

台灣地區冬季異常天氣預報(二)

劉廣英 葉文欽
空軍氣象聯隊

鄭 俠
中央氣象局

摘 要

本文針對民國 58 年至 70 年 12 個隆冬(12 月~2 月),以台北觀測資料為代表;選出極熱($WT_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ 4 天及 $WT_{min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ 5 天)和極冷($CT_{min} \leq 5^{\circ}\text{C}$ 7 天及 $CT_{max} \leq 10^{\circ}\text{C}$ 11 天)之個案,分析前一天 1200Z 之地面、850MB、700 MB 和 500 MB 之氣壓、高度、風向、風速、溫度和溫度減露點差值,並製作合成天氣圖,分析歸納出主要綜觀天氣系統之分布特徵。同時以桃園探空資料找出台灣區異暖和酷寒時大氣結構上的差異,並同時分區或以松山等民航機常起降之機場所出現實際天氣概況討論其與飛安之關係。

一、前 言

「溫度」為一地氣候值最重要的氣象因子之一,亦為日常天氣預報的重要預報項目,素為人們所關心,亦為氣象研究者所重視,而在任何一地區冬季異暖和酷寒均屬氣候之異常現象。本省對溫度反應最敏感之季節當推隆冬(12 月~2 月),因台灣地處亞熱帶位於亞洲大陸塊東南方,冬季易受極地大陸冷氣團的勢力和路徑所左右,當鋒面過境本省寒潮爆發,低溫亦可造成本省的天然災害,故寒潮被列為台灣地區之四大災變天氣之一,備受研究者之重視(空, 1970; 王, 1974; 王, 1978; 俞, 1978; 謝、劉, 1978; 劉, 1979; 蔡, 1980 及 1982; 葉等, 1982 及 1983)。但在冬季出現反常之高溫,破壞本省穩定東北季風也值得研究,在國際所共同合作之冬季季風實驗期間(W-MONEX)最顯著(吳、王, 1979; 葉, 1979; 葉等, 1982 及 1983; 陳, 1982)。

而這些高低溫之現象主要受東亞區域之天氣系統所左右,同時伴隨出現之各種氣象要素諸如風向風速、雲量雲狀雲高、天氣現象和出現之能見度等等……再再與飛行器之起降或飛行途中之安全關係密切。

本文針對民國 58 年(1969)至民國 70 年(

1981)12 個隆冬(12 月~2 月),以台北觀測資料為代表,選出極熱(日最高溫 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 或日最低溫 $\geq 20^{\circ}\text{C}$)和極冷(日最低溫 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 或日最高溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$)之個案,分析其前一天 1200Z 之地面、850mb、700mb 和 500mb 之氣壓、高度、風向風速、溫度及溫度減露點差值,並製作合成天氣圖,分析歸納出主要綜觀天氣系統之分布特徵,並以探空資料找出台灣區異暖和酷寒時大氣結構上的差異,同時分區或以松山等民航機常起降之機場所出現實際天氣概況,討論與飛安之關係,同時可作為冬季天氣變化之預測參考。

二、個案選取與處理方法

由民國 58 年至 70 年 12 個隆冬(12 月~2 月)台北逐日最高和最低氣溫之逐日變化曲線中(華等, 1982),在每一個暖期($T_{max} - \bar{T}_{max} \geq 4^{\circ}\text{C}$ 或 $T_{min} - \bar{T}_{min} \geq 4^{\circ}\text{C}$)和冷期($T_{min} - \bar{T}_{min} \leq -4^{\circ}\text{C}$ 或 $T_{max} - \bar{T}_{max} \leq -4^{\circ}\text{C}$)個案中選出研究個案裡出現極熱($WT_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ 之日期 4 天及 $WT_{min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ 之日期 5 天)和極冷($CT_{min} \leq 5^{\circ}\text{C}$ 之日期 7 天及 $CT_{max} \leq 10^{\circ}\text{C}$ 之日期 11 天)合計 27 天,按出現日期次序及最高或最低溫度值列表如下:

溫度性質之 CT_{min} 表示日最低溫低至 5°C 或

達選取標準之個案溫度值，性質和出現之年
表一
、月、日。

個案出現日期	溫度值	性質
民國59年 元月 31日	5.0°C	CT _{min}
2月 1日	3.6°C	CT _{min}
民國60年 元月 10日	4.4°C	CT _{min}
元月 30日	9.8°C	CT _{max}
元月 31日	9.0°C	CT _{max}
民國61年 2月 28日	9.2°C	CT _{max}
民國62年 2月 27日	31.2°C	WT _{max}
12月 31日	4.2°C	CT _{min}
民國63年 元月 1日	4.2°C	CT _{min}
2月 8日	9.4°C	CT _{max}
2月 25日	9.7°C	CT _{max}
2月 26日	7.2°C	CT _{max}
12月 1日	21.4°C	WT _{min}
12月 2日	21.6°C	WT _{min}
12月 17日	21.0°C	WT _{min}
民國64年 12月 6日	31.0°C	WT _{max}
12月 15日	9.9°C	CT _{max}
民國66年 2月 26日	20.0°C	WT _{min}
民國67年 2月 17日	10.0°C	CT _{max}
2月 17日	4.8°C	CT _{min}
2月 18日	5.0°C	CT _{min}
民國68年 2月 1日	9.4°C	CT _{max}
2月 22日	30.3°C	WT _{max}
2月 23日	31.4°C	WT _{max}
2月 24日	20.3°C	WT _{min}
民國69年 元月 31日	9.2°C	CT _{max}
2月 5日	9.1°C	CT _{max}

以下；CT_{max}表示日最高溫低至 10 °C 或以下；
WT_{max} 表示日最高溫高至 30 °C 或以上而WT_{min}
則表示日最低溫高至 20 °C或以上。

個案選取後首先檢視每一個案前後合於暖期和
冷期之綜觀天氣圖特徵，發現兩類之高溫天氣圖型
式略同，合於冷期之兩類則有所不同。將這 27 天
之逐時溫度亦經蒐集分析，平均各類中極熱溫差
WT_{max} ≥ 30 °C 為 11.6 °C；WT_{min} ≥ 20 °C
為 6.1 °C，兩者主要差異為雲量。而極冷溫差
CT_{max} ≤ 10 °C 僅 2.5 °C 以陰雨天為主；CT_{min}
≤ 5 °C 則達 11.1 °C 為乾冷的好天。

合成圖之製作取每隔 5 個經、緯度之交點，每

層各 99 點用內插的方式讀得地面、850MB、
700MB和 500MB每一個案前一天 12 Z 東亞天氣
圖之氣壓、高度、風向、風速、溫度和溫度減露點
差值，製作成各類型之合成圖。以台灣北部為中心
再取東西和南北兩方向之空間剖面圖，亦可分析氣
壓系統之特徵。每一天個案儘量蒐集桃園當日 00
Z 之探空資料，由地面至 100MB 溫度、高度及高
空風資料，加以分析。同時將個案逐日 24 小時之
飛行氣象要素和每一個案在該一冷期或暖期期間之
逐日最低雲幕、能見度……等等資料加以討論，結
果將在下述章節中述及。

三、合成天氣圖分析

由個案每日逐時之溫度顯示：WT_{max}、WT_{min}
和 CT_{min} 有明顯日變化，清晨降至最低溫，中午時
分升至最高，一般天氣良好，天空狀況支配溫度之
日變化。而 CT_{max} 之溫度變化小亦無顯著日變化，
天氣以陰雨為主。圖 1 為每一分類中各取一天為代
表所繪之溫度日變化圖，在 WT_{max} 和 WT_{min} 其平
均溫相近，天氣圖型式亦相似故予以合併計算稱為
爆暖型 (W)。CT_{min} 雖最低溫低於 5 °C 及以下

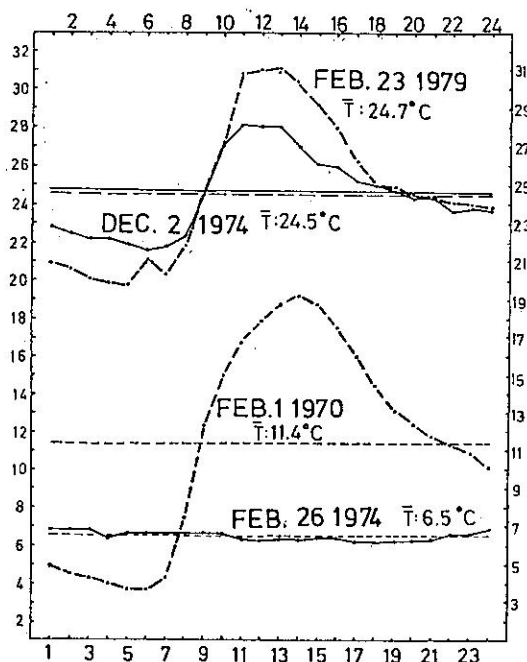


圖 1 選擇四個個案之逐時溫度變化圖。

但僅限於夜間尤其是清晨之長波輻射冷卻，日間氣溫即超過 10°C 以上，故平均溫均高於 $\text{CT}_{\max}$ 。
 $\text{CT}_{\max}$ 之日變化甚不明顯，全天日平均溫甚低，台灣北部天氣惡劣寒濕，天氣型式與 $\text{CT}_{\min}$ 亦有所不同，故予以分別統計計算合成，分別稱濕酷寒型 (C_{wet}) 和乾酷寒型 (C_{dry})。三類之合成圖均取前一日 1200 Z 之地面至 500MB，所得之合成特徵如下所述：

(一) 爆暖型 (W)

合於高於逐日氣候溫度值之個案數甚多，天氣圖也相似，但僅取 $\text{WT}_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ (4 日) 和 $\text{WT}_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ (5 日) 合成之天氣圖如圖 2 (a-c)。

1. 地面鋒面系統尚在台灣北部，位於堪察加半島南端有極加深之低壓，包圍鋒面系統向西南延伸至東海東部生波後經浙江與華西低壓相伴。極地高壓在薩彥嶺北側，勢力甚強達 1041mb，高壓脊向東南發展，一指向日本另一沿 115°E 南下，本省則受太平洋高壓之東南迴流影響。

2. 850MB 台灣北側之鋒面系統北偏至華中一帶，華西低壓環流更形明顯，本省受台灣東側分裂太平洋高壓偏南氣流影響，中亞一帶向東南延伸至河套尚有明顯極地高壓環流。(圖略)

3. 700MB 之極地高壓已變成脊線，短波槽在黃土高原上，青康藏高原東南方南支槽顯著，本省同受槽前和偏至台灣東南方近海太平洋高壓西南氣流影響。(圖略)

4. 500MB 在東亞天氣圖上只有青康藏高原東側有明顯槽線，與低層至地面之華西低壓甚重疊，本省所受影響如同 700MB。整個華東至本省東方均受溫風所控制。

5. 地面距平顯示我國至鄂霍次克海及東亞沿海均為負距平所控制，其負距平中心在貴州省境及浙江一帶，與鋒面所在相配合。500MB 之強風軸北偏至北海道附近始相會合，台灣北部之風速只有 45 KTS，較氣候值為小，強風軸走向與南支槽前之西南氣流關係密切。顯示隆冬之異暖是東北季風受青康藏高原東南側之低壓發展破壞所致。

