

FRA NEWS

水産業の未来を拓く

vol.
60

2019.9

サンゴ礁と水産



【写真】石垣島名蔵湾

Contents

- 2 サンゴ礁と水産
- 22 会議・イベント報告
- 22 刊行物報告
- 23 ピックアップ・プレスリリース/執筆者一覧
- 24 会議・イベント報告
- 24 編集後記



サンゴ礁の水産資源と漁業

サンゴ礁とは、おもに造礁サンゴ（*1、以下サンゴ）が長い年月をかけて積み重ねり形成された地形のことですが、一般的にはサンゴ礁生態系そのものを指します。そこには多種多様な海の生き物がすみ、昔から豊かな漁場として利用されてきました（写真1）。しかし、近年は地球温暖化などの影響でサンゴ礁が衰退しつつあります。サンゴ礁を守り、その水産資源を持続的に利用するための取り組みを紹介します。

多種少産の水産資源

サンゴ礁の漁業は、追い込み網（海中に網を張り、潜って魚を網に追い込んで獲る魚）や電灯潜り漁（防水ライトを持って夜の海に潜り、銚^{もり}で魚を突く魚）など、複雑な地形や高い透明度といった特徴を生かしたさまざまな漁法で行われています。漁獲される水産物は、魚類だけでなく200種以上で、多種少産というのがサンゴ礁の水産資源の特徴です。ほとんどが鹿児島県や沖縄県など地元で消費され、全国的な流通には乗りにくいので

すが、国連環境計画（UNEP）によれば、世界中の2億7千5百万の人々が食料や生活をサンゴ礁に直接依存しているとされています。

一方、近年は、経済のグローバル化を背景に、世界各地のサンゴ礁でハタ類やナマコ類などの高級食材の乱獲（獲り過ぎ）も問題になっています。こうしたことから、サンゴ礁は世界的にも注視すべき漁場となっています（図）。

漁場としてのサンゴ礁

漁場としてのサンゴ礁では、サンゴの



写真1 八重山漁協に水揚げされたサンゴ礁の魚類（ブダイ類やハタ類が中心）

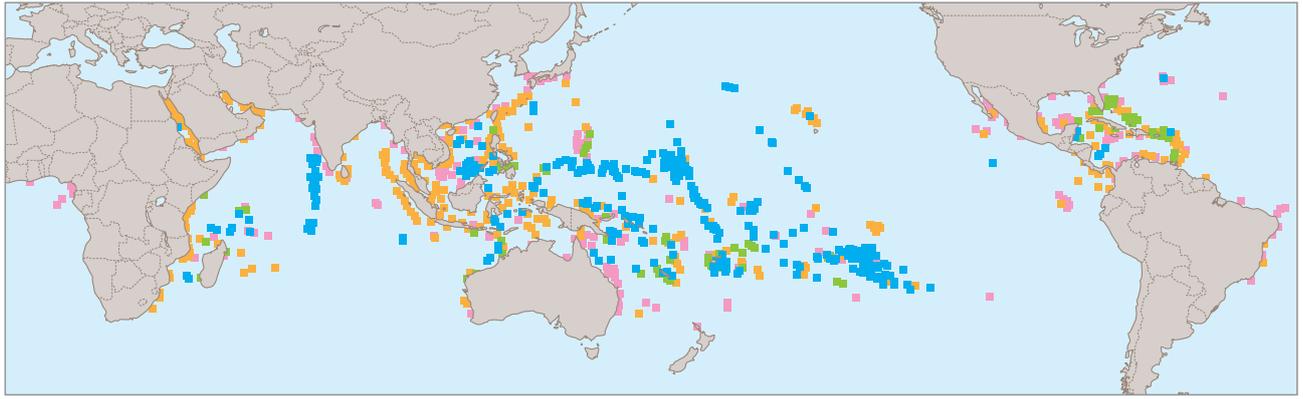


西海区水産研究所
亜熱帯研究センター
沿岸資源生態グループ
はやし たくし
林原 毅

存在が二つの面できくに重要です。

一つは、サンゴとその体内に共生している褐虫藻が、地球上の生態系で最も高い一次生産（光合成）を担ってい

*1 サンゴは、サンゴ礁をつくる造礁サンゴと、宝石に使われるようなサンゴを含む非造礁サンゴに分けられます。造礁サンゴは光が届く浅い海で、自分で石灰質の骨格を作り比較的早く成長します。一方、非造礁サンゴの多くは深い海でゆっくり成長します。



■ 環礁 (ドーナツ状で中央に島がないサンゴ礁) ■ 裾礁 (島や陸地に接して発達しているサンゴ礁)
■ 堡礁 (海岸からやや離れた沖合にあるサンゴ礁) ■ その他

※環境省・日本サンゴ礁学会編(2004)「日本のサンゴ礁」表紙裏の図(島崎彦人氏作成、山野博哉氏提供)をもとに作図

図 世界のサンゴ礁の分布図

ることです(16、17ページ参照)。褐虫藻が光合成によって生産した酸素や有機物が、サンゴ自身やサンゴ礁の生き物を育んでいるのです。

もう一つは、サンゴが作り出す複雑な立体的構造が、多様な生き物がすみ場所として機能していることです。サンゴには数多くの種類があり、それぞれが特徴的な生息空間を形成しています。

サンゴ礁の保全と再生

しかし近年、サンゴは、環境変動による白化現象(*2、写真2)やオニヒトデによる食害などの影響を受けて衰退が著しく、サンゴ礁の持つ漁場としての機能が劣化しつつあります。

多種少産を特徴とするサンゴ礁の水産資源には、個別の種の資源管理よりも、サンゴ礁全体の生態系の管理が重要かつ有効です。そこで水産研究・教育機構では、どのようなサンゴが水産生物にとって重要なかを明らかにし、そのすみ場



写真2 大規模な白化に見舞われたミドリイシを中心としたサンゴの集まり

を保全・再生する方策を提案することで、サンゴ礁の水産資源の底上げを図ることを目標としています。

多くのサンゴ礁では、ミドリイシというグループが中心的な存在となっており、とくに、枝状のミドリイシが魚類資源に重要であることも分かってきました(「FRANNEWS」No.26参照☆)。

この特集では、サンゴ礁の海で分かってきたこと、保全・再生など、さまざまな取り組みの現状を紹介します。

☆本機構のウェブサイトの「刊行物等」からご覧いただけます。↓ <http://www.fraaffrc.go.jp/bulletin/news/frnews26.pdf>

*2 高水温によりサンゴ体内の褐虫藻が著しく減少し白く見える現象。このままではサンゴは死亡してしまいます。

サンゴ礁と魚のかかわり

隠れ家や寝床にする魚たち

サンゴ礁は「生き物の楽園」と呼ばれ、たくさんの種類の生き物がすんでいます。サンゴ礁に囲まれた国々では、実に多くの種類の魚を食用としています。サンゴ礁の生物多様性は、私たちに自然の恵みを与えてくれる大切なものです。

生き物が暮らすためには、「隠れ家や寝床があること」が大切です。細かなすき間やデコボコがある造礁サンゴは、体の小さい魚の隠れ家・寝床として適しています。一方、体の大きい魚は細かいすき間に入ることはできないため、すき間が大きいサンゴや大きなくぼみ・暗がりがあるサンゴを隠れ家・寝床として使います。サンゴ礁ではさまざまな形や大きさのサンゴがあるので、魚たちは体の大きさに合わせて、自分にぴったりの隠れ

家・寝床を選ぶことができるのです。

魚のエサ場となるサンゴ礁

生き物が暮らすには、「食べることも必要です。サンゴは、魚がエサをとる場所としても利用されます。サンゴの小さなすき間にすみつく小魚やカニ、エビなどをねらって、体の大きい肉食性の魚たちがやってきます(図1)。また、サンゴそのもの(ポリプとよばれる軟らかい部分)を食べる種類も数多くいます。

一方で、死んだサンゴの上に生えた海藻を食べる魚や、砂底にすむ生き物を食べる魚も数多く見られます。このような魚たちはエサをとるときに生きたサンゴを使うことはほとんどありませんが、すき間の大きいサンゴを隠れ家・寝床にします(図2)。

このように、サンゴ礁の魚たちのほと



西海区水産研究所
亜熱帯研究センター
沿岸資源生態グループ
ななみ あつし
名波 敦

んどは、隠れ家・寝床・エサをとる場所として、サンゴを利用しています。

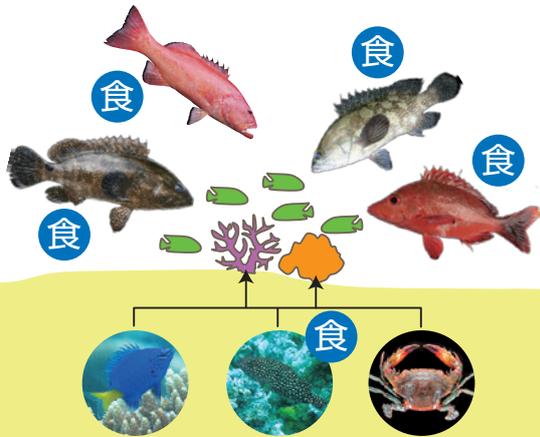
魚がすむ場所を守る海洋保護区

サンゴ礁とは、壮大な年月をかけてできた、サンゴが造った地形のことです。サンゴ礁には、浅い場所や深い場所、潮の流れが速い場所や波が穏やかな場所など、さまざまな特徴をもつ場所があります。これらの場所の恩恵を受けている魚たちがいます(6ページの図3)。

