

メキシコ日食観測記

—花山天文台班—

神野光男*

1. はじめに

私が今回の日食観測を命ぜられたのは1968年4月初めのことでした。花山班の人員は3名ということでまず協力者の人選をはじめました。日食観測2回の経験をもつ久保田淳氏はピック・ドゥ・ミディ天文台への留学が予定されていたので、日食観測の経験者として大分大学(当時)の椿都生夫氏、また1962年ラエ日食データの解析にあたった花山天文台大学院生の黒河宏企氏の協力を得ることになりました。結果的に考えてみると、この3名の組み合わせは性格的な面も体力的な面もまた過去の学問的経験の面からも相補の関係を形作り、そのチームワークが観測成功への原動力になったと思います。

この3名でまず観測テーマについての相談をはじめました。一般に皆既日食時は光球極周縁部、彩層、紅炎およびコロナが観測の対象になります。彩層というのは光球の外側に高さ約1万kmまでひろがった大気層で、平素なら特殊な装置をつかわなければ見えませんが、日食になれば強い光球の光が月によってかくされ、同時に青空の散乱光が少なくなるので直接見ることができます。過去40年間皆既日食のたびにこの彩層は太陽物理家の観測の対象になりましたが、未だにその構造について明確な結論は得られていません。光球上高さ1,000kmくらいまでの彩層低部はほぼ一樣な大気層と考えられますが、それ以上の高さでは彩層はスピキュールと呼ばれる上方のびるジェット流の林となっています。この高さでは彩層輝線はスピキュールだけから発光していることが、1958年スワロフ日食での末元、日江井両氏の観測から分っています。ではスピキュール間物質はどのような物理的状態になっているか疑問に思われます。1952年ハルツーム日食でのアメリカ隊の観測によれば、コロナ輝線 FeXI 7892 A は高さ1万km以下の層からも発光していることが知られています。いろいろな理論的推定によっても、スピキュール間物質は高温低密度のコロナ物質であるということになっています。もしその通りならば、スピキュール間物質の物理的状態を知るためには、コロナ輝線の彩層中における高さによる変化を観測すればよいことになります。今まで、コロナグラフを使って

日食外に同様な観測がなされていますがいずれも1万km以上の高さについてのもので、それ以下の高さでの観測は光球の強い散乱光のため日食時以外無理です。そのようなわけで、彩層におけるコロナ輝線の高さによる変化の観測を今回の日食観測のテーマにとり上げることになりました。

彩層自身についてもいろいろ興味のある問題があります。たとえば、太陽周縁の場所によってその様子がちがいます。特に、黒点付近のいわゆる活動領域では彩層輝線の高さによる変化、各輝線の相対強度は普通の領域とはちがった様相を示します。このような活動領域の彩層輝線の観測も上記のコロナ輝線の観測と同時にこなうことにしました。

つぎにコロナの観測についてお話しします。コロナは彩層の外側にひろがる稀薄な大気層で太陽半径よりもまだ遠くまで広がっています。コロナの写真を見ますと、コロナは決して一樣な大気層ではなく濃淡の光条の集合といった感じをうけます。特に光球に近い内部コロナではアーチ、ヘルメット、コンデンゼーションなどと呼ばれるいろいろな構造が認められます。これらの構造物は黒点群や紅炎などのような太陽面上の活動領域の上に現われるもので、その分光観測データはまだ沢山集められてはいません。今回の観測では皆既中に分光器のスリットを月の縁にあてて、このような構造物のスペクトルを観測することにしました。そのスペクトルを解析するにあたって構造物全体の様子を知るために白色光による内部コロナの写真も数枚撮影することにしました。

以上のように、花山班の観測テーマとして、

- (1) 彩層におけるコロナ輝線のスペクトル
- (2) 彩層活動領域の閃光スペクトル
- (3) コロナ構造物のスリットスペクトル
- (4) 内部コロナの直接写真

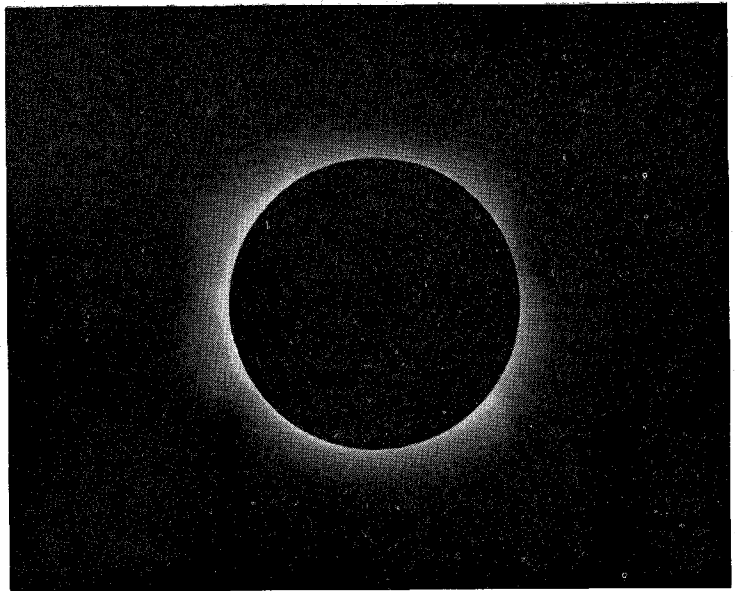
の4つをとり上げることで3人の意見が一致しました。その後、川口助教授をふくめて花山太陽館で数回の討論をへたのち、宮本台長以下台員全体での観測テーマの説明会を開きました。5月2日には学会会議日食分科会が開かれ、この席上上記のテーマについて説明しました。分科会の先生方の積極的な御理解と御支援を頂けたことは今回の日食観測実現に大きい力となったことを深く感謝しています。

