

新竹市第44屆中小學科學博覽會  
作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國小

作品名稱：全「粒」做「顆」展-顆粒靜蟹沉積岩的粒徑分析與地質調查

關鍵詞：顆粒靜蟹、粒徑分析、地質調查

編 號：115PB-E004

## 摘要

本研究橫跨臺灣西北部四大流域（大漢溪、鳶山堰、大安溪、大甲溪），定量分析「顆粒靜蟹」化石層之沉積特徵。透過實地採樣與實驗室篩分，數據顯示顆粒靜蟹主要分佈於粒徑 62.5~250 微米（ $\mu\text{m}$ ）的細砂至極細砂岩層中。研究發現顯著的地質關聯性：位於桂竹林層與錦水頁岩交界處的樣本，其泥質含量比例與化石完整度呈正相關。此外，對比海拔高度發現，隨河流坡降增加，平均粒徑由 125 $\mu\text{m}$  向上游遞增，證實了水動力對化石埋藏環境的篩選作用。

本計畫結合空拍地質調查與精密粒徑數據，成功建立顆粒靜蟹分佈與岩層物理特性的關聯模型，並預測大安溪特定層位具備高度化石潛力，展現地層對比之科學預測價值。

## 壹、研究動機

有一次，我們跟老師出去採集，無意間發現了一個化石。起初我們並不確定它的種類，於是透過查閱書籍、比對圖片與請教老師，最後確認那是一種名為顆粒靜蟹的化石。能夠親眼看到遠古生物曾經存在的證據，讓我們感到十分驚奇，也深刻體會到大自然中蘊藏著豐富而珍貴的歷史。這次的發現不僅帶給我們成就感，更激發了我們對古生物與地質環境的濃厚興趣。我們開始思考：除了大漢溪之外，臺灣是否還有其他地區蘊藏著顆粒靜蟹的化石？這些化石又分布在什麼樣的地層環境中？是否能透過進一步的探索與研究，了解顆粒靜蟹的生活環境與演化歷程？

因此，我們決定以此為出發點，展開更有系統的資料蒐集與實地探查，希望透過研究不同地區的化石種類與分布情形，深入認識臺灣的地質特色與自然歷史，並培養我們主動探究與團隊合作的能力。

## 貳、研究目的

- 一、整理桃園到台中的潛在顆粒靜蟹化石採集帶
- 二、分析大漢溪、鳶山堰、大甲溪、大安溪的海拔高度與空拍圖
- 三、分析大漢溪、鳶山堰、大甲溪、大安溪的岩層粒徑
- 四、歸納顆粒靜蟹古代的生活環境

## 參、研究設備及器材

### 一、實驗器材

空拍機	海拔高度儀	地質錘	篩網 (100目、300目、 500目、900目)
 (圖片取自網路)	 (圖片取自網路)	 (圖片為自行拍攝)	 (圖片取自網路)
篆刻筆	報紙	刷筆	化石保護劑(B72)
 (圖片為自行拍攝)	 (圖片取自網路)	 (圖片取自網路)	 (圖片取自網路)

## 肆、研究過程或方法

### 一、查找資料

(一)用google earth以及地質資料查詢整合網找出有可能出現化石的地區，並記錄海拔高度。

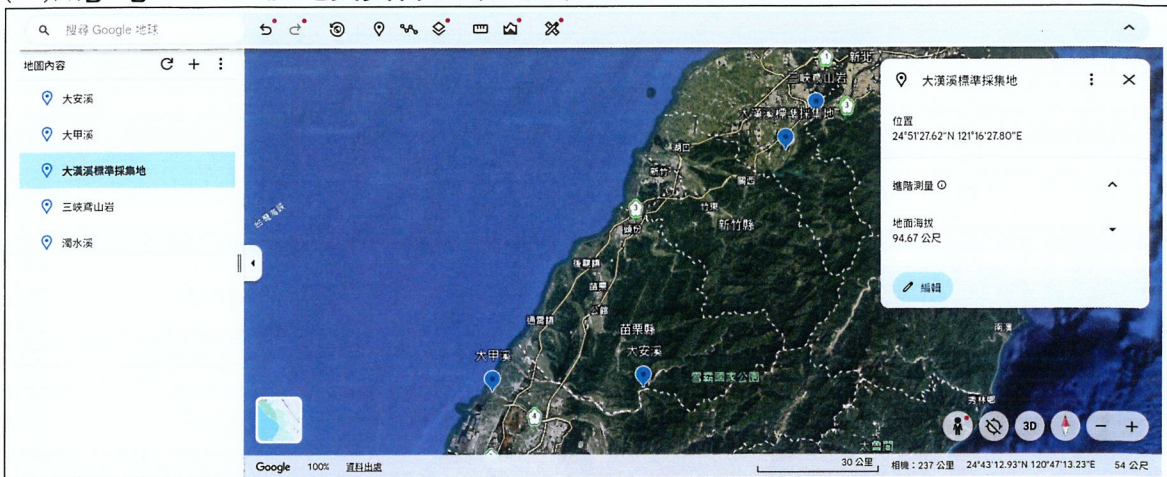


圖4-1 Google earth (圖片擷取自-Google earth)

