

# 一九八三年夏季對流性降水之初步研究： (I) 雷達回波的個案研究

陳景森 許皓淳 蕭志惠

國立中央大學 大氣物理研究所

## 摘 要

由雷達回波之資料，對1983年9月3日，9月2日及8月19日的雷達回波個案研究，發現夏季午後台灣本島發生的對流性降水回波之特性有很多不同的現象。①有的回波的生命期在一小時之內，有些可達二、三小時之久，更有些回波系統可達五、六小時。②有些回波從出現到消失大約駐留在它的發生地，有些回波系統可以脫離發生地達30~40公里之遠，更有的可移出100公里之遠。

另外對夜間發生的雷達回波作個案研究。8月19日發現它發生在澎湖與台灣之間(2100 LST)，然後往濁水溪口移動，其生命期可達3個多小時。

## 一、前 言

根據Byers和Braham(1949)在雷雨計劃(Thunderstorm Project)之研究結果，普通雷雨胞(ordinary thunderstorm cell)的演化(evolution)，可分為對流雲期、成熟期及消散期，整個普通雷雨胞之生命期約一個小時左右，但是若風暴內有很多在不同時期的雷雨胞，則風暴的生命期可能會超過一個小時。在美國除了雷雨計劃所研究的氣團性風暴(air mass storm)外，還有許多具有“組織性”(organized)的風暴，如Browning(1977)，Chisholm和Renick(1972)，Foote和Frank(1983)，Marwitz(1972a, 1972b)，和其他許多學者所研究的風暴。這些風暴約可分成多雨胞風暴(multicell storm)和強烈雨胞風暴(supercell storm)以及性質介於這二種風暴，但演化較慢(weak evolution)的風暴。這些風暴除了性質不同，存在的環境風場、溫度場亦不同。Hobbs and

Persson(1982)：曾應用雷達資料，詳細分析冷鋒降水的性質。Jain and Blustein(1982)對從1971到1981年發生在美國南部大平原的飆線系統分類後，研究不同類別的飆線系統和環境風場、溫度場的關係；Houze and Betts(1981)對GATE區的雷達資料加以綜合性的討論，並指出在GATE區的雷達回波的特性；而Wiggert and Lockett(1981)利用WSR-57雷達對佛羅里達區夏季的雷達回波加以分析整理，並討論這個區域的回波特性；Lemon(1977)Whiton and Hamiton(1976)利用雷達資料來判別強烈風暴的特徵。風暴所引起的降水、強風、風切、能見度，對人類的影響很大。至於在夏季台灣的對流性降水及風暴的性質又如何呢？學者專家對這方面的研究亦很多，如林則銘(1975)對雷雨預報方面的研究，林政宏及張泉湧(1977)對台北機場氣團性雷雨之預報的研究，曲克恭和劉廣英(1981)利用雷達資料分析雲頂高和細胞雨對風暴發生的關係，並討論DVIP測定台灣地區的豪雨

量，劉育孟等人（1983）對中短期雷雨預報之研究等等。但這些探討對於雷達回波之性質沒有進一步的討論。

利用CCK雷達資料，對發生在1983年夏季對流性降水作初步了解是本文及下一篇報告的主要目的。在本文我們對台灣中南部午後及夜間的降水系統作數個個案研究，以便對這些系統有初步的認識，從而增加對夏季對流性降水的預報。然而由於雷達資料的限制，無法對回波內部的結構作更詳細的研究。這些對流性降水發生在1983年9月3日，9月2日及8月19日，茲分別介紹於後：

## 二、個案分析

1983年9月3日

在早上8點的綜觀天氣圖顯示出太平洋高壓在

日本南方（ $136^{\circ}\text{E}$ ， $28^{\circ}\text{N}$ ）。中國大陸東北的槽線在高層伸展到湖北省，在低層槽線從朝鮮半島伸展到江蘇、安徽。

CCK雷達在1418（此處及次後提到的時間皆為當地時間）發現嘉義地區有對流性的回波出現（圖1），這些回波在嘉義地區組成大回波區而在1528以後以 $5\text{ms}^{-1}$ 向北北西方向移動。同時在澎湖群島南方海面亦出現一群小的回波區以 $6\text{ms}^{-1}$ 向北北東方向移動。半個小時之後，曾文水庫附近的回波區亦被CCK雷達發現，以 $5\text{ms}^{-1}$ 向北北西方向移動。到了1700發生在嘉義地區的回波已經移到鹿港海邊及濁水溪一帶，而發生在曾文水庫的回波亦在半個小時以後到達北港溪出海口附近。在1758從台灣本島移向海邊的兩個回波群與從澎湖群島地區移向台灣本島的回波群結合成一個系統，

