

松山機場低雲幕氣候特性研究

呂英展 劉代山

第八天氣中心

摘要

低雲幕之危險天氣對於飛航安全的影響至為重要，因此如何掌握低雲幕天氣狀況發生的機制以及相配合之天氣因子一直是分析與預報上相當重要的課題之一。本研究即利用民國72年至民國85年共14年間松山機場發生低雲幕（雲幕高 ≤ 300 呎）之天氣狀況作統計分析，研究中發現；發生低雲幕天氣狀況主要受五種天氣型態的影響，分別是鋒前暖區型、鋒面過境或滯留型、高壓迴流及東北季風型、臺灣低壓型、以及颱風環流型，其中以鋒前暖區型產生低雲幕天氣狀況機率最高，而在發生低雲幕天氣狀況的年平均與月平均方面每年平均大約有3至4次低雲幕天氣狀況其中月平均之高峰期為2月、3月、以及4月等三個月份，此外平均每次發生低雲幕天氣狀況其持續時間大約僅1.5小時，因此松山機場發生低雲幕天氣狀況的次數相當少且持續時間也較短暫。再就不同天氣因子的影響來看，松山機場發生低雲幕時的相對濕度相當高（亦即溫度露點差甚小，一般而言 $\leq 0.5^\circ\text{C}$ ），且風速較小（通常 ≤ 5 哩/時），風向則配合不同天氣型態有所差異，伴隨之天氣現象以降雨佔了近七成的比率（包含毛雨、陣雨、及雷雨等）而霧之天氣現象則僅佔三成左右，因此可以利用不同之天氣因子、以及天氣現象配合不同的天氣型態對松山機場低雲幕天氣狀況做初步的判斷與預報，以提供飛航安全的保障，並做為往後低雲幕天氣預報校驗之標準。

一、前言

雷雨的生成、能見度的降低、以及低雲幕的產生等等都嚴重威脅了飛航的安全，如何掌握這些影響飛安的天氣現象一直是各機場的首要問題。松山機場其地理位置為北緯 $25^\circ 04'$ 、東經 $121^\circ 33'$ ，在地形上則是位於四周是群山圍繞的台北盆地之內，因此海拔高度大約只有8M（26呎）左右，北面有山嶺屏障，故而松山機場全年的盛行風向為偏東風，除夏季受西南氣流影響，僅七月的盛行風向為偏西風外，其餘風向甚少出現，且風速一般而言並

不大；加上北面有基隆河河谷自東向西橫亘，造成松山機場附近有較大的濕度，而台北盆地本身亦較容易生成逆溫層，因此松山機場清晨時刻常有淺低霧產生，造成機場附近常有低雲的生成，嚴重影響了飛航的安全。本研究即是利用民國72年至民國85年共14年的時間內，松山機場出現雲幕高 ≤ 300 呎之天氣特徵、形成低雲幕的起始時間與持續時間、以及和各天氣因子間的關係加以分析研究，做為將來對低雲幕之天氣狀況出現時的預報與判斷之參考。

二、低雲幕出現統計

自民國72年起至民國85年止，松山機場出現低雲幕天氣狀況（雲幕高 ≤ 300 呎）的次數總計共有54次（表一），若依照不同年份來看，以民國73年及民國79年發生低雲幕的次數最多（6次），而民國76年發生低雲幕的天氣狀況最少（僅有1次），但就此段期間（民國72-85年）平均而言每年大約有3至4次達到低雲幕的天氣標準（雲幕高 ≤ 300 呎），而從不同年份的年累計時間來看，則以民國84年其年累計發生低雲幕時間為最長（超過16小時），其餘年份除民國81年外（超過13小時）累計出現低雲幕天氣狀況的時間均低於10小時，且平均每一次發生低雲幕的持續時間大約只有1.5小時，因此可以發現；松山機場低雲幕之天氣狀況發生時其持續時間一般而言相當短暫，且平均每年發生低雲幕天氣狀況的次數亦不多。

再就松山機場一年內不同月份發生低雲幕天氣狀況的分布來看（表一），自民國72年起至民國85年累計14年內以3月份發生低雲幕天氣狀況的累計次數為最多（累計16次），而2月份與4月份亦有超過5次以上低雲幕天氣狀況的事件發生（分別為6次與8次），其餘各月份累計發生低雲幕之天氣狀況均低於5次以下，10月份及11月份累計發生低雲幕次數更低甚至14年內（72-85）根本沒有低雲幕的天氣狀況，可以見得松山機場平均一年內發生低雲幕的天氣狀況以2月、3月以及4月為高峰期，佔了所有發生低雲幕次數的6成左右，亦即松山機場每年以天氣較不穩定的冬末春初時節容易有低雲幕天氣狀況的發生，此外梅雨季節（5、6月份）以及颱風季節（8、9月份）松山機場也有低雲幕天氣狀況的發生。另外從不同月份發生低雲幕天氣狀況的累計時間來看，仍以3月份及4月份的累計時間

