

# 1978-1979年冬季季風實驗(Winter MONEX)

## 期間重要大氣現象分析

吳宗堯 王時鼎

中央氣象局

### 一、季風實驗計劃期間東亞低緯區域之寒潮分析

有關本項討論，先從該期間，即 1978 年 12 月至 1979 年 2 月，臺灣區域鋒面活動之討論開始。圖 1 即為在該冬季三月中鋒面經過臺北之日期及逐日最高溫度，最低溫度，與氣壓 (00Z) 變化曲線圖。藉圖可見，12 月鋒面過境凡 8 次，元月份凡 11 次，2 月份凡 6 次。平均約為三天之週期。而該 25 次鋒面中，主要均以南支西風中之低壓系統鋒面為佔勢（此可藉圖中鋒面過境後氣壓是否顯著升高以判別）。而北方系統，主要亦屬移動性極地高壓前緣所伴隨之冷鋒。若論及寒潮，則在該三月中，僅有三次。時間各為：

- 第一次寒潮——12 月 10 日至 11 日。臺北 24 小時最高至最低溫度差 12°C，11 日最低溫度為 12°C。
- 第二次寒潮——12 月 18 日至 19 日。臺北 24 小時最高至最低溫度差 10°C，19 日最低溫度為 12°C。
- 第三次寒潮——民 68 年 (1979)，元月 31 日至 2 月 1 日。臺北 24 小時溫差 9°C，最低為 7.4°C。大屯山曾於 2 月 1 日飄雪。

必需說明，臺灣區域寒潮定義，尚未有一致性之標準。該三次寒潮係比較各該月份之平均最低溫度而作決定者。

有關該三次寒潮，此處所準備之資料包括：

(a) 該三次寒潮爆發期間之地面天氣圖，其上並附連續之鋒面位置，間隔均為 24 小時，及主要之極地冷高壓位置（見圖 2）。

(b) 該三次寒潮爆發期間之 500 mb 距平圖（見圖 3）。

(c) 三次寒潮期間，馬公高空風時間剖面圖（見圖 4），圖上繪有東北季風層之上限，與高空極地西風層之上限，及鋒面位置。藉以上各項資料，可得以下認識：

(1) 強烈寒潮並非一定需要有大極地高壓，因一地溫度變化之公式為：

$$-\frac{\partial T}{\partial t} = \vec{V}_H \cdot \nabla_H T + W \frac{\partial T}{\partial Z} + \frac{1}{cp} \frac{dQ}{dt}$$

(A) 水平平流 (B) 升降運動 (C) 非絕熱變化  
寒潮南下時，一地溫度下降主要係決定於水平溫度平流。上述三例，冷高壓前緣均有低壓發展，故局部氣壓梯度均大，即風大。兼之冷高壓前緣溫度梯度亦大，故均造成本地區之寒潮。

(2) 由該三次寒潮之地面圖（圖 2）可見，其控制高壓僅一次中心到達 1060 mb 以上（12 月 19 日，圖 2b）。而最強一次寒潮，實際係連續兩次冷空氣南下，一次為 1 月 30 日，一次為 1 月 31 日（圖 1）。故 2 月 1 日，臺北大屯山曾飄雪（圖 2c）。

(3) 由該三次寒流南下時之 500 mb 距平圖（圖 3）可見：(a) 與主槽相聯之高度負距平均在亞洲東海岸區，且臺灣均在負距平範圍內。特以第三次（最強者），負 240 重力公尺之負距平中心係在渤海灣，且其西北方仍有負距平中心。指示西北氣流長驅南下。故出現有繼民 63 年 2 月 24 日後北部山區之第二次飄雪天氣（該次臺北最低溫度到達 6.1°C）。(b) 第一次與第三次寒潮藉距平圖指示，均屬深槽。故實際由馬公高空風剖面圖亦可見，風速變化極為明顯（圖 4a 及 c）。反之第二次寒潮（圖 2b 及 3b）負距平中心配置與第三次相反，係呈東北至西南向，示寒流南下速度較慢。且控制高壓仍在高緯（圖 2b），故寒流持續時間亦較長

(12月17日至21日，參見圖1)。此在馬公高空風時間剖面圖(圖4b)中亦可明顯見出。

(4)由該三次寒潮南下時之馬公高空風時間剖面圖(圖4)另可見：(a)除出現有低層東風噴射氣流，其軸心約在1千至3千呎之間外，同時在3萬5千至4萬5千呎之間有西風噴射氣流與其對應。示寒潮南下時，亦同時伴有極地西風帶(包括噴射氣流)之南移。同時第二次寒潮期中，在21日於2萬5千至3萬呎之間，似有中層噴射氣流存在。於3萬呎高度西風曾達121哩/時(參見徐應璠、王時鼎，1956)。向上至3萬5千呎氣減至93哩/時。而後至4萬5千呎又有一最大風值為136哩/時，亦即上層噴射氣流所在處。(b)在圖4中，三次寒潮平流層上層內均有頗大之東風。於12月13日在11萬1千呎高度上，並出現有東風噴射氣流。風向100度，風速93哩/時。此與本年冬季之為暖冬，頗有關聯，關於此點後再行討論。(c)圖4中之粗點線為東沙島之下層東風層頂。藉圖可見，第一次與第二次寒潮，低層之東風厚度東沙島者均高於馬公，此實際，東沙島已非單純由寒潮造成之「東北季風」控制，而有「信風」加入之故。而第三次兩地東風厚度略相若。即東沙島亦屬「東北季風」控制。此由圖2c地面圖與圖3c 500 mb 距平圖亦可見出——因極地高空西風偏南，高空槽亦然，副熱帶高壓向東退縮，故「信風」不彰。

