

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 15 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2008 ～ 2011

課題番号：20246081

研究課題名 (和文) 動的統合系としての極浅海域生態系の維持・変遷機構解明と複合ストレス下での機能再生

研究課題名 (英文) Clarifying maintenance and transition mechanism of ecosystems in very shallow coastal waters and restoration of their functions under multi stresses

研究代表者

灘岡 和夫 (NADAOKA KAZUO)

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：70164481

研究分野：沿岸環境学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：極浅海域, サンゴ礁生態系, 複合ストレス, 維持・変遷機構, 機能再生, 物質循環モデル, 集団遺伝学的解析, fragmentation metrics 解析

1. 研究計画の概要

(1) サンゴ礁生態系に作用する複合ストレスのうち, これまで定量化がほとんど出来ていない地下水経由の栄養塩負荷量の評価を可能にするべく, ^{222}Rn トレーサー濃度計測法と地下水流出シミュレーションとを組み合わせた方法を開発する。そして開発済みの熱輸送モデルや赤土輸送モデル, さらに下記(2), (3)で開発するサンゴ礁炭酸系動態・物質循環モデル等に基づいて, サンゴ礁生態系に作用する複合ストレスの統合的な評価モデル体系の開発を目指す。

(2) サンゴ礁生態系物質循環の根幹をなすサンゴ群集代謝に関して, サンゴ礁海水流動・炭酸系動態シミュレーションに多地点炭酸系計測データを同化させる新たな手法を開発することにより, サンゴ礁の複雑な地形・海底被覆空間構造の効果を陽に取り込んだ形の群集代謝評価法を確立する。これによりサンゴ礁全体として CO_2 吸収となる条件を明確にする。

(3) サンゴ礁生態系を, サンゴ群集を基幹とした「サンゴー藻場ー干潟ーマングローブ」動的統合系としての極浅海域生態系として捉え, サンゴ群集代謝および複合ストレス空間分布の評価モデルを取り込んだ統合的な物質循環・低次生態系モデルを構築する。

(4) 短期的なサンゴ群集の維持・変遷機構だけでなく, 中・長期的な群集維持・変遷機構を明らかにするため, 遺伝的解析手法をさらに導入することにより, サンゴ群集の自己加入過程やconnectivityから見た維持機構の基本プロセスの解明とその環境影響評価を行う。

(5) 景観生態学的手法に基づく fragmentation metrics 解析を多時点の衛星画像解析に適用して群集のパッチ性やその多層スケール構造等の変遷を明らかにすることにより群集の空間

的分布構造の変遷を定量的に評価し, 複合環境ストレスの変遷との対応関係を解明する。

(6) 群集間競合関係と環境変動応答過程等のモデル化に基づいて極浅海域生態系を構成する群集構造の時空間変遷過程を表現する動的統合生態系モデルを構築し, 環境ストレス増加に伴うサンゴ群集優占型から藻場優占型へのフェイズ・シフトといった強非線形過程の解析を可能にする。

(7) 以上に基いて, 複合ストレス中の制御可能要因についての合理的制御目標設定指針等を提示することにより, 動的統合系としての浅海域生態系の機能保全・再生策構築に寄与する。

2. 研究の進捗状況

(1) 地下水経由栄養塩負荷について, ^{222}Rn トレーサー濃度計測法と栄養塩自動分析法, 塩分計測等に基づく地下水起源の栄養塩フラックス評価法を確立し, サンゴ礁内の多地点で地下水起源栄養塩フラックスを定量化した。また, 地下水流出モデルを調査対象地域に適用し, 流出パターンを概ね再現することに成功した。

(2) 開発済みのサンゴ礁海水流動モデルをベースに, 関連する現地計測データ等に基づいてサンゴ礁物質輸送モデルや炭酸系動態モデルを開発し, 石垣島東海岸で得られた現地計測データを良好に再現することに成功した。また, この炭酸系動態モデルによって, 同サンゴ礁海域での CO_2 放出・吸収特性が時空間的に大きく変動する特徴を持つことや, 夏期では同サンゴ礁全体として吸収側に働くことを示した。

(3) これらの海水流動, 物質輸送, 炭酸系動態モデルや, 関連する現地データ解析の結果等に基づいて, サンゴ礁物質循環・低次生態系モデルの基本形を開発した。

(4) 造礁サンゴ群集の形成・維持・変遷機構の解明の上で重要となる遺伝構造分布特性に関して、八重山列島内でサンプリングを行い、集団遺伝特性を比較した。その結果、対象海域での局所的な connectivity の特性を明らかにすることができた。特に、サンゴ礁内と外洋側では遺伝的に分化しており、サンゴ礁内はサンゴ礁内同士で、外洋は外洋側同士で比較的遺伝的に近いことを明らかにした。そのことから、異なる環境下で幼生着定時ないし着定後に selection が生じている可能性が示唆された。

