

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 地球科學科

第二名

最佳團隊合作獎

040501

南崁溪河口沉積物垂直粒度分析

學校名稱：桃園縣立南崁高級中學

作者： 高二 黃敬詠 高二 許妤甄 高二 陳偉豪 高一 詹瑄云	指導老師： 潘建熾 林容疇
---	---------------------

關鍵詞：南崁溪、沉積物、粒度

摘要

桃園南崁溪河口位於竹圍漁港旁，河口附近兩支流匯流，河道變寬。每逢大雨沖刷河岸堆積沉積物。本研究採樣位置位於南崁溪河口附近，於河流左岸沖刷沙灘上，使用沉積物垂直分層取樣方法進行分析。第一次取樣 2008 年 10 月採一管，第二次取樣 2009 年 1 月採 7 管，分析沉積物粒度隨深度變化情況，藉此了解南崁溪河水營力變化。

經由兩次採樣粒度分析發現表層 21 公分沉積物可能為東北季風之沉積物。第二次採樣 7 管沉積物分析，經對比 63 到 93 公分不等深度沉積物，發現四層特殊沉積層。依據各管沉積物層面深度繪製成層面立體圖發現層面向河面傾斜，且有類似河道旁沖刷崩落地形，有向河道中央移動之情況，代表河川沉積物逐漸增加。

壹、研究動機

假日數次與家人到竹圍漁港吃海鮮，每次站在竹圍漁港的彩虹橋上觀看路旁河流，發現河流流經的區域均有不同。回到家查看地圖，才知道竹圍漁港旁的這條河就是南崁溪。

南崁溪發源於桃園坪頂台地的牛角坡。出海口位於桃園縣蘆竹鄉與大園鄉交界竹圍漁港旁，南崁溪與新南崁溪兩分流於河口匯合，水流變寬(參見圖 1-1)。河口內左岸堆積沙，右岸堆積礫石為主，沉積物粒徑約 2mm 至 0.2mm，屬粗沙級(林雪美，民 85)。本研究希望利用分析各層河川沙粒度，了解南崁溪沉積物堆積及河川營力變化情況。



圖 1-1 南崁溪河口航照圖及採樣位置附近環境

貳、研究目的

- 一、藉由多點垂直採樣分析，了解南崁溪河口左岸營力隨空間位置之變化情況。
- 二、藉由沉積物分層採樣粒度分析、內含物觀察，了解南崁溪河口左岸營力隨時間之變化情況。

參、研究設備及器材

一、室外採樣部分：

- 工作手套…1 副/人
- 封口袋…2 袋
- PVC 塑膠空管(口徑 3 吋、1 公尺長)…10 支
- 油性筆…隻/人
- 鐵鎚…3 個
- 鋼筋…1 支
- 電鑽…1 支
- 保鮮膜…1 捆
- 報紙…10 張
- 封箱膠帶…數捆

三、數據分析：

- 電腦…1 部
- 軟體(EXCEL、PHOTOIMPACT)…各一套

二、室內分析工作：

- 卡式爐…1 具
- 篩網(孔徑 0.25mm、0.125mm)… 2 個
- 電子秤…1 具
- 鬃毛刷…1 隻
- 秤量紙…1 疊
- 封口袋…5 袋
- 電動線鋸機…1 架
- 解剖顯微鏡…1 架
- 數位攝影機…1 台

肆、研究過程及方法

一、研究地區及採樣點環境介紹：

(一)研究地點環境介紹：

南崁溪河口附近南崁溪及新南崁溪兩分流匯合，河道寬度(以兩側河堤為準)約 200 公尺。本研究地點在桃園縣蘆竹鄉南崁溪河口(北緯 121 度 14 分 53 秒，東經 25 度 7 分 5 秒)，位於兩分流匯合處下方【如圖 4-1(E)方向所示】、河川左岸彩虹橋下灘地。大雨後可見河水沖刷沙地【如圖 4-1(A)、(C)方向所示】及礫石灘【如圖 4-1(B)、(D)方向所示】。

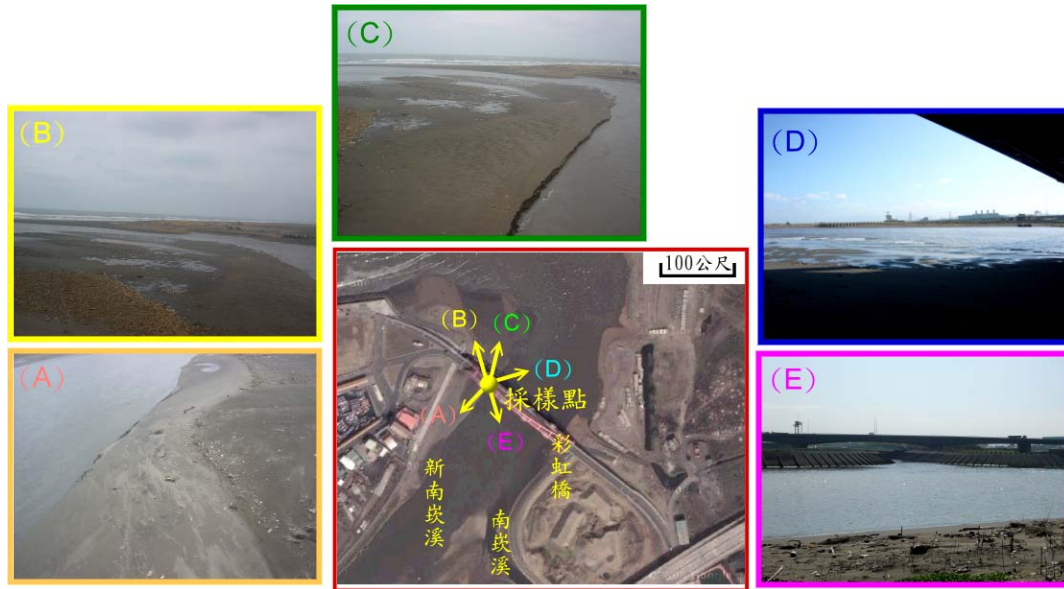


圖 4-1 採樣點附近環境(由不同方向觀察)

(二)採樣方式及目的介紹：

1.採樣點位置選定原因：

依據南崁溪河口衛星影像圖(圖 4-2 右)，可發現 A、B1、B2 區域雖為灘地，但與周邊灘地顏色不同，推測為沉積物含水量較高造成。經實地觀察發現大水過後，河水沖刷灘地之位置於衛星影像圖位置相同，故推測 A、B1、B2 區域(圖 4-2 左)均為水位上漲時之河水沖刷區。選擇彩虹橋下採樣之原因為相對彩虹橋位置定位容易。選擇此灘地原因為灘地面積較廣，足夠取樣所需之區域。

本次採樣點位於河水沖刷區灘地內及主要河流流經區域間，平日沒有下雨或雨量少時，河水水量少，河水僅在河道中央區域流動，當河川上游大雨時，水位上升，淹沒灘地，才會有沉積物堆積。依據此特性，本實驗希望找出大水發生時的沉積物粒度變化情況，並推知南崁溪河口營力變化。

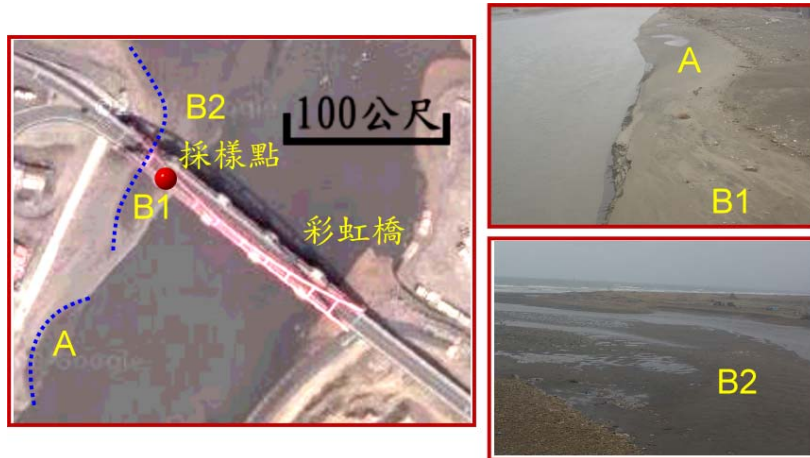


圖 4-2 南崁溪河口河流沖刷區域圖

2.採樣方式及目的

(1)採樣方式(如圖 4-3)：

本研究於南崁溪出海口附近河道左岸灘地垂直地面打管採集沉積物等距離分層取樣(陳培源 民 83)，後進行分析，深度自 63 公分到 93 公分不等。打管時間兩次，第一次為 2008 年 10 月 25 日採集 1 管，位置如下圖(圖 4-3)2-2 點；第二次為 2009 年 1 月 4 日採集 7 管，形成「H」相對位置，如下圖，1-1、1-2、1-3、2-2、3-1、3-2、3-3 點。

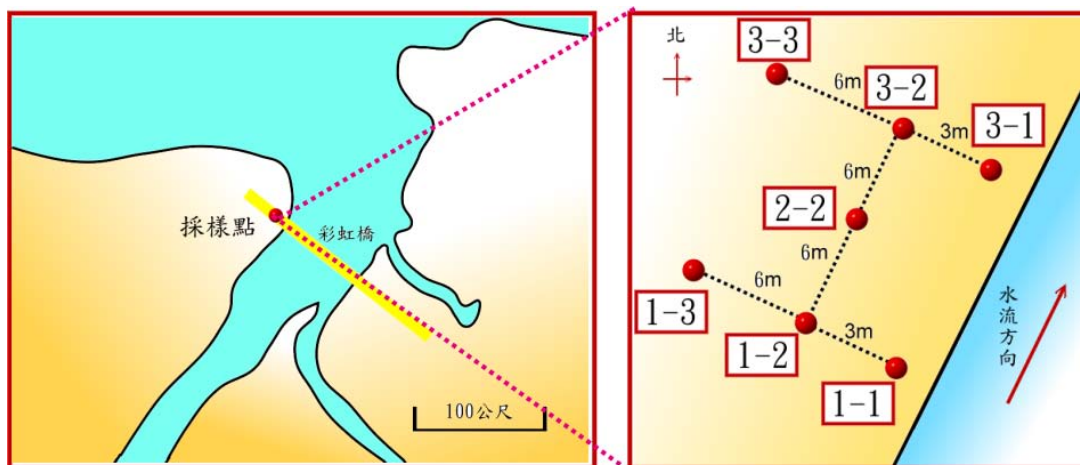


圖 4-3 採樣點採樣方式

(2)「H」採樣原因：

本研究 7 個取樣點，分布成「H」型的原因有二。一是灘地大小限制。二是因為取樣呈「H」型 7 點，若樣比較沉積物粒度時，可討論方向多(順流向、垂直河岸、斜角)，且方便製作立體剖面圖。

