

# 華南移至台灣附近中尺度對流系統移動之研究

丘 台 光 王 時 鼎 林 雨 我 陳 景 森

中央氣象局科技中心

國立中央大學大氣物理系

(中華民國七十五年二月廿八日收件，三月四日修正)

## 摘 要

本文針對1981年~1984年5月至6月由華南移至台灣附近之中尺度對流系統，利用氣象衛星與雷達降水回波資料追蹤其移動，並根據雲系外圍附近探空站所測得各層風場或合成量與雲系或降水回波移動路徑比較，找出最配合雲系或降水回波移動之風場分析量，以作為短期天氣預報之參考，最後並以1985年5月28日中南部豪雨之個案加以驗證。

研究結果顯示，類似Maddox (1980)所定義之MCC系統，由華南至本省之移動與低層850毫巴及200毫巴的合成氣流方向較為一致，而比MCC較小之中尺度- $\beta$ 型對流系統的移動，主要與850毫巴及300毫巴風切氣流的方向一致。

## 一、前 言

在氣象界，瞭解及預測豪雨的產生及移動是一門有趣且困難的學問。一般而言，導致對流性降水的風暴移動大約和雲層內的環境場的平均風一致 (Byers and Braham, 1949)，但是會產生冰雹、龍捲風等劇烈天氣的強烈風暴的移動方向有偏向平均風場的右方且有較慢的趨勢 (Browning, 1964)，但偏向平均風場左方移動的風暴亦偶有出現過 (Hammond, 1967)。有時風暴成對發展，分別偏向平均風場的右方及左方 (Eujita and Grandoso, 1968; Charba and Susaki, 1971)。另外多雨胞風暴的移動，深受雨胞形成的快慢及位置的影響 (Browning and Ludlam, 1960; Marwitz, 1972; Miller and Fankhause, 1983)。除了環境風場與風暴的移動有密切的關係外，其他許多因素亦能影響風暴的移動。例如由Fritsch and Rodgers (1981)列出的因素：地形、陣風鋒面，濕舌的分布，以及對流雨胞之間的

相互作用。又如Weaver (1979)強調邊界層幅合區會影響風暴的移動。

在台灣地區會帶來豪雨的中尺度系統的降水亦為對流性降水，國內關於中尺度對流系統的研究已有初步的開始 (陳、紀1982; 廖、嚴1982; 丘等1982; 丘、廖1984; 紀、陳1984)，但是對於中尺度對流系統的移動，尤其由華南移至本省之移動研究甚少，而中尺度對流系統的移動又與豪雨產生的地區有很密切的關係。因此本文主要是討論由華南至本省附近中尺度對流系統的移動性質。因影響對流系統移動速度之因素很多，如低層水汽的輻合，對流系統如何攔截水汽，以及地形的影響等，所以速度的預測更難。本文重點僅放在移動方向之討論。

## 二、資料收集與分析方法

本文乃收集1981~1984年5月至6月的氣象衛星雲圖，追蹤華南至本省附近之中尺度對流系統的雲系移動，為便於區分起見，並加以分類：與

Maddox (1980) 所定義 MCC 的範圍大小相同者稱之為 MCC，而比 MCC 較小的中尺度對流系統定名為中尺度- $\beta$  型對流系統。選取雲系外圍鄰近探空站所測之各層風場或其合成量（如表 1），試與雲系前後移動路徑比較，找出最配合雲系移動之風場，以作為未來短期預報之參考。選取測站資料時，若測站本身已降水或受到雲系覆蓋，則此測站可能受到降水影響並不具代表性，不加以採用。

表 1 試驗探空站風場與雲系移動之關係

試驗雲系移動與 平均風場之關係	$\vec{V} = \vec{V}_{500}$
	$\vec{V} = (\vec{V}_{850} + \vec{V}_{200}) / 2$
試驗雲系移動與 風切之關係	$\vec{V} = (\vec{V}_{700} + \vec{V}_{200}) / 2$
	$\vec{V} = \vec{V}_{300} - \vec{V}_{850}$
	$\vec{V} = \vec{V}_{300} - \vec{V}_{700}$

### 三、個案分析與綜合結果

(一) MCC 移動個案 (1982年5月31日至6月2日)

圖 1 為此個案連續時間之氣象衛星雲圖與雷達降水回波資料，由圖中雲系分析可看出三組 MCC 之移動如圖中 A、B、C 所示。中尺度對流系統 A 在 6 月 1 日 00Z 前後，是往東移，由桃園、馬公及東港 6 月 1 日 00Z 的風場（如圖 2 a）可知 850 毫巴與 200 毫巴兩層的合成風向量與對流系統 A 的移動一致，又中尺對流系統 B 于 6 月 1 日 12Z 前後亦往東移，由台北及東港 6 月 1 日 12Z 的風場分析（如圖 2 b）亦可知 850 毫巴與 200 毫巴之合成風可描述中尺度對流系統 B 之移動；2 日 00Z 前後，中尺度對流系統 C 往東北東移，此亦與桃園及東港當天 00Z 之 850 毫巴與 200 毫巴的合成風場（如圖 2 c）一致。

