

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 地球科學科

030501

臺北縣立海山高級中學

指導老師姓名

王聰章

陳紹祥

作者姓名

陳亭延

黃頌婷

方敏潔

張倩瑜

淡水河河床沖刷作用與沉積作用的探討

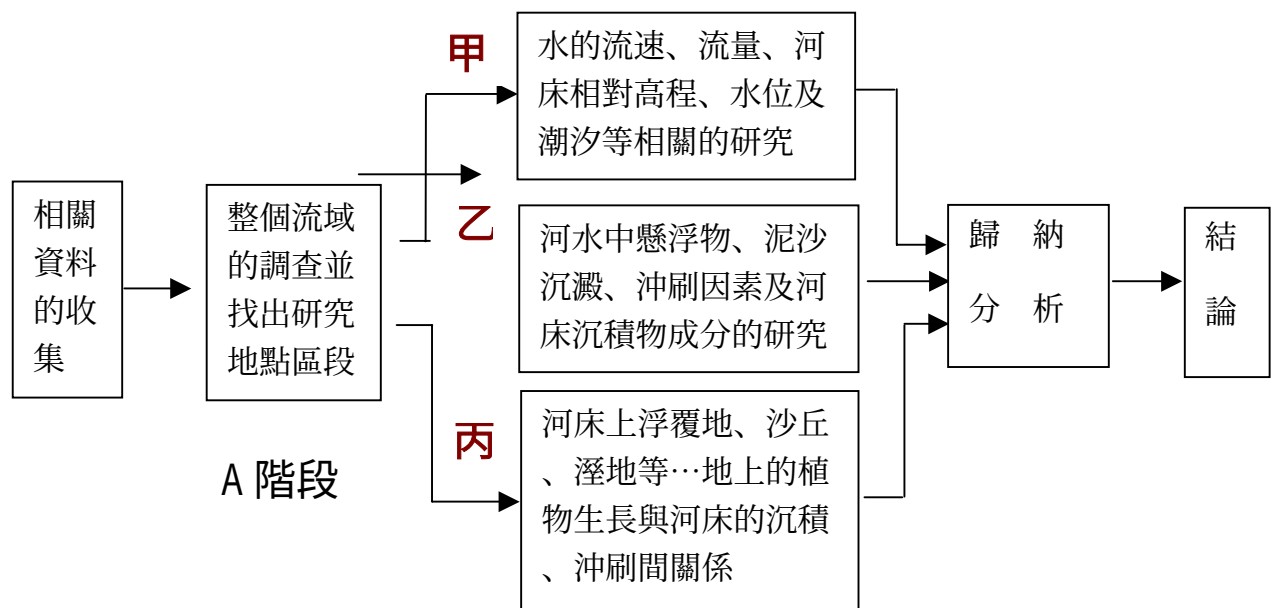
壹、研究動機

在台北縣八里左岸公園啟用典禮當天，我們全家也去湊熱鬧，順道至淡水漁人碼頭遊玩。在漁人碼頭時爸爸一直強調著當年他服兵役在此地區駐防的情況（20年前左右），這片土地可說是風沙飛揚、寸草不生的淺灘地，面積也比現在小得可憐，怎麼現在的景觀變化這樣多？碼頭區這一大片沙土不知怎麼移來的？回程至關渡宮拜拜，剛下車時我往停車場外淡水河面一望，不禁使我回想起國小二年級校外教學，到關渡自然公園參觀的情形，記得當時停車場剛擴建完工，岸邊淺灘露出水面的泥沙不多，水筆仔也沒多少。但如今水筆仔卻已成林，岸邊淺灘泥沙堆積非常多，河道相對的縮減很多。這引起我想研究的動機，回到學校後我就找幾位要好的同學一起去請教陳老師，請老師指導我們研究這個存在心中一直不解的問題。

貳、研究目的

- 【1】利用相對位置的方法，找出研究區段河道、河水面的寬度及變化。
- 【2】設計方法測出河水流速、河床相對高程、水位、坡降，並找出其與上游支流間流量的相對關係。
- 【3】研究感潮帶間河水的流速與潮汐相互影響情形。
- 【4】探討影響淡水河河床沉積與沖刷作用的各種因素及營力。
- 【5】找出淡水河各區段的沉積與沖刷相互作用情形。
- 【6】匯入淡水河的上游河流及支流，在枯水期與豐水期、洪水期，水中含沙量及水質的研究比較。
- 【7】設計方法分析行水區河道上河床沉積物的組成。
- 【8】研究濱水植物對低灘地沉積作用與沖刷作用的影響。
- 【9】應用測量的結果及文獻紀錄，分析預測所研究的河段間未來兩種作用〈沉積與侵蝕〉的消長。

參、研究的流程



根據上面流程我們為了研究方便又訂出兩個階段來做研究：

第一階段〈A〉整個淡水河河段的踏查。

第二階段〈B〉也就是上面第三個流程，我們又把它分成甲、乙、丙三方式探討，研究的時間是三部分同時或交互進行。

三個研究方式如下：甲、乙、丙三部分的研究方式如下：

- ①甲的研究方式：測量河水流速、河床相對高程、流量等並配合潮汐的變動做長期的紀錄，分析其中的變動關係。
- ②乙的研究方式：研究河水中的懸浮物質、沉積物，在河床上及河灘地等的沉積與沖刷作用探討。
- ③丙研究方式：探討在河灘地生長的植物，對河水的沖刷與沉積作用影響情形。

肆、研究方法及結果分析

〈A〉第一階段：整個河段的調查

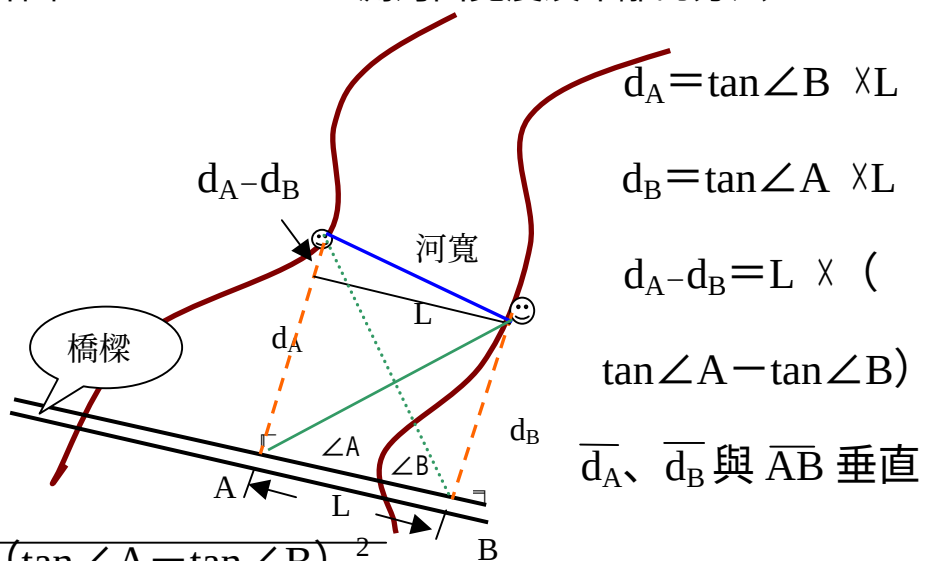
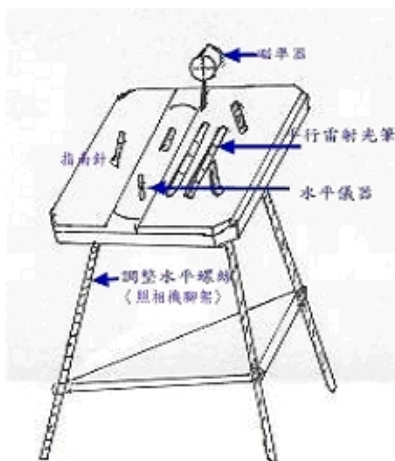
(一) 研究設備及器材：台北縣、市地圖、捲尺〈50 公尺〉、指南針、計算機〈工程用〉、自製方位量角器、標竿尺、照相機。

(二) 研究步驟及方法：

- 【1】配合台北縣、市地圖由板橋華江橋附近〈新店溪匯入淡水河處〉開始，繞經大漢、中興、忠孝、台北、高速公路、關渡橋，最後至八里的挖仔尾，詳細查出哪些地點的河岸方便接近河床，且容易測得河水流速、流量等。
- 【2】淡水河北岸，由萬華、社子至淡水的漁人碼頭找出沿岸方便測量的地點。
- 【3】利用自製方位量角器及捲尺，測出規劃路線各點的河水面、河道、淺灘、高灘地…其位置及寬度或面積等，測河面寬度的方法及儀器簡圖如（圖一）。
- 【4】應用前三項調查及測得資料，將淡水河分成幾個區段繪製成圖並加以分析。

（圖一）儀器設計圖

※測河面寬度及距離的方法



$$\text{河寬} = \sqrt{L^2 + L^2 (\tan \angle A - \tan \angle B)^2}$$

$$= L \sqrt{1 + (\tan \angle A - \tan \angle B)^2}$$

(三) 結果分析



照片 A-1 華江橋下簡易碼頭



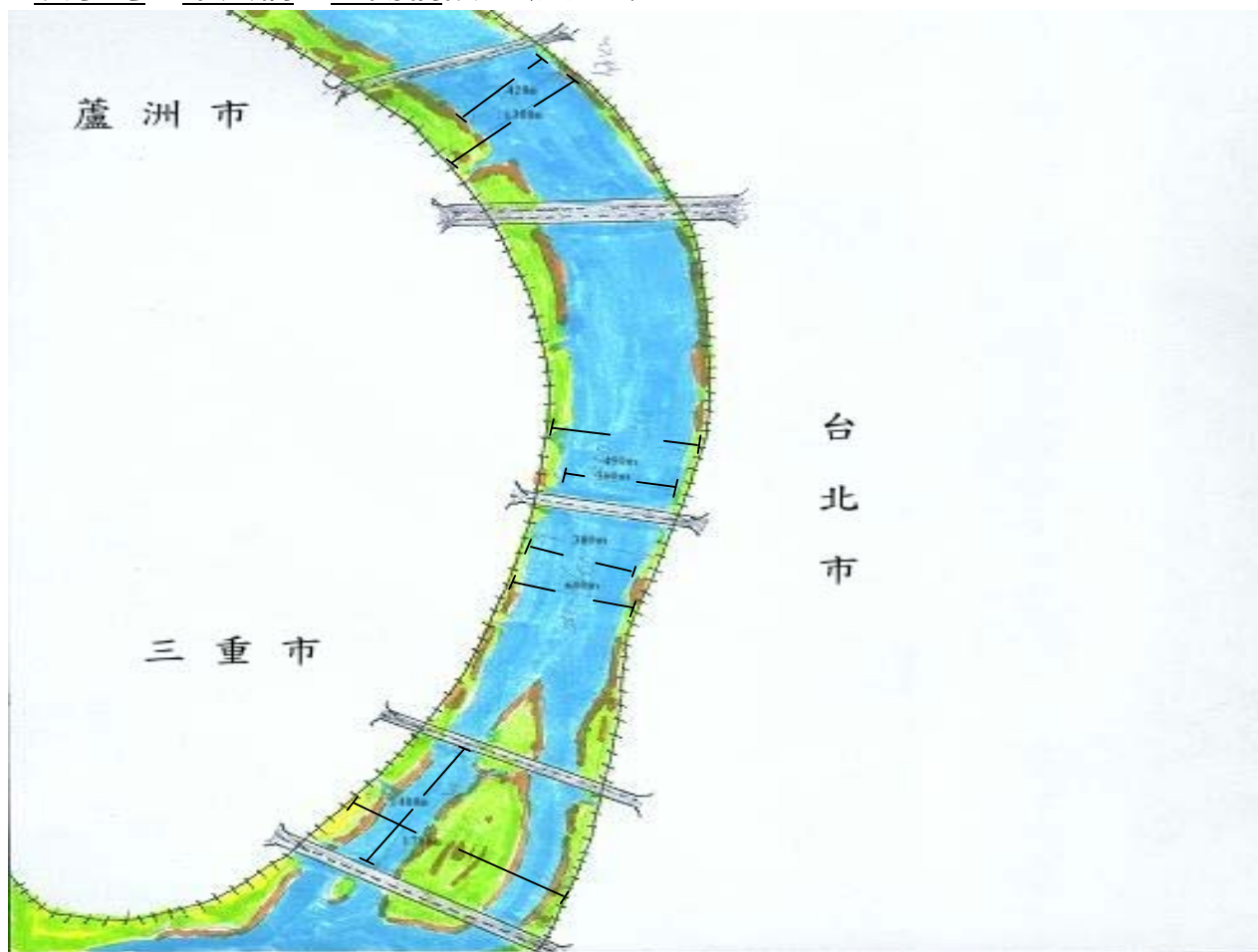
照片 A-2 自製方位量角器

- [1]** 利用河邊濱水地點進行水流速等測量是相當不可行，原因有下幾點：①河水面相當寬大且深度極深，河道中央水流量、流速等，除非利用船隻測量。②水位高低變化受潮汐影響非常大，一日內就有兩次左右變動，測量的位置沒辦法固定，測量的結果就不準。③退潮時河面寬度縮小，兩邊露出灘地類似懸浮的污泥帶寬度極大，想接近水邊測量流速，可能陷入泥濘中有滅頂危險。經我們共同討論分析後，決定本研究大致以橋樑下附近的河道為研究地點，也就是想辦法在橋上測量橋下河水對河床的各種影響情形。河岸邊也找到幾個可能接近水邊的地點，就是設在各河段的簡易碼頭。
- [2]** 將調查的結果做分析討論後，我們把淡水河河段分四個區段作為往後第二階段研究測量的地點。區段分法如下：
- ①華江、大漢至中興橋的新店溪、淡水河交會區。②中興橋至重陽橋段。③重陽、百齡至關渡橋的基隆、淡水兩河匯流區。④關渡橋至淡水河出海口。
- [3]** 利用自製測量河寬儀器將量出的數據，繪製出上述四個河段區域的概略圖如（圖-2）（圖-3）（圖-4）（圖-5）。

