

颱風壯度、大小對台灣風雨之影響

吳聖宇¹

周昆炫²

大氣科學系 地學研究所
中國文化大學

摘 要

本研究利用 NCEP-GFS 全球模式的初始分析場資料及 CFSR 的全球再分析資料分別計算颱風的壯度及大小，發現颱風壯度跟大小之間有良好的正相關性，颱風強度跟壯度、大小之間的相關性較差。颱風強度、壯度、大小這三個因素之間有不同的變化情況，包括三者變化一致、強度巔峰過後壯度跟大小仍持續增加以及颱風大小最大值出現在強度巔峰之前等三種類型。本研究主要探討颱風強度、壯度、大小以及颱風移速跟台灣風雨的關係。針對台灣整體風雨的分析結果發現颱風壯度及大小跟風雨指標之間的相關性最好，其次則是颱風移速跟風雨指標的相關性，強度跟風雨指標的相關性則較低。針對不同路徑的分析則發現，第二類路徑(自宜蘭到花蓮間登陸並向西穿越台灣陸地)颱風的強度、颱風移速跟風雨指標間的相關性較好。第三類路徑(自花蓮到台東間登陸並向西穿越台灣陸地)颱風的大小、颱風移速跟風雨指標間的相關性較好，雨量指標尤其明顯。針對不同測站在不同路徑下的分析結果發現，接近颱風內核區的測站風雨指標跟颱風強度的相關性較好，位於颱風外圍區域的測站其風雨指標跟颱風大小的相關性較好。

關鍵字：颱風壯度、颱風大小、颱風風雨預報

一、前言

2015年及2016年間一共有4個不同強度的颱風先後登陸台灣，包括強烈颱風杜鵑、尼伯特以及中度颱風蘇迪勒、梅姬等。這4個颱風均為西行路徑登陸台灣，4個颱風侵台的時間點都在夏季7-9月，而且沒有明顯的不對稱結構以及西南氣流、東北季風等外圍綜觀環境系統的伴隨，移動速度均偏快，無滯留打轉現象。就颱風強度而言，杜鵑、尼伯特的強度較強(強烈颱風)，蘇迪勒、梅姬颱風的強度較弱(中度颱風)。但是從全台灣氣象觀測站實際觀測的風雨情況以及造成災害程度的角度而言，後兩者的影響程度似乎要大上許多，跟一般大眾傳統印象中，強度越強的颱風可能造成影響越大的情況不盡相同。因此，在其他條件沒有明顯差異的情況下，我們開始注意到除了颱風強度之外，其他可能影響風雨發生情況的因素，本研究之目的即鎖定颱風的壯度、大小及移動速度等因素，並了解其影響風雨情況的程度。

Holland and Merrill(1984)利用飛機的實際觀測資料研究分析後認為，描述一個颱風的變化可以由三個部分來表示：(1)強度(Intensity)，包括中心最大風速(V_{max})和中心最低海平面氣壓(MSLP)等；(2)壯度(Strength)，自中心向外300 公里半徑範圍內的平

均風速；(3)大小(Size)，自中心向外到某特定風速的半徑值(R_{34} ，Radius of 34-knot wind)。

Weatherford and Gray (1988a,b)進一步定義颱風的結構及壯度的標準為：(1)距中心0.0-1.0 度範圍稱為內核區(inner-core region)；(2)距中心1.0-2.5度範圍稱為外核區(outer-core region)；(3)在outer-core region內之切向風平均風速稱為Outer-Core wind Strength (OCS)，即為本研究所採用之壯度定義。

自1987年颱風飛機觀測停止後，關於颱風強度、壯度及大小的研究必須使用其他的資料(如衛星觀測資料)來進行，且集中在探討颱風強度或大小的相關變化為主，本研究則是利用全球模式資料的初始分析場資料計算颱風之壯度與大小(R_{34})。

Hsu et al. (2011) 統計1960年到2010年的侵台颱風移動速度跟降雨量的關係，發現雨量較大的個案其中心在登陸期間的移動速度較慢(超過平均移速一個標準差)，並且有80%以上登陸位置在北緯23.5度以北。颱風登陸期間累積雨量與移動速度的倒數以及在陸地的停留時間有良好的正相關，移速越慢之個案在台灣中南部山區降雨極值越明顯。故颱風侵台期間的移動速度也是本研究探討的重點之一。

