

# 台灣東南沿海對流線之氣候特徵

林哲佑\* 游政谷  
中國文化大學大氣科學系

## 摘要

本研究利用綠島都卜勒雷達資料來探討1998年~2004年間發生於台灣東南沿海對流線之氣候統計特性。檢視1998~2004年雷達資料，共找出了211個對流線個案。分析顯示，在成功測站沿海附近對流線發生的頻率與降水回波強度明顯比其他地區高，此特性似乎與台灣東南部獨特的地形有關。對流線發生期間，台灣東南沿岸大部分為離岸氣流(offshore flow)，佔了80%左右，而大環境風場則為向岸氣流(onshore flow)居多，佔了58%左右，其中當沿海地區吹離岸氣流時，大環境吹向岸氣流的比例高達45%。另外，統計結果也顯示離岸氣流與伴隨大環境之向岸氣流所產生的輻合對於對流線生成之重要性，當輻合越強時，對流線的降水回波也相對較大。

季節統計結果顯示，對流線個案在春季與秋季最常發生，夏季最少。此外，降水回波強度在春季達到最強，到了秋季最弱。每小時的統計結果顯示，對流線結構完整最常發生在夜間十點到十二點，在中午十二點到兩點最少發生。另外，降水回波強度在清晨六點達到最強，到了中午一點最弱。而在個案發生期間，台灣東南部陸地的累積降雨量明顯的比西南部要來的高，且最大值集中在台灣東南沿岸。

關鍵字：對流線；統計；綠島都卜勒雷達

## 一、前言

在台灣東南沿海，經常可觀測到平行於海岸的對流線，並可維持數小時之久(如圖一)。這些對流線通常在夜間形成而在日出之後開始消散。過去研究顯示伴隨陸風之離岸風對於此對流線的生成可能扮演重要角色(Yu and Jou 2005)。而陸風對於降水系統強度的重要性，在其他地理位置也曾被觀測研究過(Houze et al. 1981; Mapes et al. 2003)。

事實上，我們對於台灣東南沿海對流線的觀測還是相當有限，尤其是它的發生位置、生成頻率等等特性都不是很了解，本研究的目的是藉由綠島雷達資料，來分析對流線的基本氣候統計特性。

## 二、資料來源與研究方法

### (一) 資料來源

本研究所使用的資料包含：(1)由中華民國空軍氣象聯隊所提供的1998~2004年綠島都卜勒雷達資料，期間因碧利斯颱風(Bilis)來襲，使得雷達嚴重受損，導致從2000年8月23日到2002年5月2日都沒有資料。(2)由中央氣象局所提供的地面觀測站資料。(3)美國國家環境預報中心(NCEP)的再分析資料。

### (二) 研究方法

首先將1998~2004年的綠島都卜勒雷達資料繪製成雷達PPI回波圖(~15-60分鐘時間間距)，藉由主觀判斷與三項客觀條件(1.對流胞的排列需大約平行

台灣東南沿岸。2.線狀結構最完整時，長度需大於50Km。3.對流線維持線狀的時間要長達一個小時以上)來選取東南沿海對流線個案。再將這些個案發生期間的雷達資料轉成間距為0.5公里的網格資料，繪製成所需的分析圖。

風場的分析是使用台東與蘭嶼地面觀測站的資料與NCEP的風場資料。我們利用台東與成功測站的風向風速來代表台灣東南沿岸所吹的風，而綜觀環境的風場則以蘭嶼地面觀測站的風向風速代表。此外，我們將對流線個案發生期間內的NCEP風場資料加以合成。藉由風場的統計與分析，來探討對流線與大環境風場之間的關係。

## 三、1998~2004年統計結果

從1998~2004年當中，我們找出了211個對流線個案。圖二為1998~2004年伴隨這些個案較強回波(>15dBZ)發生的次數分佈圖。圖中可以看出在成功測站附近的沿海有次數極大值，高達200次以上，其次在台東與大武測站之間的沿海有局部最大值，約140~160次。在台東測站附近的沿海有局部最小值，約100~120次，而在大武測站附近的沿海則有極小值，只有80次以下。在較外海的部分，雖然也有對流線的發生，但相較於沿海地區所發生的次數來說是較少發生的。

