

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 地球科學科

佳作

080501

從林邊溪地下伏流看二峰圳的神奇

學校名稱：高雄市新興區信義國民小學

作者： 小六 李禹璋 小六 吳冠甫 小六 蔡易軒 小六 盧立揚	指導老師： 謝惠聰
---	--------------

關鍵詞：林邊溪、二峰圳

## 摘要

二峰圳當初在日本時代，由日本工程師鳥居信平先生，爲了台糖灌溉需要所建造的工程。林邊溪來義段到處是粗碎頁岩礫石地質，容易滲水成伏流，又有坡度，所以適合建地下水庫。二峰圳分成梯形堰堤廊道、拱形隧道與半圓形集水暗渠隧道、方形進水塔、導水系統。運用地勢高低落差原理來作導水，一點都不必用到電力。今年二峰圳在十月份出水量每秒約 7.8 立方公尺的潔淨水，最乾旱的二、三月還可出水每秒約 1.3 立方公尺，如果在雨季出水量肯定會更多。高屏各溪流地質都很類似：砂、礫、硬頁岩、板岩等等。進入山區，每條河川的水量土質坡度，條件幾乎都比二峰圳段優越，如不建水庫，可考慮多建幾座二峰圳，來解決大高雄與屏東縣飲水問題。

# 從林邊溪地下伏流看二峰圳的神奇

## 壹、研究動機

國語日報於 99 年 10 月 8 日刊載：「有一座地下水庫 88 年來沒有停止運轉過，就在屏東縣來義鄉林邊溪畔。日本農業土木專家鳥居信平花兩年時間，建地下集水廊道收集地下伏流水，供當地飲用與灌溉，稱為『二峰圳』，至今每年產出水仍超過七千萬噸。它利用林邊溪的伏流水資源，與一般大水壩有所不同，而且對河流生態、原貌都能保持完整。這樣的設計是不是很神奇」。

我們特地前往二峰圳觀察：林邊溪來義段旁，矗立一座小小進水塔，沒有高聳堤防、沒有電源、沒有馬達，問當地耆老，才知二峰圳目前還埋在溪床底，只聽到進水塔內的流水聲。純淨水從山另一頭的隧道隆隆流出。是什麼原理讓林邊溪的伏流水從二峰圳源源流出？是地質？是地勢？是巧妙設計？如果這麼神奇，那高屏地區年年缺水，又不建美濃水庫，不挖吉洋人工湖，是否可找高屏一帶河川？可建造類似二峰圳模式，來解決高屏缺水問題。我們決定一起來研究。

## 貳、研究目的

- 一、瞭解為什麼會建造二峰圳？
- 二、研究二峰圳為什麼會建在林邊溪來義段？
- 三、研究地下伏流產生的條件？
- 四、研究二峰圳有甚麼特殊構造來利用地下伏流？
- 五、研究高屏一帶哪些河川，可建造類似二峰圳來解決飲水問題？

## 參、研究器材

測高度器、高屏地圖、保利龍箱、鏟子、水桶、寶特瓶、量角器、捲尺、水平儀、指北針、機車碼表、碼表、簡易測濁杯

## 肆、研究過程

- 一、為什麼會建造二峰圳？

研究方法：

- 1. 上網找林邊溪流域、查書、查地圖。訪談當地耆老與居民。
- 2. 從林邊溪出海口沿溪而上調查林邊溪流域至南大武山下與二峰圳的位置。



(一) 先瞭解林邊河流域：



結果：

林邊溪：流經屏東縣的林邊鄉，新埤鄉，佳冬鄉，泰武鄉，來義鄉。

河流長度：41.3 公里。流域面積：336.3 平方公里

發源地：海拔 2841 公尺的南大武山西南麓。出海口：林邊鄉、佳冬鄉界

支流：朋地溪（瓦魯斯溪）、來社溪、尖刀尾溪、力里溪。

(二) 再瞭解二峰圳位置：



結果：

二峰圳位於屏東縣來義鄉，在林邊溪上游，朋地溪與來社溪交接處，北邊是泰武鄉，南邊是春日鄉，往西行可達屏東縣潮州鎮。也就是來義鄉古樓部落，再繼續往東行到來義大橋前，往左轉上切林邊溪左岸道路不遠處，往溪旁看就可看到橫

互在溪流兩側的二峰圳集水廊道（進水塔）。



### (三) 二峰圳由來：

訪問當地耆老游江濱先生與來義國小工友先生

#### 1. 游江濱先生說：

它要解決雨季的洪水氾濫問題

林邊溪發源自群山巒翠的大武山系，夏天多雨的季節，自山區挾帶著大量的砂石往平原移動，出了山谷之後，大批的礫石堆積在山麓前端形成像扇子般的形狀，此為林邊溪沖積扇。林邊溪有豐富的水源，所以要在此開墾，最直接的水源就是引用林邊溪的溪水，但是正所謂「春冬苦旱，夏秋苦潦」。降雨的極度不平均，使得冬春季節的耕作嚴重缺水，夏秋季節的耕作洪水氾濫，對農民來說真是苦不堪言。日據時代（西元 1912 年），日本臺灣總督府為了解決洪水氾濫問題，因而在平原地最上部建造大石堤工程，為地下堰工程的開端。

它要解決旱季的嚴重缺水問題

林邊溪冬季乾燥，這個季節的耕作是嚴重缺水的，早期利用林邊溪兩岸的土地種植甘藷、陸稻及豆類等旱作，但由於缺乏灌溉，產量極少。1912 年日本治台時，當時國際糖價價錢高、利潤高，在「農業台灣，工業日本」的政策下，日本殖民政府打算大面積種植稻米及甘蔗，而種植這兩種作物需要大量的水來灌溉，雖然當時的林邊溪的地下水豐富，但是地表的粗礫砂石無法涵養水，地面水文極不穩定，雨季常氾濫成災，旱季又滴水不流，致使農業灌溉困難，當枯水期時，河床上沒有水可供灌溉，如何能有農業耕作？於是在日籍郡守引介，六十多名原住民頭目與糖廠方面接觸，答應出勞力完成水利灌溉工程。此灌溉工事以台糖前任社長山本悌二郎的雅號，命名為「二峰圳」。

二峰圳在林邊溪河床的河道下約十公尺的地下建造堰堤，截取並收集林邊溪上游的伏流水，再由導引水路，利用其水源地與灌溉地的標高差異，因「水性就下」的特性，不用任何人工動力，用高低落差把水引到農場，解決了二千甲台糖蔗田的灌溉。此項工事至今已八十幾年了，每天除了能夠供應十萬噸的水，還能照顧到河川的生態環境，這是日本時代在屏東平原水資源利用的成功案例，而完成這個重要水利工程的工程師就是「鳥居信平」。



