

第4次宗谷船上における大気光輝線の光電観測結果報告

中 村 強*

PHOTOELECTRIC OBSERVATIONS OF THE NIGHT AIRGLOW
EMISSIONS (5577A, 5893A, 6300A, OH INFRA-RED)
ON M/S "SOYA"

Tsuyoshi NAKAMURA*

Abstract

In addition to the observation of 5577A emission in the night air-glow, made in the First, Second, and Third Expeditions, the observations of three other emissions were carried out in the Fourth Expedition along the same course of the SOYA between Tokyo and the Antarctic.

The latitude dependency of the 5577A emission of oxygen atom has not particularly shown any new result to be added to the past observations on the SOYA.

The general tendency of the latitude dependency of the D-line of sodium atom is that it is stronger around the equator and weaker in higher latitudes.

The intensity of 6300A red-line shows a

remarkable increase in low latitudes and also shows large seasonal variation. In low latitudes, daily variation of its intensity is larger than in middle latitudes. It seems that this effect is due to the vertical motion of emitting layer in low latitudes.

The intensity of red-line shows a good correlation with the integrated value of product of density of both electrons and oxygen molecules in the F layer.

The latitude dependency of the OH band in the near infra-red region is somewhat similar to that of 5577A line, but the seasonal effect of this band seems to be very small, and this is in agreement with the small seasonal variation observed at IGY stations.

1. 緒 言

第1次, 2次, および3次南極地域観測船宗谷の船上においては, 大気光輝線 5577A(OI) のみの観測が行なわれた。それらについては一応くわしく報告されている¹⁾²⁾³⁾。第4次の船上においては, これらの輝線も含めて, 新たに 5893A (NaD) 線, 6300A (OI) および OH (赤外域) の大気光輝線を加えて観測を行なった。5577A 線強度の緯度効果は, 第1次から第4次まで総合して検討をした結果, いままで以上に新しい結果は得られなかった。5893A 線については, 低緯度地帯よりも高, 中緯度地帯の強度が弱いことが見うけられる。

6300A 線強度は他の輝線で見られないような緯度変化を示す。すなわち低緯度においては特

* 東京天文台, 第3次南極地域観測隊員。Tokyo Astronomical Observatory. Member of the Japanese Antarctic Research Expedition, 1959-60.

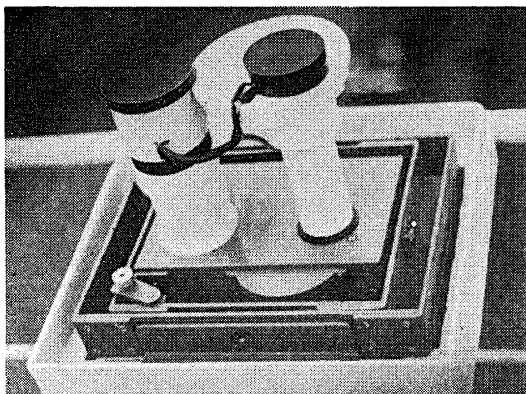
に強度の増加が大きく、また緯度変化の季節特性も著しいことが考えられる。強度の日変化は高緯度と中緯度と低緯度で相当違う。このことは、低緯度における発光層の上下運動の大きいためではないかと思われる。また赤線強度は F_2 層内の電子、および分子からなる積分効果と非常によい相関を示す。このことは、発光機構が F_2 層内で電子密度と強い関係にあると考えられる。一方 F_2 層より下層の電子との関係も無視できないこともわかった。

赤外域 (OH) 帯の緯度効果は 5577A 線強度の特性とよくにているが、しかし観測データが少ないため今後の観測を含めて考える必要がある。

2. 観測器械および標準光源

第4次の場合は、第1次から第3次までの器械と違い、可視域光電子増幅管 RCA 6217 と、赤外域光電子増幅管 Du-Mont K 1613 を二連にした測光器を用意した。可視域としては、干渉フィルターの中心波長域が 5300, 5577, 5893, 6300A で半値幅約 90A 位のものを使用し、赤外域ではワルツ R_3 色ガラスフィルターを使用している。

測光器の対物レンズは口径 46 mm, 焦点距離 130 mm で、光の焦点面のところに直径 30 mm の穴を通して RCA 6217 光電子増幅管に光があたるようになっている。干渉フィルターは、レンズの前面に直径 50 mm のものが上記波長域 4 枚が各々 13 秒間隔にカム装置で间歇送りになっていて、1分間で可視域の測光が終ると他のカム装置でマイクロスイッチが働き、赤外域の測光器が働くようになっている。赤外域測光器の対物レンズは口径 68 mm, 焦点距離 135 mm で、光は焦点面のところに直径 24 mm の穴を通り、更にワルツ R_3 色ガラスフィルターを通して Du-Mont K 1613 光電子増幅管にあたるようになっている。測光時間は約 40 秒で、20 秒間暗電流を記録した後再び可視域測光器を動作させるようにマイクロスイッチで切りかえられるようになっている。各領域から送られる光電流は二要素直流増幅器に入り、さらに電子管式記録電流計によって記録される。



第1図 第4次以降に使用された4色大気光測光器

右側の光学系が可視域、左側が赤外域で、宗谷の上部船橋に備えられている。

高圧電源は各光電子増幅管に別々に補正できるような方法になっていて、RCA 6217 増幅管には 1000 ボルト、Du-Mont K 1613 増幅管には 1300 ボルトが加えられている。

可視域測光器におさめられている干渉フィルターは、増幅管の色感度に従って 5300A 用には Y_3+B , 5577A 用には O_1+B , 5893A 用には O_2 , 6300A 用には R_3 の色ガラスフィルターが重ね合わせてある。これは中心波長域の短波長と、長波長に透過率の再び上っている部分を除くためである。第1図は測光器の外観である。

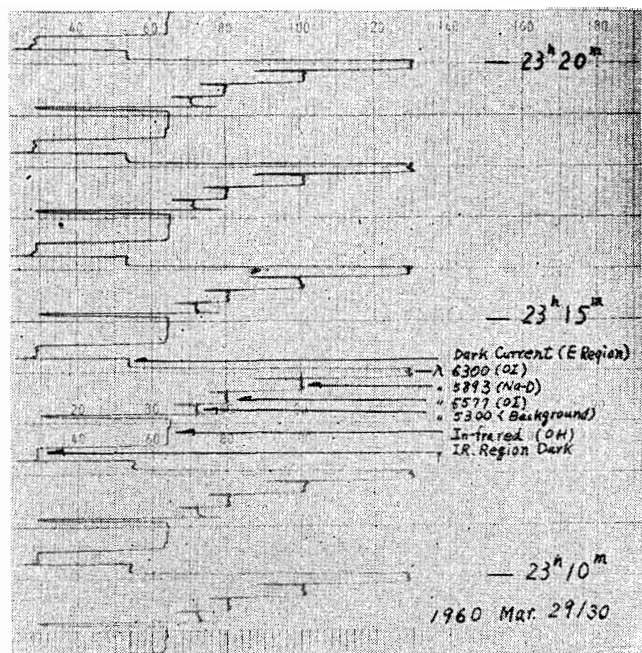
長と、長波長に透過率の再び上っている部分を除くためである。第1図は測光器の外観である。

