

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター

ニューズレター

第2号

2003年3月

海の自然教室

海辺環境教育の推進に向けて

～国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターで実施している普及啓発活動～

サンゴの遺伝学的研究

研究者の石垣島・国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター

南太平洋・トンガ王国でのサンゴ礁保全にむけた協力

2001年夏の高水温による造礁サンゴ白化

2001年6月の石垣島轟川河口周辺の

サンゴ類大量死について

number

2

新連載 **サンゴ礁のおとぎ話**

「桃から生まれた桃太郎」「一寸法師の鬼退治」

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 2

目 次

- 1 はじめに
高橋 啓介
 - 2 **新連載** サンゴ礁のおとぎ話
1. 桃から生まれた桃太郎 2. 一寸法師の鬼退治
土屋 誠
 - 6 南太平洋・トンガ王国でのサンゴ礁保全にむけた協力
中谷 誠治
 - 8 研究者の石垣島・国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター
鈴木 倫太郎
 - 10 サンゴの遺伝学的研究
西川 昭
 - 14 2001年6月の石垣島轟川河口周辺のサンゴ類大量死について
吉田 稔
 - 20 2001年夏の高水温による造礁サンゴ白化
木村 匡
 - 33 海の自然教室
鈴木 祥之
 - 34 海辺環境教育の推進に向けて
～国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターで実施している普及啓発活動～
高橋 啓介
 - 36 モニタリングセンター利用者状況
濱崎 克哉
 - 37 国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター来館者数まとめ
国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターご利用案内
-

はじめに

国際サンゴ礁モニタリングセンターのニュースレター第2号が完成しました。

表紙の写真は、今年の5月26日（旧暦4月15日）東京水産大学の岡本先生と九州大学の野島先生の調査に同行させていただいたときに見た、竹富島南の海域でのツツユビミドリイシの産卵の様子です。サンゴの産卵を見るのは初めてでしたので、とても感動しました。この日うまれた卵が無事に成長し、大きなサンゴに育って欲しいと感じました。実際にサンゴの産卵を見るのはなかなか難しいものですが、このニュースレターで皆さんがサンゴ礁について興味を持つきっかけになれば幸いです。

ニュースレターの内容を簡単に紹介しますと、連載の寄稿として、琉球大学の土屋先生からは「サンゴ礁のおとぎ話」としてサンゴ礁で見られる生きものの暮らしぶりについて、おとぎ話に例えながら楽しく解説してもらいました。

JICA 専門家の中谷さんは、「南太平洋・トンガ王国でのサンゴ礁保全にむけた協力」日本の研究者が海外のサンゴ礁保全のために活躍している状況を紹介してくれています。

センターを活用して研究を進めている駒澤大学の鈴木倫太郎さんと、琉球大学の西川昭さんからは、研究の内容や、センターの感想などを書いていただきました。次いで、環境省が昨年実施した調査の紹介として、吉田稔さんから、轟川河口周辺のサンゴ類の大量死について、木村匡さんからは、造礁サンゴの白化についての報告があります。最後に、センターのスタッフの私と、鈴木さん、濱崎さんから、利用状況やセンターで実施したスノーケリング教室の報告をしています。濱崎さんにはこのニュースレターの編集もやってもらっています。

最後になりましたが、お忙しい中、寄稿していただきました方々に、この場をお借りしてお礼を申し上げます。

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター
高橋啓介

サンゴ礁のおとぎ話

琉球大学理学部海洋自然科学科 土屋 誠

サンゴ礁での生き物の暮らしは実に多様です。生き物たちは、助け合ったり、闘ったり、他の生き物を食べてしまったり、あるいはサンゴ礁を破壊しながら生活しています。生き物たちのさまざまな暮らしを観察していると、まるでおとぎ話の世界にいるような錯覚さえ覚えます。このコーナーでは、サンゴ礁で観察される生き物の不思議な暮らしぶりについてお話ししましょう。

1. 桃から生まれた桃太郎

おとぎ話の世界では、桃太郎は「桃」から、かぐや姫は「竹」から生まれたことになっています。「人間？」が「植物」から生まれてくるといってお話にモデルが存在したかどうかはわかりませんが、サンゴ礁には、「植物」が「動物」の体の中に棲んでいる、という本当のお話があります。

サンゴ礁の海岸を歩いて潮だまりを覗いてみると、丸い塊のようなサンゴ、枝分かれをしたサンゴ、板状のサンゴ、などさまざまな形のサンゴを観察することができます。近づくと表面にポツポツと小さな穴が開いているように見えるはずですが、これはサンゴの口です。海岸に打ち上げられたサンゴの骨格でも観察することができます。骨格には幾何学的な模様が並んでいることに気づくでしょう。



白化現象が顕著な沖縄島南部の海岸(1998年9月)。
これらのサンゴには褐虫藻の回復が見られず、大部分死亡してしまった。2002年夏の調査では新しく成長を始めた若い群体が目立つようになった。

私たちが観察しているサンゴは1個体ではなく、ポリプと呼ばれる個体が多数集まってできている群体なのです(クサビライシの仲間は例外で、大きくても1個体です)。各ポリプの体のつくりはイソギンチャクの形に似ている、と言えば想像していただけるでしょうか。触手を伸ばして動物プランクトンを捕らえ、口に運びます。消化管は袋状で、不要になったものは再びその口から排泄されます。従って先ほど口と呼んだものは肛門でもあるわけです。

ポリプの先端を2, 3mmピンセットでつまみ、軽く押しつぶして顕微鏡で見ると、視野には無数の褐色をした丸い褐虫藻と呼ばれる単細胞の藻類が映ります(許可なくサンゴを採集することは禁止されていますから、国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターに出かけて見せてもらいましょう)。100~200倍の倍率で観察すると褐色の点が散らばっているという印象を受けるかも知れません。直径は約10ミクロンで、サンゴの1個の細胞の中に2~3個体の褐虫藻がすんでいます。褐虫藻は植物なので光合成をするために光が必要です。サンゴが浅いところにすんでいるのはこのためです。サンゴはこの褐虫藻の光合成によって生産される炭水化物などを養分として吸収し、生活しています。栄養を褐虫藻のみに依存しているわけではなく、動物プランクトンも食べています。



ミドリイシの一種の
白化した群体(左)と健康な群体(右)

近年、この共生関係が崩れ、サンゴの体から褐虫藻が抜け出してしまう白化現象が頻繁に報告されています。サンゴ自体の色は白色や淡い黄色であり、私たちが普段見ているサンゴの色は褐虫藻の色だったのですね。白化後、条件が良ければ1ヶ月ほどすると褐虫藻の増殖が始まり、再び褐色になり始めるサンゴが観察されますが、褐虫藻が戻らず死亡してしまうサンゴも多く、大量にサンゴが死亡した場合はサンゴ礁が墓場のようにになります。

注)ここで述べた「サンゴ」とは、硬い石灰質の骨格を有し、褐虫藻が共生している造礁サンゴというグループを指しています。ブローチやネクタイピンを作るサンゴもなじみ深いものですが、これらは100~200mの深いところに棲んでいる別のグループで、褐虫藻は共生していません。

2. 一寸法師の鬼退治

サンゴの枝の間にはカニ、エビ、巻貝、小魚などさまざまな小動物がすんでいます。この中に一寸法師がいます。それはサンゴが作り出す粘液を食物として暮らしているサンゴガニ類で、1000倍も重い大きな鬼、つまりサンゴを食べる悪名高いオニヒトデを退治します。少し厄介なことに「サンゴガニ」という種が存在するので混乱しないようにしなければなりません。「サンゴガニ類」というときにはこのグループの仲間全体を指すこととし、単に「サンゴガニ」と書く場合は種名を表すことにします。

フィジーで調査をしていたアメリカとカナダの研究者が、ショウガサンゴを食べに来たオニヒトデが「カニ(サンゴガニ類とは書いてありません)」に管足を切られて退散する現象を、1970年に発表した論文の中で報告しました。ついでパナマの太平洋岸でも、カパイロサンゴガニやサンゴテッポウエビがオニヒトデの棘を掴んだり、切ったりして撃退する事実が観察されました。サンゴに棲んでいる小さな甲殻類たちは、家であり、食物を提供してくれるサンゴをオニヒトデでの攻撃から守っているのです。これらの研究が発表されてから、サンゴガニ類とサンゴの関係は相利共生であると考えられるようになりました。沖縄のサンゴ礁には10種以上のサンゴガニ類が生息しており、すべてこのような行動を示します。

熊本県の牛深の海岸とタイのシャム湾奥部にもハナヤサイサンゴが多数生息していますが、サンゴガニ類の種数が少ないという特徴があります。特に沖縄より南にあるタイのシャム湾でサンゴガニ1種のみが生息している事実は興味深いものです。一般的に北半球では南に行くほど生物の種数は増える傾向があるからです。この2つの地域に共通の特徴はオニヒトデがないということです。

この事実をサンゴガニ類がオニヒトデを撃退することと関連させて、次のように説明することは可能でしょうか？オニヒトデが多数生息し、常にサンゴを襲撃するような状況では、カニたちは共同でサンゴを守らなければなりませんからケンカをしている余裕はないでしょう。従って多くの種が共存します。一方、オニヒトデがいなければ、カニたちはお互いに相手を棲み場所や食物を奪い合う敵と考えるかも知れません。家が狭かったり、食物が少ない状態では、それらを巡って争いが起き、強い種、強い個体だけが生き残り、種数が減少します。

この仮説を確かめるために研究を続けているのですが、近年、頻繁に起こる白化現象でハナヤサイサンゴは大きな打撃を受け、沖縄島南部のハナヤサイサンゴは壊滅状態になってしまったので困っています。真っ白になったハナヤサイサンゴからはサンゴガニ類もいなくなります。2002年9月現在、部分的に回復した群体はありますが、白化前の状態と比べると悲惨な状態です。可愛いサンゴガニたちは何時戻ってくるのでしょうか？



上 サンゴガニ属のアミメサンゴガニ（真栄里）
右上 オニヒトデの棘を銜むサンゴガニの仲間
Pratchett, M., E. Vytupil and P. Parks (2000)
Coral crabs influences the feeding patterns of
crown-of-thorns-starfish. *Coral Reefs*, 19, 36.
Fig.1 より転載
右下 ハナヤサイサンゴの中で鮮やかな黄色の卵
を抱くオオアカホシサンゴガニ（真栄里）



南太平洋・トンガ王国での サンゴ礁保全にむけた協力

国際協力事業団長期派遣専門家（海中公園管理）中谷誠治

石垣島の国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターの活動はサンゴ礁保全のための日本の国際貢献の代表的な例ですが、海外においても同様の活動が進められています。そのひとつが、ここで報告するトンガのサンゴ礁保全に対する支援です。

トンガは南太平洋で唯一の王国で、170ほどの島々からなる国土にポリネシア系の大柄な人々が10万人ほど住んでいます。国民の多くは熱心なキリスト教徒で、日曜日は憲法が安息日と定めているので正装して教会に行きます。また、パンダナスの葉で編んだ独特の衣服を着用し、石蒸し料理を食べ、カバ（ショウガ科の根や茎から作る鎮静作用のある儀式用の飲み物）を楽しむなど伝統的な生活をまもっています。小さな島国の例に漏れず、海とのつながりが強く、さまざまな魚介類をはぐくむサンゴ礁はとても重要な財産とされています。また、最近ではダイビングを楽しむために多くの観光客がトンガやそのほかの国々を訪れ、それがこれらの島国にとって重要な収入源になっています。したがって、サンゴ礁を保全しながら持続的に上手に利用することが大切です。

しかし、経済発展を急ぐあまり、マングローブの伐採や埋め立てや破壊的な漁法の使用などで沿岸の環境が悪化していますし、魚介類を獲りすぎたために水産資源が減少してきていると言われていています。そこで、大切なサンゴ礁生態系を次の世代に残すために、トンガでは1970年代末に法律によりサンゴ礁の中にいくつかの保護区を設置しそこでの漁獲を禁止しました。これは、南太平洋では先進的な試みだったのですが、残念ながらそれらは地図の上だけに存在するまぼろしの保護区になってしまっています。例えば漁師は保護区の中でも外でも同様に魚を獲りますし、何のパトロールもされていません。これには、利用者や市民の理解を得る努力が十分ではなかったことや政府の予算や管理ノウハウが不十分であった、さらには、漁業者の代替収入源の導入を保護区の設定と組み合わせる必要があったなどの指摘がされています。

