

臺南地區降雨之區域氣候特性分析

黃文亭¹ 朱瑞鼎¹ 陳昭銘² 張家治²

中央氣象局臺灣南區氣象中心¹
國立高雄海洋科技大學海事資訊科技系²

摘要

本研究分析臺南地區2010-2015年共29個測站的雨量資料，藉以探討臺南地區降雨與強降雨個案之時空分布特性，包括季節特性、降雨分區、豪(大)雨發生頻率、豪(大)雨分區等特性。

依據降雨資料分析顯示，臺南地區主要雨季為5-9月，包括梅雨季(5-6月)與颱風季(7-9月)，各站每月累積雨量均超過100mm。而5-9月主要雨季的雨量分布與地勢有關，由地勢最平緩的西邊往東邊山區逐步增加。由降雨的空間分部可約略分為5區，降雨最少為最西側之濱海北區、次為雨量相當之濱海南區與中間地帶之平原北區，次為更多雨量的平原南區，最多雨量發生於最東側之山區。

5-9月主要雨季亦為豪(大)雨之主要發生季節，非由颱風引發的降雨機制(如梅雨、午後對流、西南氣流)發生大雨的個案數比颱風引發的個案數為多。豪(大)雨發生頻率之分區與降雨分區相近。

本研究之降雨分區和豪(大)雨發生頻率分區結果與臺灣南區氣象中心執行鄉鎮預報校驗作業之分區概念一致，此結果能強化臺南地區鄉鎮預報校驗分區之合理性，並可做為臺灣南區氣象中心氣象人員於在地氣象服務的細緻化雨量氣候背景資料。

關鍵字：降雨分區、豪(大)雨

一、前言

臺灣位於亞洲大陸與西太平洋之間，每年5月中旬，南中國海季風肇始(e.g., Ding 1994; Chang and Chen 1995; Chen and Chen 1995)，促成西南氣流自南中國海進入臺灣西南區的迎風面，展開主要降雨季節(陳 2006)。隨著季節進入夏季，西太平洋海溫逐步升高，引發強盛熱帶對流，進而激發明顯的颱風活動，特別是西太平洋季風槽區為颱風的主要生成區域之一(e.g., McBride 1995)。颱風生成後，或往西直行或往北迴轉(e.g., Harr and Elsberry 1991)，兩者常會通過臺灣或鄰近區域，帶來顯著降雨，雖常招致水災造成損失(中央氣象局 2006)，但亦為臺灣主要水資源來源。

臺灣降雨季節隨著主要降雨機制之差異，分為5-6月的梅雨季與7-9月的颱風季(e.g., Chen 1994; Chen and Yu 1988; Hsu et al. 2005; Chen et al. 2010a)，因此5-9月是臺灣主要豪(大)雨的發生季節(e.g., Chen and Chen 2003; Chen et al. 2007; Wang and Chen 2008)。

臺灣由於地形複雜，各地降雨特性因颱風路徑、西南氣流與地形交互作用，以及午後對流發展強度等特性差異，也在不同地區引發不同降雨分布與變化特性。儘管同樣在西南季風迎風面的西南部地區，由梅雨鋒面、颱風、西南氣流所帶來的水氣或午後對流，均會因地形變異而產生多樣性的降雨分布。

中央氣象局自1985年起編列預算分年分區在臺灣各地建置蒐集雨量資料的自動雨量站與氣象站，以加強颱風降雨及豪雨之觀測，俾能適時發出警報，協助災害預警作業。由中央氣象局所建置之自動雨量站與氣象站，具有高密度覆蓋率的降雨觀測資料，有助於進行較小時空尺度的降雨分布特性。

本研究以臺灣南區氣象中心負責的通報和鄉鎮預報校驗責任轄區之臺南地區為對象，初期先利用臺南地區的降雨資料，進行臺南地區季節性降雨及豪(大)雨個案發生頻率之特性分析。希望能進而結合在地氣象人員的經驗，轉化成有助提升在地氣象服務的實質作業運作。

二、測站降雨資料

本研究的降雨觀測資料，採用臺南地區內中央氣象局建置的所有氣象站資料，包括人工站、自動氣象站和自動雨量站，並以最近6年(2010-2015年)之資料為分析對象。但是由於測站為逐年擴建，且在這數年間部分氣象站經過汰換、更新、升級、遷站等情況，有中斷觀測的現象。為完整描述臺南地區的整體降雨分布，須兼顧測站的涵蓋度和觀測資料的完整性，以符合面化資料需求，也同時反應統計代表性。故最後採用連續缺漏時間在半年以下的測站，共計29個測站做為本研究分析的測站，測站所對應之高度與空間分布如圖1所示。