2.來義國小工友杜先生回憶說：

從我小時候至幾年前，二峰圳的溪底堤防都可看見，夏天溪水量大，溢過堤防，像是一道寬肩瀑布，非常壯觀。冬天溪水量少，常常兩三個月，河床雖見不到一滴水，但二峰圳還是大量出水。最近幾年，大量土石覆蓋住二峰圳，尤其以 88 水災掩蓋最徹底，目前只有岸邊的進水塔可看見。對了！二峰圳的另一端還有一個進水塔，就在山壁的擋土牆上，地底下兩端庫房間的堤岸通道，人還可以通行。所以二峰圳雖被土石覆蓋，但並沒有損害它的功能，部落人現在還是取水灌溉與飲用。目前正在整修林邊溪河床，二峰圳被掩埋很深，工作人員以一株枯樹豎立在堤堰牆的中心段，提醒挖土機勿亂挖掘。



發現：

- 1.二峰圳當初在日本時代，由日本工程師鳥居信平先生，爲了台糖灌溉需要所建造的工程。
- 2.二峰圳經過 80 幾年還在出水給當地居民使用。
- 3.88 水災雖被掩埋，卻沒有損害。

## 二、二峰圳為什麼會建在林邊溪來義段？

小討論：林邊溪從上游至下游支流不多，照理講各河段水流量應差不多，二峰圳建在林邊溪來義段是否與地質和地勢高低有關。

### (一) 地質

研究方法：



1. 觀察林邊溪各橋段距離與橋下水流量、土質、其他地質的依據。
2. 水流量：以尺測量水深；在約 10 公尺長的水道，木條所流過時間；河床上水道的寬度。
3. 從林邊溪出海口沿溪而上調查至二峰圳再往上游來社溪大峽谷段與朋地溪泰武彎谷的兩溪匯聚點、二峰圳兩岸等的地質。







結果：

進行時間：99年12月12日~99年12月19日

區段名稱	林邊溪出海口	地質（土質）
圖片		
說明	淤沙嚴重，水深 80cm、流過時間 145 秒和河水寬 200 公尺，有漲退潮，水是鹹的。	河口幾乎是泥灘，成分是泥與細沙，質地厚實。

區段名稱	林邊大橋段	地質（土質）
圖片		
說明	距河口約 2 公里，水深 87cm、流過時間 85 秒和河水寬 50 公尺，有漲退潮，水鹹。（橋右照相）	與出河口一樣幾乎是泥灘，成分是泥與細沙，質地厚實。（橋左）

區段名稱	新埤大橋段	地質（土質）
圖片		
說明	距林邊大橋約 4 公里，水深 1.2m、流過時間 55 秒和河水有兩道共寬約 35 公尺，沒有漲退潮，水是稍淡的。（橋右）	河灘均勻佈滿鵝卵石、小石子、泥與細沙，質地厚實。（橋左）

區段名稱	箕湖大橋段	地質（土質）
圖片		
說明	距新埤大橋約 5 公里，水深 1.1m、流過時間 58 秒和河水有兩道共寬約 30 公尺，水道彎蜒。（橋右）	河灘與新埤大橋段差不多，都佈滿鵝卵石、小石子、泥與細沙，質地稍鬆散。（橋左）



區段名稱	餉潭大橋段	地質（土質）
圖片		
說明	距箕湖大橋段約 4 公里，水深 60cm、流過時間 40 秒和河水兩道共寬約 30 公尺，水道彎蜒。	河灘佈滿較大較多的礫石、鵝卵石、小石子，質地鬆散。（橋左）

區段名稱	來義大橋段（丹林）	地質（土質）
圖片		
說明	距餉潭大橋段約 6 公里，水深 40cm、流過時間 40 秒和河寬 25 公尺，水道彎蜒。（橋右）	河灘佈滿較大較多有稜角的礫石、小石子，質地鬆散。（橋左）

區段名稱	二峰圳段	地質（土質）
圖片		
說明	距來義大橋段約 200 公尺，橋下水流量比來義丹林大橋段小，水道剩一條水深 40cm、流過時間 35 秒和河寬 20 公尺。	河灘佈滿較大較多有稜角的、板岩碎塊、礫石、小石子，質地非常鬆散容易挖掘。

區段名稱	二峰圳左側山地質	二峰圳右側山地質
圖片		
說明	左側山坡是破碎板岩礫石層，88水災時大量的土石崩塌把進入來義道路掩埋，至今還未搶通，河床也因此堆積大量石材。	右側山坡是較堅硬的變質板岩，88水災時沒有受到破壞，二峰圳得以繼續運作。

區段名稱	朋地溪	來社溪
圖片		
說明	大量的土石把河床掩埋，河床堆積大量礫石、碎硬頁岩。還有一條深 1.2 公尺寬 10 公尺流速 100 秒河水匯入林邊溪。	88 水災河床堆積大量礫石、碎硬頁岩、小石子。還有一條深 0.8 公尺寬 8 公尺河水匯入林邊溪。

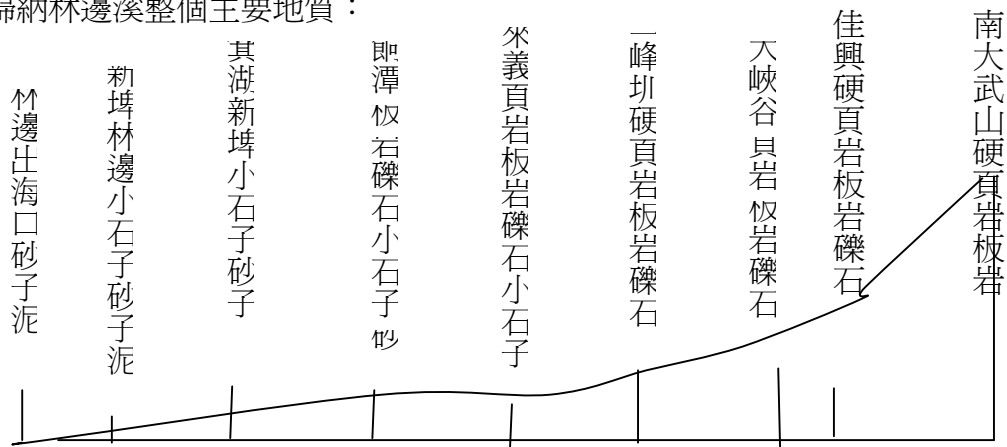
發現：

1. 從林邊溪出海口至林邊橋是以泥土與細砂為主，滲入土中水可能較少，所以河道寬水流量大。
2. 林邊橋至新埤橋再至箕湖橋，河灘漸佈滿鵝卵石、小石子、砂子滲入土中水可能稍多；地表水流量稍減。
3. 箕湖橋至餉潭橋的鵝卵石、小石子越來越大也越多滲入土中水可能較多；地表水流量再減。
4. 餉潭橋至來義橋（丹林）再至二峰圳的河床都是板岩、鵝卵石、小石子滲入土中水可能較多，水流量較少。
5. 二峰圳往上游來社溪大峽谷段與朋地溪佳興谷段，整個河床石材堆積大量硬板

