



国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター NewsLetter No.3

2003年11月12日発行

サンゴ礁おとぎ話

3. 浦島太郎が助けたカメ

琉球大学理学部海洋自然科学科
土屋 誠

「竜宮城(りゅうぐうじょう)は沖縄にあったそうだよ」と子供たちが話しています。これは、「りゅうぐう」と「りゅうきゅう」という言葉が似ているという理由だけからではなく、かなり現実味(?)を帯びた、ロマンチックなうわさ話ではないでしょうか。絵本に描かれている竜宮城の周りには美しいサンゴが生育し、カラフルな魚たちが泳ぎ回っています。これはまさにサンゴ礁です。でも実際の深い海は赤や黄色の色がほとんど認識出来ない青い海なのです。竜宮城には特別の光が差し込んでいるのでしょう。

浦島太郎は浜辺で子供たちにいじめられている大きなカメを助けました。ウミガメが産卵のために砂浜に上がって来ることはよく知られていますから、このカメもそのようなときに子供たちに捕まってしまったものと思われる。ウミガメ類は海水の中で泳ぎやすいように4本の足がヒレ状になっています。砂浜を歩くときは大変だろうなあと同情してしまいます。それにもかかわらず砂浜で卵を産みつけなければならない理由があるはず。砂浜の方が海の中よりも卵にとって危険が少ないのでしょうか。大昔、ウミガメがどのように砂浜を見つけたのか想像してみるのも楽しいですね。また砂浜に到着する前にどこかで交尾をしなければなりません。その場所はまだわかっていません。まだまだわからないことがいっぱいあります。

最近読んだ本(亀崎、1997)に怖い話を書いてありました。「ウミガメの雄と雌は温度によって決まる」という記事です。卵が発生するとき、29℃を境にして、高温であれば雌に、低温であれば雄になるというもので、冷夏あるいは猛暑が生まれてくる子ガメの雄と雌の比率(性比と言います)に影響を与えた例もあるそうです。この現象はワニやカメなどのほ虫類ではよく知られてい

ることなのですが、最近身の回りで起こっている地球温暖化のことを考え合わせるとおとぎ話ではなく、怖い話になってしまいます。もし地球の温度が高くなり、雄か雌のどちらかになってしまうと将来ウミガメは繁殖不可能になってしまいます。それとも適温が存在する場所を探して北の方へ移動するのでしょうか。あるいは繁殖時期が変わるかも知れませんね。

ウミガメは過去にもさまざまな環境条件を経験してきたと考えられますが、この29℃という繁殖に最適な温度を求めて移動してきたのかも知れませんね。ウミガメたちが安心して卵を産みつけることが出来る環境を維持するために私たちに何ができるかについて、おとぎ話はいろいろ考えるヒントを教えてくれているようです。最近ウミガメの保護を目指してさまざまな活動が行われていますが、このように科学的な情報の蓄積が重要な役割を果たします。浦島太郎がもう一度竜宮城に出かけ、もどって来たら地球環境が変化して「サンゴ礁が消滅した」あるいは「人間が一人もいない」という怖い話にならないようにしたいものです。サンゴがなくなってしまうと竜宮城が引っ越してしまい、カメが浦島太郎を案内出来なくなってしまうという事態がおこることも考えられます。

参考文献

・亀崎直樹(1997)地球温暖化によるウミガメへの影響。「堂本暁子・岩槻邦男(編)温暖化に追われる生き物たち—生物多様性からの視点—」、築地書館、254-272。



子供が抱えているのは、昔、浦島太郎が助けたカメの子孫でしょうか？

研究発表

モニタリングセンター利用者からの報告

サンゴ体化学組成のモニタリング～環境解析への応用～



東京工業大学総合理工学研究科 松井 洋平
名古屋大学環境学研究科 阿部 理
東京工業大学総合理工学研究科 吉田 尚弘

はじめに

造礁サンゴの中には、ハマサンゴ等のように塊状（半球状）に成長する属がいます。大きなものでは、数百年間生きて、直径数mに達する群体もいます。塊状ハマサンゴ群体は年間約10～16mm成長し、骨格には樹木の年輪に見られるような同心球状の年輪が形成されます（写真1）。サンゴ骨格には、過去に骨格が形成された時期の「海水温」、「海水に溶けている微量物質」、「サンゴの光合成」など様々な情報が記録されています。これらの事を応用して、サンゴ骨格の年輪に沿って化学分析を行い、昔の海の状態を復元する研究が行われています。

