

ラグーン
Lagoon

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターニュースレター



2007. 3
No. 8

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター
ニュースレター 第8号

目 次

	ページ
報告	
1. サンゴ礁での保全地域の選び方—石西礁湖を例として—	渋野 拓郎 1
2. 化学物質によるサンゴ礁汚染の影響 —サンゴに対する除草剤、船底塗料の影響調査—	安村 茂樹 5
3. リーフガーディアンスクール —オーストラリアグレートバリアリーフの環境教育—	後藤 亜樹 8
石西礁湖ニュース	
石西礁湖の水質・赤土調査	豊島 淳子 12
国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターのご利用について	14

表紙の写真

上：枝状のミドリイシとデバスズメダイの群れ（石西礁湖）
中：石垣島・西表島・石西礁湖の航空写真
下：カラフルな枝状ミドリイシの群集（石西礁湖）

サンゴ礁での保全地域の選び方

—石西礁湖を例として—

(独)水産総合研究センター西海区水産研究所 石垣支所 渋谷 拓郎

サンゴ礁に潜ったことがある人は、大小様々な色や形の魚がサンゴの間を泳ぎ回る風景に心を奪われたことがあるでしょう。サンゴに顔を近づけるとサンゴの枝の間にも小さな魚やカニが住んでいるのが見えます。また、サンゴの根本にもたくさんの海藻が繁茂しています。底のサンゴのかげらをひっくり返すと、その下に隠れていたエビやカニが飛び出てきます。サンゴ礁にはたくさんの生き物たちが溢れています(図1)。

私たちのグループは、「サンゴ礁に住む様々な生き物たちを守るためにはどの場所を守った方がいいのか」という問題に答えようと、サンゴだけではなく海藻や魚といったサンゴ礁に住む生き物を対象に実際に潜って観察をおこなうとともに、それら生き物の生息している環境についても同時に調査をおこない、生き物の分布様式とそれらの生息環境との関連を解析しました。

サンゴ礁は、そのでき方から基本的に裾礁、堡礁、環礁の3つのタイプに分けられます。八重山諸島でみると、石垣島を取り巻くように沖合1kmほどの岸近くに形成されたサンゴ礁は、そのほとんどが内側に水深3mほどの浅い礁池を持つ裾礁です。一方、石垣島と西表島の間にみられるサンゴ礁(石西礁湖)は、石垣島、西表島の海岸から深い海域を経て沖合の竹富島、小浜島、黒島といった島々の間に発達した東西20km南北15kmに及ぶ日本最大の堡礁です。小規模の環礁は沖縄本島の近くでみることができます。

このように、サンゴ礁はそのでき方の違いや場所によって、大きく環境が異なっています。そこで、私たちは、まず、石垣島周辺の代表的なサンゴ礁の様子を把握する



図1. 石西礁湖のサンゴに群れるスズメダイ類

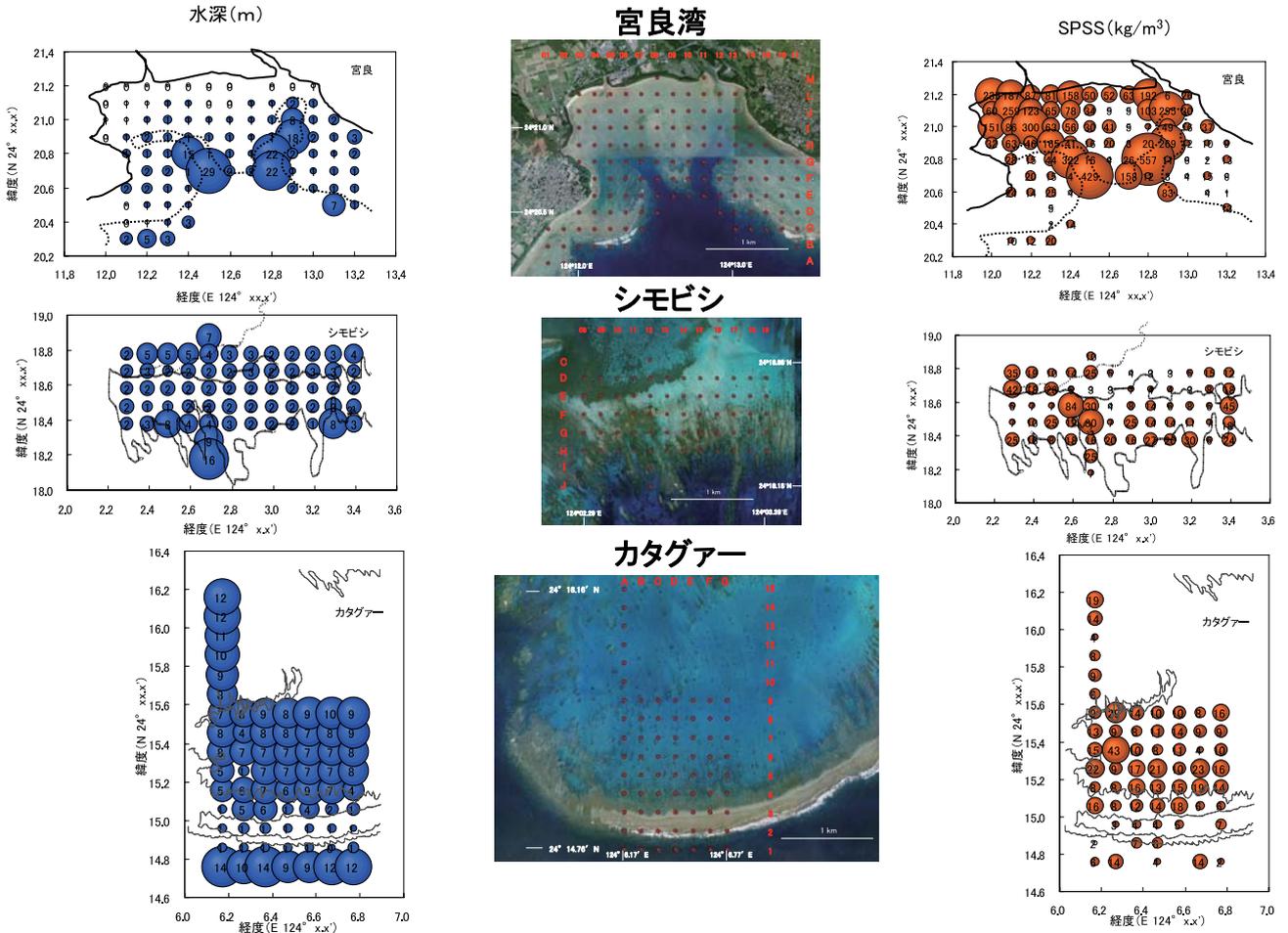
ために、1. 河川によって陸から赤土や栄養塩などの物質が供給される岸近くのサンゴ礁(石垣島の宮良湾)、2. 沖合にあって外洋水の影響が強いサンゴ礁(石西礁湖のカタグアー)、3. 上の2つの中間的なサンゴ礁(石西礁湖の中央部にある、海中公園地区にもなっているサンゴのきれいなシモビシ)を調査場所として選びました(図2)。

調査の方法は、まず、地図の上で緯度・経度それぞれ0.1分(約180m)間隔で格子点(宮良湾92調査地点、シモビシ63調査地点、カタグアー69地点)を決めます。GPSで位置を見ながらそれぞれの調査地点へ船を走らせ、ちょうど真上に来ると飛び込んで海底に10mのメジャーを張ります。そして、両側各2mずつ(4m×10m)の範囲に出現するサンゴ、海藻、魚の種類、被度、個体数を記録していきました。環境調査も同じようにGPSで位置を見ながらちょうど調査点に来たら観測機器を投入し、海水を採取しました。

宮良湾、シモビシ、カタグアーの地形的特徴とSPSS値(堆積物中の懸濁物量)を比較すると(図3)、宮良湾の直接外洋に面した南側には、岸から600-1200m離れたところに礁嶺部と礁斜面が形成されています。礁嶺部の内側の浅い礁池は、宮良湾に注ぐ2つの川から続く深い溝で大きく3分割されており、この溝の底ではSPSS値が非常に高くなっていました。シモビシの中央は干潮時に干出するほど浅く、南と北は深くなっています。シモビシの北側は砂地ですが、南側は水深15mほどまでなだらかな礁斜面が形成されています。シモビシではSPSS値は全体的に低い値を示していました。カタグアーも直接外洋に面しており、幅200-300mの礁嶺部をさみ北側は水深7-9mの主に死サンゴ片が堆積した砂



