

關西馬武督區的火山作用及其影響

高中教師組地球科學第二名

省立新竹高級中學

作者：楊良平

一、研究動機

六十八年五月，隨教育部科學教育考察團赴美考察高中科學教育，在舊金山參觀一個野外研習所，可供該區中小學學生做生物與地球科學野外實習教室。返國之後，立即擬一計劃，預定將已調查兩年之久的馬武督區，做更深入的調查，以為他日設立地球科學研習所之準備。

本區位於臺灣地質的西部麓山帶，由於造山運動與岩漿活動，使本區的地質、構造、地形、水系、礦物等，在長5公里，寬約3公里的範圍內，有豐富的教學資料，根據三年來課餘的調查，本區的地質構造有摺曲與斷層，岩漿的噴發與侵入；岩石有沈積岩、玄武岩、變質岩；礦物有橄欖石、黃鐵礦、鋯石、磁鐵礦、獨居石等原生礦物及硬綠泥石、十字石、柘榴石、尖晶石等次生接觸變質礦物。地形上有格子狀水系、河川襲奪、河階、曲流、石灰岩地形中的石灰岩洞等。其中已襲奪成功，使河流改向者有三處，襲奪中快要完成的一處。石灰岩洞的構造，本年已帶領學生完成測繪工作，並探討其發育史，可惜因無經濟價值而被淘汰，無法參加全國科展。

有關本區的調查，三年來已發表三篇：1. 馬武督區石灰岩成因的探討（67年）。2. 凤山溪各支流的地形及水系（68年）。3. 馬武督區的接觸變質作用（69年）。本年發表兩篇，即本文關西馬武督區的火山作用及其影響，和馬武督石灰岩洞的地形調查（學生組）。

二、地理位置

馬武督位於關西東南方6公里，可於關西汽車站搭乘錦山、小烏來、復興線班車約20分鐘後，在金山國小站下車。每半小時即有一班，交通可謂方便。

三、調查路線

河流的侵蝕，地層最易露頭，故本次調查工作，大部份溯溪而行。馬路的開闢，也可使地層出露，故回程時，順便調查路旁出露的岩石，以與河床所見對比。採石場炸山取名，露出古老的地層，更可發現地質圖上未標明的地層。

騎機車至金山國小後，步行過國小東北面的壽桃橋，調查出露於河岸的厚層塊狀桂竹林層砂岩。然後溯金山溪溪谷而上，沿溪調查出露於河床及兩岸之地層。至六畜後，分三路調查，東路沿蝙蝠洞登山小道拾級而上，至金山溪源頭。中路則溯溪而上，至上瀑布後，登一陡坡，與東路會合，再下坡至溪谷瀑布沖水口，然後溯溪至源頭。西路則沿石灰岩體的崖錐，至金山溪與赤柯溪的分水嶺，攀上石灰岩體採石場。

四、準備工作

(一) 地形圖：根據五十八年聯勤總部印行的1/25,000 地圖放大為1/6,500。

(二) 地質圖：根據五十年省地質調查所彙刊十三號耿文溥先生之新竹關西煤田地質圖。

(三) 地層與構造：根據六十年省地質調查所彙刊二十三號，何春蓀先生的臺灣新竹縣關西至苗栗縣大湖間煤田及地質構造。將其中有關本區的地質與構造的描述，摘記於記事本中，以為現場之參考。

