

卡玫基颱風(2008)侵台期間台灣中南部地區豪大雨事件初步分析

呂貴寶、林得恩、楊忠權、林裕豐

空軍氣象聯隊

摘要

本文利用衛星、雷達、地面觀測及美國國家環境預報中心(NCEP)基本網格分析資料，描述卡玫基(KALMAEGI)颱風侵台過程，重點在於天氣分析與現象說明。分析結果顯示，卡玫基颱風7月17日至19日侵台期間中南部地區劇烈降水歸納為三階段，第一階段為颱風位於東部近海(未登陸前)期間，此時中南部地區有一低壓槽存在，雖中南部風場(北-東北風)與地形作用較小，但由於低層大氣較為暖濕，局部輻合作用激發對流發展，降水可歸類為颱風外圍環流雲系。第二階段颱風中心登陸期間，中南部風場轉為西至西南風，地形舉升暖濕空氣，且颱風雲系移入等合併作用，使得對流雲系發展最為旺盛，強降水區域明顯擴大。第三階段為颱風遠離引進西南氣流階段，由於19日0000 UTC 颱風已登陸大陸地區，但颱風過後仍有引進西南氣流，其伴隨暖濕空氣由海面上移入台灣地區，台灣位於槽前不穩定區域，雖中南部地區降雨已有明顯減緩，但仍有局部性豪大雨發生。

關鍵詞：卡玫基颱風(KALMAEGI)、西南氣流、地形舉升

一、前言

2008年編號第7號卡玫基(KALMAEGI)颱風於7月17日至18日期間侵台，持續性的豪雨不僅重創中南部地區，其伴隨之土石流及洪水災害，更造成農業重大失及人員傷亡。根據中央災害應變中心統計，卡玫基颱風造成20人死亡、8人受傷，有6人失蹤，另據農委會統計，農業損失達到新台幣10億以上。由於卡玫基颱風侵台期間風力並不強，但卻在中南部地區造成超大豪雨事件發生，預期的降水與實際有落差，並突顯出颱風定量降水之困難度。本文針對卡玫基颱風侵台期間，台灣中南部地區超大豪雨事件做初步分析與探討。

二、卡玫基颱風生命期及降雨分佈

卡玫基颱風於7月15日1200 UTC 於菲律賓東北方海面生成(圖1)，並於生成後開始偏北的方向朝台灣東部外海行進，當颱風接近台灣東部近海時增強為中度颱風(圖一路徑綠色實線階段)，且路徑轉為偏西北移動，並於7月17日21時40分於台灣宜蘭南部登陸。登陸後受地形影響，強度減弱為輕度颱風，7月18日7時20分從桃園附近出海，並持續往西北朝大陸沿海地區移動。

卡玫基侵台期間台灣地區累積雨量圖

(圖2)顯示，由於17日颱風路徑由東部近海登陸宜蘭地區，故當日在東北部地區出現較大的累積雨量(宜蘭山區約有200毫米)，但台灣南部地區的日累積雨量最高卻達607.5毫米；18日南部地區豪大雨持續，但強降水區域有明顯北抬，中部地區亦有超大豪雨發生，氣象局台中測站7月18日0000 UTC 時之累積雨量高達120毫米，離島澎湖當日亦觀測到高達429.5毫米的日雨量(刷新在1974年7月6號單日降下352.9毫米的雨量

