

颱風主要駛流層次之選定與分析

李 富 城 馬 汝 安 張 世 潛

摘 要

颱風之運行主要受其周遭氣流所控制，乃為衆人皆知之基本原理。然在實作中究竟應選用何層次為預報颱風未來動態之依據常難定奪。故本文將颱風本身及周遭氣流在各層（850、700、500、300 mb）的分佈，以綜觀天氣學的觀念加以研究分析，然後引用駛流（Steering flow）的觀點，討論分析颱風移動的方向與颱風所嵌入的綜觀尺度系統環流上之關係，尋求最佳之駛流層。

所分析的資料時間為民國64年至71年間共八年中之七、八、九叁個月。研究範圍為台灣近海區域的颱風。討論向西和向北兩類方向之颱風路徑，並分析太平洋副熱帶高壓、西藏高壓、氣流場、厚度場的結構與移動之關係。並由此找出颱風主要駛流層，以供實際預報參考之用。

一、前 言

人類自有歷史以來，就遭受各種天氣災害，就台灣地區來說，一年四季，每一季都有特殊天氣災變，春天有乾旱，初夏有梅雨，夏秋有颱風，冬季有寒潮其中颱風是最嚴重的天然災害。由於本省位於全世界最猛烈熱帶氣旋（颱風）的路徑要衝上，歷年來受其侵襲所造成的生命財產，自然資源，經濟活動等的損失慘重無法計其數。影響國民生計（交通、農事、水利）及經建措施甚巨。因此如何能夠做好颱風預測之工作，是一項具有時代意義的任務。颱風路徑及方向之預測最為基本，也是最為重要的工作，在這方面從事研究的學者專家很多，大家各有所成。

由於颱風乃中尺度從地面發展至對流層頂的系統，故對流層中颱風環流四周各層氣流皆有駛流作用。（經統計，自民國33年（1944年）開始用駛流觀念作颱風動向預報所採用的駛流層很多，如表一所示。）據此原理，本文將颱風本身及周遭氣流在各層（850 MB，700 MB，500 MB及300 MB）等壓面上高度場分佈結構，以綜觀天氣學的觀念加以研究分析

，然後引用駛流（Steering flow）的觀點，討論分析颱風移動的方向與颱風所嵌入的綜觀尺度系統環流上之關係，尋求最佳之駛流層，對未來颱風動向的預測找出可行之方法，使能及早提出預警，以減低災害損失。本文之研究目的亦在此。

二、資料來源處理及研究的方法

本文自空軍氣象中心從民國六十四年至七十一年（1975～1982年）共計八年間的颱風資料中，選取七、八、九叁個月在西太平洋地區所發生之颱風，並經本軍編號處理之颱風共27個個案（如表二所示）。將其位置及相關時日內的綜觀天氣圖資料（850 MB，700 MB，500 MB及300 MB高空天氣圖），850 MB + 700 MB + 500 MB氣流線圖和300 MB氣流線圖，加以整理分析研判。

為研究台灣近海區域的颱風移動方向及颱風移動方向受中低層（850 MB～500 MB）氣流之導引，進而確定300 MB高空圖在颱風導引氣流上所扮演之角色。我們將分析範圍選在北緯10度至40度，東經100度至140度區域之間。討論向西和向北兩類方向之颱

表一、1944 ~ 1982 年被引用做駛流層的統計表

層次 年	地面	850MB	700MB	500MB	300MB	200MB	颱風環 流層頂	700+500 +300 MB	850+700 +500MB
1944~1978	次數	2	10	9	4	1	2		
1980 (曾、蔡氏)			✓	✓	✓			✓	
1982 (李、馬、張氏)		✓	✓	✓	✓				✓

表二、民國 64 ~ 71 年間七、八、九叁個月颱風一覽表

年	月	颱風名稱	經歷時間	強度	路徑	是否登陸
64	8	妮娜 (NINA)	8.1 ~ 3	強烈	II	登陸花蓮
	8	姆拉 (ORA)	8.10 ~ 12	中度	II	
	9	貝蒂 (BETTY)	9.18 ~ 23	中度	I	登陸台東
65	7	賽瑞絲 (THERESE)	7.12 ~ 18	強烈	II	
	7	艾妮達 (ANITA)	7.23 ~ 25	中度	II	
	8	畢莉 (BILLIE)	8.4 ~ 10	強烈	I	登陸宜蘭
	9	芙安 (FRAN)	9.4 ~ 13	強烈	II	
66	7	賽洛瑪 (THELMA)	7.21 ~ 25	中度	II	登陸高雄
	7	薇拉 (VERA)	7.28 ~ 8.1	強烈	I	登陸宜蘭
	8	愛美 (AMY)	8.20 ~ 22	輕度	II	
	9	黛納 (DINAH)	9.15 ~ 23	中度	I	
67	8	黛拉 (DELLA)	8.12 ~ 13	輕度	II	登陸花蓮
	10	姆拉 (ORA)	10.10 ~ 14	中度	II	
68	7	艾勒士 (ELLIS)	7.1 ~ 6	中度	I	
	7	戈登 (GORDON)	7.27 ~ 29	輕度	I	
	7	賀璞 (HOPE)	7.29 ~ 8.2	強烈	II	
	8	歐敏 (IRVING)	8.11 ~ 17	中度	II	
	8	茱迪 (JUDY)	8.17 ~ 25	強烈	II	
	9	奧文 (OWEN)	9.23 ~ 30	強烈	II	
69	7	喬伊 (JOE)	7.18 ~ 23	中度	I	
	9	珀西 (PERCY)	9.14 ~ 19	強烈	II	登陸恆春
70	7	琳恩 (LYNN)	7.3 ~ 7	輕度	II	
	7	莫瑞 (MAURY)	7.18 ~ 20	輕度	II	
	8	艾妮絲 (AGNES)	8.27 ~ 9.3	中度	II	
71	7	安迪 (ANDY)	7.22 ~ 30	強烈	II	
	8	西仕 (CECIL)	8.6 ~ 14	強烈	II	
	8	黛特 (DOT)	8.10 ~ 15	中度	II	

