

地面氣象雷達觀測實例探討

王 少 華

(中央氣象局高雄氣象雷達站)

一、前 言

中央氣象局於民國58年在高雄萬壽山頂設立氣象雷達站，每日從事二十四小時觀測作業，其雷達為WSR-64型，偵測距離可達 464公里。到民國74年元月再完成高雄氣象雷達儀器更新，其雷達為 EEC WSR-81S最新型之氣象雷達，偵測距離可達512公里。該雷達裝有雷達信號電腦處理颱風追蹤系統，可迅速獲得颱風中心的最新位置，並裝有數據視頻積分處理器(Digital Video Integrator and Processor: DVIP) 及彩色顯示器 (Color Display)，TV 畫面上附有站名、日期、時間、颱風名稱、經緯度、測距、地形、本省預報地區等，除有平面之聚積回波外，還有回波的東西剖面及南北剖面之高度和強度（有六種層次，以顏色表示，每一層次之顏色可任意挑選設定），可利用數據電路傳送到台北的中央氣象局預報中心及空軍氣象中心，作為預報作業上之主要參考依據。

本文為作者從事雷達觀測廿餘載所見之實例經驗，沒有任何理論之描述，若有缺失，敬請各位先進不吝賜教。

二、固定地形回波分析

作者曾於民國75年 2 月 8 日（農曆除夕日），選定自 9 時52分至14時38分連續拍攝 104張雷達彩色照片。此種資料已經過 S T C 校驗，係利用雷達天線作各種角度不同之測距，經過掃描轉換器本地 TV 畫面，即時彩色顯示 P P I 及 R H I 之固定地形雜物回波資料，這種固定之地形雜物回波對於使用者有極為重要的參考價值。

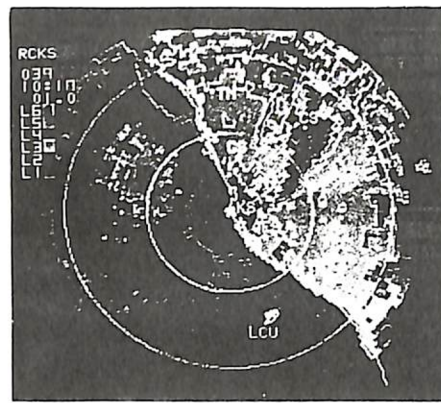
由於高雄氣象雷達站平常在雷達 P P I 電幕上顯示之固定地形雜物回波範圍廣大，強度過強達 L6，海面回波之範圍亦過大，可達80公里內，其強度亦達 L1~L4。P P I 電幕上被固定地形回波及海面回波所覆蓋之範圍內若出現降水回波時混淆不清，惟有變換抬高雷達天線仰角置於最適合之角度，觀測員並認明地物雜波和海面回波，始能將該區域之降水回波分析出來。

但是於雷達電幕上欲研判分析降水回波時，須先了解各種回波之特徵，何者為非降水物，何者為降水物。而降水分為平流性降水及對流性降水，對流性降水回波於氣象雷達上佔有相當重要角色，可呼風喚雨，演成惡劣天氣，故須徹底深究，使我氣象科技精益求精，更有所發展，造福民生。

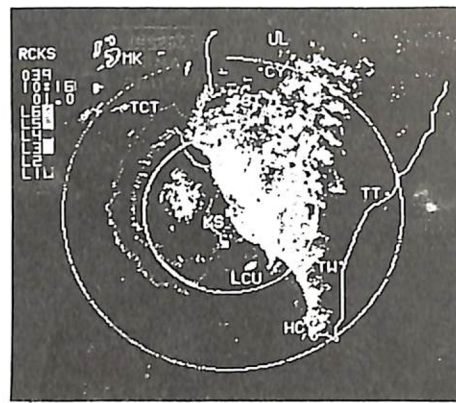
本研究曾選擇雷達天線仰角置於 01.0~20.0度，每隔 1 度經掃描轉換器本地電視即時顯示的 P P I 上各不同測距在良好天氣回波下之固定回波資料，R H I 選擇 000.0 及 045.0 度之地形高度亦做出，所選範圍分別為 64、128、256 及 512 公里，圖 1 A~D（原圖彩色）為天線仰角置於 01.0 度之 P P I 上的固定地形回波，回波各層次的強度顏色與降水強度之關係如表 1 所示，唯出現在地形回波之強度是假的，與降水量無關，使用者必須注意。

表一：回波層次顏色與降水強度之比較表

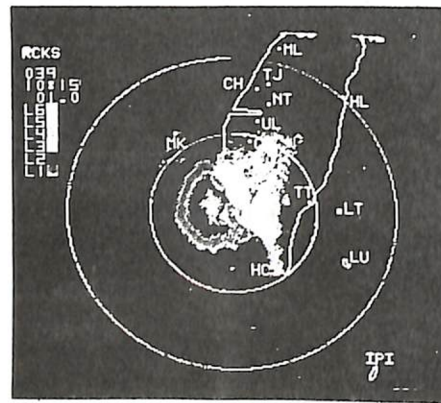
回波層次	顏色	回 波 強 度 (d b)	降 水 強 度 (公 里 / 小 時)
6	黃	55.0	127
5	青	49.0	51
4	綠	44.0	25
3	紫	39.5	13
2	紅	28.0	2
1	藍	17.0	1



