

栄養塩の減少が赤潮と藻類に及ぼす影響

環境増養殖担当 住友 寿明

Key word; *DIN*, *PO₄-P*, 栄養塩, 紀伊水道, 窒素, 播磨灘, リン

近年、徳島県沿岸では海の汚れのバロメーターともなる赤潮の発生件数が著しく減少し(水研だより第 60 号「徳島県沿岸の赤潮のはなし」参照)、ノリ、ワカメの色落ちが多発するようになっていきます。赤潮とノリ、ワカメの色落ちは一見異なる事象に見えますが、赤潮の原因となるプランクトンの多くは単細胞の藻類であり、窒素、リン等の栄養塩に依存する点においてノリ、ワカメ等の大型藻類と共通する特性を有します。このような観点に基づき、栄養塩の変化という側面から、両事象の原因に迫ってみたいと思います。

赤潮発生件数の減少

播磨灘の徳島県沿岸は古くからマダイやサワラ等多種多様な魚介類の好漁場として知られ、昭和 30 年代から本格的にブリの養殖が始まり、徳島県を代表する養殖漁場になっています。しかしながら、昭和 40 年代後半から富栄養化の影響で播磨灘を中心として赤潮が多発するようになり、養殖漁業に甚大な被害が発生しました。このような状況の中で水産研究所は赤潮被害を防ぐため、漁業者と協力し、観測や発生予察技術開発に積極的に取り組んできました。しかしながら、1990 年代以降、赤潮の発生件数は著しく減少し、数年に一度、赤潮による被害がみられる程度で、全体として発生件数も被害件数も減少傾向にあります。

養殖藻類の色落ち現象

紀伊水道は全国有数の好漁場であることは言うまでもなく、沿岸部の吉野川水系や那賀川水系等の河口域や周辺海域では河川や瀬戸内海奥部から流入する豊富な栄養塩を利用してワカメやクロノリ等の藻類養殖が盛んです。ところが、栄養塩の減少傾向にともない 1990 年代にはクロノリの色落ち等がみられ、2000 年以降はクロノリよりも栄養塩に対する依存度の低いワカメまでも色落ち現象が多発するようになり、藻類養殖漁家に収入の減少をもたらしています。

藻類の生育に不可欠な栄養塩

栄養塩とは硝酸、亜硝酸、アンモニア等の無機態窒素とリン酸等の無機態リン、および珪酸塩等の珪素のことを指します。赤潮プランクトンやクロノリやワカメ等の藻類は光合成を行い炭水化物を合成する一方、窒素を海水中から取り込み、タンパク質を合成したり、リンを取り込み細胞膜を合成することにより生育や繁殖を行います。もちろん、藻類に必要な栄養塩の濃度や量は、種により大きく異なり、富栄養な海域を好んで生育するような赤潮プランクトンやアオサのような藻類もあれば、透明度の高い貧栄養な海域で育つホンダワラ類等の藻類もありますが、その多寡に関係なく栄養塩は藻類にとって必須の栄養素です。地理的にみてクロノリは瀬戸内海、東京湾や有明海等の内湾での養殖が盛んなことから、どちらかといえば富栄養海域に適した藻類であり、ワカメは内湾よりやや潮通しの良い海域に育つことからクロノリよりもやや貧栄養側にシフトした海域に育つ藻類と思われます。

窒素、リンの供給源と利用

海域における栄養塩の主要な供給源は、都市排水や工場排水、降水や土壌からの栄養塩を含んだ河川水の流出によるものと、海底に沈殿した有機物が分解されて供給されるもの、栄養塩が豊富な水深 100m 以深の底層の海水(深層水)が表層に向けて拡がる事による海洋由来のもの

が知られています。



図 1 播磨灘と紀伊水道の位置と調査定点。図中の \square は、播磨灘で定期的に行っている調査の定点であり、今回は St.4 のデータを解析に用いた。 \circ は、藻類養殖漁場の環境調査を実施している定点を示し、今回解析に用いた。

窒素, 近年の徳島県海域における栄養塩の変動

図 2 に播磨灘南東部の代表定点(図 1 中の St.4)における無機態窒素(DIN)とリン酸態リン(PO_4 -P)の月平均値を示しました。DIN, PO_4 -P ともに秋から冬にかけて多くなり、春から夏にかけて少なくなる傾向にあります。底層の栄養塩では春に少なく夏から冬にかけて栄養塩が比較的高くなっています。これは、夏に水温の上昇に伴って微生物の働きが活発になり海底に沈殿した有機物の分解が促進され、栄養塩が補給されたことによるものです。