1. 桂竹林層上部：以青灰色厚層泥質砂岩為主，厚層中多薄砂

- 岩、粉砂岩、與頁岩所成之交互層，有時含薄層之石灰質砂岩。
2. 馬武督逆斷層：斷線東北走向，昇側在東南，由南莊層構成，降側在西北，由桂竹林層上部構成。
 3. 南莊層：由白砂岩、灰黑色頁岩、或白砂岩煤層之薄葉互層組成。
 4. 嘉樂逆斷層支線：斷線東西走向，昇側在南，由南莊層、尖石山層、七寮粉砂岩、牛肩頭層構成，降側在北，由牛肩頭層組成。
 5. 九芎坪逆斷層：斷線東北走向，昇側在東南，由尖石山層構成。降側在西北，由南莊層構成。
 6. 尖石山層：以灰色或淡青色細粒或中粒之緻密砂岩為主，呈厚層或塊狀，略含雲母碎片，有時具石灰質。
 7. 七寮粉砂岩：由灰色至青灰色粉砂岩構成，層理不顯，常呈球狀風化面。富含有孔蟲化石，故具石灰質。
 8. 內灣逆斷層：斷線東北走向，昇側在東南，由牛肩頭層構成，降側在西北，由尖石山層及七寮粉砂岩構成。
 9. 牛肩頭層：淺灰色至青灰色細粒塊狀砂岩組成，層理不顯，含少量雲母及細小炭質碎片，頂部有淺灰色細粒狀硬砂岩，富含有孔蟲，海扇（Pecten）及牡蠣（Ostrea）化石，為良好之層位標誌。
 10. 石灰岩：由珊瑚，有孔蟲，石灰藻，貝類遺骸構成夾於牛肩頭層中。
 11. 砂岩：淺灰色細粒純淨之厚層石灰質砂岩為主。

五、調查路線上所見之地層及斷層

- (一) 青灰色石灰質塊狀砂岩：出露於馬武督溪西北岸，構成陡峻峭壁。層理不顯，走向不明。應為桂竹層上部地層。
- (二) 白砂岩與炭質碎屑薄頁互層：出露於馬武督溪與金山溪合流口，馬武督溪東南岸，走向 $N\ 30^\circ E$ ，向東傾斜 70° 。長約 30 m，寬 1 m。應屬於南莊層。

- (三) 1. 塊狀泥質砂岩：出露於錦山四號橋下及金山國小西南小路陡坡側。長約 100 m 走向 N 30° E，向東傾斜 70°，為桂竹林層上部地層。
2. 砂岩、粉砂岩互層：緊伏於塊狀砂岩之下，走向 N 62° E，向東傾斜 70°。為桂竹林層塊狀砂岩之夾層。
- (四) 青灰色細粒塊狀砂岩：含少量雲母及細小炭質碎片，厚 20 m，走向 N 60° E，向東傾斜 60°，頂部有 *Ostrea* 化石帶，厚 30 cm，故知本層為牛肩頭層最上部。本露頭西北面為馬武督逆斷層所斷，南面為嘉樂斷層支線所斷，嵌於二斷層之楔形帶間。
- (五) 青灰色含黃鐵礦塊狀粉砂岩：露頭長 5 m，層理不明，夾於嘉樂逆斷層支線與一小斷層之間，粉砂岩中含細粒黃鐵礦結晶，風化後成紅褐色斑點，本露頭在以往報告中未曾記載，無法對比，不知屬於何層。
- (六) 方沸石煌綠岩 (Teschenite)：露頭 3 m 長，2 m 寬。淡青灰色，含方沸石斑晶、黃鐵礦及數種未鑑定之礦物結晶，此露頭未記載於以往的報告中。
- (七) 凝灰岩：緊伏於方沸石煌綠岩之下，露頭 15 m。夾有許多 2 公分以下杏仁狀碎屑與大型有孔蟲化石，風化後，常為方解石，石英填充。
- (八) 鹼性玄武岩：堅硬深色，無橄欖石俘虜晶，露頭長約 70 m。
- (九) 青灰色緻密塊狀砂岩：層理不明顯，略含雲母碎片，為尖石山層地層，露頭長 20 m。
- (十) 橄欖石玄武岩：含橄欖石俘虜晶，顏色較鹼性玄武岩稍淡，光澤較淺。露頭長約 300 m。
- (十一) 青色塊狀粉砂岩：含石灰質，有球狀風化面，露頭長約 20 m，屬於七寮粉砂岩。
- (十二) 青色塊狀砂岩：含雲母碎片，露頭長約 50 m，為牛肩頭層地層，走向 N 3° E，向東傾斜 20°。