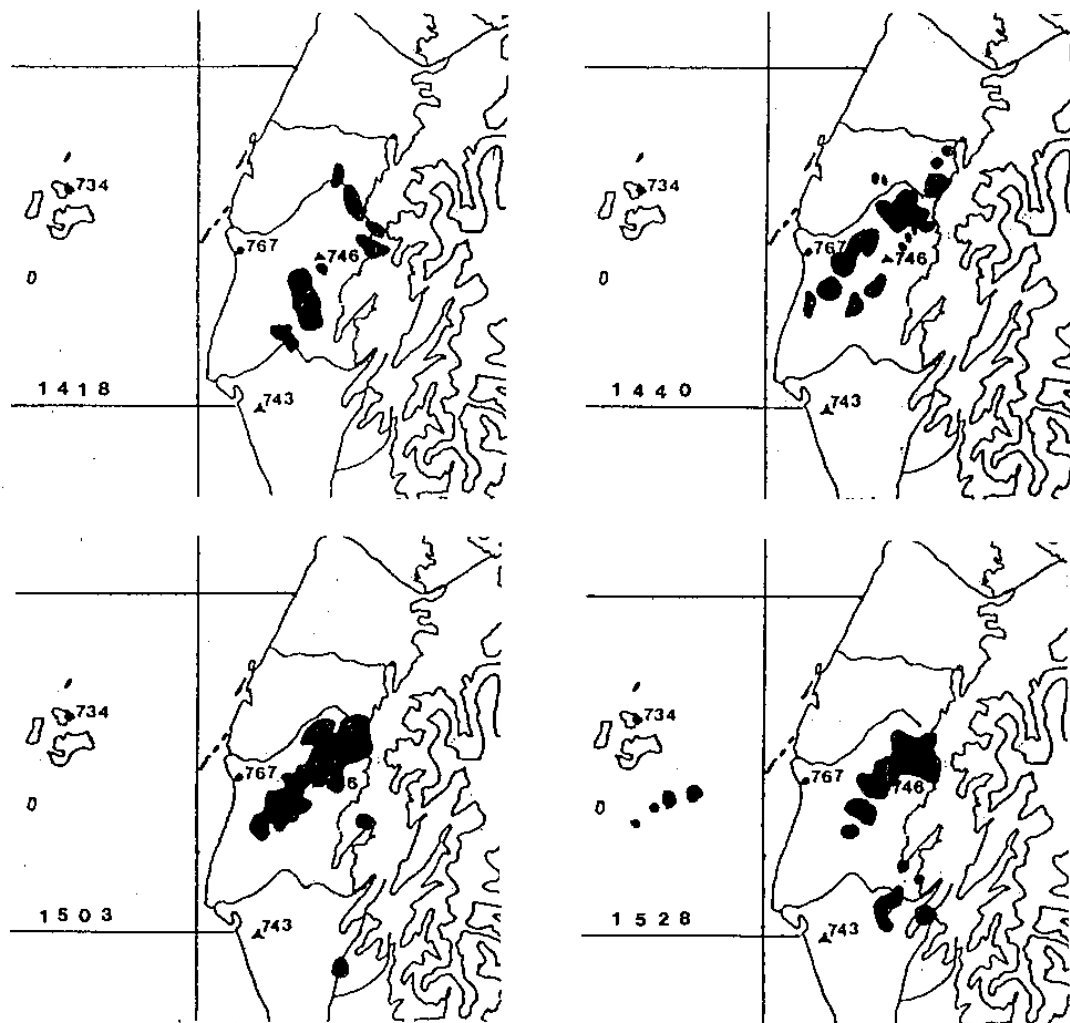


圖1 1983年9月3日CCK雷達回波圖（仰角 $0^{\circ}$ ，衰減強度 $6\text{db}$ ）。左下方之時間為當地時間，地形曲線分別為 $250\text{m}$ ， $1000\text{m}$ ， $2000\text{m}$ 。

