



翡翠水庫集水區水文特性分析及水文站檢核

水土保持局
工程員 陳茹蕙
2019/01/08

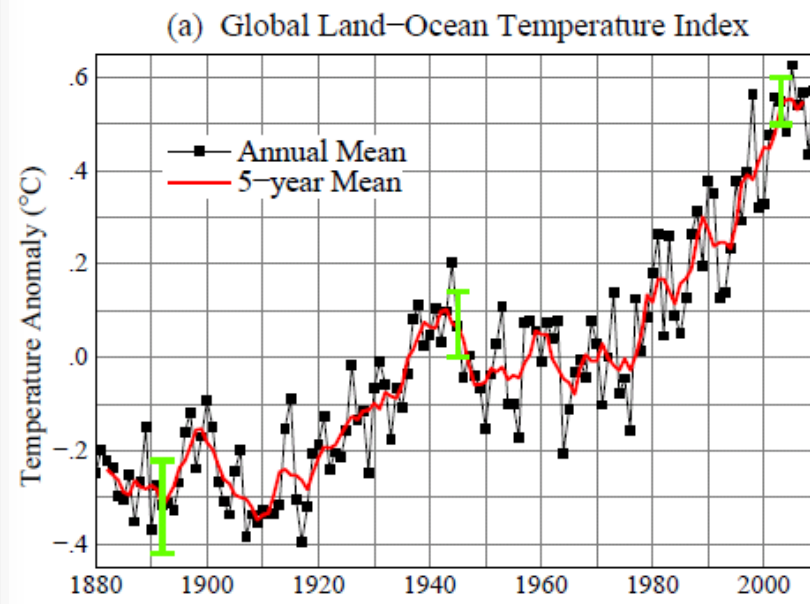
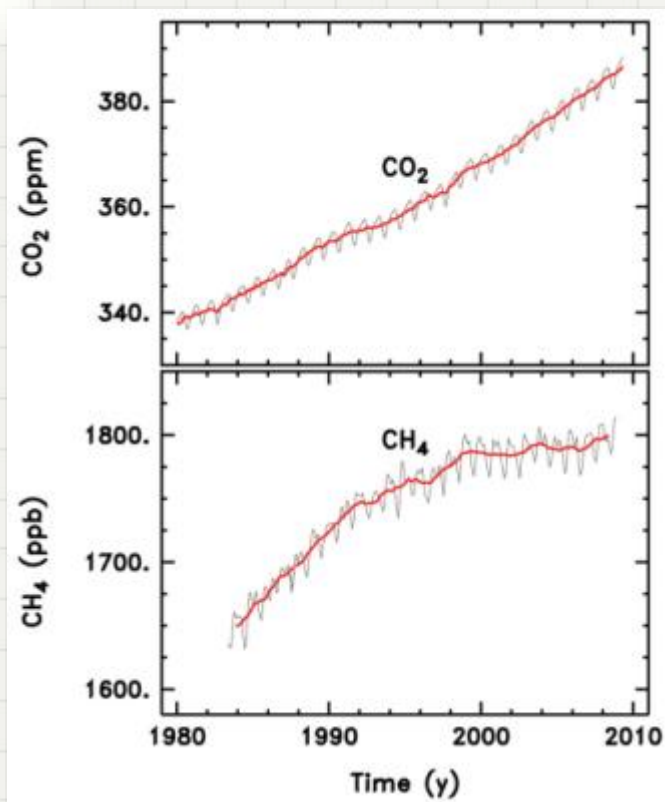
簡報大綱

- 一、前言
- 二、研究區域
- 三、雨量趨勢分析
- 四、雨量及流量站網分析
- 五、高流量量測
- 六、入滲試驗
- 七、結論與建議

一、前言

氣候變遷

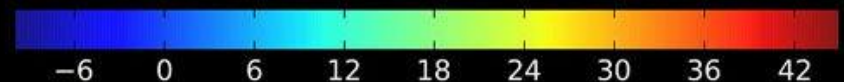
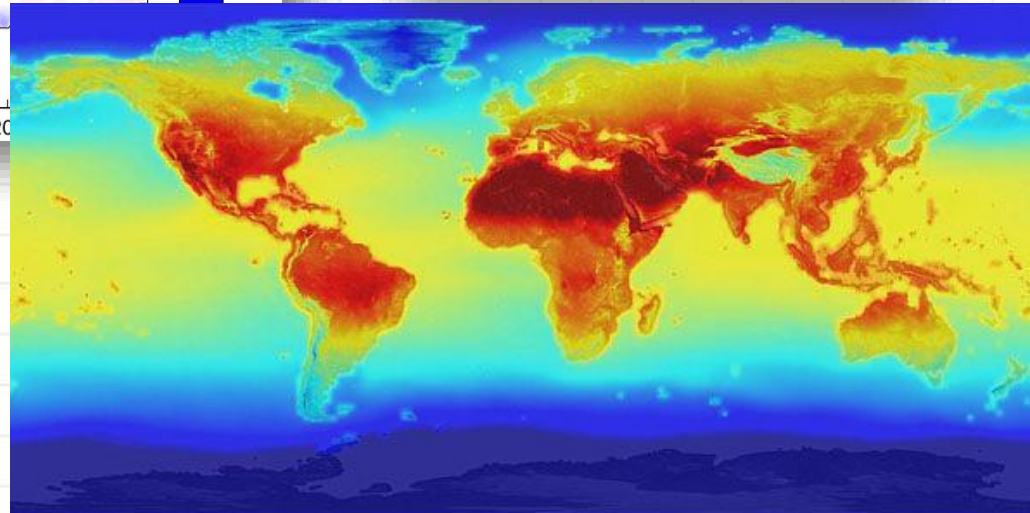
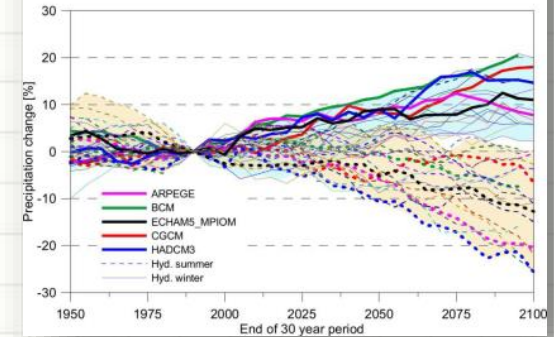
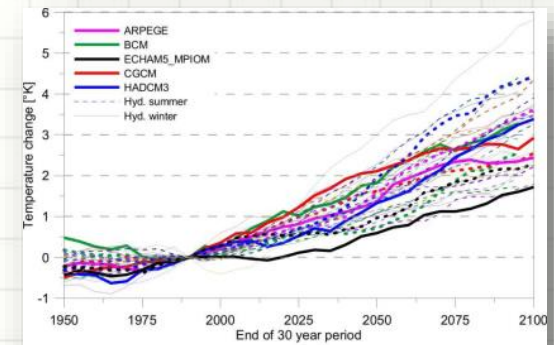
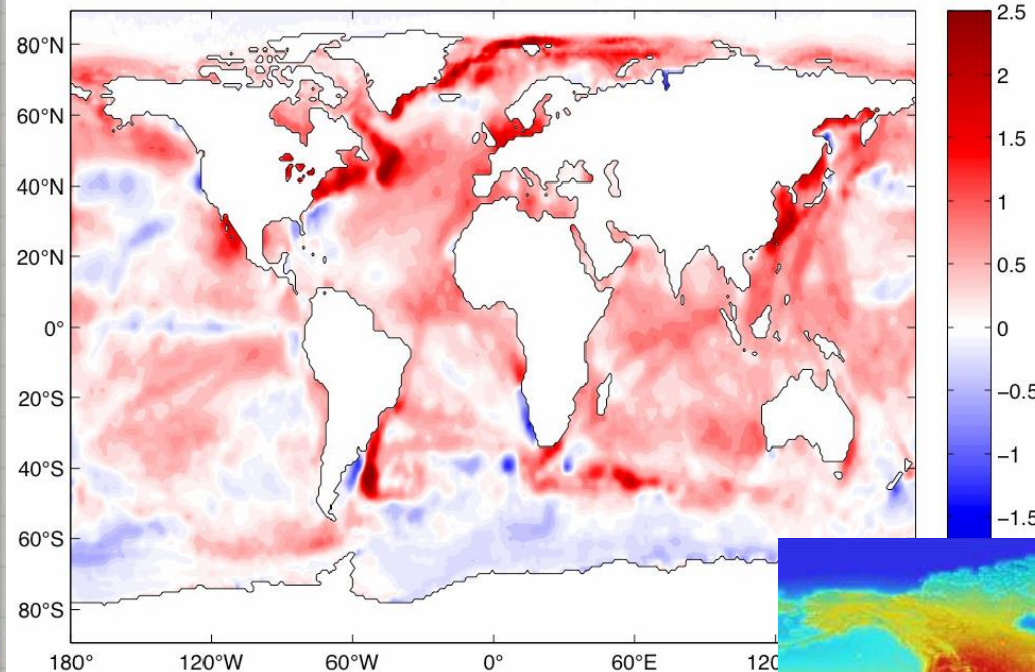
- 全球暖化及溫室氣體的增加



Hansen et al, Proc. Natl. Acad. Sci., (2006)

氣候變遷

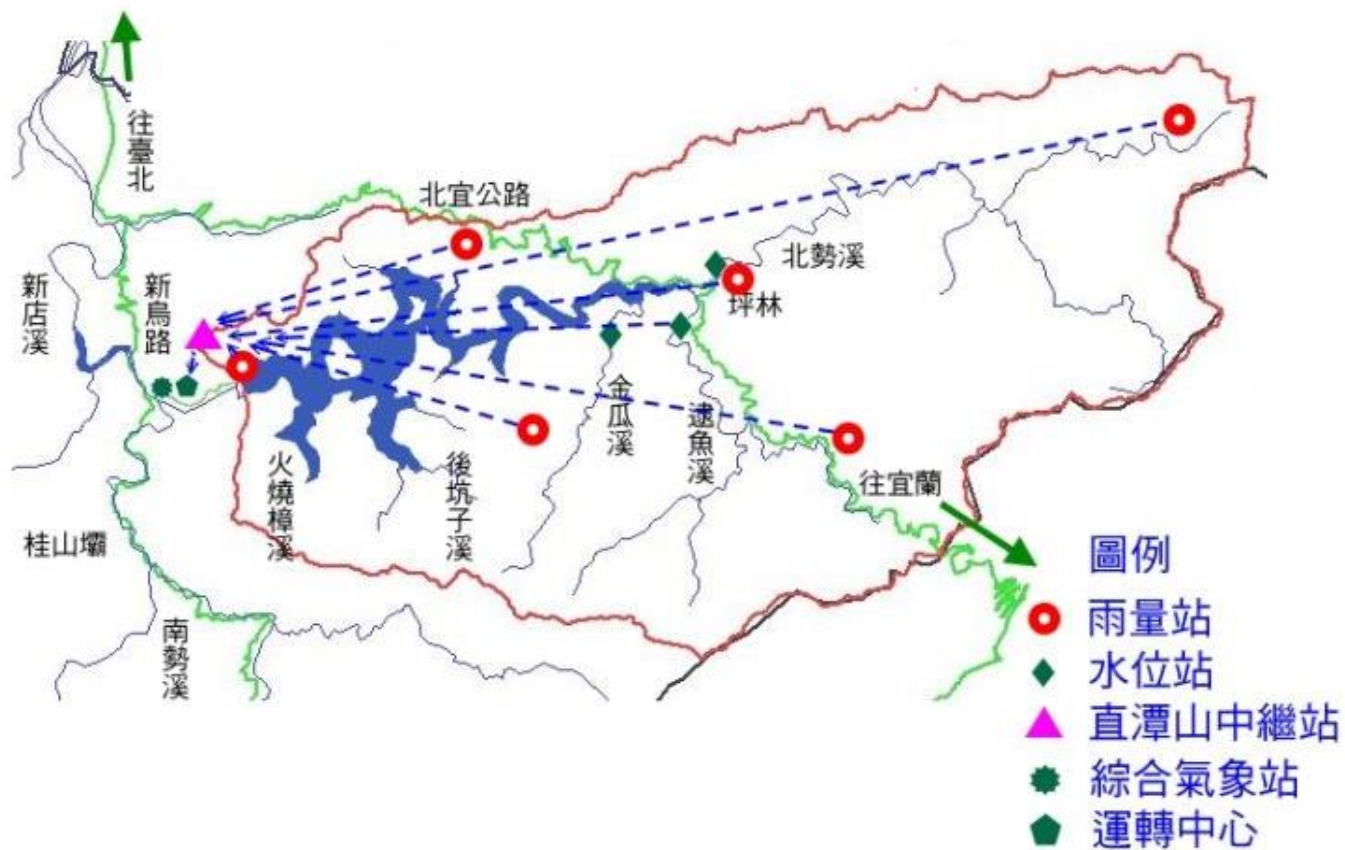
Trend in ocean surface temperature (°C, 1959 – 2008)



July 2100 RCP 8.5

二、研究區域

翡翠水庫水文監測系統



三、雨量趨勢分析

趨勢分析

Mann-Kendall test

- **Non-parametric tests**
 - data need not be drawn from a (normal) distribution
 - some test assume data independence
- Most popular: **Mann-Kendall test**

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

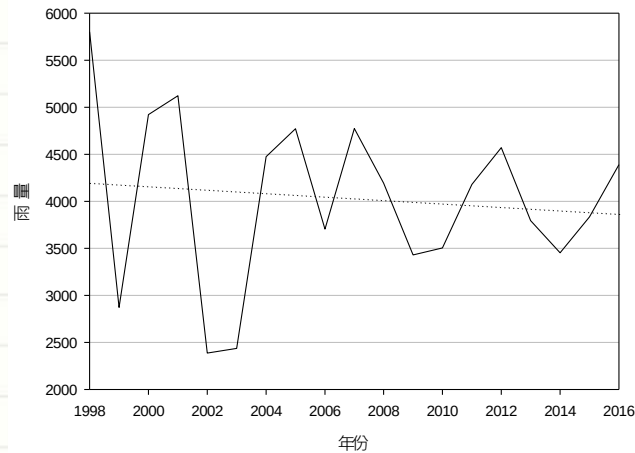
$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{if } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{if } x_j - x_k < 0 \end{cases}$$

Mann-Kendall test

- 年雨量

- 水準 $\alpha=5\%$ ， $Z_{\alpha/2}=1.96$
- 結果皆無顯著性的正或負向趨勢
- 翡翠水庫此六站之年雨量並無顯著性的增加及減少趨勢

	翡翠	坪林	十三股	九芎根	碧湖	太平
Z	-0.008	-0.021	-0.4	-0.005	-0.029	-0.021



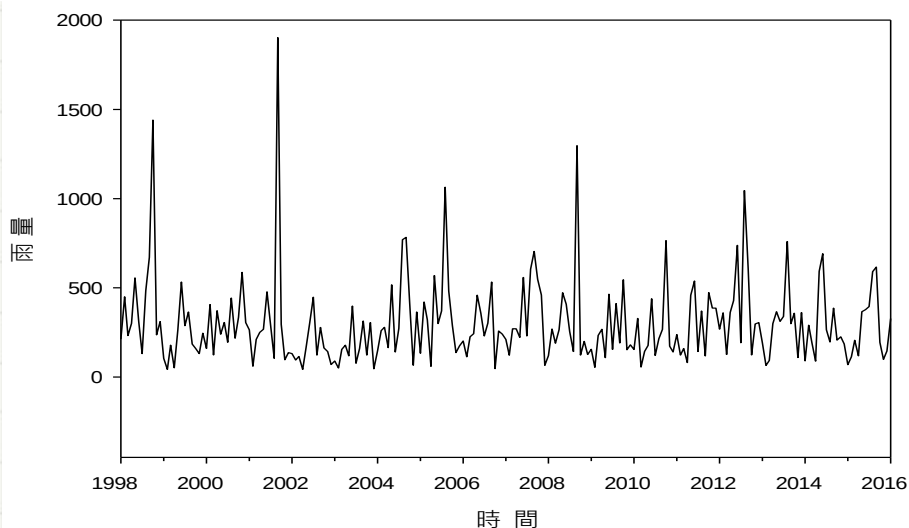
Mann-Kendall test

- 逐月雨量

- 水準 $\alpha=5\%$ ， $Z_{\alpha/2}=1.96$

- 翡翠水庫此六站之逐月雨量並無顯著性的增加及減少趨勢

	翡翠	坪林	十三股	九芎根	碧湖	太平
Z	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0



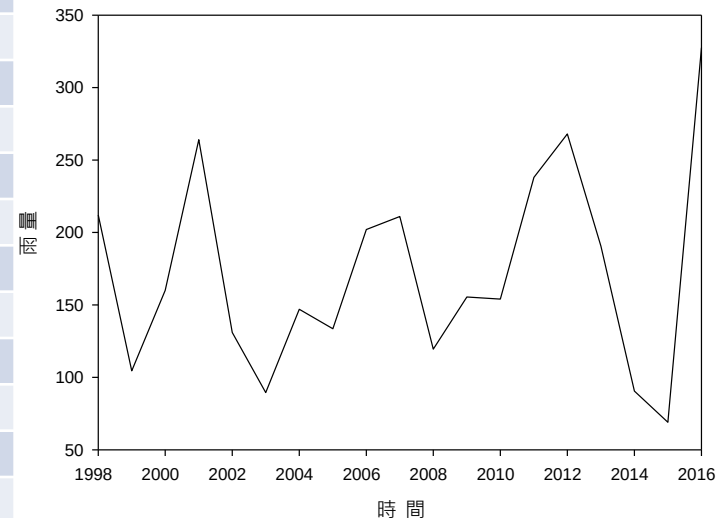
Mann-Kendall test

• 各月雨量

— 水準 $\alpha=5\%$ ， $Z_{\alpha/2}=1.96$

— 翡翠水庫此六站之月雨量並無顯著性的增加及減少趨勢

	翡翠	坪林	十三股	九芎根	碧湖	太平
一月	0.016	0.028	0.019	0.005	0.024	0.04
二月	0.013	0	0.021	0.005	0.005	0.008
三月	0	0.008	0	0.024	0.029	0.032
四月	0	-0.012	0	-0.016	0.008	-0.011
五月	0.004	0.016	0.032	0.009	0.007	0.032
六月	0.056	0.021	0.059	0.032	0.04	-0.003
七月	0.025	0.048	0.013	0.039	0.02	0.011
八月	0.013	0.043	0.027	0.027	0.019	0.024
九月	0.021	0	0.024	0.019	0.008	-0.021
十月	0	-0.008	-0.003	0.011	-0.011	-0.019
十一月	0	0	-0.003	0.013	0.027	0.021
十二月	-0.008	-0.021	-0.011	-0.016	-0.023	-0.011



四、雨量及流量站網分析

雨量站網分析

WMO(1970)提出不同地形及氣候地區所架設雨量站網最小之密度

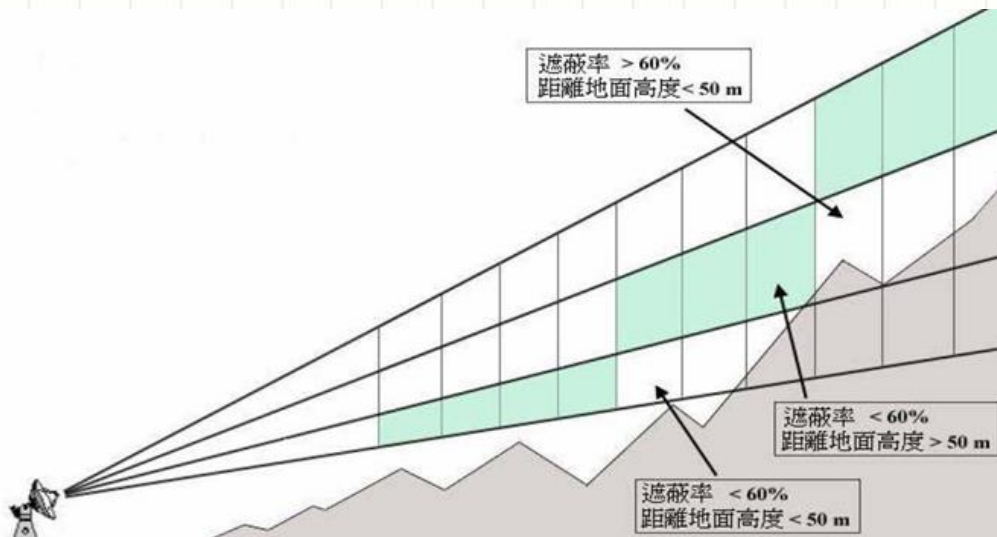
1. 溫和、地中海型以及熱帶氣候地區之平地，每600～900km²架設一雨量站。
2. 溫和、地中海型以及熱帶氣候地區之山區，每100～250km²架設一雨量站。
3. 具有高山且不規則降雨之島嶼，每25km²架設一雨量站。
4. 極地地區，每1500～10000km²架設一雨量站。