頁岩；水流量最少，可能已滲入地下。所以這兩段是最可能形成地下伏流地段。

6.二峰圳左側地質是破碎板岩礫石層，右側地質是堅硬的變質板岩。

7.歸納林邊溪整個主要地質：



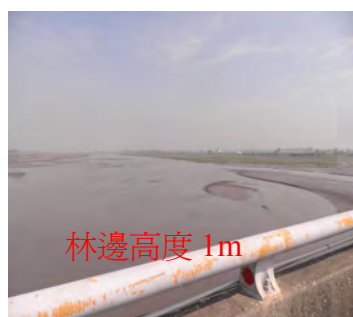
小討論：林邊溪各區段樣的地形、地勢也應該考慮建圳的條件。

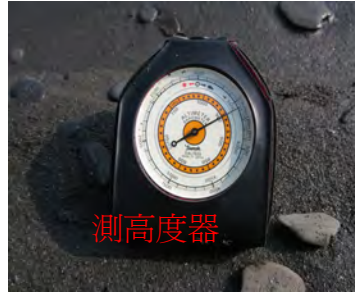
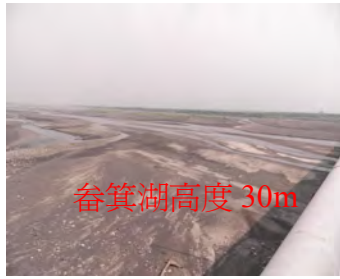
(二) 地勢

研究方法：

- 1.從林邊溪出海口沿溪而上，調查至二峰圳再往上游來社溪大峽谷段與朋地溪佳興彎谷段止，並以網路搜尋各區段高度做為輔助。
- 2.觀察各區段的地形，以測高度器測實際高度、方位水平儀（自製）測地勢。

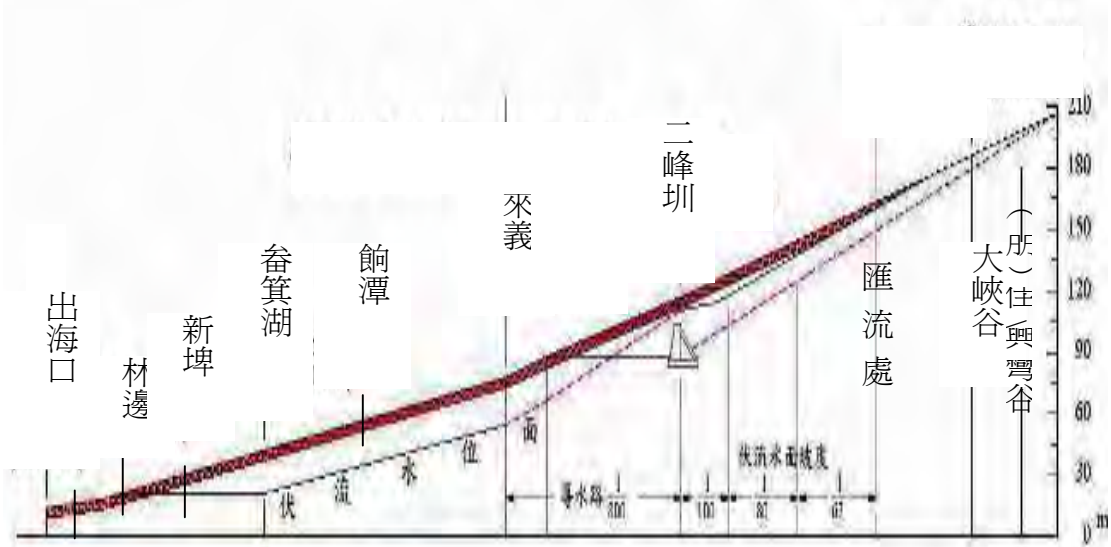
進行時間：99年12月26日~100年1月2日





結果：

區段	出海 口	林邊	新埤	畚箕 湖	餉潭	來義	二峰 圳	匯流 處	大峽 谷	佳興彎 谷
網路搜 尋高度	0 公 尺	1 公 尺	15 公 尺	30 公 尺	35 公 尺	60 公 尺	110 公尺	170 公 尺	230 公 尺	250 公 尺
量高度 器	不能 測	不能 測	不能 測	35 公 尺	40 公 尺	70 公 尺	120 公尺	180 公 尺	240 公 尺	260 公 尺
地形	水陸 交接	平原	平原	平原	沖積 扇	沖積 扇	山丘 與凹 谷	山丘 與凹 谷	山丘 與凹 谷	山丘與 凹谷
地勢	東北 高西 南低	東北 高西 南低	東北 高西 南低	東高 西低	東高 西低	東高 西低	北高 南低	北高 南低	東高 西低	東高西 低



發現：

- 1.林邊溪發源於東北的山區，流向西南的林邊，所以地勢是東北高西南低。
- 2.林邊溪出來義大橋後進入平原，河道變寬形成三角形的沖積扇，成屏東平原的一部分，地勢高度漸低，梯度至林邊溪出海口 0m 止。
- 3.二峰圳在兩山間的凹谷處，地勢高約在 120m，山下的灌溉引水道地勢高約在 60m 處。
- 4.從匯流處至來義坡度約六十分之一至百分之一。
- 5.林邊溪來義段二峰圳水流量其實是很大，到處是粗碎頁岩礫石的地質，容易滲水成伏流，又有坡度，所以適合建地下水庫，二峰圳就建在這裡。

坡度算法：以坡面上兩點之垂直高差除以其水平面距離乘以其百分率表示，為百分比坡度。

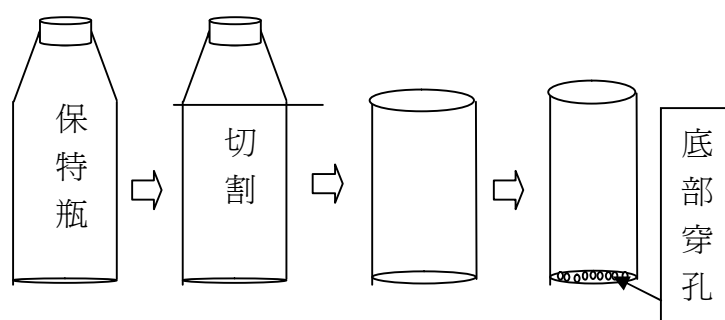
### 三、地下伏流產生的條件？

小討論：地下伏流條件一應與土質滲水性有關，所以我們先研究土質的滲水性。

#### (一) 各區段土質層滲透性

研究方法：

- 1.取差異性較大的區段土質層來實驗：出海口泥砂土、林邊橋下細砂、箕湖橋下砂石、二峰圳砂石、匯流處砂石。
- 2.取保特瓶 5 個截去上部，底部刺 30 個小洞，(洞直徑 2mm)。
- 3.各裝入 12cm 高的土，倒入 300cc 水，觀察哪一種土質最先滲完。