図2. 石西礁湖と調査地域

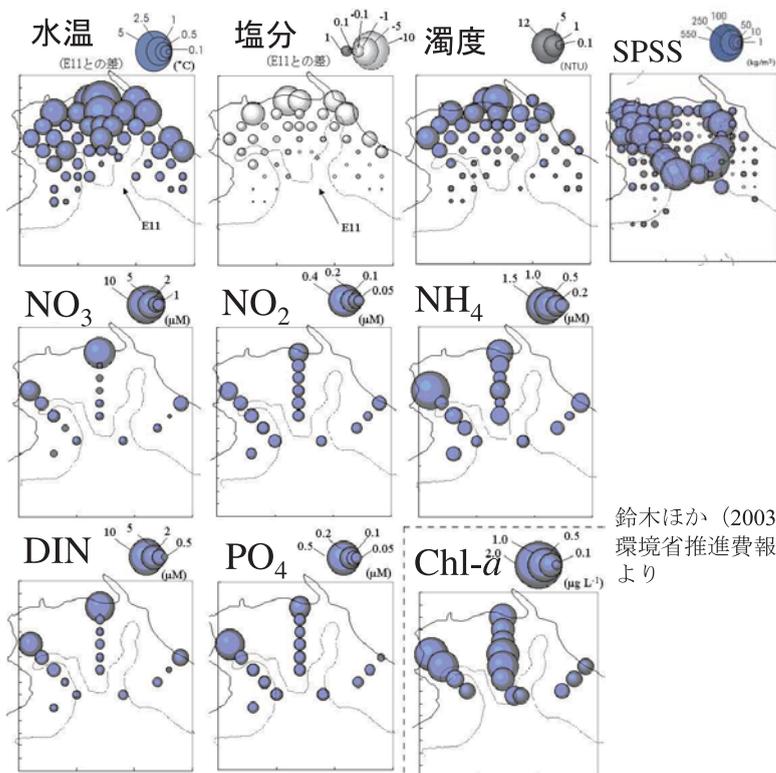


下池・大葉・渋野 (2005, 環境省推進費成果報告会資料) を改変

図3. 宮良湾、シモビシ、カタグアーの各調査地点の水深とSPSS (堆積物中の懸濁物量)

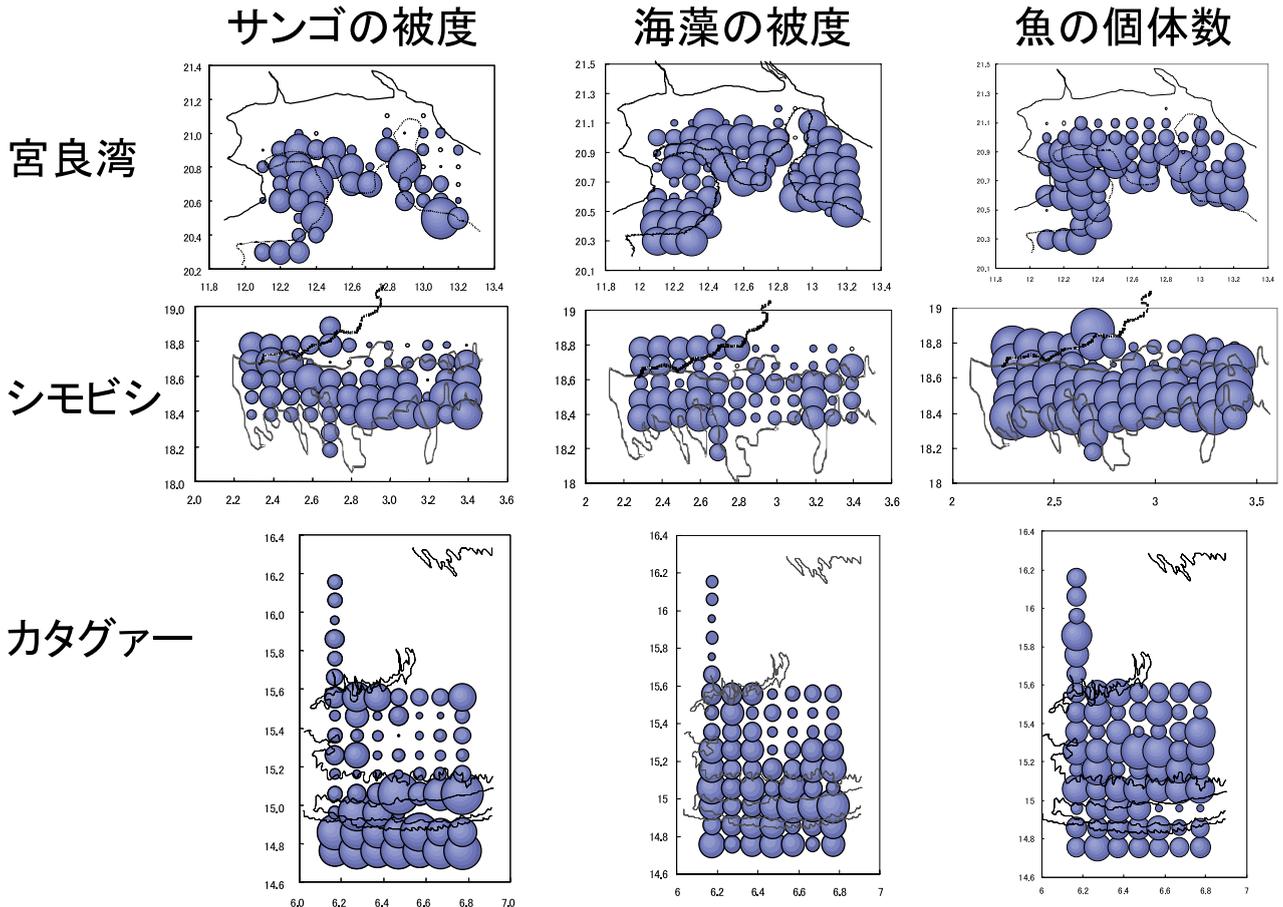
地となっております、所々に高さ2-3mのサンゴがパッチ状にみられます。南側は急激に深くなり、礁縁部から沖に約200m離れると水深は20m程になります。ここでのSPSS値も全体的に低い値を示していました。

陸から流入する物質の影響を強く受ける宮良湾の水質(水温、塩分、濁度、SPSS値、クロロフィルa、栄養塩)をみると、岸寄りの場所では塩分が外洋水よりも随分低くなっていました(図4)。各種栄養塩と濁度は、岸寄りが高かったですが、岸から200-300mの間で急速に減少し外洋寄りのサンゴ域での値はシモビシ、カタグアーとほぼ同じレベルを示しました。岸近くに形成されたサンゴ礁では、陸からの影響は沖に行くに従って急激に弱くなっていくことが分かりました。沖合のシモビシ、カタグアーでは、水質は調査点による違いはほとんどなく、ほぼ均一な外洋水と同じような値を示しました。



鈴木ほか (2003, 環境省推進費報告書) より

図4. 宮良湾の水質環境

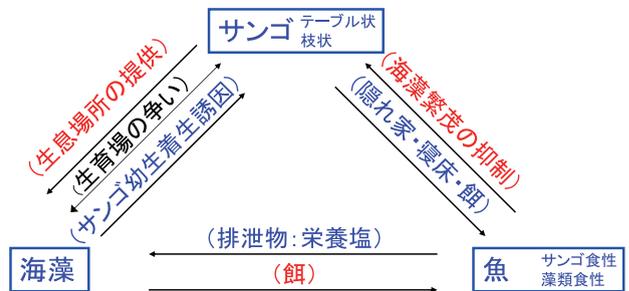


下池・大葉・浪野 (2005, 環境省推進費成果報告会資料) を改変

図5. 宮良湾、シモビシ、カタグアーのサンゴ、海藻、魚の分布のしかた

私たちの調査で、宮良湾、シモビシ、カタグアー全体で、サンゴ297種、海藻195種、魚299種が生息していることがわかりました。図5をみてわかるようにサンゴ、海藻、魚の分布の仕方は同じではありません。多くのサンゴが波当たりのいい礁斜面から礁縁部を中心にして分布しているのに対し、海藻、魚は礁縁部から礁池全体に広く分布しています。また、魚については、外洋に面した宮良湾、カタグアーに比べて石西礁湖の中央部のシモビシにスズメダイ類を中心に数多くの魚が生息しています。このような分布の偏りのために、きれいなサンゴがたくさんみられる場所だけを保全地域にする今までの考え方では、海藻や魚の多くが保全の対象からはずれてしまいます。

また、サンゴ、海藻、魚は互いに密接に関わり合いながら共存していると考えられています (図6)。サンゴは魚にとって外敵から身を守る大事な隠れ家や寝の場所を供給するだけでなく餌としても利用されています。枝状サンゴの死んだ根本部分は、海藻に太陽の光が良く当たり波からも守られた絶好の生育場所を提供しています。根本にたくさんの海藻がはえた枝状サンゴ域は、アイゴ類、ブダイ類などの藻類食性魚をはじめ、多くの魚の子供が餌の豊富で絶好の隠れ場所として利用しています (図7)。今までは、サンゴと海藻は光を巡って互い



