

# 南極の湖底堆積物コアによる完新世における環境変動と生物構造変遷の解明

Changes in paleoenvironment and biological composition in the Holocene inferred from lake sediment cores from Antarctica

井上 源喜<sup>1</sup>, 本多 英介<sup>2</sup>, 生田 茂<sup>1</sup>,  
瀬戸 浩二<sup>3</sup>, 谷 幸則<sup>4</sup>, 大谷 修司<sup>3</sup>, 伊村 智<sup>5</sup>, 中村 俊夫<sup>6</sup>  
<sup>1</sup>社会情報学部社会情報学科, <sup>2</sup>人間文化研究科人間生活科学専攻,  
<sup>3</sup>島根大学, <sup>4</sup>静岡県立大学, <sup>5</sup>国立極地研究所, <sup>6</sup>名古屋大学

キーワード：南極湖沼，堆積物コア，環境変動，生物相変遷，バイオマーカー

## 1. 研究の目的

地球の古環境変動の研究は、人類活動によって惹起される未来の地球温暖化の影響を予測するために極めて重要である。極域は地球環境変動に鋭敏に反応するため、南極の湖底堆積物コアによる古環境変動の研究は、これらを予測するために最適のフィールドである。南極昭和基地地域の宗谷海岸には、沿岸海から塩湖を経て淡水湖に遷移したと考えられるスカーレン大池、親子池、丸湾南池などが分布する。Matsumoto *et al.* (2010)はスカーレン大池の湖底堆積物コアを用い、過去 7,030 年間の環境変動と生物相の変遷を解明している。本研究では宗谷海岸の親子池および丸湾南池で、瀬戸らにより掘削された堆積物コアの全有機炭素 (TOC)、全窒素 (TN)、全イオウ (TS) などの測定、加速器質量分析計による年代測定、バイオマーカー (炭化水素、脂肪酸、ステロール、光合成色素、カロチノイド) の分析および藻類・シアノバクテリアの顕微鏡による観察・同定を行い、環境地質学的データを含め完新世における環境変動と生物相変遷の解明を行った。

## 2. 活動実施報告

本研究は井上が総括し、生田の助言を含め、本多がバイオマーカーなどの分析を行った。堆積物コアの詳細な記載や X 線により地質学的解析は島根大学の瀬戸が行った。放射性炭素 (<sup>14</sup>C) 法による年代測定は、Watanabe *et al.* (2009)の方法により名古屋大学年代測定総合研究センターの中村および東北大学の渡邊隆広と共同で実施した。TOC、TN、TS 濃度およびバイオマーカーの測定は Matsumoto *et al.* (2010) の方法で行った。光合成色素・カロチノイドの測定は静岡県立大学の谷と共同で実施した。藻類・シアノバクテリアの顕微鏡

による観察・同定は島根大学の谷が行った。珪藻の観察・同定は九州大学の鹿島 薫が行った。宗谷海岸の親子池および丸湾南池の環境地球科学的情報は、日本南極地域観測隊に参加し現地調査を行っている、瀬戸および国立極地研究所の伊村から得た。

## 3. 研究目標の達成状況

南極大陸の完新世中期の温暖期 (4.5~2.8 cal ka BP, 暦校正年代)およびその後における氷河の後退に伴い、アイソスタシーにより宗谷海岸が隆起し、親子池および丸湾南池は沿岸海から塩湖を経て現在の淡水湖になったことが明らかになり、研究目標はほぼ達成された。

親子池の <sup>14</sup>C 年代測定結果を図 1 に示す。親子池の堆積速度は 0.72 mm/y、地殻隆起速度は 5.0 mm/y で、淡水層では生物生産量が大きく海水層では小さかった。海水層(135~75 cm, 2,200~1,300 cal BP)は、TOC 濃度が低く生物生産量が小さく珪藻主体の生物相で、特に深さ 65.6 cm では海生の浮遊性珪藻の *Paralia sulcata* が見られた。汽水層 (75 cm, ca. 1,300 cal BP) では、海水上に淡水が供給されて化学成層し、有光層下部の還元層には緑色イオウバクテリア (green sulfur bacteria) やクリプト藻 (Cryptophyta) が生息した。湖水層 (60~0 cm, 1,100~300 cal BP) では、TOC 濃度が高く生物生産量が大きく、シアノバクテリアの *Leptolyngbya spp.*や緑藻類の *Cosmarium spp.*を主とする生物相となった。このことは lutein, pheophorbide b および pyropheophorbide b などの存在からも支持される。特に淡水層の深い部分 (56.4 cm) でもこれらの緑藻類やシアノバクテリアの細胞が保存されていたのは興味深い。

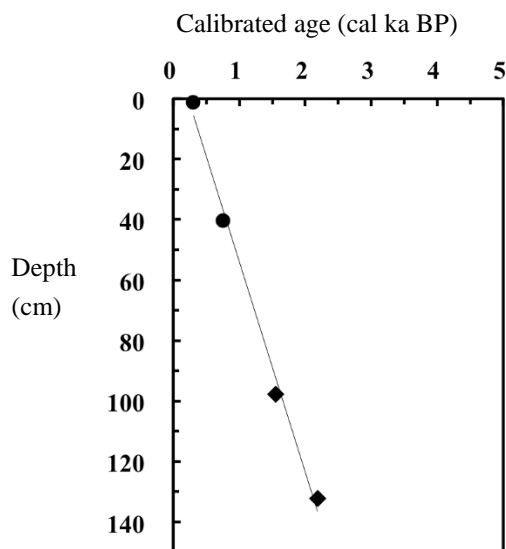


図 1. 親子池湖底堆積物コア (Ok4C-01) の暦較正年代 (cal ka BP). ● Lake sediment. ◆ Marine sediment.

