

文部科学省科学研究費補助金(新学術領域研究)の支援を受けた、人とサンゴ礁の新たな共生関係を構築するための研究プロジェクト「サンゴ礁学」の進捗状況をお伝えします。

● 異分野連携 ● 合同調査報告



サンゴ礁学では文理融合・異分野連携を促進するため、「フィールド」を共有した合同調査を進めています。2011年度は、北海道に「サンゴコアセンター」を設立、石垣島では「合同チャンパー実験」を開始するなど連携研究を具体化しました。

B01班 北海道大学を中心にした「サンゴコアセンター」の設立

宮地 鼓 (B01班/北海道大学大学院理学研究院)

ハマサンゴなど塊状のサンゴは年輪を形成しながら数百年にわたって成長します。サンゴ年輪に沿って、骨格中の各同位体比や微量元素組成比の分析を行うことにより、週から月の時間単位で、そのサンゴが成長した期間の周囲の海水温や塩分などの環境情報を得ることができます。しかし、サンゴコア試料の掘削から連続的な試料解析に至るまでには、多大な時間と労力が必要です。また、生きているサンゴからコア試料を掘削することは、サンゴ自体に少なからずダメージを与えてしまうことにもなります。サンゴ礁の生態系や環境保全の観点から、研究目的による採取も長期的な視野に立ったものが望まれます。そこで、サンゴ年輪分析の集約化と迅速化、データベースによる試料の管理と共有化の構想を立て、サンゴ研究の共同利用施設として、北海道大学理学研究院に「サンゴコアセンター」を立ち上げました。

「サンゴコアセンター」では、コア試料の採取から、一次加工、初期分析に関する技術と機器を保有し、それらを一元化するシステムを確立させています。ウェブサイトや関連学会を通じて広く告知し、サンゴ礁学プロジェクト内外から多くの反響を得ています。すでに西太平洋の一部の試料については、本センターを利用した国際共同研究を開始しました。今後、サンゴ礁学で得られた研究成果についても、順次データベース化し、広く一般にも公開する予定です。日本における炭酸塩骨格の分析における拠点のひとつである北海道大学を中心に、各研究機関や民間企業の協力を得ながら、より利用しやすいシステムの構築を目指しています。



図. サンゴコアセンターの部門構成

「サンゴコアセンター」ウェブサイト http://ccc.sci.hokudai.ac.jp/Coral_Core_Center/Welcome.html

石垣島白保での A02・C01・C02班 合同チャンパー実験開始

中村隆志 (C02班/東京工業大学情報理工学研究所)

大型および小型チャンパーを用いたサンゴ礁生物群集の代謝測定実験が石垣島白保にてスタートしました。このチャンパーの正式名称は「流動付加制御機構付き新型チャンパーシステム」といい、その名の通り、巨大な水中ポンプによってチャンパー内に循環型の強い流れが起こせるようになっていきます。ちょっとした流水プールみたいなものだと思って頂ければイメージしやすいかもしれません。最大流速にすると、チャンパー内の魚達は一斉に、ルームランナーさながらに泳ぎだします(ちょっとかわいそうですが)。そしてサイズもかなりのもので、小型チャンパーで W1.2m × D0.5m × H0.3m、大型チャンパーにいたっては

W2.4m × D1.2m × H0.9mと、人が寝泊り出来るぐらいの大きさです。これをサンゴ礁域の現場で組み立てて実験を行います。

さて、これらのチャンパーは、2011年の1月よりC02班を中心にC01班やA02班とも連携して開発を進めてまいりました。1月と3月には白保サンゴ礁域で大型、小型両チャンパーの現地性能試験を行いました。そして7月と9月に大型チャンパーを白保サンゴ礁域のユビエダハマサンゴが優占するサンゴ群集に設置し、実際に代謝(光合成速度、石灰化速度、栄養塩の取り込み速度など)の測定を行いました。ここでは、流速を変えたり、栄養塩(NO₃、PO₄)の添加なども行い、その応答も調べました。小型チャンパーはC01班を中心にC02班と合同で5月、7月、9月に砂地で流速のコントロールや二酸化炭素添加などを行い、底質の溶解実験を行いました。また、11月には白保のアマモ場での代謝測定実験も行いました。まだハード面での問題もいくつかありますが、ようやく本格運用ができる状態になってまいりました。今後、各班が連携してこのチャンパーを用いて様々な実験が行われることが期待されます。

最後に、このチャンパー実験はサンゴ礁学メンバーのみならず、大変多くの方が手を貸してくだ

さいました。実験を手伝っていただいた方々に、この場を借りて改めてお礼申し上げます。



写真1: 大型チャンパーでサンゴパッチを覆った様子。デカイ!!



写真2: 砂地に設置された小型チャンパー



写真3: 小型チャンパーをアマモ場にも展開



計画研究班の研究紹介

今年で4年目を迎えたサンゴ礁学は、昨年の中間評価でもA評価を獲得、来年度の最終年度に向けて着々と研究を進めています。ここでは、中間評価以降の6つの計画研究班の成果と最終年度に向けた展望をまとめ紹介します。

現在の仕組みを解明する 研究項目A ● ストレス応答の素過程解明

計画研究 A01班

複合ストレスに対するサンゴ-褐虫藻共生系の応答

日高道雄 (琉球大学理学部)

ウスエダミドリイシの一次ポリブに異なるタイプの褐虫藻(クレードAとD)を感染させた後、高温および常温下でストレス関連遺伝子の発現を調べました。その結果、ストレス関連遺伝子の高温ストレス応答が共生する褐虫藻のタイプにより異なることが分かりました。サンゴ-褐虫藻共生体としてのストレス応答、そして宿主による褐虫藻タイプの選択性を理解する上で重要な知見です。

褐虫藻を感染させたミドリイシ属サンゴの幼生を用いて、ストレス条件下では褐虫藻が活性酸素産生源となって宿主サンゴにとって重荷となることを示しました。一方褐虫藻を親から受け継ぐ垂直伝播型のハナヤサイサンゴの幼生は、多くの褐虫藻を含むにもかかわらず、高いストレス耐性を示すことが分かりました。今後ハナヤサイサンゴ幼生の高いストレス耐性を可能にする機構を明らかにすることを目指します。

