

## 2019年に八代海で発生した *Chattonella antiqua* 赤潮

高杉朋孝<sup>1</sup>・宮田翔也<sup>2</sup>・吉満敏

1 商工労働水産部水産振興課 2 商工労働水産部商工政策課

2019年に八代海で発生した *Chattonella antiqua* 赤潮について赤潮調査結果や気象データを用いて、赤潮の発生状況、発生時の環境、発生要因を検証した。*C.antiqua* 赤潮は八代海の県内海域において8月21日から9月9日、9月17日から9月24日にかけて発生した。9月2日、3日がピークとなり、長島町東側沿岸で最高3,000 cells/mLの着色域が確認された。発生時の環境は、*C.antiqua* の増殖に適した水温であり、栄養塩も豊富にあり、競合種である珪藻類も少ない環境であった。このことから *C.antiqua* が高密度化し、赤潮を形成したと考えられた。赤潮の衰退時は、栄養塩が低レベルであり、密度成層が解消され、*C.antiqua* が高密度化しにくい状況にあった。このことから赤潮が終息したと考えられた。

八代海の鹿児島県海域において、*C. antiqua* による赤潮は、1988年に東町（現 長島町）幣串地先で発生して以来、2018年までに16件の赤潮が発生、うち11件で漁業被害が発生しており、魚類養殖業に対して甚大な被害を与えてきた。2009年と2010年には、本種による赤潮が八代海だけでなく、有明海、橘湾の広い範囲で大規模に発生し、本県では2009年に約20億3千万円、2010年には約36億8千万円と過去最大の被害が発生した<sup>1)</sup>。2018年にも八代海の中南部海域を中心に赤潮が発生し、2億1千万円の被害が発生した。

このように、八代海において猛威を振るってきた *C.antiqua* が2019年に8月21日から9月9日、9月17日から9月24日にかけて赤潮を形成し、1億2千万円の漁業被害が発生した。

本稿では2019年に発生した *C.antiqua* 赤潮の発生状況、発生前後の環境を把握し、発生要因を検証することにより、今後の *C.antiqua* 赤潮発生に対して、漁業被害の軽減を図る一助とする。

なお、調査の一部は水産庁委託事業のうち漁場環境改善推進事業「赤潮被害防止技術の開発」（八代海・鹿児島湾海域）で実施した。

### 材料及び方法

#### 1 *C. antiqua* 赤潮の発生状況

5～9月に熊本県水産研究センター及び東町漁業協同組合と共同で週1回実施している八代海ライン調査、1、2月を除いて毎月1回実施している八代海南部調査、赤潮発生時の臨時調査、各機関の調査

結果（赤潮ネット <https://akashiwo.jp/>, 2021年1月12日）を元に赤潮の発生状況を把握した。八代海ライン調査及び八代海南部調査の定点は図1及び図2のとおりで、赤潮発生時の臨時調査については、赤潮の発生状況や各機関との調整により調査箇所を決定した。採水（離合社製、リゴ-B号透明採水器）及び検鏡は、表層から0 m、5 m、10 mに加え、着色域とクロロフィル極大層を基本として実施した。

また、*C.antiqua* の細胞密度及び *C.antiqua* と競合関係にある珪藻類<sup>2)</sup>の細胞密度は、光学顕微鏡で海水試料1 mL中に含まれる細胞を計数して算出した。

