

臺灣泥火山小地形

文 • 圖 / 莊文星

摘要

泥火山的形成，是因為泥漿與沼氣瓦斯等氣體同時噴出地面後堆積而成為錐狀小丘，或水分多時呈一凹地水塘。丘的頂端常有凹穴，並間歇性的噴出氣體、水和泥漿，這些氣體常可以點燃，也有自行燃燒數日至數個月之久。泥火山出現的地方常有一些特徵：第一是有泥岩地層的分布；第二要有豐沛的地下水源，足以供應泥火山噴發泥漿；第三是有天然氣的外湧；第四是有斷層等提供通路，允許氣體與泥漿的噴出。在臺灣適合出現泥火山的地區，主要是臺南、高雄古亭坑層泥岩惡地及東部利吉泥岩的分布地區，尤其有著背斜構造及斷層存在且地下水豐沛的環境最為普遍。背斜構造的軸部及其鄰近區域岩層向上彎曲，其外形有如一個倒蓋的碗，若有不透水的泥質岩層覆蓋其上，就形成封閉構造，是聚集及儲存油氣的極佳環境。背斜構造的軸部，也是受到張力較大的地方，容易發生裂隙節理，當天然氣逐漸匯聚累積到一定程度的壓力後，混雜的泥漿和水氣就有可能沿著裂隙節理突破重圍衝出地面形成泥火山。較大規模泥火山的噴發須經過一段較長時間的醞釀、累積能量後才有可能爆發，因而是間歇性的，而有些較平靜溫和的泥火山，由於不時地釋放並紓解壓力，無法累積至大量，因此可能只是默默地進行能量釋放，並沒有爆發力。泥火山小地形取決於泥漿、水、氣、泥沙之含量，因泥漿的黏稠度不同，造成的泥火山外形也會有所不同。依泥火山的外形可區分為噴泥錐、噴泥盾、噴泥洞、噴泥盆和噴泥池等 5 大類型。

泥火山非真正的火山，其所噴出的是泥漿，而非高溫熾熱熔融的岩漿。泥漿可能來自地下數百公尺處，不若岩漿，來自地下數十公里或數百公里的深處。唯泥火山所形成的地形地貌，與火山有異曲同工之效。由對泥火山之觀察，也可瞭解火山之火山錐、寄生火山、火山口、繩狀構造等，因此，泥火山可作為火山之模擬與小地形的示範教材。

臺灣泥火山主要分布於臺灣西南部與東部泥岩地區。東部利吉層泥岩區中的泥火山以雷公火與羅山泥火山為代表。

分布在臺灣西南部之泥火山大約可以分成下列 3 群：

- (1) 嘉義中崙一帶，泥漿來自中崙層，pH 值在 6 左右，屬弱酸性，溫度約 40 度左右。
- (2) 平原區泥火山，如屏東鯉魚山、高雄螺底山和橋頭滾水坪。鯉魚山大約以 1

年為週期的間歇性噴發，規模和威力都大。

(3) 古亭坑泥岩層泥火山，以烏山頂、大滾水、小滾水和養女湖為不同類型泥火山之代表。泥漿來自下部古亭坑層(相當於南化層)，溫度低於常溫，約 17°C，pH 值為 8，呈弱鹼性，為週期較短の間歇性噴發，但有時也有爆炸式噴發。

烏山頂地區出露的岩層除古亭坑泥岩層外，尚有礫石、砂岩和頁岩等。古亭坑泥岩為此區分布最廣的岩層，常發育成如月世界的惡地形。出露在本區之主要構造線為旗山斷層，沿此斷層線二側均有泥火山分布。

泥火山的生成條件為(1)地底下儲有高壓氣體；(2)岩層有裂隙可供氣體和地下水流動至地面；和(3)岩層中有膠結鬆散，經地下水介入，容易液化形成流體，而隨即容易被地下水帶動的泥質沉積物。在快速堆積的泥岩區，沈積物所含之水分沈積進行當時並無法排走。當固結作用時，沈積物間的孔隙逐漸縮小，其所含的水分將促使岩層呈現超高水壓狀態，斷層帶即成為這些超高壓水分溢流疏解的管道。斷層帶或破碎帶即成為泥火山發生的必要條件之一，斷層也許一方面是泥岩區唯一能夠提供地下水滲透補充的通路，同時另一方面也成為超壓岩層水分、瓦斯流通釋壓的途徑。但是，就算瞬間地下水之流通補強，也未必產生立即的反應，所以暴雨期後，也不會立即看到泥火山激烈的噴泥。超壓地層由噴泥而紓解壓力，當壓力不夠時即停止，等累積足夠量時再噴，而呈間歇性噴發溢流的泥火山。

