

馬公低能見度之氣候特性

夏鴻志

空軍第七天氣中心

摘要

- 一、澎湖群島位處亞熱帶氣候，但受海洋調節作用影響甚大，周圍海流以黑潮及南海季風流、潮汐流為主。
- 二、馬公基地低能見度天氣出現頻率偏低，與台灣西部春季時常可見濃霧天氣大異其趣。
- 三、馬公基地濃霧發生時間以清晨六至七時之間次數最高，約占總次數的百分之六十。
- 四、馬公基地以春季出現濃霧之機會較多，發生時間多在清晨，持續短暫，日出後即逐漸消散。
- 五、高壓迴流、分裂高壓出海、鋒面、太平洋高壓、低壓環流、颱風外圍環流等六種天氣系統，較利於濃霧發生。

一、前言

天候對人的影響，平時似乎並無感覺；但在戰時，對軍事攻擊行動之成敗，則有嚴重的影響，尤以空軍為然。惡劣之天候，不但延誤飛行任務及正常訓練計畫，更可能危害到飛行安全。為求順利達成任務，飛行員皆渴求能在符合「目視飛行標準」下執行任務，因此能見度之守視可說是至為重要。

然而低能見度之發生因素頗多，舉凡霧、煙、霾、豪雨、劇烈雷雨等天氣現象，皆可造成低能見度。飛航人員對低能見度之要求亦因地區或助航設施，而有所分歧，本文以等於或小於一哩之低能見度為研究對象，根據民國六十五年至八十四年間馬公地區之氣候資料及天氣圖比對作統計分析，藉以尋找造成低能見度之客觀預報條件，俾能確實掌握低能見度天氣，提高氣象服務品質，促進飛航安全。

二、駐地地理環境對低能見度影響

澎湖古稱「西瀛」、「澎海」、「平湖」是取它位在台灣西側，四周海域波濤洶湧，內海卻平靜如湖的意思。澎湖群島是由七十二個大小不同的島嶼和岩礁組合而成，總面積約一百二十七平方公里，位置在北緯二十三度九分至二十三度四十五分，東經一百一十九度八分至一百一十九度四十二分之間。就地理相對位置而言，澎湖群島乃位於台灣海峽中央稍偏南，大約是在台灣省嘉義縣與福建省金門縣之間，距台灣本島最短距離約二十四海浬，距福建省最短距離約七十五海浬，是我國東海和南海的天然分界線，北迴歸線橫貫群島中央的虎井嶼南方海面，地理位置非常重要。

澎湖群島位處亞熱帶氣候，但受海洋調節作用影響甚大，周圍海流以黑潮及南海季風流、潮汐流為主。馬公基地位於澎湖本島中部，

出現低能見度十分稀少，與台灣西部時常可見濃霧天氣大異其趣，其原因主要有五：

一為受海洋調節影響，低層空氣日間不易大幅增暖，地面日夜溫差不大，輻射冷卻較不明顯。

二是陸地狹小、平坦，輻射冷卻作用小，且無冷空氣瀉落增強低層空氣冷卻。

三是水汽蒸發量大於降水量，地面非常乾旱，不易形成濃霧。

四是冬季海水溫度常較為氣溫為高，易於形成低雲，不易形成濃霧。

五為季風強烈傾向於雲的形成，不利濃霧形成。（後二項也是馬公冬季多低雲之主要因素）。

三、低能見度氣候統計分析結果

統計民國六十五年至八十四年間馬公基地地面觀測資料顯示，造成低能見度之天氣現象如圖一所示：濃霧共二百五十四次，占百分之四十二點零；大雨二百零一次，占百分之三十三點二；雨霧共八十三次，占百分之十三點七；雷雨共五十二次，占百分之八點六；毛雨共八次，占百分之一點三；陣雨共七次，占百分之一點二。由於大雨等造成之低能見度極為短暫不易掌握，且發生因素非常複雜，因此本文暫不予討論。

另一方面，霧因其局地性非常明顯，相差咫尺即可差異懸殊。加以早年霧之觀測主要憑介能見度目標圖，以目視測得，時有誤差。主要原因為一哩處是否有適當的目標，怎樣算是看得見或看不見，各觀測員認定的標準也未見得一致。然而由於氣象裝備更新案的執行，以航空氣象自動觀測系統為主，輔以人工目測，方使能見度誤差大為減少。因此本文乃針對馬公基地濃霧天氣進行統計分析比對研究，評估成霧之各種控制因子，其統計結果如下：

(一)每年發生濃霧次數統計如圖二：二十年

間共發生二百五十四次，平均每年十二點七次。民國七十九年發生頻率最高為三十八次，八十三年最低全年僅有三次，兩者差異甚大。

(二)季節濃霧分布如圖三：二十年間春季共發生濃霧一百二十二次最多，占百分之四十八點〇；次為冬季共四十九次，占百分之十九點三；再次為秋季共四十五次，占百分之十七點七；最少為夏季共三十八次，占百分之十五點〇。春季濃霧發生最為頻繁，主要是因海水溫度遞延作用，馬公基地四周海域春季水溫甚低，夜間若有暖空氣流經比較冷之海面上，極易產生濃霧。夏季濃霧最少，因四周海域受黑潮洋流影響，水溫較高，低層空氣受熱後，對流旺盛，海面時常產生積狀雲，不利濃霧發生。

