

# 「元嘉暦による皇極天皇二年の月食の観測可能性」

落合敦子，渡辺瑞穂子（國學院大學）

相馬 充，上田暁俊，谷川清隆（国立天文台）

## 目次

1. 序
  - 1-0. 要旨
  - 1-1. 問題
  - 1-2. 先行研究
  - 1-3. 本研究の目的
2. 元嘉暦による推算
  - 2-1. 元嘉暦の特徴
  - 2-2. 元嘉暦の採用定数
  - 2-3. 平気平朔の計算
  - 2-4. 平気定朔による月食予測
3. 結果
4. まとめ

## 1. 序

### 1-0. 要旨

『日本書紀』皇極天皇二年五月乙丑(十六日)条に記載される月食は元嘉暦で予測できた。その予測でも日本では昼間の時間帯であったので、見えないと予測できたはずであることが明らかになった。

平朔法の計算なら前日(五月十五日)の午後九時四十二分が食の最大であった。定朔法の計算では、五月十六日の日の出後である。『日本書紀』の食の日付が五月十六日であることを考えると、予測されていたとすれば、平朔ではなく定朔であったはずである。

この問題については古くより歴史学者、天文学者の間で論議がなされてきた。しかし、実見できないこの月食記事を国史に記載した理由については確たる答えは得られていない。そこで、ここで、この日食の記載の理由について考察した。

### 1-1. 問題

問題の月食記事は『日本書紀』皇極紀にある以下のものである。

**二年五月庚戌朔乙丑。月有蝕之。**

(皇極天皇二年五月乙丑(十六日)は、西暦 643 年 6 月 8 日(ユリウス暦)である)。

この月食が日本で見えないことは早くからわかっており、その指摘はなされていた。皇極天皇二年当時の人々はこの月食を見ていないはずなのに、何故この記事があるのか。その記載の理由は不明である。『日本書紀』にはこれ以外に天武紀に月食記事があり、こちらは日本で観測可能であることがはっきりしている。

## 1-2. 先行研究

**小倉伸吉**：この月食は、飛鳥において朝方に起こるため、見ることはできない。七世紀の推算結果をそのまま『日本書紀』に載せたのであろう。

**神田茂**：月食の前に、高麗・百済の僧が来朝していることから、朝鮮の暦の月食記事が『日本書紀』に入ったのではないかと推測している。

**大谷光男**：皇極天皇二年の月食は、日本のどこにおいても見ることはできない。

**斉藤国治**：（中国には記録はない）この月食は洛陽でも認められなかつたであろう。つまり中国では実見にもとづいて記録がなされ、日本では暦算にもとづいて記録がなされていた。日本で独自に推算をして、それが誤算であった。江戸時代の暦学者は、当時行用していた暦法による予測をそのまま記録に載せたもの、と推測している。

**河籬公昭・谷川清隆・相馬充**：地球自転の遅れ( $\Delta T$ )の時間変化を考慮して、皇極天皇二年の月食記事が観測に基づかないことを改めて示した。中国や朝鮮でもこの月食は見えないことを明確にした。

## 1-3. 本研究の目的

1. 皇極天皇二年五月の月食が日本で観測できないことは、すでに多くの天文学者によって確認されている。しかし、当時の暦法でこの月食が推算されたことは確認されていない。
2. 『日本書紀』にこの記事が何故掲載されたのか、明確な議論はなされていない。以上の2つの問題に明確な答えを出すための努力を本論文で行う。
3. 元嘉暦についての解説は既にいくつかあるが、本論文では、元嘉暦の計算法をわかりやすく解説する。

## 2. 元嘉暦による推算

### 2-1. 元嘉暦の特徴

**景初暦** 日付は平気平朔、食予測は平気定朔（中国で西暦237年-444年に行用）

**元嘉暦** 景初暦と同じく日付は平気平朔、食予測は平気定朔だが、観測に基づき二十四気の日付が約3日遅れていたのを正すなどした（中国で西暦445年-509年に行用）

**麟徳暦** 日本では儀鳳暦と呼ばれる。日付は平気定朔、食予測は定気定朔（中国で西暦665年-728年に行用）

ここで

**平気**とは太陽の平均的な動きに基づく二十四節気のこと。

**平朔**とは月と太陽の平均的な動きに基づく朔のこと。

**定気**とは太陽の動きの遅速を取り入れた二十四節気のこと。

**定朔**とは月の動きの遅速を取り入れた朔のこと。

## 2-2. 元嘉暦の採用定数

太陽年 =  $222070 \text{ 日} / 608 = 365.2467105 \dots \text{日}$  (現在値は  $365.24219 \dots \text{日}$ )  
 朔望月 =  $222070 \text{ 日} / 7520 = 29.53058510 \dots \text{日}$  (現在値は  $29.530589 \dots \text{日}$ )  
 近点月 =  $20721 \text{ 日} / 752 = 27.55452127 \dots \text{日}$  (現在値は  $27.554550 \dots \text{日}$ )  
 交点月 / 朔望月 =  $939 \times 2 / (939 \times 2 + 160)$  より  
 交点月 =  $27.21218784 \dots \text{日}$  (現在値は  $27.212221 \dots \text{日}$ )

