

105-109 年冬季臺灣東南沿海帶狀雲系 對志航基地影響之探討

趙英宏

空軍第一基地天氣中心

摘要

冬季影響臺灣地區的主要天氣系統為東北季風，其與臺灣東岸暖洋流(Curoshio Current)之間的氣海交互作用，配合中央山脈地形的影響，往往造成局部雲系或降雨，而這些局部的雲系或天氣現象，對於志航機場及訓練空域天候狀況相當重要。

關鍵字：冬季、帶狀雲系、志航基地

1. 前言

臺灣地勢複雜屬多山環境，除縱貫南北中央山脈外，並有緊鄰東部沿海之海岸山脈與花東縱谷，西半部為廣大平原，在複雜地形與四面環海主要因素影響下，臺灣本島經常可以觀測到因海陸與地形受日照加熱不均所引發之局部環流(例如海陸風、山谷風與斜坡風等)。

另外，臺灣位於東亞季風區內，終年受季風影響，夏季西南季風、冬季東北季風，在臺灣多變化之地形影響下，綜觀環境之盛行風常因地形熱、動力作用引發阻塞、抬升、輻合及繞流等中尺度對流現象，甚至激發出對流系統。

志航基地地處臺灣東南方，北有 800 至 1500 公尺之海岸山脈，海岸山脈南端都蘭山標高 1190 公尺，西側有 2000 至 3900 公尺之中央山脈，西北有標高 3668 公尺之關山及 3295 公尺之卑南主山，西有標高 2772 公尺之出雲山，西南有標高 3090 公尺之北大武山(圖 1)，因東面緊臨太平洋，無天然屏障，冬季受東北季風影響，日間多為北至東北風(海風)，夜間多為西北至北風(陸風)，故臺東沿海地區於晨間及午後因海陸風交替，易有

帶狀雲系分布。



圖1 志航機場周圍環境圖。

據統計，臺灣東部沿海帶狀雲系生長週期平均為 3.5 小時，尤以冬季最常發生，本文探討 105 至 109 年 12 月至 2 月份冬季期間，透過志航基地地面觀測資料與氣象降雨雷達等資料分析與統計，增加帶狀雲系之理解以及它與局部環流相關性，提升人員預報能力。

2. 冬季臺灣東部外海線狀對流介紹

冬半季(每年十一月至翌年五月)當微弱偏東風分量(5 至 10 KT)出現時，環境 Froude number (Fr)約在 0.1 至 0.2 之間，沿著臺灣東部海岸外，常在氣象雷達上出現不

太移動且呈現線狀排列的對流(alongshore atmospheric front)回波(圖 2)，這些線狀對流寬度約 1 至 5 公里，距離海岸線 30 至 70 公里 遠，而且會有些微的日夜變化，清晨往往較靠近海岸，下午強度稍微減弱一些。



圖2 109年2月22日21 UTC雷達回波圖。

另局部環流經研究為地形熱力效應、海陸風效應為增強對流之主要機制，冬季(12月 1 月、2 月)東半部地區風場與降雨之日夜變化主要受到局部環流影響，且冬季降雨日夜變化主要是受動力機制影響，熱力僅能影響降雨分布情況。

在臺灣周邊海域時常發生因局部環流引起之帶狀對流系統，尤以臺灣東南部沿海，經常可觀測到狹窄、細長約略平行於海岸之對流線，並可維持數小時之久。

其存在的環境條件，和東北季風較冷空氣，接觸暖洋面後，氣、海溫差形成近岸亂流邊界層(turbulent boundary layer)有關。

這些線狀對流大致上呈現三種外觀：

- (1)單獨存在的雲線(cloud line)。
- (2)雲覆蓋區和無雲區的邊界。
- (3)雲量突然增加的邊界。

在這些線狀對流出現時，花蓮探空都會觀測到厚度不一的低層離岸流(offshore flow)，在山脈高度以下，觀測到平行於山脈(向南或向北)的氣流，在山脈高度以上則為西風，所以，這種線狀對流的可能形成原因有三：