(三)全年各月濃霧分布如圖四：二十年間以三月最多共五十一一次，次為四月共四十一一次，二月與五月相當各為三十餘次，十一月與十二月最少各為七次及五次，完全與上述季節分布吻合，發生原因亦同。

(四)全日二十四小時濃霧發生時間分布如圖五：以早晨六至七時之間發生濃霧機率最高，共有七十三次之多。其次為五至六時，共發生六十次。可見馬公基地之濃霧，大致上皆產生於晨間五至七時，是因晨間輻射冷卻作用最為明顯之故。午間十一時至十五時發生次數最少，則因此時地表最熱，低層空氣易受熱抬升成雲。

(五)濃霧持續時間分布如圖六：持續時間以一至二小時最多，共七十四次。次為一小時內，共六十四次。大致上是以一小時內向上遞減，持續時間越長之濃霧，發生次數越少。持續六小時以上之濃霧，發生頻率相當稀少。一般而言，輻射霧持續時間較短，平流霧持續時間較長。

(六)全日二十四小時濃霧消失時間分布如圖七：以早晨七至八時之間濃霧消失頻率最高，共有七十八次，其次是六至七時，共六十四次

。窺其原因，主要是日出後地表受熱，使低層空氣加溫抬昇，造成濃霧消失。此亦與前述發生時間及持續時間相吻合。

綜觀發生濃霧之天氣系統類型，本文概分為六大類如表一所示：高壓迴流共八十四次，占百分之三十六點四。鋒面共五十三次，占百分之二十三點二。分裂高壓出海共四十三次，占百分之十八點九。太平洋高壓共二十四次，占百分之十點五。低壓環流共十七次，占百分之七點五。颱風外圍環流共八次，占百分之三點五。

造成濃霧之天氣因子：

(一)風向：濃霧發生時風向統計如表一所示，春季以南風最為頻繁，夏季、秋季均為靜風較多，冬季時則為北風較多；濃霧發生前一日二〇時風向統計如表二可知，風向出現率最高為春季西南風，夏、秋、冬季均為北風。

(二)風速：濃霧發生時風速統計如表三可看出，四季均為〇至六海涅間最常出現；濃霧發生前一日二〇時風速統計如表四，四季仍以〇至六海涅間出現次數最高。

(三)溫度：濃霧發生時溫度統計如表五，分別為春季二十四°C、夏季二十六°C、秋季二十七°C、冬季十六°C出現次數最高。濃霧發生前一日二〇時溫度統計如表六，分別為春季二十四°C、夏季二十六°C、秋季二十六°C、冬季十六°C出現次數最高。上述兩項統計資料顯示溫度均由冬季向後遞增，可見濃霧發生與地表及海面溫度關係密切。

(四)溫度露點差：濃霧發生前一日二〇時溫度露點差統計如表七，四季均以一點一至二點〇°C最常出現，溫度露點差大於五點〇°C以上則不可能產生濃霧。

四、天氣系統對低能見度之關係：

天氣系統與低能見度之關係，非常密切。濃霧之發生必定有適當天氣系統與其配合，綜

觀天氣型態分析如下：

(一)高壓迴流：如圖八所示，大陸分裂高壓東移出海後，氣流經過廣大溫暖洋面調節變性，形成暖濕之空氣。經平流通過馬公周圍較冷之海面及陸地時，入夜後風速如能漸減為〇至六海涅，極易形成平流輻射霧，若配合大陸東南沿海有鋒面時，發生機會更大。此種因高壓迴流所產生濃霧，本場最為常見。

(二)分裂高壓出海：天氣圖類型如圖九，分裂高壓出海時，不同於高壓迴流經過廣大洋面調節，但如能迅速變性，有時亦會造成本場濃霧，唯發生機率較小。

(三)鋒面：天氣圖類型如圖十，當本場位於鋒前暖區時，低層空氣為暖濕之南來氣流，經平流及輻射冷卻後，即易形成濃霧；鋒後地面由於鋒面降水相當濕潤，低層空氣因易獲地面水汽而達飽和，也可形成濃霧。但一般而言以鋒前霧較為普遍。