## 二、南海區域冬季不穩定東風波動之例

本年「季風實驗計劃」(MONEX)期間，位於南海關鍵地帶之東沙島一帶冬季一種似「季風」與「信風」混合型之東風波動，獲有較為明確認識。該項波動之重要性有：

(1)當其發生時每常影響臺灣之天氣。

(2)該項波動除有風速風向之變化外，溫度與高度亦有明顯變化。

(3)該項波動似為「季風」與「信風」之混合波動。其出現係在極地高壓中心移出東中國海，南海及臺灣一帶，低層盛行風東及增強之時(註：信風係指太平洋副熱帶高壓南緣之氣流)。

(4)該項波動有時屬不穩定波。其演變之一為轉為「中幅度」之溫帶波動，具有明顯之鋒面。另外，為轉成無鋒面之封閉低壓環流，如本次之例。

以下所述為 MONEX 期間之一次最明顯不穩定波實例。時間為 1979 年 1 月 13 至 18 日。此處所附資料包括：

(a)該波動生成及存在期間，東沙島 12 至 18 日自地面至 5 萬 5 千呎之高空風時間剖面圖，如圖 5。圖中並附 850 mb 之高度與溫度值及其曲線，與一天兩次(00 與 12Z)之地面觀測資料。以及東風層頂高度(粗線)，並附馬公者(點線)。

(b)1月13—18日東風波存在期間之850 mb 天氣圖如圖6。圖中繪有等高線(實線)，等溫線(虛線)，鋒面，東風槽線，及重要地點之高度、溫度、及風資料。

(c)1月16日東風波發展最盛時間之地面圖，如圖7，圖中並附雨區範圍(斜線區)。

以下所述為根據以上三種資料所作對東風波之生成、發展、結構及動態，以及對臺灣天氣影響等之分析，茲分條述之：

(1)該東風波係存在於高空西風層下方一萬呎以下之東風帶中。該東風帶之維持，主要為季風氣流湧動(surge)之動能。在該時間中計有兩次之湧流(圖6及圖7)。

(2)該東風波於13日12Z生成(圖6b)。藉圖可見其出現係在850 mb 層兩小高壓在臺灣東方附近合併，東北季風與信風合流，而並非寒流南衝之時。且其控制高壓在地面係為變性之出海高壓(圖7)，在850 mb 層為副熱帶高壓(圖6)。

(3)本次「東風波」存在期間，就風速言以1千至2千呎層上之風之波動最著(圖5)。於13日東風波出現時，東沙之風自15 Kts 增至25 Kts。風速計有兩次最大。一次為13至14日。另一次為16日00Z。東沙島之風曾增至40 Kts。就風向言，亦明顯見有規則變化。即由東北轉成東南。計有兩次。一次為13至14日。一次為15至18日。特以第二次並形成封閉環流(參見圖5，及圖6 h-j)。

(4)就850 mb 層言，該擾動似為半滯留性質。惟當另一股季風加入時，擾動似又向東略退(即由東南風轉東北風，例見14至15日)。最大風出現在波之前方。其厚度約達6千呎，就低層之垂直風變言，其東風波軸線係向西傾斜(圖5)。至17日00Z，西沙島自東北風轉為北風，示該波加深形成