下池・大葉・浪野 (2005, 環境省推進費成果報告会資料) を改変

図6. サンゴ・海藻・魚の相互関係



図7. 枝状サンゴ域で摂餌しているアイゴ類、ブダイ類

に競争し合うだけの関係にあるものだと考えられてきましたが、枝状サンゴ域ではサンゴ、海藻、魚はうまく共存していると思われます。

そこで、私たちは、サンゴだけではなく海藻も魚も守るために、少し考え方を改めて、サンゴ礁に住む生き物たちを「生物群集」というグループとして試みることにしました。宮良、シモビシ、カタグァーの調査地点でみられたサンゴ、海藻、魚のデータをひとまとめにして、これらの生き物たちの分布の仕方が似ている場所同士をまとめていくと、224の調査地点は12の生物群集のグループに分けることが出来ました(図8)。12のグループのうち、宮良湾では6グループ、シモビシでは5グループ、カタグァーでは7グループがみられました。このことは、海中公園地区であるサンゴのきれいなシモビシだけを保全しては守りきれないグループが7つもあることを示しています。そこで、例えば、保全地域としてシモビシに加えて、シモビシとは全く環境が異なる宮良湾の東半分を加えたとします。すると、守ることが出来るグループは5つから10に増やすことができます。

さて、それでは次に、今までの結果を使って、現在行われている石西礁湖再生事業のなかで保全区・再生区やオニヒトデの監視・駆除等対策を行う場所として保全候補地に挙げられている場所を評価してみましょう(図9)。私たちは、宮良、シモビシ、カタグァー調査と同じ方法によってこれら保全候補地20カ所で潜水調査を行

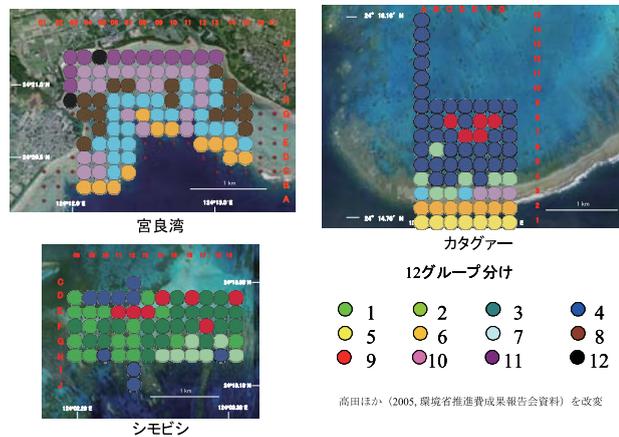


図8. 宮良湾、シモビシ、カタグァーの生物群集のグループ分け

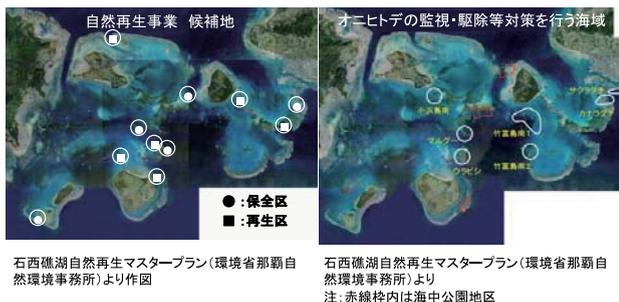


図9. 自然再生事業におけるサンゴ礁保全候補地

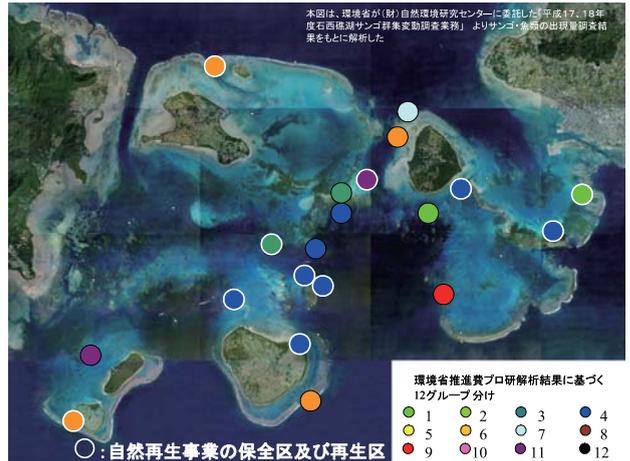


図10. 石西礁湖海中公園地区、オニヒトデの監視・駆除等対策を行う海域及び再生事業における保全区再生区候補地でみられた魚・サンゴのグループ分け

いました。そして、観察された生物群集(今回はサンゴ、魚のデータだけを使いました)が、宮良、シモビシ、カタグァーで12に分けられたグループのなかのどのグループに属するかを解析しました(図10)。

20カ所の保全候補地は7つのグループに属することが分かりました。しかし、そのうちの8カ所がカタグァーの北側のやや深い礁池内でみられたグループ(青丸)で占められています。また、多くの稚魚の成育場であり、様々な生き物が成育している浅い枝状サンゴ域でみられるグループ(緑丸)は4カ所でしか見られません。

以上のことをまとめますと、きれいなサンゴがたくさんある場所だけでなく、そこに、狭い範囲にいろいろな環境を持った岸近くに形成されるサンゴ礁や、海藻が繁茂し多くの稚魚が生息する浅い枝状サンゴ域といった場所を組み合わせることで、より効果的にサンゴ礁に住む様々な生き物を守ることが可能になるものと考えます。

本原稿は、2006年11月25日に仙台市で開かれた日本サンゴ礁学会第9回大会ミニシンポジウム「サンゴ礁保全地域選定のデザイン(石西礁湖を例として)」1. 生物群集(サンゴ・海藻・魚)の分布特性 大葉英雄(東京海洋大)下池和幸・渋谷拓郎(水研セ・西海水研・石垣) 2. サンゴ礁の水質環境 鈴木 淳・長尾正之(産総研) 3. 生物群集の環境傾度分析と置換不能度 高田宜武(水研セ・日水研) 4. 総合討論: 保全地域選定へ向けての提言 渋谷拓郎 をもとにしています。また、本成果は、環境省地球環境研究総合推進費によるプロジェクト研究「F-5 サンゴ礁生物多様性保全地域の選定に関する研究(H15-17年度)」の成果の一部です。この研究に関わって頂いた多くの方々に深くお礼申し上げます。

化学物質によるサンゴ礁汚染の影響

—サンゴに対する除草剤、船底塗料の影響調査—

WWFジャパン 安村 茂 樹

化学物質は日々の暮らしを便利に、快適にしてくれますが、時には自然環境を汚染し、私たちの健康や野生生物に悪影響を及ぼすことがあります。有害な人工化学物質はアザラシやホッキョクグマの体内からも検出されており、化学物質による環境汚染は地球規模に及んでいます。赤土流出やオニヒトデ食害などとは異なり、被害の状況が目に見えにくいことも化学物質汚染の特徴の一つです。サンゴ礁の海も化学物質により汚染されている可能性は否定できません。しかし、サンゴやサンゴ礁環境に及ぼす化学物質汚染の影響を調査した例はあまりありません。

サンゴの曝露影響実験

WWFジャパンでは、2005年から琉球諸島地域において、研究者や地域の市民グループと協力して、野生生物の有害化学物質調査に取り組んでいます。化学物質に汚染された海水でサンゴを育てると、どのような悪影響が現れるかを調べる実験（曝露影響実験）、マングローブ湿地や沿岸に生息する魚介類、サンゴ礁海域を回遊するイルカ・クジラ類やウミガメ類がどのような化学物質に汚染されているかを分析する調査（汚染実態調査）を行

っています。曝露影響実験は、東京大学海洋研究所の渡辺俊樹先生によって行われました。直径6cmほどのシャーレ内でウスエダミドリイシ（写真1）の稚サンゴを飼育し、有害化学物質を注入したときに、共生藻の増減や形態的な変化が起こるかを調べる実験です（図1）。

サンゴへの影響—どの化学物質を調べるか？

私たちの身の回りで使われている化学物質は数万種類と言われています。全ての化学物質を対象に曝露実験を行うことは出来ないため、対象とする化学物質を絞り込む必要がありました。生物に対する化学物質リスクを考える場合には、有害性だけでなく、どれくらいその体内に取り込まれているのか（曝露量）という視点も重要になります。そこで物質選定の際には以下の点を目安にしました。

