

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國中組

## 地球科學科

科別：地球科學科

組別：國中組

作品名稱：水荒、水慌、心慌慌—探討 91 年夏台北水荒  
的天災人禍

關鍵詞：水庫、雨量、地質

編號：030502

學校名稱：

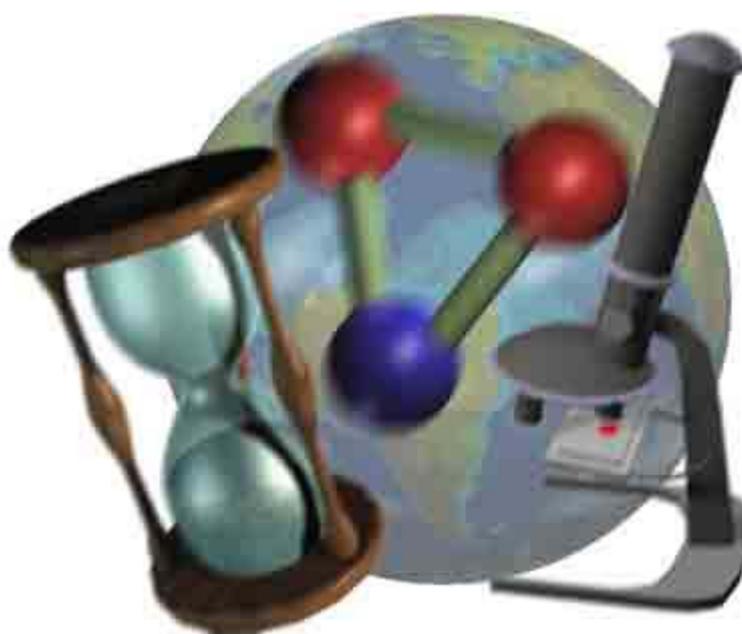
台北縣立文山國民中學

作者姓名：

王生合、周效瑜、盧子漸

指導老師：

秦俊誠、呂熙莉



## 摘要

91 年夏台北水荒嚴重，我們決定探討 91 年夏台北水荒的原因？

我們分天災、人禍兩方向。天災 ex：梅雨、颱風、午後雷陣雨...等雨量銳減。（由 B.D 生負責）；人禍 ex：北宜快速道路開發，雪山隧道大量出水，是否影響翡翠水庫原水，以及發電用水量調度因素...等（由 A.C 生負責）

天災設計**實驗二**：翡翠水庫集水區雨量統計圖—了解翡翠水庫雨量分布時間。

**實驗三**：集水區面積—印証計算集水區面積的方法，是否與翡翠水庫計算集水區面積的方法相同。

**實驗五**：每日上網查 以便了解雨量和水庫水量關係（C 生負責）

人禍設計**實驗四**：地下水層的地點—了解可能聚集地下水地層！以及破碎斷層造成地下水層相互流動→這是北宜快速道路雪山隧道大量出水的原因 註 A-02（A、C 生負責）

共同設計**實驗一**：製作翡翠水庫模型—了解翡翠水庫全貌，並印證實驗二、三、四的相關理論（A 生負責）

並分別探討 89、90、91 年雨量及翡翠水庫關係；以及翡翠水庫管理局在水量調度上有沒有疏失；還有北宜快速道路開發是否影響翡翠水庫“水脈“....等。

91 年夏，台北水荒嚴重，游泳池限水、洗車限水，甚至於連煮飯、洗衣的民生用水也輪流限水，不是說“翡翠水庫可滿足至民國 119 年自來水原水供應量”嗎？

## 壹、實驗動機

91 年夏，台北水荒嚴重，游泳池限水、洗車限水，甚至於連煮飯、洗衣的民生用水也輪流限水，不是說“翡翠水庫可滿足至民國 119 年自來水原水供應量”嗎？

## 貳、實驗目的

**實驗一**：製作翡翠水庫模型—了解翡翠水庫全貌

切出翡翠水庫及北宜快速道路地質剖面圖—並印證實驗二、三、四的相關理論；並由地層結構找出翡翠水庫選址的合適性？並應證北宜快速道路雪山隧道大量出水和地下水位與水庫水源的關係。

