

# 台北市第三十二屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：高中組

作品名稱：又淹水了？！

編 號：

(由承辦學校填列)

## 一、研究動機

去年十月間，瑞伯和芭比絲颱風先後侵襲台灣，造成了汐止、五堵等地區的嚴重水患，不僅僅人民的生命財產損失嚴重，整個社會也為此付出了龐大的代價。回想當時的景象，大水淹入民宅，家具、汽車泡水，損失慘重；而其他地區更有土石流發生，危及不少居民生命安全。爲什麼會這樣呢？是因爲山坡地的濫墾濫伐嗎？是因爲公路橋樑的鋪築嗎？難道只是因爲雨下太大了嗎？到底哪一個原因才是這次水災真正的推手，其中的因果關係，令我們非常地好奇想知道，究竟真正的原因爲何？

## 二、研究目的

我們這次的研究，希望針對基隆河流域中，曾經發生多次水患的汐止、五堵等地區，分析當地的地形、地貌、雨量、水流與開發狀況來做探討，以討論水患發生的真正原因。

## 三、文獻探討

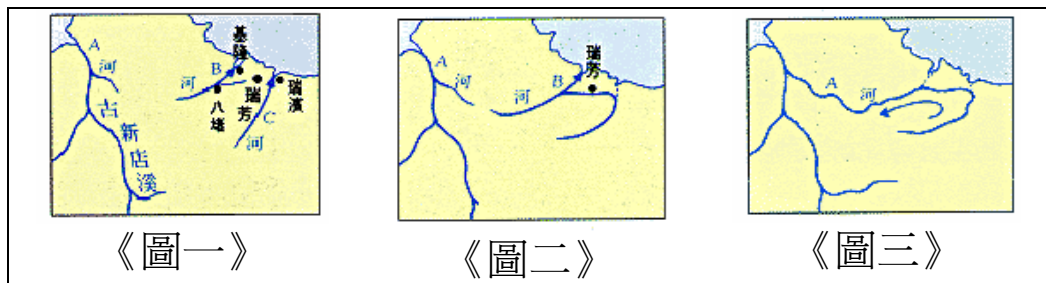
### （一）基隆河的演變

#### 1．基隆河的上、中、下游原來是分別由三條河川組成

的《圖一》，A河是古新店溪的支流。B河經由今天的基隆出海，而支流由八堵分出，流到瑞芳。C河則流經瑞芳，由瑞濱出海，注入深澳灣。

2．B河支流不斷的向源頭侵蝕，逐漸靠近C河，終於在今天瑞芳一帶將C河搶了過來，此時B河扮演截流河\*的角色，C河遂形成一斷頭河\*，呈S形入海《圖二》。

3．台北陷落成盆地後，西邊低斜的地勢，促使B河發生逆流現象，倒流入台北盆地，與A河接上，於是形成今天基隆河180度大轉彎的奇觀《圖三》。



註\*：在河流的襲奪過程中，其截奪他河水流這者名為截流河，而其被截奪的河流失去其上游河水者為斷頭河。後者因為水流被截奪而消失，所遺留的舊河道或廢棄河谷，常高居在山嶺之上，造成一個風口。

※上文摘錄自《台北地質之旅》與《普通地質學》※

(二) 基隆河的流域概況簡介

## 1．流域範圍

基隆河——淡水河系支流，發源於台北縣平溪鄉石底西端，自源頭至關渡與淡水河匯合，約86．96公里，在全台河川長度中名列第十；流域面積501．04平方公里平均全年逕流量為1723．8百萬平方公尺。大致上，源流至三貂嶺附近為上游，三貂嶺附近至南港為中游，南港以下為其下游。

※上文摘錄自《台灣的地形景觀》※

## 2．氣候

在基隆河上游，集水區內雨量多，河谷內的流水量常年豐沛。季節降水量九月至翌年二月的半年降雨量多，四、五月減少，七、八月最少雨，顯示位居西南季風背風坡的特色。基隆河的南源——東勢格溪，在石底東方的嶺腳附近注入，而其鄰近的火燒寮，年平均降水量可達到6572公釐，在東南亞首屈一指。

