

綜觀環境與低層流場對「東北季風型態降水強度與分布」影響個案分析

李子儀 戴志輝

空軍氣象中心

(2002 年 12 月 17 日收稿；2003 年 1 月 20 日定稿)

摘要

根據空軍氣象中心每日清晨預報單所分析之天氣系統，今（民國 91）年 11 月 18 日至 24 日期間，台灣地區普遍均在東北季風影響之下；然而從過去研究所獲得的概念模式，在東北季風盛行時，台灣東北部是降水最容易發生之處，且雨量累積值亦較大。然而本週天氣最特別之處，在於前期（19 至 21 日）日降水量所出現的強度與位置與後期（22 至 24 日）有著相當明顯的差異；前者日最大降雨量出現於基隆西北面山區，分別為 141、90.5 及 176 公厘，後者則出現於蘭陽平原南側附近山區，分別為 46.5、83 及 32.5 公厘。

本文從綜觀環境及低層流場型態的角度，配合衛星雲圖診斷，並佐以高解析度的雨量資料，分析事件當時的特徵。初步結果顯示：傳統概念模式固然可以作為瞭解天氣過程與預報的依據，但就本週天氣而言，低層氣流方向決定了最大降雨量出現的位置；而中層自華南移入的系統，亦有改變降水強度及分布的作用。

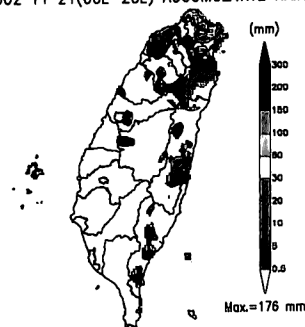
關鍵詞：東北季風、低層流場

一、前言

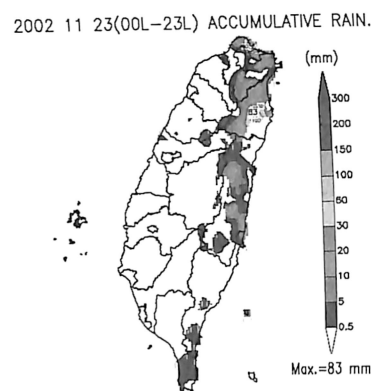
本文所選取的個案，其最明顯的特徵在於同樣東北季風盛行下，降水分佈及強度會隨綜觀環境及流場型態的不同而有所改變，由日雨量顯示，日雨量極值分別集中在基隆西北面山區及蘭陽平原。從過去分析所得到的概念模式，我們可以瞭解冬季降水的綜觀條件大致有水汽供應充足、低層逆溫、暖平流、不穩定度配合等（綜觀環境場）；造成冬季局部迎風面地區降水，且日雨量較其他地區大的原因，則是中尺度對流系統疊加在綜觀尺度系統上，並有適當地形配合所致（潘等人，1984）；蘭陽平原三面環山，東向太平洋，方圓五十公里內地形陡峭，山高幾乎在兩千公尺

以上，整體地形結構上呈現一口袋形狀，因此綜觀天氣情勢對宜蘭地區降雨極值較大的成因也占有舉足輕重的地位（陳，2000）。由於 11 月 21 日與 23 日的最大降雨量分別出現在兩個地區，較具代表意義（如圖一 a、b），本文將以這兩天的綜觀環境與氣流型態來作分析與比較。

2002 11 21(00L-23L) ACCUMULATIVE RAIN.



