

地球規模課題対応国際科学技術協力

(生物資源研究分野「生物資源の持続可能な利用に資する研究」領域)

フィリピン国統合的沿岸生態系保全・適応管理プロジェクト

(フィリピン共和国)

平成 22 年度実施報告書

代表者： 灘岡 和夫

東京工業大学大学院情報理工学研究科・教授

<H21 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

生物多様性が豊かな東南アジア沿岸域では、人為的環境負荷や地球環境変動の影響が複合的に作用することによって、生態系の劣化が急速に進行しつつある。本プロジェクトでは、フィリピンの沿岸生態系を対象として、高い生物多様性と防災機能を安定的に維持し、かつ、地域コミュニティーの持続的発展を可能とするための新たな沿岸生態系保全管理スキームを構築・展開することを目指す。具体的には、フィリピンにおける沿岸生態系の生物多様性維持機構を明らかにすると共に、環境ストレスの実態を包括的に評価し、多重ストレス下の生態系応答・回復過程や、ストレスをもたらす地域コミュニティーの社会経済構造を分析する。それらを踏まえて、ストレス制御や沿岸生態系回復力強化に有効な地域コミュニティー管理や MPA(海洋保護区) ネットワーク等のあり方を提示することを目的とする。

H21 年 6 月からの暫定研究期間を経て、H22 年 2 月 25 日に R/D が締結され、同年 3 月 1 日から、SATREPS スキームによる 5 年間プロジェクトである本プロジェクトが正式にスタートした。本プロジェクトでは、5 つの重点調査研究サイトとして、1) Luzon 島 Bolinao 沿岸－Lingayen 湾および周辺流域、2) 同 Laguna 湖－Manila 湾および周辺流域、3) Mindoro 島・Puerto Galera 湾－Verde Island 海峡、4) Panay 島沿岸－Guimaras 海峡および周辺流域、5) Mindanao 島 Naawan 周辺沿岸域および周辺流域、を設定し、さらに比較研究サイトとして 6) 沖縄・石垣島東海岸リーフ海域および周辺流域を設定している。プロジェクト開始直後の H22 年 3 月には、このうちの 1), 3), 4) において予備調査を実施し、また 6 月には 5) で現地視察を行った。そして、8 月中旬～9 月上旬に 6) において、また 9 月中～下旬に 1), 3), 4), 5) において合同集中調査を実施した。2) に関しては Laguna 湖開発公社(LLDA) との協定の下に長期連続定点モニタリング等を実施している。これらと並行して、さまざまな数値モデルの開発や、リモートセンシング/GIS 解析、遺伝子マーカー開発・分析、採水サンプル室内分析等が精力的に進められた。

本プロジェクトでは、日本側、フィリピン側双方ともさまざまな分野・研究機関の研究者が数多く参画していることから、メンバー間の十分な意思疎通を図り分野横断・統合的な調査研究計画を立てていくことが重要になる。そこで H22 年 4 月に国内会合を開催するとともに、同 6 月には第 1 回合同調整委員会(JCC) の前日に第 1 回 Bilateral Technical Workshop を開催した。また、本プロジェクトでは沿岸生態系保全と地域コミュニティーの持続的発展の両立を可能とする新たな沿岸生態系保全管理スキームの構築・展開とその社会実装を目指していることから、対象とする地域コミュニティーの抱えている問題や要望の把握がきわめて重要になる。また現地調査を実施していく上で、地元の理解と協力が不可欠である。そこで、上記の 5 重点サイトを中心に site-based workshop を開催することにより、各地元のさまざまな関係者に対してプロジェクトの説明を行うとともに意見交換を行う機会を頻繁に持つように計画している。H22 年は、7 月に Bolinao で、また 8 月に Puerto Galera で開催した。

本プロジェクトでは、人材育成も大きなテーマとして掲げている。H22 年は、フィリピン側若手メンバー・RA を延べ 5 名日本に招へいし、現地計測・分析手法の習得や衛星画像解析技術等のスキルアップを図る機会を提供するとともに、石垣島での合同調査や打ち合わせ会合等への参加を通して、プロジェクトにおける各調査研究テーマに対する理解を深め、今後のプロジェクトの推進に際して主要な役割を担って頂けるように務めた。

2. 研究グループ別の実施内容

(1) モデル開発・評価グループ(東京工業大学)

「統合モデル開発による多重ストレス環境変動の定量的評価と広域生態系応答予測」(Comprehensive assessment and prediction of multiple environmental stresses and ecosystem response based on an integrated simulation model system)

