

# 潭美、桃芝及納莉颱風雨量分析

## Rainfall Analyses for Typhoons Trami, Toraji and Nari

經濟部水利署副工程司

盧瑞興

Lu, Ruey-Hsing

經濟部水利署簡任工程司

張炎銘

Chang, Yen-Ming

### 摘 要

2001年的潭美、桃芝及納莉颱風，分別對台灣的南部、中部及北部地區造成嚴重的災情。本文係對此三個颱風進行雨量分析，以探討其不同於以往颱風所挾帶的降雨特性。其中潭美颱風的雨量係集中於高雄都會區；桃芝颱風為延時短且雨量集中的降雨型態；納莉颱風所挾帶豐沛的長延時雨量則在許多地方打破了歷年的降雨紀錄。

**關鍵詞：**頻率分析，重現期。

### ABSTRACT

Typhoons Trami, Toraji and Nari had seriously struck Taiwan in 2001. They separately caused a lot of damage in the southern, central and northern parts of Taiwan. The rainfalls of these typhoons are analyzed, and their different specific characteristics are described. Typhoon Trami is concentrated in the Kaohsiung metropolitan area; Toraji's rainfall has a very short duration with heavy intensity; and Nari has broken rainfall records in many places.

**Keywords:** Frequency analysis, Returned period.

### 一、前 言

公元2001年內計有9個颱風侵台，其中潭美、桃芝及納莉颱風分別對台灣南部、中部及北

部地區造成嚴重的災害。這三次颱風來襲分別造成5、214及104個人失蹤或死亡【林秀雯，2002】，不僅災情慘重，納莉颱風更導致北台灣地區近百年來最大的水患。這三次颱風有別於以

往襲台颱風的型態，並各有其特性。本文的目的即對潭美、桃芝及納莉颱風的降雨量資料進行日雨量及各延時降雨強度的頻率分析。圖 1~3 為此三個颱風的路徑圖，由於許多的文獻已對此三個颱風的過程及災情作詳盡的說明，因此本文不多作敘述，僅就雨量頻率分析的結果予以討論。

## 二、頻率分析

經濟部水利署（前經濟部水利處、台灣省政府水利處、台灣省水利局）曾就其所轄雨量站及中央氣象局（以下簡稱氣象局）局屬氣象站歷年觀測至 1997 年的日雨量資料統計處理後，進行一、二及三日雨量的頻率分析【台灣省政府水利處，1998】。亦曾就歷年至 1985 年止的時雨量資料，建立各雨量測站各重現期的降雨延時—強度 Horner 公式【台灣省水利局，1988】。另桃芝及納莉颱風過後，經濟部水利署（以下簡稱水利署）的水文分析專題報告中【經濟部水利處，2001；Chang, Lu and Chang, 2001】，雨量資料係採用整時延時的雨量資料，而其重現期乃引用前述既有報告的頻率分析成果經內外差計算而得【台灣省政府水利處，1998；台灣省水利局，1988】，故日雨量資料年限為至 1997 年、降雨強度僅至 1985 年止。考量近年來幾次颱風的雨量均極為豐沛，宜將這些年最大的水文事件納入相關的水文分析中，故本文係將各測站的日雨量及降雨強度資料增補更新至 2000 年，以修正各重現期的日雨量並建立降雨延時—強度 Horner 公式【盧瑞興、張炎銘、林秀娟，2002】，利用所得結果再進一步以內外差求得潭美、桃芝及納莉三個颱風雨量所對應的重現期。

此三個颱風的雨量分析資料包含氣象局 22 個局屬氣象站及其約 320 個即時遙測站，與水利署所轄約 180 站雨量測站資料，其位置分布繪如圖 4（氣象局遙測站不包括於圖上）。考量各雨量測站至今的觀測年限，日雨量及延時降雨強度的頻率分析，係採用氣象局氣象站及水利署雨量測站的雨量資料，進行對數皮爾遜三型分布理論的頻率分析。其中降雨強度部分，係為水利署雨量測站自記儀器所記錄各延時實際（跨整時）的