※上文摘錄自《台灣的地形景觀》※

### 3 · 政府的防治計畫

基隆河河道蜿蜒平緩，兩岸人口稠密，產業發達。與水爭地，使河道窄縮，排洪不易，因此，低窪地區常遭受洪水氾濫成災。

爲了消除基隆河水患，達到治河與防洪目標，經相關單位多次現場勘察及協調研商，均認爲防治水患應以防洪、排水、鐵公路橋樑及都市計畫一併考量，整體治理。擬定計畫，以期減少洪災損失。

#### 【計畫原則與目標】

##### ( 1 ) 初期計畫

- 1 河槽通洪斷面不足之河段（北山大橋至保長坑溪出口段約 7 5 0 0 公尺）先予疏濬；並配合疏濬河段兩岸設置護岸，以期計畫河段通過十年一次頻率之洪水量。
- 2 兩岸未充分開發且洪氾區範圍不大之區段，協調洪氾區地主以疏濬土方填高土地防治洪水氾濫，或以洪氾區管制限制使用減輕災害。

##### ( 2 ) 第二期計畫

- 1 依治理基本計畫辦理高水治理工程，以防範

二百年一次頻率之洪水。

- 2 配合治理基本計畫改善兩岸堤後排水。
- 3 配合治理基本計畫改善跨河橋樑。
- 4 洪氾區較廣闊之區段，配合都市計畫道路系統採路堤共構，俾便防洪與交通兼顧，以利地方發展。

### （3）初期計畫範圍

本實施計畫範圍自南湖大橋至八堵橋約 2 1 公里河段，其中汐止鎮河段約 1 1 公里，基隆市河段約 1 0 公里。

### （4）預期效益

基隆河治理工程初期實施計畫完成後，可減少兩岸低窪處面積約二百公頃之土地遭受洪水淹沒的次數、減輕洪水災害損失、保障居民生命財產安全、提高土地利用價值、促進地方繁榮與發展；並可藉以推動第二期實施計畫，以達到防禦二百年一次洪水頻率洪水之防治目標。

### （5）遭遇問題

基隆河兩岸因自然防洪條件不佳、土地利用不

當，加上山坡地超限利用，使河道淤積、洪水易漫溢兩岸。又都市發展逼近河道兩旁，治理工程用地取得困難，致治理計畫無法順利推動。其主要遭遇問題如下：

- 1 河道淤積、疏濬工程棄土數量龐大，合法棄土場難以覓得，使疏濬工程之實施受阻。
- 2 都市計畫未能配合治理計畫變更水道用地，致工程用地取得困難。
- 3 鐵公路橋樑配合改善困難。
- 4 兩岸排水系統亟需配合防洪工程一併改善。
- 5 坡地不當開發及非法棄土之問題，未能有效解決。

※上文摘錄自

《台灣省政府水利處——基隆河治理工程初期實施計畫》※

## 四、研究設備器材

- (一) 電腦：Pentium X
- (二) 網際網路：TANet
- (三) 資料分析軟體：Microsoft Excel
- (四) 文書處理軟體：Microsoft Word
- (五) 印表機
- (六) 相機

## 五、研究過程或方法

- (一) 資料的來源一覽

蒐集的資料	地點
竹子湖、基隆、台北 1969~1998 每月雨量表	中央氣象局
火燒寮、瑞芳 1987年10月 1998年9、10月 每日雨量表	
五堵水位站 1998年10月	台灣省政府水利處 <a href="http://www.tpg wrd.gov.tw/">http://www.tpg wrd.gov.tw/</a>
基隆河治理工程初期 實施計畫	台北縣政府



## (二) 資料用途和設備的應用

- 1 · 對蒐集的各測站雨量與水位數據以資料分析軟體 (Excel) 加以整理，分別求出其平均值，並繪出二維圖，藉此可將眾多數字以整齊美觀的形式呈現，使得整體分析更為便利且系統化，也提升了計算上的正確性。
- 2 · 地形圖可以表示基隆河所經過之鄉鎮與河道兩岸之地形概況。

