

亞力士颱風與降水回波資料

張隆男 陳台琦 何宏能

國立中央大學大氣物理研究所

摘 要

使用中央氣象局花蓮雷達站，於76年7月26/27日，觀測亞力士(ALEX)颱風所得回波圖資料，分析瞭解亞力士颱風的降水回波結構。

東海岸地形與颱風氣流作用，在海岸外產生降水系統，並且有加強颱風本身結構的現象。颱風本身的SPIRAL BAND有繞著颱風中心逆時鐘旋轉的現象；颱風的運動路徑呈餘擺線狀。

SPIRAL BAND中的胞狀回波結構有沿著SPIRAL BAND向颱風中心移動的現象。

少數觀測結果中，眼牆結構有傾斜現象，大多數呈完全垂直。

一 前言

颱風的結構至今還有許多人不能完全瞭解的地方。主要原因是觀測資料稀少。目前多藉助於雷達與飛機的觀測。

台灣地區幾乎每年都有颱風來襲。颱風距離台灣較近以後，氣象局的雷達站觀測所得的資料，極具分析價值。故在76年7月26日，亞力颱風由太平洋侵向台灣東海岸時，特別商請氣象局花蓮雷達站，每半小時做一次觀測，利用所錄得的回波資料，分析颱風的降水回波結構。

二 天氣狀況

圖1是7月26日06Z到27日00Z，每6小時一張的衛星雲圖(可見光)。在26日06Z(1400 Local)圖上，颱風中心在台灣東南約200公里處，在颱風前緣(北方)有一條Spiral band由西向東南而南分佈，在颱風後面部分(南北)，可以看到強盛的西南氣流區，雲分佈均呈西南東北走向。此時前述Spiral band已經和台灣陸地接觸，在雷達回波圖上可以看見它。

12Z(2000L)的圖上，可以看到颱風已移

向北移，中心區開始靠近陸地。18Z(27日0200L)圖上，颱風中心已經在海岸附近。

三 資料

在民國76年5月以前，高雄及花蓮雷達站僅提供CV圖(註：CV圖是垂直方向上最強回波在水平面上投影而成的圖)。目前在花蓮雷達站，使用張國良先生設計之程式，已經可以每半小時提供一組包括6層不同高度的回波圖。我們可以得到真正的三度空間回波資料。

本次分析的資料，包括從26日0800L起，每半小時一組，到27日0900L為止。每組資料包括一張CV圖，以及1 km, 3 km, 5 km, 7 km, 9 km, 11 km, 等6層高度的回波圖。每張圖由201×216個數據構成，每一個數據代表4×4平方公里內的回波值。這個水平解析度(4 km)對水平尺度達千公里的颱風而言是足夠了。圖中座標乘以4公里則是真正公里數，如(5.5)即花蓮以東20公里再向北20公里處。

另外利用6層不同高度的回波數據，還可以畫出垂直剖面圖。

四 颱風回波的水平結構

圖2是7月26日1400L到27日0600L，每兩小時一張的CV圖用以顯示颱風移入的情形。

本次資料，爲了方便討論，分爲三個階段：
(1)遠海階段(0800~1800L)(2)近海階段(1800L~0000L)(3)颱風中心登陸前階段(00~0900L)

(1)遠海階段：這段時間，颱風中心距離台灣尚遠。在回波圖上看到的，主要是外圍的雨帶以及東海岸外面的大片降水回波。(0800~1400L間的回波圖未示出)

1400L的圖上，圖中央偏左位置，呈左下到右上分佈的條狀回波，是地形回波(ground clutter)，十字記號是花蓮雷達站的參考位置。

左下方可以看見有弧形狀回波；在它們與陸地之間，有大片的降水回波。地形回波右側(即東海岸的東方海面上)，有強度超過30dBZ的降水回波，垂直高度超過9km。

右上方位置，有一條弧綫回波，這是颱風最外圍的雨帶，在26日06Z的衛星雲上可以見到。

1600L的CV圖上，回波圖所見仍是類似1400L圖的回波分佈。弧狀回波更朝上(北)移；圖右上方的雨帶也向北移動，而且弧綫狀的分佈已經消失。

1800L圖上，下方已經可以看見完整圓形狀的回波結構，颱風中心應約在圖上座標(+18, -65)處，距離颱風中心約75km的圓形狀回波是外眼牆結構，寬度約30km~80km。圖上左半部的外眼牆回波結構比右半部強，寬度更可達右半部眼牆的兩倍以上。