**實驗二**：翡翠水庫集水區雨量統計圖—了解翡翠水庫雨量分布及蓄水量關係，並印證臺灣的天氣尤其是東北季風、梅雨、颱風對翡翠水庫蓄水量的影響。

**實驗三**：印証計算集水區面積→是否與翡翠水庫管理局相同→實驗二的取樣才有意義

**實驗四**：了解地下水地層！以及破碎斷層造成地下水層相互流動→這是北宜快速道路雪山隧道大量出水的原因，和地下水位與水庫水位的關係。

**實驗五：**每日上網查 → 了解雨量和水庫水量關係，並依最近的氣候變化及翡翠水庫蓄水量研判是否又有水荒了！

## 參、實驗器材

**實驗一：**1/50000 翡翠水庫等高線圖 珍珠版 1mm 30° 美工刀 白膠 壓克力顏料 翡翠水庫集水區的地質圖及地質圖新店 A 線的剖面圖 完稿膠 北宜快速道路圖及剖面圖 **實驗三** B 生負責的翡翠水庫集水區面積圖

**實驗二：**88 89 90 年及 91 上半年降雨量、水庫水位、南勢溪水量

**實驗三：**瓦楞紙 描圖紙 天平 剪刀 集水區圖（有等高線，比例尺）

**實驗四：**厚 5mm 壓克力板 砂岩 頁岩 泥土 90°三角壓條 快乾膠 氬仿 塑鋼土

**實驗五：**電腦 網路

## 肆、實驗步驟與實驗結果

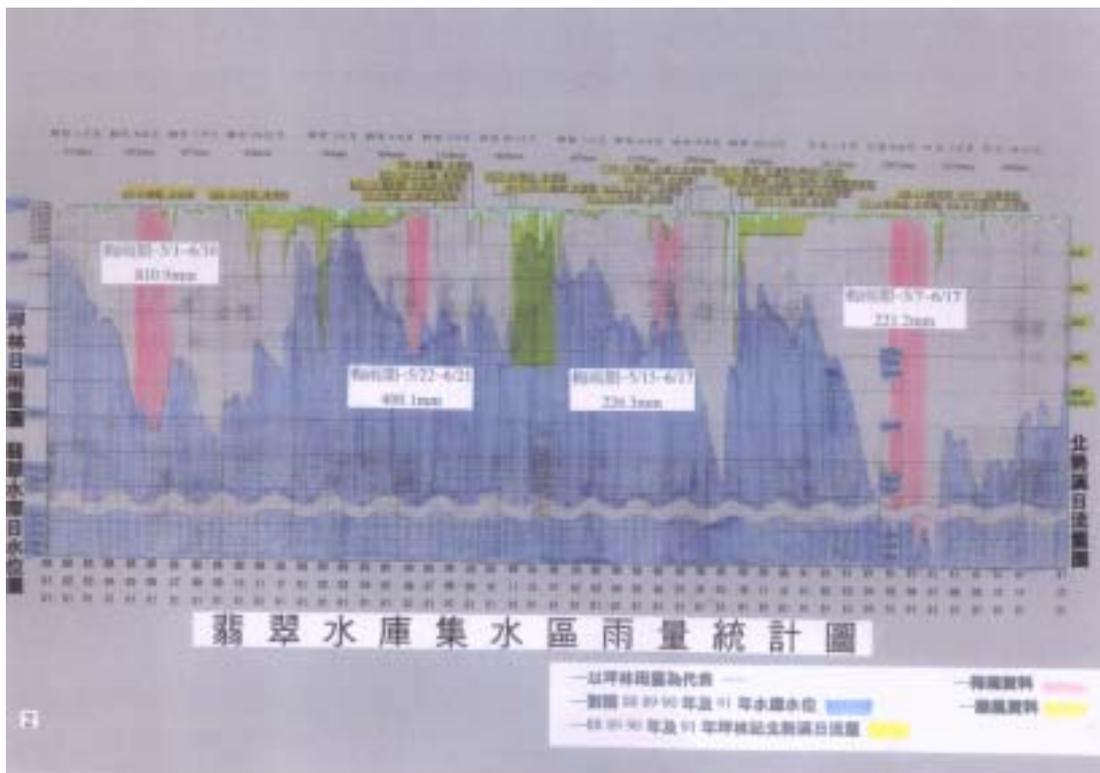
**實驗一：**製作翡翠水庫模型—了解翡翠水庫全貌

1. 在落地玻璃窗(取代燈箱)套入“地質圖新店 A 線的剖面圖” “北宜快速道路圖” “**實驗三** B 生負責的翡翠水庫集水區面積圖”
2. 用完稿膠將原圖貼在 1mm 珍珠版上，用 30° 美工刀延等高線切割
3. 成型後切出翡翠水庫及北宜快速道路地質剖面圖
4. 以壓克力顏料上色～用漸層標示高度、也標出集水區和非集水區
5. 對照地質圖，用三種顏色鐵絲標示「向斜」「背斜」「斷層」以利由地層結構找出北宜快速道路雪山隧道大量出水是否影響地下水位與水庫水源。



**實驗二：翡翠水庫集水區雨量統計圖——了解翡翠水庫雨量分布時間。(B 生負責)**

1. 收集 88 89 90 年及 91 年日降雨量年表。註 B-01 註 B-02 註 B-03 註 B-04
2. 收集 88 89 90 年及 91 年水庫水位、坪林站北勢溪日流量註 B-04
3. 收集颱風資料註 B-05
4. 收集並判讀梅雨資料註 B-06 註 B-07
5. 畫折線圖、長條圖——降雨量與水庫水位比例關係經多次討論才定案



