

從氣候觀點探討影響臺灣颱風的定義問題

李清滕、盧孟明

中央氣象局

摘 要

本報告提出一個適於氣候研究之影響臺灣颱風判斷方法，重新畫定邊界作為辨識標準，認定進入此範圍的颱風為影響臺灣颱風。降雨是颱風對臺灣最重要的影響。分析1970-2009年6-10月間所有颱風中心位置與臺灣測站的距離以及當時測站所觀測的颱風降水量，發現降雨量會隨颱風中心離測站距離愈遠而下降，當距離超過300公里之外，降水量則無明顯變化。因此，以臺灣海岸邊界形狀為基準，往外擴展300公里，可作為界定影響臺灣颱風的範圍。當颱風中心進到此範圍內，且中心最大風速有達33 knots以上，則稱之為影響臺灣颱風。比較此新定義300公里範圍的颱風個數與Chu et al.(2007)及Lu et al.(2010)的颱風個數判斷方法，發現根據新定義統計的颱風降雨量比較有代表性，颱風個數也較符合中央氣象局官方發佈之侵臺颱風數據，並且無論在颱風的移動路徑方面，或是因颱風而造成的降水量或災情損失方面，均比以往的定義更能反應出實際的影響。本文的定義若用在颱風氣候研究與預測模式發展，應可獲得對臺灣較有應用價值的結果。

關鍵詞：颱風、颱風個數、侵臺颱風個數

一、前言

臺灣地區平均每年會受到3-5個颱風的侵襲，且颱風所帶來的降雨量是年總雨量的主要貢獻之一，然而其巨大降雨量往往會造成臺灣地區有重大災情發生(Chen and Chen 2003; Chen et al. 2007; Chen et al., 2007; Wu and Kuo 1999; Wu et al., 2002)。謝等人(1998)發現過去中央氣象局對於侵臺颱風定義有著不同的標準，為了讓侵臺颱風個數符合量化、具有預報上意義、不同年代之侵臺個數要有一致性以及考慮颱風帶來的災害，所以重新定義了侵臺颱風個數。此新定義認為侵臺颱風

的辨識需要滿足以下三個條件，(1)各平地測站所受到颱風風力達到放假條件為主要標準，即一地平均風達到七級風(13.9 m/s)以上或陣風達到11級風(28.5 m/s)以上；(2)以臺灣本島為中心，設立一個正方形範圍(118~124°E、20~27°N)，在此範圍內達到放假條件之颱風；(3)颱風對臺灣地區有產生災害。謝等(1998)利用此條件建置了百年歷史颱風資料庫(<http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/mainpage.htm>)。此侵臺颱風的定義是以臺灣氣象測站的風速為基準並參考是否有災害發生，不是以國際上慣用的颱風資料庫為基礎，而且由於颱風災害的認定有相當的隨機性，也就是同樣的

氣象條件在沒有人活動的地方就不會有災害，因此會影響到長期變化的分析結果。近年來氣候問題受到廣泛重視，氣候變化對颱風的影響更是社會大眾的關心重點，為此有必要重新思考合適於氣候分析研究與預報模式發展及校驗等方面應用的影響臺灣颱風定義方法。

Chu et al. (2007)與Lu et al. (2010)發展侵臺颱風個數統計預報方法所使用的侵臺颱風定義都是以颱風中心位置進入 119°E - 120°E ; 21°N - 26°N 範圍內，且中心風速有達到33 knots以上為標準，風速資料則是根據美國海軍負責的聯合颱風警報中心(JTWC)或是日本氣象廳負責的世界氣象組織區域特定氣象中心(RSMC)的資料。在區域範圍的選取上，這兩篇論文均參考氣象局預報中心長期預報課的做法(朱寶信, 2006)，沒有針對範圍本身多作探討。然而2010年10月的梅姬颱風雖然中心未進入定義的範圍(如圖1所示)，卻在臺灣東部造成重大災情，氣象局也曾對此颱風發布陸上颱風警報單。另一方面，2009年9月的盧碧颱風雖然中心進入了此定義範圍內，但中央氣象局歷年颱風警報單紀錄並未顯示曾對此颱風發佈任何警報訊息。如何界定一個合適的區域範圍應用於侵臺颱風的定義顯然有商榷的必要。

本文將提出一個畫定邊界的方法，最大的優點為考慮了臺灣海岸線形狀與颱風為臺灣帶來的強降雨，同時避免把邊界定在易有颱風短暫經過的地點，以改善前述定義的缺點。論文安排如下，第二節介紹本研究使用的資料，第三節討論區域範圍的決定，第四節討論依本文方法判定之颱風個數和以往結果相比的優點，第五節為本文的結論與綜合討論。

二、使用資料

本研究使用1970-2009年每6小時的颱風最佳路徑資料，資料來源是Joint Typhoon Warning Center (JTWC, https://metocph.nmci.navy.mil/jtwc/best_tracks)，資料格式為颱風中心位置之經緯度以及颱風中心風速大小。另外也參考中央氣象局官方所發佈歷年來所有颱風警報單(<http://www.cwb.gov.tw>)，此警報單分為海上及陸上颱風警報單，警報單的發佈原則有三點，(1)預測颱風之7級風暴風範圍可能侵襲臺灣或金門、馬祖100公里以內海域時之前24小時，應即發布各該海域海上颱風警報。(2)預測颱風之7級風暴風範圍可能侵襲臺灣或金門、馬祖陸上之前18小時，應即發布各該地區陸上颱風警報。(3)颱風發生於臺灣及金門、馬祖近海，或颱風之暴風範圍、移動速度、方向發生特殊變化時，得即發布海上或陸上颱風警報，必要時並得同時發布海上及陸上颱風警報。