二、研究資料與方法

本研究使用NCEP-GFS水平空間解析度0.25度，全球預報模式的初始分析場資料中所包含的海平面10米風場來進行2015-2016年個案颱風的壯度及大小的計算。為了計算更早期的颱風個案，本研究另外使用了同樣為NCEP所提供的氣候預測系統(CFSR)的再分析資料，水平空間解析度為0.5度，提供時間可追溯至1979年起，同樣利用其中所包含的海平面10米風場來計算1980-2014年個案颱風的大小以供研究進行。

颱風強度則是直接引用美軍聯合颱風警報中心所提供的BestTrack(最佳路徑)中之強度資料。為計算颱風侵台期間的移動速度，本研究取用中央氣象局所提供，颱風警報發布期間每6小時一筆之颱風中心定位資料，由此定位資料計算颱風警報發布期間颱風的移動速度。

另外，選取中央氣象局包括台灣本島及澎湖、東吉島、蘭嶼在內共計27個局屬測站(不包括金門、馬祖及觀測時間較短的新屋站)，在每一個案颱風警報發布期間所觀測到的逐時平均風、陣風及逐時降雨量等觀測資料並且利用這些實際的觀測資料來計算相關風雨指標的數值。

三、壯度、大小及強度變化探討

本小節計算自2015年7月到2016年10月間，西北太平洋上強度達到Cat.3的22個颱風個案之壯度與大小，並使用JTWC最佳路徑資料提供的颱風強度，再將這22個颱風生命過程之壯度、強度及大小三者間的變化以及相關性進行分析及討論。經比較後，發現壯度與大小相關性佳(圖1)， R^2 達0.82，壯度與強度以及強度與大小之間的相關性則不明顯，此結果與Chan and Chan (2012)利用QuikSCAT衛星資料所得到的研究結果相同。因為颱風壯度跟大小之間的相關性很高，因此我們做出一個假設，也就是當資料的解析度較差，無法計算得到可信的颱風壯度數值時，可以計算颱風的大小來替代颱風的壯度進行歷史個案之分析研究。

強度、壯度及大小三者之間的變化情況大致可以分成三種類型：

第一類型為颱風的壯度、大小隨著颱風強度呈現正相關的變化三者的變化曲線大致相同。

第二類型為颱風強度達到巔峰之後開始逐漸衰弱，但是颱風的壯度跟大小並未隨著颱風強度下降而減小，可能維持不變甚至有增大的趨勢。此類型的颱風強度減弱的主因可能是因為環境條件不利於

颱風強度的維持而開始減弱，但其壯度跟大小仍大，甚至持續增加，可能對被侵襲地點周圍廣泛區域帶來明顯的風雨，是需要特別注意的類型。以2015年蘇迪勒颱風(圖2)為例，當強度經過巔峰逐漸減弱，大小及壯度卻持續增大，直到颱風中心登陸台灣後才開始減小。因此蘇迪勒颱風對台灣陸地的威脅程度其實並未隨它的強度減弱而減小，事後的風雨觀測亦證實蘇迪勒颱風為台灣各地都帶來了相當明顯的風雨及災害。關於第二類型颱風在強度減弱下其大小卻增加的現象，Kilroy et al. (2016)透過理想化數值模式解釋其物理機制，指出此現象為邊界層所控制，當內核維持有效的非絕熱加熱效應，將持續驅動颱風環流讓邊界層提供內傳的角動量，進而造成颱風外圍環流持續擴張。

第三類型為颱風大小的最大值出現在颱風強度達到巔峰之前，強度接近巔峰時颱風的大小反而逐漸減小。其原因可能跟颱風旋轉增強，環流往內收縮的機制有關，風雨集中於內核區，範圍雖小但是對於被中心直接侵襲的地點有很大的威脅性。

四、2015-16年侵台颱風個案研究

本小節計算蘇迪勒、杜鵑、尼伯特以及梅姬颱風生命過程中的壯度及大小(R34)，並取R34即將接觸到陸地之前一個時間點的值作為該颱風侵台前的壯度值以及大小值。颱風強度仍使用JTWC最佳路徑強度資料，計算所得的結果列於表1，其對應的海平面10米風場圖列於圖3。可看出壯度及大小都是蘇迪勒颱風排名第一，其次為梅姬颱風，尼伯特颱風強度最強，但是壯度及大小卻是最小。

