

臺灣地區降霜之分析研究

A. Study of the Frost Occurrence in Taiwan Area

徐 晉 淮 辛 江 霖

Chin-Huai Hsu

Chang-Lin Hsin

ABSTRACT

Although Taiwan is located in the Subtropic region, the cold weather still occurs frequently in winter time, especially in the plain and upslope land area. In average, the minimum temperature below 10°C appears two or more times a year and the frost occurs once a year, causing severe damage to the crops and the fish cultururation in ponds.

From the frost data of observation stations of Central Weather Bureau. This paper has analyzed the weather element and map. The conditions of frost occurrence have been summarized as follows:

- (1) Continental high comes directly from polar region and moves to the south of Yang-tze River between 110°E and 120°E .
- (2) The strong long wave radiation during clear and windless night, accompanied by the humidity below 70 %; is the favorable condition.
- (3) Decrease of temperature on dry land is larger than on wet land, So the frost occurs more easily in the upslope land area.

By means of the anomaly of N. H. 500MB chart to trace the southward movement of the positive anomaly and the low index it is able to see the movement of the pressure system from the polar region and thereby to predict the occurrence two or three days of the cold wave and in Taiwan area in advance.

一、前 言

臺灣雖地屬亞熱帶，但冬期多受大陸高氣壓之控制，偶而也有寒冷氣候。當來自極地高氣壓，受大氣環流誘導且呈低指標時，南移到低緯度，極易爆發強烈寒潮，引起氣溫激降低到攝氏十度以下，再受夜間旺盛輻射影響，平原、谷地、低窪及山坡地帶，常發生降霜（在本文指為攝氏六度以下）或低溫，不但影響一般日常生活，對於農作物亦會發生重大損害。對於近年發展之養漁事業影響尤大。例如民國 52 年 1 月發生之降霜，把全嘉南地區之

番薯、玉米、菸葉及其他農作物尤其香蕉等摧殘殆盡。民國 64 年底發生之低溫把南部之漁塢飼魚凍死達百分之八十以上。影響所及使國家經濟建設蒙受嚴重損害。本研究根據中央氣象局八十年之觀測紀錄作分析，先將降霜發生之日期及時間全部摘出，予以統計並繪分散布圖，再循降霜發生時之天氣圖類型與大陸極高氣壓之變動，追求大氣環流型態，探預報可行方法於三天前發布降霜警告，使農漁民有充分時間從事防霜，使損失減少到最低限度，提高農漁民之生產，增加收入，增益國家財富。

二、降霜紀錄、分布與氣象的條件

把中央氣象局所屬全省分布各地之測站八十年之降霜紀錄——找出其日期如附表 1，各測站之創立不同，故測站名後數字為紀錄期限，附表 1 包括發生時之雲量 N 以十分數計 0 為無雲，風速風向 W. V. 以每秒米計無風以 C (CALM) 及最低溫度 T_L 以 $^{\circ}\text{C}$ 表示之。

高雄 (1931 年創立以下創立兩字省略)，恒春 (1896 年)，花蓮 (1910 年)，淡水 (1942 年)，基隆 (1903 年)，新港 (1940 年)，臺東 (1901 年)，大武 (1940 年)，恒春 (1896 年) 及嘉義 (1968 年) 與各離島測候所創立以來均無降霜紀錄，其原因分析如下：

(1) 高雄、恒春、臺東及大武各測候所均位於北緯 23 度以南，係熱帶地區且亦均在靠近海岸，故氣溫不致激降太大。

(2) 新港、花蓮、淡水及離島各測候所位於北緯 23 度以北，但同樣靠近海岸故氣溫不致激降。

(3) 上述(1)及(2)各測候所，所在地不在曠野中周圍均有樹木或建築物等之保溫環境。

(4) 嘉義測候所，所在地環境雖在曠野中，但創立未久 (1968 年)，且 1968 年以後其他測站 (平地) 亦無降霜紀錄係因暖冬之故。又嘉義所雖在曠野中，測候所周圍為濕地，也有保溫作用。尤其嘉義測候所係為氣象局唯一的農業氣象站，夜間無實際目測，故在降霜時間 (大約深夜到清晨 5 點左右) 內無法看到降霜。在此順便建議中央氣象局應增派嘉義測候所之測候人員充實觀測資料建立最標準的農業氣象站。次之希望散布在各地之民營測站或雨量站人員，如有發現降霜時，應將日期及時間記下，以供農漁業之發展參考。

