

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

## 國中-地球科學科

科 別：地 球 科 學 科

組 別：國 中 組

作品名稱：淡水河竹圍地區河岸沉積物顆粒分布研究

關 鍵 詞：淡水河、粒 度、竹 圍

編 號：030510

---

**學校名稱：**

臺北市立古亭國民中學

**作者姓名：**

蕭鈺達、林政宏、蘇芳瑩、康再宏

**指導老師：**

黃振祐、潘建熾



# 淡水河竹圍地區河岸沉積物顆粒分布研究

## 壹、研究動機

豔陽高照的夏日，暖風徐徐吹來，幾個同學相約到淡水一日遊。「有緣，無緣，大家來作伙，燒酒喝一杯，呼乾啦！呼乾啦！」，我們哼著「流浪到淡水」，把汽水當酒，雨傘當樂器，走在紅樹林旁，別有一番風味！

走著走著，發現一條秘密小徑，心裡想著：「它會帶領我走向秘密花園嗎？」一夥人覺得好奇，當起「台灣探險家」，沿著清幽小徑走進去。「哇！你看！那不就是水筆仔嗎！」「還有，還有，你看！那是招潮蟹耶！好可愛喔！」我們像是井底之蛙，看到外面不同世界，是如此興奮與驚訝呀！一會兒，一陣慘叫「啊！快來救我，我陷下去了！」在一旁神氣的小康說：「活該，誰叫你要跑到離河面那麼近的地方。」剎那間，疑問有如弓箭般射進我的腦袋，「泥土的軟硬度，和沈積物的顆粒大小、距河遠近，有關連性嗎？」

於是，大家便想到，在地球科學課程第三章的課程中，老師曾經帶著我們討論許多有關地貌改變與平衡的過程，例如在 3-1「壯麗山川的成因」中，曾提到「流水具有沖蝕力，能將流經的地方沖蝕成小溝渠」也提到「流水就像雕刻刀，能將流經之處的岩石侵蝕下來，並藉著河水搬運到更下游」，「沉積岩可以依組成的沉積物顆粒大、中、小就分別成為礫岩、砂岩及頁岩」老師並進一步說明在沉積物沉積的過程當中，當地質營力越大的時候，沉積的顆粒就越粗。而在 3-2 的課程中，老師也教我們河道的平衡，讓我們了解河口的地形對整條河流而言是以沉積作用為主。在 3-3 的課程中，老師也教我們有關海岸線平衡的知識，「河流不斷帶來沉積物出海，而海浪及沿岸流又不斷帶走泥、沙等沉積物，如果帶來的泥、沙比帶走的多，那麼，海岸線就向海的方向移動，反之則向陸的方向移動」，這個地方雖不是海岸，但出海口相信也受到類似的營力作用影響吧！

「哇！這個地方的沉積特性好像都跟我們課本所描述的內容有關，可是又更複雜了些...」大家的心裡都暗自想著...。所以大家想利用這次科展的機會，來作這個實驗，印證三年所學的成果。或許當我們分析淡水附近沈積顆粒分佈情形之時，會從其中瞭解到造成這些沈積物顆粒大小分佈

營力變化的關連性，展開我們的「淡水充實之旅」，旅途雖長，但我們並不怕苦，有毅力的堅持到最後一秒，正是所謂科學家的偉大精神！

## 貳、研究目的

淡水河是台灣北部第一大河川，由大漢溪、新店溪及基隆河三大支流匯聚而成，其流域貫穿台北縣市，本校校址亦位於淡水河濱。淡水河於關渡、淡水一帶出海，其出海口環境為一個淡鹹水交會的河口環境，地勢低平，並且受到潮汐現象影響顯著(許銘熙等，民 88 年)，其中的關渡溼地更有著全台灣最大的紅樹林族群生長。本區域的沉積環境受到潮汐、河流、風力、颱風及紅樹林地形等因子影響，有著與一般河川及河口截然不同的沉積特性。

本研究的目的即希望藉由簡單的沉積物採樣及顆粒度分析方法，了解本區域沉積物顆粒分布的情況，並且運用我們在地球科學課程中所習得的知識，嘗試進一步推測並証實影響本區域沉積物顆粒分布的主要營力及機制。

## 參、文獻探討

河口地區是一個淡水與鹹水的交會地帶，也是河川與海洋間聯繫的通道，自古以來，許多大型的港口均建築於河口地區，使得河口往往成為交通的要道，人文薈萃的繁榮地區，對人類的生活影響相當深遠。河口地區承接了來自陸源大量的沉積物，由於地勢平坦、河水流速緩慢，沉積作用相當顯著，在陸域及海域動力交互作用之下，常常形成許多河口三角洲及飄沙等等沉積地形(謝正倫等，民 84 年)。

根據石再添教授等(民 85 年)的研究報告顯示，一般而言，河口地區的主要營力有 1.逕流作用，包括河川的流量、輸沙量、比流量等等；2.潮流作用，包括沿岸流、潮汐現象等；3.風浪作用，包括季節風向風速、波浪、颱風等影響。然而，淡水河口由於受到淡鹹水交會、河口潮汐現象、地勢低平，形成紅樹林生長之優勢環境(許銘熙等，民 88 年)。由數值模擬的結果可以發現

紅樹林的生長對於淡水河河口的水位確實有影響，因此成為本研究區域獨特的環境影響因子。

紅樹林是一種生活在河口灘地及沿海海灣等半淡水半鹹水環境的特殊鹽生植物群落(陳明義, 民 71 年), 其受人注目的因素, 除了其為適應高鹽分海水浸泡的生長環境所產生的胎生幼苗、呼吸根等特殊植物型態, 尚有耐鹽風鹽害、防風定沙、淨化水質、緩流消浪、增加懸浮沉積物與落葉堆積、改良土質、提供鳥類、蜂類等野生動物棲息場所、景觀優美等功能, 故為一個值得保育的重要資源(林俊全等, 民 89 年)。在竹圍地區, 紅樹林的淤泥作用明顯, 有水筆仔生長的河床比沒有水筆仔生長的河床高了 30 公分左右, 紅樹林保護了林後的河堤, 也就保護了堤後的農舍、捷運等地上建築。

薛美莉於民國 83 年發表的文章指出, 紅樹林群落所在的土壤有其獨特性, 在物理性質方面, 紅樹林植物較喜生長在泥濘地(即粉粒、黏粒組成比例較高), 至於沙質土地因淋洗作用較迅速, 保肥力較差, 不適合此類植物發展, 然而在風浪較為平靜之沙灘, 紅樹林亦可生存。另外, 紅樹林因根群的延伸, 對土壤有疏鬆作用, 使得土壤孔隙含量增多, 加上林內植物體脫落所形成的土壤腐植層中含大量有機物, 混合至土壤中可以增加土壤之孔隙量。在其土壤的化學性質方面, 紅樹林區的土壤酸鹼度由於其枯枝落葉被埋藏分解後產生大量的硫化物, 使土壤產生含硫層, 與水化合後形成硫酸, 降低沿海一般略呈鹼性的土壤 pH 值, 而竹圍地區紅樹林土壤 pH 約在 5.9-6.6 之間。

竹圍紅樹林早期未受到適當的保護, 直到民國 68 年省屬水利局與台北縣政府欲在紅樹林地區進行開發, 引起學術界及保育人士強烈的反對聲浪, 終在民國 70 年將紅樹林編列為國有森林用地保護這塊地區, 並於民國 75 年由政府公佈劃為「淡水河紅樹林自然保留區」。由航照圖顯示(李培芬等, 民 83 年), 民國 70 年後紅樹林再經過大幅破壞後, 小苗首次逐漸出現於破壞區之邊緣, 至 1993 年的航照圖顯示, 小苗的成長已逐漸將破壞區填滿。

## 肆、研究設備及器材

### 一、採樣前工作：

鋁碗.....	10 個
鐵絲.....	50 公尺
塑膠板.....	2.5 平方公尺

電鑽.....	1 具
潮汐表.....	1 份
工作手套.....	1 副/人
鐵鎚.....	1 個
尖嘴鉗.....	1 個

## 二、 室外部分：

工作手套.....	1 副/人
鏟子.....	1 把/人
封口袋.....	2 袋
雨鞋.....	1 雙/人
PVC 塑膠空管.....	1 公尺
油性筆.....	1 隻/人
鐵鎚.....	2 個

## 三、 內分析工作：

燒杯.....	30 個
烤箱.....	1 具
篩網(500、300、250、150、63mesh).....	各一個
電子秤.....	1 具
毛筆刷.....	1 隻
秤量紙.....	1 疊
封口袋.....	2 袋

註：感謝成大地科系允借用篩網，台大地質系允借用電子秤，師大地科系允借用烤箱及實驗分析場地

## 伍、 研究材料及方法

### 一、 研究區域水文與地形特徵

本研究區域位於捷運竹圍站附近，緊鄰著「淡水河紅樹林自然保留區」的淡水河右岸灘地。淡水河口的水位，主要受到河川逕流量以及潮汐的影響，以年的尺度來看，夏秋之際正值雨季，水位較高，冬天與春天的水位則較低；以月以及天的尺度來看，則潮汐的影響為水位變化的主因，潮差平均可達 2.22 公尺(石再添等，民 85 年)，平均高潮位為 1.26 公尺，低潮位為-0.97 公尺。除了逕流以及潮汐現象的影響外，淡水河紅樹林所在的沙洲，仍然受到颱風、豪雨時期的洪水沖刷作用影響(林俊全等，民 89 年)，對紅樹林的生長及本區域的沉積環境及特性影響很大。

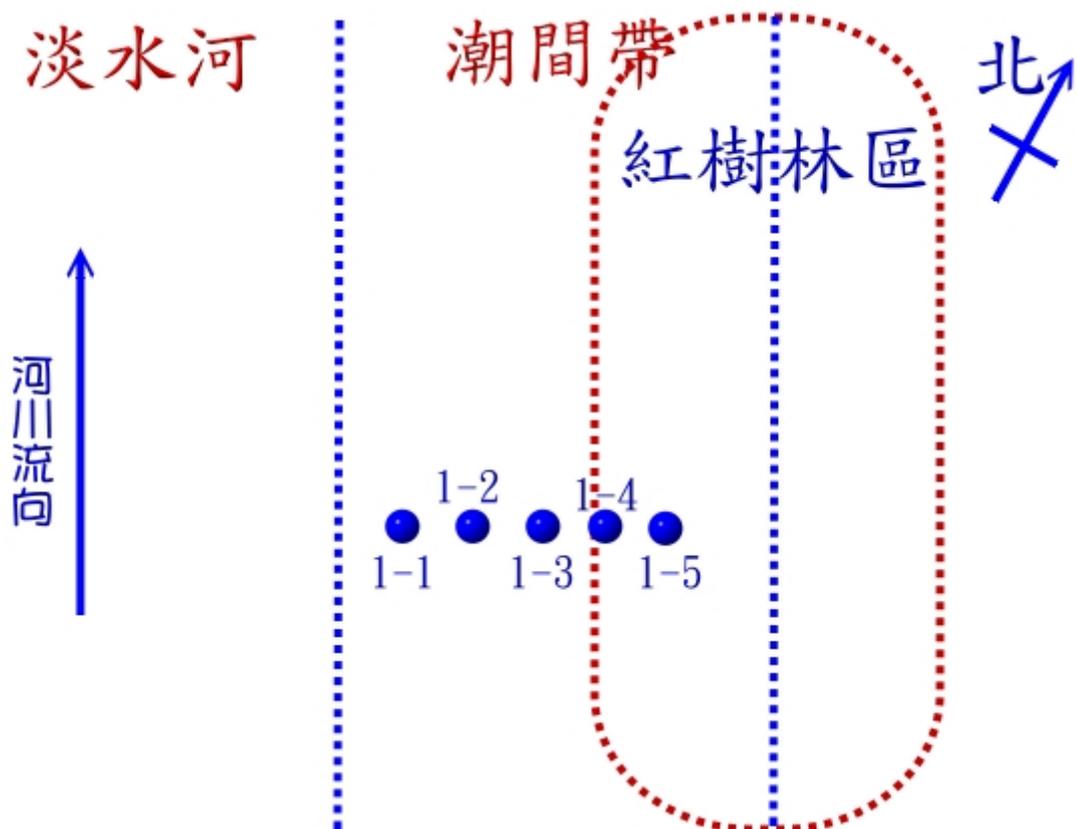
淡水河深度約 2-6 公尺，由河道至右岸呈現切割坡的陡坡現象，地形自河道至岸邊升高，至平均高潮線達最高點，形成一個天然堤，而紅樹林的生長位置則位於天然堤的後方，平均約較天然堤低了約 0-2 公尺(林俊全等，民 89 年)。