關鍵詞：泥火山、烏山頂、大滾水、小滾水、萬丹、燕巢、雷公火、養女湖

泥火山的形成，是因為泥漿與沼氣瓦斯等氣體同時噴出地面後堆積而成，為錐狀小丘或水分多時呈一窪地水塘。丘的頂端常有凹穴，並間歇性的噴出氣體、水和泥漿，這些氣體常可以點燃，也有自行燃燒數日至數個月之久。

泥火山形態

泥火山的外貌受噴發泥漿黏稠度的影響而分成 5 種類型：1. 噴泥錐—泥漿黏稠度高，常形成高數公尺的錐狀土丘，噴泥口直徑約數 10 公分，邊坡陡峻，常大於 20 度，例如烏山頂的泥火山（圖 1）；2. 噴泥盾—噴泥口的直徑 50 公分以上，由於邊坡介於 5 度至 20 度之間，不像噴泥錐那種急陡的邊坡，所以外形像個盾狀丘，例如臺東雷公火泥火山（圖 2）；3. 噴泥洞—噴泥口小，多在 30 公分以下，常出現在稻田、溝渠、山坡上、樹根下的洞穴，例如烏山頂草叢旁（圖 3）；4. 噴泥盆—噴泥口的直徑 50 公分至 2 公尺之間，邊坡非常平緩，約在 5 度以下，外形就像是盛滿水的臉盆，例如月世界小滾水泥火山（圖 4）；5. 噴泥池—噴泥口不大，但所噴出的泥漿非常稀，常在窪地處形成直徑 10 公尺以上的泥池水塘，例如大滾水泥火山（圖 5）。



圖 1. 烏山頂錐狀泥火山，泥漿黏稠度高，夾雜粗顆粒碎屑物，常形成數公尺高的錐狀

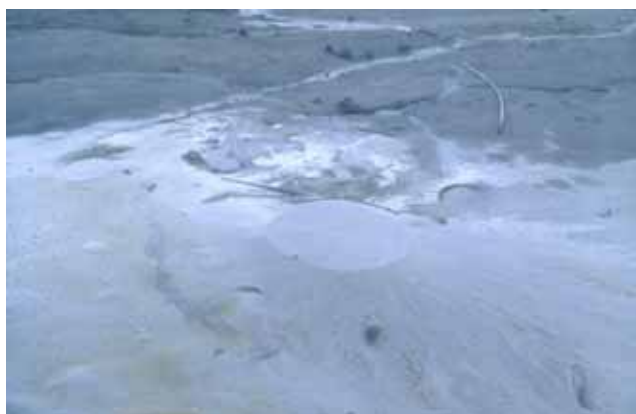


圖 2. 台東雷公火盾狀泥火山，噴泥口直徑大約 50 公分以上，邊坡平緩，外形為盾狀丘。



圖 3. 烏山頂噴泥洞—噴泥量低，噴泥口大約在 30 公分以下。



圖 4. 小滾水噴泥盆—噴泥口的直徑介於 50 公分~2 公尺之間，邊坡非常平緩，外形像裝滿水的臉盆。



圖 5. 大滾水泥火山噴泥池，屬於規模較大的泥火山，直徑約 30 公尺，四週布滿竹子及樹林。

泥火山的成因

1. 原動力：高壓氣體，依氣體之來源可分為：

(1)岩漿活動區：此區又可稱作地熱區，因為地底的岩漿活動使得地表的溫度特別高，像臺灣北部的大屯火山就是一個例子，其中高壓氣體又可以分成直接與岩漿有關和間接與岩漿有關兩種。所謂直接的就是指氣體來自岩漿中的氣體，如水蒸