(四)太平洋高壓：天氣圖類型如圖十一，夏季時太平洋高壓勢力強大，若其環流經南海北上本場時，氣流溫暖且水汽充沛，易形成平流輻射霧，唯只限於夏季發生。

(五)低壓環流：此類型如圖十二，低壓中心位於華南一帶時，本場受西南暖濕氣流影響，也曾出現濃霧，唯次數不多。

(六)颱風外圍環流：如圖十三所示，當颱風中心位於本省東方或東北方外海時，外圍溫暖氣流經臺灣海峽形成暖濕空氣，南下本場時較易產生低能見度。

五、客觀預報法與校驗

為有效精確掌握濃霧天氣，綜合上述分析，馬公基地濃霧之客觀預報法則如下：

(一)天氣系統需符合上述六種型式，再以下列(二)、(三)之預報圖加以檢驗，若符合則可預報有濃霧發生，反之則無。

(二)以每日二〇時之地面溫度與露點差為縱

座標，乾球溫度為橫座標，製成每季翌日晨間濃霧之客觀預報圖，分別如圖十四、十五、十六、十七，粗線區內為能見度小於或等於一哩者。

(三)以每日二〇時之地面風速為縱座標，風向橫座標，製成每季翌日晨間濃霧之客觀預報圖，分別如圖十八、十九、二十、二一，粗線區內為能見度小於或等於一哩者。

經與「空軍各基地危險天氣預報研究兵要」乙書，選定相同校驗日期（民國七十二年一月至八月份）。較驗結果，如表八所示。準確率達百分之九十四，高於「空軍各基地危險天氣預報研究兵要」乙書內所得之百分之九十三，顯示本文研究結果，頗有可取之處。

六、結論

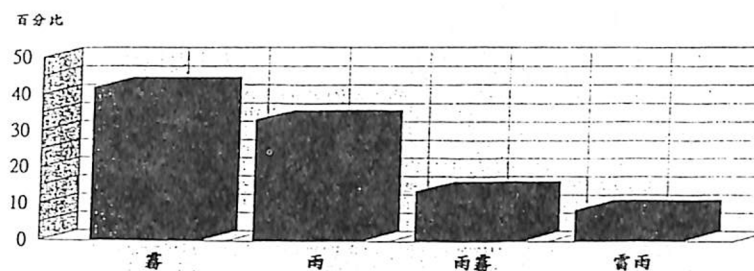
隨著國軍二代戰機陸續成軍，我空軍戰力將大幅提昇。然而波灣戰爭，給了我們良好啓

示：即使是最先進的戰機，意受天候的限制。美空軍氣象勤務處斐德瑞克上校說：「以前一直將全天候戰機及全天候軍事裝備講成神話。但我們必須提醒我們的顧客，也就是作戰人員，有時候天氣會影響他們的作戰，請多注意天氣。」因此掌握各種天候，提供優良氣象服務品質，是我氣象人員無可旁貸之責。尤其是關於低能見度之預報，須不斷研究創新，使客觀預報準確率更為精進，俾利我空軍各項戰、演、訓任務順利開展。

參考文獻

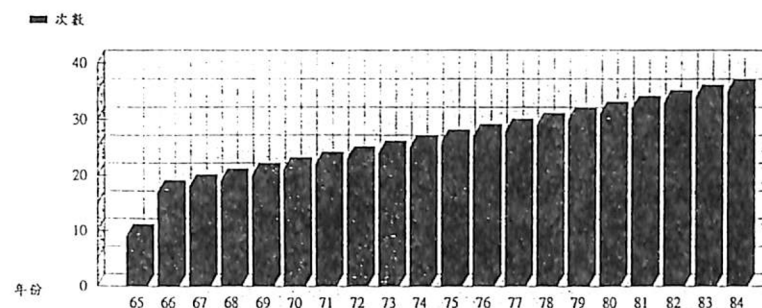
- 一、氣象聯隊『空軍各基地危險天氣預報研究兵要』
- 二、中央氣象局八十四年版『臺灣之氣候』
- 三、國立編譯館七十八年再版『氣象學』
- 四、大中國圖書公司七十二年再版『大氣科學』

名稱	霧	雨	雨霧	雷雨
百分比	42	33.2	13.7	8.6
次數	254	201	83	52



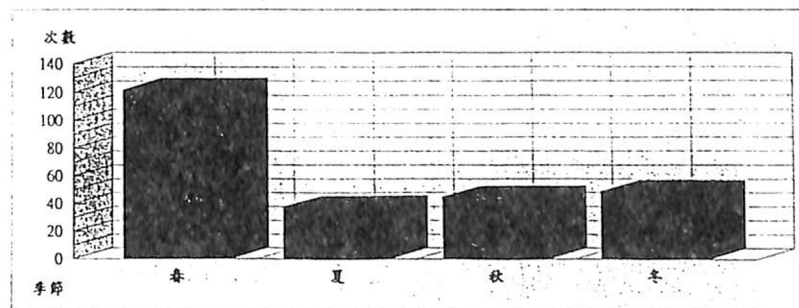
圖一 馬公基地民國65-84年發生低能見度現象統計圖

年份	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
次數	9	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35