① 研究のねらい

生態学グループや地球化学グループとの共同調査で得られる生物過程や物質循環等に関する現地調査データをベースとして、多重環境ストレスの包括的な評価と予測、及び生態系のストレス応答を定量的かつ包括的に評価するための統合モデルシステムを開発する。開発に当たっては、当該海域が、太平洋－インド洋結合海域に位置する多島複雑海域であり、モンスーン・台風域という気象特性を有することから、それらを合理的に反映することが出来るこれまでにない多段階スケール統合物理流動・物質循環モデルシステムを開発する。そして、それらをベースとして、沿岸生態系への多重ストレスの包括的・定量的評価を可能とするモデル体系を構築するとともに、多重ストレスの下での生態系応答評価、さらには幼生分散過程モデルをカプリングさせることにより reef connectivity への多重ストレス影響の定量的評価と予測が可能なモデルシステムを開発する。さらに、様々な環境負荷の発生源に関わる地域コミュニティの社会・経済構造等の調査分析を行い、環境負荷発生の評価モデルの開発を行う。これらのモデル開発と関連する現地調査は、生態学グループや地球化学グループ、フィリピン側メンバーとの密接な連携のもとに進める。それらの成果に基づいて、5年間のプロジェクト期間の後半では、本プロジェクトの基本ミッションである「多重ストレス下での熱帯沿岸生態系の緩和・適応スキームの構築」に関わるいくつかの具体的なアウトプット、すなわち、

- a) ストレス緩和策立案のためのストレス生成・波及過程と熱帯沿岸生態系の環境収容力の合理的評価スキームの構築
- b) 沿岸生態系ネットワークにおけるコア・ハビタート同定および環境ストレス評価に基づく熱帯沿岸生態系の回復力強化策としての MPA ネットワーク設定とその維持・向上方策の提言
- c) 多重ストレス評価・予測に基づく熱帯沿岸生態系の広域的ダメージポテンシャルマップの作成
- d) 多重ストレス環境変動と生態系応答の常時モニタリングシステム(CCMS)の構築と現地展開
- e) 緩和・適応スキームの社会実装ツールとしての統合的意志決定支援システム(IDSS)の構築と運用のための人材育成
- f) 環境ストレス発生源および制御主体としての地域コミュニティの社会構造分析と統合沿岸管理

の達成に向けて、他グループやフィリピン側メンバーとともに重点的に取り組む。

② 研究実施方法

1) フィリピン多島沿岸域を対象とした多段階スケール統合物理流動・物質循環・生態系応答モデル開発

リーフ・スケール<湾・海峡スケール<島全体スケール<フィリピン全域スケールという多段階スケールでのフィリピン多島沿岸域を対象とした物理流動・物質循環・生態系応答統合モデルシステムを開発する。5つの重点調査サイトおよびその周辺海域のうち、プロジェクト初期段階では、Mindoro 島・Puerto Galera 湾－Verde Island 海峡、Luzon 島 Bolinao 沿岸－Lingayen 湾、同 Laguna 湖－Manila 湾、Panay 島沿岸－Guimaras 海峡を主たる対象としてモデル開発を行う。また、比較研究サイトである沖縄石垣島東海岸リーフ海域を対象としたモデル開発

も併行して行う。また、海域モデルのみならず、隣接する流域からの陸源負荷モデル開発と、さらにそのモデルを駆動するための降雨等の気象条件を与えるための地域気象モデルをリンクさせた「大気－陸域－沿岸域－海洋」統合物理流動・物質循環モデルの開発を行うことにより、多重ストレス評価・予測モデルのベースを構築する。陸源負荷モデルの開発対象としては、Laguna 湖－Manila 湾周辺流域、Lingayen Gulf 周辺流域(特に Agno 川流域)、Panay 島内流域、比較サイトとしての沖縄石垣島を当面の主対象とする。さらに、Luzon 島全体、Panay 島全体といったスケール、さらにはフィリピン全域を対象とした広域陸源負荷モデル開発を順次行う。さらに、上記海域モデルに幼生分散過程モデルをカプリングさせることにより多段階スケールでの reef connectivity 解析と多重ストレス影響の定量的評価・予測のためのモデルシステムを開発する。Connectivity モデル開発と応用解析にあたっては、生態学グループ A、B と密接に連携を取る。5 重点サイトおよび比較サイトの石垣島を中心に環境負荷の発生源に関わる地域コミュニティの社会・経済構造等の調査分析を行い、環境負荷発生の評価モデルの開発を行う。