## 六、研究結果

### (一) 自然因素

【表一】、【表二】、【表三】分別為竹子湖、基隆、台北三雨量站30年來各月雨量記錄；【表四】為三測站每年各月雨量平均值；【圖一】則是根據【表四】數值所繪之各月雨量折線圖。一年當中，雨量分布以10月最多，由1969到1998的降雨量看來。很明顯地，歷年十月的折線起伏頗大，1998年10月雨量有1517公厘，高居各月之冠，同時也是自1969年來，降雨量最大的一個月份；就十月來說，除了1998年以外，1969年、1974年、1978年和1987年的降雨皆相當可觀，分別有1073.8公厘、1212公厘、966公厘和1070公厘的雨量出現。其他月份中，1969年9月、1972年8月、1975年10月、1986年11月和1988年9月，月降雨量也大於800公厘。為什麼會有大量的降雨呢？主要都是颱風過境直接造成的，或者是颱風所引進的西南氣流所挾帶的豐富雨水，間接影響而發生連日的豪大雨。

【表五】為歷年侵台颱風數量一覽：

【表六】為基隆河中、上游的兩個雨量站瑞芳和火燒寮，1998年9、10月的每日雨量記錄；【圖二】根據【表六】中十月每日雨量所繪之折線圖。其中X軸表十月裡的日子；Y軸表降雨量，單位0.1公厘。【圖二】中折線有三處起伏十分明顯，分別在十月的上、中、下旬；10月5日，火燒寮當日降雨215.0公厘，瑞芳有171.5公厘的雨量；10月15日，火燒寮當日降雨388.0公厘，瑞芳有265.5公厘的雨量；約10月25日火燒寮降雨336.5公厘，瑞芳也降

下了 3 2 1 . 5 公厘的雨水，接下來兩天，雨勢雖有緩和，但還有大於 1 0 0 公厘的日雨量。根據資料，1 0 月 1 5 日當天是瑞伯颱風、1 0 月 2 5 日是芭比絲颱風，才會形成如此多的降雨量。

【表七】、【表八】分別為 1 9 9 8 年 1 0 月間瑞伯和芭比絲颱風接近台灣時五堵地區基隆河水位日報表。【圖三】為根據【表七】、【表八】所繪之水位歷線圖。圖上 X 軸表時間，以小時為單位，五天共 1 2 0 小時。Y 軸是水位高度，五堵地區水位線 1 2 公尺；在十月中旬瑞伯颱風侵台期間，水位自 1 0 月 1 5 日中午起便逐漸上升，到了晚上十時水位突然暴漲，水位超出警戒線 1 2 公尺的時間達 1 2 小時左右，此後水位漸漸下降，回到正常水位，約 5 至 7 公尺。十月下旬芭比絲颱風帶來的降雨，始得基隆河五堵地區水位在 1 0 月 2 5 日上午上漲，數小時後水又退去，隔天水位又再次上升，超過警戒線，並一度達 1 6 公尺。

【表九】為基隆河中、上游的兩個雨量站瑞芳和火燒寮，1 9 8 7 年 1 0 月的每日雨量記錄。【圖四】根據【表九】中十月每日雨量所繪之折線圖。

【表九】為基隆河中、上游的兩個雨量站瑞芳和火燒寮，1987年10月的每日雨量記錄。【表九】可看出，1987年10月24日至26日，每日的降雨皆十分驚人，尤以25日當天火燒寮的419公厘比起1998年10月15日的388公厘的日雨量稍大。

