

# 應用日本預測圖從事台灣寒潮預報之成效評估

蔡 清 彥  
國立台灣大學大氣科學系

## 摘 要

本文將日本分析與預測圖製成距平圖，然後分析日本區域模式對寒潮天氣系統之預測能力。從實際地面距平圖的分析，我們發現台灣地區之寒潮與移動性高氣壓系統有密切的關係。從冷鋒通過台灣北部地區前48小時開始，移動性高壓系統從貝加爾湖西方往東南移動，到冷鋒過境當時，此高壓系統已籠罩整個中國大陸，然後台灣北部地區之氣溫才開始下降。我們定義台北日最低氣溫連續下降兩天共達 $6^{\circ}\text{C}$ 以上者為強寒潮個案。強寒潮個案在冷鋒通過台灣北部當時，籠罩整個中國大陸之移動性高壓中心位於 $100^{\circ}-110^{\circ}\text{E}$ ， $40^{\circ}\text{N}$ 附近，中心氣壓在距平圖上達10mb以上。

在分析台北日最低氣溫持續下降6天的寒潮個案時，我們發現持續性之氣溫下降乃是由於第二波移動性高壓系統在相隔一天半到兩天之間後迅速南下所造成。

分析預測圖所製成之地面距平圖後，我們發現日本區域模式在48小時前能預測移動性高壓南下籠罩中國大陸之現象，但是高壓之位置、強度及範圍則與實際情形有出入，而且預測圖在 $90^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$ ， $30^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$ 地區會有不合理的低壓系統存在。對於持續性寒潮則能在第一波移動性高壓籠罩中國大陸時預測第二波移動性高壓之再度南下。

## 1. 前 言

數值天氣預報之系統性誤差可定義為「由於不完善的物理與數學所造成數值模式中會重覆發生的誤差」（參考Wash, 1985）。系統性誤差之研究可分成兩類。一類研究低氣壓、高氣壓、槽脊等特性天氣系統之預報誤差（如Leary, 1971; Colucci and Bosact, 1979; Silberberg and Bosart, 1981等）。另一類分析模式平均資料場與觀測平均資料場之差異。本文採取第一類方式，擬分析日本區域模式對寒潮天氣系統之系統性誤差。

蔡清彥（1984）曾分析台灣寒潮前後數日之地面及850mb亞洲地區天氣圖，並分析700mb, 500mb及300mb北半球天氣圖。他們發現亞洲冬季天氣系

統可分為滯留性與移動性兩類。滯留性系統包括蒙古高氣壓及亞洲東岸槽線。此滯留性系統的存在乃是台灣冬季吹東北季風的主因。但是台灣地區寒潮的發生却是移動性系統所造成。最主要的移動性系統是從裏海東北方往東或東南移入中國大陸，且範圍及強度均逐漸增大的移動性高壓系統。此移動性高壓系統的強度較滯留性系統為弱，故必須分析距平圖才容易辨認。

本文將日本分析與預測圖製成距平圖，然後分析日本數值天氣預報對寒潮移動性高氣壓系統之預測能力。

## 2. 資 料

我們採用日本氣象廳所發佈之天氣圖由於72小

時以內之預測圖均為區域模式所作之亞洲區域天氣圖，而影響台灣寒潮之移動性高壓系統在 500 mb 均在該廳所發佈亞洲天氣圖範圍之外，故我們只討論地面預測圖之成效。另外利用地面距平圖也較 500 mb 距平圖容易辨認寒潮高壓系統的移動與發展（參考蔡清彥，1984）。

在 1983 年 12 月至 1984 年 2 月以及 1984 年 12 月至 1985 年 2 月兩個冬季中，我們僅能找到四個傳真圖資料比較完整的寒潮個案，其個案時間如表 1 所示。根據任立渝及蔡清彥（1981）的定義，個案 1 台北日最低氣溫兩天下降  $3.4^{\circ}\text{C}$ ，接近但未達中寒潮標準，個案 2 在 2 月 5 日至 7 日之間日最低氣溫下降  $7.6^{\circ}\text{C}$  為強寒潮，個案 4 在 2 月 25 日至 26 日之間日最低氣溫下降  $6.0^{\circ}\text{C}$  亦為強寒潮。另外，個案 4 之日最低氣溫持續下降 6 天之久（共  $9.1^{\circ}\text{C}$ ）較一般寒潮氣溫下降 2 天較長甚多。

冷鋒通過台灣北部地區附近之天氣圖時間在個案 1 為 1984 年 1 月 18 日 12 Z，個案 2 為 1984 年 2 月 5 日 12 Z，個案 3 為 1984 年 2 月 17 日 00 Z。個案 4 則為 1984 年 2 月 25 日 12 Z。我們將討論冷鋒過境前 72 小時至當時的天氣圖變化情形，以及冷鋒過境當時天氣圖之預報情形。

### 3. 個案分析

圖 1 為 1967 年 12 月至 1977 年 2 月共十個冬季之平均地面天氣圖。冬季平均地面天氣圖的特徵是高氣壓籠罩中國大陸及西伯利亞南部，其中心位於蒙古高原（ $90^{\circ}-100^{\circ}\text{E}$ ， $45^{\circ}-52^{\circ}\text{N}$ ）一帶，稱為蒙古高氣壓。此高壓明顯的出現在冬季平均圖中，故稱之為滯留性高氣壓。此滯留性蒙古高氣壓乃造成台灣地區之東北季風。

蔡清彥（1984）曾分析 21 個強寒潮合成天氣圖以及合成圖減去十年平均圖所得之合成距平圖。圖 2a, 2b, 2c 及 2d 即分別為冷鋒通過台灣北部地區前 72 小時，前 48 小時，前 24 小時及當時之地面合成距平圖。由這些距平圖，我們發現移動性高壓系統在台灣寒潮爆發前 72 小時從裏海東北方（ $70^{\circ}-80^{\circ}\text{E}$ ， $50^{\circ}-60^{\circ}\text{N}$ ）一帶先往東再往東南移動，而且在移動

過程中不斷擴大範圍並增加強度。最後在冷鋒通過台灣北部地區當時，此移動性高壓系統已籠罩整個中國大陸，其中心則位於  $100^{\circ}-110^{\circ}\text{E}$ ， $40^{\circ}-50^{\circ}\text{N}$  地區，其強度達 13mb。

#### 3.1 個案 1

此個案為弱寒潮個案，冷鋒通過台灣北部地區附近之天氣圖時間為 1984 年 1 月 18 日 12 Z，台北日最低氣溫由 18 日開始連續下降兩天，共下降  $3.4^{\circ}\text{C}$ 。圖 3a, 3b, 3c 及 3d 分別為冷鋒通過台灣北部前 72，48，24 及當時之地面距平圖。我們發現寒潮移動高氣壓從 3 月 16 日 12 Z 開始由貝加爾湖西方往東南移動，到 18 日 12 Z 已籠罩大部中國大陸地區了。因此台北日最低氣溫從 19 日開始下降。但此時高壓系統強度仍然不強，位於  $100^{\circ}-110^{\circ}\text{E}$ ， $40^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$  之高壓中心僅達 5mb 左右，故為弱寒潮個案。