- (四) 1 沸石玄武岩：結晶較細，具氣孔為沸石填充。出露於上瀑布之下方及上方沖水口，以瀰漫狀侵入石灰岩體。
- 2 沸石玄武岩火山頸：出露於標高 640 m 之山丘，因採石場炸山而部份露出，大小未知。圍岩受強烈接觸變質作用。
- (五) 角頁岩：出露於上瀑布上方之牛肩頭層砂岩。玄武岩漿沿石灰岩與砂岩接觸面，以岩脈方式侵入砂岩中，接觸中心寬約 1.5 m，呈瀰漫式侵入，變質程度向外逐漸減弱。
- (六) 青灰色石灰質砂岩：中粒，疏鬆，南北走向，向東傾斜 10°。
- (七) 結晶石灰岩：由菱面體方解石組成，位於石灰岩體之下部。常含鐵質呈淡褐色。
- (八) 結晶白雲岩：由菱面體白雲岩組成，由深灰至淺灰，雜生於結晶石灰岩中，或上層。
- (九) 玻璃質凝灰岩與凝灰質石灰岩：因玄武岩漿隙裂噴發，而成參差狀之凝灰岩層與凝灰質石灰岩層。
- (十) 玄武岩流：露頭很小，採石場炸山取石始露出部份，玻璃質。
- (十一) 砂卡岩 (Skarn)：火山頸之石灰質圍岩，受高熱而變質，接觸面有等軸晶系未鑑定之小結晶，岩石呈紅棕色。
- (十二) 石灰岩：不整合於凝灰岩、凝灰質玄武岩、結晶石灰岩、白雲岩之上。
- (十三) 白雲岩：與石灰岩互層或參差，

六、討論

二十年來，水泥公司不斷炸山採石，清除了石灰岩體上覆的土壤與地層，露出了掩埋多年的老地層，新證據的出現，使本區的地質構造史，有重新改寫的必要；再以本次沿着河床調查的路線中，橫切各年代的地層，將之做成剖面圖顯示本區各地層常為斷層，火山岩所斷，地層層序很亂。

過去地質調查報告未發現的地層，討論如下：

(一) 馬武督溪南岸的南莊層：露頭雖小，但可做為馬武督溪河床為

一沿斷層線發育之河谷的證據。此斷層走向為東北西南，斷面向東南傾斜，昇側在東南，因此使較老的南莊層出露於桂竹林層之同一海拔，而被夾於二桂竹林層之間。

(二)方沸石煌綠岩與含火山彈、大型有孔虫凝灰岩：二者上下重疊，但岩性不同，很可能是兩次不同火山作用的結果，凝灰岩的形成在先，方沸石煌綠岩熔岩的上覆在後。由有孔虫與方沸石煌綠岩二者看來，這兩個岩體很可能屬於較老的石底層，因嘉樂斷層與緊接的小斷層的逆衝作用，而出露於斷線的輻合帶上。

(三)含黃鐵礦粉砂岩：此露頭夾在牛肩頭層與前述的方沸石煌綠岩之間，各以斷層為界，岩性上無法與本區內各地層對比，可能不屬於南莊層，或其下的南港層中的任何一段，極可能為石底層，因連續的逆斷層而出露。

(四)採石場的火山岩：因炸山取石而出露的火山岩露頭：

1 火山岩頸：位於標高 640 m 的山頭，因無經濟價值，故停止在本山頭炸石，全部大小未知。

2 凝灰岩漸變為凝灰質石灰岩：表示火山作用發生於石灰岩沈積的同期。

3 矽卡岩：在火頸圍岩的最內層，紫紅色，與火山岩的接觸面有立方體的接觸變質礦物。

因安全問題，本處無法做較詳細的調查。

七、火山作用史

根據調查區內火山岩露頭岩性的不同與出露的地層，本區的火山作用可能分為下列五期：由中新世中期開始的石底層沈積開始，經南港層沈積期至中新世晚期開始的南莊層止，火山活動斷續發生：

