

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

佳作

081560

大海裡的小巨人-有孔蟲再現

學校名稱：臺南縣新化鎮蔴拔國民小學

作者：	指導老師：
小五 蔡翊琳	許崑泉
小五 王惇慧	
小五 林節倫	
小四 蔡昀恩	
小四 李誌恒	
小四 王阡翎	

關鍵詞： 有孔蟲、二重溪層、地層界線帶

大海裡的小巨人～有孔蟲再現

壹、摘要

本次的研究範圍主要以新化丘陵的二重溪層為主，而且所發現的有孔蟲及貝類化石多數位於地層界線帶，我們所研究的有孔蟲種類共有 14 種之多，其中分布最廣、密度最高的有孔蟲種類有 *FBLs* 及 *FBPs* 數種，牠們生長在廣鹽性的海域，所以遠在高雄市的岩心(地表以下的地層)也可以發現牠們的蹤跡。在有孔蟲的外型中又以輪型最多，其中 *FBLs* 有部分種類的周圍薄片，是適應大自然的結果(平衡用)。還有一些有孔蟲呈水平堆疊，顯示當時的海域環境穩定，都與當時的生態環境息息相關，所以我們終於了解地質學家為何常以有孔蟲化石作為確定地質年代的標準化石和古沉積環境的指相化石了。



關鍵詞：有孔蟲、二重溪層、地層界線帶

貳、研究動機

我們繼續去年的研究，發現地層界線帶的古海環境還有很多深藏的秘密，很值得我們多花一些時間繼續研究。在龍崎文衡殿一帶，除了發現地層變化及多種貝類化石外，我們這群眼力還不錯的小偵探還發現了許多微小古生物的密集堆積，雖然肉眼不容易觀察，但我們知道牠一定還有許多奧秘值得我們去探究。

一陣大雨後，大地顯得特別乾淨，我們特地再次前往這些地點(台南以東丘陵)尋找「大海的小巨人」，牠就是地球上數量最多生物之一的有孔蟲。學校附近這片丘陵曾經風華一時，有待我們更深入去瞭解，所以尋找這些個體小、種類多、數量大的古生物，是我們本次研究的最主要任務。

(本研究 and 自然與生活科技之地表的變化-礦物與岩石、生物的生存環境有相關)

參、研究目的

- 一、尋找底棲性有孔蟲的分佈。
- 二、底棲性有孔蟲的種類調查。
- 三、有孔蟲的細部構造分析。
- 四、新化丘陵地層的比對方法。
- 五、回溯有孔蟲繁盛時期的古環境特色。



肆、研究器材與設備

線上地質圖、立體顯微鏡、電子目鏡
放大鏡、採集袋、採集罐、地質鎚、鏟子、小毛筆、培養皿、GPS

伍、研究過程與結果

一、台南以東丘陵地質介紹

(一)新化、左鎮及龍崎一帶地質地勢概況。

1. 詳細地質圖如圖 1，地層岩石主要以砂岩及泥岩為主。



圖 1 新化丘陵附近地質圖

2. 六雙層、二重溪層與古亭坑層的地質特性比較，如表 1。

表 1 六雙層、二重溪層與古亭坑層地質特性比較表

地層 比較項目	六雙層	二重溪層	古亭坑層
地質年代	更新世中期-晚期	更新世初期-中期	上新世-更新世
距今 大約年代	60 萬年至 2 萬年前	180 萬年前到 60 萬年前	530 萬至 180 萬年前
地質顏色	黃棕色厚層砂岩	灰白色的極厚層泥質砂岩	灰色至深灰色
地質特性	<p>出露分佈於台灣西南部丘陵，以及掩覆於西南部平原的台南層之下，大部份由暗灰色至青灰色泥岩和夾有砂岩和粉砂岩互層的頁岩組成（張錫齡，1962）。</p> <p>（野外看到的地層多為棕黃色疏鬆砂岩）</p>	<p>二重溪層整合於六雙層之下，內部常夾有不等大小的石灰岩體，岩性以砂岩頁岩互層為主，地層呈東北西南走向，向西北傾斜，分佈於西側或西南側，砂岩為中位至細粒，有時呈疏鬆，有時富含化石而呈鈣質堅硬，頁岩以粉砂或泥為主。</p>	<p>以疏鬆泥岩為主的 地質特性，造成山坡劇列沖蝕，布滿大小蝕溝，是典型的惡地地形。</p>

（二）二重溪層與六雙層的地層界線帶多半面山，地層坡面大都東高西低。

在多次的野外考察中，我們發現最壯觀的地質幾乎都在二重溪層及六雙層的地層界線附近，除了有陡峭的峽谷外，還形成許多半面山，上層為厚層砂岩，下層為砂岩與泥岩的互層，在更下層為古亭坑泥岩層（看不到）。

地層界線帶因地層變化劇烈，根據 96 年我們的研究發現：生物生存環境可能變化太大，所以容易造成集體死亡。這裡多數是半面山的陡坡面，曾是古生態環境的生物繁盛地點，後來地殼變動加上風化作用或人工開挖，才被我們看到這些化石密集層。（詳如照片 1、2、3、4）



照片 1 二重溪層多半面山



照片 2 地層界線帶-二重溪層上面是六雙層(疏鬆砂岩)



