

臺灣地區冬季低溫客觀預報之研究

李定國 劉昭民 黃拔源 蔡正德

民航局飛航服務總臺氣象中心

(收稿日期: 77. 4. 25; 審稿日期: 77. 5. 23; 定稿日期: 77. 5. 24)

摘 要

臺灣地區在每年12月至次年3月期間, 每週大陸強烈寒潮及強冷空氣南下時, 常常會出現 10°C 以下之低溫天氣, 使農作物和沿海地區漁蝦養殖業遭受到重大之損失。因此, 嘗試建立本區冬季低溫之客觀預報乃本研究之目的。

本研究首先就1976~1986年12月~3月間, 代表本省北部、中部、南部及東北部之臺北、臺中、嘉義、宜蘭等地出現低於 10°C 之日期及連續出現日期者加以統計, 然後使用同一期間逐日0000Z及1200Z之850mb、700mb天氣圖及地面天氣預報圖上之華東、華北測站資料, 以及上述四地逐日天氣資料作為基本資料, 最後利用P250電子計算機採逐步複迴歸法建立本省北部、中部、南部及東北部四地之12小時、24小時、36小時之最低氣溫定量預報模式。

四個地區12小時預報模式之複相關係數均超過0.6, 北部及南部更達0.8以上。24小時預報模式之複相關係數, 僅東北部為0.587, 其餘均在0.7以上。四個地區36小時預報模式之複相關係數分別為0.549, 0.585, 0.598, 0.466, 較12小時及24小時之客觀預報為低。

關 鍵 詞: 臺灣地區、冬季低溫、客觀預報

Key words: Taiwan area, Low temperature in winter, Objective forecast

一、前 言

臺灣雖屬於副熱帶氣候區, 但是每年12月至次年3月期間, 遇有大陸強烈寒潮及強冷空氣南下時, 常常會出現 10°C 以下之低溫天氣, 使臺灣農作物和沿海地區漁蝦養殖業遭受到重大的損失。例如民國75年1月6日強烈西北冷氣流侵襲本省, 造成晴冷低溫天氣, 本省北部、中部及南部各地出現之最低氣溫為: 淡水 3.9°C , 臺中 3.9°C , 嘉義 3.2°C 。使得中南部育秧及插秧工作受到很大的影響, 而中南部沿海堤所養殖的魚蝦也凍死不少。

臺灣地區冬季所出現的低溫天氣有時僅持續一天, 氣溫旋即回升。但是有時冷空氣強度大, 低溫範圍廣且持續時間長, 可達數天至十天之久。例如民國75年3月1日至3日, 強烈寒流侵襲本省, 西北冷氣流源源南下, 本省各地氣溫多降至 10°C 以

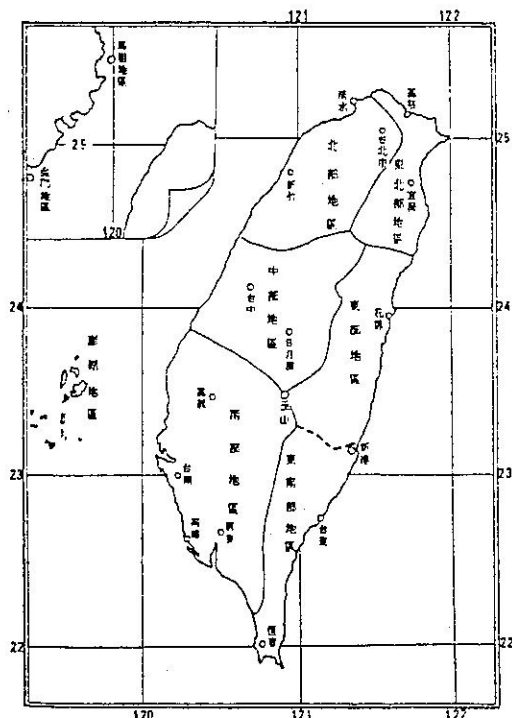
下, 3日各地之最低氣溫為: 臺北機場 0.8°C , 桃園 3°C , 中正機場 4°C , 臺中 6°C , 嘉義 4°C , 計有全省14個測站打破並創下自有觀測資料以來3月份最低溫之歷史紀錄。結果, 對各地農作物造成相當大的損害, 並以中部及東北部秧苗受害最為嚴重, 雲嘉兩縣以及南部地區養殖漁塢虱目魚、草蝦等大量凍死, 損失高達三億元(劉, 1986)。持久性低溫直到3月7日才轉趨緩和, 各地氣溫始回升。因此, 寒潮低溫為臺灣地區主要災變天氣之一, 有關寒潮之分析及預報早受國內氣象專家之重視。

近十餘年來, 國內有關寒潮分析及預報之研究甚多, 如戚與陳(1974)、王(1978)、蔡(1981)、蔡(1982)、蔡(1985)等。有關臺灣地區冬季寒潮低溫之研究及預報之文獻也不少, 例如徐(1970)、徐(1971)、徐與辛(1979)、蔡與任(1981)等, 惟迄目前為止, 有關臺灣地區低溫客觀預報

方面之研究尚感不足，因此進行這一方面的研究是有其必要性，希望此項研究成果或多或少能對國內未來建立低溫客觀預報有所助益。

二、資料來源與研究方法

基本上，本研究採用中央氣象局對臺灣地區七個預報分區法，如圖一所示，即北部、東北部、中部、南部、東部、東南部及澎湖地區。惟由於澎湖



圖一 臺灣地區冬季低溫預報區域圖
(金門、馬祖、澎湖、東部、東南部除外)

Fig. 1. Forecast areas of low temperatures in the winter of Taiwan. Note: interesting parts are the Northern, Central, Southern and Northeastern areas.

地區並無大規模漁類養殖業，亦無易受寒潮低溫傷害的農作物之種植，故未將澎湖地區列為本研究之對象。而東部地區的花蓮縣和東南部地區的臺東縣，因皆位中央山脈之東南側，對寒流之南侵有屏障作用，加上緯度偏南，故冬季出現 10°C 以下低溫之機會遠比其他地區為小，亦無大型漁塢養殖業之經營，故東部及東南部亦未列為本研究之對象。

根據資料顯示，當臺北氣溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 時，臺灣中部、中南部及東北部山坡地即可能有霜出現而發生寒害(顏，1961)。又根據 1954 年~1968 年間統計知，急變寒潮中，臺北市最低氣溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 之次