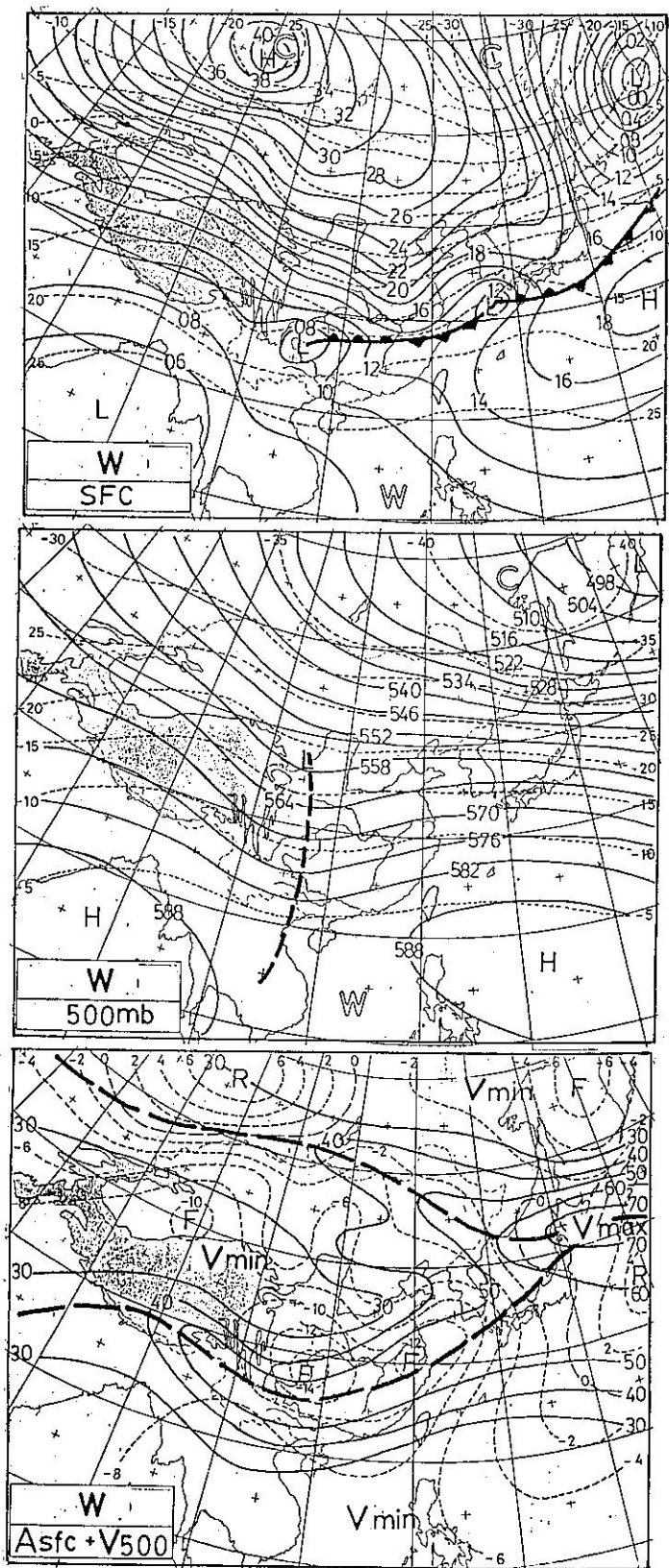


圖 2 台灣區爆暖型 (W) 合成天氣圖 (a) 地面 (b) 500mb (c) 地面距平和 500mb 等風速分布。

(一) 濕酷寒型 (Cwet)

一次寒潮爆發使最高溫度下降至 10°C 或以下相當不容易，這類的寒潮陰冷異常且使台灣北部致雨綿綿，陽明山區更有降雪的記錄，惡劣天候常可波及台灣南部。總共 $\text{CT}_{\text{max}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ 這 12 年間僅有 11 次，查閱實際天氣圖，此類正是台灣寒潮爆發勢力的最盛期，其合成圖如圖 3 (a-c)。

1. 地面有低壓環流在日本東方近海發展，此一低壓來源有二，長江下游區和台灣波。鋒面已南推至南海北部並延伸入中南半島之低壓環流中，此一低壓即華西低壓西南移而來 (葉和陳, 1982)。極地大陸高壓勢力甚強高達 1050mb 位於薩彥嶺北側，另有一分裂高壓在河套西側，高壓脊向南伸展至南海北部，長江口至台灣區有顯著的氣壓梯度，台灣附近為 NNE-NE 風其風速平均約 20KTS。

2. 850MB 極地高壓主中心在準噶爾盆地，鋒面則由台灣中部穿過延伸至中緬邊境，平均台灣受偏北氣流影響，低溫槽則由黑龍江省南伸至海南島一帶，台灣附近有明顯溫度梯度。(圖略)

3. 700MB 有顯著東方主槽，溫度槽在台灣西側附近。原來在雲南省境部份個案有短波槽合成後已消失，台灣附近有比較明顯的偏西氣流風速約 30~40 KTS。(圖略)

4. 500MB 之東亞主槽則穿過台灣西側附近，華東之溫度槽已較平淺，台灣附近也較偏西風，風速約 65~75KTS 之間已超過氣候值 (空, 1981)。

5. 地面距平之零等值線正好在台灣附近，與圖 2 c 正好相反，大陸區至西伯利亞為正距平所據，主中心與兩個高壓中心相對應；鋒面與低壓中心所在則配合著負距平。在 500MB 上出現三支強風軸，青康藏高原東北側之強風可能與寒潮爆發時原位於高原北側之槽線越過高原後之西北射流有關 (王, 1976)，並與藏南強風軸會合於台灣北部近海後向東北移，北方之強風勢力較不明顯，在日本附近另有一主強風區與地面低壓中心正好相配合。

(二) 乾酷寒型 (Cdry)

當最低氣溫下降至 5°C 或以下時我們發現在此一寒潮爆發期其 T_{max} 已降至最低後開始回升且

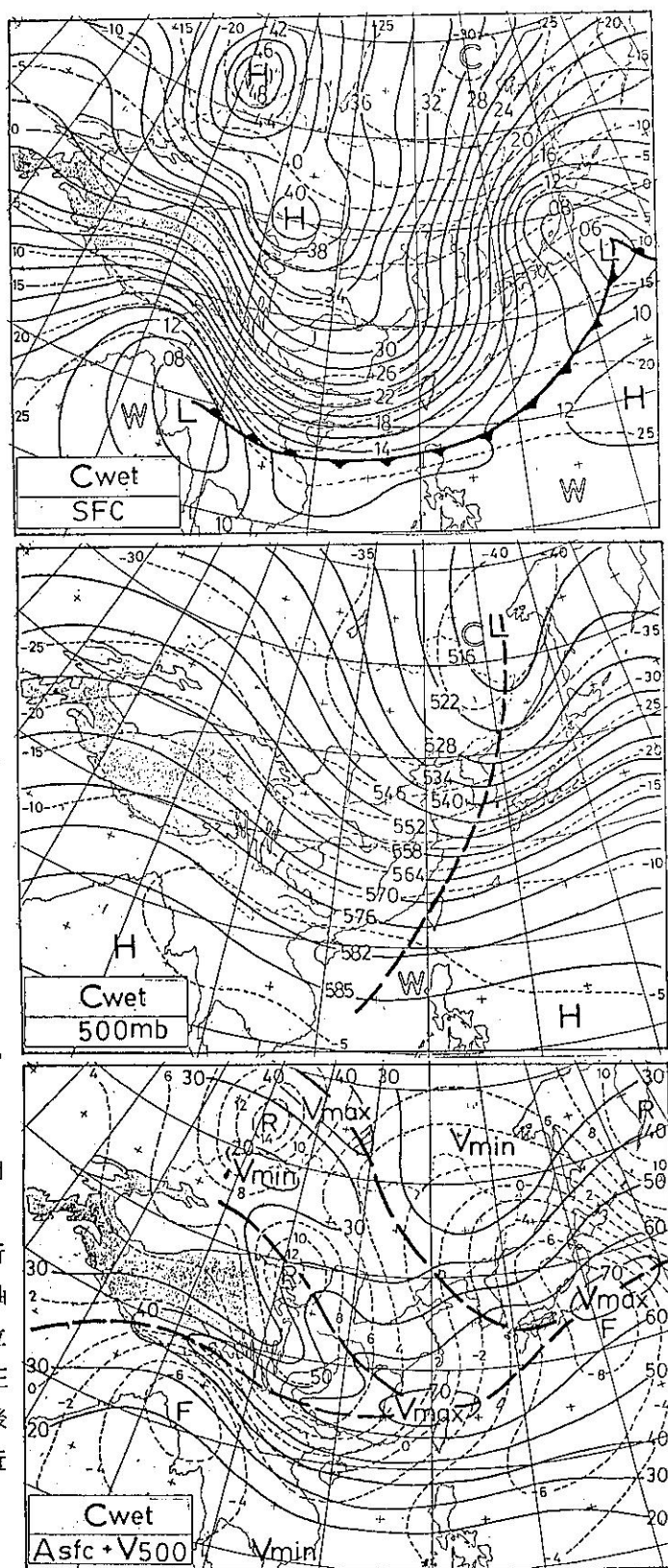


圖 3 台灣區濕酷寒型 (Cwet) 合成天氣圖 (a) 地面 (b) 500mb (c) 地平面距平和 500mb 等風速分布。

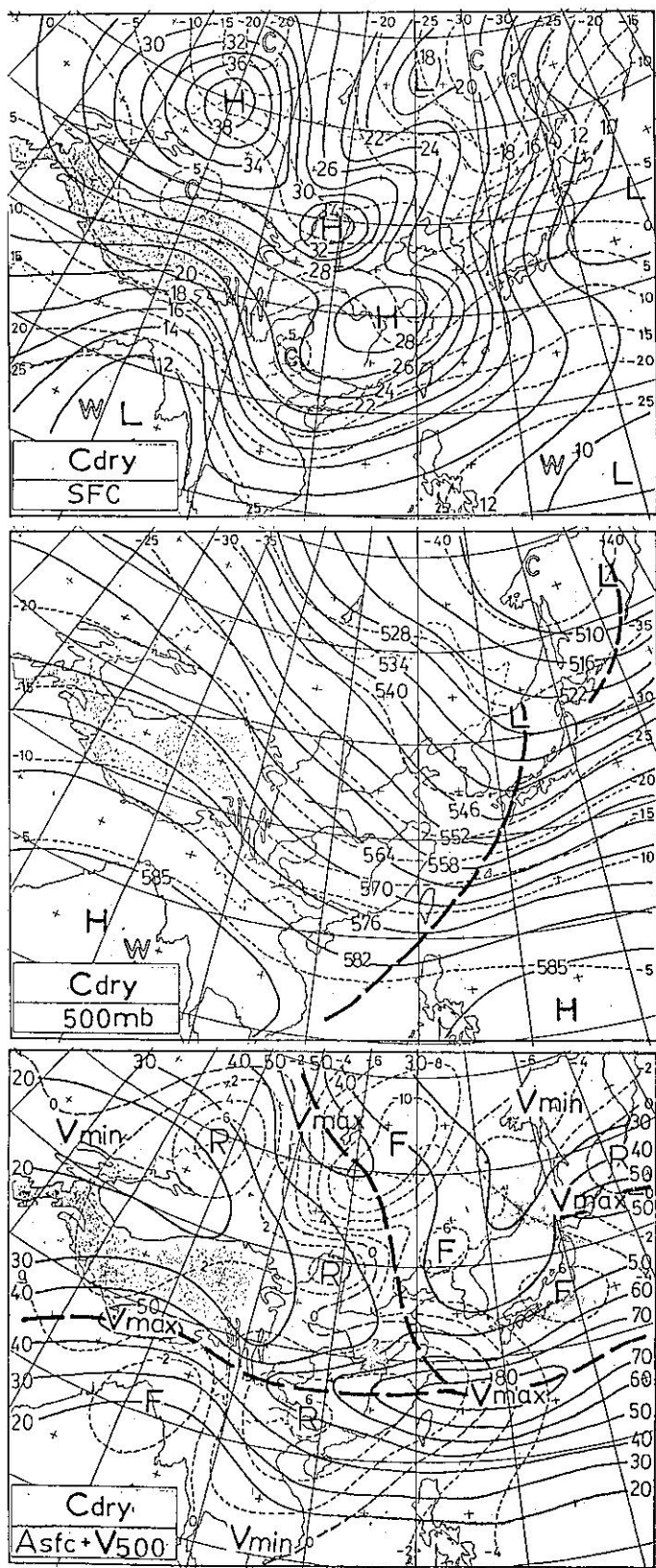


圖 4 台灣區乾酷寒型 (Cdry) 合成天氣圖 (a) 地面 (b) 500mb (c) 地面距平和 500mb 等風速分布。

均超過 10°C 以上，而最低溫僅出現於清晨，乃長波輻射所致，且一般天氣良好。CT_{min} $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 在 12 年間也僅有 7 天，其前一日 12Z 之合成圖如圖 4 (a-c)。