若畫出距中心向外半徑5度內的軸對稱平均風速變化曲線圖(圖4)，可看出尼伯特及杜鵑颱風距中心1.0度以內的平均風速值明顯大於蘇迪勒及梅姬颱風，但是半徑1.0度(約110公里)以外就呈現向外迅速遞減的趨勢，尼伯特向外遞減的幅度又更明顯。尼伯特及杜鵑颱風的強風區集中在近中心1.0度以內的內核區。蘇迪勒及梅姬颱風平均風速最大的區域在距中心半徑1.0度到1.5度之間，往外遞減的幅度小，平均風速20 m/s的範圍可以延伸到半徑3.0-4.0度，R34的範圍更可以延伸到半徑4.0-5.0度。蘇迪勒及梅姬颱風內核區的風速較弱，但是颱風的大小卻比尼伯特及杜鵑颱風要大上許多，颱風壯度也比尼伯特及杜鵑颱風來得大。

利用中央氣象局全台灣局屬測站觀測資料計算10項風雨指標並列於表2。可看出不論風力、雨量的指標都是蘇迪勒颱風最大，最小為尼伯特颱風，顯示蘇迪勒颱風、梅姬颱風為全台灣帶來了廣泛性的強風大雨，尼伯特颱風的風雨影響範圍相對較小。若配合表1的結果，壯度、大小最大的蘇迪勒颱風在風

兩指標的表現也是最大，壯度、大小最小的尼伯特颱風則在風雨指標中的排名也是最小。上述分析結果可知，相似路徑、結構的侵台颱風所帶來的風雨影響程度並不一定跟颱風強度呈現正相關，強度越強的颱風侵襲台灣時，並不見得會帶來大範圍的強風大雨，反而是壯度或大小較大的颱風可能帶來大範圍的強風大雨，對於全台灣都可能威脅。

五、1980-2016年侵台颱風個案研究

(1)風雨指標(全台平均)之相關性分析

本小節選取1980-2016年間以2、3、4、6、7類路徑侵襲台灣的颱風共32個個案，並以前述相同方式計算颱風大小及風雨指標之全台平均值後，進行相關性分析研究，其結果如圖5所示。

可看出颱風大小跟10項風雨指標都具有中等相關性並經過統計檢定具有良好的顯著性。相關性最佳者為颱風大小跟最大時雨量，相關係數達0.7。整體的趨勢顯示當颱風大小越大，全台風雨也越大。同時亦可看出，颱風大小跟風雨指標的相關性優於跟強度的相關性，除了最大風速、最大陣風兩項指標，跟颱風強度的相關係數較高並具有良好的統計檢定顯著性外，其他8項指標都與颱風大小的相關係數較高，在雨量指標的部分尤其明顯，風力指標部分則是跟颱風強度、大小的相關性均佳。顯然颱風的大小跟降雨之間有較好的正相關，而颱風的大小與強度跟風速之間兩者都有較好的正相關性。颱風的移動速度則是跟雨量指標之間有良好的負相關，雨量延時越長，負相關性越明顯，亦即颱風移動速度越慢，總降雨量、時雨量達到10 mm的時數也越多。颱風移動速度跟風力指標為弱正相關，移動速度較快者，風力指標較大，但是相關性並不顯著。整體的比較結果顯示，颱風的風雨指標跟颱風大小的相關性最佳，並具有良好的統計檢定顯著性，特別是雨量指標部分，其次是跟颱風移動速度，至於跟颱風強度的相關性則相對較差。

初步推測上述結果之原因，對於大小較大、移動速度較慢的颱風，環流影響台灣的過程時間相對較長，因此降雨量較大，所以雨量指標跟颱風大小、速度之間呈現明顯的相關性及良好的統計檢定顯著性，此結果跟Hsu et al. (2012)的研究有相近之處。強度較強的颱風在颱風中心登陸點可能出現極端風速值，大小越大的颱風，強風發生的區域則會越廣，因此風力指標跟颱風強度、大小都有較佳的相關性。移動速度較快的颱風通常有明顯的環境駛流場配合，可能在颱風行進方向右側產生較大的風力，但是當颱風靠近台灣地形時，受地形阻擋作用，常

