

宜蘭地區連續降水初步探討

張耀升
空軍氣象中心

陳台琦 陳景森
中央大學大氣物理研究所

摘要

宜蘭地區在每年九月至十二月間，時常有連續降水發生在此區，造成此地區民生及交通方面嚴重的損失，因此分析此區在此期間最近十年的天氣類型和。利用衛星、雷達資料及探空來分析83年9月12日當天所發生的氣象特徵。分析結果發現天氣類型可分為三類型，由天氣型態分析宜蘭三類豪雨個案，得到一共同特性臺灣北部附近的風向從地面層到700mb高空層呈順轉的趨勢，且在850mb高空層有一低空噴流存在，而在臺灣東南方的海面皆屬於暖濕洋面，由統計日雨量的結果，發現豪雨的發生大部份都在第二類天氣形態較多。利用天氣圖分析臺灣東北部區域之氣流，發現在此區域氣流，在宜蘭地區上空有東北風和東南風，在此形成合流的現象。歸納上述所發生的現象，造成宜蘭地區豪雨的可能原因：1、在此有暖平流輸入；2、受地形的影響；3、東北風和東南風在此區域形成合流；4、受中尺度對流系統的影響。因此，我們用傳統資料對該區域做天氣的分析；都普勒雷達資料和衛星雲圖對MCS的分析，並採用中尺度模式，來探討宜蘭地區豪雨的原因。

一、前言

根據中央氣象局(1956~1984)氣候統計資料顯示，宜蘭地區降水量在九、十、十一等三個月比其它九個月來得多(圖一)，月雨量的最大平均值也超過400mm以上，且雨量全年統計分析結果，臺灣地區日雨量全年統計大於50mm的天數，在宜蘭地區有十至三十天不等，(圖二)，甚至日雨量全年統計大於100mm的天數，在宜蘭地區也有四至十八天不等，豪雨(日雨量 ≥ 100 mm)發生天數在宜蘭地區最多(圖三)。

到最近十年(1985~1994)雨量統計如表一，宜蘭地區日雨量超過100mm的豪雨天數有三十五天，扣除颱風直接或外圍環流間接影響天數，也有二十幾天之多。發生豪雨月份亦是集中在九、十、十一等三個月，

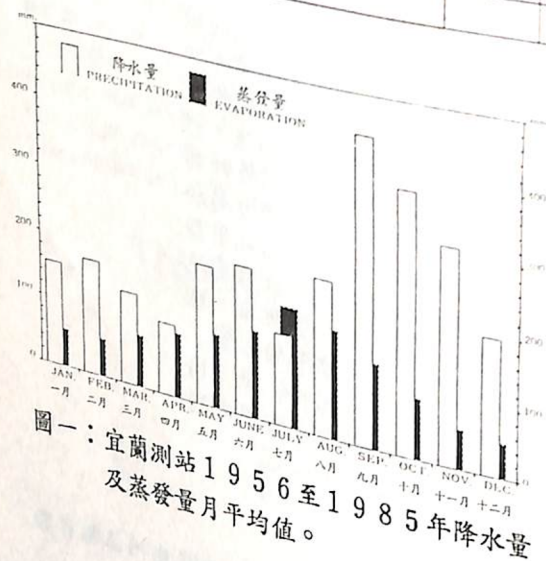
導致宜蘭地區農作物、道路及民生用品都有嚴重的損失。

一般學者對豪雨的研究，都是集中在臺灣西部比較多(張，1993)，而對於宜蘭地區豪雨成因的研究甚少，劉(1989)曾經對臺灣東北部豪雨做過個案分析，其重點是針對對流尺度天氣系統的大氣擾動做探討，並沒對大尺度天氣系統的大氣擾動做探討，並沒有任何學者針對宜蘭地區所發生的豪雨做中尺度天氣的研究，宜蘭方面五十公里內的地形環境是三角袋狀(圖四)，兩邊有高山做屏障，另外一面向東對著太平洋，而其山高幾乎都是在海拔500m以上。因此，地形對宜蘭地區的豪雨，應該是有相當大的影響。

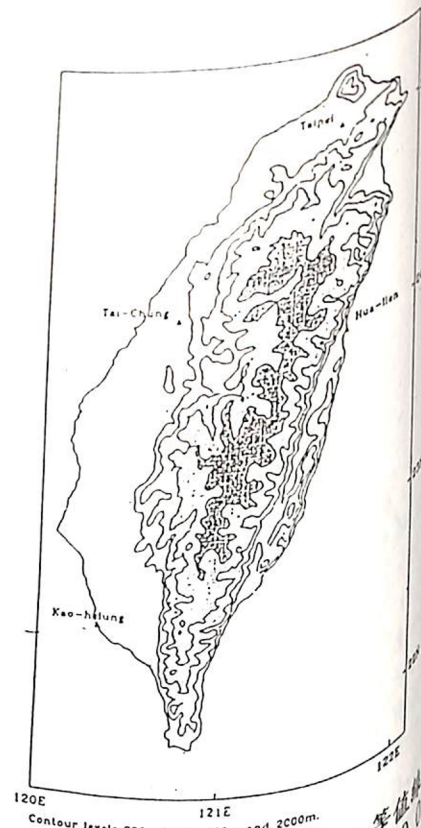
在由，1994年9月12日12Z的IR衛星雲圖(圖五)，從此衛星雲圖可看到，在宜蘭地區有一中尺度對流系統(MCS)正

