

天 界

第九十八號 (第九卷) 昭和四年五月

太陽黒點觀測法 (2)

柴 田 淑 次

§4 黒點のスケッチについて.

黒點の一群としての變化、或は一個の黒點としての變化等を可なり精確に觀測する爲めには、個々の、黒點を、一つ一つ、スケッチする必要があります。特に、一大黒點の出現した時等は、いや應でも、スケッチでなければなりません。黒點それ自身の形の變化は、案外早いものでありまして、數時間もおけば、明らかに變化が、伺はれます。が特に「之の黒點」ご自分がマークしたものについては、三十分乃至一時間おきに、寫生すれば、可なり面白い結果が得られます。かくの如く之等は黒點の移動ごはちがつて、短時間内に、多くの結果が集つて、初めての人には大變愉快なものです。所で、此處に一つ注意しなければならぬ事は、シーイングの問題です。之れは、一般に、遊星の表面模様スケッチご同様に、一時にそのディテールのすべてが見えるものではありませんから、ジット一つの黒點の一個所を見つめていて、時々ほんの、一秒か二秒、非常に氣流の状態がよくなつたごきを利用して、すかさず觀測します。太陽黒點の場合は遊星ご比べてはるかに樂ですがそれご云つて、年が年中晴れてさえいれば、いつでも、スケッチ出来るものではありません。次に黒點のスケッチをするごきは、必ず Sun-diagonal を用ひる必要があります。ご云ふのは、之の場合は、可なり長い間太陽面を凝視するため、目に非常に熱が來ます。又、Sun-glass の方は微細な點をはつきり見るため、ごちらご云へば、淡い目の方がよるしい。

尙 Sun-glass に關しては後に更めて述べます。

今迄、我觀測部においては、黒點の數の勘定ばかり多くて、そのスケッチを報告して來る方は、皆無ミ云つていゝ位でした。がしかし、先にも申しました通り、スケッチも、甚だ重要なものですから、今後は、續々この方面の觀測者の出現せん事を望みます。

§5 黒點の面積測定.

之れは、精密には仲々觀測し難いもので、一般の素人の中でも、これ迄觀測して居る人は少なからうと思ひます。しかし、極く大體を測定するには、セクションペーパーの上へ黒點を投影して、黒點の占むる目の數を勘定して面積をはかります。又、アイピースの焦點へ、互に非常に接近して引かれた、クロスラインを挿入し、直接望遠鏡内ではかります。しかし之れ等は時計仕掛のない器械では太陽が動くため極めてはかりにくいものです。太陽を寫眞に取れば、比較的、容易に測定し得られます。黒點の出現程度を示すには、その數を以てするよりも、面積で云ひ表した方が適當であります。面積測定の單位は、英國グリニッチ天文台に於いては、太陽半球面の百萬分の一を定めて居ます。勿論、各黒點は、投影法によつて短縮された面積だけ補つて表さねばなりません。

§6 白紋の觀測.

黒點觀測の序いでに、見おこしてならないのは、白紋の觀測です。白紋を云ふのは、初めて、望遠鏡をのぞいた人には、誰でも一寸見え兼ねるを云はれてますが、二三回觀測すれば、容易に判斷できます。一時の望遠鏡ならば、望遠鏡を少しゆり動かせば見えます。御承知の如く、白紋は大體、太陽面より、よききは立つて輝いて居る雲の様な部分を申すのでありまして、黒點よりは、はるかに觀測し難いものであります。之れは太陽の縁において最もよく見えるのでありますから、白紋の觀測は殆んどすべて太陽の縁ばかりで行なはれます。通常、東縁に幾つ西縁に幾つを云ふ風に觀測しますが、黒點と同様數へ難い場合もあります。黒點の所で述べた方法で、もし太陽面の經緯度が決定されれば、次の様な觀測を行へば面で白いせう。

1. 個々の白紋の擴がりを決定する事
2. 各經度緯度について白紋の擴がりを決定する事
3. 白紋の最も強く輝く所は何處であるか
4. 此等の觀測によつて附近の黒點との關係をしらべる事

白紋は黒點こちがつて高緯度の地方にも出現しますから(平均四十五度乃至六十度)其の方面も見おこさない様にしなければなりません。白紋の變化を追跡するには、元來白紋そのものが雲の様なものですから、仲々骨がをれます。最も精確にやるには、寫眞に撮影しなければなりません。

§7 米粒組織の觀測.

