

平成 26 年度公開成果発表会（概要）

日 時：平成 26 年 11 月 21 日（金） 13:00～17:30

場 所：三宮研修センター

主 催：環境省「環境研究総合推進費」S-13 プロジェクト「持続可能な沿岸海域実現を目指した沿岸海域管理手法の開発」、（公財）国際エメックスセンター

概 要

平成 26 年度公開成果発表会は、三宮研修センター（神戸市）で開催され、関係する研究者や行政関係者、一般市民等、約 80 名が参加した。講演では、環境省「環境研究総合推進費」S-13「持続可能な沿岸海域実現を目指した沿岸海域管理手法の開発」に係る平成 26 年度の研究成果について報告があり、今後の研究の方向性等について意見交換が行われた。



講師（講演順）

テーマ 1 閉鎖性海域・瀬戸内海における栄養塩濃度管理手法の開発

栄養塩濃度管理法開発

西 嶋 渉（広島大学）

干潟・藻場の栄養物質循環・生物再生産に果たす機能の解明

多田 邦尚（香川大学）

テーマ 2 開放性内湾が連なる三陸沿岸海域における沿岸環境管理法の開発

遷移する沿岸環境監視とそれを応用した沿岸海域管理法開発

小松 輝久（東京大学）

森－川－海の栄養物質輸送機構の解明

門谷 茂（北海道大学）

森－海の物質輸送に果たす有機物の役割解明

吉村 千洋（東京工業大学）

森－海の物質輸送に果たす有機物の役割解明

西村 修（東北大学）

テーマ 3 陸棚・島嶼を含む国際的閉鎖海域・日本海の海域管理法の開発

国際的閉鎖性海域の管理法提案

吉田 尚郁（環日本海環境協力センター）

日本海環境変動予測モデルの構築

森本 昭彦（名古屋大学）

日本海環境変動予測モデルの構築

広瀬 直毅（九州大学）

日本海高次生態系モデルの構築

郭 新宇（愛媛大学）

テーマ 4 沿岸海域の生態系サービスの経済評価・統合沿岸管理モデルの提示

生態系サービスの経済評価

仲上 健一（立命館大学）

沿岸海域三段階管理法提案

日高 健（近畿大学）

人文科学的考察に基づく市民と沿岸海域を結ぶ物語の発見・構築・継承

印南 敏秀（愛知大学）

対馬・五島の海洋保護区における漁業活動調整

清野 聡子（九州大学）

総括，テーマ 5 沿岸海域管理のための統合数値モデル構築

柳 哲雄（国際エメックスセンター）

総合討論

1. 講演

テーマ1 「閉鎖性海域・瀬戸内海における栄養塩濃度管理法の開発」

1) サブテーマ1：栄養塩濃度管理法開発（広島大学 西嶋 渉）

本研究の目的は、「灘湾管理を基本とする健全な物質循環と高い生物生産性」を目指した沿岸管理手法の開発である。本研究では、栄養塩から動植物プランクトンを経てプランクトン食性魚へと至る低次生態系と、魚食魚へと至る高次生態系を繋ぐものとして、プランクトン食性魚（イカナゴ、カタクチイワシ等）に着目している。実際に、瀬戸内海の代表的魚食魚であるタチウオの胃内容物を調べると、カタクチイワシやイカナゴの割合が高く、これらが餌資源として重要であることが示唆される。ここでの課題は、①栄養塩からプランクトン食性魚までの生産構造解明と、②プランクトン食性魚の再生産場特定・健全性評価であると考えている。

生産構造の解明については、安芸灘及び広島湾を対象とし、水柱基礎生産速度の算出、動物プランクトン・クラゲ類現存量の調査を年4回実施し、上位栄養段階への転送効率を算出する。また、底生生態系についても、底生微細藻類から二枚貝類への転送効率を算出する予定である。今年度は、予備調査として水柱基礎生産速度を算出した。

イカナゴ再生産場については、仔魚の耳石解析による孵化日の推定と流動解析を組み合わせることで産卵場所の推定を行い、実際に夏眠成魚を確認した後、産卵環境となる砂地の状況等を調査し、健全性を評価する。また、将来的な個体群管理を想定し、瀬戸内海に存在するイカナゴ個体群の解析を、マイクロサテライトDNA解析により行う計画である。このうち今年度は、マイクロサテライトマーカーの開発を進めている。また、イカナゴの底質選好性の調査も実施した。