可視域での標準光源は、IGY 中に使用されたラジウム入り螢光塗料を塗ったものを使用した。赤外域の標準光源は、光の絶対値を出すには適当していないが、相対的な比較のために、定電流方式による豆ランプを使ったものを利用した。これら2つの標準光源は、宗谷の出発前と帰港後に、東京天文台の丸山町夜光観測所でその強度測定をおこない、その絶対強度を求めた。可視域では 5577A 大気光のみで比較検定し、赤外域は IGY 中に使用した赤外用標準光源⁴⁾と比較して求めた。

3. 観測および整約

1959 年 10 月 31 日から 1960 年 4 月 23 日までの全航海中、月のない晴夜のみ観測が行なわれた。第 2 図は観測された 1 例である。観測は宗谷の船上で天頂方向のみ測光され、可視域では視野 13 度、赤外領域では約 10 度の大気光が各々入ってくるようになっていて、観測の初めと終りに標準光源をいれている。

各成分毎に記録された振れの大きさは、真の大気光の強度と、Background(星と黄道光および大気光連続スペクトル)とが加わったもので、真の大気光強度を算出するために、Background を差引かねばならない。各波長の Background の値は、干渉フィルターの特性が各々異なっ



第 2 図 宗谷船上での大気光輝線の記録例

ているので、その割合を補正する必要がある。そのために、Background と同じスペクトル型をもつと思われる α Aur (Sp 型 Go, 0.2 等) を測定して各干渉フィルター間の比較を行なった。すなわち最大透過域 5300A 用干渉フィルターで得られた α Aur の強度と、各干渉フィルターで得られた強度との割合を求めた、第 1 表の A_2 の値がそれを示している。可視域での各

第 1 表

	1959 年 10 月 8/9 日		1960 年 5 月 3/4 日	
	標準光源 (JC-100) 強度	A_2	標準光源 (JC-100) 強度	A_2
5577	1007R	0.75	1000R	0.46
5893	459 //	1.86	406 //	1.74
6300	744 //	1.41	756 //	0.71
赤外	80.0 mA	—	640×10^2 R	
	79.4 mA	—	420×10^2 //	

輝線の絶対強度は、予め決められた 5577 Å 輝線に対する標準光源の強度を基準として算出した。5577 Å 輝線に対する船上用 (JC-100) 標準光源の強度単位は、前にも述べたように東京天文台丸山町夜光観測所で比較して求めてある。その値も合わせ第 1 表に示してある。

大気光輝線強度の計算は次の式に従って算出してある。観測から得られる各成分の振れの大きさを D_λ とすれば、真の大気光強度 I_λ は

$$I_\lambda = D_\lambda - D_{5300} A_\lambda$$

ここに D_{5300} は、干渉フィルター 5300 Å 用で得られた振れの大きさである。また絶対強度 J_λ は

$$J_\lambda = I_\lambda \cdot \frac{(JC-100)_\lambda}{D_{JC-100}}$$

に従っている。ここで D_{JC-100} は標準光源の振れの大きさである。第 1 表で示した 1959 年 10 月 8/9 日と 1960 年 5 月 3/4 日の値の違いは、干渉フィルターの特性が変わったためである。

赤外域の絶対強度の算出も丸山町夜光観測所で比較して行なった。この標準光源は定電流方式に従っているため、第 1 表では 80 mA と 79.4 mA の 2 通りに別々に記してある。また赤外域に含む Background の値は、IGY 中に行なわれた方法に準じて得られている。すなわち丸山町夜光観測所で、可視域 5300 Å 用フィルターで得られた Background の値と、同時刻、同視野での星の数から求めた赤外域の絶対強度との関係を調べ、その結果を宗谷船上の可視域 Background から赤外域の Background を推定して、赤外域観測値から差引き、これを赤外域 OH 帯の大気光強度とした。

第 2 表に示された各成分の絶対強度は以上のような方法にしたがって算出されたもので、第 1 表で示された可視域での標準強度の違いは勿論考慮されている。

大気光強度の単位として Rayleigh 値を使用しているが、これは

$$1 \text{ Rayleigh} = 4 \pi B$$

ただし B は 10^6 quanta/(cm², sec, sterad) を単位とした (論文末尾第 2 表参照)。

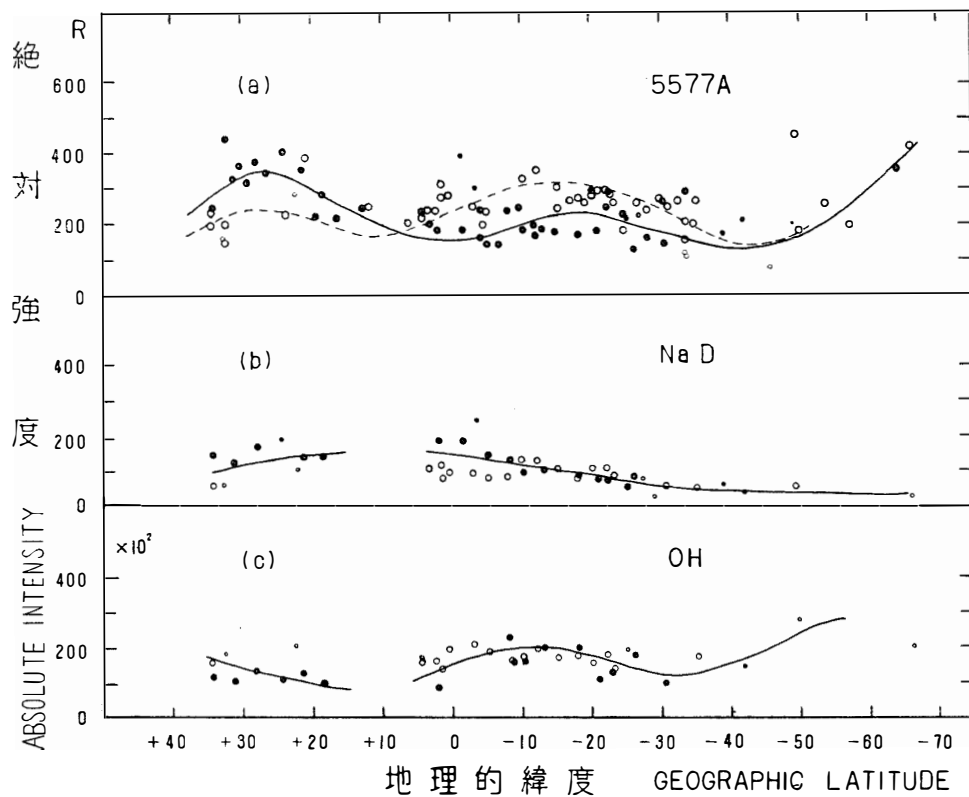
第 1 表に示された各成分毎の標準強度の違いは干渉フィルターの透過曲線の変化によるものとし、それが南極滞在中の気温低下などのためと思われるので、往路および帰路について別々の係数を採用した。赤外域については、比較検定が帰港後 1 回しかできなかったのもその値のみ採用した。

