

大坑地區地層歷史的探討

高中組地球科學科第二名

台灣省立台中第一高級中學

作者：阮建銘、林世鐸

林朝加、張瑞展

指導教師：岳斯平、梁光裕

一、目的

爲了尋找較新地層所遺留下來的歷史記錄，我們選定了一個露頭極佳的地區——豐原山地的大坑河流域，作爲出發點，採溯溪的方式，由尋訪各處露頭所得之資料，來對於這些地層形成的原因及台灣西部地形作最合理的解釋，以達到學以致用的目的。

二、使用儀器

地質鎚、地質鑿子、地質傾斜儀、皮尺、望遠鏡、照相機。

三、研究的過程及方式

(一)地形、地質之景觀——

- 1.豐原山地：分布於大甲溪之南，南被烏溪截斷，西臨台中盆地，東北接新社台地（標高 580m - 720m）全長約 30 km，寬約 10km，最高山—頭崙山，位於此山地之東南側，標高爲 859m，此山地根據地質書籍所記載此處地質，包括自中新世之後的地層有桂竹林層、錦水頁岩、卓蘭層、頭崙山層以及台地堆積層等，岩性上可分爲砂頁、泥岩以及礫岩。至於層次如何區分，交接處，却都因整合而提出不多。
- 2.大坑溪：由新社台地之中興嶺附近會合支流，到大坑邊緣地區。

再結合廊子溪而形成大里溪，由中興嶺到大坑段河流
 恰巧劃開了各個地層，儼如一部台灣的地質近代史。

(二)採行步驟——

大坑溪全長約 14KM ，為記錄上的方便，我們將他分成數段，分
 別敘述於下：

第一定點：逢甲橋

地 點	岩 性 與 特 徵	傾 斜 走 向	岩層名稱 、 厚 度	生成環 境概論
逢甲橋下游 500M	此處明顯可見一不整合 ，主由礫石堆積層和傾 斜岩層所形成之不整合 ，以下就看不到裸露的 岩層，只有沖積之砂土和 鵝卵石而已。		礫石堆積 層	陸 相
逢甲橋下游 500M	不整合附近青灰色鬆土 之上可見一些堅硬岩層 露出，顏色灰色淡灰色 淡灰色、細粒、含有不 少的泥質填物，具交錯 層、砂棒等。依岩性判 斷應為桂竹林層之魚藤 坪砂岩，致於為何露出 那麼少可能和前述之不 整合有關。 緊接著硬砂岩後方是一 片泥岩厚約 6 M ，再往		桂竹林層	海濱— 淺海之 環境

逢甲橋下游 490M	上游漸漸轉化成一大片的頁岩，這片泥岩相信就是桂竹林層和錦水頁岩的轉化帶，雖不易在泥岩上測出是否整合，但由後面出現之頁岩走向，傾斜判斷，仍為整合。			
逢甲橋下游 490M 逢甲橋上游 100M	在本區範圍內大多均是頁岩，偶有砂岩凸鏡體出現。在此一範圍內之頁岩常形成洋葱狀結核風化及春餅構造，並含有蟹類及海貝化石等。	北 偏 東 17° 25°	錦水頁岩 露頭範圍 500M 平均傾角 32 層厚 500 $\times \sin 32^\circ =$ 250 m	淺海— 淺半深 海之環 境。
逢甲橋上游 100M	為卓蘭層和錦水頁岩之交界處，構成一個整合面，在此處頁岩層有明顯變薄頁岩和薄砂岩連續交互出現其後即為厚層的砂岩和薄頁岩，進入卓蘭層。	北 偏 東 25°	錦水頁岩 和卓蘭層 之交界。	淺海之 環境

第二定點：廣德橋（距逢甲橋約 6.5 KM）

地 點	岩 性 與 特 徵	傾 斜 走 向	岩 層 名 稱 、 厚 度	生 成 環 境 概 論
廣德橋下游 500M	200M-500M 之間岩層均被圓滑的鵝卵石所覆蓋。			