- (1)盛行偏東風與地形阻塞逆流之輻合(圖 3)。
- (2)盛行偏東風與陸風之輻合(圖 4)。
- (3)前述兩者之共同作用。

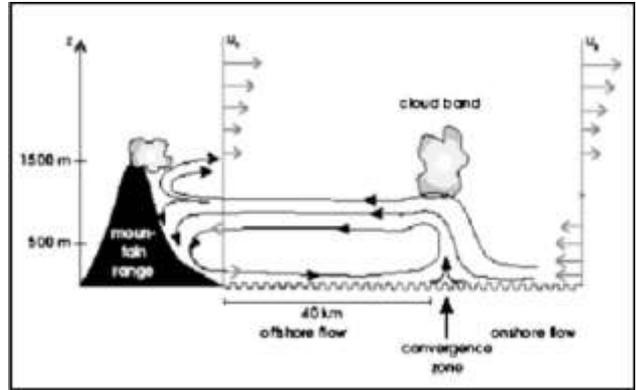


圖3 低層盛行偏東風與地形阻塞逆流符合概念示意圖。

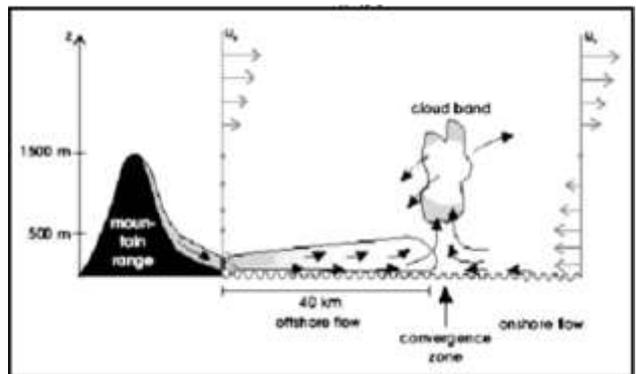


圖4 低層盛行偏東風與陸風輻合示意圖。

3. 海陸風介紹

風的成因是太陽照射地面受熱，其空氣受熱而產生對流作用，這種對流就是空氣流動，也就是「風」。然而，地形起伏、海陸分布會使各地區大氣溫度不均，影響氣壓分布。氣壓分布不均造成空氣流動的力量，稱為氣壓梯度，因此風有由氣壓高吹向氣壓低的趨勢。

海風：白天受太陽加熱，因陸地比熱小，陸地溫度上升較快，在陸地上方的空氣塊受熱膨脹而上升，形成一股相對低壓，海水加熱較慢上方空氣溫度較低，就形成相對高壓，所以白天常有風由海洋往陸地吹(圖 5)。

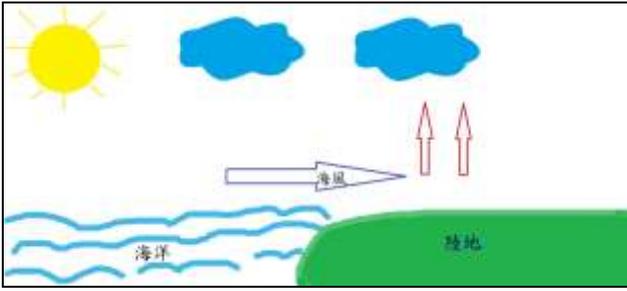


圖5 海風示意圖。

陸風：夜晚時，因陸地上的岩石比熱較小，降溫速度較快，較海水空氣冷而形成相對的高壓；海洋則因海水比熱大及水體上下層的混和因而降溫較慢，形成相對低壓，高壓往低壓流動，就形成陸風(圖 6)。

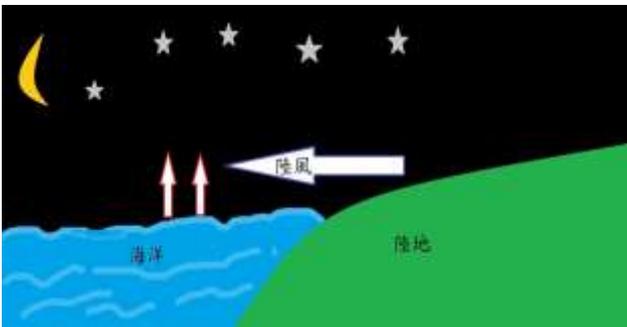


圖6 陸風示意圖。

陸風的強度與海陸溫差大小有關，白天海陸溫差較大，夜間海陸溫差較小，所以海風比陸風強。一般而言，海風大約從上午 09 至 10 時開始發展，初始海風很小，到了下午 2 至 3 時海風達到最強，可達每時 12KT。日落後，海風逐漸減落至停止，陸風開始，但不如海風明顯，大約每時 2 至 4KT。海風影響高度，通常約在 200-300 公尺，很少超過 600 公尺；陸風比海風淺，最強的陸風，厚度只有 200-300 公尺。

