

ノリの色落ち原因珪藻 *Eucampia zodiacus* の 有明海佐賀県海域における動態と環境特性

吉武 愛子・松原 賢*

The Population Dynamic and Environmental Characteristic of *Eucampia zodiacus* Causing *Porphyra* Bleaching in the Ariake Sea off Saga Prefecture

Aiko YOSHITAKE and Tadashi MATSUBARA

はじめに

*Eucampia zodiacus*は大型の珪藻で、冬季に赤潮を形成し養殖ノリの色落ちを引き起こす。有明海佐賀県海域において本種の赤潮は3~4年連続して発生する傾向があり、近年では平成23年度から平成26年度までの4年連続で冬季に発生した。特に、平成25年度は有明海全域で早期かつ長期的に本種赤潮が発生したことでノリ養殖に甚大な被害を及ぼしたこともあり、その発生機構の解明が現場から強く求められている。

瀬戸内海の播磨灘においても、本種によるノリの色落ちが問題となっており、西川ら¹⁾によって増殖特性の把握や発生予察の試みがなされている。しかしながら、播磨灘と有明海といった異なる海域において本種の動態が同様の傾向を示すかどうかは不明であり、有明海佐賀県海域における本種の増殖要因に関する知見は少ないのが現状である。

そこで本研究では、平成23年度から26年度の現場調査データを解析し、有明海佐賀県海域において*E. zodiacus*が増殖し赤潮を形成する時の環境特性を把握することを目的とした。

方 法

平成23年度から平成26年度の10月から3月にかけて有明海佐賀県海域における10定点(図1)において、原則として週に1回、大潮または小潮の昼間満潮時前後2時間の間に調査を行った。調査項目は、*E. zodiacus*の細胞密度、表層水温、透明度および溶存態無機窒素(DIN)とし、10定点の測定結果の平均値を解析に用いた。採水は表層のみとし、ポリバケツで採取した。*E. zodiacus*の細胞密度の測定には原則として試水500 μ lを使用し境界スライドグラス(松浪硝子工業株式会社, S6117)を用いて倒立顕微鏡下で細胞数を計数した。表層水温は、多

項目水質計(RINKO-Profiler, ASTD102)により測定した。透明度は白色透明度板を用いて測定した。DINはオートアナライザー(BL TEC社, QuAAtro2-HR)により測定した。また、佐賀地方気象台ホームページ(<http://www.jma-net.go.jp/saga/>)の全天日射量の値も解析に加えた。なお、全天日射量は移動平均5日で示した。

結 果

1. 細胞密度と潮汐との関係

*E. zodiacus*の細胞密度の推移を図2に示す。*E. zodiacus*は平成23, 24, 26年度では、10月から11月にかけて10 cells/ml以下で一時的に確認された後、12月以降に再び観察された始めた。一方、平成25年度は12月以降に初めて確認された。いずれの年も12月以降の細胞初認後、数cells/ml~数十cells/mlでの低レベルでの変動が1ヶ月間確認された。その後、*E. zodiacus*は増殖を開始し、平成23, 24, 25および26年度では、それぞれ3月中旬に3,793.5 cells/ml, 3月中旬に809 cells/ml, 2月下旬に2,139.8 cells/mlおよび3月下旬に299.3 cells/mlに達した。



図1 調査定点

また、潮汐に着目すると、12月以降の細胞の初認は大潮となる傾向があり、その後の増殖開始時期も大潮であった。さらに、大潮から小潮に向かうタイミングよりも、小潮から大潮にかけてのタイミングで細胞密度が大きく増加していることが共通していた。

2. 細胞密度と水温との関係

細胞密度と水温の推移を図3に示す。細胞密度が、初認後の低レベルで推移する時期（以降、初認時期）は、いずれの年度も水温15℃以下であった。細胞増殖開始後の水温は、徐々に上昇していったものの水温15℃以下であった。

3. 細胞密度と透明度との関係

細胞密度と透明度の推移を図4に示す。透明度は、初認時期が12月以降のときでは1.5mよりも高めとなる傾向であった。細胞増殖開始後は、平成23年度を除き、1.5m以上であった。

4. 細胞密度とDINとの関係

細胞密度とDINの推移を図5に示す。DINは平成23、25および26年度では1月中旬以降 $5\mu\text{g-at}/\ell$ 以下と低めで、平成24年度では2月下旬以降低めで推移した。一方、*E. zodiacus*はいずれの年度もDINが枯渇した状態であっても高い細胞密度を維持し続けていた。