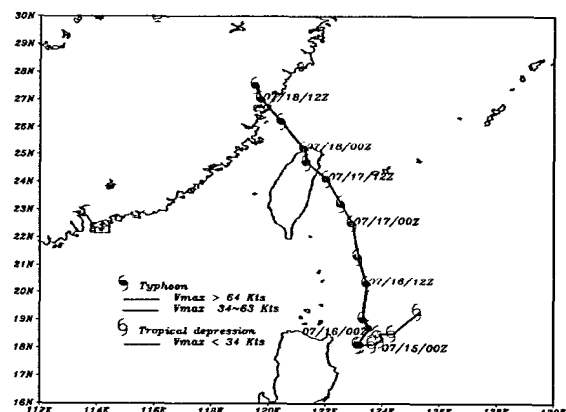


圖 1 卡玫基(KALMAEGI)颱風 JTWC(聯合颱風警報中心)最佳路徑圖。

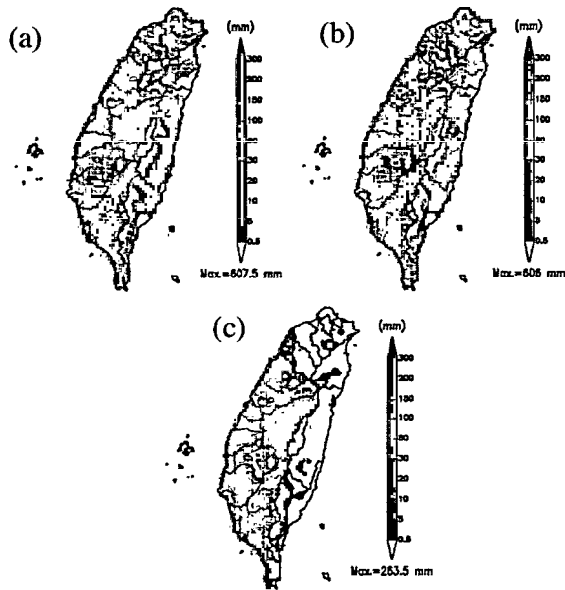


圖 2 7 月(a)17 日、(b)18 日及(c)19 日台灣地區日累積雨量圖。

紀錄); 19 日颱風過後仍有引進西南氣流, 故中南部地區仍有局部性大雨發生, 該日累積雨量亦有達 263.5 毫米。

三、綜觀環境分析與討論

由整合雷達回波圖(圖 3)顯示 17 日 0300 UTC 至 0600 UTC 期間, 卡玫基颱風中心位於東部近海往北移動, 其強降水主要分佈在颱風環流的南側及台灣南部地區, 17 日

0900UTC 至 1200 UTC 期間除颱風中心眼牆附近有較強之降水回波外, 南部地區之降水回波有增強且往內陸移入(南部外海亦存在強降水回波), 17 日 1500 UTC 至 18 日 0000 UTC 颱風中心自宜蘭登陸後, 颱風伴隨之強降水回波移入中部地區, 並與南部地區之對流雲系合併, 造成中南部地區出現持續性之強降水事件。

紅外線衛星雲圖之逐時亮度溫度時間序列圖(圖 4)顯示, 以橫切北緯 23.5 度之亮度溫度時間序列(圖 4a)可以發現, 17 日 0000 UTC 東部外海有較高之亮溫值, 該雲系為颱風環流雲系, 但此時西部沿海地區亦逐漸有雲系發展, 但較內陸地區亮溫值仍低, 隨著颱風中心向台灣地區接近, 西部地區之亮溫值明顯增強, 且有往內陸移動, 該區雲系持續發展至 18 日 0600 UTC 颱風中心移出台灣後始有減弱, 但此時海峽上仍持續有雲系發展。而在縱切東經 120.5 度之亮度溫度時間序列(圖 4b)顯示, 16 日午後台灣西部地區之高亮溫值為午後對流所造成, 17 日 0000 UTC 南部開始有雲系發展, 且隨時間該雲系有明顯增強並隨颱風北移而向中部地區發展, 18 日 0600 UTC 颱風中心移出台灣後雖有減弱, 但該區仍存在較高之亮溫值。

