

降雨量重現期推估之探討—以莫拉克颱風甲仙雨量站為例

余濬⁽¹⁾、洪志豪⁽²⁾

⁽¹⁾社團法人台北市水利技師公會理事長

⁽²⁾社團法人台北市水利技師公會總幹事

一、前言

民國 98 年 8 月 6 日~9 日莫拉克颱風挾帶超大降雨量襲台，造成台灣中南部水患及土石崩塌，災情慘重乃為歷年之最，其中尤以高雄縣甲仙鄉小林村全村遭致掩埋最為慘重。本次颱風過後，有關颱風降雨量重現期之研究報告，僅有降雨延時分別為 $t=24$ 、48、72 小時之探討，至於降雨延時較短之 $t=1$ 、2、3、4、5、6、12 等重現期則未見探討。

一般探討不同降雨延時之重現期，通

常需有雨量站其歷年降雨量之平均值 \bar{X} 、標準偏差 S 及其適用之頻率分析分佈類型，而這些基本參數中央氣象所屬雨量站未必皆有分析過，因此本文嘗試以無因次降雨強度公式之方法予以探討，此方法最大之優點即無須知曉 \bar{X} 、 S 及適用之頻率分析分佈類型，即可推估出其重現期，囿限於完稿時間，本文先以莫拉克颱風遭致滅村之小林村鄰近雨量站--中央氣象局甲仙雨量站予以分析與探討。

二、莫拉克颱風各地降雨量

莫拉克颱風不同降雨延時之降雨量創下台灣歷史紀錄，其中降雨延時 24 小時超過 1000mm 者有 31 站，最大為嘉義縣阿里山鄉阿里山雨量站(1623.5mm)，高雄縣甲仙鄉甲仙雨量站(1077mm)排名第 21；降雨延時 48 小時超過 1500mm 者有 23 站，最大亦為阿里山雨量站(2361mm)，高雄縣甲仙鄉甲仙雨量站(1601mm)排名第 19；降雨延時 72 小時超過 2000mm 者有 12 站，仍以阿里山雨量站(2748mm)最大，詳見表 2.1~表 2.3。另歷年颱風單日最大降雨量前 10 名中，除第 5 名外，其餘全由莫拉克颱風改寫，詳見表 2.4。

比較歷史降雨量資料得知，本次阿里山雨量站總累積雨量(2884mm)已超越民國 85 年賀伯颱風(阿里山雨量站，1987mm)及民國 90 年納莉颱風(下盆雨量站，2319mm)之降雨紀錄，且該雨量站降雨延時 24、48 及 72 小時累積雨量均為本次颱風發生最大降雨量之雨量站，亦為台灣歷年之冠(分別為 1623.5mm、2361mm 及 2748mm)。其中，降雨延時 24 及 48 小時降雨量甚至逼近世界降雨量極值(分別為 1825mm 及 2467mm)，可見本次莫拉克颱風攜帶雨量之驚人。

表 2.1 全台降雨延時 24 小時降雨量超過 1,000mm 之雨量站

排序	流域	雨量站	鄉鎮名稱	累積雨量 (mm)	發生時刻
1	濁水溪	阿里山	嘉義縣阿里山鄉	1623.5	8/8 14:00~8/9 14:00
2	八掌溪	石磐龍	嘉義縣竹崎鄉	1583.0	8/8 11:00~8/9 11:00
3	八掌溪	奮起湖	嘉義縣竹崎鄉	1570.0	8/8 12:00~8/9 12:00
4	高屏溪	南天池	高雄縣桃源鄉	1443.0	8/8 12:00~8/9 12:00
5	高屏溪	尾寮山	屏東縣三地門鄉	1414.5	8/7 23:00~8/8 23:00
6	曾文溪	馬頭山	嘉義縣大埔鄉	1378.5	8/8 07:00~8/9 07:00
7	高屏溪	溪南	高雄縣桃源鄉	1340.5	8/8 05:00~8/9 05:00
8	高屏溪	御油山	高雄縣茂林鄉	1289.5	8/8 01:00~8/9 01:00
9	高屏溪	小關山	高雄縣桃源鄉	1271.5	8/8 06:00~8/9 06:00
10	高屏溪	復興	高雄縣桃源鄉	1232.0	8/8 12:00~8/9 12:00
11	曾文溪	瀨頭	嘉義縣阿里山鄉	1215.5	8/8 12:00~8/9 12:00
12	高屏溪	新發	高雄縣六龜鄉	1200.0	8/8 02:00~8/9 02:00
13	高屏溪	上德文	屏東縣三地門鄉	1185.5	8/7 10:00~8/8 10:00
14	高屏溪	瑪家	屏東縣瑪家鄉	1180.5	8/8 00:00~8/9 00:00
15	高屏溪	梅山	高雄縣桃源鄉	1147.0	8/8 12:00~8/9 12:00
16	濁水溪	新高口	嘉義縣阿里山鄉	1139.0	8/8 13:00~8/9 13:00
17	濁水溪	神木村	南投縣信義鄉	1131.0	8/8 14:00~8/9 14:00
18	八掌溪	小公田	嘉義縣番路鄉	1125.5	8/8 06:00~8/9 06:00
19	曾文溪	曾文	台南縣楠西鄉	1088.5	8/8 11:00~8/9 11:00
20	濁水溪	瑞里	嘉義縣梅山鄉	1080.5	8/8 12:00~8/9 12:00
21	高屏溪	甲仙	高雄縣甲仙鄉	1077.5	8/8 02:00~8/9 02:00
22	八掌溪	大湖	嘉義縣番路鄉	1076.5	8/8 11:00~8/9 11:00
23	濁水溪	豐山	嘉義縣阿里山鄉	1063.0	8/8 13:00~8/9 13:00
24	曾文溪	草嶺	嘉義縣大埔鄉	1050.5	8/8 11:00~8/9 11:00
25	八掌溪	頭凍	嘉義縣番路鄉	1039.0	8/8 11:00~8/9 11:00
26	急水溪	關仔嶺	台南縣白河鎮	1032.0	8/8 11:00~8/9 11:00
27	高屏溪	高中	高雄縣桃源鄉	1029.0	8/8 06:00~8/9 06:00
28	濁水溪	草嶺	雲林縣古坑鄉	1028.5	8/8 12:00~8/9 12:00
29	高屏溪	民生	高雄縣三民鄉	1024.5	8/8 11:00~8/9 11:00
30	高屏溪	楠溪	高雄縣桃源鄉	1018.5	8/8 13:00~8/9 13:00
31	南台東河系	土阪	臺東縣達仁鄉	1017.0	8/8 02:00~8/9 02:00

