

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

031732

淡水河水患與河床沖淤作用的探討

臺北縣立海山高級中學

作者姓名：

國二 陳亭延 國二 朱盈盈 國三 黃頌婷
國三 張倩瑜

指導老師：

陳紹祥 王聰章

淡水河水患與沖淤作用的探討

壹、研究動機

去年暑假之後台北地區有七二水災、艾莉颱風、911 水災、南瑪都冬等多次特大豪雨發生，淡水河水位多次破紀錄。在本學期自然科（康軒版〔三下〕第五章）提到洪水的天然災害，又前年對淡水河沉積與沖刷研究，正遇 92 下半年至 93 年上半年台北地區雨量較少，河水總是在平水期、豐水期完全沒有洪水期，所以沒有做非常完整的研究！因此引起我們想繼續完成前年研究專題的動機，做更完整的淡水河沉積與沖刷作用探討。

貳、摘要

我們將前年研究淡水河沉積與沖刷作用所得結果簡略說明如下：

（一）平水期：

- （1）河水因潮汐影響（感潮帶）退水過程沉積速率大於漲水過程。
- （2）在河流交會處（大漢溪與新店溪、淡水河與基隆河），沉積速率遠大於沖刷侵蝕的速率。

（二）豐水期：

- （1）淡水河河道較窄處（如台北橋、關渡橋附近），沖刷速率約略等於沉積速率。
- （2）在河流交會處沉積速率大於沖刷的速率。
- （三）平水期河道的沉積物，主要來自都市廢水中的懸浮物質、有機物質及少量泥沙。豐水期沉積物質來源大部份是河水由上游搬運而下的泥沙。
- （四）感潮帶漲退的鹹水、淡水交界區在中興橋與台北橋之間。河水感潮最上游：新店溪在秀朗橋附近，大漢溪在浮洲橋附近，基隆河在汐止的社后橋附近。

參、研究目的

- 【1】研究不同情況下水流速率的測量方法。

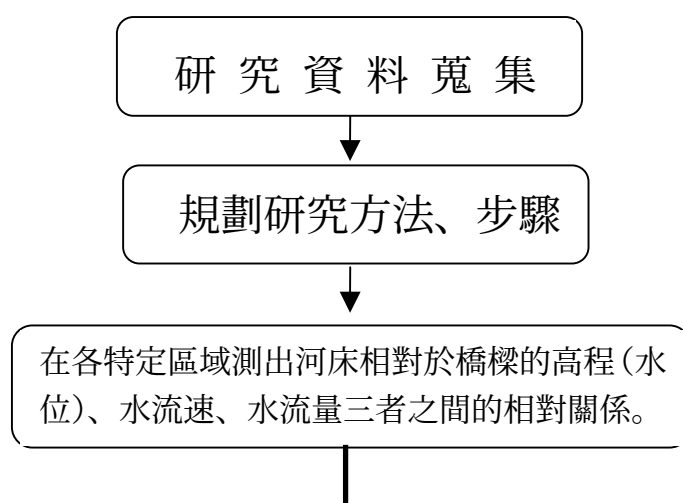
- 【2】研究水流量與水流速率之間的相對關係。
- 【3】探討河床相對高程與水流量的相對變化情形。
- 【4】找出淡水河各區段中水流量與河床沖刷速率間的相對關係。
- 【5】利用感潮帶水位變化找出河床坡降與河床沖刷相互影響情形。
- 【6】比較洪水期前後淡水河河道變遷情形。
- 【7】應用去年研究結果，將淡水河河道各種作用再做完整的探討。
- 【8】利用洪水期水位變化討論疏洪道及分洪道設施，對大台北地區的防洪效果及解決之道。

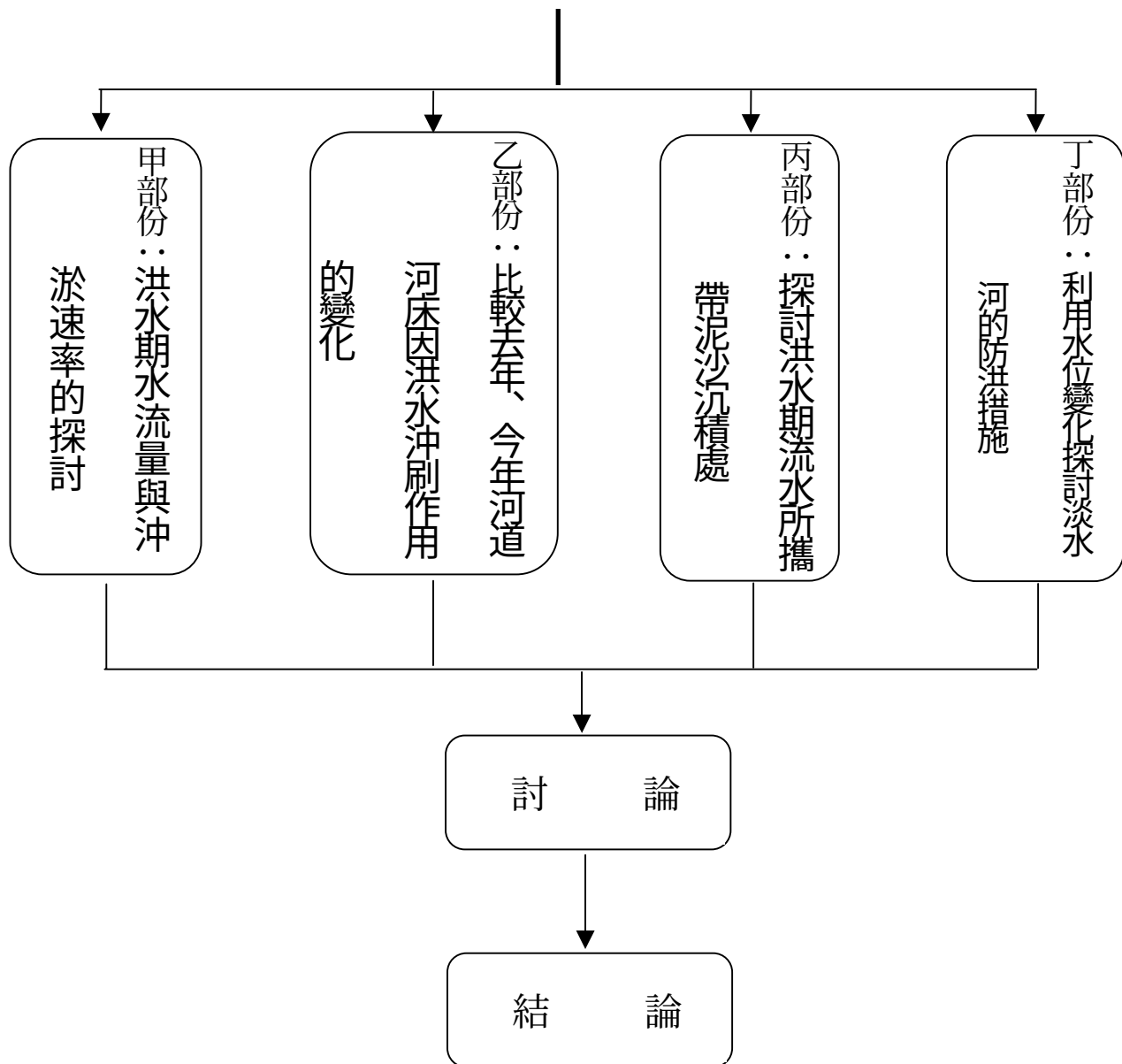
肆、研究設備及器材

依各項研究主題需要詳列於各步驟中

伍、研究流程

※整過研究過程我們是延續 92 年 8 月至 93 年 5 月的研究，因此本研究
所引用的數據有些是上次研究的部份。又因淡水河河段是在感潮帶上
，潮位對水流速率及方向變化平時的影響非常大，洪水期更是大台北
地區防洪所必須加強的，幾乎每次台北地區的洪患都與它扯上關係。
在此我們就從前年、去年對平水、豐水期的研究開始，進而研究洪水
期對河床的沖淤作用情況，整個研究的流程概略如下：





為了方便我們將整個研究分為甲、乙、丙、丁四大主題。

甲部分：洪水期水流量與沖淤速率的探討。

乙部份：比較去、今年河道河床因洪水沖刷作用的變化。

丙部份：探討洪水期流水所攜帶泥沙沉積處。

丁部份：利用水位變化探討淡水河的防洪措施。

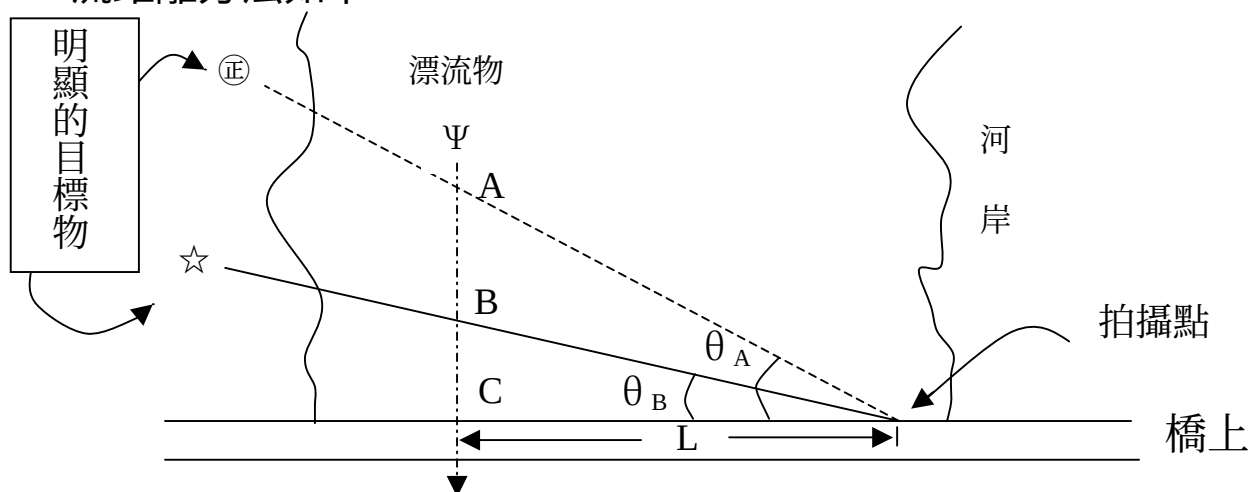
陸、研究步驟及結果分析

◎甲部份：水流量與沖刷速率的探討

- (一) 研究器材及設備：捲尺 (100 m)、標竿尺、數位照相機 (可錄影)、自製水流計、鉛錘及水線、自製測角度儀器、自製水位測量儀器、雷射筆、水標尺。

(二) 研究方法及步驟：

- 【1】沿用前年方法將淡水河分成四區域，找出這一年來河床底變動最多且明顯的地點進行後面的研究。
- 【2】利用捲尺、鉛錘及水線測前項找出地點的橋樑下河床相對橋面高程並繪成圖。(照片甲-1)
 ※因橋樑面不完全水平，利用自製儀器上雷射筆、水平儀及標竿尺找出同一水平面。(如附件一)
- 【3】在豐水期用自製水流速計測出前項橋樑下河道不同位置的水流速率，繪出河道橫向位置對水流速率圖。因為淡水河河段是在感潮帶，水位會隨時間變化，所以測水流速時我們盡量在短時間內各人分開操作完成，或在水位變化較緩和時測定（自製水流速計的刻度校正方法如附件二）。再由圖形找出水位、水量、流速三者的關係式。
- 【4】洪水期利用可錄影機器，紀錄漂流物的漂流時間，再推算出河道上各點的水流速率。(照片甲-2) (照片甲-3)
 ※因洪水期間水流速很大，尤其橋樑下有橋柱束縮河道效應，水流計很難安置於水中且方向易產生偏差，準確度因而降低。利用錄影方式計算水流速的方法：洪水期水面上漂流物甚多，在流水面上找出明顯特定漂流物（例如寶特瓶、大塊保利龍、大樹幹等），並且紀錄下拍攝位置，等幾天後河水水位降至平水期水位，測量出漂流的距離，再利用錄影片上所紀錄的漂流時間，計算出漂流物的漂流速率，進而求出當時的水流速率。利用錄影方式計算水流速及測量漂流距離方法如下：



