

恆春機場落山風預警機制試行之分析

余曉鵬 高秋慧 吳思儀

(高雄航空氣象臺)

摘要

每年冬季，東北季風盛行期間(11月至翌年3、4月)，根據地面觀測資料顯示，恆春半島(附圖1)時有強風侵襲，其最大陣風可超過40KT(海浬每小時)以上；持續時間從數小時至數天不等。由於風是越山而過，顧名思義，此現象俗稱「落山風」。當落山風發生時，位於屏東五里亭之恆春機場(附圖2)低空常伴有中至強度之亂流，嚴重影響航機飛航作業及起降安全(陳1995)。因此，民航局於恆春機場外約3公里之虎頭山旁坡地上，架設一落山風監測站(附圖2)，做為恆春機場是否受落山風侵襲之預警參考。為評估落山風監測站之預警功能，高雄航空氣象臺(余2007)以2006年12月7個恆春機場受落山風侵襲之個案，進行統計分析，據此建立恆春機場落山風之預警指標；並自2007年12月至2008年3月於恆春機場試行落山風預警作業。

本文即依據落山風預警作業試行期間(以下簡稱試行期間)，落山風監測站與恆春機場32跑道(以下簡稱R32)之風力資料，診斷預警指標之正確性及其成效。初步獲得下列成果：

- 1、落山風監測站10分鐘平均風速之變動介於5-10KT時，機場R32風速約介於15-25KT之間。
- 2、落山風監測站10分鐘最大風速之變動介於15-25KT時，機場R32風速約介於25-35KT之間。
- 3、試行期間成功預警機場R32出現落山風影響之個案共13次，失敗8次。每次預警成功之時間差約介於10-190分鐘，其中60分鐘內預警成功之機率約為60%。

關鍵詞：落山風、預警指標、落山風預警作業

一、前言

高雄航空氣象臺自2004年1月2日起派員進駐恆春機場執行航空氣象觀測作業，並利用落山風監測站之觀測資料，做為恆春機場是否受落山風侵襲之預警參考。

為與實際作業一致，本文對落山風之定義，以民航局頒布之恆春機場特別天氣(乾(濕)跑道二分鐘平均風速之正側風(含陣風)大於或等於25(20)KT)為標準。

民航局最初之構想(陳1995)，當航機到達風切發生之危險區域之前2-3分鐘，能得到預警資訊。舉例說明，當落山風監測站偵測到陣風25KT時，理論上，風每小時走45公里，每分鐘走0.75公里，因此，3分鐘後即將到達恆春機場上空。基本上，這樣的推論符合洪、王及胡(1987)研究之結論：落山風一定伴隨東北風，並且從恆春半島的山上而過，而非繞行而過。

但依據高雄航空氣象臺(李2004)之統計分析顯示，落山風監測站之風速明顯小於恆春機場之風速，是故，若以落山風監測站之風速推估一段時間後恆春機場之風速，已證明不可行。

為找出落山風監測站與恆春機場風速之相關性，高雄航空氣象臺(余2007)利用落山風監測站與恆春機場之風力資料，分析2006年12月7個落山風侵襲之個案，得到下列恆春機場落山風預警指標：

- 1、落山風監測站10分鐘平均風速達6KT以上、風向介於010-080度且持續5分鐘以上。

2、落山風監測站 10 分鐘最大風速達 15KT 以上、風向介於 010-080 度。

恆春航空氣象臺奉准自 2007 年 12 月 1 日至 2008 年 03 月 31 日止，試行恆春機場落山風預警機制觀測作業。試行期間除以上述條件做為機場跑道出現風速(含陣風)20KT 或 25KT 以上之預警指標外，並配合恆春機場飛行天氣報告(METAR/SPECI)之發布，藉以統計分析落山風監測站與恆春機場之預警時間差，並進一步，評估預警指標之可靠性及其功效。

二、恆春機場之地理環境

恆春半島位於臺灣南端，西向臺灣海峽，南臨巴士海峽，東面對西太平洋。恆春機場位於半島上恆春鎮西北方之五里亭，居北緯 22 度 02 分，東經 120 度 43 分；北接尖山(海拔 128 公尺)、海口山(海拔 328 公尺)、石門山(海拔 384 公尺)及蚊罩山(海拔 704 公尺)；東望保力山(海拔 147 公尺)、虎頭山(海拔 445 公尺)、老佛山(海拔 674 公尺)；東南眺大山母山(海拔 325 公尺)、大尖石山(海拔 318 公尺)；南面為 101 高地及核能三場；西面濱臨台灣海峽之關山(海拔 190 公尺)。因此，機場三面環山，東半邊臨中央山脈延伸而下之山區，西面距離海岸約 5 公里左右。機場跑道為 R14 及 R32。

