

九州沿岸に分布する有害渦鞭毛藻*Cochlodinium polykrikoides*の生理生態学的研究

生産科学研究科海洋生産科学専攻

山砥稔文

九州沿岸域で漁業被害をもたらす代表的な有害種としては渦鞭毛藻*Cochlodinium polykrikoides*, *Heterocapsa circularisquama*, *Karenia mikimotoi*, ラフィド藻 *Chattonella antiqua*, *Chattonella marina*, *Heterosigama akashiwo*がある。特に*C. polykrikoides*による赤潮は養殖魚類の大量斃死を引き起こすことで知られ, それによる漁業被害額(1999年伊万里湾で約8億円, 2000年八代海で約40億円)は他の有害種の被害に比べ顕著に大きい。*C. polykrikoides*赤潮による漁業被害の予察・防除を行うためには, その出現・増殖機構を解明することが重要である。しかし, *C. polykrikoides*は培養が困難であることから増殖特性に関してはほとんど研究がなされていない。また, 周年の生活様式に関しては, これまで遊泳細胞の状態での越冬と休眠シストの形成の可能性が指摘されているが, 現状では的確な情報が極めて少ない。

本研究では, *C. polykrikoides*の出現・増殖機構の解明のための基礎情報を取得することを主目的とした。長崎県沿岸域を現場海域とし, *C. polykrikoides*の出現特性の解析を目的に, 伊万里湾及び薄香湾で現場調査を行い, 栄養細胞の年間の出現状況と環境条件との関連を調べた。また, 室内実験によって水温, 塩分および光強度に対する*C. polykrikoides*の増殖特性を調べた。さらに, *C. polykrikoides*と増殖の競合関係にある*H. circularisquama*, *K. mikimotoi*, *C. antiqua*, *C. marina*, *H. akashiwo*の増殖特性を調べた。*H. circularisquama*については, 二枚貝に及ぼす影響も調べた。

1. 現場海域における夏季の*C. polykrikoides*の消長機構を把握するため, 伊万里湾で1999年に*C. polykrikoides*赤潮発生時とその前後の出現状況と本種出現時の環境要因を調べた。その結果, *K. mikimotoi*赤潮の消滅によって栄養の競合要因がなくなったところに, 降雨による栄養供給を受け, 水温, 塩分が最適条件になったことにより増殖を加速させた*C. polykrikoides*は, 南寄りの風によって鷹島南部海域に集積され, さらに, 小潮による海水交換量の減少が*C. polykrikoides*の拡散を弱めたため, 赤潮化したと考えられ, 複数要因の相乗効果によるものと推察された。

2. 薄香湾において, *C. polykrikoides*, *K. mikimotoi*および珪藻類の出現密度の推移と*C. polykrikoides*出現時の環境要因を調べた。*C. polykrikoides*の出現は2004年2月から2005年3月の14カ月間ほぼ周年にわたって継続的に確認された。本種出現時の最低水温は12.3℃であり, 薄香湾汐ノ浦地先の最低値(12.0℃)に近い値であったことから, 薄香湾では本種は周年にわたって, 遊泳細胞の状態で存在できるものと

考えられた。また、*C. polykrikoides*と珪藻類および*K. mikimotoi*の間には増殖の競合関係があることが示唆された。

3. 西九州沿岸の3海域から分離した*C. polykrikoides*培養株4株を用い、増殖に及ぼす水温、塩分および光強度の影響について室内実験を行った。その結果、本実験株が増殖した水温範囲は10~30°C、塩分範囲は16~36であったことから、本株は広温性・広塩性種であることが明らかとなった。本種が現場で1000 cells ml⁻¹以上出現した時の水温、塩分値は、培養実験で比増殖速度が0.55 day⁻¹以上と顕著に高くなる27.5°C、塩分28~36と一致したことから、*C. polykrikoides*高水温、高塩分の条件下で大規模な赤潮を形成する特性を有していることがわかった。光強度実験結果から、本株の半飽和定数(K_s)は29.2 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、閾値(I_0)は4.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であった。求めた K_s と I_0 値を現場海域に適用したところ、本種は8.7m程度でも増殖が可能であり、5.2~5.9 m以浅では赤潮を形成する増殖能を有すると推測された。

4. 東九州沿岸大分県猪串湾から分離した*C. polykrikoides*培養株を用い、増殖に及ぼす水温、塩分の影響について室内実験を行った。本株は10°C~30°C、塩分16~36の範囲で増殖が可能であった。水温・塩分に関する最適増殖条件については、25°Cと塩分28であった。

5. *C. polykrikoides*と増殖の競合関係にある*H. circularisquama*の増殖特性、二枚貝への影響、分布状況を調べた。大村湾産*H. circularisquama*培養株は12.5~30°C、塩分16~36の範囲で増殖し、比増殖速度は高水温・高塩分ほど高く、最大値は30°C、塩分32の時に0.91 day⁻¹であった。本株は弱光の10 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ でも増殖し、比増殖速度は光強度の増加とともに高くなり、80 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ で飽和した。本株の比増殖速度の光強度半飽和定数は24.0 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ 、閾値は15.5 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ であった。本株5,000 cells/mLに暴露した場合に、アコヤガイ稚貝は2~3日、アサリは4~6日で100%の個体が斃死し、本株の二枚貝に対する毒性が確認された。鱗片観察による分布調査の結果、本種は大村湾、伊万里湾および橘湾に出現することが確認された。

6. *C. polykrikoides*と増殖の競合関係にある*K. mikimotoi*の増殖に及ぼす水温、塩分の影響について室内実験を行った。大村湾産*K. mikimotoi*培養株が増殖した水温範囲は7.5~30°C、塩分範囲は16~36であった。最大比増殖速度(0.58 day⁻¹)は25°C、塩分24の条件で得られた。

7. 諫早湾産有害赤潮鞭毛藻4種について、水温と塩分に対する増殖応答実験を行った。*C. antiqua*は15~32.5°C、*C. marina*は12.5~32.5°C、*H. akashiwo*と*C. polykrikoides*は10~32.5°Cで増殖した。増殖可能な塩分範囲は4株に共通して、16~36であった。最大比増殖速度とそれを与える水温・塩分の組み合わせは、*C. antiqua*は0.99 day⁻¹(30°C、塩分32)、*C. marina*は0.83 day⁻¹(30°C、塩分24)、*H. akashiwo*は1.14 day⁻¹(25°C、塩分24)、*C. polykrikoides*は0.56 day⁻¹(27.5°C、塩分32)であった。これら4株は既知の他海域産株に比べ、より高水温側に耐性限界を持つと考えられた。