流速的算法

$$\tan \theta_A = AC / L \quad AC = L \tan \theta_A \quad \tan \theta_B = BC / L \quad BC = L \tan \theta_B$$

$$\text{漂流物在攝影時間內漂移距離 } AB = L \times (\tan \theta_A - \tan \theta_B)$$

$$\text{漂流速率} = AB / \text{漂流時間} \quad \text{漂流速率} \times 0.8 = \text{河水平均流速}$$



照片甲-1 測河床相對高程



照片甲-2 用漂流物測流速



照片甲-3 洪水後測目標物距離



照片甲-4 台北橋下捷運工程

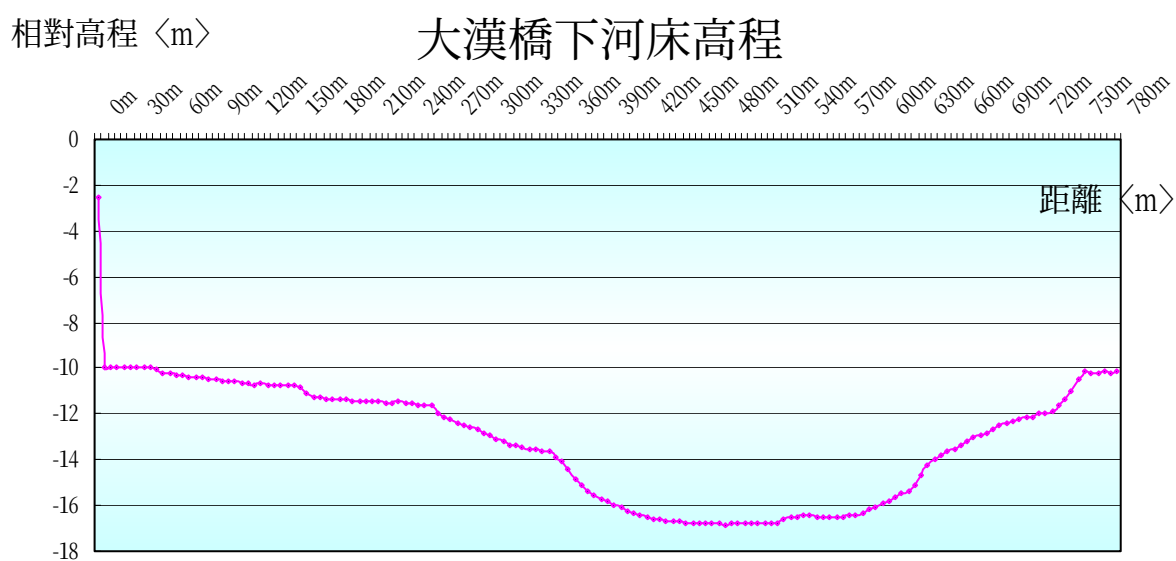
(三) 結果分析

- 【1】 93 年暑假到年底大台北地區經歷了多次水患，每次水災後我們都做淡水河河床改變踏查，發現河床變化較多的是台北橋及新店、大漢溪匯流區域，因此研究重點就擺在此，繪成的圖如下（圖甲-1）。
- 【2】 台北地區 92、93 年暑假前幾乎沒洪水期，大漢橋下河床僅有淤積作用，去年多次豪雨再加石門水庫同時洩洪，沖刷造成河床變化頗大，經測量繪成相對橋樑高程（圖甲-2）（圖甲-3）。台北橋下游不遠是捷運三重線過河隧道施工處，這幾次三重、新莊水災跟此都有關聯，經測量發現河床相對高程變化非常大，繪成的圖形如（圖甲-4）（圖甲-5）。新店溪上游 93 年下半年降雨量沒較其他兩大支流多，但是實施幾次翡翠水庫洩洪，兩河交會區水路底河床變深，距交

會區不到 50 公尺的華江橋相對也加深，只是改變較前述兩橋下少，其河床相對於橋樑的高程變化就不探討。(照片甲-4)



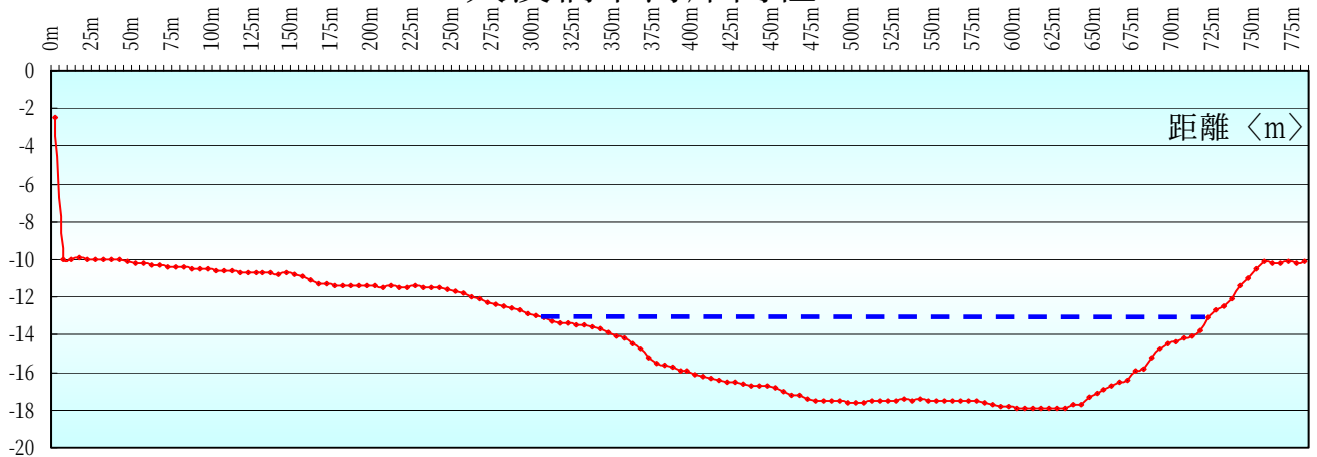
圖甲-1 大漢、新店溪匯流處簡圖



圖甲-2 92 年底大漢橋下河床相對高程

相對高程〈m〉

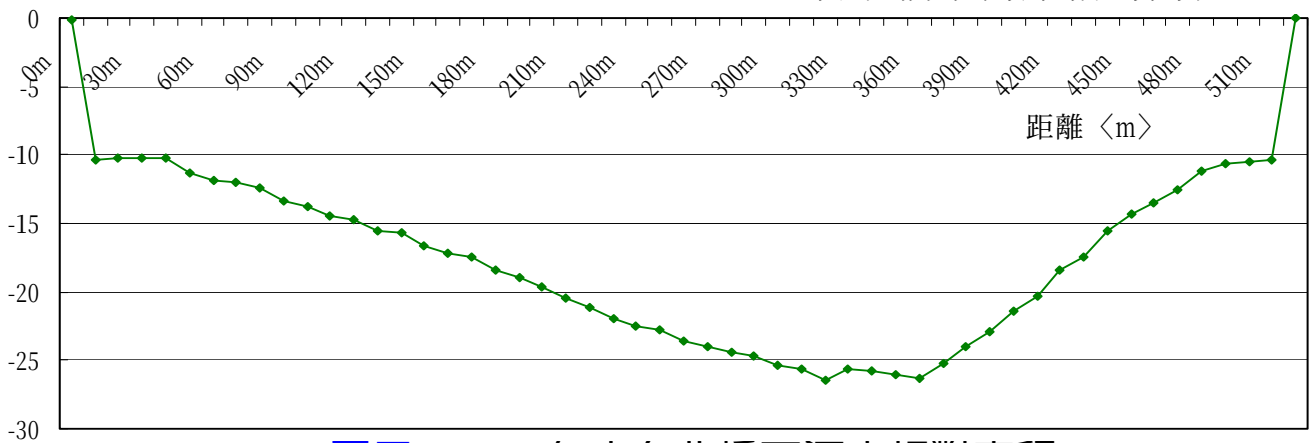
大漢橋下河床高程



圖甲-3 93 年底大漢橋下河床相對高程

相對高程 (m)

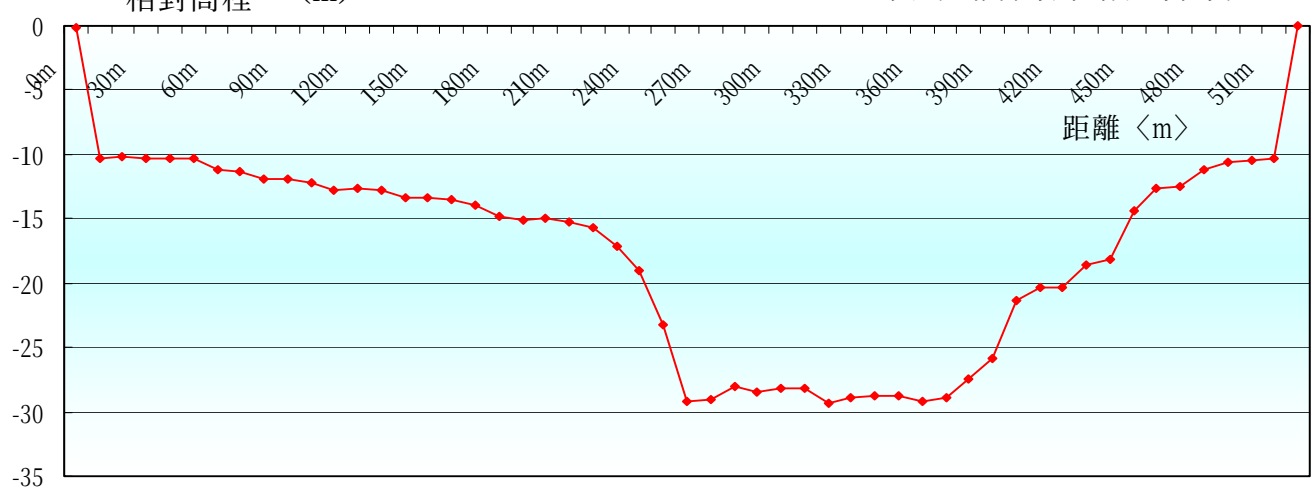
台北橋下河床相對高程



圖甲-4 92 年底台北橋下河床相對高程

相對高程 (m)

台北橋河床相對高程



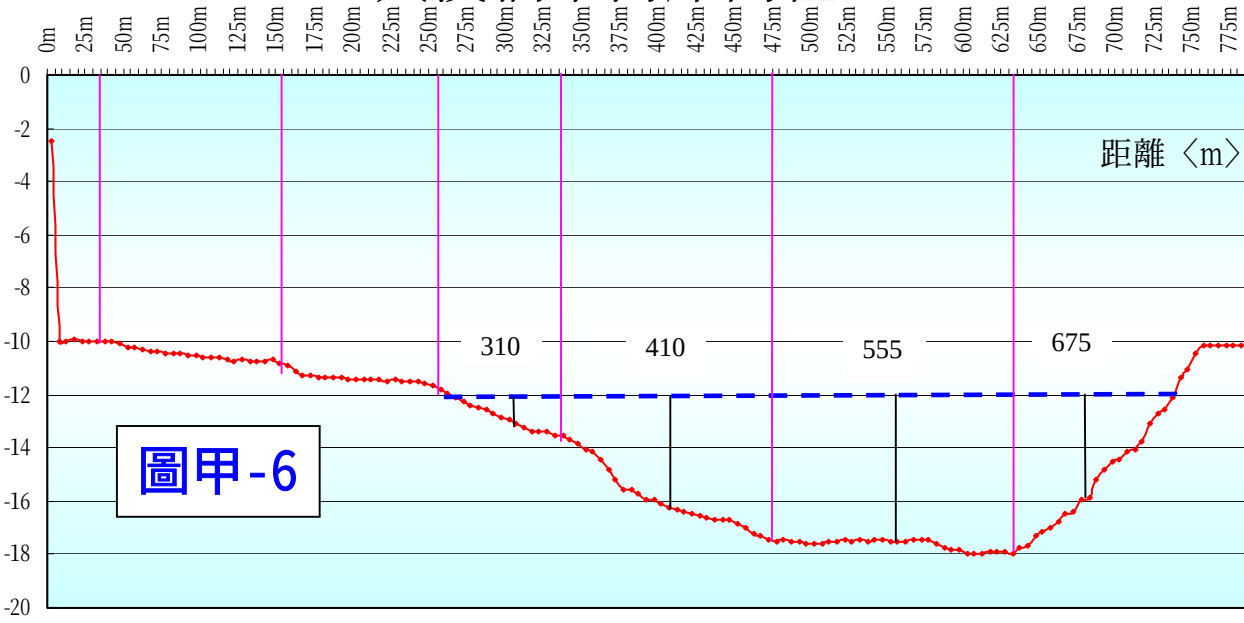
圖甲-5 911 水災後台北橋下河床相對高程

【3】本步驟我們在大漢橋上先找出河床底較有規則四個區域，同時刻測

水位及平均流速，算出各區域不同水位的相對流量如下：(圖甲-6)

相對高程 <m>

大漢橋下河床高程



310 處

次數	h 水位 (m)	v 流速 (cm/s)
1	1.62	7.83
2	1.46	8.06
3	1.24	8.25
4	0.90	8.34
5	0.75	8.21
6	0.63	8.15

410 處

次數	h 水位 (m)	v 流速 (cm/s)
1	2.42	8.21
2	2.25	7.43
3	2.06	8.62
4	1.72	8.74
5	1.57	8.58
6	1.45	8.44