2) フィリピンにおける現地調査

上記のモデル開発予定海域及び陸域に関して、モデル開発及び検証に必要となる現地データを取得するための海水流動、栄養塩・有機物等の水質動態、底質特性、陸源負荷動態、生物群集動態、生態系プロセス等に関する現地観測を地球化学グループや生態学グループ、フィリピン側メンバーと共同で実施する。H22 年は、3 月上～中旬に Bolinao、Puerto Galera、Guimaras で予備的調査を実施し、また、6 月には Mindanao 北部沿岸と Cagayan de Oro 川流域を視察した。そして、8 月中旬～9 月上旬に石垣島東海岸において、また 9 月中～下旬に Bolinao－Lingayen 湾および周辺陸域、Guimaras 海峡および周辺陸域、Puerto Galera－Verde Island 海峡において合同集中調査を実施した。Laguna 湖に関しては Laguna 湖開発公社 (LLDA) との協定の下に長期連続定点モニタリング等を実施している。

3) 相手国側研究メンバーの招聘

相手国研究参画機関の主要メンバーの一人であるフィリピン大学ディリマン校の Dr. Ariel Blanco を H22 年 8 月中旬から 9 月上旬にかけて研究代表者の研究室(東京工業大学)に招聘し、その間、本プロジェクトの比較サイトの一つである沖縄・石垣島での合同現地調査への参加を通じて、地下水を中心とした陸源環境負荷に関する現地調査を実施するとともに、調査データの整理・解析を行った。また、陸現環境負荷評価モデル開発に関する検討を上記研究室で実施した。石垣調査においては、フィリピン・ボリナオで行う地下水調査に使用予定で、本プロジェクトによる供与予定機材と同機種である Super Sting Electrical Resistivity Meter と RAD7(いずれも研究代表者の研究室所有)を使用することにより、良好なデータを得ることに成功している。その成果は、引き続き Bolinao での同様の地下水調査に活かされた。また、H22 年 11 月下旬から 12 月上旬にかけて、同氏を上記研究室に同氏の RA である Ms. Ayin Tamondong とともに再び招へいた。その間、両氏は 12 月上旬につくばで開催された日本サンゴ礁学会第 13 回大会に参加し、関連する情報収集を行うとともに、Dr. Blanco は上記の 8 月の石垣調査で得られたデータ等に基づいて成果発表を行った。また、両氏は、12 月上旬に東京大学大気海洋研究所で行われた本グループと地球化学グループの合同会合に出席し、9 月調査の速報データについての内容検討や H23 年 3 月に予定している合同集中調査に関する準備検討の議論に加わった。そして、上記研究室において、Dr. Ariel Blanco は上記の陸源負荷評価モデルを中心としたモデル開発検討を進め、Ms. Ayin Tamondongha は海草藻場の人工衛星マッピングや海草藻場を中心とした生態系モデル開発の予備検討を実施した。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本グループの全体計画における主たる役割は、様々な数値モデル開発とその応用解析・評価を行うことにあ

るが、そのベースとなる、フィリピン多島沿岸域を対象とした統合物理流動・物質循環モデルの開発や陸源負荷モデルの開発に関しては、全体計画よりある程度先行して進めていっており、既に成果が得られつつある。また、関連する現地調査に関しても、Bolinao-Lingayen 湾や Laguna 湖、Puerto Galera、Guimaras 海峡等で現地データが得られつつあり、モデル開発／検証に活かされている。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

H22 年4月の国内会合や6月、9月、12月の現地会合での議論、および上記の2人の招聘者との共同作業等を通じて、今後の共同研究を通じての技術移転のあり方や研修候補者の選定方法について検討した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

(2) 生態学グループA(北海道大学・仲岡雅裕、高知大学・中村洋平、海洋研究開発機構・田中義幸)

研究題目:「生態学的アプローチによる熱帯沿岸生態系の生物多様性・生態系機能維持機構と多重ストレス応答評価」(Ecological approach to elucidate maintenance mechanisms and multiple stresses responses of biodiversity and functioning of tropical coastal ecosystem)

①研究のねらい

フィリピン沿岸海域における人為的開発の程度および種類が異なる複数のモデル海域を対象に、生物学的モニタリング、群集動態の広域比較解析、室内・野外操作実験などの生態学的アプローチを用いることにより、サンゴ礁・海草藻場・マングローブ連成系の基本的特性と、多重ストレスに対する生物群集および生態系プロセスの反応機構を解明する。さらに、他グループとの共同解析により、幼生や種子による分散を通じた海洋生物の空間動態を明らかにすることにより、多重ストレスに対する生物群集および生態系の応答を広域空間スケールで評価する。また、持続的な生物学的モニタリングを通じた沿岸生態系の影響評価を可能にするための現地スタッフ・学生等に対する生態学的手法に関する教育・技術指導を行う。