照片 3 半面山的陡側常發現化石密集層-如小塔螺、扇貝、血蚶等。



照片 4 地層界線帶的底棲性有孔蟲呈透鏡狀密集堆積。

二、尋找底棲性有孔蟲的分佈

(一)採集地點位置圖，如圖 2。



圖 2 有孔蟲採集位置圖

地層說明：

有孔蟲多分佈於六雙層的底部與古亭坑層的上部，六雙層底部為厚層膠結不良的砂岩、泥質砂岩、砂質泥岩，化石也分佈於地層中。古亭坑層上部為泥岩，化石分佈於夾層之鈣質砂岩內。

(二)有孔蟲大追擊：

1. 研究方法：

- (1)我們的採集地點依緯度高低由南到北排列，以馬路兩旁露頭為採集地點，將有孔蟲標本標上日期、地點、經緯度及高度。
- (2)帶回學校以數位立體顯微鏡觀察拍攝存檔。
- (3)拍攝的照片再與「底棲性有孔蟲化石圖譜」做比對，鑑定接近的生物學名(屬名+種名)，不確定的只標示至屬名。因為拉丁文不好記，指導老師特地為我們設計一些代號來分辨有孔蟲。(詳見附錄)
- (4)數位顯微鏡觀察有孔蟲倍率說明：
立體顯微鏡外加數位式目鏡(Microscope Eye-piece Camera, AM423B)，倍率為 7~45 倍，但因電腦有放大效果，所以實際倍數都比 7~45 倍大很多。如果在拍攝範圍內置放比例尺，就可以了解實際放大的比例了。



- (5)圖鑑比對說明：

本研究圖鑑主要參考黃敦友編著的「底棲性有孔蟲化石圖譜」，我們先從外型特徵比對起，再觀察有孔蟲的背部及腹部構造，其中有些可以看到房室構造，但圖鑑很少有房室的解說，這是鑑定的困難之一。另外，多數的有孔蟲都有小部份差異，很難找到一模一樣的種類，即使是完整的標本也不容易找到。大陸鄭守儀院士編的「中國動物誌-粒網蟲門-有孔蟲綱-膠結有孔蟲」，可能是分類的不同，命名方式也不一樣，所以本次研究僅參考它的部份內容。



2. 研究結果：

【第 1 站：龍崎大坪村】

(1)地質環境：(如照片 5、6)

- a. 大坪村位於二重溪層與古亭坑泥岩層地層界線附近，地層為泥質砂岩及泥岩互層。
- b. 附近有很多多貝類化石，如船蛤、滿月蛤、蓮蛤、芋螺、象牙貝、、、等。

(2)有孔蟲介紹：(如照片 7、8、9、10)

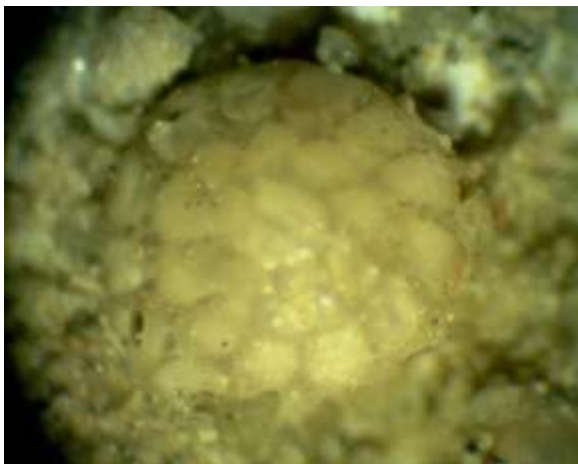
- a. 主要以底棲性有孔蟲為主，有明顯群聚堆積現象。
- b. 初步鑑定屬種有 *FBPs1*、*FBOs*、*FBSb* 等。
- c. 這裡的有孔蟲以底棲性為主，保存完整，但和牠共存的貝類則呈碎屑，它的大小與有孔蟲相似，表示流水搬運能量僅能搬運這樣的大小，但附近有強能量的水流使貝類呈破碎，堆積後又能量不強，有孔蟲才可以完好保存。



照片 5 二重溪層與古亭坑層界線帶，多貝類化石。



照片 6 泥質砂岩有許多有孔蟲堆積，它的大小大約和貝類碎屑差不多。



照片 7 *FBPs1* 有孔蟲的背部



照片 8 *FBPs1* 有孔蟲的腹部



照片 9 *FBOs* 有孔蟲



照片 10 *FBSb* 有孔蟲

【第 2 站：龍崎文衡殿】

(1)地質環境：(如照片 11、12)

a. 本地是去年研究的位置：在六雙層與二重溪地層界線帶附近，露頭有界線分明的三層沙泥岩互層，可以推測古環境的沈積環境變化大，有時為深海(或遠岸)，有時為淺海(或近岸)。

b. 所發現的有孔蟲都在泥岩底部與砂岩上部之間，與其他貝類化石都在同一密集層，化石的保存大致良好，有稍強的水流能量經過。

(2)有孔蟲介紹：(如照片 13、14、15、16)

a. 主要也是底棲性有孔蟲，堆積很集中，不容易找到完整的標本，多破裂，但還可以辨認出牠的型態。

b. 初步鑑定屬種有 *FBPt*、*FBLs1* 及 *FBLs2* 等，其中後兩類為對稱扁平型，而且有平躺現象，表示非快速堆積。另外，有孔蟲又呈零散分佈，表示未受海浪淘選。