圖三為平行於台灣東南沿岸內陸10Km以內的地形平均斜率與離海岸40Km內出現次數最大値之

\* 聯絡作者地址：林哲佑，(111)台北市華岡路 55 號中國文化大學大義館 6 樓大氣科學系

聯絡電話：(02)28610511轉25901

傳真電話：(02)28615274

E-mail：hunterx0329@msn.com

南北剖面圖。圖中可以看到在地形斜率最大處附近，對流線發生的次數有極大值。而在地形斜率最小處，對流線發生的次數也同樣有局部最小值。整體看來，對流線發生的次數與沿岸地形的斜率呈現出一致的情形。此結果反映出夜間山風可能加強了此地區沿海的離岸氣流，使其與大環境的環流更容易產生輻合，進而增加對流線的生成的次數。

由對流線發生期間的NCEP風場資料合成圖(圖四)顯示，在台灣地區附近皆為東北東風。利用台東、成功與蘭嶼地面觀測站的風向風速資料，統計出在對流線發生期間，台灣東南沿海與大環境風場之間的關係。表一為1998~2004年台東、成功與大武測站在對流線發生期間離岸氣流(offshore flow)與向岸氣流(onshore flow)所佔的比例。在對流線發生期間，台東與成功測站觀測到的大都為離岸氣流，佔75%以上，而蘭嶼測站以向岸氣流居多，佔了58%。由此可知沿海地區大多為離岸氣流，而大環境的風場則以向岸氣流居多。表二為台東、成功與蘭嶼地面觀測站更詳細的離岸與向岸氣流之比例，表中顯示在對流線發生期間，當沿海地區吹離岸氣流時，大環境吹向岸氣流的比例高達44%以上，其次為沿海地區與大環境皆吹離岸氣流，僅佔了31%以上，此結果更進一步說明沿海的離岸氣流與大環境的向岸氣流所產生的輻合，在對流線的生成中扮演相當重要的角色。

一年之中對流線最常發生的季節為春季與秋季，冬季其次，夏季最少(圖五)。在一天之中，較為完整的對流線結構最常發生在晚上十點至凌晨這段時間，高達80多次，中午十二點至下午兩點這段期間對流線結構較完整所出現的次數達到最少，僅有10多次(圖六)。而在個案發生期間，在台灣陸地上的累積降雨量有著東南部大於西南部的明顯趨勢，且累積降雨最多的地方都集中在離東南沿岸0~10Km的地區(圖七)。

#### 四、對流線降水回波特徵

圖八為所有對流線個案降水回波投影至台灣東南沿岸之平均最大值與平行於台灣東南沿岸內陸10Km以內的地形平均高度之分佈圖。圖中可以看到在地形高度最大處附近，對流線降水回波強度有極大值。而在地高度最小處，對流線降水回波強度也同樣有局部最小值。整體看來，對流線降水回波強度與沿岸地形的高度呈現出一致的情形。此結果反映出夜間山風可能加強了此地區沿海的離岸氣流，使其與大環境的環流所產生的輻合增強，進而增加對流線降水回波強度。圖九為所有對流線個案降水回波投影至垂直於台灣東南沿岸方向之平均最大值分佈圖。圖中我們可以清楚的發現對流線降水回波強度在離沿岸18Km處有最大值，隨著距離逐漸遠離沿岸，降水回波強度也逐漸減少。

圖十為對流線降水回波強度與輻合輻散關係圖。圖中我們可以明顯的看到隨著輻合的增強，降水回波強度也隨之增強，此結果顯示輻合對於對流線的降水回波強度有著一致的關係。圖十一為對流線降水回波與輻合輻散強度與季節變化之關係圖。

圖中可以看到在春季降水回波達到最強，到了秋季時最弱，而在冬季時又有增強的趨勢。圖十二為對流線降水回波與輻合輻散強度與時間變化之關係圖。圖中可以看到一天之中，清晨六點降水回波達到最強，到了下午一點最弱。此外，輻合輻散的強弱也與降水回波的強度分佈一致。

