

# 上對流層運動場與颱風生成發展

## 關係之合成個案探討

俞 川 心

### A Composite Case Study of the Relationship Between the Upper Tropospheric Kinematic Field and the Formation and Development of Tropical Cyclones

Chuan-Shin Yu

#### Abstract

In August 1977 only one typhoon formed in the West Pacific region. It is minimum in the last 27 years records. Synoptic situations not suitable for typhoon formation and development may be found in many respects. In this paper the streamline charts at 200mb level were analyzed in a composite form and used as a tool to work out the basic differences between if there will be a few typhoons formed or not. It seems that the 200mb streamline charts give some definite indications on typhoon formation. This result may be useful for our daily forecast in the typhoon season.

#### 一、前 言

台灣處於亞熱帶地區，每年遭受颱風之侵襲時有所聞。讀者如不健忘的話，去年七月曾有二次颱風賽洛瑪 (Thema) 及薇拉 (Vera) 分別登陸本省南北兩地，造成無數重大損失。針對此次重大教訓，國內氣象學者乃不斷的致力於該項災變之研討。

颱風之預報乃為我氣象從業人員主要課題之一

，但現有之各種預報方法中，尚無任何可靠之方法作為颱風生成發展以及路徑之預報。目前最常使用之法仍為外延法或追蹤法（在雷達可及之範圍內每小時或每半小時追蹤其行徑），至於該颱風未來之變化，其強度是增強或減弱以及未來之行徑又如何，仍似有難以捉摸之感。

根據空軍氣象中心近二十七年（四十一年至六十六年止）八月份中所發生颱風次數統計（如表一）得知，在過去二十七年中，八月份西太平洋

年 份	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
次 數	7	6	7	5	5	2	4	5	9	4	8	3	8
年 份	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
次 數	6	9	8	7	4	5	4	3	5	5	5	4	1

表一： 41—66年8月份西太平洋颱風發生次數統計表

風發生次數最高為九次，最少為一次。民國四十六年是發生次數較少之一年，此月份中有二次。至於民國六十六年發生的一次，是發生在本省南部西南方海面的愛美 (Amy) 颱風。如詳加推測的話，該愛美颱風實際乃為一熱帶低壓而已，只因其所發生之地域靠本省甚近，並受賽洛瑪 (Thelma) 及薇拉 (Vera) 兩颱風侵襲之影響，乃發佈颱風警報，使一般民衆提高警覺，如無上項因素，去年八月份幾可說沒有颱風發生。

由於以上兩因素，乃激發筆者，嘗試以上對流層氣流線之分佈情形，探討颱風之生成與未來之發展，祈能找出梗概，以利日常工作之需。進而支助我空軍戰略上之應用，確保我領空之安全。

## 二、研討方法

### (一) 理論之根據

1. 美國科羅拉多大學教授 Gray 在台灣大學大氣科學系學術演講時論及引發颱風之充份條件雖尚難確定，但由分析研究各項資料可知 (以下係作者聽講所得印象，如有錯誤與 Gray 教授無關)：

(1) 上對流層渦度 (Vorticity) 場分佈甚為重要。

(2) 上對流層對颱風之生成及發展關係密切，因

(a) 颱風之是否生成，乃賴低層空氣之擾動，但其擾動須與上對流層相配合。

(b) 低層擾動是否能形成颱風，乃需視低層之擾動是否移入上對流層之輻散區，如其移向恰在上對流正渦度或輻散區相配合，則易發展。反之，將難發展，甚而消失。

2. 對熱帶氣旋研究成果最具成效的巴爾曼 (Palmén, 1956) 列舉出發展一個強烈熱帶氣旋必須先具備的條件為：

(1) 相當寬廣的海域，海面溫度很高 (在 26~27°C 以上)，氣團從大氣層的最低層舉升，因絕熱膨脹而產生凝結，空氣柱較四周圈未擾動之大氣為暖。(但有些跡象顯示，海面溫度的極端值可能並非關鍵因子，但在廣大洋面幾百公里以內的海面溫度梯度必須很小)。

