

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号: 16401
 研究種目: 基盤研究 (B)
 研究期間: 2009 ~ 2011
 課題番号: 21310029
 研究課題名 (和文) サンゴの海の生態リスク管理: 住民・研究者・自治体の協働メカニズムの構築
 研究課題名 (英文) Ecological Risk Management of Coral Sea: Building the Collaboration Mechanism among Residents, Researchers and Local Government Units
 研究代表者
 新保 輝幸 (Shinbo Teruyuki)
 高知大学・教育研究部総合科学系・教授
 研究者番号: 60274354

研究成果の概要 (和文):

サンゴ礁劣化が進む鹿児島県与論島と比国サンミゲル島で地域社会による生態リスク管理を研究者が支援するあり方を研究。陸域の経済活動起源の環境負荷が問題の前者では、合意形成を行う協議会を立ち上げ、調査研究データから提言した対策を地元農家等との対話を通して最適化し実施しつつある。破壊的漁業が問題の后者では地元大学が調査を元に地元コミュニティ・自治体と連携して MPA を設立・管理する過程とその現状を研究、成功のための要因を抽出した。

研究成果の概要 (英文):

We have studied how researchers can support the ecological risk management of coral seas by rural communities on the Yoron Island (Kagoshima Prefecture, Japan) and the San Miguel Island (Albay, Philippines) where coral reefs have been deteriorating. In the Yoron Is., in which environmental burden resulting human economic activities on land areas is a major case of this problem, we set up regular consultative meeting to promote consensus building and suggest possible countermeasures based on our research. These plans were then brushed up through interlocution with farmers (now in the process of implementation). In the San Miguel Is., in which destructive fishing practices have led to the deterioration of coral reefs, we investigated the process and current status of this phenomenon in context of local university collaboration. We also looked into in establishing and managing MPAs in cooperation with rural community and relevant local government units, and analyzed the factors which would be likely to bring about a successful resolution.

交付決定額

(金額単位: 円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|------------|-----------|------------|
| 2009 年度 | 5,700,000 | 1,710,000 | 7,410,000 |
| 2010 年度 | 4,000,000 | 1,200,000 | 5,200,000 |
| 2011 年度 | 4,400,000 | 1,320,000 | 5,720,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 14,100,000 | 4,230,000 | 18,330,000 |

研究分野: 複合新領域

科研費の分科・細目: 分科: 環境学 細目: 環境影響評価・環境政策

キーワード: (1) 環境と社会, (2) サンゴ群集生態系, (3) 環境負荷, (4) 生態リスク管理, (5) 地域社会, (6) 造礁サンゴ, (7) 褐虫藻, (8) 白化,

1. 研究開始当初の背景

地球上で最も生物生産性と多様性が高い生態系の一つであるサンゴ群集生態系の重要性

は広く認識されている。しかし近年世界各地でサンゴ礁の劣化が進み、その保全が叫ばれ、生物多様性保全条約 (CBD) 等の国際的な枠組も

整備されつつある。豊かなサンゴ群集生態系が展開する「サンゴの海」は、水産資源涵養や遺伝資源、学問・教育上の重要性のみならず、そこに生息する多様な生物とそれらが形成する美しい水中景観は多くの人を惹きつけ、スキューバ・ダイビング等の海洋レジャーの隆盛と共にレクリエーション資源としての重要性も増している。特にフィリピンから南西諸島を経て日本列島に至る黒潮沿岸域(黒潮圏)では、多くの地域でサンゴの海が人間社会にとって重要な意味を持っている。しかし近年、高海水温による白化やオニヒトデの異常発生のみならず、陸域からの物質流入等の人間活動に起因する要因によっても生態系の劣化が進んでいる。そのような状況を受け、国や地方自治体と、地域社会のステークホルダーが協力してサンゴの海の保全をめざす組織を立ち上げる動きが出てきている。例えば、化学肥料の過剰な施用や畜産廃棄・生活排水の不適切な処理、過剰漁獲、河川上流域の森林の不十分な管理といった行為の集積が環境負荷を昂進し、サンゴの海の劣化を招いている。これらの要因は他の様々な条件と複合して作用し、要因と結果の間には多くの不確実性が存在するため、サンゴの海の保全は生態リスクの管理問題として対処することが妥当である。すなわち、サンゴ劣化に関与する環境負荷要因を社会的に制御し、サンゴ群集生態系が直面する生態リスクを削減するのである。しかし、そのような環境負荷の原因となる個々の行為自体は特に違法性がなく、一律の規制になじまない場合が多い。また多くの場合地域住民の協力なしには実効的な規制が難しく、地域のステークホルダーを巻き込んだ組織による自主的な取組が重要になる。