(2)近海階段(1800~000L)：這個階段，外眼牆開始接近陸地。在2000L的CV圖上，颱風中心約在(+15, -55)處，外眼牆距離中心90km，寬度約36~80公里。外眼牆的左上方(西北)，靠近陸地部份，有強度大於30dBZ的胞狀回波產生。眼牆與陸地之間的降水系統，垂直高度只達3km。(圖未示出)

2200L的圖上，外眼牆最寬處90km，距離中心90km，颱風中心位於(+20, -43)處，有晴空區出現，明顯看見內眼牆結構，距中心20km，

寬度約12~20km。

眼牆區的第二象限部份，強度、結構明顯超過其他部份，有大於30dBZ，寬度達40km的弧狀回波結構。這應該前述是地形作用的結果。

000L圖上，颱風中心於圖上(+22, -25)處；內眼牆距中心約18km，寬度10~20km。外眼牆距離中心約70km，寬度20km。眼牆的回波強度均達30dBZ，靠近陸地部份，更有40dBZ的胞狀結構出現。

此時外眼牆已開始登陸，外眼牆半徑與未登陸前(約90km)比較，有縮小的現象，寬度也由30~80km縮至20km。內眼牆則無甚變化。

(3)登陸前階段(00~0900L)

0200圖上，可以看到外眼牆已經登陸，眼牆區結構呈不對稱。內眼牆呈橢圓形，回波強度大於40dBZ。颱風中心因眼牆區結構變化，判斷不易。

眼牆處爲颱風內最大風速位置，當眼牆登陸時，極大的風速與東海岸陡峭的地形作用，颱風結構受顯著影響，呈不對稱狀，判斷中心位置困難。這可能是花蓮雷達站對測颱風時，常易遭到的困擾。

0400圖上，(+18, +15)處有一晴朗區出現，爲颱風中心之位置，外圍的眼牆呈橢圓狀。眼牆區的回波均超過30dBZ，颱風中心南方更有40dBZ的回波結構出現。

0600時，颱風中心已經登陸。

垂直結構

圖3~8是26日1800L到27日0400L，每兩小時一組的垂直剖面圖。每組包括南北及東西方向剖面圖各一張。均通過颱風中心。

圖3(a)(b)，1800L時，如圖上所標示外眼牆的回波結構，垂直高度約6~7km，23dBZ。(回波結構有“懸空”現象，是因爲下層，1或3km層，缺乏回波資料所致。

圖4，外眼牆回波加寬，垂直高度可達9km，回波強度大於26dBZ，比1800L時的結構及回波強度均較強。

圖5是2200L時的回波剖面，可以看見內眼

牆結構，垂直高度約 7 ~ 8 km，寬度約 15 ~ 20 km，回波強度最大可達 29 dBZ。北邊的外眼牆結構，回波強度由兩小時前的 26 dBZ，發展到 32 dBZ，高度與寬度則無甚變化。

5 (a) 圖上，東邊的外眼牆結構，與兩小時前 (2000L) 比較，有急速發展的現象，高度由約 5.8 km 增至 9 km，回波頂平均上升速度約 0.45 m/sec。

圖 6 是 0000L 的垂直剖面圖，6 (a) 圖上，可以看見內眼牆有向西傾斜的現象，傾斜角度約 30°。6 (b) 南北剖面則無此現象。

這個階段，因為東海岸地形作用的影響，垂直剖面上的結構比遠海階段時，有顯著發展加強的現象。

圖 7 是 0200L 的垂直剖面；外眼牆已經登陸，使得靠近地面部份的回波結構緊密，呈強烈對流的型態，高度達 11 km 以上，回波強度最大超過 41 dBZ。此時無法分辨出內眼牆結構，颱風中心判斷困難。

圖 8 是 0400L 的垂直剖面，圖上可以看見颱風中心晴空區內眼牆與外眼牆無明顯間隔。

六 雨帶的發展移動

圖 9 是 27 日 0200L 到 0330L 每半小時一張的 5 km 高度層回波圖。

0200L 圖上，由圖上座標 (+33, -5) 到 (0, -35) 之間，有一弧綫狀雨帶回波，強度大於 30 dBZ。(編號為 A Band)

0230 圖上，A band 前端已移至 (+28, +5) 附近，有一系列胞狀回波生成，與 A band 呈弧綫狀結構。另外，(+33, -23) 到 (+10, -32) 之間，有另一條雨帶生成(編號為 B band)

0300 時，A band 前端胞狀回波已結合成一寬約二十公里弧狀雨帶並與海邊原有回波結合起來。B band 加強，寬度加大，前端已經發展到達 (+38, -8) 處。