較長，其發生低雲幕的累計時間都超過20小時，其它月份除2月份累計時間超過10小時外各月份發生低雲幕的累計時間都不長，再就每月份平均每次低雲幕天氣狀況發生的持續時間來看，以4月份每次低雲幕發生之持續時間最高（平均每次超過3小時以上），其餘月份大多低於1.5小時（僅5月份超過2小時），可以得知；松山機場發生低雲幕之天氣狀況除3月份平均每年至少一次及3、4月份平均每年平均持續1.5小時外其餘月份發生低雲幕天氣狀況的次數與平均持續時間都較少且短暫。

三、綜觀系統與形成低雲幕之關係

檢視民國72年至民國85年14年內形成低雲幕之綜觀天氣型態大致可分為：(a)鋒前暖區型（24%）；(b)鋒面過境或滯留型（20%）；(c)高壓迴流及東北季風型（19%）；(d)臺灣低壓型（20%）；(e)颱風環流型（17%）等五大類（表二），以下就此五大類作簡單的介紹：

(a)鋒前暖區型：此類天氣型態為鋒面位於臺灣北部海域延伸至廣東一帶並向東北移動，本省位於鋒面前緣受偏南氣流影響，濕度較高易有薄霧及毛雨等天氣現象發生且一般而言有較長的持續時間，由表（三）可知鋒前暖區型天氣常出現在冬末春初季節交替時節（2月、3月、4月），此時北方冷空氣勢力尚強而南方的暖濕空氣已開始活躍，再從表（四）亦可看出鋒前暖區型天氣造成低雲幕所伴隨之天氣現象以霧為主（超過八成以上），而降雨的機率則較小。

(b)鋒面過境或滯留型：此類天氣型態大多發生在春季，此時南來的暖濕空氣已趨活躍並向北移動，冷面位於華中地區，當冷空氣進入四川盆地後，界面抵達臺灣地區進而影響台灣北部的天氣，此類地面天氣圖型態多為氣旋波位於日本九州及四國一帶向西南延伸至華南，

而當噴射氣流向南移動且高空風向為西南風向時，臺灣北部的天氣將更行惡劣，由表（四）可知此類天氣型態造成低雲幕所伴隨的天氣現象幾乎全為降雨（超過九成以上），甚至有更惡劣之雷雨或陣雨的天氣現象發生。

(c)高壓迴流及東北季風型：由表（三）可知此類天氣型態主要發生在冬季。高壓迴流之地面天氣圖型態為分裂高壓位於日本以東，屬性已轉變，此種天氣型態亦易使臺灣地區晨間有濃霧，造成清晨時刻能見度及雲幕的陡降，但一旦太陽出現能見度及雲幕高隨即好轉；而東北季風型之地面天氣圖型態則與高壓迴流型不同，此種天氣型態是高壓中心位於外蒙及西伯利亞一帶，冷空氣經海面吹向臺灣後造成北部及東北部地區迎風面陰雨之天氣，但雨勢通常較小，由表（四）可知高壓迴流與東北季風型之天氣型態形成低雲幕所伴隨之天氣現象以霧為主（佔七成左右），亦有降雨之天氣現象的發生，但一般而言雨勢並不大。

(d)臺灣低壓型：臺灣低壓的生成，就月份而言有兩次顛峰期，一為梅雨期之 6 月、一為 2 月，由表（三）亦可看出此天氣型態所造成低雲幕之天氣狀況主要有兩群組，分別為 2 月、3 月以及 5 月和 6 月。臺灣低壓型天氣型態生成的基本條件是在一急劇的溫度場中，出現顯著的暖空氣平流，其盛行天氣圖的型式為有強烈的水平溫差，其低壓中心則位於暖平流之最強處，此外就 850 mb 高空圖而言其高壓在臺灣北部出海，並有旺盛的西南氣流，造成天氣較不穩定，由表（四）可以看出此類天氣型態形成低雲幕所伴隨之天氣現象以降雨為主（超過八成），並且伴隨雷雨或陣雨等較劇烈之天氣現象亦高達三成以上。

