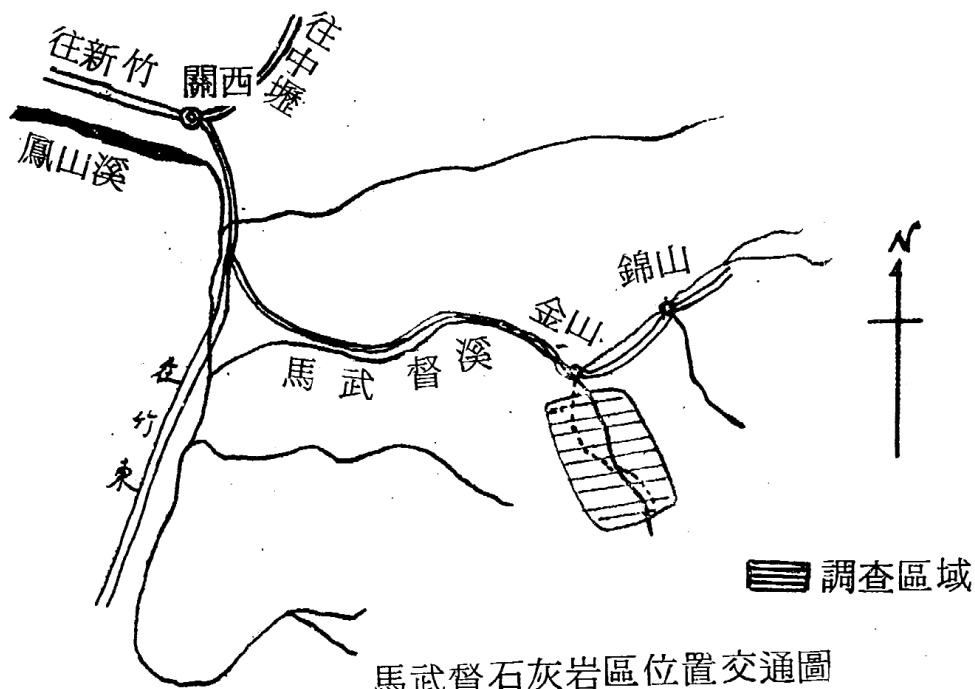


新竹關西馬武督石灰岩 成因的探討

高中教師組地球科學第一名

省立新竹高中

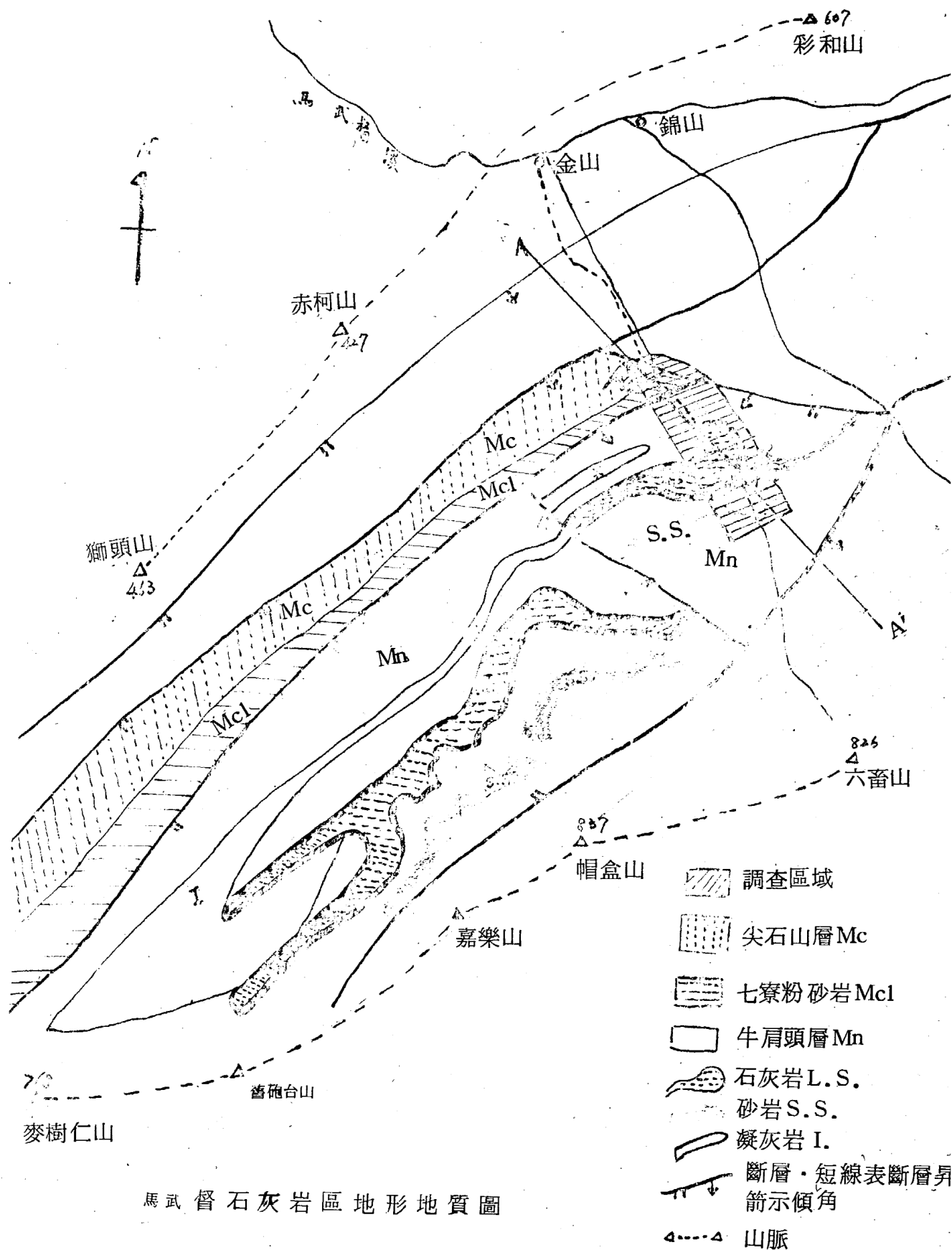
作者：楊良平



一、位置與交通：

馬武督石灰岩位於新竹縣關西鎮東南方約6公里處，可搭客運班車，約半小時至金山站下車，再沿馬武督溪畔之土路，步行約半小時，即達石灰岩體之山脚。若乘機車，由關西至本區，僅需半小時，交通甚為方便。

二、地形：



馬武督石灰岩區地形地質圖

本石灰岩體在一丘陵區，海拔高度 400 公尺左右，呈東北西南走向，長 4 公里，寬 200 至 300 公尺，最厚處厚達 150 公尺，本次調查區域爲其東北角，厚約 80 公尺。

附近有兩條與石灰岩體走向平行的主要山嶺綫；緊鄰於東南面者海拔較高，在 700 至 850 公尺之間。由北而南計有：六畜山（826），帽盒山（837），嘉樂山，舊砲台山，麥樹仁山（738）。西北面之山嶺較低，高度在 400 至 600 公尺之間，計有：彩和山（607），赤柯山（454），獅頭山（463）。馬武督溪主流平行於山脈之走向，但發源於六畜山之支流，切過石灰岩體，造成一橫谷，於金山與主流匯合。在主流之中下游，有許多河階台地，與河床相差 60 公尺以上，兩壁陡峭如深谷，且間有瀑布出現，顯示此區有旺盛的回春作用。

石灰岩體之東北角，有典型的喀斯特地形，如岩洞（稱蝙蝠洞）、伏流等。岩洞內有石筍、鐘乳、石柱等。馬武督溪支流切過岩體所形成的橫谷中，兩岸夾峙，有瀑布兩道，相隔約 100 公尺，下方者較低，約 10 公尺高，上方者約 20 公尺高，恰在石灰岩與砂岩之交界處。