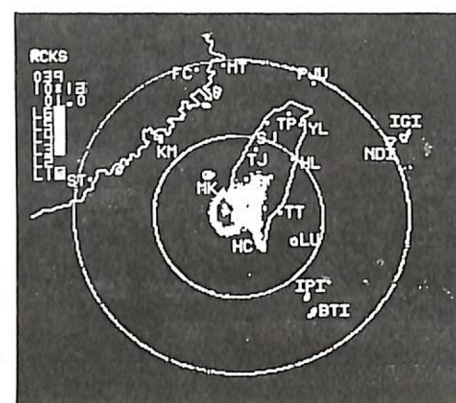
【圖A】：
工作累積數：039（民國75年2月8日）
本地時間：10時18分。
仰角：01.0度
測距：64公里（外圈50公里，內圈25公里）。
分析：①海面回波強度消滅，其強度自L1~L3。
②固定地形回波範圍強度消滅，其強度自L1~L6。



【圖B】：
累積數：同圖1
時間：10時16分
仰角：01.0度
測距：128公里（外圈100公里，內圈50公里）
分析：同圖1



【圖C】：
累積數：同圖1
時間：10時15分
仰角：01.0度
測距：256公里（外圈200公里，內圈100公里）。
分析：同圖1。



【圖D】：
累積數：同圖1
時間：10時13分
仰角：01.0度
測距：512公里（外圈400公里，內圈200公里）。
分析：同圖1。

圖1：WSR/81S氣象雷達天線仰角置於01.0度，經掃描轉換器本地電視即時顯示的PPI上各不同測距之固定地形回波資料

三、半波柱寬修正

因為雷達波柱(Radar Beam)之形狀決定於天線反射器(Antenna Reflector)之形狀及大小。WSR-81S之天線反射器附有四根金屬棒，天線直徑為12

呎，雷達發射時將能量(RF)集中成一寬度為2.2度之圓錐形波柱(Conical Beam)，在發射接收探測狀態時，其對稱之圓錐形波柱能量(RF)包含大部分之主葉能量及許多副葉之能量，輻射於大氣中，雖然天線直徑固定，但其波柱寬隨使用之磁控管

及所調整之頻率而變，一般稱其波柱寬2.2度僅是一種約值。故RHI之高度(圖略)千萬不可直接取之採用，否則誤差太大，必須經過半波柱寬之修正後始為可靠確實。

吾人測量回波頂(Echo Top)之高度，係將天線水平旋轉停止後，以天線對正目標，手動(或自動)抬高天線仰角，使回波在RHI電幕上消失，再緩慢降低天線仰角直至電幕上能重新出現該回波為止，而後由電幕上之高度刻度決定回波頂高度。依此標準方法決定回波頂高度時，波柱下緣恰與目標

相接觸。但回波在電幕上卻顯現於波柱軸之位置。由於波柱軸較波柱下緣高，其值為半個波柱寬度，故測量回波頂高度，應將該高度數值減去半波柱寬之訂正值(參照圖2)。

反之測量回波底(Echo Base)之高度，係將天線仰角降低至使回波在RHI電幕上消失，再緩慢抬高天線仰角直至電幕上能重新出現該回波為止，而後由RHI電幕高度刻度決定回波底高度。因之，依相同理由，測量回波底高度，應將該高度數值加上半波柱寬之訂正值(仍參照圖2)。

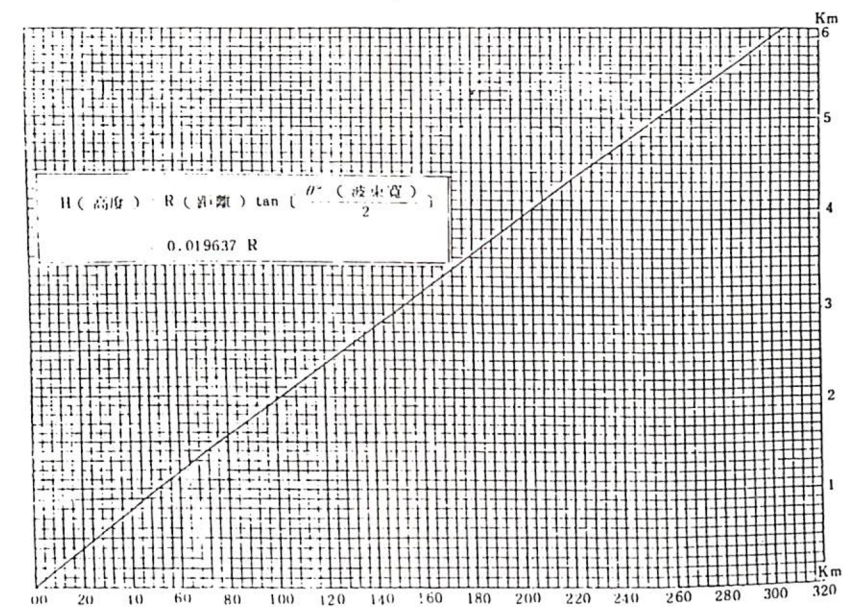


圖2：半波柱寬修正圖(半波束寬1.125°)

