

落山風對恆春機場影響之研究

呂冠毅¹ 李文傑² 朱炎輝²

¹ 空軍航空技術學院戰航管氣象組

² 空軍氣象聯隊

摘要

根據氣候資料顯示臺灣地區於10月至翌年4月已轉變為冬季天氣型態。太平洋高壓強度減弱並東退，大陸冷高壓勢力則逐漸增強，東北季風盛行，往往造成屏東枋山至恆春一帶，出現持續性的強風—「落山風」，無疑的帶給恆春居民莫大的影響，強勁的風勢，為這個地方帶來了許多不利的生存條件。本研究經統計1992年至2012年恆春氣象站地面觀測資料顯示，恆春半島於東北季風盛行時常有強風侵襲，其最大陣風可超過37.2m/s，維持時間從數小時至數天不等。自民國95年啟用恆春機場及民國96年恆春龍勤營區啟用，於落山風盛行的季節，就連在路上行走也會感到刺痛而有所不便，另恆春地區軍事演習中陸軍航空特戰指揮部直升機及恆春機場民航機等航空器，常受風勢影響而延誤或停飛的情況發生。故藉由此次探討，希更進一步瞭解及掌握落山風相關特性，作為氣象人員預報之參考。

關鍵字：東北季風、落山風、恆春機場。

一、前言

10月臺灣地區已轉變為冬季天氣型態。太平洋高壓強度減弱並東退，大陸冷高壓勢力則逐漸增強(圖一)。

自西元1970年代末期，國人開始討論人口老化、農村口老化，高度工業化、都市化，經濟自由化的現象，再加上政府鼓勵稻田轉作或休觀光業蓬勃發展，將落山風的另類運作—「風鈴季」、「飛魚季」，再次開創恆春半島的商業契機。

在風光明媚的恆春地區，是大家公認的觀光聖地，在不同的季節裡有不同的觀光遊客，在恆春半島10月到翌年4月是盛行東北季風的時期也就是落山風季，在落山風的季節裡有許多讓困擾的事，使得在落山風的季節裡觀光遊客逐漸變少，經濟效益逐漸變的不如以往，交通方面變的更加危險，使得當地居民更加以防範，由於落山

風是相當不穩定的山岳波和亂流，所以民航機不能以低飛的方式從有落山風的地區經過。

自民國95年恆春機場建立，民國96年恆春龍勤營區啟用，於落山風盛行的季節，常造成恆春機場民航機及軍事演習中陸軍航空直升機(表一)等航空器，受風勢影響而延誤或停飛的情況發生。

(一) 研究動機與目的

自民國97年4月1日，將陸軍航空特戰指揮部氣象分隊納入空軍氣象聯隊第一分隊，值班氣象人員僅透過口頭經驗傳承及少許探討氣象情資，造成資淺或新進氣象預報人員無法藉由數據統計或相關探討，不利值班人員掌握落山風相關特性，故藉有此次探討，有助於風速預警，期會有更準確之預報，對於飛行部隊也提供更廣泛之飛航預警之效果。

(二) 研究流程與架構

首先針對恆春測站所量測西元1992年至西

元 2012 年 10 月至翌年 4 月氣候統計資料：各月份平均風速(圖二)、受東北季風影響日期平均風速達 10m/s(圖三)以上，盛行風向、平均溫度、露點、海平面氣壓及時間點，初步探討結果與其他探討相關文獻顯示較為特別為：傍晚恆春地區再次出現風速達 10m/s 以上，且出現頻率較中午高(圖四)，故實施近 20 年氣候統計來實施探討。

二、落山風介紹

落山風的定義為恆春地區每年 10 月到翌年 4 月底期間，平均風速大於或等於 10m/s 的東北系列的風。落山風的形成大多與地形和冷氣團有關，當東北季風經過高度較低的山脈，碰上背風的低層大氣，此時，空氣的密度變小，氣壓也變低，又碰上海面的冷氣流，大量的形成，從山頂吹下就形成我們所稱的「落山風」。