1. 地面圖發現鋒面已遠離本省，極地高壓軸由蒙新邊界延伸至本省，冷空氣並南衝至中南半島。影響本省天氣之分裂高壓出現於長江下游地帶，此一高壓順利東移入海，隔日 (即個案選取日) 逐時氣溫在晨間下降到最低，白天則回升。台灣區之氣壓勢力最強，其附近 NNE-NE 風之風速在 15 ~ 20 KTS。

2. 850 MB 整個北方冷空氣已南衝至菲島東方海面，極區之高壓位於天山附近，地面在長江口之高壓中心則向西南偏至貴州省境，低溫槽經台灣北部至中南半島，本省附近則有明顯 N-NE 之氣流風速達 15 ~ 25 KTS 之間。(圖略)

3. 700 MB 極區尚存有分裂高壓環流，東亞主槽在台灣東方外海，低溫槽正好通過本省附近，台灣區為偏 NW 之下沉氣流。(圖略)

4. 500 MB 之東亞主槽在本省東方近海，台灣區附近已轉為偏西風，溫度槽則在本省西側，但已平淺化了。

5. 沿地面高壓脊之走向有三個正距平中心，以華南範圍內之正距平勢力最強，表示冷空氣已南衝，其勢力已南下至中南半島，台灣區處於正距平的範圍。由貝加爾湖至日本為一負距平帶，顯示此為一經陸地變性之寒潮型 (葉，1979)。500 MB 之強風軸明顯有兩條，會合點在台灣東北方海面，風速高達 80 KTS，顯示冷空氣已經完全南下。

四、剖面圖分析

為了解氣流來向與東亞地區的系統強度以及台灣區天氣現象，將地面和 700 MB 合成圖取以台灣北部為中心之東西和南北方向之剖面比較之，並重疊 850 MB 和 700 MB 之溫度與露點之差值，分析台灣附近之濕度及經流和緯流強度分布。

以 25°N 、 120°E 為中心每隔 5 個經緯度沿東西向取 $90^{\circ}\text{E} \sim 140^{\circ}\text{E}$ 、南北向取 $15^{\circ}\text{N} \sim 55^{\circ}\text{N}$ 分析各點之氣壓、高度和溫度，且將三類天氣型合繪於同一平面上。

圖 5 為地面沿 25°N 東西向之剖面，在爆暖型氣壓和溫度變化大致同位向，東側受太平洋分裂高壓影響，水平溫度變化不大。在濕酷寒和乾酷寒型之變化中華南區之氣壓最強氣溫則降至最低，此與溫度槽有關。台灣東側之氣壓乾型高於濕型，而氣溫則相反，表示有分裂高壓在出海中。

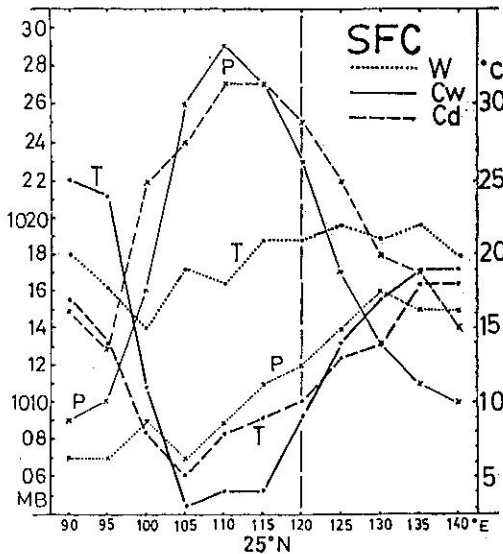


圖 5 沿 25°N 東西向 (90°~140°E) 之地面氣壓 (P: x.....x.....x) 和溫度 (T:) 剖面圖。

南北向沿 120°E 之剖面 (圖略)，溫度南高北低，在高緯濕寒冷於乾寒，值得注意的是氣壓，台灣以南乾冷之氣壓值最高。以北顯示爆暖在我國東北地區有脊，乾寒之脊則在浙江口而濕寒至高緯氣壓最高，與地面主高壓強盛及台灣北方至高緯之南北垂直氣流有關。

圖 6 為 700MB 沿 25°N 東西向之剖面，在爆暖型中溫度變化不大，以華西低壓附近氣溫略高，此與青藏高原東側下沉增溫有關。而此低壓區則造成本省處於槽前之西南氣流中，台灣東方高度上升則受分裂高壓影響。乾寒在台灣附近至其西方高度高於濕寒，此與高壓出海良好天氣低層空氣柱氣溫已回升有關，而台灣東方之高度則最低即主槽區所在。濕寒在 110°E 附高度則較乾寒偏低，導致本省有比較偏西的氣流。整個溫度則乾寒最低，顯示冷空氣已完全南下。

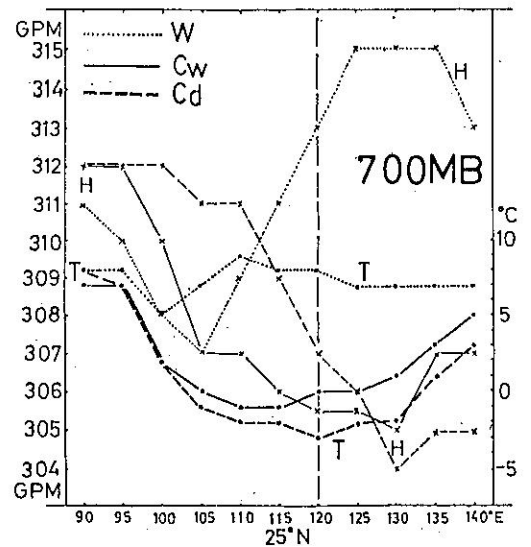
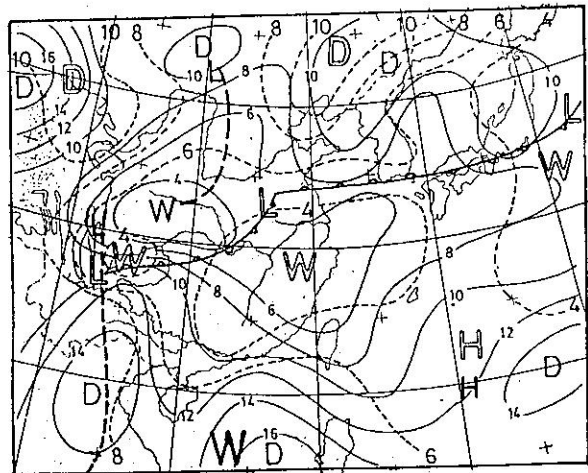


圖 6 沿 25°N 東西向 (90°~140°E) 之 700mb 高度 (H: x.....x.....x) 和溫度 (T:) 剖面圖。

700MB 南北向沿 120°E 之剖面 (圖略)，均南高北低，值得注意的是濕寒和乾寒之溫度，以浙江省為界南北正好相反。

濕度以溫度減露點差值表示，合成圖中地面至 500MB 均加計算，今將 850MB (以斷線) 和 700MB (以實線) 之差值同繪於一張圖上，結果如圖 7 (a-c) 所示，同時每差值 1°C 以相對濕度約 5% 表示之。

在爆暖型中分別在鋒前和槽前有高濕度區 (W)，均在 80% 以上，濕度中心隨系統南移而接近本省，台灣區在 850MB 介於 70~80% 之間，700MB 則介於 60~75% 之間。值得比較是酷寒



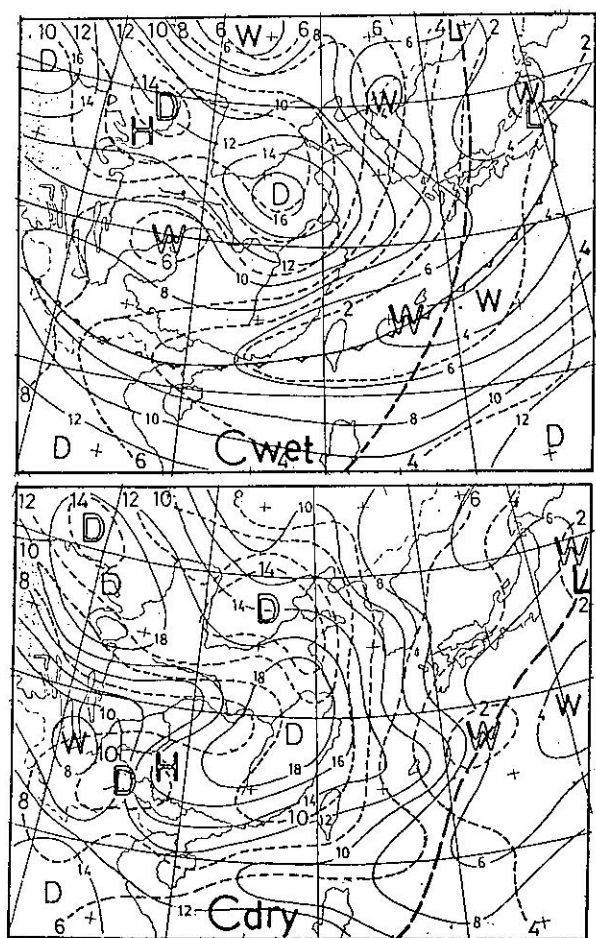


圖 7 850mb 和 700mb 溫度與露點差值分布圖(a) 爆暖型(b)濕酷寒型(c)乾酷寒型。

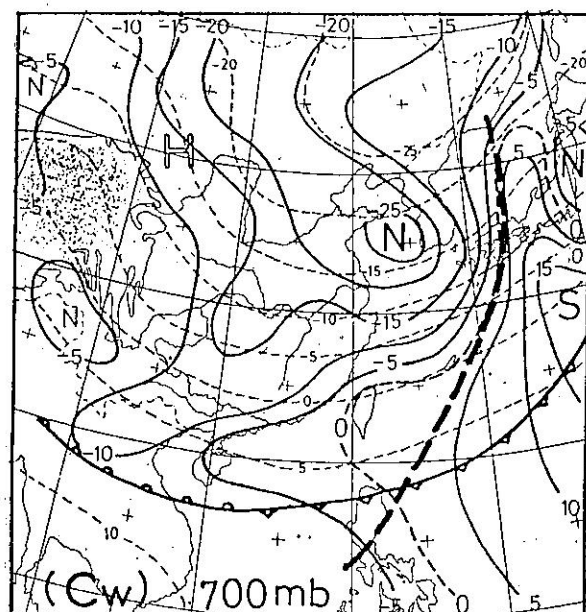
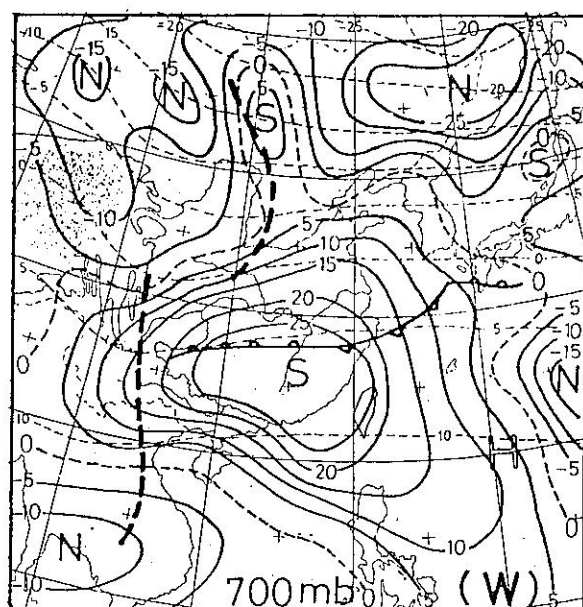
(---斷線：850mb；——實線 700mb)