圖 4a 是以 1 月 15 日 12 Z 為初始資料時間，日本區域模式所作之 72 小時預測圖；圖 4b 是以 1 月 16 日 12 Z 為初始資料時間所作之 48 小時預測圖；圖 4c 則是以 1 月 17 日 12 Z 為初始時間所作之 24 小時預測圖。此三張圖的預測對象均為 1 月 18 日 12 Z。在 1 月 18 日 12 Z 之實際距平圖（圖 3d）中，移動性高氣壓已籠罩整個中國大陸。但在圖 4a 及 4b 中，移動性高氣壓仍位於貝加爾湖西方，沒有南下。由此可見，日本區域性模式仍無法在 72 小時及 48 小時前對此弱寒潮系統之南下作有效的預測。而在 24 小時預測圖（圖 4c）中，移動性高氣壓則已南下籠罩中國大陸，但強度及範圍則稍嫌太小。

#### 3.2 個案 2

此個案為強寒潮個案，冷鋒通過台灣北部地區附近之天氣圖時間為 1984 年 2 月 5 日 12 Z，台北日最低氣溫由 5 日開始連續下降兩天，共下降  $7.6^{\circ}\text{C}$ 。圖 5a, 5b, 5c 及 5d 分別為冷鋒通過台灣北部前 72，48，24 小時及當時之地面距平圖。我們亦發現寒潮移動性高氣壓從 2 月 3 日 12 Z 開始由貝加爾湖西方往東南移動，到 5 日 12 Z 已籠罩整個中國大陸地區了，因此台北日最低氣溫從 6 日開始下降。而 5 日 12

Z位於 $100^{\circ}-110^{\circ}\text{E}$ ， $40^{\circ}\text{N}$ 附近之高氣壓中心已達 $13\text{mb}$ ，故為強寒潮個案。

圖6a是以2月2日12Z為初始時間所作之72小時預測圖，圖6b是以2月3日12Z為初始時間所作之48小時預測圖，圖6c則是以2月4日12Z為初始時間所作24小時預測圖。三張圖的預測對象均為2月5日12Z。而在實際2月5日12Z之距平圖(圖5d)中，移動性高氣壓已籠罩整個中國大陸。在圖6a中，主要移動性高氣壓仍位於貝加爾湖西方沒有南下，但已有微弱小型高壓南下跡象。圖6b及6c則有明顯移動性高氣壓籠罩中國大陸，但此高壓之位置，範圍及強度均與圖5d者不一致，而且預測圖中有一不合理的低壓存在於 $90^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$ ， $30^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$ 地區。由此可知，日本區域模式似能在48小時前預測此寒潮高壓系統之南下籠罩中國大陸，但是預測高壓之位置，範圍及強度均與實際情形頗有出入。

### 3.3 個案3

此個案亦為強寒潮個案，冷鋒通過台灣北部地區之天氣圖時間為1984年2月17日00Z，台北日最低氣溫由16日開始連續下降兩天，共下降了 $6.1^{\circ}\text{C}$ 。圖7a, 7b, 7c及7d分別為冷鋒通過台灣北部前72, 48, 24小時及當時之地面距平圖。我們發現移動性高氣壓在2月15日00Z仍位於貝加爾湖西方，2月16日00Z稍往東南移動，然後迅速南移，在2月17日00Z已籠罩整個中國大陸地區。而在2月17日00Z位於 $100^{\circ}-110^{\circ}\text{E}$ ， $40^{\circ}\text{N}$ 之高壓中心已達 $13\text{mb}$ 左右，故亦為強寒潮個案。

圖8a是以2月14日00Z為初始時間所作之72小時預測圖，圖8b是以2月15日00Z為初始時間所作之48小時預測圖，圖8c則是以2月16日00Z為初始時間所作之24小時預測圖。三張圖的預測對象均為2月17日00Z，在當時實際地面距平圖(圖7d)上移動性高壓已南下籠罩整個中國大陸。在圖8a中，移動性高壓系統雖已南下達華北、華中地區，但未籠罩整個中國大陸；另外在預測圖上有不合理的低壓位於 $90^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$ ， $30^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$ 地區。在圖8b及8c中，除了不合理的低壓仍位於 $90^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$ ， $30^{\circ}-$

$40^{\circ}\text{N}$ 地區外，整個中國大陸似乎已在移動性高壓的籠罩下。因此，日本區域模式對此個案之預報成效與對個案2者相近似，模式似能在48小時前預測寒潮高壓系統之南下籠罩中國大陸，但預測高壓之位置，範圍及強度均與實際情形有出入，最嚴重的錯誤是預測圖上存在不合理的低壓系統位於 $90^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$ ， $30^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$ 地區。

### 3.4 個案4

此強寒潮個案，冷鋒通過台灣北部地區之天氣圖時間為1984年2月25日12Z台北日最低氣溫由25日之 $17.1^{\circ}\text{C}$ 降至27日之 $11.1^{\circ}\text{C}$ 兩天共下降 $6.0^{\circ}\text{C}$ ，達到強寒潮標準。此外，日最低氣溫由27日之 $11.1^{\circ}\text{C}$ 仍繼續下降至3月2日之 $8.0^{\circ}\text{C}$ 。台北日最低氣溫前後連續下降6天共達 $9.1^{\circ}\text{C}$ ，其連續下降的天數較一般寒潮之兩或三天長甚多。圖9a至9h為2月22日至29日之12Z地面距平圖。由圖9a至9d得知，寒潮移動性高壓系統從2月23日12Z開始由貝加爾湖西方往東南移動，到25日12Z已籠罩中國大陸地區了。故台北日最低氣溫從26日開始下降。而25日12Z位於 $100^{\circ}-110^{\circ}\text{E}$ ， $40^{\circ}\text{N}$ 附近之高壓中心已達 $10\text{mb}$ ，故為強寒潮個案。

另外，在2月26日12Z的地面距平圖(圖9e)發現，籠罩中國大陸之移動性高氣壓系統已減弱，但第二波移動性高氣壓系統又已移到貝加爾湖西方。此第二波移動性高氣壓系統亦往東南移動，到2月28日12Z又已籠罩了整個中國大陸(圖9f及9g)。由於前後兩個移動性高壓連續侵襲中國大陸，因此台北日最低氣溫持續下降6天之久。

圖10a, 10b及10c分別為2月25日12Z前72小時，前48小時及前24小時所作之預測圖。由圖10a及10b得知，72小時及48小時以前日本區域性模式已能預測此個案移動性高壓系統之南移至中國大陸。但是預測高壓位置、範圍及強度均與實際情形頗有出入。而且在預測圖上有一不合理的低壓存在於 $90^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$ ， $30^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$ 地區。但在24小時前之預測圖(圖10c)，並沒有此不合理之低壓，而且預測籠罩中國大陸之高壓系統與實際情形者十分接近。