有局部弱風區出現，因此颱風速度與風力指標之間的相關性不明顯。

接著我們將第2類路徑颱風(10個颱風)跟第3類路徑颱風(16個颱風)分別進行風雨指標的相關性比較(圖6)。第2類路徑個案的10項風雨指標中，有8項跟颱風強度的相關係數較高，風力指標特別明顯並具有良好的統計檢定顯著性。雨量指標跟颱風移動速度呈現負相關，雨量延時越長則負相關性越好，並具有良好的統計檢定顯著性，表示速度越慢者，累積雨量越多。風力指標跟颱風移動速度呈現正相關，速度越快則風速越大。第3類路徑颱風個案明確呈現颱風大小跟10項風雨指標之間均有較佳的相關性，而且相關係數都大於0.5以上，並具有良好的統計檢定顯著性，跟颱風移動速度的相關性與第2類路徑個案的結果相似。簡單小結，第2類路徑颱風個案的風雨指標跟颱風強度的相關性較好，強度越強的颱風可能帶來越明顯的風雨，風力指標的部分相關性較明確，雨量指標的相關性稍低。第3類路徑颱風個案的風雨指標跟颱風大小的相關性較好，大小越大的颱風可能帶來越明顯的風雨，不論風力或降雨指標的相關性都十分明確。就整體而言，颱風大小跟風雨指標之間具有較佳的相關性，可達到中等相關的程度(相關係數0.5-0.7之間)並且有良好的統計檢定顯著性。同時，不論第2或第3類路徑颱風，雨量指標跟颱風移動速度都呈現負相關，即颱風移動速度越慢則雨量越大，且降雨延時越長則負相關性也越高。平均風速及最大風速兩項指標則跟颱風移動速度呈現正相關，速度越快風力越大，但速度較慢者影響時間較長，出現強風的時數較多。

(2)風雨指標(個別分站)之相關性分析

接下來我們將進一步對不同路徑分類，個別分站的風雨指標跟颱風大小、強度、速度之間的相關性進行細部的分析。為求簡化，僅選擇24小時最大降雨量作為雨量指標，最大平均風速作為風力指標，並且選擇13個局屬測站進行風雨指標計算，再分別跟第2、第3類路徑個案的大小、強度、速度進行相關性分析，其結果顯示於圖7、圖8。

由第2類路徑個案跟雨量指標的相關係數比較可看出，接近颱風中心經過區域的基隆、台北測站，當颱風強度越強，雨量指標越大，並具有良好的統計顯著性。遠離颱風中心的中南部測站，包括台中、高雄、恆春以及外島的澎湖等，則是颱風大小越大者，雨量指標越大，並具有良好的統計顯著性。由於第2類颱風的路徑颱風中心穿越北台灣，北部測站受到颱風內核區直接影響，颱風越強降雨越明顯。中南部及外島測站受到颱風外核區影響，颱風大小越大，環流影響的範圍越廣，降雨也就越多，具有顯著相關性。颱風的速度越慢者，雨量指標越大，北部測站受颱風內核區影響，雨量指標跟颱風移動

速度間的相關性尤其明顯。颱風強度跟風力指標的相關性較好，颱風強度強，帶來的風力也大，基隆、新竹、梧棲、台中、嘉義、高雄等測站相關性最明顯，並且有良好的統計顯著性。北部測站可能跟受颱風內核區的影響有關，西半部的測站可能因為颱風強度越強，外核區所引發的氣流越明顯，因此出現較強的平均風速。颱風移動速度也跟風力指標有正相關性，速度越快，風力越強，颱風內核區經過的北部、東北部測站相關性尤其明顯。

第3類路徑個案之分析結果可看出，颱風大小跟降雨指標的相關性高，基隆、台北、新竹、台中、嘉義、阿里山、台南等站尤其明顯，具有良好的統計顯著性。第3類路徑是指颱風中心從蘇澳以南到花蓮沿海之間登陸，除了花蓮站可能受颱風內核區影響，颱風強度越強，花蓮站的降雨越明顯，其他測站都位於颱風的外核區，當颱風大小越大，外圍環流雲雨帶跟地形之間的交互作用越明顯，降雨就會越大。颱風移動速度跟降雨指標的相關性在13個測站中呈現正、負相關各半，中、北、東部測站呈現正相關，即速度越快的颱風降雨越多，颱風越快登陸、過山，累積雨量會比較大，嘉義以南(包括阿里山)測站則是呈現負相關，颱風過山後速度越慢，累積的雨量會越大。

