



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	第42次日本南極地域観測隊におけるエアロゾル観測
Author(s)	小林, 拓; 原, 圭一郎; 矢吹, 正教 他
Description	第12回衛生工学シンポジウム (平成16年11月4日 (木) -5日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 1 大気 土壌環境 . 1-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 12, 33-36
Issue Date	2004-10-31
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/1223">https://hdl.handle.net/2115/1223</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	1-1_p33-36.pdf



## 1-1 第42次日本南極地域観測隊におけるエアロゾル観測

○小林 拓 (山梨大学), 原圭一郎, 矢吹正教, 塩原匡貴, 山内 恭 (国立極地研究所)  
長田和雄 (名古屋大学), 太田幸雄 (北海道大学)

### 1. はじめに

第42次日本南極地域観測隊(JARE42)では, 日本から南極大陸を往復する砕氷艦しらせにおいて, 対流圏エアロゾルの光学特性に関する船上観測を実施した. また, 南極昭和基地において南極地域における大気エアロゾルの化学成分の季節変動や, 人為起源エアロゾルの長距離輸送過程を調べることを目的として, エアロゾルのフィルター捕集を実施した.

### 2. 砕氷艦しらせにおけるエアロゾル観測

エアロゾルの冷却効果が注目されている現在, 地球の7割を占める海洋上のエアロゾルの光学特性を把握することが重要な課題となっている. そこで, しらせ航路上において, エアロゾルの光学特性に関する船上観測を実施した.

#### 2-1. 観測

観測は, しらせ左舷部より外気を導入し, 各測定器へ分配し行った. 用いた測定機器は, エアロゾルの散乱係数を測定する積分型ネフェ

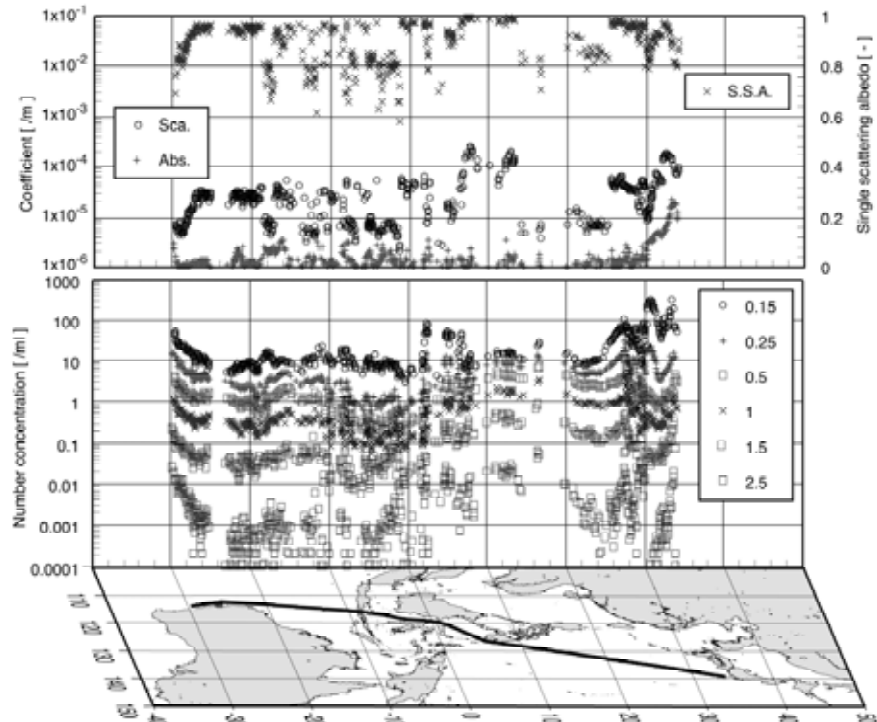


Fig.1. Latitudinal variation of the aerosol number concentration, scattering coefficient, absorption coefficient, and single scattering albedo with ship track of the Shirase cruise in JARE42 from Tokyo to Fremantle.