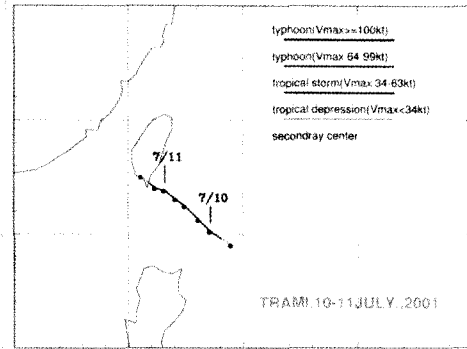


圖 1 潭美颱風路徑圖

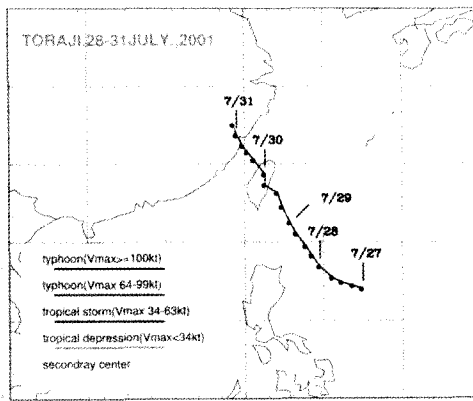


圖 2 桃芝颱風路徑圖

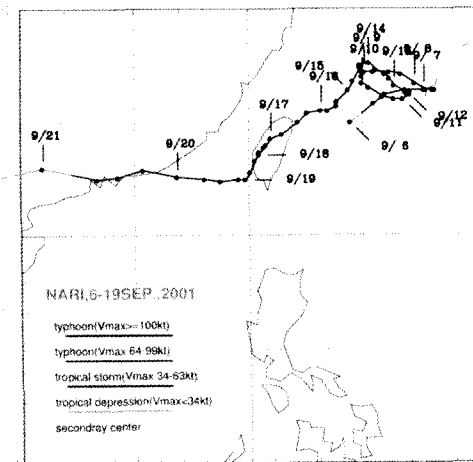


圖 3 納莉颱風路徑圖

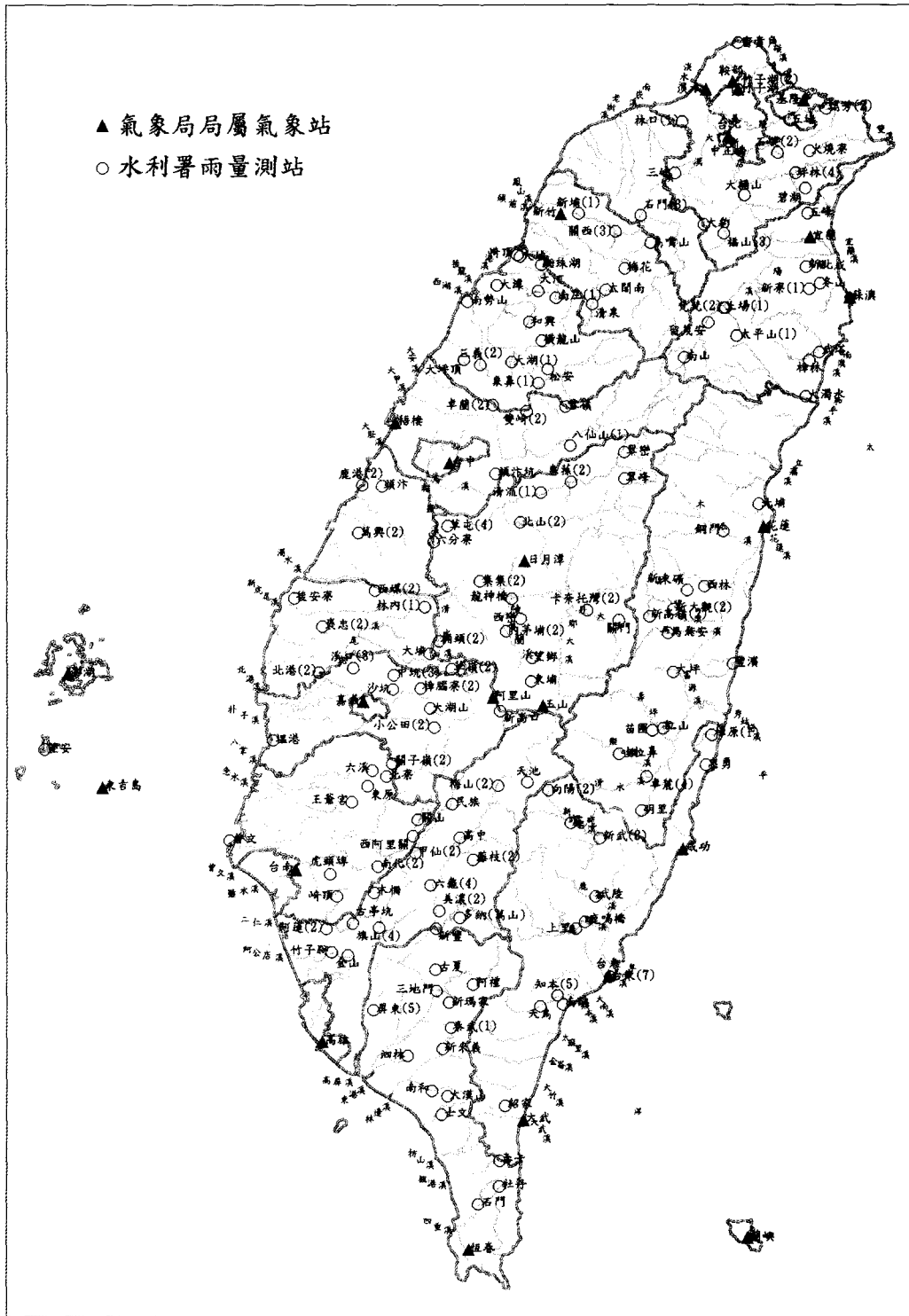


圖 4 中央氣象局局屬氣象站及經濟部水利署雨量測站分布圖

表 1 潭美颱風日雨量分析(氣象局屬雨量站)

站名	日雨量(mm)		重現期(年)		頻率分析 資料年限
	07/11	07/12	一日 雨量	二日 雨量	
基隆	0.7	0.4	<2	<2	1950 ~ 2000
宜蘭	0.0	0.0	<2	<2	1950 ~ 2000
蘇澳	4.0	0.0	<2	<2	1982 ~ 2000
鞍部	0.0	0.2	<2	<2	1950 ~ 2000
竹子湖	0.0	0.0	<2	<2	1950 ~ 2000
淡水	0.0	0.0	<2	<2	1950 ~ 2000
台北	0.0	3.0	<2	<2	1900 ~ 2000
新竹	0.0	0.0	<2	<2	1950 ~ 2000
台中	1.0	26.0	<2	<2	1901 ~ 2000
梧棲	0.0	25.0	<2	<2	1977 ~ 2000
日月潭	0.2	T	<2	<2	1950 ~ 2000
玉山	0.0	8.0	<2	<2	1952 ~ 2000
阿里山	0.0	17.0	<2	<2	1950 ~ 2000
嘉義	60.0	51.0	<2	<2	1969 ~ 2000
台南	77.0	66.0	<2	<2	1900 ~ 2000
高雄	470.5	88.5	60	39	1950 ~ 2000
花蓮	0.0	0.0	<2	<2	1911 ~ 2000
成功	5.0	0.0	<2	<2	1950 ~ 2000
台東	17.0	0.0	<2	<2	1901 ~ 2000
大武	64.0	0.5	<2	<2	1950 ~ 2000
恆春	236.0	0.5	2	<2	1900 ~ 2000
澎湖	0.0	66.0	<2	<2	1950 ~ 2000

註：T係表有雨無量。

雨量資料。氣象局所屬的即時遙測站因觀測年限較短，僅就其每小時的雨量資料累計處理後，用以繪製三次颱風的等雨量線圖。

日雨量頻率分析方面，將三次颱風期間各日的日雨量與其最大一、二及三日雨量分析所得的重現期列如表 1、3、4、6 及 7 (潭美颱風只有一、二日雨量分析)，表 1、3 及 6 所列係氣象局氣象站部分，表 4 及 7 則為水利署雨量站部分。降雨延時強度方面，係用水利署雨量站於颱風期間觀測所得各延時最大的降雨強度，經頻率分析所得的重現期列如表 2、5 及 8。由於篇幅所限，表 2、5 及 8 僅列出雨量較大或重現期較高的測站資料。資料分析顯示各颱風的降雨特性分述如下：

### 潭美(Trami)颱風

如表 1 潭美颱風日雨量分析及圖 5 所繪 24 小時延時等雨量線所示，其挾帶的雨量主要是集中在高雄地區，其一日雨量 470.5 mm 的重現期約為 60 年。

各延時降雨強度方面，由於水利署於高雄都會地區並無雨量測站，故採氣象局高雄氣象站與其即時遙測站左營及鳳山的整時雨量資料予以計算各整時延時的降雨強度，頻率分析則採高雄氣象站歷年的整時雨量求得各重現期的延時降雨強度後，以內外差求得颱風期間各延時降雨強度的重現期列如表 2。

結果顯示除鳳山 1 小時延時外，各延時降雨強度的重現期均超過 50 年以上，4 小時以上延時降雨強度的重現期更超過 200 年，1~12 小時延時降雨強度的重現期多隨延時增加而增高，且高雄氣象站各延時的雨量均逾歷年來最大的雨量紀錄。以高雄都會區排水系統的設計容量而言，是無法及時將這些高重現期的雨量順利排除，致使過多無法宣排的水量往建築物的地下空間淹注，造成設置於地下樓層的大樓供電設施及停置的車輛遭淹沒嚴重毀損。

### 桃芝(Toraji)颱風

由表 3 及 4 得知，桃芝颱風期間氣象局氣象站的一日雨量係以阿里山達 715 mm 最大，但由於阿里山係多雨山區，此雨量僅約 11 年重現期。位於沿海地區的梧棲雖一日雨量僅 455 mm，惟重現期卻高達 184 年。水利署雨量站的一日雨量係以南投西巒 616 mm 最大，二及三日雨量則是以南投西巒及花蓮新大觀約 653 mm 最大，惟其重現期均未逾 50 年。反倒是南投東埔、彰化鹿港及高雄天池重現期均超過 100 年。氣象局梧棲及水利署雨量站中，計有 12 站的一、二或三日雨量逾歷年來最大紀錄。

各延時降雨強度及其重現期列如表 5，各延時均是以花蓮新大觀的降雨強度最大，1~6 小時的重現期均逾 200 年，2 及 3 小時延時更高逾 500 年。另 1~6 小時延時降雨強度則以南投的龍神橋次之，其 1~6 小時延時的重現期均逾 500 年。結

表 2 潭美颱風高雄地區降雨延時強度分析

站名	高雄		左營		鳳山	
	降雨延時 (小時)	降雨強度 (mm/hr)	重現期 (年)	降雨強度 (mm/hr)	重現期 (年)	降雨強度 (mm/hr)
1	<b>119.5</b>	96	126.5	162	92.0	16
2	<b>92.8</b>	97	116.8	350	86.5	64
3	<b>83.7</b>	179	109.5	489	87.3	223
4	<b>76.3</b>	238	87.6	392	81.5	309
5	69.6	275	76.6	382	74.3	347
6	<b>70.1</b>	409	71.2	428	68.8	386
8	59.3	435	64.8	553	60.8	467
10	51.8	463	54.9	543	54.3	527
12	<b>44.5</b>	439	46.5	500	47.3	524
24	<b>22.9</b>	252	24.2	337	24.7	370