<曝露実験の対象物質 選定 STEP1>
 化学物質リスク = 有害性 × 取込量（曝露量）

①サンゴに影響を及ぼす可能性がある物質
 ②サンゴ礁に流入している可能性がある物質

→毒性が高くても、濃度が低ければリスクは小さい
 →毒性が低くても、濃度が高ければリスクは大きい



写真1. ウスエダミドリイシの成体（上）と実験に用いたウスエダミドリイシの稚サンゴ（下）

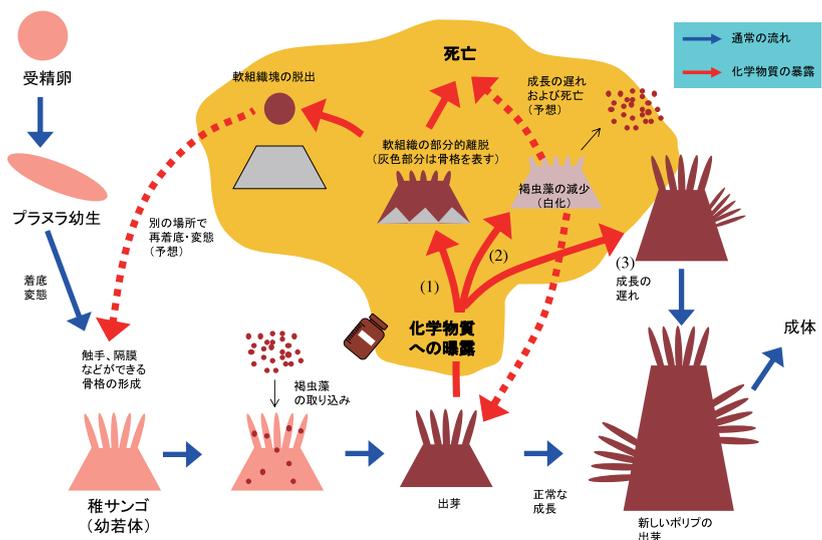


図1. 実験方法 受精から一ヶ月ほど経った稚サンゴを実験に用いました。サンゴを飼育しているシャーレ内に有害化学物質を注入し、ポリプのサイズや共生藻の増減、形態的な変化が起こるかを観察しました。稚サンゴを用いることで、飼育に必要な海水や廃水が少なくなるという利点もありました。

両方の条件を満たしそうな化学物質のグループに、農薬とバイオサイド（消毒剤、防腐剤、害虫駆除剤、防汚剤などを総称した化学物質）があります。その理由は、これらはいずれも標的とする生物を殺傷する作用をもち（生態毒性）、環境中に意図的に放出される（曝露可能性）、比較的身近な化学物質であるという点です。

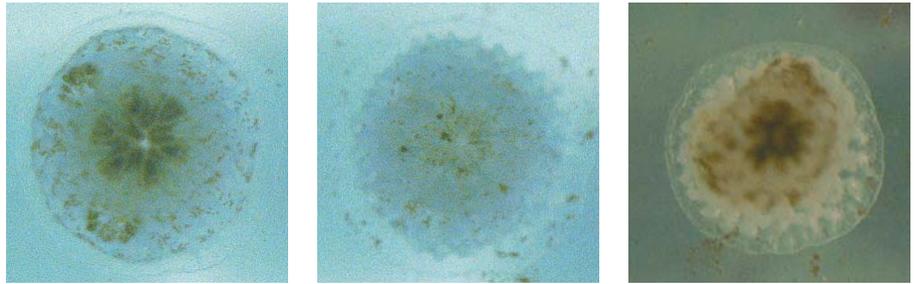


写真2. TBT曝露によるサンゴの影響. 曝露前の稚サンゴ（左）、曝露10日目－共生藻の減少（中央）、軟組織の部分的離脱（右）

除草剤と船底塗料を候補物質に

農薬やバイオサイドは、サンゴに対してリスクが大きい化学物質と考えられます。しかし、冒頭で述べた通り、サンゴに対する影響のデータが少ないので、候補物質の絞り込みが出来ません。そこでサンゴの共生藻に着目することにしました。農薬やバイオサイド類の中でも除草剤と船底塗料は、共生藻の間である植物や藻類を標的の生物としている化学物質なので、これらを曝露実験の候補物質としました。現在、国内で登録されている除草剤と船底塗料（の活性成分）の数はそれぞれ約130種類、16種類です。100種類以上の物質について実験を行うのは困難なので、先程と同様の視点でさらに絞り込みを行いました。

<曝露実験の対象物質 選定 STEP2>
除草剤と船底塗料で・・・

①光合成を阻害する作用をもつ化学構造(有害性)
②沖縄／鹿児島県の出荷量が2t/年以上(曝露量)

両方の条件に該当する除草剤は全部で5種類でした。船底塗料は出荷量データがなく、選定できませんでした。5種の中で除草剤としての使用量が最も多かった物質がDCMU（ジウロン）です。サトウキビやパイン畑、家

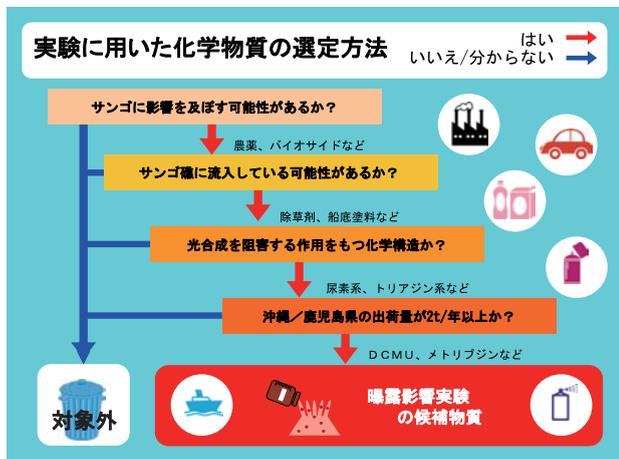


図2. 物質の選定方法

庭園芸等で散布されています。DCMUは船底塗料としても利用されています。TBT（有機スズ）が生物に強い有害性を持つことから船底塗料や漁網防汚剤として使用することが国内で禁止された1990年代以降、その代替物質として使用されるようになりました。以上の点からDCMUを曝露影響調査の対象物質とすることにしました。また比較のためにTBT、沖縄県内で広く利用されている殺虫剤DDVP（ジクロロボス）についても影響を調べました。

実験の結果－サンゴの成長阻害や白化を確認

実験の結果、DCMUは、濃度1μg/L（縦25m×幅10m深さ1mのプールに0.25gを溶かした濃度）で、稚サンゴのポリブ成長を遅らせることが分かりました。TBTについては同じ1μg/Lで軟組織の離脱と共生藻量の減少が、殺虫剤DDVPは、100μg/Lで軟組織の離脱が確認されました（写真2）。以上のことは、これら化学物質がサンゴ（や共生藻）の正常な生育を阻害することを示しており、また除草剤や船底塗料の方が殺虫剤と比べて、より低い濃度で悪影響を及ぼす可能性が高いことも示唆されました。

結果の考察－実際のサンゴ礁での影響は？

今回の実験で有害な影響が現れる濃度が分かりました。この濃度を上回る物質が実際のサンゴ礁海域に溶け込んでいれば、リスクは高いと言えます。西日本海域では影響濃度の3倍のDCMUが検出されていますが、沖縄県のデータはありません。沖縄県内では除草剤としてのDCMUの使用量が全国的に見ても多く、その9割近くはサトウキビ畑で散布されています。従って、宮古島、石垣島などサトウキビの作付面積が広い離島の礁池には、赤土だけでなくDCMUも流入している可能性が考えられます。しかし、環境濃度を測定してみないとそのリスクの程度は判断出来ません。一方、TBTの水環境中の濃度は、環境省による近年の調査では0.01μg/L前後です。DDVPは3.9μg/Lの記録があります。よって、これら化学物質が単独で深刻な影響を与えている可能性は低いと考えられます。

今後の取り組み—サンゴ礁環境のモニタリング

DCMUのサンゴ礁への影響を明らかにするため、琉球大学、沖縄県衛生環境研究所などが主体となって、八重山海域でDCMUの残留濃度分析を行っています(2007.2現在)。主な調査ポイントは、環境省がモニタリングしている石西礁湖内をはじめ川平湾、石垣港内、新川、宮良川、轟川、名蔵川の河口、名蔵湾内のクリアランス船の停泊地等です。除草剤の散布時期、船舶の稼働状況を考慮した季節調査です。また、候補物質の選定作業でリスクが高いとされた5種類の除草剤のうち、DCMUに次いで出荷量が多いメトリブジンの曝露影響実験にも取り組む予定です。2007年度に分析結果を随時発表してゆく予定です。

地域の皆さんへのお願い

1) 使っている船底塗料の商品名と成分名を調べて下さい

農薬は個々の出荷量や使用量などの統計情報が公開され、農薬製品のラベルには有効成分の名称と含有量が全て表示されています(参考1)。一方、船底塗料は統計情報が整備されておらず、環境リスクが予測出来ません。除草剤としてのDCMUは、沖縄県内で石垣市、宮古島市の使用量が多いことまで分かっていますが、船底塗料としてのDCMUが県内でどのくらい流通しているのかは分かりません。ただ、塗料メーカー名、商品名が分かれば、どの有効成分が含まれているのか、インターネットで調べることができます(参考2)。船底塗料の曝露影響調査や残留濃度分析は、広く使われている製品を把握した上で取り組んでいく必要があります。