呼吸の温度依存性をウスエダミドリイシとハナヤサイサンゴで調べたところ、どちらの種でも成群体では Q_{10} は約2でした(温度が10°C上昇すると呼吸速度がほぼ2倍となります)。幼生は、呼吸速度、 Q_{10} ともに成群体に比べて低い値を示しました。呼吸および光合成の温度依存性を調べることで、サンゴのエネルギー収支の温度依存性をモデル化しようと考えています。

サンゴ礁の浅海域から採取されたハマサンゴの光合成活性および成長パターンから、同種の遺伝子型間で生理的な環境応答に著しい差がみられることが分かりました。

主に地球規模での人為的環境変化の影響のみを受けている西表島と、地球規模と地域規模での複合的影響を受けている沖縄本島で、定点モニタリングを継続することによって、サンゴ群集の持続性が、後者でより低いことが明らかとなりつつあります。

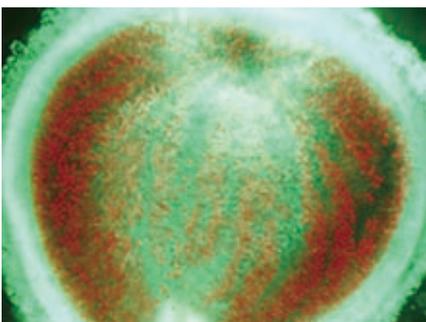


写真: ハナヤサイサンゴ幼生の蛍光顕微鏡写真。多くの褐虫藻(赤い粒)を含む。

計画研究 A02班

複合ストレス下におけるサンゴ礁生態系・物質循環共生系の素過程

鈴木 款 (静岡大学創造科学技術大学院)

A02班では、サンゴ礁・サンゴの化学的・生物学的素過程の研究を、「生物過程が関係する化学共生・物質循環」に焦点を当て進めています。特に、光合成・呼吸・有機物の分解等の生物過程が、どのように化学成分の動きと連動しているかを明らかにし、C02班の生態系応答モデルのキープロセスとパラメータを明確にする方向で研究を進めています。サンゴ礁の有機物生産者は、従来は褐虫藻、石灰藻、海藻類、海草、植物プランクトンなどが、主な生物群集だと考えられてきましたが、最近、サンゴの死んだ骨や砂地、堆積物中の緑藻類、附着珪藻、藍藻マットと多くの生物群集が担っていることが明らかになりました。サンゴ礁を構成しているサブ環境(サンゴ内部、サンゴの瓦礫、砂地、藍藻のマット等)の栄養塩濃度が高いことから、サンゴ礁は海水中の硝酸塩濃度が低いことから貧栄養海域と言われていますが、サンゴ礁を構成するすべての環境を考慮するとすべてが貧栄養海域とは言えないことを明らかにしました。この期間に他に明らかにしたことは以下です。

(1) サンゴと褐虫藻およびバクテリアの複合共生システムと環境ストレスとの関係からサンゴの白化についてのメカニズム、特に水温上昇と褐虫藻とバクテリアの増殖に関する関係と白化が起きるプロセスおよび褐虫藻の形態変化を明確化しました。

(2) 環境ストレス下におけるサンゴの生命維持と物質循環との関係のより詳細な理解がサンゴの内部の研究により明確になりました。特にサンゴ内部の硝酸塩、アンモニア、リン酸塩、ビタミンB12濃度、バクテリアの細胞数は周りの海水に比べて二桁高く、これはサンゴと褐虫藻はサンゴ内部のバクテリアと共生して、循環システムを動かしていることを示しています(図)。

(3) 酵素、色素、抗酸化物質を指標とするサンゴの健康状態の定量化を促進しました。

以上から従来不明であったサンゴとサンゴ礁に関係する生物・化学の共生システムに関する新たな研究方法・成果を得ることができました。

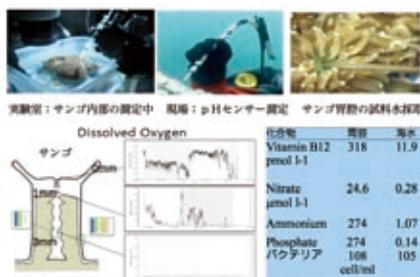


図. マイクロセンサによるサンゴ内部の溶存酸素濃度の測定および、サンゴ内部・表層・海水境界における生物群集・化学成分の測定

過去からの変化を解析する 研究項目B ● 歴史的变化

計画研究 B01班

ストレスとサンゴ礁の歴史的变化

山野博哉 (国立環境研究所)

B01班では、空中写真、衛星データ、地図、報告書データ、サンゴ年輪分析データなど客観的なデータに基づいてストレス要因とサンゴ礁の歴史的变化を解析し、ストレスの増加とサンゴ礁の衰退を検証します。これまでに、石垣島轟川流域と白保サンゴ礁において、土地利用変化の復元とサンゴ年輪解析を進めてきました。サンゴ年輪を分析するために、北海道大学に「サンゴコアセンター」を設立し、サンゴの掘削から分析までを集約して行える体制を整えました(p1宮地さん執筆原稿参照)。

土地利用変化の復元とサンゴ年輪分析によって、最近になって陸からの土砂や栄養塩の流入が増大しており、それがサンゴ骨格に記録されている可能性が明らかになりました。これらに加え、サンゴ被度が変化しているかを検証するために、C01班と連携して1980年代から現在にかけて衛星画像解析をおこないました。その結果、白保サンゴ礁におけるサンゴの被度は1980年代に比べて1/3程度に減少していることが明らかとなりました。

今後は、土地利用変化、サンゴ年輪記録、サンゴ被度変化の解析を進め、より長期かつより短い時間間隔での歴史の復元を行い、サンゴ礁の変化が起こったタイミングとその原因に迫ります。そのために、1924年から現在にかけての地形図、空中写真、衛星データを収集しました。また、1950年頃までさかのぼれるサンゴコアを掘削しました。今まで行った解析に加え、こうして追加されたデータの解析を進めています。そして、プロジェクトのまとめに向けて、B01班内部の画像班と年輪班の連携だけでなく、他班との連携をより一層強化し、A01班A02班との連携によるストレス要因・応答に関する知見の活用、B02班との連携による社会的背景の検討、C01班C02班との連携による将来予測のための検証データの提供など、知見を統合していきたいと考えています。

