

十年來氣象學之進步

竺 可 楨

二十四年四月七日在第十屆氣象學會年會演講。原稿已加修改。

今天是氣象學會第十屆的年會，本應該在去年秋季開的，但因為要和第二屆氣象會議開在一起，所以遲延到於今。十年的時期並不能算很長久，但氣象學在此期間已有了長足的進步。重要的發展是在下列的四方面上：（一）高空的組織（二）極面學說的發揚推廣（三）長期預告的發展（四）氣團分析方法的應用。

（一）高空的組織 在十九世紀的末葉，法國德山郎特包 Jeisserenc de Bort 發現空中氣溫並非一直向上遞減，到了相當高度，氣溫遞減即行停止。最初德氏名此上層高空為同溫層，而下層高空則稱對流層 Troposphere，後來曉得上層高空的溫度並非絕對相等，所以又改稱平流層 Stratosphere。平流層離地面的高度，在歐洲從九公里到十二公里，我國長江流域從十二公里到十六公里，赤道上面則高至十七八公里。平流層的溫度在乎攝氏零下五十度到八十度。

十二三年以前氣象學家統尚相信空中的氣體分配，是依照達爾東公式的，重濁者下沉，清輕者上浮，所以一直到最近氣象學教科書中，統說離地面八十里的高空，只有輕氣而無淡養等氣體。到了民國十一年，英國林德曼 Lin-

de mann和度白生 Dobson 發表了他們『以流星推測高空之氣溫與密度』一文，斷定離地面六十公里的高空氣溫達攝氏三十度左右，簡直和地面炎夏時一樣暑熱，把從前高空氣溫結構的理想打破了，並且從此也可以瞭解從前所不能說明的一樁事。二十世紀初葉從砲火聲浪的傳達，發現了無聲帶的存在。往往遠地可聞砲聲，而近地反而聽不到。一直到民國二十二三年間，英國諾威均曾試驗證明這無聲帶的存在。這又表示高空氣溫甚高，可以把遠處聲浪反射到地面來，而證明林德曼和度白生的理論。

林德曼和度白生不但指出高空氣溫之高，而且說明其所以然。他們以為在拔海三四十公里的高空中，臭養的成分比較多，臭養能吸收日光輻射中的紫外光綫，因而增進空氣的溫度。此說理由的正確雖已為一般氣象學家所公認，但日光紫外綫為量不多，吸收而後恐尚不足以掃除高空之寒氣。八十公里以上高空的狀況，可用極光的光帶作為研究的資料。極光中大多數的光帶，是由于淡氣。祇有綠色的光帶、為昔人所不能斷定，到了民國十四年，才由馬克倫 Mc Lennan 證明是單原子的養氣所成。極光的高度可自八十公里直到八百公里，但將極光光帶的分析，可以斷定高空沒有輕氣和氮的存在。一直到空氣的極限，他的成分仍是養氣和淡氣為大宗。

(二)極面學說的發揚和推廣 極面學說是歐戰末期諾威氣象學家白裘克銀父子V. Bjerknes and J. Bjerknes所創立的，這個學說的重要點，最初發表于小白裘克銀J. Bjerknes 所著的兩篇文章裏。第一篇是民國七年出版

的『風暴的結構』On the Structure of Moving Cyclones，第二篇是民國十一年出版的『風暴之循環及極面學說』Life Cycles of Cyclones and Polar Front Theory（按此文白氏與 Solberg 合著）。所以在民國十一年極面學說已經是規模相具了。近十年來可稱是極面學說發揚開拓時期。應用方面由歐洲推廣至北美洲與亞洲，理論方面也有若干的修正與增加。如民國十五年德國司徒威 Stuve 證明冷面有滑上面 Up Slide Surface 與滑下面 Down Slide Surface 的分別。冷面的結構經英國吉勃萊 Giblett 的研究而愈明晰。民國十九年白裘克銀氏發現垂斃的風暴，其上端熱空氣雖被冷氣流所包圍，而囚錮線可由風暴的後面襲來成一副極面，而使風暴復活，這種形勢稱為突圍囚錮 Bent back Occlusion 能降大量的雨水。風暴之生成和分解，其種種步驟，雖尚不能完全瞭解，但最近數年來經諾威的彼待爾生 Petterssen 和貝吉龍 Bergeron 的研究，也有顯著的進步。