三、調查經過：

本石灰岩體爲亞泥採石場，一天炸山取石兩次，各爲上午 10 時 45 分及下午 3 時 15 分，有安全人員在附近巡邏，防止遊客誤入，故調查區域僅能侷限於馬武督溪支流之兩岸及石灰岩體之東北角。

自 66 年 10 月至 67 年 2 月，利用星期假日，實地勘察採集岩石標本 10 次。雖然時間短促，調查次數不多，且範圍狹小，但發現數處火成岩之露頭爲過去之報告所未記載者，這些火成岩爲玄武岩或凝灰岩，出露地點緊貼在石灰岩體之側甚至在石灰岩之下，與石灰岩之關係極爲密切，可能影響此區之地形。

本次調查工作之參考地質圖，主要爲耿文溥先生發表於 50 年 3 月的台灣省地質調查所彙刊的關西煤田地質圖，（第十三號），輔以何春蓀先生發表於 60 年 12 月第 23 號的台灣新竹關

西至苗栗大湖間煤田及地質構造。耿先生的地質圖比例尺爲二萬分之一，對此次小地區之調查來說，略嫌過大，故有許多地方仍需自己測繪。但萬分之一以下之地圖屬管制，而不可得，自己所繪之圖難免有所誤差。

四、地層：

出露於本調查區域之地層計有牛肩頭層，七寮粉砂岩層及尖石山層，這三層在新的地質報告中，將之歸入南港層下中上三段。調查區域內的三段地層之間，各爲數個火成岩所隔。

1. 牛肩頭層：

本層以淺灰色，細粒純淨之厚層石灰質砂岩爲主，出露於石灰岩體之頂部。（薄夾層），走向爲 $N 3^{\circ} W$ ，傾斜爲 $N 18^{\circ} E$ ，厚約3公尺，在此砂岩下層之頁岩中，發現植物的粗幹及小枝化石。

調查區域內，牛肩頭層中所夾的石灰岩，爲他處同層中所無。如東面鳥嘴山附近及北面石門所出露之牛肩頭層。本區之石灰岩層厚約80公尺，岩層在東北、東、東南及北面，突然消失，並不如其他報告中所述中間厚，向兩端漸薄之凸鏡體狀。石灰岩與砂岩之接觸面，頗爲陡峭，顯示此石灰岩體並非牛肩頭沈積循環中之一環。岩體由塊狀石灰岩構成，層面不明顯，其中含有珊瑚，中型貝類及大型有孔蟲化石。馬武督溪支流在石灰岩體之東北角切過形成一峽谷，谷內之兩道瀑布之下，有玄武岩流侵入或噴出。在石灰岩體之西北面河床，有橄欖石玄武岩侵入，長約200公尺，寬10公尺，隔着這段侵入玄武岩，即爲牛肩頭層上層之七寮粉砂岩層。