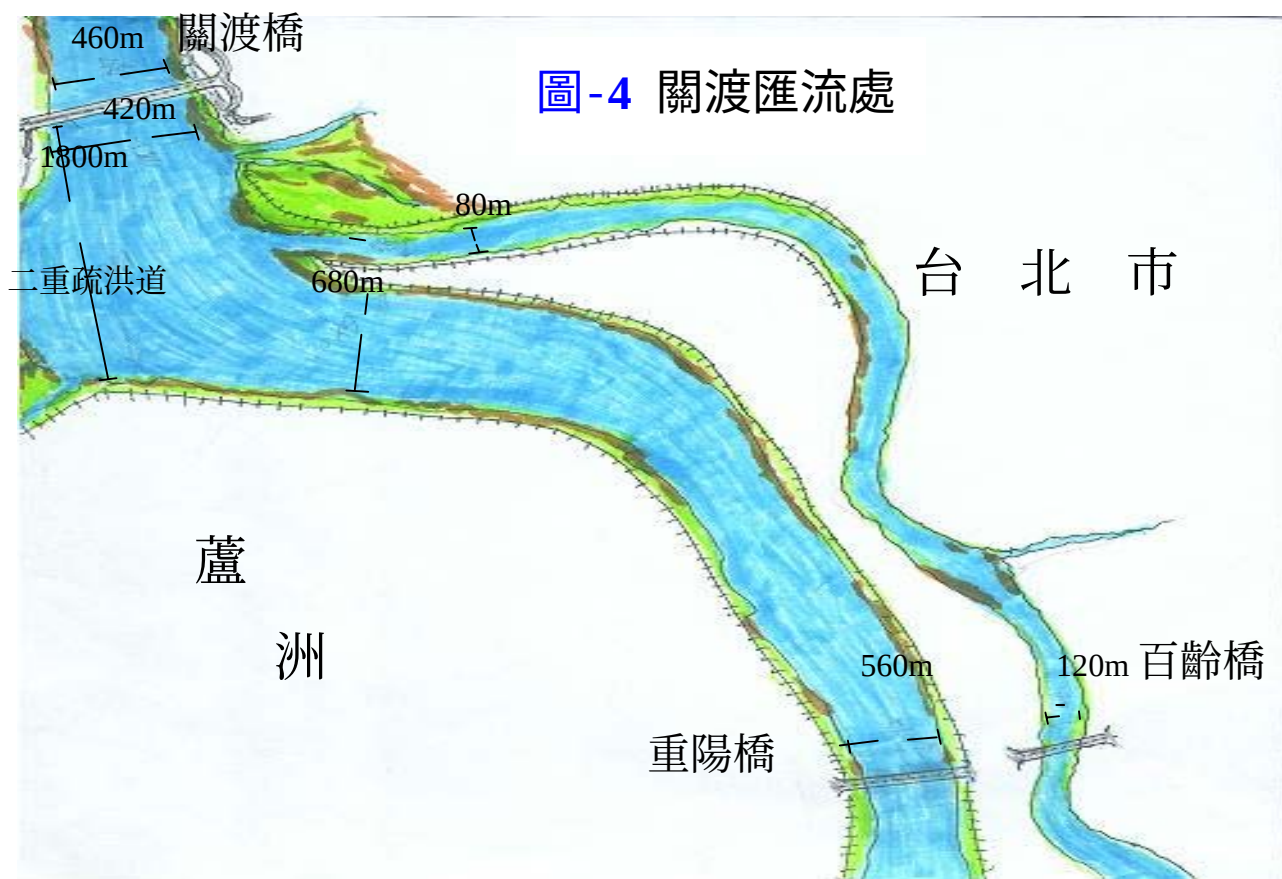
※華江、大漢橋至中興橋的新店溪、大漢溪交會區。



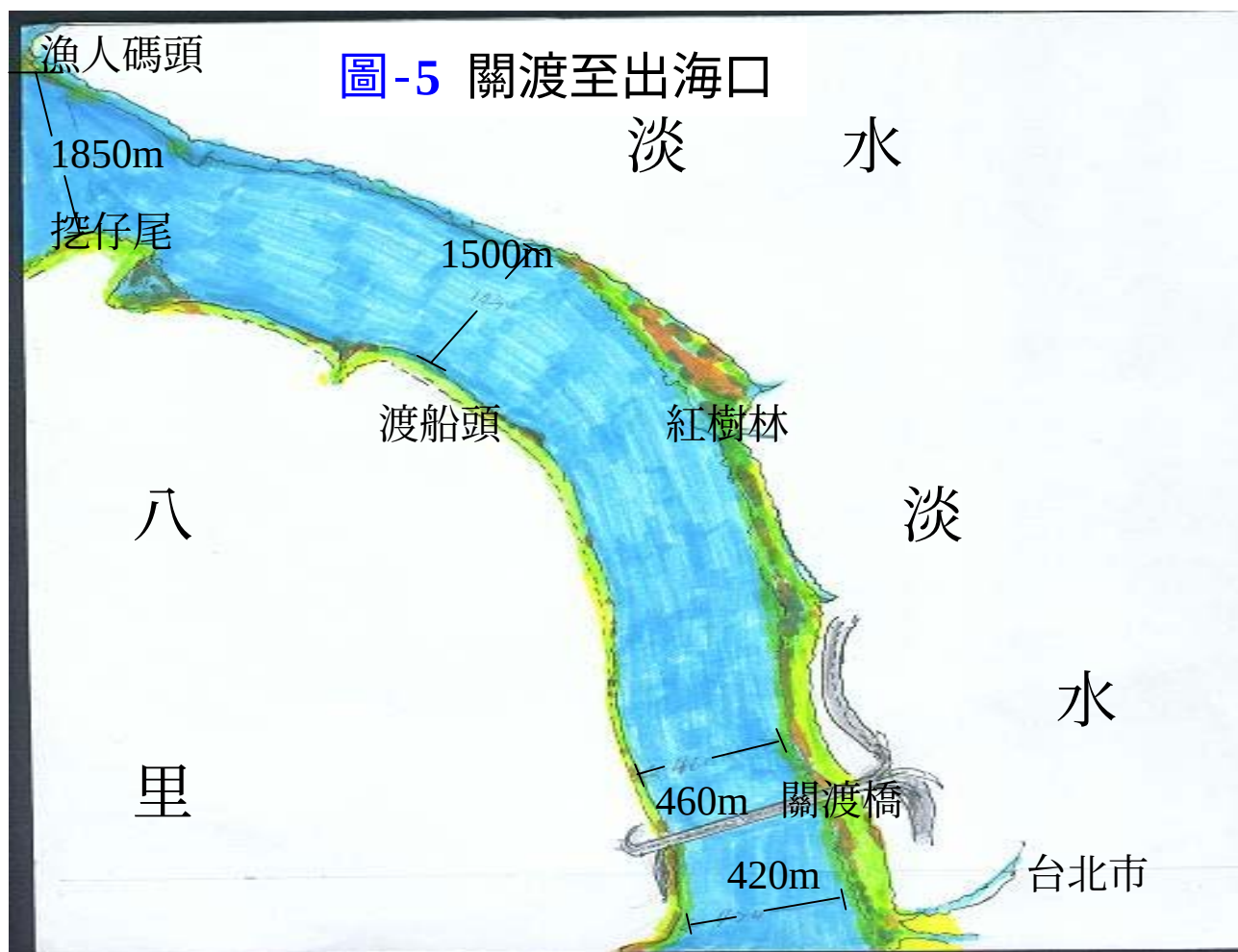
※淡水河的中興橋至重陽橋段。(圖-3)



※重陽、百齡橋至關渡橋的基隆、淡水兩河交



※ 關渡橋至淡水河出海口。



〈B〉第二階段研究

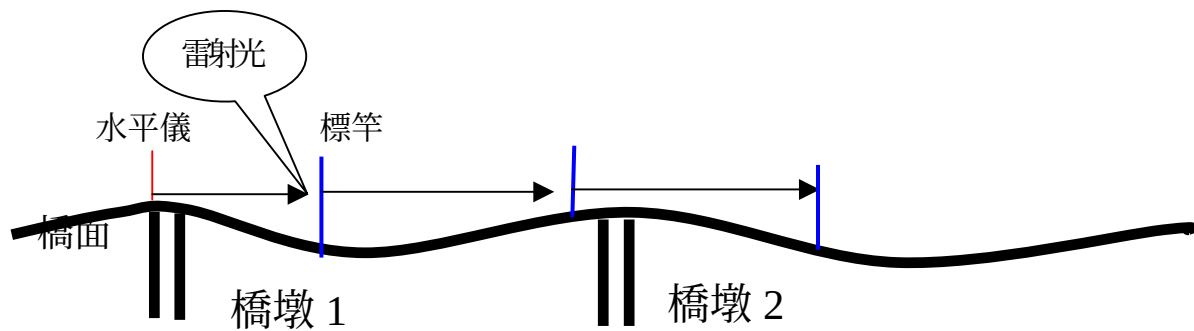
※甲方式的研究：由河床相對高程與水流速算出水流變化影響河床的沉積與沖刷作用之間的相互關係

(一) 研究設備及器材：水線、鉛錘、雷射筆、水平儀、自製水位計、馬錶、自製流速測量計、風速計、標竿尺。

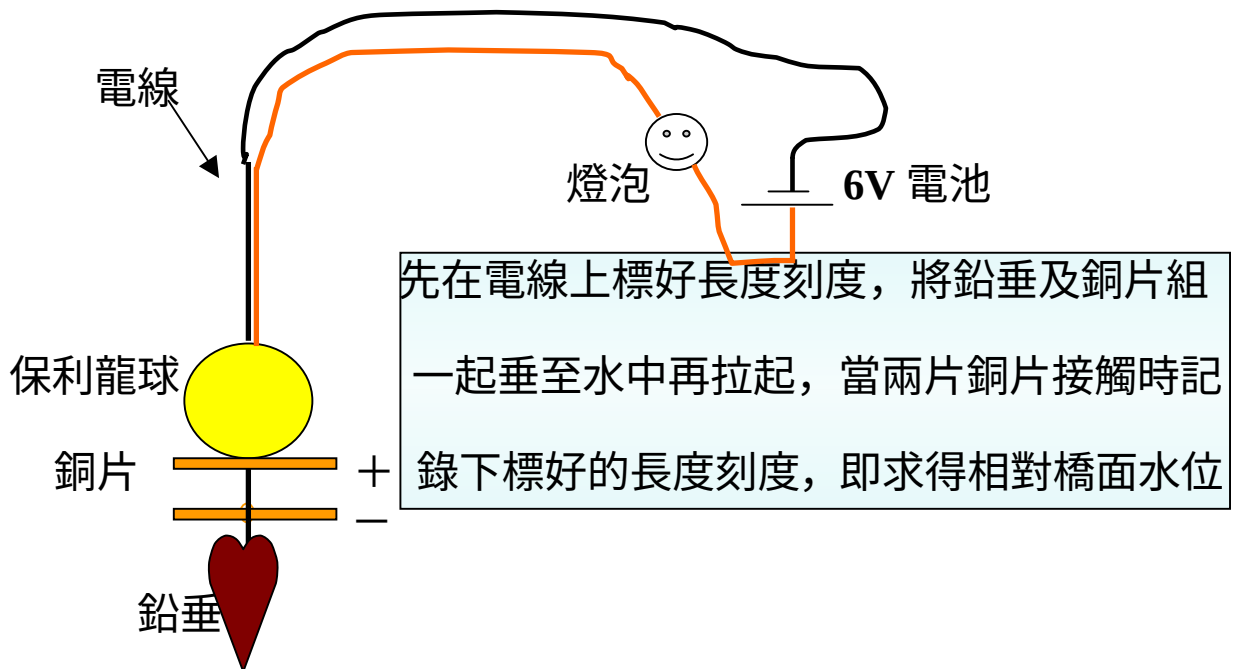
(二) 研究步驟及方法：根據第一階段的結果，我們最後選了河流匯流區附近的上、下游橋樑做為研究點，其理由是：①在河流交會口河面寬度變化較大，水流速及流量等變化相對增大，更能探討河道沉積與沖刷之間的關係。②淡水河與其支流交會處皆位於縣市、城鄉交接處，是相互連絡交通橋樑最密集的地點，利用橋樑上來測量河道的種種變化是比直接測量方便。因此我們選定研究的區域如下：新店溪、大漢溪交會處的華江橋、大漢橋、中興橋；以及淡水河、基隆河交會處的重陽橋、關渡橋、百齡橋兩區域各三橋樑間所涵蓋的河道做為本階段的研究區域。

【1】在上述 6 座橋樑上利用鉛錘、水平儀、雷射筆、捲尺由橋上每相距 1 公尺，測出橋面至河床垂直距離，再將測量所得數據繪製成相對於橋上的河床高程圖。此步驟至少在河水乾早期、豐水期、洪水時各做一次以上，並由所得數據做不同時期河床面變化分析。照片 B-甲-1

※橋上測水平線方法如下：



- 【2】選定同一潮汐漲至最高及最低點時，在上述 6 橋上分別測出當時水位距橋上的距離，進而利用【1】項測量結果的圖形，繪出流域同一天內的最高及最低水位線，若這兩個水位是出現在夜間則在白天利用水痕來測量。然後利用繪得圖形中的水位線來探討淡水河的河床坡降，以及河床受河水沖刷〈侵蝕〉與沉積相互作用而產生變化情形。（照片 B-甲-2）※夜間可用的自製水位計



- 【3】在相鄰兩次潮汐滿潮之間，測出兩大河流交會區附近橋下水面相對於橋上的水位高度，測量時間是每隔 30 分鐘一次，記錄結果並繪製成圖形加以探討。
- 【4】利用自製測流速儀器（刻度校正如附件（一）），在同一漲、退潮過程內測出大漢、華江、中興三橋下河道中央水流速率對時間的變化圖。同樣方式測出關渡、重陽、百齡三橋下水流速率對時間的變化圖。最後應用測出的結果，探討大漢溪、基隆河、淡水河三河流其水流速率與沖刷〈侵蝕〉、沉積作用的相互關係。
- 【5】應用前項的方法、測出華江、關渡兩橋下河水橫切面方向（與橋樑平行）的水流速率差別關係，並探討河道水流速率對懸浮物質的沉積與沖刷作用情形。



