

阿蘇海における *Chattonella marina* による赤潮の初報告 (資料)

船越裕紀, 尾崎 仁, 田中雅幸

First record of red tide caused by *Chattonella marina*
in Aso-kai Lagoon, Kyoto, Japan

Yuki Funakoshi, Hitoshi Ozaki, Masayuki Tanaka

キーワード: *Chattonella marina*, シャットネラ赤潮, 阿蘇海, 有害赤潮, 貧栄養

京都府の阿蘇海では、魚類養殖が実施されておらず、これまでに有害赤潮による漁業被害の報告事例はない。しかし、近年、海面が赤黒く見える現象や、同時期に近隣の一時畜養のスズキ *Lateolabrax japonicus* が死亡する事例があったことから、阿蘇海において海洋調査及びプランクトン調査を実施した。阿蘇海で実施されている刺網や延縄漁業への影響、今後の魚類養殖などの新たな漁場利用を考える上で、有害赤潮の発生状況調査や原因プランクトンの解明は不可欠である。本報では、阿蘇海内の赤潮発生時期に実施した調査結果から、赤潮プランクトンの発生状況と、今後の環境条件による発生の可能性について報告する。

材料と方法

阿蘇海における赤潮の発生状況および原因プランクトン種を特定するため、Fig. 1 に示した測点において、2021年11月26日、12月3日、12月10日及び2022年10月11日の計4回調査を実施した。プランクトン観察用に、表層水をバケツで直接採水するとともに、3 m 層の海水を北原式採水器で採水した。St. A および C においては表層及び3 m 層で、St. B においては表層で、St. D においては3 m 層で約500 ml あるいは約1000 ml を採水した。同時に多項目水質計 (2021年はHydroLab社製、2022年はJFEアドバンテック社製) を使用し、各地点の採水層の水温及び塩分を測定した。海水試料は、無固定のまま、目合が20 µm のナイロンメッシュを用いて約100倍に濃縮し、倒立顕微鏡を用いて赤潮プランクトンを同定するとともに、2 ml 中の優占種の細胞数を計数した。

結 果

赤潮発生時の全ての採水において、優占種は有害赤潮プランクトンの *Chattonella marina* (以下、*C.marina*) であった (Fig. 2)。計数結果を Table 1 に示し

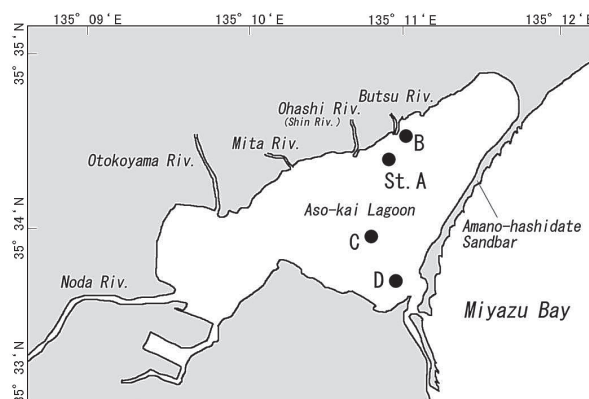


Fig. 1 Map showing the four sampling stations (A–D) in Aso-kai Lagoon, Kyoto Prefecture, coast of central Japan.

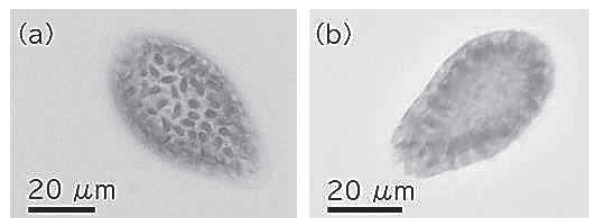


Fig. 2 *Chattonella marina* observed with an inverted microscope: (a) surface view, and (b) internal view.

た。2021年の11月26日には、St. Aの表層で最も細胞数密度が高く、27.4 cells/mlであった。一週間後の12月3日には、表層では確認されなかったが、水深3 mでは前週と同程度の密度 (7.8 cells/ml) で認められた。さらに一週間後の12月10日にはSt. A～Cのいずれの水深においても確認できず、St. Dでわずかに確認されたのみであった。2022年10月11日には、St. Bの表層で最も細胞数密度が高く、55.3 cells/mlであった。

C.marina が確認された採水層の水温は14.8–

Table 1 Cell densities of *Chattonella marina*, water temperature and salinity, at four sampling stations in Aso-kai Lagoon

Date	Station	Depth (m)	Cell density (cells/ml)	Water temperature (°C)	Salinity
26, Nov. 2021	A	0	27.4	15.3	29.3
	A	3	7.5	15.2	29.5
	B	0	0.2	14.8	27.9
3, Dec. 2021	A	0	0	—	—
	A	3	7.8	—	—
	B	0	0	—	—
	C	0	0	—	—
	C	3	18.0	—	—
10, Dec. 2021	A	0	0	11.8	20.0
	A	3	0	13.5	25.6
	B	0	0	11.8	23.8
	C	0	0	11.6	23.0
	C	3	0	13.7	28.3
11, Oct. 2022	D	3	0.2	—	—
	A	0	11.1	20.1	25.2
	A	3	4.9	22.3	28.0
	B	0	55.3	—	—

22.3°C, 塩分は 25.2–29.5 であった (Table 1)。

なお, 本調査において, 本種以外に, 有害赤潮の原因種である *Karenia mikimotoi* および *Akashiwo sanguinea*, マガキの商品価値を低下させる *Mesodinium rubrum* (旧称: *Myrionecta rubra*), 麻痺性貝毒の原因種である *Alexandrium sp.*, 下痢性貝毒の原因種である *Dinophysis rotundata* が確認された。

