天文数値シリーズ (3)
—理科年表による—

日 食・月 食

永井隆三郎*・溝原光夫*

理科年表天 7—11 日・月食の表は，Oppolzer: Canon der Finsternisse 1887 によっている．

この表を読むためには，簡単に日・月食時における太陽・月・地球の位置関係，日・月食の計算法を知らねばならない．

明らかに，日食は朔，月食は望，或いはそれに充分近い時に起こるが，黄道に対する白道の傾きが平均 5°9′ あること，両天体の視直径が約 32′ であることを考えれば，日・月食は両道の交点近傍でなければ起らないといえる．この2つのことから，223 朔望月 (6585.3212 日) ≒242 交点月 (6585.3572 日) 経った日・月の状態は，再び元の状態に近い関係を示し，食が起こる．この周期は夙に古代カルデヤの人々に知られていたもので，サロス食期と呼ばれている．又，太陽が再び白道との交点に達する周期を——これは食を起こすための太陽に対する必要条件となっているが——食季節循環期と呼ぶ．白道の交点は黄道上を1日に 0°.05295 程逆行していることを考慮すれば，この食季節循環期は 346.6200 日となる．

日食に於ける皆既食・金環食・部分食の別については，図2からも明らかなように，その時の月の本影の長さと地球自体の位置関係によっている．理科年表天2の表を用いて，簡単な幾何学的考察をおこなうと，月の本影の足Kが，地表にとどく場合（皆既食），地表にとどかない場合（金環食）が起りうることを容易に確かめられるだろう．

日食の計算には，ベッセルの食要素という量が用いられる．これは，毎年発行される天体暦に与えられているのだが，図1及び図2に示されている諸量の内，$x, y, a, d, \mu, l_1, l_2, f_1, f_2$ 及びその時間的変化量のことである．ここで x, y は影円錐の軸のベッセル基準面上での座標，a, d はベッセル基準面に垂直な，つまり影円錐の軸に平行なZ軸の赤経・赤緯，μ はこのZのグリニッジ子午線に関する時角，l_1, l_2 はベッセル基準面上の半影・本影の半径，f_1, f_2 は半影円錐・本影円錐の半頂角である．天体暦には，x, y, $\sin d$, $\cos d$, μ, l_1, l_2, $\tan f_1$, $\tan f_2$ の形で，それらの 10 分毎の値が計算されている．

さて，ベッセル基準面に対する観測者の位置 (ξ, η, ζ) その点に於ける半影・本影の半径 (L_1, L_2) は，平面幾何・球面三角の公式を適用すると

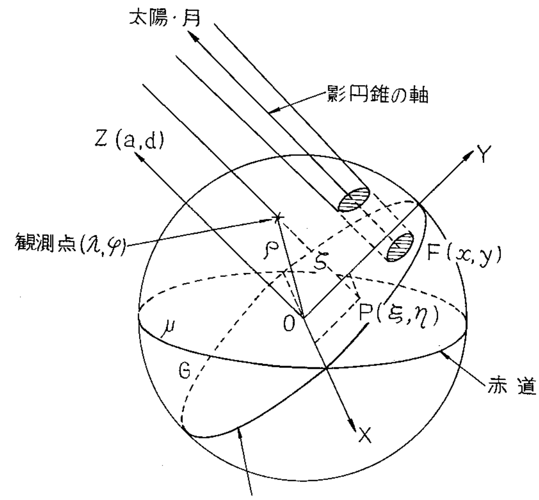

図 1

$$\begin{cases} \xi = \rho \cos\varphi' \sin(\mu - \lambda) \\ \eta = \rho\,[\sin\varphi' \cos\alpha - \cos\varphi' \sin d \cos(\mu - \lambda)] \\ \zeta = \rho\,[\sin\varphi' \sin d + \cos\varphi' \cos d \cos(\mu - \lambda)] \end{cases}$$

$$\begin{cases} L_1 = l_1 - \zeta \tan f_1 \\ L_2 = l_2 - \zeta \tan f_2 \end{cases}$$