ロメーター (Radiance Research, M903), 吸収係数を測定する PSAP (Radiance Research), および粒径分布を測定する光学式パーティクルカウンター (シグマテック, TD100) である. 測定は, 日本出航時から寄港地であるフリーマントルを経て南極昭和基地接岸地点までの往路と昭和基地よりシドニーまでの復路にて行われた. 本稿では東京-フリーマントル間の結果について報告する.

#### 2-2. 結果および考察

船上観測では、少なからず船の排煙の影響を受けてしまう。そのため、船の針路と速度、風向風速より相対風向を算出し、汚染を受けたと思われるデータを除去した。エアロゾルの粒径別個数濃度、散乱係数、吸収係数、そしてこれらの係数から算出した単一散乱アルベドをしらせの航跡とともに Fig. 1 に示した。エアロゾルの屈折率による補正はせず、測定値をそのまま使用した。単一散乱アルベドとは、エアロゾルの光学特性の一つで、ある粒子に光が入射し、消散を受けたときに、散乱によって消散された割合を示すものである。1 であれば吸収性がなく散乱性が高いということであり、その値が小さくなればなるほど吸収性が高いということになる。30°N 以北の日本近海では、エアロゾルの個数濃度が他の区間と比較し高い値を示した。また、単一散乱アルベドは、0.8 前後の低い値から 0.97 といった高い値を示した。一般に人為起源物質を多く含んだ気塊には、燃焼起源のエアロゾルが多く含まれ、単一散乱アルベドは、低い値を示す。従って 0.8 前後の値を示した区間では、人為起源のエアロゾルが多く含まれていたことが予想される。30°N から 25°N の区間、10°N 前後の区間、そして 18°S から 28°S の区間では、単一散乱アルベドは 0.95 前後か