二、實驗原理：

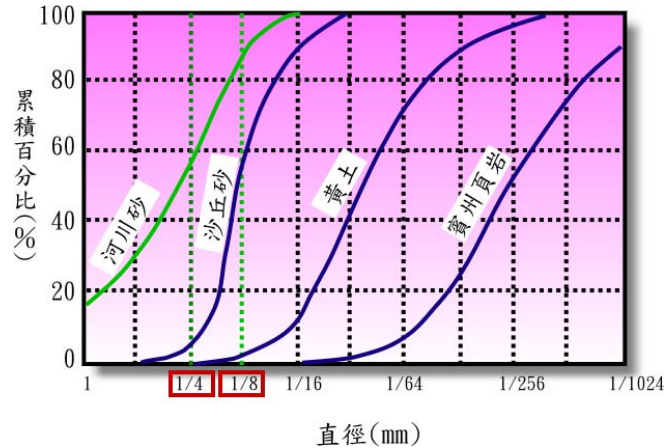


圖 4-4 沉積物粒度分布累積百分比曲線圖(陳汝勤、莊文星，岩石學，179 頁)

(一)河川沉積物粒徑大小：

沉積物顆粒大小與搬運營力大小有關，當外營力較大時，搬運力量較大，所能攜帶的顆粒也較粗。本研究使用測量沉積物粒徑篩網粒徑分別為 1/4 mm(0.25mm)及 1/8mm(0.125mm)，依據圖 4-4(陳汝勤、莊文星 岩石學 民 76)，河川砂粒徑大於 1/4mm(0.25mm)比例約 60%；粒徑 1/4mm(0.25mm)到 1/8mm(0.125mm)約佔 20%。依據碎屑沉積物粒度溫氏等級規範，粒度分布主要在細砂(粒徑介於 0.125-0.25mm)及中砂(粒徑介於 0.25-0.5mm)的範圍。且依據林雪美(民 84)分析南崁沙粒粒徑平均粒徑及粒徑中位數均為 0.27mm。故本研究取粒徑 0.25mm、0.125mm 兩篩網進行粒度分析，了解沉積物粒度分布。

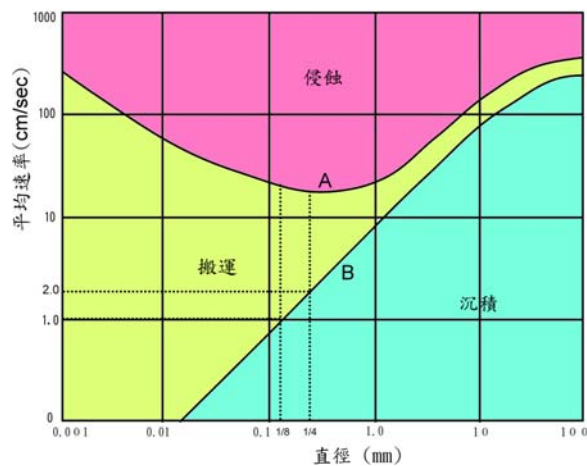


圖 4-5 沉積物粒徑之侵蝕、搬運、沉積與水流速度關係圖(陳汝勤、莊文星，岩石學，147 頁)

(二)沉積物粒度分布與所受營力之關係：

依據約爾斯羅姆(1939)歸納之流體動力及地表地質作用關係圖(圖 4-5)，可推知沉積物在不同的粒徑下，發生侵蝕、搬運、沉積作用之海水流動速率。依據圖形可知河水帶來之沉積物流速越大時，沉積之顆粒粒徑也應越大。

三、研究方法及過程：

本研究流程分為五個步驟，如圖 4-6 所示，依序為野外沉積物採樣、沉積物分層取樣、沉積物分層粒度分析、粒徑大於 0.25mm 沉積物觀察、實驗數據分析及製圖對比。分項說明如下：

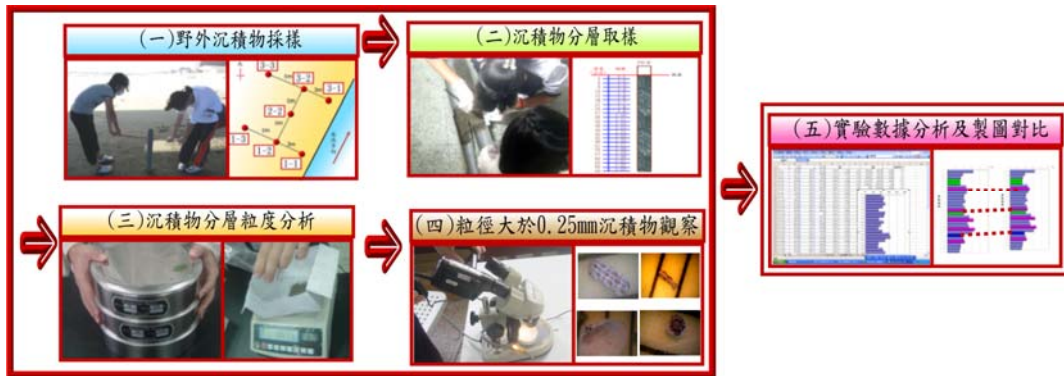


圖 4-6 研究流程

(一) 野外沉積物採樣(參見圖 4-7)：

1. 將 PVC 管垂直敲入沙灘：於選定採樣點位置，將 PVC 管，利用鐵鎚垂直敲入沙灘。
2. 於 PVC 管兩側鑽孔，穿過鋼筋：將 PVC 管出露處兩側利用電鑽穿孔，並將鋼筋穿過兩孔。
3. 將 PVC 管垂直抽出，取出沉積物：兩人手握 PVC 管兩側鋼筋，同時向上施力，抽出沉積物。
4. 將 PVC 管封口，帶回實驗室：利用保鮮膜、膠帶先將 PVC 管取樣下方處封口，再利用報紙將 PVC 管取樣上方處壓實沉積物後封口。

(二) 沉積物分層取樣(參見圖 4-8)：

1. 將 PVC 管垂直剖開：利用電動線鋸機將 PVC 管垂直剖開。
2. 每 3 公分為單位，標示沉積物位置：每 3 公分為單位，標示沉積物編號。若取樣位置在 1-1 點，表層 0 至 3 公分編號為 1-1-1、離表層 3 至 6 公分編號為 1-1-2，依此類推。
3. 依據標示分層取樣：依據沉積物分層編號，分別取出沉積物樣本。
4. 將沉積物分別裝袋、編號：將沉積物分別裝袋，並在袋上貼上沉積物編號樣本號碼。



圖 4-7 步驟一：野外沉積物採樣流程圖

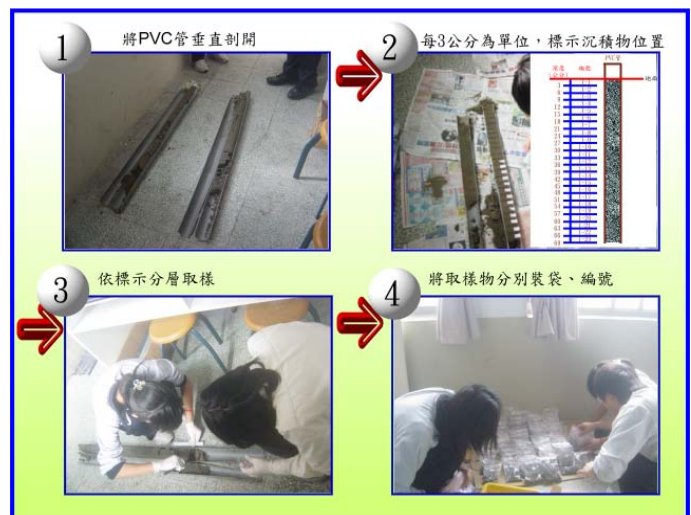


圖 4-8 步驟二：沉積物分層取樣流程圖

(三)沉積物分層粒度分析(參見圖 4-9)：

- 1.將樣本放置爐上加熱，去除水份：將樣本放入鍋中加熱，去除水分，放入標示編號袋中製成樣本。
- 2.將沉積物秤重後過篩：將沉積物取出秤重，紀錄於紀錄紙上後，將樣本沉積物倒入篩網(孔徑 0.25mm 及 0.125mm 組合篩網)中過篩。
- 3.分別秤取篩網上沉積物重量：利用電子秤分別秤取孔徑 0.25mm、0.125mm 篩網上沉積物及剩餘沉積物重量。
- 4.將秤重結果紀錄於表格中：將粒徑 0.25mm、0.125mm、剩餘沉積物個別重量，紀錄於紀錄紙上，連同總重作重量百分比計算、誤差計算。若測重誤差大於 3%，樣本則重新測量。

(四)粒徑大於 0.25mm 沉積物觀察：(參見圖 4-10)

- 1.製作比例尺：剪下一段直尺，放置培養皿中，作為沈積物大小比例尺。
- 2.將各層粒徑大於 0.25mm 沉積物，放置顯微鏡下觀察：將過篩後粒徑大於 0.25mm 各管分層沈積物，放置培養皿中觀察。
- 3.挑出沉積物中特殊沉積物：在顯微鏡下觀察沈積物，並挑出特殊沈積物利用細毛筆沾黏移至比例尺上觀察。
- 4.以數位相機拍攝沈積物：利用數位相機拍攝顯微鏡下沉積物作比對，觀察各管分層沈積物異同。



圖 4-9 步驟三：沉積物分層粒度分析流程圖



圖 4-10 步驟四：粒徑大於 0.25mm 沉積物觀察流程圖

(五)實驗數據分析及製圖對比(參見圖 4-11)：

- 1.將實驗結果製成 EXCEL 表格：將數據輸入 excel 表格中，利用 excel 軟體功能，計算出各粒徑沉積物之重量百分比，測重誤差等。
- 2.利用 EXCEL 軟體，將表格繪製成圖：選定粒徑大於 0.25mm 沉積物之重量百分比，製成各管粗粒沉積物橫向柱狀圖，藉此了解各管沉積物粒徑變化。
- 3.在圖上標示沉積物特殊層面位置：利用粗顆粒重量百分比製成之橫向柱狀圖，分析特殊層面位置並在圖上標示。
- 4.將繪製完成圖，貼製繪圖軟體進行比對：將柱狀圖貼至 photoimpact 軟體，進行層面對比。
- 5.將對比完各管層面深度輸入 EXCEL 表格：將各管對比完之層面深度輸 EXCEL 表格，並利