測站資料方面，使用臺灣局屬測站之每小時降雨量，時間長度為1970-2009年，單位為mm/hr，使用的局屬測站有八個，分別為臺北、臺中、高雄、恆春、花蓮、臺東、阿里山以及日月潭測站。另外也使用中央氣象局第一組提供之1985-2009年臺灣地區歷年災害統計與災害分類統計資料，此資料為統計每年臺灣地區受颱風影響而有災情發生所換算成金額上的損失。

三、影響臺灣颱風之界定

如何畫定颱風影響臺灣地區的範圍是本研究的核心問題。由於在臺灣附近活動的颱風才能直接造成對臺灣的影響，所以不能不考慮臺灣南北狹長之海岸線形狀。

Megi (2010 Oct) & Lupit (2009 Sep) Typhoon Track

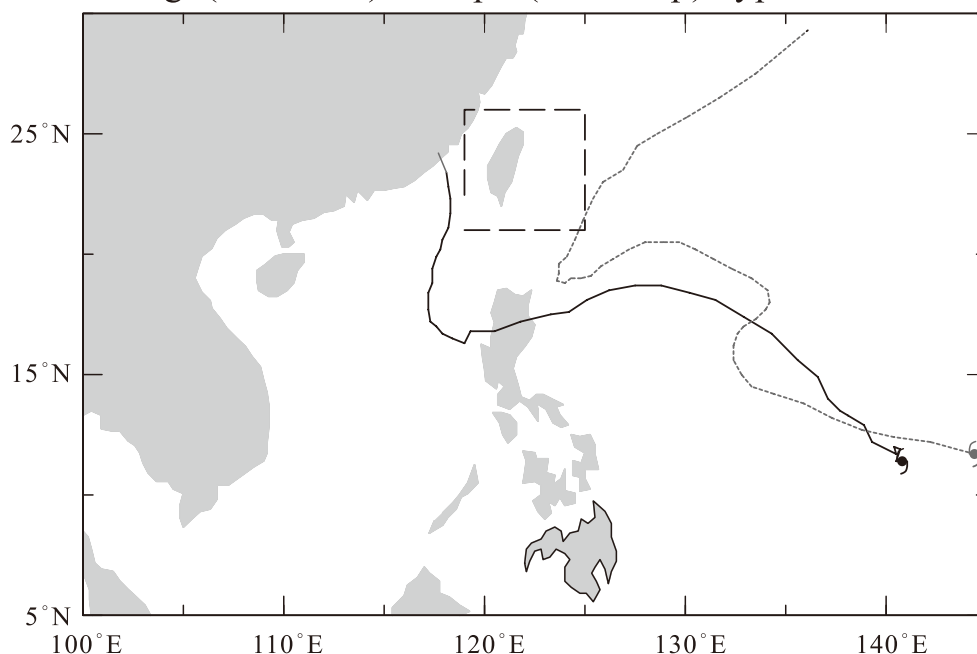


圖1. 2010年10月梅姬颱風(實線)及2009年9月盧碧颱風(點線)之颱風路徑圖。圖中X-Y軸代表經緯度。

Fig 1. Typhoon track of typhoon Megi on October 2010 (solid line) and typhoon Lupit on September 2009.

以往使用長方形設定的範圍(朱寶信,2006)不太符合臺灣海岸線形狀,而且容易把一些短暫經過設定範圍的颱風判斷為侵臺而造成個數上的誤差。故首先以臺灣海岸線形狀為基準來設定範圍大小(圖2),探討此範圍大小與颱風個數之間的關係,進一步確定範圍的大小對颱風個數的變化是否穩定。圖3顯示從臺灣邊界擴展100公里到550公里之每增加50公里範圍內的颱風增加個數,藉此了解颱風個數隨範圍大小的變化特性,圖中可看到增加的颱風個數有兩個最大值,分別是在350公里以及500公里的範圍,顯示出從300增至350公里與從450增至500公里範圍時颱風增加個數達最大,表示300-350公里與450-500公里的

邊界很可能經過颱風活動頻繁區域,因此邊界的畫定以這兩個區間最不合適。由於颱風暴風半徑平均在二、三百公里左右,若以450公里的範圍為界線可能會把過多對臺灣沒有影響的颱風囊括進來,因此以300公里為界線是一個比較合理的選擇。

除了颱風個數分析之外,颱風對於臺灣地區所帶來極端的降雨量也是必需考量條件之一,特別是有時雖然颱風中心沒有登陸臺灣本島,但是帶來的極大降雨量也會在臺灣地區造成嚴重的災損,因此有必要分析颱風降雨量與範圍大小之間的關係。颱風降雨量是指颱風中心與測站距離 r 時在該測站測量到的降雨量(Kubota and Wang, 2009)。本研究範圍設定以臺

