

國防科學——



台灣北部冬季陰雨天氣轉佳 預報法芻議

俞家忠

The Prediction of Improvement of Rainy Weather In Winter For Northern Taiwan

前言

筆者於去年所從事「台灣北部地區降水問題」之研究中，曾獲致對該地區預報降水之方法數則，此等預報法則，經驗與理論並重，如能於日常之天氣預報中，加以細心應用，效果每多良好。惟因限於時間，在該研究中未能進一步論及台灣北部冬轉雨後，可望於何日放晴。衆所周知，台灣北部冬季為一多雨季節，陰雨連綿達十天以上者，乃為司空見慣之事實，有時且可超過二十天者，例如民國五十年二月六日至二十六日，曾連續陰雨達二十一天。此種連續陰雨之惡劣天氣，其影響所及，大者對作戰計劃受阻，及飛行訓練無法實施，小者戶外活動受制，日常雜物易於受潮而導致腐爛，在在均使人深感苦惱與不便。因之，對台灣北部久雨後，天氣可望於何日轉佳一事，成為人們所最關切之問題。從事於天氣預報工作之氣象人員，如不能適時，適切予對方以準確之預報，必遭多方責難。如此，則不僅預報員之工作精神與工作情緒受到嚴重打擊，於心更有愧職責。筆者從事於實際天氣預報工作，已有十八年時間，且對天氣預報工作一向極感興趣與重視，平時對預報得失，事後均加以檢討記載，以備未來之參考。茲以筆者之淺見，將台灣北部地區冬季天氣轉佳之問題，加以研究討論，以期對將來此項預報工作，有所裨益。惟因學識淺薄，深恐弊端百出，祈賢達先進不吝指正。

形成台灣北部地區陰雨惡劣天氣之概述：

台灣係位於我國東南沿海一島嶼，幾呈南北走向，中間有高聳之山脈。就台灣北部而言，位於最尖端之大屯山，海拔高度為三六七二呎，至新竹宜蘭間，更高達七千呎左右。在冬季裡（十二、一及二月份），台灣多東北季風，亦即台灣為來自西伯利亞之極地大陸氣團所控制。當氣流未至台灣以前，其路徑呈東北偏北至西南偏南，甚至於南北走向。空氣南下途中，係穿越海面等溫線，從較冷區吹

至較暖區，以致下層空氣增暖增濕，如空氣不甚穩定，則當其抵達高約數千呎之台灣北部時，因地形迫舉作用，每易於成雲致雨，乃造成台灣北部地區冬季之多雨現象。造成空氣不穩定而導致下雨，不外乎界面交綫、槽前上坡，以及低層輻合等作所引起。

台灣北部地區陰雨天氣轉佳預報法之研究：

前面業已提及，台灣北部地區陰雨天氣之形成，除地形迫舉外，主要係由界面交綫、槽前上坡，以及低層輻合所引起。亦即台灣北部地區之惡劣天氣，係因界面到達，高空槽線過境，以及輻合氣流所造成。一般而論，此等因子有時相互作用，有時則單獨存在。如地面界面到達時，高空多有槽線相伴，則為相互作用之例。但有時高空槽線過境，却並無地面界面為其先驅，如南支槽（一般而論，南支槽係一熱力槽，經常從西藏高原東麓移出，有的則從印一帶移達）之單獨通過即為一例。此種單獨槽線（不包括幾與緯度平行之槽在內）過境，在台灣北部地區所引起之下雨天氣，一般為時甚暫，多在數小時之間，超過一日以上者不多。此種預報不難，根據大陸上華南地區，每三小時之天氣報告演變情形，即可求出該槽線之原來移動速度，再予以修正，而求出台灣北部地區之降雨起迄時間，故此處不加討論。又北部地區，冬季因單純輻合現象所引起之降小為數不多，故亦從略。茲就界面來臨，以及來自西北之高空槽線所引起之陰雨天氣轉佳問題，加以研究討論：

一、利用高空風導流槽線：

一般而論，冬季地面界面通過台灣時，高空均有槽線相伴。地面下雨範圍，視高空水汽含量之多寡而定，有時700mb槽線一過，雨即停止，有時則需500mb或更高之槽線通過，始可漸次好轉，一次界面到達，下雨範圍以何槽為界限，可從高空水汽