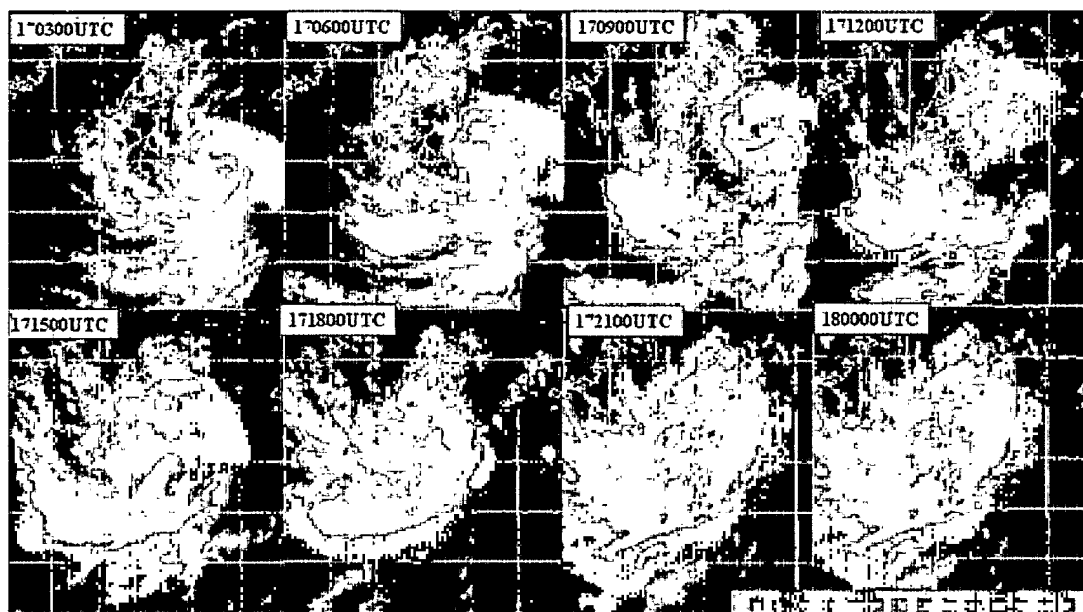


圖 3 7 月 17 日 0300 UTC 至 7 月 18 日 0000 UTC 每 3 小時之雷達回波合成圖。

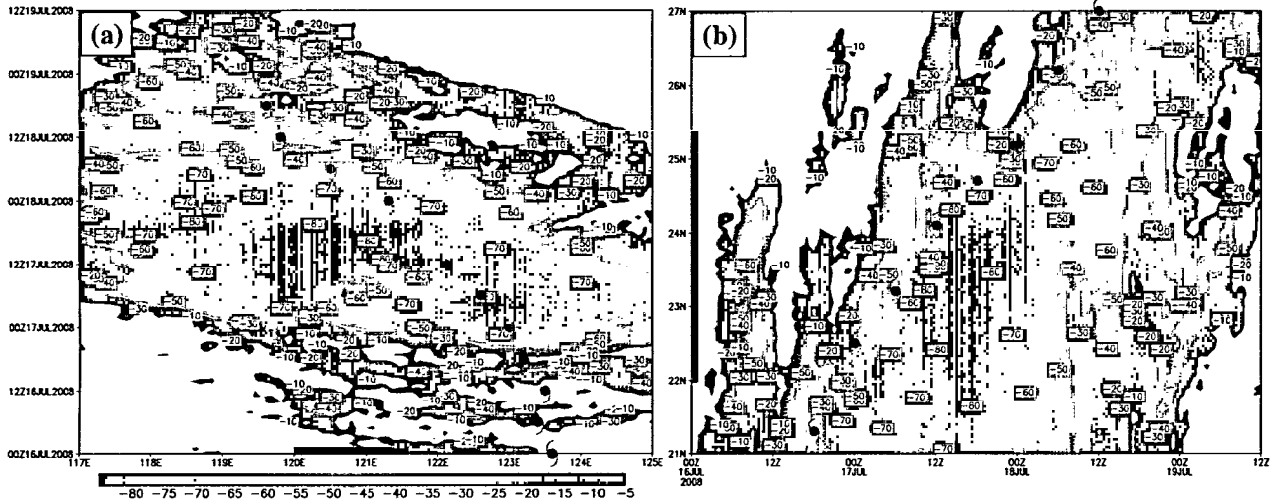


圖 4 (a)橫切北緯 23.5 度及(b)縱切東經 120.5 度紅外線衛星雲圖之亮度溫度時間序列圖(黑色粗實線為台灣地形所在範圍；颱風符號標示當時颱風中心所在(a)經度、(b)緯度)。