**實驗三：**集水區面積－印証計算集水區面積的方法，是否與翡翠水庫計算集水區面積的方法相同。

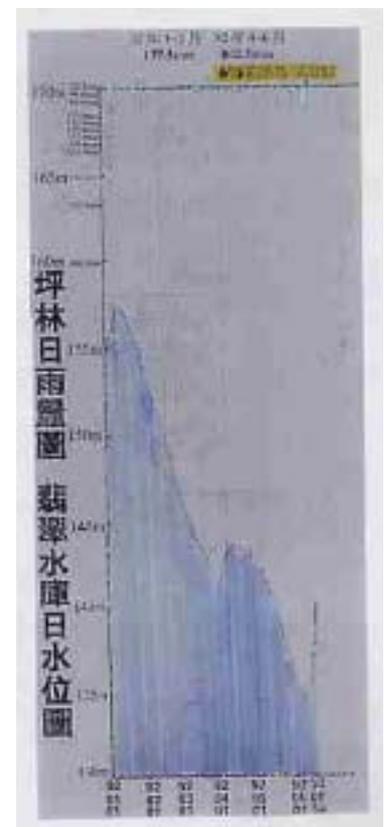
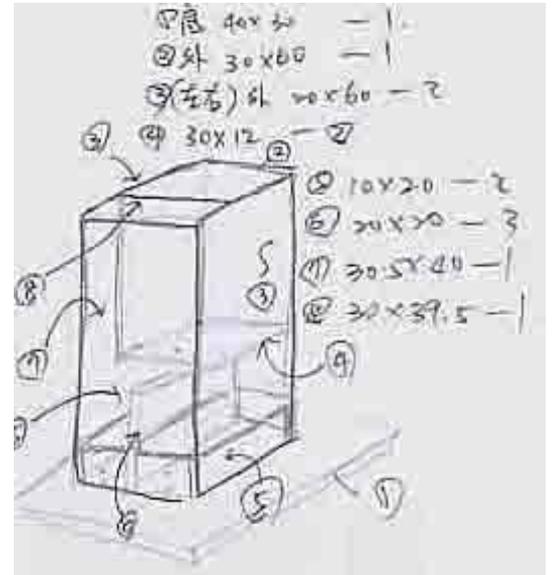
用描圖紙按照等高線圖，大概描繪集水區圖，剪下描圖紙，用電動天平直接秤描圖紙，利用重量比即面積比得：

$49 : 9.07 = 16 \text{ 平方公里} : X$      $X = 296.163$     翡翠水庫公告面積 303 平方公里。

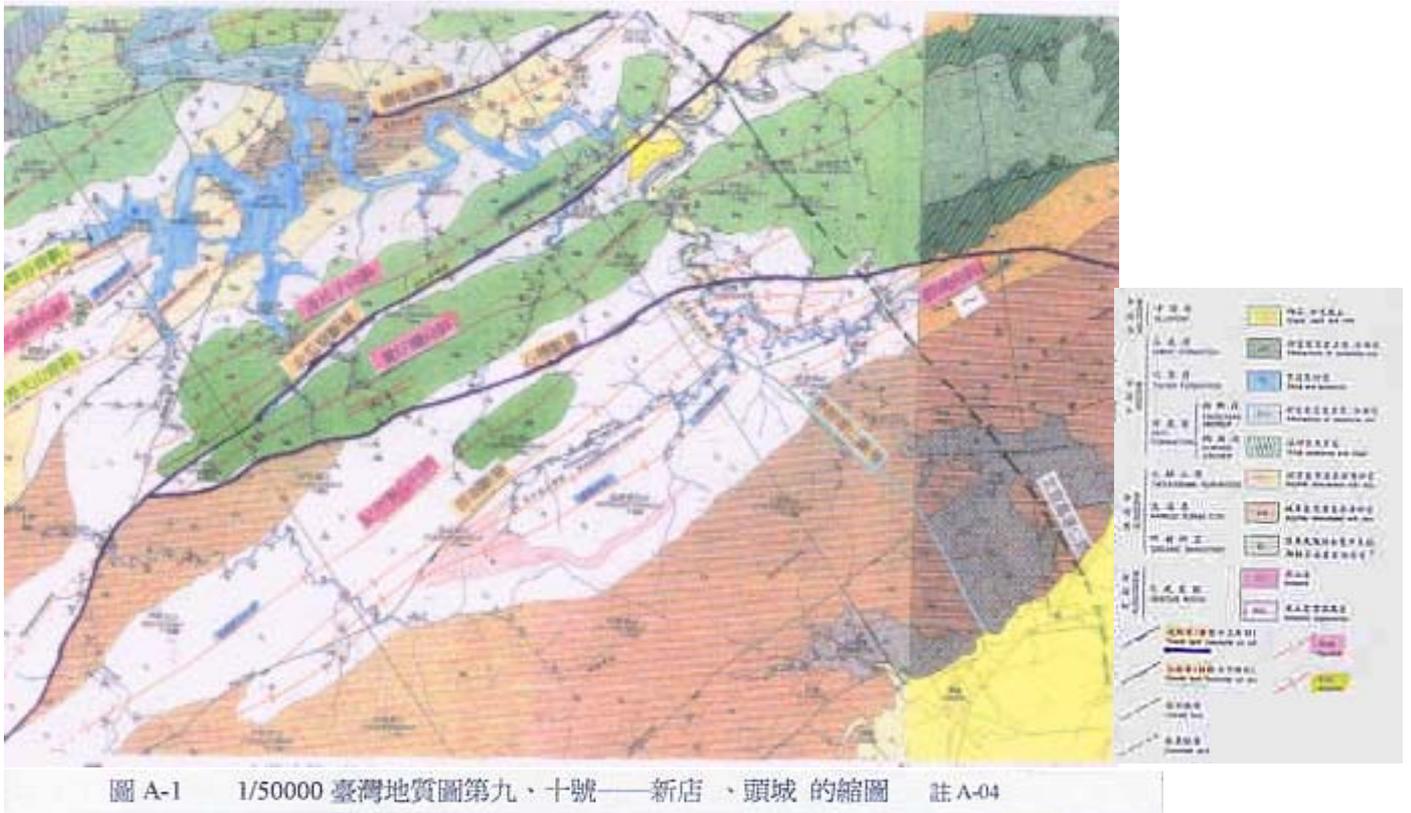
誤差  $296.163 \div 303 = 0.977$     誤差值 2.3%    所以印証計算集水區面積的取樣可行

