

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081567

牛稠內古環境大搜密

學校名稱：臺南縣新化鎮^拔國民小學

作者：	指導老師：
小六 張哲毓	許崑泉、李玉萍
小五 蔡僊翊	
小六 黃喬鈴	
小五 姚筑云	
小五 林偉聖	
小五 江佩芝	

關 鍵 詞：扇貝化石、半面山、古環境

牛稠內古環境大搜密

壹、摘要

我們的研究地點牛稠內是屬於新化丘陵的一部分，地方不大但隱藏著許多古環境的許多秘密。在研究中，我們有以下幾點發現：

1. 牛稠內扇貝化石的分佈範圍在本地非常集中而且產狀具有相當規模，砂岩層上的扇貝化石完整度高且保存良好。
2. 本地扇貝化石於砂岩層密集度高，但破碎度則在表土層及泥岩層較高。
3. 扇貝的大量死亡成化石主要是環境的改變，而我們推想本地砂岩層變化為泥岩層可能是造成生存環境遭破壞的原因之一。
4. 本地扇貝化石經 GPS 定位，是往南延伸而非往西延伸，與六甲水流東產狀的單一性不太相同。
5. 經簡單數學面積公式及台灣河流剝蝕率，大概可以知道未來會發生什麼事。

牛稠內古環境，我們有很多的發現及疑惑，可再進行後續研究。

關鍵詞：扇貝化石、半面山、古環境

貳、研究動機

新化丘陵是台灣重要的化石出土區，本校就在新化丘陵附近，因路程較近，研究的方便性也會比較高，也可以減少往返的時間，在研究上也會比較深入，這是今年選這個題目最吸引我們的地方。

從實地的考察和資料的查閱，我們知道台灣西南部屬於沉積岩區，古環境屬於淺海的更新世地層及琉球石灰岩層，從關子嶺枕頭山、六甲水流東、新化丘陵、大岡山至壽山，都可以發現大量的化石，但是隆起的地層因為風化或受到新的地層堆積，可以找到大片化石層的地方已經不多。牛稠內貝類化石出現的種類以扇貝化石最多，考察的過程中我們發現了許多古環境的秘密，這是我們進行這項研究的最主要動機。

(本研究與五下自然領域”地表的變化-礦物與岩石”有相關)

叁、研究目的

- 一、了解牛稠內扇貝化石的產狀。
- 二、了解牛稠內其他貝類化石的分布。
- 三、比較南瀛丘陵區扇貝化石古環境的不同。
- 四、貝類化石層與數學關係的一些想像。
- 五、牛稠內貝類化石層的古環境想像。

肆、研究器材與設備

線上地質圖、GPS、傾斜儀、採集袋、鏟子、放大鏡、皮尺、標本收納箱、稀鹽酸

伍、研究過程

一、牛稠內地質地形介紹

(一)新化丘陵-牛稠內附近地質地形概況。

牛稠內附近的地質我們查閱中央地質調查所之數位地質圖及其他相關網路資料，發現這裡應該是屬於崎頂層，主要岩石有砂岩、頁岩和泥岩的互層。崎頂層下段以泥岩為主，中段則為泥岩夾數層厚層砂岩，上段以砂岩與頁岩的互層為主。(詳如圖 1、2)

