

民國八十一年歐馬(OMAR)颱風分析檢討

游安吉 王義發 潘大綱

空軍氣象中心

摘要

歐馬颱風自八十一年八月二十四日由熱帶雲簇組織，發展至八月二十五日正式到颱風的強度，後續則以幾近乎直線的路徑直撲本省，最後於花東間登陸本省又於嘉義附近脫離出海，總計歐馬颱風生命史共十一天又六小時，其強度由輕度增強至強烈又減弱為中及輕度，檢查其登陸前後由中型中度減弱為中型輕度，但其對本省無論是風力或降雨均有相當程度的影響。

本文利用傳統資料，衛星、雷達觀測來探討歐馬颱風其間各種綜觀預報方法表現之優劣，此外筆者也將本中心所發佈之最大陣風預報與實際出現之陣風加以比較並予以分析檢討，從實際作業的觀點來探討颱風作業中的一些問題。由於颱風預報作業中，颱風中心位置預報是尤其重要的一項課題，若是颱風中心位置判斷不正確，路徑預報誤差往往造成很大的誤失，進而受災害影響之區域，時間先後及程度也有很大的差異，因此本文中我們將重點置於颱風路徑在綜觀方法之檢驗上，至於強度及移動速度變化則藉衛星雲圖來討論之。

一、前言：

本省在夏季時正好位於西北太平洋及南海颱風行徑之要衝，每年四月至十一月間，均有颱風侵襲之虞，其中又以七、八、九月最為頻繁根據Merrill (1982)所述，太平洋生成之颱風其強度及範圍一般而言均較大西洋上生成之颶風之強度範圍要強且大，因此受颱風侵襲所伴生之強風、豪雨乃至暴潮對本省每年都有相當程度之危害。雖然國際間對於熱帶天氣系統的研究已有相當長的一段時間，但是對於颱風的預報，無論是生成源地，發展過程，路徑乃至強度等方面，仍然尚無十足的把握，這些乃受制於先天條件的限制，諸如廣大的洋面區觀測資料稀疏，颱風與環境場之交互影響，颱風自身之動力與熱力演化過程都並不盡完全等，使得每年颱風季期間，作業單位僅能在極為有限的資源下，對颱風路徑及強度儘

早提供各使用者及時之預警，以減少災害。

颱風生成和發展的物理過程，至今尚未被完全瞭解，如何判定一個熱帶積雲簇可以發展至輕度颱風確實是一個很大的問題(Elsberry et.al. 1985)，從觀測資料顯示，一般熱帶積雲簇的生命期大都很短，約在24~36小時以內，在無數的熱帶積雲簇中，鮮少有能夠發展成組織結構特徵較明顯之輕度颱風，但一旦發展至輕度颱風，則系統將可能維持較長的生命期，對於強度變化上而言，過去已有許多文獻，如Ramage(1974)在分析南海颱風時發現，200hpa西風槽前正渦度平流提供輻散條件，有助颱風的發展。Colon and Nightingale (1963)發現颱風的發展和200pha環流形式有密切的相關。Sadler (1976、1978)發現太平洋颱風鄰近熱高對流層槽線(TUTT; Tropical Upper Tropospheric Trough)可提供旺盛的輻散場，進而導致颱風增強。Merrill(1982

）亦利用合成分析比較太平洋與大西洋上各種不同強度及範圍大小之颶（颶）風之各項差異性。McBrid(1979)亦研究分析了颱風生成之諸項熱力與動力條件，Cham(1982)亦分析了颱風運動之環境場特徵。Elsberry et.al.(1985)更從各種角度將全球的熱帶氣旋加以整理及討論。國內劉(1979、1983、1984、1985)也曾針對颱風運動，強度以及雙颱風之特性做過討論。李(1982、1984)將颱風侵襲下強風持續時間，提出了一個客觀報方法，俞及潘(1985)亦討論太平洋高壓垂直結構的調整以及青藏高原之溫度變化對於颱風運動的影響等。

本文之目的則在於對民國八十一年八月至九月間生成發展，進而侵襲本省之歐馬颱風(OMAR)，對其移行之路徑，運動過程，侵襲影響及預報校驗上做一探討，所採用的資料為傳統的地面及高空觀測資料，衛星及雷達觀測等，筆者企圖以作業的觀點來看歐馬颱風在其生命史中，各種綜觀預報方法之適用性程度，最後再討論在颱風作業中所遇見的一些實際問題。

二、歐馬颱風生命史特徵

八十一年八月二十四日在北緯八度，東經一百五十六度附近，有一熱帶雲簇組織且發展，由於其處於熱帶暖洋面且雲簇逐漸組織且明顯，於八月二十五日00UCT時已發展至輕度颱風的強度，在歐馬初生階段時由於雲系逐漸組織且中心不明顯，因此在定位時有類似形成跳躍(Formative Jump)的現象，而此一階段的系統移向及移速較不具代表性，而此一階段的系統移向及移速較不具代表性；

此後歐馬經歷了中度，強烈之強度，暴風半徑亦一度擴大成中型之範圍，綜觀歐馬路徑多以直線為主（如圖一），穩定朝西北西偏西方向移動，並於九月四日至九月五日間於花東間登陸本省（如圖二），後又於嘉義附近脫離，最後在金門南方附近通過後，直撲中國大陸並減弱成為

熱帶低壓，就歐馬生命期而言，其於熱帶洋面上生成至登陸中國大陸減弱為熱低壓共計十一天又六小時，本軍處理則由八月二十九日1200 UTC起依規定處理，至九月五日0600 UTC止，本運處理歐馬共計六天又十八時。

綜觀歐馬颱風之強度變化，我們約略可以將其分為三個階段，從八月二十五0000 UTC起至二十八日1200 UTC止，是為歐馬颱風之生成及發展期，在此階段期間，颱風之雲系始終在整理，組織而後強度增強；自28日1200UTC至九月一日0600 UTC止，颱風的強度發展至其生命中最強盛的階段，最大風速維持在120KTS左右，陣風則達到150KTS，是為歐馬颱風成熟期，至九月一日0600 UTC至九月五日0600 UTC，由於颱風經歷了高低層環流分離，垂直結構傾斜，又受到登陸前後地形之破壞其結構，最後終至減弱為熱帶低壓，是為歐馬颱風之消弱或消滅期。檢視歐馬颱風之發展期至成熟期之間，其位置與TUTT之位置之配置有利於歐馬之發展，另由於當時歐馬位於寬廣之暖洋面上，低層暖溼空氣之流入環流中助長了歐馬迅速發展的條件，另外從太平洋上的諸島探空分析顯示，位於歐馬附近的大氣垂直風切亦十分微弱，這些因素都支持歐馬在其生成後極短的時間內即增強並達全生命史中的成熟期，後續則因歐馬之向西移行，逐漸脫離了TUTT有利的支持，且後又有環流高低層分離之現象，使得深對流在環流中難以順利發展，最後在陸時又受到地型的破壞，使得其全生命史中成熟期僅維持了三天左右即進入了消弱期。

三、綜觀及經驗預報校驗

當歐馬颱風生成之初，本省及大陸一帶正適寶莉(POLLY)颱風之侵襲，在寶莉颱風通過本省進入大陸後，歐馬颱風即立即又朝本省移動，因此低層大氣之低壓環流區始終都相當廣泛。從九月四日及九月五日0000 UTC之定壓面天氣圖上來看（如圖三），地面低壓環流區十分寬廣，主要的

鋒面系統都在 35°N 以北，太平洋高壓強度並不明顯，850 HPA 中有類似地面系統的特徵，雖然九月四日0000 UTC太平洋高壓環流（風系）適正位於歐馬環流北面，但於五日0000 TUC時卻變得十分零亂，700 HPA 之情況與850HPA相似，主要的特徵是在四日及五日黃海附近均有一東西向之高壓脊線500HPA上原本於四日0000 UTC位於華中地區的高壓已於五日0000 UTC時移至黃海，其位置與700HPA之高壓位置一致，東西向之脊線在此期間明顯地發展。300HPA則從華中到華南幾乎全都是受到高壓環流之控制，所有中緯度槽線均在 35°N 以北通過，在結構上而言，300 HPA及200 HPA 之高壓系統最為完整，且有很好的連續性。由於颱風之運動一般除了因為受到內力之影響外，主要還是受環境場上的影響，當環境場不明顯或颱風強度及範圍異常強大時，其自身之作用力（如非線性渦度平流， β 效應等）則控制了颱風之運動，但是當上述條件不成立時，就一般而言，環境場仍然是主導颱風運動之主要因素，因此下文將就幾個不同的角度來探討歐馬颱風運動與綜觀環境場之間的一些關係，並以此檢驗各種現行作業的方法其表現之優劣。

(一)濕度指數法

濕度指數計算是由George所提之方法，原本用於雷雨預報，由其式中可知：

$$K = T_{850} - T_{500} + Td_{850} - (T_{700} - Td_{700})$$

式中， T 是溫度， Td 是露點，所以 K 值即可代表空氣中所含水氣量及穩定度之指標，在具有保守性之海洋氣團中， K 值大區意味水氣豐沛或（及）大氣不穩定度增加，所以在 K 值分布圖上，颱風應有向 K 值最大(W)區或最大區軸行進之傾向，當颱風北方有 K 值最小(D)時，且呈東西走向時，颱風運動時應平行此一最小(D)軸線，但仍將指向 K 值最大中心移動。

圖四-(a)是九月二日1200UTC K 值分布圖，我們可以看到 D 值軸線為東西伸展且在 30°N 附近，最大 K 值中心在台灣西部及華南沿海之間，此時颱風應平行於 D 軸且指向最大值中心移動，至九月三日1200 UTC（圖四-(b)）時 K 值分布情況

仍然指示歐馬應於未來二十四小時內朝西行，九月四日1200 UTC時本省已進入歐馬暴風範圍之內，局部地區之探空已停止作業，因此無法比較在九月四日以後之性況，但基本上來看，對於歐馬颱風而言， K 指數之分布與颱風運動方向的確有相當好的指示。

(二)環境駛流法：

在早期的熱帶氣旋研究中，有人將熱帶氣旋視之為在大環境流場且不與環境交互作用的點渦旋(Point Vortex)，從渦度方程中來看。

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = -\vec{v} \cdot \nabla \xi - \beta v - (f + \xi) \nabla \cdot \vec{v}$$

