

近日点通過日の不思議

冬至は12月21日か22日ときまっている。閏年には21日であとは22日と思って差し支えないだろう。ところが地球の近日点通過日を理科年表でみると、1月2日から5日にまで散らばっていて、しかもあまり規則性がない。近日点がふらふらするのかと思って近日点黄経をみると、これは極めて安定している。以上のことを最近の10年間についてまとめたのが下の表である。差というのは冬至から近日点通過までの時間で、あちらこちらに空欄があるのは、全部埋めるのが面倒になっただけである。(古い理科年表は中央図書館で見れるが、いちいちカウンターで申し込んで出してもらわなければならない。)

	冬至 ¹⁾	近日点通過 ²⁾	差	近日点黄経 ³⁾
1989 90	12月22日6h	1月5日2h	13日20h	102.908°
1990 91	12月22日12h	1月3日12h	12日0h	102.911°
1991 92	12月22日18h	1月4日0h	12日6h	102.914°
1992 93	12月21日23h	1月4日12h	13日13h	102.917°
1993 94	12月22日5h	1月2日15h	11日10h	102.921°
1997 98		1月5日6h		102.933°
1999 00		1月3日14h		102.940°
2000 01	12月21日22h	1月4日17h	13日19h	-

- 1) 理科年表 暦7
 2) 同上 暦61
 3) 同上 天2

煩雑になるのでデータは示さないが、夏至と遠日点通過日についても事情は全く同じである。夏至は6月21日か22日であるが、遠日点通過日は7月3日から7日までいろいろある。

どうしてこんなことになるのか、それがなかなか分らなかった。(分ってみればどうということはない。先を急がれる方は3頁を見てください。)一般的な参考書、教養レベルの天文の本などを見ても、このことを説明するようなことは書いてない。書いてあることは、冬至や近日点の定義、太陽と月の引力のために生ずる地軸の歳差運動(precession)、このために春分点(したがって冬至点も)が公転軌道上を年に50″(=0.014°)づつ移動する(地球の公転方向と逆に)こと、さらに惑星による摂動のために章動(nutation)がおきて、この移動に若干の遅速が生じること、などである。公転軌道そのものも惑星などの影響によって年に11″(=0.003°)づつ(遠くの恒星に対して)回っている。その向きは地球の公転方向と同じである。

このようなことのために、1年と云っても3種類の1年がある。太陽から見て地球が同じ恒星の方向へ来るまでの時間を恒星年、地球が春分点から再び春分点（50"ほど手前へ移動している）までの時間を太陽年、近日点から再び近日点（11"ほど先へ行っている）まで来る時間を近点年と云う。太陽年は恒星年より50"に相当する20分ほど短く、近点年は11"に相当する4分ほど長い。

上掲の表に戻って、まず近日点黄経をよく見ることにする。約103°という値は、90°が冬至の方向で、それから13°、つまり約13日後に近日点通過があることに対応して、もっともらしいように見える。しかし、そうすると秋分点が0°となるが、これでよいか。黄経というのは春分点を0°にするのではなかったか。実はこれでよいのである。

春分点は、地球を中心とした座標系（地心座標系）で太陽が赤道面を南から北へ横切る点として定められる。つまり春分の日には太陽は春分点にある。現在はうお座の方向である。ところが理科年表の天2・惑星表では、太陽を中心とした日心座標系が使われる。日心座標系は地心座標系を平行移動したものと定義されている。したがって、春分点は太陽から見てやはりうお座の方向である。しかし、地球が太陽から見てこの方向へ来るのはいつか。それは春ではなく、秋である。太陽は春分の日には春分点を通るが、地球は秋分の日には春分点を通る、ということになる。このとき地球はやはり赤道面を南から北へ横切る。冬には太陽は地球を見上げているのである。だから南極がよく見えるが北極は見えない。（南極は日が当りっぱなしだが、北極は一日中夜である。）

理科年表の惑星表の欄外の註に「(表の値は)2000年1月1.5日の黄道と春分点に準拠している」とあるので、近日点黄経には年々の春分点の移動の影響は現れない。(昔は1950年1月の黄道と春分点に準拠した。1984年から2000年に準拠するように定められた。)その代わり冬至点の黄経が正確に90°になるのは2000年に近いときだけで、それより前では90°より少し大きくなる。そう云っても10年で0.14°、時間にして3時間程度である。上掲の表の近日点黄経の変化には、近日点の恒星に対する移動だけが現れている筈で、10年で0.03°の増加という値はまさにそれである。

このようなことが分っても、通過日の不規則な変動がなぜ起きるのかはなかなか分らない。どこかに何か書いてないかと思っいろいろ見ているうちに、ひとつ見付けたのが

長沢 工(こう) 「天体の位置計算・増補版」 地人書館(1985)

である。この本の「第7章 2体問題からの発展」の「7.3 太陽の位置の略算」というところに、太陽までの距離を r としたとき $q = \log_{10}(r/A.U.)$ を与える式がでている ($A.U. = 1.495 \times 10^8$ km、太陽と地球の平均距離)。これは q を時間の関数として、5項のフーリエ成分であらわしたもので、振幅の一番大きいのが周期1年の項、次は1/2年の項、その次は1/12.5年の項、第4項と第5項は振幅が同じで、周期が約0.8年と1.1年である。 q の最小値を与える日時を一見不規則に変動させる元凶は第3項である。これは周期からみ

て月の影響と考えられる。

この項による r の変動は $\pm 4.5 \times 10^3$ km で、これはほぼ月と地球の全体の重心から地球の中心までの距離 4.7×10^3 km に相当する。つまり、楕円である公転軌道上を動いているのは地球-月系の重心で、地球そのものはその周りを回っているのだから、最近接距離になる日時が一見不規則に変わる、ということかと考えられる（上記の本には、変動の原因については、2体問題では不十分であるという以上の説明はない）。

この式で 1990 年と 91 年の最近接日を計算してみたところ、カレンダーの日付で 1.5 日の差があることになり、理科年表の日付の差 1.6 日と一致した。

同じことが冬至にも影響するわけだが、こちらの方は黄経度差で効くので、 4.7×10^3 km では 3×10^{-5} rad にしかならない。1日は約 1度=0.017 rad であるから、ほとんど効かないことになる。

近日点通過日という名前がよくない。太陽最近接日とするべきである。また、地球の半径より小さい距離を問題にしているのだと分ると、ちょっと馬鹿馬鹿しい。

この件について天文台に居た友人に質問状を出しておいたら、ここまで分ったときにやっと返事が来た。「・・・天体力学専門の古在由秀氏に電話でききました。答えは、地球と月の合成系の近日点は一定としても、理科年表の近日点は多分地球が太陽に最接近した場所として定義されているであろうから、動いても不思議はなかろうと。月の質量は地球の 1/80 だから、月までの距離 38 万 km の 1/80 の 5 千 km くらいは地球はうごくからであろうということです。」

これにて一件落着となった。

2000 年 12 月 飯島 孝夫