

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 地球科學科

佳作

080508

鹿角溪人工溼地-莫拉克大峽谷初探

學校名稱：臺北縣樹林市樹林國民小學

作者： 小六 謝宗德 小四 簡劭丞	指導老師： 劉宗富 胡秀芳
-------------------------	---------------------

關鍵詞：人工溼地、邊坡、峽谷

鹿角溪人工溼地莫拉克大峽谷初探

摘要

鹿角溪人工溼地是一個為淨化生活汙水而改造河川高灘地所建立的仿自然汙水處理廠。在去年 98 年 9 月小小河川巡守隊活動時，我們發現了鄰近大漢溪畔的草澤區出現了一個大峽谷。

為了確實測量並描繪大峽谷的範圍，我們使用了行動式繪製法、方塊製圖法、穿越線調查法與制高點觀察法等方式來測量，持續改進測量的方式，終於初窺大峽谷的面貌。

大峽谷是怎麼形成的？我們實作草澤區模型進行各種試驗，發現水流緩急、水流是否停滯、停滯時間的長短、草澤區本身的土質與暴雨侵襲交互影響下，均會產生大峽谷的現象。另外還透過實地勘查，蒐集當時雨量紀錄與洩洪資訊，來推論大峽谷可能形成的原因。希望藉由此次的莫拉克大峽谷初探，能對人工溼地邊坡的維護有更進一步的了解，也讓民眾思索人與河流和諧共存之道。

壹、研究動機

98 年 8 月 8 日，莫拉克颱風來襲，對台灣南部地區造成重大的傷害，也讓我們巡守的鹿角溪人工溼地出現了「大峽谷」！所有參與鹿角溪小小河川巡守隊的隊員們，都叫它為「莫拉克大峽谷」，且對它的大小及形成原因感到好奇。於五年級「山河大地」這個單元，我們了解到流水作用造成的各種河流地形，而大峽谷是單純由大漢溪沖刷侵蝕所造成的？或者是水淹沒草澤區後水退出草澤區所形成的？還是有其他原因..呢？因此開始了這個研究。



【98.09 大峽谷】



【98.10 大峽谷】



【98.11 大峽谷】

貳、研究目的

- 一、了解莫拉克大峽谷的實際範圍。
- 二、鹿角溪人工溼地莫拉克大峽谷形成的原因。
- 三、提出穩固溼地邊坡的建議。

參、研究設備及器材

一、大峽谷範圍調查設備及器材：

測量方式	行動式繪製法		方塊製圖法		穿越線調查法	
	物品	數量	物品	數量	物品	數量
1	夾板	一個	橘色繩子	兩條	橘色繩子	兩條(100m、50m)
2	A4 紙	一張	鐵捲尺	一捲	綠色鐵絲	一袋
3	筆	一枝	方格紙	一張	50m 皮尺	一捲
4			照相機	一台	照相機	一台
5			傾斜儀	一個	竹筴固定器	約二十個



【橘色繩子】



【50m 皮尺】



【傾斜儀】

二、模型實驗器材

實驗項目	水流緩急、水流是否停滯、停滯時間的長短、 草澤區本身的土質、暴雨侵襲	
項目	物品	數量
1	溼地土壤	3 瓢 (水瓢)
2	砂石	3 罐 (寶特瓶)
3	水	1 瓢
4	垃圾	些許
5	整理箱	2 個【39cm×32.5cm×26cm】
6	塑膠水管	200cm
7	緩急水龍頭	1 個
8	竹籤	108 根
9	澆水器	1 個
10	活塞	2 個
11	焊槍	1 枝



【整理箱】



【一瓢土】



【一罐砂石】



【垃圾】



【竹籤】

肆、研究過程及方法

一、研究過程架構圖



二、研究方法

為了要了解大峽谷整個面貌，我們採用了以下的方式去測量。

(一) 行動式繪製法

1. 帶著工具〈夾板夾著紙、鉛筆〉。
2. 邊走邊畫出大略地形。
3. 在大峽谷四處觀察地形，並修正草稿，繪製為電腦檔。

(二) 方塊製圖法

1. 準備方格紙。
2. 用橘色繩子，圍出大峽谷邊緣的外圍。
3. 利用 50m 的捲尺拉出一條南北向的直線。南北方向則由傾斜儀量出。
4. 接著與鐵卷尺在溼地圍出 5x5 的方格。
5. 把 5x5 方格內的橘線走向繪製於方格紙上。



1. 傾斜儀量出南北向



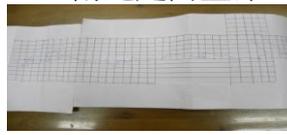
2. 南北走向直線



3. 橘線圍外圍



4. 繪製於方格紙上



5. 方格紙上的圖形



6. 局部圖形

(三) 穿越線調查法

1. 穿越線調查法流程：



【拉一條直線】



【在線上做記號】



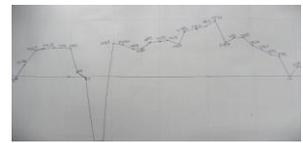
【綁上綠色鐵絲】



【擺上自製垂直計】



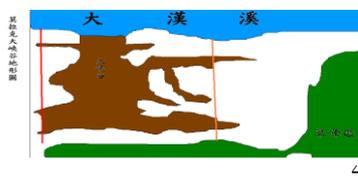
【測量與峽谷邊緣的距離】



【繪製於方格圖上】

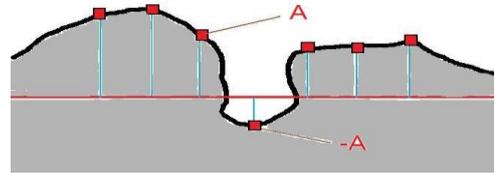
2. 不同地形的穿越線調查方式：

由於實際在實施穿越線調查法時，我們發現會有很多種狀況，例如穿越線在峽谷上面，或者遇到半島，於是不同地形將有不同的數據產生。

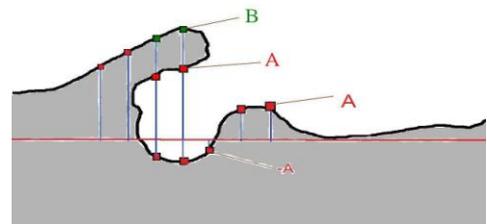


【紅線為第一次調查線、橘線為第二次調查線】

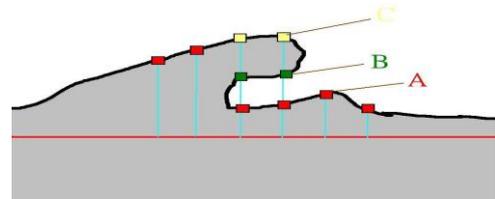
- (1) 狀況一：單純的僅有一個測量點，此測量點為穿越線垂直接觸到的第一個點，我們稱做點「A」或點「-A」。