照片 B-甲-1 測河床相對高程

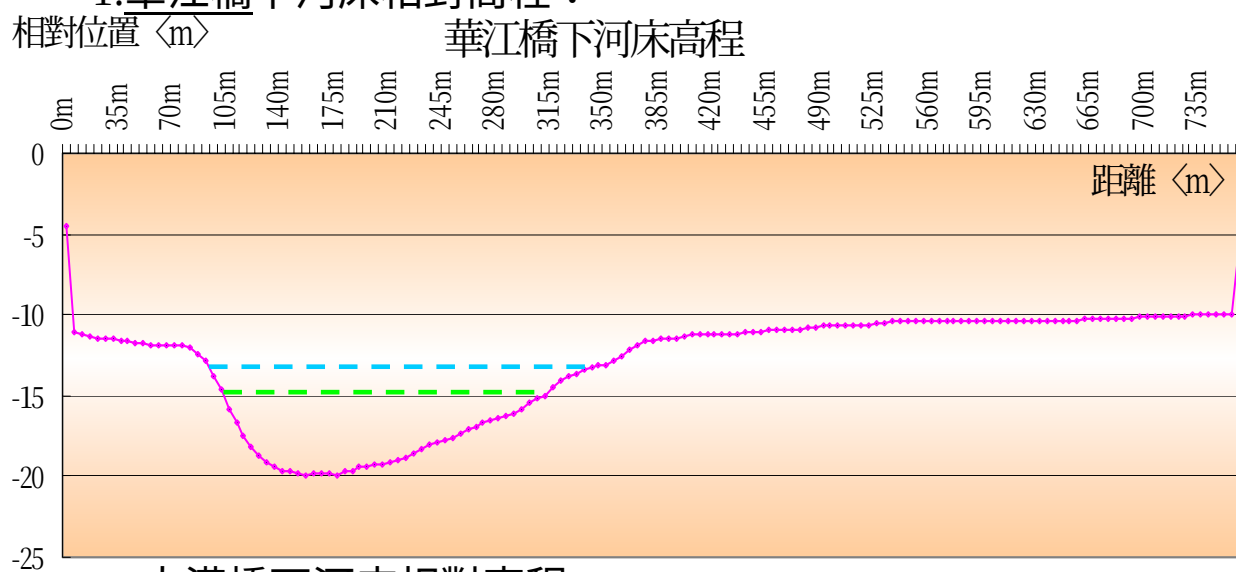


照片 B-甲-2 水位測量儀器

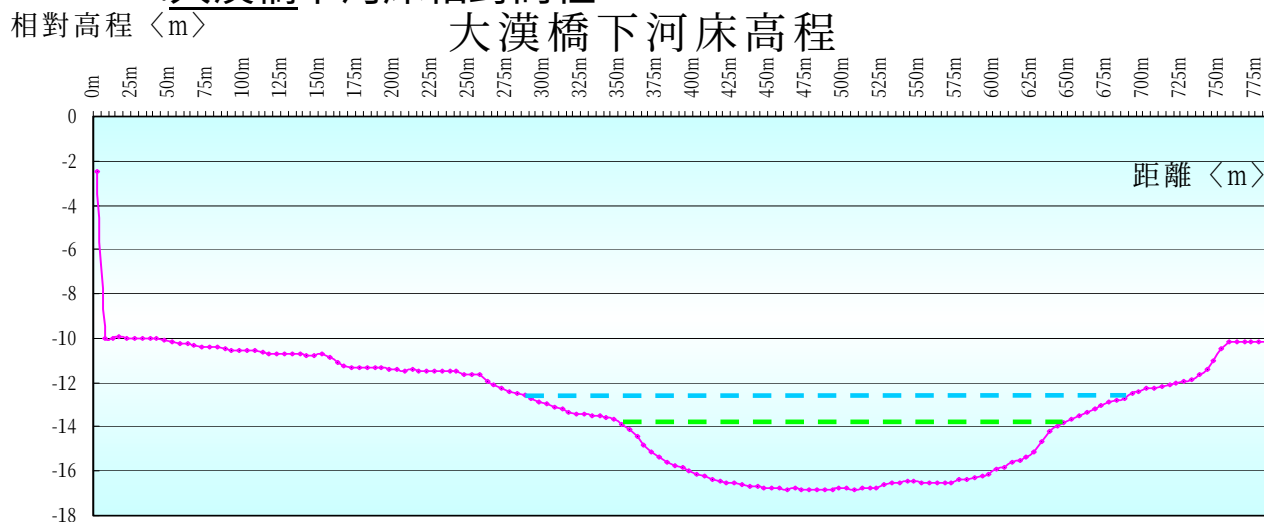
(三) 結果分析

【1】各座橋下河床相對橋樑高程測量繪圖如下：

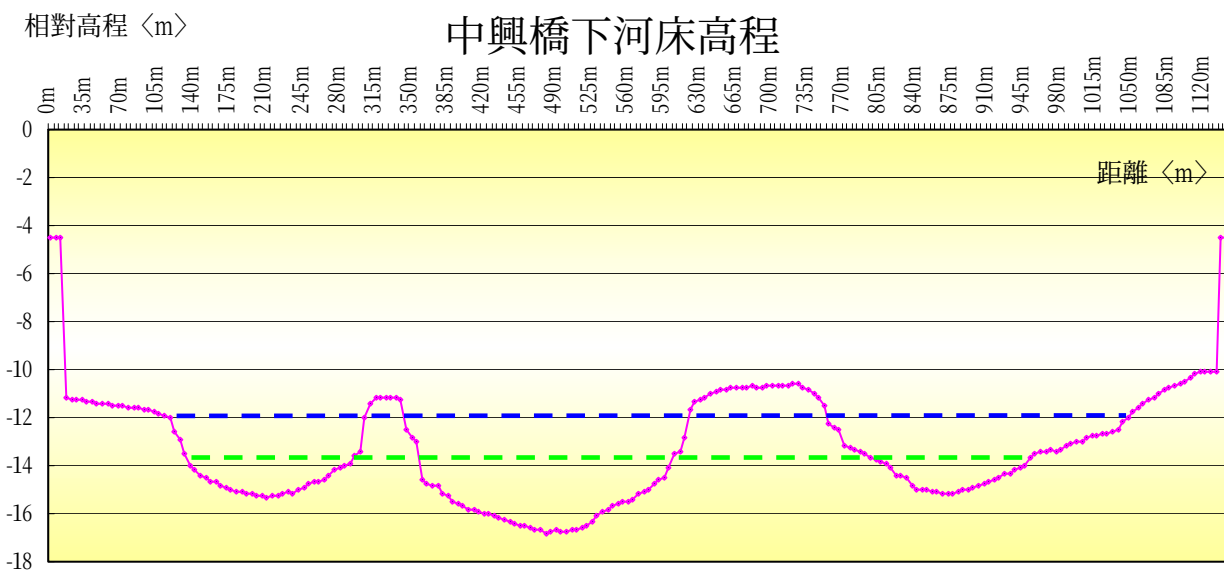
1. 華江橋下河床相對高程：



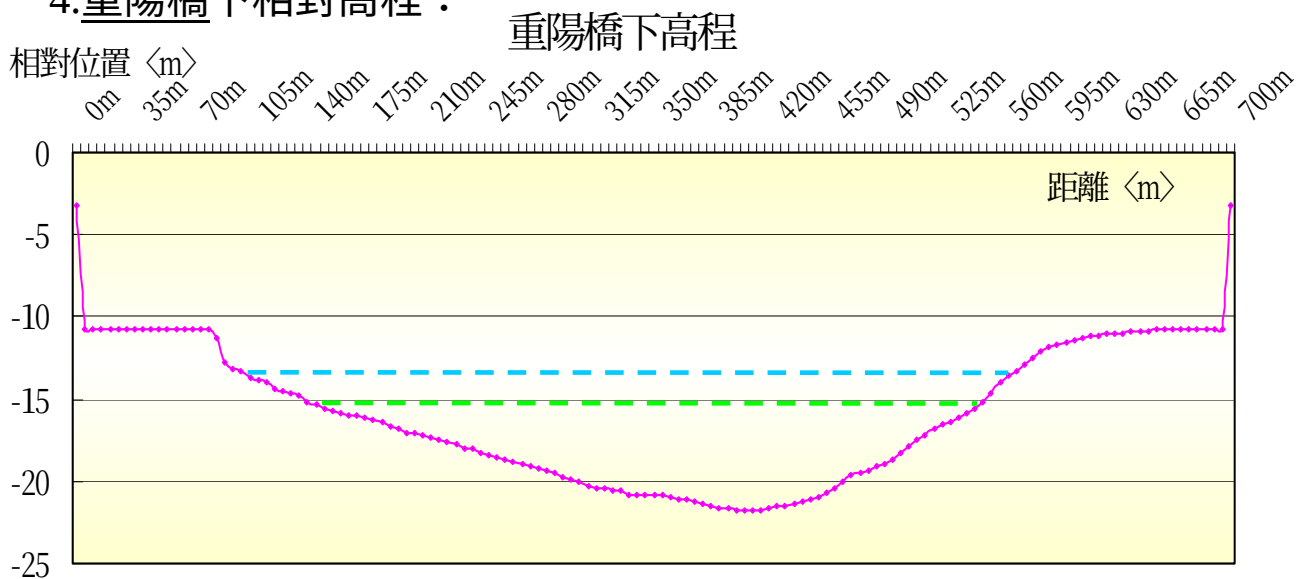
2. 大漢橋下河床相對高程：



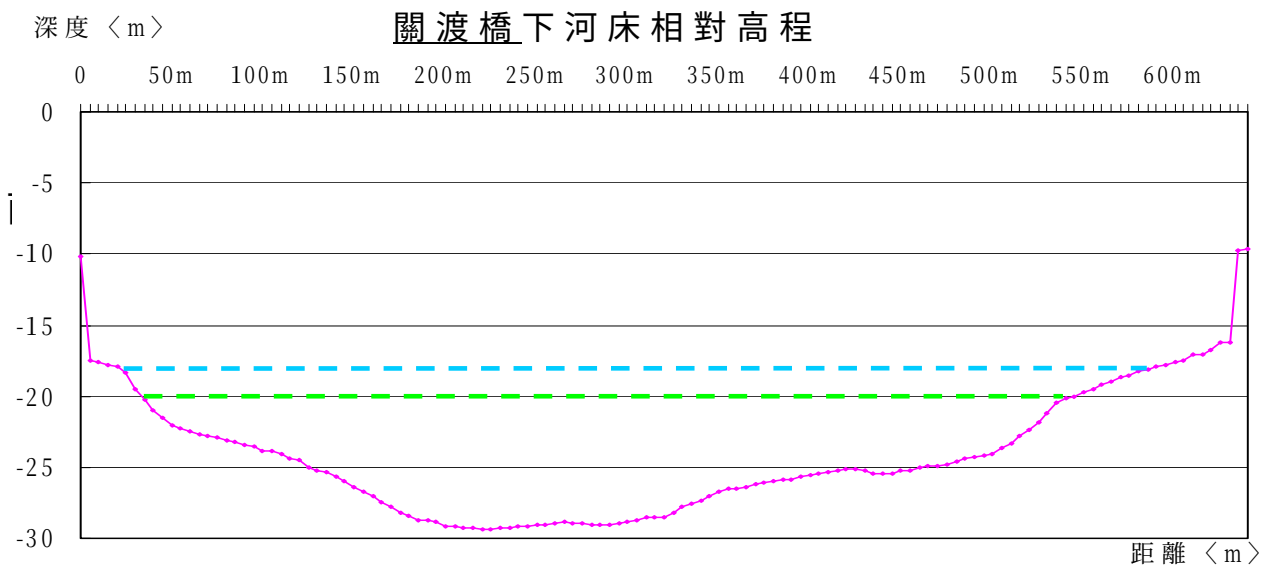
3. 中興橋下河床相對高程：



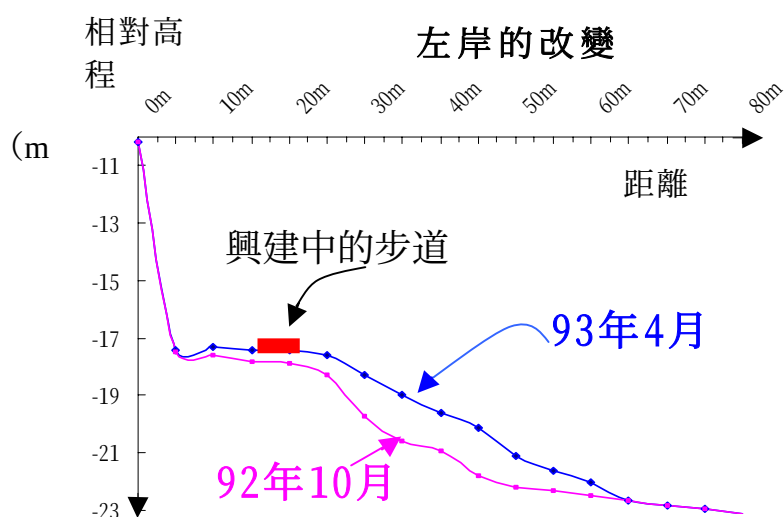
4. 重陽橋下相對高程：



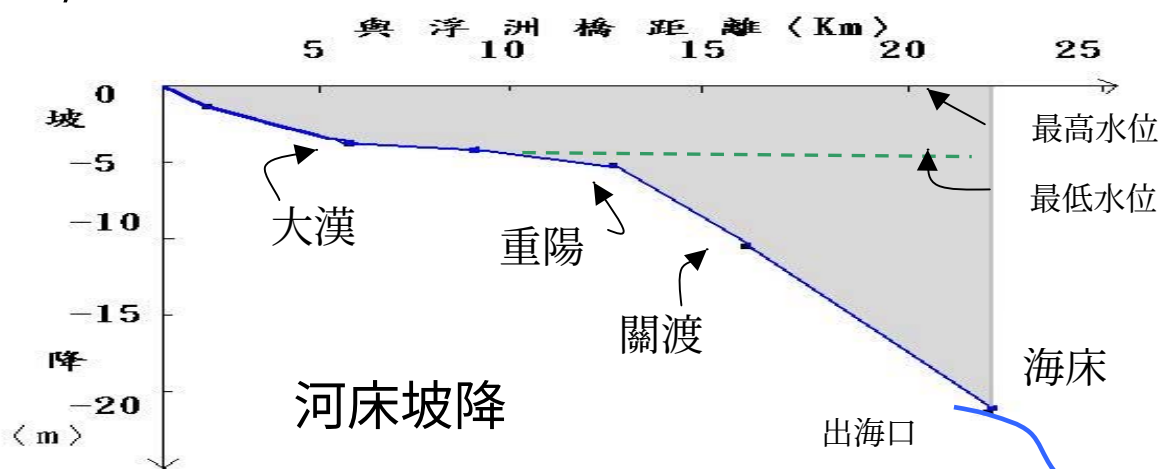
5. 關渡橋下河床相對高程：



①測河床相對高程的目的，探討不同期的河床因流水沖刷或沉積而改變，但去年至今年初降雨量稀少，上游注入水量很少，半年間隔測了兩次華江及大漢橋，由高程圖來看河床的變化幾乎顯現不出來！②因政府在關渡橋附近關建生態步道，左河岸原本是豐水期及洪水時的沖刷側，出現淺灘地泥沙淤積很少。但為了興建水泥步道，結果原先河岸地形及生態改變很多，河床橫向坡降變緩了，河床也開始長起水筆仔，其變化情形如下圖：

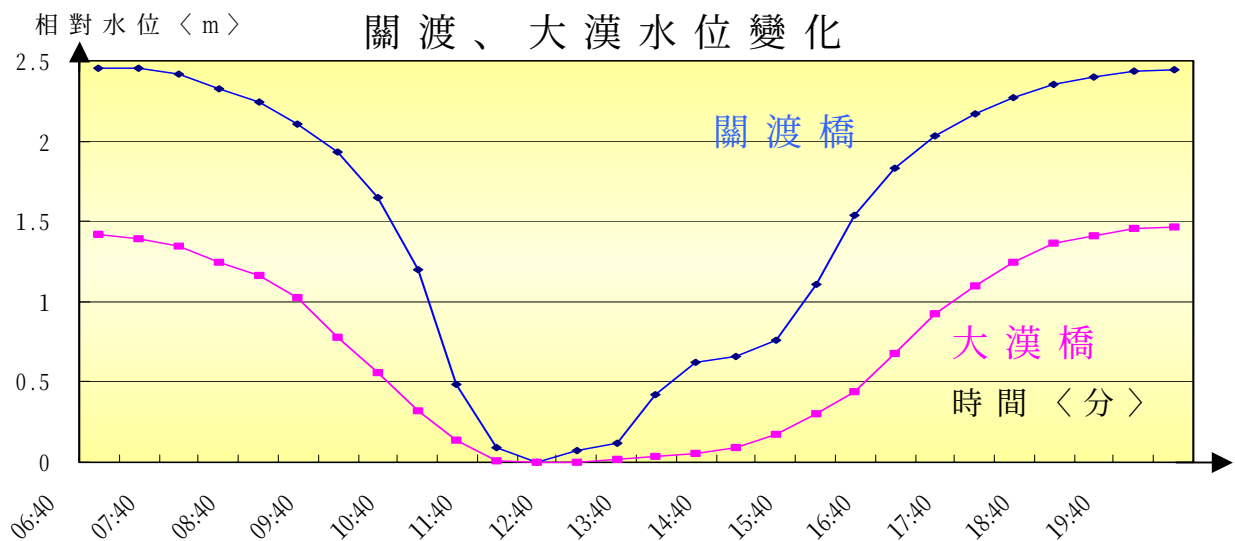


【2】本階段實驗是利用潮汐找出同一水平面。①方法是在同日同時測華江、大漢、中興、台北四座橋下最高點水位，隔天再測台北、關渡、重陽、百齡四橋最高水位點，兩天皆測台北橋，是要找出兩次最高潮位差值，換算後可得整個淡水河同一水平面的位置。②將結果繪製在【1】項研究的相對高程圖上，這功能類似河流的水位計。圖上藍色水平線即是高水位線；綠色線即是最低水位線。③利用最高水位線及各橋樑河床高程圖，可約略算出淡水河的河床平均坡降為 $1/1083$ ，比起整個淡水河流域的平均坡降 $1/45$ 小很多！