註：1. 頻率分析採中央氣象局高雄氣象站雨量資料，觀測年限 1960~2000 年。

2. 粗黑體列示者，係表該延時降雨強度已逾歷年最大紀錄。

3. 因未計算高雄氣象站 5、8 及 10 小時延時歷年的最大降雨強度資料，故未知潭美颱風期間該等延時降雨強度是否已逾歷史紀錄。

表 3 桃芝颱風日雨量分析（氣象局屬氣象站）

站名	日雨量(mm)			重現期(年)			頻率分析 資料年限
	07/29	07/30	07/31	一日雨量	二日雨量	三日雨量	
基隆	2	22	0	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
宜蘭	18	15	0	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
蘇澳	34	42	0	<2	<2	<2	1982 ~ 2000
鞍部	8	47	T	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
竹子湖	9	41	0	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
淡水	1	30	0.5	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
台北	2	33	0	<2	<2	<2	1900 ~ 2000
新竹	0	206	1	4	2	<2	1950 ~ 2000
台中	0	230	0.1	5	2	<2	1901 ~ 2000
梧棲	0	455	8	<b>184</b>	<b>33</b>	<b>25</b>	1977 ~ 2000
日月潭	6	333	0	7	4	3	1950 ~ 2000
玉山	49	400	0	77	4	2	1952 ~ 2000
阿里山	43	715	0	11	4	3	1950 ~ 2000
嘉義	1	287	11	10	4	3	1969 ~ 2000
台南	4	21	0.8	<2	<2	<2	1900 ~ 2000
高雄	0.5	3	5	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
花蓮	31	180	0	<2	<2	<2	1911 ~ 2000
成功	22	16	0	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
台東	18	3	0	<2	<2	<2	1901 ~ 2000
大武	9	25	0	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
恆春	11	3	0	<2	<2	<2	1900 ~ 2000
澎湖	0	2	T	<2	<2	<2	1950 ~ 2000

註：1. T 係表有雨無量。

2. 重現期以粗黑體列示者，係表該測站一、二或三日雨量已逾歷年最大紀錄。

表 4 桃芝颱風日雨量分析(水利署雨量站)

地區	站名	日雨量(mm)			重現期(年)			頻率分析 資料年限
		07/29	07/30	07/31	一日雨量	二日雨量	三日雨量	
苗栗	橫龍山	0	370	0	5	3	2	1925 ~ 2000
	大湖(1)	0	387	0	7	3	2	1903 ~ 2000
	大潭	0	382	2	<b>63</b>	<b>29</b>	19	1975 ~ 2000
	三義(2)	0	362	3	9	4	3	1927 ~ 2000
	南勢山	0	434	4	<b>73</b>	45	34	1968 ~ 2000
	松安	0	367	0	3	<2	<2	1964 ~ 2000
	象鼻(1)	0	383	0	5	3	2	1951 ~ 2000
台中	雪嶺	4	457	0	5	<2	<2	1971 ~ 2000
	卓蘭(2)	2	365	0	13	5	3	1903 ~ 2000
	八仙山(1)	3	376	0	13	2	<2	1989 ~ 2000
南投	翠峰	16	350	0	17	4	2	1965 ~ 2000
	卡奈托灣(2)	71	449	0	27	19	19	1969 ~ 2000
	東埔	40	477	0	<b>136</b>	28	20	1923 ~ 2000
	望鄉	38	573	0	17	9	9	1960 ~ 2000
	內茅埔(2)	8	463	0	<b>24</b>	10	9	1980 ~ 2000
	西巒	37	616	1	<b>49</b>	19	18	1960 ~ 2000
	龍神橋	9	513	0	<b>96</b>	25	21	1956 ~ 2000
	集集(2)	1	350	0	13	5	4	1940 ~ 2000
	桶頭(2)	1	401	0	12	6	4	1941 ~ 2000
彰化	頭汙	0	312	0	<b>65</b>	10	6	1966 ~ 2000
	鹿港(2)	0	412	7	<b>254</b>	<b>86</b>	<b>45</b>	1962 ~ 2000
雲林	草嶺(2)	5	401	0	5	3	<2	1965 ~ 2000
	大埔	1	352	0	10	5	3	1957 ~ 2000
嘉義	大湖山	16	497	0	6	4	3	1953 ~ 2000
	小公田(2)	12	412	0	4	<2	<2	1967 ~ 2000
	新高口	45	578	0	<b>23</b>	8	6	1983 ~ 2000
台南	關山	10	433	5	6	3	<2	1984 ~ 2000
高雄	天池	34	521	0	<b>433</b>	7	3	1978 ~ 2000
	梅山(2)	34	556	0	<b>34</b>	5	3	1979 ~ 2000
	高中	16	457	5	7	2	<2	1980 ~ 2000
	藤枝(2)	26	463	3	8	2	<2	1979 ~ 2000
	民族	18	466	2	16	3	2	1977 ~ 2000
屏東	泰武(1)	216	207	12	<2	<2	<2	1955 ~ 2000
花蓮	新高嶺(2)	100	399	0	6	3	2	1985 ~ 2000
	新大觀(2)	139	514	0	4	3	2	1985 ~ 2000
	西林	103	446	0	7	4	3	1968 ~ 2000
	銅門	84	295	1	3	2	<2	1952 ~ 2000
	大坪	121	352	0	2	<2	<2	1980 ~ 2000
台東	樟原(1)	234	118	0	<2	2	<2	1957 ~ 2000
	向陽(2)	35	406	0	6	2	<2	1973 ~ 2000

註：重現期以粗黑體列示者，係表該測站一、二或三日雨量已逾歷年最大紀錄。

表 5 桃芝颱風降雨延時強度分析

地區	站名	降雨延時 (小時)	1	2	3	6	12	18	24	頻率分析 資料年限
苗栗	大埔	降雨強度(mm/hr)	<b>81.0</b>	<b>79.5</b>	<b>65.7</b>	39.8	21.0	14.3	11.0	1980 ~ 2000
		重現期(年)	24	213	173	60	20	13	9	
	大河	降雨強度(mm/hr)	68.0	<b>62.0</b>	<b>52.7</b>	34.8	19.2	13.2	9.9	1980 ~ 2000
		重現期(年)	4	35	44	23	7	4	3	
	橫龍山	降雨強度(mm/hr)	<b>95.0</b>	78.0	<b>72.3</b>	<b>51.7</b>	29.9	20.5	15.4	1972 ~ 2000
		重現期(年)	45	45	59	24	7	4	3	
	大潭	降雨強度(mm/hr)	<b>117.0</b>	<b>104.5</b>	<b>89.0</b>	<b>57.0</b>	<b>30.8</b>	<b>21.1</b>	<b>16.0</b>	1975 ~ 2000
		重現期(年)	513	890	906	631	241	87	44	
	三義(2)	降雨強度(mm/hr)	87.0	<b>78.5</b>	<b>78.7</b>	<b>52.3</b>	29.3	19.9	15.2	1980 ~ 2000
		重現期(年)	8	34	113	49	16	9	7	
	南勢山	降雨強度(mm/hr)	<b>107.0</b>	<b>75.0</b>	<b>67.3</b>	<b>63.8</b>	<b>35.3</b>	<b>24.0</b>	<b>18.2</b>	1982 ~ 2000
		重現期(年)	138	90	203	508	163	66	41	
	松安	降雨強度(mm/hr)	89.0	<b>74.0</b>	<b>69.7</b>	50.7	29.4	20.3	15.3	1978 ~ 2000
		重現期(年)	35	36	47	21	6	4	3	
象鼻(1)	降雨強度(mm/hr)	103.0	<b>77.0</b>	<b>71.3</b>	53.7	30.8	21.2	16.0	1980 ~ 2000	
	重現期(年)	485	60	74	30	7	4	3		
大湖(1)	降雨強度(mm/hr)	<b>103.0</b>	<b>91.5</b>	<b>86.3</b>	<b>56.2</b>	31.3	21.3	16.1	1968 ~ 2000	
	重現期(年) <sup>註2</sup>	69	183	283	81	13	6	4		
台中	雪嶺	降雨強度(mm/hr)	88.0	<b>76.5</b>	<b>69.7</b>	53.5	34.8	24.8	19.2	1971 ~ 2000
		重現期(年)	93	100	94	42	10	5	3	
	雙崎(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>105.0</b>	<b>81.0</b>	<b>67.0</b>	<b>45.2</b>	26.6	18.3	13.9	1965 ~ 2000
		重現期(年)	>1000	581	297	40	8	4	3	
	卓蘭(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>103.0</b>	<b>90.5</b>	<b>85.3</b>	<b>53.0</b>	<b>29.4</b>	20.2	15.3	1981 ~ 2000
		重現期(年)	280	586	715	291	47	19	12	
	八仙山(1)	降雨強度(mm/hr)	<b>124.0</b>	<b>91.0</b>	<b>75.0</b>	<b>49.5</b>	29.5	20.7	15.8	1989 ~ 2000
		重現期(年)	418	212	115	32	9	5	3	
南投	清流(1)	降雨強度(mm/hr)	<b>141.0</b>	<b>108.0</b>	<b>80.0</b>	47.3	27.3	19.1	14.5	1980 ~ 2000
		重現期(年)	310	297	181	61	21	11	7	
	惠蓀(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>127.0</b>	<b>89.0</b>	<b>70.3</b>	43.8	25.3	18.2	14.0	1983 ~ 2000
		重現期(年)	489	263	132	27	8	4	3	
	北山(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>115.0</b>	<b>90.5</b>	<b>73.3</b>	<b>45.8</b>	26.7	18.9	14.3	1969 ~ 2000
		重現期(年)	352	267	157	40	15	9	6	
	翠峰	降雨強度(mm/hr)	60.0	<b>47.0</b>	39.7	27.7	23.5	18.9	15.3	1965 ~ 2000
		重現期(年)	19	23	22	14	40	27	14	
	卡奈托灣(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>94.0</b>	<b>76.0</b>	<b>59.7</b>	<b>50.2</b>	<b>38.7</b>	28.0	21.6	1969 ~ 2000
		重現期(年)	781	715	424	439	305	59	19	

