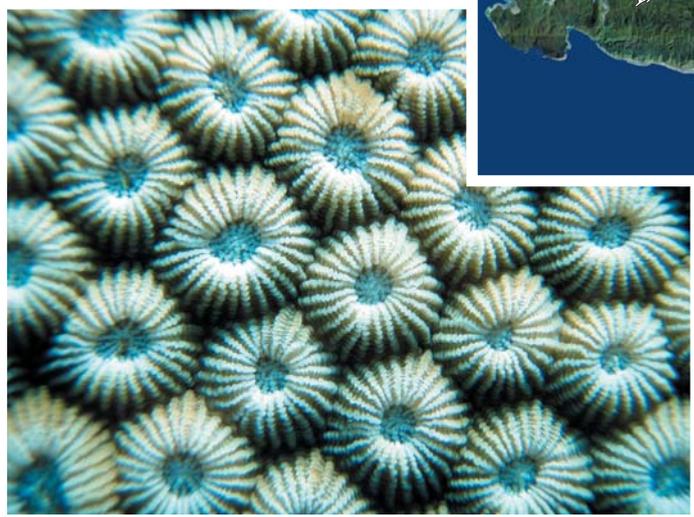


ラグーン
Lagoon

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. 9

No. 9

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9号

目 次

	ページ
連載	
サンゴ礁のおとぎばなし—その8 美しいサンゴ礁の水の秘密	土屋 誠 1
報告	
1. 連結式着床具を利用したサンゴ種苗移植とモニタリング結果	藤原 秀一 2
2. 自然保護モデルづくりにおける人類学的なアプローチ	竹川 大介 5
3. 国立科学博物館日本館のオープンとサンゴ礁生物の展示	倉持 利明 7
4. 「食われる者」から見たサンゴ礁	小菅 文治 10
石西礁湖ニュース	
石西礁湖におけるサンゴの病気について	佐藤 崇範 13
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



八重山漁業協同組合・魚市場に水揚げされた魚
 (『「食われる者」から見たサンゴ礁』より)

表紙の写真

上：枝状ミドリイシとスズメダイの群れ (石西礁湖)
 中：石垣島・西表島・石西礁湖の航空写真
 下：ダイオウサンゴのポリプ (石西礁湖)

連載 サンゴ礁のおとぎばなし—その8 美しいサンゴ礁の水の秘密

琉球大学 理学部海洋自然科学科 土屋 誠

サンゴ礁の水は透き通るように美しいですね。この透明感がサンゴ礁の魅力を引き立たせていることは間違いありません。何故サンゴ礁の海はこんなにも美しいのでしょうか？透明度が高いということは水中にプランクトンや懸濁物が極めて少ないことを示しています。真っ白な砂の存在もその美しさを引き立てています。

少し疑問に思うことがあります。サンゴ礁は多くの生き物がすんでいることでも知られています。多くの生き物たちが暮らすためにはそれを支える食物が十分に存在する必要があるはずですが。プランクトンや懸濁物が少ないということは動物たちの食物が少ない事にならないでしょうか。これが事実とすれば多様な動物たちの食物はどのように供給されているのか知りたくになります。

この疑問に関しては古くから議論されており、「サンゴ礁に供給されてくる食物が、直ちに動物たちによって消費されてしまい、かつサンゴ礁には余剰の食べ物が残らない状況なので、海水は常に美しく維持されている」と説明されてきました。しかしながら科学的な裏付けは殆どなされていません。動物たちがどれくらいの食べ物を必要としているか、という疑問に答える方法はあるのでしょうか？サンゴ礁で暮らしている生き物たちは粗食に耐えるか、それとも大食いか？等という疑問を解くことは興味深いものです。

すべての動物は食事をします。体内に取り入れられた食物の一部は消化吸収されますから、その分だけ周辺環境から有機物が減少した（つまり環境が浄化された）こととなります。海底の砂を摂取し、砂粒の表面に付着している有機物を食物にしているニセクロナマコについて調べてみました（写真1）。餌となる海底の堆積物には10.60mg（堆積物1グラムあたり

の量）の炭素と1.51mgの窒素が含まれていました。ところが、糞に含まれている炭素量は2.51mg（糞1グラムあたりの量）、窒素量は0.58mgであり、かなり有機物含有量が減少していました。ナマコ類はサンゴ礁に多数生息していますので、全体では相当量の有機物をサンゴ礁環境から減少させているはずですが。

懸濁物を濾しとって食物を摂取するオハグログキやヘリトリアオイガイなどの二枚貝も同様に海水をきれいにしています。

サンゴ礁には美しい砂浜が続いています。この砂浜も海水を浄化する役割を担っています。満ち潮の時、砂浜に侵入する海水に含まれている懸濁物やプランクトンは、砂粒によって濾過され、引き潮の時には清澄になった水がサンゴ礁に戻ってくるだろうと考えました。確かめるのは難しくありません。満ち潮の時砂浜に侵入する海水と、引き潮の時、しみ出してくる水を採取し、水質を比べればよいのです。

答えは明確でした。有機物量は明らかに満ち潮時の海水に多く含まれており、引き潮時にしみ出してくる水に含まれている有機物量は少なかったのです。逆にしみ出してくる水に含まれている無機物の栄養塩は満ち潮時の海水に含まれている量よりも多いものでした。砂浜の中で有機物がバクテリアによって分解され、無機化したものが浸出してきたと考えられます。

砂浜に穴を掘った時、出てくる水は透明ではないのが普通です（写真2）。海水中に含まれていた様々なものが濾過され、蓄えられているのです。ここで分解を受け、無機化した物質がサンゴ礁に供給されると考えると、サンゴ礁はいろいろな意味でバランスがとれた生態系であることがわかります。



写真1. 触手を伸ばして食物を摂取しているニセクロナマコ(上)と排泄された糞(下)



写真2. 砂浜を掘ると濁った水が出てくる

連結式着床具を利用したサンゴ種苗移植とモニタリング結果

いであ株式会社 藤原 秀一

はじめに

サンゴ礁は海の熱帯林とも呼ばれ、造礁サンゴ（以下サンゴ）を主に多種の動植物が様々なすみかに生息し、多様性の高い生態系を構築している。また、観光資源として、沿岸住民の食糧供給の場として、欠くことのできない場であり、その保全は重要な課題である。

しかし、石西礁湖では、1998年に起こった白化現象が広範に発生し、その結果、大規模なサンゴ死滅が広がった。のみならず、2002年頃からのオニヒトデ (*Acanthaster planci*) 大発生による被害もあり、サンゴ群集は衰退の傾向にある。

サンゴ群集の回復は主にサンゴ幼生の加入により進むが、加入は地形や幼生浮遊期の気象・海象条件などに左右されるため、その程度は年により場所により大きく異なる。そのため、自然のままでは回復が進まないサンゴ礁において、人為的に修復を行って回復を早め、サンゴ礁の再生を図ることが計画され、環境省が主となり「石西礁湖自然再生マスタープラン」（環境省那覇自然環境事務所 2005）に基づき進められている自然再生事業において、連結式着床具を利用したサンゴ種苗移植が進められている。

1. 着床具による移植種苗の生産

(1) 着床具

着床具は杯状に焼結した直径40mm×高さ40mm位のセラミックで（図1）、サンゴ産卵期前に海底に設置し、幼生の着床をまつ。約1.5年後には肉眼ではっきりと稚サンゴが識別でき、移植種苗として利用が可能で、杯状着床具の下部に接着剤を付け、海底にハンドドリルで穴を開け、差し込めば移植ができる。この着床具は軽量、安価で、大量生産が可能であるため、大量の移植サンゴ種苗生産が可能であり、また、種苗の履歴が明らかであることから移植の標準化が可能で、モニタリングが容易であることなど優れた特性を有している。

(2) 種苗の生産

着床具は、石西礁湖において、幼生が寄り付き滞留しやすい流れがあり、台風時の波浪により激しく動揺しないなどの条件を満たす地点に、ミドリイシ類が一斉産卵する2004年春の満月直前に設置された。設置地点では微地形を潜水により踏査し、波浪の影響を直接受けにくい場所を選定し、着床具ケースを海底に打設した鉄筋杭など