そのためには環境負荷の実態と、それがサンゴの海へ及ぼす生態リスクについての科学的知見が地域社会で十分に共有されることが重要である。環境負荷とサンゴ劣化の関係、ないし保全策と環境改善の関係が不明確な場合、地域住民の納得は得づらい。しかし例えばサンゴの白化は体内に共生する褐虫藻が抜け出すことにより起こるが、それを引き起こす要因や細胞レベルの作用機序は未だよく分かっていない。

2. 研究の目的

本研究では、それぞれ異なる形でサンゴ群集生態系の劣化とそれを受けた保全組織の立ち上げが為されている、(1) 鹿児島県与論島、(2) フィリピン・サンミゲル島(ルソン島南部ビコール地方アルバイ州タバコ市)を主たる調査地域とし、各々の事例の比較・検討を通して、地域社会による生態リスク管理の望ましいあり方を攻究する。すなわち、具体的には下記の通りである。

1. 各地域のサンゴ群集生態系に対する人間活動起源の環境負荷要因とその発生メカニズムを定性的・定量的に把握すると共に、人為的インパクトによって疲弊した生態系の状態変化をモニターする。その上で、生態系再生促進のため

の方策を検討する。そのような方策、および下記2、3の研究から得られるサンゴの劣化メカニズムに関する知見を地域社会に提供し、ステークホルダーとの意見交換などを通し実行可能な案を模索する。

2. 上記1に関連し、地域社会における合意形成のために、その意思決定の基礎となる、サンゴの劣化メカニズムやその用量反応関係等に関する情報が必要になる。そのような情報は、条件を厳密にコントロールできる実験環境下において、サンゴの白化感受性と褐虫藻の遺伝子型の関係や白化の条件などを解明することが必要である。そのために本研究では、サンゴの陸上飼育システムの構築や培養細胞株樹立、褐虫藻の遺伝子型や細胞微細構造の解析のための手法を確立する。

3. 各地域の保全組織の特質や背後の地域社会の社会・経済的条件、地域社会の海域利用状況等を現地調査により解明する。これらを通して、地域の生態リスク管理を有効に行うための施策や組織、および自治体・住民・研究者の協働のあり方等を検討する。

3. 研究の方法

1. 鹿児島県与論島では、1998年の世界的な白化現象の折にサンゴ礁に大きな被害を受け、2009年度の研究開始当時から遅々として回復していなかった。ウルプロジェクトと呼ばれる町・住民のサンゴ礁の再生活動が2004年頃から行われているが、筆者らの研究グループは2005年からこれらの活動を研究面から支援してきた。それにより、陸上の農畜産業等に由来する富栄養化物質が白化に拍車をかけ、またその速やかな回復を妨げることが明らかになってきた。それに鑑み、陸域の経済活動をコントロールし、海域に流れ出る富栄養化物質を削減することを通してサンゴ礁生態系への環境負荷を逡減させるための仕組みを地域社会に構築することを目指し、下記の研究を行った。