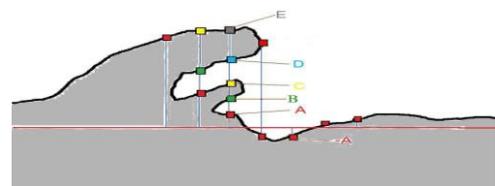
- (2) 狀況二：遇到半島時較單純的狀況，此測量點為穿越線垂直接觸到的第一個點(近距離)，我們稱做點「A」。而另一端的點(較遠端)則稱做點「B」。



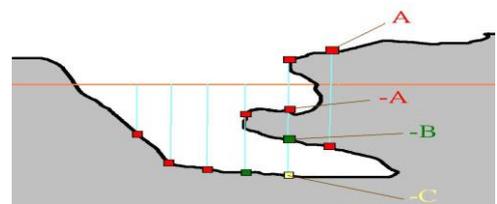
- (3) 狀況三：遇到的狀況較多，除了前面兩點之外，另外還會測量到一點，我們稱做為點「C」。



- (4) 狀況四：遇到的地形較多，故以穿越線的垂直距離而言，則分為「A」、「B」、「C」、「D」、「E」5點。



- (5) 狀況五：若在穿越線之後(大漢溪上游方向)，遇到半島的地形，則會有點「-A」、「-B」、「-C」產生。



(四) 制高點觀察法

1. 我們發現溼地附近有大樓，或許可以清楚的鳥瞰溼地，於是我們請住戶協助，上到頂樓拍攝整個峽谷，並把它繪製下來。

2.該大樓有 14 樓高。



(五) 模型實作

1.模型製作流程



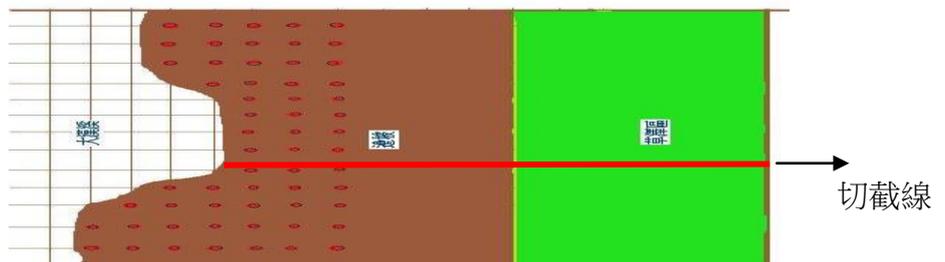
10.塑型完成

2.依照實地勘查的結果，塑出草澤區邊坡的輪廓，及高度比例。

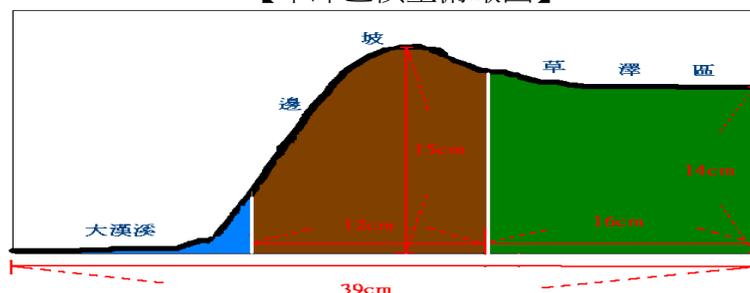
項目	實際測量長度	模型高度
草澤區邊坡寬度	240cm	12cm
邊坡高度	300cm	15cm
草澤區池區	290cm (略低於邊坡高度，此為預測高度)	14cm



【站於邊坡斜面上】

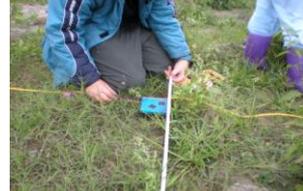


【草澤區模型俯瞰圖】



草澤區模型剖面圖

莫拉克大峽谷初探大事紀

日期	記事	照片		
98/09/09	巡守隊首次發現大峽谷			
98/10/29	至草澤區邊坡，發現峽谷處土質與週遭環境不同			
98/11/15	方塊製圖法			
98/11/04	發現峽谷垃圾，瓦片和雨溝等小地形			
98/11/28	第一次穿越線調查法			
98/12/05	第二次穿越線調查（上）			
98/12/13	第二次穿越線調查（下）			
99/01/22	制高點觀察法			

莫拉克大峽谷初探大事紀

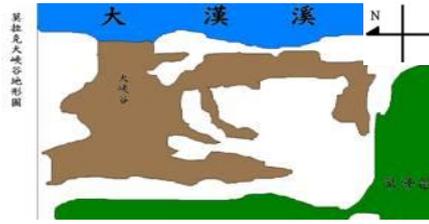
日期	記事	照片		
99/01/28	大峽谷填平中			
99/02/03	至溼地實際採土			
99/02/05	開始製作草澤區模型			
99/03/01	水流緩急試驗			
99/03/08	洪水是否停滯試驗			
99/03/09	洪水停滯時間長短試驗			
99/03/10	草澤區本身土質狀況試驗			
99/03/11	暴雨對溼地整體影響的試驗			

伍、研究結果

一、大峽谷範圍的測量方式

(一) 行動式繪製法

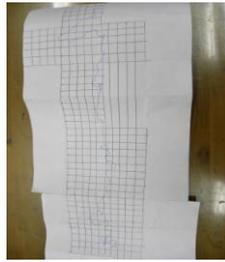
1. 測量結果如右：



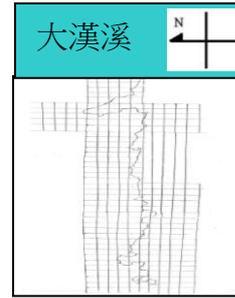
此圖為行動繪製法，繪圖出來的結果並將其製作成電子圖檔。

(二) 方塊製圖法

1. 測量結果如右：



【方塊製圖原始圖】



【掃描過後】

此方式是結合行動繪製法，並加上方格圖繪製而成的。

(三) 穿越線調查法：(數據整理如下)