4. 観測結果

今回の観測期間中は、南極滞在中を除いて、太陽活動も小さく、そのためによる影響は特に考慮しなかった。各輝線によって強度の日変化もかなり違い、各輝線相互の相関はほとんどな

い。また季節変化も、他の観測所における結果を、IGY 期間中あるいは宗谷の航海期間中のものを調べてみると、各輝線について考慮しなくてはならないが、5577A, 6300A 輝線以外はその季節変化が小さいので特に考慮しなかった。中村純二²⁾の結果に従えば、5577A(OI) 緑線強度の緯度変化は、各緯度における季節変化も大きいと考えている。一方宗谷航行期間中、往路及び帰路それぞれ観測期間が短いため、各々秋～冬期と春期と考えてさしつかえがないように思われる。従って往路および帰路を各々秋～冬期および春期として取扱うことにした。

5577 (OI) 緑線 第1次, 第2次および第4次の観測をもとにして、各観測値の日平均値を求め、地理学的緯度に従ってプロットした。第3図 (a) がそれを示している。



第3図 夜間大気光輝線の緯度変化

- (a) 5577A (OI) 第1次, 2次, 観測結果を含む
 (b) 5893A (Na-D) (c) 赤外 OH

宗谷の航海期間は3回とも同じ季節にあたり、各々往路および帰路別々の記号でプロットした。これからわかるように上層 100 km 付近の緑線発光層は、緯度変化と、その季節変化のあることを示している。緯度変化については、中村純二、古畑⁵⁾等その他²⁾³⁾とほぼ同じ結果であるが、T. HIKOSAKA, B. SAITO, K. YANO⁶⁾等の指摘している緯度効果の季節変化もよく表わしている。また TOAMATSU⁷⁾が指摘した上層 100 km 付近の発光層が、General Circulation によって影響されていると考えることができる。

5893A (Na-D) 線 第3図(b)に示してあるこの輝線は日変化が小さく、1晩平均値を求めて上記と同じようにプロットした。一般的傾向として、赤道付近が高緯度よりも強度がやや強いことを示しているが、中緯度地帯にやや強度の強い部分が見うけられる。1回だけの観測で結論を得ることはできないが、もしこの NaD 線の発光原因が太陽の紫外線によっているとすれば、この緯度変化は当然と考えられる。一方発光層の高さが 100 km~90 km 付近であって General Circulation の影響を考えるならば、5577A 緑線の緯度変化と同じ傾向を示してもよいと考えられる。しかし NaO 分子がどう分布しているかによってその発光原因も変わってくるので、今回の観測だけでは不十分である。

丸山町夜光観測所のスペクトル観測によれば、やはり低緯度地方に強度が強くなる傾向を示している。

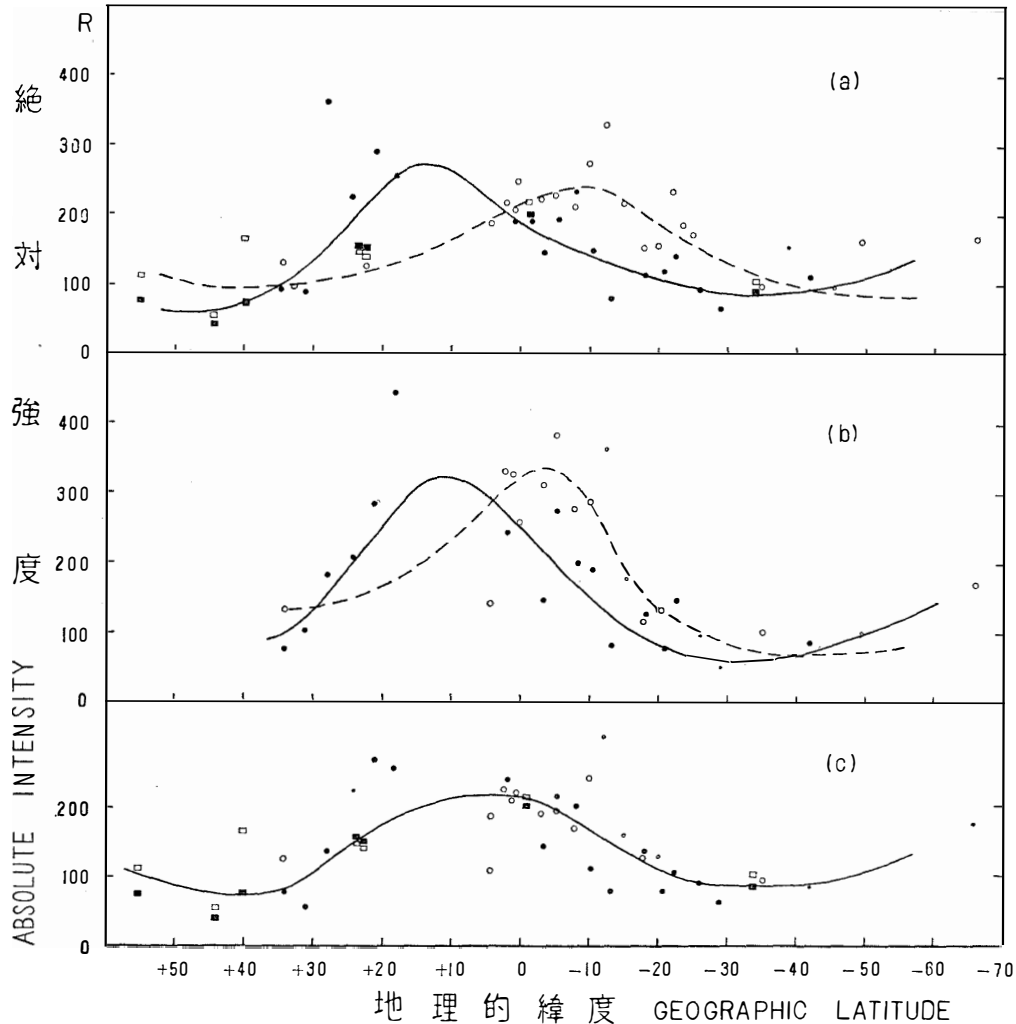
OH 帯 (赤外) 第3図(c)に示してある。この OH 帯の日変化および季節変化は小さく、やはり1晩変化の平均値を採用した。使用した標準光源が不良のため結果は良好とはいえないが、この緯度変化の傾向として、高緯度よりも低緯度の強度が弱いことを示している。発光層の高さが 60 km~70 km 付近であり、 $O_3 + H \rightarrow OH^* + O_2$, $OH^* \rightarrow h\nu$ (赤外), H と O_3 の衝突によって OH 赤外域の帯状スペクトルが発光するものと考えたと、 O_3 の観測とも一致している。すなわち DOBSON[®] の結果によれば、 O_3 の緯度効果は四季を通じて、低緯度地帯で O_3 の減少を示している。