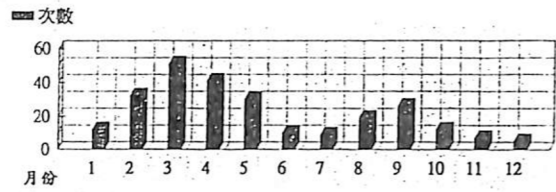
圖二 馬公基地民國65-84年每年濃霧發生次數統計圖

季節	春	夏	秋	冬
次數	122	38	45	49
百分比	48	15	17.7	19.3



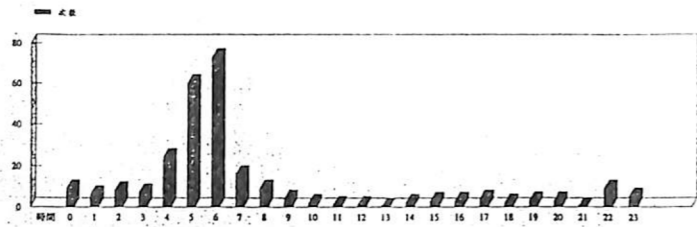
圖三 馬公基地民國65-84年濃霧季節分布統計圖

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
次數	12	32	51	41	30	10	9	19	26	12	7	5



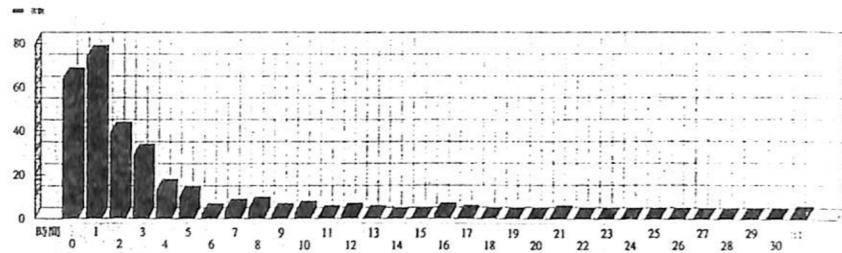
圖四 馬公基地民國65-84年每月濃霧發生次數統計圖

時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	
次數	9	6	8	7	21	60	73	16	9	4	2	1	1	0	2	3	3	4	2	3	3	0	3	0	9	5



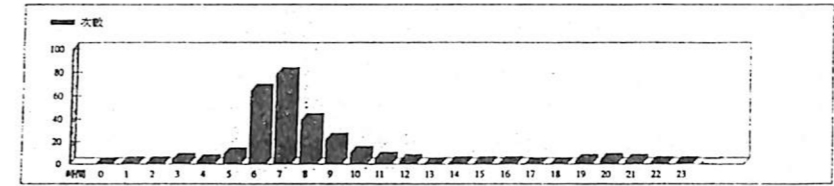
圖五 馬公基地民國65-84年濃霧全日24小時發生時間統計圖

時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
次數	64	74	39	29	13	10	2	4	5	2	3	1	2	1	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