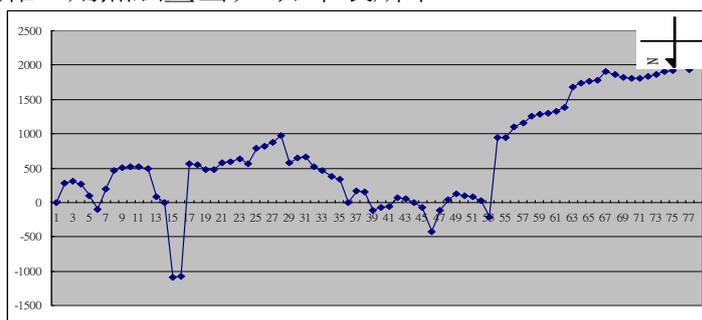
第一次穿越線調查法調查表如下(此次調查以下游，左邊紅色的線為基準線)：

點(單位:cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
點和 A 的距離	279	305	261	103		195	469	503	527	515	493
點和-A 的距離					-94						
點(單位:cm)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
點和 A 的距離	84				559	543	478	482	579	593	631
點和-A 的距離		-4	-1090	-1076							
點(單位:cm)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
點和 A 的距離	562	786	812	869	974	579	650	656	524	465	375
點(單位:cm)	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
點和 A 的距離	341		168	155				73	57		
點和-A 的距離		-2			-114	-79	-65			-7	-70
點(單位:cm)	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
點和 A 的距離			35	131	95	79	32		939	947	1102
點和-A 的距離	-429	-120						-216			
點(單位:cm)	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
點和 A 的距離	1157	1256	1290	1301	1326	1385	1687	1743	1763	1774	1911
點(單位:cm)	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
點和 A 的距離	1865	1827	1804	1811	1834	1862	1906	1919	1992	1928	1995

第二次穿越線調查法調查表（此次調查以上游，右邊橘色的線為基準線）

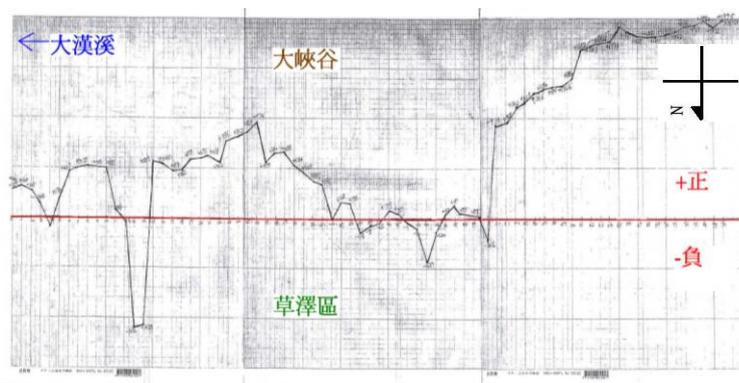
點（單位：cm）	0	1	2	3	4	5	6	7	8
點和 A 的距離								1117	2900
點和-A 的距離	-998	-990	-883	-657	-533	-683	-786		
點（單位：cm）	9	10	11	12	13	14	15	16	17
點和 A 的距離	3100	1400	530					8	
點和-A 的距離				-317	-292	-252	-79	-1400	-289
點和-B 的距離								-1450	-1100
點和-C 的距離									-1400
點（單位：cm）	18	19	20	21	22	23	24	25	26
點和-A 的距離	-559	-637	-603	-1500	-1480	-1220	-1110	-980	-745
點和-B 的距離	-1261	-1430	-1318	-1600					
點和-C 的距離	-1460	-1650	-1810	-1900					
點（單位：cm）	27	28	29	30	31	32	33	34	35
點和-A 的距離	-650	-536	-707	-900	-910	-1000	-970	-765	-750
點（單位：cm）	36	37	38	39	40	41	42	43	44
點和-A 的距離	-890	-1000	-1920	-1880	-1900	-1100	-1050	-1070	-150
點（單位：cm）	45	46	47	48	49	50	51	52	53
點和 A 的距離	720	911	1198	1556	1622	1589	1728	1887	1831
點（單位：cm）	54	55	56	57	58	59	60	61	62
點和-A 的距離	-161	-820	-842	-770	-684	-770	-700	-700	-700
點和-B 的距離		-2500	-2340	-2300	-1297	-1378	-1338	-1061	-880
點和-C 的距離			-2680	-2580	-2340	-1511	-1578	-1600	-1608
點和-D 的距離					-2720	-2420	-2420	-2430	-2600
點和-E 的距離						-2810	-2800	-2770	-2820
點（單位：cm）	63	64	65	66	67	68	69	70	71
點和-A 的距離	-485	-413	-280	-1572	-1732	-1792	-1787	-1853	-1862
點和-B 的距離	-605	-572	-610		-2390	-2380	-2350	-2286	-2250
點和-C 的距離	-1509	-1572	-1618		-2730	-2740	-2752	-2770	-2720
點和-D 的距離	-2400	-2400	-2390						
點和-E 的距離	-2680	-2680	-2700						
點（單位：cm）	72	73	74	75	76	77			
點和-A 的距離	-1911	-2075	-2591	-2580	-2630	-2720			
點和-B 的距離	-2110								
點和-C 的距離	-2590								

3.依據上表數據，若用 excel 製作出（此方式僅能呈現第一次的結果，而第二次地形較複雜，則無法畫出），如下表所示：

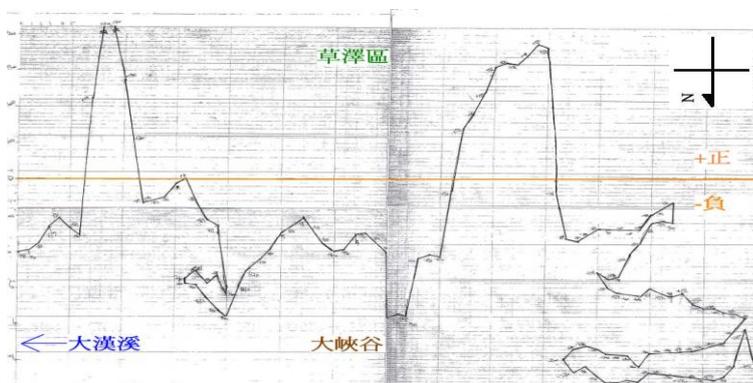


【第一次穿越線調查出的地形圖】

4.依上述數據把它繪製於方格圖上。



【第一次穿越線圖—紅線】



【第二次穿越線圖--橘線】

(四) 制高點觀察法

1.拍攝結果如右：



2.雖高度夠，但距離溼地有一段距離，非對準大峽谷出水口，角度較為傾斜，拍攝的效果不佳，故無法確實呈現大峽谷的實際範圍。除非用遙控飛機或直升機來拍攝。

二、實驗結果

水流緩急對溼地之影響

由空照圖及實際勘查，我們發現鹿角溪人工溼地草澤區的邊坡屬於侵蝕坡，所以我們為了瞭解太漢溪的流水緩急，是否對溼地邊坡有所影響，故做了此試驗。



【邊坡河岸的壺穴】



【鹿角溪人工溼地空照圖】

- (1) 在草澤區模型上，每隔一公分插上一根小紅杆，以利水流緩急試驗觀察。
- (2) 利用水龍頭調整水流緩急。
- (3) 每個各放置一分鐘，之後觀看結果並記錄。



