

昭和基地周辺における土壌藻類および 土壌微生物による環境モニタリング

大谷 修司¹・巢山 弘介²・神田 啓史³

Environmental monitoring by means of soil algae and microorganisms in the vicinity of Syowa Station

Shuji Ohtani¹, Kousuke Suyama² and Hiroshi Kanda³

Abstract: Environmental monitoring by means of soil algae and microorganisms has been studied around Syowa Station in order to assess human impact on terrestrial habitat. As many buildings in Syowa Station were reconstructed or newly built in recent years, most monitoring sites became unsuitable for the study because of changing situation such as a change of snow-drift by reconstruction of building, etc. around the station. Then, new eight monitoring sites for soil algae and for cellulolytic activity by microorganisms were established at the beginning of February 2000 in JARE-41. We describe a summary of environmental monitoring by soil algae and microorganisms, and propose new monitoring sites and methods in this report.

要旨: これまで昭和基地周辺では、定点を設け、土壌中の藻類、細菌類や真菌類を用いた人為的影響のモニタリング研究が行われてきた。近年、昭和基地の増改築が行われ、以前のモニタリング定点が現状に合わなくなってきた。そこで第41次隊において2000年2月に、新しい土壌藻類とセルロース分解活性のモニタリング定点の設置を試みた。本稿では、これまでに実施された土壌藻類及び土壌細菌と真菌類に関するモニタリングの結果の概要を示すと共に、今後の土壌藻類及びセルロース分解活性のモニタリング定点として、8箇所の新しい定点を提案し、それら定点の概況と土壌の採取および輸送方法について述べる。

1. はじめに

南極観測に伴う人の活動が南極の様々な環境に対して影響を及ぼすことが懸念されてきた。それを監視する目的で、土壌細菌に関しては、第15次隊から昭和基地周辺の環境モニタリングに関する研究がはじめられ、その後、土壌真菌類、土壌藻類に関してもモニタリング研究が実施されてきた。これらの生物群に関しては、主として種類組成と量に関する研究が行われてき

¹島根大学教育学部, Faculty of Education, Shimane University, Matsue 690-8504.

²島根大学生物資源学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, Matsue 690-8504.

³国立極地研究所, National Institute of Polar Research, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515.

ており、第 40 次隊までは南極昭和基地の環境モニタリング指針にもとづき、モニタリング研究が実施されてきた。しかし、近年、管理棟の新設、居住棟の建て替えを始めとして、污水处理棟が建設されるなど昭和基地の増改築が行われ、人為的影響の及ぶ場所が変わり、これまでのモニタリング定点が現状に合わなくなってきた。また、一部の定点はスノードリフトに埋まり土壤の採取ができない状況が生じていた。

土壤藻類のモニタリング実施研究室の大谷とセルロース分解活性のモニタリング実施研究室の巢山が、第 41 次夏隊生物医学系隊員として参加することができたため、現地調査の結果を踏まえて、土壤藻類とセルロース分解活性の定点を新しく 8 箇所設定した。これらの新定点を今後のモニタリング定点として提案したい。なお、セルロース分解活性定点は、土壤藻類の定点と隣接して設定されたものであり、第 15 次隊により設定された土壤細菌と真菌類のモニタリング定点とは異なるものである。これら土壤細菌と真菌類のモニタリング定点に関しては第 41 次隊では見直しを行っていない。

本稿では、これまでに実施された土壤藻類、土壤細菌と真菌類（セルロース分解活性を含む）を用いたモニタリングの結果の概要を示すと共に、8 箇所の新モニタリング定点の概況、および試料の採集方法、日本への持ちかえり方法などについて概説する。

2. 昭和基地周辺における土壤環境モニタリングの概要

2.1. 土壤藻類

土壤藻類に関しては第 33 次隊以前は、モニタリング試料を用いて、主に土壤藻類と土壤水分や栄養分との関係、ペンギンの糞の他感作用物質との関係など生態学的視点からの調査がなされた。その概略は以下に示した通りである。

Akiyama *et al.* (1986b) は、湖岸から離れる方向にいくつかの定点をもうけ、土壤藻類量と水分と栄養塩の関連を調査している。その結果、土壤中の水分と土壤藻類の量は正の相関がみられ、土壤中の硝酸塩の量は土壤水分と土壤藻類の量の両者と正の相関があることを報告している。Akiyama *et al.* (1986a) は、オングルカルベン島のアデリーペンギンルッカリーの中央部から採取された土壤の抽出物を含んだ培地では、土壤藻類の生育が阻害され、その阻害物質が acrylic acid と oxalic acid であることを報告した。Akiyama *et al.* (1986b) はオングルカルベン島のアデリーペンギンルッカリーの中央部から採取した土壤からは、培養によって土壤藻類が分離できなかったことを報告している。さらに、ペンギンルッカリー土壤は高いリン酸塩と硝酸塩の濃度を示すにもかかわらず、土壤藻類の量を示すクロロフィル量が低いことも報告している。これらの報告はペンギンルッカリー内の土壤には他感作用物質が含まれており、それらが藻類の増殖を抑えていることを示唆している。Matsuda (1968) はペンギンルッカリーの内部にはナンキョクカワノリが分布していないことを報告しており、Ohtani *et al.* (2000) もペンギンルッカリーに設置されたモニタリング定点からは土壤藻類の種類が他の定点に比べ