第141

第一類型		第二類型		第三類型	
日期	雨量	日期	雨量	日期	雨量
1985.08.25	133.7	1985.09.16	139.0	1991.11.25	127.6
1985.08.26	121.7	1986.11.16	105.4	1991.11.26	101.1
1988.09.17	256.9	1988.09.20	127.7	1994.12.19	128.0
1988.09.18	119.4	1988.09.21	165.9		
		1988.09.30	264.4		
		1988.10.01	331.4		
		1988.10.02	140.2		
		1988.10.22	150.8		
		1989.10.03	200.9		
		1994.09.12			



圖三：1956至1985年
均日降水量超過100mm之
計圖。



圖四：臺灣本島地形等高線分佈，
為 200m, 500m, 1000m 和 2000m。



圖二：1956至1985年全年平均日
降水量超過50mm之天數統計圖。



圖五：1994年9月12日12Z I R衛星雲圖。

在國內外，學者們對於地形對降水的研究增進許多。在國外 Smith (1982) 歸納出增進地形雨的成長必有三個先決條件存在，1、層狀雨的存存在，由地形，亦即從大氣不穩定層的舉升，增進“seeder cloud-feeder cloud”的作氣用。2、對流或不穩定度的存在。3、斜壓大氣鋒的存在。並也提出了差異平流的理念，認為用逼近山岳時，由於山岳對氣流的阻擋作用，鋒面底層被阻擋，但高層鋒面仍繼續前進，使得山岳迎風坡上之濕球位溫的垂直速度小於零，大氣層變得不穩定，而導致對流性降水。在國內學者 Hong, Hu and Wen (1990) 提出了山前輻合對流降水理念，當氣流遇山岳時，由於地形之阻擋作用，使得氣流質量在山前累積而導致逆流的氣壓梯度，產生逆向風，在此時而在平均風不斷吹拂之下，會在山前產生輻合區並誘發抬升運動，配合大氣中層不穩定的節構，促成強對流發生，導致劇烈降水，並且集中於山前區。游 (1993) 分析臺灣受到颱風影響之下所發生的豪雨和地形的關係，以三維靜力平衡動力模式作為研究工具。模擬東北風時臺灣地區降水分佈狀況，發現東北風系之下，降水區集中在兩高山的迎風坡，此降水區是靠近在蘭陽平原附近。由上述的研究，吾人可預判宜蘭地區豪雨的發生，地形將扮演重要的角色。

對於中尺度對流複合體(MCC)的研究,以美國的 Maddox (1980)的研究最有名。在國內對中尺度對流系統的研究甚多,早期有丘、廖(1984)是以大尺度的角度來探討MCS和美國MCC做比較,發現華南地區和美國地區MCC系統的差異,就是華南及其鄰近地區中尺度對流系統地面中尺度高壓不如美國MCC系統明顯;低層噴流700 hPa比850 hPa明顯,對流系統成熟時,反應到高對流層外流和加強北邊噴流的影響程度不如美國MCC明顯且強烈。直到1987年TAMEX計劃實行密集觀測以後才能對臺灣地區的MCS做更深入的探討。林、葉與陳(1990),對IOP#13研究顯示低層輻合與高層分流的綜觀環境兩帶相當有利的發展機會,中低層來自西邊與西南邊的暖濕空氣在強回波區後緣內流輻合上升,上升運動與回波牆均向東傾斜,外流區出現在幾十公里處。對流胞發展程熟時,內部氣流據有明顯的旋轉現象。Jou and Deng (1991)分析同樣的個案,發現低層噴射氣流對於中尺度對流降水系統是扮演著激發和組合之角色。張(1993)對1991梅雨期間的MCS做過分析,發現中尺度對流系統在成熟階段,也是有相當強的噴射氣流支持著此中尺度對流降水系統。而這些研究都只針對臺灣西部作研究,並沒有學者對東部或東北部作過深入的分析。