図1. 着床具

に固定させ、波浪に対し安定性を高めた。設置中は水温の自動連続観測を行うとともに、適宜、着床具のサンプリングを行い、着床状況を把握した。

幼生の着床率は場所・年により大きく異なるが、2004年に設置した着床具の設置3ヶ月後の4採苗地点における着床具への平均着床数は、2.6群体であった。採苗率では83%で、極めて高い種苗生産率であったが、2005年以降は着床数が低下しており、種苗の生産量に影響を及ぼしている。

(3) 種苗の採取

2004年に設置した着床具種苗の群体長径測定結果から、各種とも設置1年後の長径は5mm程度と考えられ、2年後にミドリイシ属で35mm、ハナヤサイサンゴ科で35mm、アナサンゴモドキ属で25mmに成長した（図2）。この結果から、着床後1年以内の成長は小さく、2年目の高水温期に成長量が急速に増大すると考えられた。移植種苗としては長径10mm以下では海底での識別に支障をきたす場合もあるので、10mm以上であることが望ましく、着床群体がその大きさに達するのは2年目の夏季である。したがって、採取時期は設置翌年の夏季以降であるが、移植は台風期後の11月以降が望まれるため、1.5年が標準移植適齢となる。

種苗の標準年齢を1.5年とし、その標準サイズは図2から求めると、各種類とも長径は約20mmとなるので、長径20mm以上を移植標準サイズとしている。

着床サンゴの種類組成は、開放的な地形環境の場所では、ミドリイシ属が卓越して着床し、閉鎖的な地形環境ではハナヤサイサンゴ科（幼生保育型の繁殖様式）が多くなる傾向がみられる。2004年に設置した着床具の4採

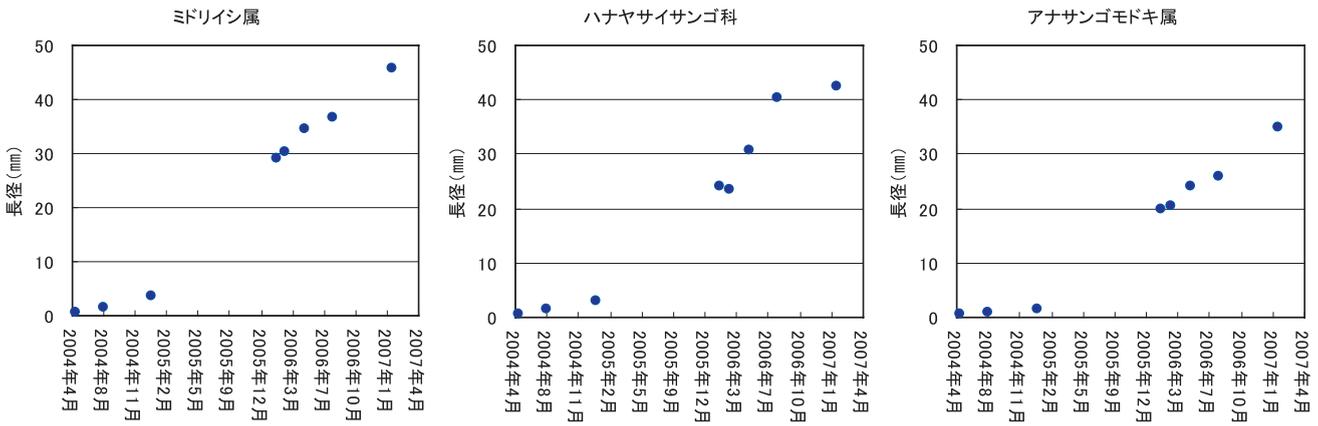


図2. 2004年5月設置着床具の着床群体長径平均値 (着床時の大きさは便宜的に幼生の大きさを0.5mmとした)

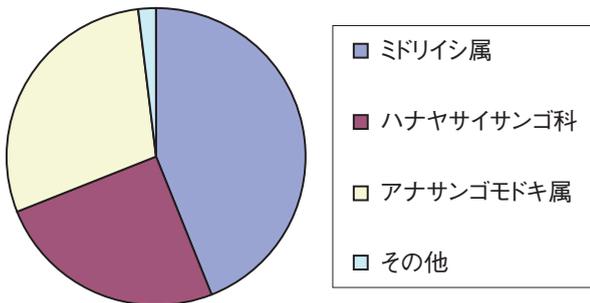


図3. 着床サンゴの種類組成

苗地点における種類組成では、ミドリイシ属が最多で約44%を占めた(図3)。ハナヤサイサンゴ科とアナサンゴモドキ属は繁殖期間がミドリイシ属よりも長いと思われる、ミドリイシ属の着床後も着床がみられ、着床数の増加に貢献した。

2. 種苗の移植

移植地点は、空中写真画像を基にした現地調査により、

生息環境が特に悪化していないにもかかわらず、幼生の加入が無い場合サンゴ群集の回復が進まない黒島沿岸の2地点(図4)が選定された。2006年2月、移植地点に設定された18の移植ユニット(30m²)において、エアドリルで10個/m²の移植用の穴を穿孔し(図5)、水中



図5. エアドリルによる穿孔

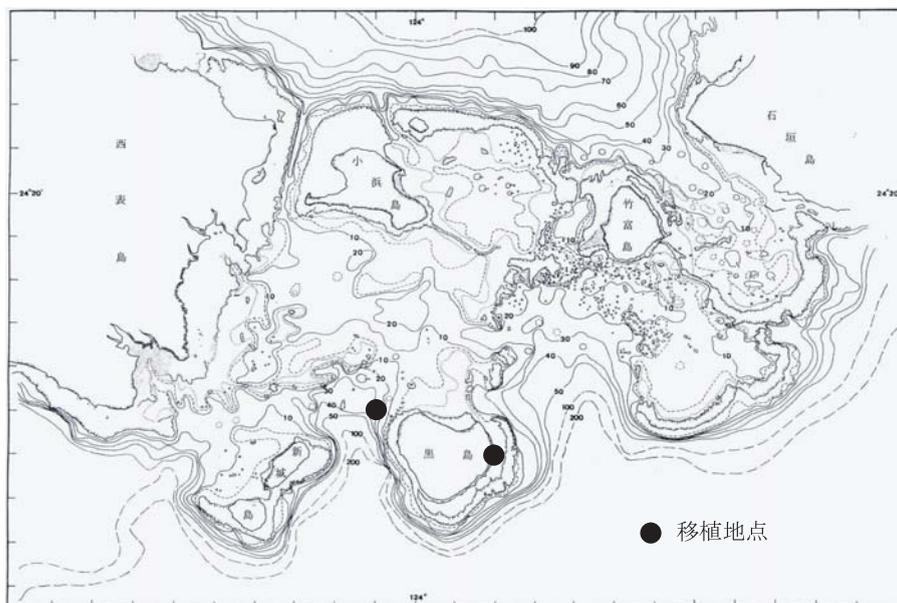


図4. 移植地点



図6. モニタリング対象種苗

ボンドを用いて、移植種苗を1m²あたり10個の割合で、1移植ユニットに300個、合計5400個を海底に固着した。

3. 移植種苗のモニタリング

モニタリング種苗の設定は移植時に種苗の10%にタグを付け、長期的に追跡ができるようにして行っている(図6)。モニタリングは、これまで移植1ヵ月、3ヶ月、6ヶ月、1年後に実施している。

(1) 種苗生残率

移植1年後(2007年2月)に最大生残率は80%であったが、いくつかの移植ユニットでは2006年9月15日に八重山地方に襲来した大型台風13号による海底攪乱のため移植種苗の多くが砂礫の被覆を受け死滅した(図7)。この結果から、漂砂礫への対策が移植種苗の生残に重要な要素であることが判明し、移植ユニットの選定に反映されている。