#### 五、結論

1998~2004年對流線最常發生的位置是位於成功測站沿海附近，在台東測站附近的沿海對流線發生次數有局部最小值，另外在台東與大武測站之間對流線發生次數也有個局部最大值。而流線發生次數較大與降水回較強處，在沿岸附近的地形斜率與高度也相對的較大，而在流線發生次數較低與降水回波較小處，沿岸附近的地形斜率與高度則相對的較小。此外，離台灣東南沿岸18Km處對流線之降水回波強度最強。

風場統計分析顯示在對流線發生期間，大環境為東北東風，沿海地區大多為離岸氣流，而大環境以向岸氣流居多。當沿海地區為離岸氣流且大環境為向岸氣流時，在對流線發生期間最常出現。

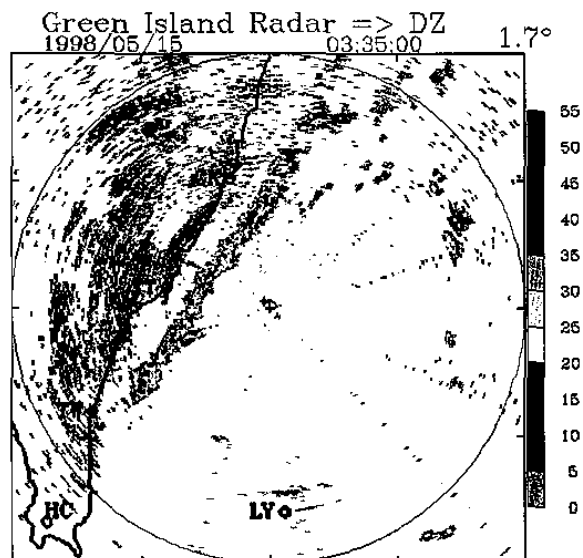
個案發生期間陸地上的累計降雨量，東南部明顯比西南部要高出許多。另外，統計結果也顯示離岸氣流與伴隨大環境之向岸氣流所產生的輻合對於對流線生成之重要性，當輻合越強時，對流線的降水回波也相對較大。季節統計結果顯示，對流線個案在春季與秋季最常發生，夏季最少。此外，降水回波強度在春季達到最強，到了秋季最弱。時間統計結果顯示，對流線結構完整最常發生在夜間十點到十二點，在中午十二點到兩點最少發生。另外，降水回波強度在清晨六點達到最強，到了下午一點最弱。

#### 參考文獻

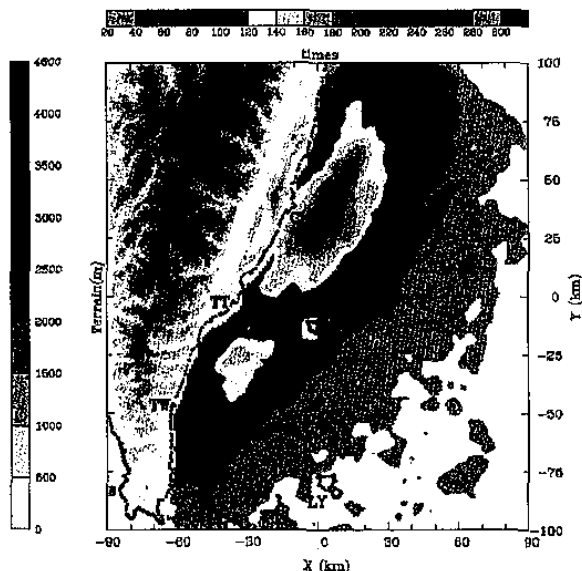
- Houze Jr., R.A., S.G. Geotis, F.D. Marks, Jr. and A.K. West, 1981: "Winter Monsoon Convection in the Vicinity of North Borneo. Part I: Structure and Time Variation of the Clouds and Precipitation", *Monthly Weather Review*, 109, 1595-1614
- James, C.N. and R.A. Houze, Jr., 2005: "Modification of Precipitation by Coastal Orography in Storms Crossing Northern California", *Monthly Weather Review*, 133, 3110-3131
- Mapes, B.E., T.T. Warner, M. Xu and A.J. Negri, 2003: "Diurnal Patterns of Rainfall in Northwestern South America. Part I: Observations and Context", *Monthly Weather Review*, 131, 799-812
- Sinclair, M.R., D.S. Wratt, R.D. Henderson and W.R. Gray, 1997: "Factors Affecting the Distribution and Spillover of Precipitation in the Southern Alps of New Zealand - A case Study", *Journal of Applied Meteorology*, 36, 428-442
- Yu, C.K. and Ben J.D. Jou, 2005: "Radar Observations of Diurnally Forced Offshore Convective Lines