照片 11 地層界線帶多有孔蟲和貝類化石。



照片 12 有孔蟲堆積在較堅硬的砂岩表面。



照片 13 *FBLs1* 有孔蟲



照片 14 *FBPl* 有孔蟲



照片 15 *FBLs2* 有孔蟲



照片 16 有孔蟲與貝類化石密集堆積。

【第 3 站：龍崎過嶺】

(1)地質環境：(如照片 17、18)

- a. 有較厚的泥岩夾層，乍看之下以為是古亭坑泥岩層，但比對地層及查看地質圖之後我們判斷應該還是屬於二重溪層。
- b. 馬路旁的泥岩層有許多碎屑貝類，有孔蟲只能找到一些，但附近的泥質砂岩層卻可找到密集堆積的標本，是我們意外的發現。

(2)有孔蟲介紹：(如照片 19、20、21、22)

- a. 初步鑑定屬種有 *FBLs1*、*FBPs1* 及 *FBPs2* 兩種等。
- b. *FBLs* 堆積具方向性，表示當時的海域沈積環境相當穩定。另外，

有

孔蟲呈束狀密集分佈，表示應在不太流動的海水懸浮一些時間，再下沉堆積，我們推測這裡以前可能為潟湖環境。



照片 17 過嶺附近二重溪地層多泥岩。



照片 18 貝類碎屑附近可見到零星的有孔蟲(紅色圈圈裡，您看到了嗎)。



照片 19 *FBPs1* 有孔蟲



照片 20 *FBPs2* 有孔蟲



照片 21 *FBLs1* 有孔蟲



照片 22 有孔蟲密集堆積具方向性平躺，表示非快速堆積。

【第4站：龍崎石槽】

(1)地質環境：(如照片 23、24)

- a. 位於二重溪層與古亭坑層地層界線帶附近，岩層看來很像古亭坑泥岩，但仔細觀察發現是泥質砂岩，所以龍崎柑子園農路附近應該還是屬於二重溪層。
- b. 位於溪谷的泥岩層中，上層有砂岩夾層，貝類化石以扇貝及厚殼蛤最多，偶而還會發現單體珊瑚及群體珊瑚等。

(2)有孔蟲介紹：(如照片 25、26、27、28)

- a. 初步鑑定屬種有 *FBLs3* 及 *FBLs4* 等。
- b. 有孔蟲堆積於碎屑貝類附近，成棒狀堆積，看來有共生的跡象(與藻類共生)。



照片 23 石槽溪谷也是二重溪層，岩性屬泥質砂岩，夾有厚殼蛤貝類及珊瑚等。



照片 24 貝類碎屑附近可見到群聚的有孔蟲，判斷有共生的現象。



照片 25 有孔蟲與貝類密集堆積。



照片 26 *FBLs3* 有孔蟲



照片 27 *FBLs4* 有孔蟲



照片 28 *FBLs4* 有孔蟲被侵蝕後房室裸露成三層縫合線

【第 5 站：左鎮尖峰二寮一帶（柑子園農路）】

(1)地質環境：(如照片 29、30)

- a. 尖峰山是新化丘陵最高的山峰，海拔約 193 公尺，屬於二重溪層，一層砂岩，一層泥岩，交互堆疊，表示古環境變化快速。
- b. 尖峰二寮附近的二重溪層也常出現各種貝類化石及有孔蟲，尤其是很罕見的藤壺密集層、單體珊瑚和非常巨大的沙棒，甚至也有石膏礦物，讓我們大開眼界。

(2)有孔蟲介紹：(如照片 31、32、33、34)

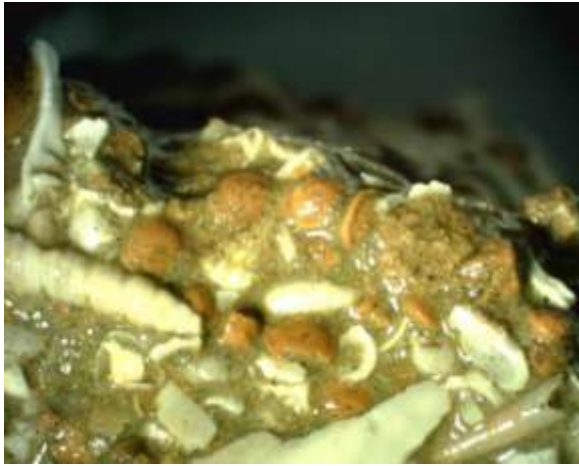
- a. 初步鑑定屬種主要以 *FBLs3* 為主。
- b. 這裡的地層夾有豐富鐵質，所以有孔蟲幾乎都變了顏色，很漂亮！



照片 29 尖峰一帶地形陡峭，是二重溪層地勢最高處，下層有罕見的藤壺密集層，屬潮間帶生物。



照片 30 尖峰二寮附近很多單體珊瑚、有孔蟲及其他貝類化石都在同一密集層。這裡還可發現石膏礦物哦！



照片 31 有孔蟲與貝類化石密集層交互堆疊。



照片 32 *FBLs3*有孔蟲含豐富鐵質。



照片 33 *FBLs3*有孔蟲的背面與腹部



照片 34 *FBLs3*有孔蟲表層被侵蝕，可見到第二層房室。

【第 6 站：龍崎土崎(代天府南側)】

(1)地質環境：(如照片 35、36)