平成 22 年においては、調査対象海域の選定と、生物学的モニタリングの方法の確立、および海洋生物の多重ストレス応答の測定法の開発を主目的とした野外調査および教育・技術指導を実施する予定である。

②研究実施方法

1) フィリピン多島沿岸域の対象域選定、調査方法確定のための予備的検討

昨年度に収集した文献情報、現地研究者の聞き取り情報、および 2009 年 9 月の現地視察により得られた情報を分析し、生物多様性および生物群集構造の広域かつ長期的なモニタリングを行うための調査地の絞込みを行うとともに、各候補地における対象生物群、およびそのモニタリング方法の検討を進める。また、多重ストレス評価については、対象とするストレスの種類、対象生物、およびストレス評価法を検討した。さらに、local habitat 内での生物多様性・生態系機能の相互連成構造を研究に向けて、対象とする海域と調査スケール、および対象となる生物群の選定を進めた。

2) フィリピンにおける現地調査

平成 22 年前半においては、上記で挙げた調査対象地、対象生物、調査方法の選定に向けて、現地調査を行い具体的な絞込みを行った。このうち、Bolinao、Puerto Galera においては、3 月上～中旬にモデル開発・評価グループならびに地球化学グループと共同で野外調査を行い、調査サイトおよび生物学的モニタリングの項目・

手法を確定した。また、Mindanao 島北部においては、6月の予備調査により、Laguindingan, Lopez jaena に調査サイトを設定することを決定した。なお、Lopez jaena については、日本人の渡航が認められていないため、フィリピン側の共同研究者のみでの調査を行うことになった。

9月にはこれらの選定サイトにおいて、1回目の生物学的モニタリング、多重ストレス評価のための生態系機能測定、およびlocal habitat内の相互練成構造に関する調査を行った。また、Panay 島南部(Iloilo)においても比較調査対象となるサイトの選定のための予備的視察および情報収集を行った。また、12月には、フィリピン側共同研究者(Fortes氏ら)に依頼して、2回目の生物学的モニタリングを行ってもらい、生物多様性、生態系機能の季節変動の把握を行った。

3) 相手国側研究メンバーの招聘・研修

相手国研究参画機関の主要メンバーであるフィリピン大学ディリマン校のMr. Klenthon BolisayとMs. Gay Go Amabelleを、それぞれ8月上旬から下旬、8月中旬から9月上旬にかけて招聘し、本プロジェクトの本格実施に備えた研究を行った。Mr. Bolisayは研究分担者である中村洋平氏(高知大学)の研究室において、魚類の成長解析のための主要な方法である耳石の測定法を学ぶと共に、石垣島のアマモ場において魚類のセンサス法を習得した。また、Ms. Amabelleは石垣島のアマモ場において海草類のセンサス法を習得すると共に、研究分担者である田中義幸氏(海洋開発研究機構むつ研究所)の研究室において栄養塩分析とDiving PAMを用いた光合成能の計測法について習得した。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

全体計画に記載された研究は22年3月から開始されたばかりである。このうち、生物学的モニタリングの対象域については、4地域(Bolinao, Puerto Galera, Laguindingan および Lopez jaena)において環境ストレス勾配および強度に応じた複数の点の選定を終えることができた。また、3月および9月の調査および8月の石垣島での予備調査・研修により、海草、海洋無脊椎動物群集および魚類のモニタリング方法については、方法論を確定させた。今後、Panay 島-Guimaras 島海域における調査域の選定を進める必要がある。多重ストレス応答の評価方法については、対象とするストレスの選定を継続中であり、平成23年度以降の調査を通じて、各調査域の状況に応じた環境変数を選定する予定である。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

4月の国内会合や6月、9月の現地会合での議論や2人の招聘者との共同作業等を通じて、今後の共同研究を通じての技術移転のあり方や研修候補者の選定方法について検討した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)特になし。

(3) 生態学グループ B(東京大学・練春蘭)

「分子生物学的アプローチによる熱帯沿岸生態系の生物多様性・生態系機能維持機構と多重ストレス応答評価」(Molecular biology approach to elucidate maintenance mechanisms and multiple stresses responses of biodiversity and functioning of tropical coastal ecosystem)

①研究のねらい

熱帯沿岸生態系における reef connectivity の実態を集団遺伝学解析によって解明し、他の研究グループと

の共同解析により、生物多様性・生態系維持機構の解明やストレス影響評価、さらには本研究プロジェクトで重要テーマの一つとして掲げている海洋保護区(MPA)の合理的設定ならびに維持管理手法の開発・提言を目指す。