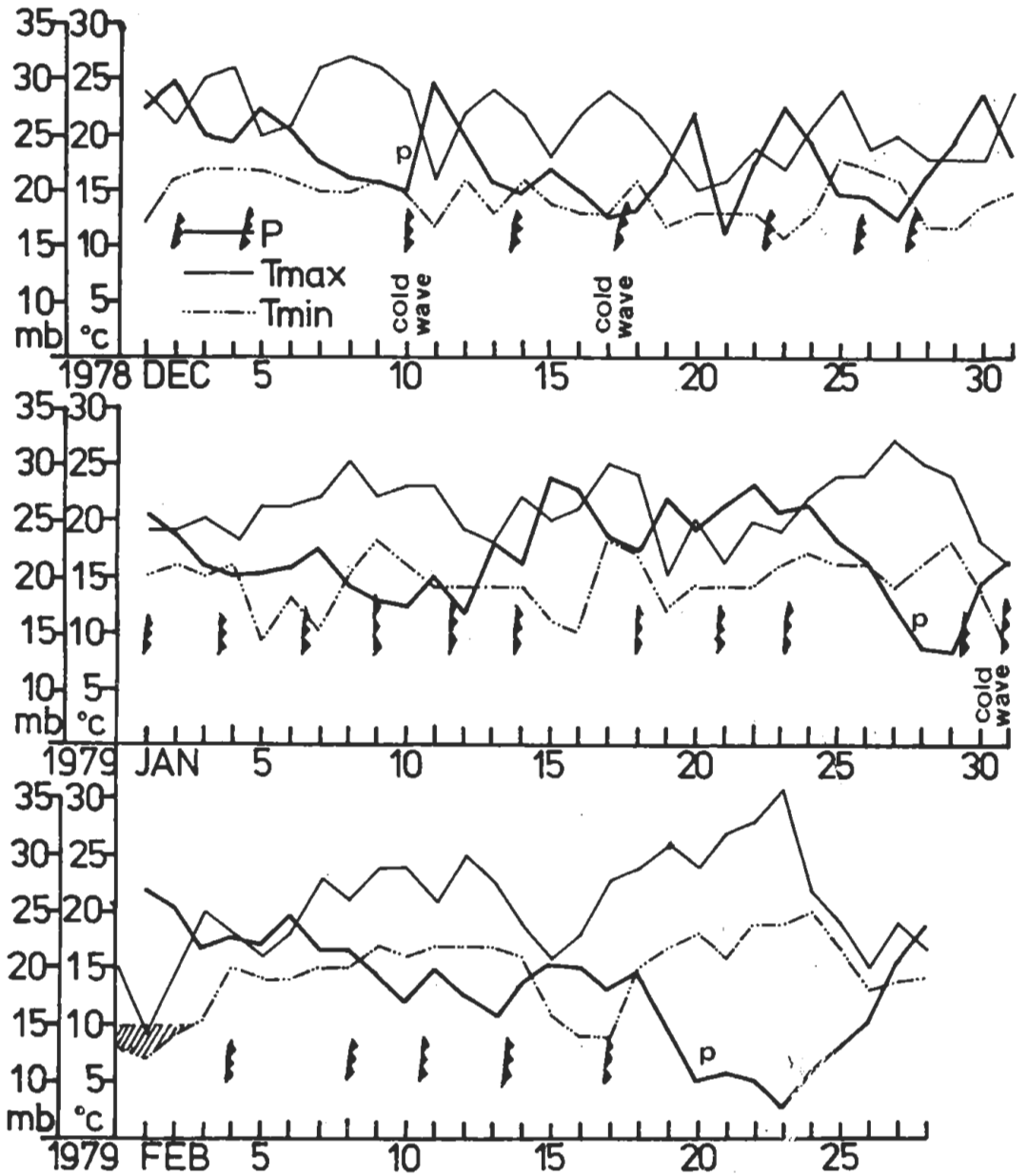


圖 1. 1978年12月至1979年2月，三個月中，鋒面經過臺北之頻率圖。

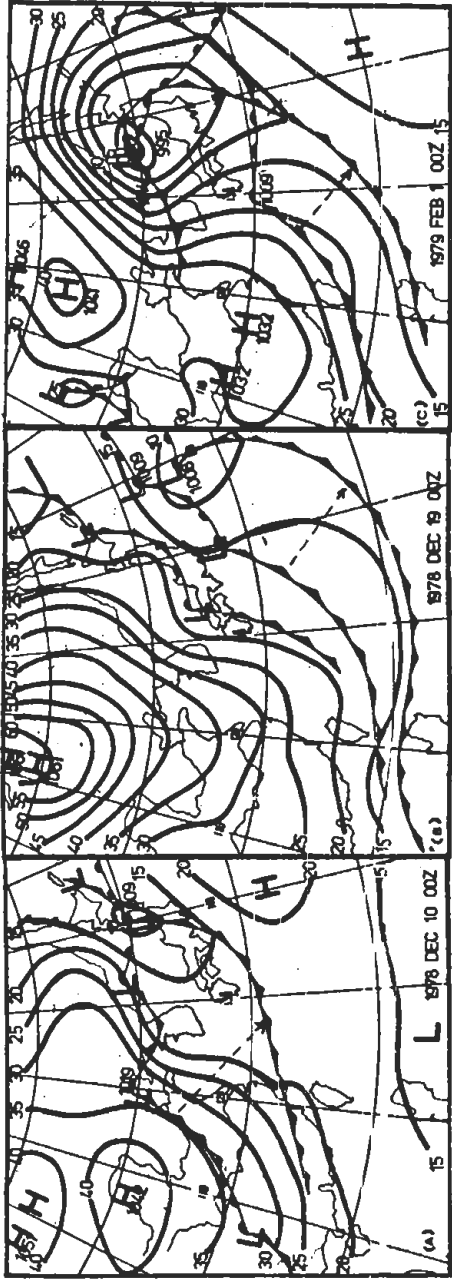


圖 2. 冬季季風實驗計劃(MONEX)期間三次重要寒潮之地面圖型式，圖中並附 24 小時前之鋒面及控制高壓位置。

