

新月の見られるための条件と 我邦の古記録に見えた2、3の観測

小川清彦

(1) 新月の見られるための条件につき

新月が見られるための一般的規則というようなものは少くも3種知られている。古くから知られているマイモニデス (Maimonides) の規則、近年フォンザリングム (Fotheringham)¹⁾ 及びショツホ (Schoch)²⁾ の定めたもの等がそれである。

12世紀の^{ユダヤ}猶太学者 Maimonides の「新月について」と題する著書に載せられてあるという規則（これは^{ギリシア}希臘天文書から転載したものとされる）は B. Cohn が “Astronomische Nachrichten”, 4083 に紹介しているものによると、これは月入の際における太陽と月の ascensio obliqua（天体と同時に地平線に没する赤道上の点の赤経）の差 β と太陽からの elongation D との関係で決まるものである。これを一覧表にして示すと次のようなものになる。

見ラレヌ	見ラレル
$\beta < 9^\circ$ デハ	$\beta > 9^\circ$ デ且つ $D > 13^\circ$ ナラ
$\beta < 10^\circ$ デ且つ $D < 12^\circ$ デハ	$\beta > 10^\circ$ デ且つ $D > 12^\circ$ ナラ
$\beta < 11^\circ$ デ且つ $D < 11^\circ$ デハ	$\beta > 11^\circ$ デ且つ $D > 11^\circ$ ナラ
$\beta < 12^\circ$ デ且つ $D < 10^\circ$ デハ	$\beta > 12^\circ$ デ且つ $D > 10^\circ$ ナラ
$\beta < 13^\circ$ デ且つ $D < 9^\circ$ デハ	$\beta > 13^\circ$ デ且つ $D > 9^\circ$ ナラ
	$\beta > 14^\circ$ ナラ

今この表が適用さるべき観測地（パレスチナ）の緯度 ϕ を 32° とし換算式

$$h = \beta \cos \phi \quad A = (D - h \cos \phi) \operatorname{cosec} \phi$$

1) John Knight Fotheringham, 1874–1936

2) Carl Schoch, 1873–1928

(h は太陽と月の高度差、 A はその方位角差) によって表を書き換えてみると次ページの表のようになる。

見ラレヌ	見ラレル
$h < 7^{\circ}6$ デハ	$h > 7^{\circ}6$ デ且つ $A > 12^{\circ}3$ ナラ
$h < 8^{\circ}5$ デ且つ $A < 9^{\circ}1$ デハ	$h > 8^{\circ}5$ デ且つ $A > 9^{\circ}1$ ナラ
$h < 9^{\circ}3$ デ且つ $A < 5^{\circ}8$ デハ	$h > 9^{\circ}3$ デ且つ $A > 5^{\circ}8$ ナラ
$h < 10^{\circ}2$ デ且つ $A < 2^{\circ}6$ デハ	$h < 10^{\circ}2$ デ且つ $A > 2^{\circ}6$ ナラ
$h < 11^{\circ}0$ デ且つ $A < 0^{\circ}7$ デハ	$h > 11^{\circ}7$ デ且つ $A > 0^{\circ}7$ ナラ
	$h < 11^{\circ}3$ ナラ

ここにちょっと断わっておくことは elongation は、普通太陽からの角距離を意味するのであるがここでは赤経の差と解しておいたことである。

Maimonides の規則において角度が 1° ずつ増減しているのは少し変で人為的に細工をした疑いがある。そうするとそれを書き直した表に角度を $0^{\circ}1$ まで出すなどはなおさら変だが、これは限界線を決める便宜上あえて左様したまでである。

この表に基づいて見える見えないの両区域を紙上に区画してみると両者の間に、5 個の矩形の白地が介在することを認める。両区域の限界線はこれらの白地の中心を通過するものと思うべきであろう。これは大体 1 つの斜線と水平線からなる折線である。この斜線の方程式は $h = 11^{\circ}2 - 0.30A^2$ ($A < 12^{\circ}$) で水平の部分は $h = 7^{\circ}6$ ($A > 12^{\circ}$) である。しかし太陽の上方で限界線は水平になるべきであるという条件を入れると限界線は大体次の方程式で表わされる。

$$h = 10^{\circ}6 - 0.025A^2 \quad (A < 1^{\circ})$$

$$h = 7^{\circ}0 \quad (A > 12^{\circ})$$

別に私は限界線を 1 つの指数曲線で表わしてみたが、あまり価値ありとも思われぬので省いておく。

次に J. K. Fotheringham は 1910 年 “Monthly Notices,” Vo1. LXX, pp. 527–31 に ‘On the smallest visible phase of the Moon’ と題する論文を発表して従来この問題を考えるのに月齢とか太陽からの角距離とか時候とかいう方面からの不徹