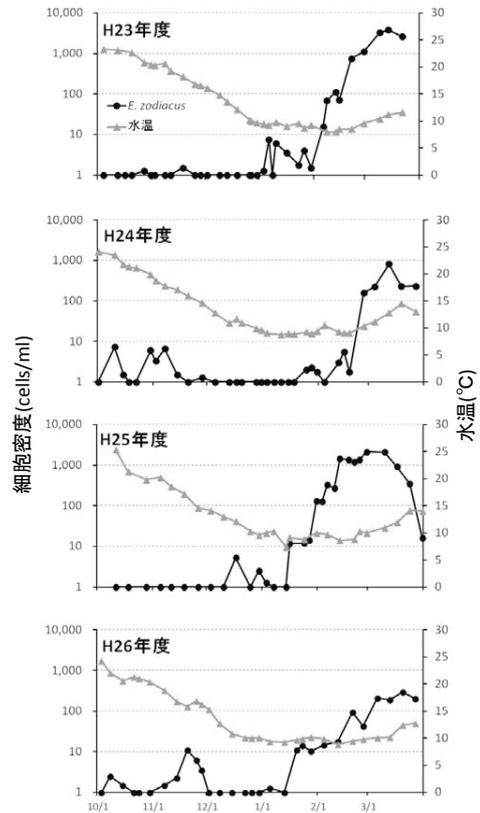


図3 *E. zodiacus*の細胞密度と水温の推移

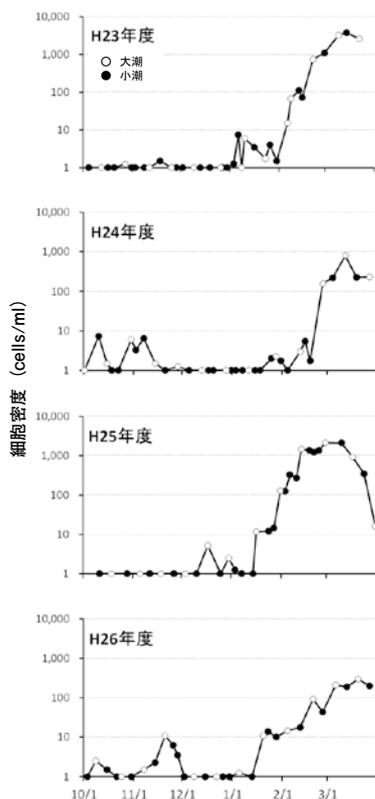


図2 *E. zodiacus*の細胞密度の推移と潮汐

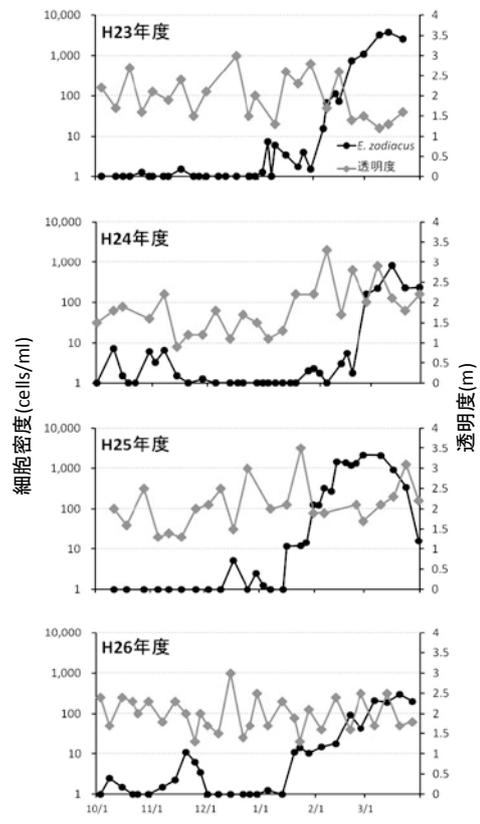


図4 *E. zodiacus*の細胞密度と透明度の推移

考 察

有明海佐賀県海域における*E. zodiacus*赤潮の発生予察法確立の一助とするため、本種の動態と環境特性について調査した。

本種の細胞密度と潮汐との関係から、本種は、12月以降の細胞初認の大潮から1ヶ月後の大潮に増殖を開始する事が明らかとなり、有明海佐賀県海域では、本種は大潮期に増加することが示唆された。その理由としては、次のことが考えられる。*E. zodiacus*は、細胞のサイズが大きく沈降速度も大きいこと²⁾から、混合強度の弱い小潮時には底層に留まっていると考えられる。一方、大潮時には、Itoら³⁾が報告しているように、大潮時の攪拌によって底層付近に沈んでいた大型珪藻が水柱全体に拡散し増殖すると推察される。また、平成25年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業「赤潮・貧酸素水塊対策推進事業」九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構解明と予察・被害防止等技術開発の調査結果では、有明海における*E. zodiacus*の細胞密度は、沖合の海域で増加したのち、湾奥で増加していくといった増殖動態が確認されている。このことから、沖合で増殖した*E. zodiacus*が大潮の強い潮汐流により湾奥まで流入したことによって湾奥での細胞密度の増加につながっている可能性が考えられる。