雨量站網分析

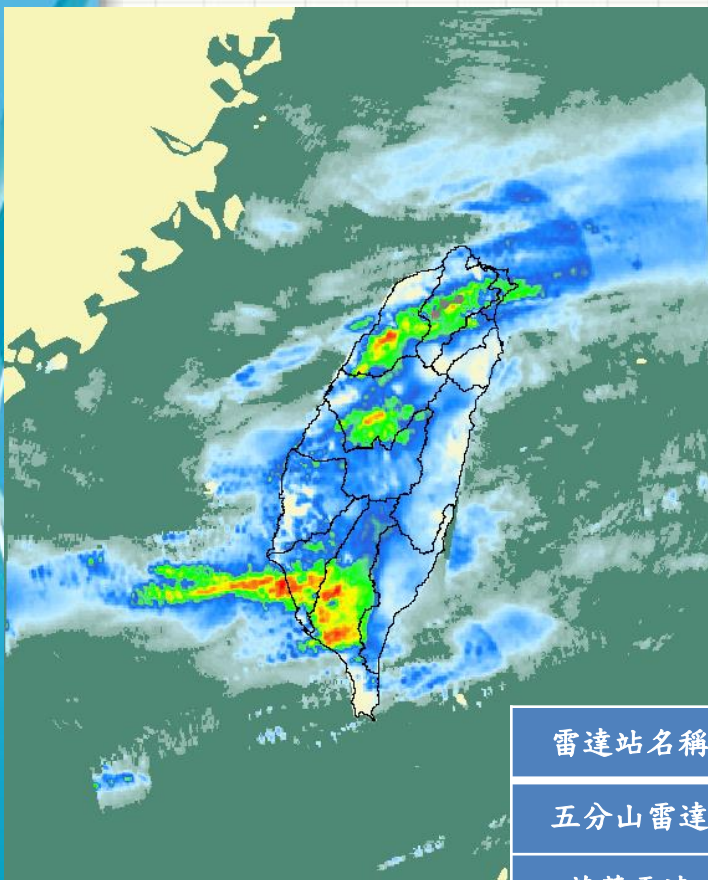
1. 找尋可能設站的所有地點。
2. 利用雙偏極化雷達推估地表降雨量。
 - A. QPESUMS參數的校正。
 - B. 利用雙偏極化雷達推估可能設站地點的降雨量。
3. 利用資訊熵進行雨量站網的最佳化。

雨量站網分析

雷達仰角回波

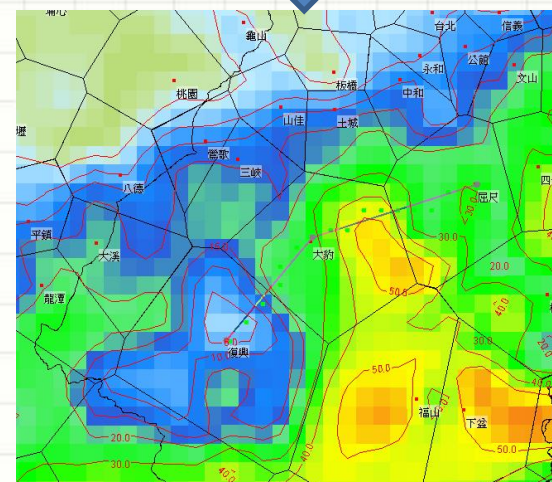
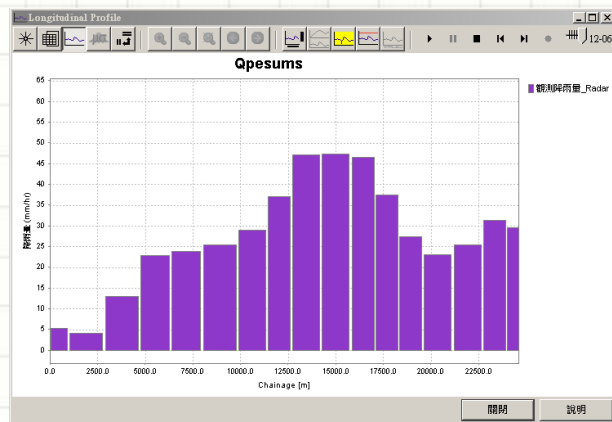
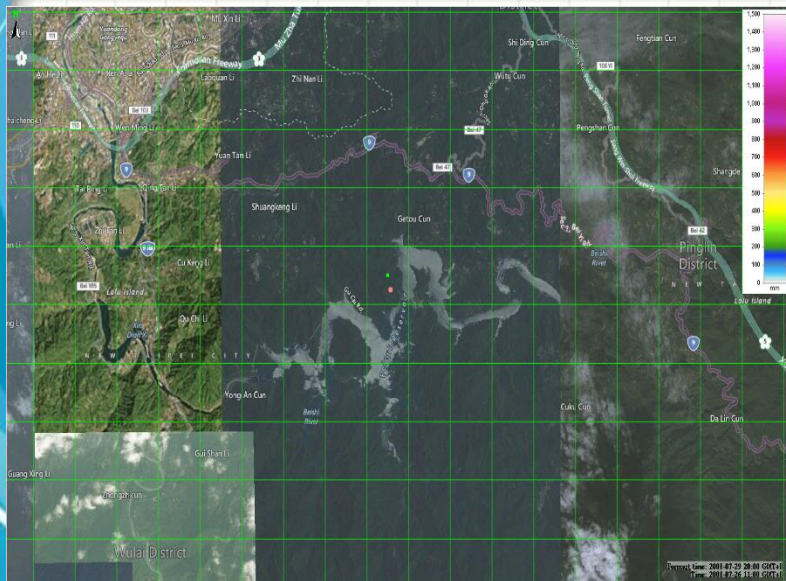


QPESUMS 參數的校正



雷達站名稱	所屬單位	海拔高度(m)	雷達類型	波長(cm)
五分山雷達	中央氣象局	766	都卜勒雷達	10
花蓮雷達	中央氣象局	63	都卜勒雷達	10
七股雷達	中央氣象局	38	都卜勒雷達	10
墾丁雷達	中央氣象局	42	都卜勒雷達	10
清泉崗雷達	空軍氣象聯隊	203	雙偏極化雷達	5
馬公雷達	空軍氣象聯隊	48	雙偏極化雷達	5

QPESUMS推估網格雨量



Bayes' Rule

- Assume that a random experiment can result in k mutually exclusive and exhaustive outcomes $A_1, A_2, \dots, A_k$, with prior probabilities $P(A_1), P(A_2), \dots, P(A_k)$. Suppose that there is another event B for which the conditional probabilities $P(B|A_1), P(B|A_2), \dots, P(B|A_k)$ can be given. Then the posterior probability of A_i given B is

$$P(A_i | B) = \frac{P(A_i \cap B)}{P(B)}$$

- Information potential(Shannon,1948)

$$H(x) = -\log(p(x_i))$$

- Entropy(Boltzmann,1872)

$$H(x) = -\sum_j p(x_i) \ln p(x_i)$$

雨量站網分析

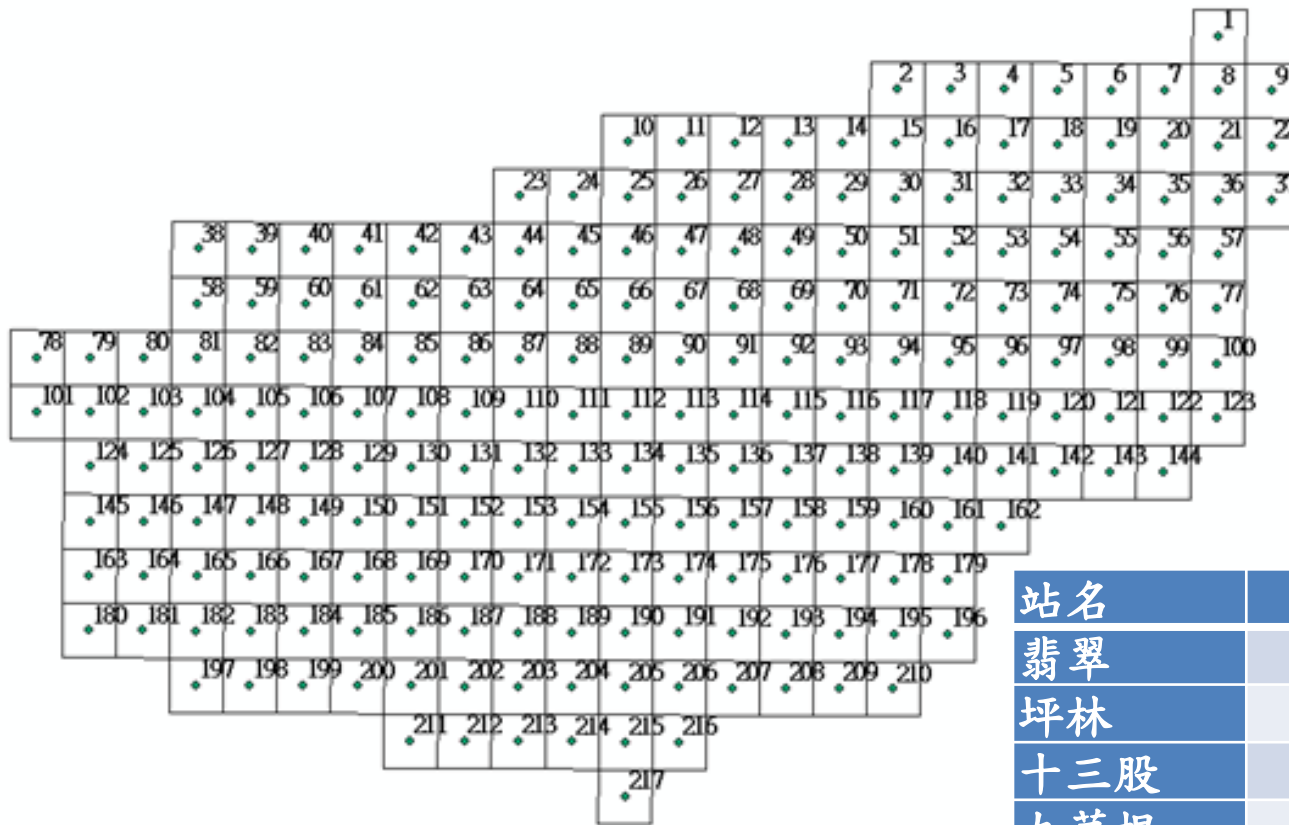
翡翠水庫集水區與雨量站位置



站碼	站名	種類	X	Y
SITE01	翡翠	水位.雨量站	307658	2756263
SITE02	坪林	水位.雨量站	321292	2759195
SITE03	十三股	雨量站	314764	2759964
SITE04	九芎根	雨量站	314806	2755301
SITE05	碧湖	雨量站	324523	2754320
SITE06	太平	雨量站	332482	2763114

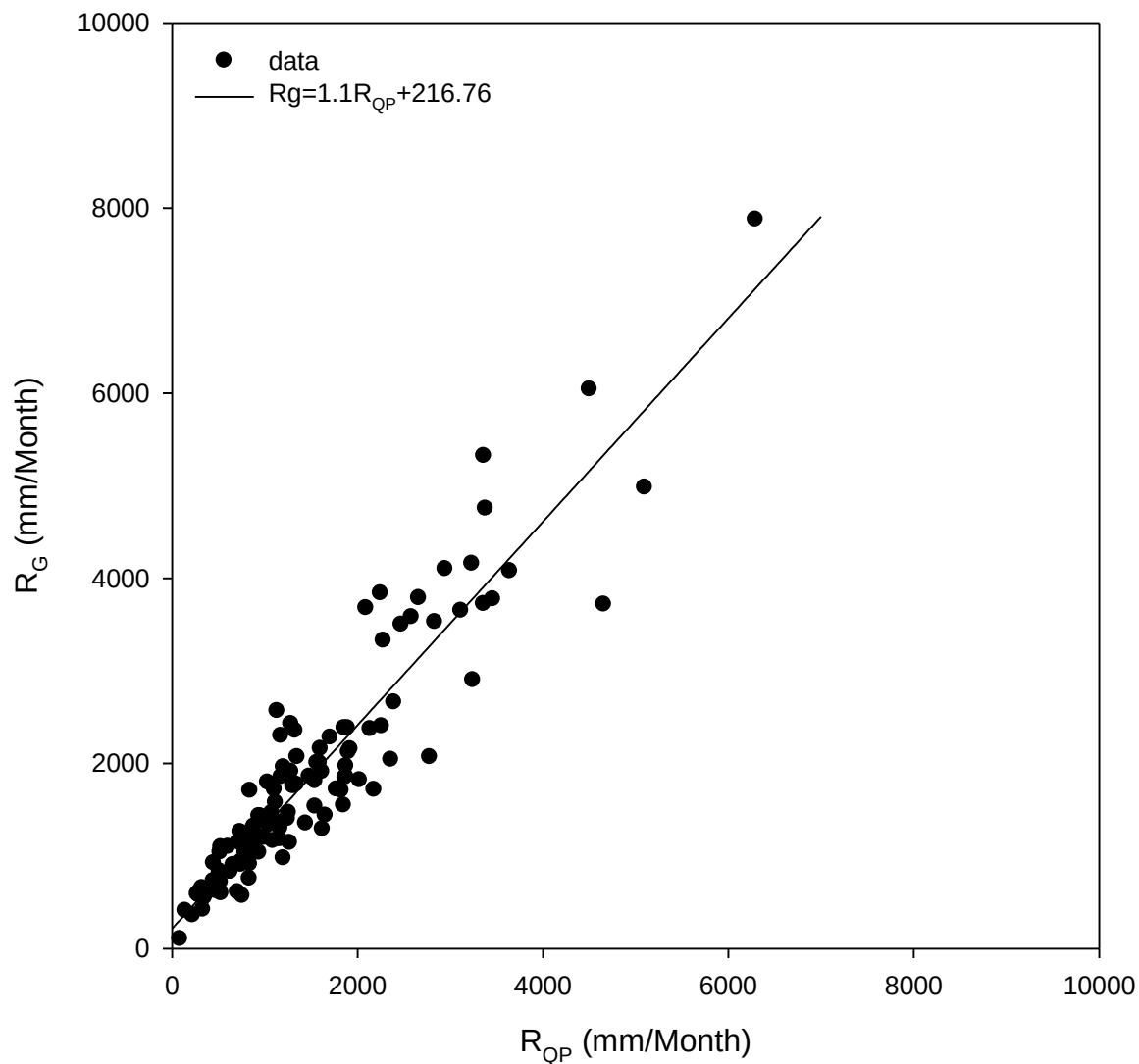
雨量站網分析

- QPESUMS網格
 - 1.3km*1.3km
 - 217網格



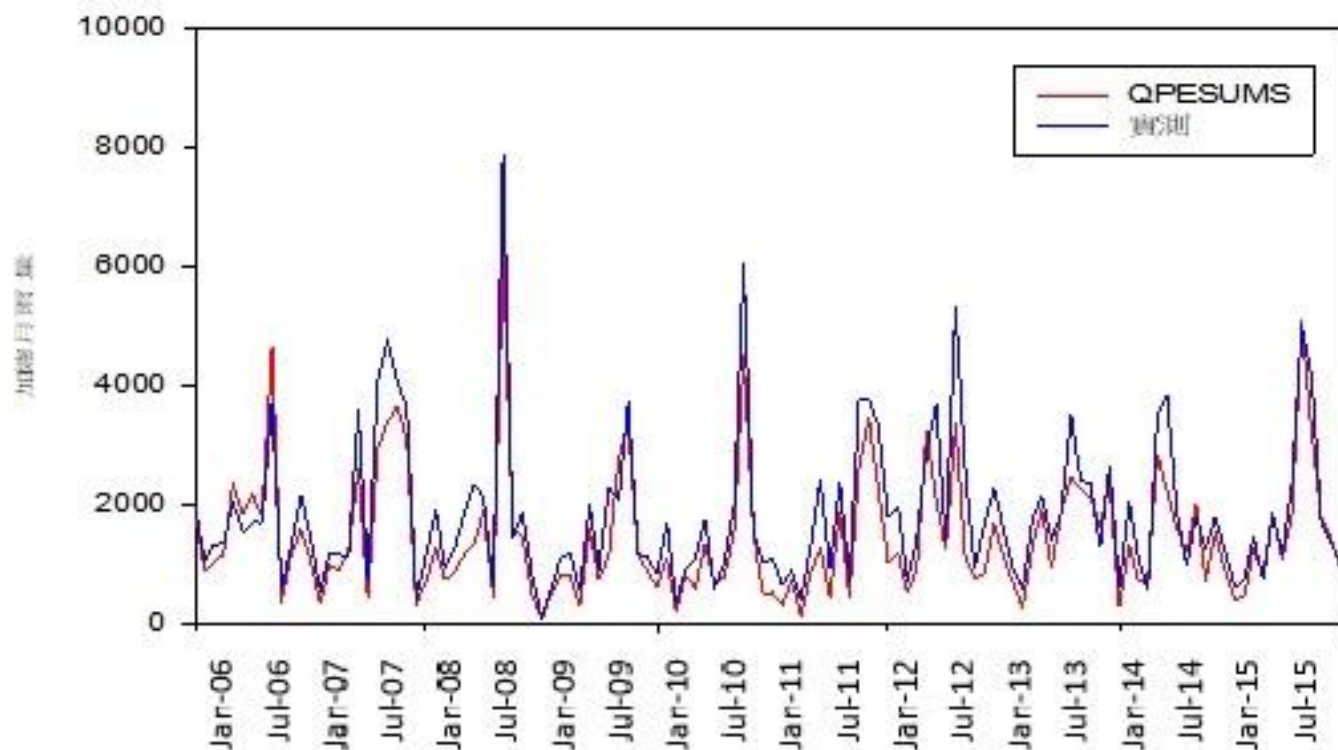
站名	網格編號
翡翠	102
坪林	66
十三股	61
九芎根	129
碧湖	157
太平	19

QPESUMS與地表雨量站關係



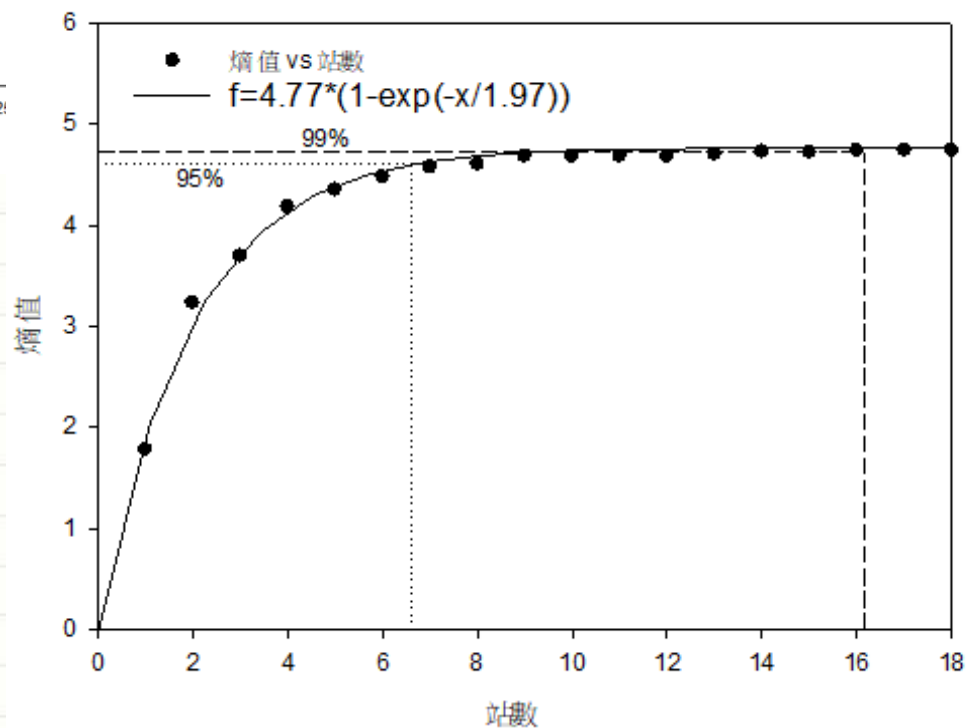
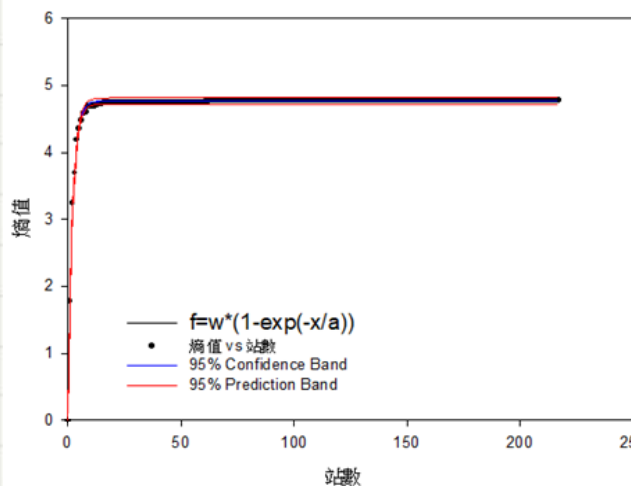
雨量站網分析

