

都卜勒雷達對歐菲莉颱風之觀測

劉昭民 簡慶芳 林國平

民航局飛航服務总台氣象中心

摘 要

都卜勒雷達對79年6月歐菲莉颱風登陸前後，以及越過中央山脈，自本省西北部出海前後各個不同階段之颱風眼位置，都能時時刻刻觀測到。由都卜勒雷達對歐菲莉颱風之觀測，足以證明高聳的中央山脈對颱風的影響至鉅，可以破壞颱風的環流結構。

一. 前言

民國79年6月18日歐菲莉 (OFELIA) 在呂宋島東南方海面上形成後，最初朝西北西方移，到19日後又改向西北方向移，21日在呂宋島近海向北北西方向移動。22日晚上改向北移，23日通過蘭嶼。23日1300L中正雷達回波顯示颱風中心在花蓮南方40KM處 (即 $23.7^{\circ}N$, $121.7^{\circ}E$) 登陸，並向西北方向移動，然後繼續偏北移動，但歐菲莉颱風於登陸後環流被破壞，颱風中心定位不易，其後在2130L左右於中正機場西邊出海向北而去。其行經路徑見圖一。

中正機場都卜勒氣象雷達，除具備傳統雷達功能外，更具有偵測徑向風速的能力，本文即利用該單一都卜勒氣象雷達資料，對歐菲莉颱風於登陸前後及出海階段，其回波強度結構與徑向風速變化，例如颱風中心附近最大徑向風速區、颱風環流、颱風中心定位、垂直結構等作初步分析，以進一步了解颱風登陸與越過中央山脈時之路徑、結構及強度變化情形。

歐菲莉颱風離開台灣，於6月25日0330L中正機場100KM範圍內已無明顯回波才停錄資料為止，全部錄存資料時數達64小時。

掃瞄狀態	都 卜 勒
俯角步驟 ($^{\circ}$)	0.5 1.5 2.5 3.5 5.5 6.5 7.5 8.5 9.5 11.5
CAPPI (KM)	0.5 1.5 2.5 3.5 4.5 5.5 6.5 7.5 8.5 9.5 10.5 12.5
雷達轉速	2, 4 rpm
掃瞄需時	6 分鐘
轉換需時	5 分鐘

表一. 歐菲莉颱風中正機場都卜勒氣象雷達作業掃瞄作業

二. 雷達資料蒐集與分析方法

中正機場都卜勒氣象雷達為C波段雷達，可作非都卜勒及都卜勒二種掃瞄方式，解析度分別為2KM與1KM。雷達資料處理器於非都卜勒作業狀態下處理240半徑的資料，在都卜勒作業狀態下處理120半徑的資料。在偵測歐菲莉颱風之時，於彩色顯示系統上可顯示12層定高度平面位置圖 (CAPPI)，顯示形態可分水平與任意垂直向之回波強度、風、降水、亂流、最大回波、回波頂高度及最大回波高度等，皆以顏色標尺表示其強度值。偵測歐菲莉颱風所採用之掃瞄策略見表一。

歐菲莉颱風外圍環流於6月22日1000L進入非都卜勒作業掃瞄範圍，回波並於1130L在中部地區開始加強。雷達即開始錄存資料，直至

中正機場都卜勒氣象雷達天線架設於機場之內，因此其對東方或東南方回波作觀測時，為避免地形影響，作業上一般採用3.5KM的CAPPI資料較為完整可靠。本文希望利用回波強度配合徑向風速，對颱風回波結構及颱風中心環流等作分析。為了消除地表回波，因此研究資料均採用都卜勒作業狀態者，其資料的有效研究範圍，約在 $26.0^{\circ}N$, $120.3^{\circ}E$; $26.0^{\circ}N$, $122.2^{\circ}E$; $24.1^{\circ}N$, $120.3^{\circ}E$; $24.1^{\circ}N$, $120.3^{\circ}E$ 四點之間。而颱風中心進入都卜勒作業狀態的時間從6月23日1600L起至6月24日0100L離開都卜勒雷達偵測範圍為止，此乃我們研究本文所採用的時間範圍。

三. 回波場分析

(一) 颱風之定位和路徑

由於歐菲莉颱風登陸後，受到地形的影響，使其原有結構受到破壞，因此我們很難從雷達幕上看到完整的颱風眼而定出其中心位置〔見圖二（1），（2）〕，須另外配合同時間雷達風場分佈圖（見圖三）之零值等風速線（Zero Isodop）和最大正、負等風速線徑向核心位置，始能精確定出颱風中心位置；而颱風即將出海或在海面上時，颱風中心受地形破壞較少，較易由雷達幕上研判其中心位置〔見圖二（3），（4）〕。表二即為利用上述方法，從23日1600L至24日0100L研判之颱風中心位置。

日期	時間 (L)	緯度 (N)	經度 (E)
6/23	1600	24.1	121.3
	1700	24.5	121.1
	1800	24.7	121.1
	1900	24.9	121.1
	2000	25.1	121.1
	2100	25.2	121.1
	2200	25.4	121.2
	2300	25.5	121.3
6/24	0000	25.7	121.2
	0100	26.0	121.2