2) サブテーマ2：干潟・藻場の栄養物質循環・生物再生産に果たす機能の解明（香川大学 多田 邦尚）

本研究の目的は、干潟・藻場の機能の定量化であり、今年度・来年度は、藻場について重点的な調査を実施することとしている。藻場は、水産生物の産卵・生育の場であり、このような場が失われれば、どんなに水質を改善しても生物生産性は増加しないと考えられる。

調査対象地域は香川県生島湾で、湾内のほぼ全域がアマモ場となっており、大きな流入河川もないため、比較的単純な構造である。調査項目は、水中の栄養塩濃度、堆積物からの栄養塩溶出、アマモ現存量で、今年度は予定調査回数4回のうち3回までを終えた。

水中の栄養塩濃度については、潮汐による大きな変化は認められなかった。湾内外の栄養塩収支を算出すると、窒素・リンはほぼ同程度、ケイ素はやや流出量が多い結果であった。堆積物からの栄養塩溶出については、窒素・ケイ素の溶出が認められ、リンは逆に堆積物に吸着されていた。このように、堆積物から栄養塩が溶出しているにもかかわらず、水中の栄養塩濃度がほぼ一定であったことから、堆積物からの溶出分は、アマモの葉部から吸収されたと考えている。ただし、ケイ素はアマモが必要としなため、堆積物からの溶出分も加味されて、湾外に流出していくと考えている。その他、新たな試みとして、CO₂分圧の測定やソナーを用いたアマモ場の探査を試行しており、アマモ場における炭素吸収量の推定やアマモマップの作製ができる可能性がある。

テーマ2 「開放性内湾が連なる三陸沿岸海域における沿岸環境管理法の開発」

1) サブテーマ1：遷移する沿岸環境監視とそれを応用した沿岸海域管理法開発（東京大学 小松 輝久）

本研究では、開放的内湾として三陸のリアス式内湾を対象とし、津波発生以降の沿

岸環境の遷移のモニタリングと「みえる化」、里海創生手法の提案等を目指す。研究対象地域の志津川湾は、三陸の典型的なリアス式湾で、地元から魚介類養殖の適正配置に関する情報提供の要望等がある。藻場の分布や海底地形、がれきの堆積、筏の分布状況調査の他、遷移帯にある藻場の変化の調査、養殖の環境収容力を予測するための基礎データ蓄積などを行っている。本研究の結果として、きれいで豊かな賑わいのある持続可能な志津川湾はどのような姿が望ましいのか、どのようにつくるのかを示していきたい。

これまでに、震災前後における藻場の遷移や筏の利用状況調査等を実施し、これらの結果を「みえる化」（藻場マップ作成等）している。今後は、巨大防潮堤が環境に及ぼす影響の評価や持続的沿岸環境を確保するための適切な人手のかけ方などを提案したい。

2) サブテーマ2：森－川－海の栄養物質輸送機構の解明（北海道大学 門谷 茂）

本研究では、科学的に不明な点も多い「森は海の恋人」の仮説について、定量的な検証を行う。研究対象地域の志津川湾では、カキ養殖が盛んであり、餌資源の基礎生産や栄養塩供給等の物質循環系の解明が必要である。

調査内容は、①流入河川における栄養塩濃度の変化、②湾奥から湾口にかけての水質変化、③湾内における広域的な水質・底質の季節変化としており、今年度は、流入3河川における定期的な水質調査と湾内15定点における広域的水質・底質調査を実施している。また、基礎生産の把握を目的とした、植物プランクトン、付着・底生微細藻類の現存量推定及び基礎生産速度の算出、カキの生物量推定も行った。今後は、引き続き河川からの栄養塩負荷量の解析等を進めるとともに、カキを中心とした志津川湾の物質循環について解明を進める予定。

3) サブテーマ3：森－海の物質輸送に果たす有機物の役割解明（東京工業大学 吉村 千洋、代理発表：藤井 学）

本研究では、陸域から供給される鉄が沿岸域の生物生産性に貢献するという仮説について検証を行う。具体的には、①沿岸域での鉄の化学動態、②溶存有機物の性質と起源、③沿岸域での鉄の生物利用性（微細藻類の鉄摂取）について調査を行い、最終的には鉄と有機物に着目した森・川・海のつながりの定量的解明を目指す。

