

臺灣地區低溫預報之研究*

徐 晉 淮

A Study of Medium-Range Low Temperature Forecasting in Taiwan Area

Chin-huai Hsu

Abstract

According to the record of winter time (December to March) temperature in Taiwan from 1959 to 1969, the number of occurrences of low temperatures below 10°C were observed 51 times namely 4 or more annually. Using both the 850mb WNW and NW direction cross sections of Taiwan and tracing the movement of cold tongues, we find that low temperature occurrence in winter is mainly caused by the invasion of cold tongue and may be predicted by analysis of cold air advection.

The following conclusions have been drawn:

- (1) When a cold tongue of temperature below -5°C at 850mb forms at about 500km WNW of Taiwan, low temperature below 10°C will be observed in Taiwan area five days later.
- (2) When a cold tongue of temperature below -15°C at 850mb forms at about 500km NW of Taiwan, low temperature below 10°C will be observed in Taiwan area five days later.

一、前 言

臺灣冬期均受大陸氣團影響，寒潮侵入，導致低溫。農作物受此低溫影響，每年發生冷害，損失巨大，本文特應用追蹤冷舌之移動，預測 5 至 7 天後臺灣可能發生之低溫。

二、臺灣地區之低溫

臺灣雖處亞熱帶地區，四周環海，但位於大陸之東南沿海，冬季大陸，因太陽回返至南半球，無法受到充分的太陽熱量，逐漸成為寒冷區域，每年自 12 月至 3 月，大陸西伯利亞高氣壓勢力發展，整個大陸及其沿海地區均被大陸寒冷高氣壓籠罩，但此地面大陸高氣壓，因受高空偏西風之影響，由西向東移動，所以發生周期變化，所謂三寒四溫，即指此周期變化而言。臺灣地區不免亦受此大陸高氣壓之影響，每年冬

季發生低溫（本文中低溫係指攝氏 10 度以下）次數甚多，例如 1963 年 1 月 28 日，臺北氣溫降至零下 0.1 度，為 70 年來絕對最低溫度之冠，本研究應用臺北地區之低溫，即自 1959 年至 1969 年之 11 年間，找出每日絕對最低溫度攝氏 10 度以下之發生回數（但如攝氏 10 度以下繼續 2 天以上者僅作為 1 次計算）共 51 次之多，如附表 1，每年平均發生低溫有 4 次以上，均於 12 月至 3 月之間發生，農作物受冷害甚大，筆者發現冷舌之周期變化有規範可尋，可提前預報低溫發生，使農民有充分時間準備預防，可減少冷害損失。

三、冷舌預報圖繪方法

1. 天氣圖之選擇

本文應用之天氣圖為 850 毫巴等壓面圖，因地面氣溫受地形，海陸，晝夜及雲量之影響而變化甚大

* 本研究之完成得國家長期發展科學委員會之補助。

表 1 A. 臺北地區最低氣溫 10°C 以下日期
Table 1 A. The date of temperature below 10°C in Taipei

號碼	發生日期			最低氣溫	號碼	發生日期			最低氣溫	號碼	發生日期			最低氣溫
	年	月	日			年	月	日			年	月	日	
1	48	1	11	6.9	11	50	12	7	8.1	19	52	1	2	6.9
	48	1	12	6.5	12	51	1	1	7.4		52	1	6	5.5
2	48	1	16	3.9		51	1	2	6.9		52	1	7	4.0
	48	1	17	2.6		51	1	3	6.6		52	1	8	5.7
3	48	1	22	6.9	13	51	1	19	6.0	20	52	1	14	4.2
	48	1	23	6.9		51	1	20	6.3		52	1	15	1.9
4	49	1	2	7.4		51	1	21	5.2		52	1	16	2.1
	49	1	3	5.6		51	1	22	5.0		52	1	17	5.1
	49	1	4	7.3	14	51	1	26	4.4		52	1	18	4.6
5	49	1	17	9.0		51	1	27	1.3	21	52	1	24	8.5
6	49	2	2	8.6		51	1	28	5.5		52	1	25	4.1
	49	2	3	7.2	15	51	2	15	8.1		52	1	26	1.6
7	49	12	30	4.6		51	2	16	7.9		52	1	27	0.9
	49	12	31	3.2		51	2	17	8.4		52	1	28	-0.1
8	50	1	17	6.5	16	51	3	23	9.5		52	1	29	4.3
	50	1	18	4.1		51	3	24	9.1	22	52	2	22	9.9
9	50	1	25	9.9	17	51	12	24	9.2	23	52	2	27	5.7
10	50	1	31	8.1		52	12	25	9.0		52	2	28	5.7
	50	2	1	5.3	18	52	12	31	8.2		52	3	1	5.8
	50	2	2	3.7		52	1	1	7.0	24	請看附表1.B.			