### 二、 實驗方法

本實驗共至淡水河採樣三次，在每一次出發之前除進行實驗器材的準備工作外，需先注意潮汐表，選擇退潮的時候再進行採樣工作。第一次的採樣工作內容包括採樣剖面的觀察與選定、採樣點表層至表層下十公分內的採樣工作。第二次的採樣工作內容包括事前沉積物收集裝置的製作、岩心的採樣工作及沉積物收集器的埋設工作。第三次的採樣工作則是收集沉積物收集器內的沉積物。

#### (一) 第一次採樣

第一次的採樣工作屬於觀察性質，目的是大致了解本區域的沉積特性。出發至淡水河岸後，先選定一條垂直河岸的採集剖面，並每約 10 公尺定一個採樣點。以最靠近河岸的採樣點命名為 1-1，次一個為 1-2，以此類推，至 1-3 號標本已達當日高潮線，1-4 號標本達紅樹林的前緣林線，而 1-5 已在紅樹林內(如下頁圖)。



每一個採樣點除了採取表層的沉積物後，再用鏟子向下挖，以肉眼辨認各層沉積物在顏色、顆粒度等物理特性上是否有所差異，並在有所差異的層位取樣。表層沉積物的取樣方法是在取樣位置找依快約 20×20 公分，未被任何破壞(如腳印等)的區域，利用鏟子刮取收集其最表層約 2-3 公厘後的沉積物，放入封口袋中，並加以編號。至於表層以下的沉積物需先將欲採樣層位以上的沉積物移去，再按照上述方法採樣。

## (二) 第二次採樣

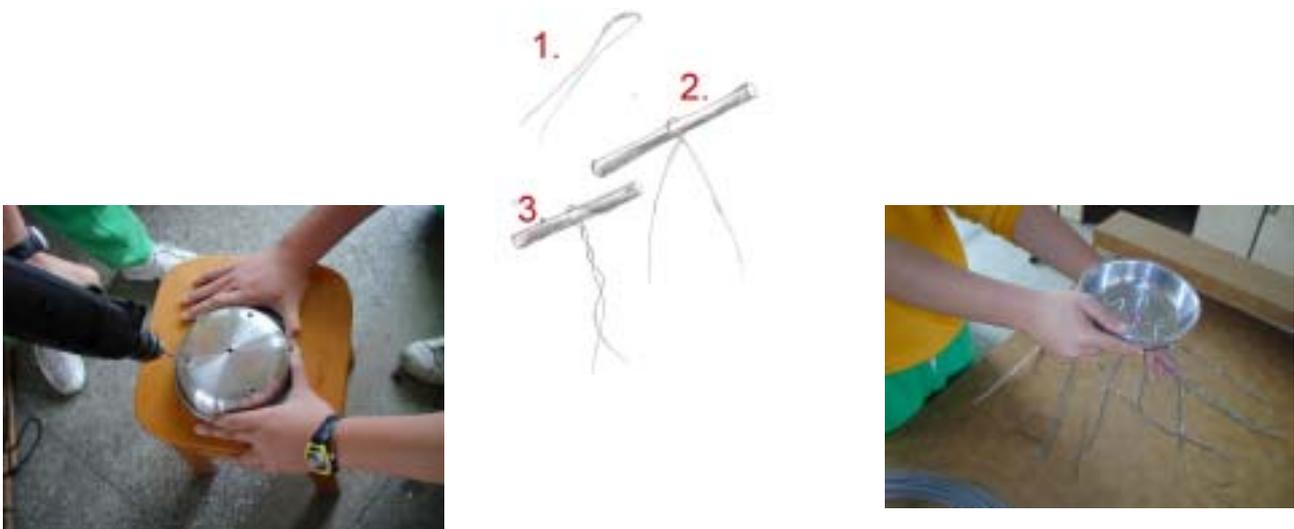


岩心採樣示意圖

第二次採樣的重點在於岩心的採取以及沉積物收集器的埋設。由於第一次採樣的經驗，我們知道本研究區域沉積物的特性在表層以下的每一個層位並其所代表的每一個時間有所不同，因此為了了解過去淡水河的面貌，我們必須設計一個岩心取樣器。老師想起在古氣候的研究中，常在海底或冰層中鑽取冰心以供研究，所以我們就模仿這個方法，買了一段長約一公尺，PVC 材質的塑膠管，充作岩心管來用。在取樣的過程中，我們先將岩心管用鐵鎚敲入，再將周圍的沉積物挖去，再用手將岩心管底部堵住，取出岩心。由於沉積物中含大量的孔隙水，因此一公尺的岩心管紙收集到了約 45 公分的岩心，剛好讓我們大概估算一下此處沉積物的含水度約達 50%以上。

另外，為了收集未來一個禮拜的沉積物來進行分析，我們必須有沉積物的收集器，但由於坊間並沒有類似的產品，我們只好自己動手自製實驗器材(如下圖左)；我們先去學校附近的食具店，買了 20 個便宜的鋁碗作為收集器的主體，後來又考慮到，漲潮的時候，採樣點將浸泡在水中，因此必須想辦法將鋁碗固定在採樣點上，否則河水的沖刷，或是水的浮力都會將輕薄的鋁碗帶走。故此我們便去五金店買了粗的鐵絲，帶回學校後。將之每兩公尺用尖嘴鉗切斷，並將之對折，互相纏繞以加強強度(如下圖中)，再用鐵鎚敲平，作為「鐵釘」之用。同時，我們用電鑽在鋁碗上打了五個洞，洞的大小需讓製作好的「鐵釘」能夠穿過去，又不致於大到使沉積物太容易經過洞口漏掉(如圖右)。就這樣，我們完成了 20 個自製的「簡易沉積物收集器」。

第二次採樣為了得到更好、更充分的實驗數據，我們決定自第一條剖面處再向下游行進 200



公尺，設立第二條剖面，並同樣決定五個標本點，分別為 2-1、2-2、2-3、2-4 及 2-5(下頁圖)。決定好標本點後，我們將沉積物收集器埋在標本點附近，使得碗口與地面同高，並將自製的「鐵釘」用鐵鎚敲入沉積物中加以固定，預計於一周後進行沉積物的回收。