(e)颱風環流型：颱風季節的來臨（7、8、9 月）經常對臺灣地區帶來嚴重的災害，包括了強風所造成建築物的毀壞，以及所攜帶豪雨而形成之水災與農作物的損失，除了這些對

地面上的威脅與破壞外，受颱風環流之上升氣流的影響，臺灣地區天氣相當不穩定，雷雨、低雲幕、以及低能見度等天氣狀況經常會伴隨著發生，嚴重威脅到飛行的安全。由表（三）可知颱風環流之天氣型態所造成低雲幕天氣狀況幾乎全部發生在夏秋兩季，特別是在夏末秋初的 8、9 月兩月份受颱風環流而發生低雲幕天氣狀況就佔了將近九成，而由表（四）則可發現颱風環流所造成低雲幕天氣狀況其伴隨的天氣現象均較劇烈，其中發生雷雨或陣雨的比率竟高達六成以上。

四、低雲幕之客觀預報與校驗

任何天氣現象或天氣狀況的產生都是導因於許多天氣因子同時配合而成，低雲幕天氣狀況的發生亦不例外，其影響之天氣因子大致包含了溫度、露點、風向、風速、以及氣壓值等等同時符合某一標準才有此天氣狀況的產生，因此；如何掌握這些天氣因子的變化進而對低雲幕之天氣狀況的發生作準確的預報，無疑是促進飛航安全的重要問題之一。

(a)溫度、露點差與低雲幕天氣狀況發生之關係：露點的定義就是在一定壓力下，某一水汽含量的空氣冷卻到達飽和狀態，當溫度繼續下降就會產生凝結現象，此飽和狀態之臨界溫度即為露點。雲的產生就是空氣上升冷卻凝結而成，因此一般而言溫度與露點愈接近，則空氣塊隨高度而溫度遞減愈快達凝結狀態，也就是在高度較低處即有雲的產生，若水汽含量甚大則雲幕則更低，愈容易有低雲幕之天氣狀況的發生。

(b)風向、風速與低雲幕天氣狀況發生之關係：由前面的分析可以發現；低雲幕天氣狀況的發生，伴隨降雨之天氣現象佔了很大的比重，而水汽的充沛與否則是決定降雨機率大小的重要因素，風向即扮演了水汽輸送的重要「交通工具」，若風向從較乾燥的地方吹來，且無

地形的舉升凝結作用，則降雨機率較小，相對產生低雲幕天氣狀況的機會亦較低；反之，若風向從水汽充沛的洋面上吹來，且受地形舉升而達凝結狀態，則降雨機率大增，也較容易有低雲幕天氣狀況的發生。此外，風速則為決定低雲幕天氣狀況持續時間長短的重要因素之一，尤其是伴隨天氣現象為霧者影響特別大，因為風速小則霧或降水等天氣現象愈不容易在短時間內散去，反之；風速一旦轉大則霧及降水等天氣現象常隨之消散或結束，而發生之低雲幕天氣狀況也往往在同一時刻終止。

(c)氣壓值與低雲幕天氣狀況發生之關係：氣壓值的高低決定了空氣的沉降，相對氣壓值高，則空氣下沉且沒有對流現象的產生，大氣較穩定天氣晴朗亦較無降雨之天氣現象發生，雲幕一般而言較高無低雲幕天氣狀況，但若濕度甚高則在清晨時刻近地面處易有濃霧產生，形成低雲幕之天氣狀況，一旦太陽出現則霧之天氣現象消失雲幕高隨之提高。反之；相對氣壓值低，則空氣上升對流旺盛，大氣非常不穩定易有降雨之天氣現象發生，若對流更加強烈甚至有雷雨等劇烈天氣現象的形成，造成低雲幕天氣狀況的產生。

檢視松山機場發生低雲幕天氣狀況之各項天氣因子（表三），溫度露點差方面，在 40 次低雲幕天氣狀況內溫度露點差大於等於 0.5℃者佔所有資料的五成（20 次），而大於等於 1℃者則只有佔二成（8 次），其中以鋒前暖區型以及颱風環流型兩者天氣型態之溫度露點差最大（溫差亦小於 3℃），此外相對濕度平均大約都在 95% 以上，可見發生低雲幕天氣狀況時，其溫度露點差一般均不超過 1℃，且水汽含量也都相當大，濕度高達 95% 以上。此外在風速方面則可發現，除了受到颱風環流型天氣型態影響而發生之低雲幕天氣狀況時有較大風速外（大於 10 哩/時以上），低雲幕天氣狀況發生時其風速大都小於 5 哩/時