(1) 環境負荷削減のための地域社会の合意形成を行い、具体的なサンゴ礁の保全・再生活動に取り組む、地域のステークホルダーが参画する協議会組織立ち上げの支援、およびその組織の場でのサンゴ礁再生促進のための方策の検討と実施の試行

(2) 農畜産業由来窒素の発生・動態調査

- 1) 地下水水質モニタリングによる地下水水質の実態と変動の把握、
- 2) 農家アンケート調査によるサトウキビ栽培における化学肥料の施肥実態の解明と施肥効率向上のための指針検討、
- 3) 原単位法による家畜ふん尿中窒素量の推定と農地還元策の検討

(3) サンゴ礁の現状の調査

- 1) スポットチェック法によるサンゴの被度調査
- 2) コドラート(方形枠)法によるミドリイシ属稚サンゴ(1歳)の密度調査

3)サンゴの個体群構造調査、相対密度調査

2.フィリピン・ピコール地方サンミゲル島(SMI)周辺海域では、過剰漁獲や破壊的漁業によりサンゴ礁や水産資源の劣化が進み、地元ピコール大学の調査と提言を受け、1998年にタバコ市と地元サグロン村住民が協力して、海洋保護区(Marine Protected Area; MPA)が設置された。すなわち市の条例によりサグロン村の地先に禁漁区が設定され、地域住民からなる管理委員会とバンタイダガット(タガログ語でSea Guardの意、以下BD)と呼ばれる自警団が組織された。タバコ市が予算と法的枠組を提供し、住民組織が禁漁の監視や執行、ピコール大学(BUTC)が海域のモニタリングを担う形で運営されている。いわゆる地域住民主体の管理(Community-Based Management)方式をとっていると述べている。この十年の取り組みで資源や生態系の改善がみられたが、近年地域社会の変容により転機を迎えている。ここでは現地調査によりMPA管理に関わる問題点を検討し、その持続的管理を目指して下記の研究を行った。

- (1)サンミゲル島住民、および対岸のタバコ市住民の評価するSMI-MPAの価値の経済評価
- (2)MPAの管理運営に伴う費用の調査・分析
- (3)MPAの完全禁漁区と部分禁漁区に生息する魚類資源の密度と漁業実態の調査、および完全禁漁・部分禁漁が魚類資源に与える影響の評価

3.本研究では、特に上記1に関連し、地域社会における合意形成を支援するために、その意思決定の基礎となる、サンゴの劣化メカニズムやその用量反応関係等に関する情報を提供することを目指している。しかし、それを得るためには条件をコントロールできる実験室環境下でのサンゴの研究が必要になる。そこでこのパートでは、そのような研究の基礎となる技術を開発するために、以下の研究を行った。

- (1)陸上でのサンゴの長期飼育環境の構築
- (2)サンゴ培養細胞株の樹立とその凍結保存法の確立
- (3)造礁サンゴの共生褐虫藻のクレード解析手法の検討
- (4)サンゴの分子細胞遺伝学的分析のための染色体解析法の確立
- (5)サンゴ-褐虫藻共生系の確立・維持のメカニズムの解明
- (6)ストレス条件下でのサンゴ-褐虫藻共生系の細胞微細構造の変化の検討

4.以上の研究を踏まえ、望ましい地域社会による生態リスク管理のあり方を検討する。

4. 研究成果

1.与論島における調査研究

(1)協議会組織立上げ支援、サンゴ礁再生促進のための方策の検討・実施

2005年の調査開始当時より与論島における調査研究結果を中間報告会などの形で地域住民に示し続け、2010年3月に地域のステークホルダーが参画する「ヨロンの海サンゴ礁再生協議会」(事務局は町)の発足にこぎ着けた。組織のあり方や活動の進め方について助言を行い、サトウキビ栽培の施肥効率化等を通して海域への栄養塩流入を抑制することを目指す陸WTや稚サンゴ着床具を用いたサンゴ礁再生促進を目指す海WT、環境教育WTなどを立ち上げた。また多忙な町職員が事務局業務を行うのは限界があるので非常勤でも専従職員を配置した方がよいと働きかけ、2011年8月より実現、以降この専従を中心に協議会の活動を推進。下記(2)により中西が策定した効率的施肥法普及のための活動を進め、農業者の中には試行する者も現れた。しかしフォロー調査により農業者の中いくつかの疑義があることが明らかになったため、その応答を現在検討中である。

