

富山湾における栄養塩の分布ー表層から深層までー

会員 奥川光治

植物プランクトンや海藻、海草は光合成により二酸化炭素と水から有機物(自らの体)を作りだし、海の生態系を支えています。そのためこの有機物の生産を基礎生産と呼びます。植物体には炭素、水素、酸素だけではなく、窒素やリンなど微量成分も含まれていますので、光合成には二酸化炭素と水だけではなく、これらの栄養塩も必要となります。しかし、陸域から過剰の栄養塩が海に流入すると、赤潮などプランクトンの異常増殖とそれに起因する生態系の攪乱(富栄養化現象)が起こります。そこで、東京湾、伊勢湾、大阪湾・瀬戸内海の流域では、CODに加え、富栄養化防止対策として窒素、リンの総量規制が2001年から行われています。その効果が現れて、瀬戸内海では窒素濃度が低下してきていますが、逆に海苔の成長悪化・色落ちや植物プランクトンの減少に伴う漁獲量の低下が問題になっています。一方、植物プランクトンや海藻、海草は二酸化炭素を吸収することから、地球温暖化の抑制にとって森林とともに重要な役割を果たしていると考えられています。

植物の生長、したがって生態系にとって重要な栄養塩は、海水中にどのように存在しているのでしょうか。蒲生(2014)によると、海洋では窒素とリンの多くは硝酸塩とリン酸塩として存在し、表層(深さ100 m以内)では植物プランクトンの消費のためほとんど枯渇していますが、植物プランクトンの排泄物や死骸のうち表層で酸化分解されなかったもの(5~10%)は深海へ沈降して分解されるため、硝酸塩とリン酸塩の濃度は深さとともに増大し、1000 m程度で最大になります。

図1は、富山湾中央における全窒素(TN)と無

機態窒素(IN)の深さ方向の変化を示しています。TNとINの差が有機態窒素(ON)ですが、ONは深さ方向にあまり変化がないのに対し、INは深いほど増大しているのがわかります。図2では窒素の化学形態をさらに細分して組成を示しています。ONを溶存態(DON)と懸濁態(PON)に、INをアンモニア態($\text{NH}_4\text{-N}$)、亜硝酸態($\text{NO}_2\text{-N}$)と硝酸態($\text{NO}_3\text{-N}$)に細分していますが、表層ではDONの割合が多いこと、INはほとんど $\text{NO}_3\text{-N}$ であり、深さとともに割合が多くなることがわかります。

図3は全リン(TP)とリン酸態リン($\text{PO}_4\text{-P}$)の深さ方向の変化です。表層ではリンが少なく、深くなるほど $\text{PO}_4\text{-P}$ が多くなるのがわかります。図には示されていませんが、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 以外の溶存態リンも深さとともに多くなること、懸濁態リンは表層から深層まで少ないことも調査では明らかになりました。

窒素・リンとともに栄養塩の一つにケイ素があります。藻類の一種、珪藻には必須の栄養塩です。鉱物由来で、環境中では種々のケイ酸の形態で存在し、地下水や河川水には多く含まれています。海洋の表層では低濃度のため、珪藻の増殖に影響を及ぼすことがあります。原島(2011)は、大ダムによりケイ酸(鉱物粒子)が流下を妨げられ、沿岸海域で有害赤潮を引き起こす非珪藻植物プランクトンが増大したり、上位生態系に影響が波及するというシリカ(ケイ酸)欠損説を提唱しています。

富山湾中央における溶性ケイ酸(SiO_2)の鉛直方向変化を図4に示します。窒素・リンと同様に表層で低く、深くなるとともに増大することが認められます。なお、富山の河川の中下流や地下水

では SiO_2 は $10\sim 20\text{mg/L}$ であり、海域では低いことがわかります。

以上は 2014 年の富山湾中央における調査結果ですが、他の年度でも同様の結果が得られています。また、神通川河口沖の沿岸域では、河川水の影響により表層で栄養塩が高くなる場合があります。調査の詳細については、ホームページを参照ください (<https://www.ne.jp/asahi/aqua/okgw/index.htm>)。

最後になりますが、これらの調査は、2009 年および 2012～2019 年に実施された富山県立大学の学生実習(フィールド実習)の一部として行わ

れ、富山高等専門学校の若潮丸を利用していただきました。ご協力いただいた富山高専の石森繁樹先生、千葉元先生と乗組員・学生の皆さん、フィールド実習をご指導いただいた富山県立大学の楠井隆史先生始め関係の皆さんに感謝申し上げます。

参考文献

蒲生(2014)海洋地球化学、講談社、262pp.