(2) サンゴ面積エアドリルによる穿孔

移植後1年時点で、大きな種苗では長径10cmを超え(図8)、移植サンゴ面積は着実に増加した。

移植種苗流出率30%以下のユニットにおける移植種苗の1m²あたりの平均面積を近似的に円の面積： $[(長径$

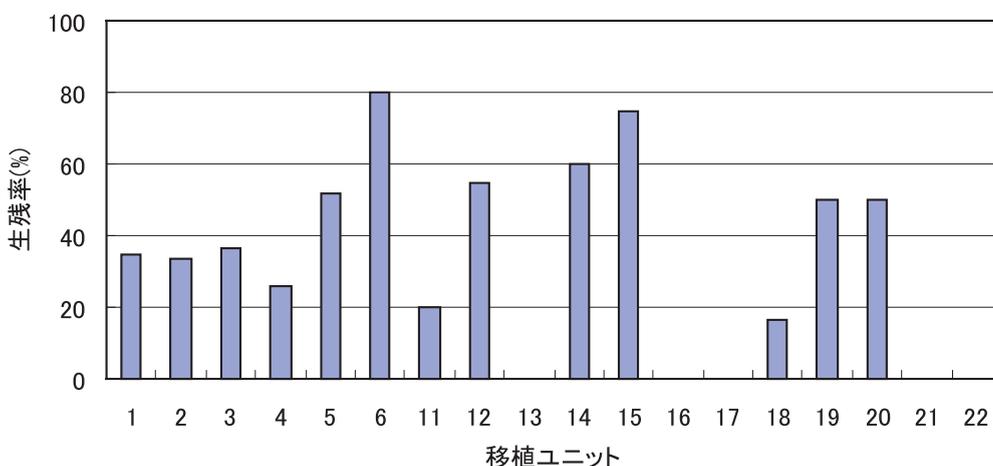


図7. 移植1年後の種苗生残率



図8. 移植1年目の種苗(バー:1cm)

$/2)^2 \times \pi]$ により求めたところ、移植時の面積を100とすると1年後、1m²あたりの面積は約3倍に増加した。

ミドリイシ属の長径成長が指数関数的に増大するすれば、移植5年後には長径は約50cmに達し、4群体生残すれば、被度は100%近くになる。高被度に区分される被度50%以上を移植目標とすれば、目標生残率は20%(2群体)となるため、移植5年目における種苗維持目標は20%が適当と考えている。

4. 課題と展望

サンゴ産卵量は年による変動が大きく、また浮遊期の動態も気象、海象に左右されるため、サンゴ着床数は年により、場所により大きく変動する。そのため、種苗の生産量は不安定にならざるを得ず、種苗の安定供給を行うための技術開発を今後進める必要がある。そのためには、浮遊幼生を採集して、閉鎖的な海域で着床させ、供給量を上げることなどを検討する必要がある。現在、そのための試験を実施しており、来年以降、本格的な開発に取り組む予定である。また、移植後の生残率を上げるために、移植地における有効な漂砂礫防止対策も

重要な検討課題である。これについては、移植ユニット選定に関する知見の集積とともにユニットの砂礫移動防止柵の設定を行っており、その成果が効果を示すと考えている。

引用文献

環境省那覇自然環境事務所(2002):石西礁湖自然再生マスタープラン, 79+9.

自然保護モデルづくりにおける人類学的なアプローチ

北九州市立大学 文学部人間関係学科 竹川 大介

・人間共存型の自然保護モデル

自然環境の保護や保全の問題を考える上で、人口密度の高い日本の特性として豊かな森や海のすぐ近くで人の生活が営まれているという点を無視することはできない。

たとえば歴史的にも、稲作を中心とした農耕文化では森や川を守ることで自然の多様性を維持し、生産性を上げてきた。これは森を切り開き牧草地帯に変えてしまった欧米の牧畜文化とは対照的な生態史観である。自然を改変しコントロールする文化の元に生まれた欧米型のモデルでは、自然と人間の営みは対立するものであり、両者を切り離し人工的な影響をできるだけ減らすことで自然保護を実現しようとする。

一方で人間が自然を利用しながら環境を維持していく人間共存型のモデルは、保護区域における人の営みを排除するのではなく、むしろ日常的な利用者の知見を活用して自然保護プランを組み立てるといった発想から生まれる。

これまで石西礁湖自然再生事業では珊瑚礁の生態学的な実態調査や再生実験を多くおこなってきたが、そうした自然科学的手法に加え、昔から日常的にこの海域を利用してきた人々の知見を、自然保護の施策に生かすための新しい糸口を見つけることが、今回の調査の大きな目的であった。

・参与観察による社会調査

「持続可能な漁業・観光利用調査」というのが全体の調査のタイトルである。その中で私は、主として「漁業の変遷と現状についての意識調査」を受け持った。

社会調査にはアンケートやインタビューなどさまざまな手法があるが、ここで採用したのは文化人類学でよく使われている「参与観察」という方法である。参与観察とは、できるかぎり調査する相手と生活をともにして、生業や文化活動に参加し、自分自身の経験を通して相手の視点から物事を考えていくというやり方である。時間がかかる手法であるが、未知の課題をあぶり出すにはとても有効である。

幸いなことに、私は大学院生時代の平成元年から数年にわたって新川漁港の追込網漁（アギヤー）の船に乗せてもらい、石垣や西表の海で漁業の研究をしていた経験があり、今回の調査でも、当時からつきあいの続いていた漁業者たちに大いに助けてもらうことができた。



図1. 朝、漁にでかける

私とともに調査を分担した9人の学生たちは、2006年の年末と、翌年の2月から3月にかけて34日間にわたり石垣島に滞在し、漁業者を中心に総計48人の方々から話を聞いた。実際には聞き取りだけでなく、家に泊めていただいたり、漁に出たり、陸での作業を手伝ったりと、さまざまな体験を通して調査は進められた。

調査をおこなった拠点は石西礁湖との関連性から、石垣島の新川・新栄町・浜崎町・登野城・白保・名蔵および小浜島の細崎と、それぞれ特徴の異なる集落を選んだ。

調査の詳細については、報告書をみていただくことにして、ここではその成果に関する概略を記しておきたい。

・昔の海と地名の重要性

漁業者たちの語り口は様々で、学校で学ぶような科学的な知識や語彙を多く持っているわけではないが、概していえることは、海に対する知見の広さと、関心の高さである。

昔の海の語りから、年配の漁業者達は、美しかった頃の海のイメージを明確に持っていることがわかった。また、彼らの知識や経験が実際の海の現場と直接結びついているという点も重要である。航空写真を用いた地名の調査では、非常に細かな地形まで言及され驚いた。いわば漁業者にとって地名とは、漁の成功を決定づける財産であり、個人的な海の知識の集大成なのである。

・漁業者の自然観

また多くの漁業者たちは、自然の生命力の強さ、たとえばサンゴ自身の回復力に信頼をおいており、人の手で

直接なにかを再生するよりは、むしろ人間はそうした自然の営みを阻害する要因を取り除き、再生を外から助けるようなやり方が有効であると口々に語っていた。

サンゴの被害は台風で折れたり人の手による破損よりも、たとえば地球温暖化や陸からの汚水の影響のほうが比べものにならないほど大きいと彼らは感じている。再生もまた同様で、環境さえ整えば、サンゴは自然に戻って来るとというのが漁業者たちにほぼ共通した考えであった。

美しい海のイメージを一番抱いているのは漁業者である。だから目に見えた効果を示すことができれば、彼らの意識も高まるだろう。科学的な根拠とすりあわせながら、彼らの意見を検討していく余地は、いろいろなどころにあるのではないかと感じた。

・汚染について

海域の汚染についての言説は予想以上に多く、陸の暮らしが、見えないところでいかに海に影響を与えているかを、強く印象づけられる結果となった。

下水普及率の低さや、排水の海への垂れ流しなど、陸から行える施策は多く残されている。今後陸部の開発がさらに加速されることが予想される石垣島では、周辺の海を島全体の重要な資源と考え、個人の意識を啓蒙していくと同時に行政の補助や指標づくりを急ぐ必要がある。