私たちは、サンゴ体（軟体部・骨格）の化学組成を多角的に分析し、サンゴの過去の産卵周期・サンゴ礁生態系の過去の一次生産量変動等を復元することを目的としています。現在のサンゴがどのような形でこれらの情報を記録しているのかについて明らかにするため、石垣島造礁サンゴにおけるサンゴ体化学組成のモニタリングを行いました。



写真1. 石垣島の塊状ハマサンゴ群体 (*Porites lutea*)、体高約2m

調査内容：

ハンドドリルでハマサンゴ群体のボーリング・コアを採取し、国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターの実験室にてサンゴ軟体部と骨格の分離を行い、顕微鏡での観察を行いました。また、分離したサンゴ軟体部をペーパーフィルター上に回収し、後にサンゴ体の化学組成（軟体部の炭素量、クロロフィルa量、安定炭素同位体比など、また骨格の炭酸カルシウムの安定炭素・酸素同位体比など）の測定を行いました。

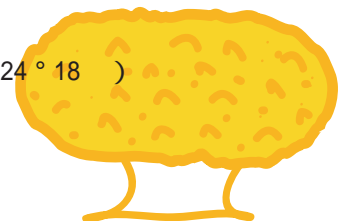
穿孔後に小型生物が侵入して群体を破損しないように、セメントで作成した蓋によって塞ぎました。これにより、群体全体の損傷を防ぎます。セメント蓋は、1～2年で新たに分裂・形成されたポリプによって回復します。



写真2. サンプル後のサンゴの回復
セメント製の蓋がサンゴに覆われ始めている。

調査期間：
2002年7月1日～11月30日

調査地点：
石垣島伊原間礁池内
(北緯24°30'，東経124°18')



結果：

ハマサンゴは、ただの丸い岩のように見えますが、大きさ1mm程のイソギンチャクのようなポリプ（サンゴ虫）が多数集合して、大きな群体を作っている動物です。ポリプは、海の中では触手を伸ばしてプランクトン等を捕食しています。



写真3. ハマサンゴ群体を近くから観察したところ

写真4は、モニタリングセンターの顕微鏡で撮影したサンゴ表面の拡大写真です。12本の触手を持つポリプが莢（きょう：ポリプが収まる骨格の窪み）の中に収納されています。

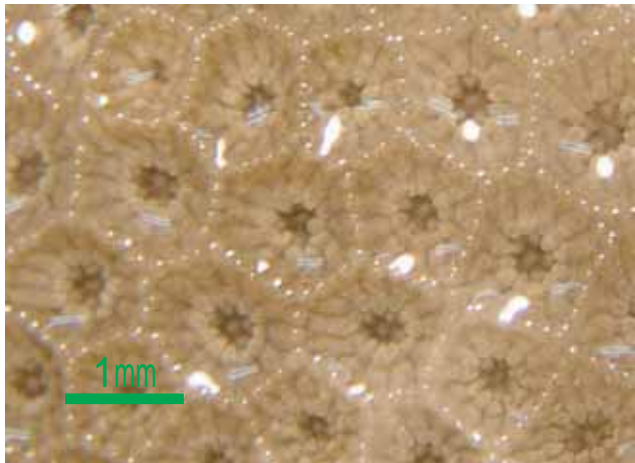


写真4. ハマサンゴのポリプの拡大写真

また、ポリプ内には直径10 μ mほどの「褐虫藻」と呼ばれる藻類が共生し、光合成を行っています。ポリプは褐虫藻の作り出す光合成産物も栄養源にしています。サンゴは茶色や緑色に見えますが、ポリプの動物組織自体は透明です。サンゴに色がついているように見えるのは、ポリプ内にたくさんいる褐虫藻の色が透明な動物組織を通して見えているからです。

