

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 地球科學科

040502

層經滄海難為水—沉積層的研究

學校名稱：國立屏東高級中學

作者： 高二 黃智揚 高二 陳俊樺 高二 洪永翰	指導老師： 陳俊杰
---	------------------

關鍵詞：搬運、沉積層、堆積角度

摘要

本實驗旨在觀察沉積顆粒在不同流速及不同坡度環境中的沉積分層情形。首先，我們利用篩選機篩定出粒徑在特定範圍內的砂子當作沉積顆粒，接著建立沉降實驗的基模，並選用不同顏色的砂子，分批搬運沉積在沉積槽中做出明顯的分層，實驗過程中改變搬運力及坡度觀察其對分層的影響。我們初步觀察到基本的粒級層，更進一步發現到層序不一定按照砂子倒入河道的先後順序排列，即先供應的砂子沉降後，會因為搬運力的改變而再度被搬運至上層，覆蓋住後供應的一批砂。

壹、 研究動機

記得高二露營時，行經尖山埤入口處，看著漆黑神秘的水庫邊，裸露的岩層有如書本一頁頁的堆疊，那是出自大自然的鬼斧神工，對地科感興趣的我們，也對此燃起了熱烈的好奇心，於是開始搜羅一些有關沉積岩層的相關資料，著手研究沉積層的奧秘。

貳、 研究目的

- 一、研究不同水流量對相同砂量的沉積有何影響。
- 二、研究在砂量固定之下，相同水流量時，分次供應沉積物對結果之影響。
- 三、研究不同沉積底層對後期的沉積結果有何影響。
- 四、研究暴雨過後的沉積環境。
- 五、研究在砂量固定之下，不同坡度對沉積物有何影響。

參、 研究設備及器材

- | | |
|---------------|-------------|
| 一、沉積槽(圖 A) | 七、篩選機 (圖 D) |
| 二、 L 形 PVC 接頭 | 八、相機 |
| 三、水道(圖 C) | 九、三腳架 |
| 四、儲水槽(圖 B) | 十、黏土 |
| 五、橡皮水管 X5 | 十一、延長線 |
| 六、磅秤 | 十二、膠帶 |

十三、抽水馬達(小流量為 91c.c/s、中流量為 250c.c/s、大流量為 280c.c/s)

十四、砂子(<0.062mm)

(一)、貝殼砂 (以下稱白砂)

(二)、美國石英砂 (以下稱紅砂)

(三)、建築用黑砂 (以下稱黑砂)

十五、不同粒徑的篩網(2mm、0.25mm、0.062mm、0.037mm)



(圖 A)



(圖 B)



(圖 C)



(圖 D)

肆、 研究過程或方法

一、模擬沉積環境：利用壓克力做出一個長 3.5 公尺、寬 15 公分、高 20 公分的沉積槽(圖 A)。

二、將 PVC 管剖開(如圖 C)模擬河道。

三、河道中供應沉積物的方式：每一個實驗分一~二時期供應沉積物，每一時期分批供應黑砂、紅砂、白砂三種不同的沉積物到河道中。

四、以坡度及水流量為操縱變因，由於配合抽水馬達的流量(見器材十三)，故以下利用這些流量製造出不同的沉積環境條件，探討其對沉積結果有何關聯。

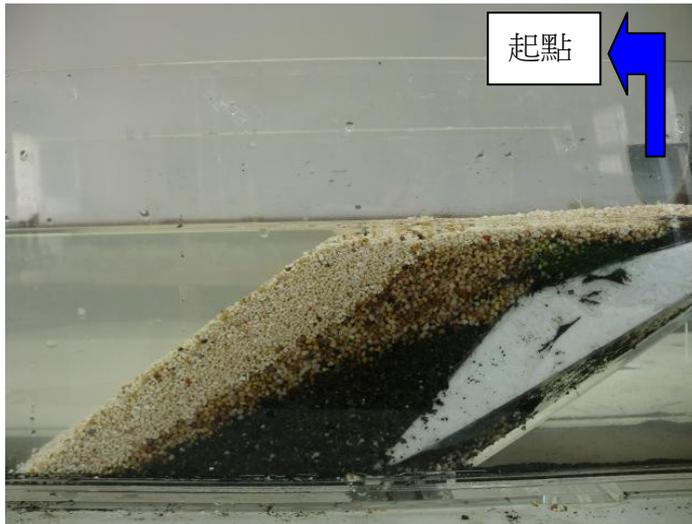
伍、研究結果

模擬東部海岸的大陸斜坡，實驗 1~實驗 10 的坡度為 52 度，進行以下實驗

實驗 1：僅一個時期供應沉積物，沉積條件如下：

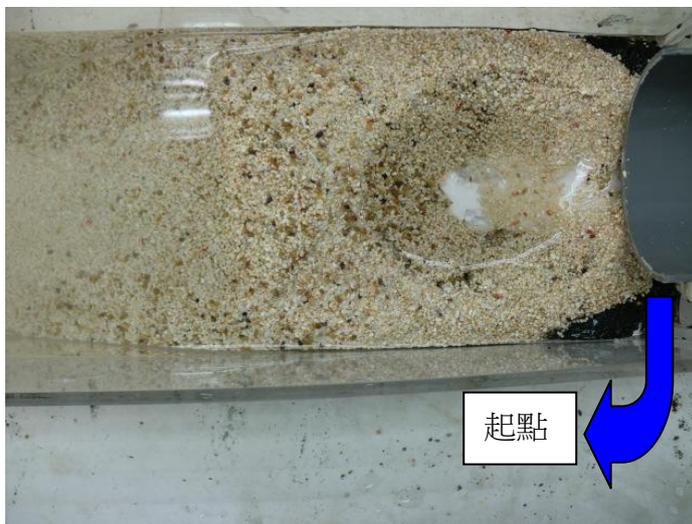
	砂子	水流量
條件	黑砂 2kg → 紅砂 1kg → 白砂 1kg	91c.c/s

表(一)



側
視
圖

圖(1-1)



俯
視
圖

圖(1-2)

距起點之距離(cm)	35~38	38~41	41~44
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.01	0.96	0.49
沉降之時間	黑砂:5 分 01 秒 ; 紅砂:3 分 27 秒 ; 白砂:2 分 53 秒		

表(二)