- a. 土崎帶代天府南側，也就是縣道 162 的 6 公里處，有一處看起來非常雄偉的地層，這裡也是六雙層及二重溪層的地層界線帶。上層較厚的岩石是酥鬆砂岩，夾有薄層的泥岩；下層是砂泥岩互層的二重溪層，有較厚層的泥岩層，但還不是古亭坑泥岩層。
- b. 地層界線帶的古生態環境變化很大，如果要找到貝類化石是很容易的事，從摔落的破碎岩石中就可發現多種貝類化石，如血蚶、鐘螺、玉螺、蟹手螺、車輪螺、、、等

(2)有孔蟲介紹：(如照片 37、38、39、40)

- a. 初步鑑定屬種有 *FBLs1*、*FBLs3* 及 *FBLs4* 等。
- b. 這裡的有孔蟲也帶有部份鐵質，其中又以 *FBLs3* 最多，而且呈透鏡

狀密集分佈，推測為濱海環境且受海浪的淘選而堆積。



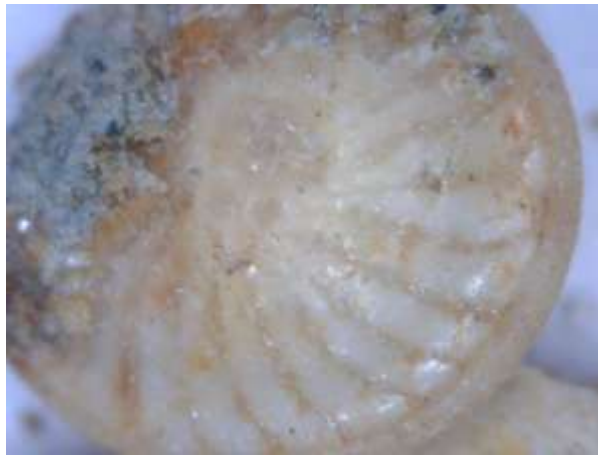
照片 35 這裡是地層界線帶，二重溪層上面是厚厚的六雙層(疏鬆砂岩夾泥岩或頁岩)。



照片 36 二重溪層與六雙層界線帶多貝類化石，如血蚶、蟹手螺、、、等。



照片 37 帶有鐵質的有孔蟲呈透鏡狀密集堆積



照片 38 *FBLs3* 有孔蟲_裡面的房室有 3 層包捲



照片 39 *FBLs1* 有孔蟲



照片 40 *FBLs4* 有孔蟲_裡面的房室有 3 層包捲

【第 7 站：龍崎土崎(代天府北側)】

(1)地質環境：(如照片 41、42)

- a. 這裡的地質主要以泥岩為主，看來很像古亭坑泥岩層，但實際上為二重溪層的下部夾層(厚層泥岩)，岩石鬆軟脆弱，馬路有部份被覆蓋，是泥岩區常見的崩坍現象。
- b. 這裡的泥岩地層有數量不少的小塔螺密集層，裸露的露頭約有超過 30 公尺以上，但泥岩鬆軟容易造成塔螺的斷裂而不完整。

(2)有孔蟲介紹：(如照片 43、44、45、46)

- a. 初步鑑定屬種有 *FBLs1* 及 *FBLs2* 等。
- b. 有孔蟲多數分佈在小塔螺密集層上，有共生(相互依存)的跡象。



照片 41 順著馬路旁往下走都是屬於二重溪層的厚層泥質砂岩。



照片 42 泥岩層的小塔螺，應為流水能量不強的條件，還不能影響小塔螺停積時的方向性。



照片 43 有孔蟲與小塔螺共存亡。



照片 44 *FBLs2*有孔蟲的背部。



照片 45 *FBLs2* 有孔蟲的腹部。



照片 46 *FBLs1* 有孔蟲。

【第 8 站：左鎮草山二號橋(要月吊橋北側)】

(1)地質環境：(如照片 47、48)

- a. 往草山月世界前進，已進入古亭坑泥岩層，在要月吊橋附近可以發現礫石或薄層砂岩夾層，和田寮月世界很類似，這就是著名的惡地地形。
- b. 泥岩是形成於濱海相至深海相之沉積岩，貝類化石不容易發現，但在草山二號橋附近還可找到一些零星的貝類碎屑，貝類化石附近還意外的發現一大片的有孔蟲分佈，只要放大眼睛，保證可以撿一籬筐。

(2)有孔蟲介紹：(如照片 49、50、51、52)

- a. 初步鑑定屬種有 *FBPs1*、*FBLs5*、*FBQs* 及 *FBNs* 等，是種類最多的地區。
- b. 依據理論泥岩區應該以浮游性有孔蟲居多，為何還有這麼多底棲性有孔蟲種類，很值得再仔細討論。



照片 47 草山二號橋附近已有月世界的景觀。



照片 48 月世界泥岩層裡的礫石夾層，仔細找也會有許多有孔蟲。



照片 49 *FBPs1* 有孔蟲，位於安定海水，而且海水較為混濁。



照片 50 *FBLs5* 有孔蟲



照片 51 *FBQs* 有孔蟲，殼薄且脆弱，可保存表示這裡曾是安定環境。



照片 52 *FBNs* 有孔蟲，還保持完整，表示這裡是安定的海域環境。
哇！遠看超像玉米哦！但近看卻像花生。

【第 9 站：左鎮牛稠內西側】

(1)地質環境：(如照片 53、54)

- a. 牛稠內西側是屬於二重溪層，有些地層(砂岩和泥岩)硬度較大，比較不容易風化。另外，稍微往西約 10 公尺情況就完全不同，地質變得較鬆軟。
- b. 這裡的露頭也可以找到一些貝類化石密集層，如檸檬貝及零星的有孔蟲等。

