

主論文審査の要旨

《本文》

現在、閉鎖性内湾における赤潮現象は、甚大な漁業被害をもたらしている環境問題として捉えられ、赤潮発生に関わる機構解明とその対策が緊急課題となっている。

この学位論文は、有明海・八代海における海域環境特性の把握から始まり、赤潮発生に及ぼす支配要因の分析を行った上で、それを基に HSI モデルを適用したもので、新しい赤潮発生予測手法の開発について纏めたものである。これまでの研究で、有明海ノリ色落ち被害をもたらす *S.costatum* 赤潮と八代海有害赤潮藻 *C.antiqua* 赤潮の支配要因を抽出し、HSI モデルにより現場海域での細胞密度の再現が精度良くなされている。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中で、特に養殖漁業に甚大な被害を与えている八代海 *C.antiqua* 赤潮の発生要因として、除歪対応分析により塩分、成層強度、DIN 及 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ を抽出し、これらと珪藻増殖速度の SI モデルを限定要因法によって統合した HSI モデルで、その発生予測ができる可能性を示している。

第 1 章では、赤潮研究における発生メカニズムに関する知見が整理され、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ている。

第 2 章では、有明海・八代海の環境特性として、水質環境と底質環境の観点から言及し、水質環境の変動と赤潮発生の関連性を述べている。

第 3 章では、有明海・八代海の赤潮発生について、赤潮原因種の最高細胞密度とその発生場所の変遷から特徴づけている。

第 4 章では、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 及び HSI モデルの概要を解説している。

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が、*S. 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 となっていたことを示している。さらに、干満差, 日最大風速から、大増殖に至るには潮流や波浪の関与が大きいことを解析している。一方、八代海では CCA の結果から、*C.antiqua* 増殖に関与する水質環境要因として、特に成層強度が影響していることを明らかにしている。

第 6 章では、*S.costatum* 細胞密度を再現するとともに、*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試みている。この結果、現場海域の *S.costatum* 細胞密度は、本種の増殖に関わる SI モデルで、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 以下を最大値とした場合、限定要因法で統合する HSI モデルによってほぼ再現できることを示している。また、八代海 *C.antiqua* 赤潮発生の支配要因としての SI モデル設定では、塩分 (表層) が 21~33psu, DIN (表層), $\text{PO}_4\text{-P}$ (表層) が、それぞれ 0.3 μM 以上, 0.02 μM 以上, $\text{SiO}_2\text{-Si}$ (表層) が 50 μM 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

明らかにしている。

第7章では、今後の展望として、八代海 *C.antiqua* 赤潮において発生年と非発生年の成層強度を推定し、この結果から制限要因として DIN 及び珪藻増殖速度が赤潮発生の有無に大きく関与している可能性を示すとともに、今後より多くの支配的な環境要因データを得ることで、SI モデルを精緻化し、さらに他の有害赤潮原因藻も含めた検証を行いながら、HSI モデルによる赤潮発生予測の精度向上に繋げたいとしている。

第8章では、本研究で得られた結論を述べている。

以上の通り、本研究は、漁業被害防止・軽減の観点から赤潮予測手法を新たに開発したものであり、有明海・八代海に限らず世界各地の赤潮発生海域においても適用可能な汎用性に優れた手法であると認められる。この研究は、4編の学術論文に既に公表され、学術的な価値とともに、今後の研究の進展性も高いことから社会的貢献度も大きい。

以上により、本審査委員会は本論文が、博士（工学）の学位授与に値する十分な内容を有しているものと判断する。

審査委員	複合新領域科学専攻生命環境科学講座担当教授	滝川 清
審査委員	複合新領域科学専攻生命環境科学講座担当教授	逸見 泰久
審査委員	複合新領域科学専攻生命環境科学講座担当教授	瀧尾 進
審査委員	環境共生工学・広域環境保全工学講座担当教授	大本 照憲
審査委員	理学専攻地球環境科学講座担当准教授	秋元 和實