備註：路徑 I：西向颱風 II：西北向颱風

風路徑，並探尋颱風移動方向與太平洋副熱帶高壓、西藏高壓、氣流場、厚度場分佈之關係。並由此找出颱風主要駛流層，以供實際預報參考之用。

三、綜觀天氣圖特徵

(一)太平洋副熱帶高壓

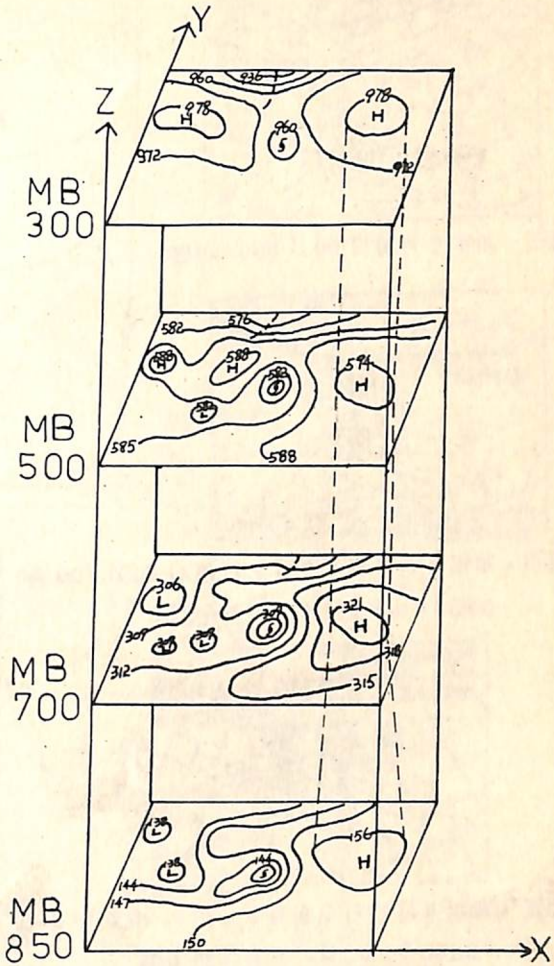
副熱帶高壓為大規模之高壓區域，位置固定，盤踞副熱帶之大洋中心。其垂直發展甚高，又因其中心之氣溫較高，且自地面向高空延伸到相當高度為止。如圖一、圖二(a)所示。圖一為 1981 年 8 月 30 日 1200 Z 850 mb, 700 mb, 500 mb, 300 mb 系統分佈狀況立體圖。圖二(a)為太平洋副熱帶高壓立體結構圖，其高壓中心常由地面上展，直達平流層之底部。故又稱為暖心高壓或動力高壓（完全是動力原因生成的）。又因其居於副熱帶高壓區，故其向赤道流出之空氣為熱帶區域之信風，向高緯流出之空氣為溫帶區域之西風，實足以控制溫熱兩帶之天氣。對台灣區域之重要性而言，在於該高壓與颱風系統同時出現時，若太平洋高壓西伸並增強，則可導引颱風之運行，此為本文研究之目的。如圖三至圖八，圖十(a)~(c)，圖十一(a)~(c)所示。

(二)西藏高壓

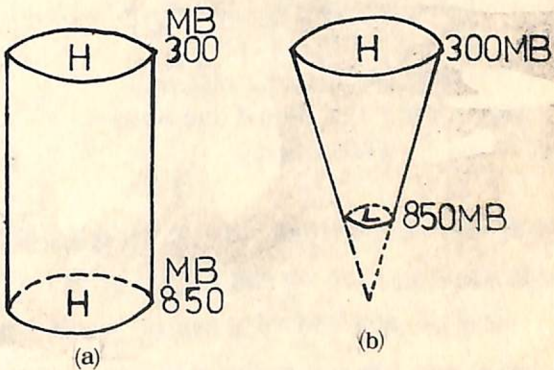
移動速度極小且有停滯傾向之高氣壓，中心氣溫高。通常淺薄，其近地面層為一低壓帶。如圖一、圖二(b)所示。圖二(b)為西藏高壓立體結構圖。此類高壓係由熱力作用所形成，故又稱為熱力高壓。

西藏高壓在低層並不明顯（因西藏高原地形自地面至 700 mb 層，均可謂係在邊界層中。而就某些部份言，500 mb 層亦在邊界層內。（王氏 1976 年）），但是在 300 mb 時相當明顯。如圖一、圖七、圖九、圖十(d)、圖十一(d)所示。

由以上兩節所論，筆者認為太平洋副熱帶高壓之垂直結構為一圓柱體（如圖二(a)所示。），其軸是筆直的。而西藏高壓之垂直結構為一倒立錐體（如圖二(b)所示），其軸是傾斜的。我們視颱風亦為一筆直的圓柱體，當其浸在於一個巨大而平穩的環境氣流之中，其運行的方向應與環境氣流相同。即筆者發現太平洋副熱帶高壓（動力高壓）能夠導引颱風，如圖四至圖六、圖八、圖十、圖十一所示。而西藏高壓（熱



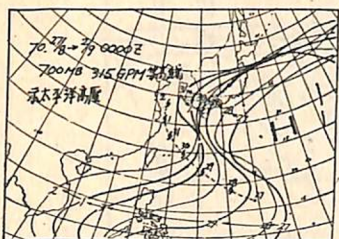
圖一、70年 8 月 30 日 1200 Z 850 mb, 700 mb, 500 mb, 300 mb 系統分佈狀況立體圖。