0330 時，A band 已經不呈雨帶形狀，進入了眼牆區。

由上述現象可知，雨帶會向颱風中心發展移

動，平均速度約為 20 m/sec。這比颱風的切向風速小(至少 35 m/sec)，表示它們的移動，可能還有消長的過程併存。

圖 10 是 27 日 0000L 到 0100L 的 CV 圖。

0000L 圖上，由 (+35, -15) 到 (+15, -55) 之間有一條雨帶，強度約為 30 dBZ。0030L 時，這條雨帶位置移到 (+38, -13) 到 (+20, -55) 之間。0100L 時，移到由 (+35, -5) 到 (+35, -45) 之間，上述現象表示，雨帶繞著颱風中心做逆時鐘旋轉。

七 中心位置

圖 11 是根據雷達回波圖上颱風中心位置，描繪由 26 日 2000L 到 27 日 0400 的颱風運動路徑。可看出運動路徑呈餘擺綫狀 (trochoidal)。

八 結論

東海岸外海面上，一直存在有大片降水回波，強度大於 30 dBZ，高度超過 9 km。可能是颱風氣流與地形作用造成。

當眼牆區靠近地形時，颱風本身的眼牆結構，靠近陸地的部份，有加強的現象。

眼牆在外海時，回波強度小 (23 dBZ)，且結構不強 (寬約 12 km，高 6 km)，到達近海時，則回波強度加強 (41 dBZ)，結構加強 (寬 60 km，高 10 km)。眼牆登陸時，結構則因地形作用，呈不對稱，判斷颱風中心不易。

雨帶有向發展移動的現象，但其平均速度 (20 m/s) 小於切線方向風速 (至少 35 m/s)

Jorgensen (1984) 曾研究眼牆結構，發現有傾斜現象。在本次觀測結果上，則只有極少圖上看到向西傾斜的現象，其餘則多為完全垂直的情形。尤其颱風登陸前，眼牆非常直，而且眼牆與雨帶間之間隙亦縮小。

本次颱風的移動路徑，呈餘擺綫 (trochoidal) 狀。(見圖 11)

Parrish 等人 (1984) 曾觀測得颱風雨帶的移動情形，與本次觀測結果類似。Willoughby 等人 (1984) 研究認為雨帶繞颱風中心移動，會影響颱風移動路徑，這個現象，在本次觀測中亦可

見到。

九、誌謝

本次觀測，承蒙中央氣象局與花蓮雷達站張國良先生協助，謹表謝忱。

十、參考文獻

- Jorgensen, D.P., 1984a: Mesoscale and Convective-scale Characteristics of Mature Hurricanes, Part I: General Observations by Reserch Aircraft, J. A.S. 41, 1268-1285.
- Jorgensen, D.P., 1984b: Mesoscale and Convective-scale Characteristics of Mature Hurricanes, Part II: Inner Core Structure of Hurricane Allen (1980) J.A.S., 41, 1287-1311.
- Parrish, J.R., R.W. Burpee, F.D. Marks, Jr, and R.Grebe, 1982: Rainfall Patterns Observed by Digital Radar During the Landfall of Hurricane Frederic (1979), M.W.R., 110, 1933-1944.
- Willoughby, H.E., F.D. Marks, Jr, and R.J. Feinberg, 1984: Stationary and Moving Convective Bands in Hurricanes, J.A.S., 41, 3189-3211.

The Reflectivity Structure of Typhoon ALEX

LONG-NAN CHANG TAI-CHI CHEN HONG-NENG HO

Institute of Atmospheric Physics

ABSTRACT

The reflectivity structure of Typhoon ALEX is discussed by using the radar data of 26/27th, July 1987 of HWALIAN station. The structure of ALEX was intensified while it approaching the steep east coast of Taiwan.

In our result, the spiral bands of ALEX are found to rotate around the typhoon center. Meanwhile, the moving path of ALEX is trochoidal.

The cells embedded in spiral bands moved toward the center along the bands.

Some sloping eyewall structure are found in our analysis, however most eyewall were vertically erected.

More observation from other cases should be analysis in the future to confirm our results.

