

## コンター図から見た藻類養殖漁場の栄養塩

環境増養殖担当 齋浦耕二

*Key word:* 栄養塩, 藻類養殖, 貧栄養, DIN, 色落ち, 大型珪藻, コンター図

### はじめに

寒さの本番を迎え、養殖ノリ・ワカメの収穫作業が始まりました。瀬戸内海東部海域では 90 年代半ばからノリの「色落ち」により不作年が頻繁に発生しています。「色落ち」は、海水中の栄養が減少し、養殖藻類が生育不良になることから起こります。

窒素, リン, カリウムは陸上植物の肥料の3要素として知られています。これらは植物の生育する際に不足しやすい成分です。海水中の植物の場合, カリウムは海水の主成分であり, 海中でいくら植物が増えても不足する心配はありません。残りの窒素とリンは不足しやすい成分です。いずれの成分が不足するかは海域によって異なり, 東京湾ではリンが不足しますが, 徳島沿岸など瀬戸内海東部海域では窒素が不足します。

海中の植物がもっぱら栄養として利用するのは, 無機態で海中に溶けたイオン(塩)の状態が存在する窒素, リンであり, これらを吸収して有機体を合成します。窒素の場合はアンモニア, 亜硝酸, 硝酸の3形態があり, これらを合わせて DIN(溶存無機態窒素)と言います。ノリでは海水中の DIN の濃度が  $3 \mu\text{M}$ (マイクロモラー), ワカメでは  $2 \mu\text{M}$  以下となって1週間後位に「色落ち」が発現します。



**写真 1. 栄養塩連続流れ分析装置。** 中央のトレイに濾過処理した海水検体を並べておくと, 自動的に吸い上げ栄養塩濃度を分析してくれる。1 検体の分析は約 90 秒で終わる。ただし, 稼働前に分析試薬調整や装置内部の洗浄に約 2 時間, 稼働後に装置内部の洗浄と乾燥に約 1 時間の作業が必要。

### 養殖漁場の栄養塩モニタリング調査

水産研究所では, 秋冬期の藻類養殖漁場の表層水の栄養塩濃度モニタリングを昭和 63 年より続けています。各漁協に協力いただき早朝採水された海水は, 水産指導員, 水産業改良普及員によって水産研究所へ運ばれます。その日のうちに栄養塩を分析(写真 1)し, 結果を速報として各漁協へファックスした後, 県のホームページに掲載しています。

速報では, 海域特性から外海水の影響が少ない播磨灘漁場, 潮流の強い小鳴門海峡周辺漁場と紀伊水道北部漁場, 河川水の影響が強い吉野川河口周辺漁場及び外海水の影響を受けや

すい紀伊水道南部漁場の 5 漁場に分けて、それぞれの DIN 濃度の平均値を推移図として公表しています。また、「色落ち」が問題となってからは海水中の栄養塩を養殖藻類と競合するコシノディスカス、ユーカンピアなどの大型珪藻(写真 2,3)の海水中の密度を計数し、その増殖の衰勢を調べています。