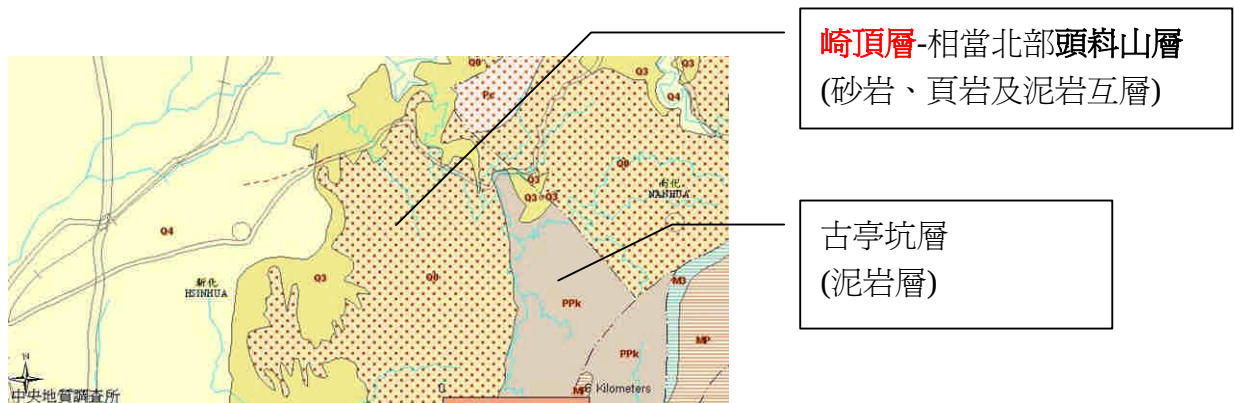


圖 1 牛稠內一帶數位地質圖

牛稠內地質地形剖面圖

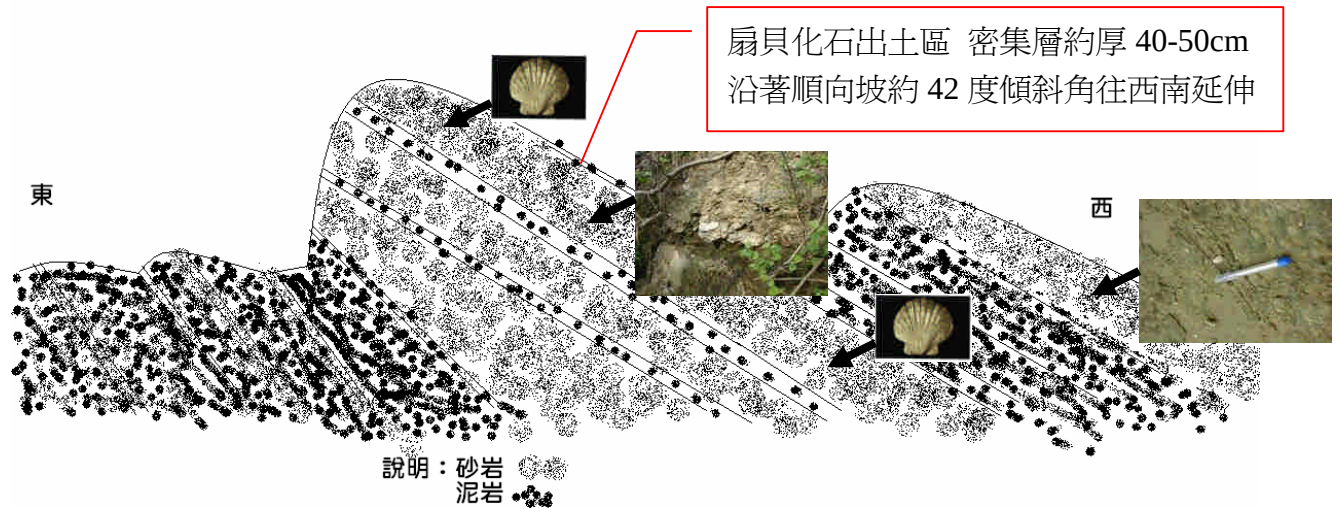


圖 2 牛稠內地質地形剖面圖

(二)牛稠內附近地形陡峭，地層變化激烈。

牛稠內貝類化石層有很陡的斜坡，可以看出這裡可能曾經有激烈的地殼運動，造成地層隆起和斷層(山崖附近)。另外，我們可以看到砂岩地層被泥岩所包夾(屬崎頂層中段)，還有砂岩本身的節理和農民的開墾，所以這裡的風化作用還快速的進行著。(如照片 1、2、3、4)



照片 1 在牛稠內貝類化石密集層的下層，山崖可清楚看到泥岩地層，中間夾有薄層的砂岩。



照片 2 牛稠內山頂可以清楚看到厚層砂岩，中間夾有薄層的泥岩。



照片 3 牛稠內北側有砂岩和泥岩的互層。



照片 4 在牛稠內貝類化石密集層的上層，於山頂遠望西邊可清楚看到大片惡地(月世界)。

(三)半面山林立，曲流地形發達。

牛稠內附近多數是半面山，一邊是斜坡(向西傾斜)，另一邊是接近垂直的山崖(在斜坡東邊)。因為這裡的泥岩與砂岩相互堆疊，惡地形很發達，地層又多數向西傾斜，所以曲流經過之地方就造成了很多的半面山。(如照片 5、6)

在牛稠內附近，因為菜寮溪的曲流地形很發達，堆積坡(內灣)與侵蝕坡(外灣)兩種地形都很明顯。另外，砂岩和泥岩硬度不同，所以常形成差別侵蝕，加上泥岩上植物生存困難，地表在沒有保護的情況下就很容易被侵蝕。(如照片 7 及圖 3)



照片 5 牛稠內貝類化石層西側就是一座標準的半面山。



照片 6 牛稠內向南方看去可以看見許多半面山。

資料查閱得知：半面山為兩側不成對稱的山頭，其中一側為緩坡，另一側為陡坡，為泥岩區常見地形。



照片 7 牛稠內最東邊山崖下可以看到侵蝕坡的陡崖和對岸的堆積坡。



圖 3 牛稠內貝類化石層與曲流的相關位置圖

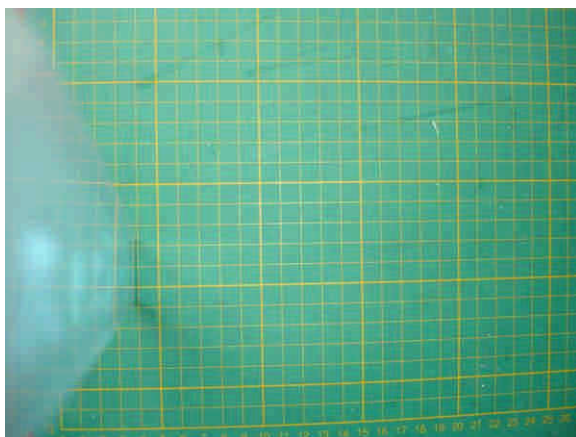
二、牛稠內扇貝化石產狀。

(一)密集度和破碎度

1.密集度：

(1)密集度的測量方法有很多，查閱資料後我們發現主要有面積法及線測法兩種。本研究測量的方式經過師生的討論後決定採用最容易操作的「定位照相法」(屬於面積法)，同一相機固定焦距在同一固定高度上(30 公分高拍攝範圍約 600 cm²)以同方位拍攝扇貝化石產狀，對單一化石(扇貝)於新鮮地層同一平行層面計算其面積比值(先細分八等分或更多)，記錄後的數值用來說明牛稠內貝類化石的密集情形(詳見學習單 9)。(如照片 8、9、10、11)

(2)牛稠內順向波的扇貝化石密集度分佈情形，詳見圖 4 及表 1：北邊山頂順著斜坡延伸到達斜坡最南端，密集層為**東北/西南**走向，最東邊(最高點)已經很難見到扇貝化石，原因需要再進一步調查。(如照片 12、13)