平成 22 年度は、フィリピン各地と日本の琉球列島の沿岸域から、対象種をサンプリングする。主要種について、多型性が高く共優性の DNA マーカーであるマイクロサテライトマーカー(SSR)の開発を行い、DNA 多型解析を行う。

②研究実施方法

平成 22 年度は、(1)フィリピン側共同研究者(Fortes 氏、Uy 氏、Campos 氏ら)との共同調査により、海草やその他のサンゴ礁海産生物のフィリピン全域における分布を明らかにし、サンプリングを行う。(2)主要種について SSR マーカーを開発し、集団単位で遺伝子解析を行い、遺伝的多様性や集団間遺伝距離、集団間の遺伝子流動、遺伝構造などのパラメーターを明らかにする。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

(1)海草のサンプリング

2010 年 3 月に、フィリピン西部の Busuanga および Puerto Princesa、2010 年 6 月に Mindanao 島北部においてサンプリングを行った。また、フィリピン以外の地域と比較するため、2010 年 3 月に中国海南省でもサンプリングを行った。さらに、インドネシアにおいても海草の分布状況を視察した。また、2010 年 8 月の沖縄調査においては、沖縄本島(4 地点)、石垣島(5 地点)、小浜島(1 地点)、竹富島(1 地点)、西表島(5 地点)、宮古島 2 地点の計 18 地点で、2010 年 9 月のフィリピン調査においては、ボリナオ(4 地点)、スービック湾(ルソン島南西、2 地点)とプエルトガレラ(7 地点)、計 13 地点より海草類の採集を行った。

(2)マイクロサテライトマーカーの開発

2009 年度、*Syringodium isoetifolium* について、10 個の有効な SSR マーカーを作成した。2010 年度、リュウキュウスガモ(*Thalassia hemprichii*)については 16 遺伝子座について設計、うち 9 遺伝子座で十分な多型性を確認した。ウミシヨウブ(*Enhalus acoroides*)については、3 遺伝子座について多型性を確認し、マーカー開発を継続している。

(3)リュウキュウスガモ(*Thalassia hemprichii*)集団遺伝学的解析

フィリピンの集団が遺伝的に最も多様で、集団間の分化も顕著であり、各集団が独自に分化して明確な遺伝構造を持つことから、多様性を維持するためには多くの集団を広く保全することが必要であることが示唆された。

琉球列島の集団は、フィリピンと比較して遺伝的多様性が低い傾向であった。これは琉球列島が本種の分布北限域であることが一因であると考えられる。また、琉球列島内でも遺伝構造が見られたが、分化の程度は低い結果となった。FST の値も低いことから、ある程度広い範囲での遺伝子流動の存在を示した。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

キックオフ会合や共同調査を通して、今後の技術移転について検討した。

⑤初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

当初計画していたミンダナオ島東部における採取に関しては、セキュリティの関係で不可能であった。この件

については、採取を現地カウンターパートである Uy 教授のグループに依頼することで解決を図りたい。

(4) 地球化学グループ(東京大学海洋研究所・宮島利宏、長崎大学水産学部・梅澤有)

研究題目:「物質循環把握に基づく沿岸生態系への多重ストレス波及過程の解明」

(Evaluation of multiple environmental stresses and their propagation process across coastal ecosystems -- a biogeochemical approach)

①研究のねらい

本年度を含めた研究期間全体の前半においては、熱帯沿岸海域における多重環境ストレスの伝播と生態系の応答を解明することをねらいとし、包括的な沿岸海域モニタリングのシステムを構築し実用化することを主たる目標とする。陸域からの人間活動による負荷と海域における生態系の応答とを水循環ベースで包括的に解明するために、河川・地下水を中心とする流域系動態調査、降雨量と降雨水質の調査、海域側の総観的観測とを組み合わせて代表的な季節に実施する。得られるデータはモデル開発・評価グループに提供してモデルの構築と校正に資するとともに、モデル開発・評価グループから提供される流動場モデル・地理情報モデルを化学的データの解釈と将来予測のために積極的に活用する。

また化学的環境と生態系側の応答との関係を定量的に評価するため、生態学グループAとも密接に協力して研究を進める。温暖化・酸性化、陸域からの人為的物質負荷、漁業活動の影響など、時空間スケールの異なる環境ストレスに対する生態系とその構成生物(特に造礁サンゴ、海草、底生動物、魚類)の応答を、環境諸因子と生物分布との関係解析、生物・生化学指標(安定同位体比、脂肪酸組成等)、生物移植実験を通して複合的な手法により解明する。