資料來源：「莫拉克颱風高雄縣甲仙鄉小林村及那瑪夏鄉、桃源鄉致災原因調查報告」，行政院公共工程委員會，民國 99 年元月。

註：表中高雄縣甲仙鄉甲仙雨量站降雨延時 24 小時雨量經重新計算係為 1077.0mm。

表 2.2 全台降雨延時 48 小時降雨量超過 1,500mm 之雨量站

排序	流域	雨量站	鄉鎮名稱	累積雨量 (mm)	發生時刻
1	濁水溪	阿里山	嘉義縣阿里山鄉	2361.0	8/7 18:00~8/9 18:00
2	高屏溪	尾寮山	屏東縣三地門鄉	2215.5	8/7 09:00~8/9 09:00
3	八掌溪	奮起湖	嘉義縣竹崎鄉	2161.0	8/7 16:00~8/9 16:00
4	八掌溪	石磐龍	嘉義縣竹崎鄉	2106.5	8/7 14:00~8/9 14:00
5	高屏溪	南天池	高雄縣桃源鄉	2035.0	8/8 06:00~8/10 06:00
6	高屏溪	溪南	高雄縣桃源鄉	2009.0	8/7 18:00~8/9 18:00
7	曾文溪	馬頭山	嘉義縣大埔鄉	1989.0	8/7 08:00~8/9 08:00
8	高屏溪	御油山	高雄縣茂林鄉	1984.5	8/7 13:00~8/9 13:00
9	高屏溪	上德文	屏東縣三地門鄉	1968.0	8/6 23:00~8/8 23:00

余濬、洪志豪《降雨量重現期推估之探討——以莫拉克颱風甲仙雨量站為例》

10	高屏溪	小關山	高雄縣桃源鄉	1887.5	8/7 18:00~8/9 18:00
11	曾文溪	瀨頭	嘉義縣阿里山鄉	1813.0	8/7 16:00~8/9 16:00
12	八掌溪	大湖	嘉義縣番路鄉	1676.0	8/7 11:00~8/9 11:00
13	高屏溪	新發	高雄縣六龜鄉	1661.5	8/7 17:00~8/9 17:00
14	高屏溪	復興	高雄縣桃源鄉	1659.0	8/7 18:00~8/9 18:00
15	曾文溪	曾文	台南縣楠西鄉	1643.5	8/7 11:00~8/9 11:00
16	濁水溪	神木村	南投縣信義鄉	1628.0	8/7 22:00~8/9 22:00
17	濁水溪	新高口	嘉義縣阿里山鄉	1618.5	8/7 19:00~8/9 19:00
18	高屏溪	梅山	高雄縣桃源鄉	1617.5	8/7 21:00~8/9 21:00
19	高屏溪	甲仙	高雄縣甲仙鄉	1601.0	8/7 11:00~8/9 11:00
20	高屏溪	瑪家	屏東縣瑪家鄉	1557.0	8/7 12:00~8/9 12:00
21	高屏溪	高中	高雄縣桃源鄉	1546.5	8/7 13:00~8/9 13:00
22	八掌溪	頭凍	嘉義縣番路鄉	1539.5	8/7 11:00~8/9 11:00
23	高屏溪	楠溪	高雄縣桃源鄉	1514.5	8/7 14:00~8/9 14:00