2. 七寮粉砂岩層：

此層在調查區內露頭極小，在小石橋之下做爲橋基，呈塊狀，層理不明顯，厚約15公尺，以青灰色細粒砂岩爲主。

本層上方有一長達100公尺的凝灰岩與其上層之尖石山相隔。

3. 尖石山層：

爲塊狀砂岩，岩質堅硬，色灰白，厚4公尺，夾青灰色頁岩，走向爲N 45° E，傾斜S 65° E，其下層有一厚 50 cm之大型貝類化石層。

五、岩性：

本次調查所採集的岩石，依岩性可分爲三類：

1 砂岩：

包括牛肩頭層石灰質砂岩、七寮粉砂岩、尖石山硬砂岩，岩性已如上面所述。

2 石灰岩：

(a)塊狀石灰岩：

由大型有孔蟲化石構成，爲石灰岩體之上部主要岩石，含鐵質，呈桔黃色，有些溶蝕之晶洞中爲純淨之方解石結晶所填充。

(b)珊瑚石灰岩：

出露於石灰岩體之上部，珊瑚化石間之空隙，爲含鐵之泥岩所填充。有些珊瑚骨骼則爲含鐵之泥岩取代，骨骼間之空隙，後來又爲方解石填充。

(c)方解石石灰岩：

出露於石灰岩體之中部，含鐵質，故方解石結晶呈黃色。

3 火成岩：

本區域內發現之火成岩，皆爲玄武岩或玄武岩質凝灰岩，這些火成岩皆源自地函物質，可見本區必有深達地函之裂縫或斷層存在。

(a)凝灰岩：

質地較鬆，含顆粒狀之鋯石與方解石結晶，顯示火山之噴發在石灰岩形成之後。

(b)橄欖石玄武岩：

質地堅硬，色黑，含橄欖石捕擄晶，組織爲微晶，無氣孔，顯示在侵入之前，於岩漿庫內停留，致使橄欖石先行晶出，後侵入地層之淺層，橄欖石即成捕擄晶。

(c)含沸石玄武岩：

出露於石灰岩與石灰質砂岩之交界處，有氣孔，但常為沸石所填充。

(d)粗粒玄武岩：

出露於下方瀑布之基部，結晶較粗，可能因侵入之岩漿緩慢冷卻所致。

4. 外接觸：

侵入石灰岩之岩漿，與石灰岩之間，有數種不同之接觸：

(a)脈狀接觸：玄武岩漿侵入石灰岩中，產生擴張岩脈。

(b)彌漫狀接觸：玄武岩漿沿方解石結晶之邊界侵入，使石灰岩呈黑色至褐色等移化接觸。

5. 包體：

在上方瀑布之頂部，玄武岩流含石灰岩及石灰質砂岩之捕擄岩，並使石灰岩因換質作用而成為白雲石（硬度3.5）。

由火成岩之岩性可知，出露於本區之火成岩，可能為不同時期火山活動所形成的。

六、形成原因的探討：

根據耿先生的報告（50年3月），將馬武督石灰岩納入中新世牛肩頭層下部，但經此次調查，發現數處可疑之處。

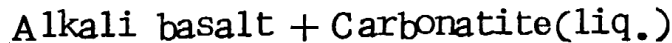
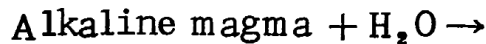
1 同樣有牛肩頭層出露的石門，馬武督溪及烏嘴山附近，僅馬武督處有石灰岩出現，為何其他兩處並無石灰岩夾於其中？（石灰岩極不易風化）

2 在化石中，馬武督石灰岩體的上部，含有 *Lepidocyclina*（4種），*Miogypsina*（4種）及 *Amphistegina*（一種）等三屬之大型有孔蟲化石，這三屬有孔蟲在其下之石底層及其上的牛肩頭層石灰質砂岩中並不出現，反而在更老的大寮屬中出現 L、M、A 三屬及中新世初期的木山層中，出現 L、M 二屬。若此三屬有孔蟲在地史舞台上活動了半個中新世的時間，由初期的木山層至中期的牛肩頭層（南港層下段），那麼為何在石底層中並未見此三屬之化石？由此可推測馬武督石灰岩並非牛肩頭

層之下段，可能在大寮層時沈積而成的。

- 3 根據操石場炸山取石後所暴露的地層看，此石灰岩體的東北角厚達 80 公尺，却在此處突然中斷，並不如西南角的逐漸變薄，而為石灰質砂岩。石灰岩與石灰質砂岩二者之關係並非上下關係，而是牛肩頭層圍在石灰岩之四週成左右之關係。由此看來，這一東北西南走向的長條形石灰岩體，可能原為一獨立的岩體，在沈積循環中下沉，始為牛肩頭層包圍。
- 4 本區石灰岩體厚達 80 公尺，僅在上層 10 公尺發現有生物化石，中層則為方解石之菱面體結晶岩層，底層之結晶為微晶組織，經切片觀察，毫無生物化石存在。是故欲形成此一長條形之石灰岩層，必需有一同形之地塹構造及濃度極高的大量 CaCO_3 液。此二條件如何可兼得呢？