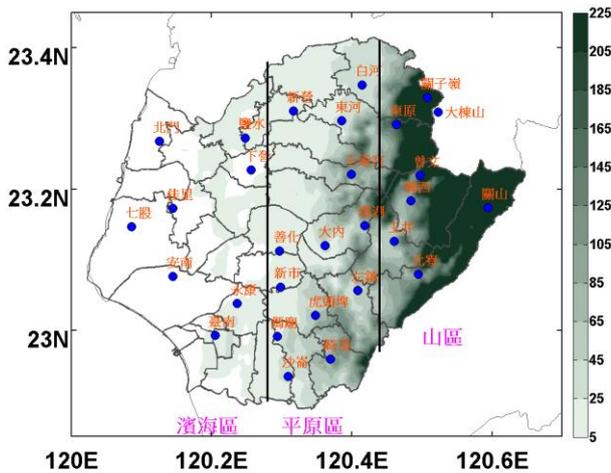


圖1 本研究分析之29個測站位置、對應高度和分區。

圖1也顯示臺南地勢由西向東遞增，西邊濱海地區高度約在20m以下，中間為平原區，高度約在50m以下，再往東邊與南邊地勢逐漸增高，南邊地勢約在70-110m之間，東邊山區地勢明顯增加，除了山凹地區之玉井、環湖高度約40m以外，其餘測站均在120m以上，其中最高兩站分別是403m的關子嶺、1246m的大棟山。依照地勢之分布，我們選取濱海區與平原區交界之 120.28°E 線，平原區與山區交界之 120.44°E 線，定義 120.28°E 以西為濱海區， 120.28°E - 120.44°E 之間為平原區， 120.44°E 以東區域為山區，如圖1所示，這三個分區會使用於後續的研究討論中。而濱海區、平原區、山區的分類方式與臺灣南區氣象中心目前進行的鄉鎮預報校驗分區有一致的概念。

三、降雨之時空分布特性

以29站測站降雨資料，計算各站2010-2015年平均之月總雨量，運用其季節變化來分析各區降雨之氣候特性。但在2010-2015年間，2013年因正值大量

汰換臺南測站的時期，有許多測站於數月期間均缺乏資料，因此氣候平均值計算將2013年排除。而在其他年中，若有整月的觀測筆數在10天(含)以下，可視為當月資料不足，也排除在氣候值計算之中，而僅選取有充分資料之其它年份進行平均計算。

選用的29個測站中僅臺南站為人工測站，在此6年間均無缺漏資料，而且臺南站有最長時間的觀測資料，為確認2010-2015年的6年平均是否能相當程度的代表更長時間的平均降雨型態，先比較臺南站6年平均和30年氣候平均的降雨分布(如圖2)，結果顯示2010-2015年的6年平均，和1981-2010年的30年氣候平均，兩者逐月雨量雖有量值上的些微差，但年總雨量和逐月分布的情況都相當接近，顯示由2010-2015年的6年平均可相當程度地代表氣候的狀況。