若是假設正壓大氣和無輻散氣流，則

$(f + \xi) \nabla \cdot \vec{v}$ 可忽略不計，如此而言，上式的右邊第一項正好描述了環境駛流場的觀念，換言之，熱帶氣旋有以垂直環境氣流之方向與速度移動之傾向，Neumann (1979)曾指出對大西洋之熱帶氣旋而言，應用駛流觀念來預報其未來二十四至七十二小時移動方向與速度的可靠率達到百分之三十至百分之八十，近年來中層大氣環境流場在駛流場之重要性已普遍的被肯定(Neumann, 1979; Pike, 1985), Chan (1985)和Chan and Gray (1982)更利用了環境駛流場的觀念，分析出直線，右轉或左轉颱風在500hpa上的一些特徵，並指出500hpa之環境流場是颱風運動方向最佳的指示層，而700hpa的風速則是颱風移動速度最佳的指示，國內應用此一觀念於颱風預報研究的也有許多；基本上所得之經驗是颱風強度愈強，最佳駛流場應較高，愈弱者則駛流場應較低，但當其颱風環流很大或環境場不明顯時，環境駛流場的適用性則相對下降，若有雙颱風或多颱風同時存在時，環境駛流的效果亦不佳等等，基本上使用單層環境駛流不如使用多層之環境駛流佳，在使用多層駛流時又宜加重大氣中層（如500 hpa）駛流之加權。

如前節曾述，由於低層大氣在華中、華南及本省附近普遍為寬廣之低壓帶，因此我們就700 hpa、500hpa及200hpa 三層之流場來看環境駛流

之表現情況，在700hpa之流場中（如圖五），九月一日位於華中之氣旋為賓莉颱風登陸後減弱之氣旋，比較此氣旋北方槽有向東但南方則向西移動之趨勢，一直到二日0000 UTC至1200 UTC時其槽才明顯地變成東北—西南向，而後系統向東移動，至四日此一槽已被反氣旋切斷後，穩定地朝東移出。至於歐馬之環流在一日至二日間有指向其西方鞍型場移動之趨勢，二日高壓脊線有向本省及浙江沿海伸展之勢，三日則因歐馬逐漸西進使得高壓脊線由而北退至 30°N 附近，四日至五日間此一脊線穩定的北退到 35°N 至 38°N 之間，比較全期之氣場與歐馬之關係，我們可說在一日至二日間，歐馬指向鞍型場移動，後續高壓脊線之南北調整並未決定性左右歐馬之移動，反而歐馬以穩定地朝西方向移動，就速度場比較來看，由於海洋上可資參考之資料有限，因此較不易評估出歐馬移行速度與700HPA環境流場風速間的關係。

從500HPA流場分析中（如圖六）我們可以發現除了一日歐馬颱風之西北前緣（日本至本省）有偏東南之氣流外，此時歐馬移動較有指向500 HPA 鞍型場之位置移動，自二日起，反氣旋（高壓）脊線始都位於歐馬之北面，換言之廣泛之東風氣流普遍地存在於歐馬北面，此時我們使用Chan (1982)對颱風直線，左轉右轉之500hpa氣流特徵在 15° 緯度圈內的表現加以比較在歐馬之情況時，我們發現其所指示的十分明顯地應以直線之行徑移動，而合期中500hpa駛流層在所有其它諸層中與颱風移動方向最為一致，此點和國外研究指出之事實並無二致。

若從200hpa流場分析來看（如圖七），一日之流場在歐馬東方有TUTT的部分蹤跡，這和歐馬颱風強度在二十八日至二日間強度發展至生命史中最強的情況，大致可說明在此其間TUTT對歐馬之發展有正面的貢獻，從二日起，由於歐馬北方反氣旋中心調整至日本東南方洋面，此後歐馬之北方始終均有一反氣旋中心，如此在歐馬與反氣旋中心之間，一直都是東風氣流，這種情況與300HPA流場分析是一致（未圖示）的，基本上而

言，若從垂直結構之各層氣流場在環境駛流場之整體貢獻而言，我們可以說在歐馬生命史全期中，500HPA是最佳的環境駛流層，其次則為300HPA及700HPA，而200HPA的貢獻則與300hpa大致類似，但200hpa在前期中的TUTT對歐馬強度發展有明顯的正面貢獻，筆者相信，若是將各層駛流予以合成並加重中層大氣環境駛流之加權，應可更有效地指示出環境駛流與歐馬颱風運動間有十分良好的關係。

(三)700hpa溫度場及槽線

在綜觀系統分析時，有經驗的預報員深知分析溫度場與分析氣壓場是有同等的重要地位，而颱風動向之週圍氣壓系統，其強弱變化與位移情形，可從溫度場分析中得知，例如高空槽導引颱風，就必須檢查槽導引之強弱及其移速之快慢而定，這些必須從溫度場分析而得，通常若槽後顯著之溫度槽時，則冷平流應較顯著，此時槽應增強且移動趨緩，此時槽的導引力强，反之則導引微弱，經驗預報顯示當700hpa溫度場上有東西走向之暖區長軸在颱風北方存在時，颱風應以西行為主，當暖區位於颱風之東及東北方且長軸呈南北走向時，此時颱風應有向北轉向之趨勢，另外若西進颱風前方10個緯度前方有明顯之西風槽且伴有顯著之溫度槽於其後方時，此時槽線之導引力增強，西進颱風將應受槽線影響，有逐漸偏北轉向之趨勢，接下來，我們看看在歐馬颱風期間之情況。

圖八中，我們可以看到主要的槽線都在 35°N 附近東移，局部地區雖有溫度冷區，但都沒有槽線配置，且除了在2日之溫度分布十分零亂外（未圖示，其餘時間我們都可以看到東西向暖區長軸幾乎都橫亘在歐馬颱風中心之北方，從溫度場的指示顯示颱風在其生命期中不應有明顯地偏北轉向運動，若是再考慮槽線與溫度場之配置，我們可說，基本上西風槽線之影響最多僅僅達到 30°N 至 35°N 間。這和過去所得颱風預報之經驗是一致的。

(四)二十四小時高度變差圖法

根據多年來颱風路徑預報之經驗，颱風有

指向氣壓或高度變差之最大負中心移動之趨勢，例如劉等(1991)利用700HPA二十四小時變高來探討楊希颱風之路徑預報，祝等(1992)也在分析中使用了700HPA二十四小時高度變差法來檢驗其與颱風未來移動方向之關係；基本上使用二十四小時高度變差時並非一定只限於使用700HPA這一層，有時如果增加500HPA及850HPA二層亦有助於修正預報路徑之參考。但是如果颱風接近陸地時，則應比較各鄰近測站之一、三、六小時之氣壓趨勢，而颱風往往是指向氣壓下降最多的地方。應用二十四小時高度變差圖法之基本想法是十分單純的，因為它假設颱風之移動方向變化完全由於太平洋高壓所控制，因此當太平洋高壓減弱時，颱風運動之偏北向量自然也就增大，經驗上顯示，當颱風進入 140°E 以西，其移動方向可應用二十四小時等高度變差圖作為颱風路徑預報之參考，如果日本、韓國地區出現二十四小時正變高，則颱風在未來十二至二十四小時應向西或西北方向移動。如果日本、韓國地區出現二十四小時負變高，則颱風轉向北北西，甚至正北方向移行。

圖九為九月三日0000及1200 UTC之700HPA二十四小時高度變差圖，圖中正變高區似乎顯示太平洋高壓有向華中及華南伸展之趨勢，最大負變高中心卻在石垣島附近，照圖所示，歐馬應朝石垣島移動之可能性較大，然而事實上歐馬卻是穩定的西行，後續的時段中，無論700HPA、850HPA或500HPA之二十四小時高度變差圖中，大陸地區至日本、韓國一帶，普遍地為負變高所覆蓋，最大負變高中心則由石垣島一近西移至台灣北部地區，然而這段時間中，歐馬則仍以西進為主，換言之，在歐馬颱風運動中，二十四小時之等變高圖特徵並沒有與颱風路徑吻合，筆者相信，這些原因部分是因為太平洋高壓除了有東退西進之特徵外，在某些系統之配置下，也有南北方向的調整，至於檢查負變高中心時，則應先考慮此區是否是在颱風渦度平流區影響下所造成之迅速降低高度值，如此一來，最大負變高中心未必即代表了太平洋高壓在其地理位置上之增強或減弱，因

此用二十四小時等變高圖法來預測颱風路徑之方法應該考慮颱風環流之範圍大小，週圍風場及其位置等因素，才能正確地指示出颱風在未來十二至二十四小時移動方向。

四、噴射氣流之變化

無論是300HPA或200HPA上之噴流位置，從九月一日起至二日即稍有北退，其從原來之 $35^{\circ}\text{N} \sim 38^{\circ}\text{N}$ 附近北退至 $38^{\circ}\text{N} \sim 43^{\circ}\text{N}$ 間，爾後即穩定的維持在 $38^{\circ}\text{N} \sim 43^{\circ}\text{N}$ 間，強度上亦沒有明顯的變化。這一事實與前述之中緯度系統普遍於 30°N 以北通過一致，換言之，槽線系統並無南伸進而影響颱風北運動。

就綜觀及經驗預報去上來看，歐馬颱風路徑與濕度指數法，高層噴流法，環境駛流法之相關性最佳，700HPA溫度場及槽線法次佳，而與二十四小時高變差圖法之相關性較差。

四、衛星雲圖分析

就衛星雲圖而言是颱風守視最佳的利器，在即時作業上雖然數據化之衛星資料不易做迅速之分析研判及應用，但是由於其時間解析度高，故若應用動態顯示則不僅可對颱風移動，強度變化，環境場特徵等立即且有效地做初步估擬。以下我們將擇歐馬颱風期間之部分雲圖加以討論。

圖十一(a)(b)(c)是九月一日0100 UTC、0200UTC及0300UTC之可見光雲圖，歐馬颱風之結構十分結實且可謂相當對稱，應用同時間紅外線雲圖依Dvorak(1973, 1975)之強度估擬T值約在5.5至6.0之間，此一階亦是歐馬強度最強的時期，位於歐馬北面之黑色無雲區是太平洋高壓所籠罩之區域，大陸華中、華北一帶的雲系是寶莉颱風減弱之低壓雲系，從連續三小時的變化中，我們可看到最明顯的是歐馬強度仍在逐漸增強圖十一(d)(e)(f)為九月二日0100UTC、0200UTC及0300UTC之可見光雲圖，比較歐馬在此時之結構已比一日時弱，範圍也縮小，其結構亦由一日的對稱圓型拉長為東西長軸之橢圓。位於歐馬北方之太平洋高壓勢力仍強，因為無論是一日或二日可見