結果：

各區段 土質別	出海口 泥砂土	林邊橋 下細砂	箕湖橋 下砂石	二峰圳 砂石	匯流處 砂石
滲完時 間	145 秒	110 秒	44 秒	9 秒	8 秒

發現：

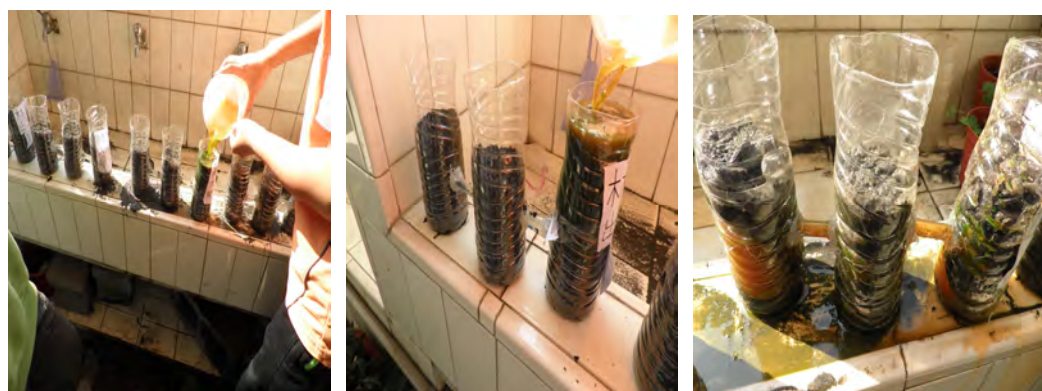
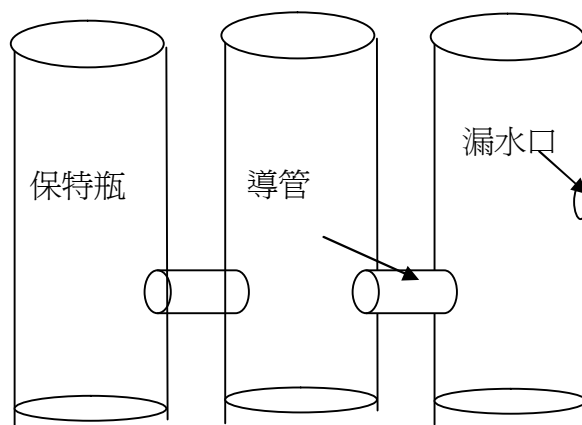
- 1.二峰圳與匯流處滲水非常迅速，一下子就流完了，這應該是它的砂石顆粒較粗大的關係，所以土石顆粒較粗應該是條件之一。
- 2.箕湖橋滲水次之。出海口泥砂土與林邊橋滲水較不容易，故最慢。

小討論：條件二地下伏流水應該會流動，在林邊溪流域地底下土質層水會流動。

## (二) 伏流實驗

研究方法：

- 1.取出海口泥砂土、林邊橋下細砂、箕湖橋下砂石、二峰圳砂石、匯流處砂石。
- 2.保特瓶設計如下圖示。
- 3.各裝入 12cm 高的土質，倒入 300cc 紅色水，觀察哪一種土質最先滲出與紅色水流程情形。



結果：

土質別	出海口 泥砂土	林邊橋 下細砂	箕湖橋 下砂石	二峰圳 砂石	匯流處 砂石
最先滲 出時間	506 秒	411 秒	225 秒	25 秒	17 秒
紅色水 流程情 形	紅色水 夾帶大 量泥沙 慢慢流 過連通 管	紅色水 夾帶大 量細沙 慢慢流 過連通 管	紅色水 夾帶少 量細沙 慢慢流 過連通 管	紅色水 變淡快 速流過 連通管	紅色水 變淡快 速流過 連通管

發現：

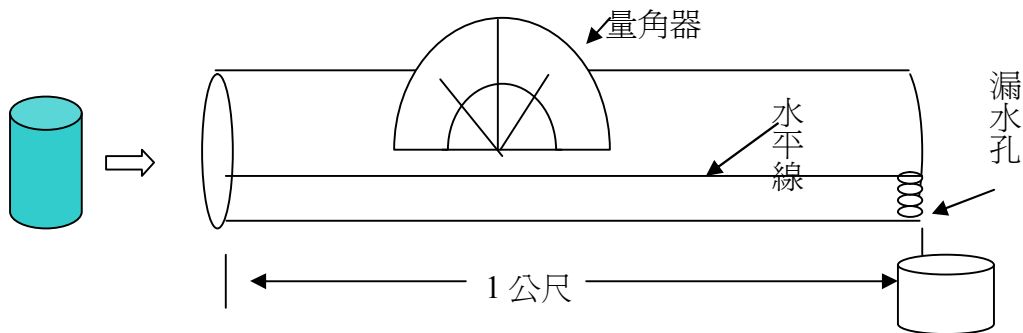
- 1.二峰圳與匯流處橫向滲水非常迅速，一下子就流向第三瓶，甚至流出洞口。這也是它的砂石顆粒較粗大的關係。
- 2.箕湖橋砂石次之。出海口泥砂土與林邊橋下細砂泥滲水較不容易，故最慢。

小討論：條件三，地下伏流水應該有坡度，照地勢觀察發現，二峰圳位置不是水平流水，而是有坡度的，是否有坡度更加速伏流水聚集？

### (三) 伏流坡度實驗

研究方法：

- 1.取黏接約 1 公尺的保特瓶成長條形，裝入二峰圳砂石土質，。
- 2.保特瓶與量角器成 0 度、10 度、20 度、30 度、40 度等的斜度，倒入 3 公升水，觀察哪一種角度最先滲完。
- 3.保特瓶設計如下圖示。



結果：

坡度	0度	10度	20度	30度	40度
滲完時間	113秒	89秒	66秒	50秒	40秒

發現：

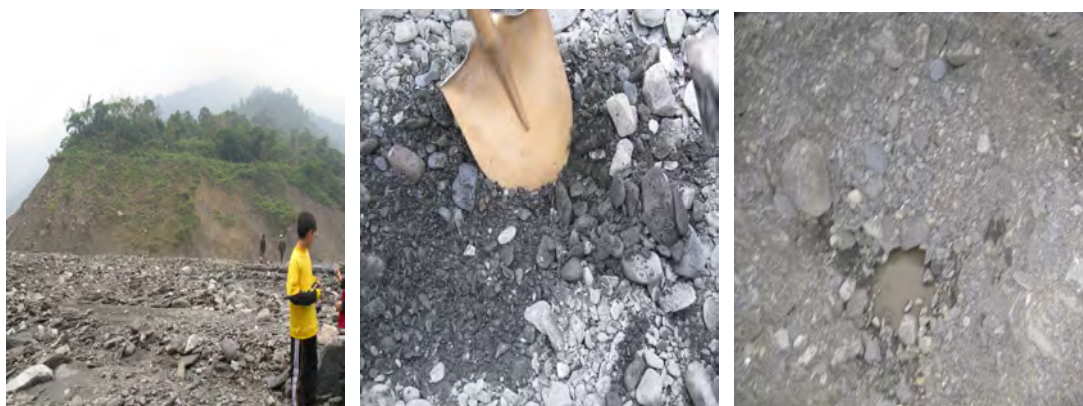
1.斜度越陡則水的流速越快。

小討論：林邊溪『地下伏流』是否充沛，挖掘林邊溪的二峰圳段下的乾涸灘地，看看是否有地下水，就可知道。

#### (四) 地下水

研究方法：

挖掘二峰圳附近上游與下游同高度的溪床，各挖3個凹窟，觀察是否有伏流水，並測伏流水距地面高度。(100年1月23日)



