

2014年冬季北極成層圏でのエアロゾル中不揮発性成分の観測 対流圏上部と成層圏下部のエアロゾル組成と輸送プロセスの関係

白石浩一¹、林政彦¹、柴田隆²、Roland Neuber³

¹ 福岡大学

² 名古屋大学

³ Alfred Wegener Institute

Observation of non-volatile species of arctic lower stratospheric aerosol in the winter of 2014 Relationship between aerosol compositions in upper troposphere and lower stratosphere and their transport processes

Koichi Shiraiishi¹, Masahiko Hayashi¹, Takashi Shibata², Roland Neuber³

¹Fukuoka University

²Nagoya University

³Alfred Wegener Institute

The balloon-borne measurement of aerosol volatility above Ny-Aalesund, Norway in the winter of 2015 was carried out. The number ratio of non-volatile particles to ambient aerosol particles in lower stratosphere (11-15 km) showed the different feature in particle size range of fine mode ($0.3 < D_p < 0.8 \mu\text{m}$) and coarse mode ($0.8 \mu\text{m} < D_p$). The values of number ratio of non-volatile particles to ambient aerosol particles were 1-3% in fine mode range and 7-20% in coarse mode range. They suggested that fine particles are composed dominantly of volatile species (probably sulfuric acid), and coarse particles are composed of non-volatile species such as minerals, sea-salts.

はじめに

極域の成層圏エアロゾルは、極渦の発達や極成層圏雲の活動に伴う影響、中緯度-極域、成層圏-対流圏等の輸送過程による影響など、それらを反映した複雑な濃度、粒径分布をしていると予想される。極域での上部対流圏・成層圏エアロゾルの組成・粒径分布について調べることで、北極成層圏エアロゾルの輸送過程・循環・維持機構について検討することができると思われる。

我々は、冬季北極域でのエアロゾル粒径分布と組成について知見を得るため、2015年1月15日に、ノルウェーニューオルスン(79N, 12E)において光散乱式粒子計数装置(Optical Particle Counter, 以後 OPC と称す)を用いた不揮発性粒子の気球観測を行った。本発表では、観測で得られた対流圏上部-成層圏下部でのエアロゾルの粒径分布、揮発特性について報告し、エアロゾルの組成や輸送プロセス、その起源について議論する予定である。

測定装置

エアロゾル中不揮発性成分の計測装置は、Shibata et al. (2012)での計測装置を参考にした。2台の OPC でエアロゾルの粒径分布を計測した。一台の OPC では、計測する前に大気加熱装置により 300 度まで加熱し、もう一台の OPC では、通常の大気の粒子分布計測を行った。OPC は、山梨技術工場の ADS-04S を用いて、粒子半径 $0.15\mu\text{m}$ から $5.7\mu\text{m}$ の粒径域を 10 段階に分けて分級し計測した。大気加熱装置は、内径 8mm、長さ 70cm のステンレス管をマントルヒーター(東京技術研究所製, Mo16863A1)で包み、300 度まで加熱した。温度制御には、omron 社製の温度コントローラー(E5CC-RX2DSM)を用いた。2台の OPC には、レーウェインゾンデ(明星電気、RS06G)を接続し、気球飛翔中の測定データの電波送信を行った。これらの装置を、3000g 気球で牽引し観測を行った。

観測結果と考察

図 1 (a-c)に観測で得られた高度8-10.5km(対流圏上部)、10-10.5km(対流圏界面付近)、12-15km(成層圏下部)でのエアロゾル粒径分布を示す。通常の大気と300度に加熱した場合で、それぞれ示している。いずれの高度域でも微小粒子と粗大粒子で、不揮発性成分の残存率が異なる。微小粒子($<1.0\mu\text{m}$)の数濃度は、粗大粒子に比べて、300度に加熱した場合に著しく減少する。これは、これらの高度域の微小粒子は、硫酸エアロゾル、硫酸アンモニウムのような揮発性の高いエアロゾルが大部分を占めていることを意味している。とくに成層圏下部で、揮発性の高

い微小粒子の割合が急激に増加する。また、不揮発性成分の粒径分布は、 $1\ \mu\text{m}$ 付近にピークを持つ2山分布が頻りに観測されており、粗大粒子では鉍物のような不揮発性成分が含まれていることを示唆した。