光雲圖中，當歐馬氣旋式的環流所引入位其北方之積雲均無法得到成長，反而迅速的消散，從一日及二日的六張雲圖中，我們大約可見日夜差異對於颱風也有影響，日間太陽輻射似有助於颱風環流之發展；夜間則稍有減弱（比較紅外線雲圖，未列出），唯此貢獻應屬局部性積雲之成長，對強度變化而言相當有限。另外在歐馬颱風東南側的大塊對流雲區有逐漸合併至歐馬雲系之趨勢。位於華中的低壓已明顯地向東北移動。圖十一(g)(h)(i)(j)(k)(l)則分別是九月二日2300 UTC紅外線雲圖，九月三日 0100 UTC、0200 UTC、0300UTC可見光雲圖，九月三日0300UTC紅外線雲圖及九月三日0700 UTC可見光雲圖，二日2300 UTC之紅外線雲圖顯示原位於歐馬東南方之對流雲已合併至歐馬雲系中，位於 13°N 至 20°N ， 130°E 至 150°E 有一間熱帶輻合帶(ITCZ)，從紅外線雲圖此時卷雲之覆蓋已不易對歐馬中心予以正確定位，若看三日 0100UTC，我們不難發現，颱風中心基本上已落在主要對流區之右側，從0300 UTC之雲圖來看，這種現象仍十分明顯，基本上高低層之環流已有傾斜的情況，因此颱風在此情況下強度不應繼續增強，資料分析上指示應有明顯的減弱情形，實際上歐馬的中心風速從二日1800 UTC之85 KTS陣風105 KTS減弱成三日1200 UTC之65 KTS陣風80 KTS。可見光雲圖中箭頭所指處即是歐馬中心之位置，這一現象持續到當日700 UTC時仍十分地明顯（如圖十一(e)），在三日的雲圖中，我們似可判定歐馬之雲系有西北—東南拉長之勢，但因垂直結構高低層不一致的情況，整個系統應移動的緩慢，根據路徑圖（如圖一）在二日的1200 UTC後至四日0000 UTC之間，颱風移動速度亦是生命史中最慢的時期，平均僅有3~5KTS，位於北方的中緯度天氣系統此段期間主要仍在 35°N 以地區移動，太平洋高壓之勢力仍然如前。圖十一(m)(n)(o)(p)(q)分別是九月四日0100UTC之可見光雲圖、紅外線雲圖，0200UTC、0300UTC及0700UTC之可見光雲圖，四日0100 UTC之可見光及紅外線雲圖中顯示，歐馬之環流已在高低層逐漸調整為一致，從0200及

0300 UTC之雲圖中，此一調整已逐漸進行，而歐馬雲系也從拉長型又調整為近似對稱之圓形，然而此時已接近本省，受到地形及南方菲島地型之影響，歐馬此時僅僅只有在環流上調整，強度上並無明顯增強，直至0700 UTC時，整個調整的過程應已順利完成，換言之其移動將亦於未來時段中趨於明顯。位於北面之中緯度天氣系統在這段時間中仍在 35°N 附近活動。圖十一(r)(s)(t)(u)分別為九月五日0200 UTC、0300 UTC、六日0300 UTC及七日0300 UTC之可見光雲圖，五日雲圖中歐馬已從嘉義附近脫離本省進入臺灣海峽，其環流西南側之雲系對本省嘉南平原應有相當強的降水貢獻，由於中央山脈的破壞，歐馬在強度上已有明顯地減弱，六日及七日時已減弱成低壓，其雲系仍含蓋了大部分華南及小部分華中地區。

從衛星雲圖分析中我們可以知道，颱風強度及移行速度變化與其雲系結構有十分密切的關係，仔細地分析其環流及雲系變化可以預先提供颱風強度及運動上良好的指示，由於衛星雲圖之時間解析度高，應用動態雲圖顯示並分析諸項特徵是我們在作業上十分有價值的工具。

五、雷達觀測

本島地區陸地雷達觀測自九月四日0000 UTC(0800 L)起即可對歐馬之中心予以定位，由於四日颱風中心高低層傾斜，且結構仍在逐漸調整中，因此雷達定位的結果顯示其颱風系統持續性並不好，直至1900 L(1100 UTC)起才有比較穩定的持續性（如圖十一），若以花蓮及清泉崗雷達的定位來看，當歐馬登陸（九月四日2100 L，1300 UTC）至九月五日0300 L（九月四日1900 UTC）出海這段期間，其中心受中央山脈之影響有在山脈東側向北，而山脈西側出海時往南移動之情形，這和以前一些研究中央山脈與颱風路徑相互關係的結果是一致的。綜合而言，當颱風接近本省地區時，雷達觀測提供了比衛星觀測更佳的資訊，無論在空間與時間解析度上而言，它都是當

風接近本省時守視颱風最佳之利器。

六侵襲期間之陣風與雨量

根據歐馬侵襲期間對各地最大陣風及雨量之實測值，我們用以檢驗本軍所發布之預報表現情況，圖十二即為歐馬侵襲期間預測最大陣風減去實際出現陣風之圖示，因此當負值區表示本軍預測之陣風值大於實際出現值；亦即高估陣風值，反之則為低估陣風值。另一圖則為歐馬侵襲期間，各測站實際之累積雨量分布圖。從最大陣風校驗而言，由於歐馬颱風由台灣東部外海接近，而後於花東之間登陸，穿越中央山脈，後由嘉義附近出海，基本上而言，台灣各地均曾先後地為其暴風圈所籠罩，預報上自然作出全省均有強風出現，而實情況亦復如此，只是預報大多較實際高估許多，例如台東及恒春的陣風預報就分別較實際高出35KTS及31KTS，這應是由於颱風在花東附近登陸，位於颱風中心南方的台東及恒春地區，於颱風接近時，成了山脈的背風面，山脈的遮蔽作用，使得這些地區的最大陣風比預期小了許多。全省唯有嘉義地區出現了低估陣風值的情況，其兩者誤差在嘉義達18 KTS，可見雖然颱風登陸，穿越中央山脈，結構受到地形影響，但其份具有相當之威力，使得預報低估了可出現的最大陣風值。

就颱風侵襲期間，各地雨量預報之校驗而言，由於本軍對颱風侵襲期間之雨量預報採取區域劃分原則，分為北部、中南部及東部三大地區，若單站或局部地區有大雨或豪雨情況之虞，則另予以豪雨警報示警。基本上而言由於降雨有所謂非均勻性之特性，再加上測站分布的疏密不一，因此雨量之校驗並不容易，我們只對累積雨量在大範圍的趨勢做一檢驗，從歐馬颱風侵襲期間之累積雨量來看，我們知道中部地區及東北角地區雨量最小，南部及東部地區雨量最大，尤其是台南、高雄及岡山一帶，由於其位於颱風出海後西南氣流與地形之迎風面幅合區中，使得當地雨量平地均大於250mm，岡山的累積雨量甚至達到

392mm，這是全省累積降雨量最大的地區。本軍在兩量預報中預測北部地區雨量中南部及東部，且估計累積雨量在150~250mm之間，這與實際累積雨量分布出現的情況是有一些出入的。

綜合而言，本軍在歐馬颱風侵襲期間對風力上的預報比累積雨量預報要佳，而事實上，由於空軍任務特性的需要，過去對風力預報也投諸比雨量預報較多的精力，另外降雨現象之不均勻性質及測站疏密分布不一也是造成累積雨量預報校驗較困難的原因。

七25°N、30°N、35°N緯圈高度及颱風圖

圖十三-(a)為700HPA25°N、105°E至130°E自九月一0000 UTC日至五日1200 UTC之緯圈高度風場時間序列變化，圖十三-(b)為700 HPA緯圈取30°N小圖十三-(c)為700 HPA緯圈取35°N由此三圖中可以看出一日至二日間寶莉減弱之低壓在25°N及30°N有向西移但在35°N則向東移之情況，至二日0000 UTC以後25°N已不受其影響，且30°N附近又由往西調整為向東，最後在三日0000 UTC中已不見槽的蹤跡，顯示槽線已向東北移出，在25°N及30°N緯圈上可看到有一脊線（風場）在槽逐漸東移時亦同時在西伸，最後終於切斷槽之東移，使其朝東北向移出30°N圈中有一脊線由東向西伸展；始終與歐馬之西進同時，25°N緯圈中在四日0000 UTC 125°E上已有受歐馬環流影響，風速增大的現象，此值在五0000 UTC出現在120°E之55KTS、30°N緯圈可見相似情況，唯強度明顯較在25°N者為弱，而在35°N緯圈上已不見歐馬之影響，另有一脊自三日1200 UTC由西向東。圖十三-(d)(e)(f)則為500hpa在25°N、30°N及35°N緯圈上的高度風場時間序列圖，最明顯的特徵出現在25°N，當歐馬向西行進同時，高壓（高度場）或脊線也同時地在西伸，使得歐馬始終在其南方，而槽線東移都被脊線阻絕，使得歐馬無法受到槽線接近影響，進而而偏北之可能。

八結論與建議

從作業的角度，採用颱風作業時各種資料來源，重新對歐馬颱風之路徑及強度加以檢討和分析，

我們發現：

(一)就歐馬路徑預報而言應用溫度指數法，高層噴流法，環境駛流法之相關性最佳，700HPA溫度場及槽線法次佳，而二十四小時等變高圖法相關性較差。

(二)環境駛流法中顯示，大氣中層之駛流(500 HPA)最佳，其次為300及700 hpa，再其次為200hpa，作業製作合成駛流宜對中層環境駛流予以加重加權再予合成。應可在作業上提供較佳之指示。

(三)歐馬颱風路徑預報法中，24小時高度變差圖法並無提供很好指示，那是因為太平洋高壓除了東退西進外，有時亦有南北之位移；另於檢查應用颱風指向變高最大值中心移動時，宜先考慮是否受颱風正過度平流區影響下所造成之高度迅速降低，因此颱風大小，環境風場及地理位置均是應用此法時亦應考慮之因素。

(四)衛星雲圖分析中對颱風強度應有很好的估計，當環流上下不一致，或中心偏離主要雲系時，颱風速度應減緩；另外環境場太平洋高壓的範圍及中緯度系統之影響程度，亦應在動態雲圖顯示下，仔細分析。

(五)雷達觀測在颱風接近陸地時提供了最佳的資訊，唯在結構不完整或操作人員不熟練的情況下，仍可以有較大的誤差；雷達觀測指示歐馬在登陸與出海期間，因受中央山脈影響，有先行向北而後往南的移行特徵。

(六)本軍於歐馬颱風侵襲期間各地之陣風之預報比各地之累積雨量預報成果要佳。

(七)由緯圈高度及風場圖中可看到當歐馬西進時，太平洋高壓之脊線亦同時有西伸的情

況，較低緯(25°N)之700hpa500及hpa使歐馬普遍沈於偏東氣流中，而35°N之30°N之脊線有由東向西者，亦有由西向東者，無論任一均阻絕了槽線南伸至較低緯圈(25°N)之影響。