丸湾南池の堆積速度は 0.78 mm/y, 地殻隆起速度は 7.4 mm/y で, 親子池と同様に淡水層では TOC 濃度が高く生物生産量が大きく, 海水層では低かった. コアトップの堆積年代が 1,150 cal BP とかなり古く, 表層堆積物の年代測定や, デッドカーボンの流入などの検証が必要である. 海水層 (147~65 cm, 4,800~2,400 cal BP) では, *n*-短鎖脂肪酸 (C<sub>15</sub>~C<sub>19</sub>) および C<sub>28</sub> ステロールが卓越し, fucoxanthin, *cis*-diatoxanthin などの海水に生息する珪藻に由来する色素が見られた. 特に深さ 74.8 cm では *Chaetoceros* sp. の休眠胞子が優占しており, 深さ 143.8 cm では保存状態の良い海生珪藻の *Thalassiosira* spp. や *Paralia sulcata* などが極めて多く見られた. 汽水層 (67.8 cm, ca. 2,450 cal BP) では, 緑色硫黄細菌に由来する chlorobactene がみられ, 湖が成層し有光層の下層が還元になっていたと考えられる. 湖水層 (65~0 cm, 2,400~1,150 cal BP) では, *n*-長鎖脂肪酸 (C<sub>20</sub>~C<sub>32</sub>) および C<sub>29</sub> ステロールが卓越し, 緑藻類の *Cosmarium* spp., シアノ細菌の *Leptolyngbya* sp. や *Nostoc* sp. および真菌類の寄与があると考えられる. また, 緑藻類やシアノ細菌のバイオマーカーの lutein, fucoxanthin, *cis*-diatoxanthin が多くみられた.

#### 4. まとめと今後の課題

親子池および丸湾南池の堆積物コアを用い, 完新世における環境変動と生物相の変遷に関する研究を行った. これらの湖はかつて沿岸海であったが, 氷河の後退に伴うアイソスタシーにより地殻が隆起し, 化学成層した塩湖を経て現在の淡水湖に遷移したことが明らかになった. 生物相は沿岸海の珪藻主体から, 塩湖の緑色イオウ細菌となり, 現在の緑藻類・シアノ細菌に遷移したことが解明された. しかしながら, 丸湾南池のコアトップの堆積年代が 1,150 cal BP とかなり古く, 表層堆積物の年代測定などを行い, この原因を検証することが必要である. 本研究成果は USA の Portland で 7 月に開催される国際シンポジウム (SCAR: Scientific Committee on Antarctic Research) で発表後論文投稿予定である.

#### 5. 研究成果

##### 学会発表

- [1] 本多英介・谷 幸則・瀬戸浩二・渡邊隆広・中村俊夫・大谷修司・伊村 智・井上源喜. 南極昭和基地地域の湖底堆積物コアに含まれる有機成分の分析による宗谷海岸の完新世における環境変動の解明. 第 29 回有機地球化学シンポジウム. 九州大学西新プラザ (福岡). 2011. 15.
- [2] 本多英介・谷 幸則・瀬戸浩二・渡邊隆広・中村俊夫・大谷修司・伊村 智・井上源喜. 南極昭和基地地域の湖底堆積物コア中の有機成分による宗谷海岸の完新世における環境変動の解明. 2011 年度日本地球化学会第 58 回年会. 北海道大学札幌キャンパス (札幌). 2011. 152.
- [3] 本多英介・谷 幸則・瀬戸浩二・渡邊隆広・中村俊夫・大谷修司・伊村 智・伊東敬祐・竹村哲雄・生田 茂・井上源喜. 南極昭和基地地域の湖底堆積物コアによる完新世における湖環境変動の解明. 第 33 回極域生物シンポジウム. 国立極地研究所 (立川). 2011. 18-T-24.
- [4] 三田 肇・橋本博文・伊村 智・井上源喜・金子竹男・河崎行繁・岸本海織・小林憲正・倉持卓司・宮川厚夫・森 貴久・小川麻里・大林由美子・鈴木 忠・高橋淳一・辻 堯・鶴山真美・藪田ひかる・山田一孝・吉村義隆・若菜 勇. 南極マリモと種々の藻類の光合成色素の比較解析. 第 33 回極域生物シンポジウム. 国立極地研究所 (立川). 2011. 18-T-16.