實驗 2：分二個時期供應沉積物，第一時期沉積條件同實驗 1，第二時期沉積條件如下：

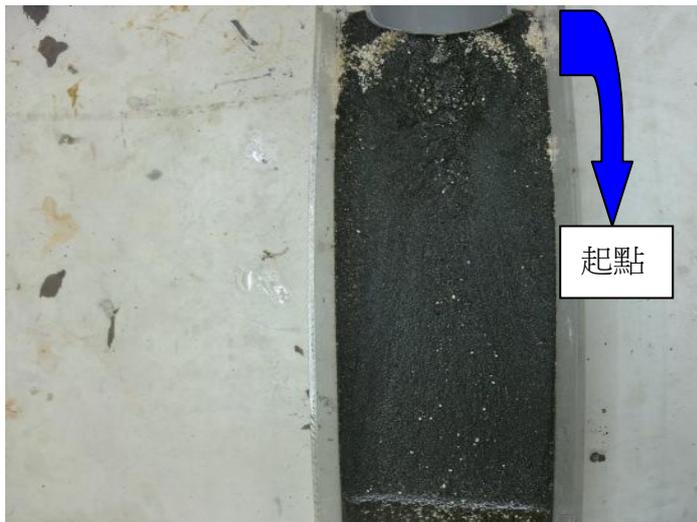
	砂子	水流量
條件	紅砂 1.5kg → 白砂 1.5kg → 黑砂 3kg	91c.c/s

表(三)



側
視
圖

圖(2- 1)



俯
視
圖

圖(2- 2)

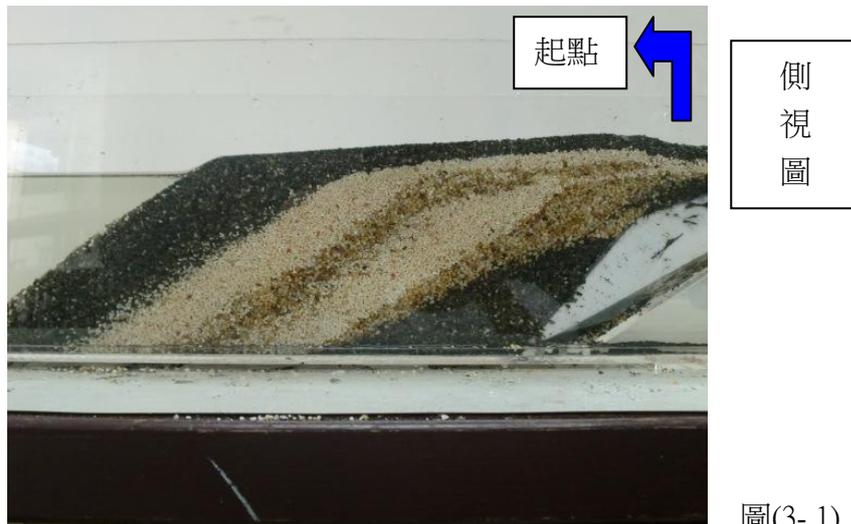
距起點之距離(cm)	50~53	53~56	56~59
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.67	1.28	0.42
沉降之時間	黑砂:8分24秒； 紅砂:5分37秒； 白砂:6分06秒		

表(四)

實驗 3：分二個時期供應沉積物，第一時期沉積條件同實驗 1，第二時期沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	紅砂 1.5kg → 白砂 1.5kg → 黑砂 3kg	250c.c/s

表(五)



圖(3- 1)



圖(3- 2)

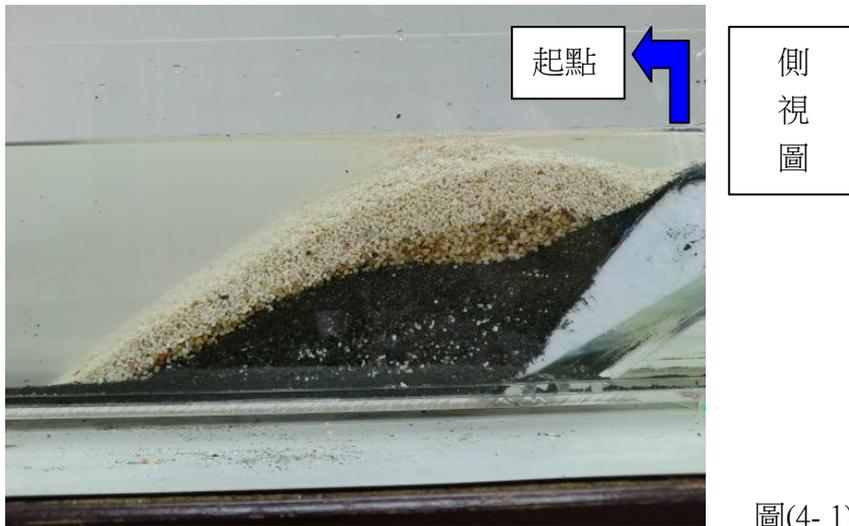
距起點之距離(cm)	50~53	53~56	56~59
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.49	1.21	0.59
沉降之時間	黑砂:5 分 15 秒 ; 紅砂:2 分 46 秒 ; 白砂:3 分 02 秒		

表(六)

實驗 4：僅一個時期供應沉積物，沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	黑砂 2kg → 紅砂 1kg → 白砂 1kg	250c.c/s

表(七)



圖(4- 1)



圖(4- 2)

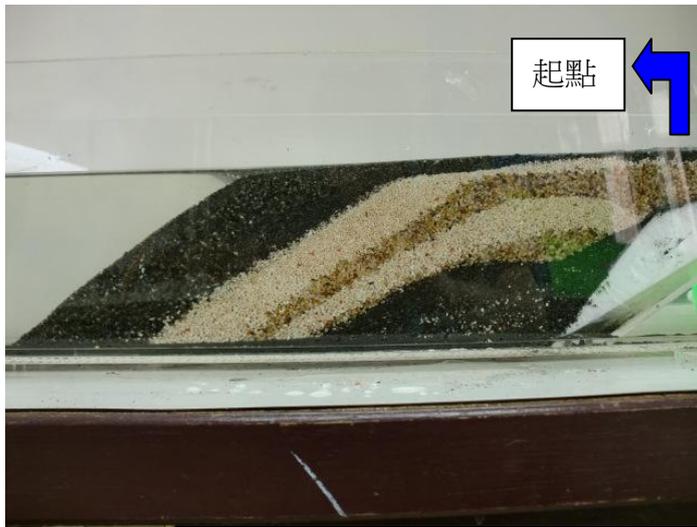
距起點之距離(cm)	35~38	38~41	41~44
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	1.78	1.04	0.63
沉降之時間	黑砂:2分 41 秒 ； 紅砂:1分 47 秒 ； 白砂:1分 56 秒		

表(八)

實驗 5：分二個時期供應沉積物，第一時期沉積條件同實驗 4，第二時期沉積條件如下：

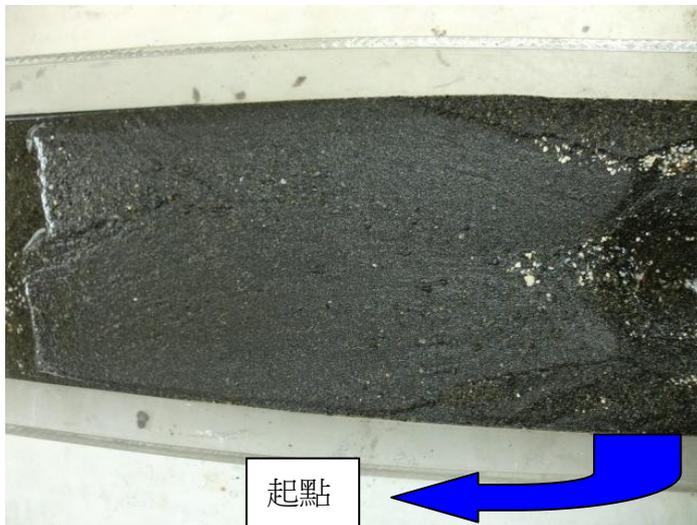
	砂子	水流量
條件	紅砂 1.5kg → 白砂 1.5kg → 黑砂 3kg	91c.c/s