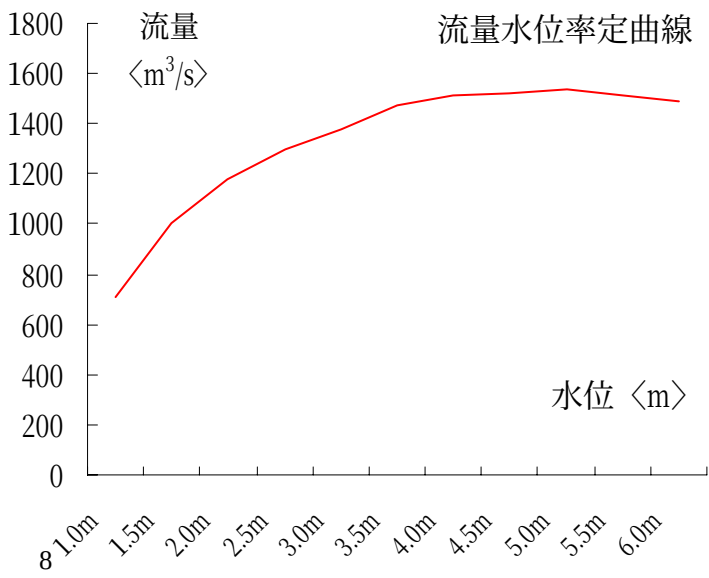
555 處

次數	h 水位 (m)	v 流速 (cm/s)
1	5.74	8.35
2	5.57	8.57
3	5.35	8.69
4	5.02	8.85
5	4.85	8.72
6	4.73	8.59

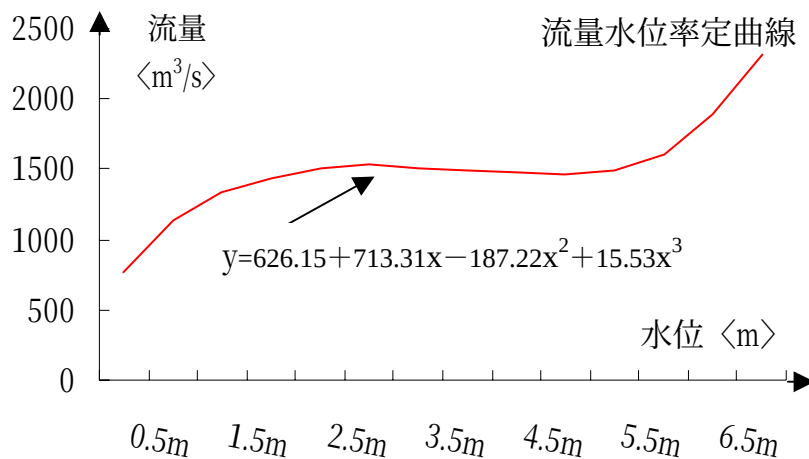
675 處

次數	h 水位 (m)	v 流速 (cm/s)
1	3.95	8.24
2	3.79	8.45
3	3.56	8.68
4	3.20	8.80
5	3.05	8.74
6	2.96	8.53

※圖甲-7 流量水位率定曲線 (二次)



再利用水位流量率定式算出大漢橋下豐水期的水位流量曲線圖如上頁(圖甲-7)。(算法參考徐義人教授編著、應用水文學、國立編譯館)



因大漢橋是在感潮帶，當平均水深在 2.7 公尺以上受上漲潮水影響水流速變慢，水流量變小。水位超過 6.0 公尺以上是洪水階段，需再測數據修正才可得。

我們發現漲水與退水的水位流量曲線是不一樣，水量非常大時水面坡降也是影響曲線的重要因素，又因我們用的測量方法較水文儀器簡略，所以將所得曲線與水利署第十河川局即時水位水量資料比較，當然有差異存在。我們利用此方法將華江、台北橋等的水位水量曲線找出，爾後只要測出水位利用此圖形就可推論當時河水流量。

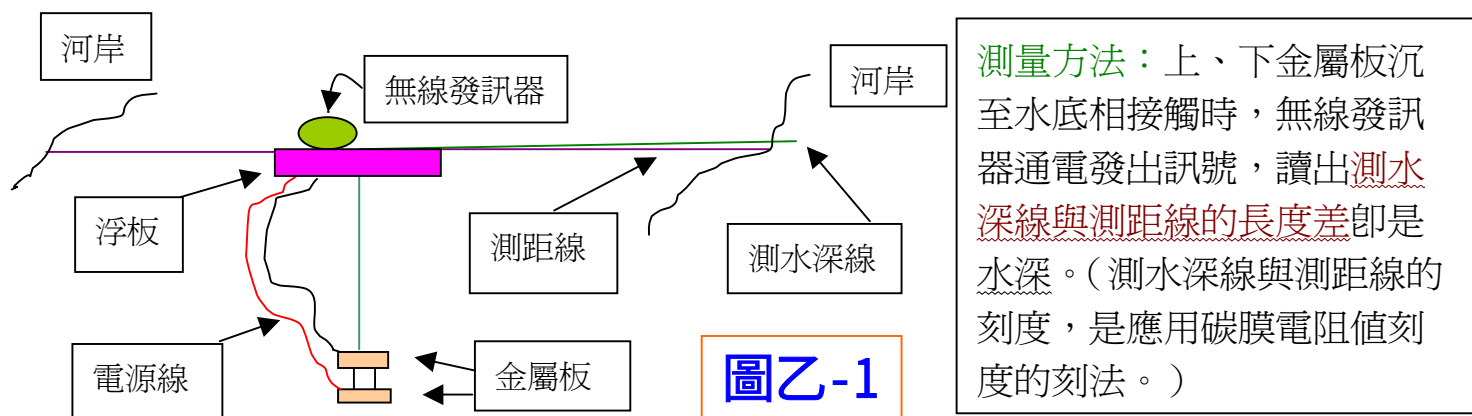
- 【4】93 年 9 月 11 日豪雨天在大漢橋上利用攝影方法測得水流速，最大流速曾有 3.62 m/s (橋柱束縮河道)，最慢 0.8m/s (原雜草叢生的高灘地)，平均流速是 2.54m/s。平時平水、豐水期此橋下測得的水流速最快約 0.3 m/s~0.4 m/s，河水以沉積作用為主。洪水期河水流速非常大，若應用附件三 (交通部運研所委託林呈教授研究資料) 的數據來比照可知：2.54m/s 流速的河水最大能搬運或推動約 8 公斤的水底物質。可見洪水期河水的沖刷力量有多麼大！(照片甲-5) (照片甲-6)



◎乙部分：探討去年、今年河床因洪水的冲刷作用而變化情形。

因前兩三年台灣北部較為乾旱，我們對淡水河做長時間研究留下許多資料，就獨缺洪水期冲刷的資料。去年底接連幾個颱風及水災，讓河床有較大的改變，我們就以舊資料與新的測量做此階段的研究。

(一) 研究器材及設備：捲尺 (100 公尺)、標竿尺、水線及鉛錘、自製測河床深度儀器 (設計簡圖及測法如下圖乙-1)。

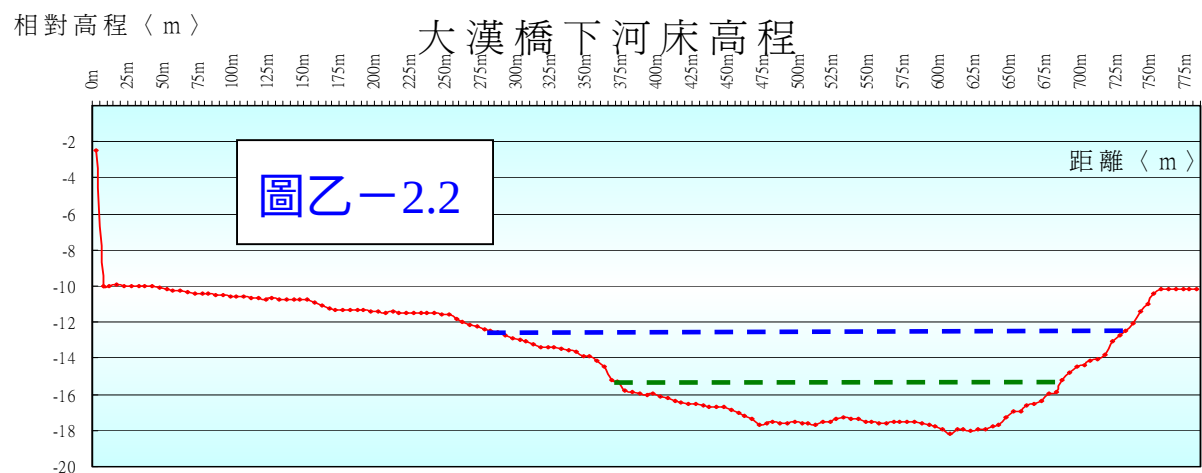
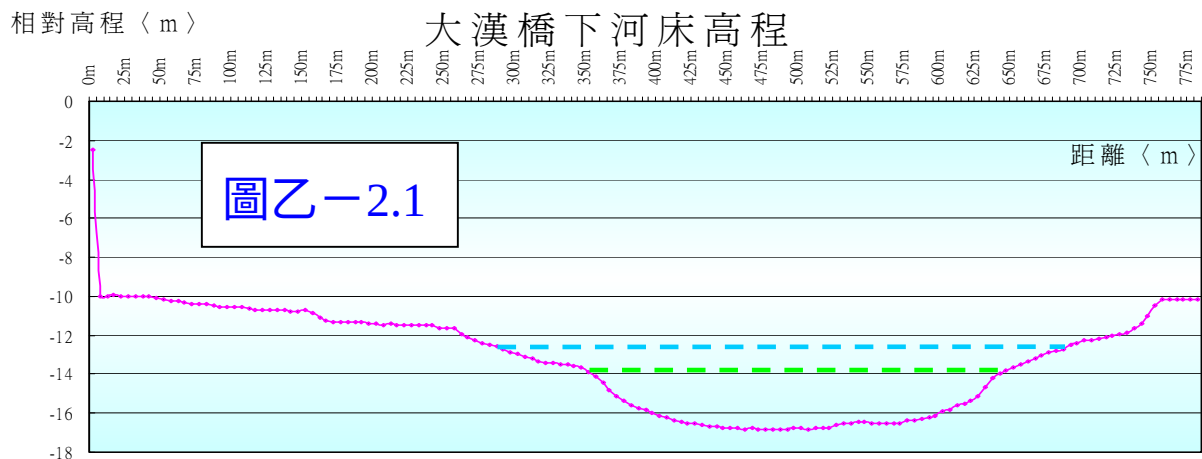


(二) 研究方法及步驟：

- 【1】利用甲部分測得的河床相對高程圖 (河川斷面) 與前年測得資料相互比照，找出變化較大者加以分析。
- 【2】在淡水河感潮帶較易接近河水面地區，每隔約 30 公尺間隔，利用自製測河床深度儀器，測出橫向河床底深度 (10 公尺測一次)，所得數據繪成河川斷面連續圖，再與前年資料比較找出其差異性。
- 【3】利用測得河床相對高程圖及水利署申購得河川斷面圖，探討大漢溪、新店溪、基隆河及淡水河河床坡降變化。

(三) 結果分析

- 【1】前年 (92 年) 與 93 年的河床相對高程變化情形：①大漢橋附近是感潮帶最上端，93 年 7 月 2 日及 9 月 11 日兩天，石門水庫洩掉約五個水庫水量 (水利署資料)，又加上豪雨量很大，當然河床被刷深了。經測量刷深最多幾近 2 公尺，且左岸較右岸嚴重，這因左岸是冲刷側。(圖乙-2) ②由於河床變深緣故，在平水期外海潮汐正處於乾潮時刻，可發現大漢橋下水位較前年為低。(照片乙-1) (照片乙-2) ③台北橋附近原是淡水河最狹窄區段，二重疏洪道開闢就是為此而考量 (圖甲-1)。