而在 17 日 0600 UTC 至 1200 UTC 颱風中心位於東部外海時，由地面氣壓場(圖 5a、b)可以分析出台灣中部地區有一低壓中心(副低壓)存在，該低壓中心至颱風中心登前均可以分析其環流中心，而此時東部地區則為一低壓槽，中南部山區則為一相對高壓。當颱風登陸後(圖 5c)位於中部地區之低壓中心與颱風環流中心合併，並朝北移至台灣北部外海(圖 5d)，颱風中心登陸至出海期間仍可以發現台灣東部、西部低壓槽及中南部山區之高壓脊存在。該兩槽一脊之現象在 1996 年賀伯颱風侵台時亦有類似現象(顏，2003)。

由美國國家環境預報中心(NCEP) $1^\circ \times 1^\circ$ 基本網格資料分析 1000-850hPa 平均之水氣輻散場($\nabla \cdot q\vec{v}$)的分佈可以發現，颱風由東部外海接近台灣陸地期間(圖 6a、b)，最大的水氣輻合發生於颱風中心的西南側，即位於中南部地區，颱風中心水氣輻合相對於中南部地區明顯較弱，而此時南部地區已有強降水發生(圖 3 強回波區)，而當颱風登陸期間(圖 6c、d)，發現原位於南部最大的水氣輻合中心有明顯增強且往北移動，此時強降水區亦有明顯增強及北移。分析 1000-850hPa 平均相當位溫及風場分佈(圖 7)發現，17 日 0600 UTC 時台灣西部地區平均分場仍為北-東北風，平均相當位溫於台灣南部及東北部有兩個極值，顯示該區域低層有空氣較為暖濕，17 日 1200 UTC 颱風中心北抬至宜蘭外海，南部地區平均風場逐漸轉為西風，中央山脈

地形有利於風場舉升，位於中南部地區之相當位溫仍高，17 日 1800 UTC 至 18 日 0000 UTC 期間颱風登陸台灣，中南部地區之風場明顯轉為西至西南風，此時地形舉升效應增強，中南部山區的相當位溫值相對較高。由於卡玫基颱風通過北台灣時，台灣地區所受到的颱風風系由西北風向先轉為西風、再轉為西南風系，類似於賀伯颱風(謝等 1997)的風系變化，因此富含水汽的颱風環流被迫舉升，導致在迎風面大量降水。由橫切北緯 23.5 度風場及垂直速度場垂直剖面分佈(圖 8)顯示，最強之上升運動 17 日 1200 UTC 時發生於 850 hPa 高度近沿海地區，18 日 0000 UTC 時上升運動明顯增強，最大之垂直速度升高至 600 hPa 附近，且移動至較內陸地區。

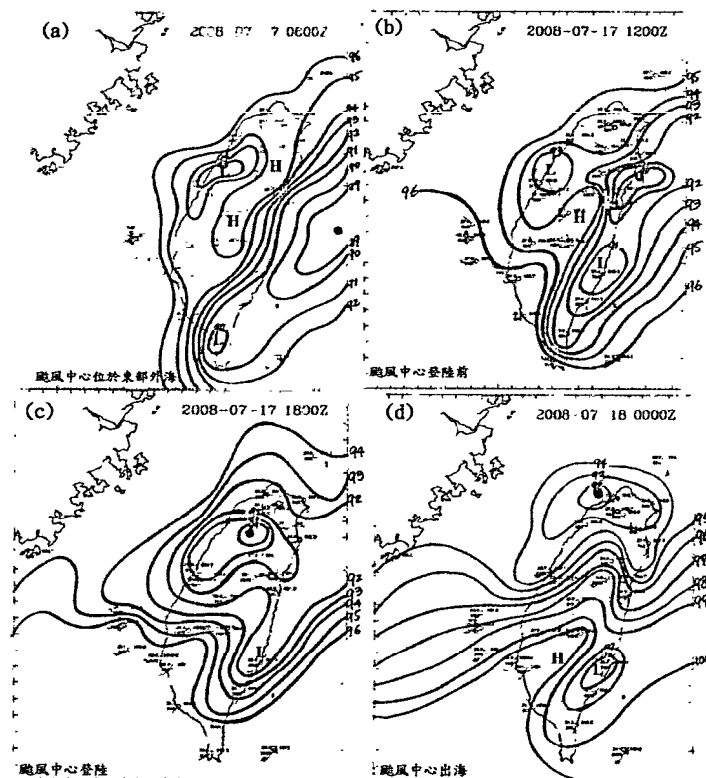


圖 5 (a)至(d)為 7 月 17 日 0600 UTC 至 7 月 18 日 0000 UTC 颱風侵台過程期間每六小時地面氣壓場分析圖(等值線為間距為 1 hPa)。