たとえば、潮の流れが速い場所で、た



小さい生き物を食べる大きい魚たち
(食用となる種類が多い)



細かいすき間が多いサンゴ
小さい生き物の隠れ家・寝床

大きい魚が休息するとき



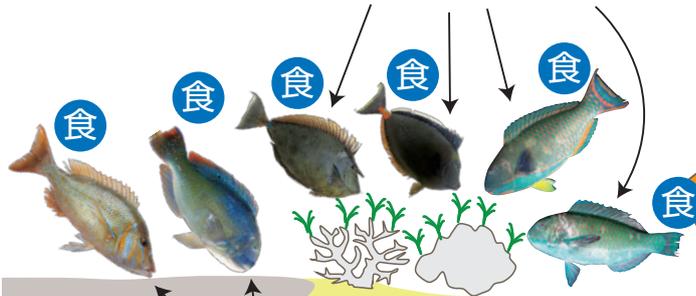
すき間が大きいサンゴ
大きい魚の隠れ家・寝床

食：わたしたちの食用となる魚

サンゴのもつ小さなすき間にすみつく小魚やカニなどを狙って、体の大きい肉食性の魚たちがやってきます。さまざまな形や大きさのサンゴがあるので、魚たちは自分が好むサンゴを選ぶことができます。

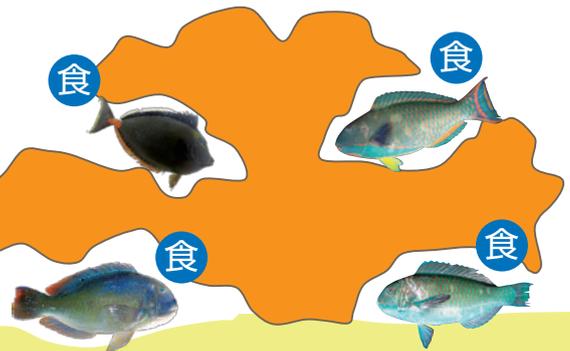
図1 サンゴ礁と魚のかかわり(その1)

死んだサンゴの上の海藻を食べる
大きい魚たち
(食用となる種類が多い)



砂底にすむ生き物を食べる
大きい魚たち
(食用となる種類が多い)

大きい魚が休息するとき



すき間が大きいサンゴ
大きい魚の隠れ家・寝床

食：わたしたちの食用となる魚

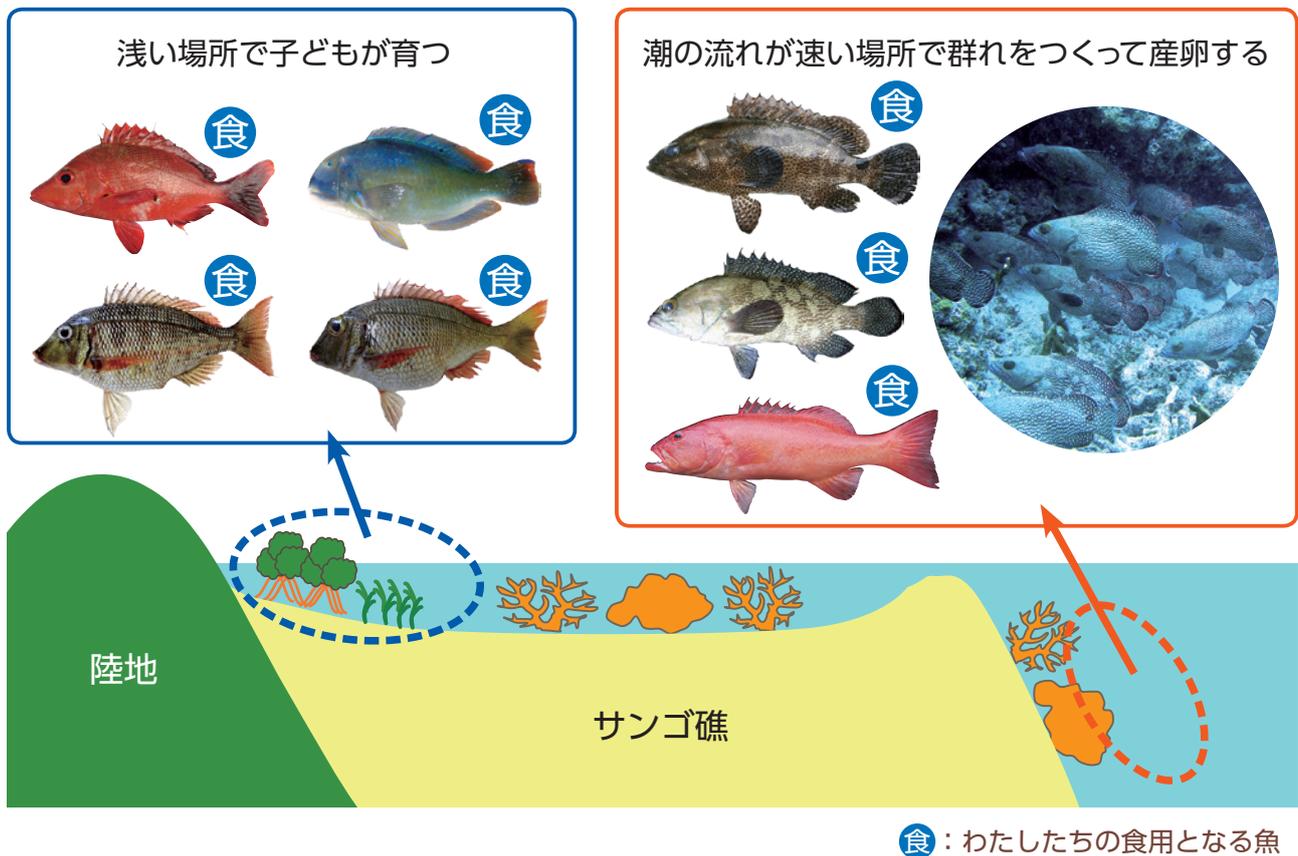
海藻を食べる魚や砂底にすむ生き物を食べる魚は、すき間の大きいサンゴを隠れ家・寝床にします。

図2 サンゴ礁と魚のかかわり(その2)

くさんの数のオスとメスが集まって一斉に産卵する魚がいます。産卵する場所は種類ごとに決まっています。そうすることで、確実にたくさんの子孫を残せるのです。また、子どものときに浅い場所だけで暮らす種類がいます。浅い場所に暮らすことで、大きな魚から身を守ることができるといわれています。

もし産卵場や子どもが育つ場所を破壊すれば、魚たちは子孫を残せず、やがて絶滅するでしょう。魚が暮らすうえで大切な場所を保護することも必要なのです。このため、「海洋保護区（*）」と呼ばれる場所をつくって、海の生き物を守る取り組みが世界中で注目されています。

世界に目を向けると、サンゴ礁から自然の恵みを受けている人々は数多くいます。日本だけでなく、世界のサンゴ礁の食料問題の解決という考えも視野に入れながら、サンゴ礁と魚のかかわりを明らかにする研究をより一層進めていく必要があります。



魚にとって大切な場所を海洋保護区にする必要性が世界中で注目されています

図3 サンゴ礁がつくるさまざまな地形とそれらを利用する魚たち

* 海洋保護区にはさまざまなタイプがあります。たとえば、環境省が定める海域公園地区とよばれる保護区は、開発行為や特定の生き物の採集が禁じられています。食用となる生物を保護する海洋保護区もあります。漁業者が自主的に決めた禁漁区も海洋保護区といえます。



サンゴ礁にすむ魚類の生態

魚の生活範囲はどれくらい？

サンゴ礁のような多様な魚類が生息する海域では、前項で触れたように魚種ごとに資源管理を考えるよりも、漁場となる魚の生息環境を、保護区によって守るという管理のほうが効果的であると考えられています。海洋保護区の範囲は、エサ場や寝床、産卵場といった、魚が生活するために必要な空間をできる限り含めておくことが望ましいとされています。