4. 分析結果

依空軍氣象中心產製之 Grads 天氣分析圖，並利用十天中守視室觀測資料據以統計本文所需數據並加以分析，經統計，志航基地 105 至 109 年冬季盛行風日間為東北至東風，夜間因轉為陸風，故多為北風(圖 7、8、9)，與歷史統計資料接近，惟近年東風統

計次數有增加趨勢。

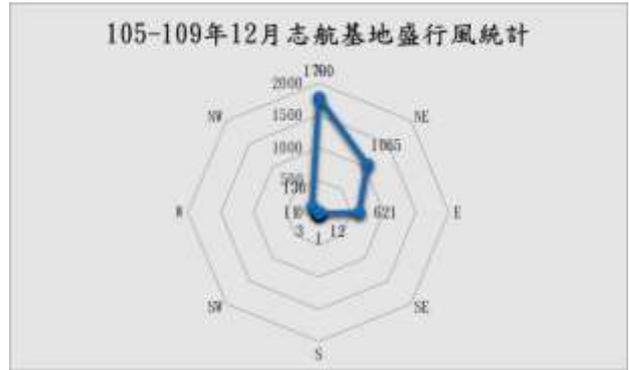


圖7 12月盛行風統計圖。

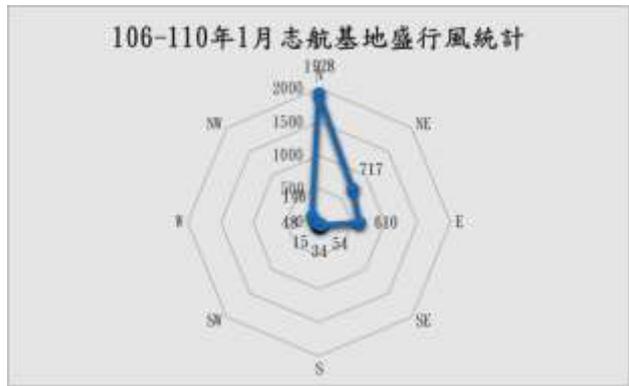


圖8 1月盛行風統計圖。

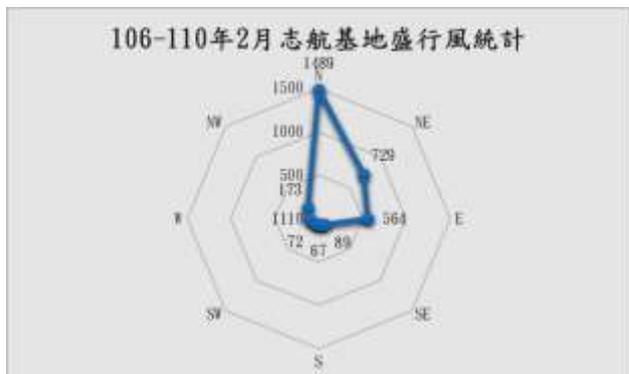


圖9 2月盛行風統計圖。

105 至 109 年冬季降雨統計顯示，12 月 21 至 23 時降雨次數最多，13 至 16 時降雨次數最少(圖 10)，1 月 17 至 20 時降雨次數最多，00 至 04 時降雨次數最少(圖 11)，2 月 17 至 23 時降雨次數最多，13 至 16 時降雨次數最少(圖 12)。整體而言，12 月至 2 月之間，晨間 05 至 08 時降雨次數達高峰後，09 至 16 時之間降雨次數降低，並於 17 時以後降雨顯著增加，顯示志航基地降雨時段多集中於 08 時以前以及 17 時以後。