有降霜紀錄之測站茲分析如下：阿里山 (1934 年) 及鹿林山 (1953 年) 高山測候所每年自 9 月至翌年 4 月均有降霜紀錄 1, 2, 11, 12 月之 4 個月每月平均有 11 天之多，鹿林山於 5 月共發生 7 次，6 月於 1194 年有 1 次。阿里山於 5 月有 9 次，6 月於 1964 年有 2 次之紀錄。上述高山地區係不適農作物生長之地區，不在本文分析討論之列，請參閱附表 1 至 8 作為參考。再次將曾有降霜之其他平地測候所之降霜紀錄——分析如下：

表 1. 中央氣象局所屬各測候所降霜統計

地點	月別				
	1 月	2 月	3 月	11 月	12 月
臺北	12	14	3	1	9
宜蘭	2	0	0	0	0
新竹	4	0	0	0	0
金六結	3	3	0	0	0
臺中	31	15	0	0	2
日月潭	18	3	2	0	3
臺南	1	1	0	0	0
永康	5	1	0	0	0
總計	76	37	5	1	14

由表 1, 在臺灣發生降霜月別 1 月 76 次 2 月 37 次, 12 月 14 次, 3 月 5 次 11 月只有臺北於 1922 年 11 月 27 日有乙次紀錄。可以說臺灣平地之初霜為 12 月中旬。1 月份發生次數最多, 次之 2 月份, 晚霜發生於 3 月初旬。因之降霜預報應該注重 12 月、1 月、2 月及 3 月計四個月。(次之請參閱附表 2—8) 臺北地區現已成為大都市, 已沒有農地, 對有沒有降霜問題而言, 已無太大意義。反之臺中, 日月潭及嘉南地區為農業寶庫, 且臺中、日月潭之降霜率相當高。1897 年至 1970 年之年平均發生 0.7 次, 日月潭為 1.1 次 (1942 年至 1970 年), 臺北 0.5 次 (1897—1970)。由各測站之降霜紀錄來看發生日期, 90% 以上均為同年同月同日同時發生, 可以明顯顯示在臺灣發生之降霜無局部性的, 直接受大氣環流之大原因而發生的。從臺中及臺北紀錄顯示 1897 年至 1920 年止大都是於 2 月份發生降霜, 又 1920 年至 1963 年間均於 1 月份發生。1963 年 1 月所發生的次數是臺灣有紀錄以來最嚴重的乙次。1963 年又係世界各地都被大寒潮所襲擊之一年, 也是值得分析之一年。反之 1923 至 1931 年 (1 月及 2 月) 1936 年至 1962 年之 27 年間, 在臺北地區未有降霜紀錄, 臺中亦與臺北情況略同, 較明顯的是兩站 1921 至 1929 年及 1935 至 1944 年均無降霜紀錄, 為暖多年。臺灣各地有降霜紀錄之測候所, 由其地理的條件來看, 均離海岸稍遠不受海流之影響, 不致氣溫激降。由附表 2 至 6 顯示夜間雲量少, 佔 99% 以上均在朗晴的天氣時發生降霜, 即晴朗天氣時受輻射作用失去之氣溫大於陰天 (有阻擋輻射作用) 之氣溫。由風力來看, 降霜時 95% 以上均為無風狀態之下發生, 也可以說無空氣之混合作用時容易發生。且在百葉

箱地面高度約 1.5m 之氣溫降至 6°C 以下到 0°C 左右時，易發生降霜。經分析結果，空中水汽含量少時比多時氣溫降得較為大，同時亦可以說乾地比濕地氣溫下降較大與理論完全一致。例如嘉義測候所四周均稻田，故為濕地所以到現在為止，成為無降霜紀錄之理由之 1。在山坡地常發生降霜，也可以說因排水好，而或為乾地，符合降霜之條件下圖（根據鈴木清太郎 1951 年著農業氣象學第八章霜害第 246 頁第 8.3 圖）實測值。表示同一氣象狀態之下不同地質上夜間為 10°C 時於清晨氣溫下降之狀態。