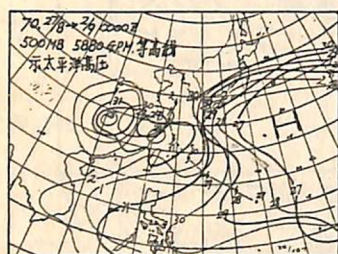
圖二、(a)太平洋副熱帶高壓垂直結構示意圖。
(b)西藏高壓垂直結構示意圖。



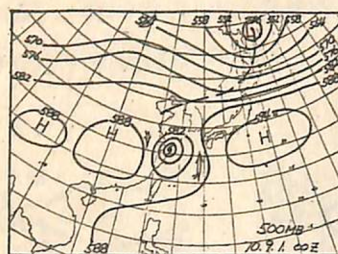
圖三、70年8月30日00Z 850 mb圖。



圖四、70年8月27日至9月2日每日00Z 700 mb 3150 G. P. M. 等高線變化圖。

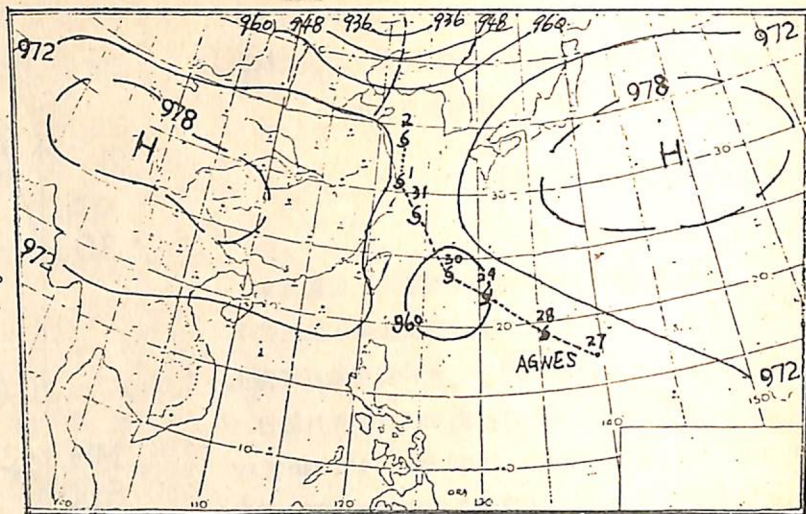


圖五、70年8月27日至9月2日每日00Z 500 mb 5880 G. P. M. 等高線變化圖。

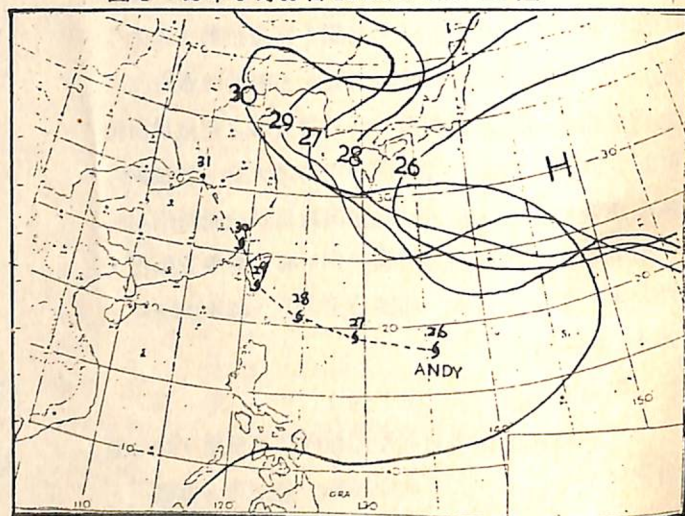


圖六、70年9月1日00Z 500 mb圖。
AGNES 颱風

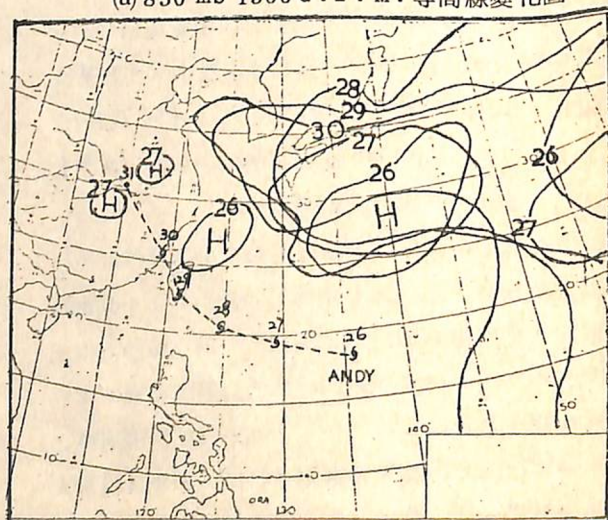
力高壓)則不易起導引作用,並且值得注意的是颱風之運動方向可指向300 mb 西藏高壓區,如圖七、九、十(d)所示。唯當850 mb至300 mb之西藏高壓駛流層配合時,颱風移動方向始受300 mb 西藏高壓氣流之導引,如圖十一(d)所示。