少ないことを報告しており、これらの結果はいずれも秋山の実験結果を支持している。

Ohtani *et al.* (2000) は第 33 次隊から第 38 次隊までの 6 年間にわたる昭和基地周辺のモニタリング定点における土壤藻類相とその経年変化を報告している。モニタリング定点は 10 箇所あり、オングル島に 8 点とオングルカルベン島に 2 点である。オングル島は昭和基地第 13 居住棟小便ドラム缶のそばに 3 点、第 9 発電棟南側の小川そばに 1 点、みどり池湖岸に 2 地点、北見浜南西に 2 地点、オングルカルベン島は、ペンギンの影響の少ない場所 1 地点、ペンギンルッカリー内 1 地点である。10 定点より培養によって 22 種類が報告されており、優占種は藍藻の *Leptolyngbya cf. battersii*, *Phormidium autumnale*, 珪藻の *Navicula muticopsis*, 黄緑藻の *Xanthonema* 属, *Botrydiopsis* 属, 緑藻の *Macrochloris multinucleata* などである。報告された種類の大部分は他の南極地域の土壤から報告されているものであった。緑藻のナンキョクカワノリは基地から離れた地点では、ペンギンルッカリーやユキドリの営巣地周辺などの富栄養化した地点に分布しているが、Ohtani *et al.* (2000) は第 13 居住棟小便所付近の定点から検出している。この定点周辺の土壤は有機物含量の指標である全炭素、全窒素量が他に比べて高いことから、富栄養化していると考えられた。それらの事実から彼らは富栄養な土壤環境の指標種の一つとしてナンキョクカワノリをあげている。また、6 年間の調査では、いずれの定点でも際立った種類組成の変化はおらず、現在のところ人間が持ちこんだと考えられる藻類も定点から見つかっていない。

2.2. 土壤細菌類, 真菌類

昭和基地周辺の土壤細菌類によるモニタリングは第 15 次隊により開始された。土壤試料採集の定点として昭和基地を中心として 16 方位に 100 m または 200 m おきに 65 箇所の定点が設定された (Watanabe *et al.*, 1977)。その後は土壤以外の試料として適宜糞便や水道水などが加えられ、研究がなされてきた。Watanabe *et al.* (1977) は、腸内細菌を指標として、第 15 次隊が採集した土壤試料、水道水、大気や雪などを用いて、培養実験を行っている。その結果、土壤試料からは腸内細菌は検出されなかったが、飲料水や水道水からは検出している。また、その汚染経路について考察し、氷の採集に用いた手袋の汚染が原因となったことを指摘している。この研究では病原細菌による汚染はないと報告されている。大腸菌は第 18 次隊、第 23 次隊からの土壤試料や現地に残された糞便からも分離されておらず、南極特有の極限環境における大腸菌細胞の損傷、死滅が考えられ、南極土壤の汚染指標とは考えにくいと考えられている (豊田ら, 1985, 1986)。

豊田ら (1986) は、第 18 次隊が採集した土壤試料を用いて培養を行った結果、一般細菌・真菌総数は昭和基地を中心に 100 m までの定点で多数分離され、離れるに従って減少する傾向を報告している。また、宿舎を含む主基地や観測施設から離れた定点ではほとんど菌が分離されなかったことから総菌数は隊員の行動頻度と関連性のあることを指摘している。同様の傾向は

第 23 次隊の土壤試料の培養結果から豊田ら (1985) によっても指摘されている。豊田ら (1985, 1986) は、これらのことから一般細菌・真菌総数は生物学的環境評価の指標となることを提唱している。

豊田ら (1985) は、定点における微生物群集の特徴に関して研究し、分離した細菌 452 菌株のうちグラム陰性菌 13.3%, グラム陽性菌 86.7% であり、これらのうち 37°C を越えて生育できる菌は 19% であったと報告している。37°C で生育した, *Corynebacterium* 属, *Rothia* 属, *Pseudomonas* 属はほとんどが、植物寄生菌, 土壌菌, 水生菌であり、極限環境下でありながら、この温度で生育できることは、これらの菌が人為的に持ちこまれた可能性を指摘している。また、真菌類では *Penicillium* 属が最も多く、全体の約 40% をしめ、ついで *Cladosporium*, *Paecilomyces*, *Sporobolomyces* で全体の 95.3% を占めたことを報告している。

