

東オングル島夏期における大気環境 —とくに亜硫酸ガス濃度および降下ばいじん量について—

遠藤陽子*・唐沢 栄*

Sulfur Dioxide and Fall Dust during Summer Season at Syowa
Station, Antarctica

Yoko ENDO* and Sakae KARASAWA*

Abstract: Sulfur dioxide and fall dust in the air were collected from January 12 to February 3, 1974, at Syowa Station.

The analysis showed that concentration of sulfur dioxide was from 1 to 30 $\mu\text{g/day}/100\text{ cm}^2\text{ PbO}_2$. The concentration of sulfur dioxide depended on wind direction and velocity, and high concentration was observed in the area between the station building and 300 m southwest of the station, but other sampling points showed low concentration nearly equal to the background value.

The concentration of fall dust was from 0.2 to 3.0 $\text{g/m}^2/\text{month}$, but it was independent of wind direction and wind velocity.

要旨: 第15次日本南極地域観測隊の環境科学系観測の一環として、1974年1月12日から2月3日まで、昭和基地周辺の大気環境調査を行った。

調査地点は、昭和基地の発電棟を基点として、島内をほぼ扇形状に300 mごとに区切り、15地点設置し、調査は亜硫酸ガスを二酸化鉛法で、降下ばいじんをダストジャー法で行った。

その結果、亜硫酸ガスは1~30 $\mu\text{g/day}/100\text{ cm}^2\text{ PbO}_2$ であり、地点別の相対的な比較をすると、高い値が得られた地点は、いずれも基地を中心とした300 m区域に集中し、基地の風下方向である西南西から南南西方向の区域で高い傾向にあった。降下ばいじん量は、0.2~3.0 $\text{g/m}^2/\text{month}$ の範囲で分布していた。降下ばいじん中の鉛、銅、カドミウム、マンガン、ニッケル、鉄およびバナジウムの量はいずれも低濃度であったが、各物質の最高検出値は、ほぼ基地内の地点で認められた。

1. は じ め に

南極大陸は地球上でもっとも自然環境下におかれているとはいえ、多くの環境汚染の対照地域としての意義が高い。しかし、このような自然環境において、人間の連続的な生活が営まれるようになった場合、周辺の生態系におよぼす人為的影響は少なからず推測できる。

* 横浜市衛生研究所. Yokohama City Institute of Health, 2-17, Takigashira 1-chome, Isogo-ku, Yokohama 235.

今日まで、東オングル島の亜硫酸ガス濃度、降下ばいじん量等についての大気環境調査の報告はなく、実際のバックグラウンド値は明確でない。著者等は、第 15 次南極地域観測隊の環境科学系観測の一環として、1974 年 1 月 12 日から 2 月 3 日まで、昭和基地周辺の大気環境調査を行い、分析結果に若干の考察を加えたので概要を報告する。

本報告に先だち、種々のご助言とご指導を賜りました国立公衆衛生院三島昌夫博士に深く感謝いたします。

2. 調 査 地 点

1974 年 1 月 12 日から 2 月 3 日まで、昭和基地のある東オングル島のほぼ全域について、調査を行った。すなわち、昭和基地内の発電棟を基点とし、東オングル島を約 300 m ごとに扇形に区切り 14 地点とし、さらに、基地の北方にあるアンテナ島の頂点近くに、対照地点として 1 地点を設け計 15 地点で試料採取を行った (図 1)。

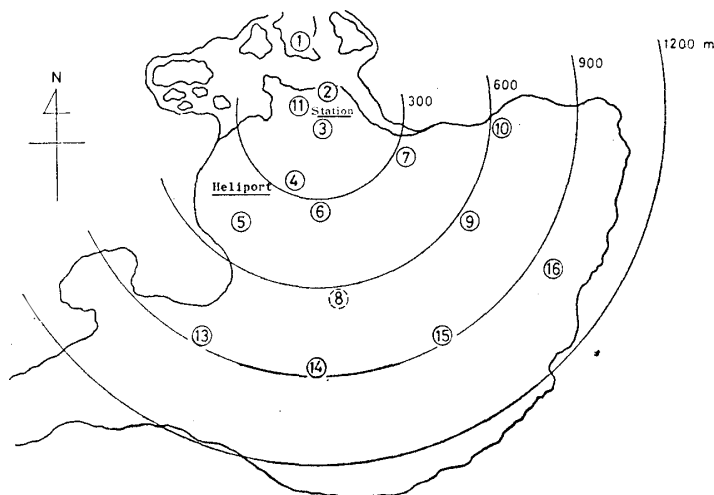


図 1 東オングル島における亜硫酸ガス、降下ばいじん量の試料採取地点

Fig. 1. Sampling points of the sulfur dioxide and fall dust in East Ongul Island (Jan. 12–Feb. 3 in 1974).