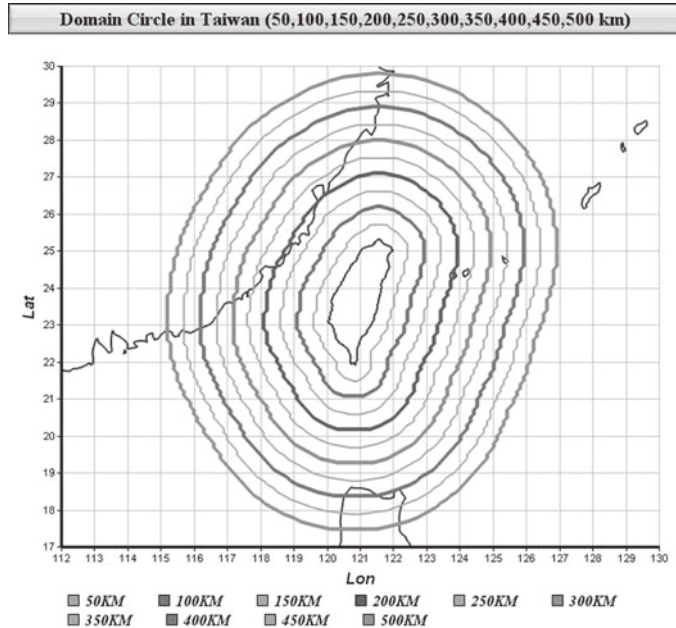


圖2. 根據臺灣地形邊界所定義之50至500公里的範圍，圖中每個間距為50公里，X-Y軸代表經緯度。

Fig 2. The proposed 50-500 km domains based on the shape of Taiwan coastline. The distance interval is 50 km.

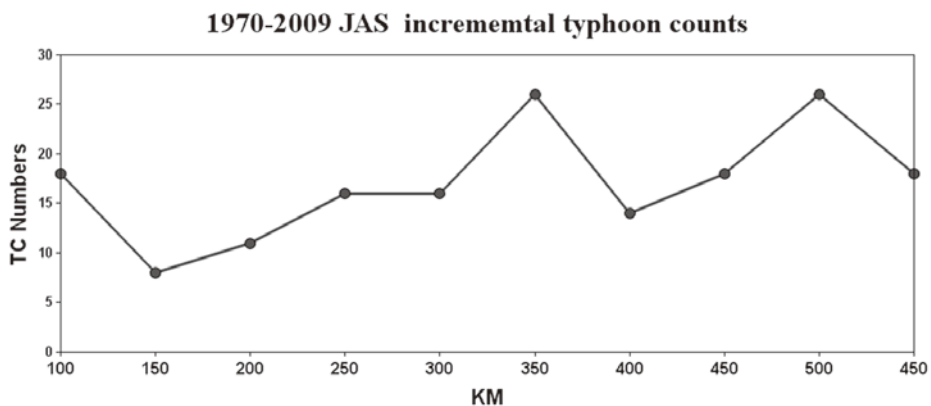


圖3. 1970-2009年6-10月期間，所有颱風通過各個範圍內之颱風增加個數，增加個數代表此範圍內的所有颱風個數減去上個範圍內的颱風個數。圖中X軸各個範圍，單位為公里，Y軸則是個數，單位為number。

Fig 3. The incremental typhoon counts with the distance away from Taiwan coastline based on the typhoon data during June-October from 1970-2009. The domains used for counting the typhoons are presented in Fig. 2.

灣海岸線形狀為基準，並參考Kubota and Wang (2009)之颱風雨的判斷方式，分析臺灣測站雨量與 r 的關係以決定影響臺灣颱風區域範圍界定的判斷標準。

本研究分析了8個臺灣測站的 r 與颱風降雨量的關係。由於使用的JTWC之颱風路徑資料為每6小時一筆，因此對應的颱風降雨量是以6小時累積雨量計算，例如颱風中心距離臺北測站100公里時，此時颱風觀測的小時為12時，則07至12小時內的測站降雨總和即為颱風降雨量。圖4顯示1970至2009年6-10月所有颱風中心位置和臺北、臺中、高雄、阿里山、花蓮、臺東、恆春及日月潭測站之距離(r)以及當時測站觀測颱風降雨量之盒鬚圖，此盒鬚圖中柱狀圖表示所有歷史資料中25%以及75%的值，而中間則是代表50%即中位數，上(下)邊界則是75%(25%)的值加上(減去)75%與25%差值之1.5倍。從臺北測站距離與雨量分佈圖中，可明顯看到降雨量隨著颱風中心離測站距離愈遠而愈小，當距離超過300公里範圍之外，雨量明顯變小。臺中測站可看在200公里內，颱風降雨量都維持在一定的高值，一旦超過200公里外才迅速減少，也是超過300公里外降雨量迅速減弱。高雄、恆春及花蓮測站的主要颱風降水量都集中在150公里範圍之內，而超過大約250公里範圍外，雨量變化則不顯著。在臺東測站方面，同樣是在250-300公里範圍內降水量最少，另外在高山測站中的阿里山與日月潭測站顯示出，颱風主要降水量集中在150公里之內，超過150公里外，降水迅速減少。總和各測站的分析結果中，可以得到不同測站由於所處地理環境不同，其颱風距離及降水量的變化特性也會略有不同，但大致可以歸納出臺灣地區因颱風所造成的降

水量大約都集中在300-350公里之內的範圍，超過此範圍之外，颱風降雨則不顯著。

圖5顯示1970至2009年6-10月間，所有颱風中心在橫軸顯示的距離範圍內時臺灣八個測站觀測之全部測站總降水量，圖中可以看到隨著範圍的擴大，降水量也逐漸增加，到了300公里時颱風降水量達到最大值，之後隨著距離的增加，颱風降水量略為減少，由此可知從颱風降雨量看來，以300至350公里的距離界定影響臺灣颱風區域範圍相當合理。

接下來要進一步分析300與350公里兩者之間那一個選擇比較好。1970-2009年間若以350公里為邊界要比300公里多出34個影響臺灣的颱風，佔全部個數之14.2%(350公里全部颱風個數為240個)，颱風路徑圖顯示在圖6。從路徑中可看到這些颱風大都從臺灣的南邊及東北方地區通過，颱風中心在350公里範圍內所停留的時間並不長，另外從300公里颱風降水量之盒鬚圖中(圖6右上角)可看到，此34個颱風之颱風降水量，只有一個颱風(1988年9月克蒂颱風，降水量為718.6mm)降水量在歷史百分位的50%-75%範圍，而有7個颱風降水量屬於25%-50%，剩下的26個都在25%以下，由此可知相對於300公里若把範圍擴大至350公里所增加的颱風在雨量方面多數對臺灣並無顯著影響。