これまでの調査の結果、沿岸域での鉄の化学動態については、河川の鉄濃度は内湾より数倍高いことが分かった。溶存有機物の性質については、河川上流から海へと流下するに従い、腐植質が減少し、タンパク質が増加した。一方、DOC濃度には大きな変化はみられなかった。沿岸域での鉄の生物利用性については、微細藻類への鉄摂取を培養実験により調べたところ、明条件では時間経過とともに細胞内への鉄摂取が増加したが、暗条件では増加しなかったことから、光照射が重要であることが分かった。

今後は、鉄や有機物の観測を継続するとともに、時空間分布や起源を明らかにしていく。また、多様な環境下で微細藻類による鉄摂取を明らかにすることで、物質輸送モデルに組み込み可能な知見を蓄積していく予定である。

4) サブテーマ4：森－海の物質輸送に果たす有機物の役割解明（東北大学 西村 修、代理発表：坂巻 隆史）

本研究では、沿岸域における様々な課題と密接な関係のある有機物動態に関する科学的知見の提示を目指す。具体的には、①流域由来有機物の動態と生物生産・生物多様性への寄与、②藻場由来有機物の生物生産・生物多様性への寄与、③水産養殖における有機物動態と環境・生態への影響、④有機物動態の計算に必要な条件とサブモデルの提示を行うこととしている。有機物動態の解析には、炭素安定同位体比や脂肪酸組成を利用している。

これまでの調査の結果、志津川湾内における底質中の有機物の起源については、局所的に陸起源である可能性が示唆されたものの、ほとんどの地点で海域起源であると推測された。カキ養殖場における有機物をみると、養殖場内では Chl. *a* 濃度が高く、場外では低くなっており、カキ養殖場が藻類起源有機物の供給源になっていると考えられた。また、表層では藻類起源の有機物が相対的に多いが、底層では減少しており、底層付近で速やかに分解されていると考えられた。カキのフンによる酸素消費を測定したところ、非常に大きい結果であったが、養殖場内外の底泥の酸素消費速度には大きな違いがみられず、現状、問題とはなっていないようであった。今後は、継続してデータを蓄積するとともに、生物への影響を検証していく予定である。

テーマ3 「陸棚・島嶼を含む国際的閉鎖海域・日本海の海域管理法の開発」

1) サブテーマ1：国際的閉鎖性海域の管理法提案（(公財)環日本海環境協力センター 吉田 尚郁）

テーマ1、テーマ2で研究対象としている瀬戸内海、三陸沿岸は日本だけで管理を行うが、テーマ3で対象とする日本海は、中国・韓国等と連携した国際的管理が必要となる。本テーマでは、海水温の上昇が日本海全体の生態系に及ぼす影響、東シナ海が日本海に及ぼす影響、陸域からの影響を解明し、今後の日本海の管理について提案することを目指す。

今年度は、①管理手法に関する国内外の情報の収集、②観測データの整備・提供、③日本海の国際共同管理に向けた北太平洋地域海行動計画(NOWPAP)への研究成果提供、調整等を行っており、次年度以降も引き続き作業を進める予定。

2) サブテーマ2-1：日本海環境変動予測モデルの構築（名古屋大学 森本 昭彦）

サブテーマ2では、日本海の海洋環境が、気候変動や東シナ海の環境変動によりどのように変化するかを定量的に予測する低次生態系モデルを構築し、特に日本沿岸からの負荷の影響と将来変動について解明することを目的としている。本研究では、これまでに蓄積してきた日本海南西海域・東シナ海陸棚上の観測データに基づき、物理-低次生態系モデルを開発する。その後、東シナ海の富栄養化や長江流量の変化等に伴う日本海低次生態系の変化予測を計算し、その結果に対する関係各国の連携・海域管理の取組方策等を提案する予定である。

今年度の研究では、対馬海峡から流入する栄養塩量の経年変化の把握、物理-低次生態系モデルの作成・検証等を行ってきた。物理モデルは、九州大学応用力学研究所開発の「DREAMS」を用い、これに2種類の低次生態系モデルを結合させている。2つの違いはプランクトンを小型と大型に分けているか否かである。モデルの検証として、Chl. *a* の再現を試みているが、もう少しパラメータの調整が必要な状況である。今後は、モデルの調整を進めるとともに、観測データのある年について再現計算を実施する。そして、対馬海峡から流入する栄養塩量が増加したときに、日本海の低次生態系がどのように応答するかを定量的に示す予定である。

