

台灣南部地區午後對流系統個案研究

¹宋偉國

²朱宗良

¹空軍航空技術學院

²空軍氣象聯隊

摘要

本文運用地面與探空氣象觀測資料，分析南部地區午後對流系統發展環境，並以WRF模式模擬台灣南部地區2013年7月9日午後對流系統發展機制。該個案綜觀環境顯示低對流層為太平洋高壓所掌控，但台灣西南外海水氣豐富，並伴隨水氣輻合。透過太陽短波輻射增溫大氣，台南以南地區包含岡山、高雄、屏東地面為西南風，於中午發生對流系統，之後對流胞往北移動，台南、嘉義產生長達數小時午後對流系統，地面風向為西北風，透過探空觀測資料與模式模擬結果顯示，由於屏東近地層伴隨顯著西南氣流，帶來旺盛水氣，使對流凝結層與自由對流層高度由2000多公尺下降至1000多公尺，配合海風產生地面輻合過程，於山區舉升高度至1000多公尺後，產生對流系統，對流雲並透過自由舉升過程發展為深對流系統，而對流發展後，伴隨的下沉氣流，與北邊台南地區海風形成的西北氣流產生輻合，利於台南與嘉義對流發展起來。下午五點以後地面溫度迅速下降，風向轉為東北風，失去地面輻合機制後，對流系統迅速消散。

關鍵字：對流系統、海風、WRF

一、前言

台灣位於亞洲季風區，5月中至6月中為梅雨期，梅雨期往往伴隨顯著豪大雨，7月以後，除了西南氣流帶來顯著降水外，此時太平洋高壓發展旺盛，台灣進入高壓勢力範圍，高壓下沉氣流不利於對流發展，只有偶而零星生命期短的午後雷陣雨發生，唯部分午後雷雨生命期可以超過幾小時，2013年7月9日在台南地區發生午後雷陣雨個案，持續時間長達4小時，且該對流系統發生在台灣西部各城市，顯示有中尺度過程提供對流系統激發機制，過去研究顯示台灣海陸對比形成的海風，遇到地形後，可能利於對流發生，另外，西南季風及邊界層效應亦可能交互作用顯著，使台灣夏季仍可能產生複雜多重天氣系統交互作用(宋等[1]、[2]、[3])，本文目的即透過此個案研究，探討綜觀環境與中尺度過程對該對流系統所扮演的角色。

二、資料處理簡介

本文探討台南地區對流發展過程，在資料處理方面，觀測資料引用地面資料與高空資料，分析綜觀環境對於對流效應影響，並透過馬公與屏東探空資料分析對流舉升凝結層與自由對流層高度。本文亦引用環保署台南地面站資料，分析台南海陸風環流分布，對照氣象局衛星雲圖與降雨量資料，分析中尺度過程對於對流系統發展的影響性。

本研究引用中尺度模式WRF3.4版，模擬對流個案，模式初始時間為2013年7月9日0000UTC，採用水平網格三層27x9x3公里解析度，模擬中尺度過程對午後雷雨發展機制。

三、個案分析

綜觀環境而言，於2013年7月9日0000UTC地面天氣圖顯示(圖1)，120E、30N以南的太平洋地區為高壓所籠罩，中國北方110E以西、40N以北為移動性高壓，中心僅達1011hPa，在兩

高壓間存在大範圍低壓帶，此為中國大陸梅雨鋒存在區，離台灣約1000公里以上，而140E、20N存在蘇力颱風，距離台灣約1500公里，台灣位於副熱帶太平洋高壓勢力範圍，台灣南部地面為東南風。925hPa顯示台灣西南外海附近低層大氣有水氣輻合區(圖2)，850hPa天氣圖顯示華南地區有顯著西南氣流，相對濕度在80%以上，台灣地區則仍為東南風區域(圖3)。700hPa顯示台灣地區中南部至西南外海有明顯濕度場分布(圖4)，約略70-80%。高空300hPa則噴射氣流位置過於偏北(圖5)，對台灣影響不大。