由以上分析可得到以臺灣海岸線形狀往外擴展300公里作為影響臺灣颱風的界定標準，不但符合臺灣邊界的形狀，也顧及颱風降雨量判斷是否合理，因此不失為一個理想的選擇。

四、300公里定義的優點

本研究建議以臺灣邊界往外擴展300

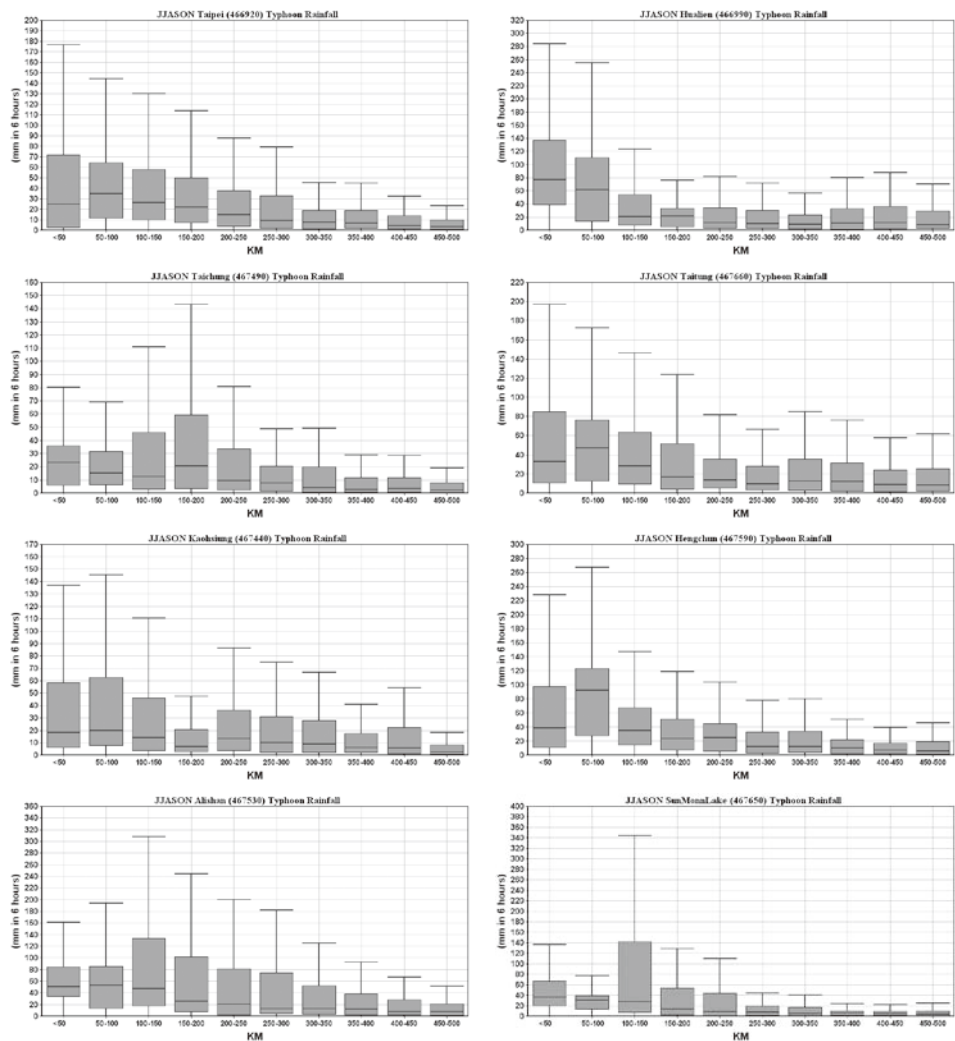


圖4. 臺北、臺中、高雄、阿里山、花蓮、臺東、恆春、日月潭測站(由上至下、由左至右)之颱風中心位置與測站距離(r)以及當時測站觀測的颱風降雨量之盒鬚圖。圖中X軸代表距離(KM)，Y軸代表雨量(mm/6hr)，柱狀圖之上下邊界代表75%與25%值，中間則是50%值，上(下)邊界則是75%值(25%值)加上(減去)75%與25%之差值的1.5倍。

Fig 4. The relationship between the distance domain (Fig. 2) and the mean rainfall amount during the typhoon influence period defined as the typhoon center is located within the distance domain. The rain is measured at 8 meteorological stations: Taipei, Taichung, Kaohsiung, Alishan, Hualien, Taitung, Hengchun, and Jihyuehtan (from top to bottom and from left to right) The mean rainfall per typhoon (total rainfall amount divided by the total influence hours, with the interval of 6 hours, of each typhoon) is represented in the conventional box-and-whisker plot which shows the median, upper quartile, lower quartile, sample maximum and sample minimum of the samples. The x coordinate shows the distance (km) of the distance domain and y coordinate shows mean rainfall per typhoon (mm/six-hours).

