

太陽面上に於ける紅焰の運動について

M. A. エ リ ソ ン

かの1937~1938年頃の如き、太陽面の大活動の年が来る毎に、紅焰（プロミネンス）の現象に關する吾々の智識は劃期的な飛躍をする。紅焰に現はれる様々の運動の數量的な研究は、せいぜい二十年來のことであつて、殊に其の大部分は、太陽活動の過去2回にわたる極大期、即ち1926~1927年頃、及び1937~1938年頃に行はれた觀測者たちの諸研究に依るものである。現に、かのワルドマイヤ (Max Waldmeier) 氏が分光太陽鏡を用ゐた近年の觀測から、1938年に發表した論文 (Zs. Ap. 15, 299) によると、太陽の活動が極大期にある時には、太陽面上の色球のどこかで、毎日平均1回ぐらゐな割合で、すばらしい噴出型の紅焰が現はれる。そして、其れ等は、いつも、靜止型の紅焰の最終期を飾る劇的な場面を示すものである。

紅焰は一般に5種類の型があるが、其の中でも、噴出型のものは、スケールが大きいのと、驚くべきスピードを示すものであるために、他の種類のものよりも、最もよく研究が行はれてゐるけれど、それでも、まだ其の始めから終りまでの變動狀態や、特徴とも言ふべきものを、質的にさへ、充分に説明し得る理論を持つて居ない。噴出型の紅焰は、太陽面上の如何なる緯度にも現はれるもので、決して、かの黒點の多く現はれる附近にのみ頻發するものではない。従つて、黒點に附隨する強烈な磁力か、又は色球上から盛んな紫外線を放射する噴出現象か、いずれかが此うした紅焰を運動の理論研究の基礎となるものと思はれる。一例を舉げて見ると、1937年九月17日に大紅焰が現はれ、其のすばらしい光景はマクマス天文臺に於いて寫眞に撮影されたものであるが、この紅焰は僅々80分の時間に、太陽面上1000000キロの高さに上昇し、其の頂上に於いて、秒速728キロといふ極大速度に達した。之れは、今までに觀測されたスピードの絶大なレコードと認められてゐる。（高さはもつと大きいレコードがあるけれど）太陽面上の重力に打ち勝つ“脱出速度”は秒速617キロと計算されてゐるが、上記の例は、色球の物質が逸出する實例として、今までに觀測された唯一のものである。又、吾々觀察者が分光太陽鏡の視野に於いて、長さ約100000キロにわたる靜止型の紅焰が急速に上昇して行くのを見るのは、實に驚異的なスリルである。しかも、此うした偉大な光景が、過去數ヶ年間に、映畫のフィルムによつて撮影されることになつたが、之れは實にフランスのリヨール (B. Lyot) 氏と、米國のマクマス (R. R. McMath) 氏等の努力によるもので

ある。

紅焰の噴出する状態の撮影は、最初、キルソン山天文臺のエディソン・ペティト (Edison Pettit) 氏によつて、1919年以來、1932年、1936年等の論文に發表せられ、今日は、同氏の記録は殆んど50回にも積り、此等の寫眞記録によつて、時刻と紅焰の高さとの關係を完全に知ることが出来るに至つた。今までの觀測結果から、次ぎの如き紅焰の運動法則が獲られた。

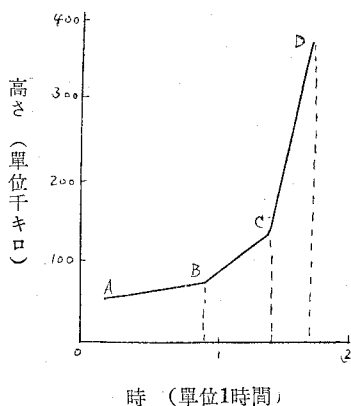
第1法則——紅焰の一部又は全部の運動は、其の經路に沿つて均一であるが、時々何かの衝動に因るものの如く、急に其の速度は増大する。

第2法則——速度の變化が起る時は、新速度は舊速度の倍數の關係となり、又、或る場合には、最終の速度は2回前の速度の倍數となつて現はれる。

この二つの法則については、すいぶん盛んな議論が闘はされ、それが更に新研究の刺激となつたこと勿論である。マクマス博士の觀測によれば、“こうした紅焰の運動の不思議な法則が只神秘的だと言つただけでは、明らかに不充分である。太陽の如き絶大な引力の行はれてゐる場所に於いて、物體がこんな運動をするのは明らかに矛盾である。どうも、紅焰の加速度は全く新種の加速度量子の働らきによるものの如くである”圖は、此の運動の性質を示すもので、噴出紅焰の高さが時刻と共に變つて行く標本を表はすものである。毎秒10キロ乃至50キロの最初の上昇速度は AB といふ一定の傾斜によつて表はされてゐる。ところが、B 點や C 點では速度の急變が起つて、そこでは傾斜の突然變異が現はれ、(ペティト氏に據れば) 最初の速度の何倍かに速度が増してゐる。圖によると、此等の變化は、1分時間以内に現はれ、又、此等の變化は、