參考文獻

1. 俞川心、潘大綱，1985：太平洋高壓垂直結構之調整與傑夫(JEFF)颱風運動之關係，氣象預報與分析，105,33~42。
2. 祝鴻鵬、蒲金標、童茂祥、劉昭民、朱曙光、苟潔予，1992：利用衛星雲圖對颱風移動作一客觀預測方法，天氣分析與預報研討會，551~561。
3. 李富城、馬汝安、張世潛，1982：颱風主要駛流層之選定與分析，中範圍天氣系統研討會論文彙編。
4. 李富城，1984：颱風侵襲下台灣地區強風分析及持續時間客觀預報研究(-)。空軍氣象中心研究報告029號。
5. 劉廣英，1985：颱風預報的過去現在與未來，天氣分析與預報研討會。
6. 劉廣英，1984：西北太平洋及南海地區雙颱風運動特性之分析與探討。空軍氣象中心研究報告027號。
7. 劉廣英、俞川心，1985：地形對颱風運動之影響，大氣科學，Vol.12。
8. 劉廣英，1983：民國71年西仕颱風及其特殊現象之分析與探討，氣象預報與分析，95。
9. 劉廣英，1979：關於颱風運動的幾個小問題，氣象預報與分析，80。
10. 劉昭民、陳紹成、黃麗君，1991：楊希颱風預報之探討，天氣分析與預報研討會415~419。
11. Chan J,C,L, 1985:Identification of the steering flow for tropical cyclone motion from objectively analyzed wind

- fielded, Mon. Wea. Rev., Vol.113, 106-116.
12. Chan, J.C.L., 1982: On the physical processes responsible for tropical cyclone motion, CSU report A.S. No. 368 pp.200.
 13. Chan, J.C.L. and W.M. Gray, 1982: Tropical cyclone movement and surrounding flow relationship, Mon. Wea. Rev., 110, 1354-1374.
 14. Dvorak, V.F., 1975: Tropical cyclone intensity analysis and forecasting from satellite imagery, Mon. Wea. Rev., 103, No.5, 420-430.
 15. Dvorak, V.F., 1973: A technique for the analysis and forecasting of tropical cyclone intensity from satellite pictures, NOAA tech. Memor. NESS 45, pp.19.
 16. Elsberry, R.L., W.M. Frand, G.J. Holland, J.D. Jarrell and R.T. Southern, 1985: A global view of tropical Cyclones Naval Research, pp. 185.
 17. McBride, J.L., 1979: Observational analysis of tropical cyclone formation, CSU Report No.308, pp.230.
 18. Merrill, R.T., 1982: A comparison of large and small tropical cyclones, CSU Report No.352. pp.75.
 19. Neumann, C.J. 1979: On the use of deep-large-mean geopotential height fields in statistical predication of tropical cyclone motion. 6th conference on probability and statistics in American Science, AMS, 32-38.
 20. Pike, A.C., 1985: Geopotential heights and thicknesses as predictors of

Atlantic tropical cyclone motion and intensity, Mon. Wea. Rev. Vol.113, 931~939.

21. Ramage, C.S., 1974: The typhoons of October 1970 in the South China Sea. Intensification, Decay and Ocean interaction J.A.M. Vol.13, 739~751.
22. Sadler, J.C., 1978: Mid-season typhoon development and intensity changes and the tropical upper tropospheric trough Mon. Wea. Rev. Vol.106, 1137~1152.
23. Sabdler, J.C. 1976: A role of the tropical upper troposphere in early season typhoon development. Mon. Wea. Rev. 104, 1266-1278.

