

平成 21 年 6 月 2 日現在

研究種目：基盤研究（A）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18254003  
 研究課題名（和文） 包括的沿岸環境負荷モニタリング・予測に基づくアジア太平洋沿岸生態系の保全支援展開  
 研究課題名（英文） Scientific assistance for conservation of Asia and Pacific coastal ecosystems based on comprehensive monitoring and prediction of environmental loads  
 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

## 研究成果の概要：

様々な環境負荷要因による劣化の進行が著しい熱帯・亜熱帯域のアジア・太平洋諸国の沿岸生態系の保全に学術面から寄与するべく、地域の環境負荷要因の発生・波及・作用過程について、フィリピン、フィジー、サモア、沖縄で様々な現地調査を行うとともに、種々の数値モデルの開発、衛星画像解析、底質コア分析等を実施した。そして、これらの成果を地域コミュニティによる沿岸生態系保全の現場に役立てるための方法論の検討を行った。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	13,500,000	4,050,000	17,550,000
2007年度	10,400,000	3,120,000	13,520,000
2008年度	7,300,000	2,190,000	9,490,000
年度			
年度			
総計	31,200,000	9,360,000	40,560,000

研究分野：沿岸生態系保全，海岸工学・沿岸海洋学，環境シミュレーション・モニタリング

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：アジア・太平洋，沿岸生態系，環境負荷評価，長期連続モニタリング，数値モデル，環境収容力，コミュニティ・ベース，意志決定システム

## 1. 研究開始当初の背景

熱帯・亜熱帯域のアジア・太平洋諸国においては、貧困層の多くが沿岸域に暮らし生活の糧を沿岸資源に頼っていることや、高い人口圧力に伴う隣接する陸域からの高環境負荷などのため、沿岸資源・生態系悪化がかなり深刻である。最近ではさらに、広域的な高海水温ストレスによる大規模なサンゴ白化現象の発生に代表されるようなグローバルな気象・海象変動の影響も沿岸生態系にとって大

きな脅威となりつつある。このようなことから、もし適切な対応策をとらなければ、世界の中で最も生物多様性が高いとされている東南アジアを中心としたアジア・オセアニア沿岸生態系は、今後 20-25 年以内にそのサンゴ礁やマングローブ林、藻場等のほとんどが崩壊の危機にさらされると推測した報告もある (PEMSEA, 2003)。そのため、これらの地域での沿岸生態系の効果的な保全・管理を進めることが急務となっている。それには、まず、

これらの地域における沿岸生態系の実態と、それを取りまく様々な環境ストレス要因の内容をそれらの将来動向も含めて出来るだけ定量的かつ包括的に明らかにするとともに、当該の沿岸生態系が多様性を維持した形で安定的に存在し得る環境負荷レベルを定量化し、それらに基づく統合的沿岸生態系保全管理支援スキームを構築していくことが必要である。そして、地域コミュニティによる沿岸生態系保全の現場にこれらの科学的な知見に基づく生態系保全管理支援スキームを導入し運用・展開していくための方法論を、地域の歴史的・文化的背景を十分に踏まえた社会経済的・文化人類学的観点から検討していくことが不可欠となる。

## 2. 研究の目的

本研究では、これらの地域における沿岸生態系を取りまく様々な環境負荷要因の内容をそれらの将来動向も含めて出来るだけ定量的かつ包括的に明らかにするとともに、これらの環境負荷に伴う沿岸生態系の変遷の対応関係を明らかにし、それらの成果に基づく統合的沿岸生態系保全管理支援スキームを構築することにより、地域社会による沿岸生態系保全活動を学術面から支援することを目指す。

そのために、特にローカル環境負荷要因について、発生源としての隣接流域の地域社会そのものの構造特性の検討を行うとともに、沿岸生態系への環境負荷の波及・作用過程に関する数値シミュレーションモデルの開発を行う。そして、様々な現地調査を実施することにより、環境負荷の波及・作用過程の実態を明らかにするとともに、上記の数値シミュレーションモデルの検証データを得る。さらに、リモートセンシング画像解析や底質コア分析を行うことにより、過去数十年の陸源環境負荷の変遷や、それに対応する沿岸生態系の海底被覆状況との対応関係を検討する。

そして、これらの成果を地域コミュニティによる沿岸生態系保全活動に役立てるための意志決定支援システム (DSS) 構築の基本スキームの検討等を通じて、地域コミュニティによる沿岸生態系保全の現場にこれらの科学的な知見に基づく生態系保全管理支援スキームを導入し運用・展開していくための方法論を、地域の歴史的・文化的背景を十分に踏まえた社会経済的・文化人類学的観点から検討する。