本研究計劃將針對東北部地形對降水和MCS的作用做深入的模擬與探討，進而找出宜蘭地區發生豪雨的原因。

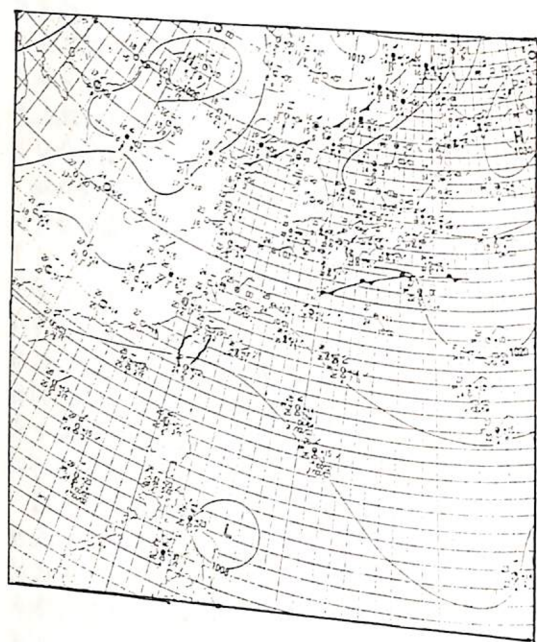
二、天氣型態

由天氣型態分析最近十年(1985~1994)宜蘭豪雨個案,可發現宜蘭豪雨型態扣除颱風直接或外圍環流間接影響,將宜蘭豪雨分為三種類型(表一):

第一類型：（1985年8月25日，26日，1988年9月17日，18日）

天氣型態如圖六所示臺灣北部受到微弱東北季風影響，台北測站地面吹東北風，850 mb吹東風，700 mb吹東南風，500 mb吹北風。琉球測站地面至700 mb皆吹微弱東北風，500 mb則轉為微弱東南風。由地面到700 mb高空層的風向，可發現到台北測站呈順轉，因此，此時臺灣北部受到暖平

流的作用。



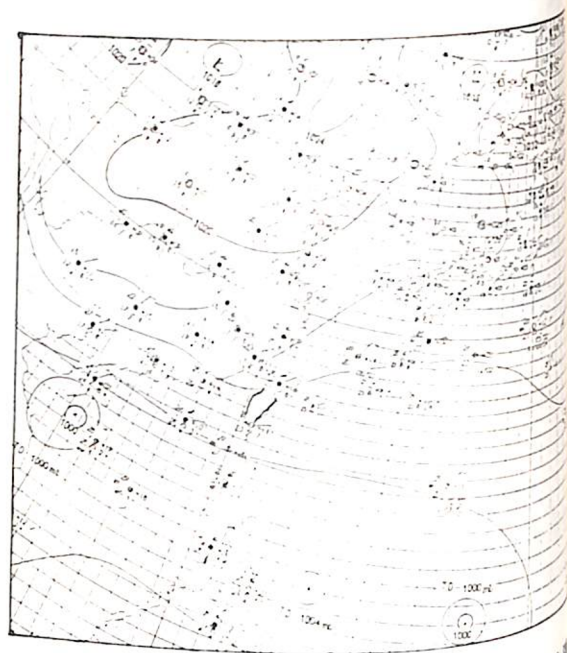
圖六：1988年9月18日12Z地面天氣圖。

第二類型：(1985年9月16日, 1986年11月16日, 1988年9月20日, 21日, 30日, 10月1日, 2日, 22日, 1988年10月3日, 1994年9月12日)

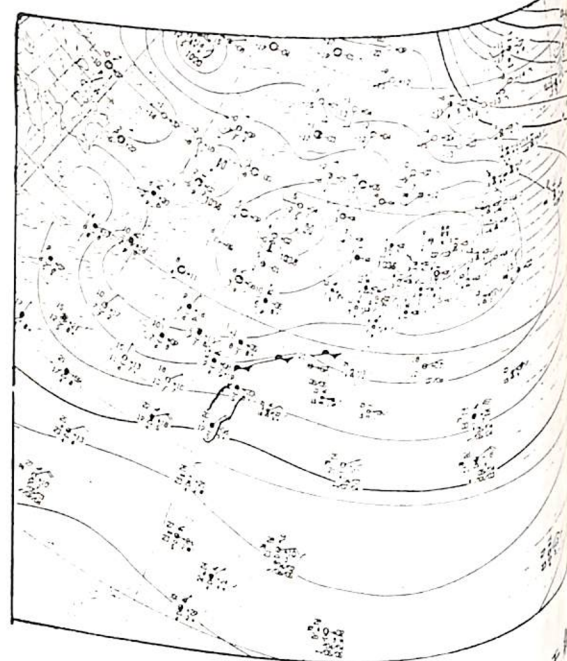
天氣型態如圖七所示臺灣北部受到微弱東北季風影響，而在北緯 20° 以南有一個至三個熱帶氣旋在發展，台北測站地面吹東北風，850mb吹東風，700mb吹東南風，500mb吹西北風。由地面到500mb高空層的風向，可發現到台北測站亦呈順轉，琉球測站亦呈順轉。因此，此時臺灣北部受到暖平流的作用。

第三類型：(1991年11月25日, 26日, 1994年12月19日)