6300 (OI) 赤線 第4図に示すように、緯度変化は非常に顕著であり、日変化もまた低緯度と高緯度でかなりの違いを表わしている。そのために日変化の平均値をとる以外に、夜中(0時)のみの値と、夜半以後の平均値についての緯度変化も調べた。また F_2 層との間にも密接な関連があると思われるので、特に項を別にして述べたいと思う。

5. 6300A 赤線強度の緯度効果と F 層との関連

6300A 赤線強度は、低緯度と高緯度で日変化がかなり違っている。低緯度においてはかなり激しい日変化を示すものが多く、高緯度では一般に平穏な日変化を示している。このことは IGY 期間中に観測された他の観測地の結果にもよく現われている。一般に高緯度においては夜中に強度が小さくなり、夕方、明方近くで強度が増加する傾向を示す。しかし低緯度では、例えば Lwiro (旧ベルギー領コンゴ) 観測所の結果などによれば、夜中に強度の増加を示すことの方がかなり多い。宗谷の船上観測結果もこれらの傾向をよく示している。地理学的緯度 ± 15 度付近の日変化はやはり夜半に強度の増加が著しい。中緯度付近 (± 30 度) では夜半に強度の減少を示すことの方が多かった。他方高緯度、低緯度にかかわらず、一般に夜半以後の強度変化はかなり平穏であり、強度も弱くなっている。高緯度地方の観測所における IGY 中

の結果によれば、夜半以後の強度の増加は主としてオーロラの影響によるものと推察される。従って緯度変化を調べるのに、夜半以前と夜半以後によって区別して考えることにした。

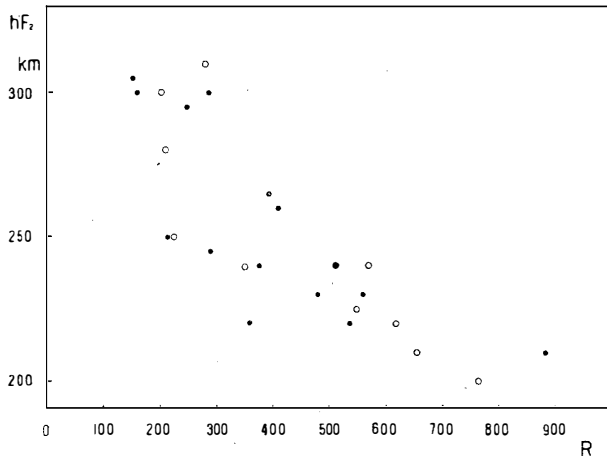


第4図 大気光 6330A (OI) 輝線強度の緯度変化

- (a) 夜半以前の平均値 (b) 夜中 O^h の値 (c) 夜半以後の平均値
 ● 印 往路 ○ 印 帰路 ■ 印 往路に相当する各地観測所の値
 □ 印 帰路に相当する各地観測所の値

第4図 (a) は夜半以前 (L, T, 23 時以前) についての平均値による緯度変化を示す。縦軸は絶対強度、横軸に地理学的緯度を採用した。第4図 (b) は L, T, O 時の値である。第5図 (c) は夜半以後の平均値による結果である。この図中矩形 (□印) のものは IGY 期間中、あるいは宗谷航行期間中における各地観測所の値である。宗谷の航行期間は 11 月から 4 月にわたっているため、各地の季節変化に応じて、その季節に適したものを採用してある。(a) および (b) 図においては往路と帰路で緯度変化の違いを示しているが、(c) 図においてはほとんどその違いを示していない。夜半以前および夜中 0 時の緯度変化は、往路 (冬期) で地理学的緯

度 +10 度付近で強度の増加を示し、それ以外の緯度では一方的に減少しているが、両極での影響は未だ不明である。また帰路（春期）では -10 度付近に強度の増加があらわれて、その他では一方的に減少している。他方夜半以後の緯度変化は往復とも赤道付近（0°）に強度の増加を示している。このことは上層 200 km~400 km 付近の大気光発光層が、太陽輻射でぼう張、収縮などの影響を受け、または拡散や風による影響のために上下運動を起していると考えられる。特に赤道附近の変化からみると夜半以前はその影響が著しく、夜半以後発光層は安定すると考えられる。そのことは、これから述べる F₂ 層との関係からもあきらかである。

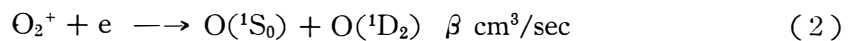
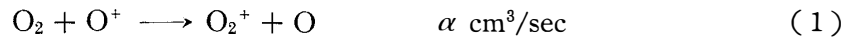


第5図 大気光 6300A (OI) 輝線強度と電離層 F₂ 層の h'F₂ の値との関係。

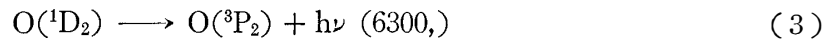
●印 往路 ○印 帰路 (但し L. T. 0時の値)