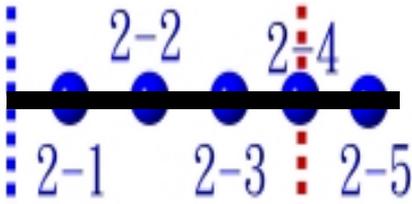
淡水河

潮間帶

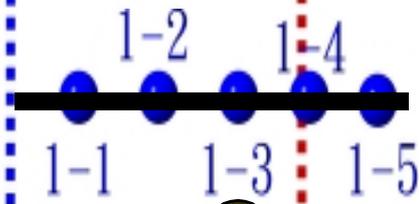
紅樹林區



第二線



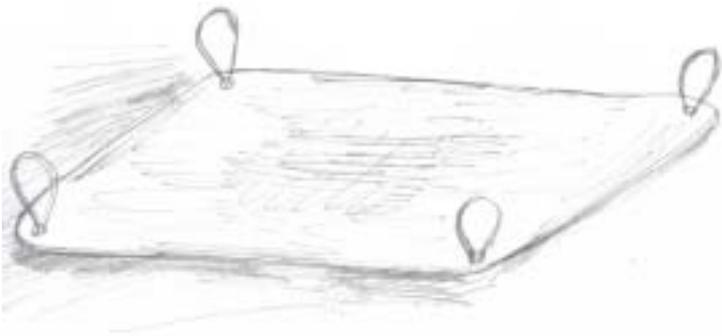
第一線



輪台

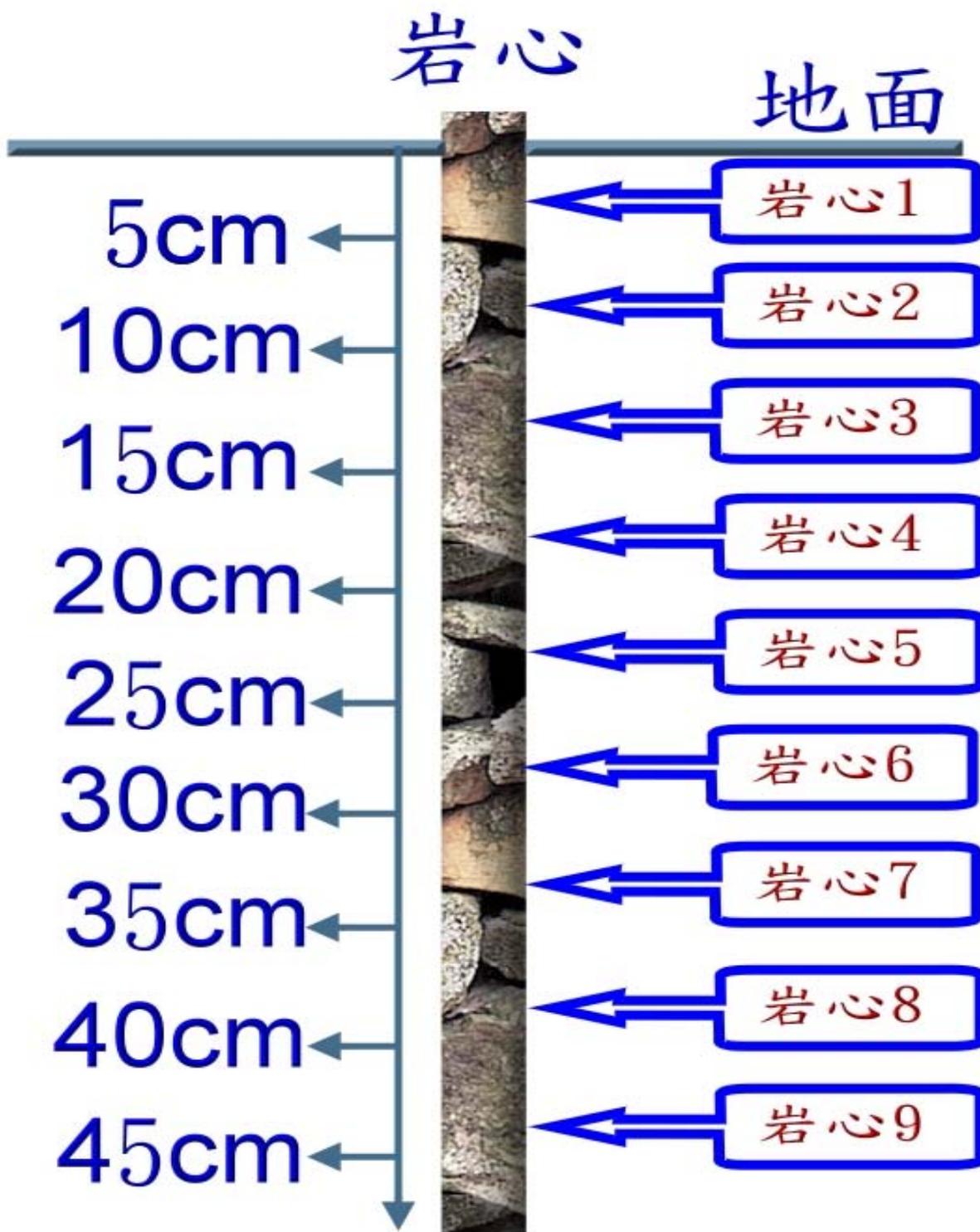
### (三) 第三次採樣

第三次的採樣工作便是將上一次埋設好的沉積物收集器中的沉積物收集起來。除此之外，在第二次的採樣完成後，有一次我們與老師討論時，老師擔心利用空碗作為沉積物收集器會使得沉積物無法充分經過浪或者河水的淘選作用便進入收集器中，因此我們又嘗試著買了一大塊的塑膠板，將之裁成約 30×30 公分的大小，並在四個角力用電鑽鑽洞，打算下次再在利用之前用鐵絲自製的「鐵釘」將塑膠板釘在沉積物的表面，便可以收集到收到經過充分淘選作用的沉積物了(如下圖)。然而這樣的實驗於第四次採樣時宣告失敗，原因是因為一周以來所留下來的沉積物量太少的，有時厚不到 1 公厘，完全不足我們分析所需要的量。因此本篇實驗報告只就前三次採樣的研究成果進行分析、討論。



### (四) 顆粒度分析方法

1. 標本採回學校後，我們先將岩心內的沉積物每 5 公分取一段出來，分別命名為岩心 1 到岩心 9(如下頁圖)。
2. 將包括岩心標本並第一次及第三次採樣在內的每一個標本置於燒杯中，放入烤箱以 50 度的溫度烘烤 2-3 天，將沉積物中的水分烤乾。
3. 將乾燥的標本用鐵鎚敲碎，以電子天秤秤量 10.00 公克(如下圖左)，再將之置於篩網中，以自來水將沉積物沖洗過由粗至細層層相疊的每一層篩網(如下圖中)。
4. 最後收集每一層篩網上的沉積物(如下圖右)，分別置於烤箱中同樣以 50 度烘乾，分別秤其乾重後便將數據輸入電腦利用 Excel 程式進行分析。



岩心取樣示意圖



實驗用篩網



過篩



實驗結果烘乾後秤重

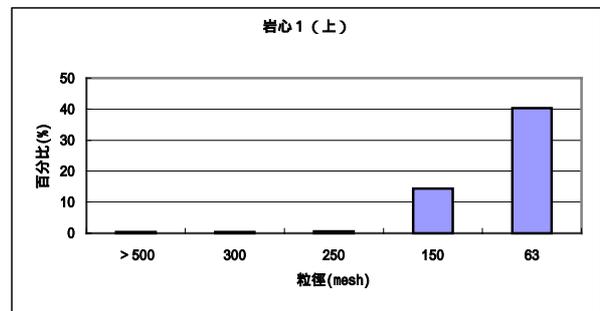
## 陸、研究結果

### 一、岩心分析結果

#### (一) 岩心 1

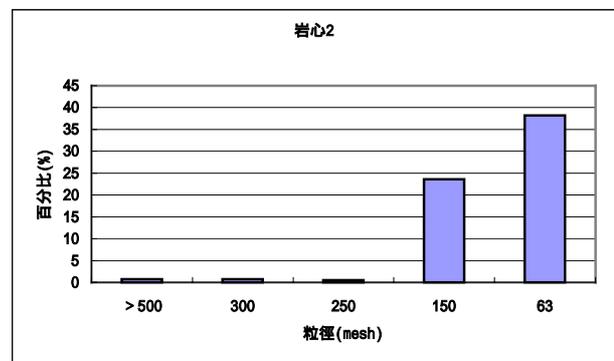
這個岩心標本是地表以下 0-5 公分的沉積物，由下表及下圖我們可以知道，除了小於 63mesh 的沉積物以外，含量最多的是顆粒大小 63-150mesh 的沉積物，而含量最少的是大於 500mesh 和 500-300mesh 的沉積物。此處的沉積物分布仍以小於 150mesh 的沉積物為主，且含量較多的 150-63 mesh 的沉積物約為含量最少的 500 mesh 沉積物的 100 倍。

岩心 1 (上)			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.04	0.4	5
500-300	0.04	0.4	5
300-250	0.06	0.6	4
250-150	1.44	14.4	3
150-63	4.04	40.4	2
< 63	4.38	43.8	1



#### (二) 岩心 2

岩心 2			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.08	0.8	4
300(500-300)	0.08	0.8	4
250(300-250)	0.06	0.6	6
150(250-150)	2.36	23.6	3
63(150-63)	3.82	38.2	1
< 63	3.60	36	2



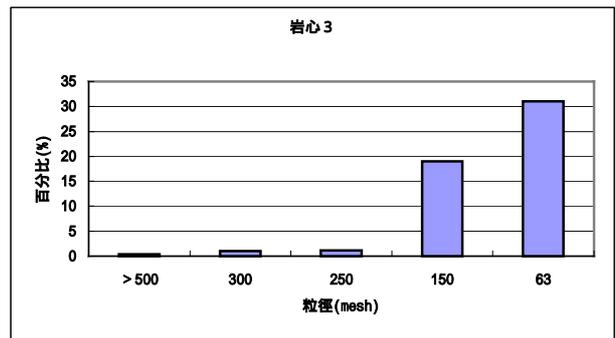
這個標本是地表下 5-10 公分的標本，由上

表及上圖我們可以觀察到，除了小於 63mesh 的沉積物外，含量最多的仍是顆粒大小 63mesh 的沉積物，含量最少的是 300-250mesh 的沉積物，且 150-63mesh 的沉積物含量比起最少的 250mesh 沉積物相差了 63 倍多。此處的沉積物以小於 150mesh 的為多，但比起岩心 1 來明顯要粗了許多。

### (三) 岩心 3

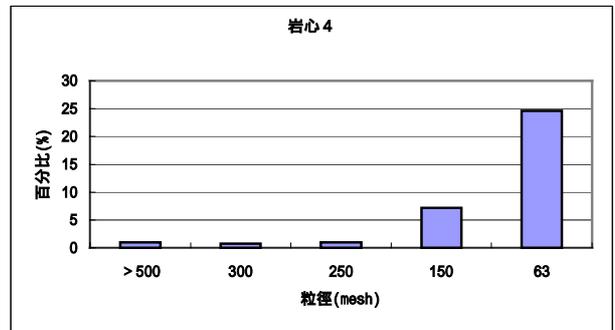
這個岩心標本位於地表下 10-15 公分處，由下表及下圖我們可以得知此處的沉積物除了小於 63mesh 的沉積物外，以顆粒大小 150-63mesh 的最多，而含量最少的是大於 500mesh 的沉積物。此處的沉積物以顆粒大小小於 150mesh 的為主。但是整體趨勢明顯的是顆粒越粗的含量越少，且比起岩心 2 的標本，又變細了。

岩心 3			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.04	0.4	6
300(500-300)	0.10	1	5
250(300-250)	0.12	1.2	4
150(250-150)	1.90	19	3
63(150-63)	3.10	31	2
< 63	4.74	47.4	1



### (四) 岩心 4

岩心 4			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.10	1	4
300(500-300)	0.08	0.8	6
250(300-250)	0.10	1	4
150(250-150)	0.72	7.2	3
63(150-63)	2.46	24.6	2
< 63	6.54	65.4	1

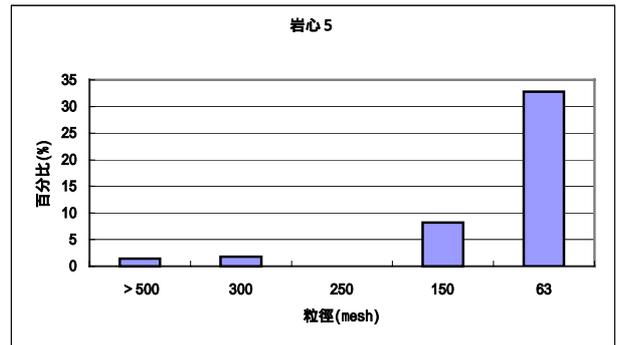


此一標本是位於地表下 15-20 公分處採集的，由上表及圖我們可以得知除了小於 63mesh 的沉積物外，顆粒大小 150-63mesh 的沉積物含量最多，大於 500mesh 的和 300-250mesh 以及 500-300mesh 的沉積物含量相當接近，都相當少。此處的沉積物分布以小於 63mesh 的為主，比起岩心 3，又更細了。

(五) 岩心 5

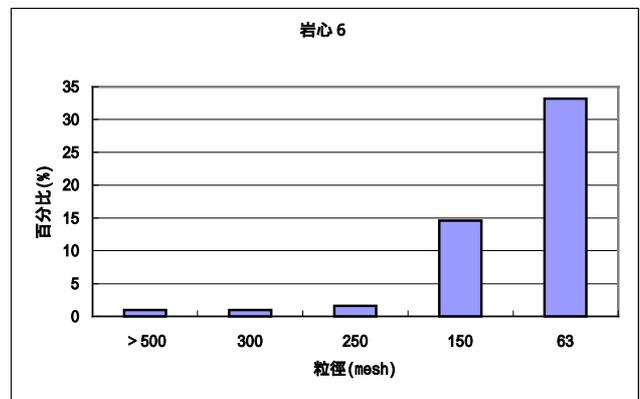
本岩心是地表下 20-25 公分的沉積物，由下表及圖我們可以發現除了小於 63mesh 的沉積物外，含量最多的是顆粒大小 150-63mesh 的沉積物，而含量最少甚至小於 0.01 克的是 250mesh 的沉積物。含量最多的兩個彼此間就差了四倍，可見顆粒大小 63 及其以下的沉積物佔此處的比例很大一部份，但比起岩心 4 似乎有稍微變粗的趨勢。