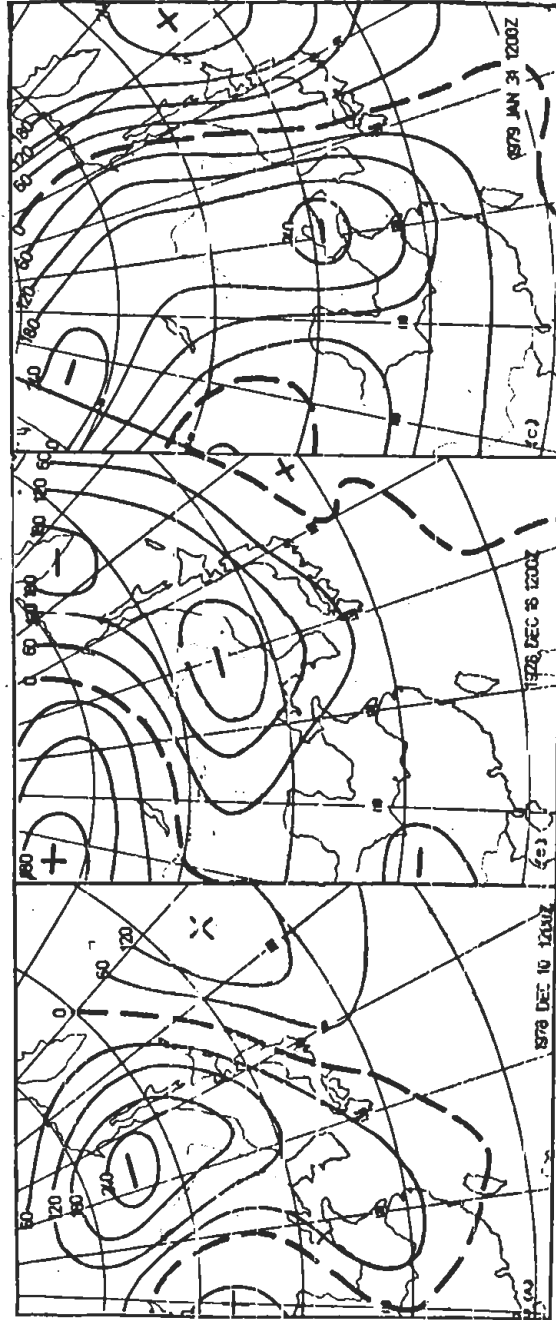


圖 3. MONEX 期間三次重要寒潮之 500mb 距平圖型式。注意三次寒潮之負距平軸線走向。

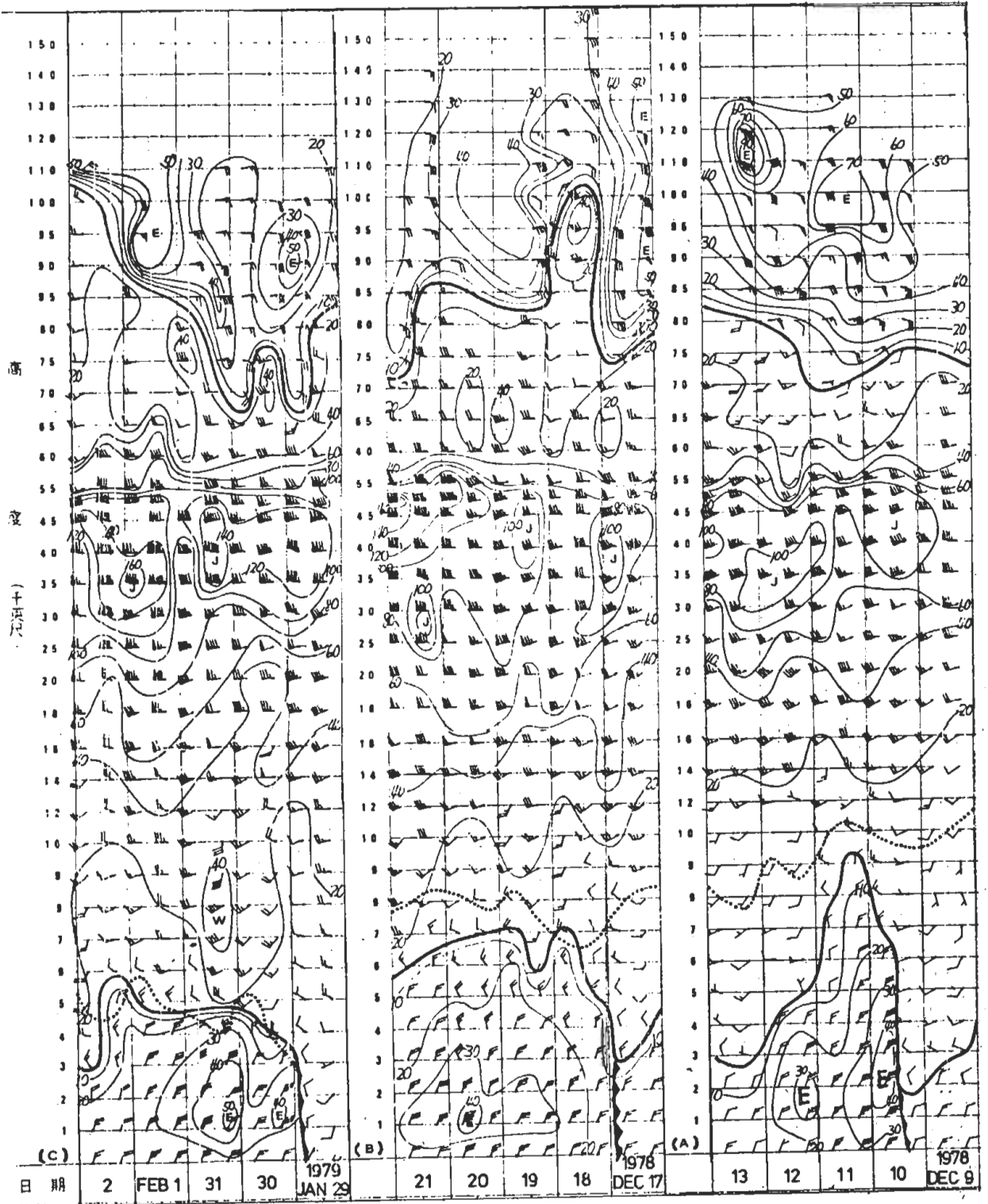


圖 4. 去年冬季 MONEX 期間三次重要寒潮過境時之馬公高空風時間剖面圖  
 • 圖中粗實線為東西風分界線，細實線為等風速線 (kts)，點線為東沙島之東西風分界線。