惠

惠

之分佈情形，及大陸上地面下雨情況，加以判斷決定。進而預報該槽線之過境時間，即可決定台灣北部之天氣轉佳日期。關於槽線之移動速度，可以垂直於槽線上之分風速導流之。亦可以槽線和脊線間之最大風速，取其值之四分之一，作為導流槽線之用（其實際導流方法及例子說明，已於「台灣北部地區降水問題之研究」一文中有所評述，該文刊於氣象預報與分析二十九期）。惟根據渦旋原理公式：

$$\frac{fV}{D} = K \quad (\text{式中 } f \text{ 為地轉偏向參數，} V \text{ 為相對渦旋，即 } V = \frac{V}{R} + \frac{\partial V}{\partial N} \text{，前項為曲率，後項為風切，氣旋型風切為正，反氣旋型風切為負，} D \text{ 為空氣柱高度，為常數})$$

，當槽線自西北向東南移動入海後，因緯度減低，地轉偏向參數減小（因地轉偏向參數為 $2\omega \sin \phi$ 故），而空氣柱勢必增高（因陸地總比海面為高），故渦旋必增加，槽線乃加強。槽線既經加強，移動速度減慢有時並作停留。此可從台灣北部地區（為易於統計起見，以台北為準）天氣轉佳時間，達較馬祖落後獲得證明。按馬祖位於台北西北方，兩地相距約一個半緯度。一般而論，大陸上冬季槽線之平均移動速度，每日約為四至六個緯度。如以每日移動四個緯度計算則在無其他原因之情況下，槽線應於通過馬祖九小時後越過台北，亦即馬祖天氣轉佳後九小時，台北天氣應轉佳。但證諸實際天氣情形却並不然。筆者曾將過去十一年之逐時天氣資料，加以整理統計後，發現馬祖天氣轉佳後，台北天氣未必轉佳。其中原因，當然與槽後西北氣流所達之緯度有關，蓋馬祖所在之緯度較台北約偏北一個緯度，有時槽後之西北氣流僅及北緯 25° 以北之地區，其影響所及，只限於馬祖及其以北地區，故馬祖天氣已轉佳，而台北仍陰雲密布甚至於有降水發生。茲將槽後西北風抵達北緯 20° 以南之情況（華南沿海天氣均已全部轉佳），馬祖及台北天氣轉佳之時距列表於后：

冬季馬祖及台北天氣轉佳時距統計表

類別	月份	時距 (小時)		
		十二月份	一月份	二月份
最長		53	96	60
最短		10	12	9
平均		20.7	25	19.6

(資料時間：民45年至55年共十一年)

