

## 自己評価報告書

平成23年 4月 6日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20360389

研究課題名（和文） 海域肥沃化技術の評価ツールの構築

研究課題名（英文） Development assessment tools for ocean fertilization technologies

研究代表者

多部田 茂（TABETA SHIGERU）

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号：40262406

研究分野：海洋環境工学

科研費の分科・細目：総合工学・船舶海洋工学

キーワード：海域肥沃化、生態系モデル、食料経済モデル

## 1. 研究計画の概要

温暖化や食糧危機などの地球環境問題に対する海洋生態系を利用した対策技術として、深層水の利用や人工湧昇流、海洋滋養などが提唱されている。これらの技術を実用化するためには、その効果を事前に評価する必要があるが、実海域での実験はコストや社会的受容性の面から必ずしも容易ではない。また、有効な知見を得るための適切な実験計画を立てるためにはモデルによる検討を事前に行っておくことが肝要である。そこで本研究では、上述のような海域肥沃化技術の評価ツールを構築することを目的として、以下の研究を実施する。

（1）海域肥沃化の効果や環境影響を評価するための生態系モデルの開発

（2）技術導入の社会経済的な効果を検討するためのモデルの開発

（3）対象技術のポテンシャルや適地選定を行うためのツールの開発

## 2. 研究の進捗状況

海域肥沃化の効果や環境影響を評価するためのモデルについては、マルチスケール解析手法および生態系モデルの高度化に関する検討を行った。海洋における現象のマルチスケール解析のための Nested grid system では、異なる解像度の計算領域を接続して双方向に情報をやりとりしながら計算を行っている。この手法を用いてシミュレーションを行うときの特性および精度の検討を行うとともに、安定で高速な計算手法の検討を行った。また、本研究が対象とするようなマルチスケールの解析には非構造格子系を用いた方が本質的に有利である。ただし、計算コストの面からは装置周辺の複雑な密度流は

非静水圧で解き、海流や潮流が支配的な広域は従来の海洋モデルと同様に静水圧近似で解くことが有利である。そこで、非構造格子系において非静水圧と静水圧で解く領域をシームレスに接続して計算する手法を開発した。開発した手法を肥沃化の具体的な手法の一つである深層水を利用した海域肥沃化技術に関連した密度プリュームの挙動シミュレーションに適用し、その有効性を確認した。海洋中の密度プリュームの挙動に関しては、実験的、解析的な検討も行った。

生態系モデルに関しては、深層水を用いたプランクトン増殖実験を行い、それに基づいて複数種の植物プランクトンおよびそれを起点とする食物連鎖を考慮したモデルを構築した。構築したモデルを用いて深層水を添加した場合の生態系の応答メカニズムの検討を行った。大型藻類利用に関しては、日本近海の一次生産力や栄養塩分布の特性を調査し、それに基づいて海産バイオマスのポテンシャルの検討を行った。また、海藻モデルのパラメータの文献調査を行い、日本沿岸の代表的な種のモデルを構築した。同時に日本沿岸の藻場および磯焼けに関するデータの整理を行い、海域肥沃化を含めた対策の効果に関する検討を行った。高次生態系モデルの開発に関しては、沿岸性魚類を対象として環境選好性を考慮した行動モデルを構築し、実海域における魚類の動態シミュレーションに適用した。また、資源量解析手法である VPA によるマイワシ資源量の評価とその順応的管理手法について、海域肥沃化時の検討を行った。

社会経済への影響評価に関しては、肥沃化が食料需給に与える影響を検討するために、価格均衡を用いた食料経済モデル IFPSIM に

水産物を組み込み、海域肥沃化時のシミュレーションを行った。また、人工湧昇流技術と養殖技術について、環境面と社会経済面の双方を考慮した統合的な指標に関する評価を行った。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

マルチスケール解析を含む生態系モデルの高度化、水産物を含んだ食料経済モデルの開発と肥沃化技術への適用、藻場やプランクトン増殖に関する空間情報に関する検討、等に関して研究が順調に進展している。

### 4. 今後の研究の推進方策

海域肥沃化の効果や環境影響を評価するためのモデルについては、Nested grid system や非構造格子を用いたマルチスケール解析モデルを具体的な事例に適用し、計算手法の特性や精度を検討する。また、栄養塩の供給がプランクトンや海藻類の増殖にどう繋がるかを評価するための生態系モデルの高度化を行う。さらに、肥沃化による魚類の資源量への影響や養殖による肥沃化効果を評価するために、魚類の生長や個体群動態モデルを構築し、水質や餌環境等を評価する低次生態系モデルと統合したシミュレーションを行う。

技術導入の社会経済的効果を検討するためのモデルに関しては、食料、木材、バイオマスエネルギーの競合に水産物を加えて、総合的に評価できるモデルを開発する。その中で海洋肥沃化技術の導入シナリオを設定し、各シナリオにおける食料やエネルギー需給への影響について検討する。また、環境面と社会経済面の双方を考慮した統合的な指標による技術の評価を行う。

構築したモデルや評価手法を具体的な海域肥沃化技術に適用することによって、その有効性や問題点についての検討を行う。対象としては、人工湧昇流技術、深層水を利用した海域肥沃化技術、養殖による海域肥沃化効果を中心に検討を行う。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

(1) 吉本治樹、多部田茂、白田慶一郎: 海底マウンドによる人工湧昇流技術の包括的環境影響評価, 日本船舶海洋工学会論文集, 11, 221-227, 2010、査読有

(2) 松田昌賢、多部田茂: VPA によるマイワシ

資源量の順応的管理-海域肥沃化時の検討-, 日本船舶海洋工学会論文集, 10, 221-228, 2010、査読有

(3) 長谷部雅伸、多部田茂: 海水流動モデルにおける静水圧・非静水圧領域の動的接続, 土木学会論文集 B2, 65(1), 426-430, 2010、査読有

(4) 清水康弘、多部田茂、木下嗣基: 食料経済モデルによる海域肥沃化の効果の検討, 日本船舶海洋工学会論文集, 9, 29-36, 2009、査読有

(5) T. Kinoshita, S. Tabeta, N. Tanabe: Slow jet plume due to submarine groundwater discharge, Geophysical Research Letters, 36, 2009、査読有

[学会発表] (計11件)

(1) 長谷部雅伸、多部田茂: 静水圧・非静水圧領域を動的に接続した流動モデルの密度流問題への適用, 第57回海岸工学講演会, 2010年11月12日, 京都

(2) M. Hasebe, S. Tabeta: Unsteady buoyant jet simulations using dynamic connection scheme of hydrostatic and non-hydrostatic zone, The 29th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, 2010年6月8日, Shanghai

(3) S. Tabeta, T. Kinoshita, H. Yoshimoto, Y. Shimizu, Y. Matsuda: DEVELOPMENT OF TOOLS TO ASSESS ECOSYSTEM AND ECONOMIC IMPACTS DUE TO OCEAN FERTILIZATION TECHNOLOGIES, The East Asian Seas Congress 2009, 2009年11月23日, Manila

(4) 白田慶一郎、多部田茂: 沿岸海域における魚類の行動モデルの開発: 日本船舶海洋工学会講演会秋季講演会, 2008年11月25日, 東京

(5) S. Tabeta, T. Kinoshita, Y. Shimizu: Development of food economy model to investigate the effect of ocean fertilization, The Pacific Congress on Marine Science and Technology (PACON2008), 2008年6月3日, ホノルル