同じ宗谷の船上で、電離層観測から得られた F₂ 層の h'F₂ の値と大気光 6300A 線強度との間には、第5図に示されるような結果が得られた。このことは 6300A 線発光層が F₂ 層とかなり強い相関のあることを示しているが、一方電子密度との関係⁹⁾は必ずしもよい相関を示さない。しかし両者の間にはお互に深い関係を保ちながら、6300A 線強度を支配していると考えられる。いま 6300A 輝線の発光機構

が、



なる dissociative recombination で excite され、



でこの輝線が発光するという論法にしたがって考えてみよう。ここに α, β は反応速度係数である。

夜間においても電子が十分存在していることは電離層の観測からもはっきりしているので、

(1) および (2) に従った発光説をここでは訂正しないことにする。

前にも述べたように 6300A 線強度の増減は発光層の上下運動に著しく影響され、オーロラによる強度の増加は考えないことにする。

大気光 6300A 線が、上記 (1) および (2) の dissociative recombination によって発光すれば、その平衡状態が保たれて、J. W. CHAMBERLAIN¹⁰⁾ に従えば、(1), (2) 式から

$$\frac{n(\text{O}_2^+)}{n(\text{O}^+)} = \frac{\alpha n(\text{O}_2)}{\beta n(e)} \quad (4)$$

ここで α, β は (1) および (2) を満足する反応速度係数である。この係数は、CHAMBERLAIN によれば $\alpha=10^{-10} \text{ cm}^3/\text{sec}$, $\beta=10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$ である。また $n(\)$ はある高度での各々の数密度を表わしている。そこで 6300A 線強度 J は (1), (2) および (4) 式に従って、単位面積あたり大気柱全体を積分して

$$J = \int_0^{\infty} f\beta n(e) \cdot n(\text{O}_2^+) dz = \int_0^{\infty} f\alpha n(\text{O}^+) \cdot n(\text{O}_2) dz \quad (5)$$

になる。

ここに f は quanta への透過率で、衝突による非活性を省略すると反応 (1) が起るたびに 6300A 光子が 1 個発射するとして、一般に $f=1$ とおくことができる。

よって

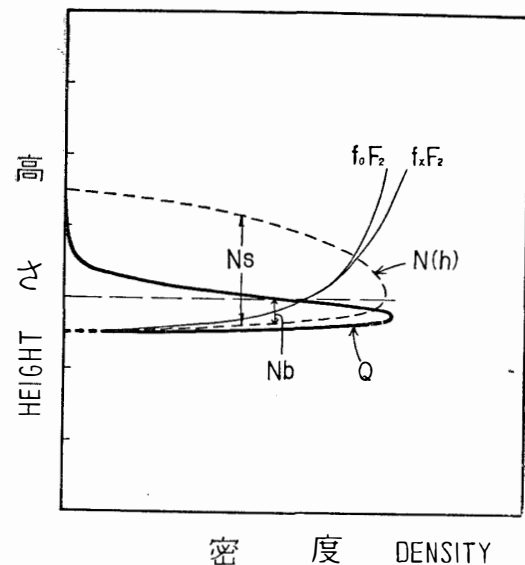
$$J = \int_0^{\infty} \beta \cdot n(e) \cdot n(\text{O}_2^+) dz = \int_0^{\infty} \alpha \cdot n(\text{O}^+) \cdot n(\text{O}_2) dz \quad (6)$$

また $n(\text{O}_2^+)$ は近似的に $\alpha/\beta \cdot n(\text{O}_2)$ に等しいので (6) 式は $n(e)$ と $n(\text{O}_2)$ のみの項で書き表わされる。すなわち

$$J = K \int_0^{\infty} n(\text{O}_2) \cdot n(e) dz \quad (7)$$

ここで $K \doteq \alpha$ である。

いま $n(\text{O}_2)$ の高さについての分布は、D. BARBIER¹¹⁾ の使用した M. NICOLET の未発表の表を使用した。また電離層観測から得られた f_0F_2 曲線から、仲田美明¹²⁾ の方法に従って真の高度を決め、しかるのち電子密度を計算した。しかし地上から電波を打ち上げて得られる電子密度は、電離層の下側半分しか分らない。そこで、最近人工衛星スプートニク 3 号から発射される電波の屈折を利用して得られた電子密度の結果を利用すれば、電離層下側半分の厚さがわかればその全体の厚さが推定される。すなわち O. K. GARRIOTT¹³⁾ によれば、夜間での電離層下側半分の厚さ (N_b) と全体の厚さ (N_s) との比は 1:4~1:5 位である。第 6 図はその方法の説明図である。



第 6 図 電離層 F 層付近の電子密度分布
(但し $Q=n(\text{O}_2) \cdot ne$ 曲線)

(7) 式において、 ne の分布は任意の分布函数であるため定積分にはつごうが悪いので、数値積分によって J の値を計算した。いま K を未知数とし、

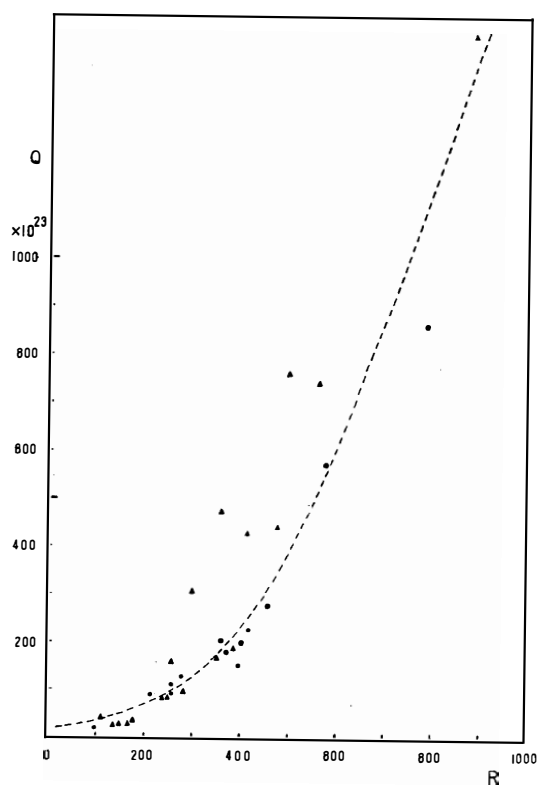
$$J = KQ \quad (8)$$

とすれば, Q は

$$Q = \int_{h_0}^h n(\text{O}_2) \cdot n(e) dz \quad (9)$$

である. ここで積分範囲 h_0 および h は各々 $h'F_2$ および $N_s/N_b=4/1$ に相当する F_2 層の上限の値である.