(2)有孔蟲介紹：(如照片 55、56)

- a. 初步鑑定屬種有 *FBEs1* 及 *FBEs2* 等。
- b. 這裡的有孔蟲種類及數量並不多，沒仔細看還不容易發現。



照片 53 這裡是二重溪層，泥質砂岩較為堅硬，向西 10 公尺地層變鬆軟。



照片 54 堅硬的泥質砂岩也可以發現貝類化石(如檸檬貝)及有孔蟲。



照片 55 *FBEs1* 有孔蟲，易被搬運而磨損。



照片 56 *FBEs2* 有孔蟲，有磨損現象，表示有稍強水流。

【第 10 站：左鎮牛稠內東側】

(1)地質環境：(如照片 57、58)

- a. 牛稠內東側地形陡峭，是二重溪層與古亭坑泥岩層的地層界線帶，這裡多半面山，東側為陡峭的深谷，西側為順斜坡，可以發現古環境變化大。
- b. 東側山坡出現的化石種類以扇貝密集層為主，偶而也會發現牡蠣或其他種類的二枚貝，而有孔蟲多出現在泥岩的夾層裡。

(2)有孔蟲介紹：(如照片 59、60、61、62)

- a. 初步鑑定屬種有 *FBPs1* 及 *FBLs3* 等。
- b. 這裡的有孔蟲有些因風化影響，型態分辨有一點難度。



照片 57 牛稠內東側為陡峭的半面山與古亭坑層為界，屬於二重溪層古生態環境劇烈變化地帶。



照片 58 半面山的西側山坡都是扇貝密集層。



照片 59 *FBPs1* 有孔蟲



照片 60 *FBLs3* 有孔蟲



照片 61 正面辨識可能是 *FBPs1* 有孔蟲



照片 62 側面可稍微看出牠的輪廓

(三) 歸納分析

本次研究採樣地點多數在地層漸變地帶，推測當時環境已在進行變化，生物大量死亡而堆積，有時為泥(遠岸或深海)，有時為砂(近岸或淺海)，有時泥砂混合，要分也分不清，所調查的有孔蟲牠的分佈層位，如圖 3；所調查的有孔蟲種類及數量之分佈，如表 2。

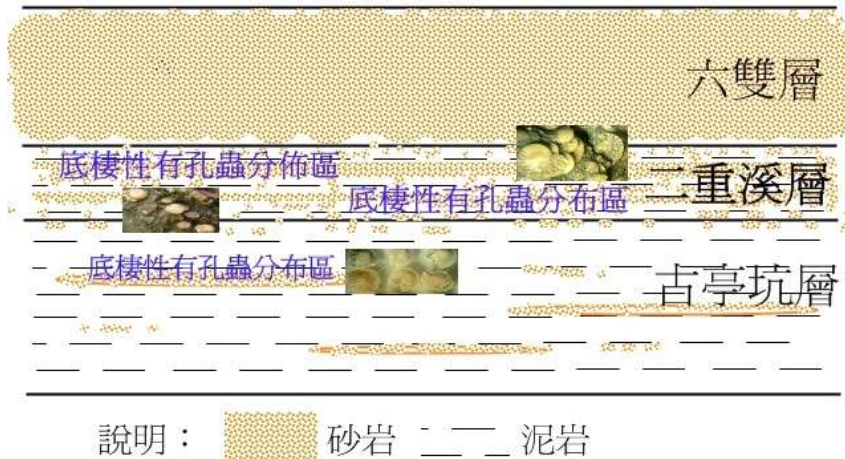


圖 3 研究區域的有孔蟲之地層層位分佈示意圖

表 2 台南以東丘陵(二重溪層)有孔蟲種類及數量分佈

地點 編號	地點 (緯度)	所在 地層	底棲性有孔蟲種類													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			<i>FBES1</i>	<i>FBES2</i>	<i>FBLs1</i>	<i>FBLs2</i>	<i>FBLs3</i>	<i>FBLs4</i>	<i>FBLs5</i>	<i>FBNS</i>	<i>FBQS</i>	<i>FBPs1</i>	<i>FBPs2</i>	<i>FBPa</i>	<i>FBQS</i>	<i>FBsb</i>
一	大平村 22°82′	二重溪層. 古亭坑層界線									*	**			*	
二	文衡殿	二重溪層. 六雙層界線			**	**					*	*	*			
三	過嶺 22°87′	二重溪層			**											
四	石槽	二重溪層. 古亭坑層界線					**	**								
五	尖峰.二 寮	二重溪層. 古亭坑層界線					**									
六	代天府 S 22°95′	二重溪層. 六雙層界線			*		**	**								
七	代天府 N	二重溪層			*	*										
八	要月橋 23°05′	古亭坑夾層 (礫石)							**	*	**			**		
九	牛稠內 W	二重溪層	*	*												
十	牛稠內 E 23°15′	二重溪層. 古亭坑層界線					*				**					

有孔蟲密集數量代碼說明：

一、密集堆積程度，以電子目鏡觀察，在倍率 7 倍範圍內的出現數量區分

*5 隻以內 **5-10 隻 森10-15 隻 *森15 隻以上

二、有孔蟲編號 3~7 為由南向北增加，南邊和北邊種類多，生態條件多樣性。

三、有孔蟲編號 7-14 中斷缺乏，可能是鹽性和環境影響。

三、有孔蟲的細部構造分析

有孔蟲的外型構造是種類鑑定的重要方法，如輪型構造、左旋與右旋、外型構造細部觀察如下：

(一)輪型構造：

種類有 *FBLs1*、*FBLs2*、*FBLs3*、*FBLs4*、*FBLs5*、*FBNs*、*FBPs1*、*FBPs2* 及 *FBPt* 等，如照片 63、64。