そこでトンガ政府の要請により日本から専門家を派遣し、海洋保護区の管理運営を支援することになりました。とはいえ、トンガであれどこであれ、そこに持っていけばすぐに機能するような海洋保護区管理のノウハウがあらかじめ日本にあるわけではありません。ですから、トンガの人々がトンガ環境庁の担当者を中心にしてこの土地にあった対応策を編み出すのを手助けすることがここに派遣された私の仕事です。現在、利用者や住民との対話を通して管理計画をつくり、サンゴ礁のモニタリング体制を立ち上げ、水産省と協力して保護区を水産資源の増殖の場所として利用し、環境教育を推進する、という4本柱の活動を開始したところです。

では、トンガのサンゴ礁とはどんなものなのでしょう。首都ヌクアロファのある平坦なトンガタブ島の北側に、東西をパリアーリーフで囲まれた浅い静かな海が広がります。そこには漁村やリゾートを持つ小島が点在し、小島のまわりを海草藻場や枝状のミドリイシを中心としたサンゴ礁が取り巻きます。トンガタブ島の東西と南側にはところどころに幅の狭いビーチがあり、島を縁取る裾礁は外洋からの荒波にさらされ、Blowholesがよく発達しています。このトンガタブの北に5箇所の海洋保護区が設定されているわけです。また、トンガタブの南東へプロペラ機だと10分のフライトでEua島につきます。この島の熱帯雨林は国立公園に指定されていますし、島の周辺には勇壮な海中洞窟が点在し、ダイバーに人気があります。洞窟のひとつは大聖堂と呼ばれ、水面下30mほどの横穴から中に入ると巨大な洞窟がひろがり、水面



機上から見る Ha'apai 諸島

近くで丸く開いた天蓋からは岸壁を打つ荒い波で揺れる光が神々しく差し込んでいます。洞窟の中には岩の割れ目にイセエビが並んでいたり、周辺にはイソマグロ、メガネモチノウオ、スジアラ、カスマアジなどが泳ぎます。トンガタブから150kmほど北上すると、美しい砂浜に縁取られたHa'apai諸島、さらに150kmほど行くと、ヨットの寄港地として有名なVava'u諸島があります。

このように、トンガは、海でのダイビングやカヤックや釣り、熱帯雨林のトレッキングなどのエコツーリズムの可能性を秘めているだけでなく、独特のポリネシアン文化を色濃く残していて旅行者にとっては魅力にあふれた国です。ここでは沿岸の自然環境が人々の生活の土台を支えています。サンゴ礁を始めとした環境の保全と持続可能な利用を目指したマネージメントが世界のさまざまな人々の支援を得て推進されています。日本の技術協力もその一端を担っているのです。

研究者の石垣島

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター

駒澤大学大学院自然地理学専攻博士後期課程

鈴木 倫太郎

石垣島を囲む美しいサンゴ礁は多くの人を魅了し、日本全国から観光客やダイバーやって来ます。その楽しそうな人々に混じり、実は多くの研究者も石垣島に訪れています。サンゴ礁の環境は様々な要素から成り立っていますが、未だに多くの謎が解明されていません。石垣島には多種多様な分野の研究者が訪れ、その謎の解明に取り組んでいます。例えばサンゴの生態を研究する生物・生態学者、色鮮やかな魚達を研究する人、サンゴ礁形成の謎を解く地質・地形学者、サンゴ礁の海藻を追いつづける研究者……。この他にもサンゴ礁の謎を解くために、様々な分野の研究者は石垣島にやって来るのです。なぜ石垣島に多くの研究者が訪れるのでしょうか？ それは美しいサンゴ礁があることは当然なのですが、調査・研究が円滑に実施できる環境であることが1つの要因として挙げられるでしょう。

石垣島は人口約4万人と、八重山の島々の中では最大の都市です。都市であることは、調査を行う上で様々な面において好都合です。例えば調査機材が不足したり故障した時も、島の中には大規模なホームセンターがあり、迅速に対応ができます。その他にも郵便局、銀行、大規模なスーパーが何店もあり、長期間滞在していても、生活の上であまり不自由を感じません。さらに、観光産業が盛んなことも大きく影響しているで

しょう。観光客相手のレンタカー業者が多く、移動や機材を運搬するレンタカーが簡単に借りられます。民宿などの宿泊施設も多く、安価で長期滞在できることも魅力です。また、ダイビング業者も多いので、船を利用したり、タンクを調達することも簡単にできます。これが小規模な離島であると、そうは行きません。その離島で調査を実施したくても、車がなかったり、タンクがなかったり、機材が故障した時などはどうにもなりません。実際に私もある離島で調査をした時は、その点に非常に苦労し、石垣島がいかに調査に向いた場所であるか実感したものです。沖縄本島においてもサンゴ礁に関する研究は多く成されていますが、島の規模が大きすぎて移動に時間がかかったり、手ごろな民宿が無かったりと、少々不自由を感じます。その点、石垣島はどの海岸でも車で1時間以内に行くことができ、簡単に海岸にアクセスできるので、規模的にもちょうど良い大きさと言えるでしょう。その他にも宅急便の営業所があったり、飛行機の便数が多かったりと、細かい利点を挙げれば切りが無いのですが、石垣島はサンゴ礁を研究する上で、とても調査に適した場所であることは間違いありません。

このような環境にあって環境省サンゴ礁モニタリングセンターは、研究者にとってより充実した研究を可能にする施設と言えます。サンゴ礁モニタリングセンター内には、実験施設・宿泊施設が整備されています。私は平成13年の5月に三週間ほどサンゴ礁モニタリングセンターに滞在し、調査・実験を行いました。私の研究は、サンゴ礁に棲むナガウニの侵食量を計測することが目的でした。この研究を実施するにあたり、実験ができる施設があることが最低限必要な条件であったのですが、そこでサンゴ礁モニタリングセンターに実験施設があることを知り、利用させて頂きました。石垣島はサンゴ礁調査に適した島ですが、実験施設があるとサンプルの処理や計測など、石垣島の中で一連の作業が可能になります。このような実験可能な施設があることは、研究者にとっては新しい研究に取り組める可能性を広げることに繋がります。また、宿泊施設があることも、私のような大学院生には助かります。石垣島を訪れる研究者に加え、大学院生や大学生も、また研究のために石垣島に多く訪れます。これらの学生は、基本的に貧乏です。飛行機の往復運賃だけでもかなりの負担になってしまいます。安価な民宿が多いと言っても、長期間の調査や計測を行いたい場合は、やはり宿泊料は高額になってしまいます。サンゴ礁モニタリングセンターの宿泊料は、学生にとってはとてもありがたい値段になっており、それも長期で調査や計測が必要な研究を可能にする要因になります。

また、私が研究で滞在中は、モニタリングセンター主催の子供を対象としたサンゴ礁の観察会が実施されました。そこで私は先生役としてお手伝いさせて頂いたのですが、研究活動を通じて自分の得た知識や経験を子供達に伝える場があることは、とても嬉しいことであり、今後の研究に更なる意欲を掻き立てられます。普段の研究活動では、なかなかこのような機会に巡り合うことはありません。このような素晴らしい機会に

恵まれることも、環境省が運営する国際サンゴ礁モニタリングセンターならではの事ではないでしょうか？

石垣島には様々な分野の研究者や学生が訪れますが、環境省国際サンゴ礁モニタリングセンターは、様々な点においてこれら研究者にとっては大いに活用できる貴重な施設なのです。石垣島に研究者が多く訪れる理由のもう一つは、石垣島のサンゴ礁が他の地域に比べて健全であることも1つに挙げられます。しかし、その石垣島のサンゴ礁も以前に比べると、その環境は必ずしも健康であるとは言い切れ無い状態です。サンゴ礁環境は様々な要因から成り立っており、保護対策も簡単には立てられません。サンゴ礁を守るためには、この様々な要因の謎を解明することが重要な鍵となります。そのためには様々な分野の研究者が、サンゴ礁の謎解きをする必要があり、そのために環境省国際サンゴ礁モニタリングセンターの持つ可能性・役割は、無限にあると考えます。また、サンゴ礁のみではなく、陸上の生物や自然に関する研究のため、石垣島を訪れる研究者もいます。このような研究者も、サンゴ礁モニタリングセンターのような施設があれば、研究の幅が広がることと思います。今後、環境省国際サンゴ礁モニタリングセンターが、多くの様々な分野の研究者に利用され、素晴らしい成果が生まれることを期待します。



サンゴの水槽を見つめる子供たちと鈴木倫太郎氏

サンゴの遺伝学的研究

琉球大学大学院理工学研究科 西川昭

みなさん、こんにちは。私は、琉球大学の大学院生で西川昭といます。今回国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター - を利用して、サンゴの研究をしました。どのような研究かを、ニュースレターでお知らせします。

はじめに

サンゴの親はサンゴ礁にくっついていて動けませんが、子供（プラナラ幼生）は海を漂いながら、生まれた場所から他の場所に移動します。そして光のあたり具合など気にいった場所がみつければ、そこにくっついて（定着）ポリプに形をかえ、新しいポリプを作って大きく成長していきます。一度定着してしまえばサンゴは自分の力で移動することはできません。またサンゴの子供が流れ着かないかぎり、サンゴのない場所にサンゴが増えていくということはありません。そのためオニヒトデや白化などによりサンゴが大量に死んでしまった場所でのサンゴの回復のためには、サンゴ幼生の移動はとても大切なことなのです。私はこのサンゴ幼生の移動について研究しています。

サンゴの繁殖方法

サンゴの繁殖はよくテレビなどでサンゴの産卵として放映されているように、卵と精子が海中に放出されて受精が起こり、サンゴ幼生になる放卵放精型と、サンゴの体ポリプの中で先に受精が起こり、プラナラ幼生にまで成長した後に放出される幼生保育型のふたつがあります。サンゴの種全体で見れば、放卵放精型が全体の8 - 9割を占めています。幼生保育型は種数が少ない割には、サンゴの数が多い種があります。また幼生保育型のサンゴ幼生は親サンゴから放出された時すでに定着できるまで成長が進んでいるため、親サンゴの近くに多く定着することもできます。それに対して放卵放精型のサンゴ幼生は、海中で受精してから定着できるようになるまでに3 - 4日はかかるため、そのあいだは海を漂わねばなりません。海を漂っている間に、海流によって遠くに移動することができます。このため幼生保育型に比べて、放卵放精型のサンゴ幼生の方がより遠くに移動する可能性が高いと考えられています。

サンゴの幼生供給源

1998年には夏の水温が高かったため、サンゴの白化が世界のいろいろなサンゴ礁で起こりました。琉球列島でも白化が起こり、特に沖縄島で多くのサンゴが死んでしまいました。サンゴが死んだ場所でサンゴが回復するためには、サンゴが活着している場所で生まれたプラヌラ幼生が、流れてこなくてはなりません。沖縄島ではサンゴがたくさん死にましたが、40 kmほど西の慶良間諸島では、水温が沖縄島より低かったため、白化によるサンゴの死亡が沖縄島に比べて少なく、沖縄島と近い、海流が慶良間諸島から沖縄島に流れるなどから沖縄本島の幼生供給源として注目されています。