【插小紅杆】



【紅杆完成】

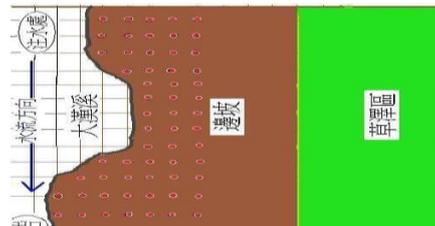


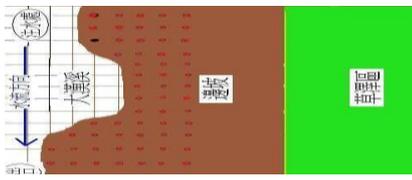
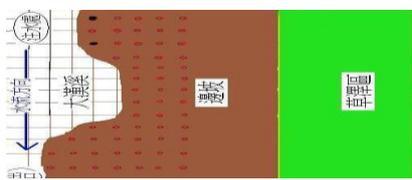
【水流-緩】



【水流-急】

- (4) 小紅杆於模型上的示意圖如右：



項目	 水流較急	 水流較緩
模型試驗結果 ○注水處 □出水口 →水流方向		
試驗結果圖示	 黑點為倒掉的部分	 黑點為倒掉的部分
發現	1.小紅竿僅倒掉一枝 2.位置位於邊坡邊緣	1.小紅竿倒掉二枝 2.位置位於邊坡邊緣 3.水流方向有回流及打轉的現象
綜合分析	1.在草澤區邊坡模型裡，直進而流速較緩的水流，出現回流及原地打轉的現象，比直進流速較快的水流侵蝕邊坡的能力更強。	

(三) 水流停滯與否對溼地之影響

在八八水災時，北部的石門水庫水量進帳不少，有洩洪的記錄，故我們推測大峽谷的形成，是否與洪水停留在草澤區的時間長短有關係？

1. 實驗結果

項目	A 箱【有停滯】堵住	B 箱【無停滯】無堵住
操作時間	注水一分鐘（較急的水龍頭）	注水一分鐘（較急的水龍頭）
模型實驗 圖片 ○注水處 □出水口 →水流方向		
結果與發現	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水淹過邊坡到達草澤區。 2. 有很大的沖刷力。 3. 大漢溪泥砂量增多。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水未淹過邊坡。 2. 流速快，在注水處出現了圓形漩渦的圖案。
綜合分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在 A 箱發現草澤區及邊坡的土石有大量流失，造成溪流河床混濁，故洪水停滯會影響整體溼地邊坡。 2. 水流快速通過則對溼地邊坡較無太大影響。 	

(四) 洪水停滯時間的長短對溼地之影響

在之前的試驗當中，我們發現若洪水淹過邊坡至草澤區，會對溼地整體造成影響，那究竟洪水停滯的時間長短對於溼地又有哪些影響呢？

1. 實驗結果

項目	A 箱【停滯時間較短】	B 箱【停滯時間較長】
操作時間	注水 30 秒後，拔塞。（較緩的水龍頭）	注水 60 秒後，拔塞。（較緩的水龍頭）
模型實驗 圖片 ○注水處 □出水口 →水流方向		
結果與發現	<ol style="list-style-type: none"> 1. 從邊坡較凹處破裂。 2. 在邊坡上有形成小小的河流。（裂縫） 3. 大漢溪有邊坡及草澤區沖刷下來的泥沙。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 從邊坡較凹處破裂。 2. 邊坡破裂的地方較大。 3. 草澤區中有些許渠道的產生。 4. 下切的力量較強大。
綜合分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無論水流停滯時間長短均會造成邊坡有破裂的現象。 2. 停滯的時間愈長對溼地整體影響愈大。 	
推論	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若要形成大峽谷的狀態，我們推論是需要不斷的洪水氾濫，之後洪水帶走位於邊坡及草澤區的泥土。 	

