

## 南大洋の最終氷期以降の海底堆積物の地球化学: リンの存在形態別から探る栄養塩状態の変動史 Evidence from phosphorus speciation for changing nutrient status in the Southern Ocean since the last glacial period

下出 直幸<sup>1\*</sup>; 山口 耕生<sup>2</sup>; 池原 実<sup>3</sup>

SHIMODE, Naoyuki<sup>1\*</sup>; YAMAGUCHI, Kosei E.<sup>2</sup>; IKEHARA, Minoru<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東邦大学理学部化学科, <sup>2</sup> 東邦大学&無紗 明日吐露倍汚路地 院素手中途, <sup>3</sup> 高知大学海洋コア総合研究センター  
<sup>1</sup>Department of Chemistry, Toho University, Japan, <sup>2</sup>Toho University & NASA Astrobiology Institute, <sup>3</sup>Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Japan

南極寒冷圏 (Antarctic Cryosphere) を構成する南大洋は、地球規模の気候システム変動に重要な役割を果たしてきた。現在の南大洋は、高栄養塩・低クロロフィル (HNLC: high-nutrient, low-chlorophyll) 海域として知られており、リンや鉄などの微量の制限栄養塩によって基礎生物生産が制御されている。過去の南大洋は、約7万~1万年前の最終氷期の海底堆積物の記録から、特に最寒冷期 (LGM: Last Glacial Maximum) に向けて、嫌氣的となったことが知られている。しかしながら、当時の海洋の酸化還元状態や栄養塩状態の変化の解明はほとんど進んでいない。

本研究では、南極寒冷圏の構成要素の一つである海水や棚氷が、氷期- 間氷期の遷移期に張り出したことに起因する海水の酸化還元状態の変化に着目して、当時の生物生産や栄養塩状態の変化をリンの形態別存在量から制約することを主な目的とした。上記の変化を敏感に反映する、堆積物中のリンの形態別存在量から、過去の堆積環境に関する重要な情報を得ることができる。

南大洋インド洋区の Conrad Rise で2010年に採取された堆積物コア COR-1bPC から37試料を選び、凍結乾燥後にボールミルで粉末化したものを本研究の試料とした。Ruttenberg (1992) の SEDEX 法を改良した方法により、試料中のリンを吸着性リン ( $P_{abs}$ )、鉄結合態リン ( $P_{Fe}$ )、自生アパタイト態リン ( $P_{auth}$ )、砕屑性リン ( $P_{det}$ )、有機態リン ( $P_{org}$ )、の5形態に分画した。各試料溶液のリン濃度は、モリブデンブルー法により測定した。

最終氷期の暗色堆積物中の  $P_{auth}$ ,  $P_{det}$ ,  $P_{org}$ ,  $P_{tot}$  の存在量は、それぞれ平均で 0.020 wt.%, 0.004 wt.%, 0.008 wt.%, 0.059 wt.% であり、間氷期の明色堆積物中では、最終氷期のものより少なく、それぞれ 0.005 wt.%, 0.002 wt.%, 0.004 wt.%, 0.022 wt.% であった。海水や棚氷下の海洋は、大気-海洋相互作用が制限されて溶存酸素濃度が減少し、次第に還元的环境を形成する。よって、少なくともコア採取地点である Conrad Rise (南緯 54.2°) 迄は海水が到達していたために海洋が還元的となったことが示唆される。最終氷期での  $P_{Fe}$  存在量の増減の繰り返しは、海洋の還元的环境の度合の変動によるものと考えられることから、Conrad Rise 近辺で海水が南北に移動していたことが示唆される。

最終氷期最寒冷期 (LGM) では、 $P_{auth}$ ,  $P_{det}$ ,  $P_{org}$ ,  $P_{tot}$  の存在量が急激に増大して最大値を示し、 $P_{Fe}$  も調和的に変動していた。海洋へのリンのソースは、風成塵、氷屑氷河による運搬、または鉄水酸化物に吸着したリンの還元溶解による放出のどれかである。風成塵は南極大陸の表面が氷床に覆われているため考えにくい。従って、後者2つの過程により海洋表層へのリンと鉄の供給量が増大し、海水中の制限栄養塩元素の濃度が上昇したことで初期生産力が増大し、大量の有機物が生成されて深海へと沈降し、その途中で溶存酸素の消費が活発となって海洋環境が嫌氣的となったため、と考えられる。このように初期生産力が増大したことにより、重要な温室効果ガスである大気中の二酸化炭素の濃度の減少を引き起こした、と考えられる。

本研究により、最終氷期における海洋の還元化は、リンの形態別の結果に反映されていた。よって、リンの形態別分析は海洋の酸化還元状態や栄養塩状態を復元する上で有用なものである。