

## 昭和基地におけるエアロソール粒子濃度について —序報—

岩井 邦 中\*

Concentration of the Aitken Particles Observed at  
Syowa Station, Antarctica  
—A Preliminary Report—

Kunimoto Iwai\*

**Abstract:** Concentration of Aitken particles was measured by means of an improved Pollak type counter for a period of one year from February 1977 to January 1978 at Syowa Station (69°0'S, 39°6'E), Antarctica. Concentration of Aitken particles was lower in the winter season than in the summer season, thus revealing an annual variation. Concentrations of 50 to 100  $\text{cm}^{-3}$  were predominant in the winter season and concentrations of 200 to 300 were common in the summer season. However, the concentrations varied largely from day to day due to weather conditions. Especially, concentrations of aerosols increased during a snowstorm (blizzard) even in the winter season and the value exceeded 1000 particles  $\text{cm}^{-3}$ .

**要旨** 昭和基地において1977年2月から1978年1月まで1年間、ポラック型のエアロソール自動測定装置によってエアロソール粒子濃度の測定を行った。エアロソール濃度は冬期に低く、夏期に高い年変化があった。その濃度は冬期に50~100個/ $\text{cm}^3$ 、夏期に200~300個/ $\text{cm}^3$ のときが多かった。しかし、日々の濃度は気象状態によってかなり変動した。特に冬期においてもフリザートの来襲時には1000個/ $\text{cm}^3$ 以上増加することか認められた。3月には日変化が見られるときがあった。

## 1 はじめに

南極大陸は一部をのそいて雪と氷におおわれており、植物もほとんど生育していないことから、自然発生源のエアロソールは少ないと考えられる。また、人間活動により発生するエアロソール源から遠く離れているので、ハッククラウドエアロソールの観測には適した場所である。極地域の特徴の1つは、太陽の沈まない夏と太陽の昇らない冬の存在がある。0.1  $\mu\text{m}$ より小さいエアロソール粒子は、大気中の微量カス ( $\text{SO}_2$  や  $\text{NO}_2$  等) から光化学反応によって生じるとの考えがあり、この点に関しても白夜や極夜の存在する極地域でのエアロソール観

\* 信州大学教育学部地学教室 Department of Earth Science, Faculty of Education, Shinshu University, Nishi-Nagano, Nagano 380

測には興味がある。しかし、これまで南極地域におけるエアロゾルの観測はあまり多くない (VOSKRESENSKII, 1966; HOGAN, 1975; HOGAN and BARNARD, 1978)。

この報告は、第18次日本南極地域観測隊気象研究部門で1977年2月から1978年1月までのほぼ1年間、昭和基地において観測した結果についての序報である。

## 2. 観測装置と測定場所

使用したエアロゲン粒子の濃度測定装置は岩井他 (1979) が船上で行ったと同じ機械で、Ito (1976) によって開発されたポラック型の自動測定装置である。測定場所は昭和基地の環境科学棟の北東の一室である (図1)。排気扇用に設けている窓に穴をあけ、内径4 cmのパ

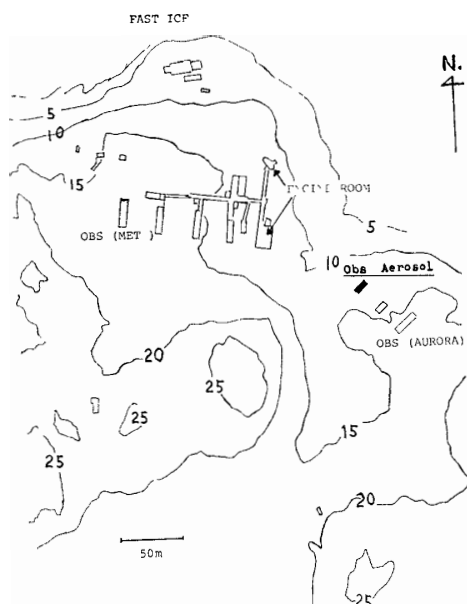


図1 昭和基地の周囲の地形図。観測点は環境科学棟である (黒い長方形で示す)。

Fig. 1. A map around Syowa Station. Observational point is shown by black rectangular (Environmental Science Laboratory).

