

馬公機場近 5 年低能見度與前 20 年統計分析比較

蔡建雄 簡宏彬 徐江澎
空軍第七基地天氣中心

摘要

馬公機場冬季形成低能見度大多受輻射霧或平流輻射霧所影響；夏季大多伴隨強降雨所造成，如颱風環流或西南氣流所發展對流胞等。

本文係利用西元 2012 至 2016 年馬公機場之地面觀測資料，並予以統計分析各月份限制飛航之低能見度(能見度小於 1,600 公尺)出現時數機率，與西元 1992 至 2011 年之地面觀測資料統計數據進行分析比較，探討伴隨天氣系統之雷雨、平流輻射霧等天氣現象與低能見度持續時間之相關性。結果顯示西元 2012 至 2016 年期間，1 至 3 月及 8 月份為出現低能見度時數較多月份、10 至 12 月份則為出現低能見度時數較少月份，從季節的關聯性來看均與西元 1992 至 2011 年大致雷同；此外近 5 年統計資料發現在 2014 年之 3 月份為低能見度發生機率最高，天氣系統為高壓迴流至鋒面接近，地面溫度條件在 20.6°C~21.2°C 之間且相對溼度在 95% 以上，此一條件可作為低能見度研判之重要參據。

關鍵字：馬公機場、低能見度、強降雨

一、前言

馬公(澎湖)位於東經 119.3 度、北緯 23.3 度，四面環海、地形平坦、島嶼羅列，其地理位置位於臺灣海峽中部，氣候受四週海水調節，為標準型海島氣候(如圖 1)。

影響馬公機場之飛航安全除了雷(暴)雨外，另一個主要危安因子為冬末春初所發生之低能見度，低能見度是影響本機場飛行安全的主要因素，若天氣發生變化因而導致出現低能見度，會立即影響空軍作戰任務及民航局航班動態之遂行，甚而肇生飛安事故等不幸意外，如西元 2014 年 7 月 23 日澎湖復興航班空難。



圖 1 馬公地區地理位置地形

表 1 馬公基地西元 1992-2011 年逐月發生低能見度時數及所佔機率

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
時數	101	134	94	59	56	61	38	120	87	3	22	25	800
所佔機率	12.6	16.8	11.8	7.4	7.0	7.6	4.8	15.0	10.9	0.4	2.8	3.1	100.0
名次	3	1	4					2		12	11	10	

每當臺灣地區受高壓迴流、西南氣流、鋒面雲系、颱風等天氣系統影響時，臺灣本島各地常因強降雨、濃霧而發生低能見度，但馬公基地相對於本島機場而言發生低能見度機會較小，追究原因主要是因為地勢平坦而無明顯起伏的地形，使其不易受到地形抬升所肇生的對流作用；然而溫和、廣大的海水致使空氣無明顯輻射冷卻效應而凝結，因此強降雨及濃霧生成次數較臺灣其他機場為

少。

本文將利用西元 2012 至 2016 年馬公機場之地面觀測資料，以各月份限制飛航之低能見度(能見度小於 1,600 公尺)出現時數機率，與西元 1992 至 2011 年之地面觀測資料統計數據進行分析比較，探討伴隨天氣系統之雷雨、平流輻射霧等天氣現象與低能見度持續時間之相關性。

表 2 馬公基地西元 2012-2016 年逐月發生低能見度時數及所佔機率

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
發生時數	28	40	55	23	21	17	15	34	19	11	11	7	281
所佔機率	10	14.2	19.6	8.2	7.5	6.0	5.3	12.1	6.8	3.9	3.9	2.5	100.0
名次	4	2	1					3		10	11	12	