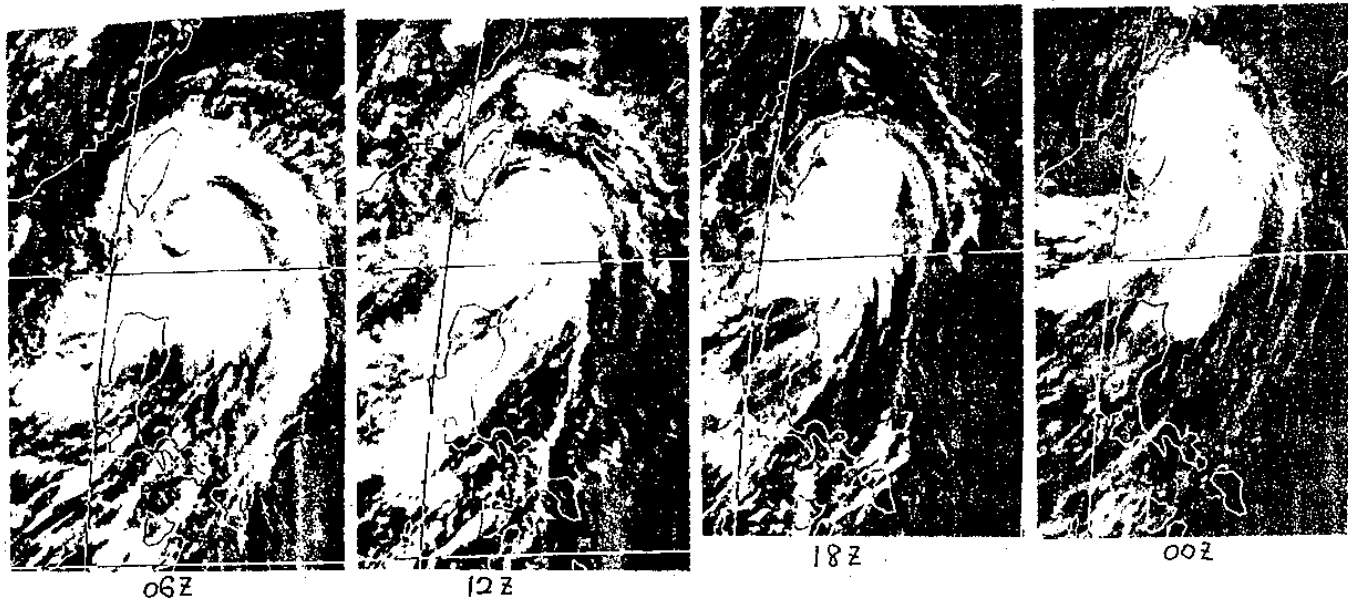


圖 1，26日06Z到27日00Z，每隔6小時一張的可見光衛星雲圖。

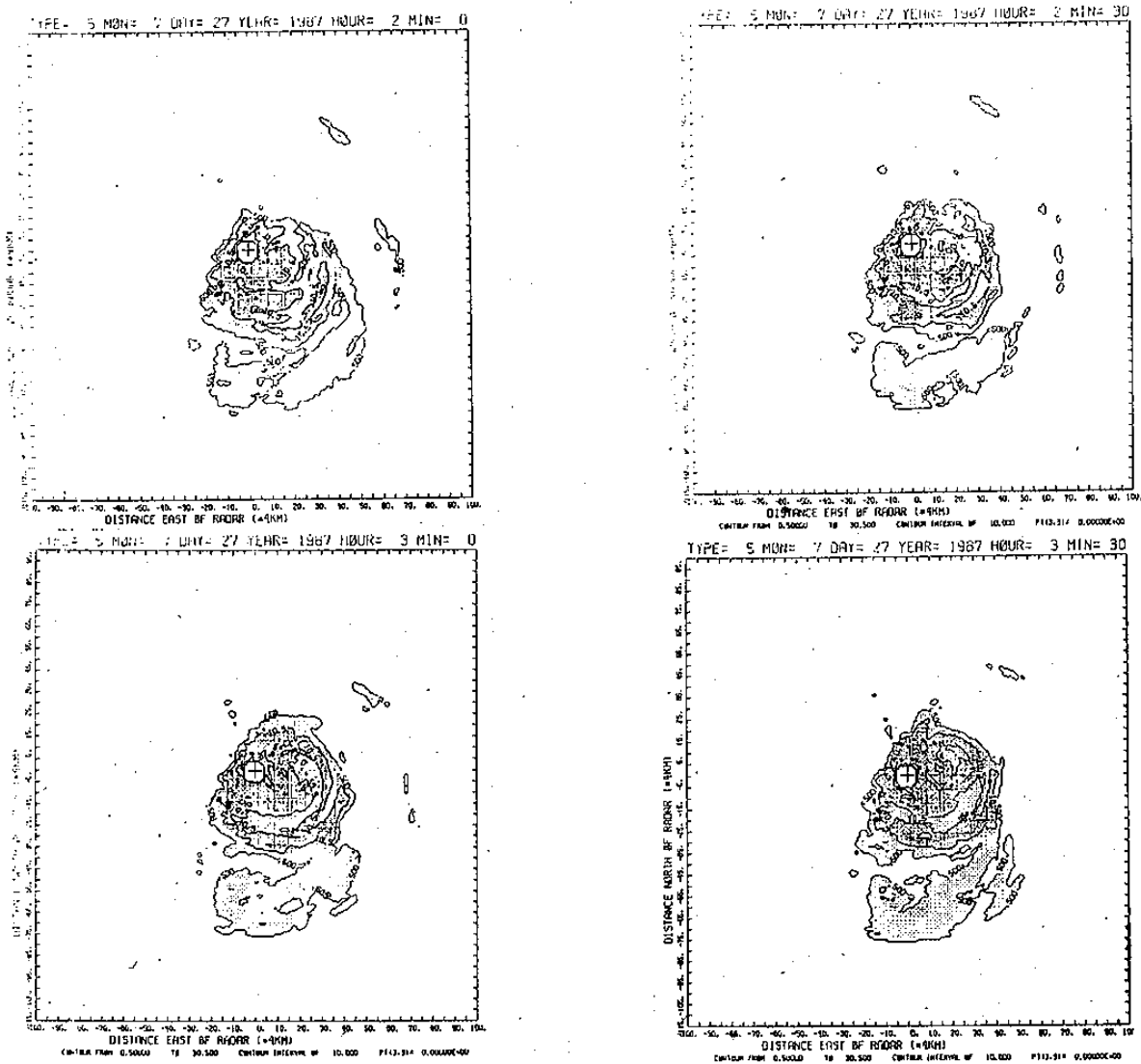


圖 9，27日0200L~0330L，間隔半小時的5km層回波圖。

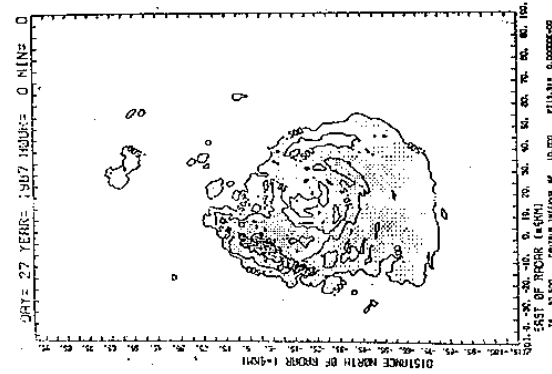
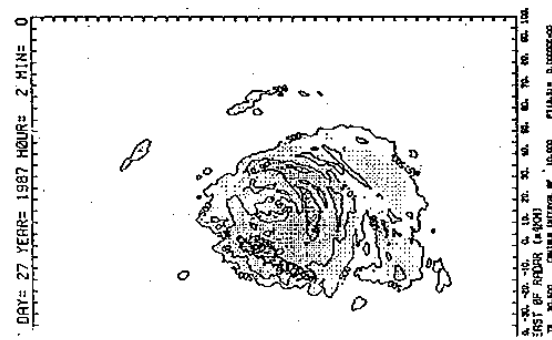