一方、土壤微生物によるセルロースの分解活性から土壤環境をモニタリングすることが第 29 次隊から開始された。これはベンチコートシート (ポリエチレンで裏打ちされた濾紙, Whatman 社製 Benchkote) を一定期間埋設後、回収し、減少量を測定することによって土壤微生物によるセルロース分解活性を評価する方法である。Yamamoto *et al.* (1991) は第 29 次隊が 1 年間埋設後回収したベンチコートシートを用いて、昭和基地周辺での分解活性を比較している。彼らは昭和基地第 13 居住棟小便ドラム缶近くの分解量が 9-25% であったのに対し、昭和基地から 120 m はなれた地点の分解量が 1.4% であったことから、建設されて以来 20 年間におよぶ人間活動によって有機物や栄養塩が供給されてきたことを指摘している。

3. モニタリング定点の新設

近年、昭和基地周辺は増改築され、これまでのモニタリング定点はこの影響を大きく受け、従来の定点での継続は不可能となった。そこで 2000 年 2 月 4 日から 6 日にかけて、土壤藻類および土壤微生物によるセルロース分解活性のモニタリング地点として計 8 定点を設置した。新たに設置した定点は東オングル島 6 地点、オングルカルベン島 2 地点の計 8 地点である (表

表 1 昭和基地周辺における土壤藻類およびセルロース分解活性モニタリング地点
Table 1. Monitoring sites for soil algae and for cellulolytic activity by microorganisms in the vicinity of Syowa Station.

定点番号	場所	南緯	東経
1	新発電棟北東の汚水処理水放出地点	69.0.19	39.35.32
2	管理棟東側の階段直下	69.0.18	39.35.29
3	気象棟小便ドラム缶付近	69.0.18	39.35.16
4	東オングル島水汲み沢河口南岸	69.0.33	39.34.40
5	東オングル島北見浜南西の裸地	69.0.53	39.33.53
6	東オングル島じゃがいも池東南東の裸地	69.0.40	39.36.28
7	オングルカルベン島ルッカーリーから 55 m 南の裸地	69.1.06	39.25.58
8	オングルカルベン島ルッカーリーの西側崖の裸地	69.1.08	39.25.59

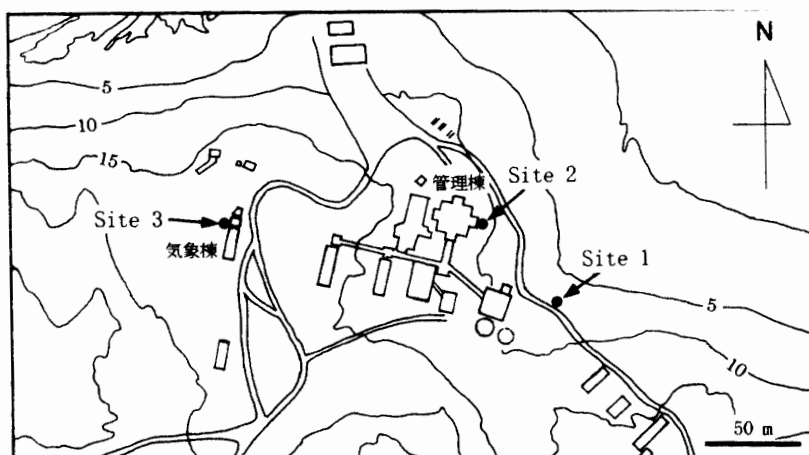


図1 昭和基地周辺のモニタリング定点1-3.

Fig. 1. Map showing monitoring sites 1-3 in the vicinity of Syowa Station.