二、低能見度相關性探討

本段依西元 1992 至 2011 年與西元 2012 至 2016 年統計資料，探討發生低能見度比例較高及較低月份之因素，原因如下：

(一)低能見度發生比例較高月份：

近 5 年之統計馬公機場逐月發生低能見度機率最高的月份排序為 3 月、2 月、8 月及 1 月份，這四個月份的發生機率均大於 10% 以上，其中前三名發生的機率總和佔 45.9% (如附表 2)。前 20 年之統計馬公機場逐月發生低能見度機率最高的月份排序為 2 月、8 月、1 月、3 月及 9 月份，這五個月份的發生機率均大於 10% 以上，其中前三名發生的機率總和佔 44.4% (如附表 1)，整體看來，馬公機場發生低能見度機率最高的因素仍以冬末春初及盛夏為主，每年 12 個月份中前四名的四個月份(1~3 月及 8 月)就佔了 55.9% 以及 56.2%。

1 至 2 月份受北方大陸冷氣團勢力控制與影響，並伴隨鋒面系統逐次南移，其勢力可達臺灣南部及巴士海峽附近，另受高壓迴流天氣影響時，中南部晨間有局部性濃霧發生，而馬公基地發生次數雖較少，但仍有霧日(註 1)發生；3 至 4 月份轉變為春季天氣型態，降雨以鋒面及華南地區東移之雲雨帶系統為主，另因低層暖濕大氣提供對流發展之有利條件，伴隨鋒面的雷雨形成強降雨使得產生低能見度機會亦隨之增加。

據資料統計，西元 2012 至 2016 年 1 至 3 月份期間(冬末春初)，其中在西元 2014 至 2016 年雷雨時數均較氣候值高(表 3 至 5)，為近 5 年 1 至 3 月發生低能見度比例較高之主因。8 月份太平洋高壓勢力及強度為全年最盛時期，亦為西北太平洋地區颱風活動較為活躍月份，颱風侵臺機率遠較其它月份高，統計資料顯示，過去 120 年西北太平洋颱風生成總數 408 個，平均每年生成 3.4 個，侵臺數為 101 個，平均每年侵臺為 0.84 個；南海地區颱風生成總數 38 個，平均每年 0.32 個，侵臺數為 4 個，平均每年侵臺為 0.11 個，而西元 2012 至 2016 年 8 月份期間，惟西元 2014 及 2016 年侵臺數較平均值少，餘年份均高於平均值(表 6)，為 8 月份因颱風侵襲伴隨強降雨發生低能見度比例較高之原因。

表 3 西元 2014 年 1 至 3 月份本軍各站雷雨時數比較表

站名	雷雨時數氣候值(hr)	標準差	雷雨時數觀測值(hr)	雷雨時數距平(hr)	雷雨時數比率(%)
清泉崗	9	15.01	28	+15	60
嘉義	8	21.29	86	+30	80
臺南	2	5.58	0	-2	0
岡山	3	7.72	42	+25	80
屏東	3	6.71	24	+15	35
馬公	4	9.46	44	+20	40

表 4 西元 2015 年 1 至 3 月份本軍各站雷雨時數比較表

站名	雷雨時數氣候值(hr)	標準差	雷雨時數觀測值(hr)	雷雨時數距平(hr)	雷雨時數比率(%)
清泉崗	5	8.98	1	-4	20.00
嘉義	3	7.72	0	-3	0
臺南	2	2.36	1	-1	50.00
岡山	2	2.19	0	-2	0
屏東	2	2.86	0	-2	0
馬公	1	6.16	2	+1	200.00

表 5 西元 2016 年 1 至 3 月份本軍各站雷雨時數比較表

站名	雷雨時數氣候值(hr)	標準差	雷雨時數觀測值(hr)	雷雨時數距平(hr)	雷雨時數比率(%)
清泉崗	5	3.9	12	+7	240
嘉義	3	2.5	4	+1	133
臺南	2	1.8	6	+4	300
岡山	2	1.4	4	+2	200
屏東	2	1.8	7	+5	350
馬公	3	2.4	12	+9	400