兩類，在濕寒型中不論 850MB 或 700MB 台灣區正處於濕度軸區內，850MB 差值在 2°C 以內相對濕度高達 90% 以上，700MB 則相差 $4^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 之間相對濕度約在 75% 左右。在乾寒型中高濕度區遠離本省，而乾軸 850MB 中心由華北，700MB 由華東伸至本省，台灣區 850MB 僅達 45~60% 之間，700MB 則更低至 30~45%。主要乾區(D)則與槽後下沉氣流關係密切。

影響本省溫度最大的控制因素在冬季主要是氣流之來向，以 700mb 為代表將平均圖上之平均風化成緯流和經流，在緯流風方面其形態可參考圖 2C、3C 及 4C，唯在台灣附近以濕酷寒較乾酷寒其西風略強，而爆暖型其西風最弱。而主常溫度變化之經流風值其分布如圖 8(a—c) 所示，風速

值以每 5 哩/時為間隔表示，並繪上 850mb 鋒面和 700mb 之槽線及 700mb 等溫線。

在爆暖型中南風可吹到華北，最大值 25 哩/時以湖南和江西省為中心並擴及本省，南風之來源為青康藏高原東南側槽前和太平洋高壓迴流所造成，導致本省增溫。在濕酷寒型中發現 700mb 之北風雖可達南海但僅及台灣北部沿海主要的北風中心出現在黃海北部，而本省只有微弱南風出現，顯示南、北風交界正好在台灣附近應該有明顯天氣現象。在乾酷寒型其配置正好和爆暖型相反，在江南出



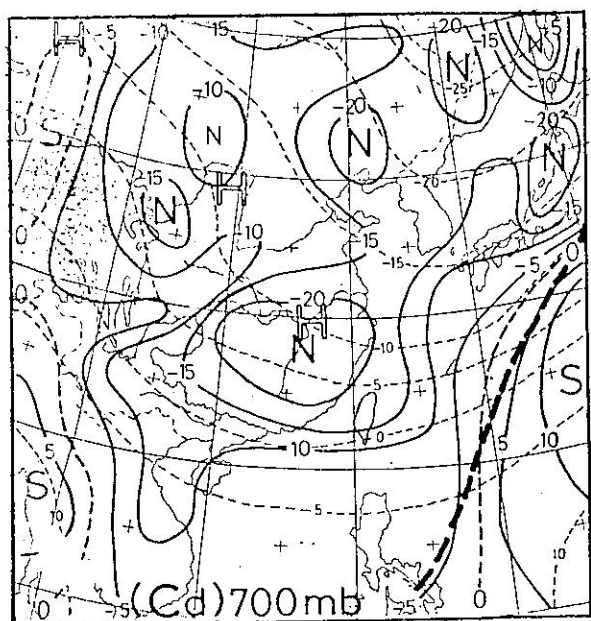


圖 8 700mb 南北向經流風分布圖(a)爆暖型(b)濕酷寒型(c)乾酷寒型。

現 20 哩/時的北風中心，台灣區出現 15 哩 / 時的北來氣流，正處於槽後 NW 下沈氣流雖冷但天氣良好。

五、探空分析和個案

因爲日逐時最低溫度除濕酷寒型外均出現於清晨，取個案當日 00 Z 桃園探空資料，並取氣候值（空，1981）以比較之。由於部份探空缺失無法合成之，分析所有資料後將此三類天氣型各取一天探空資料爲代表同繪於一張圖上以爲比較，結果如下圖說明之：

圖 9 為三次個案由地面至 300MB 之溫度和露點曲線圖，圖中並附有溫度之氣候值曲線（ $\bar{T}_{Feb}$ ）。民國 68 年 2 月 23 日所取之資料為爆暖型，溫度均暖於氣候值，有二次不太強之下沉逆溫。民國 63 年 2 月 25 日為濕酷寒型探空曲線，由地面至 480MB 為高濕度層，750MB 以下更接近飽和，由 820MB~760MB 間有一顯著鋒面逆溫層存在，參考圖 3b 及 7b 即可相互佐證，由地面至逆溫層頂溫度低於氣候值，逆溫層頂以上北部上空之溫度已略高於氣候值。民國 67 年 2 月 18 日則為乾酷寒型之實例之一，此個案前一天均合於 CT_{max} 和

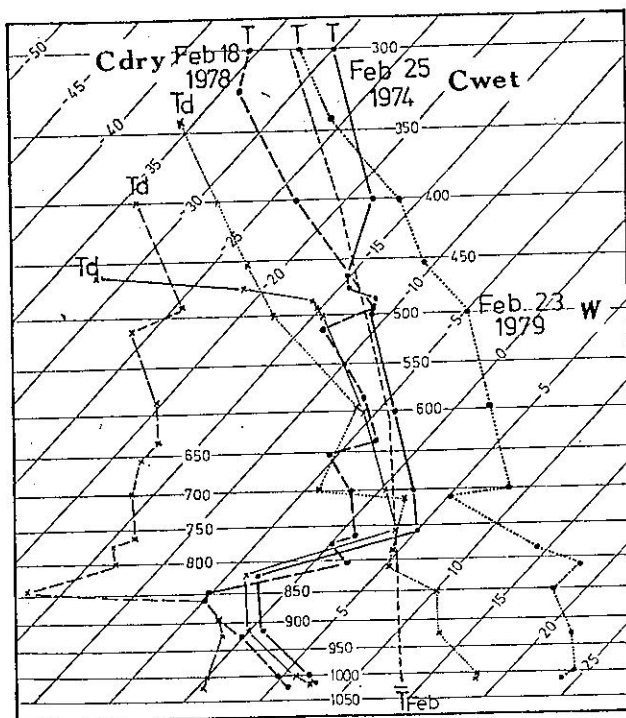


圖 9 三個個案從地面至 300mb 之探空曲線分布圖。

CT_{min}之標準，本個案 920 MB~860 MB 之間相當潮濕，最明顯特徵之一是 860 MB 以上至 800 MB 有一強烈下沉逆溫層，由 860 MB 以上濕度層即相當乾燥，而整個溫度曲線均冷於氣候平均值。整個探空分布和合成圖特徵是相一致，同時亦能解釋發生的天氣現象。

圖 10 是地面至 5 萬呎之高空風速，在底層暖之西南風速強於酷寒之東北風，至高層暖型因噴射氣流偏離（參見圖 2 c），風速在 4 萬呎尚不超過 60 哩 / 時，而在酷寒型裡不但超過氣候值（ $\bar{V}_{eq}$ ），更高達 120 哩 / 時以上，其中以乾寒型高層之風速稍強，而 3 萬呎以下則濕寒型之風速略大。

在冬季裡天氣現象主要發生於底層，陳等（1982）在討論異常降水時曾以地面至一萬呎每隔一千呎製作風徑變化。圖 11 就是這三次個案的風徑圖，在暖型裡其風向均來自第 III 象限並略有順轉之意，表示台灣北部低層均屬暖空氣故必為高溫。在酷寒濕型裡，很明顯台灣北部有暖平流現象，7 千呎以上風向已由第 I 象限之東北風（冷）突轉至第 III 象限之西南風（暖），暖空氣爬升於冷空氣之上是成雲致雨的必要條件，證之於圖 3、7-b

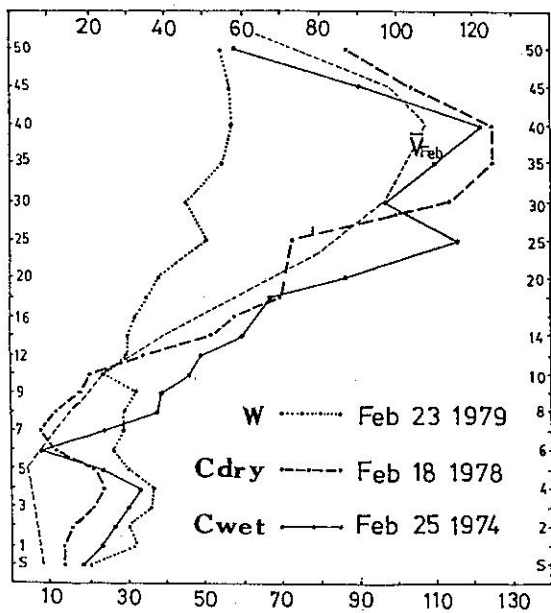


圖10. 三個個案從地面至5萬呎各層之風速分布（地面至1萬呎每隔1千呎，1萬呎至2萬呎每隔2千呎，2萬至5萬每隔5千呎）。

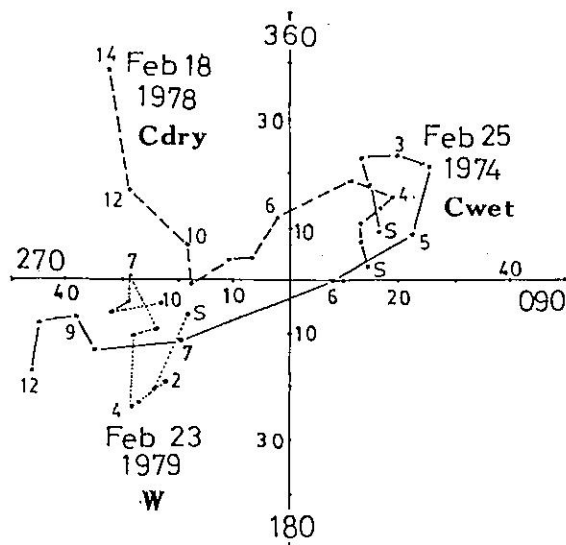


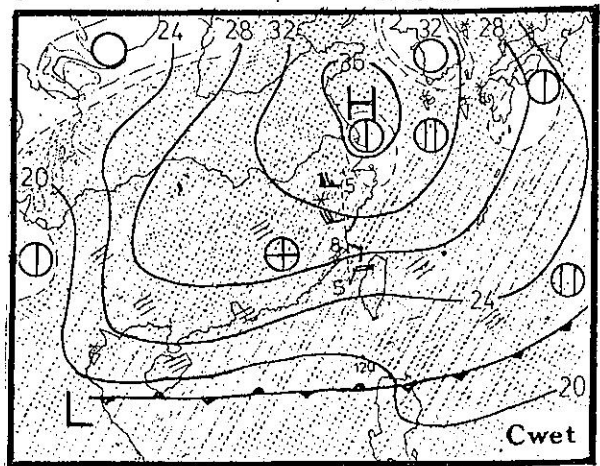
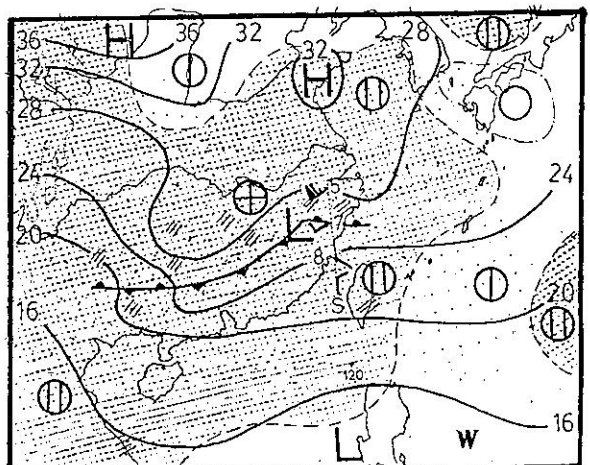
圖11：三個個案00Z之桃園探空風徑分佈圖。