第3類路徑個案跟風力指標的相關性顯示，有9個測站跟颱風大小的相關係數較高，當颱風大小越大時平均風速越強，基隆、嘉義、高雄、恆春、宜蘭、澎湖等測站的相關性尤其明顯，具有良好的統計顯著性。風力指標跟颱風移動速度之間同時存在正、負相關，北部、東部測站大致為正相關，即速度較快的颱風造成的風速較大，中部、南部的測站則是負相關，即過山後速度較慢，影響時間較長的颱風帶來的風力較強。

總和上述的討論結果，第2類路徑的颱風個案，風雨指標跟颱風強度之間的相關性較高，靠近颱風中心的北台灣最為明顯，速度較慢的颱風會帶來較多的降雨，但移動速度較快的颱風造成的風力較強。第3類路徑的颱風個案則是風雨指標跟颱風大小之間的相關性較高，大小越大的颱風風雨越明顯。風雨指標跟移動速度之間呈現正、負相關同時存在，北部、東部測站的風雨指標跟颱風移動速度為正相關，即速度較快的颱風會造成較大的風雨，中、南部測站的風雨指標跟颱風移動速度為負相關，推測當颱風過山後，速度較慢的情況下，對中、南部測站會帶來較明顯的風雨。整體而言，不論第2或第3類路徑颱風，接近颱風中心的測站風雨指標跟颱風強度的相關性較好，離中心較遠的測站風雨指標則跟颱風大小的相關性較佳。跟颱風移動速度之間的相關性則有較明顯的地區性差異，尤其是第3類路徑颱風。

六、結論

(1) 利用NCEP-GFS水平解析度0.25度全球模式初始分析場資料以軸對稱方式計算2015年到2016年間，西北太平洋上22個颱風個案的壯度、大小，再配合JTWC所提供的最佳路徑中的強度資料，進行三者之間的相關性比較，可發現壯度跟大小之間有很好的相關性，因此假設當缺乏資料計算颱風壯度時，可以用颱風的大小值來代替。22個颱風個案的強度、壯度、大小三者之間的變化情況大致可以分成三類，第一類為強度、壯度、大小三者變化呈現正相關，第二類為颱風強度過了巔峰之後，颱風的壯度及大小仍繼續增加，可能為侵襲區域帶來大範圍風雨，第三類為颱風大小在強度達巔峰之前來到最大，接近巔峰反而逐漸減小，風雨集中，對於登陸點威脅極大。

(2) 由2015年跟2016年4個侵台颱風之統計分析結果顯示，壯度、大小越大的颱風跟風雨指標有良好的正相關性，風雨指標跟颱風強度之間的相關性較低，代表並非強度越強的颱風帶來的風雨越大，即使強度較弱的颱風，如果具有較大的壯度及大小時，仍可能為台灣帶來明顯且廣泛的風雨。

(3) 1980年到2016年共計32個侵台颱風之統計分析結果顯示，以全台灣測站平均的風雨指標而言，跟颱風的大小較好的相關性，即颱風大小越大，造成的風雨越明顯，尤其是雨量指標的部分；風力指標的部分則是跟颱風大小及颱風強度都有一定的相關性，颱風強度可能造成極端值風速，颱風大小則影響強風發生的範圍。降雨指標跟颱風移動速度之間呈現負相關性，速度較慢的颱風可能帶來較明顯的降雨，降雨延時越長則負相關性越明顯。風力指標跟颱風移動速度之間為正相關性，速度快的颱風可能造成較大的風力，但慢速颱風造成的強風時數較多。第2類路徑個案的風雨指標跟颱風強度的相關性較佳，第3類路徑個案的風雨指標跟颱風大小的相關性較佳。

(4) 進一步將不同路徑、個別測站的風雨指標分開比較，第2類路徑颱風個案，風雨指標跟颱風強度相關性較高，尤其是較為靠近颱風中心的北台灣測站，風力指標的部分又比雨量指標要來得明顯。第3類路徑颱風個案，風雨指標跟颱風大小的相關性較高，雨量指標的部分尤其明顯。整體而言，颱風強度對中心登陸點周圍的風雨指標有明顯正相關，颱風大小則對於外圍區域的風雨指標有較高的相關性。颱風移動速度在不同分類路徑上有不同的相關性呈現，第2類路徑颱風移動速度較慢者，雨量較多，速度較快者，風力較大。第3類路徑則有顯著的地區性差異，速度較快者在北、東部可能造成較明顯的風雨，速度較慢者在中、南部風雨較為明顯。