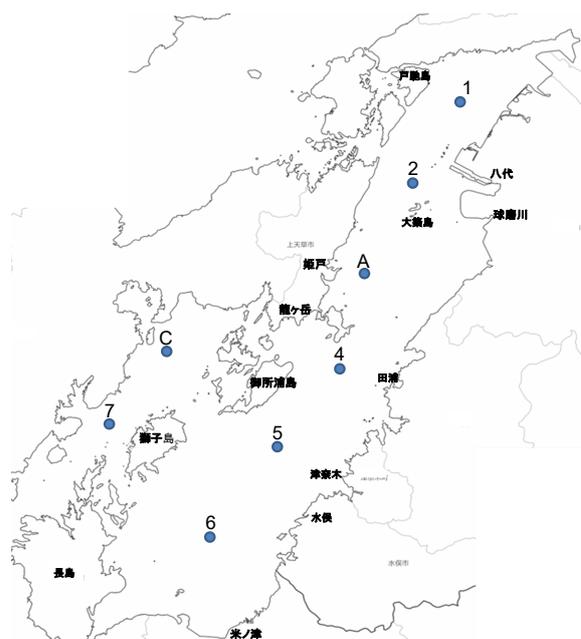


図1 八代海ライン調査位置図

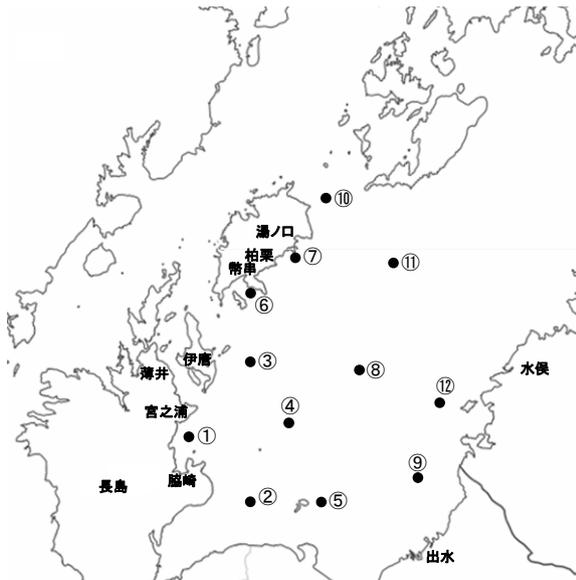


図2 八代海南部調査位置図

## 2 C. antiqua 赤潮発生前後の環境

### 1) 気象

気象庁ホームページ (<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>, 2021年1月13日)より熊本地方気象台の八代及び水俣観測所が観測した風向, 風速, 降水量及び日照時間のデータを取得し, 経過を把握するとともに, 降水量については平年値(1981~2010年)との比較を行った。

### 2) 海象

八代海ライン調査及び八代海南部調査において, 表1及び表2のとおり, 海水の採取を行うとともに, 多項目水質計(JFEアドバンテック社製, AAQ-RINKO171)を用いた環境観測を行った。その後, 全ての海水試料はオートアナライザ(ビーエルテック社製, QuAAtro39)により溶存無機態窒素(以下, DINという)及び溶存無機態リン(以下, DIPという)を測定した。赤潮発生時の臨時調査については, 状況に応じて調査箇所, 採水層及び環境観測層を決定した。

表1 八代海ライン調査採水層及び環境観測層

調査定点	1	A, C	その他の定点
採水層(m)	0, 5, B-1*	0, 5, 10, 20	0, 5, 10
環境観測層(m)	海面から海底まで		

\*海底から1 m上

表2 八代海南部調査採水層及び環境観測層

調査定点	①, ⑩	⑩, ⑪	その他の定点	
採水層及び環境観測層(m)	6~9月	0, 5, 10, 20, B-1	0, 5, 10, 20, 30, B-1	0, 5, 10
	3~5, 10~12月	0, 5, 10, 20, B-1	0, 5, 10	0, 5, 10

## 結果

### 1 C. antiqua 赤潮の発生状況

5月以降で, *C. antiqua* が1 cell/mL以上確認されたのは, 6月18日(八代海ライン調査, Stn.1)で, それ以降は8月18日まで最高2 cells/mLと低密度で推移したが, 8月19日に八代海中部の熊本県龍ヶ岳沖で300 cells/mLが確認された。翌日の8月20日には中部の複数の地点で100 cells/mLが確認された。8月21日には長島町湯ノ口沖で10 cells/mLが確認され, 8月27日には長島町柏栗沖で128 cells/mL, 幣串沖で302 cells/mLが確認されるなど, 徐々に南部でも増殖した。9月1日には長島町湯ノ口沖で356 cells/mL, 伊唐沖で198 cells/mLが確認された。9月2日, 3日が今回の赤潮のピークであり, 県内海域では, 長島町東側沿岸で1,000 cells/mLを超える着色域が確認された(図3)。9月2日の最高細胞密度は, 長島町宮之浦沖の3,000 cells/mLで, 9月3日は長島町脇崎沖の1,700 cells/mLであった。9月4日以降は減少傾向に転じ, 9月9日には県内海域の最高細胞密度は1 cell/mLとなり, 9月10日には八代海全域で1 cell/mL以上は確認されなくなった。しかし, 再び増殖がみられ, 9月12日に熊本県球磨川河口で最高25 cells/mLが確認され, 県内海域では9月17日に長島町伊唐沖で最高16 cells/mLが確認された。その後, 9月24日には八代海ライン調査のStn.2で1 cell/mLが確認されたのみで, 県内海域では*C. antiqua* は確認されず, 赤潮は終息したと判断した。