和9即可說明何以在圖一中之濕寒個案之日逐時變化沒有明顯日變化且其溫差亦小。在乾寒裡其風向由第I象限之東北風（冷）逆轉至第II象限之西北風（更冷）有冷平流，故台灣區之空氣柱特別冷（圖8c），天氣良好近乎疏雲至碧空使晨間因長波輻射冷却而致氣溫下降至最低，白天則地表迅速受

熱而升高故日變化大（圖1）。

爲了解風徑之應用，將再取三個接近選擇標準之個案，在當天00Z之天氣圖上，以衛星及壓溫天空遮蔽量定出構成雲幕之範圍，並選擇馬公前一天12Z由地面至500mb四個層次的風向風速，結果亦如上述之特徵。

圖12(a)暖型爲民國70年元月3日，其 $T_{max} = 27.2^{\circ}\text{C}$ ($T_{min} = 17.8^{\circ}\text{C}$) 有一氣旋波正在華南發展中，台灣區氣流偏東，除東部有雨外以裂雲(⊖)爲主，而前一日之馬公有順轉之暖平流，在700~500mb之風向較偏西南。圖12(b)濕寒型爲民國70年2月27日其 T_{max} 低至 10.5°C ($T_{min} = 7.1^{\circ}\text{C}$)，有一分裂高壓在黃海，南海區有滯留鋒，雲幕區涵蓋面甚廣，馬公之高空風爲順轉有暖平流，且在700~500mb之風向較偏西。圖12(c)則爲乾寒型是民國70年元月12日其 T_{min} 爲 5.6°C ($T_{max} = 16.7^{\circ}\text{C}$)，高壓脊偏西北向



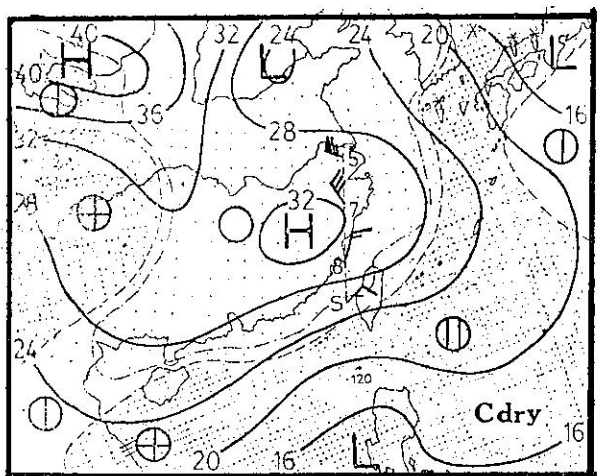


圖12. 三個接近選擇標準之個案 00 Z 地面天氣圖，圖上之陰影區表示構成雲幕(⊖—⊕)之範圍並附上馬公(RCQC)前一日 12 Z 之高空風。(a)暖型(b)濕寒型(c)乾寒型。

並有一分裂高壓在浙江即將進入東海南部，大陸區除雲貴高原外，沿海至台灣區雲量稀少，而前一天馬公之高空風顯示有明顯逆轉冷平流，尤其 850~700 mb 之風向相當偏北。

六、飛行氣象實例分析

以上就合於及接近選擇標準之個案分析歸納出主要綜觀天氣系統之特徵，至於所出現之實際天氣概況，是否對飛行構成危害，以下將以實例說明之。

就分區而言，選擇民國 63 年 12 月 1 日之爆暖型 $T_{min} = 21.4^{\circ}\text{C}$ ($T_{max} = 29.6^{\circ}\text{C}$)，同年 2 月 25 日之濕酷寒型 $T_{max} = 9.7^{\circ}\text{C}$ ($T_{min} = 5.9^{\circ}\text{C}$) 及同年元月 1 日之乾酷寒型 $T_{min} = 4.2^{\circ}\text{C}$ ($T_{max} = 18.7^{\circ}\text{C}$) 其全天出現之概括性氣象要素取各區出現之平均最差狀況分別如表二、表三和表四所示。從中可概知地形可左右天氣現象嚴重程度，實際危害度則必須由逐時甚致特別天氣中去分析。

為了解實際出現之天氣等級對飛行之影響，特就個案中選擇與飛行器起降關係密切之能見度、雲幕高和最大陣風之逐時變化，並取民航機起降頻繁之松山，中正（以桃園代表），台中、小港、花蓮和馬公等六地區分析之，今以三個個案為代表說明之：

表二 民國 63 年 12 月 1 日爆暖天氣型之飛行氣象資料。

地 區	項 目	天 空 狀 況	最 低 雲 幕	最 低 能 見 度	最 大 陣 風	天 氣 現 象
台 灣 北 部		⊗→⊖⊖	100 呎	1/4 哩	無	濃霧；霾
台 灣 中 部		⊗→⊖⊖	100 呎	1/4 哩	無	濃霧；霾
台 灣 南 部		⊗→⊖⊖	200 呎	1/16 哩	無	濃霧；霾
台 灣 東 部		⊖⊕	2500 呎	4 哩	無	局部偶雨
台 灣 海 峽		⊕→⊖⊖	500 呎	2 哩	無	局部霧
福 建 沿 海		⊗→⊖⊖	200 呎	1/8 哩	局部 NNE / 15-22 哩	局部濃霧

(註：天空狀況○：碧空；⊖：疏雲；⊖⊖：裂雲；⊕：密雲；⊗：天空狀況不明)

表三 民國 63 年 2 月 25 日濕酷寒天氣型之飛行氣象資料。

地 區	項 目	天 空 狀 況	最 低 雲 幕	最 低 能 見 度	最 大 陣 風	天 氣 現 象
台 灣 北 部		⊕	700 呎	2 哩	NE / 26-34 哩	雨
台 灣 中 部		⊕	600 呎	3 哩	NNE / 25-34 哩	雨→霧
台 灣 南 部		⊕	800 呎	3 哩	N / 22-26 哩	雨；霧
台 灣 東 部		⊕	1500 呎	4 哩	NE / 20-25 哩	雨
台 灣 海 峽		⊕	500 呎	5 哩	NNE / 36-45 哩	雨
福 建 沿 海		⊕	1000 呎	3 哩	NNE / 30-34 哩	雨

表四 民國 63 年元月 1 日乾酷寒天氣型之飛行氣象資料。

地 區	項 目	天 空 狀 況	最 低 雲 幕	最 低 能 見 度	最 大 陣 風	天 氣 現 象
台 灣 北 部		☉☉	無	4	ENE / 18-25 哩	局部偶霧、霾
台 灣 中 部		☉	無	5	NNE / 15-20 哩	局部偶霧、霾
台 灣 南 部		☉☉	偶 10000 呎	3	無	霧；霾
台 灣 東 部		☉☉	4000 呎	≥ 7	局部 NE / 15-18 哩	無
台 灣 海 峽		☉☉	無	≥ 7	NNE / 25-30 哩	無
福 建 沿 海		☉	無	≥ 7	無	無

圖 13 a-c 為爆暖型個案，時間為民國 68 年 2 月 23 日其 $T_{max} = 31.4^{\circ}\text{C}$ ，為研究期間最熱的一天，能見度除松山於凌晨有低於 1 哩外一般能見度均佳，桃園和馬公甚致全天均在 7 哩以上。雲幕方面僅花蓮和小港有短暫之高雲雲幕，此一現象和表二同為爆暖型相去甚遠，查核所有此型個案也以

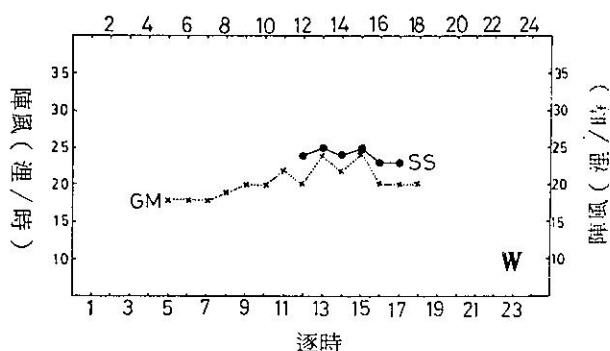
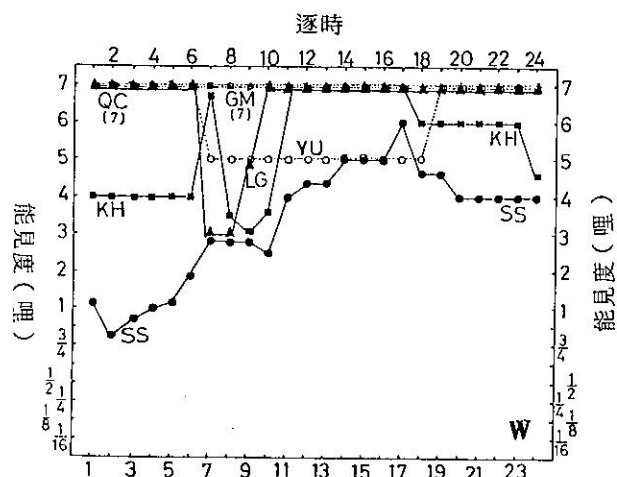
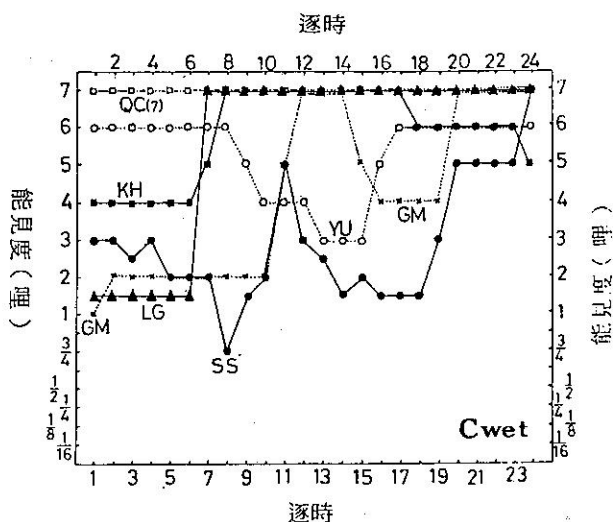
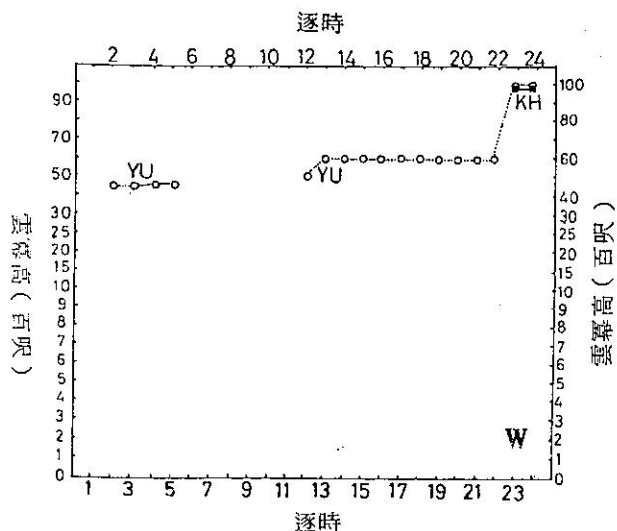