2) 安全性の高い製品へ代替し、使用量を削減する工夫を

前段でTBT、DDVPなどは単独で影響を及ぼしている可能性は低いと記しました。しかし実際のサンゴ礁海域には様々な化学物質が、低有害、低濃度ながら溶け込んでいると考えられます。サンゴ礁環境に対するリスクは、これら物質のリスクの総量になります。多種多様な化学物質により複合的に汚染されている状態でのリスクをどう調べ、評価するかは研究者や行政の課題ですが、私たちユーザーとしては、以下の取り組みを実践していくことが大切です。

<サンゴ礁：化学物質リスクを減らすには>

- ① より有害性の低いものへ替える
- ② 全体の使用量を減らす

しかしながら、化学物質をやみくもに排除するのは現実的ではありません。化学物質は今日の私たちの暮らしには必要不可欠です。化学物質をなくすのではなく、そのリスク(有害性×曝露量)を減らすことが大切です。この2点を実践していくには調査研究、情報の公開、適切な利用に対する意識と理解の向上が必要です。消費者、

メーカー、研究者、行政、NGOがそれぞれ担う役割を実践するだけでなく、関係者が話し合うことも非常に重要です。

船底塗料では、生物に対する毒性成分を含まない(バイオサイドフリー)製品が既に市販されています(参考2、3)。シリコン系塗料がその代表格で、船底へ汚損生物が附着し難く、たとえ附着しても船舶の航行による水の抵抗で容易に離脱する特性があります。航行燃費の削減という利点もあります。ただ、航行条件によって、適不適があるとの実証試験の結果も出ています(参考3)。除草剤の使用量の削減には、散布時期の調整、機械的防除や残さによる被覆などが有効との海外の事例報告もあるようです。地域に適した削減方法を模索しながら、ノウハウを共有していく必要があると思います。WWFでは、お互いに協力しながら取り組める環境保全活動を支援する事業を行っていますので、ぜひ活用下さい(参考4)。

見た目も中身も健全なままサンゴ礁の海を次世代に引き継いでいけるよう、本文が皆さんのこれからの取り組みのきっかけとなれば嬉しく思います。

★参考

1. 農薬の出荷量を調べる：化学物質環境リスクセンター
http://w-chemdb.nies.go.jp/n_oyaku/n_start.asp
2. 船底塗料の配合成分を調べる：日本塗料工業会
<http://www.toryo.or.jp/jp/anzaen/imo/ij061220.pdf>
3. 生物に悪影響を与えない船底塗料について
http://www.wwf.or.jp/activity/toxic/lib/biocide-free_all.pdf
4. WWFの活動支援事業「エコ・パートナーズ事業」
<http://www.wwf.or.jp/activity/enetwork/ptnsp/subsc.htm>

お問い合わせ、ご意見：WWFジャパン自然保護室 安村
Tel：03-3769-1713 Fax：03-3769-1717
メール：yasumura@wwf.or.jp



WWF (World Wide Fund for Nature : 世界自然保護基金) は1961年に設立された世界最大の民間の自然保護団体です。500万人と1万社・団体からの会費・寄付に支えられ、スイスにあるWWFインターナショナルを中心に100カ国以上で自然保護活動を展開しています。

©1986 WWF ®WWF Registered Trademark

一連の活動は、沖縄エコファンド、自然保護助成基金、大成建設自然・歴史環境基金、三井物産環境基金の支援を受け、実施しています。

リーフガーディアンスクール

—オーストラリアグレートバリアリーフの環境教育—

柳 田 亜 樹

はじめに

「海辺の環境教育フォーラム」を立ち上げて早6年の月日が経ちました。その後、日本各地で「海」をテーマとした環境教育が盛んになり、私自身もそれぞれの現場で「海の環境教育」に関わることができました。そうした流れの中、「サンゴ礁」をテーマとした環境教育を学びたいと思いはじめ、昨年10月オーストラリアに研修へと旅立ちました。この研修は、(財)沖縄県産業振興公社のグローバルベンチャースピリット人材育成事業として行いました。

研修の目的は「サンゴ礁域における環境教育の実態と周辺の調査研究機関との連携、また、そうした環境教育がどのように保全に役立っているか？」を見てくることでした。ここでは研修中最も刺激を受けた「リーフガーディアンスクール」についてご紹介いたします。

1. リーフガーディアンスクール概要

「リーフガーディアンスクール」とは、直訳すると「サンゴ礁を護る学校」です。このカッコいい名前からは「サンゴ礁専門学校」とか「レンジャー養成学校」など連想しがちですが、実際はごく普通の小中高校が授業時間を使って実施する環境教育プロジェクトの名称です。

「リーフガーディアンスクール」は、2003年に Great Barrier Reef Marine Park Authority (グレートバリアリーフ海洋公園機構 = 通称GBRMPA) によって始められました。主な対象はグレートバリアリーフ周辺の学校で、2005年には186校の小中高校が「リーフガーディアン

スクールに登録しています。

「リーフガーディアンスクール」に参加する学校の子供たち(彼らがリーフガーディアン=サンゴ礁を護る者となります)は1年間の活動を通し、グレートバリアリーフやそこに生息する生き物について学び、自分たちの生活が環境へ与える影響に気づきます。子供たちは活動の中で地域を調査し、他校や様々な組織と情報交換し、新たな生活スタイルについて提案し、実践するようになります。また、活動は学校の授業に留まらず、保護者や地域社会にも広がりを持ちます。そのため、長期ビジョンではグレートバリアリーフ周辺に暮らす人々を対象とした環境教育の役割も担っています。

2. GBRMPA (Great Barrier Reef Marine Park Authority)

リーフガーディアンスクールの詳しい説明に入る前に、プロジェクトを運営している Great Barrier Reef Marine Park Authority (= GBRMPA) について簡単にご紹介いたします。GBRMPAは、グレートバリアリーフに関する専門家の集まる政府機関です。ここでは、グレートバリアリーフの保全、活用、エコツーリズム、海洋哺乳類(ジュゴン/クジラなど)の保護、海洋公園のゾーニング、漁業関係者との調整、アボリジニの方の伝統的漁法の活用と保全など、グレートバリアリーフに関することありとあらゆる分野を取り扱っています。そのため、GBRMPAには研究者からデザイナーまで様々な分野のスペシャリストがいます。

このGBRMPAにグレートバリアリーフに関する普及



写真1. 「リーフガーディアンスクール」に参加している学校であることを示すロゴマーク



写真2. GBRMPAの事務所



写真3. 教育用の教材

啓蒙活動を行う Communication & Education (コミュニケーションと教育) という部門があります。ここではグレートバリアリーフに関するポスターやパンフレット、ビデオ、DVDを作成し、同時に学校や市民を対象とした環境教育も実践しています。私が研修を受けた当時の Communication & Education スタッフは、元新聞記者、デザイナー、映像制作会社出身、学校教師、幼児向けテレビ番組制作者という「伝える技術」の専門家が勢揃いしていました。

3. 「リーフガーディアンズスクール」

本題に入ります。GBRMPAでは学校を対象とした「リーフガーディアンズスクール」という環境教育プログラムを提供しています。

「リーフガーディアンズスクール」を実践するのは、一般の小中高校です。学校は「リーフガーディアンズスクール」を実践することを決めたら、GBRMPAに「リーフガーディアンズスクール」として登録し、1年の活動を実施します。登録した学校には、年度の始めに教材やグッズが無料で配布され、また、他機関やゲストスピーカーの紹介など様々なサポートをGBRMPAから受けることができます。



写真4. 配布される教材やグッズ

各学校は1年の最後には活動レポートをGBRMPAに提出することが義務づけられています。

1) リーフガーディアンズスクールの特徴

「リーフガーディアンズスクール」の活動指導はGBRMPAの作成した指導テキストに基づいて現場の先生が行います。具体的な活動は先生により千差万別ですが、優秀な「リーフガーディアンズスクール」には、厳正な審査の結果「総額2万ドル」の賞金が贈られます。

*賞金を得た学校は、その資金源で環境保全のテレビCMを製作したり、学校内の広場に絶滅危惧種の壁画を製作したりとさらに「リーフガーディアン」の活動に有効利用しています。

GBRMPAは「リーフガーディアンズスクール」プログラムの無料提供、担当教師へのプロジェクトの説明、「リーフガーディアンズスクール登録式」への出席、他校の生徒と交流する「未来のリーダー会議」のコーディネートを行うのみで、プロジェクトの運営と先生のアドバイザーの役割に留まっています。

「リーフガーディアンズスクール」の特徴

- ・実際の指導は全て現場の学校の先生が行う。
- ・プログラムは学校の授業時間内に行われる。
- ・実践に必要なテキスト、教材などは全てGBRMPAより登録校に無料で支給される。
- ・期間中には他校との合同発表会があり、そこでは、子供たち自身の手で地域に対する環境への配慮を促す宣言文が発表される。
- ・家族や地域社会も巻き込む活動が行われる。

