

生田緑地上空における大気の吸収係数について

大森 茂雄

On Extinction Coefficients of the air over the Ikuta Ryokuchi

Shigeo OHMORI*

I. はじめに

1) 星を見えにくくしている大気層

スター・ウォッチングという、各地域での星空の見え具合を調べる調査が、昭和62年から始められている。これは、夏は「こと座」 α 星、 ϵ 星、 ζ 星がつくる三角形の中、冬は散開星団「すばる」を対象にして星がいくつ、そして何等星まで見えるのかをある期間中、全国いっせいに双眼鏡を使用して観察するものである。その結果、夏と冬とでは平均0.4等級ほどの差があり、冬の方がよく見えること、都市部と郊外や山間部との間には相当な違いがあることなどが統計的に明らかにされた。

星の見え具合は、その夜の地球大気による光の吸収・散乱によるもので、これまでの研究によると、その中身は次の4つに大別される。

- ①上層のオゾン層
- ②酸素、窒素などの乾燥大気
- ③水蒸気
- ④塵やダストの汚染物質

2) 汚染物質による光の吸収・散乱を求める

この中で①と②は地域性がなく、いつも一定と考えてよい。③は季節や天候によって異なり、毎日変化している。④はその地域の大气汚染を表している。天体の光電観測では、これらは一括して大気の吸収係数として求められ、その値から①②③を差し引くと塵やダストの汚染物質による光の吸収・散乱を求めることができる。

筆者は、川崎市青少年科学館の天体観測室で1983年から変光星の光電観測をおこなっている。当観測所のある生田緑地は新宿副都心から西へ約17キロメートルのところであり、多摩丘陵の北端にあたる。この周辺は、20年ほど前は田畑がある閑静な地域であったが、交通の便がよいこともあって最近では鉄筋コン

クリートの大きな建物が増え、これに伴って光公害や大気の汚れがひどくなってきた。

ここでは、快晴の夜に9時間以上にわたって連続観測できた1991年12月30日のデータを利用して、生田緑地上空における大気の吸収の特徴について述べる。

II. 方法

1) 大気による光の吸収・散乱

光の吸収・散乱の量は大气吸収係数と呼ばれ、天体の光電観測では、天体の光度測定からこの値を求めている。天体は日周運動により、連続して高度が変化する。変光星を観測するときの比較星を追って天頂距離の異なる位置で光電観測をし、適当に比をとることによってその夜の大気の吸収係数を求めることができる。また、いろいろな高度に散らばっている標準星を次々に光電観測していくことによって同様に求めることができる。

大気層の有効な厚みは高さ約8 kmである。これは地球半径に比べると大変小さく、大気を平行な層の重なりと考えると、高度が 30° 以上の場合は、大気量

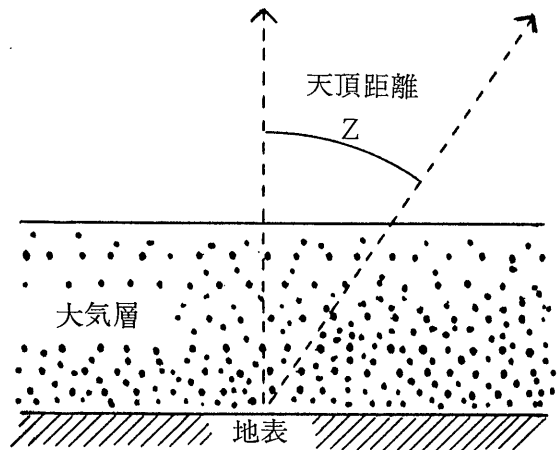


図1 大気量は $\sec Z$ で近似できる

*川崎市青少年科学館

Xは天頂距離Zに対してsec Zでよく近似される(図1)。

$$X \approx \sec Z = (\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos h)^{-1}$$