では、サンゴ礁に集まる魚は普段どれくらいの範囲を移動しながら生活しているのでしょうか。

〓サンゴ付きの魚〓

〓根付きの魚〓という言葉があります。これは、海底の岩礁などにすみ、遠くへ移動することなく生息範囲が狭い魚

のことを指します。サンゴ礁でも、ハタ類やブダイ類など、〓根付きの魚〓ならぬ〓サンゴ付きの魚〓が多いことが分かってきました。

バイオテレメトリーという手法（「FRANNEWS」No.57参照☆）で1尾のハゲブダイの1年半にわたる生活範囲を調べてみると、半径20メートルほどのとても狭い範囲（8ページの図、赤色部分）を集中的に利用し、半径100メートルほどの範囲（同図、青緑色部分）で生活のすべてが完結していることが分かりました。普段のようすを観察していると、ハゲブダイは、昼間に図の青緑色部分を動き回りながらエサを食べ、夜になると赤色部分に戻って寝ていました。驚くべきことに、ハゲブダイは1年半もの長い間、生活場所をまったく変えませんでした。



写真 ハゲブダイのオス（上）とメス（下）

最初はメスとして成熟し、黒褐色をしています。大きくなると鮮やかな色彩を持つオスに性転換します（次章参照）



西海区水産研究所
亜熱帯研究センター
沿岸資源生態グループ

おくやま じゅんいち
奥山 隼一

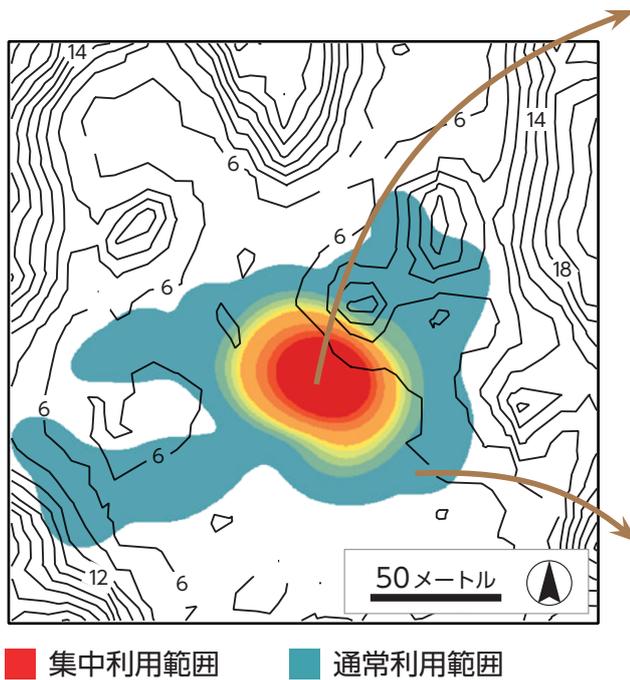
☆本機構のウェブサイトの「刊行物等」からご覧いただけます。↓ <http://www.fraaffrc.go.jp/bulletin/news/news57.pdf>

ハゲブダイが生活するこの地域は、砂地の上に健全なサンゴが点在する環境です。このような地域を海洋保護区とすれば、ハゲブダイにとって良好な生活環境が守られると考えられます。

海洋保護区と漁業の付き合い方

すべての海を海洋保護区にすると、魚を守ることはできませんが、漁業者はまったく獲ることができなくなります。魚の資源を守りつつ、漁業者も収入が得られるよう、適切な範囲の海洋保護区を設定することが必要です。

ハゲブダイの例のように、魚の生活範囲を調べることは、保護区の範囲を考える際の重要なヒントとなります。魚の生活場所やその範囲は魚の種類によって異なりますし、大きさによっても変わります。今後、魚にとっても漁業者にとっても幸せな保護区の在り方について考えていく必要があります。



集中利用範囲：寝床

サンゴのすき間で眠るハゲブダイ（オス）。複雑な地形は魚にとって格好の寝床を提供します。



通常利用範囲：エサ場

サンゴに付着する藻類をついばむハゲブダイ（メス）。

図 ハゲブダイ1尾の1年半にわたる生活範囲
青緑色～赤色で囲まれている部分は、ハゲブダイの生活範囲を示しています



サンゴ礁の食用魚類と資源管理

サンゴ礁域の代表的な魚類

サンゴ礁の魚と聞くと、小さくて色彩豊かな熱帯魚を思い浮かべるかもしれませんが。しかし、サンゴ礁域にはほかにもさまざまな魚介類が生息し、食用に漁獲されています。

サンゴ礁域の食用魚類で、最もよく知られているのはブダイの仲間でしょう（写真1）。ほとんどの種が、食用とは思えないような色をしていますが、周辺にサンゴ礁が発達するような熱帯から亜熱帯の多くの島国で漁獲されています。次によく知られているのが、ハタの仲間です（写真2）。西日本では、クエやマハタなどが高級魚として有名ですが、サンゴ礁域でも、鮮やかな色彩をしたハタの仲間が、高値で取引されるために好んで漁獲されています。

このほかに、フエフキダイの仲間、フエダイの仲間など、多種多様な魚類がサンゴ礁域に生息し、重要な食料として漁獲されています。

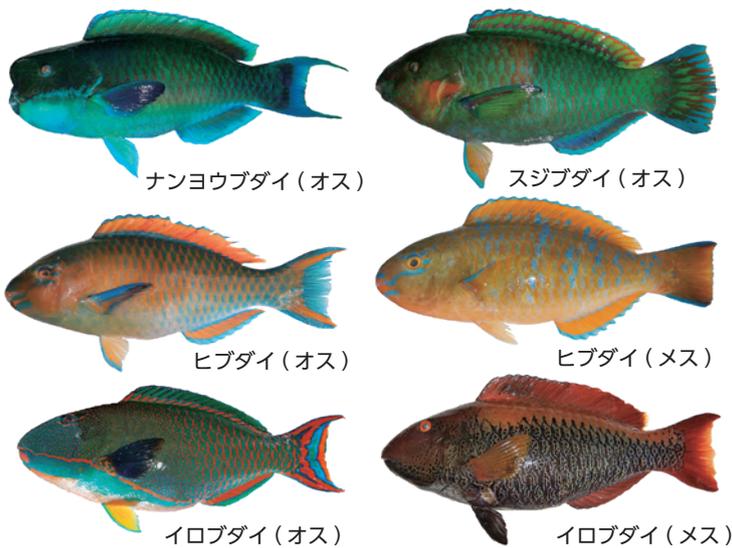


写真1 サンゴ礁域で漁獲されるブダイ類

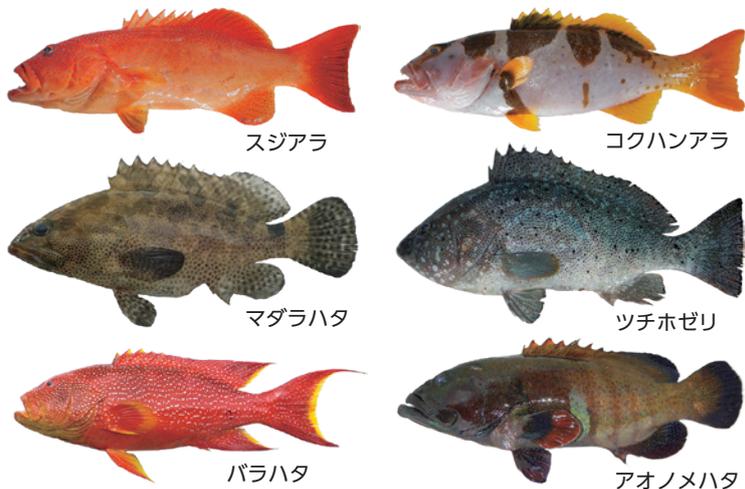


写真2 サンゴ礁域で漁獲されるハタ類



西海区水産研究所
亜熱帯研究センター
沿岸資源生態グループ
下瀬 環

サンゴ礁にすむ魚類の特徴

サンゴ礁域の多くの魚類は、卵から仔魚の期間は、浮遊して広い範囲に流れていきます。稚魚に成長すると、サンゴ礁に降りて暮らすようになります(図)。
しかし、これらの魚が暮らせる環境がそろったサンゴ礁は限られています。そのため、限られたサンゴ礁で暮らすたくさんの魚を集中して獲り続けると、その数が減りやすいという、水産資源的な特徴があります。

また、魚は生まれて卵を産み始めるまでに数年、卵をたくさん産める大型個体に成長するには、さらに年月がかかります。サンゴ礁域では、メスとして一度産卵したあとでさらに成長してオスに性転換する魚種もたくさんいます(図)。このような種では、オス親として繁殖できるようになるには多くの年月がかかるため、一度減ってしまうともとの数に回復させることが難しいという特徴もあるの