イプを建物の端より約1 m、主風向 (北東) 側につき出るように取り付け、空気の取り入れ口は雪などをさけるため下向にして空気を採取した。空気の取り入れ口の高さは地上から約3 mである。図2に昭和基地における風速別の風配図を示す。風速が2 m/sをこえると、環境科学棟から見て、北西方向に位置する基地の主要部からの風はほとんどなく、基地から出る汚染空気の影響はほとんど無かった。しかし、風速が弱く、風向が定まらないときや、西よりの風のときには明らかに基地による汚染があった。また、冬期南東の風のときは観測棟の汚染の影響を受けたが、汚染源がほぼ点的であるため、主風向である北東の風や南の風になるとすぐに汚染の影響はなく、観測に大きな支障はなかった。

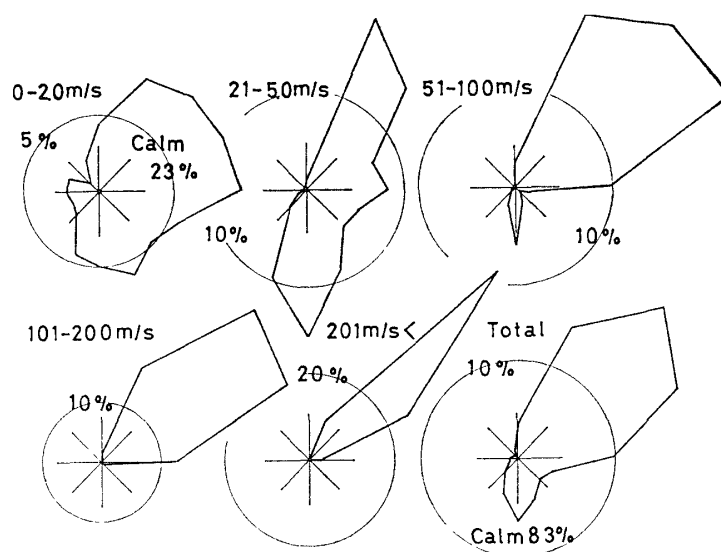


図 2 昭和基地における 1977 年 2 月から 1978 年 1 月までの風速別風配図。

Fig 2 Wind rose classified by wind speed at Syowa Station during the period from February 1977 to January 1978

### 3 結果と考察

#### 3.1. エートケン粒子濃度の年変化

図 3 の下に 1977 年 2 月から 1978 年 1 月までのほぼ 1 年間のエートケン粒子の濃度（細実線）と拡散管を通した後の粒子濃度（約  $0.02 \mu\text{m}$  から  $0.1 \mu\text{m}$  の粒径範囲，細破線）の日々の最低値を示す。太実線は 7 日間の移動平均である。全年を通して見ると，2 月，3 月，11 月，12 月，1 月の夏期間に多く，4 月の中旬から 9 月までの冬期間に少ない。その個数濃度は夏期間は  $200 \text{個}/\text{cm}^3$  以上であり，冬期間は  $50 \sim 100 \text{個}/\text{cm}^3$  のときが多い。しかし日々の変動は大きく，冬期間においても  $1000 \text{個}/\text{cm}^3$  以上になるときがあった。図 3 の上段には，日々の最大瞬間風速と日々の気圧の平均値を示す。太実線は 7 日間の移動平均である。4~8 月の冬期間におけるエートケン粒子の濃度の極大ピークと最大瞬間風速の極大ピークが一致しており，冬期間における濃度の増大は，低気圧性のフリザートにともなっていることがわかる。しかし，9 月以降はフリザート時に必ずしも増加するとは言えなかった。全年を通じての最低値は 6 月中旬に約  $20 \text{個}/\text{cm}^3$  であったがこのときは風が弱く，雪が静かに降っていたときであり，降雪による洗浄作用があったと考えられる。太陽が沈まなくなる 12 月のエアロソル濃度の最低値は， $200 \text{個}/\text{cm}^3$  より低くなることはなかった。この値はこれまで知られている大洋上でのバッククラント値にほぼ等しい。HOGAN (1975) によると，ロ

