

颱風環境下地形差異對降雨強度之影響

王信凱 游政谷
中國文化大學大氣科學系

摘 要

本研究主要是以氣象局五分山都卜勒雷達及民航局桃園機場雷達資料分析北台灣兩座臨海山脈(大屯山及南港基隆山脈)在颱風環境下所造成的降水差異,探討不同形狀與高度之山脈是如何影響伴隨颱風的地形降水。研究總共分析了2000~2007年10個侵襲北台灣的颱風個案(象神、納莉、利奇馬、納坦、海棠、泰利、龍王、碧利斯、珊珊、柯羅莎),發現當地形上游風場轉為東北風時,兩座山脈皆有強回波出現。進一步比較其大於35dBZ之回波頻率,發現絕大部分個案南港基隆山脈回波頻率高於大屯山。雖然南港基隆山脈較低矮但是降水卻多於地勢較高的大屯山,顯示出南港基隆山脈具有更有效率的產生地形降水。

關鍵字：地形降水；颱風；都卜勒雷達

一、前言

根據過去的研究指出(李與蔡1995),當颱風進入一個複雜的地形時,颱風降水大致上可以分成兩部分:一為颱風環流本身所造成的降水,這類降水會隨著颱風環流的移動而移動;另一類則為氣流受到地形影響而引發出來的降水,由於地形本身不會移動,因此降水也往往呈現滯留的狀態,造成更嚴重的災害。

Yu and Cheng (2008)利用五分山雷達觀測2000年象神颱風時,發現當颱風位於台灣東方且北台灣上游風場吹東北風時,位在迎風側的大屯山脈及五分山脈皆發生顯著的地形降水。Yu and Cheng 透過期間10小時的累積回波(頻率)圖(10月31日2000~11月1日0600UTC)更可以看到其中南港基隆山脈回波是高於大屯山的。比較兩座山脈的地形特徵發現大屯山形狀近四三維,高度較高;而南港基隆山脈大致上為東北-西南走向,高度較低矮。早在先前就有許多關於地形降水方面的觀測或是模擬研究,然而

過去的研究主要都是針對單一地區的地形與單一環境來做探討,對於在相同的颱風環境下不同地形上所產生的地形效應認知並不多。

本研究蒐集了10個颱風個案(象神、納莉、利奇馬、納坦、海棠、泰利、龍王、碧利斯、珊珊、柯羅莎),並利用五分山雷達觀測資料與民航局桃園機場雷達資料來分析探討北台灣兩座臨海山脈(大屯山與南港基隆山脈)在颱風環境下所產生的地形降水。雷達資料可以提供給我們高解析的降雨分佈資訊,並且可以藉由兩座雷達來反演出地形上游的風場資料,這些資訊將有助於我們去深入的分析兩座山脈在颱風環境下所造成的降水差異,使我們對於颱風環流與地形交互作用有更進一步的了解。

二、資料與研究方法

本研究主要是以中央氣象局五分山雷達與民航局桃園機場雷達配合地面觀測資料來做分析,對於每個個案研究時間的範圍是以臨海的地面測站資料

* 聯絡作者地址：王信凱, (111)台北市華岡路 55 號中國文化大學大義館 6 樓大氣科學系

聯絡電話：(02)28610511轉25901

傳真電話：(02)28615274

E-mail：seaturtle000@hotmail.com

來做判斷(圖1)，並利用五分山雷達與桃園機場雷達所反演出的風場作更進一步的分析。因透過雙都卜勒合成所得出來的風場較地面測站風場資料有更高的時空解析度，對於我們的研究主題有相當大的幫助。

三、雷達資料分析

本研究選取從2000年到2007年10個侵襲北台灣的颱風個案(象神、納莉、利奇馬、納坦、海棠、泰利、龍王、碧利斯、珊珊、柯羅莎)，為了比較大屯山及南港基隆山脈兩山脈相同高度上的回波並且降低地形效應的影響，研究使用1.75公里高度CAPPI，以35dBZ為發生大雨的門檻值。因南港基隆山脈走向大約70°，計算當北台灣上游風場是介於30°~70°之間時發生大雨的頻率，比較南港基隆山脈與大屯山脈回波頻率的差異。分析結果顯示，除了碧利斯颱風(2006)以外，其他颱風南港基隆山脈回波頻率皆高於大屯山，其中以象神颱風(2000)最為顯著。計算所有個案頻率大於20%的頻率(圖2)也可以看到類似的結果。顯示南港基隆山脈比大屯山更有效率的產生地形降水。