實測與推估月雨量



雨量站網分析

熵值以及最佳站數關係



雨量站網分析

- 原有之6站在熵值部分已經達到約94%
- 距離所要求之95%門檻已十分接近
- 增加一站對資訊的取得效益並不顯著
- 目前6站應已足夠

流量站網分析

USGS流量站評估準則

1. 流量站上、下游各100公尺的河道應保持平直，不可彎曲。
2. 所有水流應流經流量站，不可有分流、漫溢及次地表流發生，以期測得正確的流量。
3. 流量站附近的河道應不可有沖刷或淤積現象發生，並應避免水生植物生長。
4. 流量站附近河道的堤岸不應隨時間而變化，且應有充足的高度以避免在洪水發生時有溢流現象發生。
5. 流量站的河道控制斷面不應隨時間改變,最好是設在有裸岩的河床基礎上。
6. 流量站的上游最好能有一水池，以確保在流量極低時仍能有水位的記錄，且應避免在高流量時，於流量站下游附近有高流速現象的發生。
7. 流量站應避免受到其上、下游支流與幹流匯合點迴水的影響，並應避免於感潮河段設流量站。
8. 流量站應設於任何水位狀況下均可測得流量的河道附近。
9. 流量站應易於儀器的安裝與操作。

流量站網分析

流量站現況

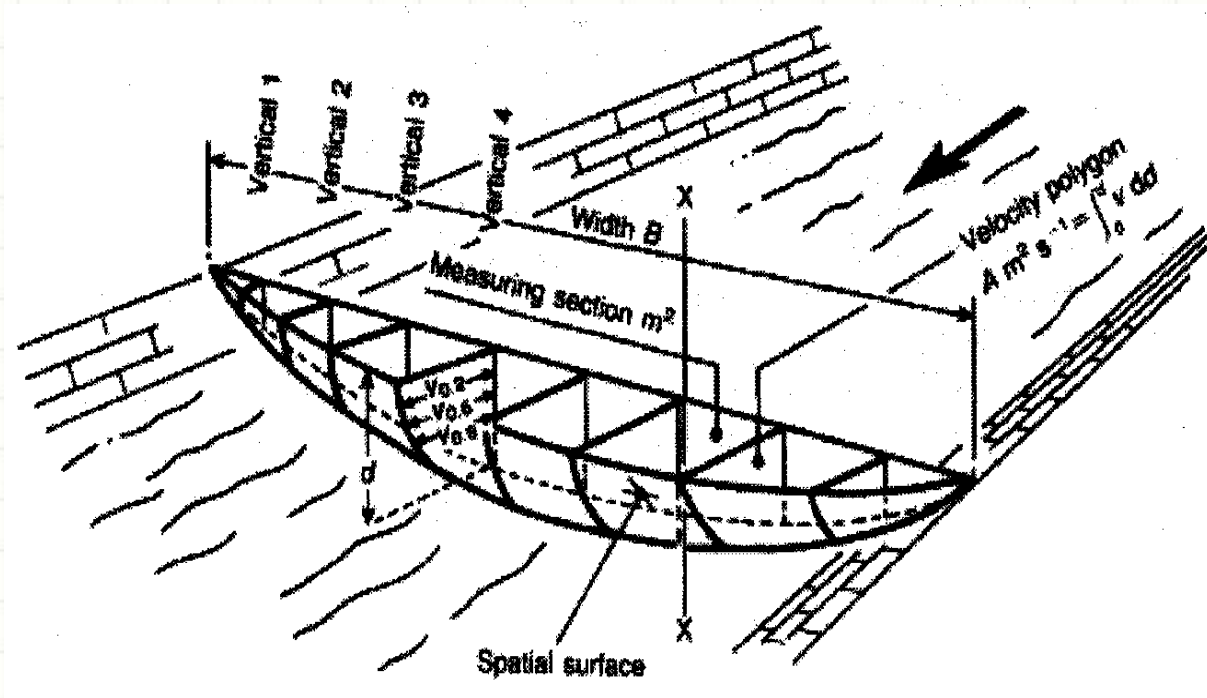


流量站網分析

- 原有之3站設站位置恰當
- 目前站應已足夠提供大壩流量資訊

五、高流量量測

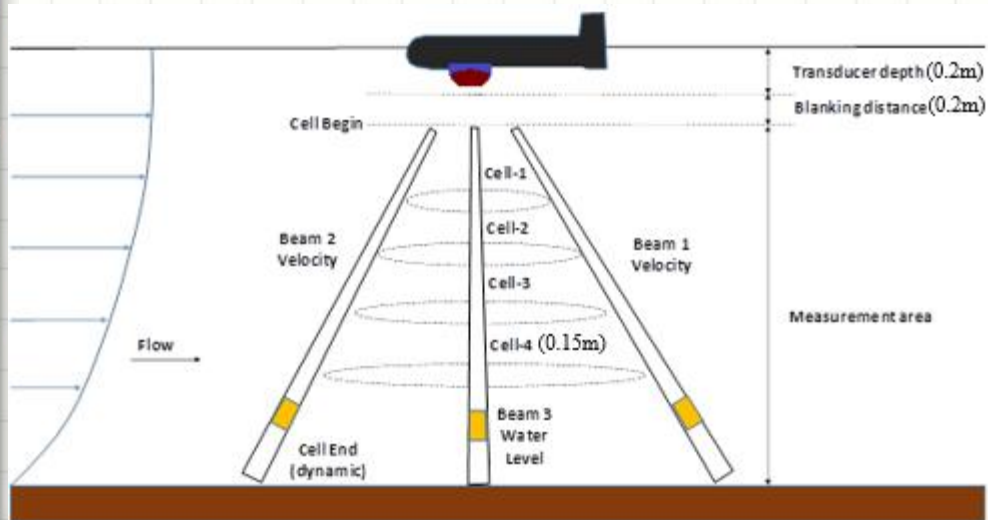
高流量量測



$$q_n = \bar{v}_n a_n$$

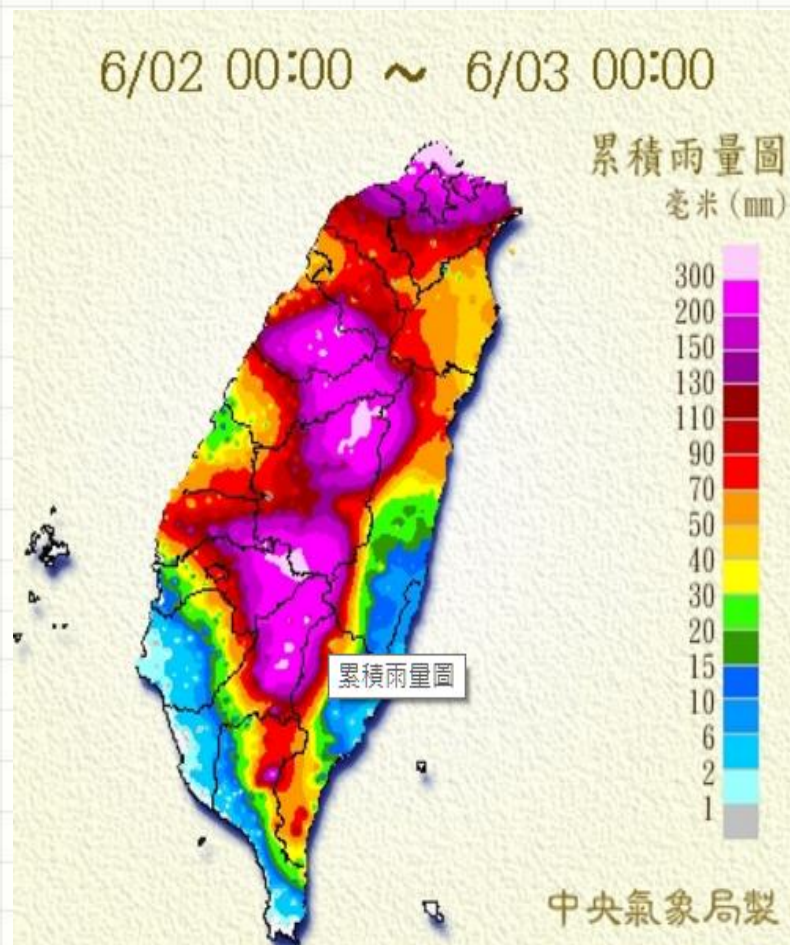
$$Q = \sum_{1}^n q_n$$

高流量量測



高流量量測

- 107年度第一波梅雨鋒面，6/2



高流量量測

- 6/3第一次高流量量測

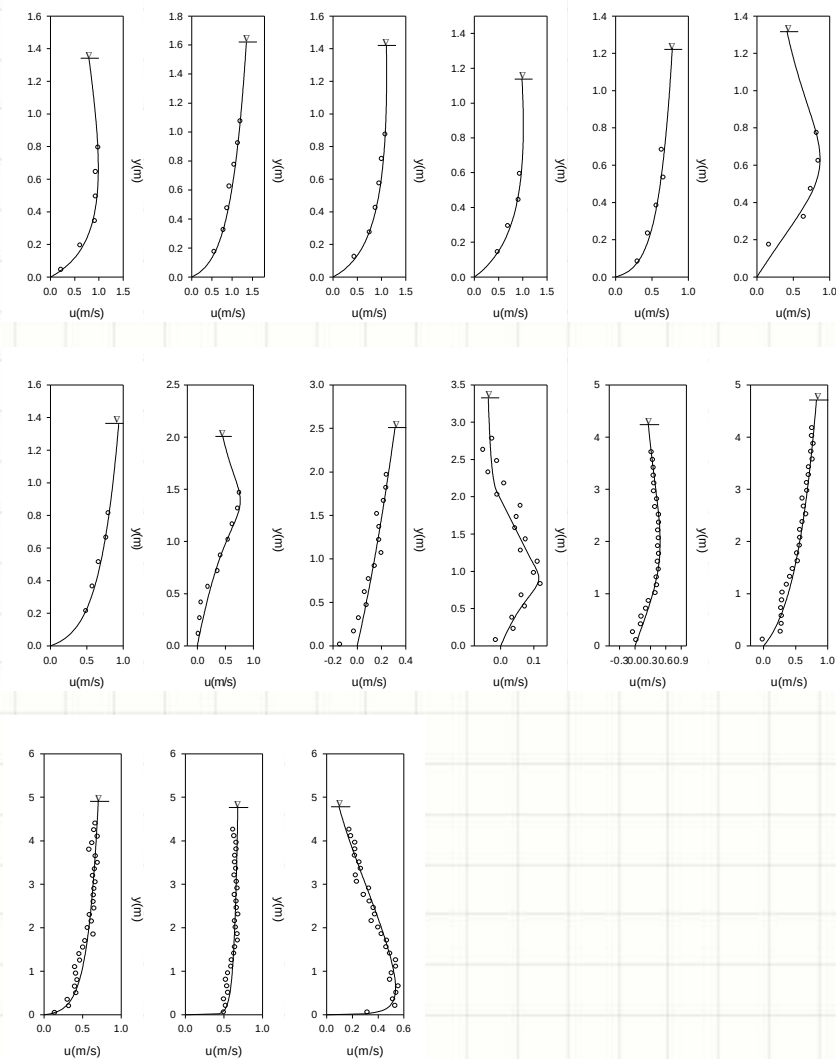


高流量量測

• 水源橋量測結果

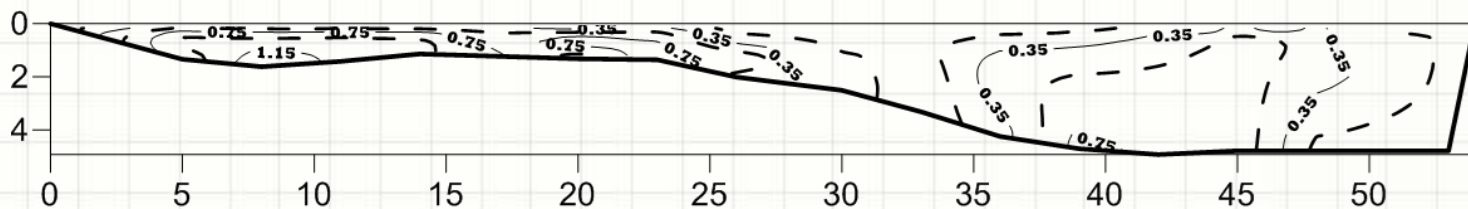
垂線編號	左岸	1	2	3	4	5	6	7	8	9	右岸
左岸距(m)	0	1	6	11	16	21	26	31	36	41	44
垂線平均流速(m/s)	0	0.18	0.04	1.08	0.59	1.24	0.48	0.87	1.28	0.35	0
水深(m)	0	0.34	0.46	0.8	0.65	0.93	0.72	0.99	0.99	0.55	0
子斷面積(m ²)	-	0.17	2	3.15	3.63	3.95	4.13	4.28	4.95	3.85	1.65
子斷面流量(m ³ /s)	-	0.02	0.22	1.76	3.03	3.61	3.54	2.86	5.31	3.14	0.29
總流量(m ³ /s)	23.78										

- 水源橋流速分佈



高流量量測

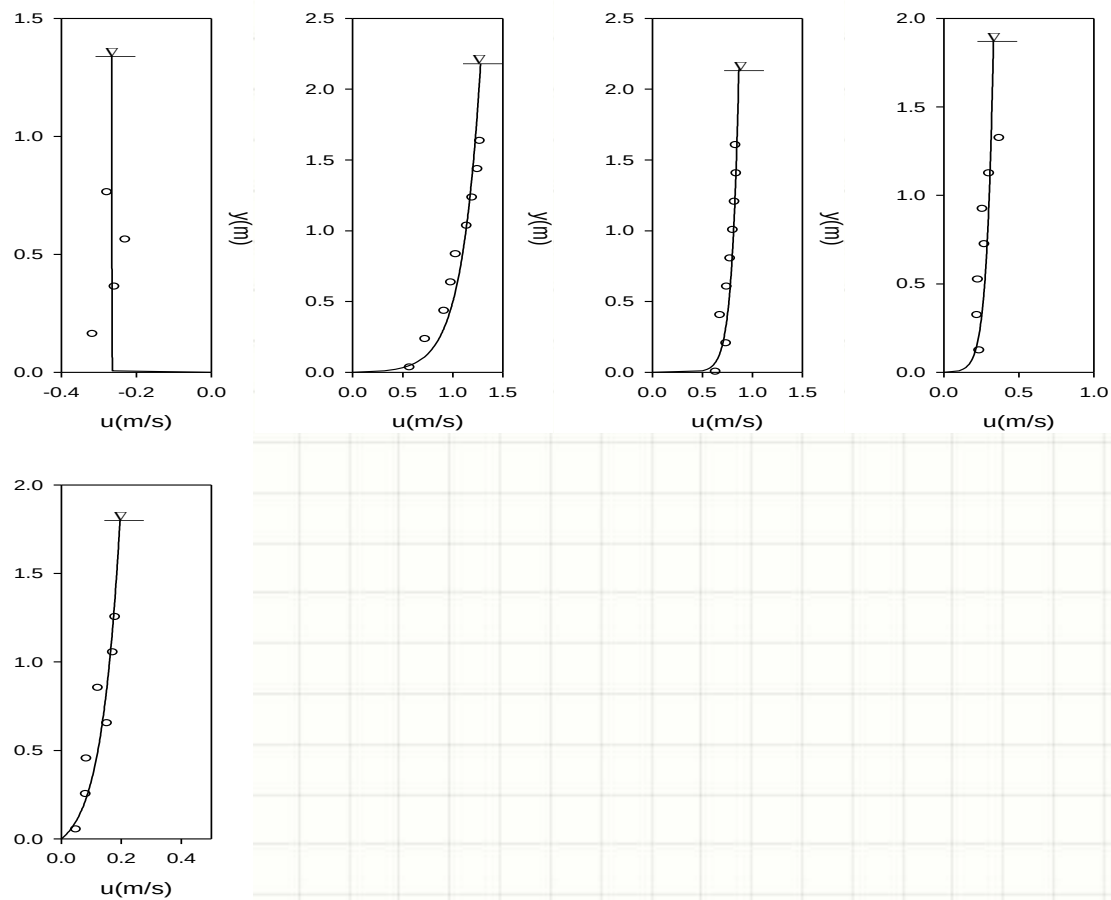
• 水源橋量測結果



垂線編號	左岸	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	右岸
左岸距(m)	0	5	8	11	14	17	20	23	26	30	33	36	39	42	45	48	54
垂線平均流速(m/s)	0	0.83	1.01	0.92	0.83	0.60	0.58	0.70	0.43	0.17	0.02	0.35	0.56	0.57	0.63	0.35	0
水深(m)	0	1.34	1.62	1.42	1.14	1.23	1.32	1.36	2.01	2.51	3.32	4.25	4.71	4.93	4.79	4.79	4.79
子斷面積(m ²)	-	3.35	4.44	4.56	3.84	3.56	3.83	4.02	5.06	9.04	8.75	11.36	13.44	14.46	14.58	14.37	26.35
子斷面流量(m ³ /s)	-	1.40	4.09	4.39	3.35	2.54	2.27	2.58	2.86	3.28	0.84	2.11	6.09	8.15	8.75	7.06	4.62
總流量(m ³ /s)	63.78																

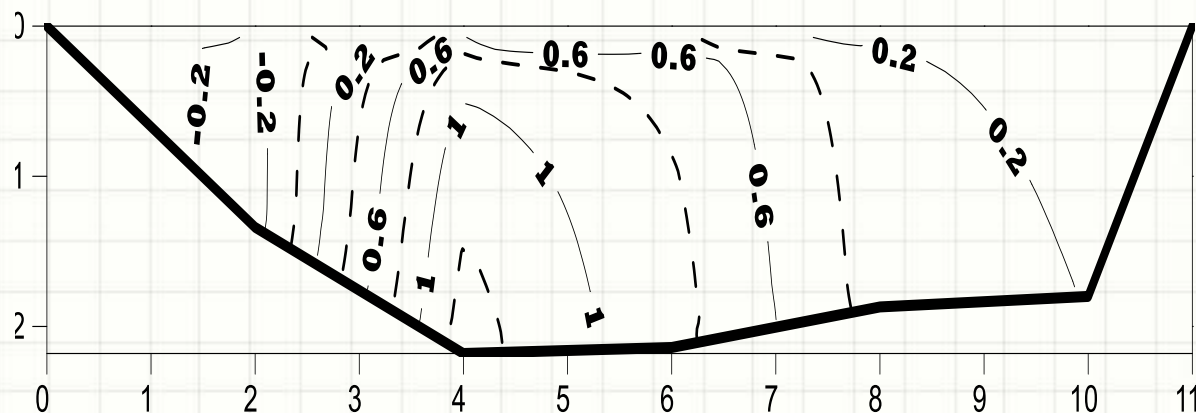
高流量量測

- 金瓜寮溪流速分佈



高流量量測

• 金瓜寮溪量測結果

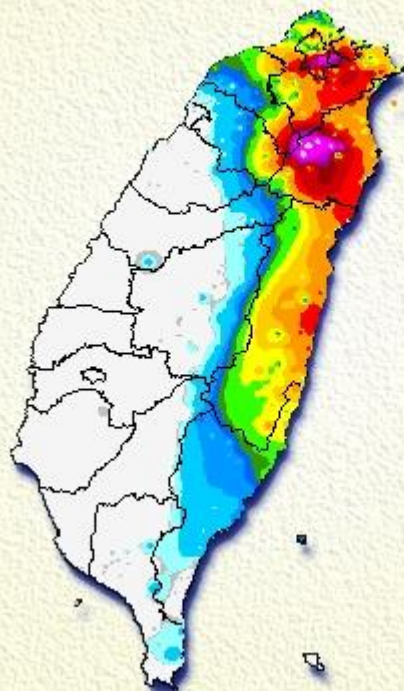


垂線編號	左岸	1	2	3	4	5	右岸
左岸距(m)	0	2	4	6	8	10	11
垂線平均流速(m/s)	0	-0.26	1.09	0.79	0.29	0.14	0
水深(m)	0	1.34	2.18	2.14	1.87	1.8	0
子斷面積(m ²)	-	1.34	3.52	4.32	4.01	3.67	0.9
子斷面流量(m ³ /s)	-	-0.18	1.45	4.07	2.16	0.79	0.06
總流量(m ³ /s)	8.36						