圖 13. 民國 68 年 2 月 23 日爆暖型六測站之逐時氣象變化(a)能見度(b)雲幕高(c)最大陣風。

此為最特殊，主要原因是有低壓在東海加深發展，而本省出現明顯西南大風，尤其台灣北部為甚（圖 13c）。此一個案本島能見度雖不差，但福建沿海則為 1/16 哩之大霧天。

圖 14 a-c 為濕酷寒型個案，時間為民國 60 年元月 31 日其 $T_{max} = 9.0^{\circ}\text{C}$ ，能見度最差松山



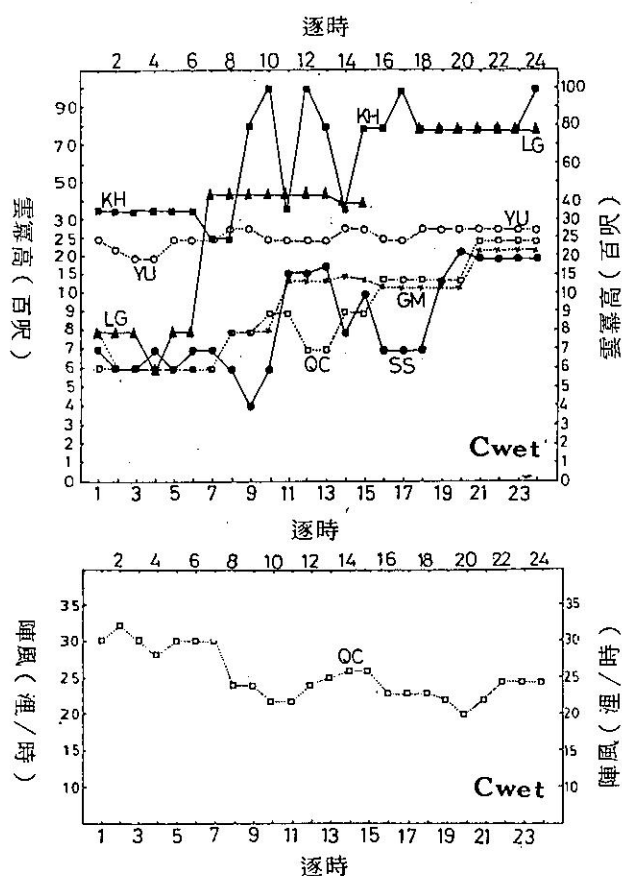


圖14. 民國60年元月31日濕酷寒型六測站之逐時氣象變化(a)能見度(b)雲幕高(c)最大陣風。

有1小時低至3/4哩，一般稍差介於1~3哩間(SS、GM和LG)並出現於晨間，其餘能見度尚佳，以馬公全天維持7哩最好。雲幕高顯示全省有雲、其中松山、桃園和馬公及部分台中維持1千呎以下，其中花蓮雲高最穩定。在陣風方面僅馬公有持續陣風，其餘各站均為10~15哩之恒常風。

圖15 a-c為乾酷寒型個案，時間為民國60年元月10日其 $T_{min} = 4.4^{\circ}\text{C}$ ，一般能見度良好，而以松山和小港變化較大，上午松山曾低至1/4哩。雲幕高顯示白天出現疏雲至碧空為主，入晚後有比較明顯之雲幕，但雲高均在2千呎以上。至於陣風亦僅離島之馬公才有，但風速並不強。

由於本文所選擇之個案是由每一冷期或暖期(葉等, 1982)取其最高和最低值且又合於選取標準而來，而在個案之前後必然亦甚暖或甚冷，故以個案前後取其高於或低於氣候值(陳, 1977)之

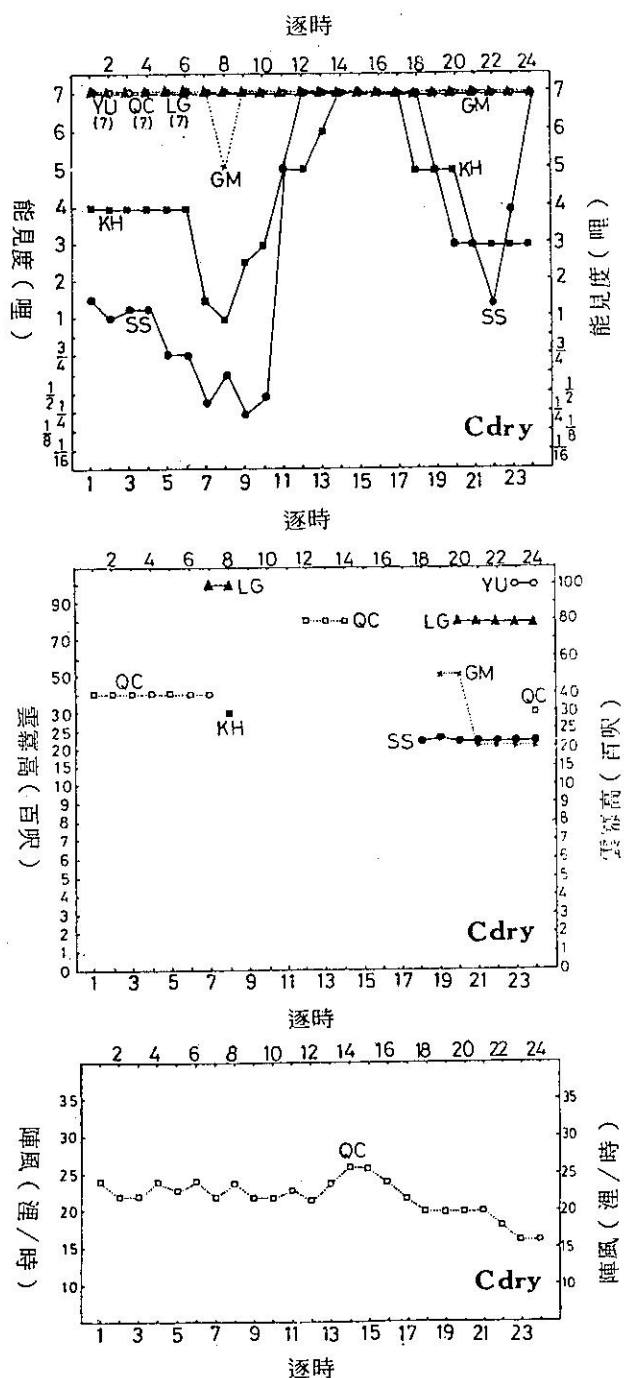


圖15. 民國60年元月10日乾酷寒型六測站之逐時氣象變化(a)能見度(b)雲幕高(c)最大陣風。

日期，分析逐日出現最低能見度和雲幕高及最大陣風繪其逐日變化圖，也以三個案例說明如下：

圖16 a-c為爆暖之民國68年2月23日前(-X)後(+X)共9天高於逐日氣候值 4°C 之

暖期的逐日最低能見度 (16a)、雲幕高 (16b) 和最大陣風 (16c) 變化圖。顯示前兩天部份測站能見度低至 1/8 ~ 1/16 哩，雲高亦可降至 100 呎，

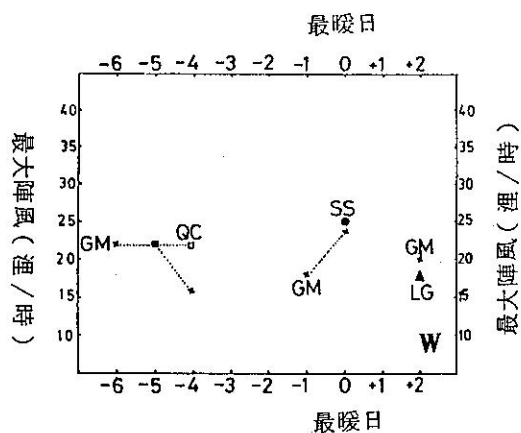
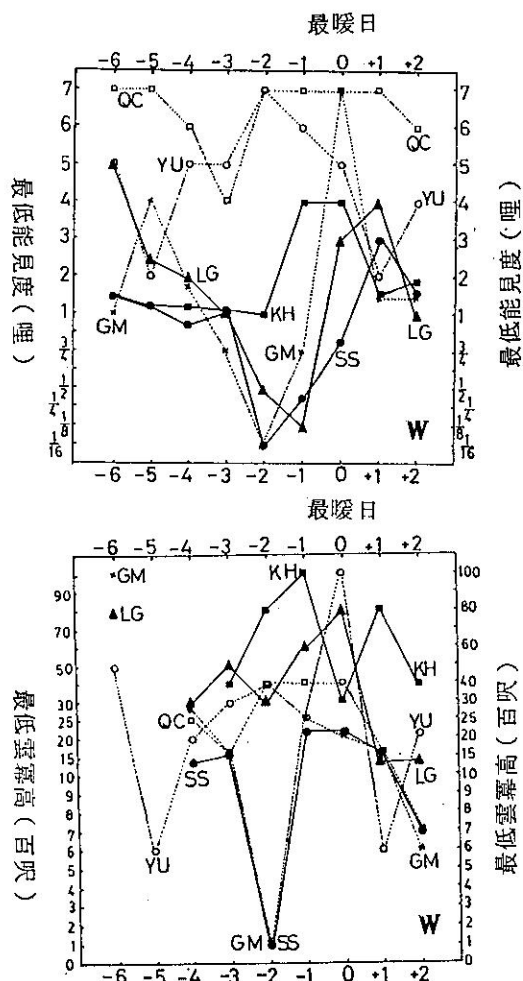
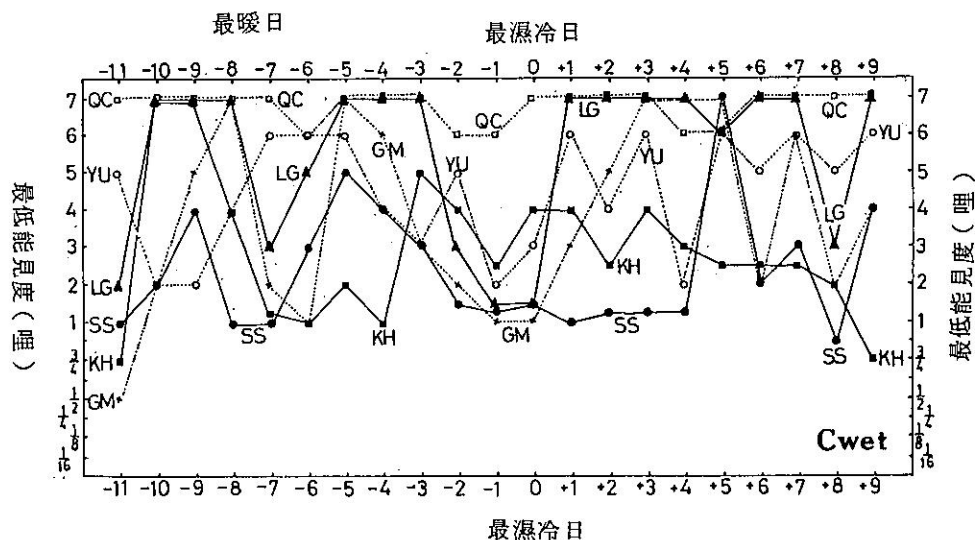


