

研究 成 果

サブテーマ名： - 1 環境動態シミュレーションモデルと予測システムの開発 小課題名： ・ (B) 生態系モデルの開発
サブテーマリーダー 四日市大学環境情報学部 教授 千葉 賢 研究従事者 四日市大学環境情報学部 教授 千葉 賢、教授 田中正明 三重大学大学院生物資源学研究科 准教授 谷村篤、石川輝、助教 田口和典 (独) 産業技術総合研究所 佐山幹雄 三重県科学技術振興センター水産研究部 総括研究員 山形陽一、主任研究員 清水康弘、 増田健、研究員 渥美貴史、奥村宏征、国分秀樹、畑直亜、辻将治
研究の概要、新規性及び目標 研究の概要 <ul style="list-style-type: none"> ・英虞湾に適した水質モデルと底質モデルを開発する。水質モデルにはアコヤ貝の成長モデルを組み込む。湾奥の底質悪化を研究することが本事業のひとつの目的であり、底質モデルは、そのような検討が可能な特性を持たせる。 ・英虞湾の底質悪化の原因を探るため、炭素、窒素、リン関連物質を対象とした沈降物量調査と溶出量調査を行い、英虞湾の海底境界層における物質移動状況を明らかにするとともに環境条件との関連を探った。 ・環境動態シミュレーションモデルと予測システムの開発の一環として、アコヤガイの代謝特性と環境条件との関係を解明し、アコヤガイ成長モデルを作成する。 作成したアコヤガイ成長モデルおよび環境動態シミュレーションモデルを用いて、真珠養殖業による英虞湾の環境への影響を見積もる。また、真珠養殖に係る時系列データを整理し、過去から現在までの真珠養殖業による英虞湾の環境への影響を見積もる。 研究の独自性・新規性 <ul style="list-style-type: none"> ・閉鎖性海域の環境分析には、水質と底質の相互作用を組み入れた数値モデルを用いることが必要である。高精度の流動モデルも含めて、総合的なモデルの開発は世界的に見ても、ようやく始まったところであり、本事業で開発するモデルは、大変新規性が高い。 ・これまで英虞湾において、水 - 堆積物境界層における物質収支状況に関する調査は数例あるが、季節、場所毎に比較検討した研究は行われていない。 研究の目標 (フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に) フェーズ 1 : <ul style="list-style-type: none"> ・研究の進め方に示す観測データの収集・蓄積を行う。観測データを分析して、英虞湾に最適な水質モデルの検討を行う。底質モデルについては、左山モデルを参考にして、窒素循環モデルを作成する。 ・沈降物調査、溶出量調査の調査手法を確立し、データを集積する。 ・アコヤガイのろ水量、呼吸量および排泄量の測定方法を確立する。 ・アコヤガイのろ水量、呼吸量および排泄量に対する水温および塩分の影響を把握する。 ・漁場におけるアコヤガイの成長量の季節変化を把握する。 ・アンケートを行い、各季節における各漁場でのアコヤガイ飼育量を把握する。 フェーズ 2 : <ul style="list-style-type: none"> ・観測データの収集・蓄積を引き続き進める。水質モデルを完成させ、アコヤ貝成長モデルを組み込み、再現計算を実施する。底質モデルについては、欧州で研究が進められている多層・多種のモデルを参考にして、窒素循環モデルからの改良を図る。以上のモデルで再現計算を行い、計算結果と観測値を比較して、モデルの精度評価を行う。 ・沈降物調査及び溶出量調査データを集積する。また、シミュレーションの開発における、パラメータの設定に必要なデータを収集する。 ・アコヤガイのろ水量、呼吸量および排泄量に対する水温および塩分の影響を明らかにする。 ・漁場におけるアコヤガイの成長量の季節変化を把握する。 ・漁場海域におけるアコヤガイのろ水量および排泄物量を明らかにする。 ・粒子サイズ別のろ水量の把握と海域での粒子サイズ別のプランクトン量の季節変化を把握する。 ・アコヤガイ成長モデルを作成する。 ・真珠養殖業による英虞湾の環境への影響を推定する。 ・アコヤガイ成長モデルを環境動態シミュレーションモデルに組み込み、英虞湾の環境収容力

