

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

第三名

031731

台灣珍稀之寶-塔狀玄武岩-三峽特殊地質景
點長壽山之現況調查及基礎資料建立

臺北縣立三峽國民中學

作者姓名：

國二 張家豪 國一 張佳蓉 國一 陳思穎
國一 楊梓柔

指導老師：

陳得仁 林秋惠

中華民國第 45 屆中小學科學展覽
作品說明書

科 別： 生物及地球科學

組 別： 國中組

作品名稱： 台灣珍稀之寶 — 塔狀玄武岩
～ 三峽特殊地質景點長壽山之現況調查及基礎資料之建立～

關 鍵 詞： 塔狀玄武岩、差異侵蝕、次生礦物

編 號：



目錄

摘要	
壹、研究動機	1
貳、研究目的	1
參、研究設備及器材	1
肆、研究過程及方法	2~4
伍、討論	5~25
一、研究簡史	5
二、 <u>長壽山</u> 的位置	5
三、地質地形方面	6
〈一〉沉積岩 〈二〉火成岩	
四、不同產狀的火成岩	7~14
〈一〉、塔狀玄武岩	7
1. 重要性	
2. 出露的位置	
3. 數量	
4. 特徵	
5. 成因 〈1〉三種理論 〈2〉理論三的推論 〈3〉小結	
〈二〉、柱狀玄武岩	12
〈三〉、其他產狀火成岩	13
〈四〉、意外發現	14
1. <u>黃欖</u>	
2. <u>馬祖田</u>	
3. <u>清水</u>	
4. <u>五寮</u>	
〈五〉、密度的測量和重量的估計	14
1. 密度測量	
2. 重量的估計	
五、礦物分析	15~19
〈一〉、不同產狀火成岩的 XRD 分析	
〈二〉、火成岩內次生礦物的種類	
六、 <u>長壽山</u> 破壞情形總評估	20~21
七、地質地形模型	21
附錄、次生礦物彩色圖版	22~25
陸、結論	26
柒、跋	26
捌、感謝	26
玖、參考資料	27

台灣珍稀之寶 — 塔狀玄武岩

～三峽特殊地質景點長壽山之現況調查及基礎資料之建立～ 摘要

長壽山的火成岩屬於約八百萬年前北部中新世角板火山活動期之產物。其玄武岩覆蓋在南莊層的上部，並同時有柱狀玄武岩和塔狀玄武岩這兩種產狀，前者並為全台所獨有；終於在歷經一年後，我們解開了塔狀玄武岩的成因之謎，並發現「差異侵蝕」是主因。

強烈的火山活動後，此地即全面進入海進時期，桂竹林層開始沉積，並在火成岩內的氣孔及裂隙形成豐富的次生礦物，其中含二氧化錳的文石只有本地才出產。

約民國七十八年前後，此地因屬建築工地而被開挖，目前雖已面目全非，但我們還是盡全力為這塊寶地建立基本檔案，並即將在今年的暑假將它列為三峽免費旅遊公車的一個參觀景點。

另外，我們還比較了長壽山和鄰近四個火成岩出產地（其中三處屬新發現）的玄武岩及次生礦物。

壹、研究動機

在那麼多種的玄武岩中，就屬塔狀玄武岩最為優雅而稀有，尤其是它那至今仍成謎的成因更讓我們想去一探究竟。我們老師也說：「三峽面積雖大，然最珍貴、最值得研究也最夠格當地質公園的地質景點則僅長壽山一處，可惜的是，這十多年來的工程開發造成了不少的破壞，再不研究就來不及了。」

貳、研究目的

- 一、調查長壽山過去及現在的地質地貌並做成模型。
- 二、建立不同產狀火成岩及次生礦物之基本檔案並與鄰近地區相比較
 - (一)、測量塔狀玄武岩各種不同的性徵並追蹤其原本出土的位置
 - (二)、調查柱狀玄武岩的現況
 - (三)、對不同產狀之火成岩採樣並進行 XRD 分析
 - (四)、調查該地火成岩內次生礦物的種類並與三峽其他地區火成岩內的次生礦物進行初步的比較。
- 三、研究塔狀玄武岩的成因

參、研究設備及器材

- 一、野外踏查用具
- 二、XRD 機
- 三、空照圖
- 四、燒杯、電子秤

肆、研究過程及方法

一、長壽山地質地形現況及過去面貌調查

(一)、長壽山地質地貌調查

我們實地踏查並詢問邱姓工頭當初土石搬運的情形，同時參考以前的學術報告，經多方推敲與查證的結果才得知塔狀玄武岩和柱狀玄武岩的分佈情形，還有長壽山當初開發時，在何處挖掉多少體積的土方和石材，並被載到何處等訊息。

(二)、沉積岩傾斜角的測量法：

我們原本要在原地測量角度，但因為只有簡單的量角器，加上現場水平不容易抓，故改用現場照相測量法，然後在室內根據相片進行作圖與測量。

二、塔狀玄武岩的調查

(一)、踏查實地

除了詢問外，並對全區進行地毯式搜索。同時，為方便建檔，繪出塔狀玄武岩全區配置圖（圖 1）

(二)、建立每一支塔狀玄武岩的基本檔案。

(三)、測量

1、算出塔狀玄武岩有幾個節理，並用粉筆寫上層數（圖版 1）

2、量出每一段間距的長度（間距的量法是：從凸環的最凸處到下一個凸環的最凸處，並由最下一層往上量）（圖版 2），並畫出每一支的環距變化趨勢圖（圖 2），等找到塔狀玄武岩的成因時才發現，雖然工程浩大，但並沒多大意義。