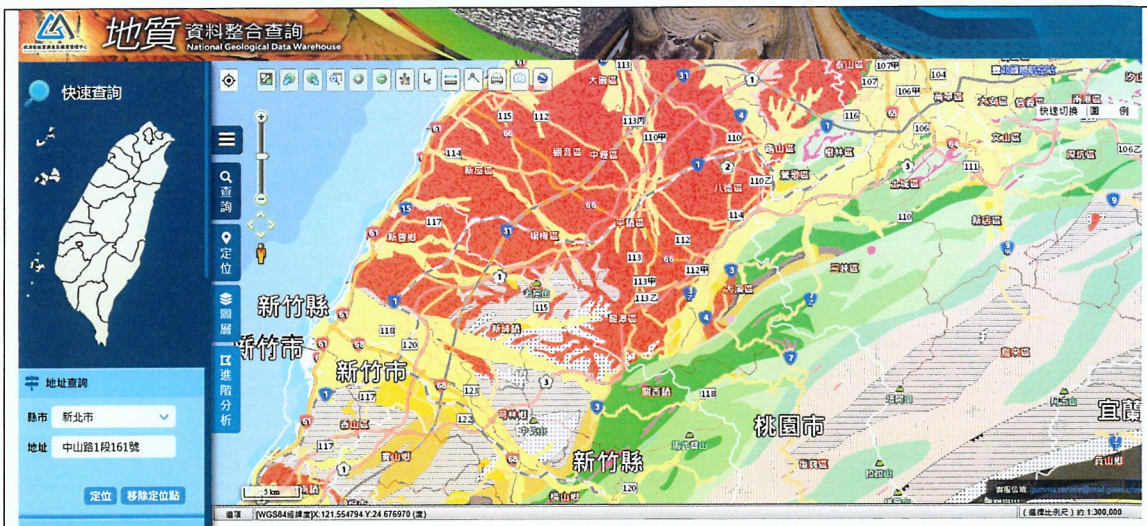


圖4-2 地質資料查詢整合網 (圖片擷取自-經濟部地質調查及礦業管理中心)

### 二、實地考察

(一)前往有可能出現化石的地區。

(大漢溪與大甲溪為穩定的顆粒靜蟹化石採集地，本次研究以兩個地點作為標準採集地。)

(二)使用海拔測量儀確認海拔高度。

(三)使用空拍機掃描地層。

(四)採集沉積岩與化石。

### 三、整理資料

(一)將帶回的岩石敲碎，進行粒徑分析。

(二)整理沉積岩對應的地質年代。

### 四、進行對比

(一)將各個溪流的研究圖表進行對比。

(二)推測哪個河床的岩層可能會有較多的顆粒靜蟹的化石。

## ※粒徑分析 步驟

### 準備步驟

- (一)根據待測材料的粒徑大小，選擇合適的篩網。
- (二)將不同目數的篩網堆疊起來，最上層放目數最小、孔隙最大的篩網。
- (三)將待測材料放上最上層的篩網，並搖晃過篩。
- (四)分別秤出各個篩網上的不同大小顆粒的重量。