次に、栄養塩の長期的変動をみるために、1990年から2007年の播磨灘南東部の代表定点における夏季(7, 8月)と冬季(11, 12月)の平均値を図3と4に示しました。夏季の栄養塩は1990年代前半に底層で多かったものの、DINが減少傾向、 PO_4 -Pは表層で横ばい、底層では減少傾向で推移しています。冬季の栄養塩は表層と底層の差が小さく、DINが減少傾向、 PO_4 -Pが横ばい傾向です。

さらに1990年から2007年の紀伊水道の代表定点(表層)における冬季(11, 12月)の平均値を図5に示しました。栄養塩は、各定点ともにDINが減少傾向、 PO_4 -Pが横ばいで推移しています。今切川河口に近いSt.AではDINが多い傾向にあります。那賀川河口に近いSt.Cは他の2定点と比べ少なくなっています。なお、1990年から2007年における冬季の表層の平均DINは播磨灘南東部の代表定点が $9.05 \mu\text{mol/l}$ に対し紀伊水道の代表定点の平均が $11.65 \mu\text{mol/l}$ 、 PO_4 -Pは播磨灘南東部の代表定点が $0.79 \mu\text{mol/l}$ に対し紀伊水道の代表定点の平均が $0.69 \mu\text{mol/l}$ であり、DINは播磨灘南東部の方が少なく、 PO_4 -Pは紀伊水道が僅かに少なくなっています。

ノリやワカメの色落ちが発生する栄養塩濃度については、ノリの場合で DIN が $3 \mu\text{mol/l}$ 、ワカメの場合で DIN が $2 \mu\text{mol/l}$ 以下になると、1 週間後くらいに色落ちが肉眼で観察されます(水研だより第 53 号「ノリ・ワカメ養殖漁場の栄養塩」参照)

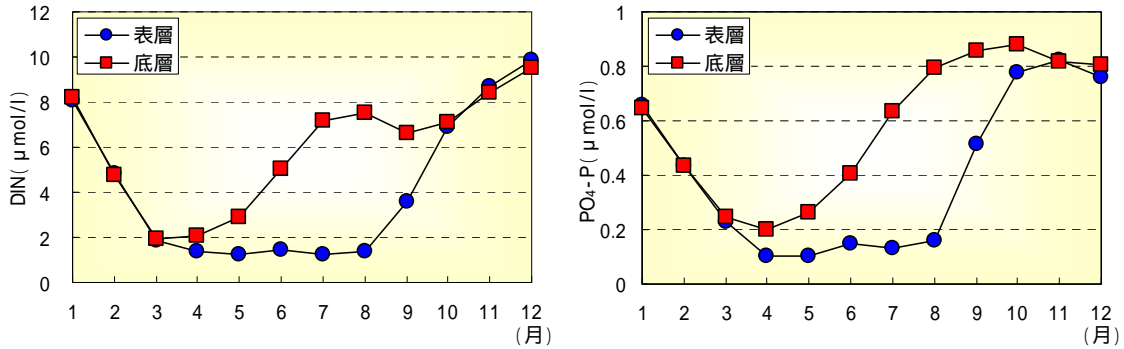


図 2 播磨灘南東部 St.4 における無機態窒素 (DIN) およびリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) の月平均値

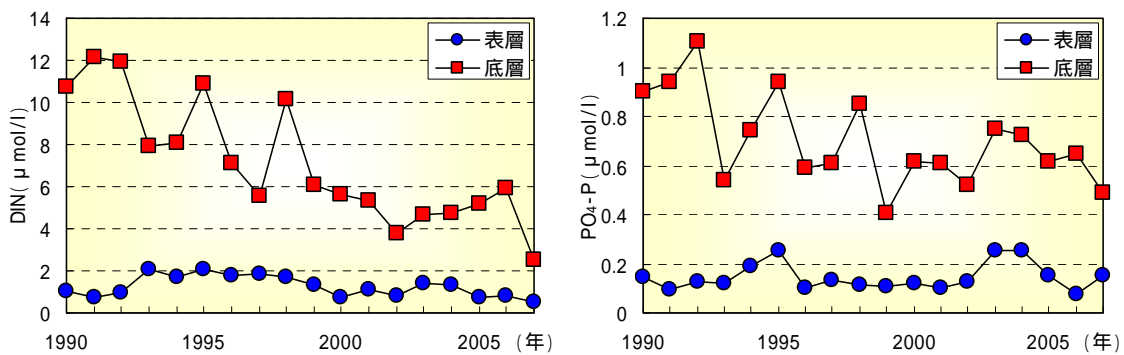


図 3 播磨灘南東部 St.4 における夏季の無機態窒素 (DIN) およびリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) の変動

