

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

烏溪流域水文分析

作者：徐子堯、周韻青、陸婷婷

系級：水利三乙

學號：D9768413、D9890267、9942620

開課老師：蘇惠珍、鍾侑達

課程名稱：水文統計與模式應用

開課班級(系所)：水利與資保三合(水利系)

開課學年：99 學年度 第 1 學期

中文摘要

(1) 目的：

藉由分析流域的水文狀況可以使使用者了解在此流域所發生的水文狀況，藉此進一步去規畫及制定水利相關設施。

(2) 過程及方法：

利用「二參數常態分佈」、「三參數常態分佈」、「皮爾森三型分佈」、「對數皮爾森三型分佈」、「極端值一型分佈」等五種分佈法來計算其雨量頻率分佈。再用卡方檢定、K-S 檢定、SE 檢定，來選定其合適的分佈法。

(3) 結果：

極端值一型分布 SE 最小，故選擇極端值一型分布。

關鍵字：水文分析

目 次

一、 概述	4
二、 水文站	4
2.1 烏溪流域水文站列表	4
2.2 烏溪流域圖	5
2.3 烏溪流域量站之位置圖	6
2.4 烏溪流域徐昇氏多邊形結果表	6
2.5 烏溪流域徐昇氏權重圖	7
2.6 烏溪流域雨量站一覽表	8
三、 降雨分析	8
3.1 集水區平均最大一日暴雨量	8
3.1.1 平均最大一日暴雨量成果表	8
3.2 暴雨頻率分析	9
3.2.1 烏溪流域一日暴雨頻率分析成果表	10
3.2.2 烏溪流域最大一日累積暴雨量超越機率百分比圖	10
3.3 卡方檢定	11
3.3.1 卡方檢定最大一日分析結果表	12
3.4 標準誤差(SE)	13
3.4.1 卡方檢定與 K-S 檢定之分析表	14
3.4.2 綜合檢定分析結果表	14

四、 結論.....	15
五、 小組分工表.....	15
六、 參考文獻.....	16



烏溪水文分析

一、概述

烏溪又名大肚溪，位於台灣中部，為中央管河川，下遊河段因流經臺中縣大肚鄉，俗稱大肚溪。河長119.13公里，居全台第六，流域面積2,025.60平方公里，居全台第四。