圖 11a 及 11b 分別為以 2 月 26 日 12 Z 為初始時間所作之 24 小時及 48 小時預測圖。圖 11a 及 11b 分別與圖 9f 及 9g 相接近，此即日本區域性模式大致能夠預測第二波寒潮移動性高壓的迅速南下，造成台灣地區之持續性氣溫下降。但是預報圖上移動性高壓之位置、強度及範圍仍與實際情形有出入。而且 48 小時預測圖產生與前述幾個個案類似的不合理低壓系統在  $90^{\circ}-100^{\circ}\text{E}$ ， $30^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$  區域。

#### 4. 結論與建議

本文將日本分析與預測圖製成距平圖，然後分析日本區域模式對寒潮天氣系統之預測能力。從實際地面距平圖的分析，我們發現台灣地區之寒潮乃由於移動性高壓從貝加爾湖西方南下籠罩中國大陸所造成。一般造成台灣日最低氣溫連續下降 2 至 3 天，氣溫持續下降 6 天的個案則由於第二波移動性高壓接連南下所造成。

日本區域模式似能在 48 小時前預測移動性高壓南下籠罩中國大陸的現象。對於持續性寒潮，並能在第一波寒潮發生時預測第二波寒潮的即將接踵而至。但預測高壓的位置，強度及範圍均與實際情形有出入，而且預測圖在  $90^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$ ， $30^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$  地區會有不合理的低壓存在。Wash (1985) 曾分析美國海軍全球模式 (Navy Operational Global Atmospheric Prediction System, 簡稱 NOGAPS) 對於東亞地區高壓系統之預報誤差，他發現 NOGAPS 所預測高壓之南下速度似乎太慢。而前述日本區域模式對寒潮天氣系統之預測誤差似乎不相同。

由本文討論得知地面距平圖較能表示寒潮天氣系統之移動與發展，因此繪製分析圖之距平圖以及日本預測圖之距平圖將有助於冬季寒潮之預報。Williams (1985) 曾討論背風旋生 (lee cyclogenesis) 之理論問題。他發現地形會造成滯留性之山上高壓及背風低壓，由於疊加 (superposition) 的效果會造成移動性低壓經過山上高壓時不顯著，而經過背風低壓時產生脊風旋生效果。滯留性系統與移動性系統之疊加效應遠較兩者之交互作用重要。由他的研究顯示脊風旋生在距平圖上可以看見移動性低壓系統。此含意與本文結論似有相同

之處。

#### 5. 後 記

本研究是在多人協助之下始能完成，其中日本氣象廳之分析與預測距平圖是由陳進文與李育棋先生共同繪製的，氣候平均圖是由余進義先生利用電算機計算繪製的，所有本文採用之定稿圖表則由陳重功負責繪製。在研究進行中，我們也曾利用客觀分析繪製 1984 年 12 月至 1985 年 2 月之距平圖，此工作是由王忠山與李尚武先生負責上機的。但由於此期間沒有明顯之寒潮個案，故沒有被本文採用。在研究進行中，謝信良與任立渝先生曾多次參與討論。借此向他們表示至誠的謝意。

#### 6. 參考文獻

- 任立渝、蔡清彥，1981：台灣地區寒潮合成天氣型式之研究，大氣科學，8，67-79。
- 蔡清彥，1984：大尺度擾動與寒潮爆發，大氣科學，11，71-84。
- Colucci, S.J. and L.F. Bosart, 1979：Surface anticyclone behavior in NMC prediction models. Mon. Wea. Rev., 97, 670-682.
- Leary, C., 1971：Systematic errors in operational National Meteorological Center primitive equation surface prognoses. Mon. Wea. Rev., 99, 409-413.
- Silberg, S.R. and L.F. Bosart, 1982：An analysis of systematic cyclone errors in NMC LFM-II model during the 1978-1979 cool season. Mon. Wea. Rev., 110, 254-271.
- Wash, C., 1985：Synoptic forecasting with numerical weather prediction models. Lecture Notes for NWP short course, April 24-May 4, 1985, sponsored by the Central

Weather Bureau, Republic of China, 98 pp.

Williams, R.T., 1985 : Lee cyclogenesis, Lecture notes from NWP short course, April 24-May 4, 1985, sponsored by the Central Weather Bureau, Republic of China, 100 pp.

表 1 每個個案之台北日最低氣溫 (Tmin) 變化情形

(a) 個案 1 ( 1984 年 1 月 15 日 ~ 23 日 )

日 期	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tmin (°C)	15.9	13.2	14.0	15.2	11.9	11.8	10.9	9.9	11.5

(b) 個案 2 ( 1984 年 2 月 2 日至 2 月 8 日 )

日 期	2	3	4	5	6	7	8
Tmin (°C)	13.4	11.8	13.0	14.5	7.7	6.9	8.1

(c) 個案 3 ( 1984 年 2 月 13 日至 2 月 19 日 )

日 期	13	14	15	16	17	18	19
Tmin (°C)	15.9	15.3	14.2	16.4	11.2	10.3	11.1

(d) 個案 4 ( 1984 年 2 月 22 日至 3 月 3 日 )

日 期	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3
Tmin (°C)	15.1	17.4	16.0	17.1	13.1	11.1	10.3	9.0	8.2	8.0	10.0

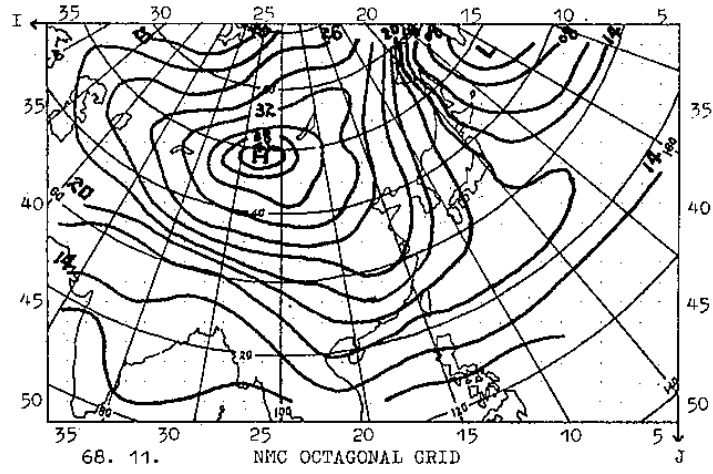
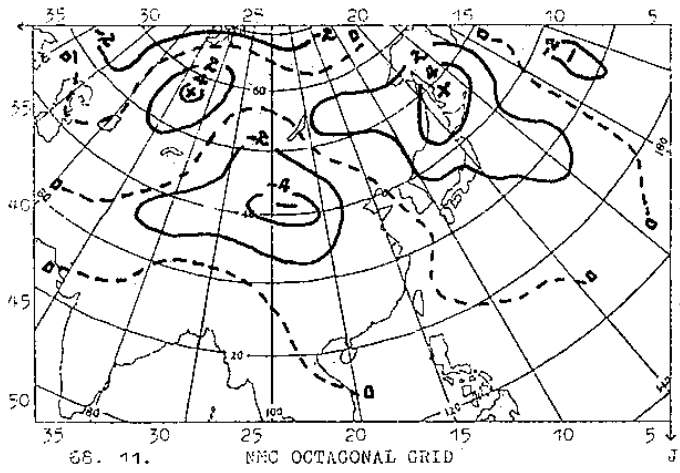
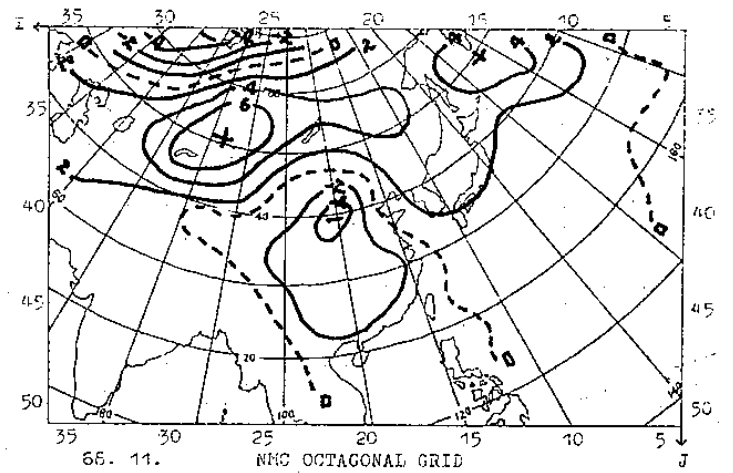