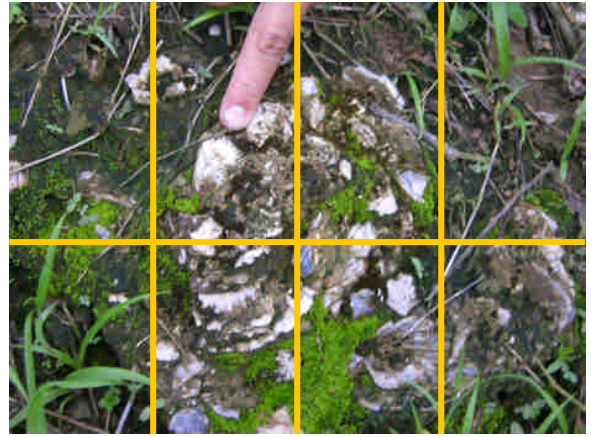
照片 8 扇貝化石密集度及碎屑度計測方法，相機高度約 30 公分一把尺的高度。



照片 9 高度 30 公分的相機拍攝範圍約 29cm*21 cm $\approx$ 600cm²。



照片 10 地點：牛稠內順向坡北邊
密集度超過 0.5 以上



照片 11 地點：牛稠內順向坡中間
密集度可達 0.7



照片 12 地點：牛稠內北側順向坡
露出扇貝化石順著地層傾斜



照片 13 地點：牛稠內最南側
可看出至少三條密集線形成一個密集層
扇貝少而且不完整

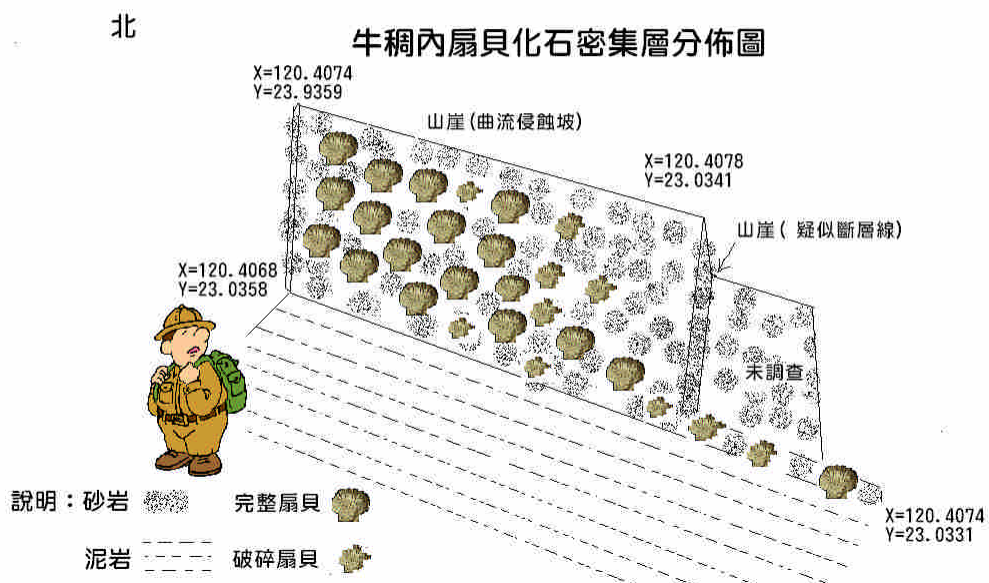


圖 4 牛稠內貝類化石密集層分佈圖

表 1 牛稠內扇貝化石分佈產狀(照片)一覽表

北段	東段最高點	中段 (泥岩與砂岩交界處)	南段最低點
			
			
			

(3)由以上調查發現：

- 牛稠內扇貝化石密集層大多分佈在順向坡之砂岩地層上，東南邊有較多的表土層，密集層也較為破碎，而且不明顯。結構最完整的是最北邊和順向坡下的農路附近，撥開表層的泥岩，砂岩層表面就可以看到大片完整的扇貝化石。
- 扇貝密集層大概分佈於順向坡(傾斜角約 42 度)的砂岩層表層，厚度約 40~50 公分。它的密集度如果以上視圖觀察可以採用「面積法」，尋找十個取樣點，經簡單計算後求得平均數，發現密集度多數超過 0.5。
- 如果以剖面量測，查閱相關資料，發現以「線測」的量測方法較為適合，但本次研究未調查，不過還是可以看出扇貝在本地的密集度非常高。

2.破碎度：(本研究破碎度調查還繼續進行中)

在實地考察本地扇貝化石的破碎度後，我們有以下三點發現：

- 岩層自然風化而裸露之貝類化石較為完整，破碎度較低。
- 芒果樹林受人為破壞干擾，無法判斷真正破碎度。
- 北側未開發部分，是一片灌木林，裡面有很多沒有被破壞之岩層，貝類也較完整，不過多數被表土層覆蓋，裸露的貝類不多，但還是可以看出破碎度並不高。
- 覆蓋在砂岩上的泥岩，貝類化石有許多碎屑，扇貝變少，其他貝類變多，經實地調查發現：泥岩較脆弱，保存完整化石較困難，所以破碎多。
(如照片 14、15)



照片 14 地點：牛稠內最南側
砂岩層被泥岩層覆蓋，表層有許多貝類化石碎屑，完整化石保存不易。



照片 15 地點：牛稠內最南側
順向坡上的泥岩已搖搖欲墜

(二)古環境和古水流

- 1.方向性：貝殼化石的方向性可以判斷水流的方向，根據「古水流分析」可以了解沉積環境的演變過程。在牛稠內的扇貝化石層有部份化石可以看出稍微具有方向性，證明這些貝殼可能受海進或海退(至少 2 次)所影響，當時因為泥岩迅速的掩埋，大量扇貝就慘遭不測。(如照片 16、17、18、19)
- 2.扇貝種類的變化：牛稠內貝類化石單一性非常高，絕大多數都是扇貝化石，而且種類變化並不大，扇貝的相似度差距很小。在量測扇貝化石後得知：長寬比值約為 1.1~1.2；而觀察放散肋與放散溝，發現約有 14 或 16 條，左殼扁平，右殼隆起，是不是還有種類的小差異，還有待研究。(如照片 20、21)
- 3.扇貝化石分布在砂岩層與泥岩層交界處，我們猜想：可能有古環境的重大事件發生。因扇貝有大有小，表示環境的迅速改變，造成老貝殼及幼小貝殼一起大量死亡，我們推測：古砂岩地層約 50m 以內的淺海，後來泥岩大量流入，造成貝殼在砂岩及泥岩層附近大量死亡，很符合現今環境變化所造成的影響。(詳見學習單 2 及照片 22、23)



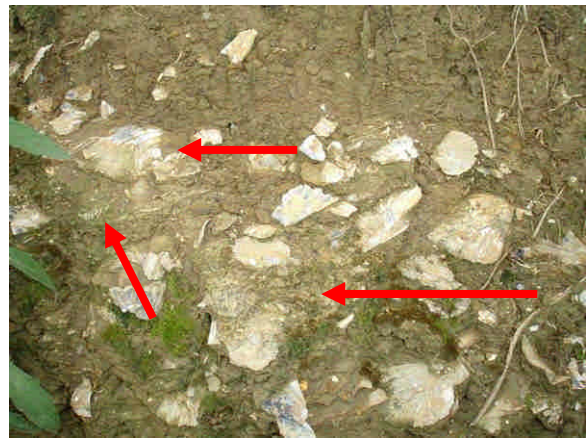
照片 16 地點：台南市四草海邊
塔螺受海水作用形成方向一致的排列



照片 17 地點：牛稠內貝類密集層北側
扇貝受海水作用形成方向一致的排列，上下非堆疊形成，而是傾斜地層造成。



照片 18 地點：牛稠內貝類密集層中段
扇貝受海水作用可大概看出水流方向。



照片 19 地點：牛稠內貝類密集層東側
扇貝受海水作用也稍可看出水流方向。



照片 20 地點：牛稠內貝類密集層中段
扇貝間相似度很高，仔細看發現稍彼此間還是有點不同。



照片 21 地點：牛稠內貝類密集層北側
扇貝的放散肋約有 14 至 16 條。



照片 22 地點：牛稠內貝類密集層中段
砂岩層位於泥岩層下方，上方泥岩乾燥時堅硬如石。



照片 23 地點：牛稠內貝類密集層西側
砂岩層與泥岩層交界處有大量貝類化石，表示生態環境的改變所造成。

三、牛稠內其他貝類化石的分布

(一)分布於接近砂岩層的泥岩中：

處於泥岩區的貝類種類多，體積也較小，貝殼碎屑較多。

(如照片 24、25)

(二)除了較大的貝類化石外，於泥岩區還有微小化石蹤跡，如有孔蟲。

(如照片 26)

(三)牛稠內西側的半面山附近：

牛稠內西側半面山與牛稠內半面山(順向坡上)地層雖同屬厚層砂岩，但化石產狀卻大大不同。

(如照片 27、28)

(四)牛稠內順向坡較下層的砂岩地層已很難找到貝類化石，因為更下層的地質年代更久遠，所以和表層的砂岩地層可提供生物生存的條件已不相同。(如照片 29)



照片 24 地點：牛稠內中段農路
砂岩層上的泥岩區貝殼化石種類多
破碎也多



照片 26 地點：牛稠內南段農路
泥岩層有大量其他種類的貝殼化石



照片 27 地點：牛稠內西段鐵皮屋附近
泥岩層有大量有孔蟲，需透過顯微鏡再細
入觀察。



照片 28 地點：牛稠內西側的半面山
厚層砂岩上有較小的二枚貝(檸檬貝?)