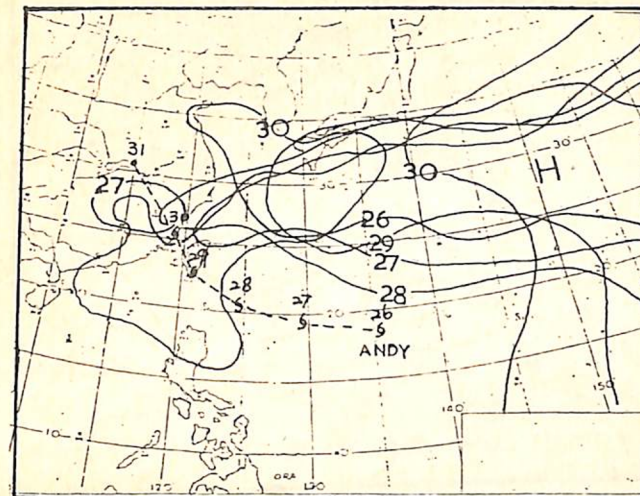
圖七、70年8月30日1200Z 300 mb圖。



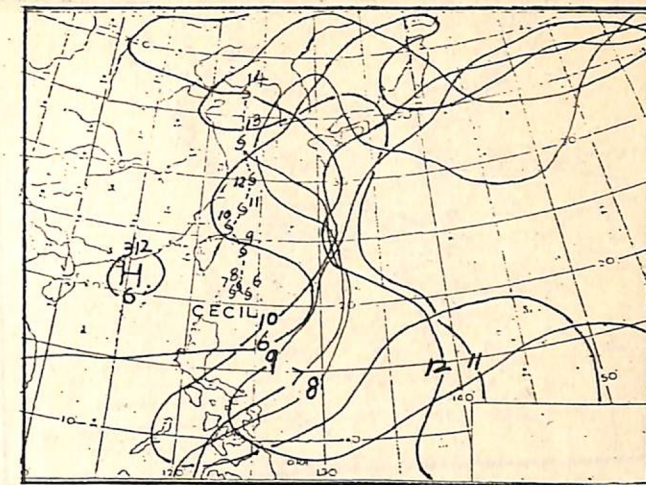
圖八、71年7月26日至30日每日00Z
(a) 850 mb 1500 G. P. M. 等高線變化圖。