②研究実施方法

地球化学グループでは、(1)現場設置型各種計測装置による連続モニタリングを基盤として、(2)年2回程度の集中観測による陸域・海域調査、(3)生物・堆積物マッピング法と同位体比分析・核磁気共鳴分析等の先端的分析手法の組合せによる環境負荷の地理的広がり解析、(4)モデル開発・評価グループとの協力による栄養塩・懸濁物等の流出負荷モデルの開発とそれを利用した環境予測、(5)生態学グループとの協力による生物群集-環境相互作用の解析という複合的なアプローチを併用していく予定である。集中的な調査の対象地域として、(i) Luzon 島 Lingayen 湾海域/Agno 川集水域、(ii) Guimaras 海峡海域/Panay 島南部・Negros 島北部集水域、(iii) Mindanao 島 Macajalar 湾/Cagayan de Oro 川集水域、(iv) Puerto Galera 周辺海域の4箇所を想定している。また比較研究の対象として、亜熱帯沿岸生態系に属する沖縄県八重山諸島周辺海域を含めることを考慮している。

これらの観測において、特に海域側の観測はモデル開発・評価グループと密接に連携し、共同観測態勢を組む予定である。河川調査は概ね地球化学グループが主導して実施する。地下水と海底地下水湧出(SGD)の調査はフィリピン側の地質学グループと共同で進める。生態学グループAとは、移植実験を応用したバイオアッセイによる環境評価、および生体試料の同位体・脂肪酸分析による栄養流通調査等において協力体制を取る。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

全体計画に記載された研究は22年3月から開始され、同月にフィリピンにおける最初の現地調査、6月に小規模な視察を行ったのち、9月に第1回目の大規模な集中合同観測を実施した。

3月の調査には外的な理由により梅澤だけしか参加できなかったため、水質と生物に関する予備的な調査を

行ったのみである。具体的には Bolinao Santiago 島周辺、Puerto Galera, Jalaur 川、Guimaras 島周辺において栄養塩を中心とする水質調査と大型藻類の同位体比分析を行った。6 月は宮島のみが参加して Mindanao 島 Naawan 周辺海域と Cagayan de Oro 川を視察した。これらの調査による知見をもとに、4 月、8 月に国内メンバーによる会議を行い、今後の計画を検討した。また 6 月以降、フィリピン側のメンバーとメールによる情報交換を頻繁に行って調査の目的と作業内容、協力体制に関する討議を行った。

9 月の集中合同調査においては、Lingayen Gulf と Guimaras Strait における大規模な測線調査を実施し、これらの海域の生物地球化学的物質循環の大枠の構造を解明する調査に着手した。またそれに加え、Bolinao Lagoon における養魚場の影響に関する調査、Santiago 島およびその周辺における地下水負荷の影響に関する調査を行った。さらに流域からの負荷に関する調査として、Luzon 島北部の Agno 川、Tarlac 川、Panay 島南部の Jalaur 川ほか数河川、Mindanao 島北部の数河川の水質調査を行った。また Bolinao においては現地の協力者に依頼して大気降水物の通年観測に着手した。同年の残りの期間は主として 9 月の観測活動により得られた試料の処理と分析の作業に費やされた。

同年 5-6 月と 8-9 月には比較対象地域である八重山諸島における現地調査も実施された。モデルグループのメンバーと協力して主として定点 24 時間観測の手法により生物地球化学的物質動態を調査したほか、造礁サンゴの生体成分分析を実施して環境指標となるパラメータの探索を進めた。また上記観測期間以外も含めて随時大気降水物試料を採取してその生態系への影響を明らかにしつつある。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

9 月に実施された集中合同観測の際にカウンターパート側の学生にも多数参加してもらい、地球化学的な現場観測(海洋観測・地下水調査・河川調査・生物調査)の実技を修得してもらった。炭酸系の精密分析に関しては、分析装置を一時的にフィリピンに持ち込んで分析技術を直接指導した。また栄養塩分析については、共通の試料を日本側とフィリピン側の双方で分析を行い、分析精度・確度に関する相互校正を実施した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

本プロジェクトの全般を通して、水循環に関する精密な情報を取得することが当初考えられていた以上に重要であることが判明したことから、地下水、河川、降雨などの試料を精力的に集め、それらの水安定同位体比のデータを遅滞なく取得していくために、最新の水同位体比アナライザーを導入することになった。ただし 2010 年末の段階でメーカーにおいて装置を制作中であるため、測定結果はまだ得られていない。

3. 成果発表等

(3-2-2-1) 原著論文発表

- ① 発表総数(国内 0件、国際 13件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0件、国際 13件)
- ③ 論文詳細情報(著者名、発表論文タイトル、掲載誌(誌名、巻、号、発表年)などを発行日順に記載して下さい。)。なお、同一の論文は一報として記載して下さい(グループ毎の重複記載は不要)。