氣、氯化氫、二氧化硫、硫化氫、二氧化碳等：間接的則是因為岩漿的活動造成地溫梯度高的地溫異常區，高溫使得上部岩層中的氣體揮發，如地下水的蒸散等。

(2)油田區：油田區可包括油田分布區及天然氣分布區，此區氣體的來源主要為石油的構成物質，如甲烷、乙烷、丙烷等，這些碳氫化合物主要來自沉積岩中的有機物分解。

(3)泥岩地區的高壓氣體：臺灣西南部下古亭坑層為固結至半固結的細粒粉砂岩至泥岩地層，泥岩主要由細粒的石英、伊萊石、綠泥石、碳酸鈣及少量的長石等礦物所組成，岩性大致均一，中間夾有砂岩質的鈣質砂岩或鐵質砂岩，但延伸均不遠。泥岩常含豐富的有孔蟲及稀少的介形蟲化石，早期可能為封閉的深海沉積環境。泥岩中的有機質分解可產生瓦斯氣體，這些地底的氣體經過一定的時間累積後，形成巨大的壓力，這也是形成泥火山的動力來源。

2. 通道：

岩層中如果有明顯的裂隙及斷裂面，常可以形成泥火山噴發時的通道，而這又與大地的構造運動息息相關，如斷層作用、褶皺作用等。臺灣因為地處歐亞大陸板塊及菲律賓海洋板塊的交界處，因此地質構造運動發達，斷層與褶皺構造遍布全島，這與泥火山空間上的分布息息相關，是以臺灣西部泥火山主要分布在古亭坑背斜軸及旗山斷層上。

3. 岩石材料：

臺灣西南部和海岸山脈南段兩區，地底下分別有厚達 2000 公尺及 1000 公尺的下部古亭坑層（相當於南化層）泥岩及利吉層泥岩，因此這兩個區域也成為臺灣泥火山的主要分布區。

臺灣常見的油氣露頭

泥岩地區斷層破裂帶有豐沛的地下水且沈積物含有足夠的有機物能產生沼氣瓦斯，足以將混雜之泥水擠出地表形成噴泥現象。臺灣環島的麓山帶和海岸平原地區幾乎都是由沉積岩所組成。沉積岩是中國石油公司油氣探勘的主要對象。臺灣常見的油氣露頭有氣苗（圖 6）、油苗與泥火山（圖 7、8）。天然氣苗為臺灣分布最廣且出現最多的地面石油徵兆。氣體的構成物質，如甲烷、乙烷、丙烷等，這些碳氫化合物主要來自沉積岩中的有機物分解。推測為遠離大陸邊緣的深海沉積環境。但北部大屯火山區與宜蘭蘇澳區氣苗（圖 9）主要成分是二氧化碳，甲烷含量很少，不可燃燒，與泥火山或石油天然氣無關。氣苗會在水中發生氣泡而易被發現。蘇澳無尾港原是一條靜靜的河流，位於蘭陽平原東南方，濱臨太平洋，南倚北方澳，四周有大坑罟、港口、岳明新村等聚落。由於出海口淤塞，水流無法宣洩入海，故名為無尾港。久而久之形成了蘆葦遍布的沼澤溼地，自然成為臺灣冬季雁鴨的主要棲息地。



圖 6. 台南縣南化鄉出火仔天然氣苗，是一處只噴天然氣而沒有泥水冒出的噴氣孔。



圖 7. 鯉魚山泥火山，間隔近一年的歲月，可能會有非常稀少的泥漿拌雜著天然氣突然猛噴，點燃後可引發熊熊烈火。



圖 8. 新養女湖泥火山。噴出泥水和瓦斯，經遊客點燃後，形成水火同源的自然奇觀。



圖 9. 宜蘭縣蘇澳鎮岳明新村無尾溪冷泉。

簡單的說，泥火山生成有 4 個要件，第一地下要有油氣層；第二要有豐沛的地下水；第三要有流通的路徑；第四要有泥岩的材料能讓油氣拖泥帶水而出。4 要件缺一不可，而且氣還要是可燃燒的甲烷等天然氣。如果為不可燃燒的二氧化碳就形成如蘇澳的冷泉（圖 9）。此外，氣體雖然同為甲烷，但缺少了水或泥岩，也無法形成泥火山，如南化、恆春東門城外的出火（圖 6）和關子嶺的水火同源。