數皆集中在 12 月至次年 3 月(王，1978)；又 1959 年~1969 年之 11 年間，臺北市每日最低氣溫在 10°C 以下之發生次數(如 10°C 以下繼續 2 天以上者亦僅作為 1 次計算)亦於每年 12 月至次年 3 月之間出現(徐，1970)。故本研究首先就北部地區(以臺北松山機場測站為代表)、中部地區(以臺中測站為代表)、南部地區(以嘉義測站為代表)及東北部地區(以宜蘭測站為代表)最近 10 年(1976 年~(1986 年)12 月 3 月出現 10°C 以下低溫之日期、最低氣溫值、連續出現日數等加以統計，得出四個地區統計表，表一為 1976~1986 年十年間 12 月~3 月臺北地區最低氣溫低於 10°C 之日期統計表表二為臺中地區最低氣溫低於 10°C 之日期統計表，表三為嘉義地區最低氣溫低於 10°C 之日期統計表，表四則為宜蘭地區最低氣溫低於 10°C 之日期統計表。

其他使用之資料尚有 1976 年~1986 年 12 月~3 月間逐日 0000Z 及 1200Z 850mb 天氣圖、700mb 高空天氣圖及日本氣象廳 1983 年 12 月至 1986 年 3 月 NWP 之 AXFE782 圖、FSFE02 圖，從其中讀取濟南、鄭州、南京、蕪湖、杭州、福州等地之氣溫值(850mb)、高度值(700mb 高空圖及 AXFE 782 圖)、氣壓值(FSFE 20 圖上 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ ， $100^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 之最高氣壓值)。並利用天氣一覽圖及民航機場地面觀測記錄表(801C 表)資料填取臺北松山機場、臺中測站、嘉義測站、宜蘭測站每日 0000Z 及 1200Z 之地面氣溫值及其 24 小時變差、地面風向及風速、總雨量等值，作為基本資料。

最後，再利用電子計算機，依逐步迴歸法(Stepwise Regressive Method)，嘗試建立各預報區 12 小時及 24 小時、36 小時定量低溫預報模式(Quantitative Minimum Temperature Forecast Model)以供冬季低溫預報及低溫特報作業之參考。

三、臺灣地區冬季低溫客觀預報因子之選取

臺灣地區冬季低溫之產生，是由於特別的中低層大氣環流形勢，寒冷氣流自東北及華北南下到達臺灣地區所造成的結果。因此，吾人可以歸納出低溫之客觀預報因子之種類及項目如下：

() 地面冷高壓指標

由於臺灣地區冬春季之寒冷氣流來自北極及西伯利亞，華北及內蒙古為冬春季時侵襲臺灣地區之寒流的必經通道，而寒流南下之速度大約為每小時

表一 台北地區最低氣溫低於 10°C 之日期統計表(民國65年12月至75年3月)

Table 1. Summary of the date with lowest temperature $<10^{\circ}\text{C}$ in Taipei (selected locale for Northern Taiwan) from December 1976 to March 1986. Lowest value for each day and day/s of successive occurrence are listed also.

發生日期			最低	連續	發生日期			最低	連續
年	月	日	氣溫	出現日數	年	月	日	氣溫	出現日數
65	12	9	7		67	1	23	8	3
65	12	10	8	2	67	1	31	9	
66	1	30	8		67	2	1	9	2
66	1	31	9	2	67	2	16	9	
66	2	10	9	1	67	2	17	5	
66	2	15	9		67	2	18	6	
66	2	16	9		67	2	19	9	4
66	2	17	5		67	2	26	9	1
66	2	18	5		68	1	5	9	1
66	2	19	8		68	1	31	8	
66	2	20	9	6	68	2	1	7	
66	2	22	8		68	2	2	9	3
66	2	23	7	2	68	2	16	9	
66	3	4	7		68	2	17	9	2
66	3	5	6		69	1	30	8	
66	3	6	8	3	69	1	31	6	2
67	1	3	8	1	69	2	5	7	1
67	1	5	8		70	1	12	7	1
67	1	6	7	2	70	2	26	9	
67	1	18	9		70	2	27	8	2
67	1	19	9	2	70	12	20	8	
67	1	21	4		70	12	21	9	
67	1	22	5		70	12	22	9	3

發生日期			最低	連續	發生日期			最低	連續
年	月	日	氣溫	出現日數	年	月	日	氣溫	出現日數
71	1	31	9	1	74	1	30	9	1
71	12	23	7	1	74	1	31	9	1
72	1	22	9		74	3	31	9	1
72	1	23	9	2	74	12	16	6	
72	1	27	9	1	74	12	17	3	
72	2	18	7	1	74	12	18	9	3
72	3	18	9	1	74	12	25	9	1
72	12	25	9	1	75	1	5	9	
72	12	31	9	1	75	1	6	5	
73	1	2	8	1	75	1	7	8	
73	1	4	9	1	75	1	8	4	
73	1	9	4	1	75	1	9	6	5
73	1	22	8	1	75	1	23	9	1
73	2	7	7		75	2	8	9	1
73	2	8	5	2	75	2	11	7	1
73	2	18	9	1	75	2	22	7	
73	2	29	9	1	75	2	23	9	2
73	3	1	8		75	2	28	8	
73	3	2	8		75	3	1	8	
73	3	3	7	3	75	3	2	6	
73	12	23	9		75	3	3	1	
73	12	24	8		75	3	4	5	5
73	12	25	9	3	合計				93
73	12	29	8						
73	12	30	8	2					

表二 台中地區最低氣溫低於 10°C 之日期統計表(民國65年12月至75年3月)

Table 2. As in Table 1, but for Tai-chung (selected locale for Central Taiwan).

發生日期			最低	連續	發生日期			最低	連續
年	月	日	氣溫	出現日數	年	月	日	氣溫	出現日數
65	12	10	5		66	1	11	9	1
65	12	11	6		66	1	16	9	1
65	12	12	8	3	66	1	31	7	1
65	12	27	9		66	2	4	9	1
65	12	28	9		66	2	10	9	
65	12	29	9	3	66	2	11	9	2

發生日期			最低	連續	發生日期			最低	連續
年	月	日	氣溫	出現日數	年	月	日	氣溫	出現日數
66	2	13	8	1	66	2	20	8	
66	2	15	8		66	2	21	8	
66	2	16	9		66	2	22	9	
66	2	17	9		66	2	23	4	
66	2	18	6		66	2	24	9	10
66	2	19	4						