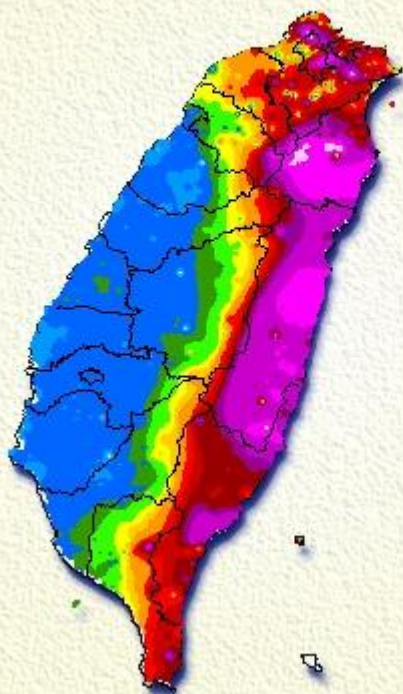
高流量量測

- 第二次及第三次高流量量測時間為10月13日及10月14日，受卡努颱風共伴效應豪雨襲擊

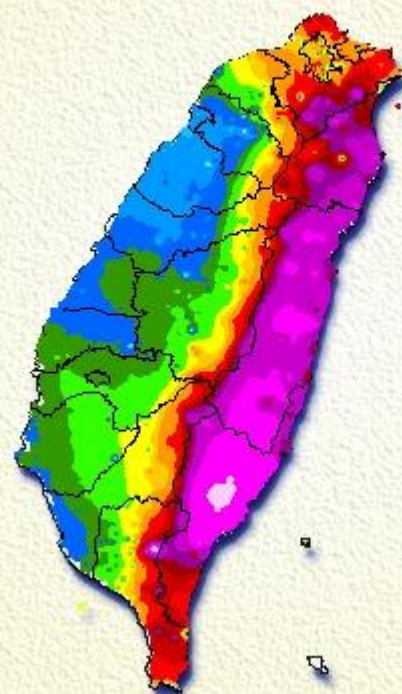
10/12 00:00 ~ 10/13 00:00



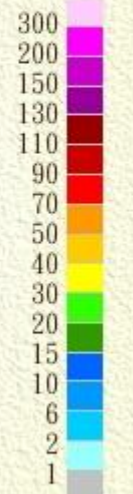
10/13 00:00 ~ 10/14 00:00



10/14 00:00 ~ 10/14 17:30



累積雨量圖
毫米 (mm)



中央氣象局製

- 10/13第二次高流量量測



第二次高流量量測結果

水源橋

垂線編號	左岸	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	右岸
左岸距(m)	0	2	7	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57
垂線平均流速(m/s)	0	1.275	1.545	1.5	1.235	1.08	0.79	0.47	0.995	0.895	0.37	0.125	0
水深(m)	0	1.65	1.8	1.57	1.65	1.7	2.46	3.57	4.67	5.26	5.12	3.95	0
子斷面積(m ²)	-	1.65	8.625	8.425	8.05	8.375	10.4	15.075	20.6	24.825	25.95	22.675	9.875
子斷面流量(m ³ /s)	-	1.051875	12.16125	12.82706	11.00838	9.694063	9.724	9.49725	15.0895	23.45963	16.41338	5.612063	0.617188
總流量(m ³ /s)							127.155625						

金瓜寮溪

垂線編號	左岸	1	2	3	4	5	6	7	右岸
左岸距(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
垂線平均流速(m/s)	0	0.22	0.605	0.955	1.055	0.695	0.385	0.2	0
水深(m)	0	1.45	2.32	2.3	2.23	2.1	1.9	2.07	0
子斷面積(m ²)	-	0.725	1.885	2.31	2.265	2.165	2	1.985	1.035
子斷面流量(m ³ /s)	-	0.07975	0.777563	1.8018	2.276325	1.894375	1.08	0.580613	0.1035
總流量(m ³ /s)					8.593925				

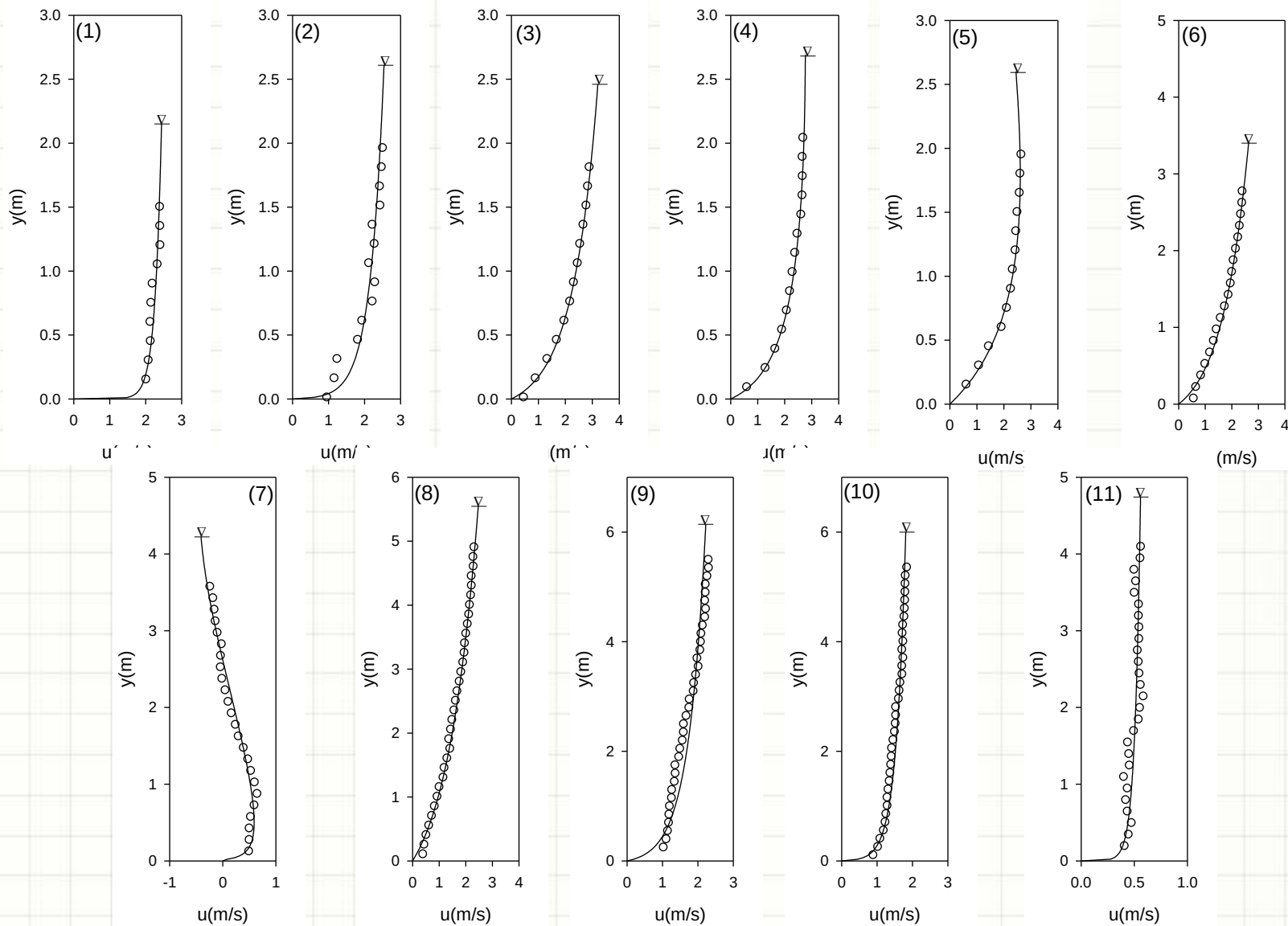
大林10/13

大林10/13									
垂線編號	左岸	1	2	3	4	5	6	7	右岸
左岸距(m)	0	6	11	16	21	26	30	35	40
垂線平均流速(m/s)	0	0.15	1.955	0.66	1.485	0.58	0.97	1.35	0
水深(m)	0	0.68	1	0.81	1.12	0.8	1.17	1.04	0
子斷面積(m ²)	-	2.04	4.2	4.525	4.825	4.8	3.94	5.525	2.6
子斷面流量(m ³ /s)	-	0.153	4.4205	5.916438	5.174813	4.956	3.0535	6.409	1.755
總流量(m ³ /s)					31.83825				

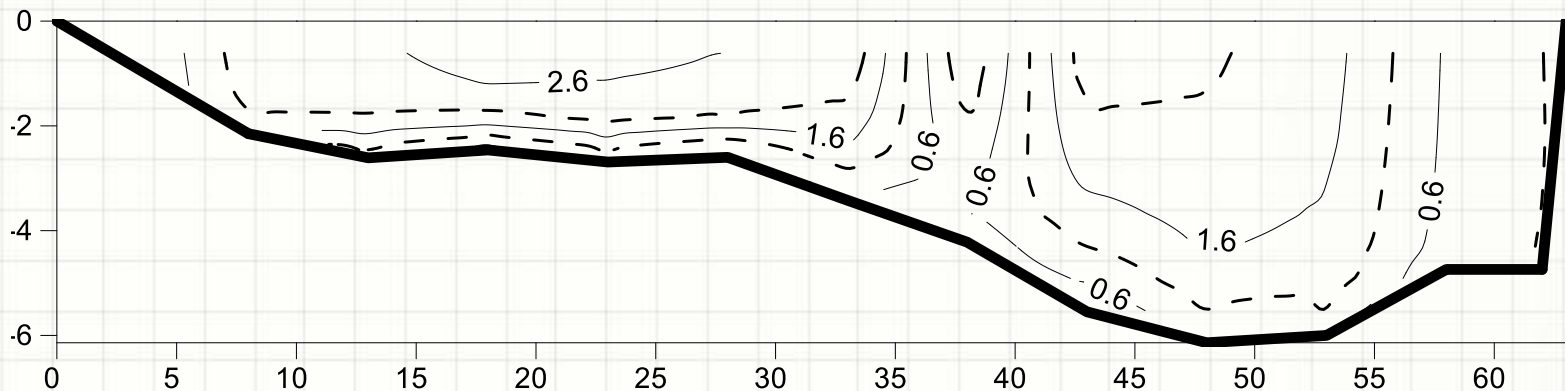
- 10/14第三次高流量量測



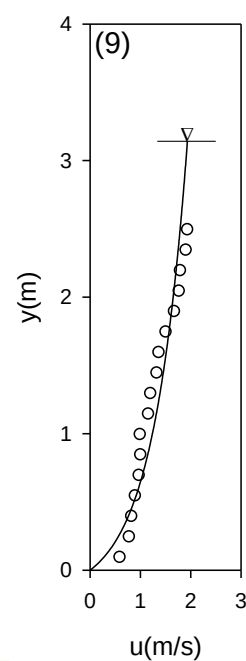
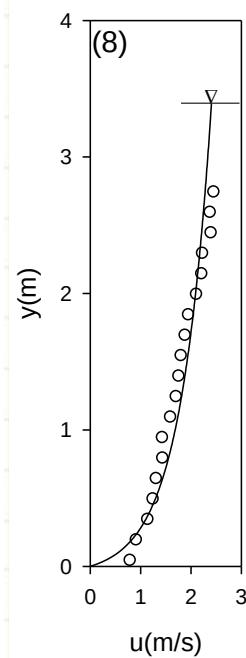
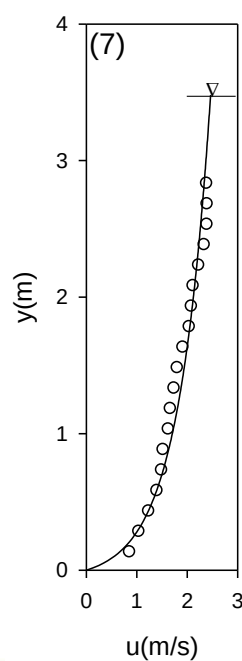
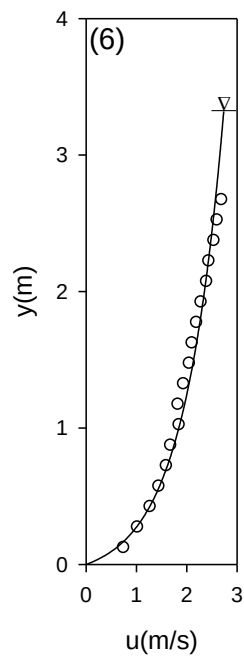
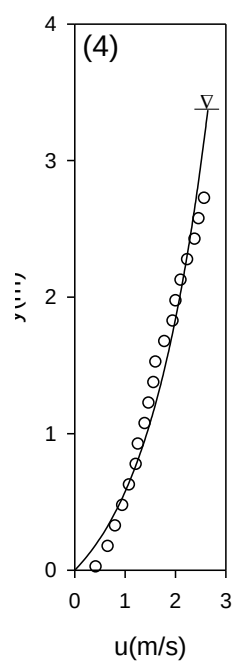
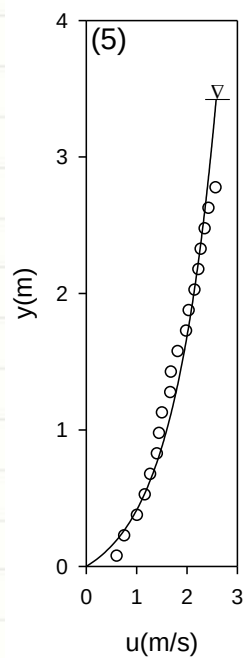
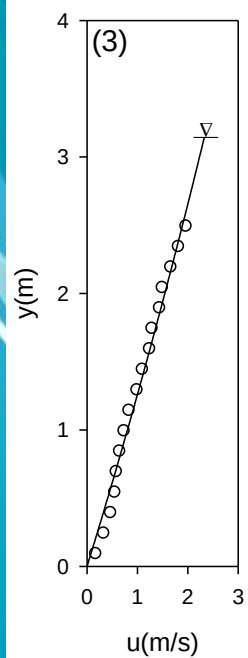
水源橋(10/14)流速分佈



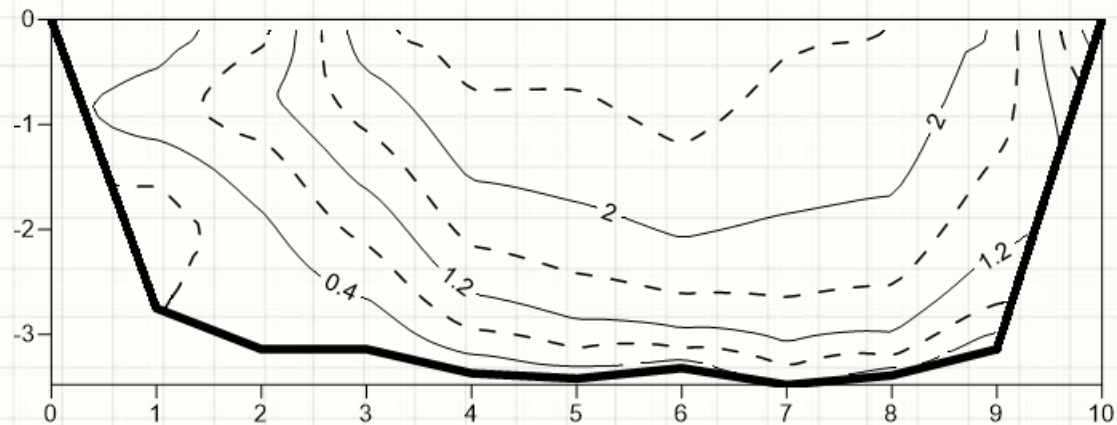
水源橋(10/14)高流量量測結果

[illegible]

金瓜寮溪(10/14)流速分佈



金瓜寮溪(10/14)高流量量測結果a

[illegible]

大林橋(10/14)高流量量測結果

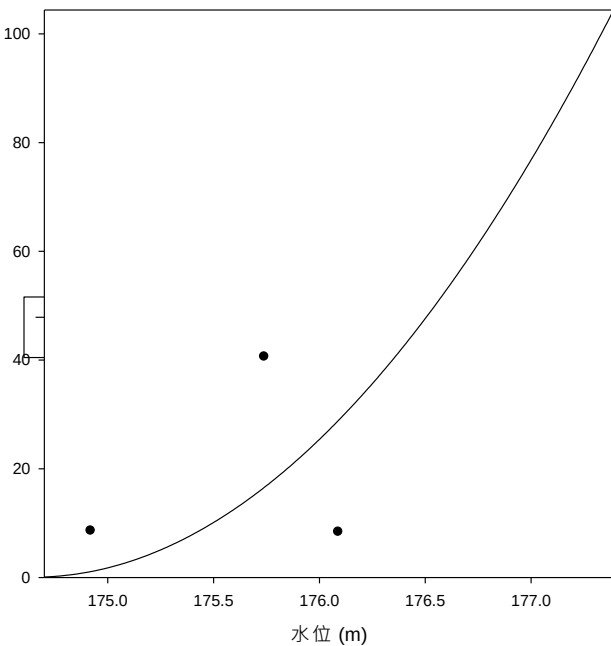
垂線編號	左岸	1	2	3	4	5	6	7	8	右岸
左岸距(m)	0	6	11	16	21	26	31	36	41	46
垂線平均流速(m/s)	0	2.345	3.68	2.545	3.055	1.492	2.824	3.035	2.6565	0
水深(m)	0	2	1.5	3.03	2.5	2.2	2.7	2.2	1.25	0
子斷面積(m ²)	-	6	8.75	11.325	13.825	11.75	12.25	12.25	8.625	3.125
子斷面流量(m ³ /s)	-	7.035	26.35938	35.24906	38.71	26.71363	26.4355	35.88638	24.54459	4.742188
總流量(m ³ /s)					225.6757188					

率定曲線檢核

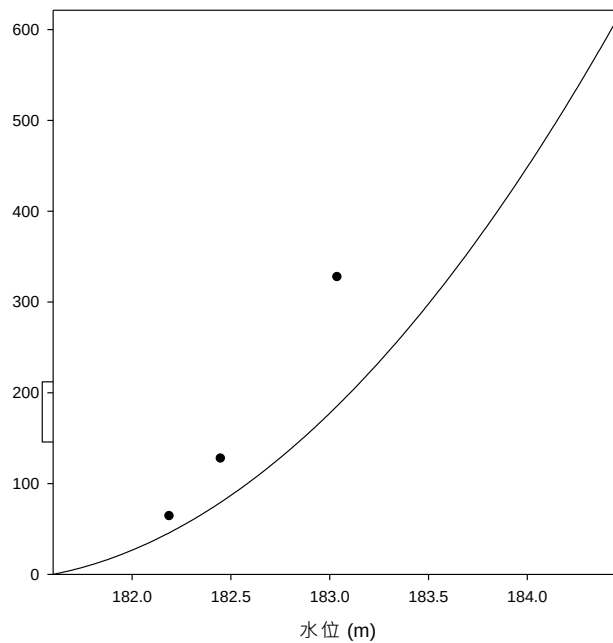
$$Q = A \times (W - L)^2 + B \times (W - L) + C$$

	A	B	C	W	L
坪林站	60.127	42.577	0.02	181.6~184.48	181.6
鯉魚堀站	24.548	8.8468	0.02	172~177.61	172
金瓜寮站	13.89	0.0199	0.07	174.69~177.39	174.65