2) 登録制のプログラムと多彩な教材

リーフガーディアンズスクールに登録すると、数多くの教材をGBRMPAから無料で支給されます。学校側は「リーフガーディアン」に参加するための教材費を工面する必要は全くありません。この中でも最も特徴的なのが、「reefED」というホームページです。ここにはグレートバリアリーフの生態、教材のテキスト、写真データなど膨大な情報が公開されており、誰でも自由に使用することができます。

*教材は全てpdfファイルで無料でダウンロードできます。(日本語版作成中)

*子供たちは、課題作成の時に「reefED」に掲載された写真を自由に利用できます。

リーフガーディアンズスクールで配布されるグッズと利点

- ・リーフガーディアンズスクール登録標識
- ・GBRMPA職員による先生たちのトレーニングの機会
- ・学校現場に応じたカリキュラム
- ・総額A\$2万ドルの賞金
- ・100枚の綿の買い物袋
- ・リーフガーディアンズスタンプ
- ・地域海洋指導委員会からの援助

- ・ゲストスピーカーの紹介
- ・ジュゴンの保護区ヒンチンブルック島への無料ツアー
- ・ビデオ会談
- ・メディア（テレビ、ラジオ、website）における学校の活動の紹介
- ・「reefED」ホームページ上における資料や写真カリキュラムの提供

「リーフガーディアンスクール」をはじめとするグレートバリアリーフの環境教育は、グレートバリアリーフで集めている「環境維持料」を主な財源としています。「環境維持料」は、グレートバリアリーフを訪れる観光客や釣り客から集めるもので、その額はおよそ年間7億円に達します。この「環境維持料」の収入の一部が環境教育に使われています。「リーフガーディアンスクール」は、その他に企業スポンサー（例：布製買い物袋の提供、子供たちへのグレートバリアリーフ無料ツアーの提供）もつけているとのことでした。

3) 地域活動への発展

「リーフガーディアンスクール」の活動で最も注目したいのは、活動が学校内に留まらず、子供たちの保護者や地域の人々を巻き込み、地域全体に変化をもたらしている点でした。ある学校は海岸清掃の後収集したゴミを集計し、議会に報告をしていました。また、ある学校では地域の水問題を調査し、その解決策を提案していました。島にある学校では観光客に資源の大切さを訴えるようになりました。

「リーフガーディアンスクール」の子供たちが行っている活動例

- ・地域の水資源やゴミの現状を調査し、その結果を議会や新聞などで発表する。
- ・地域社会に問題定義のリーフレットを作成し、配布する。
- ・ケーブルテレビに環境保全のCMを製作し、それを流す。
- ・地域のイベントでグレートバリアリーフの大切さを促すブースを出店する。
- ・子供たちの会議で作成された宣言文を新聞で発表する。



写真5. 海岸のゴミ拾いに使う道具

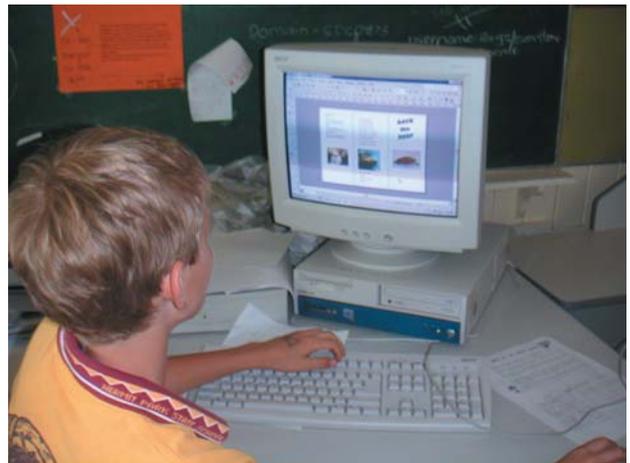


写真6. リーフレットを作成している生徒

「リーフガーディアンスクール」の期間中、近隣の学校同士の代表が集まり、情報交換をする「未来のリーダー会議」が開催されます。これは各学校の取り組みをお互いに発表する合同発表会です。ここではさらにゲストスピーカーからグレートバリアリーフについての現状を詳しく知り、また、グレートバリアリーフ保全のための宣言文（自分達のめざすグレートバリアリーフ像、自分達のとりくむべきこと、行政がとりくむべきこと、地域でとりくむべきこと、企業が取り組むべきこと）も作成します。

4) リーフガーディアンスクールの授業で使われるテーマ

「リーフガーディアンスクール」のカリキュラムそのものには、スノーケリングやサンゴ礁ウォーキングなどのプログラムはありません。もちろんグレートバリアリーフについては学ぶのですが、入り口は「日常生活」となっています。

子供たちは活動を通じて、「日常生活」がどのようにグレートバリアリーフにダメージを与えているかに気づき、それを最小限にするにはどうしたらいいか？を考え、最後に行動に移すようになります。

リーフガーディアンスクールのある学校の報告書にこんなお話が書かれていました。

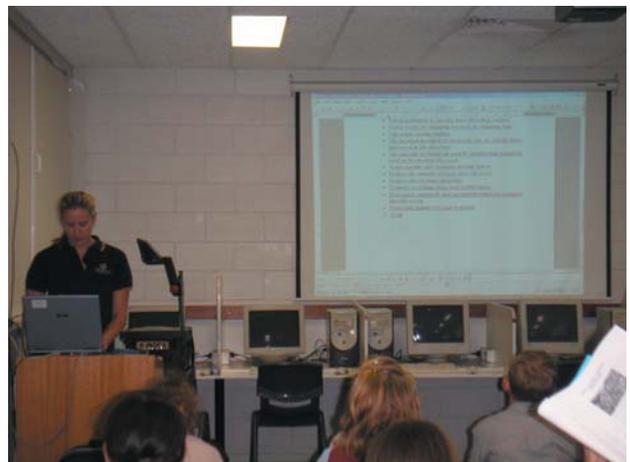


写真7. リーダー会議の様子

ある家族が遊びにいったときのことで。お姉ちゃんが窓からゴミを捨てようとしたので、妹が注意しました。「そのゴミを捨てたらサンゴ礁がだめになっちゃうよ!」。その場所は海からとても遠い場所だったそうです。そこで両親が不思議に思って、「どうしてここでゴミをすてるとサンゴ礁に影響があるの?」と聞いてみると、妹は見事にその関係性について答えたそうです。

「リーフガーディアンスクール」のプログラムテーマ

- ・エネルギー
- ・緑と生ゴミ
- ・プラスチックの調査
- ・排水
- ・ゴミとリサイクル
- ・水

4. リーフガーディアンスクールの効果と学校現場で使いやすいしくみ

「リーフガーディアンスクール」の成果はクイーンズランド州の様々な場所で注目されつつあります。グレートバリアリーフ周辺の学校で一気に緑化が進んだ他、子供たちが議会でごみ問題について指摘したり、ラジオやビデオで様々な問題提起をしたり、社会活動にまで発展しており、知名度も高くなっているためです。

「リーフガーディアンスクール」のプログラムや素材そのものは、日本でも既に取り組みされている内容もあります。ただし、「リーフガーディアンスクール」の場合、GBRMPAという組織により、体系的にまとめられ活動しやすい仕組みになっている点が日本の個々の環境教育と大きく異なる点と感じました。

リーフガーディアンスクールのシステムの特徴

- ・学校の先生にとって非常に使いやすい環境教育プログラムである。プロジェクト名も「リーフガーディアンスクール」という子供たちを「その気」にさせるかっこいい名称である。
- ・学校の指導要綱に沿っているため、先生たちも安心して授業にとりいれることができる。
- ・1年の最後に報告レポートを出すことが義務づけられている。この報告レポートによって優秀校が選定され、賞金が分配されるため、供たちも先生もさらにやる気を持って活動を推進する可能性がある。
- ・「未来のリーダー会議」では各校から優秀な生徒が選ばれ、それぞれの取り組みが発表される。他校との交流で、お互いの活動が切磋琢磨される可能性がある。
- ・ゲストスピーカーや関係機関が子供たちに紹介されている。これにより、活動はさらに広がりを持ち、社会とのつながりも強くなる可能性がある。
- ・地域活動に参加することにより、子供たちは地域の一員である自覚が芽生える。

5. さいごに

地球温暖化の進む中、サンゴ礁はあと20年で消滅する

という報告があります。地球に住む人間としてできることはたくさんあり、そうした現状に気づき、どうするかを考え、そして具体的な行動に移すことが環境教育の大きな目的です。