四、非降水回波之分析

(一)固定地形回波(Ground Echoes)。

在沒有發生槽化現象(Ducting)及超折射現象(Super-Refraction)時，高雄雷達聚集於PPI電幕中心之永久性回波(Permanent Echoes)，又稱之地面雜波(Ground Clutter)，(特指由樹木、建築物、山丘、塔、石頭堆地、電線桿、或海浪等地面障礙物所產生者)，其顯示範圍很廣，自嘉義以南至恒春一帶，及連中央山脈亦均顯示於PPI上，並且回波強度相當強可達L6等不同強度。這些地面雜波通常發生於低仰角，雷達天線離開地面稍高時，所探測到的雜波就愈少。(但須於80公里內之山嶺始為有效)。但是雷達天線不可抬得過高，否則

對於降水回波之分析不利。由曾作試驗照片資料中證實，若將雷達天線仰角抬高於3度時，大部分之地面雜波消失，對於降水回波分析最為適合。

(二)異常傳播(Anomalous Propagation)簡稱A.P.。

若發生槽化現象(Ducting)及超折射現象(Super-Refraction)時，高雄雷達除了永久性回波聚集於PPI電幕中心之外，在本省地形可自嘉義以北延伸至台中新竹一帶之地形回波顯示於PPI上，有時遠處之大陸華南之福建省大批地形回波均可顯示出來，還有巴士古諸列島及菲律賓之呂宋島北端之地形回波亦能顯示於PPI上，形成令人覺得恐怖驚奇之現象(如圖3所示)。

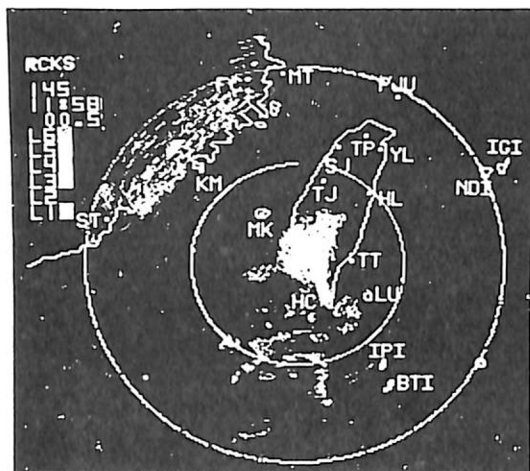


圖 3：係民國 75 年 5 月 25 日 11 時 58 分在福建省地區因超折射所產生之異常傳播

1. 超折射(Super-Refraction)。

- 暖乾空氣在冷濕空氣上方(逆溫層)時,可發生超折射(如圖 4 A)
- 隨高度之增加,溫度遞增率或水汽遞減率越大,超折射程度亦愈大。
- 當超折射程度大於極端情形,雷達波柱被陷於逆溫層下之電波槽傳播到極遠處,產生槽化現象(Ducting)。通常數百哩外不能被探測到之低層目標均可出現(見圖 4B 及圖 3)。
- 降雨時,超折射不易發生。
- 在陸地上夜間有強烈地面輻射之條件時,超折射最顯著。
- 在海洋上當暖空氣掠過冷海面時,白天或夜晚均可發生,以午後及晚間較明顯。
- 在副熱帶高壓區,電波槽最常見。
- 產生電波槽原因為逆溫現象及濕度遞減。
- 由地面渦動與垂直混合現象,使逆溫層升高,有利於電波槽之發生。
- 雷雨雲中之下方有下降氣流向外輻散,使冷空氣由雷雨雲底下降產生逆溫,濕度分佈隨高度減少,有利於超折射,雷雨後易發生超折射。
- 劇烈天氣及重大降水不能與強烈電波槽同時地發生。

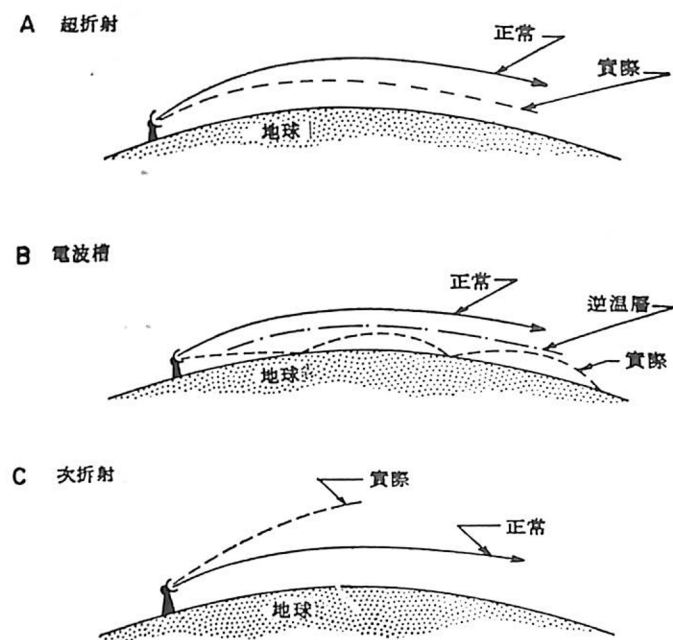


圖 4：異常傳播之三型態

- 不正常傳播之遠距離地物回波,若陷補作用(Trapping)不嚴重時,抬高雷達天線 2~3 度即可消除,並能於電幕上觀測到輕微降水回波。
- 使用 A/R 電幕可分辨降水回波與因異常傳播所探測到的地面固定回波。
- 異常傳播回波出現之位置與覆蓋圖上之陸地地形位置,作一比較亦可確認。