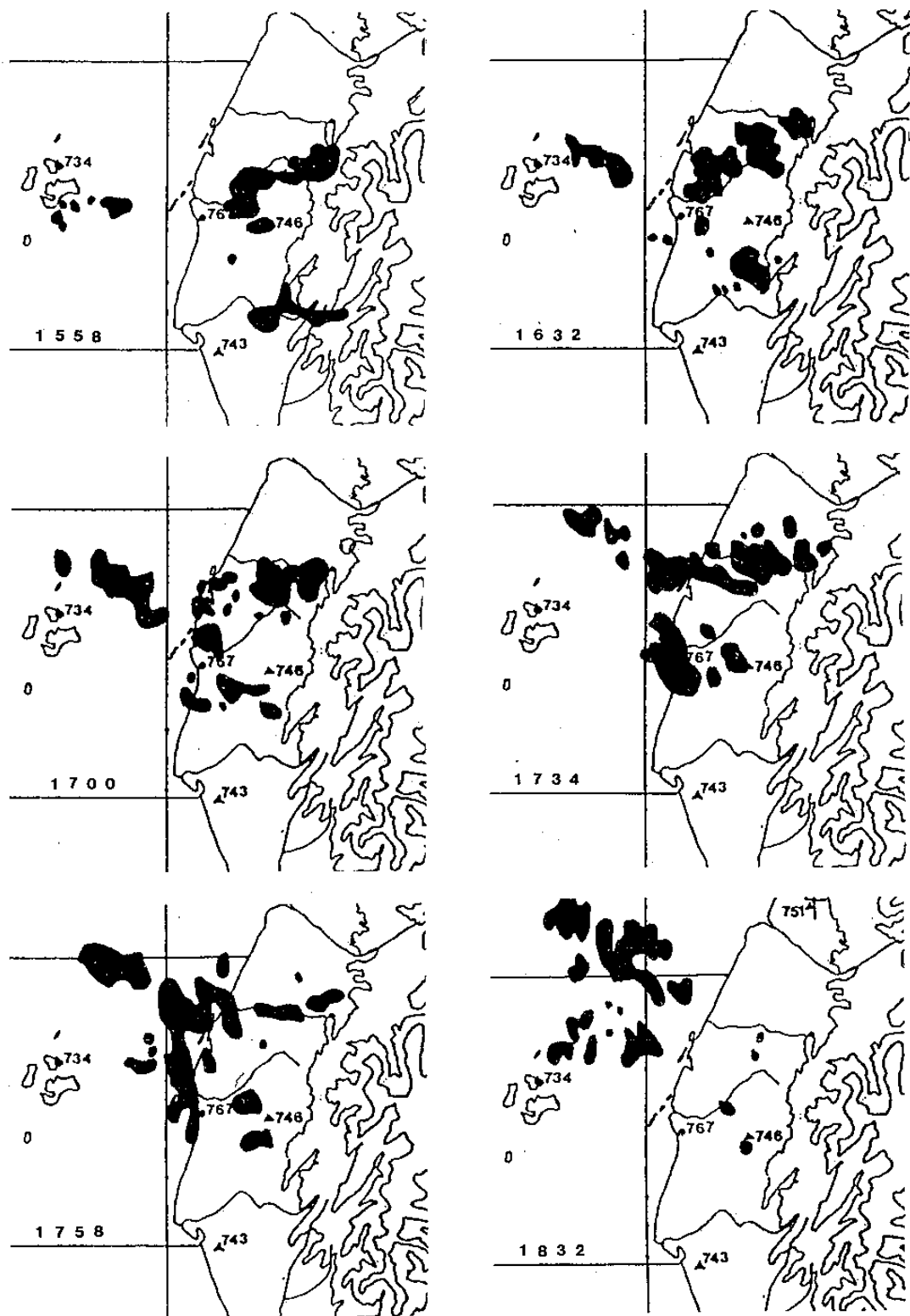


圖 1 續

往西北方向移動，一直到 2000 以後才消失。

雖然每一個回波群內的降雨胞由於三個回波群的結合而無法得到一個較明確的生命期，但從這個每隔半小時的雷達回波圖，我們發現此回波系統從發生到消失可以長達約六個小時。從雷達的 RHI 資料，回波的高度可達 17 公里。

從 9 月 3 日早上馬公與東港的探空資料分析後得知在馬公上空 2 公里附近有厚度達 0.5 公里的濕空氣 (圖 2 a)，在其上下空氣較乾燥，地面有一公里厚的不穩定層，但 2 公里到 4 公里之間大氣仍是不穩定。東港上空的空氣在低層有 1.5 公里厚的不穩定層，但是較馬公乾燥。在近地面有不穩定的