を把握する。

研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）

- 1．各種の観測は予定通りに進めることができた。水質モデルの開発、そして、アコヤ貝成長モデルの組み込み、底質モデルの開発も実施した。ただし、底質モデルは、多くの観測データを必要とし、観測データが揃うのに時間がかかり、底質モデルの開発にも遅れがでたため、水質モデルとの結合は、まだできていない。物質循環の計算を急いだため、簡易底質モデルを急遽作成して水質モデルに結合した。また、底質の長期変化を再現計算で推定することも、生態系モデル開発の目標である。そのために、海域を湾央・湾奥の上下2層ブロック分割して水質モデルを組み込み、下層に底質モデルを結合して200年分の計算を行った。
- 2．英虞湾の立神、タコノボリ、鵜方の3測点において沈降物調査、及び溶出量調査を行った。調査期間は平成16年5月～平成17年6月で、1～2ヶ月に1回の頻度で調査を実施した。なお、立神測点では、平成17年5月～平成19年3月においても1～2ヶ月に1回の頻度で調査を実施した。
- 3．アコヤガイのろ水量、呼吸量および排泄量の測定方法を確立し、アコヤガイのろ水量、呼吸量および排泄量に対する水温および塩分の影響を明らかにした。
漁場におけるアコヤガイの成長量の季節変化を把握するとともに、アコヤガイのろ水量および排泄物量を把握した。
粒子サイズ別のろ水量の把握と海域での粒子サイズ別のプランクトン量の季節変化を把握した。
アコヤガイ成長モデルを作成し、真珠養殖業による英虞湾の環境への影響を推定した。

主な成果

具体的な成果内容：

- 1．アコヤ貝の成長モデルを組み込んだ英虞湾の水質モデルを完成させた。その特徴としては、英虞湾で優占する珪藻と渦鞭毛層（ヘテロカプサ）の2種が植物プランクトンのコンパートメントになっており、種間競合が出来るように考慮されている。また、炭素・窒素・リン・酸素の循環を検討することが本事業の目的であるため、それぞれの物質の保存性について配慮した。
水質と底質モデルの結合がまだ出来ていないが、簡易底質モデルを水質モデルに組み込んで対処した。このモデルで、2003年7月から2004年12月までの再現計算を実施して、パラメータの調整を行うとともに、最終的な計算結果を観測値と比較した。植物プランクトン、栄養塩、溶存酸素、溶存態有機物などを比較したが、観測結果をよく再現した。また、基礎生産量、沈降物量、海底の酸素消費量、海底からの栄養塩溶出量などを評価したが、これらも観測データと比較的良く一致した。
底質モデルについては、欧州で開発されたモデルを参考に、20種類のコンパートメントを持つ複雑なモデルを完成させた。国内で、このような複雑なモデルが開発・運用された実績はない。英虞湾の3地点の底質再現に成功し、また、解析結果から、海底堆積物内の物質循環のデータも得る事ができた。
この底質モデルを用いた200年分の再現計算により、英虞湾の底質の悪化機構について検討を行い、仮説の妥当性を検証した。
- 2．CNP 物質関連の沈降フラックスは、測点や季節的な違いによる変化は少なく、比較的安定していると推測された。
沈降物の CNP 物質の成分比から、英虞湾における沈降物は、陸上からの有機懸濁物、および植物プランクトンの影響よりも、アコヤガイの糞の影響を強く受けていることが示唆された。
溶出フラックスは、測点毎に大きく異なり、高水温期に多く低水温期に少ない傾向が認められた。
窒素、リンの各溶出フラックスの結果から、窒素はほとんどが $\text{NH}_4\text{-N}$ 、リンは $\text{PO}_4\text{-P}$ の形態で溶出していると推測された。
英虞湾における沈降フラックスは溶出フラックスと比較して、平均で炭素が 7.5 倍、窒素が 4.4 倍、リンが 4.5 倍となり、高水温期よりも低水温期において、沈降フラックスが溶出フラックスに対してかなり多いと推測された。CNP の物質別にみると、窒素は沈降量が多い時期に溶出量も多くなっており、沈降物中の窒素は炭素、リンに比べて分解速度が高く、沈降中、沈降後にすみやかに水中へ回帰していると考えられた。