図2には、微小粒子($0.3\ \mu\text{m}$ <粒径< $0.8\ \mu\text{m}$)と粗大粒子($0.8\ \mu\text{m}$ <粒径)の粒径範囲で、不揮発性成分の粒子残存率の鉛直分布を示す。粒子残存率は、300度に加熱した場合と通常の大気で計測した場合の数濃度の比で導出した。

微小粒子の粒子残存率は、対流圏上部(9-11km)で5-7%、対流圏界面高度(11km)で4%、成層圏(12-14km)で1-3%を示した。一方、粗大粒子では、高度9-14kmで7-25%であり、微小粒子に比べると変動が大きい。高度11kmにピークし観測し、高度13kmで極小を示している。HYSPLITによる8日間バックトラジェクトリー解析によれば、高度11kmで観測されたエアロゾルを含む空気塊は、約1週間前にスカンジナビア半島北部あたりで対流圏から入ってきた空気塊である可能性が示唆された。また、高度13kmの空気塊は、8日間極渦内の成層圏を漂った空気塊である可能性が示唆された。

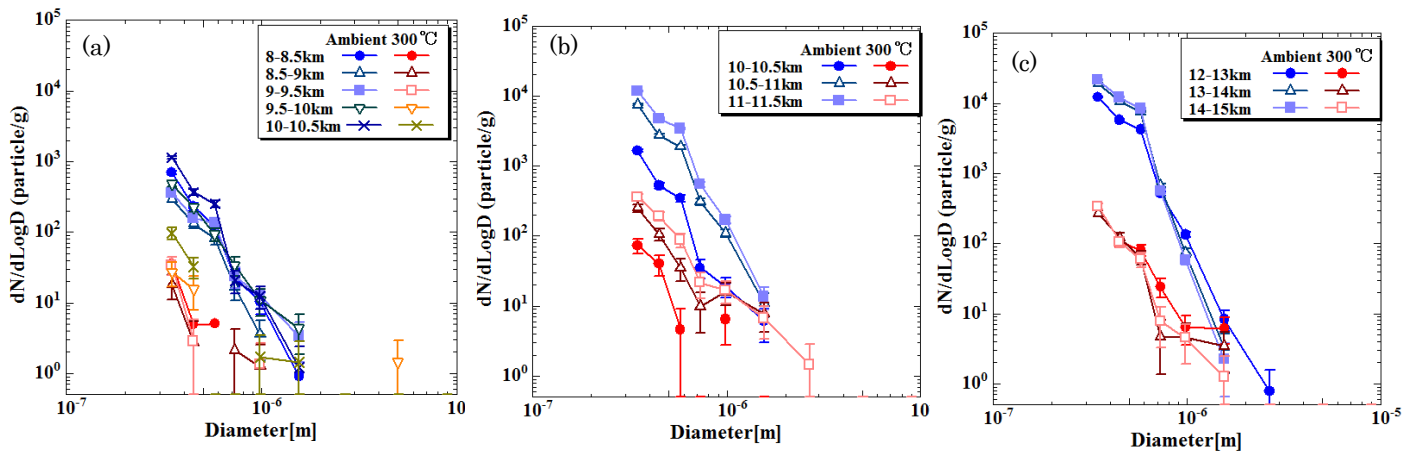


Figure 1. Aerosol size distribution at height ranges of (a) 8 -10.5 km, (b) 10 – 11.5 km, and (c) 12 – 15km.

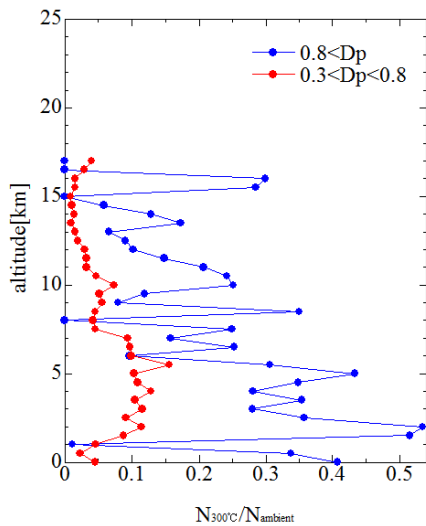


Figure 2. Vertical distribution of number ratio of non-volatile particles to ambient aerosol particles