烏溪主流和支流交匯處，多形成沖積扇，在台中盆地中的瓣狀流路在北邊形成豐原沖積扇，東邊有山麓聯合沖積扇，南有烏溪沖積扇和貓羅溪沖積扇。

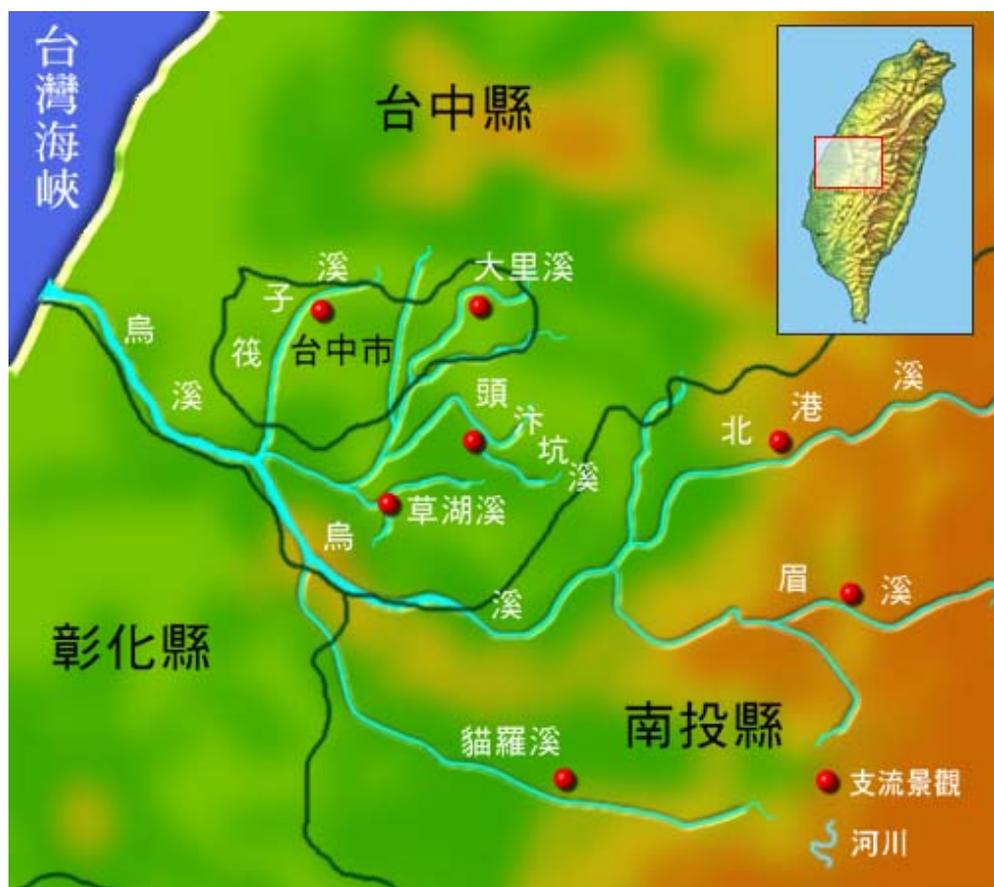
二、水文站

流域範圍東以中央山脈為界，北鄰大甲溪流域，西毗台灣海峽，南至濁水溪流域，東西長約84公里，南北寬約52公里，略似桐葉狀。地勢為東北向西南走向，幹線全長119.13公里，流域面積2,025.6平方公里，其主要水系可劃分為北港溪、南港溪、筏子溪、大里溪、貓羅溪及烏溪主流。按行政區域劃分，烏溪流域則包括南投縣、台中縣、彰化縣及台中市等四縣市總面積之27.5%。流域內現有水文站列於下表。

表1-1 烏溪流域水文站列表

流量站 大肚橋、烏溪橋、乾峰橋、南北通橋、觀音橋、南崗橋、溪南橋。
雨量站 惠蓀、翠巒、清流(1)、北山(2)、六分寮、草屯(4)、頭汴坑。

圖 1-1 烏溪流域圖



依據95年6月水利規劃試驗所「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」，建議選用計畫區內及鄰近之雨量站中，觀測資料可靠、紀錄較長且資料完整的雨量站，雨量站資料之年限以大於25年為原則。翠巒、清流(1)、北山(2)、六分寮、草屯(4)、頭汴坑雨量站為日雨量資料且紀錄年限皆大於25年，故以上六個雨量站均採用。各雨量站之相對位置如圖1-2所示，本排水系統由翠巒、清流(1)、北山(2)、六分寮、草屯(4)、頭汴坑雨量站劃分徐昇氏多邊形面積控制權度，其劃分結果如圖1-3

圖 1-2 烏溪流域量站之位置圖



表 1-2 烏溪流域徐昇氏多邊形結果表

站名	區域面積(m^2)	徐昇氏權重(%)
清流(1)	358908755	17.45%
翠巒	248390585	12.08%
六分寮	134713049	6.55%
草屯(4)	438373076	21.31%
北山(2)	400773003	19.48%
頭汴坑	475815330	23.13%
ALL	2056973798	100%