3. 分 析 方 法

亜硫酸ガス、降下ばいじん量について、亜硫酸ガスを二酸化鉛法、降下ばいじん量をダストジャー法により行った。これらの項目についての調査は国内においても各種の捕集器を用いて行っているが、今回の調査では幾分捕集器の検討を加え、図 2 のように亜硫酸ガス捕集用のシェルターを地上 1.5 m の高さに、降下ばいじん捕集用の円柱形ジャー (内容積 2 l, タ

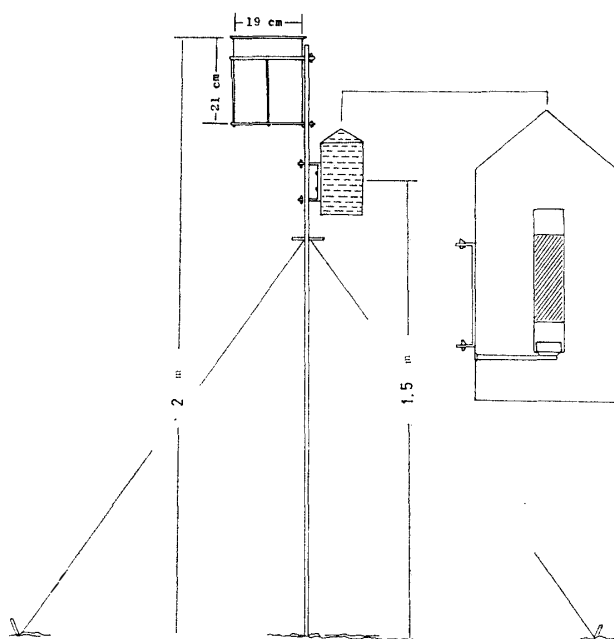


図2 東オングル島における大気調査に用いた装置
Fig. 2. Dust jar and shelter used in this investigation.

ッパウエア) を地上 2 m の高さに同時に装置したポールを各地点に設置した (図 2)。

3.1. 亜硫酸ガス

捕集方法: 国内であらかじめ素焼の円筒に綿布をはり, トラガントゴム末でペースト状にした二酸化鉛を塗布し, 自然乾燥後, 円筒ホルダーに立て, 箱に入れて密閉し, 外気にあてないようにして包装し輸送した. 各調査地点で注意深くシェルター内に立て, 試料採取期間中放置した. 試料採取後ただちに素焼円筒をビニール袋に入れ, さらに密閉梱包し持ち帰った.

分析方法: 試料, 日本国内で同期間密閉容器中に静置したもの, および南極地域観測中対照として保存したもののそれぞれについて, はがした綿布を三角フラスコに入れ, 3% 炭酸ナトリウム溶液 100 ml を加え, 沸騰した水浴中でときどきかきまぜながら 1 時間以上加温し, つぎに水で全量を約 100 ml にしたのち, ろ過し, 温水でよく洗い, ろ液および洗液を合わせて試験溶液とした.

試験溶液の全量にメチルオレンジ指示薬 2~3 滴を加え, 塩酸で中和し, さらに濃塩酸 0.5 ml を加えた. つぎに沸騰水浴中で加温して炭酸ガスを完全に追いだし, 液量を約 100 ml としたのち, よくかきまぜながら約 80°C に加温した 10% 塩化バリウム溶液を滴下した. もはや沈殿が生じなくなったら, さらにやや過剰に加え, 数分間水浴中で加温し, 数時間

放置後、硫酸バリウムの沈殿を重量既知のガラスフィルター (2G. 4) を用いてろ過し、沈殿を温水で数回洗い、洗液に塩素イオンの含まれていないことを確認してから、沈殿を乾燥しひょう量した (寺部, 1972)。

3.2. 降下ばいじんおよび降下ばいじん中の金属

捕集方法: 降下ばいじん捕集用のダストジャーは、あらかじめ国内でよく洗浄し密閉したものを輸送し各地点に設置した後、ふたをとり試料捕集期間中開放し、降雨、降雪、風送ばいじんの捕集を試みた。実際には降雨はもちろんなく、降雪もほとんどなく、風送ばいじんが大部分であった。捕集後はもとのようにふたをし密閉した後持ち帰った。持ち帰ったダストジャーは無じんの処理をした実験室で開き、内部を精製水でよく洗いその洗浄液を試料として用いた。