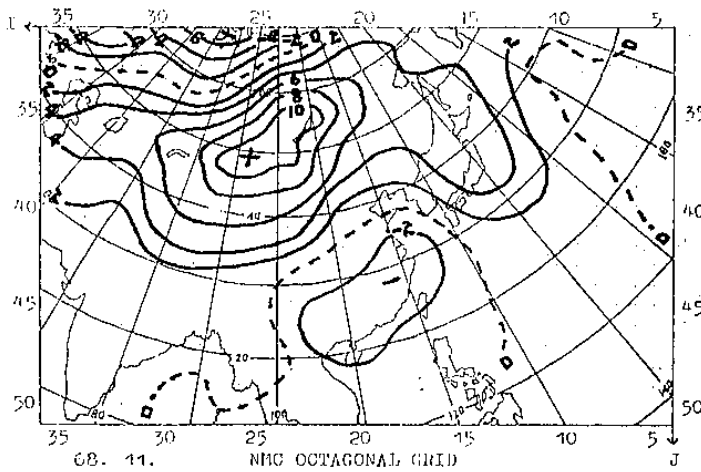
圖 1. 1967 年 12 月至 1977 年 2 月共十個冬季之平均地面天氣圖



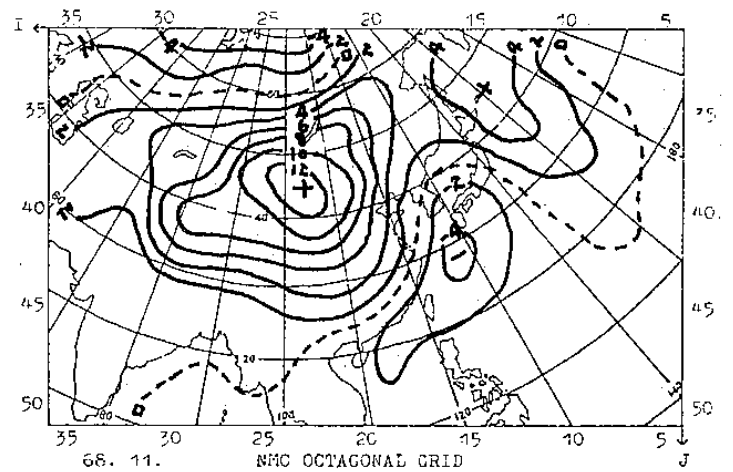
a. 冷鋒通過台灣北部前 72 小時



b. 冷鋒通過台灣北部前 48 小時

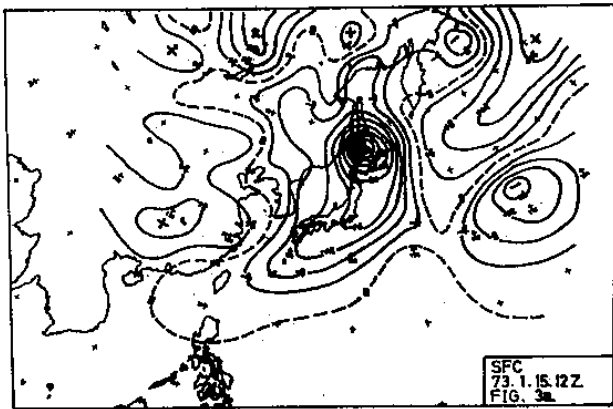


c. 冷鋒通過台灣北部前 24 小時

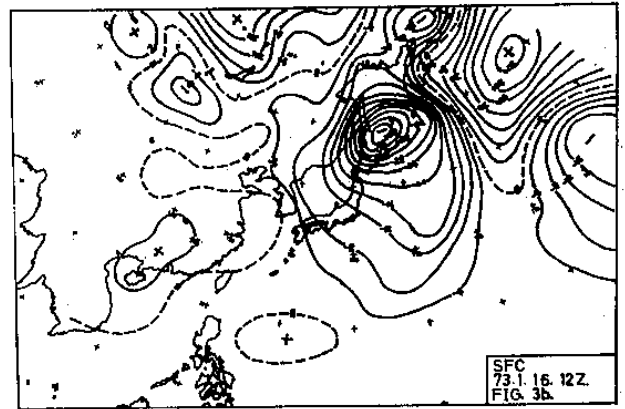


d. 冷鋒通過台灣北部當時

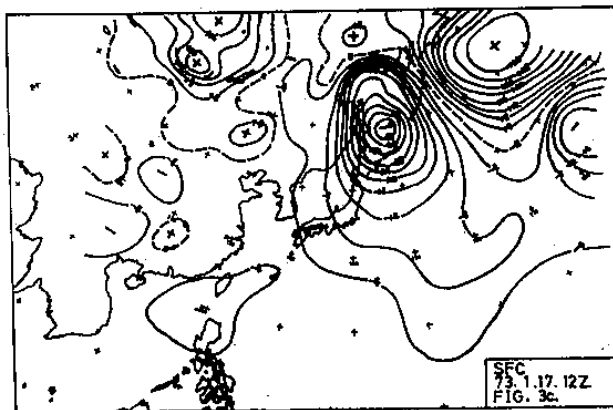
圖 2 寒潮個案合成距平圖



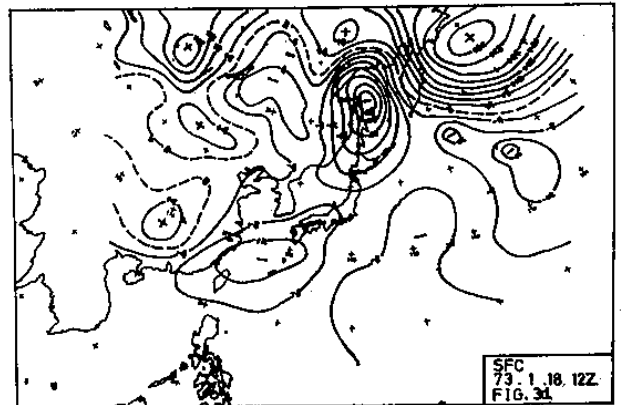