資料來源：同表 2.1。

表 2.3 全台降雨延時 72 小時降雨量超過 2,000mm 之雨量站

排序	流域	雨量站	鄉鎮名稱	累積雨量 (mm)	發生時刻
1	濁水溪	阿里山	嘉義縣阿里山鄉	2748.0	8/7 00:00~8/10 00:00
2	八掌溪	奮起湖	嘉義縣竹崎鄉	2643.0	8/6 19:00~8/9 19:00
3	高屏溪	尾寮山	屏東縣三地門鄉	2564.0	8/6 21:00~8/9 21:00
4	八掌溪	石磐龍	嘉義縣竹崎鄉	2503.5	8/6 16:00~8/9 16:00
5	高屏溪	御油山	高雄縣茂林鄉	2387.5	8/7 04:00~8/10 04:00
6	高屏溪	溪南	高雄縣桃源鄉	2385.5	8/7 03:00~8/10 03:00
7	高屏溪	南天池	高雄縣桃源鄉	2375.5	8/7 08:00~8/10 08:00
8	曾文溪	馬頭山	嘉義縣大埔鄉	2263.0	8/6 15:00~8/9 15:00
9	八掌溪	大湖	嘉義縣番路鄉	2200.5	8/6 19:00~8/9 19:00
10	曾文溪	瀨頭	嘉義縣阿里山鄉	2197.5	8/6 20:00~8/9 20:00
11	高屏溪	上德文	屏東縣三地門鄉	2194.5	8/6 21:00~8/9 21:00
12	高屏溪	小關山	高雄縣桃源鄉	2170.5	8/7 08:00~8/10 08:00

資料來源：同表 2.1。

表 2.4 歷年單日最大降雨量排行表

名次	雨量站	時間	降雨量(mm)	颱風名稱
1	屏東尾寮山	98 年 8 月 8 日	1403.0	莫拉克
2	高雄溪南	98 年 8 月 8 日	1301.0	莫拉克
3	高雄御油山	98 年 8 月 8 日	1282.5	莫拉克
4	嘉義阿里山	98 年 8 月 8 日	1234.5	莫拉克
5	花蓮布洛灣	86 年 8 月 29 日	1222.5	安珀
6	嘉義馬頭山	98 年 8 月 8 日	1211.5	莫拉克
7	高雄新發	98 年 8 月 8 日	1190.0	莫拉克
8	嘉義奮起湖	98 年 8 月 8 日	1184.5	莫拉克
9	屏東瑪家	98 年 8 月 8 日	1180.5	莫拉克
10	嘉義石磐龍	98 年 8 月 8 日	1180.5	莫拉克

資料來源：中央氣象局。

余濬、洪志豪《降雨量重現期推估之探討——以莫拉克颱風甲仙雨量站為例》

三、莫拉克颱風甲仙雨量站降雨量

此次莫拉克颱風重創南部地區，造成嚴重洪災，尤以高雄縣甲仙鄉小林村為最，經查鄰近小林村之雨量站為中央氣象局甲仙雨量站（編號 C0V250），係位於甲仙鄉甲仙國民中學操場後方小山丘上（E:120°34' 57"，N:23°04' 54"），距離小林村約 13 公里，其相關位置如圖 3.1 所示。茲列出此次莫拉克颱風甲仙雨量站之

降雨量如下表 3.1～表 3.4（資料來源：「莫拉克颱風高雄縣甲仙鄉小林村及那瑪夏鄉、桃源鄉致災原因調查報告」，行政院公共工程委員會，民國 99 年元月），其降雨組體圖如圖 3.2。由表 3.1～表 3.4 中可整理分析出不同降雨延時最大降雨量如表 3.5。

