氏　　　名	天野邦彦（あまの くにひこ）
学位(専攻分野)	博　士（工　学）
学位記番号	論 工 博 第 3300 号
学位授与の日付	平 成 10 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	内湾生態系のモデル化と水質管理手法に関する研究
論文調査委員	（主 査）教 授 内 藤 正 明　　教 授 松 井 三 郎　　教 授 禰 津 家 久

論　文　内　容　の　要　旨

沿岸住民に親水活動の場を提供し，生物生産性が高く，生態系保全の点からも重要な内湾水質の適正な管理が近年強く求められている。本論文は，生態系保全の観点から，顕著な生態系破壊現象である赤潮と青潮に着目し，それらの発生機構を数値モデルにより解析し，発生の必要条件について論じると共に，今後の内湾生態系保全のための水質管理手法について論じたものであり，7章からなっている。

第1章は序章であり，内湾生態系保全の重要性，数値モデルによる赤潮，青潮に関する現象解析の必要性及び論文全体の構成について述べている。

第2章においては，代表的な赤潮原因の藻類であるC. antiqueの生態について詳細に検討した制御実験系（マイクロコズム）実験を基に，日周鉛直移動と夜間栄養塩摂取というC. antiquaのユニークな特性を再現した鉛直一次元赤潮発生評価モデルを作成している。このモデルは，増殖過程，栄養塩摂取過程を独立に別個のモデルで表すことでマイクロコズム実験結果を良好に再現し，C. antiquaの増殖特性を再現することに成功している。

第3章においては，現場海域に設置した隔離水塊（メゾコズム）で観測されたC. antiquaの日周鉛直移動データを用いて，C. antiqua生態モデルの日周鉛直移動に関する部分の検証を行い，C. antiquaの栄養塩摂取がどの水深まで可能かを示す赤潮発生条件として重要なパラメータである下降水深に限度があることを明らかにしている。さらに現場海域における夏期の1ケ月を想定した条件での数値実験を行い，C. antiqua赤潮発生の必要条件として，安定した浅い栄養塩成層（6 m程度）の形成，高温・高塩分の黒潮の貫入による底層水温上昇に伴う大量のシスト発芽，低い捕食圧，さらに，海水の交換の制限が満たされることを示し，C. antiqua赤潮発生の必要条件の定量化を可能にしている。

第4章においては，C. antiquaの他に競合する藻類の影響をも含めたモデルを作成し，環境条件が変化した場合にどの様に優占種が遷移していくかについて考察している。モデルはメゾコズム実験において，人為的栄養塩注入や表層混合強度の変化に伴って観測された種組成変化のデータを用いて検証され，表層混合や栄養塩の組成（量及び比率）変化に伴い，珪藻類から渦鞭毛藻類，そして最後にC. antiquaが優占種になる過程を再現し，C. antiqua赤潮の発生が方向性を持った種組成遷移の結果生起しているものであることを強く示唆している。また，C. antiqua赤潮は，安定した浅い栄養塩成層という環境条件の下，日周鉛直移動と夜間栄養塩摂取という特異な生態特性を持つことにより起こっているということを示している。

第5章においては，青潮について検討を行っている。青潮現象発生の物理機構について再現するため3次元の海洋循環モデルを東京湾に適用し，湾奥部における成層破壊と湧昇流発生（青潮現象）の解析を行った結果，強い北風により湾奥部の表層水が沖合に流出し，底層水が湾奥に流入することから，底層で貧酸素化が進んでいると表層までが貧酸素化し青潮現象が起こること，南風が吹くと，この逆に湾奥部の水柱全体が表層水質によって置き換わり，底層への酸素供給を行うことが示されている。これらの解析結果は，生態系にとって重要な酸素濃度変化が流動場によって規定されており，流動を解析する物理モデルと生態系モデルを結合することで内湾生態系，水質管理に資するモデル化が初めて可能になることを示している。

第６章においては，５章までに得られた知見に基づき，今後の内湾水質管理において，赤潮低減のための栄養塩負荷量削減では，窒素・リンのバランスのとれた削減が望ましいこと，また，種組成遷移に関連して考えられる対策として，窒素・リンに比べて濃度比が低下していると考えられる珪酸を下水処理水に添加し，捕食されやすい珪藻類が優占する植物性プランクトン構成を実現させ，赤潮の抑制，さらには酸素消費量を低減させることで青潮についても発生を軽減させるという手法を提言している。

第７章は結論であり，本論文で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は，内湾水質の適正な管理による生態系保全のため，顕著な生態系破壊現象である赤潮と青潮に着目し，それらの発生機構を数値モデルにより解析し，発生の必要条件の解明を行うと共に，今後の内湾水質管理手法の確立を目標に研究した成果についてまとめられたものであり，得られた主な成果は次の通りである。

１．代表的赤潮原因藻類であるC. antiquaの生態について実験を基に，日周鉛直移動と夜間栄養塩摂取という特性を増殖過程，栄養塩摂取過程を別個のモデルで表すことでC. antiquaの増殖特性の再現を可能とした。

２．現場実験を基に，C. antiquaの日周鉛直移動特性をモデル化し，その下降水深には限界があり，赤潮発生のためには，安定した浅い栄養塩成層の形成等の条件が必要であることが定量的に示された。また，海洋環境の変化に伴い，優占藻類種組成遷移の１サイクルの終着点としてC. antiqua赤潮が発生するという赤潮現象の基本特性に関する理解が進められた。

３．東京湾における青潮については，強い北風により起こされる循環流と海面冷却に伴う鉛直混合が底層の貧酸素水塊の湧昇を惹起させて起こるという発生機構をモデル計算により明らかにした。

４．解析結果に基づき，今後の内湾水質管理においては，窒素・リンのバランスのとれた削減が必要であること，下水処理水への珪酸の添加により珪藻類を優占種とし，生態系保全に資するという手法を提言した。

以上，要するに，本論文は，内湾における生態系及び流動のモデル解析を通して，赤潮，青潮に代表される生態系破壊現象発生のための必要条件について検討し，今後の内湾水質管理手法についてまとめたものであり，学術上，実際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また，平成９年12月19日，論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果，合格と認めた。