

## ドイツに於ける夜光雲の研究\*

W. Schröder\*

## 概要

これはドイツにおける夜光雲の研究結果の報告および、それに他の研究者達の結果を加えたものである。

## 1. 序論

美的見地からすると、夜光雲は疑いもなく天空で観測される最も美しい現象の一つであろう。それらは氷状の青味がかった色をおび、種々さまざまな形を呈し、明るさも非常に変動して観測されることが多い。それらは薄明の空では区別されるけれども、外見はいくらか絹雲に似ている。

ヨーロッパにおける夜光雲の最初の観測は1885年におこなわれた。ドイツの天文学者 Otto Jesse(1838~1901)の重要な仕事は特筆されるべきである。その後(1894~1956)ドイツでは、観測者の関心の度合により報告の数は増減した(Schröder, 1967参照)。国際地球観測年(1957)以来、夜光雲の規則的な観測がRoennebeckの地球物理観測所で行なわれている。この研究の目的は(1)夜光雲のドイツやヨーロッパにおける出現頻度を決定すること、(2)それらの寿命および空間的な拡りを決定すること、(3)その高度、厚さ、および波の垂直振幅を測定すること、(4)夜光雲の出現に対するオーロラ粒子の衝撃の効果を研究すること、(5)夜光雲の性質を明らかにする一般的な理論を進展させることにある。

夜光雲についての強力な国際的研究は、最近までおこなわれてなかった。それらの存在は千回以上確認されているが、今日までこの現象についての容認された解釈はない。

夜光雲についての各国、例えば日本における観測が緊急に要望されることを強調したい。

## 2. 観測事実

夜光雲のいくつかの特性が以下で述べる観測から得られる。

## A. 地理学的分布

両半球とも、夜光雲の頻発帯は緯度 $50^{\circ}$ ~ $70^{\circ}$ と考えられる。個々の観測では北緯 $45^{\circ}$ や $80^{\circ}$ まで報告されているが、これらは確認を要すると思われる。北半球における最大の頻発地帯は、ほぼ緯度 $55^{\circ}$ ~ $60^{\circ}$ にある。永年にわたってなされた観測によると、北半球では夜光雲は緯度 $45^{\circ}$ 以南では起っていない、例えば Astapovič (1961)は Askhabad ( $37^{\circ}$ N,  $58^{\circ}$ 3E) で700夜にわたって注意深い観測を試みたが、夜光雲を全く見ることはできなかったと述べている。

## B. 季節的頻度

今日まで、夜光雲は北半球では3月5日から10月28日の間で観測されているが、3月と10月の日付のうち幾つかに不確かである。観測されたものが実際に夜光雲であったかどうか疑わしい。

北半球では、夜行雲は夏至や7月に最も頻繁に観測される。夜光雲は6~8月に最も頻繁にみられるが、3~5月にかけては頻度はかなり小さい。

北半球では夜光雲は冬の間は発生していないことはアメリカ——ドイツの観測 (Fogle, 1966; Schröder 1964) から明らかにみられる。

## C. 移動状況

より最近の観測によると、夜光雲の卓越した移動方向は南西方向にあるようであり、平均の速度は $45\text{m/s}$ である。Roennebeckの地球物理観測所でおこなった測定によると、(波状の夜光雲の)波長は $9\sim 50\text{km}$ である。夜光雲の一般的な運動は南西方向で、 $35\sim 50\text{m/s}$ の速度をもつ(Schröder, 1970 a), ドイツにおける古い測定 (Jesse, Archenhold, Wörmer, Kaiser) では $200\text{m/s}$ におよぶ速度が報告されている。

夜光雲の波動的性質は特に著しい。アメリカでの測定によると、 $7\sim 100\text{km}$ の波長をもち、最多波長は、およ

\* Geophysical Station, Bremen-Roennebeck, Hechelstrasse 8, Fed. Rep. of Germany  
—1971年4月13日受理—

そ10kmである (Haurwitz and Fogle).

