

第3図 惑星の大気による光束の稀釈

では  $h_0$  は 100 km ちかくにも達している。

第2図の曲線は(1)式から導かれ、恒星の明るさ  $\phi$  (平常を 1.0. 完全に隠されたときを 0 とした) は

$$\frac{1}{\phi} + \log_e \left( \frac{1}{\phi} - 1 \right) = \frac{v}{h_0} t + \text{定数} \quad (2)$$

で表わされる。この式の形はどのような場合にも同じであって、場合によってちがうのは観測者が影を通りぬける速度  $v$  と、惑星の  $h_0$  だけである。つまり、光度曲線の形はいつも同じで、時間のスケールが  $v/h_0$  の大小によってちがうだけである。(第3図、第4図)。

今回の海王星による掩蔽の光度曲線を(2)式にあてはめて(観測結果のデコボコは海王星の大気によるシンチレーションであるから出来るだけならして、なめらかな曲線にする)、 $v/h_0$  を求め、 $v$  には計算値を用いて  $h_0$  を出すと、

$$h_0 = 52 \text{ km}$$

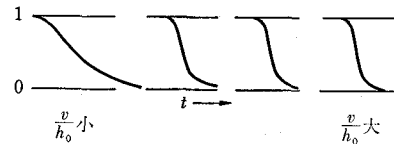
を得る。つまり、海王星の大気では、52 km 上のごとに密度が  $1/e$  になる。つまり地球の地面ちかくの  $h_0 = 7 \text{ km}$  や木星の  $h_0 = 8 \text{ km}$  (1952年の掩蔽から Baum, Code が求めた値) よりはずっと大きいことがわかったのである。

そもそも惑星大気の scale height は、次の式

$$h_0 = \frac{RT}{\mu g} \quad (3)$$

で表わされる。 $R$  は気体定数、 $T$  は大気の絶対温度、 $\mu$  は平均分子量、 $g$  は重力加速度である。 $T$  は太陽からの距離の平方根に反比例するので、海王星では  $T = 37^\circ \text{K}$  くらいというのが“常識的な”値であり、スペクトルの観測などから推測した  $\mu$  は 3 程度、また  $g$  は海王星の質量(これには問題はない)と半径(今回の観測で良い値が得られた)とから  $1.1 \times 10^8$  という値がわかっている。それで結局、 $h_0 = 9 \text{ km}$  というのが常識的に予想される値である。ところが観測の結果は、この予想値の 6 倍にちかい値となって現われた。これをどう解釈したらよいのであろうか。

まず考えられることは、海王星の大気が気体の圧力よりもむしろ乱流の圧力によって支えられているという考え方である。乱流が存在していることは掩蔽の光度曲線のガザガザによって立証されている。しかし、気体圧の 6 倍ちかい乱流圧のエネルギー源はどうなっているのだろうか。また、海王星の温度が本当に推定値の 6 倍程度に高くて  $200^\circ \text{K}$  くらいになっているという解釈もあり得る。海王星の上空で地球の電離層のような特別な吸熱機構(オゾンによる太陽紫外線の吸収)があるのか、それとも海王星の内部に(たとえば放射性物質のような)熱源があって、それがその大気を高温度に保っているのだろうか。今のところ、何とも結論を下すことはできない。

第4図  $v/h_0$  の相違による掩蔽光度曲線の相違

### (3) 子午環観測からみた海王星による掩蔽 安田 春雄\*

1968年4月8日朝、日本標準時で午前1時から2時の間に、海王星による恒星(BD -17° 4388)の掩蔽の現象がみられた。掩蔽の現象は光電観測で精密にとらえられるが、月の場合と異って海王星の視半径は約  $1'2$  であるから、もし海王星や恒星の採用位置が不適当な時極端な場合には掩蔽が起らない可能性もありうるし、予報時刻が大幅に異なることもありうる。子午環では太陽系天体の位置を常に観測しており、掩蔽される恒星も南天標準星の一つで、両者ともに子午環の観測プログラムに含まれている。さらに太陽系天体の位置は普通子午環以外で観測されることはまれであり、視半径を持つ天体の子午環観測に潜在するかもしれない系統的なくせをしらべる方法がない。海王星の掩蔽の現象はこの絶好の機会を提供

すると考えられる。これらの理由から海王星と掩蔽される星との角距離の観測を行なった。

子午環は一日に一回天体が子午線を通過する瞬間の恒星時と天頂距離から赤経・赤緯を決定する望遠鏡であるので、観測回数も限られ、両天体の位置が非常に接近すると観測精度もおちる。観測は3月19日から4月20日まで6回行なわれた。この期間は望遠鏡を固定しておく、両天体が前後して同一視野内に入るので、角距離を測るだけなら、望遠鏡の接眼部のマイクロメーターだけですみ、目盛環を測定する必要はなく、測定値に入りこむ系統誤差としては、マイクロメーターの一回転の値が角度の何秒に相当するかの値の誤差のみである。

両天体の角距離の観測値に相対大気差を補正し、海王星の地心視差を考慮するなどの操作を行い、地球の中心

\* 東京天文台

でみた两天体の角距離を知ると、恒星の採用位置と天体暦に記載された海王星の推算位置とから計算した角距離に対する補正值として、赤経成分で  $-0^{\circ}357 \pm 0^{\circ}006$ 、赤緯成分で  $+1^{\circ}48 \pm 0^{\circ}07$  をえた。この値から海王星と掩蔽される星の地球中心からみた角距離を任意の時刻について計算でき、さらに地心視差を考慮すれば、地球上の任意の観測地点でみた两天体の角距離の変化の様子も計算できる。したがって各観測地点での掩蔽の潜入時刻や出現時刻、さらにそれぞれの場合の方向角も推算できる。