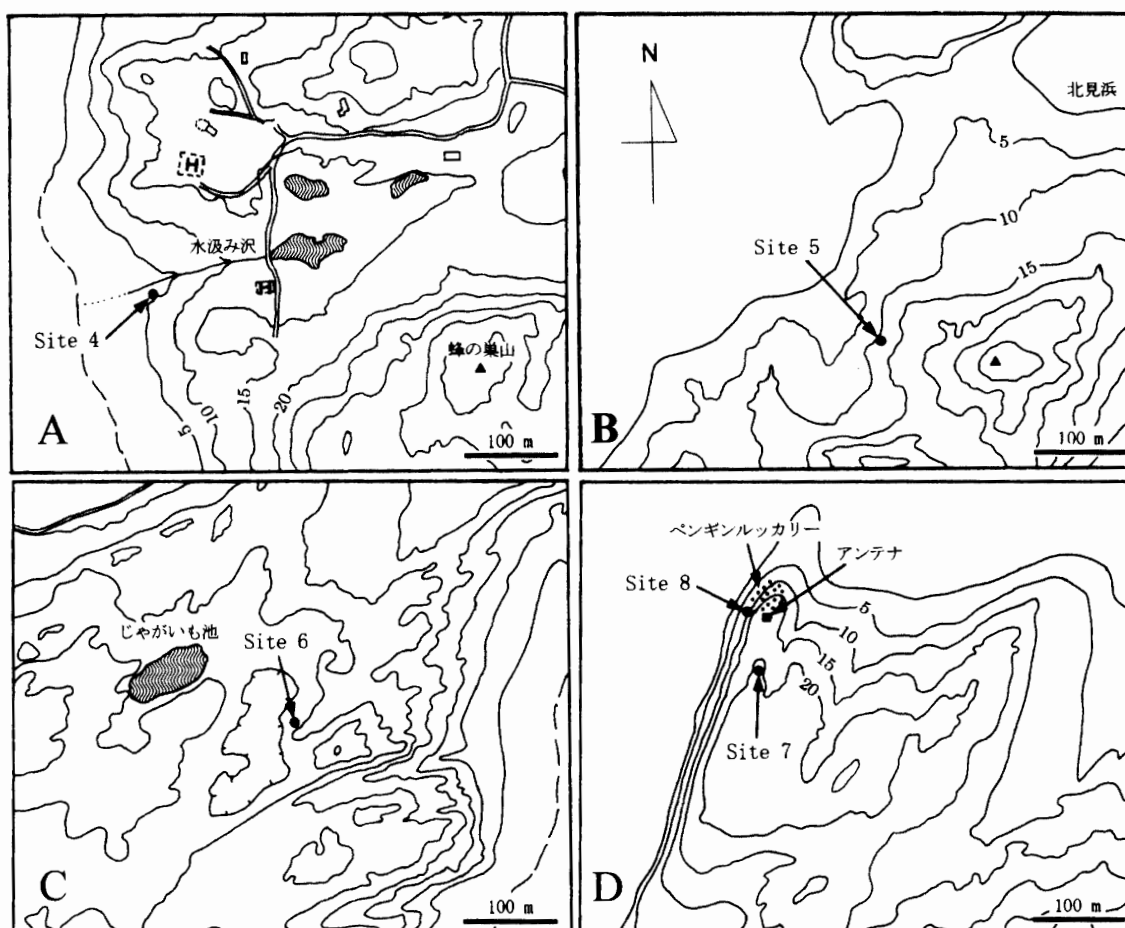


図2 昭和基地周辺のモニタリング定点4-8.

Fig. 2. Map showing monitoring sites 4-8 in the vicinity of Syowa Station.

1, 図 1, 2). 定点 1-4 は昭和基地内または基地に隣接する場所であり, 人間活動の影響が大きいと予想される. 一方, 定点 5-8 は昭和基地から離れており, そこには隊員が訪れることも少なく, 人間活動の影響が少ないと予想される.

2000 年 2 月初旬における従来のモニタリング定点は以下のような状況であった. 昭和基地で人為影響をモニタリングするための定点 1-3 は, 第 13 居住棟の簡易男子トイレ小便ドラム缶周辺に設置されていたが, 第 13 居住棟は撤去され, その跡はスノードリフトが堆積しており定点は発見できなかった. 定点 4 は第 9 発電棟の南側に設置されていたが, 第 9 発電棟も撤去され, 新たに汚水処理棟が建設された. その周囲はスノードリフトが堆積し, 定点は発見ができなかった. みどり池辺の定点 5-6 は人間の影響の少ない対照地点として設置されていたが, スノードリフトなどに覆われ発見されないことがあり, スノードリフトの付きにくい定点を新たに設置する必要があるが生じていた. 北見浜周辺の定点 7-8, オングルカルベン島の定点 10 は, 土壌が十分になく, 今後一定量の土壌の採取が困難であることと, ベンチコートシートの埋設は不可能であるため近くの土壌が豊富な地点に定点を移す必要が生じた. このような理由から, 昭和基地周辺の定点を新たに設定しなおすことが必要と判断し, 上記の 8 箇所を新しいモニタリング定点として設定してきた.

各モニタリング定点には, 赤と黄色でペイントした高さ約 1 m の鉄筋を 6 本打ち込み, 一辺 1 m の方形区を土壌藻類用に, 隣接して一辺 1 m の方形区を土壌微生物分解活性用に設定した. 方形区の一辺を共有させたので鉄筋は 8 本ではなく, 6 本となっている (図 3, 4). 各地点の北西角の鉄筋に, モニタリング地点番号を付した黄色のプラスチック製の番号札を設置した. プラスチックの番号札のある鉄筋側が土壌藻類用の方形区であり, 無い側がセルロース分解活性用の方形区である.

モニタリング定点としてはスノードリフトがつきにくい場所を選定したが, 定点 1 はスノードリフトに埋まる可能性があったため, 赤と黄色でペイントした旗竿 (約 2.5 m) を鉄筋の上からかぶせて刺して, 除雪時にも視認しやすいようにした. いずれのモニタリング定点の周囲にも設置時, スノードリフトはなく, 表層土壌は乾燥していた.