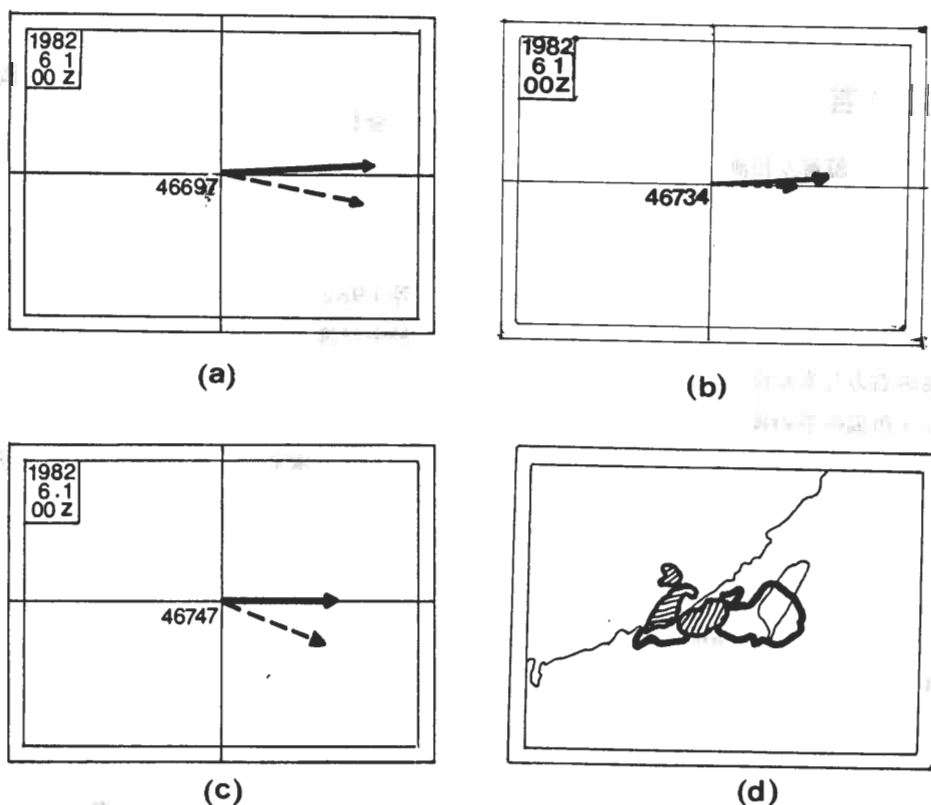


圖 2 a 探空風場與 MCC 系統雲系移動的關係圖 (a) 桃園 (46697) 探空站風場 (實線表示 850 毫巴與 200 毫巴合成風場，虛線表示 500 毫巴風場)。(b) 馬公 (46734) 探空站風場 (圖說同(a)) (c) 東港 (46747) 探空站風場 (圖說同(a)) (d) MCC 雲系追蹤圖 (雲系範圍表示雲頂溫度低於  $-63^{\circ}\text{C}$ )