これを堂平、岡山、マウント・ストロムロ (Mt. Stromlo, オーストラリア) の三天文台での光電観測結果と比較してみると、潜入で約2分、出現で約4分光電観測の方が早い。そこで三天文台の掩蔽の光電観測と一致するように、海王星の形状や大きさを調整すると、海王星の視半径は天体暦に採用されている  $1^{\circ}24$  より小さく  $1^{\circ}16$  になりこれは実半径 24,800 km に相当する。扁平率は一般に採用されている  $1/50$  に対して  $1/70$  となる。しかし困ったことには海王星の中心の位置を恒星の位置に対して、赤経で  $+0^{\circ}30$ 、時間の秒に採算して  $+0^{\circ}020$ 、赤緯で  $+0^{\circ}02$  近づけなくてはならない。两天体の角距離の決定精度が、子午環観測で赤経赤緯それぞれ  $\pm 0^{\circ}09$  と  $\pm 0^{\circ}07$  であることからみて、赤経での  $+0^{\circ}30$  の差は意味がありそうである。

上述の原因が何によるか考えてみる。子午環観測に原因を求めるとすると、海王星は恒星のように遠くないので視半径を持つ。子午環観測では面積を持つ円板の中心と観測者が判断した点が海王星の真の中心であると考えている。若し観測者が海王星の中心と判断した点が赤経

方向に視半径の約  $1/4$  だけ海王星の真の中心より前にあればこの  $+0^{\circ}30$  の差が説明できる。赤緯方向になく赤経方向のみあるのは天体の赤経方向の動きが赤緯方向の動きより、日周運動のためはるかに速いかと考えられるためである。これは観測者の個人差と考えられるので、現在東京以外で海王星の観測結果を発表している唯一の天文台であるワシントン海軍天文台の結果と比較してみると、1960年から1965年までの6年間の平均で、赤経では  $-0^{\circ}003$  の差しか認められない。したがって子午環観測に共通したくせとも考えられるが、 $+0^{\circ}3$  の値は大きすぎて他の惑星の観測から考えても不合理である。

掩蔽観測にその原因を求めると、光度曲線のいずれの点をもって掩蔽された瞬間とするかなどの問題があるが、この  $0^{\circ}3$  の値を光電観測の誤差とするにはあまりに大きすぎる。いま海王星と掩蔽される恒星の角距離を変えることなく、海王星の形状や大きさのみを変えて子午環と掩蔽の両観測を一致させてみると、海王星の形状を楕円と考えたときの扁平率は  $1/2$  ぐらいとなり、大きすぎて信用できそうもない。最後に考えられることは、掩蔽から推測される海王星の形状は、それを取りまく雲の分布などから極めて不規則な形状をしめすのかもしれない。

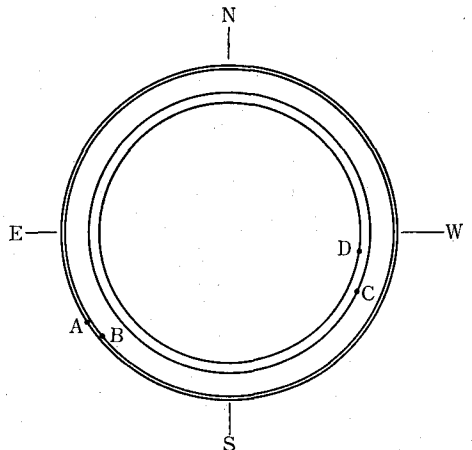
このように  $0^{\circ}3$  の差が何に起因するか現在のところでははっきりしない。もちろん角距離決定の誤差からみて  $0^{\circ}3$  の値はもっと小さくなるかもしれない。三天文台の潜入出現の相対時間のみを考慮すれば、前にのべたように実半径 24,800 km 扁平率  $1/70$  の形を海王星はもつという、きわめておだやかな結果をうる。

(4) 65センチ赤道儀の位置観測から得られた結果 畑 中 至 純\*

東京天文台にある65センチ赤道儀による位置観測の報告を結果だけ述べることにする。

とった写真を測定して海王星と BD -17° 4388 の恒星の相対位置をくわしく求め、海王星の動いた軌跡を求める。同時に観測によって得られる動きの相対速度も求められる。その上に堂平およびオーストラリアのストロムロ山における潜入および出現時刻をもちいて、星の中心からの距離および方向角が得られる。右の図がそれを表わし、A点は堂平の出現時刻によって得られ、その角度は  $111^{\circ}3$ 、B点はストロムロ山の出現時刻により得られ、 $126^{\circ}3$ 、C点はストロムロ山の潜入時刻から得られ、 $250^{\circ}9$ 、D点は堂平の潜入時刻により、 $269^{\circ}1$ 。結論はこの4点を結ぶような形をして海王星大気のある密度をもったものが分布している。A、B、C、D点を通る円の半

径はそれぞれ  $1^{\circ}334$ 、 $1^{\circ}294$ 、 $1^{\circ}048$ 、 $1^{\circ}032$  である。



\*東京天文台