## （二）人文因素

汐止鎮近十年來蓬勃發展，建物日益增加，道路的鋪築、高樓的興建，這種種開發，使得人民大量遷入，戶籍人口數已漸達十五萬人，中山高速公路、北部第二高速公路與新台五線這三條重要幹道，促使汐止地方交通繁忙。由下頁的衛星照片可以看出，基隆和流域附近汐止地區的開發狀況。這次水患發生，大多數人民認為開發過度是造成水患的元凶，土地利用不當，與水爭地，使河道窄縮，排洪不易，因此低窪地區常遭洪水氾濫成災。上游植被遭人為破壞，水土保持失調，逕流量變大。一旦暴雨來襲上游缺乏植物吸收一部份水量，中、下游地區河水暴漲，滾滾洪水向四周漫流，造成水患。橋樑數多，橋墩阻擋突來洪水，造成溢流。

橋樑在基隆河汐止段從上游至下游共計有：

- 1．長安大橋
- 2．汐止外環貨櫃車專用道
- 3．汐止交流道基隆河橋
- 4．江北大橋
- 5．中山高與北二高系統交流道橋樑（共七條）

6 · 中山高基隆河橋（兩條）

7 · 北二高基隆河橋

8 · 社后大橋

9 · 北山大橋

在不失一般性的情況下，假設計算範圍中河寬一定為30公尺、橋墩為圓柱體、截直徑為2公尺，一座橋有約3根橋墩，所以在截面上阻擋約 $[(2 \times 3 / 30) \times 100\% = 20\%$ 的水量。

因此可能造成水災的人為因素大概有：

（一）開發過度，建物與水爭地，土地利用不當，使河道窄縮，排洪不易，因此五堵附近等低窪地區常遭洪水氾濫成災。

（二）上游地區開墾山坡地，破壞植被破壞，水土保持失調，逕流量變大。有朝一日，暴雨來襲上游缺乏植物吸收一部份水量，中、下游地區河水暴漲，滾滾洪水向四周漫流，造成水患。

（三）橋樑數多，橋墩阻擋突來洪水，造成水位高漲。

## 七、討論

雖然我們無法改變可能造成水災的自然因素，或是已

經成爲事實的人爲因素，可是我們只要加以改善現有的環境，可以降低淹水對我們的傷害，如：恢復山坡植被、配合都市計畫改善跨河橋樑，或者採用「超級堤防」的建築：日本東京都政府在一九六九年率先推出「超級堤防」，以兼顧都市開發及設置災害避難所。超級堤防是指施設的堤防在遭遇超過計畫洪水位時，雖遭受洪水溢流而不致於潰決的堤防，該堤防除傳統堤頂及堤防受管制使用外，其後緩坡爲可供一般都市計畫使用的土地，也稱爲「超級堤防特別區域」，區域內可興建公寓大廈、辦公大樓及工廠設置地點，充分發揮河川多功能利用效益。超級堤防寬度可達二、三百公尺，可紓解用地不足及交通壅塞問題；因此，應以人口集中、產業發達，難以承受水患的都市型大河川爲超級堤防的實施對象。「超級堤防」的建設或許受限於今日河道兩岸的建物，需多方考量，而且超級堤防的建造，經費鉅、工期長，較不合乎實際需求，但不可因眼前的小利而封閉於象牙塔之中，我們應放以長遠的眼光，以睿智、理性、實用的態度來規畫整治計畫，以求生活環境更爲安全穩定。

1998年10月瑞伯颱風與芭比絲颱風造成基隆



河河水暴漲，台北縣汐止鎮許多地區慘遭洪水破壞，鎮中心一帶，也就是汐止火車站前大同路，商業繁華之處 1987年10月琳恩颱風時曾淹水，11年後，1998年10月15日，汐止鎮的精華區又再度飽受淹水之苦，汐止火車站前大同路水深一度達0.9公尺；十幾天後，就是芭比絲颱風接近時，10月25日基隆河水位又暴漲，汐止鎮民好不容易將前次洪水帶來的泥土清理乾淨，緊接而來的大水又淹進了民宅商店，數小時後大水漸退，人民原以為淹水就此結束，紛紛展開整理工作，沒想到隔天26日，水又淹入民宅商店，人民叫苦連天，苦不堪言；位在低窪地區的五堵附近，由汐止外環貨櫃車專用道上望五堵一帶看去，已不見五堵火車站月台，一片水鄉澤國。汐止鎮十天淹水三次，整體損失極為慘重，但願我們能更進一步分析水災的成因，除了對症下藥之外，也可以研究更好的解決之道。