結果：

上游凹窟	凹窟 1	凹窟 2	凹窟 3
與二峰圳距離	5 公尺	50 公尺	100 公尺
水距地面高度	0.8 公尺	1.1 公尺	1.4 公尺
下游凹窟	凹窟 1	凹窟 2	凹窟 3
與二峰圳距離	5 公尺	50 公尺	100 公尺
水距地面高度	1.8 公尺	1.9 公尺	1.9 公尺

發現：

- 1.上游凹窟離二峰圳越近水位越高，這應該是二峰圳有蓄水的關係；離二峰圳越遠水位越低，應該是河床斜度有關。
- 2.可能是下游河床較平坦，不同距離凹窟水位都差不多。

#### 四、二峰圳有甚麼特殊構造來利用地下伏流？

質疑：二峰圳八十幾年前運作至今，不用電力、不用抽水機、沒有水庫攔水壩出水量依然可觀，到底有甚麼特殊構造，運用甚麼原理，水自動流出，而且清澈？

研究方法：

- 1.上網找林邊溪流域、查書、查地圖、訪問當地耆老與居民。

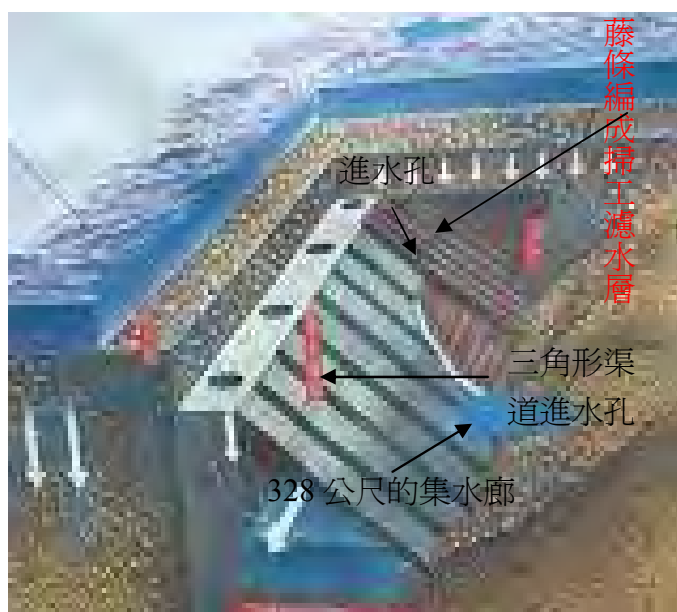


2. 實際觀察二峰圳結構與利用地下伏流水原理。
3. 測量二峰圳進水塔至導水遂道出水口之間的落差高度。
4. 製作二峰圳的簡單模型，嘗試操作情形。

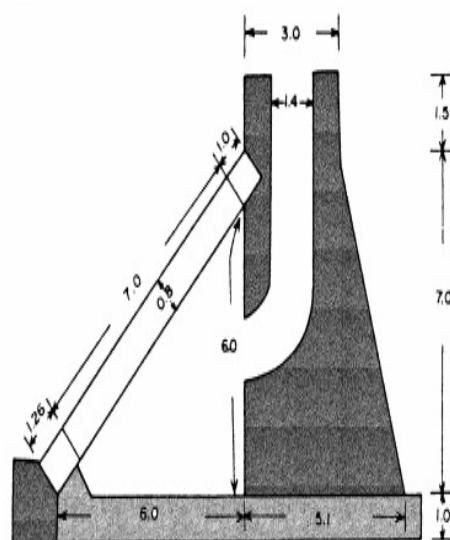
(一) 二峰圳構造研究：

「二峰圳」的主體是橫互在林邊溪來義段，長 328 公尺的集水廊道，梯形堰體有一根根傾斜的水泥柱隔出一方集水空間，地下水就從水泥柱間滲入廊道。河床下的地下水，流入集水廊道中，在廊道的末端流入進水塔。進水塔位於林邊溪右岸的山腳下，塔內寬約 1.8 公尺，深度約 10 公尺，為堰堤之終點。它分四大部分：

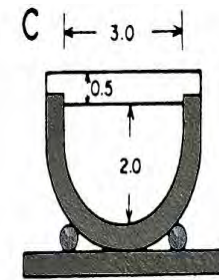
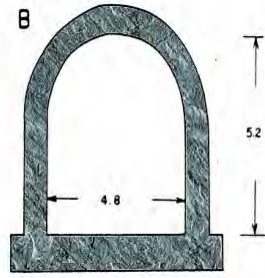
1. 梯形堰堤廊道：是集水廊道的主體，由東向西以 1/100 坡度配置，底部埋設在河床下 3 公尺至 10 公尺不等。堤高 3.2 公尺，頂寬 1 公尺，底寬 3.5 公尺。滲水面外鋪設由藤條編成之掃工，形成濾水層，堤頂開設直徑 0.5 公尺的進水孔，並沿堰堤直壁直入三角形渠道，以增加伏流水之流入量。



集水廊道橫剖面 (單位：尺)



2. 拱形隧道與半圓形集水暗渠隧道：內寬 1.6 公尺高 1.7 公尺，其主要是用來接通梯形堰堤，將伏流水導入進水塔中，水往西塔流。半圓形集水暗渠內寬 0.9 公尺高 0.8 公尺，是輔助集水結構物。



3.方形進水塔：內寬 1.8 公尺高 9.2 公尺，為堰堤之終點，伏流水進水塔後即進入導水系統。



4.導水系統：自梯形堰堤所引入的溪水，經過方形進水塔後，進入山壁的輸水圳道裏，一直到來義村落的天主堂前，才看到清澈的溪水自圳道中流出來，緊接著隨著山旁腹地的大小，圳道一下子露出一下子又躲進陰暗的山洞內，直到更下游的村落；沿途提供村落居民的用水也滋養農田。



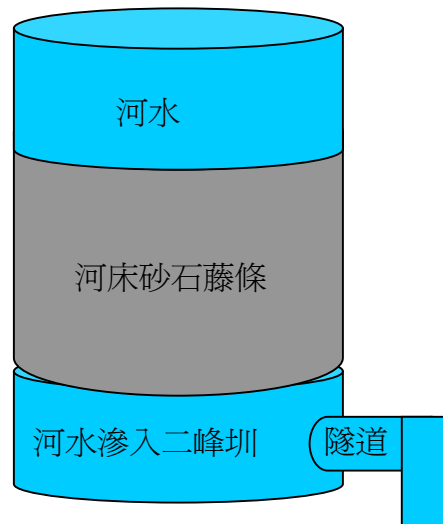
**(二) 二峰圳地勢位置落差：**

我們測量從二峰圳河床水滲入地下，流進堤堰圳內再進水塔，最後至灌溉渠，各段的水位落差。

位置	河床水道	堤堰	進水塔深	隧道出水口	天主堂	廟前灌溉渠
與河床水道高度	0	-3m	-12m	-35m	-40m	-50m
距二峰圳進水塔	5	0	0	700m	2000m	3000m
海拔	120m	117m	105m	80m	75m	70m
與河床水道落差	0	3m	12m	35m	40m	50m

發現：

- 1.特殊構造：像一座濾水器，石子與藤條編成之掃工，形成濾水層，水從上端進入渾厚的石層，猶如進入濾紙，水由底部的導管流出，清澈無比。
- 2.二峰圳運用地勢高低落差原理來作導水，一點都不必用到電力。因沒有控制水流，所以一年四季都是不停的流著。
- 3.二峰圳只有地下的建築物，沒有建水壩，也沒有攔河堰。