進一步分析上游風場對於兩座山脈的影響，以頻率差異最為明顯的象神颱風(2000)來做說明。圖3為上游風場與兩座山脈回波強度隨時間的變化。在2000 UTC之前風場大致上為東風，兩座山脈回波強度並無明顯差異，而2000 UTC以後轉為吹東北風，南港基隆山脈回波強度也在同一時間開始高於大屯山，代表上游風向與南港基隆山脈地形降水增強有明顯的關係。圖4分別為大屯山與南港基隆山脈上游氣流相對回波強度的比較，兩張圖皆顯示出風向轉變為東北風時(2000 UTC)，跨山氣流分量與回波強度呈現正相關。

另外，為了比較不同颱風之間降雨強度差異，本研究以回波頻率較高的象神(2000)與回波頻率較低的海棠(2005)來說明，針對南港基隆山脈上的回波來做比較。在圖5中，台灣外海框起來的範圍代表地形上游回波的強度，而從南港基隆山脈上12條剖面所擷取的回波平均值代表山脈上回波的強度。由圖6可知象神颱風(2000)上游一直有大於20dBZ的回波移入陸地，南港基隆山脈上之回波強度亦沒有減弱的情況；而海棠颱風(2005)上游回波強度隨著時間顯著變化，南港基隆山脈上之回波強度也與上游回波強度變化一致。這些分析結果顯示地形上游伴隨颱風的回波強度會直接影響到地形上的回波強度。

四、結論

分析結果顯示，當上游風場轉變為東北風時，大屯山與南港基隆山回波強度與上游風速呈現正相關，且南港基隆山脈回波強度會較大屯山要強，似乎代表著南港基隆山脈在環境吹東北風的情況下能

夠產生較多的地形降水。對於這個現象我們認為或許是與兩座山脈地貌有關，圖7為大屯山與南港基隆山脈的地形圖，其中黑色線框起來的範圍代表兩座山脈的迎風坡，大屯山地勢較高，可是山腳處坡度平緩，大約到了500公尺以上才有比較大的地形梯度；而南港基隆山高度雖然高度不高，不過在山腳處就有很大的地形梯度了，水汽主要集中在低層，因此南港基隆山應會比大屯山更能夠將低層的水汽帶往高處凝結成水滴，增加地形降水。另外，除了上游風的因素以外，地形降水的強度也會受到上游颱風雨帶強度的影響。分析顯示，當上游雨帶強度強，將有能力使的地形上的降雨變的更強，反之上游雨帶強度如果很弱，地形效應將無法很有效率的增強降水，這可能是與水滴之間碰撞合併的機會有關(Yu and Cheng 2008)。

目前10個個案當中只有針對幾個颱風個案做比較深入的研究，未來將會持續深入研究其他個案，並做完整的比較，期望能釐清一些不確定的因素，對颱風環境下的地形降水能有更進一步的了解。

誌謝

本研究由國科會NSC 96-2111-M-034-001-MY3資助進行，交通部中央氣象局提供五分山雷達資料及地面觀測資料，感謝台大大氣系研究資料庫楊明鈺先生在資料收集上的協助。

參考文獻

- 李清勝與蔡德攸，1995：利用 CAA 都卜勒雷達資料分析四個侵台颱風伴隨雨帶之特徵。*大氣科學*，23，209-235。
- Yu, C.-K., and L.-W. Cheng, 2008: Radar observations of intense orographic precipitation associated with Typhoon Xangsane (2000). *Mon. Wea. Rev.*, 136, 497-521.