太陽の面上には一面にちらちらする米粒組織を稱せられる輝きがあります。これは非常に不安定なものでありまして、空氣の状態の鋭敏な function ですから、之の觀測は甚だ困難です。二三吋の望遠鏡なれば、投影法によつて明らかに其存在がみこめられます。又一吋にても、紙の圍りを暗くして、望遠鏡をゆり動かせば、辛じて見る事が出来ます。この様なわけたこひ、大きな器械でも、其の正確な觀測は、望み難いものでありまして現今、此の觀測をやつている人は、殆んどないに云ふ有様です。しかして又特に取立てゝ觀測する必要もありますまい。米粒組織は白紋こちがつて反つて太陽の中央にはつきり見えます。

§8 太陽の特殊觀測.

太陽觀測には、此の外、紅焔觀測、日蝕の觀測、遊星日面經過の觀測等があります。此の中、紅焔觀測は、特殊な器械が必要で、且、すべてに甚だ面倒な仕事であるので、一般アマチュアの方々には、適當なものではありません。現に、我國でも、東京と京都の天文台で時々、氣流のいゝ時にのみ行はれてゐるにすぎませんから、此處には省きます。次に月蝕及び Transit の觀測は、たゞ相互の接觸時間をはかるのにすぎず(勿論、皆既日蝕は別として)正確な時刻を決定するのは、仲々面倒なものですので、之れも、省略致しませう。たゞ、お慰みの觀望には、日蝕なれば、太陽全體が見えるアイピースを用ひ、時刻決定に自信のある方は、いづれも百倍前後のアイピースをお用ひになれば充分です。

以上、一通り 素人の太陽黒點及び其れに附隨した直接觀測を述べましたから、次には、此の觀測に關する一般の注意、觀測の整理、及び、寫眞觀測を、お話し致します。

觀測に關する一般の注意

§9 サンダイアゴナル (Sun-diagonal)

之れは、望遠鏡のアイピースの所に、光軸を、四十五度の角をなして一枚の平面ガラスを置いたものでありまして、太陽の光は之れにより反射させられて、丁度光軸と直角の方向に送られます。此の時、觀測者の目に有害な光や、熱は大部分、此のガラスを通り抜けて逃げる様になつてをりますから、觀測者の目には、極く少量の光しか來ません。(約 5%) 従つて、長時間連続して觀測していても少しも目を痛ためず、誠に好都合の機械です。三吋より大きい機械だとか、又は、小さいものでも連続觀測をする時には、是非必要なものであります。現今、星用ダイアゴナルも兼用で使用出来る品が販賣されてますから、大變便利であります。

§10 サングラス (Sun-glass)

黒點の觀測を行ふに際して、最も注意しなければならないのは、此のサングラスの選擇であります。一體、サングラスには色々の種類がありまして、普通に用ひられているのは、青、緑、赤、褐色等の色ガラスであります。しかし、此の赤色と褐色とは觀測者に非常な不快な氣持を起させるものでありまして、特に赤色で太陽を見ますと、視野一面、火の様に赤く、太陽は黄色に見えて、目に焼き付く様です。私は今迄の経験から赤色のサングラスは絶対に排斥します。サングラスの和製品は、現今、緑、青であります非常に、感じを與へてくれます。次に、サングラスの色の濃淡を考へて見ますと、濃い色は、目のため安全ですが、太陽面のディテールがやゝ見難くなります。淡い色は、詳細な觀測出來て結構ですが、目が強く刺戟されて甚しく害を受けます。ですから、成るべく安全な濃い目のものをお勧めしますが、そこは、自分で自分の眼と相談して、少々犠牲を拂つても、有效な觀測をしようと思ふ方は、淡い目のものをお勧めします。