3、量垂直高度。



圖版 1

量測塔狀玄武岩的示意圖。先由上而下寫出層數的編號，並在環的最凸處做記號。



圖版 2

量測環距的示意圖。上圖在量第二層的環距。



圖 1：塔狀玄武岩配置圖

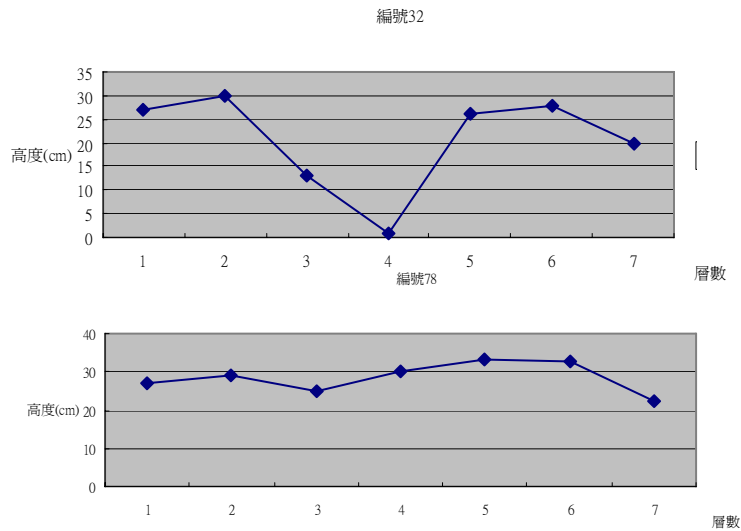


圖 2. 塔狀玄武岩的環距變化趨勢圖

(三)、成因模擬

我們曾用黏土往上拋及擠牙膏方式模擬其成因，待找出真正成因，才發現這條路是錯誤的。

三、柱狀玄武岩的調查

(一)、據文獻(曹恕中 127-129)找出所載明的柱狀玄武岩露頭位置，並走產業道路到現場探查。

(二)、另走 3 號省道，在路邊即可觀察到當初柱狀玄武岩露頭場景，在現場照完像後，回去和民國 78 年論文中(曹，78)圖片比對，即可得知工程破壞情形。

四、其他產狀玄武岩調查

(一)、沿著建築工地南側產業道路往上走，一路觀察路旁兩側斷面或地表的沉積岩和火成岩產狀，並採集了必要的新鮮標本，在地圖上標示。

(二)、有關玄武岩礦物成份分析，我們由各採集點採集了八個標本，委託台北科技大學作 XRD (X 光繞射分析)，我們也採了三個五寮地區及一個黃欖地區的標本送去化驗。

五、玄武岩密度測量方法

由於玄武岩為不規則狀，且無夠大、夠精密的量筒，故用一般的排水法量體積誤差頗大，為減少所量體積的誤差，後來想出一招間接測量法，即「以秤玄武岩排出水量的質量來當作玄武岩的體積(利用水的質量即其體積)」。結果此法使標準差降到 2% 以下！

伍、討論

一、研究簡史

最早由曹恕中先生於民國 78 年研究火成岩柱狀節理，民國 81 年則由曹等五人探討本地區地質年代，他們認為約八百萬年前火成岩噴發於南莊斷層頂部。之後，即進入海進時期，桂竹林層開始沉積。

二、長壽山的位置

位於橫溪（圖版 5、6）與土城邊界（圖 3），由三峽往土城方向，過了橫溪橋左轉，可見「長壽山三段」公車站牌（圖版 4），站牌有一條斜坡石子路，路左側有一斷面，露出沉積岩的層理（圖版 3）。直走左彎即可看到工地事務所，事務所以上即為長壽山火山噴發區。

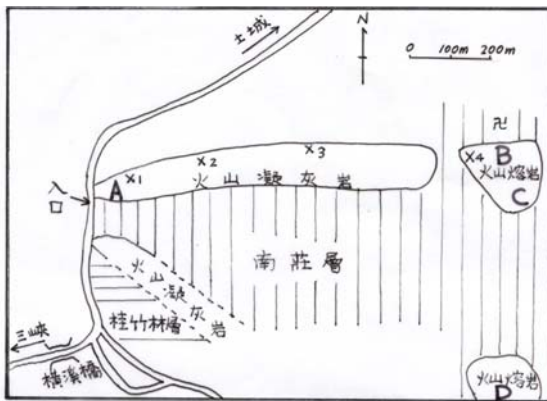


圖 3

橫溪剖面的簡易地質圖。當地的地形面是東北高而西南低，B 處之火山熔岩為最高點。由側向追蹤可看出圖上出露之火山熔岩和火山凝灰岩為同一期火山噴發的產物。A 點為目前塔狀玄武岩的堆放處，B 點為未破壞前柱狀玄武岩的露頭處，C 點為塔狀玄武岩的原來露頭處，D 點為新發現的火成岩區。×1、×2、×3、4 為標本採集點，卍為普天道院。改編自曹等 5 人，圖二；民國 81 年。



圖版 3

長壽山入口處的斷面層理。〈箭頭處〉



圖版 4

長壽山入口處。



圖版 5

長壽山遠照圖。站在三峽環河路向東照。山丘上的紅色屋頂建築物即為工地事務所。



圖版 6

長壽山近照圖。與上一圖版同角度。中間遠方的山即為長壽山最高點，其右方高壓塔附近即為塔狀玄武岩區。

三、地質地形方面

〈一〉沉積岩

由於長壽山植被茂密，故不易觀察到斷面的層理，不過在入口處左側卻有一明顯的崩塌斷面，經照相測量後，得傾斜角為 23° ，北高南低，再參閱地質所學術論文（曹等五人，民 81 年），知為南莊層最上部，年代約為 800 萬年前。

〈二〉火成岩

沿著長壽山的產業道路往東調查，在採集點×1、×2 及×3 一帶所見到的都是火山凝灰岩（圖版 7~10），其中×2 點另有化石一件（圖版 10），×4 點的下坡處還是凝灰岩，並發現有一塊木炭夾在凝灰岩中，往上坡處走即進入火山熔岩流區（圖版 12），岩石堅硬烏黑，為玄武岩，且岩石孔隙普遍有淡黃色的方解石，白玉髓、文石則零星出現。（圖版 28）



圖版 7

工地背後斜坡的零星火成岩可明顯看出這些土壤經過人工挖掘過，此處以左被挖掉近三十公尺厚的土壤及其上的火成岩，地點 1。



圖版 8 火山凝灰岩的斷面。



圖版 9 火山凝灰岩的疏鬆表面，地點 3。



圖版 10

火山凝灰岩及木化石。黑色的岩塊即為木化石，地點 2。



圖版 11 在火山熔岩流區採集標本，地點 4。地表的玄武岩明顯地被現代機械打碎。



圖版 12 夾在火山凝灰岩中的木炭。

四、不同產狀的火成岩

〈一〉塔狀玄武岩

1.重要性

嚴格說來，這些標本不僅是「三峽之寶」，更是「台灣之寶」，因為台灣有玄武岩噴發的地點雖不少，但卻只有本地有這種產狀的玄武岩，特殊性不言而喻。

2.出露的位置

根據邱姓工頭及石友敘述，原本的出露地點在熔岩流區南側（見圖 2），即高壓塔的西側下緣，只是雜草叢生，無法調查。目前這些標本被移置工地事務所前的緩坡空地上當造景用（圖版 13、14）。