衛星雲圖顯示7月9日0800L台灣南部外海於菲律賓及太平洋地區有大範圍對流系統(圖6)，顯示台灣南側水氣豐富，此時台灣本島並無對流系統。天氣一覽圖(圖7)顯示7月9日1200LST高雄1200L先出現雷雨，之後1300L屏東、屏北與岡山也出現雷雨，這些測站均出現西南風，而後1400L於台南、嘉義地區出現對流系統，風向為西北風，岡山、台南、嘉義機場伴隨雷雨，持續至1800L才逐漸減弱。此段期間台灣西部內陸也都出現降雨，臺南機場當日累積雨量集中在此四小時期間，累積雨量為53mm(圖8)，對照7月8日與10日當日並無降雨(表1)，顯示7月9日午後雷雨發生過程除了大尺度環境在台灣附近提供水氣外，雷雨的激發可能與海風有關。台南地面溫度分布顯示(圖9)，隨著日出有明顯的增溫，中午1100-1200LST達到最高溫，之後逐步降溫。對照風向分布顯示(圖10)，早上至中午1200LST以前均為東北風，1300LST開始轉為西北風，而1400LST即為雷雨發生開始，顯示太陽增溫效應，於中午以後海風開始出現西北風，高雄與屏東對流系統於低層產生下降輻散氣流，雷雨北側的南風分量與台南、嘉義西北風產生輻合，促使對流往北發展。

馬公探空站顯示(圖11)，850hPa附近有逆

溫現象，顯示太平洋高壓下沉增溫的反映。舉升凝結層(LCL)高度約在938hPa，約600多公尺高度，自由對流層(LFC)為720hPa，屏東探空站則0800LST的LCL為885hPa(圖12)，LFC為767hPa，要舉升水氣需要1公里多的高度，但要自由對流的高度則需2000多公尺。透過馬公與屏東探空觀測結果，顯示大氣在低對流層水氣供應下，有機會提供雲的發展。但對於LFC高度近3000公尺，顯示要發展成深對流的雷雨系統，必須有足夠的外力舉升機制。

WRF模擬第二層水平網格解析度9x9公里結果顯示，7月9日1100LST在台灣中南部出現對流系統(圖13a)，南部地區風場為西南風，中部以北為西北風，與觀測風場結果接近。1400LST則對流系統往北發展(圖13b)，亦與觀測結果一致。

馬公探空模擬1100LST時(圖14)，LCL為884hPa，LFC為680hPa，顯示馬公隨著地面溫度升高，但水氣改變不大情況下，仍然不易產生對流。屏東探空站模擬1100LST的LCL為869hPa(圖15)，LFC為796hPa，1400LST之LCL為894hPa(圖16)，LFC為885hPa，風場仍為顯著西南風，0800-1400LST之LCL與LFC高度隨時間下降，只要海風發展高度至1公里多，即可達到LFC高度，使對流發展。