となる．ここで，λ, φ' は観測地点の経度，地心緯度である．観測地点で食が起こるということは，観測地点が半影又は本影に入るということであるから

$$(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 \leqq L_{1,2}^2$$

が成り立つ．

こうして観測者の位置は求められるのだが，その為には更に，これらの量が時間の関数だから，食の初まり又は食の終りの時刻を正しく知らなければならない．この正しい食の時刻は，ベッセルの食要素の時間的変化を考慮して，逐次近似の方法で求められる．このようにし

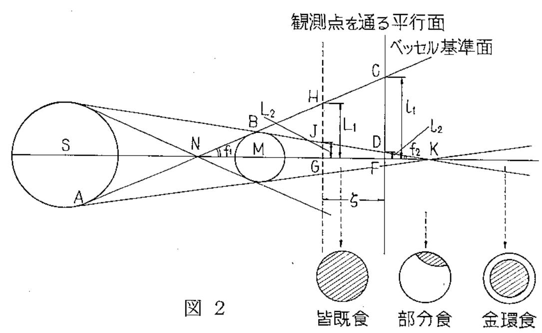

図 2

* 東京天文台 R. Nagai and M. Mizohara: Solar and Lunar Eclipses

て，観測地点の (λ, φ') が解かれ (λ, φ) が得られる．但し，φ は観測地点の測地緯度である．

例えば，1976年4月29日に起こる日食について計算を行なうと，日出時中心食については，時刻 $8^{h}30^{m}$(ET) のベッセル食要素 $x_0=-1.016165$, $y_0=0.114841$, $x'=0.494162$, $y'=0.112704$,…… から，正しい時刻は，逐次近似の方法で $8^{h}32^{m}.848$ と求められ，この正しい時刻に対するベッセル食要素は，再び天体暦から，$x=-0.992708$, $y=0.120190$,…… となり，日出時中心食の条件，$x=\xi$, $\zeta=0$ を用いると，$\lambda=40^{\circ}.63287$, $\varphi'=6^{\circ}.70051$ となる．地心緯度 φ' を測地緯度 φ に換算すれば，$\varphi=6^{\circ}.72295$ となって，天7の表の値 $\lambda=41^{\circ}$, $\varphi=7^{\circ}$ が求まるのである．正午中心食，日入時中心食についても，全く同様に計算することができる．

場合によっては，食が極に充分近い所で起こり，例えば，或る地点で日出中心食が見られ，続いて他の地点での日出中心食となって食が終ってしまうような時には，正午中心食はなく，表では括弧をつけて示してある．このような場合の太陽・月・地球の位置関係など考えてみられると面白いと思う．

月食については，日食と同じであるから述べないが，平均の位置に於いて，地球の本影の直径は——実際の計算にあたっては，地球大気の屈折作用による影の変化を考慮する必要はあるが——月の直径の2.6倍もあるので皆既食か部分食のどちらかが起こり，又，観測地点も月の見える処ならどこでもよいことは明らかであろう．

天8の脚注「* をつけたものは中心食でない」は誤りであって，表の中の＊印はとり除かなければならない．更に，昭和51年度の理科年表天10—11の図は，日食の中心線をプロットしたものであるが，すべて日出中心食，正午中心食，日入中心食を持ったものばかりが描かれてあり，天11の脚注に示すような食は除いてある．

又，校正のミスで，“1965年V月30日より1980年VIII月10日”は，“1974年VI月20日より1991年VII月11日”とし，1976 X 23, 1979 II 26, 1979 VIII 22, 1983 VI 11, 1990 VII 22, 1991 VII 11 の食では○印が欠落している．

掲　示　板　（II）

東レ科学振興会研究助成

昭和50年度（第16回）の東レ科学振興会研究助成候補者として，本会から3件推薦していたところ，東京大学東京天文台の甲斐敬造氏他4名の「新しい干渉計像処理装置による太陽電波の高時間分解能観測」が採用されました．なおこの研究に対して1,080万円の研究助成金が授与されます．