### (三) 二峰圳的出水量與潔淨度

研究方法：

- 1.從十月份起，每月的第三星期天觀察出水量與潔淨度。
- 2.計算：取 10 公尺長渠道的寬與水深，測小木塊所流距離。
- 3.觀測渠道底石子，以長尺量深度測潔淨度。



結果：

月份	十月	十一月	十二月	一月	二月
渠道寬	3m	3m	3m	3m	3m
渠道水深	1.3 m	1.1m	0.9m	0.7m	0.51m
流速	5 秒	6 秒	7 秒	9 秒	11 秒
計算每秒	7.8M3	5.5M3	3.9M3	2.3M3	1.3 M3
潔淨度	可見底部石子，水非常清澈	可見底部石子，水非常清澈	可見底部石子，水非常清澈	可見底部石子，水非常清澈	可見底部石子，水非常清澈

發現：

1.2010 至 2011 年二峰圳在十月份出水量每秒約 7.8 立方公尺的潔淨水，最乾旱的二月還可出水每秒約 1.3 立方公尺。如果在雨季肯定會更多。

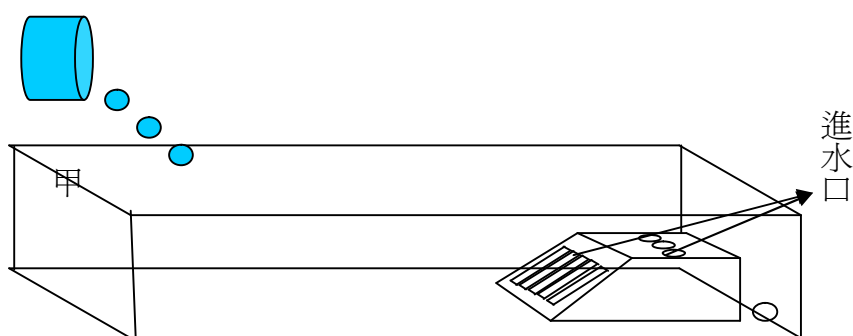
#### (四) 二峰圳模型與實驗：

研究方法：

- 1.取兩個長 53 公分寬 32 公分高 31 公分的保利龍盒，結合成一長方形水槽，槽內架上梯形進水口，蓋上一層濾網。
- 2.鋪上二峰圳的砂石約八分滿，成簡單模型。

#### 實驗 1：水滲入土中

從甲端倒入 5、10、15、20 公升的水，10 秒內迅速倒完，觀察水能在二峰圳的砂石上流多遠，就全滲入土中。

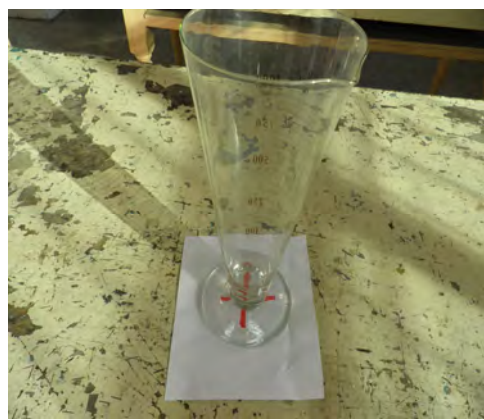
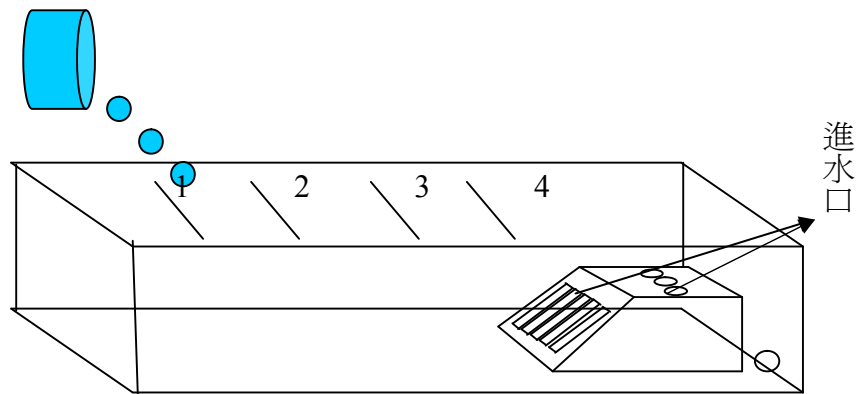


結果：

水量	5 公升	10 公升	15 公升	20 公升
水前進距離	40 公分	59 公分	68 公分	80 公分

#### 實驗 2：水的潔淨度

在不同距離的位置上，分別入 10 公升混濁泥水，觀察流出水的潔淨情形。(取長筒量杯底部壓一張畫紅十字紙條，倒入流出水測能見度距離)



結果：

水量	1 區	2 區	3 區	4 區
水流距離	80cm	60cm	40cm	20cm
潔淨度	超越 30cm	25cm	20cm	18cm

發現：

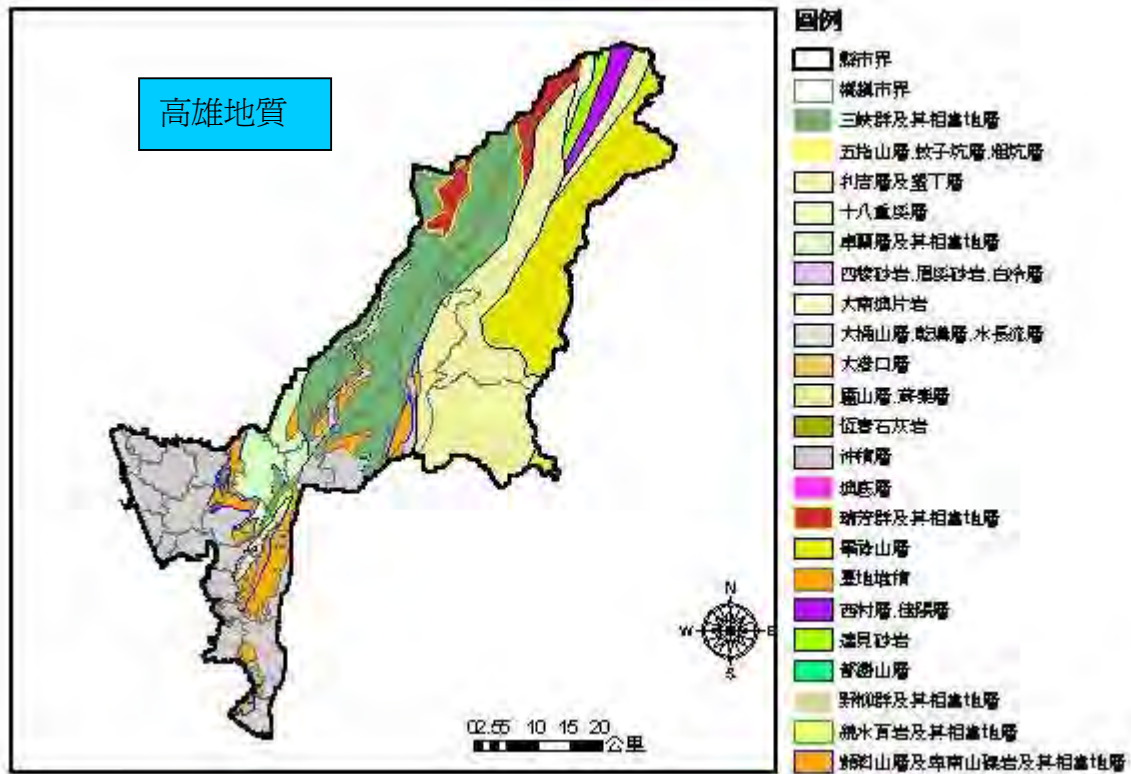
- 1.由模型實驗，水很容易就滲入土石內。離進水口越遠，進水量就越多。
- 2.離進水口越遠，水就越潔淨。