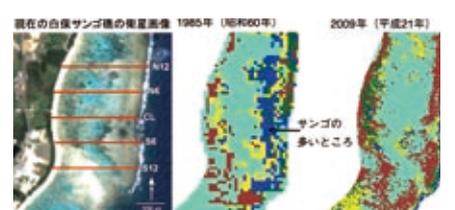


図. 衛星データ解析によって明らかとなった石垣島白保サンゴ礁のサンゴ分布変化。左の赤い線はC01がサンゴ分布を調べている測線で、その情報を用いて解析をおこなった。青い部分がサンゴの多いところを示す。

過去からの変化を解析する 研究項目B ● 歴史的变化

計画研究 **B02班**

**サンゴ礁
—人間共生系の景観史**

山口 徹 (慶應義塾大学文学部)

C01班の杉原 薫さんをお願いして、石垣島南西部の名蔵湾でシュノーケリングを体験しました。分帯構造をもったサンゴ礁はありませんが、藻場が広がる浅海の先にはハマサンゴの塊が水深2mほどの海底に点在しています。多くはすでに斃死しており、その内の1つを分析したC01班の菅 浩伸さんによると、その時期は1000-1200年前とのことです。サンゴを研究対象とする自然科学の方には名蔵は物足りない場所かもしれませんが、陸域と海域や、人間とサンゴの歴史的關係を考えるにはもってこいだと思います。我われが実施したボーリング調査によって、ちょうど同じ時期に台地上の照葉樹林が後退し、マングロープ湿地の沖積化が進み、その後800-900年前には水田が作られていたと想定できるからです。こうした陸域環境の変遷を確かめるために発掘調査を実施したところ、1mほど掘り下げた4x2mのトレンチからさまざまな所見を得ることができました。たとえば、黒褐色粘土層中に水平に分布するカワナ科の貝類遺体は、過去の水田の耕作面を示すと考えられます。その下には固くしまった砂礫混じりの黒褐色粘土が堆積していました。ある地元農家の方は、耕作用の水牛が踏み固めた床土ではないかと示唆してくれました。いずれにしても、水田以前の環境情報が詰まっているはずですが、その中に混じる多数の炭化物は、照葉樹林の火入れや畑地の開墾にもなって台地から谷戸に崩落した土砂の痕跡かもしれません。発掘トレンチからは、イネやオオムギを含む多くの植物種子が検出され、石斧や土器の破片とともに海産・汽水産貝類も得られました。こうした出土資料の分析を進めて陸域の環境史と人間活動史を明らかにし、海域環境の変遷との対応を検討しようとして計画しています。その歴史の先端に、今を生きる島の人びとの暮らしを結びつけることが大きな目標です。文化人類学や物質文化研究の共同研究者とともに開催した成果報告会(アウトリーチ、p7下田さん執筆原稿参照)はそのための活動でもあります。



写真: 泥まみれの発掘調査(名蔵浦田原谷戸内で実施)

未来を予測し、新たな人との共生関係を構築する 研究項目C ● 複合ストレス応答モデル

計画研究 **C01班**

**地球温暖化に対する
サンゴ礁の応答**

茅根 創 (東京大学理学系研究科)

C01班の目的は、温暖化、酸性化、海面上昇に対するサンゴ礁の応答を、生態系・地形スケールで検出・評価して、地球温暖化に対するサンゴ礁の応答を予測することです。

(1) 温暖化: 石垣島白保サンゴ礁の1998-2011年の14年間の群集変化を、測線と方形枠調査によって明らかにして、サンゴ被度が1/10近くまで減少し、海草、海藻、ソフトコーラルが増加したことを明らかにしました。被度の減少は、温暖化による白化と、台風やローカルな環境悪化が原因と考えられます。今後、B01班の画像・年輪解析と連携して、測線で得られた群集変化の結果を面的に広げ、土地利用と陸域負荷の変化と比較するとともに、C02班のモデル構築と評価に提供して、生態系スケールのストレス応答モデルの構築に寄与します。

(2) 酸性化応答: 二酸化炭素濃度上昇による酸性化によって、骨格を持つ造礁サンゴ群集が骨片しか持たないソフトコーラル群集にシフトすること、サンゴ礁に広く分布するマグネシウムに富んだ石灰質堆積物が溶解することを、フィールド調査と実験室の実験によって明らかにしました。フィールドの結果と実験室の実験を統合的に説明するために、C02班と連携して流動チャンパーによる現場実験(p1中村さん執筆原稿参照)を、A01班、公募研究と連携して現場環境に近い条件による飼育実験を進めています。

(3) 海面上昇: コクビミドリイシ、ヤスリミドリイシなど9種のサンゴが、過去の海面上昇に追いついてサンゴ礁地形を作る鍵となることを特定しました。また、現在のサンゴ礁成長の場合は、礁原外側の礁縁から礁斜面であることが明らかになりました。海面上昇に対して防波構造物としてのサンゴ礁の保全・創成を進めるためには、サンゴ礁礁縁において鍵となる種を保全・増殖することが必要です。サンゴ礁地形の形成史の研究は、B01班の古環境復元、B02班の景観史とも連携して進めています。



写真: 硫黄島島の高二酸化炭素海域で卓越するソフトコーラル

計画研究 **C02班**

**複合ストレスの包括的評価・予測と
サンゴ礁生態系応答モデル解析**

灘岡和夫 (東京工業大学理工学系研究科)