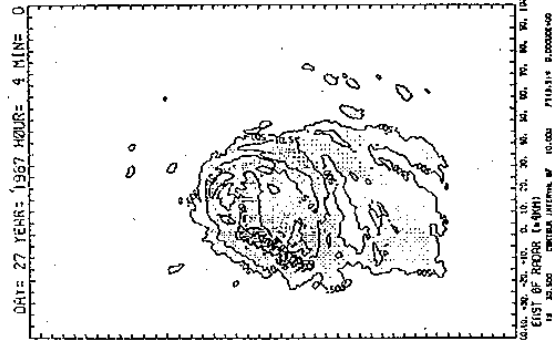
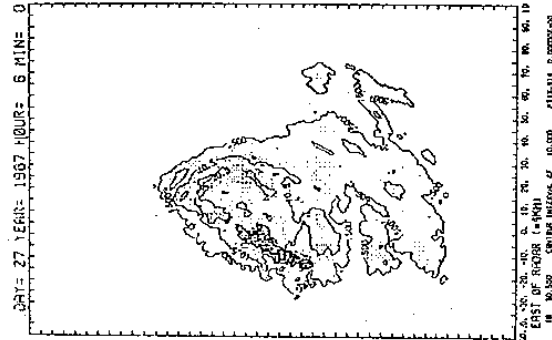
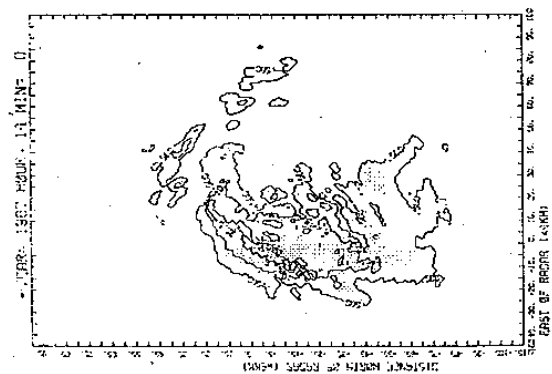
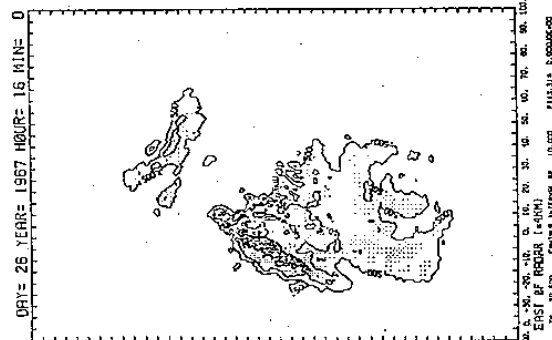
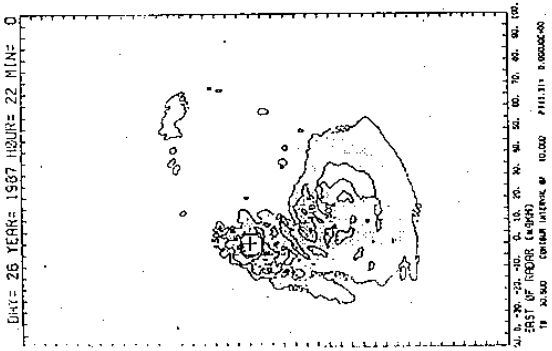