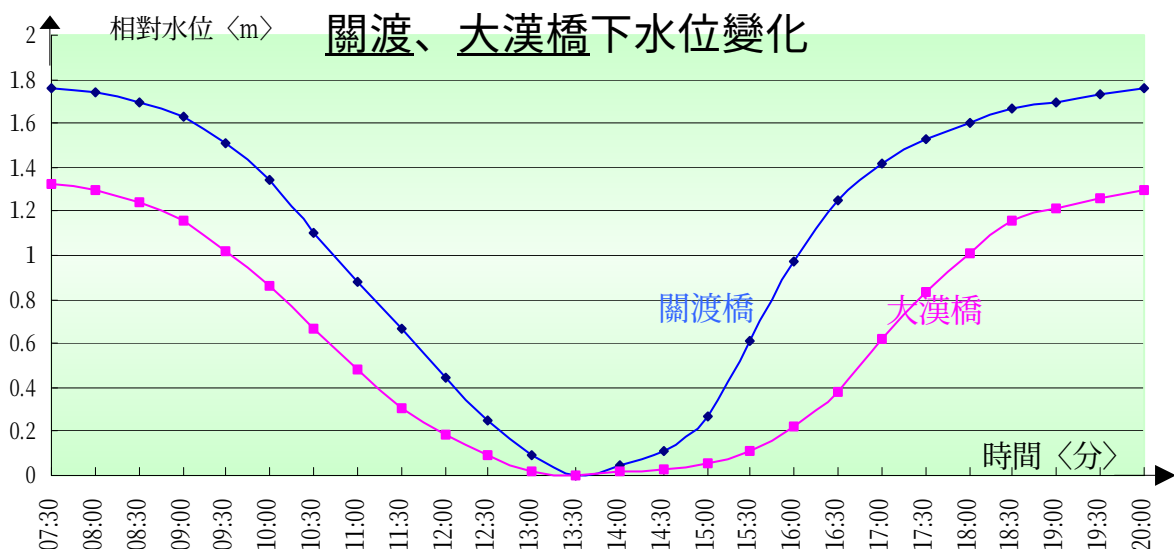


【3】紀錄兩次滿潮水位變化需一整大，因此本研究只選大漢、關渡兩橋測量。測量結果繪成相對水位（當天最低水位定為零）與時間關係圖如下：

※枯水期（92 年 10 月 5 日）



※豐水期〈93 年 1 月 31 日〉



結果分析如下：①乾旱期水量少，海水是主要河水來源，潮汐上漲時海水注入河中，落潮時淡水及海水，通過關渡約 500 公尺寬的河道隘口，類似水閘門控制著水流量一樣，因此上游各點水位變化較緩和。也就是在退水過程中上游水流速率較穩定，相對的豐水期水流速會增快，因此以冲刷作用較為明顯。②若以潮差不同來衡量淡水河河床的冲刷與沉積作用，低潮差則較有利於沉積作用。圖中可見到關渡橋下水位變化，上漲過程有兩個上升速率較緩和點，這表示上漲的水遇到關渡及中興橋交會區域大面積河道，有了類似儲蓄水庫功能所致。③在豐水期圖中水位變化較為對稱，原因是此時河水注入量比枯水期多。由兩張圖形比較發現：不管潮差大小，關渡橋附近的水位比大漢橋附近變化大，這表示大漢橋附近沉積環境較關渡橋有利。

【4】利用自製流速計（圖一6）測量水流速繪成圖如下：（照片 B-甲-3）

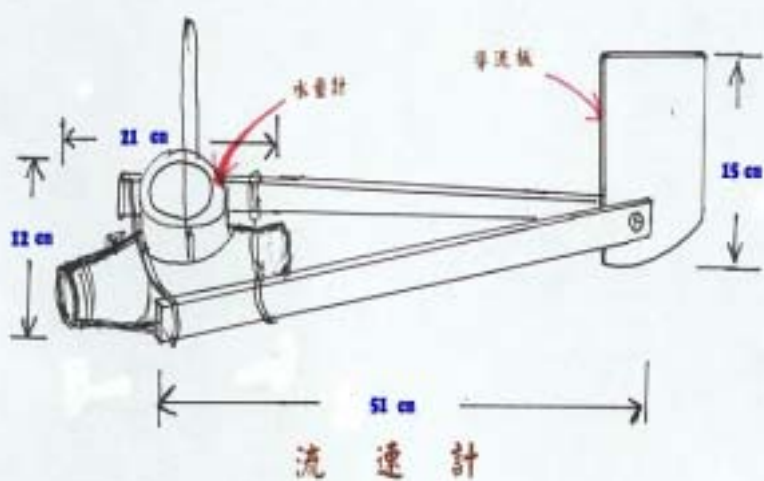
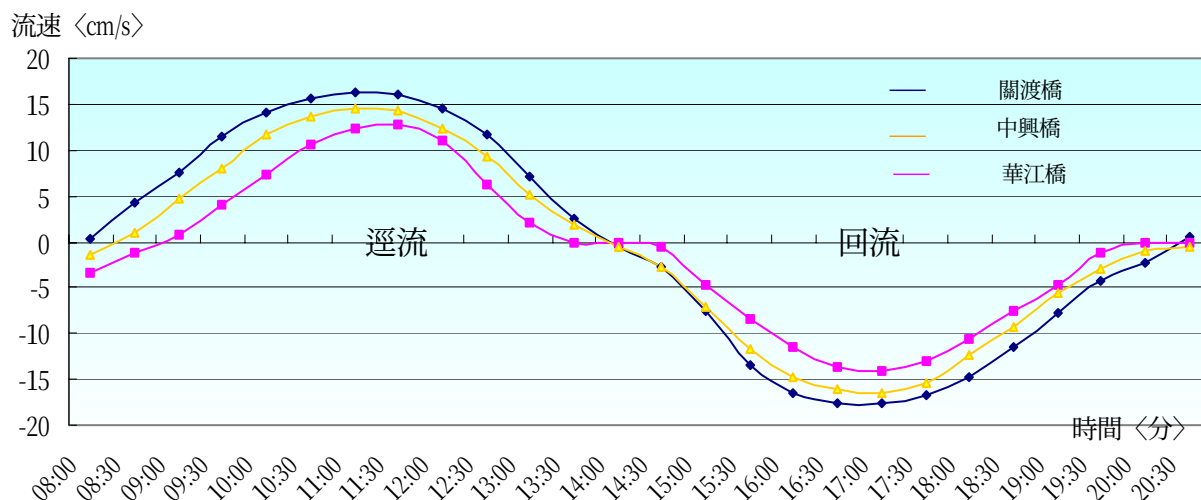


圖-6 自製測水流速儀器簡圖

(照片 B-甲-3) 浮球測水流速

由圖形可歸納出下列幾個結果：①大漢溪與新店溪匯流處，河水在漲、退水過程中流速的變化較複雜，匯流區域內靠上游部分，河水流速較慢，泥沙或懸浮物質易沉澱。相反的匯流區靠下游部分水流速率較大，沉積物的沉澱較難（水流速與攜帶泥沙質量大小對照資料如附件〈二〉），這項沉積而成的淺灘地，可由前踏查研究所繪的地圖證實。②關渡淡水河、基隆河匯流區域，因為較接近潮汐影響的河口，流水的方向較穩定且流量及流速都較其他區域為大，在此種環境下河水的冲刷作用較沉積作用有利，所以在此區域河床上露出水面的淺灘地較少，有的只是河岸邊的泥沙沉積情形，且在落潮水位降低時才會浮現。(照片 B-甲-4) (照片 B-甲-5) ③因這兩個匯流區域皆在感潮帶上，我們發現河水在漲、退水過程中河水流速不同，尤其大漢、新店溪匯流區內漲水過程中流速較快又變化多，退水過程中較緩慢且穩定。因此用流速及流向來判斷此區域的沉積情況，以退水時沉積作用較漲水過程中有利。但在關渡區域因流速快且流向穩定，水中所含物質沉積的機會，僅在漲、退潮流向互換時及岸邊水流速率減緩區而已。

【5】此項研究與前項方法相似，不同的是我們四位同時站在同座橋上測河水的流速。測量位置選定距兩河岸邊 5 公尺、河道中央、河寬 1/4 處，測量時間是每 10 分鐘測一次。華江橋及關渡橋測量結果的平均值如下表（一）、表（二）。



(照片 B-甲-4) 中興橋附近淺灘



(照片 B-甲-5) 關渡區岸邊淺

※ 表（一）華江橋下水流速率

時間 \ 位置 流速cm/s	南岸	北岸	中央	1/4 處
0 分鐘	7.4	6.4	12.4	12.4
10 分鐘	7.6	5.9	12.1	12.4
20 分鐘	7.9	6.2	12.4	12.3
30 分鐘	8.2	6.4	12.4	12.4
40 分鐘	8.4	6.7	12.6	12.5
50 分鐘	8.1	6.1	12.8	12.4
60 分鐘	7.8	6.8	12.7	12.2

表（二）關渡橋下水流速率

時間 \ 位置 流速cm/s	南岸	北岸	中央	1/4 處
0 分鐘	13.4	13.5	16.1	16.4
10 分鐘	13.5	13.5	16.4	16.3
20 分鐘	13.4	13.4	16.3	16.4
30 分鐘	13.3	13.6	16.2	16.4
40 分鐘	13.4	13.5	16.6	16.5
50 分鐘	13.2	13.4	16.1	16.4
60 分鐘	13.3	13.5	16.6	16.3

關渡橋附近河道較直且河床橫向坡度平緩，因此水流速率較穩定，中間與兩岸速率差較小，另一方面平均流速較快，所以對水中懸浮物質沒有減速沉澱

緩衝帶，沉積作用與沖刷作用相比當然較差，這項研究與前項研究可互為證實這個結果。

※乙方式的研究：藉由河道上沉積物的研究探討淡水河 河床沖刷與沉積作用間的關係

(一) 研究器材及設備：保利龍球、鐵釘、馬錶、酸鹼度測定計、自製取泥沙裝置、磁鐵、三用電表及電極、水箱、天平、酒精燈、燒杯、壓克力板、鐵粉、濾紙、食鹽+CaCl₂、魚缸抽水馬達、電線。

(二) 研究步驟及方法

- 【1】在淡水河乾旱期、豐水期，連續二十次在河水漲至最高點時，到甲研究所述的橋下取 1200 cc. 以上的河水回學校實驗室，先測量河水的酸鹼值後，再正確量取 1000c.c. 置於先前已量好質量的空燒杯靜置過濾蒸乾水分量取總質量，扣除空燒杯質量，量得質量並繪圖分析變動原因。(照片 B-乙-1) (照片 B-乙-2)
- 【2】在固定地點取回同一漲、退潮間不同流速的河水，利用前【1】項方法測出不同時刻水中所含懸浮物的質量變化情形並分析之。(此項研究以每 30 分鐘取一次 1200c.c. 河水為準)
- 【3】找出河面常駐的漂流物(布袋蓮)，標定 20 個以上的布袋蓮群，經一次漲、退水後紀錄其漂移位置的改變。另用紗網撈取水面漂流物來分析其所含物質為何？(照片 B-乙-3)
- 【4】利用保利龍球測水面漂浮物質漂移情形，測量地點是近河岸邊河水面上，測量方法與前面甲方式中測水流速率方法相同，方向的測量需先用指北針定好測量點與河岸的方位。
- 【5】壓克力板上灑放半徑 5cm 的鐵粉，由橋上置於退潮時露出水面不久的河床上經一次漲、退水後，再提上來紀錄鐵粉因水流使之漂移的情形。(照片 B-乙-4)
- 【6】在淡水河河床不同地點，固定 5 塊同樣面積的壓克力板，經二週後取回小心收集上表面的沉積物並測出質量，再探討其質量差異的原因。(照片 B-乙-5)
- 【7】使用導線、片狀電極板及三用電表的電阻檔，選在四座橋樑上測量一整天內橋下河水電阻值的變化情形，紀錄結果並繪成圖形分析影響原因。(照片 B-乙-6)
- 【8】設計模型(水族箱改裝)模擬探討水中暫留物質在淡水河感潮帶，因河水密度改變而使水底暫留物漂移的情形。
- 【9】利用自製取泥裝置從橋上取得行水區河床泥沙，並利用不同網目的篩網或水簸法分離其顆粒大小及組成、酸鹼度等。(照片 B-乙-7) (照片 B-乙-8)



照片 B-乙-1 懸浮物的分離



照片 B-乙-2 布袋蓮的漂移



照片 B-乙-3 暫留物的漂移



照片 B-乙-4 沉積物的收集



照片 B-乙-5 測河水的導電值



照片 B-乙-6 取泥筒收集



(照片 B-乙-7) 沉積物顆粒大小的分離



(照片 B-乙-8) 水篩法

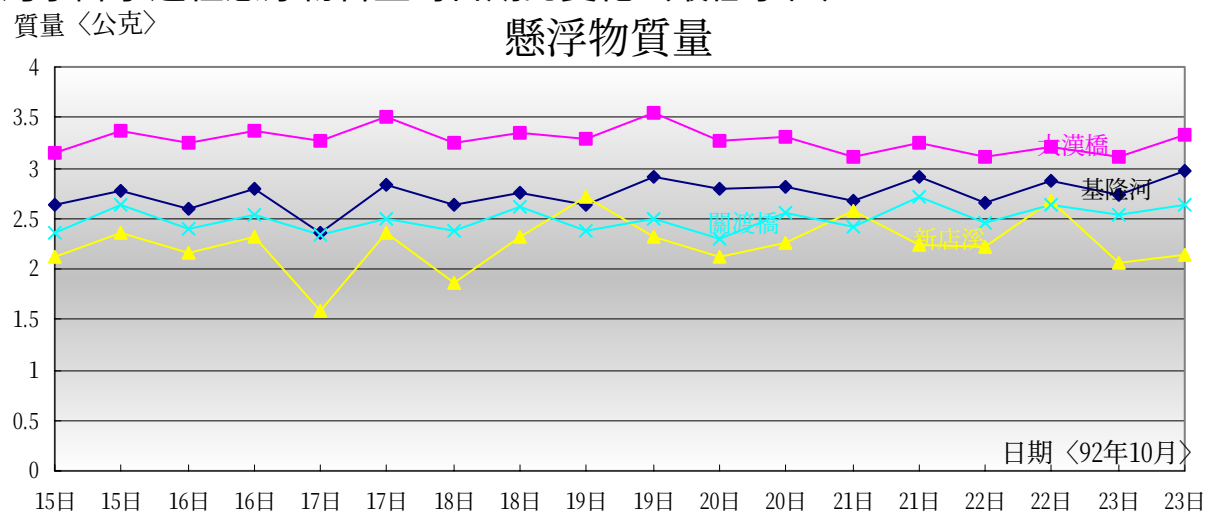
(三) 結果分析

- 【1】因為本研究需連續做 10 天左右的測量，我們就利用全國運動會假期間及寒假做枯水期、豐水期〈過年前、後〉的研究。方法是：四個人分別在華江、大漢、百齡、關渡四座橋，分別取河水 1200c.c. 左右回實驗室做研究，取水時刻是在漲至最高點及降至最低點時，取水的位置是在這四座橋下河道的中央處。