分析方法: 降下ばいじんの総量、灼熱減量、灰分および降下ばいじん中の金属として、鉛、銅、カドミウム、マンガン、ニッケル、鉄およびバナジウムの計 10 項目について分析した。

まず、試料溶液を磁製皿に取り、沸騰水浴中で乾固した後恒量にしてひょう量し、降下ばいじん総量を求めた (寺部, 1972)。次にこれを電気炉で 500°C で 5 時間灼熱し、残渣から灰分および灼熱減量を求めたのち、灰分の全量について金属の分析を行った。金属の分析は、1 規定硝酸 20 ml を用い沸騰水浴中で 10 分間加熱後、東洋ろ紙 No. 6 でろ過、ろ液について鉛、銅、カドミウム、マンガンおよび鉄は原子吸光分光光度法、バナジウムは BPA-クロロホルム溶液による比色定量法を用いた (RYAN, 1960; 遠藤 他, 1972; 後藤・柿田, 1961; 吉永他, 1972)。

4. 結果と考察

4.1. 亜硫酸ガス

二酸化鉛法による亜硫酸ガス濃度の分析結果は表 1 のとおりである。

地点別の相対的な比較を行うことに主眼をおき、試料は十分注意をはらって慎重に処理し解析を行った。

これらの数値は日本国内における数値と比較するとかなり低いものであった。ちなみに横浜市内における対照地点横浜市郊外、二ツ橋学園での亜硫酸ガス濃度は、約 $100\sim 300\ \mu\text{g}/\text{day}/100\ \text{cm}^2\ \text{PbO}_2$ (以下単位 μg と省略) であった (遠藤他未発表資料)。

各地点の亜硫酸ガス濃度を円の大ききで示した (図 3)。

これによれば最高値は地点 3 の $30\ \mu\text{g}$ であり、次いで地点 4 の $18\ \mu\text{g}$ 、地点 6, 5 でそれぞれ

表 1 東オングル島における亜硫酸ガス、降下ばいじん量および降下ばいじん中に含まれる金属量 (1974 年 1 月 12 日～2 月 3 日)

Table 1. Sulfur dioxide, fall dust and the metals contained in fall dust in East Ongul Island (January 12 and February 3, 1974).

| Station | Sulfur dioxide (SO ₂ μg/day/ 100 cm ² PbO ₂) | Fall dust (g/m ² /month) | | | Metals (μg/m ² /month) | | | | | | |
|---------|--|--|-----------------------|-------|--------------------------------------|-----|-------|------|------|------|------|
| | | Ash | Igni- tion loss | Total | Pb | Cu | Cd | Mn | Ni | Fe | V |
| 1 | 7 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.8 | 0.3 | 0.005 | 0.12 | 0.05 | 6.6 | 0.03 |
| 2 | 7 | 0.8 | 0.0 | 0.8 | 0.9 | 0.3 | 0.02 | 0.44 | 0.05 | 18.9 | 0.03 |
| 3 | 30 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4 | 18 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.005 | 0.09 | 0.00 | 3.8 | 0.00 |
| 5 | 10 | 2.9 | 0.1 | 3.0 | 0.7 | 0.4 | 0.01 | 0.35 | 0.03 | 12.8 | 0.01 |
| 6 | 11 | 0.8 | 0.1 | 0.9 | 0.4 | 0.3 | 0.01 | 0.18 | 0.03 | 7.1 | 0.02 |
| 7 | <1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 9 | 7 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.5 | 0.1 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 2.1 | 0.01 |
| 10 | 6 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 0.005 | 0.12 | 0.08 | 5.0 | 0.00 |
| 11 | 1 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.02 | 0.12 | 0.03 | 7.0 | 0.01 |
| 13 | 3 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.01 | 0.09 | 0.00 | 2.8 | 0.00 |
| 14 | 1 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 2.7 | 0.01 |
| 15 | 6 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.01 | 0.09 | 0.00 | 5.9 | 0.00 |
| 16 | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.005 | 0.06 | 0.00 | 2.7 | 0.00 |



図 3 東オングル島における亜硫酸ガス濃度の分布 (単位: SO₂ μg/day/100 cm² PbO₂)

Fig. 3. Concentration of sulfur dioxide by Lead oxide cylinder method (SO₂ μg/day/100 cm² PbO₂).