## 伍、研究結果

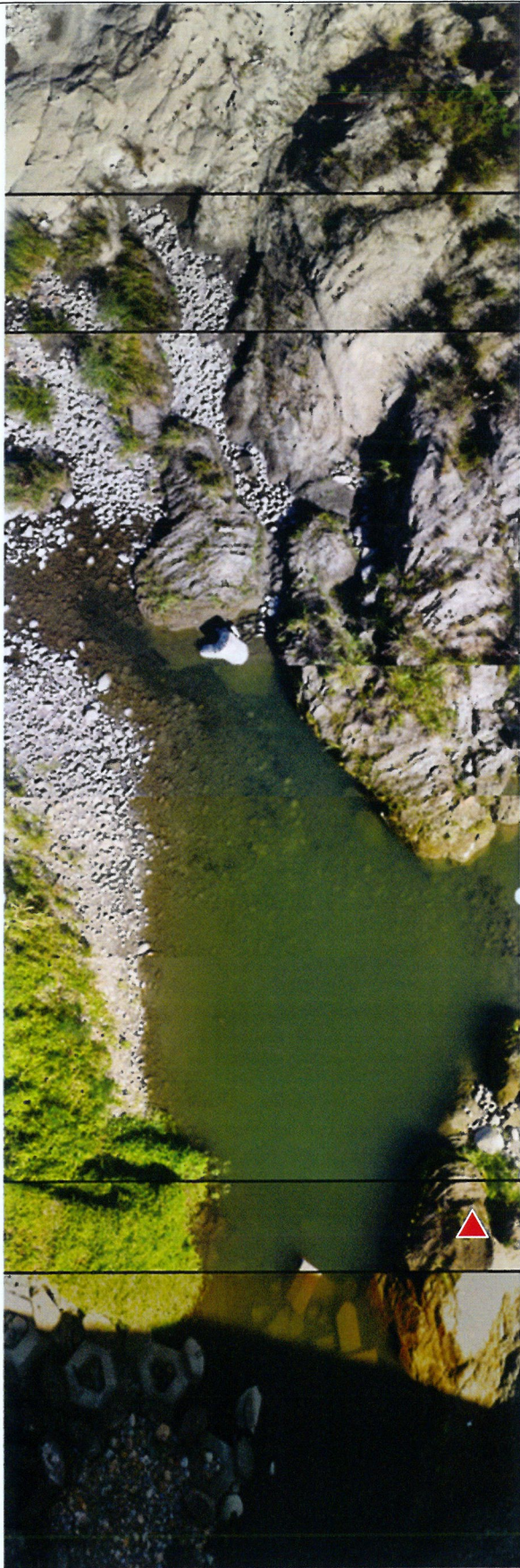
### 一、研究的顆粒靜蟹採集點選擇

本研究採集地點：

- (一)桃園-大漢溪
- (二)新北-鳶山堰
- (三)台中-大甲溪
- (四)苗栗-大安溪

### 二、顆粒靜蟹採集點空拍圖與海拔

	<p>(一)紅色三角形：海拔 102m。</p> <p>(二)Google earth測得海拔： 最高：94.77m 最低：91.87m</p> <p>(*紅色=顆粒靜蟹化石採集點)</p>
圖5-1大漢溪空拍圖 (圖片自行拍攝)	岩層分析



(一)紅色三角形：海拔 43m。

(二)Google earth測得海拔：

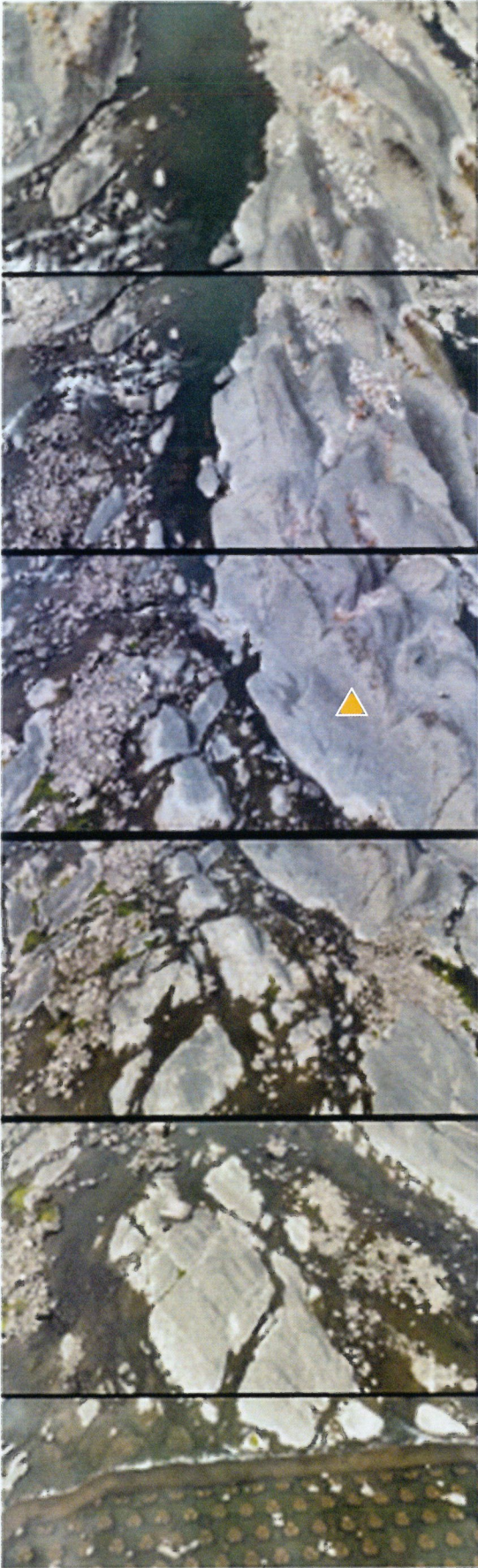
最高：34.39m

最低：29.12m

(\*紅色=顆粒靜蟹化石採集點)