圖10 12月各時段降雨次數統計。



圖11 1月各時段降雨次數統計。



圖12 2月各時段降雨次數統計。

降雨期間，風場表現仍以北風(風向 340-020)最為主要，東北風及東風次之(圖 13、14、15)，顯示在陸風環境下志航基地受到海陸風交會影響，易有降雨趨勢。

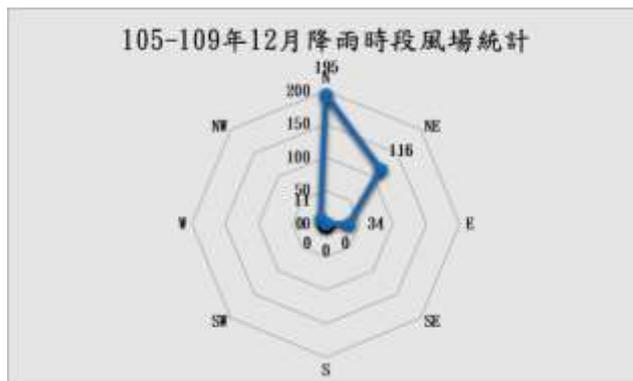


圖13 12月降雨時段風場統計。

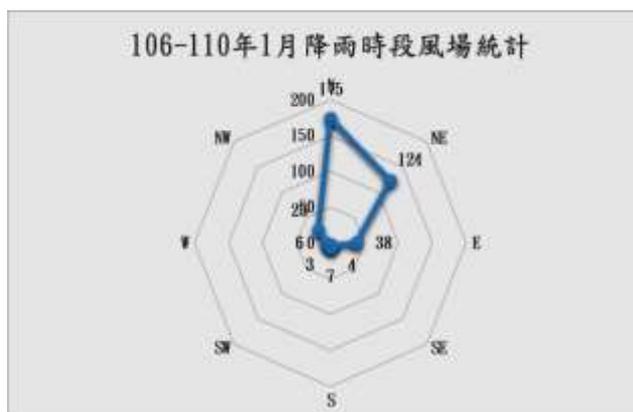


圖14 1月降雨時段風場統計。

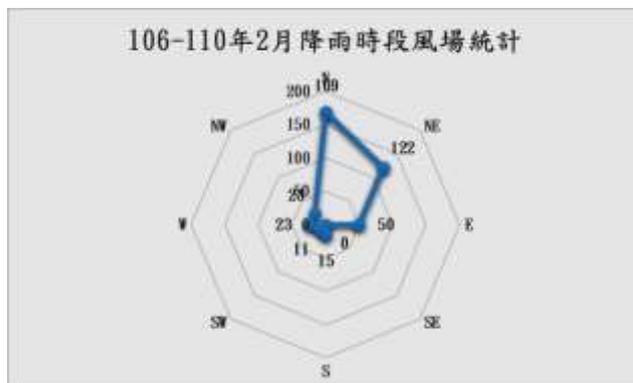


圖15 2月降雨時段風場統計。

5. 個案分析

本文使用 109 年 2 月 23 日個案作探討，當日受分裂高壓出海影響，從地面天氣圖(圖 16)分析，臺灣東部海域吹東風，並分析當日雷達回波資料(圖 17)，臺灣東部沿海有一帶狀回波分布，並朝陸地靠近，志航基地當日 03-10 時及 14-19 時受回波影響有降雨情況發生，從當日天氣資料可得知，凌晨時段志航基地為陸風，造成凌晨因海陸風交會

產生之雲系影響產生降雨情況，至 10 時以後海風增強盛行風起，機場於 11-13 時無降雨情況，14 時近海回波再度移入機場，造成志航基地產生降雨現象(圖 18)。