C02班では、複合ストレス評価に関して、地下水を含む様々な陸源負荷や大気経路負荷についての現地観測を行い、対応した評価モデルの開発を進めています。さらに陸源負荷の生成・制御過程のモデル化に必要となる地域コミュニティの社会経済的な調査を行っています。生態系応答モデルシステムの開発に関しては、システムを構成する炭酸系動態モデルの開発と応用をさらに進めるとともに、栄養塩や有機物の物質循環ならびに低次生態系の時空間応答過程を解析対象としたモデル開発をA02班と連携して行っています。このモデルは、詳細な流動場モデルをベースとして、水柱の生食連鎖と微生物循環および底生生物群集の代謝を組み込むことで構成されています。このモデルによる解析の結果、リーフ内の有機態動態がサンゴ粘液の生成と流動による移流効果に大きく支配されていることなどが明らかになりました。今後、底質モデルの開発と組み込み等を通じてこのモデルをさらに発展させる予定です。さらに、サンゴ礁生態系短期応答モデルのキーとなる、複合ストレス下でのサンゴ群体内部の応答過程を表す「内部モデル」をA02班などと共同で開発を進めています。この「内部モデル」のうち、サンゴの光合成や石灰化のモデル開発はほぼ完了しました。このモデルはトランス石灰化モデルをベースに、それぞれの素過程を定式化することにより構成されています。サンゴの光合成や石灰化の基本的な応答や海洋酸性化に対する石灰化の応答などはこのモデルにより良く再現できることが確認されました。今後は、栄養塩の取り込みや応答、有機物の摂取や粘液等による放出過程等のモデル化を進める予定です。フィールド調査のハイライトとして、2011年1月より、C01班やA02班と連携して新型チャンパーシステムの開発および運用を進めています(p1中村さん執筆記事参照)。現在までに、ユビエダハマサンゴ群集や砂地、アマモ場での代謝測定実験などを行いました。今後、チャンパーの改良を進めるとともに、各班と連携して本格的に運用展開していく予定です。

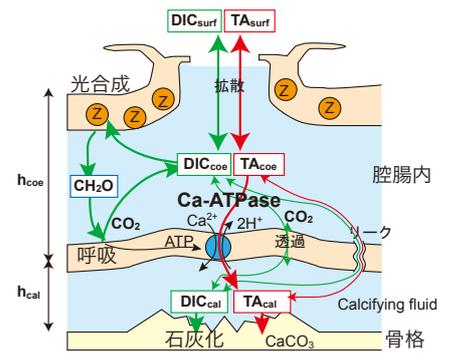


図. サンゴの内部モデルの概念図

9/5～9/10

Summer School 2011

瀬底島でサマースクール開催

2011年9月5日から10日まで、全国の大学生・大学院生を対象としたサマースクールを琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設で開催し、北海道から沖縄まで計7大学の学生25名が参加しました。

サマースクール開始から3年目となった今年は、備瀬でのスノーケリング実習や陸上巡検、若手の会企画による参加者ディスカッションなどを昨年度から新たに加え、より実習を重視した内容となりました。



参加者集合写真

▼スケジュール

9月5日(月)

- 午後 ●オリエンテーション(実習の説明・施設案内)
●講義「サンゴの生物学」波利井佐紀(琉球大)
- 夜 ●若手の会企画親睦会「ひらやーちーパーティー」

9月6日(火)

- 午前 ●実習「サンゴの生物学・サンゴの観察(生体・骨格・褐虫藻観察)」波利井佐紀(琉球大)
- 午後 ●実習「スノーケリングの練習とサンゴ礁の観察」
酒井一彦・中野義勝(琉球大)
- 夜 ●講義 横井謙典(プロカメラマン)

9月7日(水)

- 午前 ●講義
「サンゴ礁生態系を化学の目で見ると何がわかる：
ナノ環境サンゴ礁学を目指して」鈴木孝(静岡大)
「モデル」瀬岡和夫(東工大)
「海洋酸性化のサンゴ礁生物での研究」栗原晴子(琉球大)
- 午後 ●実習(下記2班に分けて交代で実施)
1班「海洋酸性化のサンゴ礁生物での研究」栗原晴子(琉球大)
2班「備瀬スノーケリング」中野義勝(琉球大)
※班の入れ替え



写真:備瀬でのスノーケリング実習

- 夜 ●若手の会企画
「参加学生ディスカッション-瀬底と備瀬の2箇所のスノーケリング実習から研究テーマを立案する-」

9月8日(木)

- 終日 ●陸上巡検
「サンゴ礁地形・地質」茅根 創(東京大)
「恩納村屋嘉田湖原の赤土対策」山野博哉(国環研)
「サンゴ礁保全と村づくりの講演・サンゴ種苗生産施設の見学」比嘉義視(恩納村漁協)
- 夕方 ●講義
「赤土対策の現状」金城孝一(沖縄県衛生環境研究所)
- 夜 ●若手の会企画「参加学生ディスカッション-人とサンゴ礁の共生を考える-」

9月9日(金)

- 午前 ●講義・実習
「サンゴ礁の測線調査@備瀬」中村崇(琉球大)
- 午後 ●「データ解析&発表用ポスター作り」
- 夕方 ●講義「文化人類学におけるサンゴ礁」深山直子(東京経済大)
- 夕方 ●実習解析結果プレゼンコンペ
- 夜 ●若手の会BBQ



写真:測線調査結果プレゼンコンペ

9月10日(土)

- 午前 ●アンケート記入
掃除後解散

☀ サマースクール総括

波利井佐紀 (C01 班 / 琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設)

2011年9月5～10日、琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設にて「サンゴ礁学サマースクール」を開催しました。第1回(2009年、石垣島)、第2回(2010年、瀬底島)に引き続き、第3回目の本年は全国の学部・大学院生を対象に本領域内外により幅広く募集を行い、北海道から沖縄まで7大学25名が集まりました。期間中、「サンゴ礁学」に関係のある様々な分野の講師11名による講義や実習、夜間はポスドク研究員や博士課程学生から成る「若手の会」が主導となってディスカッションが行われ、充実した6日間となりました。

今回はサンゴ礁に関する講義や基礎的な実習の他、過去の経験を生かして次の点を取り入れました。はじめに、異なる特徴を持つサンゴ礁2か所を対象にスノーケリングや生物測線調査を行い、野外での観察時間を増やしました。受講生が自ら自然現象に触れて考えることができ、得られたものも大きかったのではないかと思います。また、海洋だけではなく陸上巡検も行い、現世サンゴ礁地形・隆起サンゴ礁露頭観察、赤土対策やサンゴ礁保全の取り組みを知ってもらうため農地やサンゴ種苗生産の視察を行いました。「サンゴ礁」というとまず生物を思い浮かべがちですが、今回、地理・地質学、地域社会との関わりなど学際的な視点でサンゴ礁を捉える必要性を理解してもらえたと