費用をおしまぬ人は、濃淡二個を供へれば便利です。(低倍率觀測には濃い方、高倍率觀測には淡い方)。次には、サングラスの厚さを問題にさせよう。之れは、一般に、厚い方が安全です。淡いサングラスで觀測してゐるに、時に、太陽熱のため、ガラスが破れる事があります。之れは特に、恐いものでありまして、破れた音を聞いて直ちに目をはなしても、も早や網膜の上には、生涯ぬぐひ得ない焦跡が印せられてゐるに云ふ事です。特別の目的以外、素人には、厚い方がよろしい。次に來るのは、サングラスの平面の問題です。最も太陽をよく見るためには、サングラスのガラスの両面は完全な平行平面でなければなりません。現今市場にあるのは、實用上差支へなきも、決して完全なるものではありません。しかし、ごもかく、一度面を磨いた事のあるものなれば、ほゞ満足されます。サングラスの價の高低は大部分こゝにあります。尙此外、サングラスの穴の大きさ、或は、ガラスの質等も、觀測に多少影響しますが、此處では、述べません。

かくの如く、一個のサングラスに云へごも、決して、ゆるがせにすべきものではなく、自分の觀測を一寸なりごも愉快にしようにすれば、人知れぬ所に苦心があるわけです。普通に太陽の觀測ではなく、觀望の目的なれば、その邊に轉つてゐる板ガラスに、油煙をぬりつけたものでもよろしい。又、寫眞乾板を長時間露出して、長い間、幻像したものでもよろしい。此等には、ガラスの質の撰擇が重要です。サングラスの最も、理想的なのは、平行平面のガラス片の一面に、適度に鍍銀して、他の同じガラス片に鍍銀面を中にバルサムで接合したものであります。しかし之れは、平行平面の製作に云ひ鍍銀の程度に云ひ一般素人には殆んど不可能ですから、省略しませう。

§ 11 其他の注意

1. 觀測時間

すべて太陽に限らず、一般の天體の觀測を行ふごには、必ず觀測の時間を一應考へて見る必要があります。變光星、特に短週期アルゴール型の觀測や火星表面の觀測等は、如實に、之れが影響しますが、太陽の觀測でも一日中暗れてさへいれば、何時でも立派に觀測出来るものごは、決して

限りません。大體に云つて、朝早く、又は夕方等の空氣の靜かな時が最もよろしい。太陽が地平線にさして近くなければ、理想的の観測が出来ます。此の意味より云つて、正午より二時すぎ迄は、全然、観測に適しません。最も氣流の混亂するときに最も像の悪いときであります。黒點のスケッチ等重要な観測は、しない方がよろしい。

2. 倍率

観測倍率は目的によつて變化すべきは當然です。太陽を觀望するには太陽が全部一度に見える倍率を用ひます。日蝕、(月蝕でも)を眺めるには、それでよろしい。所が黒點を、もう少し、詳細に見やうとすれば、七八十倍が必要です。毎日連續に観測する時は此邊迄で充分です。三澤氏の倍率は七十二倍です、次にもう少し微細に見るには、例へば黒點をスケッチするには、やはり、百倍餘りが必要です。之れは太陽に限りませんが、三吋四吋程度の望遠鏡では、普通の日に、百五十倍以上は、唯像を引きのぼすだけで、何ら有效なものではありません。

太陽観測のアイピースは、ハイゲン型がいゝと云はれています。反射鏡でも、此の方を使用します。と云ふのは、ケルナー型は太陽の熱のためにバルサムが溶解して間に合はなくなるためです。

3. 太陽観測は、直視でやりますと直接太陽の方を向くものですから、片方の目をつむつてゐても、非常に眩しいものであります。此のときには望遠鏡の筒に、刀の「つば」の様なものを取りつけること大變樂になります。

太陽は目に甚だしい刺戟を與へるものでありますから、長時間太陽面を熟視して居ますと、目を離れたときに暫くは、附近が見えなくなります。ですから、観測はなるだけ、連續してやらない方がよろしい。一二分、見では少し休み、又見ることもよろしい様になります。

黒點観測の整理

§12 以上の様にして爲された黒點観測は如何に整理されるべきでせうか？

唯太陽面の黒點活動の概況を知るだけには、所謂黒點の相對數と云ふも

のを算出します。今黒點の數を f 、黒點群數を g 、相對數を R とすれば、

$$R=10g+f$$

にて示されます。此の相對數と云ふのは、黒點の出現の多少即ち黒點活動を極く大略知るには最も適當なものでありまして、黒點觀測の元祖、ツルプの使用したものであります。これでは、一群と云ふものを十個の黒點に相對せしたものでありますから、群の數に、可なり重きを置いています。これでも、わかる通り、一群に含まれている黒點數を一つでも多く見やうとするよりは、其他に獨立した一群を發見しやうとする事の方が有効であります。