たとえば数年前に小浜島に設置されたという「赤土の沈殿池」についての事例は印象的であった。設置された場所での水質改善の効果は期待以上のものだったという。

「自然の再生には自然を用いる」という意識が、こうした発想の背景にある。これはさまざまな分野で応用の利く考え方であろう。



図2. 海から帰った海人



図3. お魚まつりの魚解体ショー

・漁獲の減少について

明確な原因は特定できないが、漁獲の減少は近年の大きな問題である。通常漁業者が捕獲しない魚類も減少しており、サンゴ礁の被害と同様に、地球規模の海の生態系変化とも連動していると考えられる。

漁獲が減少し、さらに魚価の低迷と燃料の高騰によって、漁業者の家計は急速に悪化している。しかし、こうした状況に対する施策もほとんどおこなわれていない。その結果、漁業活動の負担は高まり、無理に漁獲を増やそうとする。労働投下量は増え、資源量が激減し、さらに漁獲量が悪化するという悪循環が起きている。

またダイビングや釣りなど、漁業以外の海の利用者も増加している。技術の革新によって、捕獲圧が高まると共に、遊漁者もGPSや魚群探知機などを使い比較的簡単に魚を獲れるようになってきた。できるだけ早い時期に、サンゴ礁を含む八重山沿岸の海洋資源の利用について、当事者たちが知恵を出し合い、具体的に有効性のあるルール作りをはじめめる必要がある。

・調査全体を通して

漁業の問題はサンゴ礁の環境と密接に関係している。また古くから海で暮らす人々が住む八重山においては、海への意識と生活を結びつけるための接点は豊富に残されていることがわかった。

これからの課題としては、文字という形でなかなか記録されない漁業者の知見を積極的にすくい上げ、地域住民や観光客などと共有していくことが大切であろう。そして、それぞれの立場を横につなぐネットワークを構築することによって、島というひとつの空間のなかで人と自然が共存する石西礁湖モデルを組み立てるのである。

私自身もこうした社会科学的な研究アプローチを通じて、自然科学によって得られた研究成果を生活実践に生かし、島の暮らしの豊かさに寄与できればと思っている。

国立科学博物館日本館のオープンとサンゴ礁生物の展示

(独)国立科学博物館 動物研究部 倉持利明

2007年4月17日、東京の国立科学博物館（台東区上野公園）に「日本館」がオープンしました。これは旧本館をリニューアルしたもので、「日本館」のオープンによって、当館は2004年にオープンした「地球館」とともに二部構成となり、十余年にわたる展示改修事業がようやく完成したことになります。この「日本館」は「日本列島の自然と私たち」をテーマに、日本列島の豊かな自然とその生い立ち、そこに暮らす生物の進化、日本人の形成過程、そして私たちと自然の関わりの歴史について展示していますが、その一角に造礁サンゴとそこにすむ様々な動物を主役とした展示があります。

題して「熱帯・亜熱帯起源の海産動物」（写真1）。赤道域に生まれフィリピン沖合で育った黒潮が、多様な海産動物とともに日本近海にやってくることをコンセプトに、造礁サンゴ類の北上の様子と、サンゴガニ類などサンゴをすみかとする動物が見せる多様な世界を展開しま

した。間口がわずか3mほどのブースですが、そこには造礁サンゴ類をはじめとした動物標本150種490点が展示され、さらにサンゴ礁や造礁サンゴ群落が造る特異な景観や、様々にサンゴを利用する動物の生態を示すオリジナル映像、加えて来館者により深い情報を提供するキオスク端末が設置されています。本稿では、この展示作成にあたりご尽力いただいた方々への感謝の意を込めて、その過程を振り返りながらご紹介することにします。

まずは現地調査から

「黒潮」「造礁サンゴ類の北上」をキーワードに、現地調査が計画され実行されました。2005年9月、まず我々が向かったのは石垣島でした。石垣島では豊島淳子さん（環境省石垣自然保護官事務所（当時））のご尽力により、国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターを基地とした採集・取材が実現しました（写真2上）。当館の研究者



写真1. 「熱帯・亜熱帯起源の海産動物」の展示ブース全景。左1/3は、黒潮の北上に伴い、造礁サンゴ類が北へ分布拡大する様子を示す標本展示とグラフィック、景観映像。標本は半分が生時の状態を再現し、残り半分がサンゴ骨格を見せている。右2/3は主な日本産造礁サンゴ類とそこにすむ動物の標本展示と生態映像。

に加え、造礁サンゴ類の専門家として野中正法さん（美ら海水族館）、サンゴにすむカクレエビ類の研究者である三橋雅子さん（台湾海洋大学、現在大阪工業大学）にも参加していただき、また撮影チームとして水中でのミクロ撮影を得意とする東京のK社に一貫して取材をお願いしました。次いで採集・取材に赴いたのは、本州における屈指の造礁サンゴ群落を擁する和歌山県串本でした。造礁サンゴ類をはじめとしたサンゴ礁生物の研究で知られる野村恵一さん（串本海中公園センター）にお世話いただき、同様に採集・取材を行うことができました（写真2下）。

現地では連日、スキューバダイビングによる採集と撮影が行われました。ダイビングから帰ると、採集物は用意された水槽に収容され再び撮影です。撮影は時には夜を徹して行われ、やがて標本の固定へと移ります。麻酔のための薬剤を徐々に滴下し、効果が現れたところで固定液の滴下を行いました。サンゴガニ類をはじめサンゴにすむ小動物はこの時点で採集され、生時の色彩が失われないうちにほとんどすべてが写真撮影されました。こうして集められた造礁サンゴ類は29種48点、サンゴを利用する動物は107種428点、映像は、造礁サンゴ類の北限として知られる千葉県館山沖での取材（撮影のみ）を含めて、60分テープ37本にものぼりました。

こだわりの展示標本・映像の作成

展示標本の作成にあたって、生時により近い状態を再現することと、サンゴに隠れた微小な世界を来館者に見ていただくことの二つにこだわりました。通常我々が作成する研究用の液浸標本などでは、色彩の多くが失われ生きている時とは大きな違いがあります。また、体の小さな動物は通常、展示物には不向きとされ敬遠されがちです。そこで今回は、プラスチックネーション（含浸：標本の水分を樹脂で置き換える方法）の技術を用い、加えて綿密な彩色を施し、標本をより美しく展示展開すること

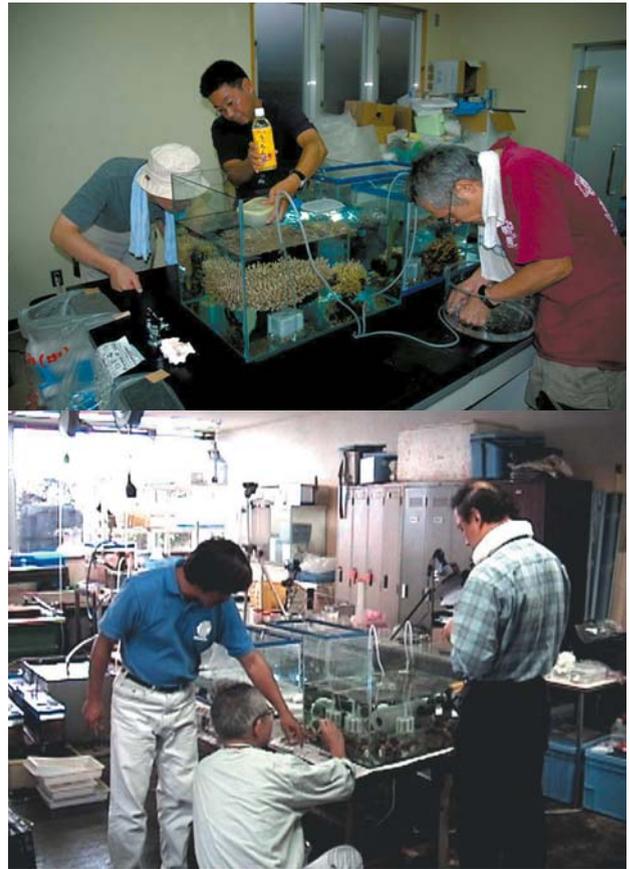


写真2. 現地調査でのスナップ。国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターに設置された水槽に採集物を収容する（上）；串本海中公園センターにて野村恵一さんから採集物について説明を受ける（下）。