I. 枯水期〈測量日期 10 月 15 日~10 月 23 日〉

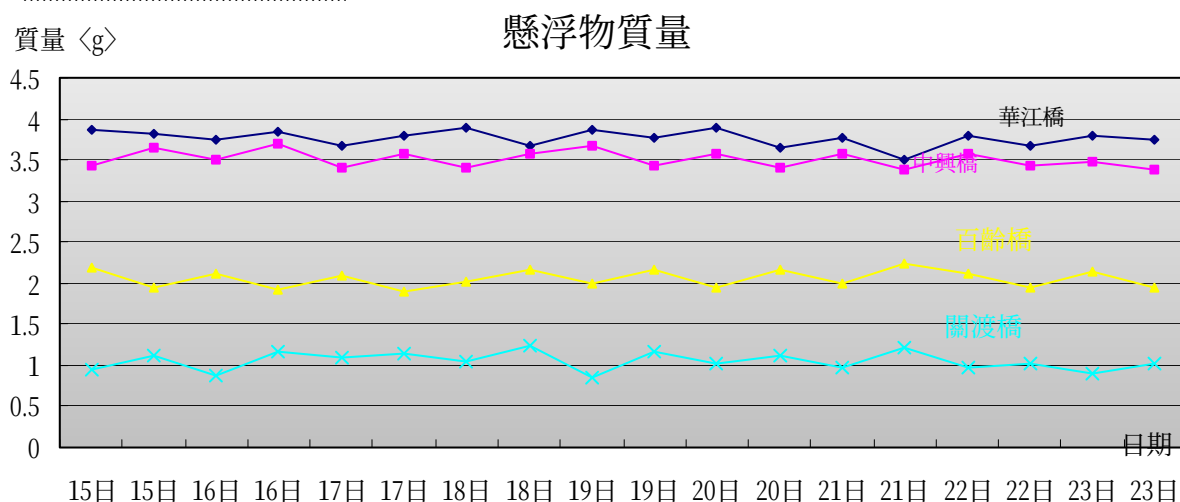
1. 河水退水過程懸浮物的含量：前面水流速探討時已知河水的來源在上漲及下降過程是不同的。我們將這兩種過程測得的懸浮物含量繪成圖形如下：

※河水降水過程懸浮物含量對日期的變化（最低水位）



由圖可知在研究期間懸浮物的含量，平均以大漢溪最高，其次為基隆河。進一步至河流上游探查，找出原因是①高速鐵路興建工程，在河道上進行橋柱施工及垃圾山遷移，使大漢溪在枯水期河水含沙量最高。②基隆河因汐止段河川整治剛完工，河床泥土被翻動過未固化穩定造成。③新店溪異常變動是上游砂石場將洗砂污水排入河中結果。

2. 漲水過程懸浮物質量對日期關係如下圖：



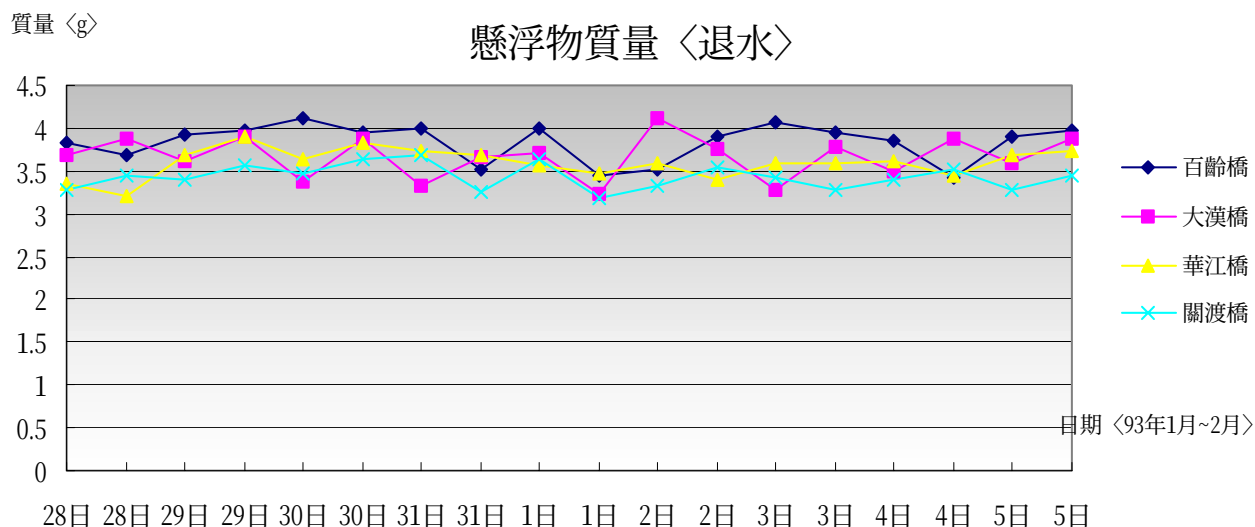
由圖形分析如下：①河水漲至最高水位時，流速幾乎是最小，懸浮物應該較少，但圖中發現大漢、華江、中興三橋下的懸浮微粒不減反而增加很多〈平均 3.64g〉，推測是先前水位上漲過程中，流水攪動河床泥沙上浮造成。②將上圖與本圖水中關渡橋所測得結果相互比較，可知此地區的懸浮物在河水上漲時含量較少，這因為漲水過程中受到乾淨海水漲潮流入的影響。

3. 換個方式將前項操作實驗河水 200g，經沉澱固體物質過濾，得到濾液再經加熱乾燥，所得溶解物質量如下表。因每 100g 海水中平均約含 3.5g 溶解物質，表中結果可證明關渡橋下的河水，大部分是海水漲潮時由海口流入，而華江、大漢兩橋下河水中溶解物質少很多，證明海水含量不多。

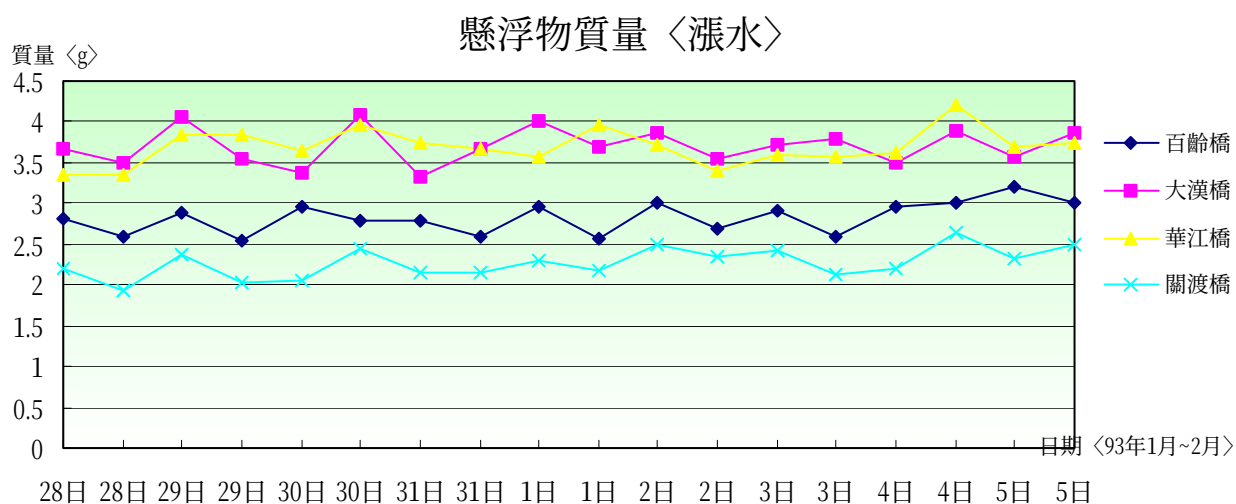
橋樑	大漢	華江	中興	重陽	百齡	關渡
質量 (g)	0.14	0.16	0.42	2.81	2.57	4.88

II. 豐水期懸浮物探討〈93 年 1 月 28 日~2 月 5 日〉，水中所含懸浮物質量對日期如下：

※水位下降過程懸浮物質量對日期圖（最低水位）



※水位上漲過程懸浮物質量對日期圖（最高水位）



結果分析如下：①由圖知豐水期懸浮物質量，普遍高於枯水期。②最低水位時圖中基隆河水中懸浮物含量最多，原因是這幾天降雨較集中在此流域的上游，加上汐止段防洪整治工程剛完工。③大漢溪懸浮物的量較有變化是土城、樹林河段河床上垃圾山清除及整地的新土，受雨水冲刷流入河水中造成結果。照片 B-乙-9



(照片 B-乙-9) 垃圾山移除整地

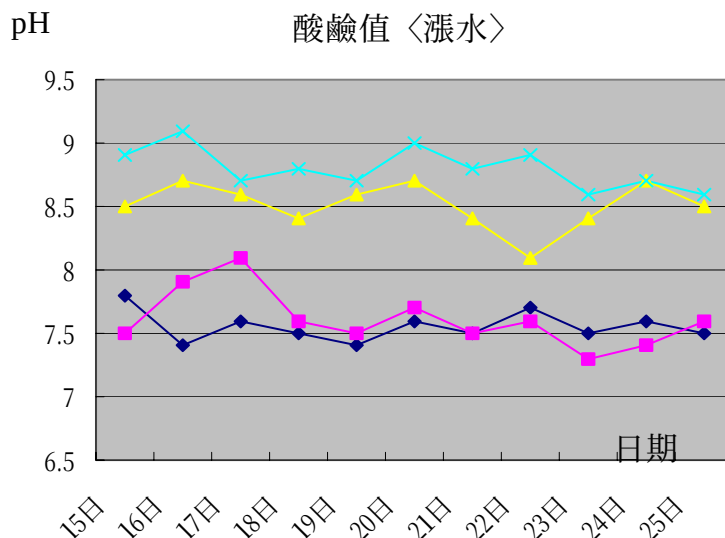
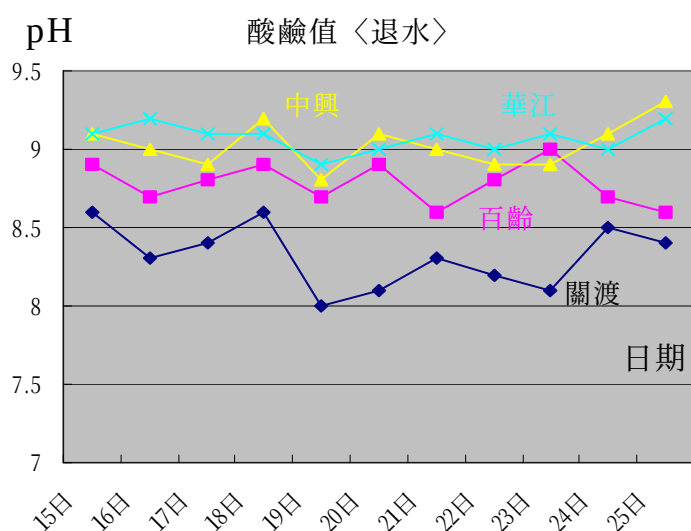


(照片 B-乙-10) 測水質酸鹼值

III. 濁度變化可判斷河水與海水的不同。幾天的實驗中觀測到海、河水濁度明顯分界線如下：在枯水期分界線在八里渡船頭與淡水碼頭連線附近區域，上游顏色趨於黑濁色。在豐水期分界線在八里挖仔尾與淡水漁人碼頭連線附近，且顏色較趨於黃濁色。證明河水中所含懸浮物質①枯水期被攜帶至關渡橋與八里渡船頭之間區域沉澱②在豐水期被攜帶至關渡橋與八里挖仔尾附近出海口沉澱。至於河底泥沙的搬運，要等到洪水期才有機會被沖刷搬運至關渡橋的下游。

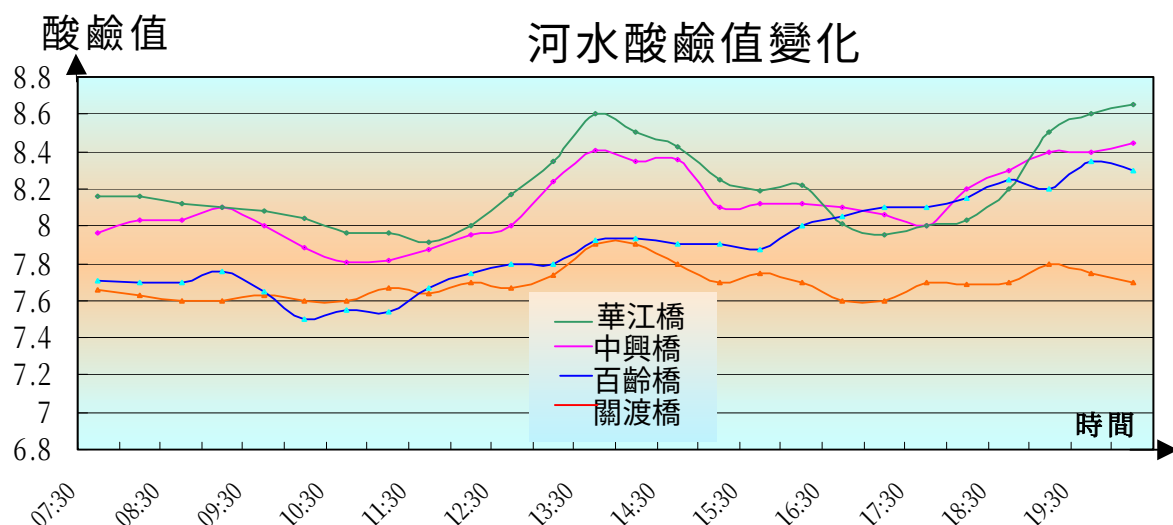
IV. 家庭污水中清潔劑含量很高，排放於河川會吸附水中微小粒子及油污，變成顆粒較大懸浮物質。一般清潔劑是鹼性，我們以 pH 儀測定橋下取回河水的酸鹼值，再將酸鹼值對日期繪成圖。另利用比較法模擬懸浮物受清潔劑吸附的情況，照片可見加入清潔劑的左杯，懸浮物質沉澱速率較快。照片 B-乙-10 照片 B-乙-11

1. 枯水期〈92.10.15~10.23〉所測得結果繪成圖如下：



結果分析如下①水位下降時，河水來源有②上游集水區的水③河流沿岸抽水站排放的污水。經探查以③項的水較多，因此河水 pH 值較高。②水位上漲時，原先流至下游混合的水，再受到潮汐上漲的移作用而回流，因此華江橋附近河水 pH 值幾乎與原先相同。但關渡橋下因加入大量的海水，所以 pH 值與海水較相近。

