

金環日食の歴史的考察

嘉 数 次 人 *

概 要

2012年5月21日には、日本で金環日食が起こる。そのため、数年前より金環日食を観測するプロジェクトや、安全に観察するための普及活動や情報提供が盛んに行なわれている。筆者も、その一環として、金環日食に関する2、3の歴史的な話題について考察を行なった。

本稿では、「金環食」という言葉のルーツは、14世紀の中国の文献にまで遡ることができた点や、ペイリービーズ現象の観測史の中における天文学者ペイリーの位置づけについて考察してみたい。

1. はじめに

日食は、地球から見て、太陽が月に隠されるために欠けて見えるという現象である。日食を大きく分けると3種類あり、太陽の一部分が欠ける部分日食、全部欠ける皆既日食、そして金環日食は、月の視直径が小さいために、月が太陽面の中ですっぽりと入るものの太陽全体を隠すことができずに周囲が見えるという現象である。

前回、国内で金環日食を観測できたのは1987年のことで、今回2012年5月21日に起こる現象は、国内で25年ぶりに見えることになる。そのため、数年前より金環日食を観測するプロジェクトや、安全に観察するための普及活動や情報提供が盛んに行なわれている。筆者もその一環として、金環日食に関する2、3の歴史的な話題について考察を行なったので、以下に紹介してみたい。

2. 「金環食」という用語の歴史

金環日食の用語については、近年は国立天文台をはじめ各所で「金環日食」という呼び方を一般的に使用しているが、数年前までは「金環食」という呼称を用いるのが一般的であった。文部科学省の『学術用語集』にも、「金環食」という表現は見られるが、「金環日食」の方は掲載されていない。では、この「金環食」という名称は、いつごろからあったのか、文献調査を行なった。

2-1. 日本の文献

国内の古文献を調査したところ、江戸時代後期まで遡ることができる。

幕府天文方が1844(弘化元)年に編纂した『寛政暦書』という書物には、享保15年6月1日(西暦1730年7月15日)に近畿周辺で起こった金環日食の記録があり、以下のように記されている。

享保十五年庚戌六月戊戌朔有日食未二刻初虧未七刻甚於正南九分餘申四刻復圓[於京師所見金環食]⁽¹⁾

また同書には、天保10年8月1日(西暦1839年9月8日)に中部地方から関東にかけて起こった金環日食について、以下のような記録が見られる。

天保十年八月甲子朔日出帶食皆既日出五時三十九分十六秒食甚金環五時五十零分十二秒復圓下偏左五度六時五十八分四十五秒⁽²⁾

この記述から、金環食という用語が江戸時代後期には使用されていることがわかる。筆者の管見に入中で、国内の文献で金環食という表現が使用されている最も古い文献であった。

また、渋川景佑の『交食実測録』中の1839(天保10)年の金環日食記録の附言において、1730(享保15)年の日食について、

*大阪市立科学館／中之島科学研究所

寛政改暦ノ時京師商家ヨリ古暦ヲ獻シ 命ヲ受テ
 曆局ニ蔵セシ假名曆ノ頭ニ何人カ六月朔戊戌
 日食八分与有之甚之説(図略)如此是ヲ金環ノ
 食ト申ス尤古来ヨリノ曆書ニ無之古注ニ有之ヨシ
 メヅラシキ食ナリト加書セリ⁽³⁾

と記している。

この記述について渡辺敏夫は、この仮名曆の実物が内閣文庫に所蔵されていることを指摘し、金環食と明示されている国内最初の記録ではないかと考察している⁽⁴⁾。

2-2. 中国の文献

国内の文献では、江戸時代まで遡ることができた。次に、当時の日本の天文学は、中国天文学の影響下にあったことを考慮して、中国の文献中における金環食の記述について注目してみた。

(1)『元史』天文志

中国には、『史記』などといった、歴代王朝の歴史をまとめた歴史書があり、そこには「天文志」など天文現象に関する記録をまとめた記事が見られる。そこで、これら歴史書に注目しところ、1370年に成立した元王朝の歴史書『元史』天文志に、1292(世祖中統 29)年1月21日年の金環食の記述がある。

(世祖中統)二十九年壬辰正月甲午朔日有食之
 有物漸侵入日中不能既日體如金環左右有珥
 上抱氣⁽⁵⁾

ここでは、日食が起こり、物体が太陽の中に侵入したが、太陽を隠しきることができず、太陽は金環のようになった、としている。この記述は、金環という言葉を使用しているが、日食時の太陽の形状を表現したものであり、金環日食という現象自体をあらわすために使われてはいない。従って、『元史』の時点では、天体現象として金環日食という言葉は成立していなかったと考えられる。