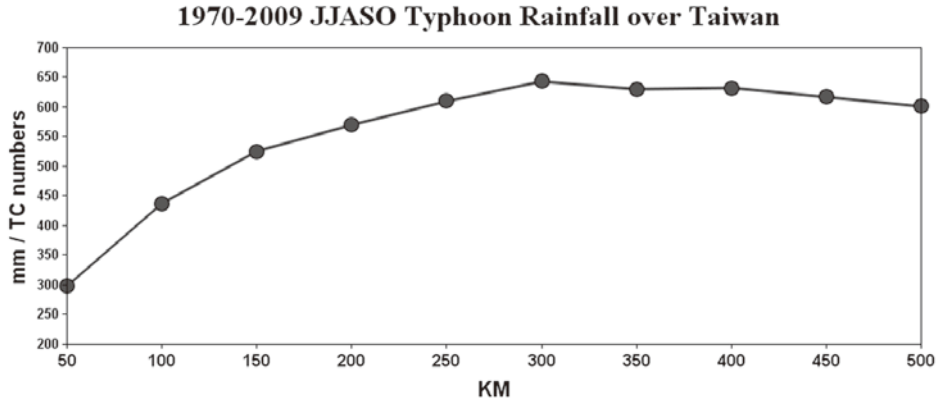


圖5. 1970-2009年6-10月間，所有颱風中心在橫軸顯示的距離範圍內臺灣8個測站(同圖4)的總降水量，圖中X軸為各個範圍(KM)，Y軸則是降水量 (mm/ TC numbers)。

Fig 5. The mean eight-station (Fig. 4) total rainfall amount per typhoon with respect to the distance of the distance domain (Fig. 2). The analysis period is from June to October during the period of 1970-2009.

公里為界定影響臺灣颱風的範圍，判定中心進入此範圍且中心最大風速在颱風生命週期間有達33Knots的記錄之颱風為「影響臺灣颱風」。比較本文(300公里)與以往長方形範圍定義(朱寶信 2006; Chu et al. 2007; Lu et al. 2010)的差別，可發現在些微變動邊界本定義判定的颱風個數比較不受影響。西北太平洋所有颱風路徑分佈頻率圖(圖7) 顯示颱風移動主要有三大路徑，一條是由西太平洋颱風往西移動經過海洋大陸而進入到南海，另一條則是從菲律賓海往西北方向移到而從臺灣北邊通過，第三條則是直接往北而進入到日本區域。臺灣地區的東南方海域上有三個主要颱風經過的區域，分別為121°E、21°N; 123°E、21.5°N以及124-125°E、21°N區域。以往的長方形範圍切過其中兩個主要颱風移動路徑，也就是說邊界正位於颱風經常活動的區域，從大尺度條件觀點來看在邊界內與邊界外的颱風不會有明

顯的差異，若依此分析多颱與少颱年的環流場則比較困難。反觀300公里範圍的定義，因避開124-125°E、21°N區域且涵蓋121°E、21°N附近區域，沒有這種混淆的問題。

圖8a顯示長方形範圍比300公里增加的颱風個數路徑圖，圖8b顯示300公里範圍比長方形範圍增加的颱風個數路徑圖，圖8c則呈現了兩種範圍內之颱風降水量的統計結果。長方形範圍比300公里範圍增加11個颱風，佔全部長方形的個數約6.3%，而300公里範圍多增加44個颱風個數，佔全部300公里範圍內的個數約21.3%，顯示僅有很少數的颱風是包含在長方形範圍但沒有在300公里範圍內的。路徑圖顯示長方形範圍多增加的颱風其路徑略掃過長方形右邊，停留時間並不長，這些颱風的降水量佔整體降水量極少部份(圖8c)。反觀300公里範圍比長方形範圍多增加的颱風個數中，其移動路徑分布廣

1970-2009 JJASO Typhoon Track (350km-300km)

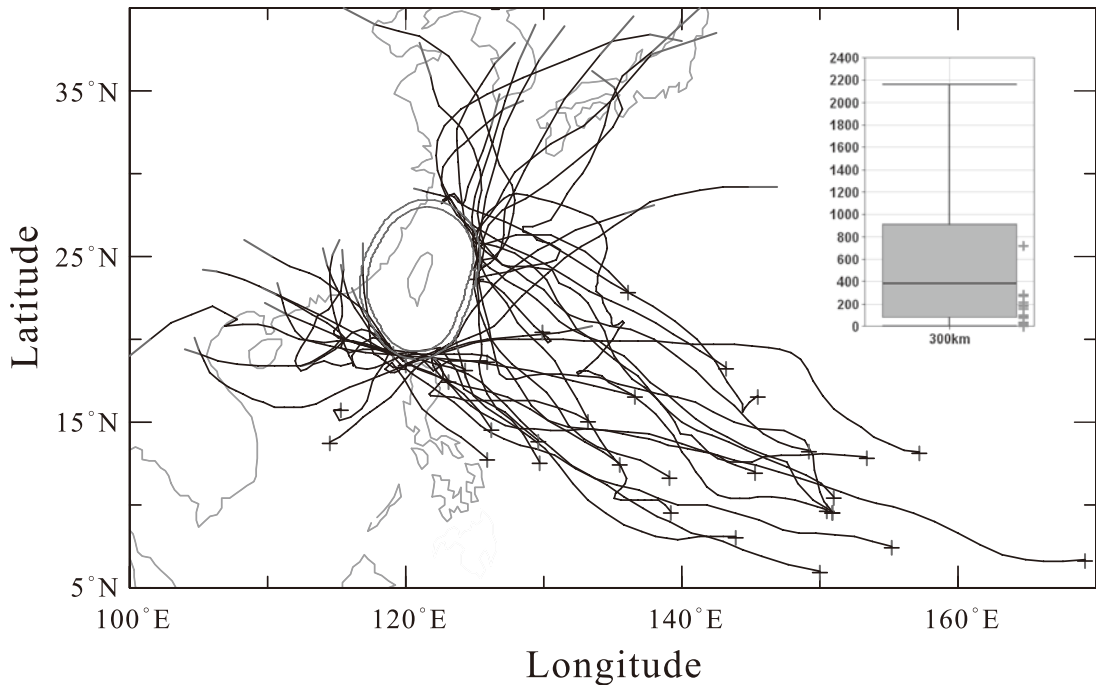


圖6. 1970-2009年期間，350公里範圍內的颱風比300公里範圍內多出來的颱風個數之路徑圖，圖中+號代表颱風初始位置。圖中右上角代表300公里範圍內之所有颱風降水量的盒鬚圖，盒鬚圖中的+號代表此多出來颱風個數之颱風降水量。

