

# 過去 12 万年間の海洋窒素循環における窒素固定海域の役割

## A rule of N<sub>2</sub> fixation region for ocean nitrogen cycle in the past 120 kyr

# 堀川 恵司[1]; 加藤 義久[2]; 村山 雅史[3]; 南川 雅男[4]

# Keiji Horikawa[1]; Yoshihisa Kato[2]; Masafumi MURAYAMA[3]; Masao Minagawa[4]

[1] 北大・院・地球環境; [2] 東海大・海洋; [3] 高知大・海洋コア; [4] 北大・院・地球環境

[1] EES, Hokkaido Univ; [2] School Mar. Sci. & Tech., Tokai Univ.; [3] Marine Core, Kochi Univ.; [4] GSEES, Hokkaido Univ

### [背景]

海洋に存在する硝酸態窒素は、植物プランクトンの成長に欠かすことができない栄養塩の 1 つである。多くの海洋は貧栄養塩海域であり、硝酸の供給不足によって基礎生産が抑えられている。そのため、海洋表層の硝酸態窒素量は、生物ポンプの容量を左右する因子の 1 つになりうる。海洋における硝酸態窒素量は、窒素固定や河川からの流入と脱窒によるシンクによって支配されているが、過去各フラックスは大きく変化していた可能性があり、海洋の硝酸態窒素量や生物ポンプにも影響を及ぼしていた可能性がある。酸素極小層が発達するアラビア海や東赤道太平洋では脱窒フラックスが数千年スケールで大きく変化していたが、光合成系に硝酸を供給する窒素固定についてはいつフラックスが増減していたのか十分に理解されていない。そこで本発表では、本研究で明らかにした窒素固定海域スルー海の窒素固定の変遷を示し、海洋窒素循環における窒素固定海域が果たした役割について考察する。

### [試料・方法]

白鳳丸 KH02-4 次航海で採取されたスルー海中央部のピストンコア試料（水深約 3800m, 全長 13.5m）を対象として、全有機炭素量（TOC）、全窒素量（TN）とそれらの安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ）の分析を行った。また乾燥堆積物から可溶性脂質を抽出し、ガスクロマトグラフィーによりアルカン、アルケノン類の定量もおこなった。

### [結果・考察]

対象とした柱状堆積物は、産出する浮遊性有孔虫殻（*G. Sacculifer*）の  $\delta^{18}\text{O}$  年代層序に基づき、過去 8.5 万年間に形成された堆積物である。TOC 含有量は 0.11-0.46% 範囲で変化し、隣接する他の縁辺海堆積物と比べ低い有機物含有量であった。氷期の TOC 量は、7 万年～1.2 万年前の間に間氷期と比べ最大 3 倍まで増加していた。また、氷期の TOC の増加と同調するように  $\delta^{13}\text{C}$  値も間氷期と比べ 2-4‰ 重くなっていた。さらに、ハプト藻のバイオマーカーであるアルケノン含有量と TOC 量との高い正相関関係から、氷期に基礎生産が増加していた事が明らかになった。 $\delta^{15}\text{N}$  は、3.2-6.1‰ の範囲で変化していたが、氷期-間氷期サイクルに対応する明瞭な傾向は見られなかった。過去 8.5 万年における  $\delta^{15}\text{N}$  の平均は 4.8‰ であり、これは太平洋中層水の硝酸の  $\delta^{15}\text{N}$  (5.5-6.1‰) よりも軽い値であった (Higginson et al., 2003)。3 点の移動平均で示される  $\delta^{15}\text{N}$  変動は、最終氷期の酸素同位体比ステージ 2 よりもステージ 3 の 5-3.5 万年前に最も軽い値を示していた。

現在のスルー海は、南シナ海起源の低塩分表層水の流入によって表層が成層化しており、活発な鉛直混合も発達していないため、表層の硝酸が慢性的に欠乏している。一般に、表層に供給された硝酸が植物プランクトンにほぼ完全に利用される場合、有光層から沈降してくる粒子状有機物の  $\delta^{15}\text{N}$  は中深層の硝酸の  $\delta^{15}\text{N}$  と等しくなると考えられている。スルー海の場合、水深 50m, 150m に係留されたセジメントトラップ中の粒子状有機物の  $\delta^{15}\text{N}$  は、4.3-5.9‰ であった。スルー海中深層の硝酸の  $\delta^{15}\text{N}$  は 5.5-6.1‰ の範囲内にあると推定されるため、今回得られたデータは硝酸の  $\delta^{15}\text{N}$  とほぼ同じかそれよりも低い値となり、低い  $\delta^{15}\text{N}$  は窒素固定の影響を反映していると解釈される。実際、窒素固定を行うシアノバクテリアは、南シナ海からスルー海、セレベス海にかけて散在的に分布しており (Gomez et al., 2005)、光合成系への硝酸供給が鉛直混合による有光層下部からの供給だけではなく、窒素固定によっても起こっていると思われる。このような構図が過去のスルー海でも起こっていたとすると、 $\delta^{15}\text{N}$  が 4.5‰ まで低下するステージ 3 は、窒素固定の影響が強かった時代と推察する事ができる。これまで、窒素固定の分布やその効率は、ダスト起源の鉄の量に律速されていると考えられていたが、スルー海ではダスト量が最も多かったと思われる最終氷期よりもステージ 3 の方が窒素固定の影響が強かったことになる。さらに、同時期、脱窒域では脱窒フラックスが増大しており、海洋の硝酸態窒素量は減少傾向にあったが、スルー海ではこれを補うように窒素固定が強化され、海洋に窒素を供給していたと示唆される。