩漿的熱傳遞給水的效率，或使水能完全轉變為水蒸氣時，體積或壓力增加的效率。

實驗室內模擬岩漿和水接觸後所發生的火山噴發顯示，當岩漿和水的比值介於0.3～3之間，熱傳遞效率最好，火山的爆發能力最高。比值小於0.3時，水雖然完全氣化為水蒸氣，但累積的壓力無法超過上覆岩層的靜壓力，因此無法發生爆發作用。比值大於3時，岩漿中的熱完全傳遞給水，但無法氣化為水蒸氣，只是把水的溫度升高，因此火山噴發只是溫和地溢出岩漿，形成枕狀熔岩，而無法產生劇烈的爆發作用。

2014年年初發生在大屯火山群的地震，依據震央所在台北市士林區平等里的居民描述，在地震發生剎那前或同時，伴隨砰砰巨響似瓦斯外洩爆炸聲及搖晃，顯示可能有大量的氣體伴隨地震快速溢出。推斷在地震發生前，地層開始破裂產生大量裂隙，讓地底下的氣體沿著裂隙快速溢出產生爆炸現象。研判在地震發生的同時，大屯火山區曾經發生小型的蒸氣溢出和噴發，類似目前大油坑的噴氣作用，而可聽到隆隆作響的噴氣聲。



穿過七星山山頂和冷水坑保存完整的火山爆裂口地形

蒸氣噴發的特徵

火山在噴出管道的頂端常形成一盆狀的凹陷地形，稱為火山口。火山口內常積水成湖，稱為火口湖。爆裂火山口是火山把噴出管道頂端爆開形成凹陷。

大屯火山群內所見到的火山口都屬於爆裂火山口，其中目前保持比較完整的是磺嘴山頂的磺嘴池、面天山頂的面天池，以及切過七星山頂和沿著冷水坑、夢幻湖、中山堂所呈現出線性排列的小型爆裂火山口。另外，硫磺谷、小油坑、冷水坑、龍鳳谷等也都還保持著部分爆裂的火山口。

前兩者屬於哪種火山噴發方式，因形成時間較早，久經風化侵蝕不易保持其火山產物而難判定。後者沿線性排列的小型火山爆裂口，其地形保持相當完整，顯示屬於相當年輕的火山爆裂口，但山頂尚未發現新鮮的火山產物，顯示可能是蒸氣噴發作用所形成的。

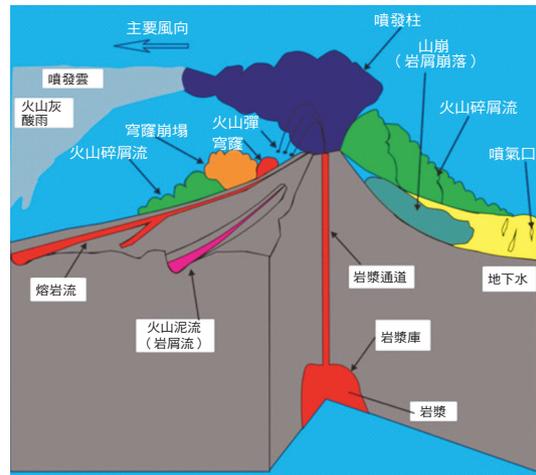
火山噴發作用包括噴發柱、熔岩流湧出、噴發柱崩塌、火山穹窿的產生與崩塌、



硫磺谷爆裂口內的蒸氣噴發堆積物，主要由角礫狀的黑色頁岩塊和熱水換質石英礫所組成。

噴發過程中或火山停止活動時的山崩、火山活動過後的侵蝕等作用。這些火山作用所形成的產物有火山熔岩流、火山灰落堆積、火山湧浪堆積、火山碎屑流堆積、火山泥流堆積、再積性火山碎屑等。而蒸氣噴發作用因不牽涉新鮮岩漿噴出地表，所以形成的產物含有大量周圍岩體的岩塊和岩屑為主，呈角礫狀或尖銳不規則狀，且不含火山玻璃。在大屯火山群中，這個噴發產物特徵主要位於硫磺谷內。