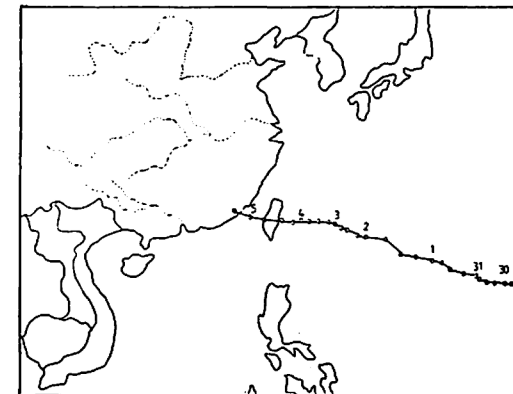


圖 1：1992年歐馬 (OMAR) 颱風路徑圖，位置上標為日期

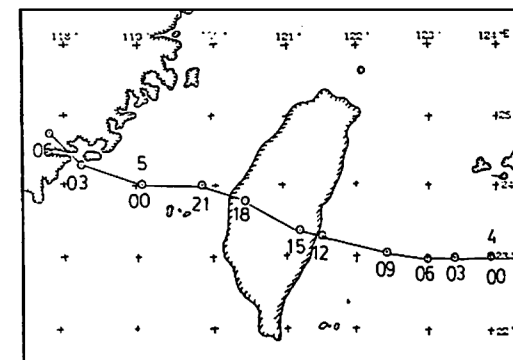


圖 2：1992年歐馬颱風 (OMAR) 於登陸前後之路徑圖，位置上標為日期，下標為UTC 時間

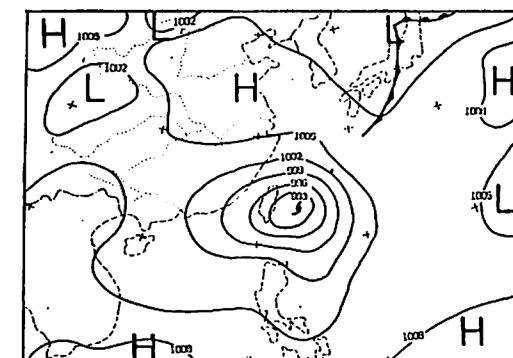


圖 3-(a) 1992年9月4日0000UTC地面天氣圖

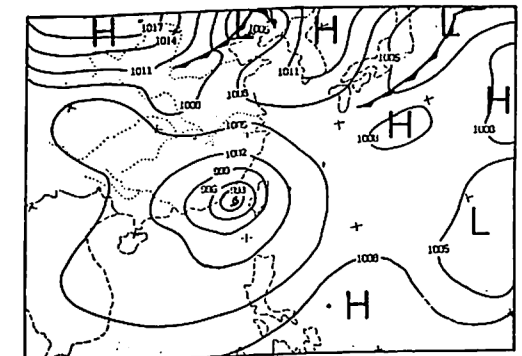


圖 3-(b) 1992年9月5日0000UTC地面天氣圖

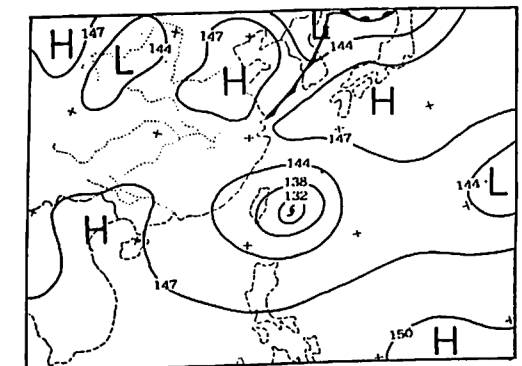


圖 3-(c) 1992年9月4日0000UTC 850hpa天氣圖

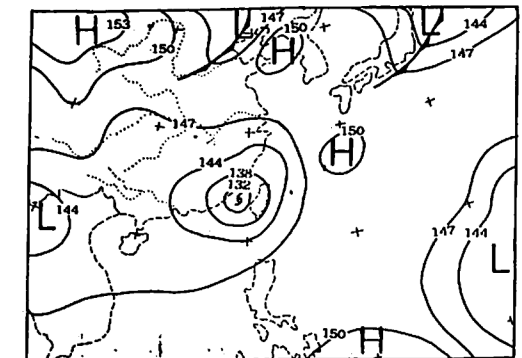


圖 3-(d) 1992年9月5日0000UTC 850hpa天氣圖

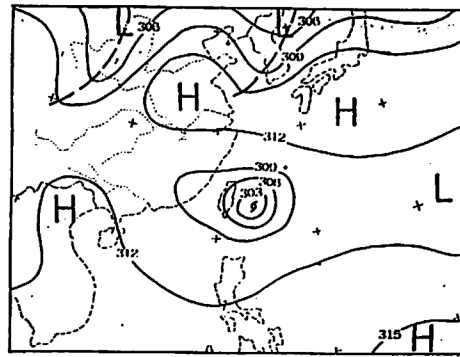


圖 3-(e) 1992年9月4日0000UTC 700hpa天氣圖

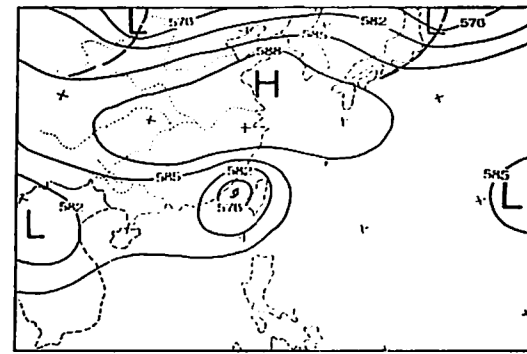


圖 3-(h) 1992年9月5日0000UTC 500hpa天氣圖

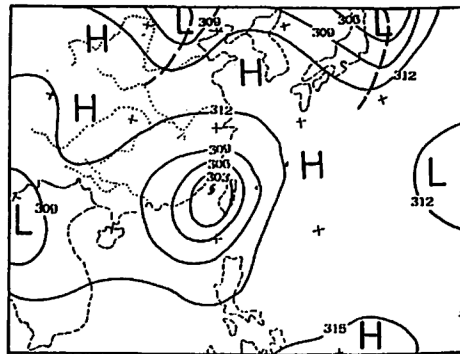


圖 3-(f) 1992年9月5日0000UTC 700hpa天氣圖

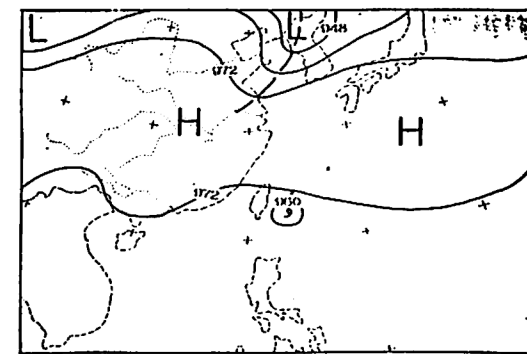


圖 3-(i) 1992年9月4日0000UTC 300hpa天氣圖

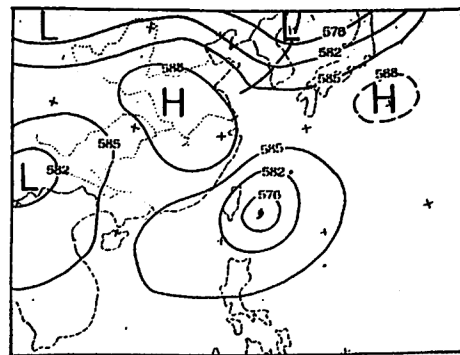


圖 3-(g) 1992年9月4日0000UTC 500hpa天氣圖

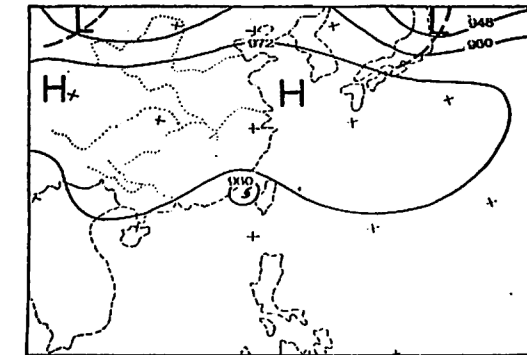
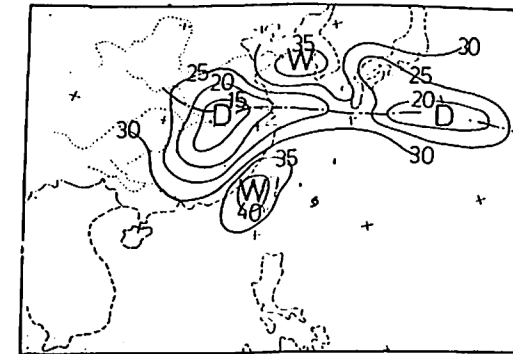
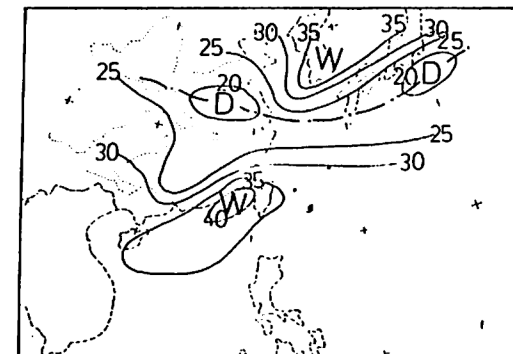
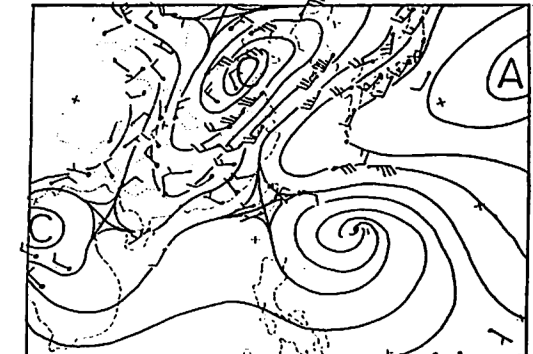
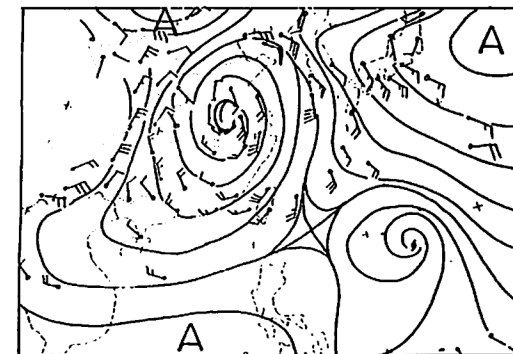
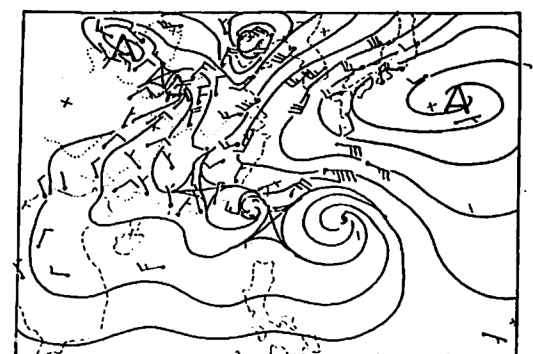


圖 3-(j) 1992年9月5日0000UTC 300hpa天氣圖

圖 4-(a) 1992年9月2日1200UTC k指數分佈圖
W為大值最大中心,D為K值最小中心圖 5-(b) 1992年9月1日 1200UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖圖 4-(b) 1992年9月3日1200UTC k指數分佈圖
W為大值最大中心,D為K值最小中心圖 5-(c) 1992年9月2日 0000UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖圖 5-(a) 1992年9月1日 0000UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖圖 5-(d) 1992年9月2日 1200UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖

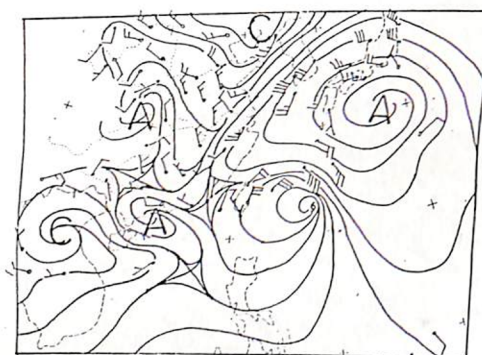


圖 5-(e) 1992年9月3日 0000UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖

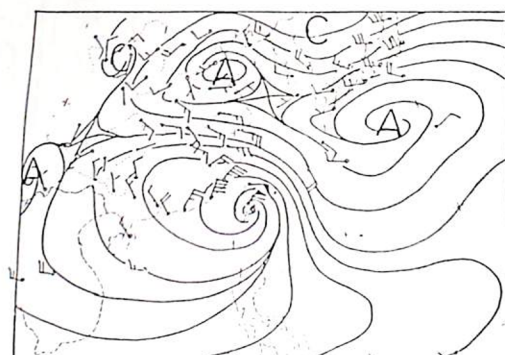


圖 5-(h) 1992年9月4日 1200UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖



圖 5-(f) 1992年9月3日 1200UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖

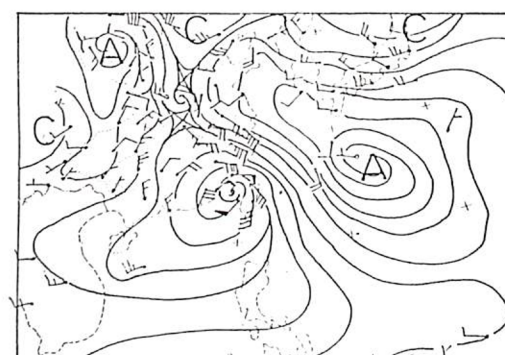


圖 5-(i) 1992年9月5日 0000UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖

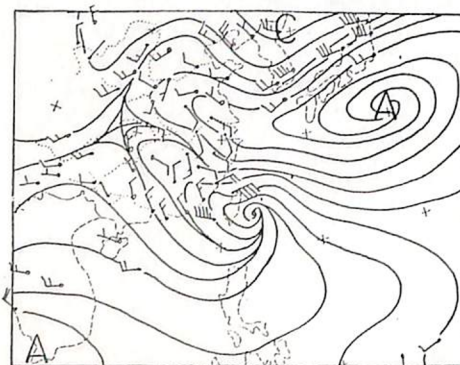


圖 5-(g) 1992年9月4日 0000UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖



圖 5-(j) 1992年9月5日 1200UTC 700hpa氣流場
及氣流線圖



圖 6-(a) 1992年9月1日 0000UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖

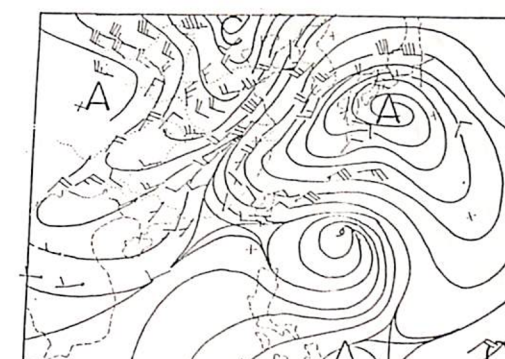


圖 6-(d) 1992年9月2日 1200UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖



圖 6-(b) 1992年9月1日 1200UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖



圖 6-(e) 1992年9月3日 0000UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖



圖 6-(c) 1992年9月1日 0000UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖

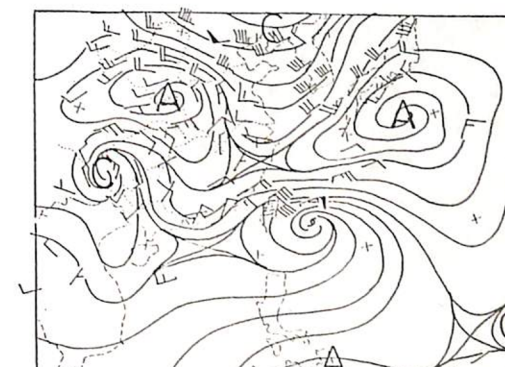


圖 6-(f) 1992年9月3日 1200UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖

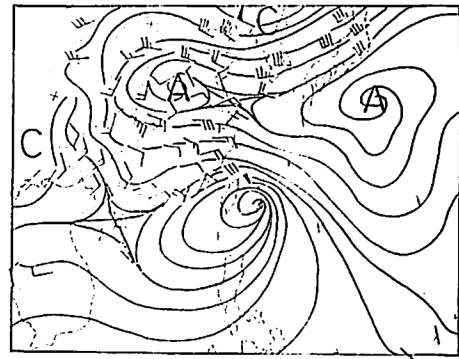


圖 6-(g) 1992年9月4日 0000UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖

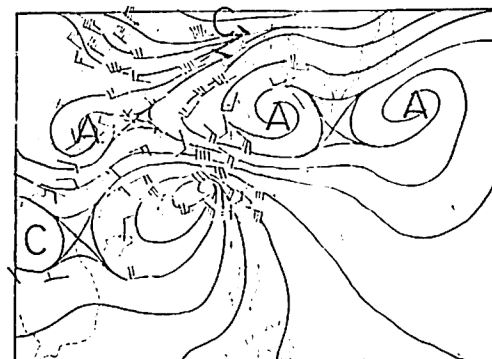


圖 6-(j) 1992年9月5日 1200UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖

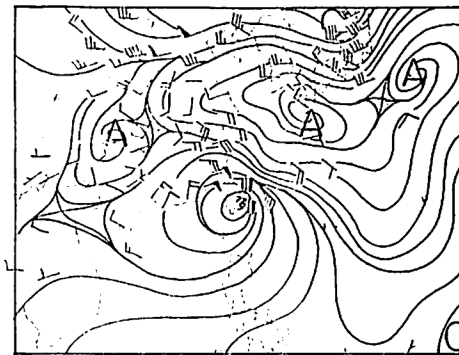


圖 6-(h) 1992年9月4日 1200UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖

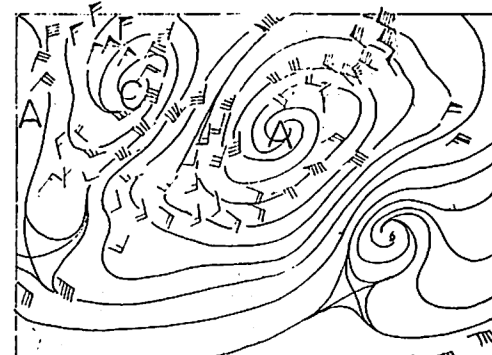


圖 7-(a) 1992年9月1日 0000UTC 200hpa氣流場
及氣流線圖

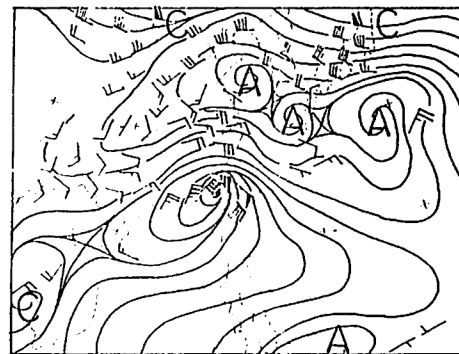


圖 6-(i) 1992年9月5日 0000UTC 500hpa氣流場
及氣流線圖

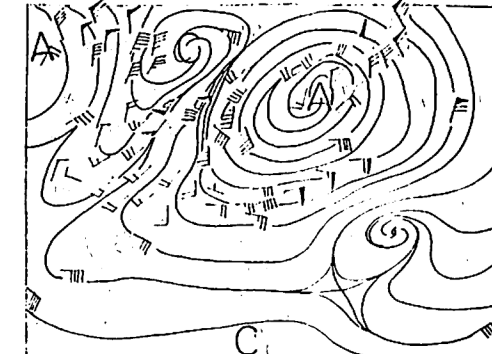


圖 7-(b) 1992年9月1日 1200UTC 200hpa氣流場
及氣流線圖

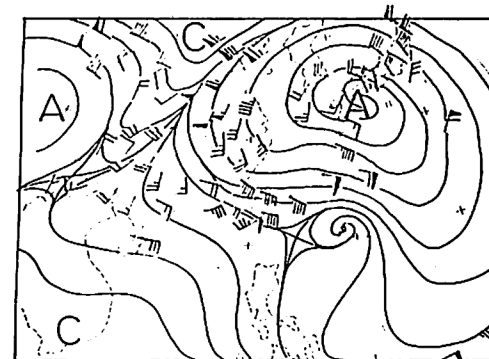


圖 7-(c) 1992年9月2日 0000UTC 200hpa氣流場
及氣流線圖

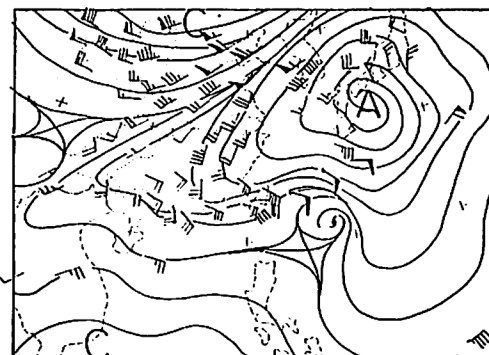


圖 7-(d) 1992年9月2日 1200UTC 200hpa氣流場
及氣流線圖

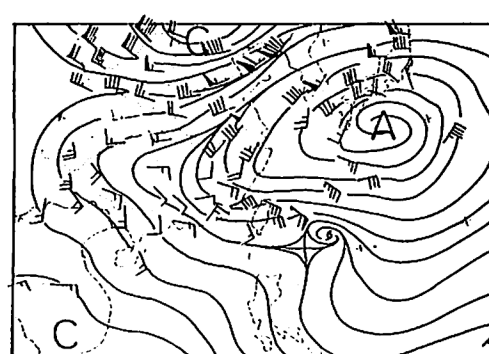


圖 7-(e) 1992年9月3日 0000UTC 200hpa氣流場
及氣流線圖

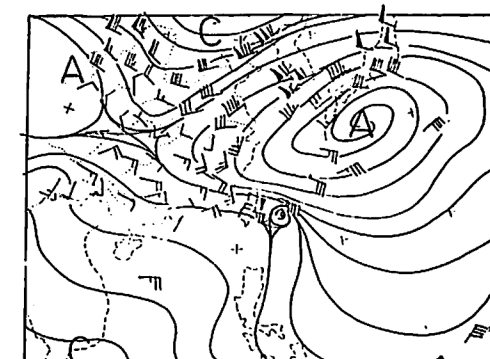


圖 7-(f) 1992年9月3日 1200UTC 200hpa氣流場
及氣流線圖

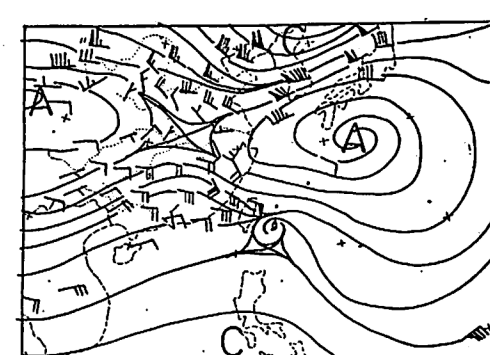


圖 7-(g) 1992年9月4日 0000UTC 200hpa氣流場
及氣流線圖

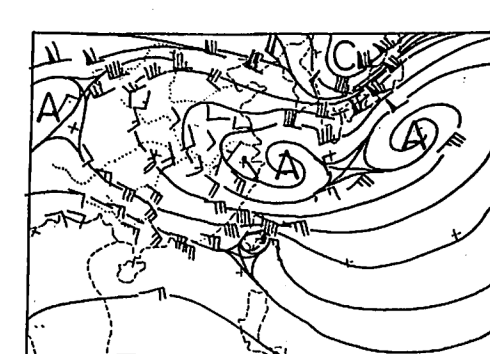


圖 7-(h) 1992年9月4日 1200UTC 200hpa氣流場
及氣流線圖

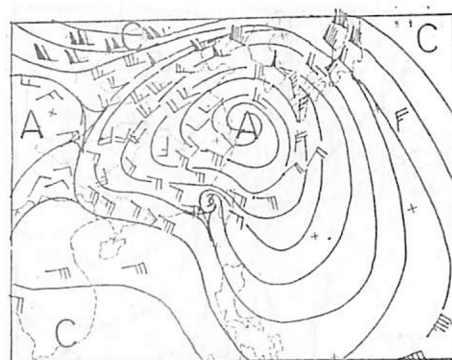


圖 7-(i) 1992年9月5日 0000UTC 200hpa氣流場及氣流線圖

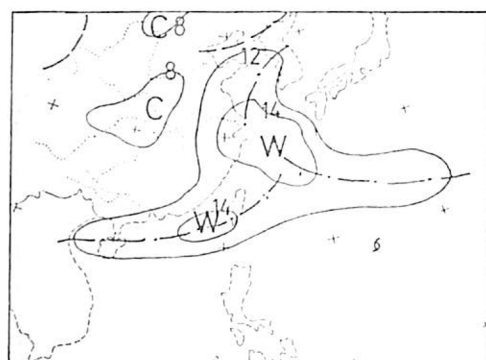


圖 8-(b) 1992年9月1日 1200UTC 700hpa槽線及溫度場分析W代表暖區，C代表冷區

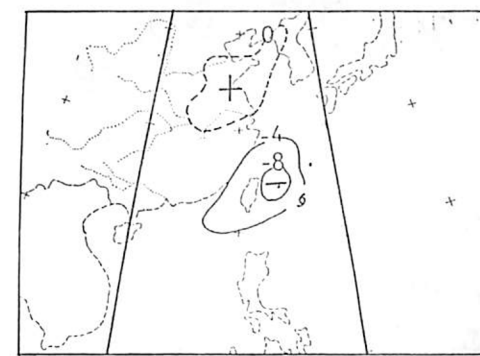


圖 9-(a) 1992年9月3日 0000UTC 700hpa 24小時高度變差圖

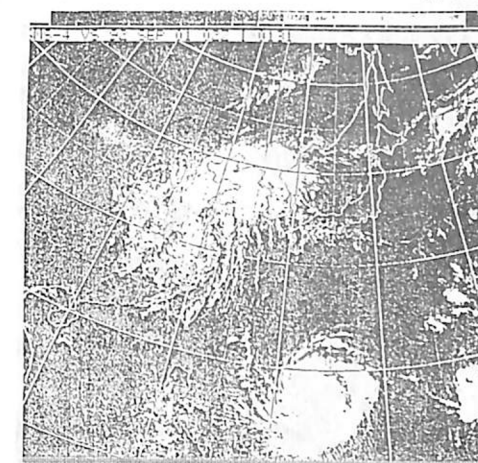


圖10(b) 1992年9月1日 0200UTC GMS-04可見光衛星雲圖

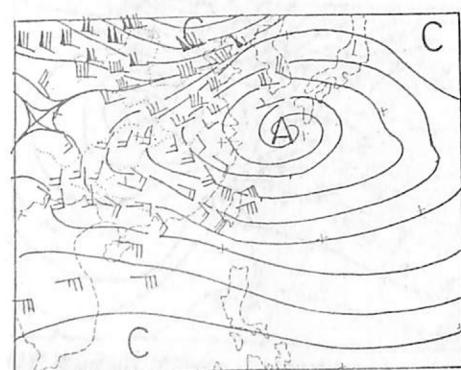
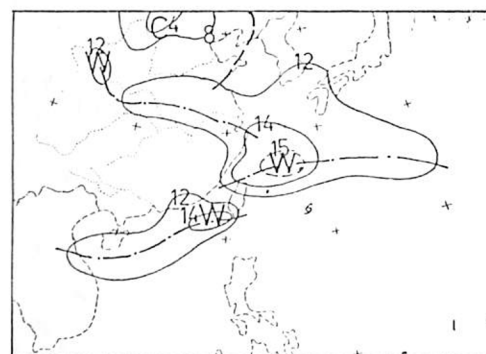