(2)農畜産業由来窒素の発生・動態調査

1)地下水水質モニタリングによる地下水水質の実態と変動の把握:地下水の硝酸態窒素濃度は、1980-90年代に比べ、その3割減ほどで近年推移している。多くの地域では地下水に海水が浸入しているものと考えられ、その程度により、硝酸態窒素濃度は希釈されている(本来の地下水濃度は若干高い)。また地下水成分相関からすると、窒素質化学肥料による石灰岩の溶解が促進されているものと考えられる。

2)サトウキビ栽培における化学肥料の施肥実態の解明と施肥効率向上のための指針:夏植えサトウキビ栽培において、化学肥料の施肥時期が栽培初期に集中していることが示された。したがって施肥時期の改善や緩効性肥料の利用が望まれるものの、現状としては緩効性肥料に関する島民の認知度は低い。一方、地下水水質と化学肥料との関係、地域環境保全に関する島民意識は高いことが示された。施肥効率を重視した施肥時期への移行、緩効性肥料の普及に関する関係機関等による周知努力が期待される。

3)家畜糞尿中窒素量の推定と農地還元策の検討:肉用牛の糞尿中窒素総量は、対耕地面積で $239.8\text{kg}\text{ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ に相当する(夏植えサトウキビ施肥窒素指針量は $117\text{kg}\text{ha}^{-1}\text{y}^{-1}$)ことが示された一方、与論町堆肥センターは「ふん尿銀行」や集配サービス等、利便性の高いシステムを有しつつも、町からの財政独立を最大課題としている。堆肥センターの利用拡充のための財政的基盤強化、島内家畜糞尿を原料とした良質堆肥の増産と化学肥料代替促進が期待される。

(3)サンゴ礁の現状の調査

1998年夏に琉球列島の多くの島嶼で大規模なサンゴの白化現象が起こり、与論島でも礁池と礁縁部の浅瀬の造礁サンゴを中心に多くのサンゴが死滅した。今回の調査結果を、過去の調査資料と比較すると、礁縁部においては生きたサンゴの被度においても、また稚サンゴ密度(サン

ゴの加入)、エンタクミドリイシの個体群構造や相対密度においても、遅々ではあるが順調な回復傾向にあることがわかった。しかし、礁池についてみると、礁縁に比べて被度は低く、新規加入も殆ど無く、優占種であるクシハダミドリイシも全くみられないことから、礁池に関しては陸域からの人的影響がサンゴ礁の回復に大きな負担を与えていると言わざるを得ない。島民の主たる思いは礁池内のサンゴの回復ということを見ると、今後は陸域からの富栄養化にたいして何らかの具体的アクションを起こす必要がある。