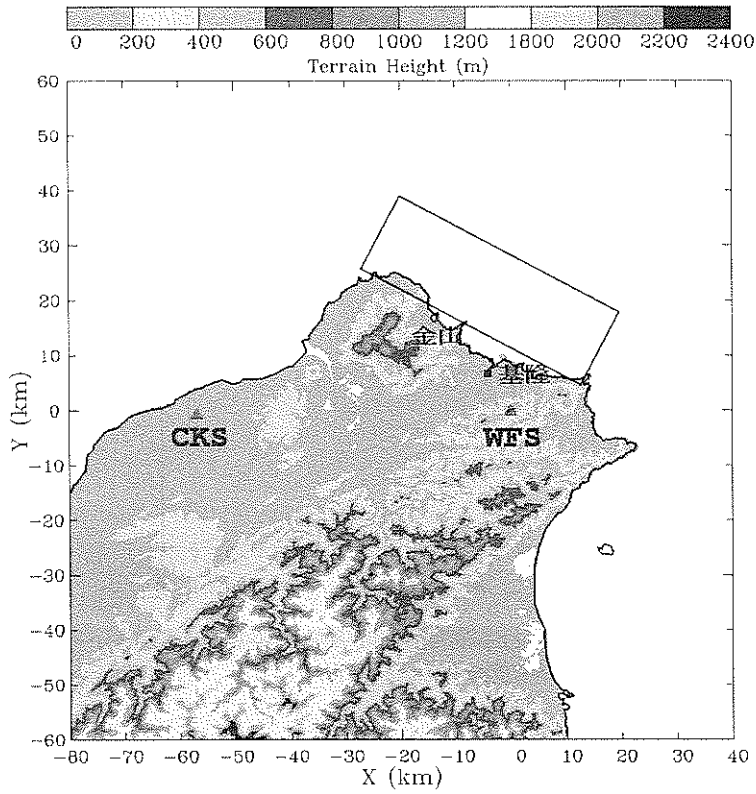


圖 1 台灣地形與各測站位置分佈，圖中色階為地形高度(間距為 200 公尺)，五分山雷達站(WFS)及民航局中正機場雷達(CKS)以紅色三角形標示，沿海地面測站分別為金山以及基隆站，黑線所圍之範圍為地形上游風場選取區域。

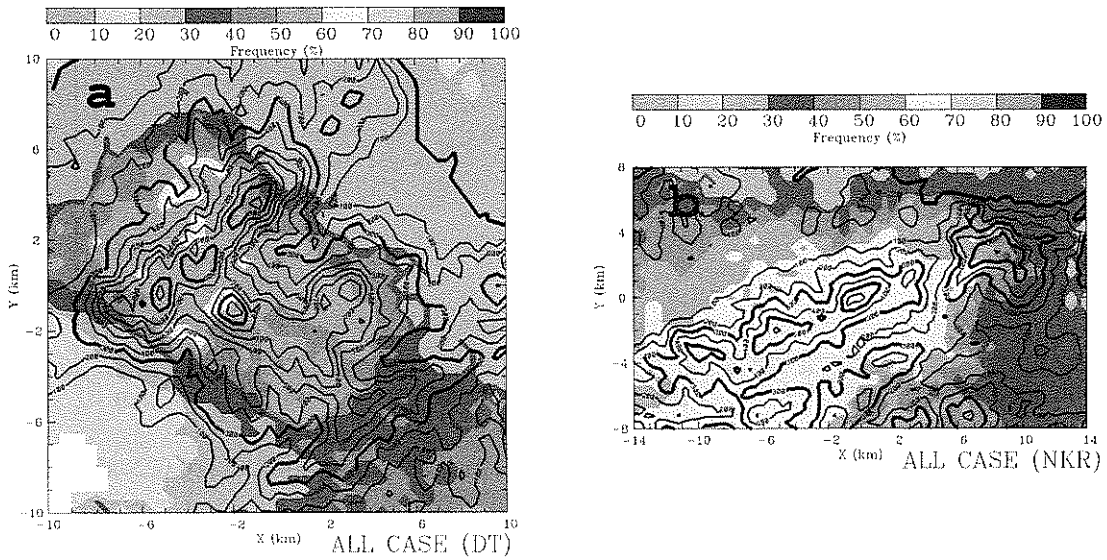


圖 2 (a)大屯山所有颱風個案巨波頻率大於 20%之頻率圖，色階代表頻率(單位%)，等直線代表地形高度。(b)同圖(a)，但為南港基隆斷。

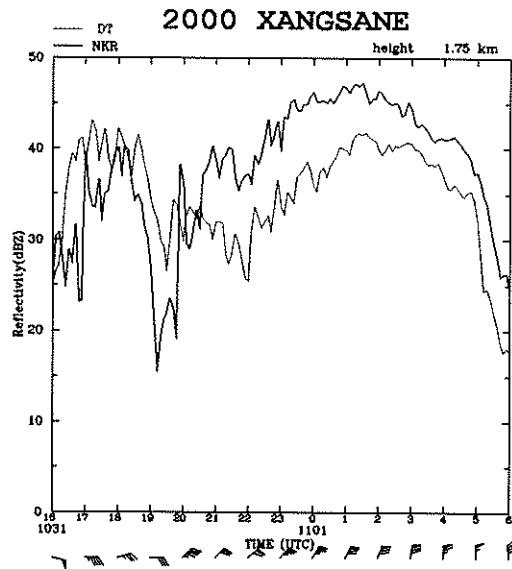


圖3 象神颱風大屯山與南港基隆山1.75公里高度上回波強度隨時間的變化，綠色線條代表大屯山，紅色線條代表南港基隆山脈，下方風標表示地形上游一公里以下平均風場逐時變化(half-bar = 2.5 m s^{-1} , full bar = 5 m s^{-1} , flag = 25 m s^{-1})。