	在 500M 之後卓蘭層的露頭從現，此處為一大片化石密集帶，但乃呈帶狀分布，還有交錯層及波痕構造。	北偏東 25°	卓蘭層	淺海之環境
廣德橋下游 200M	在此處，在砂岩層中發現有球狀構造，十分堅硬。砂岩和頁岩的厚度比約為 1:0.76	北偏東 30°	卓蘭層	淺海之環境
廣德橋下游 150M	在此是砂岩和頁岩相互交錯的岩相，但之中有交雜一小部分的泥岩。在砂岩層中發現了枕狀構造，其形成原因極可能為古代魚類產卵時所挖的洞穴，後由砂岩填積而成。另一現象化石分布呈帶狀分布，均在同一岩層之中，可能為風暴下的產物，有交錯層的構造。	北偏東 30°	卓蘭層	淺海（大陸棚）之環境
廣德橋下游 100M	是由厚砂岩和薄頁岩互相交錯而成，此處的岩層之中含有許多已炭化的漂流木。有交錯層以及波痕等構造。	北偏東 30°	卓蘭層	淺海（大陸棚）之環境
廣德橋至民德橋之間	均被人工所破壞，建築攔沙壩。			

卓蘭層由逢甲橋上游 100M 至民德橋附近，長達 6KM 直線距離（露頭）有 4KM，平均走向為北偏東 29°。平均傾角為 30°，估計整層

厚度約 2Km ，範圍相當大。

依露頭部分的統計歸納如下：卓蘭層主要是由砂岩粉砂岩和頁岩互層所組成，砂岩呈青灰色或淡灰色，細至細粒，略含雲母質，淘選度良好，膠結鬆軟，用手搓動易破裂成顆粒，但局部含石灰質較高者，則極為堅緻且抗蝕性強。頁岩 通常為薄層呈青灰或暗灰色。

岩相的變化一般由薄互層到厚砂岩相，有多次重覆出現的現象。在砂岩相中可見到——砂岩具平行紋理，波痕構造，交錯層。在砂岩、粉砂岩、頁岩互層中可見到— 3 ~ 5 cm 厚之砂頁岩平行紋理，淺灰色頁岩具平行紋理，粒級層夾貝殼碎片。

由上述構造，可知潮汐流、風暴、波浪、海底洋流的營力皆在沈積過程表現出影響力。整層的環境，大約是由大陸棚環境到大陸棚與海岸中間之轉移帶。

第三定點：民德橋（距逢甲橋 8KM ）

因民德橋處的溪谷，被礫石所掩蓋，無清楚之露頭，故分為二路——中興嶺以及頭崙山下之 2 號登山步道，分別探勘。

	岩性與特徵	傾斜 走向	岩層名稱 、厚度	生成環 境概論
民德橋 中興嶺段	民德橋至瓦窰處，可見岩相已有變化，厚層砂岩之顆粒已明顯變大。在瓦窰處岩層消失，由紅土礫石堆積而形成一不整合，屬於火炎山礫石層。因為被覆蓋或某些原因而無其他露頭，而使得卓蘭層和頭崙山層之交界變化找尋不出來。		頭崙山層 紅土台地 堆積層	
民德橋	在往 2 號登山步道中途處（距民德橋水平 1KM		卓蘭層和頭 崙山層	

），終於找到卓蘭層和頭崙山層之交，雖是一整合面，但由一薄層礫石的出現。告訴我們交界在此。

在頭崙山層裏，砂岩顆粒明顯變粗，內含有大型漂流木及風化之貝殼化石碎片，來看這是屬於濱海或海岸沙洲，河流出口之生成地形。在 2 號登山步道入口處可看到陟直的山壁，火山狀的惡地形，由礫石堆積而成。雄偉而令人生畏。

礫石的堆積和底部的岩層仍是整合，只是交界處顆粒較小愈上方顆粒愈大。

在此處另一特點為地層是水平地層，告訴我們，這裡應是一個向斜軸的軸部。

在最上層部分仍是紅土礫石層所覆蓋。紅土礫石層和下部的岩層或是礫石層不一定整合，但它和地形面却相當一致

頭崙山下 2
號登山步道

	，和地表平行。			
中興嶺上	很難想像：在崎山區的豐原山地上方竟有這麼一片平坦的地方，仔細觀察又可發覺到每一片平台的高度都不太相同，由西南方向東北方向一階階的降低，直到大甲溪止。這正是所謂的階地地形，平台交接處均具一較陡的階崖所露出之地層仍為紅土礫石。以水井子台地最高略呈起伏顏色最紅，其它如大南、水底寮階地較平坦顏色較淺，又下水底寮，月湖等較低之平台顏色則沒有紅土層，為較新近之沖積台地。			

