

納莉颱風副低壓探討研究

徐天佑¹ 黃小玲¹ 曾鴻陽¹ 楊明仁² 劉廣英¹

中國文化大學大氣科學系¹

中央大學水文研究所²

摘要

納莉颱風由宜蘭地區登陸，經台北市、台灣中部，最後在台灣南部台蘭地區出海，對台灣西部地區造成甚大災害，颱風之過山氣流，尤其在台東地區因颱風之潛熱釋放，因氣流下沉，形成焚風效應，致使台東地區氣溫明顯上升，此一現象在天氣圖中可明顯分析出一封閉型低壓，即所謂之颱風副低壓。

本研究利用數值模式探討此類副低壓之形成原因，且分析其系統結構。颱風之副低壓所形成之災害雖比颱風所形成之災害小甚多，但其與颱風之關連台灣地形所扮演之角色及颱風誘發的天氣現象，為本研究所探討的課題。

關鍵詞：颱風、副低壓、下沉氣流

一、前言

台灣南北縱走的中央山脈，為台灣地區天氣多變的因素之一，當颱風侵襲台灣地區時，除帶來了強風豪雨，因地形因素往往誘發其他天氣系統，如山後背風副低壓範圍內之龍捲風，強烈雷雨閃電等天氣系統，形成之物理機制各有不同，有些在颱風來臨前產生，有些颱風侵襲中產生，更有颱風遠離後之西南氣流往往帶來旺盛的水氣，或因而造成台灣地區之強風豪雨。

颱風所誘發之副低壓已有多人研究分析，如謝等(1998)將颱風形成之副低壓作分類統計，徐等(2001)曾分析副低壓之結構，吳等(1996)分析研究颱風時模擬出副低壓之生成，顏(2003)以數值模擬賀伯颱風時，並探討在台灣東部形成之副低壓及天氣現象。

本文利用 MMS 模式分析模擬納莉颱風登

陸台灣後，在台灣東部背風處所形成之副低壓，並探討此副低壓之結構及其生成機制。

二、納莉颱風及其所形成之副低壓概述

納莉颱風於 2001 年 9 月 6 日在石垣島與宮吉島之間形成，形成後向東北方向移動，通過琉球後又回頭向西北方向移動，於 9 月 9 日在東經 125 度又轉回頭向琉球移動，當移至琉球近海，再轉向往西北方向移動，至 9 月 14 日又向西南移動，於 9 月 16 日 1300UTC 在三貂角登陸，繼續向南南西方移動，並在 9 月 17 日 1500UTC 於台南附近出海。通過台灣地區時，幾乎造成全台各地淹大水，尤其台北市整個捷運系統及台北火車站浸泡於大水中，經數月整修始恢復通車。

根據王等(2001)等研究納莉颱風侵襲台灣時在台灣東部及其鄰近海域形成副低壓，此副低壓在台東地區之成因結構及天氣現象，從資料分析發現，此副低壓為暖心低壓，副低壓之相對溼度較四處為低，且此副低壓垂直高度甚低，僅存在於大氣底層。

三、使用模式概述

本研究利用 MM5 模式分析探討納莉颱風及所產生的副低壓，水平網格尺度分三層，如圖一所示，垂直間隔分 31 層，使用參數如表一所示。在垂直計算過程考慮流體非靜力平衡，以模擬較真實之大氣物理過程。

表一、模擬所使用的各項參數

主要參數	模式設計
水平解析度網隔間距	1. 第一層(Domain1) 60 公里 2. 第二層(Domain2) 20 公里 3. 第三層(Domain3) 6.67 公里
垂直解析度網隔間距	採 σ 垂直座標共 31 層， σ 設計為 1.00, 0.997, 0.995, 0.992, 0.99, 0.985, 0.98, 0.975, 0.97, 0.965, 0.96, 0.95, 0.93, 0.90, 0.85, 0.80, 0.75, 0.70, 0.65, 0.60, 0.55, 0.50, 0.45, 0.40, 0.35, 0.30, 0.25, 0.20, 0.15, 0.10, 0.05, 0.00
積雲參數方法	GR 積雲參數法(Grell, 1993)
雲微物理參數方法	Reisner mixed-phase 雲微物理參數法(Reisner et al., 1998)
積分時間間距 (Time Step)	D1_60 km 為 45 秒 D2_20 km 為 15 秒 D3_6.67 km 為 5 秒
邊界層處理	ECMWF 之 1.125 度全球分析資料內差至模擬網格中

