

配合高中地球科學教學的 野外採集活動之研究

林守輝

臺灣省立臺南二中

一、前言

高中雖自民國六十三年起即開始列入地球科學課程，但因排為高三的課程，在升學主義壓力籠罩下，一旦不列入大專聯考科目，就一直被別的科目將上課時間挪用，成為“掛羊頭賣狗肉”的情形。教育部新課程標準自前年開始實施，把地球科學課程列為基礎科學之一，在高一必修一學期。另外在高二、高三則列為選修課程之一。同時加強師資訓練和充實各校地球科學實驗教材的設備，於是這個依性質而言是強調實用性的地球科學，且與許多尖端科技相關，更與我們日常生活最息息相關，總算有了開始，且頗呈現一片美好的遠景。

本校為了教學的正常化，為了提高學生的科學興趣成立自然科學研習社已有多年歷史，。成員且為各社團最龐大者。同時我們在黃炎祥校長的策劃支持下，並親自率領學生做了一次成功的野外採集活動，收穫良多，並掀起同學對基礎科學研究的熱潮。本文為整個活動過程的記錄與檢討，提供為各校舉辦類似活動的參考。

二、活動目的

1. 配合新課程標準，地球科學課程實施鄉土教材之調查研究。
2. 讓學生在野外實地採集、觀察活動中，獲得地球科學知識，並培養愛護鄉土情

操。

3. 收集鄉土補充教學資源，製作教學媒體，以利教學。

三、活動前準備工作

1. 挑選參加學生：發布活動內容，讓學生自由報名，由老師擇優錄取。
2. 編印研習手冊並發給學生，詳細記載活動注意事項、野外考察區說明書與野外地質標本的採集。（詳見附錄一）
3. 專題演講：邀請專家——成大地科系副教授鍾廣吉蒞校演講，並配合幻燈片、講述活動當天所要觀察的地形特色，及可能採集到的岩石或化石樣本。
4. 訓練學生使用採集工具與儀器的正確方法。

四、活動過程

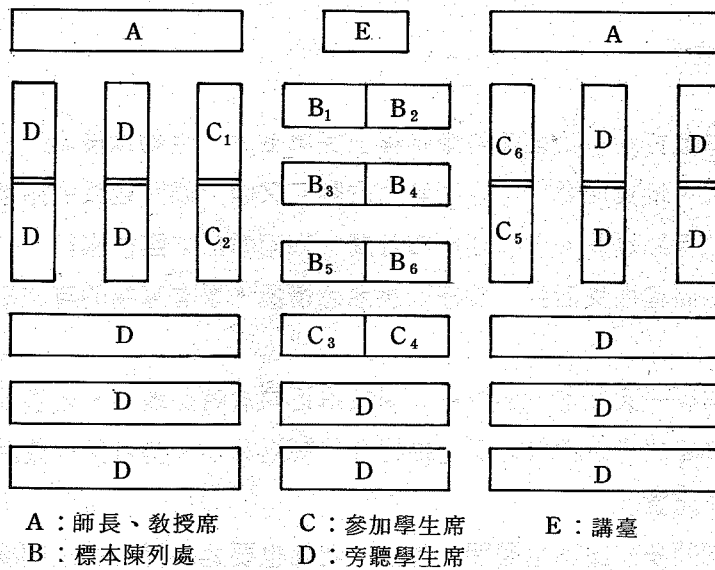
1. 行程：

7：30 校門口集合→7：45 出發→9：00 橫山→10：30 烏山頂泥火山→12：00 尙和寮露頭→1：30 溪洲國小午餐→3：10 古亭惡地地形→3：50 崗山露頭→5：10 返回學校。

2. 各觀察地點概況介紹：（詳見附錄）

五、成果發展與檢討

1. 要求各組學生將採集之標本整理，鑑定以便公開展示。各組還需編寫採集心得報告。
2. 發布成果發表會消息，歡迎未參加活動同學參與。
3. 會場布置：（如下頁附圖）
4. 成果發表會程序：
 - ① 校長致詞（宣布討論會開始）。
 - ② 自由參觀及評鑑。
 - ③ 分組心得報告。