写真5は、骨格から分離したハマサンゴ軟体部の顕微鏡写真です。丸くて茶色いものが褐虫藻です。

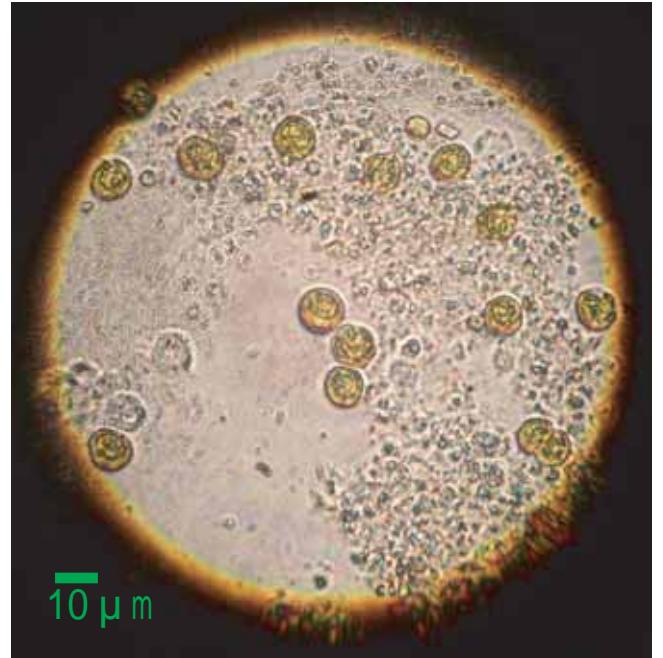


写真5. ハマサンゴ軟体部の顕微鏡写真（1000倍）

軟体部を分離した後のサンゴ骨格の顕微鏡写真を示します。骨格の特徴を調べて、ハマサンゴの種類（コブハマサンゴ：*Porites lutea*）を同定しました。



写真6. ハマサンゴの骨格

骨格と分離した軟体部は、ペーパーフィルター上に捕集し、炭素含有量や安定同位体比などの化学分析を行いました。安定同位体比について、簡単に説明します。

生き物の体を構成する主な元素である炭素、水素、酸素、窒素には、同じ元素ですが質量数の違う同位体が存在します。例えば炭素(^{12}C , ^{13}C)、窒素(^{14}N , ^{15}N)、酸素(^{16}O , ^{17}O , ^{18}O)等の安定同位体が存在します。安定同位体比とは、試料(sample)中の同位体存在度(炭素では、 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比)が、国際標準物質(standard)の同位体存在度からどの程度ずれているかを表す値で、(デルタ)値と呼ばれています。炭素の安定同位体比は、数式として以下のように定義されています。

$$^{13}\text{C} = \left[\frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{sample}}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{standard}}} - 1 \right] \times 1000 (\text{‰})$$

‰（パーミル）は千分率で、1‰ = 0.1%です。

窒素や酸素についても炭素の表記と同様に、国際標準物質からのずれは ^{15}N , ^{18}O と表記されています。

安定同位体は、サンゴ体内の光合成や石灰化といった様々な化学反応において、質量数の差に応じた挙動の違いを示します。光合成によって、無機炭素が有機物に固定される際には、質量数の大きい同位体 (^{13}C) よりも、質量数の小さい同位体 (^{12}C) が選択的に取り込まれます。従って、固定された有機物の安定炭素同位体比は、材料となった無機炭素の安定炭素同位体比よりも小さくなることなどが知られています。ここでは、ハマサンゴと比較のために測定した、ハナガササンゴ属のサンゴ (*Goniopora* spp.) の結果を一緒に示します。ハナガササンゴは、大きくて長いポリプ (直径約3mm、長さ約10cm) を持った種で、強力な刺胞を持つことで有名なサンゴです。