泥火山出現之地點常有幾個特徵：

1. 地下水夾雜大量泥沙；
2. 區域性斷層破裂帶；
3. 地下有油氣徵兆。

臺南、高雄泥岩（青灰岩）古亭坑、墾丁、利吉泥岩地層，若有斷層、背斜構造將是形成泥火山的有利條件。

背斜構造地層向上穹隆構成聚集油氣的環境，外形如一倒蓋著的碗。背斜構造的軸部與鄰近區域也是受到張力較大的地方，因而容易發生破裂產生裂隙。於

是天然氣組成物的瓦斯氣體就逐漸外洩。泥岩是細顆粒的泥質沈積物，主要由細顆粒的粉砂、黏土等組合而成壓實緻密的泥岩，孔隙小、透水性低，因此在背斜構造的泥質岩區，必需水、氣累積至某一程度，造成了強大壓力使得地下水上湧，若這時正好經過厚層的泥岩區，水、氣和泥岩混合產生泥漿，噴出地面便形成泥火山。若再有斷層破裂帶提供流通管道，則能衝出地表形成噴氣或噴泥漿的現象。因為必需累積到一定的量，也因而較大型猛爆性泥火山的噴發是間歇性的。

臺灣泥火山的分布地區

臺灣泥火山主要分布在新生代末期第三紀上新世至第四紀更新世的地層分帶區內。王鑫（1988）根據泥火山的分布密集性、區域特性與地質特性分成古亭坑背斜活動區、旗山斷層破裂帶、高屏海岸平原與東部海岸山脈等 4 大泥火山構造區，再依出露地點分為 17 個泥火山區，簡述如下：

古亭坑背斜活動區

1. 鹽水坑泥火山區：位於臺南縣左鎮鄉，菜寮溪上游的河谷中，包括菜寮溪、鹽水、沄水坑等，土壤鹽分高，故有鹽水坑之地名，位置偏遠，規模不大。
2. 龍船窩泥火山區：位於臺南縣龍崎鄉，屬噴泥洞與噴泥盾，規模小。
3. 烏山頭泥火山區：位於高雄縣內門鄉。
4. 大滾水泥火山區：位於高雄縣田寮鄉古亭村。大滾水噴泥池是屬於規模較大的泥火山，四周布滿竹子和樹林（圖 5）。本區泥火山噴泥口的位置是在一座直徑約 50 公尺的池塘中央，有兩個較旺盛的噴泥口，不時傳來如水的沸騰之聲，故名「滾水」。
5. 小滾水泥火山區：位於高雄縣田寮鄉崇德村，著名的月世界風景區附近。其泥火山型式有噴泥盾（圖 10）、噴泥盆（圖 11）以及過渡或多變化的泥火山地



圖 10. 小滾水為噴泥盾式泥火山。



圖 11. 月世界小滾水一帶噴泥盆不時有泥漿泡泡冒出，因而在當地有冒冒仔泥火山之稱。

貌。本區泥火山主要集中於兩個地方：1. 位於民宅月球路 19 號右側通往二仁溪畔的途中，有兩個噴泥盆。其中一個具有 5 個噴泥口，每隔數秒噴發一次，另一個在香蕉園中，尚不到盾狀泥火山的程度。2. 位於小滾水月球路 11 號東南側的小丘上。這個小丘上有兩座泥火山，在下方一處屬於噴泥錐，位在小山丘上，噴泥口直徑約 40 公分；另一座噴泥盾在小山丘頂上，噴發週期數 10 分鐘，冒湧的泥漿非常豐富，噴發的聲音也非常響亮。噴泥盆不時有泥漿泡泡冒出，因而當地稱冒冒仔泥火山（圖 4、11）。噴出的泥漿由缺口流出成爲一大片之泥流（圖 12）。



圖 12. 小滾水一大片泥流。

旗山斷層活動區

6. 小份尾泥火山區：位於高雄縣杉林鄉新庄村，有一高 1 公尺的噴泥錐和直徑數公分的小噴泥口。
7. 南勢湖泥火山區：位於高雄縣田寮鄉七星村，僅有一座噴泥盆的泥火山。噴泥盆內有 2 個噴泥口不停的冒出泡泡，但噴泥量和規模都很小，無開發價值。
8. 千秋寮泥火山區：位於高雄縣燕巢鄉東側的金山村。千秋寮泥火山，相傳是古時候有一位養女爲愛投湖殉情，因此又名養女湖。原本養女湖（圖 13）的