照片 63 *FBLs3* 有孔蟲是標準的輪型構造



照片 64 *FBPs1* 有孔蟲的腹部也是標準的輪型構造

(二)左旋與右旋：

有孔蟲的外型雖然呈輪型，但也有左旋與右旋之分，代表種類有 *FBPs1*，如照片 65、66。



照片 65 *FBPs1* 有孔蟲背部內往外為右旋構造。



照片 66 *FBPs1* 有孔蟲背部內往外為左旋構造。

(三)對稱構造：

有孔蟲還有向左及向右偏的對稱構造，代表種類有 *FBLs3* 及 *FBLs5*，如照片、67、68、69、80。



照片 67 *FBLs3* 有孔蟲為右偏對稱構造。



照片 68 *FBLs3* 有孔蟲為左偏對稱構造。



照片 69 *FBLs5* 有孔蟲為右偏對稱構造。



照片 70 *FBLs5* 有孔蟲為左偏對稱構造。

(四)螺旋縫合線

完整的有孔蟲房室間之隔壁構造多數呈螺旋形，圈數也大約在 2-3 圈，隔壁呈圓弧平滑狀，房室形狀相似無變化，代表種類有 *FBLs3* 及 *FBLs4*，如照片 71、



照片 71 *FBLs3* 有孔蟲的房室構造。



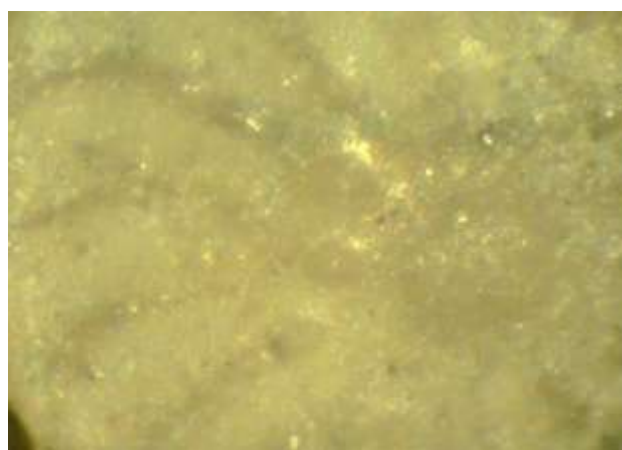
照片 72 *FBLs4* 有孔蟲的房室構造。

(五)壁孔構造

有孔蟲的壁孔可分為無穿孔類與有穿孔類，「穿孔」構造可能是有孔蟲名稱由來，有穿孔的較具有廣鹽性，生存範圍較大，如照片 73、74。



照片 73 *FBPs1* 有孔蟲的壁孔構造較明顯。



照片 74 *FBLs3* 有孔蟲的壁孔構造不明顯。

其他的特徵還有周圍是否有輪胎構造、螺型、殼高、、、等，所以外型特徵也是鑑定有孔蟲的重要方法。

四、新化丘陵地層的比對方法。

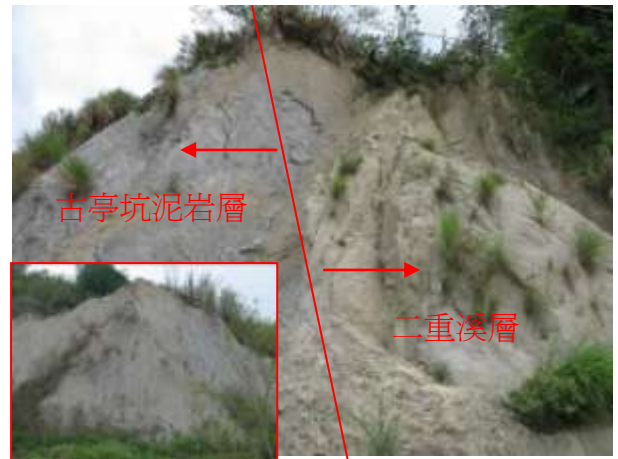
(一)地層比對：

地層可以利用岩石特徵進行比較，以二重溪層為例，判別方法有下列幾種

1. 容易造成半面山地形。
2. 地層岩石主要都是沙泥岩互層，有時砂岩較厚，有時泥岩較厚。
3. 地層界線帶在二重溪層與六雙層主要為判別方法是上層地層一定是較年輕的酥鬆砂岩地層，下層為砂泥岩互層的地層，有時砂岩較薄，有時泥岩較薄，可以知道當年的地層變化的劇烈情形；二重溪層與古亭坑的判別方法是下層的泥岩地層年代較老，岩層較厚，而且綿延不絕。如照片 75、76。



照片 75 六雙層與二重溪層界線帶地層比對



照片 76 二重溪層與古亭坑泥岩層地層比對

(二)指相化石比對：

1. 貝類化石分佈：如二重溪層的扇貝化石就是重要的指標化石，從左鎮過嶺沿路經過牛稠內、二寮、柑仔園農路都可以見到牠的蹤跡。如照片 77、78。



照片 77 扇貝跨越峭壁的稜線



照片 78 峭壁下的扇貝顯露無遺

2. 有孔蟲化石分佈：在二重溪層上，由南往北觀察，緯度的分佈範圍較廣的有 *FBLs1*、*FBLs2*、*FBLs3* 及 *FBPs1* 等。表示這些有孔蟲也是二重溪層的重