写真7. ハナガササンゴ属のサンゴ

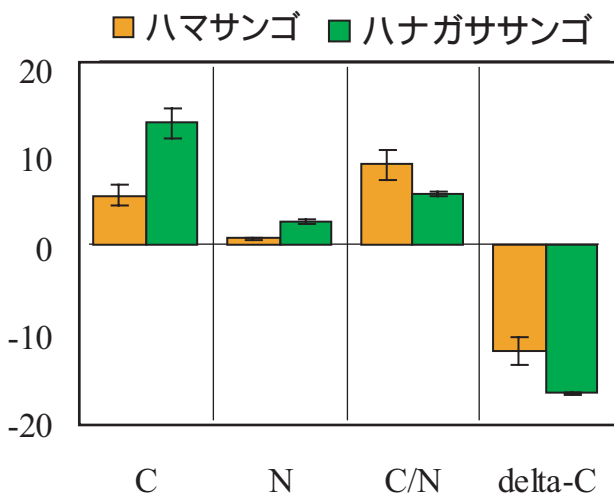


図1. サンゴ軟体部化学組成の測定結果
 C : 単位面積あたりの炭素量 (mg/cm²)
 N : 単位面積あたりの窒素量 (mg/cm²)
 C/N : C/N比
 delta-C : $^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ (‰)

軟体部の化学組成の結果、ハマサンゴの軟体部はハナガササンゴと比べて単位面積あたりの炭素・窒素量が少なく、C/N比は大きく、安定炭素同位体比も大きかったことがわかりました。ハナガササンゴの方が、単位面積あたりの炭素・窒素量が多いことは、ハナガササンゴは大型のポリプを持つ種類であるからだと考えられます。また、サンゴは、プランクトン類の捕食と褐虫藻からの光合成産物を主な栄養源としています。ハナガササンゴの方がC/N比と安定炭素同位体比が低いことは、ハナガササンゴは全栄養源に対するプランクトンの捕食による栄養源を利用している割合がハマサンゴに比べて高いためであると考えられます。

軟体部と分離したボーリング・コアの骨格部分は、フライス盤を使って、厚さ2mmにスライスしました。写真8-左は、サンゴ骨格のスライス板です。顕微鏡で観察すると、サンゴ骨格がどのように成長していたかが分かります。写真8-右上のオレンジの四角で囲った部分が、一つのポリプが形成した骨格です。ポリプは、莖 (緑の四角で囲まれた部分) に乗っかっていて、少しずつ下方に向かって炭酸カルシウムの骨格を形成します。