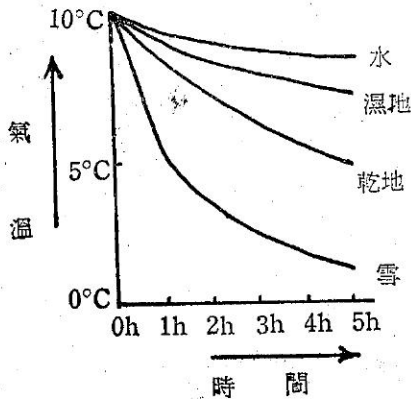


圖 1. 各種地面之輻射量

由上述已知道實際降霜之氣象的條件原因可歸納如下：

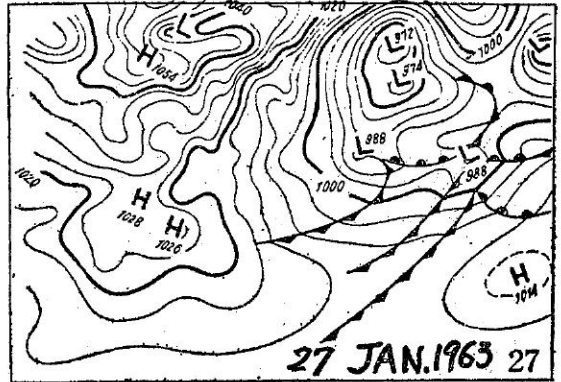
1. 根據實際紀錄 預測低溫 6°C 或以下時有降霜可能。
2. 預測夜間天氣 晴朗且無風狀態 時有降霜可能。
3. 預測濕度為 70 % 以下時有降霜可能。所以預測有無降霜可以與天氣圖變化對照滿足上述之 3 條件時均可正確預測之。

三、降霜時之地面天氣圖類型

臺北與臺中之降霜紀錄最完善，且發生次數及日期略相同，故現選臺中之發生日期與小型印刷天氣圖（印刷天氣圖自 1907 年起至 1970 年止）對照歸納如下：

如附圖 2 為臺灣地區降霜之標準天氣圖也可以說合成圖其特性分析如下：

(1) 由極地 阻塞高壓 南移至 西伯利亞 之大陸高氣壓，且其分裂高氣壓中心位置必須在長江以南即北緯 30 度以南，東經 110 度至 120 度之間時易降霜。



附圖 2. 臺灣地區降霜標準地面天氣圖 (1963 年 1 月 27 日 8 時)