天氣型態如圖八所示臺灣北部受到高壓回流影響，台北測站地面吹偏東風，850mb吹東風，700mb吹南風。琉球觀測站地面吹東北風，850mb吹東風，700mb吹西風，可發現到台北測站亦呈順轉，琉球觀測站亦呈順轉。因此，此時臺灣北部亦受到暖平流的作用。



圖七：1988年10月1日12Z地面天氣圖。



圖八：1991年11月25日12Z地面天氣圖。

由天氣型態分析宜蘭三類豪雨個案，得到一共同特性臺灣北部附近的風向從地面層到700mb高空層呈順轉的趨勢，且在850mb高空層有一低空噴流存在，而在臺灣東南方的海面皆屬於暖濕洋面，由統計日雨量的結果，發現豪雨的發生大部份都在第二類天氣型態較多。利用天氣圖分析臺灣東北部區域之氣流，發現在此區域氣流，在宜蘭地區上空有東北風和東南風，在此形成合流的現象。

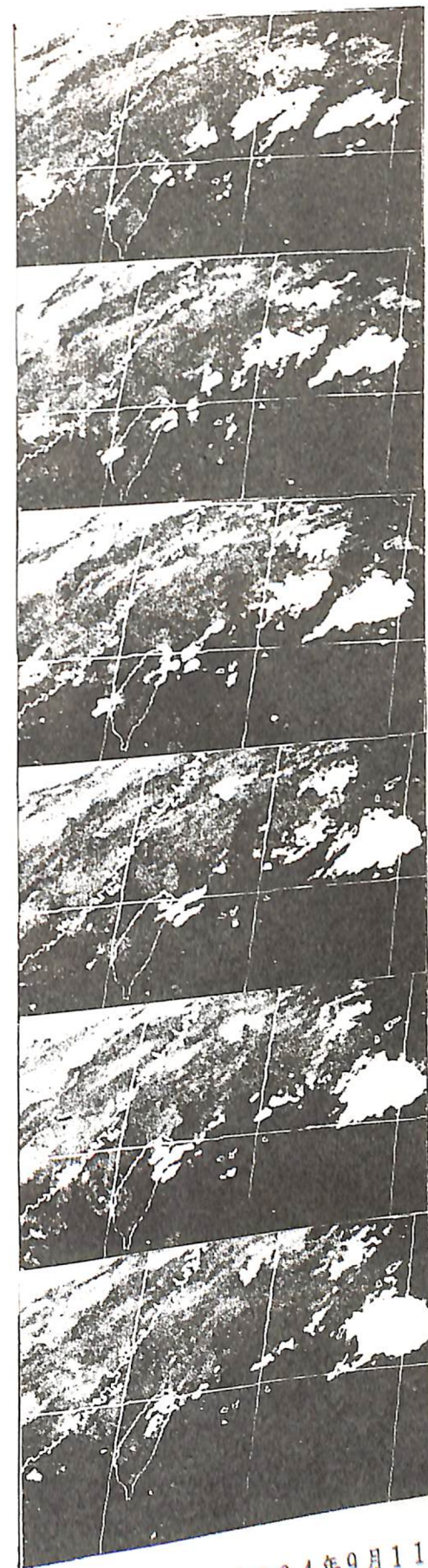
三、個案分析

歸納上述所發生的現象，造成宜蘭地區豪雨的可能原因：1、在此有暖平流輸入；2、受地形的影響；3、東北風和東南風在此區域形成合流；4、受中尺度對流系統的影響。因此，我們用傳統資料對該區域做天氣的分析；都普勒雷達資料和衛星雲圖對MCS的分析，並採用中尺度模式，來探討宜蘭地區豪雨的原因。

本次研究個案針對第二類型中的1994年9月12日做分析與討論，資料包括逐時衛星雲圖、中正機場都普勒雷達資料和板橋測站的探空資料分析此個案中尺度現象。

由衛星雲圖9月11日21Z至9月12日12Z時間序列圖(圖九)，隱約可見有一串對流胞有形成或無形地掛在臺灣東北角外海沿伸至西南外海，此串對流胞約在鋒面前緣約三百公里的位置，因其有對流系統在臺灣東北角，吾可進一步用中正機場都普勒雷達資料分析此對流系統。

今利用雷達資料分析此對流系統的降水結構及其氣流走向，資料時間從9月11日23Z至9月12日01Z(圖十至圖十二)，圖中回波場發現回波的形狀和衛星所看到的形狀相當的吻合，最強回波發生在三公里的高度，強度可達到38.5dBZ，而回波的移動並沒有很明顯，對流系統幾乎在原地消長。徑向風場由一公里的高度至三公里，是從東北轉東風，呈順轉，可見此時有暖平流在此區。一公里的徑向風場每秒達十二公尺，因此確定在低層有一東北噴流作用此對流系統。這和我們由天氣圖所瞭解到此時的氣象條件是類似。因此，此結果可在一次讓人深信，在無測站之狀況下，可參考雷達風場資料。最強回波發生在二公里到三公里之間，高達35dBZ以上，發生地點約在宜蘭地區。因此，可知此對流系統是造成宜蘭地區豪雨的主因。