照片 29 地點：牛稠內西側的半面山
厚層砂岩的另一側有零星的小貝殼



照片 30 地點：牛稠內最南側農路盡頭
順向坡較下層的厚層砂岩已很難見到
大量的貝類化石

四、比較南瀛丘陵區扇貝化石的古環境差異。

南瀛丘陵區位於阿里山山脈與嘉南平原間，查閱地質圖發現都屬於砂岩、頁岩及泥岩的沉積環境，出土的貝類化石都有一些相似性。本校地球科學研究小組在多次的野外考察發現：雖然都是扇貝化石層，有很多相似的地方，仔細觀察還是有一些差異存在，詳如表 2。

表 2 南瀛丘陵區扇貝化石比較一覽表

比較項目 \ 地點	六甲水流東	左鎮牛稠內	岡林國小西北方道路轉彎區
化石名稱	扇貝	扇貝	扇貝
所在地層	崁下寮層 (頁岩和粗粒砂岩為主)	崎頂層(主要為砂岩、泥岩及頁岩，相當頭嵙山層或卓蘭層)	崎頂層(主要為砂岩、泥岩及頁岩，相當頭嵙山層或卓蘭層，地層較牛稠內新)
密集層特性	產狀唯一。	主要為扇貝化石，還有其他零星小貝類。	只有密集層較堅硬處才有扇貝化石。
密集層厚度	最厚可達 100cm	40~50cm	10~30cm
古環境推想	淺海地區，須有透氣的沙層，可容納此類扇貝大量繁殖。	生活於約 50 公尺深的沿岸海域，需要透氣的沙層，扇貝為主要生物族群。	生活在約低於 50 公尺深的淺海，沙層較薄，扇貝密集層厚度相對較小。
扇貝分佈情形	丘陵區(與山區交界)	丘陵區(範圍從左鎮起至龍崎一帶)	丘陵區(範圍從左鎮起至龍崎一帶)
照片			

五、貝類化石層與數學關係的一些想像。

(一)牛稠內扇貝化石的分佈範圍計算(詳見圖 5 及學習單 3)