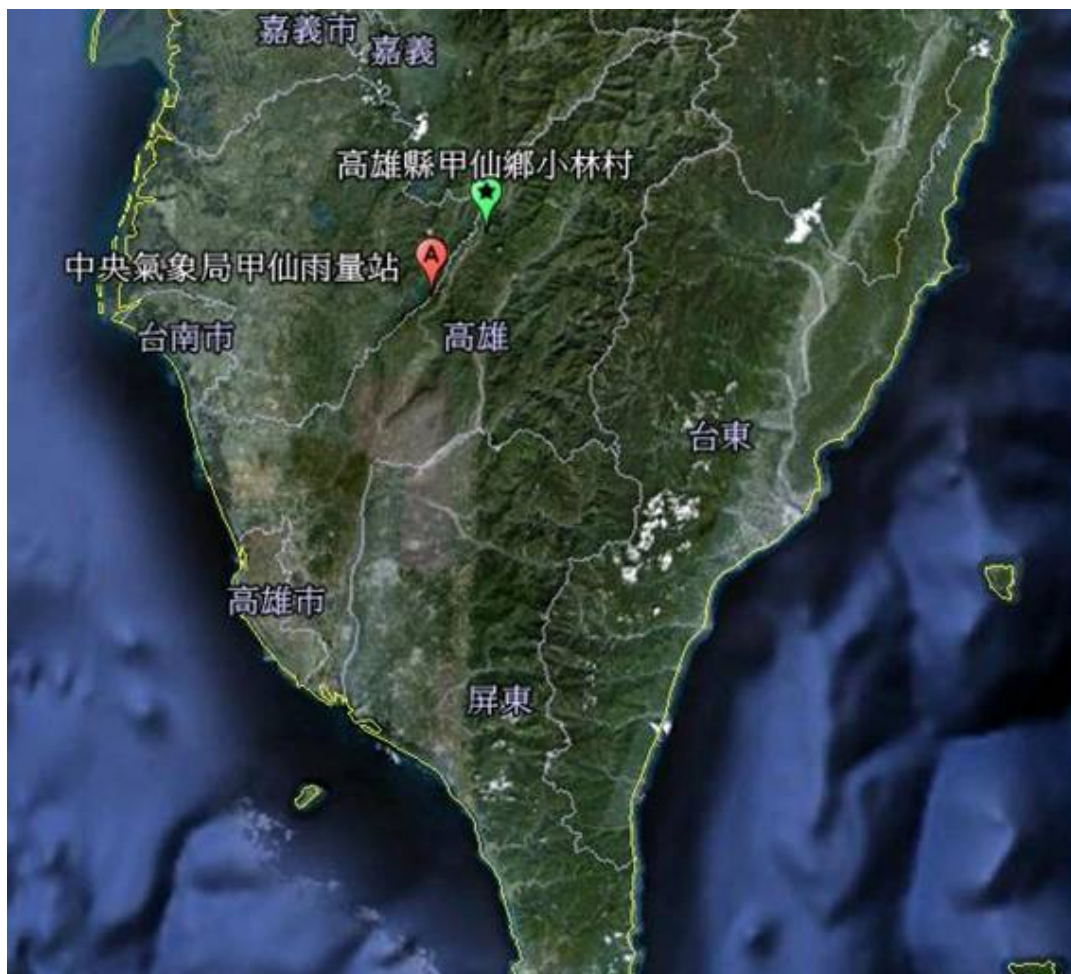


圖 3.1 中央氣象局甲仙雨量站位置示意圖

表 3.1 莫拉克颱風甲仙雨量站 98 年 8 月 6 日降雨量表 降雨量單位：mm

小時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降雨量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.5	0.5	0.0	0.0	
小時	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
降雨量	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	15.0	9.0	27.5	55.5

余濬、洪志豪《降雨量重現期推估之探討——以莫拉克颱風甲仙雨量站為例》

表 3.2 莫拉克颱風甲仙雨量站 98 年 8 月 7 日降雨量表 降雨量單位：mm

小時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降雨量	32.0	8.0	9.0	3.0	15.0	21.5	9.0	9.0	13.0	20.0	9.5	12.0	
小時	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
降雨量	19.5	20.5	23.0	17.5	14.5	21.0	25.5	19.5	25.5	17.0	13.5	22.0	400.0

表 3.3 莫拉克颱風甲仙雨量站 98 年 8 月 8 日降雨量表 降雨量單位：mm

小時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降雨量	14.5	20.5	51.5	32.5	30.5	35.0	48.5	29.5	22.5	16.5	21.5	31.0	
小時	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
降雨量	41.5	48.5	73.5	59.5	78.5	94.0	76.5	39.5	64.5	50.0	53.0	39.0	1072.0

表 3.4 莫拉克颱風甲仙雨量站 98 年 8 月 9 日降雨量表 降雨量單位：mm

小時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降雨量	16.0	24.0	21.0	28.5	17.5	42.0	43.0	35.5	18.5	19.0	13.0	12.0	
小時	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
降雨量	8.0	2.0	2.5	6.5	9.5	6.0	5.5	2.0	0.5	2.5	3.5	6.0	344.5

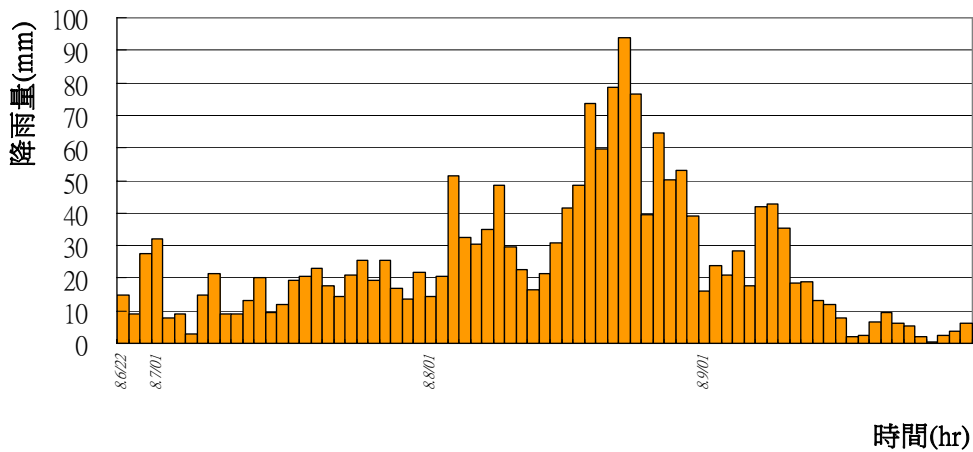


圖3.2 莫拉克颱風甲仙雨量站降雨組體圖

表 3.5 莫拉克颱風甲仙雨量站不同降雨延時降雨量表

降雨延時(小時)	1	2	3	4	5	6	12	24	48	72
最大降雨量(mm)	94.0	172.5	249.0	308.5	382.0	430.5	718.0	1077.0	1601.0	1856.0