**實驗四：**設計模型

1. 製作一個壓克力透明箱子並放入石頭。(經過兩次失敗後發現～製作壓克力箱子與放入石頭是交叉進行，次序的規劃具有決定性的成敗關鍵)
2. 在上層用一個類似水庫的石頭當作水庫，並在中間放一個有兩個洞的石頭，在同樣高度處打兩個洞→比較山洞出水及一般岩層的水力傳導力，又在底部比較砂岩和頁岩的透水性質
3. 製作壓克力箱子後先倒入水試驗有沒有漏水，確定沒有漏水後再以塑鋼土固定
4. 山洞出水、砂岩和頁岩各自先以塑鋼土固定，試驗有沒有漏水，並依規劃次序完成
5. 倒入水，觀察各區的變化



**實驗五：**每日上網查 → 以便了解雨量和水庫水量關係，畫折線圖，並依最近的氣候變化及翡翠水庫蓄水量研判是否又有水荒了！



## 伍、實驗討論

**實驗一：**製作翡翠水庫模型—了解翡翠水庫全貌後，再切出翡翠水庫及北宜快速道路地質剖面圖。此時再根據上圖(圖 A-1)可以推論幾點：

- 一、北宜快速道路開發不會影響翡翠水庫蓄水→因為就翡翠水庫本體而言，中間有火燒樟向斜，南北兩側是翡翠谷背斜和插天山背斜，是個很好的水庫地形，選址的合適性是肯定的。
- 二、但就翡翠水庫水源而言；因為翡翠水庫水源有北勢溪、姑婆寮溪、魚崛溪、金瓜寮溪、石碇子溪、石槽溪、四堵溪、碧湖溪等幾條大小溪流。金瓜寮溪和石碇子溪與北宜快速道路距離很遠，關係不大。
- 三、可是北勢溪及支流經過金瓜寮斷層，可能造成河水流失，這是天然因素，和北宜快速道路開發無關。而且北宜快速道路經過北勢溪時是採跨橋方式，無關地下水流失。
- 四、然而姑婆寮溪、魚崛溪、石槽溪經過石槽斷層、磨碧潭山斷層，可能造成河水流失，且和北宜快速道路開發可能有關係。**尤其是四堵溪和碧湖溪與北宜快速道路距離很近，甚至於碧湖溪還橫穿過北宜快速道路，影響從『頭城地區四稜砂岩水文地質及隧道湧水之研究—陳明君』可以推論。影響一定有。所以四堵溪和碧湖溪與北宜快速道路的影響性以下再詳細論述：**

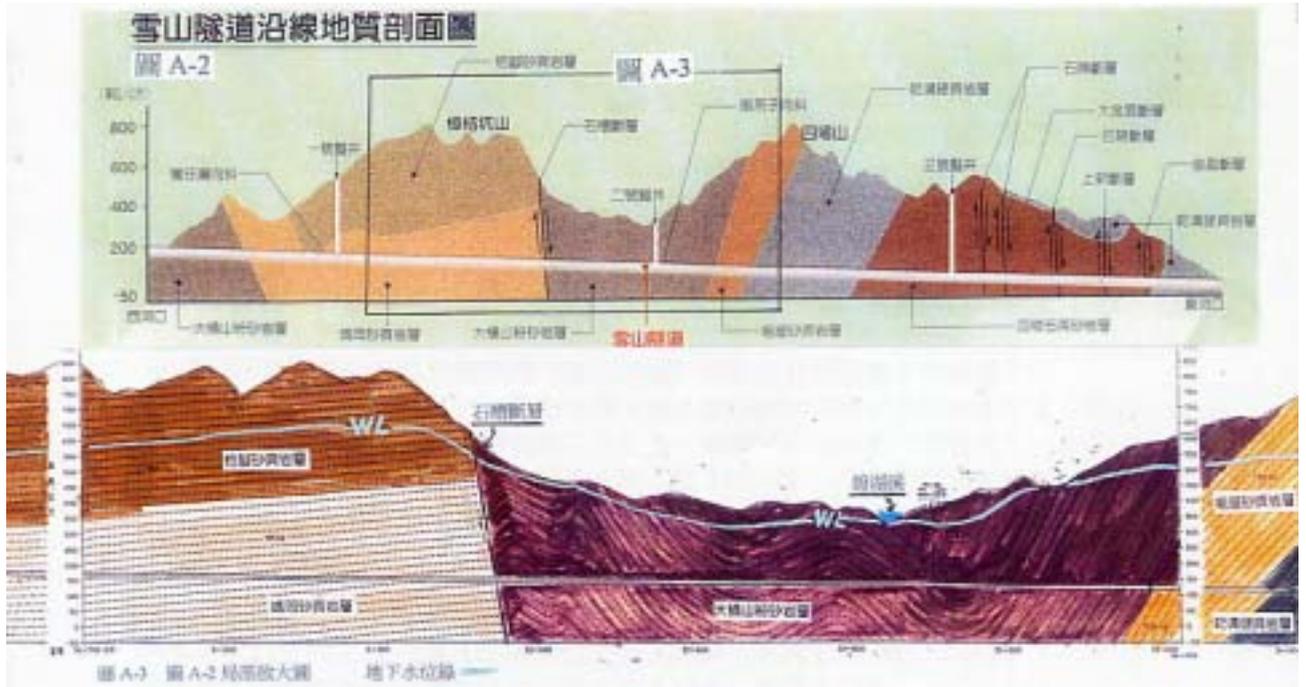
根據圖 A-1 圖 A-2 圖 A-3 圖 A-4 對照，四堵溪、碧湖溪與北宜快速道路的地質主要為大桶山粉砂岩(Tt)、乾溝層硬頁岩(Kk)和四稜砂岩(S1)此三種岩體的岩性如下↓