用內插法，12 個位置深度填滿(7 個實際測量層面，5 個內插取得數值)，如圖 4-12。

6.利用 EXCEL 軟體繪製層面立體圖：上表 12 個位置層面深度，經 EXCEL 軟體繪製成各層面立體圖。

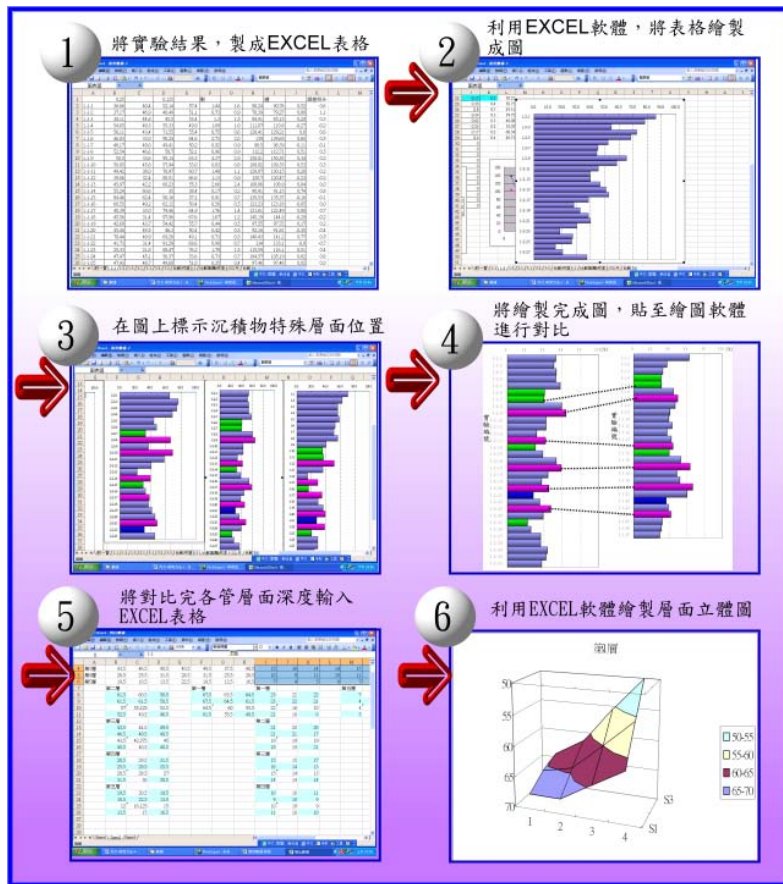


圖 4-11 步驟五：實驗數據分析及製圖對比流程圖

河水旁	1-1 管層面位置(S1-1)	$[(S1-1)+(S3-1)]/2=(S2-1)$	3-1 管層面位置(S3-1)
距河水旁 3 公尺	1-2 管層面位置(S1-2)	2-2 管層面位置(S2-2)	3-2 管層面位置(S3-2)
	$[(S1-2)+(S1-4)]/2=(S1-3)$	$[(S2-2)+(S1-3)+(S2-4)+(S3-3)]/4=(S2-3)$	$[(S3-2)+(S3-4)]/2=(S3-3)$
距河水旁 9 公尺	1-3 管層面位置(S1-4)	$[(S1-4)+(S3-4)]/2=(S2-4)$	3-3 管層面位置(S3-4)

圖 4-12 內插法計算層面位置計算方式(S1-3 為排列)

伍、研究結果

一、第一次採樣結果(10月25日)-第一管：

第一次採樣時間為 2008 年 10 月 25 日採樣 1 管(位置為第二次採樣 2-2 位置附近)，粒徑超過 0.25mm 以上重量百分比最高達 70.4%，最低則為 14.9%。粒度分析結果如表 5-1。

表 5-1 第 1 管沉積物粒度分布表

編號	粒徑大於 0.25mm (%)	粒徑 0.25 mm - 0.125mm (%)	粒徑小於 0.125mm (%)	總重 (公克)	誤差百分*	顆粒大於 0.25mm 重量百分比柱狀圖
1-1	70.4	28.1	0.2	57.61	1.3	
1-2	62.6	36.9	0.4	85.21	0.1	
1-3	56.3	43.3	0.3	159.14	0.0	
1-4	56.4	43.0	0.5	116.79	0.0	
1-5	58.3	41.1	0.6	126.5	0.0	
1-6	52.5	46.8	0.6	171.77	0.0	
1-7	50.9	47.8	0.8	119.36	0.5	
1-8	56.3	43.7	0.6	125.16	-0.6	
1-9	40.2	59.3	0.4	106.91	0.1	
1-10	35.3	63.4	0.8	108.51	0.5	
1-11	36.4	63.1	0.3	153.79	0.2	
1-12	51.5	48.4	0.5	100.34	-0.4	
1-13	35.8	63.7	0.4	90.59	0.2	
1-14	14.9	84.0	1.1	117	0.0	
1-15	28.9	69.2	1.5	104.08	0.4	
1-16	15.6	81.4	2.5	111.6	0.5	
1-17	36.3	62.9	0.9	86.3	-0.1	
1-18	29.2	69.8	0.7	96.2	0.2	
1-19	36.4	62.9	0.7	103.55	0.0	
1-20	39.2	58.8	0.6	82.18	1.4	
1-21	27.2	71.8	1.6	100.43	-0.5	
1-22	38.3	61.8	1.3	126.9	-1.4	
1-23	20.1	78.6	0.9	100.2	0.4	
1-24	28.9	70.0	0.6	110.99	0.4	
1-25	28.8	68.0	2.3	133.27	1.0	
1-26	23.7	73.4	2.3	137.12	0.6	
1-27	24.9	72.8	2.6	113.14	-0.2	
1-28	40.2	57.8	0.8	77.62	1.1	
1-29	40.2	58.4	1.5	127.25	0.0	
1-30	25.0	72.5	3.5	135.21	-1.0	

*註：誤差百分比=(過篩前總重-各篩網沉積物重量總和)/過篩前總重

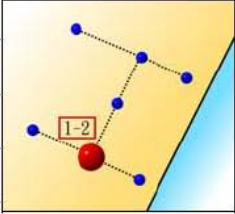
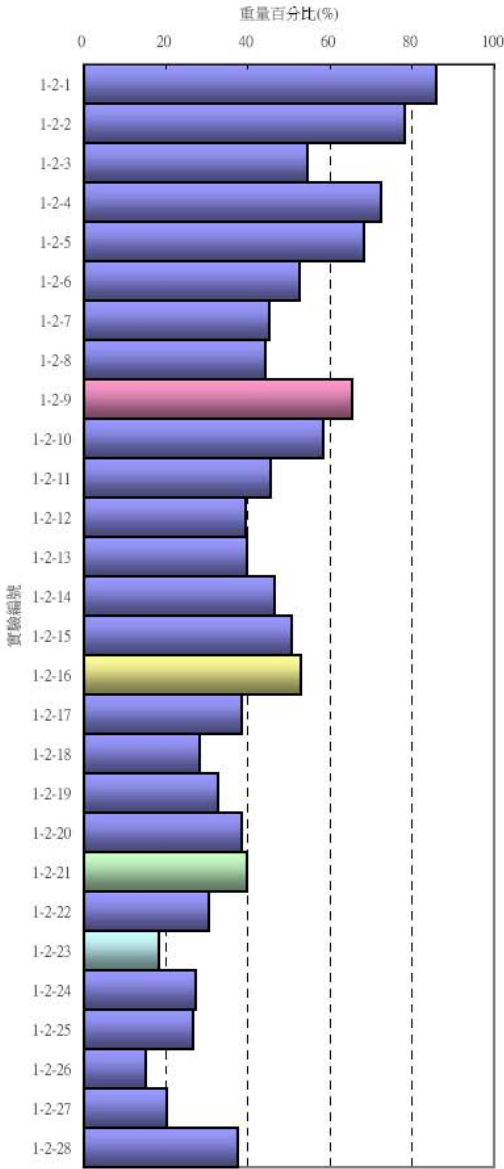
二、第二次採樣結果(1月4日)-1-1至3-3七管：

第一次採樣時間為2009年1月4日採樣7管(位置為H型，參見研究過程及方法)，粒徑超過0.25mm以上重量百分比最高達86%(1-2管)，最低則為18.2%(1-2管)。粒度分析結果如表5-2至表5-8。

表 5-2 1-1 管沉積物粒度分布表

編號	粒徑大於 0.25mm (%)	粒徑 0.25 mm -0.125mm (%)	粒徑小於 0.125mm (%)	總重 (公克)	誤差百分 (%)	顆粒大於 0.25mm 重量百分比柱狀圖
1-1-1	40.4	57.4	1.6	90.76	0.6	
1-1-2	46.9	51.1	0.9	79.27	1.1	
1-1-3	44.8	53.4	1.5	85.15	0.3	
1-1-4	49.3	49.9	1.0	110.8	-0.2	
1-1-5	43.4	55.4	0.6	129.21	0.6	
1-1-6	33.0	64.6	2.0	139.65	0.5	
1-1-7	49.0	50.2	0.9	98.39	-0.1	
1-1-8	46.6	52.1	0.9	112.71	0.5	
1-1-9	33.6	63.3	2.9	150.35	0.2	
1-1-10	45.8	53.0	0.8	109.35	0.5	
1-1-11	38.0	60.7	1.1	130.15	0.2	
1-1-12	32.4	66.8	0.9	120.47	-0.2	
1-1-13	42.2	55.3	2.4	108.9	0.0	
1-1-14	60.6	38.4	0.2	91.15	0.8	
1-1-15	62.4	37.1	0.7	135.37	-0.1	
1-1-16	49.2	50.4	0.5	123.18	0.0	
1-1-17	33.0	64.9	1.4	122.49	0.7	
1-1-18	31.4	67.6	1.2	144.9	-0.2	
1-1-19	43.7	55.7	0.5	97.72	0.2	
1-1-20	49.5	50.4	0.5	91.81	-0.4	
1-1-21	49.9	49.1	0.5	141.2	0.5	
1-1-22	31.4	68.6	0.7	133.1	-0.7	
1-1-23	21.8	76.2	1.5	116.1	0.4	
1-1-24	45.1	53.6	0.7	105.19	0.6	
1-1-25	48.7	51.0	0.4	97.48	0.0	
1-1-26	39.4	59.1	0.6	87.17	0.9	
1-1-27	38.8	60.4	0.7	131.04	0.2	

表 5-3 1-2 管沉積物粒度分布表

編號	粒徑大於 0.25mm (%)	粒徑 0.25 mm -0.125mm (%)	粒徑小於 0.125mm (%)	總重 (公克)	誤差百分 (%)	顆粒大於 0.25mm 重量百分比柱狀圖
1-2-1	86.0	13.8	0.3	88.96	-0.1	 
1-2-2	78.2	21.4	0.2	78.5	0.2	
1-2-3	54.6	45.3	0.3	76.64	-0.1	
1-2-4	72.4	26.9	0.4	70.59	0.3	
1-2-5	68.2	30.9	0.3	69.22	0.6	
1-2-6	52.4	46.6	0.8	58.9	0.2	
1-2-7	45.1	53.2	1.2	80.79	0.4	
1-2-8	44.4	53.8	1.1	71.38	0.7	
1-2-9	65.3	34.6	0.3	55.86	-0.2	
1-2-10	58.3	41.1	0.4	75.13	0.3	
1-2-11	45.4	54.2	0.4	99.82	-0.1	
1-2-12	39.5	58.8	1.1	84	0.5	
1-2-13	39.7	58.9	1.1	77.67	0.3	
1-2-14	46.6	53.1	0.4	74.26	-0.1	
1-2-15	50.8	48.9	0.4	77.71	-0.1	
1-2-16	52.8	46.7	0.4	74.03	0.1	
1-2-17	38.5	60.7	0.5	97.69	0.2	
1-2-18	28.2	70.3	1.3	93.4	0.1	
1-2-19	32.6	65.9	1.5	103.18	0.0	
1-2-20	38.4	60.5	0.5	84.08	0.6	
1-2-21	39.9	59.3	0.6	69.34	0.2	
1-2-22	30.3	68.8	0.5	100.69	0.4	
1-2-23	18.2	80.2	0.9	110.75	0.7	
1-2-24	27.2	71.8	0.7	106.88	0.3	
1-2-25	26.6	72.2	0.7	115.16	0.5	
1-2-26	15.1	83.5	1.1	102.5	0.2	
1-2-27	20.2	78.6	1.1	96.96	0.2	
1-2-28	37.5	61.5	0.7	108.77	0.4	