續 表 二

發生日期			最低	連續	發生日期			最低	連續
年	月	日	氣溫	出現數	年	月	日	氣溫	出現數
66	3	4	9		69	1	30	9	
66	3	5	6		69	1	31	5	2
66	3	6	6		69	2	5	7	1
66	3	7	7		69	2	9	9	1
66	3	8	8	5	70	2	4	9	1
66	12	3	8	1	70	2	7	9	1
66	12	26	7	1	70	2	10	8	1
67	1	6	7	1	70	2	26	8	
67	1	10	8		70	2	27	7	2
67	1	11	8	2	70	12	3	9	1
67	1	17	9		70	12	20	7	
67	1	18	8		70	12	21	9	2
67	1	19	8		71	1	8	9	1
67	1	20	9		71	1	17	7	
67	1	21	9		71	1	18	7	
67	1	22	9		71	1	19	7	
67	1	23	9	7	71	1	20	7	4
67	2	1	8		71	1	29	6	
67	2	2	8		71	1	30	8	2
67	2	3	7	3	71	12	13	9	1
67	2	5	9	1	71	12	18	8	1
67	2	15	9		71	12	23	9	1
67	2	16	8		71	12	26	9	
67	2	17	7		71	12	27	8	2
67	2	18	4		72	1	20	9	
67	2	19	4	5	72	1	21	9	
67	3	24	9	1	72	1	22	7	
68	1	5	8	1	72	1	23	8	4
68	1	7	8	1	72	1	26	9	1
68	2	2	6	1	72	2	21	9	1
68	2	17	9	1	72	3	5	9	
68	3	2	9	1	72	3	6	8	2
68	3	4	8	1	72	3	18	8	1

發生日期			最低	連續	發生日期			最低	連續
年	月	日	氣溫	出現數	年	月	日	氣溫	出現數
72	12	24	9		74	3	31	8	1
72	12	25	9		74	12	16	7	
72	12	26	9	3	74	12	17	4	
72	12	28	9	1	74	12	18	9	3
72	12	30	9		74	12	24	9	1
72	12	31	7		75	1	2	9	1
73	1	1	8		75	1	5	8	
73	1	2	8	4	75	1	6	4	
73	1	4	8		75	1	7	4	3
73	1	5	9	2	75	1	9	6	
73	1	8	9		75	1	10	8	2
73	1	9	7	2	75	1	16	9	1
73	1	22	8		75	1	23	9	
73	1	23	9	2	75	1	24	9	2
73	1	26	9	1	75	1	28	9	1
73	2	7	6		75	2	7	9	
73	2	8	7		75	2	8	9	
73	2	9	9	3	75	2	9	9	3
73	2	18	9		75	2	11	9	
73	2	19	8	2	75	2	12	9	2
73	2	29	8		75	2	21	9	
73	3	1	7		75	2	22	7	
73	3	2	7		75	2	23	8	3
73	3	3	8	4	75	2	28	7	
73	12	23	9		75	3	1	7	
73	12	24	6		75	3	2	4	
73	12	25	8	3	75	3	3	2	
73	12	29	8		75	3	4	7	
73	12	30	8	2	75	3	5	8	
74	1	14	9		75	3	6	9	7
74	1	15	8	2	合 計				152
74	1	30	9						
74	1	31	8	2					

表三 嘉義地區最低氣溫低於10℃之日期統計表(民國65年12月至75年3月)

Table 3. As in Table 1, but for Chia-yi (selected locale for Southern Taiwan).

發生日期			最低 氣溫	連續 出現 日期	發生日期			最低 氣溫	連續 出現 日期
年	月	日			年	月	日		
65	12	9	8		67	2	17	8	
65	12	10	6		67	2	18	5	3
65	12	11	8	3	68	2	2	9	1
66	1	31	9	1	69	1	31	8	1
66	2	11	9	1	70	1	17	9	1
66	2	15	9		70	1	23	6	1
66	2	16	9		70	2	27	9	1
66	2	17	9		70	12	8	9	1
66	2	18	6		70	12	20	7	
66	2	19	7		70	12	21	8	
66	2	20	9	5	70	12	22	8	
66	2	22	9		70	12	23	9	
66	2	23	7		70	12	24	9	
66	2	24	9	3	70	12	25	8	6
66	3	5	6		71	1	8	9	1
66	3	6	8		71	1	17	8	1
66	3	7	7	3	71	1	19	9	1
66	12	26	7	1	71	12	19	8	1
67	1	4	7	1	72	1	23	9	1
67	1	6	6	1	72	12	24	9	1
67	1	11	8	1	72	12	26	9	1
67	1	20	8	1	72	12	30	9	
67	2	3	9	1	72	12	31	9	
67	2	16	9		73	1	1	9	

發生日期			最低 氣溫	連續 出現 日期	發生日期			最低 氣溫	連續 出現 日期
年	月	日			年	月	日		
73	1	2	6	4	75	1	7	7	
73	1	4	9	1	75	1	8	7	
73	1	9	8	1	75	1	9	6	
73	1	24	9	1	75	1	10	6	
73	2	7	7		75	1	11	7	
73	2	8	8		75	1	12	9	
73	2	9	8	3	75	1	13	9	9
73	2	19	9	1	75	1	23	9	
73	3	1	8		75	1	24	9	2
73	3	2	9		75	2	11	8	
73	3	3	9	3	75	2	12	7	2
73	12	24	9		75	2	22	7	1
73	12	25	9	2	75	2	28	9	
73	12	29	9		75	3	1	8	
73	12	30	8	2	75	3	2	6	
74	1	16	9	1	75	3	3	4	
74	12	16	5		75	3	4	7	
74	12	17	4		75	3	5	8	
74	12	18	8	3	75	3	6	9	
74	12	21	9	1	75	3	7	9	8
74	12	26	9	1	合 計				92
75	1	2	8	1					
75	1	5	9						
75	1	6	3						

表四 宜蘭地區最低氣溫低於10℃之日期統計表(民國65年12月至75年3月)
Table 4. As in Table 1, but for I-lan (selected locale for Northeastern Taiwan).

發生日期			最低 氣溫	連續 出現 日期	發生日期			最低 氣溫	連續 出現 日期
年	月	日			年	月	日		
65	12	9	7		66	2	16	9	
65	12	10	7	2	66	2	17	7	
66	1	30	9		66	2	18	6	
66	1	31	9	2	66	2	19	9	5
66	2	6	9	1	66	2	22	9	
66	2	10	9	1	66	2	23	8	2
66	2	15	9		66	3	4	8	

發生日期			最低 氣溫	連續 出現 日期	發生日期			最低 氣溫	連續 出現 日期
年	月	日			年	月	日		
66	3	5	8		67	2	2	9	2
66	3	6	9	3	67	2	16	8	
67	1	6	9	1	67	2	17	6	
67	1	19	9	1	67	2	18	6	
67	1	21	8		67	2	19	8	4
67	1	22	7	2	68	1	31	9	
67	2	1	9		68	2	1	7	

發生日期					發生日期				
年	月	日	最低 氣溫	連續 出現 日期	年	月	日	最低 氣溫	連續 出現 日期
68	2	2	8	3	70	2	26	9	
69	1	30	9		70	2	27	9	2
69	1	31	8		70	12	20	9	
69	2	1	9	3	70	12	21	9	2
69	2	5	9		71	1	16	9	
69	2	6	9	2	71	1	17	7	
69	12	23	8		71	1	18	8	
69	12	24	6		71	1	19	8	
69	12	25	9	3	71	1	20	9	5
69	12	28	9	1	71	12	22	9	1
69	12	30	9	1	72	1	21	9	
70	1	3	8	1	72	1	22	9	
70	1	11	7		72	1	23	9	3
70	1	12	7		72	12	4	9	1
70	1	13	8		72	12	25	9	
70	1	14	9	4	72	12	26	9	2
70	1	17	9		72	12	30	9	
70	1	18	9	2	72	12	31	9	