岩心 5			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.14	1.4	5
300(500-300)	0.18	1.8	4
250(300-250)	0.00	0	6
150(250-150)	0.82	8.2	3
63(150-63)	3.28	32.8	2
< 63	5.58	55.8	1



(六) 岩心 6

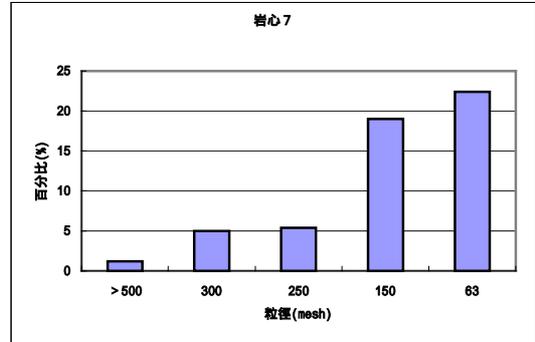
岩心 6			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.10	1	5
300(500-300)	0.10	1	5
250(300-250)	0.16	1.6	4
150(250-150)	1.46	14.6	3
63(150-63)	3.32	33.2	2
< 63	4.86	48.6	1



本岩心是位於地表下 25-30 公分的沉積物，由上表及上圖我們可以觀察到，除了小於 63mesh 的沉積物外，含量最多的是 150-63mesh 的沉積物，而顆粒最粗的三個部分含量都相當少，但以 250-150mesh 的含量與岩心 5 比較，有繼續變粗的趨勢。

(七) 岩心 7

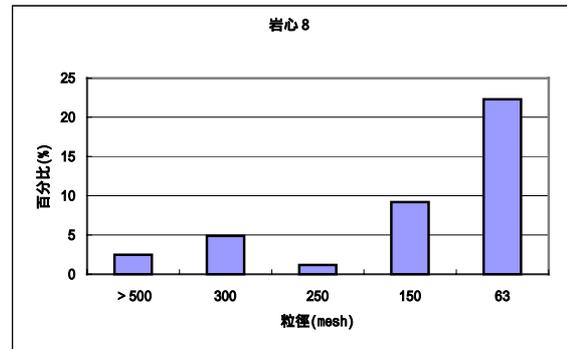
岩心 7			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.12	1.2	6
300(500-300)	0.50	5	5
250(300-250)	0.54	5.4	4
150(250-150)	1.90	19	3
63(150-63)	2.24	22.4	2
< 63	4.70	47	1



本標本是位於地表下 30-35 公分的樣本，由上表及圖我們可以觀察到，除了小於 63mesh 的沉積物外，雖然最多的仍是 150-63mesh 的沉積物，但其他顆粒的含量比起岩心 6 突然增加了許多，即使是 500-300mesh 的沉積物含量也可以有 5% 的含量，可見此層的沉積物比起岩心 6 要來的粗了許多。

(八) 岩心 8

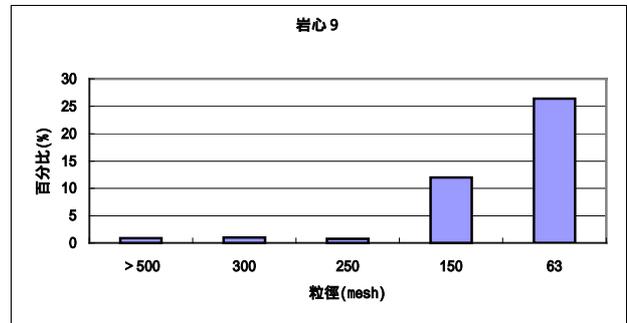
岩心 8			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.25	2.5	5
300(500-300)	0.49	4.9	4
250(300-250)	0.12	1.2	6
150(250-150)	0.92	9.2	3
63(150-63)	2.23	22.3	2
< 63	5.99	59.9	1



此一標本是位於地表下 35-40 公分處的標本，由上表及圖我們可以知道，除了小於 63mesh 的沉積物外，最多的仍是 150-63mesh 的沉積物，而最少的反而是位於中間的 300-250mesh 的沉積物。雖然此一標本在所有岩心標本中算是頗粗的標本，但是比起岩心 7 來看又有變細的趨勢。

(九) 岩心 9

岩心 9			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.09	0.9	5
300(500-300)	0.10	1	4
250(300-250)	0.08	0.8	6
150(250-150)	1.20	12	3
63(150-63)	2.64	26.4	2
< 63	5.89	58.9	1



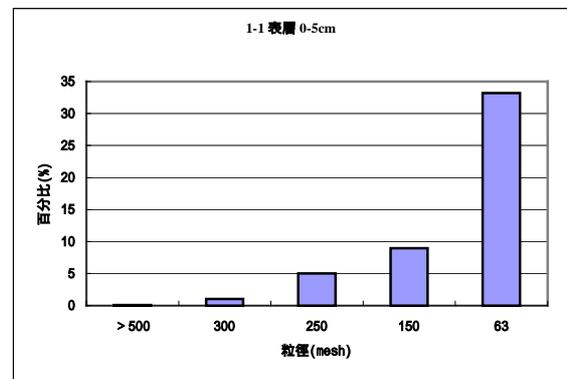
本標本是岩心的尾端，位於地表下 40-45 公分處。由上表及圖來看，除了小於 63mesh 的沉積物標本以外，最多的是 150-63mesh 的沉積物，而 250-150mesh 的沉積物也不少，至於較粗的三個部份就相當稀少，比起岩心 8 而言有繼續變細的趨勢。

二、第一次採樣標本分析結果

第一次的採樣主要是在已選定的標本點上，用肉眼辨識表層下 0-10 公分的表層至淺層的不同沉積層，並將之採樣分析。

(一) 1-1 表層 0-5 公分

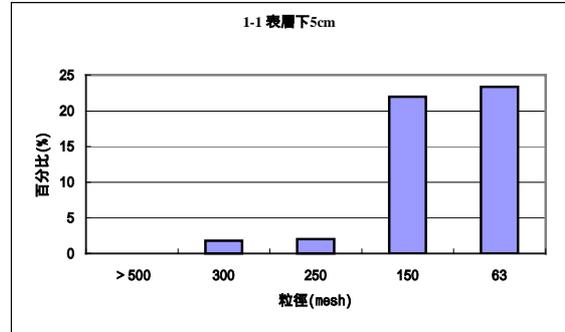
1-1 表層 0-5cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.01	0.1	6
300(500-300)	0.10	1	5
250(300-250)	0.50	5	4
150(250-150)	0.90	9	3
63(150-63)	3.32	33.2	2
< 63	5.17	51.7	1



1-1 號採樣點是最靠近河岸的點，此區域表層土壤呈深灰黑色，顯見有機質高，表層並有許多招潮蟹所挖洞穴後將下層的土壤堆至表層的小團塊。由上表及上圖我們可以發現，除了小於 63mesh 的沉積物外，150-63mesh 的沉積物含量也相當豐富，而幾乎沒有大於 500mesh 的沉積物，整個趨勢呈現顆粒度越大含量越低的趨勢。

(二) 1-1 表層下 5 公分

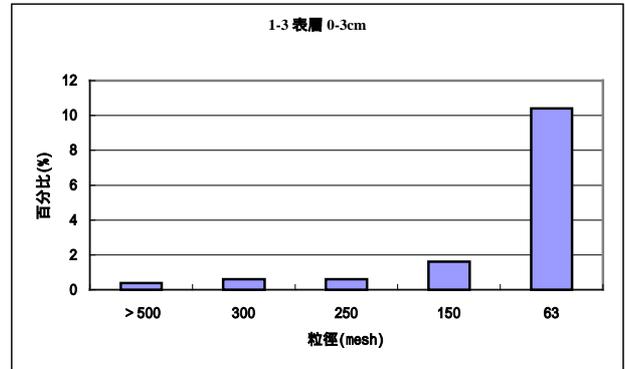
1-1 表層 5cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.00	0	6
300(500-300)	0.18	1.8	5
250(300-250)	0.20	2	4
150(250-150)	2.20	22	3
63(150-63)	2.34	23.4	2
< 63	5.08	50.8	1



本標本是位於 1-1 採樣點表層下 5 公分的標本，用肉眼可以稍微辨識出本區域的沉積物比起表層 0-5 公分的沉積物顏色更深，呈深黑色，可能有機質較表層為高。然而分析其粒度可以發現，除了小於 63mesh 的沉積物以外，150-63mesh 及 250-150mesh 的沉積物含量差不多。與表層的標本相比，若以 63mesh 作為分界，則看不出什麼差別，比例均在 50%左右，但比較 250-150 及 150-63mesh 沉積物的消長變化，則可以發現下層的標本比起表層稍微粗了些。

(三) 1-3 表層 0-3 公分

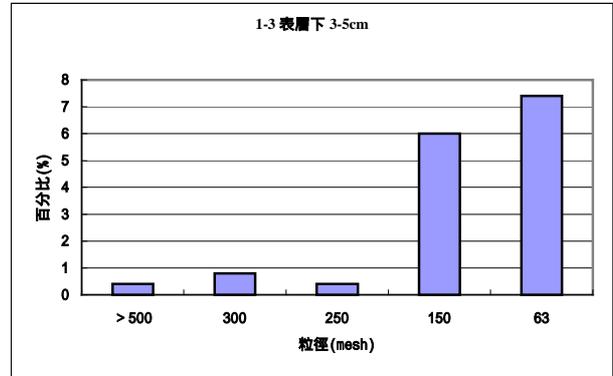
1-3 表層 0-3cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.04	0.4	5
300(500-300)	0.06	0.6	4
250(300-250)	0.06	0.6	4
150(250-150)	0.16	1.6	3
63(150-63)	1.04	10.4	2
< 63	8.64	86.4	1



於本採樣點 1-3 我們可以發現恰巧是當天的潮線位置，再距離河岸幾乎相當距離的地方有明顯一道高出其他地方約 3 公分的沉積層，應是前一次高潮時所留下來的沉積物。沉積物的顏色呈現土黃色，有機質含量低。其顆粒度分布幾乎以小於 63mesh 的顆粒為主，若以 150mesh 為界線，大於 150mesh 的顆粒含量遠低於小於 150mesh 的顆粒含量。

(四) 1-3 表層下 3-5 公分

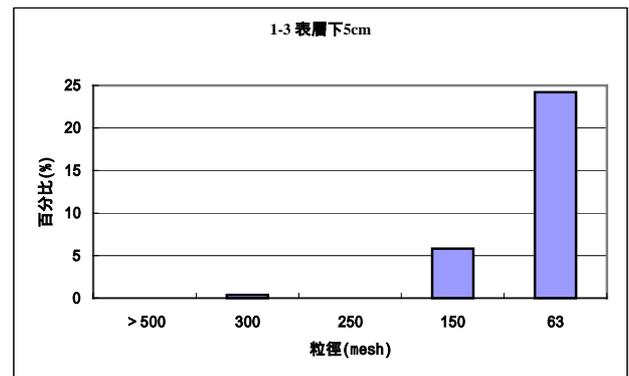
1-3 表層下 3-5cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.04	0.4	5
300(500-300)	0.08	0.8	4
250(300-250)	0.04	0.4	5
150(250-150)	0.60	6	3
63(150-63)	0.74	7.4	2
< 63	8.50	85	1