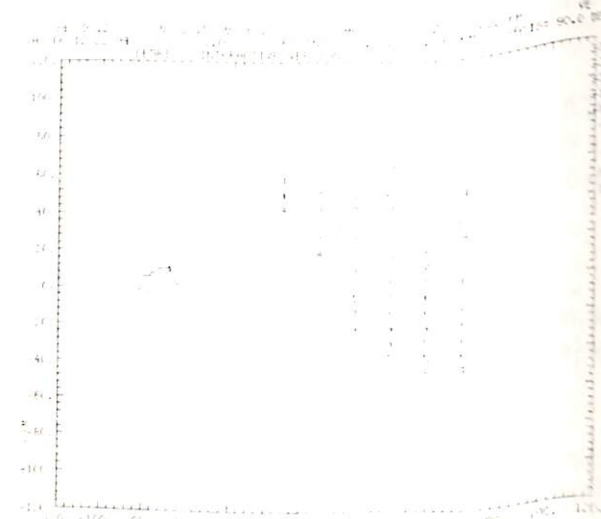
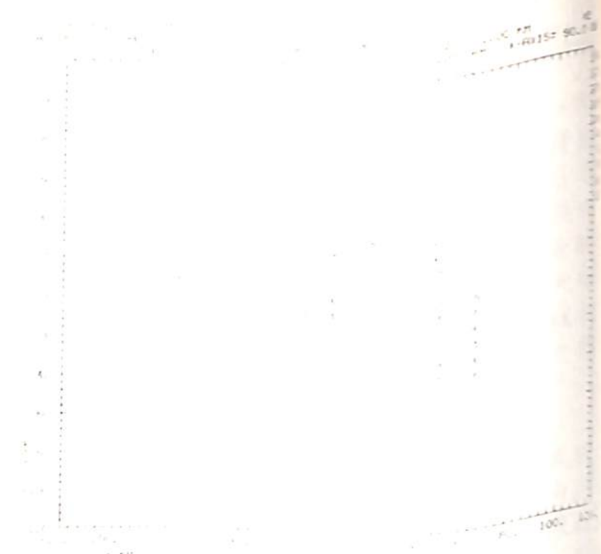
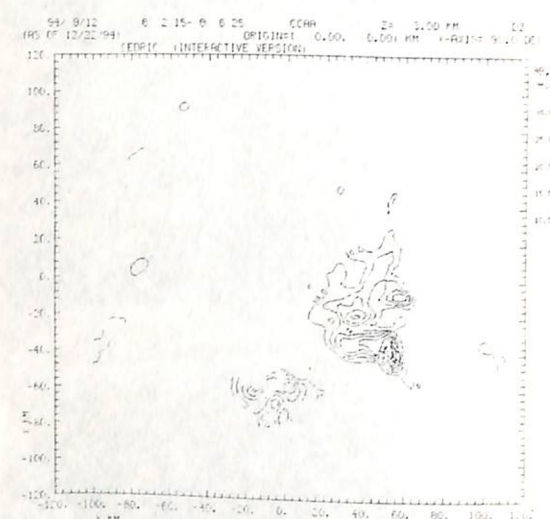
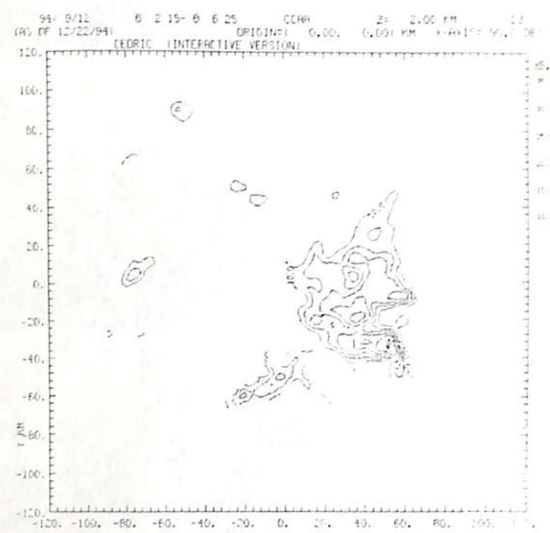
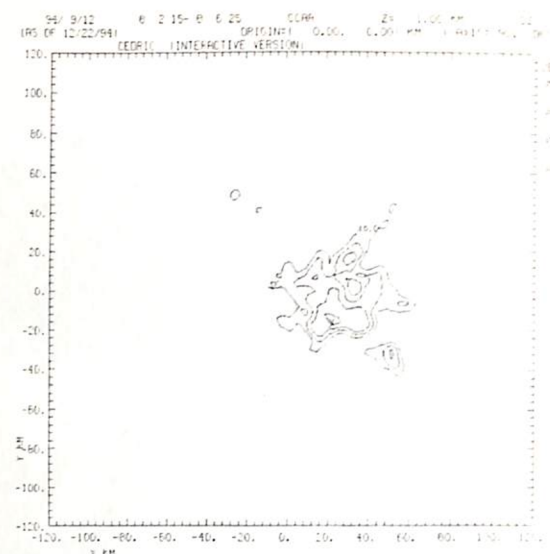