圖一 a 11 月 21 日全日累積雨量

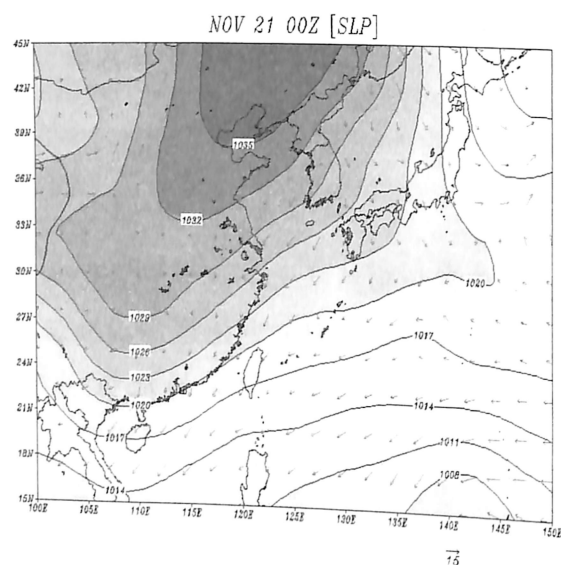


圖一b 同圖一a, 但為11月23日

二、綜觀環境分析

(一) 地面圖：

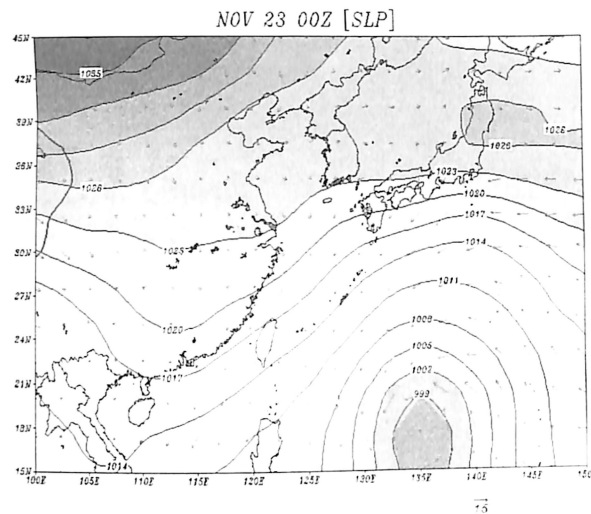
21日大陸高壓位於東北，等壓線配置為東北—西南走向，1020mb等壓線位於本省北部（如圖二a）。



圖二a 11月21日0000UTC地面圖

23日分裂高壓已東移至日本本州東部且強度已減弱，1020mb等壓線亦已北抬至東海，但由於受到菲律賓東方「海神」颱風影響，台灣附近還是有明顯氣壓梯度，等壓線仍是東北—西南走向（如圖二b）。

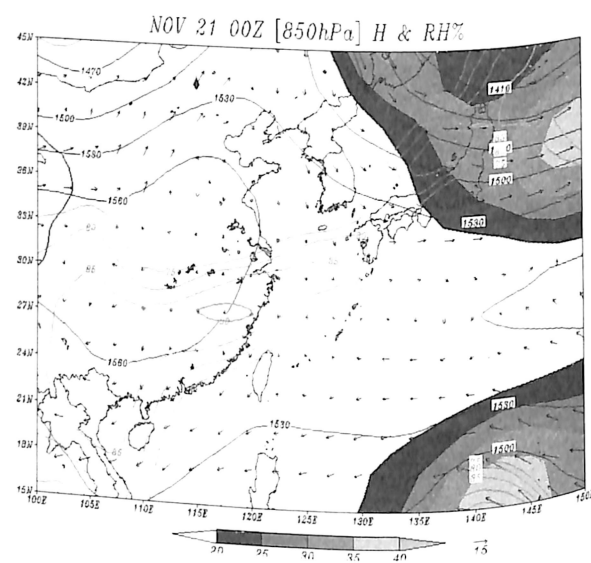
由綜觀尺度地面圖等壓線配置的情況，可看出不論在21日或23日，本省北部及東北部地區均處於迎風面。



