

# シャドウバンド観測について

石川 勝也

## [1]はじめに

私が初めて日食観測に行こうと思ったのは 83 年のインドネシア日食のときでした。しかし、勤務の関係からあきらめ、89 年のフィリピン小笠原日食が初挑戦となりました。このときはフィリピンに行きましたが、運悪く曇られました。

初めて観測できたのは 91 年のメキシコ日食で、これは快晴でたくさんの成果がありました。シャドウバンドのビデオによる観測もこのときに成功しました。

そして、95 年のタイ日食でも快晴にめぐまれ、シャドウバンド観測に成功しました。以下は観測の方法と理論について、私なりにまとめたものです。今後の観測の参考にさせていただけたらと思っています。

## [2]観測の方法

これはいたって簡単で、畳一枚程度の大きさの白いシートを広げておいて、三脚に固定したビデオカメラで上から撮影するだけです。最初のフィリピンの時は暗いところでも撮影可能なカメラがなかなか手にはいらなかったのですが、今のカメラならたいてい写るでしょう。注意点としてはオートフォーカスのスイッチを切ることくらいです。切り忘れるとシートにピントがあわなくて勝手にフォーカスのモーターがまわってしまいます。シートに30cm程度ごとに折り目をつけておくのとあとで見たときのスケールとなって便利です（たんだときにできる折り目で充分です）。あと、南北が東西の方向にシートの長辺を向けておくのとあとで方向を分析するときに役立ちます。

この観測は、基本的には皆既の10分くらい前にカメラをスタートさせれば、あとは放っておいてもよいので人手はいりません。ビデオカメラと三脚とシートさえあれば誰でもできます。もっとも、撮影用の機材以外にこれらを持って行くのは重くて大変ですが。

## [3]シャドウバンドとは

皆既日食の直前または直後に地面や壁などに見られる薄暗いひものような影のことで、ゆらゆらと波のように動いて見えます。皆既食の直前か直後にしか見られないということは、太陽が爪のように細くなったときにのみ現れるということです。原因については、光の干渉によって起きるとか、上昇気流によって起きるとか昔からいろいろといわれていますが、はっきりしたことはよくわかっていないようです。

## [4]メキシコでの観測結果

観測地：メキシコ ラパス（カリフォルニア半島の先端近く）

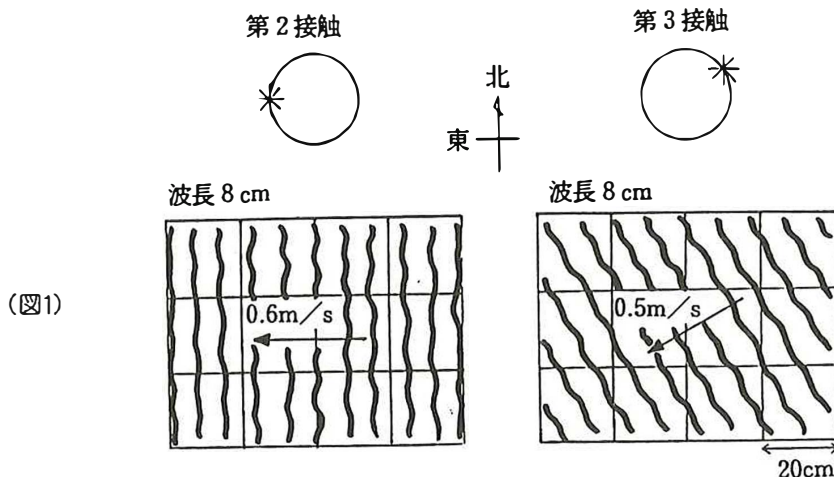
カメラ：SONY CCD-F300

出現時間：皆既前 11時46分20秒～47分27秒（67秒間）

皆既後 11時54分08秒～54分40秒（32秒間）

ようす：皆既前 46分20秒にモヤモヤと見え始め、46分40秒には流れるように見え始めた。46分50秒にまわりで見ていた人が気づき、47分10秒には直線状に見えました。47分20秒にははっきりと見えましたが、47分27秒には消えました。