定点 1: 新発電棟北東の排水処理水放出地点 (図 3A)

この地点は, 昭和基地の汚水処理水が定期的に放出される場所であり, その周囲が処理水によって富栄養化するなどの影響を受けつつあることが容易に予測される. 実際, 周囲はこれまでに放出された処理水の青色の染色液ですでに汚れており, 汚水臭も周囲には漂っている. 梱包材, 竹ざおやコンクリート片なども周囲に見られる. 定点設定時には不定期に処理水が排出され, 風が強いときにはその飛まつが周囲に飛散していた. このように, 本地点の特徴は, 処理水が主要な汚染物質であり, それが断続的に直接供給されることであると言える.

第 41 次夏隊で採取した土壌の培養によってナンキョクカワノリが検出された. まだ, 定点には肉眼的な大きさの本種のコロニーはないものの, すでに富栄養化が起こっていることが示



図3 昭和基地周辺のモニタリング定点周辺の風景 (定点1-4)。A: 定点1 汚水処理排水口付近。B: 定点2 管理棟正面階段直下。C: 定点3 気象棟小便ドラム缶付近。D: 定点4 水くみ沢南岸

Fig. 3. Landscapes of monitoring sites in the vicinity of Syowa Station. A: Site 1 closest to an outfall of sewage after secondary treatment. B: Site 2 just below stairs of main building. C: Site 3 closest to a urinal tank of meteorology laboratory. D: Site 4, south bank of mouth of Mizukumi Zawa.

唆されている。図3Aには竹ざおが写っていないが、実際には、赤と黄色でペイントした旗竿(約2.5 m)を鉄筋の上からかぶせて刺してある。周囲に肉眼的な植生はない。

定点2: 管理棟東側の階段直下 (図3B)

この定点には、夏期間に日本からの多くの物資が階段を利用して搬入される。クライストチャーチから南極への輸送機に搭乗する隊員のブーツや、スコット基地に搬入された野菜から土壌藻類が検出されたことが報告されている (Broady and Smith, 1994)。隊員の出入りに加え、毎年大量の物資が搬入される階段直下から、南極外から持ちこまれた藻類が検出される可能性があることから、この地点をモニタリング定点とした。定点設置時には、コンクリート片が散在し、日本から持ちこんだ米が周囲に飛散していた。周囲に肉眼的な植生はない。このように、本地点における汚染の特徴は、汚染物質が日本の土壌や種々の食品等、不特定かつ多様であり、それらが夏季に集中して直接供給される可能性が高いことである。

定点3: 気象棟小便ドラム缶付近 (図3C)

この定点は、気象棟北西側階段横に設置された小便ドラム缶を用いた簡易トイレから約2 m

南側に離れた場所である。今後、昭和基地のトイレは整備され、近いうちにこの小便ドラム缶も使用されなくなる予定である。それによって一旦、富栄養化した土壤栄養環境が、自然に近い状態に回復することが予測される。自然回復の過程を見る目的でこの地点を選定した。地点の周囲にはロープ、木片、木毛などが周囲に散在していた。周囲に肉眼的な植生はない。このように、本地点における汚染の特徴は、人尿が主要な汚染物質であるが、近くその供給が止まることである。

定点 4: 東オングル島、水汲み沢河口南岸 (図 3D)

夏宿裏の水くみ沢下流には、夏期間のみ、夏宿で発生した生活排水が放出されている。水汲み沢の沢筋には多くのゴミが散在するが、定点周囲にはゴミはない。定点は水汲み沢より 2 m 離れた平坦地の裸地であり、周囲には肉眼的な植生はない。水汲み沢に生えている緑色の糸状藻類は緑藻類のヒビミドロ (*Ulothrix* sp.) であった。本地点における汚染の特徴は、汚染物質が生活排水やゴミ等、不特定かつ多様であり、その供給が夏季に集中する可能性が高いこと、また、汚染源から比較的離れおり、直接には汚染されないことである。

定点 5: 東オングル島、北見浜南西の裸地 (図 4A)

この定点は、谷にたまった大きいスノードリフトの上部に位置する標高約 10 m の北西向き緩斜面の裸地である。この定点には、隊員が頻繁に訪れることがなく、人為の影響は少ないと考えられる。定点内には肉眼的な植生はないが、定点のすぐそばにある岩の周囲に小さいコケのコロニーが 2 個みられた。定点の周囲にはゴミや人工的建造物もない。

定点 6: 東オングル島、ジャガイモ池東南東の裸地 (図 4B)

この定点には、隊員が頻繁に訪れることがなく、人為の影響は少ないと考えられる。周囲には肉眼的な植生はなく、ゴミや人工的建造物もない。定点設定時には、10 m 北側に長さ約 2 m、幅約 50 cm のスノードリフトがみられた。