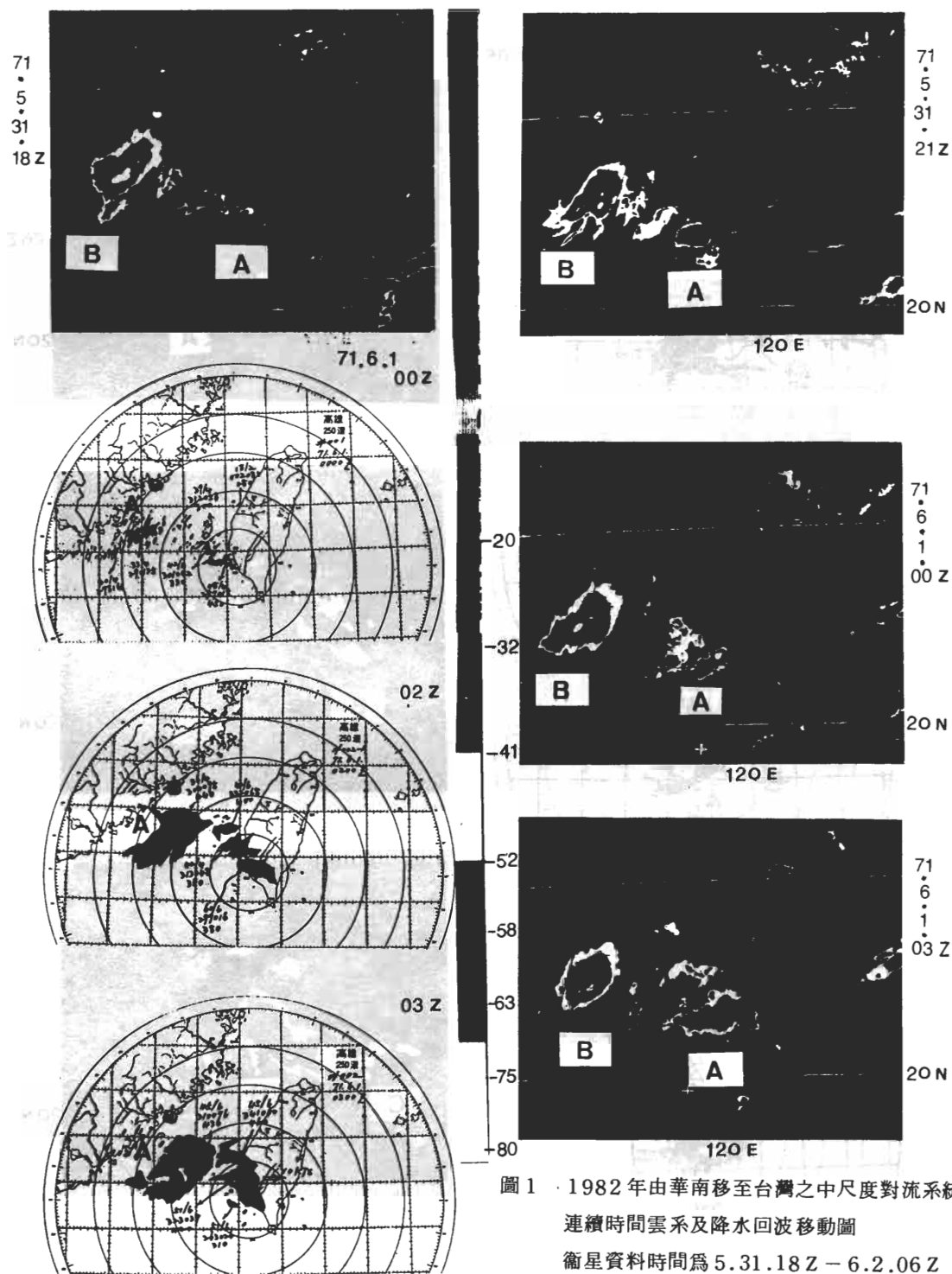
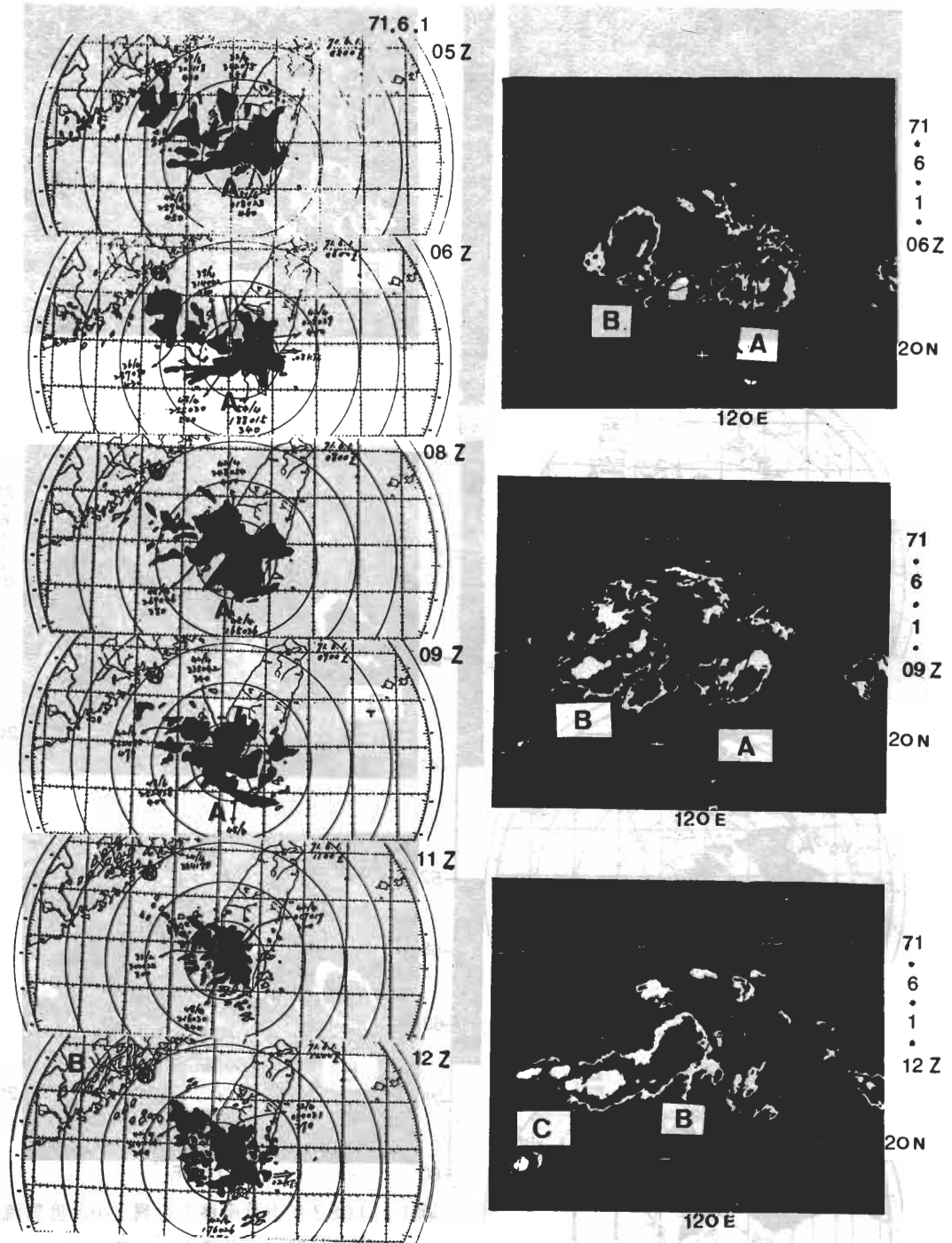