私の研究

私は、次のことを明らかにするために研究を行っています。

知りたいこと

仮説

幼生保育型サンゴよりも放卵放精型サンゴのプラヌラ幼生が、親よりも遠くに移動するのか？

仮説

慶良間諸島は、沖縄島のサンゴ幼生供給源となるのか？

このために、南から八重山諸島、慶良間諸島、沖縄島の3地域で、プラヌラ幼生がこの3地域間を移動しているかどうかを、サンゴのタンパク質の違いから遺伝的に調べました。もし3地域間でタンパク質の違いがあれば移動はあまり起こっておらず、違いがなければ移動しているのではないかという推測ができます。実際に幼生保育型サンゴでは、タンパク質の違いが八重山諸島だけ他の地域と異なる結果となりました。これは八重山諸島の幼生保育型サンゴのプラヌラ幼生が、あまり慶良間諸島や沖縄島まで移動していないことを示しています。一方で放卵放精型サンゴでは3地域でタンパク質の違いは検出されず、3地域でプラヌラ幼生の移動が起こっていると推測できました。仮説はどうか正しいようです。

次に仮説 ですがこれもタンパク質の違いから検証できます。この結果から慶良間諸島、沖縄島間でタンパク質の違いはあまりみられず、幼生保育型と放卵放精型両方のサンゴにおいて、プラヌラ幼生の移動が起きていることが推測されました。つまり慶良間諸島が沖縄島への、プラヌラ幼生の供給源である可能性が、遺伝的な分析から示されたのです。ただ放卵放精型サンゴに比べて幼生保育型サンゴでは慶良間諸島と沖縄島の間でも、プラヌラ幼生の移動が少し限られているようです。そのため沖縄島では、幼生保育型サンゴの回復速度が、放卵放精型サンゴよりも遅くなるのではないかと考えられます。

サンゴの保護

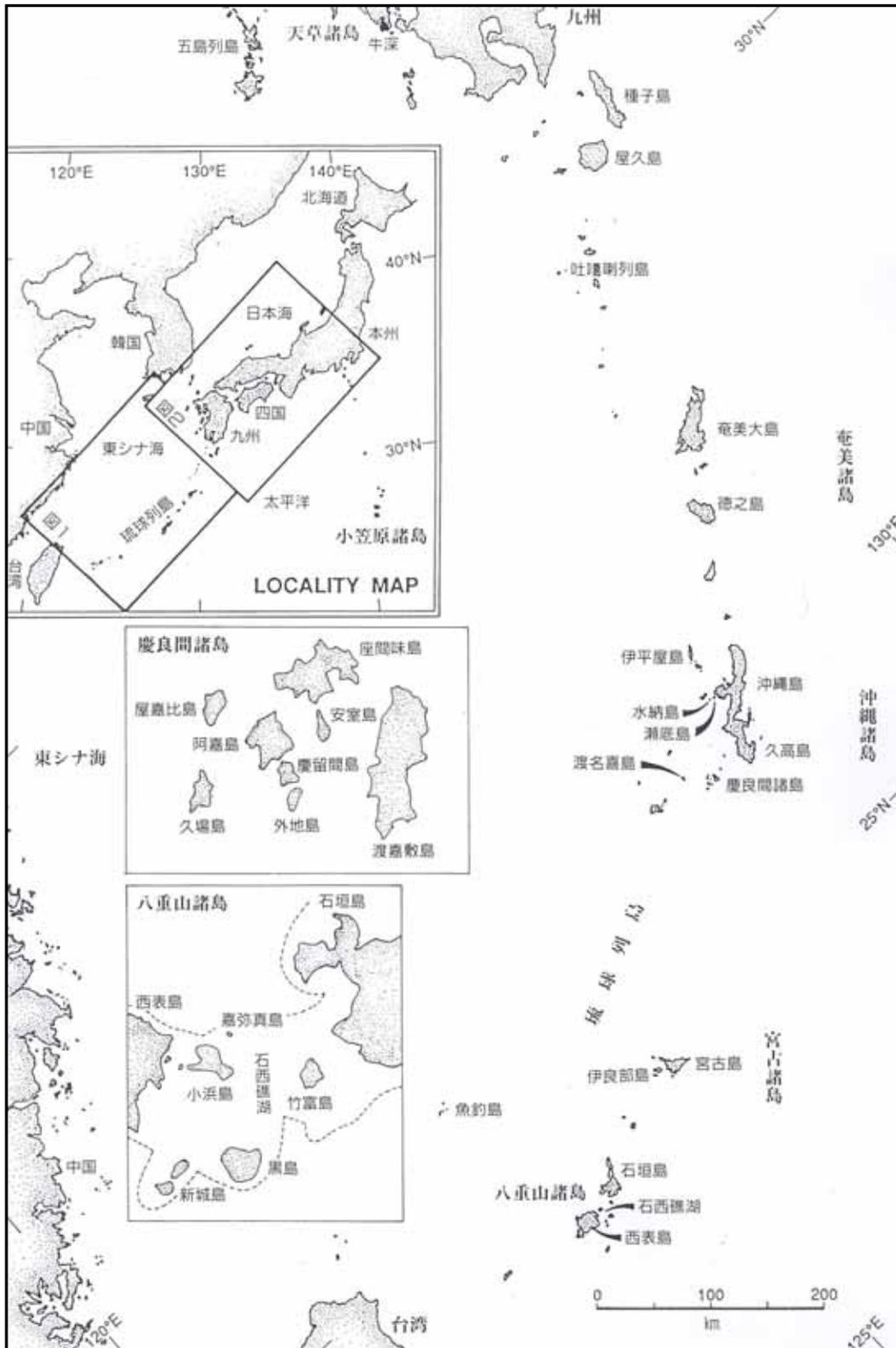
これらの研究結果から、慶良間諸島が沖縄島におけるサンゴ幼生供給源として重要であることはまちがいないと思います。沖縄島のサンゴが回復するためにも、慶良間諸島のサンゴを、保護していかなくてはなりません。また八重山諸島のサンゴも、非常に重要であると思われます。沖縄島のサンゴの回復を考えれば、種数の多い放卵放精型のサンゴでは、慶良間諸島だけでなく八重山諸島も幼生供給源となっている可能性が高いからです。もし慶良間諸島のサンゴがなんらかの理由で減った場合には、さらにその必要性が増すうえ、八重山諸島が慶良間諸島の幼生供給源になることも十分考えられます。また八重山諸島は、台湾やフィリピンなど南方の地域から沖縄島、奄美諸島、さらには九州地方などへのサンゴの移動における中継地点としても、重要だと考えられます。日本国内でサンゴの種数が最も豊富である八重山諸島は、その地理的位置からも非常に重要なのです。



以上が現在の私の研究概要と、その結果から考えられる保全への提案です。サンゴが生きているサンゴ礁は美しく、潜って見れば心がわくわくします。またサンゴは他の生物の採餌場所や隠れ家などを提供しているため、魚をはじめ多くの生物が集まっています。生きたサンゴの減少は、観光産業や漁業にも影響します。サンゴは、未来に伝えるべき私たちの財産なのです。

写真上、左

さまざまな種類の珊瑚が生息している石垣島環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター近くの真栄里の海の景観。



琉球列島地図

2001年6月の石垣島轟川河口周辺の サンゴ類大量死について

(有)海游 吉田 稔

はじめに

一般的に知られているようで知られていないが、現在南西諸島のサンゴ礁域は、オニヒトデの大発生やサンゴの白化現象、慢性的な陸域からの赤土など攪乱を受け、危機的な状況に至っている。オニヒトデ大発生とサンゴの白化現象の二つは、インパクトが強く被害状況が明確であり、一気にサンゴが死亡し見るも無残な海中景観になってしまう。一方、陸域からの赤土等の攪乱については、徐々に進行し壊れていくため、なかなか被害現状の実態をつかむことが難しい。しかし、2001年6月にそれがはっきりわかる轟川河口周辺のサンゴ大量死という赤土による被害が生じた(図1)。

被害のあった当時の海域では、干潮時に特有の腐敗臭が漂い、海中はにごり、あたり一面に赤土が数センチ堆積し、直径1~2mのハマサンゴ類やアオサンゴなどが腐敗していた。緊急調査したメンバーはガックリ肩を落としてしまうような状況であった(写真1、2)。

あの衝撃的な事件が起きてから、はや一年が経過した。「のどもと過ぎればなんとやら」で轟川河口域では、何もなかったような普通の美しい景観が海面上だけは広がっている。しかし海中は・・・

さて、事の重大さを実直に受け止めた環境省の依頼で、この一年間に被害状況の正確な把握、および被害の原因究明をいろいろな角度から行うことができた。今回のニュースレターでは、これらの調査結果や解析、分析結果、考察を簡単に報告し、今後の課題を述べることにする。

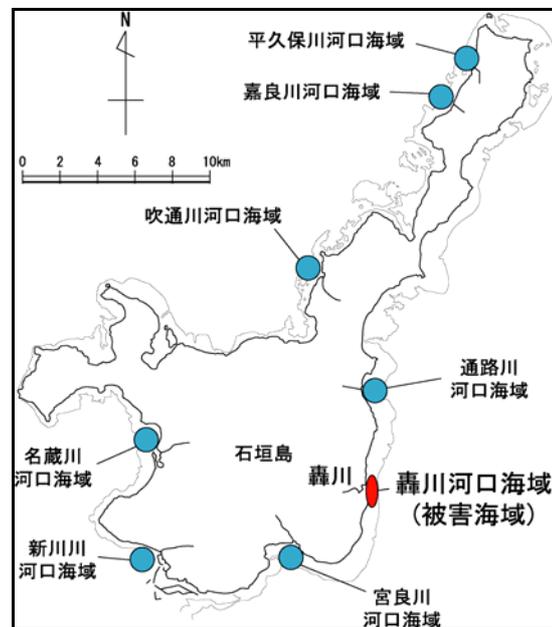


図1 石垣島位置図



写真1 死亡した塊状ハマサンゴ



写真2 海底に堆積した赤土

被害確認から調査に至るまでの経緯

2001年6月上旬に漁業者より、WWFサンゴセンターへ「轟川河口南側のサンゴの異変あり」と通報があり、同センターでサンゴが死亡していることを確認した。轟川は大量降雨のたびに大量の赤土が海域に流出する河川であり、白保集落の前面の海域まで赤く濁るケースが過去にたびたび発生していた。

この被害情報をうけ、環境省、WWF、八重山サンゴ礁保全協議会の各メンバーは、6月21日に3者合同の簡易的な緊急調査を実施し、広範囲にわたり塊状ハマサンゴやアオサンゴなどの死亡などを確認した。塊状ハマサンゴ類は、造礁サンゴ類の中では淡水や赤土に対する耐性があり環境変化には比較的強いとされている種類の一つであるが、広範囲に死亡しているという点で特異なケースであり、特殊な原因発生の要因の可能性もあると考えられる。そこで、まだ被害状況がわかる早い時期に、環境省はサンゴ群集の被害状況及び生息状況を把握し、被害の原因究明を行うとともに今後のサンゴ礁保全対策に資することを目的とした緊急の調査を実施に至った。

調査の内容

調査は、大きく被害状況調査と原因究明調査の2つに分けた。被害状況調査では、被害海域である轟川河口周辺海域および石垣島の主要河川の河口周辺海域を対象として、マンタ法とスポットチェック法を組み合わせることで被害を受けた海域を特定しその規模や状況を把握した。

原因究明調査では、サンゴの大量死をもたらしたと考えられる2001年5月31日から6月1日にかけての大量降雨時の気象条件および海域の状態を把握するため、被害海域の地形的特性や大量降雨時の気象・海象の資料収集を行った。また、被害海域の水質・底質分析や塊状ハマサンゴ類の赤土・淡水耐性実験を行ない、今回の大量死が発生した原因や背景について可能な限り究明した。

被害状況調査結果

(1) 被害範囲、規模

今回の大量死では、轟川河口海域の調査を行った全海域で6月上旬に死亡したと見られる死サンゴが確認された。最も被害が大きかったのは河口の南側500~1,000mの礁池の岸側で局所的にはサンゴ類の90%が死亡していた。サンゴ類の75%以上の死亡が確認された範囲は約8haであり、25%以上の死亡が確認された範囲は約27haであった(図2)。

轟川以外の石垣島の主要河川の河口海域では、6月上旬に赤土などの河川水の影響で死亡したと見られるサンゴは全く確認されなかった。したがって、今回のサンゴの大量死は轟川河口海域に限定した現象と考えられる。