れ 11 μg, 10 μg となっていた。また本調査の対照地点として設定した地点 1 は 7 μg であり、この数値は地点 2, 11 および発電棟を基点とした 600 m, 900 m の地点 9, 10, 13, 14, 15 およ

び 16 で得られた濃度とほとんど変わらず、東オングル島ではバックグラウンド値に近い数値であると考えられる。

すなわち、基地内の発電棟を基点とした 300 m 以内の区域では、いずれも他の地点よりも高い値を示しており、第 9 居住棟裏 50 m の地点 3 で最高の $30 \mu\text{g}$ を示していた。また、ヘリポートと基地を結ぶ輸送道路近くの地点 4 (電離棟とロケット観測用レーダードームを結ぶ線の中点) では $18 \mu\text{g}$ であった。ほぼ 300 m 線上である地点 6 で $11 \mu\text{g}$ であった。

測定期間を含む 1974 年 1 月 1 日から 2 月 4 日までの観測によれば、北東の風が卓越しており、北ないし北東からの風が全体の 46% を占めていた。また同期間中の各風向別の積算風速を示した風速の頻度分布図によれば、主風向、北東方向からの風が最も強く、次に東北東、北北東の順になっていた (図 4)。風配図風向は、東北東の風の頻度よりも北の風の方が多かったが、風力では東北東の風がかなり強かったわけであり、風下方向として西南西から南南西方向が影響を受けていたと考えられる。

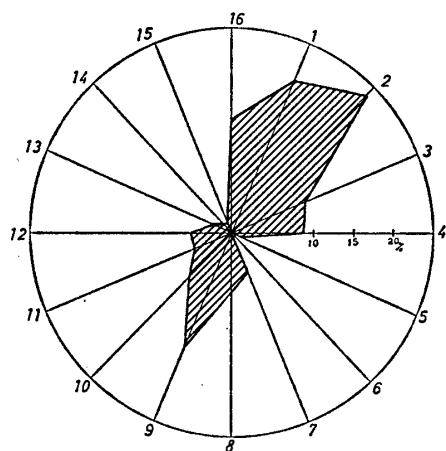


図 4 昭和基地における風向と風速の頻度分布図 (1974 年 1 月 1 日 ~ 2 月 4 日)
Fig. 4. Wind strength expressed as distribution of cumulative wind speed in each direction (January 1 and February 4, 1974).

また、主風向の風下にあたる各地点において、発電棟からの距離と亜硫酸ガス濃度との相関係数は、0.76 と高い負の相関関係を示していた。すなわち、基地から離れるにしたがって亜硫酸ガス濃度は顕著に減少していた。

以上のように風向、風速と亜硫酸ガス濃度の分布を考え合わせると、基地からの影響を直接受けていると思われる範囲は、発電棟を基点とし風下方向である西南西から南南西方向に、ほぼ数百メートルの範囲であろうと推定される。

4.2. 降下ばいじん

降下ばいじん (ダストジャー法, $\text{g}/\text{m}^2/\text{month}$) の分析結果は表 1 のとおりである。また、

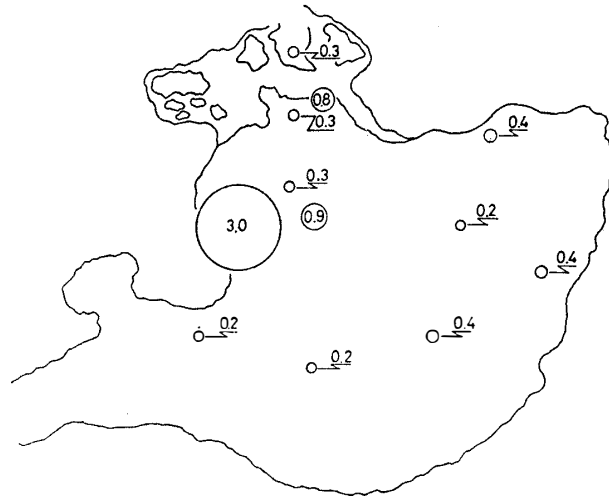


図5 東オングル島における降下ばいじん量の分布 (単位: $\text{g}/\text{m}^2/\text{month}$)
 Fig. 5. Concentration of fall dust collected by dust jar method ($\text{g}/\text{m}^2/\text{month}$).