底な見方によったのを一変して、総ての観測を日入（天文学的）時における月の高さ h （視差を省略したもの）と方位角差 A との関係において眺めた。私が前に Maimonides の規則を書き換えたのはこの Fotheringham のとの比較を便ならしめんがためである。

Fotheringham が研究に用いた材料は 19 世紀中葉以後の肉眼観測 76 個で、その内の 9 割までは J. Schmidt が希臘^{ギリシア}アテネで行ったものでありその中には 20 個の見られなかった観測も含まれている。見られなかった観測などは、一見無価値のようであるがその実、限界線決定上極めて重要なものである。

Fotheringham が新月の見られるための月の最小高度として導いた実験式（限界線の方程式）は、

$$h = 12^\circ 0 - 0.008A^2$$

である。 h の値は $A = 15^\circ$ 辺りまでは大して変らない。言い換えると新月が見えるや否やは大体日入時における月の高さが 10° 以上あるか否かによって決まるもので方位角の差が大ならざる限り、その如何は 2 次的の重要さしかないということになる。

この実験式の形は限界線が太陽の上方で水平であるという条件で定められるのであろうが、常数項 12° という値はここで取扱われた材料からは否定もされないしまた肯定もされてはいない。しかしこの点は Fotheringham が 1921 年 “Observatory” 10 月号 pp. 308–11 に、その後あつめた追加材料について述べたところによって観測上から確かめられたことになっている。

Fotheringham はこの種の観測には絶対に双眼鏡などを使うべからずと力説している。一応もつともな説である。しかるに面白いことには 1905 年 Otto Schrader が “Astronomische Nachrichten” 4208 に彼が、19 年間にわたり柏林^{ベルリン}で行った新月の双眼鏡観測を發表しているものを材料として私が限界線（とみて良かろうと思われるもの）の方程式を求めてみた結果は、

$$h = 12^\circ 1 - 0.008A^2$$

となつて、Fotheringham のと全く一致しているのである。Schrader は近眼で肉眼観測ができないから双眼鏡で行つたと断わっている。恨むらくは彼は見えなかつた観測について何も報告していない。したがつて限界線はこの方程式が表わす曲線よりも下方にあると考えるのが正当であろうが、観測がこの曲線に沿つて行儀よく配列されているところをみるとこれを、そのまま限界線と見てさしつかえないように思われる。Schrader が、太陽からの角距離 12° が新月の見られるための最小距離であると述べているのはこの推定を強めるものといえるであろう。ところが他方 Fotheringham も肉眼観測について全く同じ意見を述べているのである。

終りに K. Schoch の研究を述べなければならぬのであるが、彼の論文はまだひとつも手にすることができないので、結果だけから推測するほかはないのを遺憾とする。彼の新著 “Planeten tafeln für Jedermann”¹⁾ に載せてある小さい表によつて彼の限界線の方程式を出して見ると大体、