### 誌謝

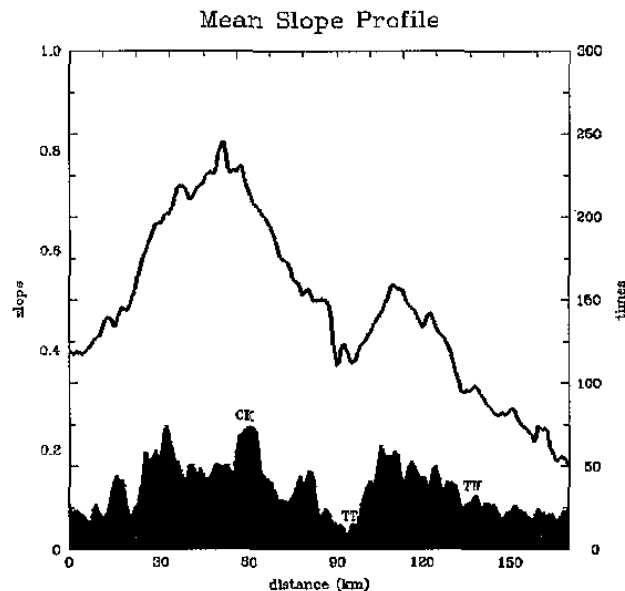
本研究綠島都卜勒雷達資料由空軍氣象聯隊提供，並感謝空軍氣象聯隊林得恩課長與台大大氣科學系高聿正在雷達資料取得的幫忙，以及大氣研究資料庫的楊明錚先生提供的地面觀測站資料。本研究由國科會(NSC 95-2111-M-034-001)支助進行。



圖一 1998年5月15日03:30 LST 之綠島雷達1.7度仰角PPI回波圖。圖中色階部份為雷達回波，間距顯示在圖右方。



圖二 1998~2004年伴隨211個對流線個案較強回波(>15dBZ)發生的次數分佈圖。圖中的色階為對流線回波大於15dBZ發生之次數，間距為20次。灰階為地形高度，間距為500m。



圖三 平行於台灣東南沿岸內陸10Km內的地形平均斜率與離沿岸40Km內出現次數最大之南北剖面圖。圖中棕色區域為地形斜率，紅色實線為出現最大次數。

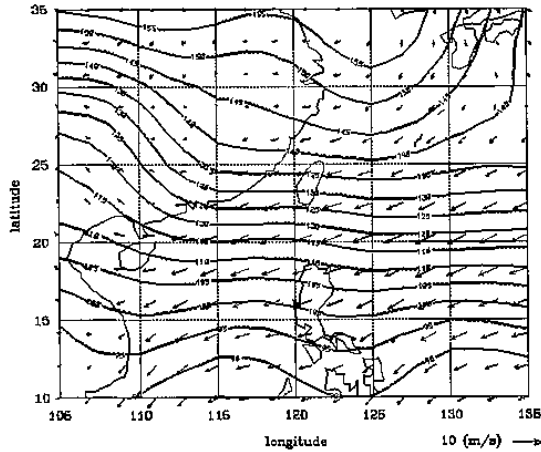
表一 1998~2004年在對流線發生期間台東、成功與蘭嶼測站離岸氣流(offshore flow)與向岸氣流(onshore flow)之比例。