### 五、高屏一帶哪些河川，可建造類似二峰圳來解決飲水問題？

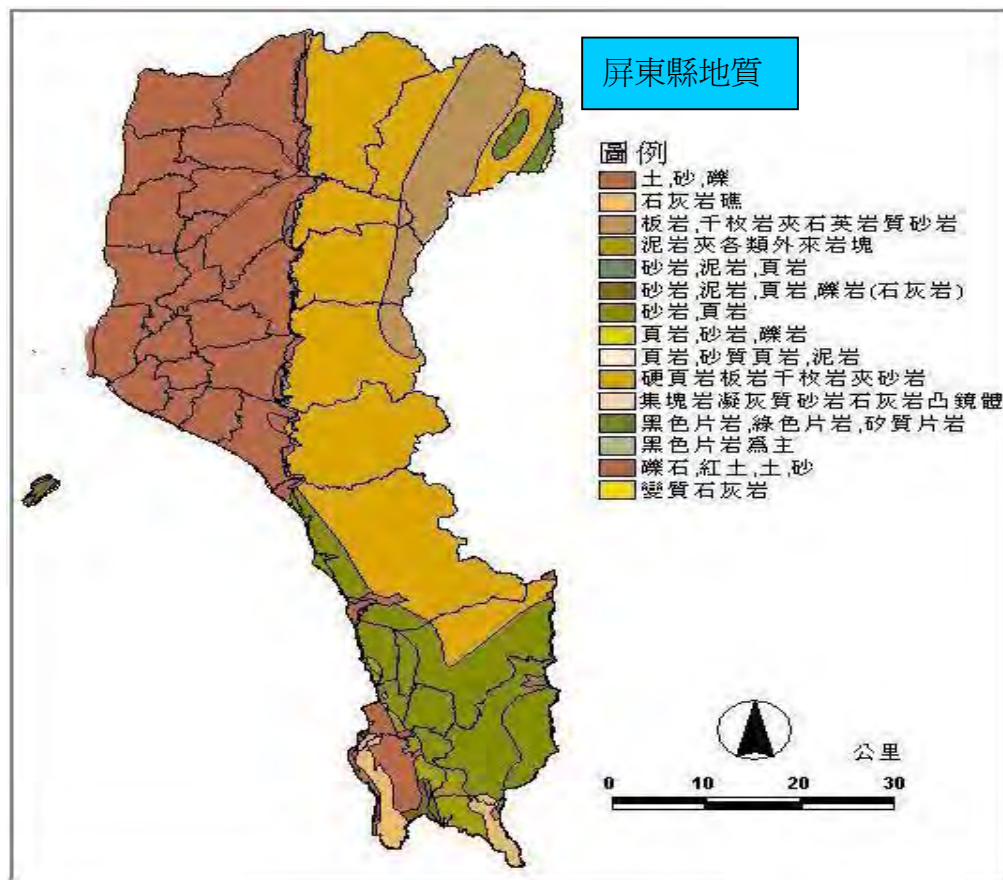
研究方法 1：地質地形比較

- 1.搜尋行政院環保署地方環境資料、高屏縣市網站資料，觀察找出高屏各溪流山區的水流與地質。
- 2.實際勘察高屏各溪流與林邊溪比較，地質與二峰圳比較（硬頁岩、大小礫石、粗砂板岩、有坡度）。

行政院環保署地方環境、高屏縣市網站資料：



說明：高雄東邊與屏東縣接壤的山區都是頁岩、板岩石土質，分布於三民、桃源、六龜及茂林一帶屬於荖濃溪、濁口溪與隘寮河流域。



說明：屏東縣的地勢，東為中央山脈南段，為全境之屏障，西部平原則連接高屏溪流域。潮州斷層帶由北至南作為山地與平地之分界，斷層以西為屏東平原，以東為中央山脈南部大武地壘。地質分布：山區以砂、礫，硬頁岩、板岩等為主。

實際勘察：與林邊溪來義段比較

河流	力力溪 力里部落段	萬安溪 登山口段	隘寮溪 山地門段	濁口溪 吊橋段	荖濃溪 六龜段
照片					
土質	砂、礫，硬頁岩、板岩	砂、礫，硬頁岩、板岩	砂、礫，硬頁岩、板岩	砂、礫，硬頁岩、板岩	砂、礫，硬頁岩、板岩
兩地距	南和至力里村旁 1000m	萬安口至筏灣前 23000 m	北葉至水門 3500 m	內吊橋至入口 2800 m	六龜橋段 2000 m
坡度	約 80 分之 1	約百分之 1	約 80 分之 1	約 80 分之 1	約百分之 1
縣別	屏東縣	屏東縣	屏東縣	高雄縣（市）	高雄縣（市）
注入	林邊溪	東港溪	高屏溪	高屏溪	高屏溪

發現：

- 1.從地圖的土質說明力力溪、萬安溪、隘寮溪、濁口溪、荖濃溪地質都很類似：砂、礫、硬頁岩、板岩等等。
- 2.從平地進入山區，每條河川的坡度都在 80 至百分之 1 之間，條件幾乎與二峰圳類似。

研究方法 2：季節水量調查

- 1.從 10 月起各溪流，每月第三星期觀察流水量一次，與林邊溪來義段比較水量。（以目測、尺量方式）

三月份的各溪流入山口流水量：





河流		林邊溪	力力溪	萬安溪	隘寮溪	濁口溪	荖濃溪
水量 (月份)	10	大(流水域寬約20m 深1.5m)	與林邊溪差不多	與林邊溪差不多	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大
	11	大(流水域寬約20m 深1.5m)	與林邊溪差不多	與林邊溪差不多	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大
	12	中(流水域寬約10m 深0.8m)	與林邊溪差不多	與林邊溪差不多	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大
	1	小(流水域寬約5m 深0.5m)	與林邊溪差不多	與林邊溪差不多	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大
	2	無水	比林邊溪流量大	無水	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大	比林邊溪流量大
	3	無水	還有地表水	無水	還有地表水	還有地表水	還有地表水

