

美軍聯合颱風警報中心1963年工作簡介

吳宗堯譯

The Operations of US JTWC in 1963

美軍太平洋區有關颱風警報業務現由關島美海軍艦隊氣象中心聯合颱風警報中心 (FWC/JTWC) 負責，其颱風工作每年均有改進，此由其每年預報成效可見一斑，自1963年起該中心對颱風之分析與預報，特別着重於數值預報之應用，且其成效極佳。茲摘錄該中心1963年工作概要，以供吾人從事颱風預報工作者之借鏡。

自1959年5月1日起關島美海軍艦隊氣象中心 (Fleet Weather Central Guam) 被指定為聯合颱風警報中心 (JTWC) 專負颱風分析預報及警報發佈之責，颱風警報發佈範圍包括經度一百八十度以西，赤道以北至亞洲海岸馬來半島這一個區域。同時，日本府中美空軍氣象中心 (Fuchu Air Force Weather Central) 為該聯合颱風警報中心之備份中心，以備警報中心因故不能擔任工作時接替其任務，必要時並將由日本橫須賀美海軍氣象單位支援之。1961年11月凱倫 (Karen) 颱風橫掃關島後，聯合颱風警報中心受損不能工作，當時立即由府中美空軍氣象中心接替其任務，繼續發佈颱風警報。

聯合颱風警報中心工作人員由空軍官士各三員海軍官士各三員組成之，中心主任由空軍資深氣象官擔任。

一、圖表分析

聯合颱風警報中心對颱風分析研判之圖表計有：

(1)地面圖及氣流線圖。

- a. 地面圖0000 Z, 0600 Z, 1200 Z, 1800 Z。
- b. 梯度層(2000'-3000')0000 Z, 1200 Z。
- c. 850 mb 0000 Z, 1200 Z。
- d. 700 mb 0000 Z, 1200 Z。
- e. 500 mb 0000 Z, 1200 Z。
- f. 300 mb 0000 Z, 1200 Z。
- g. 200 mb 0000 Z, 1200 Z。

(2)剖面圖。

a. 天氣一覽圖。

b. 相當位溫時間剖面圖。

c. 空間剖面圖。

(3)細微分析。

a. 區域天氣圖 (每小時或每三小時繪製一次，視需要情況而定)。

b. 飛機偵察報告。

(4)東風波連續性圖。

二、預報方法

聯合颱風警報中心對颱風預報方法歷年均有增減，本年度由其工作報告中可以看出該中心對颱風預報已有偏重於數值預報之趨勢；有時該中心亦用若干新法則或客觀預報法並校驗其成果。1963年中該中心用之於颱風預報工作方面大致可分為八種：

(1)氣候資料 熱帶氣旋一旦發生，在準備發佈警報前，先根據氣候資料找出一條未來四、五天颱風可能移動路徑，並依照實際與預測之高空型式加以修正；之後，再根據飛機偵察報告及高空型式之變化，對預測之路徑再加以時間上之延伸與修正，其參考之氣候資料計有：

a. 美空軍第一氣象聯隊印行之 "Climatological Aid to Forecasting Typhoon Movement"

b. 一九六三年二月美空軍第一氣象聯隊印行之遠東氣候圖 (Far East Climatic Atlas)。

c. 1950-1959 年西太平洋颱風路徑圖 (Western Pacific Typhoon Track 1950-1959 FWC/JTWC)。

d. 香港皇家天文台出版之西太平洋及南海熱帶氣旋 (Tropical Cyclones in the Western Pacific and China Sea Area)。