圖 2，26 日 1400L 到 27 日 0600L，每隔兩小時一張的雷達回波 CV 圖。

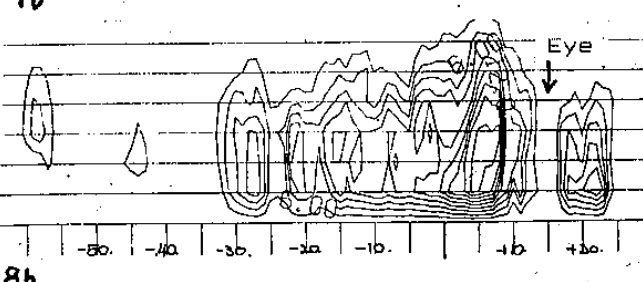
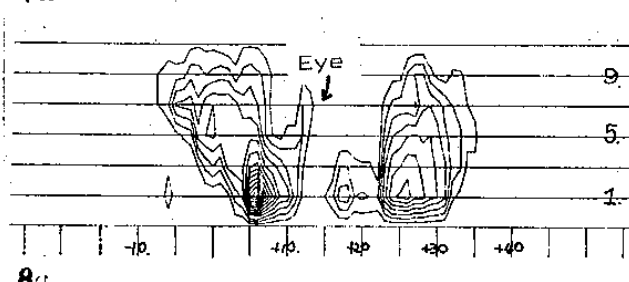
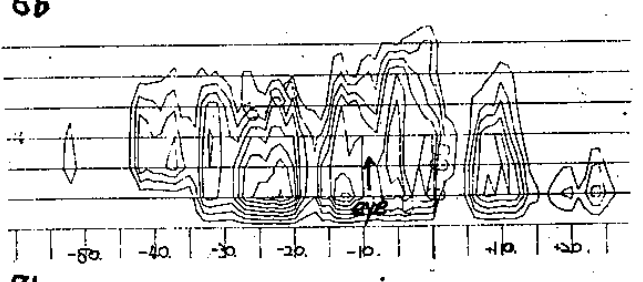
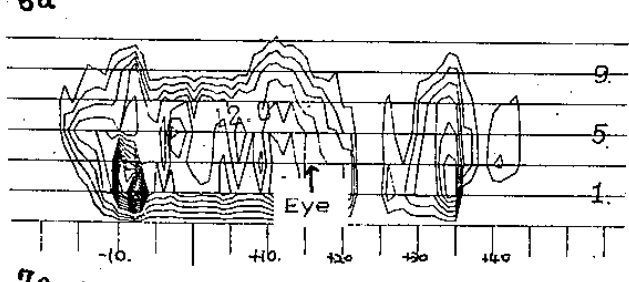
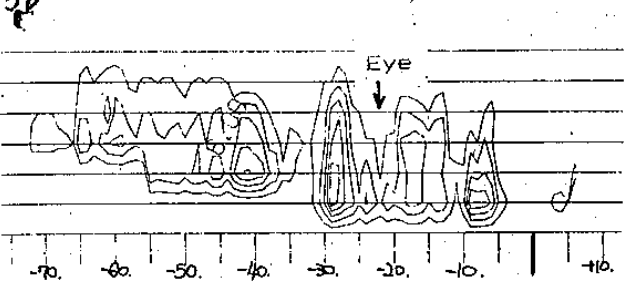