圖5-2鳶山堰空拍圖 (圖片自行拍攝)

岩層分析



(一)黃色三角形：海拔217 m。

(二)Google earth測得海拔：

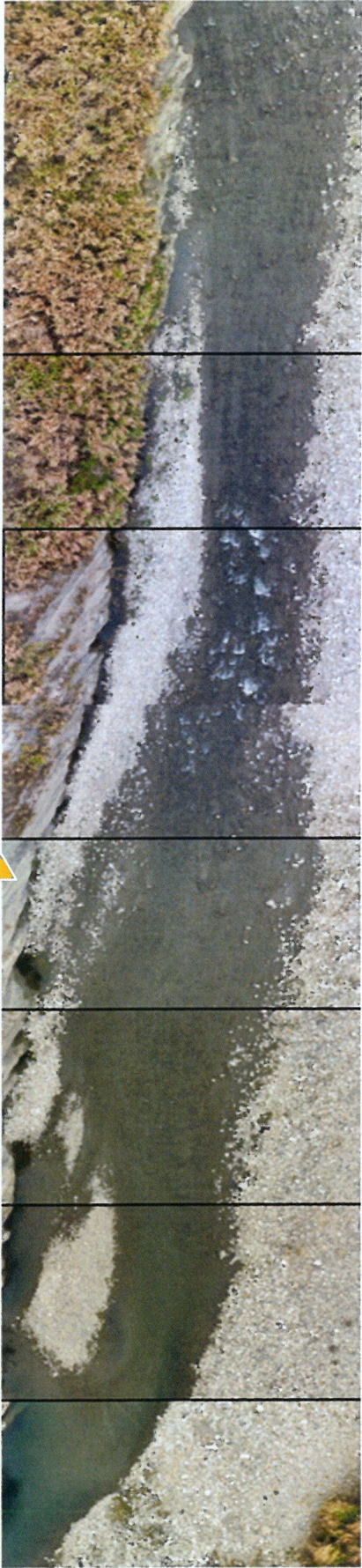
最高：237.67m

最低：237.35m

(\*黃色=並未發現顆粒靜蟹化石)

圖5-3大甲溪空拍圖 (圖片自行拍攝)

岩層分析



(一)黃色三角形：海拔 561m。

(二)Google earth測得海拔：

最高：583.39m

最低：582.77m

(\*黃色=並未發現顆粒靜蟹化石)

圖5-4大安溪空拍圖 (圖片自行拍攝) 岩層分析

### 三、沉積岩粒徑分析

#### (一)重量(g)

數據指標 \ 地點	大漢溪 (102m)	鳶山堰(43m)	大甲溪 (217m)	大安溪 (561m)
日期	04/28	10/12	01/31	01/31
原重量(g)	4.63	78.06	138.67	94.48
粉狀總重(g)	4.57	77.94	137.77	94.06
損耗重量(g)	0.06	0.15	1.61	0.44
#100 含量(g)	2.39	43.75	65.15	59.76
#300 含量(g)	1.97	26.52	59.96	24.36
#500 含量(g)	0.15	2.5	10.60	8.87
#900 含量(g)	0.02	3.63	0.45	0.44

(二)比例(所占比例)

數據指標 \ 地點	大漢溪 (102m)	鳶山堰(43m)	大甲溪 (217m)	大安溪 (561m)
日期	04/28	10/12	01/31	01/31
原重量(g)	4.63	78.06	138.67	94.48
粉狀總重(g)	4.57	77.94	137.77	94.06
損耗率(%)	1.29%	0.15%	0.64%	0.44%
#100 含量(%)	<b>52.29%</b>	<b>56.13%</b>	<b>47.85%</b>	<b>63.53%</b>
#300 含量(%)	<b>43.11%</b>	<b>34.03%</b>	<b>44.04%</b>	<b>25.90%</b>
#500 含量(%)	<b>3.28%</b>	<b>3.21%</b>	<b>7.78%</b>	<b>9.43%</b>
#900 含量(%)	<b>0.43%</b>	<b>4.66%</b>	<b>0.33%</b>	<b>0.47%</b>