圖版 13 塔狀玄武岩在事務所前造景公園下坡處的排放情形。



圖版 14 塔狀玄武岩在工地事務所正前方的堆置情形

3.數量

目前在事務所的共有 143 根，加上台大地質所的 6 根及台中科博館的 2 根，總計 151 根。

4.特徵

由於塔狀玄武岩的特徵記錄表很佔篇幅，故只摘錄 7 支如表 1，至於重要的特徵則說明如下：

特徵（1）：塔狀玄武岩最大的特徵是那一圈一圈的凸環，而且環與環之間都大致呈平行，少有例外。

特徵（2）：其底部最為寬大，越往上則越縮小，故遠看略呈塔狀。

特徵（3）：底部較平，頂部則分為平頂、凸頂、斜頂和不規則形（圖版 15、16）。

特徵（4）：凸環上部比下部的斜度緩。（圖 4）

特徵（5）：層數與高度有相關性，即環數愈多的其高度有愈高的趨勢，但並不絕對。



圖版 15

平頂的塔狀玄武岩。編號 1。



圖版 16

凸頂的塔狀玄武岩。編號 58。

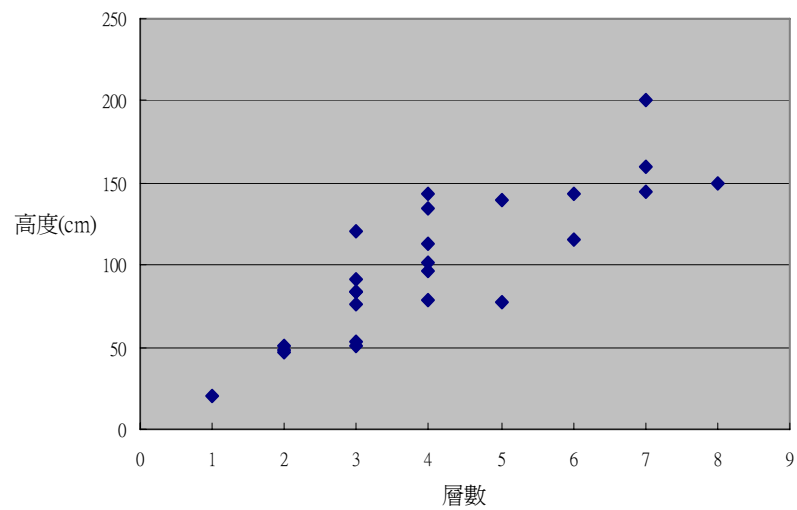


圖 4：層數與高度的關係圖〈我們挑了 24 支塔狀玄武岩來繪製〉

編號	外形	頂部 形狀	高度 (cm)	總 面 數	層 數	環與環間距 (cm)								備註	
						1	2	3	4	5	6	7	8		
16		?	120 ⁺		3	31 ⁺	18	71							縱身破損
108		平 頂	84 ⁺	6	3	27 ⁺	25	31.5							裂縫中有錡 華文石、 縱身破損
139		?	53 ⁺	4	3	10 ⁺	22	21							
27		平 頂	116 ⁺	2	6	9 ⁺	23	25	28	19	20			縱身嚴重破 損	
78		凸 頂	200 ⁺	4	7	27 ⁺	29	25	30	33.5	32.5	22.5		重量約 548 公 斤	
121		凸 頂	161 ⁺	4	7	33 ⁺	21.5	30.5	29.5	16	10	20			
126		凸 頂	150 ⁺	3	8	18.5 ⁺	21	15	18	16.5	14	18	29 ⁺	縱身嚴重破 損	

表 1：塔狀玄武岩特徵紀錄表

註：頂部形狀及總面數打「？」者表不確定；高度的數字右上方的「+」號表示因埋在土裡，故高度應略高於所測量者

5.成因

〈1〉三種理論

在訪問三位地質學教授後，我們整理出三種理論，經多方的驗證後，發現理論三才是正確的，並敘述如下：

①理論一

它是由柱狀玄武岩崩塌後、埋在土裡，經多年的「差異侵蝕」所形成。但若是如此，則距離塔狀玄武岩區北方約 50 公尺的柱狀玄武岩區為何根本沒有這種的玄武岩？可見這兩種產狀的玄武岩成因根本不同，不能混為一談。

②理論二

若是天然力所形成的差異侵蝕，則層狀的結構不可能如此有規律性，故它可能是人工雕琢出來的。有兩點我們認為不妥，1.若是人造物，則常有一些不太自然的刻痕或磨痕，但我們卻遍尋不著。2.最重要的是，現址根本找不到任何史前人的遺物（如石器或陶器），故可判斷其根本不是人造物。

③理論三

塔狀玄武岩是由會大量冒出氣體之薄層熔岩流經堆積、冷卻、收縮、凝固、破裂，再經長時間風化而成。請看下圖解說：

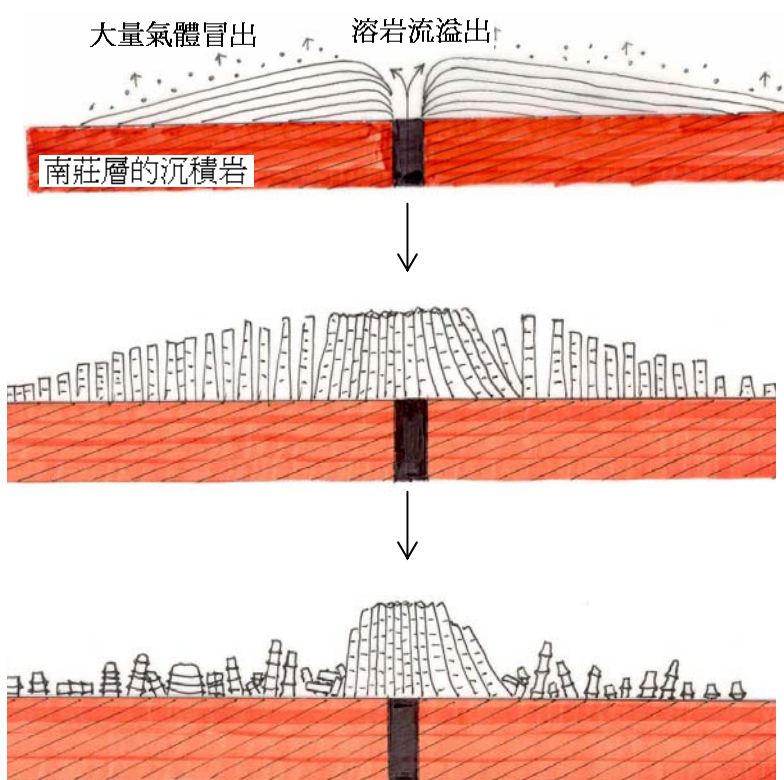


圖 5. 塔狀玄武岩形程過程示意圖(縱剖面)