(2) 被害を受けたサンゴの種類

主な死サンゴの種類は塊状ハマサンゴ類、キクメイシ類、アオサンゴ、枝状コモンサンゴ類などであり、特に塊状ハマサンゴ類が多かった。これはこれらのサンゴが同海域での生息量がもともと多かったためであり、特定の種類のサンゴが選択的に被害を受けたということではない。

(3) その他

被害海域では海底や死サンゴ上に広く赤土の堆積が確認されており、今回の大量死では赤土が関与していると思われる。最も被害が大きい場所では直径1~2mの塊状ハマサンゴ類の大型群体が完全に死亡しているのも多く見られた。

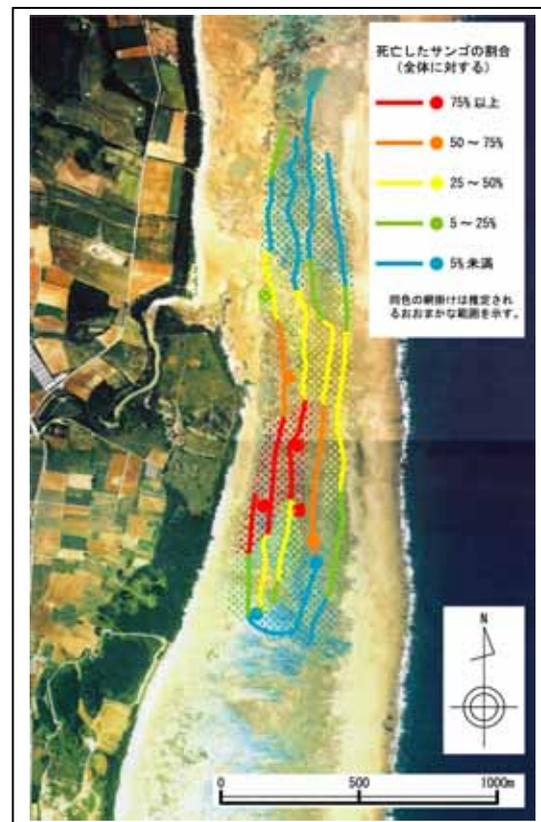


図2 死亡サンゴ分布図

原因究明調査結果

(1) 調査結果と考察

今回の大量降雨は石垣島付近に停滞していた梅雨前線に低気圧が発生し、局所的な集中豪雨をもたらしたものであり、5月31日午前2時からの24時間雨量は238mmであった。

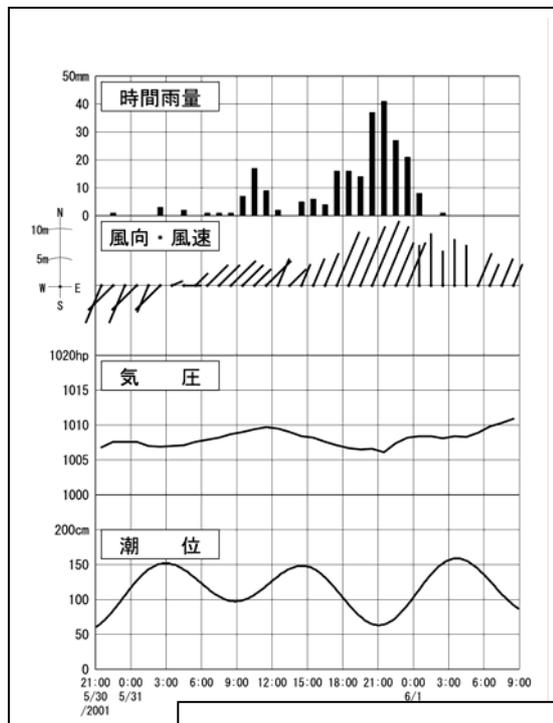
風向・風速は、31日の降雨のピークである20～22時には毎秒11～12mの強い北北東の風が吹いていた。31日の潮汐は小潮で、干潮が21:06(63cm)であった。降雨のピークであった20～22時はちょうど最干潮の時刻に当たっていた(表3)。

過去の降雨では24時間雨量や時間雨量は今回を上回る事例があることから、大量降雨により海域へ大量の赤土が流入したというだけでは今回のサンゴの大量死を十分に説明できない。2001年6月の降雨で特徴的なのは、降雨のピークに北北東の強い風が吹いていたことと、この時間帯がちょうど干潮の時刻に重なっており、過去の降雨と比較して潮位が最も低いことである。したがって、これらの大量降雨、北北東の強風、低潮位の3条件が偶然に重なったことが、今回の大量死の発生要因であると推測される。

(2) 海域の地形調査

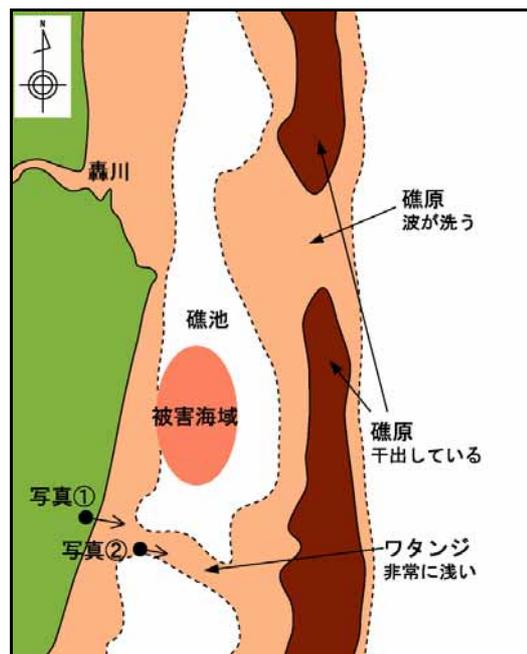
轟川河口付近のサンゴ礁は海岸からリーフエッジまでの幅が約600～1,000mの裾礁である。河口正面のサンゴ礁には明瞭な水路は形成されず、河口の北約1,600mの位置にモリヤマグチと呼ばれる水路がある。河口の南約1,000mの礁池にはワタンジと呼ばれる礁池を横断する浅瀬がある。干潮時では海水が礁池にプールされ、礁池内の潮位は一定以下には下がらず、ある程度の水深は常時確保されているものと考えられる。つまり、礁池と外洋は遠目でもわかる程度に潮位差を

生じ、礁池の海水は礁原の隆起部分でプールされた状態になる(図3)。



上: 表1 2001年気象海象データ

下: 図3 白保地区の干潮時模式図



塊状ハマサンゴ類の淡水・赤土耐性実験

塊状ハマサンゴ類の大量死の死因を特定するため、実験室内で塊状ハマサンゴ類の小型群体に、さまざまな濃度の淡水および赤土の負荷を与え、その死亡率を調べた。

実験結果は、赤土負荷がない場合、淡水に対する耐性は非常に強く、2/3濃度の淡水に4時間放置しても全く死亡することはなかった。また、完全な淡水でも、3分の1程度の生残があった。赤土負荷がある場合は、全ての組み合わせで死亡があり、淡水負荷なしでも15~30%の死亡率であった。さらに淡水、赤土の両方の負荷がある場合は、死亡率は相乗的に高くなり、2/3淡水と赤土5mm被覆の組み合わせでは死亡率は85%に達した。

考 察

(1) サンゴの死亡原因

轟川河口海域におけるサンゴの大量死の直接の死亡原因については、負荷実験の結果から、淡水と赤土の複合的なダメージによるものである可能性が濃厚である。今回の背景には、人為による流域の開発による赤土の発生量の増加があると考えられ、問題点となる実質的な死亡原因は赤土の堆積であると考えられる。

被害海域に大量の赤土を含んだ河川水が流入した要因を以下にまとめる。

気象・海象要因

大量降雨、北北東の強風、低潮位

地形的要因

ワタンジによる干潮時の礁池内の海水の流動の制限
礁嶺の隆起が大きいことによる礁池の閉塞性
礁池の水深が浅い

人為的要因

流域での開発行為による赤土発生源の創出、拡大
夏植えのサトウキビ畑が時期的に裸地状態であった

気象・海象の3要因については全てが同時に発生することが必要条件となっている。したがって、近年の過去の大量降雨で今回のようなサンゴの大量死が発生していないのは、いずれかの要因が欠落または不十分であったためであると考えられる。

(2) 大量死の背景

「特異な事例」: 赤土などによる慢性的な海域の汚染では、大量のサンゴが短期間に死亡するようなことは通常は発生しない。なぜなら、赤土などの汚染物質の発生量は流域の開発などの発生源の拡大に連動して徐々に増大するものであり、これによりサンゴが死亡していたとしてもその進行速度はおそく、私たちが注視するほどの大量死にはならないためである。したがって、今回サンゴの死亡が突発的かつ大量に発生したことは特異な事例であると考えられる。

「環境に適応した生態系」: 日頃から赤土の汚染に晒されている海域では、赤土への耐性がより強いサンゴや別の生物への遷移が進むなど、生態系としてみればそれなりの環境適応があるものと思われる。しかし、今回の被害海域のように日常的な赤土の汚染が少ない海域の場合、耐性の弱いサンゴがそのまま生息し続けているなど赤土に対する生態系としての環境適応が十分に行われていない。このような場所で大量の赤土が流入するような現象が突然発生すれば大量のサンゴが死亡することになるであろう。今回の事例ではこのような理由で大量死が発生したものと考えられる。

今後の課題

今回のサンゴの大量死は非常にショッキングな出来事であった。しかし、大量死という現象そのものは海域の特異性と気象・海象の偶然により発生したという性格が強い。本質的な問題は海域の赤土汚染が現在なお進行中であることにあり、これは轟川に限定した問題ではない。今後、何の対策もなく被害が進展するようなことがあれば、サンゴ礁生態系に多大な影響を及ぼすだけでなく、経済的、社会的の影響も懸念される。

(1) 実効ある対策

現在、石垣市では赤土問題への関心が今までにない高まりを見せている。市民団体は独自の調査を行い、その結果への市民の反響は大きかった。国や自治体もこれに呼応するように本格的な対策を始めている。今回のサンゴの大量死を教訓として、この機を逃さずに実効ある対策を速やかに行っていくことが極めて重要である。

(2) 海域モニタリングの重要性

赤土に代表される慢性的な海域汚染は、その進行速度が遅いゆえに全容を把握することが困難となっている。これに対しては長期的かつ広域的なモニタリング調査を充実させていく必要がある。また、漁業者の通報により今回の大量死が顕在化したように、今後も地元の漁業者やダイバーとの情報交換を活発に行っていくことが重要と考える。

2001年夏の高水温による 造礁サンゴの白化

(財)自然環境研究センター 木村 匡

各地白化情報一覧・2001年白化被害実態調査・各地水温データは 本文後に添付しました。

はじめに

2001年8月、琉球列島周辺では30℃を越す高水温がつづき、屋久島から石西礁湖までの各地でサンゴの白化現象が観察されました。その後8月末から9月にかけて、台風や低気圧が停滞したために水温が下降し、白化現象は終息したと思われましたが、一部では白化のあとかなり死亡したサンゴ群集も見られました。

夏の高水温による大規模なサンゴの白化が世界中で話題になったのは、1998年。その3年後に再び沖縄で起こったサンゴの白化が、一体どの程度の規模だったのでしょうか。各地のようすをご紹介します。

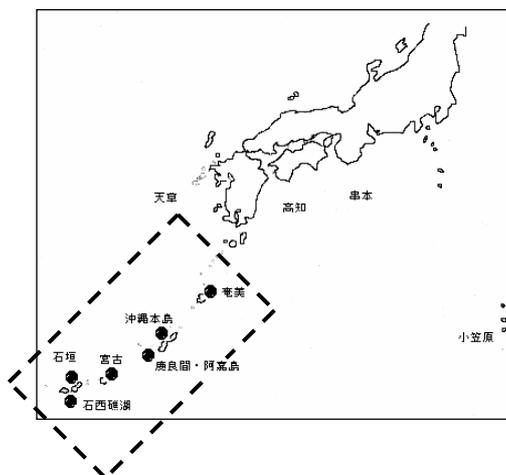


図1. 2001年夏に造礁サンゴの白化が観察された海域と、白化調査を行った地域。
点線の四角で囲まれた海域が白化の観察された海域。黒丸は、白化調査を行った地域を示す。