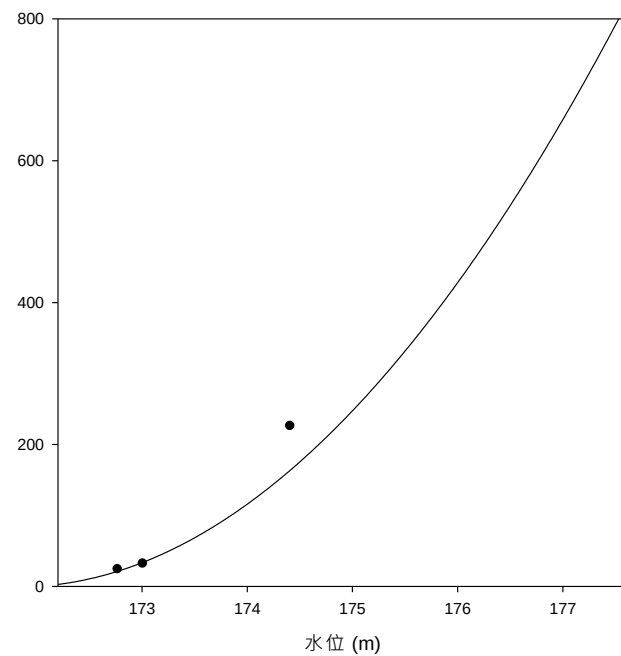
率定曲線有低估流量現象



金瓜寮溪橋

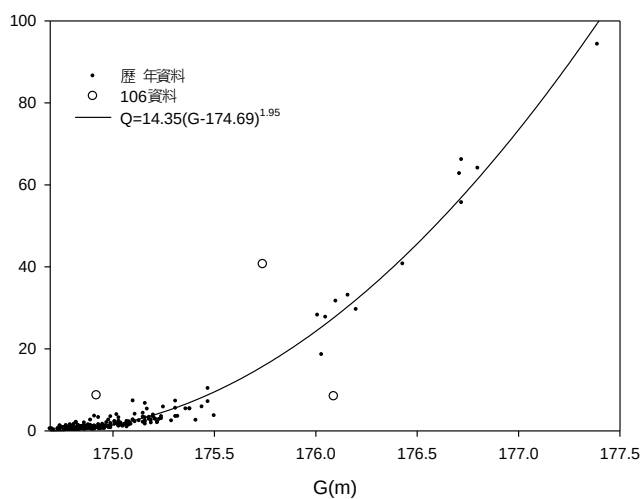


北勢溪

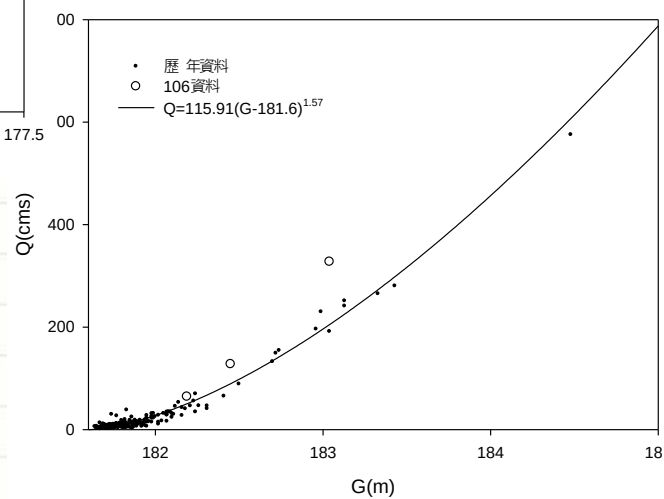


大林橋

修正後率定曲線

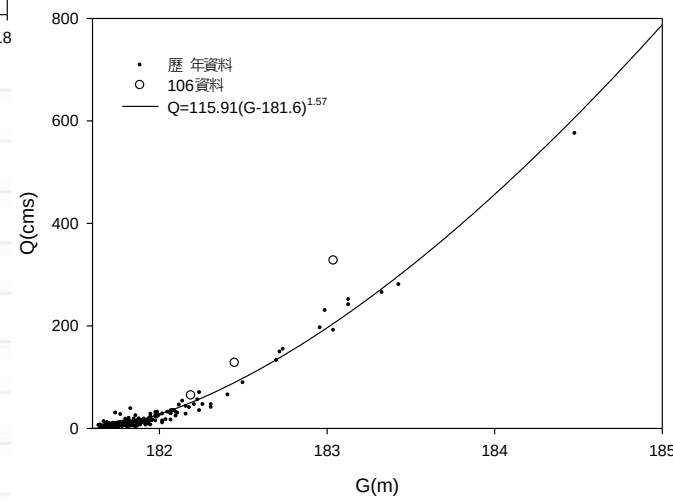


金瓜寮溪橋



北勢溪

大林橋



六、土壤入滲試驗

入滲率之觀念

入滲率(intake rate)，係指水入滲土壤的速率或速度，如水深為15 mm所需入滲時間為一小時，則入滲率為15 mm/hr。

乾燥土壤開始初期水之入滲迅速，此稱為最初入滲率，當水份充滿孔隙中的空氣時，水則由土壤表面緩慢入滲最後達到固定速率則稱為基本入滲率(basic intake rate)。通常以入滲率之遞減率達到當時入滲率之1/10時，稱之基本入滲率，以 I_b 表之，常被應用於土壤性質之分類，是一土壤透水性之指標。

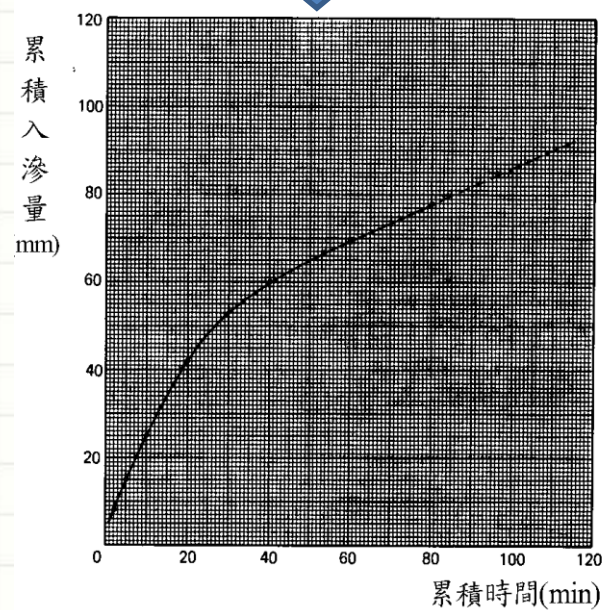
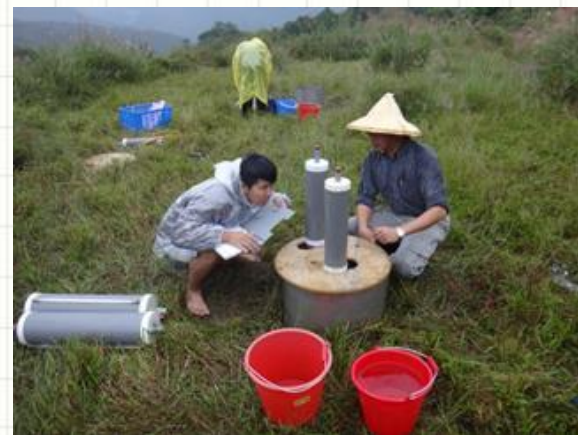
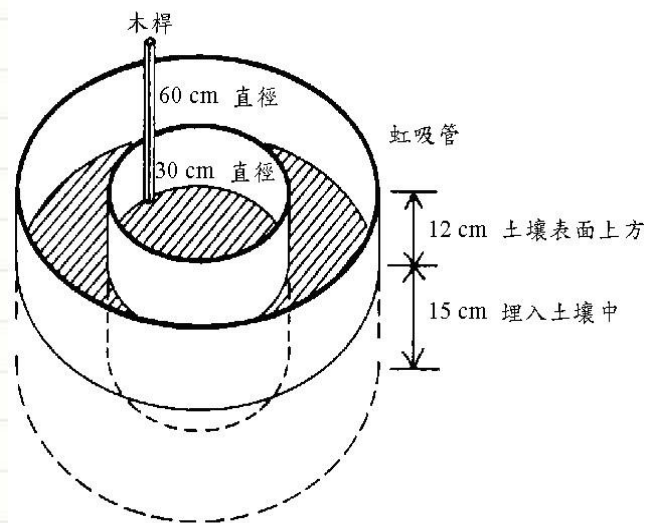
入滲率取決於土壤質地(土壤顆粒大小)、土壤構造(土壤顆粒排列)、土壤種類及土層分佈等等。

不同種類土壤基本入滲率(basic intake rate)

土壤種類	基礎入滲率(mm/hr)
砂 土	30 以下
砂質壤土	20-30
壤 土	10-20

集水區土壤入滲率分析

現地實驗



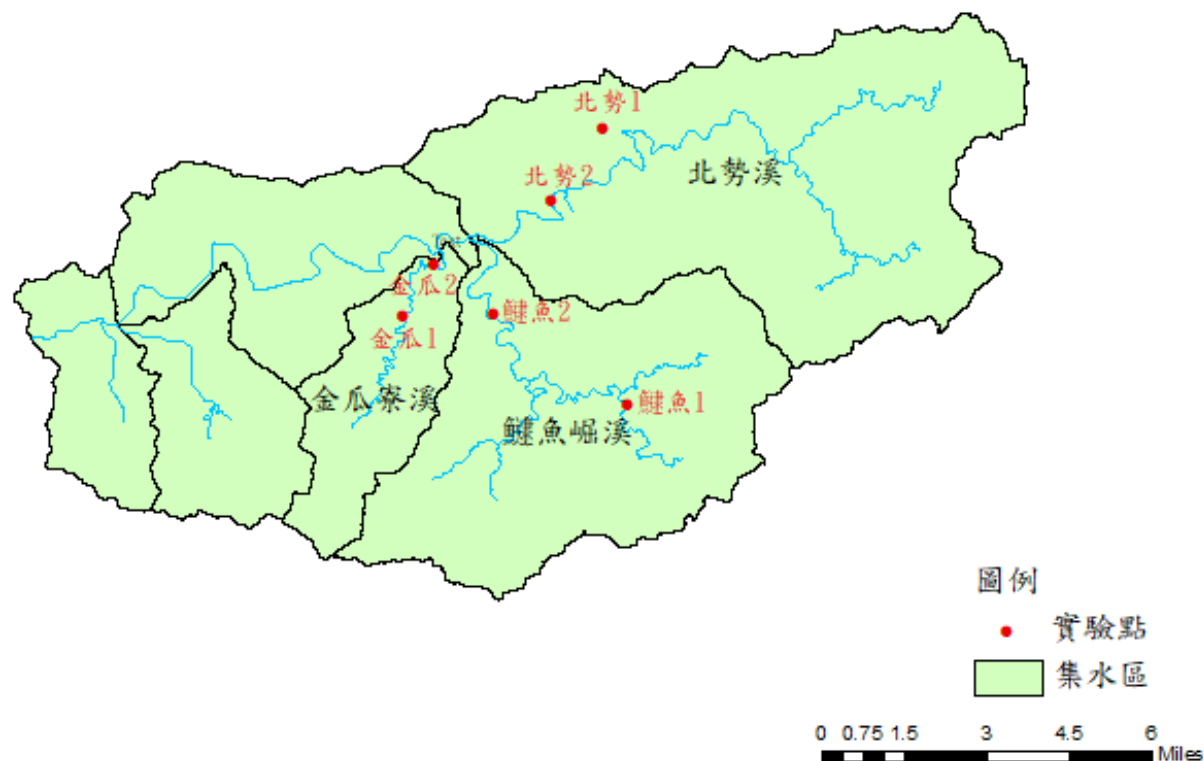
土壤垂直入滲速率計算

藉由馬力奧量筒維持入滲環內處於定水頭狀態，
並由筒內水位隨時間下降之變化關係估算土壤
垂直入滲速率變化，最後達到平衡入滲率

以Horton入滲公式繪製入滲曲線

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

土壤入滲水力實驗位置圖



• 北勢溪預定試驗地點

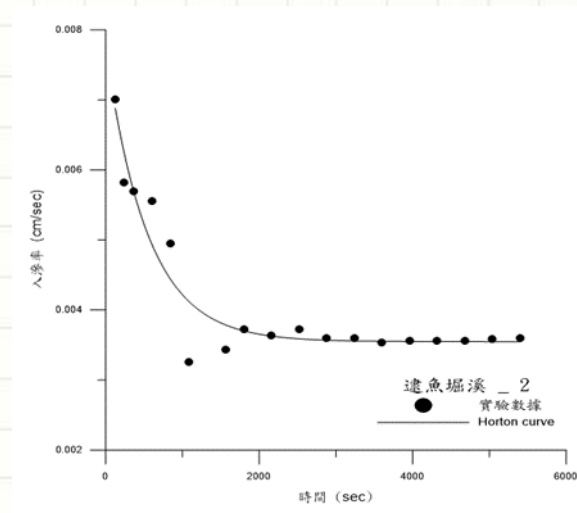
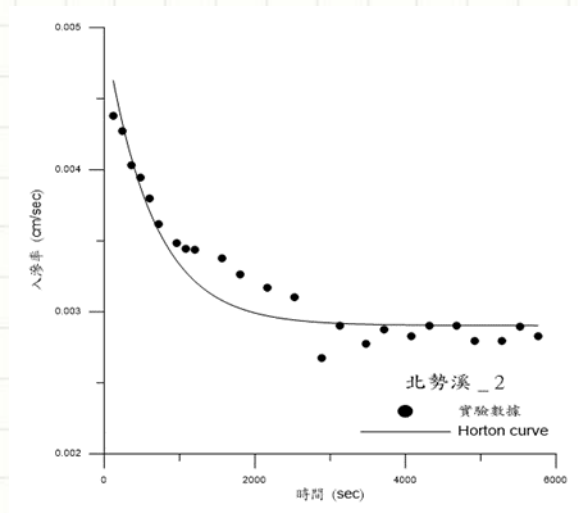
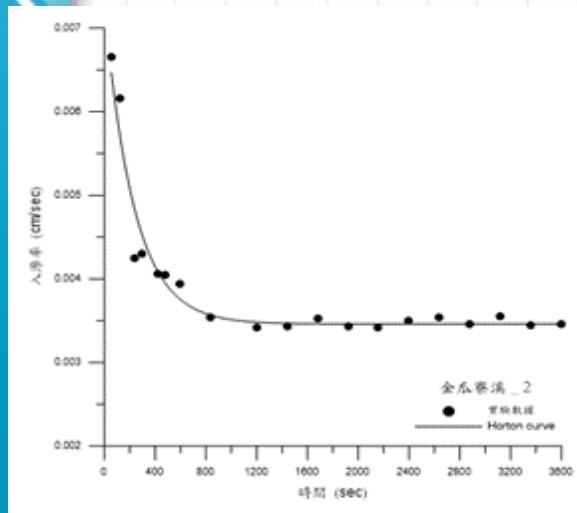
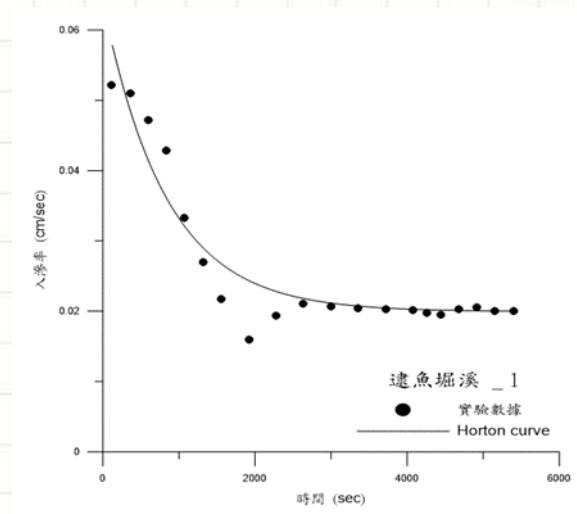
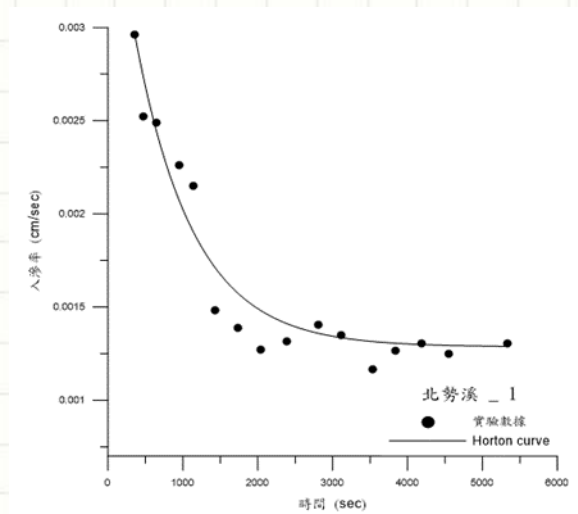
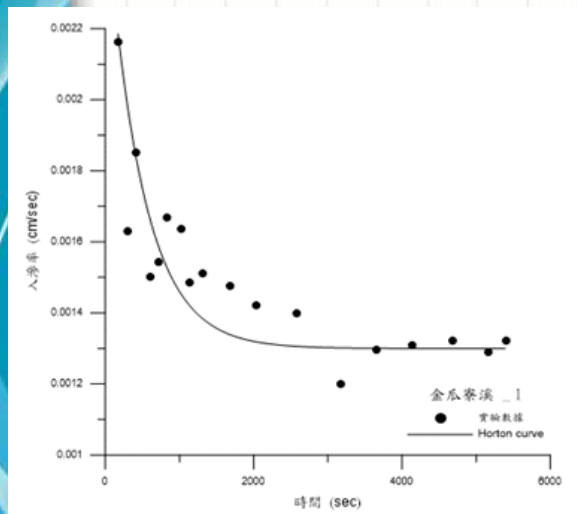
實驗地	現地照片
簡介:漁光派出所後方 座標:24.963322, 121.738345	
簡介:龍虎潭福德宮旁 座標:24.948087, 121.743792	



現地實驗情形



各實驗位置之Horton入滲曲線



各實驗位置之Horton入滲曲線

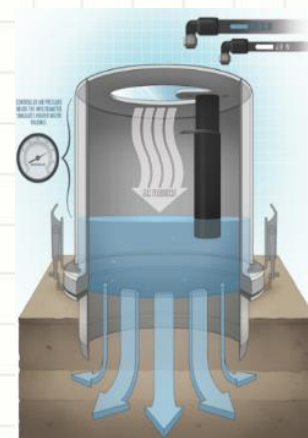
集水區	Horton入滲曲線
金瓜寮溪_1	$f = 0.00131 + (0.00259 - 0.00131) * e^{-0.00207 * t}$
金瓜寮溪_2	$f = 0.00346 + (0.00735 - 0.00346) * e^{-0.00428 * t}$
北勢溪_1	$f = 0.00129 + (0.00395 - 0.00129) * e^{-0.00128 * t}$
北勢溪_2	$f = 0.0029 + (0.00498 - 0.0029) * e^{-0.00158 * t}$
鱸魚堀溪_1	$f = 0.02 + (0.0637 - 0.02) * e^{-0.0012 * t}$
鱸魚堀溪_2	$f = 0.00355 + (0.0077 - 0.00355) * e^{-0.00183 * t}$

各實驗位置之平衡入滲率

集水區	平衡入滲率	
	單位:cm/s	單位:mm/hr
金瓜寮溪_1	0.00131	47.16
金瓜寮溪_2	0.00346	124.56
北勢溪_1	0.00129	46.44
北勢溪_2	0.0029	104.4
鱸魚堀溪_1	0.02	720
鱸魚堀溪_2	0.00355	127.8