定点 7: オングルカルベン島、ルッカリーから約 55 m 南の裸地 (図 4C)

この定点はオングルカルベン島北西端に位置するアデリーペンギンルッカリーから約 55 m 南に位置する裸地である。旧モニタリング定点 9 番と同じ場所であるが、周囲が荒れていたため 1 m 南側の場所を新しい定点とした。周囲にペンギンの巣や植生はない。隊員が訪れることは少ない。

定点 8: オングルカルベン島、ルッカリー西側崖の裸地 (図 4D)

この定点は、オングルカルベン島北西端に位置するアデリーペンギンルッカリー下部の階段状の岩場で、表面に砂が堆積した場所である。崖の上部にはペンギンの親 3 羽、ヒナ 16 羽がいたが、大部分の巣にはペンギンがいない状態であった。崖の頂上にはアンテナがあり、そこから西に海岸に向かって約 25 m (約 40 歩) 降りた場所が定点である。定点内には肉眼的な植生はないが、周囲にはナンキョクカワノリ群落が少数見られることから、この定点の上部ルッカリーから栄養塩が供給されること考えられる。隊員が訪れることは少ない。

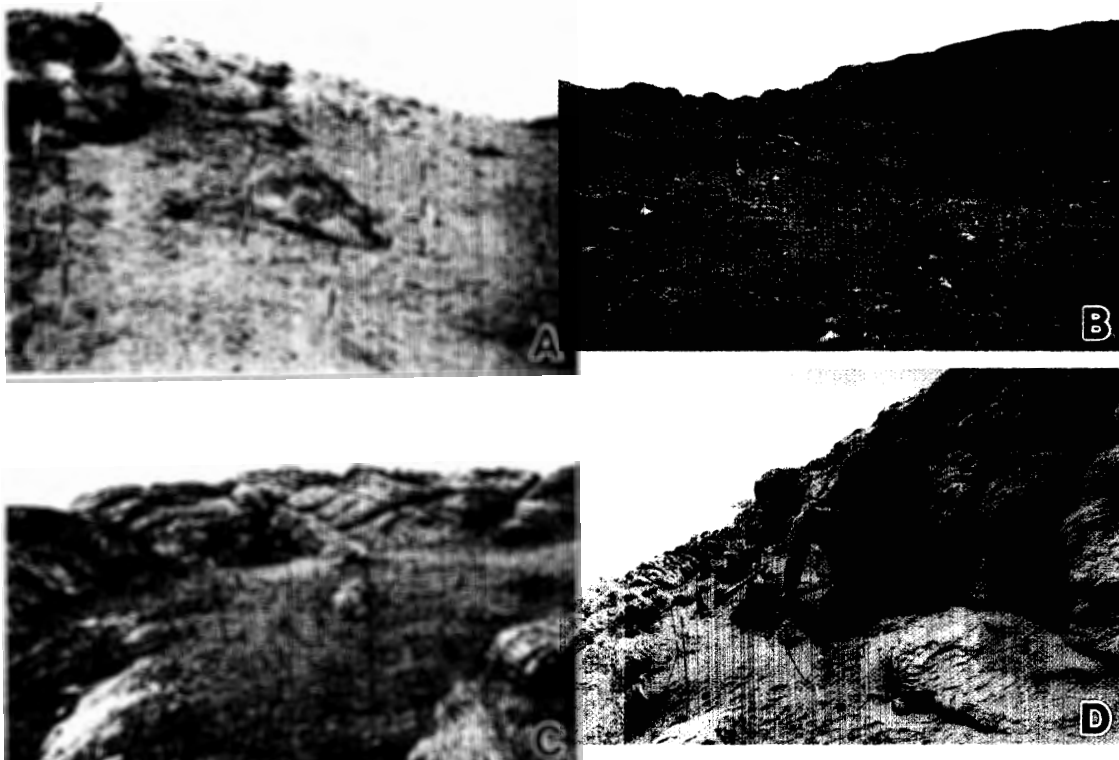


図4 昭和基地周辺のモニタリング地点周辺の風景 (定点5-8)。A: 定点5北見浜南西の裸地。B: 定点6じゃがいも池東側の裸地。C: 定点7オングルカルペンペンギンルッカリー南55mの裸地。D: 定点8オングルカルペンペンギンルッカリー西側の階段状の崖。

Fig. 4. Landscapes of monitoring sites in the vicinity of Syowa Station. A: Site 5 southwest of Kitami Hama. B: Site 6 east of Zyagaimo Ike. C: Site 7, 55 m from the penguin rookery at Ongulkalven. D: Site 8 near the penguin rookery at Ongulkalven.