表(九)



側
視
圖

圖(5- 1)



俯
視
圖

圖(5- 2)

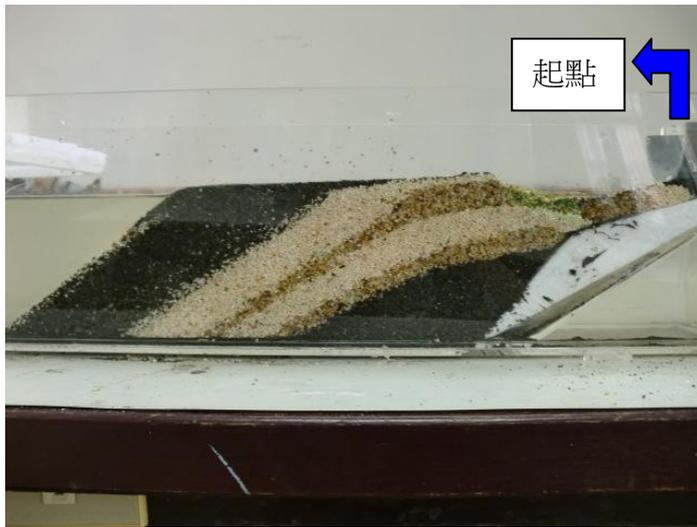
距起點之距離(cm)	50~53	53~56	56~59
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.73	1.53	0.87
沉降之時間	黑砂:7分32秒；紅砂:5分21秒；白砂:4分58秒		

表(十)

實驗 6：分二個時期供應沉積物，第一時期沉積條件同實驗 4，第二時期沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	紅砂 1.5 → 白砂 1.5kg → 黑砂 3kg	250c.c/s

表(十一)



側
視
圖

圖(6- 1)



起
點

俯
視
圖

圖(6- 2)

距起點之距離(cm)	50~53	53~56	56~59
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.56	1.57	0.96
沉降之時間	黑砂:3分46秒；紅砂:2分55秒；白砂:3分07秒		

表(十二)

實驗 7：將第一批砂(黑砂)倒入河道，靜待搬運完畢瞬間，接續倒入下一批砂(白砂)，達到連續供應，沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	黑砂 2kg → 白砂 2kg → 紅砂 2kg 連續供應	250c.c/s

表(十三)



側
視
圖

圖(7- 1)



俯
視
圖

圖(7- 2)

距起點之距離(cm)	35~38	38~41	41~44
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	1.83	1.21	0.77
沉降之時間	黑砂:1 分 38 秒 ; 紅砂:2 分 18 秒 ; 白砂:2 分 07 秒		

表(十四)

實驗 8：將第一批砂(黑砂)倒入河道，靜待搬運完畢後，隔 5 分鐘再倒入下一批砂(白砂)，達到斷續供應，沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	黑砂 2kg → 白砂 2kg → 紅砂 2kg 斷續供應	250c.c/s

表(十五)



側
視
圖

圖(8- 1)



俯
視
圖

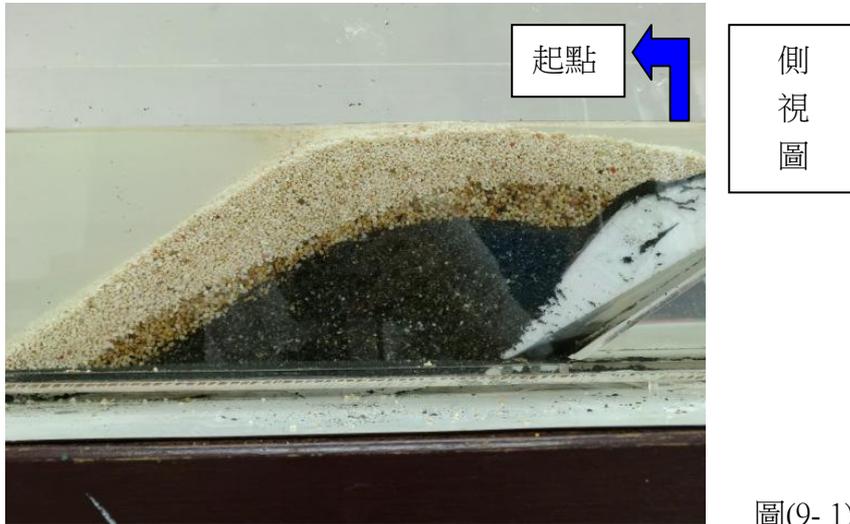
圖(8- 2)

距起點之距離(cm)	35~38	38~41	41~44
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	1.79	1.18	0.82
沉降之時間	黑砂:2 分 05 秒 ; 紅砂:1 分 54 秒 ; 白砂:2 分 13 秒		

表(十六)

實驗 9：僅一個時期供應沉積物，將水流量調整為 280 c.c/s，模擬暴雨情形。

	砂子	水流量	
條件	黑砂 3kgn → 紅砂 1.5kg → 白砂 1.5kg	280c.c/s	表(十七)



圖(9- 1)

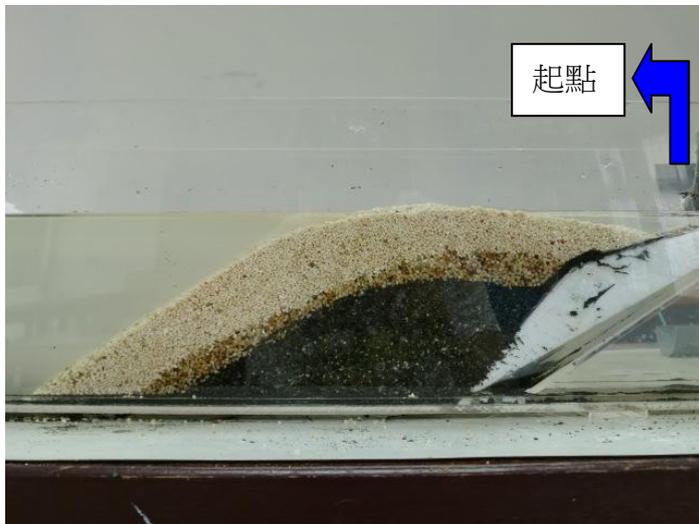


圖(9- 2)

距起點之距離(cm)	35~38	38~41	41~44
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.34	1.28	0.79
沉降之時間	黑砂:5分 29 秒 ; 紅砂:4分 31 秒 ; 白砂:4分 08 秒		