でこれらの問題をクリアーしようと考えました。これらの処理をお願いした京都のY研究所には、過酷な条件と膨大な数の標本に対し、並々ならぬ努力を払っていただきました（写真3）。

映像の編集作業においてもこだわりは変わりありません。造礁サンゴ類の生息地3カ所での取材を通して得られたものは、サンゴ群落が醸し出す景観が北上するに伴



写真3. 標本作成途中のヘラジカハナヤサイサンゴ（左）とルリサンゴ（右）。麻酔、固定、含浸の工程を経て綿密に彩色が施される。造礁サンゴ類がもつ特有のフワツとした質感が見事に表現されている。

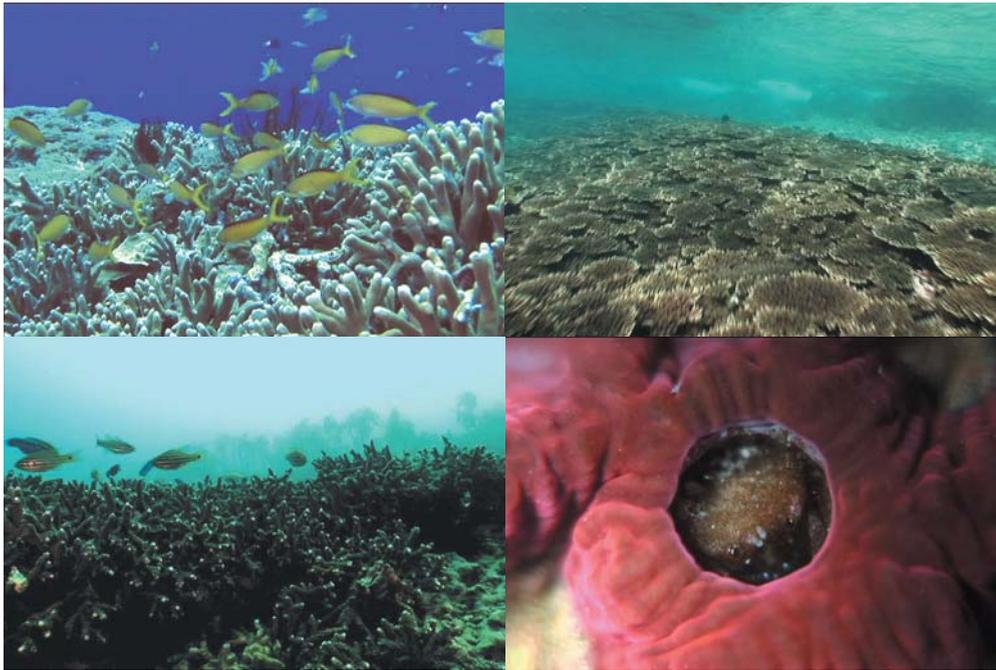


写真4. 展示映像4点のそれぞれ1コマ。サンゴ礁生物が美しく奏でる八重山のサンゴ礁(左上)；ミドリイシ類の大群落が特徴的な串本の海(右上)；造礁サンゴ類の北限、館山の海ではサンゴ群落の背景にカジメの群落が見える(左下)；ケブカサンゴヤドリガニの生態。ほかにイバラカンザシゴカイやサンゴガニ類、カクレエビ類などが次々に登場する(右下)。

い大きく変化することでした。また、目を見はるべき小動物の映像はどれもすばらしく貴重なものばかりでした。この撮影チームの努力と成果を、余すところなく来館者に見ていただきたい一心で編集作業に取りかかった結果、選び出されたシーンは約500カットにも及び、これらをさらに厳選して景観を示す映像3点、小動物の生態を示す映像1点に仕上げることができました(写真4)。

完成はオープニングセレモニーの前夜

この「熱帯・亜熱帯起源の海産動物」は大きく分けて2部構成になっています(写真1)。ひとつは「北上する造礁サンゴ類」で、八重山諸島で知られる15科363種の造礁サンゴ類が黒潮とともに北上し、科の数や種数は減少するものの、造礁サンゴの北限とされる千葉県館山でも10科25種が生息していることを標本展示とグラフィック、そして先に述べた景観映像で展開しています。そしてもう一つの「造礁サンゴに依存する動物」では、造礁サンゴ類をハナヤサイサンゴ類、ミドリイシ類、板状・被覆状の造礁サンゴ類に大別し、サンゴの標本とそれぞれに特異的に住み込む動物と、特異性はないがサンゴの周囲にすむ動物を標本と生態映像で見ることができます。その中でクローズアップされているのが、サンゴガニ類の多様性です(写真5)。サンゴガニ属とヒメサンゴガニ属のカニ類は、それぞれハナヤサイサンゴ類とミドリイシ類のサンゴに特異的にすんでいます。サンゴの粘液を食物として雌雄のペアで暮らし、時にはオニヒトデと果敢に戦うと言われています。サンゴの枝の間という目立たない限られた空間で、この何とも美しく小さな

動物が多様化したことを見て取ることができます。

これらの展示がどうにか完成したのは、オープニングセレモニーの前夜のことでした。現地調査に始まり完成に至るまで、ご尽力いただいた方々に改めてお礼申し上げます。また、すでに展示をご覧いただいた方々には、黒潮という大きな力が日本の海を類い希なほどに豊かなものに行っていること、造礁サンゴ類が膨大な動物群集をはぐくんでいること、さらには造礁サンゴ類の保護・保全が差し迫った重要な問題であることを感じ取っていただけたことを期待しています。



写真5. サンゴガニ類の多様性を示す標本展示とグラフィック。サンゴガニ属(上)とヒメサンゴガニ属(下)。

「食われる者」から見たサンゴ礁

(独)水産総合研究センター 西海区水産研究所 石垣支所 小菅 文治

サンゴ礁に暮らす生き物の様々な色彩や形。彼らが今在る姿になったのは「いつ魚に食べられるかわからない」という危機感があったからに違いない。そう確信したのは、サンゴ礁で獲れた魚の胃や腸の中から「今さっき食べられてしまいました」といった姿の小動物を多数見出したからだ。

朝、石垣島にある八重山漁業協同組合魚市場には様々な魚が水揚げされ、セリにかけられる。八重山諸島近海は魚介類の主要な供給地の一つであり、那覇の沖縄県漁連市場に出荷される量も少なくない。県民の食卓と観光業を支える八重山の魚。彼らがサンゴ礁の海で何を食べ、自らを養っているのか。それは、食物連鎖を通して「サンゴ礁生態系とは何か」を知る重要な切り口である。

1. 4種の魚の餌

まずイソフエフキ（フエフキダイ科）の場合。「クチナギ（またはクチナジ）」と呼ばれるこの魚は、かご網、電灯漕り、釣り、刺網といった、サンゴ礁水域で行われるあらゆる漁業によって漁獲されており、最も重要な魚の一つである。約300個体を解剖した結果、とりわけ好物なのがカニと巻貝と判明し、どちらも63%のクチナギが食べていた（図1）。次いでヒザラガイ、二枚貝、さらにウニが続く。これら上位5位までの餌生物が、イソフエフキの常食している生き物と言える。この他にも、ゴカイ、ヒトデ、ナマコ、ホシムシ、ヤドカリ、それに魚など、サンゴ礁に生息する多種多様な生き物を食べていることが明らかになった。中でも体長30cmもあるジャムシというゴカイの一種で膨れあがった胃袋や、丸呑みにしたウニの棘がびっしりと詰まった腸を見た時には、クチナギの悪食ぶりを見せつけられた思いがした（図2）。と同時に「よくも棘が腸壁を突き破らないものだ」とも思ったが、実際そうした状態には一度もお目にかからなかった。ガンガゼの仲間であろうと、棘をものともせず襲って食べてしまう。イソフエフキは名前の通り岩礁に棲む貝やカニ、ウニなどを捕食していることが多いが、一方「石垣市の魚」に指定されているハマフエフキ（タマン）は、二枚貝、ツノガイやカシパン（砂地に棲むウニの仲間）など、砂底