四、問題研討

(一)逢甲橋下游約 500M 處之不整合成因，和階地堆積層是否相同形成時間約在何時？

結果——經過詳細的觀察以及周詳的討論推想，提出一個假設”此不整合的成因是斷層”。為了要求證我們的假設是否成立，計畫到附近尋找是否有斷層的痕跡，於是兵分二路，一路到大坑溪旁的另一溪流——廊子溪；一路到大坑溪的北方山上——風動石，分別探勘。

1.廊子溪部分——

我們這一組到廊子溪主流，在廊子橋上游約 20M 之草叢內

，發現有斷層的露頭。經過地質傾斜儀的測量，我們得知其走向為北偏西 35° ，傾角 70° ，而且其上盤對下盤作相對向上運動，所以此斷層是逆斷層。又其上盤為頁岩，下盤是礫石堆積層，此構造與在大坑溪所發現的不整合構造完全相似，所以我們的假設已成立一半。

2. 風動石部分——

所謂風動石，即是一個逆斷層，其走向是北偏東 2° ，利用地圖上的位置關係，證實大坑溪上之不整合構造與風動石有關，所以我們的假設完全成立，此不整合構造之成因即是斷層。

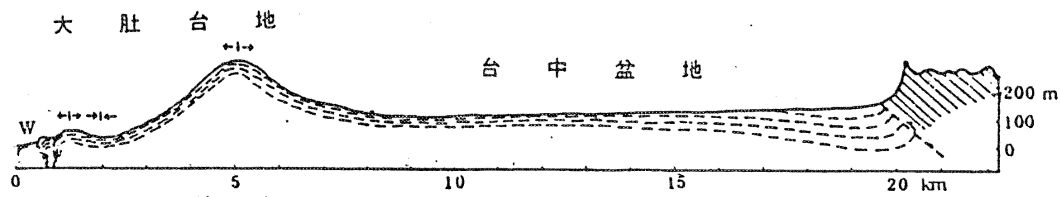
(二)本區(大坑溪沿岸)的地層傾斜，走向多為以頭嵙山為向斜軸而彎曲，向台灣海峽的一方通往何處？是否為另一背斜構造的側翼呢？

結果——我們為了尋找此題之解答，於是計畫到大肚台地去探勘

：大肚台地北隔大甲溪，為后里台地，南隔大肚溪為八卦台地西臨清水隆起海岸平原，東接台中盆地，略呈長方形，南北長20KM，寬7KM。東坡較平緩，具已好沖積面，但西緣的相對高度頗高，暗示西緣因受活斷層影響，坡度較陡，切割較劇所致。以上是大肚台地地形景觀。我們的觀察分為四個定點：

1. 大肚台地頂部——在此處有一崖，經過觀察大肚台地似乎是一個背斜構造。
2. 龍井和成功嶺後山——在龍井觀察紅土礫石層，發現其是向東逐漸升高。而在成功嶺後山的紅土礫石層是向西逐漸升高。把兩處的情形連接起來，大肚台地似乎是一個背斜構造。
3. 清水——在大甲溪西側觀察大肚台地，即是一個背斜構造。

我們進而更可知的是台中盆地是一個構造盆地，介於大肚台地與豐原山地之間。



大肚台地、台中盆地與豐原山地的解剖圖

(三) 河流上爲何存有如此碩大的礫石？

結果——在某一時期，必有一個相當大的造山運動，造成古中央山脈之隆起，以及台灣西部一些台地以及丘陵隆起，例如豐原山地，大肚及八卦台地等。此造山運動，造成險惡、高大的山脈，進而影響到河蝕作用轉強，使得古中央山脈受到相當大的侵蝕，使得冲刷礫石的量形，及分布都甚大，所以我們今日在河床上可見到相當碩大的礫石，也使台中盆地有深達 300 公尺的礫石堆積層，而在大肚台地上也可見到相當厚且寬的礫石堆積層。而造山運動發生時間約相當於上新世紀地質學上有記錄的蓬萊運動。