- ④ 老師總結報告。
- ⑤ 幻燈片實攝觀賞討論。
- ⑥ 教授講評。
- ⑦ 校長結論。

六、成 果

1. 礦物標本：方解石、霏石（橫山石灰岩區）。
2. 化石標本：
 - ① 珊瑚化石。
 - ② 沈積岩中含生物化石碎片。
 - ③ 斧足類化石。
 - ④ 腹足類化石。
 - ⑤ 象牙貝化石。
 - ⑥ 有孔蟲化石（底棲性）。
3. 記錄泥火山自噴出泥漿至凝固過程之標本。
4. 各地活動照片、幻燈片。
5. 各組撰寫心得報告。
6. 學生教授答問錄。

七、活動檢討

1. 舉辦時間最好在基礎地球科學課程上完第七章古生物以後舉行，因學生已上完且熟習礦物、岩石、地質活動、古生物等章內容。又因天候問題故中南部學校上學期最好在十一月到十二月間舉辦。下學期在四月間、梅雨季節來臨前舉行。

2. 第一次的路程採集活動，最好聘請熟悉情況，學有專精的專家學者協助，效果更佳。

3. 活動路程以一天為宜，各校可以學校附近具有特殊地形、地質為活動對象。本校接近實驗手冊登錄之指定採集地點；再配合其鄰近其他一些可供採集活動的據點，使一天活動安排的很充實。

4. 在活動期間多鼓勵學生發問。教授、老師也要適時提出問題問學生：啟發學生思考能力，也可使整個活動更生動、活潑。

5. 參加人數不宜太多，最多以兩車學生（八十名以內）為原則，如此效果容易發揮、照顧週到。若人數太多、浩浩蕩蕩、答問太雜、且易引起學生以郊遊心理，反而降低學習效果。而且以選拔方式錄取參加學生，使學生有榮譽感，珍惜參加活動機會，並培養其他學生更努力以獲得參加的機會。

6. 採集工具一般學校的設備均不敷使用，可由鄰近學校相互支援使用。

7. 活動前的準備工作要強化；編印採集手冊資料，專題演講，詳細介紹活動地點的採集、觀察重點；儀器的使用；採集注意事項；強調生態保育的要點。

8. 成果發表會要慎重擴大舉辦，一則使參與同學重視肯努力去整理、鑑定標本；強化心得報告。一則讓其他未能參加同學也有機會參觀採集的標本、聽參加同學、老師與教授的報告。如此可擴大成效，也可在校內掀起研究熱潮。

9. 獎勵：在各組中由教授與老師以各組採集的標本、採集心得報告，選出最優一組，由校長頒給每位同學“反敗為勝”一書，以資鼓勵，而參加學生每位頒給筆記簿本，上加蓋“地球科學野外鄉土教材調查紀念”，讓參加同學感到無上的榮譽與紀念性。

10. 報名參加的不良於行的學生，為免傷其自尊心也讓他參加。在活動中，不太困難的行程可在同學的協助下參與採集活動。雖然有些不便，但激勵其自力奮發精神，代價是肯定的。教授並特別頒予“勇氣獎”。

11. 採集標本可成立保存陳列專室保存；一則可為教材教具，一則標上採集日期、地點，採集者永久保存紀念。以後逐年再舉辦類似活動而增加內容，成為鄉土教材專門

陳列室。

12. 設計編印攜帶容易的專刊，配以圖片、說明介紹沿途重要地形與標本，以供下屆學生再活動時的參考，則效果更佳。

八、學生教授答問錄

1. 鐘教授所說的有孔蟲可分為浮游性和底棲性兩種，浮游性者較底棲性者的個體為小，我們是否能從另外的特徵來分辨？（一年十四班郭俊良）

答：此二類有孔蟲外觀形態上最明顯之差異有二：其一為底棲性一般體型均較浮游性大，其二為浮游性之房室均呈球形或脹膨狀態，以適合浮游，底棲性則較為扁平。

2. 泥火山是否也分休、死、活火山？它在何種地形產生最多。（一年十三班曾榮昌）

答：泥火山之產生受地形因素控制較小，受地質條件控制因素較大，均發生斷層帶或褶皺之背斜軸帶，依理論而言，停止噴出者即可叫死泥火山，暫時停止量多可再噴出者叫休泥火山，正在噴出者叫活泥火山，此稱呼也未嘗不可，但休或死泥火山乃因噴口被泥堵塞或錐體太高，噴不出而在他處重新噴發所致，泥火山帶能令其噴出泥水之原因若消失了，該會成死泥火山的。