性転換する魚の生活史

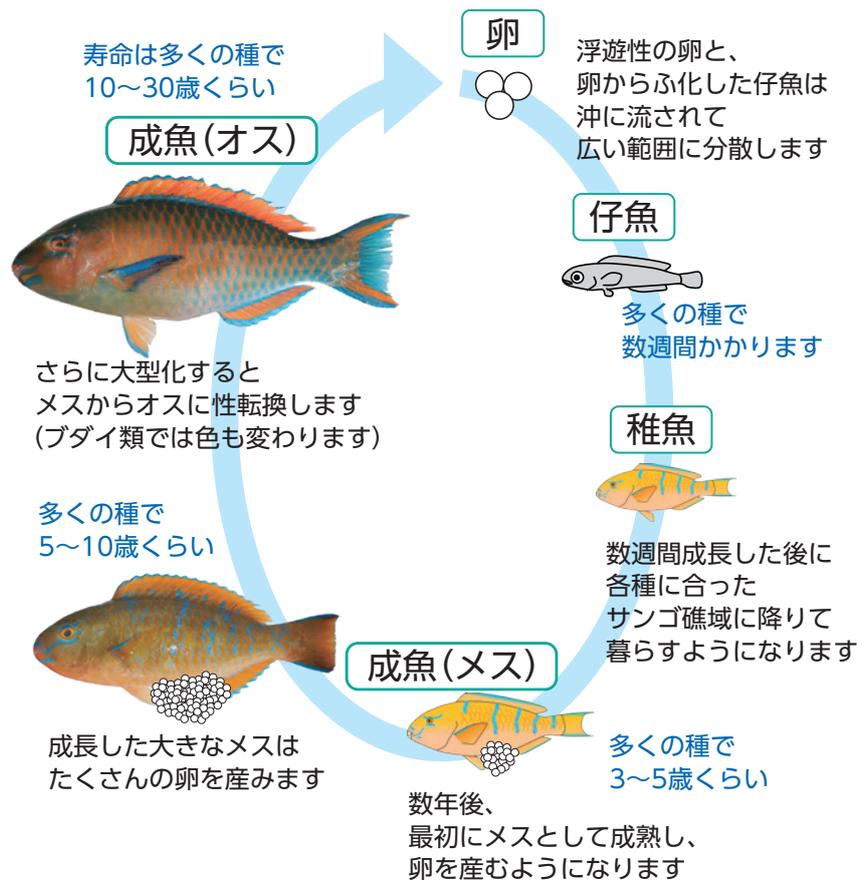


図 メスからオスに性転換するサンゴ礁性魚類の生活史

です。

サンゴ礁域の魚類の中には、産卵のため特定の時期に特別な場所に集まる種もいます(産卵集団と言います)。そのような群れを短期間で大量に漁獲したために、その数が大きく減ってしまった例も

たくさんあります。

このような理由から、サンゴ礁域で減ってしまった資源を回復させるため、また、回復した資源を適切に利用していくための取り組みが必要になっています。



資源管理の取り組み

現在、私たちは、親になる前の小型の魚を獲らないようにすることで、資源を有効に利用する方法を検討しています。

資源保護や資源回復のために、小型の魚を獲らないようにするという資源管理手法は広く行われていますが、その効果はおもに次の二つが考えられます。

①魚を大きく成長させて漁獲することで漁獲重量自体を増やす効果

②産卵前の魚を獲らないようにして成長

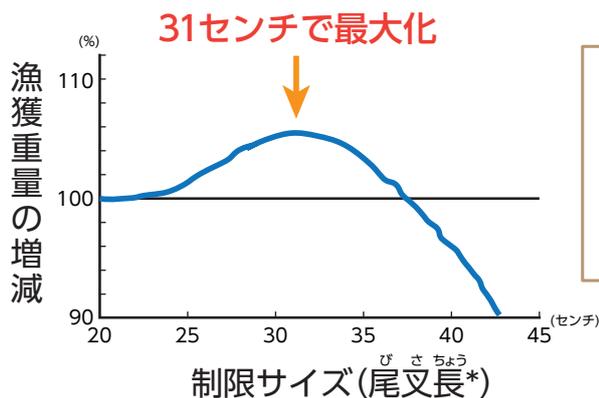
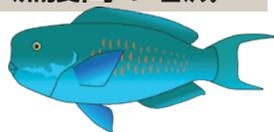
させ、産卵できる親魚を増やす効果

さらに私たちは、①にもう一つ、魚を大きくさせることによって、重量の増加とは別の利点があることも考え、検討を始めました(図2)。

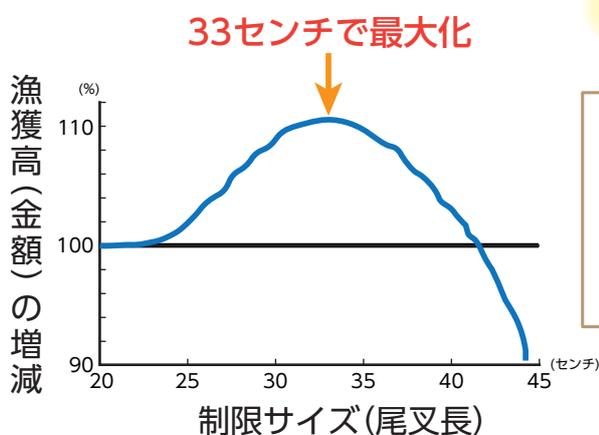
たとえば、大きくなると脂が乗る、刺し身でも食べられるようになり高く売れる、といった付加価値の上昇です。どのくらいの大きさを漁獲し始めるのがよいかをブダイの仲間やハタの仲間などで計

算し、地元漁協とも協力しながら、漁業者や流通業者も合意できる最適な資源管理の方法を検討しています。

漁獲制限サイズを変えた時の漁獲重量・漁獲高の増減



制限尾叉長を31センチにすると数年後には、漁獲重量が5.5%増



成長による単価上昇が影響

制限尾叉長を33センチにすると数年後には、漁獲高が10.7%増

*尾叉長：口の先端から尾びれが2つに分かれてへこんでいるところまでの長さ

図2 適切な漁獲開始サイズの推定例(沖縄県でのナンヨウブダイで試算)



※この成果の一部は、科研費「水産魚種の成長に伴う経済的価値上昇を考慮した最適な漁獲制限体長の推定」によるものです。

ナマコ類の生態研究と資源回復

乱獲で資源が低下

サンゴ礁域には食用になるナマコ類が世界に58種、日本の沖縄でも20種ほどいます（写真1）。水産物としてのナマコは一般にはなじみが薄いと思いますが、中国ではフカヒレ・アワビなどと並んで昔から高級食材とされています（写真2）。サンゴ礁域の資源の乏しい途上国では、ナマコを中国に輸出することが経済を支える重要な産業であり、ナマコ類が貴重な水産資源となっています。

ナマコ漁業は1980年代以降、中国の経済発展にともなって世界的に拡大してきました。このような状況の中で、近年は乱獲による資源低下が国内（沖縄県では2010年以降）・海外で問題となっっています。また、近年は禁漁時期をもうけるなどして乱獲を防ぐ動きが広が

り、一部の種類では、ワシントン条約による国際取引の規制も提案されています。しかし、一度減ってしまった資源は回復しにくく、その原因もよく分かってい



写真1 沖縄県で見られるナマコ類の例（楯手目）



西海区水産研究所
亜熱帯研究センター
沿岸資源生態グループ
谷田 巖



ません。ナマコの資源回復の仕組みを理解するには、繁殖や生態、その後の環境の中で生き残る条件を明らかにすることが大切です。

資源回復のための研究

ナマコにはオスとメスがあり（雌雄異体）、繁殖時にはそれぞれが集まってオスが精子を、次いでメスが卵を放出して海水中で受精します。ふ化後は、海中を漂って小さい植物プランクトンを食べる子ども（幼生）の時期を経て、海底をはって砂の中の微生物や有機物を食べる大人へと成長します。水産研究・教育機構では、産卵する親ナマコを保護するのに最適な禁漁時期を検討するため、クリイロナマコとオオクリイロナマコの生殖腺（写真3）が年間をとおしてどのように変化するかを観察し、産卵時期を調べています。

また、大人のナマコは一般に砂中の有機物や微生物を食べているとされます



写真2 店頭に並ぶ乾燥ナマコ

中国で販売される乾燥ナマコ（上）と日本国内で販売されている乾燥ナマコ（下）。種類によって大きく価格が異なります

が、ナマコの種類や環境によるエサの違いはよく分かっていません。ナマコの消化管の中身は砂粒のほかはほとんどが不定形の有機物で、特徴がほとんどありません。そこで、消化管の中身や体組織と環境中の有機物の組成（炭素と窒素の安定同位体比）を比べることで、利用するエサの違いを解明すべく研究しています。そのほかにも、ソロモン諸島で、日本の海外漁業協力財団のもとで現地の漁業