自分の觀測と他人の觀測とを比べるときには、各々の相對數を以て比較します。又、多くの人々の觀測を比較するには、その中誰か一人を標準にします。そして、その人の相對數を R として

$$R=k'R' \quad R=k''R'' \quad R=k'''R''' \quad \dots\dots\dots$$

として、各人の k を算出すればよろしい。此の k は、前の g や f に全く無關係の數でありまして、各觀測者の器械の大小、眼の良否に關するものであります。即ち、或觀測者が標準になる人より眼のよい場合或は器械の大きい場合は當然黒點を多く見ますから、 k が小さくなります。觀測者が熟練し且、長い間觀測してゐますと此の k の値はほゞ一定して來るものであります。これは、丁度變光星の光階の様なものであります。

尙、黒點相對數の事に關して、及び其實際の計算に關しては、天界、六卷 62號及び 63號に、山本博士の記事がありますから、一讀されん事を希望します。

§ 13 黒點に限らず白紋にても、之れを太陽の各部分に區分して其活動をしらべる事は可なり面白いものです。白紋の所にて一寸述べてをきましたが、黒點にても、あの様な統計が取れます。又、前に述べた様に太陽面の經緯線がわかりますと、各緯度、各經度に、別々に黒點活動を分ける事が出來ますので、非常に興味の多いものであります。現に、あの有名なマウンダーの蝶形圖、黒點活動の東西不對稱論等はかうした結果生れたものであります。

要するに出来るだけ、部分々々に區分して研究をなす事も重要な仕事であります。

B 寫眞觀測

§14 寫眞撮影装置.

これには、二つの種類があります。一つは、望遠鏡の焦點距離を非常に長くして、其焦點に、直接、乾板を置いて撮影する方法でありまして、世界の有名な天文台では、主として、此方法によつています。所がこうして撮影された太陽の大きさは、極く大體に云つて、焦點距離の百分の一でありますから、今假りに、三吋 F 15 即、四十五吋焦點の望遠鏡で撮影しますと、0.45吋、即約、1cm 位の像しか出来ません。これでは大きな黒點ならさもなく、小さいものまで撮影する事は全く不可能です。それ故、普通は、焦點距離 30呎、50呎等の望遠鏡を用ひてをります。之等は、全く特殊な望遠鏡でありますから、素人の方々には、手には入り難いでせう。所でもう一つの方法をしまして、今度はそんな長い焦點を用ひずに、普通の望遠鏡のアイピースで以て、像を擴大する方法です。これには、通常の F.10乃至 F.15 位の望遠鏡で結構間に合ふのですから、素人の方にまつて、最もやり易い方法です。これから述べます撮影法は、主として之の方法によつたものでありまして、外國の天文台でも、所々これによつて居ります。

扱、望遠鏡のアイピースをつけたまゝ、丁度前の投影法を全く同じ装置をなし、投影法の白紙の代りに乾板ををけばいゝわけです。そうして、乾板の上に太陽の焦點を合せるのであります。乾板をアイピースより引離せばそれだけ太陽像も大きくなり、アイピースを高倍率にする程、又太陽像も大きくなりますが、私の經驗より云ふと、高倍率のアイピースの方は餘りいゝ結果が得られません。乾板とアイピースの間は全部黒布にて覆ひ決して外部の光を洩らしてはなりません。

§15 シャッター (Shutter)

何の寫眞にも、シャッターは付きものですが、太陽寫眞には特別に重要な部分であります。何しろ對照が、萬物の光源たる太陽でありますから、勿論普通の露出時間では長すぎます。現今では、少くも數千分ノ一秒を云

ふ程度のものでなければ間に合いません。それには一方に非常に力強いバネを仕掛けてをいてシャッターの膜を一氣に引つぱるのでありまして、仲々製作に骨が折れます。勿論此んなものは市場の寫眞機店には、販賣致してをりません。しかし幸ひな事には、之の缺點は次に述べるスクリーンの使用によつて殆んど除き得られ、千分ノ一秒乃至は五百分ノ一秒程に露出を増加する事が出來ます。