Fig 6. The difference between the distance domains of 350 km and 300 km. The first record of the typhoons are marked by '+' in the typhoon tracks. The accumulated rainfall amount per typhoon of the extra typhoons counted by the 350 km domain is presented in the box-and-whisker plot of the typhoons within the 300 km domain.

留的時間也較長，颱風降水量分布於百分位0-75之間，甚至有一個颱風降水量超過75%(2009年10月芭瑪颱風)，顯示長方形定義在颱風降雨方面略有不足。

另外分析1970至2009年6-10月間長方形範圍內之颱風個數、300公里範圍內之颱風個數、中央氣象局發佈陸上颱風警報個數，以及每年因颱風所造成災情損失金額之時間序列圖(圖9)。從圖中可以明顯看到300公里範圍的颱風個數比長方形的個數要多，長方形範圍的全部颱風個數

有145個，而300公里範圍則是增加至173個颱風(增加28個)。從中央氣象局發佈陸上警報的颱風個數中也明顯比長方形範圍的個數要多，全部為164個颱風個數，比長方形範圍多19個，但卻比300公里範圍少9個，顯示300公里範圍的個數誤差較少。表1顯示四個時間序列之相關係數表格，從表中可看到長方形範圍、300公里範圍以及氣象局發佈陸上警報之颱風個數，此三者的相關係數均有達0.7以上，代表三者的颱風個數年際變化均相同，但

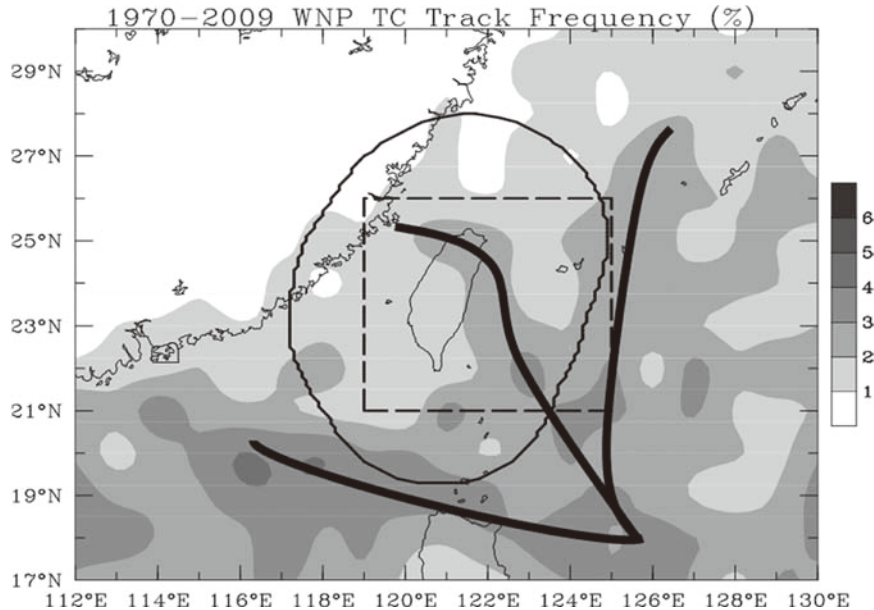


圖7. 1970-2009年西北太平洋颱風路徑分佈之頻率圖，圖中長方形範圍為190°E-120°E; 21°N-26°N，而圓圈代表300公里範圍，圖中黑色粗實線代表颱風主要三大路徑。

Fig 7. The rectangular and 300 km domains defined in the text and the typhoon frequency (shaded) distribution. The three typhoon major paths over the northwestern Pacific are marked by the thick lines.

從颱風災損金額中看到，此三個颱風個數分別與災損金額的相關係數為-0.06、0.23與0.25，此相關係數明顯偏低且沒有通過統計檢定，從時間序列圖中可看到在1996年及2009年均有發生災損金額的極大值，此兩年臺灣地區分別受到賀伯颱風及莫拉克颱風所帶來的巨大降水量，造成了臺灣地區有嚴重的災情損失(Wu et al., 2002; Zhang et al., 2010)。假如去除掉此兩年災損金額的極端值資料後，其相關係數可高達0.4、0.6與0.69，且此相關係數均有通過統計檢定，顯示出除了這兩年的極端個案外，其颱風個數和災損金額都有很高的相關性，而300公里範圍所定義之颱風個數比長方形範圍更符合中央氣象局所發佈陸上颱風警報之個數，也更為客觀化。

五、結論與討論

本研究嘗試從影響臺灣的颱風個數、颱風降雨量以及以臺灣海岸形狀為依據提出300公里範圍的界定標準，可應用在颱風氣候研究與氣候預測模式發展等方面工作，並可使用如JTWC一類的國際慣用的颱風進行分析和預報發展。

分析1970-2009年期間所有颱風中心位置與測站距離以及當時颱風降水量的關係中，得到颱風主要影響臺灣地區的降雨大都集中在距離測站300公里的範圍之內，超過此距離外，降雨量則無明顯變化，另外分析此300公里範圍內的颱風個數大都符合中央氣象局所發佈陸上颱風警報單的颱風個數，所以本研究以臺灣海岸