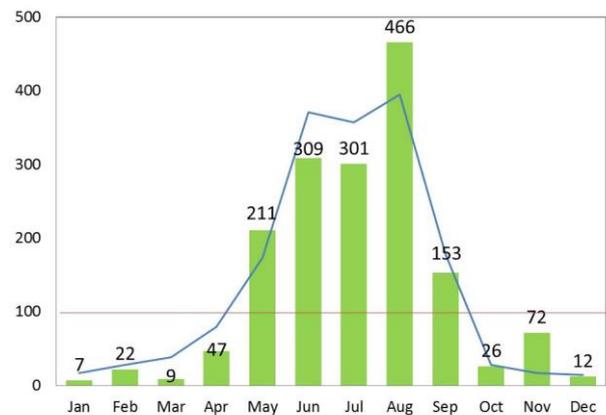


圖2 臺南站逐月雨量的分布圖(單位: mm)，柱狀為2010-2015年的平均，折線為1981-2010年的氣候平均，橫線代表雨量100mm。

由臺南站和其他28個測站的逐月雨量分布(圖未示)，顯示一些氣候特性，概述如下：

- 1.各站主要雨季都分布於5-9月，包含梅雨季與颱風季，每個月雨量均大於100mm。
- 2.有24站雨量最大值主要發生在8月，另有4站(下營、北門、東河、鹽水)於6月之雨量最大，僅有1站(新營)於7月降雨最多。
- 3.在主要雨季之外的其他月份中，有25站於11月之雨量最多，雨量為49-81mm。另有4站卻是在10月雨量比11月更多(大棟山、曾文、關子嶺、崎頂)，雨量在53-76mm之間，其中3站位於臺南東北側的山區。

降雨的空間分布方面，本研究由29站雨量資料運用線性內差方法進行分析，年總雨量分布如圖3所示，降雨呈現由西向東，也就是由濱海向平原，再向山區遞增的分布，年總雨量最多在白河和東山的山區。

依據陳(2006)對台灣氣候所分類的自然季節，分為西南氣流時期的梅雨季(5-6月)、颱風季(7-9月)，及東北季風時期的秋冬季(10月-1月)、春雨季(2-4月)。本研究依此分類方式，由29站雨量資料分別計算各自然季節之累積雨量分布圖，呈現如圖4。

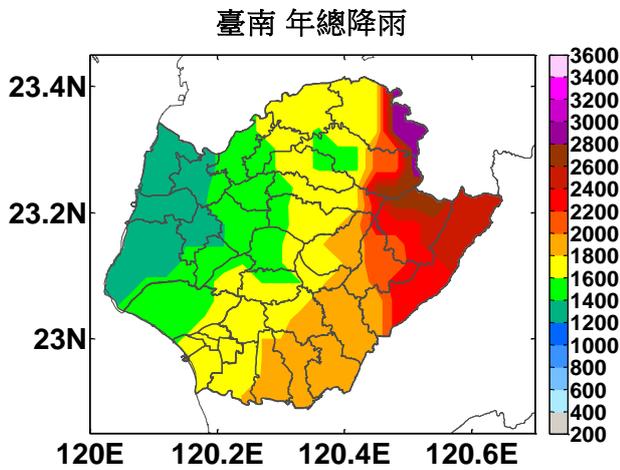


圖3 臺南地區年總雨量分布圖(單位: mm)。

秋冬季雨量約在100-200mm之間(如圖4a)，為臺南各區全面特性，臺南秋冬季雨量比春雨季(如圖4b)為高，而後者僅在濱海區與山區有部分降雨，平原區降雨甚少。此是否為此6年的特殊狀況值得再用更長時間的雨量資料進一步研究。

梅雨季降雨(如圖4c)於濱海區約在300-500mm之間，平原區約在500-600mm之間，山區則在600mm以上，關山降雨甚至超過900mm，達到最大值。颱風季(如圖4d)於濱海區之雨量為600-800mm，平原區約在800-1100mm之間，平原區南側比北側為高，山區則在1100mm以上，關子嶺、大棟山區域可達1700mm以上，為極大值區域。在梅雨季和颱風季兩個主要降雨季節的雨量空間分布和年總雨量一樣，均顯示降雨由西向東遞增之分布型態。

