

臺灣地區短延時強降雨季節與空間變異特性分析

陳品妤¹ 鄭克聲² 沈里音¹
中央氣象局氣象科技研究中心¹
國立臺灣大學生物環境系統工程學系²

摘要

由於天氣系統及地理條件不同，臺灣地區的降雨分布存在顯著差異性，各地的強降雨特性亦有所差異。為能有效辨識臺灣地區的降雨特徵及其變化，本研究以時雨量資料百分位數為基礎，進行短延時強降雨事件重現期的分析。使用1998至2016年共19年經過處理後的小時雨量資料，挑選中央氣象局(以下簡稱氣象局)全臺有人站和自動站資料量達80%以上共318站作為分析的目標測站。

為有效區分短延時強降雨特性，本研究依降雨特性分別以春雨期間(3、4月)、梅雨期間(5、6月)、颱風期間(7-10月)和冬季降雨(11-2月)四種類型，以0.5毫米、1毫米、2毫米、3毫米和5毫米五種不同門檻值作為是否降雨的判斷值，將資料依門檻值轉為下雨與不下雨兩類，以此做為發不發生降雨的機率。在上述發生降雨的條件下，依選定的百分位數所對應的時雨量值，作為短延時強降雨的排序界定值。利用此排序界定值與發生降雨的機率，帶入週期與頻率關係式中，發現重現期(年)與時雨量的關係可用最佳函數套配得出，在春雨和冬季降雨類型下，最佳函數是乘冪函數，決定係數 R^2 (Coefficient of determination)，最高達0.99，最低為0.83；梅雨和颱風期間則是指數函數， R^2 最高達0.99，最低為0.89。

根據氣象局新雨量分級所定義的大雨來看，目標測站時雨量超過40毫米在春雨期間的重現期，最大為279年(舞鶴C0Z070)，最小為1.84年(鳳美C1E480)；在梅雨期間的重現期，最大為2,536年(大禹嶺C0T790)，最小為0.35年(上德文C1R120)；在颱風期的重現期，最大為52年(大禹嶺C0T790)，最小為0.11年(御油山C1V300)；在冬季降雨的重現期，最大為66年(卡奈托灣C1I140)，最小為0.53年(蘇澳467060)。

在不同的降雨類型下，各站短延時降雨事件超過某個雨量值的重現期就可以得知，換句話說，當各地的任何一場短延時強降雨事件發生時，透過這樣的轉換都可以得到對應的重現期，藉此也可以具體表現出此強降雨事件的程度。

關鍵字：短延時強降雨、時雨量、重現期(年)

一、前言

本研究進行臺灣氣候資料整集分析，是氣象局為發展氣候變遷應用服務能力所規劃之四年(103~106年)工作計畫的一個子項目，工作目標是透過對臺灣長期氣候資料的整集、處理及分析，以及產製長時間高解析度的氣候資料，逐步建立氣象局氣候資訊應用服務的基礎，進而提昇氣象局對臺灣氣候資料及氣候與氣候變遷資訊服務的能力與品質。今(106)年為此項計畫的第四年，有鑑於計畫第二年雨量資料的再檢查與缺遺問題處理的基礎和經驗上，去年利用計畫整集的量資料進行強降雨

事件超越機率閾值的計算並提供氣候服務的資訊。另也在分析過程中，根據所發現的問題，研判資料合理性，回饋協助確認資料處理作業程序的完備程度。

由於天氣影響系統及地理條件的不同，降雨分布在臺灣地區有明顯的時空差異性，各地的強降雨特性也有差異。為能有效辨識臺灣地區的降雨特徵及其變化，今年深入探討短延時強降雨的事件，重新檢視使用機率分布和百分位數所計算的超越機率閾值相差不多。為能更直觀的還原資料數據所涵蓋的意義，以資料百分位數為基礎，將一年依降雨特性分為以春雨期間(3、4月)、梅雨期(5、6月)、颱風期(7-10月)和冬季降雨(11-2月)四種類型，將超越機

率閾值轉為重現期(年)，使閾值具體化為頻率的概念，了解短延強降雨事件是平均多久發生一次，以此作為判斷強降雨事件的程度參考。

二、資料及研究方法

(一) 資料

氣象局從1987年計畫從大臺北和大臺南區域開始增設自動氣象站與自動雨量站，直到1998年開始有東部區域的測站，因此挑選1998年至2016年經處理後的雨量資料共19年觀測資料量不低於80%的局屬雨量站共計318個雨量目標測站進行分析，因自動雨量站有雨量特殊碼的設計(陳等,2015)，將累積於後的雨量值為正的資料視為缺值，並將累積於後的雨量值為0的連續特殊碼筆數，小於24筆的皆修正為0。