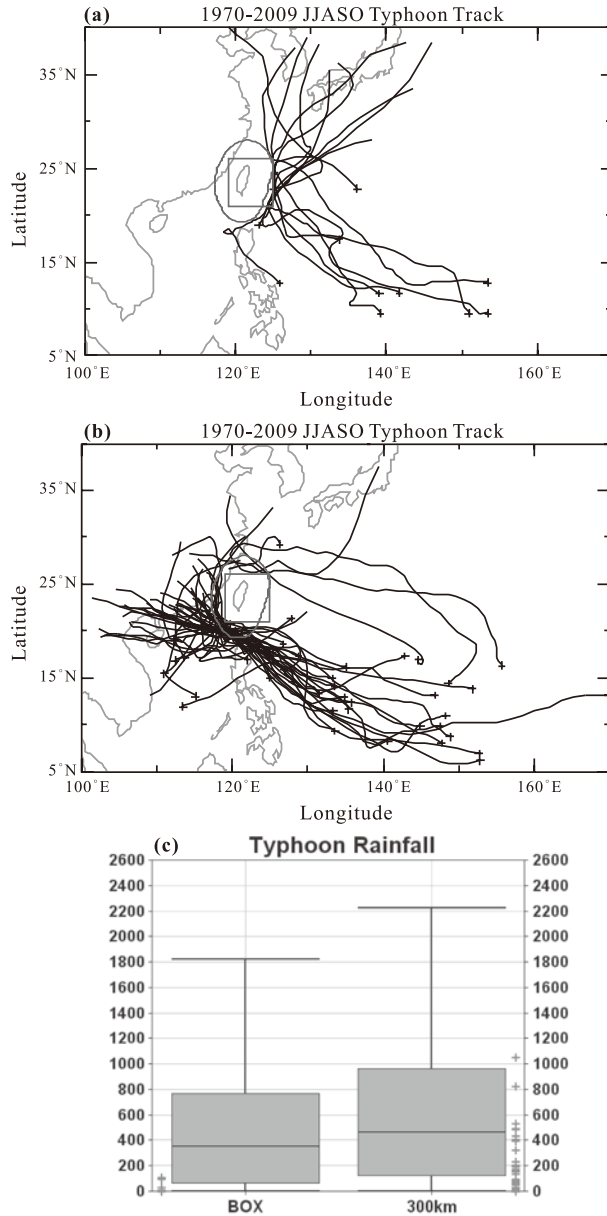


圖8. 1970-2009年間，長方形範圍內比300公里範圍內多出來的颱風個數之路徑圖(a)，長方形範圍內比300公里範圍內多出來的颱風個數之路徑圖(b)以及兩者範圍內之颱風降水量盒鬚圖(c)。路徑圖中圓圈代表300公里範圍，矩形代表長方形範圍，+號代表颱風初始位置，盒鬚圖中的+號代表多出來颱風個數之颱風降水量。

Fig 8. The difference between the rectangular and 300 km domains, (a) the typhoons counted in the rectangular but not counted in the 300 km, (b) the typhoons counted in the 300 km but not in the rectangular and (c) the box-and-whisker plots of the typhoons of the rectangular (left) and 300 km (right) domains, the “+” marks the typhoons not counted in the reference domain but counted in the other.

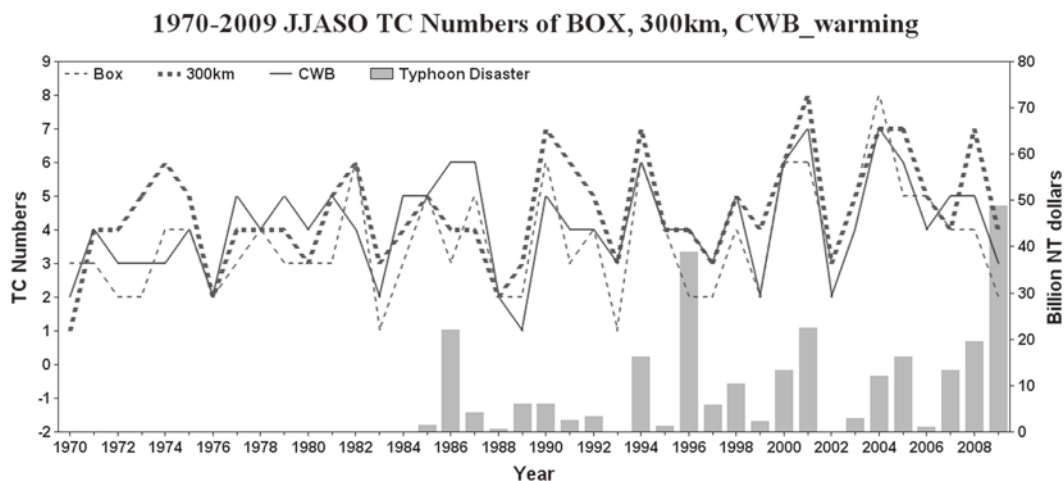


圖9. 1970-2009年6至10月之長方形範圍內颱風個數(Box，細點線)、300公里範圍內颱風個數(300km，粗點線)、中央氣象局發佈陸上警報單之颱風個數(CWB，實線)以及因颱風所造成災情損失金額(Typhoon disaster，柱狀圖)之時間序列圖。圖中X軸代表年份，Y軸代表颱風個數(左邊Y軸)與災損金額(右邊Y軸)。

Fig 9. The time series of the annual typhoon counts within the rectangular (thin dot line) and 300 km (thick dot line) domains and the number of typhoons that CWB issued typhoon land warning or sea alert (solid line). The typhoon caused annual economic loss (unit: Billion NT Dollars) is presented in bars.