|           | 含水量     | 孔隙比 e       | 吸水力 Abs%  | 平均水力傳導係數                                      |
|-----------|---------|-------------|-----------|---|
| 大桶山粉砂(Tt) | 1.2~1.7 | 0.030~0.041 | 2.00~2.90 | $1.0 \times 10^{-11} \sim 1.4 \times 10^{-5}$ |
| 乾溝層硬頁(Kk) | —       | 0.010~0.040 | —         | $1.0 \times 10^{-13} \sim 2.0 \times 10^{-9}$ |
| 四稜砂岩(SI)  | 0.6~3.7 | 0.010~0.112 | 1.10~6.17 | $3.0 \times 10^{-12} \sim 6.0 \times 10^{-8}$ |

註 A-08 註 A-09

水力傳導係數小於  $10^{-9}$  m/sec 可視為低透水物質

乾溝層硬頁(Kk) 可以當做不透水層，所以少人研究資料從缺註 A-06



- 五、**碧湖溪**位於碧湖向斜，表層為大桶山粉砂岩(Tt) 透水性相當好，又臨石槽斷層，破碎帶岩體具有相當良好的透水性。地下水位下降是自然現象！(根據圖 A-3)
- 六、**四堵溪**位於鶯仔嶺背斜，又臨磨碧潭山斷層。屬於乾溝層(Kk)硬頁岩地質透水性差，地下水位受北宜快速道路影響應較碧湖溪自然小很多。(根據圖 A-1)

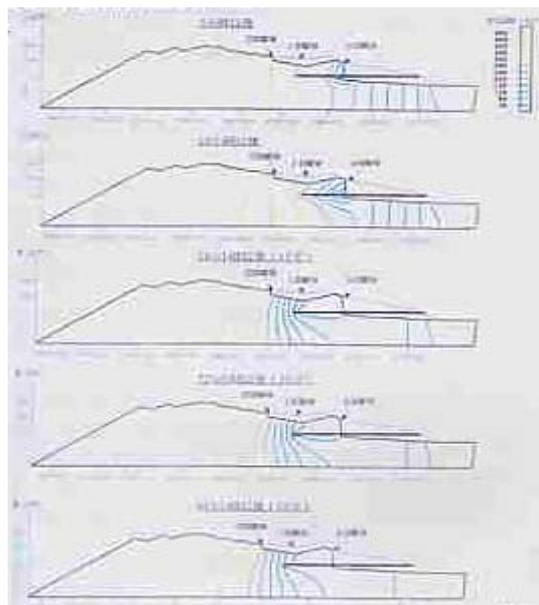


圖 A-4 碧湖溪與大桶山粉砂岩、乾溝層硬頁岩之關係

## 實驗二：

一、本實驗收集 88 89 90 年及 91 年日降雨量年表～含坪林、碧湖、九芎根、十三股的雨量資料，但由於溪流的流量只收集到北勢溪坪林站的流量，所以最後只以坪林為主。-----雖然由實驗一得知碧湖溪影響嚴重，但是翡翠水庫管理局說：碧湖溪是條小溪，所以不測流量。

二、判讀梅雨資料是由氣象局提供的“梅雨定義”再配合日降雨量年表推測。

三、畫折線圖、長條圖在紙上——降雨量與水庫水位比例關係經多次討論才定案：原本以為自訂單位就可以，後來訪問翡翠電廠丁先生後，便有“有效雨量”的概念，於是我們決定好好訂定單位關係。並將降雨量 0 訂在水庫水位 170m 處。再試各種雨量與水位的關係比：

1. 首先用水庫蓄水面積：集水區面積 = 1：27

2. 再分別用各地雨量算降雨和水位的關係

坪林 1：14.5、碧湖 1：13.5，九芎根、十三股 1：20 取中間數 1：17

3. 再取一段降雨稍多(不可大量 ex 颱風)，再算雨量：

坪林 89.8.17—89.8.26 雨量 416 mm 水位上升 3.37m 比例 **1：8.08**

碧湖 89.8.17—89.8.26 雨量 335 mm 水位上升 3.37m 比例 **1：10**

九芎根 89.8.17—89.8.26 雨量 305.5 mm 水位上升 3.37m 比例 **1：11.03**

十三股 89.8.17—89.8.26 雨量 210.5 mm 水位上升 3.37m 比例 **1：16**

平均 **1：11**

4. 經過多次實際畫圖比較並討論決定取 1：15 因為較可感覺“有效雨量”而且雨量既然用坪林，比例應該用坪林的比例 1：14.5〈近似值 1：15〉

四、最後降雨和水位有交集但是不多，於是解釋：在大雨還沒有來之前，翡翠水庫已經先一步放水了，所以大雨來之後，水庫水位便不會超過 170m 上限，因此看不出“有效雨量”  
“-----這也算收穫！”