本研究選出的318個目標測站中，只有6站的資料量不足85%(約82%)，有完整資料量的有13站，皆屬有人站，資料量介於95%~99%有277站，介於90%~95%有18站，介於85%~90%有4站，參見圖1。

(二) 方法

將時資料依降雨特性分為四個類型：春雨期間(3、4月)、梅雨期(5、6月)、颱風期(7-10月)和冬季降雨(11-2月)。在本研究中，每小時的降雨可視為隨機實驗，重複進行 n 次，其中事件A發生有 n_A 次，則定義事件A的機率 $P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_A}{n}$ 。以0.5毫米、1毫米、2毫米、3毫米和5毫米五種不同門檻值作為是否降雨的判斷值，將資料依門檻值分為下雨與不下雨2類，計算資料所佔總數的比例做為發生與不發生降雨的機率。

經五種不同門檻值篩選後的資料集，分別從小至大排序後，找出所設定的第 r 百分位數 P_r ($r=99、95、90、67、50$)。表示有 $r\%$ 的資料要小於等於 P_r ，有另外 $(100-r)\%$ 的資料要大於等於 P_r 。換句話說，超過第 r 百分位數 P_r 的機率是 $(100-r)\%$ ，稱此為超越機率。超越機率乘上降雨機率的結果表示任一小時的降雨量超過 P_r 的機率。

將機率利用頻率公式，將機率轉為重現期，並將原本以小時為單位的重現期換算成以年為單位的重現期。將第 r 百分位數與重現期的數值點在座標上，套配最佳函數得到時雨量與重現期(年)的關係式。

三、分析結果

依上述方法將318個雨量目標測站資料進行分析，以下用臺北站為例作說明。臺北站在四個降雨類型下的時資料總筆數與小時降雨機率參見表1和表2，單看不同降雨類型下的降雨機率，當選取較小的門檻值0.5毫米作為降雨的判斷時，春雨期間的降雨機率(9.99%)比其他類型高。然而當選取較大的門檻值作為降雨的判斷時，梅雨期間的降雨機率(2.24%)比其他類型高。以颱風期間(7-10月)為例，從圖2可以更清楚看到，當選用不同門檻值判斷是否降雨時，各站最大降雨機率發生在颱風期間的測站有很明顯的不同分布，門檻值越大，測站數越多且集中在臺灣東半部地區及臺灣南部山區附近(圖3)，318個雨量測站在各降雨類型下對於不同門檻值的最大時降雨機率有很明顯的區別。

表3~表6為臺北站在四個降雨類型下，依不同門檻值和設定的 r ($r=99、95、90、67、50$)所計算出的百分位數。以颱風期間為例(表5)，單看較極端的雨量值，第99百分位數在不同的門檻值下對應的時雨量範圍為38.9毫米~51.0毫米，足足差了12毫米，這對於後端應用者該如何決定何者適合作為強降雨極端閾值實為一難題。因此本研究利用頻率公式，將機率轉換成重現期，不論是多少門檻值下的百分位數，都能對應於一個機率值，將百分位數與機率值點在座標軸上，發現有相對應的關係，所以用五種函數式來套配(乘冪函式、指數函式、對數函式、線性函式和多項式函式)，取其決定係數 R^2 (Coefficient of determination)最高者。以臺北站颱風期間為例，圖4為五種函數式套配結果，其中指數函數為最佳的函數， R^2 為0.99。

因此當臺北站在颱風期間(7-10月)發生降雨，時雨量是38.9毫米時所對應的重現期為0.475年，也就是平均一年臺北站在7-10月時雨量超過38.9毫米有2.1次($1/0.475 \approx 2.1$)；相同的，時雨量是51毫米時所對應的重現期為1.523年，平均一年在7-10月時雨量超過51毫米是0.66次，換句話說在19年的資料裡約有12筆($19/1.523 \approx 12$)的時雨量記錄超過51毫米發生在7-10月當中。在實際的19年的記錄當中的確有11筆時雨量在7-10月份是超過51毫米的，表示這方法的結果在意義上完全相符。如此一來，不需要再煩惱究竟要挑選哪種門檻值下的強降雨事件超越機率閾值，除了知道某降雨事件的強度有多強之外，現在只要任一場降雨事件發生時，透過最佳函數式的關係式轉換，可直觀地知道該場短延時降雨的程度及頻率為何了。