註：1. 降雨強度以粗黑體列示者，係表該測站所屬延時強度已逾歷年最大紀錄。

2. 因對數皮爾遜理論分布頻率分析結果不合理，故大湖(1)重現期係由極端值一型理論分布頻率分析結果內外差所得。

表 5 桃芝颱風降雨延時強度分析(續)

地區	站名	降雨延時 (小時)	1	2	3	6	12	18	24	頻率分析 資料年限
南投	東埔	降雨強度(mm/hr)	<b>92.0</b>	<b>78.5</b>	<b>79.7</b>	<b>55.7</b>	<b>39.4</b>	<b>28.2</b>	21.5	1980 ~ 2000
		重現期(年)	287	406	653	457	309	92	31	
	望鄉	降雨強度(mm/hr)	94.0	<b>83.0</b>	70.0	<b>62.5</b>	46.0	33.4	25.5	1961 ~ 2000
		重現期(年)	43	75	49	79	45	20	12	
	內茅埔(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>130.0</b>	<b>102.0</b>	<b>89.3</b>	61.3	36.1	26.1	19.6	1980 ~ 2000
		重現期(年)	370	179	123	56	18	12	8	
	龍神橋	降雨強度(mm/hr)	<b>147.0</b>	<b>128.5</b>	<b>105.0</b>	<b>72.3</b>	<b>40.6</b>	<b>28.9</b>	<b>21.8</b>	1963 ~ 2000
		重現期(年)	828	>1000	827	550	157	56	27	
	桶頭(2)	降雨強度(mm/hr)	88.0	69.0	<b>70.7</b>	53.3	32.2	22.3	16.7	1980 ~ 2000
		重現期(年)	3	5	21	24	12	8	6	
彰化	頭汙	降雨強度(mm/hr)	<b>88.0</b>	<b>69.5</b>	<b>65.3</b>	<b>43.8</b>	<b>24.9</b>	17.2	13.0	1966 ~ 2000
		重現期(年)	41	119	315	237	64	29	17	
	鹿港(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>82.0</b>	<b>75.0</b>	<b>72.7</b>	<b>60.5</b>	<b>33.3</b>	<b>22.7</b>	<b>17.3</b>	1977 ~ 2000
		重現期(年)	22	176	435	727	353	151	64	
雲林	大埔	降雨強度(mm/hr)	77.0	64.5	<b>64.3</b>	46.0	28.0	19.6	14.7	1959 ~ 2000
		重現期(年)	3	11	67	49	22	13	9	
嘉義	大湖山	降雨強度(mm/hr)	132.0	101.0	89.7	57.0	39.4	28.4	21.4	1957 ~ 2000
		重現期(年)	27	24	26	11	8	5	4	
	小公田(2)	降雨強度(mm/hr)	108.0	87.0	70.7	47.0	32.7	23.5	17.7	1972 ~ 2000
		重現期(年)	22	30	19	9	6	4	3	
	新高口	降雨強度(mm/hr)	<b>84.0</b>	<b>77.0</b>	<b>69.0</b>	<b>58.5</b>	<b>47.0</b>	34.3	26.0	1983 ~ 2000
		重現期(年)	43	87	76	72	49	19	9	
高雄	天池	降雨強度(mm/hr)	<b>91.0</b>	<b>67.0</b>	<b>56.0</b>	<b>51.3</b>	<b>42.0</b>	<b>30.4</b>	23.1	1978 ~ 2000
		重現期(年)	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	284	17	
	梅山(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>96.0</b>	<b>69.0</b>	59.7	<b>55.0</b>	<b>45.5</b>	32.5	24.6	1980 ~ 2000
		重現期(年)	147	48	43	120	175	35	11	
	高中	降雨強度(mm/hr)	87.0	<b>70.5</b>	<b>62.7</b>	<b>50.0</b>	36.7	26.1	19.7	1980 ~ 2000
		重現期(年)	14	17	20	21	15	6	3	
	藤枝(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>98.0</b>	<b>80.0</b>	<b>65.3</b>	<b>47.0</b>	<b>37.7</b>	26.9	20.4	1980 ~ 2000
		重現期(年)	71	89	56	29	33	10	4	
	民族	降雨強度(mm/hr)	93.0	<b>79.0</b>	<b>66.7</b>	50.3	<b>38.0</b>	26.8	20.2	1977 ~ 2000
		重現期(年)	16	27	25	26	29	13	7	
花蓮	馬太安	降雨強度(mm/hr)	<b>101.0</b>	66.5	49.3	31.0	17.4	12.5	9.6	1980 ~ 2000
		重現期(年)	669	30	4	<2	<2	<2	<2	
	新高嶺(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>121.0</b>	<b>109.5</b>	<b>99.7</b>	<b>63.3</b>	38.7	27.2	20.8	1985 ~ 2000
		重現期(年)	78	173	245	148	49	13	5	
	新大觀(2)	降雨強度(mm/hr)	<b>148.0</b>	<b>134.5</b>	<b>115.0</b>	<b>86.3</b>	<b>51.7</b>	35.8	27.2	1985 ~ 2000
		重現期(年)	368	573	513	390	21	6	3	

註：降雨強度以粗黑體列示者，係表該測站所屬延時強度已逾歷年最大紀錄。



表 5 桃芝颱風降雨延時強度分析(續)

地區	站名	降雨延時 (小時)	1	2	3	6	12	18	24	頻率分析 資料年限
			降雨強度(mm/hr)	重現期(年)	降雨強度(mm/hr)	重現期(年)	降雨強度(mm/hr)	重現期(年)	降雨強度(mm/hr)	
花蓮	新東礦	降雨強度(mm/hr)	86.0	78.0	<b>76.3</b>	49.2	27.4	18.8	14.3	1983 ~ 2000
		重現期(年)	10	43	269	10	2	<2	<2	
	西林	降雨強度(mm/hr)	96.0	<b>89.0</b>	<b>90.3</b>	<b>71.2</b>	<b>43.0</b>	30.1	22.9	1973 ~ 2000
		重現期(年)	10	31	148	206	27	9	5	
	豐濱	降雨強度(mm/hr)	110.0	71.5	63.0	40.8	23.7	16.7	12.7	1982 ~ 2000
		重現期(年)	10	5	6	5	3	<2	<2	
	大坪	降雨強度(mm/hr)	<b>126.0</b>	<b>111.5</b>	<b>100.7</b>	<b>65.3</b>	37.6	25.9	19.7	1980 ~ 2000
		重現期(年)	77	163	212	74	12	4	3	
台東	樟原(1)	降雨強度(mm/hr)	<b>134.0</b>	<b>101.0</b>	<b>82.3</b>	50.3	27.5	19.2	14.6	1980 ~ 2000
		重現期(年)	634	591	468	61	7	4	3	
	向陽(2)	降雨強度(mm/hr)	70.0	<b>56.0</b>	<b>49.7</b>	<b>42.5</b>	<b>34.1</b>	24.4	18.4	1973 ~ 2000
		重現期(年)	32	31	34	63	73	13	4	