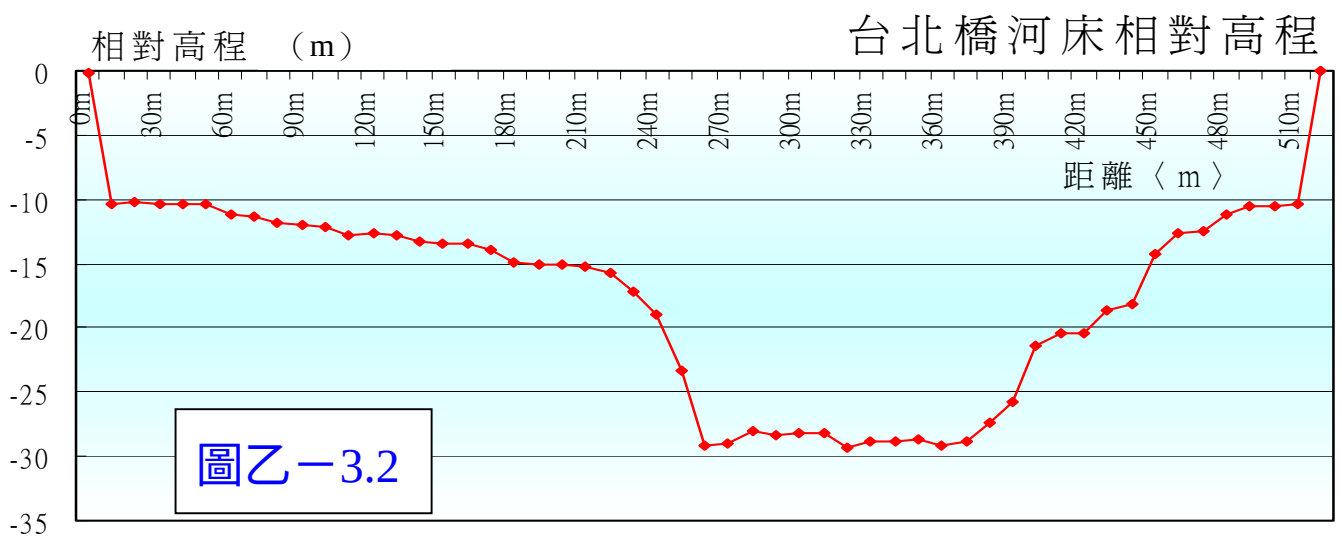
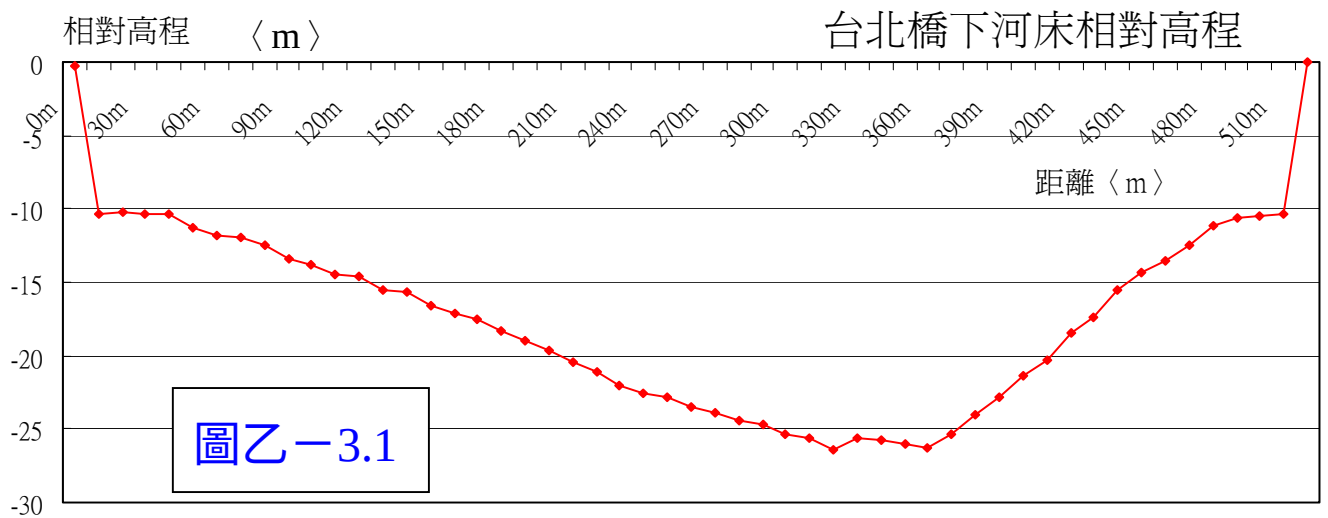


照片乙-1 92 年底河床水位



照片乙-2 911 水災後水位降低

發生於 93 年 9 月 11 日的三重大水災，其禍因是捷運在此區域開挖的隧道堵住水流，造成附近水位、水壓增大，臨時擋水牆被洪水衝破而造成。所以再次測量河床相對台北橋的高程，由圖上可見到河床底變動非常大。(圖乙-3) (照片乙-3) (照片乙-4)



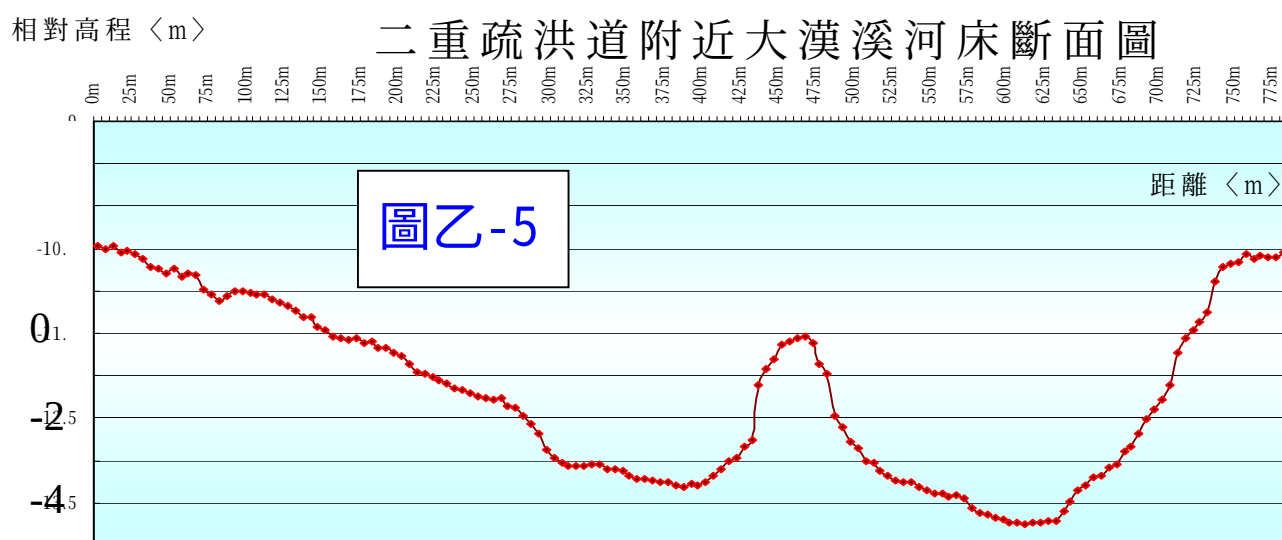
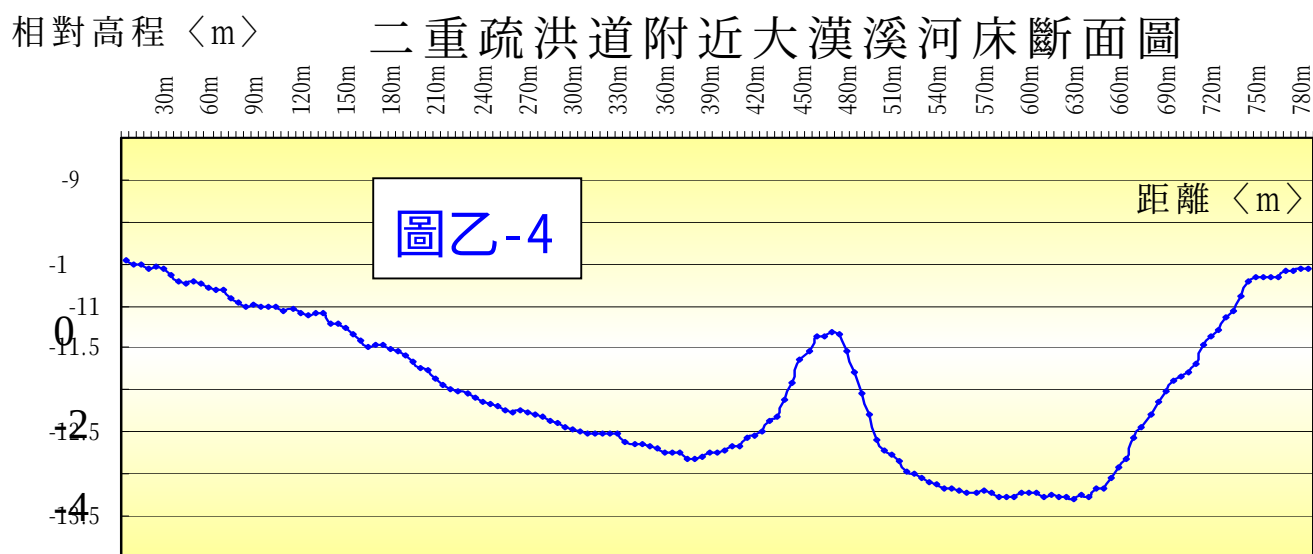
照片乙-3 911 水災的元兇



照片乙-4 大漢橋測河床

【2】經測得大漢橋下游河床原先的相對高程（93 年 5 月 17 日）如（圖乙-4）。911 水災後我們重新測的斷面圖如（圖乙-5）。由前後兩張斷面

圖，我們粗略估計（取小面積再總和）得到改變面積約為 310 m^2 ，若乘上 30 公尺（測量時兩處相距），可估算此區域被洪水沖刷漂離的土石約為 9300 m^3 。



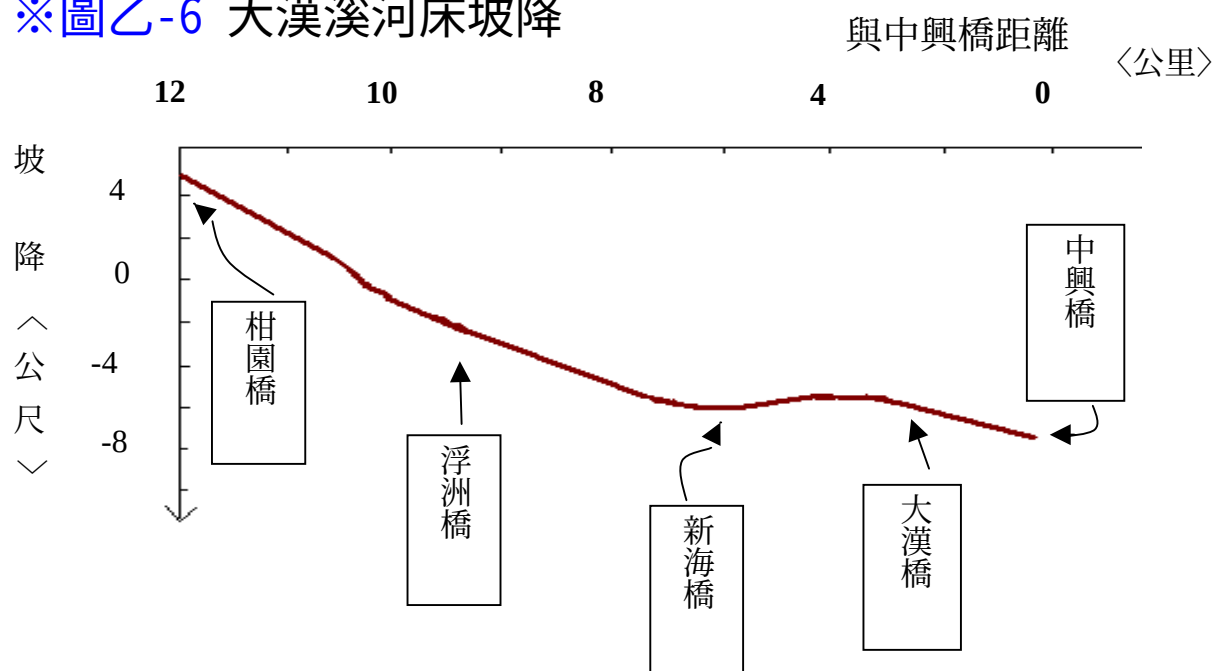
照片乙-3 水災前河床



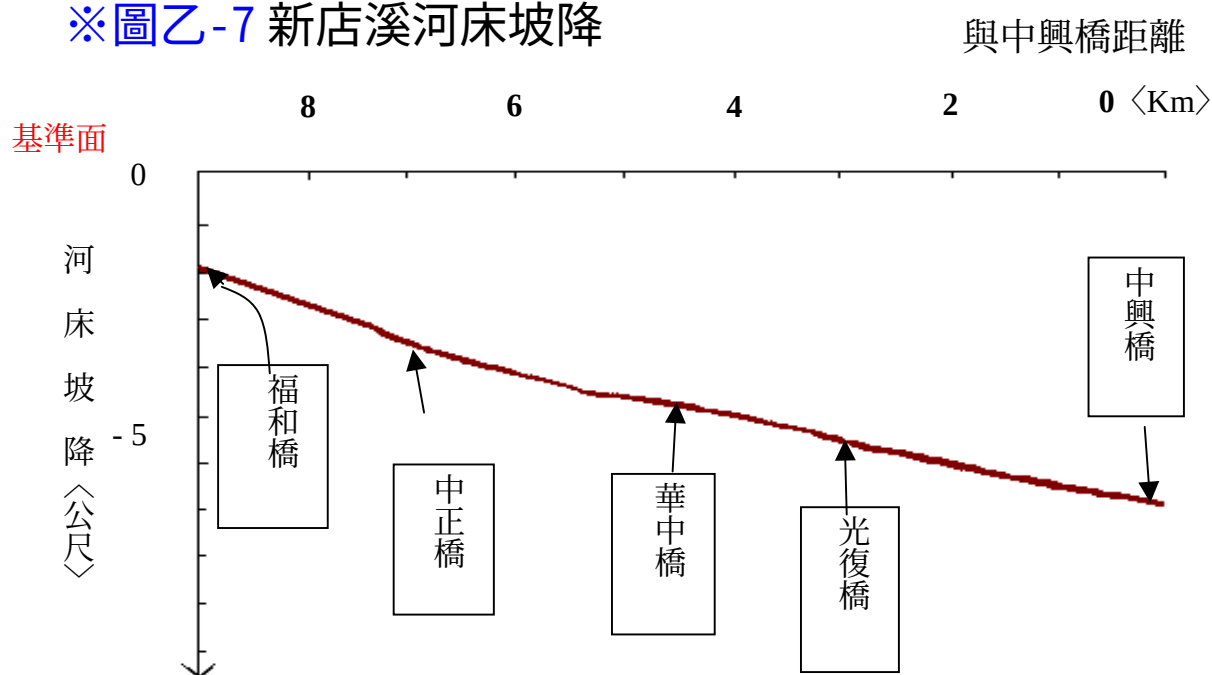
照片乙-4 911 水災被沖刷的河床

【3】因河床坡降會影響河水的流速及逕流量，又淡水河河段全部在感潮帶，前年的研究已知整個河床幾乎是在海平面以下。為了研究經多次洪水後河床坡降是否有變動，我們利用測出的河床高程，及購買第十河川局的河川斷面兩者合推算出河床坡降。淡水河三大支流接近感潮帶的河床繪成坡降圖如下（圖乙-6）（圖乙-7）（圖乙-8）。