◎每個樣本沉積物厚度 3 公分

表 5-4 1-3 管沉積物粒度分布表

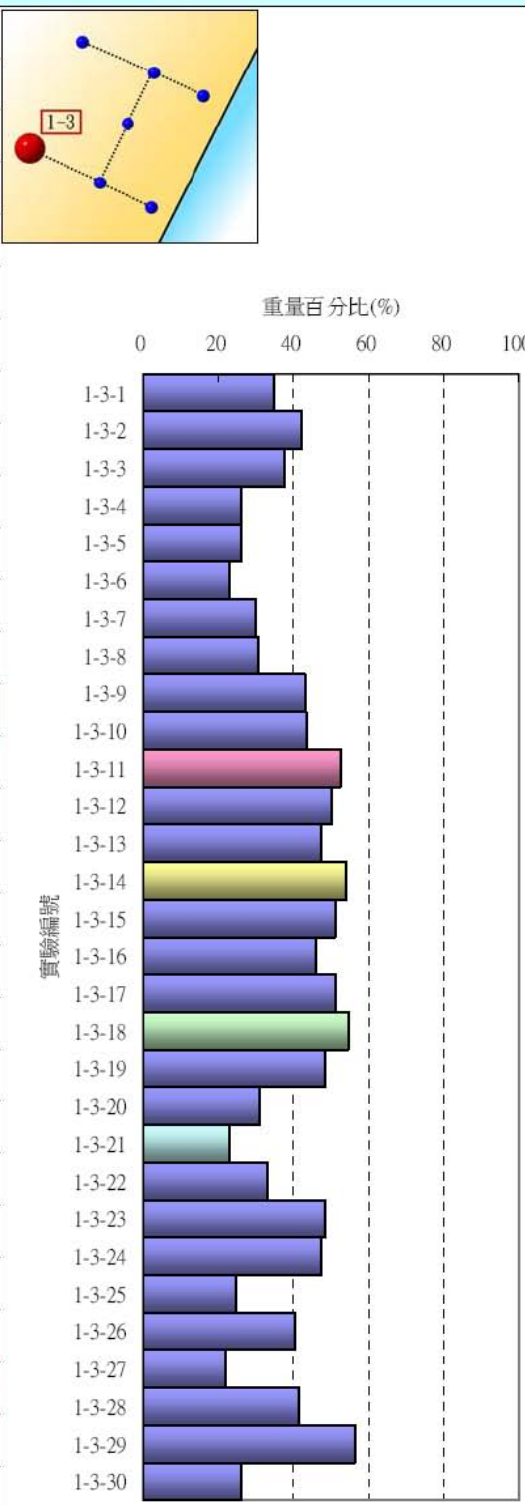
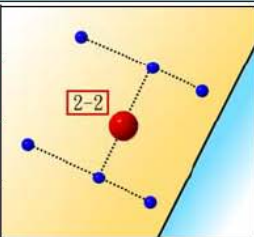
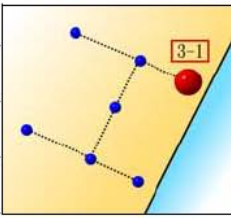
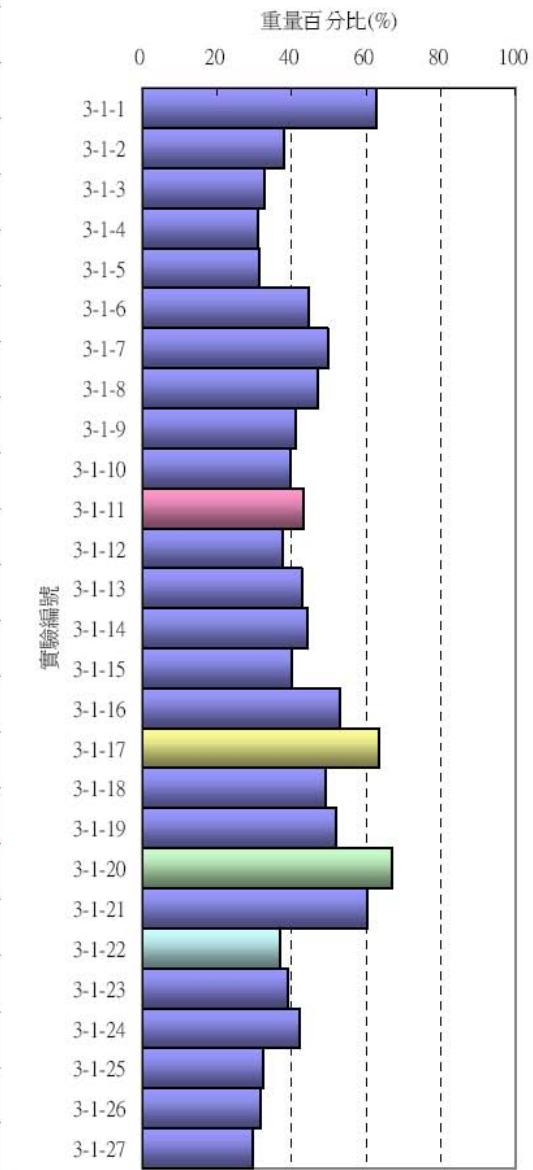
編號	粒徑大於 0.25mm (%)	粒徑 0.25 mm -0.125mm (%)	粒徑小於 0.125mm (%)	總重 (公克)	誤差百 分 (%)	顆粒大於 0.25mm 重量百分比柱狀圖
1-3-1	34.8	64.0	1.0	92.68	0.2	 <p>重量百分比(%)</p> <p>0 20 40 60 80 100</p> <p>實驗編號</p> <p>1-3-1 1-3-2 1-3-3 1-3-4 1-3-5 1-3-6 1-3-7 1-3-8 1-3-9 1-3-10 1-3-11 1-3-12 1-3-13 1-3-14 1-3-15 1-3-16 1-3-17 1-3-18 1-3-19 1-3-20 1-3-21 1-3-22 1-3-23 1-3-24 1-3-25 1-3-26 1-3-27 1-3-28 1-3-29 1-3-30</p> <p>◎每個樣本沉積物厚度 3 公分</p>
1-3-2	42.2	57.1	0.7	118.95	0.1	
1-3-3	37.7	61.2	0.8	66.74	0.3	
1-3-4	26.3	72.3	1.1	113.18	0.4	
1-3-5	26.1	71.9	1.7	114.85	0.3	
1-3-6	23.1	73.4	2.8	115.72	0.7	
1-3-7	29.9	68.6	1.3	110.3	0.3	
1-3-8	30.5	67.6	1.8	112.42	0.0	
1-3-9	43.1	55.5	0.9	98.77	0.5	
1-3-10	43.4	55.3	0.6	127.58	0.7	
1-3-11	52.4	46.5	0.9	128.3	0.1	
1-3-12	50.2	48.1	1.5	130.05	0.2	
1-3-13	47.4	50.6	1.2	134.22	0.8	
1-3-14	54.0	46.0	0.6	115.79	-0.6	
1-3-15	51.1	47.9	0.7	172.18	0.3	
1-3-16	46.0	53.2	0.5	159.55	0.3	
1-3-17	51.2	47.7	0.3	154.09	0.8	
1-3-18	54.7	45.0	0.3	136.61	0.0	
1-3-19	48.5	50.7	0.5	135.21	0.3	
1-3-20	31.1	68.0	0.8	183.79	0.1	
1-3-21	23.1	75.0	2.9	168.13	0.2	
1-3-22	33.0	66.0	1.2	167.36	-0.1	
1-3-23	48.3	51.2	0.9	130.32	-0.3	
1-3-24	47.2	52.2	0.5	161.5	0.1	
1-3-25	24.7	73.9	1.2	124.98	0.1	
1-3-26	40.5	59.1	0.6	164.66	-0.1	
1-3-27	21.9	76.0	2.2	157.33	-0.1	
1-3-28	41.4	57.9	0.9	168.02	-0.2	
1-3-29	56.3	43.5	0.6	124.91	-0.4	
1-3-30	26.3	70.8	2.6	150.84	0.4	

表 5-5 2-2 管沉積物粒度分布表

編號	粒徑大於 0.25mm (%)	粒徑 0.25 mm -0.125mm (%)	粒徑小於 0.125mm (%)	總重 (公克)	誤差百分 (%)	顆粒大於 0.25mm 重量百分比柱狀圖
2-2-1	65.1	34.2	0.5	70.44	0.2	 
2-2-2	76.4	23.7	0.2	98.36	-0.3	
2-2-3	74.8	24.7	0.1	75.68	0.4	
2-2-4	68.7	31.4	0.2	97.06	-0.3	
2-2-5	44.6	55.2	0.7	130.44	-0.5	
2-2-6	48.0	50.8	0.7	122.02	0.6	
2-2-7	33.7	65.1	1.1	116.11	0.1	
2-2-8	66.3	33.1	0.4	136.77	0.2	
2-2-9	37.3	61.4	1.0	130.45	0.2	
2-2-10	69.3	30.8	0.3	112.14	-0.5	
2-2-11	58.2	41.6	0.4	115.81	-0.1	
2-2-12	41.1	57.1	1.2	117.95	0.6	
2-2-13	22.7	75.4	1.4	115.96	0.6	
2-2-14	40.3	58.1	1.3	101.42	0.4	
2-2-15	30.5	68.5	1.0	111.24	0.0	
2-2-16	33.7	64.6	0.9	83.07	0.8	
2-2-17	38.5	61.0	0.6	97.19	-0.1	
2-2-18	37.7	60.7	0.5	126.93	1.1	
2-2-19	41.9	58.4	0.5	93.78	-0.7	
2-2-20	46.1	53.2	0.4	116.69	0.3	
2-2-21	48.8	50.9	0.4	115.48	-0.1	
2-2-22	32.0	66.8	0.8	68.38	0.3	
2-2-23	45.8	53.8	0.4	55.03	0.0	