4. 調査方法

4.1. 土壤採取方法

滅菌した葉サジを用いて表層から約2 cm深までの土壤を、定められた20 cmの範囲より300 mlの滅菌ポリ瓶に採取し(図5A)、採集地点番号、日時を記録する。また、野帳に定点及び周囲の状況を記録するとともに、周囲の写真、現地のクローズアップ写真を同時に撮影する。モニタリング定点の状況が建物の増改築や汚染防止対策等で変化することが考えられるので、特に定点と周囲の状況に関しては詳しく記録をする必要がある。これは次項のセルロース分解活性定点に関しても同様である。

これまでのモニタリング定点は大まかにしか設定されていなかったため、一度土壤採取を行った地点から再び試料が採取された可能性があった。このような度重なる土壤採取による土壤栄養条件や藻類の種類組成に影響を避けるために、採取地点は毎年コドラート内を移動させるようにした。41次隊では北西の鉄筋の下20 cm四方より表層土壤を採取した。次の隊より



図5 A: 土壌試料採取, B: ベンチコートシートの埋設。
 Fig. 5. A: Sampling of surface soil. B: Burying of benchkote sheets.

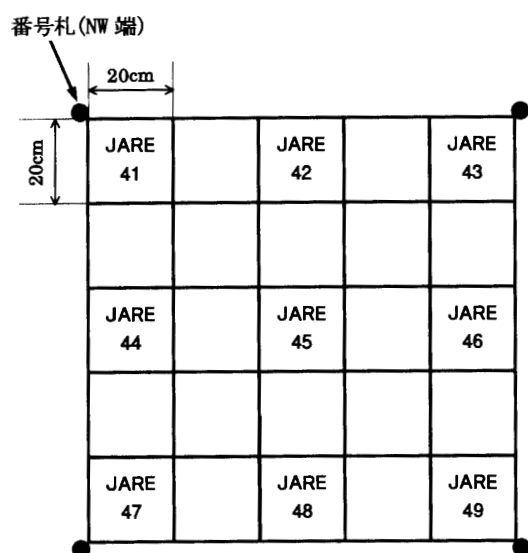


図6 土壌藻類採取方形区内の各隊次における採取地点。

Fig. 6. Sampling point of soil at each year of JARE in a quadrat.

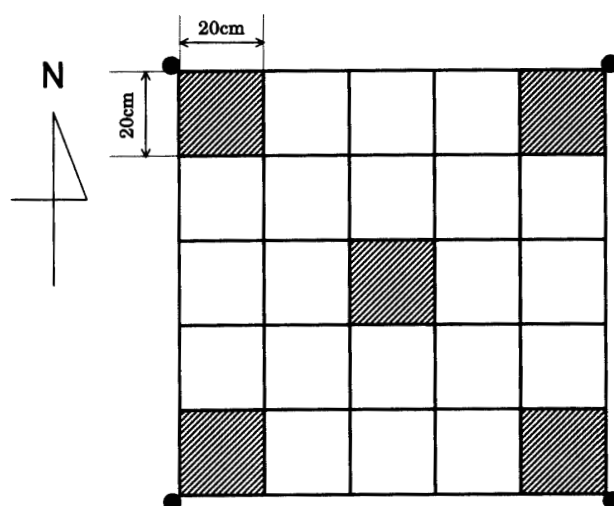


図7 セルロース分解活性方形区内におけるベンチコートシート5枚の埋設地点。

Fig. 7. Points of burying sites of benchkote sheet in a quadrat.

は、図6に示した順に土壤採取を行うことを提案する。

4.2. ベンチコートシートの回収と埋設方法

まず、前次隊によって埋設されたベンチコートシート（以下、シートと称す）を回収する。シートはセルロース分解モニタリング用方形区の4角と中央部（図5B、図7）付近に埋設されているが、約50cmの釣り糸を介して目印用タグが繋がれており、これを地表に出してある。したがって、そのタグを探し出して釣り糸を手繰れば、シートの位置を知ることができる（タグが見つからない場合は、図7を参考に埋設位置の見当をつける）。その付近の土壤を園芸用移植ゴテで少しずつ掘り、シートを探し当てて回収する。この作業はできるだけシートを損傷しないように注意深く行う必要がある。また、回収したシートに土壤が付着していても無理に払い落とさず、土壤ごとポリエチレン袋に1枚ずつ入れ、採集地点番号、日時を記入して持ち帰る。5枚のシートを回収し終えたら、次年度回収用のシート5枚を以下のようにして埋設する。回収によって生じた穴を深さ約5cm、直径約15cmに整え、底を平らに均した後、新しいシートの濾紙面を上にして置き、元の土壤を被せる。この時、シートに繋いであるタグは地表に出す。地表面を平らに均した後、また、野帳に定点及び周囲の状況を記録するとともに、周囲の写真、現地のクローズアップ写真を同時に撮影する。