2. 整天內河水酸鹼值變化 〈93 年 2 月 5 日、水量豐〉



由圖分析可知此期間內上游河水流量大，雨水的 P^H 是酸性，中和了鹼性污水，

使河水酸鹼度接近於中性。

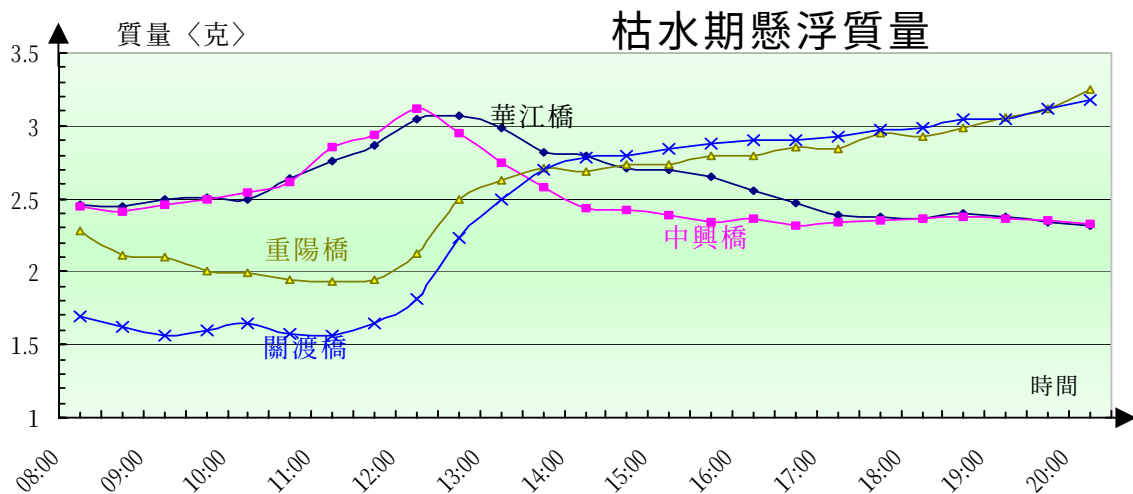
3. 我們另找一假日測量淡水河各抽水站排放出污水的酸鹼值，結果如下表：

排〈抽〉水站名	p ^H	排〈抽〉水站名	p ^H
中原	9.6	蘆洲	8.4
光復	9.4	重陽	9.7
江子翠	9.3	社子	7.9
四汴頭	9.7	士林	8.1
同安	9.5	迪化	8.2
雙園	9.1	六館	8.7
建國	8.6	新生	8.9

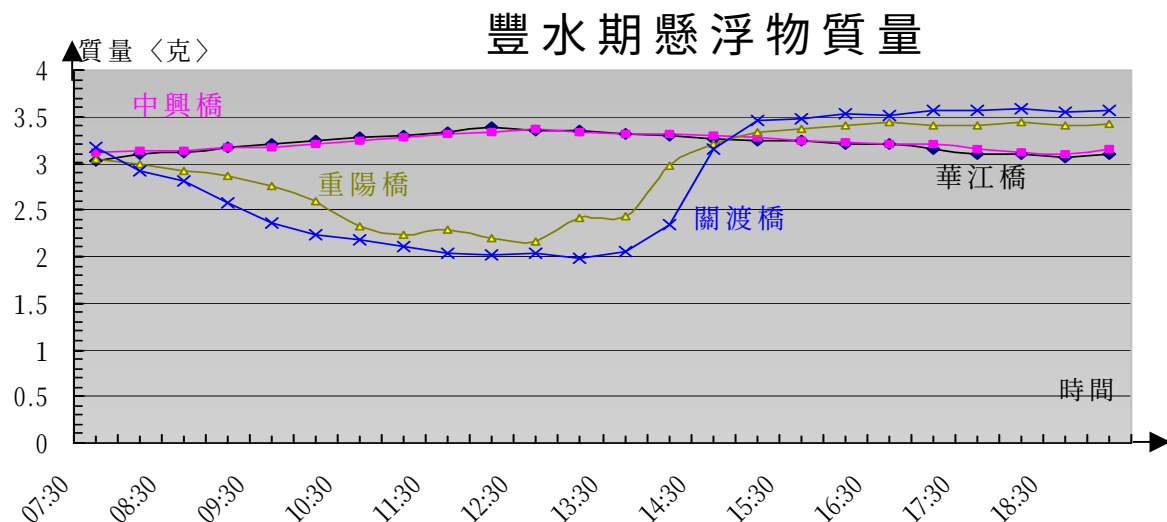
表中分析知：一般情形台北市排出污水 p^H 值較低，這因台北市衛生下水道工程完成比率較高的緣故。在測量中也發現下午後排出的污水 p^H 值漸升高。

【2】本探討是研究同一天內懸浮物質含量變化。操作方法：每隔 30 分鐘取 1000c.c. 以上河道中央河水，帶回學校實驗室按【1】項方法測量懸浮物的質量，再將質量對時間繪成圖形如下（華江、中興、重陽、關渡四橋下的河水）：

※92 年 9 月 5 日水中懸浮物質質量與時間關係圖



※93 年 2 月 5 日懸浮物質質量與時間關係



根據圖形分析如下：

1. 華江橋下河水回流過程，流向及流速變動大，懸浮物的量大於退水時，表示冲刷效應大於退水過程，就是退水過程較有利沉澱速率。
2. 重陽橋下的圖形是逕流與回流較對稱，回流剛開始懸浮物增加少許，但一段時間後又降低，這顯示海水會回流至重陽橋或更上游。
3. 關渡橋下圖形中發現在退水過程後半，泥沙及懸浮粒明顯增多。回流過程因混有大量海水，懸浮粒含量變得較少，由此可推斷冲刷及沉積情況是：『河水由下游回流至上游時，愈到上游混入愈多懸浮物及泥沙；退水時物質送至河水減緩處沉澱。』
4. 將上述三個地點測得結果與前【1】項所測得結果相互比較，可得下面結論：①枯水期水中懸浮物的重量，在退水時華江橋>中興橋 重陽橋>關渡橋，這表示淡水河的兩大匯流區都有懸浮物質沉澱；在漲水時華江橋>中興橋>重陽橋>關渡橋，表示在回流過程河水會攪動河底已沉澱的懸浮物再度混入水中。②豐水期水中懸浮物的重量，無論漲、退水時華江橋 中興橋 重陽橋>關渡橋，表示僅關渡河段有懸浮物質的沉澱。若把同座橋樑下測得懸浮物質量做比較可知：華江橋的豐水期漲水>豐水期退水>枯水期漲水>枯水期退水。

【3】本項研究是要探討水面上的漂流物如何移動。先是統計出漂浮物的種類及數量。我們將它分為大型與小型兩類。分法是：養樂多瓶以上算大、中型，以下算小型。研究方式有兩種：一種是站在橋上統計一段時間內，漂流經過橋下物體的種類及數量。另種方式統計岸邊聚集漂流物種類及數量。①第一種方法研究地點是在中興橋結果如下表：

①河水漲水過程中

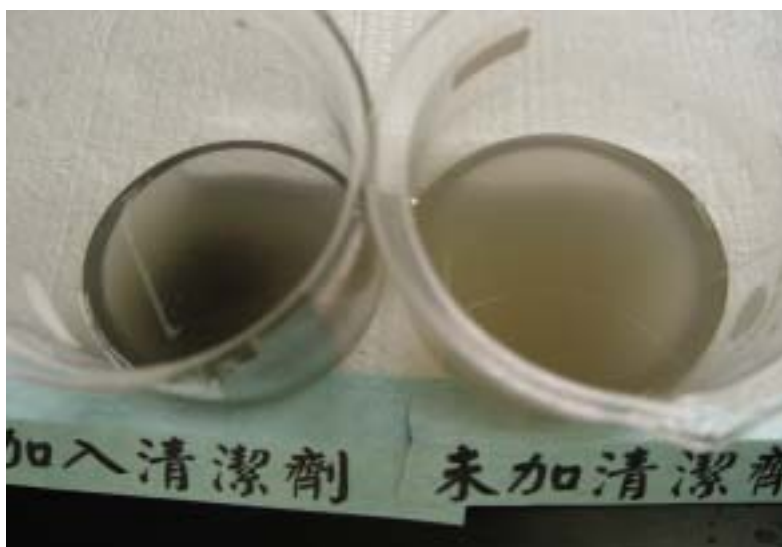
種類	樹枝 木棍	板 片狀物	布袋蓮	瓶狀物	保利龍	其他
數量	49	34	168	31	36	17

※木材類大部分是建築用的工地模板碎塊

②河水退水過程中

種類	樹枝 木棍	木板 片狀物	布袋蓮	瓶狀物	保利龍	其他
數量	81	63	177	42	28	11

1. 本研究期間是在枯水期，由表中可知布袋蓮的數量最多且變化性最小。
2. 由統計表發現是樹枝、木材類在回流時減少很多，這又說明了木材類漂流至下游後很多被攔截掉。
3. 另種方法調查結果河邊是以樹枝及木棍最多。
4. 小型漂流物統計其數量依序為樹葉、羽毛、豆芽菜、乳膏狀浮油、動物脂肪塊等。羽毛、豆芽菜等來自環南果菜市場及家畜市場。(照片 B-乙-11)。
5. 觀察漂流物移動情況，在光復橋下找 20 個布袋蓮群，綁上白色絲帶，予於放流觀察移動情況，隔天在關渡附近可找到。又在關渡使綁上黃色布條布袋蓮回流上游，最遠在中和的秀朗橋下可找到，大漢溪在浮洲橋附近找到。說明潮汐在台北盆地淡水河感潮帶：『新店溪是秀朗橋附近；大漢溪是在浮洲橋附近。』

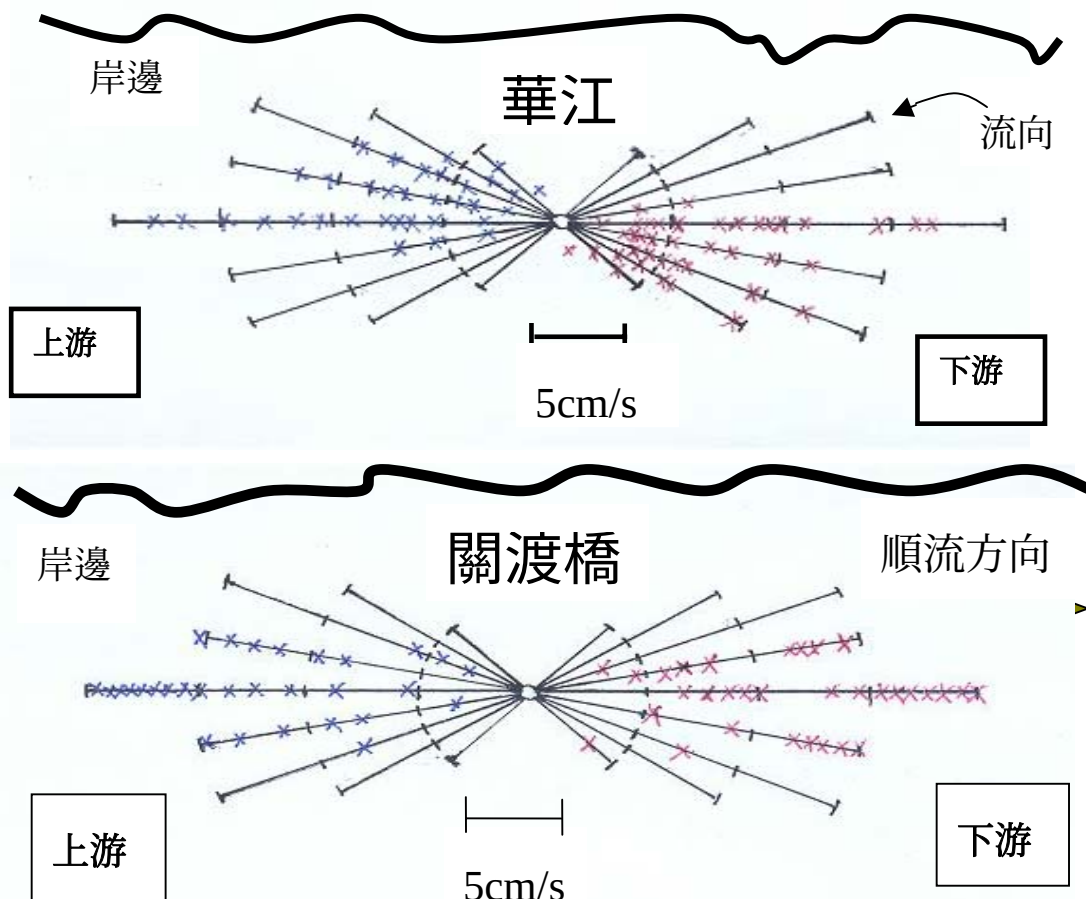


照片 B-乙-11 清潔劑加速沉澱



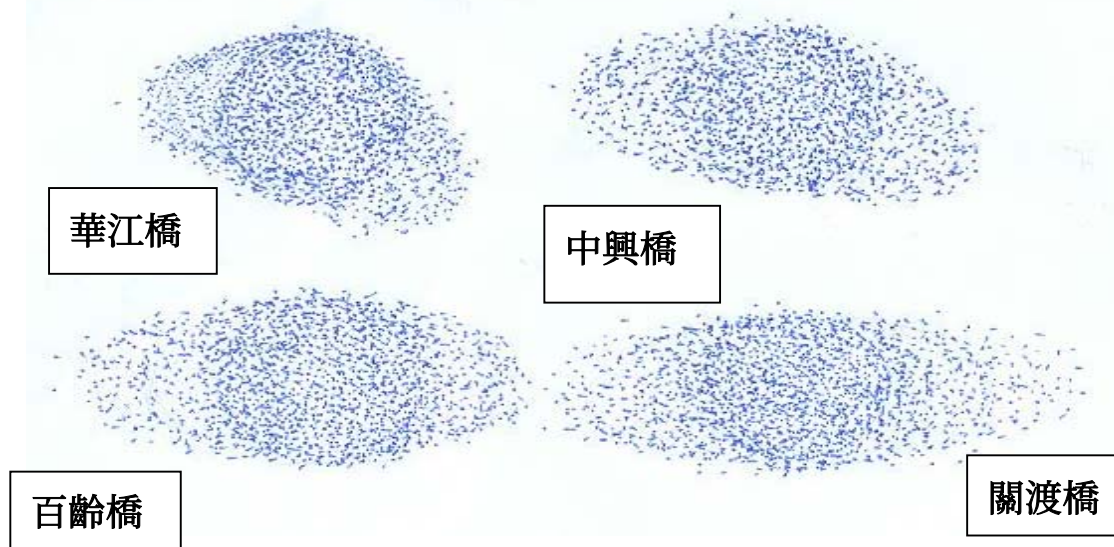
照片 B-乙-12 家畜市場的羽毛

【4】本步驟研究地點選在華江及關渡橋下河床，在同一次漲、退水間，以離岸邊 20 公尺水面為測量點，每隔 5 分鐘測一次，尤其河水漲或退至測量點附近時更須密集測量，



由圖知兩座橋樑測得結果不同，討論歸納原因：①河床的橫向坡度不同，關渡橋為 2/110；華江橋 2.8/89，華江橋附近河床橫向平均坡度較陡，由於水分子本身重力，產生與水流方向垂直橫向力，尤其退水過程中較明顯。②在前研究中已測出華江橋河中央水流速比兩岸快，又因上游區段對河水的蓄水量不同，華江橋上游比關渡橋小很多，且關渡橋附近兩邊河岸地形較平直，因此關渡橋下河水的流向較不易有變化，漂流於此區水中或水面的物質也較不易改變方向。

【5】前項研究是探討水面情況，本項是研究河底物質移動情形。華江、中興、百齡、關渡四座橋樑下壓克力板上鐵粉漂移概略圖形如下：



1. 鐵粉漂移圖形可推測水底暫留物受河水沖刷移動情況。
 2. 華江橋所得漂移方向較紊亂，關渡橋下的圖形最對稱且漂移最遠，這證明與前第【4】項研究結果相符合。
 3. 華江橋附近兩河匯流區，枯水期沉積速率大於沖刷速率；關渡橋附近區域的河水沖刷作用速率大於沉積的速率！
- 【6】前面踏查中找出幾個較易接近水邊的地點①華江橋下簡易碼頭②中興橋下浮筒碼頭③關渡宮停車場的遊艇碼頭④八里渡船頭。在這些地點把五片壓克力板置於河床上一週，收集沉澱物質量的平均值如下表：

