

# 緑閃光とその観測

坂上 務\*

## はじめに

緑閃光は日出又は日没時の地平線のすぐ上に太陽が見える時、太陽の輪廓の上方の極めて細い部分が、短時間緑色に輝いて見える現象である。

この現象に対しては目の錯覚によるという説もあるが、一般には太陽高度の変化による変則分散 (Anomalous dispersion, 波長によってその分散割合が違うもの) 又は通常の分散現象と考えられていて、大気が澄やかな場合よく見られる。南極観測隊や宇宙又は地球上の飛行士がある瞬間見たとよく記事にされている。

これは天文現象として、あるいは気象現象として気象光学の面から考えられる客観的な物理現象であり、地表から高層までの気象状態や気圧配置とも関係があるものと思われる。従って一般によく書かれ、言われているように、一瞬間だけでなく、もっと長く続くものではないかという疑問を筆者はかなり前から持っていた。

この現象を最初に見たのは、1941年9月18日台湾への日食行の途上高砂丸船上で山本一清博士と共に双眼鏡で見たときであった。このときは水平線に沈む太陽上縁が緑色に見えたようだということで終わった。

その後この現象は望遠鏡で拡大して見るともっと明瞭に見える筈と考えていたが、本格的に見たのは、1949年九州大学の観測所に31cmのカセグレン式反射赤道儀を設置した時であった。しかしこのときは近くの松林が視界を遮る都合もあって断片的に見えただけであった。

その後望遠鏡も変り、又太陽光の減光の都合でカセグレン赤道儀による観測から、それに同架した11.5cmのツァイス屈折鏡による観測に変更したが、望遠鏡で拡大して見ると瞬間でなくもっと長い時間見られることを確認した。一方西側の大学キャンパス内の松林も建物拡張計画に関連して切られ、視界も良くなったこともあって1971年からは日没時晴天のときはなるべく多く見ることにしたが、大体は常時、何分間かは見られることがわかったので、観測は未だ途上ではあるが、近く観測所も4階から7階に変更する予定なので、今までの結果を、予報的な意味をも含めて報告したい。

## 歴 史

緑閃光を肉眼で見たのは遠くバビロニヤ人やエジプト

\* 九州大学

T. Sakanoue: Green Flash and its Observation

人であり、特に日出時に緑色に見えたと伝えられている。

これは、よほどよい条件のときであったろう。その後も断片的な記録はあるが、クラカトアの火山爆発(1883)の降灰のためや、大きい山火事のときに緑色の太陽を見ている。

これについては、D.J.K. O'Connell. S.J. の著書に詳細に述べてある。これによると Lord Rayleigh とか G. Coutinho (ポルトガル), J. Janssen, Goldberg など多くの人が若干の観測結果を得ている。これらを総合すると緑閃光の原因は大気分散であり、大気を選択吸収と、これにレーリー散乱と大気中の塵と、もやによる吸収と散乱がつけ加わる。普通の大気分散では太陽の外輪のふちの緑の線はせいぜい角度の10秒のオーダーであるが、これが気象学的原因の逆転層、あるいは、レンチレーションで、2~3倍に拡大するように屈折して見えるのであろうと考えられる。このような条件下で、日出没時に緑の線が輝いて見えるのである。

## 観測方法

1941年9月の東支那海上での双眼鏡の実視経験と1949年の31cmカセグレン式反射赤道儀での眼視経験で高度2~3°程度に低くなったときの太陽が未だ水平線上で全体が見えている場合にすでに見えることがわかった。この九大観測所 ( $\lambda=130^{\circ}25'40''E$ ,  $\phi=33^{\circ}37'25''N$ ,  $H=11.0m$ ) は、東側は20km程度の距離に600~900mの山があり、4°程度の地平線高度であるのに対し、西側は一部水平線、一部小さな島、又は20kmの距離で300m程度以上の山で0°~2°の地平線高度となっている。従って九大構内の箱崎高原の松林の大部分が、増設