1. 一股股溶岩流向四面溢流，因為黏滯性低，故流得較遠且變薄，流的過程中，每股熔岩流的上部因減壓而釋放出大量氣體，故氣孔較多，造成上下部的緻密度不同。這些一股股的熔岩流層層堆積，並逐漸冷卻。

2. 熔岩流冷卻過程中因與冷卻的空氣及地表接觸，接觸面便均勻的收縮，使得體積減少而產生裂隙，於是形成了多邊型的柱狀節理。同時，由於柱狀玄武岩也有水平方向的裂理，再加上地殼變動，故一支支的玄武岩會傾斜、倒塌甚至斷裂。

3. 經過數百萬年的風化作用，柱狀玄武岩由於質地堅硬緻密，故變化不大，但塔狀玄武岩因質地疏鬆，且每層的上下部緻密度又不同，故節理的稜角較具圓度且有因差異侵蝕所引起的凸環結構。

(2) 理論三的推論

以下從五方面來剖析理論三所衍生出的推論

1. 地理位置

①柱狀玄武岩區位於中央最高點，而塔狀玄武岩區位於四周較底處。

2. 成分

②柱狀和塔狀玄武岩既然來源相同，故成分應該相同。而XRD得檢驗即證實此事（參考表2，04及07標本）。

③同上，因後者有大量氣體冒出而形成許多氣孔，故質地應該比較疏鬆，這一點可由岩石表面及內部切片看出（圖版17~19）。

④塔狀玄武岩的密度稍小於柱狀玄武岩的密度。

3. 玄武岩的流動

⑤每股熔岩流流得越遠，則變得越薄，這間接證明有的玄武岩雖不高，但環數相對較多，因為它位於較遠處，如編號126。

⑥大的尺度來看，流得越遠，每層熔岩流會與地面越接近平行。

⑦因每股熔岩流流量不同，故每一層塔狀玄武岩的厚度也不一樣，這一點可以說是塔狀玄武岩最普遍的現象。

4. 冷卻

⑧塔狀和柱狀玄武岩既然成分及冷卻環境皆相同，故應該都有柱狀節理。

5. 風化

⑨柱狀玄武岩因為質地堅硬緻密，故節理的稜角比質地較鬆軟的塔狀玄武岩明顯。

⑩塔狀玄武岩的每一層因為上部疏鬆、下部密實，故年代一久即有明顯的差異侵蝕效應，亦即會有凸環的結構。

⑪柱狀玄武岩因為於火山的中心噴發位置，故不像塔狀玄武岩有因流動所引起的層狀結構(即氣體冒出的效應不明顯)，故柱狀玄武岩沒有凸環的結構出現。

⑫凸環的上部與凸環的下部是截然不同的，因為凸環的上部是與那一層的底部相連的，故質地較密，而凸環的下部則是下一層的上部，故較疏鬆，所以凸環的下部比上部易受到侵蝕。亦即凸環上部比下部的斜率小(見封面)。

(3) 小結

由於前面十二個推論都被我們證實，故我們認為塔狀玄武岩的形成非理論三莫屬。



圖版 17

凸環在下部，凹陷處在上部，可見下部氣孔較少、較緻密，上部氣孔較多、較疏鬆。亦即下部比上部耐侵蝕，故凸出，此即典型的「差異侵蝕」。



圖版 18

圖下方為凸環處，較緻密；圖中、上方為凹陷處，氣孔眾多。



圖版 19

切薄片來比較玄武岩的緻密度。左上為編號 59 塔狀玄武岩凹陷處之岩石薄片；左下則為同一玄武岩凸環之薄片。可見上者填充物較多，且石質較疏鬆。右邊則為柱狀玄武岩區的玄武岩薄片，石質顆粒更密。



圖版 20

編號 142 塔狀玄武岩凸環之岩石薄片。凸環中心處的石質比外圍緻密，氣孔的填充物也較少。

〈二〉柱狀玄武岩

1. 根據民國 78 年的論文（曹，128 頁），在 B 區（參考圖 2）有數十公尺範圍的柱狀玄武岩露頭（圖版參考 60、61），但已被夷為平地，不過我們還是在附近的小徑找到一根被棄置的柱狀玄武岩（圖版 21）。
2. 目前在台大地質所門前則保存了 17 根從此地搬過去的柱狀玄武岩標本（圖版 22）。



圖版 21

被棄置的柱狀玄武岩。地點 4。



圖版 22

被搬到台大地質所的 17 根柱狀玄武岩。

〈三〉其他產狀火成岩：主要是全區皆有分佈的火山凝灰岩。

〈四〉意外發現

在與石友聊天過程中，無意間得知這一帶除長壽山外，尚有三個火成岩出產地，且石友的採集史已超過一、二十年了，只是學術界尚未有專文報告，於是我們除了到最近的黃欏勘查外，也跟石友商借一些標本，並進行火成岩成分的比較工作，以下簡略介紹這三個地區的火成岩

1. 黃欏地區

位於長壽山最高點南方約 700 公尺，可由溪東路 233 巷進入黃欏墓園東側，這一帶的地面和溪中滿佈玄武岩石片及少數的文石。有的表面佈滿大小不一、直徑約 1 至 3 公厘的凹坑，石友俗稱其為「梨皮點」。



圖版 23

黃欏的玄武岩。呈平頂的金字塔形，石皮有凹坑（俗稱「梨仔皮」）。

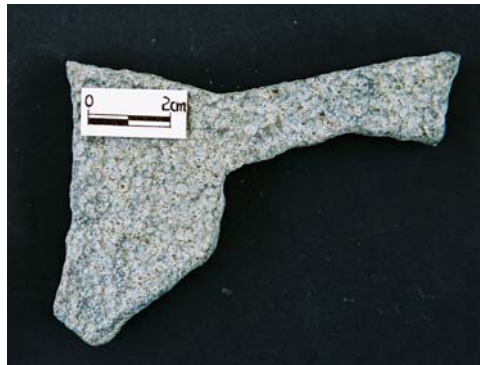


圖版 24

黃欏的玄武岩。皮石黃褐色，節理發達，線條非常清楚，頗具幾何之美。

2. 馬祖田

西南與長壽山相距約 1 至 2 公里。可由龍泉路進入，行約 1 到 2 公里，路的兩旁及溪中頗多火成岩。岩石內為淺灰色，且常有梨皮點（圖版 25）。不見次生礦物。