サンゴの白化とは？

昨年の白化の様子をお話する前に、まずサンゴの白化について簡単に説明しておきましょう。

枝状、テーブル状のミドリイシに代表される造礁サンゴ(ここからは単に「サンゴ」と呼びます)は、体内に褐虫藻と呼ばれる直径 10um ほどの黄褐色をした単細胞藻類を住まわせ、『サンゴ自身が排出する二酸化炭素や老廃物を栄養塩として褐虫藻に供給し、逆に褐虫藻からは、それらの栄養塩と太陽光を利用して行う光合成によって作り出すエネルギーを提供してもらっている』という、共生関係を築いています。

通常は持ちつ持たれつの間柄のサンゴと褐虫藻ですが、サンゴが極端な高温や低温、強い光や紫外線、淡水による低塩分などのストレスを受けると、褐虫藻がサンゴの体内から出たり、褐虫藻内の色素量が減少してしまいます。

褐虫藻はサンゴの体の表面に共生しているため、普段のサンゴの色は、サンゴ自身の組織の色に褐虫藻の茶色いフィルターを通したように見えています。多くのサンゴは組織の色が透明なので茶色っぽく見えますが、ハナヤサイサンゴやトゲサンゴ、ミドリイシの中には組織自身に赤や青などの色も持つものもあり、これらの群体は元々の組織の色より少し濃い赤や青色に見えます。

サンゴがストレスを感じて褐虫藻が体内から出ると、このフィルターがとれるためサンゴ自身の組織の色が現れて、組織の色が透明のサンゴでは、その下の骨格が透けて白く見えます。これがいわゆる「白化」と呼ばれる現象です。ハナヤサイサンゴやトゲサンゴ、ミドリイシの間ではこの時、正常時と比べて薄い、輝くようなピンク色や青色、紫色になる場合もあります。

ストレスを受けて褐虫藻が減少した「白化した」サンゴは、最初は群体の色が少し薄くなった程度に見えますが、だんだんと薄さを増して白っぽくなり、さらに減少すると組織の下の骨格が透けて真っ白になります。この状態でも最初は組織がまだ生きているので、ストレスがうまく除去されれば、サンゴは再び体内に褐虫藻を取り込んで回復します。しかし、ストレスに長くさらされた、あるいは強度のストレスに耐えきれなくなったものはその後死亡し、組織が腐り落ちて真っ白い骨格だけになってしまいます。そしてしばらくすると骨格の表面には微小な藻類が付着し、徐々に周りの岩などと区別が付かなくなります。死亡して肉質がなくなった骨格はもろくなっているため、波浪などによって簡単に壊れ、生きたサンゴ群落の周りで生活していた魚や海の生き物たちもその棲み家を失ってしまいます。

2001年の白化現象の経過

2001年は6月下旬から7月に奄美大島から沖縄本島、石西礁湖にかけた海域で急激に水温が上昇、その後8月中旬から9月に台風が接近するまで高水温が続きました。その間、各地でサンゴが白化したとの報告がされています。モニタリングセンターに寄せられた情報をまとめてみると、沖縄本島、慶良間、宮古島、石垣島、石西礁湖だけでなく、奄美、沖永良部島、屋久島でも白化が観察されているのが分かります(表1.白化情報一覧)。これらの白化は、台風の接近で水温が下降した9月には進行が止まり、回復が始まったところもありました。

高水温によるサンゴへの被害の程度

2001年夏の高水温による白化の影響を調べるため、白化が観察された主な海域として奄美諸島、沖縄本島、慶良間諸島、宮古島、石垣島、石西礁湖の6海域において調査を実施しました。調査は白化が観察されたあとの2001年11月から翌2002年3月の間に、それぞれの海域で代表的な白化地点を4点選び、夏以降に死亡したと思われるサンゴの死亡率を調べました。その結果を表2.に示します。

全体の傾向

調査を行った海域の中で、奄美諸島では4カ所中1カ所だけが死亡率5.8%、宮古島でも1カ所で死亡率0.5%を示した以外、高水温によると思われるサンゴの死亡は見られず、両海域とも被害はほとんどなかったと思われました。

これらに比べると、沖縄本島周辺、慶良間・阿嘉島周辺、石垣島周辺、石西礁湖・黒島周辺では数%から数十%の割合で、高水温により死亡したサンゴが見られました。死亡率を比較すると、沖縄本島周辺で0~25.3%、慶良間・阿嘉島では0.3~10.2%だったのに対し、石垣島では0.8~68.8%、石西礁湖では7.0~45.7%を示し、沖縄本島-慶良間海域よりも石垣島-石西礁湖の八重山海域で死亡率が高い傾向にありました。

沖縄本島と慶良間・阿嘉島を比較すると、沖縄本島の方が各調査点での死亡率が若干高く、阿嘉島の方が被害が少なかったようです。

それぞれの海域の海水温の変化を見ると(図2~9:水温グラフ)、7~8月の高温期のあと、台風の接近によって急激に下降するという、同様のパターンが見られますが、高水温の程度や期間は海域によって少しずつ違ってきます。2001年にサンゴの被害が低かった奄美大島では、8月はじめに1998年並だった海水温が、8月中旬には台風の接近によって29度以下に下がっており、沖縄本島や石垣島など他の海域と比べて高水温の期間が半月ほど短かったようです。同じくほとんどサンゴの死亡が見られなかった宮古島では、慶良間の阿嘉島とよく似た水温変動が見られますが、阿嘉島では1998年と2001年の高水温が、他の年に比べて2度近く高いのに比べ、宮古島では前年との最高水温の差は約1度でした。

沖縄本島、阿嘉島では1998年同様他の年に比べて高い値を示していますが、1998年に比べると若干低かったようです。

今回の調査地点中、2番目に高い死亡率を示した石西礁湖・ウラビシ調査点の水温変化を見ると、30度前後の水温を示した7月に続き、8月は30度を越える高水温が大きく下がることなく約1カ月続いていることが分かります。他の地点のように途中何回か下がることがない分、水温によるストレスが高かったのでしょう。

各地の様子

奄美大島周辺

ほとんど被害が見られなかった奄美渡島周辺は、8月に1998年並の高水温が続いた後、中旬には接近した台風のおかげで急激に水温が下がりました(図2:水温グラフ)。そのため他の地点ほどサンゴに対する影響はなく、4地点中3地点で死亡率は0でした。ただし、これらの中には、1998年に高水温に弱いミドリイシ類の多くが死亡し、比較的高水温に強いキクメイシの仲間が多く生き残った場所が含まれているので、それらのサンゴの性質が今回の高水温による被害をより軽減したとも考えられます。

調査中、死亡率5.8%と唯一被害が見られた地点は、1998年には高水温の後ミドリイシ類がすぐには死亡せず、半年ほど白化した状態が続いてから、徐々に回復したところでした。この調査点では1998年以降、新しい群体もあまり加入していないので、3年前に高水温にさらされ、長期間そのストレスに耐えた群体が、2001年に再び同じ高水温によるストレスを受けたとらえることができるでしょう。

沖縄本島

沖縄本島で25.3%と5.8%の死亡率を示した調査点は、1998年に高水温により白化しやすいとされる樹枝状のミドリイシが比較的良好に生き残った地点です。奄美大島で唯一被害があった調査点と同様、3年前の高水温を生き残ったミドリイシ群落が再び高水温にさらされ、被害が出たとみられます。

1.0%の低い死亡率を示したのは、1998年の高水温によりミドリイシの大きな群体が死亡し、主に小さな群体が生き残った地点でした。ただここは、2002年1月に行った調査では死亡率が1.0%だったものの、高水温による白化が観察された直後の9月に行った野外観察では17.3%の死亡率が確認され

ているので、実際には前述の調査点同様被害があった地域と考えてよいでしょう。

死亡率が0%を示した調査地点は、実は1998年の高水温の際に樹枝状のサンゴのほとんどが姿を消してしまい、比較的高水温に強いとされる塊状のハマサンゴやキクメイシの仲間が優占するようになった地点でした。これもやはり、奄美大島でほとんど死亡が見られなかった調査点とよく似た条件です。つまり、1998年の高水温によって生育するサンゴ群集が、耐高水温的な性質に変わったために、2001年にはほとんど被害が現れなかったのだと思われます。

こうしてみると、沖縄本島の調査点では、1998年の白化現象の時に高水温に強い群集構造に変化したところではほとんど被害がなかったが、1998年の高水温を生き残ったミドリイシ類の群落では死亡率5~25%ほどの中程度の被害があったと考えてよいようです。

慶良間・阿嘉島周辺

阿嘉島周辺では6月に水温が急上昇し、9月上旬まで高水温期間が続いた後、台風の接近により平年並みとなりました。1998年に比べるとその高水温期は短かく、また7~8月の期間中も途中時々水温が下がって連続した高水温期が分断されています(図5:水温グラフ)。サンゴの死亡率は最も高かった地点で10.2%。1998年の同じ地点の死亡率が約25%だったので、その被害の程度も1998年に比べると低かったことが分かります。

今回の4調査点の中で最も高い死亡率を示したのは、1998年の調査時と同じ場所でした。2001年は高水温の程度は低かったものの、水温の分布は1998年と同様のパターンを示していたのだと思われます。

宮古島周辺

宮古島の調査点での水温データはありませんが、参考のため近くの八重干瀬の水温をみると、7～8月に30度前後の高温期を示した後、9月に急激に下降するという、他の地点と同じパターンを示しています。ただし、沖縄本島や石垣、石西礁湖などと比べると、サンゴの死亡がほとんど見られません。7～8月の高水温が途中で数回に分断されていることと9月に急激に水温が下がったこととともに、調査点では例年に比べて水温がそれほど高くなかったためかもしれません。

石垣島周辺

石垣島周辺では9月から11月に広範囲で白化が観察されており、2002年1月に行った調査では4調査点全てでサンゴの死亡がみられました。その中の3地点で示された0.8～15.6%の死亡率は今回の調査点中でも中程度の被害といえますが、全調査点でも最も高い68.7%の死亡率を示した調査地点がありました。この調査点の近くの河口域では5～6月の大雨により大量のハマサンゴが死亡したことから、高水温だけではない他のストレスも重なって高い死亡率を示した可能性もあります。

石西礁湖・黒島周辺

黒島周辺の全調査点で比較的高い死亡率が示されました。特に北側にある離礁では45.7%と約半分のサンゴが死亡しています。ここでの水温をみても8月中はずっと30度を超える高水温が続いており(図8:海水温グラフ)途中何回か水温が下がった他の地点よりも高水温のストレスが高かったものと考えられます。この海域では2002年の3月でもまだ色が薄く白化しているサンゴがみられていたので、高水温の影響がかなり長く続いていたようでした。他の調査結果からは、石西礁湖全体では中心から南の海域で影響が大きかったようです。

おわりに

2001年の高水温によるサンゴの白化は、奄美大島や宮古などではほとんど死亡がみられず、より南に位置する石垣島や石西礁湖で比較的被害が大きかった傾向がみられましたが、全体的な被害は1998年に比べるとより小さいものだと考えられます。

しかし、各海域の中で3年前の高水温を生き残ったミドリイシ類の群落が多いところで被害がみられたことは、1998年と2001年の高水温をそれぞれ単独の現象でみるのではなく、連続した一連の高水温現象としてとらえなければならぬのかもしれない。地球温暖化により今後も高水温が起こる可能性が高いことを考えると、せめてそれ以外のストレスはなるべくサンゴに与えないような環境を守っていくことが大切でしょう。

謝辞

2001年の白化被害調査は下記の方々に実施していただきました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

また、調査に先だって白化についての様々な情報を多くの方々からお寄せいただきました。厚くお礼申し上げますとともに、今後もサンゴ礁について気のついた点がありましたらお知らせくださるようお願いいたします。