發生日期					發生日期				
年	月	日	最低 氣溫	連續 出現 日期	年	月	日	最低 氣溫	連續 出現 日期
73	1	1	9	3	75	1	4	9	
73	1	8	8		75	1	5	7	
73	1	9	7		75	1	6	6	
73	1	10	9	3	75	1	7	9	
73	2	6	8		75	1	8	8	
73	2	7	8		75	1	9	8	6
73	2	8	8		75	2	8	9	1
73	2	9	9	4	75	2	21	9	
73	2	29	9		75	2	22	9	2
73	3	1	8		75	2	27	9	
73	3	2	8	3	75	2	28	9	
73	12	24	9	1	75	3	1	7	
73	12	29	9		75	3	2	5	
73	12	30	9	2	75	3	3	5	
74	12	15	6		75	3	4	7	6
74	12	16	5		合 計				97
74	12	17	5						
74	12	18	9	4					

表五 12、24及36小時預報方程、複相關係數及平均預報誤差

Table 5. 12hr, 24hr and 36hr low temperature forecast equations for the Northern, Central, Southern and Northeastern areas of Taiwan. The multiple correlation coefficient and error mean for each equation are listed behind.

預 報 時 間	預 報 地 區	每 日 最 低 溫 度 預 報 方 程	複相關 係 數	平均預 報誤差
12 小 時 預 報	北 部	$Tn12 = 4.499 + 0.69 \times Tn - 0.139 \times Tnm$	0.815	1.749
	中 部	$Tm12 = 6.967 + 0.477 \times THC850 + 0.262 \times Tm + 0.178 \times TPNG850$	0.792	2.189
	南 部	$Ts12 = 4.276 + 0.764 \times Ts - 0.16 \times Tsm$	0.832	2.344
	東北部	$Tnd2 = 13.325 + 0.411 \times THC850$	0.626	2.404
24 小 時 預 報	北 部	$Tn24 = 8.211 + 0.264 \times THC850 + 0.301 \times Tn$	0.757	1.879
	中 部	$Tm24 = 3.181 + 0.615 \times Tm + 0.184 \times TmH850$	0.850	1.923
	南 部	$Ts24 = 6.855 + 0.327 \times THC850 + 0.371 \times Ts$	0.807	2.213
	東北部	$Tne24 = 13.09 + 0.311 \times THC850$	0.587	2.371
36 小 時 預 報	北 部	$Tn36 = 14.706 + 0.289 \times THC850 - 0.128 \times Tn$	0.549	2.401
	中 部	$Tm36 = 13.583 + 0.348 \times TmH850 - 0.126 \times Tmm$	0.585	2.713
	南 部	$Ts36 = 12.951 + 0.396 \times TmH850$	0.598	2.805
	東北部	$Tne36 = 15.178 + 0.296 \times TmH850 - 0.146 \times Tnem$	0.466	2.585

60公里左右(王, 1978), 寒流自華北南下至臺灣地區大約需時24~36小時, 因此選取日本24小時地面天氣預報圖(FSFE02 或 FSAS24)中 $24^{\circ}\text{N}\sim 50^{\circ}\text{N}$, $100^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 範圍內之冷高壓中心最高氣壓值, 來表示寒冷空氣之強弱(如該範圍內剛好無冷高壓中心, 則取該範圍內之最高氣壓值), 是為地面冷高壓指標。根據多年之日常預報作業經驗和統計, 顯示日本24小時地面天氣預報圖 $40^{\circ}\text{N}\sim 50^{\circ}\text{N}$, $100^{\circ}\text{N}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 範圍內冷高壓中心或氣壓等值線要 $\geq 1050\text{MB}$ (極少數為 $1040\sim 1050\text{mb}$), 臺灣地區才會出現低於 10°C 之最低溫。

(二)700MB 高度值指標

由於冷氣團在西伯利亞之厚度達5000公尺, 在中國大陸及臺灣之厚度則為3000公尺左右, (王, 1978)亦即相當於700mb之高度, 故在700mb高空圖上選取華北之濟南(37°N , 116°E)、鄭州(35°N , 114°E)、華東之南京(32°N , 119°E)、杭州(30°N , 120°E)等寒潮南下通道上代表性地點之高度值作為預報因子, 並取前述四地700mb高度值24小時變差, 作為預報因子之一。國外之低溫客觀預報亦有取700mb高度值作為預報因子者(Klein et. al, 1969 及 Klein and Lewis, 1970), 值得吾人參考。

(三)850MB 冷平流指標

因地面氣溫受地形、海陸分佈、晝夜及雲量變化之影響而變化甚大, 而且850MB等壓面高度平均在1500公尺以上, 極少直接受到地面附近氣溫變化之影響, 即其冷暖分佈甚有代表性(徐, 1970)。國外亦有選取850mb之氣溫及變差值作為預報因子者(Oard, 1977)。故本研究在850mb天氣圖上選取臺灣西北方之蕪湖(31°N , 117°E)和福州(26°N , 119°E)等西北、東南向冷氣流通道上之代表性地點的氣溫及24小時氣溫變差, 作為預報因子, 並選取臺灣北方之南京、杭州等, 自北南下冷氣流通道上之代表性地點的氣溫及24小時氣溫變差, 作為預報因子。前述各測站850mb 24小時氣溫變差之大小, 可看出冷平流之強弱, 故可作為低溫之預報指標。

(四)當地地面氣象要素變化指標

臺灣地區冬春季所出現的低於 10°C 之低溫乃來自北方冷氣流南下侵襲所引起。冷氣流影響造成的平流降溫, 加上夜間地面輻射冷卻作用, 使局部地區降溫更加劇烈。因此於低 10°C 之最低溫多見

於夜間或清晨最低溫出現的時刻。據統計, 臺灣地區有99%的結霜是在當地天氣晴朗夜間雲量少的情況下產生的, 有95%的結霜是在當地無風狀態下發生的(徐、辛, 1979)。可見局部地區之雲量和風速可以作為低溫客觀預報因子。雲量之計算, 則可採用低雲之總雲量為標準, 中高雲則可按 $8C_s=7A_c+4S_c$, $6A_c=3S_c$, $5A_c=2S_c$ 來折算。又因為最低氣溫乃低層冷平流最強盛時所造成的結果, 因此最低氣溫之出現與出現前12小時或24小時之當地北面氣溫值有關, 每日上午8時及晚上8時之地面氣溫值可作為預報因子。又因為24小時變溫的大小, 可以作為判斷平流強度之依據, 所以各地地面氣溫之24小時變差值, 亦可作為最低氣溫客觀預報的預報因子。美國加州冬季低溫之客觀預報亦採用當地地面氣溫之24小時變差值作為預報因子, 結果其相關係數相當高(Oard, 1977), 可見亦是相當好的預報因子。