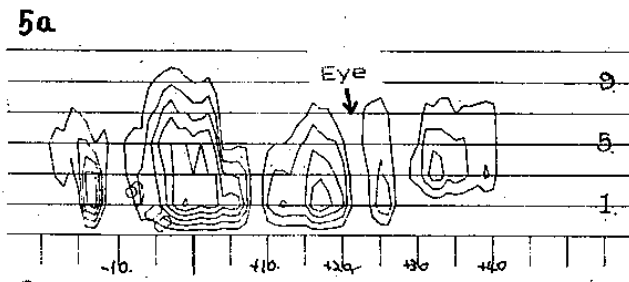
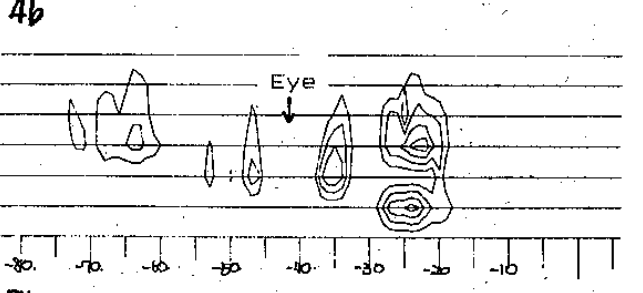
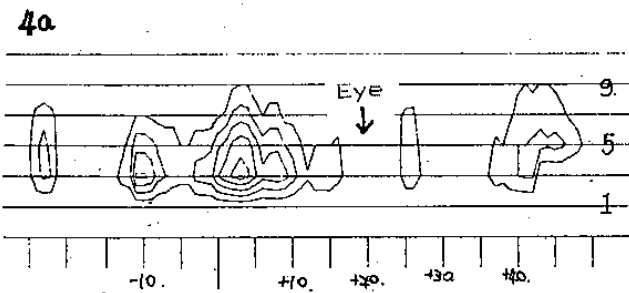
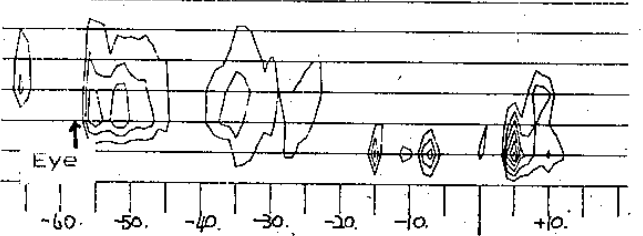
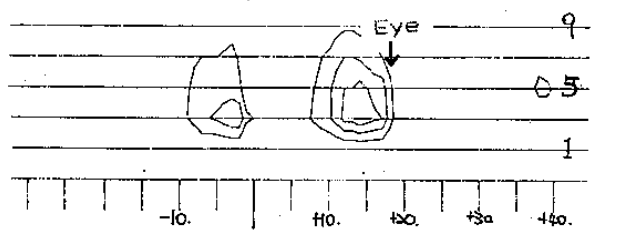
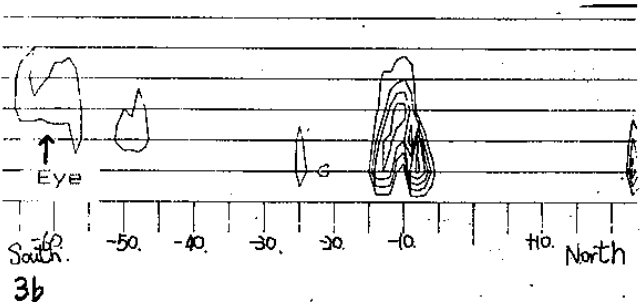
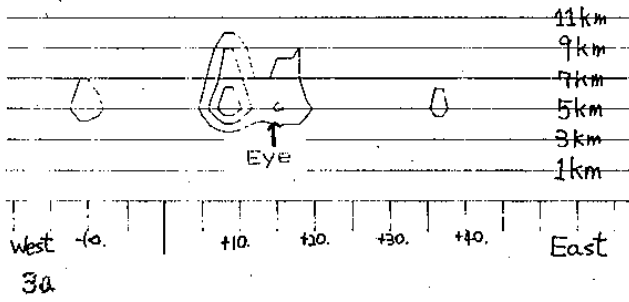