3. 如何從外觀分辨出石英和方解石？（一年十三班曾榮昌）

答：如以刀片劃之，可劃線者為方解石而石英則劃不下，長條形晶體之長方向為長軸，與長軸成直角之橫向條紋者為石英，成斜向相交之條紋者為方解石。

4. 錐形泥火山在很荒涼的地方生成，而泥池狀的泥火山却在叢林裡，何故？（一年十三班邱治平）

答：不是如此說法，而是錐狀泥火山在較平坦面上，池盆狀者在低陷地方形成，低陷地方若被泥漿填滿了亦可以產生錐狀者，目前乃因低陷地泥水流不走的緣故。

5. 除了泥火山、火山之外，地球上還有沒有任何物體像泥漿、岩漿之類噴出地表而形成某種特殊景觀者？（一年十三班李志欽）

答：至少目前可知者有人為採油氣鑽井油氣可噴出，又如關子嶺之水火同源、溫泉之熱水、地熱井之熱氣均是。

6. 惡地地形若除了教授提的最好做為軍事訓練利用之外，還有那些利用？（一年十三班曾榮昌）

答：惡地地形地質特殊，利用價值甚低，軍事利用亦未被採用，可行否未知。目前只種竹子；居民放牧羊羣等，至於尚有其他利用法目前尚未研究出來。

7. 惡地地形的牛軛湖（二仁溪造成）兩旁的泥岩鹽度甚高，那麼牛軛湖湖水鹽分會不會很高？（一年十四班李振睿）

答：不會很高，但會比一般正常的河水略高些。

8. 為何在尙和寮的有孔蟲大部分都分布在岩石表面？（一年十三班林建宏）

答：岩層的堆積一層代表一段時間，岩石表面正好是層面，代表一段時間，僅此表面分布多量，表示該段時間裡發生集體死亡而沈積下者。若其前後也有少量，表示非大規模之集體死亡，亦即集體死亡並沒有延續很久，事實上集體死亡後，該區該類生物幾已沒有了，亦即不會再有此類化石了。

9. 有孔蟲化石若是因集體死亡沈積而成，請問是根據什麼判定其為集體死亡，是否仍有其他假設？（二年二班劉鴻徵）

答：①化石層薄表示在短暫的時間下停積下這些生物屍體。②依化石之形態大小觀察其狀況為大大小小均有，表示老蟲、成蟲、幼蟲均有，依此二產狀判定應為某些災害下集體死亡的結果。

10. 泥火山所噴出的泥漿裏，所含的原油礦苗為什麼不會被蒸發掉，而遺留在泥灰器上？（一年十三班林建宏）

答：並非所有油礦均具揮發性，亦有比重較大不被揮發者，此乃原油的性質之故。

11. 為何橫山的方解石的形成成帶狀，且褶皺劇烈？（一年十三班林建宏）

答：方解石成帶狀名詞不當，成小脈狀才對，此脈空間原為裂隙空間溶解之 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 沈澱充填而成，填滿了即成脈狀，又並非褶皺劇烈而是原來裂縫之不規則狀態。

12. 當我們在野外採集標本時，我們怎樣來辨別海膽刺和象牙貝？（一年十三班李永年）

答：最主要的差別是海膽刺實心，象牙貝空心且兩端是通的，或者可由其生長線的特徵得知，貝類的生長是一層又一層的，而海膽刺的生長却是均勻的生長，但生長線有時也不太準確。

13. 在橫山石灰岩所採集到的方解石礦物原來是白色的礦物，但有些方解石却呈現紅赭色，那是受了什麼物質的影響，而由原來白色而轉變成紅赭色？（一年十三班李永年）

答：我們所採集到方解石純度並不高，常含有其他礦物，這些礦物中以鐵所佔的比率最大，純白者為未有其他雜質者，若有泥土汙染則呈褐色，其中鐵被氧化成氧化鐵則呈紅褐色。

14. 為何泥火山的噴發和下雨有關呢？（一年十九班楊覆名）

答：目前所有觀測的資料顯示，雨水多時噴得激烈，故推測若所有條件均相等時，僅雨水之變化，則雨水由斷層帶之其他地區灌入，再與沼氣一起受地熱影響，因內部壓力增大而能噴溢，水少時泥水量少，噴量亦必少即此因。