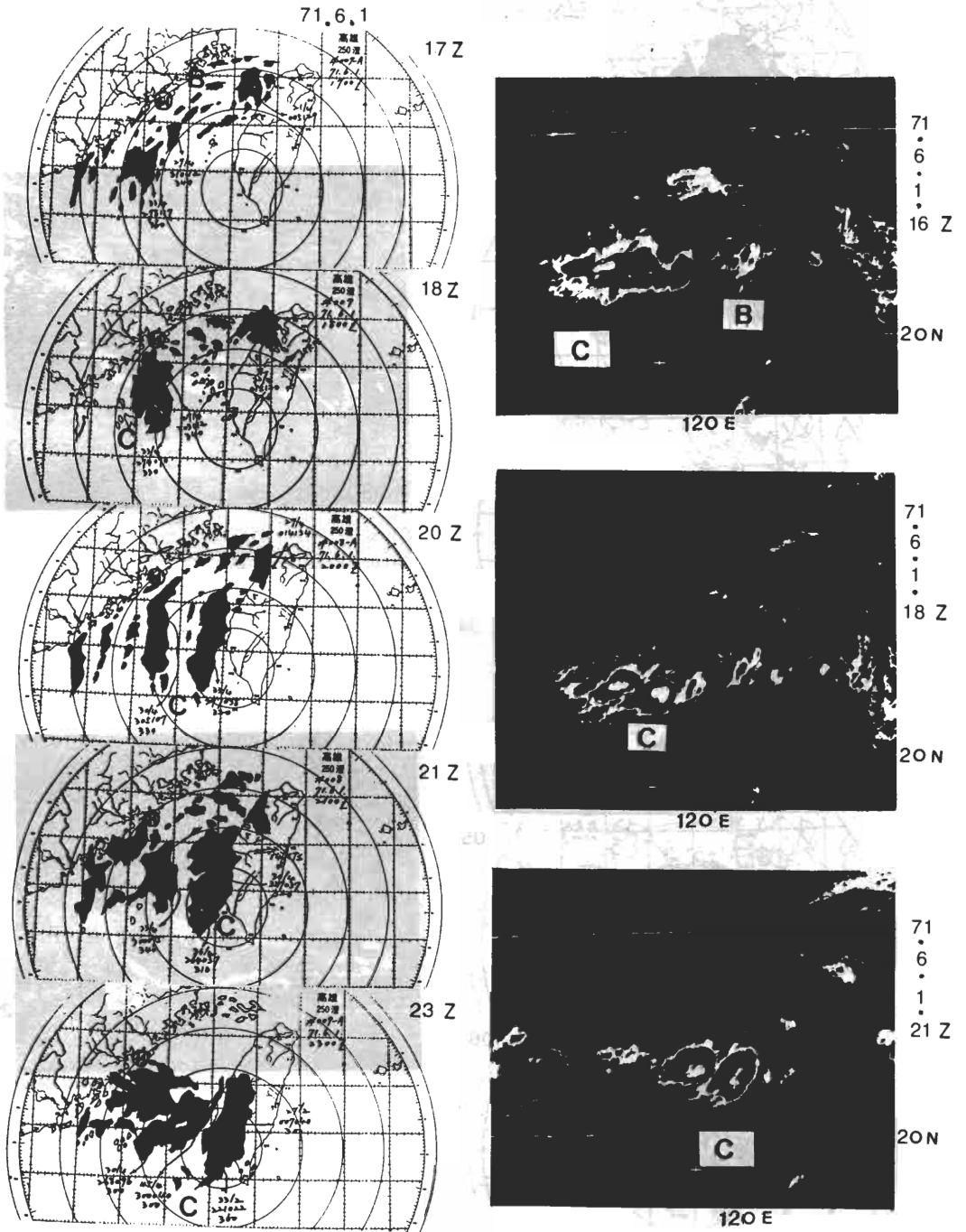