圖 13. 養女湖屬噴泥池式泥火山，如今因地貌變遷，地下水循環系統改變而乾涸消逝。

面積規模十分巨大，但現今已大不如前。新養女湖位置約在養女湖朝西的下方，無論是噴發量與泥漿的溫度都較養女湖為高。養女湖泥火山是臺灣少數泥漿溫度比氣溫高出 10°C 以上的泥火山。養女湖泥火山，有兩個噴泥口，直徑分別是 1.5 公尺及 0.5 公尺，都屬於噴泥盆。這座泥火山的噴泥量相當驚人，可達每秒 1 公升，所以周圍一、二十公尺方圓內都被泥漿覆蓋，形同一泥湖，當地居民稱它為「養女湖」。養女湖泥火山除了噴發巨量的泥漿外，還會間歇地噴發大量的天然氣，點燃後熊熊的火勢可持續數分鐘之久，並且再伴以噴泥時所發出的隆隆聲，聲色非常壯觀，但因地貌變遷，地下水循環系統改變而乾涸消逝。目前取而代之的是新養女湖（圖 14~17）。新養女湖位於養女湖泥火山南方 400 公尺處，為一座噴泥更旺盛的泥火山。新養女湖屬於噴泥盾泥火山，由兩個噴泥口所組成。它的噴口呈長約 3 公尺的橢圓形，連續噴發著大量的泥漿（可達每秒 1 公升以上）及天然氣。天然氣一旦點火引燃後可以持續燃燒數分鐘，火勢非常大，是臺灣持續性活動泥火山中最猛烈者之一。



圖 14. 新養女湖空照全景。



圖 15. 新養女湖噴泥盆式泥火山，噴出大量泥漿由缺口溢出形成一大片泥流。



圖 16. 新養女湖，噴出泥漿夾帶黑色原油，油跡更凸顯出同心圓狀的圈紋。



圖 17. 新養女湖由噴泥盆演變為噴泥盾、噴泥池之全景。

泥火山小地形的變化是十分快速驚人的，建設性的內營力，促使泥火山的爆發與成長；而破壞性的外營力則經由風化、侵蝕與夷平作用，讓缺乏原動力的死亡或休眠狀態下的泥火山回歸沉寂而消逝。2009 年莫拉克颱風所帶來的強風豪雨對烏山頂泥火山而言是一大浩劫。颱風前、後之空照圖片資料（圖 18、19），提供了一些泥火山小地貌的變遷歷史。



圖 18. 烏山頂泥火山空照圖（2009 年莫拉克颱風前於 2006050907 拍攝）。



圖 19. 烏山頂泥火山空照圖（2009 年莫拉克颱風後於 2009120512 拍攝）。

9. 烏山頂泥火山區：位於高雄縣燕巢鄉金山村。這區泥火山的西側有兩個錐狀泥火山及一個複式泥火山，噴泥丘噴出的泥流呈舌狀，顯示泥流的黏稠度高。本區位在一寬 150 公尺，長約 200 公尺的平臺上（平臺的海拔高度是 175 公尺）。在這個平臺上有 7 座泥火山，其中兩座屬於噴泥池的泥火山位於平臺的邊緣，是臺灣所有泥火山區中噴泥口最密集且噴泥錐最為發達的地方。烏山頂泥火山區最高大的一座泥火山，高約 3.5 公尺，坡度約為 50 度，是一座標準又漂亮的噴泥錐（圖 1、20）。大約每隔數秒鐘即噴發一次