根據日常的冬春季低溫作業經驗, 可知上述所有地面氣象要素變化因子均適用於北部地區之低溫預報。因地形之關係, 風速因子較不適用於中部及嘉義地區冬春季低溫之預報; 風速因子及總雲量因子較不適用於東北部冬春季低溫之預報。

除了以上備選之預報因子以外, 本研究尚由日本氣象廳 NWP FXFE 782 (850mb 預測圖)上填取濟南(37°N , 116°E)、鄭州(35°N , 114°E)、南京(32°N , 119°E)之850mb氣溫預測值, 進行分析, 並作為預報因子。

四、預報方程式之建立與校驗

本研究首先將所收集的資料分為兩組, 第一組為1976年12月至1986年3月共十年的觀測資料, 利用逐步迴歸法分別建立臺灣北部、中部、南部及東北部四個地區12、24及36小時之預報方程。第二組為1986年12月至1987年3月四個月資料, 將此組資料代入預報方程, 再與當時觀測到的最低溫度比較, 以瞭解預報方程的預報能力。

由第一組資料經過逐步迴歸篩選過後所組成的複迴歸方程如表五, 表五中並附上複相關係數及平均預報誤差。由表知, 北部、中部及南部地區12及24小時之複相關係數皆相當高, 東北部則較差。又表五中, 12及36小時預報的預報因子為1200Z的觀測資料, 24小時預報的預報因子為0000Z的觀測資料, 各預報因子的代表符號分別如下:

Tn : 松山機場之溫度
Tnm : 松山機場每日0000Z 前24小時之最低溫度
Tm : 臺中測站之溫度
Tmm : 臺中測站每日0000Z 前24小時之最低溫度
Ts : 嘉義測站之溫度
Tsm : 嘉義測站每日0000Z 前24小時之最低溫度
Tne : 宜蘭測站之溫度
Tnem : 宜蘭測站每日0000Z 前24小時之最低溫度
THC850 : 杭州 850mb 之溫度
TUH850 : 蕪湖 850mb 之溫度
TPNG850 : 850mb 臺北減南京之溫度差值

另外，本研究曾利用民航局氣象中心 1983 年 12 月至 1986 年 3 月接收日本氣象廳之數值預報圖，包括 850mb 預報圖 (FXFE 782) 及地面氣壓預報圖 (FSFE12, FSFE24) 利用內插法讀取濟南、鄭州及南京三個地區之 850mb 溫度及 40°N~50°N, 100°E~120°E 區域內最高之氣壓值，求其與同期間每日最低溫度之相關，結果相關性很低，將其加入同期間之觀測資料，利用逐步迴歸法篩選，亦均被剔除掉，因此仍採用表五之複迴歸方程作為預報方程。

為瞭解各預報方程之預報情形，我們將第二組資料代入各預報方程中，並計算其平均預報誤差，列於表五預報方程之後。此外，另將預報值與逐日之最低溫度以圖之方式比對，圖二至圖十三分別為 12、24 及 36 小時北部、中部、南部及東北部 1986 年 12 月 2 日至翌年 3 月 30 日逐日之實際觀測最低溫度與預報值之分佈情形。由圖可以看出 12 及 24 小時之預報溫度升降的趨勢，除了東北部較差外，其他三個地區都當實際觀測值相當一致，對於 10 度以下的特低溫度幾乎都能預報出，且預報值與實際值亦相當接近。至於 36 小時的預報，只有南部地區溫度升降趨勢與特低溫度和實際觀測值較接近，其他三個地區雖然對特低溫度的預報偏高很多，但其溫度升降的趨勢還算相當準確。

五、結 論

由本文之探討，可知臺灣地區之冬季低溫是在某些特定的大氣環流形勢和天氣形勢下，強冷空气

自西伯利亞南下流經華北、華中而至臺灣地區所形成的災變天氣現象，因此吾人可以掌握強冷空气之動態，選取 850mb 天氣圖上華北、華東測站之氣溫值，700mb 華東、華北之高度值、華北地面高壓中心之氣壓值，以及臺北、臺中、嘉義、宜蘭四地逐日天氣資料，作為基本資料，依逐步複迴歸法建立北、中、南、東北等四地區之 12 小時、24 小時、36 小時之定量預報模式。結果發現杭州、蕪湖兩測站 850mb 之溫度、850mb 臺北減南京之溫度差值，臺北、臺中、嘉義、宜蘭四測站之地面氣溫值等預報因子與四地區低溫之出現有極大的相關，而其他預報因子之相關性則很低，甚至接近於零。

各模式經驗證的結果，發現北、中、南三區 12 小時及 24 小時之預報效果十分良好，36 小時之預報則比實際出現值略高，東北區之預報效果則較北、中、南三區略差。四區 12 小時預報模式之複相關係數，僅東北區者為 0.587，其餘三區均在 0.7 以上。北、中、南、東北四地區 36 小時預報模式之複相關係數分別為 0.549、0.585、0.598、0.466，

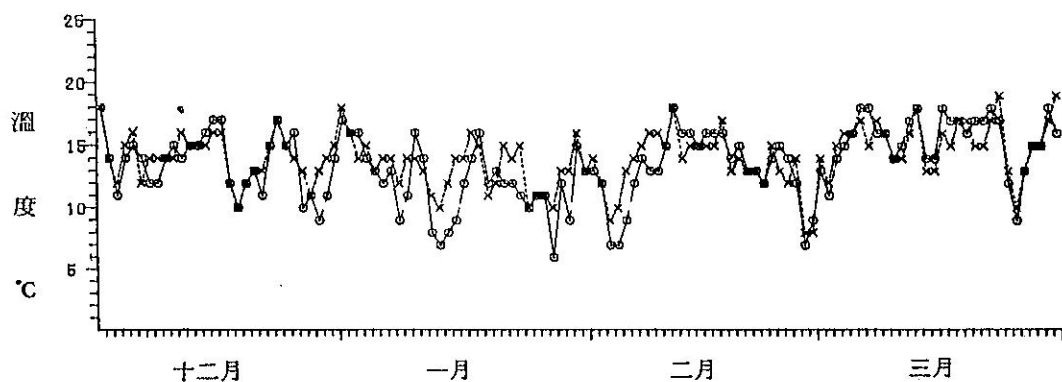
誌 謝

本專題研究承蒙中央氣象局提供所屬測站之氣象觀測資料，並在國家科學委員會 NSC76-0202-M117-01 的補助下順利完成，特表萬分謝意。

又本局預報員張泉湧先生曾提供許多程式上之技術協助，中央大學大氣物理系賴隆毅同學，中國文化大學氣象學系郭丁文同學，靜宜文理學院謝怡銘同學等，在暑假工讀期間協助本研究資料之電腦輸入及處理工作，使得研究工作得以順利完成，於此一併致謝。