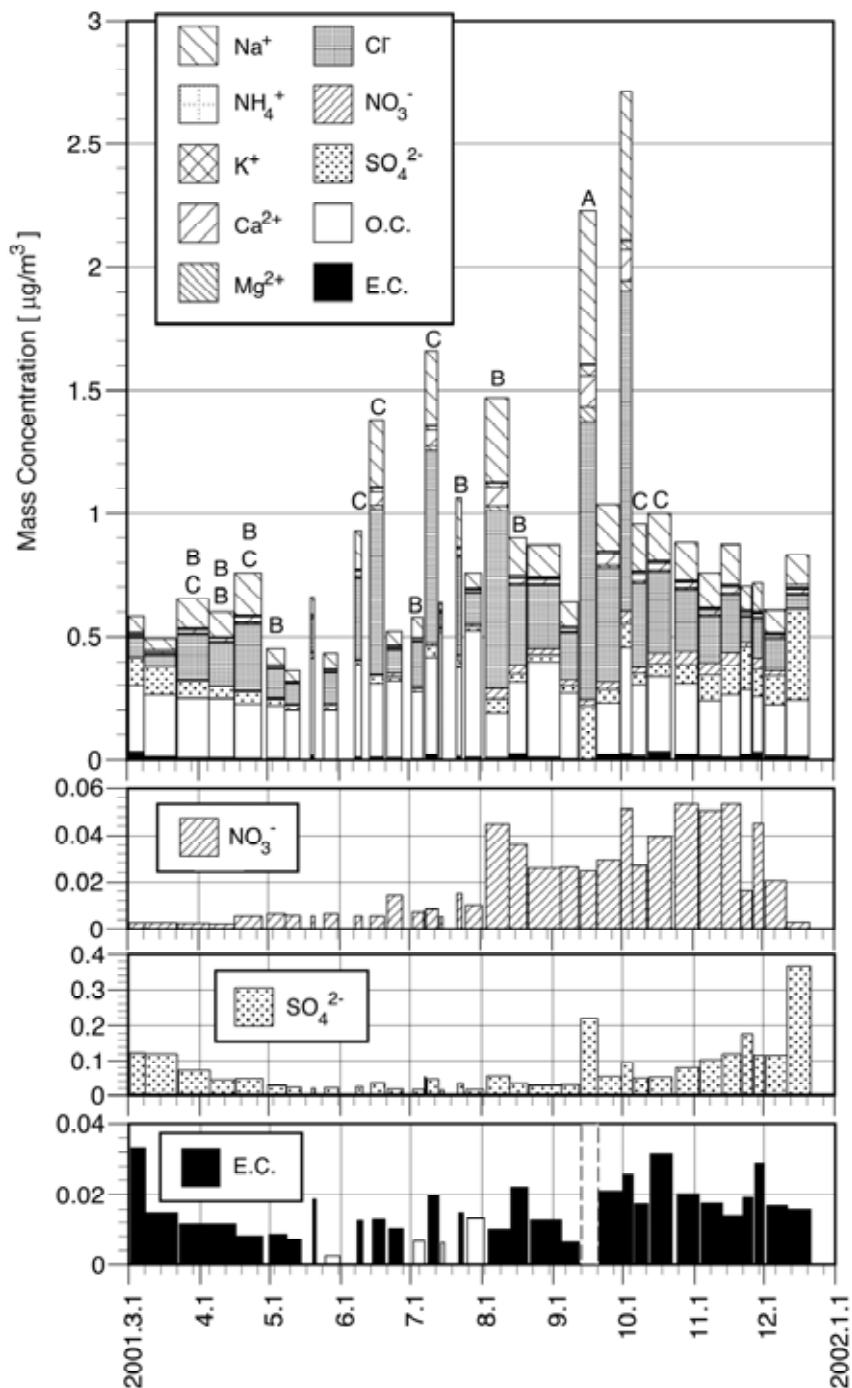


Fig.2. Seasonal variation of mass concentration of water-soluble and carbonaceous aerosols at Syowa Station in the Antarctic. Letters, such as “A”, “B” and “C”, denote the blizzard classes recorded by the JARE Meteorological Observation Team during each sampling period. Expanded seasonal patterns of  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  and elemental carbon (E.C.) are shown below. The bar with broken line denotes no data of E.C. White bars below the figure indicate that the concentrations were lower than the detection limits.

ら 1 に近いの値を示し、吸収性の低いエアロゾルが卓越していることがわかる。この結果だけから結論づけることはできないが、これらの区間では人為影響をあまり受けておらず、海塩粒子が卓越している可能性がある。流跡線解析の結果からも気塊が海洋起源であることが示さ

れている[Yabuki *et al.*, 2003]. 6°N から 18°S の区間では, 単一散乱アルベドの値が 0.6 前後から 1 近くまで非常にばらついていた. この区間のうち, 単一散乱アルベドが低い値を示した時には, 吸収性エアロゾルが非常に卓越していたことがわかる. この付近では, 焼き畑等が盛んであり, バイオマスバーニングによって発生したすすの影響が考えられる.

### 3. 南極昭和基地におけるエアロゾル観測

南極地域における大気エアロゾルの化学成分の季節変動や, 人為起源エアロゾルの長距離輸送過程を調べることを目的として, 昭和基地においてエアロゾルのフィルター捕集による観測を行った. 分析したエアロゾルの化学成分は, 黒色純炭素 (Elemental Carbon) と有機炭素 (Organic Carbon), 重金属成分, 水溶性成分である.

#### 3-1. サンプルング及び分析

昭和基地, 観測棟の内部ヘチューブを通して外気を引き込み, エアロゾルをフィルター上へ捕集した. 捕集口は, 観測棟の北東側(海水側)のケーブルラック上へアクリルパイプを用いて設置した (地上高 4.75m).