圖版 25

馬祖田的火成岩。

石皮灰色，表面有凹坑（即梨仔皮）。



圖版 26

清水的玄武岩。

土黃色，有大小不一的梨仔皮，左邊則有明顯的筋紋，石友黃碧村贈。

3. 清水

西南距長壽山約 7 公里。可由青雲路進入。岩石表面有大小不一的凹坑，且時有凸起的筋紋，石友稱為「牽筋」。不見次生礦物。

※五寮

此地為學界及民間早已熟識之火成岩露頭點，出產大量玄武岩及次生礦物，尙義橋西北方約五百公尺處並有一整排長約五十公尺的柱狀玄武岩露頭。

〈五〉玄武岩密度測量和重量的估計

1. 密度測量

我們分別取三件塔狀及三件柱狀玄武岩的標本測密度，結果前者平均密度 2.62 ± 0.05 ；；後者平均密度 2.87 ± 0.02 ，前者比後者密度稍小。

2. 重量的估算

我們找三件尺寸為大中小的標本來估算重量，分別為 4345 公斤、548 公斤、108 公斤。

五、礦物分析



圖版 27

拿去台北科技大學送驗的火成岩標本。

〈一〉不同產狀火成岩的 XRD 分析

編號	採集地點	肉眼所見之產狀及其他特徵	岩石名稱	檢驗結果
A-01	橫溪長壽山工務所背後山坡（地點一）	岩層鬆軟、約一公尺厚；底色青灰，有許多黑斑點。	火山凝灰岩	有大量石英及少量斜長石
A-02	橫溪長壽山之碎石子路上（此標本含有一木化石；地點二）	岩層鬆軟、露出地面、青灰色，可見雲母片及大顆礦物（在袋內）	火山凝灰岩	有大量石英及少量斜長石
A-03	橫溪長壽山之馬路北側緩坡（地點三）	鬆軟、底色黃灰，有大小不一之黑斑。	火山凝灰岩	有大量石英及斜長石
A-04	橫溪長壽山上之馬路北側之上升坡路（地點四）	熔岩流、青黑色，質地堅硬，有黑色粒徑 < 1 mm 之礦物。	玄武岩	斜長石、普通輝石
A-07	橫溪長壽山工務所前之塔狀凝灰岩	可見粒徑 > 1 mm 之白色條狀及黑色片狀之礦物無明顯節理、質地不像玄武岩堅硬，但比編號 01、02、03 硬了許多。	玄武岩	斜長石、普通輝石
A-08	橫溪黃欖墓園（在長壽山之東南側緩坡）	青灰色、可見黑色片狀礦物。	玄武岩	斜長石、普通輝石

表 2. 長壽山火成岩 XRD 受測標本屬性一覽表 93.12.27

- 1.很明顯的，火山凝灰岩的成分根本不是它原來的，而是後來的填充礦物。
- 2.4 號和 7 號成分相差無幾，但 7 號的輝石較少，這應該是 7 號（塔狀玄武岩）的質地較疏鬆，故較易受風化的緣故，但，為何只有輝石較少呢？可能是當時沉積環境偏向鹼性，故鐵鎂礦物較易被侵蝕，而「綠泥石」的出現也間接支持的這個想法。
- 3.新發現的玄武岩露頭點黃欖墓園(即 8 號)成分與 4 號雷同，由於相距僅數百公尺，故可能二者為源自同一個火山噴發點。