圖九：1R衛星雲圖從1994年9月11日21Z至12日12Z所觀測時間序列圖。

84年8月

張耀升 陳台琦 陳景森

第144期

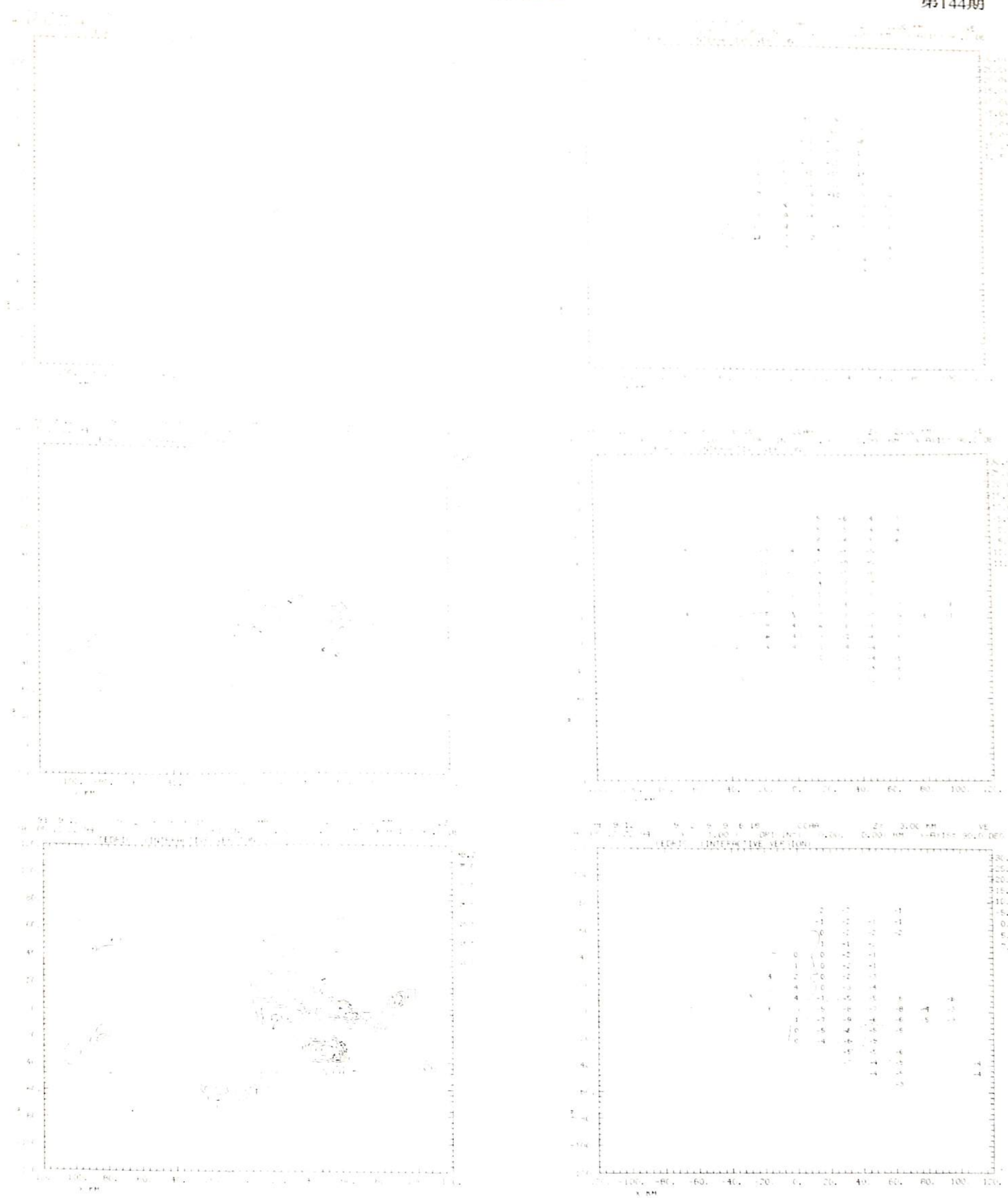


圖十一：中正雷達所觀測1994年9月12日08 LST之一至三公里之
 CAPP I回波圖及徑向風場圖。

84年8月

氣象預報與分析

第144期



圖十二：中正雷達所觀測1994年9月12日09 LST之一至三公里之
 CAPP I回波圖及徑向風場圖。

Hong, S.-S., C.-Y. Hu and F.-S. Wang, 1990: On dynamical studies of orographically induced mesoscale phenomena. In " East Asia and Western Pacific Meteorology and Climate, International Conference on ", World Scientific.