(2) 科氏力參數必須大於某一最低值，因此赤道兩側大約 5~8 個緯度帶內不易產生。

(3) 基本氣流內應有微弱的垂直風切。

3. 另李爾 (Riehl, 1948) 還列出兩條件：

(1) 先要有一個下層擾動。

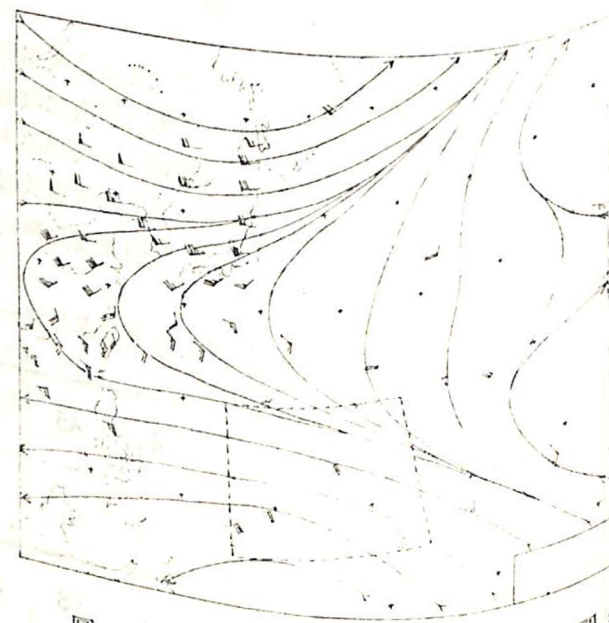
(2) 地面擾動上面的對流層上部，須有空氣向外流出。

以上三位專家學者對颱風生成與發展之理論，亞肯遜 (Atkinson) 認為研討颱風等熱帶天氣，低層之 850mb 及高層之 200mb 最為重要。因此，作者乃以 200mb 圖作為分析探討之需。

### (二) 資料之選擇

上對流層以 200mb 高空圖為代表分析對象，其範圍以經度東經 110° 向東延伸至西經 170°，緯度以北緯 0° 至 50° 止為分析範圍，此範圍幾乎涵蓋整個西太平洋地區颱風習於生成之區域。經度 110°E 以西之地區，除孟加拉灣為洋面外，其餘均為陸地，為節省人物之力，仍不作分析。

在前言中曾論及民國六十六年八月份為近二十七年來相同月份裏發生颱風最少之一年，因而首先將去年八月份之 200mb 高空圖，作平均氣流線圖，以便瞭解上對流層其氣流之分佈形態。另再平均該月份同區域中地面測站之平均氣溫，祈以瞭解海面溫度之分佈情況。由於在廣大洋面，海水溫度實際甚難蒐集較為完整之資料，如無龐大經費及設備更無法辦到。因此，乃以地面測站中 00Z 之溫度代替海水溫度，雖然兩者仍有差異，為求研究之便，惟有此法乃可與實際相接近外，實無它途可獲得更為正確之海面氣溫資料。