紅焰が上昇すると共に、漸次に短時間内に現はれることになつてゐる。1回の上昇に當つて、此うした變化が5回現はれたレコードがある。

最初の頃は、此うしたレコードは、普通の分光太陽寫眞儀により、カルシウムの H 線や K 線を利用し、又は水素の Ha 線を利用して撮影された。しかるに、此の方法では、露出の時間が4~5分づつもかゝるので、紅焰の變化を迅速に追及することが充分でなく、ために、もつと急激な變化は取り逃がされ、高さの測定も頻繁には行はれなかつた。そこ



で、1933年に至つて、マクマス博士は、ヘール博士が發明した眼視用の分光太陽鏡に標準型の映畫フィルムを應用して、一層急速な撮影を自動的行なうことに成功し、大進歩を來すに至つた。此の、分光太陽鏡と活動寫眞機との組合はせによる試験的な觀測が非常に大成功であつたので、アンゼラス湖畔のマクマス・ヘルバード天文臺(天界206號257頁を見られよ)には高さ50尺の塔望遠鏡と、自動分光寫眞儀が建設された。之れには、直徑56センチのシリロスタ鏡面を精密に運轉して、太陽の影像が1日中フィルムの一定點から外れないやうにすることやら、時刻の讀み取りや、露出装置など、いろいろ機構上の困難を克服することも多かつた。

1937年に此の有力な裝置が完成して、いよゝゝ此れの運用が始まり、一つの紅焰の寫眞を1日に1000枚づつ撮影することが可能となつた。この撮影は10秒乃至30秒の露出で、其の中間に數秒づつの間隔を置くのであつた。こうして撮影したフィルムは英國で王立天文學會の例會にも映寫され、又、1938年の大英協會のケンブリチ大會にも公開された。之れが、普通の方法で、毎秒16コマづつの速度で映寫されたが、之れは即ち天然の實際現象の約500倍のスピードに現はれたわけで、之れにより、太陽面上の複雑な運動の模様が手に取る如く看取された。其の結果、確認されたことの一つは、紅焰の、上昇運動よりも、下降運動の方が遙かに著しく行はれてゐるといふことで、之れはニュートン(H. W. Newton)氏が最初に指摘した所である。又、いろいろの現象の中で、最も珍妙なのは、所謂“コロナ紅焰”といふものであつて、之れは、太陽面からの高さが約250000キロ位になると輝やき始め、それから、細い流線となつて、色球中の或る地點へ求心的に崩れ落ちるのであるが、こうして落下する際、それを下方から支へやうとする上昇流の如きものは何も見當らない。

この映畫の像を測定する目的で、之れは20cm×25cmの大きさのスクリーン上に投影せられ、紅焰の流線や節などが移動する距離は適當な尺度で讀み取られることになつてゐる。さて、此の如き研究が、次ぎには又、第3種の紅焰、即ちペティト氏の分類による“黑點型”と呼ばれるものにも擴張せられたが、此の場合にも、やはり、皆、前記の二つの法則が行はれてゐることが立證された。ところが、此の結論はハルム(H. R. Hulme)氏が反對して、マクマス・ペティト兩氏の測定した下降物質の運動から論斷して、此等の物質が、直線形でなく、むしろ曲線に沿つて落下することから、“第2法則は基礎薄弱であり、又、第一法則を下降物質に應用することも不合理である”と論結した。

言ふまでもなく、此の種の研究に、不安心と思はれる原因の一つは、この寫眞記録が二次的なもの(即ち平面的な記録である)といふ點である。紅焰の流線の運動が、其の経絡に沿つて、たとへ、如何に均等であらうとも、其の経絡

の平面が垂直面 (Normal plane) に對してひどく傾いてゐるものならば、決して其れは均等運動と見えない筈であつて、此の點に於いて、色球や紅焰の眼視觀測の代りに用ゐられる分光太陽鏡といふものの眞價値が發揮せられるのである。即ち、この器械では、太陽面上の紅焰の視線速度を測るためにドブラ効果を利用せられる装置になつてゐるのであるし、又、天球に投影せられる場合に於いては、太陽面上に氷素ガスの暗い吸収斑として現はれるのだから、前記のワルドマイヤ氏は、チウリヒに於いて、噴出紅焰の或るものの運動狀態を三次の (即ち立體の) 影像として撮ることに成功し、其の結果、ペティト氏の第二法則は、噴出紅焰には通用しないことを結論した。故に、將來は、視線速度を自動的に撮影する技術を發展させ、其の結果と、二次の (平面的) 影像とを組み合わせる方法を發明しなければならない。尙、又、分光太陽鏡を用ゐて、紅焰が太陽面上に吸収斑として觀察されるならば、視線速度と時間との關係を圖示する事も出来るだろう。太陽像の中央附近に於いて、若し紅焰が色球中で垂直に (横の運動が全く現はれないやうな場合が度々見られる如く) 運動するならば、この速度と時間の關係を示す曲線は、其の運動の眞の姿を表はすものとなるだろう。