圖 1 · 1982 年由華南移至台灣之中尺度對流系統  
 連續時間雲系及降水回波移動圖  
 衛星資料時間為 5.31.18 Z - 6.2.06 Z  
 雷達降水回波時間為 6.1.00 Z - 6.2.06 Z



圖一



續圖一



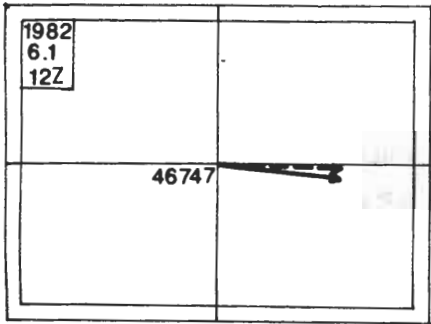
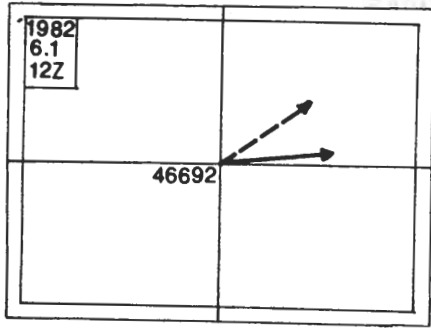


圖 2 b 1982.6.1.12 Z 台北 (46692) 及東港探空站風場 (圖說同 2 (a))

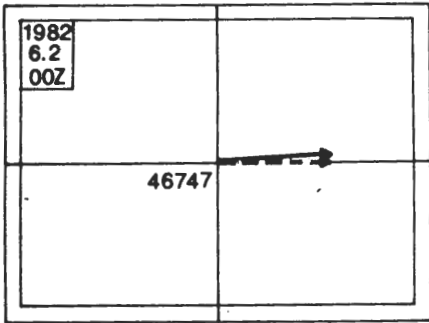
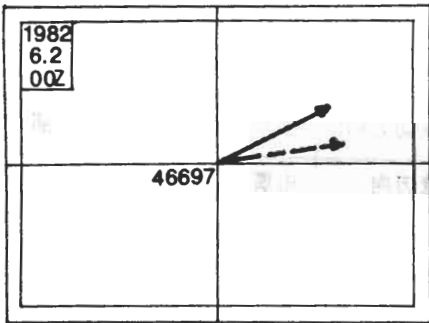


圖 2 c 1982.6.2.00 Z 桃園及東港探空站風場 (圖說同 2 (a))

(二)中尺度-β型對流系統移動分析(1981年5月27~28日及1983年5月31日)

Chen and Chi (1985) 指出影響 1981 年 5 月 28 日北部豪雨的中尺度對流系統, 因雲系範圍比 MCC 要小, 但比積雲尺度對流胞大, 故分類為中尺度-β型對流系統, 如圖 3 a, 此系統在 5 月 27 日 12 Z 前後, 是向東南方以  $7.4\text{ms}^{-1}$  之速度移動。由馬公 5 月 27 日 12 Z 的風場可知 (圖 3 b) 850 毫巴與 300 毫巴的風切 ( $7.5\text{ms}^{-1}/345^\circ$ ) 似可顯示對流系統的移動。另外分析 5 月 31 日的個案, 當時雷達回波系統約以  $5.6\text{ms}^{-1}$  之速度向南移動 (圖 4 a), 而馬公 5 月 31 日 12 Z 850 毫巴與 300 毫巴的風切 (圖 4 b) 亦指向南。

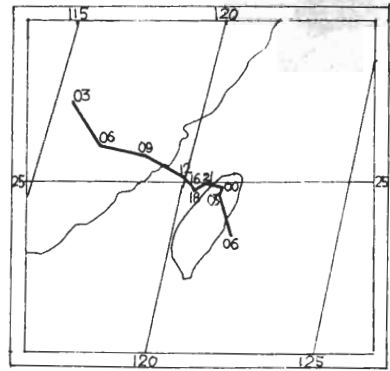


圖 3 a 1981.5.27~28 華南中尺度對流系統移動圖 (取自 Chen and chi, 1985)