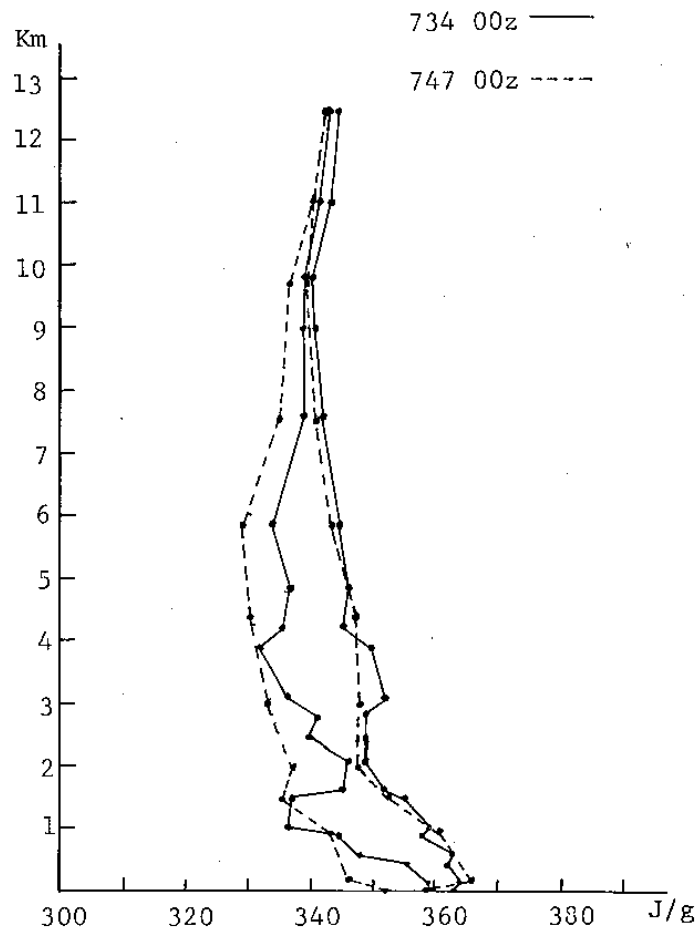


圖 2a 1983年9月3日，馬公（734）及東港（747）飽和及未飽和之靜能量隨高度變化值（飽和值大於或等於未飽和值）

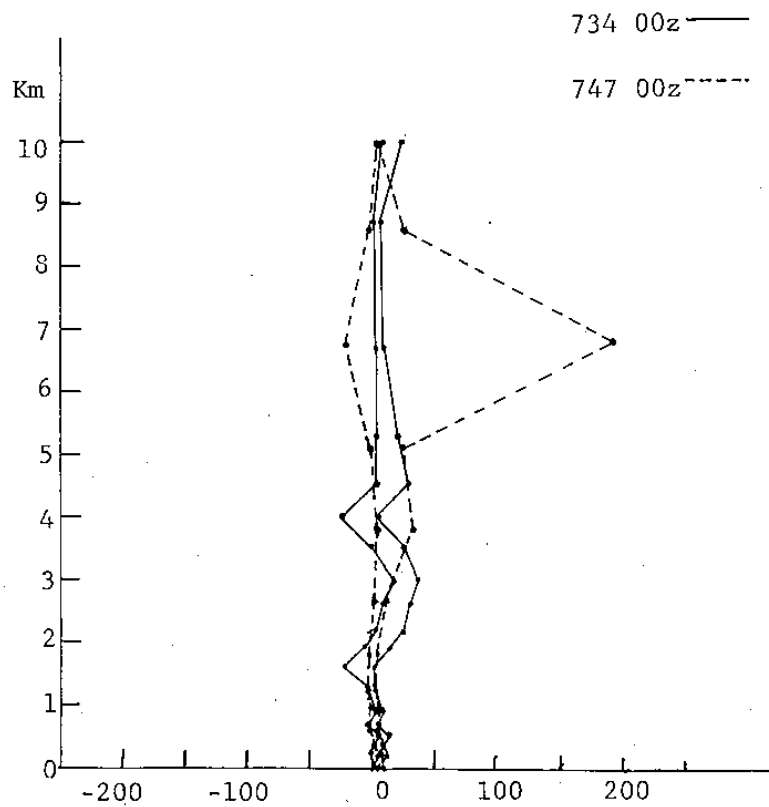


圖 2b 1983年9月3日馬公（734）及東港（747）之理察遜數值（同一天，右邊曲線代表飽和空氣塊數值）

空氣層是有利於對流性降水的發展。圖 2b 是飽和及未飽和空氣塊的理查遜數值 (Richardson number) 變化 (Liao and Chen 1984)。5 公里以下的數值皆很小，其中馬公的數值與發生於 1983 年 7 月 17 日在台中地區的一個有組織 (organized) 的對流系統的理查遜數值相似，7 月 17 日的系統向西北方向移動，移到台灣海峽，生命期約 6 個小時。9 月 3 日風場隨高度的變化在圖 2c 內有詳細的說明。東港的平均風 (從雲底到雲高，以密度作加權因子 (weighting factor)) 為  $3.3 \text{ m s}^{-1}$  從  $115^\circ$  吹來，馬公為  $2.8 \text{ m s}^{-1}$  來自  $250^\circ$ ，發生在台灣本島的回波群似乎受到東港風場的影響，而發生在澎湖群島的風場受到馬公風場的影響，但移動速度較平均風場快。

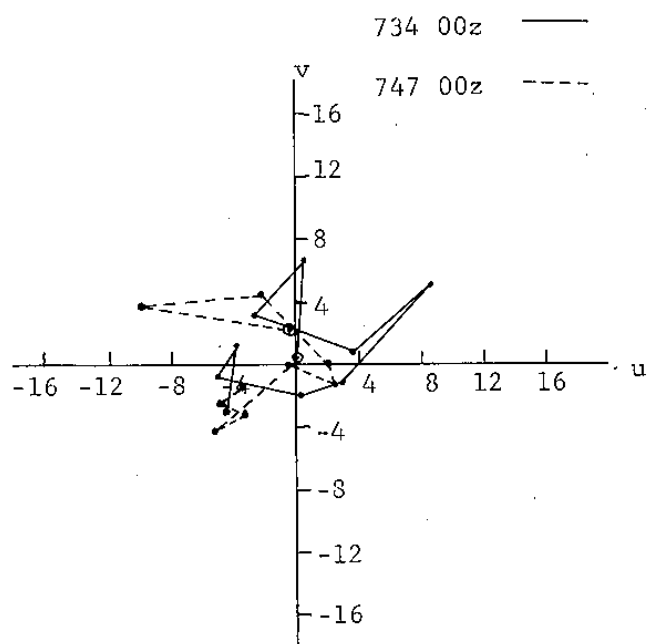


圖 2c 1983 年 9 月 3 日馬公 (734) 及東港 (747) 風場隨高度變化值 (單位:  $\text{m / sec}$ )

上圖的圈點代表 1000mb，其他各點分別代表 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100mb 之風速。

影響三個回波群在 1758 結合成一個較大系統的因素，至少有二個，一個是與回波間降水雨胞的尺度相當的下降氣流在陣風鋒面 (gust front) 相互作用而引起的結合 (Simpson, 1980)，

另一個是比回波群尺度較大的輻合區，此輻合區會對回波群的結合產生有利之因子。至於這種輻合區的產生，是否與台灣中南部的地形以及風場的分佈有關，仍需要作更進一步加以探討。

1983 年 9 月 2 日

在上個個案對單一之降水雨胞的生命期沒有詳細的討論，在這個個案對雨胞的生命期稍為加以追蹤。

早上 8 點的綜觀天氣圖顯示出 9 月 3 日的綜觀天氣和 9 月 2 日相似。在 9 月 2 日槽線的位置較為偏西，台灣上空在 500mb 向上有一微弱的高壓中心。

在 1538 (圖 3) CCK 雷達偵測到濁水溪中游有雷達回波雨胞 (稱之為 A) 及在高屏溪中游有一雷達回波群 (稱之為 B)，A 沿著濁水溪以  $7 \text{ m s}^{-1}$  往下游移動，移動速度與平均風相似，在 1654 時，在 A 之南端有新雨胞出現，半小時後，在濁水溪上的雷達回波消失，而回波在濁水溪南方發展，到了 1800 又消失掉。由這一系列之回波圖觀之，A 之生命期約有 1.5 小時到 2 小時之久。

B 出現後以  $3 \text{ m s}^{-1}$  往西方移動，移動速度與平均風場相似。到了 1631 在岡山北方只剩下一個雨胞，但到了 1654，B 的北面出現新雨胞，同時從珊瑚潭到岡山一帶皆有回波存在。B 在 1736 變小而消失，但新的雨胞向台南、曾文溪口移去，B 之生命期約 2 小時之久。