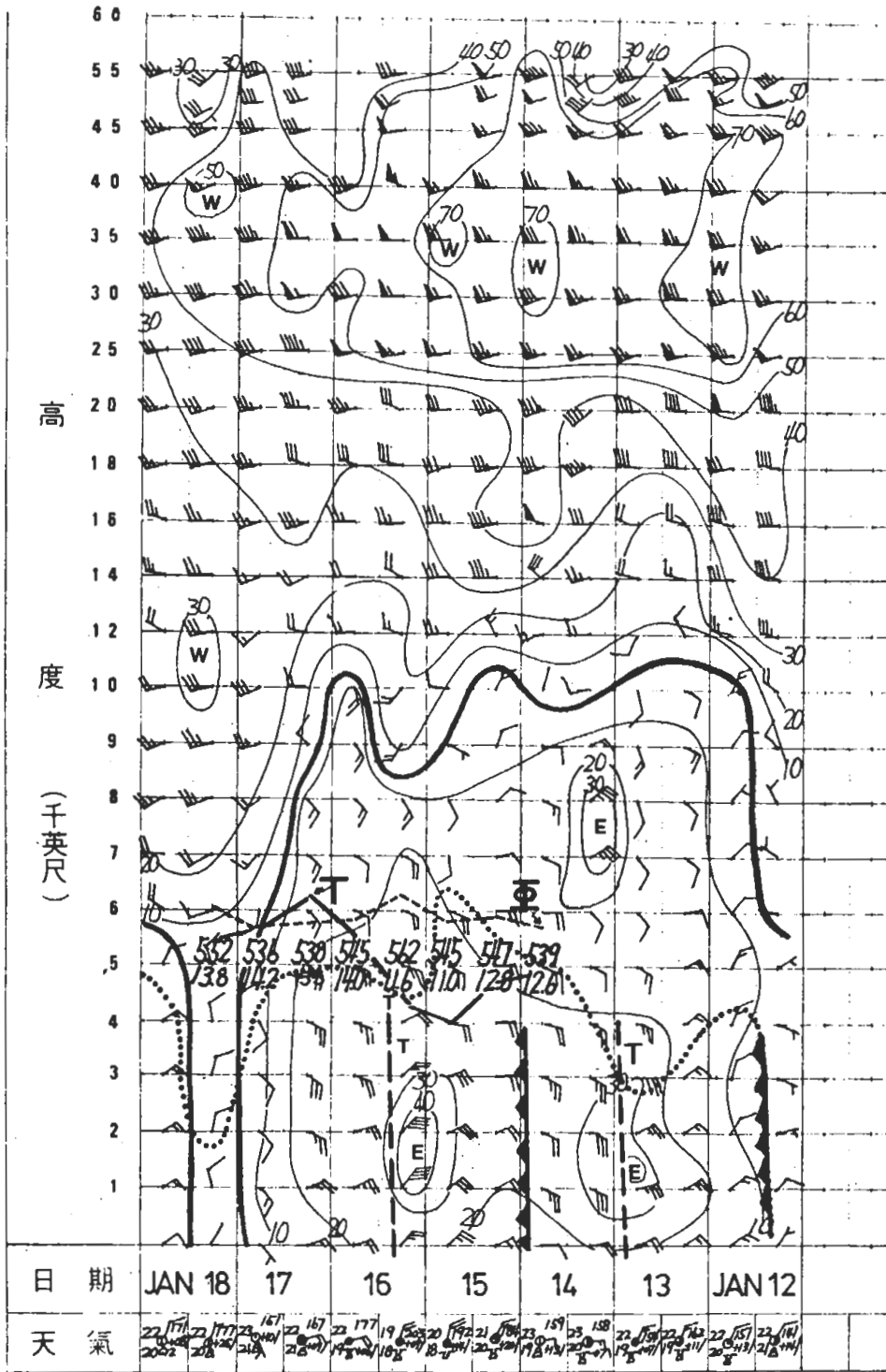


圖 5. 1979 年 1 月 12-18 日 東沙島高空風及地面天氣時間變化圖。示低層近似「東風波」性質之波動存在。粗斷線表「東風波」之波槽所在。圖中其他各線說明同圖 4。另圖中並附 850 mb 層高度(Φ)及溫度(T)資料及曲線。