(2)數值預報資料 1963年中聯合颱風警報中心所使用之數值預報資料來源有二處：一為“蒙脫里”海軍數值預報中心 (FNWF Monterey)，供應之資料有：

a. 6, 12, 18, 24, 36, 48, 72小時熱帶

氣旋“駛流計算”或預報位置，每日四次計0000 Z，0600 Z，1200 Z，1800 Z。

b. 700mb，500mb，300mb，200mb 之高度分析及風分析。

c. 700mb，500mb，300mb，200mb 24 與36小時預測圖。

d. 48小時與72小時500mb之高度及風之預測。

e. 500mb長波分析及其48小時預測。

另一處之資料來源為“蘇脫蘭特”國家氣象中心 (Suifland NMC，其前身爲JNWP)，供應之資料計有：

a. 12，24，36小時500mb之高度，風及旋率預測，

b. 48小時72小時500mb之高度及風預測。

c. 12，24，36，48，60及72小時正壓模式數值預報圖預測位置。

以上二處所供應之圖表均爲正壓模式。惟僅其中48小時72小時500mb之高度及風預測係屬斜壓模式。1963年颱風季中聯合颱風警報中心曾利用電子計算機作“駛流計算”，並作高空及地面天氣圖之預測作爲預測颱風移動之主要工具。

(3) 協調

每次颱風警報發佈前須與其他氣象單位經常協調連繫，颱風在北緯二十五度以北區域時，則由“府中”美空軍氣象中心每日作二次颱風預報送聯合颱風警報中心參考；另外，視需要情況以及颱風所在區域再與其他海空軍氣象單位取得協調。

(4) 統計方法

1963年颱風季初期中曾繼續使用Miller More及荒川氏客觀預報法，後來因限於人力時間以及計算機工作過於繁忙而停止。

(5) 守視系統

對熱帶氣旋守視工作利用飛機偵察地面雷達以及人造衛星來實施。

(6) Seay圖

利用流體力學圖表來校對飛機對颱風眼所作之氣壓報告，飛機所報告之颱風中心海面氣壓(SLP)其誤差常可超過10mm，因此，根據1956至1962年之飛機偵察資料研究設計一種圖表來計算地面最大風速，修正 Capt. Limon E. Fortner Jr 之方程式：

$$V_{max} = (19 - \frac{\theta}{5}) \sqrt{372 - \frac{H_1(FT)}{28}}$$
，式

中 V_{max} 爲地面最大風速， θ 爲颱風中心緯度， H_1 爲 700mb 最低高度，根據七年資料所求得之修正方程式爲：

$$V_{max} = -100 + \sqrt{500V_1}$$

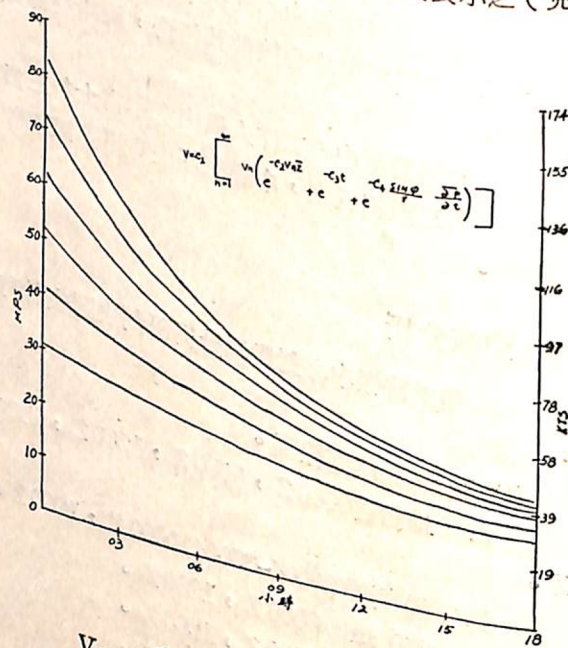
式中 V_1 爲 700mb 最大風速 (風速須在20哩以上)，此方程式可將飛機在穿越高度上700mb最大風速換算爲地面最大風速。700mb之高度與地面最低氣壓並非爲一直線式相關，因700mb上雖在同一高度數值下，其溫度仍有變化，因而使地面最低氣壓亦有所改變。

(7) 作業圖

颱風作業基本地圖是利用 Pacific Air Way Plotting Chart中之一種航圖，另再用三張明膠板覆在上面，基本圖上填飛機及地面雷達報告資料，最下層明膠板上填繪24小時預報位置，中間一張明膠板填警報位置，最上面一張作爲作業紙。每張明膠板上之資料均使用不同顏色之畫磁鉛筆，以資區別。