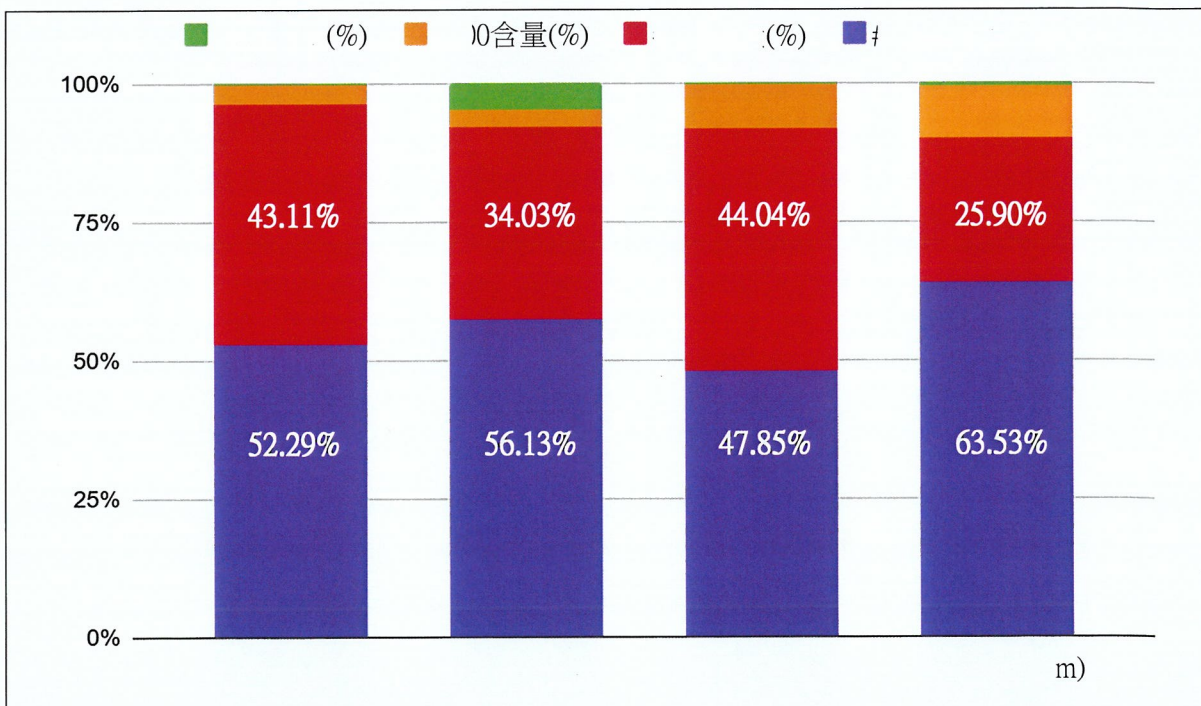


圖5-5 粒徑分析(比例轉換-長條圖)

(三)砂與粉砂的沉積比例(\*以 $48\mu\text{m}$ 為分界)