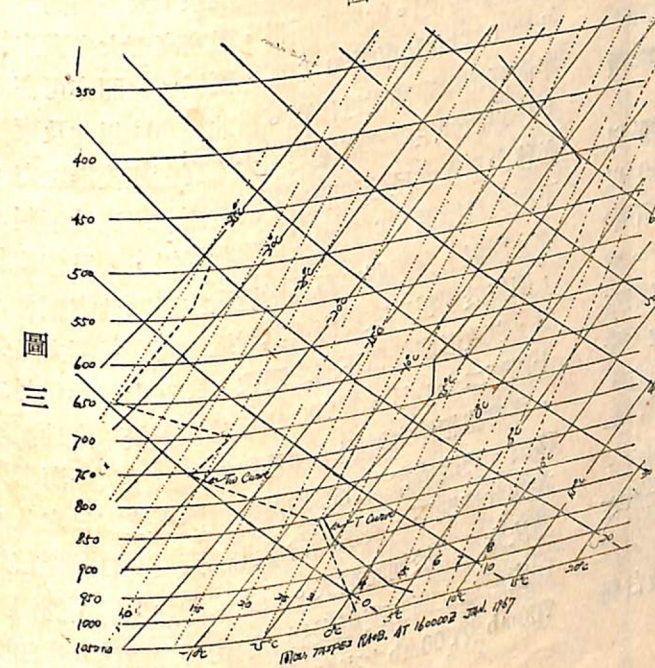
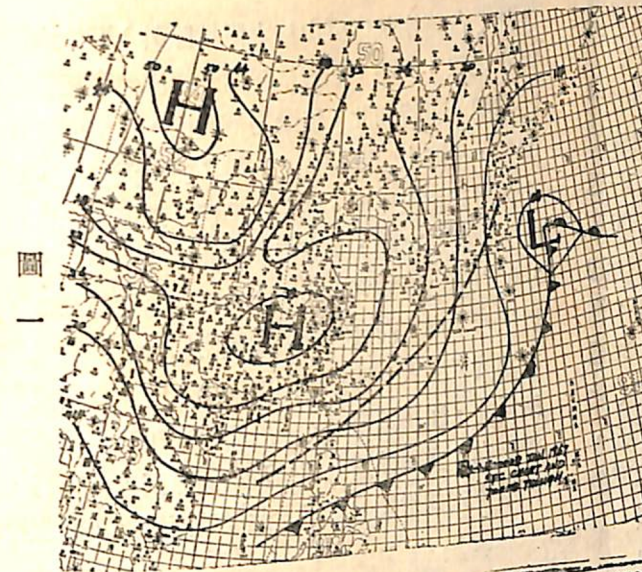
從表中獲知，馬祖及台北天氣轉佳之平均時距，最長及最短時距，均以一月份為最久。蓋一月份為冬季之鼎盛時期，槽線強度最強，空氣最冷及西北氣流下達緯度最低之故。在此種情況下，除槽線入海因渦旋增加所導改之強度增強為原因外，尚有另一重要因素。即當強烈寒潮抵達台灣及其附近海上時，低層東北氣流之厚度，一般均在五千至七千呎左右。在此高度以下，溫度隨高度之增加而減低。在此高度以上，至一萬二千或一萬四千呎間，溫度隨高度而增加，亦即有逆溫現象。此種逆溫對地來說，初為界面逆溫（界面通過不久），後來因西北氣流之到達，即變為下沉逆溫。此種逆溫層下方之東北氣流，當其自北向南經過海面，且由低溫吹向高溫，因渦動關係而吸收若干水汽。同時因低層空氣溫度很低，最大飽和水汽含量稀少，從海面吸收些微水汽，即可達到飽和現象，遂形成海上地區逆溫層下方之大量雲層。茲舉一例，加以證明：

民五十六年元月七日晚間，有一冷面通過台灣，造成東南沿海及台灣北部地區之普遍降水。當界面移至巴士海峽後，強度漸減弱，同時700MB槽線已移離大陸而入東海，故馬祖天氣於元月十二日0400H轉碧空。此種良好天氣共持續三十一小時，至十三日1100H因第二股冷氣空氣南來，風速再度增強，始轉變陰雨。台灣北部則一直維持陰雨，而未見轉佳。至元月十五日0600H馬祖雨停止，同日1100H轉為碧空。台北市於元月十五日1600H停止下雨，至元月十七日0100H台北始由密雲轉疏雲。馬祖與台北天氣轉佳之時距三十九小時。查此次界面南下，勢力相當強，界面後之高空槽，每日以六個緯度之速度向東南移動，入台灣海峽與東海後，因強度之速度減慢至每日四個緯，至元月十七日0800H (0000Z)，高空700MB及500MB槽線均已移至琉球附近海面台灣海峽及台灣地區均位於槽後西北氣流中。此時地面分裂高壓中心位於江西境內，其強度1029MB，在北緯 30° 以南地區，如此強大分裂高壓，已屬少見。此時低壓中心已移至日本東部海洋上，其冷面自中心向西南延伸，經菲律賓北部至南海，對台灣地區已無影響力（如附圖一）。從此時之地面圖及高空圖觀之，在正常情況下，台灣地區，台灣海峽，以及東海南海等，毫無疑問應屬良好天氣，但事實却並不然。由元月十六日十一時四十六分三十五秒，本中心人造衛星觀測站

所攝之雲圖分佈照片（如附圖二），獲知整個海面上空均陰雨密布（圖片上白色部份表示有雲，黑色表示無雲），沿海岸線雲之分佈極為明顯，東京灣裡之雲亦極清楚。大陸上則晴空萬里，天氣異常良好。