表1. 長方形範圍(BOX)、300公里範圍內(300km)之颱風個數、中央氣象局發佈陸上警報之颱風個數(CWB)與颱風造成的金額損失(Disaster)之相關係數表格。時間長度為1970-2009年6至10月資料。

Table 1. The correlation of the typhoon counts in the rectangular box domain (BOX) shown in Fig. 1, the 300km domain (300km) shown in Fig. 1, the number of typhoons that CWB issued typhoon land warning or sea alert (CWB) and the typhoon caused annual economic loss (Disaster). The typhoon data used for the calculation is during the months of Jun-Oct from 1970-2009.

Corr	BOX	300km	CWB	Disaster
BOX	1			
300km	0.74	1		
CWB	0.73	0.70	1	
Disaster	-0.06	0.21	0.25	1

邊界形狀為基準，向外擴展至300公里來當作颱風活動主要影響臺灣地區之客觀範圍，此新定義範圍比舊定義之長方形範圍(119°E-120°E; 21°N-26°N; Chu et al. 2007 & Lu et al. 2010) 更合理並更具應用價值，不但符合臺灣南北狹長走向的地理分佈特徵而且颱風擦過邊界的機率明顯偏少，另外也符合颱風降雨量對臺灣地區造成的影響。分析1970-2009年期間每年通過此新定義範圍之颱風個數，得到此300公里範圍颱風個數比舊定義方法和中央氣象局發佈陸上警報颱風個數的誤差較少，且相關係數較高。此外比較歷年來因颱風造成的災情損失金額中，同樣也得到此300公里的颱風個數比舊定義方法有較高的相關性。

未來將以本文提出的定義範圍研究影響臺灣的颱風氣候長期變化，發展颱風氣候預測模式，以及推估氣候變遷對影響臺灣颱風的影響。

六、參考文獻

- 朱寶信，2006：西北太平洋颱風路徑機率月與季預報。交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告CWB95-3M-06, 196-219。
- 謝信良、王時鼎、鄭明典、葉天降，1998：百年(1897-1996)侵臺颱風之統計分析及應用，中央氣象局之百年颱風資料庫。
- Chen, C.-S., and Y.-L. Chen: 2003: The rainfall characteristics of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 1323-1341.
- , ——, C.-L. Liu, P.-L. Lin, and W.-C. Chen, 2007: Statistics of heavy rainfall occurrences in Taiwan. *Wea. Forecasting*, **22**, 981-1002.
- Chen, S.-H., P.-H. Lee, M.-H. Yao, and Y. Shen, 2007: The agro-meteorological environment and disasters occurring potential in the central region of Taiwan. *Crop Environ. Bioinformatics*, **4**, 345–352.
- Chu, P.-S., X. Zhao, C.-T. Lee, and M.-M. Lu, 2007: Climate Prediction of Tropical Cyclone Activity in the Vicinity of Taiwan Using the Multivariate Least Absolute Deviation Regression Method. *TAO*, **18**, 805-825.
- Kubota, H, B. Wang, 2009: How Much Do Tropical Cyclones Affect Seasonal and Interannual Rainfall Variability over the Western North Pacific. *J. Climate*, **22**, 5495–5510.
- Lu, M.-M. P.-S. Chu and Y.-C. Lin, 2010: Seasonal Prediction of Tropical Cyclone Activity Near Taiwan Using the Bayesian Multivariate Regression Method. *Wea. Forecasting*, **25**, 1780-1795.
- Wu, C.-C. and Y.-H. Kuo, 1999: Typhoon Affecting Taiwan: Current Understanding and Future Challenges. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **80**, 67-80.
- , T.-H. Yen, Y.-H. Kuo and W. Wang, 2002: Rainfall Simulation Associated Typhoon Herb(1996) near Taiwan. Part I : The Topographic Effect. *Wea. Forecasting*, **17**, 1001-1015.
- Zhang, F., Y. Weng, Y.-H. Kuo, J. S. Whitaker, and B. Xie: Predicting Typhoon Morakot's Catastrophic Rainfall with a Convection-Permitting Mesoscale Ensemble System. *Wea. Forecasting*, **25**, 1816–1825.

Defining the Tropical Storms/Typhoons Invading Taiwan by Influence Domain— a Climate Perspective

Ching-Teng Lee, Mong-Ming Lu
Central Weather Bureau, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

A new method for defining the tropical storms/typhoons (TSs/TYs) invading Taiwan by determining the influence domain is proposed based on the geographic shape of Taiwan's coastline and the precipitation brought by TSs/TYs. The June-October data analysis of the stations over Taiwan area during 1970 and 2009 obviously indicates a downward trend of the accumulated rainfall amount with the distance between the stations and the TS/TY center. If the distance is greater than 300 km, such trend is not evident. Therefore, the boundary of the influence domain can be determined by extending 300 km outward of Taiwan's coastline. The proposed domain is more reasonable than the rectangular area of 21°N-26°N and 119°E-125°E that has been previously utilized (Chu et al. 2007; Lu et al. 2010) in terms of the better estimation of TS/TY-induced accumulated rainfall and the number of the TSs/TYs invading Taiwan officially released by the Central Weather Bureau. The new definition proposed here also appears better than the old ones in reflecting the real impact caused by the TS/TY track or the economic loss, and more practical for the climatological research of TSs/TYs and the development of forecast models.

Key words: typhoon, rainfall brought by typhoon, typhoons invading Taiwan