註 1：有霧日為當日出現能見度小於 1600 公尺，且天氣現象為霧，即計算為有霧日。

表 6 西元 2012 至 2016 年西北太平洋及南海颱風生成暨侵臺數量統計

年份-月份	西北太平洋及南海	侵臺數
2012-08	5	4
2013-08	4	2
2014-08	5	0
2015-08	5	2
2016-08	6	0

資料來源：空軍氣象聯隊月長期預報資料

(二)低能見度發生比例較低月份：

近 5 年以及前 20 年之統計馬公機場逐月發生低能見度機率最低的三個月份均為 10~12 月，這三個月份的發生機率均小於 4%，其發生的機率總和分別佔全年之中的 10.3%(如附表 2)以及 6.3%(如附表 1)。

10 至 11 月份氣候因太平洋高壓強度減

弱並東退，大陸冷高壓勢力則逐漸增強且南移，伴隨中緯度鋒面系統南移影響臺灣中部地區(如圖 2);12 月份鋒面系統勢力可達臺灣南部地區(如圖 3)，此外，高壓迴流之天氣型態將開始影響臺灣地區，是故中南部地區晨間發生濃霧機會將大增。但因西元 2012 至 2016 年 10 至 12 月份發生雷雨時數及有霧日數年平均較氣候值低(表 7 至 11)，是故 10 至 12 月份為發生低能見度比例較低月份之主因，此外這三個月份正處於秋末冬初，從季節轉換以及區域特性等角度看來，東北季風逐漸增強，在東北季風盛行的環境條件下，其發生低能見度的機率就會降低許多。



圖 2 11 月份地面圖平均型態



圖 3 12 月份地面圖平均型態

表 7 西元 2012 年 10 至 12 月份本軍各站雷
雨時數比較表

站名	雷雨時 數氣候 值(hr)	標準差	雷雨時 數觀測 值(hr)	雷雨時 數距平 (hr)	雷雨時 數比率 (%)
清泉崗	1	2.18	1	0	100
嘉義	2	4.35	7	+5	350
臺南	2	4.99	5	+3	250
岡山	3	4.13	5	+2	166.67
屏東	7	8.06	3	-4	42.86
馬公	0	1.57	0	0	0

表 8 西元 2013 年 10 至 12 月份本軍各站雷
雨時數比較表

站名	雷雨時 數氣候 值(hr)	標準差	雷雨時 數觀測 值(hr)	雷雨時 數距平 (hr)	雷雨時 數比率 (%)
清泉崗	1	2.16	0	-1	0
嘉義	2	4.31	0	-2	0
臺南	2	4.95	0	-2	0
岡山	3	4.11	0	-3	0
屏東	7	7.98	6	-1	85.71
馬公	0	1.56	0	0	0

表 9 西元 2014 年 10 至 12 月份本軍各站雷
雨時數比較表

站名	雷雨時 數氣候 值(hr)	標準差	雷雨時 數觀測 值(hr)	雷雨時 數距平 (hr)	雷雨時 數比率 (%)
清泉崗	1	2.16	0	-1	0
嘉義	2	4.31	0	-2	0
臺南	2	4.95	0	-2	0
岡山	3	4.11	0	-3	0
屏東	7	7.98	6	-1	85.71
馬公	0	1.56	0	0	0

表 10 西元 2015 年 10 至 12 月份本軍各站雷
雨時數比較表

站名	雷雨時 數氣候 值(hr)	標準差	雷雨時 數觀測 值(hr)	雷雨時 數距平 (hr)	雷雨時 數比率 (%)
清泉崗	1	0.7	1	0	100.0
嘉義	2	0.9	1	-1	50.0
臺南	2	1.2	0	-2	0.0
岡山	2	1.0	1	-1	50.0
屏東	4	2.9	1	-3	25.0
馬公	1	0.5	0	-1	0.0

表 11 西元 2016 年 10 至 12 月份本軍各站雷
雨時數比較表

站名	雷雨時 數氣候 值(hr)	標準差	雷雨時 數觀測 值(hr)	雷雨時 數距平 (hr)	雷雨時 數比率 (%)
清泉崗	1	0.7	0	-1	0
嘉義	2	0.9	6	4	300
臺南	2	1.2	9	7	450
岡山	2	1	7	5	350
屏東	4	2.9	14	10	350
馬公	1	0.5	2	1	200