地 點	華江橋	中興橋	關渡宮	八里碼頭
沉澱物質量	19.85g	12.67g	7.52g	15.24g

由表上可知

1. 枯水期華江橋附近懸浮物沉澱量最大，關渡橋附近的沉澱量最小。
2. 這項結果與甲方式用水流速判斷結果是相符的。
3. 大漢溪與新店溪交會區域沉積情況，此區域右岸也就是雙園抽水站附近大片水域是沉積最大量區域，照片中見到多處淺灘區出現，更證明此區域長期的沉積作用結果。照片 B-乙-12 照片 B-乙-13

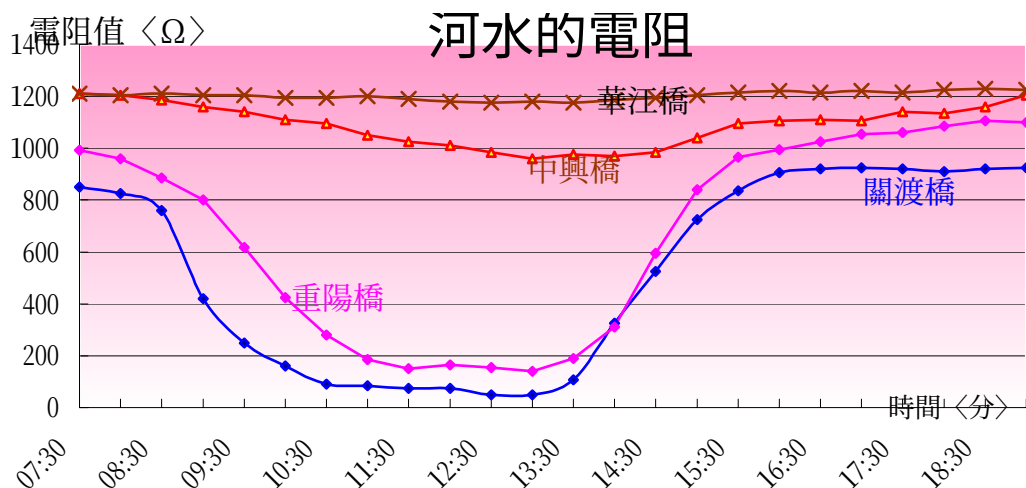


(照片 B-乙-12) 華江橋附近大片沉積



(照片 B-乙-13) 雙園抽水站

【7】先將三用電表與不同濃度食鹽水各自校準，再至關渡、重陽、中興、華江四橋同時測量。四座橋下河水電阻大小與時間關係圖如下：



由圖中結果分析：

- ①淡水河漲水過程關渡橋及重陽橋有海水摻入造成密度的改變。
- ②水底暫留物質因而上浮，使得水中懸浮物增加，剛沉澱的暫留物質，來不及與河底物質固結一起，又隨著上漲水流往上游移動。
- ③測得數據顯示海水隨著潮汐變化流入淡水河，平時流至上游最遠範圍大約在重陽橋與中興橋之間。

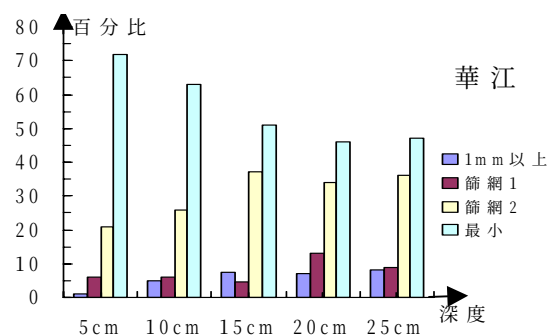
察此項作用。照片中見密度梯度存在並使水草上浮。照片 B-乙-14 照片 B-乙-15



【9】選定華江橋、大漢橋、中興橋、重陽橋、百齡橋、關渡橋、八里渡船頭、挖仔尾八個地方，利用自製取泥器取得河道泥沙，取深度 30 公分每 5 cm 分為一段，先用 P^H 儀測出酸鹼值和醋酸鉛試紙測硫化物。標示分裝帶回實驗室乾燥，再用購買的簡易篩網將顆粒大小不同泥沙分級〈因借不到標準篩網〉，求出其佔總質量百分比。八個地點所測出結果如表（三）~表（十）。

※表（三）華江橋

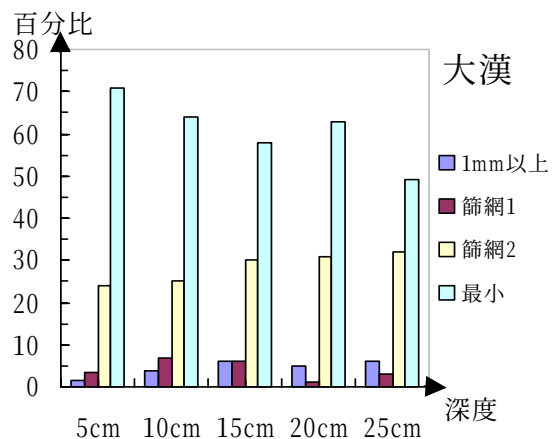
深度 \ 粗細	粒徑1mm以上	篩網 1	篩網 2	最小
5cm	1 %	6 %	21 %	72 %
10cm	5 %	6 %	26 %	63 %



15cm	7.5 %	4.5 %	37 %	51 %
20cm	7 %	13 %	34 %	46 %
25cm	8 %	9 %	36 %	47 %

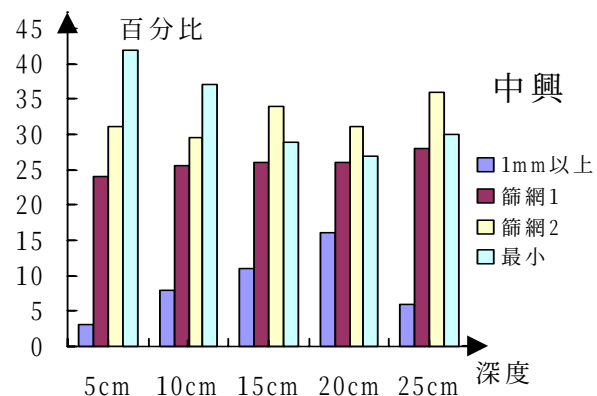
※表 (四) 大漢橋

深度 \ 粗細	粒徑1mm以上	篩網 1	篩網 2	最小
5cm	1.5 %	3.5 %	24 %	71 %
10cm	4 %	7 %	25 %	64 %
15cm	6 %	6 %	30 %	58 %
20cm	5 %	1 %	31 %	63 %
25cm	6 %	3 %	32 %	49 %



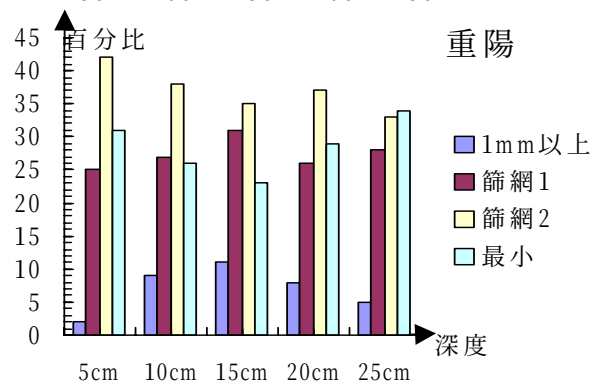
※表 (五) 中興橋

深度 \ 粗細	粒徑1mm以上	篩網 1	篩網 2	最小
5cm	3 %	24 %	31 %	42 %
10cm	8 %	25.5 %	29.5 %	37 %
15cm	11 %	26 %	34 %	29 %
20cm	16 %	26 %	31 %	27 %
25cm	6 %	28 %	36 %	30 %



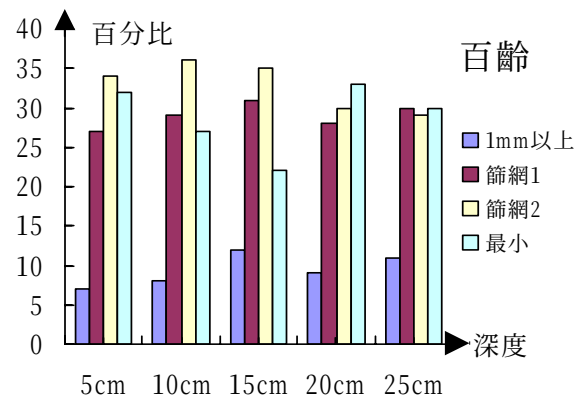
※表 (六) 重陽橋

深度 \ 粗細	粒徑1mm以上	篩網 1	篩網 2	最小
5cm	2 %	25 %	42 %	31 %
10cm	9 %	27 %	38 %	26 %
15cm	11 %	31 %	35 %	23 %
20cm	8 %	26 %	37 %	29 %
25cm	5 %	28 %	33 %	34 %



※表 (七) 百齡橋

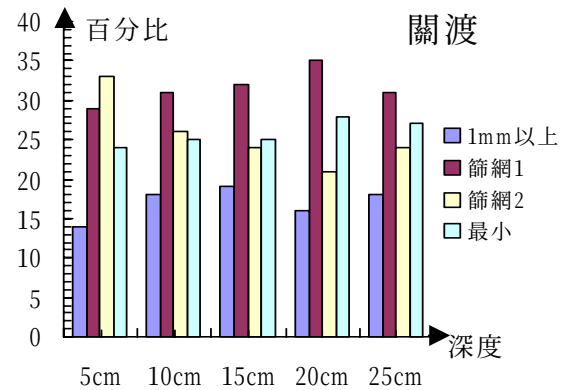
深度 \ 粗細	粒徑1mm以上	篩網 1	篩網 2	最小
5cm	7 %	27 %	34 %	32 %
10cm	8 %	29 %	36 %	27 %



15cm	12 %	31 %	35 %	22 %
20cm	9 %	28 %	30 %	33 %
25cm	11 %	30 %	29 %	30 %

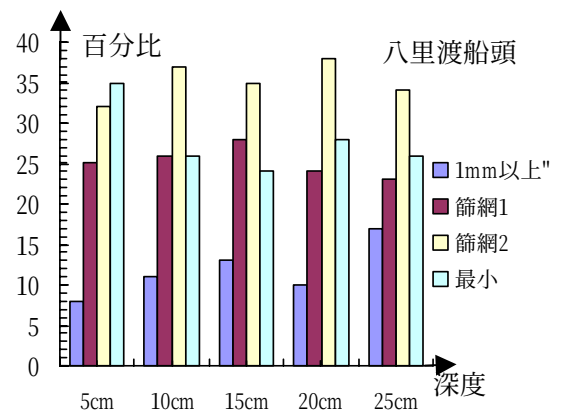
※表 (八) 關渡橋

深度 \ 粗細	粒徑1mm以上	篩網 1	篩網 2	最小
5cm	14 %	29 %	33 %	24 %
10cm	18 %	31 %	26 %	25 %
15cm	19 %	32 %	24 %	25 %
20cm	16 %	35 %	21 %	28 %
25cm	18 %	31 %	24 %	27 %



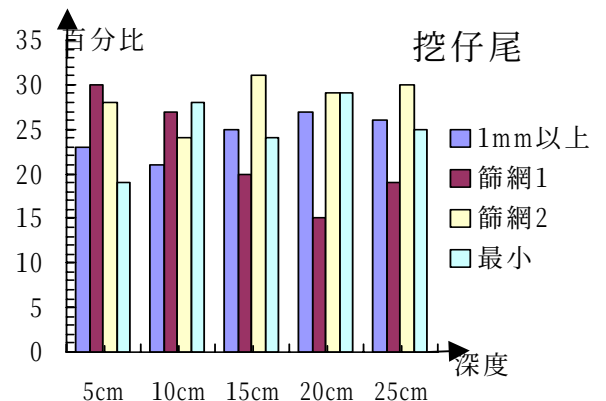
※表 (九) 八里渡船頭

深度 \ 粗細	粒徑1mm以上	篩網 1	篩網 2	最小
5cm	8 %	25 %	32 %	35 %
10cm	11 %	26 %	37 %	26 %
15cm	13 %	28 %	35 %	24 %
20cm	10 %	24 %	38 %	28 %
25cm	17 %	23 %	34 %	26 %



※表 (十) 挖仔尾

深度 \ 粗細	粒徑1mm以上	篩網 1	篩網 2	最小
5cm	23 %	30 %	28 %	19 %
10cm	21 %	27 %	24 %	28 %
15cm	25 %	20 %	31 %	24 %
20cm	27 %	15 %	29 %	29 %
25cm	26 %	19 %	30 %	25 %



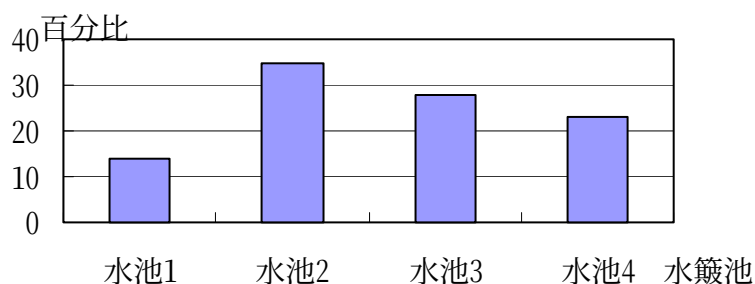
由圖表歸納出下列結果：

- ①華江、大漢兩橋下沉積物顆粒最細且厚度最大，平時懸浮物質沉澱以此區最多。
- ②挖仔尾沉積物與淡水河懸浮物關聯性較小，此地沉積物不是全部自淡水河上游受搬運作用而來。
- ③大漢、華江、中興橋的兩河匯流區，沉積物顆粒最小且最多。
- ④泥沙的酸鹼值測定，大漢、新店溪兩河交會區的沉積物層深度在 5~10 cm 左右的泥沙有酸性反應，醋酸鉛試紙沒反應。關渡橋下泥沙表層是鹼性反應，但在右岸泥沙層醋酸鉛試紙有反應，且愈近河岸邊褐色愈深，這表示此層有硫化物存在，與河邊

大片水筆仔在此地生長有關。

- ⑤本研究原計畫以水簸法進行泥沙顆粒大小分離，但研究時間會很長，最後改篩網來操作。但此方法有很大缺點，尤其懸浮物乾燥過程中會有膠結作用結成大顆粒，對篩選準確度就有差別！華江橋下河床泥沙水簸分離後以水池 2、3 佔大部分。