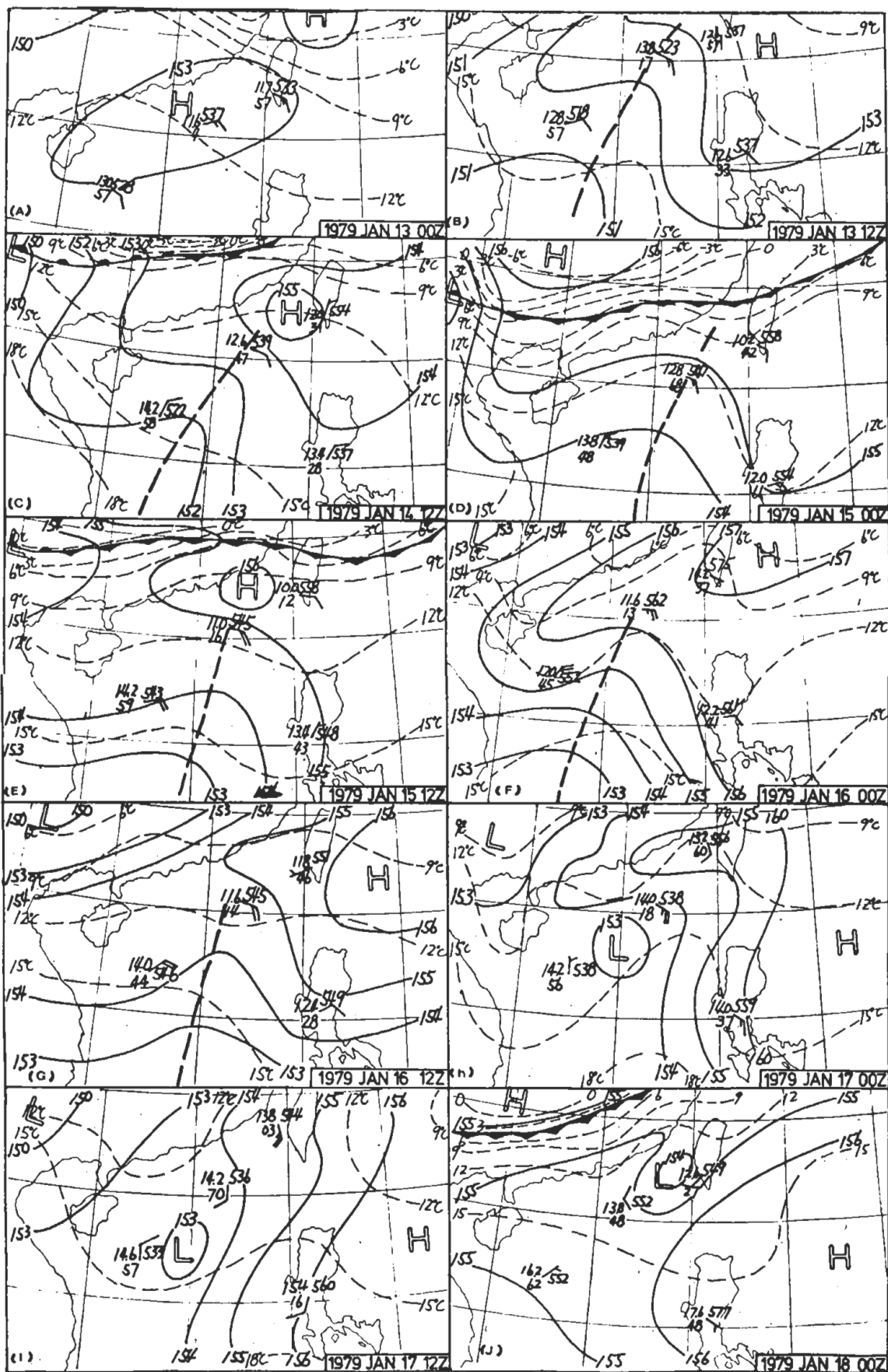


圖 6. 1979 年 1 月 13-18 日南海中不穩定「東風波」存在期間之 850mb 層天氣圖。

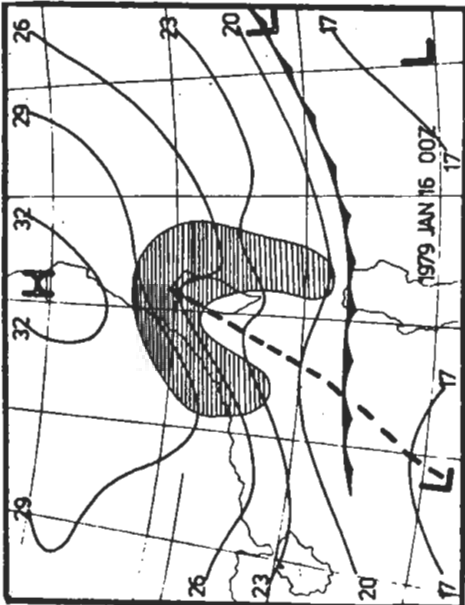


圖 7. 1979年1月16日00Z 南海東風波最盛時之地面天氣圖。

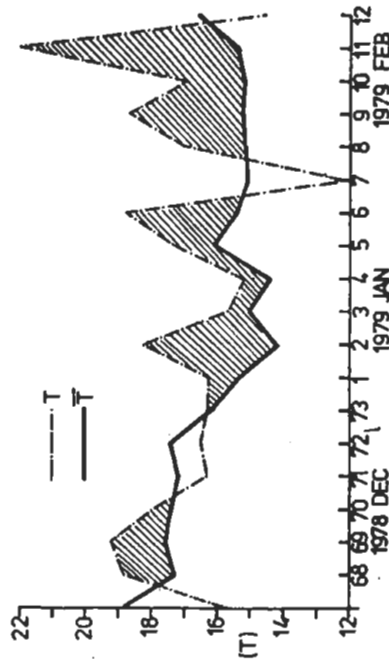


圖 8. 1978年12月至1979年2月臺北每日平均溫度及其與長年平均候日溫度比較，斜線區表去年冬季溫度偏高時期。

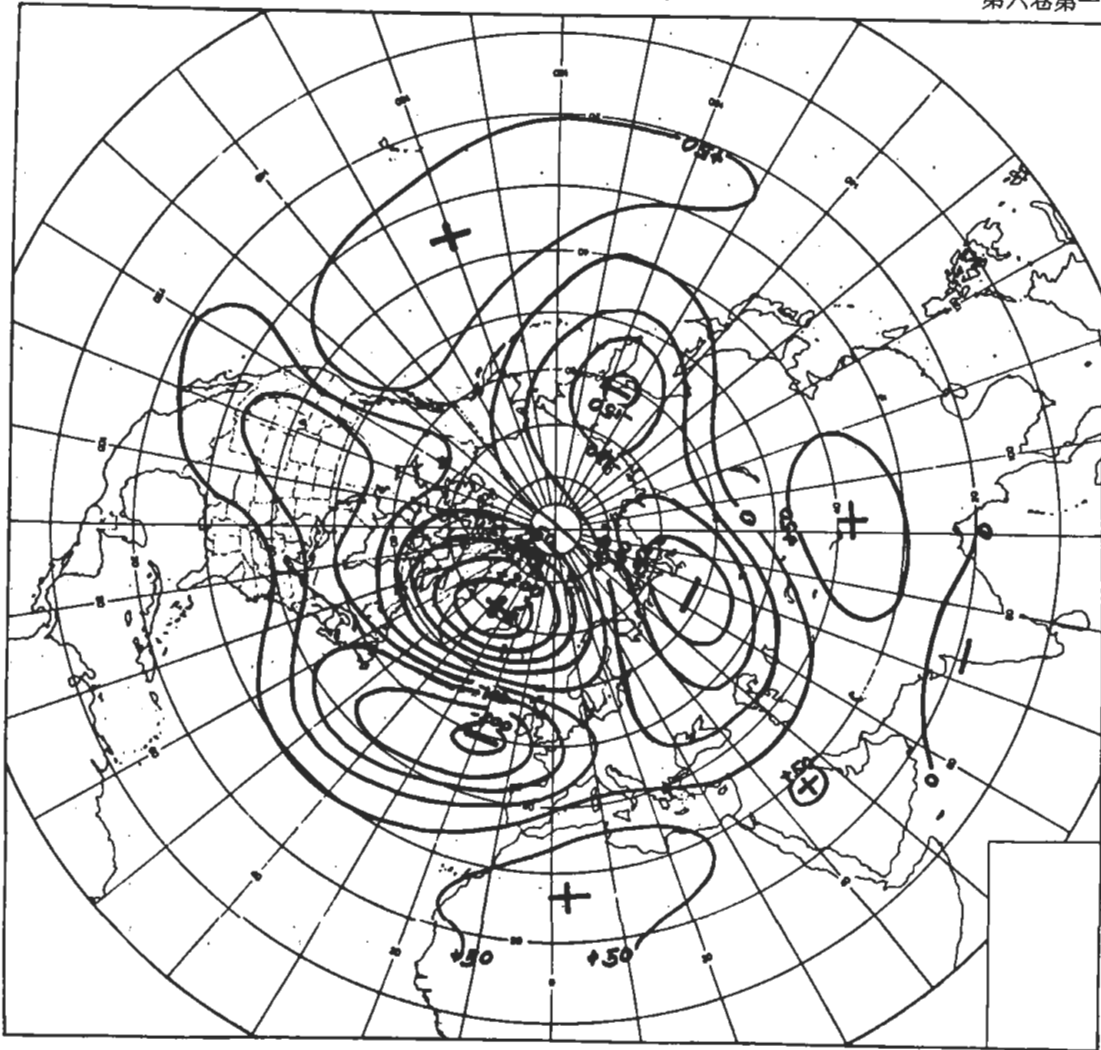


圖 9. 1978年12月500mb 距平圖，示該月臺灣一帶溫度偏高之距平圖型式。  
• 注意，由於西半球阻塞，北美與歐洲則出現嚴寒，與亞洲一帶恰相反。



封閉環流，且臺灣區之風系，亦見明顯配合（圖 6h），東沙島之風並加大。於 17 日至 18 日 00Z 期間，東沙島風向由東南轉為東北，示該東風波加深成低壓後，已向東北移動，並消失於臺灣海峽。

(5)就溫度分佈言，該東風波存在期間，溫度梯度均不大（圖 6），遠不若其北之鋒面區（圖 6c, d, e）。但於 15 日 12Z 至 16 日 00Z 期間波動最強時，東沙島 850 mb 層溫度顯見下降（圖 5），水平溫度梯度，亦顯見增大。

(6)有關該東風波之成因，經查該時日之 850 mb 圖，該波動似非由他處移入，而係即在東沙島附近形成。而兩次增強，其擾動動能（eddy kinetic energy），似均係源於季風氣流之動能（參見圖 5）。而季風氣流均僅限東中國海及臺灣區域。至其生成可能與季風與信風混合氣流（其時有 Alice 颶風在菲島東方洋面）攀越約沿 122°E 之臺灣中央山脈與呂宋島縱貫山脈有關。因此時屬偏東北氣流（參見圖 7），非若東來氣流，仍可感受氣流之越山效應（Holton, 1972）。特以臺灣區域，藉圖 7 可見極明顯之地面背風槽。且其位置，即在東沙島附近。數日內（13--17日）均無明顯移動，近似駐波（standing wave）性質。而強制因素（forcing factor）可能即為該上所述其東方之縱貫山系。