サンゴ白化調査担当者一覧（敬称略）

- 1) 奄美大島現地調査：奄美海洋展示館 興 克樹展示員
- 2) 沖縄本島現地調査：琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所助教授 酒井一彦
- 3) 慶良間諸島・阿嘉島現地調査：阿嘉島臨海研究所研究員 谷口洋基
- 4) 宮古島現地調査：平良市栽培漁業センター技師 梶原健次
- 5) 石垣島現地調査：(有)海游代表 吉田稔
- 6) 沖縄本島概要まとめ：琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所技官 中野義勝
- 7) 石西礁湖概要まとめ：九州大学大学院天草臨海実験所助教授 野島哲

白化情報提供者一覧（敬称略）

沖縄本島周辺：

大見謝辰男・沖縄県環境衛生研究所赤土研究室
 鹿熊信一郎・沖縄県水産試験場
 谷口洋基・財団法人熱帯海洋生態研究振興財団・阿嘉島臨海研究所
 中野義勝・琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所

宮古島周辺：

梶原健次・平良市栽培漁業センター

八重山海域：

岩淵光明・八重山サンゴ礁保全協議会
 上野光弘・東北大学大学院
 小倉完治・八重山サンゴ礁保全協議会
 勝見輝夫・八重山サンゴ礁保全協議会
 小林孝・WWFJ 白保サンゴ礁保護研究センター
 坂内亜加稔・八重山サンゴ礁保全協議会
 鈴木倫太郎・駒沢大学大学院
 中神明・八重山サンゴ礁保全協議会
 野口定松・八重山サンゴ礁保全協議会
 野島哲・九州大学大学院理学府附属天草臨海実験所
 長谷川 均・国土館大学文学部地理学教室
 榊淵牛耳・八重山サンゴ礁保全協議会
 目崎茂和・南山大学
 安村茂樹・WWFJ 白保サンゴ礁保護研究センター
 雪野出・国土館大学
 横地洋之・東海大学海洋研究所西表分室
 吉田稔・八重山サンゴ礁保全協議会

表.1 白化情報一覧

2001年7月から9月に「国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター」で収集したサンゴの白化情報における、白化の観察された場所と時期。

		7月			8月			9月		
		上旬 1-10日	中旬 11-20日	下旬 21-31日	上旬 1-10日	中旬 11-20日	下旬 21-31日	上旬 1-10日	中旬 11-20日	下旬 21-30日
沖縄県	沖縄島		水納島 伊平屋島 伊是名島 恩納村 東村 国頭村奥		瀬底島 糸満市大度 玉城村アージ島 名護市辛喜ビーチ		瀬底島(回復の兆し)			
	慶良間諸島			阿嘉島	阿嘉島	阿嘉島			(阿嘉島:白化回復)	
	宮古島周辺				宮古島・南島沿岸・浦底 宮古島と来間島の間 宮古島・上野村博愛漁港 八重干瀬				(宮古島周辺:白化の進行落ち着く)	
	八重山諸島		石垣島・白保 黒島・フキ湾～西の浜	石垣島・米原 米原 米原ビーチ西	白保 米原ビーチ東 石垣島・真栄里 石垣島・御神崎北 石垣島・崎枝 西の浜 黒島・灯台前 黒島・仲本 黒島・宮里 黒島・アトマリ 黒島・港前 石西礁湖・ウラビシ ウラビシ バナリ島西 小浜島東 西表島・網取 西表島・中野ビーチ 西表島・崎山湾礁池 鹿の川湾	白保 白保 西の浜～フキ湾 灯台前 港前 ウラビシ 石西礁湖中心部 バナリ島西 小浜島南	白保	石垣島:白化収束～回復)		
鹿児島県	奄美諸島 沖永良部島 屋久島			(白化観察される) (7月～8月:白化観察される)			(白化の進行収束～回復) (白化収束) (9月下旬～10月:白化回復)			
その他の地域	天草 串本 小笠原	白化は観察されず 沿岸の高海水温が原因と思われる白化は観察されず 白化は観察されず								

表2. 2001年白化被害実態調査

調査地域	調査点	調査日	死亡率	
			(%)	
奄美大島周辺	大浜礁斜面	2002.1.14-15	0	被度による死亡率
	大浜礁斜面	2002.2.14-17	0	
	黒崎礁斜面	2002.1.22-23	5.8	
	アヤル岬礁斜面	2002.1.31-2.1	0	
沖縄本島周辺	奥	2002.3.26	5.8	被度による死亡率
	屋我地	2002.2.27	25.3	
	瀬底・潮間帯下部	2002.1.23	1.0	
	瀬底・礁縁	2002.1.30	0	
慶良間諸島・阿嘉島周辺	シハ	2001.12.12	10.2	群体数による死亡率
	サハ	2001.12.19	2.3	
	カハ	2001.12.24	0.3	
	ニハ	2001.12.27	0.9	
宮古島周辺	城辺町イギヤ	2001.12.30	0.0	被度による死亡率
	城辺町新城	2001.12.24	0.0	
	平良市狩俣西	2001.12.27	0.5	
	下地町来間	2001.12.29	0.0	
石垣島周辺	真栄里	2002.1.18	0.8	被度による死亡率
	宮良	2002.1.18	7.8	
	通路	2002.1.19	68.7	
	川平	2002.1.19	15.6	
石西礁湖・黒島周辺	黒島北東岸(アトマリ)	2001.11.24	27.8	被度による死亡率
	黒島北離礁(港前)	2001.11.25	7.1	
	黒島北西岸(ニハ)	2002.3.8	17.7	
	黒島北離礁(ウレシ)	2002.3.10	45.7	

$$\text{死亡率}(\%) = \left(\frac{\text{「死サンゴ」}}{\text{「生サンゴ」} + \text{「部分白化サンゴ」} + \text{「白化サンゴ」} + \text{「部分死サンゴ」} + \text{「死サンゴ」}} \right) \times 100$$

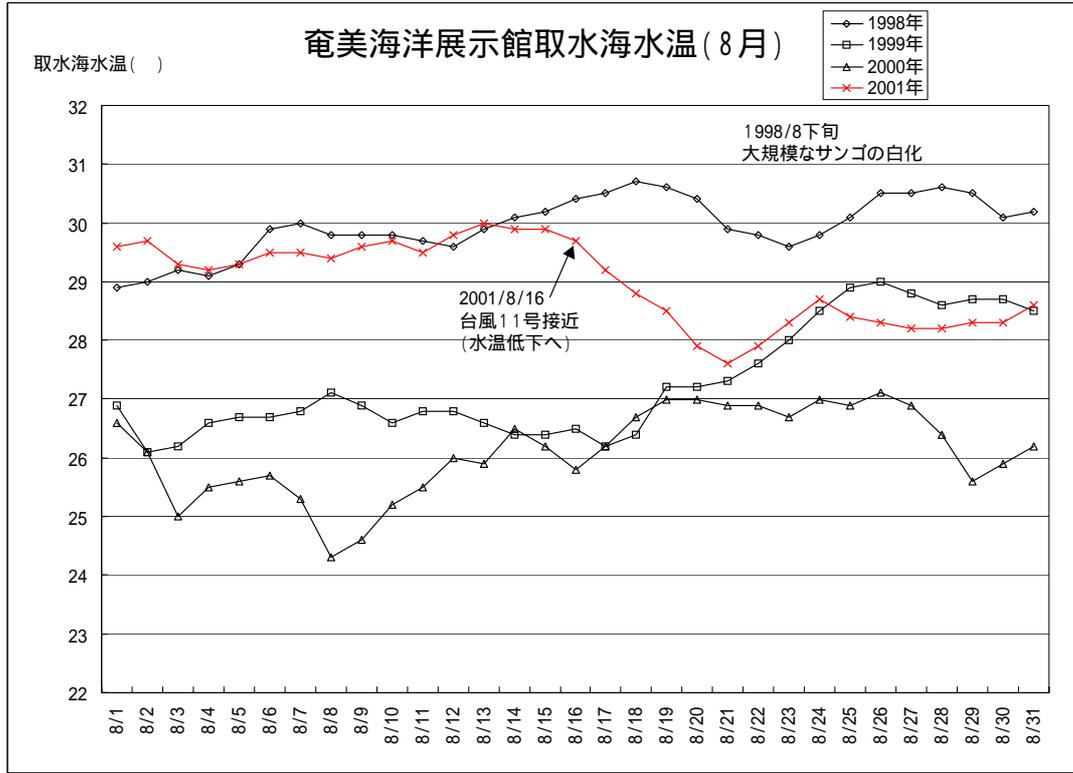


図2 奄美水温 (興)

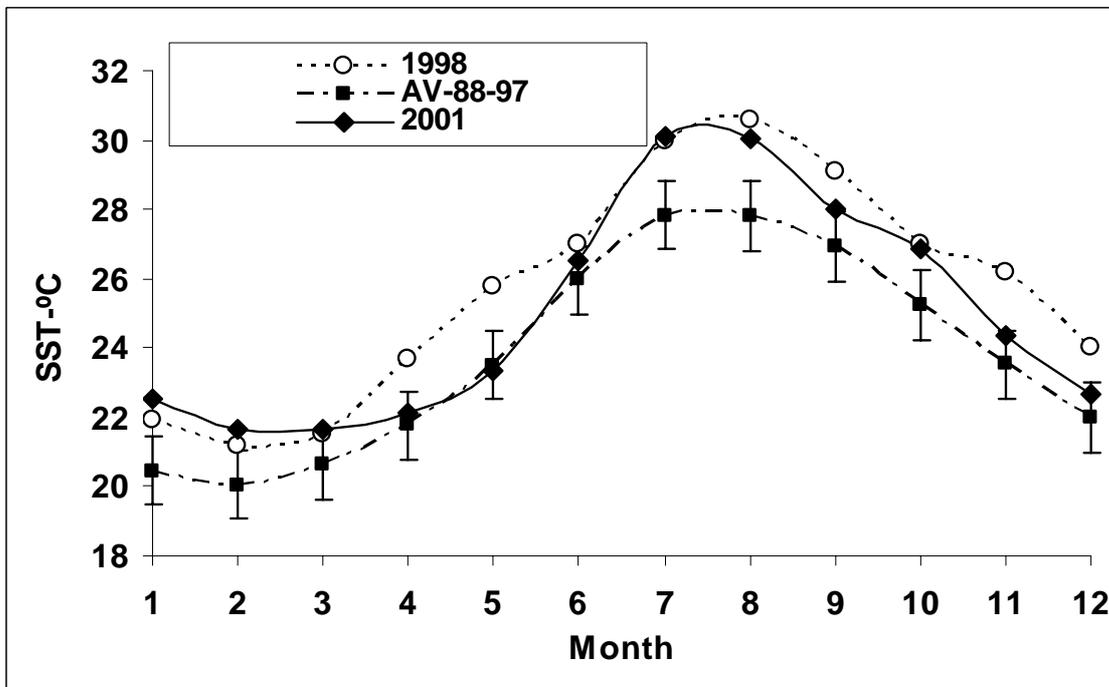


図3 沖縄本島水温・沖縄県水産試験場 (酒井)

