

# 南北太平洋亜熱帯域における各形態リンの空間分布

○江濱誠<sup>1</sup>・橋濱史典<sup>1</sup>・齊藤宏明<sup>2</sup>・山口珠葉<sup>3</sup>・佐藤光秀<sup>3</sup>・塩崎拓平<sup>2</sup>・福田秀樹<sup>2</sup>・小川浩史<sup>2</sup>・神田穠太<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>海洋大院海洋科学、<sup>2</sup>東大大気海洋研、<sup>3</sup>東大院農学生命)

キーワード：亜熱帯、リン酸塩、粒状リン

## 1.目的

亜熱帯海域の有光層は栄養塩類が極めて低濃度に維持されている領域である。硝酸塩の鉛直分布では、表面から有光層下端（海面の光合成有効放射（PAR）が1%になる深度）までほとんど濃度勾配がなく、それ以深で急に濃度上昇しはじめる（Kanda et al. 2007）。亜熱帯海域の有光層は物理的に表層混合層とそれ以深の層（亜表層）に分かれる。栄養塩類の下層からの供給は混合層には届かない可能性が高く、さらには亜表層においても栄養塩類がどの程度供給されるかについては不明な点が多い。粒状物（C, N, P）の鉛直分布では、混合層に比べて亜表層で低いあるいは両層で同程度の濃度分布になることが報告されている（Hebel and Karl 2001）。亜表層は混合層に比べて栄養塩躍層に近いが、粒状物の鉛直分布からは下層からの栄養塩供給が亜表層の有機物生産を恒常的に支えているようにはみえない。本研究では、太平洋亜熱帯域における有光層内の各形態リンに着目し、混合層と亜表層におけるそれらの空間分布を詳細に解析することで、各層の栄養塩供給機構について考察した。

## 2.方法

観測は海洋研究開発機構学術研究船「白鳳丸」による4回の研究航海において、南北太平洋亜熱帯域（20~30°N/S）の32点で実施した。観測点ではCTDニスキン採水および水中PARセンサーによる観測を行った。採水試料のうち、リン酸塩および硝酸塩は長光路キャビラリーセルを用いた高感度吸光光度分析法により測定した（Hashihama et al. 2009）。全溶存リン（TDP）および全粒状リン（TPP）は湿式酸化分解、粒状無機態リン（PIP）は希酸抽出を行った後、リン酸塩の高感度吸光光度分析法で測定した（Sato et al. 2013; Ehama et al. submitted）。溶存有機態リン（DOP）濃度は、TDP濃度からリン酸塩濃度を差し引いて求めた。混合層深度は、10 mを対照として水温が0.2°C低下した深度とした（de Boyer Montégut 2004）。有光層深度は海面PARが1%になる深度とし、混合層深度から有光層深度までを亜表層とした。

## 3.結果および考察

混合層深度は12~102 mの範囲で変動していた。有光層深度は80~158 mの範囲で変動しており、特に東部南太平洋の9点において深い傾向が認められた（平均129±25 m）。中部北太平洋の2点を除く大部分の測点において、混合層深度が有光層深度より深くなることはなく、典型

的な二層構造が観測された。

リン酸塩、硝酸塩、DOP、TPP、PIP濃度は最表層（<10 m）と混合層で有意差はなく（Paired t-test,  $p > 0.05$ ）、混合層深度以浅で均一に分布していた。混合層のリン酸塩濃度は西部北太平洋の14点で極端に低く（ $7 \pm 7$  nM）、反対に東部南太平洋の9点では極めて高濃度であった（ $204 \pm 91$  nM）。中部南北太平洋の9点では $53 \pm 41$  nMで推移していた。一方、亜表層のリン酸塩濃度も混合層と同様な水平分布を示したが、亜表層の平均濃度が混合層の平均濃度に比べて10 nM以上高い測点が12点観測された。混合層の硝酸塩濃度は、大部分の測点で10 nM以下と枯渇していた。亜表層の硝酸塩も混合層と同様に枯渇傾向にあったが、平均濃度が混合層に比べて10 nM以上高い測点が6点観測された。DOP濃度はリン酸塩や硝酸塩のように枯渇することはない、全域を通して混合層（ $171 \pm 49$  nM）に比べて亜表層（ $146 \pm 48$  nM）で低い傾向が認められた。

有光層内のTPPおよびPIP濃度はそれぞれ7.9~70.4 nMおよび1.1~7.1 nMの範囲で変動しており、TPPに占めるPIPの割合は平均で $16 \pm 5\%$ と比較的一定の傾向がみられた。TPP濃度にはリン酸塩のようなダイナミックな水平変動は認められなかったが、鉛直的には特徴的な変動が認められた。夏季北太平洋の3点（28~30°N）では、TPP濃度は混合層（ $16.7 \pm 3.6$  nM）に比べて亜表層（ $25.1 \pm 9.0$  nM）で高かった（t-test,  $p < 0.05$ ）。その他の測点では混合層（ $15.4 \pm 7.6$  nM）と亜表層（ $16.3 \pm 9.5$  nM）で同程度の濃度であった（t-test,  $p > 0.05$ ）。

夏季北太平洋の3点では、亜表層でリン酸塩と硝酸塩濃度が共に上昇しており、下層からの栄養塩供給がTPP濃度の増加に寄与していた可能性が高い。一方、その他の測点では有光層における栄養塩類の鉛直濃度勾配がほぼゼロであり、下層からの栄養塩供給は混合層には届かないと考えられる。しかしながら、混合層のTPP濃度は亜表層と同程度の濃度で維持されている。同航海で観測された窒素固定活性は亜表層よりも混合層で高かった。また、リン酸塩が枯渇した西部北太平洋の混合層では、DOP利用能を示すアルカリフォスファターゼ活性が亜表層に比べて高かった。さらに、この層ではリン酸塩が枯渇しているにもかかわらず粒状物のP:C比がリン酸塩余剰域に比べて高めに維持されており、細胞内リン貯蔵のような機能も働いていると推測される。混合層の高い粒状物濃度の維持機構には未だ不明な点が多いが、上述のようなプロセスが重要な役割を果たしていると考えられる。