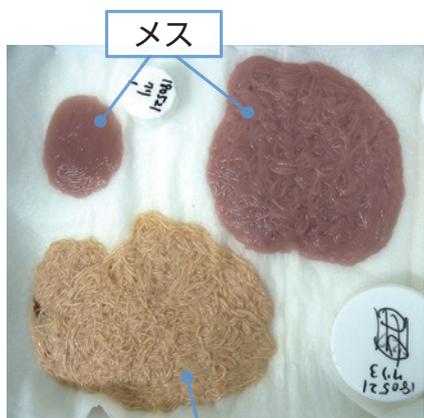


写真3 クリイロナマコのオスとメスの生殖腺

海洋資源省とともに、ナマコの資源回復に取り組んでいます。

資源や環境に配慮したサンゴ礁域の養殖

乱獲から魚種の資源を守る養殖

サンゴ礁域の水産資源には多種少産という特徴があります。そのため、とくに需要が高い種は乱獲に陥りやすく、すでにメガネモチノウオやサラサハタなどは国際自然保護連合の「絶滅のおそれのある野生生物のリスト(通称レッドリスト)」に掲載され、絶滅が危惧されています。こうした背景から、高価な魚種の資源を保護するうえでも養殖が期待されています。

1970年代から比較的高価なハタ類の養殖が、台湾、ベトナム、マレーシア、ミャンマーなどの東南アジアで行われており、これらの多くは天然魚を捕獲して商品サイズまで育成する蓄養で、天然資源への影響が懸念されます。近年は東南アジアだけでなく、中国でも海産魚の養殖産業が盛んになり、ヤイトハタ、

タマカイ、アカマダラハタなどでは、種苗生産で得られた稚魚を利用した養殖も始まっています。

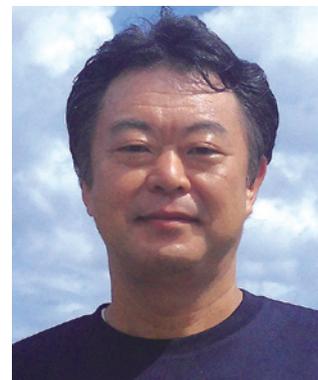
水産研究・教育機構では新たな成長産業の創出のため、沖縄県で最も高級なハタ科魚類のスジアラ(写真1)の産業化を進めています(「FRANNEWS」vol.40参照☆)。本種は陸上での完全養殖にも成功しており(「FRANNEWS」vol.49参照☆)、今後、養殖事業で重要となるトレーサビリティ(食品の安全・安心)やサステナビリティ(資源の持続的利用や環境対策)も考慮した養殖産業をめざしていきます。

安定した収入源となる養殖業

サンゴ礁は世界的にも重要な水産業の場ですが、水産資源が減少してきています。そのため、安定した収入源として養



写真1 完全養殖に成功したスジアラ



西海区水産研究所
亜熱帯研究センター
生産技術グループ
しみず ともひと
清水 智仁

☆当機構のウェブサイトの「刊行物等」からご覧いただけます

「FRAN NEWS」vol.40 ▶ <http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/news/fnews40.pdf>

「FRAN NEWS」vol.49 ▶ <http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/news/fnews49.pdf>



写真2 東南アジアで盛んに養殖される
キリンサイ（塩蔵品）

殖業に大きな期待がかけられています。とくに、給餌の必要がなく、魚類養殖に比べ、少ない資本で始められる海藻養殖が盛んに行われています。東南アジアでは、加工食品や化粧品などのゲル化剤・増粘剤・安定剤として使われる多糖類カラギーナンの原料となるキリンサイの仲間が各国で大量に養殖されています（写真2）。

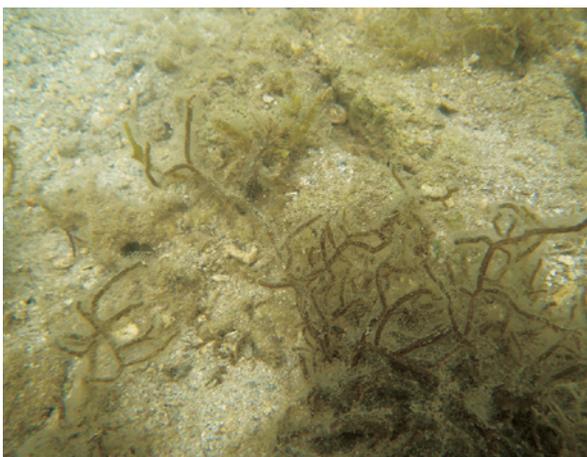
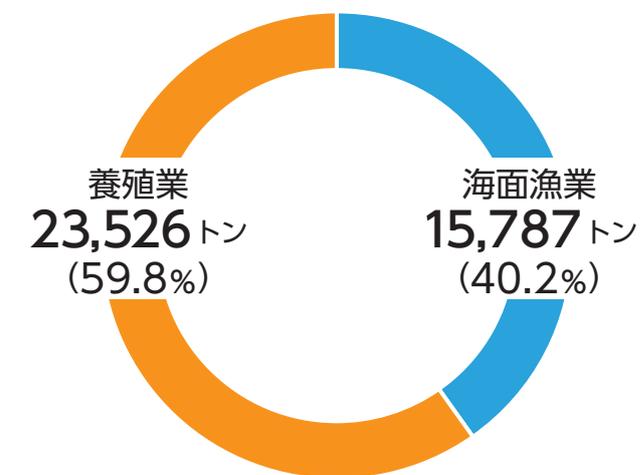


写真3 沖縄の海で養殖されるモズク（上）や
クビレズタ（海ぶどう：下）

れ（写真3）、魚介類ではクルマエビ（生産量・生産額とも沖縄が国内第一位）、ヤイトハタ、スギなどがおもな対象種となっています。生産量を比較すると、2018年度では海面漁業の1.5万吨に対して、養殖業は2.3万吨と上回っています（図）。



（資料：農林水産省統計部「海面漁業生産統計調査」）

図 2018年度沖縄県海面漁業・養殖業生産量

サンゴにすむ共生藻

生態系を支える褐虫藻

サンゴ礁と聞くとどのような海を想像するでしょうか？ おそらく多くの人が透き通った青い海を想像すると思います。サンゴ礁の海が透き通っているのは、海中に漂う植物プランクトンが極端に少ないためです。植物プランクトンは光合成を行い、食物連鎖の出発点になる重要な生物で、生態系の土台となります（「FRANNEWS」vol.42参照☆）。

その植物プランクトンが少ないサンゴ礁は、本来であればエサが乏しい貧相な海のはずですが、実際にはトップクラスの生物量と多様性を誇る海です。何が豊かなサンゴ礁の生き物を支えているのでしょうか。その答えはサンゴの中にあります。

サンゴの中には「褐虫藻*（写真1）」

と呼ばれる小さな藻類が大量に共生しています。サンゴは、彼らが光合成をして作り出す栄養をもらいながら生きています。褐虫藻は、サンゴ礁の生態系を支える重要な土台となっているのです（図）。

近年問題となっているサンゴの白化現象は、地球温暖化などの影響でサンゴが褐虫藻を失う現象です（写真2）。褐虫藻を失ったサンゴはやがて死んでしまいます。サンゴが死ぬと、サンゴ礁に生きるすべての生物が影響を受けてしまいます。

サンゴと褐虫藻の共生関係

持続的にサンゴ礁から水産資源を得るためには、サンゴと褐虫藻の共生関係が健全である必要があります。その環境を維持するためには、両者の共生関係を正しく理解することが重要です。