利用汽車導航用 GPS(定位容易)計算，求得牛稠內扇貝化石分佈大概範圍(經緯度兩點的距離可以使用氣象計算機，如學習單 3 之網站)。

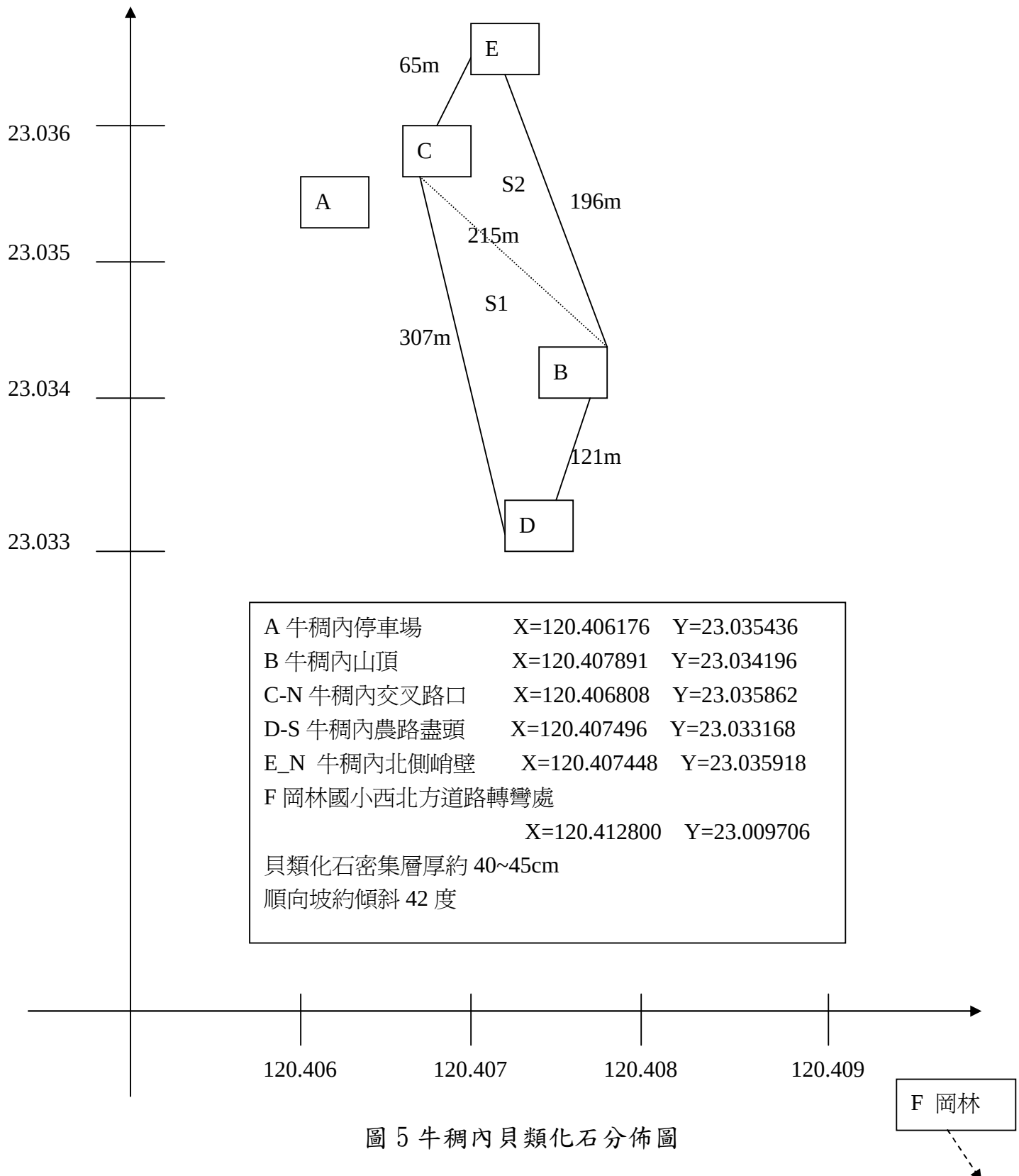


圖 5 牛稠內貝類化石分佈圖

已知三角形的三條邊長分別是 a 、 b 、 c ，則三角形的面積：

$$\Delta = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

(其中 $s = \frac{1}{2}(a+b+c)$),

上網查得這個公式叫海倫公式〔Heron's Formula〕

$$S1=1/2(215+307+121)=321.5 \text{ , } \triangle 1=9977\text{m}^2$$

$$S_2 = 1/2(215 + 196 + 65) = 238, \quad \Delta_2 = 6306 \text{ m}^2$$

$$\therefore \square = \triangle 1 + \triangle 2 = 9977 + 6306 = 16283 \text{ m}^2 = 0.016 \text{ km}^2$$

∴牛稠內貝類化石區剩下的部份 $\approx 0.016\text{km}^2$ (範圍不大)

(二)牛稠內扇貝密集層的體積範圍

假設本地區扇貝化石厚度皆相同，則求得扇貝化石產量大於 $16283 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ m}$ ，所以體積約有 8141.5 立方米。

(三)剝蝕率-可以測試您的計算能力哦！

- 1.台灣是世界之地表剝蝕率最高的地區之一，根據我們查閱資料：李遠輝(1976)的研究，台灣高山地區的總剝蝕率達到每年每平方公分 1,365 毫克(mg)，山坡地也達到 325 毫克。如果我們以 $300\text{mg}/\text{cm}^2/\text{yr}=3\text{kg}/\text{m}^2/\text{yr}$ (含物理及化學風化)計算，則以上扇貝地層約多久會消失，請大家計算計算便可得知。
- 2.如果砂岩的密度 $\div 2.5\text{g}/\text{cm}^3 \div 2500000\text{g}/\text{m}^3 = 2500\text{kg}/\text{m}^3$ ，則牛稠內的化石層換算為重量 $\div 20353750\text{kg}$ 。
- 3.單位面積重量 $\div$ 單位面積剝蝕率=被侵蝕掉的時間，求得時間 $\div 416$ 年，即所需時間至少要達 400 年以上才會消失。不過舊的露頭消失，新的露頭也可能又往下侵蝕，形成新的牛稠內扇貝化石層。

六、牛稠內貝類化石層的古環境想像。

在研究過程中我們發現了一些扇貝化石滅亡的證據，即砂岩層與泥岩層交界處有大量貝類化石，此即代表生物生存環境的有了重大改變，因此我們試著幫牛稠內古環境做一個重建，詳細如圖 6 及學習單 4。您不妨也來畫畫！

牛稠內古環境地層變化關係圖



圖 6 牛稠內古環境貝類化石及地層演變關係圖

陸、綜合討論

- 一、牛稠內扇貝化石層經過實地考察及資料查閱，我們可以發現本地古環境裡這裡到底發生了什麼事。牛稠內離菜寮溪很近，各種化石豐富，我們推想這裡可能曾經是海洋，也曾經是陸地，中間的過程到底有多少次海進海退我們不是很清楚，但是我們可以確定的是這裡曾經是適合扇貝化石大量生存的環境，後來遇到大量泥岩迅速進入本地區，造成貝類的生存環境沒有了(集體活埋)，所以產生一層厚約 40-50 公分的扇貝化石層。
- 二、順向坡上的扇貝化石層呈約 42 度角的傾斜，根據全球古環境的演變，我們可以確定是板塊運動造成的地殼隆起所產生的傾斜，可能是海水下降露出地表，也可能是陸地升起，加上地層受擠壓隆起所形成。
- 三、牛稠內西側地層經實地調查發現屬於較年輕的地層(泥岩層)，也是造成扇貝滅絕的主要因素之一。更往西的方向又是新的另一個厚層砂岩地層，貝類化石產狀完全不同，量也不多。

柒、結論

- 一、牛稠內扇貝化石的分佈範圍在本地產量大，厚度幾乎可達 50 公分，化石的完整性也保存得很好，主要是受厚層砂岩所保護，比較不容易受到破壞。而岡林一帶的扇貝化石則是分佈於一層扇貝自行膠結的薄層硬塊，兩者不太一樣。
- 二、牛稠內扇貝化石主要分布於厚層砂岩之順向坡上，依本研究自訂之「照相面積法」，可以發現其密集度不管從層面上或剖面方向觀察，數值都很高(達 0.5 以上)。而在破碎度方面，泥岩層及表土層有較大的破碎度，於新鮮岩層扇貝化石較完整。
- 三、牛稠內屬崎頂層的中斷，砂岩和泥岩交互堆疊，加上菜寮溪的曲流環繞，是形成半面山的良好條件，山頭看來好像個個獨立，其實它們彼此間都有關聯存在。本段扇貝化石層經資料查閱及實地調查發現最北應該可以達左鎮風吹嶺一帶，往南經過岡林國小附近，最南可到達龍崎丘陵。
- 四、本地貝類大滅絕的歷史前後，由貝類化石的方向性大概可以看出海流方向，證明古海水的進退至少有 2 次以上，形成這裡的生態環境晚期有大量泥岩的堆積，可能是造成扇貝大量死亡的主要原因之一。
- 五、除了扇貝以外本地區還有一些零星的貝類出現，與六甲水流東扇貝化石的單一性不太相同，尤其在較上層的泥岩可以發現許多碎屑化石，在更西側的山頭(半面山)雖有厚層砂岩，但古生態環境就和本地不太一樣。根據 GPS 定位，扇貝是往南延伸，而不是向西延伸。
- 六、利用 GPS 衛星定位及簡單數學公式，可以簡單算出本地扇貝密集層的分佈範圍，並算出大約體積及重量。如果再考慮台灣河流剝蝕率，即可算出本地扇貝密集層可能的消失時間(至少 400 年以上)，牛稠內順向坡向下侵蝕，也許又將出現新的牛稠內化石層。大自然雖然不是簡單數學公式算一算即有答案，但是這樣的估算還是有它的價值。