ある天体の観測から求められた等級をm, 大気量をX, その日の大気吸収係数をkとすると, 大気外での等級 m_0 は近似式で次のように表せる。

$$m_0 = m - kX$$

kの値は観測するフィルターの色によって変わる。光電観測ではU, B, Vという3色のフィルターを使用して測光する。それらの有効波長は365nm (U), 440nm (B), 550nm (V)である。オゾン層による大気吸収係数はUではほとんどない, Bでは0.003等, Vでは0.025等である。

乾燥大気による光の吸収・散乱はレーリー散乱による減光があるから, 理論的に計算するとUでは0.55等, Bでは0.24等, Vでは0.10等になる。ある夜の観測から決めた大気吸収係数からこれらの値を差し引けば, 残りは水蒸気と汚染物質による吸収・散乱となる。

2) 天体の光電観測

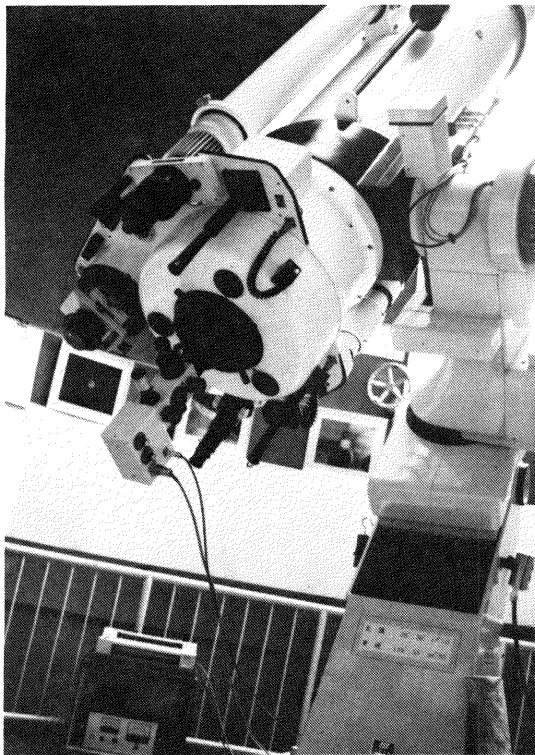


図2 光電測光システム

筆者は1989年から食変光星ぎょしゃ座IU星を観測している。この天体の比較星として用いているHD 35619は, 時期によっては10時間近くも観測できる。HD 35619の位置及び物理量は次の通りである。

赤経: $05^h 24.3^m$ 赤緯: $+34^\circ 43.4'$ (1950)

$V = 8.55$ $B - V = +0.24$ $U - B = -0.71$

測光システム(図2)は口径40cmの三鷹光器製反射望遠鏡に光電子増倍管1P21を使用した受光器を装着し, 得られた電流は増幅して電圧の変化としてペン・レコーダーのチャートに記録した。

1993年12月30日は快晴で, 18時から翌日の午前3時過ぎまで観測することができた。

III. 観測結果と考察

1) 測光系固有の等級と観測時刻とのグラフをつくる

チャートに記録されているペンの振れ幅は電圧を示しているが, これを物差しでセンチメートルの単位で測り, 次式で測光系固有の等級に変換した。

$$m = -2.5 \log d/G$$

ここで, mは測光系固有の等級, dはペンの振れ幅, Gは増幅のゲインを示している。1991年12月30日の観測データを計算して観測時刻を横軸に, そのときの測光系固有の等級を縦軸に取り, それぞれのフィルターでの値をプロットすると図3のグラフのような3本の曲線になる。横軸はJSTであるが, 0時は24時, 午前1時は25時というように連続して表している。それぞれの曲線は同様に23時頃が一番明るく, その前後は連続的に暗くなっている。この天体は観測日の23時頃に南中しているのだから, この減光は高度が低くなるほど大きくなることを示し, この原因は大気吸収によるものである。図から明らかなように, 波長が短くなるほど大気による吸収・散乱を強く受け, Uでは約0.7等級も減光する。

2) 大気吸収係数を求める

大気量Xを横軸に測光系固有の等級を縦軸にしてグラフに示すと, 図4-(a, b, c)になる。共通してプロットが2本の直線上に並んでいる。天体が南中したときが大気による影響が小さいことから, それぞれの減光の様子は東側の空と西側の空の大気による吸収を示している。東側は西側と比べると大気吸収が非常に大きい。これらの直線の傾きから各フィルターによる吸収係数を求め, オゾン層と乾