を主な餌場としている。

同じフエフキダイ科でもヨコシマクロダイは貝、特に巻貝を好む（図1）。ずんぐりとした体型から「ダルマ」と呼ばれる。白身の魚で、癖がなく刺身にしても甘みがあって美味しい。ヨコシマクロダイは独特の歯を持っている（図3）。奥歯が人間の臼歯に似ており、硬い貝殻でもバリバリと噛み砕いてしまう。消化できない貝殻の多くは鰓孔から吐き出されてしまうが、分別は不完全で胃や腸に沢山の貝殻が軟体部と共に呑み込まれている。綺麗なタカラガイなどもよく食べられている。

これとは対照的に、ヒメフエダイ（フエダイ科）の場合はほとんどの餌を丸呑みにしているの、胃袋からほぼ完全に近い状態のカニが姿を現すことが多い。沖縄で「ミミジャー（ヒメフエダイのこと）」と言えば美味しい魚の代名詞であり、刺身の他にもマース煮、唐揚げにして中華風、と重宝される。その分、値段もなかなかのもの

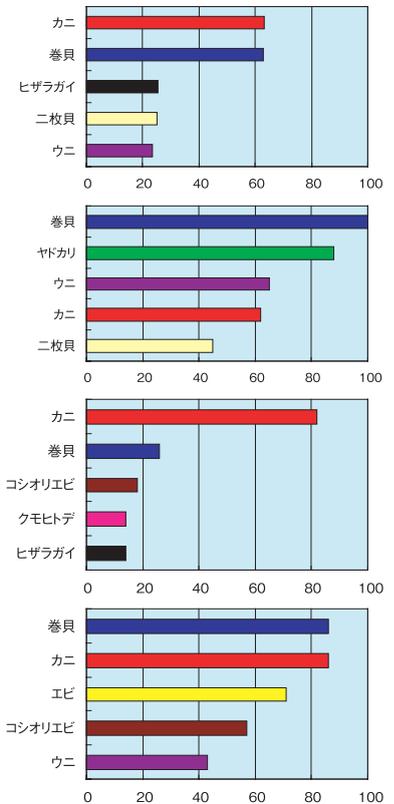
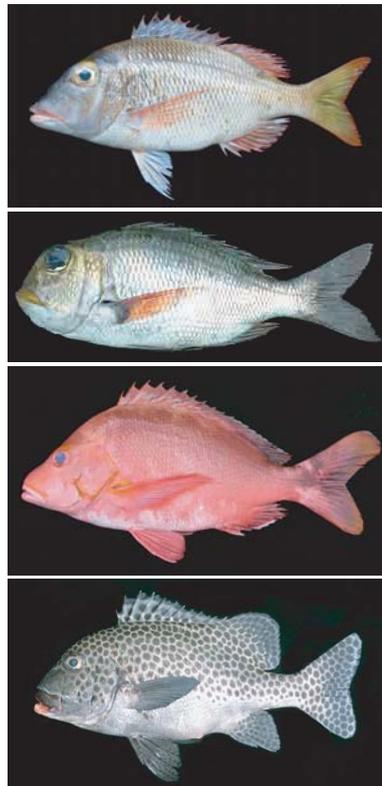


図1. 食性を調べた4種の魚。上から、イソフエフキ（沖縄名「クチナギ・クチナジ」、フエフキダイ科）、ヨコシマクロダイ（「ダルマ」、フエフキダイ科）、ヒメフエダイ（「ミミジャー」、フエダイ科）、チョウチョウコショウダイ（「クレーミーパイ・ミーバイクレー」、コショウダイ科）。右側の棒グラフは、100尾当たり何尾が各餌生物を食べていたか（消化管内の出現頻度、単位%）を示す。

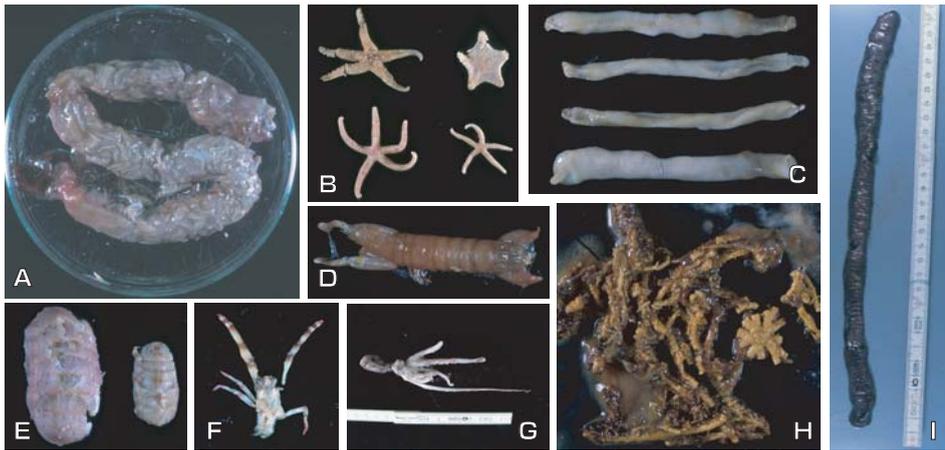


図2. イソフエフキが食べていた様々な生き物。A. ウニの棘が詰まった腸, B. ヒトデ類, C. スジホシムシ, D. シャコ的一种, E. ヒザラガイ類, F. コシオリエビの一种, G. タコの一种, H. 消化が進んだ状態のウミシダの一种, I. 長さ30cmを越すゴカイの一种、ジャムシ

のだ。ヒメフエダイの大好物はカニ（図1）。胃や腸からは、他の餌と比べても飛び抜けて多くカニが出現する。「美味しいヒメフエダイの身はカニ由来」と言ってもよいだろう。

コショウダイ科の魚の食性も独特である（図1）。チョウチョウコショウダイ（クレーミーバイ）、アヤコショウダイ（アヤクレー）など6種ほどが漁獲される。大きさ50cmを越す図体はなかなかのものだが、彼らが食べている生き物はとにかく小さい。貝、カニ、コシオリエビなど、大きさ5mm足らずの生き物がおびただしい数呑み込まれている。これほどに小さな生き物を魚が狙って食べたのかどうか。当初は半信半疑だったが、食べている数からしても意図的に細かいものを食べているとしか思えない。単純な比較だが、身長160cmのヒトが自分の100分の1の大きさ即ち1.6cmの食べ物、サクランボやミニトマトを食べていると思えば、極端に小さい餌と見る必要はないのかもしれない。ともあれ、コショウダイ類の消化管内容物を見ていると、微小な生き物はその分たくさん生息するので、こまめにあさっていれば確実に食べられる、そうした方針で食っていくことにしようという魚の側の索餌戦略が見えてくる。

2. 強力な捕食者としての魚

こうして得た魚の食性に関する情報は、解剖した時点で魚の消化管内に残っていた餌に基づいている。魚が漁獲される直前およそ24時間以内に食べることのできた餌、言うなれば「最後の晩餐」だけを見ていることになる。そこで、

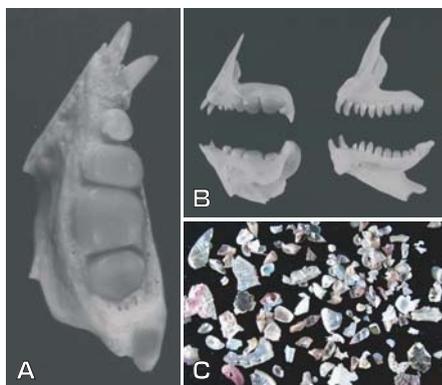


図3. A. 「臼歯」が発達したヨコシマクロダイの歯, B. ヨコシマクロダイ(左)とイソフエフキ(右)の歯。イソフエフキに噛み砕くのに適した形の歯はない。C. ヨコシマクロダイが食べた貝殻は粉々になっている。