註：降雨強度以粗黑體列示者，係表該測站所屬延時強度已逾歷年最大紀錄。

表 6 納莉颱風日雨量分析(氣象局屬氣象站)

站名	日雨量(mm)				重現期(年)			頻率分析 資料年限
	09/16	09/17	09/18	09/19	一日雨量	二日雨量	三日雨量	
基隆	270	227	70	1	9	29	24	1950 ~ 2000
宜蘭	182	321	34	13	9	12	9	1950 ~ 2000
蘇澳	173	316	44	13	4	5	3	1982 ~ 2000
鞍部	518	288	255	5	8	10	14	1950 ~ 2000
竹子湖	686	340	246	4	18	19	23	1950 ~ 2000
淡水	255	237	153	0	8	39	79	1950 ~ 2000
台北	246	425	164	T	<b>193</b>	<b>706</b>	<b>&gt;1000</b>	1900 ~ 2000
新竹	77	335	397	0	<b>163</b>	<b>&gt;1000</b>	<b>&gt;1000</b>	1950 ~ 2000
台中	69	309	96	T	13	9	10	1901 ~ 2000
梧棲	5	371	143	0	<b>59</b>	<b>49</b>	<b>43</b>	1977 ~ 2000
日月潭	10	50	9	T	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
玉山	17	219	46	10	<2	<2	<2	1952 ~ 2000
阿里山	17	319	78	0.5	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
嘉義	3	288	775	T	<b>&gt;1000</b>	<b>&gt;1000</b>	<b>955</b>	1969 ~ 2000
台南	T	15	226	4	3	<2	<2	1900 ~ 2000
高雄	0	4	179	71	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
花蓮	1	68	71	20	<2	<2	<2	1911 ~ 2000
成功	0	1	18	37	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
台東	0	2	1	64	<2	<2	<2	1901 ~ 2000
大武	0	2	5	51	<2	<2	<2	1950 ~ 2000
恆春	0	1	23	104	<2	<2	<2	1900 ~ 2000
澎湖	0	15	206	52	7	7	6	1950 ~ 2000

註：1. T 係表有雨無量。

2. 重現期以粗黑體列示者，係表該測站一、二或三日雨量已逾歷年最大紀錄。

表 7 納莉颱風日雨量分析(水利署雨量站)

地區	站名	日雨量(mm)				重現期(年)			頻率分析 資料年限
		09/16	09/17	09/18	09/19	一日雨量	二日雨量	三日雨量	
宜蘭	五峰	437	352	42	18	32	<b>107</b>	<b>91</b>	1976 ~ 2000
	留茂安	106	820	171	18	<b>278</b>	<b>128</b>	110	1954 ~ 2000
	太平山(1)	113	629	153	32	-	-	-	...
	土場(1)	94	1011	290	9	<b>&gt;1000</b>	<b>&gt;1000</b>	<b>642</b>	1949 ~ 2000
	梵梵(2)	128	779	498	22	31	<b>56</b>	<b>43</b>	1960 ~ 2000
	武塔	51	427	77	7	45	4	4	1979 ~ 2000
基隆	五堵	447	441	95	0	14	34	26	1963 ~ 2000
台北	三峽	198	269	392	0	<b>773</b>	<b>893</b>	<b>&gt;1000</b>	1903 ~ 2000
	大豹	371	440	249	4	<b>33</b>	<b>402</b>	<b>&gt;1000</b>	1974 ~ 2000
	坪林(4)	602	393	169	6	34	<b>475</b>	<b>&gt;1000</b>	1977 ~ 2000
	碧湖	600	409	116	8	<b>99</b>	<b>319</b>	<b>302</b>	1971 ~ 2000
	福山(3)	563	475	138	16	11	<b>90</b>	<b>306</b>	1977 ~ 2000
	大桶山	507	436	185	19	<b>41</b>	<b>&gt;1000</b>	<b>&gt;1000</b>	1977 ~ 2000
	石碇(2)	491	510	133	4	<b>40</b>	<b>940</b>	<b>&gt;1000</b>	1968 ~ 2000
	中正橋	212	466	240	1	<b>366</b>	<b>468</b>	<b>&gt;1000</b>	1977 ~ 2000
	火燒寮	564	358	178	5	30	43	<b>52</b>	1955 ~ 2000
	竹子湖(2)	641	328	241	4	14	14	26	1977 ~ 2000
	林口(1)	277	363	232	0	<b>&gt;1000</b>	<b>&gt;1000</b>	<b>&gt;1000</b>	1933 ~ 2000
桃園	石門(3)	162	324	254	0	36	<b>320</b>	<b>&gt;1000</b>	1977 ~ 2000
新竹	關西(3)	150	319	241	1	12	<b>69</b>	<b>226</b>	1980 ~ 2000
	新埔(1)	110	308	351	0	65	<b>&gt;1000</b>	<b>&gt;1000</b>	1980 ~ 2000
	烏嘴山	593	327	114	0	11	<b>44</b>	<b>69</b>	1973 ~ 2000
苗栗	大埔	55	351	407	0	135	<b>&gt;1000</b>	<b>&gt;1000</b>	1951 ~ 2000
	大河	104	383	177	0	17	<b>33</b>	<b>42</b>	1980 ~ 2000
	南庄(1)	234	374	115	3	16	61	153	1900 ~ 2000
	珊瑚湖	77	334	310	0	24	140	164	1951 ~ 2000
	大潭	41	277	353	0	<b>44</b>	<b>537</b>	<b>851</b>	1975 ~ 2000
	南勢山	28	336	286	0	27	<b>239</b>	<b>261</b>	1968 ~ 2000
	大坪頂	52	600	222	0	<b>140</b>	<b>138</b>	<b>153</b>	1968 ~ 2000
南投	桶頭(2)	7	449	269	2	18	41	36	1941 ~ 2000
彰化	頭汙	6	424	168	0	<b>513</b>	<b>352</b>	<b>183</b>	1966 ~ 2000
	鹿港(2)	1	406	146	0	<b>227</b>	<b>825</b>	<b>476</b>	1962 ~ 2000
	萬興(2)	13	395	211	0	<b>140</b>	<b>277</b>	<b>255</b>	1966 ~ 2000
雲林	西螺(2)	5	318	254	0	15	59	48	1958 ~ 2000
	褒忠(2)	12	193	320	0	<b>80</b>	<b>&gt;1000</b>	<b>183</b>	1958 ~ 2000
	北港(2)	8	105	302	1	<b>22</b>	33	13	1946 ~ 2000
	大埔	6	553	289	0	38	<b>73</b>	<b>83</b>	1957 ~ 2000

註：1. 重現期以粗黑體列示者，係表該測站一、二或三日雨量已逾歷年最大紀錄。

2. 重現期以-列示者，係表資料年限過短，未予進行頻率分析。

表 7 納莉颱風日雨量分析 (水利署雨量站) (續)