$$h = 10^\circ.7 - 0.013A^2$$

である。

以上 3 種の結果を集めてみると、

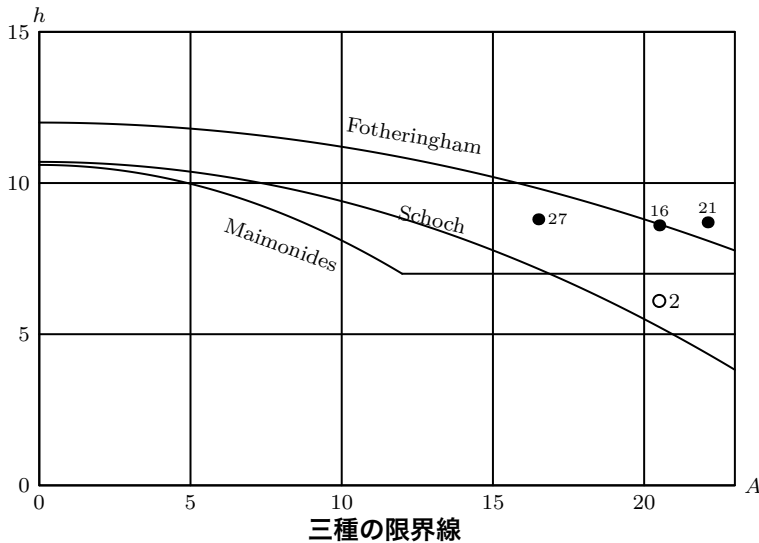
$$(F) \quad h = 12^\circ.0 - 0.008A^2$$

$$(S) \quad h = 10^\circ.7 - 0.013A^2$$

$$(M) \quad h = 10^\circ.6 - 0.025A^2 \quad A < 12^\circ; \quad h = 7^\circ.0 \quad A > 12^\circ$$

で Schoch の常数項は Maimonides のと一致しており曲線の傾斜は Fotheringham と Maimonides の中間になっている。Maimonides のは古代の観測に基づき、Fotheringham のは 19 世紀以後の観測に基づいている。Schoch の使つた材料は不明であるが表の説明文中に数百個の観測を基としたものであるとか、Babylon で見えた 20 個の観測に照すと Fotheringham の限界線は断然高すぎるとか述べてあるところから推測すると、古代から現代に至るまでの観測を総合したものであるらしい。

1) Schoch, Carl, Planeten-Tafeln für Jedermann zur Berechnung der geozentrischen Örter der großen Planeten (und des Mondes) für den Zeitraum von 3400 v.Chr. bis 2600 n.Chr. ohne Anwendung der Logarithmen und trigonometrischen Funktionen bis auf ein Zehntel Grad unter besonderer Berücksichtigung der Babylonischen Astronomie (Linzer-Verlag G.M.B.H., Berlin-Pankow, 1927).



果して然^{しか}りとせば上記の3限界線の中の相違は、古代人の観測は近代人のよりも多少恵まれていたという仮定によって説明し得られるように思われる。

しかし A が大なる場合における Schoch の限界は大分怪しいと思う。Maimonides によれば $A = 12^\circ$ あたりから $h = 7^\circ$ 位で変わらないことになっている。少くもあまり変わらないのであろう。ところが Schoch によれば $A = 17^\circ$ あたりで同じ高さになるがそれ以上になると h が急に減少して $A = 19^\circ$ で既に $h = 6.3$ である (Fotheringham では 9.1)。

(2) 我邦の古記録に見えた2、3の観測

私はここに古い記録を調べている間に偶然眼についた新月の観測記録を紹介しようと思う。

第1の観測は藤原定家の日記である『明月記』にあるもので本文は、

天福元年六月二日乙亥臨昏黒下人等称二星取合由、望見西天今日無織月太白之傍一寸許有小星、人云取合之後離去星也云

三日丙子 織月初見

で観測地は京都である。これは2星(太白¹⁾と歳星²⁾)の合が見えるという下

1) 金星

2) 木星

人の報告に、興をひかれて出てみたおりにから2日であることを思い出し、新月が見えるかどうか捜してみたが見えなかったので、何の気もなくその事を記録しておいたものらしい。6月2日は1233年7月10日で当日の日入時刻(平均時)は7時8分でありこの時の h 及び A の値は、

$$h = 8^{\circ}8 \quad A = 16^{\circ}5$$

で月齢は $35^{\text{h}}4$ であった。これは Fotheringham の使った材料の(27)番とほとんど一致している。やはり見えなかった観測で1865年6月24日 J. Schmidt がアテネで行ったものである($h = 9^{\circ}2$, $A = 16^{\circ}0$, 月齢 $35^{\text{h}}5$)。

$A = 16^{\circ}5$ の場合に前の3方程式が与える h の値はそれぞれ、

$$\text{Fotheringham} = 9^{\circ}8 \quad \text{Schoch} = 7^{\circ}2 \quad \text{Maimonides} = 7^{\circ}0$$