圖八、(b) 700 mb 3150 G. P. M. 等高線變化圖。



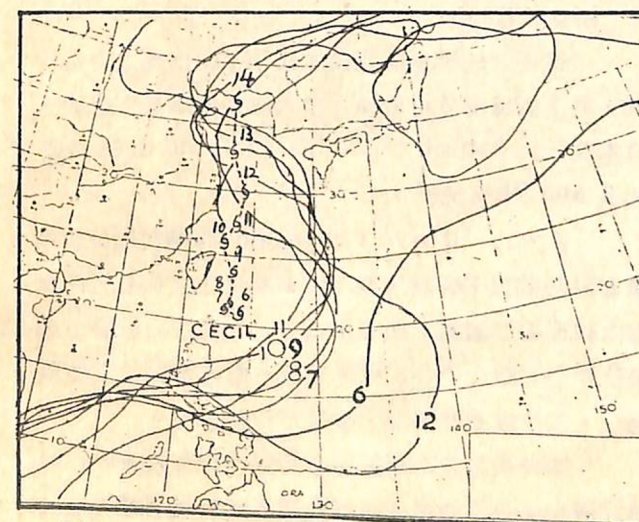
圖八、(c) 500 mb 5880 G. P. M. 等高線變化圖。



圖十、(b) 700 mb 3150 G. P. M. 等高線變化圖。

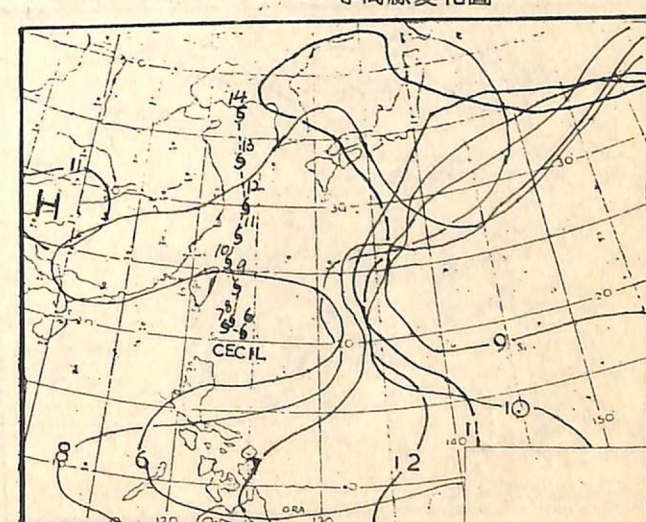


圖九、71年7月27日至29日每日00Z 300 mb 9720 G. P. M. 等高線變化圖。

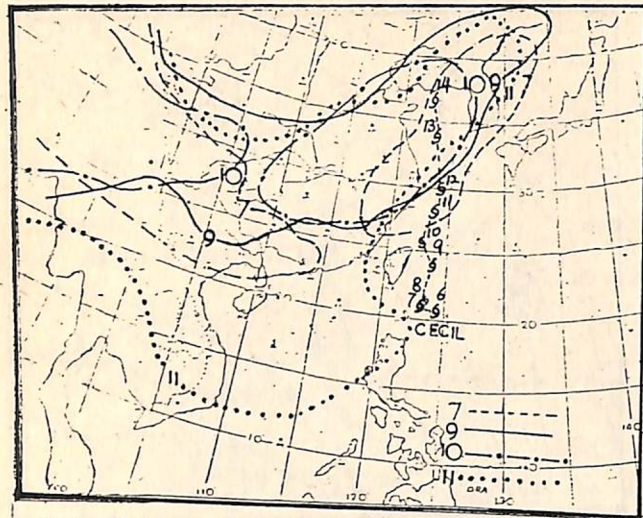


圖十、71年8月6日至12日每日00Z

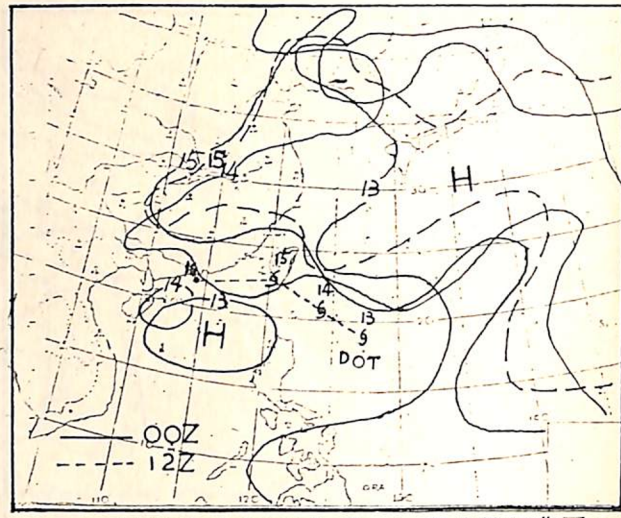
(a) 850 mb 1500 G. P. M. 等高線變化圖。



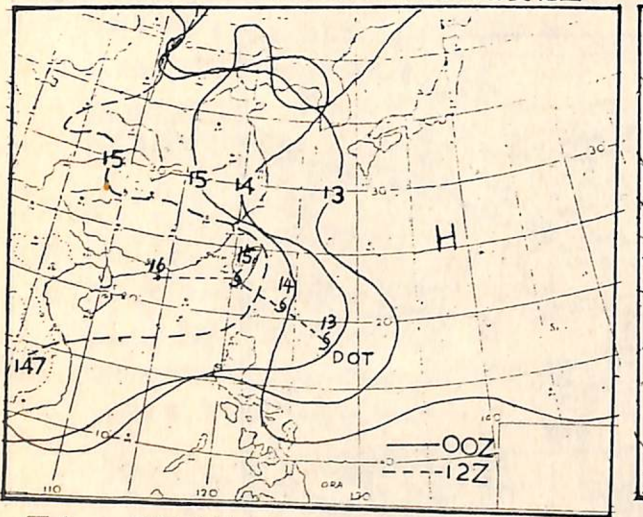
圖十、(c) 500 mb 5880 G. P. M. 等高線變化圖。



圖十、(d) 300 mb 9720 G. P. M. 等高線變化圖。

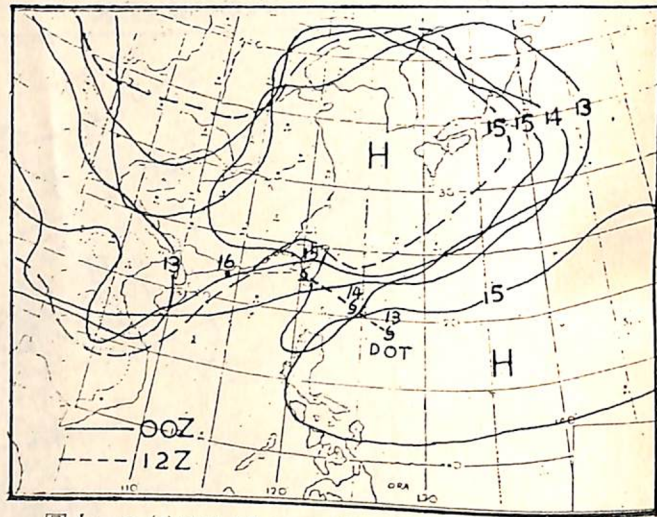


圖十一、(c) 500 mb 5880 G. P. M. 等高線變化圖。



圖十一、71年 8 月 13 日至 15 日每日 00Z

(a) 850 mb 1500 G. P. M. 等高線變化圖。



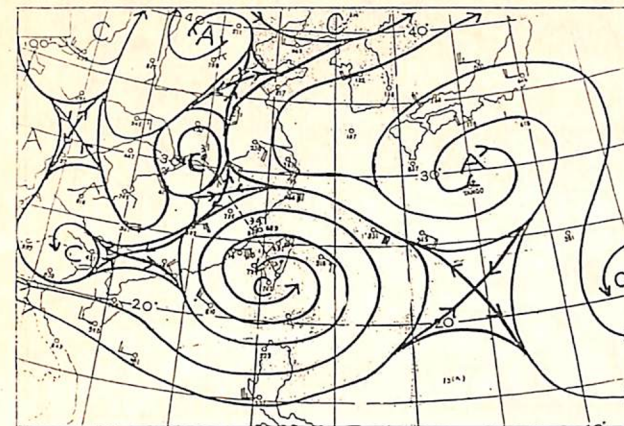
圖十一、(d) 300 mb 9720 G. P. M. 等高線變化圖。

(三) 氣流場

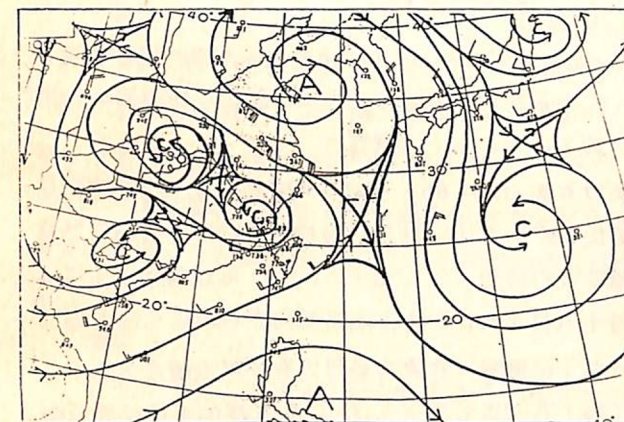
風場之結構是描述代表任何平面上風之向量情況，目下對風場分析最佳之方式便是氣流線作代表。故本文分析 850 mb + 700 mb + 500 mb 氣流合成圖及 300 mb 氣流圖。