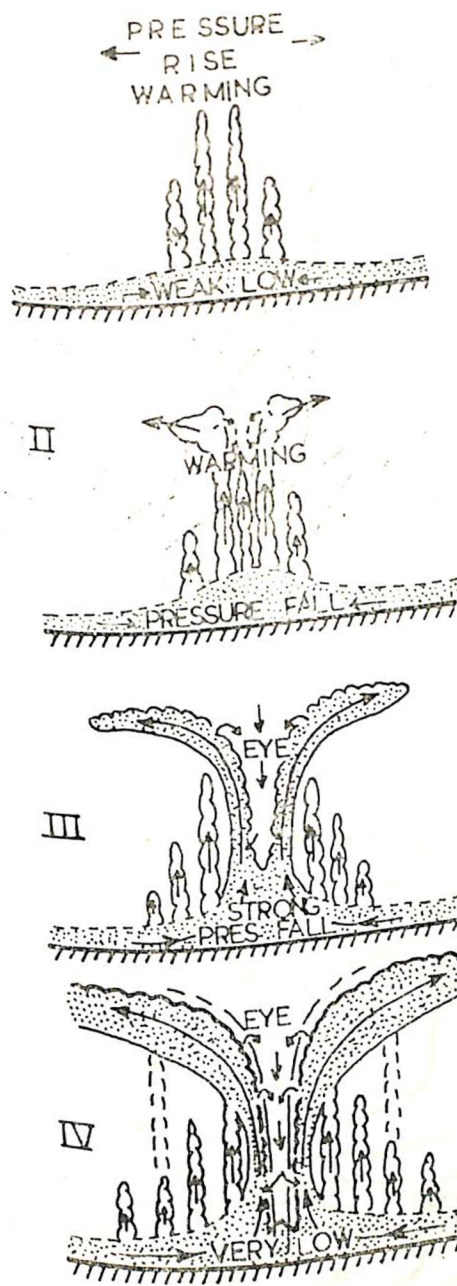
圖一 1977年8月份 200mb 平均氣流線圖，圖中方格區為颱風易於生成區。

用以上同樣方法，另取民國六十五年八月四日發生在關島東北方約 100 哩之畢莉颱風為例，平均

該颱風前三日 (八月一日、二日、三日) 之 200mb 氣流線以及地面氣溫，以便與無颱風時之平均氣流圖與平均地面氣溫相互比較，祈以尋出為何去年八月份中颱風發生最少。

## 三、分析結果之研討

圖一為民國六十六年八月份 200mb 之平均氣流圖。由圖中得知，平均脊線在 25°N~30°N 之間，東經 180°E 以西無輻散中心，輻散漸近線位於 0°N~5°N 間。在 160°E 以西，緯度 9°N~18°N



圖二 颱風發展過程圖 (取自 Palmén & Newton)

之間均為東風氣流，且其曲率 (Curvature) 幾乎無多大之變化，而由 (Palmén, 1965) 輻散公式得知

$$D \cdot \vec{V} = - (V - C_s) \frac{\partial \eta}{\partial s} \dots \dots \dots (1)$$

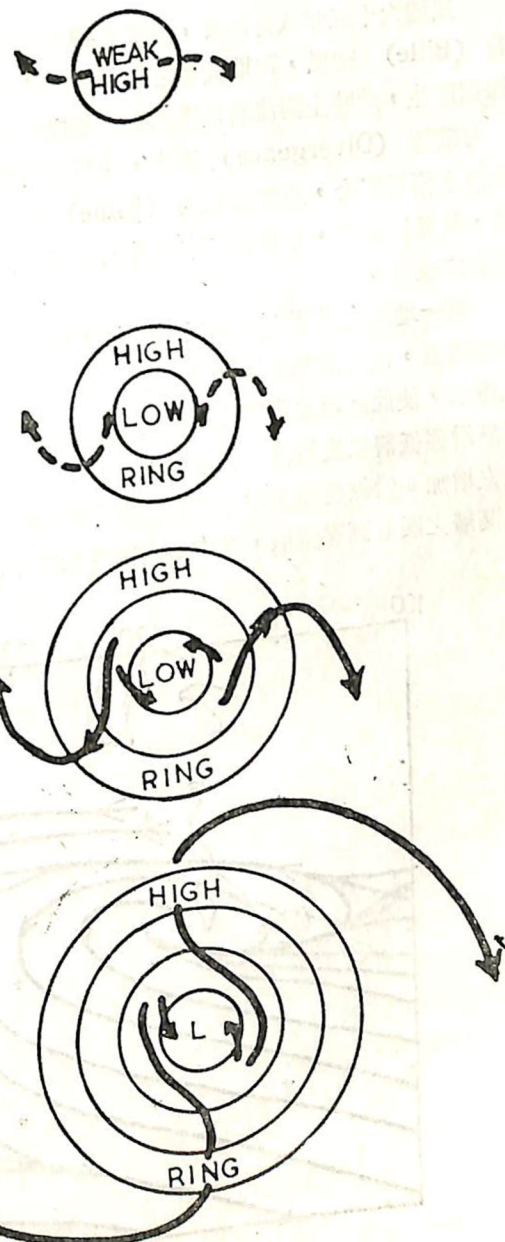
$$\frac{\partial \eta}{\partial s} = \frac{\partial}{\partial s} [kv + \frac{\partial v}{\partial r} + f] \dots \dots \dots (2)$$