ここでは、これまでに蓄積した調査結果をコンター図に整理して、調査地点別、時期別の DIN 濃度の変化を中心に見てみることにします。

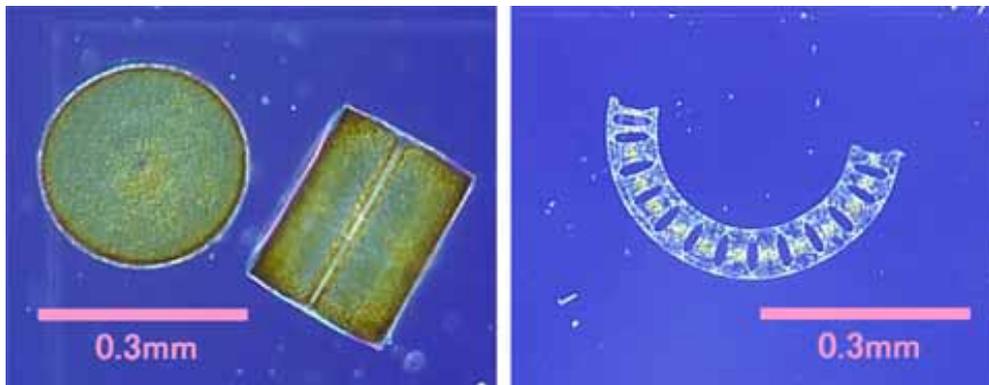


写真 2(左側). コシノディスカス ワイレシー。上面(左)・側面(右)から見ている。

写真 3(右側). ユーカンピア ゴディアクス。14 個体が集まった群体を見ている。

### DIN濃度のコンター図

コンター図(等値線図)は、図面上で数量が同じ点を結んだ線(等値線)を一定値ごとに描いた図です。日常生活でよく目にするものでは、地図の等高線や天気予報図の等圧線などがあります。

図 1 に最近 5 漁期(平成 19~23 年漁期)の DIN 濃度の平均値をコンター図にまとめてみました。横軸には養殖の開始から終わりまでの時間をとり、縦軸に最北の調査地点である折野から最南の中林までを順に並べました。また、コンター図を見やすくするため、等値線の帯間ごとに濃度の高い帯間部分を青黒色系、低い帯間部分を赤黄色系で段階的に彩色しました(図中の・は観測値があることを示している)。

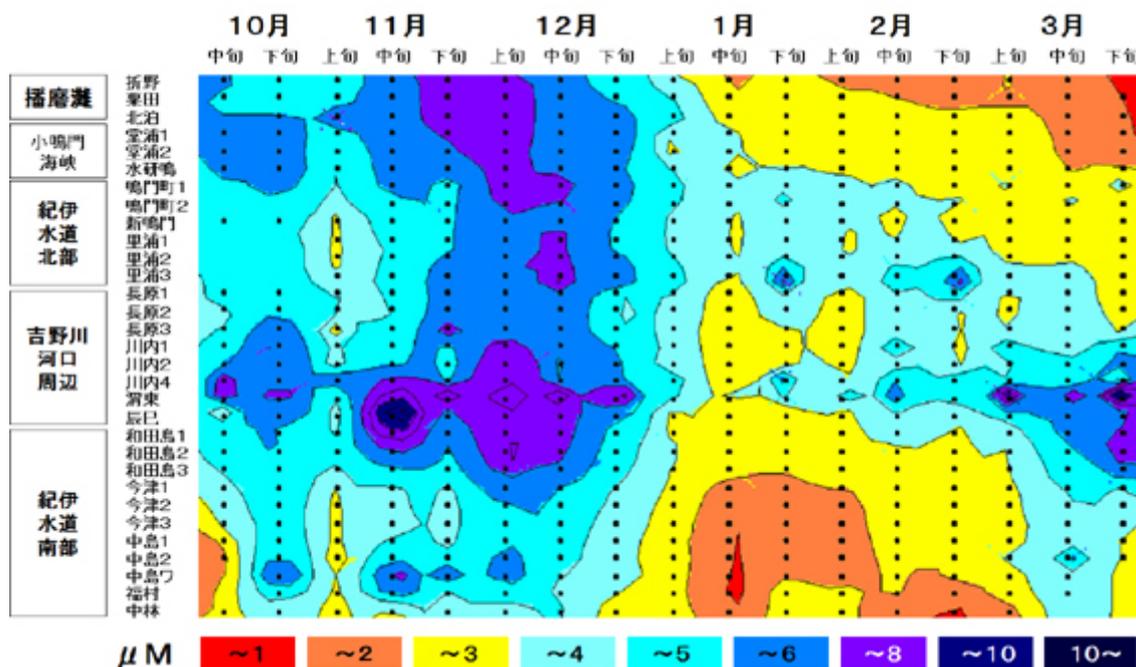


図 1. DIN 濃度のコンター図(平成 19~23 年漁期 5 漁期平均)