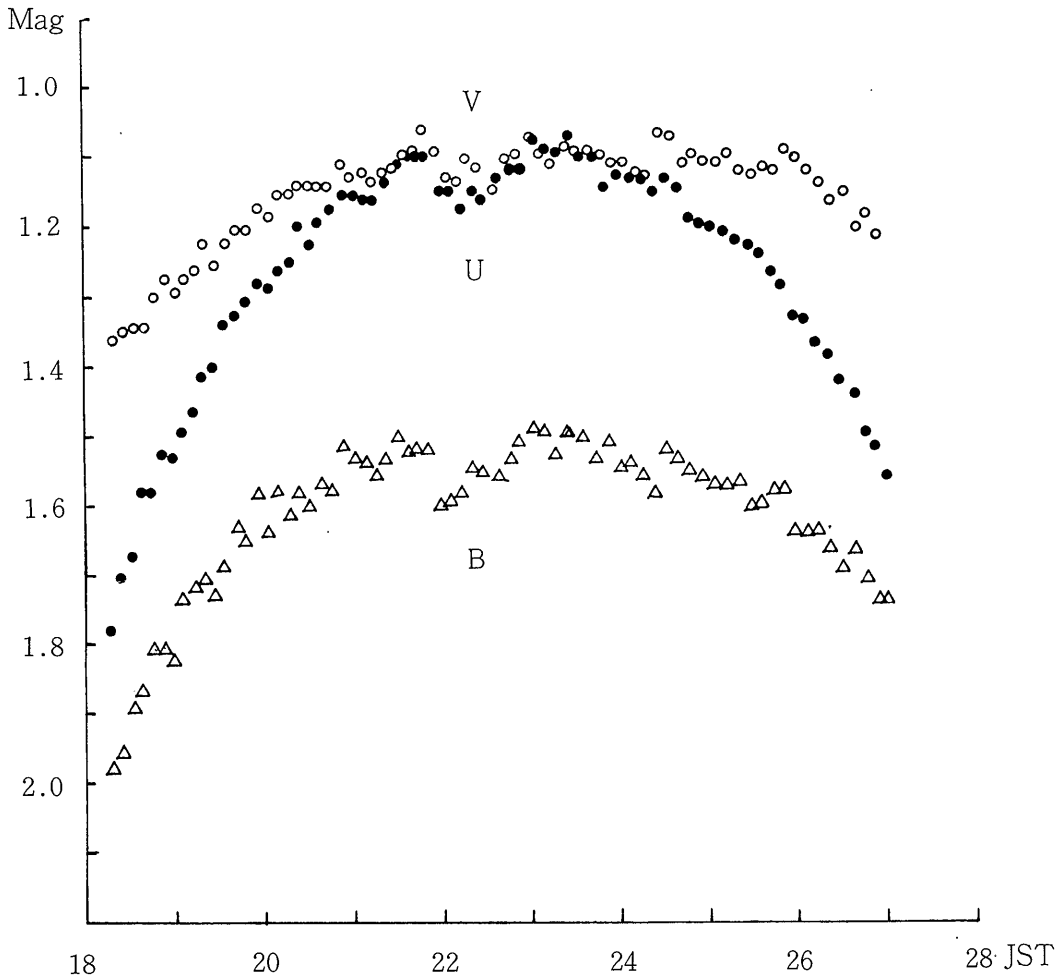


図3 天体の日周運動により，光度が変化していくようす

燥大気の吸収係数を差し引いた値を括弧内に記入すると表1のようになる。

括弧内の値は水蒸気と汚染物質による吸収係数である。水蒸気による減光は方向性がないので，この違いは汚染物質によるものである。青少年科学館東側の空には川崎の市街地から東京の繁華街があり，これに対して西側の空には大きな都市はなく，遠方には丹沢などの山地がある。この吸収係数の違いは，大都市が排出する塵やダストの影響がいかにかを示している。