(四) 新社台地（包括附近高低不等的數塊台地）是如何形成的？和大肚台地又有何關係呢？

結果——經過觀察新社台地和大肚台地，發現有下列的相同點：

1. 都是西側陡，而東側較平緩之台地群。
2. 該台地群內又可分割成數塊高低不齊的台地或階地。
3. 表層均是紅土礫石層。
4. 台中盆地兩側，均具有紅土階地。

而不同點有下列：

1. 新社台地西側的露頭有錦水頁岩、卓蘭層、頭崙山層和紅土礫石層。
2. 大肚台地西側的露頭只有頭崙山層和紅土礫石層，但礫石較發達，層面也較厚，顆粒較小。

3.新社台地東側階地明顯分出層數，而且最低層大甲溪流過。

4.大肚台地西側底部只有沖積扇而無階地出現。

由前所知底部岩層構造不同是因為一為向斜，一為背斜，而表層的形成過程大致相仿，只是上、下游之地點不同而已。

在紅土礫石層上，可看出是屬於河流沖積扇的堆積而成，最上層為原始堆積面，雖平緩略帶有起伏面。較低層的平坦階地是為河流下切所遺留下之河道面（溢流河道）。故下層的顏色較淡。

(五)台中盆地兩側均有紅土階地是如何形成的？

為了解決這個問題，我們以豐原山地西側之紅土階地作為研究目標。

1.地形上觀察：

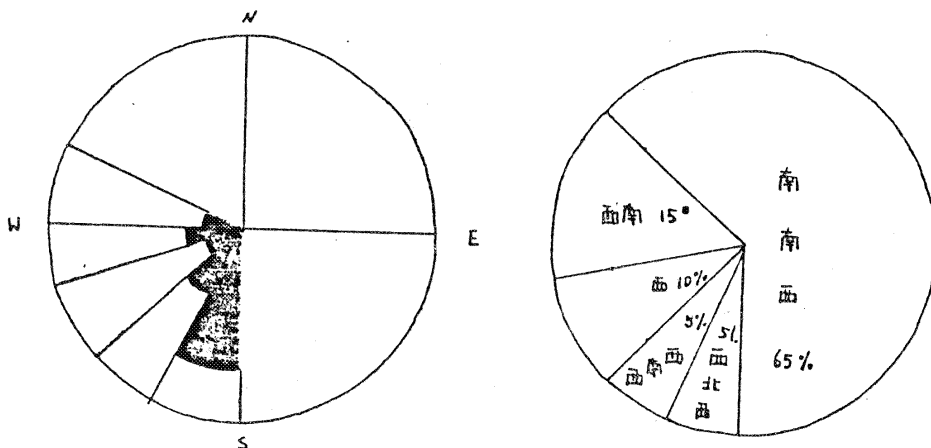
(1)階地高度由北向南高度漸減。

(2)依照階地斜坡露頭觀察，礫石大小相差甚多並夾有多量之泥土，淘選度十分不良，類似大量水流之攜帶物。

由上述地形結構判斷本階地應以河階成分居大。

2.實驗驗證：

選定豐原名人山莊、潭子、軍功寮仁愛之家後山利用扁平礫石長軸指向實驗統計結果。（如下圖）



其流向為南南西方向

結果——台中盆地早期確曾有一古河道，而台中盆地兩側階地，應為古河道所遺留。

五、結 論

(一)地質時間表——

時 代		地 層 名 稱		備 註
全 新 世		粘土及礫石 = (低位段丘堆積層)		屬 第 四 紀
更 新 世		紅土高位階地面 L.T 面		屬 第 四 紀
		赭土緩起伏面 L.H 面		
上 新 世 — 更 新 世	頭 崙 山 層	火 炎 山 礫 石 層		屬 第 四 紀
		香 山 砂 岩		屬 新 第 三 紀
上 新 世		卓 蘭 層		屬 新 第 三 紀
		錦 水 頁 岩		
中 新 世	晚 期	桂	魚 藤 坪 砂 岩	屬 新 第 三 紀
		竹	十 六 分 頁 岩	
		林 層	關 刀 山 砂 岩	