リヨ博士が撮つた立派なフィルムは、太陽面上の現象の直接の撮影であるといふ點に於いて、マクマス氏等のものと異なるものである。非常に優秀な技術によつて、リヨ氏は先輩たちが幾度か失敗した此の研究に成功し、遂に彼は、機械による散光を極度に除去して、コロナの撮影機を製作した。そして、この器械を、海拔9000尺のピク・デュ・ミディ山上の透明な空氣中に裝置して、適當なフィルタを用ゐながら、1年中に幾日も紅焰を撮影した。或る重要な一點に於いて、このリヨ氏の方法は、分光太陽鏡の方法よりも優れてゐる。即ち、それは、(分光太陽鏡にあるやうな) 細隙を用ゐないために、紅焰の中の、視線速度の非常に大きいものも、小さいものも、同時に撮影することが出来る。この二つの方法で獲られる結果は、大體は非常によく一致すること勿論である。何となれば、視線速度が毎秒100キロもあつて、分光太陽鏡の第2細隙から外れるやうなものは、普通の紅焰中には極めて稀なのだから。

かの第1法則に、何とかして理論上の基礎を與へやうと多くの人が試みた。之れは、色球の中に於いて行はれるやうな種々の力の刺激を原子が受けると假定したのである。少なくとも、此うした研究上には、重力や、光壓や、磁力や、摩擦力等を考慮中に入れなければならない。

例へば、先づ、色球や紅焰中に於いては、重力と光壓とが釣り合つてゐると考へられ易い。光壓の計算をして見ると、之れは如何にも尤もらしい。但し、其の詳細な機構については確實ではないけれど、何れにしても、若し此様な平

衡が保たれるならば、ミルン効果は、屢々其れを破壊するやうに働く筈である。ミルン氏によれば、若し紅焰が色球中の何等かの小さい局部的な擾亂によつて起るものならば、其のスペクトル中の吸収線は、ドブラ効果によつて董色の方へ變位するに違ひない。すると、此の場合には、更に強烈な連続スペクトルに遭つて、光壓は一層増加する筈である。其の結果、平衡状態は破れて、紅焰は加速度を以つて益々上昇することとなる。ペティト・マクマス兩氏は此の不平衡の結果を詳細に研究し、カルシウムの H, K 線の既知のコントロール線を利用して、結局、かうした場合には、觀測から獲たやうな屈曲線でなく、連続線となることを證明した。尙、水素とカルシウムとは、原子量が非常に違ふために、紅焰が上昇する間に、此の2種のガスは非常に離れる筈であるが、其んな事實は觀測されない。分光太陽寫眞機によつて撮影して見ると、水素の紅焰も、カルシウムのも殆んど同じ形である。

キーペンホイヤー (K. O. Kiepenheuer) 氏は、紅焰の運動が太陽黒點の磁力によるものと考へ、其の結果、第3種の(黒點型の)紅焰の節や流線が均等運動をするといふ結論に達した。尙、彼は、噴出型の紅焰の運動は、其の原子が、色球内に屢々起る爆發のために原因する董外線の吸収で、幾度もエネルギーを受け入れて上昇すると結斷した。しかしながら、ペティト・ワルドマイヤ兩氏が觀察した所によると、噴出紅焰中に於いて、或る速度から他の速度に變るのは1分時間以内であるのに、色球中の噴出ガスは約20分に2度ぐらゐの割合であるから、之れはキーペンホイヤー氏の理論に合はない。更に又、色球中の爆發は、いつも黒點帯の中に限られてゐるが、噴出紅焰は必ずしも其の中に限られてゐない。

こんなわけであるから、紅焰の運動を解説する理論の要求は、今日の太陽物理學に於いて大きいと言はねばならない。(終)

1942年の天文年鑑 (本誌第247號特輯) 事務局に多少の餘分がありますから、御希望の方は、至急お申込み下さい。價40錢 送料5厘(會員に限り送料不要)。

會告 本會の原動力たる會費は、本會規則第6條にもあります如く、前納されて初めて、本會が經營維持出来る制度であります點を御了解下さい。此際會員各位の御協力を得て、一層收入の確實を期し度く存じます。何卒この事を御諒承の上、會員にして未納の方は勿論のこと、新年度會費の納入を勵行しし頂き度く切に希望する次第であります。

念の爲：——昭和17年分會費は 年額4圓です

東亞天文協會急報 (不定期、但し 本會々費を 6圓40錢
毎月數回發行) 實費 年額2圓40錢 加算して

東亞天文ブレン (月一回發行) 實費年額3圓50錢 本會會費を 7圓50錢
加算して

應召會員は會費免除 應召又は從軍される場合は直に其旨御申出下さい。