圖 20. 屬於噴泥錐的烏山頂泥火山是地景自然保留區中面積最小的自然與生態教育園區。

濃稠的泥漿，沿著錐面流下後形成的舌狀或大片泥流，影響的範圍可達直徑 70 公尺（圖 21、22）。泥流經日曬乾涸後常布滿泥裂之裂縫。V 字型裂縫上寬下狹、尖端朝下（圖 23）之現象，亦可作為古地層上下判別的指引。這座噴泥錐的東邊 50 公尺處另有座高約 30 公尺的噴泥錐，目前呈休眠狀態，但是仍具有漂亮的錐狀外形。這兩座噴泥錐是臺灣所有泥火山中最突出，也最值得保護作為自然教育及遊憩體驗的泥火山，已被劃入自然景觀保護區，算是地景自然保留區中面積最小的自然與生態教育園區。在兩座噴泥錐北邊約 80 公尺處，有座複式泥火山，高約 0.6 公尺，一邊是噴泥錐，另一邊是噴泥盾。此外，在本泥火山區尚有噴泥盆、噴泥池、噴泥洞等不同形態的泥火山，故泥火山的 5 種類型都可以在本區觀賞到，尤其是噴泥錐規模最大、原貌保存完整。烏山頂泥火山所噴出的流體，除泥漿外，尚夾雜小的岩屑、砂岩塊，因而能形成高大的噴泥錐。噴泥錐具有泥火山之圓形口垣，缺口處泥漿溢流而下，呈舌狀泥流（圖 24）。環形噴泥口不時冒出泥漿，泡泡破滅一瞬間之景象，變化萬千（圖 25）。



圖 21. 烏山頂泥火山噴出後泥漿由口垣缺口順著錐狀邊坡緩緩下流形成泥流。



圖 22. 烏山頂泥火山是全台灣規模最大、式樣最多與原地貌保存最完整的泥火山。



圖 23. 烏山頂泥火山泥流經日曬乾涸後，常布滿裂縫，稱為泥裂，V 字型裂痕上寬下狹、尖端朝下。



圖 24. 烏山頂泥火山具泥火山之圓形口垣及泥漿溢流之缺口。



圖 25. 烏山頂泥火山環形噴泥口中冒出泡泡破滅一瞬間之景象。

10. 深水泥火山：位於高雄縣燕巢鄉深水村烏山巷，在深水大學城的高雄師範大學校區內，因建校時整地而噴發的盆狀泥火山鄰近地區有 3 個泥火山，主要沿著深水斷層線發育。
11. 奧深水泥火山區：平緩山丘斜坡上有兩個錐狀泥火山丘相鄰而立，泥漿稠度高，向外流數十公尺之遠。

高屏海岸平原活動區

12. 螺底山泥火山區：位於高雄縣彌陀鄉東北方的泥火山，屬於噴泥池或噴泥盆之窪地，西南則為噴泥盾。原先的噴泥口非常大，後來為安全與工事方便，遂用水泥磚塊等填充，現更用水泥磚塊將噴泥口圍成一個圓形，並將泥流由溝渠導入山溝中，已不見天然的噴泥口了。
13. 滾水坪泥火山區：位於高雄縣燕巢鄉，是一個隆起於平原的圓錐形小丘，東邊屬於噴泥盾至噴泥錐的泥火山，其東方有休止的泥火山分布，小規模的惡地形發達。
14. 鯉魚山泥火山區：屏東縣萬丹鄉與新園鄉交界的鯉魚山，因外形似鯉魚而得名。鯉魚山泥火山的地點在萬丹鄉的香社村，從赤山巖走進去，有兩座廟宇，一座是赤山巖佛寺，一座緊鄰的是東林佛寺，這兩座寺廟都有相當長久的歷史。泥火山就位於寺廟不遠處的小山腰，海拔高 50 公尺。歷史上記載第一次噴發是在康熙 61 年（1722 年），第二次的噴發是在隔年雍正元年（1723 年）。往後的 169 年間都沒有再噴發的紀錄。日據時代，每年大約噴出 1 次泥漿，多者 2 次。日本政府曾多次派人從事油氣探勘，但未有重大發現。臺灣光復後，於 1976、1977、1978 都有大規模噴發的紀錄。但於 1979~1987 年間似乎沉寂了 9 年漫長的歲月。1988 年起鯉魚山再度噴發，地點由原來的鯉魚山赤山巖丘陵地轉移到平地的中港溪與皇源聖殿一帶（圖 26、27）。1988 年泥