2. 次折射(Sub-Refraction)。

- 大氣中水汽含量隨高度增加,溫度隨高度減低時,次折射可發生(見圖 4 C)。
- 與超折射相反,某些目標之最大探測距離減小。
- 有些類型之霧可發生次折射,但降水時次折射不發生。

(三)海面回波(Sea Return)

海面回波是由海面反射所產生。回波量隨海面浪濤、雷達波長、測距、天線俯角,以及大氣情況而變化。由於海面起伏波動所產生之海面回波可能極難辨認。在 A/R 電幕上它有雜波信號(Noise Signal)之外觀,而且有時像小雨回波。在 P P I

上它像分佈廣大之小雨,或甚至類似雪回波。所幸海面回波隨距離之增大而迅速消滅,且其強度小於豪雨回波,故稍為能判別。但是雷達站附近有穩定降水時很難將降水回波從海面回波中分辨出來。

在風力強、海面波浪高時,常會發生的現象,平時風平浪靜時不會發生,因此稍為注意即容易區別,回波信號的強度與風力風向有密切關係,把天線仰角抬高時在雷達幕上這種回波即將消失,而至今海面狀況與回波關係尚未成定論。

五、天使回波

實施雷達觀測時,可能會接收到不明起源不能了解的回波,這種回波稱為「天使回波」,或稱為無形目標之回波(鬼波)。過去被發現的實例不少,但多數不易確定是何物,有時顯示出細小斑點的集合體或成線形,或 W 字型、或形成很薄的層狀,其多數原因有待調查研究。但一般言之,在 A/R 電幕上觀測時,其跳動性較小。

(一) P P I 及 P H I 上之天使回波：

P P I 上之天使回波較少於垂直雷達指示器上者, P P I 上之天使回波(3 至 23cm 之雷達皆曾發生過)為不穩定者,彷彿是由於一大片散射目標物所形成者。

廣闊之條形天使回波常用於無雲或無降水之冷面海風界面(Sea Breeze front)。

颶線前方之陣風線及雷雨前方之冷空氣所形成,此種天使回波僅限於低層,經常低於 5,000ft 寬度,通常為 2~3 哩,條形天使回波之移速可做為計算天使回波後方風速與風向之用。

晴天時在 P P I 上常有大範圍的天使回波發生(如圖 5 所示),乃由於地面輻射而生逆溫層,此種回波並無一定形狀,多因不正常傳播(Anomalous Propagation)所形成的,有時成微弱細胞狀或線條狀,晨間分佈均勻,午後發生顯著的變化。

(二)海風界面(Sea Breeze Front)：

晴朗天氣海風開始向岸上吹時,在雷達電幕上發現有天使回波,當此天使回波接近雷達站時,氣

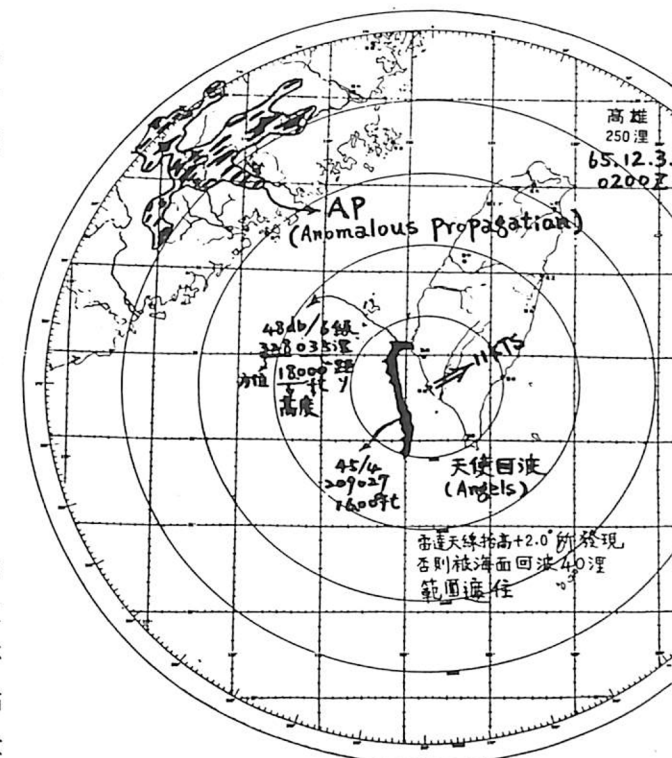
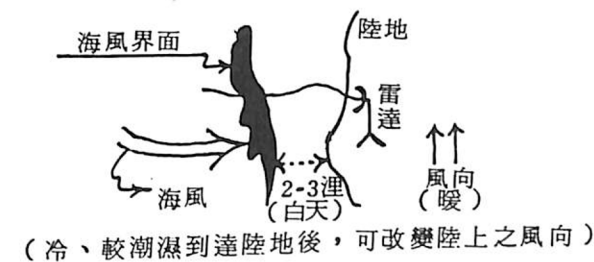


圖 5：65 年 12 月 3 日 0200Z WSR-64M 雷達觀測覆蓋圖

溫突然下降,風向改變,相對濕度增加。



(冷、較潮濕到達陸地後,可改變陸上之風向)

