

有明海冬季における珪藻赤潮発生時の好適環境とその形成要因

山口, 創一
九州大学総合理工学研究院

<https://hdl.handle.net/2324/7377440>

出版情報 : 2025-08-23. 沿岸環境関連学会連絡協議会
バージョン :
権利関係 :



有明海冬季における珪藻赤潮発生時の好適環境とその形成要因

山口創一（九州大学総合理工学研究院）

1. はじめに

九州北西部に位置する有明海奥部では、秋・冬季に大規模な海苔養殖が行われているが、赤潮による海水中の栄養塩濃度の低下によって海苔の色落ちが発生し、商品価値が低下する被害が報告されている（山口ら, 2014）。特に、奥西部海域では大規模な赤潮が発生しており、植物プランクトンが高頻度に高濃度化している（図1の灰色ハッチをつけた海域, 松原ら, 2011）。この原因として、同海域は海水交換が弱く、慢性的に植物プランクトンが高濃度に維持されることが報告されている（南浦・山口, 2019）。赤潮化の特徴として、1月後半から2月という年間で水温が最低に到達した後の小潮時に形成される傾向が報告されている（松原ら, 2016）。現在のところ、こうした赤潮発生時の海況変動や発生機構については十分に明らかになっていない。そこで本研究では、係留機器による現地連続観測を実施し、冬季の有明海奥部における赤潮発生時の海況変動を詳細に把握するとともに、その発生要因について検討を行った。

2. 方法

本研究では有明海奥部の2地点（Sta. S 及び Sta. H, 図1）において、2020年9月29日から2021年4月26日まで係留連続観測を実施した。係留機器の設置概要図を図2に示す。機器は水深0.5m, 1.0m, 2.0mに設置し、各層では水圧（水深）と光量子束密度（ $\mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ ）に加えて、1.0mにおいてはクロロフィル蛍光強度、濁度、水温および塩分を計測した。また海底には超音波流向流速計（Aquadopp 2MHz, Nortek Co., Ltd.）を設置し、東西・南北及び鉛直（水深）方向の流れを10分毎、0.5m間隔で測定した。係留観測に加えて、佐賀県有明水産振興センターによるSta. 1 から Sta. 8（図1）における各種植物プランクトン細胞数及び無機態窒素濃度（DIN）の提供を受けた。海面熱フラックスは海面水温および気象庁 MSM データを用いて COARE3.0（Fairall et al., 2003）により算出した。その他に、気象状況は気象庁アメダスの島原及び佐賀観測所にて測定された1

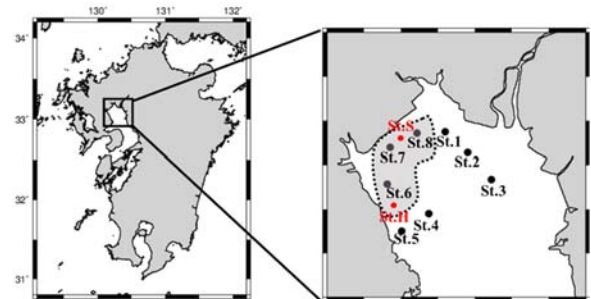


図1 有明海奥部における係留観測地点(赤地点)および佐賀県有明水産振興センターによる海況モニタリング地点(黒地点)

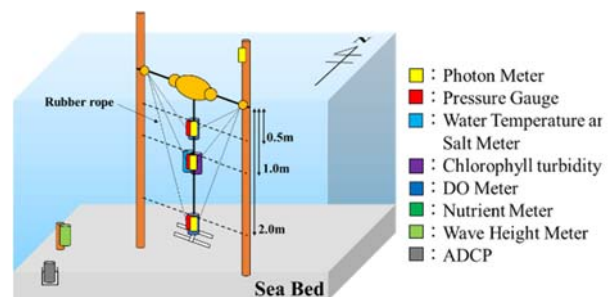


図2 係留観測機器の設置概要図

時間間隔の気温、風速、降水量、全日射量、海面気圧、相対湿度、蒸気圧、雲量を用いた。

3. 結果

図3にSta. Hにおける植物プランクトン（Skeletonema 属）細胞数、全水深、水温、塩分、DIN、海面光量子束密度、鉛直流速（正值が下向き流速）、熱フラックスを示す。ここでは律速栄養塩である DIN のみを示している（川口ら, 2004; 片野ら, 2013）。また、鉛直流速については、満潮時のみの値を抽出して示している。Skeletonema 細胞数は2020年10月16日から10月30日にかけて少し増殖が見られたが11月9日には終息した。その後、12月28日から1月13日にかけて緩やかに増えはじめ、1月18日から1月25日にかけて急激に増加した（図3a）。この急増は水温が最低に達した後の小潮期に起こっており（図3c）、過去の赤潮の発生パタ