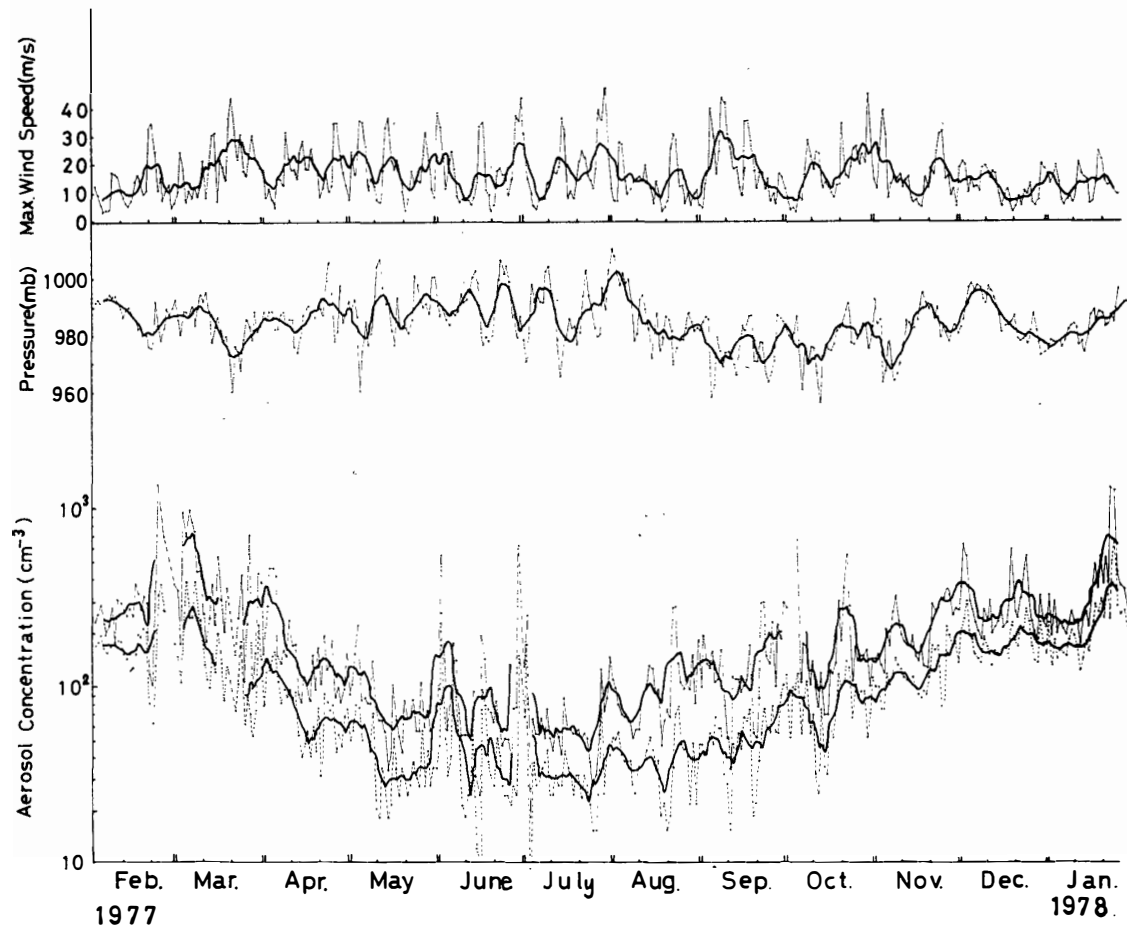


図3 1977年2月から1978年1月までの全粒子濃度(細実線)と拡散管を通した後の粒子濃度(細破線)の日々の最低値の年変化. 上段は日々の最大瞬間風速と平均気圧を表す. 太実線は7日間の移動平均である.

Fig. 3. Annual variation of daily minimum concentration of total aerosols (thin solid lines) and of the particles through the diffusion pipe (thin dashed lines) from February 1977 to January 1978. Daily maximum instantaneous wind speed and daily mean surface pressure are shown in the upper part. Thick solid lines represent the running mean of 7 days.