表二. 利用都卜勒雷達偵測歐菲莉颱風之中心位置圖

(二) 回波結構分析

由圖二（1）、（2），颱風中心位在中央山脈地區，颱風眼並不明顯，但在圖二（3）、（4），颱風中心受地形影響較小，稍為明顯可以看出氣旋式渦流中心。圖中之“●”表示當時之颱風中心位置（參考表二），每條線之間隔差為5DBZ，並在20DBZ之線條上標出數值。由圖中可以看出最強回波（大於40DBZ以上）皆位於颱風前進方向之右前方象限內，尤以6月23日2005L及2105L〔圖二之（3）（4）〕因颱風中心即將出海（或剛出海），環流結構受地形的影響逐漸減小，回波強度明顯增強。

在垂直結構方面：由6月23日1605L不同高度之水平回波強度分佈（圖三），可見在5.5KM高度的回波最強，範圍也較廣；相對地，在

0.5KM高度的回波值最弱。另由圖四之垂直回波剖面圖分析，在1605L時，其垂直向最大回波值約介於0.5KM至7KM之間，近地面處或高於11KM以上則回波最弱；而在1805L時，颱風中心已逐漸移出中央山脈而位於竹苗附近之丘陵台地區，較強回波區域自低層往中高層擴大，即使在0.5KM高度之回波強度，亦有大於35DBZ者，顯然此時颱風環流受地形的影響較小，地面雨勢較強（圖五）。

由圖六可見6月23日2205L與2310L時，颱風中心離開陸地尚未多遠，其最強之回波區呈狹長型之螺旋帶狀發展，長長地延伸在颱風中心之後，可能與山脈的地形效應有關。到了6月24日0110L，颱風中心已遠移至中正機場北方80KM處，本省除了東北角外，其他地區的回波已經相當微弱，此時對流性回波範圍縮小並減弱，層狀回波則增加。

四. 風場分析

理想之颱風環流係屬於渦旋狀風場，由都卜勒氣象雷達觀測之理想颱風風場結構為形成二個正負等風速值之半圓形區，二者之間並以與雷達徑向平行的零值等風速線分隔，颱風中心即位於此分隔線上。雖然雷達徑向風速無法充份代表實際風速，但若風向與雷達波束方向平行，則雷達所測得之最大徑向風速即為實際最大風速。颱風係具有旋轉式移動之渦旋風場特性氣流，因此都卜勒雷達所顯示之最大徑向風速，可避免對實際最大風速造成過於低估的情形。圖七係歐菲莉颱風在6月23日由中央山脈北移至竹苗丘陵地區然後出海，在不同時間的0.5KM高度之水平風場分佈圖，圖中右下角部位因受中央山脈影響，水平風場分佈零亂而不清楚。在颱風即將出海階段時，其行進方向之風系則較為完整，而低層最大風速區係位於颱風前進方向之右前方象限。

圖八係6月23日1605L颱風在不同高度之水平徑向風場分佈情形，因受中央山脈的影響，在中正機場東南方3.5KM以下的風場結構無法偵測，而由其中之（3）、（4）二圖可以看出在颱風中心行進之右前方象限的3.5KM高度上存在最大的水平徑向風速，其值在15M/S以上。圖七則是6月23日1805L颱風在不同高度之水平徑向風場分佈情形，此時颱風中心位於中央山脈西側的竹苗丘陵地區，此時最強之徑向風速係位於颱風行進方向之左後方〔入區，見圖九之（2）〕與右前方〔出區，見圖九之（3）〕。至於颱風出海之後（見圖十），地形對其已不復影響，強風速帶明顯增大，亦均位於其前進方向之右前方或右方。

五. 結論

本文主要目的在探討利用單一都卜勒氣象雷達於歐菲莉颱風襲台期間至出海遠颶前後階段，將水平回波強度及水平風場分佈作數值化分析，以供研究颱風的內部風場及結構，由以上的都卜勒雷達資料之初步分析，可以得到下列幾點結論：

- (一) 歐菲莉颱風登陸時受到中央山脈的影響極大，使得颱風結構遭到破壞，颱風眼並不清晰。
- (二) 由於歐菲莉颱風在中正機場附近出海，因此在其出海前後給本省西北部地區帶來強勁的西南氣流。
- (三) 配合雷達回波與徑向風速分佈，可以準確定出颱風中心位置。
- (四) 水平最大回波強度皆位於颱風行進方向的右前方象限。
- (五) 水平最大徑向風速亦發生於颱風行進方向的右前方象限。

六. 參考文獻

- 李金萬、楊健生、林國平，1988：利用單一都卜勒氣象雷達觀測亞力士颱風之初步分析研究，中央氣象局氣象學報第34卷第3期，p.216-226。
- 陳台琦、曾憲瓊，1987：都卜勒雷達對台灣地區降水系統內部風場研究，第一部份：風場型態辨認之模擬，國科會專題研究報告NSC75-0202-M-008-23。
- Aoyagi J., 1983: Wind Measurements by a Doppler Radar. 21st conference on radar meteorology, Amer. Meteor. Soci. 536-541.
- Battan J. L. 1973: Radar observation of the Atmosphere. University of Chicago press Chicago and London, 88-97.
- Doviak J. R., and D. S. Zrnic, 1984: Doppler Radar and Weather Observations, Academic press, INC. 317-319.