§16 スクリーン (Screen)

スクリーンは、單に太陽の光を弱めるだけに用ふるのですから必ずしも色のついたものは必要ではありません。太陽寫眞には Screen の撰擇も Shutter の撰擇同様に重要ですから、よく考へなければなりません。嚴密に云へば Screen のガラス面は、兩面とも全くの平行平面なるを要します。しかし、アイピースと對物鏡との間に置くなれば、現に市場にあるもので間に合いますが、こうすれば Screen の上の小さい「ゴミ」が乾板に撮つて全くいやな寫眞になります。Screen をアイピース附近にいれる時には、特に「塵」に注意しなければなりません。Screen の置き場所は、三つあります。その一つが此の置き方です、此外 對物レンズの前に置く方法があります、これには少なくとも對物レンズと同じ大きさの Screen を要しますし、その上、此場合には、兩面は全く完全な平行平面でなければなりません。その代り乾板の上には、いさゝかの塵も撮りません、もう一つは、アイピースと乾板との間にをくのですが、之れは、「塵」を一層明瞭ならしめて、あまりよい方法ではありません。何れにしても、色のついた Screen を太陽に直接あてゝをくを、次第に褪色しますから、長くは使用出來ません。倍數は「黄色スクリーン」にて六、七倍より十倍位。(太陽寫眞専用の Screen もありますが、甚だ高價です。—Carl Zeiss)

§17 乾板

H & D 25 或は 50等出來るだけ、Speed の遅いものが必要です。昔の太陽寫眞が非常にうまく撮影出來たのも、所謂濕板と云ふ頗る速さの鈍い種板を用ひたからです。二吋位の望遠鏡で、Screen を使用して、千分ノ一秒位なれば、Ilford-process (H & D 25) で間に合います。濕板の手にはい

る方は是非試みられん事を希望します。

§18 撮 影

以上で大略準備は完了しましたから愈々撮影にこりかゝります、そこで一應今迄の手順をもう一度くりかへして置ませう。

先づ、三吋以上の望遠鏡なれば、その口径を三吋乃至二吋に絞ります。これは光線多過を幾分なりとも減少するためです。(反射鏡にても同様)、次に、乾板の取枠を支へる装置を取付ます。又一方アイピースを外して、對物レンズとアイピースの間にスクリーンをいれます。この際、アイピース及びスクリーン上の「塵」を極度の注意を以て拂ひ落します。そうして、アイピースをはめ込み、アイピースの焦點に張つた蜘蛛糸の方向を黒點の進路に合せます。これは、黒點と一緒に天球の赤道の方向を撮影するためでありまして、後で、黒點の經緯度を決定するのに大變便利です。次にアイピースと取枠の間をすつかり黒布で覆ひ、乾板をいれかへ、シャッターを絞つて、太陽を適當の位置にをき、最後に、空氣状態に注意して撮影します。

§19 シーイング。(Seeing)

太陽寫眞には、Seeing の良否が非常に影響します、無闇に撮影しては決していゝ寫眞は得られません。太陽を 10 cm 位の大きさに擴大しますと、氣流の影響が非常に大きくなりますから、充分注意して、太陽の縁なり黒點なりを見つめておいて、一瞬時、像の動搖が靜かになつた時を見はからつて、迅く撮影します。これにはやはり朝早くとか、夕方時分即ち、朝風ぎ夕風ぎと稱せられる時が最もよろしい。正午より二時頃迄は、特別の時の外は撮影しない方がよろしい。夏等には、正午すぎに撮影しやうと思つて、シーイングの良い時間を得るため、炎天下に、一時間程立往生する事もあります。氣流の状態は、概して春が最もよく、所謂小春日と云ふ、長閑な風のない日が最上です、少々霞がかゝつてゐても構ひません。全天ぬぐふが如く晴れ渡つた所謂日本晴れの日とはさかく氣流が荒み勝ちであつて、Seeing は見かけによらないものです。又雲の來る直前は非常に氣流が亂れ雲の中では比較的良好です。一番いゝのは雲のすぎ去つた直後でありまし

て、最も注意すべき時です。雲の大きい程、深い程いゝ結果を齎らしますちぎれ、ちぎれ、の薄い雲の飛んでゐる日等は最も氣流の悪い日であります。

§20 現 像.