垂直運動處理	非靜力平衡
--------	-------

四、數值模擬結果

數值模擬納莉颱風所產生之副低壓，主要驗證台灣中央山脈對氣流過山效應所扮演的角色，圖二所模擬之時間為 9 月 16 日 13Z 之地面天氣圖，從圖中發現納莉颱風之位置較實際颱風偏北，但台灣東部之副低壓，模擬所產生之位置與實際副低壓位置吻合，圖三為 9 月 16 日 13Z 模擬之海平面氣壓及風場圖，與王等(2001)所分析之地面天氣圖相一致，實際之地面天氣圖在花蓮及台東附近均有封閉之副低壓，模擬結果在相對位置雖無封閉氣壓線，但模擬天氣圖中相對位置雖無封閉等壓線，但為明顯之低氣壓區，模擬與實際相吻合，顯示模式已掌握影響天氣系統之物理機制。

圖四為 9 月 16 日 13Z 由台灣西南部台南橫切中央山脈至台東之垂直剖面氣流變化，由圖中發現在迎風西南氣流為爬坡運動，在背風西南氣流為沉降運動，另圖中之等位溫線在背風面呈下凹現象，亦即近地面處之溫度，因氣流下沉運動，在沉降區溫度較四周為高，因而使得位溫較高之等位溫線變為向下彎曲，證實台東地區之副低壓係氣流過山因而出現下沉運動，導致氣溫絕熱膨脹，使得密度較四周為低，產生副低壓之天氣現象。

五、副低壓之天氣現象剖析

由模擬結果分析顯示，納莉颱風登陸台灣後，因中央山脈地形的關係，颱風環流在過山後，在山後背風區因下沉氣流，絕熱增溫，亦即在台灣東部大武地區，因副低壓之形成處大氣底層溫度明顯增溫，相對溼度減低，空氣相對密度減小，因而在地面顯示出溫度偏高之低壓系統，亦即颱風所誘導之副低壓。

在實際之副低壓所形成地區，地面測站溫

度較副低壓四週之溫度為高，主要係下沉絕熱增溫所致，且相對溼度因而減小，露點溫度下降，水氣減少，天空雲層有部分消散之情形。圖五為 9 月 17 日 20 時至 18 日 05 時地面觀測資料，包括副低壓及其四週之測站，有台東、成功、大武、蘭嶼等測站。

比較台東、大武、成功、蘭嶼氣象測站之天氣觀測資料，顯示在副低壓範圍內大武地區之氣溫由晚上 17 日 20 點(12Z)之溫度 24.6°C 開始上升，17 日 23 點(15Z)氣溫上升至 25.6°C，18 日 2 時(18Z)上升至 26.1°C，18 日 5 時(21Z)上升至 27.7°C，而相對濕度則減小，由 17 日 23 時之露點溫度 24.2°C 一路下降至 18 日 2 時 22.2°C 18 時時則下降至 22.1°C，此溫度上升，露點下降，相對溼度明顯有減小之現象，與副低壓之形成相一致，使得原本由夜間至凌晨大氣溫度應該下降之時段，卻因氣流下降使得溫度反而上升相對溼度減小。而衛星雲圖之雲系變化如圖六所示，在 17 日 1542Z 氣溫上升處氣流下降位置，亦即在台東附近有一雲洞，17 日 1625Z 此雲洞位置稍向東移，至 1733Z 此雲洞逐漸模糊，在台東、大武消消散散，與副低壓之消長大致相吻合，也證實副低壓生成與天空雲系變化相一致。