以下，且風速與發生低雲幕天氣狀況所持續時間成反比，亦即風速越大低雲幕持續時間通常較短；此外在風向方面則可發現，除受到颱風環流型天氣型態影響而發生之低雲幕天氣狀況其風向較不定外，其餘天氣型態發生低雲幕天氣狀況大都有特定的風向與之配和，如鋒前暖區型天氣型態發生低雲幕時其風向主要為偏西風，而鋒面過境或滯留型天氣型態對應之風向則為偏南風轉成偏北風，高壓迴流及東北季風型對應之風向為偏北風，臺灣低壓型天氣型態發生低雲幕天氣狀況對應的風向則為偏東風。由上面的分析可知，利用溫度露點差、風向以及風速配合不同類型的天氣型態，可以粗略的做為是否發生低雲幕天氣狀況與持續時間長短的預報與校驗。

五、結論

經由前面的統計分析可以發現，松山機場從民國 72 年至民國 85 年 14 年內，平均每年至少發生 3 次低雲幕之天氣狀況，就單月份而言低雲幕天氣狀況發生之機率以 3 月份最高（平均每年一次）2 月份以及 4 月份次之（大約每 2 年發生一次），此外梅雨季節以及颱風季節也有低雲幕天氣狀況的發生。就低雲幕天氣狀況的持續時間來看，平均每次發生低雲幕的持續時間大約 1.5 小時，其中又以 2 月、3 月、以及 4 月其累計時間與平均時間最長，可以見得松山機場每年以 2 到 4 月為低雲幕天氣狀況發生的高峰期，在分析及預報上尤須特別注意。

而在天氣型態的分析上，則可發現導致低雲幕天氣狀況發生的天氣型態大致可以分成五大類分別是：鋒前暖區型、鋒面過境或滯留型、高壓迴流及東北季風型、臺灣低壓型、以及颱風環流型，其中以鋒前暖區型佔最大比率，但每一種天氣型態所佔比率都在二成左右，可以見得此五種天氣型態對形成低雲幕天氣狀況

都同樣重要，此外不同天氣型態亦伴隨不同的天氣現象，可以作為分析及預報的參考。

在不同天氣因子的影響上，溫度露點差、風向風速、以及氣壓值的高低更直接影響到了低雲幕天氣狀況的發生，大體而言溫度露點差在5℃以下，且風向在5哩/時以下形成低雲幕天氣狀況相當大，在配合不同天氣型態所對應之風向，即可對低雲幕天氣狀況做較準確的分析與預報。

參考文獻

謝維權、陳泰然 (1982, p29 ~ p36) : 桃園新竹松山空軍基地影響飛航安全之低雲幕研究。
林元弼、湯明敏、包澄瀾、陳森娥 (1991) : 天氣學。
空軍各基地危險天氣預報研究兵要。

表(一) 低雲幕統計表

次數 時間 年份	月份												小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
72 (193)	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
	0	0	02:06	0	0	0	0	01:09	0	0	0	0	03:15
72 (1984)	0	0	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
	0	0	03:10	01:25	0	00:11	0	0	0	0	0	0	04:46
74 (1985)	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	00:53	00:18	00:57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	02:08
75 (1986)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	00:37	0	0	00:30	0	0	0	0	0	0	0	00:30	01:37
76 (1987)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	01:12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01:12
77 (1988)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
	00:25	03:54	0	0	0	0	0	00:42	0	0	0	0	05:01
78 (1989)	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4
	0	0	03:51	0	00:17	0	00:55	0	0	0	0	0	05:03
79 (1990)	0	1	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	6
	0	02:40	0	0	0	03:32	0	00:19	00:43	0	0	0	07:14
80 (1991)	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4
	0	0	0	07:37	01:01	0	00:10	0	00:10	0	0	0	08:58
81 (1992)	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	0	00:16	0	10:26	0	0	0	0	0	0	0	02:19	13:01
82 (1993)	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4
	0	01:14	00:21	0	00:09	0	0	0	0	0	00:09	0	01:53
83 (1994)	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
	0	06:03	0	0	0	0	0	00:06	0	0	0	0	06:09
84 (1995)	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
	0	0	09:05	00:03	06:59	0	0	0	0	0	0	0	16:34
85 (1996)	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
	00:09	0	00:22	0	0	0	0	0	05:16	0	0	0	05:47
總計	4	8	16	6	4	3	2	4	4	0	1	2	54
	02:04	14:25	21:04	20:28	08:26	03:43	01:05	02:16	06:09	0	00:09	02:49	82:38
比率 (%)	7	15	30	11	7	6	4	7	7	0	2	4	100
	3	18	26	25	10	4	1	3	7	0	0	3	100