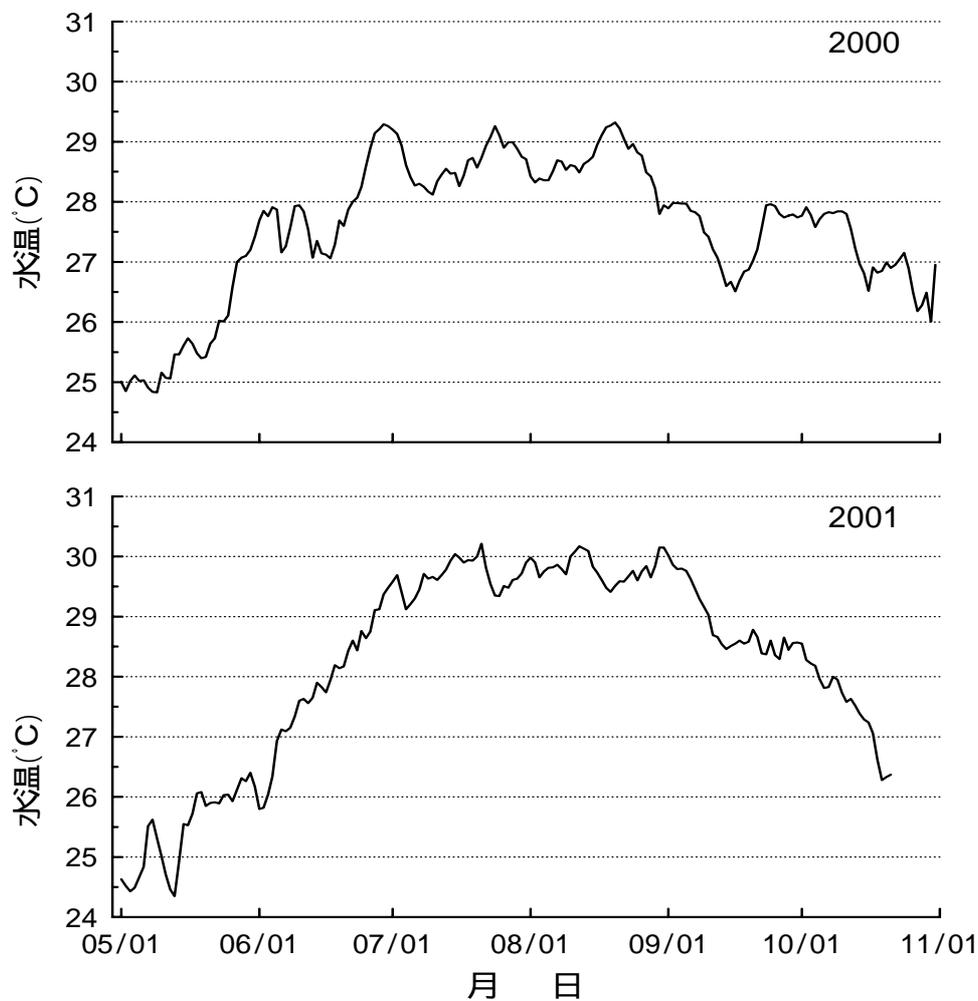


図6 八重千瀬水深3mの礁斜面における水温日平均変化(梶原)

川平～石崎における水温（日間平均）

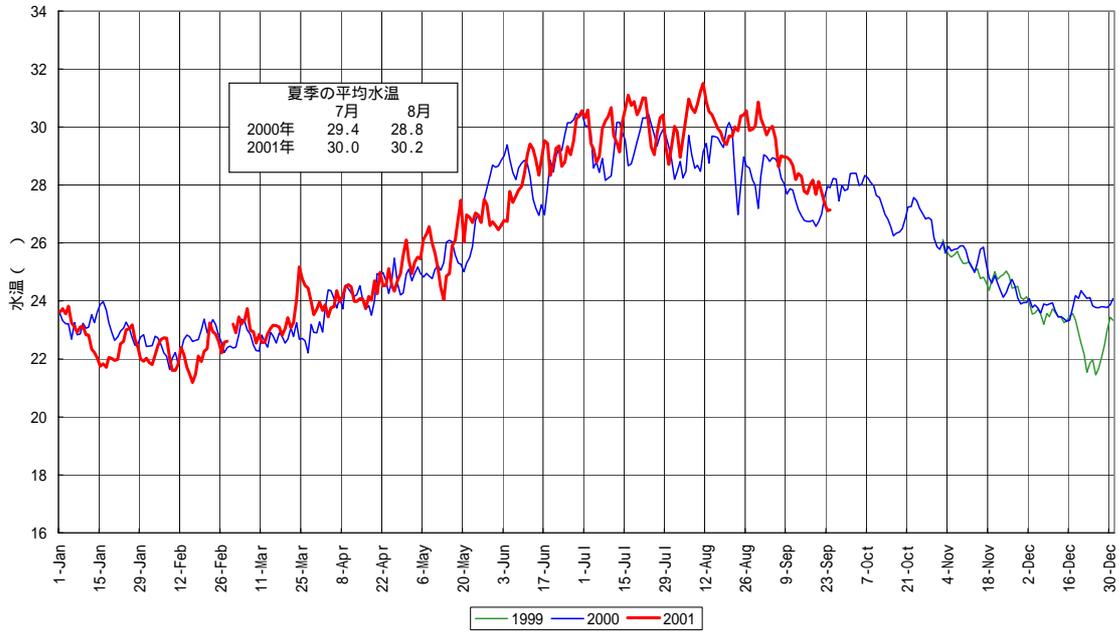


図7 石垣島水温（吉田）

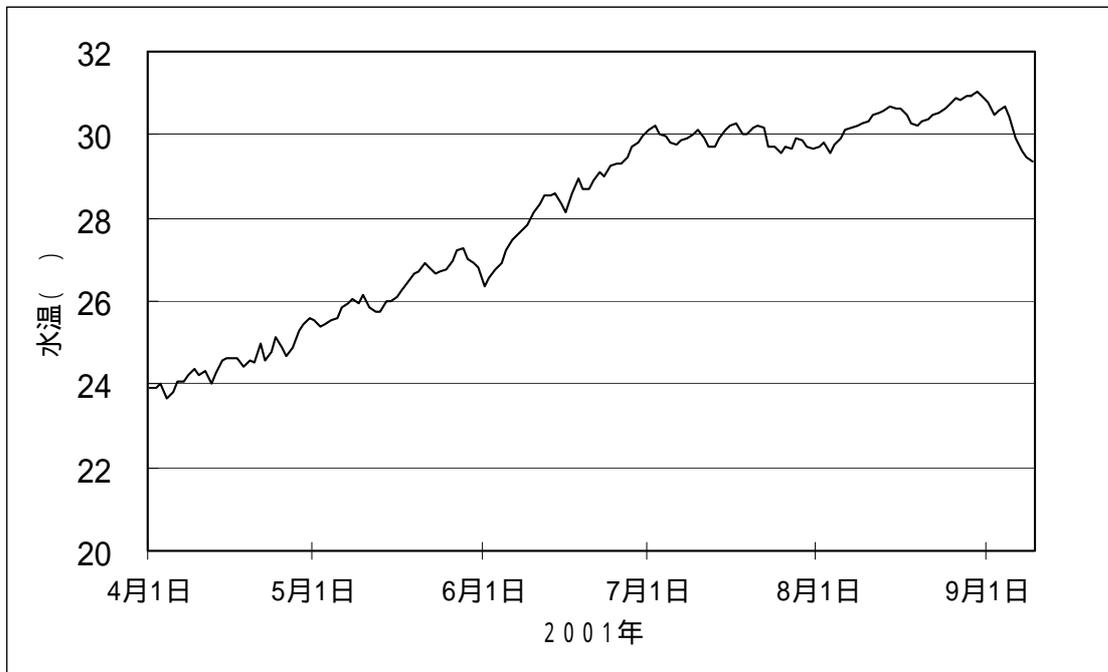


図8 石西礁湖・黒島北離礁・ウラビシ水温

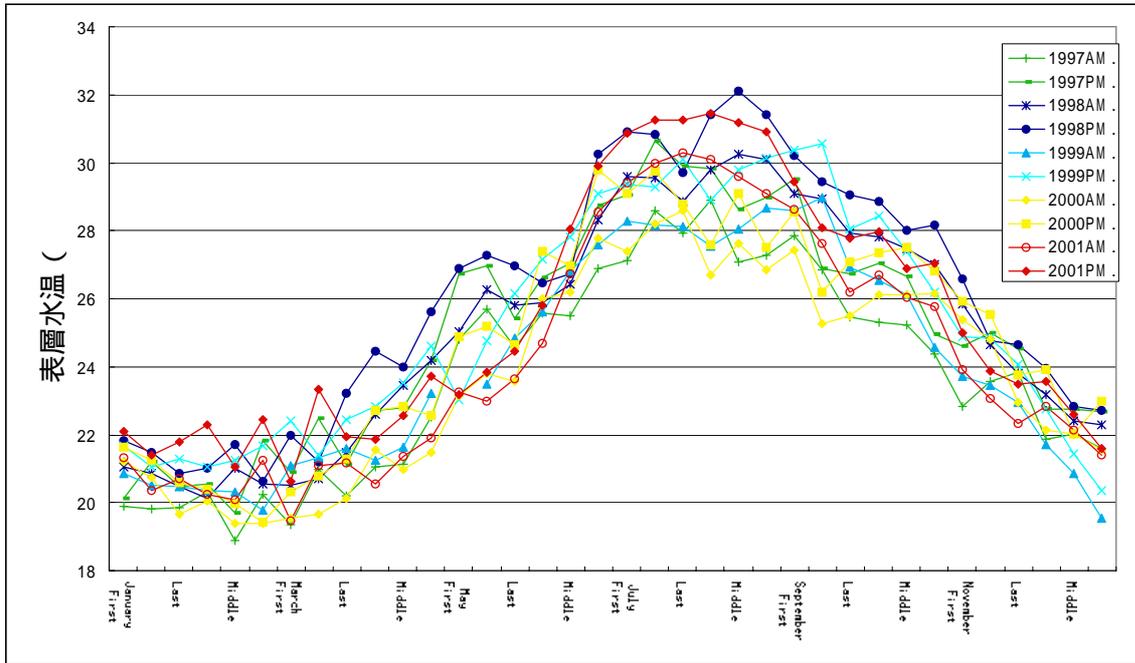


図4 瀬底水温(中野)