七、看過 NHK 所拍攝的「太平洋地球演化史」就可以了解牛稠內的古環境，這裡的扇貝化石與尼泊爾、喜馬拉雅山上的菊石化石相比，可真是小巫見大巫。牛稠內扇貝化石屬於崎頂層，經板塊運動和幾次的海進海退影響，才慢慢形成牛稠內扇貝化石密集層，我們查閱地質年代表可以知道它們至少大約距今 1 萬年至 180 萬年左右，但它在整個地質史上只能算是很小的一部份而已。

捌、參考文獻

中央地質調查所數位地質圖 <http://www.moeacgs.gov.tw/>

中央大學應用地質研究所/地科教室/台灣南部九條地質實習考察路線

<http://gis.geo.ncu.edu.tw/earth/edu/south/index.htm>

胡忠恆、陶錫珍(西元 2000)。臺灣貝類化石誌(第五卷，第四冊)。台北市：中華民國化石礦物協會。

西爾·沃克、大衛·沃德(西元 1996)。化石圖鑑(陳星、王原賢譯)。台北市：貓頭鷹。(原著出版於西元 1992 年)

牛稠內古環境大搜密 學習單 1

姓名：

日期：

【活動一】牛稠內有大量扇貝化石，看來應該屬於同一物種，請你查閱「台灣貝類化石」一書，牠們應該是屬於哪一種類的扇貝？常出現在哪些地方(什麼地層)？這些扇貝化石有什麼特徵？

(1)扇貝可能的名稱是什麼？

.....

(2)常出現在什麼地層？

.....

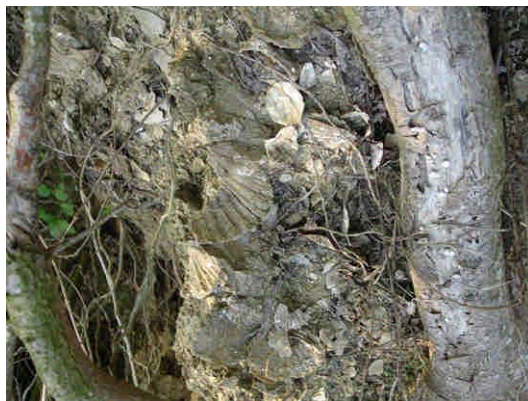
(3)這些扇貝有什麼重要特徵？

.....

.....



牛稠內東段-最高點



牛稠內

【活動二】左邊有兩張照片是台灣南部被發現的扇貝化石，請你從外觀比較一這兩種貝類有何不同？

.....

.....

.....



牛稠內古環境大搜密 學習單 2

姓名：

日期：

【活動一】根據中國海的記錄，扇貝的種類至少有 44 種，下表是某一扇貝化石利用游標尺測量其長和寬的記錄表，請計算比值後，提出你的發現？

編號	長度(cm)	寬度(cm)	比值	備註
1	10.4	8.5		
2	9.6	7.6		
3	8.5	7		
4	8.3	6.5		
5	7.9	6.5		
6	6.3	5.4		
7	5.2	4.2		
8	4.6	4.7		
9	2.9	2.5		
10	2.6	2.4		
平 均 值				

1. 上面的記錄結果，請寫出你的發現？

.....

.....

.....



.....

.....

2. 編號 8 的扇貝與其它扇貝長寬比值有顯著不同，可能的原因是什麼？

.....

.....

牛稠內古環境大搜密 學習單 3

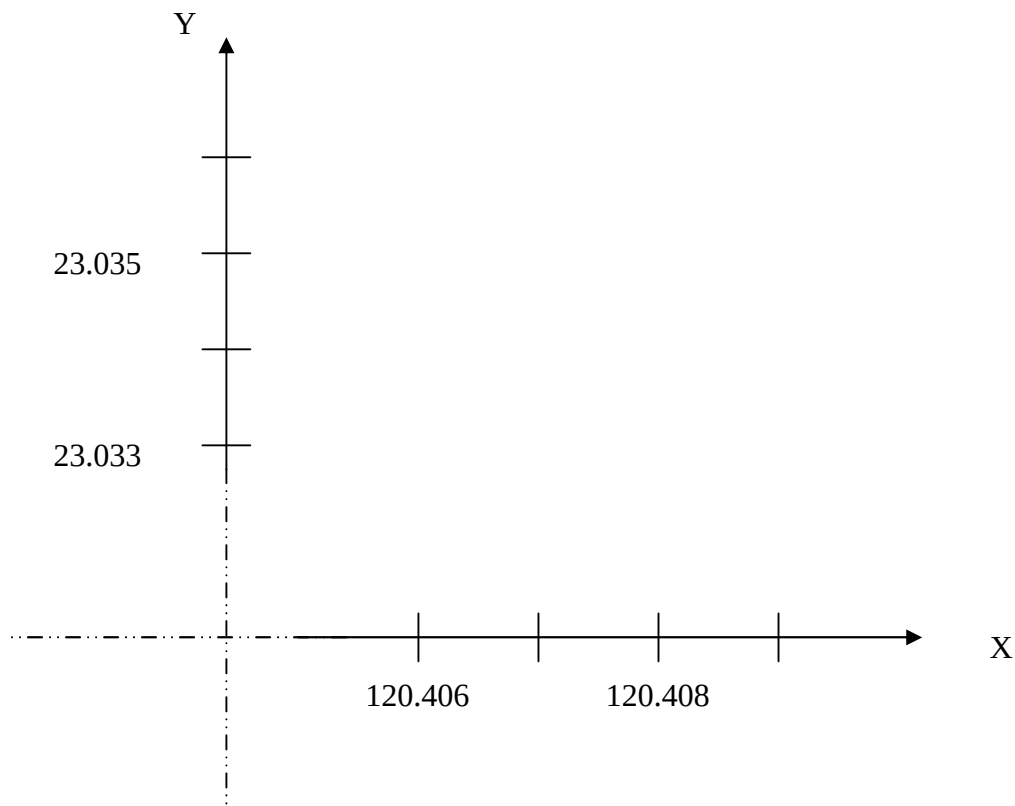
姓名：

日期：

【活動一】牛稠內扇貝化石層的分布範圍，已利用 GPS 訂出它的大概位置(詳見下表)，如果利用座標軸如何表示？可以計算出地表大概分佈的面積嗎？

牛稠內貝類化石座標記錄表

A 牛稠內交叉路口	X=120.406808	Y=23.035862
B 牛稠內農路盡頭	X=120.407496	Y=23.033168
C 牛稠內山頂	X=120.407891	Y=23.034196
D 牛稠內北側峭壁	X=120.407448	Y=23.035918