第 7 図は 6300A 線強度 (観測値 R) と (9) 式から得られた Q の値との関係を示す. Q



第 7 図 大気光 6300A (OI) 輝線強度 R と Q との関係

- 印 1959 11月 25/26 日,
- 印 1959 11月 26/27 日,
- ▲航海中 S. L. T. 0 時の値

の平均値と観測値 R の平均値とから (8) 式に従って K の値を求めると, $K=1.3 \times 10^{-11} \text{cm}^3/\text{sec}$ となる. しかしながら, 発光層内 (200 km ~ 400 km) において, (1) および (2) 式を満足するような条件が一定でなければこの K の値も変わってくる. 一方 $h'F_2$ の高さより低いところの電子密度分布の状態が大気光 6300A の発光に原因するならば, その影響も考慮する必要がある. ところがここで使用している電子密度は, 地上から電波を打ち上げて行なわれる電離層観測にしかたっているのだから, $h'F_2$ あるいは $h'F$ 以下の電子の量は不明である (夜間は F 層以外の観測はほとんど得られない).

1959 年 11 月 25/26 日, 26/27 日の両日から K の値を計算すれば, $K=1.6 \times 10^{-11} \text{cm}^3/\text{sec}$ となる. このように K の値の違いが観測され得ない電子密度の影響であるか, あるいは緯度的特性によるものかいまのところ不明である.

もし dissociative recombination が F 層付近で一行に行なわれているとすれば, K の値も一様と考えられる. 従って $h'F$ 以下の荷電粒子が 6300A 線強度に与える影響が考慮されなければならない. また米沢¹⁴⁾は F_2 層内における recombination factor の値 $\alpha=2 \times 10^{-11} \text{cm}^3/\text{sec}$ であることを指摘し, われわれの結果とよく一致している. このことは, ここで考えている 6300A 線の発光機構が (1) および (2) 式に強く支配されているとみなしてもよいことがわかる.

いま K を観測値全体の平均から得られた結果 $K=1.3 \times 10^{-11} \text{cm}^3/\text{sec}$ を一定として酸素分子の数密度を出すことができる. (7) 式からわかるように $n(\text{O}_2)$ を次のように定義する

$$n(\text{O}_2) = n_0(\text{O}_2) \exp\left(-\frac{h-h_0}{H}\right) \quad (10)$$

ここで $n_0(O_2)$ は基準高度 h_0 に対する値で, $h-h_0$ は h_0 からの厚さである. 又 H は Scale height で, (7) および (10) 式を組合せ, J を R に書き直せば

$$R = 1.3 \times 10^{-11} (\text{cm}^3/\text{sec}) \cdot \int_{h_0}^h n_0(O_2) n(e) \exp\left(-\frac{h-h_0}{H}\right) dz$$

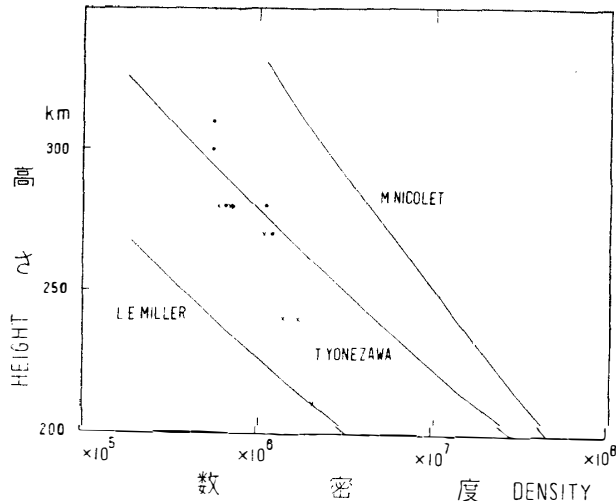
$$= 1.3 \times 10^{-11} (\text{m}^3/\text{sec}) n_0(O_2) \int_{h_0}^h n(e) \cdot \exp\left(-\frac{h-h_0}{H}\right) dz \quad (11)$$

になる. R は 6300A 輝線強度の観測値であり, H は, M. NICOLET¹¹⁾ の値を採用した.

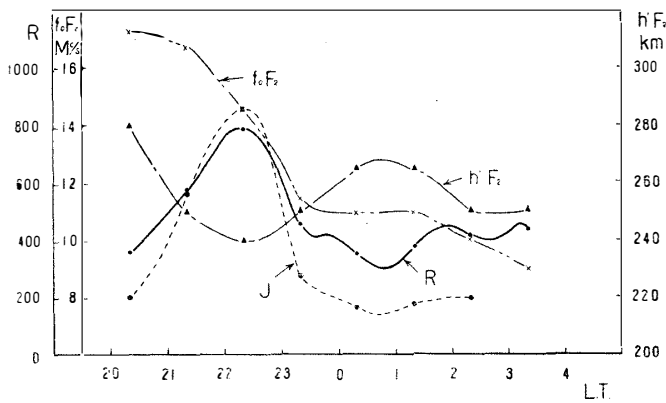
第8図は (11) 式によって求めたもので, 高さは h_0 に従っている. この結果から上層 300 km 付近における酸素分子の緯度特性についても推論できる.

第9図は 1959年11月26/27日の6300A 線強度の日変化, f_0F_2 , $h'F_2$ および J の値をそれぞれ比較したものである.

以上の結果から次の結論が得られる.



第8図 大気光 6300A (OI) 輝線強度から算出した酸素分子の数密度 (/cm³)
●印 1959, Nov. 25/26, ×印 1959, Nov. 26/27
実線は各々理論的に求められた値である.



第9図 1959 Nov. 26/27 の大気光 6300A 輝線強度と各要素との関係
(R: 6300A 輝線強度の観測値, J: $1.3 \times 10^{-11} (\text{cm}^3/\text{sec}) \times Q$) のためと考えられる.

3) 6300A 線発光層の厚さは 200 km~300 km にわたり, 強度の著しい高さは大体 300 km 付近に横たわっている. 一方発光層は中緯度地帯よりも低緯度地帯の方が見かけ上低いと思われる.

4) 酸素分子の緯度分布は, 低緯度ほどより稀薄になる傾向が見受けられるが, このことは今後の検討を必要とする.

1) 大気光 6300A 輝線は (1) および (2) 式による dissociative recombination で excite され発光すると考えられる.