表 1 B. 臺北地區最低溫 10°C 以下日期
Table 1 B. The date of temperature below 10°C in Taipei

號碼	發生日期			最低氣溫	號碼	發生日期			最低氣溫	號碼	發生日期			最低氣溫	
	年	月	日			年	月	日			年	月	日		
24	52	3	16	8.3		54	1	9	3.8	45	57	2	8	9.5	
	52	3	17	6.8		54	1	10	5.9		57	2	9	9.5	
25	52	3	30	7.1	36	54	3	16	8.3		57	2	10	9.1	
26	52	12	4	9.4		54	3	17	7.3	46	57	2	19	8.5	
	52	12	5	7.0	37	54	12	24	8.6		57	2	20	7.1	
27	52	12	21	8.0		54	12	25	8.8		57	2	21	6.4	
28	52	12	27	8.6	38	54	12	30	9.4	47	57	3	3	8.4	
	52	12	28	8.7		54	12	31	9.6		57	3	4	6.0	
	52	12	29	5.9		55	1	1	7.4		57	3	5	9.0	
29	53	1	18	7.9	39	55	2	22	9.4	48	57	12	15	7.9	
	53	1	19	8.1		55	2	23	8.7		57	12	16	8.3	
30	53	1	24	9.4	40	55	12	27	9.7	49	58	1	3	9.9	
	53	1	25	8.2	41	56	1	16	5.6		50	58	2	4	7.0
31	53	2	2	8.7		56	1	17	6.0		58	2	5	6.0	
32	53	2	17	9.9	42	56	2	5	6.8		58	2	6	7.2	
	53	2	18	9.9	43	56	2	11	9.4		58	2	7	8.7	
33	53	12	18	8.7		56	2	12	9.2	51	58	3	12	9.2	
	53	12	19	9.3	44	57	1	15	7.3		58	3	13	8.5	
34	53	12	31	9.0		57	1	16	7.8						
35	54	1	8	5.8		57	1	17	7.3						

，且 850 毫巴等壓面高度平均在 1,500 公尺以上，極少直接受到地面附近之氣溫變化影響，即其冷暖分佈甚有代表性。因上述理由筆者認為選擇 850 毫巴等壓面資料，分析冷舌之變化最為適當。

2. 測站之選擇

地面上各種氣象變化，因受地球自轉及大氣環流影響，均由西向東而變化。同樣原因，冬季冷舌變化極為顯著，但氣溫分佈，即緯度愈高氣溫愈低，如無南北交流現象發生，低緯度地區於冬季很少發生低溫現象。因之高緯度之冷舌移動方向對於臺灣冬季低溫

發生有直接影響者，必須由北向南之方向才有明顯影響。因之本文應用之測站如圖1，以臺北站為中心繪製西北西及西北之兩個方向之斜切面圖最為適當，西方斜切面圖因受上述理由及臺灣西方有喜馬拉雅山脈阻塞冷舌之移動與缺少850毫巴等壓面之氣溫資料，故本文不採用西方斜切面圖。