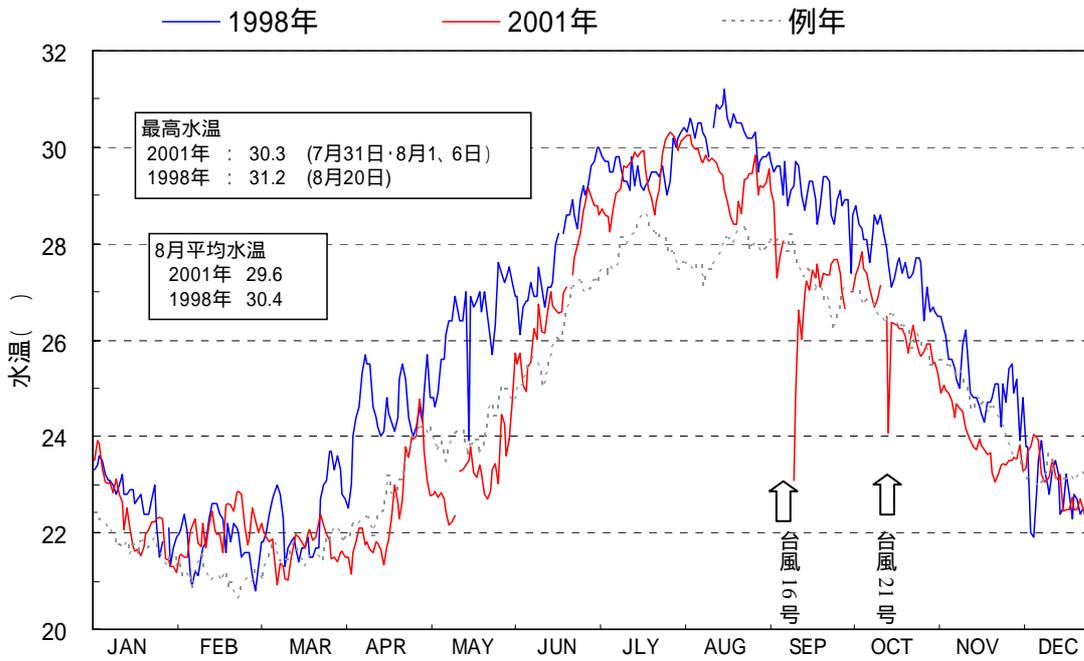


図5 阿嘉港外側で測定した1998および2001の表層水温の変化(谷口)
1995-97、99、2000年の平均を例年の水温とした

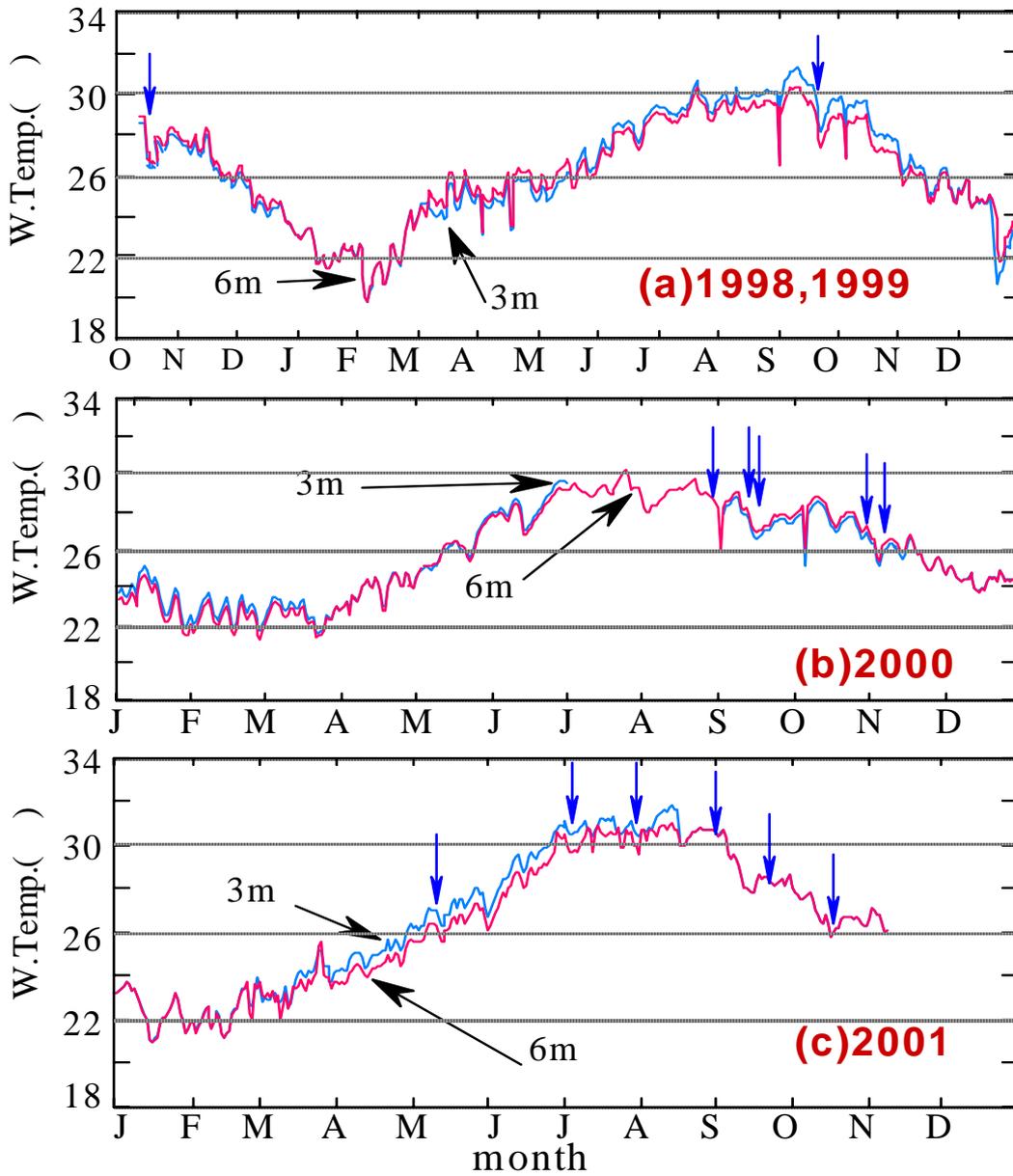


図9 石西礁湖水温(野島)

St.Cにおける25時間移動平均の水温度変動

海洋科学技術センターによる(は台風接近字)

海の自然教室

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター 鈴木祥之

環境省では毎年7月20日から1ヶ月間を「自然に親しむ運動」として、様々な行事を全国各地で行っています。この八重山では8月11, 12日にモニタリングセンター前の真栄里海岸にてスノーケル観察会を行いました。

今年度は同じ内容で2日間実施し、10日は14名(うち子ども8名)、11日は19名(うち子ども11名)の参加がありました。

参加者はセンターでサンゴ礁にすむ魚の話を中心にサンゴ礁の自然環境についての講義の後、スノーケル器材の説明を受けました。その後、3~4名ごとに分かれて、班毎にスノーケル観察を行いました。西表国立公園パークボランティアやセンター職員が説明するサンゴ礁の不思議やそこに住む生き物の話を聞きながら、熱心に海中に広がる鮮やかな景色を楽しんでいました。



班分けはスノーケル経験や泳力で班分けされていて、スノーケルを全く経験したことがない参加者がどんどん上達していくのを見ていると、こちらも嬉しく思います。参加者からは「こんな街に近い海にきれいなサンゴがあるとは思わなかった」「これからはどんどん海の中に入っていきたい」などの声が聴かれました。しかし街に近いがためにここは人々の生活の影響を受けている面もあり、参加者にも身近なサンゴを大切に守っていくという気持ちが伝わっていただいています。

今回参加された20代女性の方が、「生まれてからずっと石垣で暮らしていたが、海の中でサンゴを初めて近くで見えて感動した」と言っていました。これを聞いて八重山ではまだまだ実際にサンゴ礁の海の素晴らしさを実感された方が、特に地元出身の方で、少ないよう感じました。センターでは多くの方にサンゴの素晴らしさにふれてもらうよう、来年度は回数を増やして観察会を実施してきたいと思います。

海辺の環境教育の推進に向けて

～国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターで実施している普及啓発活動～

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター 高橋啓介

環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターでは、サンゴ礁保全のために平成12年5月に石垣市に設置された施設です。石垣市立先枝小学校と連携して、総合的な学習として、一年間の環境教育プログラムを実施しています。

ティーチャーズガイド

平成13年度に、総合的な学習の時間で活用してもらうことを念頭に、サンゴ礁保全に焦点を絞った、ティーチャーズガイド「体験的に学ぶサンゴ礁」とワークブック「サンゴブック・フォー・キッズ」を作成しました。

ティーチャーズガイドは、教員、PTA及び地域のボランティアの方などが、子供たちを海に親しませるためにヒントとなるような28の活動を掲載した指導者向けの教本です。活動は、海に出る前に室内で行うプレサイト（事前学習）プログラム、磯の観察やスノーケリングなどを利用したオンサイト（現地学習）プログラム、オンサイトプログラムで体験したことをも

とに、考え、行動を促すポストサイト（事後学習）プログラムの3つに分けられています。

ワークブックは、A4版、45ページで、ぬり絵やパズルなど、子どもたちが楽しみながらサンゴについて学ぶための20の内容を盛り込んだ子供向けの教材です。ティーチャーズガイド内の活動の副教材として利用することも可能ですし、子供たちが自ら学ぶための教材としても利用できます。



左「体験的に学ぶサンゴ礁」

右「サンゴブック・フォー・キッズ」

モデル事業の実施

平成14年度には、作成したティーチャーズガイドのプログラムを用い、石垣市立崎枝小学校の総合的な学習の時間の中で、プログラムを開始しました。(環境省の子どもパークレンジャー事業の一環として実施しています。)

5月に室内での導入プログラム(プレサイト)を実施し、サンゴ礁の砂や、サンゴの骨格を利用し関心を持たせ、潮間帯での観察プログラム(5月、7月)、スノーケリングを利用したプログラム(10月)を実施しました(そのうち2回は、崎枝小学校に加え、公募型も合わせて実施しています)。今後、2回の授業が予定されており、ポストサイトプログラムとして、これまで体験した活動を踏まえ、考え、行動することにつなげていく予定です。

今回、学校と連携して、総合的な学習の時間の中でプログラムを行うことにより、たくさんのメリットがありました。行事の前に、崎枝小の先生、この事業を環境省から受託している大堀さん、環境省の3者で打ち合わせを行うことにより、様々な立場から事業に対して検討が加えることができました。単発の行事ではなく、一年間の連続したプログラムとすることにより、また、学校内において先生方にフォローしてもらうことができるため、子供達の関心、理解は非常に深いものになってきています。

海辺の環境教育の推進に向けて

サンゴ礁の海に囲まれて育っているはずの石垣島の子供達の多くが、スノーケリングをしたことがないというのが現状です。日本中からダイバーが集まるサンゴ礁が目の前にあるのに、その価値を体験することがないのは、あまりにももったいない。

サンゴ礁の海とふれあう楽しみを体験して欲しい。そして、地域の自然を好きになってほしい。そこから出発して、この海をどうしたら守れるかということを考えてほしい。そんなことを考えて、普及啓発活動に取り組んでいます。

一方で、海での活動が危険を伴うのは事実です。特のスノーケリングなど実際に海のなかに入る活動であればなおさらです。また、単に楽しむだけでなく、効果的に、子供達の理解を深めるためには、海に対する知識やテクニックも必要になってきます。これらの問題点は、地域、行政、ボランティアと学校が連携することによってクリアしていく必要があります。

平成15年の3月7日から9日のスケジュールで海辺の環境教育フォーラムというミーティングが石垣島で開催され、日本各地から海の環境教育に携わる人たちが各々の取り組みを発表することになっています。ここでは、具体的なプログラムだけではなく、地域と学校の連携のあり方についても発表していただき、議論を深めていきたいと考えています。

モニタリングセンター利用者の状況

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター 濱崎 克哉

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター（以下センターと略す）は石垣市の南沿岸の八島町に位置し、天気の良い日にはセンター南に広がる石西礁湖の先に黒島が望め、サンゴ礁がより身近に感じられる環境に囲まれています。

そんなセンター利用者には、一般の館内見学の来館者と、研究目的として施設を利用される研究者や学生の方がいます。

館内見学の主な利用者は、石垣空港から市街地に向かう国道309号線沿いに設置している「環境省 国際サンゴ礁センター」という大きな看板を見つけて、ふらりと立ち寄る旅行者がよく訪れます。来館者から特に受ける質問は、サンゴの生態や八重山のサンゴ礁の現状、とりわけサンゴの白化現象や赤土問題に関することの質問が多くあります。また、手軽にシュノーケリングでサンゴが見られる場所などを尋ねる方がいます。

地元の利用者は、センターに近い八島小学校の生徒が、図書室をよく利用しています。また、ここ最近では総合学習授業の一環としてセンターの施設見学を行う小学校もあります。

研究目的で施設を利用される研究者や学生の方も、センターの認知度が高まってきたのか、過去の利用者数より今年は多くなっています。

このようにセンターを訪れる利用者は増えてきていると思いますが、展示物は、現在のところセンター業務の紹介、昨年度のモニタリング調査報告、サンゴの標本と、サンゴ礁の解説パネル展示及び、八重山の海の写真を常設展示しているほかはありません。今後地元の方にも、八重山のサンゴ礁により関心を持っていただけるよう、手作りで石垣島の海を紹介できるように展示物を作成していきたいと考えています。島外の方も石垣島にお越しの際は、ぜひお立ち寄りください。



八重山の海の写真パネルと展示パネルを読む来館者

国際サンゴ礁研究モニタリングセンター来館者数

	総利用者数	一般	子供	中学生
4月	11	9	2	
5月	39	28	11	
6月	10	5	5	
7月	40	31	1	8
8月	74	47	26	1
9月	55	39	16	
10月	92	77	15	
11月	42	40	2	
合計	363	276	78	9

*平成14年4月～11月までの利用者数をまとめたものです。

*中学生と判別できない場合は一般利用者として数えてあります。

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターご利用案内



開館時間 午前9時～午後5時

休館日 土・日・祝日・年末年始

入場料 無料

サンゴ礁生態系に関する調査研究のために
当センターの利用を希望される方は
下記までご連絡ください。

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: 0980-82-4902

Fax: 0980-82-0279

e-mail: okironc@coremoc.go.jp

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

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2号 2003年3月

発行：

環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター

〒907-0011 沖縄県石垣市八島町2-27

Tel:0980-82-4902, Fax:0980-82-0279

[e-mail:okironc@coremoc.go.jp](mailto:okironc@coremoc.go.jp)

[URL:http://www.coremoc.go.jp](http://www.coremoc.go.jp)