地區	站名	日雨量(mm)				重現期(年)			頻率分析 資料年限
		09/16	09/17	09/18	09/19	一日雨量	二日雨量	三日雨量	
嘉義	中坑(3)	3	358	361	1	21	<b>413</b>	<b>292</b>	1962 ~ 2000
	樟腦寮(2)	2	611	634	0	17	<b>86</b>	<b>90</b>	1960 ~ 2000
	沙坑	2	410	422	0	<b>43</b>	<b>355</b>	<b>382</b>	1965 ~ 2000
	大湖山	0	561	697	0	18	76	59	1953 ~ 2000
	小公田(2)	0	528	601	0	15	>1000	>1000	1967 ~ 2000
台南	關子嶺(2)	0	258	756	0	<b>378</b>	<b>470</b>	<b>277</b>	1957 ~ 2000
	六溪	0	176	756	0	<b>272</b>	<b>343</b>	<b>153</b>	1958 ~ 2000
	北寮	0	285	797	0	<b>544</b>	<b>341</b>	<b>261</b>	1957 ~ 2000
	東原	0	150	718	0	<b>223</b>	<b>331</b>	<b>147</b>	1958 ~ 2000
	環湖	0	74	616	0	*	*	*	...
	南化(2)	0	52	466	3	<b>93</b>	10	5	1972 ~ 2000
	王爺宮	0	93	597	0	>1000	>1000	>1000	1983 ~ 2000
	虎頭埤	0	20	376	2	<b>55</b>	7	4	1980 ~ 2000

註：1. 重現期以\*或粗黑體列示者，係表該測站一、二或三日雨量已逾歷年最大紀錄。

2. 重現期以\*列示者，係表資料年限過短，未予進行頻率分析。

表 8 納莉颱風降雨延時強度分析

地區	站名	降雨延時 (小時)	降雨延時強度(mm/hr)							頻率分析 資料年限
			1	2	3	6	12	18	24	
宜蘭	新北成	降雨強度(mm/hr)	111.0	94.0	73.0	58.5	35.0	26.0	20.8	1958 ~ 2000
		重現期(年)	52	121	73	158	55	34	22	
	梵梵(2)	降雨強度(mm/hr)	132.0	112.5	103.7	<b>79.5</b>	56.3	<b>48.0</b>	<b>41.7</b>	1963 ~ 2000
		重現期(年)	43	66	92	94	68	71	61	
	武塔	降雨強度(mm/hr)	77.0	<b>72.5</b>	<b>64.3</b>	<b>47.0</b>	24.9	22.9	18.1	1979 ~ 2000
		重現期(年)	9	570	789	639	8	19	7	
苗栗	南勢山	降雨強度(mm/hr)	76.0	52.5	46.3	<b>41.8</b>	<b>30.6</b>	<b>23.9</b>	<b>21.0</b>	1982 ~ 2000
		重現期(年)	9	7	11	62	78	65	70	
彰化	頭汙	降雨強度(mm/hr)	55.0	41.5	35.7	30.8	20.8	<b>20.3</b>	<b>19.5</b>	1966 ~ 2000
		重現期(年)	3	4	6	23	22	69	128	
	鹿港(2)	降雨強度(mm/hr)	58.0	43.0	37.0	27.5	<b>23.6</b>	<b>19.5</b>	<b>18.1</b>	1977 ~ 2000
		重現期(年)	4	5	6	10	39	48	88	
	萬興(2)	降雨強度(mm/hr)	59.0	44.0	36.0	31.2	20.8	19.8	<b>19.8</b>	1967 ~ 2000
		重現期(年)	4	5	5	15	16	44	147	
雲林	西螺(2)	降雨強度(mm/hr)	57.0	34.0	35.0	25.0	19.5	18.0	<b>17.0</b>	1961 ~ 2000
		重現期(年)	<2	<2	3	5	14	27	41	
	褒忠(2)	降雨強度(mm/hr)	72.0	61.0	47.0	33.8	<b>22.3</b>	<b>21.1</b>	<b>16.9</b>	1961 ~ 2000
		重現期(年)	8	16	14	20	28	236	463	
	大埔	降雨強度(mm/hr)	<b>110.0</b>	<b>92.0</b>	<b>73.3</b>	46.2	27.3	28.7	<b>24.3</b>	1959 ~ 2000
		重現期(年)	304	388	209	50	19	52	46	

註：降雨強度以粗黑體列示者，係表該測站所屬延時強度已逾歷年最大紀錄。

表 8 納莉颱風降雨延時強度分析(續)

地區	站名	降雨延時 (小時)	1	2	3	6	12	18	24	頻率分析 資料年限
嘉義	溪口(3)	降雨強度(mm/hr)	77.0	57.5	45.7	26.2	16.6	<b>18.5</b>	<b>14.7</b>	1961 ~ 2000
		重現期(年)	6	8	8	5	5	71	113	
	中坑(3)	降雨強度(mm/hr)	88.0	64.5	47.7	40.3	28.5	<b>26.9</b>	<b>21.8</b>	1962 ~ 2000
		重現期(年)	7	10	7	25	32	84	56	
	北港(2)	降雨強度(mm/hr)	63.0	41.0	35.7	24.5	16.6	17.7	<b>14.2</b>	1956 ~ 2000
		重現期(年)	3	3	3	4	4	32	43	
	樟腦寮(2)	降雨強度(mm/hr)	113.0	100.5	91.0	<b>73.0</b>	<b>50.0</b>	<b>45.4</b>	<b>37.9</b>	1962 ~ 2000
		重現期(年)	14	35	48	67	41	54	42	
	沙坑	降雨強度(mm/hr)	86.0	68.5	54.7	43.8	<b>33.4</b>	<b>32.6</b>	<b>26.4</b>	1965 ~ 2000
		重現期(年)	5	10	10	22	48	208	202	
	小公田(2)	降雨強度(mm/hr)	97.0	73.5	69.3	55.7	39.0	<b>40.2</b>	33.5	1972 ~ 2000
		重現期(年)	10	10	17	20	13	29	20	
	大湖山	降雨強度(mm/hr)	105.0	89.0	84.7	71.0	48.6	45.3	38.6	1957 ~ 2000
		重現期(年)	8	13	20	25	16	19	16	
台南	關子嶺(2)	降雨強度(mm/hr)	100.0	<b>91.5</b>	<b>81.3</b>	<b>66.0</b>	<b>50.8</b>	<b>41.6</b>	<b>33.9</b>	1958 ~ 2000
		重現期(年)	7	63	106	194	201	164	99	
	六溪	降雨強度(mm/hr)	104.0	99.5	<b>91.7</b>	61.0	<b>48.2</b>	<b>41.8</b>	<b>33.1</b>	1959 ~ 2000
		重現期(年)	9	43	87	67	114	149	100	
	北寮	降雨強度(mm/hr)	94.0	87.0	78.3	<b>60.5</b>	<b>50.6</b>	<b>44.2</b>	<b>35.6</b>	1977 ~ 2000
		重現期(年)	4	12	22	53	292	538	581	
	東原	降雨強度(mm/hr)	<b>108.0</b>	96.0	<b>91.0</b>	<b>59.7</b>	<b>44.4</b>	<b>39.6</b>	<b>31.2</b>	1973 ~ 2000
		重現期(年)註 <sup>2</sup>	20	62	156	102	212	364	304	
	南化(2)	降雨強度(mm/hr)	55.0	46.5	40.3	<b>34.0</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>	<b>19.8</b>	1972 ~ 2000
		重現期(年)	<2	3	4	19	44	892	869	
	王爺宮	降雨強度(mm/hr)	65.0	<b>59.0</b>	<b>53.0</b>	<b>41.0</b>	<b>30.0</b>	<b>32.8</b>	<b>25.9</b>	1984 ~ 2000
		重現期(年)	3	212	383	368	281	607	414	
	虎頭埤	降雨強度(mm/hr)	78.0	<b>63.0</b>	<b>53.3</b>	<b>36.2</b>	23.3	20.1	15.8	1980 ~ 2000
		重現期(年)	6	35	63	38	20	33	19	
崎頂	降雨強度(mm/hr)	71.0	60.0	52.7	40.5	24.0	<b>20.1</b>	16.0	1973 ~ 2000	
	重現期(年)	4	16	32	78	17	20	13		
花蓮	哇拉鼻	降雨強度(mm/hr)	100.0	<b>93.0</b>	<b>75.3</b>	55.3	34.3	28.1	23.9	1981 ~ 2000
		重現期(年)	18	31	23	21	11	10	9	
澎湖	望安	降雨強度(mm/hr)	<b>80.0</b>	<b>50.0</b>	<b>38.7</b>	23.0	15.7	11.3	8.6	1982 ~ 2000
		重現期(年)	40	26	24	15	19	14	9	