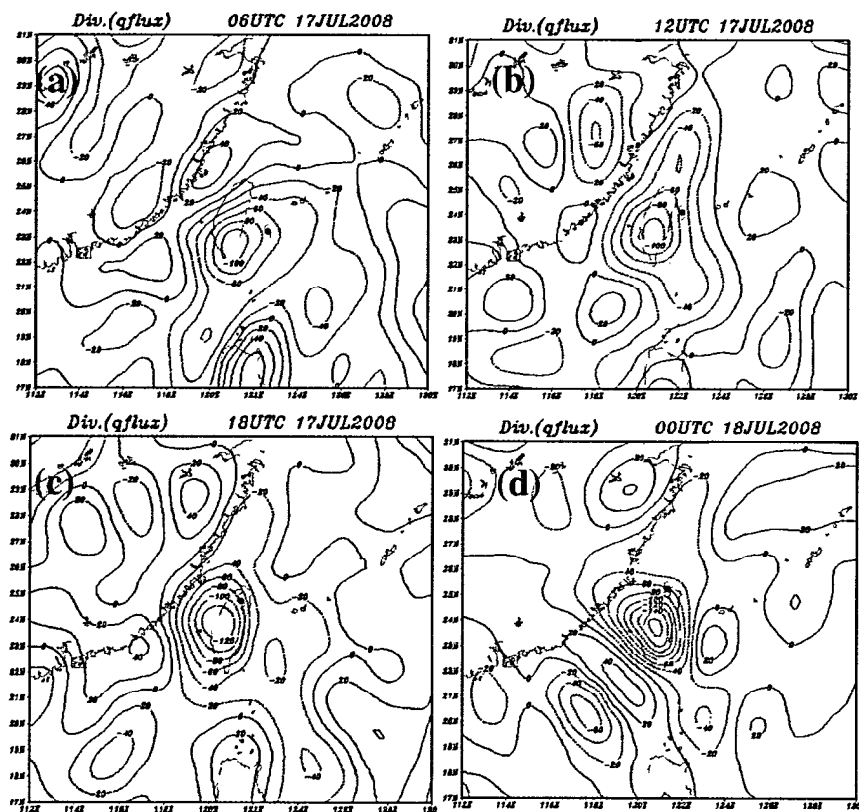


圖 6 (a)至(d)為 7 月 17 日 0600 UTC 至 18 日 0000 UTC 1000-850 hPa 平均水氣輻散場(單位為 $10^{-8} g kg^{-1} s^{-1}$)。