写真8-右下は、数年前に形成された骨格です。はしごのように見える、オレンジの四角で囲まれた部分が、一つのポリプが作った骨格です。

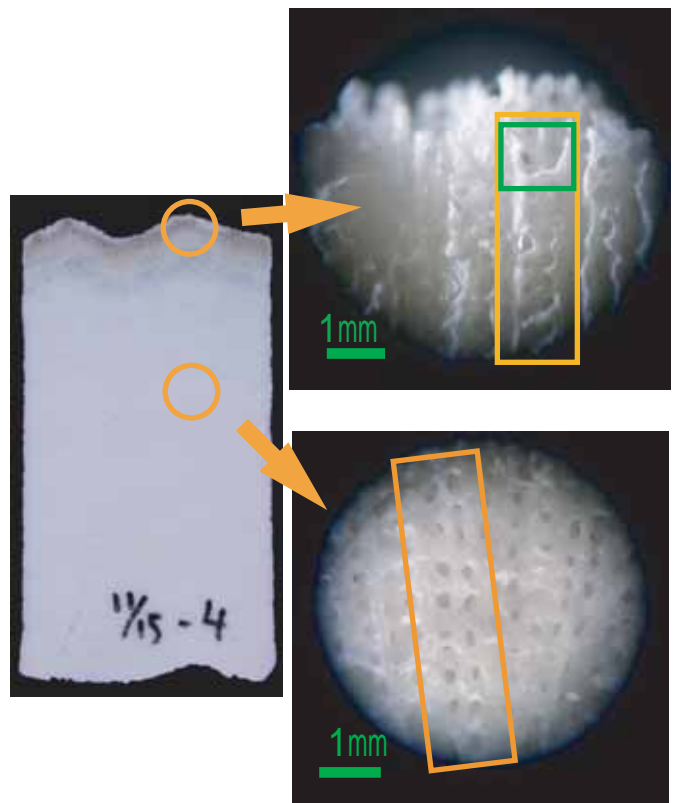


写真8. 左：骨格スライス板、右：拡大図

サンゴのポリプ

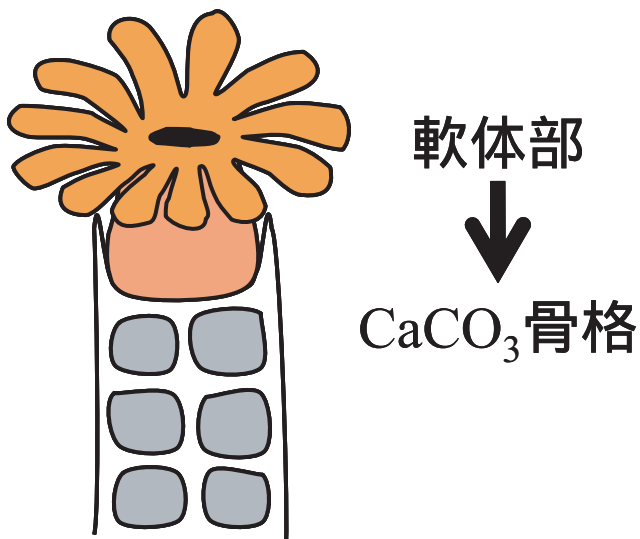


図2. ポリプと骨格の模式図

写真9は、サンゴ骨格のスライス板に紫外線を当てた時に観察された蛍光の結果（写真9-左）と軟X線による骨密度の結果（写真9-右）です。

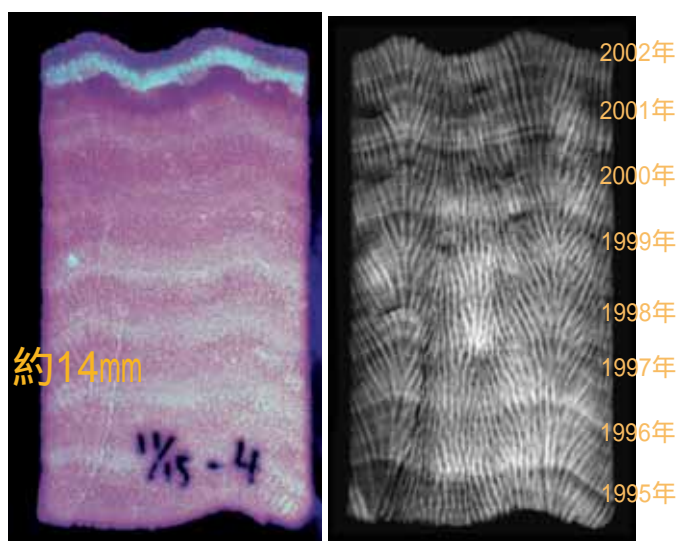


写真9 左：紫外線， 右：軟X線

紫外線と軟X線による写真では、同じ部分に縞が現れていました。サンゴの骨格に紫外線を当てると、蛍光による赤紫と白の縞が現れます。この縞は、一年に一对できると考えられています。石垣島サンゴの縞の間隔は、約14mmでした。写真で、赤紫色に見える部分は、白く見える部分よりも骨格中に多くの有機物が含まれていると考えられています。また、サンゴ骨格に軟X線を当てると、密度の違いが黒白の濃淡の違いとなって現れます。黒はX線が透過しやすい（骨密度が小さい）部分で、白はX線が透過しにくい（骨密度が大きい）部分です。骨格スライス板に紫外線と軟X線を当てて写真を撮った結果、石垣島のサンゴは骨密度の小さい部分で、蛍光が強く出ました。

軟X線写真を参考にして、ポリプの成長線に沿って骨格を0.25mm間隔で削り出しました。サンゴの骨格は、主に炭酸カルシウム(CaCO₃)でできています。同位体比質量分析計を使って、炭酸カルシウムの炭素(C)と酸素(O)の安定同位体比を測定しました。