考 察

近年の阿蘇海における *Chattonella* 属による赤潮発生要因 *Chattonella* 属による赤潮は, 日本国内のうち, 主に瀬戸内海や九州沿岸で発生し, 大きな漁業被害をもたらしている (今井, 2012; 今井, 山口, 2016)。京都府では舞鶴湾で発生報告があり (Riquelme *et al.*, 1987), 阿蘇海においても, 赤潮には至っていないものの, 少数の *Chattonella* 属 (*Hornellia sp.*) が確認されている (西岡, 1979)。今回, 阿蘇海において, *C.marina* による赤潮が初めて確認された。漁業者からの聞き取りによると, 2020 年 11 月にも海水が赤くなっているのを確認したとのことであった。2021 年および 2022 年については本報告のとおりであり, 近年, 阿蘇海の海洋環境 (物理環境および栄養塩環境) が *C.marina* の増殖に適した条件に変化した可能性がある。

C.marina の増殖可能水温と塩分はそれぞれ 15–30°C (至適水温 25°C), 10–35 (至適塩分 20) である (山口ら, 1991) が, 阿蘇海での赤潮発生時の水温はすべて至適水温未満であり, 塩分は至適塩分以上であった (Table 1)。夏季の湾内は, 赤潮発生時よりも高水温, 低塩分となり, より増殖に適した状況がしばし

ば見られるが赤潮は発生していない。このことから, 水温及び塩分の状況を見る限り, 阿蘇海の物理環境が過去に比べて *C.marina* の増殖に適したものに变化した可能性は低い。

珪藻類は, *Chattonella* 属より圧倒的に栄養塩をめぐる競争に強いいため, *Chattonella* 属の増殖は, 珪藻類の多寡に強く影響を受ける (Eppley, 1977; 山口, 1994; 紫加田ら, 2010)。そのため, *Chattonella* 属による赤潮が発生するには, 栄養塩濃度の低下による珪藻の低密度化ののち, 新たな栄養塩供給があることが条件と考えられている (今井, 山口, 2016)。阿蘇海は富栄養な海域として知られている (環境省, 2018) が, 京都府の公共用水域水質調査の結果をまとめた四蔵 (2018) は, 阿蘇海表層の栄養塩であるアンモニア態窒素 (NH₃-N) やクロロフィル a は, 近年, 減少傾向にあり, 秋季には表層で窒素が不足している可能性に言及している。栄養塩環境の変化による一時的な珪藻類の減少が, シャットネラ赤潮の発生原因となっている可能性が推察される。

阿蘇海は非常に閉鎖的で海水交換が少ないことから, 増殖した *C.marina* の多くは湾外に出ずに, シストとなって海底に沈降していると考えられる。シストはマクロベントスの摂食対象であるものの, 阿蘇海の海底は一年を通してほぼ無酸素あるいは貧酸素とも言われ (上田, 岡, 1975), 生物に摂食される可能性は低く, 高確率で海底に残存し続けていると推察される。今後, 栄養塩不足による一時的な珪藻の減少が毎年発生するようになれば, これらのシストを起源とした赤潮が, 毎年発生する可能性も高まると考えられる。

今後の課題 本研究では、阿蘇海における *C.marina* による赤潮の発生を初めて報告するとともに、今後も継続して発生する可能性を示した。しかし、阿蘇海内で *C.marina* の生活環が完結していることをより強く裏付けるためには、赤潮発生時以外に、底泥中のシストを確認する必要がある。また、前述の赤潮発生要因に関してさらに深く考察するためには、栄養塩濃度やプランクトン相の季節変化および長期変動についての詳細な調査は欠かせない。今後、阿蘇海における *C.marina* の生活環や増殖要因を解明し、赤潮対策につなげたい。

文 献

- Eppley RW. 1977. The growth and culture of diatoms. The Biology of Diatoms, 22–64.
- 今井一郎. 2012. 「シャットネラ赤潮の生物学」. 184p. 生物研究社, 東京.
- 今井一郎, 山口峰生. 2016. 有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella* の生物学と赤潮動態. 「有害有毒プランクトンの科学」(今井一郎・山口峰生・松岡数充編). 210–225. 恒星社厚生閣, 東京.
- 環境省. 2018. 阿蘇海におけるケーススタディ. 地域が主体となる閉鎖性海域の環境改善の手引き, 99–121.
- 西岡 純. 1979. 阿蘇海のプランクトンについて. 京都府立海洋センター研究報告, 3: 96–102.
- Riquelme, C. E., K. Fukami and Y. Ishida. 1987. Annual fluctuations of phytoplankton and bacterial communities in Maizuru Bay and their interrelationship. Bull. Japan. Soc. Microb. Ecol. 2: 29–37.
- 紫加田知幸, 櫻田清成, 城本祐助, 生地 暢, 吉田 誠, 大和田紘一. 2010. 八代海における植物プランクトンの増殖に与える水温, 塩分および光強度の影響. 日本水産学会誌, 76: 34–45.
- 四藏茂雄. 2018. 阿蘇海の水質特性. 舞鶴工専紀要, 53: 23–31.
- 上田 博, 岡 高明. 1975. 富栄養化に関する研究(その2). 京都府公害研究所年報, 4: 81–85.
- 山口峰生. 1994. *Gymnodinium nagasakiense* の赤潮発生機構と発生予知に関する生理生態学的研究. 南西水研研報, 27: 251–394.
- 山口峰生, 今井一郎, 本城凡夫. 1991. 有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella antiqua* と *C.marina* の増殖速度に及ぼす水温, 塩分, および光強度の影響. 日本水産学会誌, 57: 1277–1284.