いずれの漁場においても養殖開始の 10 月中旬より気温の低下に伴って表層水と底層水の鉛直混合が盛んになり海底から表層への栄養塩の供給が増加します。そして、12 月上旬に表層 DIN 濃度はピークを迎えます。特に、播磨灘・小鳴門海峡と吉野川河口周辺の漁場では  $6\sim 10\ \mu\text{M}$  近くに上昇します。その後、12 月下旬からすべての漁場で濃度が低下しはじめ、1 月中旬には  $2\ \mu\text{M}$  を下回る漁場が出現します。吉野川を境にして北側と南側の漁場では、 $3\ \mu\text{M}$  以下となる水域の広がるパターンは異なるようです。北側の漁場では 1 月上旬に最北の折野で  $3\ \mu\text{M}$  以下の貧栄養塩水域が出現し、その後 3 月下旬に長原までゆっくりと南下し広がっていきます。一方、南側の漁場では最南の中林で 12 月下旬に出現した貧栄養塩水域は、1 月上旬には和田島まで急速に北上し拡大します。その後 3 月中旬にはゆっくりと南下縮小します。特に、今津から南の漁場では 1 月中旬から 3 月上旬まで約 1 ヶ月半の間はワカメの「色落ち」の目安となる  $2\ \mu\text{M}$  以下になっています。

このように、この図から皆さんの漁場位置を探して、そこから横になぞることで漁期中の DIN 濃度の平均的な変化をつかんでもらえると思います。

### 平成 23 年漁期の特徴

次に、DIN、塩分濃度、コシノディスカス、ユーカンピア細胞数のコンター図(図 2~5)から俯瞰的に平成 23 年漁期の特徴を平年と較べてみました。

#### DIN

濃度の高低の分布パターンはほぼ例年のとおりでしたが、高値はより高く、低値はより低かったのが特徴です。具体的には漁期前半の 10 月下旬から 12 月上旬を中心に  $8\ \mu\text{M}$  を超える水域が広範囲で見られました。その後、紀伊水道南部漁場で見られる貧栄養塩水域は  $1\ \mu\text{M}$  以下が広く見られた後、漁期末には広範囲で  $3\ \mu\text{M}$  以上に回復しました。

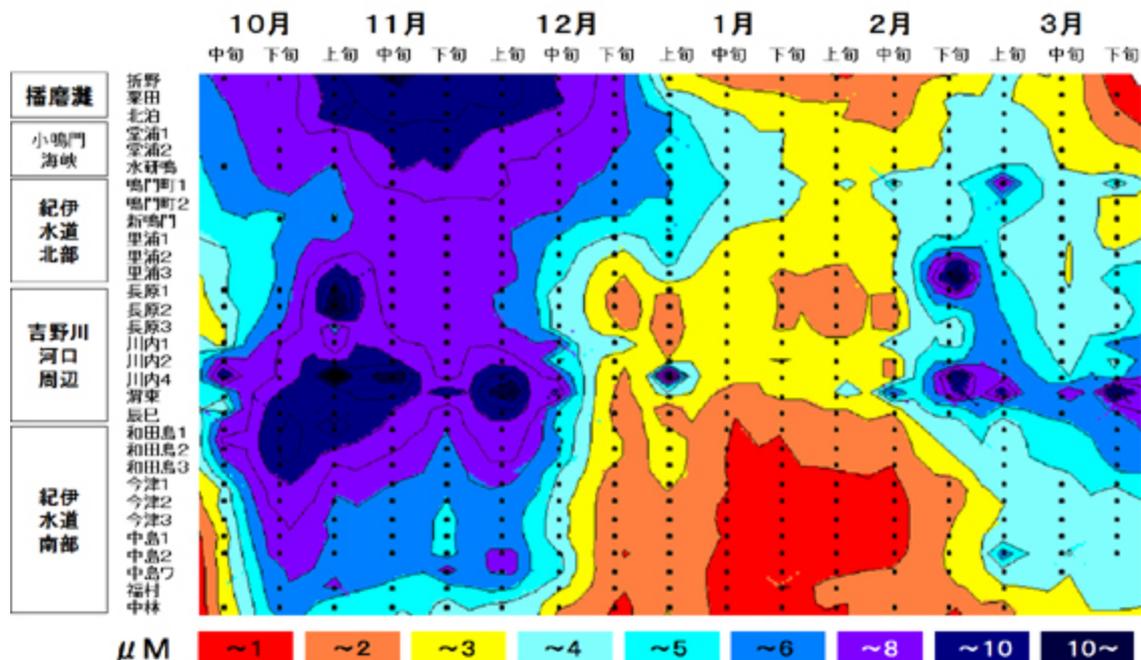


図 2. DIN 濃度のコンター図(平成 23 年漁期)

