

### 八、北半球冬季之大氣環境

由上節所得之溫度圖，我人已有端倪可描繪出環流之概略型式。若再用少量具代表性而分布均勻之風向，則此工作更易着手。茲將歷年觀測所得之十八次雲向代表風向與溫度、配合而繪成如圖11之火星流線圖。此圖之繪成主要係根據溫度分佈場，儘量利用每一風向，且使兩者配合，並遵循一般氣象學原理。僅當無所適從時，方以臆測之氣流型式補足之，惟此種情形，在此圖中所佔比例甚微。又此圖既從經過簡潔化之溫度圖衍來，當屬一種平均圖性質。雖然此上亦有暫時性之體系（如面系）。此係利用各個別之風向所含之意義分析添加于上者。此圖更無法註明其屬於大氣之何一層，蓋其溫度屬地面，而風則又係根據具有相當高度之雲向而來。要之，與地球上之海平面天氣圖，庶幾近之。

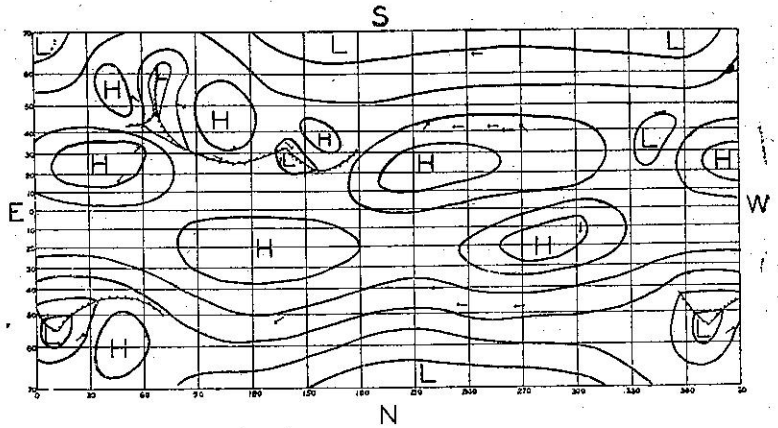


圖11最足令人注意之處，即其與地球上天氣圖之相似性。讀者或以為因分析者囿於習慣而無意中自然繪成此種型式。然我人苟對風細究一番，應知不論分析者之為主觀抑客觀，此圖確無法另改其他型式。試觀兩半球上之西風帶容有寬窄之別，然其存在則不容置疑。我人亦有充分理由繪出南北一雙亞熱帶高壓帶，並將之繪成隔斷而各自獨立之高壓形式。南半球中分析之兩個氣旋，係根據顯明之風變而繪。其一為同時觀測到之資料，一為前後相連兩夜之資料；故除非放棄此種寶貴風之資料不顧，否則實無理由不將此種顯然之風變分析為氣旋。雖然，我人亦承認圖11中面系之加繪不無臆測成分在內。

另有一事頗饒興趣。在35°S緯度，345°經度處之氣旋式環流，亦係根據實測得之雲向而分析。因在該緯度處，按理應為西風，而今偏為東風。初分析時不禁疑其無代表性或根本錯誤。繼思此地正為前節提起之反常高溫區，則豈非火星上「熱低壓」之一大佳例。又雲向之測得在1894年而溫度之測定則在1926年，其持久性表示該處必有地域性異狀，或屬地形，或屬土壤特性，使夏季能致高溫而形成熱低壓。在夏季中，此一區域色澤每較黯淡，此亦產生高溫之徵；而在其他季節，此種黯斑即完全消失。我人仍願在其他季節能用同法再加測量溫度一次，以證明此高溫區是否隨季節性而消失。

### 九、火星與地球環流型式之異點

討論至此，我人之重點均置于兩行星上大氣環流之相似點。此則由於兩者之自轉率，軸之傾斜度均甚相近之故。捨此而外，可影響環流型式之因素尚多。如地球之有海洋、高山，火星則無。火星水汽含量極少，地球則甚豐。又如火星之一年等於地球之兩年。此皆兩者之異點。

火星地表遠較地球者為規律化，故其天氣亦必較為規律。火星上水汽含量幾近於無，使入射及出射正常，不若地球之為水汽吸收現象所擾亂。而大氣之運動，究其根源，乃此種輻射現象所操縱。是以此點亦足導致環流型式之規律化。迴觀上文，如圖11中所用之資料來源，每為相隔若干年者。以地球之常例觀之，早無拊集一起研究之價值。然我人以其來之匪易，姑仍將其拊集研究，而竟能得既相符又合理之結論者，寧非由于火星上環流之具有極大規律性哉？