ス島での夏の濃度は、大陸よりの風ときは  $50\text{--}150$  個/cm<sup>3</sup> であるが、海よりの風ときには  $300$  個/cm<sup>3</sup> である。昭和基地はオングル島にあり、定着氷にかこまれているものの開水面までの距離はそう遠くないことから、夏の太陽の出ているときには、典型的な海洋上でのエアロゾル濃度にはほぼ等しくなるものと考えられる。1977年の昭和基地の周辺は、3月下旬から7月にかけて開水面が出ていたが、冬期の場合には太陽が出ないために、光化学反応によりエアロゾルが形成されず、濃度が低いものと考えられる。ただし、3月と4月の初旬には日変化の見られるときがあった。このことについては後で述べる。HOGAN and BARNARD

(1978) は南極点においてほぼ1年間にわたって、エアロゾル粒子の濃度測定を行い、年変化のあることを見出している。冬期は平均で15個/cm<sup>3</sup>と低く、最低値は3-5個/cm<sup>3</sup>で測定限界に近い。また、夏の間は100-200個/cm<sup>3</sup>であった。これらの値と比較すると昭和基地における濃度は、極点でのそれに比べて数倍大きい、これは海からの距離や海拔などの地理的な違いのほかに、太陽の出ている期間に違いがあるためであろう。しかし、年変化のある点では共通しており、太陽光と関係があるように思える。

### 3.2. 日変化があったときの例について

図4にエアロゾル粒子濃度に顕著な日変化のあった1977年3月12日、13日の例を示す。12日から13日にかけて4~6 m/sの風速で南の風が吹いていた。12日の朝8時には200個/cm<sup>3</sup>であった濃度が、午後には3000個/cm<sup>3</sup>まで増加している。一方、拡散管を通した後の

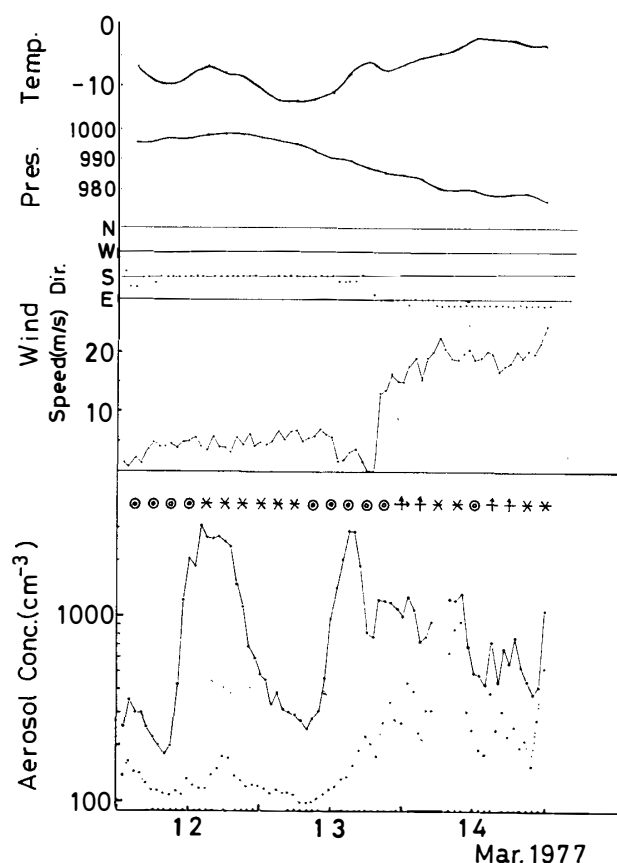


図4 エアロゾル濃度に日変化のあったときの1例。実線は全粒子濃度を示し、点線は拡散管を通した後の粒子の濃度を示す。

Fig. 4. An example of diurnal variation of the concentration of aerosol particles. Solid line shows the total aerosol concentrations and dotted line shows the concentrations of the particles after passing through the diffusion pipe.