(2)『西洋新法曆書』と『曆象考成』

明朝末期になると、ヨーロッパからのキリスト教宣教師たちが中国に来て、西洋天文学を伝えた。その成果として成立したのが『崇禎曆書』であるが、改暦には至らないままに明は滅んだ。その後、『崇禎曆書』は清朝において再編され、『西洋新法曆書』となって再刊された。その中の一編『交食曆指』(1645年刊)には、金環食の記述が登場する。その一例として、同書巻1には、以下のような記述がある。

月在日内。従中掩蔽。雖至食既。而其四周日光皆見。曆家謂之金環。⁽⁶⁾

ここでは、日食時に、月が太陽の内側にあつて太陽面の中を掩蔽すると、食既(食の最大)時でも、太陽の周囲に光が見え、曆学者はこの状態を金環という、と記している。この表現では、金環という言葉が、日食の一種の状態を示す名称として用いられており、現象のしくみも現代と同じ意味で使われている。

さらに、1724年に成立した『曆象考成』巻八にも、金環日食について以下のような記述がある。

太陰正當黃道而無食甚視緯。即以併徑為食分。
 兩心相掩。是為全食。若遇太陰視徑小於太陽
 視徑。則四周露光。名為金環食也。⁽⁷⁾

ここでは、月が黄道上にあつて、食甚視緯の値がゼロの場合は皆既食となるが、もしたまたま月の視径が太陽の視径よりも小さい場合は、太陽の四周の光があらわれ、この現象を金環食としている。ここで初めて「金環食」という名称が登場することになるが、その意味するところは、『西洋新法曆書』と同じである。

これらの記述から、17世紀に、西洋天文学の影響下において金環食についての正しい認識がされ、さらに金環食という言葉が登場したことが窺われるのである。

従って、江戸時代に使われている金環食という用語も、『西洋新法曆書』や『曆象考成』といった漢訳西洋天文書またはその関連書に基づいて使われるようになったと考えられる。

3. ベイリービーズをめぐる

金環日食の際に見られる現象の一つとして、ベイリービーズが挙げられる。これは、月が太陽面にすっぽり入った直後と、抜け出す直前において、太陽の縁に太陽光が不規則な光の点の並びとして見えるという現象で、月の表面の凹凸から日光が漏れることが原因となっている。

このベイリービーズという名称の由来については、日本語の文献をみると、1836年の金環日食を詳しく観察した際につけられた点は一致するものの、その他は「ベイリーが発見した」、「ベイリーが現象を初めて正しく説明した」、「ベイリーがビーズのようだと表現した」などと一定しない。そこで、実際のところ、ベイリーがどのような役割を果たしたのかについて、調査を行うこととした。

3-1. ベイリービーズ現象の発見

ベイリービーズ現象自体については、ベイリー以前から観測されていた。18世紀のイギリスの数学者マクローリンらのグループは、1737年3月1日にイギリスで起こった金環日食を望遠鏡で観測し、月全体が太陽の中に入り込み、まさに太陽の環が閉じる時約15秒前から不規則な光の点の並びを確認している。

イギリス王立協会の報告書によると、以下のような記述がある。

A little before the Annulus was complete, a remarkable Point or Speck of pale Light appeared near the Middle of the Part of the Moon's Circumference, that was not yet come upon the Disk of the Sun; and a Gleam of Light, more faint than this Point, seemed to be extended from it to each Horn: I did not mark the precise Time when I first perceived this Light, but am satisfied that it could hardly be less than one fourth of a Minute before the annular Appearance began.⁽⁸⁾

この記述は、まさしくベイリービーズ現象であるといえよう。従って、現象自体の第一発見者は、ベイリーではないことがわかる。

3-2. ベイリーによる観測と考察

では、ベイリー本人が行なった観測と考察は、どのようなものだったのだろうか。彼の観測の詳細は、イギリスの王立天文協会(Royal Astronomical Society)の報告誌“Monthly Notices”の1836年12月9日号に報告されている(ただし、ベイリー本人の論文ではなく、編集者がまとめたものである)。それによると、以下のとおりである。

For, when the cusps of the sun were about 40° asunder, a row of lucid points, like a string of beads, irregular in size, and distance from each other, suddenly formed round that part of the circumference of the moon that was about to enter on the sun's disc. This he intended to note as the correct time of the formation of the annulus, expecting every moment to see the thread of light completed round the moon; and attributing this serrated appearance of the moon's limb (as others had done before him) to the lunar mountains; although the remaining portion of the moon's circumference was

perfectly smooth and circular, as seen through his telescope. He was somewhat surprised, however, to find that these luminous points, as well as the dark intervening spaces, increased in magnitude;⁽⁹⁾