落山風盛產於東北季風季節，在中緯度地區的歐亞大陸，冬天的時候因為地表大量散熱，讓溫度瞬間降低形成蒙古高壓，但同緯度的海面上出現低壓。由高壓向外流的冷空氣吹向臺灣時，就轉變成東北季風，當高壓的東邊冷空氣快速流向臺灣本島時，常會形成寒流，這個時候溫度下降，風速增強，氣壓升高，於是在迎風面地區常會陰雨綿綿。

(一) 落山風的由來

相傳當年鄭成功登入討番時，曾在今日的牡丹鄉石門附近的一個風洞插上軍旗，一旦風吹軍旗時，旗尾指向的番社就將會有災害，後來戰爭平定後，旗子被拔除而留下未填補的洞穴，於是由此洞吹出來的風，形成了今日的「落山風」。

(二) 落山風的影響

《恆春縣志》記載：「自重陽以至清明，東北大風，俗謂之落山風。晝夜怒號，淘淘風，或三、四日一發，或五、六日不止。…如木棉、桑葉、高粱、甘蔗等，(一旦遇風)均不苞莖，多致零落。」、「所謂落山風者，自重陽至清明為當令，或間日而至焉，或連日而至焉。萬竅怒號，

塵灰暴起，晝夜奔厲，耳熱心煩，勢與颶風無殊；所幸者，雨不為助耳。」、「(恆春縣)北與鳳山交界之率芒溪起，沿海一帶，平時則有落山風，凡田園中枝幹銳上之物，均不能種。」這就是清代正史中有關落山風的記載：最初它被視為摧殘農稼、惹人心煩的「異物」。

在百年前的農耕社會中，落山風是一個來路不明、天界遣來的怪物，帶給恆春一個「天魔」考驗的環境。在冬季出海捕魚、或海上行舟，風險萬分，對外交通也嚴重受阻；農稼遭殃，甚至第 7 任知縣羅建祥在光緒 10 年(西元 1,884 年)引進的木棉，也種植失敗。最後，恆春人必須借助於神力協調，於是光緒 11 年「風神廟」出現了。

(三) 落山風成因

東北季風季節(10 月至翌年 4 月)盛行時，臺灣東部吹北至東風，替北部及東北部地區帶來豐沛雨量，但無法越過 3,000 公尺的中央山脈，它轉為北風，延著山脈南下，到了大漢山(海拔 1,588 公尺)以南，山脈高度有了明顯的降低，厚度約 1,000 至 1,500 公尺的東北季風，即容易翻山而過，再加上背風坡西南地區，較高溫、空氣密度較小且氣壓較低，導致東部較冷、密度較大、氣壓較大的氣流，乃自山嶺直瀉而下，且背風坡也會產生亂流、渦流及強烈的下沉氣流，當山坡上的風速達 10m/s，爬抵山脊時，風速可能倍增為 20m/s，此時，加速之現象可高至 900 公尺至 1,200 公尺高度，且加速氣流達山頂時，造成氣壓略減，故當氣流過山時，為臺灣南部屏東枋山、楓港至恆春一帶，出現持續性的異常強風形成「落山風」。

(四) 恆春地區之地理環境

屬屏東縣，是臺灣最南端的鄉鎮。因為氣候溫暖，以前恆春鎮有很多的蝴蝶蘭，「琅橋」是恆春的古名，是原住民排灣族語「蘭花」的一思。清同治年間，恆春半島發生了一個重大事蹟「牡丹社事件」，是由沈葆楨請朝廷在恆春築城牆，還在恆春設一個縣，是屏東地區最早的縣治。因

為這個地方氣候溫暖，四季如春，沈葆楨就將他改名為「恆春」。

恆春位於臺灣南端，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；西面濱臨臺灣海峽之關山(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(圖五)。恆春機場跑道為 R14 及 R32；龍勤營區跑道 R32 及 R06。