三、低能見度時數較高月份之因素

西元 1992 至 2011 年與西元 2012 至 2016 年統計資料顯示(如圖 4)，3 月份為發生低能見度時數上升最高之月份，藉由馬公基地地面觀測資料，探討西元 2012 至 2016 年逐年 3 月份發生低能見度時數較高之原因，據統計資料結果顯示(如圖 5)，以西元 2014 年發生低能見度時數為最高、西元 2012 年為次高，分別占西元 2012 至 2016 年期間 47.2% 及 26.2%；而西元 2013 年時數則為最低(無發生低能見度紀錄)，另西元 2014 年發生低能見度之天氣系統為高壓迴流且均發生於清晨時段(04 至 09L)。

根據氣候統計資料顯示，3 月臺灣地區已轉變為春季天氣型態，北方南下之大陸冷氣團勢力持續減弱，此一月份造成臺灣地區降雨之主要天氣系統，以鋒面雲系及自華南地區東移之雲雨帶為主，且當鋒面系統接近或高壓迴流天氣型態時，西部地區晨間易有局部性濃霧出現。

「高壓迴流」為當大陸冷氣團移出陸地後，高壓中心持續東行至東海或日本南方洋面，臺灣地區風場漸轉為東南至南向風，會為臺灣地區帶來溫暖且潮濕的空氣，使各地區氣溫回升，且雲量偏少，易造成西部地區清晨有霧至濃霧天氣現象，故「高壓迴流至鋒面接近期間」亦為 3 月份馬公基地好發低能見度之天氣系統。

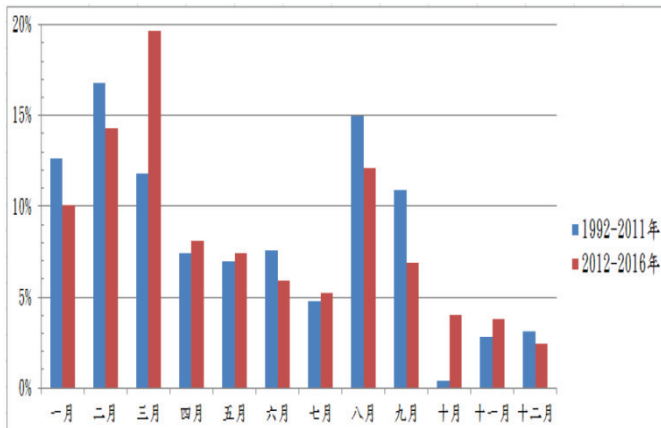


圖 4 馬公基地西元 1992 至 2011 年與 2012 至 2016 年逐月發生低能見度所占機率分析比較

西元 2012 年 3 月份發生低能見度日數為 1、4、5 及 18 日，前 2 日天氣系統均為鋒面接近產生霧或濃霧所致，後 2 日天氣系統則為鋒面通過，但因鋒面通過緯度偏高，致馬公基地仍因鋒前霧造成低能見度。西元 2013 年 3 月份易發生低能見度之天氣系統計高壓迴流 3 日（日數分別為 6、7 及 22 日）、鋒面系統 9 日，雖受數波鋒面系統影響，惟鋒面通過緯度偏高，僅影響臺灣中、北部地區。

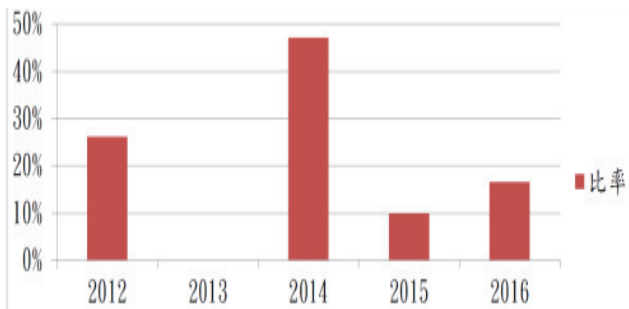


圖 5 馬公基地西元 2012 至 2016 年逐年 3 月份發生低能見度所占機率

馬公基地西元 2014 年 3 月份因霧或濃霧發生低能見度日期為 19、20 及 28 日，且均發生於清晨時段（04 至 09L），因臺灣地區如受高壓迴流系統影響時，風場普遍為東南至南向風，此時，會將南太平洋暖濕的空氣帶至臺灣地區，濕度通常於清晨時段接近飽和，而在日出後，受太陽照射地表影響，濕