Abe O., A. Watanabe, V.V.S.S.Sarma, Y.Matsui, H. Yamano, N. Yoshida and T. Saino (2010): Air-Sea Gas Transfer in a Shallow, Flowing and Coastal Environment Estimated by Dissolved Inorganic Carbon and Dissolved Oxygen Analyses. *Journal of Oceanography*. 66, 363-372

- Blanco A., A. Watanabe, K. Nadaoka, S. Motooka, E.C. Herrera, and T. Yamamoto (2011): Estimation of nearshore groundwater discharge and its potential effects on a fringing coral reef. *Marine Pollution Bulletin*, doi:10.1016/j.marpolbul.2011.01.005
- Blanco A.C., K. Nadaoka, T. Yamamoto, K. Kinjo (2010): Dynamic evolution of nutrient discharge under stormflow and baseflow conditions in a coastal agricultural watershed in Ishigaki Island, Okinawa, Japan. *Hydrological Processes*, 24 (18), 2601–2616
- Dadhich A., and K. Nadaoka (2010): Impact analysis of natural and socio-economic factors in Coral Coast area using remote sensing and GIS. *Proceedings of Coastal Engineering, JSCE, Vol.1, 2010*, 51–55
- Herrera, E.C., Nadaoka, K., Pokavanich, T. et al, (2010): Analysis of the Hydrodynamic and Water Quality Connectivity of a Marine and a Lacustrine Environment. *Proceedings of Coastal Engineering, JSCE, Vol.1, 2010*, 46–50
- Kohzu A, Imai A, Miyajima T, Fukushima T, Matsushige K, Komatsu K, Kawasaki N, Miura S, Sato T (2011) Direct evidence for nitrogen isotope discrimination during sedimentation and early diagenesis in Lake Kasumigaura, Japan. *Organic Geochemistry* 42: 173–183.
- Lu L.F., Y. Miyazawa, W. Cui and K. Nadaoka (2010): Numerical study of surface water circulation around Sekisei Lagoon, southwest Japan. *Ocean Dynamics*, Vol.60, 2, 359–375
- Nakamura Y (2010) Patterns in fish response to seagrass bed loss at the southern Ryukyu Islands, Japan. *Marine Biology* 157: 2397–2406.
- Tanaka Y, Ogawa H, Miyajima T (2010) Effects of nutrient enrichment on the release of dissolved organic carbon and nitrogen by the scleractinian coral *Montipora digitata*. *Coral Reefs* 29: 675–682.
- Mora C, Aburto-Oropeza O, Bocos AA, Ayotte PM, Banks S, Bauman AG, Beger M, Bessudo S, Booth DJ, Brokovich E, Brooks A, Chabanet P, Cinner J, Cortés J, Cruz-Motta JJ, Magaña AC, DeMartini E, Edgar GJ, Feary DA, Ferse SCA, Friedlander A, Gaston KJ, Gough C, Graham NAJ, Green A, Guzman H, Hardt M, Kulbicki M, Letourneur Y, Pérez AL, Loreau M, Loya Y, Martinez C, Mascareñas-Osorio I, Morove T, Nadon MO, Nakamura Y, Paredes G, Polunin N, Pratchett MS, Bonilla HR, Rivera F, Sala E, Sandin S, Soler G, Stuart-Smith R, Tessier E, Tittensor DP, Tupper M, Usseglio P, Vigliola L, Wantiez L, Williams I, Wilson SJ, Zapata FA (2011) Global human footprint on the linkage between biodiversity and ecosystem functioning in reef fishes. *PLoS Biology* (in press)
- Nakamura T. and T. Nakamori (2010): A simulation model for coral reef formation: reef topographies and growth patterns responding to relative sea-level histories. In: Linda L. Wright (ed.) *Sea Level Rise, Coastal Engineering, Shorelines and Tides*. Nova Science Publishers (New York), (in press)
- Tanaka Y, Miyajima T, Watanabe A, Nadaoka K, Yamamoto T, Ogawa H (2011) Distribution of dissolved organic carbon and nitrogen in a coral reef. *Coral Reefs* (in press)
- Takino T., A. Watanabe, S. Motooka, K. Nadaoka, N. Yasuda, and M. Taira: Discovery of a large population of *Heliopora coerulea* at Akaishi Reef, Ishigaki Island, southwest Japan. *Galaxea*, (accepted)

(2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳 (国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数 (国内 0 件、海外 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1) モデル開発・評価グループ (統合モデル開発による多重ストレス環境変動の定量的評価と広域生態系応答予測)