朔望月の長さが精密で、太陽年の長さがやや不正確であるには理由がある。これは朔望月の長さを決めて 19 年 7 閏法を守ると一年の長さは不正確になるからである。  
 $29.53058510 \dots \text{日} \times 235 = 6939.6875 \text{ 日}$ 、 $365.2467105 \dots \text{日} \times 19 = 6939.6875 \text{ 日}$

## 2-3. 平気平朔の計算

ここでは元嘉暦で皇極天皇二年の暦を計算する。

元嘉暦は、元嘉二十年(中国の年号で、これは西暦 443 年に当たる)の 5703 年前が上元になる。上元は甲子の日で 0 時の瞬間に雨水で同時に朔になるときである。その年を 0 年として元嘉二十年が 5703 年になるということである。

皇極天皇二年(西暦 643 年)は上元から数えて 5903 年になるから、太陽年と朔望月を使えば、皇極天皇二年の一月朔(平朔法による)の日時が決まる。表 1 にある通り、この日の大餘が 18、すなわち干支が壬子で、小餘が 14 になる。

続く朔弦望(平朔法による)を求めるには、大餘(日)に 7、小餘(分)に 287、小分(秒)に 3 を次々に加えていく。1 日は 752 分、1 分は 4 秒である。

表 1 平朔法による皇極天皇二年の朔弦望の計算

年号	月	大餘(日)	小餘(分)	小分(秒)	干支の計算	干支
皇極天皇		Mod 60	Mod 752	Mod 4	31 + 大餘 (Mod 60)	
二年	一月朔	18	14	0	31 + 18 = 49	壬子[49]
	上弦	18 + 7 = 25	14 + 287 = 301	0 + 3 = 3	31 + 25 = 56	己未[56]
	望	25 + 7 = 32	301 + 287 = 588 588 + 1 = 589	3 + 3 ≡ 2	31 + 32 ≡ 3	丙寅[3]
	下弦	32 + 7 = 39 39 + 1 = 40	589 + 287 ≡ 124 124 + 1 = 125	2 + 3 ≡ 1	31 + 40 ≡ 11	甲戌[11]
	五月望	23 + 7 = 30	393 + 287 = 680 680 + 1 = 681	3 + 3 ≡ 2	31 + 30 ≡ 1	甲子[1]

皇極天皇二年五月望は甲子の日で、望の時刻は今の時刻法で  
 $(681 + 2/4) / 752 \times 24 \text{ 時} = 21 \text{ 時 } 45 \text{ 分}$

になる。ただし、この段階では月の番号は閏月を考慮していない仮のものである。

皇極天皇二年の雨水(これを含む月が一月になる)は、やはり上元からの年数と太陽年の長さから日時を決めることができる。これも表 2 にあるように、日の大餘が 41、すなわち干支が乙亥で、小餘が 101 になる。次の気は大餘に 15 を加え、小餘に 66 を加え、小分に 11 を加えて得られる。ここでは、1 日は 304 分、1 分は 24 秒である。

表2 平気法による皇極天皇二年の二十四節気の計算

年号	二十四節気	大餘(日)	小餘(分)	小分(秒)	干支の計算	干支
皇極天皇		Mod 60	Mod 304	Mod 24	Mod 60	
二年	雨水	41	101	0	$31+41\equiv 12$	乙亥[12]
	驚蟄	$41+15=56$	$101+66=167$	$0+11=11$	$31+56\equiv 27$	庚寅[27]

皇極天皇二年の暦は朔弦望と二十四節気を一つの表にまとめて作られる(表3)。これによって月が確定し(雨水を含む月が一月、春分を含む月が二月という具合である)、中気のない月が閏月と決まる。皇極天皇二年の場合は八番目の月が閏七月となった。したがって、表2で求めた五月は修正の必要がないことが分かる。

表3 平朔平気による皇極天皇二年の暦

一月朔	壬子[49]	小	二月朔	辛巳[18]	
上弦	己未[56]		上弦	戊子[25]	
望	丙寅[3]			庚寅[27]	驚蟄
下弦	甲戌[11]		望	丙申[33]	
	乙亥[12]	雨水	下弦	癸卯[40]	
				乙巳[42]	春分

閏七月朔	戊寅[15]	
上弦	丙戌[23]	
望	癸巳[30]	白露
下弦	庚子[37]	

#### 2-4. 平気定朔による月食予測

月食の存否：

食の起こる条件は、交点からの距離(去交分という)が80以下である。これは交点間の距離を939とする単位で測っているのので、現在の単位に換算するとほぼ15度以内になる。