度逐漸下降，霧隨即消散，故氣象預報員常藉由清晨時段溫度及露點之差值，來做為判別當高壓迴流系統影響臺灣時，清晨發生低能見度之依據。

西元 2014 年 3 月份馬公基地發生低能見度日期清晨時段（04 至 09L）統計資料顯示，平均溫度為攝氏 20.8 度、露點溫度為攝氏 19.9 度（表 12），相對濕度高達 95% 以上；另西元 2013 年 3 月份無發生低能見度日數，3 月份逐日晨間時段（04 至 09L）平均溫度露點（表 13）分別為攝氏 19.1 度及 17.3 度，相對濕度約 90%，顯見西元 2012 至 2016 年逐年 3 月份發生低能見度時數上升較多，原因為西元 2014 年馬公基地發生低能見度較多之故。

由西元 2014 年造成馬公基地發生低能見度之天氣系統推估，3 月份好發之高壓迴流天氣系統亦為西元 1992 至 2011 年期間，則為發生高壓迴流系統較多，3 月份為發生低能見度時數上升最高之月份，藉由馬公基地地面觀測資料，探討西元 2012 至 2016 年逐年 3 月份發生低能見度時數較高之原因，據統計資料結果顯示（如表 12），以西元 2014 年發生低能見度時數為最高、而西元 2013 年則為最低（無發生低能見度），其中西元 2014 年發生低能見度之天氣系統為高壓迴流且發生於清晨時段（04 至 09L）。

表 12 馬公基地西元 2014 年 3 月份發生低能見度日期清晨時段（04 至 09L）平均溫度露點

日期	溫度(°C)	露點(°C)
3 月 19 日	20.6	19.4
3 月 20 日	21.2	20.6
3 月 28 日	20.6	19.8
平均值	20.8	19.9

表 13 馬公基地西元 2013 年 3 月份發生低能見度日期清晨時段(04 至 09L)平均溫度露點

溫度、露點 日期	溫度(°C)	露點(°C)
3 月 1 日	20.0	20.6
3 月 2 日	15.1	13.9
3 月 3 日	13.3	10.5
3 月 4 日	14.8	9.0
3 月 5 日	16.7	12.6
3 月 6 日	15.3	13.8
3 月 7 日	15.3	13.7
3 月 8 日	16.5	14.1
3 月 9 日	18.2	16.6
3 月 10 日	18.4	16.9
3 月 11 日	18.1	16.4
3 月 12 日	19.2	17.7
3 月 13 日	20.6	19.0
3 月 14 日	17.7	15.2
3 月 15 日	16.8	15.0
3 月 16 日	18.9	18.0
3 月 17 日	18.7	18.1
3 月 18 日	21.9	21.0
3 月 19 日	22.0	20.5
3 月 20 日	23.6	22.0
3 月 21 日	20.7	17.8
3 月 22 日	20.7	19.3
3 月 23 日	22.0	20.3
3 月 24 日	23.4	22.2
3 月 25 日	20.9	18.0
3 月 26 日	20.7	17.3
3 月 27 日	20.0	19.4
3 月 28 日	20.7	18.6
3 月 29 日	21.1	20.4
3 月 30 日	20.0	18.1

3 月 31 日	20.3	20.0
平均值	19.1	17.3

四、小結及未來展望

近年來，全球各地的極端天氣層出不窮，臺灣地區亦然，中時電子報在 2017 年 11 月 13 日的文章中報導：根據國際組織「德國監測(Germanwatch)」的評比，臺灣氣候風險在 2018 年將列為全球第 7 名與前一年度的 51 名相比，風險大幅提升，其中在 2016 年 1 月出現罕見的低溫，也就是霸王級的寒流，還有重創台灣的莫蘭蒂和梅姬颱風…等等，都是導致台灣氣候風險大幅提升的原因。