據 Wyllie (1966) 的實驗：含水的鹼性岩漿能分化出不融合的碳酸岩液 (Hydrous alkaline magmas could generate immiscible carbonatite liquids)：即



鹼性玄武岩因不能與碳酸岩互溶，故二者常分離成二相距不遠之獨立岩體。

鹼性玄武岩為含大量長石的玄武岩，此次調查，曾沿馬武督溪主流上溯至上游，在大寮層之岩石中發現鹼性玄武岩流，具氣孔及黑曜石和長石捕擄石。顯示在大寮層沈積的同時有鹼性玄武岩流同時噴發。

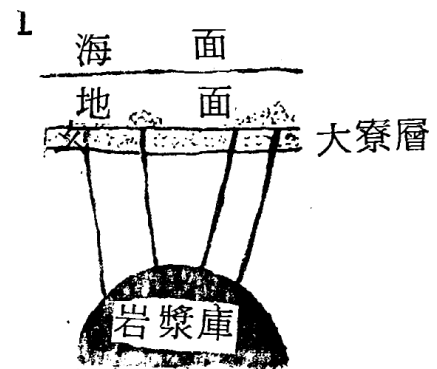
碳酸岩為火成岩，最常見者由方解石、白雲石，及鐵白雲石等構成。這些碳酸鹽類都是由鹼性含水的岩漿分化而出。根據何春蓀先生的報告，大寮層出露的地點，恰好平行於石灰岩體的兩側，甚至有圈合而形成圍岩的跡象，在地質圖上看來，鹼性火成岩的侵入，很可能為錐形侵入體群 (Cone-sheet Swarm)。

假若大寮層中噴出之鹼性玄武岩為錐形侵入，則在兩岩脈中間，可能造成地層的塌陷，形成一地塹，由含水鹼性鹽漿分化之碳酸

岩液，即滙流至此地塹之中，造成巨厚之石灰岩體。

綜合上述各點，設一假設，以說明馬武督石灰岩之形成經過：

- 1 中新世初期，大寮層沈積的同時發生公館期火山運動，鹼性玄武岩漿，由地殼裂縫湧出造成大寮層中夾着的玄武岩及凝灰岩。岩漿可能以錐狀侵入體方式噴發。

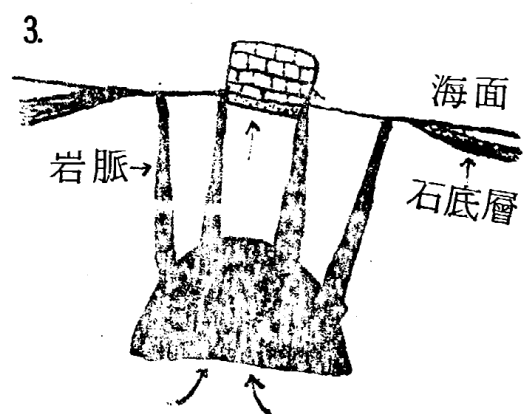


- 2 火山活動時間可能相當長，故而使岩漿庫空虛，液壓降低，其上之地層即塌陷，而成一東北西南走向的地塹，此地塹在中央部份最深，東北角次之，西南面則漸淺。此時，由含水鹼性岩漿中分化出來的碳酸岩液，即滙集於此凹陷的地塹中，結晶凝集後，形成巨厚之石灰岩體