七. 誌謝

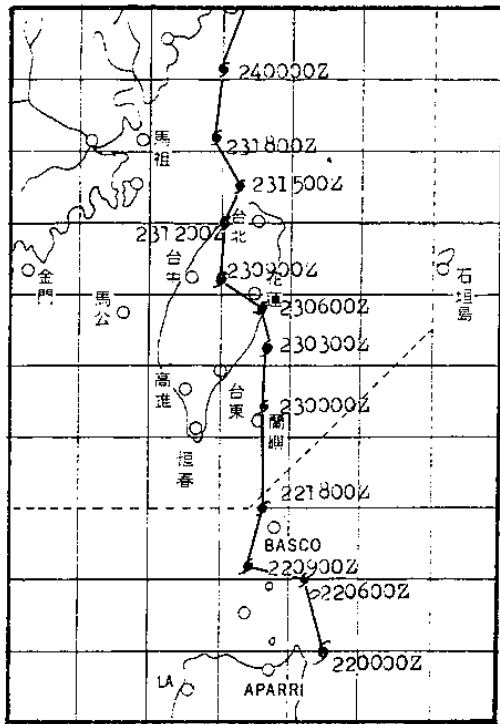
感謝中正雷達室全體同仁的協助，尤其是楊健生先生熱心提供繪圖軟體，謹此致謝。

A study of a Single Doppler Radar Data to Interpret Typhoon Ofelia Structure

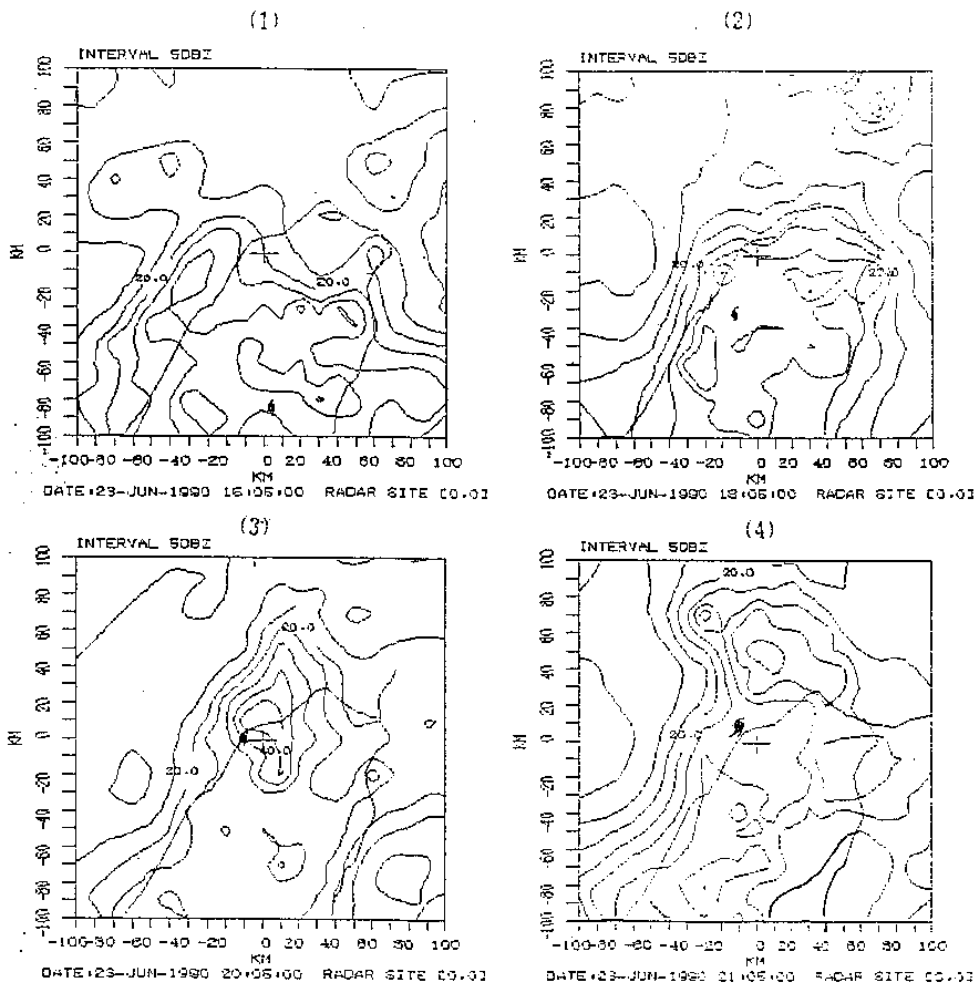
Chao-Ming Liu, Ching-Fang Chien, Kuo-Pin Lin
Taipei Meteorological Center, ANWS, CCAA

ABSTRACT

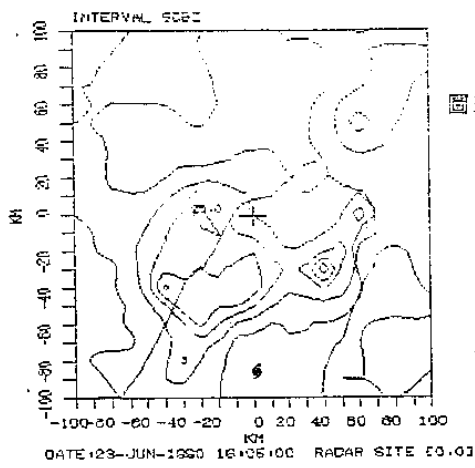
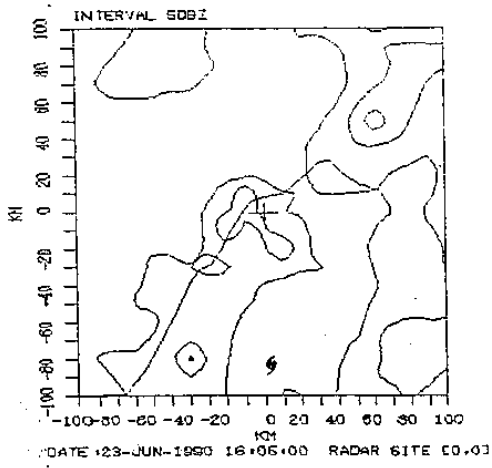
Doppler radar had constantly observed the typhoon eye's position, while it was landing, passing the Central Mountain from the northwest of Taiwan in June 1990. According to the observing data of doppler radar, we discovered that its structure had been destroyed by the Central Mountain.