a. 1月15日12Z



b. 1月16日12Z

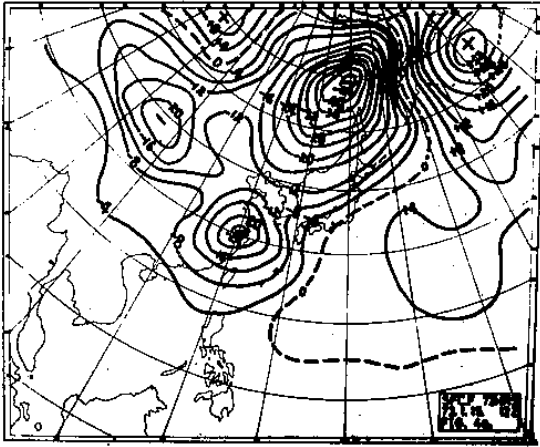


c. 1月17日12Z

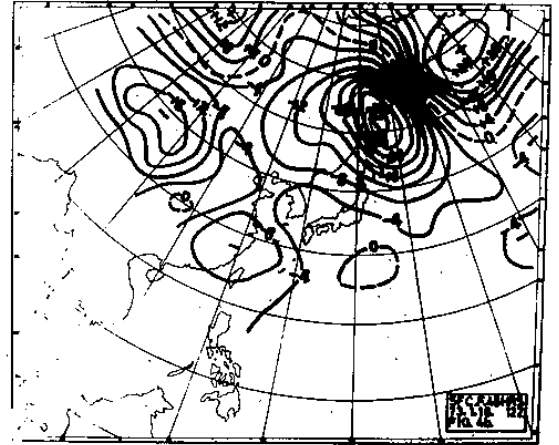


d. 1月18日12Z

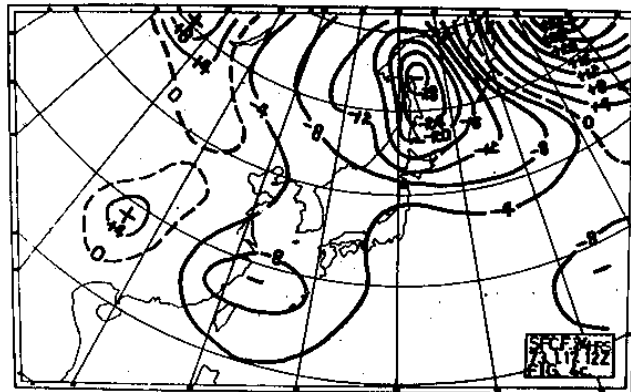
圖3.個案1 (冷鋒通過台灣北部時間為1984年1月18日12Z)  
之實際地面距平圖(等值線單位為mb)



a. 72 小時預測圖



b. 48 小時預測圖

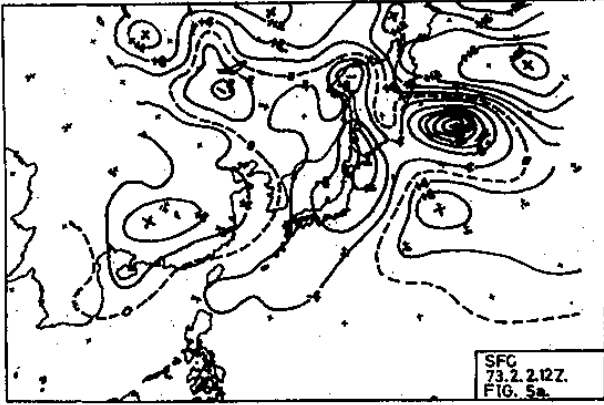


c. 24 小時預測圖

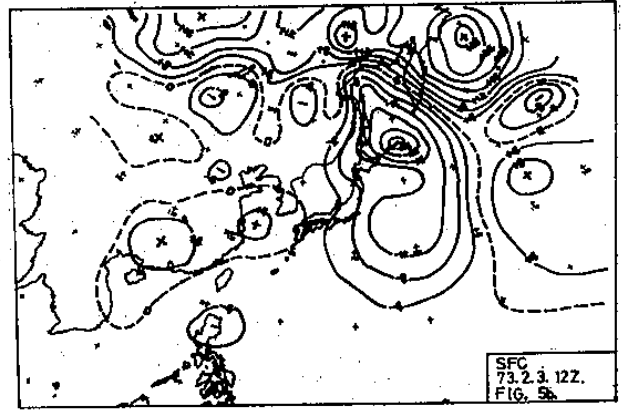
圖 4. 個案 1 之預測地面距平圖 (等值線單位為 mb)