硫磺谷是一爆裂火山口受到風化侵蝕殘餘的凹地地形，周圍出露的基盤岩地層是以粗粒石英砂為主的漸新世五指山層和中新世早期的木山層，並沒有火山岩的出露。且谷內的火山堆積產物主要由角礫狀的灰黑色泥岩塊和受熱水換質的石英岩塊所組成，顯示鮮少受到水力的搬運磨損而無任何的沉積構造，可能是直接由爆破作用所形成的顆粒堆積而成。另外，堆積產物中並沒有新鮮的火山玻璃、浮石、火山岩塊等來自岩漿噴發的產物。這些證據顯



火山噴發的產物種類和分布

示硫磺谷的火山爆裂口可能是由蒸氣噴發作用所形成的。

在紗帽山南麓的河谷中，出露古湖泊的堆積物覆蓋在紗帽山火山崩積物上，顯示這古湖泊可能是因火山山崩把古河谷掩埋形成堰塞湖，再受到來自周遭的岩層侵蝕和火山噴發所堆積的湖泊沉積物。它的組



紗帽山南麓古湖泊堆積物是粉砂和泥質沉積物的互層，中間夾有3～4層的火山物質所組成。

成是粉砂和泥的互層，中間夾有3～4層的火山物質，主要是細顆粒的安山岩岩屑和長石、輝石、角閃石等礦物的碎片。

這些火山堆積物屬於火山噴發直接沉降的火山灰落堆積物，堆積的年代從16,580年前至13,290年前，有些層的噴發年代可年輕至6,000年前左右。這些火山灰落堆積物的組成缺乏新鮮的火山玻璃和安山岩岩屑，顯示這些火山灰落堆積物是火山蒸氣噴發作用形成的。

大屯火山群山頂上的土壤中，有廣泛的石英顆粒分布。大屯火山群的岩石主要由火山作用所形成，其火山產物包含火山熔岩流、火山泥流、火山碎屑岩、凝灰岩、火山角礫岩等。這些火山產物大都由安山岩和少量的玄武岩所組成，火山岩中主要的斑晶組成是斜長石、角閃石、紫蘇輝石、

普通輝石、磁鐵礦等，基本上不含石英晶體。

一般而言，土壤是由位於其下的母岩經由風化淋餘的土壤化作用所形成的，土壤中的殘餘礦物代表其母岩的組成礦物，但大屯火山群各種安山岩和玄武岩中並不含有石英的晶體或顆粒。另外，分析這些石英顆粒的形狀和鋇同位素，顯示這些石英可能來自大屯火山群地底下的第三紀沉積岩基盤，經由火山岩漿蒸氣噴發作用或火山蒸氣噴發作用，把沉積岩層中的石英顆粒拋至空中，再沉降堆積於大屯火山群的山頂上，後經由風化淋餘的土壤化作用形成富含石英顆粒的土壤。

掌握活火山的活動

世界火山學會對於活火山的定義有二，一是用科學的定年法得知一座火山在1

活火山的經驗定義和現象定義都顯示大屯火山群是一座活火山，未來有噴發的可能，因此科技部在大屯火山群設立觀測所進行研究。

評估一座火山未來噴發會造成何種災害，
必須掌握其過去的噴發歷史以及噴發產物的特徵和分布。

萬年內還有噴發的紀錄，稱為經驗的活火山定義；另一是監測和偵測火山底下還有活躍的岩漿庫存在，稱為現象的活火山定義。

大屯火山群最後的噴發時間約為 6 千年以前，符合活火山的經驗定義。另外，依據大屯火山群的火山地震紀錄，高溫梯度和熱流，噴氣口的火山氣體中二氧化硫、硫化氫和二氧化碳的含量，以及氦同位素的比值等，顯示大屯火山群地底下還有活躍的岩漿庫，符合活火山的現象定義。以上的活火山經驗定義和現象定義都顯示大屯火山群是一座活火山，未來有噴發的可能，因此科技部在大屯火山群設立觀測所進行研究。

評估一座火山未來噴發會造成何種災害，必須掌握其過去的噴發歷史以及噴發產物的特徵和分布，繪製火山災害潛勢圖並勤加防災演練，以期一旦發生火山噴發，可以把災害減低到最低。

宋聖榮

臺灣大學地質科學系