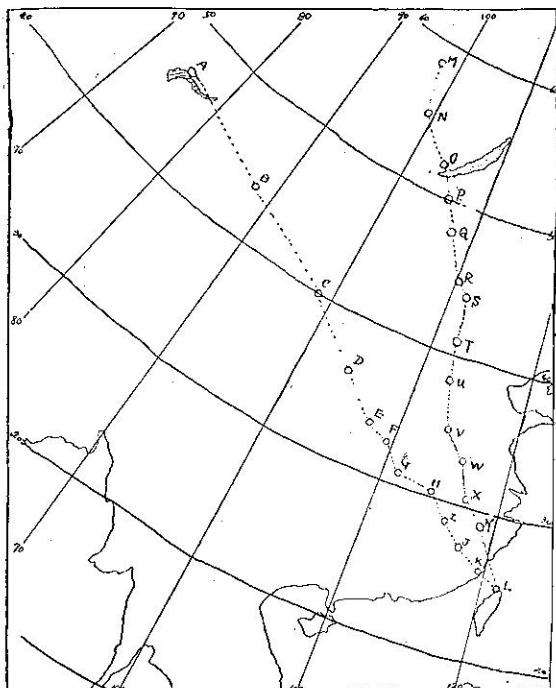


圖 1. 斜切面圖之各測站

Fig. 1. The stations of which used in cross section charts

3. 斜切面圖之製繪步驟

(1)已選擇之測站(附圖1)00Z 850毫巴A、B、……J、K、L點之氣溫以其距離分別填入縱軸(Station)，橫軸為日期(Date)，如圖2至24*上段為西北西方向斜切面圖。M，N，……X，Y，L，即圖2至24下部為西北方向之斜切面圖，圖中上下兩部之L欄即臺北站850毫巴之每日氣溫，邊線上有符號上面圓圈內之數字為臺北低溫發生次數號碼，上下兩部圓圈內數字(含有小數點)為臺北站地面之日絕對最低溫度紀錄，即低溫紀錄均為攝氏10度以下(不含攝氏10度)。

(2)按照上(1)項規定每日填入各站之氣溫完成後，即可分析等溫線上部因氣溫梯度小，故以每攝氏3度繪一等溫線，下部因氣溫梯度較大，故以每攝氏5度繪一等溫線。

(3)等溫線變化，可以標示氣溫下降區，此氣溫下降區即冷舌所在，同時可找出冷舌之移動速度，以兩條顯明黑線表示其變化情況。

按照上項步驟繪成之51次臺北低溫發生時之各斜切面圖共23張，如圖2至圖24，以供分析之用。

四、冷舌移動之分析

1. 由圖2至圖24之51次例中(省略)，可檢出經軸型，斜軸型及緯軸型三種冷舌之移動型式。經軸型有圖第②上下部及⑥上下部，等同類型，其移動較快，從高緯度移到臺北站之平均速度，每日以經度15度之速度南下，即只有三天至四天之速度到達臺北站，屬冷舌移動快速型，佔全體之百分之20，此型式南北交流極為顯明，等溫線走向亦同為南北方向，因此此類型之預報方法，應在高緯度發現寒冷域時，同時注意寒冷域南面之等溫線走向是否為南北方向，如是則即可預報三天後臺灣地區有低溫發生。其次為緯軸型，即冷舌之移動接近為東西方向之類型，有附圖第④上下部，⑤上下部及⑧上下部等，其移動速度較慢，從高緯度移到臺北站之平均速度，每日以經度6度緩慢南下，即需8天至9天之速度才抵達臺北站，此類型同樣佔全體之百分之20，例如第2號下段為最顯明例子。高緯度寒冷區之南面等溫線，概略為東西走向，亦表示南北交流不顯明之一例，且發生低溫日期遲八天後到達臺灣地區，低溫繼續日數較長，為六天。第45號下段亦相同，等溫線為東西方向且臺灣地區低溫繼續日數，為四天。在預報低溫時可應用此種等溫線之走向。再次為斜軸型，此類型於51次例中發現在最多，佔全體之百分之60，除上述經軸型與經軸型外，均屬此類型有附圖①④⑦等從高緯度至臺灣地區之低溫度化域，即冷舌之走向為角度45度左右，即斜軸型之移動速度以每日平均經度10度南下，冷舌之南移較為規則，因此種發生次數佔全體之百分之60之多，故在高緯度發現寒冷區時，不計其移動速度之快慢，預報5日後臺灣地區有低溫發生，此時之準確率包括緯軸型之20%共可達百分之80以上，在實際預報上可以應用。從附表1，可檢出臺灣最近11年間(1959年至1969年)發生低溫之月別次數，以1月為最多，有24次。12月有14次，2月有8次，3月有5次。可以說每年1月為大陸高氣壓最旺盛之月，次之各月之冷舌平均移動速度，即從高緯度，大約離臺北500公里之處，發現寒冷區達到臺北地區之日數，上部即臺北之西北西方向，1月為5.7天，2月5.4天