P H I 上之天使回波:其位置常與逆溫層之高度相吻合,為大氣之逆溫層,分佈有數層,則在 R H I 亦可發現數條天使回波,即為罩形回波(Mantle Echoes)其中之一。

天使回波形成之原因：

- 鳥類或昆蟲。
- 大量的有機物或無機物。
- 折射指數之不連續。
 - 超折射之情況：水汽及溫度在短距離內不連續。
 - 對流可形成點狀、條狀及罩形回波。
 - 逆溫層。

六、對流性回波之分析

(一)對流性降水與雷雨：

產生對流性降水回波有暖鋒、冷鋒、氣團性陣雨及雷雨等，對流性降水其單獨細胞範圍有小至2~3哩者，但其高度可在數分鐘內到達25,000~35,000呎，其頂部有時以5~10 m/sec之速度發展，生命過程短，平均在23分鐘左右。大型的單獨細胞生命過程較長，一個雷雨是由多數單獨細胞組成的。不管是鋒面或氣團性雷雨常常形成一條帶狀(Band)、或一條線狀(Squall Line)，如果發現距離雷達站40~50NM以上有直徑4~8NM的強烈回波，即可判斷為雷雨，若距離小於40NM，則由遠雷聲或閃電等證明為雷雨，任何距離發現非常強烈之光塊也可判斷為雷雨。

(二)大對流性回波的移動：

直徑15哩以上的大對流性回波，包括複雜之獨立性雷雨，與小細胞不同，這種大型回波不受300~850 mb任何層的平均風速流動，其移速小於高空風速，其方向在高空風向之右邊約15°，有時可自0~40°變化，其原因係新的對流細胞發生於進行方向的右邊，而消滅於其左邊，且因高空風而發生複雜之關係。

但是一旦回波與雷雨複合時，其移動即可保持穩定，若雷達在15~20分鐘間隔實施連續性的觀察，其所得資料可作三小時左右之預告，甚至中間有突然回波變形(變小或消失)亦可用外延法預告之。

凡是對流性回波之大小(Size)，回波高度(Height)，及反射率(Reflectivity)越大，移動速率(Speed)越快，形狀(Shape)越不規則時，天氣越劇烈。回波構成線狀、波形、指狀、鉤狀、螺旋狀或眼均是劇烈天氣之徵候。