土壤試料、シート共に採集後速やかに、昭和基地の -20°C の冷凍庫に保管する。「しらせ」船上では第5観測室の冷凍庫に保管し日本に持ち帰る。帰国後できるだけ早急に土壤を研究機関に冷凍のまま送付する。2000年現在、土壤藻類試料は島根大学教育学部、ベンチコートシートは島根大学生物資源科学部に送付している。

南極の土壤および土壤が付着したベンチコートシートは輸入禁止品に指定されており、植物検疫の対象となっているので、採集量、梱包数を決めておく必要がある。

4.3. 調査の実施時期

調査時期は定点周辺のスノードリフトが解け終わり、土壤が比較的乾燥している可能性が高い1月下旬が望ましい。定点付近にスノードリフトがあると第4.1と4.2章で述べた作業ができない場合があるほか、土壤採取ができたとしても水分含量が高いと、冷凍輸送時に土壤藻類の種類組成が変化することが懸念されるためである。第41次夏隊では、2000年2月4日～2月6日の間に定点の設定と土壤試料の採取を行った。採集地点の周囲にはドリフトはなく、上述の作業は容易に行うことができたが、2月10日には越冬成立後初めてのC級ブリザードがあり、多くの場所が雪に埋もれた。年によって降雪量が異なるので採集時期は各隊の状況により、前記の条件を満たす時期に実施する。東オングル島の定点は徒歩で採集でき、調査は2日をみておけば十分である。オングルカルベン島は、夏は周囲の海水の状態が悪いことが多く、ヘリコプターで移動することが必要であり、各隊の夏オペレーションでオングルカルベン島の日帰

り調査の計画を入れてかなければならない。

5. おわりに

環境監視の視点に立った研究では、長期にわたる調査が必要であり、同時に一定の調査地点、一定の方法に従って恒常的に継続することが必要である。昭和基地の現状から考え、本稿で述べた新定点においてモニタリング研究を実施することを提案したい。また、モニタリング研究には、人為影響の大きさ自体の変化に関する情報が不可欠であり、モニタリング定点周囲で建造物の増改築や汚染防止への取り組みがあった場合は記録にとどめ、モニタリングの資料としていただきたい。

謝 辞

野外調査を実施するにあたって、鮎川勝隊長以下第41次南極観測隊隊員、茂原清二艦長以下「しらせ」乗員の方々には多大なご支援をいただいた。また、第40次生物隊員の土屋泰孝氏、工藤 栄氏、41次同行者の環境庁、遠藤稔氏にはモニタリング地点の設置に協力をいただいた。ここに心から御礼申し上げる。

文 献

- Akiyama, M., Kanda, H. and Ohyama, Y. (1986a): Allelopathic effect of penguin excrements and guanos on the growth of Antarctic soil algae. *Mem. Natl Inst. Polar Res., Ser. E.*, **37**, 11-16.
- Akiyama, M., Ohyama, Y. and Kanda, H. (1986b): Soil nutrient condition related to the distribution of terrestrial algae near Syowa Station (extended abstract). *Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **44**, 198-201.
- Broady, P.A. and Smith, R.A. (1994): A preliminary investigation of the diversity, survivability and dispersal of the introduced into Antarctica by human activity. *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.*, **7**, 185-197.
- Matsuda, M. (1968): Ecological study of the moss community and microorganisms in the vicinity of Syowa Station, Antarctica. *JARE Sci. Rep., Ser. E. (Biol.)*, **29**, 1-58.
- Ohtani, S., Suyama, K., Yamamoto, H., Aridomi, Y., Itoh, R. and Fukuoka, Y. (2000): Distribution of soil algae at the monitoring sites in the vicinity of Syowa Station between austral summers of 1992/1993 and 1997/1998. *Polar Biosci.*, **13**, 113-132.
- 豊田小夜子・榎戸美奈子・松前昭廣・相磯正幸 (1985): 南極昭和基地における人為汚染調査に関する微生物学的調査 (第2報). 第23次南極観測隊採取の土壌を中心として. *防菌防黴*, **13**, 541-546.
- 豊田小夜子・松前昭廣・合田 朗・相磯正幸 (1986): 南極における人為汚染調査に関する指標としての一般最近および真菌総数について 1. 第18次観測隊採取の土壌を中心として. *日本細菌学雑誌*, **41**, 527-534.
- Watanabe, K., Asahina, K., Suzuki, T., Sasaki, T. and Ghoda, A. (1977): Bacteriological investigation of the pollution at Syowa Station in Antarctica. *Nankyoku Shiryô (Antarct. Rec.)*, **59**, 138-148.
- Yamamoto, H., Ohtani, S., Tatsuyama, K. and Akiyama, M. (1991): Preliminary report on cellulolytic activity in the Antarctic region (extended abstract). *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.*, **4**, 179-182.

(2000年8月11日受付; 2000年9月4日改訂稿受理)