六、結論

納莉颱風在台灣宜蘭地區登陸後，向南南西向移動，其颱風環流由從中央山脈之西側越過山脈，在中央山脈東側之台東附近下沉，尤其在大武地區氣溫明顯在原本應下降時段，不降反升高，相對溼度減小，大氣中水氣含量降低，天空雲層有部分因而消散，致使大氣密度

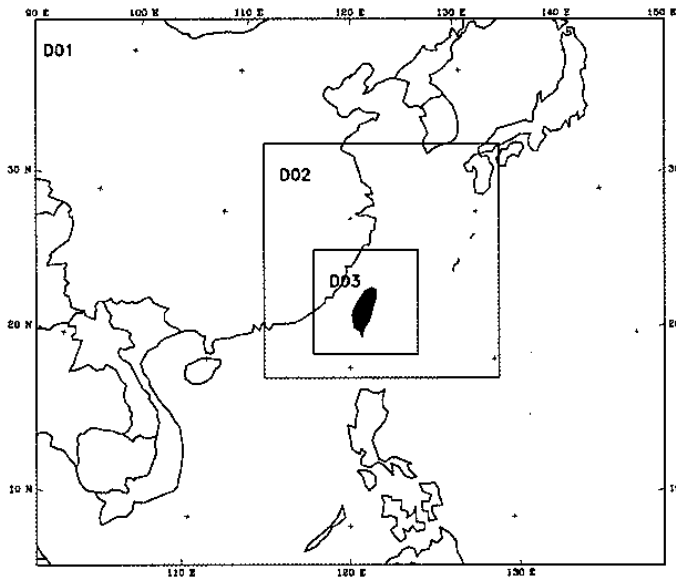
因增溫而減小，導致氣壓相對四周降低，形成所謂颱風副低壓之現象。

致謝

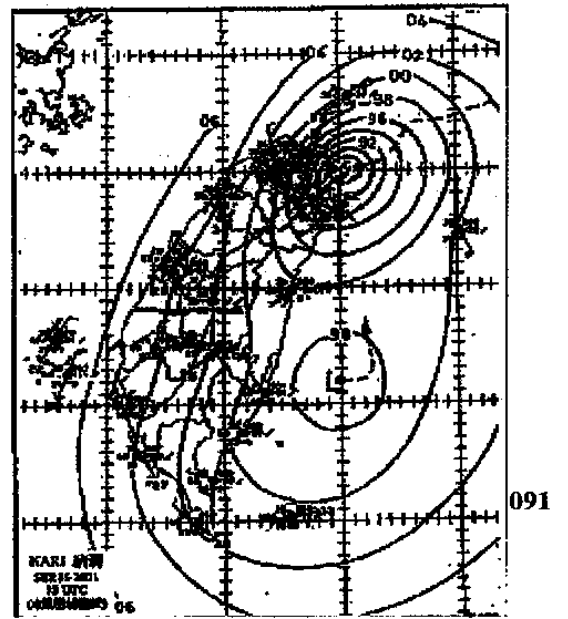
本文為國科會 NSC 91-2745-P-034-001 研究計畫之部分成果，文化大學提供研究使用設備，再此一並致謝。