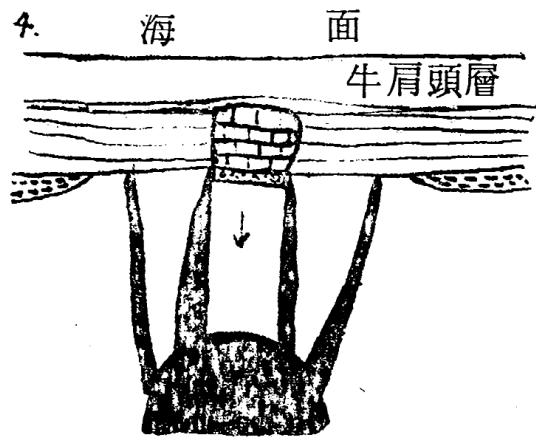
。有些碳酸鹽類溶於水中，致使珊瑚、貝類及 *Lepidocyclina*，*Miogypsina*，*Amphistegina* 等中新世早期之大型有孔蟲滋生於結晶石灰岩之上部。

- 3 在石底層沈積時，空虛的岩漿庫內，可能由於岩漿之再補充，使液壓增大，而將其上之地層抬升，並在其附近造成斷層，使石底層以斷層而與其下之大寮層接觸。抬升的地層升高至水面，因石灰岩不易風化，故其鄰接而

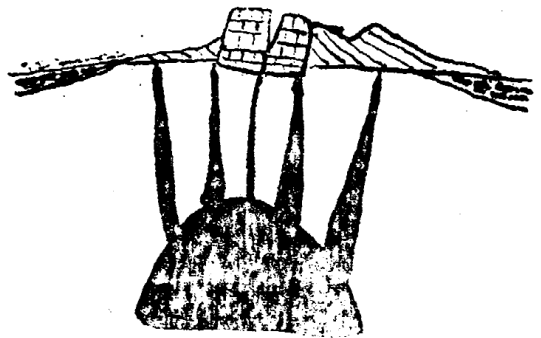


同時沈積之大寮層風化殆盡之後，石灰岩即成一陡峭而孤立之長條形岩體。

4. 至中新世中期，牛肩頭層沈積石，此時石灰岩體又沈至水中，牛肩頭層乃沈積於石灰岩體之四週，及頂部成薄層。



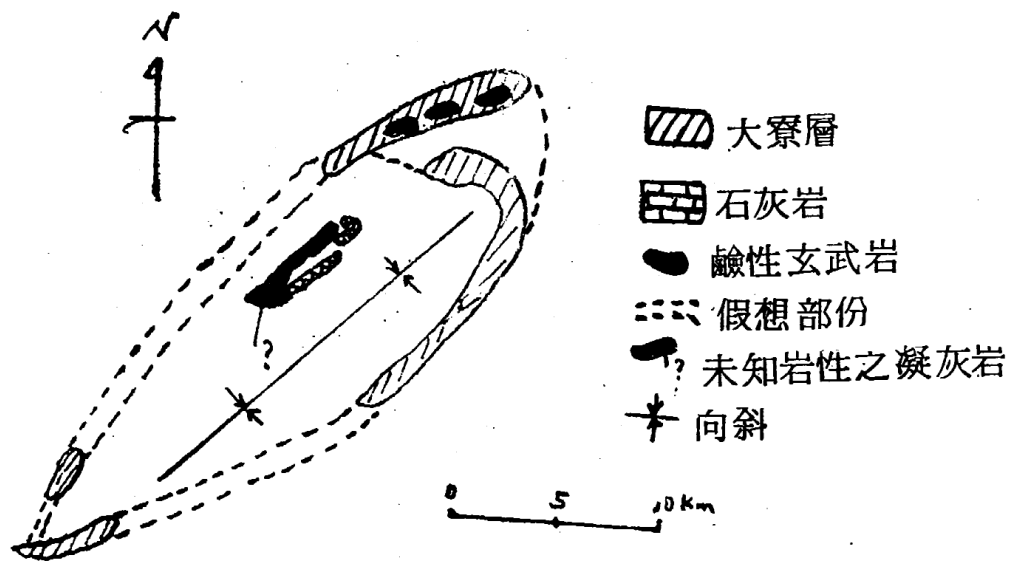
5. 在牛肩頭層沈積之後，可能因地殼的運動，使石灰岩體再次上升至水面。由於風化作用及差異侵蝕，致使地勢較低之西北面牛肩頭層逐漸消失，暴露出此側之石灰岩陡壁。同時，由於數次岩漿之侵入石灰岩體及其附近地區，產生撕裂運動，形成橫谷，並使地形有回春之現象發生。侵入石灰岩內之岩漿，成層內侵入，岩漿沿方解石結晶邊界滲入，形成二者不能分離的瀰漫狀混合物。有些岩漿則在石灰岩與牛肩頭層砂岩之接觸面侵入，並發生換質作用，使石灰岩呈褐色。有些岩流則含石灰岩及砂岩之捕擄岩，並使石灰色換質為白雲石。