雙水頭入滲儀實驗

本實驗利用 DualHead 入滲儀 (DualHead Infiltrometer) 進行
現地表層土壤之水力傳導係數 (K_{fs}) 量測



雙水頭入滲儀現地實驗情形



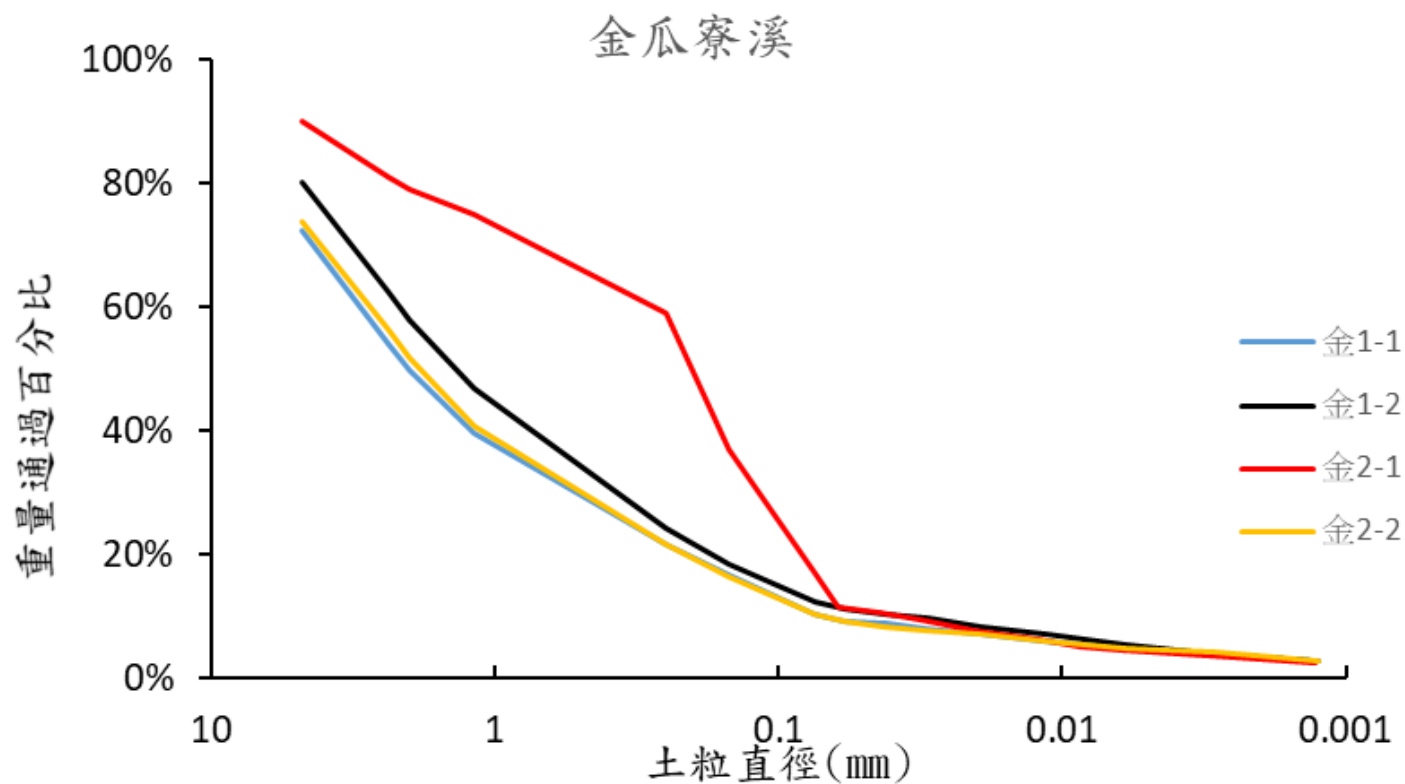
實驗位置之水力傳導係數(K_{fs})

子集水區	水力傳導係數(K_{fs})(cm/s)
金瓜寮溪_1	0.0026
金瓜寮溪_2	0.00735
北勢溪_1	0.014
北勢溪_2	0.00875
鯉魚堀溪_1	0.0109
鯉魚堀溪_2	0.0026

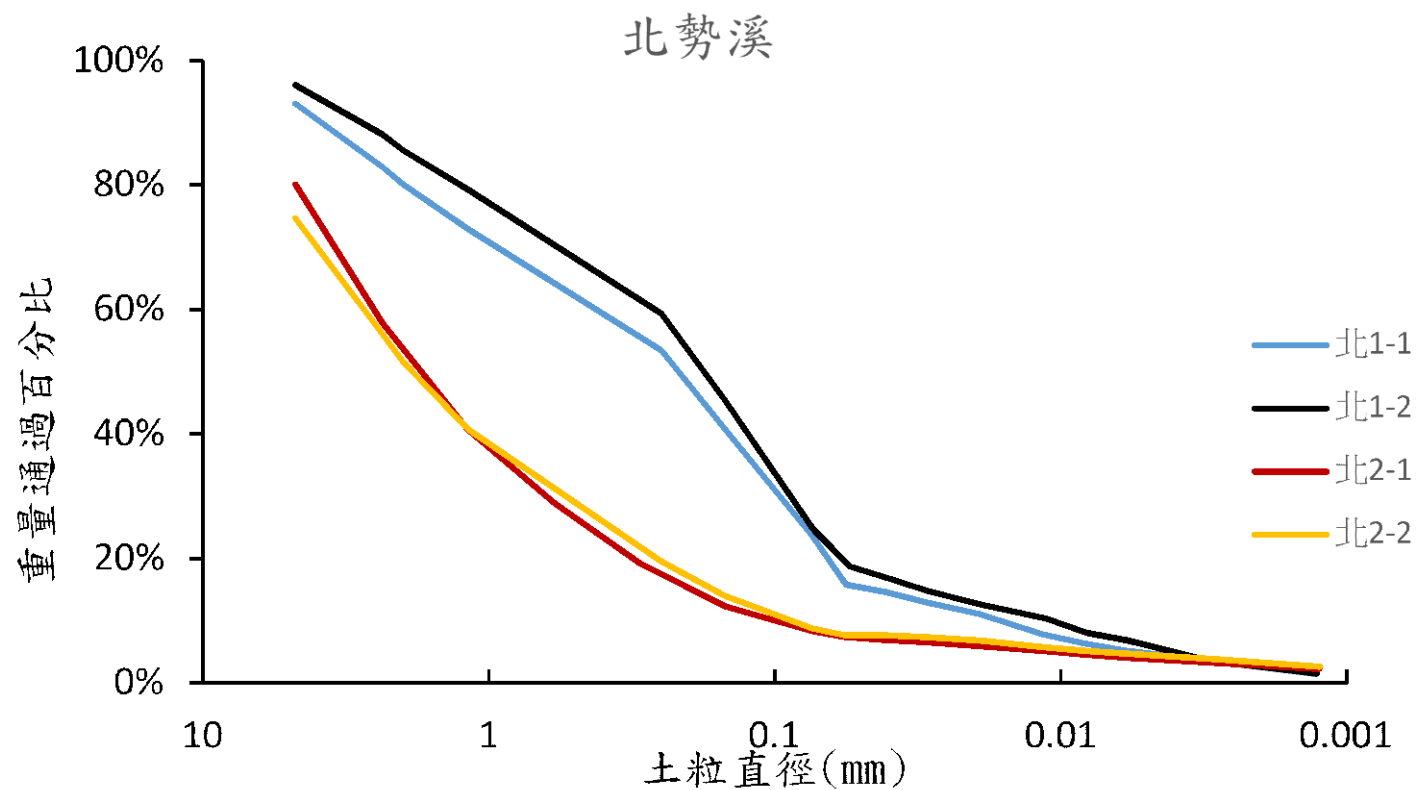
土壤成分分析



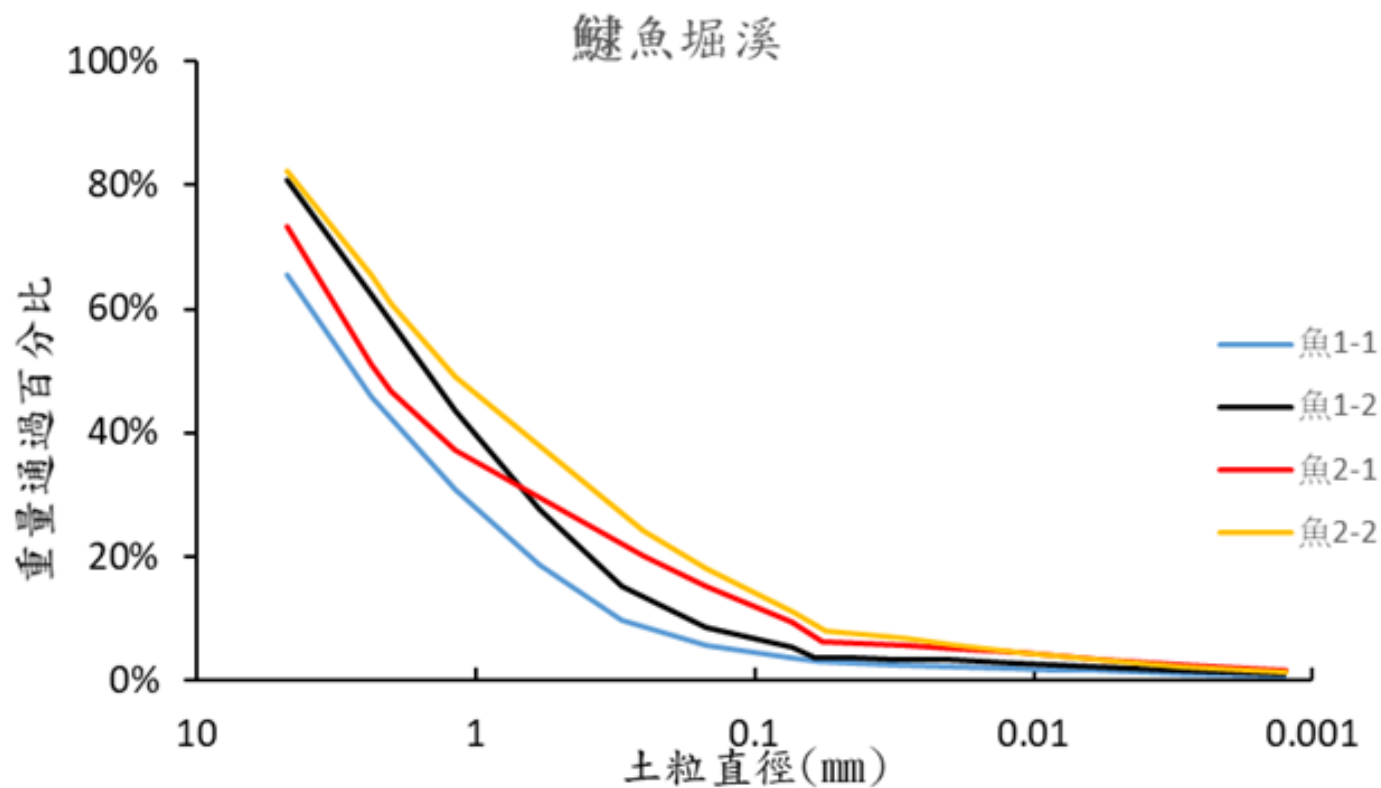
金瓜寮溪土壤粒徑分布曲線



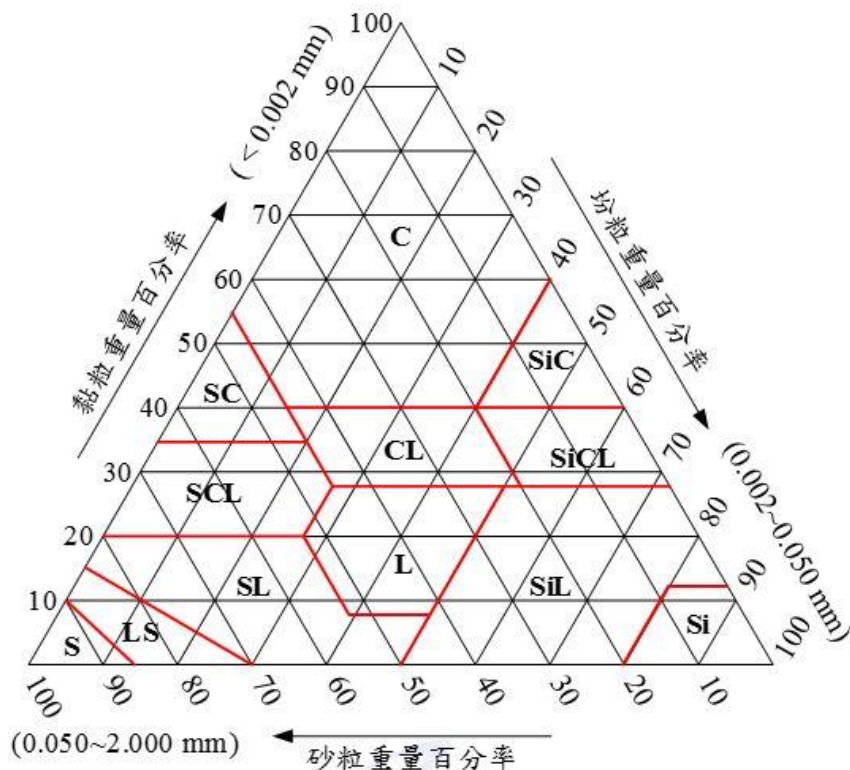
北勢溪土壤粒徑分布曲線



鯪魚堀溪土壤粒徑分布曲線



美國農業部USDA三角座標分類



Group A	Group C
低地表逕流潛能	中至高等地表逕流潛能
高滲透率	低滲透性
主要為深且有良好排水性之砂及礫石	土壤組成中有一層妨礙水份向下移動
	土壤為中等細質地至細質地 (moderately fine to fine texture)
Group B	Group D
低至中等地表逕流潛能	高地表逕流潛能
中等滲透率	極低滲透性
土壤為中等細質地至中等粗質地 (moderately fine to moderately coarse texture)	主要為黏土層 有一黏土層在近地表處 淺層土壤有幾乎不透水材料覆蓋

SWAT模式簡介（1/3）

- SWAT模式由USDA-ARS的Jeff Arnold博士等人團隊所研發，是一個具有物理機制，須參數率定之集水區尺度水文水質模式。
- 模式可以評估集水區在不同土地利用、土壤分佈與管理作業下對水文、泥砂、營養鹽、微生物和農藥承載之影響。

模式簡介（2/3）

- SWAT模式前身是SWRRRB模式（Simulator for Water Resources in Rural Basins）。
- 結合許多美國農業研究中心所研發的模式，如 **CREAMS**（Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems）、**GLEAMS**（Groundwater Loading Effects on Agricultural Management Systems）和 **EPIC**（Erosion-Productivity Impact Calculator）。

模式簡介（3/3）

- 時間上以日為時間模擬尺度，且可執行連續長時間模擬之模式，並不適用於事件式洪水的模擬。
- 空間上，模式將集水區細分為更小的子集水區，子集水區更可細分為數個 HRU（Hydrologic Response Unit），以反應不同的土地利用、土壤條件或坡度。

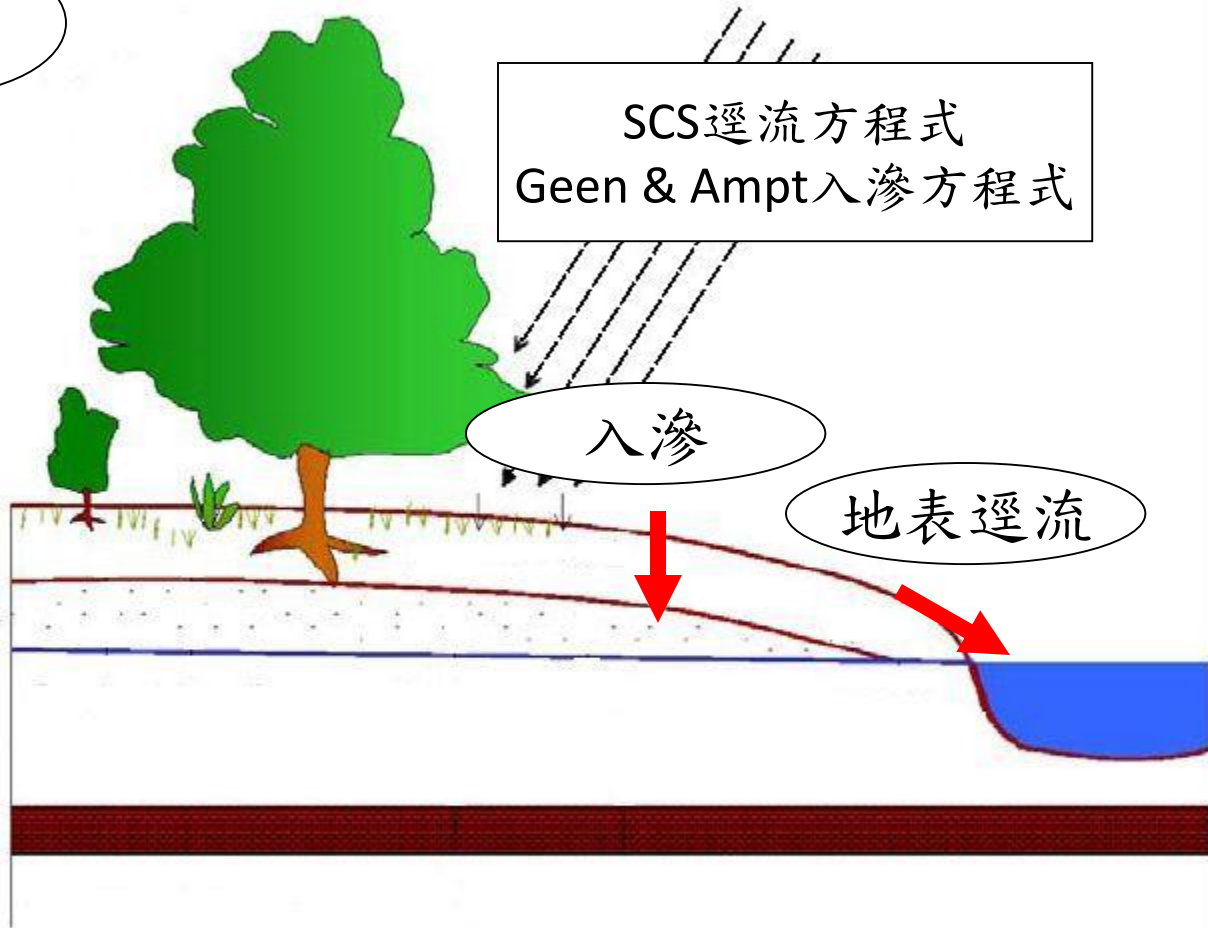
集水區模擬 (1/6)

水文

SCS逕流方程式
Geen & Ampt入滲方程式

入滲

地表逕流



水文—地表逕流（1/2）

- SCS curve number方程式是一個經驗公式，其來源為在美國的小型農業集水區中累積20多年的研究，探討降雨量和逕流量的關係而產生的經驗式，在各種土地利用和土壤型態的改變下可以得出有根據的逕流模擬值。

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - 0.2S)^2}{(R_{day} - 0.8S)}$$

Q_{surf} ：累積逕流量或超出雨量（公厘）

R_{day} ：每日的降雨深度（公厘）

S ：retention parameter（公厘）

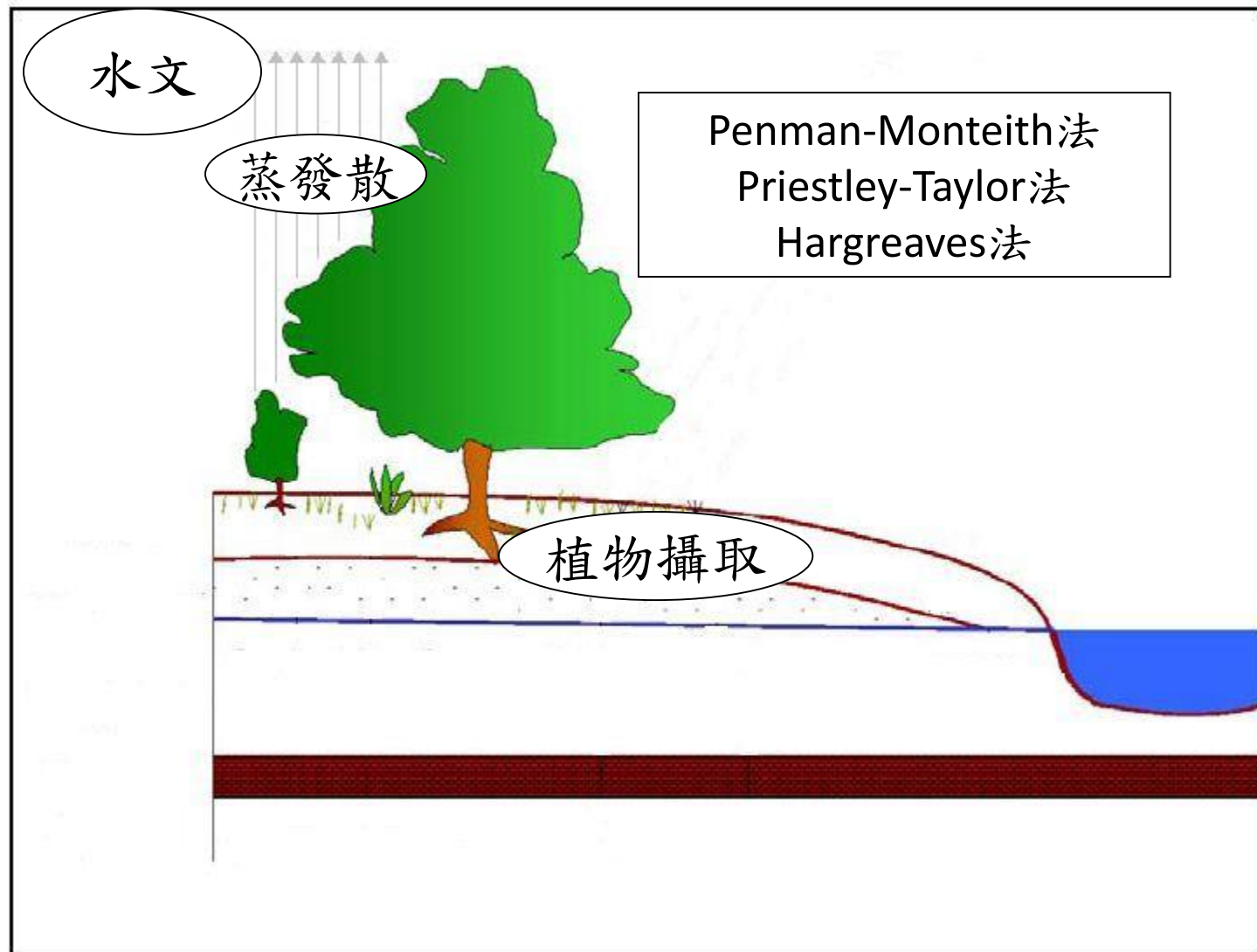
水文—地表逕流（2/2）

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

CN：每日的CN（curve number）值

- CN值：SCS curve number為美國水土保持局所制定，考慮的因子如土壤入滲的情況、土地使用和降水之前的土壤水分條件。因應臨前降雨的狀況所造成不同之CN值，依照臨前降雨的狀況分成I、II和III型，依序為土壤乾燥到土壤飽和的情形。

