

インドネシア日食観測

金沢輝雄・航法測地課

Observation of the Solar Eclipse in Indonesia

Teruo Kanazawa : Geodesy and Geophysics Division

1. まえがき

1983年6月11日にインドネシアからニューギニアにかけて皆既日食が見られた。水路部ではインドネシア国ジャワ島に観測隊を派遣し、日食の接触時刻の測定をした。この観測の目的は皆既日食の接触時刻の測定によって太陽と月の相対位置を高精度で決定し、天体暦の検定を行うことである。測定の原理については既に紹介した(金沢, 1983)ので、ここでは観測機器の調整法など、実際の作業手順について報告する。

2. 機器の調整

観測に用いる望遠鏡を閃光分光器とよぶ(写真1, 第1図)。望遠鏡の調整は1つずつ手順を踏んで進めていく必要がある。

(1) 極軸調整

望遠鏡の架台は極軸とよばれる軸を地球の自転軸に平行に設置しなければならない。この調整は夜間、子午線近くの星と東西に高度の低い星とを使用して行う。

(2) 対物レンズの光軸調整

第1図のプリズムをとりはずし、16mm撮影機の代りに接眼レンズをとりつけて、明るい星を視野に入れ光軸調整を行う。

(3) 案内望遠鏡の調整

プリズムを装着し、青色の明るい恒星を視野に入れ、スペクトル線 H_{β} が視野の中央にくるようにプリズムと案内望遠鏡の関係を調整する。暗い星では波長の見分けがほとんどつかず、また星の色が赤くなるにつれてバルマー線の吸収が

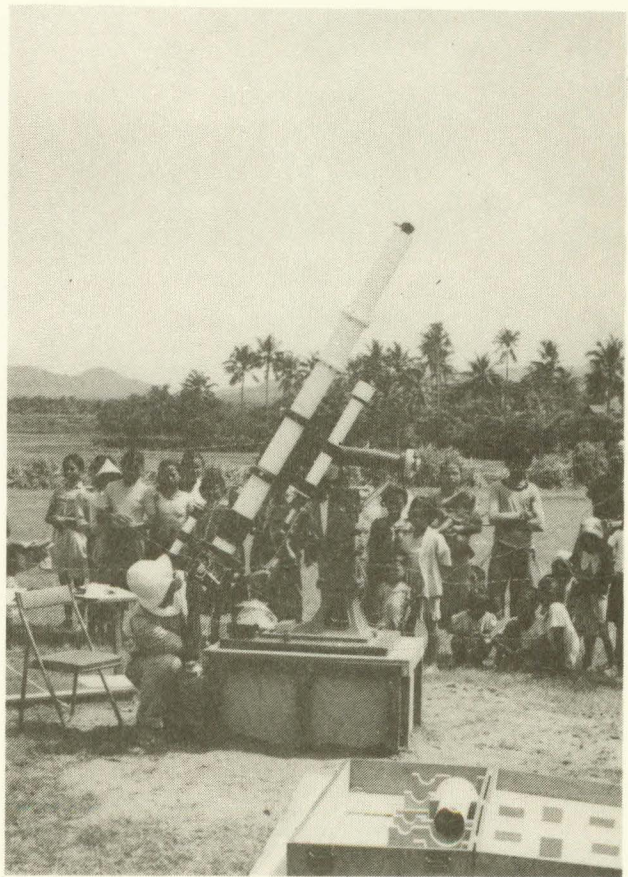


写真1 クラガン観測点

弱くなり、 H_{β} の位置が見分けられない。このため、この作業には通常シリウスを使用し、シリウスの使えない季節にはベガなどで使用する。この調整は不自然な姿勢で長時間にわたり、かすかな吸収線を見つめながら行うつらい作業である。

(4) 焦点調整

望遠鏡の焦点調整はヘリコイド式になっており、鏡筒の終端にとりつけられた外筒を回転することにより、インバル棒によって支えられた対物レンズが前後に移動する。望遠鏡の焦点は気温の変化により、レンズ系自体の変化、インバル棒の伸縮などによって変わる。まず、接眼レ