骨格の安定酸素同位体比(180PDB)は、海水温(石垣地方気象台：石垣港の海水温記録を引用)とほぼ似たような傾向を示しており、水温が高いほど骨格 180が小さくなり、また逆に水温が低いほど骨格 180が大きくなっていました(図3)。

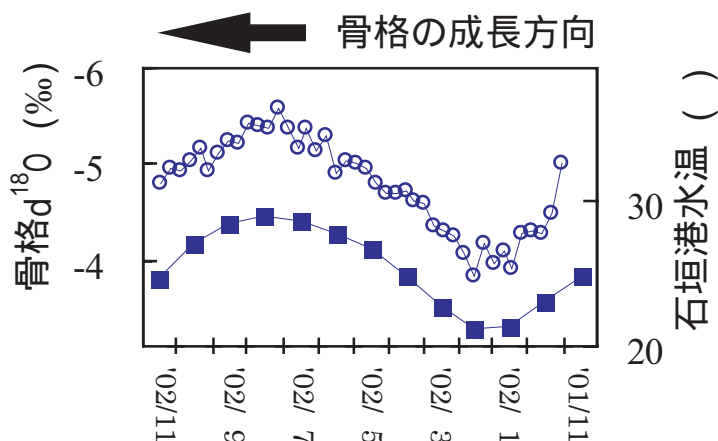


図3. 骨格 180と海水温の変化

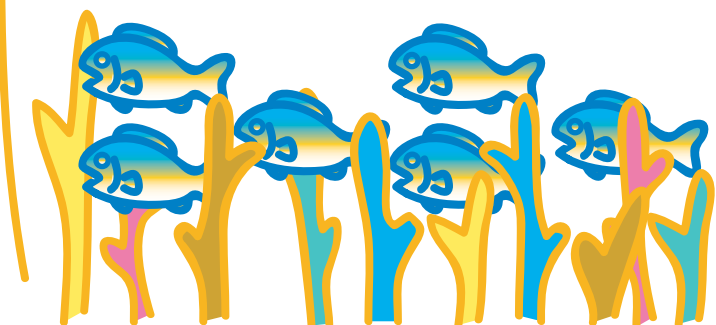
：骨格 180
：石垣港海水温（月毎の平均値）

まとめ：

サンゴ軟体部の分析結果から、ハマサンゴはハナガササンゴに比べて褐虫藻の光合成産物を栄養源にしている割合が高いことが考えられました。また、骨格には年輪が形成されており、紫外線照射による蛍光部位と、骨密度の大きい部位が対応していました。また、骨格の炭酸カルシウムの安定同位体分析では、骨格 180と海水温の間に負の相関関係がありました。骨格の安定炭素同位体比(骨格 13C)の変動要因を知るためには、水温や日射量等の気象データや軟体部の化学組成との関連を詳細に調べる必要があります。

本研究を行うに当たり、実験室を使わせていただいた環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターの皆様にご心より御礼申し上げます。

利用期間：2002年6月26日～11月30日
2003年3月3日～3月12日



石西礁湖及びその周辺海域における オニヒトデモニタリングと駆除について

上野 光弘 (財)自然環境研究センター
砂川 政彦 八重山漁業協同組合
高橋 啓介 環境省自然環境計画課

環境省国際サンゴ礁研究モニタリングセンターでは、2003年1月から、石西礁湖及びその周辺海域においてオニヒトデモニタリング調査及び駆除を開始しました。沖縄県が推奨するオニヒトデ簡易調査マニュアルに基づいた分布調査を行うことによって、石西礁湖のほぼ全域、鳩間島南、石垣島名蔵湾でのオニヒトデの分布状況を概観する事ができました。

3人の調査員で行う15分間遊泳スポットチェック法を用いたオニヒトデモニタリング調査で、オニヒトデが多いと判断する観察数の基準を2匹以上/1人/15分間という値にとることで、オニヒトデが比較的多い地域を限定できることが分かりました。なお、延べ298地点中、62%の地点でオニヒトデが出現しましたが、2匹以上/1人/15分間を示した調査地点はわずか9%に過ぎませんでした。