一般而言，中央山脈在臺灣中部最高，平均達 3000 公尺，往南越來越低，至高雄及屏東約為 1500 公尺，對平均厚度 1500 公尺之東北季風而言，並無法越過。直到恆春半島平均 400 公尺之山區，方能由上方通過。

三、落山風預警機制試行之簡介

1、試行期間：2007 年 12 月 1 日至 2008 年 03 月 31 日，每日上午 9 時至下午 3 時止，總天數 122 天。

2、執行步驟：

2-1 當落山風監測站達預警指標且 R32 及 R14 風速未達特別天氣標準時，立即將落山風監測站、R32 及 R14 之風向風速及相對應之資料登錄於落山風預警作業紀錄表(附圖 3)，直到 R32 及 R14 之風向風速達特別天氣標準時，記錄其時間差。

2-2 當落山風監測站、R32 及 R14 均達預警指標時，立即登錄相關資料，直到落山風監測站不滿足預警條件及 R32 及 R14 之風向風速未達特別天氣標準，停止記錄。

2-3 當落山風監測站未達預警指標且 R32 及 R14 風速已達特別天氣標準時，立即登錄相關資料，直到落山風監測站不滿足預警條件及 R32 及 R14 之風向風速未達特別天氣標準時，停止記錄。

2-4 落山風預警作業紀錄表登錄期間，除登錄特別天氣報(SPECI)外，並將每小時定時飛行天氣報(METAR)之資料記錄於該表中。

2-5 落山風預警作業紀錄表登錄期間，除氣象要素之登錄外，並列印當時之天氣圖、高空圖、SIGMETR 及 AIRMET。

3、樣本數：試行期間有效樣本數共 436 筆。

四、資料統計方法及分析結果

1、統計方法：以時間序列分析機場 R32 及落山風監測站間之風力相關性。

2、分析結果：

2-1 由附圖 4 之落山風盛行期間 10 分鐘平均風速時間序列統計資料分析顯示：

落山風監測站 10 分鐘平均風速之變動介於 5~10KT，機場 R32 之風速約介於 15~25KT 之間。是故，以落山風監測站 10 分鐘平均風速 6KT 預警機場 R32 將達 20KT 時，雖無明顯等比例之相關性，但以預警之目的而言，仍可供參考。

2-2 由附圖 5 之落山風盛行期間 10 分鐘最大風速時間序列統計資料分析顯示：

機場 R32 與落山風監測站 10 分鐘最大風速之時間序列變化大致吻合。落山風監測站 10 分鐘最大風速之變動介於 15~25KT，機場 R32 之風速約介於 25~35KT 之間。是故，以落山風站 10 分鐘最大風速 15KT 預警機場 R32 將達 25KT 時，是一可靠之預警指標。

2-3 由附圖 6~附圖 8 之統計資料顯示：試行期間總天數為 122 天，其中恆春機場受落山風影響達正側風超限之天數合計有 67 天，約佔 54.92%。67 天當中達到可預警次數為 21 次，其中預警成功 13 次，失敗 8 次；每次預警成功之時間差約介於 10~190 分鐘，其中 60 分鐘內預警成功機率佔 61.5%(8 次/13 次)。

五、討論

落山風形成之原因，以往一般之看法為，東北季風帶來的冷空氣從東部越過山嶺到達恆春半島所形成。但依據洪和翁(1985)的研究以理論上及動力模式上證明，落山風實際上是由重力波在臨界層(風速和重力波相位速率相等的地方)與地面間反覆反射造成共振效果而形成的；也有學者(James R. Holton)認為，越山氣流之非線性過程(能量調整)亦是重要因素。因此，落山風的成因與冷空氣及寒潮爆發並無直接的關聯；換句話說，恆春落山風一年四季均可能發生；一般依天氣型態可分為強寒潮型、高壓出海型及熱帶擾動型(陳 1995)。