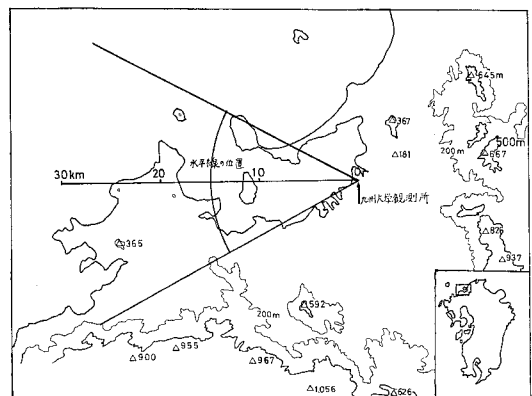


図1 九大観測所と日没方向ならびに水平線

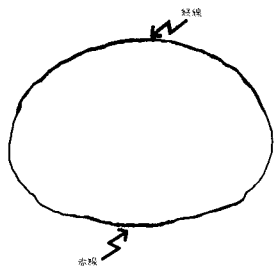


図2 日没時の太陽像と緑線ならびに赤線

建物のため切られた機会に視界が俄然よくなった。

図1に観測所の地図を示す。これには夏至、彼岸の中日、および冬至の日没方向ならびに地平線をも示している。

さて1955年になるとツァイスの11.5cm屈折鏡を31cmカセグレン鏡に併設したので、これにツァイスの太陽直視装置(Sonnenprism nach Herschel)によって、当初は現象をよく見ることにした。これは太陽を直視できる便利な装置であり、これによって太陽の緑の線は条件が良ければ通常10秒程度になるので、多少変動があってもこの程度の望遠鏡で、十分その微細構造が見られると判断したからである。

当初は眼視に専念したが、その結果太陽高度が3°程度に低くなるとしばしばよく見えること、その時間も今迄述べられているように瞬間又は数秒でなく数分間は続いて見えること、又緑線の強調が直視分光器でも確かめられることなどが明らかになった。

そこで1966年から写真法を併用することにし、このツァイス屈折鏡で画像を少しでも大きく撮影する必要上、ミラー落しができてカメラぶれの少ないプロニカSカメラでカラー撮影し、同時に太陽の上縁高度を経緯儀で測定し、又当時の地表付近の一般気象観測も可能なものからはじめたのである。

なお緑閃光のときの一般的な場合の見取図は次の図2のようで、上縁緑、下縁赤の細い線が見える。

この現象は太陽以外の月又は金星でも見られるが、写真では未だ成功していない。この場合でももちろん配色は同じで、上縁は緑、下縁は赤である。

現在の観測方法はツァイス屈折鏡の接眼部に引伸レンズを逆向きにつけ、それに減光フィルター(×4, ×8)をつけその後面にプロニカECカメラをおき、露出針を見ながら写真にとる。一方眼視的には傍のカセグレン反射鏡で見て、特に緑閃光が明瞭になったとき撮影するようにし、その際経緯儀で太陽上縁の高さをも同時測定するのである。

なお合成焦点で約5mであるから太陽像は約48mmの大きさであり、緑の線は普通は0.4mmである。この

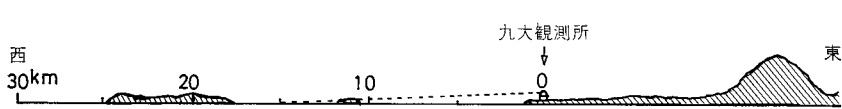


図3 観測所地形断面

程度ならカラーフィルムの解像力は十分であると思われる。フィルムの種類は当初からフジカラーリバーサル2Bを使用しているが、最近ではコダックEP120をも時折併用している。

観測結果と考察

観測所は図1のように九州北部の博多湾に面しているが、この観測所から見て西の水平線に沈むとき見える緑閃光までの距離は、観測高度を12.0mとすると気温10°C 気圧1,013mbとした条件では、可視距離は  $D=2.078\sqrt{h}$  (km) の式に入れると13.4kmである。しかしこれは気温と海水温の差がないときである。冬には16°C以上の差があり得るので、眼高差変化量  $=c \times (\text{水温} - \text{気温})$  の式に入れ  $c=0.20$  とすると14.9kmとなる。

従って観測時の断面は図3のようになり、この辺の気象条件に関して緑閃光が見えることになる。

観測結果の一覧表は次の表のようである。これによると1年中見られるし、特に3, 6, 8, 11月に明瞭に見られる機会が多い。これはもちろん地平線までの快晴条件が伴っているのも、一般的に言えば、地平線まできれいに晴れているときは大体はある程度見え、このうち4回に1回は比較的顕著に見えるのである。又太陽高度との関係は図4のようになる。

