

## 極域大気組成の分光観測

小 川 利 紘\*

### Spectroscopic Observation of the Atmospheric Composition in the Polar Region

Toshihiro OGAWA\*

**Abstract:** Scientific basis for exploring the atmospheric composition in the polar region is briefly described. It is urgently needed to develop the techniques for measuring various atmospheric species, as well as to maintain the observations so far available at Syowa Station. A spectroscopic measurement in the visible and infrared region may be a promising technique for measuring some atmospheric species.

**要旨:** 極域大気組成を観測する意義について述べ、従来の観測を拡充する必要性を強調する。可視・赤外域の分光観測によって、各種成分の観測が可能なことを示す。

#### 1. は じ め に

オゾン層汚染問題によって、成層圏の大気組成に対する研究者の関心が高まり、中低緯度の高層大気組成分布については、観測データから大づかみな様子を知ることができるようになった。しかし、極域についてはほとんど観測データがない。最もデータの整備しているオゾン全量にしても、南半球のデータはきわめて少ない。南極地域における観測の拡充とともに、新しい測定手法の開発が望まれるところである。

#### 2. 極域大気組成観測の意義

極域大気組成を研究するに際して、問題意識としては、まず地球学的＝地理学的興味からくるものがある。中緯度については、現在我々はある程度の知識を持ち合わせているが、これが極域でどうなっているのだろうかという疑問である。極域は他の地域に比べて、大気組成に影響を及ぼす、(1) 日射量、(2) 大気輸送モード、(3) 生成源、などの諸条件が大いに

---

\* 東京大学理学部地球物理研究施設. Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo, 3-1, Hongo 7-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113.

異なっている。したがって、この疑問は十分物理的根拠を持っているといえる。

日射量、特に太陽紫外線の入射量は、高層大気的光化学活性度を直接決定づけている。日射のほとんどない状態（夜＝冬）が長時間続くというのは、極域だけに見られる条件である。このような条件の下で、大気組成がどうなっているか、またそれは、中低緯度に適用されている光化学モデルの範囲で説明できるかどうか、など高層大気のモデルを作るうえで重要なテーマを含んでいる。

大気運動による輸送は、極域では特に大気組成分布を決めるうえで重要である。日射による光化学的生成が少ないので、たとえばオゾンのように、低い緯度から運ばれてくるからである。大気波動の緯度特性からみて、この輸送モードが緯度によって異なることは十分予想されるところである。

大気中の多くの気体成分は、バクテリアや植物などの生物起源のことが多い。南極地域は、生物活動度がきわめて低いので、上空の大気組成にどう反映しているか、まず興味のあるところである。次は汚染の影響である。汚染源は、人間活動の活発な北半球の中緯度に分布している。汚染源から最も遠く離れた南極でのモニタリングは、汚染物質の全地球的拡がり、あるいは自然界のバックグラウンド濃度を見るうえで貴重なデータを提供しうる。

次に、極域大気のみに見られる特有な現象の存在がある。すなわち、オーロラ粒子や太陽プロトンの入射によって引き起こされる大気変成作用である。これは窒素酸化物の生成と不可分に結びついている。これらの粒子入射は間欠的に起こるから、外からのじょう乱に対する大気組成の感応度を調べるうえで格好の対象となる。さらに重要なことは、これらの粒子による大気変成作用は太陽活動に依存しているので、太陽活動と高層大気の変動との関係を結びつける物理機構として働くかも知れないという点である。

### 3. 昭和基地における大気組成観測の将来像

昭和基地においても、大気組成観測は不十分ながら実施されている。ことオゾンに関する限りは、地上からのドブソン法による全量観測を中心に、気球のオゾンゾンデ、ロケット観測等と多様な観測が行われてきた。これらの観測については、今後の継続が望まれるが、特にバルーン、ロケット観測は飛しょう回数を増やしてほしいところである。

ロケット観測については、他に一酸化窒素測定の実績があり、イオン組成など下部電離圏パラメタの測定と組み合わせた総合観測を予定できよう。

気球をプラットフォームとした観測では、オゾンや一酸化窒素などの直接測定、気体採取

・分析, また分光技術による遠隔探査など応用は広い.  $5000 \text{ m}^3$  級大気球の飛しょう回数が増えることと,  $15000 \text{ m}^3$  級大気球の飛しょうを期待したい.

地上観測については, 炭酸ガス濃度測定, 各種化学成分や同位体分析が行われているが, 長期的モニターという観点での測定の継続性が望まれる. ガスクロマトグラフを用いた極微量分析を新たに加えて, ハロカーボン類や亜酸化窒素の長期変動モニターを実施したいところである. また太陽光・月光を光源とする可視・赤外域の吸光分光測定は, 地上観測でも有効である. 分光的手法によるアクティブな地上観測としては, ライダーが有望である.

分光観測では, 雲による妨害や赤外域の水蒸気吸収の影響を避けることができれば, 観測の有用性は格段と増してくる. この意味で航空機はきわめて有効なプラットフォームである. 航空機観測によって, 基地付近上空の広域分布をも調べることが可能となる.

#### 4. 地上から分光観測可能な成分

分光観測によって地上から測定できる成分にはどのようなものがあるだろうか.

赤外域の吸収では,

$\text{CH}_4$  (1.7, 3.3 および  $7.7 \mu\text{m}$  帯),

$\text{N}_2\text{O}$  (3.9, 4.5 および  $7.8 \mu\text{m}$  帯),

$\text{CO}$  ( $4.7 \mu\text{m}$  帯),

$\text{O}_3$  ( $9.6 \mu\text{m}$  帯)

が比較的容易に検出できるものである. しかし, 赤外検出素子の冷却のため, 液体窒素を必要とする. ただし,  $\text{CH}_4$  の  $1.7 \mu\text{m}$  帯は冷却不要の検出器を使うのでこの問題はない.

可視・近紫外域の吸光観測では,

$\text{O}_3$  (305–340 nm 域),

$\text{OH}$  (308 nm 帯),

$\text{NO}_2$  (420–450 nm 域),

$\text{NO}_3$  (624, および 662 nm 帯)

が対象としてあげられる.  $\text{O}_3$  はドブソン法として有名であり,  $\text{NO}_2$  も今や実用段階に入りつつある.  $\text{NO}_3$  も月を光源とする夜間観測の可能性はある.

308 nm 帯の吸収で  $\text{OH}$  を検出できる可能性もある. これには高分解能の分光器が入用である. 国内観測によって有効性が確かめられれば, 昭和基地での観測可能性も出てくる. 先の  $\text{CH}_4$  の  $1.7 \mu\text{m}$  帯観測についても, 高分解能分光器を使うことになるので, まず国内で

の有効性を確認することが先決問題であろう。

以上をまとめてみると、さしあたり実用可能なものは、可視域の  $\text{NO}_2$  吸光観測である。この観測に要する分解能は数  $\text{\AA}$  程度でよいので、小型の分光器で十分である。月を光源にする場合は、 $\text{NO}_2$  に加えて  $\text{NO}_3$  も同一装置で測定可能である。この場合、集光用の望遠鏡を必要とする。

近紫外の  $\text{OH}$  (308 nm), 近赤外の  $\text{CH}_4$  ( $1.7 \mu\text{m}$ ) は、国内での実績いかんで昭和基地での観測可能性がある。また、赤外観測では、対象にしうる分子の種類も多く、観測技術としては比較的やさしいので、昭和基地で液体窒素の供給が可能になれば、分光観測の有効性を十分発揮できるものと思われる。

(1979年4月10日受理)