2. SMI-MPA に関する調査研究

(1)MPA の管理運営に伴う費用の調査・分析

MPA は、(1)周辺海域の水産資源を増加させるスピルオーバー効果、(2)レクリエーション資源の形成、(3)生態系の生物多様性の維持、といった様々な便益を生み出す。それに対し費用として考えられるのは、(1)禁漁の機会費用、(2)MPA に関する地域社会の合意維持に関わるコスト、(3)自警団による MPA の監視・警備コストなどがある。(1)に関しては漁民が負担するが、MPA のスピルオーバー効果による漁獲増もあり、その評価は難しい。しかし(3)は比較的评价し易く、BD メンバーの人件費やパトロールを行う舟の燃料等のコスト、業務に用いる物品の減価償却の費用を積算すると、年間 184,470 ペソになる。この部分は市当局が税金から費用を負担している。だがメンバーへの謝礼が低く抑えられていること、業務にメンバーの持ち舟を用いていることなどを考慮すると、この数値は過少評価になっている。例えばメンバーへこの地域における一般的な労賃が支払われたと仮定すると、このコストは 573,070 ペソになる(換言すれば差額 345,600 ペソは BD メンバーのボランティア労働によって負担されているとみなせる)。(2)に関しては BD を中心とする地域社会のメンバーが大きな部分を負担していると考えられる。同時に BUTC の研究者はこの地域の自然資源の状況の調査結果に基づく MPA の意義を地域社会に深く入り込んで普及する活動(Immersion)を行っており、合意形成コストは国民の税金によっても負担されていると言えよう。

(2)サンミゲル島住民、および対岸のタバコ市住民の評価する SMI-MPA の価値の経済評価

まずサンミゲル島住民の評価する、MPA による資源・環境保全価値を表明選好法により経済評価した。島の 5 村の住民名簿から無作為に抽出した 1,035 戸に社会経済属性の調査を行った上で、内 2 村、地先に MPA を設定しているサグロン村とそれに隣接するラウイス村(WTW のみ)の 329 戸に質問票を用いた面接調査を行った(2008 年 9 月)。MPA に対し地域住民が抱く経済価値を計測するため、表明選好法により MPA に対する労働意思量(WTW)と支払意思額(WTP)を、ノンパラメトリック推定で算出した。平均 WTW の貨幣換算額は、平均 WTP の約 15

倍を示した。発展途上国の農漁村では労働市場が不完備であることや、時間に対する選好と比較して貨幣に対する選好が高い状況が反映されていると考えられる。2 村全体の集計 WTP は毎日 100 人程度を MPA の監視やパトロール活動に動員することが可能な値であった。またサグロン村の集計 WTP は、現行の BD メンバーの月当たり報酬換算で約 43 人分に相当した。

2010 年 5 月に行ったタバコ市住民に対する CVM 調査では、生物多様性維持やレクリエーション資源提供、水産資源涵養などの役割を果たすサンミゲル島 MPA に対するタバコ市住民の平均 WTP は月当たり 106.5 ペソ(中央値 35.1 ペソ)、集計 WTP は年換算で 31,714,740 ペソとなった。この集計 WTP は、(1)で見た現在タバコ市当局が BD の費用として負担している 184,470 ペソ/年と比べると 170 倍を超えるオーダーであり、BD メンバーに適正な報酬を払った場合の費用 573,070 ペソと比べても 55 倍近い額になっている。以上は、少なくとも現在のタバコ市の MPA に対する支出額を正当化し、かつさらなる支出の妥当性をも示唆する結果と言えらる。

(3)MPA における完全禁漁・部分禁漁が魚類資源に与える影響の評価

2009 年、10 年に完全禁漁区、部分禁漁区、緩衝区、漁業解放区に 50m×1m のベルトトランセクトを各々 3 本設置、各区内のサンゴ域と海草藻場でトランセクト内に出現した魚類の種、個体数、体長を記録した。MPA を管理するサグロン村の漁業者 50 名に対し、漁業実態(操業頻度、漁具、漁獲魚種等)に関する聞き取り調査を行った。

その結果、魚類の種数と個体数は完全禁漁区で最も多く、部分禁漁区と漁業区との間に違いは認められなかった。魚類の体長は、完全禁漁区に生息している魚類は漁獲サイズ以上のものが含まれていたのに対し、漁業区・部分禁漁区の魚類の体長は漁獲サイズ以下のものが多かった。部分禁漁区と漁業区における漁業日数はどちらも 1 週間当たり 6 日程度と大きな違いはなく、漁具、漁獲している魚種に関しても両区で違いが認められなかったことから、部分禁漁区と漁業解放区の漁獲圧はほぼ等しいとみなせる。以上から、小さな面積の MPA でも漁業を完全に禁止すれば魚類資源保全に対して効果があることがわかった。また部分的な漁業規制では魚類資源の保全にあまりつながらないことも示唆された。