であって Fotheringham によれば見られないことになるが Schoch 及び Maimonides によれば見られたはずになる。

6月3日の日入時刻における h 及び A の値は $h = 17^{\circ}1$, $A = 26^{\circ}3$ で月齢は 59^{h} になりたやすく見られたわけである。

『明月記』にはこのほかになお、建久9年2月4日の条に「雨後西天月細」というのがあられるけれども4日であることから察せられる通り $h = 38^{\circ}$ $A = 16^{\circ}$ で定家が眺めたときには月は30度位の高度だったもので研究材料としては無価値のものである。

次に第2の記録は『園太暦』(太政大臣藤原公賢の日録)第32及び『愚管記』(関白近衛道嗣の日記)第5に見える正平14年8月3日の観測である。私は両書ともまだ直接に調べることができないのでここでは『大日本史料』及び『続史愚抄』によって述べることにした。『大日本史料』によると『愚管記』には8月3日癸亥晴とあり4日の条には、

或人云去夕月不見

とあり『園太暦』には9月の日記に、

去月三日月不見事實也但強不變云々

とある。また『続史愚抄』巻25には『園太暦』に拠ったものとして、

八月三日癸亥今夕不月出但非重変云○園太暦

と記してある。但書はつまり天文家の意見を載せておいたものである。

正平14年8月3日は1359年8月26日である。この観測も無論京都で行われたもので日入時(6時21分)における h 及び A の値は、

$$h = 7^{\circ}4, A = 21^{\circ}8$$

で月齢は $47^{\text{h}}9$ である。即ち朔から丸2日経っていたのに見えなかったわけであるが夏季にはこんなことが稀でないのである。

今前例の如く $A = 21^{\circ}8$ に対する h の値を3通り出してみると、

$$\text{Fotheringham} = 8^{\circ}2 \quad \text{Schoch} = 4^{\circ}5 \quad \text{Maimonides} = 7^{\circ}0$$

となりFotheringhamによれば見られず、Schochによればたやすく見られるはずである。そしてMaimonidesによれば見えることもあり、見えぬこともあろうという中立的判断が与えられる。即ちこの場合にもFotheringhamの限界線は古記録に見える観測と調和するが、Schochのはいずれの場合にも当てはまらないのである。

正平14年の観測については、なお言うべきことがある。それはこの観測がFotheringham限界線への補足的材料として、かなり重要な役目を果たすものだということである。というのはFotheringhamの材料中 $A > 20^{\circ}$ で $h < 10^{\circ}$ のものはわずか4個しかない。しかもそれらは2個ずつ見える見えないの位置が転倒している。正平14年のはちょうどかく観測の入り乱れた区域に位置しているのである。試みにこれらの観測を並記してみると次のようである。いずれも皆J. Schmidtがアテネで行った観測であり(16)は1862年VII 28(月齢 $45^{\text{h}}1$)、(2)は1859年X 27(月齢 $40^{\text{h}}9$)、(21)は1864年VIII 4(月齢 $52^{\text{h}}0$)、(67)は1878年X 27の観測である。

		A	h	限界線ノ高サ
(16)	見エズ	20°5	8°6	8°6
(2)	見エタ	20°5	6°1	8°6
正平	見エズ	21°8	7°4	8°2
(21)	見エズ	22°1	8°7	8°1
(67)	見エタ	23°0	7°9	7°8

即ち限界線上にあって見えたものと見えなかったものが1つずつ。限界線から0°6上方にありながら見えなかったものが1つ。限界線から2°5下方にあったのに見られたものが1つである。そして正平年間のは限界線に対して無難なものとなっているのである。そこで(2)の観測を極端な例として除外するならば、このあたりの限界線は正平年間の観測を援用することによって結局 Fotheringham ので良いということになるであろう。

しかるに Schoch の限界線によると正平年間のはもちろん、なお上記の(16)や(21)の観測も容易に見られるはずになり、極端な場合としか考えられない(2)の観測ですら当然のものとして肯定される。これらの事実は少くも $A > 20^\circ$ の場合に Schoch の限界方程式が適用すべからざることを明証する。