水簸池	水池 1	水池 2	水池 3	水池 4
百分比	14 %	35 %	28 %	23 %



丙方式的研究：潮間帶植物與河水的沖刷、沉積間關係

- (一) 研究設備及器材：捲尺、鏟子、照相機、長筒雨褲鞋。
- (二) 研究步驟及方法：在此我們就分成下列幾個方面來做詳細的探究！
- 【1】河道中柱狀物或石塊沖刷作用探討，分兩方面進行：①採現今河道已有現象結果進行來分析。②河床釘入一木棒，多次漲、退潮後觀察懸浮物質或泥沙沉積在其周圍情形並分析之。
- 【2】感潮帶植物生長面積比的統計，及植物根部在沉積物中伸展生長情形的探討。
- 【3】漂流物或水中懸浮物受淺灘地植物攔截永久存積狀況的研究。
- 【4】動物（招潮蟹、彈塗魚等）在淺灘地的鬆土現象，對河床沉積與沖刷兩種作用間相互影響的探討。
- (三) 結果分析
- 【1】河道上穩定的水流遇到柱狀直立物，直向的水流變成曲流，流速及流向皆改變，前、側、後面水流會產生各種不同的挖蝕、沖刷等作用〈請參閱附件（三）〉，使得沉積物在河床上的沉積或沖刷變得更複雜。下面照片是在淡水河河道找到的，我們用它來說明柱狀物對河床泥沙沉積及沖刷的影響。（照片 B-丙-1）至於石塊在河道中流水對河床沖刷與沉積作用，這裡以照片來證明，石塊後泥沙沉積物因河水的流向及水的重量作用，有明顯挖蝕加深作用。又在河床上釘入一直立物觀察影響情況，發現原來周圍平整的柱狀物經三天後，出現被挖蝕現象。（照片 B-丙-2）（照片 B-丙-3）



（照片 B-丙-1）橋柱的束縮沖刷



（照片 B-丙-2）水躍的重力沖刷

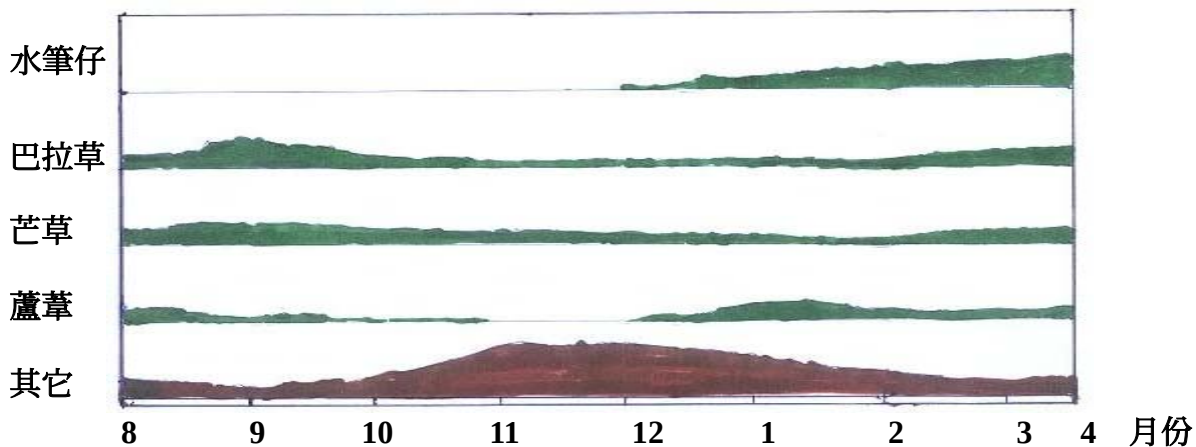


(照片 B-丙-3) 柱狀沖刷驗證



(照片 B-丙-4) 灘地植物的生長

【2】調查河床沉積環境時，發現植物群落與分布對淺灘地面積變化有相對關係。①找出開始有植物生長淺灘地，調查面積及各種植物生長變化。我們找到一塊正在河岸施工新填平淺灘地做調查，植物生長情形統計結果如下圖：



開始灘地上植物是移土區的植物，受海、淡水交叉淹沒後，物種及生態有重大改變。

下面是 92 年 10 月及 93 年 3 月灘地上植物所佔面積約略比例如下表（十一）、表（十二）。

92 年 10 月

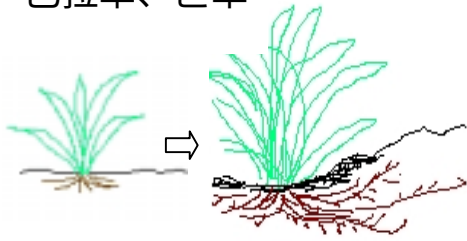
植物種類	巴拉草	蘆葦	芒草	水筆仔	其他
面積比例	23 %	5 %	30 %	2 %	40 %

93 年 3 月

植物種類	巴拉草	蘆葦	芒草	水筆仔	其他
面積比例	20 %	20 %	10 %	30 %	20 %

兩表比較知隨土壤漸鹹化，生長環境優的水筆仔漸增。另在新生地定期挖掘植物根部情形，結果如下繪圖。由觀察知巴拉草的根部因鹹化漸淺化，新根向較高處伸展。相反的水筆仔根部逐漸壯大深化，預期將來會是水筆仔的天下。
照片 B-丙-4

巴拉草、芒草



水筆仔



②另一方式以 82 年關渡橋北岸空照圖與 93 年照片來比較，可見到關渡橋下河岸變化情形，因植物生長使河道寬度縮小！照片 B-丙-5 照片 B-丙-6 照片 B-丙-7 照片 B-丙-8



(照片 B-丙-5) 82 關渡橋空照圖



(照片 B-丙-6) 93 關渡橋下紅樹林



(照片 B-丙-7) 92 年華江植物生長



(照片 B-丙-8) 93 年華江植物生長

- 【3】淺灘植物先攔截大型漂流物使流速減慢，小型漂流物、搬運的泥沙、懸浮物相繼沉積，最後形成大面積淺灘地，更演化成高灘地。照片顯示紅樹林根部附近攔到的漂流物真是無奇不有！（照片 B-丙-9）
- 【4】灘地動物翻動沉積物，使沉積物回到水中是必然。踏查整個淡水河發現：①重陽橋以上幾乎沒生物存在，淺灘地棲息的動物，大部分以排入河中廚餘、肉塊為食物（華江雁鴨灘地在環南家畜、果菜市場污水排放口附近）。（照片 B-丙-10）②重陽橋以下河段越往下游，水中生物活動愈熱鬧，因漲、退的海水沖淡惡臭污水，潮間帶活動生物頻現蹤跡，照片中控仔尾灘地被清白招潮蟹挖得千瘡百孔，原已膠結沉積物又有機會回到水中。③河道上興建工程會影響河床沖刷與沉積作用，進行中的基隆河整治、高速鐵橋樑、新海橋下親水公園、土城、樹林河道垃圾山遷移、蘆洲、三重環河道路關建、圓山橋遷建、關渡橋下生態步道、左岸公園擴建等，在在都會影響懸浮物及泥沙

含量，所以河道上工程興建之前應考慮到這方面影響程度。

(照片 B-丙-11)

(

照片 B-丙-12)



(照片 B-丙-9) 植物的攔截漂流



(照片 B-丙-10) 候鳥的食物



B-丙-11 關渡隘口建步道與河爭道



B-丙-12 清白招潮蟹鬆土現象

伍、討論

淡水河對大台北地區五、六百萬人民而言，是息息相關的一條河流，由於河水的污染嚴重，現雖不再直接使用河水，但也是平時排放都市廢水，洪水期更是城市內大量雨水宣洩河道，這功能保護著大家的生命財產安全，所以平時就留意河道種種變化。我們這半年來研究的心得如下：

1. 就來源而言：淡水河是新店溪、大漢溪、基隆河三大支流及小支流匯流而成。其中平時供給河水最大的來源，卻是來自漲、退潮的海水及都市排放的家庭、工、商業廢水等。
2. 就流速變化而言：若把河水分上漲、下降過程來討論，在上漲過程前段，關渡、重陽兩橋下中央河水的平均流速較其他點快，百齡、中興橋下居中，大漢、華江橋下最慢，但後半段時間水流速幾乎相同。在整個降水過程中，關渡、重陽橋下流速皆大於其他四座橋樑下的河水流速。若將河道分中間及岸邊，則中央流速較快且穩定。
3. 就流動方向而言：淡水河水量受三大支流及海水四股力量牽動著，在乾旱期及豐水期每天支配水流方向必是潮汐了，洪水期就須視上游水量而定。如果以各河段來討論，關渡橋附近河段水流方向最一致且平行，愈上游的河道水流方向愈紊亂，岸邊水流方向，更須視河道附近的地形情況而定。
4. 就海水漲、落潮影響水位而言：關渡橋附近水位隨著海水漲、退潮而升降，兩種速率約略相同，僅時間稍微延後。但在華江橋、大漢橋附近河水上漲時間較

短，水位上升較快，退水時間降低速率較慢，這兩橋的位置就在兩河匯流區上，水流速在此區比較和緩，相對的利於河水中所含物質的沉積作用。經觀察淡水河三大支流感潮帶最終點，大漢溪最遠到浮洲橋附近，新店溪在秀朗橋之上，基隆河在汐止的社後橋附近。

5. 就河面上的漂流物而言：漂流物分大型及小型、暫留及常駐，大型漂流物經研究發現河水位下降時漂流至下游，漲水時較不易漂回原上游。小型漂流物以樹葉、浮油及動物羽毛最多，較容易隨著水流來回漂移著。常駐漂流物以布袋蓮為大宗，會隨河水來回的漂移，研究紀錄中有一次漲水間移了約 10 Km 左右。
6. 就懸浮物沉積而言：在北部乾旱期的淡水河，水中沉積最多量的物質是懸浮物〈污泥〉，這與淡水河受潮汐影響漲退水有關，經研究證明氣候乾旱時期，退水過程懸浮物沉積情形大於漲水過程。又沉積於大漢、新店溪匯流區多於關渡附近匯流區，但最終沉積地點在八里渡船頭及淡水碼頭附近。
7. 就泥沙的含量而言：豐水期及洪水時是泥沙〈顆粒較大〉搬運與沉積的時機，較小顆粒可搬運至關渡橋下游沉積，較大顆粒於河流匯流區內水流減緩處沉積。
8. 就匯流區域而言：整個淡水河河段有兩大匯流區域，華江、中興橋及關渡兩區。在北部氣候乾旱時期懸浮物的沉積以華江、中興橋區較為有利，河水是屬於淡水且水質較差。在豐水時期泥沙（顆粒較懸浮物大）沉積以關渡匯流區較為有利，河水屬於海水、淡水交換區。
9. 就河床沉積物的組成而言：河道中央的河床沉積物，由各層沉積物的顆粒大小及色澤分析，可判斷不同時期河水中攜帶物質的沉積情況。另一方面分析不同地點沉積物表面層的顆粒大小及厚度，可推知近期河床的各種沉積與冲刷情形。本研究期間華江橋附近的懸浮物質沉積量，是最近幾個月來沉澱最大量所在。
10. 就生物的活動而言：重陽橋以上的感潮帶，乾旱期的水質差且鹼性強，溶氧量很低水質被歸為丁類，因此水中幾乎沒有生物的存在。候鳥來淺灘地休息時的食物來源，是以隨廢水排放的廚餘或脂肪塊為主。重陽橋下游淡水、海水隨潮汐交互替換著使得水質變好，因此愈往下游海水混合愈多水質相對的愈好。
11. 就植物對河床的沉積與冲刷作用影響而言：淺灘地形成時，植物的生長有攔截漂流物的作用，這樣一來淺灘地的面積將逐漸擴展變大。

陸、結論

- 【1】淡水河水量受基隆河、大漢溪、新店溪及漲、退潮海水四大部分交替影響。
- 【2】淡水河潮汐降至最低點時，原有河水流至海口附近。當潮汐上漲海口的河水又被推送回上游，來回推送使有機物長期累積水質就變差。
- 【3】乾旱時期六座橋樑下測得最大水流速依次為：關渡橋 > 重陽橋 > 百齡橋 > 中興橋 > 華江橋 > 大漢橋。豐水期水流速比較不固定，需視前兩三天降雨區是在哪條河流上游及雨量大小而定，通常是在關渡測得流速最大。
- 【4】以搬運作用及水流速率關係判斷，泥沙及懸浮物在①大漢、新店溪匯流處附近②基隆河、淡水河匯流處③出海口附近〈挖仔尾及漁人碼頭〉三個區域較有利於沉積環境，可由①、②兩匯流區域內多淺灘地及沙洲形成，並吸引候鳥停駐休息加以證明〈關渡紅樹林區及華江雁鴨公園〉。出海口附近以漁人碼頭及挖仔尾這兩塊淺灘地，在 20 幾年內形成或擴大淤積面積可證明沉積作用，但經研究發現挖仔尾及漁人碼頭兩地沉積泥沙，不全來自淡水河。
- 【5】淡水河兩大匯流區沉積情況，以河流交會點靠近支流河水注入區較易沉積。也就是大漢、華江、中興三橋區域中，華江橋及二重疏洪道入口處沉積最盛。關渡區域以二重疏洪道出口處，及基隆河匯入淡水河近關渡平原處沉積最旺盛。
- 【6】根據懸浮物含量變化分析，淡水河在潮汐漲退影響下懸浮物質沉澱速率，乾旱時是退水過程大於漲水過程。豐水期兩種過程中懸浮物沉澱速率約相同，但豐水期河水能搬運河床底所含較大顆粒泥沙，其搬運作用在退水過程大於漲水過程，也

就是利於較大顆粒泥沙往下游搬運輸送。

- 【7】乾旱時期水面的漂流物，隨著潮汐漲退被來回攜帶，終被攔截停於河道的某處。懸浮物大部分來自都市廢水排放，被來回的河水搬運，至流速減緩處才沉澱累積。較大顆粒泥沙在河流豐水期或洪水時被搬運至下游，不受潮汐漲退而回流。
- 【8】水量較少時期其 P^H 值為蠻強的鹼性，主要是家庭廢水中清潔劑使然。海水上漲或豐水期、洪水時的 P^H 值降低較近於中性。
- 【9】取河床沉積層泥沙分析、探討各層顆粒大小及組成物質比例，可判別沉積先後順序及判斷當時流水約略速率範圍等。
- 【10】河道因沉積而成淺灘地後，植物生長促使灘地變大，最後將為阻礙河水流通點！

柒、建議

- 【1】淡水河水污染問題已是長期困擾大台北地區四、五百萬居民，雖然興建衛生下水道，可解決化糞池污水排入河中的問題，但這僅是河水污染源的一部分而已。我們有個建議：可仿效衛生下水道工程處理方式，在所有排放水口處設置污水處理及泥沙攔截設施，利用抽水站的抽水機抽出處理過的水給予放流，這樣也不致使抽水機平時閒置著！更解決水污染及平時河床淤積問題。
- 【2】幾年來大台北地區為了防止水患發生，做了很多防洪措施，但這幾年來水患還是發生了，造成人民生命財產的損失，幾乎每次大水災時都遇到同樣問題：『降雨量最大時也是當月潮汐最大潮，再加上抽水站機器故障，洪水無法排出台北盆地釀成重大水災。』我們建議：挖深現有左岸公園，平時是多元化海洋公園，洪水期形成疏洪道，但需在關渡設置大型抽水站，將洪水抽入挖深疏洪道，另外需挖深二重疏洪道。這構想是否可行建議政府有關單位可著手進行研究！

捌、參考資料

- 【1】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。【2】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。【3】基隆河流域之河階地形分析．．杜友仁、龔任義、李錫堤．．國立中央大學應用地質研究所。【4】關渡自然導覽．．徐偉斌．．玉山出版社，2002。【5】電子測距．．管晏如．．茂昌圖書有限公司，80年3月。【6】河口灣之海陸交互作用．．俞何興、戴昌鳳、王玉懷。【7】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）。等等．．．

評 語

030501 國中組地球科學科 第二名

淡水河河床沖刷作用與沉積作用的探討

本作品研討淡水河河床沖刷作用與沉積作用並討論感潮帶之分布，作者共 4 人具團隊精神，在淡水河及其支流採樣並實地觀測，作者能利用鄉土題材充分發揮團隊力量。此外對不同植被之分布之加以探討，具有實用價值。