(2) 鄂霍次克海有發達低氣壓，寒冷氣流由北向南侵襲臺灣地區。

(3) 分裂高氣壓偏南，臺灣地區接近高氣壓中心氣流下降，天氣晴朗乾燥，氣壓梯度小風力不大。

(4) 相反的如此分裂高氣壓向東移，中心越過東經 120 度以東時地面氣流由東向西移流，經過溫暖潮濕之海面後到達臺灣地區時，氣溫升高並無降霜之現象。

四、降霜時 500 毫巴大氣環流之類型

1. 500 毫巴大氣環流之類型

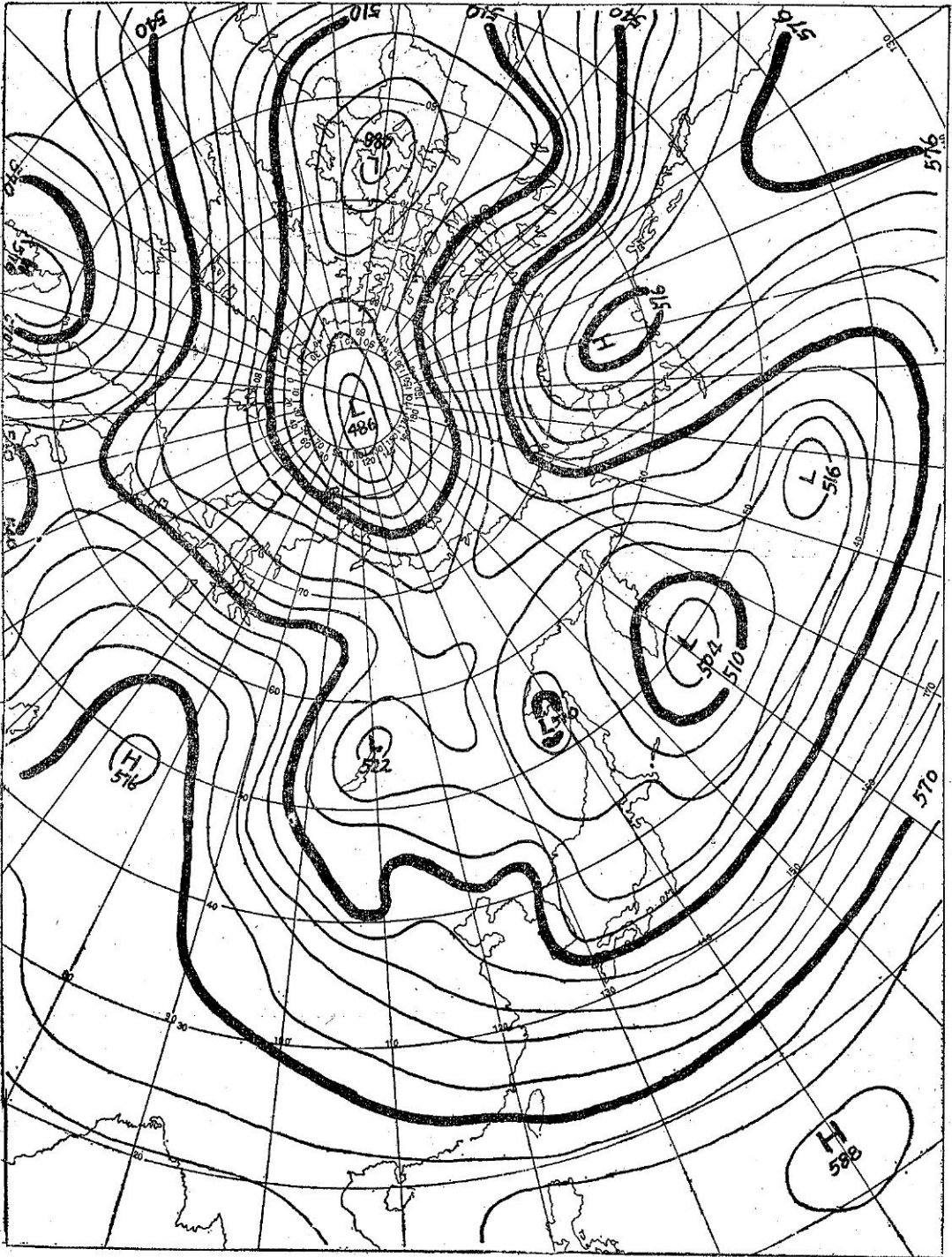
附圖 3 是 1963 年 1 月 27 日 1200Z 之 500 毫巴高空圖，為標準的寒潮爆發之類型其特性如下：

- (1) 北半球高緯度分為兩波型，中到低緯度為三波型，其活動中心偏在東亞地區。
- (2) 阿拉斯加、東歐及英國有三所發生阻塞高氣壓，東亞地區形成標準反Ω氣壓型，且槽線在臺灣東方，極地冷氣由北，西北向南，東南不斷的侵入大陸及臺灣。

(3) 500mb 臺北探空從 -8°C 以上降到 -12°C 至 -15°C 以下及風向偏西北風時易發生降霜，在同樣溫度下如風向偏西南西或西南時不致發生降霜。

五、極地高氣壓之追蹤

從第三及四節所分析及降霜發生時與實際天氣圖比較結果，發現高氣壓之發源地限於極地附近，故要預報降霜時應特別注意 11 月以後至 3 月間之北半球地面天氣圖追蹤大陸高氣壓之發源地與其動向及北半球天氣圖之正距平變化追蹤。發現上面兩項追蹤由北向南之趨勢時並注意東亞地區低指標之移動由西向東時可發布低溫或降霜預報。