3. 排泄量、ろ水量、および粒子サイズ別の摂餌量の季節や水温による変化を把握し、モデル化した。
 日本貝および交雑貝の同化効率の季節変化を把握した。
 アコヤガイ成長モデルを作成した。
 真珠養殖業による英虞湾の環境への影響を推定した。

特許件数：0 論文数：0 口頭発表件数：10

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

- ・本事業で開発した水質モデルは、欧州で開発が続けられているRSBMを参考にしながら、英虞湾に最適な形にまとめたもので、さらに、独自のアコヤガイ成長モデルや底質モデルを組み込んでいる。水質モデルとしては、国内外の水準と比較しても、最新で機能の高いモデルに仕上がった。
 底質モデルについては、欧州で研究が進んでおり、本事業ではデンマークの研究者のモデルを参考に、英虞湾のモデルとして組み上げた。国内では、このような複雑なモデルの開発と運用実績はなく、本事業のモデルが最前線に位置すると考えられる。
 水質と底質の結合モデルは、今後の閉鎖性海域の環境分析に必要である。両モデルの開発は終了しており、今後、結合作業を進めれば、有力な道具として用いる事が可能になる。
- ・物質循環に関する研究は、国内でも昔から数多く行なわれているが、これまでに得られた各海域の沈降フラックス、溶出フラックスの数値には数倍の開きがある。これは、調査方法の違いにもよるが、多くは調査時の気象条件、調査海域の特性（湾周辺人口密度や利用状況）によって生じるものである。英虞湾における物質循環モデルの精度をより高めていくためにも、近年行なわれた調査方法を参考として、調査を数多く行い、英虞湾の沈降フラックス、溶出フラックスの数値を決定する。
- ・アコヤガイのろ水量、呼吸量および排泄量に対する水温および塩分の影響の測定を多数のサンプルを用いて複数年にわたって測定している事例は少ない。
 動観測ブイによる連続した環境データと対比できるアコヤガイの成長量の測定を行った事例は少ない。

2 実用化に向けた波及効果

- ・本事業で開発した水質と底質モデルは、他の閉鎖性海域への適用可能である。平成20年度は伊勢湾への適用を予定している。また、有明海の貧酸素水塊の形成機構に関する研究にも適用を計画している。
- ・英虞湾において沈降フラックス、溶出フラックスを長期にわたって観測した例はこれまで無かったことから、今後、英虞湾の底質を浄化するための施策を提案するための重要なデータとなる。
- ・真珠養殖業を持続的に行うために不可欠な、真珠養殖業による英虞湾の環境への影響を推定した。

残された課題と対応方針について

1. 水質と底質のモデルは開発したが、他の研究課題の推進に時間をとられて、観測データとの比較作業や、解析結果を用いた英虞湾の環境特性の検討などを十分には行えていない。環境動態予測システムは継続運用する予定になっており、この作業の中で、モデルの見直しを行う予定である。

2. 沈降フラックスが溶出フラックスを大きく上回っていることが明らかとなった。この差分の内訳として、底泥の巻き上がりや底生生物による捕食が推測されるが、今後の研究で、この差分の内訳を明らかにするとともに、環境に対してどのような影響を与えているのかを明らかにする。

3. 現時点では、環境動態シミュレーションモデルの調整が不十分であり、環境収容力を求められていない。環境動態シミュレーションモデルの調整を行い、環境収容力を求める。

	J S T負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合 計
	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小 計	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小 計	
人件費	-	-	-	-	-	-	-	-	24,499	19,988	17,138	20,358	12,958	90,430	90,430
設備費	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	-	-	-	-	-	-	-	-	6,633	8,084	4,749	4,699	4,012	31,177	31,177
旅費	-	-	-	-	-	-	-	-	1,022	499	434	604	485	3,044	3,044
その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
小 計	-	-	-	-	-	-	-	-	32,154	28,571	22,321	25,661	17,455	124,651	124,651

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T負担による設備 : オートアナライザー (TRACCS2000)、全自動元素分析装置 (vario-Max)、
高圧滅菌器 (MLS-3750, SANYO社)、他

地域負担による設備 :