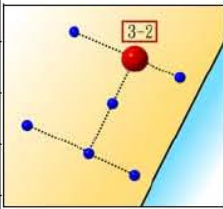
◎每個樣本沉積物厚度 3 公分

表 5-6 3-1 管沉積物粒度分布表

編號	粒徑大於 0.25mm (%)	粒徑 0.25 mm -0.125mm (%)	粒徑小於 0.125mm (%)	總重 (公克)	誤差百分 (%)	顆粒大於 0.25mm 重量百分比柱狀圖
3-1-1	62.8	36.4	1.0	158.41	-0.2	 
3-1-2	37.9	61.6	1.3	130	-0.8	
3-1-3	32.8	66.7	1.4	117.67	-0.9	
3-1-4	31.1	67.6	1.7	159.58	-0.4	
3-1-5	31.2	67.1	1.8	119.34	-0.1	
3-1-6	44.8	53.5	0.9	127.92	0.8	
3-1-7	49.7	49.7	0.6	118.74	-0.1	
3-1-8	47.0	53.2	0.6	125.22	-0.7	
3-1-9	41.1	58.5	0.7	143.82	-0.3	
3-1-10	39.8	58.4	1.8	116.51	0.0	
3-1-11	43.3	55.1	0.6	123.31	0.9	
3-1-12	37.5	61.7	0.5	145.77	0.3	
3-1-13	42.7	56.4	0.6	107.03	0.3	
3-1-14	44.4	55.8	0.3	168.96	-0.5	
3-1-15	40.0	60.0	0.5	122.19	-0.5	
3-1-16	53.0	46.5	0.2	111.72	0.3	
3-1-17	63.5	36.6	0.3	97.07	-0.5	
3-1-18	49.0	50.8	0.4	128.07	-0.2	
3-1-19	51.9	46.6	1.1	116.12	0.3	
3-1-20	66.9	32.4	0.8	142.71	-0.2	
3-1-21	60.3	38.9	0.6	139.6	0.2	
3-1-22	36.9	62.7	0.7	129.13	-0.3	
3-1-23	39.1	60.1	1.2	148.06	-0.4	
3-1-24	42.1	56.6	0.8	135.55	0.5	
3-1-25	32.4	67.1	0.3	128.66	0.1	
3-1-26	31.5	67.5	0.3	118.55	0.6	
3-1-27	29.6	68.8	0.9	111.05	0.8	

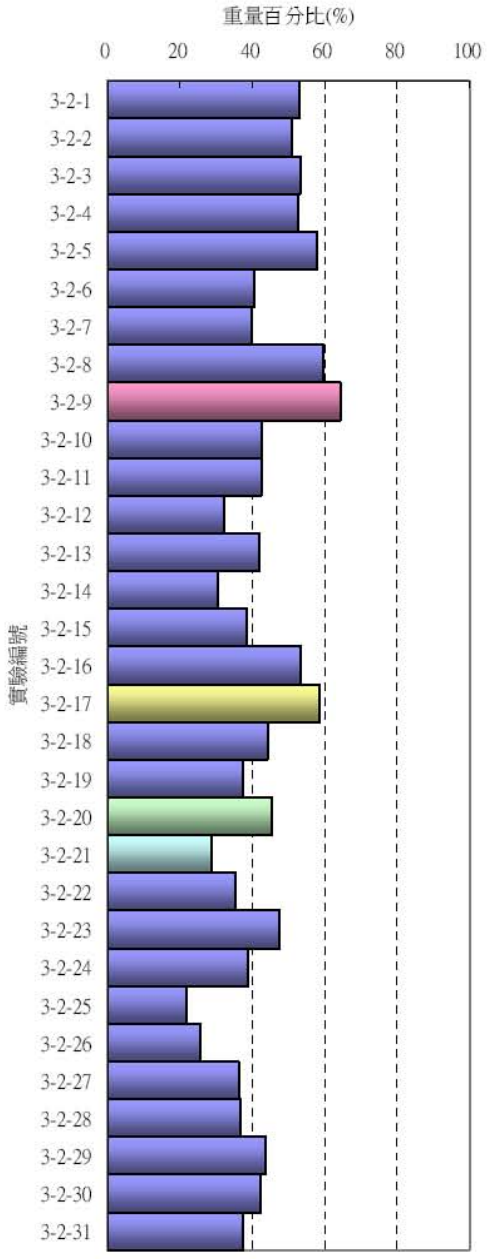
◎每個樣本沉積物厚度 3 公分

表 5-7 3-2 管沉積物粒度分布表

編號	粒徑大於 0.25mm (%)	粒徑 0.25 mm -0.125mm (%)	粒徑小於 0.125mm (%)	總重 (公克)	誤差百分 (%)	顆粒大於 0.25mm 重量百分比柱狀圖
3-2-1	53.0	47.2	0.4	105.86	-0.6	
3-2-2	50.9	49.2	0.1	103.82	-0.3	
3-2-3	53.3	47.1	0.2	66.96	-0.6	
3-2-4	52.8	46.8	0.6	91.97	-0.2	
3-2-5	57.8	41.6	0.2	84.2	0.4	
3-2-6	40.5	58.8	0.6	84.86	0.1	
3-2-7	39.9	58.9	1.0	89.92	0.2	
3-2-8	59.6	40.0	0.3	90.99	0.2	
3-2-9	64.3	35.2	0.2	100.47	0.3	
3-2-10	42.4	57.2	0.4	63.87	0.0	
3-2-11	42.5	56.6	0.5	80.14	0.5	
3-2-12	32.3	66.1	1.0	66.55	0.6	
3-2-13	41.8	58.6	0.5	90.64	-0.8	
3-2-14	30.4	68.9	0.7	67.73	0.0	
3-2-15	38.4	61.1	0.6	97.42	-0.1	
3-2-16	53.3	46.4	0.3	71.65	-0.1	
3-2-17	58.6	41.5	0.5	83.46	-0.6	
3-2-18	44.2	54.5	0.8	86.38	0.4	
3-2-19	37.5	61.6	0.6	67.38	0.3	
3-2-20	45.4	53.3	1.0	82.08	0.3	
3-2-21	28.5	69.2	2.0	68.88	0.3	
3-2-22	35.4	63.6	0.7	95.19	0.3	
3-2-23	47.6	51.8	0.4	87.42	0.2	
3-2-24	38.9	61.0	0.7	78.6	-0.6	
3-2-25	21.8	76.2	1.8	77.89	0.2	
3-2-26	25.8	72.1	1.3	65.41	0.7	
3-2-27	36.2	63.2	0.6	86.27	0.0	
3-2-28	36.6	62.2	0.7	59.7	0.5	
3-2-29	43.7	54.4	1.0	76.59	0.9	
3-2-30	42.2	56.3	1.2	54.42	0.3	
3-2-31	37.5	60.9	1.1	62.37	0.5	

實驗編號

重量百分比(%)



◎每個樣本沉積物厚度 3 公分

表 5-8 3-3 管沉積物粒度分布表

編號	粒徑大於 0.25mm (%)	粒徑 0.25 mm -0.125mm (%)	粒徑小於 0.125mm (%)	總重 (公克)	誤差百分* (%)	顆粒大於 0.25mm 重量百分比柱狀圖
3-3-1	40.4	58.0	0.6	92.01	1.0	
3-3-2	38.4	60.3	0.6	155.17	0.7	
3-3-3	39.3	60.8	0.5	95.98	-0.6	
3-3-4	21.4	77.1	1.4	145.42	0.1	
3-3-5	35.7	63.5	0.7	127.06	0.2	
3-3-6	45.7	52.9	0.5	115.34	0.8	
3-3-7	33.3	65.6	0.9	99.75	0.2	
3-3-8	46.9	53.5	1.0	115.27	-1.4	
3-3-9	53.5	45.4	0.7	108.1	0.4	
3-3-10	52.6	46.5	0.6	124.2	0.3	
3-3-11	54.0	45.5	0.8	125.08	-0.3	
3-3-12	30.6	67.6	1.0	107.14	0.8	
3-3-13	29.4	69.2	0.8	122.92	0.6	
3-3-14	37.6	61.6	0.6	132.42	0.1	
3-3-15	23.4	74.9	0.7	123.69	0.9	
3-3-16	30.9	68.2	0.8	147.64	0.2	
3-3-17	18.5	81.0	0.9	92.83	-0.4	
3-3-18	20.4	78.8	0.7	96.88	0.0	
3-3-19	19.6	79.4	0.7	148.52	0.2	
3-3-20	26.6	72.0	0.7	136.43	0.7	
3-3-21	37.7	61.7	0.8	120.28	-0.2	

三、粒徑大於 0.25mm 沉積物內含物比較

利用解剖顯微鏡觀察沉積物中內含物，發現粒徑大於 0.25mm 沉積物中主要為石英及頁岩碎屑，還有部分生物殼體碎屑、固體垃圾碎屑(如圖 5-1)以及極少量的有孔蟲。發現如下：

- (一) 石英及頁岩碎屑：沉積物中石英及頁岩碎屑占大部分，偶而可見完整石英結晶。
- (二) 垃圾碎屑：採樣中可見塑膠纖維、柏油沾黏物等，分布並無規則。
- (三) 苔蘚動物碎屑：採樣沈積物中，可見三種類型之苔蘚動物碎屑，分布位置如表 5-9 所示。發現如下：

1. 枝狀苔蘚動物碎屑：枝狀苔蘚動物含量最多且分布最廣，主要分布在深度編號 9-11(深度 24 公分至 33 公分)與深度編號 21-23(深度 60 公分至 69 公分)，表層亦有出現。
2. 兩孔苔蘚動物碎屑：兩孔苔蘚動物主要分布在深度編號 14-17(深度 39 公分至 51 公分)。

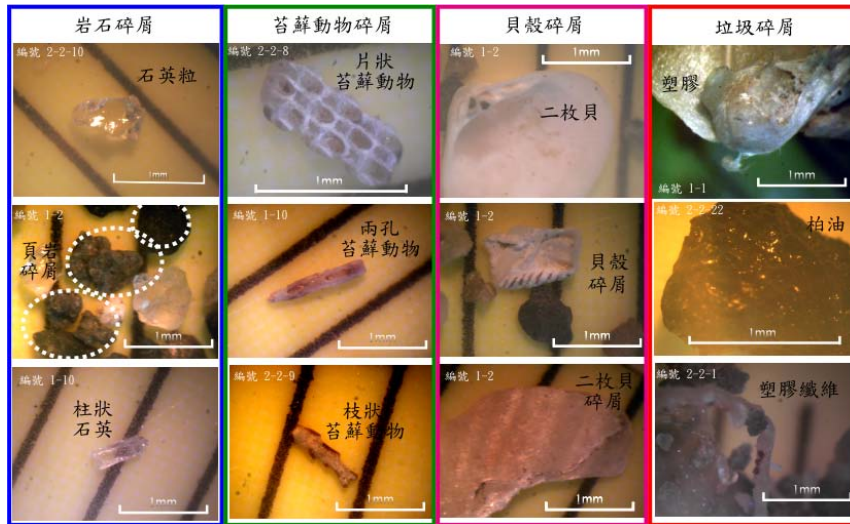


圖 5-1 兩次採樣粒徑大於 0.25mm 沉積物內含物

表 5-9 粒徑大於 0.25mm 沉積物中苔蘚動物碎屑分布表

代號說明	苔蘚動物碎屑【1(片狀)、2(兩孔)、3(枝狀)】							
	第一管	1-1	1-2	1-3	2-2	3-1	3-2	3-3
1	3				3			
2				3				
3		2		3				
4								
5	3							
6	1+2							3
7								
8	3				1			
9			3				3	
10	2+3	3						
11	2+3			3				
12	3							
13	3							
14	3			2+3				2
15	1	3						
16			2					
17	3			2			2	
18								
19								
20	3			3				
21	3	3		2+3				
22	3					3		
23			3					
24								
25	3							
26				2				
27	3			3				
28	1+2+3			3				
29								
30				3				
31								