表1 生田緑地上空の大気吸収係数

1991, 12, 30

吸収係数	東側	西側
k_U	1.362 (0.812)	0.552 (0.002)
k_B	0.971 (0.728)	0.275 (0.032)
k_V	0.619 (0.494)	0.138 (0.013)

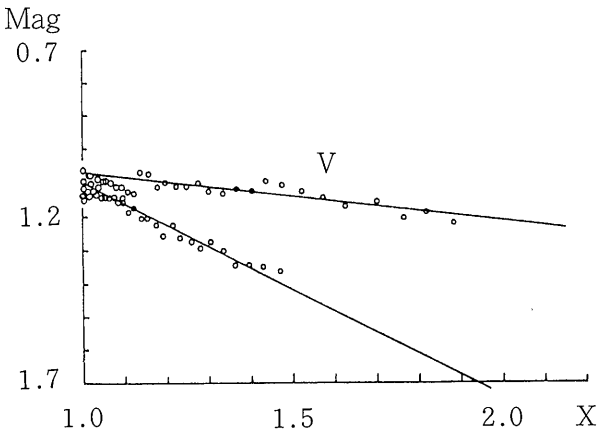
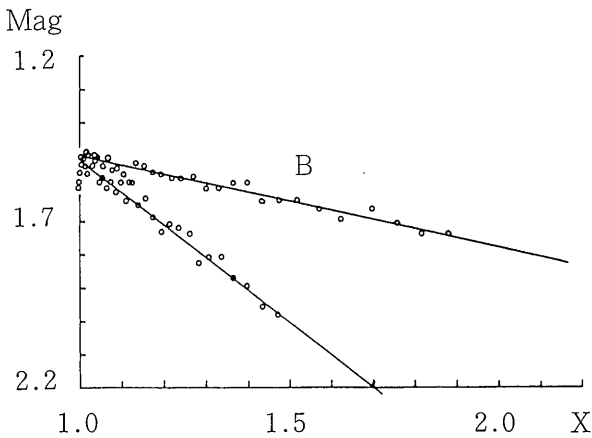
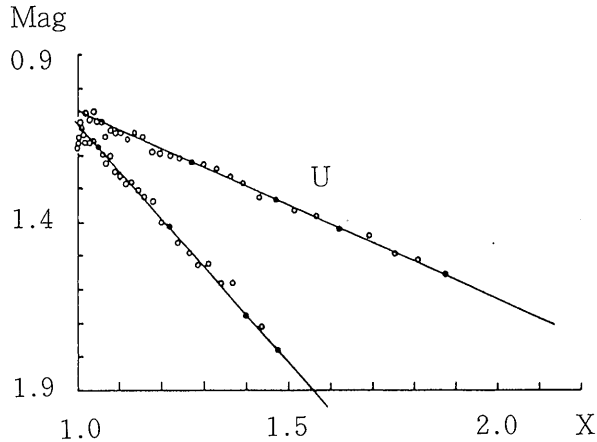


図4 大気量と測光系固有の等級のグラフから大気吸収係数を求める

IV. おわりに

大都市からは大量の塵やダストが排出されるだけでなく、ネオンサインや水銀灯などによる光も満ち溢れ、これらが天体の光を見えにくくしている。都市だけではない。最近は山間部でも観光のために光の公害が進み、日本はどこへ行ってもきれいな星空が見えなくなってきている。天体からの光は数千年、数万年、さらに数億年もかけて遠い宇宙の情報を地球に届けてくれる。それを人間の生活活動のために自らの手で拒絶してしまうことは残念でならない。降るような星空は庶民のささやかな楽しみだけでなく、天文学者に宇宙の謎を解く重要な鍵をも与えてくれる。大気汚染物質の排出を抑え、夜間の照明も最小限度にして、きれいな星空を身近で楽しみたいものである。

参考文献

- 1) 北村正利：1988. 大気汚染度を測る (アマチュアによる光電観測⑮). スカイウォッチャー5月号.