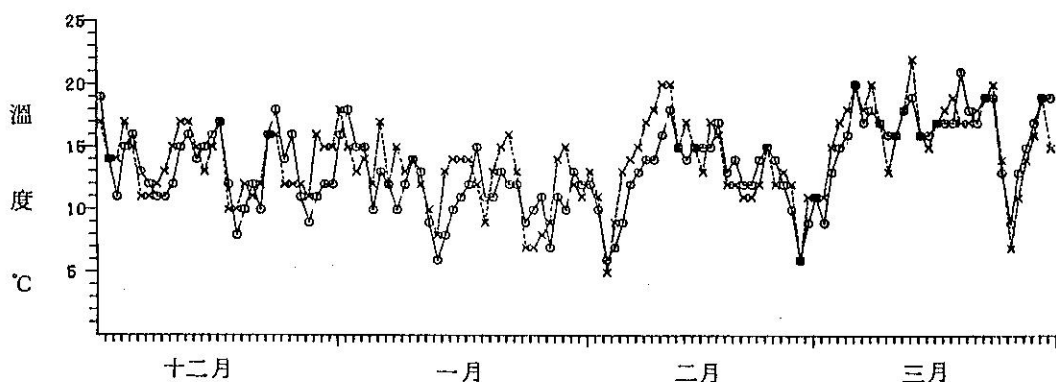
參 考 文 獻

- 王崇岳，1978：臺灣寒潮分析與預報，氣象學報 24 卷第 2 期，P.1-18。
- 王崇岳，1978：天氣學下冊第 112 頁，正中書局出版。
- 徐晉淮，1970：臺灣地區低溫預報之研究，氣象學報第 16 卷 3 期，P.29-36。
- 徐晉淮，辛江霖，1979：臺灣地區降霜之分析研究，氣象學報第 25 卷第 1 期。
- 徐森雄，1971：臺中冬季氣溫之研究，屏東農專學報第十二期，P.195-210。
- 戚啓勳、陳文恭，1974：中國之寒潮與雪潮（上）



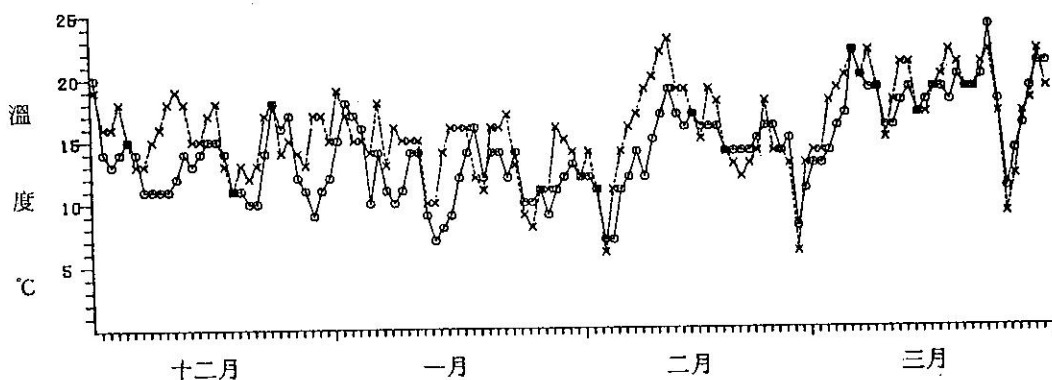
圖二 北部地區12小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 2. Comparative distributions of the daily lowest temperature 12hr forecast(x) and the observed temperature minimum(o) from 2 December 1986 to 30 March 1987 for the Northern area of Taiwan (selected locale is Taipei).



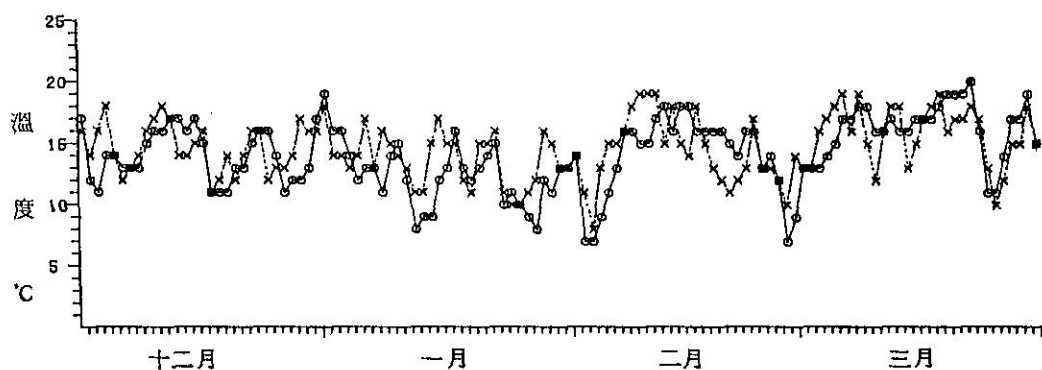
圖三 中部地區12小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 3. As in Fig. 1, but for the Central area of Taiwan (selected locale is Tai-chung).



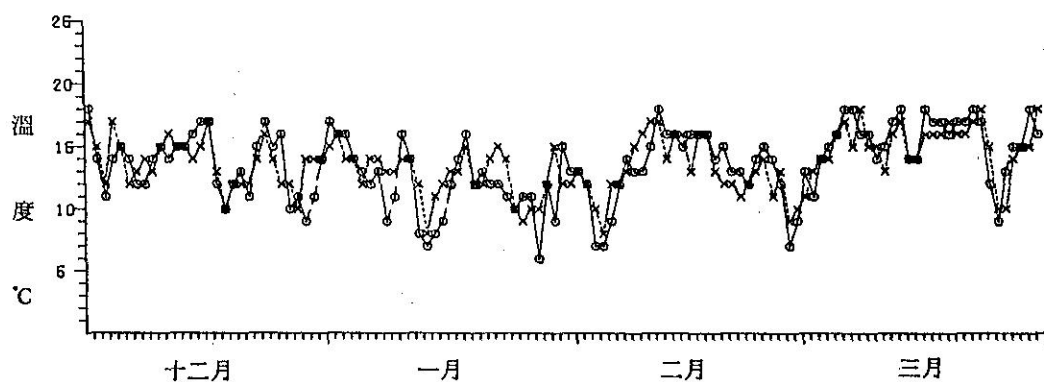
圖四 南部地區12小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 4. As in Fig. 1, but for the Southern area (selected locale is Chia-yi).