圖 1-3 烏河流域徐昇氏權重圖

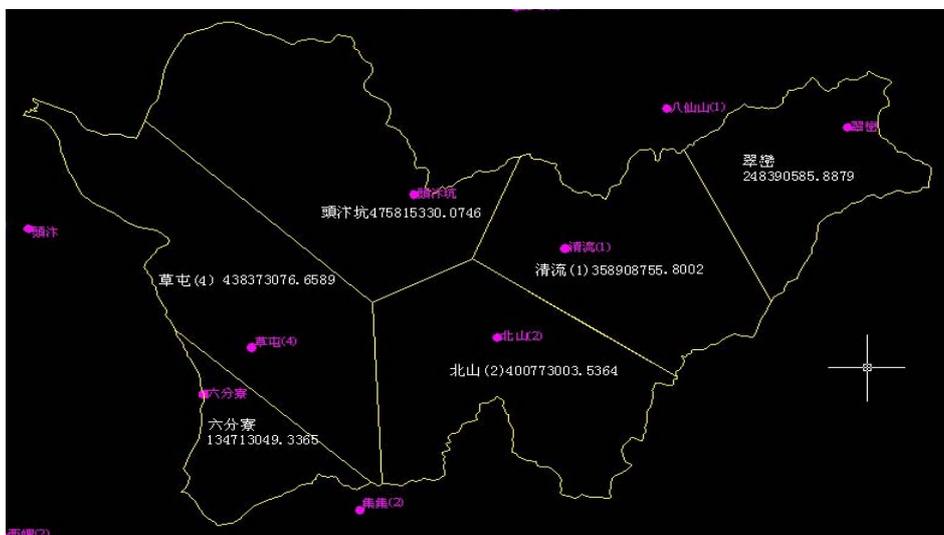
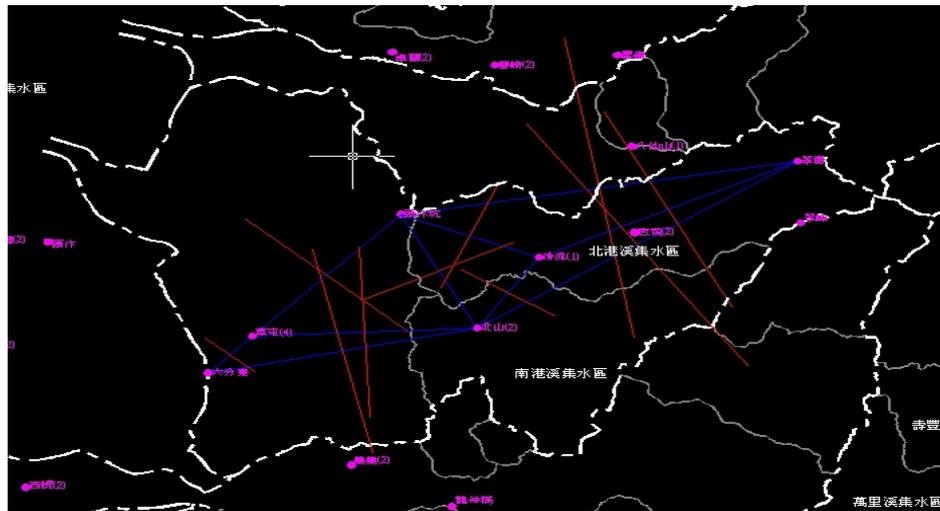


表 1-3 烏溪流域雨量站一覽表

水利署 站號	站名	TWD-97		所屬單位	標高 (m)	記錄年分 (民國)	統 計 年 數	是 否 採 用	屬 性
		X 座標	Y 座標						
01H720	清流(1)	244431.90	2662574.10	經濟部水利署	410.0	35~迄今	64	◎	自記性
01H210	翠巒	269847.40	2675462.70	經濟部水利署	1585.0	35~迄今	64	◎	自記性
01H590	六分寮	212320.60	2647102.30	經濟部水利署	420.0	55~迄今	44	◎	自記性
01H630	草屯(4)	216504.30	2652224.80	經濟部水利署	97.0	58~迄今	41	◎	自記性
01H680	北山(2)	238266.60	2653632.90	經濟部水利署	330.0	58~迄今	41	◎	自記性
01F680	頭汴坑	229970.60	2667989.50	經濟部水利署	480.0	58~迄今	41	◎	自記性
00H810	惠蓀(2)	252447.50	2665278.10	經濟部水利署	667.0	72~迄今	27		自記性
01H820	凌霄	250395.62	2656755.05	經濟部水利署	1210	72~83	12		自記性

註：1. 座標系統-TM2 度分帶座標。 2. ◎採用之雨量站。

三、降雨分析

(一)集水區平均最大一日暴雨量

本計畫採用集水區最大一日暴雨量為分析對象。本集水區之平均最大一日暴雨量係由惠蓀、翠巒、清流(1)、北山(2)、六分寮、草屯(4)、頭汴坑雨量站資料加權平均計算而得，共計有 25 筆資料，其分析結果如下表 1-4 所示。

表 1-4 平均最大一日暴雨量成果表

單位：mm

年份	日期	清流(1) 17.45%	翠巒 12.08%	六分寮 6.55%	草屯(4) 21.31%	北山(2) 19.48%	頭汴坑 23.13%	平均一日 最大降雨
1985	8月22日	199	124.5	86	57.3	153.5	180.5	139.26
1986	8月22日	145.9	83	97	98.5	162	182	136.48
1987	7月27日	184.9	132	185.2	132.2	171.8	120.7	149.90
1988	5月22日	142.8	177.5	79.8	104.8	140.8	131	131.65