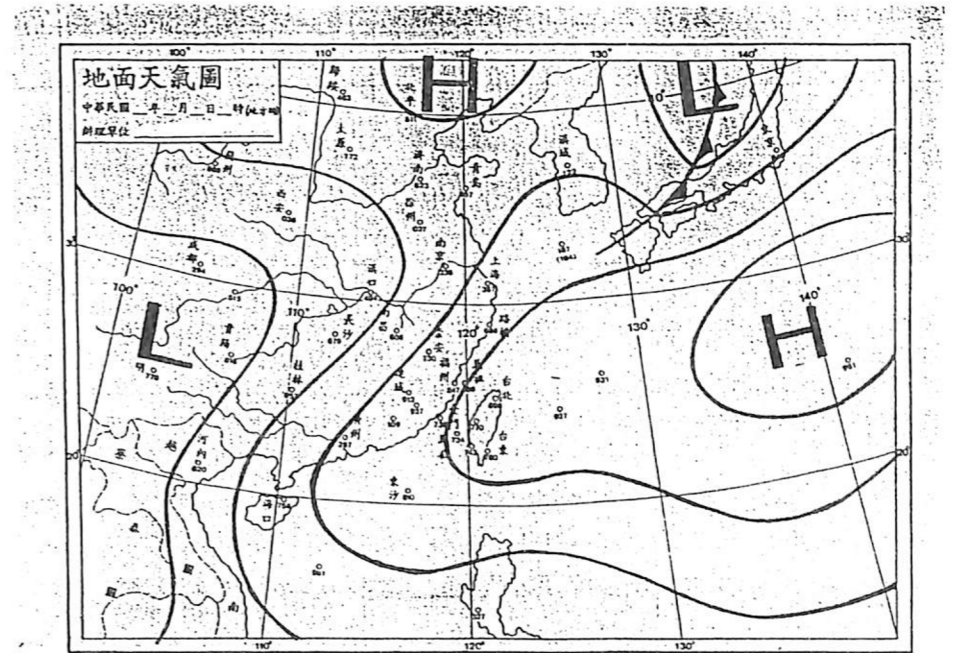


圖六 馬公基地民國65-84年每年濃霧發生持續時間統計圖

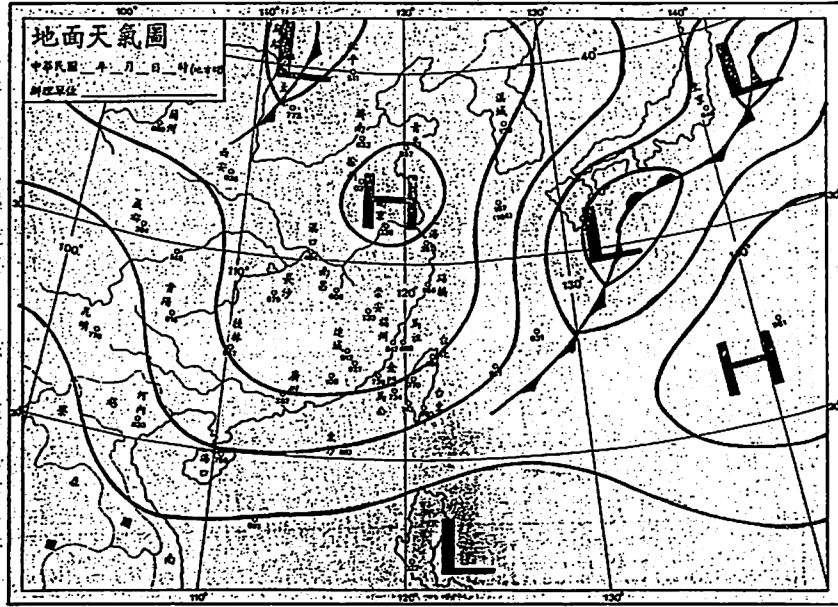
時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
次數	0	1	1	4	3	9	64	78	39	22	10	5	3	0	1	1	1	0	0	3	4	3	1	1