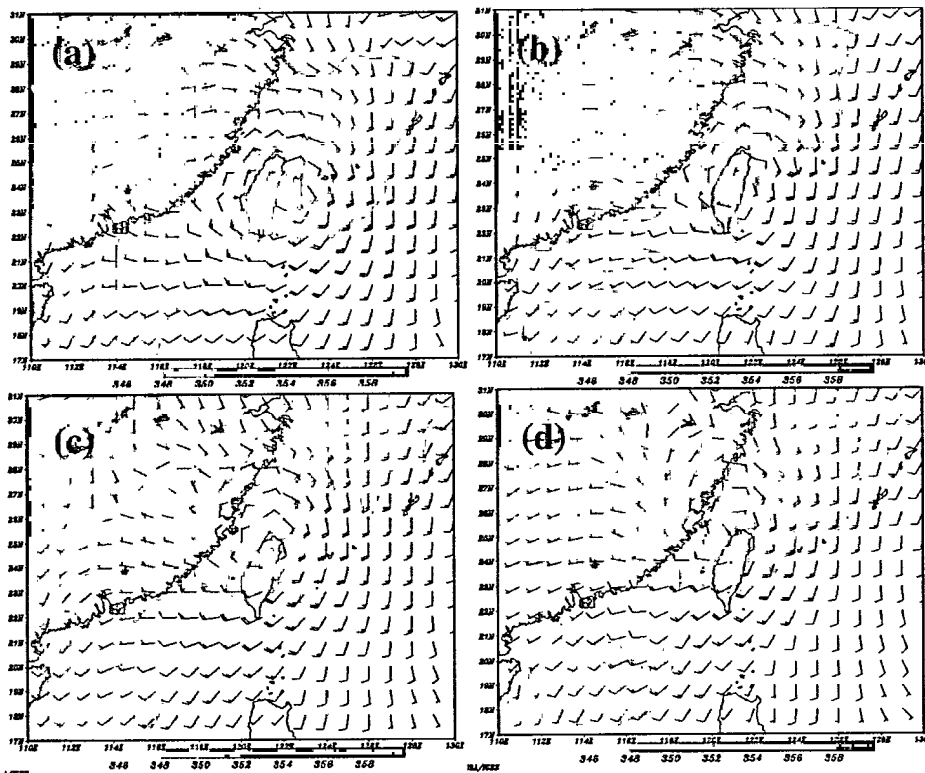


圖7(a)至(d)為7月17日0600 UTC至18日0000 UTC 1000-850 hPa 平均的風場及相當位溫分佈(色階部份, 單位為 $^{\circ}K$)。

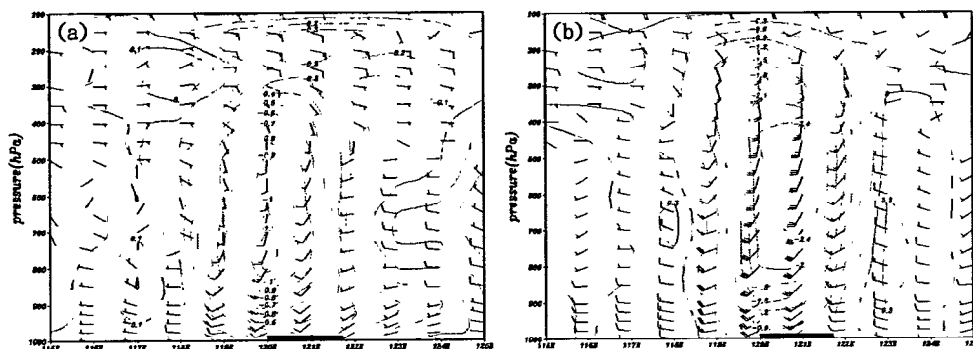


圖8(a)17日1200 UTC及(b)18日0000 UTC 橫切北緯23.5度風場(u 單位: ms^{-1} ; w 單位: pas^{-1})及垂直速度(等值線)(黑色粗實線為台灣地形所含蓋範圍)。

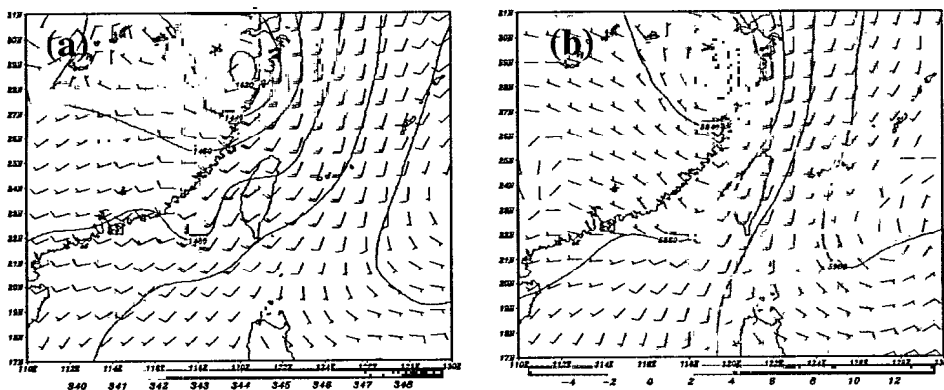


圖9 19日0000 UTC (a)850 hPa 平均的風場、高度場及相當位溫(色階部份, 單位為 $^{\circ}K$)及(b) 500 hPa 風場、高度場及渦度場(色階部份, 單位為 $10^{-5} s^{-1}$)分佈。