粒子の濃度（点線）はそれほど増加していない。このことは  $0.02 \mu\text{m}$  より小さな粒子だけが主に増加したことを意味しており、午前9時頃より、非常に小さな粒子が観測点の近くで発生していることを意味している。1つの可能性として、基地から出る汚染粒子が考えられるが、風向、風速がほとんど変化していないことから、濃度の増加を基地の汚染であると考えすることはできず、自然にエアロゾルが発生していると考えられる。12日の13時頃より雪が降り始めているので、13日の8時頃までの濃度の減少は、降雪による洗浄作用の可能性がある。降雪の後13日の9時過ぎには、12日と同様エアロゾル粒子濃度は急増して、16時頃  $3000 \text{ 個}/\text{cm}^3$  の極大に達している。拡散管を通した後の粒子濃度 ( $N_d$ ) は、エアロゾル粒子濃度の極大の2時間後にピークに達している。その後の  $N_d$  の増加は、地吹雪あるいは低気圧性のブリザードの影響により、北のインド洋上で生じた比較的大きな粒子のためであろう。

エアロゾル粒子濃度に日変化が見られたのは、3月と4月の初めだけであった。昭和基地の西側の海の氷が流れ、開水面が確認されたのは3月25日であったが、おそらくそれ以前に昭和基地の近くに開水面が出ていたものと考えられる。3月10日頃の日の出は5時頃であり、日没は19時頃であり、日中、太陽は高度25度近くまで昇るので、光はかなり強く光化学反応により、エアロゾルが形成される可能性がある。岩井他(1979)の船上観測の結果によると、パックアイスの中でエアロゾル濃度が非常に増加しており、南極地域の海洋上でエアロゾルが発生している可能性を指摘している。3月の場合にもこの可能性が考えられる。海水面は7月頃まで開いていたが、4月の中旬以降は太陽高度がかなり低くなること、また、エアロゾルを発生させるためのガスを放出する藻類の減少などのために、4月中旬以降には顕著な日変化は見られなかったと考えられる。しかし、図に示すようにエアロゾルが増加しているときの天気は曇であるので、実際に光化学反応でエアロゾルが発生するためには、どの程度の光の強さが必要であるのか等々の問題は今後に残るであろう。

### 3.3. ブリザード時におけるエアロゾル粒子濃度の増大について

図5に1977年6月1日から3日にかけてのブリザード時におけるエアロゾル粒子濃度の時間的変化を示す。風が強くなり始めた1日の08時には、まだ、エアロゾル濃度は増加していないが14時頃に急増し、特に、17時には拡散管を通した後の粒子濃度が非常に増加している。全粒子個数  $400 \text{ 個}/\text{cm}^3$  のうち  $340 \text{ 個}/\text{cm}^3$  が  $0.02 \mu\text{m}$  より大きい粒子である。気温からわかるように、17時に急に気温が上昇していることから、低気圧の接近にともない、北のインド洋上の空気が流入したためであろう。18時から2日の01時までは、自記紙のペ

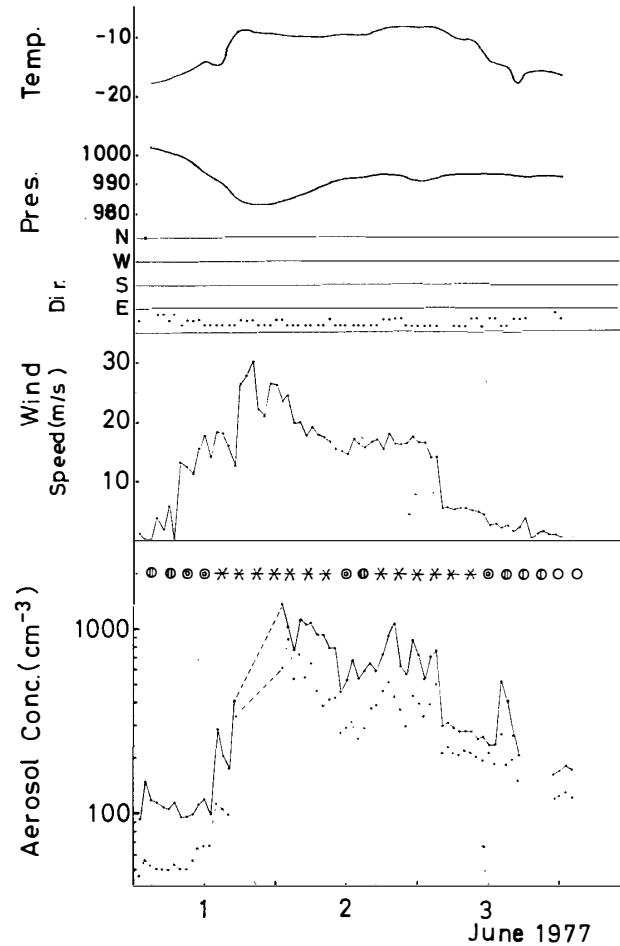


図 5 ブリザード来襲時のエアロゾル濃度の変化の 1 例。実線は全粒子濃度であり、点線は拡散管を通した後の粒子の濃度である。

Fig. 5. An example of aerosol concentration during a snowstorm. Solid line shows the total aerosol concentration and dotted line shows the concentration of the particles after passing through the diffusion pipe.