07月09日00Z 850hPa

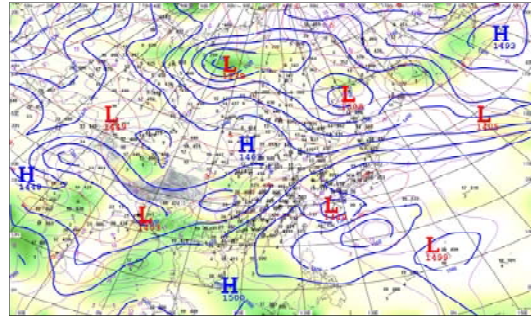


圖3 2013年7月9日0000UTC 850hPa天氣圖

00UTC JUL_09 2013[700hPa] H & RH%

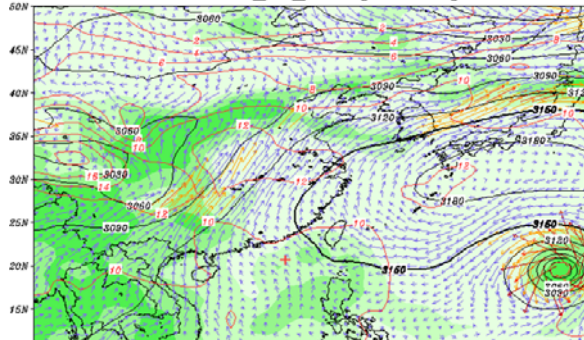


圖4 2013年7月9日0000UTC 700hPa相對溼度分布

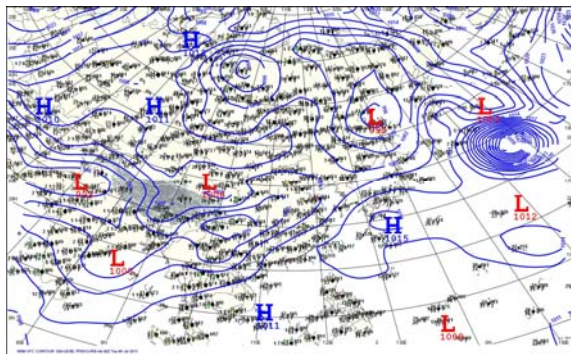


圖1 2013年7月9日0000UTC地面天氣圖

00UTC JUL_09 2013[300hPa] H & T

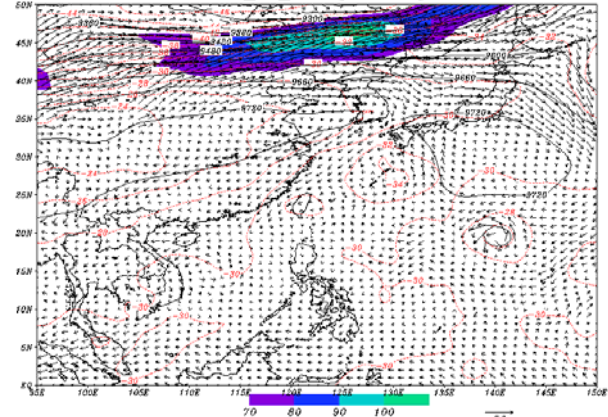


圖5 2013年7月9日0000UTC 300hPa風場與溫度場分布

Moist conv. and Wind vector-925 00UTC JUL_09

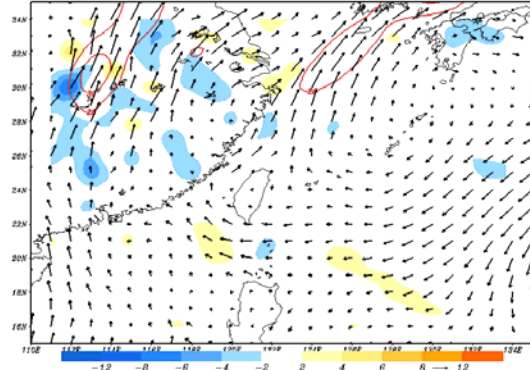


圖2 2013年7月9日0000UTC 925hPa風場與水氣輻合區

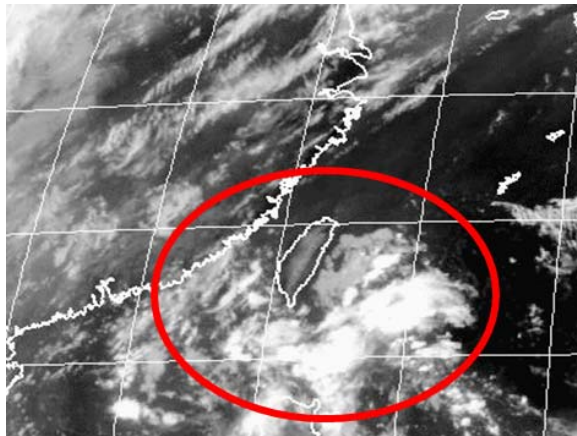


圖6a 2013年7月9日0800LST衛星雲圖

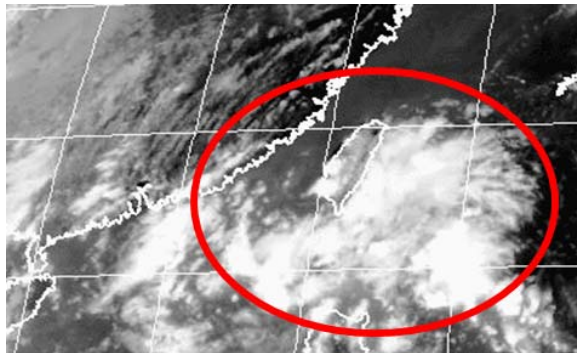


圖6b 2013年7月9日1400LST衛星雲圖

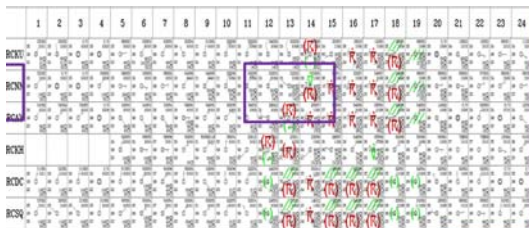


圖7 嘉義(RCKU)、台南(RCNN)、岡山(RCAY)、高雄(RCKH)、屏南(RCDC)、屏北(RCSQ)逐時天氣

2013 07 09 00-24H ACCUMULATIVE RAIN.

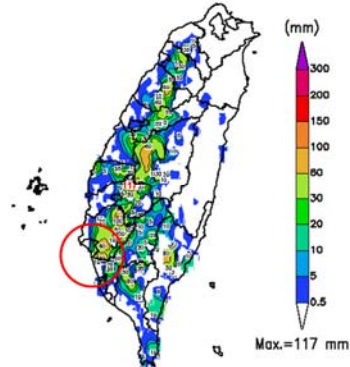


圖8 台灣2013年7月9日累積雨量分布
表1 台南7月8-10日逐時雨量分布(NR即表示無降水)

監測年月: 2013/07, 測站: 台南, 測項: RAINFALL (mm)

日期	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
07/08	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
07/09	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	13.36	1.2	1.2	1.2	NR	NR	NR	NR	NR	NR
07/10	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	6.2	NR	NR	NR	NR	NR