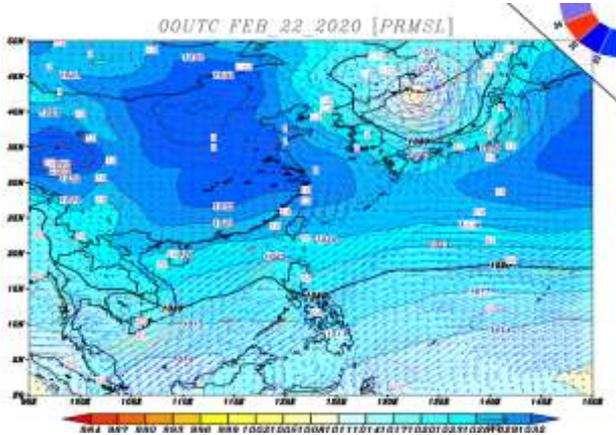


圖 16 109年2月23日 00 UTC 地面天氣圖。



圖 17 109年2月22日 20 UTC 雷達回波圖。

20/2/23 230300	20	5	0	9000	60-RA	1ST010 3SC025 5SC050
20/2/23 230400	20	6	0	8000	61-RA	1ST010 3SC025 5SC050
20/2/23 230500	30	14	0	6000	61-RA	1ST010 5SC025 7SC050
20/2/23 230600	20	5	0	8000	61-RA	1ST010 5SC025 7SC050
20/2/23 230700	20	5	0	9000	60-RA	1ST010 4SC025 7SC050
20/2/23 230800	360	5	0	50000	21 VCSH	1ST010 4SC025 7SC050
20/2/23 230900	20	4	0	50000	60-RA	2ST010 4SC025 7SC050
20/2/23 231000	40	10	0	35000	60-RA	2ST010 4SC025 7SC050
20/2/23 231100	70	15	0	41000	21 VCSH	2ST010 4SC025 7SC050
20/2/23 231200	60	15	0	42000	15 VCSH	2ST010 4SC030 7SC050
20/2/23 231300	70	16	0	50000	15 VCSH	2ST010 4SC030 7SC050
20/2/23 231400	70	15	0	43000	60-RA	2ST010 4SC030 7SC050
20/2/23 231500	70	15	0	31000	60-RA	2ST010 5SC030 7SC050
20/2/23 231600	70	10	0	31000	61-RA	2ST008 5SC030 7SC050
20/2/23 231700	60	10	0	10000	61-RA	2ST008 5SC021 7SC050
20/2/23 231800	30	6	0	26000	61-RA	2ST008 5SC025 7SC050
20/2/23 231900	30	8	0	25000	61-RA	2ST008 5SC025 7SC050
20/2/23 232000	10	3	0	25000	21	2ST010 4SC025 7SC050
20/2/23 232100	360	5	0	25000		2ST010 4SC025 7SC050
20/2/23 232200	360	5	0	25000		2ST010 4SC025 7SC050

圖 18 109年2月23日志航基地03至22時逐時天氣資料。

6. 結論

運用統計與分析後，可歸納以下幾點說明：

(1)東部外海的帶狀雲系常在冬季出現，系

統主要是因地形作用產生，不太會移動，惟須考慮當日天氣系統以及大環境風場配置，如東部海域為東向風時，須留意與陸風交會產生之帶狀雲系。

(2)同上，當帶狀雲系產生時，須瞭解距離機場距離為何，如在機場 10 公里範圍內必須審慎分析與預判，尤其當回波接近陸地時，若盛行風未能及時出現，雲系進入機場降雨機率高，若其發展位置位於機場 5 公里範圍內者，伴隨環境風場進入陸地降雨機率將會更高，係因雲系發展有其時間性，如前言所述，帶狀雲系發展約 3.5 小時，其發展位置距離陸地越近，將越快影響，進入陸地時雲系正逢消散期，降雨機率也隨之上升。

(3)經統計志航基地於盛行風未出現時，降雨機會比盛行風出現時較高，這是因為盛行風會破壞海陸風交會機制，雲系自然無法發展，倘若盛行風因為陸地與海平面無顯著溫差時，自然無法產生氣壓差，此時海陸風交會後產生局部環流情況，天氣將變得十分不穩定，對於機場天氣守視將是一大考驗。

(4)冬春之際，因大陸冷高壓勢力逐漸減弱，當各地氣溫上升時，海陸風交會所發展之雲系將會更為旺盛甚至發展對流情況，故冬末春初時，對於天氣守視需更加謹慎，尤其氣溫偏高時，特別要小心雲系是否為對流性發展。

7. 參考資料

- 李清勝、羅英哲與張龍耀，2007：琳恩颱風(1987)與東北季風交互作用產生強降水之研究。大氣科學，35，13-32。
- 林哲佑，2007：臺灣東南沿海對流線雷達觀測之氣候特徵分析碩士論文。

Discussion on the Influence of the Belt-Shaped Cloud System along the Southeast Coast of Taiwan on the Zhi-Hang Air Force Base, R.O.C. in the Winter of 2016-2020

Ying-Hung Chao

The 1th Weather Squadron for Weather Wing, Air Force

Abstract

The main weather system that affects Taiwan in winter is the northeast monsoon. The interaction of air and sea between it and the warm ocean currents on the east coast of Taiwan, combined with the topography of the central mountain range, often results in local cloud systems or rainfall. And these partial cloud systems or weather phenomena are so important to Zhi-Hang Air Force Base and training flying area.

Keywords : Winter, Band cloud system, Zhi-Hang Air Force Base