一般而言，中央山脈在臺灣中部最高，平均達 3,000 公尺，往南越來越低，至高雄及屏東約為 1,500 公尺，對平均厚度 1,000 至 1,500 公尺之東北季風而言，並無法越過，直到恆春半島平均 500 公尺之山區，方能由上方通過，且位於北面及東面山脈中有一長條缺口，如圖紅色箭頭(圖六)。

三、落山風特性

當東北季風季節盛行時，「落山風」為臺灣南部屏東枋山、楓港至恆春一帶，常出現持續性的異常強風，落山風只是恆春半島的東北季風，它盛行於 10 月至翌年 4 月之間。由於境內中央山脈陡降，季風直瀉而下，風力強勁，平均風速高達 10 至 17m/s 以上，相當於輕度颶風。另因「絕熱下降增溫作用」的關係，乾燥溫暖，類似「焚風」。

落山風有間歇性，時強時弱，有時連吹三、五天甚至十天以上，有時則是短短二至三小時，其平均風力，根據恆春氣象站的統計，大約是 10 至 17m/s，在風勢大的時候，甚至可達 20m/s，

相當於一個輕度颶風的威力，至於它的風力，瞬間極大風速最高記錄，曾經達到 37.2m/s，相當 13 級風，具有中度颶風的威力。

(一) 落山風與焚風差異探討

根據日氣象專家吉野正敏提出焚風或落山風在山的山高度介於 1,000 至 1,400 公尺間較易產生；如果高度比此範圍低，因為氣流不易凝結故較少產生降水，背風坡的瀑風現象就不容易發生；若山脈高度超過 2,500 公尺，則地面氣流會繞過高山而行，無法翻越山嶺而(圖七、八)。

以臺灣而言，下坡風中最主要區分為焚風和落山風(圖 9、10)；焚風當它過山向下吹時，迎風面位溫沿濕絕熱線遞減，背風坡沿乾絕熱線遞增，故於西南氣流時，造成臺東焚風氣候；落山風來源為乾、冷的氣團，迎風面沿乾絕熱線遞減，背風坡沿乾絕熱線遞增，且恆春地理位置三面臨山，西面臨海，造成同樣的過山風，卻有不同的溫度差異性。落山風為下坡風，風在下坡時因壓力變大，空氣被壓縮會產生增溫效果，但因恆春附近山勢不高，故增溫效果不大，所以落山風的溫度經常比當地空氣溫度低。

(二) 資料統計方法及分析結果(表二)

- (1) 最大平均風速：17.6m/s(35KT/hr=7 級風)。
- (2) 最大風速：37.2m/s(74KT/hr=13 級風)。
- (3) 10 至 12 月平均風速達 15m/s 以上，逐月遞減。
- (4) 10 月至 12 月平均風速達(10m/s 以上)次數較明顯。
- (5) 12 月份風速達(10m/s 以上)次數最多。
- (6) 近中午(11 時至 13 時)風速達最大值。
- (7) 風速達(10m/s 以上)盛行發生時間於 09 時至 14 時及清晨 05 時，另於晚間 20 時至 24 時，出現強風頻率高於白天。
- (8) 受東北季風盛行風場為北北東風(022.5°)至東北風(045°)。
- (9) 各月份風速達值大值盛行出現時間為日出前(03、04 時)、中午(11 時)及晚間(24 時)。

四、恆春機場落山風局部預報

以恆春機場氣象預報作業而言，若能在飛行任務前，獲知目的地機場之天氣預報，對戰演訓任務與飛機是否因天氣因素需拖曳進入棚廠等勤務，均能提供參考與幫助，創造良好的預警機制以維飛行安全。

在執行天氣預報時，除要先掌握東北季風第一波抵達臺灣時機外，仍需積極分析其他氣象要素間之相關性，例如：恆春與臺東之氣壓差、溫度差，交叉分析，舉例：民國 100 年 10 月 1 日至 4 日，臺灣受東北季風影響，恆春龍勤營區局部天氣分析，中午 12 時後，臺東與恆春龍勤氣壓數值相差 0.05 吋時以下時，龍勤平均風速逐漸下降(圖十一)，於近傍晚 18 時，風速再逐漸增強(圖十二)。