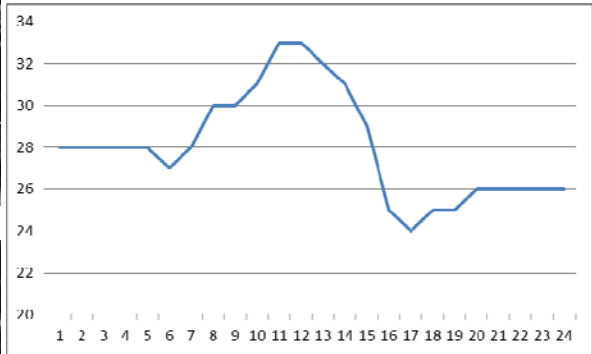


圖9 台南2013年7月9日地面溫度逐時分佈

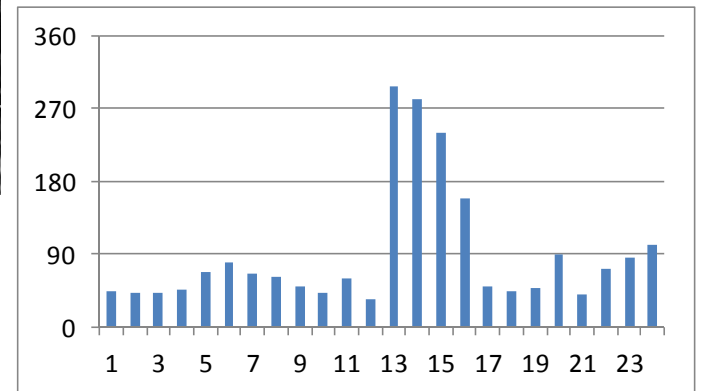


圖10 台南2013年7月9日地面風向逐時分佈

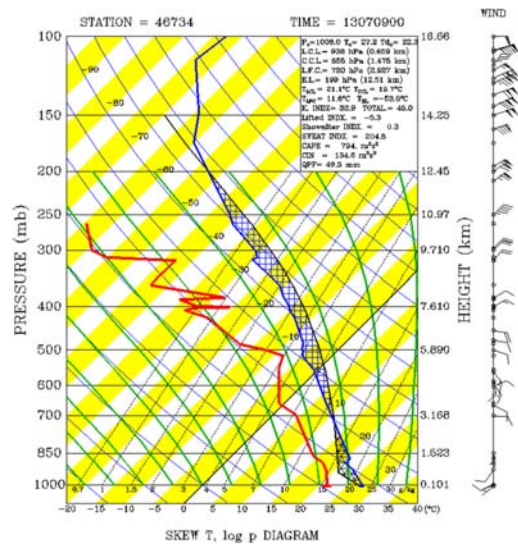


圖11 馬公探空站2013年7月9日0000UTC斜溫圖

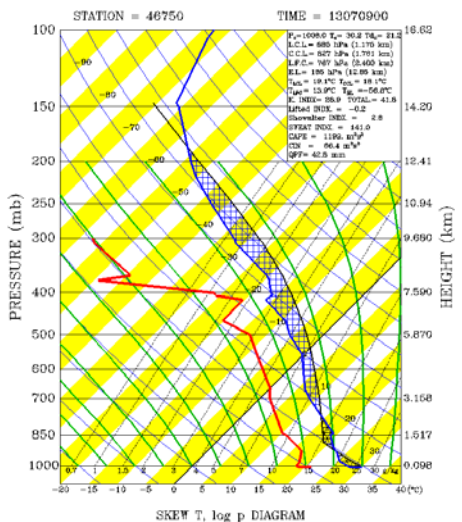


圖12屏東探空站2013年7月9日0000UTC斜溫圖

Dataset: 709 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 3.00 h Valid: 0300 UTC Tue 09 Jul 13 (2100 MDT Mon 08 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors

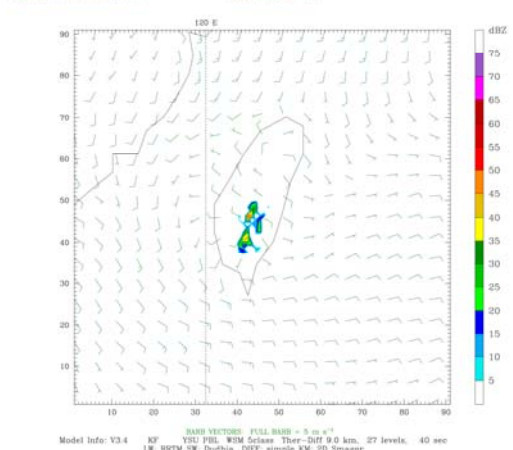


圖13a WRF 模擬 2013年7月9日1100LST 對流系統分布

Dataset: 709 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 6.00 h Valid: 0600 UTC Tue 09 Jul 13 (0000 MDT Tue 09 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors

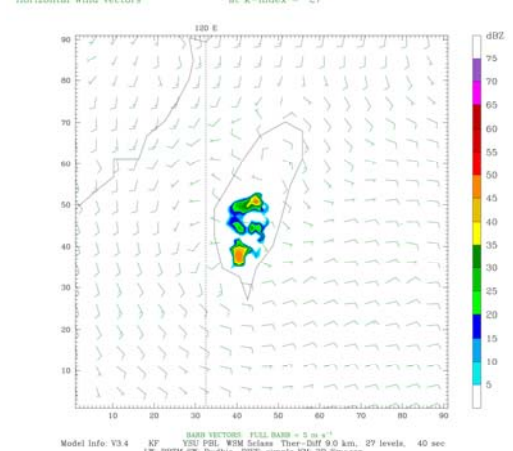


圖13b WRF 模擬2013年7月9日1400LST對流系統分布

Dataset: 709 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 3.00 h Valid: 0300 UTC Tue 09 Jul 13 (2100 MDT Mon 08 Jul 13)
 Temperature x,y= 27.83, 47.92 lat,lon= 23.58, 119.62 stn=RCDC46734
 Dewpoint temperature x,y= 27.83, 47.92 lat,lon= 23.58, 119.62 stn=RCDC46734
 Horizontal wind vectors x,y= 27.83, 47.92 lat,lon= 23.58, 119.62 stn=RCDC46734

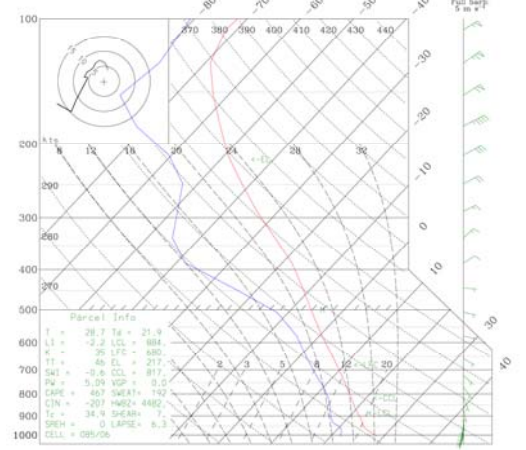


圖14 WRF 模擬 2013年7月9日1100LST馬公探空分布

Dataset: 709 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 3.00 h Valid: 0300 UTC Tue 09 Jul 13 (2100 MDT Mon 08 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors

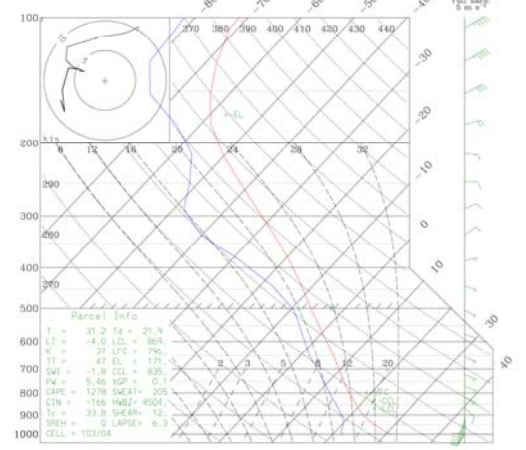


圖15 WRF 模擬 2013年7月9日1100LST屏東探空分布

Dataset: 709 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 6.00 h Valid: 0600 UTC Tue 09 Jul 13 (0000 MDT Tue 09 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors

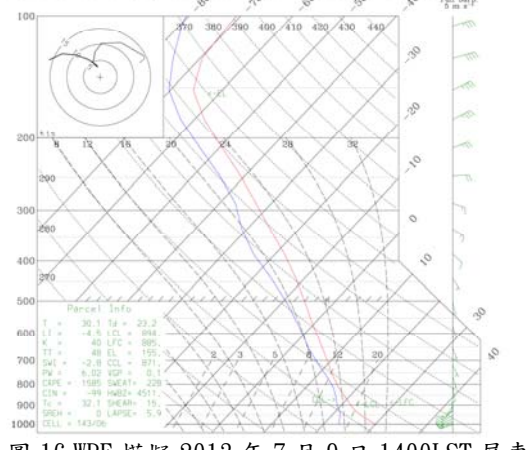


圖16 WRF 模擬 2013年7月9日1400LST屏東探空分布

四、結論

本文運用地面與探空氣象觀測資料，分析南部地區午後對流系統發展環境，並以WRF模式模擬台灣南部地區2013年7月9日午後對流系統發展機制。該個案綜觀環境顯示低對流層為太平洋高壓所掌控，但台灣西南外海水氣豐富，並伴隨水氣輻合。透過太陽短波輻射增溫大氣，台南以南地區包含岡山、高雄、屏東地面為西南風，於中午發生對流系統，之後對流胞往北移動，台南、嘉義產生長達數小時午後對流系統，地面風向為西北風，透過探空觀測資料與模式模擬結果顯示，由於屏東近地層伴隨顯著西南氣流，帶來旺盛水氣，使對流凝結層與自由對流層高度由2000多公尺下降至1000多公尺，配合海風產生地面輻合過程，於山區舉升高度至1000多公尺後，產生對流系統，對流雲並透過自由舉升過程發展為深對流系統，而對流發展後，伴隨的下沉氣流，與北

邊台南地區海風形成的西北氣流產生輻合，利於台南與嘉義對流發展起來。下午五點以後地面溫度迅速下降，風向轉為東北風，失去地面輻合機制後，對流系統迅速消散。

參考文獻

- [1]宋偉國、巫美儀、李精進、陳益盛、陳建達：南部地區地形與邊界層結構對局部環流結構之模擬，第八屆全國大氣科學學術研討會論文彙編，桃園，57-64，2004。
- [2]宋偉國、馬屏龍、羅國誠、周文信、顏富山、郭政泰、馮信璋：南部區域天候模擬分析，空軍航空技術學院學報，第四卷，第一期，157-165，2005。
- [3]宋偉國、張凱軍、張鈺雪：高屏地區局部環流之數值模擬研究，第七屆全國大氣科學研討會論文彙編，國立台灣大學，92-97頁，2001。