1989	7月26日	297.2	194.3	130.4	208	331.4	442	294.99
1990	8月19日	300	560	384	372	*	386	313.71
1991	6月24日	116	168	121	132	142.5	135	135.58
1992	7月7日	122	64	131	120	133	188	132.57
1993	5月27日	205	148	47	98	127.5	110	127.89
1994	8月8日	373	579	149	102	337	315	305.03
1995	6月9日	116	113	221	189	112	154	146.08
1996	8月1日	163	189	397	211	241	215	218.92
1997	6月11日	155	88	66	67	172	180	131.42
1998	6月7日	83	99	80	81	76	96	85.95
1999	5月27日	114	177	90	99	94	123	115.03
2000	6月13日	107	186	104	88	94	0	85.02
2001	7月30日	345	260	276	240	341	197	272.83
2002	7月10日	112	88	126	93	92	79	94.44
2003	6月7日	85	109	104	118	82	87	96.05
2004	7月3日	305	591	204	176	281	290	297.30
2005	7月19日	*	292	251	233	304	0	160.59
2006	6月9日	371	362	229	224	286	237	281.73
2007	9月18日	226	124	205	144	128	237	178.28
2008	7月18日	410	213	356	330	426	481	385.16
2009	8月19日	382	397	337	267	427	354	361.27

※注：*表示資料遺失或紀錄不完全

(二)暴雨頻率分析

本排水系統年最大一暴雨頻率分析方法係依據民國 95 年 6 月經濟部水利署公告之「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」，選用二參數對數常態、三參數對數常態、皮爾遜第三型分布、對數皮爾遜第三型分布及極端值一型分布等五種常用於極端事件之機率分布進行頻率分析，成果如下表。

表 1-5 烏溪流域一日暴雨頻率分析成果表

分析方法	重現期距(年)							
	2	5	10	20	25	50	100	SEE
二參數對數常態	172	253	310	367	385	647	713	27
三參數對數常態	180	263	314	360	374	549	587	27
皮爾遜三型分布	180	264	315	361	375	544	580	27
對數皮爾遜三型	168	253	318	386	409	786	895	28
極端值一型分布	177	274	337	399	418	675	734	25

1. 本次分析：資料年數 25 年(西元 1985-2009 年)

2. 最大一日分析之最大值 385.2mm、最小值 85.0mm、平均值 191.1mm、標準偏差 92.9mm、偏歪係數 0.74、對數平均值 5.1、對數標準偏差 0.47、對數偏歪係數 0.28。