当初、私はサンゴ礁のことばかりが頭にあったのですが、研修2日目にして当時のリーフガーディアンスクールの担当者であり、プロジェクトの設計者であるAngella Colliverさん（現Sustainability Education Section Department of the Environment and Heritage）に次の様なことを言われました。「環境教育を実践することは、海のことを知ることだけが重要ではないの。大切なのは、海と私たちの生活のつながりを発見して、そして、そこから気づいたことを行動に移すことなのよ。」

「リーフガーディアンスクール」のひとつひとつの活動は、サンゴ礁について知ることだけではありません。むしろ「日常生活とグレートバリアリーフ」のつながりの発見をテーマにしています。「持続可能な世界」に生きるためには一体どうしたらいいのか?そのことを踏まえて構成されていたのがこのプログラムでした。

Angellaさんは元学校の先生でした。彼女はGBRMPAの活動とグレートバリアリーフの保全の目標を学校の先生と子供たちにわかりやすく翻訳し、「リーフガーディアンスクール」という学校の指導要綱にも沿ったプロジェクトにまとめました。彼女は学校の教育現場を知り尽くしているため、どのようにしたら学校で実践しやすいか?の経験をそのままプログラム作りに活かしていました。

環境教育は「環境に興味のある人」だけを対象にしているものではありません。むしろ環境に全く興味のない人に、現状の問題と自分たちのライフスタイルに気づいてもらい、そして一人一人がどうしたらいいか?をその人なりに導きだすことにその目的はあります。そうした点を考えると、環境教育のプログラムの作り手には環境の専門家だけでなく、教育関係者、デザイナーと様々な分野の人間が必要となります（より多くの人の興味をひきつけるため）。

また、「リーフガーディアンスクール」の優れた点は、それを実践することに子供たちや学校の先生たち自身に費用の負担が全くないことでした。プログラムのひとつひとつはGBRMPA内外の研究者や科学者から情報を得ているため、最新の科学情報に基づいて作成されています。同時にグレートバリアリーフのいくつかの観光企業は、地域の子供たちに（クラスや学校単位で）1回100ドル以上もするツアーの機会を無償で提供していました。

未来の地球に生きる次の世代の子供たちに、生き続ける術である環境教育の機会を提供することは、今の世界を作ってきた私たち大人の大きな義務であり責任であることをひしひしと感じます。では、私には一体何ができるだろうか?

私にとってオーストラリアでの研修は環境教育について初心に戻るよい機会となりました。

石西礁湖ニュース

石西礁湖の水質・赤土調査

環境省 石垣自然保護官事務所 豊島淳子

環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターでは、(財)自然環境研究センター、沖縄県衛生環境研究所の協力を得て、石西礁湖において2005年より3～4ヶ月に1回の季節ごとの水質（窒素・リンの栄養塩濃度）と底質（海底の砂など）中の赤土含有量のモニタリング調査を行ってきました。今回は、この調査の結果を簡単にご紹介します。

調査地点は石西礁湖全域にわたる31地点です。まず調査方法ですが、水質分析用の海水のサンプルは、スキューバダイビングにより、海底または海底を覆うサンゴ群体から30～50cmの高さのところでガラス瓶に採集しました。この海水のサンプルは冷蔵庫で保存し、沖縄県衛生環境研究所で栄養塩濃度（全窒素、全リン）を測定して頂きました。栄養塩濃度は、富栄養化の指標で、この値が高くなると海藻などのサンゴ以外の生物の成長が促進される反面、サンゴにとっては生存に適さない環境になってしまいます。また、底質中の赤土含有量は、調査地点1地点につき3カ所海底の砂やシルトを容器に採集し、SPSS法（大見謝2003）を用いて測定したものの平均値を取りました。（SPSS法について詳しくは本誌5号や書籍「日本のサンゴ礁」をご参照ください

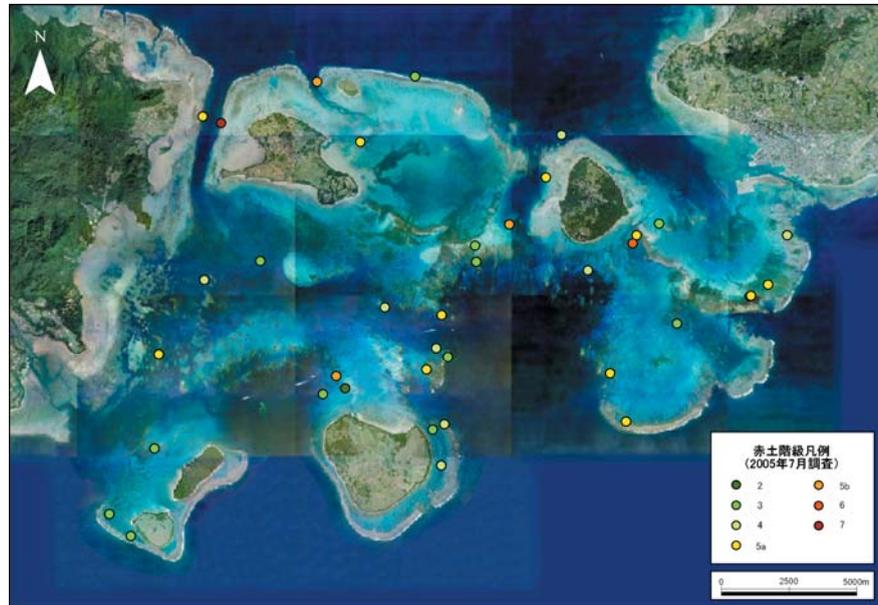
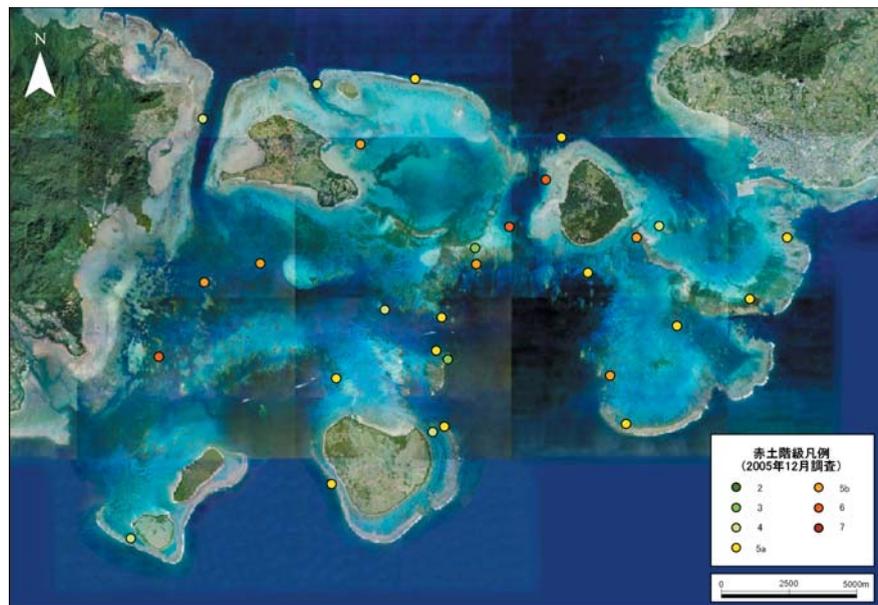
2005年
7月2005年
12月

図1. 各調査地点の赤土堆積ランク（時系列順）(1)

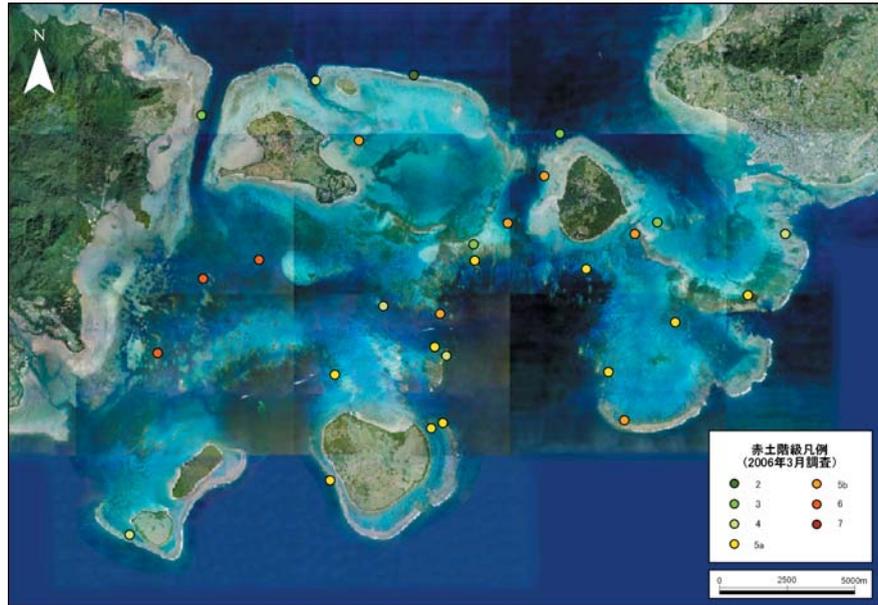
表1. 水質（全窒素、全リン）と赤土含有量の全調査地点平均値

	2005年 7月	2005年 12月	2006年 3月	2006年 9月	2006年 12月
全窒素 (mg/L)	0.060	0.045	0.047	0.080	0.057
全リン (mg/L)	0.011	0.012	0.010	0.009	0.007
赤土含有量 (kg/m ³)	7.7	17.4	14.7	14.2	14.6