• 預測對象為 1 月 18 日 12Z

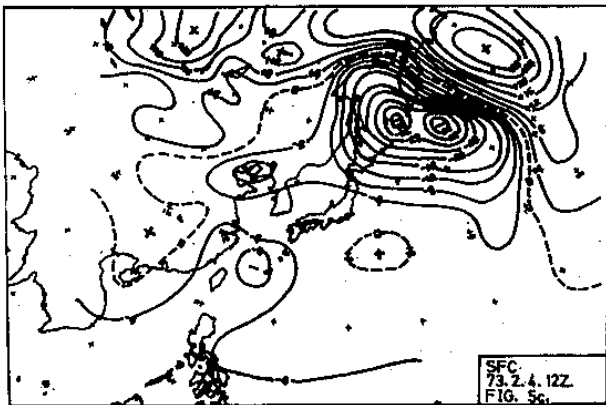




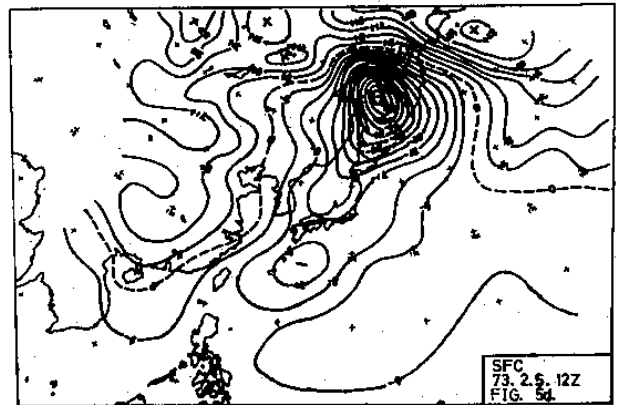
a. 2月2日 12Z



b. 2月3日 12Z

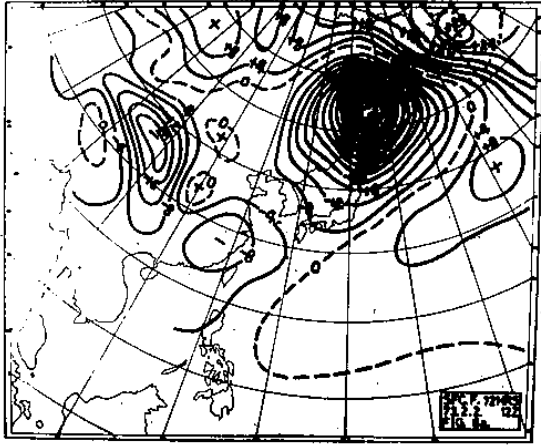


c. 2月4日 12Z

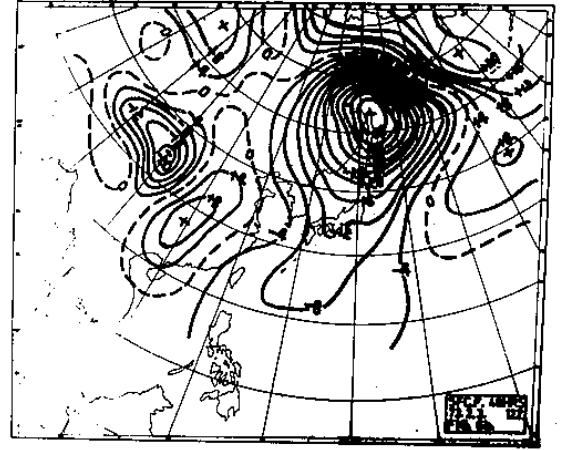


d. 2月5日 12Z

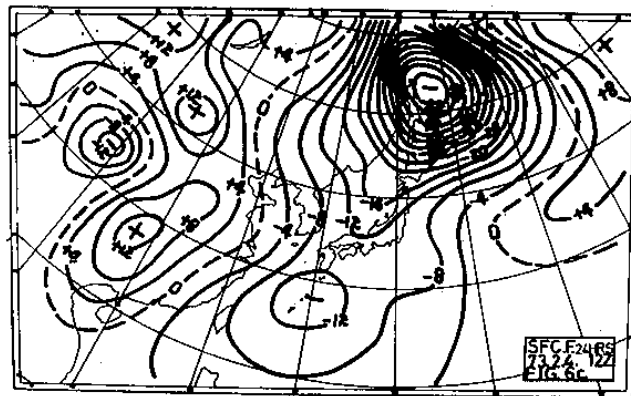
圖 5. 個案 2 ( 冷鋒面通過台灣北部時間為 1984 年 2 月 5 日 12Z )  
之實際地面距平圖 ( 等值線單位為 mb )



a. 72 小時預測圖

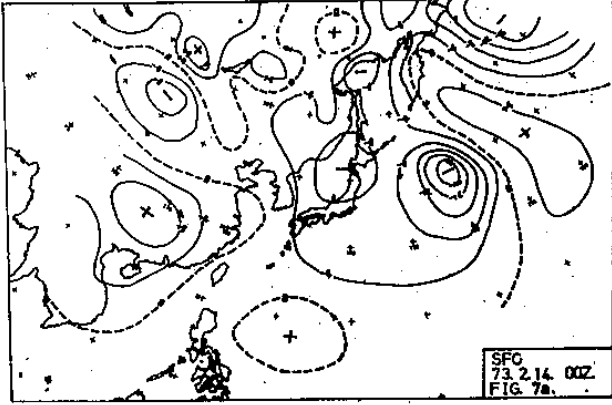


b. 48 小時預測圖

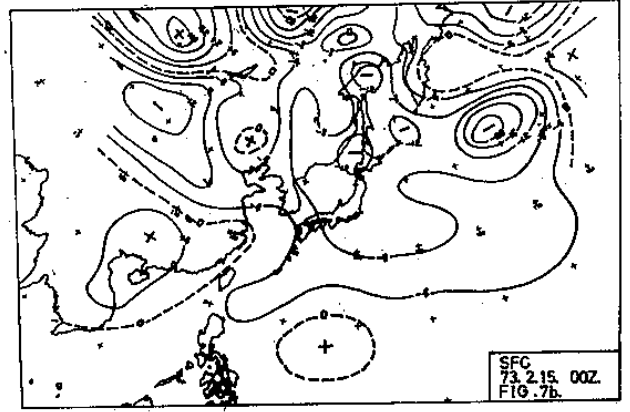


c. 24 小時預測圖

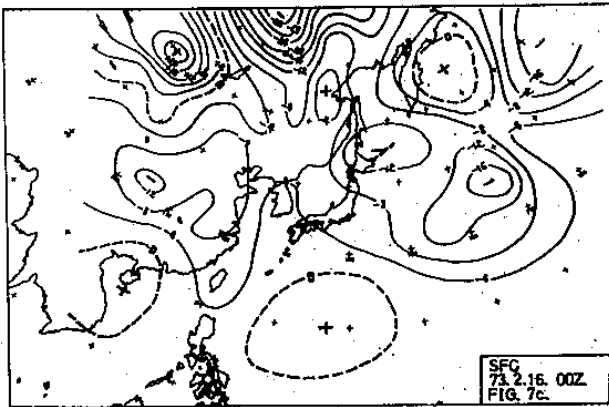
圖 6. 個案 2 之預測地面距平圖 (等值線單位為 mb)  
 , 預測對象為 2 月 5 日 12Z