3. 実験室環境下での研究

(1)サンゴの陸上での長期飼育環境の構築

高知大学海洋生物研究教育施設(土佐市宇佐)に、引き込んだ海水を遊水槽で貧栄養化させてサンゴの飼育槽に循環させるシステムを構築、各種実験用のサンゴ 4 種を少なくとも半年間維持することに成功した。

(2)サンゴ培養細胞株樹立とその凍結保存

高知県大月町西泊において採取された 4 種のサンゴ(ミダレノウ、ミドリイシ、シコロ、ゴカクキクメ

イシ)の受精卵から培養細胞の樹立を試みた結果、ミダレノウサンゴ以外で一定期間細胞を培養し維持することに成功した。シコロ、ゴカクキクメイシ受精卵由来の細胞は現在凍結保存しており、凍結数週間後に一部を解凍し細胞の生存を確認している(凍結保存が可能になった)。

(3)共生褐虫藻のクレード解析手法の検討

2010年2月に高知県大月町西泊でエンタクミドリイシ、クシハダミドリイシおよびカワラサンゴを採取、ゲノムDNAをグアニジンチオシアン酸溶液により抽出し、褐虫藻の分子分類に一般的に用いられるリボゾームRNAのLsu領域を増幅するとされるプライマーを用いてPCRを行なった。検出されたすべての増幅断片について、塩基配列分析を行ない、塩基配列に基づき分子系統樹を作成、検出されたDNAのクレード(DNAによる分類パターン)を推測した。クシハダミドリイシから抽出したDNAからは、クレードCの単一の配列のみが検出されるとともに(C-1)、エンタクミドリイシおよびカワラサンゴからも同じ配列の増幅断片が検出された(C-2, C-3)。また、エンタクミドリイシおよびカワラサンゴからは、それぞれ別のクレードC配列も検出された。さらに、エンタクミドリイシおよびカワラサンゴには、クレードFと思われる配列が検出された(F)。以上の結果から、北太平洋海域で広く検出されているクレードCの褐虫藻に加え、これまでサンゴへの共生についてほとんど報告のなかったクレードFの褐虫藻も少なからず存在することが示唆された。

したがって造礁サンゴに共生する褐虫藻の動態を知る上で、従来法のPCR増幅したゲノムDNA断片のRFLP解析や塩基配列分析では優先褐虫藻のみを検出している可能性があり、検出アプローチを再検討する必要がある。メタゲノム解析手法の応用が有望であろう。

(4)サンゴの分子細胞遺伝学的分析のための染色体解析法の確立

サンゴの染色体レベルの研究は、現在世界的に見てもほとんど進んでいない。哺乳類のように核型が明確に定義されておらず、個々の染色体の区別もできないため、近年発表された全塩基配列の染色体との対応についての知見は皆無である。過去の報告では押しつぶし法により染色体標本が作製されるため、残存細胞質が障害となり、染色体解析が進まなかった。本研究ではAcropora属を使用し細胞滴下法で染色体標本作製を試み、染色体の良質な標本を得ることができるようになった。これにより初めてc-バンド法による動原体の位置解明に成功した。同様にこれまで全く行われていなかった分子的な染色体解析法である蛍光インサイチュアハイブリダイゼーション(FISH)法も可能となり、これらによりようやくサンゴ染色体解析の基礎が整いつつある。

(5)サンゴ-褐虫藻共生系の確立・維持のメカニズムの解明

ハナヤサイサンゴ(Pocillopora damicornis)と宿

主から単離培養した自由生活型褐虫藻(Symbiodinium spp.)を用い、加圧凍結置換固定法によってそれぞれの細胞微細構造を比較し、それらの構造を比較し、共生成立と維持の機構を微細形態学的観点から明らかにすることを目的とした。