本層沉積呈現深灰色，顯然有機質較表層為高。顆粒度的分析方面，仍然幾乎是以小於63mesh的顆粒為主，而大於250mesh的沉積物含量極少。與表層相比，若以150mesh為分界點，可以發現本層在大於150mesh的沉積物含量稍多於表層沉積物，顯示本層的顆粒稍粗，但若以63mesh為比較的分界點，則與表層無明顯差距。

(五) 1-3 表層下 5 公分

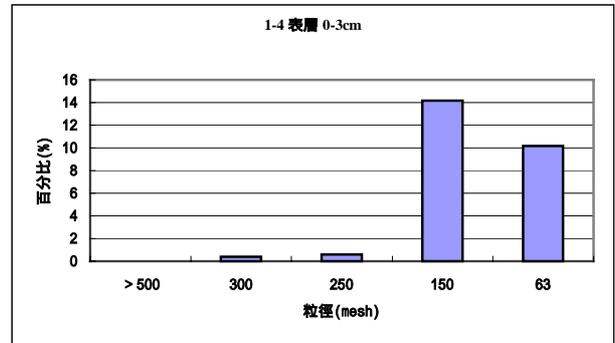
1-3 表層下 5cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0	0	5
300(500-300)	0.04	0.4	4
250(300-250)	0	0	5
150(250-150)	0.58	5.8	3
63(150-63)	2.42	24.2	2
< 63	6.96	69.6	1



本層沉積物位於1-3表層下5公分以下的位置，沉積物呈現深黑色，可能有機質稍高於其上的沉積物。在顆粒度分析的部分，雖然仍是以小於63mesh的沉積物為主，但是在在大於63mesh的部分顯然較其上的沉積物含量高出許多，顯見此層沉積物顆粒較粗。

(六) 1-4 表層 0-3 公分

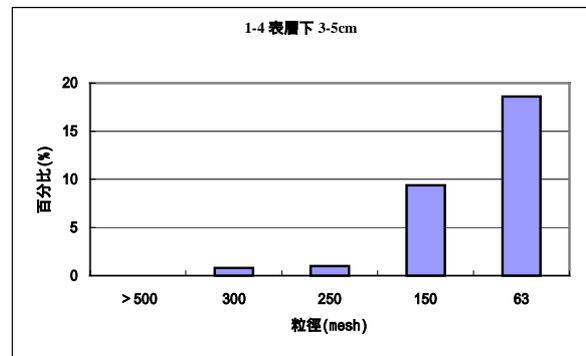
1-4 表層 0-3cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0	0	6
300(500-300)	0.04	0.4	5
250(300-250)	0.06	0.6	4
150(250-150)	1.42	14.2	2
63(150-63)	1.02	10.2	3
< 63	7.46	74.6	1



本採樣點 1-4 位於紅樹林的林線，明顯可以觀察到本採樣點的表層顆粒較其他靠近河岸的表層沉積物為粗，具有較多的沙質成，土壤的顏色呈現褐黃色。顆粒度的分析方面，以小於 63mesh 的沉積物為主，但 63-250mesh 的沉積物含量也不少，若以 63mesh 為分界點，本採樣點的表層沉積物比起其他靠河岸的表層沉積物，在大於 63mesh 的沉積物含量上多了許多，證實此區域表層沉積物顆粒較粗。

(七) 1-4 表層下 3-5 公分

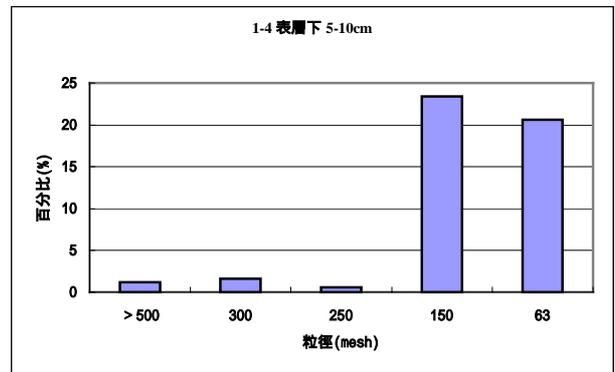
1-4 表層下 3-5cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.00	0	6
300(500-300)	0.08	0.8	5
250(300-250)	0.10	1	4
150(250-150)	0.94	9.4	3
63(150-63)	1.86	18.6	2
< 63	7.02	70.2	1



本樣本位於 1-4 表層下 3-5 公分處，以肉眼來觀察是一層比起表層沉積物來較細的沉積層，並且其顏色呈現土黃色，有機質含量低。由顆粒度分析來看，含量最多的是小於 63mesh 的沉積物，而大於 250mesh 的沉積物含量極低。與表層的土壤比較，我們可以發現，若以 150mesh 為分界點，確實有著比表層還要細粒的現象，但若以 63mesh 為分界點，則結果反較表層為粗，這是因為本層與表層的最大差異在於 250-150mesh 及 150-63mesh 的含量消長，因此推論本層應較表層為細。

(八) 1-4 表層下 5-10 公分

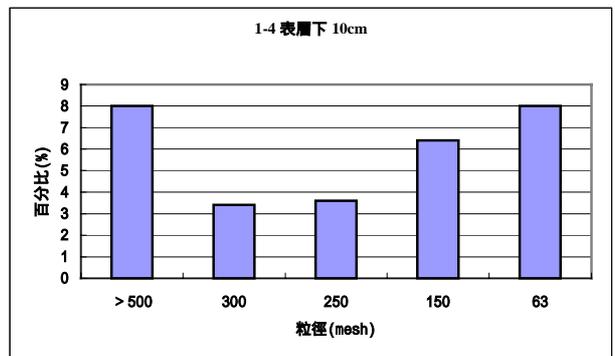
1-4 表層下 5-10cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.12	1.2	5
300(500-300)	0.16	1.6	4
250(300-250)	0.06	0.6	6
150(250-150)	2.34	23.4	2
63(150-63)	2.06	20.6	3
< 63	5.26	52.6	1



本樣本與上層最大的不同在於其為一層有機質含量高，呈現深灰黑色的沉積物，在顆粒分析的結果方面，雖然小於 63mesh 的沉積物仍然是含量最多的，但比起其上的沉積物來說已大幅降低，顯見本層沉積物顆粒較粗。

(九) 1-4 表層下 10 公分

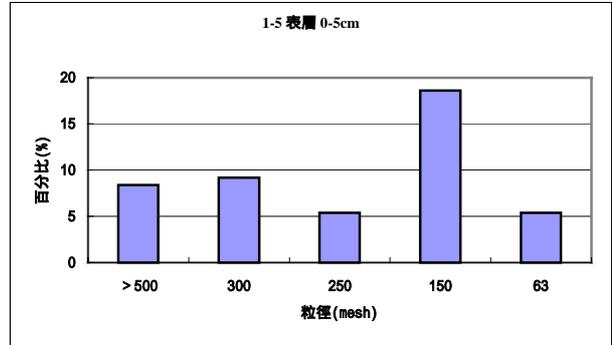
1-4 表層下 10cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.80	8	2
300(500-300)	0.34	3.4	6
250(300-250)	0.36	3.6	5
150(250-150)	0.64	6.4	4
63(150-63)	0.80	8	2
< 63	7.06	70.6	1



本層沉積物與上層較大的不同在於顆粒明顯變細，但土壤的顏色與上一層並沒有太大的差別均呈現深灰黑色。在顆粒度的分析方面，可以發現小於 63mesh 的沉積物含量又大幅增加至約 70%，有趣的是在大於 63mesh 的不同顆粒大小的沉積物含量平均，顯示本層標本淘選作用較差。

(十) 1-5 表層 0-5 公分

1-5 表層 0-5cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.84	8.4	4
300(500-300)	0.92	9.2	3
250(300-250)	0.54	5.4	5
150(250-150)	1.86	18.6	2
63(150-63)	0.54	5.4	5
< 63	5.30	53	1

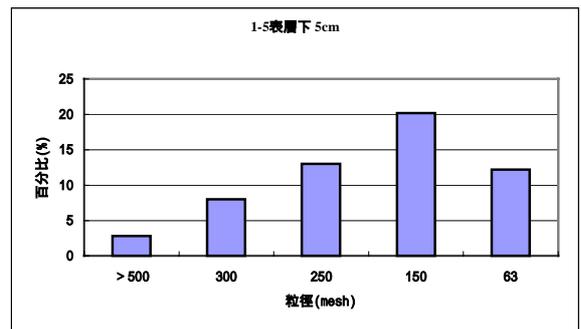


本採樣點 1-5 位於紅樹林內，其表層的沉積物顏色褐黃色，顆粒明顯呈現沙質，較其他表層沉積物都來得粗了許多。顆粒分析方面，小於 63mesh 的部分只佔了約 50%，而其他的顆粒分布除了 250-150mesh 較多以外，分布均勻，可見本層沉積物在沉積的過程中淘選度也是較差。

(十一) 1-5 表層下 5 公分

本層沉積物與表層較大的區別是其土壤顏色較深，呈褐色。在顆粒度的分析方面，小於 63mesh 的沉積物含量雖然最多，但其比例已經降至 50% 以下，顯見本層的顆粒度較上層更加粗。

1-5 表層下 5cm			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.28	2.8	6
300(500-300)	0.80	8	5
250(300-250)	1.30	13	3
150(250-150)	2.02	20.2	2
63(150-63)	1.22	12.2	4
< 63	4.38	43.8	1

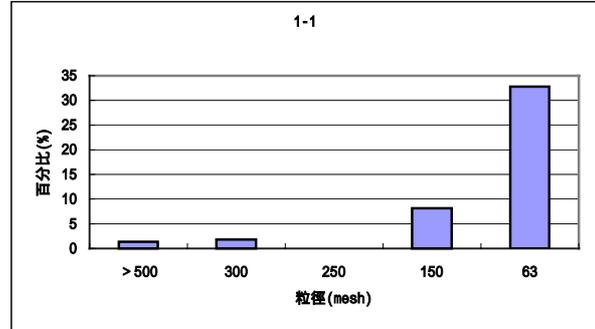


三、 第三次採樣標本分析結果

第三次採樣所得到的標本為 2002 年 2 月 4 日於兩條剖面每一個標本點利用自製沉積物收集器所收集一周以來(1 月 29 日至 2 月 4 日)的沉積物，經過同樣的標本處理流程後得到下述結果：

(一) 1-1

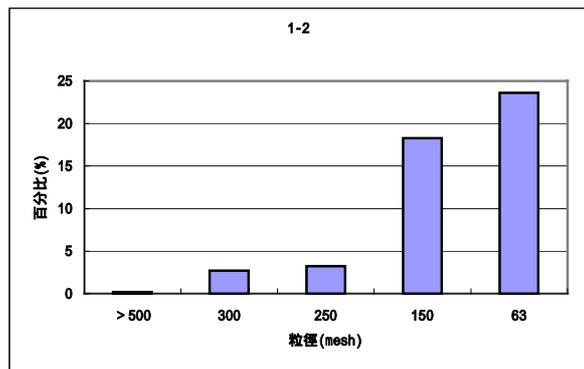
1-1			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.14	1.4	5
300(500-300)	0.18	1.8	4
250(300-250)	0.00	0	6
150(250-150)	0.82	8.2	3
63(150-63)	3.28	32.8	2
< 63	5.58	55.8	1