#### 塩分

9 月 3, 21 日に通過した台風 12, 15 号による大雨の影響により漁期全般にわたり低塩分傾向で推移しました。10 月中旬にも降雨量が多かったことから、10 月中下旬には川内から中島の漁場で  $29\text{psu}$  以下の低塩分になりました。また、漁期終盤に見られる低塩分水域は、2 月下旬の平年値を超えた降水量の影響で里浦から福村にかけて広がり、 $30\text{psu}$  以下にまで低下しました。こ

のことから漁期始めと漁期末には陸からの淡水の流出に伴い栄養塩補給があり, DIN 濃度の増加につながったものと考えられます。

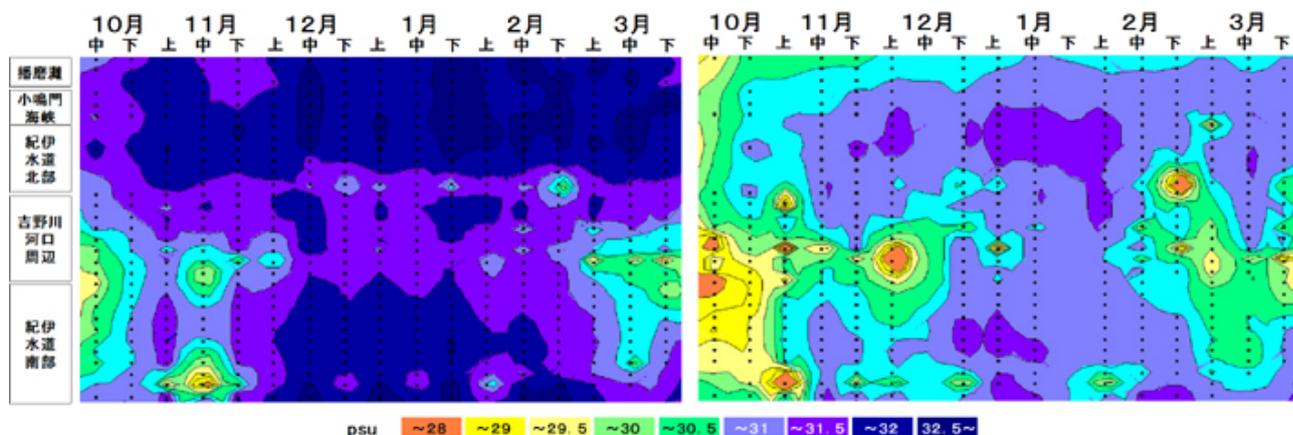


図 3. 塩分のコンター図  
(左:5 漁期平均 右:平成 23 年漁期)

### コシノディスカス ワイレシー

例年 10 月下旬から 11 月上旬に全漁場で 500 細胞/L を超える高密度で分布しますが, 平成 23 年漁期は今津以南の漁場で 11 月下旬から 12 月上旬に 200 細胞/L 程度が出現するに止まりました。このことから 11~12 月に DIN 濃度が増加したのは, コシノディスカスによる消費がなかったことも一因と思われます。