圖二b 同圖二a, 但為11月23日

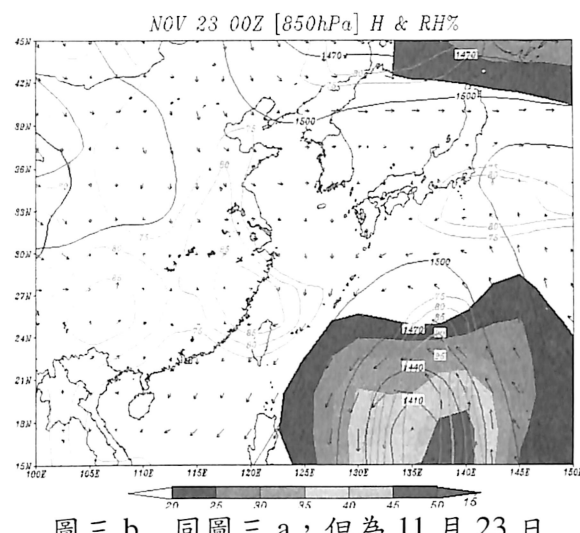
(二) 850hpa 高空圖：

21日日本省東方海域、25°N以南屬較弱之偏東到東南東氣流，高壓脊線位於山東至河北省一帶，從黃海到本省北部搭配溫度場顯示有冷平流現象，而日本南部經東海到華南一帶則有偏高相對溼度場存在（如圖三a）。



圖三a 11月21日0000UTC 850hpa 高空圖

23日受「海神」颱風影響，台灣及大陸地區處於一相對高壓範圍內，本省附近及東部海域均轉變為東北向氣流，此時較明顯的相對溼度場分布地區位於本省及華南一帶（如圖b）。

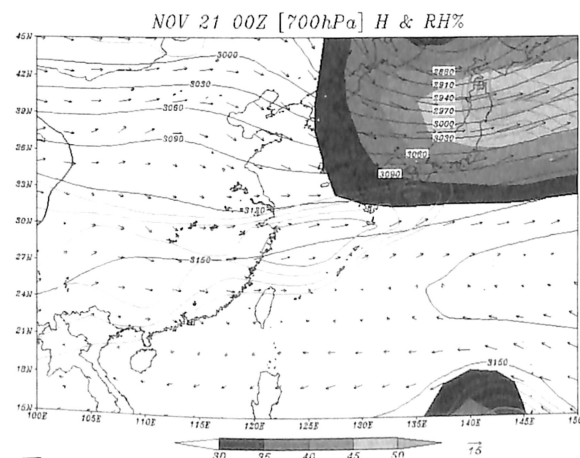


圖三b 同圖三a, 但為11月23日

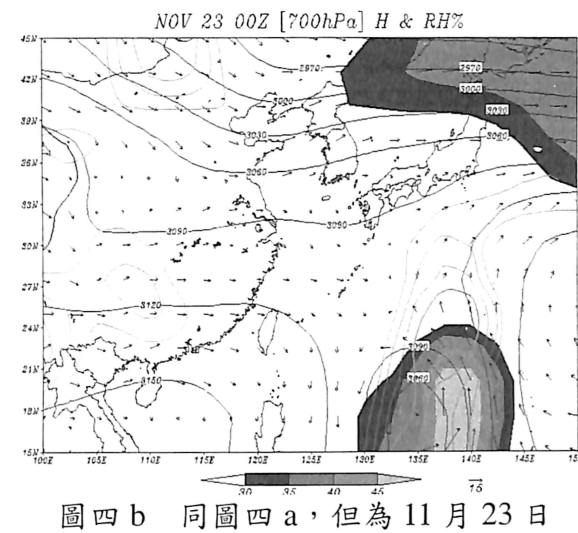
(三) 700hpa 高空圖：

21日日本省受高壓勢力影響，北部地區屬偏西南氣流，由流場方向轉變之情況，可判定在長江流域以南區域有一淺槽存在，此種淺槽應有利於東海微弱之上升運動的發生，日本南部經東海到華南一帶有明显相對溼度場存在（如圖四a）。

23日受「海神」颱風環流北上至較高緯度影響，長江流域以南區域已無任何槽線存在，華南一帶逐漸轉變為較冷乾屬性的西北氣流，此種情況應有利於下沉運動，對水汽的向上發展有相當的抑制作用，因此從日本到本省北海岸附近的溼度場已不存在了（如圖四b）。