写真:波利井先生によるサンゴの生物学・サンゴの観察実習

考えています。

さらに、昨年までは受講生自身が考える時間が少なかったため、今年は「若手の会」が中心となって、日中学んだことに関連したテーマについてグループ発表・ディスカッションをする時間を設けました。受講生が深夜まで白熱した議論を行い、お互いにより刺激となったようです。

サマースクールは短期間ですが、「サンゴ礁学」の様々な分野の教員や研究員が集まり、多角的な視点でサンゴ礁を学べるよい機会だと思います。受講生がこれを機にサンゴ礁に対して理解を深め、将来的に何らかの形でサンゴ礁に関わって活躍してくれることを期待しています。受講生にまたサンゴ礁で会える日を講師一同、楽しみにしています。



写真:栗原先生による海洋酸性化複合ストレス応答実験



写真:茅根先生による陸上巡検「サンゴ礁地形・地質」風景



写真：備瀬で行ったサンゴ礁の測線調査



写真：備瀬の測線調査の後はスノーケリングで農業している魚など観察

サマースクールに参加した 学生の感想

初めてみたサンゴ礁

渡辺裕乃 (静岡大学理学部 3年)

初めてスノーケリングをして、見たサンゴにはとても感動しました。カメラマンの横井謙典さんからスノーケリングの方法について丁寧に指導いただいたので、こわいと思うこともなく潜ることができました。同時に、30年くらい前は、もっとサンゴがあったとのお話を講義で聞き、目にした光景とのギャップに驚きました。4日目の陸上巡検では、恩納村での赤土対策や漁業組合の取りくみの話を聞くことによって、沖縄の海で起こっている現実をより感じられることができたと思います。あまりサンゴ礁に対して知識がない私でも、ちゃんと講義について行くことができました。短い間でしたが、ありがとうございました。楽しかったです。



写真：スノーケリング練習で指導してくださった横井さん

サンゴ礁の観察実習を通じて感じたこと

内田萌菜 (東京大学教養学部理学科 2類 2年)

一番印象に残ったのは琉大の生徒さんやTA、先生方と一緒に海に潜ったり磯を歩いたりしながらその場で魚やサンゴの名前や生態について解説していただいたことです。普段スノーケリングは全くしないし、もしするとしても家に帰って図鑑を眺める程度にしかできないので、現場を目の前にし、その生き物の生息する場所を五感を使って体で感じながら生態を知ることができるというのはなかなか体験できない貴重なものでした。このスペースには書ききれないほど、どの瞬間も貴重なもので、5～10日という短い期間とは思えないほど充実していました。



写真：中村先生による備瀬での測線調査実習

サンゴ礁と人との関わりについて考えた陸上巡検

森 愛理 (静岡大学理学部 4年)

一番印象に残ったのは、4日目の恩納村巡検です。屋嘉田潟原では赤土対策の現状と問題点について実際の農地を見学しながら学び、コミュニティーセンターでは地域一体となってサンゴ礁の海を保全する取り組みについてお話を聞いたり、サンゴの養殖水槽を見学したりしました。その夜は、大学も学部も学年もバラバラの仲間と一緒に、巡検で学んだことをもとにして「サンゴ礁と地域の人々」について熱く議論を交わしました。講義を聞くだけでは実感がわかなかったのですが、実際に見て、さらにディスカッションで意見を出し合うことで、サンゴ礁について語るとき人とのつながりを無視しては何も始まらないということが本当によくわかりました。



写真：山野先生による恩納村屋嘉田潟原の赤土対策の巡検

印象に残った講義

伊藤理彩

(慶應義塾大学文学部卒業生・東京大学大学院入学予定)
このサマースクールを通して、海洋汚染の原因の一つであるとされる大量の赤土を恩納村屋嘉田潟原で初めて目にし、その記憶がまだ生々いうちに赤土対策の現状について、沖縄県衛生環境研究所の金城孝一さんによる講義を聴講することができました。講義をされていたのが県職員の方ということもあり、さらにリアリティーが伝わってきて、被害の深刻さについてより一層深く考えさせられました。その他にも、自然科学、文化人類学などの先生方、水中カメラマンの横井謙典さんによる講義など、数多くの講義を集中して聴くことができ、大変貴重な経験をすることができました。



写真：赤土の講義をしてくださった沖縄県衛生環境研究所の金城さん

刺激を受けた他大生とのディスカッション

柴田知成 (琉球大学理学部 3年)

3日目と4日目の夜に班に別れて議論した、若手の会企画「参加学生ディスカッション」が一番面白かったです。同じ年代の学生が同じテーマに注目しても、本当に多種多様な意見が出るんだということに感動しました。生物という分野に限らず、何かの問題を解決するには多方面の分野の人たちが議論する必要があるんだと思いました。自分たち琉大組はフィールドが近くにあることが最大のアドバンテージであると思います。自分たちはもう少し勉強する必要がありますが、やはりできる限り多く海やたまには山に行つてフィールドの様子を見ていきたいと思います。



写真：若手の会企画ディスカッション風景

人とのつながりの面白さに気づいたサマースクール

田安笑美子 (琉球大学理学部2年)

私は、沖縄県出身なのですが、今回サマースクールに参加して、まず県外からの参加者の多さに驚きました。北は北海道から、全国様々な所から来ている何の共通点も無い人達と、「サンゴ礁」という一つのテーマを囲んで関わることができる、その輪がとても面白く、一緒に学ぶこと、活動することが大切だと思いました。講義も非常に多様で、巡検で聞いた、恩納村漁協の比嘉さんの講義は、私の環境への取り組みに対する概念をやぶってくれる、大変興味深いものでした。サマースクールに参加してよかったと思いました！



写真：初日のひらやちーパーティー

公募研究の新規採択と成果発表

公募研究が採択されました

平成23年度採択公募研究に、3つの研究題目が採択されました。

〈平成23~24年度公募研究〉

- 1
 - 研究代表者: 奥山英登志(北海道大学地球環境科学研究院)
 - 研究課題名: サンゴの白化耐性における長鎖多価不飽和脂肪酸含有脂質の膜遮蔽効果
- 2
 - 研究代表者: 栗原晴子(琉球大学亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構)
 - 研究課題名: 地球規模でのストレス(温暖化/酸性化)がサンゴ礁生物群集に及ぼす影響の解明
- 3
 - 研究代表者: 関谷直也(東洋大学社会学部)
 - 研究課題名: 人とサンゴ礁の共生・共存系構築のためのパブリック・リレーションズ戦略の策定