〈二〉火成岩內次生礦物的種類

1.我們的標本數為 125 件，絕大多數含多種共生礦物，其中 110 件為現場採集到的（圖版 34~40），15 件為石友贈送的。礦物總計有 8 種，如下表

礦物種類	白玉髓	方解石	瑪瑙	硫化鐵	二氧化錳	文石	白水晶	綠泥石
數量	多	極多	少	1	3	少	4	1
數量多寡的排序	2	1	3	7	5	6	4	7

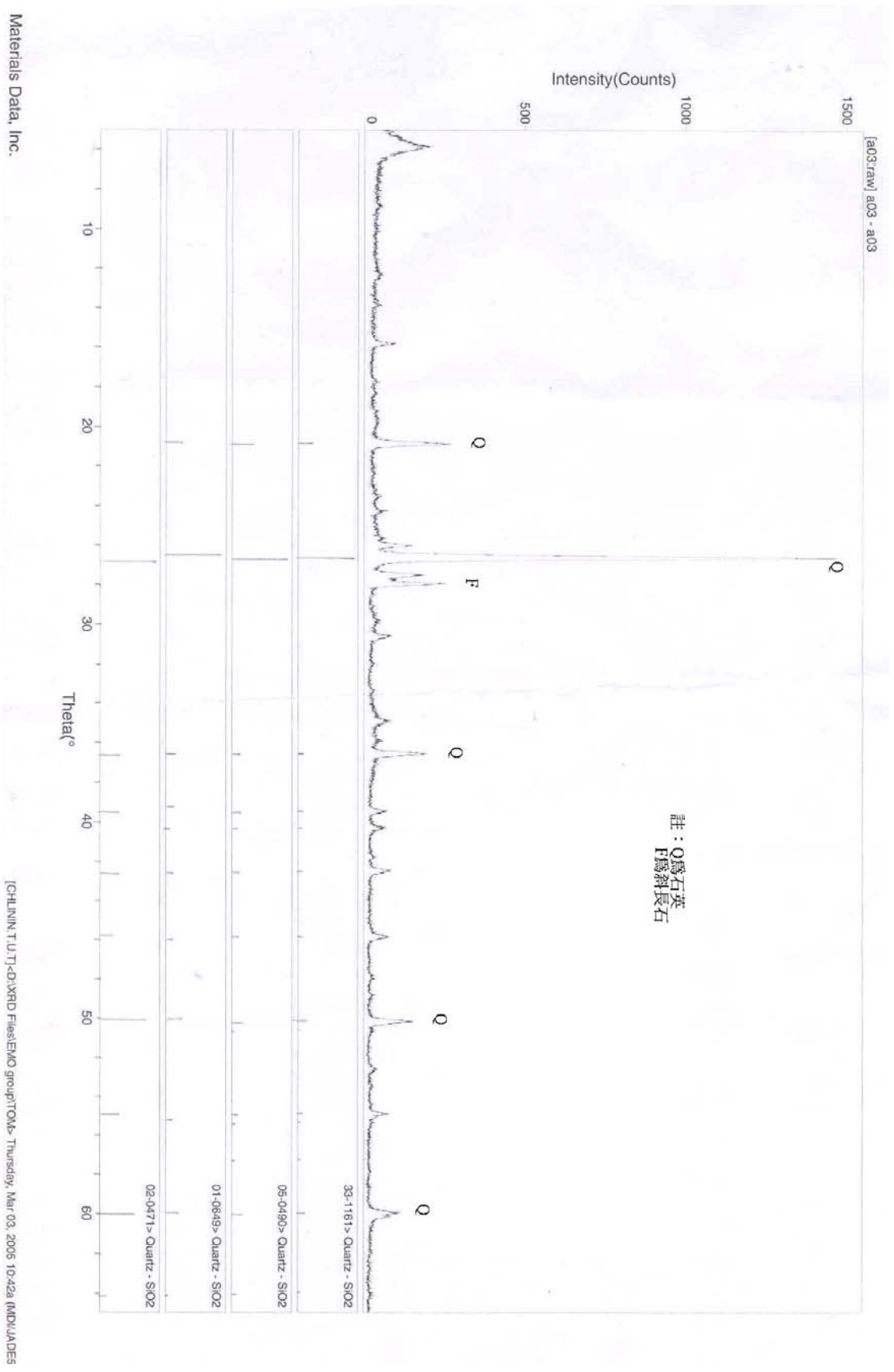


圖 6 03 火山凝灰岩 XRD 分析圖

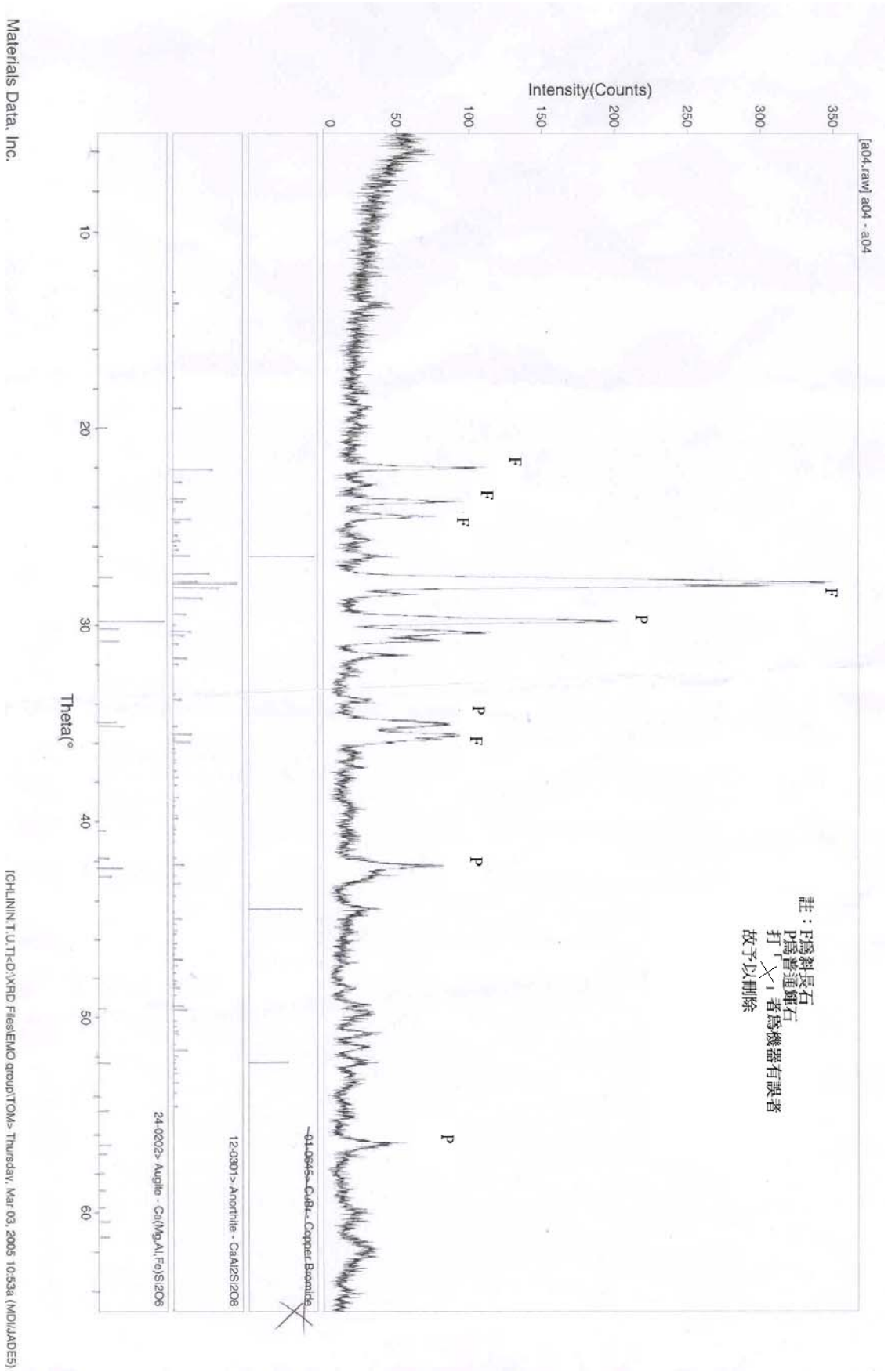
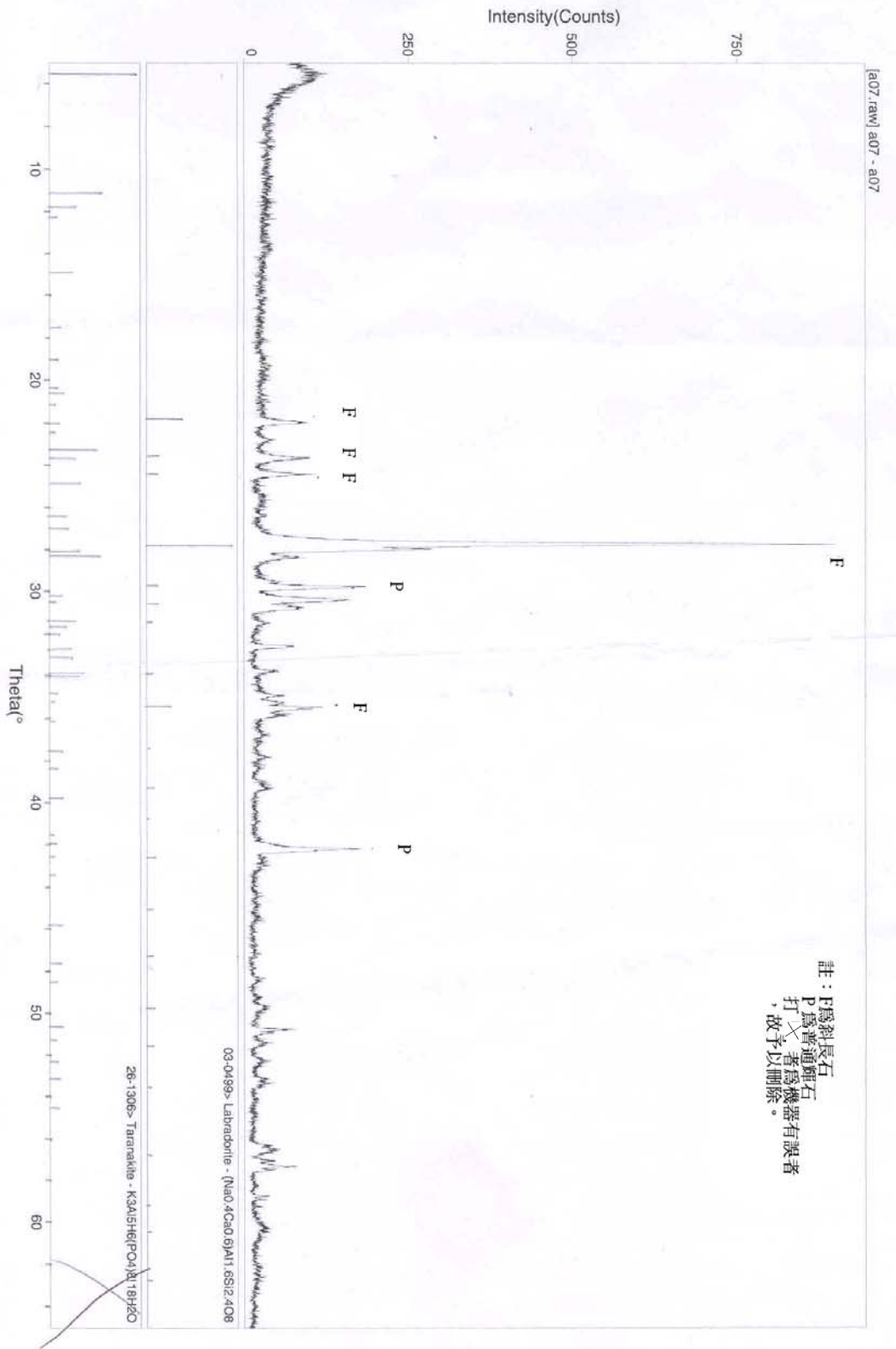