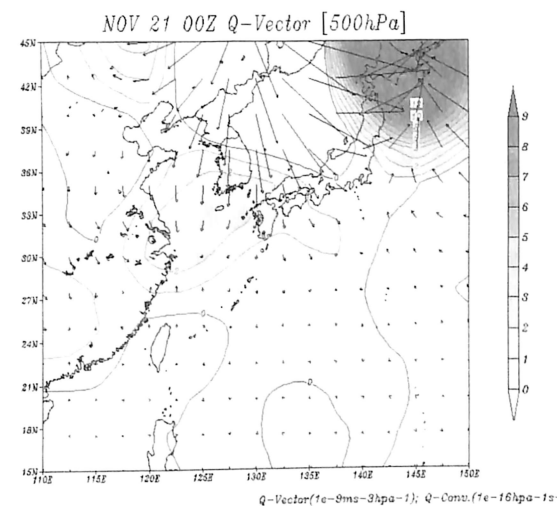


圖四a 11月21日0000UTC 700hpa 高空圖

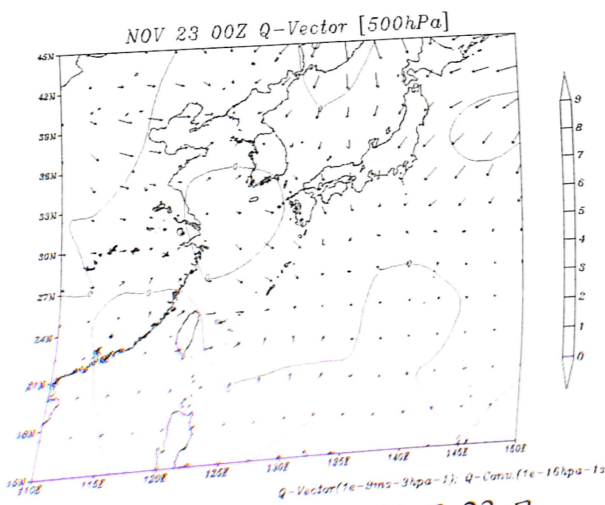


圖四b 同圖四a, 但為11月23日

另由500hPa的Q向量（圖五a、b）亦可驗證700hPa高空圖所顯示的特徵。21日Q向量場從黃海到華南一帶的垂直運動區，正好與700hPa高空圖所出現的淺槽與高相對溼度區配合，這對於衛星雲圖（稍後討論）上所分析到的較深厚雲層是有一定貢獻的。



圖五a 11月21日0000UTC 500hPa Q向量



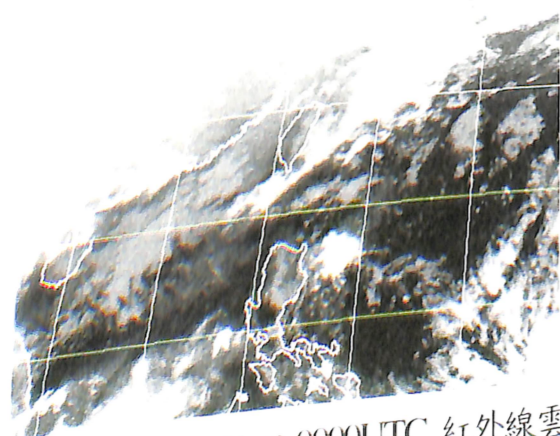
圖五b 同圖五a, 但為11月23日

三、衛星雲圖分析

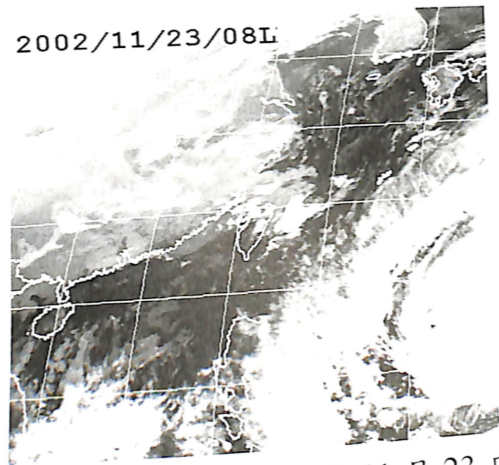
由21日紅外線衛星雲圖中可看出華南地區及黃海一帶具有明顯雲系存在，由西南往東北移動，平均雲頂高度為一萬六千呎（如圖六a）。23日與21日相較之下，華南地區及黃海的雲系已不明顯，本省北部地區主要受東北季風所引起的雲系影響，平均雲頂高度為一萬二千呎（如圖六b）。