魚が一生の間に何匹の餌を食べるかを試算してみる。ヨコシマクロダイの場合、解剖した60尾の平均として、1日当たり20匹の餌生物を食べていた。従って1年に7,300匹の貝やカニを食べる計算になる。寿命が10年なら一生の間に73,000匹の餌が必要になる。一方、八重山近海にヨコシマクロダイが1万尾いると仮定すれば、毎日20万匹の貝やカニが食われている計算になる。八重山のサンゴ礁にはいろいろな魚が棲むので数百万、数千万という単位の小動物の命が日々消費されている。それだけの数の命が繁殖と成長によって更新され続ける環境をそなえた海、それが好漁場の条件といえる。

これだけの生き物が日常的に捕食されているとなれば、海の中の小動物は魚が怖くて仕方がないに違いない。ウニのように棘で身を守ろうと、クモガニ類のように海藻にうまくカムフラージュしようとして、サンゴ片の狭い隙間に身を潜めていようと、ワタリガニ科のカニやシャコ類のように素早く逃げ回り、ハサミ脚で抵抗する能力を備えていようと、魚に捕食される危険から100%逃れることはできない。サンゴや海藻に形を似せた隠蔽効果を持つ形態や、背景にとけ込む効果を狙った迷彩色に近い色彩パターンを持つ生き物が多く見られることは、冒頭に述べたように、魚のもつ高い捕食能力への対抗手段を講じなければサンゴ礁では生き残れなかった歴史を示している。また、サンゴ礁に棲む貝やカニのほとんどは夜行性であることも、視覚に頼って餌を探索する魚から逃れるためと理解できる。一方で魚の側も、早朝と夕

アマモ類=海草（写真はウミシヨウブ）の葉の上で生活するクサイロカノコ, B. ハマフエフキ（タマン）とマトフエフキ（クサムルー）の消化管内から出現したクサイロカノコ, C. ハマフエフキが食べていたサラサダマ

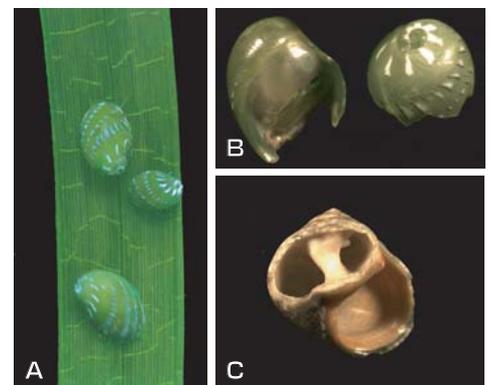


図4. A. アマモ類=海草（写真はウミシヨウブ）の葉の上で生活するクサイロカノコ, B. ハマフエフキ（タマン）とマトフエフキ（クサムルー）の消化管内から出現したクサイロカノコ, C. ハマフエフキが食べていたサラサダマ

方の時間帯は「食いが良くなる」ことが釣り人など一般に知られているように、夜行性を旨とする小動物が動き始めた、あるいは寢床につく直前の時間帯を狙って盛んに餌を食うようになると解釈できる。

無防備ではサンゴ礁で生きていけないという観点に立つと、我々が昼間サンゴ礁で見つけることのできる生き物というのは「どうかしているのではないか」という気さえしてくる。陸上生物であるヒトの水中における探索能力など、魚と比べれば雲泥の差があるに相違ない。その上、真っ昼間である。よほど沢山いるか、厚い殻で身を守っているか、毒があるか、よほど運が悪いか、のどれかではないだろうか。事実、ナマコ、ヒトデ、ウニ類を始め、スベスベマンジュウガニ、ウモレオウギガニといった食べると食中毒を引き起こすカニなど、昼のサンゴ礁で毒を持つ生き物を目にする機会は多い。

ヒトがサンゴ礁の貝などを食糧とするようになってから、ただか数万年の歴史しかない。現生種に近い形の魚類が登場した数千万年前、またはそれ以前より、小動物達は魚に食われないための防衛手段を開発し、食うか食われるかの攻防戦は、今、この瞬間に至るまで継続されている。「サンゴ礁は生物の楽園」というイメージを持つまいが、エメラルドグリーンの海の中の現実はこのようなものに違いない。

3. 種レベルの情報

ここまで主な魚の食性を、貝とかカニといった大まかな分類群毎に記述してきたが、実際には食われる側もそれぞれが種に属し、種毎に異なる生息場所に暮らしている。だから、「どちらもカニを主に食べているからAという魚とBという魚はニッチが重なっている（競合しうる）」といった考察はあまり意味がない。消化管内容物として得られる餌動物のサンプルは、噛み砕かれたり、消化液で溶けかかっていたりして不完全な状態であるため、種まで同定できるケースは限られる。それでも餌生物を種レベルまで同定することによって、情報の質は飛躍的に向上する。

たとえば、クサイロカノコ（図4）というアマモ類の葉上のみ生息する巻貝がマトフエフキの消化管内から出てくれば、この個体はアマモ場で餌を摂っていたことを特定できるし、サラサダマという死サンゴ片が堆積したような場所に棲む巻貝が複数出現した場合、この魚はサンゴ礁の中でもこうした環境を餌場として利用していた、と明言することができる。

餌生物を種まで特定できた事例の中から特に興味深い事例を紹介する。それは、ヒメフエダイの胃から、クロサンゴガニなどのサンゴガニ類が再三が出てきたケースである（図5）。サンゴガニ類は、ハナヤサイサンゴなどの枝状サンゴの中に住むことによって魚などの外敵から襲われる難を逃れている。サンゴガニ類はサンゴから恩恵を受ける一方で、オニヒトデがサンゴを食べようと

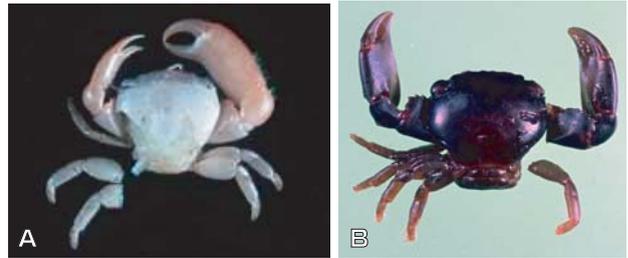


図5. ヒメフエダイが食べていたヒメサンゴガニ (A) とクロサンゴガニ (B)

のしかかってきた場合にオニヒトデの管足や棘を鉄脚で切断して撃退するという、互恵的な共生関係（相利共生）の典型的な例として知られている。しかし、ヒメフエダイの胃袋からサンゴガニ類が出てきたという事実は、サンゴの牙城が鉄壁ではないことを示している。もっとも、当のサンゴガニ達は何らかの要因でサンゴの外に脱落した時に襲われたのか、被食時の詳しい状況は知る由もない。考えを飛躍させるのに多少の無理もあろうが、敢えてこういう見方もできるのではないかという話をしてみたい。

それは、サンゴ礁に多く見られる共生関係が、実は餌動物を持続的に生産する機構として機能しているのではないか、という観点である。ある魚がサンゴ群体の中に住んでいる数匹のサンゴガニを発見した場合、魚はどう思うだろうか？「サンゴの中にカニが隠れていたのではとても手を出せないや」と思うか「しめしめ、サンゴガニはこのサンゴから外に出歩かないことは判っているぞ。いつかは隙をついて食ってやる」と思うかの違いである。

見た目に華やかで美しく、「生物の楽園」という印象を人間が受けようとも、当のサンゴ礁に暮らす小動物にとっては決して安穏と暮らすことのできない世界であることは疑いがない。これまで共生関係は当事者達が受ける互恵的な面が強調されてきたが、外部からの捕食者に対する防御機能が100%発揮されることはまずない。むしろ当たり前すぎるためこれまで特に言及されてこなかった側面なのだろうか。

4. まとめ

カニ、貝、ウニ、ゴカイなど多様な小動物が魚の命を支えている。その魚を島に住む我々は食べている。漁業、食品加工、販売、流通にたずさわるすべての人々の生活は、日々魚の餌となっている小さな貝やカニなどの上に成り立っていることが分かっていただけだと思う。サンゴ礁は「見た目にきれい」というのみならず、我々の血となり肉となる魚を育む生産の場、生業を支える場として重要である。そういう見方が社会に根付かない限り、サンゴ礁を大切にしようという運動が成果を得ることは困難と考える。このことはまた、「ヒトによって食われる者」でもある魚達からのメッセージを我々が聴くことができるかどうか、ということでもある。