要指標化石。

3. 其他還有植物化石分佈，如二重溪層的漂木化石，六雙層的樹葉化石顏色暗紅，也常夾於酥鬆的六雙層砂岩層裡。如照片 79、80。



照片 79 六雙層樹葉化石



照片 80 二重溪層漂木化石

五、回溯有孔蟲繁盛時期的古環境特色。

二重溪層曾是有孔蟲的繁盛地點，常與貝類、珊瑚及藻類共存，牠的攝取食物方式包含有機質、藻類、懸浮物、寄生或共生等。回溯當時的古海環境我們充分的發揮想像，共同創作的成品如圖 4。

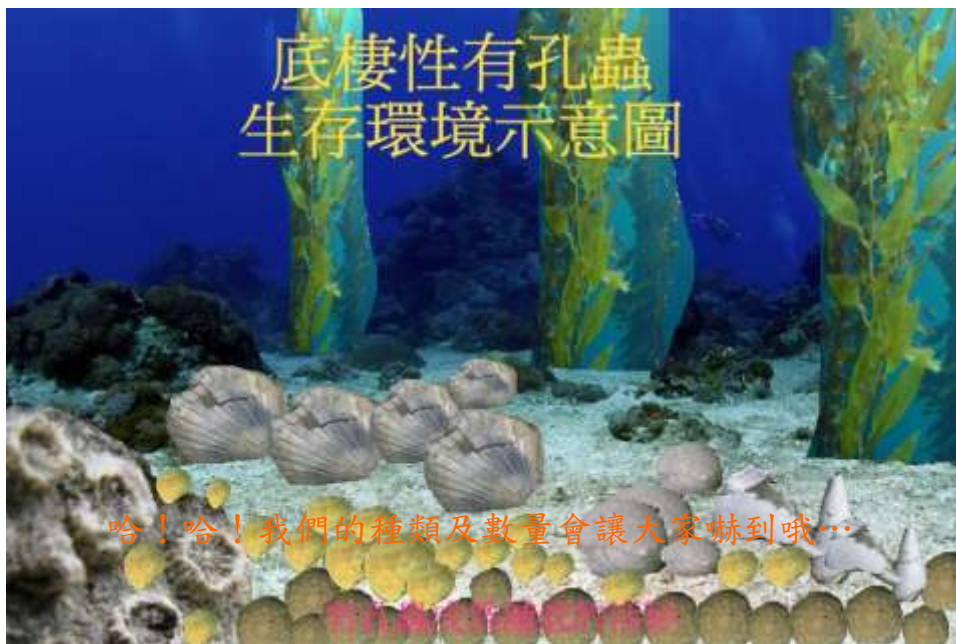


圖 4 底棲性有孔蟲古生態環境示意圖

陸、綜合討論

- 一、有孔蟲的種類鑑定有些難度，至於如何達到較為正確的結果，我們的確花

了不少時間做鑑定，以下提出兩點討論：

1. 因岩石鬆軟程度不一樣，所以要看到完整的標本，只能在泥岩層上採到，如二重溪層的泥岩夾層。去年的研究地點-文衡殿雖然可以看到許多有孔蟲，但大多數被砂岩所膠結住，所以單獨採集容易造成破碎，有很多標本只能看到一面，另一面卻看不到，是造成鑑定困難的原因。
 2. 有孔蟲圖鑑收錄有限，所以有孔蟲物種現在可能多已不存在，要找到一模一樣的更是困難，我們參考書籍資料發現有孔蟲在全世界就超過 6 萬種，而且超過 4 萬種都已成化石，在鑑定上如果能分辨到「屬名」，就已相當不容易，而「種名」較難鑑定均以 sp. (種名未定)表示，為了好記我們都以代號命名。
- 二、根據過去的研究，古亭坑泥岩層多為浮游性有孔蟲，為何草山月世界侏儸紀到要月吊橋的泥岩層還有底棲型有孔蟲？我們問過專家討論後，認為可能與古亭坑泥岩層裡面的夾層有關，這些都是底棲型有孔蟲撈過界的原因之一。
- 三、本次研究雖然範圍是台南以東的丘陵地區，但為何我們只研究二重溪層，又為何地層界線帶比較容易找到化石及有孔蟲？很值得大家探討。從去年到今年的研究，我們走遍了新化丘陵，只要有露頭，且交通方便及安平條件下，我們都會接近觀察。根據現場考察及地質圖比對，我們發現多數的化石都出現在六雙層與二重溪層、二重溪層與古亭坑層附近，這裡其實都是環境巨大變化的地帶，我們把它通稱為「地層界線帶」，除了地層壯觀，有孔蟲也比較容易採集。雖然文獻資料記載虎頭埤及關廟深坑仔(六雙層)也有有孔蟲，但因為雜草叢生，已很難發現牠們的蹤跡了。