註：1. 降雨強度以粗黑體列示者，係表該測站所屬延時強度已逾歷年最大紀錄。

2. 因對數皮爾遜理論分布頻率分析結果不合理，故東原重現期係由極端值一型理論分布頻率分析結果內外差所得。

果顯示，出現較高重現期的測站，其較高的重現期大多集中在 1~6 小時延時，較長延時的重現期則明顯降低。水利署所有雨量站中，計有 40 站逾歷年來最大的延時降雨強度紀錄。

根據各延時的等雨量線（部分繪如圖 6 及 7），顯示雨量係集中於東部花蓮山區與西部苗栗及嘉義間。另將 1 及 3 小時延時的暴雨中心路徑圖分別繪於圖 8 及 9，顯示暴雨中心移動的路徑約與颱風中心的行經路徑相近。桃芝颱風的降雨特性乃是其短延時的降雨特別大，以新大觀及龍神橋為例，3 小時延時的雨量分別佔其總降雨量的 53% 及 60%，6 小時延時的雨量則分別為總降雨量的 79% 及 83%。與過去類似路線的颱風比較，桃芝颱風係為降雨延時最短的颱風，但 6 小時內降雨強度卻很大，加上由於台灣中部山區經歷 1999 年 9 月 21 日芮氏規模 7.3 的集集大地震後，土質鬆軟且植生不佳，在桃芝颱風強大幅下降強度的雨量沖刷下，引致強大的土石流而造成嚴重的災損。

#### 納莉(Nari)颱風

納莉颱風堪稱是台灣史上最怪異的颱風。不同於以往，該颱風路徑係由東北往西南移動，且在台灣駐留時間長達 49 小時以上，比以前任何颱風滯留台灣的時間更長。

由表 6 及 7 得知，納莉颱風期間多達 20 站測站的累積雨量超過 1000 mm。氣象局氣象站的一及二日雨量係以嘉義分別達 775 mm 及 1063 mm 最大，三日雨量以竹子湖達 1272 mm 最大。水利署雨量站的一及二日雨量則以宜蘭土場分別達 1011 mm 及 1301 mm 最大，三日雨量以宜蘭梵梵 1405 mm 最大，並有許多測站降雨量的重現期遠超過 100 年。氣象局及水利署雨量站中，計有 44 站的一、二或三日雨量已逾歷年來最大紀錄，以王爺宮的一日雨量及林口的三日雨量為例，更是超過歷史最大紀錄的 2 倍以上。各延時降雨強度及其重現期列表 8，各延時均是以宜蘭梵梵的降雨強度最大。水利署所有雨量站中，計有 25 站的延時降雨強度逾歷年來最大紀錄。

納莉颱風期間，長延時的豪雨造成許多嚴重的災害。由表 6 及 7 得知，台灣北部地區降雨主要集中在 9 月 16~18 日，中南部地區降雨則集中在 9 月 17~18 日。圖 10 及 11，24 及 48 小時延時等雨量線圖中，顯示有兩個暴雨中心出現。另由圖 12 暴雨中心路徑圖亦顯示納莉颱風的暴雨路徑，係由台灣北部地區越過中部地區，逕移至台南嘉義地區，造成此區域內高重現期雨量。

### 三、結論與建議

台灣觀測最長的雨量資料大約為 100 年，水利署的雨量測站則多數僅有 30~40 年，利用該等短期的觀測資料來進行水文分析或水利工程規劃設計，資料年限明顯仍感不足。因此不僅水文觀測的工作需予重視並持續執行，且基於安全的考量，或應把較高重現期的防洪標準納入規劃設計中。

由於現有測站的觀測年限大多不長，以此短資料年限的頻率分析結果再內外差算得的重現期雖可能高估，並容易產生較大的誤差與不確定性，但推估所得的重現期仍可供作定性評估時的參考。

公元 2001 年潭美、桃芝及納莉颱風的雨量及降雨强度高過於以往，不少測站分析所獲重現期頗大或難以置信，惟多數測站資料顯示此三次颱風期間的雨量已逾歷年最大紀錄則是不爭的事實。如此強大的颱風豪雨係只是偶發的特殊情形或台灣的水文趨勢有異於過去？全球天氣的變化趨勢及台灣水文環境的不確定性需再予持續觀察。

台灣各地區排水系統的設計重現期通常不到 30 年，農鄉地區以這樣的標準應屬尚可，惟於都會地區，如今大樓的電力供應系統多裝置於地下空間。再遇較大的汛災時，不及宣洩的雨水仍可能往大樓的地下空間淹注，而使水電供應設備及車輛等遭淹損，此等問題應予重視並解決。