(二) 上新世(錦水頁岩)——

經由顆粒的極細(他是由泥岩、粉砂岩、頁岩所組成)，證明錦水頁岩的沉積環境是在淺海至淺半深海之環境，再經由上面有生物覆蓋的化石及分布，亦可證明他是在天氣平靜，大陸棚上的堆積。沉積多以較細顆粒之砂、泥為主。

(三) 上新世(卓蘭層)——

在大坑溪沿岸的卓蘭層，均呈淺海大陸棚沈積的特性。經由觀察到的波痕，交錯層、球狀及枕狀構造，可以證明他的沈積環境是大陸棚相至淺海相，由顆粒向上漸粗層序，可知當時大陸棚的前移性。由沈積物的特性及分布情形反應出沈積時，盆地深受風暴，及波浪的影響，如化石的分布，均呈密集狀，及層狀分布。

(四) 頭崙山前期——

起形起伏甚大，河川流量有限，但由砂岩顆粒變粗，漂流木的變多，層狀礫石的出現，等等現象，告訴我們當時的沉積環境是介於河口，沙洲或三角洲，一河川相。

(五) 頭崙山後期(火炎山期)

是個開始變化的時期，因中央山脈受擠壓而隆起，氣候轉為多雨期，河蝕作用轉盛，古大安溪、大甲溪、烏溪的聯合沖積扇，堆積在本區(大坑河流域)，且其粒徑有沈第增加之趨勢，形成頭崙山統之礫石層，經過一段長時間的安定，而形成長期侵蝕循環的準平原面。

(六) 更新世早期——

到了上新世快結束時，台灣西部新第三世紀盆地中最重要的造山運動蓬萊運動期的來臨。受到東南東方的壓應力及西側的阻力，隨著褶皺山脈的急速隆起，新第三紀沈積物發生褶皺及逆斷層，滑移成堆。如受到衝上運動餘力之顯著隆起的豐原丘陵、大肚及八卦台地之褶皺性運動，造成三義，清水兩列主要逆斷層，而台中盆地面則有相反之微量下降運動。

因蓬萊運動而隆起呈高度甚大而險峻之山地地形，河蝕作用極旺盛，因此所堆積之礫石量及形均甚大，其分布亦甚廣，結果豐原丘陵區受強烈侵蝕，漸形成今日的地貌，在溪床中仍有碩大的礫石留連在其中，而大甲溪切割石岡地區山脈褶皺運動之鞍部，向南流經台中盆地，會合大肚溪流向出海口。（因為隆起部分並不高，仍在聯合沖積扇之中）。

(七)更新世中期——

此時，氣候變為高溫多濕的時期，極端風化作用甚盛，地表岩層均受到赭土作用，此時期之地表為赭土緩起伏面。

(八)更新世晚期——

發生了傾動作用(Block Mouement)，因地盤隆起，河蝕作用再度復活，待古大甲沖積扇的扇端超過大肚、后里兩台地之間對應於大缺面所形成鞍部的高度時，大甲溪才恢復西流，而形成今日的流路。

(九)全新世期——

隨後因地盤持續隆起，河流的下切作用不斷發生，及雨水不斷地侵蝕，而形成今日之地貌。

(十)由苗栗、卓蘭、東勢延伸至豐原、新社、大坑、太平等地為一台灣有名的高級果樹生長帶，雖然這些地區的氣候十分優於植物生長，但探究這些地區的土質，便能恍然大悟，原來這些果樹均生長在錦水頁岩、卓蘭層、頭崙山層之下部地區，因為這些地層鬆軟，可保有水份，是種植果樹的好地方，而大肚台地區，只有台地堆積層，或頭崙山層上部，顆粒太粗，透水率太高，地表較盆谷乾旱，所以只能種植耐旱植物，如相思林、甘蔗、地瓜等，與上述等地區有相當的對比。由此可知地層不但記載著地球的歷史，也關係到我們今日的生活。

評 語

本作品旨在探討大坑地區之地史，作者並赴大坑地區觀察地層之

分布，並探討岩性、構造、生成環境等，大坑地區地層主要為桂竹林層、錦水頁岩、卓蘭層、頭崙山層，等。

作者推論頭崙山後期（火炎山期）因中央山脈受擠壓而隆起，氣候較為多雨、河蝕作用轉盛相當合理。本展品富鄉土性。考察過程正確，推論亦屬合理。