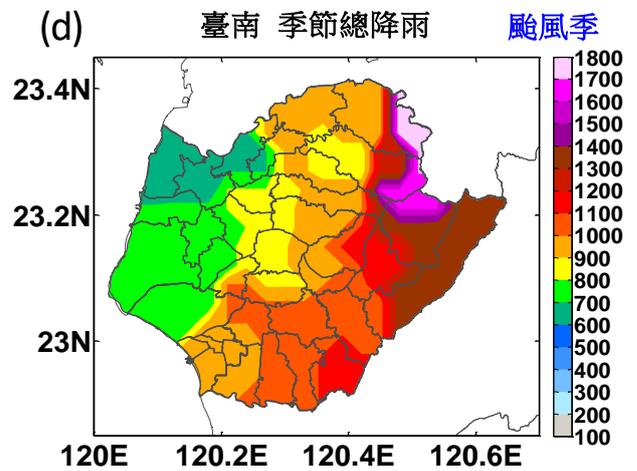
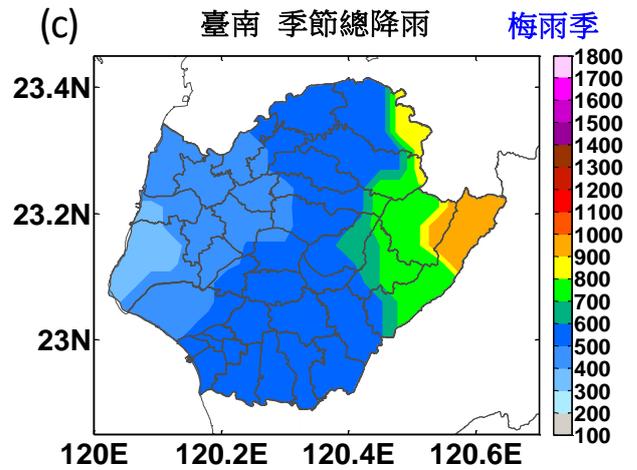
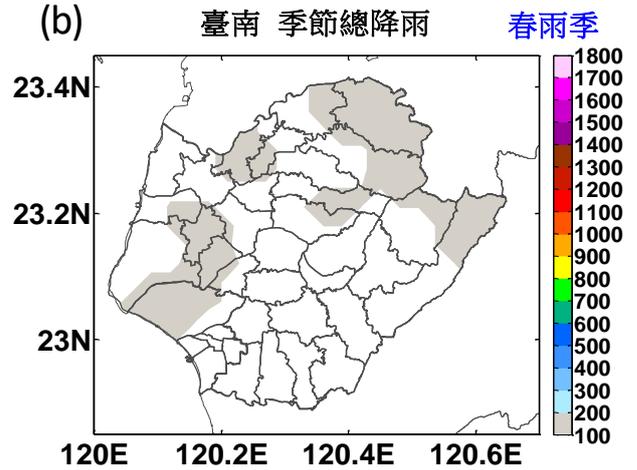
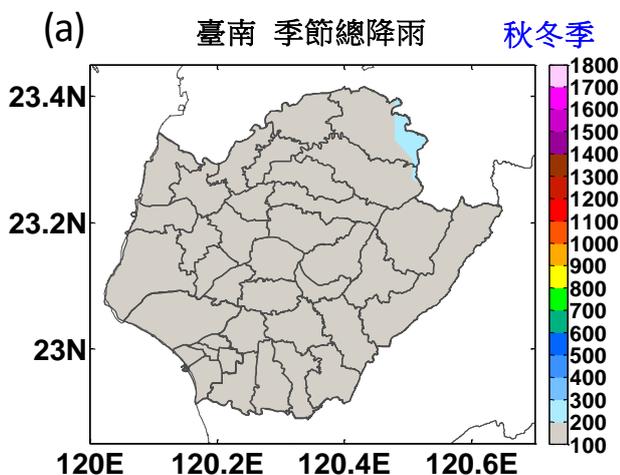


圖4 臺南地區各自然季節之累積雨量分布圖(單位: mm)，(a)為秋冬季、(b)為春雨季、(c)為梅雨季、(d)為颱風季。

臺南地區主要雨季(梅雨季+颱風季)雨量之空間分布圖如圖5a，濱海區約1000-1200mm，但濱海南側雨量增到1200-1400mm，往東邊之平原區北側雨量增到1400-1600mm，平原區南側靠近山區之雨量增到1600-1800mm，再往東進入山區，雨量增到