ズをとりつけて明るい星を視野に入れ、眼視観測により概略の焦点位置を決める。ヘリコイドの位置は 10° ごとにつけられた目盛で読みとる。1周が4mmになっているので、 10° は約 $100\mu\text{m}$ の焦点位置の変化に対応する。概略の焦点位置が決まったら、次に16mm撮影機をとりつけ、概略の焦点位置の前後で少しずつヘリコイドを回しながらスペクトルをコマ撮りで撮影し、現像したフィルム上で像の良し悪しを見て焦点位置を決定する。撮影の対象はやはりシリウスが最適である。

(5) コリメータの焦点調整

フィルム濃度検定のための比較光撮影には、フードのかわりにスリットのついた筒をとりつける。スリットの反対側にはコリメータレンズがあり、スリットを通過した光を平行光線に変え、プリズムへと導く。このコリメータレンズを通過した光が平行光線になるためには、スリットがコリメータレンズの焦点上に置かれていなければならない。この調整は、接眼レンズにより太陽のスペクトルを見ながら行う。

(6) スリット位置の調整

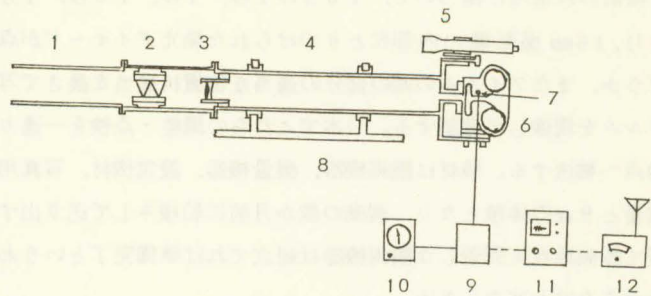
スリットの2枚の刃ができるだけ平行になるように調整した後、鏡筒との位置関係を決める。プリズムと案内望遠鏡の位置関係は H_{β} が中央にくるようにしてあるので、スリットの装着時にも H_{β} が中央にくるようにスリットを左右に移動させ、最適位置に調整する。

(7) ウェッジの露光テスト

比較光の撮影に際しては、NDフィルターの交換と、スリット幅を変えることにより光量を変化させる。スリット幅を読み取るための目盛は、ゼロ点の誤差が大きいので、テスト撮影を行い、フィルム濃度が適切であることを確認する。

(8) 時計の時刻比較

我々の観測では100分の1秒の精度で接触時刻を測定しようとしている。水晶時計でも1日に0.1秒以上狂うことは普通だから時計の進み具合をできるだけひんばんにチェックする必要がある。この検定は短波で放送されている報時信号に基づいて行う。時計の秒信号によってオシロスコープをトリガーし、報時信号の



1. フード 2. プリズム 3. レンズ 4. 鏡筒 5. 案内望遠鏡
6. 16mm撮影機 7. 発光ダイオード 8. 架台取付部
9. 電子回路 10. 水晶時計 11. シンクロスコープ
12. 短波受信機

第1図 望遠鏡の構造

波形を見て正しい秒 (UTC) との時間差を求める。

(9) 発光ダイオード点灯回路の点検

時計の秒信号に基づいて、10分の1秒、1秒、10秒、1分などの種々のパルスを合成する電子回路により、16mm 撮影機の内部にとりつけられた発光ダイオードが点滅する。この回路が正しく動作しているかどうか、またフィルムの端の部分の適当な位置に適当な濃さで写っているかどうか、撮影テストを行い、フィルムを現像して確認する。日本でこれらの調整・点検を一通り実施した後、望遠鏡を分解・梱包し、観測地点へ輸送する。機材は観測機器、測量機器、設営機材、写真用具等々、全部で木箱に26個、約2トンの重量と9 m^3 の体積となり、観測の数か月前に船積みして送り出す。数千キロの船旅と数百キロの陸上輸送を経て観測地点に到着した観測機器は組立てれば準備完了というわけにはいかず、再び上記の調整を(1)からやり直さなければならない。

3. 観測地での作業

外国での観測作業には相手国政府に対する種々の行政的手続きが必要であり、そのために出張期間の1~2割を必要とするほどであるが、技術的な問題とは少し性質が違うのでここでは省略し、観測地での作業に話を進める。

観測地点に人員・機材が到着すると直ちに開梱にとりかかる。我々の日食観測は皆既時間の長い条件の良いものを選んでいたので、観測地点は赤道近くの場合が多い。炎暑での作業には何より日陰が必要だし、また突然襲ってくるスコールの対策上も、まず一番にテントを設営する。その後、観測機器、測量機器をテント内に配列し、写真用具などは作業用宿舎へ仕分けする。