圖 16. 民國 68 年 2 月 23 日前 (—X) 後 (+X) 共 9 日之暖期的逐日氣象變化(a)最低能見度(b)最低雲幕高(c)最大陣風。

此時全省風微弱，一般說來馬公和花蓮之能見度較佳，部份地區僅偶有強風、風速則在 25 哩 / 時以下。

圖 17a-c 為濕酷寒之民國 60 年元月 31 日前後共達 21 日低於氣候值達 4°C 之冷期的逐日最低能見度 (17a)、雲幕高 (17b) 和最大陣風 (17c) 變化圖，這一冷期是研究期間持續最長的案例，最低能見度和雲幕高大致有正相關，與冷期之台灣波生成有關，可導致松山，中正 (桃園)、台中較低之能見度和雲幕，馬公能見度雖佳但雲幕穩定偏低且每日均有強風，大部分介於 30 ~ 40 哩 / 時之間。花蓮能見度均在 2 哩以上其雲幕最穩定以介於 1500 ~ 3000 呎居多，且均無陣風出現。



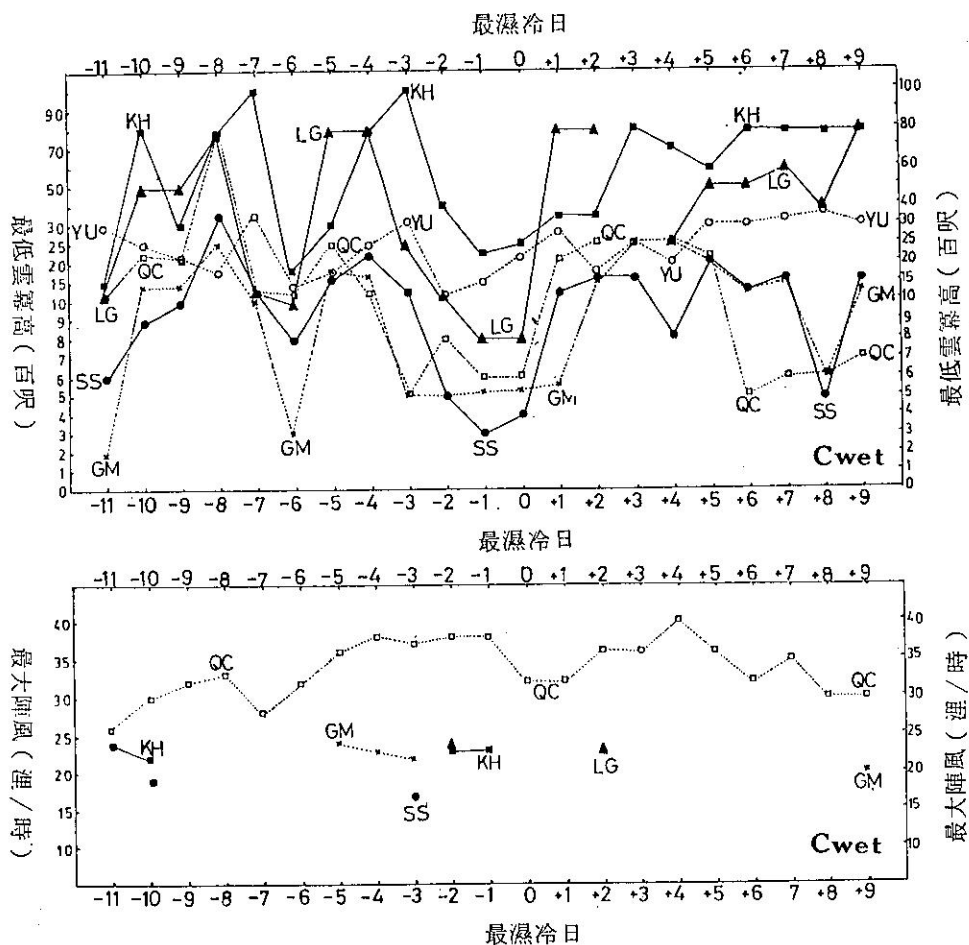
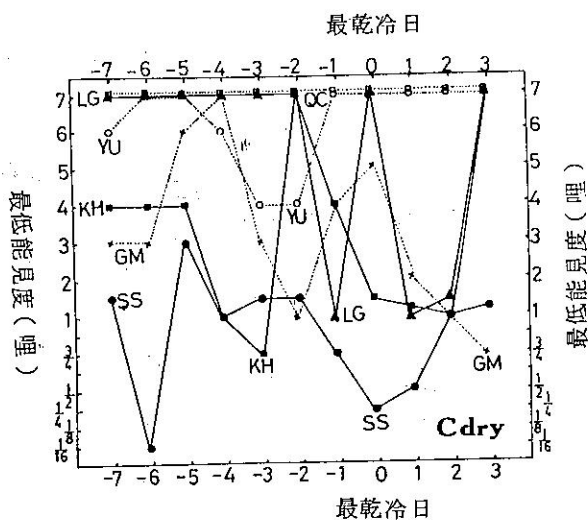


圖17. 民國60年元月31日前(-X)後(+X)共21日濕冷期的逐日氣象變化
(a)最低能見度(b)最低雲幕高(c)最大陣風。

圖18a-c為乾酷寒之民國60年元月10日後共達11日低於氣候值達 4°C 之冷期的逐日最低能見度(18a)、雲幕高(18b)和最大陣風(18c)變化圖。一般說來能見度除了台北曾低至 $1/16$ 及 $1/8$ 哩外均在1哩以上，構成雲幕以初期較顯大部亦在1千呎以上，至接近最低溫前後天氣非常良好甚致疏雲至碧空。最大陣風初期較顯，馬公每天均有並逐漸減弱中，此與大陸高壓減弱有分裂高壓出海有關。



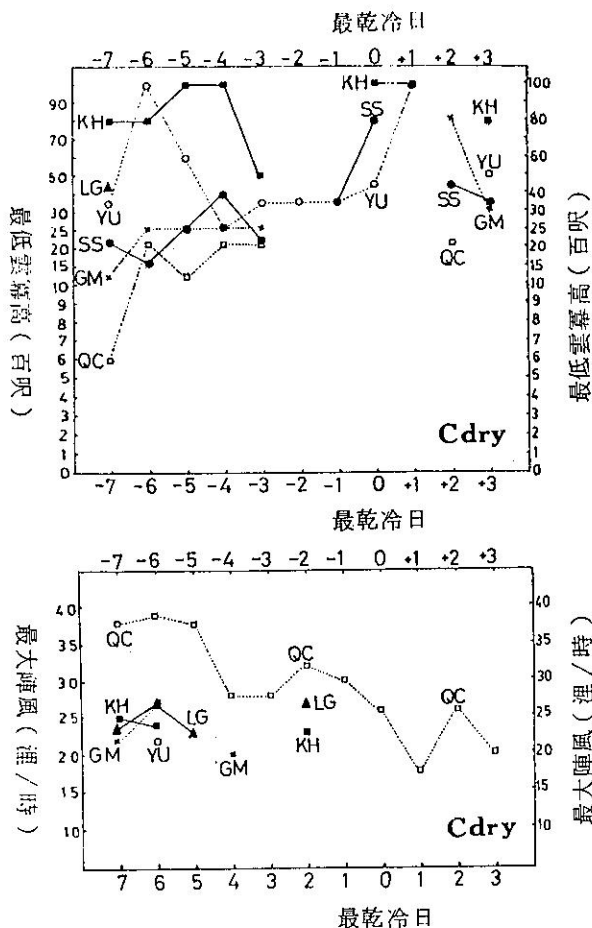


圖18. 民國60年元月10日前(-X)後(+X)共11日之乾冷期的逐日氣象變化(a)最低能見度(b)最低雲幕高(c)最大陣風。

七、等熵能量分析

很久以來氣象學者就知道，低壓是動能集中區，而當冷空氣南下時，其前方之低壓就逐漸加深，寒潮將到台灣時，日本附近低壓當迅速增強，即為一明顯例證。本個案期間亦有上述現象，唯較不明顯而已。為了充份了解冷空氣南下歷程，以及能量轉換之時空分佈，進而了解發展性氣旋之能量狀況，特做等熵能量分析如下。

根據：Agerholm, 1962, p. 101

$$K = \int_{V_0} f_0 k dV_0 = - \int_{V_0} \frac{1}{g} \left(\frac{\partial p}{\partial \theta} \right) \left(\frac{V^2}{2} \right) dV_0$$

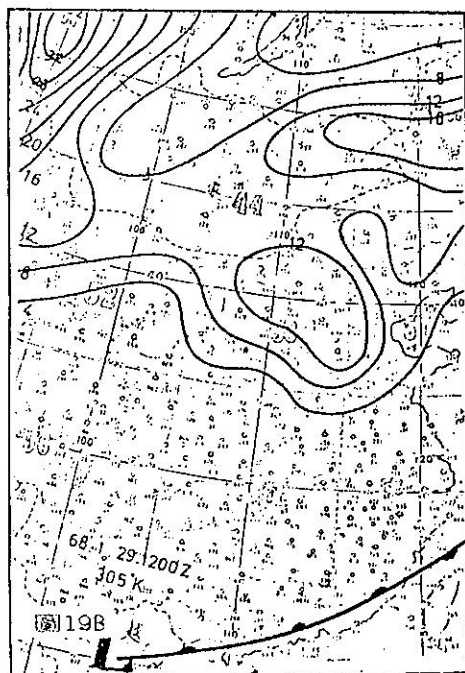
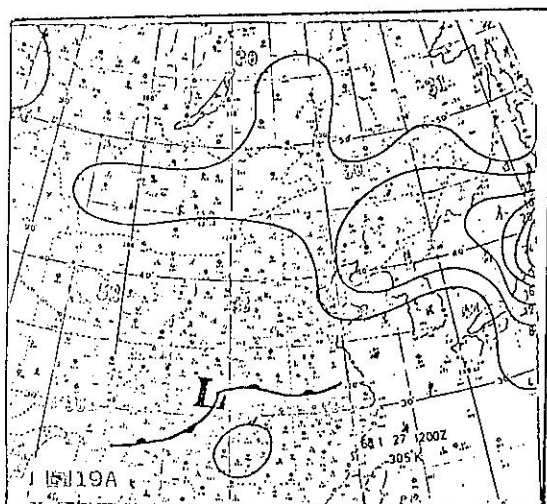
式中 $f_0 = -\frac{1}{g} \frac{\partial p}{\partial \theta}$; V = 水平風速 ; V_0 = 等熵面

容積。由而可知，某一等熵面上的動能(K)可由積分 $\int f_0 k$ 求得，即，在 $305^\circ K$ 等熵面上之動能可由積分

$$(\int f_0 k)_{305} = \frac{1}{g} \left[\frac{p_{310} - p_{300}}{10} \right] \frac{V^2}{2}$$

中求得。圖9即為此次寒潮期間 $305^\circ K$ 面上 $\int f_0 k$ 之分佈圖。由圖可見：

(-)在27日1200Z時， $\int f_0 k$ 集中區在日本北部，正與該處之地面低壓相配合。而在我國華中地區新生波動發生處，僅在波之南方有一4個單位的封閉中心，此中心正在700毫巴槽前西南風內。此一分佈狀況顯示該波動非由北來冷空氣所引起，與前