* 因篇幅所限無法全部印出。

, 3月5.6天, 12月為6.5天。下部即臺北之西北方向, 1月為5.7天, 2月5.0天, 3月5.6天及12月為5.9天。總共51次平均速度為5.7天, 從此平均數字看, 在預報時, 以5天到6天前, 可提前發佈低溫之發生。表2為西北西方向及西北方向發生冷舌後到達臺灣之月別日數統計表。

表 2. 月別冷舌之移動速度
Table 2. Monthly mean speed of cold tongue

方 向 別	西	北	西	北	西	北	西	北
月 別	1	2	3	12	1	2	3	12
總 計(天)	137	43	28	91	157	40	28	83
發生次數(次)	24	8	5	14	24	8	5	14
平均速度(天)	5.7	5.4	5.6	6.5	5.7	5.0	5.6	5.9

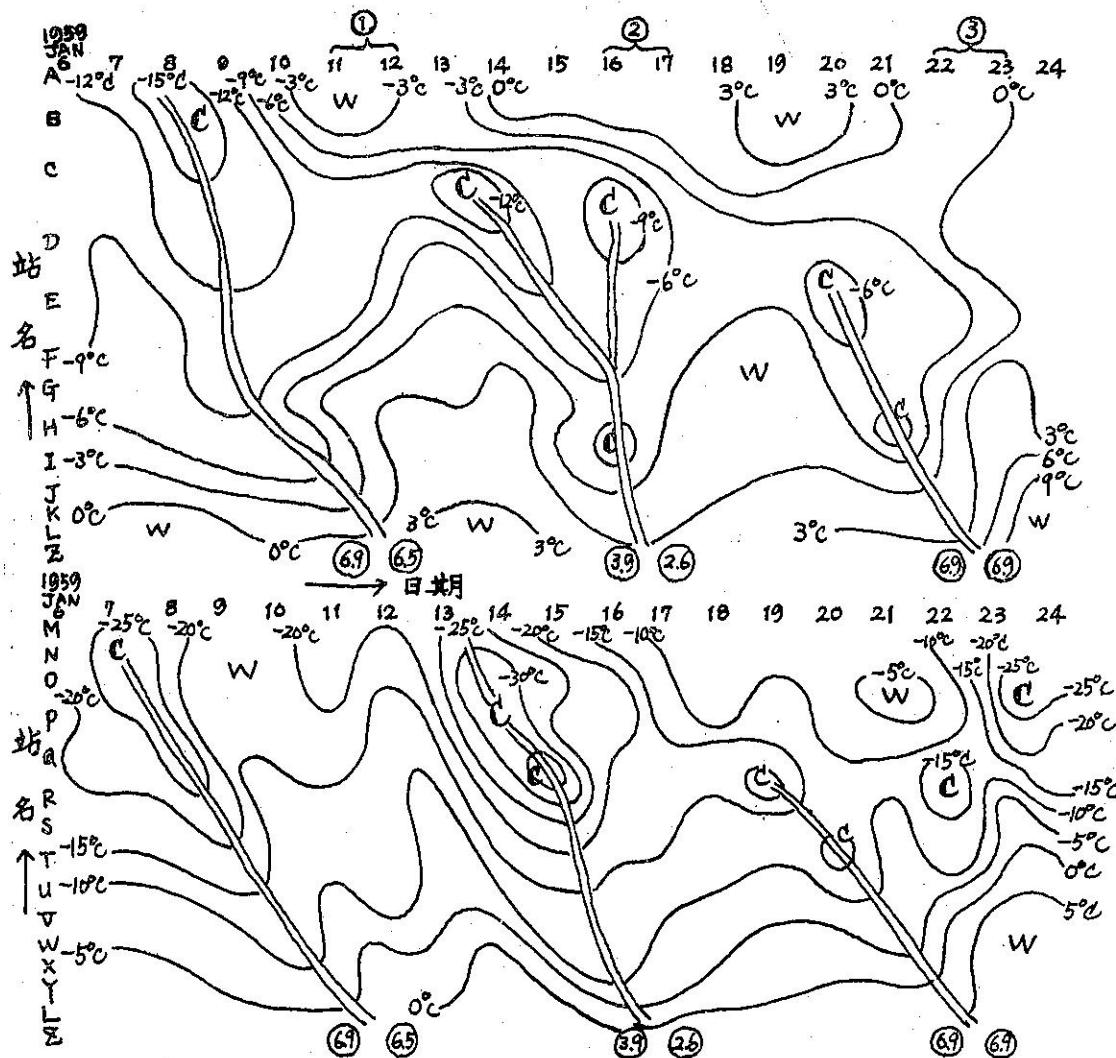


圖 2. 850 毫巴氣溫斜面圖

Fig. 2 Cross sections of temperature distribution on 850mb charts