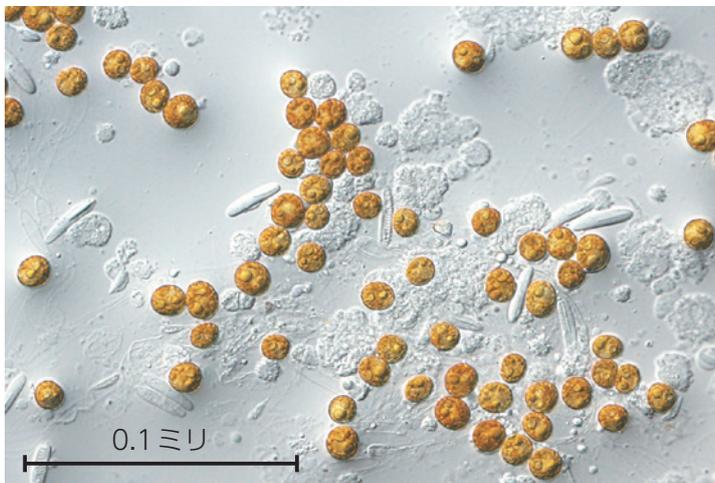


写真1 サンゴから取り出した褐虫藻
大きさは髪の毛の太さの10分の1程度



西海区水産研究所
亜熱帯研究センター
沿岸資源生態グループ
やました ひろし
山下 洋

*褐虫藻：縦と横の2本のべん毛を持つ単細胞生物「渦鞭毛藻」のグループに含まれます。たくさんの種類が見つかっています。

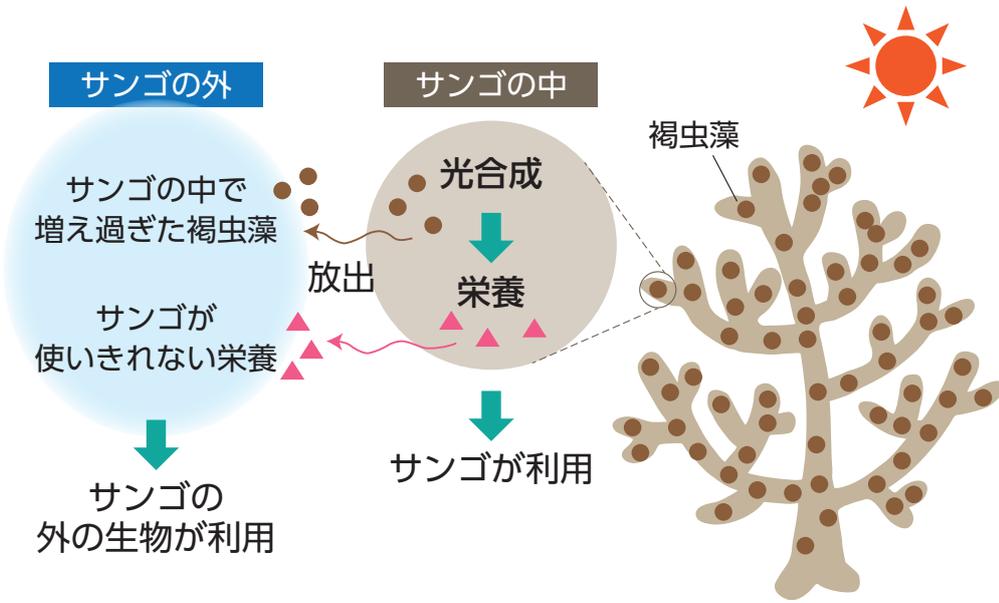


図 サンゴと褐虫藻の共生関係

近年、サンゴは共生する褐虫藻を選び好みすることが分かってきました。サンゴが好きな褐虫藻をサンゴ幼生に与えると、実験室内でも自然の状態と同じ共生



写真2 健康なサンゴ（左）と白化したサンゴ（右）

健康なサンゴは大量の褐虫藻が共生しているので茶色く見えますが、褐虫藻を失うとサンゴの骨が白く透けて見えます

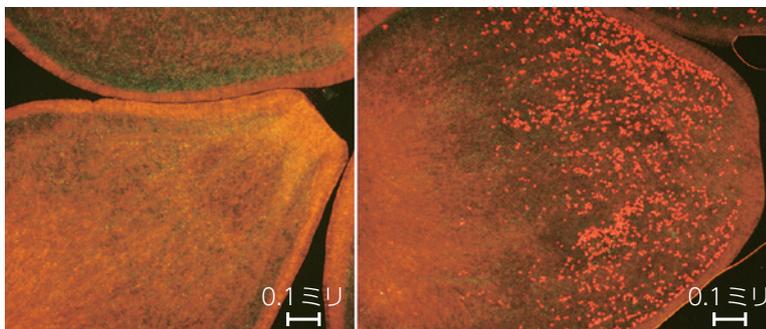


写真3 褐虫藻を持たないサンゴ幼生（左）と褐虫藻を取り込んだサンゴ幼生（右）

右の写真の赤く見える粒がすべて褐虫藻。自然の共生状態を実験室内でも再現できました

体を人工的に作るができます（写真3）。この技術を使って、少しずつ両者の共生関係の謎を解き明かしています。

☆当機構のウェブサイトの「刊行物等」からご覧いただけます。↓ <http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/news/news42.pdf>

※本成果の一部は JSPS 科研費の基盤研究 (B) 26291094 「人工的に構築したサンゴ - 褐虫藻共生体を用いた共生生物学的イベントの多面的精査」と基盤研究 (B) 18H02270 「褐虫藻を起点としたサンゴ礁生態系の新しい食物網ルートの提案」によるものです

サンゴ礁再生への挑戦

移植による再生の難しさ

サンゴ礁の修復・再生は、これまでに多くの人が試みてきました。とくに、2015～2017年にかけて世界中で起きた大規模白化現象以降、積極的な修復に関心が高まっています。

最も普及している修復方法は、サンゴの移植です。サンゴは群体性の生き物で、枝を伸ばして成長するため、枝を折って挿し木のように海底の岩の上に植え付ければ、増やすことができます。しかし、海の中で確実に植え付ける作業は意外と大変で、広い範囲に移植することはまだまだ難しいのが現状です。そのうえ、苦勞して移植したサンゴが白化などで全滅することもあります。

そこで、水産研究・教育機構では、サンゴの幼生を大量に放流することで、広

範囲のサンゴ礁を手軽に再生する方法の研究開発に取り組んでいます。

幼生サンゴを大量に集めて着生

サンゴは、生まれてしばらくはプラヌラ幼生(写真1左)という柔らかい状態で、海中を漂っています。数日～1週間後には、海底の条件のよい場所にくっついて骨格を作り、稚サンゴになります(写真1右)。この幼生の特性をうまく利用し、大量に集めて着生させることで、移植するより手間を省くことができます。

しかし、幼生はもちろん稚サンゴも、親サンゴと比べると食べられるなどして減りやすく、自然界では数千～1万個に1個の割合しか親にまで成長できません。そこで私たちは、幼生と稚サンゴの生き残りを高める技術開発を行いました。

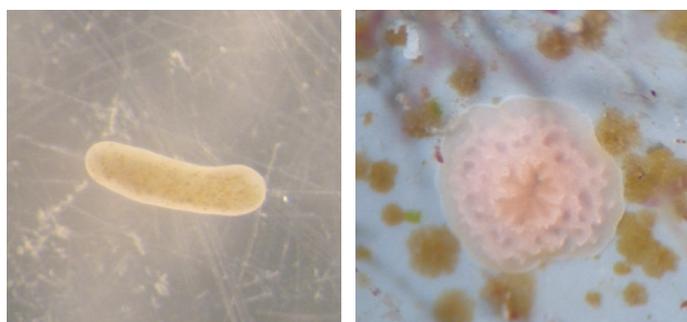


写真1 サンゴのプラヌラ幼生(左)と着底直後の稚サンゴ(右)

プラヌラ幼生の長さは約1ミリ、稚サンゴは幅1ミリ



西海区水産研究所
亜熱帯研究センター
沿岸資源生態グループ
鈴木 豪



写真2 サンゴの産卵

多くのサンゴは、初夏の満月の夜に一斉に産卵するという特徴があります（写真2）。この卵を網目の細かい筒状のネット（写真3）に集めることで、幼生の間はほとんど死なずに育成できることが分かりました。受精の効率がよく、散り散りになるのを防げるうえに、魚などにも食べられないことが利点です。実際に、数百万個の卵を集めて、幼生まで育てることに成功しました。



写真3 サンゴ幼生収集育成装置
直径1.7メートル、高さ4メートルの筒状になっています

小さいくぼみで成長します。しかし、適度に明るく、砂などが溜まりにくい、最適なくぼみは意外と多くありません。そこで、人工的な隠れ場を考えたところ、格子状の構造で、稚サンゴの生き残りに最適な環境を簡単に作り出せることが分かりました（写真4）。
さらに、成長した後に分割する機能を持つ角筒型着床具（写真5）を新たに考案して、実際に使用しています。これを使うと、自然界の100倍から10000倍の確率で、稚サンゴを生き残らせることができます。



写真5 かくとうがたせきしょうぐ 角筒型着床具

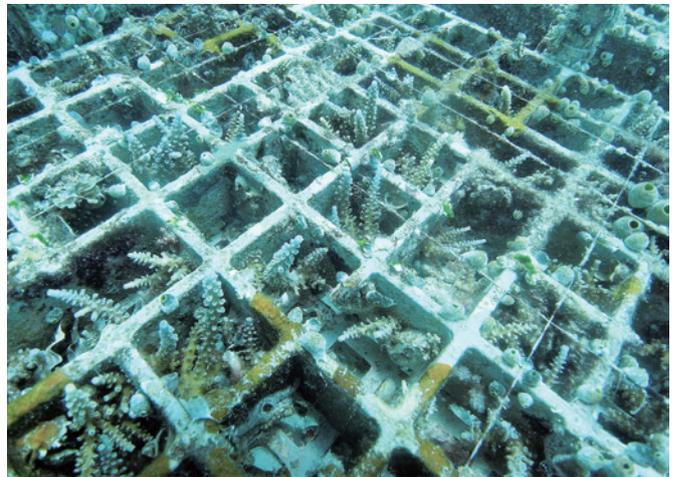


写真4 格子状基盤上のサンゴ（着生から3年後）

* Suzuki et al. 2013; Marine Ecology Progress Series 494:149-158から引用

サンゴの幼生供給拠点の整備

今後は、これらの技術を組み合わせ、サンゴ幼生の供給拠点を作る計画です。

天然のサンゴ群集は、広大な面積で多くの種が一斉に産卵することで、大量の幼生を供給して、次世代につなげています。しかし、白化によって親サンゴが減って受精率が低下したり、オニヒトデに食べられたりするなどして、サンゴの面積が半分になった場合、幼生の数は半分どころか10分の1や100分の1に激減してしまうと予想されています。