依據雲頂高度分析與綜觀環境所表現的特徵，幾乎已可建立對兩日天氣過程之間的差異性：21日除了受東北季風影響外，伴隨淺槽與綜觀垂直運動的華南雲帶，也為本省提供了相當的水汽，而23日在純粹東北季風影響下，只有較單純的天氣過程造成降雨；其差異性在於空氣柱的水汽層厚度有明顯的不同，在搭配斜溫圖分析結果後將更為清楚。

2002/11/21/08L



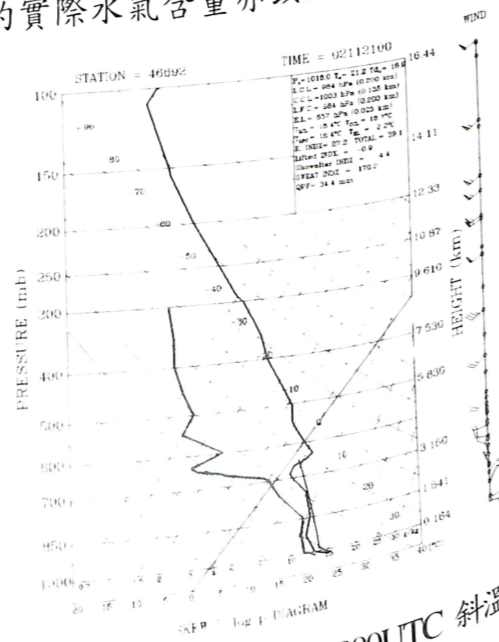
圖六a 11月21日0000UTC 紅外線雲圖



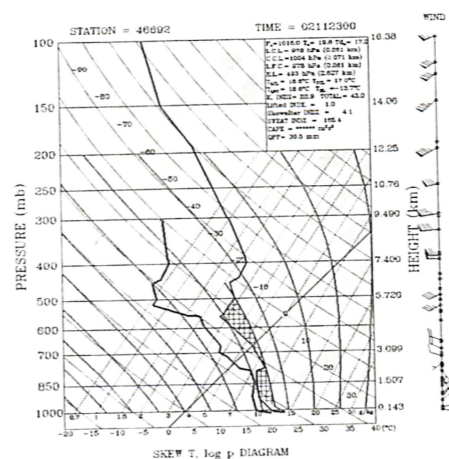
圖六b 同圖六a, 但為11月23日

四、692斜溫圖分析

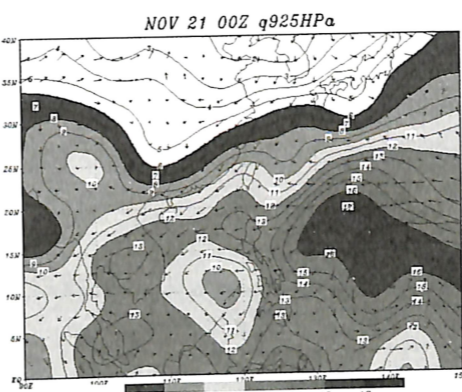
圖七a、b分別為二十一日及二十三日0000UTC的板橋探空分析。可看出東風層厚度達850mb，逆溫層存在於850mb至700mb之間，過去研究（潘等人，1984）指出，此一逆溫層存在的現象有利於水汽在低對流層堆積；除此之外大氣的水汽含量及相對溼度就冬季的氣候形態而言都很高，925hpa實際水汽含量分析顯示二十一日北部地區的水汽含量均高於10g/kg，而二十三日則低於10g/kg（圖八a、b）；另從斜溫圖上可看出二十一日逆溫層出現的高度比二十三日來的高，強度亦較強，相對的水汽供應層也因此而較厚，且850hPa以下的實際水氣含量亦以二十一日較高。