Jou, J.-D.B., and S.-M. Deng, 1991: Structure of a low-level jet and its role in triggering and organizing moist convection over Taiwan study. Submit to TAO

Maddox, R. A., 1980: Mesoscale convective complexes. Bull. Amer. Meteor. Soc., 61, 1374-1387.

Smith, R. B., 1982: A differential advection model of orographic rain. Mon. Wea. Rev., 110, 306-309.

An Elementary Study of Continuous Precipitation at I-Lan Area

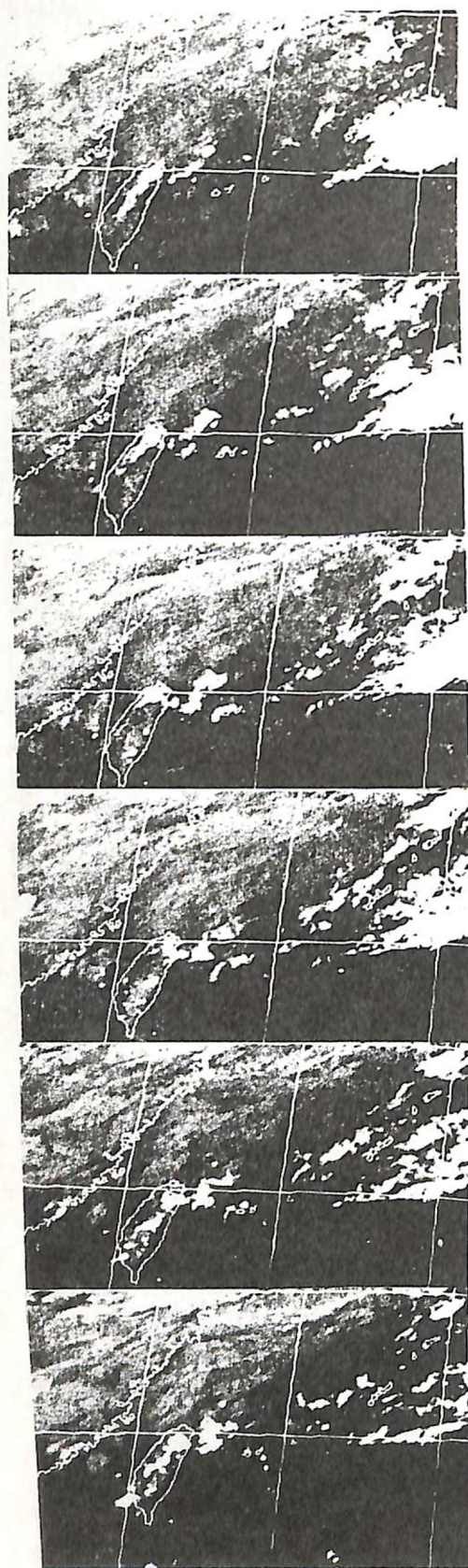
Yaue Sheng Chang
Center of Weather C.A.F

Tai Chi Cheng Ching Shen Cheng
Institute of Atmospheric Physics
National Center University

There is often continuous precipitation at I-Lan between September and December, which cause serious loss in people's properties and also transportation in this area. We analyze the weather patterns of the last 10 years, and use data of satellites, radars, and soundings to analyze weather characteristics of the day, Sep 12, 1994.

The analysis result shows that there are three weather patterns. Using these patterns to analyze 3 heavy rain cases at I-Lan, we find a common characteristics - the wind direction around North of Taiwan tends to be clockwise from surface to 700mb upper layer, a LLJ (low level jet) at 850mb upper layer, and the sea surface around Southeast of Taiwan is a warm pool. From the statistics of daily precipitation, we find the occurrences of heavy rain are usually on the 2nd kind weather pattern. Using weather maps to analyze the streamlines at Northeast, we find the streamlines at the upper air of I-Lan are northeastern or southeastern, and form a confluence in this area.

In conclusion, the possible reasons to the heavy rain at I-Lan area are (1) the supply of warm advection, (2) the effect of Earth surface, (3) the confluence of northeastern or southeastern wind, (4) the effect of meso-scale convection system.



四、結論

由天氣型態分析宜蘭三類豪雨個案，得到一共同特性臺灣北部附近的風向從地面層到00mb高空層呈順轉的趨勢，且在850mb高空層有一低空噴流存在，而在臺灣東部的海面皆屬於暖濕洋面，由統計日雨量結果，發現豪雨的發生大部份都在第二類天氣型態較多。利用天氣圖分析臺灣東北部區域之氣流，發現在此區域氣流，在宜蘭地區上空有北風和東南風，在此形成合流的現象。