參考文獻

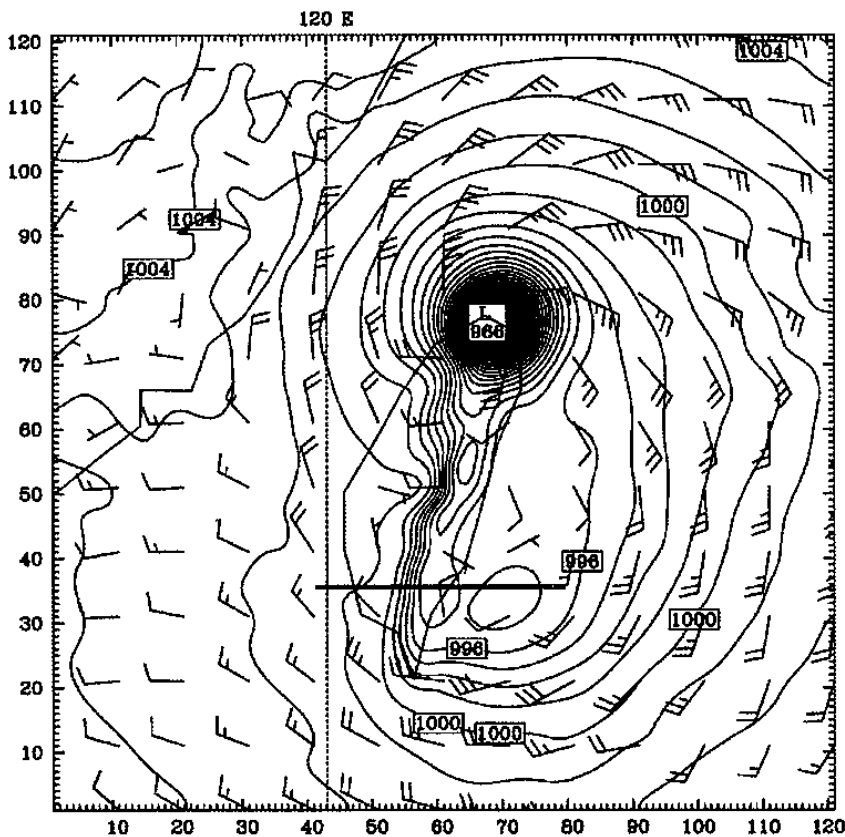
- 謝信良，王時鼎，鄭明典，葉天降，1998:百年侵台颱風路徑圖集及其應用，*中央氣象局研究報告*，CWB86-1M01,pp497。
- 王時鼎，2001:台灣地形對侵台之中度以下颱風影響新例，*兩案颱風研討會*，11-26。
- 徐天佑，劉廣英，2001:颱風副低壓研究探討，*第七屆全國大氣科學研討會*，34-38。
- 吳俊傑，卓瑜甄，1996:Gladys 颱風(1994)與其受到台灣地形影響之觀測分析與數值模擬。*第五屆全國大氣科學學術研討會*，340-349。
- 顏自雄，2003：賀伯颱風及其受台灣地形影響之數值模擬研究，國立台灣大學大氣科學研究所博士論文。
- Grell, G. A., 1993: Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterizations. *Mon. Wea. Rev.*, **121**, 764-787.
- Reisner, J., R. T. Bruintjes, and R. J. Rasmussen, 1998: Explicit forecasting of supercooled water in winter storms using the MM5 mesoscale model. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **124B**, 1071-1107.