1800mm以上，以大棟山、關子嶺地區最高，達到2400mm以上。

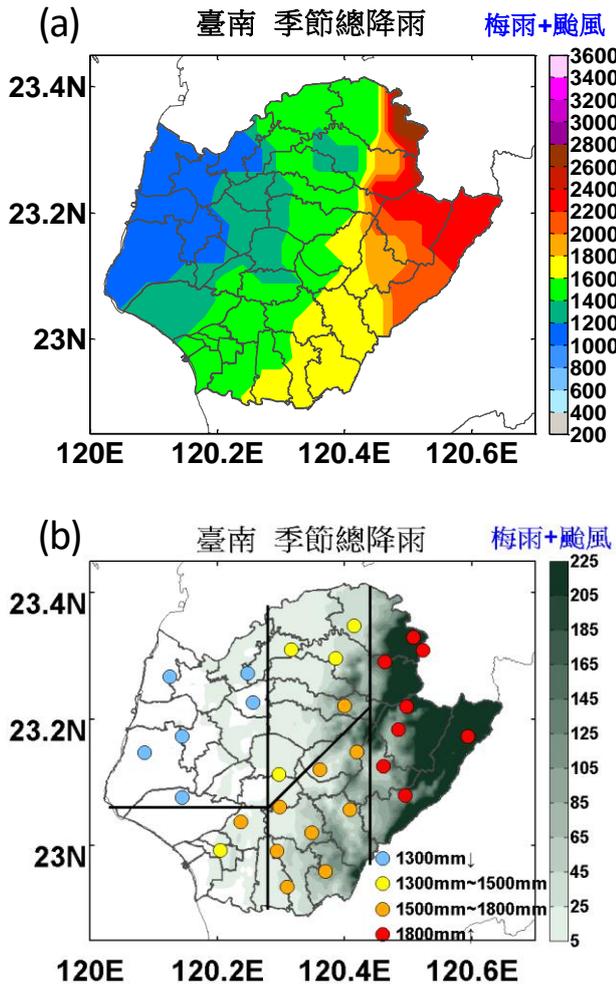


圖5 臺南地區主要雨季(梅雨季+颱風季)之(a)累積雨量分布圖和(b)降雨分區(單位: mm)。

考量臺南地區地形分布和主要雨季的降雨分布，可將臺南分為5個降雨分區，分別是120.28°E以西，23.06°N以北的濱海北區，23.06°N以南的濱海南區，往東則是在120.28°E-120.44°E之間，於23.06°N-23.22°N連線以北為平原北區，連線以南為平原南區。再往東則是120.44°E以東之山區(如圖5b)。

將各降雨分區所包括之測站雨量平均，結果顯示濱海北區最小，平均值約1168mm，其次是平原北區與濱海南區，兩者雨量相近，前者平均值是1457mm，後者是1491mm。到了平原南區，雨量增到1621mm，山區雨量最大，平均值達2226mm。這些降雨分區與臺灣南區氣象中心執行鄉鎮預報校驗作業之分區概念一致，此結果能強化臺南地區鄉鎮預報校驗分區之合理性，並可做為臺灣南區氣象中心氣象人員於在地氣象服務的細緻化雨量氣候背景資料。

四、豪(大)雨個案之時空分布特性

依據中央氣象局2015年9月1日新訂之雨量分級標準，大雨之發生定義為80mm/24hr或40mm/hr，豪雨為200mm/24hr或100mm/3hr，大豪雨為350mm/24hr，超大豪雨為500mm/24hr。

本研究依新訂分級標準，將2010-2015年間所有觀測資料(包括2013年資料)均納入分析，選取達到大雨以上標準之個案(≥40mm/hr)，其空間分布如圖6所示。這些個案雖以大雨以上標準選取，但其中亦有豪雨個案包含其中，因此用豪(大)雨個案來概稱雨量大於40mm/hr之所有個案。同一綜觀天氣事件可能引發好幾站或單站連續數小時達40mm/hr以上的標準，均視為一次個案並累計到各站之豪(大)雨總個案數，以反應天氣事件之強度與持續性。

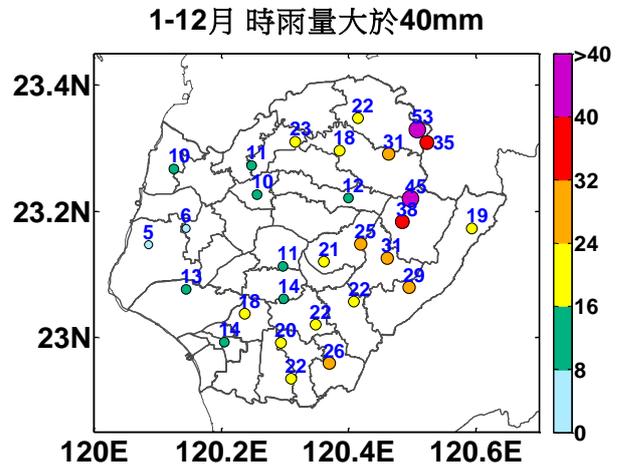


圖6 2010-2015年雨量達40mm/hr以上之個案數。

由圖6顯示2010-2015年豪(大)雨個案數最多在山區。由此區往西延伸到平原北區，約18-23個，平原南區約20-26個，平原南區與北區兩者間之過渡地帶以及濱海南區，總個案數又遞減，濱海北區則是最少豪(大)雨個案數之區域。