研究内容などの詳細は「サンゴ礁学」ウェブサイトをご覧ください。
<http://www.coralreefscience.jp/>

公募研究発表会開催報告

2011年5月14日、東京大学理学部にて「サンゴ礁学」公募研究発表会を開催しました。今回の研究発表会では、21~22年度公募研究採択者である新城竜一さん(琉球大)と王 在喆さん(立正大)から2年間の研究成果を報告いただき、さらに23~24年度公募研究採択者である奥山英登志さん(北海道大)と栗原晴子さん(琉球大)から今後2年間の研究計画を発表いただきました。今回都合が合わなかった他の公募研究採択者の方々には、2012年1月27日に第2回公募研究発表会開催して発表いただく予定です。

●21~22年度研究成果報告

1. 新城竜一さん(琉球大学理学部)
「海洋酸性化の評価に関連したサンゴ骨格のホウ素同位体比分析(海洋pH変動解析)」
2. 王 在喆さん(立正大学経済学部)
「産業連関分析モデルを活用したサンゴ一人間共生系の環境経済学的研究」

●23~24年度研究計画発表

3. 奥山英登志さん(北海道大学地球環境科学研究院)
「サンゴの白化耐性における長鎖多価不飽和脂肪酸含有脂質の膜遮蔽効果」
4. 栗原晴子さん(琉球大学亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構)
「地球規模でのストレス(温暖化/酸性化)がサンゴ礁生物群集に及ぼす影響の解明」

●発表終了後:懇親会

研究紹介

平成21~22年度採択の公募研究課題の中から、まだご紹介していない2課題の研究を紹介します。

サンゴ礁群集の造る帯状分布パターンの形成機構の解明と群集遷移モデルの構築

中村隆志

平成21~22年度採択公募研究
 現C02班/東京工業大学情報理工学研究所

サンゴ礁には様々な生物群集が生息し、それらは海岸とほぼ平行に帯状に分布しています。この帯状分布は、岸から沖にかけての様々な物理・化学的な環境パラメータの勾配によって形成されていると考えられます。本公募研究では、その帯状分布がどのような物理・化学条件によって形成されるかを明らかにすることを目的に研究を行ってきました。調査は石垣島白保サンゴ礁域と轟川北海域に岸沖方向に測線を設置し生態調査や地形断面の測定を行うとともに、環境パラメータ(水温、塩分、クロロフィル、濁度、炭酸系、栄養塩など)の測定を測線上50m間隔で複数回行いました。それらの環境データから、一般化線形モデルを用いて、環境パラメータと生物(サンゴ、海藻、海草)被度との因果関係を推定し、モデル化を行いました。図はその結果の一部です。まだ十分とは言えませんが、第一次近似的には環境変数を用いて生物被度をうまく再現できたかと思えます。今後はCO2班や他班とも議論を重ね、これを時間発展型のモデルへと進化させ、白保のサンゴ礁生物群集の変遷を再現できるようなモデルにしていきたいと思っています。

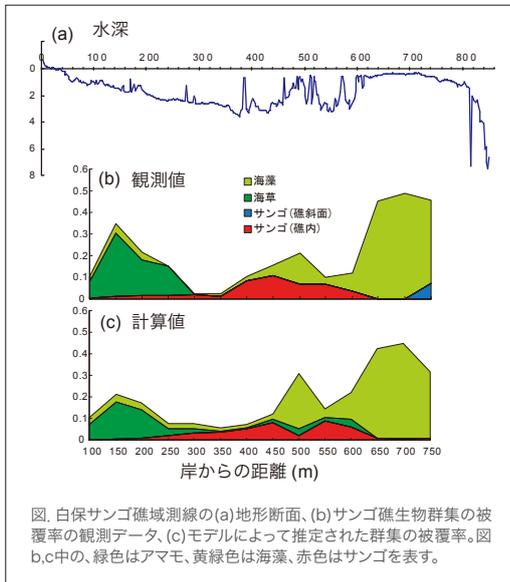


図. 白保サンゴ礁域測線の(a)地形断面、(b)サンゴ礁生物群集の被覆率の観測データ、(c)モデルによって推定された群集の被覆率。図b,c中の、緑色はアマモ、黄緑色は海藻、赤色はサンゴを表す。

産業連関分析モデルを活用したサンゴ礁一人間共生系の環境経済学的研究

王 在喆

平成21~22年度採択公募研究
 現B02班/立正大学経済学部

サンゴ礁は漁場機能や景観機能など、多種多様な機能を持っています。とりわけサンゴ礁に伴う資源が島嶼経済の維持に重要な役割を果たしています。このサンゴ礁の役割について、私の研究では石垣島をはじめとする八重山圏域を対象に計量分析を行いました。私の研究では、「経済」と「自然」の相互連関関係を念頭にサンゴ礁についての観光活動や移植活動などで生まれる直接・間接的価値が八重山圏域(石垣島、竹富島、西表島)経済に与える影響を解明しました。「直接・間接的価値」とはサンゴ礁についての観光活動や移植活動などに直接的、間接的に係わる八重山各産業の生産活動によって生み出される付加価値を指しています。また私の研究では、地域連関の観点から八重山におけるサンゴ礁の観光活動や移植活動が八重山以外、すなわち国内その他地域および海外地域に与える影響も明らかになっています。主な研究成果として、まず、「2005年八重山地域産業連関表」、サンゴ礁について観光と移植の実態を反映するデータベースが整備されていることをとり上げることができます。2点目は「サービス業に依存し、海外とのリンケージが弱い」という八重山産業構造の特徴を産業連関分析によって明らかにしたことです。3点目は、観光活動によって生み出される付加価値のうち約11%が国内その他地域へ、約1.4%が海外へ流出されていることです。4点目は、移植活動による付加価値のうち約10.8%が国内その他地域へ、約1.3%が海外へ流出されていることです。

石垣島住民の方々対象に研究成果発表会開催

2011年8月19～20日 B02班石垣島成果公開講演会(第3・4弾)の報告

下田健太郎 (B02班/慶応義塾大学大学院文学研究科後期博士課程)