表(十八)

實驗 10：實驗 9 操作完畢後，緊接將水流量調整至 91c.c/s，靜待十分鐘，模擬暴雨後的安寧。



側
視
圖

圖(10- 1)



俯
視
圖

圖(10- 2)

模擬西部海岸的大陸斜坡，實驗 11~實驗 20 的坡度改為 15 度，進行以下實驗

實驗 11：僅一個時期供應沉積物，沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	黑砂 2kg → 紅砂 1kg → 白砂 1kg	91c.c/s

表(十九)



側
視
圖

圖(11-1)



俯
視
圖

圖(11-2)

距起點之距離(cm)	55~58	58~61	61~64
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	1.08	0.92	0.77
沉降之時間	黑砂:6分10秒；紅砂:3分12秒；白砂:3分32秒		

表(二十)

實驗 12：分二個時期供應沉積物，第一時期沉積條件同實驗 11，第二時期沉積條件如下：

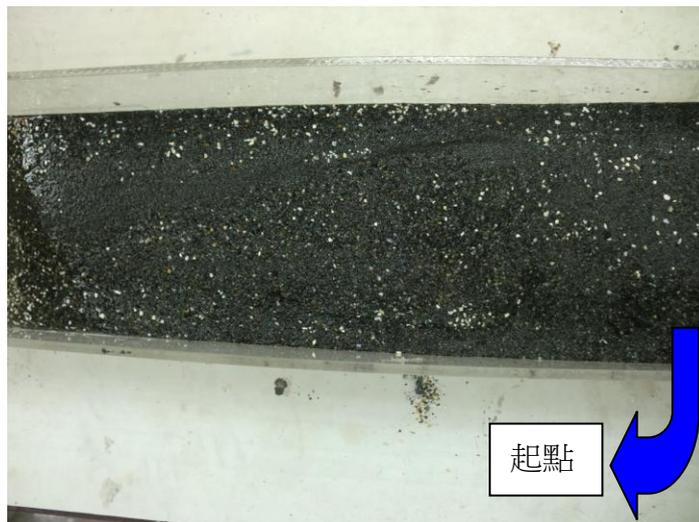
	砂子	水流量
條件	紅砂 1.5kg → 白砂 1.5kg → 黑砂 3kg	91c.c/s

表(二十一)



側
視
圖

圖(12-1)



俯
視
圖

圖(12-2)

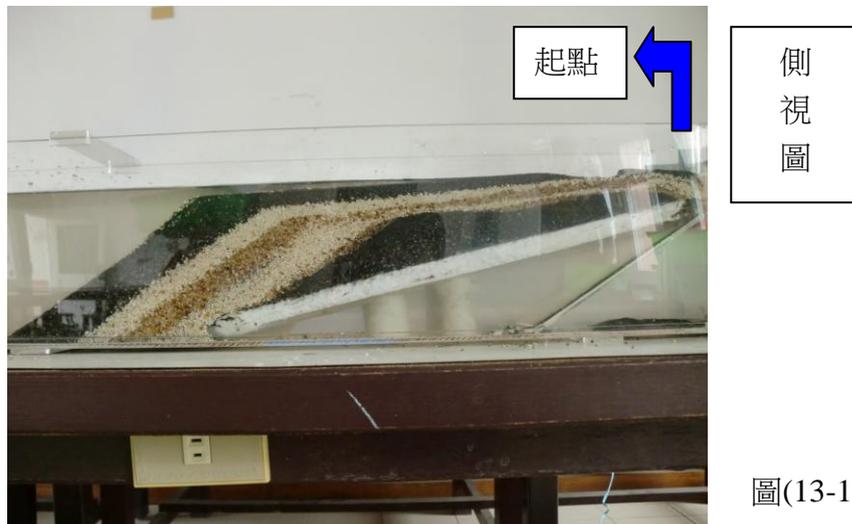
距起點之距離(cm)	73~76	76~79	79~82
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.27	1.84	0.75
沉降之時間	黑砂:9 分 39 秒 ; 紅砂:6 分 02 秒 ; 白砂:6 分 06 秒		

表(二十二)

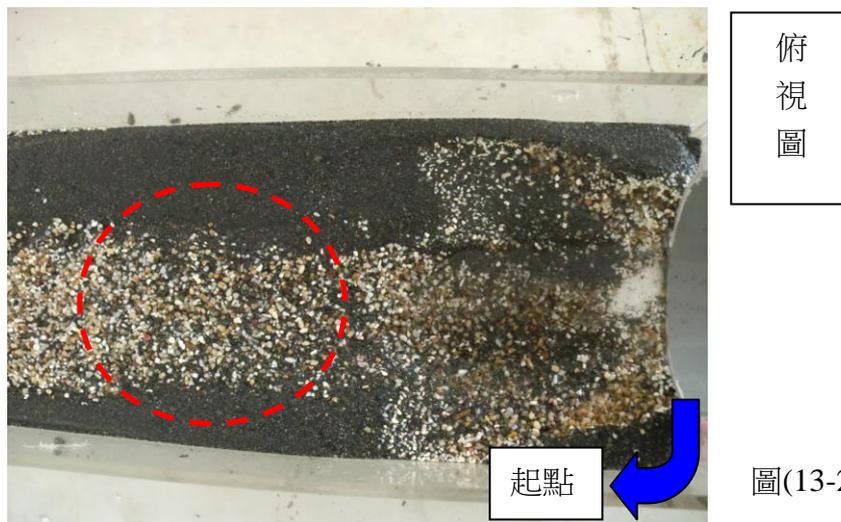
實驗 13：分二個時期供應沉積物，第一時期沉積條件同實驗 11，第二時期沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	紅砂 1.5kg → 白砂 1.5kg → 黑砂 3kg	250c.c/s

表(二十三)



圖(13-1)



圖(13-2)

距起點之距離(cm)	73~76	76~79	79~82
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.13	1.62	0.87
沉降之時間	黑砂:7分25秒；紅砂:5分18秒；白砂:4分15秒		

表(二十四)

實驗 14：僅一個時期供應沉積物，沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	黑砂 2kg → 紅砂 1kg → 白砂 1kg	250c.c/s

表(二十五)



側
視
圖

圖(14-1)



俯
視
圖

圖(14-2)

距起點之距離(cm)	55~58	58~61	61~64
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	0.97	0.94	0.83
沉降之時間	黑砂:4分22秒；紅砂:2分33秒；白砂:2分45秒		

表(二十六)

實驗 15：分二個時期供應沉積物，第一時期沉積條件同實驗 14，第二時期沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	紅砂 1.5kg → 白砂 1.5kg → 黑砂 3kg	91c.c/s

表(二十七)



側
視
圖

圖(15-1)



俯
視
圖

圖(15-2)