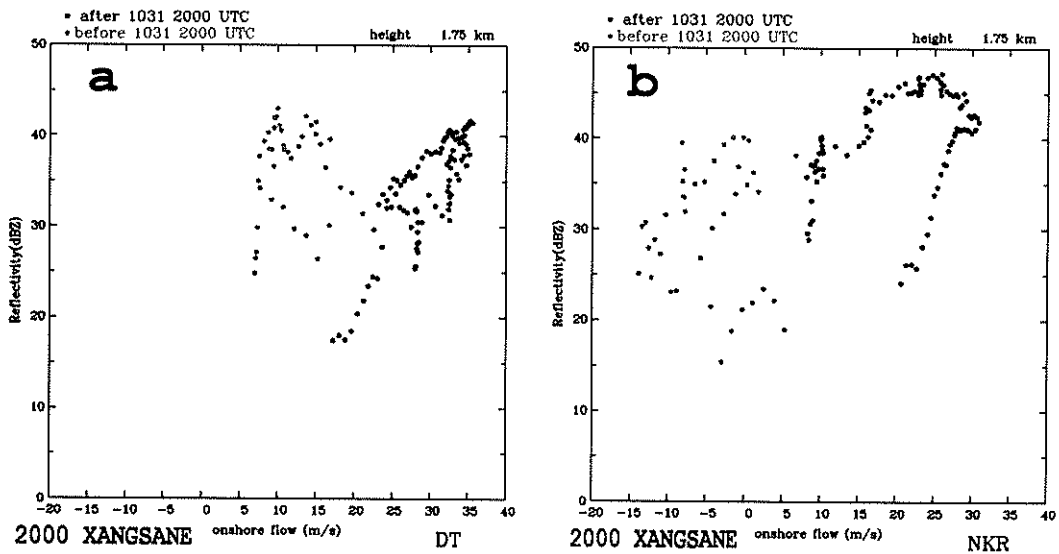


圖4 (a)象神颱風大屯山上游氣流強度與回波強度之間的關係，綠色點代表上游風場尚未轉成東北風(2000 UTC以前)，紅色點代表上游風場已經轉變為東北風(2000 UTC以後)。(b)同圖(a)，但為南港基隆山脈。