根據氣象局新雨量分級所定義的大雨來看，目標測站時雨量超過40毫米在春雨期間(3-4月)的重現期，其中最大者為279年(舞鶴C0Z070)，最小為1.84年(鳳美C1E480)，參見圖5。在臺灣的3-4月要發生大雨等級的事件是非常少見的，尤其是臺灣的東半部地區；相對在3-4月較可能出現大雨事件的測站，重現期在2年以下的有6站，分別在新竹、苗栗和南投，參見表7。其餘大部分測站的重現期，最多落在2~10年，有246站。

目標測站時雨量超過40毫米在梅雨期間(5-6月)的重現期，其中最大者為2,536年(大禹嶺C0T790)，最小為0.35年(上德文C1R120)，參見圖6。在臺灣的5-6月發生大雨事件主要集中在臺灣西半部地區共有57站，平均測站高度為432公尺，平均每年的5-6月都會發生1~2次的大雨，尤其是沿著高屏山區週圍的測站。而在南投與花東交界的高山測站，以目前現有的19年觀測資料中在梅雨期間並沒有任何大雨事件發生。

目標測站時雨量超過40毫米在颱風期間(7-10月)的重現期，其中最大者為52年(大禹嶺C0T790)，最小為0.11年(御油山C1V300)，參見圖7。7-10月幾乎全臺都能發生大雨等級的事件，只有三個測站平均五年以上才發生大雨事件，分別是昆陽(C0H990)，測站高度3076公尺、大禹嶺(C0T790)，測站高度2830公尺、摩天(C1S670)，測站高度1580公尺。其中大禹嶺在19年的觀測資料中只有3筆的時雨量超過40毫米。

目標測站時雨量超過40毫米在冬季降雨(11-2月)的重現期，其中最大者為66年(卡奈托灣C1H140)，最小為0.53年(蘇澳467060)，參見圖8。很明顯在臺灣11-2月會發生大雨事件的區域集中在東北角，有蘇澳(467060)、新寮(C1U690)和大坪(C0A860)，平均一年在11-2月中會發生2次大雨事件。臺灣東半部在11-2月發生大雨的機會比臺灣西半部高許多。

四、結語與討論

本研究以資料百分位數為基礎，在四種降雨類型下，將強降雨事件超越機率閾值轉換成重現期(年)，可以更有效辨識臺灣地區的降雨特徵及其變化，也免去因不同門檻值造成不同閾值結果的困擾。

透過本研究了解到臺灣在不同的降雨類型下，因有不同的天氣系統加上所在地理位置所產生的降雨，即使是同一個區域，也能有很大的差異。以梅雨期間(5-6月)來說，花蓮的新城(C0T840)是臺灣東

半部地區最常出現大雨事件的測站，但實際上造成新城有大雨的原因並非完全是梅雨系統，而是當時有鋒面和東北風的影響所造成的。在颱風期間(7-10月)發生大雨的區域，也要看是否因颱風造成而非午後熱對流的影響，若是為颱風，也需要知道颱風的路徑為何。因此本研究以雨量目標測站來看臺灣整體的降雨特性概況，這些研究成果並無法完全作為單一測站的特性。若要了解各測站更細部的特性，就需要做個案的分析，例如對於颱風降雨要有明確的定義，以其定義之下的雨量當作研究對象做分析，才足以代表颱風降雨的特性。

本研究是以時雨量作為分析對象，是否可以擴充到其它不同的延時降雨？例如3小時、6小時、24小時等。這牽涉到延時的選取方式，除非分析的資料可以完整的代表各延時下的特性，不然無法依樣畫葫蘆直接將其它延時用本研究方法做出其它延時的重現期，先在此作一聲明。

隨著資料前處理的不同所造成結果的呈現也不盡相同，這對於後續應用端有很大的影響。為此，需要更嚴謹的確立目標，探討整個的分析流程是否都與目標一致。

參考文獻

- 陳佳正、盧孟明，2007年：“臺灣極端降雨氣候事件判定方法”，大氣科學。35期第2號，105-117。
- 陳品好、沈里音、陳雲蘭，2015：“「臺灣長期氣候資料整合分析」計畫研究(2) —自動站雨量累計於後記錄值的問題分析及處理”，天氣分析與預報研討會，中央氣象局。
- 陳品好、沈里音、陳雲蘭，2016：“中央氣象局所屬雨量站降雨超越機率值分析”，天氣分析與預報研討會，中央氣象局。