圖 26. 萬丹鯉魚山泥火山皇源聖殿—中港溪大排水溝一帶空照圖。



圖 27. 鯉魚山泥火山空照圖，皇源聖殿四周農田遭受泥淖掩沒，圓形窪地水塘為先前的噴泥口。

火山噴發後的地點建有一座無極真宗皇源聖殿，皇源聖殿也成為泥火山的地標。近幾年來噴發口大都在皇源殿的四周，噴出口經常是 2~5 個，噴泥漿高度約 2 公尺。泥火山每次噴發時會出現隆隆聲響，有如地震之地鳴。泥漿噴出後有如萬馬奔騰，郝然有聲。此時附近區民大都會沿用古法，燃著火把朝噴口丟擲，頓時火焰上沖，熊熊烈火高達數十公尺，夜間遠眺有時看似祝融火神（圖 7）。1998 年 8 月 28 日（七夕）勁爆，噴泥口多達 6 個，滾滾而出的泥漿配上熊熊大火，蔚為奇觀。1999 年 1 月 23 日清晨泥火山再度爆發，與上次七夕時間僅隔半年。下一次泥火山的爆發是於 2000 年 10 月 8 日，為 1999 年 921 大地震發生後首度噴發。時間距離上次似乎間隔長了些，有 18 個月之久，此後於 2001 年 4 月 15 日；2002 年 3 次（2 月 25 日、8 月 31、12 月 19 日）；2003 年 2 次（2 月 12 日、9 月 2 日）；2004 年 2 次（4 月 14 日、10 月 15 日）；2005 年 9 月 1 日；2006 年 2 次（2 月 28 日、8 月 4 日）；2007 年 1 月 7 日；2008 年 11 月 4 日以及 2009 年 3 月 2 日。近 10 年來可說年年都有泥火山噴發，其間隔時間大約為 11 個月或更短。

截至目前為止，萬丹泥火山的噴發屬於不定期，尚無軌跡可循，更無法預知泥火山噴湧的鼎盛時間，筆者有這麼一個機會幸運地於 2003 年元宵節目睹其噴發之現況。一般民眾若無當地居民或電視傳播媒體的快速傳達信息，要於無預警的泥火山爆發起至結束，在短短的 10 餘小時間抵達現場，似乎有蠻大的困難。2003 年 2 月 12 日之噴發始於近午時刻，止於翌日清晨，長達 18 小時。由於柏油馬路與河流所侷限，此次之噴泥口呈現出一明顯的噴泥洞（圖 28）。接近尾聲時噴氣量已不足，不久就熄火，但洞底仍可見泥漿汨汨冒出。



圖 28. 2003 年 2 月 13 日清晨鯉魚山泥火山噴發已漸漸步入尾聲，圖為即將熄滅時之情境。

一般民眾雖難親睹泥火山噴發時之景象，但萬丹泥火山所造成的小地形通常可保留一段時間，尚可作為火山爆發對玄武岩熔岩所產生之繩狀熔岩（圖 29）、低平火口（圖 30）以及瑪珥火山（圖 31）等地貌之對比與參考模擬，也不失為一個鄉土科學教育的極佳素材。

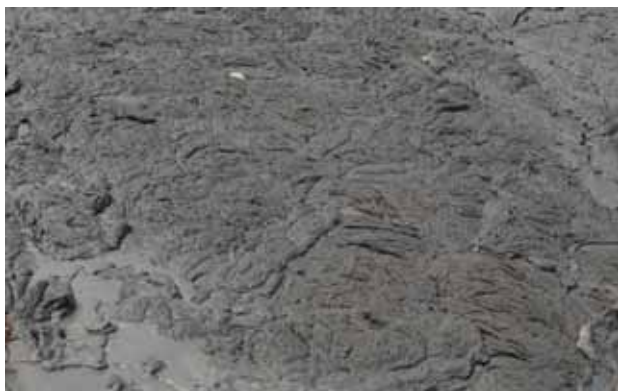


圖 29. 萬丹鯉魚山泥火山爆發後，皇源聖殿四周泥流漫流形成看似繩狀熔岩之外貌。



圖 30. 鯉魚山泥火山殘留噴泥口具有似低平火口之地貌。



圖 31. 萬丹鯉魚山泥火山爆發後留下之地面，有如瑪珥火山口（低平火山口），有多個噴泥口或稱為噴泥盆之窪地小水塘及小的噴泥洞。

海岸山脈西南段活動區

15. 鹽埕泥火山區：位於花蓮縣富里鄉羅山村。本區泥火山數目雖多，但規模都不大。由於泥漿含水量過高，因此都以噴泥盆或噴泥洞的型態出現。因為緊臨羅山瀑布，花蓮縣政府有意將它們一併開發成風景遊憩區。