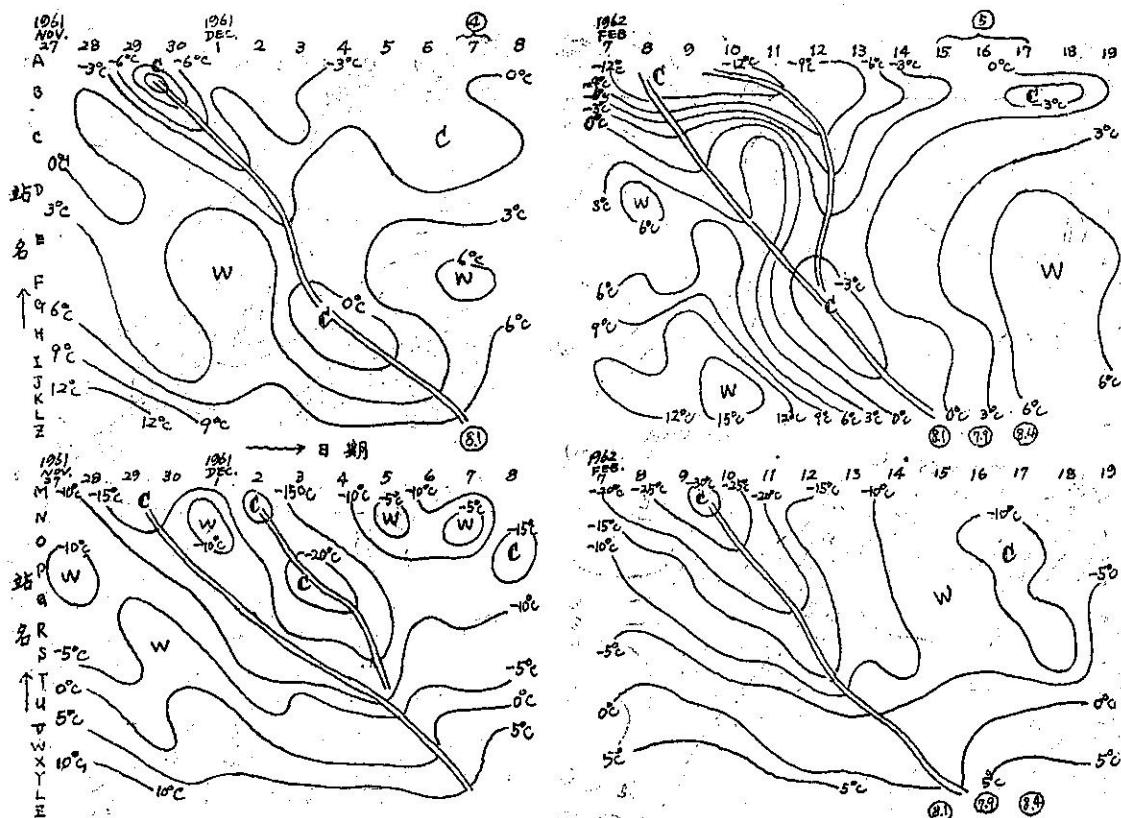


圖 3. 850 毫巴氣溫斜切面圖

Fig. 3 Cross section of temperature distribution on 850mb charts

次之附表 3 為西北西方向及西北方向別冷舌發生次數與臺北低溫發生次數之統計表。

表 3. 冷舌與臺北低溫發生次數

Table 3. Frequency of cold tongue and low temp. in Taipei

方 向 別	西	北	西				
冷舌到達臺北之日數	3天	4天	5天	6天	7天	8天	9天
發 生 次 數	4	6	14	7	10	9	1
方 向 別	西	北					
冷舌到達臺北之日數	3天	4天	5天	6天	7天	8天	9天
發 生 次 數	2	8	13	11	8	12	1
方 向 之 合 計	西	北					
冷舌到達臺北之日數	3天	4天	5天	6天	7天	8天	9天
發 生 次 數 合 計	6	14	27	18	18	21	2