參考文獻

林雨我、徐晉淮，1988：侵襲台灣颱風之降雨分布研究，氣象學報，34-3，196-215頁。

李清勝、鄭光浩、李清勝、張亦郎、翁進登、蔡得攸、許惠娟、李啟宏，1997：侵台颱風伴隨降水特性分析，中央氣象局委託研究計畫期末報告(CWB-86-2M-03)，共 37 頁。

李清勝、郭鴻基、張麒偉，2005：颱風強度與定量降水機率預警作業化研究，中央氣象局委託計畫成果報告(MOTC-CWB-94-2M-06)，共 95 頁。

李清勝、郭鴻基、張麒偉，2006：颱風強度與定量降水機率預警作業化研究，中央氣象局委託計畫成果報告(MOTC-CWB-95-2M-02)，共 109 頁。

李清勝、羅英哲、張龍耀，2007：琳恩颱風(1987)與東北季風交互作用產生強降水之研究，大氣科學，35，13-33 頁。

周仲島，2009：台灣地區劇烈降雨與侵台颱風變異趨勢與辨識研究(I)，氣候變遷對災害防治衝擊調適與因應策略整合研究計畫-子計畫一。

周仲島、李清勝，2010：莫拉克颱風綜觀環境及降雨特徵分析，大氣科學，38，21-38頁。

許晃雄、李明營，2010：莫拉克颱風的多重尺度背景環流：大氣科學，38，1-20 頁。

李清勝、鄭光浩、陳柏孚、謝宜桓、鄧旭峰，2015：侵台颱風過山期間兩帶重建之初步研究，大氣科學，43，69-90 頁。

Holland, G. J., and R. T. Merrill, 1984: On the dynamics of tropical cyclone structural changes, Quart. J. R. Met. Soc., 110, 723-745.

Weatherford, C. L., and W. M. Gray, 1988a: Typhoon structure as revealed by aircraft reconnaissance. Part I: Data analysis and climatology. Mon. Wea. Rev., 116, 1032- 1043.

——, and ——, 1988b: Typhoon structure as revealed by aircraft reconnaissance. Part 2: Structural variability, Mon. Wea. Rev., 116, 1044-1056.

Liu, K. S., and Johnny, C. L. Chan, 1999: Size of Tropical Cyclones as Inferred from ERS-1 and ERS-2 Data, Mon. Wea. Rev., 127, 2992-3001.

Hsu, L.-H., H.-C. Kuo, and R. G. Fovell, 2012: On the geographic asymmetry of typhoon translation speed across the mountainous island of Taiwan, J. Atmos. Sci., 70, 1006-1022.

Chan, K. T. K., J. C. L. Chan, 2012: Size and strength of tropical cyclones as inferred from QuikSCAT data. Mon. Wea. Rev., 140, 811-824.

Kilroy G., R.K. Smith, M. T. Montgomery, 2016: Why do model tropical cyclones grow progressively in size

and decay in intensity after reaching maturity? J. Atmos. Sci., 73, 487-503.

Wu, L., W. Tian, Q. Liu, J. Cao, and J. A. Knaff, 2015: Implications of the observed relationship between tropical cyclone size and intensity over the western North Pacific. J. Climate, 28, 9501-9506.

表1. 根據 NCEP-GFS 資料計算之 2015-2016 年 4 個侵台颱風侵襲台灣前之壯度、強度、大小與速度。

颱風名稱(年份)	路徑	壯度(m/s)	強度(m/s)	大小(km)	速度(m/s)
蘇迪勒 (2015)	3	29.8	52.5	429	5.8
杜鵬 (2015)	2	24.7	62.5	318	5.6
尼伯特 (2016)	4	19.2	65.0	222	5.0
梅姬 (2016)	3	29.2	57.5	409	5.8

表2. 根據氣象局局署測站計算之 2015-2016 年 4 個侵台颱風造成的 10 項風雨指標數值。A. 最大時雨量、B.最大 6 小時累積雨量、C.最大 12 小時累積雨量、D.最大 24 小時累積雨量、E.時雨量 ≥ 10 mm 的小時數、F.警報期間平均時雨量、G.總雨量、H.最大平均風速、I.最大瞬間風速以及 J.平均風速 ≥ 10 m/s 的小時數。