土石流的問題在未來十餘年中，必成為台灣所需面對的問題。尤其台灣中部地區，土石流所挾帶大量的石砂積淤於河川，必致河床抬升而使

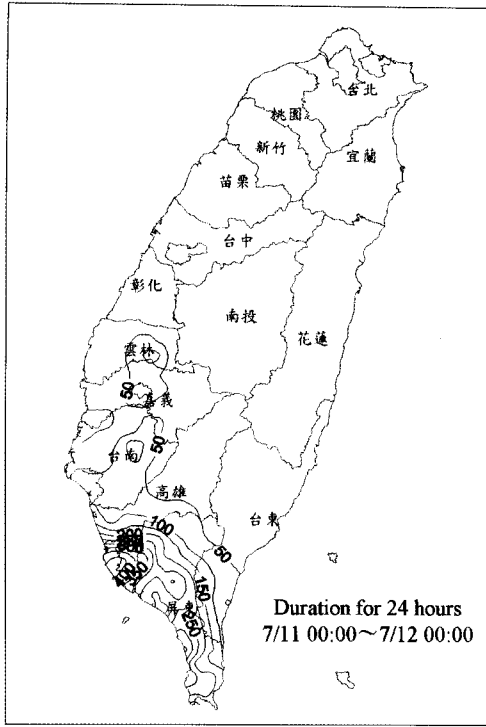


圖 5 潭美颱風 24 小時延時等雨量線圖

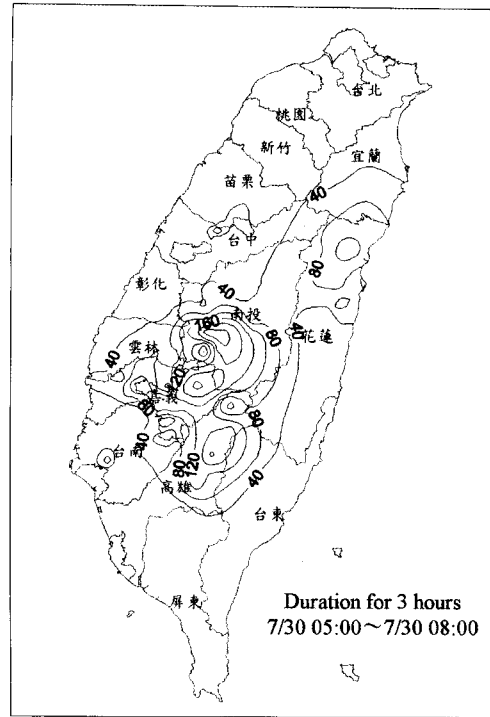


圖 6 桃芝颱風 3 小時延時等雨量線圖

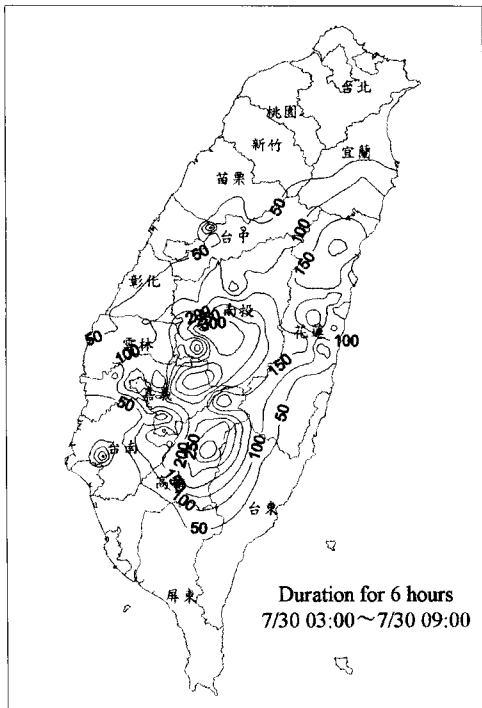


圖 7 桃芝颱風 6 小時延時等雨量線圖

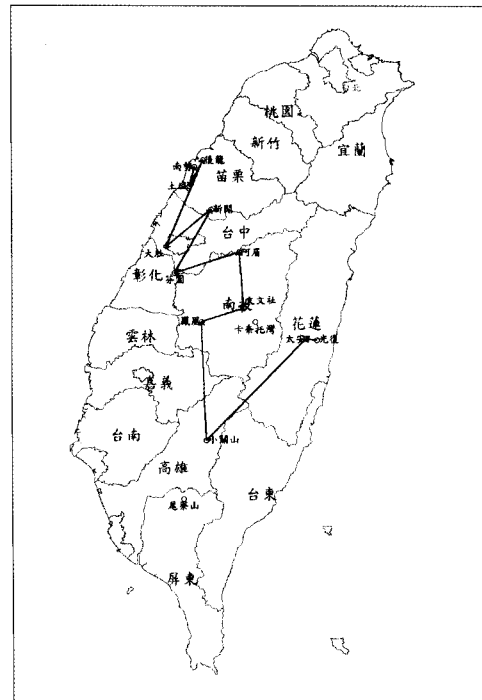


圖 8 桃芝颱風 1 小時延時暴雨中心路徑圖

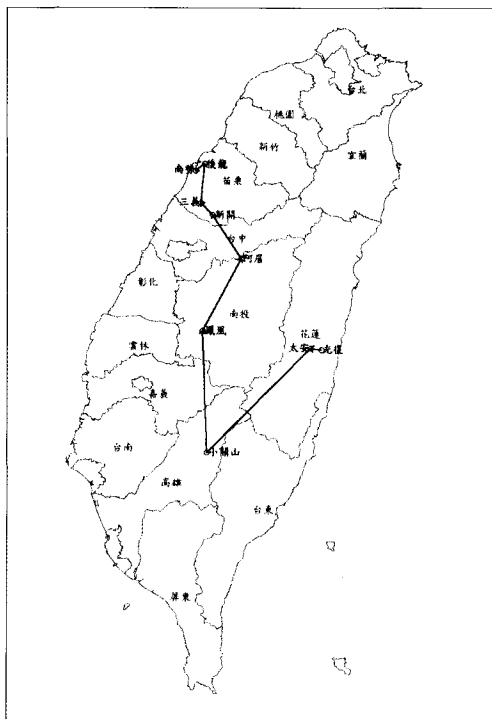


圖 9 桃芝颱風 3 小時延時暴雨中心路徑圖

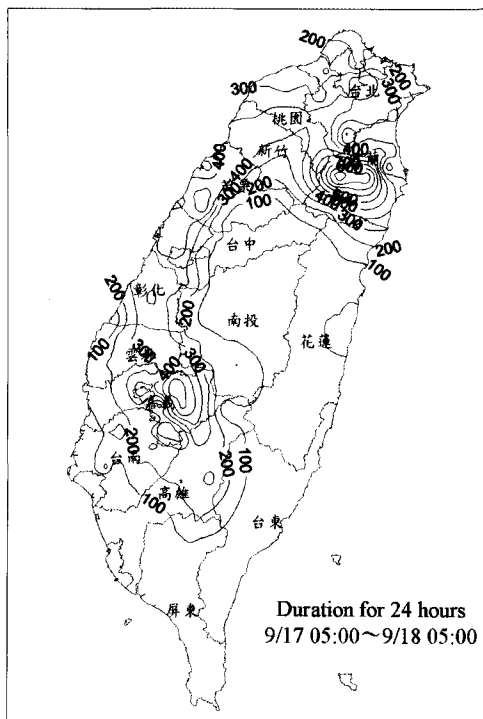


圖 10 納莉颱風 24 小時延時等雨量線圖

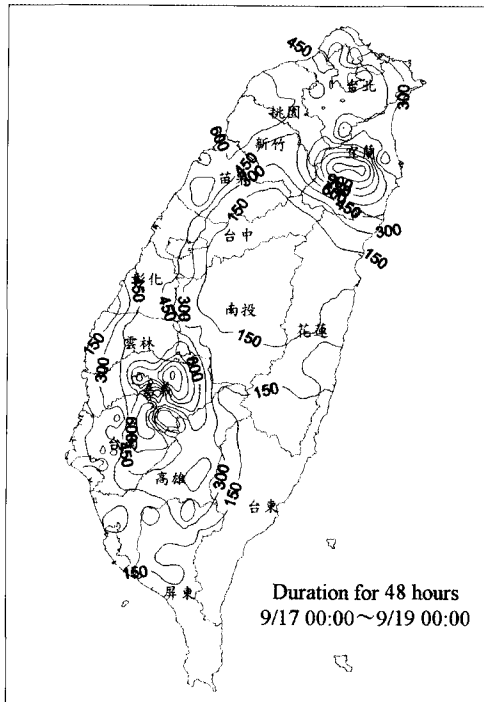


圖 11 納莉颱風 48 小時延時等雨量線圖

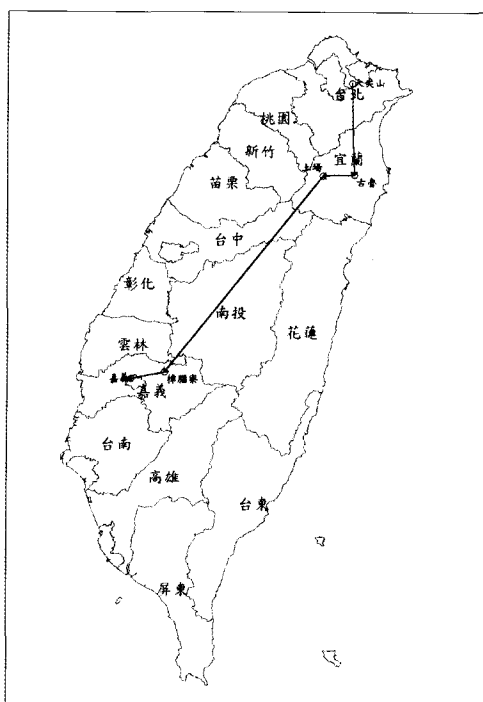


圖 12 納莉颱風 24 小時延時暴雨中心路徑圖

河道斷面急劇縮減。因此相關的河川治理及防汛計畫應重新詳予評估，並考量該如何減低洪水災害。

### 參考文獻

1. Chang Y.M., R.H. Lu, and S.C. Chang, "Rainfall of Typhoon TRAMI, TORAJI and NARI in Year 2001", Proceeding of the Third International Conference on Watershed Management, Taipei, Taiwan, 2001, p.91-104.
2. 台灣省政府水利處，「台灣地區暴雨統計及頻率分析」，1998年11月。
3. 台灣省水利局，「台灣水文資料電腦檔應用之研究—(3)台灣地區各雨量測站物部公式之適用性研究」，1988年6月。
4. 林秀雯，民國九十年侵台颱風概述，中華民國氣象學會會刊，2002年3月，第43期，72~83頁。
5. 經濟部水利處，「桃芝颱風水文分析專題報告」，2001年9月。
6. 經濟部水利處，「納莉颱風水文分析專題報告」，2001年11月。
7. 盧瑞興、張炎銘、林秀娟，「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析」，經濟部水利處九十年度自提研究計畫，2002年3月初稿。

收稿日期：民國 91 年 8 月 19 日

修正日期：民國 91 年 9 月 24 日

接受日期：民國 91 年 10 月 1 日