發 生 次 數 平 均	3	7	14	9	9	11	1

由表 3 可找出 3 天至 4 天及 8 天至 9 天後冷舌到達臺北，而發生低溫之次數各佔百分之 20，5 至 7 天佔百分之 60，由此統計數字可看出，以預報 5 天後，臺北發生低溫之準確率為最大，與其他氣壓系統移動速度即每日以經度 10 度之速度移動，完全相符。

2. 臺灣地區低溫發生與天氣分佈之關係

從 51 次低溫發生日期與是日天氣圖比較，有特殊類似處：(1)臺灣低溫發生日均係於大陸高壓中心平均位置在華中上海附近。(2)臺灣地區低溫發生日臺灣地區天氣轉佳，無惡劣狀況。95%以上為晴天，在風力較弱時尤易發生。即臺灣地區之低溫受兩大原因而發生的，其一必須有高緯度之冷舌南下而發生低溫，其次是由晴天，夜間增加輻射作用，氣溫急遽減低，為其主要原因。(3)臺灣低溫發生後，華中之高壓變為移動性高壓，天氣繼續良好，氣溫亦逐漸開始回昇。圖 5A, 5B, 5C 及 5D 為 1967 年 2 月 5 日發生攝氏 6.8 度低溫時與前後兩天之天氣圖型為臺灣低溫發生時之最