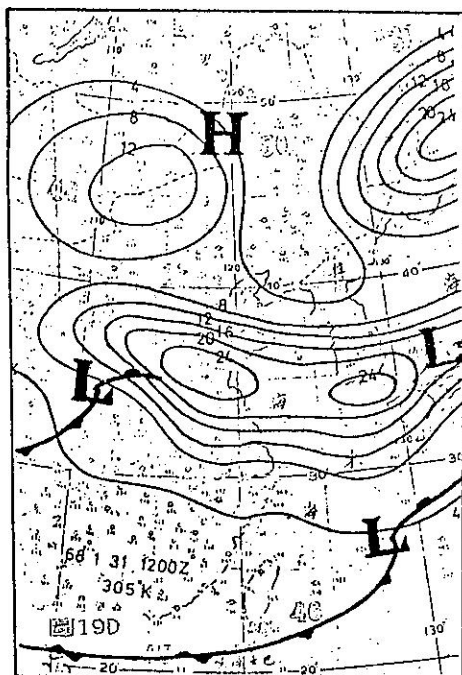
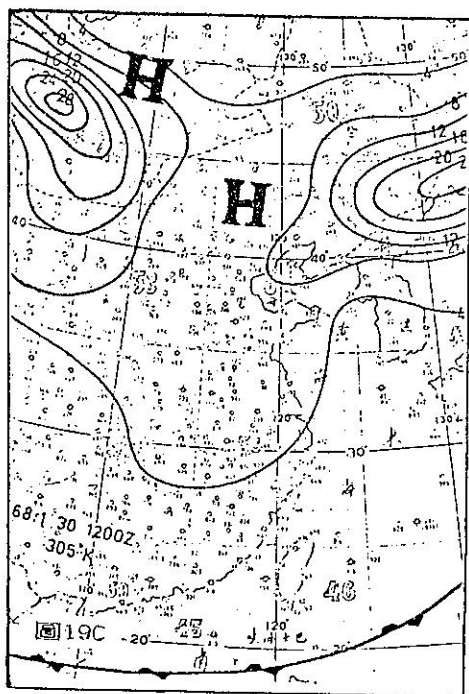


圖19: 68年1月27,29,30及31日1200Z之 $305^{\circ}\text{K } f_k (10^7 \text{ gm sec}^{-2} \text{ deg}^{-1})$ 分析圖。

文分析相符。

(二) 29日1200Z時，貝加爾湖西方之 f_k 顯著增加，與該地區內之高壓東移，而低壓移入之天氣圖狀況相符。在我國華北地區 f_k 亦顯著增加。

(三) 至30日1200Z，貝加爾湖西方之最大區已移至該湖南方，且軸線轉為西北東南向。此時，由 f_k 之分佈已可見移至日本北部之低壓中心將加深，且在我國大陸地區之西風帶已開始南移。

(四) 至31日1200Z時， f_k 最大區涵蓋我國華北至日本一帶，軸線呈東西向，顯示西風帶已達最南，此次冷空氣南下已達末期，其前方之低壓亦已難再發展。

(五) 圖中華北地區 f_k 之變化，代表該地區西風風速之變化。

由以上分析可見，原27日在華中之新生波於冷空氣南下，所帶動能輸入後始加強，而由計算式可見，此動能資源自噴射氣流，亦就是說，圖中幾大動能區代表噴射氣流之位置。如利用等熵軌跡 (trajectories) 追蹤，並計算相同面積內之動能，則不但可找出氣團源地，亦可計算其單位時間之轉換量 (conversion rate)，此點將於後續專文中報告之。

八、結 論

以十二年的隆冬溫度資料找出特別冷熱之個案，按性質分三大類製作合成圖，經分析伴同出現之氣象條件，吾人獲知：

1. 地面極地高壓在濕冷時最強，此時為台灣區寒潮爆發最盛期。異暖時高壓強度次之，但已有台灣區寒潮爆發之先兆，其機制為華東低壓向東北東方發展導致高壓脊沿 115°E 向南伸。乾冷時極地高壓最弱且已有分裂高壓在華東形成並可順利出海，為台灣區寒潮爆發之末期。

2. 濕度分布在濕冷時最大，有鋒面在台灣附近，低層為冷空氣其上爬升有暖空氣。異暖次之，台灣處於鋒前暖空氣中，自地面以上之空氣皆比本島溫。乾冷時最乾，該時鋒面已越過並遠離本省，台灣處於槽後之西北下沉氣流中天氣良好，由於氣團本身的低溫與夜間長波輻射冷卻形成較低的最低溫度，至白天地表直接受熱氣溫迅速回升，故日溫度差最大。

3. 經流風分析顯示在700mb面上爆暖型中華北以南至南海北部均吹南風，最大可達25哩/時。濕酷寒型最大北風中心在黃海北部，台灣區則為南、北風

的交界處。乾酷寒型時則與爆暖相反。北風可南下至南海地區，最大北風可達 20 哩/時。

4. 台灣區爆暖型的天氣與華西低壓生成發展關係密切，同時其阻擋鋒面南下常使天氣預測有誤失亦使鋒後之極地高壓有更強的發展常為更猛烈的寒潮爆發的先兆，陽明山地區冬季降雪與這種天氣圖型式關係密切，全省陰雨綿綿的天氣也因華西低壓南移至中南半島但仍與鋒面相伴有牽制作用有關。晨間低能見度和低雲幕是這種天氣型之特徵可低至 1/16 哩及 1 百呎，唯有顯著西南強風出現時，能見度會好轉。

5. 濕酷寒型之近地層台灣北側有北來氣流且有鋒面在附近，850MB 鋒面更穿過台灣，在高空圖上其西側高度較低氣流偏西，台灣北部的風隨高度順轉有暖平流，濕氣層厚故台灣區陰雨濕冷，逐時氣溫沒有顯著日變化，故日溫差甚小。其低雲幕較為一致，離島地區和台灣西北部比較容易出現強風，能見度雖較出現濃霧時為佳，但亦可持續在 1～3 哩間。

6. 乾酷寒時，整個北方冷空氣已南下低緯地區，華東地區分裂高壓形成並順利出海變性，東亞主槽在台灣東方建立，有顯著冷平流，台灣上空空氣柱最冷，因槽後之下沉作用天氣良好，台灣區之寒潮已至末期此時除松山偶清晨能見度稍差外，一般均佳，本島之強風不强且離島之陣風亦減弱中。隨著移動性高壓的出海變性，台灣區之氣層其溫度開始回升，新的鋒面再度在華中區醞釀生成中，導致台灣區域出現另一高溫暖期。

7. 由以上分析可見，寒潮不但在水平方向範圍很大，在垂直方面影響亦甚深厚，是以寒潮時 200 毫巴面上溫度場有極明顯之特徵，而冷渦之垂直結構亦極完整。在另一方面來看，此冷渦之發展與冷高壓是密不可分的，此點可由等熵動能 ($\int_0^k$) 之分佈及動態上獲得證明。因而冷渦及相關之能量轉換問題，尚待進一步研究之。

參考文獻

王崇岳 (1978)：台灣寒潮分析與預報，國科會

台灣地區災變天氣研討會論文集編，P.85～103。

王時鼎 (1974)：亞洲極地高壓生成發展與台灣地區寒潮中期預報，空軍氣象中心研究報告 007 號，PP.67。

王時鼎 (1976)：亞洲地形性擾動之性質及其與台灣地區冷季中期預報之關係～西藏高原部份～，空軍氣象中心研究報告 011 號，PP.56。

空軍氣象聯隊 (1970)：空軍天氣預報法則第四節寒潮，P.98～106。

空軍氣象聯隊 (1981)：桃園、東港、馬公探空定壓層氣象要素彙統表，PP.24。

吳宗堯、王時鼎 (1979)：1978～1979 年冬季季風實驗 (W-MONEX) 期間主要大氣現象分析，大氣科學，第 6 卷第 1 期，P.55～65。

俞家忠 (1978)：近年來國內寒潮研究之評介，國科會台灣地區災變天氣研討會論文集編，P.69～81。

陳泰然 (1977)：台灣地區主觀機率天氣預報之氣候參考值分析，台大大氣科學系研究報告 Prob-Fore-001 號，PP.84。

陳泰然 (1982)：冬季季風試驗期間異常暖期之綜觀分析，台大大氣科學系研究報告 NTUATM-1982～02，PP.85。

陳泰然、劉廣英、李金萬 (1982)：台灣北部地區冬季異常降水之氣候分析與個案研究，台大大氣科學系研究報告 NTUATM-1982～04，PP.67。

葉文欽 (1979)：冬季季風實驗期間寒潮、華西低壓及二者關係之分析探討，氣象預報與分析，第 81 期，P.33～50。

葉文欽、俞川心、黃幸彥 (1982)：台灣地區冬季異常氣溫天氣型之研究，氣象預報與分析，第 93 期，P.18～32。

葉文欽、陳泰然 (1982)：影響台灣地區冬半年天氣之低壓與鋒面之氣候特徵，台大大氣科學系研究報告 NTUATM-1982～03，PP.35。

葉文欽、呂國財、黃幸彥 (1983) : 台灣地區冬季異暖與酷寒合成天氣型之分析探討, 氣象預報與分析, 第 97 期, P.16 ~ 27。

劉廣英 (1979) : 台灣地區寒潮之三維個案分析, 氣象預報與分析, 第 79 期, P.1 ~ 10。

蔡清彥 (1980) : 台灣地區冬季季風及寒潮之個案研究, 台大大氣科學系研究報告, WMS - 01 號, PP.40。

蔡清彥 (1982) : 冬季季風實驗期間之寒潮個案分析, 台大大氣科學系研究報告 NTUATM-1982~07, PP.36。

謝信良、劉廣英 (1978) : 近年來國外寒潮研究之評介, 國科會台灣地區災變天氣研討會論文彙編, P.82 ~ 84。

Palmén, E. and C. W. Newton, 1950 : On the Three-Dimensional Motions in an Outbreak of Polar Air. *J. of Meteor.*, Vol. 8, pp. 25-39.

Hsieh, Y-P., 1949 : An Investigation of a Selected Cold Vortex over North America. *J. Meteor.* Vol. 6, pp. 62-64.

Petterssen, S. and S. J. Smebye, 1971 : On the Development of Extratropical Cyclones. *Quart. J. R. Met. Soc* Vol. 97, pp. 457-482.

Saucier, W. J., 1965 : Principles of Meteorological Analysis. The University of Chicago Press.

Bodurtha, Jr., and T. Frank, 1951 : An Investigation of Anticyclones in Alaska. *J. of Meteor.*, Vol. 9, pp.118-125.

Palmén, E., and C. W. Newton, 1969 : Atmospheric Circulation System. Academic Press New York and London.

Sechrist, F. S. and J. A. Dutton, 1963 : Energy Conversions in a Developing Cyclone. *Mon. Wea Review*, Vol. 98, No. 5, pp. 354-362.

On the Abnormal Weathers during Winter Seasons in Taiwan (II)

Koung-Ying Liu Wen-Ching Yeh

(Weather Wing CAF)

Hsia Cheng

(Central Weather Bureau)

Abstract

From the temperature data of Taipei that observed in 12 winter seasons (Dec. 1969 - Feb. 1981), we found some abnormal warm periods ($WT_{max} \geq 30^{\circ}C$ for 4 days and $WT_{min} \geq 20^{\circ}C$ for 5 days) and severe cold surges ($CT_{min} \leq 5^{\circ}C$ for 7 days and $CT_{max} \leq 10^{\circ}C$ for 11 days). The two contradictory phenomena, however, are quite different in many aspect but they are closely related. In order to understand the major factors which contributed to those abnormal conditions, pressures, heights, wind vectors, temperatures and dew point deficits of the pre-day's 1200 GMT SFC, 850 MB, 700MB and 500 MB weather charts are taken and are analyzed through a composite point of view. The rawinsonde data of Taoyuan, for the purpose of understanding the vertical structure and isentropic kinetic energy analysis, also studied. Some characteristic features are presented and concluded.