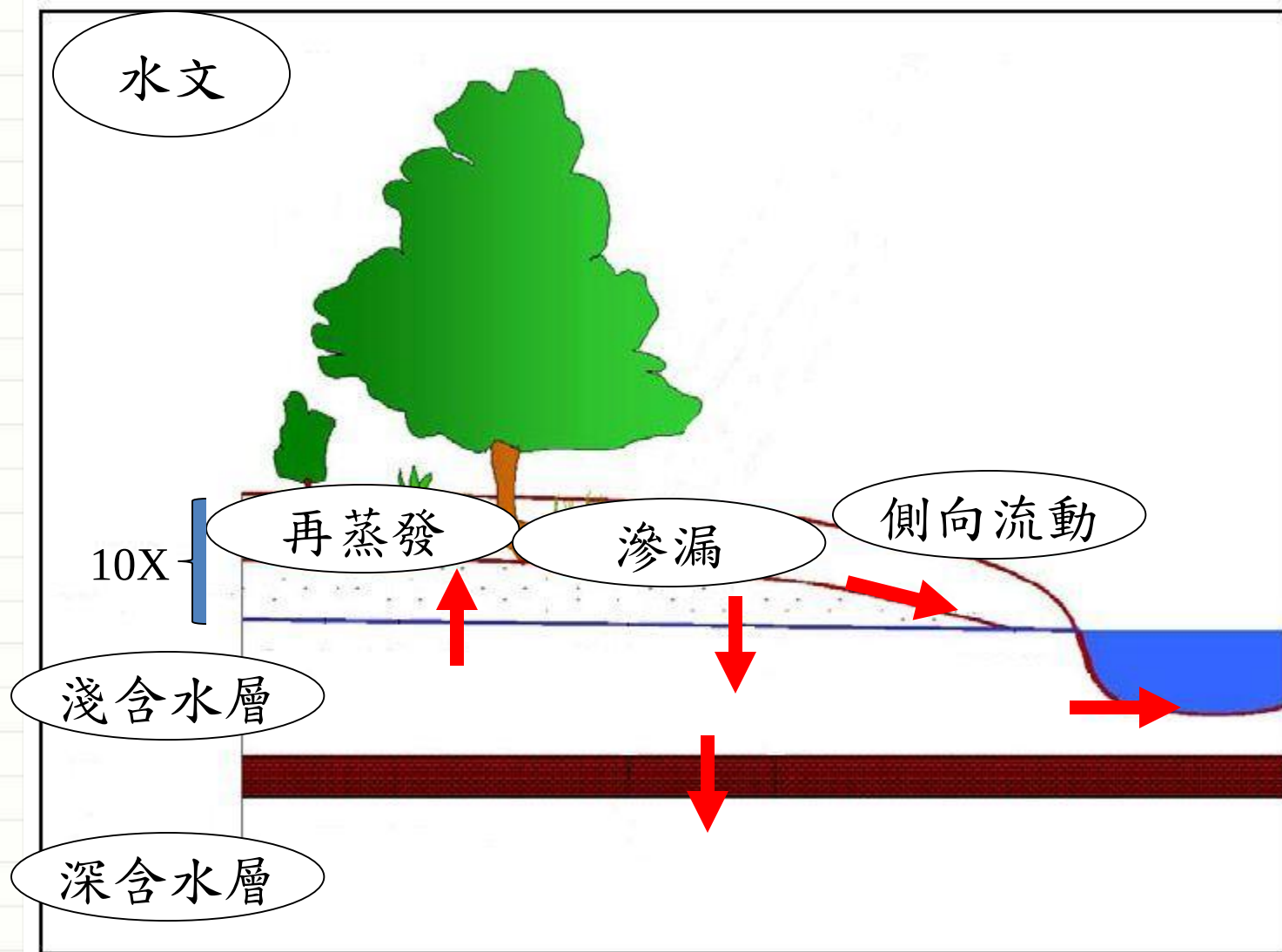
集水區模擬 (2/6)



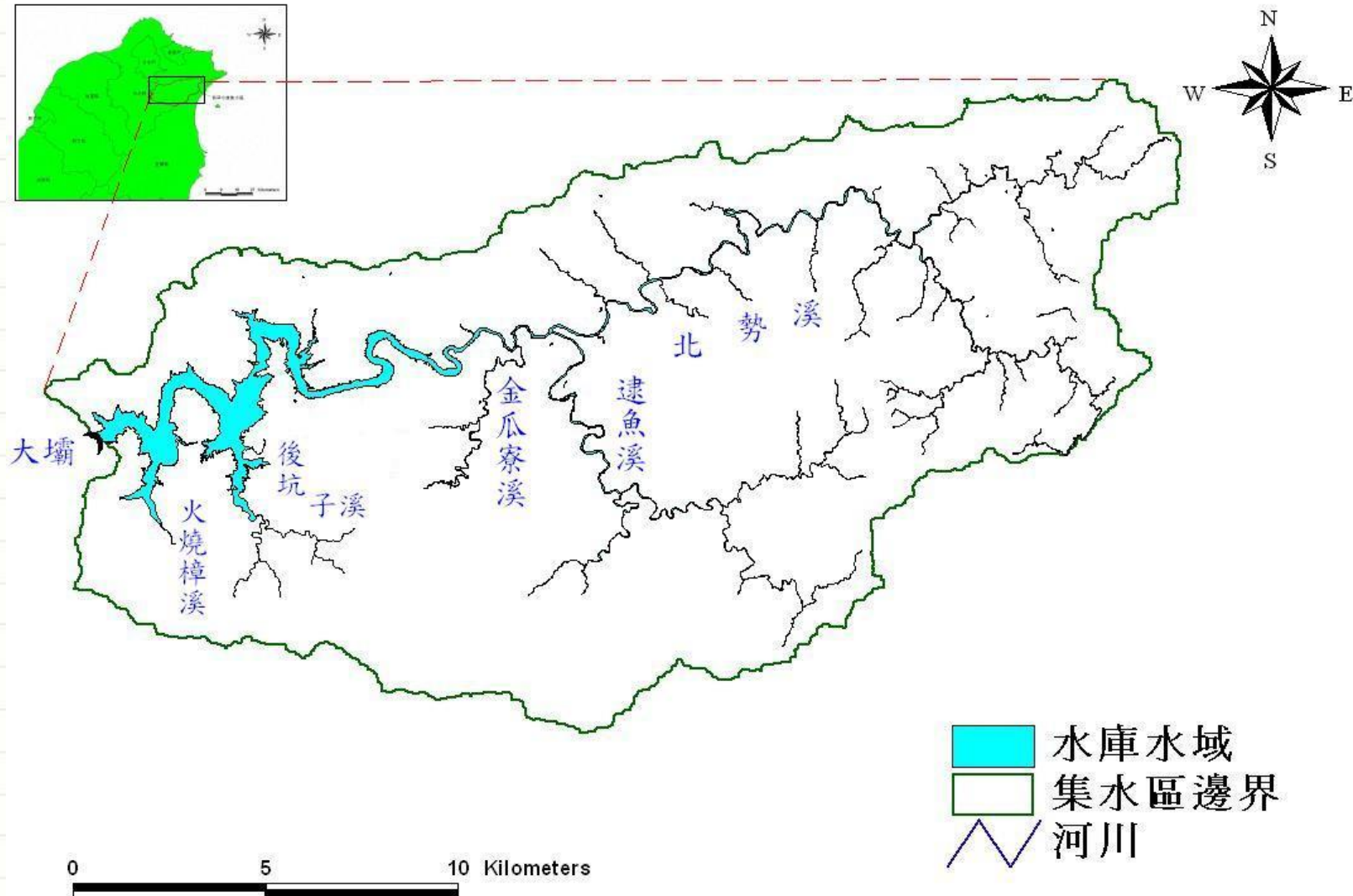
水文－蒸發散

- Penman-Monteith方法（Monteith, 1965; Allen, 1986; Allen et al., 1989）需要太陽輻射、氣溫、相對溼度和風速資料。
- Priestley and Taylor（1972）發展了一個簡化的方程式，需太陽輻射、氣溫和相對濕度的資料。
- Hargreaves方法（Hargreaves et al., 1985）需要氣溫的資料。

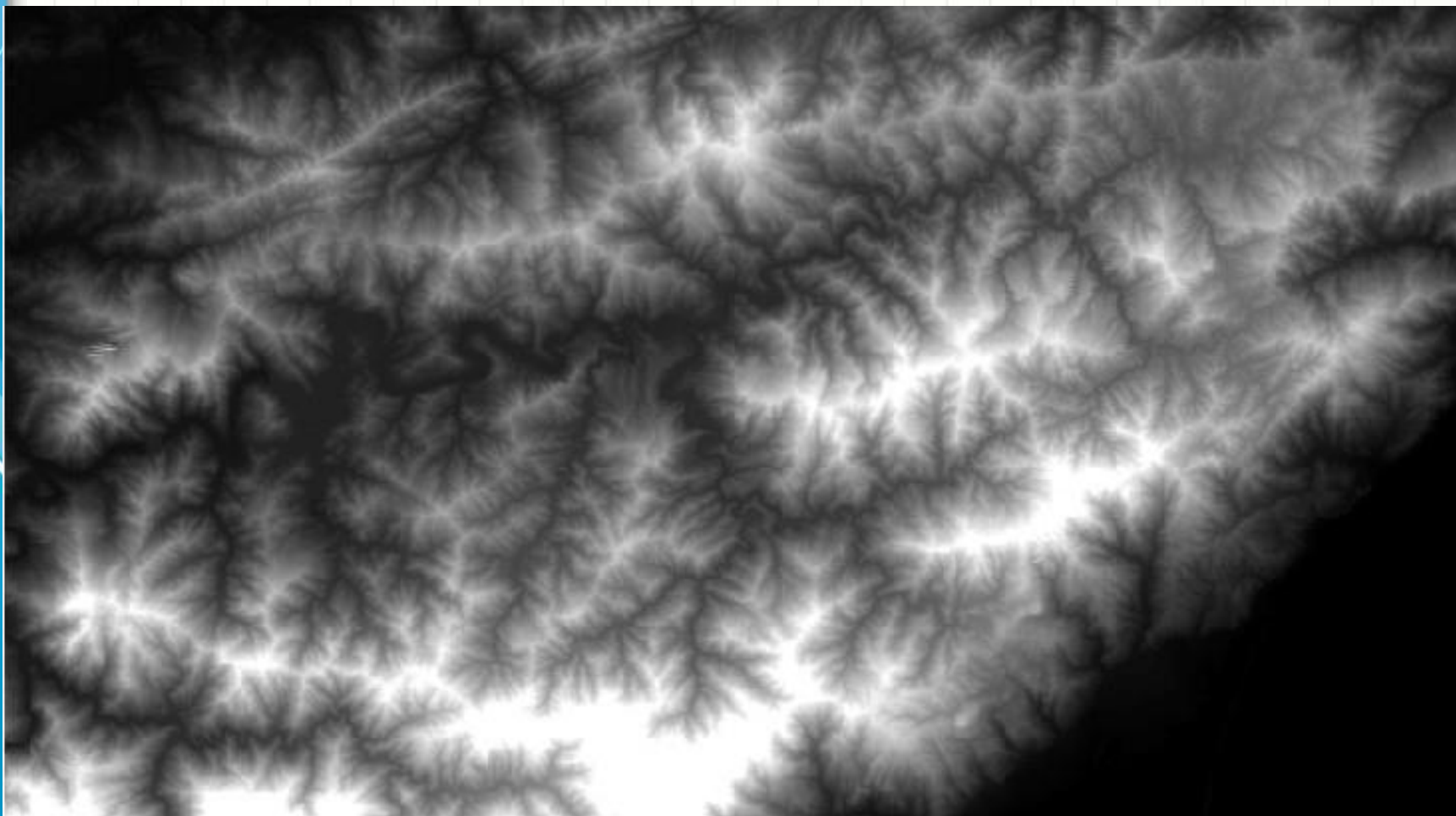
集水區模擬 (3/6)



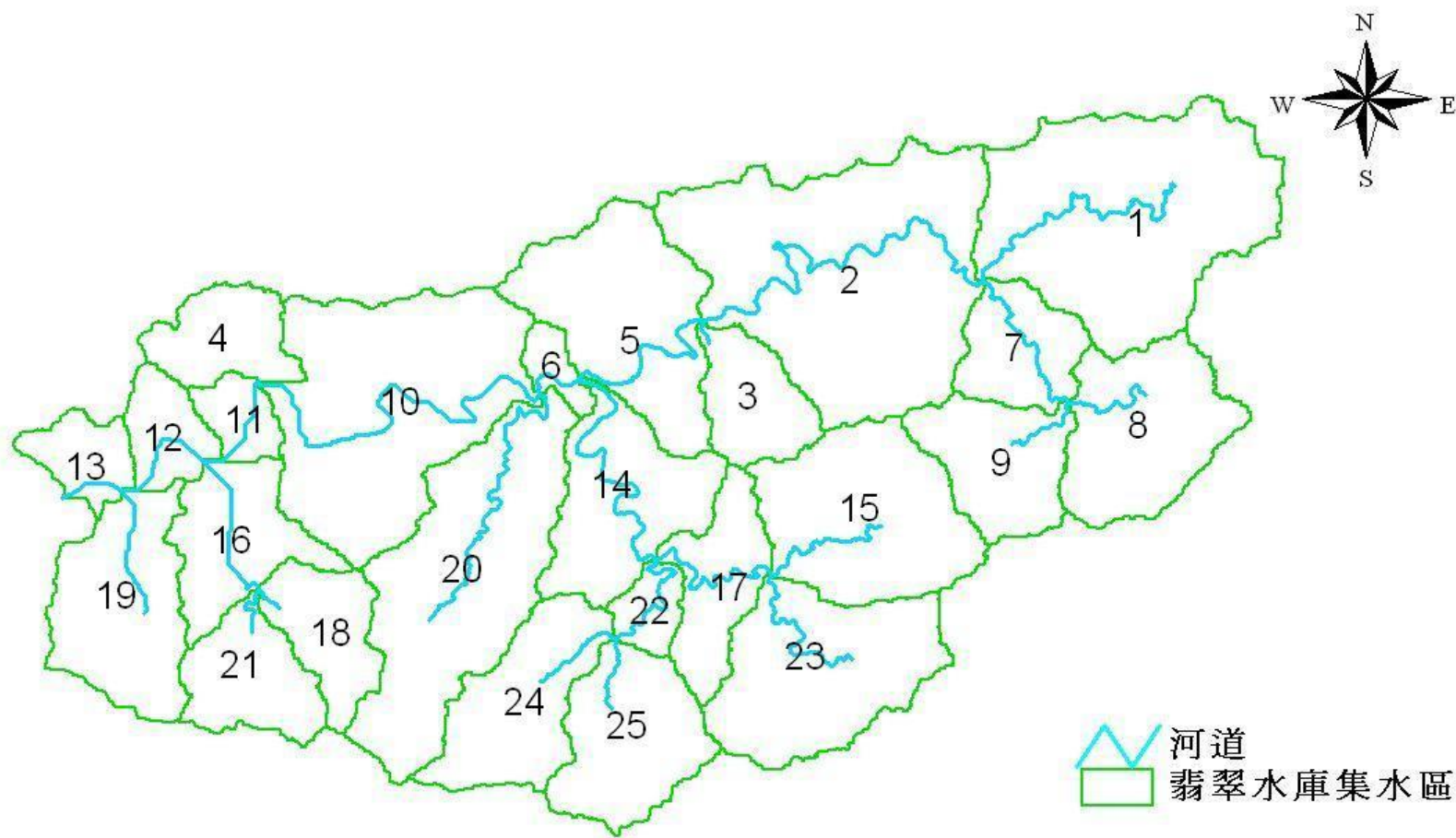
資料收集 (1/6)



資料收集 (2/6)

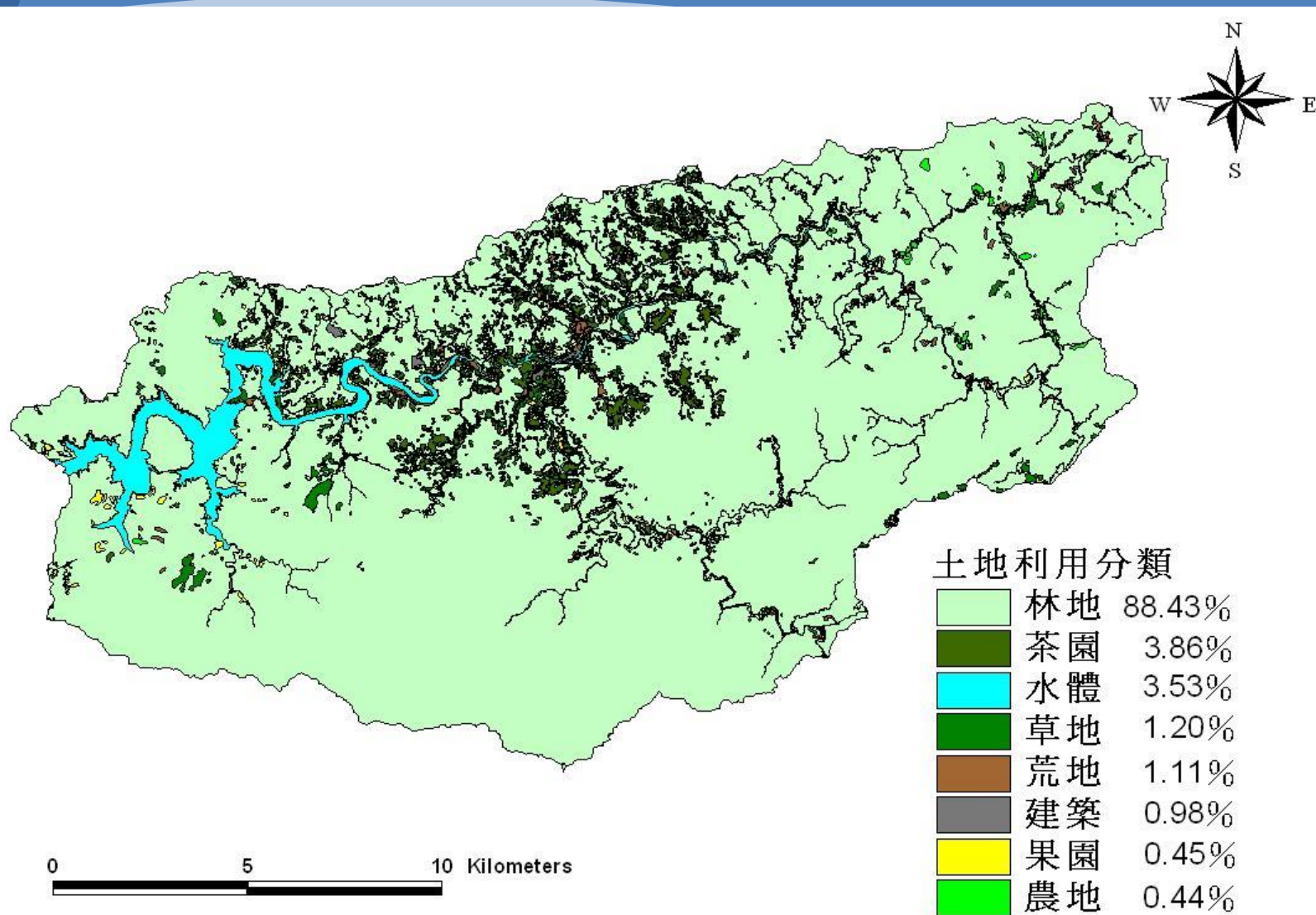


資料收集 (3/6)