フィルターは, 炭素成分分析用の石英繊維フィルター (東京ダイレック (株), 2500QAT-UP), 重金属成分および水溶性成分分析用のテフロンフィルター (住友電工, FP-1000) を使用した. 基地の排煙の影響を受ける風速風向の時は, 捕集を停止した. また, 観測棟の風上側(海水上)を車両が通行する際にも, 無線等により連

絡を受け, 捕集を中断した. 水溶性成分のうちアニオンは, イオンクロマトグラフ (横河アナリティカルシステムズ, IC7000) により, カチオンはイオンクロマトグラフ (ダイオネックス, DX100) により分析した. 炭素成分は燃焼法により分析した. NC アナライザー (住友化学, SUMIGRAPH NC-80) で試料を燃焼させ, メタナイザーと GC-FID (島津製作所, GC-14A) によ

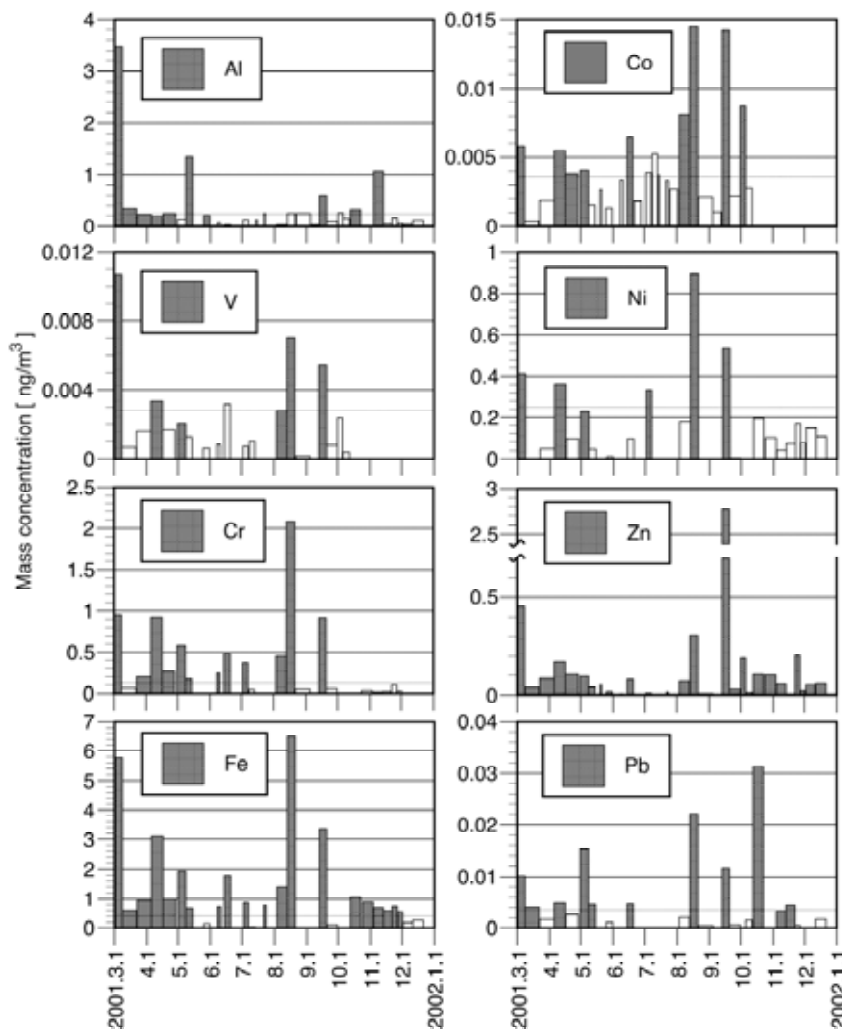


Fig. 3. Seasonal pattern of metal concentrations. White bars indicate that the concentrations were lower than the detection limits. Broken lines show the detection limits in the case of average sampling volume.

り定量した. 黒色純炭素は, フィルターを電気炉で 300°C, 30 分加熱し有機物を燃焼させた後, 分析した. 重金属成分は, 試料を硝酸とフッ酸により抽出し, ICP-MS (横河アナリティカルシステムズ, HP4500) により定量した.