在 850 mb + 700 mb + 500 mb 氣流圖分析中筆者發現到以下各項結果：(1) 颱風未來之移動方向有指向鞍形場之趨勢，如圖十二所示。但在分析場中有輻散中心、輻合中心、鞍形場等，惟鞍形場通常難以確定，其位置亦難準確，故僅可預報趨勢。

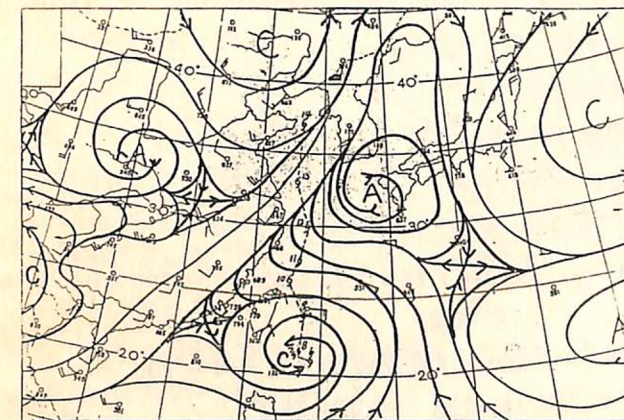
(2) 颱風北方之輻散中心北退，以及輻散中心前緣之導引氣流（颱風有繞副熱帶高壓西端邊緣行進的趨勢）兩者作用，可迫使颱風北移。如圖十三所示。



圖十二、(a) 71 年 7 月 29 日 00Z 850 + 700 + 500
mb 氣流圖。ANDY 颱風



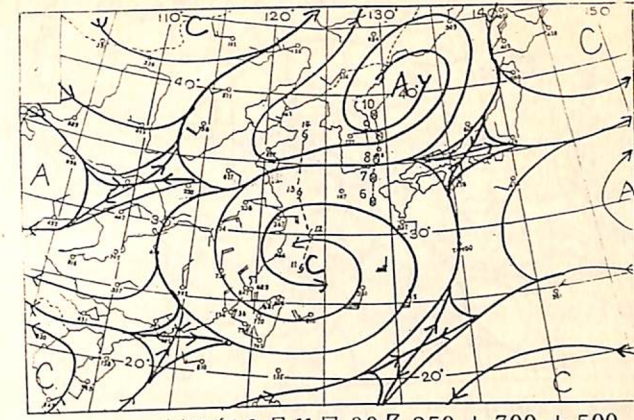
圖十二、(b) 71 年 7 月 31 日 00Z 850 + 700 + 500
mb 氣流圖。ANDY 颱風



圖十三、(a) 71 年 8 月 6 日 00Z 850 + 700 + 500
mb 氣流圖。CECIL 颱風

在 300 mb 氣流圖上發現到以下各項結果：

(1) 颱風移動方向不受西藏高壓輻散氣流之導引（縱然有強大的西藏輻散氣流亦不例外），且可直穿

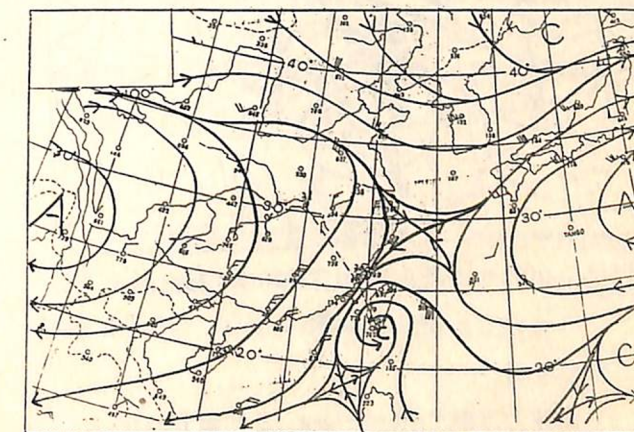


圖十三、(b) 71 年 8 月 11 日 00Z 850 + 700 + 500
mb 氣流圖。CECIL 颱風

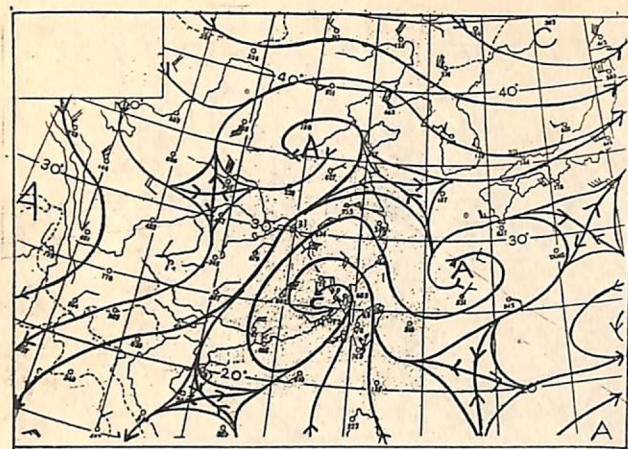
進入輻散區內。如圖十四(a)(b)。（筆者在上節中曾提出颱風移動方向可指向 300 mb 西藏高壓區，而不受其導引一說，此處為再一次有力之證明。）