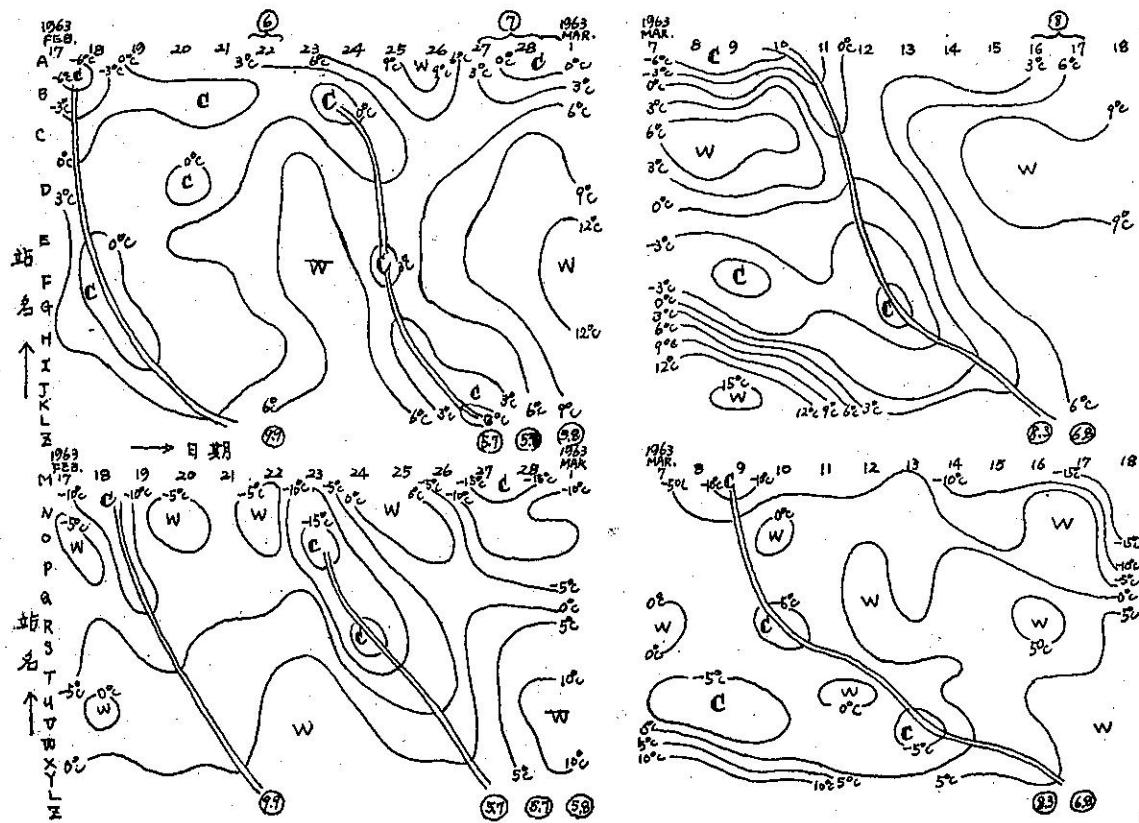


圖 4. 850 毫巴氣溫斜切面圖

Fig 4. Cross sections of temperature distribution on 850mb charts

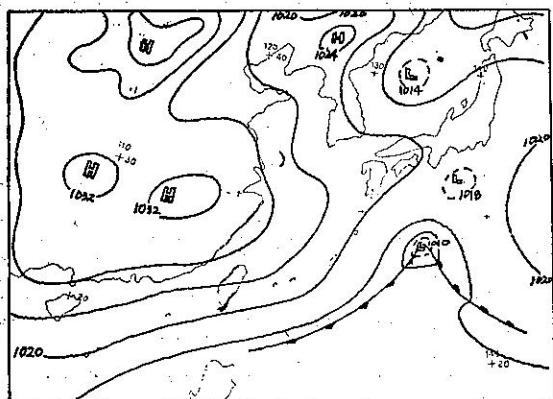


圖 5 A. 地面天氣圖（民國56年2月3日8時）
Fig 5 A. Surface map (Feb. 0300Z 1967)

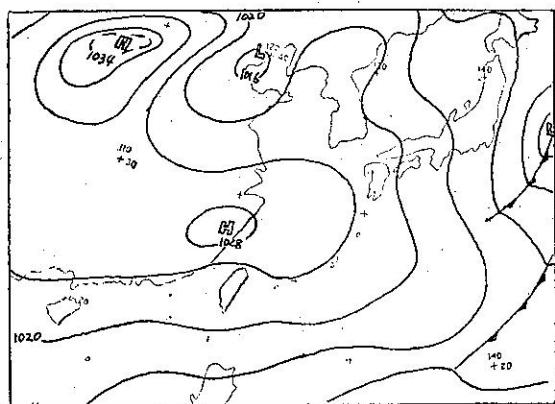


圖 5 B. 地面天氣圖（民國56年2月4日8時）
Fig 5 B. Surface map (Feb. 0400Z 1967)

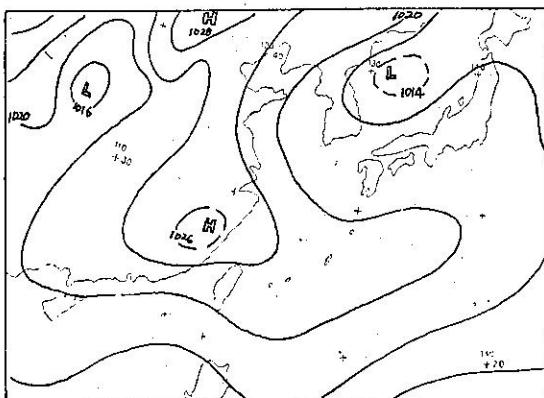


圖 5 C. 地面天氣圖（民國56年2月5日8時）
Fig 5 C. Surface map (Feb. 0500Z 1967)