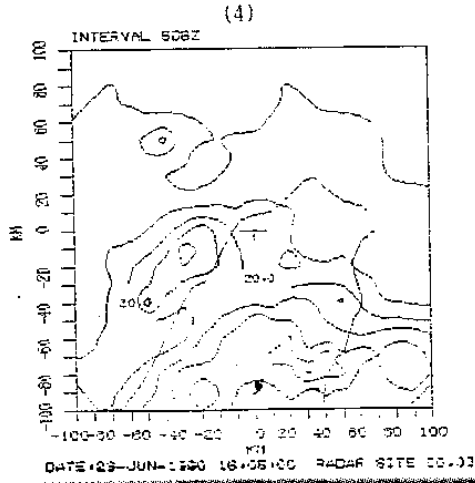
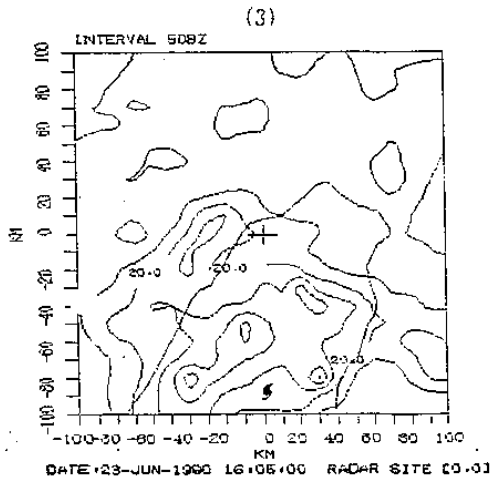
圖一. 民國79年6月22日~24日歐菲莉颱風路徑圖



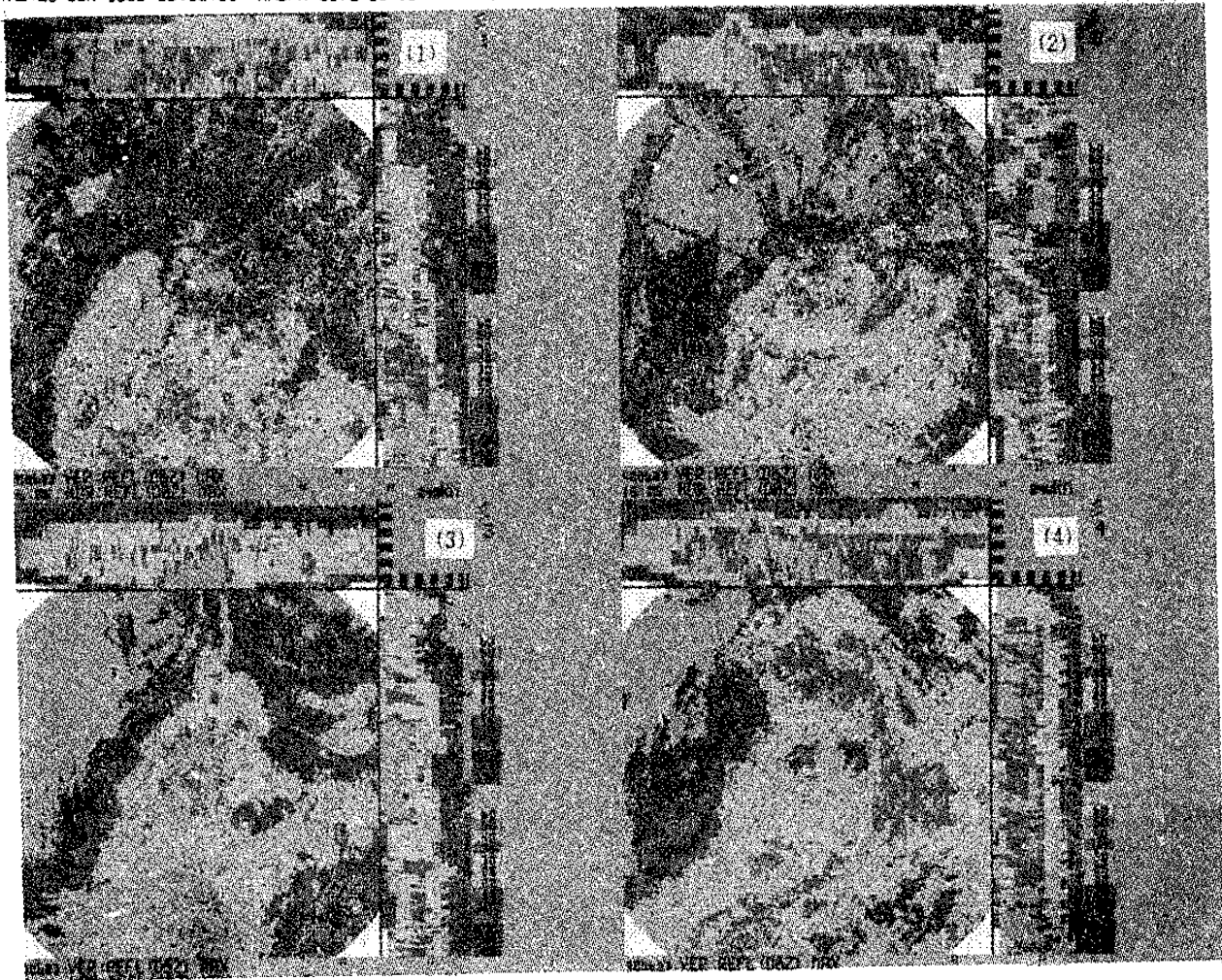
圖二. 1980年6月23日都卜勒掃描作業之水平最大回波強度分佈，單位為DBZ，(1)1605L (2)1805L (3)2005L (4)2105L