四、降雨量重現期推估常用之方法

降雨量重現期 (Frequency, 或 Recurrence Interval, 或 Return Period) 推估常用之方法為頻率分析, 其水文頻率方程式如下式 (4.1) 所示,

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad \text{---(4.1)}$$

式中

X_T : 重現期 T 年之降雨量

\bar{X} : 平均值

S : 標準偏差

K_T : 頻率因子 (Frequency Factor)

至於國內常用頻率分析之方法有二參數對數常態、三參數對數常態、皮爾遜三型、對數皮爾遜三型及極端值一型等分布, 茲以對數皮爾遜三型分布 (Log-Pearson Type III Distribution, LPT3) 為例說明, 其水文頻率方程式 (4.1) 取對數如下式 (4.2)。

$$\log X_T = \bar{X}_{\log} + K_T \cdot S_{\log} \quad \text{---(4.2)}$$

式中

X_T : 重現期 T 年之降雨量

\bar{X}_{\log} : 對數平均值, $\bar{X}_{\log} = \frac{\sum \log X_i}{n}$,

n : 降雨資料筆數, X_i : 降雨量資料, $i=1, 2, \dots, n$

S_{\log} : 對數標準偏差, S_{\log}

$$= \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \bar{X}_{\log})^2}{n-1}}$$

K_T : LPT3 頻率因子, K_T 公式如下 (4.3)

式

$K_T =$

$$t + (t^2 - 1) \frac{C_s}{6} + \frac{1}{3} (t^3 - 6t) \left(\frac{C_s}{6}\right)^2 - (t^2 - 1) \left(\frac{C_s}{6}\right)^3 + t \left(\frac{C_s}{6}\right)^4 - \frac{1}{3} \left(\frac{C_s}{6}\right)^5 \quad \text{---(4.3)}$$

式中

C_s : 偏態係數 (Skew Coefficient),

$$C_s = \frac{n \sum (\log X_i - \bar{X}_{\log})^3}{(n-1)(n-2) S_{\log}^3} \quad \text{---(4.4)}$$

$$t = W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_1 W + d_2 W^2 + d_3 W^3} \quad \text{---(4.5)}$$

$$W = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{P}\right)^2}, \quad P = \frac{1}{T} \quad \text{---(4.6)}$$

$C_0 = 2.515517$; $d_1 = 1.432788$

$C_1 = 0.802853$; $d_2 = 0.189269$

$C_2 = 0.010328$; $d_3 = 0.001308$

若考慮雨量資料之筆數來修正 C_s , 則再以下式為之,

$$C'_s = C_s \times \frac{[n(n-1)]^{0.5}}{n-2} \times \left(1 + \frac{8.5}{n}\right) \quad \text{---(4.7)}$$

式中

C'_s : 修正後之偏態係數

C_s : 未修正之偏態係數

n : 降雨資料筆數

因此當已計算得知降雨量歷史資料其對數平均值 \bar{X}_{\log} 、對數標準偏差 S_{\log} 後, 再將某降雨延時 (例如 24 小時或其他時間) 觀測最大降雨量 X_T 代入式 (4.2), 即可求得 K_T 。再將求得之 K_T 、已知之 C_s 代入式 (4.3), 可求得 t 。 t 再代入式 (4.5), 可求得 W , 最後由式 (4.6) 求得 P 及其降雨量對應之重現期 T 年。

此次莫拉克颱風其降雨延時 24 小時、48 小時、72 小時之降雨量, 採用 LPT3 頻率分析之結果, 以高屏溪各雨量站為例如表 4.1 所列, 由表 4.1 可知若干雨量站降雨延時 24 小時、48 小時、72 小時之降雨量, 重現期全部或局部超過 2000 年以上。至於高雄縣甲仙雨量站降雨延時 24 小時、48 小時、72 小時之降雨量, 則全部超過 2000 年以上。