交点からの距離(去交分)を求める：

- (1) 去交分は上元での初期値が与えられている。
- (2) 太陽が一月に進む距離に上元からの月数を乗じる。
- (3) 上の2つを加えて、交点間の距離で割れば余りが去交分である。

**計算結果：皇極天皇二年五月望の去交分は930**

この数は交点間の距離939からの差が80以下なので、

**皇極天皇二年五月望は月食**

になることが分かる。

望の時刻を定朔法によるものにするため、月の動きの不整を補正する。そのため、望のときの近地点からの月の距離を求める。

まず、真の月と平均の月の位置の差を求めるため、月の近地点通過からの日数を求める。

- (1) 近点からの距離(一周を20721とする)は上元での初期値が与えられている。
- (2) 月が一日に進む距離に上元からの日数を乗じる。
- (3) 上の2つを加えて、一周の距離20721で割れば余りが近地点からの距離である。

(4) 近地点からの距離を月の一日の速度 752 で割れば、月が近地点を通過してからの日数が求められる。

計算結果：皇極天皇二年五月望のときの月の近点からの日数は 21 日 737.5 分となる。ここで、1 日は 752 分

#### 真の望の日時の計算：

真の月と平均の月の差、それと太陽に対する月の速度は、月の近地点からの日数に対する表として与えられている。その表から、皇極天皇二年五月望については

真と平均の月の差は  $-72264.5$

太陽に対する月の速度は  $243.9$

が得られる。したがって五月望の時刻(小餘)は

$$681 - (-72264.5)/243.9 = 681 + 296.3 = 977.3$$

平朔法 定朔法にするための補正

となる。752 を超えたので、それを引くと

$$977.3 - 752 = 225.3$$

となって日にちが翌日が変わったことがわかる。時刻を求めると、翌日の

$$225.3/752 \times 24 \text{ 時} = 7.2 \text{ 時} = 7 \text{ 時 } 12 \text{ 分}$$

となる。すなわち

月食の食甚時刻は、皇極天皇二年五月十六日午前 7 時 12 分

となる。

### 3. 結果

- ① 皇極天皇二年五月十六日に確かに月食があった。
- ② 元嘉暦によれば、食甚は五月十六日午前 7 時 12 分。
- ③ 平朔法での計算によれば食甚は五月十五日午後 9 時 42 分 8 秒。
- ④ 現代の計算では、食甚は五月十六日午前 8 時 30 分(地方視太陽時)。月の入りは、4 時 50 分なので、現代の計算でも元嘉暦でも飛鳥からは月食は見えなかった。

オッポルツェルは、食の開始時刻(地方平均時)を 6 時 25 分とした。小倉伸吉および斉藤国治も食の開始時刻を 6 時 25 分としているが、計算した形跡がないので、オッポルツェルの日食月食宝典から数値を採用したものと思われる。

筆者らは皇極天皇二年当時の地球自転の遅れ( $\Delta T$ )を 3000 秒と見積もって食の開始時刻を 6 時 49 分(地方視太陽時)と求めた。

### 4. まとめ

- (1) 元嘉暦の計算では月の運動を一様として求めた皇極天皇二年の月食の日付と、月の運動に不等があるとして求めた月食の日付は異なることがわかった。
- (2) 元嘉暦では、朔望のときの近点からの月の距離を推算するので、日月食、特に皆既日月食を予想できる。皇極天皇二年の月食記事は、計算違いを行ったとも考えられる。月の運動を一様として計算すると、日本で観測できるのだが、日付は前日になってしまう。月の運動の不等を入れて計算すると、日は合うが月食は観測できない。従って元嘉暦で月食を予測したとも断定できない。
- (3) 皇極天皇二年の月食を推算した先行研究はない。月食については本研究で始めて当時の暦で推算を行った。

(4) なぜこのような記事が書かれたのか可能性を列挙する。

1. 『日本書紀』の7世紀の皇極・孝徳・斉明・天智の四代の天皇の期間に、日本で見えた皆既月食は10個ほどである。晴天率を加味しても約4個は見えたはずである。皇極天皇二年の月食はこの期間の最初の皆既月食であった。皇極天皇二年の月食は、予測である。以後、月食記事がないことを考えると、最初の月食予測が外れたので、その後予測をやめたとも考えられる。  
この解釈は確定的ではない。後人の研究を俟ちたい。
2. 元嘉暦ではない暦で計算した可能性もある。他の暦(例えば景初暦)による計算は、別の機会に行う。
3. 元嘉暦の食推算は、簡単ではない。計算間違いの可能性もある。
4. 西暦700年代の官人が、日本の天文予測が、640年代まで遡ることができることを示したかった。

本研究結果について、詳しくは

落合敦子, 渡辺瑞穂子, 相馬 充, 上田暁俊, 谷川清隆 (2012) 「『日本書紀』皇極天皇二年五月十六日の月食記事と元嘉暦」国立天文台報 第15巻, pp. 13-28

を参照のこと。