名蔵公民館館長さんのご協力のもと8月19日に名蔵公民館で、教育委員会文化課の方々との共催で8月20日に市立図書館で、成果公開講演会を開催しました。名蔵公民館では山口先生(慶大)が陸と海と人びとの営みがからみ合いながら変化してきた名蔵地区の環境史を、朽木先生(千葉商科大)が農具の変遷からみた石垣島の近代史について報告しました。市立図書館では王先生(立正大)が石垣島の産業間のつながりがもたらす波及効果を、深山先生(東京経済大)が島の人びとの暮らしとサンゴ礁利用の関わりについて報告しました。2日間でのべ60名以上の方にご来場頂きました。

名蔵公民館では講演の後に車座になり、歓談する時間をもつことができました。そのなかで、浪崎さん(国立環境研究所)が過去の空中写真を床に広げ、語りの情報をその場で書き込みました。立場や職業を異にする多様な方々が、昔の風景や暮らしを楽しそうに語り合う様子が印象的でした。研究者のアウトリーチ活動には、人びとの対話を促す可能性があります。次の機会には、「望ましい」景観のあり方の議論にこうした対話を活かす方途についても、皆さんと一緒に考えてゆきたいと思えます。



写真:車座での歓談の様子

2011年8月20日「サンゴ礁学」第3回白保成果発表会の報告

浪崎直子 (総括班・事務局/国立環境研究所)

8月20日、白保公民館で第3回白保成果報告会を開催しました。今年は「白保の海、この10年でどう変わったか?」をテーマに、茅根 創氏(領域代表/東京大)と杉原 薫氏(C01班/国環研)が白保サンゴ礁の長期モニタリングの研究結果を報告しました。今回は、白保で保全活動を行うWWFジャパンと「サンゴ礁学」が調査結果を互いに報告し、これまでの海の現状を知ってもらうとともに、白保サンゴ礁域での保全活動について地元の方々に考えていただくきっかけとすることを目的に開催しました。この成果報告会の模様は、8月22日の八重山毎日新聞、さらに10月12日の読売新聞でも大きく報道されました。報道が大きかったため「白保の海はもうダメなのか」と問い合わせもあったそうですが、サンゴ礁の厳しい現状を伝える機会になったと思います。「サンゴ礁学」では、プロジェクト終了後も白保サンゴ礁のモニタリング調査を続け、地元団体との協力体制を継続するよう努めていきたいと考えています。



写真:白保成果報告会開催の様子



「八重山毎日新聞」2011年8月22日付6面

日本サンゴ礁学会にて一般公開シンポジウム・若手の会開催

日本サンゴ礁学会第14回大会公開シンポジウム開催報告 「サンゴ礁学—サンゴ礁の未知なる世界へ挑む:研究の最前線—」

茅根 創 (領域代表・C01班/東京大学理学系研究科)

2011年11月6日、那覇市において、公開シンポジウム「サンゴ礁学—サンゴ礁の未知なる世界へ挑む:研究の最前線—」が、『サンゴ礁学 未知なる世界への招待』(日本サンゴ礁学会編)の出版にあわせて開催されました。

同書は、設立から14年を迎えたサンゴ礁学会が、サンゴ礁の環境、生物、問題とその解決のための努力について、様々な分野の研究者17名が分担して執筆したもので、執筆者17名のうち12名が、新学術領域「サンゴ礁学」の共同・連携研究者です。

公開シンポジウムでは6名の執筆者が講演し、総合討論ではサンゴ礁学の研究課題代表者もパネラーとして参加して、会場からの質疑に答えました。質疑は、サンゴ礁を健全に維持するためのストレスの閾値を示してほしい、サンゴ礁保全のための社会的ストラテジーはどんなものかなど、まさにサンゴ礁学の連携課題に関わるもので、サンゴ礁学の成果に基づいてこうした問いに答えて行かなければなりません。同書には、サンゴ礁の魚や草藻類、再生技術など、新学術領域には直接参加していないが、サンゴ礁のストレス応答とその保全にとって重要な分野の研究者も執筆されています。一方で、サンゴの遺伝子解析や景観史など、新学術領域で得られた成果で同書には盛り込めなかった内容もあります。

今後、新学術領域をサンゴ礁学会の中で展開していく中で、より包括的なサンゴ礁学を構築しましょう。



写真:公開シンポジウム最後の総合討論の様子



写真2:公開シンポジウムには150名もの方々が来場しました

第6回「サンゴ礁学」若手の会研究会開催報告

石原光則 (B01班/国立環境研究所)

日本サンゴ礁学会第14回大会が沖縄で開催されたのを機に、11月2日、4日、5日の3日間に渡り、第6回目の「サンゴ礁学」若手の会研究会を開催しました。今回は大会期間中ということもあり、多数のメンバーが参加し、有意義な議論が行えました。これまでに若手の会では研究会やプロジェクトの連携課題についての議論を行ってきました。プロジェクトも来年度が最終年度で、若手の会でも何か最終的な成果物を出せないかと言うことで、事前にメーリングリストなどを用いて議論を進めてきました。今回は事前に集まった様々な意見を集約し、若手の会としての最終成果物についてどのような形にしていけるかの方向性を探り、具体的な内容を決定いたしました。

始めに、若手の会としての最終目標を以下のように設定しました。

- 「サンゴ礁学」若手の会の活動内容を出版物として発行する。
- プロジェクト終了後も若手の会が継続出来るようなプラットフォームを整備する。以下、上記の目標を達成するために具体的な実行プランを設定しました。
- 2012年開催の日本サンゴ礁学会第15回大会で「(仮)日本サンゴ礁学会若手の会」を設立するための自由集會を企画する。
- 「(仮)日本サンゴ礁学会若手の会」の設立に合わせて、2012年発行の日本サンゴ礁学会誌で「(仮)日本サンゴ礁学会若手の会」の設立に関する特集号を企画し、その中で本プロジェクトの若手の会の活動内容について執筆する。
- 本プロジェクト終了後も若手の連携をテーマにした特集号を発行するための議論を継続する。