ハナヤサイサンゴの組織は、皮層、非細胞層の間充ゲル、胃層の3層からなり、中心部分には無構造の胃腔空間が存在し、褐虫藻は胃層にのみ分布したため、褐虫藻の存在場所が確実に胃層細胞内であることが明らかになった。また、褐虫藻を取り囲む2枚の膜様構造1、膜様構造2が存在し、褐虫藻の原形質膜の内側には微小管に裏打ちされたアンフィエスマ小胞が分布した。膜様構造1と膜様構造2の間には、断片化した膜が多層積み重なったような構造が部分的に観察された。一方、自由生活型褐虫藻の不動細胞は膜様構造を形成せず厚い細胞壁をもつが、共生褐虫藻の細胞表面構造には厚い細胞壁は存在しなかった。

(6)ストレス条件下でのサンゴ-褐虫藻共生系の細胞微細構造の変化の検討

ハナヤサイサンゴを用いて、サンゴ-褐虫藻共生系における短期の高温ストレスの影響を微細形態学的に明らかにすることを目的とした。

ハナヤサイサンゴを31°Cの高温ストレス条件下で培養すると、褐虫藻が胃腔部分に落ち込み、胃腔の中を流動する様子が光学顕微鏡によって観察された。高温ストレスを与え始めた後0分(コントロール)、15分、30分、1時間の各時間でサンゴを化学固定し、超薄切片法によってサンゴ触手組織細胞の微細構造の変化を透過型電子顕微鏡で観察した。高温ストレス開始後、まず褐虫藻を含まない胃層細胞のライソゾーム様構造が増加し、細胞質が断片化した。褐虫藻を持たない細胞の崩壊により、胃層細胞同士の接着が失われ、褐虫藻をもつ細胞も胃層組織から脱落し、その結果、褐虫藻がサンゴ細胞に包まれたまま体外へ排出された。

4.地域社会による生態リスク管理の望ましいあり方の検討

サンゴ礁生態系への脅威は、人間活動の影響などでサンゴの生存環境が全体的に劣化するという形(与論島の事例)と、フィリピンの破壊的漁業やオニヒトデによる食害などのように、人間等がサンゴを物理的に直接破壊する形の二つに大別することができる。その対策としては、前者の場合、人為的インパクトを制御し、サンゴが最低限生存できるように全体的な環境を維持・改善するということになる。当該地域に網をかける包括的な環境負荷削減対策を地域社会の合意に基づいて実施するというアプローチが考えられる。それに対し、後者の場合、まず生態系的に最も重要な一まとまりの範囲を禁漁区等の形で固守し、スピルオーバー効果によって周辺地域の状況の改善を促すという行き方が有効である(脅威

消失後には速やかな回復を期待できる)。

前者のケースは、1 で述べたように研究者による地道な調査とデータ集積を通して目標となる目標水準とその管理方法を地域社会に問いかけ、時間はかかっても地域の実情に応じて望ましい方法を対話的に探っていく必要がある。

後者のフィリピン MPA の事例では、禁漁区の実効的な管理のために地域住民参加型の自警団が重要な役割を果たすが、これも地元コミュニティの合意が必要であり、その形成に地元研究機関による科学的調査と(SMIにおけるBUTCのImmersionのような)その結果の地域での浸透が重要になる。持続可能なMPAのためには財政基盤が必要だが、SMIではコミュニティの属するタバコ市がそれを賄っている。市住民が評価するSMI-MPAの便益はMPAの費用を上回っており、より一層の公的支援が求められる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計78件)(下記はすべて査読有)

①新保・Launio・諸岡「フィリピン・ビコール地方サンミゲル島の海洋保護区(MPA)の経済評価ー労働意思量(WTW)と支払意思額(WTP)の比較ー」『農業経済研究』82(4), 219-229, 2011.