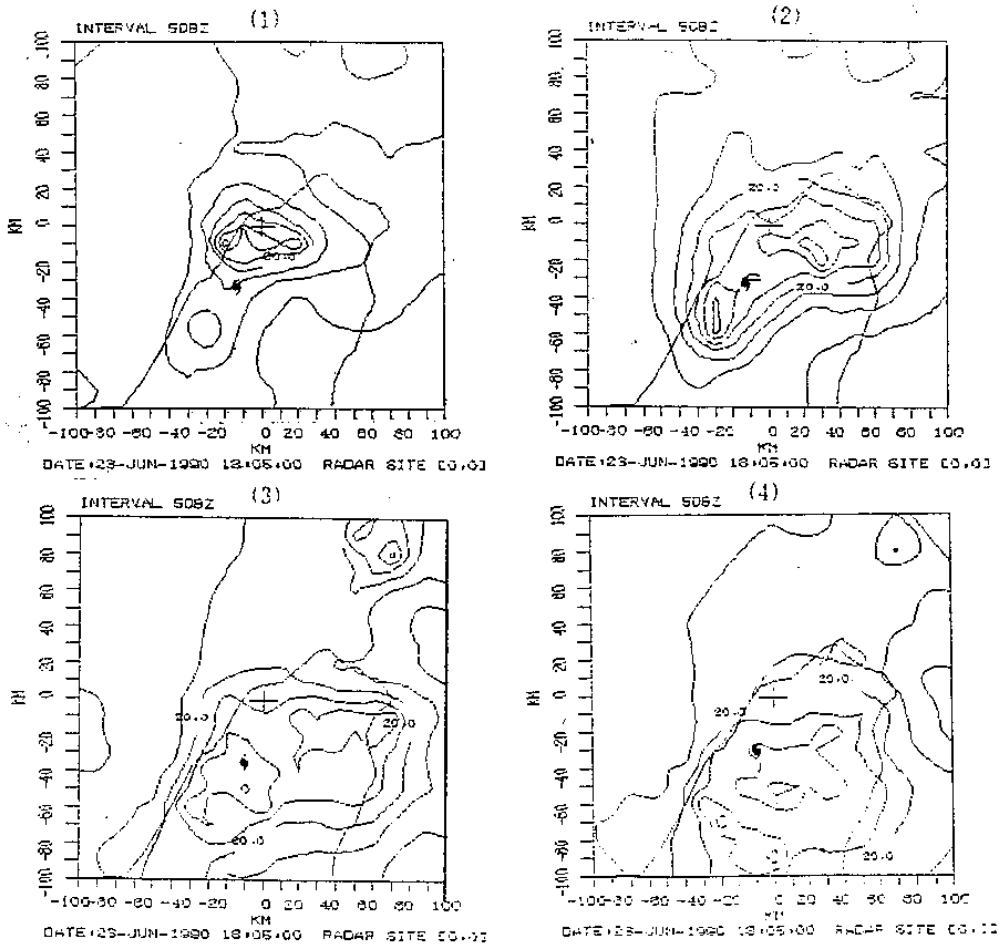


圖三. 1990年6月23日1605L部卜勒掃
瞄作業不同高度之水平回波強
度分佈,
單位為DBZ, (1)0.5KM
(2)1.5KM (3)3.5KM (4)5.5KM