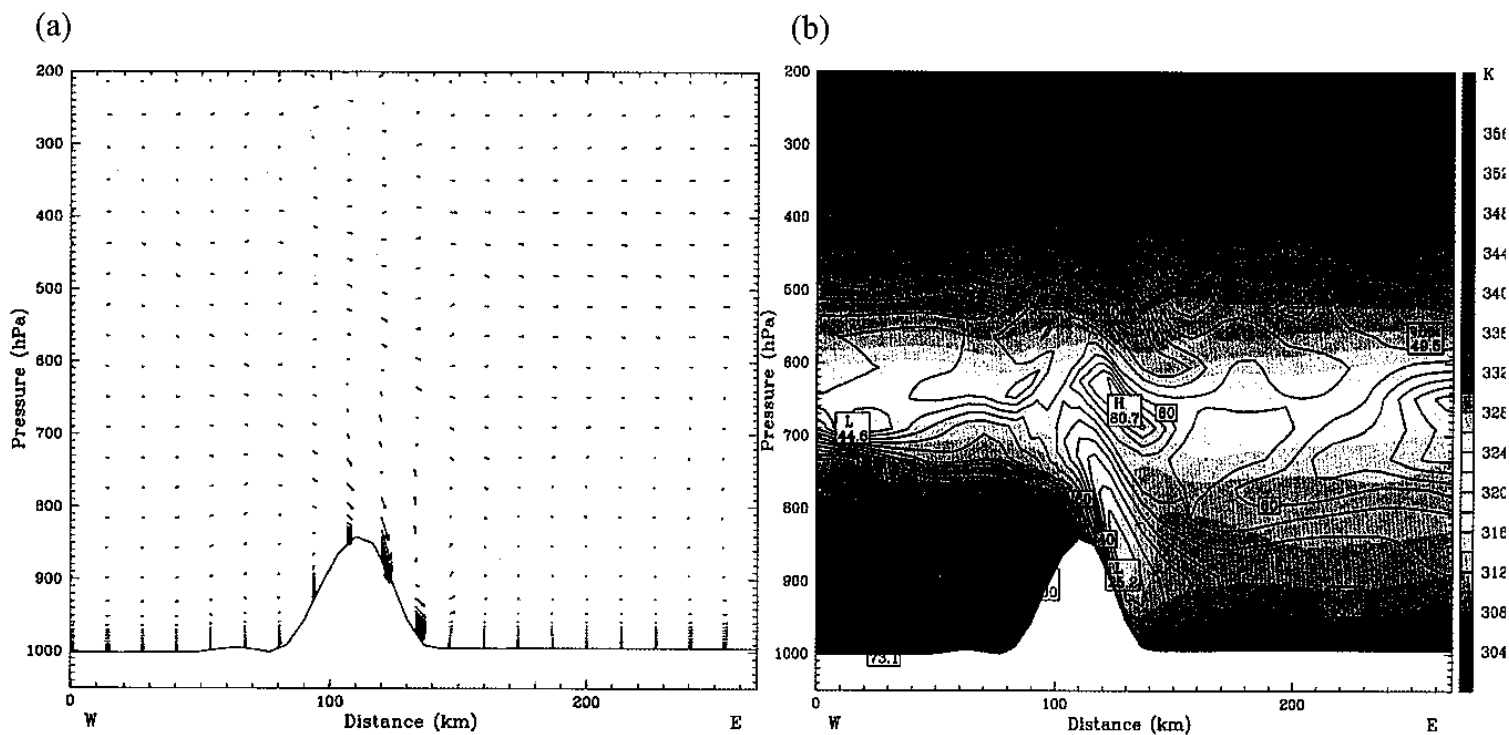
圖一、巢狀網格示意圖



圖二、2001年9月16日1613Z天氣圖



圖三、2001年9月16日1613Z模擬海平面氣壓及風場圖，黑色橫切線為圖四橫剖面位置。



圖四、模擬之(a)過山氣流與(b)位溫及相對濕度場垂直剖面圖，垂直剖面選取如圖三所示。

2001年9月 17日	00	03	06	09	12	15	18	21
ChengKong 46761				27.2 24.5 98.1	26 23.1 0.0	25 22.6 0.3	24.6 24.4 99.1	24.9 23.4 99.1
TaiDong 46766		28 22.5 0.8	29.5 98.7 23.8			25.7 23 0.6	25.9 22.4 99.6	25.5 22 99.3
DaWu 46754	28.6 25.9 1.4	30.6 0.9 25	30.2 99.2 22.1	29.2 98.6 21.4	24.6 23.5 0.3	25.2 24.2 0.8	26.1 22.2 99.8	27.7 99.5 21
LainYu 46762	25.6→2.1 23.8	26.9→1.7 23.3	25.5→98.5 22.9	24.6→99.2 22.2	25.1→0.5 22.3	25 →0.4 22.7	24.7→99.7 22.4	24.7→99.5 21.6

圖五. 2001年9月17日00Z~21Z 成功.台東.大武.蘭嶼等各測站天氣觀測資料



(1)



(2)



(3)

圖六. 9月7日(1)1542Z,(2)1625Z,(3)1733Z衛星雲圖