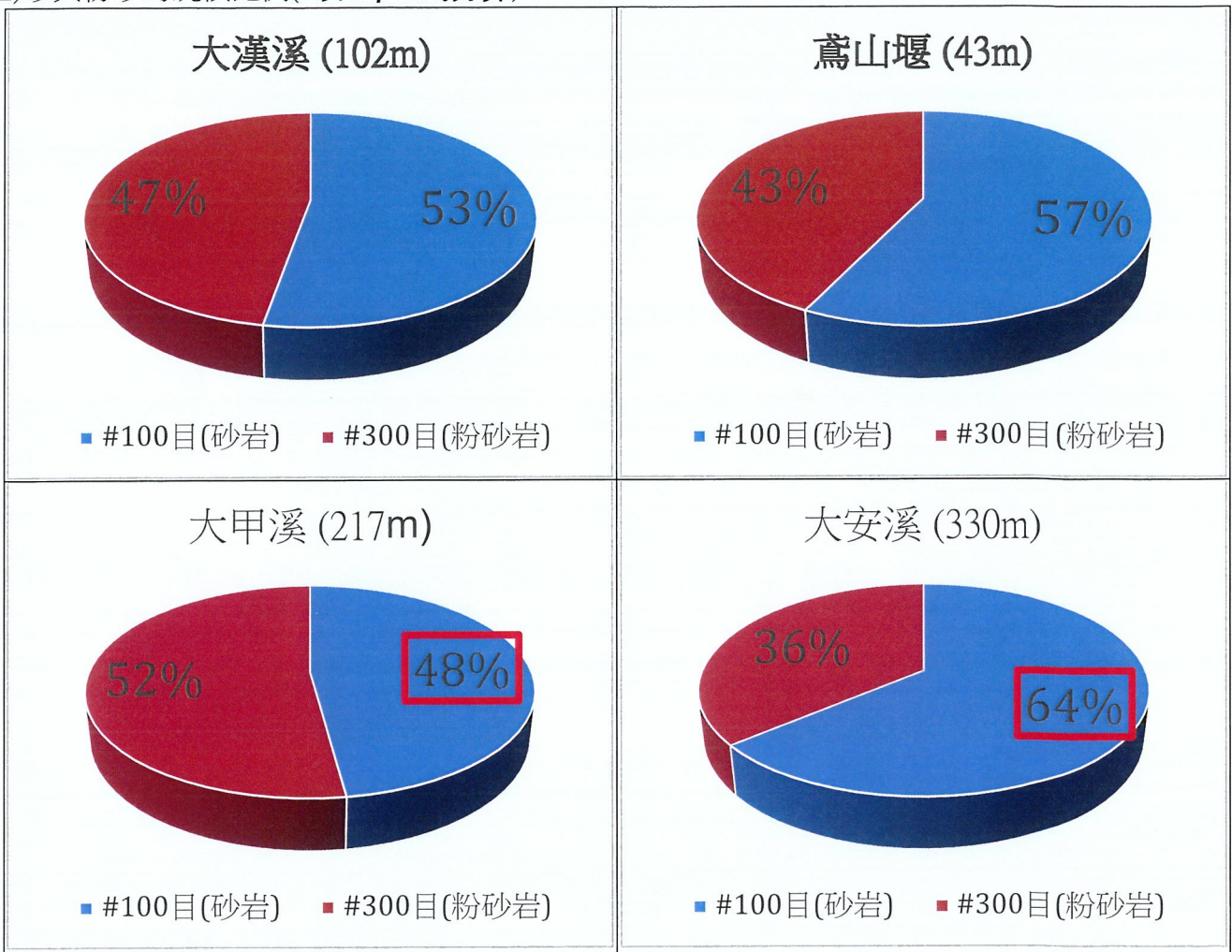


圖5-6 砂岩與粉砂岩的比例

#100目指粒徑在 $150\mu\text{m}$ 以上的顆粒，#300目則指粒徑在 $48\mu\text{m}$ 以下的顆粒，其中圖中#300目包含#500目以及#900目的顆粒比例。)

(四)目數與粒徑大小對照表

目數 #100	顆粒大小約為 $150\mu\text{m}$
目數 #300	顆粒大小約為 $48\mu\text{m}$
目數 #500	顆粒大小約為 $25\mu\text{m}$
目數 #900	顆粒大小約為 $15\mu\text{m}$

#### 四、沉積岩粒徑顏色對比













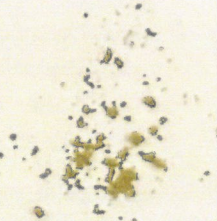


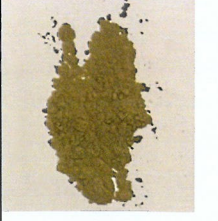
粒徑 \ 地點	大漢溪 (102m)	鳶山堰(43m)	大甲溪 (217m)	大安溪 (561m)
目數 #100				
目數 #300				
目數 #500				
目數 #900				

圖5-7 不同粒徑顆粒的顏色比較圖 (圖片皆為自行拍攝)

五、岩石種類表格

	大漢溪 (102m)	鳶山堰 (43m)	大甲溪 (217m)	大安溪 (561m)
化石	貝類 顆粒靜蟹	貝類 顆粒靜蟹	貝殼	*無
岩層				
	桂竹林層-二鬮層 (上新世-更新世) 5.3 Ma-2.6 Ma	桂竹林層-大埔段 (中新世) 8 Ma-5.3 Ma	錦水頁岩層 (上新世) 5.3 Ma-2.58 Ma	卓蘭層 (上新世-更新世) 2.58 Ma-1.8 Ma

圖5-8 地質資料整合查詢網所得之地質年代 (圖片截取自地質資料整合查詢網)  
(\*=有發現層層堆疊的沉積岩。)

我們發現找到顆粒靜蟹化石的地方，在海拔與地層比對上似乎都不一樣，代表顆粒靜蟹在北部與中部應該分屬兩種不同的岩層類型，在北部大漢溪、鳶山堰的顆粒靜蟹分佈岩層大多是桂竹林層；大甲溪、大安溪雖沒找到化石，但根據以前大甲溪有找到顆粒靜蟹的位置，在岩層分類上應屬於錦水頁岩層。

代	世	距今時間	臺灣代表性地層
第四紀	全新世 更新世	2.6 Ma ~ 至今	崙山層
新近紀	上新世	5.3 ~ 2.58 Ma	卓蘭層、錦水頁岩
新近紀	中新世	23 ~ 5.3 Ma	桂竹林層
古近紀	漸新世	34 ~ 23 Ma	五指山層
古近紀	始新世	56 ~ 34 Ma	四稜砂岩
二疊紀		-252 ~ 66 Ma	大南澳片岩