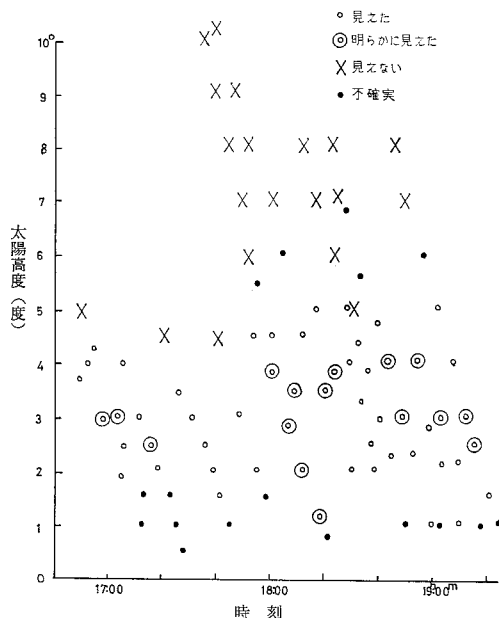


図4 太陽上縁高度および時間と緑閃光の見え方

緑閃光の写真観測一覧表

年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
1971	2 (0)	1 (0)	8 (1)	4 (1)	7 (2)	3 (1)	7 (1)	5 (0)	3 (0)	4 (2)	13 (3)	0	57 (11)
72	0	0	6 (4)	4 (1)	2 (1)	6 (1)	1 (0)	4 (1)	7 (1)	1 (1)	—	—	31 (11)
73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 (1)	1 (1)	10 (2)
74	3 (2)	1 (1)	0	2 (1)	1 (0)	8 (2)	2 (2)	5 (2)					22 (10)
平均	1.7 (0.7)	0.7 (0.3)	4.7 (2.7)	3.3 (1)	3.3 (1)	5 (1.7)	3.3 (1)	4.7 (1)	3.3 (0.3)	1.7 (1)	11 (2)	0.5 (0.5)	120 (34)

備考：上の数字は撮影日数，( ) は比較的明瞭なもの，— は外国出張等のため欠測

これによると 6° の高度で太陽の上縁は黄白色から淡青色になり，これにやがて淡緑色が入ってくる。高度 4~3° になると緑色が太陽上縁に目立ちはじめ。この頃になると太陽像全体は黄から黄橙色に変る。この時、大気の動揺がひどい時にはある瞬間は顕著に、又ある瞬間は見えにくくなることがある。

又 1°~2° 位になると一般には太陽像全体の色が急に赤くなるが、これがひどい時はかえって緑閃光は見えにくくなる。大気透明なときは日没まで比較的明瞭に見える。従って見えている時間は数分から 20 分程度までである。

これらの写真観測の結果をグラフィア写真で示す。

結 び

これらの観測から緑閃光は望遠鏡を使うと必ず見える筈であることが確かめられたに過ぎないが、外国に比すと比較的水蒸気量多く、大気の混濁条件も異なる日本でもこのように見ることが出来た。

しかしながらこれらの観測は現在継続中であり、未だいろいろの問題もある。例えば色も単に淡緑色でなく、いろいろな緑があり又その形も水平に延びるもの、垂直に延びるもの、層状のもの、又その動きも安定なもの、短時間でゆれ動くものなどがあり、従って大気現象（温度や風など）の水平、垂直分布との関係、気圧配置との関係、ヘイズとの関係、シーイングとの関係などいろいろ究明すべき点は多いがこれらは将来報告するようになりたい。

★★★★★★★★★★★★

一わが国唯一の天体観測雑誌一

# 天文ガイド

毎月 5 日発売！ 定価 240 円 (〒32)



天文ファンの人たちに毎月の天文現象の案内や、ニュースの紹介をするとともに、望遠鏡の作り方、観測ガイド、天体写真の写し方など実用記事も掲載。また、読者の写した天体写真、星座写真等たくさん作品や望遠鏡の自作レポートも網羅。

誠文堂新光社 東京・神田錦町一—五 振替・東京六二一九四

★★★★★★★★★★★★

天文に興味を持ちはじめた小学校上級生から中学校 1 年生ぐらいの子供たちのための天文入門書

# 星空の12ヵ月

古畑正秋著 / A 4 判 / 定価 900 円

12 枚の毎月の星図を中心に、星座の話、星の明るさ、金星や火星の動き、流星、月のこと、天の川、変光星のことなど、はじめて星に心をうばわれた少年たちにわかるようにやさしく説明してあります

■おもな内容——星座のさがしかた / 星座の歴史 / 星座の表 / 星の明るさ / 日出、日入の薄明 / 1 月の空 / 冬のおもな星座 / 2 月の空 / 星雲と星団 / 3 月の空 / 金星のうごき / 4 月の空 / 春のおもな星座 / 5 月の空 / 火星の動き / 6 月の空 / 7 月の星座 / その他