為了顯示季節性之整體豪(大)雨發生概況，本研究進一步計算梅雨季(5-6月)、颱風季(7-9月)之豪(大)雨發生頻率，其分布圖如圖7所示。梅雨季(如圖7a)於山區之豪(大)雨發生個案數約為6-11個，以關子嶺、大棟山最高，且呈現由山區(東邊)往濱海區(西邊)遞減之分布特性。颱風季(如圖7b)之多數豪(大)雨一樣發生在山區，約在23-40個之間，再往平原區遞減，濱海區又更遞減，其中有趣的是，關山於颱風季之豪(大)雨個案僅有11個，約比鄰近山區其他測站之個案數減少12個以上，呈現相當特異之地域現象。

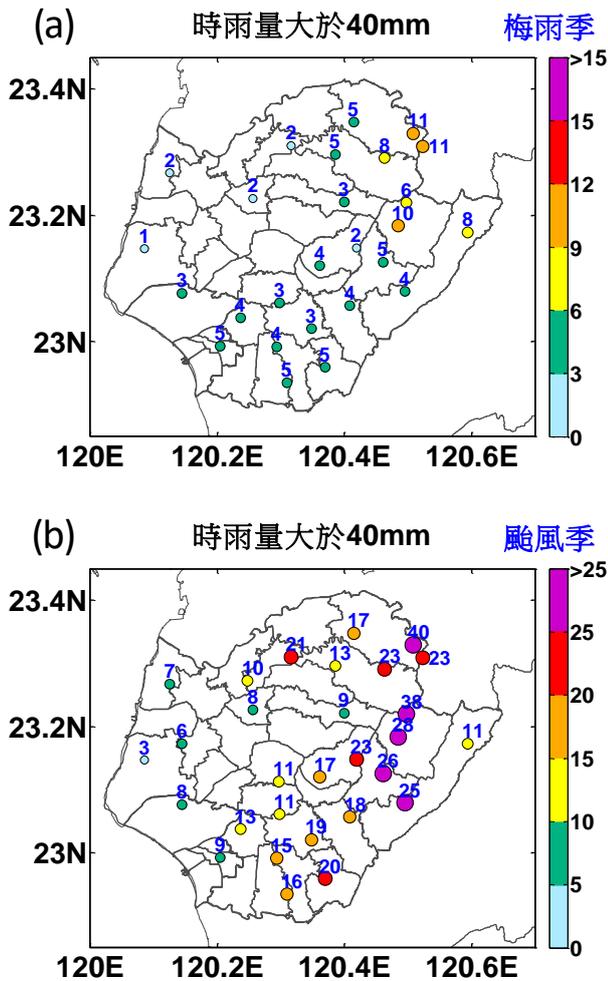


圖7 2010-2015年(a)梅雨季、(b)颱風季雨量達40mm/hr以上之個案數。

豪(大)雨之主要成因之一為颱風，在2010-2015年間，引發臺南地區豪(大)雨個案之颱風共計7個。這些颱風所引發之豪(大)雨個案之分布特性亦呈現於圖8a，將颱風季總個案數減去颱風引發之個案數後，其分布情形顯示於圖8b，主要用來反應颱風季內非由颱風機制所引發之豪(大)雨個案。

颱風所引發之豪(大)雨個案最多為14個，主要分布在山區，並向平原南區延伸，於大棟山僅有2個，關山僅有3個。而在減掉颱風引發之個案數後，引發機制，如午後對流、西南氣流、區域性低壓等。其個案分布數以東北側山區最多，再往南稍減。於平原北區，新營15個個案亦屬相當多。反之，位於山區內側之關山僅有8個個案，算是相當少。

臺南地區主要雨季(梅雨季+颱風季)豪(大)雨個案($\geq 40\text{mm/hr}$)之發生頻率如圖9，各站個案數僅比全年減少不到2個(如圖6)，反應主要雨季亦為豪(大)雨發生的主要季節。

考量臺南地區地形分布和主要雨季豪(大)雨發生個案數分布，亦可將臺南分為5個豪(大)雨發生頻率分區，豪(大)雨發生頻率之分區與降雨分區相近，

僅將平原南區與北區中間交會之善化、王爺宮與濱海北區合併，新市與濱海南區合併(如圖9)。合併後，大雨發生頻率由小到大依序為濱海北區、濱海南區、平原北區、平原南區、山區。