15. 若是不下雨的話，泥火山的噴發次數很少，還是甚至都沒有？（一年十九班楊覆名）

答：若久未下雨則噴發之頻率會降低，但尚有且量較少。

16. 泥火山所噴出的泥漿，溫度會不會很高？（一年十九班楊覆名）

答：不會，通常只是在常溫而已，高雄曾有一國中發現到泥火山溫度超過體溫，然此屬例外，本區溫度在體溫之下乃屬來自於淺層之故。

17. 假如將泥火山之洞口挖大，是否噴發的情形會變大？（二年十五班楊志文）

答：此區泥火山之噴泥量並非很豐富，若將噴口挖大未必會噴大，可能反而不噴，僅溢流而已，但若下部量多則有大的通口，噴量必大。

18. 田寮的月世界惡地地形和火焰山惡地地形有何不同或相同之處？（二年十五班楊志文）

答：二者均為奇特的地質景觀，但基本地質條件不同，月世界以泥岩為主，火焰山以礫石為主，又均為植物少，但條件亦不同，月世界乃因鹽分高及不透水而令植物少，火焰山可透水，但易崩而呈裸岩，故植物停不住而少植生，但若在緩坡區則有植物，如嶺口礫岩一般。

19. 珊瑚是生活在清潔的熱帶淺海中，而有孔蟲是生活於混濁之海底泥沙中，何以在有孔蟲之密集帶上發現一塊羣體珊瑚之化石？（一年十二班陳遠震）

答：依理論若在有孔蟲帶中有珊瑚化石，可能是由海中之水藻當開路先鋒將原汙濁海底逐漸澄清，當氣候逐漸變得溫暖，珊瑚就遷來此地而將因氣候突變或外來因素導致集體死亡之有孔蟲壓在底部，後再經地質變動而將有孔蟲與珊瑚摻合。但化石僅此一塊，未能做較準確之解釋，且產狀如何未知，本區附近有以石灰岩碎屑填平產業道路之狀況，是否由人為帶來者，或是堆積時由他處帶來者。但由於附近沒有珊瑚礁之地層來看，似乎不可能，故由此推知由人為方式帶來者可能性大。

附錄一 調查研究活動計畫

(一) 活動目的：

1. 配合新課程標準，地球科學課程實施鄉土教材之調查研究。
2. 讓學生在野外實地採集、觀察活動中，獲得科學知識並培養愛護鄉土情操。
3. 收集鄉土補充教學資源，製作教學媒體。

(二) 活動內容：

1. 專題演講：成大地科系鐘廣吉教授（12月24日下午四點半在視聽教室）。
2. 野外考察實習及採集：由鐘教授帶助理2名及本校地科教師指導。
3. 綜合討論標本整理與收集。