本採樣點為第一條剖面中最靠近河岸的標本點，顆粒分析結果以小於 63mesh 的沉積物含量最多，而大於 250mesh 的顆粒含量極低，其中 300-250mesh 的沉積物含量甚至低於 0.01 克。本標本的顆粒主要分布在 150mesh 以下。

(二) 1-2

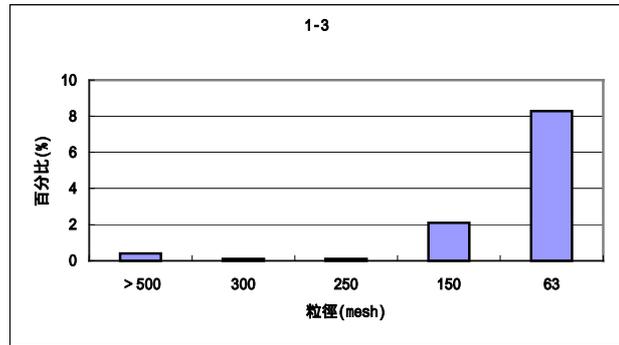
1-2			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.02	0.2	6
300(500-300)	0.27	2.7	5
250(300-250)	0.32	3.2	4
150(250-150)	1.83	18.3	3
63(150-63)	2.36	23.6	2
< 63	5.20	52	1



本樣本的顆粒分布仍以小於 63mesh 為主，當顆粒度越大時含量便越低，然以 150mesh 為分界與 1-1 比較，可以發現本標本的大於 150mesh 的顆粒含量顯然高於 1-1，顯見本標本較 1-1 為粗。

(三) 1-3

1-3			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.04	0.4	4
300(500-300)	0.01	0.1	5
250(300-250)	0.01	0.1	5
150(250-150)	0.21	2.1	3
63(150-63)	0.83	8.3	2
< 63	8.90	89	1

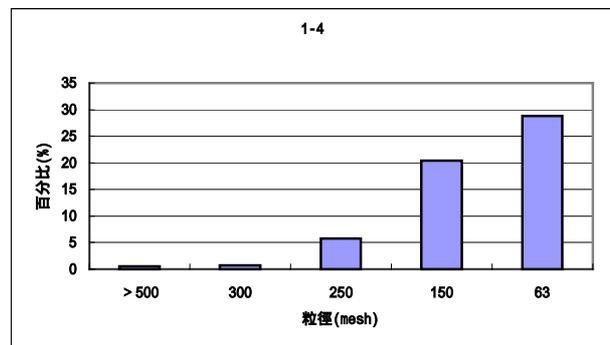


本樣本的顆粒分布明顯以小於 63mesh 的沉積物為主，大於 150mesh 的沉積物含量極低。以 150mesh 為分界比較起來 1-3 的沉積物顆粒較 1-1 及 1-2 細了許多。

(四) 1-4

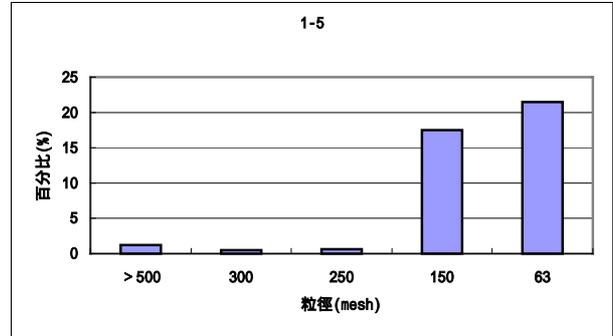
本樣本的顆粒分布情況如下表及下圖所示，我們可以明顯發現，小於 63mesh 的沉積物含量又變低了，甚至較 1-1 及 1-2 更低，顯見本樣本的沉積物顆粒度更較 1-1 及 1-2 更粗，這樣的結果若是以 150mesh 為分界也可以看得出來。至目前為止，除了 1-3 外，似乎呈現由河邊向岸邊顆粒越來越粗的趨勢。

1-4			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.05	0.5	6
300(500-300)	0.07	0.7	5
250(300-250)	0.58	5.8	4
150(250-150)	2.04	20.4	3
63(150-63)	2.88	28.8	2
< 63	4.38	43.8	1



(五) 1-5

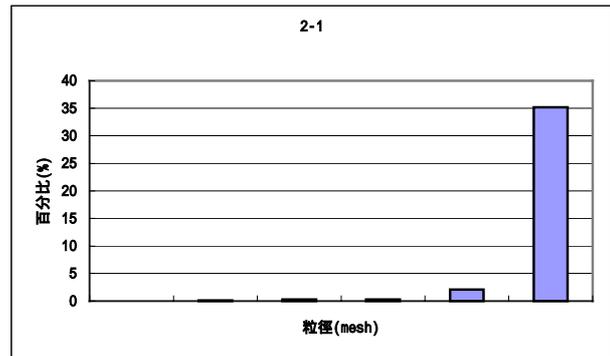
1-5			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.12	1.2	4
300(500-300)	0.05	0.5	6
250(300-250)	0.06	0.6	5
150(250-150)	1.75	17.5	3
63(150-63)	2.15	21.5	2
< 63	5.87	58.7	1



本樣本為位於紅樹林內的標本點，顆粒度分析的結果，我們可以發現小於 63mesh 的顆粒雖然仍是最大的比例，但 250-63mesh 的含量也不少，只是比起 1-4 來，不管是以 63mesh 或是以 150mesh 為分界，其顆粒度都顯得稍微細了些，但差別並非相當大，不過卻並不符合我們之前歸納出的趨勢。

(六) 2-1

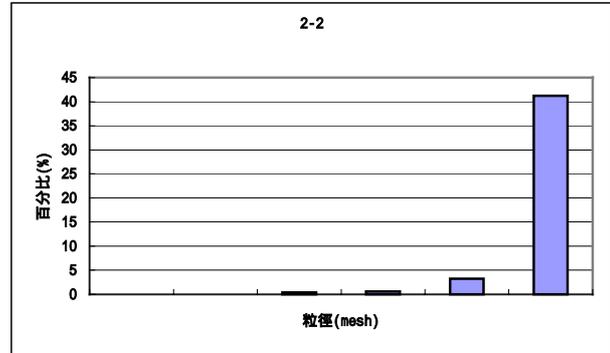
2-1			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.01	0.1	6
300(500-300)	0.03	0.3	4
250(300-250)	0.03	0.3	4
150(250-150)	0.21	2.1	3
63(150-63)	3.52	35.2	2
< 63	6.20	62	1



本樣本為第二條剖面中最靠近河岸的標本點，由顆粒度分析來看，顯然是以小於 63mesh 的沉積物為主，150-63mesh 的沉積物也不少，而 150mesh 以上的沉積物含量極微，由這樣的顆粒分佈來看，顯然沉積物的淘選度很高。

(七) 2-2

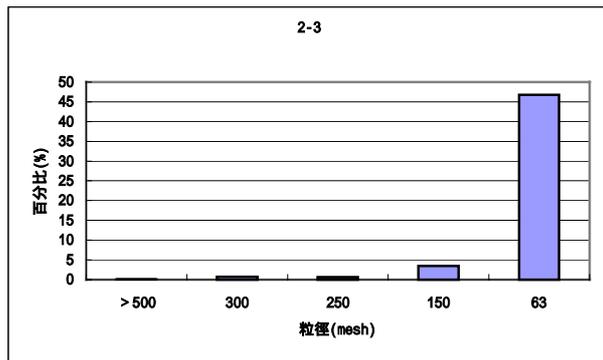
2-2			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.00	0	6
300(500-300)	0.04	0.4	5
250(300-250)	0.06	0.6	4
150(250-150)	0.32	3.2	3
63(150-63)	4.12	41.2	2
< 63	5.46	54.6	1



本樣本的顆粒度分析結果雖然仍然是以小於 150mesh 的沉積物佔絕大多數，但若以 63mesh 為界線與 2-1 比較起來，顆粒顯然較 2-1 稍粗了些，與第一條剖面的趨勢吻合。

(八) 2-3

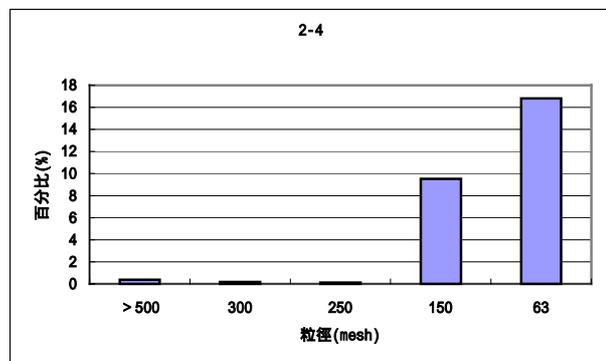
2-3			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.01	0.1	6
300(500-300)	0.07	0.7	4
250(300-250)	0.06	0.6	5
150(250-150)	0.35	3.5	3
63(150-63)	4.68	46.8	2
< 63	4.83	48.3	1



本樣本的沉積物顆粒度分析結果依然是以 150mesh 以下的沉積物為主，而 250mesh 以上的含量極微。然而仔細比較的話，不管以 150mesh 為界線或是以 63mesh 為界線，我們都可以發現本樣本的沉積物顆粒度較 2-2 又稍粗了些，與之前所得的趨勢相當。

(九) 2-4

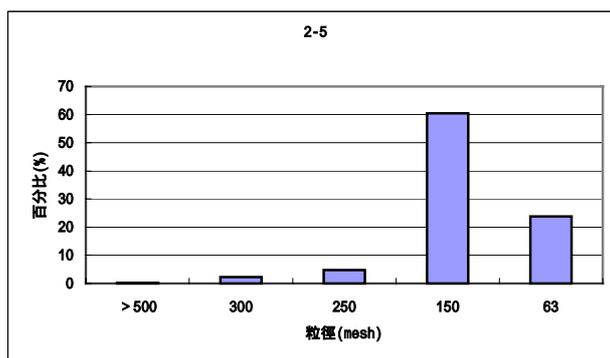
2-4			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.04	0.4	4
300(500-300)	0.02	0.2	5
250(300-250)	0.01	0.1	6
150(250-150)	0.95	9.5	3
63(150-63)	1.68	16.8	2
< 63	7.30	73	1



本樣本位於第二條剖面紅樹林線的位置，由顆粒度分析我們可以看出小於 63mesh 的沉積物佔大多數，與 2-3 比較起來，150-63mesh 的部分少了許多，而不管是小於 63mesh 或 150-250mesh 的部分都有增加，整體來看，本標本的淘選度較 2-3 好，若以 150mesh 為分界，大於 150mesh 以上的沉積物顆粒含量較 2-3 多。

(十) 2-5

2-5			
顆粒大小(MESH)	含量	百分比	含量排名
> 500	0.02	0.2	6
300(500-300)	0.23	2.3	5
250(300-250)	0.47	4.7	4
150(250-150)	6.05	60.5	1
63(150-63)	2.39	23.9	2
< 63	0.84	8.4	3