(五) 草澤區本身的土質是否與大峽谷地形有關？

我們透過老師與鹿角溪人工溼地監造單位相關人員進行溝通，得到以下的資料，進一步認識當初鹿角溪人工溼地施工前的地質狀況：

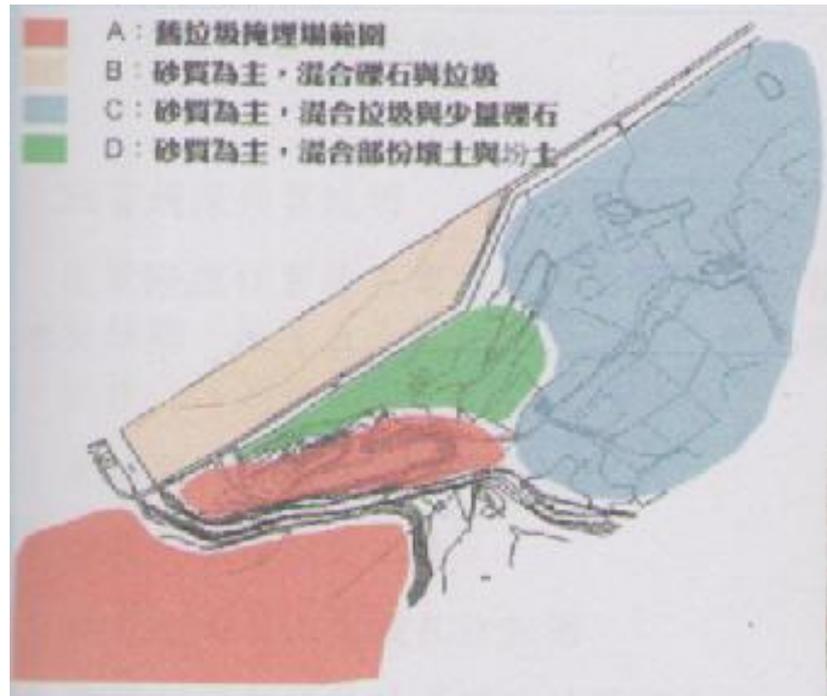


【圖 1：鹿角溪人工溼地地質探挖點分佈圖】 94.12.05

表 2-3.4.1 鹿角溪人工溼地地質探挖分析表

編號	開挖深度(m)	主要成份 (分佈深度·m)	次要成份 (分佈深度·m)	地下水位(m)	備註
1	2	砂、營建廢棄物(0~2)	間雜礫石、垃圾	—	
2	1.6	砂、營建廢棄物(0~1.6)	間雜礫石、垃圾	—	
3	3	砂、營建廢棄物(0~3)	間雜礫石、垃圾	—	
4	3	垃圾(0~3)	間雜營建廢棄物	—	
5	1.5	垃圾(0~1.5)	間雜礫石、營建廢棄物	—	
6	1.2	砂(0~1.2)	間雜礫石、營建廢棄物	—	
7	3.3	壤土、砂(0~3.3)	間雜礫石、垃圾	—	
8	3.1	壤土、砂(0~3.1)	間雜礫石、垃圾	—	
9	3.4	壤土、砂(0~3.4)	間雜礫石、垃圾	—	
10	3.0	壤土、砂(0~3.0)	間雜礫石、垃圾	—	
11	2.6	砂質壤土(0~1.6)、灰渣(>1.6)	間雜礫石、垃圾	—	
12	3.1	砂質壤土(0~1.4)、灰渣(>1.4)	間雜礫石、垃圾	—	
13	1.6	砂質壤土、灰渣(0~1.6)	間雜礫石、垃圾	—	
14	1.4	砂質壤土、灰渣(0~1.4)	間雜礫石、垃圾	—	
15	1.4	砂質壤土、灰渣(0~1.4)	間雜礫石、垃圾	—	
16	1.5	砂質壤土、灰渣(0~1.5)	間雜礫石、垃圾	—	
17	1.4	砂質壤土、灰渣(0~1.4)	間雜礫石、垃圾	—	
18	1.6	砂質壤土、灰渣(0~1.6)	間雜礫石、垃圾	—	
19	1.3	砂質壤土、灰渣(0~1.3)	間雜礫石、垃圾	—	
20	1.5	砂質壤土、灰渣(0~1.5)	間雜礫石、垃圾	—	
21	6.0	垃圾、灰渣、營建廢棄物(0.5~5.5)	砂(0~0.5)	—	6m 以下為舊堤防構造體
22	2.1	垃圾、灰渣、營建廢棄物(0.4~2.1)	砂、礫(0~0.4)	—	
23	6.6	垃圾、灰渣、營建廢棄物(0.6~6.6)	砂、礫(0~0.8)	—	
24	7.3	垃圾、灰渣、營建廢棄物(1~5.5)	砂(0~1)、礫(>5.5)	—	礫石層為舊掩埋場透氣用

【圖 2：鹿角溪人工溼地挖探分析表】 94.12.05



【圖 3：鹿角溪人工溼地地質結構分佈圖】 94.12.05

1. 資料分析：

由圖 1.2.3 我們可以知道整個鹿角溪人工溼地施工前的地質狀況，大都以砂質為主，中間參雜部份礫石與垃圾。並無明顯地層狀況，為較新且鬆軟的地質，與當初為河川高灘地和垃圾掩埋地事實相符。



邊坡易見原先垃圾掩埋場的蹤跡，土壤間參雜垃圾。



峽谷切口附近，多為較鬆軟的土壤。



鬆軟土壤，一撥容易崩塌。

因為之前的試驗，無法呈現出莫拉克大峽谷位於草澤區的樹枝狀地形，故我們推測這是否與草澤區本身的鬆軟土質（如：壤土、砂、礫石與垃圾）有關？故做了以下的試驗：



【整理及鬆土模型中】

2.實驗結果：

項目	A箱【無鬆軟土壤動作】	B箱【有鬆軟部分土壤】
操作時間	注水 60 秒後，拔塞。	注水 60 秒後，拔塞。
模型實驗 圖片 ○注水處 □出水口 →水流方向		 草澤區及邊坡放大圖
結果與發現	1. 草澤區無明顯溝渠產生。	1. 草澤區有明顯溝渠產生。 2. 邊坡與池區流失較多土壤。
綜合分析	1. 草澤區本身土質（如砂、礫）的鬆軟會影響其大峽谷地形的產生。 2. 質地鬆軟的泥砂比堅硬的礫石更容易形成大峽谷的地形。 3. 不論草澤區本身土質組成為砂或礫，只要水淹過邊坡到達草澤區，均會對整體溼地有顯著影響。	

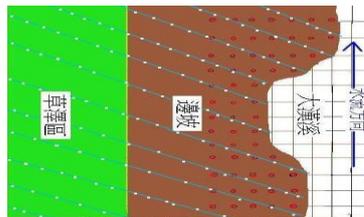
(六) 暴雨是否會影響大峽谷的形成

在石門水庫洩洪時，整個溼地將承受大雨的侵襲，這是否會對已經被破壞的溼地造成更大的變化？故我們做了以下的試驗。

1.實驗流程：

- (1) 用筷子挖出邊坡裂縫。
- (2) 利用澆花器營造降下暴雨的狀況，約 30 秒之後觀看其結果。

模型示意圖：



2.實驗結果：(擷取影片片段)



【開始降下暴雨】



【邊坡裂縫正逐漸擴大】



【暴雨讓邊坡裂縫變大】

3.結果分析：

- (1) 暴雨會對已經遭受破壞的邊坡及草澤區造成影響，造成破裂的切口不斷擴大，邊坡及草澤區的土壤不斷的流失

陸、討論

一、歷年資料分析與整理：

由實際模型操作以及實際勘察的結果，我們發現大峽谷的形成，並非一朝一夕造成的，那究竟是何時？並且是何種外力造成？使它成為現今的模樣呢？於是我們上網並跟中央氣象局索取相關資料，進行分析，以下是我們資料整理的結果。

中央氣象局 逐日氣象資料 2009			
項目：降水量 (mm) 氣象站：山佳			
月 日	七月	八月	九月
1	-	-	-2.5
2	7.5	-	0.5
3	1.5	2.5	2.5
4	-	17.5	-
5	-	4.5	-
6	5.5	84.5	-
7	-	16.0	-
8	-	17.0	-
9	-	28.5	-
10	-	2.5	-
11	-	-	-
12	-	98.0	-
13	25.0	4.0	2.0
14	-	-	1.5
15	-	17.5	1.5
16	-	-	-
17	-	-	-
18	-	-	-
19	-	-	-
20	-	-	-
21	-	-	-
22	-	0.5	-
23	-	-	-
24	-	-	-
25	-	-	-
26	-	-	-
27	-	-	4.0
28	2.0	-	17.5
29	-	-	25.0
30	-	-	7.0
31	-	-	-
總和	41.5	293.0	64.0