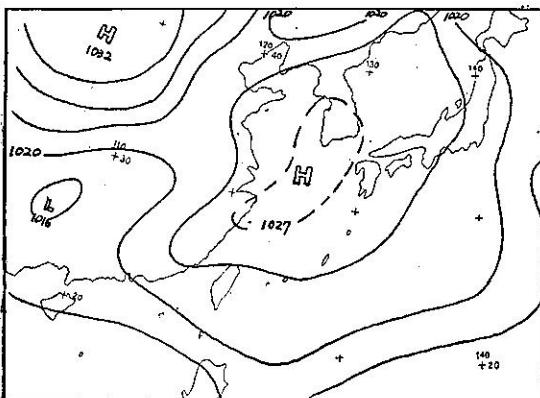


圖 5 D. 地面天氣圖（民國56年2月6日8時）
Fig 5 D. Surface map (Feb. 0600Z 1967)

標準天氣圖，圖 25D 中，華中之高壓中心已移動到東海，臺灣地區東南氣流進入，氣溫隨之回昇之天氣圖。

3. 高緯度低溫舌與臺灣地區低溫之相關
表 4 是臺灣地區發生低溫時之高緯度冷舌氣溫統計表。

表 4. 冷舌與臺灣低溫之比較表

Table 4. Cold tongue and low temp. in Taiwan

冷舌之氣溫	西北西方發生之低溫次數	西北方發生之低溫次數
-5°C 以上	1	0
-10°C ~ -10°C	11	0
-15°C ~ -15°C	23	2
-20°C ~ -20°C	8	12
-25°C ~ -25°C	8	13
-30°C ~ -30°C	0	14
-30°C 以下	0	10

由表51次中，臺灣西北西方 A 及 B 站附近之氣溫在 -5°C 至 -10°C 者為11次， -10°C 至 -15°C 者23次為最多， -15°C 至 -20°C 及 -20°C 至 -25°C 各8次， -5°C 以上僅1次。由此可見西北西方之低溫至少須在 -5°C 以下之冷舌發現後，5天以後臺灣地區始有低溫發生。另一西北方向之 M 及 N 站附近之氣溫統計，亦由表 4 可以找出，即 -15°C 至 -20°C 有12次， -20°C 至 -25°C 者13次， -25°C 至 -30°C 者14次， -30°C 以下者10次，最後 -10°C 至 -15°C 僅有2次。由此可見西北方向之冷舌溫度須要降到 -15°C 以下，且需於 5 天以後抵達臺灣地區，始有低溫發生。其準確率相當高，達百分之90以上。因之，臺灣冬季之預報必須用上述客觀的方法預報，西北及西北方向之冷舌變化纔有正確的預報依據。

五、結論

本研究應用臺灣地區西北西方及西北方向之測站，根據11年冬季資料，繪製850毫巴斜切面圖，分析其與臺灣低溫發生之關係如下：

- 臺灣之西北西方約500公里處，發現有低於攝氏負5度以下之冷舌時，5天以後臺灣地區將發生攝氏10度以下之低溫。
- 臺灣之西北方約500公里處，發現有低於攝氏負15度以下之冷舌時，5天以後臺灣地區將發生攝氏10度以下之低溫。

以上兩點分析結果，對於臺灣低溫發生之預報，準確率很高，希望在臺灣每年12月至翌年3月間，繼續繪製臺灣西北西方向及西北方向之850毫巴斜切面圖，以供臺灣低溫發生之重要預報依據。

參考文獻

- 毛利圭太郎(1958)：旬日預報の立場からベースの轉換，研究時報10, PP 312~329.
- 杉中誠一(1963)：北海道の週間預報の検討，研究時報15卷8號，PP 571~573.
- 杉中誠一(1963)：週間天氣預報の検討，昭和37年度全國預報技術検討資料。
- 杉中誠一(1963)：北海道における冬の高溫，低溫について，研究時報15卷12號，PP 837~842
- 合田勲(1957)：本邦寒季における高溫低溫の機構と汎天候について，研究時報 10, PP 1053~1060.
- Paimen, E and C. W. Newton (1948) : A Study of the mean wind and temperature in the vicinity of the Polar front. J. Meteor., 5, pp 220~226.