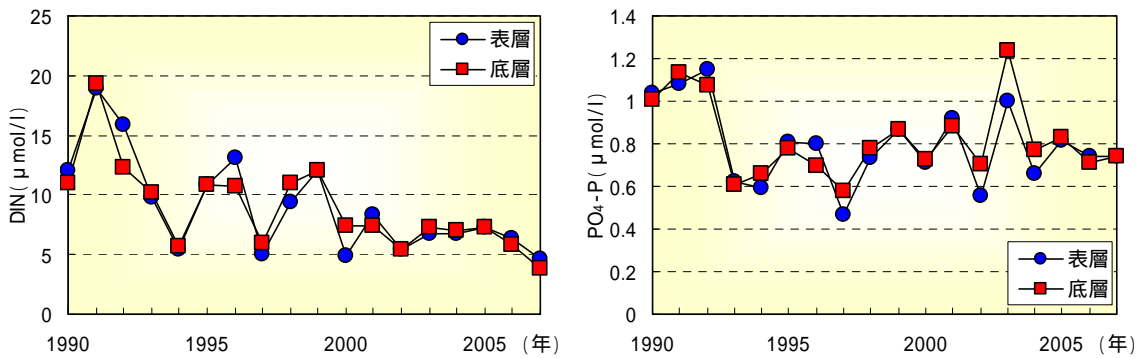


図 4 播磨灘南東部 St.4 における冬季の無機態窒素 (DIN) およびリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) の変動

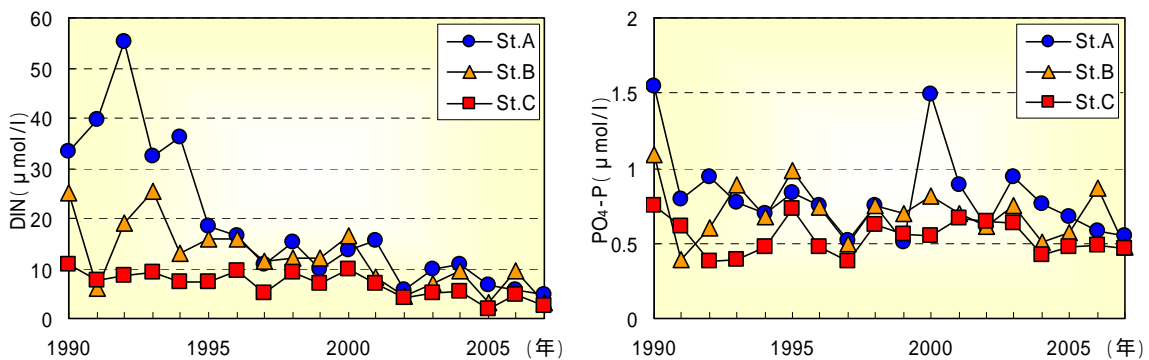


図 5 紀伊水道 St.A,B,C における冬季の無機態窒素 (DIN) およびリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) の変動
栄養塩の減少要因

近年、日本各地で栄養塩の減少による藻類の色落ちが問題となっています。栄養塩の減少要因として、黒潮の継続的な接岸傾向に伴い、高温で栄養塩に乏しい黒潮表層水の流入回数が増加する一方、低温で栄養塩豊富な陸棚斜面水(深層水)の流入量の低下、河川からの栄養塩の流入量の低下、1970年代からの富栄養化を防ぐための、無リン洗剤の普及等行政的な栄養塩の削減、及び珪藻及び赤潮による栄養塩の取り込み等が考えられています。播磨灘等瀬戸内海奥部では、等人為的な影響が、紀伊水道德島県沿岸では、等自然的な要因が強いと想像されますが、具体的な影響割合は明らかにされていません。今後、国・地方が一体となった広域的かつ組織的な研究が待たれるところです。

徳島県の対策

一方、私達地方の水産研究機関は「自然現象だから仕方がない」と手を拱いているだけでなく、地方でできる有益な情報を発信し、対策技術の開発を行っていく必要があると考えています。

徳島県の水産研究所では昭和63年以降、藻類養殖の始まる10月から収穫を終える4月まで毎月1~3回程度のペースで栄養塩情報を提供しており、最近では携帯電話やパソコン等で水産研究所のホームページから見ることもできます。これらの情報を用いて、養殖業者が藻類養殖の芽出しや網の張り込み、色落ちを避けて収穫してもらうことを願っています。

また、赤潮についても完全になくなってしまったわけではなく、「天災は忘れた頃にやってくる」の如し、今も全国各地で赤潮は発生していることから、従来に比べて調査精度を落とすことなく監視を続けていきたいと考えています。

以上、赤潮と藻類の色落ち現象という一見異なる事象が栄養塩の変動により引き起こされることを説明してきましたが、自然というものは科学技術が発達した現代においても不明な点が多いため、今回の内容では説明がつかないような現象が発生するかもしれません。しかし、これらに対処し環境の変動を予測するためにも環境を知ることは必要ですので今後もモニタリングを継続します。