(三) 活動地點：

臺南→高速公路→楠梓交流道→橫山→烏山頭泥火山→尙和寮露頭→花旗山莊褶曲露頭→銀錠山→古亭坑泥岩惡地地形→崗山露頭→城光中學後的化石層露頭。

(四) 活動時間：

中華民國七十四年十二月廿五日（星期三）上午七點卅分至下午五點。

(五) 參加活動學生：

集合時間地點：七點卅分校門口。

1. 自然科學研習社同學：優先錄取。
2. 學生自由報名，每班錄取若干名。

(六) 經費：

1. 指導教授鐘點費、午餐、活動器材、行政支出由學校負擔。
2. 學生自理車費（遊覽車）午餐自付（由學校統籌辦理）。

(七) 工作分配：

1. 活動策劃：教學組
2. 器材準備：設備組
3. 指導標本採集、整理與活動成果報告彙集：地科教師
4. 車輛接洽、訂購午餐：事務處

(八) 活動須知：

1. 個人攜帶物品：

- (1) 卡其質的長袖上衣及長褲（或其他厚質衣服）。
- (2) 中型帽子。
- (3) 布手套。
- (4) 登山鞋或膠鞋。

- (5) 水壺。 (6) 背包。 (7) 照相機。 (8) 放大鏡。

2. 學校支援：

- (1) 鐵鎚、鑿子。 (2) 傾斜儀。 (3) 布質標本袋（或塑膠袋）。
(4) 標籤。 (5) 醫藥保健箱。

3. 活動時以分組小隊活動為原則，勿個別行動。

4. 活動時隨時注意安全。

5. 每五名分組為一小隊工作包括：(1)採集：三名；(2)照相：一名；(3)記錄：一名。

6. 獎勵：工作認真、成績優良者酌予獎勵。

(九) 本計畫經簽奉核准後實施，如有未盡事宜得報請修訂之。

附錄二 各地概況

(一) 橫山石灰岩：

由生物碎屑膠結而成，屬生物沈積岩，大約生成於更新世後期（十萬年前），由其化石完整者少、碎片多的情形，可知此地當時的沈積環境是在質地堅硬之海底，且在海濱附近，被帶有極大能量的波浪打成碎片後，再流至海濱堆積形成。從岩石的裂縫中可找到白色晶體——方解石，方解石成分為 CaCO_3 ，以稀鹽酸檢驗會有氣泡產生，有鱗片狀、放射狀屬六方晶系，有時因含雜質而呈褐色，其成因為由 CaCO_3 所組成之岩石，經雨水的溶蝕結果，類似鐘乳石的結晶情況。除此尚可找到屬斜方晶系的霏石，其成分相同，但方解石較安定，因而現生貝類成分大部分為霏石，而年代愈老的貝類方解石成分愈多。

(二) 烏山頂泥火山：

由於旗山斷層的經過因此地層產生裂縫，地下水、泥漿、沼氣等混合物湧出而呈間歇狀態，因地形的關係而有兩種不同形成的泥火山，鐘錐狀泥火山通常處於較高地勢，泥漿湧出後，因水分蒸發而乾涸流速變慢，後來的一層流速較快，常趕過先前的一層而形成堆積，一直到泥漿無法湧出的高度，至於池盆狀泥火山，在較低窪處生成，溢出的泥漿，填充於附近之低窪地。泥火山噴發的程度和氣候有關，下雨過後最為激烈，最高紀錄為離錐頂2公尺，此外，湧出的泥漿，兩邊因摩擦力的影響流動較慢，中央流動較快，而有“U”字型的痕跡。凝固的泥漿上常有氣孔生成，乃由斷層面內沼氣噴出而形成，泥漿噴出時溫度不高，可知其深度不深，大約僅5～6公尺，由泥火山會噴出黑色

物質——原油。泥漿噴出後，因水分蒸發而產生了龜裂，龜裂生成以六邊形最多，其應力與節理不同，龜裂乃因表面張力的作用，而節理則是受到外來力的作用，而使岩石達破裂階段而生成。

(三) 尙和寮露頭：

有兩區：第一區是嶺口礫石層區，乃河川搬運後沈積而成，沙岩和礫岩呈覆瓦狀堆積，每一個層面，大的礫石在下，小的礫石在上面且砂礫岩的排列略成方向性，可由此看出當時攜帶這些礫石的河流流向，此露頭的形成，乃是古高屏溪流動時帶下來的沈積，而河川中較小的礫石，可能因古高屏溪停止水流活動，下雨過後，雨水由較高的新河川倒流入古高屏溪沖刷，河川中的礫石為經兩次的沖刷所造成的六龜礫石層，石礫較小。

第二區則為鈣質烏山沙岩所形成的露頭，內含大量的底棲性有孔蟲化石，有孔蟲屬原生動物門偽足綱，本區的有孔蟲大部分為 *Operculina* sp. 由數量及大小判定為集體死亡，死亡原因，乃因生存環境的突然改變，如溫度、鹽度的改變及環境汙染。

(四) 古亭坑泥岩惡地地形：

為一標準的惡地地形，尚包括有由二仁溪造成的牛軛湖地形，形成惡地地形的條件是岩性黏稠性大，不透水，氣候上乾，雨季分明，雨季時雨量充足，雨水不斷流下，形成 V 字形的溝，溝與溝交錯生成鋸齒狀景觀，因土質關係，地面上僅可種植刺竹及相思樹等經濟價值不高的植物，因本區岩性鹽分甚高，當地居民用以畜牧，形成極特殊的景觀。

(五) 崗山露頭：

此處化石帶密集，主要為斧足類及腹足類化石，北端是底棲性可移動型之生物化石區，中段為底棲性固著型化石區，至小崗山珊瑚才增加，此處的貝類大都碎裂且二枚貝兩個貝殼為分開，推測當時沈積狀況是由他處搬運來此沈積的。