圖 7-(j) 1992年9月5日 1200UTC 200hpa氣流場及氣流線圖



圖八-(c) 同圖八-(a)唯1992年9月3日0000UTC

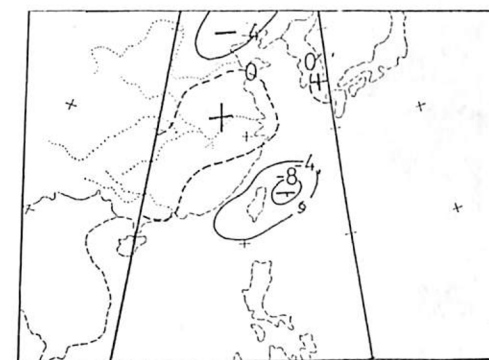


圖 9-(b) 1992年9月3日 1200UTC 700hpa 24小時高度變差圖

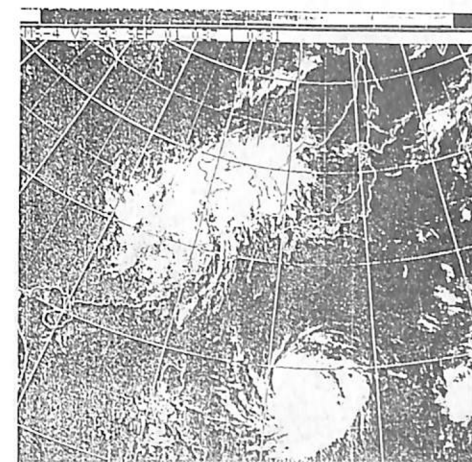


圖10(c) 1992年9月1日 0300UTC GMS-04可見光衛星雲圖

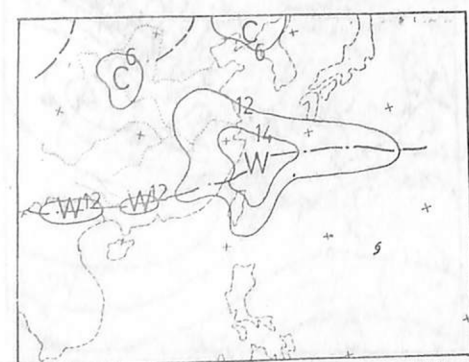
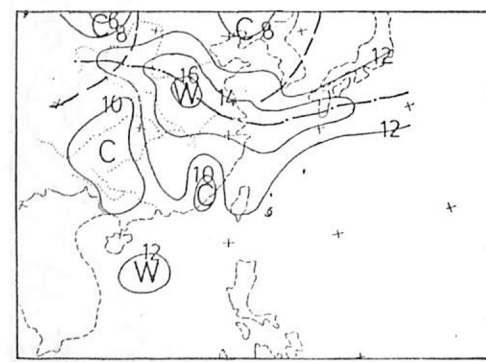