作業は望遠鏡の組立・調整のみならず、気温・気圧・湿度の気象観測、天文経緯度観測、航行衛星受信装置による測地経緯度観測、さらに測量データの整約やら日食の精密局地予報の計算と、炎天下での作業や深夜蚊に食われながらの作業が毎日続く。夜間、星を使って行い作業が多い上に、フィルムの現像も暗幕を張った簡易暗室を使うため、やはり夜周囲が暗くなってから行いなど、外国での慣れない環境の中で不規則な生活を続けながら複雑な作業手順をこなしていくには、ある程度タフな体力と精神力が要求される。

日食の日が近づき、機器の調整が進んでくると、精密局地予報に基づいて望遠鏡を第2接触から第3接触の間に回転させるための位置角や、16mm 撮影機の露光開始と終了時刻など、観測プログラムを決定する。観測日の数日前からは、そのプログラムに従ってリハーサルを繰り返し、皆既食の暗闇の中で間違いなく機器を操作するための訓練とともに、プログラムに手順の誤りや見落としがないかをチェックする。

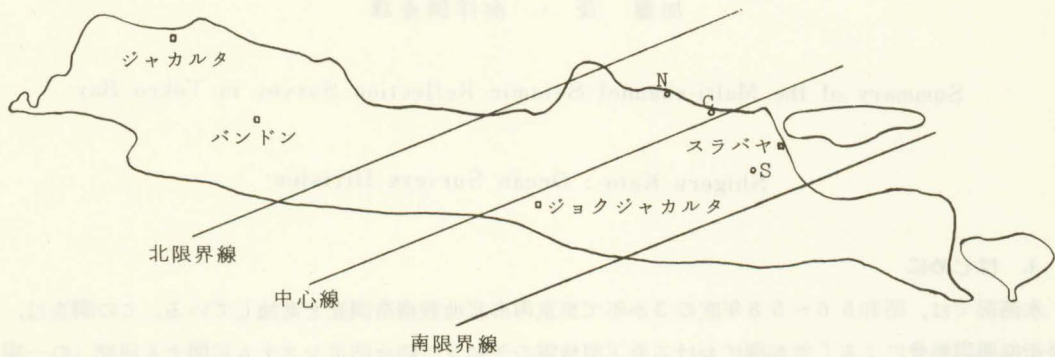
これらの準備の総決算として、日食観測とフィルム濃度検定のための比較光の観測を実施する。このようにしてすべての観測が終了すると梱包作業にとりかかるが、機材を発送した後も前渡金の計算事務などで、なかなか気の休まる時がない。

4. 観測データの整約

撮影したフィルムは日本に持ち帰ってから現像し、測定する。観測データの整約については、前記の報告(金沢、1983)に詳しいので省略するが、フィルムの各コマに記録されているある瞬間における太陽面上の位置角とフィルム濃度の関係のデータ群をもとに、ある位置角におけるフィルム濃度の時間変化のデータ群に組み替えし、光の量とフィルム濃度の関係や、太陽の半径方向に沿った光量変化のデータなどを使って太陽の縁と月縁との位置関係を求める手間のかかる計算のため、観測の終わった後もまだまだ作業が続く。

5. インドネシア日食の観測状況

インドネシアでは、ジャワ東部のツバンに中心観測点(C)を、またツバン北西方約60kmのクラガンに北方観測点(N)を設けた(第2図)。モジョケルト(S)では緯度観測所が同種の観測を実施している。



第2図 ジャワ島

6月11日、日食当日の天候は、北のクラガンと南のモジョケルトが晴天で観測に成功したが、中心線のツバンでは第2接触が厚い雲に阻まれ、第3接触のみを薄雲を通して観測した。したがって、ツバンの第3接触のデータはケニア日食の場合と同様雲の影響を受けており、整約にも特別な考慮を払う必要がある。ともあれ、南北の観測点で良いデータが得られたことは好ましいことで、緯度観測所とも連絡をとりながら結果をまとめる予定である。

参考文献

金沢輝雄 1983: ケニア日食観測, 水路部技報, No. 1, 98-102 ページ。