余濬、洪志豪
《降雨量重現期推估之探討——以莫拉克颱風甲仙雨量站為例》

表 4.1 莫拉克颱風高屏溪各雨量站不同降雨延時降雨量頻率分析結果表

流域	雨量站	鄉鎮名稱	24 小時		48 小時		72 小時		累積雨量	資料長度 (年)
			實測雨量 (mm)	相當重限期 (年)	實測雨量	相當重限期 (年)	實測雨量 (mm)	相當重限期 (年)		
高屏溪	屏東(5)	屏東縣屏東市	667.0	141	886.0	124	947.0	159	959.0	38
	美濃(2)	高雄縣美濃鎮	507.0	>2000	749.0	>2000	828.0	>2000	871.0	19
	屏東	屏東縣屏東市	666.0	140	906.0	143	974.5	197	990.0	38
	溪埔	高雄縣大樹鄉	729.5	271	994.5	265	1057.5	378	1076.5	38
	旗山	高雄縣旗山鎮	621.0	>2000	813.0	>2000	854.5	>2000	881.0	15
	尾寮山	屏東縣三地門	1414.5	>2000	2215.5	>2000	2564.0	>2000	2701.0	21
	甲仙	高雄縣甲仙鄉	1077.5	>2000	1601.0	>2000	1856.0	>2000	1916.0	25
	古夏	屏東縣三地門鄉	683.5	>2000	946.0	>2000	1061.5	>2000	1127.0	25
	美濃	高雄縣美濃鎮	633.5	>2000	878	>2000	955.5	>2000	989.5	15
	里港	屏東縣里港鄉	710.5	>2000	955.5	>2000	1018	>2000	1039.5	15
	上德文	屏東縣三地門鄉	1185.5	>2000	1968.0	>2000	2194.5	>2000	2255.0	25
	新園	屏東縣鹽埔鄉	578.0	148	757.5	>2000	806.5	565	830.5	25
	月眉	高雄縣杉林鄉	744.0	>2000	1081.0	>2000	1205.0	>2000	1246.5	19
	吉東	高雄縣美濃鎮	547.5	>2000	728.0	>2000	789.0	>2000	820.5	19
	大津	高雄縣六龜鄉	738.5	>2000	1072.0	>2000	1241.0	>2000	1314.0	21

資料來源：「莫拉克颱風暴雨量及洪流量分析」，經濟部水利署，民國 98 年 9 月。原資料尚有濁水溪、北港溪、朴子溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪、二仁溪、東港溪、四重溪、林邊溪、知本溪等各雨量站不同降雨延時降雨量頻率分析結果。

註：表中高雄縣甲仙鄉甲仙雨量站降雨延時 24 小時雨量經重新計算係為 1077.0mm。

五、以無因次降雨強度公式推估降雨量重現期

依據「水土保持技術規範」無因次降雨強度公式如下式(5.1)，

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^C} \quad \text{---(5.1)}$$

式中

$$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P} \right)^2$$

$$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P} \right)^2$$

$$B = 55$$

$$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P} \right)^2$$

$$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P} \right)^2$$

$$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P} \right)^2$$

T : 重現期 (年)

t : 降雨延時或集流時間 (分)

I_t^T : 重現期 T 年，降雨延時 t 分鐘之降雨強度 (mm/hr)

I_{60}^{25} : 重現期 25 年，降雨延時 60 分鐘之降雨強度 (mm/hr)

P : 年平均降雨量 (mm)

A 、 B 、 C 、 G 、 H : 係數

式 (5.1) 可整理成，

$$I_t^T = I_{60}^{25} (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^C} = \frac{A_T}{(t + B)^C} \quad \text{(5.2)}$$

式中

$$A_T = I_{60}^{25} (G + H \log T) A$$

甲仙雨量站年平均雨量為 2018mm，茲採用重現期 T 分別為 2000 年、1000 年、500 年、200 年、100 年、50 年及 25 年，代入式(5.2)，可得到無因次降雨強度公式之 A_T 及 C ，如下表 5.1。

余濬、洪志豪《降雨量重現期推估之探討》以莫拉克颱風甲仙雨量站為例

表 5.1 甲仙雨量站不同重現期無因次降雨強度公式表

P(mm)	A	G	H	I_{60}^{25}	A_T	T(年)	C
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	2954.35	2000	0.62904
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	2779.37	1000	0.62904
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	2604.40	500	0.62904
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	2373.09	200	0.62904
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	2198.11	100	0.62904
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	2023.14	50	0.62904
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	1848.16	25	0.62904

以下即以不同之降雨延時 t 代入表 5.1，即可得到不同降雨延時 t 之降雨量，茲以 $t=60$ 分（1 小時）及 $t=120$ 分（2 小時）為例，其計算結果如表 5.2。同法，再將其他降雨延時 $t=180$ 分（3 小時）、240 分（4 小時）、300 分（5 小時）、360 分（6 小時）、720 分（12 小時）、1440 分（24 小時）、2880 分（48 小時）及 4320 分（72

小時）之降雨量求出，併同表 3.5 莫拉克颱風不同降雨延時 t 之降雨量綜合整理於表 5.3。為方便於分析比較，將表 5.3 以圖形表示於圖 5.1(A)、圖 5.1(B)，其橫坐標以小時表示。由圖 5.1(A)、圖 5.1(B)，可知當降雨延時 $t=300$ 分（5 小時）以上，其重現期 T 已大於 2000 年，由於重現期甚高，而雨量站降雨量觀測年數相對甚短，因此分析確切的高重現期意義不大。