五、恆春落山風晚間增強因素探討

造成恆春地區當地特殊的強風，不外乎當地地形的效應，南部的山脈高度適中，四周的缺口較少，且東北季風厚度約 1,000 至 1,500 公尺，東北季風的氣流無法翻越過山，地面氣流傾向繞山而過，故於大漢山(海拔 1,588 公尺)以南的山脈匯流而下，肇致容易有落山風的形成。

恆春龍勤營區三面環山，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，故於夜間時，山谷效應(英文:Valley effect)，亦稱風口效應較為明顯，在受限於地形與空氣流動的影響，會透過山谷、鞍部等缺口(圖十三)通過，形成強勁的風口，因此氣流擾動較為旺盛，另當太陽日落時，地面熱力向外輻射較快，山坡及其鄰近空氣溫度驟降，此冷卻空氣較遠離山坡之空氣較重、較冷，故沿山坡下沉，直線而下，達於谷底，似水流自高處下瀉形成山風(圖十四)，山風厚度不大，僅數百呎，山風風速較谷風強盛，故最強的山風發生於夜間。

據研究，地形對氣流的影響，可以因為熱力的作用及機械的動力作用兩類。山谷效應是機械

作用，當直昇機接近山谷，會因為此效應而失控甚至墜毀。

六、結論與建議

臺灣受東北季風氣候的影響時，吹起東北季風，當季風吹起時，因為受到臺灣海峽(狹管效應)的影響，形成一個通道，風力本來就強，再加上恆春半島的車城、石門與虱目山對峙，兩山峭壁懸崖間的山谷及楓港溪與臺東大武山山谷等地的地形效應，使得撲向恆春地區東北季風的威力更為加強，又因為這個季節風常沿山而下，所以先民就將之稱為落山風。

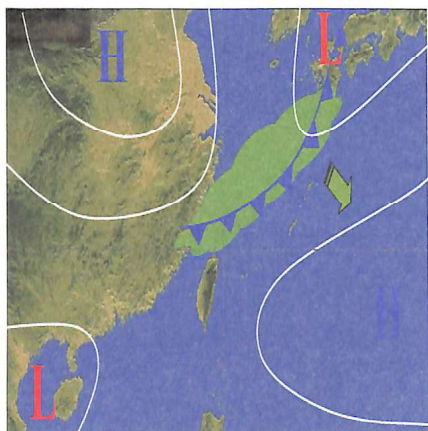
恆春落山風之所以很大，其理由是除了上游原有的東來氣流(由東方海上吹來)外，還有一部分較偏北一點的東來氣流受較高山脈阻擋無法通過而改道沿東部海岸南下的北或東北風分量，到了較低地形(大漢山以南，如茶留凡山，海拔 777 公尺)乃併入東來氣流，使東風加強，而形成了顯著強烈的恆春落山風。根據洪秀雄博士對落山風的研究結果顯示：臨界層在 2,000 至 3,000 公尺，當雷氏指數 $(Ri = (g\Delta Q / \theta \Delta z) / (\Delta V / \Delta z)^2 \approx 0.6)$ 時，空氣穩定情況下，落山風由山岳波反射回來共振所造成。

臺灣地區，尤其是南部地區深厚較強東風，都由極地大陸強烈高壓南下侵襲臺灣所引起。當強烈高壓中心位於華北，河套一帶，臺灣處於強烈高壓的南南東方，臺灣地面吹東北東至東北風，高空則多吹東北東至東風，風速達 12.5m/s 以上，厚度約 1,500 公尺；當太陽日落時，地面熱力向外輻射較快，山坡及其鄰近空氣溫度驟降，此冷卻空氣較遠離山坡之空氣較重、較冷，故沿山坡下沉，直線而下，達於谷底，似水流自高處下瀉形成山風，山風厚度不大，僅數百呎，山風風速最強的山風發生於夜間，尤以日出以前，旭日上昇後，山風即停止，故造成風速達(10m/s 以上)盛行發生時間於 09 時至 14 時及清晨 05 時，另於晚間 20 時至 24 時，出現強風次數多於白天。