②新保輝幸・ブラデシナ・諸岡慶昇「コモンズとしての海洋保護区とその持続可能性ーフィリピン・ビコール地方タバコ市サンミゲル島の事例からー」『農林業問題研究』47(1), 84-89, 2011.

③Launio, C. C., T. Shinbo and Y. Morooka, "Island villagers' willingness to work or pay for sustainability of a Marine Fishery Reserve: Case of San Miguel Island, Philippines," *Coastal Management*, 39(5), 459-477, 2011

④Sekida et al., "Effects of high pressure in the armored dinoflagellate *Scrippsiella hexapraeicingula* (Peridinales, Dinophyceae): Changes in thecal plate pattern and microtubule assembly," *Journal of Phycology*, 48, 163-173, 2011.

[学会発表](計69件)

① Shinbo, T., et al. "Valuing the Marine Protected Area of San Miguel Island in the Bicol Region of the Philippines: An Application of the Willingness to Pay and Willingness to Work Approach by Contingent Valuation Method," 7th Asian Society of Agricultural Economists International Conference, October 15, 2011, Women Development Center (Hanoi, Vietnam).

② 関田諭子・奥田一雄「サンゴに共生する渦鞭毛藻の細胞表層微細構造」日本藻類学会第35回大会, 2011年3月28日, 富山大学.

③ 久保田賢「高知県大月町における造礁サンゴに共生するクレードFの褐虫藻の存在」第14回日本サンゴ礁学会大会, 2010年11月4日, 沖縄県男女共同参画センターにいる。

[図書](計7件)

① 新保・松本編『変容するコモンズーフィールドと理論のはざまからー』ナカニシヤ出版, 2012.

② 小路淳・堀正和・山下洋編『浅海域の生態系サービス』恒星社厚生閣, 2011(分担執筆).

③ 浅野耕太編『自然資本の保全と評価』ミネルヴァ書房, 2009(分担執筆).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新保 輝幸 (Shinbo Teruyuki)

高知大学・教育研究部総合科学系・教授

研究者番号: 60274354

(2) 研究分担者

大谷 和弘 (Ohtani Kazuhiro)

高知大学・教育研究部総合科学系・教授

研究者番号: 20203820

野島 哲 (Nojima Satoshi)

九州大学・理学研究院・准教授

研究者番号: 30112288

中西 康博 (Nakanishi Yasuhiro)

東京農業大学・国際食料情報学部・准教授

研究者番号: 60246668

関田 諭子 (Sekida Satoko)

高知大学・教育研究部総合科学系・准教授

研究者番号: 70314979

田口 尚弘 (Taguchi Takahiro)

高知大学・教育研究部総合科学系・准教授

研究者番号: 80127943

久保田 賢 (Kubota Satoshi)

高知大学・教育研究部総合科学系・准教授

研究者番号: 00314980

諸岡 慶昇 (Morooka Yoshinori)

高知大学・教育研究部総合科学系・特任教授

研究者番号: 20380305

飯國 芳明 (Iiguni Yoshiaki)

高知大学・教育研究部総合科学系・教授

研究者番号: 40184337

婁 小波 (Lou Xiaobo)

東京海洋大学・海洋科学部・教授

研究者番号: 50247970

(3) 連携研究者

中村 洋平 (Nakamura Yohei)

高知大学・教育研究部総合科学系・講師

研究者番号: 60530483

奥田 一雄 (Okuda Kazuo)

高知大学・教育研究部総合科学系・教授

研究者番号: 40152417

大嶋 俊一郎 (Oshima Syunichiro)

高知大学・教育研究部総合科学系・教授

研究者番号: 80325406

松本 充郎 (Matsumoto Mitsuo)

高知大学・教育研究部人文社会科学系・准教授

研究者番号: 70380300

緒方 賢一 (Ogata Kenichi)

高知大学・教育研究部人文社会科学系・准教授

研究者番号: 00380296