(一)石底層沈積時的含大型有孔虫凝灰岩：以噴發之凝灰岩為主，未見岩流。內含有孔虫化石與 2 cm 以下之火山彈。

(二)石底層沈積時的方沸石煌綠岩：緊接在凝灰岩形成之後，熔岩

流上覆於凝灰岩之上。含方沸石斑晶，與少量黃鐵礦。

(乙)南港層下段牛肩頭層石灰岩沈積的中期：石灰岩體的底部，全由結晶的方解石組成，並未發現凝灰岩存在，中部開始，才有凝灰岩出現，且與底部之結晶石灰岩局部不整合接觸，可見火山作用發生於石灰岩沈積的中期，而上層的石灰岩則為未結晶者，且無凝灰岩，故此期火山作用噴發的時間很短，有少數岩漿侵入東北面的石灰岩內，出露於上下二瀑布之下及上瀑布的頂端，更使石灰岩上覆的牛肩頭層砂岩變質為角頁岩。由侵入的火山岩岩性看，此期的岩漿為方沸石玄武岩，與石底層的不同。

(丙)南港層中上段七寮粉砂岩與尖石山層內侵入的橄欖石玄武岩：以侵入為主，含橄欖石俘虜晶，與石灰岩體內發現者不同，故知為稍後的火山作用所形成。

(丁)南莊層沈積期的侵入鹼性玄武岩：不含俘虜晶，為本區內最後的火山活動。

八、火山作用的影響

(一)變質作用：

1 交代變質：玄武岩漿含大量 Mg、Fe 矿物，由於交代作用，使早期及同期沈積的石灰岩，變質為白雲岩。

2 接觸變質：

(1)結晶石灰岩與結晶白雲岩：高熱岩漿的侵入，使早期沈積的石灰岩與白雲岩發生再結晶，變質為具菱面體的方解石，白雲石大型結晶。晶形之大，本省他處少有。

(2)角頁岩：岩漿沿砂岩與石灰岩接觸面上升，使圍岩之砂岩變質為角頁岩，在砂岩與石灰岩的接觸中心，為瀰漫式侵入，故變質後的岩石，常含磁鐵礦。

(二)礦物的形成：

1 原生礦物：玄武岩漿凝固時的分異作用，使本區含有各種原

生礦物，如橄欖石、剛玉、鋯石、黃鐵礦、磁鐵礦、鈦鐵礦等。

- 2 接觸變質礦物：方解石、白雲石、尖晶石、柘榴石、電氣石、十字石、硬綠泥石、綠簾石等。有關礦物的分布與產狀，待今年暑假再行調查。
3. 沈積礦物：石底層方沸石煌綠岩含黃鐵礦，其後沈積的石底層砂岩亦富集黃鐵礦。

(三) 地形發育的影響：

- 1 由於岩漿較易侵入石灰岩，故早期沈積的石灰岩因高熱而變質為結晶石灰岩，且由其後的交代作用，換質為白雲岩，降低了本區石灰岩地形的發育，因此，只在石灰岩體的東北角上，形成一小的石灰岩洞。
- 2 節理谷的形成：金山溪幾成西北東南直線流向，河床大部份由玄武岩組成，由露出的火成岩看，節理系相當發達，故岩石易崩解而成河谷。在石灰岩體內，結晶石灰岩因岩漿的侵入，其節理面的角度，離侵入岩體越近者越高，據測量結果：每隔 10 公尺，角度增加 10° ，至瀑布口，已達 90° 矣。

九、結論

中新世中期地層沈積的火山活動遺跡，在本區長約 2 公里的地帶上，都有明顯的露頭出現，實為學生觀察火山作用的良好實習場所。此外，岩石、化石與礦物的採集，地形、河谷的發育，本區也是一個資料豐富的自然教室，待全部調查完成，整理妥當之後，將爭取在本區設立一地球科學研習所，以為學生及地球科學教師研習之用。

十、參考資料

- (一) 耿文溥：臺灣新竹關西煤田地質。臺灣省地質調查所彙刊第 13 號。

- (二)何春蓀：臺灣新竹縣關西鎮至苗栗縣大湖間煤田及地質構造。
臺灣省地質調查所彙刊第 23 號，50 年 12 月。
- (三)畢慶昌等：新竹縣誌。中華叢書委員會，47 年 6 月。
- (四)何春蓀：臺灣地質概論。經濟部，64 年 12 月。

評語：作者在關西馬武督區從事實際調查，並採集岩石標本多種對於地質構造之解釋相當正確，研究成果對教學極具價值。