五、又想到用(總雨量 — 洩洪量)，於是向翡翠水庫發公文要洩洪量。-----截稿前未收到數據，尚無法判讀。

六、另外將北勢溪流量跟雨量比較，可見大雨後雨水會在幾天後匯聚到主溪，再流入翡翠水庫，由此可見水土保持的重要～有好的水土保持，才有細水長流可以源源不絕的用。

## 陸、結論

翡翠水庫為台北區自來水第四期建設計畫中之水源工程，以供應大台北地區自來水為目標，供水區域包括台北市及台北縣三重、新店、永和、中和、淡水、三芝地區，可滿足民國 119 年自來水供應所需水源之要求，附設七萬瓩發電廠—這是“計畫標的” 註 A-01

所以當 91 年夏，游泳池限水、洗車限水，甚至於連煮飯、洗衣的民生用水也輪流限水時，如此嚴重水荒，讓人心惶惶，媒體也順勢起舞。在眾說紛紜之際，我們將這個問題理出兩大方向(1) 天災—雨量(2) 人禍—再分發電、管線漏水、淤泥堆積、北宜快速道路開發。以下分別探討：

## ✧ 先談人禍—有關發電問題

翡翠電廠每日發電量（放水量）＝自來水供應所需水量－南勢溪的水量

所以發電並不會浪費水源，因為發電放水只是附帶的，而放多少水下去是由下游直潭壩通知後，配合南勢溪的水量，並不會浪費水。～～因此，媒體說“發電管制不當造成水荒”，根本是“外行批評內行”

## ✧ 人禍—管線漏水的問題

雖然各地鬧水荒，政府只提到水庫興建，卻未正視由於自來水管線老舊，全台每天漏水約 197 萬噸，等於六座翡翠水庫單日供水量的水費每年約 50 億元。依台灣省自來水公司估計目前漏水率（當年管線漏水量占當年總配水量比率）高達 24.6%，也就是有四分之一的水白白流失；台灣漏水率明顯高於美國 14.5%、日本 7.1%，若不從根本解決漏水的問題，台灣缺水的噩夢將永遠揮之不去。漏水問題在於輸水管線汰換率過低，台灣省輸水管線汰換率為 0.99%，換言之，管線一百年才能換一次，如此漏水率焉能不高？美、日大約 30 年之內會把管線重新汰換一次，也正是如此投資，才使得水資源的無謂耗損能降至最低。先前游院長曾答應五至十年內完成全台管線檢漏，但從自來水公司檢漏實際作業來看，光是對單一鄉鎮市查漏就得三個星期，若要對全國 309 鄉鎮市全面查漏，加上來回檢測、修復，光由一家廠商來做，至少得做 20 年。經過我們討論的結果，我們認為：是不是可以先不要重新淘汰舊的水管，而是在每一階段水管分枝的地方，放一個偵測器(ex 以一棟大樓、一鄰為單位)，一段一段算出有無漏水，假如說放出去的水和原來的水量不符，就可以查得出來。但是實際上全部換修水管還是比放好多個偵測器有效，因為放一個偵測器的話，包括維修、管理就耗費太多的錢，費用一定比全部淘汰換新的高，所以我們討論的結果是，還是全部淘汰換新的比較好。這是理想～話又說回來，自來水管線老舊，是陳年舊事，不應該是 91 年夏嚴重水荒的主因。註 C-05 註 C-07

## ✧ 人禍—淤泥堆積的問題

也不應該是 91 年夏嚴重水荒的主因。為增加水庫蓄水量，行政院經建會委員會議通過經濟部所提「水庫淤積緊急浚渫計畫」，挖除水庫泥砂淤積由原計畫的一百三十萬立方公尺，再增加四十八萬立方公尺，並決定增加一億一千多萬元經費支應；包括石門、翡翠、白河等多座水庫都將除淤。經建會委員會 91 年 5 月 20 日委員會通過水庫浚渫量修正計畫案，增加四十八萬立方公尺除淤量，其中翡翠、白河、明德水庫等增加除淤三十六萬立方公尺，運用陸上機開挖方式除淤。經建會副主委何美玥表示，修正案增加除淤量，需增加經費一點一一億元，台北翡翠水庫管理局自籌五百萬元，再由「水庫更新改善及集水區保育計畫」項下支持四千六百萬元。所以說水庫淤積的問題不是很大，政府已經在做除淤積的問題，所以因該沒有關係到旱災缺水的問題。註 C-03

儘管政府已經在做除淤積的問題，如果水土保持做的不好，污泥當然會沖刷進入水庫，翡翠水庫興建時預估進入之污泥容許量為每年一、一三六、〇〇〇立方公尺，依此計算，供應台北市用水至民國一一九年都沒問題。但是歷年淤泥量平均每年約一〇二萬立方公尺，每年少掉十多萬立方公尺，尤其這三年來又採用蓄清排混，把含泥沙多的水排掉，三年來平均約只有八十九萬立方公尺，可見做好水

土保持有助於減少淤積。目前水庫污泥量佔四%強，由於水庫的水很深，打挖污泥不太容易，且水庫四周陡峭，挖土機亦不易進行施作。翡翠水庫管理局正研擬如何在枯旱時期清理一些淤泥。註 C-04

## ✘ 人禍—北宜快速道路開發的問題

根據實驗一討論推論，北宜快速道路開發不會影響翡翠水庫蓄水，但會影響翡翠水庫水源；其中碧湖溪位於碧湖向斜，表層為大桶山粉砂岩(Tt) 透水性相當好，又臨石槽斷層，破碎帶岩體具有相當良好的透水性。地下水位下降是想當然耳！會影響翡翠水庫水源。