(2) 如圖十五所示，由 300 mb 氣流線可看出颱風之移動應該轉向西，但實際上颱風仍然向北移動，絲毫不受西藏高壓氣流之導引作用。

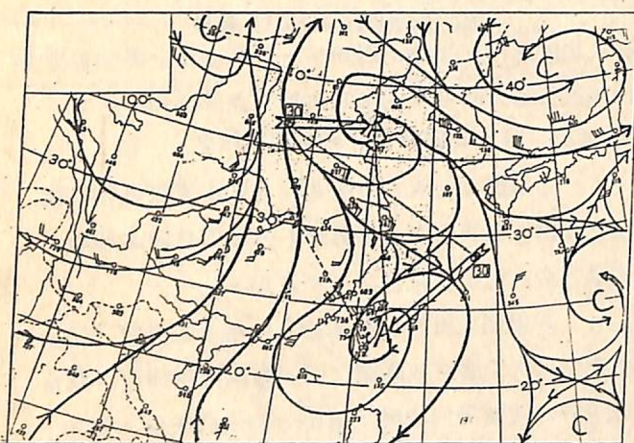
(3) 兩個或更多旋渦的相互作用，為流體力學研究之主題。又藤原效應謂“兩個颱風靠得很近，就會相互作反時鐘方向旋轉，較小一個走得快些，較大一個走得慢些。”此乃大家所熟知的，也是經常在天氣圖中所遇到的，但兩個輻散中心亦會有類似效應產生。即相互旋轉其方向為順時鐘方向。此種情況在天氣圖極少發現。本次作者分析 300 mb 氣流圖時，發現此種相互作用。如圖十四(b)~(c)所示。



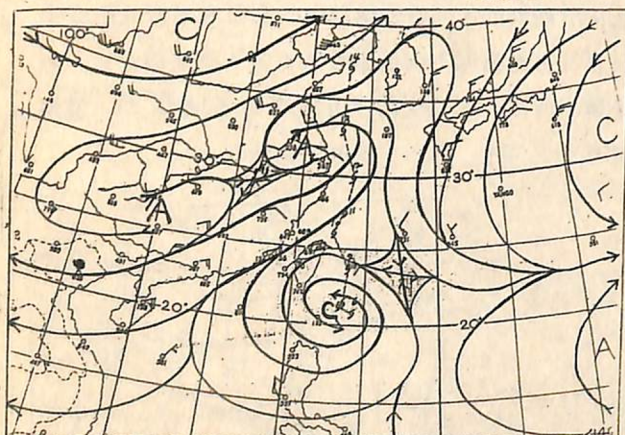
圖十四、(a) 71 年 7 月 29 日 00Z 300 mb 氣流圖。
ANDY 颱風



圖十四、(b)71年7月30日00Z 300 mb氣流圖。



圖十四、(c)71年7月31日00Z 300 mb氣流圖。

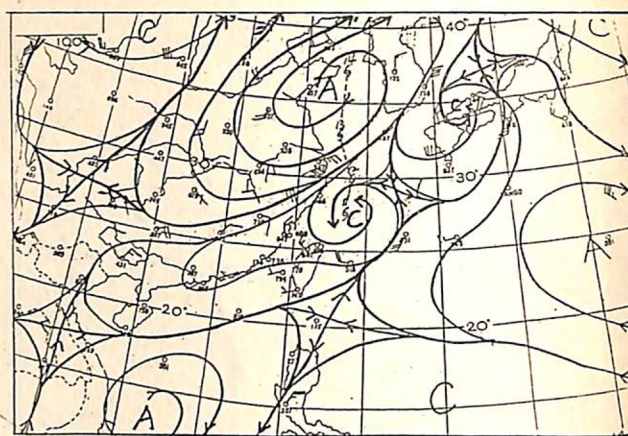


圖十五、(a)71年8月6日00Z 300 mb氣流圖。

CECIL 颱風

(四)厚度場

由靜力方程式 $\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g$ 及狀態方程 $\alpha p = RT$ 可知500 mb和850 mb的高度差(厚度值)為
$$h = Z_{500\text{mb}} - Z_{850\text{mb}} = - \int_{500}^{850} \frac{\partial Z}{\partial p} dp$$

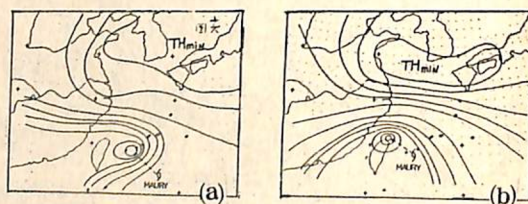


圖十五、(b)71年8月11日00Z 300 mb氣流圖。

$$= \int_{500}^{850} \frac{\alpha}{g} dp = \frac{R}{g} \int_{500}^{850} \frac{T}{p} dp \approx \frac{R}{g} \bar{T} \left(\frac{\Delta p}{p} \right)$$

($\Delta p = 850 \text{ mb} - 500 \text{ mb}$), $\bar{p}$ 可由700 mb代替, 式中 $\bar{T}$ 表500 mb和850 mb間的平均氣溫大致相當於700 mb面上的氣溫。

所以 h 與 $\Delta p = 850 - 500 \text{ mb}$ 成正比, 故本文引用劉氏1975年研究結果“颱風的移動方向有偏向厚度值最大的趨勢。”從圖十六(a)中, 可以看到七十年七月十八日1200Z時莫瑞颱風尚在石垣島東南方約二百七十哩處時, 在宮古島附近有一厚度值最大的中心, 圖十六(b)為七月十九日0000Z時的厚度值最大中心在彭佳嶼與基隆附近, 則莫瑞颱風的實際路徑與厚度圖中所示最大厚度值的位置是相吻合的。



圖十六、(a)70年7月18日12Z之500—700 mb

厚度圖。

(b)70年7月19日00Z之500—700 mb

厚度圖。MAURY 颱風

四、主要駛流層之選擇

預測颱風路徑的基本原理是找出它的駛流所在。但問題在於選用那一層次效果最佳? 為解決此一問題, 根據前節綜觀天氣特徵現象, 筆者認為颱風移動方

向主要受中低層(850 mb至500 mb)氣流之導引, 不單獨受300 mb西藏高壓氣流所導引。當850 mb至300 mb西藏高壓之層次配合時, 其行動方受300 mb西藏高壓氣流之導引。此一統計結果, 顯示選用850 mb至500 mb層之駛流場做為預報颱風動向之工具為最佳。