A、B 雨胞兩者皆為移動性之雨胞。但在曾文水庫附近產生的雨胞 C (1602 ~ 1736) 却可駐留在曾文水庫附近長達約 1.5 小時之久。由馬公與東港的風場 (圖 4) 可計算出在馬公與東港的平均風各為  $100^\circ / 6.6 \text{ m s}^{-1}$ ， $92^\circ / 2.3 \text{ m s}^{-1}$ 。雨胞 C 之移動似乎與平均風場無太大之關係。而 A 之移動受到馬公風場的影響，B 之移動則受到東港風場之影響。為何在同一地區有些雨胞是屬於移動性質，有些雨胞是屬於“駐留”性質？是否駐留性質和雨胞的強度、地形有密切之關係？

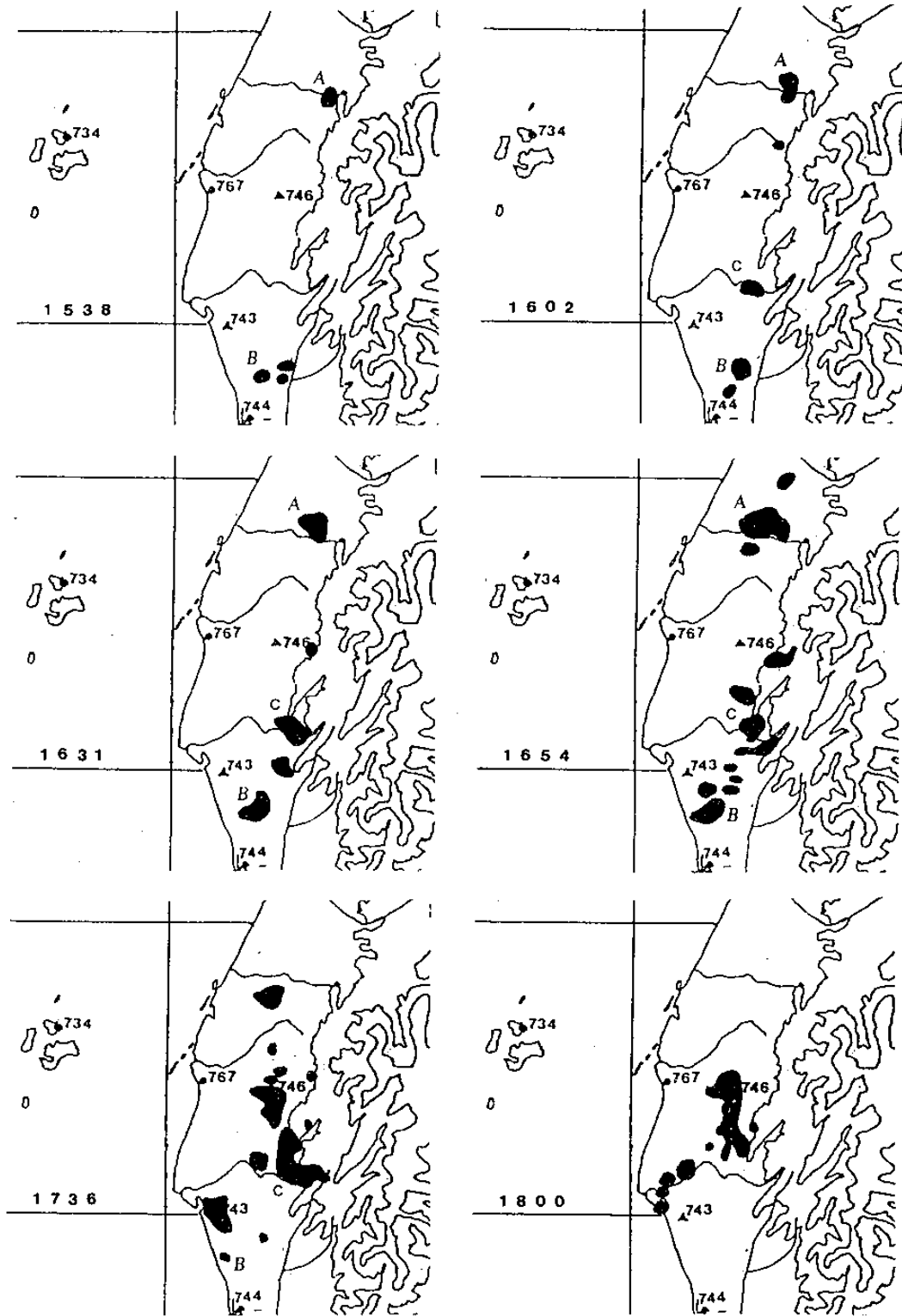


圖 3 1983年9月2日CCK雷達回波圖(仰角 $0^{\circ}$ ，衰減強度6db)

1983年8月19日

早上8點的綜觀天氣顯示出：一個微弱的脊線從太平洋經台灣伸展到華南，在東海有個短槽，南海低壓中心在 $20^{\circ}\text{N}$ ， $115^{\circ}\text{E}$ 。

雨胞A(圖5)在1441已被CCK雷達發現

，在這個下午它的生命期很長，到了1656，A之西南方出現雨胞B，再過半小時，B之西南方出現雨胞C及其它雨胞，但A仍然有很大的面積。A、B、C三個雨胞移到北港溪沿岸(1756)後面積變小，但A在1831以後才消失，所以A之生命期