## 八、結論

1998年10月，降雨量有1517公厘。由【表六】可看出，其實在10月15日之前，10月5日在

上游集水區火燒寮已出現大雨 215 公厘；此時我將對地表水滲入地下的過程作一概述，先簡單說一下「逕流」吧！

逕流——雨水降落地面，一部份立即蒸發，變為水汽；一部份被植物吸收；一部份滲入地下，變成地下水；其餘一部份在地面漫流，成為逕流，也就是地面上無固定水道的流水。影響逕流的因素有降雨量、岩石的滲透率、地面上的植物、溫度、和地面的坡度等。其中可以成為河流的逕流水量可以用下列公式來表示：

$$\text{逕流（表流）} = \text{降雨量} - (\text{蒸發} + \text{蒸散} + \text{滲入})$$

假設某一個地區，今天開始下雨，起初的雨珠可能立刻被地表、植物吸收，或是蒸發。一旦降雨持續，且每小時降下雨水很多的時候，也許地表的入滲量已達極限，水將逐漸高出地表，這可用玻璃瓶內裝約三分之二的土壤，然後加水便可理解這道理，如果一下子水加很多，那可見瓶內好像淹水似的。又假設這地區與水平線有個傾斜角度，原本高出地表的水將受地心引力影響而往較低處流動，形成所謂的逕流。

結合前述之雨量部份，火燒寮在基隆河的上游山區，

10月5日215公厘的降雨，土壤含水量或許漸漸達飽和，地表水滲入地下的量愈來愈少；十天後，也就是瑞伯颱風侵台時，15日火燒寮降下大量雨水，當天累計雨量達388公厘，而瑞芳也有265.5公厘的雨量，此時水份已達飽和的土壤，地面水幾乎無法入滲至地下，逕流隨地形匯聚基隆河河谷，滾滾大水順坡度而往中、下游奔流，15日當晚五堵地區基隆河水位暴升，致使汐止、五堵地區慘遭淹水。16日火燒寮和瑞芳兩地降雨依舊龐大，因此五堵一帶的水位居高不下，水位持續超過警戒線約25小時。

數日後，芭比絲颱風帶來的降雨，10月21日起已開始逐日增加，此時地表的滲入因日前的豪雨而達飽和，在未完全蒸發或形成地下水的情況下，10月25日瑞芳和火燒寮分別有超過300公厘的雨量出現，基隆河水位在25日中午上漲，超過警戒水位，再次地使汐止淹水。隔天26日，基隆河上游雨勢沒太大的變化，使原本降低的水位又高起來，所以這是汐止15天內第三次淹水。

不過從第六大點：研究結果中所顯示，偌大的雨量的

確有可能是造成 1998 年 10 月汐止水患的真正原因。相信大家對 1987 年 10 月琳恩颱風帶來的大雨所造成的汐止大水災不陌生吧！比較一下【表六】與【表九】，似乎 1987 年 10 月的降雨相當集中，當時上游集水區的入滲一定很快達到飽和，降下的雨水幾乎以逕流型態順著坡度從上游往下游流，基隆河水位急遽竄升，根據記載，汐止火車站前大同路水深約 1.9 公尺，比 1998 年 10 月的水患更為嚴重。1987 年與 1998 年水災最主要的共同點為降雨集中、雨量過大。實際上，1998 年 10 月的水災是無可避免的，而人為因素只是自然因素——雨量的幫手。

## 九、參考資料及其他

- (一) 台北地質之旅——遠流出版社
- (二) 台灣的地形景觀——渡假出版社
- (三) 今日汐止——汐止鎮鎮刊
- (四) 基隆河治理工程初期實施計畫——台灣省政府水利處
- (五) 普通地質學——五南出版社
- (六) 應用水文學——國立編譯館
- (七) 高中地理第三冊——國立編譯館