五、個案分析

由表二中可知我們共分析了27個颱風個案, 為了節省篇幅, 此處僅舉四個個案加以分析討論。即七十年八月底至九月初之艾妮絲(AGNES), 七十一年七月份之安迪(ANDY), 及八月份之西仕(CECIL)與黛特(DOT)。

個案一: AGNES

本颱風於70年8月27日生成於17°N, 141°E附近。其路徑為一標準拋物線型, 先向西北西, 後轉西北, 經東海後逐漸轉北而去。圖三至圖七為8月27日至9月2日每日00Z之850 mb至300 mb太平洋高壓及西藏高壓等高線變化圖, 圖中顯示太平洋高壓西伸並增強, 則可導引颱風之運行。非受西藏高壓所導引。

個案二: ANDY

發生於71年7月22日之安迪颱風為八十年來的第三個威力大的颱風。其路徑起初向西北西行進, 後轉向西北。圖八為7月26日至30日每日00Z之850 mb至500 mb太平洋高壓等高線變化圖, 圖中顯示太平洋副熱帶高壓之駛流可導引颱風之移動。圖九為7月27日至29日每日00Z之300 mb 9720 G.P.M等高線變化圖, 圖中顯示300 mb西藏高壓駛流對颱風無導引作用, 其中值得注意的是颱風之運動方向可指向300 mb西藏高壓區, 此點對颱風未來之運動方向可提供預報。但是300 mb之太平洋高壓仍有導引作用。

個案三: CECIL

發生於71年8月6日之西仕颱風, 其路徑起初向西, 後轉向北。圖十為8月6日至12日每日00Z之850 mb至300 mb太平洋高壓及西藏高壓等高線變化圖, 圖中顯示在西仕向北移動時, 300 mb之西藏高壓始終在西仕之北方, 雖然帶來北轉東北向之氣流, 但並未使得颱風轉向, 如圖十(d)、圖十五所示。而850~500 mb之太平洋高壓始終為該颱風之主要導

引系統, 如圖十所示。

個案四: DOT

發生於71年8月12日之黛特颱風, 其路徑先向西北直撲本省南端, 至本省南端時轉西南西向(為何突然西折呢?)。圖十一為8月13日至16日每日00Z之850 mb至300 mb太平洋高壓及西藏高壓等高線變化圖, 圖中顯示13日~15日黛特颱風受太平洋副熱帶高壓導引向西北移動, 15日後西藏高壓與太平洋高壓合併成西來的副熱帶高壓, 其850 mb至300 mb之西藏高壓駛流層均配合, 而將原來西北向移動的黛特到西南西的方向。

對另一颱風莫瑞(70.7.18日)而言, 其高空及低層導引氣流頗為一致, 颱風未來動向較為穩定。此與本個案相同不再敘述。

六、結論

綜合以上分析與研討, 利用850 mb至500 mb之綜觀天氣系統預報颱風行向, 的確有很大的幫助, 並且獲得下列之結果以供預報參考應用:

(一)颱風移動方向主要受中低層(850~500 mb)氣流之導引。

(二)300 mb圖上西藏高壓流場對颱風無導引作用, 且颱風之移動方向可指向該高壓區。唯當850 mb至300 mb層之西藏高壓駛流配合一致時, 則颱風移動方受300 mb西藏高壓駛流之導引。

(三)本法對預測颱風移動速率無甚幫助。

用八年共27個個案之資料雖不足以確定本方法之可靠程度, 但已證明其可用性甚高, 今後將繼續試用, 再確定其使用之價值及可信賴之程度。

致謝

本文承蒙劉主任廣英先生指正, 使本文得以順利完成。另外蔡義謨、陳金生、毛春台、白光亮、秦弘能諸位先生之資料協助。在此一併致誠懇之謝意。

參考文獻

- 1 劉廣英，1975：500—700 mb 厚度與颱風移動之關係。大氣科學第二期。
- 2 王時鼎，1976：亞洲地形性擾動之性質及其與台灣地區冷季中期預報之關係——西藏高原部份。page 6. 國科會研究報告 011 號，編號 Nsc—65 M—0202—05(03)。
- 3 王崇岳，1978：天氣學。CH20。正中書局
- 4 曾振發、蔡清彥，1980：北太平洋西部颱風路徑之綜觀天氣研究。第二屆全國大氣科學研討會論文彙編。
- 5 吳宗堯，1980：近來國內颱風研究之詳介。大氣科學第七期。
- 6 劉昭民，1980：北太平洋北部海面颱風路徑突然西折的因素。第二屆全國大氣科學研討會論文彙編。
- 7 戚啟勳，1980：颱風。季風出版社。
- 8 蘇良石、何台華，1981：利用賀璞颱風從事颱風轉向的力學研究。氣象預報與分析第89期。

The Selecting of Steering Layers for Typhoon Movement

Fu-Cheng Lee, Run-Ann Ma, Shyh-Chyan Chang

Abstract

It is a knowledge that Typhoon's moving track is primarily controlled by its environmental or the so-called steering flow. In practical forecasting work, the determination of levels which will play the major role is not a easy job. In this subject, We synoptically analyze the distribution of height field about Typhoon and its environmental flow for levels including 850, 700, 500 and 300mb, and adopt steering flow concept to find out the relation between Typhoon's moving direction and synoptic circulation, and seek a optimum steering flow.

The period of analyzed data includes July, August and September from 1975 to 1982. In here, we only discuss westward and north-westward Typhoons, and analyze the relation among moving direction of Typhoon, the structure of subtropical high, Tibetan high, and thickness field.