對綜觀天氣而言，透過 12 小時之探空及地面風速資料，分析大氣之里察遜數(Ri number)、夫如數(Froude number)及臨界層高度等因子，雖可預報未來數小時或數天可能發生落山風，但是，這樣的預報顯然不符合航空使用者之需求。

以飛航安全之角度來看，當飛機進入 1500 呎以下準備降落時，低空亂流可能嚴重影響航機之操作，若能及時獲得機場跑道之氣象資訊(含預報)，將有利於飛機之操作，並避開危險之區域。

以地面航務作業來看，若能在飛行任務前，獲知目的地機場之天氣預報，將對航空公司之班機調度有所幫助，並可有效的減少無效飛行。

因此，落山風監測站預警指標之選取顯得相當重要，既不能太保守，亦不能太寬鬆；若預警數值太低，雖可提高預警次數，但每次成功預警時間可能超過兩次 METAR 發布之時間，如此即失去預警之功效；反觀，若預警數值太高，落山風監測站尚未達到標準時，機場跑道可能已吹起落山風了，完全失去預警之功用。

經選定之預警指標除持續驗證其成效外，仍需積極分析其他氣象要素間之相關性，例如：恆春與馬祖之氣壓差、恆春與綠島或蘭嶼之溫度及風速差，並進行交叉分析，期能獲得更可靠之落山風預警指標，以利飛航任務之執行。

六、結論

- 1、由本次統計資料顯示，恆春機場在資料統計期間，每日受落山風侵襲之機率(67 天/122 天)高達 54.92%，對飛安及航班調度之影響頗大。若以落山風監測站之預警指標做為 1 小時內，恆春機場是否有落山風侵襲之預報，確實有其參考價值。
- 2、恆春航空氣象臺將落山風監測站出現 10 分鐘最大風速 15KT 做為機場跑道可能出現風速(含陣風) 25KT 以上之預警指標優於以 10 分鐘平均風速 6KT 預測機場跑道可能出現風速(含陣風) 20KT 以上之預警指標。

致謝

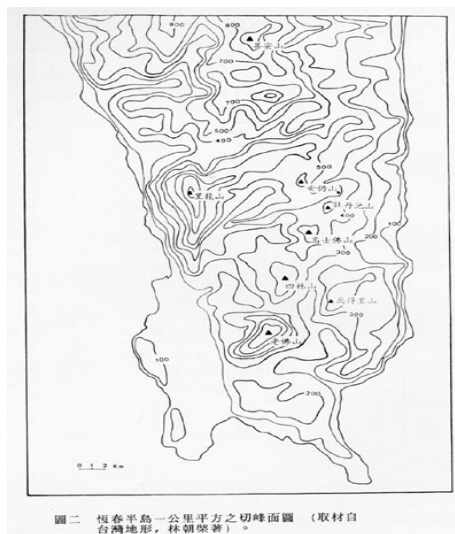
本研究是在臺北航空氣象中心王崑洲主任及童茂祥副主任的指導與全體高雄航空氣象臺輪值恆春機場觀測員全力配合之下完成。感謝葉祖芳預報員及柴客麟觀測員的討論及提供寶貴之經驗。

參考文獻

- 洪秀雄、胡仲英、王時鼎 1986：山岳造成之中尺度現象。
- 洪秀雄、胡仲英 1990：恆春落山風之分析研究。大氣科學，第 18 期第 3 號，171-191。
- Holton, James R. 1992：An Introduction to Dynamic Meteorology, 3rd ed.
- 洪秀雄 1995：恆春落山風之研究。國科會計畫編號：NSC82-0202-M008-039。
- 陳泰然等 1995：影響恆春機場飛航安全之氣象因素調查與風險評估。國立台灣大學大氣科學研究所，239 頁。
- 李明毅等 2005：恆春機場落山風監測站與跑道風力比對報告。高雄航空氣象臺。
- 李明毅等 2006：恆春三軍聯訓基地司令台落山風實測報告。高雄航空氣象臺。
- 余曉鵬等 2007：恆春機場落山風監測站之預警功能評估報告。高雄航空氣象臺。



(取自 www.taiwan.net.tw)



圖二 恆春半島一公里平方之切峰面圖 (取材自台灣地形, 林朝榮著)

(取自台灣地形, 林朝榮著)

附圖 1：台灣及恆春半島地理位置



(取自 maps.google.com.tw)



(取自落山風監測站, 李明毅攝)

附圖 2：恆春機場及落山風監測站地理位置