附圖 3. 北半球 500 毫巴天氣圖 (1963 年 1 月 27 日 20 時)

附表 2. 新竹 (1938—1970) 降霜發生日期

年份	一月			二月			三月			十一月			十二月		
	SUM. TE	DA TE	N	W.V. (m/s)	T _i (°C)	SUM. TE	DA TE	N	W.V. (m/s)	T _i (°C)	SUM. TE	DA TE	N	W.V. (m/s)	T _i (°C)
1949	1	10	0	C	3.9										
1952	2	9	0	C	3.5										
"		20	0	C	3.6										
1953	1	7	2/10	E 0.8	4.7										
計4年	4					0					0				

附表 3. 金六結 (1946—1970) 降霜發生日期

年份	一月			二月			三月			十一月			十二月		
	SUM. TE	DA TE	N	W.V. (m/s)	T _i (°C)	SUM. TE	DA TE	N	W.V. (m/s)	T _i (°C)	SUM. TE	DA TE	N	W.V. (m/s)	T _i (°C)
1953	1	7	0	C	4.7										
1962	1	27	0	S 0.7	2.9										
1963	1	28	0	C	2.2	3	1	0	W 0.7	5.5					
"							27	0	S 3.7	5.9					
"							28	0	C	5.7					
計3年	3					3					0				

附表 5. 日月潭 (1942—1970) 降霜發生日期

年份	一月			二月			三月			十一月			十二月			年份	
	SUM. TE	DA TE	W.V. (m/s) T _L (°C)	SUM. TE	DA TE	W.V. (m/s) T _L (°C)	SUM. TE	DA TE	W.V. (m/s) T _L (°C)	SUM. TE	DA TE	W.V. (m/s) T _L (°C)	SUM. TE	DA TE	W.V. (m/s) T _L (°C)		
1942													2	6	ENE 1.7	4.4	1942
"														7	SSW 1.0	5.9	"
1944																	1944
1945	1	18	WNW 1.2														1945
1949	1	9	ENE 1.3														1949
1960																	1960
1961	1	19	C														1961
1962	2	21	C														1962
"		23	C														"
"		27	W 1.7														"
1963	7	8	WNW 1.0														1963
"		9	C														"
"		10	C														"
"		15	WNW 0.7														"
"		16	C														"
"		17	W 1.3														"
"		18	SSW 1.0														"
1965	4	8	C														1965
"		9	C														"
"		10	WNW 1.5														"
"		12	C														"
1970	1	31	SSW 0.7														1970
計9年	18																計9年

附表 6. 臺南 (1897-1970) 及永康 (1948-1970) 降霜發生日期

年 份	一 月			二 月			三 月			十 一 月			十 二 月		
	SUM. TE	DA TE	W.V. T _L (m/s) (°C)	SUM. TE	DA TE	W.V. T _L (m/s) (°C)	SUM. TE	DA TE	W.V. T _L (m/s) (°C)	SUM. TE	DA TE	W.V. T _L (m/s) (°C)	SUM. TE	DA TE	W.V. T _L (m/s) (°C)
臺南 1903	1	18	ENE 4.1												
" 1918				1	19	0 NNE 3.0									
永康 1963	5	8	E 1.2												
" "		@	C												
" "		17	N 1.7												
" "		28	NNE 1.3												
" "		29	E 1.3												
臺南 1970				1	1	0 C									
永康 "				1									0		
各計 2 年	5			1									0		