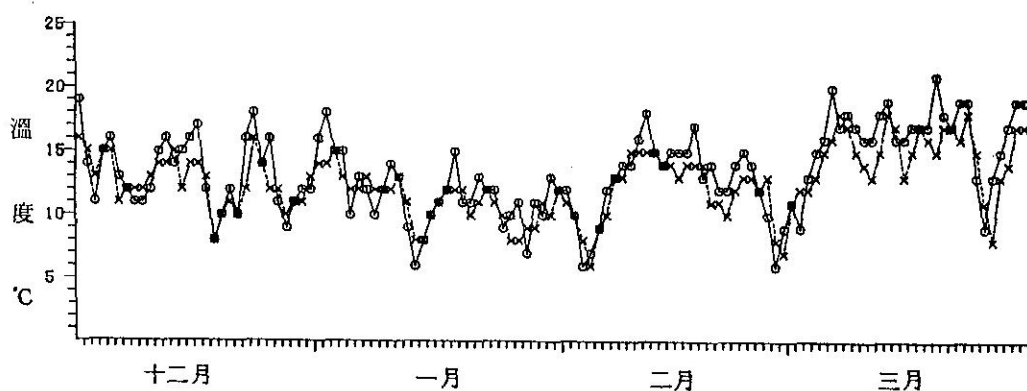
圖五 東北部地區12小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 5. As in Fig. 1, but for the Northeastern area (selected locale is I-lan).



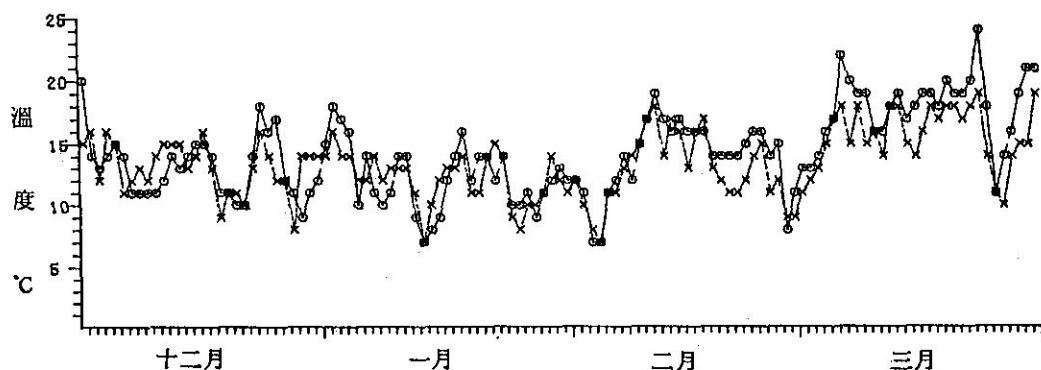
圖六 北部地區24小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 6. As in Fig. 1, but for 24hr forecast.



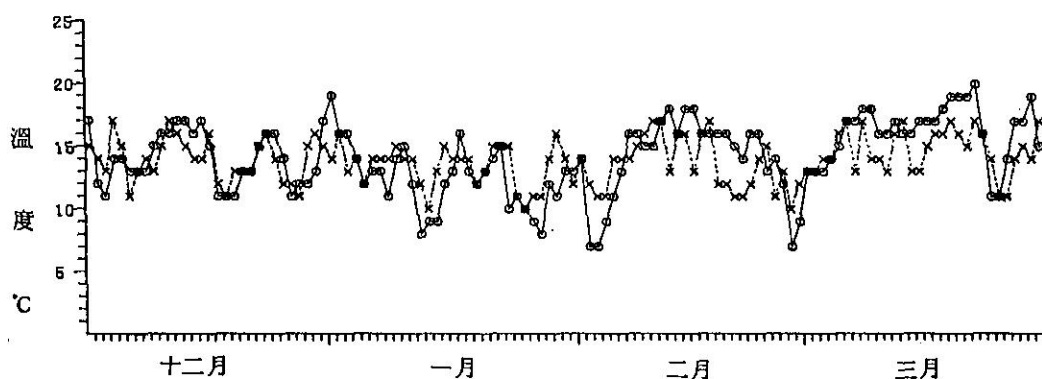
圖七 中部地區24小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 7. As in Fig. 1, but for 24hr forecast of the Central area.



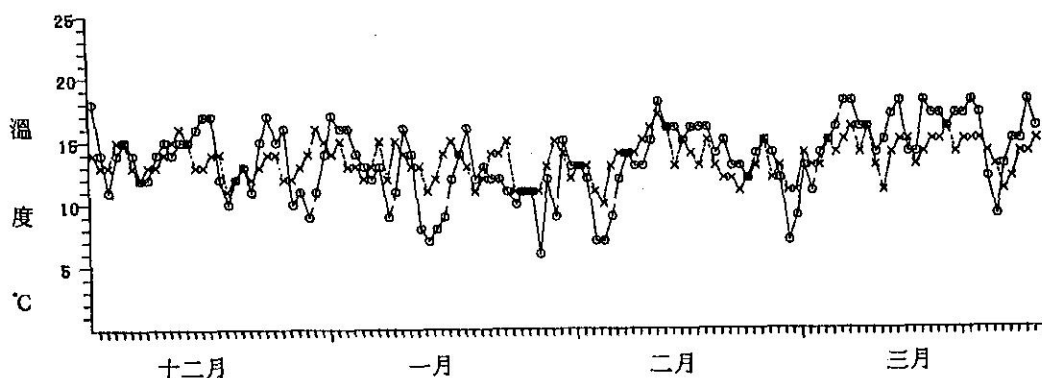
圖八 南部地區24小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 8. As in Fig. 1, but for 24hr forecast of the Southern area.



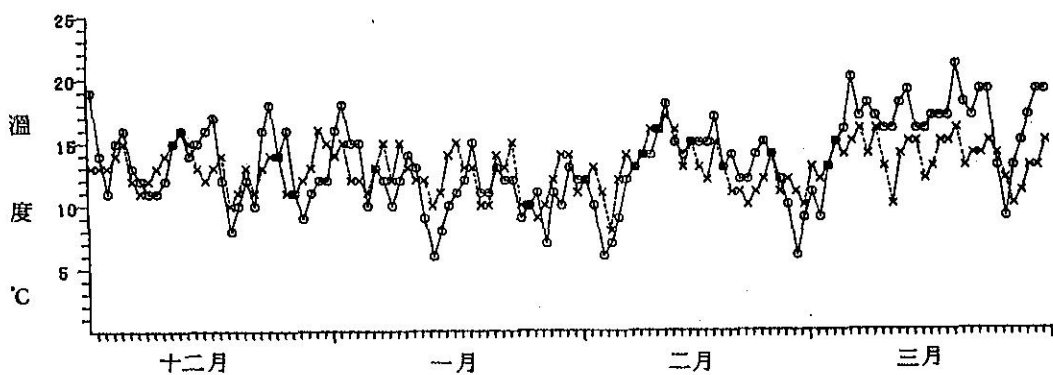
圖九 東北部地區24小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 9. As in Fig. 1, but for 24hr forecast of the Northeastern area.