(8) 颱風風力減弱圖

聯合颱風警報中心根據1959至1962年資料對颱風登陸日本、韓國及台灣後風速減弱情形詳加研究，得出下列方程式，同時亦可用圖表表示之 (見附圖)



$$V = C_1 \left[V_1 \left(e^{-C_2 V_1 Z} + e^{-C_3 Z} \right) + e^{-C_4 \frac{\sin \phi}{r} \frac{\partial p}{\partial t}} \right]$$

式中 V 爲在某一時間內之最大風速 (m/s)

Z 爲地面平均海拔高度 (m)。

t 爲每三小時計算一次之時期 (秒)，當雲牆碰上陸地時 $t=0$ 。

ϕ 爲受侵襲陸地之緯度。

r 爲颱風半徑 (m) (自颱風中心至最外一條封閉等壓線之距離)。

$\frac{\partial p}{\partial t}$ 爲中心氣壓對時間之平均變化 $t=0$ 時 $\frac{\partial p}{\partial t} = 0$ 。

$C_1=0.33$ ， $C_2=C_3=10^{-5}$ ， $C_4=5 \times 10^8$

三、颱風警報

颱風警報每六小時發佈一次，於天氣圖時次發出，即每日0000 Z，0600 Z，1200 Z，1800 Z 四次，內容包括警報時颱風位置，由於颱風報告發佈時，該次天氣圖尚未完成分析，故颱風報告中之24小時及48小時颱風預報位置，實際上可算是30小時及54小時預測位置。

警報時熱帶氣旋位置實際上是根據最近“最佳”(Best) 位置所作之一種短期預報，此種最近之“最佳”位置如根據地面雷達報告則較天氣圖時間遲二小時，飛機報告則遲二至三小時，地面資料報告則可遲至三至六小時，高空資料報告則遲六至十二小時。因之，天氣圖上所分析之颱風位置與警報時颱風位置常有不符之情形，差誤太大時則須發佈更正報告。

關於熱帶氣旋編號不論其強度增強或減弱，均予連續編號，假使警報停止發佈後，而其環流重新增強，則其編號仍接續上一次之號碼。

四、飛機偵察

1963年飛機偵察颱風由駐在關島 AGANA 基地之美海軍第一空中預警中隊 (U.S Navy Airborne Early Warning Squadron One VW-1) 以及駐在關島 Andersen 基地之美空軍第54 氣象偵察中隊 (54 WRS) 負責，美海軍使用 EC121K 型飛機，美空軍則使用 WB-50 型飛機；在八至十二月間由於第54 氣象偵察中隊換裝噴射式 WB-47 型飛機，所以在該期間之熱帶氣旋偵察任務交由駐在日本橫田基地之第56 氣象偵察中隊負責 (56 WRS)。九月初第54 氣象偵察中隊換裝完成，並於十月下旬首次開始使用 WB-47 型飛機對颱風歐拉 (ORA

) 實施訓練偵察飛行，共實施四次。十二月間對颱風蘇珊 (Susan) 曾作300mb高空偵察九次，配合第56 氣象偵察中隊低層偵察任務實施，曾穿越颱風中心及飛越颱風雲牆 (Wall Cloud) 上空數次，在初期颱風中曾有一次發現在36000呎上空有“氣壓帽”現象 (Pressure Cap)，所謂“氣壓帽”者乃指進入颱風眼上空區域氣壓有上升現象。

熱帶氣旋發展達颱風強度時，飛機偵察每天實施四次；對熱帶風暴 (Storm) 每天偵察二次，有時亦偵察四次；對熱帶低壓 (Depression) 則每日僅偵察一次，至於爲天氣圖繪圖資料所實施之氣象飛行則經常實施。

聯合颱風警報中心對飛機偵察颱風之政策乃是使第54 氣象偵察中隊作2200 Z 及0400 Z 二次日間穿越颱風中心之偵察，VW-1 則作1000 Z 及1600 Z 二次夜間雷達偵察，不過有時因地域時間關係，例如南海及西菲律賓海區域，第54 氣象偵察中隊擔任0400 Z 及1000 Z 偵察任務，而VW-1 擔任1600 Z 及2200 Z 二次偵察任務。