3. SEE 為最小平方法中所處理的平方和，常被稱為誤差平方和。

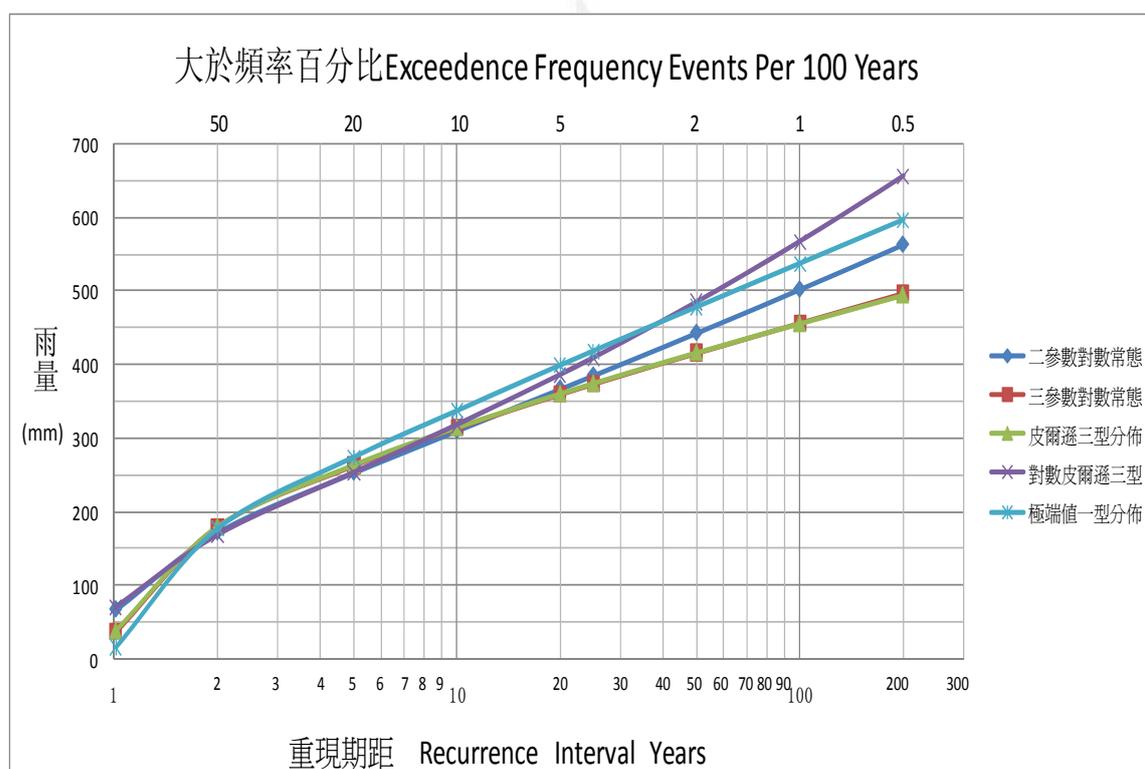


圖 1-4 烏溪流域最大一日累積暴雨量超越機率百分比圖

1. 卡方檢定

適合度檢定主要在檢定母體是否為某一機率分配。其虛無假設的形式為“ H_0 (母體服從某一機率分配)”。從母體隨機抽出樣本大小為 n 的樣本，將此 n 個觀察值分成 k 組，可得每一組的觀察次數 f_i ，並在假設的分配下求每一組的理論次數 e_i 。

卡方檢定主要是用於類別資料的分析。所謂類別資料是指將觀察值按照不同類別予以分類，而各類別所含之數據即為該類別出現的次數。本計畫以雨量資料之適合度檢定，上述各檢定的檢定統計量皆為

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - e_i)^2}{e_i} \quad (1)$$

在大樣本且 H_0 為真之下，該檢定統計量會近似服從自由度為 $f=k-m-1$ 的卡方分配。其中在求得各組的理論次數時，所需用到的參數估計值的個數；

f_i = 樣本觀察值中屬於第 i 組的次數，稱為觀察次數。

e_i = 在 H_0 為真之下，屬於第 i 組的期望次數，稱為理論次數。

當檢定統計量 χ^2 的值很小時，表示各組的理論次數與觀察次數很接近，此時不應拒絕 H_0 。反之，當檢定統計量 χ^2 的值很大時，表示各組的理論次數與觀察次數相差很遠，此時會認為 H_1 為真，所以應拒絕 H_0 。因此卡方檢定是採右尾檢定，即拒絕域為 $\chi^2 > \chi_{\alpha, f}^2$ 。本計畫卡方檢定採用等機率方法分析最大一日暴雨，其分析結果如下表所示，最大一日暴雨五種機率分布均不通過檢定。

表 1-6 卡方檢定最大一日分析結果表

機率分佈	降雨量組距	Q_i 實際 次數	理論超越 機率	理論機率	理論(期望) 次數	χ^2 卡方值
	K		$P(X \geq x_i)$	$P(x_i)$	(E_i)	
Log Normal (二參數)	<128.40	6	1	0.274	6.58	0.051
	128.40~154.08	8	0.726	0.148	3.57	5.497
	154.08~282.48	5	0.577	0.473	11.34	3.545
	282.48~308.16	3	0.105	0.040	0.95	4.424
	>308.16	3	0.065	0.065	1.56	1.329
	總計	25		1.000	24	14.846
Log Normal (三參數)	<128.40	6	1	0.274	6.62	0.058
	128.40~154.08	8	0.726	0.119	2.87	9.170
	154.08~282.48	5	0.607	0.481	11.63	3.780
	282.48~308.16	3	0.126	0.048	1.17	2.862
	>308.16	3	0.078	0.078	1.88	0.667
	總計	25		1.000	24.17	16.537
Pearson Type III (三參數)	<128.40	6	1	0.278	6.71	0.075
	128.40~154.08	8	0.722	0.119	2.87	9.170
	154.08~282.48	5	0.603	0.476	11.50	3.674
	282.48~308.16	3	0.127	0.048	1.17	2.862
	>308.16	3	0.079	0.079	1.91	0.622
	總計	25		1.000	24.16	16.403
Log Pearson Type III (三參數)	<128.40	6	1	0.294	6.99	0.140
	128.40~154.08	8	0.706	0.156	3.71	4.961
	154.08~282.48	5	0.550	0.450	10.67	3.013
	282.48~308.16	3	0.1	0.037	0.87	5.215
	>308.16	3	0.063	0.063	1.50	1.5
	總計	25		1.000	23.74	14.829
Extreme Type I (二參數)	<128.40	6	1	0.311	7.32	0.238
	128.40~154.08	8	0.689	0.117	2.76	9.948
	154.08~282.48	5	0.572	0.440	10.37	2.781
	282.48~308.16	3	0.131	0.047	1.10	3.282
	>308.16	3	0.085	0.085	1.99	0.513
	總計	25		1.000	23.54	16.761