提示：

1. 經緯度兩點的距離，請查閱氣象計算機/經緯度計算

http://hk.geocities.com/hk_weather/big5/others/calculators.html#1

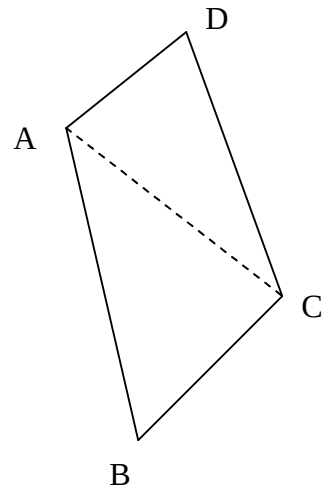
2. 已知三角形的三條邊長分別是 a、b、c，則三角形的面積：

$$\Delta = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \quad (\sqrt{\quad} : \text{開根號的計算請使用計算機})$$

$$(\text{其中 } s = \frac{1}{2}(a+b+c)),$$

這個公式叫海倫公式〔Heron's Formula〕。

查閱經緯度兩點距離後請記錄在下面：



$AB = (\quad)$ 公尺 $BC = (\quad)$ 公尺
 $CD = (\quad)$ 公尺 $DA = (\quad)$ 公尺
 $AC = (\quad)$ 公尺
 $\triangle ABC = (\quad)$ 平方公尺
 $\triangle ACD = (\quad)$ 平方公尺
 $\diamond = \triangle ABC + \triangle ACD = (\quad)$ 平方公尺
 $= (\quad)$ 平方公里

【活動二】呈上題，牛稠內扇貝化石密集層厚約 50cm，請問在這片已露出地表之斜坡上約有多少體積的化石層？(提示：體積=底面積*高)

牛稠內古環境大搜密 學習單 4

姓名：

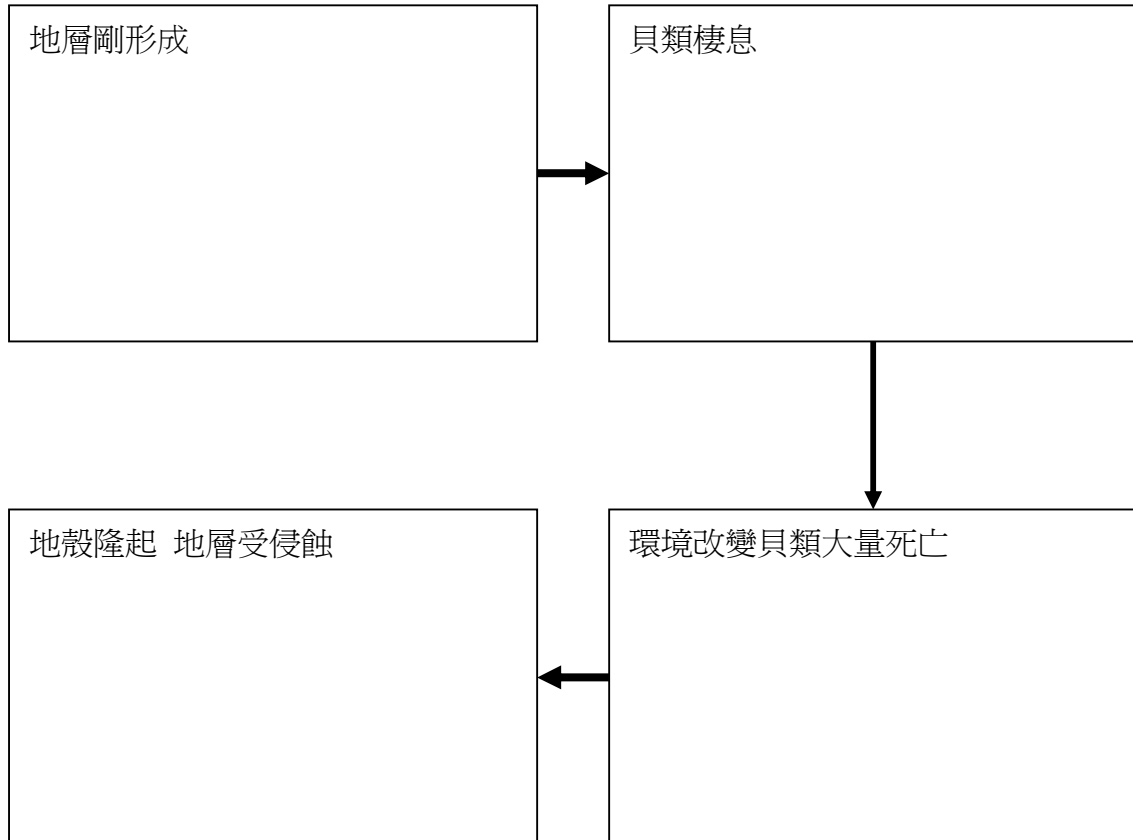
日期：

【活動一】在牛稠埔貝類化石層之向斜坡中段，發現一處地層交界處(砂岩層和泥岩層)有大量貝類化石，請你根據生物生存的條件推論並說明當時牛稠內的古環境變化情形？請以連環圖畫方式繪出至少四個變化過程。

.....
.....
.....
.....
.....



.....
.....



【活動二】牛稠內可見到多處半面山地形，請你查閱資料後說明此地形之的形成過程。(先文字說明再以圖示表示)

提示：與泥岩及曲流有關

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

繪圖說明：

牛稠內古環境大搜密 學習單 5

姓名：

日期：

【活動一】在山崖的頂端如何測量此化石層離溪谷的真正高度(地層被抬升的外露高度)？

方法 1：

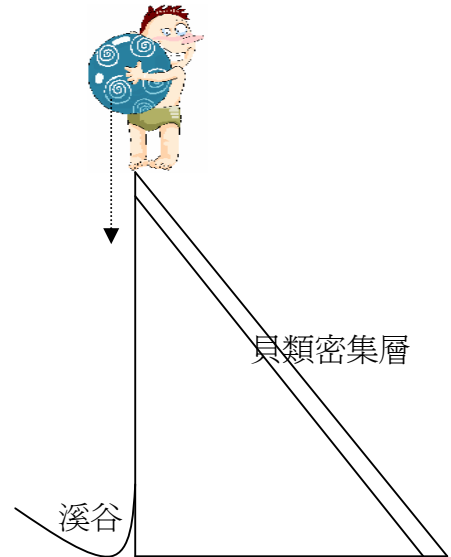
.....

.....

方法 2：

.....

.....



【活動二】呈上題，如果以自由落體方式測山崖高度，哲毓手中有一塊石頭，他站於山崖上手一放，4 秒鐘才聽到石頭著地，請你估算一下此崖的高度？



(提示：距離 $=\frac{1}{2} * G * T^2$ ， $G=9.8m/sec^2$ ， T =石頭落地的時間)

牛稠內古環境大搜密 學習單 6

姓名：

日期：

【活動一】牛稠內扇貝化石是屬於海扇(PECTEN)的一種，經查閱「化石圖鑑」發現牠的構造主要有凸起的右殼與扁平的左殼，請你說明一下牠的生存環境及所在地層大約距今有多久？並繪製完整的左右殼組合情形於下面方框內。

.....