圖 8-(a) 1992年9月1日 0000UTC 700hpa槽線及溫度場分析W代表暖區，C代表冷區



圖八-(d) 同圖八-(a)唯1992年9月4日0000UTC

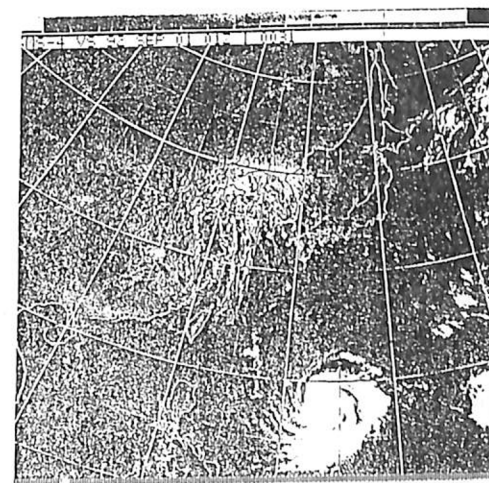


圖10(a) 1992年9月1日 0100UTC GMS-04可見光衛星雲圖

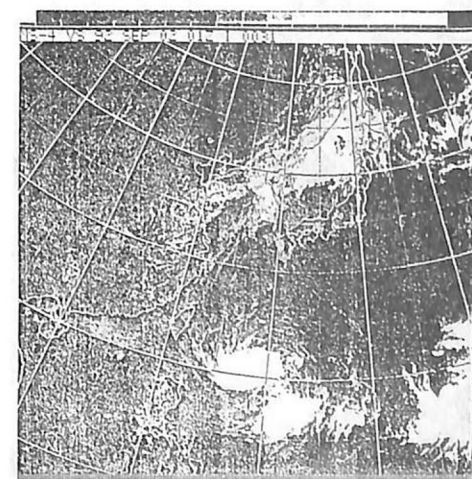


圖10(d) 1992年2月1日 0100UTC GMS-04可見光衛星雲圖

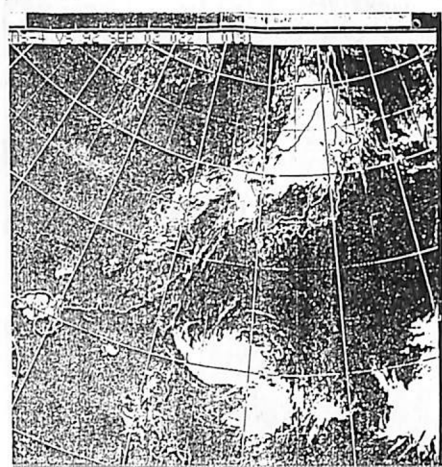


圖10(e) 1992年2月1日 0200UTC GMS-04可見光
衛星雲圖

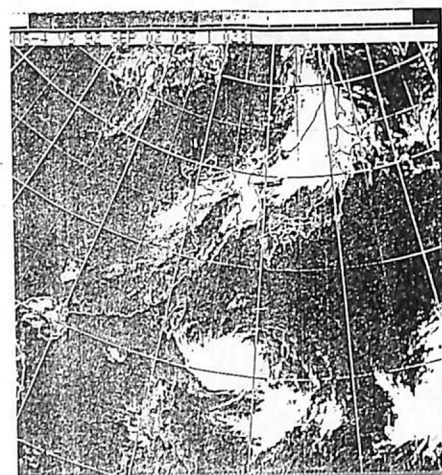


圖10(f) 1992年2月1日 0300UTC GMS-04可見光
衛星雲圖

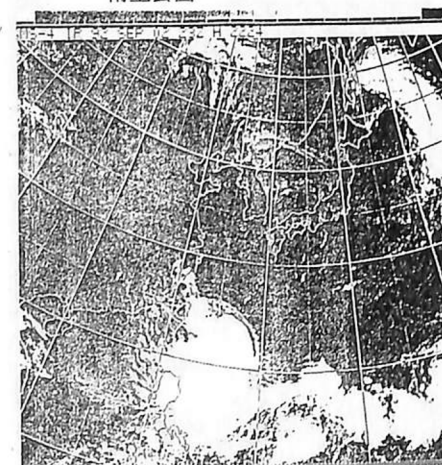


圖10(g) 1992年9月2日 2300UTC GMS-04紅外線
衛星雲圖

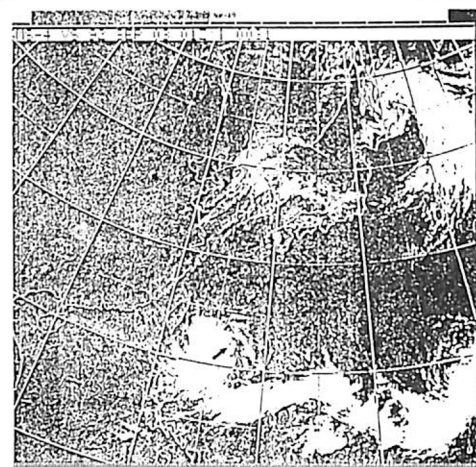


圖10(h) 1992年9月3日 0100UTC GMS-04可見光
衛星雲圖

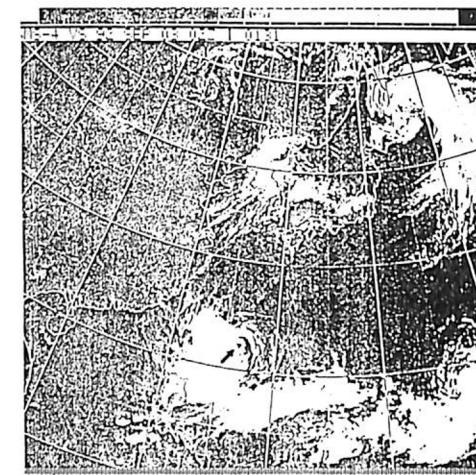


圖10(i) 1992年9月3日 0200UTC GMS-04紅外線
衛星雲圖

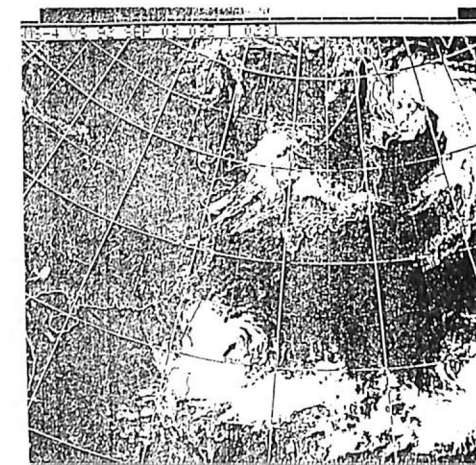


圖10(j) 1992年9月3日 0300UTC GMS-04可見光
衛星雲圖

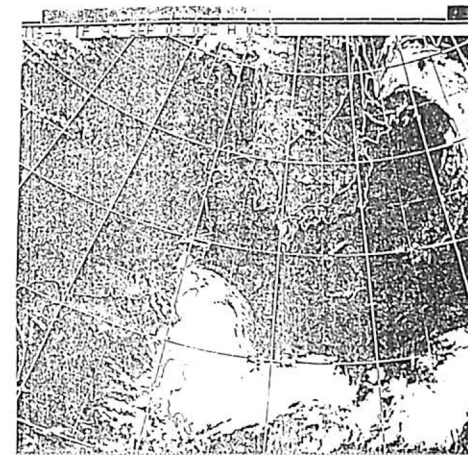


圖10(k) 1992年9月3日 0300UTC GMS-04紅外線
衛星雲圖

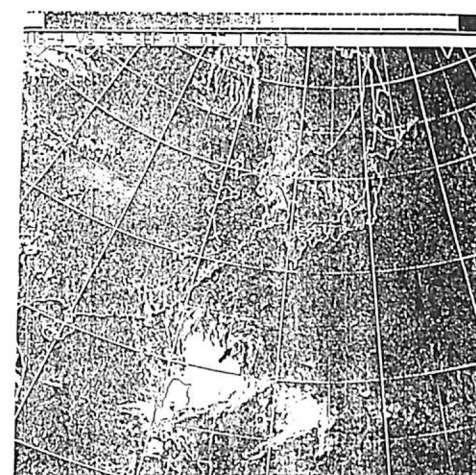


圖10(l) 1992年9月3日 0700UTC GMS-04可見光
衛星雲圖

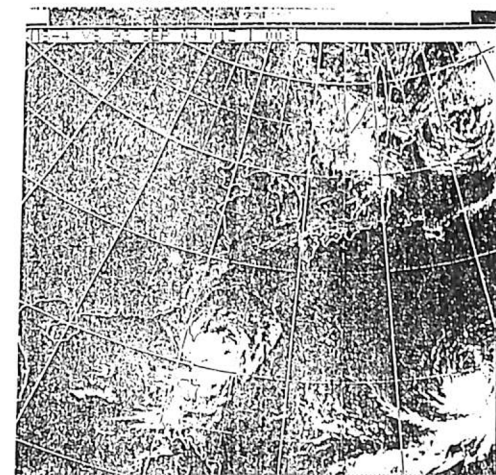


圖10(m) 1992年9月4日 0100UTC GMS-04可見光
衛星雲圖



圖10(n) 1992年9月4日 0100UTC GMS-04可見光
衛星雲圖



圖10(o) 1992年9月4日 0200UTC GMS-04可見光
衛星雲圖



圖10(p) 1992年9月4日 0300UTC GMS-04可見光
衛星雲圖

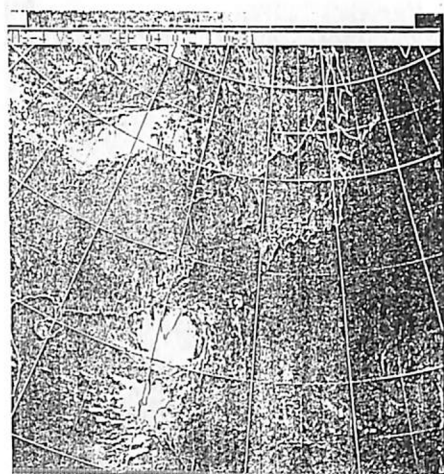


圖10(q) 1992年9月4日 0700UTC GMS-04可見光
衛星雲圖

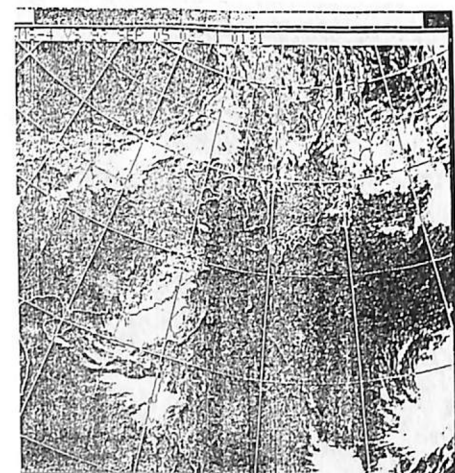


圖10(r) 1992年9月5日 0200UTC GMS-04可見光
衛星雲圖



圖10(s) 1992年9月5日 0300UTC GMS-04可見光
衛星雲圖

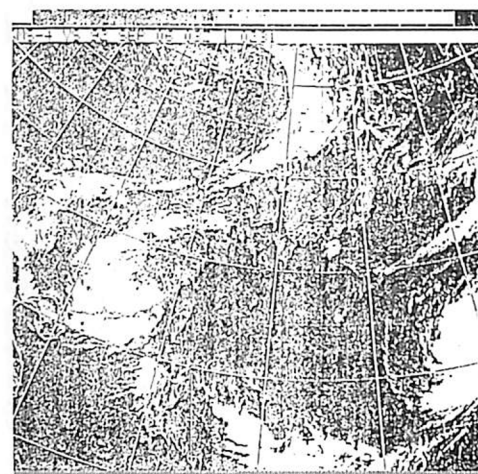


圖10(t) 1992年9月6日 0300UTC GMS-04可見光
衛星雲圖



圖10(u) 1992年9月7日 0300UTC GMS-04可見光
衛星雲圖

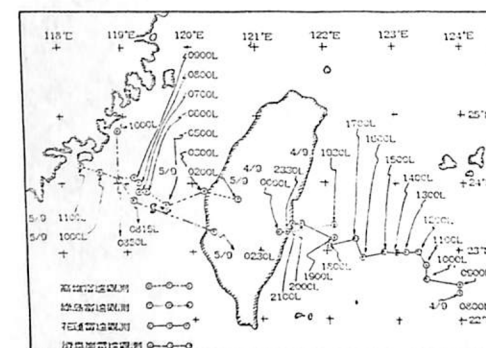


圖11 歐馬颱風登陸前後本島各雷達觀測定位圖

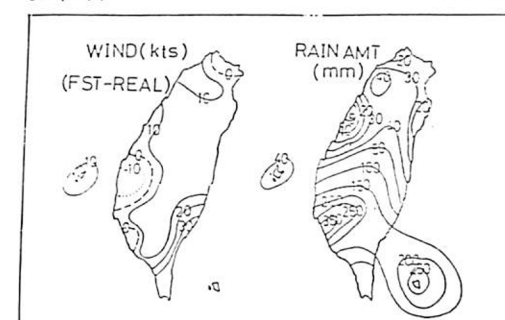


圖12 歐馬侵襲期間最大陣風校驗圖及實際累積
雨量分布圖

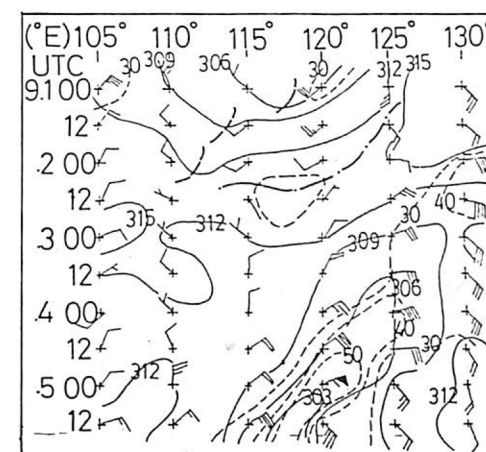


圖13-(a) 700hpa 25°N緯圈(105°E~130°E)
之風場及高度時間序列圖
組斷線為槽線、粗點斷線為風場脊線、細斷
線為等風速線、細實線為等高線

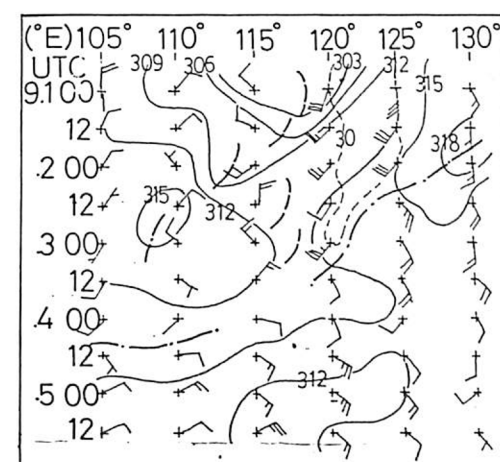


圖13-(b) 700hpa 30°N緯圈(105°E~130°E)
之風場及高度時間序列圖
組斷線為槽線、粗點斷線為風場脊線、細斷
線為等風速線、細實線為等高線

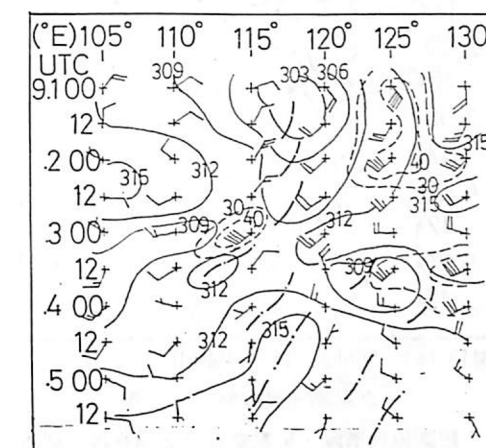


圖13-(c) 700hpa 35°N緯圈(105°E~130°E)
之風場及高度時間序列圖
組斷線為槽線、粗點斷線為風場脊線、細斷
線為等風速線、細實線為等高線

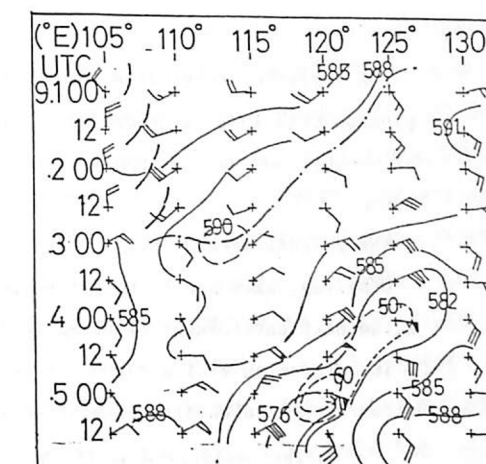


圖13-(d) 500hpa 25°N緯圈(105°E~130°E)
之風場及高度時間序列圖
組斷線為槽線、粗點斷線為風場脊線、細斷
線為等風速線、細實線為等高線

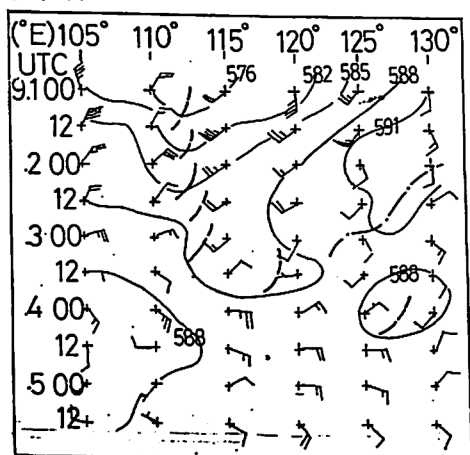


圖13-(e) 500hpa 30°N緯圈(105°E~130°E)

之風場及高度時間序列圖

組斷線為槽線、粗點斷線為風場脊線、細斷線為等風速線、細實線為等高線

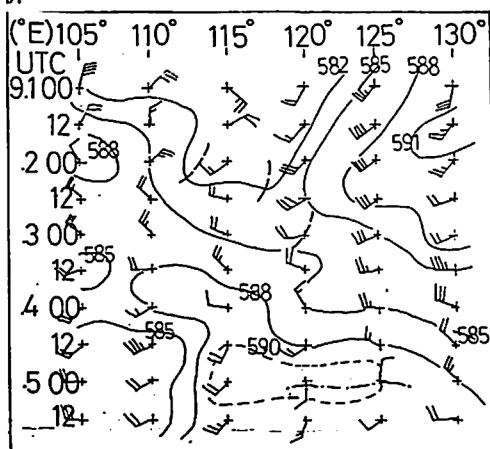


圖13-(f) 500hpa 35°N緯圈(105°E~130°E)

之風場及高度時間序列圖

組斷線為槽線、粗點斷線為風場脊線、細斷線為等風速線、細實線為等高線

A Discassion On The Typhoon Omar 1992

An-Jyi Yu Ei-Fa Wang Peter DaGang Pan

ABSTRACT

A series of re-examination and re-analysis of operational data during typhoon OMAR 1992 is proceeded to study the suitability of different forms of synoptic methods on typhoon forecast. For the particular typhoon OMAR, we found:

1. the k-index method, spacial variation of the upper level jet and environment steering, have a good relationship with the typhoon 12-24hr track forecast.
2. the best environment steering level on typhoon OMAR should be the 500hpa. It is suggested that a composite steering construction which may be better represent the environmental flow working on the point vortex, should be made by proper weighting on the mid-level.
3. satellite imageries provided better information on the intensity changes. It is observed that OMAR weakened as the lower typhoon center did not coincide with the upper flow, and this was the same period that OMAR moved with the lowest speed in its lifetime.
4. the gust forecast was better than the total rain amount forecast issued by Weather Central, CAF during the typhoon OMAR warning period.
5. radar observation showed that OMAR was affected by the Central Mountain Range and made a jump-type track as passing it.