夜光雲の厚さを測定することは困難であるが、Schröder は1967年7月4日の夜光雲について測定をおこなない、1.7~2.5kmの厚さを得た。波の振巾は Roennebeck の資料によると、1~4kmである。

夜光雲の高度の測定は過去10年間に数多くおこなわれた。それらの平均高度は82kmであり、この値は74~92kmの間を変動している。

### 3. 理論的概念

夜光雲が現在まで観測され、解釈がなされてきたが、その性質や根源については今日でさえ、専門家の間でも意見の一致をみないということを注意するのは興味深い。それ故、以下では最も重要な概念について論じてみるつもりである。

#### A. 火山との関係

1883年ジャワ海峡にあるクラカタアの爆発後、顕著な薄明現象が全世界にわたって観測された。ドイツでは、1885年以来夜光雲の測定がおこなわれてきた。この直後、夜行雲と火山爆発の間に何らかの関係があると考えられ、この見解はそれに引続く火山爆発——Katmai (1912), Chile (1921), Japan (1931/32), Quizapa (1932) ——以後支持された。

しかし、夜光雲の発生と火山爆発の間にある関係が存在するという示唆は、すでに1926年に V. Molzev によって斥けられた (Schröder, 1964参照)。特に夜光雲は火山物質が降下してしまっただけでもまた観測されることが示された。

#### B. 宇宙塵の侵入

幾人かの研究者達 (C. Hoffmeister, C. Störmer) は夜光雲は宇宙塵の侵入に根源があり、それを形成する物質は流星の永続的な流れによってもたらされると考えた。

特に Hoffmeister (1952) は夜行雲の (宇宙塵の侵入に対する) 依存性を説明すると思われる環流モデルを提出した。夜光雲の発生に対する前提条件は塵埃の安定な層が存在することであろう。なんらかの垂直流や擾乱をもつ夜光雲の存在はただこの層を破壊するだけであるように思われる。このことはまた夜光雲の散発的な頻度を説明できそうである。

さらに最近のロケット観測によると、個々の場合には確かに夜光雲との関係のありそうな粒子が見出された。一般的にいうと、宇宙から来る粒子と夜光雲との相関は少くとも可能性はあるようであるが、経験的研究はまだまだ広汎な証明を必要とする。

さらに現在まで、80~85kmの高度において粒子が存在することを説明する機構は見出されていない。

多くの研究者達 (例えば、R. Glöde) は流星の個々の流れは何等の二次的な地球物理的効果をもたないであろうと指摘した。G. Kohl や H. Cleak は大気内での流星の振舞について論じた。

すべてのことを考慮に入れると、ある定った結論を出す前に夜光雲と宇宙塵との関係についての疑問は、徹底的な研究を必要とする。

#### C. 新しい概念

中間圏の物理的な振舞は過去、2、3年の間に知られてきたに過ぎない。測定によると、夏季の間に中間圏の温度は著しい減少があり、他方冬季の間はかなり高い温度の垂直分布を示している。

夜光雲についての幾つかの直接測定によると、夜光雲が存在する際には、その存在高度付近では130°Kの (低い) 温度が測定され、一方夜光雲の存在しない際にも140°Kの (低い) 温度が得られた。夜光雲は低温でなくても観測され得ることが最近報告されている。このことから低温は夜光雲の生成に好都合ではあるが決して十分な前提条件でないことがわかる。

中間圏が冷い時期に、夜光雲はもっぱら現われるということは重要である。冬の間にすなわち中間圏の温度が高い時期には、夜光雲は北半球では今日まで観測されていない (Schröder, 1969)。

このような事情は中間圏の環流と夜光雲の頻度との関係を考えれば説明される。Schröder (1968, 1970b) は夜光雲が連続的に観測される時期は春と秋に起る中間圏の気流の方向の変化によって制限されるということを見出した。これらの変化はある時間を要するという仮定から出発すれば、何故夜光雲がこれらの時期 (これは実際には正確に定義することができない) 以外で起るかが理解されるようになる。この転移時期の間に環流が80kmまで達し、そして散発的な夜光雲が発生することは十分あり得る。