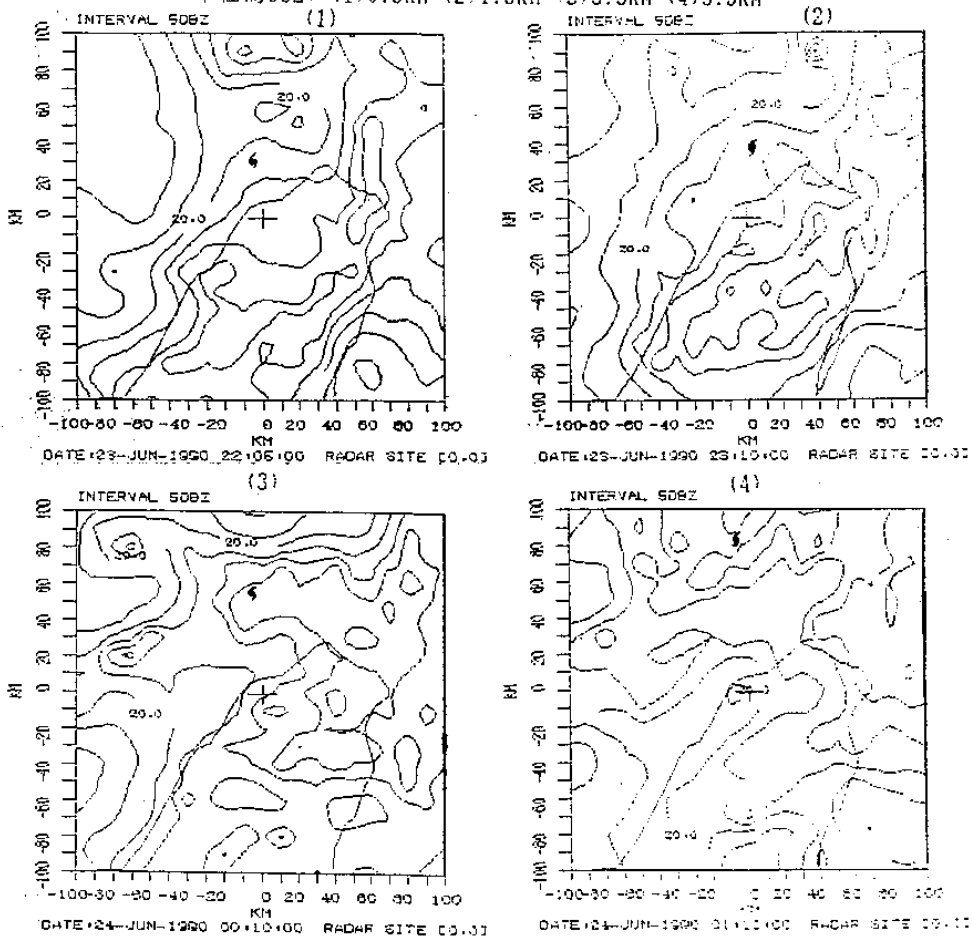


圖四. 1990年6月23日部卜勒掃
瞄作業之水平最大回波強度及
垂直剖面回波強度分佈,
單位為DBZ, (1)1605L
(2)1805L (3)2005L
(4)2105L

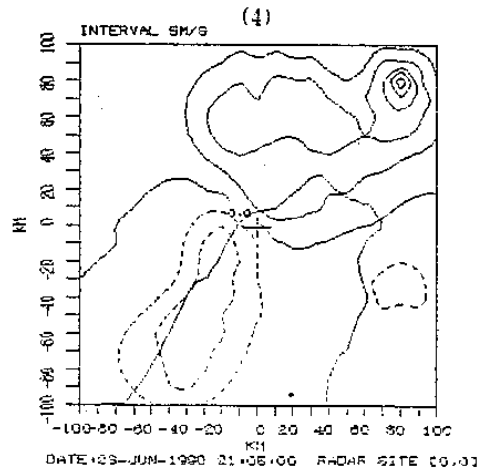
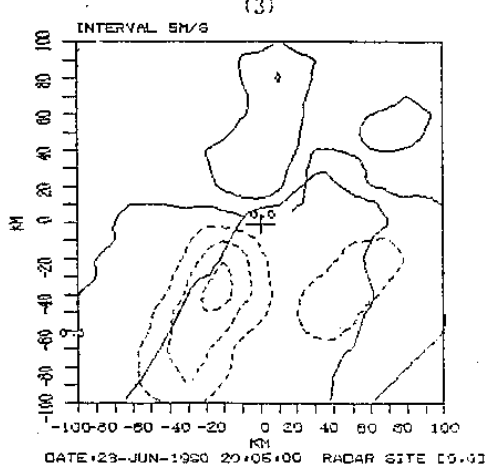
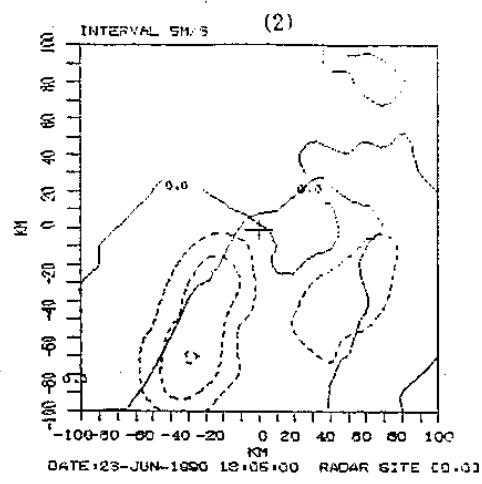
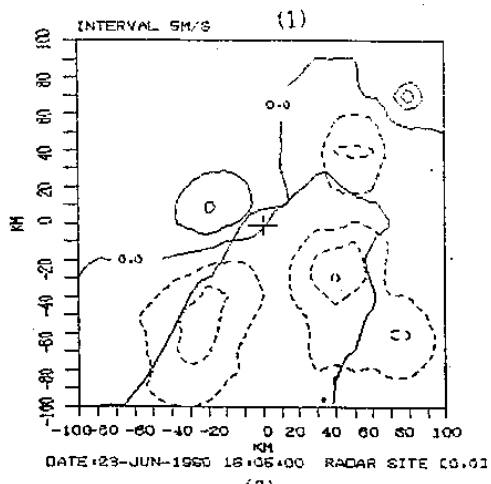