圖 7 04 柱狀玄武岩之 XRD 分析圖



Materials Data, Inc.

[CHLUNN\T.U\T-D\XRD Files\EMO group\TOMs_Thursday, Mar 03, 2005 11:01a (MDL\ADE5)

圖 8 07 塔狀玄武岩之 XRD 分析圖

2. 礦物出現位置

礦物主要出現在熔岩流區（即B區和C區，圖2），而且都出露在玄武岩的氣孔或裂隙中，顯現火成岩在噴發後，有過海水的浸透作用。

3. 長壽山和三峽其他有火成岩噴發地區次生礦物之比較

（1）文石

台灣所產的文石大同小異，即形狀為同心圓（橢圓形或不規則圓），正圓形則少之又少（圖版41）；而組成礦物多以方解石為主，不過偶而也會看到以白玉髓為主要成分的文石，至於各地較特殊的文石則敘述如下

①長壽山

以含樹枝狀二氧化錳礦物的文石為最特殊，其內偶而也有白玉髓與之共生（圖版42）；白玉髓質乳白色的放射狀文石也是它的特色之一（圖版43）。

②五寮 內詩朗地區

石友暱稱該地為「阿萬仔」，特色為咖啡底，色彩的對比清晰（圖版44）。

③復興鄉 三民的向天坡一帶

與五寮相距不遠，特色是眼串在一起，且外圍有金色的針狀結構（圖版48）。

④復興鄉的蝙蝠洞附近

石友暱稱該地為「賓拉登」，特色為文石眼小又密，而且黑色對比非常明顯（圖版47）。

⑤復興鄉的三民橋一帶

石友暱稱該地為「三民橋腳或橋腳」，特色是文石的產狀包羅萬相，為台灣文石集大成之處（圖版49~51）。

*附帶說明的是，由於澎湖的文石早已禁採，故文石的買賣近幾年來在三峽相當熱絡，價格的高低端視文石同心環〈即「眼」〉的明暗對比及色彩的搭配，若為「畫龍點睛」〈即圓心深色（圖版45）〉，則價格不斐，若為「有眼無珠」，〈即「白內障」（圖版46）〉則少人青睞，〈以上部份敘述摘錄自石友西瓜的談話。〉

〈2〉文石以外的礦物：以五寮、三民橋一帶的礦物種類較多，不過礦物成分多以碳酸鈣或二氧化矽為主，偶而其內也會有各色的針狀結構，白玉髓的產狀也頗為多元。詳見解說（圖版52~59）。

六、長壽山破壞情形總評估：經詢問與查證的結果，我們獲得以下四點結論（參考圖1）

〈一〉火山凝灰岩區（由工地事務所一直到火山熔岩區的界限）被挖掉約厚三十公尺的上層凝灰岩和下層的沉積岩，所挖掉的土石大部分是賣給北三高工程處作為北三高樹林段的土基。

〈二〉火山熔岩區北段的柱狀玄武岩全被挖掉（圖版60、61）。



圖版 60

攝於民國 94 年。注意屬於柱狀玄武岩的小山丘已全被剷除。



圖版 61

民國 78 年攝柱狀玄武岩為位於廟左後方的凸起小丘。

- 〈三〉火山熔岩區南段的塔狀玄武岩區一直到最高點的山頭則被剷掉，約用一百載大型卡車載往桃園縣的竹圍港建防波堤，至於塔狀玄武岩則全被移到工地事務所前。
- 〈四〉另外，據觀察，全區植被（圖版 63、64）皆屬先趨性植物，以芒草及相思樹最多，可見全區地表已被破壞。