飛機偵察颱風資料計分爲三部份，即颱風周圍資料，颱風眼以及空用雷達觀測颱風眼之資料。颱風四周圍之資料指航路及颱風附近之資料，包括天氣、雲、飛行高度溫度、露點以及地面氣壓與估計之地面風速。飛機偵察颱風時同時並實施“擲下探空儀”之探測，由WB-50型飛機以及部份裝有該項儀器設備之EC121K 型飛機在颱風四周所選定之地點以及在颱風眼中施放之。颱風眼之資料包括氣壓中心位置 (根據雷達高度表)，其經緯度單位用度數並計算至小數一位，俾使報告之位置更趨精確，此外，尚包括飛行層風，700mb高度，700mb最高溫度，實測地面最大風速，颱風眼特性諸如大小、坡度、形狀及雲系之範圍等。空用雷達觀測資料僅報告雷達幕上之颱風眼位置、螺旋狀雲，雲牆厚度與高度等，有關螺旋狀雲之變化常可用作颱風強度變化之參考。1963 年中穿越颱風眼任務由 WB-50 型飛機擔任，EC121K 型飛機因受飛機結構限制不擔任穿越颱風眼之任務，但是，事實上，該型飛機在本年中亦曾穿越颱風眼數次。

由飛機偵察所得之資料，須不斷地校對，每次資料收到後均立即填入 Seay 圖；俾校驗其連續性與一致性。

表一 1963年飛機偵察颱風紀錄

單位	熱帶氣旋 (35)			氣象航路架次
	架次	偵察次數	額外額	
VW-1	198	246	1	75
54WRS (WB-50) (WB-47)	52	71	—	47
56WRS	89	133	1	47
315AD	1	1	—	1
其他美空軍	—	—	—	—
其他美海軍	—	—	3	—
民 航	—	—	2	—
總 計	—	—	1	—
1963	356	465	8	170
1962	373	496	10	126
1961	304	350	27	—

五、地面雷達觀測

在可能情況下，地面雷達報告與飛機偵察報告常連合使用，地面雷達報告內容通常包括颱風中心位置，距離方向及颱風眼特性等，最初數小時之地面雷達報告其準確度常較低，其準確程度隨時間而增加，同時，其準確性亦與雷達觀測員之經驗直接成正比。有時，雷達報告顯示颱風特性很不規律，與飛機所偵察者不能一致，此種現象是由於經驗欠豐富之雷達觀測員所造成。關島戰術雷達所作之雷達報告大多數均極佳，此乃由於VW-1合格之氣象雷達觀測員協助之故。

六、氣象衛星偵察

“泰洛斯”TIROS氣象衛星在1963年中曾攝得許多颱風照片，不過，在飛機偵察前以及在天氣圖上未發現前，事前均未能發現其擾動。

七、通 信

空對地通信主要通信工具是利用無線電 Radio tele graph (CW)，關島 Andersen 基地之 AIE 2 為主要連絡站，日本橫田基地 AIF 8 為第二連絡站，菲律賓克拉克基地 AIC 2 為第三連絡站。1964 年中預計將使用通話式通訊 (Voice Communication)，此種通信裝備在聯合颱風警報中心已架設完成，但其發射速率尚未核定。

八、數值預報之檢驗

自1963年七月間貝絲 (Bess) 起，關島聯合

颱風警報中心開始使用“蘇脫蘭特” Suitland 之 12、24及36小時 500mb 正壓模式數值預測圖，八月間黛拉 (Della) 颱風以後又增加“蒙脫里” (Monterey) 海軍數值預報中心 (FNWF) 24、36、48及72小時500mb正壓模式數值預測圖及駛流計算等資料，一般而論，此二處所供應之數值預測圖對颱風預測極有幫助，惟“蒙脫里”之預測圖較“蘇脫蘭特”之數值預測圖為優。其原因有二：(一)比較“蘇脫蘭特”十二小時預測圖以及“蒙脫里”分析圖，可以看出“蒙脫里”所持有之資料較“蘇脫蘭特”為多。(二)“蘇脫蘭特”之預測圖對颱風環流有一種擴大趨勢，反之，“蒙脫里”之預測圖則有壓制其環流之趨勢，所以“蒙脫里”預測圖更可以說明大規模環流型式。總之，預測圖對預測颱風北方之脊線時常甚優越，而對於有使颱風轉向之脊線則較差。此項數值預報使用結果已使該中心奠定更良好之颱風預報系統。