羅山泥火山區分布在一約 1 公里x4 公里的狹長帶上，在魚池旁的泥火山為羅山 1 號，也是羅山泥火山區規模最大的泥火山（圖 32）。另外有兩座小的泥火山（分別為 2 號、3 號）在魚池旁的民宅邊。其南方約 500 公尺處，在蕨類保護區旁為羅山 4 號泥火山，附近有一民宅四周圍繞著許多小型的噴泥洞或噴泥口。民宅的主人甚至將數個噴泥口用鐵桶罩住收集泥火山所噴發的氣體用來當免費的燃料，不過根據民宅主人表示量少不夠用。



圖 32. 花蓮縣富野鄉羅山泥火山。

由羅山 4 號沿著灌溉渠道的堤防向南走約 50 公尺，羅山 5 號泥火山就在田埂旁，越過渠道後向南爬至山腰，即可看見羅山 6 號泥火山。羅山泥火山群含泥量低，規模小，皆為盆狀或噴泥洞泥火山。羅山泥火山在發展觀光方面另有一用途，就是可利用沉澱後的水作為製作豆腐之鹵水，相當有名。

- 16 石門外泥火山區：位於花蓮縣富里鄉永豐村石門外。
17. 寶華山雷公火泥火山區：位於臺東縣關山鎮電光里東南。這個泥火山區位於木坑溪斷層通過的地方，有一直徑 50 公尺以上，全被泥漿所覆蓋的平坦地，為似瑪珥湖式噴泥盾（圖 33），其上布滿大大小小的噴泥盆和噴泥洞，其噴泥的特性與鹽埕的泥火山類似，可是規模都不大。總而言之，臺灣東部的泥火山，因為噴發出泥漿的水份含量過高，黏稠性低，多呈噴泥盆或噴泥洞，而無噴泥錐。但若能與鄰近的瀑布景觀合併開發，必可提高花蓮—臺東泥火山區遊憩的潛力。

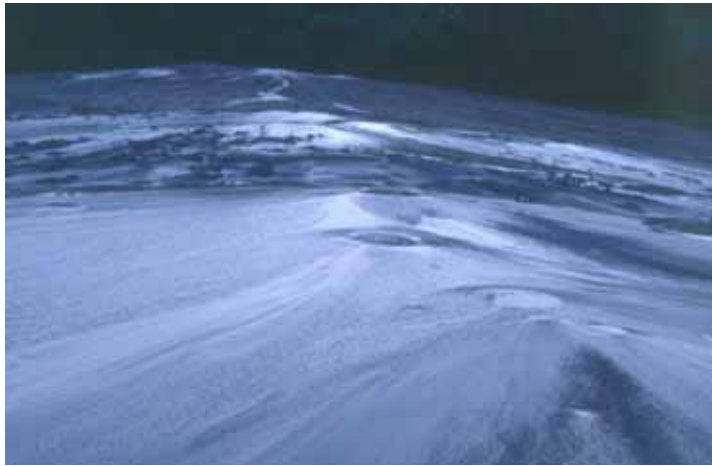


圖 33. 寶華山雷公火泥火山，頂盛時期噴泥盾上有數 10 個小噴泥口。

註：瑪珥(maar)最早是用來描述德國西部愛菲爾(Eifel)第四紀火山區發育的小而圓的火山口湖，火山學家對瑪珥的概念、類型及形成機制進行了深入的研究，確認它起源於水氣或岩漿水氣火山噴發作用。由於岩漿與地下水接觸並發生爆炸，在地表形成深而圓的低平火山口，其四周被一個矮的火山碎屑環或凝灰岩環所包圍，稱瑪珥火山或瑪珥火山口。積水成湖則稱瑪珥湖，近圓形，呈半徑 1 至 2 公里的火山口窪地。

參考文獻

王鑫，1988。臺灣泥火山地形景觀。臺灣省立博物館年刊，第 31 卷，31-49 頁。