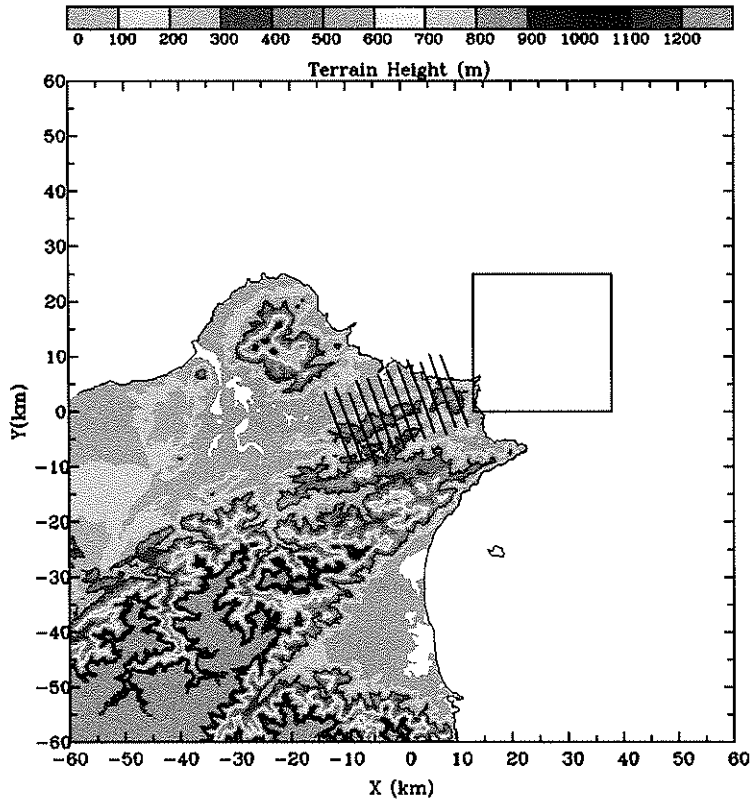


圖5 北台灣地形圖，黑色框框代表南港基隆山脈上游回波平均區域，而南港基隆山脈回波則是取垂直山脈走向12條線做平均，每條線長度為14公里。

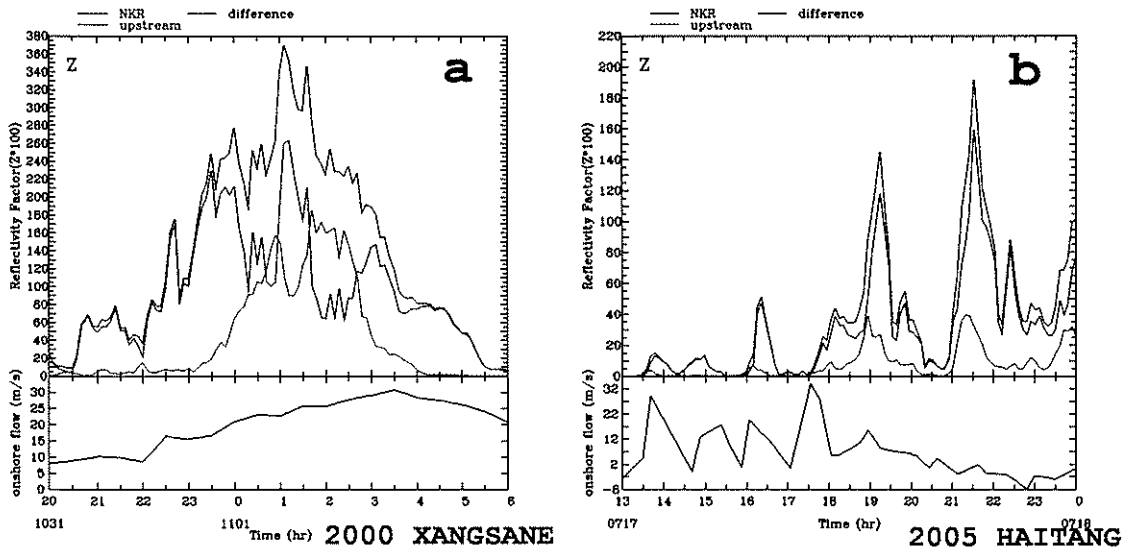


圖6 (a)象神颱風上游回波與南港基隆山脈上回波隨時間的變化，藍色線條代表上游回波，紅色線條代表南港基隆山脈上之回波，褐色線條代表山脈上的回波減掉上游回波之差值(單位Z)，圖下面黑色線條為上游氣流的強度。(b)同圖(a)，但為海棠颱風。

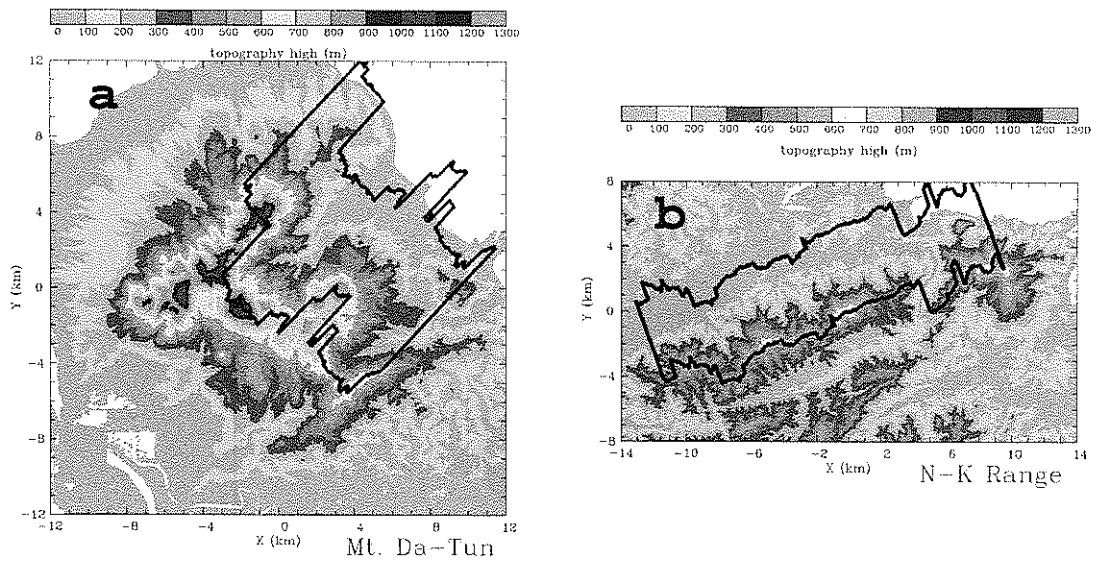


圖7 (a)大屯山地形圖，顏色代表地形高度，一個色階代表100公尺，黑色線條翻起來的部分代表地形的迎風面區域。(b)同(a)，但為南港基岩山脈地形圖。