3) サブテーマ2-2：日本海環境変動予測モデルの構築（九州大学 広瀬 直毅）

サブテーマ2-1では比較的短い期間の低次生態系モデルを構築するが、本研究では、定量性を重視した長期間の低次生態系モデルを構築し、日本沿岸からの負荷の影響と将来変動について解明することを目指す。

今年度は、物理モデル「DREAMS」に低次生態系モデル「NPZD0」（栄養塩、植物プランクトン、動物プランクトン、デトリタス、溶存酸素から構成）を導入した統合モデルを構築し、東シナ海・日本沿岸からの栄養塩負荷の影響の計算を、モデルの検証も兼ねて実施した。今後は、モデルの信頼性向上を図るとともに、過去50年間の再現及び100年後までの変動予測が可能なモデルの構築を目指す予定である。

4) サブテーマ3：日本海高次生態系モデルの構築（愛媛大学 郭 新宇）

本研究では、スルメイカとズワイガニに着目した高次生態系モデルを構築し、環境変動に対する応答や環境管理の効果について予測することを目指す。

今年度は、スルメイカのモデル作成を進めており、本種の生活史に基づく分布特性を考慮し、モデルの計算対象範囲を設定した。また、表層粒子追跡計算により、初期幼生の拡散予測等を進めている。次年度は、本モデルの検討を進めるとともに、ズワイガニのモデル作成にも着手する予定である。

テーマ4「沿岸海域の生態系サービスの経済評価・統合沿岸管理モデルの提示」

1) サブテーマ1：生態系サービスの経済評価（立命館大学 仲上 健一）

本研究では、瀬戸内海、三陸沿岸、日本海を対象とし、沿岸海域開発プロジェクトの経済評価、生態系サービスの経済評価、サステナビリティ評価を行うことで、管理すべき生態系サービスの種類・場所・程度を把握する。これらを踏まえて、沿岸開発プロジェクトの在り方や統合的沿岸海域管理の手法の提案を目指す。

生態系サービスの経済評価については、今年度は、評価方法の一つとして採用するヘドニック手法で対象となる生態系サービスを特定するために、広島県で調査を実施した。その結果、「レクリエーション」、「漁村・漁港」、「景観の美しさ」について注目すべきであると考えられた。また、3つの対象海域の中から特徴的な里海をケースサイトとして選定（志津川（三陸）、七尾（日本海）、日生（瀬戸内海））し、周辺住民のケースサイトへの愛着度分布（心理的範囲）を調べた。今後は、過去50年と今後50年で評価がどのように変化するかを含めて検討を進めていく予定。

2) サブテーマ2：沿岸海域三段階管理法提案（近畿大学 日高 健）

本研究では、沿岸域を3つの段階に区分し、それぞれに応じた管理方法を考える。第一段階は、小さな里海をつくり、管理するもので、市町村レベルでの管理を想定しており、里海づくりの様々な事例がある。第二段階は、物質循環の範囲をカバーするもので、都道府県レベルでの管理を想定している。第三段階は、例えば瀬戸内海全体のように都道府県レベルを超え、国レベルで行う管理を想定している。

沿岸域の総合管理には、人間活動をコントロールする必要がある。法制度上の沿岸域は、法定外公共物としての海面、公共物としての公共海岸、無主物である水産資源という「皆のもの」と同時に「誰のものでもない」という性格が混在しており、このような状況では「コモンズの悲劇」を招く。回避するためには、一元管理もしくは協働管理を行う必要がある。管理の中心となるのは都道府県（一部市町村も含む）であり、地域で行われている取組に対する関わり方が重要であると考えている。

研究方法は、基本的には様々な地域で行われている先行事例を分析し、ポイントを抽出する方法であるが、第二段階の管理については事例が少ないため、小規模の類似事例等も含めて考えていく必要がある。

3) サブテーマ3：人文科学的考察に基づく市民と沿岸海域を結ぶ物語の発見・構築・継承（愛知大学 印南 敏秀）

現在、沿岸海域における漁業者は人口の0.2%しかおらず、大多数の一般市民、特に若い世代の意識から海の存在が消えてしまっていることから、海の魅力を訴えていく必要がある。しかし、かつて存在した豊かな里海の形は、現在は高齢者の記憶にしか残っておらず、衰退の危機にある。