.....

.....

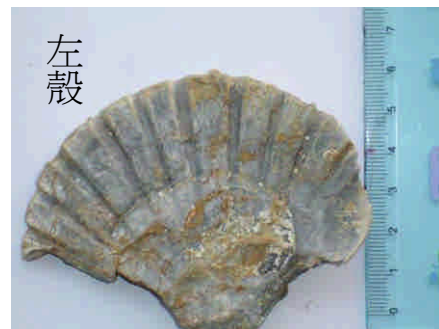
.....

.....

.....

.....

.....



【活動二】牛稠內扇貝化石層的密集層厚約 40-50cm，請你說明當時生物生存的環境到底發生了什麼事？是否有相關的證據？

.....

.....

.....

.....

.....



提示：從層面的交界處及環境的改變去推想。

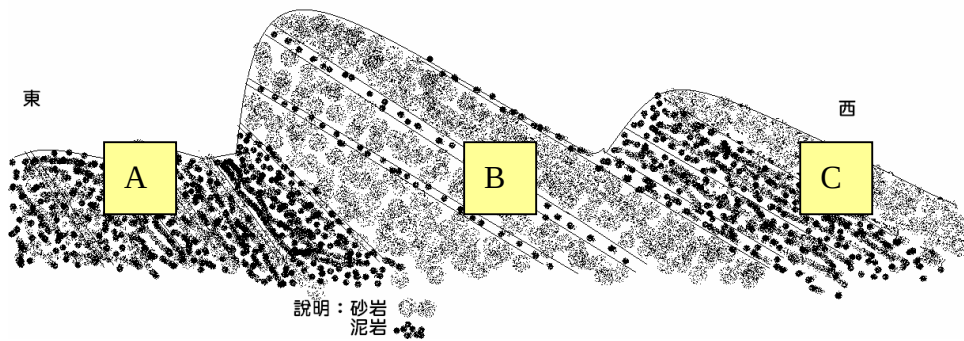
牛稠內古環境大搜密 學習單 7

姓名：

日期：

【活動一】牛稠內屬於崎頂層的一部份，與玉井頁岩層(卓蘭層)交界，資料顯示：崎頂層下段以泥岩為主，中段則為泥岩夾數層厚層砂岩，上段以砂岩與頁岩的互層為主。請你根據考察之岩性判斷牛稠內大約是屬於崎頂層的哪一段？並說明理由。

牛稠內地質地形剖面圖



.....

.....

.....

【活動二】承上題，根據地質地形剖面圖請你以【代號】排出牛稠內的地層年代先後順序？並說明你的理由。

.....

.....

.....

牛稠內古環境大搜密 學習單 8

姓名：

日期：

【活動一】扇貝的種類很多，就牛稠內扇貝化石的觀察，請你閱讀老師發給的文章內容後簡要說明一下扇貝的外觀特徵(身長、顏色、特徵)及生態習性(住哪裡、吃什麼、繁殖期)？請你查閱相關資料，介紹一下扇貝還有哪些種類？

.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

提示：如中國大百科全書線上查詢。

牛稠內古環境大搜密 學習單 9

姓名：

日期：

【活動一】牛稠內扇貝化石所在層面密集度及碎屑度實際量測。

方法：使用相機且固定高度(並考慮岩層方向)如右圖所示，取至少八個點記錄其密集度及碎屑度。



記錄表

編號	位置(經緯度)	現場描述	密集度	碎屑度	其他記錄
1	X=				
	Y=				
2	X=				
	Y=				
3	X=				
	Y=				
4	X=				
	Y=				
5	X=				
	Y=				
6	X=				
	Y=				
7	X=				
	Y=				
8	X=				
	Y=				

牛稠內古環境大搜密 學習單 10

姓名：

日期：

【活動一】牛稠內附近河流剝蝕率也很強，根據衛星定位算出其表面積約為 20000 平方公尺，現有一扇貝化石密集層均勻分布於此範圍內，平均厚度約有 0.5 公尺。如果現在已經知道這裡每年的剝蝕率是每平方公尺 4000 克(4000g/m²/yr)，請問至少需要多久時間這裏的扇貝化石才可能消失？

- 設此地層的岩石密度都是 2.5g/cm³
- 提示：單位面積重量÷單位面積剝蝕率=被侵蝕掉的時間



【活動二】「牛稠內古環境大搜密」經過幾個月的研究，你的研究心得有哪些？是否有不太清楚或者有哪些地方有疑問，請你提出來。
(至少 300 字以上，可以圖示說明，不夠寫可以翻面繼續。)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

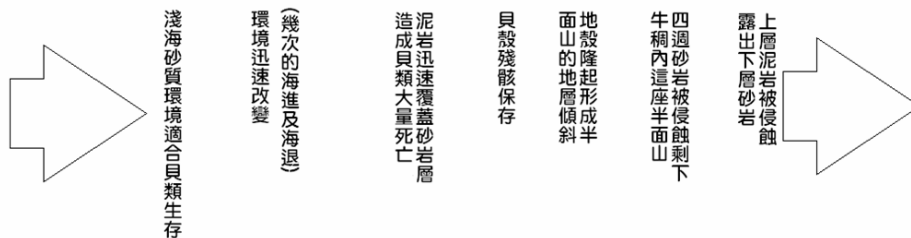
牛稠內古環境大搜密 學習單 11

姓名：

日期：

【活動一】牛稠內的古環境變化經過我們的研究，形成過程大概如下圖之文字說明，請你用繪圖方式來陳述這些古環境的形成過程。

牛稠內古環境地層變化關係圖



1	5
2	6
3	7
4	

牛稠內古環境大搜密 學習單 12

姓名：

日期：

【活動一】貝殼化石的排列方向可以大概得知古環境當時的水流方向，活的貝殼和死亡的貝殼受水流的影響如何？請你說明一下，並用圖示方式表示。

.....
.....
.....

圖示：

【活動二】以下有兩種形狀的貝殼，請你實際操作並記錄其排列方向，可以文字敘述加圖示表示。(提示：以箭頭表示水流方向)



評	語
---	---

081567 牛稠內古環境大搜密

1. 一系列課程規劃輔助研究進行，很值得鼓勵。
2. 實地的觀察與調查研究工作確實深具科學本質。
3. 在結果與討論部份較缺乏，同時宜加強相關之地科知識。