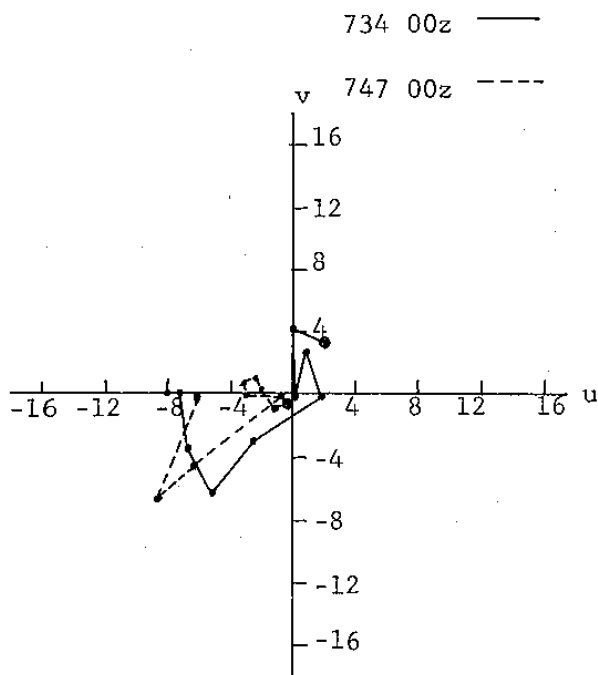


圖 4 1983年9月2日馬公(734)及東港(747)風場隨高度變化值(單位: m/sec) 圈點說明同圖2c。

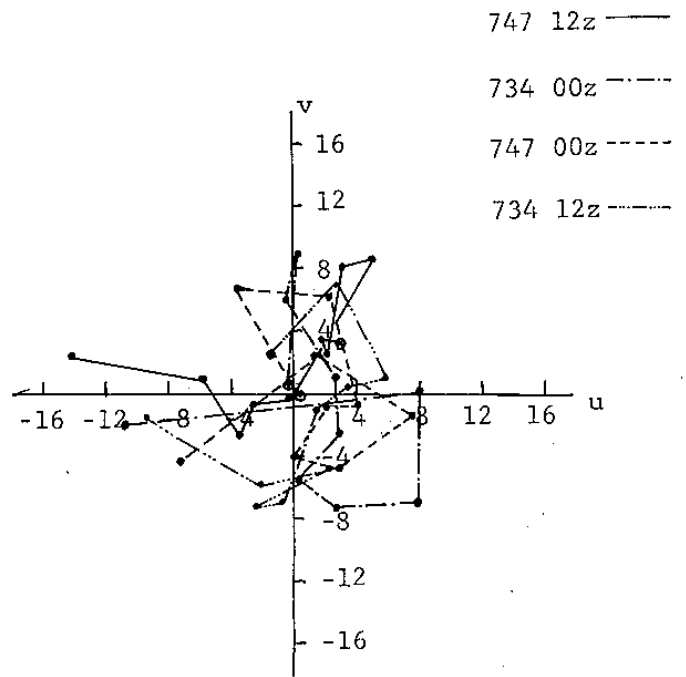


圖 6 1983年8月19日馬公(734)及東港(747)風場隨高度變化值(單位: m/sec) 圈點說明同圖2c

約為4個小時之久。至於A、B、C三者之間之關係是否與發生在美國之多雨胞之間是否有相似的性質，則需作更進一步之研究。

駐留在珊瑚潭附近之回波亦在8月19日出現，如圖5之回波D(1631)。D駐留在那兒至少有2個小時之久(1631~1831)。圖6是馬公與東港之風場，平均風場在馬公與東港各為 $220^\circ / 2.4 \text{ms}^{-1}$ 和 $260^\circ / 2.6 \text{ms}^{-1}$ 。東港之平均風為西風，這種垂直於山脈之風向可能是使回波發生“駐留”的原因之一。但在當天下午發生在嘉義附近之雨胞A性質與D不太一樣。

到了19日晚上，澎湖與台灣之間出現二個主要回波區E與F(圖7)，E與F向北移動，到了2237在F與台灣之間又有新的回波群長大成G。G向北北東移動，移到濁水溪河口(2351)後逐漸減弱，到0056後才消失。在夜間產生之回波，它們之生命期亦不算短，E之生命期(2059~2351)至少有3小時之久，最大高度14km，F(2059~2259)至少有2個小時之久，而G

(2237~0056)有2.5小時之久。

### 三、結 論

從這幾個個案分析的初步認識，我們知道在台灣夏季有些對流性降水回波的移動與平均風場一致。有些回波受到地形或其他因素的影響呈現“駐留”性質。回波的生命期有1~2小時之久。假如回波與回波之間可以結合(merge)，則整個系統的生命期可以比2個小時還久。至於回波與回波的結合，是否受到低層中尺度輻合場的影響，以及此輻合場的形成原因，皆有待進一步的研究。

### 誌 謝

本研究在國家科學委員會NSC72-0202-M008-05 專題研究資助下得以完成。並蒙中央氣象局提供資料，空軍氣象聯隊CCK雷達站協助雷達回波之取得，謹表謝忱。