石門水庫今晨 5 點停洩洪 共排 1 億 5 千萬噸水

<http://news.sina.com> 2009 年 08 月 10 日 18:42 中廣新聞網

石門水庫洩洪作業在今天清晨五點結束，一共洩洪 75 個小時、排放出一億多噸原水，相當於半個石門水庫蓄水量，石門水庫管理中心主任(邱忠川)表示，水庫長時間處於旱象，一夕之間又必須排洪，心中百感交集，雖然不捨，但為水庫安全著想，也只能將珍貴水資源排掉。(李明朝報導)

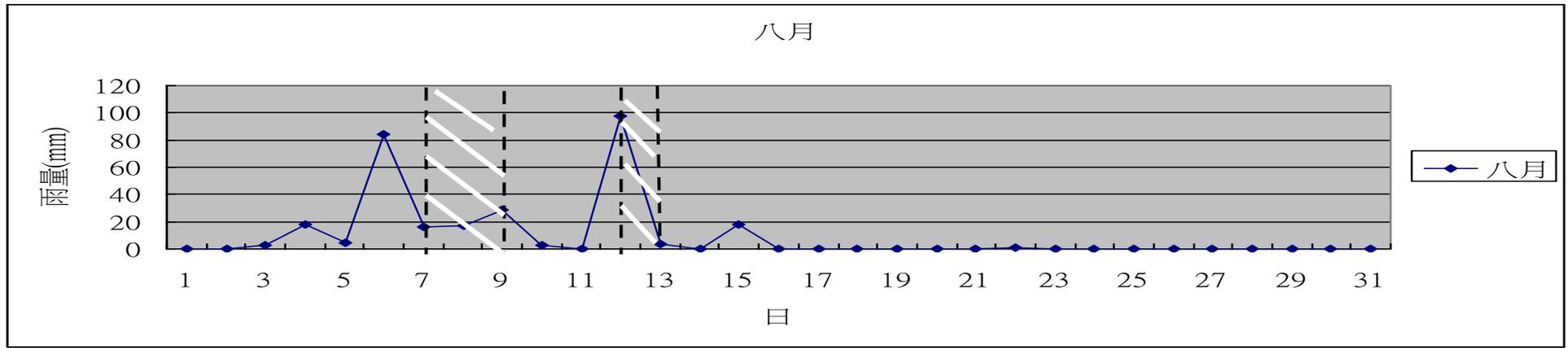
石門水庫洩洪結束 排放 6 百萬噸原水 中廣新聞網/李明朝 2009-08-13 08:04

石門水庫水位上升到滿水位 245 公尺時，立即進行調節性洩洪，利用排洪道排放，從昨晚 10 點到今天早上 8 點結束，一共排放 6 百萬噸原水，石門水庫管理中心主任(邱忠川)表示，集水區一旦持續降雨，會視實際進流量進行調節。(李明朝報導)

石門水庫前幾天因應莫拉克颱風所帶來的降雨量，實施調節性洩洪，連續 75 小時排放一億多萬噸原水，山區由於再度降下豪雨，達到 1 百多毫米，水位也上升滿水位 245 公尺左右，再一次進行調節性洩洪，根據水利署北區水資源局石門水庫管理中心邱忠川主任表示，這次調節性洩洪一共 10 小時，排放出 6 百萬噸原水。

1. 由以上兩篇新聞得知，在 2009 年八月時，有兩次的洩洪，分別在 8 月 7 日、8 月 8 日、8 月 9 日與 8 月 10 日的 5 小時，以及 8 月 12 日、8 月 13 日。一次是洩洪 75 小時，另一次則是 10 小時。

2. 依據上表敘述所示，製作了以下的圖表：(以八月份為主，斜線部分為洩洪的時段)



3. 結果分析：

- (1) 由以上的圖表可以得知 7 月 14 日至 8 月 2 日這(16 天)的時間內，並無明顯降雨。8 月 3 日開始有明顯降雨。
- (2) 洩洪的時間均在單日降雨量最大日之後。
- (3) 推論在八月初，開始降雨量增加，之後 8 月 7 日洩洪 75 小時，10 日至 12 日 63 小時降雨量增多，12 日晚間洩洪 10 小時。
- (4) 由模型試驗得知：暴雨以及洩洪均會對溼地邊坡造成影響，然而由時間軸來看暴雨以及洩洪不斷交替，將會使峽谷的地形更加擴大，草澤區流失的土壤也愈多。



暴雨試驗



洩洪試驗

二、空照圖以及衛星地圖整理：

為了了解颱風等天然災害對鹿角溪人工溼地的影響，我們利用「北縣樂活地圖」、「Ur Map」以及溼地監造單位所提供的空拍照，來做草澤區在不同時期的變遷分析及比對。

(一) 97年9月辛樂克颱風過後：(空照圖)



大峽谷

圖片分析：草澤區（紅圈處）約一半的面積，被大量的泥沙所掩埋。

(二) 北縣樂活地圖：(衛星影像)



大峽谷

圖片分析：從草澤區的外圍（紅圈處）明顯輪廓來看，應該於上圖空照圖拍攝日期之後，我們可以看到溼地的變遷，邊坡近大漢溪的變化等。

(三) Ur Map：(衛星影像)



大峽谷

圖片分析：此圖片應該於98年8月莫拉克颱風過後，我們可以看到清楚的大峽谷出現。

三、從太空看大漢溪之衛星影像地圖：

每次豪雨或颱風來時，大漢溪沿岸的溼地會有消失的可能嗎？我們從衛星影像地圖上看大漢溪，有了以下的發現：



- (一) 我們發現以城林橋切截處，往上游（三峽）方向，泥沙淤積的現象較為明顯，這可能與當地的河道曲折有關，河道的曲折度愈高，愈易造成河岸的侵蝕產生堆積坡與侵蝕坡的地形。
- (二) 反觀往下游方向看去，大漢溪河道較為平直，泥沙淤積的現象則較不明顯。
- (三) 因鹿角溪人工溼地則位於城林橋上游處，故易受大漢溪洪水危害。
- (四) 鹿角溪人工溼地與大漢溪有一處砂石灘，已慢慢形成一個小砂洲（如下圖），倘若大漢溪水流湍急，水流將會因砂洲阻擋而往鹿角溪人工溼地侵蝕，而造成溼地邊坡土壤流失。



【於草澤區邊坡往大漢溪方像拍攝】

四、實地勘查與分析

(一) 大峽谷全區示意圖如下：

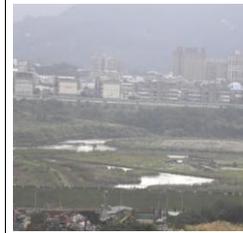
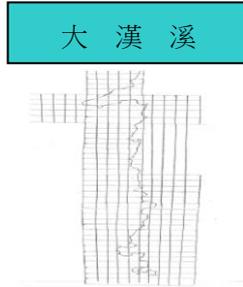
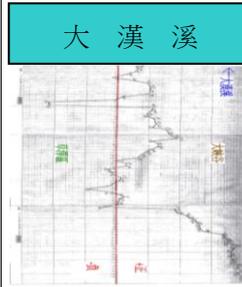