柒、結論

- 一、本次研究結果發現有孔蟲的種類共有十四種，牠們分別是 *FBEs1*、*FBEs2*、*FBLs1*、*FBLs2*、*FBLs3*、*FBLs4*、*FBLs5*、*FBNs*、*FBOs*、*FBPs1*、*FBPs2*、*FBPt*、*FBQs* 和 *FBSb* 等。
- 二、本次研究經上網查閱資料，發現中山大學也曾對壽山地區岩心做過有孔蟲研究，其中共同的種類有 *FBEs*、*FBLs*、*FBNs*、*FBPs*、*FBPt* 及 *FBQs* 等。
- 三、本研究有孔蟲分佈最廣的種類有 *FBPs1*，其次是 *FBLs1* 至 *FBLs4*。
- 四、本研究有孔蟲的密集程度，不同的地區也有不同，其中最密集的有 *FBLs1* 至 *FBLs3* 及 *FBPs1*，其次是 *FBLs4* 及 *FBLs5*。
- 五、海域環境有可能影響有孔蟲的分佈，本研究發現可能有廣鹽性生存海域的有孔蟲為：*FBLs* 及 *FBPs*，比較狹鹽性的有：*FBOs*(詳細需要再查證)。
- 六、本研究區域南邊和北邊種類較多，呈現生態的多樣性，中間中斷缺乏，可能是鹽性和環境影響。
- 七、我們的研究雖然有十個取樣點，雖範圍還不算太大，所發現的種類外型多數都很類似，其中以輪型最多，其次是長條形。另外，輪型的螺旋縫合線又分左右旋及對稱型，一般裡面的房室多為 1~3 圈。











- 八、雖然 *FBLs* 的五種類型都很相似，但 *FBLs5* 明顯與 *FBLs1* 至 *FBLs4* 不同，它的周圍有寬寬的薄片，可能為了方便平衡用。
- 九、*FBLs* 有部份種類的堆疊方式呈水平狀，顯示當時的水域環境穩定，所以沒有錯亂的現象，是滿有趣的一個發現呦！
- 十、二重溪層的指標化石除了扇貝、檸檬貝、血蚶、車輪螺、、、等之外，有孔蟲(如 *FBLs*)也是重要指標化石。
- 十一、經過這次的研究，我們發現在野外考察以「地層界線帶」比較容易找到有孔蟲及豐富的貝類化石，這是我們的經驗所得哦！
- 十二、有孔蟲的名稱由來，可能因殼壁的穿孔而得名，是氣體交換的出入口。

捌、參考資料

- 中華民國第 46 屆科展作品(2006)。牛稠內古環境大搜密，國立台灣科學教育館。
- 中華民國第 47 屆科展作品(2007)。三層蛋糕何處來，國立台灣科學教育館。
- 自然與生活科技課本(2007)。生物的生存環境，牛頓版第八冊，第二單元。
- 黃敦友編著(1975)。底棲性有孔蟲化石圖譜。中國石油學會台灣油礦探勘處。
- 鄭守儀、傅釗先編著(2001)。中國動物誌-粒網蟲門-有孔蟲綱-膠結有孔蟲。北京：科學出版社。
- 熊衍昕(2005)。高雄壽山地區岩心 古亭坑層之底棲性有孔蟲研究。國立中山大學海洋地質及化學研究所碩士論文。

附錄

底棲性有孔蟲學名代號一覽表

編號	照片	學名	特徵	學名代號
1		<i>Eponides sp.</i> 【第一類】	可見捲曲構造。	<i>FBES1</i>
2		<i>Eponides sp.</i> 【第二類】	捲曲的構造還可以分辨。	<i>FBES2</i>
3		<i>Lenticulina sp.</i> 【第一類】	邊緣稍薄，可以看出房室的捲曲排列。	<i>FBLs1</i>
4		<i>Lenticulina sp.</i> 【第二類】	像車輪，輪胎較薄。	<i>FBLs2</i>
5		<i>Lenticulina sp.</i> 【第三類】	像車輪，輪胎較厚。	<i>FBLs3</i>
6		<i>Lenticulina sp.</i> 【第四類】	像車輪，輪胎較圓滑。	<i>FBLs4</i>
7		<i>Lenticulina sp.</i> 【第五類】	單圈捲曲，邊緣有延伸的薄片。	<i>FBLs5</i>
8		<i>Nodosaria sp.</i>	像玉米，一頭有頸部。	<i>FBNS</i>
9		<i>Operculina sp.</i>	有明顯的三圈捲曲線。	<i>FBOs</i>
10		<i>Pseudorotalia sp.</i> 【第一類】 或 <i>Gavelinella intermedia</i> (Berthelin, 1880)	像巨蛋球場，縫合線旋捲 3~4 圈。	<i>FBPs1</i>

11		<i>Pseudorotalia</i> sp. 【第二類】	看不出表面紋路。	FBPs2
12		<i>Pararotalia taiwanica</i> (Nakamura) 或 <i>Ammonia</i> sp.	像外星人的太空船。	FBPt
13		<i>Quinqueloculina</i> sp.	很像一顆種子。	FBQs
14		<i>Siphogenerina bifrons</i> (Brady) 或 <i>Schenckiella</i> sp.	像筆直的毛筆筆頭。	FBSb

代號說明：

以四或五個號碼表示

第一個 *F* 為 Foraminifer(有孔蟲)

第二個 *B* 為 Benthos(底棲生物)

第三個為有孔蟲的屬別

第四個為有孔蟲的種別

第五個為種別編號



【評語】 081560

完整詳實的田野調查，對有孔蟲在其研究區域的分步探討，並以有孔蟲其型態及堆疊方式，探討地層的年代，生動的表達方式，對研究題目的了解以小學生的程度，實屬不易。