● 有色層為本研究所定四個層位面位置，灰色層為各管採樣深度層。第一管為第一次採樣、1-1 至 3-3 為第二次採樣七管。

陸、討論

一、兩次採樣(2008年10月25日、2009年1月4日)對比-時間軸比對：

(一) 粗顆粒重量百分比趨勢，對比層面：利用粒徑大於 0.25mm 沉積物重量百分比對比層面，如圖 6-1 所示。大於 0.25mm 粒徑比例，可見粒度分布趨勢相近(對比層面如柱狀圖不同顏色部份)，且深度相近。

(二) 粗顆粒重量百分比相較：除表層 7 層外，第一次採樣大於粒徑 0.25mm 比例自 14.9%到 56.3%；第二次 2-2 位置採樣，大於粒徑 0.25mm 比例自 22.7%到 69.3%，明顯第一次採樣顆粒較細。可能兩次採樣位置是依據相對彩虹橋位置做定位，產生些許誤差。依據分析可能原因為第一次採樣位置較遠離河岸，坡度較緩，造成沉積物粒徑大於 0.25mm 比例明顯減少(圖 6-2)。

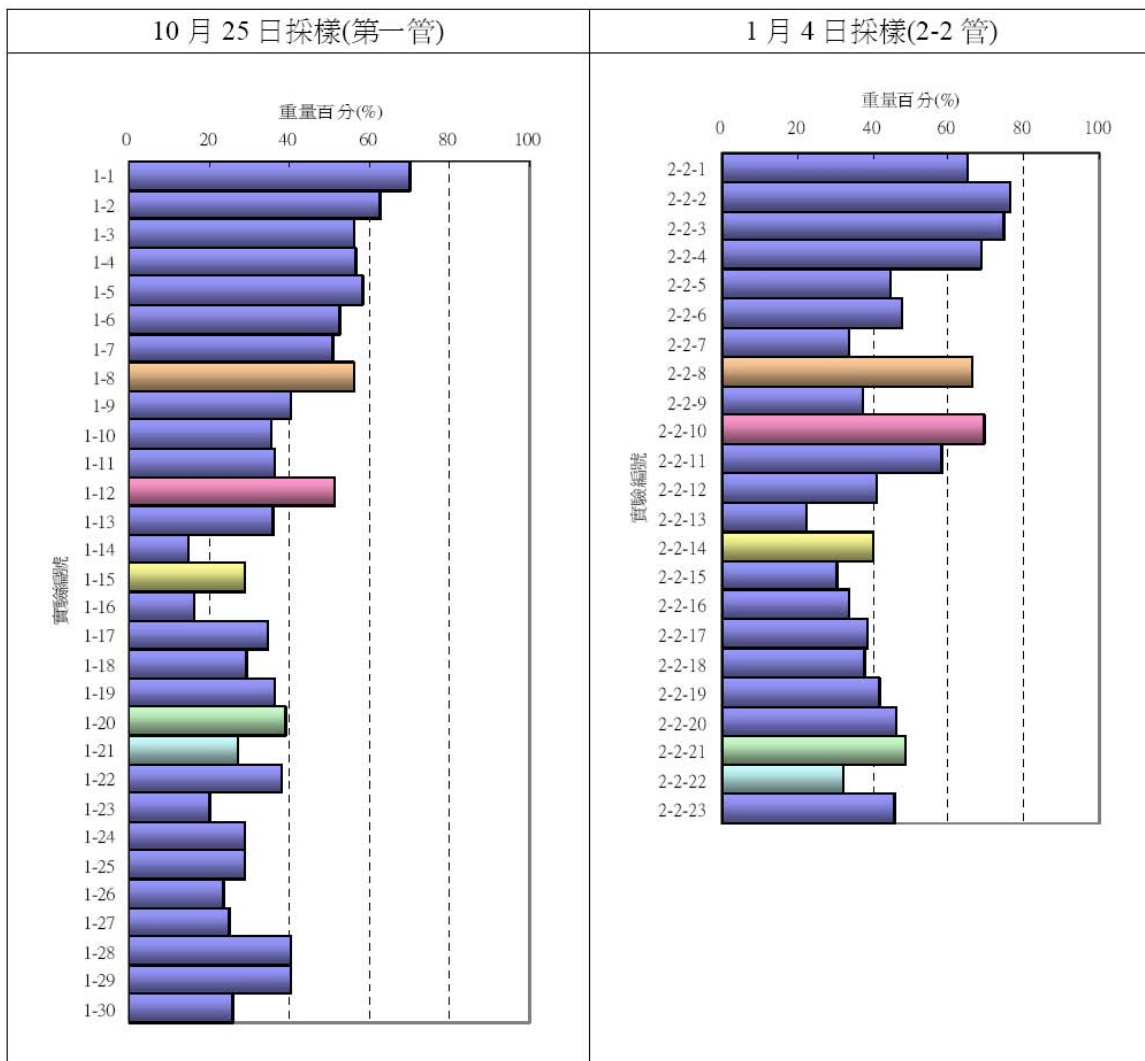


圖 6-1 兩次採樣粒徑大於 0.25mm 重量百分比對比圖

(三) 表層沉積物粒度隨深度變化趨勢不同：

兩次採樣至第 8 層以下粗顆粒沉積物變化趨勢大約一致，表面 7 層(約 21 公分)粗顆粒沉積物粒度變化則和第二次不同。尋找氣象局雨量資料桃園地區 2008 年 10 月 25 日至 2009 年 1 月 4 日間，並無一日單日雨量到達 120mm 以上(豪雨標準)，達 50mm 以上(大雨標準)，也僅 11 月有 2 日(52mm、58mm)，故推測 21 公分沉積物並非河川堆積。由第二次採樣觀察發現，和第一次採樣不同的是河岸多了風成沙丘(如圖 6-3)，故推測表層 7 層(約 21 公分)沉積物應為

10 月至隔年 1 月冬季季風侵蝕後再沉積形成。而粒徑隨深度逐漸變粗，代表冬季季風 10 月至 1 月過程中由逐漸增強的趨勢。

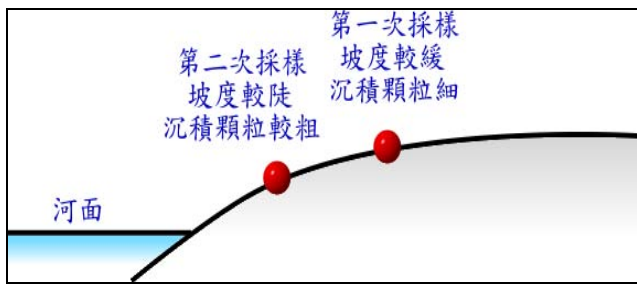


圖 6-2 河川旁沙灘坡度示意圖



圖 6-3 第二次採樣(98.1.4)採樣點附近沙丘照片

依據不同粒徑下之門檻值風速圖(圖 6-4, 吳昌翰 民 95), 可知要讓粒徑 0.25mm 的沉積物被風吹離地面門檻風速(沙粒開始移動的風速)約 23 公分/秒到 35 公分/秒。若粒徑到達 1mm 門檻風速也不及 60 公分/秒。且根據中央氣象局台北及新竹觀測站資料, 10 月至 1 月平均 10 分鐘內平均最大風速達 770 至 960 公分/秒, 瞬間最大風速更可達 1440 至 2040 公分/秒, 且風向以北至西北風為主, 風速遠大於門檻值風速。故推測此區表層沉積物可能被冬季季風侵蝕後堆積生成。

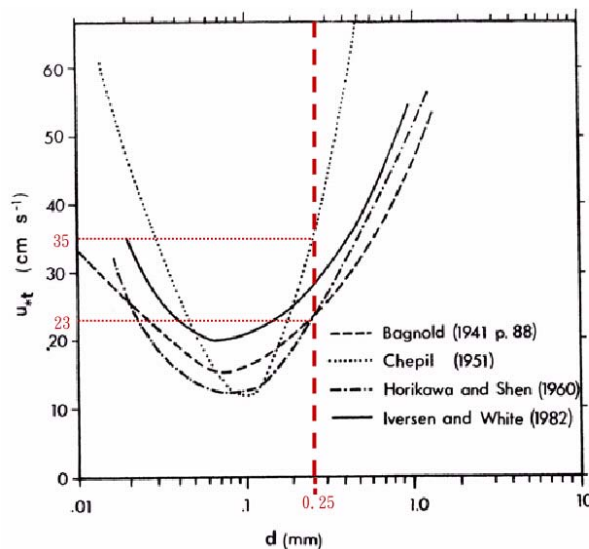


圖 6-4 不同粒徑下之門檻值風速(吳昌翰 民 95)

二、第二次採樣分析(2009 年 1 月 4 日 H 型採樣層狀分析)-空間比對：

(一) 沉積物粒度分布與河川營力之變化：

採集 7 管沉積物中, 粗顆粒(粒徑大於 0.25mm)比例含量比對發現, 越遠離河岸採樣點沉積物粗顆粒含量較低(如 1-3、3-3 管, 最多達 50%左右), 接近河邊採樣點則較多(如 1-1、1-2、1-3、2-2 管, 均可達 60%以上)。可能為遠離河道中央之沉積物坡度較緩, 河川冲刷流速迅速減慢, 故粗顆粒沉積物比例較低。反之, 粗顆粒含量較高的區域由於河岸坡度較陡, 水流速度快, 故粗顆粒含量較高。





(二)各管沉積物分層：

1.分層依據：

(1)粒度變化趨勢分層：利用各管沉積物粒徑大於 0.25mm 重量百分比隨深度變化趨勢，並以粒徑小於 0.125mm 沉積物重量百分比作輔助，找出具有特色之層面各層特色如下表 6-1 所示。

(2)粒度變化大之沉積物，可能代表侵蝕面：粗顆粒含量變化大的沉積層，沉積粒度不連續，可能代表侵蝕作用，如 2-2 管編號 9 與 10 間。也可作為分層參考依據。

表 6-1 各管沉積物分層特色

層面	特點	顏色標示
第一層	粗顆粒含量相對低點前後差距大(1-1、1-2、1-3、2-2、3-2 符合)。 粒徑小於 0.125mm 相對高點(1-1、1-2、1-3、2-2、3-2、3-3 符合)。	
第二層	粗顆粒含量相對高點(全符合)。 粒徑小於 0.125mm 相對低點(1-1、1-3、2-2、3-3 符合)。	
第三層	粗顆粒含量相對高點(全符合)。 粒徑小於 0.125mm 相對最低點在上下兩層間出現(全符合)。	
第四層	粗顆粒含量相對高點(全符合)。 粒徑小於 0.125mm 相對最低點，且上下層細顆粒含量出現特高情況(1-1、1-2、1-3、2-2、3-2、3-3 符合)	