表 5.2 甲仙雨量站不同重現期降雨延時 $t=60$ 分、 $t=120$ 分之降雨量表

T(年)	t(min)	I_{60}^T (mm/hr)	Pt (mm)	t(min)	I_{120}^T (mm/hr)	Pt (mm)
2000	60	149.35	149.35	120	114.68	229.36
1000	60	140.50	140.50	120	107.89	215.78
500	60	131.66	131.66	120	101.10	202.20
200	60	119.96	119.96	120	92.12	184.24
100	60	111.12	111.12	120	85.33	170.66
50	60	102.27	102.27	120	78.54	157.08
25	60	93.43	93.43	120	71.74	143.48

表 5.3 甲仙雨量站不同重現期不同降雨延時與莫拉克颱風降雨量比較表 降雨量單位: mm

t(min)	60	120	180	240	300	360	720	1440	2880	4320
2000yr	149.35	229.36	285.81	330.28	367.50	399.72	539.76	714.00	934.08	1090.08
1000yr	140.50	215.78	268.89	310.72	345.70	376.02	507.72	671.76	878.88	1025.28
500yr	131.66	202.20	251.97	291.16	323.95	352.38	475.80	629.52	823.68	961.20
200yr	119.96	184.24	229.59	265.32	295.20	321.06	433.56	573.60	750.24	875.52
100yr	111.12	170.66	212.64	245.76	273.40	297.42	401.52	531.12	695.04	810.72
50yr	102.27	157.08	195.72	226.20	251.65	273.72	369.60	488.88	639.84	746.64
25yr	93.43	143.48	178.80	206.64	229.90	250.08	337.68	446.64	584.64	681.84
莫拉克	94.0	172.5	249.0	308.5	382.0	430.5	718.0	1077.0	1601.0	1856.0