(1)有關該波動伴隨降雨現象，根據實際分析，主要僅限臺灣區域（參見圖 7, 16 日 00Z 之地面圖，及衛星圖，此處未附），且顯見受該駐波影響。且該處地面圖與 850 mb 圖均仍見有等溫線之集中與鋒面之存在。故兩區出現似為波動與鋒面之聯合效應。

### 三、去年冬季臺灣「暖冬」現象討論

就長時期氣候變化言，去年冬季（此處係指民 67 年 12 月至 68 年 2 月）之最明顯氣候特徵，厥推氣溫之偏高。圖 8 所示即為去年冬季 12 月至 2 月臺北候日平均溫度（段點線）與長年候日平均溫度（粗線）之比較圖。圖中斜線表示臺北溫度偏高之各候，及其差距。藉圖可見，僅第 71 候 72 候（各相當於 12 月 17--21 日及 22--26 日）與第 7 候（相當於元月 31 至 2 月 4 日）溫度偏低外，其餘各候溫度均偏高。而其中第 72 候及 7 候溫度

偏低，係由上述第二與第三次寒潮所造成。另外，就月平均溫度距平言，臺北 12 月，1 月，2 月分別各為 +0.3°C，+1.5°C，+1.9°C。澎湖分別為 +0.4°C，+2.5°C，+3.3°C。以及恆春分別為 +0.1°C，+0.6°C，+0.4°C。藉以上資料可見臺灣「暖冬」之事實，以下為對造成暖冬之因素及預報徵候略作討論。

#### (1)「暖冬」因素

有關去年「暖冬」之因素，此處茲藉各該月之 500 mb 平均高度距平圖，加以探討。圖 9 為 1978 年 12 月 500 mb 之平均高度距平圖。圖中最明顯之特徵為：在格林蘭區有一 200 重力米之正距平區，實際係該月有一明顯阻塞高壓（blocking high）位於該區。其南有一明顯負 200 重力米之割離低壓（cut-off low）。最重要者在西伯利亞西部及蘇俄之歐洲部份有一明顯錨槽（anchor trough）並有負 150 重力米之負距平中心。另外，我國之中原部份即為一正 50 重力米之正距平區。即由於上述該項形勢，而使：

(1)歐洲區域出現自 1917 年以後最大之大風雪，因藉圖可見該錨槽配合地面低壓後部之東北氣流，使源源不斷之冷空氣入注歐洲。

(2)美國東北部，亦類似歐洲出現嚴寒。因該處恰位於大西洋中割離低壓後部之穩定北來氣流中。

(3)而我國本部、華南、及臺灣，藉圖可見在偏北之高空平直帶狀西風（距平圖上北低南高）控制下，因之甚少有冷空氣向低緯噴流，致臺灣溫度偏高。而東半球區該平直西風之造成，主要即係淵源於西半球之阻塞現象，因此項現象一經造成，每穩定存在並少變。