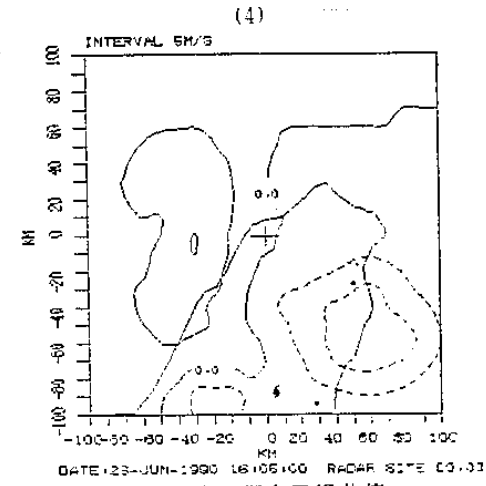
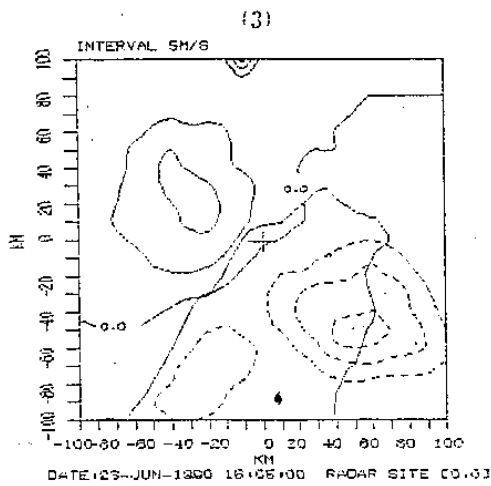
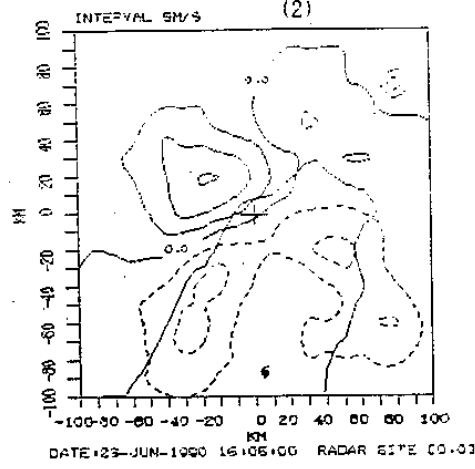
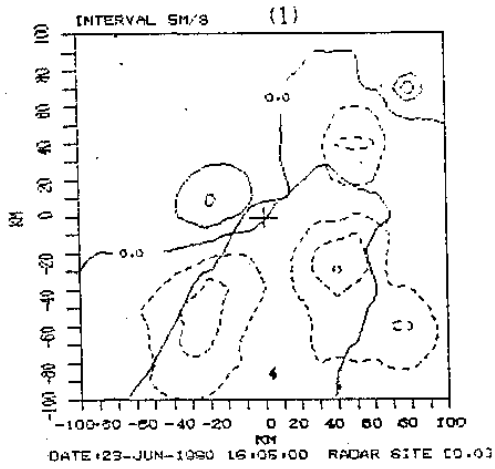
圖五. 1990年6月23日 1805L都卜勒掃描作業不同高度之水平回波強度分佈，
單位為DBZ. (1)0.5KM (2)1.5KM (3)3.5KM (4)5.5KM



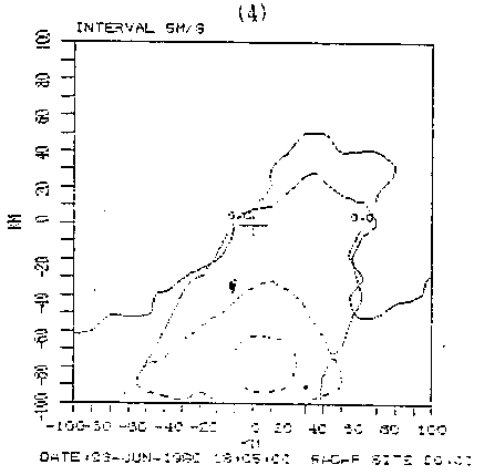
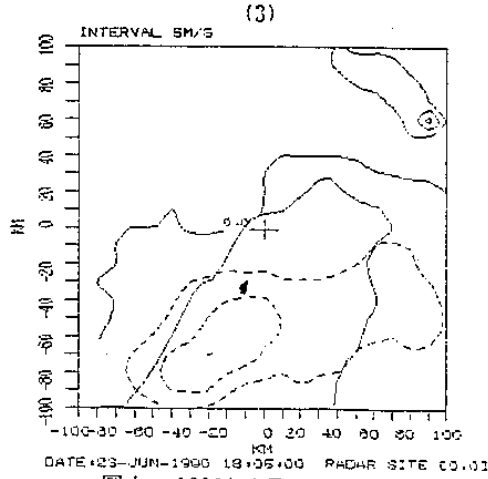
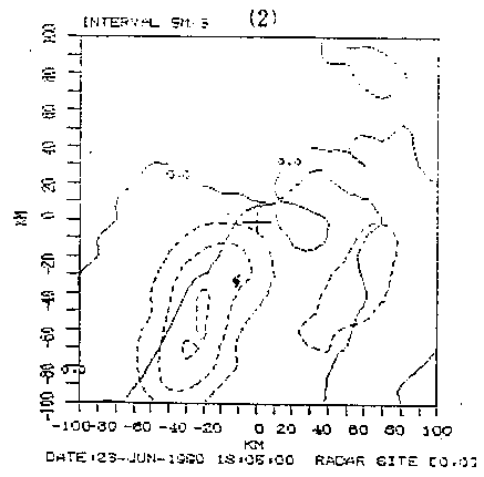
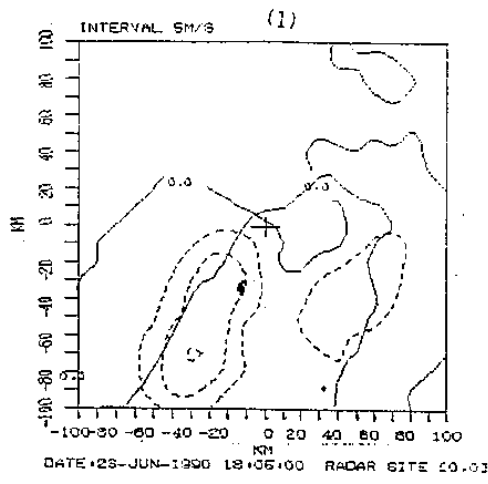
圖六. 1990年6月23日~24日都卜勒掃描作業之水平最大回波強度分佈，
單位為DBZ. (1)2205L (2)2310L (3)0010L (4)0110L