觀測員發現下列任何一種情況，則有劇烈天氣發生之可能：

- (1)回波排列成波型。
- (2)回波有顯著輻合。
- (3)回波移動速率超過40哩/小時。

(4)回波邊緣清晰構成鋸齒狀或海扇狀。

(5)在降水回波中，某處回波強度達33db以上、回波層次3層。

(6)回波高度穿過對流層頂。

(三)對流性回波之參考實例：

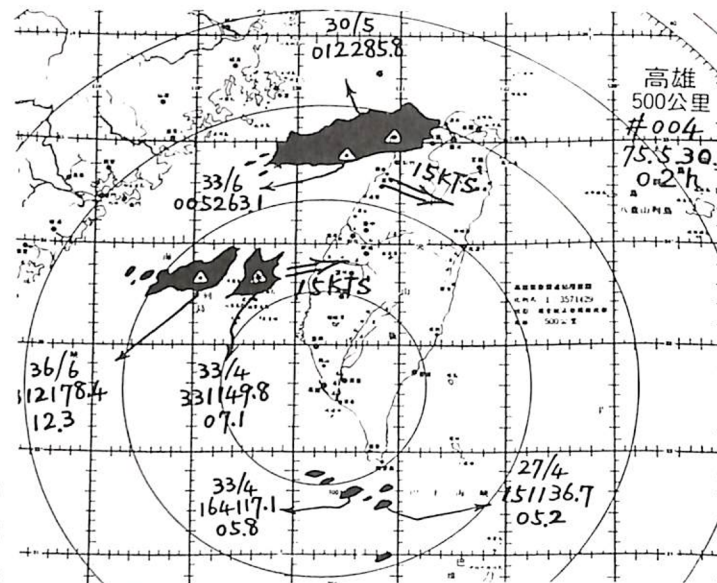


圖6：民國75年5月30日0200L之系統回波圖

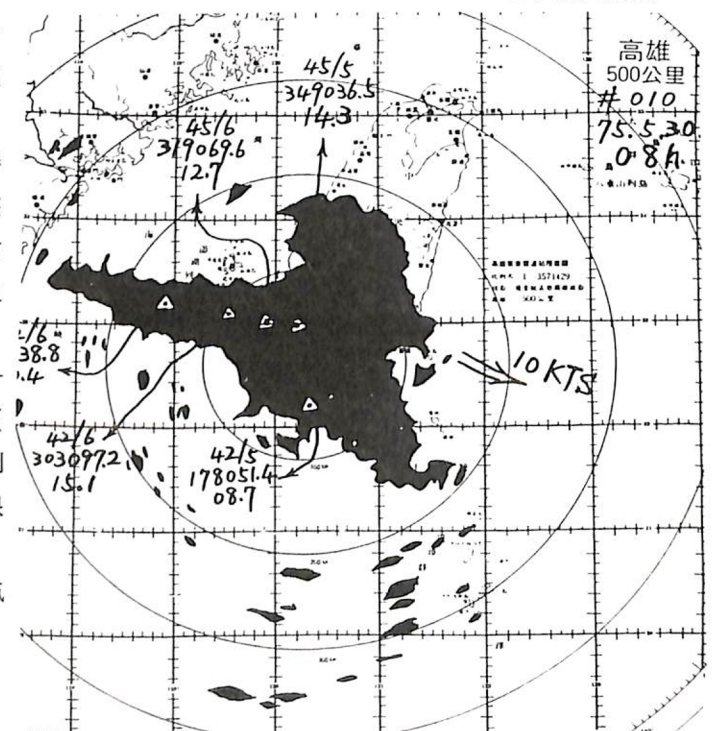


圖7：民國75年5月30日0800L之系統回波圖

表二：民國75年5月30日台灣各測站逐時降雨量(mm)統計表

降雨量 時間	基隆	淡水	板橋	台北	新竹	台中	苗栗	日月潭	澎湖	嘉義	阿里山	玉山	高雄	恒春	大武	蘭嶼	台東	花蓮	宜蘭
1	1.5	3.0	3.5	0.5	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1.1	1.2	3.5	-	2.1	-	-	-	8.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1.3	0.7	1.4	0.5	0.9	-	-	-	0.2	-	0.2	-	6.6	-	-	-	-	-	-
4	-	T	-	0.1	0.3	-	3.6	-	0.7	-	0.3	-	1.2	1.7	-	-	0.7	-	2.8
5	-	T	-	T	0.7	-	14.8	-	6.3	T	0.2	-	0.1	-	10.8	-	0.3	-	5.3
6	-	T	-	-	T	0.6	3.2	-	8.2	2.6	0.3	-	2.6	5.0	8.4	-	1.6	-	0.3
7	-	T	-	-	-	4.9	2.7	3.8	0.4	6.0	7.0	-	13.1	9.5	29.4	0.6	0.2	0.2	1.2
8	-	0.1	0.8	-	0.7	-	3.0	T	4.0	-	12.9	8.0	60.0	31.0	12.7	0.7	2.5	0.8	-
9	-	-	0.1	T	0.4	-	0.5	-	2.3	-	1.4	7.7	35.8	16.7	8.8	4.3	1.5	3.5	2.0
10	-	-	-	T	-	-	-	-	0.1	-	T	2.7	11.0	43.0	8.1	6.4	1.0	5.5	2.7
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	5.5	12.3	14.5	3.0	7.5	3.6
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	4.5	13.2	5.0	5.0	4.0	4.3
13	-	-	-	-	-	-	T	-	-	0.7	-	2.1	-	0.5	30.0	6.4	3.0	1.2	0.8
14	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	T	-	0.8	-	3.3	1.0	3.2	-	0.1
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	-	0.1	T	1.8	-	-
16	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	0.5	-	-	0.1	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	7.5	-	-
21	-	-	-	-	0.1	-	T	7.0	-	-	-	-	-	-	9.6	-	1.0	-	-
22	-	-	-	-	-	-	0.6	0.5	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
總計	3.9	5.0	9.3	1.1	6.1	2.0	9.5	24.9	17.7	27.2	23.6	26.4	4.4	126.6	124.0	137.4	44.0	34.5	27.0