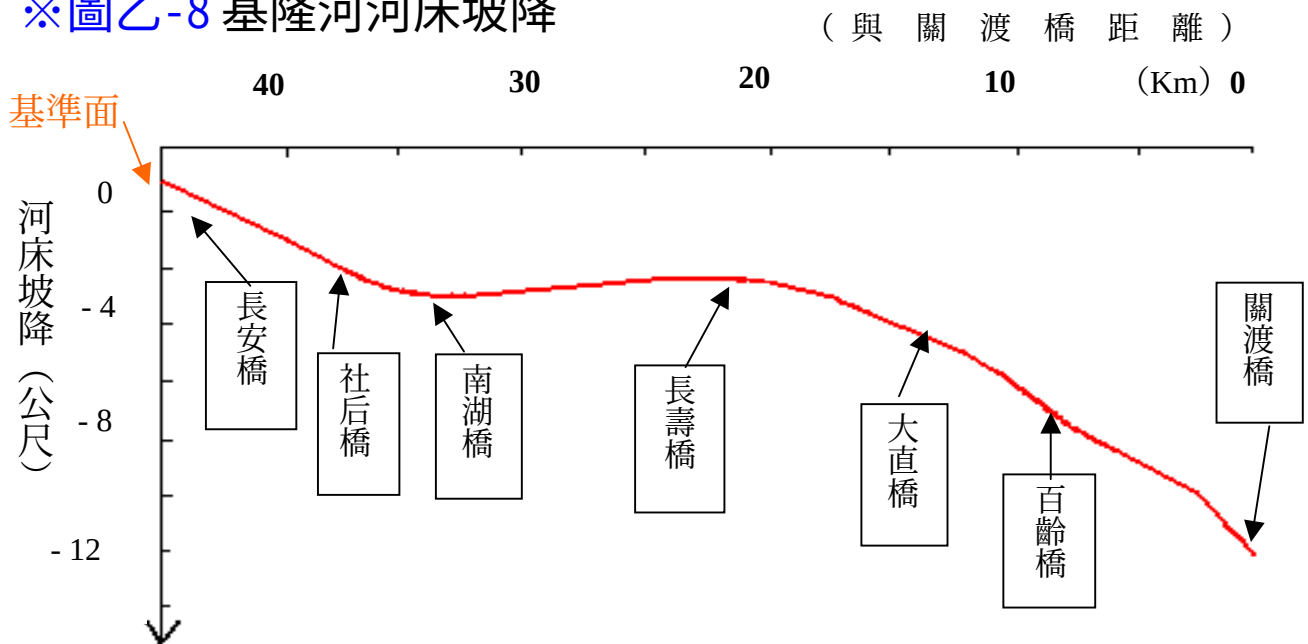
※圖乙-6 大漢溪河床坡降



※圖乙-7 新店溪河床坡降



※圖乙-8 基隆河河床坡降



由河床坡降圖分析得下列結果：①再重測中興橋至關渡橋的河床坡降，發現台北橋附近因束縮冲刷約加深 3 公尺，關渡橋刷深約 1.5 公尺，大漢及華江橋附近刷深度最大有 2 尺左右，其他橋樑附近河床變動則較少。整個淡水河河床坡降幾乎沒變動（約 1/1080）。②依坡降圖可概略算出淡水河三大支流，在接近感潮帶前的河床平均坡降為：大漢溪 1/960、新店溪 1/2810、基隆河 1/3845。由此推知三大支流流入大台北地區的河水流速以大漢溪最快，相對的冲刷能力也最強。③大漢溪在新海橋附近河床較下游的大漢橋附近為低，原因可能是上游的河床坡度較陡，河水流經此區重力冲刷能力相對增強，因此河床就較下游容易被刷深。基隆河的社后、南湖橋間河床突然加深也可能此緣故。但台北、圓山、關渡橋附近河床變深是因河水束縮冲刷的結果。

◎丙部分：探討洪水期流水所攜帶泥沙沉積於何處

（一）研究器材及設備：壓克力板（面積＝50×45 cm²、20 片）、天平、直尺、數位相機、酒精燈、燒杯、濾紙。

（二）研究方法及步驟：

- 【1】平、豐水期在大漢、華江、百齡、關渡橋下退水後裸露的河床，平行於橋樑方向每隔約 10 公尺置一壓克力板。10 天後再取上來晾乾，刮下上表面的沉積物量出質量並繪成圖，並分析其沉積量的差異。
（照片丙-1）
- 【2】利用自行購買的簡易篩網及懸浮物在靜水中的沉積速率，把顆粒大小不同的泥沙分級，將泥沙篩定為三個等級，測量出各級泥沙的質

量，進而求出其佔總質量的百分比例，再探討分析粒徑的分佈差異原因。(照片丙-2)



照片丙-1 大漢橋下測沉積物



照片丙-2 測沉積物粒徑大小

- 【3】在河水流量非常大時（洪水期），利用數位照相機依前述方法測出流速，每隔 10 分鐘一次並同時取攝影處的河水 1000 cc 以上，帶回實驗室分析其含沙量變化，再估算一段時間內流水中漂移總沙量。
- 【4】洪水期過後沿著淡水河往下游調查河水所攜帶泥沙沉積處，並將沉積量的多寡做一概略估算統計繪成表。再找出洪水中攜帶的泥沙或漂流物，河水搬運最遠、最終的所在地。(照片丙-3) (照片丙-4)



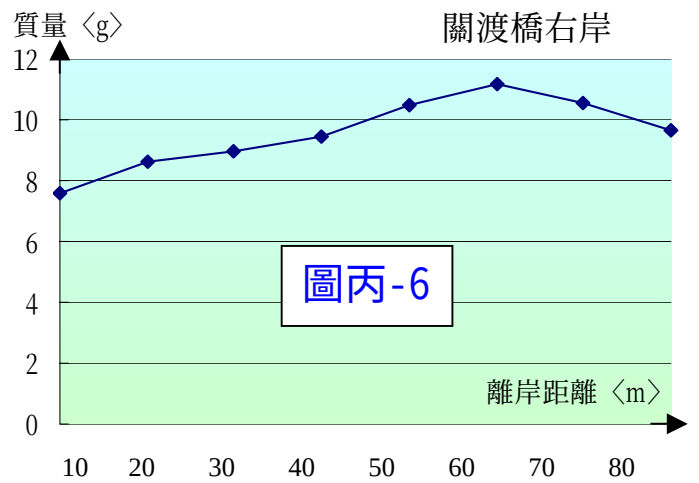
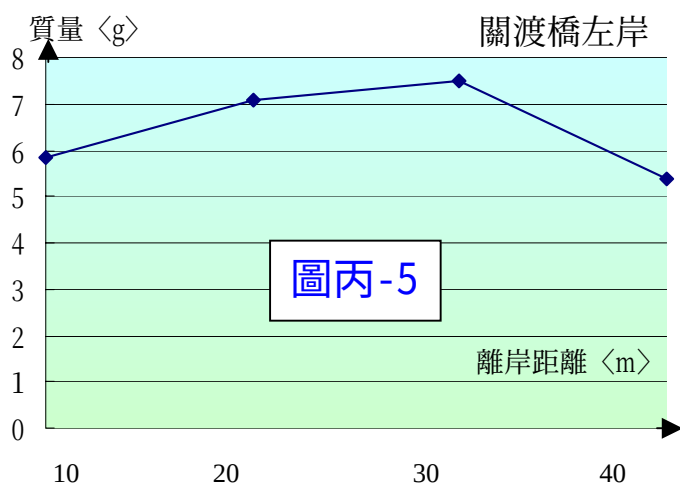
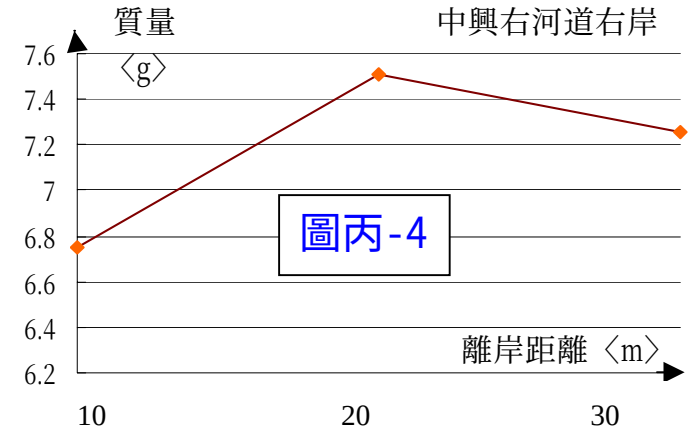
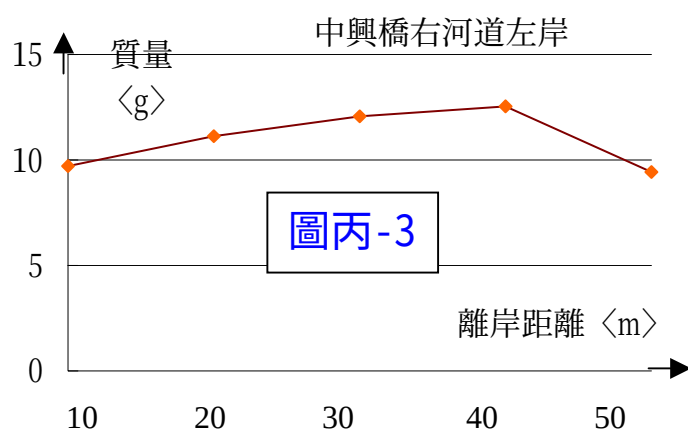
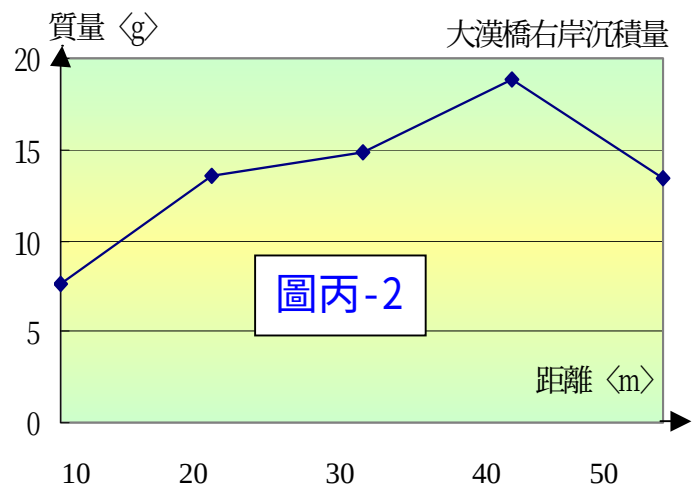
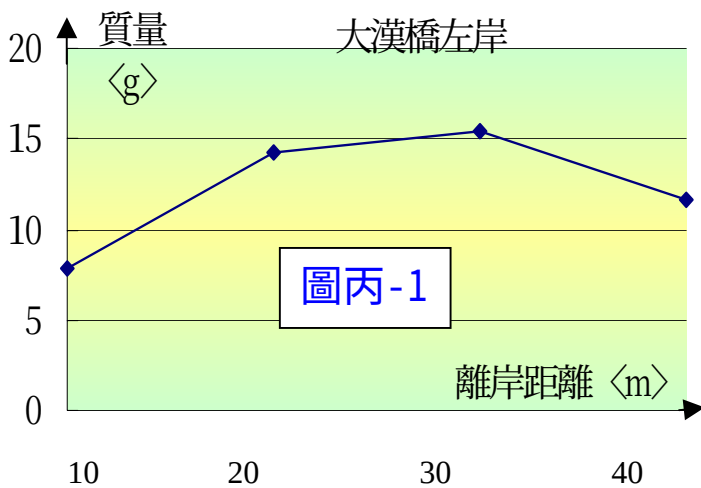
照片丙-3 疏洪道測水災沉積厚度