另外以美國加州 San Jacinto 隧道為例：為洛杉磯至科羅拉多河引水道的一部份。但由於 San Jacinto 隧道施工截取了原本流向附近山泉及民井的地下水，引發了附近居民的抗爭。但是由於施工前 20 公里內並未進行有系統的水文地質調查及監測，以致地下水資源損害的調查評估工作及其繁複而且困難，公司纏訟超過 30 年之久。此向經驗促使業者於隧道施工前即著手進行詳細的地下水位、山泉流量調查及長期監測，建立整個區域之基準水文資料，以作為日後隧道施工對水資源影響之依據，並避免日後冗長的訴訟和昂貴且不合理的賠償。註 A-10 從國外的案例為例，我認為政府應在隧道施工前即著手進行詳細的地下水位、山泉流量調查及長期監測，建立整個區域之基準水文資料，以作為日後隧道施工及對水資源影響之依據，並避免因政策錯估，日後遺害子孫，這是有責任的政府該有的做為。

我在實驗過程有找到詳細的隧道施工前地下水位資料，希望隧道施工後長期監測、建立整個區域之基準水文資料的事，我們政府也有做。但是根據我電話請教高公局工程師表示政府並沒有做。

至於實驗過程中電話訪問高工局頭城黃科長時他說：隧道施工出水時他們都有將水放流到附近河川，並沒有浪費水←→這話我認為只對了一小部分，隧道施工大量出水是短期的，它終究會達平衡點，但是長期地下水位下降，使得土地的“蓄水力”降低，造成降雨可用期間變短—這才是大事！

根據我們實際走訪九芎根、永安村、金瓜寮、碧湖的居民，九芎根、永安村、金瓜寮的居民都表示水源充足，甚至於還笑我們說：如果我們都缺水，那你們台北人豈不是都渴死了！可是碧湖的居民就完全兩樣光景---居民王水德先生，他們是從好幾百年前就住在這裡的，而以前從來都沒有缺過水，去年自從挖了挖山隧道後，山泉水便減少，但是還夠吃，然後碧湖溪的水也漸漸減少了，今年的過年到現在則是根本沒有水了，所以他們都沒有辦法喝水，只能靠高工局的水車來運送水源，實在是很可憐，所以這有可能是挖雪山隧道所造成的原因，因為碧湖溪是地下水的出水口，而現在地下水位已經下陷了，所以會有水源已經是很難了。我們有重大的發現，原來碧湖這裡的居民這麼慘，看來水荒的問題是一個接著一個的來了。碧湖的居民缺水已經清楚浮出檯面，翡翠水庫水源流失政府要如何因應~~我們人微言輕只能等著看！

## ✧ 天災—雨量

從**實驗二**得知：

根據**實驗二**、**實驗五**圖表以及下圖，91年2月初水位即明顯低於歷年來平均水位，直到限水必要；其中因素和沒梅雨(梅雨量91年只有221.2mm、88年810.9mm、89年400.1mm、90年226.3mm)、沒午後雷陣雨有直接關聯；另外為什麼在缺水之前降雨量很多，但在短短幾個月後，就面臨了缺水的危機～可能和中天新聞報導“北宜快速道路開發，雪山隧道大量出水，影響翡翠水庫原水”有關(前段人禍已討論)；另一個觀點是『由於水庫的儲存量現在大約是四億立方公尺，是不會改變的，因此一次太多的水進來，也只會排掉，而就算是滿水位，都不下雨時大概也只能撐三個月左右，因為水庫是慢慢儲存的，一次來太多水也沒用，所以平時就要節約用水。颱風來時都會先預測大概進水量多少，才評估要不要先放水，不會浪費水。水是要慢慢流入，才能源源不絕的使用。去年缺水的主要原因是沒梅雨、沒午後雷陣雨、連有點幫助的颱風也沒來，連續9個月的旱季，想不缺水都難。』

雨量數據都是平均後的結果，所以不一定跟實際上相同，因為根據**實驗二顯示**：颱風前為了防洪，需要事先洩洪，因應颱風時洪水氾濫成災。這就是雨量數據不可只看數據。

今年92年，1~3月179.3mm，較91年1~3月261.5mm更低，水荒陰影再現；92.6.6翡翠水庫水位134m水荒再現！

所幸6月9日梅雨鋒面到位，及時紓解水荒，7月底以前不用限水。

而6月10日聯合報B5版水利署質疑：翡翠水庫含水層疑遭破壞。副署長認為與北宜隧道工程有關(與我們實驗內容相同)；國工局反駁湧水為地底3、4百公尺的深層岩盤古地底水，而非淺層地下水和地表水。——誰是誰非！事實只有一個-----

**總結**：91年夏嚴重水荒，管線漏水、淤泥堆積是陳年舊事，不應該是91年夏嚴重水荒的主因。發電並不會浪費水源，所以與發電無關。北宜快速道路開發會影響源水→值得重視～尤其是碧湖溪。91年沒梅雨、沒午後雷陣雨更有直接關聯，加上冬季東北季風水氣太少這是主因。至於今年92年，根據下圖：91年、92年翡翠水庫水位較往年差許多，讓我們不得不懷疑北宜雪山隧道影響真的很大！