また彼は、金環の状態が終わる瞬間にも、同様なビーズ現象を観測している。その記述の後、報告書は以下のように続けている。

For the cause of the remarkable optical deception above described, Mr. Baily does not attempt to account: but he confesses his surprise that the phenomenon has not (with one single exception, which will be presently alluded to) been noticed, or recorded, on former occasions, since it must be seen by every person who watched for the formation and dissolution of the annulus;

(中略)

In nearly all the accounts by other observers, the description of the phenomenon is restricted to the very commencement of the annulus, or to the formation of the string of luminous points which on a sudden are seen to surround that portion of the moon's limb about to enter on the sun's disc; and no notice whatever is taken of the continuation of the phenomenon, or of the stretching out of the dark spaces into parallel lines, as above mentioned: nor of their rupture and disappearance, which is by far the most remarkable part of the phenomenon.⁽¹⁰⁾

これらから、ベイリーは、ビーズ現象自体は、彼以前にも観測されていることを知っていたが、それらの観測報告は、金環が始まる時に限られていて、金環の終わりの時の観測報告がないことを指摘している。

報告文はその後、このビーズ現象の原因の考察を掲載している。そこでは、このビーズ現象が、1761年と1769年に観測された金星太陽面通過でのブラックドロップ現象の見え方とよく似ていることから、月に大気があることにより起こるという説を紹介した上で、それを否定している。そして、以下のように続けている。

Mr. Baily considers, and adduces certain facts to shew, that the circular edge of the moon is always distorted at those points which are in contact (or nearly so) with the sun's

circumference: and which have occasionally given rise to the supposition of lunar mountains in high relief. He thence infers, that all measures of the moon's diameter, when passing over the sun's disc, must be taken with great caution, and with due attention to the proximity of the part measured to the edge of the sun's disc (where alone the distortion seems to take place), otherwise errors and discordances will occur. Those prodigious lunar elevations and depressions, so frequently described in solar eclipses, are seldom or never seen, except at commencement or termination of the eclipse, or in places near the solar cusps: that is, in those points only which are near the edge of the sun; every other portion of the moon's circumference being comparatively smooth and circular.⁽¹¹⁾

これにより、ペイリーがその原因を月の表面の凸凹に求めていること、また、月の凹凸が、日食の各段階が起こる時刻にも影響を及ぼすことを認識していることが知られる。従って、ペイリーの行ったことは、

- ①ビーズ現象の発見者ではない
- ②ビーズ現象を観測して「ビーズを連ねたような」光が見えたという表現をした
- ③ビーズ現象の原因を、月の表面の凸凹であるとした

という3点にまとめることができる。

4. おわりに

以上、金環日食の用語や、ペイリービーズに関する歴史的な考察を行なった。2012年5月21日の金環日食については、国内で25年ぶりに見られるものであることから、人々の注目度も高くなっているが、前回の日食時に比べて、メディアが格段に発達している点や、天文普及活動が活発化している点などから、情報発信の量が、以前よりはるかに多くなっている。しかしながら、天文学史にかかわる内容に関しては、掘りどころとなる文献が少ないこともあり、必ずしも正しい内容が伝えられているわけではないことがわかった。

近年では、古い文献資料もインターネットなどを通じて入手しやすいので、原典を直接確かめるのも容易になってきているので、それらを活用して、正確な情報の提供を心掛けたい。

文献と註

- (1)『寛政暦書』巻33、古測交食校下、第3丁ウラ。本稿では、『寛政暦書』は国立天文台蔵本を使用した。
- (2)前掲(1)、巻34、新測交食校、第24丁オモテ～24丁ウラ
- (3)渋川景佑編『交食実測録』(東北大学図書館所蔵)、第4冊、第2丁ウラ
- (4)渡辺敏夫、『近世日本天文学史』下巻、641-642ページ、恒星社厚生閣、1987年
- (5)『元史』天文志巻1(任継愈編、『中国科学技術典籍通彙』天文巻、第3冊、1307-1308ページ)。
- (6)『西洋新法暦書』、『交食暦指』巻一(前掲書、『中国科学技術典籍通彙』天文巻、第8冊、1232ページ)。
- (7)『曆象考成』巻八(前掲書、『中国科学技術典籍通彙』天文巻、第7冊、699ページ)。
- (8)“A Collection of the Observations of the Solar Eclipse, Feb.18.1736-7, sent to the Royal Society” philosophical Transactions. No.447. pp175
- (9)Monthly Notices (Royal Astronomical Society). Vol.4. No.2 pp.16
- (10)前掲(9)、pp.17-18
- (11)前掲(9)、pp.18-19