2) 緯度変化は地理学的緯度に従っていて, 赤道付近で強度が増加するとともに, 季節変化を伴い, とくに赤道付近の発光層は太陽の輻射と潮汐の影響と思われる上下運動が著しく, 6300A 線強度の日変化はそ

6. 結 論

5577A (OI) 緑線の緯度変化はほぼ確立されたが、それ以外の輝線についてはデータも少なく、従って 5893A (NaD) 線, OH (赤外) および 6300A 線 (OI) の緯度効果の解釈は正確を欠くが、輝線相互の緯度変化はお互に関連性がないと推論される。

6300A 線強度については F_2 層と強い関係を示し、上層大気 200 km~400 km 付近の物理的諸性質を調べるのに重要な手がかりを与えることと思う。

5893A (NaD) 線および OH (赤外) については今後の観測の結果が期待される。

この観測は、第4次南極地域観測隊々長立見辰雄博士の指揮のもとに行なわれ、器械および方法については東京天文台古畑正秋教授の指導のもとに計画され、準備、検定については東京天文台田鍋浩義氏の援助に負うところが大きい。電離層のデータについては電波研究所、第4次越冬隊員大瀬正美氏、第4次隊員栗城功氏および第3次越冬隊員若井登氏の援助をうけている。観測に際しては第4次越冬隊員福島紳氏、本多俊一、高橋旬隊員に多大の援助をいただいた。

本論文に関しては電波研究所、中田美明、米沢利之両博士にいろいろとお世話になった。データの整理については東京天文台測光部吉岡、森、沢渡、田中諸嬢の熱心な御努力によるところが大きい。記して衷心より感謝の意を表したいと思う。

参 考 文 献

- 1) 中村純二：南極資料 No. 3, 127 (1958).
- 2) " : " No. 7, 399 (1959).
- 3) Nakamura, J.: Report of Ionospher Research in Japan, **12**, No. 4, 419 (1958).
- 4) Onaka, R. and Nakamura, M.: Science of Light, **7**, No. 2, (1958).
- 5) Huruata, M. and Nakamura, J.: Ann. of Geophysique, **14**, 175, (1958).
- 6) Hikosaka, T. Saito, B. and Yano, K.: Report of Ionospher in Japan, **12**, No. 4, (1958).
- 7) Toamatsu, T.: Private ccommunication.
- 8) Dobson, G. M. B.: Proc. Roy. A., **129**, 411, (1930).
- 9) Huruata, M. Nakamura, T. Tanabe, H. and Toamatsu, T.: Report of Ionospher and Space Research in Japan, **13**, No. 4, (1959).
- 10) Chamberlain, J. W.: Ap, J., **127**, 54, (1958).
- 11) Barbier' D.: Ann. de Geophysique, **15**, No. 2, 204 (1959).
- 12) Nakata, Y.: Private communication.
- 13) Garriott, O. K.: Journal of Geophysical Research, **65**, No. 4, 1151 (1960).
- 14) Yonezawa, T.: Journal of Radio Research Laboratory, **7**, No. 32, 335 (1960).

第 2 表

Date	L. T.	Intensity (Rayleigh)			
		5577	5893	6300	Infra-red (OH)
1959 Oct. 31/Nov. 1 (+34°0 -137°4)	20 ^h 00 ^m	284	124	225	125×10 ²
	21 00	235	143	195	115
	22 00	242	134	177	107
	23 00	219	144	136	93
	00 00	243	158	147	112
	01 00	260	153	150	133
	Nov. 2/3 (+31°0 -131°6)	19 00	320	119	262
20 00		294	131	180	128
21 00		270	143	221	128 :
22 00		265	134	330	113
23 00		263	139	203	82
00 00		250	122	198	70
01 00		270	91	80	78
02 00		351	107	75	67
03 00		435	107	68	80
04 00		512#	135#	90#	106#
3/4 (+27°8 -129°2)	19 00	490	108	1210	120
	20 00	389	142	963	146
	21 00	404	160	819	
	22 00	410	169	793	
	23 00	379	231	680	
	00 00	270	199	356	
	01 00	320	178	170	
4/5 (+24°2 -126°2)	00 00	310	188	407	122
	01 00	327	192	480	104
5/6 (+21°1 -122°8)	23 00	340	201	778	168
	00 00	349	131	560	138
	01 00	303	148	394	108
	02 00	370	126	527	122
	03 00	433	98	637	85
6/7 (+18°0 -119°5)	00 00	430	167	881	123
	01 00	260	154	510	102
	02 00	270	111	300	68
	03 00	275	124	315	84
22/23 (+1°9 -88°0)	21 00	258	177	210	88
	22 00	157	202	312	
	23 00	174	223	490	
	00 00	168	125	479	
23/24 (-1°5 -85°2)	20 00	388	187	282	
	21 00	400 :	183 :	355 :	
	22 00	385	208	495	
24/25 (-3°5 -82°5)	00 00	301	213	288	
25/26 (-5°4 -79°0)	21 00	162	139	276	
	22 00	160	157	312	
	00 00	192	165	540	
	01 00	121	169	320	
	02 00	120	164	440	
	03 00	108	100	400	
26/27 (-8°2 -75°5)	20 00	287	119	320	
	21 00	285	105	467	
	22 00	277	117	760	
	23 00	275	117	583	
	00 00	206	156	392	220
	01 00	194	158	320	240

第 2 表

Date	L. T.	Intensity (Rayleigh)				
		5577	5893	6300	Infra-red (OH)	
1959 Nov. 27/28 (-10°4 -71°9)	02 ^h 00 ^m	172	142	429	230 × 10 ²	
	03 00	178	129	442	203	
	20 00	208	102	215	167	
	21 00	190	94	298	156	
	22 00	217	89	507	133	
	23 00	230	87	534	143	
	00 00	215	93	375	145	
	01 00	178	98	224	157	
	02 00	156	102	165	158	
	03 00	138	89	152	153	
	04 00	110	92	149	168	
	28/29 (-13°2 -68°3)	00 00	141	110	158	200
		01 00	217	107	155	216
		02 00	200	111	150	182
30/Dec. 1 (-18°4 -61°7)	21 00	151	81	160	194#	
	22 00	144	76	178	187	
	23 00	210	75	150	182	
	00 00	197	89	247	188	
	01 00	174	107	372	222	
	02 00	162:	78	172:		
	03 00	140:	125	260		
Dec. 1/2 (-21°0 -57°5)	20 00	168	95	520	108	
	21 00	127	85	316	124	
	22 00	129	71	260	103	
	23 00	180	80	172	106	
	00 00	240	79	150		
	01 00	281	85	171		
	02 00				99:	
	03 00	180	62	119	114	
	04 00	140	68	161	102	
2/3 (-22°5 -53°8)	20 00	228	64	597	164	
	21 00	195	71	320	113	
	22 00	202	80	213	154	
	23 00	270	98	290	147	
	00 00	314	69	284	105	
	01 00	355	53	134	104	
	02 00	297	73	140	117	
	03 00	216	89	175	132	
	04 00	148	93	304	118	
	4/5 (-26°1 -45°8)	01 00	125	91	180	192
02 00		133	79	150	178	
03 00		144	77	170	177	
04 00		90	77	198	156#	
7/8 (-30°9 -31°7)	01 00	90#	45#	100#	87#	
	02 00	130	63	133	107:	
	03 00	170	59	165	100	
	04 00	200#	46#	68#		
19/20 (-39°1 -20°9)	22 00	160	49	410		
	23 00	190	80	261		
	00 00		65	125#		
20/21 (-42°0 -23°4)	23 00	204	45	257	145	
	00 00	220	32	170	148	
1960 Feb. 21/22 (-66°1 -32°7)	00 00	329#		340#		
	01 00	424		273	82	
	02 00	484		391	24#	