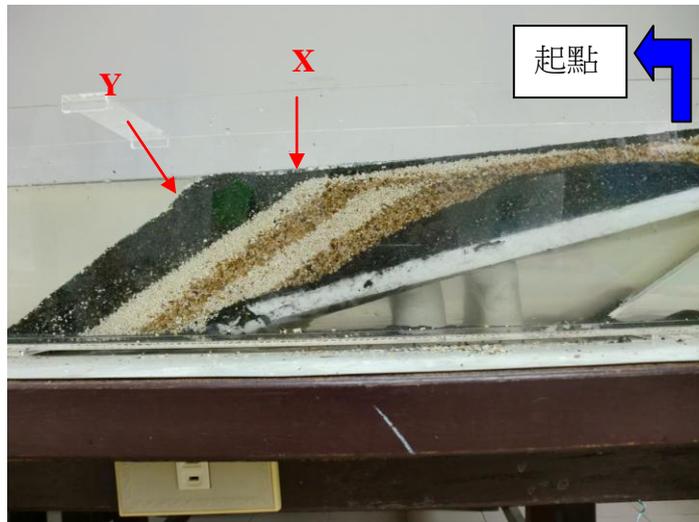
距起點之距離(cm)	73~76	76~79	79~82
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.41	1.47	0.67
沉降之時間	黑砂:9分 14 秒 ; 紅砂:6分 43 秒 ; 白砂:6分 36 秒		

表(二十八)

實驗 16：分二個時期供應沉積物，第一時期沉積條件同實驗 14，第二時期沉積條件如下：

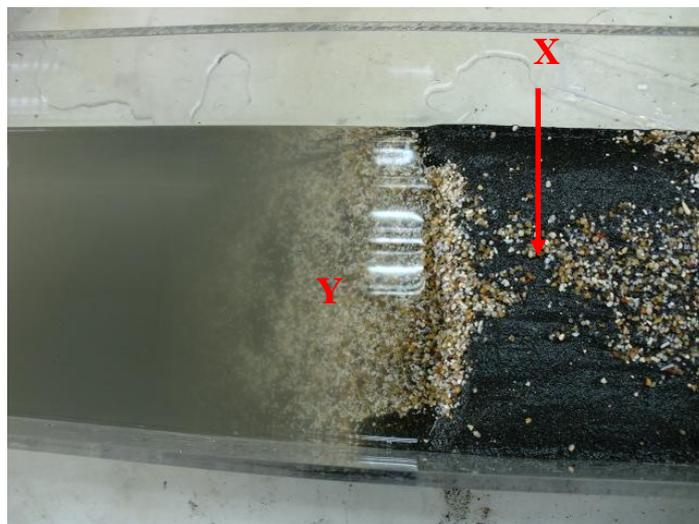
	砂子	水流量
條件	紅砂 1.5 → 白砂 1.5kg → 黑砂 3kg	250c.c/s

表(二十九)



側
視
圖

圖(16-1)



俯
視
圖

圖(16-2)

距起點之距離(cm)	73~76	76~79	79~82
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	2.29	1.42	0.82
沉降之時間	黑砂:8分03秒；紅砂:5分48秒；白砂:5分57秒		

表(三十)

實驗 17：將第一批砂(黑砂)倒入河道，靜待搬運完畢瞬間，接續倒入下一批砂(白砂)，達到連續供應，沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	黑砂 2kg → 紅砂 2kg → 白砂 2kg 連續供應	250c.c/s

表(三十一)



側
視
圖

圖(17-1)



俯
視
圖

圖(17-2)

距起點之距離(cm)	55~58	58~61	61~64
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	1.76	1.32	0.69
沉降之時間	黑砂:2分07秒；紅砂:3分41秒；白砂:4分38秒		

表(三十二)

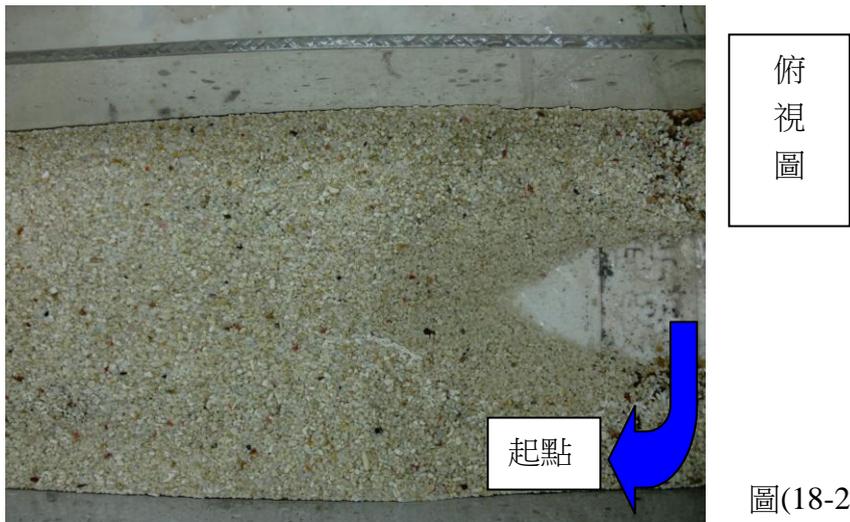
實驗 18：將第一批砂(黑砂)倒入河道，靜待搬運完畢後，隔 5 分鐘再倒入下一批砂(白砂)，達到斷續供應，沉積條件如下：

	砂子	水流量
條件	黑砂 2kg → 紅砂 2kg → 白砂 2kg 斷續供應	250c.c/s

表(三十三)



圖(18-1)



圖(18-2)

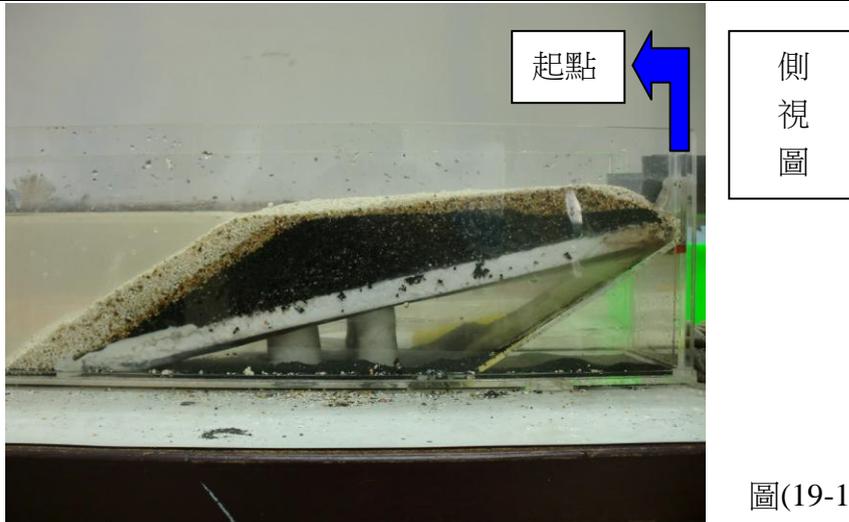
距起點之距離(cm)	55~58	58~61	61~64
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	1.64	1.09	0.81
沉降之時間	黑砂:2分32秒 ; 紅砂:3分46秒 ; 白砂:4分05秒		