颱風名稱 (年份)	A	B	C	D	E
蘇迪勒 (2015)	33.7	109.4	158.5	191.6	7.9
梅姬 (2016)	30.2	98.7	139.9	176.6	6.3
杜鵬 (2015)	26.1	97.6	133.2	155.4	5.3
尼伯特 (2016)	24.4	64.6	82.6	105.1	3.3
颱風名稱 (年份)	F	G	H	I	J
蘇迪勒 (2015)	2.4	227.3	17.0	36.8	7.9
梅姬 (2016)	2.1	196.4	16.2	36.1	7.2
杜鵬 (2015)	2.4	170.3	15.2	32.4	5.6
尼伯特 (2016)	1.3	124.9	11.5	25.8	4.1

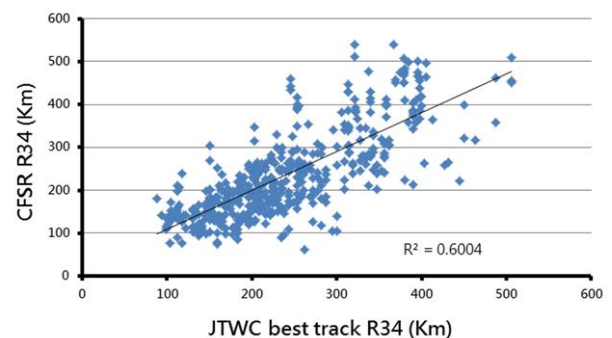


圖1. 根據 NCEP-GFS 資料計算之 2015-2016 年 22 個颱風個案之壯度與大小相關性分析，個案數為 503 筆。

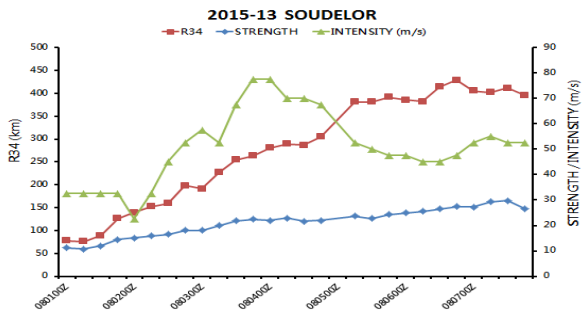


圖2. 2015年蘇迪勒颱風之壯度、強度以及大小變化曲線圖。R34 與 Strength 是根據 NCEP-GFS 資料之計算；Intensity 取自於JTWC 最佳路徑資料。

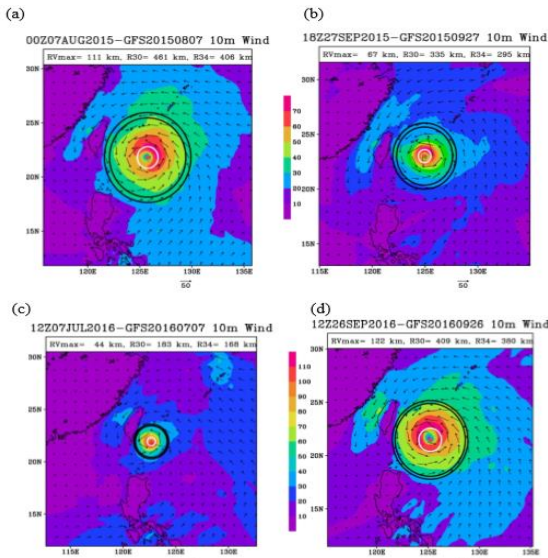


圖3. 根據NCEP-GFS資料計算之2015-2016年4個侵台颱風於侵台前的海平面10米風場圖。RVmax為最大風速半徑、R30為風速30knots 的風速半徑、R34為風速34knots的風速半徑。(a)蘇迪勒颱風(2015)、(b)杜鵑颱風(2016)、(c)尼伯特颱風(2016)、(d)梅姬颱風(2016)。