## 柒、參考資料

註 A-01 翡翠水庫文宣資料：供水計劃目標年

註 A-02 陳明君 1997 6 月 頭城地區四稜砂岩水文地質及隧道湧水之研究 國立台灣大學地質學研究所碩士論文 P19

註 A-03 內政部營建署 1/50000 等高線圖

註 A-04 林朝宗 2000 12 月 1/50000 臺灣地質圖第九號——新店 經濟部中央地質調查所  
黃鑑水 何信昌 1989 8 月 1/50000 臺灣地質圖第十號——頭城 經濟部中央地質所

註 A-05 蘇敏 趙元彬 勇哉築路人—特別報導 大地地理雜誌 交通部台灣區國道新建工程局

- 註 A-06 Mary P. and Erson William W. Woessner 著 葉一隆 高華聲 莊啓弘譯 應用地下水  
模式—水流與移流傳輸模擬 五南圖書 P17
- 註 A-07 陳明君 1997 6 月 頭城地區四稜砂岩水文地質及隧道湧水之研究 國立台灣大學  
地質學研究所碩士論文 P19 P23 P31 P39 PP
- 註 A-08 財團法人中興工程顧問社 83 3 月 國道北宜高速公路工程基本設計階段—坪  
林~頭城段地質調查工作 大地力學試驗與評估報告 交通部臺灣國道新建工程局  
P102
- 註 A-09 陳明君 1997 6 月 頭城地區四稜砂岩水文地質及隧道湧水之研究 國立台灣大學  
地質學研究所碩士論文 P16
- 註 A-10 陳明君 1997 6 月 頭城地區四稜砂岩水文地質及隧道湧水之研究 國立台灣大學  
地質學研究所碩士論文 P4~5
- 註 B-01 交通部中央氣象局 89 90 91 年 6 月 30 日 中華民國 88 89 90 年氣候資料年報 第  
一部份—地面資料—台北地區雨量 88 89 90 年表 經濟部水利署 P.6
- 註 B-02 91 90 89 年 5 月 日雨量年表—坪林、碧湖、福山日雨量 經濟部水利署 P.5 P.6 P.7
- 註 B-03 陳明君 1997 6 月 頭城地區四稜砂岩水文地質及隧道湧水之研究 國立台灣大學地質  
學研究所碩士論文 p.11 雨量圖
- 註 B-04 91 90 89 年 5 月 日雨量年表 88 89 90 年—大桶山、火燒寮、五峰日雨量 經濟部  
水利署 P.8 P.11 P.16
- 註 B-05 88 89 90 91 年颱風過境資料 <http://www.cwb.gov.tw/v4/index.htm>
- 註 B-06 中央氣象局資訊服務網站  
<http://www.cwb.gov.tw/V4/climate/daily-rain/Data/4669202001.htm>
- 註 B-07 中央氣象局文宣資料：梅雨
- 註 B-09 理化第一冊教師手冊序論 P.11 質量與面積的測量 1\_1 水三態循環 P.23
- 註 B-10 九芎根，十三股 水位，坪林日流量 88 89 90 年的資料(翡翠水庫)
- 註 C-01 大坪林圳和瑠公圳的歷史從清朝到民國的歷史。<http://www.hsintien.tpc.gov.tw/> 新店  
市公所網站
- 註 C-02 南勢溪與北勢溪  
[http://freebsd.shdes.tpc.edu.tw/~228/%B7s%A9%B1%A5%AB%BBx/mother\\_2.html](http://freebsd.shdes.tpc.edu.tw/~228/%B7s%A9%B1%A5%AB%BBx/mother_2.html)
- 註 C-03 紀錦玲 2002-5-20 21:55 水庫淤積問題  
<http://news.yam.com/cna/fn/news/200205/200205202210384.html>
- 註 C-04 2003 年 1 月 30 日 16:27:11 陳先生反映-翡翠水庫底之污泥是否可清除，以增加蓄  
水量？臺北自來水事業處  
<http://ctrl.look.taipei.gov.tw/cgi-bin/bbs/post.cgi/broadcast/585>
- 註 C-05 黃福其 中華民國九十一年 4 月 24 日 星期四 立委批自來水管線漏水嚴重造成  
浪費聯合晚報
- 註 C-06 呂淑娟 92.2.6 第七版縱橫台灣歷史 100 年-台灣現代化奠基者，後藤新平。中央社台

灣立報

註 C-07 旱象也是人禍

<http://forums.chinatimes.com.tw/report/buddha/drought/htm/910301T2.htm>

註 C-08 News：馬英九:採高差落下發電水沒跑掉。李登輝:缺水要怪北市府發電放水

[http://www.ttn.com/cna/020518/p06\\_b.html](http://www.ttn.com/cna/020518/p06_b.html)

註 C-09 記者沈明川 翡翠水庫有無超放 台電：不清楚 2002/05/21 聯合晚報

<http://be1.udnnews.com/2002/5/21/NEWS/TODAYNEWS/IMPORTANT3/830681.shtml>

## 評語

本作品探討 91 年夏季台北發生水災之可能原因，作者共三人，收集了翡翠水庫及北宜快速造路之地質剖面及翡翠水庫集水區之雨量設計，作者推論北宜快速造路雪山隧道大量出水可能影響地下水位進一步影響翡翠水庫之蓄水量，本作品是團隊精神與實用價值推論合理資料豐富為國中組第一名並為最佳團體合作獎