旧暦3日の月は普通なら見られるのである。それが見られなかったのは月は高さが低すぎたため、それは主として時候が夏だったためである。秋分前の朔の時月の黄緯が南に最大なる時には日入時における三日月の高さが1年中で最も低いから観測が最も困難となる。事実この日は秋分からわずか20日ばかり前で、しかも月の黄緯は南5度で黄道から最も遠く南に離れていたのである。J. Schmidt も10回の見られなかった観測から緯度38度辺では、夏秋の候に月齢50hでも見られないことがあると断定している。正平14年8月3日の月はちょうどこれに適合する場合だったのである。

追記2項

1. 正平14年の記録につき

本文に述べてある通り、この記録はすべて孫引だったので多少不安であったから、原稿送付後も引続きこの点を確認するため、いろいろ手を尽していたが今度偶然の事から史料編纂所の小島鉦作氏を知り、同氏の御好意によって全部を確認することができた。のみならず同氏からさらに1新史料をも紹介されたのは重々の喜びであった。次に史料について述べた所は、すべて小島氏の懇切な御教示にしたがって記したものである。

新史料というのは、

[延文四年記] 八月三日癸亥良朗律師十三廻三ヶ九時理趣三昧三日月不現である。本書の著者は不明であるが当時、寺院関係の人の日記と思われるものを抜粋したものだろうといわれる。したがって史料としての価値は『園太暦』、『愚管記』と列んで有力なるものである。

次に本文中に掲げた『園太暦』の記録は9月2日の条に載せてあるのである。それは光熙なるものが泰尚法師と問答したことを書きつけたもので当時世間に天狗横行の風聞が広がっていたので「去月三日月不出事此間天狗充滿事」云々と尋ねたるに対し「去月三日月不見事実也但強不変」云々と答えたのである。即ち月の見えなかったという事は記憶ではあるがほぼ確実なものと考えて良い。

この晩の月の見えなかった事が互に独立な2史料に載せられてあるだけでも不思議であるのに、なお延文4年記にも記されてあるとすると愈々不思議さは増すばかりである。そこで私はこれら3書の著者の間に、なんらかの連絡があったのではないかと疑ってみた。即ち3著者またはその知人が偶然1箇所に着ち合った際、誰かが3日であることを思い出し好奇心から皆で、月を捜したが見つからなかったのである。しかし小島氏によると当時の記録の例として人と会すれば必ずその事を書き留めておくのであるが、それらしい記事がないのみか各人の地位、その他から推してもかくの如きことは決して起り得ないということであるから、私の想像説は一時撤回したのであるが、さらに考え直してみると観測は何も3著

者またはその知人によって行われねばならぬということはない。天狗（一種の強盗であろう）横行の風聞が広まったように「月不見」も、市井の一角からたちまちにして^{てんじょうびと}殿上人¹⁾の耳にまで達し得ないことはないからである。この点から言えば『愚管記』の書き方は最も当を得たものと言えるであろう。つまり「月不見」が市井の一角から偶然噂のラジオにのった結果が3つの根本史料に、その痕を留めることになったのではなかろうか。

2. 限界線の適用について

私が現に抱いている考えを述べるならば Schoch の限界線は古代観測のみに適用し得るべきものであり、これに反して Fotheringham のは西紀 1000 年以後の観測のみに適用し得るべきものなのではなかろうかという事になる。それから Maimonides のは実は単に骨董的興味に駆られて取扱ってみたのであるが、現われ出た限界線が最初考えていたよりもずっと科学的価値があるものであったことは私を一驚せしめたのである。

『東京物理学校雑誌』第 469 号 (1930)

1) 宮中に昇殿を許された人

-
- ・『小川清彦著作集 古天文・暦日の研究——天文学で解く歴史の謎——』（齊藤国治・編著、皓星社、1997所収）
 - ・原著の図版が不鮮明のため、あらたに描いた。
 - ・読みやすさのために、適宜振り仮名をつけた。
 - ・理解を助けるために脚注を附した。
 - ・書名には『 』を附した。
 - ・PDF化には $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 2_{\epsilon}$ でタイプセッティングを行い、`dvipdfmx`を使用した。
 - ・科学の古典文献の電子図書館「科学図書館」

<http://www.cam.hi-ho.ne.jp/munehiro/sciencelib.html>

・「科学図書館」に新しく収録した文献の案内, その他「科学図書館」に関する意見などは,

「科学図書館掲示板」

<http://6325.teacup.com/munehiroumeda/bbs>

を御覧いただくか, 書き込みください。