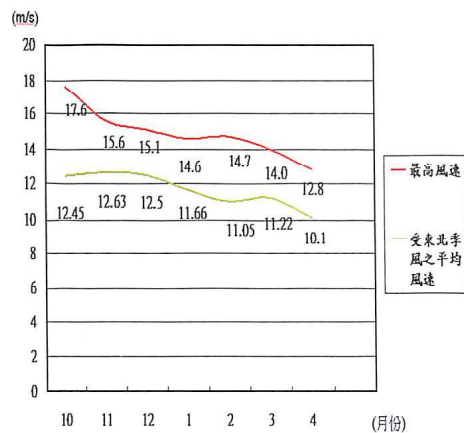
七、參考文獻

- 1、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。國立臺灣大學大氣科學研究所，239 頁。
- 2、林裕豐，2003，谷風環流與對流邊界層發展關係之數值研究，國立臺灣大學大氣科學研究所碩士論文。
- 3、吳惠傑等，1999，恆春鎮志下冊，頁 8-51~8-52，恆春鎮公所。空軍氣象聯隊 2008 年 10 月份氣候統計資料。
- 4、董至真、劉冠好、楊東衡。落山風對恆春地區影響之淺談。
- 5、國科會高瞻自然科學教學資源平臺。
- 6、墾丁國小的鄉土教室，
<http://www.ktps.ptc.edu.tw/kt/main06.htm>。
- 7、氣象應用推廣基金會，
<http://www.metapp.org.tw/index.php>。
- 8、高屏地區鄉土補充教材-「恆春地區落山風的特性及小地形對落山風分佈之影響」胡金印、謝俊駒，
http://content.edu.tw/senior/geo/ks_ks/local/index.htm。
- 9、聯合新聞網-國內要聞，
<http://udn.com/NEWS/LIFE/LIF2/7027405.shtml>。