## 3. 研究の方法

(1) 沿岸生態系への主要な環境ストレス要因である隣接流域からの環境負荷を合理的に評価するための陸源負荷評価モデルの開発を、regional scale, local (watershed) scale に関して行う。

(2) 隣接流域からの環境負荷量についての現地計測を行うことにより、上記モデルの検証データを得るとともに、陸源負荷量の特徴を明らかにする。

(3) GCM 予測シミュレーションによる降水量等の将来予測計算結果を上記の陸源負荷評価モデルに入力することにより、熱帯・亜熱帯域における将来的な降雨パターン等の変化に伴う陸源負荷量の将来変動動向について予測評価する。

(4) 沿岸生態系内への陸源負荷の移流・拡散過程、外洋からの高温水塊の波及・滞留過程等を定量的に評価・予測するための沿岸生態系環境負荷分布モデルの開発を行うとともに、そのための物理・化学・生物過程に関する現地調査をいくつかの海域において実施する。

(5) 陸源負荷の過去数十年間の変遷分析を行うために、フィリピン・サモア・沖縄等において底質コア採取・分析を行う。

(6) 過去 20 年程度のリモートセンシング画像を分析することにより、沿岸生態系におけるサンゴ等による海底被覆状態の経年的変化状況を明らかにするとともに、対応する時期の陸域の土地利用等の変遷を明らかにする。その結果と上記 5) の結果を総合することにより、隣接流域の土地利用／植生被覆の変化と沿岸生態系との変遷との関連性について検討する。

(7) ローカルな環境負荷の発生源としての地域社会の構造特性と歴史的・文化的背景を明らかにするために、フィジー、フィリピン、沖縄等において、さまざまな聞き取り調査を実施するとともに、関連する様々な社会統計データを収集し分析する。

(8) 数値モデルによるシミュレーション結果やリモートセンシング画像解析結果等を、地域コミュニティによる沿岸生態系保全の活動に役立てることを目的とした意志決定システム (DSS) 構築のための基本スキームのあり方を検討する。

(9) 伝統的な慣習に基づく地域コミュニティによる沿岸資源管理の現場に、これらの科学的な成果に基づく統合的沿岸生態系保全管理支援スキームを導入し運用・展開していく上で重要となる、地域コミュニティ内外での様々な conflict の回避方法、地域コミュニティ・NGO・研究者・行政間の連携スキームのあり方、人材育成方法等について、地域の歴史的・文化的背景を十分に踏まえた社会経済的・文化人類学的観点から検討する。そのために必要に応じて、地域コミュニティの様々なステークホルダーが参加する形のワークショップを開催する。

#### 4. 研究成果

(1) パプアニューギニアおよび台湾を対象に regional scale 土壌流出モデルを開発し、同モデルに、国立環境研究所による数十年スケールでのグローバルな気象変動予測シミュレーション結果を入力することにより、東南アジア沿岸域における土壌流出量の将来変化予測を行った。その結果、土壌流出量の有意な増加を示す地域がかなり存在することが示された。

(2) 沖縄・石垣島の小流域沿を対象に local (watershed) scale 土壌流出量評価モデルの開発を行い、同モデルに基づくシミュレーション結果から、流域内の土地利用・植生状態と流域末端での土壌流出特性との関係等を明らかにした。

(3) 陸源負荷評価モデル開発および検証データの取得のために、フィジー、サモア、沖縄において流域下端部での表層土壌流出量の長期連続計測を行った。また、同様の栄養塩流出量の長期連続観測を沖縄で実施し、栄養塩流出のいくつかの特徴を明らかにした。

(4) フィリピン、サモア、沖縄にてサンプリングした底質コア試料を分析し、過去数十年間の陸源負荷の経年変化特性を明らかにした。

(5) フィリピン・Mindoro 島北端の Puerto Galera 湾およびその周辺海域（主たる負荷：観光開発負荷）、同・Luzon 島中西部の Bolinao 沿岸海域（同：水産養殖負荷）、同・Metro Manila 南隣の Laguna 湖（同：周辺流域からの流入ならびに養殖負荷）等において、それぞれの水域での物理・生物・化学過程を解明するための総合的現地調査を実施した。