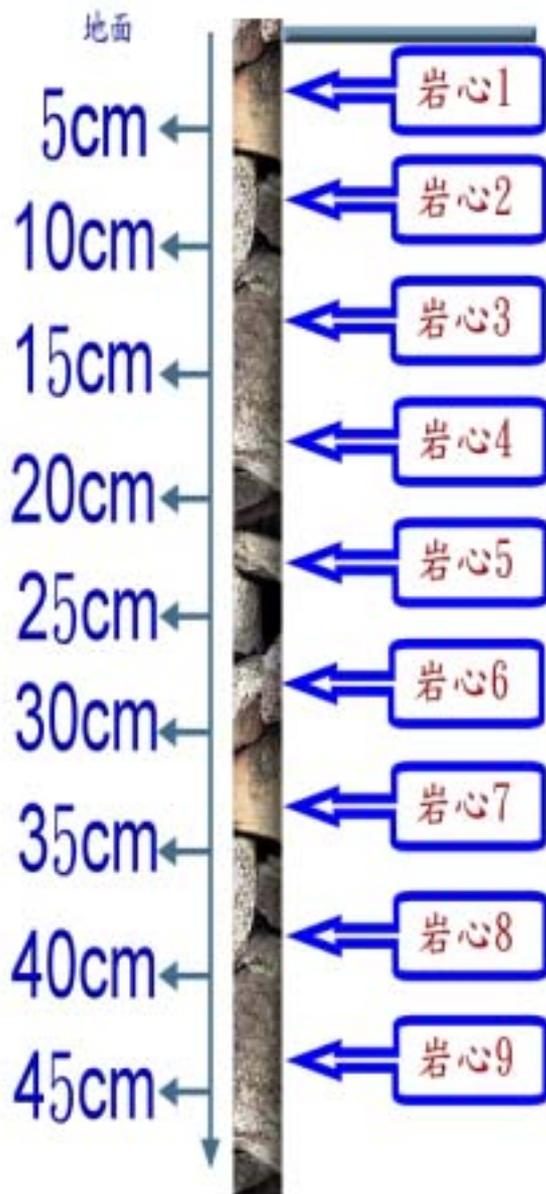


本樣本位於第二條剖面的紅樹林內，由顆粒度分析的結果可以看出，本標本最多的部分在 250-150mesh，而以往最多的小於 63mesh 的部分則相當少，可見本標本的顆粒遠粗於其他的標本。

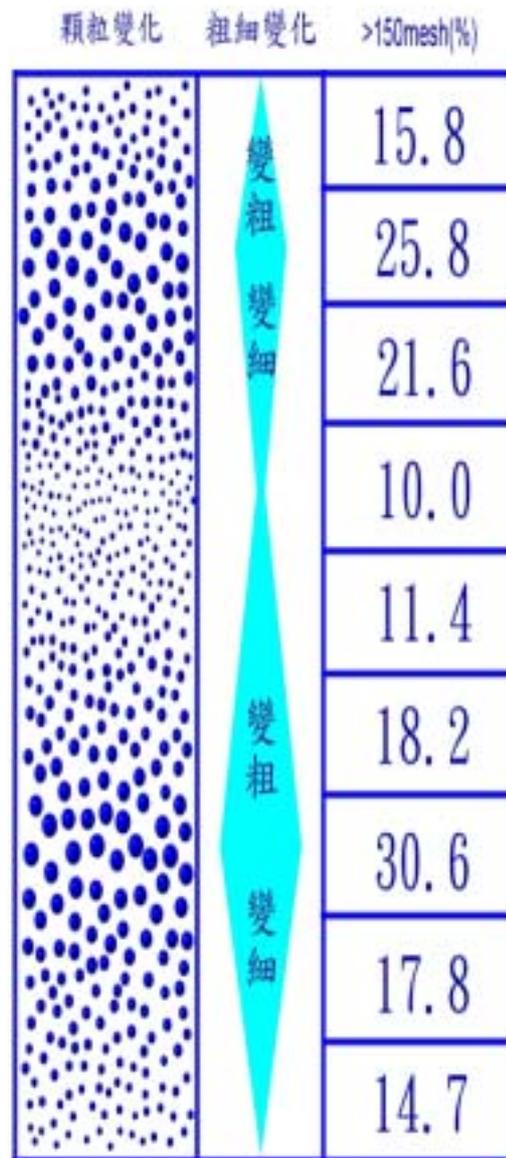
## 柒、討論

### 一、岩心部分

#### 岩心取樣示意圖



#### 沉積物粗細變化

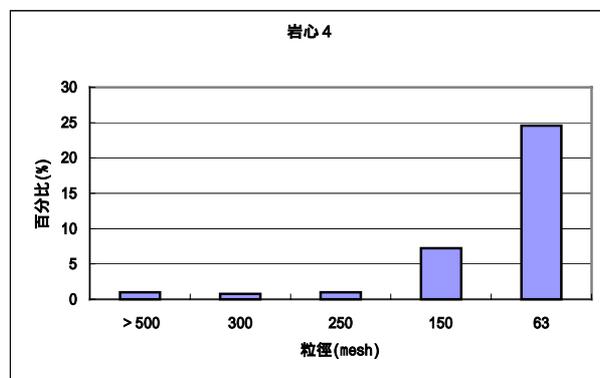
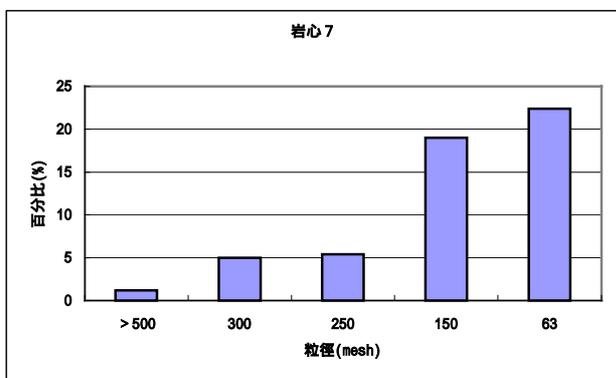


岩心 1 至 岩心 9 粒度分布統計表 (單位：百分比)

顆粒大小	岩心 1	岩心 2	岩心 3	岩心 4	岩心 5	岩心 6	岩心 7	岩心 8	岩心 9
顆粒大於 150mesh 佔百分比	15.8	25.8	21.6	10	11.4	18.2	30.6	17.8	14.7
顆粒小於 150mesh 佔百分比	84.2	74.2	78.4	90	88.6	81.8	69.4	82.2	85.3

變粗      變細      變粗      變細

- (一) 依據上表之結果發現此處岩心由表面向下岩心 1-岩心 2 顆粒分布變粗，岩心 2-岩心 4 顆粒分布變細，岩心 4-岩心 7 顆粒分布變粗，岩心 7-岩心 9 顆粒分布變細
- (二) 岩心 7 樣本的顆粒分布最粗，原因可能為岩心 7 沉積時，浪潮營力較大所造成；岩心 4 之分布顆粒分布最細，可能代表沉積時浪潮營力較小。
- (三) 由岩心 7 樣本之顆粒分布狀況得之，當浪潮營力較大時，沉積物顆粒分布較平均，淘選度較差。
- (四) 本研究用每五公分深度作樣品取樣，所見到沉積物粗細變化有兩次循環。

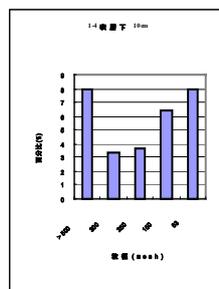
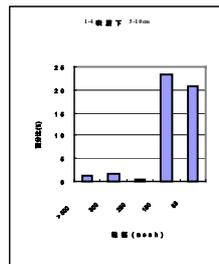
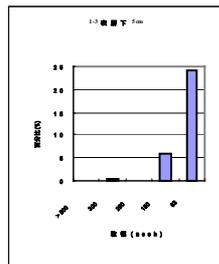
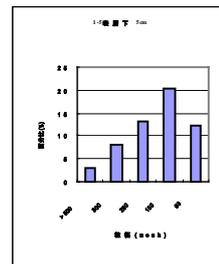
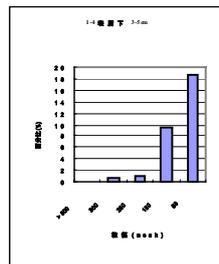
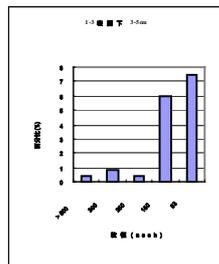
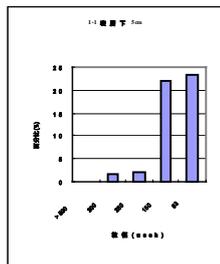
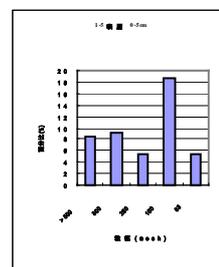
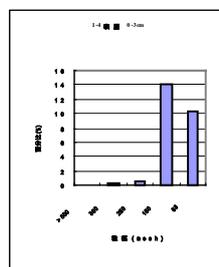
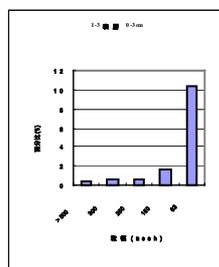
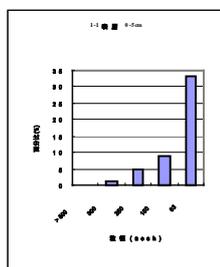


岩心七及岩心 4 顆粒大小示意圖

岩心 7 與岩心 4 500-63mesh 間沉積物顆粒分布表 (單位：百分比)

岩心樣本粒度分布	300(500-300)	250(300-250)	150(250-150)	63(150-63)	所佔樣本總和 (百分比)
岩心 7 (營力大)	5	5.4	19	22.4	51.8
分布百分比	9.7	10.4	36.7	43.2	100
岩心 4 (營力小)	0.8	1	7.2	24.6	33.6
分布百分比	2.4	3.0	21.4	73.2	100

二、 第一次採樣部分：



(一) 由表層沉積物粒度分析 1-3-1-5 表層沉積物靠近岸邊之沉積物顆粒明顯較靠河一側粗，可能代表浪潮大時才能有足夠的營力將沉積物帶到離河岸較遠的位置。

1-1 至 1-5 採樣點表層沉積物粒度分布比較表 (單位：百分比)

表層沉積物 粒度分布	1-1	1-3	1-4	1-5
顆粒大於 63 mesh 佔百分比	48.3	13.6	25.4	47.0
顆粒小於 63 mesh 佔百分比	51.7	86.4	84.6	53.0
沉積物顆粒分布	 變粗			

(二) 由上表 1-1 之表層顆粒分布粗顆粒比例反而較高，與我們所歸納出來結果 (越往岸邊沉積物顆粒分布越粗) 不同；由於在採樣的過程中我們可以觀察到，1-1 所在的潮間帶有許多招潮蟹所挖的洞穴，推測 1-1 表層樣本的粗顆粒，可能為招潮蟹由下方粗顆粒沉積物所挖出 (如下表，5 公分深沉積物粒度分布與下層分布大致相同)。