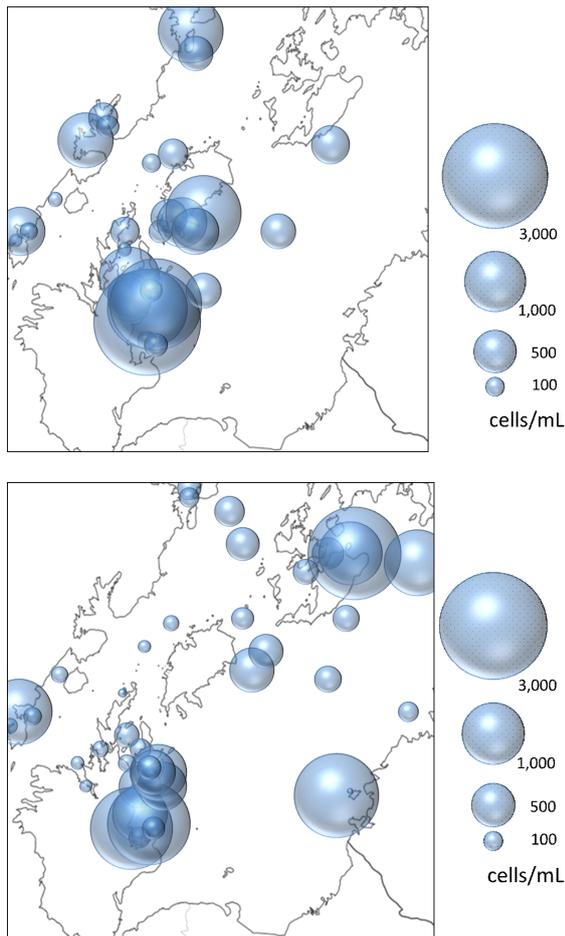


図3 *C. antiqua* の分布状況(上:9月2日, 下:9月3日)

## 2 *C. antiqua* 赤潮発生前後の環境

### 1) 気象

水俣観測所における風向及び風速の推移を図4に示す。これによると、熊本県海域で *C. antiqua* による赤潮が発生した8月19日から、赤潮のピークとなった9月2日, 3日までは、やや北寄りの風が多かったことが確認された。

八代及び水俣観測所における旬ごとの合計降水量の推移を図5に、旬ごとの合計日照時間の推移を図6に、水俣観測所における日ごとの降水量及び日照時間の推移を図7に示す。八代, 水俣ともに8月中旬から9月上旬にかけて平年を上回る降水量が観測され、特に8月下旬にまとまった降水量が観測された(図5)。水俣では赤潮のピークの直前の8月30日に100 mm/日を超えるまとまった降水量が観測された(図7)。