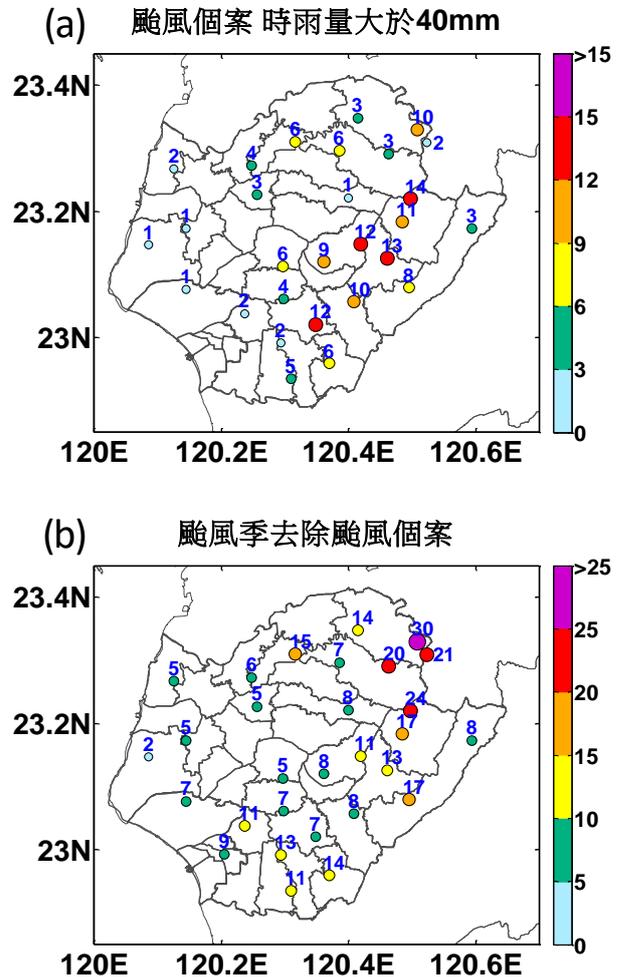


圖8 2010-2015年(a)颱風引發、(b)颱風季去除颱風引發雨量達40mm/hr以上之個案數。

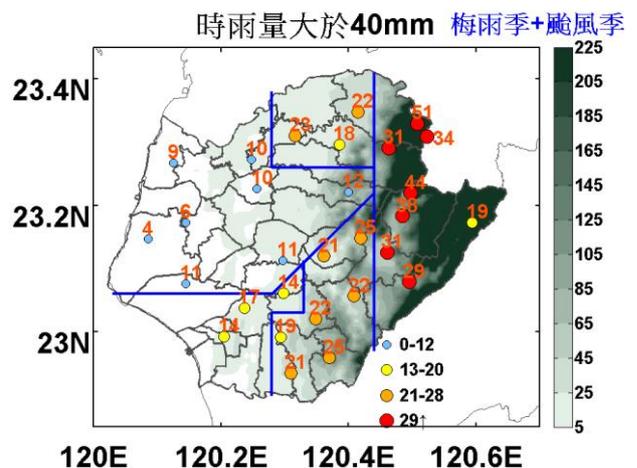


圖9 臺南地區主要雨季豪(大)雨發生頻率分區。

五、結論

本研究收集臺南地區29個測站2010-2015年的雨量資料，藉以分析臺南地區降雨與豪(大)雨個案之時間、空間分布特性，包括季節特性、降雨分區、豪(大)雨發生頻率、豪(大)雨分區等特性，主要研究成果陳述如下：

臺南地區主要雨季為5-9月，包括梅雨季(5-6月)與颱風季(7-9月)，各站每月累積雨量均超過100mm。12-3月為明顯乾季，4、10、11月為過渡時期。

5-9月主要雨季雨量分布與地勢有關，由地勢最平緩的西邊往東邊山區逐步增加。主要降雨分區有5區，分別是降雨最少的濱海北區、次為雨量相當之濱海南區與平原北區，次為更多雨量的平原南區，最多雨量發生於最東側的山區。