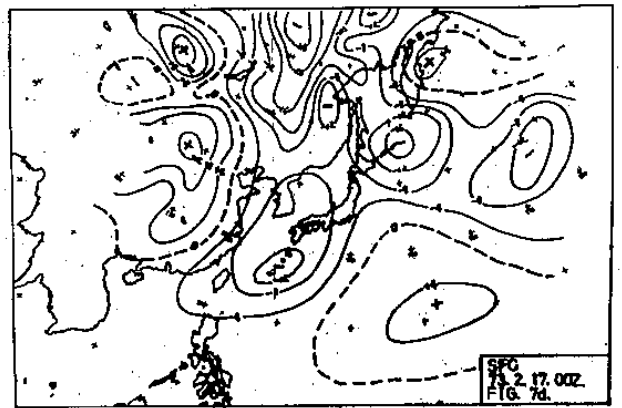
a. 2月14日00Z



b. 2月15日00Z

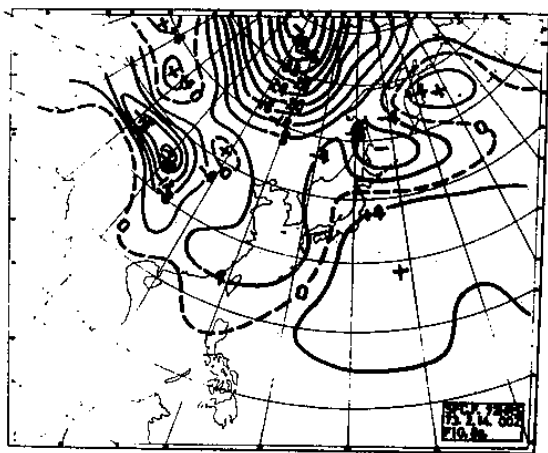


c. 2月16日00Z

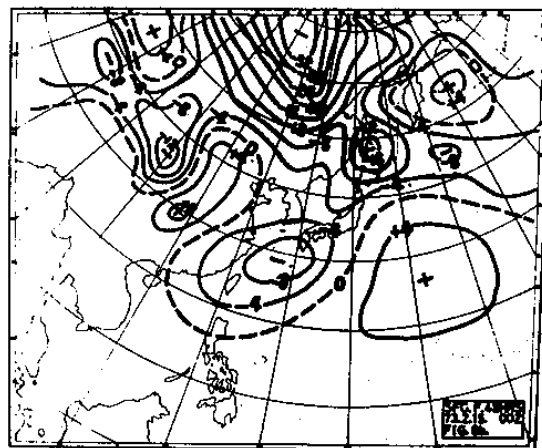


d. 2月17日00Z

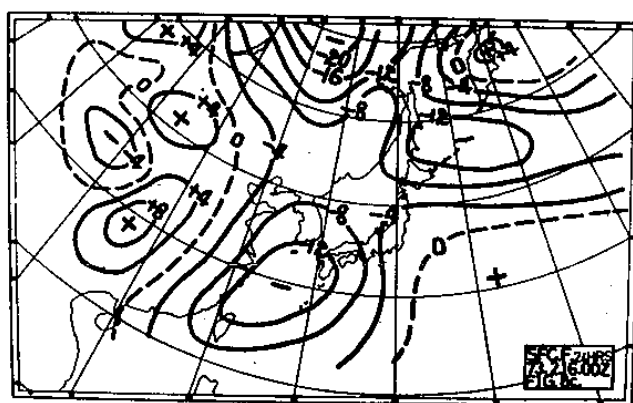
圖 7.個案 3 (冷鋒通過台灣北部時間為 1984 年 2 月 17 日 00Z )  
之實際地面距平圖 (等值線單位為 mb )



a. 72 小時預測圖

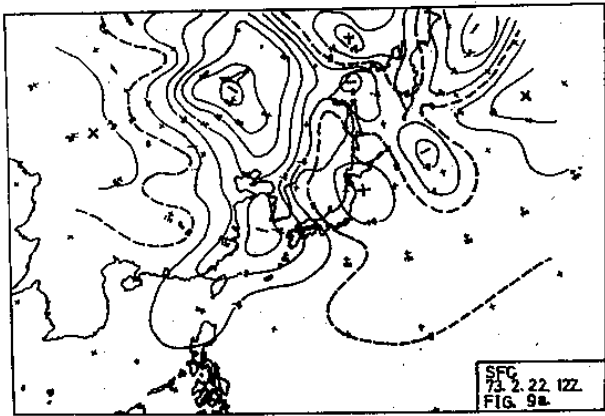


b. 48 小時預測圖

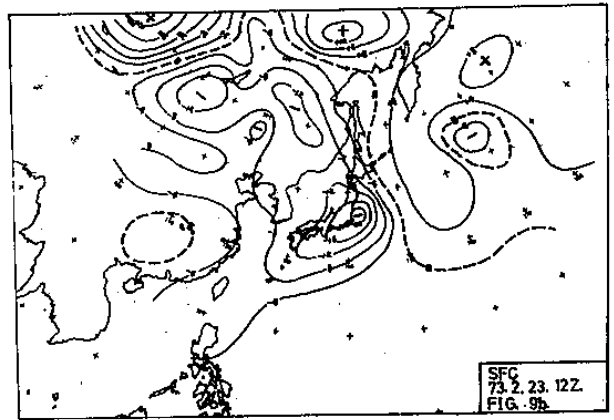


c. 24 小時預測圖

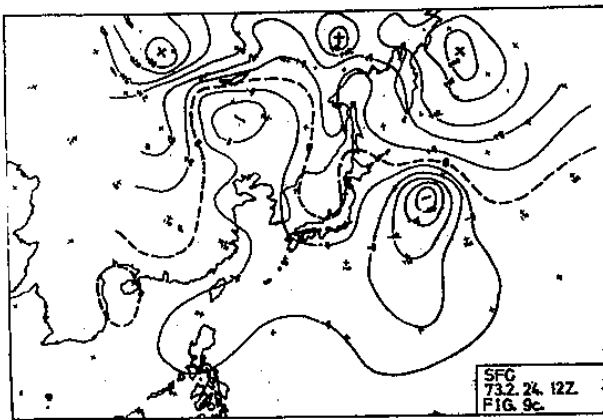
圖 8. 個案 3 之預測地面距平圖 ( 等值線單位為 mb )  
 , 預測對象為 2 月 17 日 00Z