(4)另亦由於西伯利亞西部之錨槽，每導使該區地面強低壓之發展並東移造成「週期型」天氣「寒潮季風型」天氣。

有關該阻塞現象，可甚易藉 60°N 緯度線上 500 mb 逐日高度值之調和分析所得各調和波之波槽與波幅分佈，及 60°N 緯線上逐日 500 mb 各經度線上之高度距平值之時間變化圖中得出指示。此處限於篇幅均未附圖表。僅列出該 3 個月中之阻塞日期及形式如下：

(1) 12 月份阻高——除 8 至 10 日及 16 至 19 日兩次為 N=3，亦即三波有最大波幅外（參見第一

部份討論，該兩次均造成臺灣之寒潮。即：先造成三波，此時地面在蒙古區出現高壓，高空為  $N=3$  之一波脊所在，而後冷高壓向南移動，造成寒流），其餘 1 至 7 日為二波阻塞（參見圖 9）。阻高有二，一在格林蘭，一在阿拉斯加。而 12 月 20 日至元月 1 日均為一波阻塞。惟一之阻高係在格林蘭（圖 9）。

(2) 元月份阻高——自 2 日起至 11 日止主要為二波 ( $N=2$ ) 阻塞，其位置，略同 12 月份情形。12 至 21 日為一波與二波 ( $N=1$  及  $N=2$ ) 混合型，惟在格林蘭東方之阻塞佔勢。自 21 月至 26 日為一波 ( $N=1$ ) 阻塞。全月亦以高緯阻高型佔勢。故本月均無顯著寒流，臺北各候日氣溫均屬偏高（圖 8）。

(3) 2 月份阻高——本月份主要均屬二波 ( $N=2$ ) 阻塞，阻塞最著日期為 5 至 8 日，波幅（槽脊有高度差之二分之一值）達 142 重力米，以及 10 至 12 日，14 至 25 日。其中 18 日至 22 日波幅均在 200 重力米以上。20 日最強，達 261 重力米。阻高平均位置，一在歐洲，一在阿拉斯加，本區均屬平直西風氣流佔勢。故溫度亦偏高，特以第 11 候，平均高達  $6^{\circ}\text{C}$  有奇。

(2) 「暖冬」在預報上之徵候

一項最顯著之徵候為，本年冬季 12 月至 2 月「暖冬」期間，臺灣區域四探空站，在 7 萬呎以上至 11 萬呎之間（本區探空所及最大高度）均出現

極顯著之高空東風（參見圖 4，該東風層之底為北低南高）。就平均言，冬季本區約在 9 萬呎附近有東風層出現，風速平均在 10 哩/時以下（王時鼎，1968）。而本年冬季，一般東風風速中心處之值均在 40 哩/時以上，且如第一部份寒潮討論中，於 12 月 13 日馬公 11 萬 1 仟呎上空出現有  $110^{\circ}$  風向之 93 哩/時風速（圖 4a）。並於 12 月 15 日於華西對流層中層（500 mb）西風帶中出現有東風之事實（圖略）。按吾人區域高空東風係盛行夏季（王時鼎，1968）。而本年冬季之上層東風分佈若有若夏季情形然。故無怪「冬行夏令」，而造成暖冬了。

### 誌 謝

本文在研寫期間，蒙張智北教授，蔡清彥教授及紀俊男教授等撥冗參加討論，提供卓見。並蒙中央氣象局鄭俠先生、趙友夔先生及空軍氣象中心長期課等提供資料，張儀峯先生協助製圖。謹此一併誌謝。

### 參 考 文 獻

- 徐應壽、王時鼎，1966：西伯利亞寒潮爆發與東亞對流層中層噴射氣流之形成，氣象學報，第二卷，第一期，P. 1-10。  
 王時鼎，1968，臺灣區域環流與長期天氣預報，氣象預報與分析，第 34 期，P. 1-8。  
 Hoiton, J. 1972: An Introduction to Dynamic Meteorology, P. 71-72.

## 文 英 印 書 公 司

· 交貨準時 ·

中英文書籍 · 表冊  
 彩印 · 鉛印 · 製版

臺北市三水街七號  
 電話：306-4724

· 服務週到 ·

## Some Prominent Atmospheric Events in Asia during the Period of Winter MONEX, 1978-79

Tsung-Yao Wu, Shih-Ting Wang  
*Central Weather Bureau*

### Abstract

(1) Polar Outbreaks in the Low Latitudes during the Period of Winter MONEX, 1978-79

Among 25 frontal passages over Taiwan during the period of winter MONEX, there were three fronts caused by polar outbreaks. The dates were 10-11 December, 18-19 December and 31 January to 1 February, respectively, and the last one was the strongest among all yet with snow ever recorded at An-Pu station near Taipei. For further study and reference, the surface synoptic charts, the 500 mb anomaly charts, and the time cross sections of wind aloft at Ma-Kung, showing the monsoon surges, for these three outbreaks are briefly documented.

(2) An Unsteady Easterly Wave in the South China Sea during the Period of Winter MONEX

An unsteady easterly wave occurred in the South China Sea was observed during the period of Winter MONEX. It seems that this easterly wave did not belong to the pure tropic origin, but was one existed in the monsoon mixed with trade wind. At the beginning it seems a standing wave of which the forcing factor was orographic in nature. Concerning the whole life cycle of the wave, the successive 850 mb charts, time cross section of wind aloft at Pratas Island are prepared for demonstration and further analysis.

(3) On the "Warm Winter" in Taiwan during the Period of MONEX

It is noted that the temperature is above normal in Taiwan in winter, 1978-79, and at the same period, the severe cold weather was experienced in Northern America and Europe. After being analysed the synoptic charts, it is found that in this period the blocking phenomena occurred frequently in the western hemisphere, while the zonal flow dominated in Asia region. These pronounced features could be used to tell the difference in weather phenomena happened in both regions of East and West. In addition, we noticed that the unusually strong and persistent upper easterly wind in the stratosphere in the late winter over Taiwan may be considered as an indicator and predictor for the warm winter of the region.