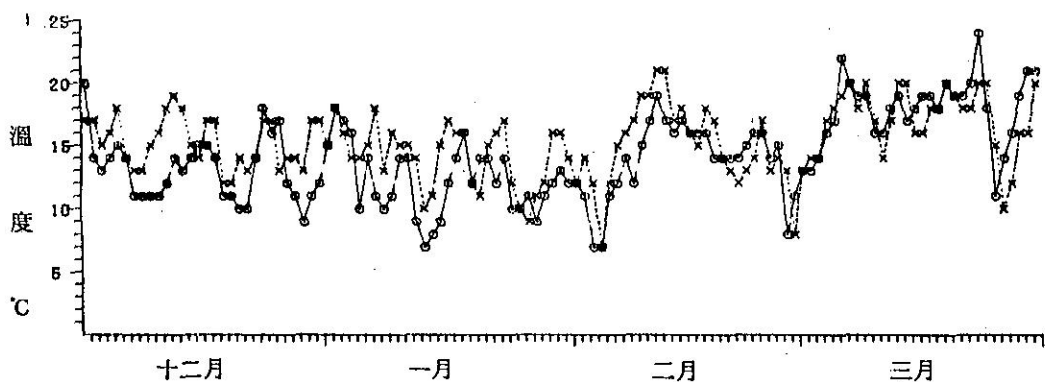
圖十 北部地區36小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 10. As in Fig. 1, but for 36hr forecast.



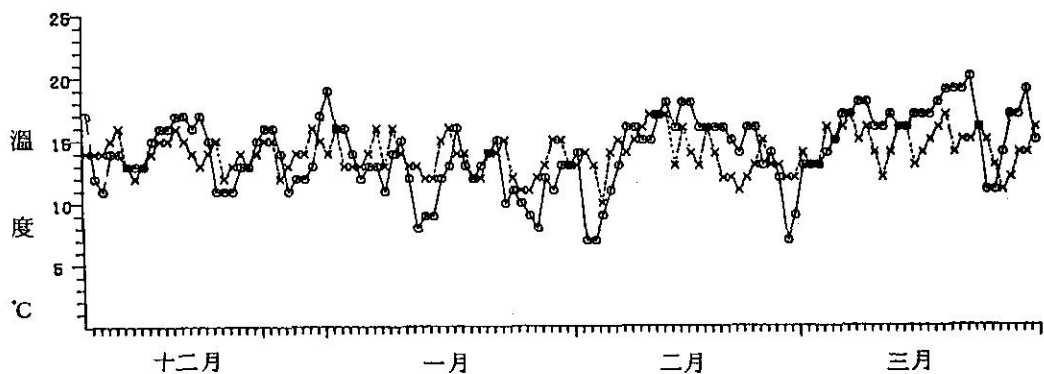
圖十一 中部地區36小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 11. As in Fig. 1, but for 36hr forecast of the Central area.



圖十二 南部地區36小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 12. As in Fig. 1, but for 36hr forecast of the Southern area.



圖十三 東北部地區36小時預報(x)與逐日實際觀測最低溫度(o)之相對分佈

Fig. 13. As in Fig. 1, but for 36hr forecast of the Northeastern area.

- ，氣象預報與分析第58期，P.7-14。
- 戚啓勳、陳文恭，1974：中國之寒潮與雪潮（下），氣象預報與分析第59期，P.15-19。
- 程純樞、陶詩言，1984：中國自然地理，氣候部分 P.79，臺北明文書局印行。
- 張家誠、林之光，1987：中國氣候 P.38-39，臺北明文書局印行。
- 蔡清彥，1981：臺灣地區寒潮個案之研究，大氣科學第八期，P.81-94。
- 蔡清彥、任立渝，1981：臺灣地區冬季異常氣溫之長期預報，中央氣象局異常氣候研討會論文彙編，P.219-227。
- 蔡清彥，1982：臺灣地區之寒潮爆發，第三屆全國大氣科學研討會論文彙編，P.153-164。
- 蔡清彥，1985：應用日本預測圖從事寒潮預報之成效評估，中央氣象局天氣分析與預報研討會論文彙編，P.17-31。
- 劉復誠，1986：民國75年1～6月臺灣地區重要天氣概述，大氣科學第期天氣分析欄，P.113-115。
- 顏俊士，1961：臺灣之寒害，氣象學報第7卷第2期，P.24。
- Klein W.H. et.al 1969: Computer Forecasts of Maximum and Minnum Surface Temperatures, ESSA Tech. Memo. WBTM TDL 26, P.119.
- Klein W.H. and Lewis F., 1970: Com-puter Forecasts of Maximum and Minimum Temperatures, Journal of Applied Meteorology, Vol.9, No.3. P.350-359.
- Oard M.J. 1977: A Winter Season Minimum Temperature Formular for Bakesfield California Using Multiple Regression, NOAA Tech. Mem. NWS, WR-113, P.1-10.

A Study of the Objective Forecast of Low Temperatures in the Winter of Taiwan

Tin-Kuo Lee, Chao-Ming Liu, Par-Yuang Hwang, Jeng-Der Tsai

Taipei Meteorological Center, ANWS, CCAA

ABSTRACT

In Taiwan, from December to March of the next year, there are days of $\leq 10^{\circ}\text{C}$ caused by the strong cold surges and or cold air from Chinese Mainland. These cold air will sometimes cause big damages to the land and the water farmings, Thus, it is our intention to set up objective forsecasts of low temperatures for this area.

Firstly, the exact dates and the lasting days with temperatures $\leq 10^{\circ}\text{C}$ in Taipei, Taichung, Chiayi and Ilan, representing the Northern, the Central, the Southern and the Northeastern parts of Taiwan, between 1976 and 1986 of the above mentioned months were summed up. And then, 850mb, 700mb and the surface charts at both 0000Z and 1200Z were used to derive basic data of the four areas, and some station data of the Eastern and the Northern Mainland China. Finally, by using multiple regressive method, we built up 12hrs, 24hrs and 36hrs forecast models of quantitaive minimum temperature for the four areas.

The correlation coefficients of the 12 hrs forecast models for the four areas are over 0.6, and those for the Northern and the Southern parts are higher than 0.8. The correlation coefficients of the 24 hrs models are over 0.7 except for Northeastern part, it is 0.587 The results of the 36hrs forecasts for the four areas are 0.549, 0.585, 0.598 and 0.466 respectively, and comparatively lower than the 12hrs and the 24hrs forecasts.