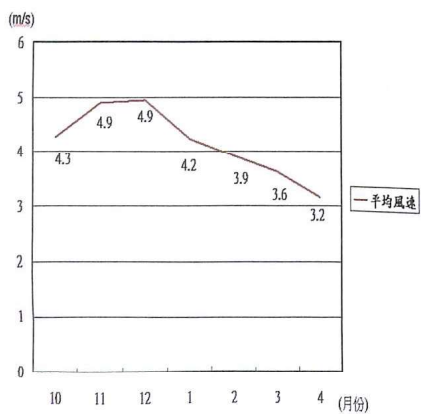
八、圖表彙整



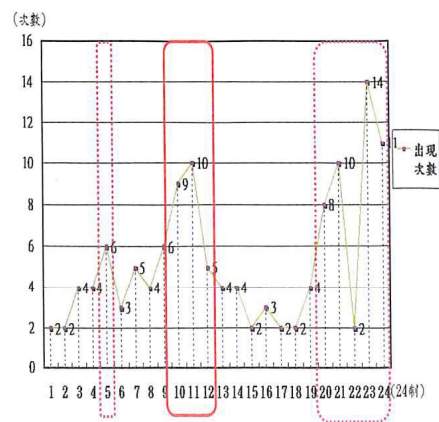
圖一 10月天氣平均圖。



圖二 1992-2012年,10月至翌年4月,恆春受東北季風影響之平均風速及各月份極大風速平均值。



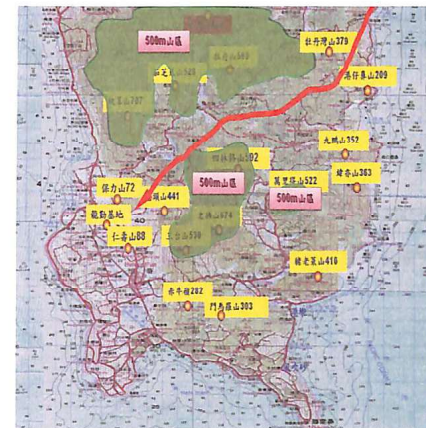
圖三 1992-2012年,10月至翌年4月,恆春平均風速。



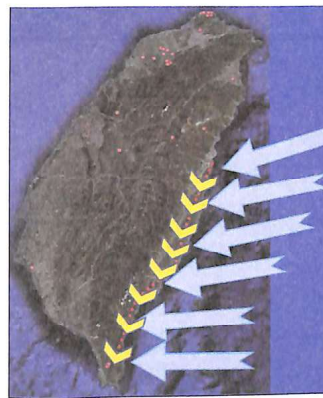
圖四 1992-2012年,恆春受東北季風影響風速達10m/s以上,各時段出現次數頻率。