表(三十四)

實驗 19：僅一個時期供應沉積物，將水流量調整為 280 c.c/s，模擬暴雨情形。

	砂子	水流量
條件	黑砂 3kg → 紅砂 1.5kg → 白砂 1.5kg	280c.c/s

表(三十五)



圖(19-1)



圖(19-2)

距起點之距離(cm)	55~58	58~61	61~64
粒徑(mm)	0.037~0.062	0.037~0.062	0.037~0.062
重量(g)	1.96	1.14	0.65
沉降之時間	黑砂:1 分 52 秒 ; 紅砂:1 分 56 秒 ; 白砂:2 分 43 秒		

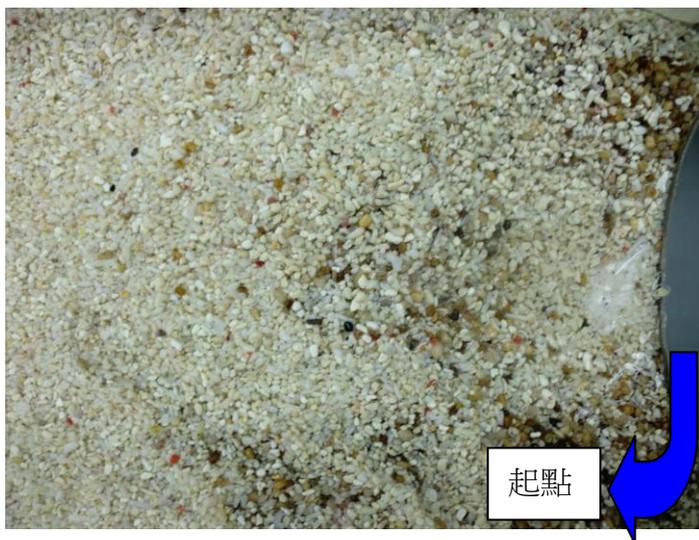
表(三十六)

實驗 20：實驗 19 操作完畢後，緊接將水流量調整至 91c.c/s，靜待十分鐘，模擬暴雨後的安寧。



側
視
圖

圖(20-1)



俯
視
圖

圖(20-2)

陸、討論

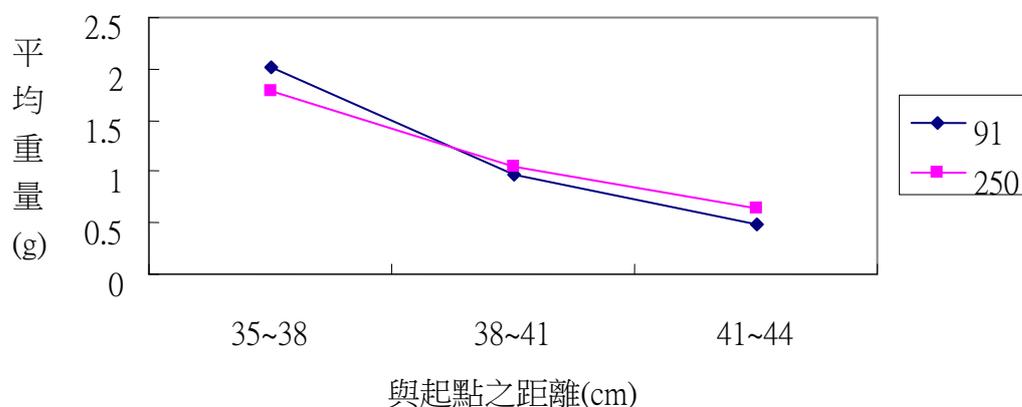
一、比較實驗 1 與實驗 4：

	實驗 1	實驗 4
砂量	黑砂 2kg、紅砂 1kg、白砂 1kg	
水流量	91c.c/s	250c.c/s
河口處的堆積	較多	較少
細砂層分佈 (0.037mm~0.062mm)	沉積分布較集中於近處	分布量較平均
最後一批沉積物之 堆積角度	37°30"	29°00"
沉積時間	黑砂：5 分 01 秒 紅砂：3 分 27 秒 白砂：2 分 53 秒	黑砂：2 分 41 秒 紅砂：1 分 47 秒 白砂：1 分 56 秒

表(三十七)

實驗 1 的水流量較小，搬運力不及實驗 4，故堆積較緩慢而造成兩層沉積物間之堆積角度較相似；而實驗 4 因水流量較大，故搬運力與沉降速率較實驗 1 大，又因搬運力道較大而造成兩層沉積物間之堆積角度差異甚遠。另外，實驗 4 的侵蝕力也較強，會造成最上層的白砂被侵蝕的較嚴重。

水流量對細砂層的影響



圖(甲)

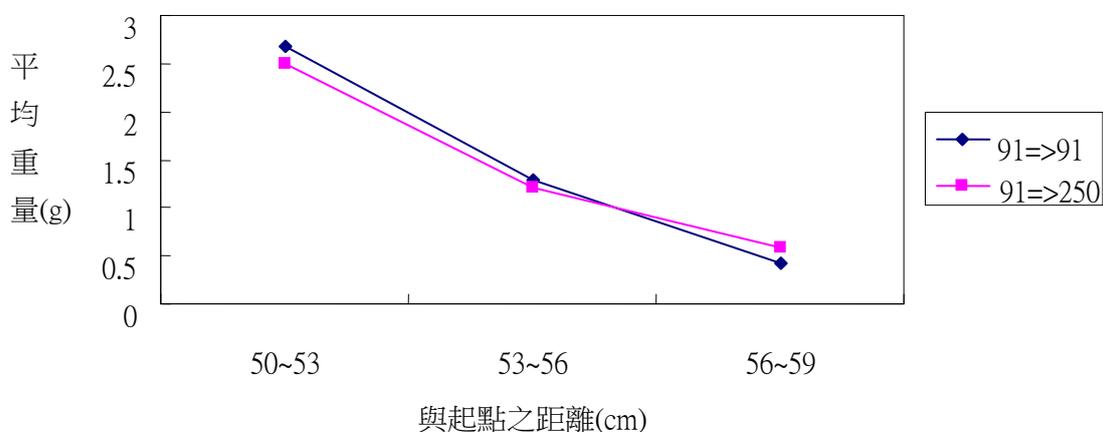
二、比較實驗 2 與實驗 3：

	實驗 2	實驗 3
第一時期沉積環境	同實驗 1	
第二時期砂量	黑砂 3kg、紅砂 1.5kg、白砂 1.5kg	
水流量	91c.c/s	250c.c/s
河口處的堆積	較多	較少
細砂層分佈 (0.037mm~0.062mm)	沉積分布較集中於近處	分布量較平均
最後一批沉積物之 堆積角度	39°50''	37°10''
沉積時間	黑砂：8 分 24 秒 紅砂：5 分 37 秒 白砂：6 分 06 秒	黑砂：5 分 15 秒 紅砂：2 分 46 秒 白砂：3 分 02 秒