圖版 63

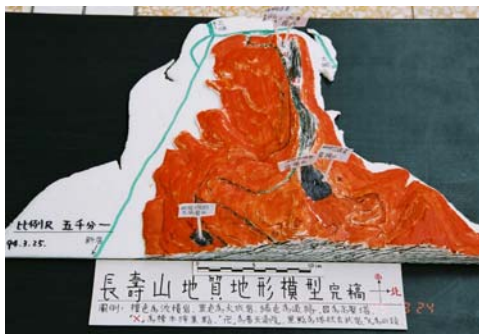
長壽山近景。
此為工地內的產業道路，植被以芒草居多。



圖版 64

長壽山的遠景。
左側略低的山即為長壽山，因色淺，故多為先趨性植物。

七、地質地形模型



圖版 62

長壽山的地質地形模型正面。
照相的角度略斜，黑色的斜線為南莊層沉積岩。

長壽山的次生礦物



圖版 28

長壽山最常見的兩種礦物。下左為白玉髓，餘為方解石，其上左表面有大量的氧化鐵，上中則有磨過、露出半透明、微黃色的方解石微晶。



圖版 29

長在玄武岩裂隙的文石。



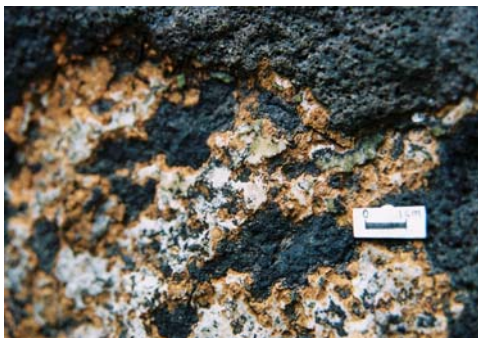
圖版 30

長在玄武岩裂隙的文石。表面因長期風化而沉積出黃褐色的氧化鐵。



圖版 31

長在塔狀玄武岩裂隙的方解石。



圖版 32

長在塔狀玄武岩裂隙的方解石，可見又有氧化鐵沉積在其上。



圖版 33

長在塔狀玄武岩氣孔內的小石英晶洞。



圖版 34

長壽山的次生礦物。含硫化鐵（愚人金）的文石，箭頭處即為硫化鐵。



圖版 35

片狀的方解石結晶。



圖版 36

長壽山的次生礦物。白水晶與文石共生。



圖版 37

長壽山的次生礦物。綠泥石，上有白玉髓質的文石。



圖版 38

長壽山的次生礦物。含二氧化錳文石的原石，因其為片狀，可見它是長在玄武岩的裂縫中。



圖版 39

長壽山的次生礦物。左為精磨的含二氧化錳文石，右為粗磨的含二氧化錳文石（另有共生的白玉髓）。



圖版 40

長壽山的次生礦物。白玉髓、瑪瑙、水晶由外而內依序共生。

長壽山和鄰近地區的文石〈一〉



圖版 41

三峽地區的同心圓文石。



圖版 42

長壽山的次生礦物。為二氧化錳、文石、白玉髓的共生礦，石友黃智源贈。



圖版 43

長壽山的玉髓質文石。白玉髓呈乳白色且有放射狀的紋路。陳立信送。



圖版 44

五寮內詩朗（阿萬仔）的文石。

長壽山和鄰近地區的文石〈二〉



圖版 45
畫龍點睛的文石。



圖版 46
有眼無珠〈白內障〉的文石。



圖版 47
三民、蝙蝠洞附近的文石（俗稱「賓拉登」）。
眼小，黑白對比強烈為其特色。



圖版 48
三民、向天坡的文石。
文石呈串珠狀，且外圍有金黃色針狀結構。



圖版 49
三民橋的文石。
質地緻密，色彩對比柔和而清晰。



圖版 50
三民橋的文石。
紅綠色搭配的文石頗為少見。石友王文權贈。



圖版 51
三民的大眼文石。
眼的外圍有明顯的氧化鐵沉積。

三峽鄰近地區文石以外的次生礦物



圖版 52
五寮溪的犬牙狀方解石



圖版 53
三民的霰石。石友游文生贈。



圖版 54
三民橋的白玉髓。其內的白色放射狀結構，俗稱「兔仔毛」。



圖版 55
五寮溪的白玉髓。因含有金色針狀結構，俗稱「火山毛」或「金毛」。



圖版 56
三民的紫水晶。陳立信贈



圖版 57
五寮的葡萄狀紫玉髓。陳木堂贈



圖版 58
三民橋下的白玉髓。夾在玄武岩的氣孔中，呈樹枝狀。



圖版 59
三民橋成串珠狀的白玉髓。

陸、結論

到目前為止，我們已調查了長壽山從古到今所有地質事件，並解決最困難的「塔狀玄武岩成因」問題，詳細完成事項如下

- (一) 普查長壽山地質地貌並完成模型圖。
- (二) 掌握長壽山過去所開挖掉的土方及火成岩去處。土方多拿去造北三高，石材被載到竹圍港造防波堤。
- (三) 對 143 支塔狀玄武岩做測量及統計，對於成因也提出了一個理論，並找出十二個已知現象來證實。簡而言之，「氣體的冒出造成每層熔岩流上下質地的疏密差異，而數百萬年的差異侵蝕，漸漸造成這些原有柱狀節理玄武岩產生層層環狀結構。」
- (四) 進行火成岩 XRD 分析，發現塔狀和柱狀玄武岩成份相當，主要是斜長石及普通輝石。
- (五) 大量參考石友收藏品，經比對而掌握本地與其他地區次生礦物的種類與特色。目前本地的次生礦物已辨識出八種，其中含二氧化錳的文石不見於其他地區，而其他地區的文石等次生礦物的產狀及數量則遠比本地豐富。
- (六) 發現附近尚有三處火山噴發點，並進行了採樣與初步的特徵比較，其中黃欖地區的玄武岩成份與長壽山最為接近。

柒、跋

塔狀玄武岩實在太美了，我們除了深深被它的美所感動，也發現有這麼多的石友熱愛三峽的文石，為何經濟的開發一定要與自然景觀的破壞劃上等號？所以，我們決定針對「在長壽山設立自然景觀解說站」這一議題做一點努力。

正巧，今年暑假鎮公所找我們老師規劃「三峽免費旅遊公車」的參觀景點，而長壽山也因此被老師正式列入其中的一個景點。

捌、感謝

感謝長壽山工地周姓、邱姓、呂姓朋友熱情地給予研究上的方便，並慷慨地告知所知的訊息；感謝諸多石友慷慨地贈予標本並分享心得。感謝北科大、台大地質所、中央地調所多位教授的協助與指導。



圖版 65

參觀台北科技大學的實驗室。使用偏光顯微鏡觀察火成岩的岩石切片。



圖版 66

在台大地質所前由教授解說塔狀玄武岩的成因。

玖、參考資料

- 1.莊文星（民 81）台灣之火山活動與火成岩 國立自然科學博物館
- 2.曹恕中（民 78）台北縣土城鄉橫溪地區火成岩柱狀節理 經濟部中央調查所 9 卷，
1 期（127-129 頁）
- 3.曹恕中、洪奕星、宋聖榮、朱傲祖、鍾三雄（民 81）據三峽橫溪剖面探討南莊層與桂
竹林層界面的絕對年代 經濟部中央地質調查所特刊第 6 號

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 生物及地球科學科

第三名

031731

台灣珍稀之寶-塔狀玄武岩-三峽特殊地質景點長壽山之現況調查及基礎資料建立

臺北縣立三峽國民中學

評語：

本作品探三峽、長壽山塔狀玄武岩形成之原因，在玄武岩噴發時，有一層富含氣體，另一層氣體較少，在固化後，因差異侵蝕造成塔狀，玄武岩本作品能利用鄉土題材作為探討主題，並到現場採集標本(含次生礦物)。作品內容充實。