故當風切變化不大，且波長較長時，可得

$$D \cdot \vec{V} \propto - \frac{\partial k}{\partial s}$$

即低層擾動如處於 200mb 沿氣流線方向曲率漸減區內則易發展。

雖然去年八月份太平洋各海島之平均地面溫度

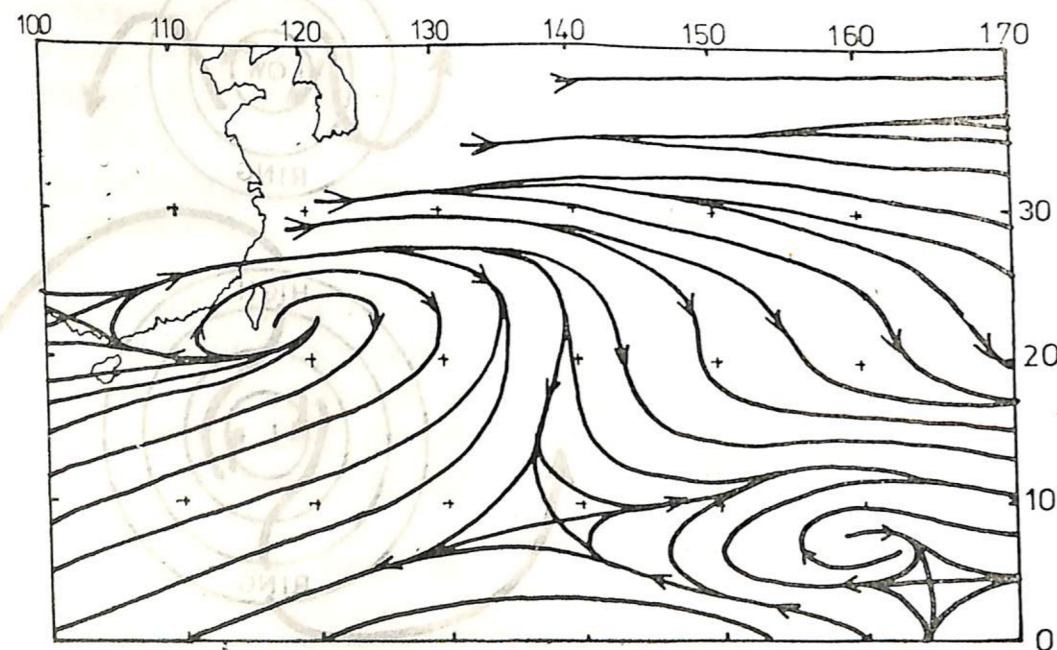


為 29.0°C 理應颱風發生頻繁，事實去年八月份裏除愛美 (Amy) 颱風外，未曾再發生過颱風。此乃證明海水溫度，並非颱風生成發展之主要關係。反之，上對流層之輻散 (Divergence) 與輻合 (Convergence) 乃主宰低層擾動之發展。由圖一中指示，去年八月份平均氣流線在颱風習於生成之地區內，幾無輻散作用，因而得證颱風亦少之故。

在廣大的太平洋洋面，夏季平均海島之氣溫均高於 27.0°C 以上，並且低層空氣亦經常有擾動產生，理應在整個西太平洋上，經常有颱風產生，然而事實上，低層之擾動現象，有的能順利發展成颱風，有的則無法發展成颱風，甚至有的在發展過程後乃逐漸減弱消失。

民國六十五年八月四日，生成在關島附近之畢莉 (Billie) 颱風，初期低層之擾動在關島之西方海面產生，此時上對流層恰處於該低層擾動之上方，有輻散 (Divergence) 產生，由於低層與上對流層之相互配合，乃加速畢莉 (Billie) 颱風之發展，其發展過程，可藉圖二中之發展過程，得知其發展之梗概。

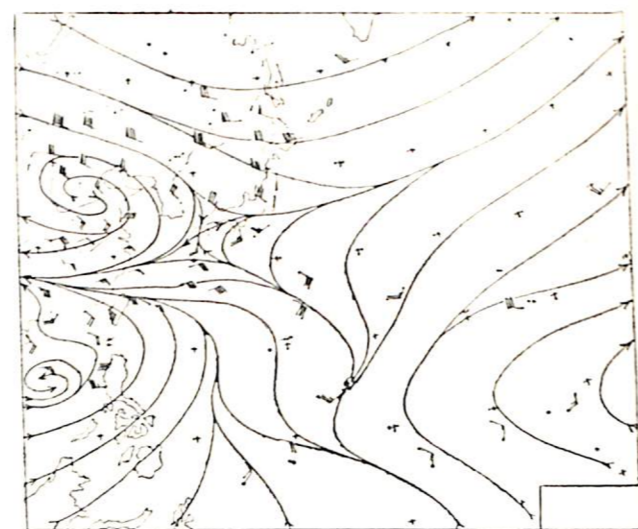
當一地區之洋面上有一低壓開始擾動時，對流逐漸增強，由於潛熱的不斷釋放以及渦度不斷的向上傳送，使此區域之高空之氣流有利於向外流動，逐漸增強低層氣旋環流，使潛熱繼續釋放及向上通量之增加。當氣旋環流增強及角動量不變的情況下，高層之暖心高壓輻散，且中心內部開始有下沉作