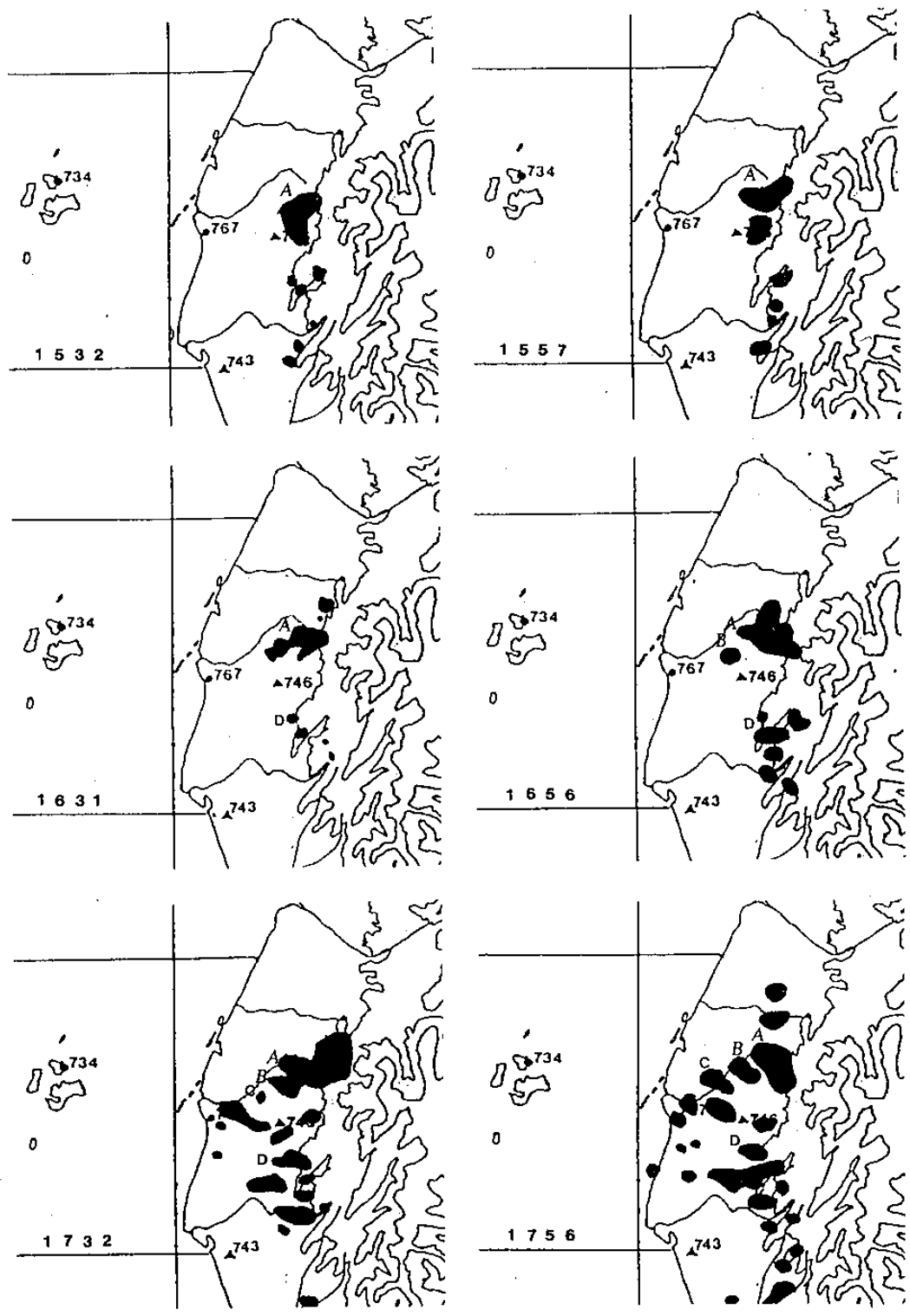


圖5 1983年8月19日CCK雷達回波圖(仰角 $0^{\circ}$ ，衰減強度6db)