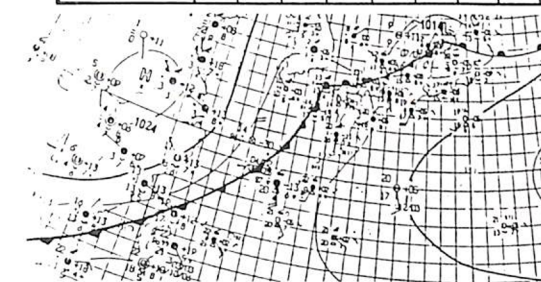


圖8：民國78年元月9日1200Z鋒面接近本省之地面天氣圖及其雷達回波圖

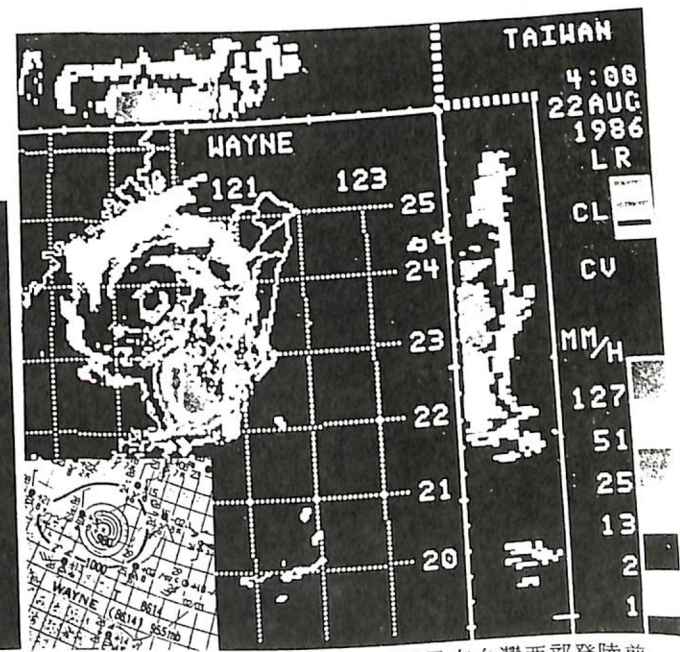


圖9：民國75年8月韋恩(WAYNE)颱風在台灣西部登陸前之雷達回波圖

表三：雷達回波之特徵

對 象	PPI	RHI	A/R	強度及其變化	大小及其變化	速度及其變化	度	形狀及其變化	容易發生之目標
對流性降水	輪廓清晰	高塔狀	有花邊不穩定	強、變化快	2 ~ 15 KM	與 2000 M 高空風有關	M 高空	散亂或帶狀排列	碎屑回波 (chaff Angel) 常易被固定回波及海面回波所遮蓋住。但雷達天線須抬高 + 3.0 度左右始有利於降水回波。
穩定性降水	大型塊狀	伴薄形	有花邊不穩定	弱、穩定		不一定		不規則	
層狀降水	輪廓不明顯	光帶	有花邊不穩定	弱、穩定		不一定		不規則	
雪	魚鱗狀條紋或波紋型	被風吹動成傾斜狀，其下層有光帶	跳動時雨大於雪，不易判別	比降雨回波弱		降落速度每秒約 0 ~ 1 公尺。			
陣雨	兩者顯示之回波型相同，較穩定性降水強。有獨立分佈性及強烈光塊。	有旺盛垂直發展及鐵砧形雲層的伸展，每分鐘有 1,500 ~ 4,000 ft 垂直發展率。	有迅速較大跳動及飽和狀態。	強，變化快。雷雨伸展高度達 20,000ft 以上，其強度 > 33 db 時就可發生。	陣雨直徑 < 10 mi 雷雨直徑 10 ~ 15 mi。大雷雨有利於降龍捲風直徑 > 15 mi。	陣雨相當慢雷雨 15 ~ 25 KM 大雷雨 > 25 KM 龍捲風 > 40 KM	陣雨及雷雨正常。大雷雨與龍捲風不正常。陣雨與雷雨均屬於對流性降水。		
飛機、船隻	小、明顯白點或條型	長、垂直狀	穩定。	強，穩定。	小、不變。	飛機快，船隻慢	飛機快，船隻慢	固定，但是飛機很快即消失。	初期的對流性雨可用速度區別。
碎屑 (chaff)	狹窄線條或有規則線條	高薄、很明顯	似降水，有變化。	先強後弱。	會擴大。	被高空風吹動。	被高空風吹動。	狹窄線條或有規則線條。	初期似線條驟雨，末期似對流性雨的衰弱期。
鳥	環狀或線條	似陣雨低層回波	穩定或較穩定	不規則。	日沒後消失。	緩慢。	緩慢。	環狀或線條。	雨之回波。
層狀天使回波	不明的環狀或包圍雷達站	1000 M 左右厚度之水平層在低層較多	穩定	強、變化慢。	有時到達 80 KM 但不一定。	不一定，有時被風吹動。	不一定，有時被風吹動。	不明的環狀或包圍雷達站。	層狀雨或雪。
粒狀天使回波	包圍雷達站附近，小且不連續回波	低似飛機之微弱回波	穩定	多種。	直徑 1 ~ 2 KM	被低層之雲吹動	被低層之雲吹動		霧雨狀之降水。
線狀天使回波	一樣的細線	在 3 KM 以下不明顯	似降水不穩定	緩慢。	長達 80 KM 以上	被風吹動	被風吹動	多生直線有時波型	弱降水線。
火災之煙	小、長型	不明顯接近地面	不穩定	弱緩慢。	長約 15 KM 變化慢	被地上風吹動	被地上風吹動		弱的地層電或陣雨
異常傳播之回波	強細胞之不規則集合	短的塔狀強且低	穩定、強	可能到達飽和點突然發生或迅速消失。	不規則	不動	不動	恐怖回波不規則	似對流性降水，但多產生於冬季、晴天早晨或夜間下午較少。