茲再就元月十六日0800H (0000Z) 由台北施放之探空，測得北部地區上空之實際大氣情形，加以分析說明（探空如附圖三）：自地面至五千呎，溫度隨高度而減低，溫度遞減率極大，幾接近乾絕熱遞減率。自五千呎以上，溫度則隨高度而增加，除一萬至一萬二千呎之層次外，此種溫度逆增現象，竟高達二萬呎左右。從露點（圖中之虛線）之分佈情形，知五千呎以下，空氣混合比為2.2克/克，（平均數，亦即一千克之乾空氣中，含有三又五分之一克水汽，如將其化成吾人常用之每平方厘米克數，則可利用公式： $M = \frac{1}{g} \int_{p_0}^p w dp$

$= \frac{1}{980} \times 3.2 \times 170 = 0.56$ 求出五千呎以下空氣中之水汽僅為每平方厘米零點五六克，尚不足平日良好天氣（指冬季平均而言）之半數。惟因空氣溫度很低，最大飽和混合比僅有3.8克/克，故五千呎以下之平均相對濕度已達85%，在接近五千呎之逆溫層底，空氣幾已達飽和，因之形成雲層。台北上空之空氣，均從海上移來（不管從東北來或自北來），故可代表當時海上空氣之一般特性（實際上，空氣自大陸移來，經過海面吸收些微水汽，低雲略加變性而已）。因之，由人造衛星觀測站所測得海面上空之密雲現象，與理論完全相符。關於此種海上雲層之雲頂高度，雖從人造衛星所觀測之雲圖照片上獲得顯示，但由圖(三)之探空曲線中，知五千呎（逆溫層之底）以上，其溫度露點差極大，相對濕度頗小，空氣異常乾燥，蓋此種逆溫層，係由西北氣流下沉所造成，空氣極為穩定，來自海面之水汽，僅能傳遞



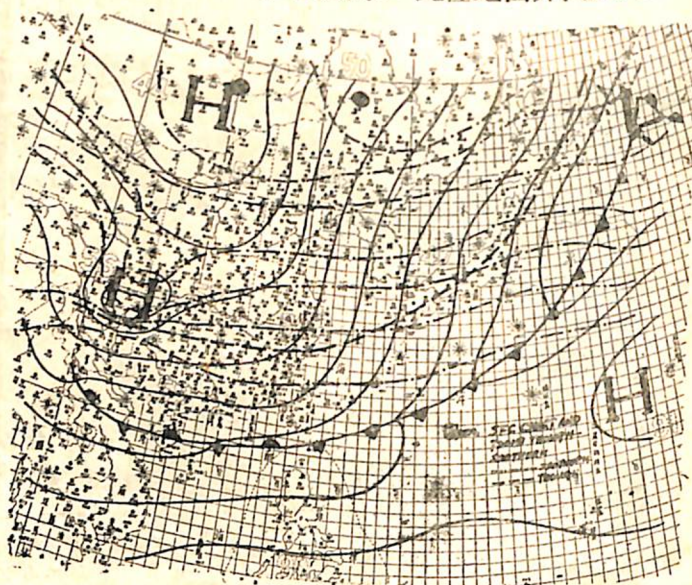
至逆溫層底。因之，可以斷言，雲頂高度多在逆溫層底附近，亦即在五千呎左右。

前面業已述及，此次寒潮過境所造成之惡劣天氣，馬祖於元月十五日1100H先行轉佳，如根據當時高空槽實際移動速度為每日四個緯度計算，則馬祖與台北天氣轉佳之時距為九小時，即同日2000H台北即應轉佳至碧空，若按統計所得之元月份平均時距而論，台北亦應於元月十六日1200H轉好，惟實際情形，却延至元月十七日0100H始轉佳，此種遲緩現象，當受海上之雲層影響無疑，蓋台北（北市尖端及西北部近海之地區均包括之）離海極近，兼之地形迫舉作用，所以雲層遲遲消失。在此種情況下，欲預報台北天氣何時轉佳，首先應從預報海上雲層消失着手。關於此問題，由於本中心人造衛星觀測站成立伊始，資料極少，尚有待於蒐集更多之是項雲圖照片，作更一步之研究。目前在未獲得確切之海上雲層預報方法以前，可由高空圖上之溫度及風場之分佈情形，決定槽後西北氣流下達之緯度，進而以導流方法，預報槽線移動速度，求出槽線通過台灣北部之時間，再視馬祖天氣轉佳之實際情形，並考慮槽線之強度，及馬祖與台北天氣轉佳之平均時距，即可求出台北天氣轉佳之大概時間。有一點值得注意，當槽線愈強，西北氣流亦強，因南下衝勁大，低層東北氣流必強，因之低層渦動大舉，自海面所吸收之水汽亦較多，兼之北部地形迫舉作用，北部地區雲層消散之時間，必較得自統計之平均時距為久，馬祖與台北天氣轉佳之時距，大多在三十小時以上。