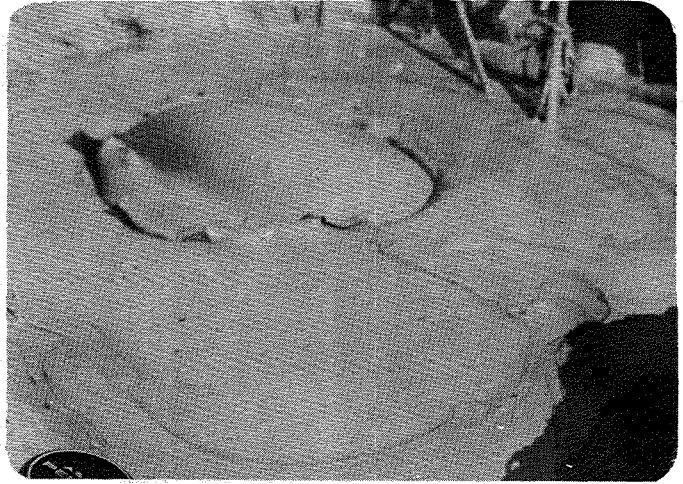
照片說明

照片一：野外實地探討泥火山之成因。

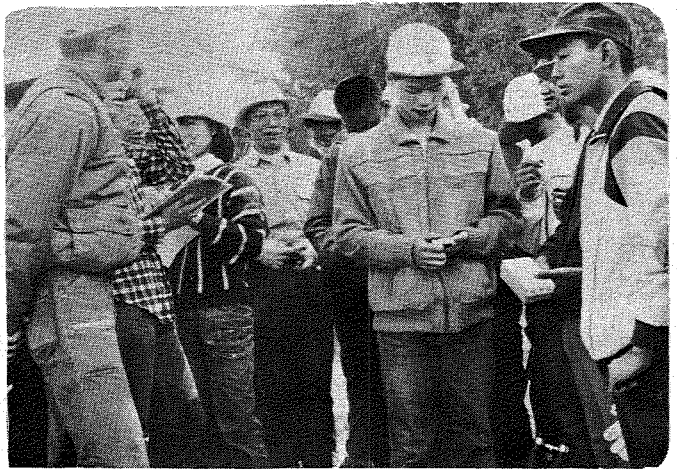
照片二：泥火山噴口。

照片三：說明傾斜儀之使用方法及練習操作。

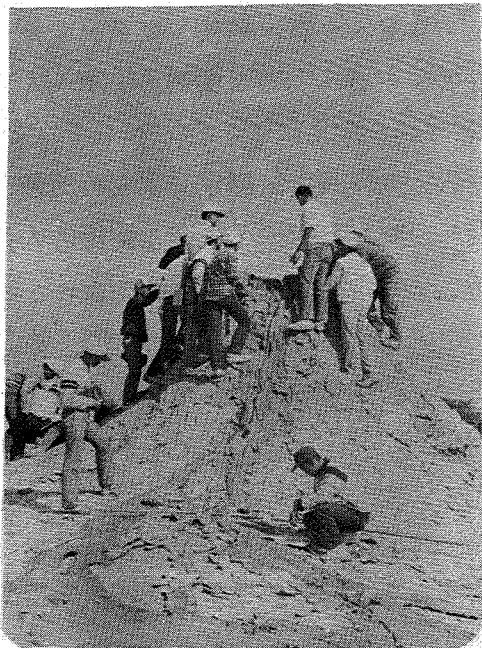
照片四：採集的有孔蟲標本做成切片在顯微鏡下觀察並拍攝照片。



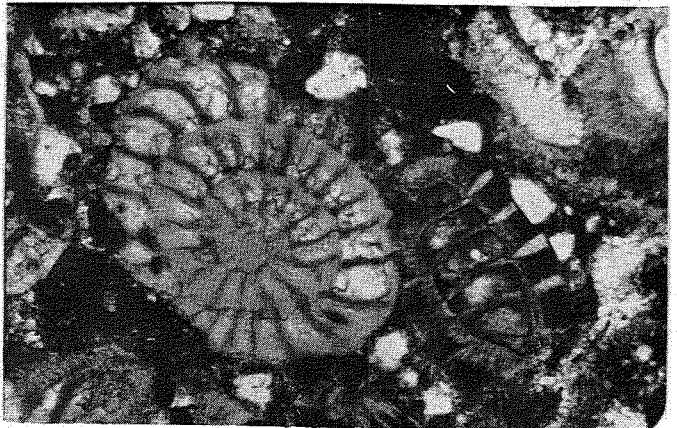
照片二



照片三



照片一



照片四