附表 7. 阿里山 (1934—1970) 每月降霜發生次數

年 份	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1934	14	15	7	1	1	—	2	1	8	12	61
1935	16	13	7	3	—	—	2	1	7	8	57
1936	8	6	2	1	—	—	1	10	22	6	56
1937	12	8	4	2	—	—	—	13	8	10	57
1938	11	9	3	6	—	—	—	2	9	12	52
1939	14	18	2	2	—	—	—	—	2	22	60
1940	17	11	5	4	—	—	—	—	3	19	57
1941	4	2	1	—	—	—	—	1	3	5	16
1942	12	3	2	3	—	—	2	1	9	17	49
1943	18	15	3	3	—	—	—	—	8	11	53
1944	13	10	9	—	—	—	—	—	2	5	39
1945	13	1	10	3	2	—	—	11	10	12	62
1946	12	19	1	4	—	—	—	6	15	10	67
1947	14	14	6	4	—	—	—	10	6	12	66
1948	22	5	6	1	—	—	—	1	14	12	61
1949	24	12	10	—	1	—	—	3	7	3	60
1950	16	2	3	—	—	—	—	1	8	14	44
1951	5	11	2	—	1	—	—	2	3	7	31
1952	12	8	6	1	—	—	—	—	15	8	50
1953	14	7	—	—	—	—	—	—	3	12	36
1954	10	8	6	1	—	—	—	1	15	16	57
1955	9	12	6	1	—	—	—	2	9	24	63
1956	11	7	4	—	—	—	—	—	3	11	36
1957	15	6	1	2	1	—	—	3	19	10	57
1958	8	8	4	4	—	—	1	0	14	11	50
1959	12	1	6	—	2	—	4	12	11	12	60
1960	11	18	6	—	—	—	—	5	12	17	69
1961	20	3	6	2	—	—	—	7	15	15	68
1962	20	17	7	1	—	—	—	9	9	23	86
1963	24	13	12	6	—	—	—	7	6	14	82
1964	10	9	9	—	—	2	—	—	10	23	63
1965	23	9	13	—	—	—	—	2	3	13	63
1966	15	9	—	—	—	—	2	—	—	6	32
1967	6	10	6	—	—	—	—	2	9	18	51
1968	15	6	7	5	1	—	—	9	17	19	79
1969	6	10	—	—	—	—	—	3	11	10	40
1970	7	9	—	—	—	—	—	—	2	7	25
計	493	344	182	60	9	2	14	125	327	466	
平均	13.3	9.3	4.9	1.6	0.2	0.1	0.4	3.4	8.8	12.6	

附表 8. 鹿林山 (1953—1970) 每月降霜發生次數

年 份	Jau.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1953	11	5	—	1	1	—	—	—	3	11	—
1954	4	1	4	1	—	—	—	5	17	12	—
1955	13	12	3	1	—	—	—	9	14	22	—
1956	10	10	9	1	—	—	—	—	3	10	—
1957	14	7	1	2	1	—	—	4	21	8	—
1958	6	2	2	1	—	—	—	2	16	8	—
1959	—	—	9	2	—	—	5	12	15	16	—
1960	5	18	1	—	—	—	—	10	13	13	—
1961	13	7	8	2	—	—	—	13	16	10	—
1962	2	10	7	6	—	—	1	10	13	15	—
1963	14	21	14	5	1	—	—	7	13	11	—
1964	11	15	12	1	—	1	—	2	12	20	—
1965	25	15	14	—	—	—	3	3	7	14	—
1966	18	6	1	—	3	—	6	3	—	3	—
1967	5	14	11	—	—	—	4	—	15	20	—
1968	11	2	5	7	1	—	1	12	24	13	—
1969	3	4	5	2	—	—	—	—	—	—	—
1970	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

六、結 論

天氣預報自有史以來由主觀變客觀及數值預報。但仍無法滿足現代人之希望，但我們不要忘記最老最簡單最基本的預報方法，就是長期繼續的追蹤各要素變化，氣壓系統，距平及由數值預報所製作之預報天氣圖。因之本文重視實際降霜資料與有

關氣溫下降之原因之氣象系統之追蹤，尤其大陸高氣壓之源地與高氣壓之動向。分析結果降霜預報結論只有一個重要事實，即每年於 11 月以後至 3 月間（高氣壓移行方向追蹤）注意極地附近之高氣壓之動向及由北向南預測到長江以南，東經 110 度至 120 度之間時，即可發布低溫或降霜特報。