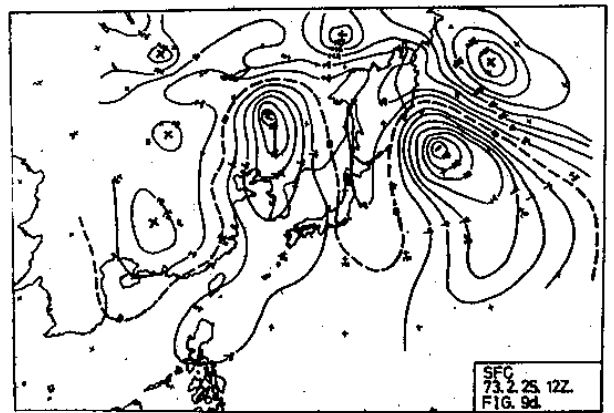
a. 2月22日12Z



b. 2月23日12Z

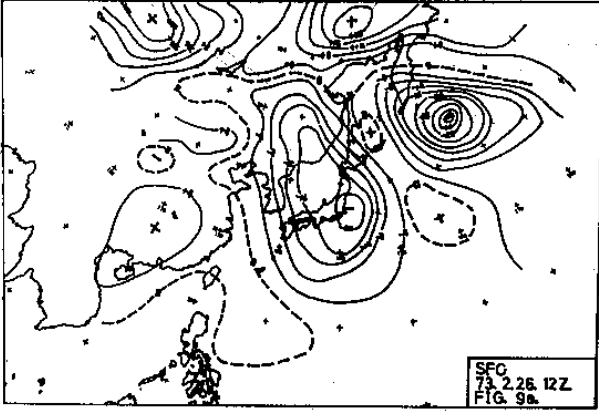


c. 2月24日12Z

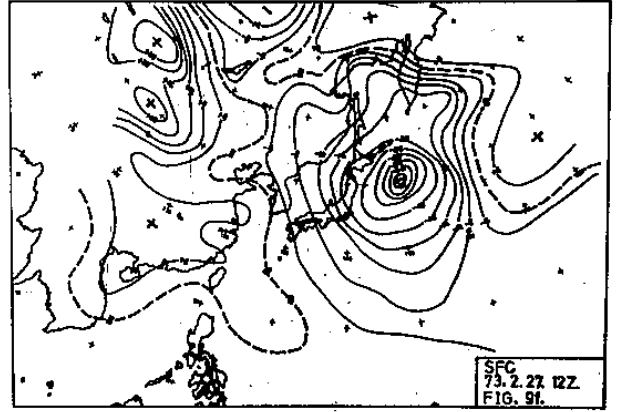


d. 2月25日12Z

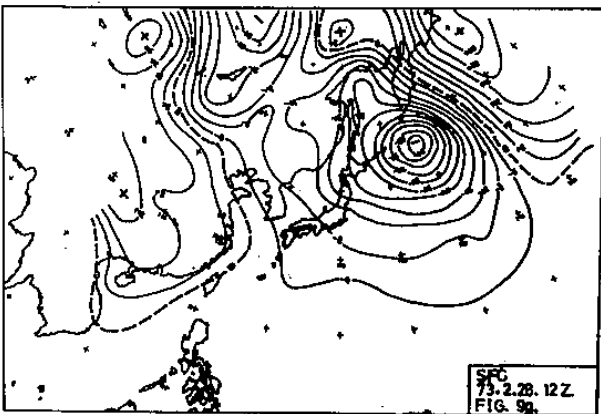
圖 9.個案 4 (冷鋒通過台灣北部時間為 1984 年 2 月 25 日 12Z )  
之實際地面距平圖 (等值線單位為 mb )



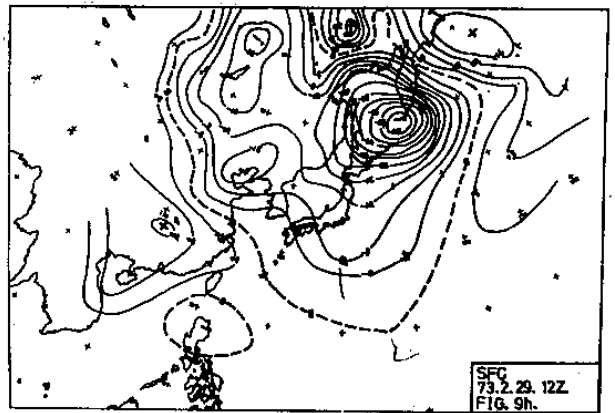
e. 2月26日12Z



f. 2月27日12Z

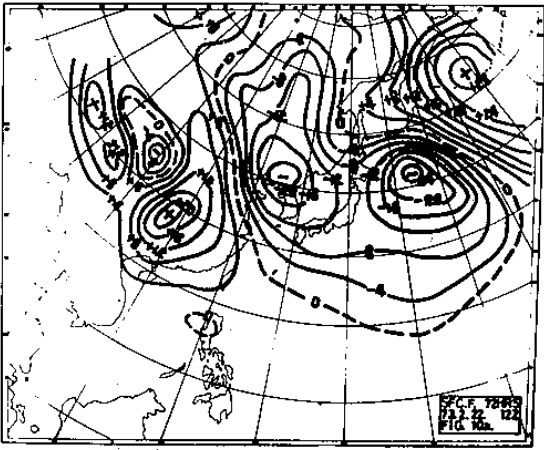


g. 2月28日12Z

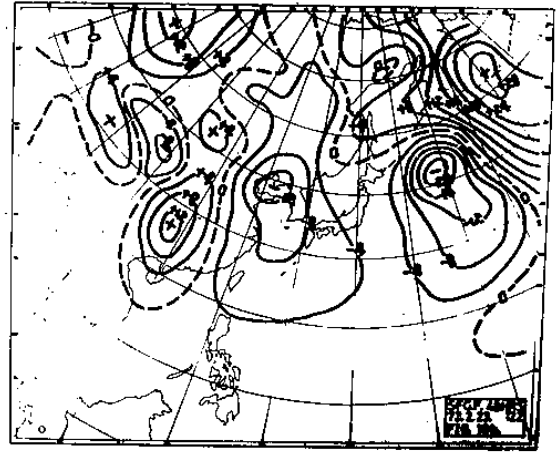


h. 2月29日12Z

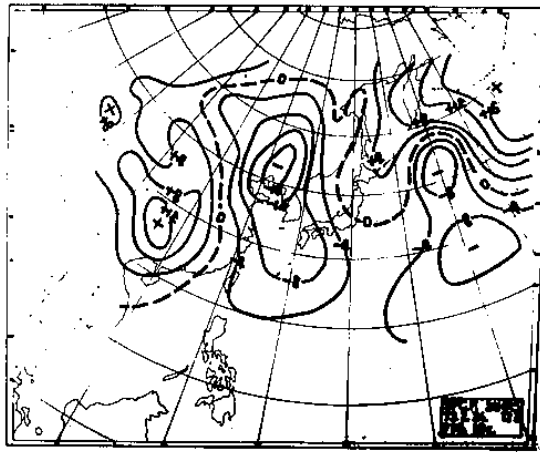
圖 9.個案 4 (冷鋒通過台灣北部時間為 1984 年 2 月 25 日 12Z)  
之實際地面距平圖 (等值線單位為 mb)



a. 72 小時預測圖

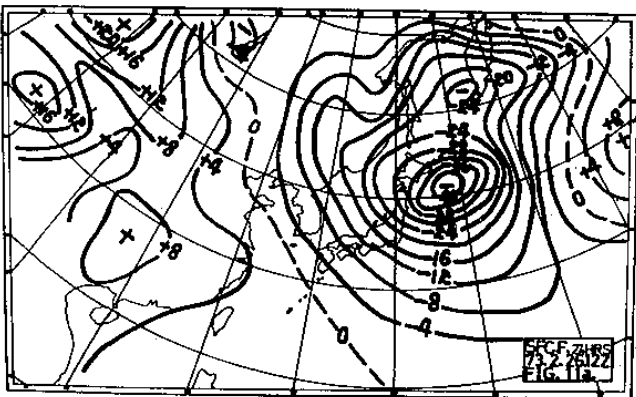


b. 48 小時預測圖

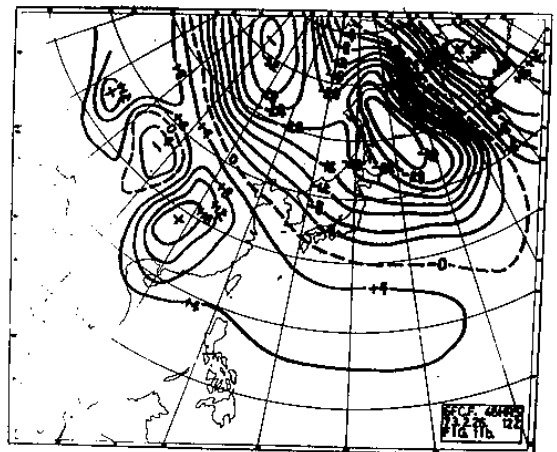


c. 24 小時預測圖

圖10.個案 4 之預測地面距平面 (等值線單位為 mb )，預測對象為 2 月 25 日 12Z



a. 24 小時預測圖



b. 48 小時預測圖

圖11.個案 4 之預測地面距平面 (等值線單位為 mb )，初始資料時間為 2 月 26 日 12Z