## 六、化石清修的步驟

- (一)辨識：利用石頭特有的紋路和裸露出的化石特徵來進行鑑別，接著利用工具將化石仔細的清理出來。
- (二)清理：將化石仔細比對現生物種，找出化石在母岩可能的延伸位置，這樣較不容易使化石出現損傷。
- (三)修補：將損傷的化石用瞬間膠黏合。
- (四)保存：在修補完成的化石表面塗上B72保護漆，這樣做不僅可以保護化石，還可以使化石免於受到環境濕度的影響。

## 陸、討論

### 一、在網站上尋找到其他潛在的化石採集地

#### (一)草屯烏溪

#### (二)頭汴坑溪



圖6-1 透過搜尋顆粒靜蟹找到的貼文 (圖片截自Facebook)

由於現實的考量，有些地點因為不容易到達，會有一定程度的危險性，參考從網站上找到的資料，草屯烏溪與頭汴坑溪應該可以列為未來繼續深入採集的地點。

### 二、台中科博館的鯨掘特展

臺灣目前的化石出土地質年代以新生代為主，而在我們開始進行顆粒靜蟹的研究後不久，台中科博館就設立了一個名為鯨掘的化石採集特展，雖然不是本研究的顆粒靜蟹，但展出期限內，我們也特別去到台中科博館，實地參觀了臺灣最新、最完整的鯨魚化石出土紀錄。

### 三、開發or化石保存？

在石岡大壩下游的大甲溪一直以來都是著名的化石採集地，老師分享約莫二十多年前大甲溪甚至以盛產顆粒靜蟹化石為名，而這次我們去採集卻只剩稀疏的貝類化石，除了顆粒靜蟹化石的數量減少，在老師跟我們分享後，我們才知道現在看到河川整治過後的河床，其實以前都是原始的沉積岩地形。台中大甲溪一帶因為經歷了921地震，出現新的斷層面，這一些化石才會跑出來，但經過人類的開發與河川整治工程，又再次導致出產的化石被破壞消失了。開發與維持生態環境，在化石的世界裡，也是值得思考的議題。

### 四、沉積岩(泥岩、砂岩與粉砂岩)的顆粒粒徑分析

#### (一)沉積的環境：

沉積岩的粒徑顆粒大小可以看出沉積物在幾百萬年前的類型，當沉積物多以較細顆粒的砂或泥為主，通常也代表沉積岩當時的環境本身分佈的位置較下游導致其顆粒較為細緻，經過圖5-6的砂與粉砂粒徑比較圖，我們發現顆粒靜蟹分佈的環境，可能以較細緻的海沙、泥沙為主，其中桂竹林層粒徑約為 $250-62.5 \mu\text{m}$ ，錦水頁岩層粒徑則約在 $62.5 \mu\text{m}$ 以下。根據Wentworth (1922)的定義，砂與粉砂的分界為 $62.5 \mu\text{m}$ 。本實驗使用之#300目篩網( $48 \mu\text{m}$ )已接近此邊界，故本實驗將#300目以下之攔截物視為粉砂與泥的組成。

(二)粒徑的計算公式：

地質學使用 Phi( $\Phi$ )值作為計算單位， $\text{Phi}(\Phi) = -\log_2(\text{粒徑 mm})$ 。以上面砂與粉砂的顆粒為例，當  $\text{Phi} = 4$  時，粒徑正好是 2 的負 4 次方 =  $1/16 \text{ mm} = 0.0625 \text{ mm}$ ， $0.0625 \text{ mm}$  也等於  $62.5 \mu\text{m}$ 。

(三)Phi( $\Phi$ )是什麼？

為了將複雜的沉積物粒徑整理，地質學家溫德沃斯 (Wentworth)，制定了一套規則，把從 1mm 開始的粒徑顆粒直徑，連續除以 2 並利用  $-\log_2(\text{粒徑 mm})$  換算成 Phi( $\Phi$ )：

1.  $1 \text{ mm} \rightarrow \Phi=0$
2.  $0.5 \text{ mm} \rightarrow \Phi=1$
2.  $0.25 \text{ mm} \rightarrow \Phi=2$
2.  $0.125 \text{ mm} \rightarrow \Phi=3$
2.  $0.0625 \text{ mm} \rightarrow \Phi=4$

而  $0.0625 \text{ mm}$  剛好是顆粒介於看得見與看不見的交界，小於這個尺寸，觸摸感也會從粗糙變成滑膩。

(四)目數大小的訂定：

篩網的目數代表其孔隙的數量，定義是「一英吋的長度內，有多少個孔洞」。所以目數越多，代表孔隙越小，可以過濾出更細緻的顆粒，以 #300 目為例， $1 \text{ 英吋} = 25.4 \text{ mm}$ ，平均分配 300 格，一格大小約為  $0.0874 \text{ mm}$ ，扣掉金屬線的厚度  $0.037 \text{ mm}$ ， $0.0874 - 0.037 = 0.0477 \text{ mm}$ ，換算成  $\mu\text{m}$  即為  $47.7 \mu\text{m}$  (本研究四捨五入為  $48 \mu\text{m}$ )。

