

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 有明海・八代海における赤潮発生の要因分析と予測手法の開発に関する研究
(Development of the predictive technique and analysis of a factor in red tide occurrence
of the Ariake Sea, Yatsushiro Sea.)

熊本大学大学院自然科学研究科 複合新領域科学 専攻 生命環境科学 講座
(主任指導 滝川 清 教授)

論文提出者 齋藤 孝
(by Takashi Saito)

主論文要旨

《本文》

近年、閉鎖性内湾である有明海・八代海では、底質の泥化と硫化物の増加、貧酸素水塊の発生など様々な環境悪化現象が顕在化し、魚類など水産資源の生息環境への影響が指摘されているが、さらに珪藻、ラフィド藻類を原因種とする赤潮が多発傾向にあり、大規模化している。有明海の珪藻赤潮によるノリ色落ち被害、八代海の養殖ブリ斃死といった漁業被害をもたらす赤潮現象は、閉鎖性内湾における環境悪化要因の一つとして位置づけられ、深刻な環境問題として捉える必要がある。しかし、現時点で赤潮原因種の発生に関わる支配要因の特定など、赤潮発生メカニズムの解明には至っておらず、有効な赤潮発生予測技術も未だに構築の途上にあり、赤潮発生に関わる機構解明とその対策が緊急の重要課題である。したがって、本研究では漁業被害防止・軽減策に寄与するために、有明海・八代海で頻発傾向にあり、大きな漁業被害をもたらしている珪藻赤潮及びラフィド藻を対象にして、その発生環境に係る支配的要因の総合的な解析を通じて、赤潮予測手法の開発を研究目的とした。

第 1 章では、現在までの赤潮研究における発生メカニズムに関する知見を整理するとともに、従来予測手法とその主要な課題を示しながら研究目的及び研究課題について述べた。

第 2 章では、有明海・八代海における環境特性について水質環境と底質環境の観点から言及するとともに、ここでは水質環境変動と赤潮発生の関連性を述べた。

第 3 章では、有明海・八代海における 1985～2010 年の赤潮発生の特徴を、赤潮原因種の最高細胞密度とその発生場所の変遷から明らかにした。ここでは、八代海ラフィド藻赤潮の大規模化傾向にある一要因として、珪藻類が大増殖する頻度が少ないことを指摘した。

第 4 章では、本研究が既往の調査データに基づいて行われていることから、研究データ内容や赤潮発生に至る支配的要因分析に用いた CCA, DCA の概要及び HSI モデルを適用した赤潮発生予測の概要について述べた。

第 5 章では、有明海・八代海で発生した赤潮発生要因として、気象と水質に関する分析

を行なっている。分析の結果、有明海ノリ養殖期間中の *Skeletonema costatum* 増殖時では、7～11 日間前までの総日降水量は 10～27mm、最大日照時間及び日射量はそれぞれ 9.6 時間、17.7MJ/m²となっていた。干満差は増殖時の方が小さく、また日最大風速の範囲も非増殖時に比べて 0.9～5.4m/s 下回る値であったことから、大增殖に至るには潮流や波浪の関与が大きいことが示唆された。一方、八代海では CCA の結果から、*Chattonella antiqua* 増殖に関与する水質環境要因として、特に成層強度の影響度合が大きいことが明らかとなった。

第 6 章では、有明海ノリ養殖期間中の *S.costatum* 細胞密度を再現するとともに、八代海 *C.antiqua* の細胞密度の再現では、DCA 手法により支配要因を抽出し HSI モデルによる予測手法の開発を目指した。この結果、*S.costatum* 細胞密度の再現では、本種の増殖に関わる SI モデル最大値は、日降水量が 10mm、日照時間が 7.4 時間以上、日射量が 13.4MJ/m²以上、日最大風速が 0～3.5m/s、干満差が 0～137cm、競合珪藻密度が 20cells/mL 以下とした。これら SI モデルを限定要因法で統合した HSI モデルにより *S.costatum* の秋季大增殖を非増殖ケースも含めて再現した結果、HSI 算出値は大規模増殖時の細胞密度とほぼ一致した。

八代海 *C.antiqua* 赤潮発生の支配要因は、SI モデル設定の結果、塩分(表層)が 21～33psu、DIN (表層)、PO₄-P (表層)が、それぞれ 0.3μM 以上、0.02μM 以上、SiO₂-Si (表層)が 50μM 以下、成層強度が 0.5 以上、珪藻増殖速度が 0.1log 細胞/日以下のときに、本種赤潮の発生確率が高まることを明らかにした。以上の 6 つの要因の SI モデルは、限定要因法によって統合し HIS 値を算出し *C.antiqua* 細胞密度を再現した結果、現場海域の本種細胞密度は St.9 以外は 1～26cells/ml と低いものの、最高密度を含め各地点の時系列変化の再現性は良く、0.77 と高い相関係数が得られた。八代海における *C.antiqua* 赤潮の発生は、成層強度、DIN 及び珪藻増殖速度の各 SI を限定要因法によって統合した HSI モデルで予測できる可能性が示唆された。

第 7 章では、今後の展望を述べている。八代海 *C.antiqua* 赤潮の発生年と非発生年で、過去の成層強度を推定した結果、本種赤潮は成層強度が高いレベルでも発生しないことがあり、他の制限要因である DIN 及び珪藻増殖速度などの関与が考えられた。本種赤潮の多発時期は、概ね 7 月下旬以降であることから、HSI モデルによる早期発生予測においては、これら制限要因の時系列変動をその前段階で推測する必要がある。

第 8 章では、本研究で得られた結論を述べている。

本研究は、新手法として HSI モデルを用いた赤潮発生予測を目的とし、現場海域における細胞密度の再現結果から、本モデル適用の妥当性と有効性が示せたと考える。しかし、本研究における SI モデルは、極めて限定的な発生要因データによって作成している。このため、今後はより多くの支配的な環境要因データを得ることで SI モデルの高精度化を図っていく必要がある。また、渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* など他の有害赤潮原因藻も含めた検証を行いながら HSI モデルの精度向上に努めなければならない。

現在、国内外には発生メカニズムを組み込んだ赤潮発生予測手法が存在しないなかで、本研究は支配的発生要因分析を行いながら HSI モデルによる赤潮発生予測に一定の道筋がつけられたと考える。また、本予測手法の開発は、地域経済を支えている漁業生産力の維持・増強に役立つものと信じてやまない。