降下ばいじん総量を円の大きさと図示した (図5)。

降下ばいじん総量は $0.2 \text{ g}/\text{m}^2/\text{month}$ (以下単位 g と省略) から 3.0 g であった。ほとんどの地点では 0.2 g から 0.4 g であり、対照地点1が 0.3 g であることから、これらの地点における数値がバックグラウンド値に近いものと思われる。

最高濃度を示した地点5では 3.0 g で、次いで地点6, 2で 0.9 g , 0.8 g となっていた。地点5の高濃度は第2ヘリポートの風下であったことが大きな原因と思われる。また地点6で 0.9 g を示したのは、輸送道路から 100 m ほど風下方向にあったためと推定でき、同輸送道路をはさみ風上方向 30 m にある地点4では、バックグラウンド値に近い 0.3 g であった。

発電棟からの距離と降下ばいじん量との相関係数は 0.29 であり、降下ばいじん量は発生源からの距離には関係なく、むしろ付近の土壌の舞い上がり等の要因の方が大きいと考えられた (唐沢・遠藤未発表資料)。

降下ばいじん灰分および灼熱減量に関しては、ほとんどの地点で灰分が圧倒的に多く灼熱減はわずかであった。

ちなみに横浜市衛生研究所で実施している降下ばいじん量の定点観測の対照点 (横浜市郊外、二ツ橋学園) と比較してみると、横浜市内対照点の最低値は 5.2 g であり、東オングル島における平均値は 0.62 g であり、横浜市内対照点に対する百分率は 11.9% となっている。

また、灰分と灼熱減量との比は東オングル島で $93:7$ であるのに対し、横浜市では $80:20$ となりことなった比率で存在していた。

4.3. 降下ばいじん中の金属

降下ばいじんの灰分について、その含有金属 ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{month}$) を分析した結果は表 1 のとおりである。

降下ばいじん量の高かった地点 5, 2 が鉄の含有量も高かった。降下ばいじん総量中に占める鉄の割合を計算すると、地点 2 は 2.4% を占め測定点中最高であったが、地点 5 は 0.4% で最低であった。マンガンは地点 2, 5 で比較的濃度が高く、降下ばいじん総量に対する割合は鉄と同様地点 2 が 0.06% と最高で、地点 5 が 0.01% と最低であった。他の金属の含有量に関しては、ほとんどがバックグラウンド値として考えられ、この程度の濃度差では、地点間における発生源との因果関係を見出すことは困難であった。

5. 要 約

第 15 次日本南極地域観測隊の環境科学系の観測の一環として、1974 年 1 月 12 日から 2 月 3 日までの 23 日間、昭和基地を中心とした東オングル島の大気調査を行った。

調査は亜硫酸ガスを二酸化鉛法で、降下ばいじんをダストジャー法で行った。また調査地点は、昭和基地の発電棟を基点として島内をほぼ扇形状に 300 m ごとに区切り 15 地点設置した。

その結果、亜硫酸ガスは $1\sim 30 \mu\text{g}/\text{day}/100 \text{ cm}^2 \text{ PbO}_2$ であった。これらの数値は日本国内においてはバックグラウンド値に近いものとして考えられるが、地点別の相対的な比較を行ってみると、高い値が得られた地点は、いずれも基地を中心とした 300 m 区域内に集中し、また一般的傾向として、基地の風下方向である西南西から南南西方向の区域で高かった。降下ばいじん量は $0.2\sim 3.0 \text{ g}/\text{m}^2/\text{month}$ の範囲に分布しており、含有する鉛、銅、カドミウム、マンガン、ニッケル、鉄およびバナジウムの量はいずれも低濃度であったが、各物質の最高検出値はほぼ基地内の地点で認められた。

文 献

- 遠藤陽子・北爪 稔・吉永洋治・岡村慶子・鈴木正雄・米山悦夫 (1972): 横浜市内のバナジウム等重金属による汚染状況。横浜市衛生研究所年報, **12**, 29-38.
- 後藤秀弘・柿田八千代 (1961): 鉄鋼中のバナジウムの迅速光度定量法。分析化学, **10**, 904-906.
- RYAN, D. E. (1960): The colorimetric determination of vanadium with benzoylphenylhydroxylamine. Analyst, **85**, 569-574.
- 寺部本次 (1972): 大気汚染測定法の実践。技報堂, 239 p.
- 吉永洋治・北爪 稔・遠藤陽子・米山悦夫 (1972): BPA による降下ばいじん中のバナジウムの分布。神奈川県公衆衛生学会誌, **19**, 55.