目數(Mesh)	平均分配距離	線徑(標準線徑)	淨孔徑( $\mu\text{m}$ )	對應地質定義
#200	0.127 mm	0.053 mm	$74 \mu\text{m}$	細砂
<b>#230</b>	<b>0.1100 mm</b>	<b>0.047 mm</b>	<b><math>63 \mu\text{m}</math></b>	<b>砂與粉砂的分界 (Wentworth 標準 <math>\Phi=4</math>)</b>
#300	0.0847 mm	0.037 mm	$48 \mu\text{m}$	粗粉砂
#500	0.0508 mm	0.025 mm	$25 \mu\text{m}$	中粉砂
#900	0.0282 mm	0.013 mm	$15 \mu\text{m}$	細粉砂

表6-1 目數與對應孔徑大小對應表

在本研究中，雖受限於現有設備的關係，我們只選用 #100 與 #300 目進行分析，未能納入地質標準中砂與粉砂的交界- #230 目 (孔徑在  $63 \mu\text{m}$ ) 的篩網。然而，透過計算可知本實驗之 #300 目 ( $48 \mu\text{m}$ ) 能更嚴謹地過濾出極細粉砂成分。未來研究若能增設 #200 目 ( $74 \mu\text{m}$ ) 篩網，將能更精確地釐清細砂與極細砂之佔比，進一步細化顆粒靜蟹對棲息底質的偏好範圍。

## 柒、結論

### 一、整理桃園到台中的潛在顆粒靜蟹化石採集帶

大漢溪與鳶山堰、大甲溪與大安溪，在地理位置以及地質年代比較上，看得出較具有連續關係。

### 二、分析大漢溪、鳶山堰、大甲溪、大安溪的海拔高度與空拍圖

藉由將大漢溪與鳶山堰分成一組；大甲溪和大安溪分成另一組，我們發現所有採集地的海拔高度都有一定的落差，除了google earth和海拔高度儀之間存在誤差以外，我們發現**海拔高度無法直接對應到準確的地質年代**。但我們在大漢溪和鳶山堰依然有發現顆粒靜蟹化石。

### 三、分析大漢溪、鳶山堰、大甲溪、大安溪的岩層粒徑

粒徑分析可以看出沉積岩的組成顆粒大小，透過比較高佔比的#300和#100目之間的比例，我們發現大甲溪和大安溪的地質年代和地質資料整合網的結果一樣，兩者屬於不同的地質年代，大甲溪屬於錦水頁岩層、小顆粒粒徑組成較高；而大安溪是年代較輕的卓蘭層、小顆粒粒徑組成較低，又因為大安溪和大甲溪兩者實際距離相差沒有很遠，若兩者地質結構雷同，那再經過一段時間的風化與侵蝕，我們相信**大安溪應該也會開始發現顆粒靜蟹化石**。我們認為若大甲溪未來將找不到顆粒靜蟹，那大安溪就是還未出現顆粒靜蟹化石。

### 三、分析顆粒靜蟹的古代生存環境

從粒徑分析中我們發現，組成錦水頁岩層和桂竹林層的沉積岩大多以 $62.5\ \mu\text{m}$ 的顆粒為主，我們也發現大安溪的岩層，在粒徑分析上粗顆粒的比例佔了63%，是四個區域裡面最高的；大甲溪的粗顆粒比例最少，同時也是曾經發現過最多顆粒靜蟹的化石採集地，因此我們認為**大安溪目前的岩層應該無法找尋到顆粒靜蟹化石，而顆粒靜蟹應該喜歡分布在顆粒較細緻的海砂環境**。

## 捌、參考文獻

重要參考文獻：

- 一、<https://www.hakkatv.org.tw/news> 台中的文史工作者們，發現大甲溪的海洋動物化石
- 二、<https://scitechvista.nat.gov.tw> 化石的行程及常見的化石
- 三、<https://www.peopo.org/news> 化石專家李天德老師三義斷層地質解說
- 四、<https://www.geotech.org.tw> 中央山脈西翼及脊梁山脈區的地質
- 五、Wentworth, C. K.(1922).*A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments*.砂岩與粉砂岩

重要參考網站：

- 一、<https://earth.google.com/web/> google earth查詢海拔
- 二、<https://geomap.gsmma.gov.tw> 經濟部地質調查及礦業管理中心-地質資料整合查詢網