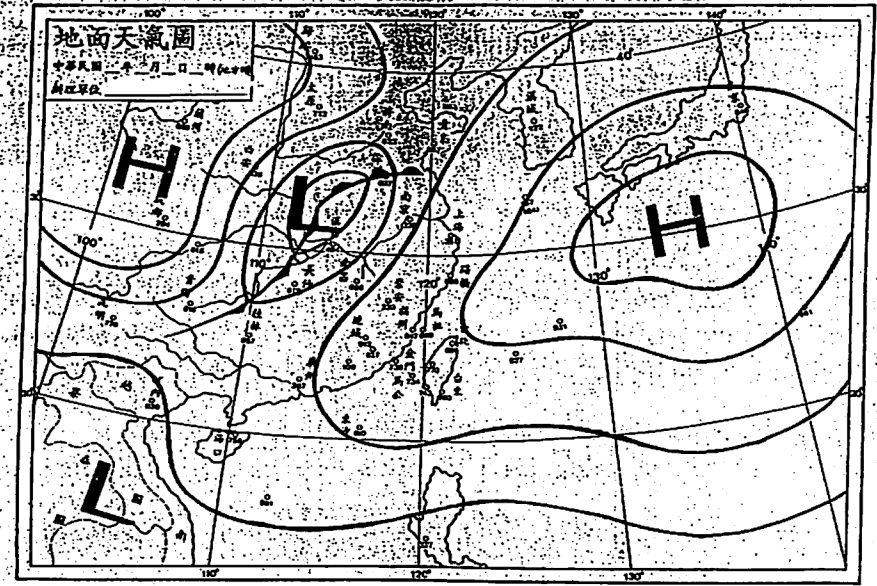
圖七 馬公基地民國65-84年濃霧全日24小時消失時間統計圖



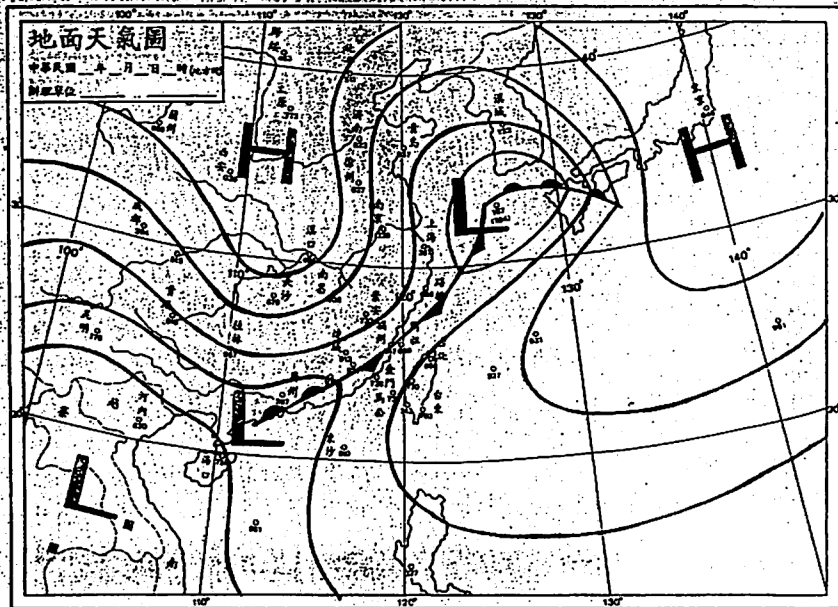
圖八 高壓迴流影響下發生濃霧之天氣圖類型



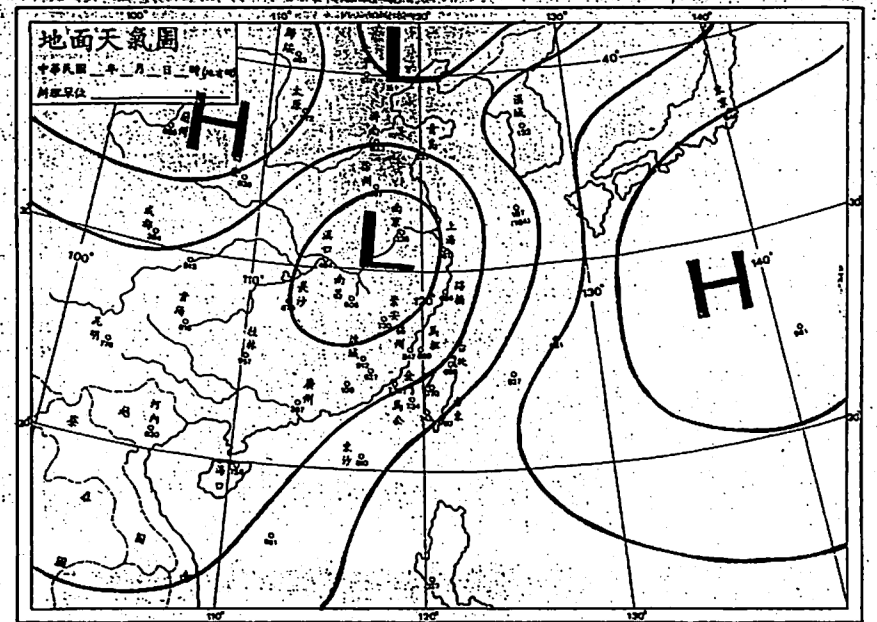
圖九 分裂高壓出海影響下發生濃霧之天氣圖類型



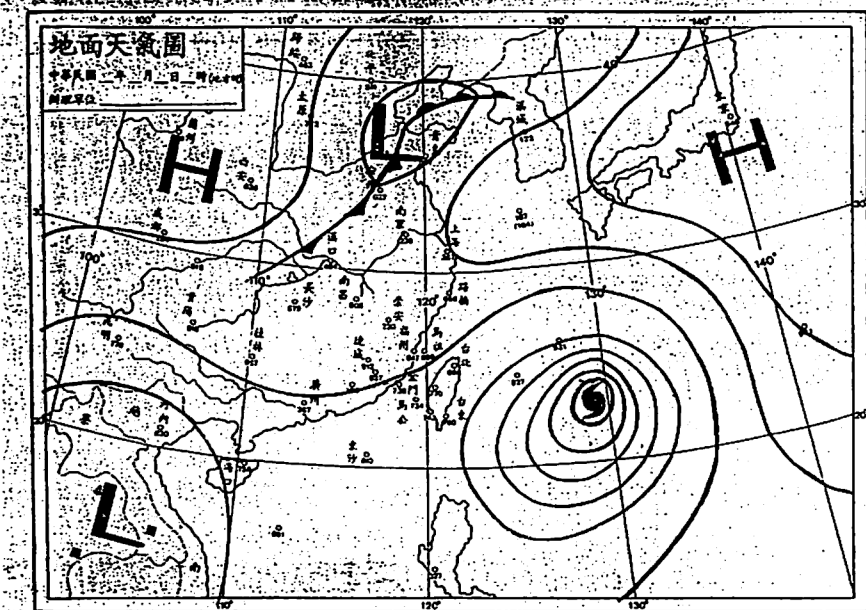
圖十一 太平洋高壓影響下發生濃霧之天氣圖類型



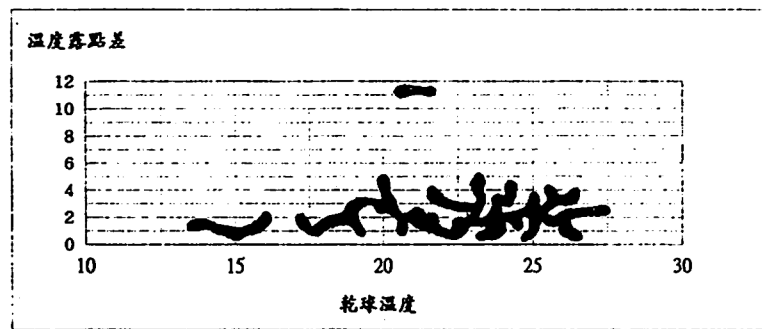
圖十 鋒面影響下發生濃霧之天氣圖類型



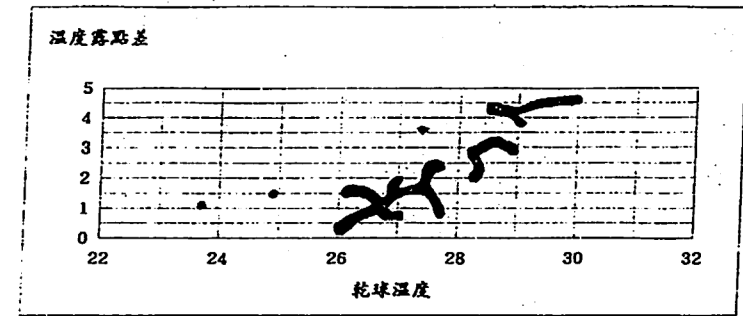
圖十二 低壓環流影響下發生濃霧之天氣圖類型



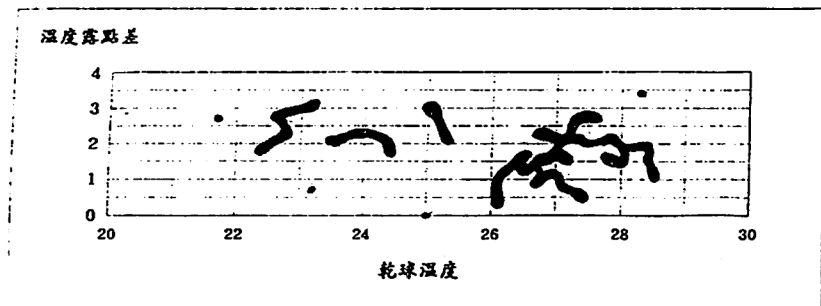
圖十三 颱風外圍環流影響下發生濃霧之天氣圖類型



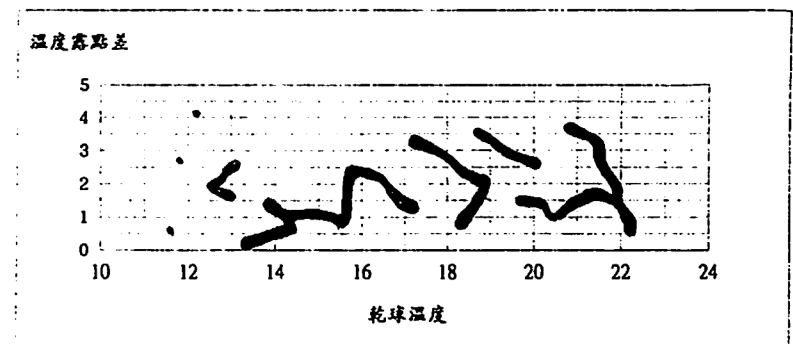
圖十四 馬公基地春季濃霧客觀預報圖



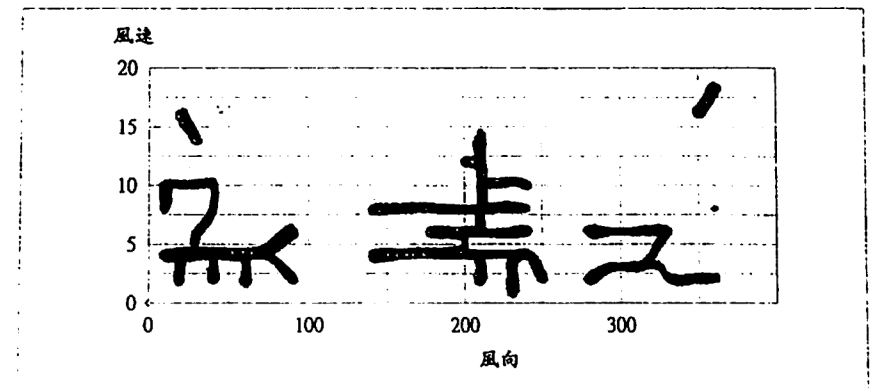
圖十五 馬公基地夏季濃霧客觀預報圖



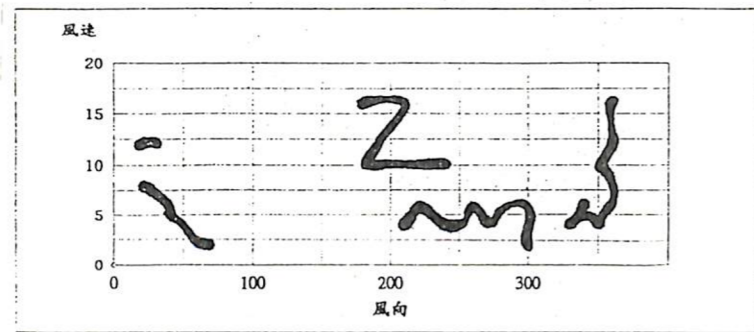
圖十六 馬公基地秋季濃霧客觀預報圖



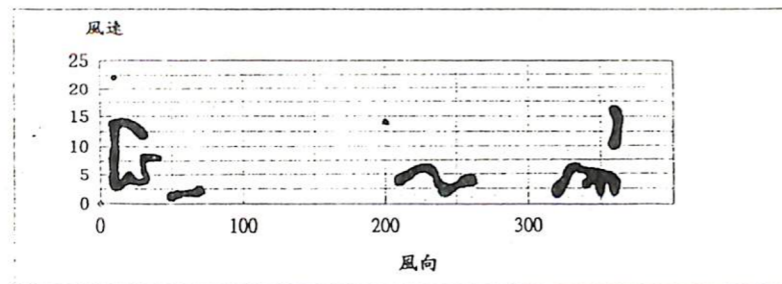
圖十七 馬公基地冬季濃霧客觀預報圖



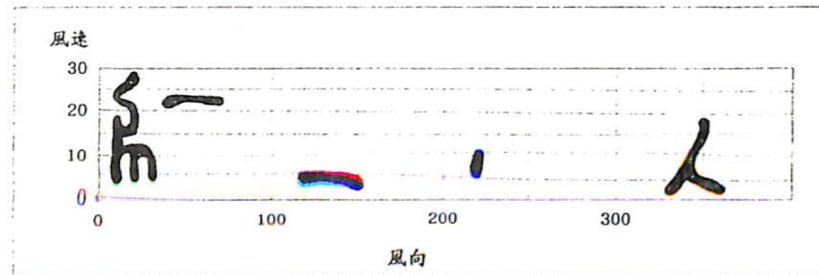
圖十八 馬公基地春季濃霧客觀預報圖



圖十九 馬公基地夏季濃霧客觀預報圖



圖二十 馬公基地秋季濃霧客觀預報圖