1-1 採樣點 0-5 公分深度及 5 公分以上深度沉積物粒度分布比較表 (單位：百分比)

樣本	1-1 0-5 公分	1-1 5 公分深
顆粒大於 63 mesh 佔百分比	48.3	49.2
顆粒小於 63 mesh 佔百分比	51.7	50.8

(二) 由表層沉積物向下取樣，沉積物顆粒分布有變粗的趨勢，與岩心結果一致。

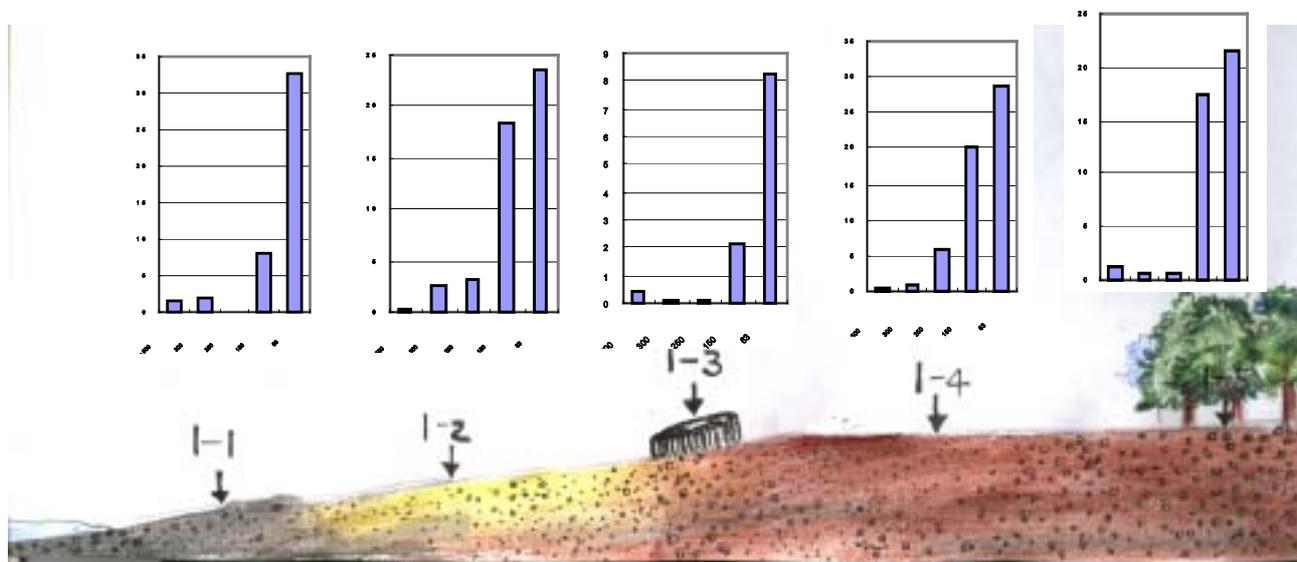
1-1至1-5採樣點表層及淺層沉積物顆粒大於 63mesh 統計表 (單位：百分比)

樣本位置		1-1	1-3	1-4	1-5
顆粒大於 63mesh 以上的粗顆粒含量	粒層 0-5 公分	48.3	13.6	25.4	47.0
	粒層下 5 公分	49.2	15.0	29.8	56.2
	粒層下 5cm		30.4	47.4	
	粒層下 10cm			29.4	

(四) 由下表可知，越下方的沉積物顏色有越深的趨勢，顯見沉積物中所含的有機質含量越往下方越高。這樣的現象在潮線所在的 1-3 與靠近紅樹林的 1-4 及 1-5 特別明顯，可見表層沉積物可能剛剛被帶到標本所在地被沉積下來，由紅樹林的枯隻落葉等有機物來源尚未來得及分解，故顏色較淺。從此資料也可以看得出來紅樹林確實有著改變土壤特性的功能。

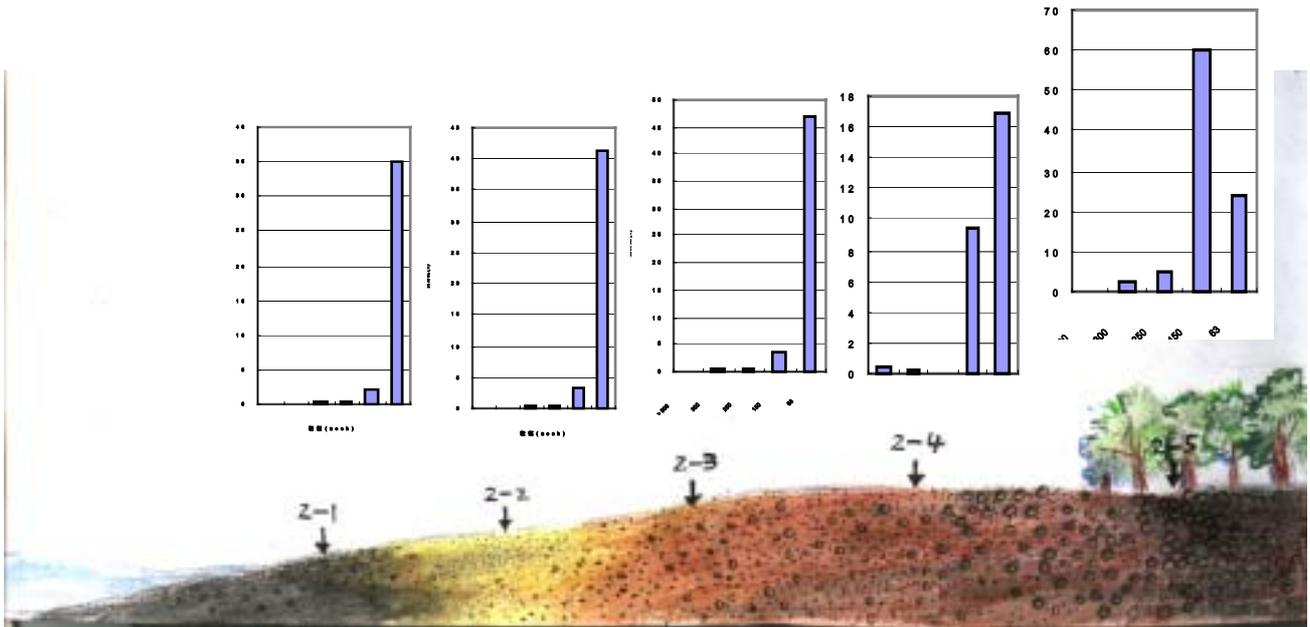
樣本位置		1-1	1-3	1-4	1-5
沉積物外觀顏色	越下方的沉積物有機質含量越多	深灰黑色 (表層 0-5 公分)	土黃色 (1-3 表層 0-3cm)	褐黃色 (1-4 表層 0-3cm)	褐黃色 (1-5 表層 0-5cm)
		深黑色 (表層下 5 公分)	深灰色 (1-3 表層下 3-5cm)	土黃色 (1-4 表層下 3-5cm)	褐色 (1-5 表層下 5cm)
			深黑色 (1-3 表層下 5cm)	深灰黑色 (1-4 表層下 5-10cm)	
				深灰黑色 (1-4 表層下 10cm)	

三、第三次採樣部分：



1-1 至 1-5 採樣點空碗收集沉積物粒度分布比較表（單位：百分比）

表層沉積物 粒度分布	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
顆粒大於 150 mesh 佔百分比	11.4	24.4	2.7	27.4	19.8
顆粒小於 150 mesh 佔百分比	88.6	75.6	97.3	72.6	80.2
沉積物顆粒分布	 變粗趨勢				



2-1至2-5採樣點空碗收集沉積物粒度分布比較表（單位：百分比）

表層沉積物 粒度分布	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
顆粒大於 150 mesh 佔百分比	2.8	4.2	4.9	10.2	67.7
顆粒小於 150 mesh 佔百分比	97.2	95.8	95.1	89.8	32.3
沉積物顆粒分布	 變粗趨勢				

- (一) 以 150mesh 為準，作沉積物顆粒大小比較，可發現第一線 (1-1 至 1-5)，【除 1-3、1-5 樣本數據】，及第二線 (2-1 至 2-5)，越靠近岸邊顆粒有變粗的趨勢，可能代表浪潮大時才能有足夠的營力將沉積物帶到離河岸較遠的位置，故沉積顆粒岸邊也較粗，與第一次採樣結果大致符合。
- (二) 1-3 採樣點之周圍有一輪胎，所取得之沉積物粒度偏細，可能為輪胎影響浪潮強度所造成小區域之特殊現象。
- (三) 1-5 採樣點位於紅樹林區內，顆粒偏粗，但比 1-4 顆粒分布細，不知原因為何。

第一線與第二線沉積物顆粒比較表

樣本	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
顆粒大於 150 mesh 佔百分比	11.4	24.4	2.7	27.4	19.8
樣本	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
顆粒大於 150 mesh 佔百分比	2.8	4.2	4.9	10.2	67.7

- (四) 第一線 (1-1 至 1-5) 及第二線 (2-1 至 2-5) 沉積物，接近河道一側為河川上游的第一線沉積物粗顆粒分布較多，可能代表上游第一線河川沖刷力量較大，較靠近河川一側受河川營力影響較大。
- (五) 比較 1-5 與 2-5 之沉積物顆粒分布，2-5 的粗顆粒量較多，與上列第 4 點討論結果不同，可能原是較靠岸邊一受浪潮營力影響比河川營力影響大。

### 捌、 結論

- (一) 由岩心沉積物顆粒分析結果我們可以發現兩次的顆粒度變化循環，反映沉積營力的循環變化。當顆粒度粗時，營力較大，沉積物的淘選度較差。
- (二) 表層沉積物及岩心收集器內的顆粒度分析呈現由河邊向陸地方向逐漸變細的現象，顯示當河川營力較大的時候，才能將沉積物送至離河邊較遠的地方。
- (三) 紅樹林的標本顏色顯示表層沉積物含有機質較少，表層以下的有機質含量較多，可能與紅樹林所掉落的枯枝落葉等有機質來源需要時間分解有關。同時也可以看出紅樹林可確實具有可以改變土壤特性的功能。

### 玖、 參考資料

- 謝正倫、曾志民、許泰文，民 84 年，河口地形變動模式之研究，台灣水利，第 43 卷第 4 期，p.49-67
- 許銘熙、吳啟瑞、傅金城，民 88 年，紅樹林生長對基隆河河口洪水位之影響，農業工程學報，第 45 卷第 2 期，p.1-10
- 薛美莉，民 83 年，紅樹林土壤性質之探討，自然保育季刊，第 9 卷第 7 期，p.29-32
- 陳明義，民 71 年，紅樹林之特性，中華林學季刊，第 15 卷第 3 期，p.17-25
- 林俊全、張菀文、任家弘，民國 89 年，淡水河口的紅樹林與地形與水文關係之探討，中國地理學會會刊，第 28 期，p.219-237

李培芬、林明志、許嘉恩，民國 83 年，竹圍紅樹林之景觀變遷，遙感探測，第 20 期，p.73-88  
石再添、張瑞津、林雪美，民國 85 年，台灣北部河口地區之地形學研究，師大地理研究報告，  
第 26 期，p.57-110