皆既後 54分08秒に直線状にはっきり見え始め、54分40秒にはわからなくなりました。



シャドウバンドは皆既の前後で2回とも接触部分の接線方向に平行なしま模様が西から東へと流れるように見えました。移動速度については、第3接触時も西から東へまっすぐに動いたと考えれば  $0.6 \text{ m/s}$  となって第2接触時と同じであることとなります。上図は、地面にひろげたシートを裏側からみたところとして描いてあります。

## [5]タイでの観測結果

観測地：タイ ナコンサワン（バンコクの北方）

カメラ：SONY CCD-TR3

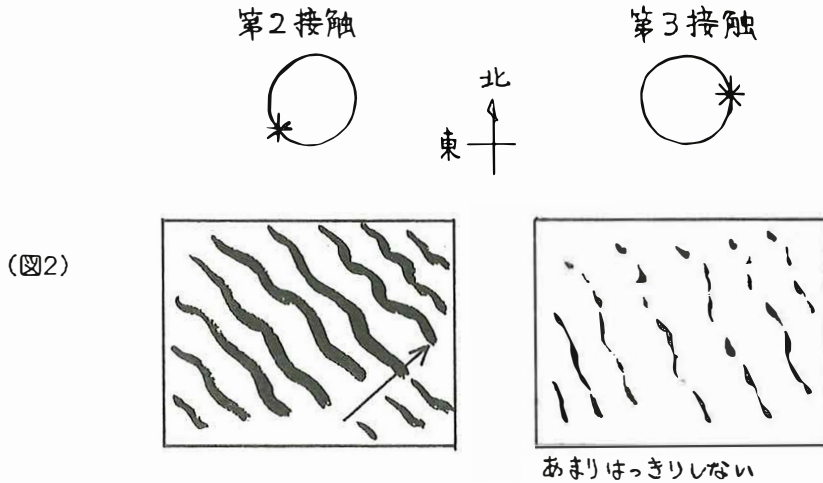
出現時間：皆既前 10時46分05秒～47分08秒（63秒間）

皆既後 10時48分43秒～49分15秒（32秒間）

ようす：皆既前 46分20秒にモヤモヤと見え始め、46分40秒には流れるように見え始めた。

皆既後 48分43秒にモヤモヤと見え始めたもののあまりはつきりせず、49分15

秒にはわからなくなりました。



(図2はひろげたシートを裏側から見たところです。)

第2接触前は、はっきりと見え、移動のようすもわかりました。

第3接触後は、移動のようすはわからず、モヤモヤした感じに見えるだけでした。

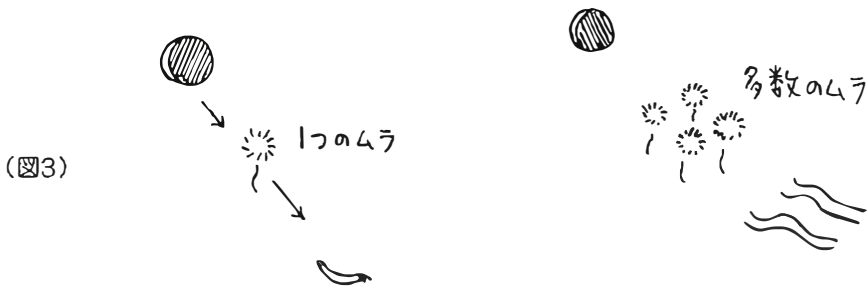
## [6]考察

シャドウバンドの原因は、太陽が細くなって線状になったために、大気のゆらぎが地面にはっきりと投影されたものではないかと考えています。

過去2回の日食の皆既前と皆既後の合計4回について、いずれも月と太陽の接触部分の接線方向にシャドウバンドがのびていたのは偶然とは思えないので、太陽が細くなったとき、その太陽ののびている方向にシャドウバンドものびていると考えられます。

では、なぜその方向にのびているかということですが、それはおそらく密度ムラが細くのびた太陽を投影しているからだと思います。木漏れ日が日食時にかけているのと同じ理由で、密度ムラによる明暗の模様も細くなった太陽を投影していて、それが重なりあって全体としては縞模様になるのではないのでしょうか。