表四：氣象雷達觀測天氣系統及回波記錄表

雷達站： 時間： 年 月 日 時 分
天氣類別 ☐ 冬季鋒面 ☐ 春季鋒面 ☐ 春季 MCS ☐ 梅雨季鋒面 ☐ 梅雨季 MCS ☐ 地形雷雨 ☐ 其他

回波分類	鋒面線狀 (line)	大範圍不規則	小區域雷雨
1. 形狀	☐ 1. 連續 ☐ 2. 不連續 ☐ 3. 波動狀 ☐ 4. 向後延伸 ☐ 5. 多重雨帶	☐ 1. 橢圓 ☐ 2. 楔形 ☐ 3. 螺旋狀 ☐ 4. 髮狀 ☐ 5. 手指狀	☐ 1. 單胞 ☐ 2. 多胞
2. 位置	☐ 1. 鋒前 (鋒區前) ☐ 2. 鋒區 (1km 高度風切線前 50km) ☐ 3. 鋒後 (鋒區後)	☐ 1. 鋒前 ☐ 2. 鋒區 ☐ 3. 鋒後 ☐ 4. 其它	發生地理位置 ☐ 1. upslope ☐ 2. downslope ☐ 3. 海陸邊界
3. 範圍	☐ 1. 10dBZ { 面積 (Level 1) 高度 ☐ 2. 25dBZ { 面積 (Level 2) 高度 ☐ 3. 35dBZ { 面積 (Level 3) 高度 ☐ 4. 45dBZ { 面積 (Level 4) 高度	☐ 1. 10dBZ { 面積 高度 ☐ 2. 25dBZ { 面積 高度 ☐ 3. 35dBZ { 面積 高度 ☐ 4. 45dBZ { 面積 高度	☐ 1. 10dBZ { 面積 高度 ☐ 2. 25dBZ { 面積 高度 ☐ 3. 35dBZ { 面積 高度 ☐ 4. 45dBZ { 面積 高度
4. 走向	☐ 1. 平行風面 ☐ 2. 不平行，夾角：___		
5. 降水系統移速移向			
6. 降水系統中對流胞移速移向	1. 移速移向 2. 水平風之垂直風切	1. 移速移向 2. 水平風之垂直風切	1. 移速移向 2. 水平風之垂直風切
7. 回波最大梯度的位置	☐ 1. 移動方向的前線 1/3 ☐ 2. 移動方向的後線 1/3	☐ 1. 靠近中心 ☐ 2. 靠近邊緣	
8. Weak echo region (距離、方位、高度)			
9. 週期變化	週期時間： ☐ 發生 ☐ 成熟 ☐ 衰減	週期時間： ☐ 發生 ☐ 成熟 ☐ 衰減	週期時間： ☐ 發生 ☐ 成熟 ☐ 衰減
10. 使用 Z-R 公式	$Z=aR^b$, $a=$ $b=$	$Z=aR^b$, $a=$ $b=$	$Z=aR^b$, $a=$ $b=$
11. 風場特性	1. 鋒面斜率 2. 鋒前風向風速 3. 鋒後風向風速		
12. LLJ * 有 LLJ 出現時附 (1) 沿 LLJ 方向的 RHI (2) 含 LLJ 之 PPI	1. 風速 M/S 2. 走向 3. 高度 KM 4. 10m/sec 等風速線厚度	1. 風速 M/S 2. 走向 KM 3. 高度 KM 4. 10m/sec 等風速線厚度	1. 風速 M/S 2. 走向 KM 3. 高度 KM 4. 10m/sec 等風速線厚度
13. 渦旋特徵	1. 位置 2. 最大風速 M/S 3. 最小風速 M/S 4. (2)(3) 之中心間距 KM	1. 位置 2. 最大風速 M/S 3. 最小風速 M/S 4. (2)(3) 之中心間距 KM	1. 位置 2. 最大風速 M/S 3. 最小風速 M/S 4. (2)(3) 之中心間距 KM
14. 輻合特徵	低層 ☐ 1. 輻合 ☐ 2. 輻散 高層 ☐ 1. 輻合 ☐ 2. 輻散	低層 ☐ 1. 輻合 ☐ 2. 輻散 高層 ☐ 1. 輻合 ☐ 2. 輻散	低層 ☐ 1. 輻合 ☐ 2. 輻散 高層 ☐ 1. 輻合 ☐ 2. 輻散
至目前的系統趨勢	☐ 1. 增強中 ☐ 2. 維持 ☐ 3. 減弱中	☐ 1. 增強中 ☐ 2. 維持 ☐ 3. 減弱中	☐ 1. 增強中 ☐ 2. 維持 ☐ 3. 減弱中
研判之依據	☐ 1. 形狀 ☐ 2. 位置 ☐ 3. 範圍 ☐ 4. 走向 ☐ 5. 系統移向移速 ☐ 6. 降水系統中對流胞移速移向 ☐ 7. 回波最大梯度的位置 ☐ 9. 週期變化 ☐ 10. 風場特性 ☐ 11. 有 LLJ ☐ 12. 有渦旋特徵 ☐ 13. 輻合特徵		
備註	☐ 8. 弱回波區		

由民國75年5月30日高雄氣象局雷達觀測資料圖(01h至11h資料)及台灣各測站逐時降雨量統計表中,獲得南部受大對流性回波影響,造成劇烈天氣產生豪雨及大雷雨。這次原由三處回波(如圖6所示)至系統合併移入南部地區(如圖7所示)造成豪雨之實例圖,全省逐時降雨分佈如表二所示。

除了對流系統之回波外,雷達對天氣系統之掌握非常重要,如圖8為冷鋒及圖9為颱風接近本省之實例,對系統移速及天氣預報之掌握居功甚偉。

七、雷達回波之特徵

由以上之分析比較著重於天氣系統及地形回波,實際雷達可測得之反應甚多,所有的特徵以表三示之,其觀測結果可記錄在表四上供分析參考研究之用。

八、結 語

本研究是利用中央氣象局高雄雷達站實例之資料彙整分析而得,希望對氣象界同仁於氣象雷達判圖時有所助益。由於各地雷達站均有其固定回波,這是判定天氣系統是否真偽必須考慮之基本條件,本文在拋磚引玉,希望有助於大家對氣象雷達應用與研究之興趣,共同做好天氣守視及預報,服務大眾社會。

編者註:本文為中央氣象局高雄氣象雷達站王少華主任積20餘年氣象雷達觀測分析各種回波之大作,全書以彩色印刷,對氣象實作之預報人員有相當之參考價值,本刊特予部份轉載,希望有助於本軍氣象從業人員對雷達回波之應用。