二、以高空圖上印度附近高壓之增強為象徵：

有時，當高空槽線之上半段已移至東經135°以東，而與其相伴之低壓中心，更已移至東經140°以東之地區，或位於鄂霍庫次克海裡，但槽線之下半段，則橫貫於華南地區，其走向幾與緯度平行。槽線之北方為西北或北來氣流，槽線南方則為西南至西氣流。一般而論，此兩種南北氣流勢均力敵，沿槽線形成一極其顯著之輻合帶。此種槽線之北方，空氣冷而乾燥，槽線之南方，空氣暖而潮濕，一般在850MB層，有時甚至在700MB或更高之層次，空氣幾達飽和。此時地面圖上之情況，界面大多在巴士海峽，界面坡度多在1/80—1/100之間，使位於地面界面及高空槽間之區域——華南地區及台灣

北部（台灣南部因受山脈之阻擋除外）發生大範圍降水現象。同時，因為槽線南北氣流強度相當，有時向南，有時向北，移動均極緩慢，且偶而呈停留狀態，故降水時間較久，一般多在五天左右，超過十天者亦司空見慣。在此種情況，地面圖上四川境內有微弱冷高壓，主高壓多在北緯40°以北、東經120°以西之區域700mb圖上大陸地區之等溫線，多呈東西走向，而且等溫線比較密切，北平與台北間之溫度梯度大。四川境內等溫線走向，有時更會向南彎曲，顯出低溫區。一般而論，700mb層之等溫線走向，多與該層上橫槽及地面界面互為平行，其標準型式如附圖所示。此種地面界面及高空槽線



圖四

之緩慢移動，或呈停留狀態之現象，大多由高空阻塞高壓所引起。就經驗所得，阻塞高壓大多發生於北緯50°以北及東經90°以西之區域，偶而亦可在太平洋阿留申羣島附近出現。當北緯50°以北及東經90°以西發生阻塞高壓時，大陸高壓無後推之力，必移動緩慢或呈停留狀態，高空西北氣流被牽制，下衝力量微弱，以致高空槽移動緩慢，或呈停留狀態。同理，當阿留申羣島附近發生阻塞性高壓脊時，使位於鄂霍庫次克海或其附近之高空低壓去路受阻，以致形成停留不前之現象。民五十六年元月二十四至二十八日，當700mb槽線橫貫於華南地區時，與槽線相伴之低壓，即停留於鄂霍庫次克海未見移動，乃造成台灣北部地區連綿陰雨達五日之久。在如此情況下，要預報台灣北部天氣何日轉佳首先應決定橫槽於何時消失。根據筆者之淺見，認為與印度附近之高空高壓發展，有密切之關係。當印度700mb或500mb之高壓增強時，必向東北擴展，由

於溫度較高之西南氣流向東北伸展之結果，遂形成一顯著之溫度脊，繼而形成高壓脊。當此顯著之高壓脊伸至北緯40°時，高壓脊之右方（背向高壓中心）形成較強之西北風。此種西北風因係源於印度，本身溫度既高，兼之越過喜馬拉雅山後，空氣中之水汽大部份業已釋放，故其秉性溫暖而乾燥。當其抵達中國疆域後，可使原存之南北溫度梯度漸次減弱，使700mb層之等溫線走向，由東西轉變為東南至西北，甚至於東南偏南至西北偏北，於是使位於西北氣流下游之華南地區橫槽消失。槽線既經消失，兼之普遍增溫，陰雨天氣遂相繼轉佳。是此種情況下，良好天氣自大陸開始，然後漸次向東擴展，故可藉分析大陸上雲雨區域之變化情形，求出良好天氣每三小時之移動速度（因吾人僅每三小時收一次報告），再予以前述台灣北部地區陰雨轉佳時之修正，即可預報出天氣轉佳之時日。惟需間遲緩之修正，在此種情形下，馬祖與台北間天氣轉佳之時距，一般均較平均時距為短。