細胞密度と水温及び透明度との関係を調べた結果、*E. zodiacus*が12月以降の初認後低レベルで確認される時期では、4年間共通して水温が15℃以下であり、透明度は1.5m以上の高めの傾向を示していた。また、細胞密度が増加してくる時期においても同様に低水温で透明度が高い傾向があった。播磨灘における西川ら¹⁾の研究では、*E. zodiacus*は水温の低下と共に増殖に必要な光の閾値(I_0)が減少し、沈降速度の大きい本種の増殖が鉛直混合期に限られていることとブルームのピーク時には表層から底層までの広い水深帯に分布していることから、低水温によって増殖可能な水深帯が増加することが本種の増殖に極めて重要であると考えられている。本調査では、*E. zodiacus*の増殖至適水温が20~25℃であるにも関わらず現場海域では増殖至適水温よりも水温が低い15℃以下で増殖が活発であった。このことは、西川らの報告と同様に低水温で I_0 が下がり、さらに、透明度が高くなることで増殖可能水深がより増加したことにより、細胞数の増加が促進されたものと推察された。

一方、細胞密度とDINの推移には明確な関係性が確認されなかった。

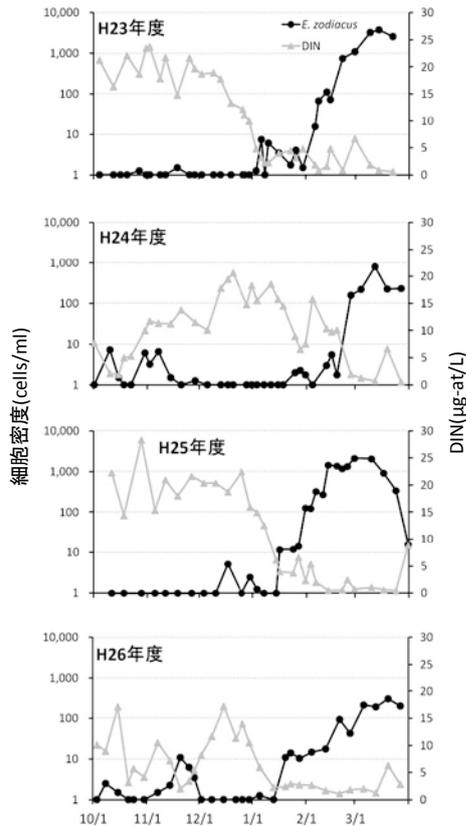


図5 *E. zodiacus*の細胞密度とDINの推移

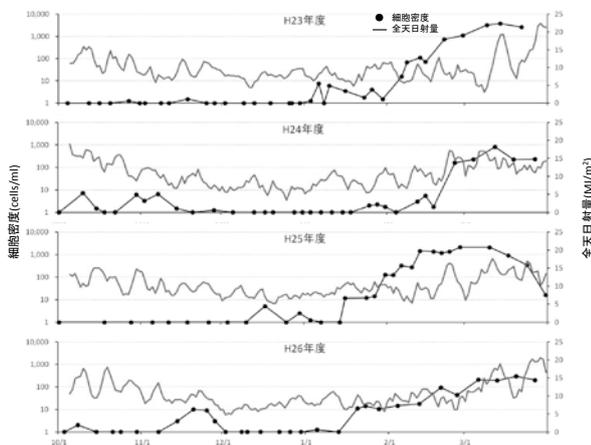


図6 *E. zodiacus*の細胞密度と全天日射量の推移

5. 細胞密度と全天日射量との関係

細胞密度と全天日射量の推移を図6に示す。12月以降の初認時期に着目すると、細胞密度と全天日射量の増減の推移がおおむね一致していた。しかしながら、*E. zodiacus*が増殖を開始した後は、平成24年度の増殖初期では全天日射量との関係性が認められるものの、その他の年では相関は認められなかった。

以上のことから、本研究によって、有明海の*E. zodiacus*は12月以降の細胞初認の大潮から1ヶ月後の大潮に増殖を開始すること、また初認の時期は水温が15℃以下で透明度が1.5mよりも高めの傾向を示すという規則性が確認された。このことを活用することで、実際に本種が現場で増殖し始める時期を少なくとも1ヶ月前には予察可能となると考えられる。なお、播磨灘では細胞サイズによる赤潮時期の予察法が報告されている。有明海においても、松原ら⁴⁾によって *E. zodiacus*の季節的サイズ変動は確認されており、これを用いた予察法の確立が試みられている。今後、本研究で得られた結果とこれらの研究成果を組み合わせることで、より正確な赤潮発生予察法の開発が期待される。

文 献

- 1) 西川哲也(2011):養殖ノリ色落ち原因珪藻*Eucampia zodiacus*の大量発生機構に関する生理生態学的研究. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告[水産編], (42), 1-82.
- 2) 小野哲・一見和彦・多田邦尚(2006):ノリ養殖に被害を及ぼす大型珪藻*Coscinodiscus wailesii*の現存量と沈降速度. 日本海水学会誌, (60), 253-259.
- 3) Yuji Ito・Toshiya Katano・Naoki Fujii・Masumi Koriyama・Kenji Yoshino・Yuichi Hayami(2013):Decreases in turbidity during neap tides initiate late winter blooms of *Eucampia zodiacus* in a macrotidal embayment. J Oceanogr. (69), 467-479.
- 4) 松原賢(2015):ノリ色落ち原因珪藻ユーカンピアの増加時期の予察法の検討. 佐賀県有明水産振興センター平成26年度成果情報