	成功測站	台東測站	蘭嶼測站
Offshore flow所佔比例	81 %	76 %	42 %
Offshore flow平均風速	1.2 m/s	0.8 m/s	1.5 m/s
Onshore flow所佔比例	19 %	24 %	58 %
Onshore flow平均風速	1 m/s	1 m/s	2.5 m/s

表二 1998-2004年台東、成功與蘭嶼測站在流線發生期間離岸氣(offshore flow)與向岸氣流(onshore flow)之詳細比例。

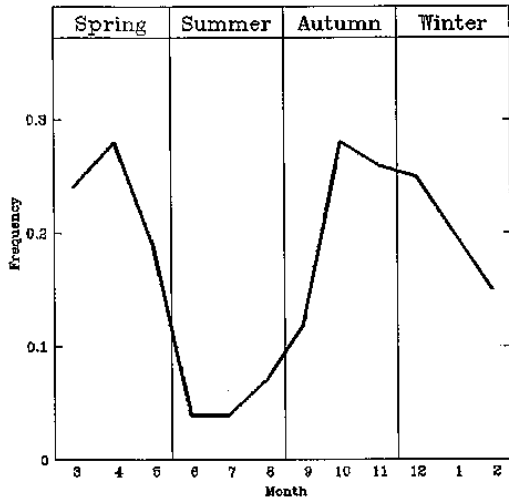
	成功測站為 offshore flow	成功測站為 onshore flow	台東測站為 offshore flow	台東測站為 onshore flow
蘭嶼測站為 onshore flow	48%	10%	44%	13%
	CK: 1.4m/s LY: 2.5m/s	CK: 1.0m/s LY: 2.5m/s	TT: 0.8m/s LY: 2.5m/s	TT: 0.9m/s LY: 2.3m/s
蘭嶼測站為 offshore flow	34%	8%	31%	10%
	CK: 1.1m/s LY: 1.5m/s	CK: 1.4m/s LY: 2.5m/s	TT: 0.8m/s LY: 1.5m/s	TT: 1.1m/s LY: 1.4m/s

Composition of 1000hpa height and wind field



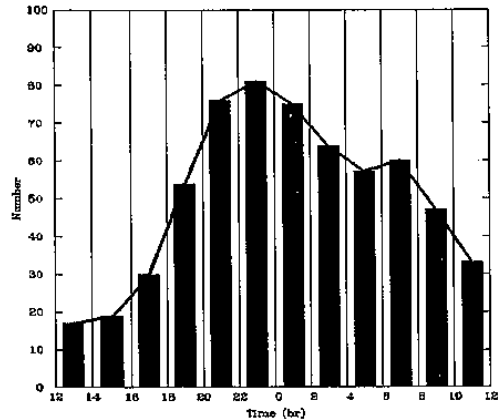
圖四 211 個對流線個案發生期間之 NCEP 風場與高度場合成圖。圖中黑色實線為海岸線，紅色等直線為高度場，間距為 5m，藍色箭頭為風場，風速大小顯示在圖的右下角。