(6) 上記の現地調査結果に基づいて、各水域での流動物理や水質動態の定量的評価・予測のための数値モデル開発を行い、モデル検証を上記の観測データ等によって行った。

(7) 陸源負荷のうちの表層土壌流入に関して、local scale での沿岸域における移流・拡散・堆積・再浮上に関するモデル開発を行うとともに、現地データとの比較によってモデル検証を行った。さらに、栄養塩負荷分布評価モデルについても基本モデルの開発を行った。

(8) 石垣島東海岸を対象とした過去約 20 年間の衛星画像解析に基づいて、リーフ内海底被覆状態ならびに隣接流域の植生被覆・土地利用状態の変遷過程を明らかにするとともに、両者の関連性を詳細に分析した。

(9) 地域スケールでの環境負荷の発生プロセスに直接関わる地域社会の構造特性と歴史的・文化的背景を明らかにするために、フィジー、

フィリピン、沖縄において、さまざまな聞き取り調査や社会統計データに基づく分析を行った。その結果、観光、水産（特に過剰漁業や養殖）、農業等の各セクターにおける具体的な環境負荷発生構造を明らかにするとともに、改善に向けての課題を明らかにすることが出来た。

(10) 上記(1)、(2)、(5)で開発した数値モデルによるシミュレーション結果やリモートセンシング画像解析結果等を地域コミュニティによる沿岸生態系保全の現場に直接反映しやすい沿岸生態系環境ストレス悪化ポテンシャルマップの形で統合表示するとともに、様々な保全政策オプションの有効性を定量的に評価するための意志決定システム(DSS)構築のための基本スキームについて検討した。DSS構築にあたって、潜在的ユーザである地域コミュニティの様々なステークホルダーの意見・要望を反映させるための地域ワークショップをフィリピン Puerto Galera およびフィリピン大学海洋研究所において開催した。同ワークショップでは、沿岸生態系保全に関わる沿岸統合管理のための地域コミュニティ、NGO、研究者、行政間の連携スキームのあり方についても様々な観点から議論を行った。

(11) フィリピンのイロイロ島を中心に、地方分権型・住民参加型の総合的沿岸域管理に取り組む地域組織の構成と動向、沿岸域資源の持続的利用をはかる地域住民の生計戦略について調査・分析を行った。コミュニティ・ベース型組織が幅広く活動して地域では、ソーシャル・キャピタルのあり方が、住民の資源利用及び生計活動に大きな影響を与えていることが明らかになった。

#### 5. 主な発表論文等

(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 Iizuka, H., H. Tamura, T. Pokavanich, M. C. D. Rubio-Parangit, K. Nadaoka, M. D. Fortes: Highly skewed tidal circulation pattern and water quality in Puerto Galera Bay, Mindoro Island, Philippines, Coastal Engineering Journal, 2009 (in press) 査読有
- ② Pokavanich, T., K. Nadaoka, A. C. Blanco: Comprehensive circulation and water quality investigation of the coastal lagoon: Puerto Galera, The Philippines, Advances in hydro-science and Engineering, Proc. of the 8th International Conference on Hydro-science and Engineering. 8, 406-415, 2008, 査読有

- ③ Blanco, A. C., K. Nadaoka, T. Yamamoto: Planktonic and benthic microalgal community composition as indicators of terrestrial influence on a fringing reef in Ishigaki Island, Southwest Japan, Marine Environmental Research, Vol.66(5), 520-535, 2008, 査読有
- ④ 芦川浩太, 灘岡和夫他4名: フィリピン・ポリナオのサンゴ礁隣接型高密度養殖海域における水質環境特性の観測と解析, 海岸工学論文集, Vol.55(2), 1426-1430, 2008, 査読有
- ⑤ 山尾政博他9名: フィリピンにおける沿岸域資源管理の新たな発展-パナイ島・バナテ湾の地方分権型・住民参加型組織の活動-, 地域漁業研究, 47(1), 91-116, 2008, 査読有
- ⑥ 岩尾恒雄, 山尾政博: 住民参加型農漁村開発と部外者・開発関係者の役割-フィリピン・パナイ島の沿岸資源管理の事例から-, 地域漁業研究, 48(1-2), 103-130, 2008, 査読有
- ⑦ Masahiro Yamao: Fisheries and Aquaculture in the Asia-Pacific Region, Asia-Pacific Coasts and Their Management, 193-199, 2008, 査読有
- ⑧ 鹿熊信一郎: 東南アジアにおける破壊的漁業と養殖-サンゴ礁保全とサンゴ礁漁業・養殖の両立をめざして-, 地域漁業研究, 47(1), 137-160, 2007, 査読有
- ⑨ 鹿熊信一郎: サンゴ礁海域における海洋保護区 (MPA) の多様性と多面的機能, Galaxea, 8(7), 91-108, 2007, 査読有