第 2 表

Date	L. T.	Intensity (Rayleigh)			
		5577	5893	6300	Infra-red (OH)
1960 Feb. 26/27 (-53°5 -25°9)	21 ^h 00 ^m	84	20	61	
28/29 (-49°5 -22°5)	22 00	444	57	388	321# × 10 ²
	23 00	462	51	283	228
Mar. 2/3 (-35°1 -18°1)	22 00	225	38	300	191
	23 00	220	49	208	220
	00 00	233 :	10 :	200 :	210 :
	01 00	270	50	143	163
	02 00	296 :	57 :	143 :	158 :
	03 00	299	75	169	112
	04 00	285	71	174	
	05 00	295	92	194	
15/16 (-29°0 -41°3)	19 00	117#	24#	569	
16/17 (-17°1 -44°2)	20 00	228	77	444	
17/18 (-25°2 -47°6)	20 00	266	62	436	192#
	21 00	165#	41#	242#	
18/19 (-23°5 -51°4)	20 00	270	89	466	200
	21 00	254	84	332	176
	22 00	244	87	290	30
19/20 (-22°1 -55°1)	19 00	430	99#	837	
	20 00	344	132	623	
	21 00	251	110	358	191#
	22 00	230	97	254	178
	23 00	239	78	235	152
20/21 (-20°1 -58°9)	21 00	300	126	363	170
	22 00	265	105	292	158
	23 00				112 :
	00 00	262	100	258	183
21/22 (-18°0 -62°3)	21 00	305	99	422	250
	22 00	305	82	370	192
	23 00	271	70	264	158
	00 00	240	60	223	130
	01 00	240	70	197	127
	02 00	262	83	323	
22/23 (-15°2 -65°4)	20 00	268	127	506	210
	21 00	221	130	459	202
	22 00	230	100	431	178
	23 00	230	87	411	150
	00 00				142 :
	01 00	280	70	317	138
23/24 (-12°4 -68°7)	00 00				726#
	01 00	360	130	672	175
	02 00	344#	122#	569#	218#
24/25 (-10°2 -72°4)	20 00	314	150	595	122
	21 00	336	170	718	161
	22 00	318	175	726	206
	23 00	289	142	427	175
	00 00	323	144	572	180
	01 00	415	136	859	182
	02 00	362	130	508	188
	03 00	276	86	231	147
	04 00	275#	55	220	157

第 2 表

Date	L. T.	Intensity (Rayleigh)			
		5577	5893	6300	Infra-red (OH)
1960 Mar. 25/26 (-8°0 -75°5)	20 ^h 00 ^m	223	100	403	144 × 10 ²
	21 00	270	110	702	157
	22 00	230	97	569	197
	23 00	240	90	520	190
	00 00	274	95	546	204
	01 00	290	95	514	197
	02 00	227	76	324	165
	03 00	210	50	220	135
	04 00	210	55	334	136
	05 00	207	26	152	85
26/27 (-5°4 -78°7)	21 00	282	118	545	202
	23 00	278	138	659	232
	00 00	290	140	762	238
	01 00	200	120	433	
	02 00	200 :	108 :	339 :	208#
	03 00	190	64	215	138
	04 00	192	32	155	86
27/28 (-3°2 -82°8)	20 00	270	50	288	160
	21 00	300	92	680	202
	22 00	308	74	484	
	23 00				
	00 00				
	01 00	240#	130#	547#	
	02 00	210	110	411	228
	03 00	211	110	339	242
	04 00	165#	63#	209	
	28/29 (+0°20 -86°3)	21 00	310#	114	745#
22 00		318	123	892	230
23 00		290	140	811	234
00 00		230	147	513	255
01 00		242	135	653	232
02 00		264	90	750	240
03 00		225	40	327	92
04 00		290	20	191	76
05 00		349	12	194	
29/30 (+2°1 -89°8)		20 00	280#	50#	161#
	21 00	254	55	188	127
	22 00	280	83	557	163
	23 00	290	92	732	184
	00 00	260	123	653	212
	01 00	174	152	499	207 :
	02 00	176	105	427	172
	03 00	190	26	363	70
	04 00	191#	1	278	
	30/31 (+4°7 -93°4)	23 00	464#	114#	865#
31/Apr. 1 (+4°4 -96°9)	23 00	298#	180	641#	210#
	00 00	225	135	278	226
	01 00	200	100	218	184
	02 00	191	75	198	107
	03 00	208	64	151	96
	04 00	210	50	184	92
Apr. 7/8 (+1.3 -104°9)	00 00			650#	
	03 00	321#	70#	421#	107#
	04 00	248	145	424	153
	05 00	252	130	385	150

第 2 表

Date	L. T.	Intensity (Rayleigh)			
		5577	5893	6300	Infra-red (OH)
1960 Apr. 8/9 (+4°3' -106°9')	00 ^h 00 ^m			400	
	04 00	218#	40#	387#	173 × 10 ²
	05 00	236	45	351	164
13/14 (+20°1' -120°5')	19 00	206#	60#	276#	
14/15 (+22°2' -123°5')	19 00	234#	8#	266#	226#
	20 00	264	73	230	210
	21 00	344	30#	254#	
20/21 (+32°5' -130°0')	21 00	160	75	230	222
	22 00	141	40	163	142
21/22 (+34°1' -137°4')	20 00	237	50	339	186
	21 00	241	61	212	168
	22 00	263	73	261	162
	23 00	231	74	235	153
	00 00	170	75	260	170
	01 00	180	57	236	150
	02 00	220	42	203	120
	03 00	300	28	293	96

註：（ ）の中は地理学的緯度，経度を示し，#印は extrapolate した値を示す。

(1961 年 1 月 9 日 受 理)