（三）長期預報的進展 長期預報若能精確，給與人生的利益極大，譬如長江流域民國二十年的水災和民國二十三年的旱災，若於六個月或是三個月以前能預先知道，農夫和水利工程家就可早期預備，若成為災荒，也不至於過去這樣嚴重。用行星的位置或是動植物的行動變化來預告水旱是完全不可靠的。目前氣象學家根據作長期預告的方法，不外乎兩種，一是用週期法，二是用相關係數法。週期法的種類亦很多，最著的是三十五年週期，十九年週期，和十一年週期。其中三十五年週期和十一年週期統與

日中黑子有關，但雨量 and 溫度的遞期極為複雜，沒有像日中黑子週期那麼簡單。據日本矢崎的研究，日本的旱災在十九世紀見于日中黑子最多的年份，到了二十世紀又見于日中黑子最少的年份，這樣捉摸不定，難以作確實的根據。所以近十年來氣象學上長期預告的進展，在於相關係數方面。就是依據過去某地方的雨量或溫度，和三個月或六個月以前其他地方天氣的關係，然後選擇關係最密切的，來作預告的張本。用這方法年代必須長久，短期的相關係數，是不可靠的。對於近年研究長期預告最有貢獻的，要算前印度氣象局局長華克 G. T. Walker。他在全球上選出了三十二個活動中心，(Centres of action)把各「中心」每季的雨量溫度和氣壓歷年的變遷，和其他各活動中心同時前一二季的和後一二季的雨量溫度和氣壓均作成相關係數。用這個方法他發現了世界有三個獨立的天氣樞紐，每個樞紐所屬各地的天氣是有連帶關係的。這三個樞紐即是北太平洋樞紐，北大西洋樞紐和南方樞紐。但北太平洋沿岸各地如我國的天氣未必屬於北太平洋樞紐，這分配很複雜，須用圖表才能表示出來的。

(四) 氣團分析方法的應用 歐戰以後，極面學說雖已風行於一時 但在天氣圖上預告的根據，還是要依賴低氣壓和高氣壓的分佈，這種方法是以經驗作背景，但往往地而上同一種氣團的分配，而未來的天氣有晴雨的不同，因此天氣預告常有失敗。到了民國十七年諾威氣象學家貝吉龍 Bergeron 發表了他『氣團分析』的傑作，天氣未來的變動，乃可以理性來解釋，而不必全賴於經驗了。所謂

極面乃是寒熱不同兩種氣流相遇而成的，這兩種氣流相接觸，熱者輕而上升，冷者重而下沉，因而造成風雲雷雨，一直等到熱空氣盡浮在上面，冷空氣盡沉在底下，空氣回復平衡狀態的時候，風暴即行消滅。所以要曉得什麼地方將有風暴，祇要調查什麼地方有冷暖二氣流將有接觸的機位即行。這理論雖很簡單，而實行起來却有困難，因為熱氣流從赤道附近來的，冷氣流是兩極附近來的，當這種氣流到溫帶裏，因為受了地面的影響，面目已非故我。從北方吹來的未必一定是北極氣流，溫度高的也未必一定是熱帶氣流。所以單從地面上的風向溫度等觀測，並不能斷定那是赤道氣流，那是兩極氣流，一定要到一千公尺以上，從溫度濕度的觀測，才能決定。這樣一來單靠地面的觀測是不行的，一定還須用飛機或氣球風箏來探測高空的狀況。所以近年來英德諾威的氣象台每日均派飛機上升以測高空的狀況。美國在民國二十二年尚祇有一二隻飛機專門探測高空，到了二十四年就增加至二十餘隻。天氣圖的形式近數年來也大改變了樣子，而天氣預告，尤其是短期預告，比前進步多了。

參考書籍和雜誌

(一) F. J. W. Whipple "Progress in Knowledge of the Upper air" 英國自然週刊民國二十四年五月四日出版六九八頁至七〇二頁

(二) E. Gold "Fronts and Occlusion" 英國皇家氣象學會季刊民國二十四年四月號第一〇七頁至一五七頁

(三) G. Walker "World Weather" 美國氣象雜誌民國十七年五月號一六七頁至一六九頁

(四) C. W. B. Normand "Present Position of Seasonal Forecasting" 英國皇家氣象學會季報 民國二十一年一月號第三頁至七十頁

(五) T. Bergeron "über die Drie dimensional Verknüpfende Wetteranalyse" 諾威氣象研究所集刊五卷六號民國十七年出版

(六) D. Brunt "Physical and Dynamical Meteorology" 第十八章極面與風暴之關係民國二十三年英國劍橋大學印刷所出版