圖3 ~ 8 (a)(b), 1800L ~ 0400L, 兩小時一組的垂直剖面圖; (a)是東西方向剖面, (b)是南北方向剖面。

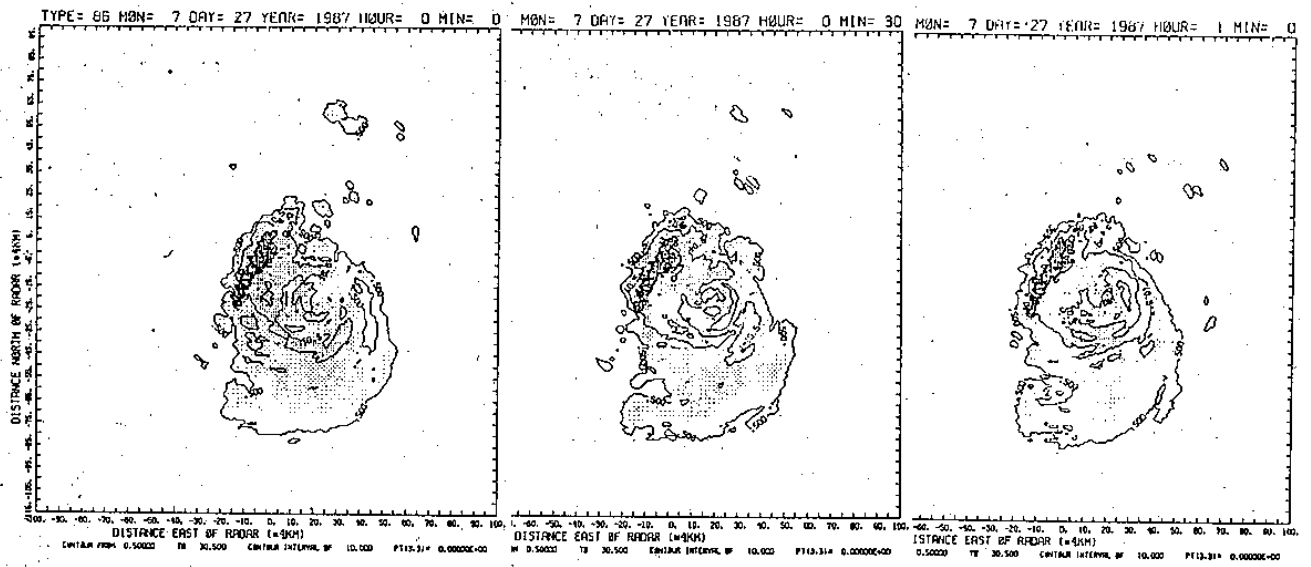


圖 10 日，27 日 0000L ~ 0100L 的 CV 圖。

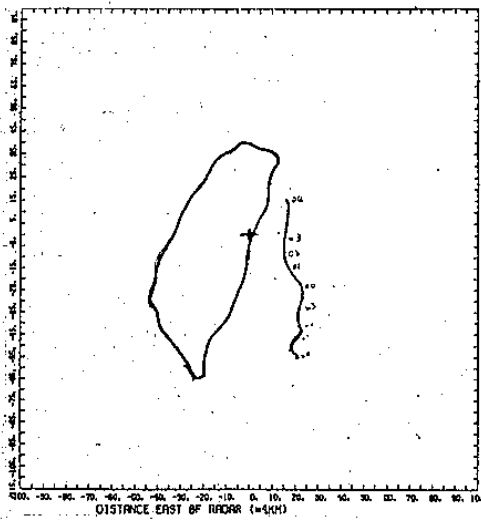


圖 11，26 日 2000 至 27 日 0400L 之間，颱風的運動路徑（根據雷達回波上之颱風中心繪得）