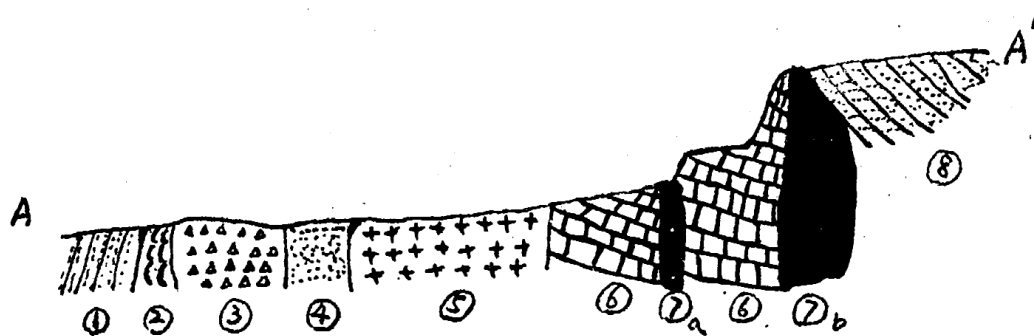
，由於數次岩漿之侵入石灰岩體及其附近地區，產生撕裂運動，形成橫谷，並使地形有回春之現象發生。侵入石灰岩內之岩漿，成層內侵入，岩漿沿方解石結晶邊界滲入，形成二者不能分離的瀰漫狀混合物。有些岩漿則在石灰岩與牛肩頭層砂岩之接觸面侵入，並發生換質作用，使石灰岩呈褐色。有些岩流則含石灰岩及砂岩之捕擄岩，並使石灰色換質為白雲石。

七、尚未完成的工作：

在馬武督石灰岩的西北側岩體基部，有一條與石灰岩平行的凝灰岩露頭，在耿先生的報告中，並未提及其岩性，故無法與大寮層之鹼性玄武岩對比。此凝灰岩是否為大寮層沈積的同時，由公館火山運動噴發所造成，後因覆蓋其上的牛肩頭層被侵蝕而露出，有待後日標本的採集並加分析。



大寮層與石灰岩之關係



地層剖面圖

- ①尖石山層硬砂岩
- ②大型貝類化石富集層
- ③含鋯石及方解石凝灰岩
- ④七寮粉砂岩
- ⑤橄欖石玄武岩
- ⑥石灰岩：下層為方解石微晶，中層為含鐵方解石之偉晶菱面體，上層含珊瑚、貝類及大型中新世早期有孔蟲。
- ⑦a：下方瀑布之玄武岩侵入與石灰岩之方解石成彌漫狀接觸，亦發現粗粒玄武岩之岩脈。
- ⑦b：上方瀑布之玄武岩侵入：在瀑布之正上方高約 30公尺處，發