本研究では、「郷土食」と「漁民文化」に着目している。現在は3海域（瀬戸内海・三陸沿岸・日本海）で予備調査を実施し、研究対象とする海産資源や魚食文化、人や技術の移動等の検討を行っている。今後の予定は、来年度より、郷土食と漁民文化のフィ

ールド調査等を開始し、三年目の末には人文科学面での郷土研究の完成を目指す。4年目以降は、人文科学の研究成果を社会科学・自然科学と統合させ、市民が納得できる「里海物語」をつくりたい。また同時に、里海継承活動の支援と活動の手引き作成等も進めていきたい。

4) サブテーマ4：対馬・五島の海洋保護区における漁業活動調整（九州大学 清野聡子）

本研究では、地域の漁業者や住民と協働して様々な研究を行うことにより、ボトムアップで海洋保護のあるべき姿や方法等を考えていく手法をとっている。また、海洋保護区について、生物の視点だけでなく、場としての物理や気象にも着目している。

これまでの研究として、五島では、重要な水産資源のキビナゴについて、生息を支える海岸地形の変化に着目した調査を実施している。また、地域の文化や特徴的な地形、生物等の情報を蓄積し、「ナチュラルヒストリー」の作成を目指している。対馬では、漁業者や市民との対話のためのワークショップ開催や漁業者と連携した潮流・魚類相調査等を実施している。

テーマ5「沿岸海域管理のための統合数値モデル構築」（(公財)国際エメックスセンター 柳哲雄）

今年度の活動については、総括班としては、研究の方向性や進捗状況等確認のためのアドバイザリー会合を開催している。テーマ5については、瀬戸内海と三陸沿岸におけるモデル開発をコンサルタントに委託しているため、方向性や進捗状況確認のためのワーキングを開催しており、今後開催する第3回ワーキングで評価・検討を行う予定である。また、国民との対話の場として、本プロジェクトの内容を公開講演会で発表している。これまでにテーマ1を中心とした内容を神戸、テーマ2を中心とした内容を仙台で開催した。今後、テーマ3に関する内容で富山、テーマ4に関して東京で開催予定としている。その他、本プロジェクト専用ホームページを開設するとともに、国際ワークショップにおける発表や論文発表等を実施、もしくは予定している。

中間評価が実施される3年目までの成果目標として、テーマ1では「豊かな」瀬戸内海実現へのロードマップの提示を考えている。テーマ2では藻場復活のために必要な人手の提示、漁業者と協働した最適カキ養殖量の決定、「森は海の恋人」の定量的解明を目指す。テーマ3では2025年の日本海水温・塩分・流動予測の提示、東シナ海と日本海の低次生態系特性の解明、MPA設定のメリット・デメリット評価を目指す。テーマ4では、生態系サービスの経済的価値、少子高齢化を踏まえた持続可能性、沿岸域管理における第二段階の成功例・失敗例、一般市民の沿岸域管理への巻き込み方の提示、MPAの漁業活動調整法を提示したい。テーマ5では、大阪湾における底層貧酸素水塊、播磨灘における栄養塩管理、広島湾におけるカキ養殖、洞海湾における貧酸素水塊解消に関する4つのモデルについて、一般市民への見える化と精度表示を行ったうえで、次のモデル作成に進みたい。

2. 総合討論（主な意見を記載）

- ・沿岸海域を対象とする以上、周辺地域の住民等、陸域との関係を視野に入れて、陸と海との関係を強調してほしい。
- ・テーマ4について、自然科学系の部分とのつながりが見えにくい。モデル作成で実施する長期予測に関して、生態系サービスの経済評価がどう変わるかなどの視点を入れてはどうだろうか。
- ・今回、栄養塩や鉄などのミネラルについては発表にあったが、砂防ダム等により土砂供給が減少していることについてはどう考えているのか。魚類を増やしていくた

めには、土砂の管理も考えていく必要があるのではないか。

- この研究は年次で進めるので、今年度は最終目標に対してどのくらい進んだか、最終目標に対して進んでいることをできる限り見えるようにしたほうが、継続的な研究資金確保のためにも良い。研究によっては、最終目標や新たな知見、成果を行政施策にどう反映させるかが必ずしも明確でない。
- 行政は様々な施策を行っており、全て公表されているので、それらが自分たちの研究と比較してどのような位置づけにあるか確認してほしい。そうすることで、この研究の方向性と自分たちの研究の方向性がマッチしてくるのではないか。

以上