縞模様が移動して見える理由は風が吹いているためだと思います。メキシコでの測定結果の  $0.6 \text{ m/s}$  という値も風速と思えば納得できる値です。いつも縞と直角の方向に移動しているのはなぜかと思うかもしれませんが、平行な縞模様が動いているので、別に直角方向に動いていなくても人間が直角方向に動いているように見ているだけだと思います。また、常に月が進む方向へ動いているわけでもなく、タイでは月が進むのと逆の方向に動いていました。このことは、移動方向が月の動きとは関係なく、風のようにランダムなものに影響を受けていることを



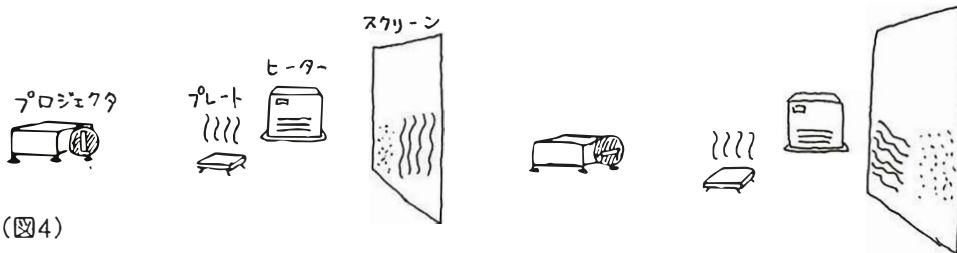
(図3)

示唆しています。事実、小笠原日食でシャドウバンドを見た人の話によれば、縞ののびている方向に蛇がのたかって進むように縦に移動していたという報告もあります。

### [7]実験

スライドプロジェクタを光源として、スクリーンにシャドウバンド状のものを実際につくることができるかどうかやってみました。スクリーンの手前にはホットプレートやファンヒーターなど空気の密度差をつくりだすようなものを置きます。

まず、図4の左図のようにスライドプロジェクタに縦のスリットをつけると、縦の上昇流であるホットプレートの方は縞状のもようがよく見えますが、ファンヒーターの方からの気流はよくわかりませんでした。



(図4)

次に、図4の右の図のように横のスリットを使用すると逆にファンヒータの方からの気流が横向きの縞状によく見えました。

つまり、密度ムラが線状であった場合、スリットの方向との相性によって見えやすかったり見えにくかったりということがあることがわかります。これは、おそらく図のようにムラが投影されるときにスリットののびた方向に明暗をつくりだすためであろうことが想像されます。

以上から考えて、シャドウバンドはおそらく日射による空気の密度差が上空の風に流されているのが細くなった太陽によって投影されたものであると思います。

## [8]おわりに

なにぶん、まだ2回の観測結果しかないので、これ以上のことがわかりません。今後の観測によってもっとわかればいいと思っています。あるいは、私のほかにも観測した例があれば、ぜひ見せていただきたいと思います。よろしくお願いします。

今後の問題としては、もしもシャドウバンドが密度ムラでできるとしたら、室内のような安定したところでも見られるか、あるいは真空中で見られるか、大気外では見えないのではないかなどといったことが考えられます。

また、縞模様の移動方向や速度がもっと広い範囲ではどうなっているのかにも興味があります。回折や干渉なら規則的でしょうが、密度ムラなら不規則でしょう。その点今度の日食は雪原で起きるらしいので、ちょっと高いところから広い範囲をうつすと面白いかもしれません。少しはなれたところでの2点観測もいいと思います。

それから、第2接触前より第3接触後のほうが見えづらいのはひょっとすると日射が弱まったために密度ムラが小さくなったためかもしれません。今後の日食でも、常にそうになっているのかに興味があります。

私としては、次の日食でどう見えるのかに興味があるのですが、残念ながら都合がつきそうもなく、あきらめようかと思っています。観測された方はぜひ報告してほしいと思っています。よろしくお願いします。