#### 3-2. 結果

水溶性成分と炭素成分の質量濃度の季節変

動をFig. 2に示す。図中の”A”, ”B”, ”C”は観測隊によって記録されたブリザードの基準を示し, ”A”がもっとも規模が大きいブリザードであったことを意味する。検出限界は, フィルターブランク値の標準偏差の2倍とした。明らかにコンタミを受けていた結果は, 図に示していない。Fig. 2の積み上げ図では見づらい $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , E. C.の各成分については, 拡大した図を下に示した。E. C.の図中の白抜きの棒グラフは, 検出限界以下であったことを意味する。また, 破線で示されている9月13日~20日のサンプリング終了時, 石英フィルターには穴が開いていたため, 炭素成分は欠測となっている。一方, テフロンフィルターは, 数mm程度破けていたが, 金属成分と水溶性成分の分析は行った。実際の値は, Fig. 2で示した結果より高いと考えられる。

全質量濃度は,  $0.366$  から  $2.72\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲を示し, 冬から春にかけて増加した(南半球の季節で表している)。また, サンプリング期間中にブリザードが記録された時に高い値となった。特に冬と春は, 記録されていない期間と比較し, 2から3倍程度増加した。これらのことから, ブリザード飛来時は, 風により地上の雪が舞い上げられ, エアロゾルとして捕集された可能性がある。一方で, ブリザードを引き起こす低気圧が, エアロゾルを豊富に含む気塊を南極まで移動してきたことも考えられる。最大値を記録した9月30日から10月2日の期間には, 強風の継続時間の条件を満たさなかったため, ブリザードとして記録されていないが, 平均風速が $20\text{m}/\text{s}$ を超える風が吹いていた。この期間も低気圧擾乱の影響を受けていた可能性がある。 $\text{NO}_3^-$ 濃度は, 3月から7月にかけて $0.01\mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回っていたが, 8月および10月から11月にかけて増加した。*Wagenbach et al.* [1998]により, 極成層圏(PSCs)の粒子に $\text{HNO}_3$ が含まれていることとPSC粒子の成層圏から対流圏への輸送の可能性が示されており,

春季における $\text{NO}_3^-$ の高濃度は, PSCs由来である可能性がある。 $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度は5月から7月にかけて低く, 11月頃に増加した。*Minikin et al.* [1998]によると南半球高緯度における大気境界層内の $\text{SO}_4^{2-}$ の起源は海洋生物由来であると報告されており, 生物活動が活発になる夏季に濃度が増加していることと一致している。E. C.濃度は, 4月から6月が相対的に低く, 3, 10, 11月が高かった。結論づけることはできないが, 南極大陸以外の地域から人為起源物質を含んだ気塊の長距離輸送の可能性も考えられる。

金属成分の分析結果をFig. 3に示す。図中の白抜きの棒グラフは, 検出限界以下であったことを意味する。金属成分に関して, 明瞭な季節変動がみられなかったが, 単発的に高い値を示した。例えば, 8月13日~21日と9月13日~20日の間には, それぞれ, B級及びA級ブリザードが記録され, 金属成分濃度も相対的に高い値を示しており, 低気圧擾乱により低中緯度から気塊が流入した可能性が考えられる。

#### 4. 謝辞

観測にあたり, 多大な協力を頂いた第42次日本南極地域観測隊およびしらせ乗組員のみなさまに謝意を表します。なお, 本観測は, 南極観測事業気水圏系第V期5カ年計画「極域大気-雪氷-海洋圏における環境変動機構に関する研究」の一環として実施された。

#### Reference

- Minikin, A., M. Legrand, J. Hall, D. Wagenbach, C. Kleefeld, E. Wolff, E. C. Pasteur, and F. Durcroz, Sulfur-containing species (sulfate and methanesulfonate) in coastal Antarctic aerosol and precipitation, *J. Geophys. Res.*, *103*, 10,975-10,990, 1998.
- Wagenbach, D., M. Legrand, H. Fischer, F. Pichlmayer, and E. W. Wolff, Atmospheric near-surface nitrate at coastal Antarctic sites, *J. Geophys. Res.*, *103*, 11,007-11,020, 1998.
- Yabuki, M., M. Shiobara, H. Kobayashi, K. Hara, K. Osada, H. Kuze, and N. Takeuchi, Optical properties of aerosols in the marine boundary layer during a cruise from Tokyo, Japan to Fremantle, Australia, *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, *81*, 151-162, 2003.