三、利用東海發生較深之氣旋波為線索：

一般而論，發生於東海之氣旋波，以春季（三至五月份）為最多，冬季較少。然此種發生於冬季之東海氣旋波，如能獲得良好發展，則可使原存之台灣北部陰雨天氣提早轉佳。蓋東海裡之新生氣旋，獲得足夠能量加深後，自地面至高空均有顯著之氣旋環流，位於其後方之台灣北部地區，此時必吹西北風，可使原滯留於華南及台灣北部地區之潮濕空氣，隨西北風向東南輸送，並將引來北方之乾燥空氣，故可使該等地區之天氣轉佳。惟需注意者，此種天氣轉變，與發生氣旋波之位置有密切關係。如發生位置過低（低於台灣北部所在之緯度），則如發生位置過低（低於台灣北部所在之緯度），則台灣北部除近中心吹東北偏北風外，稍後即轉為東北至東風，此種氣流通過海面時間較久，水汽較豐沛，利於下雨。同時，因缺乏西北風，北方之乾空氣無由下衝，故天氣難望轉佳。

關於氣旋之生成，與高空槽線有密切之相關。此外，在高空圖中，尤其是850mb層，注意其溫度與風場之變化情形，亦可獲得氣旋波生成之線索。一般而論，在溫度場中，風自低等溫線吹向高等溫線，而風速漸減時，可有界面生成。反之，亦可有高等溫線吹向低等溫線，而風速漸減時，亦可有界面生成。根據經驗，特別在850mb層上有顯著之冷氣和暖氣時，氣旋波更將快速形成。氣旋波生成後，是否能發展，又與高空圖上等高線之形式有關。

如氣旋波上空700mb之等高線，呈氣旋型彎曲式具有氣旋型風切，則此波將變為不穩定波而加深。反之，如氣旋波上空700mb之等高線，呈反氣旋型彎曲或具有反氣旋型風切，則此波將變為穩定而填塞。惟一日僅繪二次高空圖，應用上實嫌不足，為補救此種缺陷，吾人可參考應用沖繩所施放之每日四次高空資料。如果台灣東北部近海上已有氣旋生成之跡象，再發現沖繩一萬五千呎以下之風速增強，而且溫度亦顯著增高，則表示位於暖區之暖空氣活躍，則東海裡之氣旋波必迅速加深。氣旋一經加深，環流旋轉迅速，冷空氣即可乘機南曳。此時有一顯著現象，即台灣中南部風速普遍增強，常達每小時二十海里以上，並有霾及吹塵發生。根據筆者過去所獲經驗當在台灣東北部近海上發生氣旋波並見增強時，則勿論何種因素所造成之台灣北部陰雨天氣，可望於二十四至三十六小時內轉佳。

結 論

- (一)、一次界面到達，可先分析高空圖上之溫度露點差，藉以瞭解高空水汽之分佈情形，再與大陸地區之實際下雨情況加以比較，即可決定地面下雨以何層高空槽為界限，進而根據高空之溫度及風場之分佈，決定槽後西北氣流下衝之緯度，然後利用垂直於槽線之分風速，或以槽線和脊線間之最大風速四分之一值，導流該槽線，再予以槽線進海峽因加強而減速之修正後，求出槽線通過台灣北部地區之時間，進一步參考冬季馬祖及台北天氣轉佳之平均時距，求出台灣北部地區天氣轉佳之大概時間。
- (二)、強烈寒潮通過後，其槽線後之西北氣流必強勁南下衝力大，低層東北氣流亦較多，故海上地區之空氣，於逆溫層之下方，有大量雲層發生，台灣北部地區消失此種雲層之時間，必較得自統計之平均時距為久，馬祖與台北天氣轉佳之時距，大多在三十小時以上。
- (三)、由地面界面停留於巴士海峽，高空槽線橫貫於長江流域或華南地區所造成之陰雨天氣，如發現高空圖中印度附近之高壓增強，溫度脊向東北擴展，則橫槽將消失，台灣北部天氣可望於四十八小時轉佳。
- (四)、不論何種原因所造成之台灣北部陰雨現象，如東海（限於台灣東北部海上）裡有氣旋波生成，並能獲得良好發展，則天氣可望於二十四至三十六小時內放晴。（完）