* 京都大学理学部附属飛騨天文台
M. Kanno: On the 1970 Eclipse Observation of the
Kwasan Observatory Party

2. 観測準備

花山班のくわしい観測実行計画については、斉藤国治先生による「メキシコ日食観測計画」(天文月報第63巻、第2号、37頁)の花山班の項を参照して下さい。ただし、内部コロナの直接写真用に20cm口径のシーロスタットなどを使用する予定でしたが、斜鏡の利用によって分光写真と直接写真とを同一の水平望遠鏡で撮影することに變更しました。

観測準備は1968年5月からとりかかりました。観測に必要な器械のうち、シーロスタットによる水平望遠鏡と分光器とについては従来の日食遠征に使ったものなどをそのまま利用することにしました。一番頭をなやましたのはコロナ輝線と閃光スペクトルを撮影するためのカメラでした。日食の際、月は太陽面上で毎秒約310kmの速さで移動して行きます。第2接触で皆既になった後30秒間あまりで高さ1万kmの彩層は月に蔽われてしまうわけです。だからコロナ輝線や閃光スペクトルの高さによる変化を知るためには、短時間に何コマも連続的に撮影できるカメラ(ジャンピングフィルム法)が必要です。その上、成るべく広い波長域を撮影するために画面はできるだけ大きい方がよしい。このようなカメラはもちろん市販品にはありません。最初は私達の目的にあったカメラを新調するつもりでございました。その参考にするため、東京天文台に日江井氏を訪ね1958年のスワロフ日食時に製作されたカメラを見せて頂きました。フィルム送りとシャッター機構に特別の工夫をこらされていたことに感心しました。また水路部に進士氏を訪ね航空測量に使用されているカメラを見学し、航空カメラについての常識を得ることができました。その後、私達の目的にあったカメラの仕様書をつくり、あちこちの特殊カメラ製作所にあたってみました。ある会社では普通カメラとはかけはなれたきびしい要求に当惑して断られ、ある会社ではとても予算の範囲内での新調は無理であることを知らされました。結局カメラの新調はあきらめ、服部助教の忠告で米軍中古のK24航空カメラを改造して使うことにしたのは1968年秋のことでした。オランダ・ユトレヒト天文台の難波氏にあとで聞いた話ですが、ハウトハスト先生が1954年ゴトラント日食で使用したのもこのカメラだったそうです。これで4600~6700Åの波長域をカバーし、FeXIV 5303ÅとFeX 6374Åのコロナ輝線ならびにその間の彩層輝線を撮影することにしました。



内部コロナの直接写真

カメラのシャッター指令装置の製作には新潟大学田中利一郎氏の手をわずらわし、分光器の組立調整には花山太陽館の久保田、為永、船越諸氏の援助をうけました。また、クロノメーター、ペンオッシロの借用など宇宙物理学教室の清水、藤波、今川先生のお世話になりました。器械全体の組立てをおわりテスト調整の段階に入ったのは1969年の夏からでした。12月10日には器材の梱包積出しとあわただしい準備期間でした。梱包積出しのときなど台員総出で協力してもらいました。ともかく、日食遠征では大勢の人達の援助協力を得なければ不可能であることを痛感しました。

3. 現地での準備

メキシコ国オハカ州のプエルト・エスコンディッドの国営発電所構内で設営を始めたのは今年の2月8日でした。観測地設定までの手続きは团长斉藤国治先生の御尽力で大変スムーズにことがはこびました。現地人の対日感情は非常に良く、日本国内での日食観測でもこれほどの協力は得られないのではないかと思います。特に発電所職員の大変な協力には今も感謝しています。ただメキシコ人人夫の作業の悠長なものには弱りました。たとえば、シーロスタット用に厚さ30cmくらいのコンクリート基床一つを作るのに2人がかりで丸1日はかかります。真冬の季節だというのに最高気温34°Cに達する土地で日本人なみにせかせか働いていたのではとても体もたないということもあるのでしょう。不自由さを感じたもう一つのことは観測に必要な物資の調達です。フード作製に必要な材木は現地では手に入らないということで、400km離れたアカプルコから器材とともにトラッ

