

【4-1304】島嶼－サンゴ礁－外洋統合ネットワーク系動態解明に基づく石西礁湖自然再生への貢献 (H25～H27)

灘岡 和夫 (東京工業大学)

1. 研究計画

本研究では、石西礁湖及び周辺海域におけるサンゴ礁生態系の広範な衰退現象とその背後にある回復力（レジリエンス）の減退をもたらしているメカニズムを明らかにするべく、そのキーとなる、石西礁湖周辺海域における島嶼からの環境負荷及びサンゴ礁生物の分散・再生産過程を“島嶼－サンゴ礁－外洋統合ネットワーク系”の観点から解明する。そして、それに基づいて、有効な石西礁湖自然再生策につながる科学的知見を提供する。

＜石西礁湖周辺で想定される複雑な生物・環境ネットワーク＞



2. 研究の進捗状況

(サブテーマ1)「島嶼－サンゴ礁－外洋」統合型解析のベースとなる多重スケール海水流動・物質輸送モデル、陸源負荷モデル等の開発・高度化を図った。また、沿岸低次生態系モデルの開発も行い、分散生物個体にとっての餌料環境（特に水柱の植物プランクトン量）や水温・塩分などの環境要因を定量的に評価するモジュールの開発を行った。またオニヒトデ幼生の生残・分散モデルの開発、およびオニヒトデ成体の行動予測モデルの開発にも着手した。さらに、幼生分散過程におけるソース・シンクエリアとしての局所スケール沿岸生態系のストレス応答のモデル化を進め、複合ストレス影響評価を行った。また、以上のモデル開発・検証のための各種現地調査を他のサブテーマメンバーと連携して実施した。今後は低次生態系モデルやオニヒトデモデル、陸源負荷モデルの結合を進めると共に、モデルのアウトプットを検証する為に他のサブグループから得られる結果や既存の観測データの活用を進める。

＜テーマ間連携・役割分担から見た研究構成＞

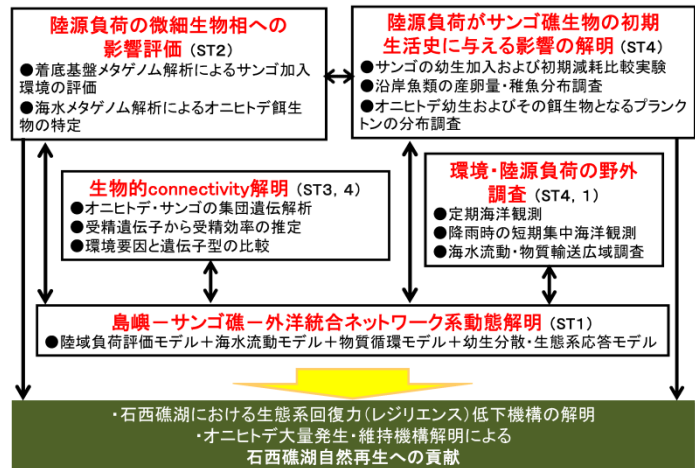


図 研究のイメージ

(サブテーマ2) 陸源負荷が生物多様性・分布密度に及ぼす影響をメタゲノム解析により明らかにした。オニヒトデ幼生の分子同定技術を開発した。また、サンゴの着底板を設置し、メタゲノム解析により、着定板に付着した生物を網羅検出する技術開発に成功した。さらにストレス環境下におけるサンゴ共生藻の発現遺伝子の比較・定量等からサンゴのストレス度を測定する手法を開発中である。

(サブテーマ3) 石西礁湖およびその周辺海域におけるサンゴ礁生物(オニヒトデ・造礁サンゴ)の採集を行うとともに、集団遺伝解析のための新規遺伝子マーカー開発を行った。それらを用い

た解析により、石西礁湖内の西側の海域で、造礁サンゴ3種に共通の遺伝障壁を検出した。さらに、オニヒトデ幼生を海水から簡易検出・同定する手法を開発中である。

(サブテーマ4) 石西礁湖内における造礁サンゴの幼生加入ポテンシャルを評価するため、天然の幼生着生量および人工的に着生させた幼体の生残を、異なる環境を代表する地点間で比較した。また、オニヒトデ大量発生の際となる幼生出現期の餌環境を週1回のペースで調査し、約2ヶ月間の変遷を示すデータを得た。さらに、水産資源としても重要な沿岸魚類の産卵量を推定するとともに礁湖内の定期観測によって海洋環境の基礎データを蓄積した。

3. 環境政策への貢献

1) 陸域対策に関して

台風前後に実施した広域多点一斉調査における海水中の栄養塩類分析やメタゲノム解析の結果から、出水時に石垣島南部海域に陸源負荷が大きく作用していることが示唆された。この事実は、陸源負荷を効率的に抑制するための陸域対策の対象流域を絞り込むことに有効活用できると考えられる。今後、陸源負荷モデルや海域の低次生態系モデルを用いた解析を活用することで、陸域対策に関してより定量的な指針を示すことができると期待される。

2) オニヒトデ大量発生の抑制

オニヒトデの幼生分布と、幼生が経験する栄養塩類や植物プランクトン量といった環境因子を、同時に広域・多点で観測した。その結果、餌となる植物プランクトン量が増加する時期に、オニヒトデの幼生も増加する傾向が確認された。このことは、栄養塩類の供給に伴う植物プランクトンの増殖を抑制することで、オニヒトデ幼生の増加、ひいてはオニヒトデの大量発生を小規模化できる可能性を示唆している。今後より詳細な解析から、オニヒトデ大量発生の抑制に重要な対策を具体化していくことを検討する。

3) 白化のリスク評価

生態系ストレス応答モデル開発の一環として、高水温による白化現象の発生場所を細かく予測するモデルを開発し、石西礁湖内で白化の起きやすいエリアを評価できる可能性が示された。今後モデルの精度を上げて、脆弱性から見た空間ゾーニング等に应用することが期待される。

4) 海洋保護区を設定するためのサンゴの海域区分

造礁サンゴ3属について石西礁湖周辺の幼生分散による connectivity を集団遺伝解析によって調べたところ、遺伝的な分化の度合いは繁殖生態や幼生分散期間によって多少の違いはあるものの、造礁サンゴに共通する遺伝障壁が石西礁湖内に存在することがわかった。今後さらに解析地点数を増やしていくとともに、幼生分散数値シミュレーションと併せて解釈することにより、現状の海洋保護区の評価や、新たに海洋保護区を設定する際の候補海域の特定に寄与することができると期待される。

4. 委員の指摘及び提言概要

石西礁湖におけるサンゴ礁の再生とオニヒトデの拡散定着に関するモデルについては、研究成果が期待できる。一方で、人間活動による河川からの栄養塩流入負荷などの社会的要因については、河川一本一本の検証などより細かな分析が必要である。今後、陸上からの負荷の実態の変化など、状況証拠も含んだ傾向の解析も行い、全体のモデル化を進め、サンゴ礁生態系保全に対する説得力のある政策提言を望む。

5. 評点

総合評点： A