標示地點	圖片	說明	標示地點	圖片	說明
A		此處有明顯的礫石灘，邊坡坡度較緩，植物密集度高	D		大漢溪大部分的水往草澤區邊坡流動。
A		大大小小的礫石，與對岸的砂洲相對應。	D		邊坡易見原先垃圾掩埋場的蹤跡，土壤間參雜垃圾。
B		大峽谷切口處左側，坡度陡，植物密集度較疏。	E		對岸的礫石砂洲範圍廣大。
B		峽谷切口附近，多為較鬆軟的土壤。	F		此處有發現似壺穴的蹤跡，說明此處為大漢溪侵蝕坡。
B		鬆軟土壤，一撥容易崩塌。	F		明顯的可以看出有一道流水侵蝕邊坡的痕跡。
C		切口處右側，也呈現坡度陡及植物密集度較疏的狀況。	F		大漢溪水流曾經侵蝕造成的痕跡。

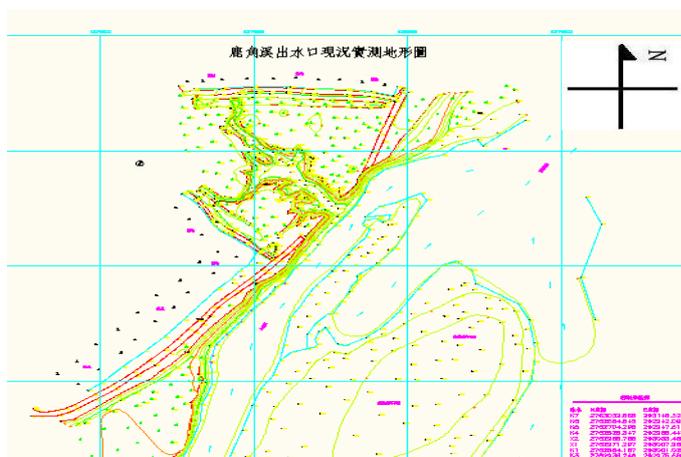
柒、結論與展望

一、研究目的一：大峽谷實際的範圍為何？

(一)大峽谷實際的範圍，我們採用了四種方式，1.行動式繪製法、2.方格製圖法、3.穿越線調查法、4.制高點觀察法，以下為各測量方式進行的分析：

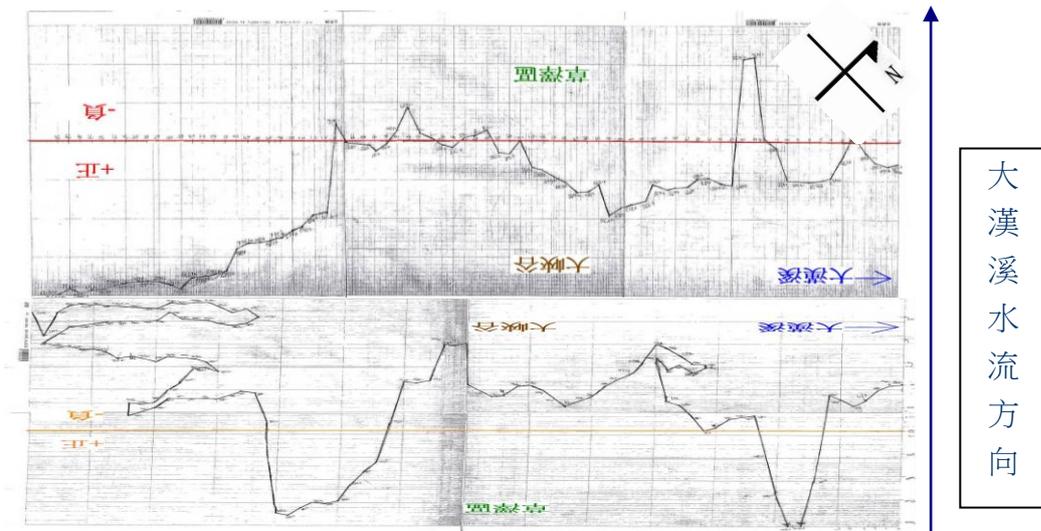
項目	1.行動式繪製法	2.方格製圖法	3.穿越線調查法	4.制高點觀察法
測量圖片				
測量結果				
分析與說明	使用到的工具較少，誤差度較大。	較行動式繪製法精確，但方格不易量測，且峽谷高低起伏，量測不易。	量測的結果較為精準，從圖表中能準確的看到大峽谷的部份形狀。但兩條基準線必須彼此平行，方能確實量測出。	因制高點距離目標較遠，且角度較偏未能看清莫拉克大峽谷的全貌，以至於拍攝的結果並非完美。
適用地區	此方式適用於較小範圍的地形素描。	適用於較平坦的地形區域。	適用於較平坦的地形區域，或監測植物的消長。	適用於較廣且有明顯高低起伏的地形。

(二) 因溼地監造單位於 99 年 1 月 28 日開始填平，以致於以上的方式無法正確的描繪出大峽谷的範圍。透過老師與監造單位聯絡，我們取得了他們在施工前量測大峽谷面貌的圖片如下圖：