照片丙-4 挖仔尾測沉積層厚度

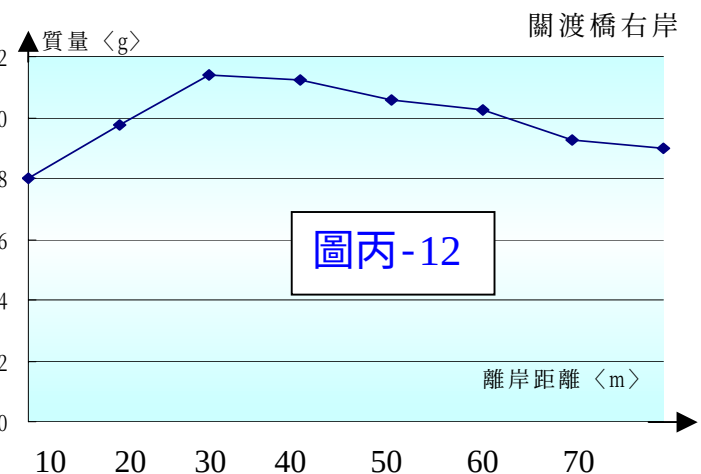
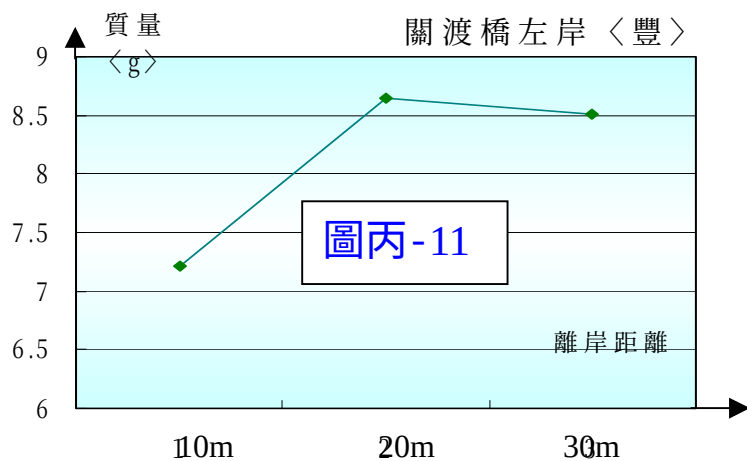
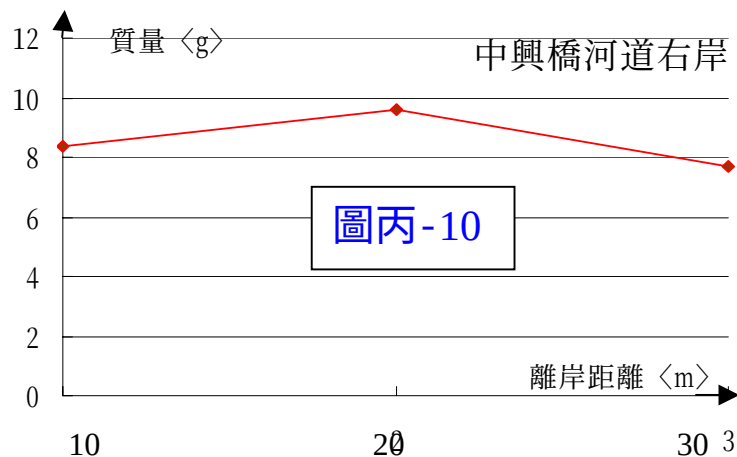
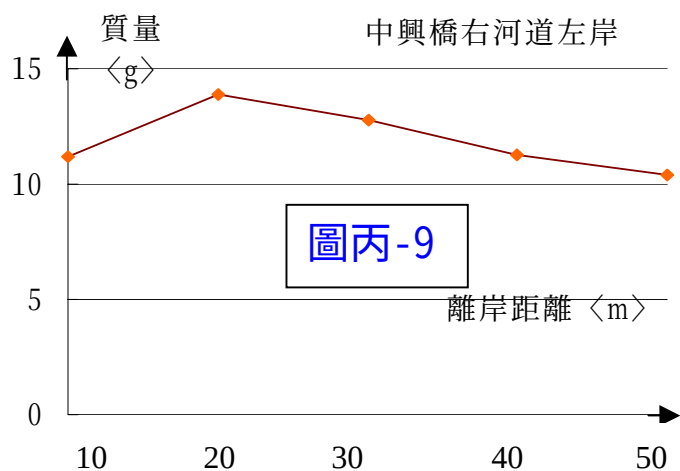
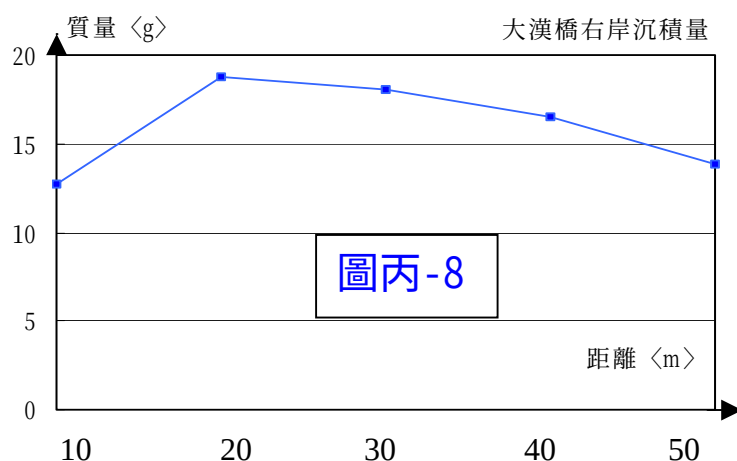
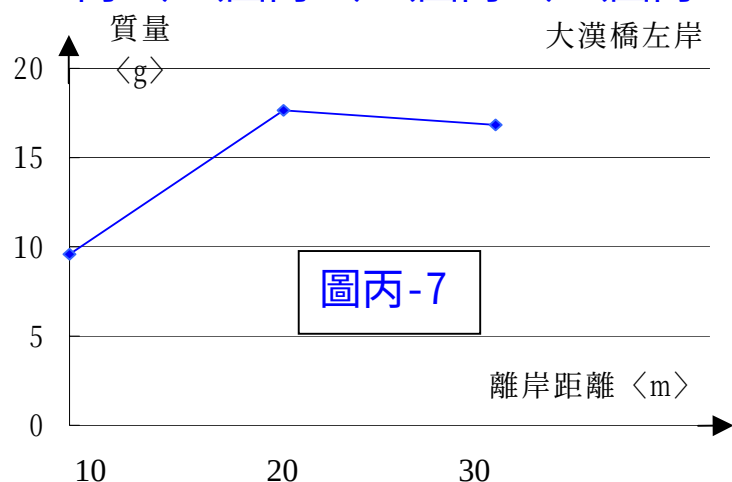
三) 結果分析

【1】①平水期：因此時期河水流量小，淡水河感潮帶的水體以海水最多其次為都市廢水，前年的研究結果顯示沉積物以膠狀懸浮微粒居多。四座橋下的壓克力板上沉積物質量與距河岸邊位置繪成圖形如（圖丙-1）（圖丙-2）（圖丙-3）（圖丙-4）（圖丙-5）（圖丙-6）。因為百齡橋下潮間帶較窄，兩岸最多可測得兩個數據，尤其豐水期更窄，所以沒有繪成圖表。



三座橋下繪得的圖形分析出結果如下：①河床橫向坡度較緩沉積速率較大。②離河岸等距處（20m）上游的河床沉積物量通常較下游大，原因是海水漲入河道稀釋下游河水中懸浮物。③越接近河道中央的河床因河水流速較快或露出水面時間較短，沉積物膠結時間較短且易再被流水沖刷而漂走，相對沉積物的總質量較小。

②豐水期：大漢、華江、關渡三橋下收集的沉積物質量繪成圖如（圖丙-7）（圖丙-8）（圖丙-9）（圖丙-10）（圖丙-11）（圖丙-12）。



豐水期退水後橋下露出水面的河床寬度，因河流上游水量較大而相對減少。由圖形比較可知：①豐水期沉積的泥沙質量較前面平水期多，這可推論豐水期河水中攜帶泥沙量較大。②豐水期最大沉積量出現在整個漲、退水裸露淺灘地，距岸邊約 1/3 附近區域，而平水期出現在約 3/4 處。這說明了洪水時期泥沙沉積處應更接近河岸邊的淺灘地及高灘地，下面（照片丙-5）～（照片丙-8）是 911 水災後大量泥沙沉積於高灘地。



照片丙-5 二重疏洪道沉積



照片丙-6 河岸邊的沉積



照片丙-7 河濱公園的沉積



照片丙-8 河濱公園的沉積

【2】本項研究是將前項離岸邊 20 公尺處壓克力板上得到的沉積物，利用篩網分離出沉積泥沙約略相同粒徑，再稱得其質量求出佔總質量的比例，三座橋下沉積物的粒徑所佔比例結果如下（表一）。

地點 \ 粗細	粒徑大（留篩）	粒徑中（先沉澱）	粒徑小（慢沉澱）
大 漢 橋	51 %	32 %	17 %
中 興 橋	30 %	36 %	24 %
關 渡 橋	20 %	56 %	24 %

※平、豐水期水中以有機懸浮物為主乾燥後易膠結成塊粒，所以我們不採自然乾燥而使用快速烘乾。另外通過篩網 1 的沉積物顆粒很小不易再分離，所以我們就採水簸法，以 10 分鐘為分界點將沉積的與未沉澱的懸浮物分開。

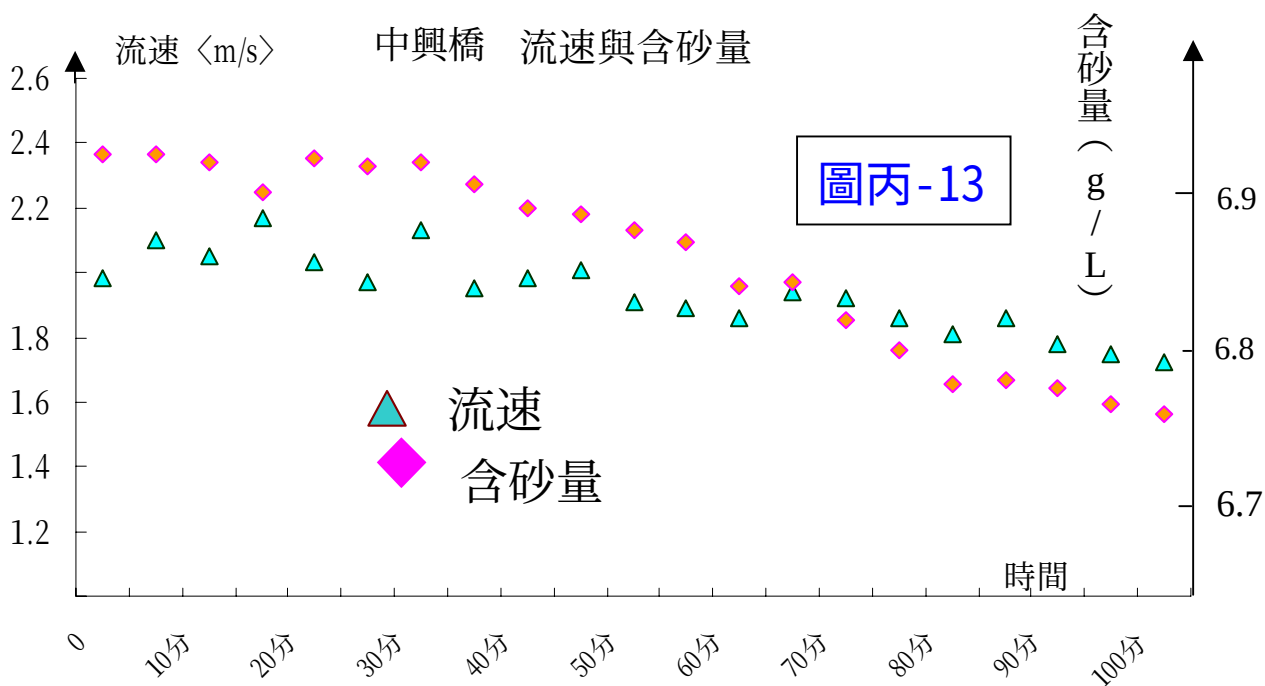
由表可得知大漢橋附近顆粒大者沉積最多，中興橋下的顆粒較均勻化。根據去年的研究可推知原因：退水接近最低水位時，大漢橋附近河床此時較外海潮汐水位高，河水沖刷能力變大，水中小顆粒物質沉積的機會較小。關渡橋下河水因混合乾淨、密度較大的海水，沉澱物質粒徑較一致，但粒徑中居多；豐水期因上游流下的水量較大相對流速變大，沉澱物顆粒因而比平水期大，換個方式如果僅採大漢橋下河床橫向各點沉積物分析可得（表二）結果。

位置 \ 粗細	粒徑大（留篩）	粒徑中（先沉澱）	粒徑小（晚沉澱）
10 m	35 %	33 %	32 %
20 m	27 %	39 %	34 %
30 m	19 %	45 %	36 %
40 m	21 %	42 %	37 %
50 m	64 %	24 %	12 %