茲討論火星年長一倍之影響又將若何。地球上環流之原動力，主要由於赤道與兩極間之溫度差所致。故大氣交換程序，主要分為兩個半球間各自進行。火星上當然亦具此情形，但不能視為唯一而主要之原動力。蓋其冬、夏季節過長，自使冬夏兩半球間之溫度差甚大，乃發生南北兩半球之大氣交換程序。據觀察所得，顯然一屆夏至（另一方為冬至），冰冠即在一端蒸發消失，而同時在另一端逐漸形成。故可試由兩端冰冠之消失或積聚速度，

估計此種兩半球間空氣交換量之大小。夏季冰冠消失後，其蒸發之水汽一部份儲存于大氣中，一部份輸送至彼端重行積聚成冰冠。若大氣中儲存之水汽量甚微（以下即將論述），可予忽略不計，則用此法估計兩半球間空氣交換量一題即可成立。

今須先計算大氣及冰冠中所含水量各為若干。大氣中含水之總量，應為火星總面積乘以可降水之平均量兩者之積。後者由亞當 (Adams) 及海斯兩氏藉分光儀方法計得，其最大可能值為 0.35mm，故乘以火星總面積後得  $5 \times 10^{16}$  克，此即大氣中含水總量之最高估計。事實上應小於此值。欲計算冰冠中所儲水量必先知其大小及厚度。前者可直接由觀測量度之，後者可從日射吸收量及冰冠消失速度推算之，約為 10 哩厚。冰冠之範圍如達緯度  $60^\circ$ ，則其包含之水量約當  $70 \times 10^{16}$  克。是以大氣中之含水量最多不超過冰冠所儲水量百分之十。同時並證明夏日冰冠蒸發後，其絕大部份均未繙留原地空氣中不動，而確實均輸往對面半球也。

茲根據此基礎以估計兩半球間空氣之交換量。設沿赤道樹一垂直面。穿越此面，每單位面積所通過之水汽輸送量為  $P_w v$ ， $P_w$  指水汽之密度， $v$  指南北向之風速。但如設所有水汽均含於厚度為  $D$  裡之氣層中，則質量輸送率為  $Pv/D$ ，其中  $P$  為可降水之量 (克/裡<sup>3</sup>)。一方面夏日冰冠消失時其質量之損失率應為：

$$aw (dA/dt) = -aw2\pi r^2 \cos\phi (d\phi/dt) \dots\dots\dots (17)$$

式中之  $a$  為冰或雪之平均密度， $w$  為冰冠厚度， $A$  為冰冠面積， $t$  為時間， $r$  為火星半徑， $\phi$  為緯度。按上述此量必均越赤道而往另一極端堆積 (自亦假定其在  $D$  裡之層內輸送，故其穿越須經之截面積為  $2\pi r D$ )。于是乃可使此兩種單位面積內之質量輸送率相等而書成下式：

$$-aw2\pi r^2 \cos\phi (2\pi r D)^{-1} d\phi/dt = PvD^{-1} \dots\dots\dots (18)$$

$$\text{或 } v = -awrP^{-1} \cos\phi (d\phi/dt) \dots\dots\dots (19)$$

注意在此式中，一極難估計之  $D$  已不存在。其他值用下列諸數字： $a = 0.7 \text{g/cm}^3$ ， $w = 10 \text{cm}$ ， $p = 0.35 \text{mm}$ ， $\phi = 60^\circ$ ， $d\phi/dt$  取代表值即每五十天退十緯度， $r$  以已知之火星半徑代入後得出  $v$  之值為  $14 \text{m/s}$ 。其中因所用之  $P$  值為最大極限，故  $v$  值必為最小極限。至是我人乃得結論如下：欲輸送夏半球冰冠所釋出之全部水量至各半球，必須環赤道均有從暖半球吹往寒半球之風，且風速最小須達  $14 \text{m/s}$ 。所謂環赤道均有者，乃指接近地面一層濕風風向均係一致沿全部經線吹越赤道，而由其上方向相反之乾風以補償之，完成一種在垂直面上之環流。然度以實情，上述之情形較少可能。實際情形大致為：有部份乾冷氣流即就同一水平面 (地面) 吹向夏半球，以完成一種在水平面上之環流。如確係後者情形，則風速更須大於  $14 \text{m/s}$ 。總之，此處之理論當未越出推論之範圍。雖不必奉為不易之論，然亦不失為一種合理可信之半球際環流學說。

至此，火星上之氣象問題，大致均已就所知資料作一概論。我入對火星上種種現象研究所得結果，亦可以上述之態度觀之，即此項至少迄目前為止均屬最合理而可信者也。

註 1：火星上各值為  $\bar{p} = 80 \text{mb}$ ， $\bar{T} = 273 \text{A}$ ， $m = 28$ ， $g = 380 \text{cm/sec}^2$   $\Gamma = 3.7 \text{c/km}$ 。地球各相當值則為 1013，283，29，980 及 10。

註 2：嚴格言之，我人應考慮及火星上所接受及吸收之日射僅為地球之 61%，然以其為此分數之三次根，故其實際誤差甚小，此處本為近似值，故可不計。