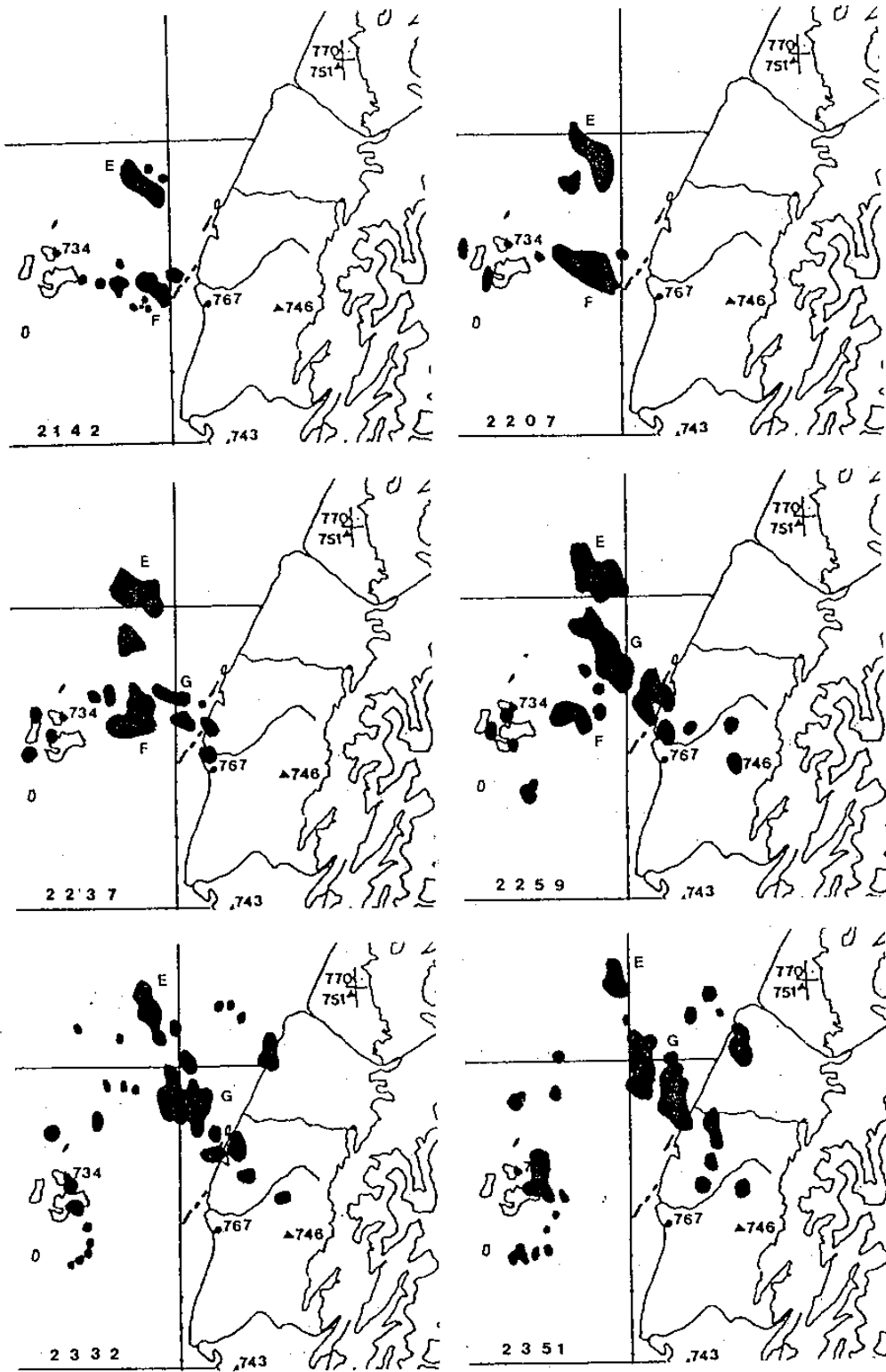


圖7 1983年8月19日CCK雷達回波圖(仰角 $0^{\circ}$ ，衰減強度6db)

## 參 考 文 獻

- 林則銘 1975 : 危害飛行氣象因素客觀預報之研究——雷雨部份。NSC-64M-0202-05(03)
- 林政宏、張泉湧 1977 : 台北機場氣團雷雨客觀預報法。交通部民用航空局航管組。
- 劉育孟、張利雄、曾憲暖、林政宏、蒲金標、童茂祥、高述國、莊瑞華 1983 : 中短期雷雨預報。交通部民用航空局研究發展報告。
- 曲克恭、劉廣英 1981 : 應用氣象雷達之 DVIP 測定台灣地區豪雨量。國科會研究報告 NSC-68M-0202-05(02)。
- Browning, K.A. 1977: The structure and mechanisms of hailstorms. AMS Meteor. Monographs, V. 16. No. 38, 1-44.
- Byers, H.R. and R. Braham, 1949 : The Thunderstorm. Govt. Printing Office, Washington, D.C., 287PP.
- Chisholm, A.J. and J.H. Renick, 1972 : The Kinematics of multicell and supercell Alberta hailstorms. Alberta Hail studies 1972. Research Council of Alberta Hail Studies Report No. 72-2, 24-31.
- Foote, G.B, and H.W. Frank. 1983 : Case Study of a hailstorm in Colorado Part III : Airflow from Triple-Doppler measurements. J. Atmos. Sci. 40, 686-706.
- Hobbs P. and P.O.G. Persson. 1982 : The mesoscale and microscale structure and organization of clouds and Precipitation in midlatitude cyclones. Part V : The structure of narrow coldfrontal rainbands. J. Atmos. Sci., 39, 280-295.
- Houze, R.A. Jr. and A.K. Betts, 1981 : Convection in GATE. Rev. Geophys. Space Phys., 19, 541-576.
- Jain, M. and H. Bluestein, 1982 : A classification of severe squall-line development using MSR-57 radar data. Preprints, 12th Severe Local Storm Conf.
- Lemon, L.R., 1977: Severe thunderstorm evolution: Its use in a new technique for radar warnings. Preprints, 10th conf. on severe local storm.
- Liao, S.Y, and C.S, Chen, 1984: The Primitive study of organized radar echo of front systems and of summertime convective systems. CCNAA-AIT joint seminar on multiple hazards mitigation Tainan.
- Marwitz, J.D., 1972a: The structure and motion of severe hailstorms. Part I : Supercell storms. J. Appl. Meteor., 11, 166-179.
- , 1972b: The structure and motion of severe hailstorms. Part II : Multicell storms. J. Appl. Meteor., 11, 180-188.
- Simpson, J. 1980 : Downdrafts as linkages in dynamic cumulus seeding effects. J. Appl. Meteor. 19, 477-487.
- Whiton, R.C. and R.E. Hamilton, 1976 Radarscope interpretation: severe thunderstorms and tornadoes. AWS-TR-76-266. Air Weather Service. U.S.A.
- Wiggert and Lockett, 1981 : Radar rain-shower growth hailstorms and variations with wind speed, echo motion, location and merger status. Mon. Wea. Rev., 109, 1467-1494.

**The Preliminary Study of Summertime Convective  
Radar Echo**

**Part I : Several Case Studies**

**Ching-Sen Chen      Haw-Chwen Sheu      Chih-Hui Shiao**

**Department of Atmospheric Physics**

**National Central University**

**ABSTRACT**

After studying some radar echoes occurred in the afternoon on September 3, September 2 and August 19, 1983, we found several interesting features about those echo system took place in the central and southern part of Taiwan. The life time of echo system ranged from one to three hours. One of the systems could last for five to six hours. Some systems stayed where they occurred. However, some could travel about 40 km to 100 km away from the place where they were first sited by radar.

One echo system occurred at night on August 19 was also investigated. It could travel from the sea area between Peng-Hu and Taiwan toward Cho-Shui Chi beach and last for more than three hours.