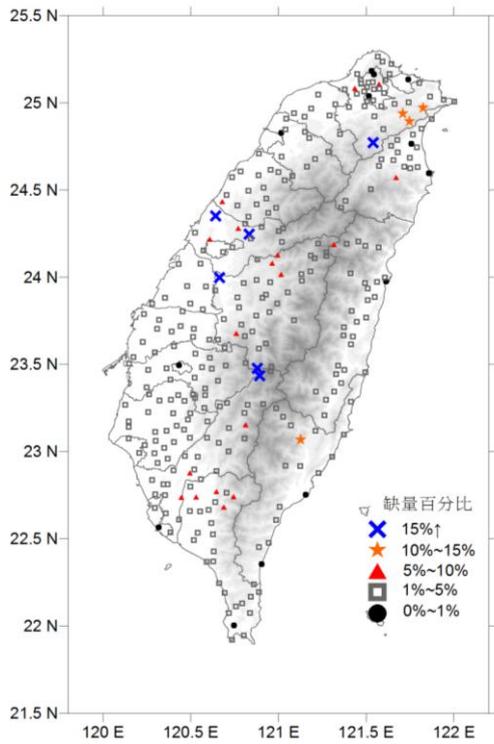


圖 1 雨量目標站 318 站的資料缺量百分比分布圖

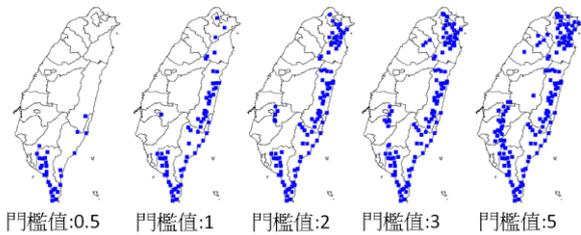


圖 2 不同門檻值下，各降雨類型中最大降雨機率發生在颱風期間的測站

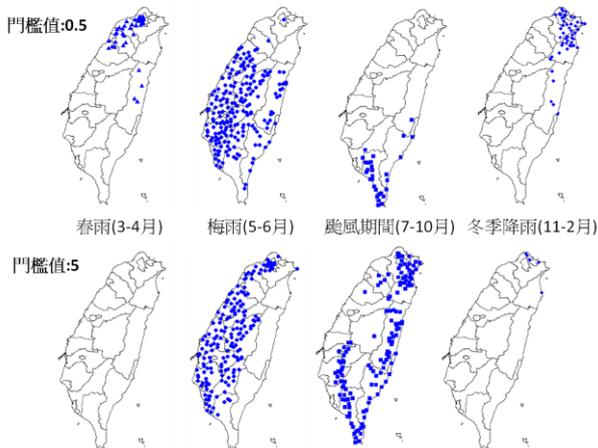


圖 3 時雨量門檻值為 0.5 毫米和 5 毫米時，最大時降雨機率在四種降雨類型下的測站分布

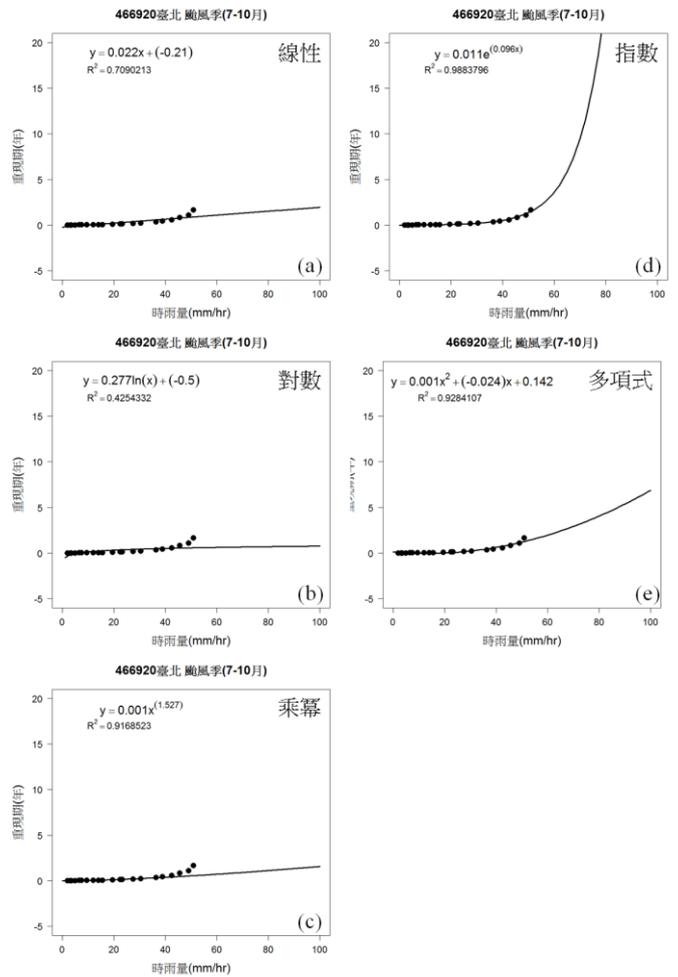


圖 4 臺北站在颱風期間(7-10月)套配五種函數式的曲線， R^2 分別是：(a) 線性 0.71、(b) 對數 0.43、(c) 乘冪 0.92、(d) 指數 0.99、(e) 二項式 0.93。

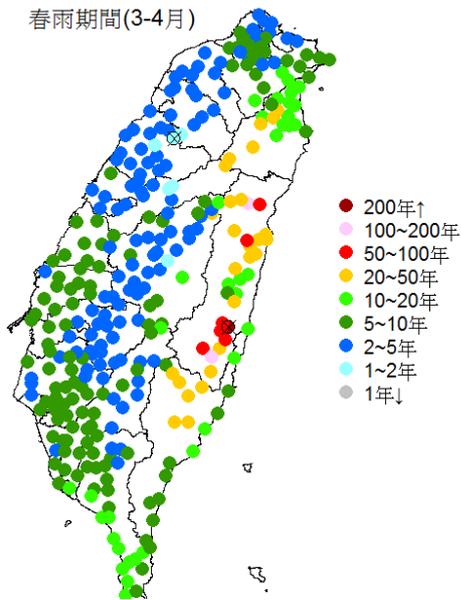