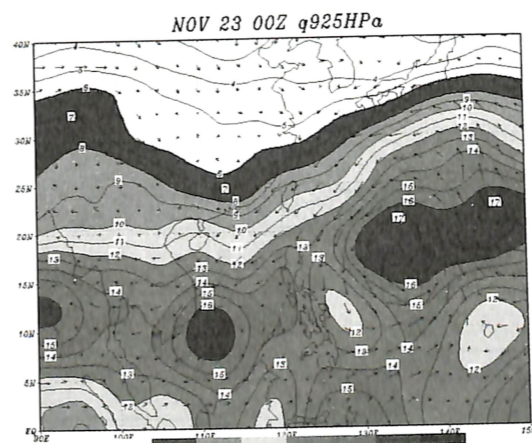
圖七a 11月21日0000UTC 斜溫圖



圖七b 同圖七a, 但為11月23日



圖八a 11月21日925hpa水汽含量



圖八b 同圖八a, 但為11月23日

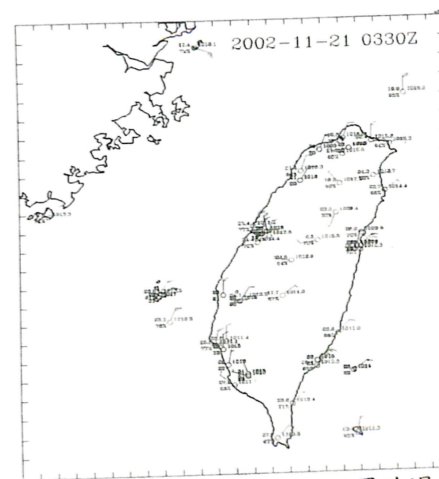
五、中尺度流場特徵分析

由地面密集觀測報告可看出，二十一日北部沿海均為北向風，迎風面位於基隆西北面山區（如圖九a）；而二十三日風向偏為東北風，基隆西北面山區雖然仍處於迎風面，但氣流進入蘭陽平原後繞流效應卻更為明顯（如圖九b），過去研究（陳，2000）指出，蘭陽平原三面環山，處於雪

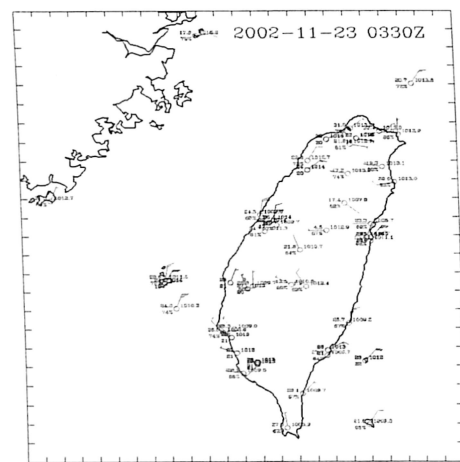
山山脈與中央山脈之間，東向太平洋且山高幾乎在二千公尺以上，當東北風進入蘭陽平原後，由於地形作用可形成兩種流場，一方面沿地形繞流，另一方面遇山阻擋爬升，均直接加強了輻合舉升的效果。因此，我們大致上可藉由低層氣流特性，建立地形對於本週前、後期降雨分布影響的概念模式（如圖十）。