現像に関しては一般の寫眞の時さほゞ同様ですから、此處では詳しく述べません。唯、太陽寫眞は大抵 overexposure になつてゐますから、出来るだけ「カブリ」を防ぐ様にします。しかし、黒點を明瞭に出すには、コントラスを出来るだけ強くする必要があります。私は今下の如き現像液を用ひてゐますが決して充分なものではありません。

A 液		B 液	
水	400 gr.	水	400 gr.
メトール	1 gr.	ナトリウム、サルファイド	12 gr.
ハイドロキノーン	5 gr.	ナトリウム、カーボネート	27 gr.
ナトリウム、サルファイド	20 gr.		

但 A:B:水=1:1:2

ハイドロキノーンはコントラストに最も參與しますから、成るべく多く用ひます。次に、メトールは、最小に止める事、しかし、ハイドロキノーンは像をつぶすので、明瞭な寫眞が得られませんが、餘り多く用ひてはなりません。現像時間は長い程明瞭な寫眞が出来ることも云ひますから、最大限に行ふ事、私は五分乃至十分かけています。現像液の温度は、標準、18°C 位がよく、冬は液を暖ため夏は冷す必要があります。

現像には、特に「骨」があつて、百度同じ言葉をくりかへすよりは、一度實際に試みた方が有効ですから、この位にして置ませう。

§21 太陽寫眞撮影を勧む.

普通の望遠鏡で出来る天體寫眞中、月を除いて、太陽は最も容易なものであります。露出時間が非常に短いので、赤道儀や時計仕掛等は全く不要です。其上、日々黒點の變化が撮影出来るのですから興味は、何時迄も盡きません。好都合に行くに、黒點のアンブラ、ベナンブラは勿論の事白紋や米粒組織迄も極めて鮮やかに撒れます。普通の寫眞をやつた経験のある方なれば、必ず撮影出来ます。日蝕の寫眞等も仲々面白いものです。太

陽に興味を有せられる方々は是非試みられん事を希望します。

む す び

以上で以て、大略、太陽黒點並びにそれに附随した觀測の方法を述べました。これだけでもわかる通り、太陽觀測は決して困難なものではなく且又、望遠鏡の大きさも、僅か二三吋にて、非常に價值のある觀測をなす事が出來ます。太陽の黒點觀測は、大きい望遠鏡で一時的になされるよりも、望遠鏡はたごへ少さくとも、毎日缺かさず、連續してなされた方がはるかに價值があるのであります。ですから黒點觀測は、一週間や一ヶ月や半年位では、決して實の成るものではなく、少くとも二年三年、五年、長ければ長い程重要なものになります。世界的には、彼のヲオルフ、ヲオルフアー、我國にては、諏訪の三澤氏等其生きた實例であります。一體我々が、太陽觀測を専門としてゐるやうな天文台、一米國のウイルソン山天文台、印度のコダイカナル天文台等——に對抗しやうとするのは、まるで、一人で千人の敵兵に向ふのにも等しい話です。二、三吋の望遠鏡で以て、世界屈指の數十吋の大望遠鏡と戦ふのは、素手で、虎の子を捕へに行くやうなものです。だがしかし今も申しました通り。たゞ、背後に時間と云ふ偉大なる援助者を荷つて居れば、必ずしも、相手は、千人の敵兵でもなければ、虎の子でもなくなります。それ故、我々二、三吋の器械の所有者が、一般の學界に、大なる貢獻をなさんごすれば必ず、時間を楯に時間を土臺に時間を基礎にしなければなりません。即ち、語をかへて云へば、器械の代りに忍耐を以て對抗する事であります。今後、太陽黒點觀測者も、必ずや、おびたゞしく出現する事でせうが、よく此邊の考へを味つて、出来るだけ、長く連續して觀測されん事を希望します。

太陽觀測に關して尙、述べ足りない所も多々ありますが、此れらは後の機會にゆずつて一先づ擱筆しませう。以上に關して、御不審の點、御不可解の節がありましたなら、直接御問合せ下さい。

(追記、前に、太陽の經緯線の畫き方を述べるご申しましたが紙數が盡きましたので、之れは、他の機會に譲ります、惡からず) 終り