圖 5 雨量目標測站在春雨期間(3-4 月)發生大雨事件 (40mm/hr 以上)的重現期，其中圖中標示⊗最大者為 279 年(舞鶴 C0Z070)，最小為 1.84 年(鳳美 C1E480)

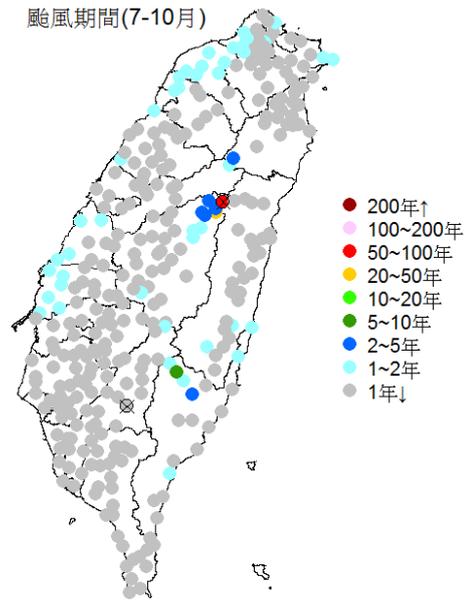


圖 7 雨量目標測站在颱風期間(7-10 月)發生大雨事件 (40mm/hr 以上)的重現期，其中圖中標示⊗最大者為 52 年(大禹嶺 C0T790)，最小為 0.11 年(御油山 C1V300)

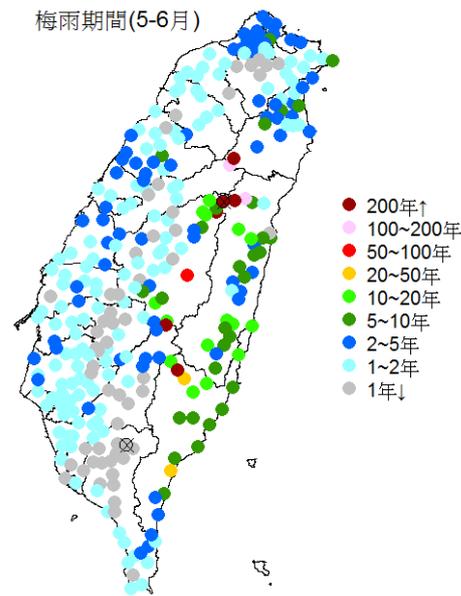


圖 6 雨量目標測站在梅雨期間(5-6 月)發生大雨事件 (40mm/hr 以上)的重現期，其中圖中標示⊗最大者為 2,536 年(大禹嶺 C0T790)，最小為 0.35 年(上德文 C1R120)