余濬、洪志豪《降雨量重現期推估之探討——以莫拉克颱風甲仙雨量站為例》

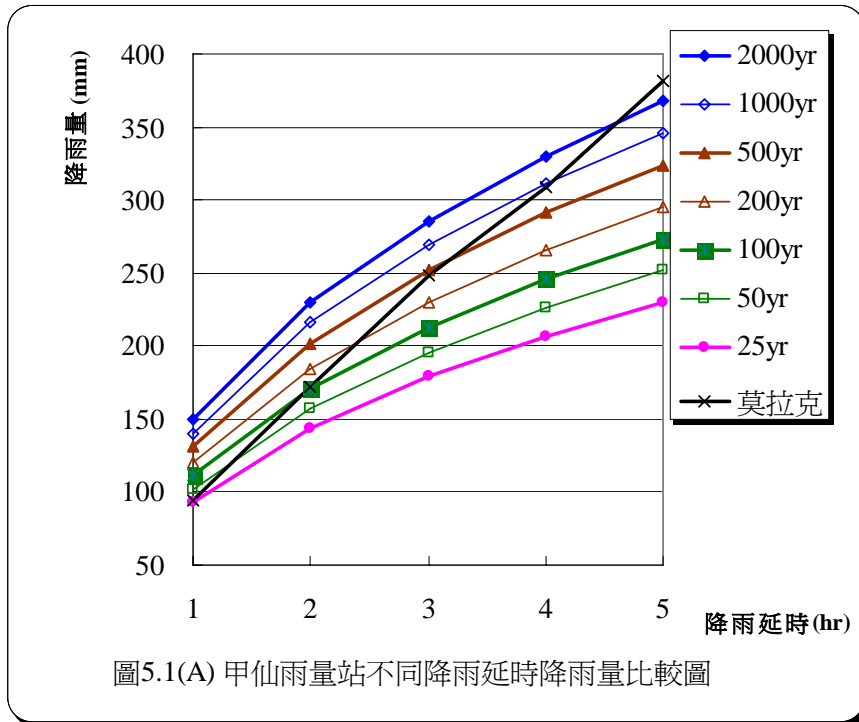


圖5.1(A) 甲仙雨量站不同降雨延時降雨量比較圖

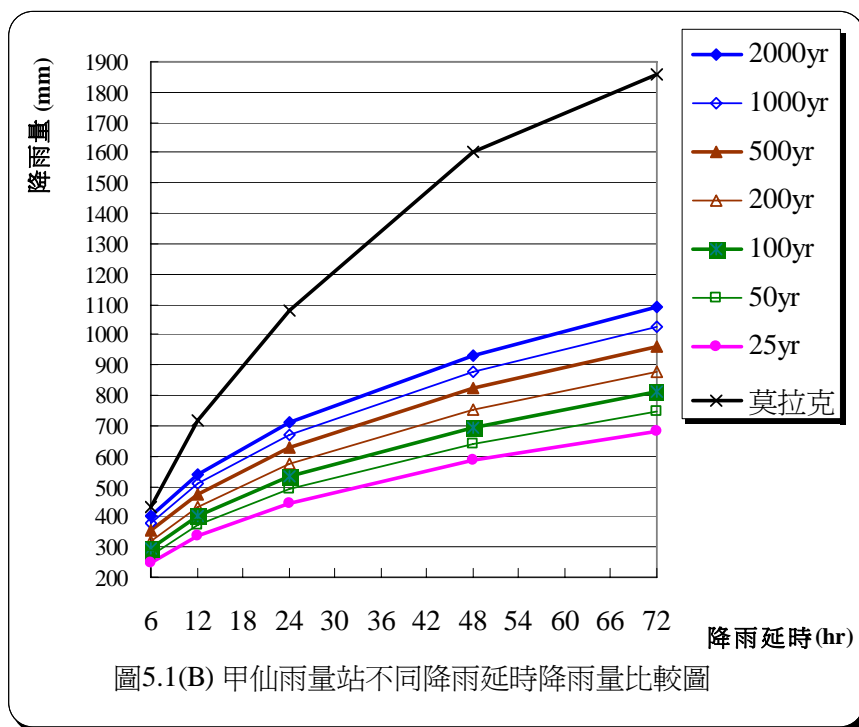


圖5.1(B) 甲仙雨量站不同降雨延時降雨量比較圖

余濬、洪志豪《降雨量重現期推估之探討——以莫拉克颱風甲仙雨量站為例》

式(5.2)只有一個參數年平均降雨量 P ，即可求得任何重現期 T 年於降雨延時 t 之平均降雨強度 I_t^T ，此 I_t^T 係為降雨延時 t 之平均降雨強度，因此平均降雨強度乘上降雨延時即為該降雨延時 t 之降雨量 P_t

(單位：mm)，其公式如下。

$$P_t = I_t^T \times t \quad \text{---(5.3)}$$

茲將莫拉克降雨延時 $t=60、120、180、240$ 之降雨量，代入式(5.3)，可求算得其重現期，如表 5.4 所示。

表 5.4 重現期計算表

P(mm)	A	G	H	I_{60}^{25}	A_T	T(年)	C	t(min)	I_t^T (mm/hr)	P_t (mm)
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	1860.00	26.2	0.62904	60	94.00	94.0
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	2221.94	109.9	0.62904	120	86.25	172.5
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	2573.84	443.0	0.62904	180	83.00	249.0
2018	21.45985	0.54768	0.30740	88.11262	2759.39	923.9	0.62904	240	77.13	308.5

六、結論與建議

1. 降雨量之重現期推估一般係採用頻率分析方法，其水文頻率方程式為 $X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$ ，因此必須花費許多時間分析不同降雨延時之 \bar{X} 以及 S ，而本文提出之無因次降雨強度公式推估降雨量重現期，只需知道該雨量站之年平均降雨量 P 即可，應用上不失為一簡單方便之方法。
2. 本文提出以無因次降雨強度公式推估降雨量重現期之方法，經以甲仙雨量站於 98 年 8 月 6 日~9 日莫拉克颱風之降雨量為例，分析之結果為：(1) 降雨延時 $t=24$ 小時(1440 分)、48 小時(2880 分)、72 小時(4320 分) 降雨量重現期均已大於 2000 年，此與水利署其估算之結果相吻合。(2) 本文同時估算莫拉克颱風降雨延時 $t=1$ 小時(60 分)之重現期 $T=26.2$ 年、 $t=2$ 小時(120 分)之重現期 $T=109.9$ 年、 $t=3$ 小時(180 分)之重現期 $T=443.0$ 年、 $t=4$ 小時(240 分)之重現期 $T=923.9$ 年。
3. 本文僅以莫拉克颱風甲仙雨量站之降雨量為例予以分析探討，其結果經比較相關研究報告雖然吻合，惟後續仍應增加其他雨量站資料予以分析，俾佐證本方法之適用性。
4. 由於無因次降雨強度公式原應用於本省山坡地區，因此本文提出以無因次降雨強度公式推估降雨量重現期之方法，倘欲應用於非山坡地區，其適宜性、正確性則有待更進一步探討與驗證。

參考文獻

1. 「莫拉克颱風高雄縣甲仙鄉小林村及那瑪夏鄉、桃源鄉致災原因調查報告」，行政院公共工程委員會，民國 99 年元月。
2. 「莫拉克颱風暴雨量及洪流量分析」，經濟部水利署，民國 98 年 9 月。
3. 「降雨強度之推算」，余濬，科技圖書股份有限公司，民國 93 年 4 月。
4. 「水土保持技術規範」，行政院農業委員會，民國 92 年 8 月。
5. 「水文設計應用手冊」，經濟部水資源局，民國 90 年 12 月。
6. 「台灣地區降雨與延時特性分析」，國立台灣大學水工試驗所研究報告第 156 號，民國 82 年 6 月。

余濬、洪志豪《降雨量重現期推估之探討——以莫拉克颱風甲仙雨量站為例》