由以上雷達、衛星及分析圖資料，可將卡玫基颱風侵台期間中南部地區劇烈降水歸納為三階段，第一階段為颱風位於東部近海(未登陸前)期間，此時中南部地區有一低壓槽存在，中南部風場(北-東北風)與地形作用較小，但由於低層大氣較為暖濕，局部輻合作用激發對流發展，降水可歸類為颱風外圍環流雲系。第二階段颱風中心登陸期間，中南部風場轉為西至西南風，地形舉升暖濕空氣及颱風雲系移入等合併作用的疊加，使得對流雲系發展最為旺盛，且強降水區域明顯擴大。第三階段為颱風遠離引進西南氣流階段，19 日 0000 UTC 颱風雖已登陸大陸地區，但颱風過後仍有引進西南氣流，由 850 hPa 風場(圖 9a)顯示台灣地區均為西南風，並伴隨暖濕空氣(高相當位溫)由海面上移入台灣地區，高層 500 hPa 則為一低壓槽位於台灣海峽(圖 9b)，台灣位於槽前不穩定區域，這樣的環境相當有利於對流雲系發展(李等人，2004)，因此當日中南部仍有局部性豪大雨發生。

四、結論

2008 年 7 月 17 至 19 日期間，卡玫基颱風侵襲台灣地區，其伴隨之豪大雨事件不僅重創台灣中南部地區，更造成人民生命及財產的損失。本文利用衛星、雷達、地面觀測及 NCEP 網格分析資料，描述卡玫基颱風侵台過程及中南部豪大雨事件分析。

分析結果顯示，卡玫基颱風侵台期間中南部地區劇烈降水可歸納為三階段，第一階段為颱風未登陸前，此時中南部地區有一低壓槽存在，雖中南部風場(北-東北風)與地形作用較小，但由於低層大氣較為暖濕，局部輻合作用激發對流發展，降水現象可歸類為颱風外圍環流雲系。第二階段颱風中心登陸期間，中南部風場轉為西至西南風，地形舉升暖濕空氣，且疊加颱風雲系移入等合併作用，使得對流雲系發展達到最旺盛，且強降水區域明顯擴大。第三階段為颱風遠離引進西南氣流階段，由於 19 日 0000 UTC 颱風已登陸大陸地區，但颱風過後仍有引進西南氣流，並伴隨暖濕空氣由海面上移入台灣地區，且台灣位於槽前不穩定區域，雖中南部地區降雨已有明顯減緩，但仍有局部性豪大

雨發生。

參考文獻

- 李紀恩、呂木村、林裕豐與林得恩，2004：敏督利颱風(2004)過後對台灣中南部地區造成豪大雨之個案探討。氣象預報與分析，第 181 期，25-35 頁。
- 謝信良，王時鼎，鄭明典與葉天降，1997：台灣地區颱風預報輔助系統建立之研究，第二階段：侵台颱風路徑、強度、風力預報之應用研究(二)。中央氣象局氣象科技研究中心，專題研究報告 CWB85-1M-01，382 頁。
- 顏自雄，2003：賀伯颱風(1996)及其受台灣地形影響之數值模擬研究。國立台灣大學博士論文，108 頁。

The preliminary study of heavy rainfall events in center-southern Taiwan during Typhoon Kalmaegi (2008)

Yu-Feng Lin ,Kuei-Puo Lu ,De-En Lin ,Chung-chuan Yang

Weather Wing of C.A.F., R.O.C

ABSTRACT

In this study, the satellite, radar, surface observation data and NCEP reanalysis data were utilized to analyze the heavy rainfall events during Typhoon Kalmaegi across Taiwan area. The results show that the extremely heavy rainfall events occur in center-southern Taiwan during Typhoon Kalmaegi can be categorized three stages. The first stage, the typhoon on the ocean near the east of Taiwan, a low pressure trough stagnated in center-southern Taiwan with moister environment. The convectives were developed by the local wind convergence. The second stage, typhoon landing period, the warm and moisture air were lifted by southwest flow in front of the Central Mountain Range. Local convectives and typhoon rainband were merged into extremely convective systems. During this period, A strongest rainfall events were occurred in this area. The third stage, the prevailing southwest flow while departure of typhoon, the rainfall had decreased obviously.

Key words: Typhoon Kalmaegi, southwest flow