豪(大)雨個案($\geq 40\text{mm/hr}$)之發生頻率，5-9月總個案數僅比全年減少不到2個，反應主要雨季亦為豪(大)雨發生的主要季節。

颱風季期間非由颱風引發的降雨機制(如梅雨、午後對流、西南氣流)發生豪(大)雨的個案數比颱風引發季節性降雨機制比颱風引發更多豪(大)雨個案，為多。

豪(大)雨發生頻率之分區與降雨分區相近，但也發現山區之關山，其豪(大)雨個案數比其他山區測站明顯減少，是否與其位居深山內側之地理環境因素有關，值得再進一步研究。

本研究之降雨分區和豪(大)雨發生頻率分區結果與臺灣南區氣象中心執行鄉鎮預報校驗作業之分區概念一致，此結果能強化臺南地區鄉鎮預報校驗分區之合理性，並可做為臺灣南區氣象中心氣象人員於在地氣象服務的細緻化雨量氣候背景資料。

本研究後續將運用中央氣象局發展之高解析度(2.5km x 2.5km)真實值(Ground Truth, GT; 鄭等2011; 顧等2013)的風場與降雨資料，分析臺南地區降雨之季節與空間分布特性，與測站雨量分析結果相比，並診斷其對應風場特性，以建置可供臺南在地氣象人員參考之豪(大)雨預報概念模式。

參考文獻

- 中央氣象局，2006：氣象宣導系列合輯，交通部中央氣象局，112頁。
- 陳昭銘，2006：“氣候變異”，氣象與工程系列叢書，謝信良主編，財團法人中興工程科技研究發展基金會發行，ISBN-13:978-986-7142-24-5，63PP。
- 鄭安孺、李天浩、顧欣怡、高慧萱、陳怡彰，2011，即時雨量資料品質檢覈。建國百年天氣分析預報與地震測報研討會論文匯編(100)，253-258。

顧欣怡、鄭安孺、陳怡彰、呂國臣，2013，高解析度地面即時氣象資料空間分析。2013海峽兩岸災害性天氣分析與預報研討會論文彙編，41-51。

- Chang, C. P., and G. T. Chen, 1995: Tropical circulation associated with southwest monsoon onset and westerly surges over the South China Sea. *Mon. Wea. Rev.*, **123**, 3254-3267.
- Chen, C.-S., and Y.-L. Chen, 2003: The rainfall characteristics of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 1323-1341.
- Chen, C.-S., Y.-L. Chen, C.-L. Liu, P.-L. Lin, and W.-C. Chen, 2007: Statistics of heavy rainfall occurrences in Taiwan. *Wea. Forecast.*, **22**, 981-1002.
- Chen, G. T. J., 1994: Large-scale circulation associated with the East Asian summer monsoon and the Mei-Yu over South China and Taiwan. *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 959-983.
- Chen, J.-M., J.-L. Chu, C.-F. Shih, and Y.-C. Tung, 2010a: Interannual variability of circulation-rainfall relationship in Taiwan during the Mei-yu season. *Int. J. Climatology*, **30**, 2264-2276.
- Chen, T.-C., and J.-M. Chen, 1995: An observational study of the South China Sea monsoon during the 1979 summer: Onset and life cycle. *Mon. Wea. Rev.*, **123**, 2295-2318.
- Ding, Y. H., 1994: Monsoon over China, 419pp, Kluwer Academic Publishers.
- Harr, P. A., and R. L. Elsberry, 1991: Tropical cyclone track characteristics as a function of large-scale circulation anomalies. *Mon. Wea. Rev.*, **119**, 1448-1468.
- Hsu, H.-H., 2005: East Asian and western North Pacific summer monsoon region. Intra-seasonal Variability in the Atmosphere-Ocean System. K.-M. Lau and D. Waliser, Eds., Springer-Praxis, 65-98.
- McBride, J. J., 1995: Tropical cyclone formation: Global perspectives on tropical cyclones, WMO/TD-No. 693, World Meteorological Organization, 63-105.
- Wang, S.-Y., and T.-C. Chen, 2008: Measuring East Asian summer monsoon rainfall contributions by different weather systems over Taiwan. *J. Appl. Meteor. Climatology*, **47**, 2068-2080.

致謝

感謝中央氣象局臺灣南區氣象中心吳福悠主任、謝章生副主任及氣象預報中心呂國臣副主任給予本研究的本貴意見，本研究於科技部計畫「發展小區域災害性天氣即時預報系統」支助下完成。