そこで私たちは、水産資源にとって重要な種を選び、稚サンゴから育て畑のように集めて幼生供給拠点とし、卵の受精率や生活史初期の死亡を劇的に改善することにより、天然サンゴ群集以上の再生力を実現できると考えています(図)。

サンゴ礁の漁場再生は、技術の研究開発だけでは達成できません。サンゴ礁を

利用する漁業者の主体的な参加が不可欠です。最近、沖縄県の八重山漁協では、漁場再生をめざすべく、新たに「サンゴ種苗生産部会」が結成されました。今後、漁業者が中心となって、サンゴの幼生供給拠点の整備、活用を進めることが期待されます。

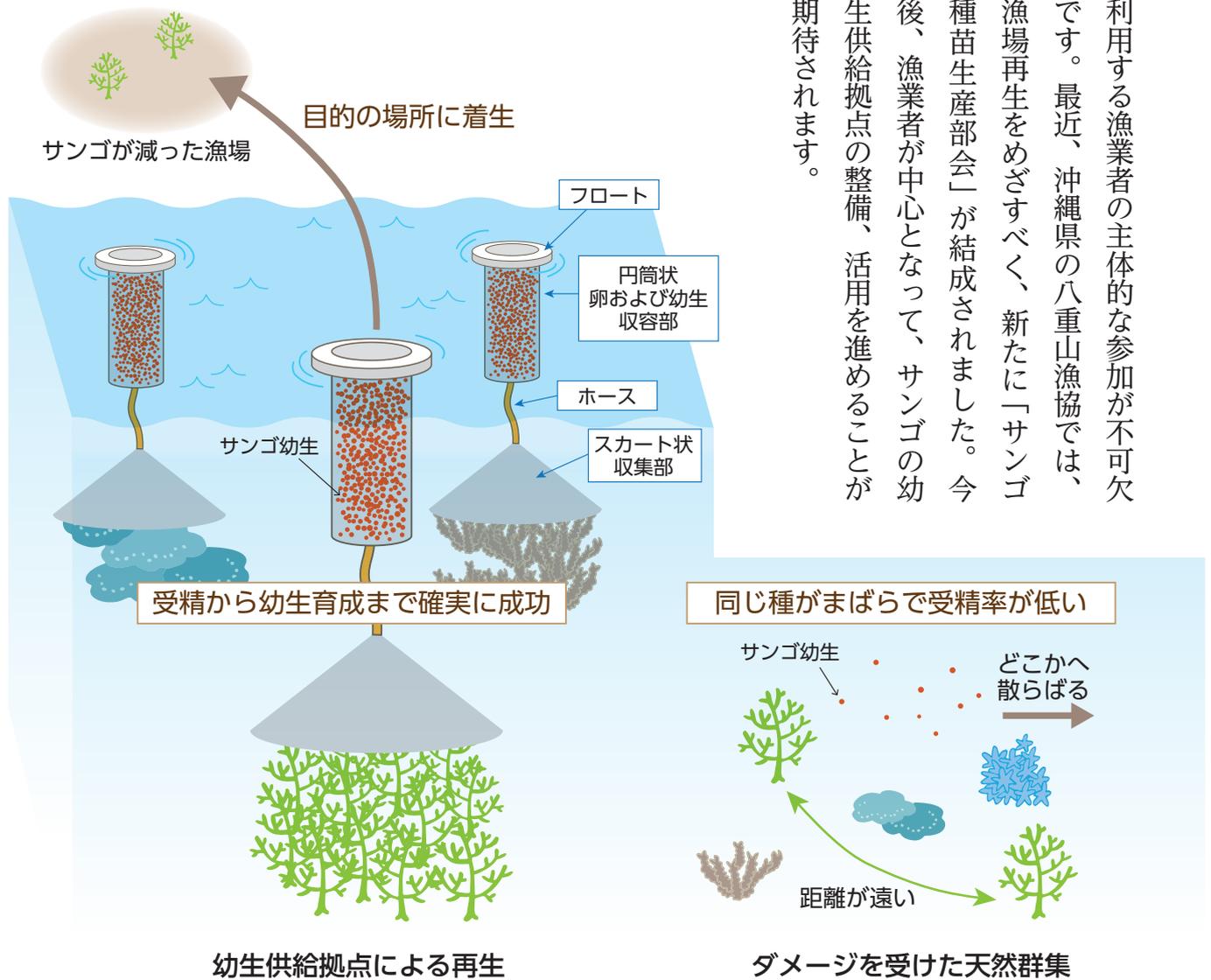


図 幼生供給拠点によるサンゴ再生のイメージ

※本成果は、水産庁の「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術開発実証委託事業」によるものです



サンゴ礁の将来

地球温暖化に伴って日本列島周辺のサンゴの分布は、種によっては年間14キロもの速さで北上していることを国立環境研究所が2011年に発表しています。

九州沿岸などでは大規模な磯焼け（アラメなどの大型海藻の消失）が進行し、代わりにサンゴの占める面積が大きくなっています。また、サンゴ礁の高級魚スジアラが九州や四国の沿岸で漁獲されるなど、海中の南国化が進んでいます。

一方、国立環境研究所の将来予測では、地球温暖化をもたらす二酸化炭素の排出がそのまま続くと、白化現象と海洋酸性化（*）の影響で、2070年代にはサンゴの生息可能な海域がなくなってしまうとも言われています。

サンゴ礁生態系の消失は、地球上の生物多様性と高い生産力、そしてサンゴ礁の水産資源の喪失を意味します。二酸化

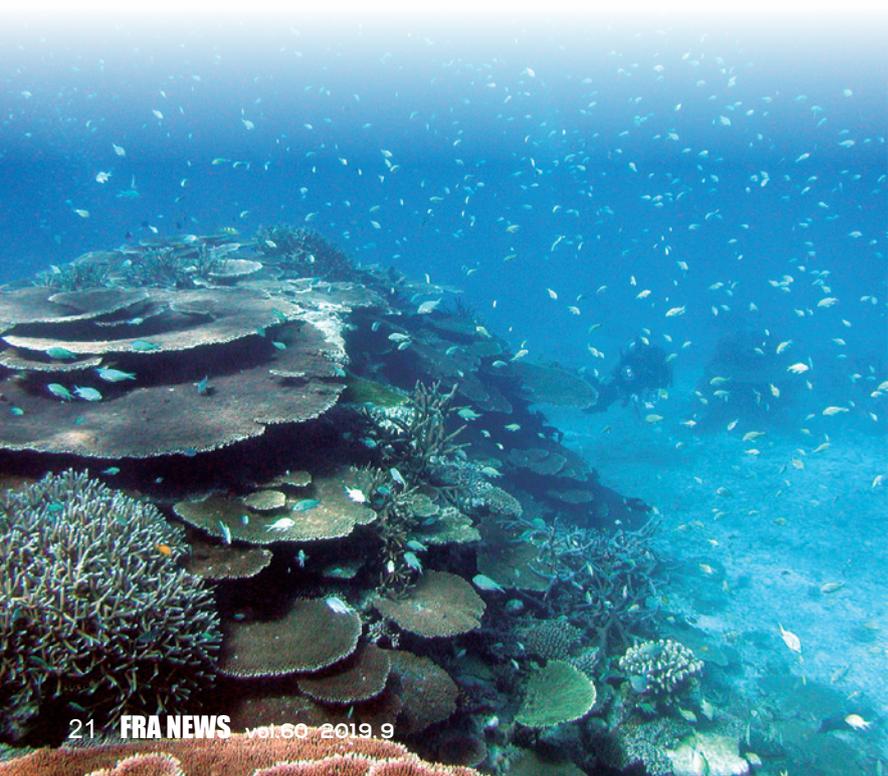
炭素の排出を抑えれば、地球温暖化の影響は軽減されます。しかし、仮にそれが期待どおりに進んだとしても、影響は長く残るため、サンゴ礁では白化現象のよくなるサンゴの大量死と、それからのゆっくりとした回復というパターンが繰り返されるでしょう。サンゴの回復の速度を可能な限り早めることが、サンゴ礁を回復・存続させるうえで重要になります。

サンゴの回復にはサンゴ幼生の供給が鍵であり、18〜20ページで紹介した取り組みは、将来、有効な技術の一つとなるでしょう。また、サンゴ礁の現状把握と将来予測のための長期モニタリング、水産物のすみ場利用の実態解明や、漁業資源管理のさらなる改良も重要な課題です。