表(二) 松山機場形成低雲幕之日期、時間、天氣現象、天氣因子、以及天氣型態

年份	月份	日期	≤300呎 時間(L)	天氣現象	溫度 ℃	露點 ℃	(A) KTS	(B) KTS	天氣型態
72	03	01	0647 ~ 0730	FG			120 / 02	C / 0	(C)
	03	23	0447 ~ 0610	FG	15.1	15.0	C / 0	280 / 03	(d)
	08	29	1612 ~ 1721	RA	19.1	19.0	150 / 08	280 / 04	(e)
73	03	23	0703 ~ 0718	RA			100 / 05	C / 0	(b)
	03	24	1620 ~ 1636	RA			C / 0	C / 0	(d)
	03	27	0212 ~ 0427	BR			260 / 04	260 / 05	(a)
	03	27	0750 ~ 0814	DZ	17.8	16.9	280 / 03	280 / 06	(a)
	04	28	0746 ~ 0911	RA	17.6	16.6	C / 0	270 / 02	(b)
	06	05	1527 ~ 1538	TSRA	20.6	20.3	120 / 25	190 / 10	(d)
74	01	01	1237 ~ 1330	DZ			C / 0	C / 0	(c)
	02	18	1618 ~ 1636	DZ			C / 0	080 / 04	(b)
	03	07	0632 ~ 0637	FG	17.6	17.3	C / 0	C / 0	(a)
	03	25	0725 ~ 0746	FG			C / 0	C / 0	(a)
	03	28	1407 ~ 1438	RA			230 / 05	080 / 06	(b)
75	01	29	0707 ~ 0744	FG			C / 0	C / 0	(c)
	04	25	0530 ~ 0600	FG	20.7	20.3	C / 0	C / 0	(a)
	12	13	1800 ~ 1830	BR	19.2	16.9	310 / 04	300 / 03	(a)
76	03	14	0608 ~ 0720	FG	19.5	18.5	C / 0	C / 0	(a)
77	01	15	0145 ~ 0200	FG	15.0	14.5	C / 0	020 / 02	(c)
	02	05	0406 ~ 0800	FG	11.4	11.2	C / 0	310 / 02	(a)
	08	28	1415 ~ 1500	TSRA	22.8	22.2	100 / 20	210 / 03	(e)
78	03	12	0557 ~ 0630	FG	14.0	13.9	310 / 05	310 / 01	(c)
	03	19	0547 ~ 0905	RA	17.2	16.8	C / 0	140 / 05	(b)
	05	02	1437 ~ 1454	TSRA			280 / 26	330 / 10	(d)
	07	28	1952 ~ 2047	TSRA	24.6	24.5	030 / 04	180 / 02	(d)
79	02	23	0427 ~ 0707	TSRA - BR - SHRA	19.3	18.8	140 / 07	240 / 02	(b)
	06	09	0613 ~ 0632	TSRA			280 / 10	280 / 04	(d)
	06	10	1137 ~ 1450	SHRA - RA	23.2	22.6	280 / 02	C / 0	(b)
	08	19	1252 ~ 1311	SHRA	27.1	25.4	080 / 25	080 / 27	(e)
	09	03	1821 ~ 1900	TSRA	25.0	24.4	C / 0	240 / 11	(e)
	09	07	0856 ~ 0900	SHRA	27.1	24.5	060 / 15	070 / 02	(e)

表 (三) 各類天氣型態發生低雲幕之月統計表

月份 \ 天氣型態	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	0	0	4	0	0
2	2	3	1	2	0
3	8	3	3	2	0
4	2	3	0	1	0
5	0	1	0	3	0
6	0	1	0	2	0
7	0	0	0	1	1
8	0	0	0	0	4
9	0	0	0	0	4
10	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0
12	1	0	1	0	0
總 計	13	11	10	11	9

表 (四) 不同天氣型態發生低雲幕天氣狀況所伴隨之天氣現象統計

天氣型態 \ 天氣現象	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
FG & BR	11	1	7	2	0
DZ & RA	2	10	3	6	3
SHRA & TSRA	0	3	1	4	6

其中(a)鋒前區型；(b)鋒面過境或滯留型；(c)高壓迴流及東北季風型；(d)臺灣低壓型；(e)颱風環流型