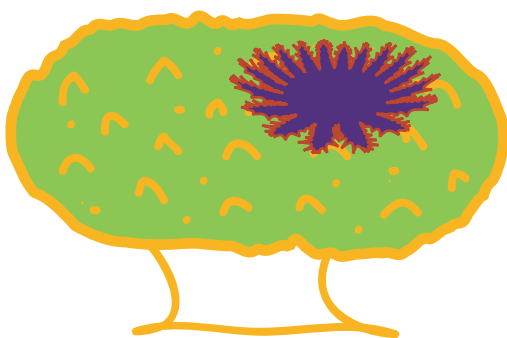
基準値以上の観察数及びその周囲の次に観察数の多い地点をグループ化すると、比較的オニヒトデが多く観察された地域が、10地域特定できました。そのうち1つは石垣島名蔵湾、4つが石西礁湖東部、4つが石西礁湖ほぼ中央部、1つが石西礁湖西部に位置していました。名蔵湾を除く9地域はどれも石西礁湖と太平洋を結ぶ水路と関係が深い位置にありました。特に石西礁湖東部～中央部に位置する5地域では、オニヒトデの観察数の多い調査地点が、リーフをはさんで水路の外洋側と礁湖(礁池)側の両側に分布しているという特徴が明らかになりました。そして、実際に、これらの10地域で駆除を行ったところ、駆除数が100匹を越え、実際にオニヒトデ集団が形成されていると見なせる地域が8地域存在していました。

なお、2003年1月から10月初旬までのモニタリングセンターが携わった調査・駆除活動によって、石西礁湖及び石垣島名蔵湾、鳩間島から、2303匹のオニヒトデが駆除されました。今後、大発生に至らないよう、監視を強めるとともに、オニヒトデの増加減少に対する理解を深め、実行可能な保全対策を作り出せるよう努力していきます。

地域名	駆除数(匹)
名蔵湾	182
マルゲー周辺	578
竹富島南	436
スーハヤグチ	102
旧新里航路周辺	125
カナラグチ	395
テンマカケジュ周辺	147
ユイサーグチ周辺	157
その他	181
合計	2303