圖二一 馬公基地冬季濃霧客觀預報圖

表一 馬公基地民國65-84年濃霧發生時天氣系統統計 單位：次

天氣系統	高壓迴流	鋒面	太平洋高壓	分裂高壓出海	低壓環流	颱風外圍環流
次數	84	53	43	24	17	8
百分比	36.4	23.2	18.9	10.5	7.5	3.5

表二 馬公基地民國65-84年濃霧發生時風向統計 單位：次

風向	靜風	北風	東北風	東風	東南風	南風	西南風	西風	西北風
春季	22	17	14	2	4	29	16	10	8
夏季	11	5	0	2	2	9	5	2	2
秋季	25	12	0	1	0	3	0	2	0
冬季	14	26	0	1	0	2	0	1	5

表三 馬公基地民國65-84年濃霧發生前一日20時風向統計 單位：次

風向	靜風	北風	東北風	東風	東南風	南風	西南風	西風	西北風
春季	8	21	22	3	3	25	31	4	5
夏季	2	10	5	1	0	5	7	5	3
秋季	7	23	7	1	0	1	3	1	2
冬季	6	31	6	1	2	0	2	0	1

表四 馬公基地民國65-84年濃霧發生時風速統計 單位：次

風速	0-06哩	07-12哩	13-18哩	18哩以上
春季	106	16	0	0
夏季	32	6	0	0
秋季	40	3	2	0
冬季	27	6	10	6

表五 馬公基地民國65-84年濃霧發生前一日20時風速統計 單位：次

風速	0-06哩	07-12哩	13-18哩	18哩以上
春季	80	36	6	0
夏季	23	12	3	0
秋季	31	9	4	1
冬季	20	9	13	7

表六 馬公基地民國65-84年濃霧發生時溫度統計

單位：次

溫度℃	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
春季	0	0	2	2	0	0	10	6	6	15	16	20	26	9	5	2	1	0	0
夏季	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	13	6	0	0	0
秋季	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	2	2	11	14	5	0	2	0
冬季	1	4	5	5	7	6	3	4	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0

表七 馬公基地民國65-84年濃霧發生前一日20時溫度統計

單位：次

溫度℃	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
春季	0	0	2	1	2	1	3	4	7	12	14	17	17	20	16	4	0	0	0
夏季	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	14	10	5	2
秋季	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4	4	3	18	9	1	0
冬季	4	6	5	1	4	4	3	5	6	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0

表八 馬公基地民國65-84年濃霧發生前一日20時溫度露點差統計 單位：次

T-Td	0.0-1.0	1.1-2.0	2.1-3.0	3.1-4.0	4.1-5.0
春季	16	60	28	15	3
夏季	8	16	7	3	4
秋季	4	26	13	2	0
冬季	10	19	15	4	1

表九 濃霧客觀預報校驗

預報 實際	發生	不發生	合計
發生	10	8	18
不發生	6	218	224
合計	16	226	242