此外，根據中央氣象局網站所公布的全球與臺灣溫度趨勢分析乙文中指出，自 2012 年之後全球暖化的現象有增無減(如圖 6 及表 13)，故本文想藉由近 5 年(2012 年~2016 年)與前 20 年(1992 年~2011 年)之統計資料中窺探，在平均溫度增加的氣候變化下，反應在區域天氣現象例如澎湖馬公機場之低能見度的關聯與差異。

其統計結果顯示，在低能見度發生之月份仍然是以冬末春初(1~3 月)以及盛夏之 8 月份發生的機率為最高，然而其發生之時數似乎在平均溫度的增加下呈現下降的趨勢，對於上述後者之論述在本文資料數不足的條件下，暫時不下定論，需持續關注。

在近 5 年的統計資料的進一步分析可知，8 月份馬公機場低能見度發生機率相對較高，主要是受颱風及熱帶低壓所伴隨之強對流、強降雨所導致，而在冬末春初(1~3 月)期間，在高壓迴流至鋒面接近期間之清晨時段(04~09L)，溫度在 20.6°C~21.2°C 且相對溼度達 95%，已然可為氣象預報員參考運用之重要數據。

未來除持續關注暖化效應及氣候變遷所帶來之極端天氣現象、持續本文校驗冬末春初低能見度之氣象條件並進行滾動式修正外，另可針對例如今年 8 月 23 日至 24 日因熱帶低壓導致澎湖機場日雨量分別達 260 毫米及 108 毫米的特殊現象進行研究，以精進

機場預報能力，提供更優質的航空氣象服務品質。

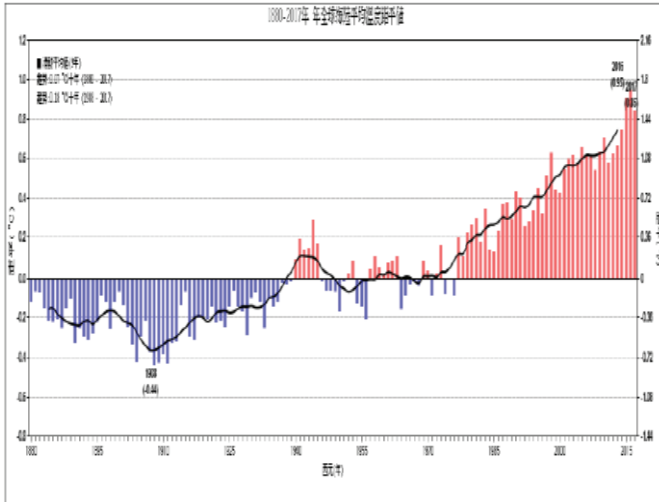


圖 6 1880~2017 年全球溫度距平之時間序列圖，紅色表示正距平藍色表示為負距平

表 13 近十年全球溫度距平級排名(顯示 TOP10 名次)

近 10 年全球年平均氣溫比較表 單位：攝氏度

	2008 (97)	2009 (98)	2010 (99)	2011 (100)	2012 (101)	2013 (102)	2014 (103)	2015 (104)	2016 (105)	2017 (106)	百年平均值 (1901-2000)
距平 (°C)	+0.54	+0.64	+0.70	+0.58	+0.62	+0.67	+0.74	+0.91	+0.95	+0.85	13.9
排名 (自1880 年起)		8	5		10	6	4	2	1	3	

參考文獻：

林則民，1975：危害飛行氣象因素客觀預報之研究。空軍氣象聯隊，氣象預報與分析
空軍氣象聯隊，1985：馬公基地低雲幕之統計分析空軍各基地危險天氣預報研究。
高國棟、陸榆蓉，1994：物理氣候學。
蕭長庚，2008：臺灣氣候變化區域差異之分析。
中央氣象局網站，2017：全球與臺灣溫度趨勢分析，氣候監測。