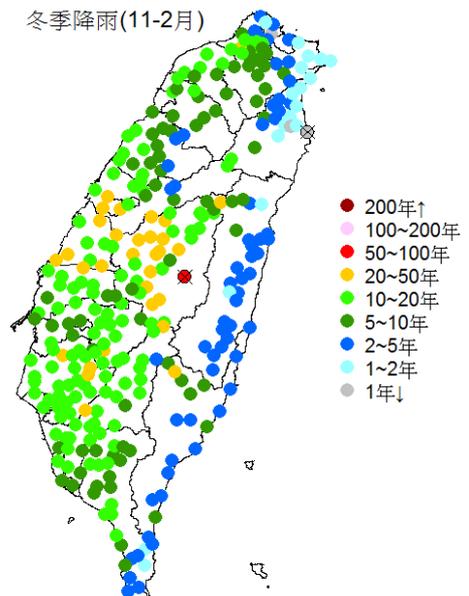


圖 8 雨量目標測站在冬季降雨(11-2 月)發生大雨事件 (40mm/hr 以上)的重現期，其中圖中標示⊗最大者為 66 年(卡奈托灣 C1I140)，最小為 0.53 年(蘇澳 467060)

表 1 臺北站四個降雨類型下時資料總筆數(共 19 年)

降雨類型	春雨期間 (3-4月)	梅雨期間 (5-6月)	颱風期間 (7-10月)	冬季降雨 (11-2月)
總數	27816	27816	56088	54840

表 2 臺北站四個降雨類型下不同門檻值的降雨機率

門檻值 (mm/hr)	0.5	1	2	3	5
春雨期 (3-4月)	9.99%	6.53%	3.63%	2.18%	0.91%
梅雨期 (5-6月)	9.46%	6.78%	4.71%	3.49%	2.24%
颱風期 (7-10月)	8.04%	5.81%	4.04%	3.10%	2.05%
冬季降雨 (11-2月)	8.59%	5.11%	2.42%	1.32%	0.44%

表 3 臺北站春雨期間(3-4 月)不同門檻值的百分位數

門檻值 (mm/hr)	0.5	1	2	3	5
第99 百分位數	13.00	15.50	19.50	25.38	30.12
第95 百分位數	6.82	8.50	11.00	12.90	18.18
第90 百分位數	4.50	6.00	8.00	10.00	13.35
第67 百分位數	2.00	3.00	4.00	5.50	8.50
第50 百分位數	1.20	2.00	3.00	4.50	7.05

表 4 臺北站梅雨期間(5-6 月)不同門檻值的百分位數

門檻值 (mm/hr)	0.5	1	2	3	5
第99 百分位數	34.85	38.58	41.46	45.31	53.28
第95 百分位數	18.00	21.50	24.80	29.16	33.50
第90 百分位數	10.00	13.80	18.00	21.00	25.50
第67 百分位數	3.20	5.00	6.50	8.50	12.50
第50 百分位數	1.80	3.00	4.50	6.00	9.00

表 5 臺北站颱風期間(7-10 月)不同門檻值的百分位數

門檻值 (mm/hr)	0.5	1	2	3	5
第99 百分位數	38.90	42.50	45.68	49.12	51.00
第95 百分位數	19.50	23.23	27.50	30.50	36.33
第90 百分位數	12.00	15.50	19.50	22.50	27.43
第67 百分位數	3.50	5.00	7.50	9.50	14.00
第50 百分位數	2.00	3.00	5.00	6.50	9.50

表 6 臺北站冬季降雨(11-2 月)不同門檻值的百分位數

門檻值 (mm/hr)	0.5	1	2	3	5
第99 百分位數	9.00	11.99	16.50	20.45	30.60
第95 百分位數	5.00	6.00	8.00	11.00	17.00
第90 百分位數	3.50	4.50	6.00	7.50	13.00
第67 百分位數	1.50	2.50	3.50	5.00	7.48
第50 百分位數	1.00	1.50	3.00	4.00	6.00

表 7 春雨期間(3-4 月)相對容易出現大雨事件的測站

站名	站碼	經度	緯度	高度(m)	重現期(年)
白蘭	C1D410	121.0799	24.5794	1290	1.941
鳳美	C1E480	121.0347	24.5548	576	1.841
和興	C1E560	120.9151	24.5141	392	1.875
稍來	C1F890	121.0012	24.2657	2010	1.941
雪嶺	C1F940	121.0268	24.2807	2605	1.912
文文社	C1I040	120.9935	23.8493	1693	1.885