九、颱風預報成效

關島聯合颱風警報中心在1963年中曾發佈 663 次颱風報告，包括十九個颱風，六個熱帶暴風，三個熱帶低壓。另有五個可疑氣旋未有顯著發展。根據 1952-1962 年年平均颱風發生次數為 18.9 次，故 1963 年颱風發生次數極接近平均值。

1963 年最強烈颱風為裘迪颱風 (Judy)，其最大風速為 150 哩，最低氣壓 (SLP) 為 917mb，700mb 上最低高度為 2384 呎，700mb 上最高溫度為 24°C，同時，該颱風有二圈封閉雲牆，另外還有一圈有一部份雲牆存在。

表二 歷年西太平洋區熱帶氣旋資料比較

	1959	1960	1961	1962	1963
發佈警報總數	583	776	738	815	663
警報日數	137	157	165	154	146
可疑之熱帶氣旋	32	26	27	17	5
熱帶低壓	7	3	11	9	3
熱帶暴風	9	8	11	6	6
颱風	17	19	20	24	19
熱帶氣旋總數	65	56	69	56	33

1963 年十九次颱風中計有十五個進入西風帶轉向，四個颱風在轉向前進滅於陸地上。十五個轉向颱風中有十四個變為副熱帶低壓。熱帶氣旋轉變為溫帶低壓時多少須具有下列各項特性：

- (1) 雲牆 (Wall Clouds) 消失或不見。
 - (2) 颱風眼消失或颱風眼中有降水。
 - (3) 環流型式呈橢圓形或颱風眼附近有冷面存在，此種情形通常在氣旋北半邊可產生雷雨，而最強風則見之於南半邊。
 - (4) Cs 或 As 雲不存在。
 - (5) 沒有極明顯之雲帶。
 - (6) 700mb 層上無暖心存在 (Warm Core)。
 - (7) 氣旋附近有晴空亂流。
- 24、48 及 72 小時颱風預報誤差見表三及四。

表三 歷年颱風預報平均誤差 (哩)

	24小時	48小時	72小時
1950—1958	170	—	—
1959	117	267	—
1960	177	354	—
1961	136	274	—
1962	144	287	476
1963	127	246	374

表四 1963 年颱風預報誤差 (哩)

颱風名稱	24小時預報		48小時預報		72小時預報	
	次數	平均誤差	次數	平均誤差	次數	平均誤差
歐莉英 Olive	34	119	27	288	—	—
波 莉 Polly	17	146	12	221	1	320
雪 莉 Shirley	27	158	23	248	3	353
崔 絲 Trix	17	99	13	198	—	—
范 迪 Wendy	28	109	24	210	4	362
艾妮絲 Agnes	15	136	11	289	—	—
貝 絲 Bess	42	135	38	278	3	364
卡 門 Carmen	26	89	21	121	3	143
黛 拉 Della	18	109	11	203	1	157
艾 琳 Elaine	8	130	2	240	—	—
費 依 Faye	23	76	19	131	3	216
葛樂禮 Gloria	28	97	22	181	4	210
裘 迪 Judy	15	126	11	339	2	337
克 蒂 Kit	23	144	19	400	3	865
羅 拉 Lola	28	146	23	244	1	840
瑪 美 Mamie	10	239	6	461	—	—
歐 拉 Ora	11	180	7	222	—	—
費莉絲 Phyllis	2	242	—	—	—	—
蘇 珊 Susan	35	127	28	266	6	433
平均誤差——24小時預報 (407次)					127	
平均誤差——48小時預報 (317次)					246	
平均誤差——72小時預報 (34次)					374	

節譯自美軍1963年颱風年度報告