2.分層結果：

依據表 6-1 層面特點將 7 採樣管沉積物粒度層面標示於圖 6-5。各層面深度統計如表 6-2 所示：

表 6-2 各層面深度分布

層面	深度編號分布	換算深度分布
第一層	17 到 23 層	深 48 到 69 公分
第二層	14 到 21 層	深 39 到 63 公分
第三層	11 到 17 層	深 30 到 48 公分
第四層	6 到 11 層	深 15 到 33 公分

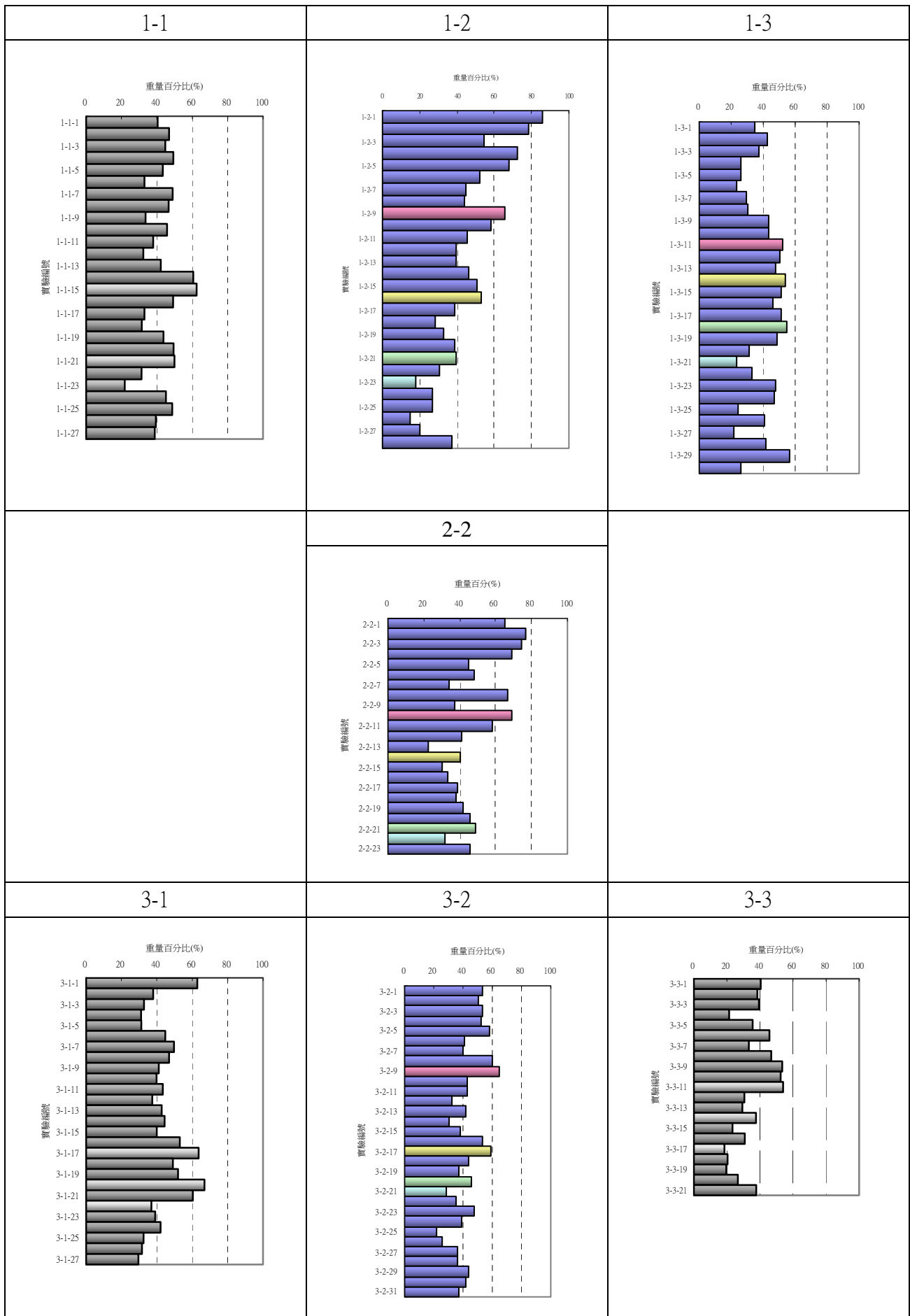
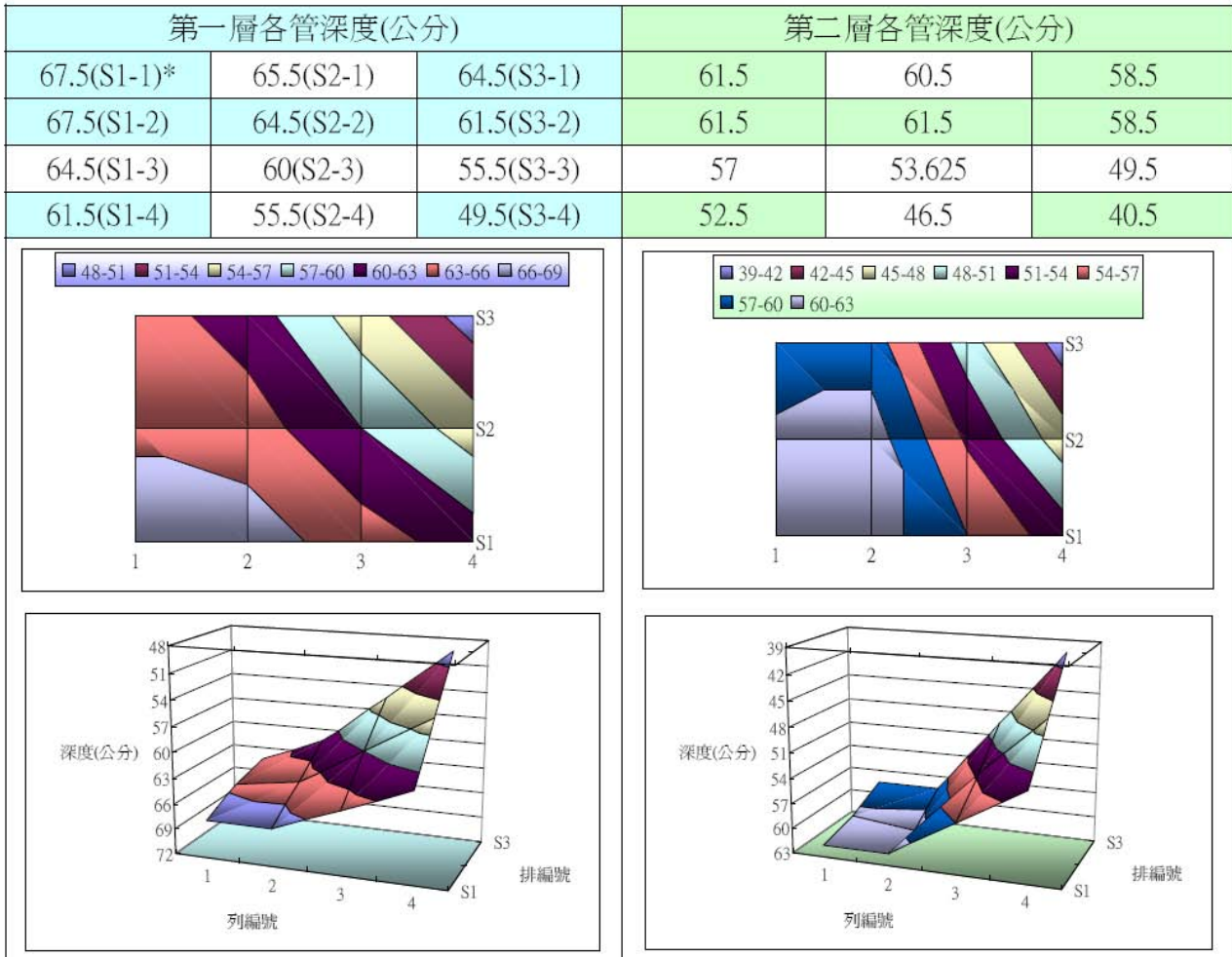


圖 6-5 第二次採樣 7 管沉積物分層示意圖

(三)層面立體圖製作：

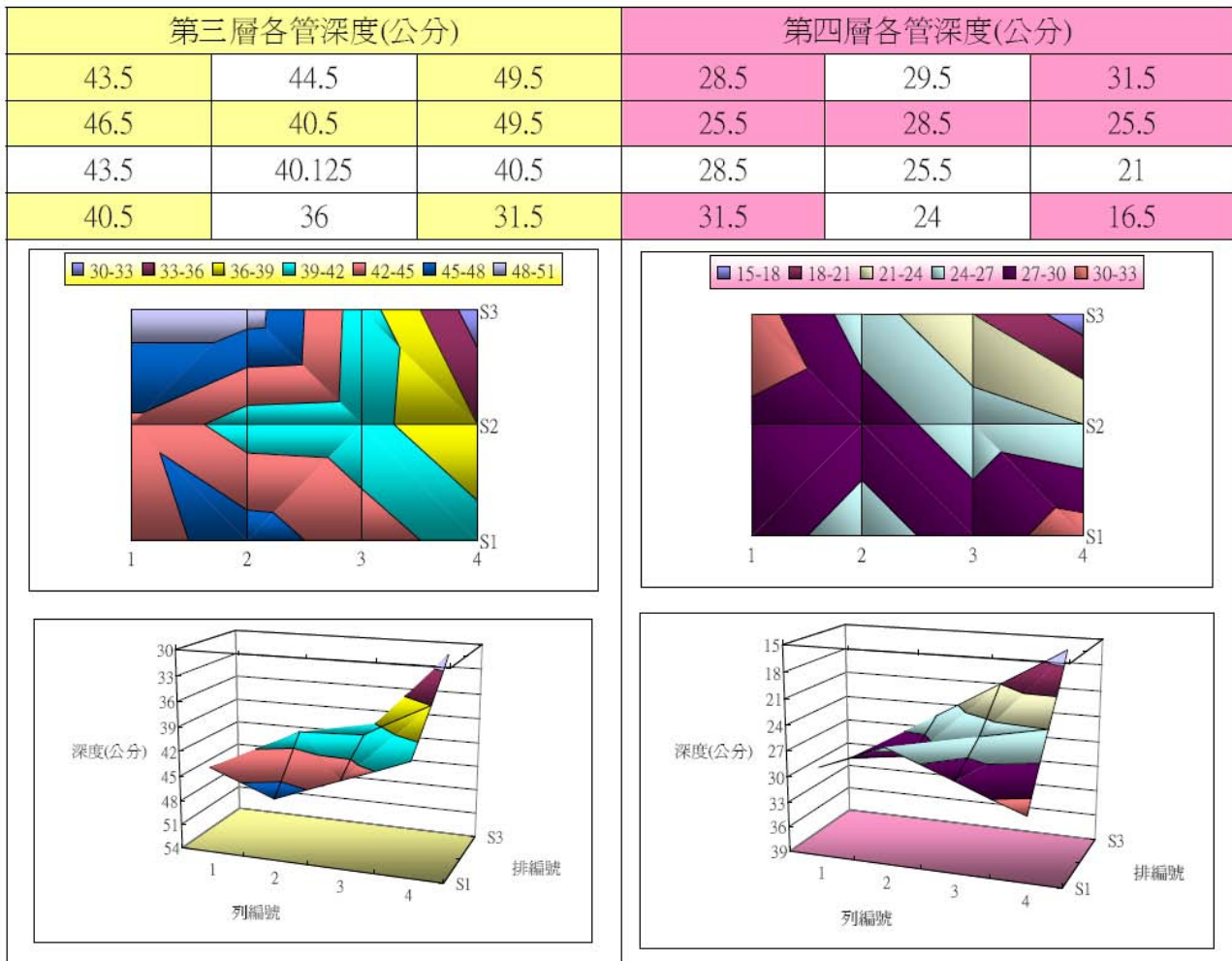
將各管層面深度數據依據相對位置填入 EXCEL 表格中(7 管數據)，並用內插法將其餘內插數據填入(參見表 4-12)。並將 4 層面數據製成立體圖，進行對比，如圖 6-6 所示。有以下幾種發現：