表(三十八)

由於堆積底層的沉積條件相同，故第二時期的三個沉積層之側面層理差異主要受流速影響。實驗 3 後加的水流量較大，故上層受侵蝕的情形較嚴重，造成較多的白砂、紅砂被翻至上層，然後被搬運至後方。再者，實驗 3 的搬運力較強，故細砂層(0.037mm~0.062mm)分部較遠且較平均，而實驗 2 的搬運力較弱，細砂層(0.037mm~0.062mm)堆積較近，分部較不平均。

水流對細砂層的影響



圖(乙)

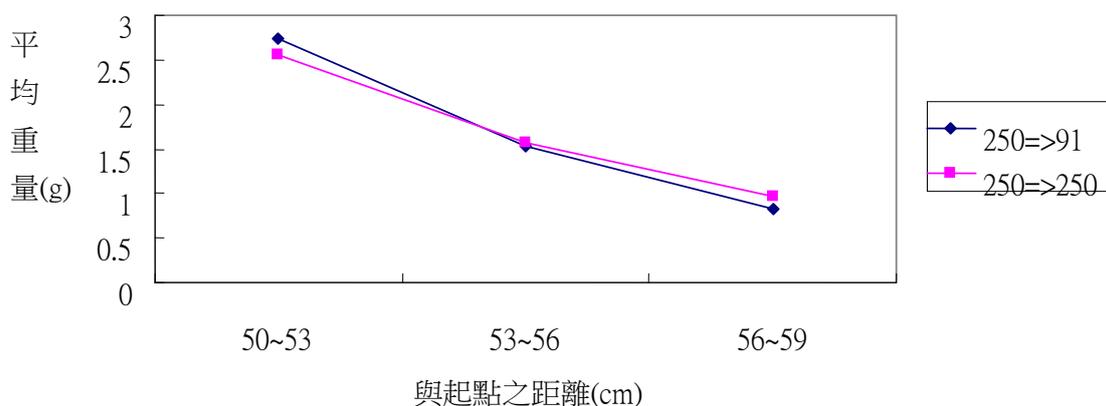
三、比較實驗5與實驗6：

	實驗 5	實驗 6
第一時期沉積條件	同實驗 4	
第二時期砂量	黑砂 3kg、紅砂 1.5kg、白砂 1.5kg	
水流量	91c.c/s	250c.c/s
河口處的堆積	較多	較少
細砂層分佈 (0.037mm~0.062mm)	沉積分布較集中於近處	分布量較平均
最後一批沉積物之 堆積角度	38°40''	37°30''
沉積時間	黑砂：7 分 32 秒 紅砂：5 分 21 秒 白砂：4 分 58 秒	黑砂：3 分 46 秒 紅砂：2 分 55 秒 白砂：3 分 07 秒

表(三十九)

由於第一時期沉積條件相同，故推測第二時期的三個沉積層之層理及沉積構造差異主要受流速影響。我們發現在實驗 5 結果中，第二時期之最上層黑砂層受侵蝕的情形較輕微，表面混入的白砂、紅砂數量較實驗 6 少，推測這是因為水流量較小，搬運侵蝕營力也變小所致。

水流對細砂層的影響



圖(丙)

四、比較實驗 7 與實驗 8：

	實驗 7	實驗 8
砂量	黑砂 2kg、紅砂 2kg、白砂 2kg	
水流量	250c.c/s	
供砂方式	連續供應	間斷供應(間隔五分鐘)
細砂層分佈 (0.037mm~0.062mm)	由於兩實驗水流量相同，故細砂層分布差異不明顯	
最後一批沉積物之 堆積角度	35°40''	33°10''
沉積時間	黑砂：1 分 38 秒 紅砂：2 分 18 秒 白砂：2 分 07 秒	黑砂：2 分 05 秒 紅砂：1 分 54 秒 白砂：2 分 13 秒

表(四十)

由上表中看出，研判這是由於實驗 8 加入砂子採間斷的方式，搬運沉降的時間較長，故最後一批沉積物的沉積角度較小。而實驗 7，砂子採連續供應的方式，沉積物快速的被搬運至沉積槽中，短期快速的沉降，造成最後一批沉積物之角度較陡。又因兩實驗水流量相同，故細砂層在相同距離之細砂重量僅有些微差距。

五、比較實驗 9 與實驗 10：

	實驗 9	實驗 10
砂量	黑砂 2kg、紅砂 1kg、白砂 1kg	無供砂
水流量	280c.c/s	91c.c/s
最後一批沉積物之 堆積角度	36°20''	34°50''
沉積時間	黑砂：5 分 29 秒 紅砂：4 分 31 秒 白砂：4 分 08 秒	僅用流水沖十分鐘

表(四十一)

實驗 10 模擬暴雨後的安寧，將水流量調為較小的水流量，發現對其沉降形狀雖無明顯的影響，但能繼續將沉積物向後搬運。

六、比較實驗 11 與實驗 14：

	實驗 11	實驗 14
砂量	黑砂 2kg、紅砂 1kg、白砂 1kg	
水流量	91c.c/s	250c.c/s
河口處的堆積	易水平堆積	不易水平堆積
細砂層分佈 (0.037mm~0.062mm)	沉積分佈較集中於近處	分佈量較平均
最後一批沉積物之 堆積角度	35°50''	40°10''
沉積時間	黑砂:6 分 10 秒 紅砂:3 分 12 秒 白砂:3 分 32 秒	黑砂:4 分 22 秒 紅砂:2 分 33 秒 白砂:2 分 45 秒

表(四十二)

實驗 14 因水流量較大，暫時沉積區侵蝕力較強，不易形成水平堆積，也因侵蝕較嚴重，使下層紅砂受侵蝕而翻運至上層進而向下游帶動；實驗 11 的搬運力較小，故在暫時沉積區的沉積層面近似水平。另外，實驗 14 的搬運力較大，砂子往下游帶動，導致下游的沉積厚度較厚。

七、比較實驗 12 與實驗 13：

	實驗 12	實驗 13
第一時期沉積環境	同實驗 11	
第二時期砂量	黑砂 3kg、紅砂 1.5kg、白砂 1.5kg	
水流量	91c.c/s	250c.c/s
河口處的堆積	較多	較少
細砂層分佈 (0.037mm~0.062mm)	沉積分布較集中於近處	分布量較平均
最後一批沉積物之 堆積角度	39°40''	38°00''
沉積時間	黑砂:9 分 39 秒 紅砂:6 分 02 秒 白砂:6 分 06 秒	黑砂:7 分 25 秒 紅砂:5 分 18 秒 白砂:4 分 15 秒

表(四十三)