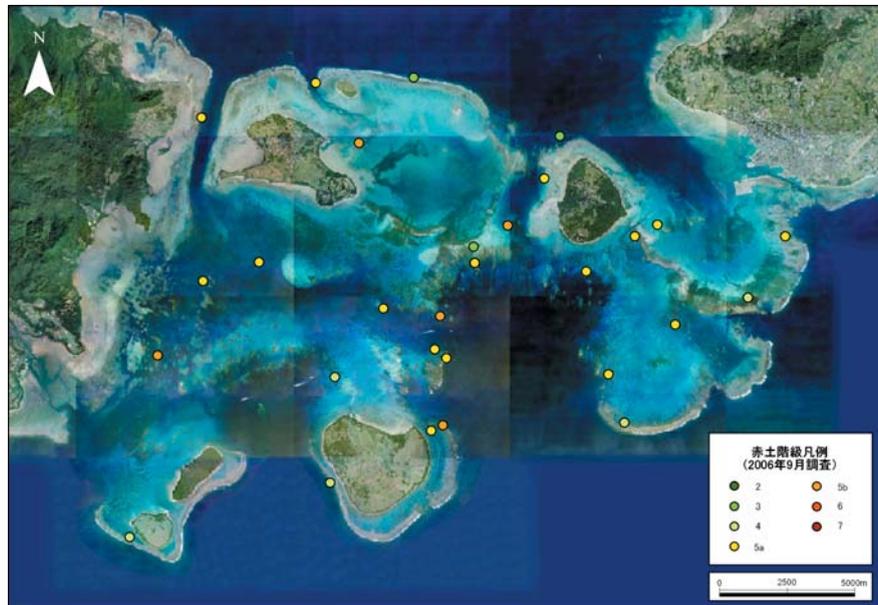
い。)

まずSPSS法による赤土含有量の結果を見てみると(表1)、データが得られた全地点の平均(幾何平均値)で最も低かったのは2005年7月(7.7kg/m³)、高かったのは2005年12月(17.4 kg/m³)でした。この間に赤土量が急激に増加したのは、この年の夏に八重山を通過した台風が多く、雨がたくさん降って赤土を含む水が海に流出したためではないかと推測されます。赤土含有量は1~8の階級でも表され(数字が大きいほど赤土量が多い)、5b以上の階級でサンゴなどの生物に悪影響が出るとされていますが、例えば2005年の冬では、31地点のうち約1/3にあたる9地点で5b以上の階級を示しました。場所別に見てみると(図1)、赤土量が多い場所は石西礁湖の外縁には見られず、島やリーフに囲まれた内側の部分に多く分布しています。また、黒島の北東にあたる3つの調査地点では、調査期間を通じてSPSS値が増加し続けて1年間で赤土階級が2段階あがっており、この海域でのサンゴへの影響が懸念されます。それ以外の場所では、概ねSPSSは増減を繰り返すか、またはほぼ横ばいの状態でした。

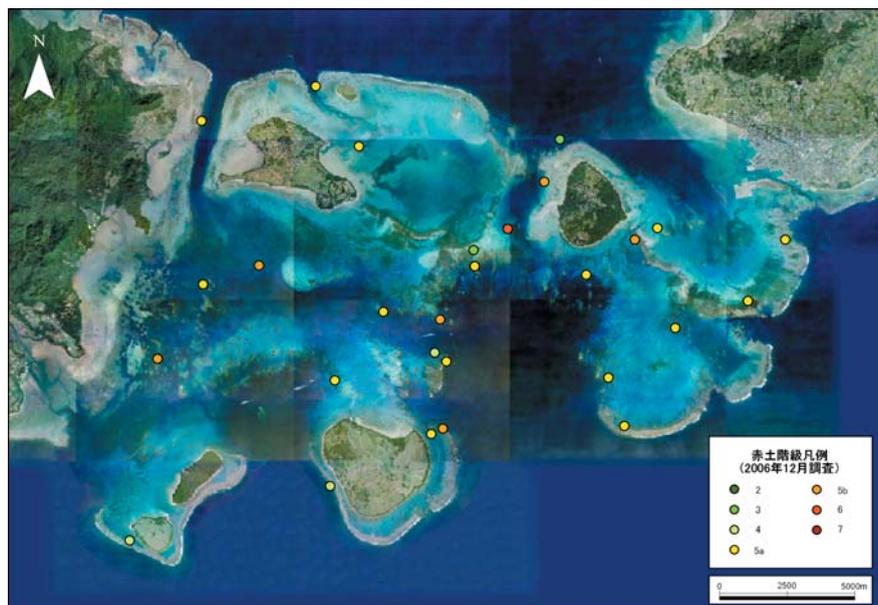
次に水質のほうの調査結果を見ると(表1)、リンに関してはあまり変動がなく、平均値0.010mg/L前後で一定でした。調査地点間のばらつきもほとんどみられませんでしたが、しかし、窒素濃度については平均値で0.045~0.080mg/Lと、リンに比べると大きな差が見



2006年
3月



2006年
9月



2006年
12月

図1. 各調査地点の赤土堆積ランク(時系列順)(2)

られます。0.1mg/Lを超える高い値が2005年の7月に1地点、2006年の9月に1地点で観測されました。季節変動を見ると、夏場が高く冬場に低下していることがわかりました。夏場が高くなる理由はまだ詳しく調べられていませんが、夏に植物プランクトンなどが増えること、あるいは台風などで降水量が多くなり、降った雨が陸地からの栄養塩を含んで海に流れ出ることなどが考えられます。

赤土や水質の悪化などは、長期的にサンゴ礁を悪化させる原因となりますので、今後も監視を続けていきたい

と思います。最後になりましたが、本稿作成にあたり貴重なコメントを頂きました木村匡様、金城孝一様、下池和幸様初め、この調査にご協力を頂きました多くの関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

大見謝辰男 (2003) SPSS簡易測定法とその解説、沖縄県衛生環境研究所報37: 99-104.

環境省・日本サンゴ礁学会編 (2004) 日本のサンゴ礁、375pp.

表2. 底質中懸濁物質含有量 (SPSS) と赤土堆積ランク [大見謝 (2003) より、一部改変]

SPSS階級	SPSS測定値 (kg/m ³)	目 視 状 況
1	0~0.4	水中で砂をかき混ぜてもほとんど濁らない。白砂が広がり生物活動はあまり見られない。
2	0.4~1	水中で砂をかき混ぜても懸濁物質の舞い上がりを確認しにくい。白砂が広がり生物活動はあまり見られない。
3	1~5	水中で砂をかき混ぜると懸濁物質の舞い上がりが確認できる。生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。
4	5~10	見た目では分からないが、砂をかき混ぜると懸濁物質で水が濁る。生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。透明度良好。
5a	10~30	注意してみると、表層に懸濁物質の存在がわかる。生き生きとしたサンゴ礁生態系のSPSS上限ランク。
5b	30~50	底質表層にホコリ状の懸濁物質がかぶさる。透明度が悪くなりサンゴ被度に悪影響が出始める。
6	50~200	一見して赤土等の堆積が分かる。底質攪拌で赤土等が色濃く懸濁。ランク6以上は明らかに人為的な赤土等の流出による汚染があると判断。
7	200~400	赤土等の堆積が著しいがまだ砂も確認することができる。樹枝状ミドリイシ類の大きな群体は見られず、塊状サンゴの出現割合増加。
8	400以上	底質の見た目は泥そのもの。赤土汚染耐性のある塊状サンゴが砂漠のサボテンのように点在。

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターのご利用について

環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターは、石垣島の市街地にあり、サンゴ礁保全や環境保全についての研究・活動をされる方はどなたでもご利用いただけます。

センターの実験室は、簡単な実験を行う場所として、また野外調査の拠点として利用することができます。会議や講演会を行うことのできるレクチャー室、サンゴ礁の生物に関する文献や石西礁湖を中心としたモニタリング調査の報告書等が備えられた資料室などの設備もあります。

詳しくは、ホームページ

<http://www.coremoc.go.jp/>

をご参照ください。

ご利用に際しては事前のお申し込みが必要となりますので、右記までお電話でご連絡ください。また、施設見学等も随時行っております。



資料室

問い合わせ先 国際サンゴ礁研究モニタリングセンター
〒907-0011 沖縄県石垣市八島町 2-27
TEL: 0980-82-4768 FAX: 0980-82-0279
電子メール: okironc@coremoc.go.jp