クで運びました。またフードにぬる白ペンキが不足したので村中を探しまわりましたが駄目でした。結局 260 km 離れたオハカ市まで行かなければ手に入らないことが分かりました。

現地での準備段階で最後まで迷ったことはスペクトル用カメラの露出と皆既中の作業プログラムの作製でした。彩層中におけるコロナ輝線を撮影するのにどれくらいの露光量が必要かは観測準備の当初から迷っていました。彩層中の高さによる変化をできるだけ詳しく調べるためには、露出時間は必要最少限にとどめて成るべく多くのコマ数の撮影が必要です。日食分光観測の大家ハウトハスト先生やリググティ先生にもおおよその見当をたずねましたが明確なお答えは頂けませんでした。当日の太陽高度、シーロスタートの有効度、分光器内のケリなどいろいろなファクターが関係してくるので、光学系の明るさと分散度だけでは露光量は一義的にきまりません。結局、現地で満月のスペクトルを撮影しこれを内部コロナの連続スペクトルの明るさと比較することによって大体の目安をたてることにしました。

皆既中の作業プログラムは観測テーマが多いことと人手が足りないことで大変忙しいものになりました。皆既時間約 197 秒のうちコロナ輝線、閃光スペクトルの撮影のために前後各 40 秒、内部コロナの直接写真に 50 秒、コロナ構造物のスリットスペクトルの撮影に 40 秒をあて、残りの 27 秒を 2 面鏡の回転、絞りの脱着、斜鏡の回転、スロットとスリットの交換などの時間にあてました。光球極周縁部から彩層、コロナ輝線への光量の変化は 1 万倍以上にも達します。これらを約 50 秒間の連続撮影中それぞれのコマを適正露出にするために、撮影中フィルターの出入れ、絞りの脱着、露出時間の切換えなど全て指定時刻に正確に実行しなければなりません。また、直接写真撮影中にコマ数不足を補うために航空カメラのマガジン取替えを行ないました。これらの作業の指令をすべてテープレコーダーに吹込んで日食前夜まで何回もリハーサルを行ないました。

4. 日食当日

3 月 7 日の日食当日まで天候が一番気になりました。2 月末まではメキシコの乾期にあたりますので雨はほとんど降りませんでしたが、高層気流の不安定のためか薄い巻雲がほとんど毎日のように現われました。特に前日は巻雲のほかに夕方からは中層雲までひろがり出し雲量 5 以上にまで達しました。ところが、日食当日もいつものように、ホテル階上の齊藤国治先生の起床された足音で目を覚ましまず空を仰ぐと、前日の雲はどこへやら、現地滞在中に一度も見ることのないような透明な快晴の空に嬉しいよりも気味悪く感ずるほどでした。せめて午



警備の兵隊さん

前中だけでもこのままの空であって欲しいと心で祈りながら観測地に向いました。

最終リハーサル、分光器の確認、カメラの取付、2 面鏡回転角の決定など数時間は夢のように過ぎ去りました。あたりは夕方が近づくようにだんだん暗くなり、なまぬい風がすっと襟元をかすめます。私は分光器テントの外に指令台を出し、テープが故障した場合の口頭指令、時刻の確認、絞りの交換、2 面鏡の回転などの役を引受けました。皆既 10 分前に 2 面鏡の最終回転位置を書きしるす作業をしましたが、あたりはすっかり暗くなり張りつけてあるグラフ用紙の目盛もはっきりとは読みとれません。鉛筆をもつ手は中風やみのようにガタガタふるえ、定規をあてているのにどうしても直線を引くことができませんでした。無意識のうちに極端な興奮状態にあることを自覚させられました。その後各自の定位置につき 65 秒前からの撮影開始のテープの指令を待ちました。テープが「只今作業開始 30 秒前」という着落い声(数日前の自分の声)を流しだしてからあとは、くらやみの中で、ただテープの声だけをたよりに手足を機械のように動かすだけでした。内部コロナの直接写真撮影中の作業の間隙を利用して一瞬太陽の方向を見上げました。生まれて初めて見るコロナの姿に極端な恐怖感を受け、とても数秒間と見つめておれませんでした。生光 65 秒後の作業終了のテープの声を聞き、あたりも明るさをとりもどしたときやっと我れに返った次第でした。自分の担当した作業をすべて無事完了したかどうかとも思いませんでした。

5. おわりに

いずれにしても日食当日あれほどの好天にめぐまれたことは全くの幸運であったと感謝しています。本番最初に一部カメラの不調はありましたが、ほぼ最初の観測目標を達成することができたことを喜んでおります。今後は得られたデータを詳細に検討し、彩層、コロナなどについて考え直してみたいと思っています。なお、得られた写真の一部を本誌アルバムに掲載しました。