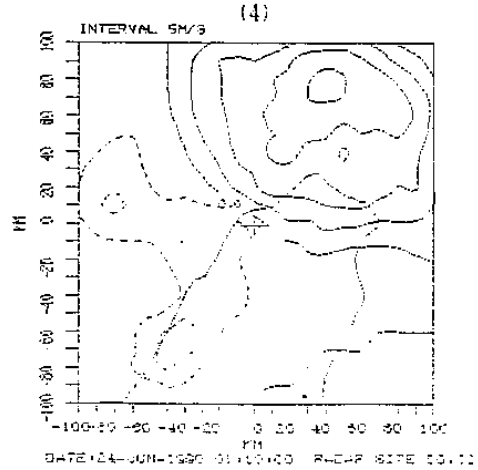
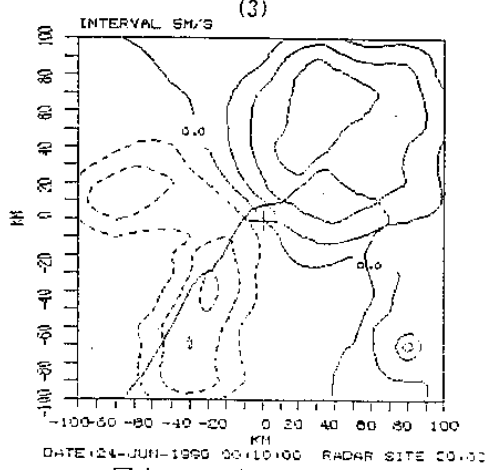
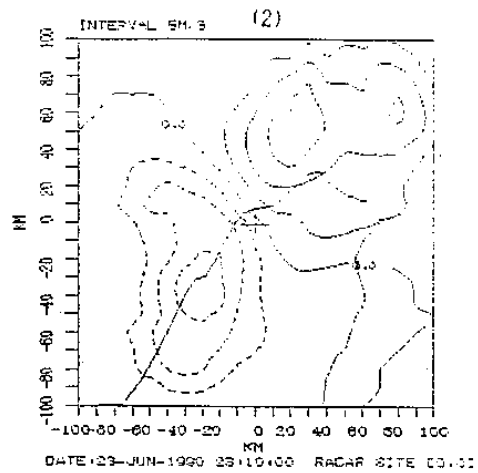
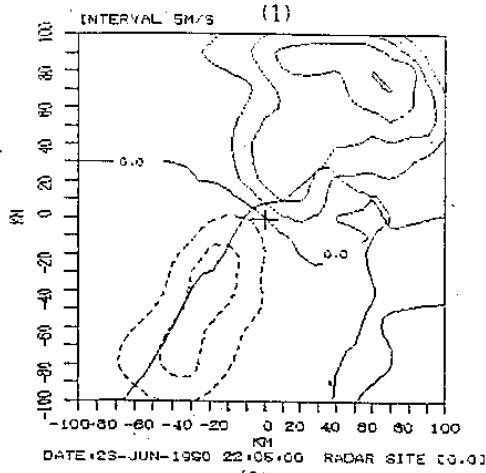
圖七. 1990年6月23日都卜勒掃描作業0.5KM高度之水平風場分佈,
單位為M/S, (1)1605L (2)1805L (3)2005L (4)2105L



圖八. 1990年6月23日1605L都卜勒掃描作業不同高度之水平徑向風場分佈,
單位為M/S, (1)0.5KM (2)1.5KM (3)3.5KM (4)5.5KM



圖九. 1990年6月23日1805L都卜勒掃描作業不同高度之水平徑向風場分佈,
單位為M/S, (1)0.5KM (2)1.5KM (3)3.5KM (4)5.5KM



圖十. 1990年6月23日~24日都卜勒掃描作業0.5KM高度之水平風場分佈,
單位為M/S, (1)2205L (2)2310L (3)0010L (4)0110L