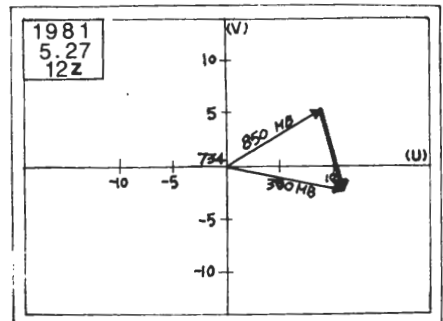


圖 3 b 1981.5.27.12 Z 馬公探空資料所測得 300 毫巴及 850 毫巴風場, 粗線表示 850 毫巴及 300 毫巴風切方向。

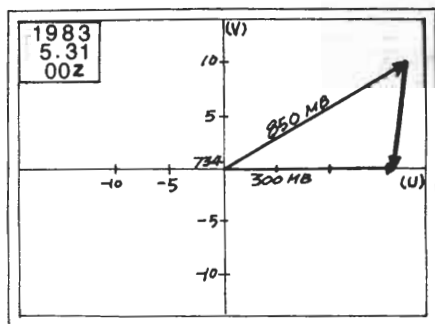
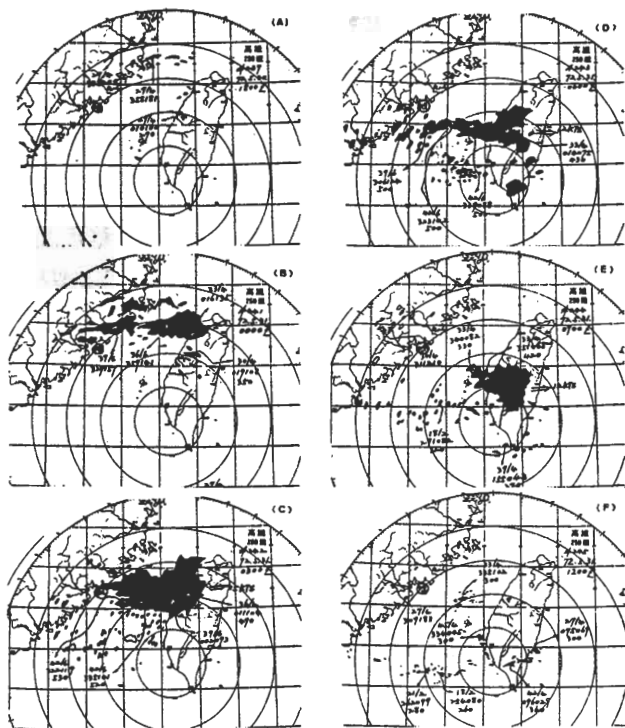


圖 4 b 1983.5.31.00 Z 馬公探空的風場資料，粗線表 850mb 及 300mb 風切方向

圖 4 a 1983年 5 月 30 日 18 Z ~ 5 月 31 日 12 Z 高雄雷達站降水回波連續追蹤圖：  
 (a) 5.30.18 Z (b) 5.31.00 Z  
 (c) 5.31.03 Z (d) 5.31.06 Z  
 (e) 5.31.09 Z (f) 5.31.12 Z

表 2 對流系統之雲系移動與風場關係說明

個 案	類 型	雲系移動與風場之一致性	雲 系 移 動
1981,5,12	MCC	700mb 與 200mb 平均氣流方向	由本省南方外海移至本省
1981,5,27	MCC (*1)	850mb 與 200mb 平均氣流方向	由華南移至本省北部
1981,5,28	MESO-β	850mb 與 300mb 氣流的風切方向	由本省北部移至本省中部
1982,6,1	MCC	850mb 與 200mb 平均氣流方向	由廣東沿海至本省南部
1982,6,2	MCC	850mb 與 200mb 平均氣流方向	由廣東沿海至本省南部
1983,5,15	MCC	850mb 與 200mb 平均氣流方向	由廣東沿海至本省南部
1983,5,20	MCC	850mb 與 200mb 平均氣流方向	由福建、廣東沿海至本省南部
1983,5,22	MESO-β	850mb 與 300mb 氣流的風切方向	由本省西部至東部
1983,5,23	MESO-β(*2)	500mb 氣流方向	由南海至本省南部
1983,5,31	MESO-β	850mb 與 300mb 氣流的風切方向	由福建沿海至本省中部
1983,6,1	MESO-β	850mb 與 300mb 氣流的風切方向	由本省南端至本省南部
1983,6,2	MESO-β(*3)	500mb 氣流方向	由本省南端至本省西南部
1983,6,3	MCC	850mb 與 200mb 平均氣流方向	由福建至本省中部

[註] \* 1 本個案其水平尺度已達MCC的定義標準，惟其灰度則略低於定義之規定，在此仍將其視為MCC類型來考慮。

\* 2、\* 3 本二個案的水平尺度屬於較小型之Meso-β系統。



根據以上個案分析的方法分析其他個案，獲得之結果如表 2 所示。由表中說明，可知在台灣附近產生之 MCC 系統或是在華南產生後移至本省附近的 MCC 系統，其雲系的移動方向大致上是與 200 毫巴及 850 毫巴之平均氣流方向一致；而比 MCC 較小的中尺度-β型(100~200 km)對流系統則大部分與 300 毫巴和 850 毫巴的風切的方向一致；另外對於較小的中尺度-β型(數十公里)之對流系統而言，它的移動方向則較與 500 毫巴之氣流一致，因個案太少，此點尚須進一步研究。