私たちは、サンゴ礁の水産資源を持続的に利用していけるように、水産生物と

それを支えるサンゴの研究を通して漁場保全や資源管理に貢献していきます。

*海洋酸性化…大気中に増えた二酸化炭素が海水により多く溶けて酸性度が上昇すること。サンゴの骨格を形成している炭酸カルシウムの生成を阻害するため影響があるとされています。



ジャパン・インターナショナル・シーフードショーに出展

水産研究・教育機構は、8月21～23日の3日間、東京都江東区にある東京ビッグサイトで開催された第21回ジャパン・インターナショナル・シーフードショーに出展しました。

21日と23日に行われたセミナーでは、①フグの美味しさとは、②先端技術を活用した世界最高水準の下痢性貝毒監視体制の確立、③セレノネインを高含有する食品開発の3題について発表しました。

展示ブースでは、セミナーで発表した内容のほか、①地場種苗を活かしたマガキ養殖、②高付加価値なサツキマスの陸上養殖（ピックアップ・プレスリリース参照）、③ツノナシオキアミを用いたペースト・魚味噌製造技術、④SH“U”Nプロジェクトなどさまざまな研究開発について紹介。また、熟成時間を変えた3種のトラフグ刺し身、陸上養殖サツキマス刺し身、セレノネイン高含有すり身製品の試食を行いました。期間中、ブースには常に参加者の来場があり、当機構の研究開発に高い関心があることがうかがえました。



陸上養殖サツキマスの刺し身の試食

刊 行 物 報 告



おさかな瓦版 No.91

発行時期：2019年9月
 内容：漁船
 問い合わせ先：経営企画部 広報課
 ウェブサイト URL：
<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no91.pdf>



水産技術 第11巻 第2号

発行時期：2019年4月
 問い合わせ先：研究推進部 研究支援課
 ウェブサイト URL：
http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/fish_tech/index.html

Book Information

水産研究・教育機構叢書のご案内

海洋保護区で魚を守る サンゴ礁に暮らすナミハタのはなし

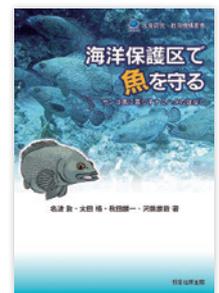
近年、海洋保護区で生き物を守る取り組みが世界中で注目されています。海洋保護区をつくと、ある決められた場所にすむ生き物や環境を保護できます。この本では、海洋保護区のしくみを解説しながら、具体例としてサンゴ礁に暮らすナミハタという魚を守る取り組みを紹介しています。世界各地で見られる海洋保護区についても紹介しています。海洋保護区で魚を守ることにについて、少しでもみなさんの理解が深まれば幸いです。

名波 敦・太田 格・
 秋田 雄一・河端 雄毅 [著]
海洋保護区で魚を守る
 サンゴ礁に暮らすナミハタのはなし

判型：A5版 238ページ
 価格：2,500円(税別)
 刊行：2018年9月
 出版：恒星社厚生閣

<http://www.kouseisha.com/book/b372548.html>

ISBNコード：9784769916260



国内初、サツキマスの陸上養殖を達成

近年、日本各地で水温の低い冬期を中心に、ニジマスなどの海面養殖が盛んに行われています。養殖に使われる魚は、淡水域で産卵・ふ化させて飼育した後に、海水域へ運び急成長させます。そのため、養殖用種苗は、海水での成長がよい個体を親魚として淡水域で採卵・ふ化させてつくるのが理想です。しかし、この方法は、魚を介して海域由来の病気を淡水域へ持ち込むなどの懸念があります。海水での成長がよい個体から子孫を残すには、卵から親魚までの淡水と海水を往き来するすべての期間を同一施設内で疾病リスクを管理したうえで、種苗生産と海水飼育を可能とする技術開発が必要でした。

水産研究・教育機構では、陸上施設内で淡水と海水を切り替えて飼育管理ができるように開発した閉鎖循環飼育システムを利用して、中部日本以西に生息し海水と淡水を往き来するサツキマスの種苗生産に成功しています。このたび、このシステムにより種苗を海水で平均体重1.3キロ(生残率98%)の親魚にもなる出荷サイズまで育てることができ、陸上施設内での一生を通じた養殖を国内で初めて達成できました。

この完全陸上養殖につながる技術が確立できたことで、これまでます類の生産ができなかった地域でも一貫した養殖生産が可能となります。本技術の応用で、ほかのます類を含め塩分耐性の強化を目的とした育種や優良種苗の安定生産への貢献が期待されます。



左：成育させたサツキマス
右：22ページで紹介したシーフードショーの試食会では刺し身が好評でした

※本研究の成果は、農研機構生研支援センター「[知]の集積と活用」の場による研究開発モデル事業(革新的技術を集約した次世代型閉鎖循環式陸上養殖生産システムの開発と日本固有種サクラマス類の最高級ブランドの創出)によるものです

執筆者一覧

■ サンゴ礁と水産

○サンゴ礁の水産資源と漁業	西海区水産研究所	亜熱帯研究センター	沿岸資源生態グループ	林原 毅
○サンゴ礁と魚のかかわり	西海区水産研究所	亜熱帯研究センター	沿岸資源生態グループ	名波 敦
○サンゴ礁にすむ魚類の生態	西海区水産研究所	亜熱帯研究センター	沿岸資源生態グループ	奥山 隼一
○サンゴ礁の食用魚類と資源管理	西海区水産研究所	亜熱帯研究センター	沿岸資源生態グループ	下瀬 環
○ナマコ類の生態研究と資源回復	西海区水産研究所	亜熱帯研究センター	沿岸資源生態グループ	谷田 巖
○資源や環境に配慮したサンゴ礁域の養殖	西海区水産研究所	亜熱帯研究センター	生産技術グループ	清水 智仁
○サンゴにすむ共生藻	西海区水産研究所	亜熱帯研究センター	沿岸資源生態グループ	山下 洋
○サンゴ礁再生への挑戦	西海区水産研究所	亜熱帯研究センター	沿岸資源生態グループ	鈴木 豪
○サンゴ礁の将来	西海区水産研究所	亜熱帯研究センター	沿岸資源生態グループ	林原 毅

「緊急SOS! 池の水ぜんぶ抜く大作戦」に技術協力

水産大学校は、社会貢献の一環として、テレビ東京から、下関市にある住吉神社で行う「緊急SOS! 池の水ぜんぶ抜く大作戦」収録への協力要請を受け、水生生物の扱いに精通した専門家としてボランティアの学生（水の生き物研究会「アクラス」メンバーと4年生の19人）を派遣しました。

おもな役割は、取り上げた生物の種分け・計数とタンクでの管理など一般の人には難しい専門的な知識を必要とする仕事でした。

取り上げた生物の中には多数のコイ（外来魚）がいましたが、スジエビやテナガエビ、ミナミヌマエビがいるなど、おもいのほか多くの在来種が見られました。逆に外来のカメ類やアメリカザリガニはわずかで、在来の生物相（*）が十分に保たれていました。またほかの池でみられるような投棄ゴミはほとんどなく、住吉神社が地域住民に大切にされてきたこともよく分かりました。

学生たちは、講義で学んだ知識や山口県宇部市にある当大



上：取り上げた魚の種類や数を調査する学生たち

下：水を抜いた池のようす

学小野臨湖実験実習場での実体験の成果を十二分に活用し、正確に種分けをするとともに生物が死なないように個体数や水質の管理を適切に行いました。また、収録後も道具の後片付けなど番組スタッフの手伝いをしました。学生たちは、実務を通じて番組の収録に協力するとともに、貴重な社会貢献の経験をする事ができました。



イベントの参加者一同

*生物相：一定の地域内にすんでいるすべての生物の種類のこと

編集後記

サンゴには、アクセサリーなどに使われる宝石サンゴとサンゴ礁を形成する造礁サンゴがあります。今回の特集は、造礁サンゴがある海の話です。サンゴ礁の海は、透き通っていて、あまりたくさんの生物はいないように思われる方も多いと思います。

造礁サンゴの体中には「褐虫藻」という小さな植物がたくさんいて、二酸

化炭素を吸収して光合成を行い、それによって酸素や栄養を作り出します。また、サンゴ礁は、単位面積あたりに生息する生物の種類が最も多い場所であることから海の熱帯雨林とも言われ、複雑な生態系を形成しています。そのため、漁業も多種多様で、量は多くはありませんが、たくさんの種類の魚などが獲れます。

サンゴ礁の海は、二酸化炭素を吸収したり、海の恵みを与えてくれたりするほか、癒やしの空間にもなっていて、私たちが快適な生活をするうえで大変重要な役割を果たしています。そのような海を守り、私たちがその恩恵を受け続けられるように、サンゴ礁の海に興味を持っていただければうれしいです。 (角埜 彰)