ユイサーグチでオニヒトデの駆除をする地元ウミンチュ。駆除棒にはオニヒトデの棘による怪我を防ぐため、留め金がついている。軍手も忘れないように。





カナラグチ礁池内。岩をひっくり返すと、3匹のオニヒトデが出てきた。

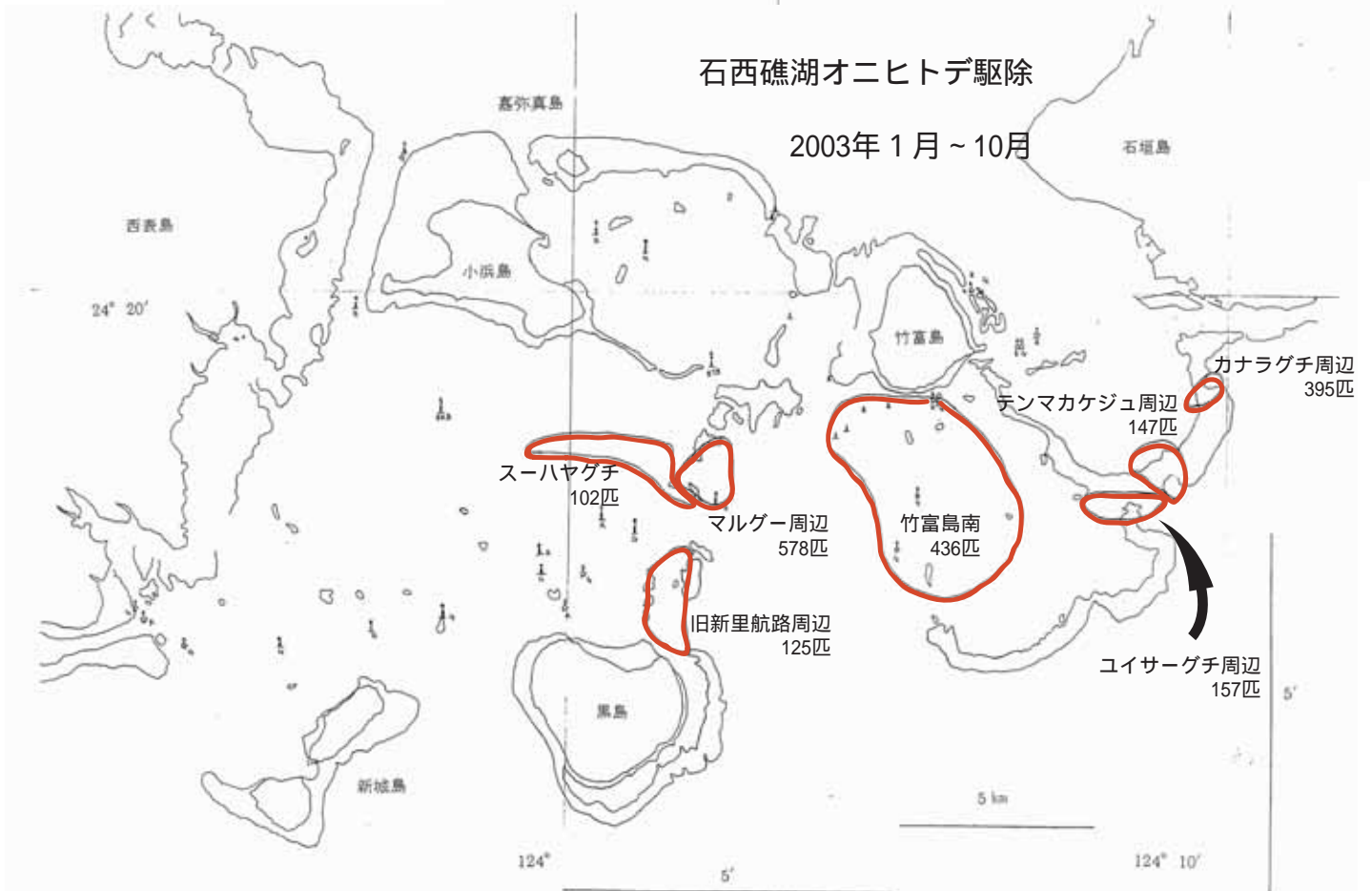
石垣島周辺海域オニヒトデ駆除

2003年1月～10月



石西礁湖オニヒトデ駆除

2003年1月～10月



真栄里の生きものたち

夏にはスノーケリング教室も行う国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターのすぐ東に広がる真栄里（まえさと）の海。市街地の目の前にあるにもかかわらず、この海にはさまざまな生きものが生息しています。ここは真栄里の生き物を紹介するページです。

ミスジチョウチョウオ 学名：*Chaetodon trifasciatus*
沖縄名：カーサー

写真1, 2
撮影地：真栄里礁池内
撮影日：2003年11月6日
撮影者：濱崎克哉



写真1：行列の様子

「サンゴ礁に棲む魚」をひとつ挙げるならば、みなさんはどんな魚を思い浮かべますか？。チョウチョウオの名前が最初に浮かんだ人、たくさんいるのではないのでしょうか。ミスジチョウチョウオは真栄里のチョウチョウオの仲間では最もよく見られる種です。

チョウチョウオの仲間は大体番（つがい）で行動する種が多いのですが、ここ真栄里のミスジチョウチョウオは単体または番で泳ぐ姿をよく見かけるのはもちろんのこと、4～5匹のグループもよく作ります。また、朝夕の時間帯に泳いでいると、200～300匹はいるのでは？！と思うほどの大きな群れに遭遇することもあります。見た目も淡い青色と黄色と黒のコントラストが美しいですが、大名行列のような大群は普段見慣れていても圧巻です。

本種を観察しているとサンゴをくちばしで突付く様子が見られます。これは、サンゴのポリプを食べているためなのです。ミスジチョウチョウオがとても多い真栄里の海は、サンゴもとても豊富なすばらしい海の様です。



写真2：ポリプを啄んでいる様子

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
URL: <http://www.coremoc.go.jp/>
Email: okironc@coremoc.go.jp

開館時間：9：00～17：00（平日）
休館日：土日祝日・年末年始