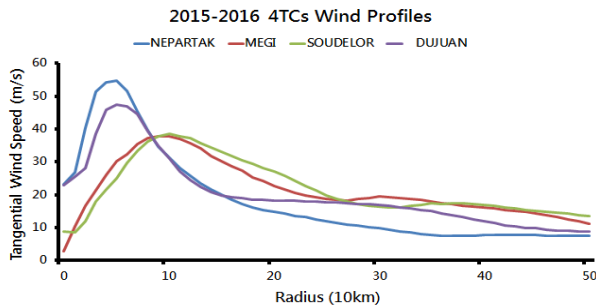


圖4. 根據NCEP-GFS 資料計算之2015-2016 年4 個侵台颱風於 R34 接觸陸地前的平均風速 剖面曲線圖。

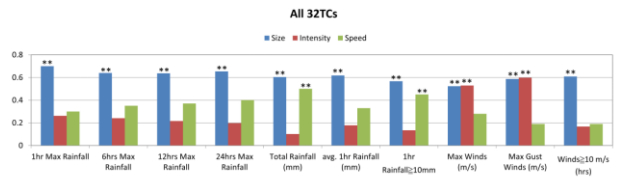


圖5. 1980-2016 年 32 個颱風個案之颱風大小、颱風強度、颱風移速與 10 項風雨指標的全台平均值之相關係數比較。標註(**)代表為相關係數達到統計顯著性(p<0.01)。

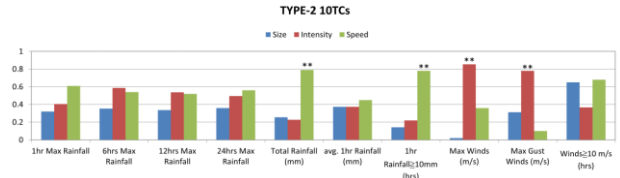


圖6. 同圖5，但為不同分類路徑的相關係數比較。標註(**)代表為相關係數達到統計顯著性(p<0.01)。

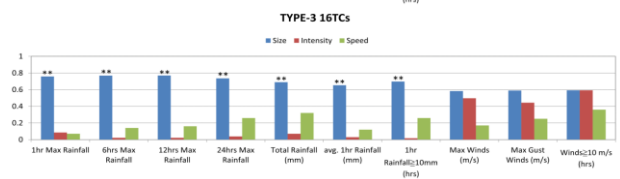


圖7. 第2類路徑個案的颱風大小、強度、速度跟13個測站的相關係數比較。上為24小時最大降雨量、(b)下為最大平均風之相關係數比較。標註(**)代表為相關係數達到統計顯著性(p<0.01)。

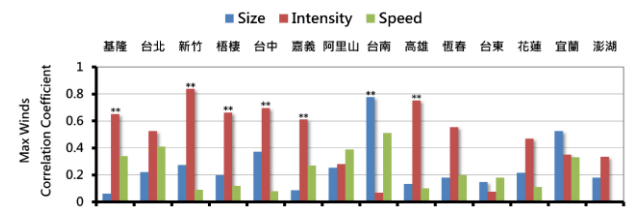
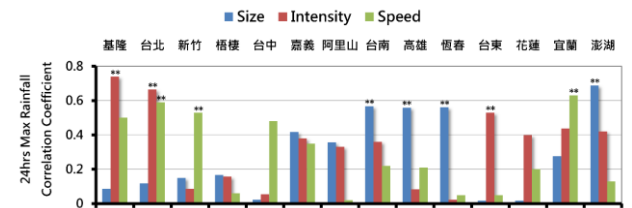


圖8. 同圖7，但為第3類路徑個案的相關係數比較。標註(**)代表為相關係數達到統計顯著性(p<0.01)。

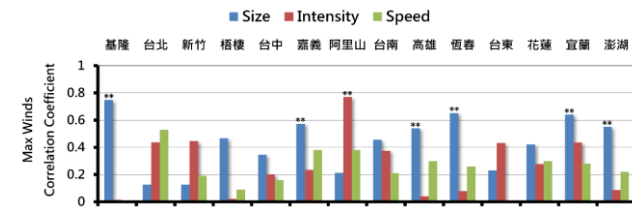
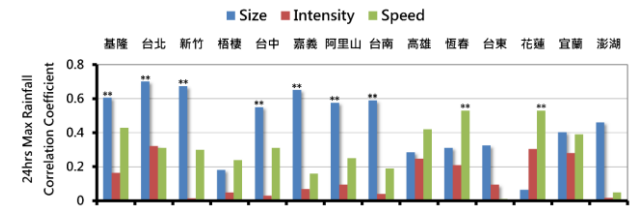


圖9. 同圖7，但為第2類路徑個案的相關係數比較。標註(**)代表為相關係數達到統計顯著性(p<0.01)。