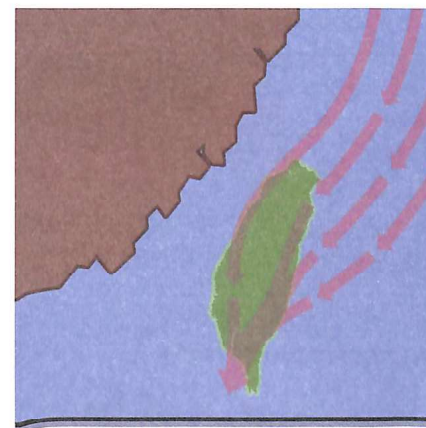
圖五 恆春半島地形圖。



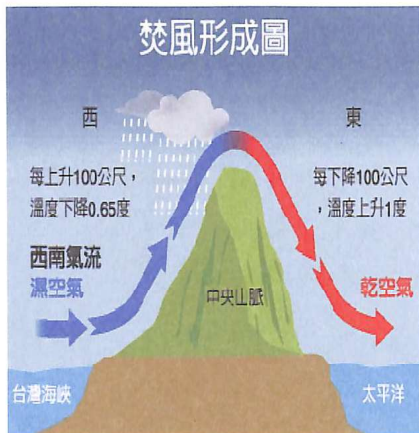
圖六 恆春半島地形圖。



圖七 臺灣東部外海東北至東風吹向臺灣,受到山脈阻擋,筆致氣流沿著高山南下,無法翻越山嶺示意圖。



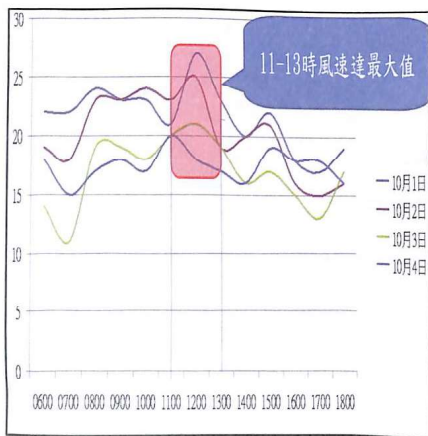
圖八 臺灣受東北季風影響,匯流示意圖。



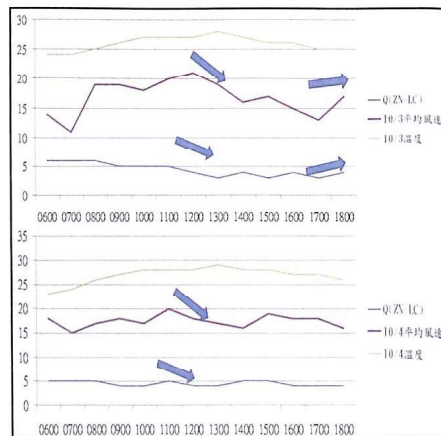
圖九 焚風形成示意圖。



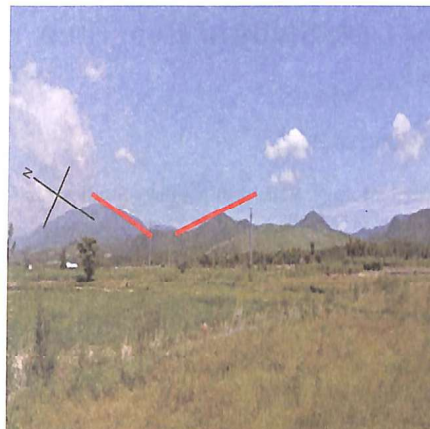
圖十 落山風形成示意圖。



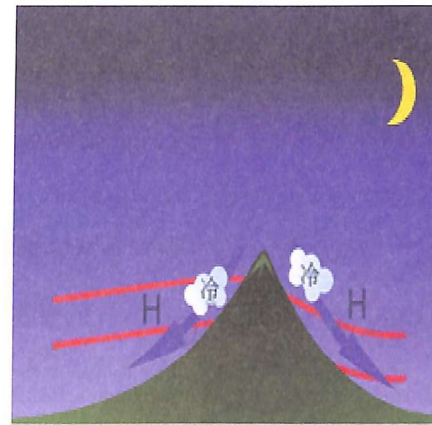
圖十一 民國 100 年 10 月 1 至 4 日, 恆春龍動營區風速數值圖。



圖十二 民國 100 年 10 月 1 至 4 日, 恆春機場風速、溫度及台東與恆春氣壓差數值圖。



圖十三 恆春機場北面為蚊罩山與虎頭山形成的山隘缺口。



圖十四 山風形成示意圖。

表一 恆春機場及陸軍航空直升機飛機側風風速限制。

機型	風向	各型機種風速限制									
		90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°
ATR-72		26	26	28	29	31	37	45	45	45	45
DASH-8		29	29	31	33	38	44	49	49	49	49
UH-1H		最大風速35KT, 與平均風差不大於15KT/20KT(夜)									
OH-58D		最大風速45KT, 與平均風差不大於15KT/20KT(夜)									
CH-47SD		最大風速40KT, 與平均風差不大於30KT/20KT(夜)									
AH-1W		最大風速50KT, 與平均風差不大於15KT/20KT(夜)									

表二 1992-2012 年, 10 月至翌年 4 月, 恆春受東北季風影響當年當月最大風速統計平均值。

月份	10	11	12	1	2	3	4
平均溫度 (°C)	24.91	23.21	20.77	18.33	19.08	21.21	22.57
平均氣壓 (hPa)	1008.09	1013.25	1016.19	1017.27	1016.48	1014.44	1012.60
平均露點 (°C)	18.77	16.72	14.04	12.44	12.77	14.17	16.85
盛行風向 (degree)	030	045	045	030	022.5	045	022.5
平均風速 (m/s)	17.60	15.60	15.10	14.60	14.70	14.00	12.80
平均出現時間	11	04	03	24	24	11	02

Research of the Chinook wind — Case Study of Hengchun Airport

Lu Guan-Yi¹ LiWen-Jie² ZhuYan-Hui²

¹ Department of Tactical Control Air traffic control meteorology, School of Military Studies, Air Force Institute of Technology, Taiwan

² Republic of China Air Force Weather Wing

ABSTRACT

Taiwan, according to climate data show that from October to April the following year has been transformed into winter weather patterns. Pacific High weakening and eastward, cold high pressure forces on the mainland gradually increased, the Northeast monsoon prevails, often resulting in Fangshan to Hengchun, Pingtung area, persistent strong winds - "chinook", no doubt bring great Hengchun residents the impact of strong winds, as this place has brought many adverse living conditions.

In this study, statistical 1992-2012 Hengchun station ground observation data shows that the Hengchun Peninsula in the northeast monsoon prevails there are often strong winds hit, the maximum gusts of more than 37.2m/s, duration from a few hours to a few days to complete.

Since 2006 the Hengchun Airport, even on the roads will feel tingling and inconvenience, and the other regional military exercises Hengchun Army Air Special battle command helicopters and civil aircraft and other aircraft Hengchun airport, often affected by winds delayed or grounded to happen. Therefore, the study by step closer to understand and master the chinook related characteristics, as meteorologists forecast the reference.

Keywords: Northeast monsoon, Chinook wing, Hengchun Airport