ンが動いていなかったため、風速 30 m/s をこえるときの記録はない。02 時過ぎでの最大濃度は  $1350 \text{ 個/cm}^3$  であり、ブリザードがくる前の  $100 \text{ 個/cm}^3$  に比べて 10 倍以上増加している。ブリザード中のエアロゾル濃度の特徴は、拡散管を通した後の粒子濃度が増加することである。すなわち  $0.02 \mu\text{m}$  より大きい粒子が増加することである。筆者は電子顕微鏡および光学顕微鏡を用いて、ブリザード中のエアロゾル粒子の形態や濃度を観測したが、ブリザード中には立方体の形をした海塩粒子と考えられる粒子が非常に増大することを見出している。しかし、海塩粒子の大きさの下限は  $0.1 \mu\text{m}$  程度であると考えられ、 $0.1 \mu\text{m}$  より大きい海塩粒子の濃度は高々数十個/cm<sup>3</sup> であり、ここで観測された  $1000 \text{ 個/cm}^3$  を説明すること

はできない。したがってブリザードにともなって増加する粒子は、海塩粒子以外の  $0.1 \mu\text{m}$  より小さい粒子が形成されていると考えられる。しかし今の所、それがどのような粒子であるのかわからない。岩井他 (1979) は暴風圏においても  $1000 \text{ 個}/\text{cm}^3$  以上の濃度を測定しているが、それらと関係があるかも知れない。上に述べたのはブリザード中にエアロゾル濃度の増大した場合であるが、3.1. で述べたように、ブリザード中に必ずしも増大しない場合もあり、増加する割合も各ブリザードによって異なっていた。しかし、一般的に言ってブリザード中は粒子濃度が増加すると言える。

#### 4. ま と め

1977年2月から1978年1月までのほぼ1年間、昭和基地においてエアロゾル粒子濃度の測定を行った。その結果をまとめると次の通りである。

- 1) エアロゾル濃度は夏期間に高く、冬期間に低い年変化がある。
- 2) 冬期間の濃度は  $50\text{--}100 \text{ 個}/\text{cm}^3$  のときが多く、夏期間は  $200\text{--}300 \text{ 個}/\text{cm}^3$  のときが多かった。
- 3) 冬期間、ブリザードの来襲時には  $1000 \text{ 個}/\text{cm}^3$  以上になるときがあった。
- 4) 3月と4月のはじめには顕著な濃度の日変化があるときがあった。最大濃度は  $3000 \text{ 個}/\text{cm}^3$  以上になった。

#### 謝 辞

通年観測にあたり、測定装置を開発され、貸していただいた気象研究所の伊藤朋之氏に深く感謝いたします。また、観測計画を推められた元気象研究所の斎藤博英博士、名古屋大学の小野晃教授ならびに磯野謙治名誉教授に心から感謝いたします。

#### 文 献

- HOGAN, A. W. (1975): Antarctic aerosols. *J. Appl. Meteorol.*, **14**, 550–559.
- HOGAN, A. W. and BARNARD, S. (1978): Seasonal and frontal variation in Antarctic aerosol concentrations. *J. Appl. Meteorol.*, **17**, 1458–1465.
- ITO, T. (1976): An automatic pollak counter improved for routine field operation. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **54**, 81–90.
- 岩井邦中・伊藤朋之・小野 晃 (1979): 東京から南極地域までの海洋上でのエアロゾル粒子濃度の観測一序報一。南極資料, **67**, 164–171.
- VOSKRESENSKII, A. I. (1966): Yadra kondensatsii v rayone Mirnogo (Condensation nuclei in the Mirny region). *Tr. Sov. Antarkt. Eksped.*, **38**, 194–198

(1979年3月30日受理)