【鹿角溪人工溼地監造單位大峽谷面貌圖】

觀看上圖，我們覺得與穿越線所量測的結果最為接近。兩次穿越線結果合併如下：



(三) 我們繪製穿越線的數據於方格紙上，根據方格紙上面的圖案，我們概算大峽谷的實際面積如下：

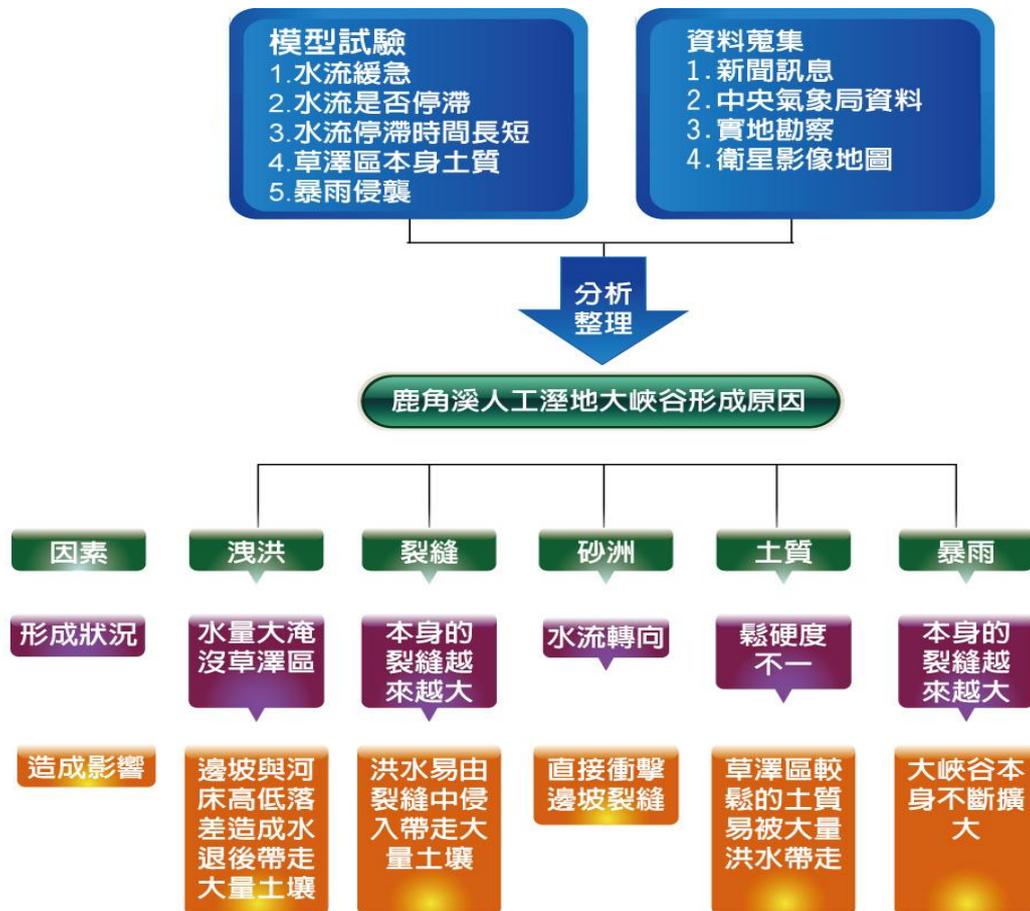
第一次穿越線														
距離區塊	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70
面積單位 (m ²)	90	77	113	73	65	64	87	74	81	72	66	36	12	9
第二次穿越線														
距離區塊	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70
面積單位 (m ²)	98	205	163	93	107	84	101	72	178	230	115	99	51	29

70 公尺之後的面積，由於數據並不完整，故我們以 70 公尺以內的面積為我們測量的峽谷面積。

- 1.第一次穿越線的面積總合為 919 平方公尺。
- 2.第二次穿越線的面積總合為 1625 平方公尺。
- 3.穿越線測得大峽谷面積大約為 2544 平方公尺，國際級的籃球場為 420 平方公尺，大峽谷面積約為六個籃球場那麼大，可見此次災害造成溼地土壤流失很多。

二、研究目的二：鹿角溪人工溼地莫拉克大峽谷形成的原因為何？

我們把各資訊及資料，分析並整理成下列圖表：



三、研究目的三：提出穩固溼地邊坡的建議。

從「正負二度 C」的影片中，我們知道若石門水庫一旦毀了，整個台北盆地，將會淹沒，更別說在大漢溪旁的鹿角溪人工溼地。大自然的力量很大，水能載舟，亦能覆舟，若我們能提早重視全球暖化的問題，現今劇變的氣候變化就能稍稍延緩，並可以留給後代子孫長久及舒適的居住環境

鹿角溪人工溼地位於大漢溪的中游地區，由衛星地圖可見鹿角溪人工溼地段易受暴雨或颱風影響，造成邊坡侵蝕或泥沙淤積，尤其是最靠近大漢溪旁的草澤

區邊坡，是最容易受到影響的。然而草澤區是鹿角溪人工溼地中面積最大的一區，是鄰近大漢溪遠離人群活動的生態核心區域，故那兒是溼地鳥兒的天堂。若那兒遭受破壞，大量的土壤、池水和水生植物將流失，水鳥將無處可停棲，並且影響整體溼地淨化的流程，由此可見草澤溼地邊坡的重要性。

我們提出幾項建議，希望能喚醒工程單位的重視，讓鷓鴣翱翔於鹿角溪人工溼地的天際上。

- 1.大漢溪河道曲折度高，愈易造成河岸的侵蝕產生侵蝕坡與堆積坡現象。因此若在施行邊坡工程時，將邊坡修護為與大漢溪河道平直的話，水流就能儘速通過，可減少直接侵蝕或回流現象的發生，但須留意對下游地區可能發生的災害（如基隆河截彎取直後，下游的社子島地區常常淹水）。
- 2.一位參與「鹿角溪人工溼地課程發展工作坊」的老師，表示在辛樂克颱風來襲前，鄰近大漢溪的草澤區邊坡已有裂縫，故在石門水庫調節性洩洪時，從草澤區溢出的水會在此處形成峽谷切口。倘若工程單位能於事先做好相關補救措施，將減少草澤區破壞的程度。希望溼地養護單位更需要經常檢視邊坡的維護狀況，在暴雨、颱風後前往，判斷淹水深度、淹水氾濫停滯，瞭解受損情形，通報主管單位以申請經費修護。

藉由『鹿角溪人工溼地莫拉克大峽谷初探』的研究，我們親眼目睹了河水的力量，了解『水能載舟，亦能覆舟』的道理。然而我們提出的建議僅能加強穩固溼地邊坡，降低其遭破壞程度，對於大自然的反撲，人類仍是無力抵抗的。最後希望能喚醒大家對全球暖化的重視，思索人與河流和諧共存之道，用實際行動去愛護我們身邊的大地，讓地球環境能為後世子孫永續利用，野生物族群能生生不息。

捌、參考資料及其他

- 一、監造單位威陞環境科技有限公司（民95）。鹿角溪細部設計報告。
- 二、中央氣象局（民98）。氣象站 山佳 逐日氣象資料。
- 三、李明朝（民98年8月10日）。石門水庫今晨五點停洩洪 共排1億5千萬噸水。中廣新聞網。民99年03月01日，取自：<http://news.sina.com>
- 四、李明朝（民98年8月13日）。石門水庫洩洪結束 共排6百萬噸原水。中廣新聞網。民99年03月01日，取自：<http://news.sina.com>
- 五、<http://map.tpc.gov.tw/> 台北縣樂活地圖
- 六、<http://www.urmap.com/index.jsp> UrMap 你的地圖

【評語】 080508

透過地形的測繪，了解環境的變化，讓人工濕地與地球科學的研究合而為一，值得嘉許。