All of case happen frequency statistic

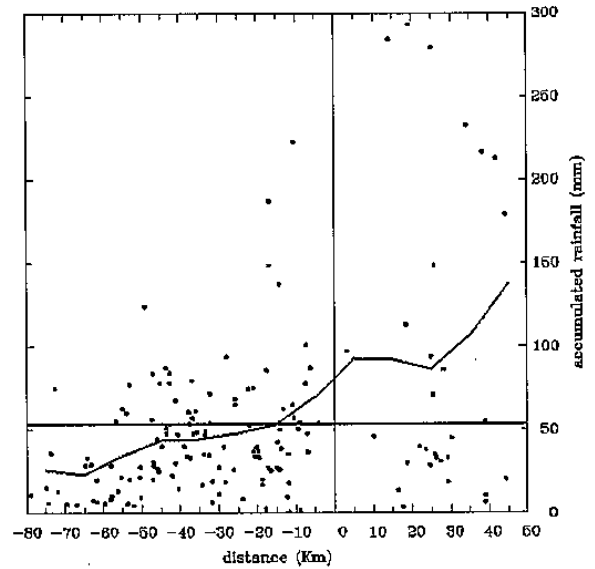


圖五 211 個對流線個案各個季節之發生頻率圖。圖中藍色實線表示個案發生之頻率。

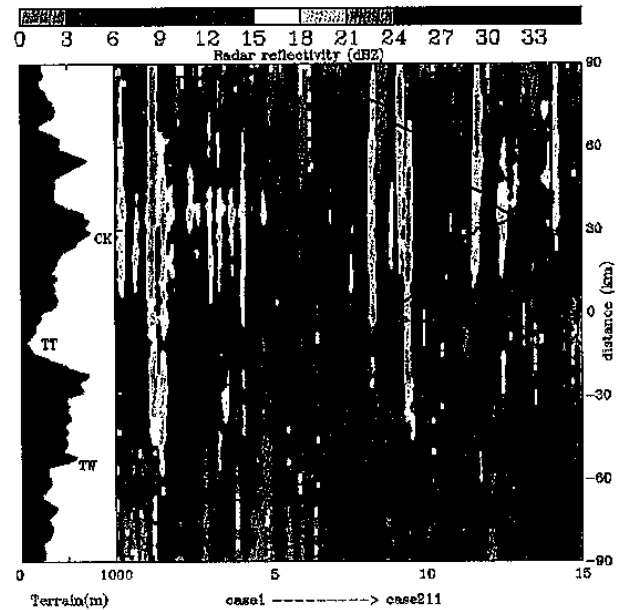
Times statistic



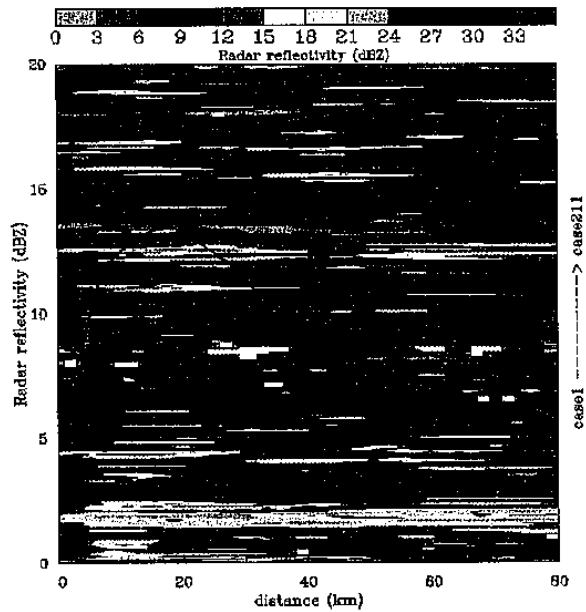
圖六 211個對流線個案一天之中各個時間對流線結構較為完整所發生的次數長條統計圖。圖中藍色實線表示對流線結構較為完整的發生次數。



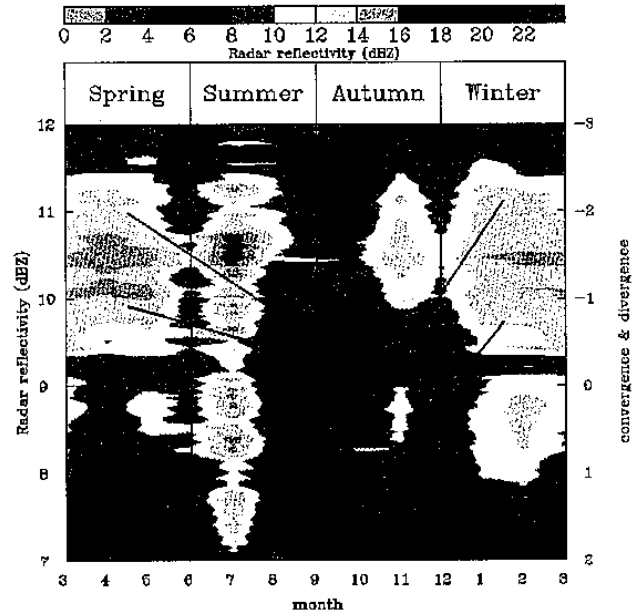
圖七 211個對流線個案發生期間台灣南部陸地上之累積降雨量與台灣南部各個地面測站離中央山脈山脊之距離分布圖。圖中黑色實線表示山脊位置，實線右邊表示台灣東南部，左邊表示台灣西南部。藍色小點為台灣南部各個地面測站的累積降雨量與離中央山脈山脊之距離。藍色實線為平均之累計降雨量。紅色實線為每十公里的平均累積降雨量。