原島(2011)環境儀 No.39(国立環境研究所)、pp.4-9

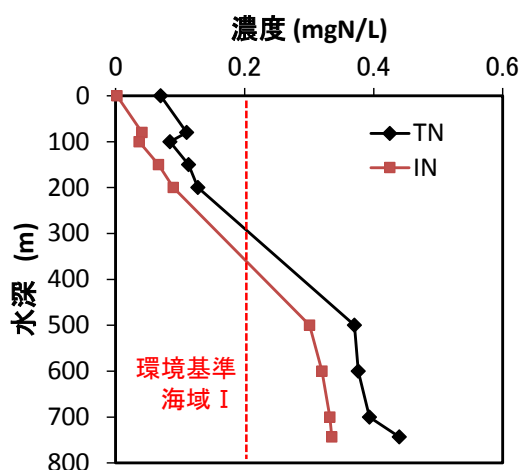


図 1 全窒素と無機態窒素の鉛直方向変化(富山湾中央、2014/5/27)。環境基準(海域、類型 I)は富栄養化限界に対応する。

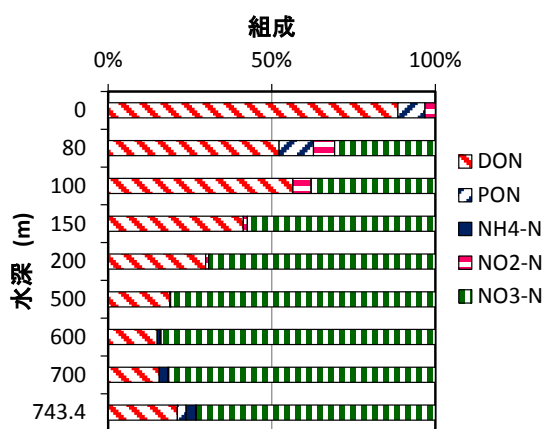


図 2 窒素組成の鉛直方向変化(富山湾中央、2014/5/27)。

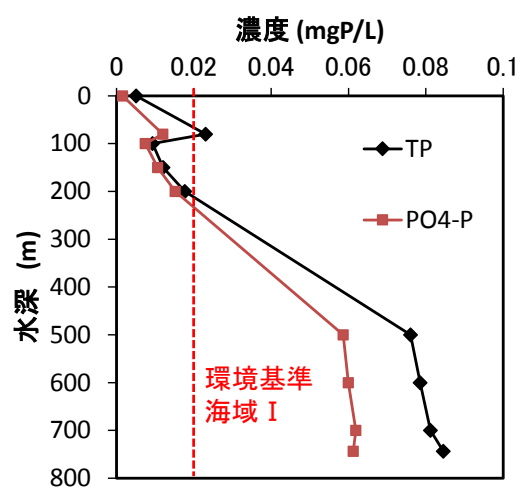


図 3 全リンとリン酸態リンの鉛直方向変化(富山湾中央、2014/5/27)。

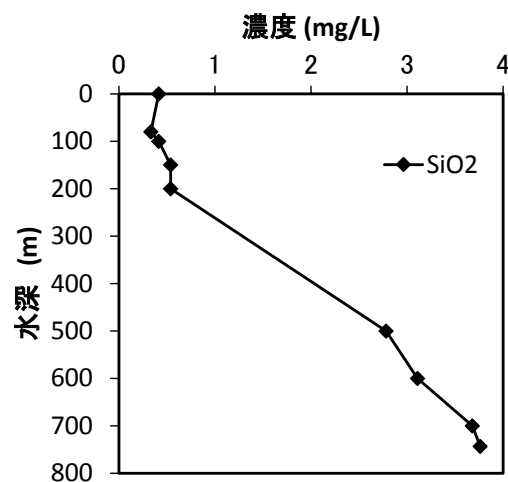


図 4 溶性ケイ酸の鉛直方向変化(富山湾中央、2014/5/27)。