上記のプランを実行するためにはかなりタイトなスケジュールとなりますが、今後も若手で協力してより良い成果が出せるように努力していきたいと思えます。



写真:学会会場でのランチミーティングの様子

総括班からのお知らせ

鈴木 款教授(A02班代表)が「第4回海洋立国推進功労者」として表彰されました

本領域A02班代表の鈴木 款教授が、「第4回海洋立国推進功労者表彰」の「海洋に関する顕著な功績」分野において内閣総理大臣から表彰されました。この制度は、科学技術や自然環境など海洋に関する幅広い分野における普及啓発、学術・研究等において特に顕著な功績を挙げた個人または団体に、その功績をたたえ表彰が行われるものです。今年は、7月15日に総理大臣官邸にて表彰式が行われました。

今回の表彰は、鈴木教授が長年かけて進めてきた「海洋の炭素循環とサンゴ礁の研究」の功績が認められたものです。海洋の炭素循環を解明する上で重要となる溶存有機炭素の測定法の開発を

精力的に進め、この成果をもとにサンゴ礁には従来考えられてきた以上に有機物が蓄積されることを明らかにし「サンゴ礁は貧栄養海域」という従来の定説に一石を投じました。本領域でも取り組むサンゴの白化の原因解明の研究では、新たな仮説「高水温とバクテリアによる白化促進、サンゴ内部での褐虫藻の死滅等」を提唱、世界で初となるサンゴポリプ内部の研究手法を開発し、サンゴ・バクテリア・共生藻類などの複合共生システムを検証しました。以上のマイクロ・ナノ領域の物質循環を有機物の動態から研究進めたことが評価され、今回の表彰に繋がりました。今後の「サンゴ礁学」研究では、サンゴおよびサン



写真：総理大臣官邸で賞状とメダルを授与された鈴木款教授(左が鈴木教授)

ゴ礁の共生代謝システムのメカニズムを解明するため、精力的に研究を続けていく予定です。

新里宙也さんら佐藤ユニットのグループが、サンゴのゲノム解読に成功! Natureに論文を発表

平成21~22年度採択公募研究の採択者である新里宙也さん(現A01班/沖縄科学技術大学院大学:OIST)ら佐藤ユニットのグループが、世界に先駆けてサンゴのゲノム解読を行い、結果を2011年7月にNatureに発表し(doi:10.1038/nature10249)、同時にゲノム情報をウェブサイト上で公開しました(図参照)。これまで、サンゴでは、研究している現象の鍵となると思われる遺伝子(candidate gene)を選び、それらの遺伝子発現が発生段階やストレス条件によりどのように変わるのかを調べる実験が多くなされてきました。今回のコビミドリイシ *Acropora digitifera* のゲノム情報解読により、このサンゴで様々な条件下でどのような遺伝子が発現しているのかを網羅的に解析でき

日高道雄 (A01班/琉球大学理学部)

るようになりました。また、自然免疫やアポトーシスなど共生や白化に関わると思われる反応系など、様々な反応系に関わる遺伝子が何種類あり、どのような塩基配列をもつかなどの情報も上記ウェブサイトから容易に得られるようになりました。Natureの論文においては、コビミドリイシのゲノム配列から約23,700個の遺伝子を見つけ、(1)化石から予想されたよりもサンゴの起源は古いこと、(2)白化に弱いミドリイシ属は、非必須アミノ酸であるシステインを合成するのに必要な酵素をもたず、褐虫藻に依存している可能性があること、(3)サンゴ自身がUV吸収物質を



図:ゲノム情報が公開されたウェブサイト http://marinegenomics.oist.jp/acropora_digitifera

合成できること、(4)複雑な自然免疫系の遺伝子をもつこと、(5)サンゴ特有の石灰化遺伝子候補が多数あること、などを報告しています(「<http://www.oist.jp/ja/pressrelease/> 世界で初めてサンゴの全ゲノム解読に成功」より)。日本で解読されたコビミドリイシのゲノム情報を、日本のサンゴ研究者がよりいっそう利用して最先端の成果を出すことが望まれます。

News & Information

国際サンゴ礁学会 第12回大会への提案 ミニシンポジウムが採択

2012年7月に国際サンゴ礁学会第12回大会(12ICRS)がオーストラリアで開催されます。この大会で「サンゴ礁学」から提案したミニシンポジウムが採択されました!

Biophysical processes: Coral reef response to multiple stresses: organisms to ecosystems
議長: Hajime Kayanne, Michio Hidaka, Allen Chen, Jih-Terng Wang
詳細は国際サンゴ礁学会(12ICRS)ウェブサイトをご覧ください。
<http://www.icrs2012.com>

月刊ダイバー「サンゴ礁学若手の会」連載

ダイビング雑誌「月刊ダイバー」8月号から、「サンゴ礁学」若手の会の連載「サンゴ礁を学問する」がスタートしました。

毎月サンゴ礁学若手の会のメンバーがもちまわりで13回連載をしていきます。

バックナンバーは、DiverOnlineの「海コラム」www.diver-online.comでも公開中です。

雑誌は全国の書店で!ぜひご覧ください。

今後の予定

- 1月27日 第7回若手の会研究会および公募研究発表会
- 3月5日ごろ 石垣島サンゴウィーク 白保でポスター展及び成果発表会
- 7月9日~13日 国際サンゴ礁学会第12回大会ミニシンポジウム開催・展示ブース出展
- 8月 夏の合同調査/石垣島成果報告会開催
詳細は決定次第ホームページでご案内。

事務局から

2008年に「新学術領域」の第一期生として「サンゴ礁学」は始まり、来年度でいよいよ最終年度を迎えます。

私は総括班の目標である「異分野連携・社会への発信・人材育成」を具体化することを担当しているのですが、先人もおらず、同じ仕事をしている仲間も少なく暗中模索の日々でしたが、ようやくこれでいいと自信をもって進めることができるようになってきました。

最終年度はこれまで達成できたことを整理し、次に繋げる年にしていきたいと思っております。

事務局 浪崎直子



写真:11月2日「サンゴ礁学」若手の会研究会にて



サンゴ礁学 NewsLetter 【 Vol.5 】 ●発行日:2011年12月26日

- 編集発行:サンゴ礁学事務局
Tel: 029-850-2933 E-mail: admin@coralreefscience.jp
住所: 〒305-8506 茨城県つくば市小野川116-2
独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター 浪崎直子気付
- サンゴ礁学ウェブサイト <http://www.coralreefscience.jp>