### 四、個案校驗

我們利用 1985 年 5 月 28 日影響中南部的豪雨系統個案，校驗上述預報方法。圖 5 a 為該雲系  $T_{BB} < -32^{\circ}\text{C}$  之範圍及其移動狀況，可看出 5 月 27 日 00 Z 至 06 Z，雲系大致往東南東移動，由馬公及東港的探空風場分析(如圖 5 b)，可知 850 毫巴與 200 毫巴的合成風較能描述該系統的移動，但 500 毫巴氣流並不配合。又中尺度對流系統于 27 日 12 Z 至 28 日 00 Z 時，雲系很明顯的往東移，此亦與馬公及東港 27 日 12 Z 之風場分析(圖 5 c)中 850 毫巴與 200 毫巴的合成風較為一致，致可利用此簡單的方法概略估計對流雲系之短時移動方向，做為短期天氣預報之參考。

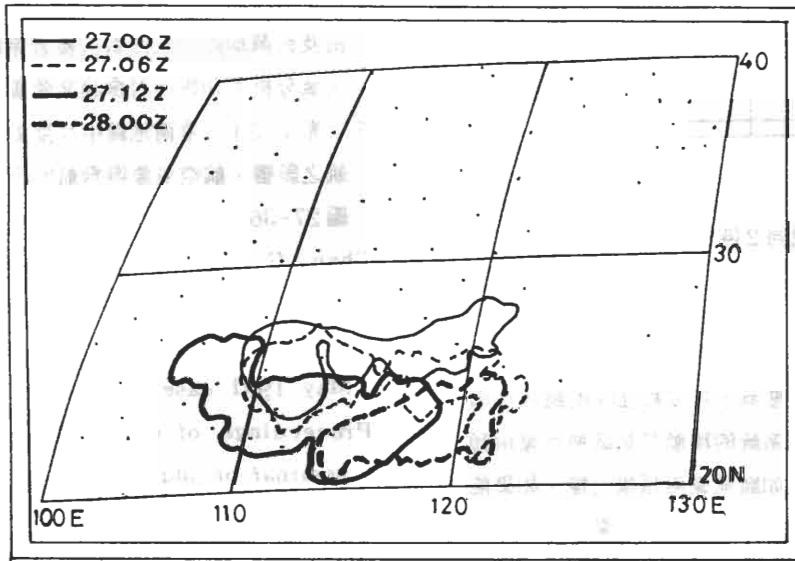


圖 5 a 1985 年 5.27.00 Z ~ 5.28.00 Z 華南移至台灣之中尺度對流系統雲系追蹤圖

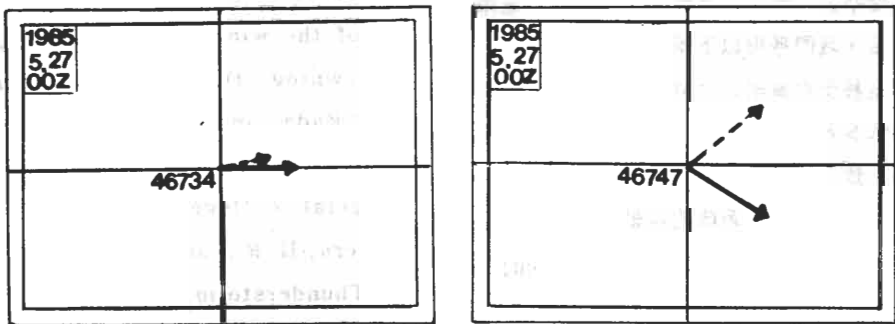


圖 5 b 1985 年 5.27.00 Z 馬公及東港探空站之風場(圖說同 2(a))

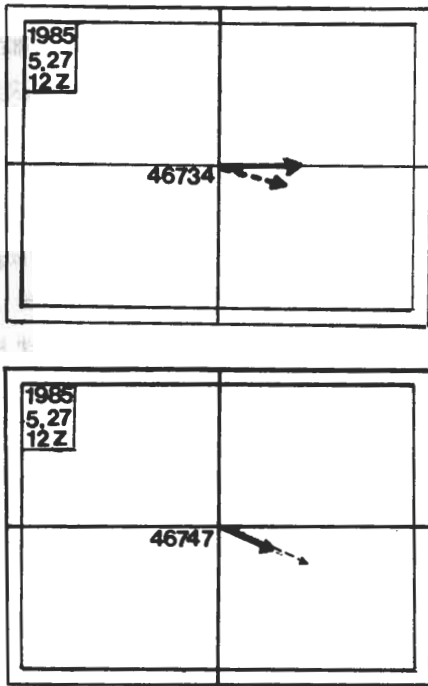


圖 5 c 1985 年 5.27.12 Z 馬公及東港探空站之風場 (圖說同 2(a))