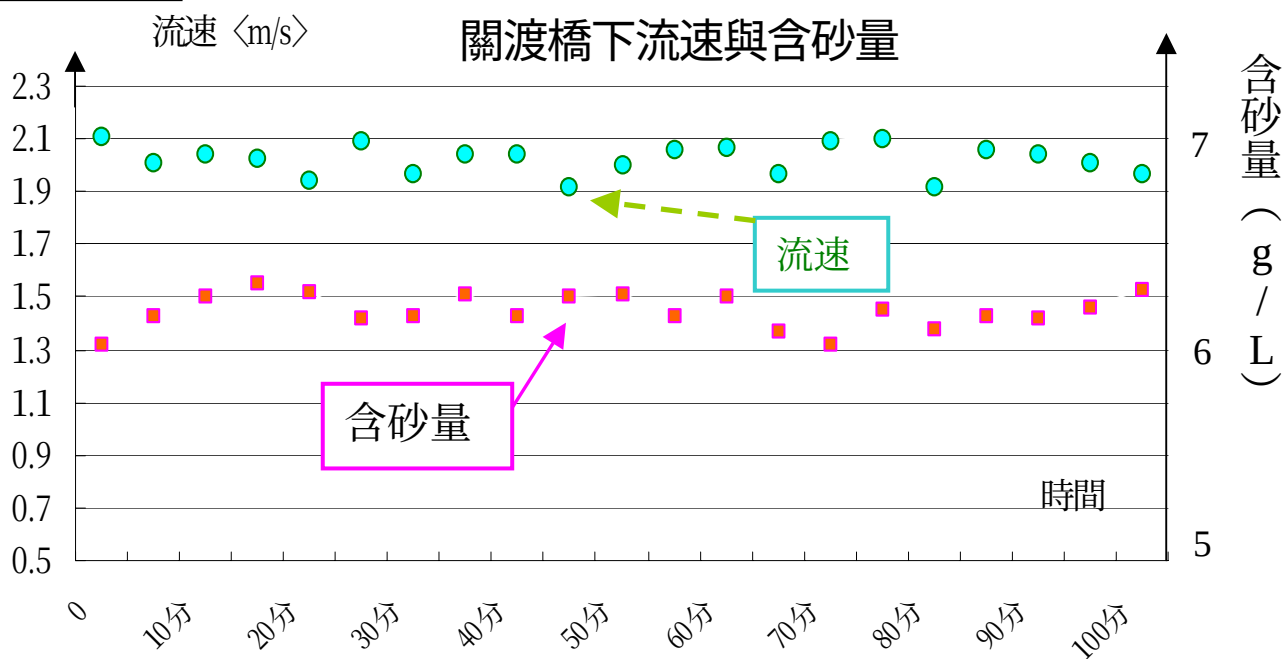
由表分析可知距行水區岸邊 20~40 公尺沉積物的粒徑較相似，40m 至最低河水位面顆粒較粗，岸邊至 20m 處沉積物三種等級的粒徑皆有。分析原因是①愈近行水區中央附近水流速較快也較恆定，流水攜帶搬運物質中，顆粒較大者才有沉澱機會。②靠岸邊的沉積物來源，含有河水攜帶的及

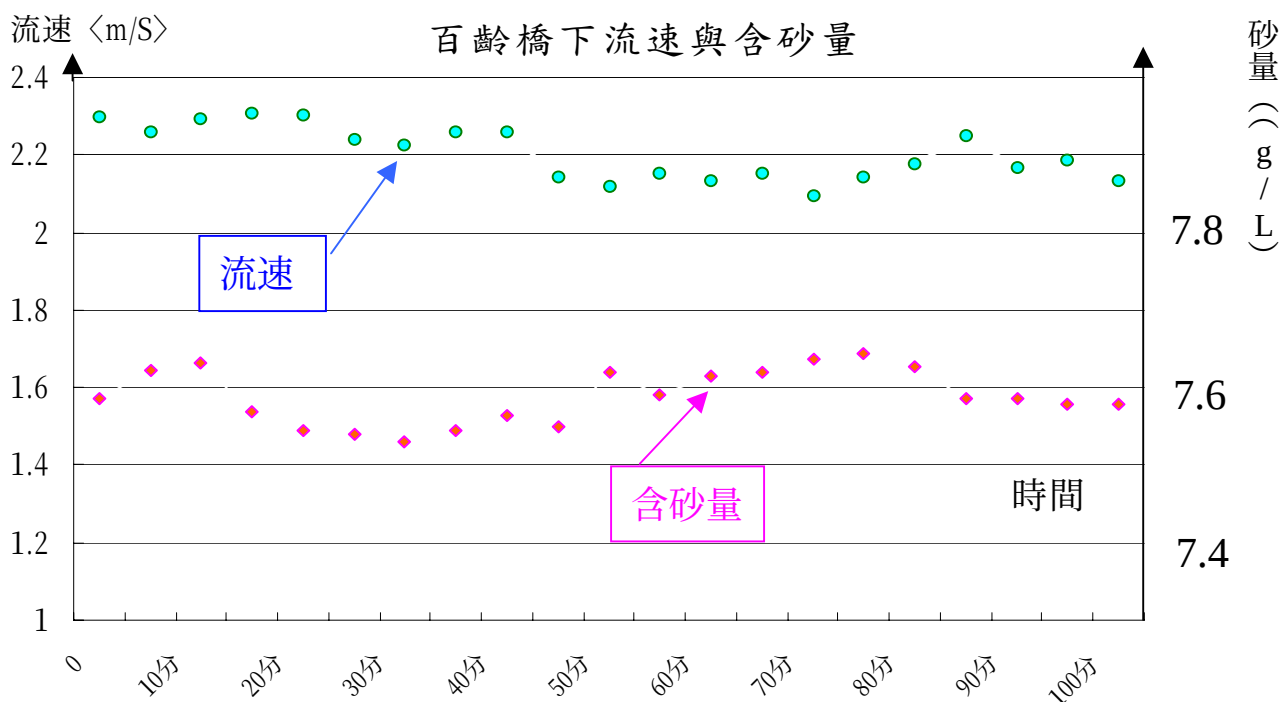
淺灘地岸邊泥土受波浪沖刷崩落，因此顆粒較不均勻化。

【3】 93 年 10 月 25 日納坦颱風來襲時，我們利用颱風假做本項的研究，在 10：00 分兩組人員至中興橋及關渡橋測水路中央的流速，並取河水回實驗室分析；下午各在百齡及關渡兩橋做研究，測得河水流速及所含物質質量（每公升河水）如（圖丙-13）（圖丙-14）（圖丙-15）。



圖丙-14





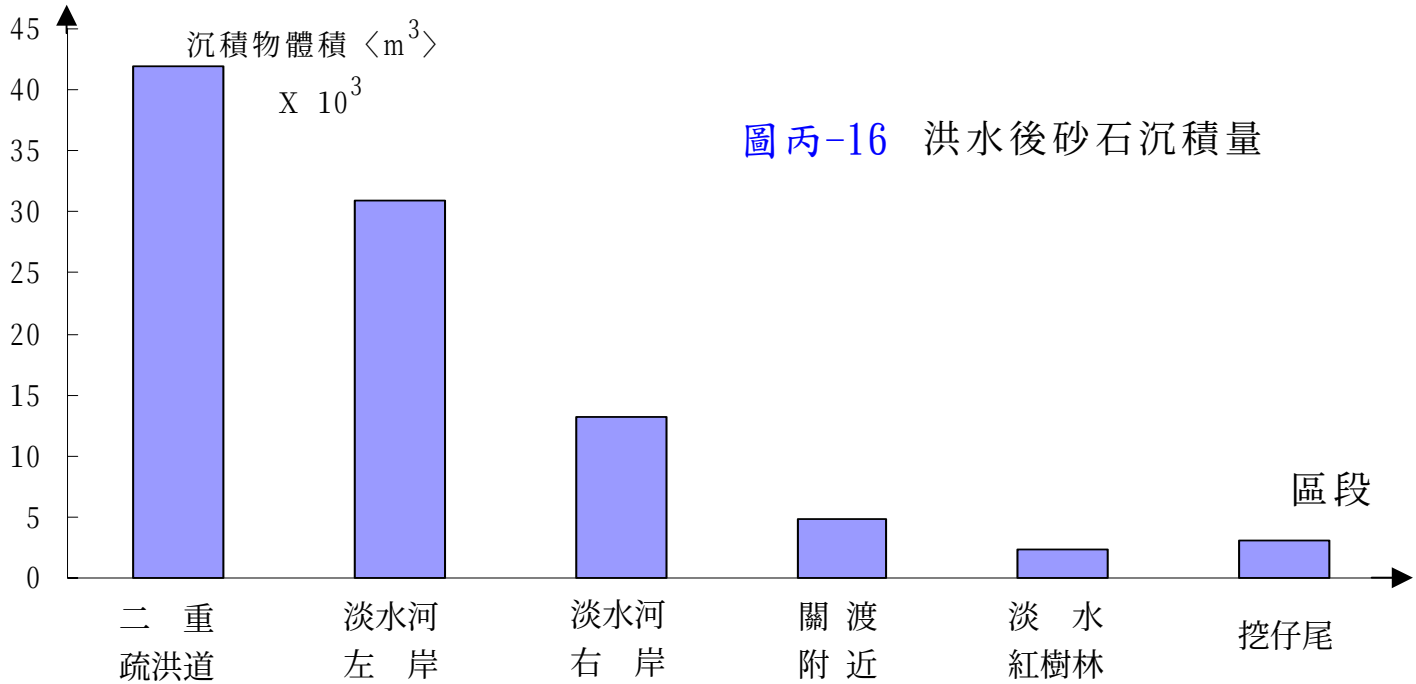
由數據圖形可知 10 月 25 日雖然潮汐水位有變化，但不像平、豐水期的河水流向及流速受潮汐左右著，河水整天皆是奔流入海。經分析發現河水流速變快，河流表層水中所含泥沙不一定變多，但從附件〈三〉可知底層砂石，因水流速率大小而被推移、搬運的影響就非常大。因在颱風天要做河床底層砂石運移的測量是非常不容易，所以我們僅做隨流水漂移細小顆粒砂石數量的研究。利用水流量與每公升流水中所含砂石量，推算出每秒輸送過橋下的約略數量如下（表三）。

地 點	平均水流速 m/s	水流截面積 m^2	平均含沙量 g/L	平均輸沙量 Kg/s
中 興 橋	1.95	3372.2	6.85	45044
百 齡 橋	2.24	1845.8	7.62	30943
關 渡 橋	2.15	5072.6	6.21	74270

表中發現關渡橋下每公升含砂量最少，百齡橋下最大，經研究原因是①此次颱風降雨區域基隆河上游雨量最大，又值上次 911 水災及汐止河段整治未全完工留下的泥沙沖刷而下，所以水中含沙量較高。②關渡橋下每公升內的沙量較中興、百齡兩上游橋下小，是因大台北地區各抽水站抽出市區內雨水所致。③因河水表層的水中含沙量最少，若測量時取底層河水再上加水流對河床底面砂石的推移搬運，可確定此時河水對

砂石的輸送量一定更大。

【4】本項研究是在 911 水災後，利用直尺及捲尺做測量，也只有研究淡水河段，因為是逐一沿河岸做概估準度較不高但可做參考用。前面（照片丙-3）（照片丙-4）概估的結果如下（圖丙-16）。



圖丙-16 洪水後砂石沉積量

從整個概略估算此次水災後沉積在河岸或疏洪道總砂石量約 $9.7 \times 10^5 \text{ m}^3$ ，從 9 月 10 日開始下豪雨及石門水庫、翡翠水庫洩洪，到 9 月 11 日早 8：00 止共 20 小時內，若把（圖丙-16）6 個區段的沉積總砂石量，用關渡橋下河水表層漂移沙量（74270Kg/s）來做比較，約為 0.9 hr 的量；這表示在此次洪水期沉積於淡水河岸的砂石量，佔整個流水的輸送砂石量應該還不到 1/20。估算方法如下：

由圖丙-16 概估： $(40+30+15+5+3+4) \times 10^3 \text{ m}^3 \times 2400$ （密度 Kg/m^3 ） $\div (74270 \text{ Kg/s} \times 3600 \text{ s}) = 0.87 \text{ hr}$

至於大部分的砂石漂流至何處？繼續往下游調查可知最後是漂至外海，尤其淡海、三芝附近外海（911 水災河水挾帶砂石流入海的空照圖證明），更是每次洪水輸沙的沉積最終點。（照片丙-5）（照片丙-6）