日照時間は八代, 水俣ともに8月中旬, 下旬は平年より少なかったが、9月上旬は概ね平年並みであった(図6)。赤潮のピークとなった9月2日, 3日

の水俣の日照時間は、2日が3.8時間、3日が8時間であった(図7)。

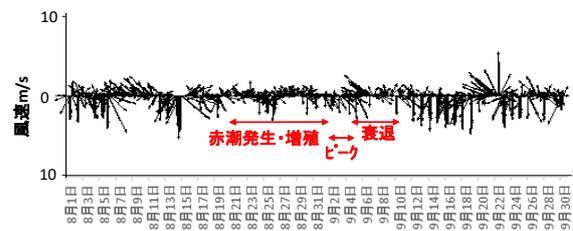


図4 水俣観測所における風向及び風速の推移

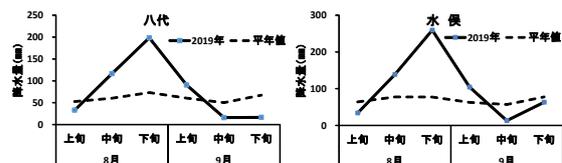


図5 八代及び水俣観測所における降水量の推移

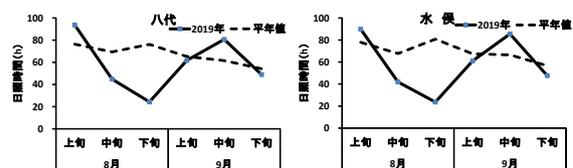


図6 八代及び水俣観測所における日照時間の推移

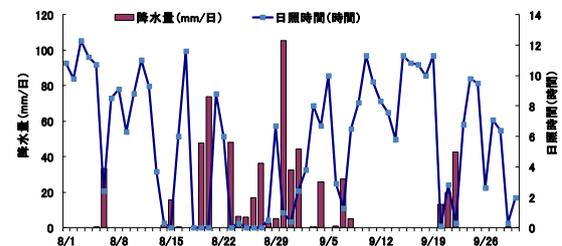


図7 水俣観測所における降水量及び日照時間の推移

### 2) 海象

八代海南部の8月から9月末までの水温及び塩分の推移を図8に、DIN, DIPの推移を図9に示す。表層水温は25.8から27.6℃, 表層塩分は29.7から32.3で推移した。うち *C. antiqua* が著しく増殖した8月28日から9月3日の表層水温は25.8℃から26.4℃, 表層塩分は29.7から30.5で推移した。8月下旬のまとまった降水により、8月30日の表層DINは9.07 μM, 表層DIPは0.98 μMと、*C. antiqua* の半飽和定数 (DIN : 0.65 μM, DIP : 0.26 μM)<sup>3)</sup>を大きく上回る値が観測された。

水温及び塩分のグラフを見ると、8月上旬から9

月上旬までは密度成層が確認されたが, 赤潮が衰退した9月下旬は水温及び塩分ともに表層から20 m層まで一様となり, 密度成層が解消され, 鉛直混合が行われていたと考えられた。

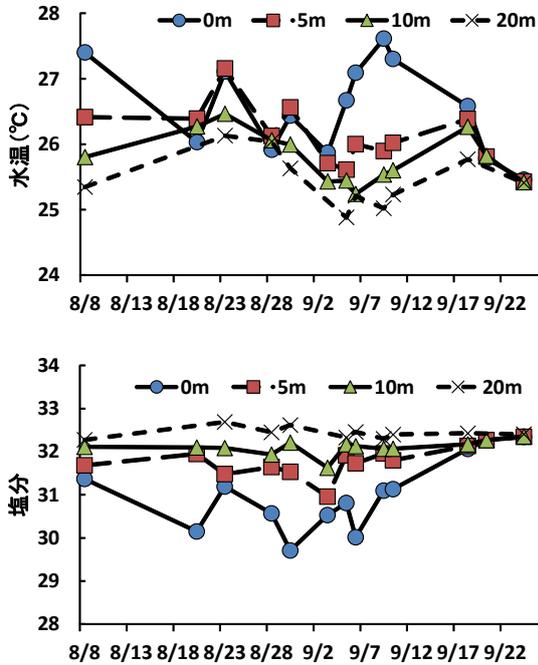


図8 八代海南部\*の水温及び塩分の推移  
\* 図1のStn. 5, 6及び図2のStn. ①~⑫

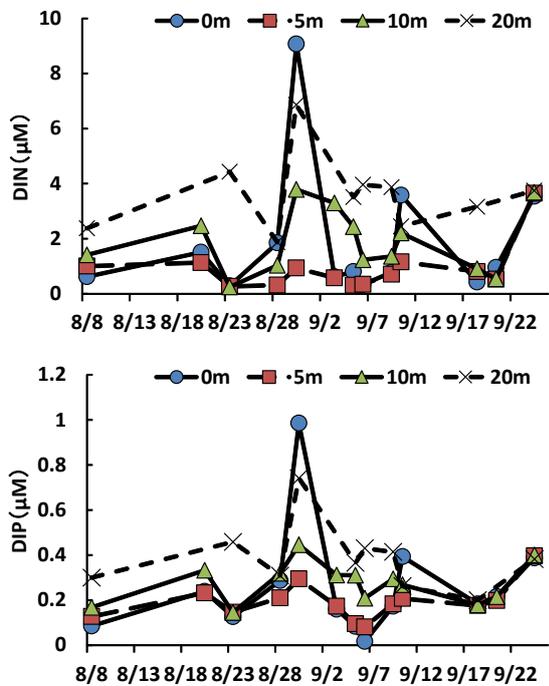


図9 八代海南部\*のDIN及びDIPの推移  
\* 図1のStn. 5, 6及び図2のStn. ①~⑫

### 3 考察

今回の *C. antiqua* 赤潮は8月19日に熊本県龍ヶ岳沖で300 cells/mLが確認され, 県内海域では8月21日に10 cells/mL以上が確認された。県内海域で, 9月2日, 3日にピークとなった後, 9月4日以降は減少傾向となり, 一旦, 1 cell/mL以上は確認されなくなったが, 9月17日に再び増殖が確認された後, 9月24日に終息が確認された。