六、結論

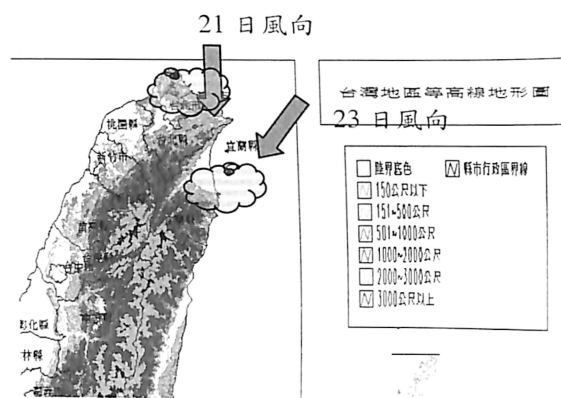
11月18至24日北部地區的降雨，型態上雖然均可歸類為東北季風，但降水強度與分布卻有明顯差異，首先低層氣流的來向有北風與東北風兩種型態；其次，中高層有無綜觀尺度系統移入也是關鍵，前期基隆西北面山區的降雨除了來自於迎風面舉升效應之外，中高層綜觀尺度條件（槽前及華南雲帶）亦有相當之貢獻，而後期蘭陽平原的降雨，則屬於單純的地形效應；此外逆溫層出現的位置及低層水氣的含量也有所不同，前期逆溫層位置較高，且低層水氣含量較大，對降雨量可能也有一定的貢獻。雖然在本文所使用的分析工具中，較難將此綜觀與中尺度效應加以區隔，但經由實際日累積雨量、綜觀尺度環境場與中尺度流場特徵之比較分析，仍可歸納出一些差異性（如表二），除了讓我們瞭解到，東北季風型態之降水強度與分布可能出現局部性的差異之外，在定性上也足以提供今後對東北季風型態降水的參考。



圖九a 11月21日0330UTC 低層流場



圖九 b 同圖九a, 但為11月23日; 注意蘭陽平原南側因繞流所產生的偏西風。



圖十 台灣地形與降雨概念模式

參考文獻

潘大綱、張凱軍、徐天佑，1984：72年10月12日宜蘭地區豪雨個案之分析與探討。氣象預報與分析，第九十八期，p.36-p.46。

陳盈擘，2000：宜蘭地區秋冬季降雨特性之研究。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文。

表一 91年11月18日至24日氣象中心每日清晨預報單所分析之天氣系統

日期	影響本省天氣系統
11/18	東北季風影響
11/19	東北季風影響
11/20	南方雲系北抬及微弱鋒面通過北部外海影響
11/21	東北季風影響
11/22	東北季風減弱影響
11/23	微弱東北季風影響
11/24	冷氣團南下影響

表二 91年11月18日至24日綜觀環境與氣流型態之特徵及差異性

特徵及差異性	
19-21日特徵	華南有雲帶。
	700、500hpa 高空圖顯示位於淺槽前。
	平均雲高一萬六千呎。
	逆溫層位於700mb。
	低層正北風。
22-24日特徵	底層水汽含量較大(850hpa 以下平均值為11.5g/kg)。
	華南無雲帶。
	700、500hpa 高空圖顯示位於微弱脊前。
	平均雲高一萬二千呎。
	逆溫層位於850mb。
22-24日特徵	低層東北風。
	底層水汽含量較小(850hpa 以下平均值為9g/kg)。

A case study of how the synoptic environment and air flow influences the rainfall distribution and intensity brought forth by the winter monsoon over Taiwan.

Lee Tsi Yi Dai Jyh huei

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

Abstract

According to data from the ROC air force weather center, the primary weather system over Taiwan from November 18 to 24 during this year was mostly related to the winter monsoon, which is usually the dominate factor in controlling the weather over Taiwan during the winter season. From the conceptual model made by past studies (Pan et al), the more dominate the winter monsoon becomes, the more likely the rainfall will be concentrated over the northeastern parts of Taiwan. However, the most eye-catching aspect of the weather throughout the week was the fact that the strength and position of the rainfall shifted around different areas. Initially (11/19~11/21), the maximum rainfall rate appeared over the northwestern side of the mountains near Keelung, where the rainfall rate was 141, 90.5, and 176 mm respectively. Yet later on (11/22~11/24), it instead appeared over the mountains near the southern parts of the Lan Yang plateau, where the rainfall rate was 46.5, 83, 32.5 mm respectively.

This paper attempts to look into this unique aspect by analyzing both the synoptic environment and low-level stream field. In addition, analysis of satellite cloud images along with high-resolution rainfall data are also taken into account. Preliminary results indicate that the conventional conceptual model can still be of use in understanding the weather's evolutionary process. However, it appears that changes in the low-level air flow can also modify the rainfall. Moreover, the moving in of the mid-level weather system from the Hui Nan area also seemed to play a role in "the rainfall equation."