① 研究者名

【日本側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加時期
○	灘岡 和夫	東京工業大学	教授	2009.06～
	渡邊 敦	東京工業大学	助教	2009.06～
	鹿熊信一郎	沖縄県	主幹	2009.06～
	Tanuspong Pokavanich	東京工業大学	博士研究員	2010.02～ 2010.11
	中村 隆志	東京工業大学	博士研究員	2010.07～
	Eugene Herrera	東京工業大学	博士研究員	2010.10～

【相手国側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加時期
○	Enrico Paringit	フィリピン大学・ ディリマン校	Assistant Professor	2009.06～
	Ariel Blanco	フィリピン大学・ ディリマン校	Assistant Professor	2009.06～
	Cesar Villanoy	フィリピン大学・ ディリマン校	Professor	2010.03～

② 研究項目

- ・多重ストレス評価モデルのベースとしての「大気－陸域－沿岸域－海洋」統合物理流動・物質循環モデルの開発
- ・統合モデルに基づく熱帯沿岸生態系への多重ストレス変動の定量的評価と生態系の動的応答予測
- ・統合物理流動・物質循環モデルと幼生分散過程モデルのカプリングによる reef connectivity への多重ストレス影響の定量的評価と予測
- ・台風や油流出等の episodic event による沿岸生態系への負荷評価モデル開発と応用

(2) 生態学グループA (生態学的アプローチによる熱帯沿岸生態系の生物多様性・生態系機能維持機構と多重ストレス応答評価)

① 研究者名

【日本側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加時期
○	仲岡 雅裕	北海道大学	教授	2009.06～
	中村 洋平	高知大学	助教	2009.06～
	田中 義幸	海洋研究開発機構 構むつ研究所	研究員	2009.06～
	本多健太郎	北海道大学	博士研究員	2010.04～

【相手国側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加時期
○	Miguel D. Fortes	フィリピン大学・ディリマン校	Professor	2009.06～
	Wilfredo Campos	フィリピン大学・ビサヤ校	Associate Professor	2009.06～
	Willy Uy	ミンダナオ州立大学	Professor	2009.06～

②研究項目

- ・多重ストレス環境変動と生態系応答の常時モニタリングシステムの構築と現地展開
- ・サンゴ礁、藻場、干潟、マングローブ等から構成される local habitat 内での生物多様性・生態系機能の相互連成構造の解明および多重ストレスに対する応答過程評価
- ・サンゴ礁、藻場、干潟、マングローブ等から構成される local habitat 内での生物多様性・生態系機能の多重ストレスに対する応答過程評価
- ・巨大台風や大規模出水、油流出事故等の episodic event による熱帯沿岸生態系の攪乱と回復過程の解明

(3) 生態学グループB(分子生物学的アプローチによる熱帯沿岸生態系の生物多様性・生態系機能維持機構と多重ストレス応答評価)

①研究者名

【日本側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加時期
○	練 春蘭	東京大学	准教授	2009.06～
	高橋 明子	東京大学	特任研究員	2009.06～ 2010.03
	中島 祐一	東京大学	特任研究員	2010.04～
	松木 悠	東京大学	特任研究員	2010.05～

【相手国側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加時期
○	Miguel D. Fortes	フィリピン大学・ディリマン校	Professor	2009.06～
	Willy Uy	ミンダナオ州立大学	Professor	2009.06～
	Wilfredo Campos	フィリピン大学・ビサヤ校	Associate Professor	2009.06～

②研究項目

- ・熱帯沿岸生態系における海草やその他のサンゴ礁海産生物の集団遺伝学的解析による生物多様性評価
- ・遺伝的解析による熱帯沿岸生態系における主要海産生物の繁殖特性の解明
- ・集団遺伝学的解析による熱帯沿岸生態系における reef connectivity の実態解明

(4) 地球化学グループ(物質循環把握に基づく沿岸生態系への多重ストレス波及過程の解明)

①研究者名

【日本側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加時期
○	宮島 利宏	東京大学	助教	2009.06～
	梅澤 有	長崎大学	助教	2009.06～
	森本直子	東京大学	特任研究員	2010.08～

【相手国側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加時期
○	Ma. Lourdes San Diego- McGlone	フィリピン大学・ ディリマン校	Professor	2009.06～
	Fernando Siringan	フィリピン大学・ ディリマン校	Professor	2010.03～

②研究項目

- ・熱帯沿岸生態系への陸源負荷の作用過程の解明
- ・熱帯沿岸生態系を含む広域系としての海－陸統合系における物質循環の時空間動態解明
- ・地球環境変動影響とローカル環境ストレスの複合作用過程の解明
- ・CO₂ 放出・吸収特性から見た沿岸生態系の評価

以上