ーンと符合するものであった(松原ら, 2016)。

この細胞増加と海況変動の対応を見ていくと、この期間においては DIN 濃度(図 3d)や海面光量子束密度に同調した上昇は検出されていない。また、最低水温に近い時期であり、Skeletonema 属にとっては好適な水温環境とは言えないと思われる。その中で唯一有利に働いたと思われる海況変化が鉛直流の弱化である(図 3f のハッチ部分)。すなわち、鉛直流の弱化は植物プランクトンにとっては有光層に留まりやすかったと推察される。この鉛直流の変動要因について調べると、観測期間を通して海面熱フラックスとの間に負の相関関係が存在することが分かった。すなわち、鉛直流の強化には、海面熱フラックス(図 3g)が負値(海面冷却)になることによる鉛直対流の発達が強い影響を及ぼしていることが示唆された。海面熱フラックスと鉛直流の時系列変動を見ると、1 月中旬まで熱フラックスは負値となることが多く、海面冷却により水温が下がると共に鉛直対流が発達していたと思われる。その後、熱フラックスが正值(海面加熱)に転じると、鉛直流が弱くなっていることが分かる。次に小潮時の増加について検討する。2021 年 1 月以降の補償深度と水深の関係を図 4 に示す。補償深度と水深が一致する場合、植物プランクトンが増殖可能な光が海底まで到達していることを意味している。有明海奥部では大潮時、強い潮流によって海底堆積物が巻き上げられる影響で、高濁度となり透明度は低下する。そのため、補償深度は水深に比べて小さくなっており、太陽光が深層には十分に到達していない。一方で小潮時には流れの弱化により濁度が下がるため、水深とほぼ同じ値まで補償深度が上昇している様子が分かる。すなわち、1 月の小潮に見られた植物プランクトンの大増殖は、海面冷却から加熱への転換に伴う鉛直輸送の弱化(水柱の安定化)に、小潮時の光環境の回復が重なったことで増殖に好適な環境が形成された結果であると考えられる。1997 年から 2018 年の観測データについても同様に解析した結果、最低水温期に発生した赤潮の 8 割で同様の海況変動が確認された。

4. 結果

本研究では、冬季有明海奥部において発生する珪藻赤潮の発生要因について調べるため、係留連続観測を

実施した。その結果、最低水温期の小潮時に発達する珪藻赤潮を捉えることに成功した。この赤潮は小潮時における光環境の回復と海面冷却が弱まる、もしくは加熱に切り替わったことによる鉛直輸送の弱化という 2 つの好適条件が揃ったことによって発生したと考えられた。この海況変動と冬季赤潮発生の関係性については、1997 年から 2018 年の同様の赤潮に対して、約 8 割程度において当てはまった。したがって、鉛直対流の弱化による水柱の安定化と光環境の好転という 2 つの海況条件が整うことが赤潮のトリガーとなっていると考えられる。

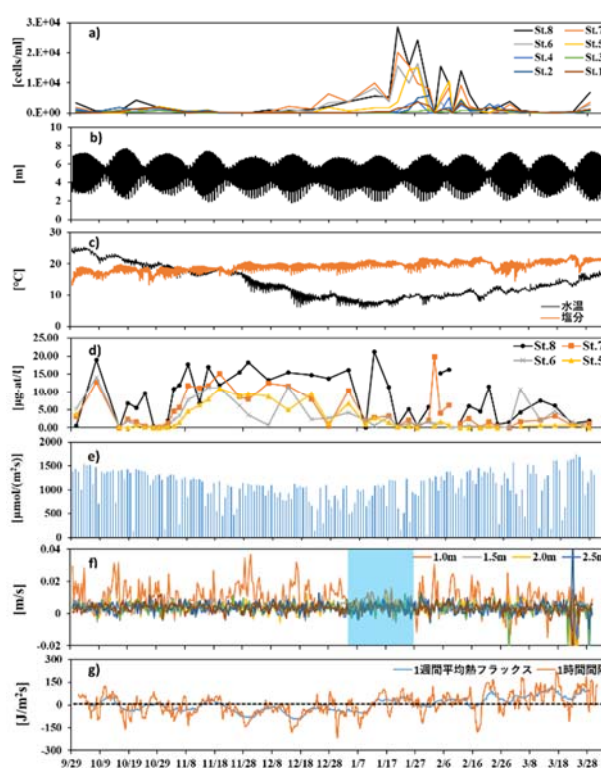


図1 Sta. H における係留観測結果

(a: Skeletonema 属の細胞数 b: 全水深 c: 水温・塩分 d: DIN e: 海面光量子 f: 鉛直流速 g: 熱フラックス)

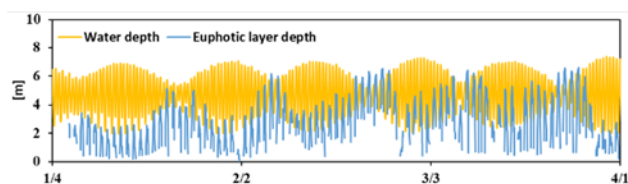


図1 Sta.H における水深と光の補償深度の時系列
(黄色: 全水深 青色: 補償深度)