發現：

- 1.林邊溪來義段，在二、三月份已看不到地表水，而力力溪、隘寮溪、濁口溪、荖濃溪卻還有地表水，可見這些河流的水量比林邊溪大。只有萬安溪與林邊溪水量差不多。
- 2.我們在二、三月份觀察林邊溪來義段已看不到地表水，但二峰圳的進水塔還是有豐富的進水量。神奇吧！
- 3.高屏地區這幾條河流，在地質、斜度、水量條件都比林邊溪來義段好，應該可以多建幾座二峰圳。



## 伍、討論

- 一、我們請教專家『地下伏流』的意義。解答：地面上的水，滲入地下，會從甲地流到乙地就是也。而且還會在某處冒出，就是泉水。此處有潮州斷層，以西又有著大規模以礫石為主要堆積物的沖積扇，所以在扇頂滲入的水量很可觀，地下水儲水豐富。這些以粗礫為主的堆積物透水性好，應該是很好的含水層，故河水大量入滲至地表下即為伏流。
- 二、二峰圳集水塔內部空間很寬闊，當地耆老曾經進入：夏天水量很大，水滲入地下，也越過堤堰形成壯觀的瀑布，是戲水消暑的好去處，故二峰圳早期是露出河床，而現在是在河床底下。冬季枯水期時，河水流至來義鄉丹林大橋附近及形成伏流水。
- 三、台灣的年雨量高達 2500 公釐,是世界平均值的 2.6 倍,雨量分布極不平均，加上人口密集，每個人所分配到的水資源只有世界平均值的七分之一，名列世界第十八個缺水國家，近年南部常發生旱災，颱風帶來的降水又讓高屏溪原水濁度最高飆至 27,000 度，遠超過水公司能處理的極限 5,000 度，導致高屏地區無水可用。反觀，八十年前由日人在林邊溪出山口興建的「二峰圳」，收集的伏流水經過砂礫石層過濾的地表水，在暴雨和颱風季節，溪水十分混濁時，二峰圳流出的水卻依然清澈無比。即使年久失修，現在每年仍提供超過 7 千萬噸灌溉用水，供應量比白河水庫還大，其實十年前每年都已出水 5-6 億噸了。由於二峰圳的主體工程是深埋在溪床底下，幾乎沒有影響當地的溪流生態，比較起水庫及攔河堰，二峰圳更能兼顧生態的維護，是一種比較符合生態工法的工程技術。政府應該考慮高屏地區多建幾座二峰圳。（引用夏可泰數據）

比較兩者之間的差別

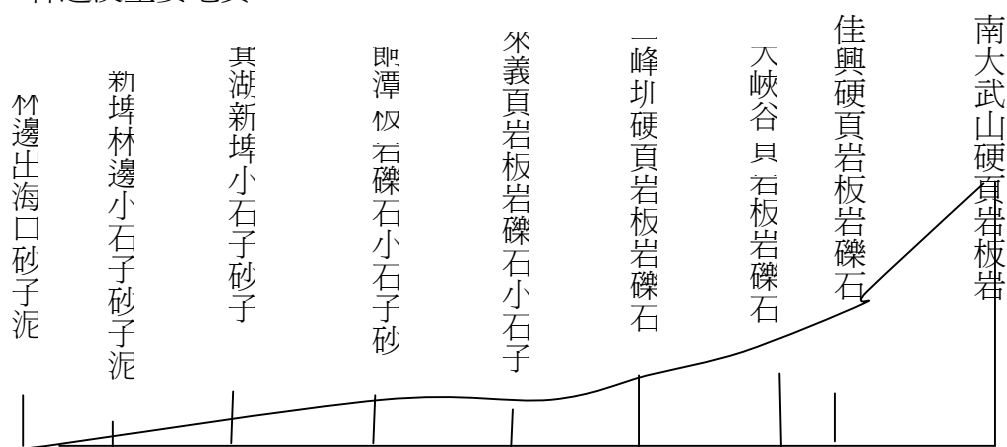
地下集水廊道	水庫或攔河堰
汲取地下水	收集地面水及雨水
無水庫淹沒區	淹沒水庫內大面積的土地
不用構築大壩蓄水，無潰壩風險	構築大壩蓄水，有潰壩風險
水質較乾淨、穩定	水質較不穩定，有污染之虞
以地層為水庫，用地面積小	使用土壤層做水庫，用地面積大
對環境衝擊小，民眾較易接受	對環境衝擊大，民眾較不易接受

- 四、二峰圳至今已有八十幾年，年年受颱風侵襲，尤其是 88 水災，堤防崩塌，走山的土石掩埋，更難以抵擋，至今還是屹立不搖，雖出水量稍有影響，但結構並沒有損害，水還是照流，我們研究後不得不佩服鳥居信平的智慧——二峰圳的神奇。

## 陸、結論

- 一、二峰圳當初在日本時代，由日本工程師鳥居信平先生，為了台糖灌溉需要所建造的工程。
- 二、林邊溪來義段有源源不斷水流，到處是粗碎頁岩礫石地質，容易滲水成伏流，又有坡度，所以適合建地下水庫，所以二峰圳就建在此地。

### 三、林邊溪主要地質：



四、二峰圳附近滲水非常迅速，水一下子就滲流完了，這應該是它的砂石顆粒較粗大與坡度的關係，所以除了水量外，土石顆粒與坡度應該是主要形成地下伏流條件。

五、二峰圳分成梯形堰堤廊道、拱形隧道與半圓形集水暗渠隧道、方形進水塔、導水系統。有特殊構造：像一座濾水器，石子與藤條編成之掃工，形成濾水層，水從上端進入渾厚的石層，猶如進入濾紙，水由底部的導管流出，清澈無比。他運用地勢高低落差原理來作導水，一點都不必用到電力。

六、二峰圳在十月份出水量每秒約 7.8 立方公尺的潔淨水，最乾旱的二月還可出水每秒約 1.3 立方公尺，如果在雨季出水量肯定會更多。

七、高屏各溪流地質都很類似：砂、礫、硬頁岩、板岩等等。進入山區，每條河川的水量土質坡度，條件幾乎都比二峰圳段優越，如不建水庫，可考慮多建幾座二峰圳，來解決大高雄與屏東縣飲水問題。

### 柒、參考文獻

一、南一書局 自然與生活科技 5 上大地山河單元

二、屏東環境保護聯盟 <http://www.wretch.cc/blog/tail2006/20671839>

三、屏東科技大學丁教授的相關資料及圖片。

四、夏可泰 傳奇的水利工程--二峰圳 <http://www.pcps.ptc.edu.tw/>

五、行政院環保署地方環境資料

<http://edb.epa.gov.tw/localenvdb/KaohsiungCounty/first.asp?admip=KaohsiungCounty&admit=&item=geology&theme=blue&SelectPage=2>

六、屏東縣綜合發展計畫

<http://edb.epa.gov.tw/localenvdb/Pingtung/geology.asp>

## 【評語】 080501

優點：

1. 從探討古老集水廊道嘗試解決台灣的缺水問題，具鄉土性，研究成果能應用於日常生活中。
2. 能蒐集研究主題的歷史資料圖片，亦能完整清楚報告。

缺點：

1. 多為歷史資料圖片，因被土石掩埋，欠缺具體實物的觀察。
2. 實驗部分設計太簡易，無法具體完整模擬二峰圳的運作。