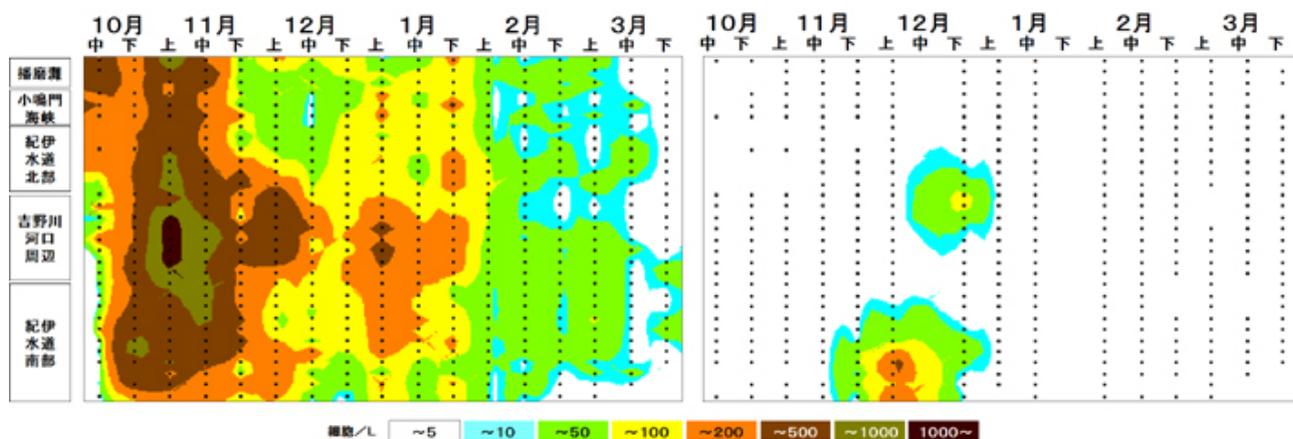


図 4. コシノディスカス ワイレシー細胞密度のコンター図  
(左:5 漁期平均 右:平成 23 年漁期)

### ユーカンピア ソディアクス

例年 1 月上旬から 2 月下旬にかけて長原以南の漁場を中心に 200 細胞/mL 程度出現します。平成 23 年漁期も例年通りの出現パターンでしたが, 400 細胞/mL を超えて出現する時期が長く続きました。和田島以南の漁場で 1~2 月に DIN 濃度が低下したのは, この影響が大きいと思われます。

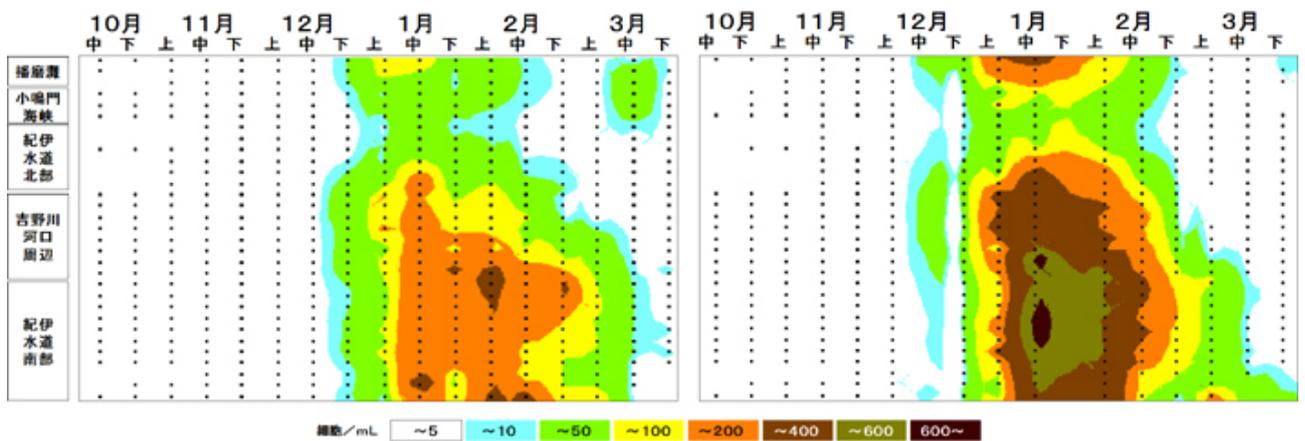


図 5. ユーカンピア ゾディアクス細胞密度のコンター図  
(左:5 漁期平均 右:平成 23 年漁期)

## 終わりに

これまでに蓄積した資料を基に、最近の栄養塩の動向をまとめてみました。徳島県漁連を含む瀬戸内海関係漁連は、「新瀬戸内海再生法」の整備に向けた取り組みをはじめています。これは、瀬戸内海の失われた良好な漁場環境と水産資源を回復させることにより、持続可能な真に豊かな海の再生を目指すものです。

海域の栄養塩は、漁業生産の基礎となるものです。瀬戸内海では海藻養殖以外でも漁業生産量、生産金額が減少しており、その原因の1つに栄養塩の減少があげられています。このような点から海域の栄養塩モニタリングの重要性は増しています。今漁期のモニタリング結果は、昨年漁期と異なり栄養塩は低レベルの状態でのスタートとなっており、今後の動向に注意が必要です。引き続き採水等の皆様方の御協力をお願いします。