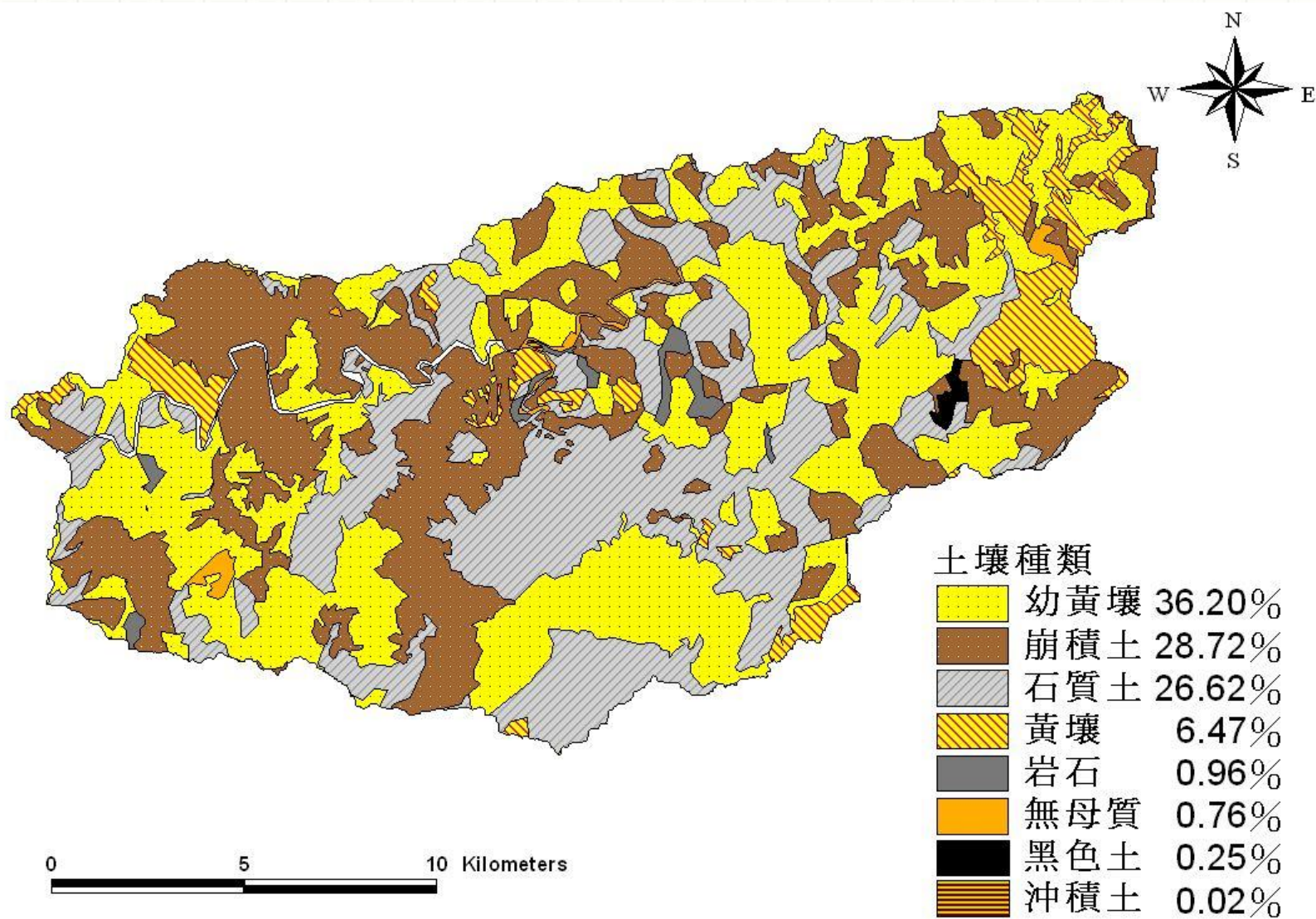


0 5 10 Kilometers

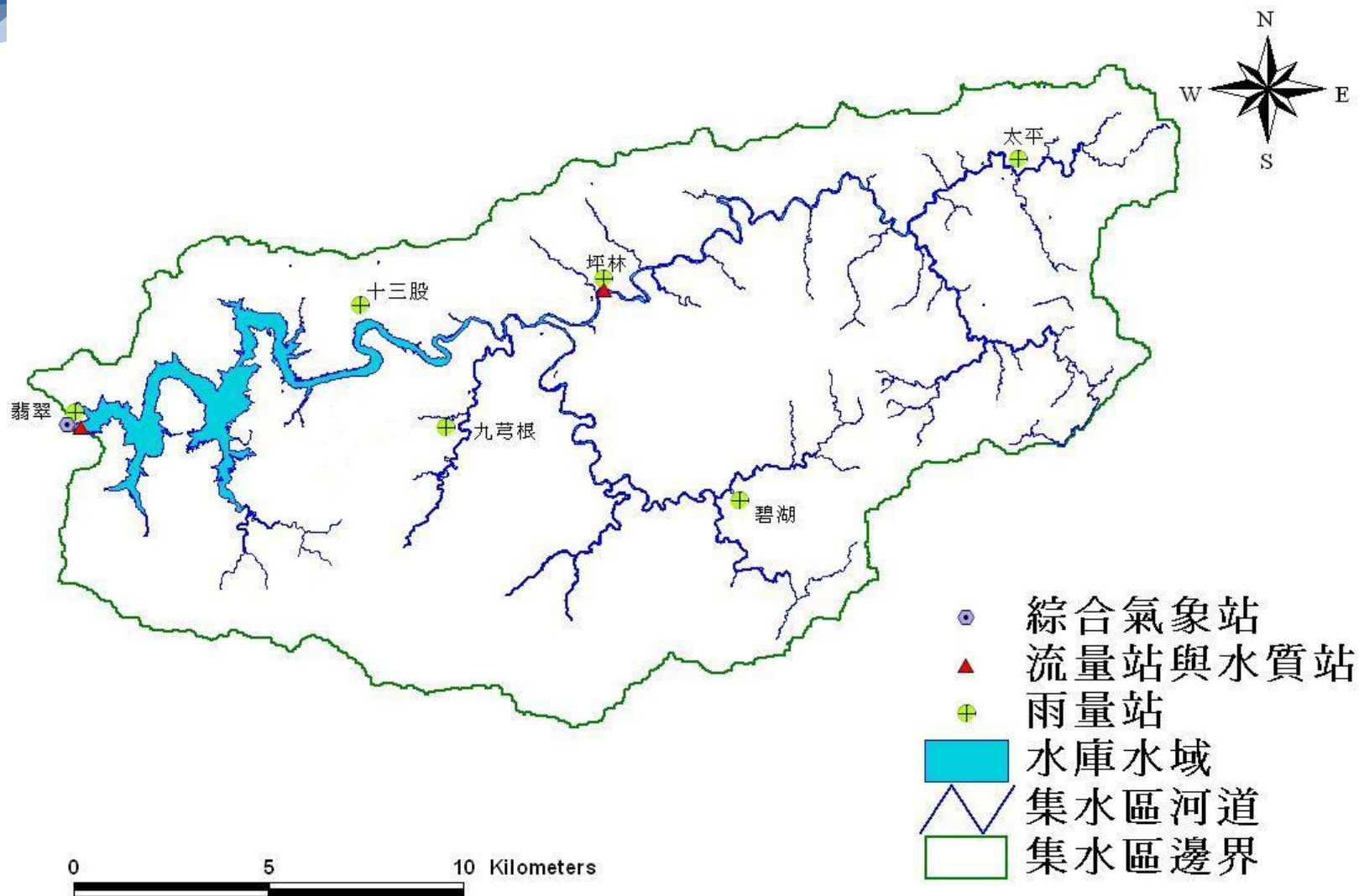
資料收集 (4/6)



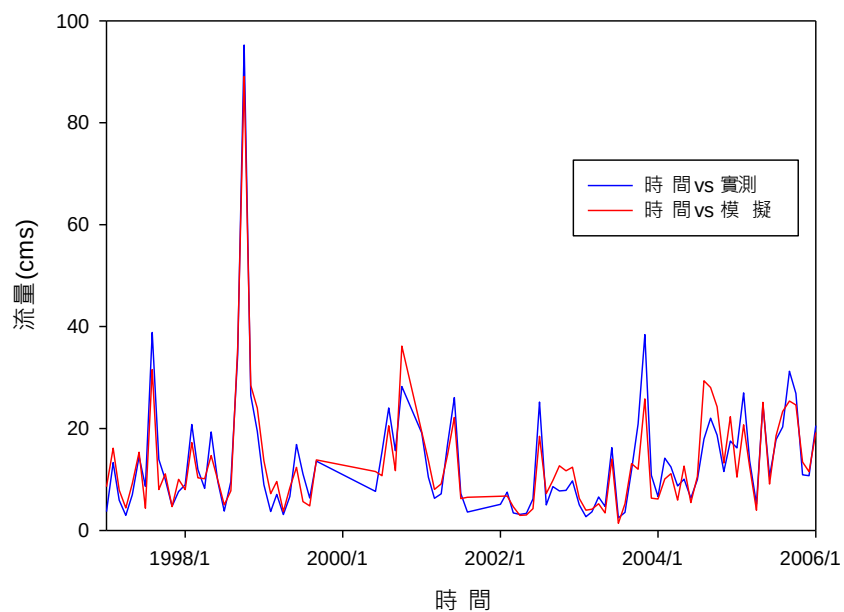
資料收集 (5/6)



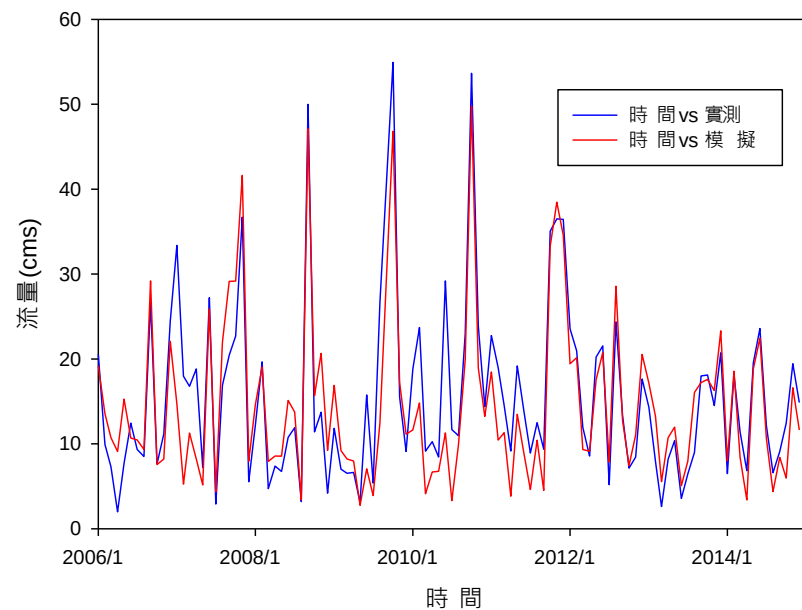
資料收集 (6/6)



北勢溪降雨-逕流

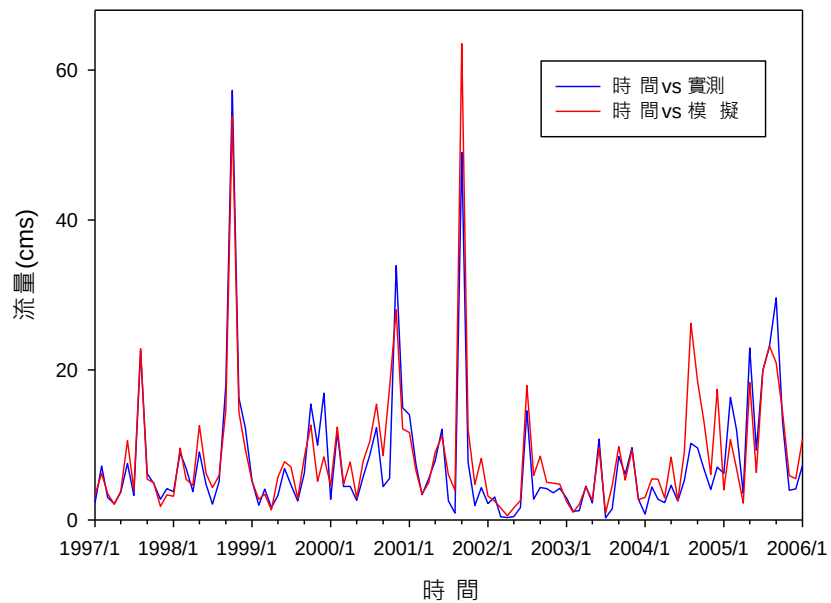


北勢溪流量檢定

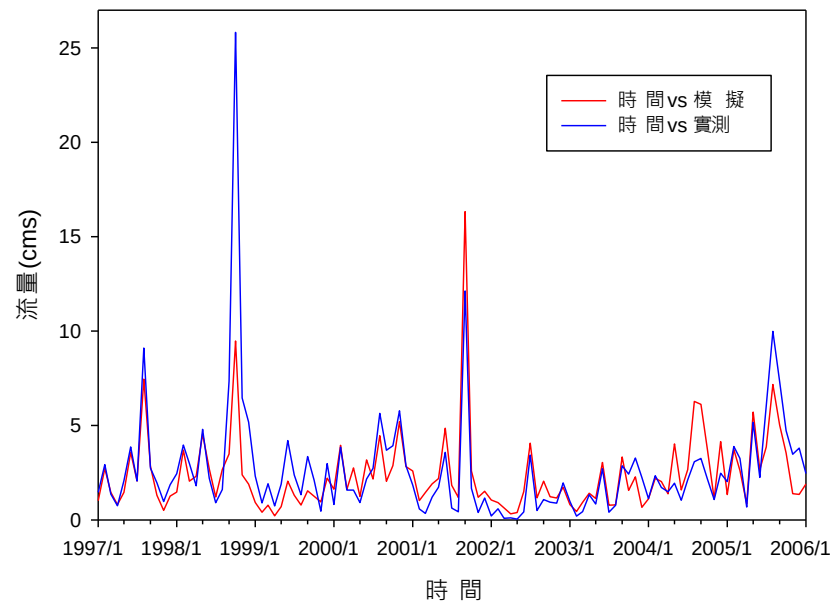


北勢溪流量驗證

鯪魚堀溪降雨-逕流

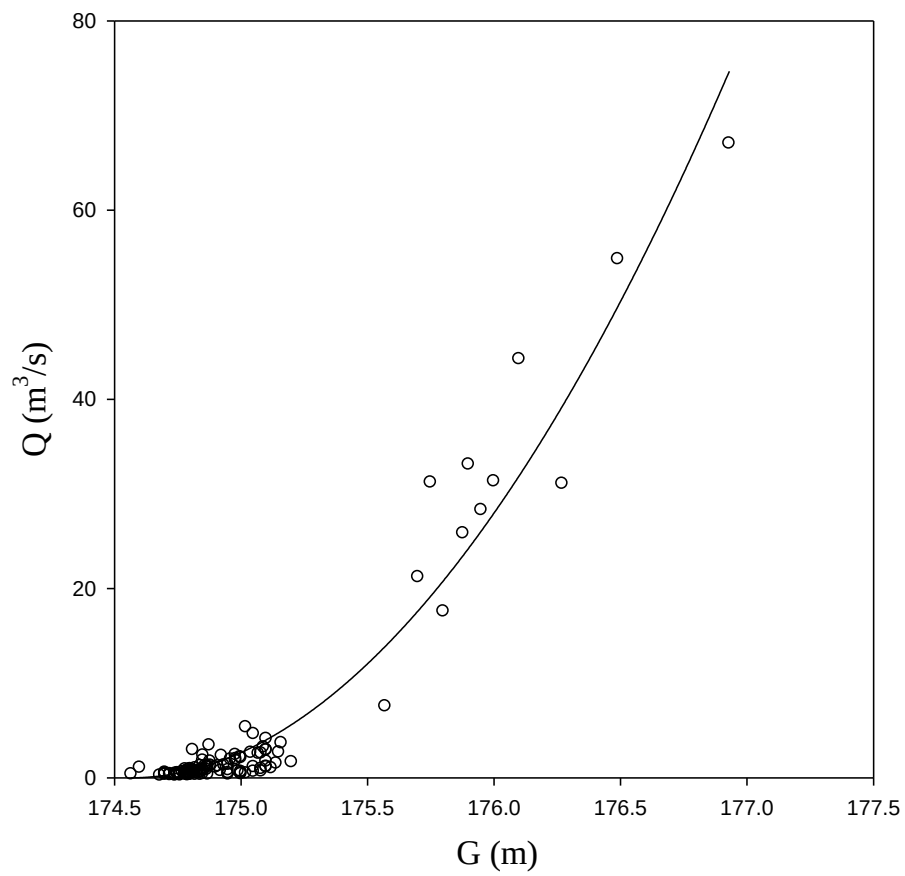


鯪魚堀溪流量檢定

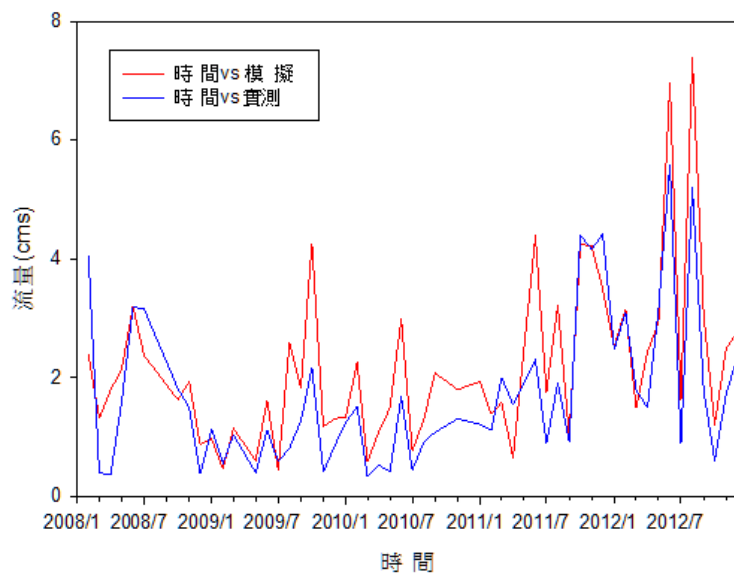


鯪魚堀溪流量驗證

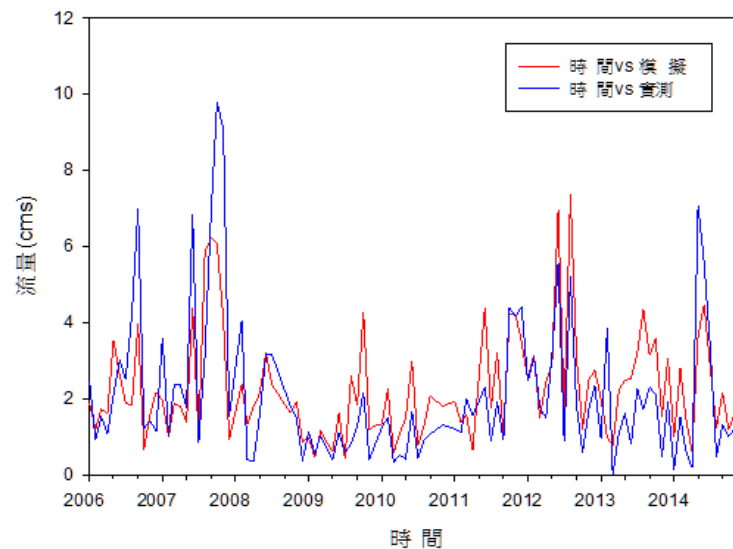
金瓜寮降雨-逕流



金瓜寮降雨-逕流



金瓜寮溪流量檢定



金瓜寮溪流量驗證

各集水區入滲數值

集水區	北勢溪	鱸魚堀溪	金瓜寮溪
平衡入滲率(mm/hr)	75.42	423.9	85.86
K值(cm/s)	0.0114	0.0068	0.005
CN值	36	36	36

結論

- 目前資料顯示氣候變遷對水文的影響不顯著。
- 影響翡翠水庫集水區降雨主要因子為東北季風及颱風。
- 目前6個雨量站應可滿足資料的收集，無須增減站。
- 目前3個流量站以足夠。
- 高流量量測顯示目前的率定曲線有低估流量的情形。
- 各子集水區的入滲係數、K值及CN值已建立。

建議

- 雨量站與流量站目前已足夠。
- 資料收集應持續。
- 資料項目如地下水應評估是否需要。
- 高水位時期的流量應持續量測。
- 大壩水位與入庫前流量的時差建議應進一步研究。

THANK YOU!



陳彥璋、葉惠中、張哲豪(2017)，翡翠水庫集水區水文特性分析及水文站檢核，臺北翡翠水庫管理局委託。