## 五、結 論

豪雨的預報，是一個非常困難的題目，因為它牽涉到大尺度、中尺度到小尺度相互間的關係，而掌握導致豪雨之對流系統的移動又是區域性豪雨預報最重要的一環，就如颱風豪雨預報一樣，如果能準確地掌握颱風的移動方向，將會對豪雨的預報有很大的助益。分析 1981~1984 年 5 月至 6 月從華南移至本省附近之 13 個中尺度對流系統個案與其外圍附近探空站所測風場之關係，所獲結果並用 1 個個案校驗，我們獲得以下兩點結論：

1. 由華南移至台灣附近之 MCC 系統，其雲系移動方向與低層 850 毫巴及高層 200 毫巴的平均氣流方向較為一致。

2. 中尺度- $\beta$ 型對流系統的移動，在台灣附近，主要是受 850 毫巴及 300 毫巴風切氣流方向的影响而移動。

## 參考文獻

- 廖學鎰、嚴明鈺 1982：冷鋒前中間尺度擾動個案之分析研究，中範圍天氣研討會論文集編 613-623
- 陳泰然、紀水上、謝維權 1982：初春華南中尺度對流複合系統之個案研究，中範圍天氣研討會論文集編 593-612
- 丘台光、洪理強、廖學鎰 1982：民國 70 年 5 月 28 日之豪雨個案研究，中範圍天氣系統研討會論文集編 233-247
- 丘台光、廖學鎰 1984：華南及鄰近地區中尺度對流系統之研究，大氣科學第 11 期 85-100
- 紀水上、陳泰然 1984：1981 年 5 月 27-28 日華南及台灣地區中尺度對流複合系統之初步分析，天氣分析與預報研討會論文集編 95-115
- 丘台光 1984：華南地區中尺度對流複合系統對飛航之影響，航空氣象與飛航安全研討會，論文集編 27-36。
- Chen, G. T.-J. and S.-S. Chi, 1985: case study of disastrous heavy rains in Mei-Yu season over northern Taiwan-28 May 1981 case.
- Proceedings of the ROC-JAPAN joint seminar on multiple hazards mitigation Taipei, Taiwan, R.O.C. 815-839.
- Browning, D. A., 1964: Air flow and precipitation trajectories within severe local storms which travel to the right of the wind. J. Atmos. Sci., 21, 634-639.
- Browning, D. A. and F. H. Ludlam, 1960: Radar analysis of a hailstorm. Technical Note No. 5, Dept. of Meteorology, Imperial College, London. 106pp.
- Byers, H. R., and R. Braham, 1949. The Thunderstorm. Gpvt. Printing Office, Washington. D. C. 287pp.

- Charba. J., and Y. Sasaki., 1971 : Structure and movement of the severe thunderstorms of 3 April 1964 as revealed from radar and surface mesonetwork data analysis. J. Meteor. Soc. Japan., 49, 191-213.
- Fritsch, J. M. and D. M. Rodgers 1981 : The Ft. Collins Hailstorm-an example of the short-term forecast enigma. Bull. Amer. Meteor. Soc., 62, 1560-1569.
- Fujita. T. T., and H. Grandoso, 1968: Split of a thunderstorm into anticyclonic and cyclonic storms and their motion as determined from numerical model experiments. J. Atmos. Sci., 25, 416-439.
- Hammond, G.R., 1967 : Study of a left moving thunderstorm of 23 April 1964. Tech. Memo. IERTM-NSSL, 31, ESSA Norman. OK 47pp.
- Multi-cell storm, J. Appl. Meteor., 11, 180-188
- Marwitz. J. D., 1972 : The structure and motion of severe hailstorms. Part II :
- Miller. L. J., and J. C. Fankhauser., 1983 : Radar echo structure, air motion and hail formation in a long stationary multicellular thunderstorm. J. Atmos. Sci., 40, 2399-2418.
- Weaver. J. P., 1979 : Storm motion as related to boundary-layer convergence. Mon. Wea. Rev., 107, 612-619.
- Maddox R. A., 1980 : Mesoscale convective complexes. Bul. Amer. meteor. soc. 61, 1374-1387.

## A Study of the Movement of Mesoscale Convective System from Southern China to Taiwan Area

T. K. Chiu S. T. Wang Y. W. Lin  
Central Weather Bureau

C. S. Chen  
Department of Atmospheric Physics  
National Central University

### ABSTRACT

By using the data of meteorological satellite images and radar echoes of May-June from 1981 to 1984, the mesoscale convective systems (MCS) which moved from Southern China into Taiwan area were studied. The upper wind field of a single layer or composited from two layers, which was located in the vicinity of the MCS were compared with the tracks of the MCSs, in order to find out the suitable wind field which may be used as a indication for forecasting the movement of a MCS in a short period.

Our study indicates that if a mesoscale convective system is similar to the MCC defined by Maddox (1980), it will move with the mean air flow between 850 mb and 200mb layer. But the movement of meso- $\beta$  scale convective systems would be associated with the shearing flow between 300 mb and 850 mb layer.