8月下旬に八代海中部を中心に発達した *C. antiqua* は潮流, 風等の影響により南部に流入した。当時の南部の環境は, 水温は概ね適水温 (23 から 26 °C)<sup>1)</sup> の範囲内にあった。栄養塩は降水の影響により豊富にある状況で, 特に赤潮のピークとなった9月2日, 3日の直前の8月30日にはDIN, DIPともに半飽和定数を大きく上回る値が観測された。

八代海南部の珪藻類について, 8月20日の細胞密度は, 表層が225 cells/mL, 5 m層が444 cells/mLであったが, *C. antiqua* が増殖する直前の8月27日は表層が4 cells/mL, 5 m層が20 cells/mLと少ない状況であった (図10)。

このように, 赤潮発生時の八代海南部の環境は, *C. antiqua* の増殖に適した水温で, 栄養塩が豊富にあり, 競合種である珪藻類も少なかったことから, 高密度化したと考えられた。

9月4日以降は, 増殖した *C. antiqua* により栄養塩が消費され, 細胞密度は減少傾向となった。その後, 徐々に栄養塩が回復し, 9月17日に八代海南部で最高16 cells/mLが確認された。9月24日は適水温で, 栄養塩は豊富にあり, 珪藻類も少ない状況であったが, 八代海全域で最高1 cell/mLとなり, 終息が確認された。この要因として, 直近の9月18日及び20日の調査ではDIN及びDIPともに低レベルであり, *C. antiqua* が衰退に向かっていたこと, 密度成層の解消により, 高密度化しにくい環境になったことが考えられた。

今回の赤潮により, 長島町東側沿岸の幣串, 宮之浦及び脇崎等の養殖場において約1億2千万円の漁業被害が発生した (鹿児島県発表資料)。9月3日から6日にかけて被害報告があったことや赤潮の発生状況から, 長島町東側沿岸で着色域が確認された9月2日から3日にかけての被害が大きかったと考えられる。地元関係者からは赤潮の規模の割には被害が少なく済んだとの声が聞かれた。これは過去の大被害を受けて, 大型生簀や浮沈式生簀, 避難漁場の整備が進んだことや綿密な赤潮調査に基づき, 餌

止め、生簀の避難及び足し網などの対策を的確に実施したことが大きいと考えられる。今回の赤潮は、栄養塩が急増した直後に *C.antiqua* も急激に高密度化しており、あらためてモニタリング調査の重要性が示される結果となった。今後も、関係者が一丸となって、赤潮被害軽減のための対策を実施していく必要がある。

Growth bioassay of the seawater and dependence of growth rate on nutrient concentrations. J. Oceanogr. Soc. Jpn. 1988 ; 44 : 113-124.

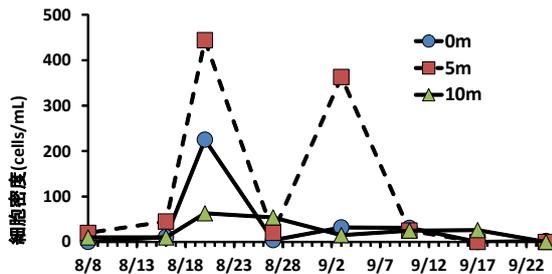


図10 八代海南部\*の珪藻類の推移

\* 図1のStn. 6及び図2のStn. ③

## 謝 辞

赤潮調査にご協力いただいた東町漁業協同組合職員及び組合員、熊本県水産研究センター、鹿児島県漁業指導取締兼調査船「おおすみ」の乗組員及び鹿児島県水産技術開発センターの職員の方々に感謝申し上げます。本県の赤潮調査や本研究にご協力、ご助言をいただいた、水産庁及び国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所の方々に感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 西広海, 田原義雄, 徳永成光, 久保満, 吉満敏, 中村章彦. 2009年及び2010年に八代海で発生した *Chattonella antiqua* 赤潮—発生期の環境特性と養殖ブリへの影響—. 鹿児島県水産技術開発センター研究報告. 2012; **3**: 5-20.
- 2) 今井一郎, 山口峰生, 松岡数充. 有害有毒プランクトンの科学 3-5 有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella* の生物学と赤潮動態. 恒星社厚生閣 2016 ; 210-225
- 3) Nakamura Y, Takashima J, Watanabe M, Chemical environment for red tides due to *Chattonella antiqua* in the Seto Inland Sea, Japan Part1.