付加的な概念特に氷仮説が E. Hessevedt (1969) と同様 I.A. Chvostikov によって発表された。G. Witt (1969) は最近興味深い提案をおこなった。これによると、80kmの高度で見出された Fe<sup>+</sup> イオンは、およそ0.5μまで水の凝結によって成長する凝結核を形成する。

上の諸概念によると、夜光雲の主要な根源は、それ故湿度条件かまたは凝結核の生成のいずれかである。

夜光雲の性質や根源について異なる見解がまだ数多く

ある状態であることを上述の議論は示している。すなわち、明確な説明はまだなされていない。中間圏の振舞が重要な影響をもつというある定まった徴候があるように思われる (Schröder, 1968)。

#### 4. 知識の要約

夜光雲の平均高度：82.7km

- 〃 観測帯：50~70° (N/S)
- 〃 観測時期：3~9月 (北半球)
- 〃 継続時間：数分~5時間
- 〃 速度：SW方向で平均45m/s
- 〃 厚さ：0.5~2 km
- 〃 垂直振巾：1.5~2 km

〃 波長：5~100km

#### 5. 結 語

夜光雲に興味をもつすべての友人や仲間の協力が、今後のいかなる夜光雲の観測や研究にも必要となる。例えば、日本からは何等の積極的な報告もまだうけていないが、もしも何人かの観測者がこの協力に対する懇願に応じて下さるならば、非常に有難く思う。著者はこの問題についてのいかなる通信にも感謝する。

(訳 嘉納宗靖)

(追記) 気象集誌に投稿してきた報告を著者の了解を得て、直訳したものである。

#### References

- Astapovic, I.S., 1961: Svodka nabljudenija serebristych oblkkov v Rossii v SSSR s 1885 po 1944. Trudy Riga, 49.
- Fogle, B., 1966: Noctilucent clouds. UAG R-1 (May 1966).
- Glöde, P., Ergebnisse der Radarmeteorbeobachtungen des Quatranditenstroms. Kleinheubacher Ber., **11**, 157.
- Haurwitz, B., and B. Fogle, Wave forms in noctilucent clouds. Deep-sea, Suppl. **16**, 85.
- Hesstvedt, E., 1969: Nucleation and growth of noctilucent cloud particles. Space Res. **IX**, 170.
- Kohl, G., 1967: Depolarisation des Tenitdämmerungslichts, Leuchtende Nachtwolken und hohes Ozon. Gerl. Beitr. Geophysik **76**, 353.
- Oleak, H., 1956/57: Das Verhalten von Mikrometeoriten in der Erdatmosphäre. Wiss. Z. Univers. Kena **6**, 133.
- Schröder, W., 1964: Über die Leuchtenden Nachtwolken. Gerl. Beitr. Geophysik **73**, 140.
- Schröder, W., 1967: Studien über Leuchtende Nachtwolken während der Jahre 1957-1966 in Deutschland. Gerl. Beitr. Geophysik **76**, 139.
- Schröder, W., 1968: Mesospheric circulation and noctilucent clouds. Meteorol. Rdsch. **21**, 54.
- Schröder, W., 1969: Zur Theorie der jahresperiodischen Häufigkeit der Leuchtenden Nachtwolken. Gerl. Beitr. Geophysik, **76**, 44.
- Schröder, W., 1970a: Zur Kinematik der Leuchtenden Nachtwolken. Gerl. Beitr. Geophysik, **79**, 220.
- Schröder, W., 1970b: Zur Dauer der Umstellungsperiode im Frühjahr und Herbst im Bereich der Mesopause. Meteorol. Rdsch., **23**, 148.
- Witt, G., 1969: The nature of noctilucent clouds. Space Res., **IX**, 157.