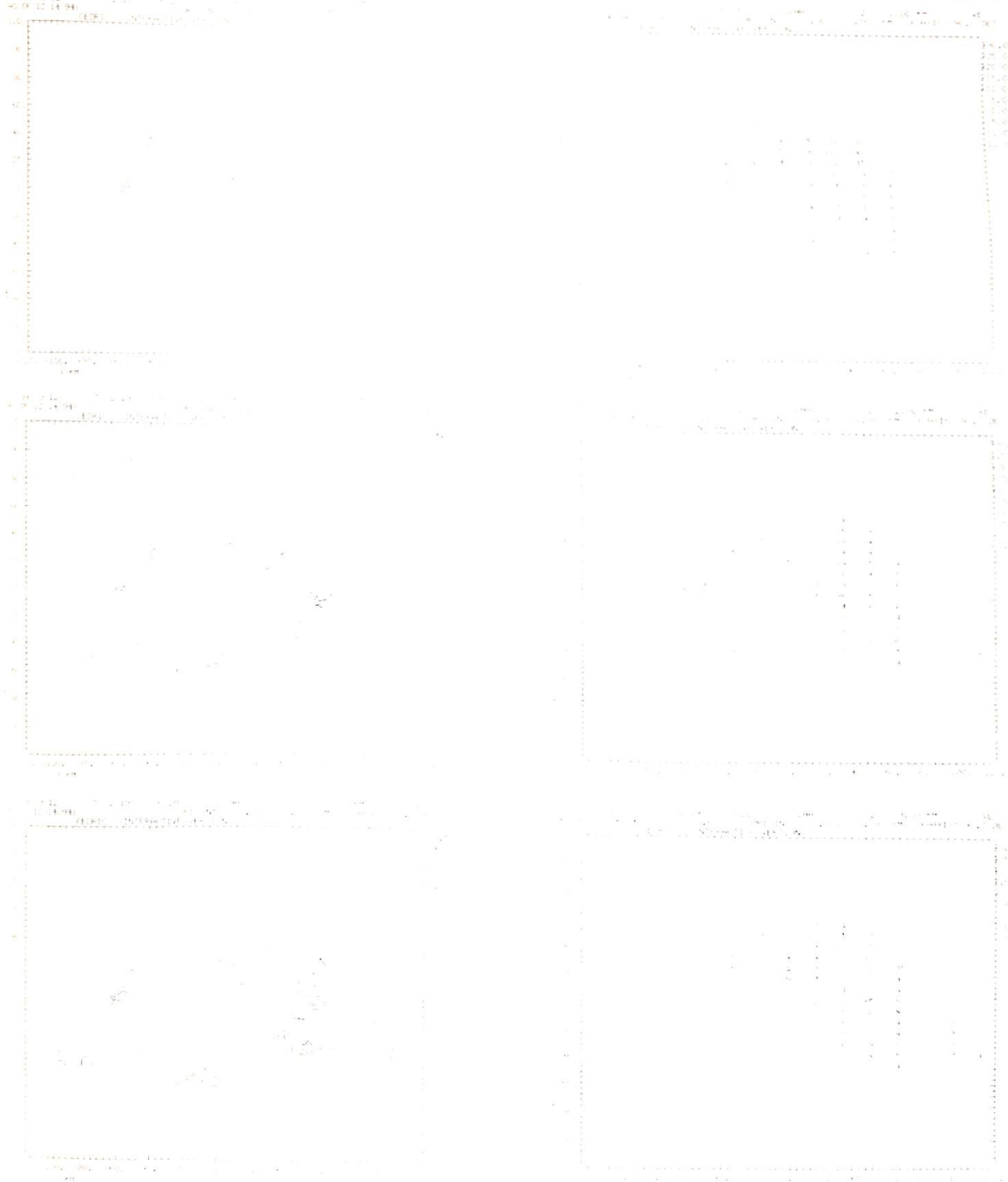
在從雷達資料、衛星資料及綜觀天氣圖分析結果顯示，在臺灣東北部有一東北走向的噴流在一公里高度出現。並有一暖平流進臺灣東北部，此暖平流進臺灣東北角後遇山而產生成爬山運動，暖空氣遇低溫堆積成雲雨。使得宜蘭地區雨下不斷，而導致積水成災。

誌謝

此篇得以完成，感謝民航局中正機場雷達站提供雷達資料，中央大學大氣物理研究所提供雷達分析軟體及本中心衛星課同仁提供衛星雲圖。

參考文獻：

- 丘台光，廖學鑑，1984：華南及鄰近地區中尺度對流系統之研究。大氣科學，11。
- 林沛練，葉青青與陳台琦，1990：TAM EX IOP#13長生命期的內部結構之診斷分析。氣象雷達與飛航安全研討會論文編彙，交通部民航局。
- 張耀升，1993：利用雷達資料分析一九九一梅雨期間中尺度對流系統之氣流與其降水結構。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文。
- 游福來，1993：臺灣地區豪雨特性與地形關係。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文。
- 劉明禮，1989：一九八四年十一月一日台灣東北部劇烈降水之研究。氣象學報第三十五卷第二期。



圖十：中正雷達所觀測1994年9月12日07LST之一至三公里之CAPPI回波圖及徑向風場圖。