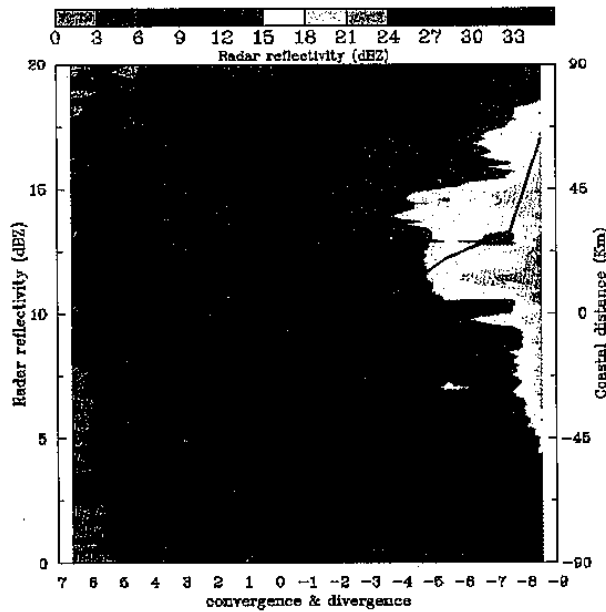
圖八 伴隨 211 個對流線個案之降水回波投影至台灣東南沿岸之平均最大值與平行於台灣東南沿岸內陸 10Km 以內的地形平均高度之分佈圖。圖中色階部份為雷達回波，間距顯示在上方，黑色實線為平均回波，棕色區域代表地形平均高度。



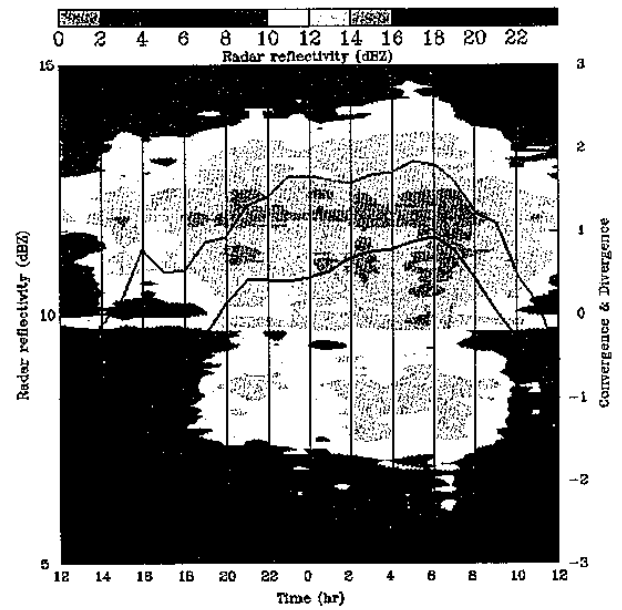
圖九 伴隨 211 個對流線個案之降水回波投影至垂直於台灣東南沿岸方向之平均最大值分佈圖。圖中色階部份為雷達回波，間距顯示在上方，黑色實線為平均回波。



圖十一 伴隨 211 個對流線個案降水回波和輻合強度與季節變化之關係圖。圖中色階部份為雷達回波，間距顯示在上方，黑色實線為平均回波，棕色實線代表輻合輻散。



圖十 伴隨 211 個對流線個案之降水回波強度與輻合關係圖。圖中色階部份為雷達回波，間距顯示在上方，黑色實線為平均回波。



圖十二 伴隨 211 個對流線個案降水回波和輻合強度與時間變化之關係圖。圖中色階部份為雷達回波，間距顯示在上方，黑色實線為平均回波，棕色實線代表輻合輻散。