1. 四層深度，代表沉積當時地形：四層沉積層各有相似特點，可能代表同一時期沉積的產物，可推算沉積當時之河道地形。依此訂出四層深度由深而淺(生成年代老到新)依序為第一層、第二層、第三層、第四層，代表沉積當時 7 管附近之地形。



*為位置編號 S1-1 代表第 1 排第 1 列位置；S2-1 代表第 2 排，第一列位置，依此類推

圖 6-6(a) 採樣 7 管沉積物四層面立體示意圖



*為位置編號 S1-1 代表第 1 排第 1 列位置；S2-1 代表第 2 排，第一列位置，依此類推
圖 6-6(b) 採樣 7 管沉積物四層面立體示意圖

2. 坡度變化比較：各層坡度比較，如表 6-3 所示。高點均出現在 S3-4(3-3 管)位置。

表 6-3 各層坡度變化計算表

層編號	高點深度	低點深度	平均坡度*	坡度變化敘述	各管水平距離圖
第一層	49.5	67.5	1.2 公分/公尺	坡度一致，傾向 1-1 管	
第二層	40.5	61.5	1.4 公分/公尺	1-1 管附近坡度較緩	
第三層	31.5	49.5	2 公分/公尺	2-2 管附近坡度較緩	
第四層	16.5	31.5	1.7 公分/公尺	1-3、3-1 管出現低點	

*坡度計算=垂直落差(低點深度-高點深度)(公分)/水平距離(公尺)

3. 各層坡度變化解釋：

(1) 侵蝕生成後沉積：當大水流速快時，將河道沉積物完全侵蝕後，重新斜向堆積，形成槽狀分布(陳汝勤 莊文星 岩石學)，堆積形式如圖 6-7 所示。故 S3-4(3-3 管)位置，層面位置最高原因為此採樣點離河岸最遠造成。

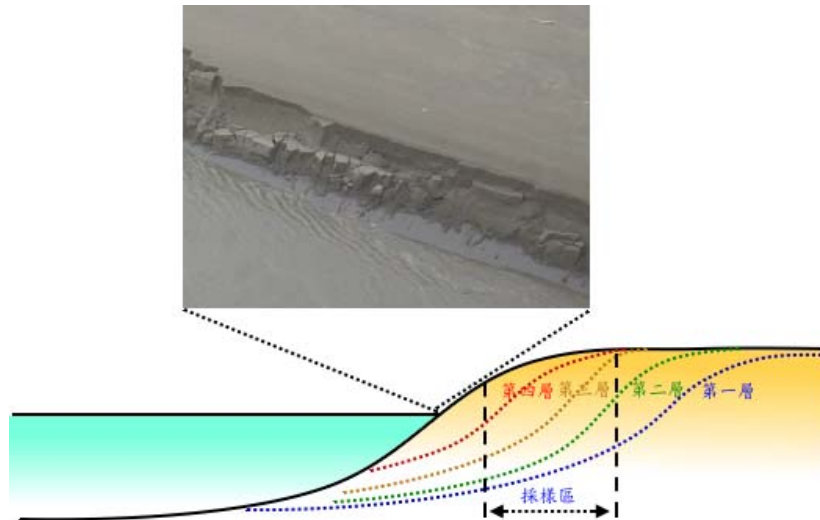


圖 6-7 河岸沉積層面堆積及崩落面位置示意圖

(2) 區域性坡度變化可能代表意義：

第一層坡度變化一致，但第二、三層坡度則出現區域性變化，第四層則坡度陡，可能是河流崩落面坡度和河岸沉積沙灘坡度不同造成。代表河川沖刷時崩落面有向河中央移動之趨勢。可能原因為，河川經一次大水侵蝕沖刷後，可能沙源較少，河水沖刷河岸沙層崩落面(圖 6-7)較遠離河道，依序堆積沉積物變多，崩落面越向河中央移動。

且發現第一層、第二層層面平順，到第三層、第四層可見區域變化大情況，可能為第一層形成時主要營力為河川，大水沖刷時形成地形較平順。到第三層、第四層沉積時，由於層面位置較高，受風力作用，由於採樣點位於橋下，故區域受風力作用變化大，地形變化也較複雜。由沉積物中上層較易找到海洋生物殼體(苔蘚動物、貝殼碎屑)狀況，可說明此推論之可能性。

三、粒徑大於 0.25mm 沉積物內含物比較

雖嘗試利用各管各層沈積物內含物比對層位，但似乎沒有規則性分布情況，但有以下發現值得討論：

(一) 苔蘚動物出現：

由於苔蘚動物為海洋中的生物。此地區出現苔蘚動物代表除河川作用外，應有其他營力讓海洋中的生物殼體帶至河口沙灘沉積，因海洋位於河口北方，推測可能為東北季風營力造成。

(二) 兩孔苔蘚動物出現特定深度：

觀察到具有兩孔的苔蘚動物碎屑分布於特定層位【深度編號 14-17(深度 39 公分至 51 公分)】，可能代表某特定時期此類生物大量出現，且有營力將殼體帶至河口沉積。若要了解此問題須有更專業的生物知識與諮詢，為未來研究努力方向。

(三) 沉積物中出現垃圾碎屑：

沉積物中出現柏油沾黏物、塑膠碎片、塑膠纖維及建築廢棄物碎屑等，如圖 6-8，代表南崁溪中上游區域傾倒廢棄物、垃圾問題嚴重，有關單位須注意。

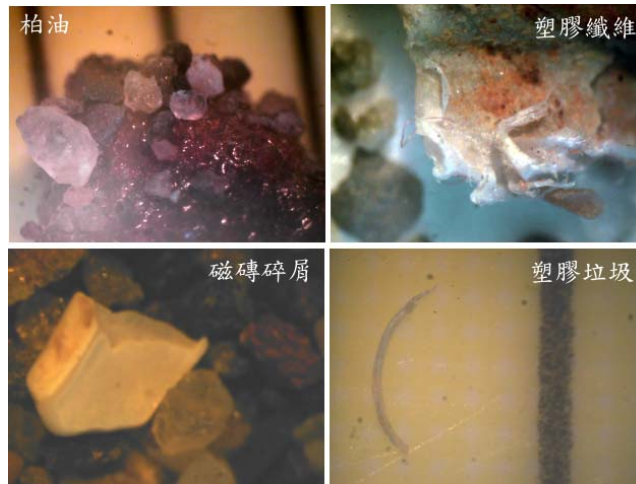


圖 6-8 南崁溪河口沉積物中的垃圾碎屑

四、實驗研究檢討與建議

(一)採樣定位應更為精確，減少誤差發生：

本研究取樣依據彩虹橋相對位置目測，誤差較大，建議兩次間取樣點可用 GPS 定位，可使兩次採樣點取樣位置定位較準確。

(二)沉積物分層依據應採更多證據，使層面定位更具可信度：

本研究經粒度分析後，繪出各層粗顆粒沉積物(粒徑大於 0.25mm)含量比例隨深度變化圖分層。礙於實驗器材之限制，仍有不全之處。若要精確對出沉積物層面位置，建議應使用其他化學成分分析，作為證據，如此將較完備。

(三)採樣點應更多更密集，繪製層面地形圖，不因些許誤差，造成不同結果：

雖可以七管沉積物層面深度繪製立體層面，但因取樣間隔距離過大，繪製圖形可能因數點層面位置誤差影響結果，建議取樣點間隔縮小，且增加取樣點。

柒、結論

- 一、本研究於南崁溪河口左岸兩次採樣 8 管沉積物，取管深度 63 至 93 公分不等，沉積物粒徑大於 0.25mm 比例，最多達 86.0%(第二次採樣第 1-2 管)，最低 14.9%(第一次採樣第 1 管)。
- 二、依據兩次不同時間採樣分層粒度比較、氣象資料推測，距河水面約 3 公尺處(管 2-2 附近)，表層 21 公分沉積物可能為東北季風吹拂生成。
- 三、依據第二次採樣 7 管分層沉積物粒度分析，發現有四個具特殊粒度分布趨勢的層面。
- 四、層面位置代表沉積物沉積時河床地形，依據四層沉積層立體圖曲線，可發現遠離河水之沉積層較薄，層位位置較高。且河水沖刷崩落位置有向河中央移動的趨勢。
- 五、本次採樣各管粒徑大於 0.25mm 沉積物中主要內含物有石英、頁岩碎屑，部份生物殼體及垃圾碎屑。其中苔蘚動物殼體碎屑出現代表研究區域沉積營力可能包含東北季風。
- 六、本研究在採樣點定位、沉積物層面界定及採樣數量及採樣距離部分均需有改進空間，建議往後研究能朝改良這些缺失方面努力，讓研究流程能更加完備、嚴謹。

捌、參考資料及其他

圖書資料

陳培源 野外及礦業地質學 民 83 正中書局 213-217 頁，233-242 頁

陳汝勤、莊文星 岩石學 民 81 聯經出版社 173-184 頁，192-195 頁，137-153 頁

何春蓀 普通地質學 民 五南圖書出版公司 223-262 頁

林雪美 臺灣西部河口地區之地形學研究 民 84 國立臺灣師範大學地理研究所博士論文
111-120 頁

吳昌翰 台中港海岸飛砂量推估之研究 民 95 國立中興大學水土保持學系碩士論文
7-10 頁

台北市近郊十條地質實習考察路線沿線地質簡介 民 80 國立台灣師範大學地球科學系
47-66 頁

台灣中部十條地質實習考察路線沿線地質簡介 民 78 國立台灣師範大學地球科學系
85-103 頁

台灣南部十條地質實習考察路線沿線地質簡介 民 79 國立台灣師範大學地球科學系
15-52 頁

網路資料

經濟部中央氣象局全球資訊網 <http://www.cwb.gov.tw/>

【評語】 040501

內容熟悉講解流暢，工具製作因地制宜，粒度分析缺泥質討論。位於大橋邊，由人為開發影響並未列入考量，如果選取較無人為因素干擾的地點來研究效果會更好。