由於坡度緩，加上實驗 12 的水流量較小，造成沉積物多堆積於河口處，這些沉積物後續會再被搬運到下游，導致最後一批加入的黑砂混有大量的紅砂和白砂一同沉降(如圖 12-1 圓圈處)，故從側面拍攝會有明顯色砂混入其中；實驗 13 的水流量較大，黑砂沉降成層完畢後，再侵蝕河口的沉積物，覆蓋黑砂層，故從俯視角度拍攝，黑砂上面覆蓋大量紅砂及白砂(如圖 13-2 圓圈處)。

八、比較實驗 15 與實驗 16：

	實驗 15	實驗 16
第一時期沉積條件	同實驗 14	
第二時期砂量	黑砂 3kg、紅砂 1.5kg、白砂 1.5kg	
水流量	91c.c/s	250c.c/s
河口處的堆積	較多	較少
細砂層分佈 (0.037mm~0.062mm)	沉積分布較集中於近處	分布量較平均
最後一批沉積物之 堆積角度	38°30''	40°10''
沉積時間	黑砂:9 分 14 秒 紅砂:6 分 43 秒 白砂:6 分 36 秒	黑砂:8 分 03 秒 紅砂:5 分 48 秒 白砂:5 分 57 秒

表(四十四)

由於坡度平緩，加上實驗 15 之水流量較小，造成河口處堆積較多沉積物，這些沉積物後續會再被搬運到下游，導致最後一批加入的黑砂參雜著大量的紅砂及白砂一同沉降(如圖 15-1 圓圈處)，故從側面拍攝會有明顯白砂與紅砂混入其中；實驗 16 之水流量較大，黑砂沉降成層完畢後，河口處的沉積物再遭侵蝕並覆蓋住黑砂層，故從俯視角度拍攝，黑砂上面覆蓋大量白砂和紅砂(如圖 16-2 Y 處)。

九、比較實驗 17 與實驗 18：

	實驗 17	實驗 18
砂量	黑砂 2kg、紅砂 2kg、白砂 2kg	
水流量	250c.c/s	
供砂方式	連續供應	間斷供應(間隔五分鐘)

細砂層分佈 (0.037mm~0.062mm)	由於兩實驗水流量相同，故細砂層分布差異不明顯	
最後一批沉積物之 堆積角度	41°00”	39°40”
沉積時間	黑砂:2 分 07 秒 紅砂:3 分 41 秒 白砂:4 分 38 秒	黑砂:2 分 32 秒 紅砂:3 分 46 秒 白砂:4 分 05 秒

表(四十五)

實驗 18 採間斷式供應沉積物，造成底層的黑砂被侵蝕得較嚴重，後來供應的紅砂及白砂必須先填補侵蝕處，再向後搬運，導致實驗 18 的河口暫時沉積區各地層的層面彼此不平行(圖 18-1 圓圈處)。相反的，實驗 17 採連續供應的方式，第一層的黑砂侵蝕情形較輕微，導致層與層間較平行(圖 17-1 圓圈處)。

十、比較實驗 19 與實驗 20：

	實驗 19	實驗 20
砂量	黑砂 2kg、紅砂 1kg、白砂 1kg	無供砂
水流量	280c.c/s	91c.c/s
最後一批沉積物之 堆積角度	38°20”	37°50”
沉積時間	黑砂:1 分 52 秒 紅砂:1 分 56 秒 白砂:2 分 43 秒	僅用流水沖十分鐘

表(四十六)

實驗 20 將水量調回較小的水流量，雖然對整體的沉積形狀影響不大，但較微弱的流水仍將沉積物向下游搬運沉積，導致最後一層之沉積角度變小。

柒、結論

- 一、由實驗過程發現，同一時期的沉積層中，越下方的顆粒粒徑越粗，而越上方的越細，即粒度在同一層中向上逐漸變小，符合粒級層的定義。
- 二、水流量較大時，搬運力也較大，顆粒搬運得較遠且地層厚度較一致。而水流量較小時搬運力較小，故搬運之距離較近且較多沉積在近處，地層厚度向下游處逐漸變小。

- 三、在相同水流量的情況下，加入相同砂量，採**連續供應**的方式，發現**堆積角度較陡**，但若採**間斷式**的方式供應，由於供應中斷的時間內，流水持續將沉積物向遠方搬運沉積，造成**堆積角度變的較緩**。
- 四、暴雨過後，即使恢復正常水流量，對於堆積形狀雖然影響不大，但仍**造成沉積厚度變薄**，最終的堆積角度變小。
- 五、**坡度較緩**，水量較小時，搬運力道較小，河口處沉積物堆積較多，流水會將先前已沉降的沉積物(紅砂、白砂)再度向下游搬運，連同後期沉積物(黑砂)一同混合沉降。水量較大時，無論坡度較陡或較緩，後期沉積物皆會先沉降成層，其後流水再侵蝕較上游處的沉積物(紅砂、白砂)，覆蓋在最上層。
- 六、無論坡度陡或緩，僅會影響第一時期的沉積形狀，**只要沉積達到一定的量**，沉積物都會依照近乎平行於上一批沉積物的層面沉降。因此不論坡度平緩與否、水流量大或小，這些因素僅對暫時沉積區有影響，對後三層的沉積物無明顯影響。
- 七、直觀認為砂子會依照其加入河道之先後順序沉降，但其實不然，**層序不一定按照砂子供應至河道的先後順序排列**，即先供應的砂子在沉積槽沉降後，會因為後來搬運力的改變而再度被搬運至上層，覆蓋住後供應的一批砂，以致堆疊在後加入的砂子之上層。故我們在野外勘查時，**未經變動倒轉的地層**，上方的沉積層其形成時間較下方的晚，但其組成的沉積物不一定是較年輕的，可能為較老的沉積物遭較大水流量侵蝕而再度沉降，故判斷岩層之年代時，利用絕對定年法時也會有誤差出現。

捌、參考資料及其他

- 一、陳肇夏(民 85)。台灣的地質現象第二集。大安溪南岸烏石坑古第三紀泥岩層內所見之粒級層(頁 50-51)。臺北縣：經濟部中央地質調查所。
- 二、鄧屬予(民 86)。台灣的沉積岩。沉積環境與沉積相(頁 22-23)。臺北縣：經濟部中央地質調查所。
- 三、李素芬(民 90)。台灣的海岸。海水作用(頁 14-15)。臺北縣：遠足文化出版社。
- 四、馮士箝、李鳳岐、李少菁(民 92)。海洋科學導論。臺北縣：藝軒圖書出版社。
- 五、戴昌鳳(民 92)。台灣的海洋。臺北縣：遠足文化出版社。
- 六、劉鴻喜(民 77)。自然地理學。河流的沉積作用 (頁 296-297)。臺北縣：三民書局印行。

【評語】 040502

能獨立設計實驗將自然界的搬運及沈積作用在實驗室觀察並推論其意義。實驗設計內容豐富，但是過於複雜，建議簡化實驗流程。本研究應用模擬實驗方式，應與實際台灣東岸與西岸做對比。