圖四 平均七月份 200mb 氣流線圖

用，使颱風眼內部之熱量增加得更為劇烈，使此區域內之下沉氣流因絕熱增溫而發展至較低層。由以上之發展過程，得知，低層輻合質量之增加與高空輻散實有密切關係。

事實上，實際地面天氣圖，當畢莉 (Billie) 颱風地面擾動剛開始時，關島地面測站之平均氣溫為 27.0°C，與民國六十六年八月份之平均氣溫 29.0°C 反而低了二度。反觀上對流層氣流線之分佈 (此氣流線圖為畢莉颱風尚未發展前三日之平均氣流線) 形態，如圖三，此圖與圖一相比較下，有很明顯的差異。



圖三 1966年8月1~3日 200mb 平均氣流線圖，畢莉颱風於4日在關島附近生成。

在圖三中 20°N 以南之風向已不趨於一致，風速亦隨緯度之增加而增加。關島風速為 25kts，馬爾庫斯島為 35kts，琉球島為 40kts。此乃顯示科氏力 (f) 在改變，增加。氣流線在關島附近已呈輻散形態，且其曲率 (Curvature) 由「負」變為「正」。由於以上各因子之改變，可顯示其高層之輻散亦在增加。更由圖三中可明顯的看出，颱風之生成定將在關島附近發展。何況畢莉颱風低層之擾動就在關島發生，再配合上對流層為一明顯之輻散區，在天時地利下，使其迅速發展成為強烈颱風，直撲本省而來。

現另再摘取 (Sadler 1975) 所繪之七月份平均氣流線圖 (如圖四) 與圖三比較之，仍可發現 Sadler 氏所繪之七月份平均 200mb 層氣流線圖與作者僅利用洋面上僅有的較少數測站所繪製畢莉颱風之平均氣流線圖在形態分佈上，有趨於一致之情況。

因此吾人如能對 200mb 高空圖詳加分析，實為對颱風之生成與發展預報的重要憑藉資料之一。

#### 四、結 論

本研究之主要課題，乃在應用以上專家之理論，配合本中心之 200mb 天氣圖，直接應用在颱風預報作業過程中，得以隨心所欲。並綜合以上之探討得知：

- (1) 海水溫度為必須條件，但並不充份，因而並非引發颱風之主要關鍵。
- (2) 上對流層之輻散可引發低層擾動發展成為颱風，200mb 圖之氣流場之輻散、輻合與隨

風之生成與發展有密切之關係。

(3) 可藉上對流層氣流線之分佈 (200mb 高空圖) 預報颱風是否生成發展，以及颱風路徑之預報。

(4) 分析氣流線圖，必須相當仔細正確，方可明確指示各地區氣流之變化。

#### 五、致 謝

本文在劉課長廣英大力精神鼓勵以及理論方面之熱心指導下，得以順利完成，除由衷感謝外並請各先進學者專家多加指教。

#### 參 考 文 獻

1. Atkinson (1971) : Tropical meteorology. 美軍技術報告。
2. Palmén E, and C.W. Newton (1969) : Atmospheric circulation systems. Academic Press. New York, U.S.A.
3. Sadler, J.C, (1975) : The upper tropospheric circulation over the global tropics. 美夏威夷大學出版。
4. 戚啓勳、關壯濤 (1965) : 颱風的理論和預報。
5. 戚啓勳譯 (1973) : 季風氣象學。
6. 王崇岳 (1974) : 由 200mb 氣流圖預測熱帶氣旋強度之變動。(大氣科學第一期)。
7. 曲克恭 (1975) : 颱風部份特性之分析研究。(氣象預報與分析64期)。