石西礁湖ニュース

石西礁湖におけるサンゴの病気について

環境省 石垣自然保護官事務所 佐藤 崇 範

環境省では、石西礁湖及び近隣海域において、広域的なサンゴの生育状況を把握するため、モニタリング調査を実施しています。石西礁湖内では、現在102地点においてサンゴの被度、生育型や白化、オニヒトデ、赤土流出などの状況について調査を行っていますが、今回は、近年、新たな問題として世界的にも注目を集めている「サンゴの病気」に関する調査（2003年より実施）の結果をご紹介します。

サンゴの病気は1970年代以降、特にカリブ海で多くみられるようになり、現在では、太平洋のサンゴ礁域からの報告例も増加しています。これらの報告によると、サンゴの病気はブラックバンドディーズ（黒帯病）、ホワイトボックス（白痘）、そして近年、その広がりが懸念されているホワイトシンドロームなど20種類以上が確認されています。いくつかの病気に関しては、分布、病状、感染しやすいサンゴ種、病原体などが明らかとなっており、人畜由来の細菌類との関連が示唆されているものもありますが、未だ原因不明の病気も少なくありません。

ホワイトシンドロームに関しては、オーストラリアを初め、多くの海域から報告されており、日本では2003年頃から石西礁湖や慶良間諸島において観察されています。この病気の原因は現在のところ不明ですが、特に卓状ミドリイシ類に多くみられ、サンゴの組織が白い帯状に壊死しながら広がっていくことが知られています。病変部の拡大は速く、一般的に数ヶ月から1年ほどで直径2mの卓状ミドリイシが死滅するといわれています。

サンゴ礁広域モニタリング調査では、「ブラックバンドディーズ」、

「腫瘍（骨格形成異常）」、「ホワイトシンドローム」について、各調査地点で発見された病気を記録しています（写真1）。2003～2006年度までに病気が確認された地点の割合をみると（表1）、ブラックバンドディーズはごく少数の地点（2～3.9%）でみられ、ほとんど変動もありませんが、腫瘍とホワイトシンドロームは増加傾向にあるのがみとれます。特にホワイトシンドロームに関しては、2003年には25.5%だったのが、2006年には石西礁湖のほとんどの地点（91.2%）で確認されています。

ホワイトシンドロームが確認された地点の年ごとの分布状況をみてみると（図1）、その広がり方に特に決まった傾向はみとれませんが、一度ホワイトシンドロームが確認された海域では、ほぼ確実に翌年も確認されていることがわかります。また、生活排水等の人為的影響の少ない海域にも広まっていることが示されています。

これまでのところ、石西礁湖においてホワイトシンドロームによる大規模な被害は報告されていませんが、今後、新たな脅威となる可能性は十分にあります。まずは現状を把握するための情報収集を進めるとともに、原因究明と対処方法の構築が重要な課題となっています。

表1. 病気が確認された調査地点の経年変化

	2003年	2004年	2005年	2006年
ブラックバンドディーズ	2.0% (2地点)	3.9% (4地点)	2.9% (3地点)	3.9% (4地点)
腫瘍	8.8% (9地点)	34.3% (35地点)	26.5% (27地点)	43.1% (44地点)
ホワイトシンドローム	25.5% (26地点)	67.6% (69地点)	87.3% (89地点)	91.2% (93地点)



写真1. ブラックバンドディーズに罹患したサンゴ群体（左）、腫瘍（骨格形成異常）がみられるサンゴ群体（中）、ホワイトシンドロームに罹患したサンゴ群体（右）

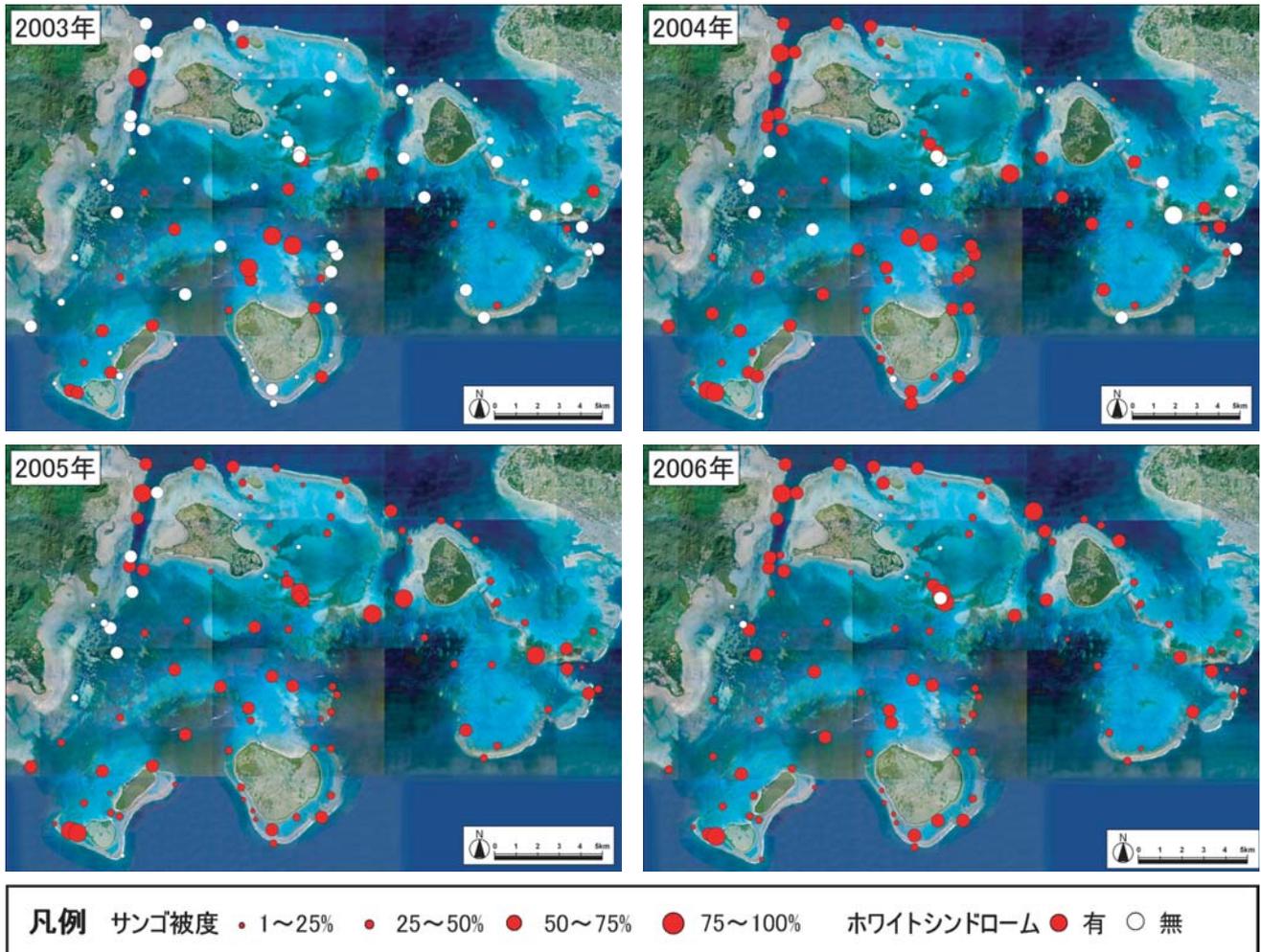


図1. 2003~2006年の各調査地点におけるサンゴ被度とホワイトシンドローム罹患群体の有無

現在、環境省 国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターでは、日本各地のサンゴの現状を把握するため、研究者やダイバーなどからサンゴの被害状況に関する情報を募集しています。

サンゴの病気や白化などを目撃されましたら、ホームページ (<http://www.coremoc.go.jp/>) 内にあります「サンゴ被害目撃情報」まで情報をお寄せ下さい。

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、下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。



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
 ホームページ : <http://www.coremoc.go.jp/>