2. 標準誤差(SE)

為探討上述五種頻率分析方法何種較適用於本流域，茲採標準誤差 (SE) 予以檢定，當 SE 值愈小，則表示該法機率分布之理論值與實際觀測值密合度愈好，屬於較理想之機率分布，其暴雨量頻率分析值較為可信，茲將該項公式詳列如下：

$$\text{誤差平方和} \quad \text{SEE} = \sum_{i=1}^n (X_i - R_i)^2 \quad (2)$$

$$\text{標準誤差} \quad \text{SE} = \left(\frac{\text{SEE}}{n - m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$\text{韋伯(Weibull)法} \quad \frac{N + 1}{m} \quad (4)$$

式中： n 為樣本數； i=1,2,3,4.....n 排序

X_i 為第 i 個由大至小排列之觀測雨量

R_i 為第 i 個由大至小排列由韋伯(Weibull)法計算之累積機率

P_i 所對應之理論降雨量

m 為推估參數個數

再由 SE 誤差分析最小值選擇為最佳機率分布，其分析結果如表 4-10，其最大一日暴雨分析顯示極端值一型分布之 SE 值為最小，故本計畫最大一日累積降雨採用極端值一型。

表 1-7 卡方檢定與 K-S 檢定之分析表

分析方法	卡方檢定 χ^2		K-S 檢定	
	觀測值	顯著水準 1% 卡方 理論值	K-S 觀測值	顯著水準 1% K-S 理論值
二參數對數常態	14.846	9.210	0.155	0.317
三參數對數常態	16.537	6.635	0.178	0.317
皮爾遜三型分布	16.403	6.635	0.174	0.317
對數皮爾遜三型	14.829	6.635	0.147	0.317
極端值一型分布	16.761	9.210	0.153	0.317

由此可看出卡方檢定之觀測值都比理論值要來的高，故檢定不通過而 K-S 檢定之觀測直接比理論值要來的小，故皆通過

表 1-8 綜合檢定分析結果表

分析方法	統計檢定參數		
	卡方檢定	K-S 檢定	標準誤差 SE(mm)
二參數對數常態	不通過	通過	1.083
三參數對數常態	不通過	通過	1.108
皮爾遜三型分布	不通過	通過	1.108
對數皮爾遜三型	不通過	通過	1.128
極端值一型分布	不通過	通過	1.043

四、結論

本次報告是計算烏溪流域 1985~2009 年間的最大一日暴雨量。接著利用「二參數常態分佈」、「三參數常態分佈」、「皮爾森三型分佈」、「對數皮爾森三型分佈」、「極端值一型分佈」等五種分佈法來計算其雨量頻率分佈。

我們先利用徐昇氏法，八個雨量站中挑選六個雨量站做徐昇試圖，因為其中惠蓀(2)站記錄年分不足 25 筆，而凌霄站的記錄只有民國 72~83，故選取這六個雨量站用徐昇氏求出各個雨量站的徐昇氏權重和面積。

計算集水區平均一日暴雨量，藉由水利署網站給我們的資訊求出 25 年最大暴雨量，我們使用卡方檢定、K-S 檢定、SE 檢定的結果下去分析，而其中極端值一型分布 SE 最小，故選擇極端值一型分布。

五、小組分工表

徐子堯:徐昇氏圖、卡方檢定、K-S 檢定、標準誤差 SE、資料統整、

PPT 製作

周韻青:概述、水文站、圖片、雨量站資料、結論

陸婷婷:所有數據處理、暴雨量分析、重現期距對數圖、徐昇氏權

重計算

七、參考文獻

1. 水文水資源資料管理供應系統 <http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/>
2. 台灣河川資料庫
<http://www.chinatimes.org.tw/features/river-new/river-index.htm>
3. 經濟部水利署 <http://www.wra.gov.tw/>