照片丙-5 淡水河口空照圖 9.11



照片丙-6 淡海的沙灘

◎丁部分：由水位變化談淡水河防洪措施

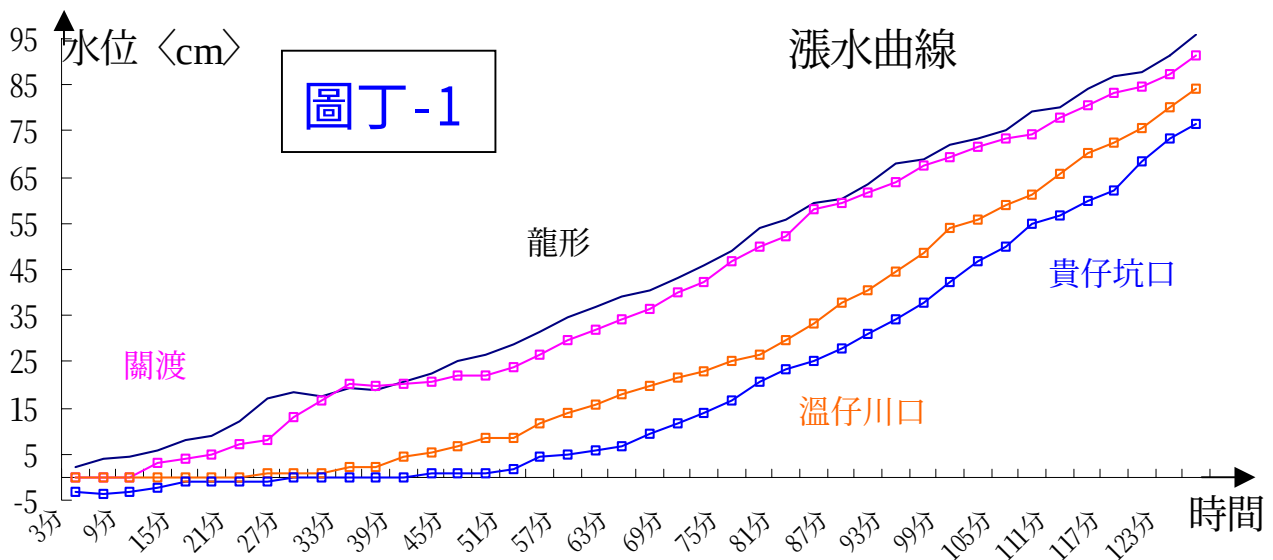
(一) 研究器材及設備：照相機、淡水河地圖、自製測方位角度儀器、水利署時水位〈時流量〉資料、水標尺。

(二) 研究方法及步驟：

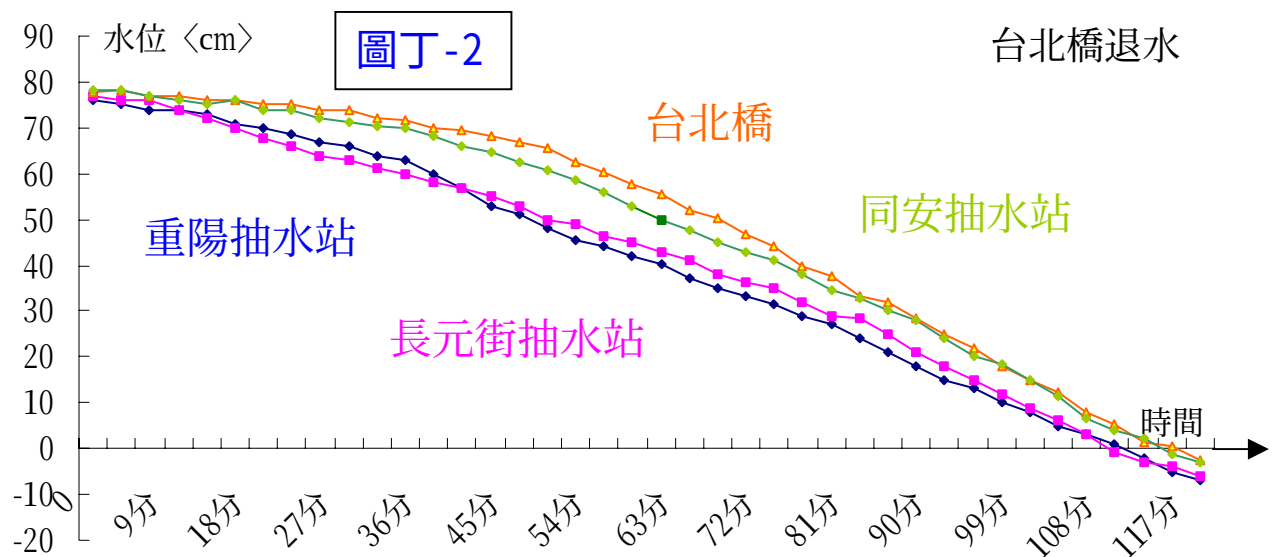
- 【1】分別在淡水河岸邊約相等距離的點，同時利用固定於水邊的皮尺，紀錄漲、退水過程水位變化並繪成圖形。
- 【2】購買水利署第十河川局在九月 11 日二重疏洪道的時水位紀錄資料，利用資料分析當天水災時水位變化情形。
- 【3】利用水災過後所留下的水位水痕，分析淡水河水患的各種防洪因應措施。

(三) 結果分析

- 【1】因皮尺需固定在最低水位時有河水的地點，所以港口或救災臨時碼頭是最好的地點。(圖丁-1) 是關渡及台北橋附近我們四人同時紀錄變化水位(相對於皮尺)的圖形。(照片丁-1)(關渡橋開始漲水時測量；測量地點：龍形、關渡碼頭、塹仔川防潮閘、貴仔坑溪口)。測量時間約兩小時



(圖丁-2) 是台北橋附近退水時開始測量（測量地點：重陽抽水站、長元街抽水站、台北橋、同安抽水站）的圖形。(照片丁-2)



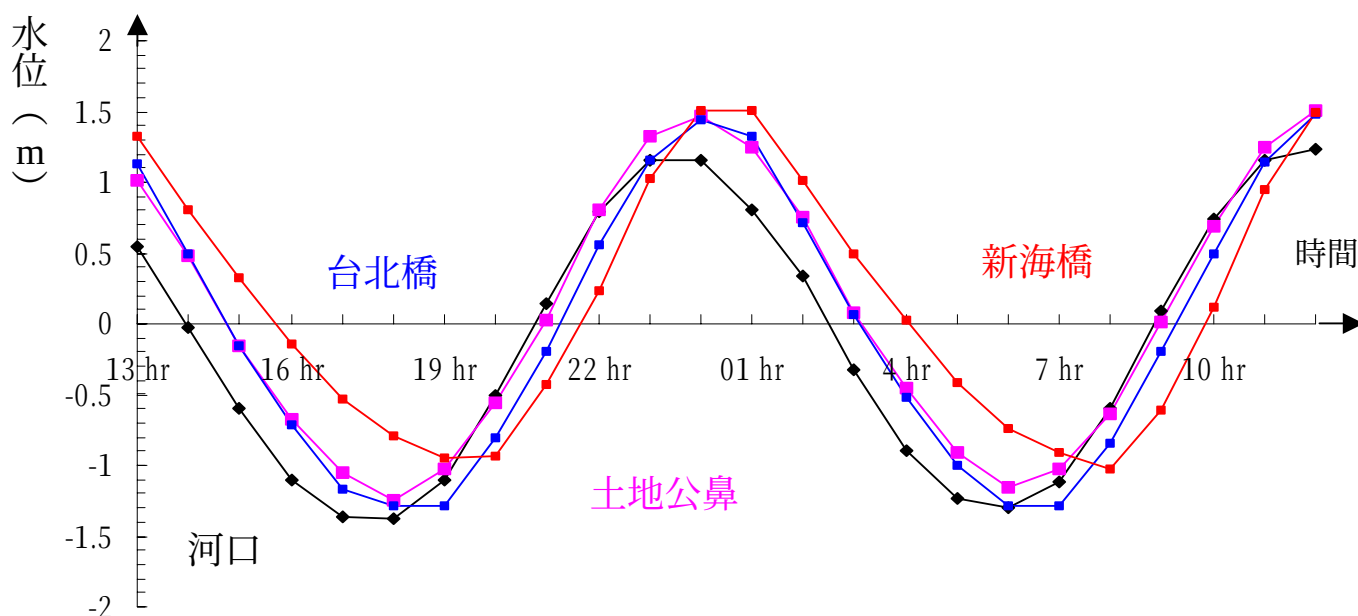
照片丁-1 關渡橋附近測水位



照片丁-2 台北橋附近測水位

由圖形分析可得下面結果：①關渡附近的圖形中，發現龍形及關渡橋下碼頭曲線各有一凸出的高水線，這表示漲潮海水對上游側的河水產生頂托效應（台大環工所 李明秀教授研究報告），往上移至基隆河與淡水河匯流處，因為匯流處有類似水庫功能此效應就消失，所以上游地點皆沒測量到。但在洪水期間因上游水量很大，頂托效應往上游移動更入內陸，造成洪水宣洩較困難。退水過程的曲線中就没發現此現象，水流速變快冲刷作用也較盛。②台北橋附近發現其下游附近有一很大的水面波降，原因是捷運施工改變水路床底造成束縮作用。去年 911 三重大水災是由此因發生的，更何況台北橋至中山高速公路橋之間是淡水河河道最為狹窄處。

由水利署第十河川局購得資料，將淡水河相鄰四個自計水位站的水位歷線繪成（圖丁-3）如下：。



由圖可知淡水河口退水的時刻比新海橋早約一小時 45 分，但漲水僅相差約一小時而已！因漲水的時間較短，下游回流的河水流速較快，在河道比較窄的河段出現頂托效應應較為明顯。

【2】由水利署資料及 911 水災後實地的水痕測量，當天新海橋最高水位曾達 7.2 公尺，二重疏洪道水位站最高記錄 6.3 公尺，台北橋 6.9 公尺，但土地公鼻水位站為 5.4 公尺，塭仔川防潮閘 4.7 公尺。這些水位皆高於淡水河河口站水位，所以上漲潮水對這麼大的水面坡降產生的重力流影響不大。（照片丁-3）（照片丁-4）（照片丁-5）

【3】大台北地區去年發生了兩次重大水災，災後我們到河水氾濫點探討原因，如果利用留在堤防、建築物上的水痕判斷，可發現兩地點上

、下游最高水痕之差值，與其他地點相比結果相差頗大的，因此在河床施工的單位，在豪雨來前一定要先做好防範措施。(照片丁-6)



照片丁-3 疏洪道堤防上水位斜坡



照片丁-4 台北橋下水位計



照片丁-5 911 水災後留下水痕



照片丁-6 玉成抽水站水痕

柒、討論

- 【1】大台北地區一遇到颱風或豪雨來臨，防洪工作的做法是：關閉所有水門，起動抽水機抽除市區內下雨所積的雨水，雖然有 111 座抽水站，六百多部抽水機，但是如果不小心某一抽水站出問題，那淹水似乎就免不了！所以利用高牆（堤防）來圍堵洪水方式的台北盆地，平時就需做好防洪的工作。
- 【2】淡水河造成洪氾兩大瓶頸地點是關渡及台北橋，二重疏洪道紓解台北橋造成的三重水患，員山子分洪道紓解基隆河部分的水患。但是關渡、社子島的水患如何解決？我們建議挖深蘆洲段的疏洪道及關渡平原（類似水庫有調解水位功能），靠河岸設立防潮閘兼抽水站，如此關渡地區的水患才有平息機會。

捌、結論

- 【1】淡水河在平、豐水期水位因潮汐的影響，一天之內約兩次的上下變化，上游河水逕流入海的機會不大，能流入海的河水需多次的來回混合海水，才能隨退潮海水流出河口。
- 【2】平時淡水河河水的沉積作用大於流水的沖刷作用，河流交會處大於河道平直處，近河岸處大於河道中間。洪水期沖刷作用遠大於淤積作用，因此時河水直接逕流入海。
- 【3】流水搬運物質的來源，平時是都市廢水懸浮物，洪水是上游運移而下泥沙。沉積最終點在淡水與三芝間的海上。
- 【4】洪水期水流速比平時大好幾十倍，水路底河床被刷深的速率非常大。但平時沒有水流的高、淺灘地就成為洪水所搬運物質的沉積處。
- 【5】洪水期水流速與懸浮物量的多寡沒有絕對關係，但流速與所能運移攜帶多大質量、粒徑的泥沙是有關係的。
- 【6】河床狹窄處或橋樑過度密集處，在洪水來襲時因束縮的河床斷面，造成平時不顯現的上、下游水面坡降增大，河床刷深更劇烈。阻礙的水流容易讓水位暴漲形成水患。
- 【7】淡水河在台北橋、關渡橋附近，基隆河在圓山橋、內湖焚化廠、汐止社后橋附近。當洪水時期其上、下游水位差愈大，表示附近發生水患機會愈大。
- 【8】疏洪道、分洪道是為解決水患而開闢，應該保持當初設計原樣，如果增加其他設施，那防洪效果就會打了折扣。

玖、參考資料

- 【1】河口灣之海陸交互作用…俞何興、戴昌鳳、王玉懷。
- 【2】淡水、八里海岸地形變遷海象調查研究底質及懸浮質取樣分析報告…基隆港務局（1992）。
- 【3】北區防洪設施跨河構造物及河道穩定與抽砂作業相互影響之研究…李鴻源…台大水工所，Report No.134，1992 年 7 月。
- 【4】沿海地區排水路感潮效應之研究…李明秀、李國隆…中國農業工程學會、1995。
- 【5】應用水文學…徐義人…國立編譯館，。
- 【6】93、94 年潮汐預報表…。等等…

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 生物及地球科學科

031732

淡水河水患與河床沖淤作用的探討

臺北縣立海山高級中學

評語：

本作品探討淡水河水患與河床沖淤作用，在現場從事調查，作者共有 4 人具有團隊精神，作者在中興橋，百齡橋，關渡橋等地測河川流速，對於解釋淤積量隨地理位置之變化似尚有努力之空間。