(5) 景観生態学的手法に基づく fragmentation metrics 解析を多時点の衛星画像解析に適用し、群集のパッチ性やその多層スケール構造等の変遷を明らかにした。さらに、同解析手法を隣接流域での土地利用空間構造分析に適用し、土壌流出解析と組み合わせることにより、土地利用の空間構造特性と土壌流出特性の関連性について検討した。

3. 現在までの達成度

②概ね順調に進展している

理由：「1. 研究計画の概要」に記載している7項目のうち、最終年度に予定している(6)、(7)を除き、ほぼ予定どおり研究が進展している。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 昨年度までに引き続いて地下水経路の栄養塩負荷等に関する現地調査を実施するとともに、関連するストレス負荷量評価モデルの開発を進め、下記の(2)、(3)で開発するサンゴ礁炭酸系動態・物質循環モデル等とリンクする形で、サンゴ礁生態系に作用する複合ストレスの統合的な評価モデル体系の開発を行う。

(2) 別プロジェクトで開発している新型チャンバーを用いた現地計測データ等に基づいてサンゴ礁炭酸系動態モデルの高度化・一般化を図るとともに、いくつかの地球温暖化シナリオのもとに想定される外洋水温や CO₂ 分圧条件、陸源負荷条件、様々なサンゴ礁内の海底被覆条件等での CO₂ 吸収・放出のサンゴ礁内の時空間分布特性等を明らかにする。

(3) 物質循環・低次生態系モデルをさらに発展させ、「サンゴ-藻場-干潟-マングローブ」動的統合系に関する統合モデル構築を行う。その妥当性の検証のために、種々の現地データとの比較等を行う。

(4) 昨年度までに得られた現地調査データに基づいて、リーフ内外の群集間の局所的な connectivity と環境ストレスとの関係に着目した調査分析を実施する。

(5) fragmentation metrics 解析法等を多時点での衛星画像に適用することにより、サンゴ礁における群集空間分布構造の変遷を明らかにするとともに、それとサンゴ礁への複合環境ストレスとの関連性について検討する。

(6) サンゴ礁内群集間競合関係と環境変動応

答過程等のモデル化を行うことによって、極浅海域生態系を構成する群集構造の時空間変遷過程を表現する動的統合生態系モデルの基本形の構築を目指す。同モデルに基づいて、複合ストレス中の制御可能要因についての合理的制御目標設定スキーム案を検討する。

5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕(計24件)

①Blanco AC, Watanabe A, Nadaoka, K, 他3名, Estimation of nearshore groundwater discharge and its potential effects on a fringing coral reef, Marine Pollution Bulletin, 62, 770-785, 2011, 査読有

②Takino T, Watanabe A, Motooka S, Nadaoka K, 他2名, Discovery of a large population of *Heliopora coerulea* at Akaiishi Reef, Ishigaki Island, southwest Japan, Galaxea, 2011, in press, 査読有

③Blanco, A.C., Nadaoka, K., 他2名, Dynamic evolution of nutrient discharge under stormflow and baseflow conditions in a coastal agricultural watershed in Ishigaki Island, Okinawa, Japan, Hydrological Processes, 24(18), 2601-2816, 2010, 査読有

④Yasuda, N., T. Takino, M. Kimura, C.L. Lian, S. Nagai and K. Nadaoka, Genetic structuring across the reef crest in the threatened blue coral, *Heliopora coerulea* (Helioporidae, Octacorallia) in Shiraho Reef, southwest Japan, Advance in Genetic research, 2010, in press, 査読有

〔学会発表〕(計51件)

①Nadaoka K, Watanabe A, 他4名, Toward comprehensive assessment and prediction of multiple environmental stresses on coral reef ecosystems and their responses based on numerical simulation models, 2nd Asia Pacific Coral Reef Symposium, 2010年6月21日, Phuket, Thailand

②Yamamoto T., A. Watanabe, Y. Tanaka, K. Nadaoka, 他2名, Development of a nutrient dynamics model in coral reef ecosystem, 2nd Asia Pacific Coral Reef Symposium, 2010年6月21日, Phuket, Thailand

③Watanabe A., Y. Maeda, K. Nadaoka, 他3名, Evaluation of CO₂ flux in Shiraho reef using a newly - developed carbonate system dynamics model, 2nd Asia Pacific Coral Reef Symposium, 2010年6月21日, Phuket, Thailand

④Blanco, A. C., Nadaoka, K., Watanabe, A., 他3名, Spatio-Temporal Variation of Groundwater Discharge and Related Water Quality in the Nearshore Shiraho Reef, Ishigaki Island, 日本地球惑星科学連合2009年大会, 2009年5月16日, 千葉県・幕張メッセ