[学会発表] (計 10 件)

- ① Blanco, A. C., K. Nadaoka 他 4 名: Groundwater discharge and its effect on water quality in Shiraho Reef (Okinawa, Japan) and Puerto Galera Bay (Philippines), 日本サンゴ礁学会第 11 回大会, 2008. 11. 24, 静岡グランシップ
- ② 熊谷 航, 松浦慎平, 灘岡和夫: 聞き取り・社会統計調査に基づくサンゴ礁生態系環境負荷に関わる八重山地域社会の現状と沿岸生態系保全へ向けた課題についての考察, 日本サンゴ礁学会第 10 回大会, 2007. 11. 24, 琉球大学
- ③ Blanco, A. C., K. Nadaoka: Integrated analysis of socio-economic and environmental statistics towards development of coupled economy-environment indicators for Fiji and Samoa, 2007. 6. 16, 沖縄コンベンションセンター
- ④ Matsuura, S., W. Kumagai, K. Nadaoka, 他 2 名: Social Structure Change Analysis in Yaeyama Islands based on

Social Statistics and Interview Surveys for Evaluation of Anthropogenic Impact to Coral Reef Ecosystem, 21st Pacific Science Congress, 2007. 6. 16, 沖縄コンベンションセンター

- ⑤ Pokavanich, T., K. Nadaoka 他 2 名: Integrated socio-environmental investigation of water quality condition in Puerto Galera: The Decision Supported System Development, 21st Pacific Science Congress, 2007. 6. 14, 沖縄コンベンションセンター
- ⑥ Blanco, A. C., K. Nadaoka, 他 3 名: A multi-scale investigation of environmental controls on Shiraho Coral Reef through Field Measurements, Remote Sensing and GIS, 21st Pacific Science Congress, 2007. 6. 14, 沖縄コンベンションセンター
- ⑦ Kakuma, S.: Marine Protected Areas in Okinawa and Asia-Pacific, 21st Pacific Science Congress, 2007. 6. 14, 沖縄コンベンションセンター
- ⑧ Herrera E, K. Nadaoka 他 2 名: Water balance analysis of Laguna de Bay, Philippines with focus on lake-water use and salinity intrusion, The Japan Geoscience Union Meeting 2007, 2007. 5. 24, 千葉. 幕張メッセ
- ⑨ Blanco, A. C. and K. Nadaoka: A comparative assessment and estimation of relative soil erosion rates and patterns in Laguna Lake watershed using three models: Towards development of an erosion index system for integrated watershed-lake management, Symposium on Infrastructure Development and the Environment, 2006. 12. 7, フィリピン大学
- ⑩ Pokavanich, T. and K. Nadaoka: Three-dimensional hydrodynamics simulation of Manila Bay, Symposium on Infrastructure Development and the Environment, 2006. 12. 7, フィリピン大学
- ⑪ Rubio, M. C. D., K. Nadaoka 他 3 名: Complementarity of sensor-based measurements and community perception for monitoring and management of seawater quality, Symposium on Infrastructure Development and the Environment, 2006. 12. 7, フィリピン大学

[図書] (計1件)

- ① 山尾政博・島秀典:有限会社 北斗書房,  
日本の漁村・水産業の多面的機能, 2009,  
260 ページ

## 6. 研究組織

### (1) 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

### (2) 研究分担者

阿部 彩子 (ABE AYAKO)  
東京大学・気候システム研究センター・准  
教授  
研究者番号: 30272537

山尾 政博 (YAMAOKA MASAIRO)  
広島大学・生物圏科学研究科・教授  
研究者番号: 70201829

赤嶺 淳 (AKAMINE JYUN)  
名古屋市立大学・人文社会系研究科・准教  
授  
研究者番号: 90336701

### (3) 研究協力者

鹿熊 信一郎 (KAKUMA SHINICHIRO)  
沖縄県八重山支庁・農林水産整備課・主幹

Miguel D. Fortes  
フィリピン大学・海洋学研究所・教授

Enrico C. Parangit  
フィリピン大学・測地学科・講師

Nat S. Tuivavalagi  
サモア・Global Consultancy Ltd. ・  
Managing Director

Leon Patrick Zann  
フィジー・南太平洋大学・教授