

I-4 サンゴ増殖技術

サンゴを増殖することは、サンゴ群集の形成阻害要因を除去あるいは緩和することである。その技術の多くは、開発途上のものであるが、対象海域の特性を理解し、可能性の高い技術を選択する。形成阻害要因が複数考えられる場合は、それぞれの増殖技術を組み合わせる。

【解説】

サンゴ増殖技術で最も重要な視点は、I-3で示したように、現況把握により対象海域におけるサンゴ群集の形成阻害要因を明らかにし、その要因を除去あるいは緩和することである。対応策は対象海域の特性も配慮して、以下に示すサンゴ増殖技術の中から選択する。ここで紹介するサンゴ増殖技術の多くは、まだ開発途上の段階のものであり、解決すべき課題も多くあるが、現段階で最新の成果を示す。

なお、形成阻害要因が「食害」と「幼生の加入不足」のように複数考えられる場合も多い。このような場合には、該当する増殖技術を組み合わせて実施するような計画を立てるとよい。

I-4-1 稚サンゴの移植

天然の稚サンゴは確保しにくいですが、種苗生産による場合は計画的に大量の稚サンゴを確保できる。生産した数cmの稚サンゴ付の着床具を、移植適地の基盤上にボンド等で固定する。

【解説】

対象海域にサンゴの卵・幼生の供給が不足している場合の対応策の1つである。幼生が着底し、ポリプに変態後、無性生殖によって成長した稚サンゴを対象海域の適地に移植する。移植する稚サンゴが小さいと芝状の小型藻類群落との競合に負けてしまうことがあるので、稚サンゴを約5cmに成長させ、移植する。岩盤上の天然産稚サンゴを移植した事例（岡本・野島，2003a）があるが、大量に天然産稚サンゴを供給することは困難であろう。種苗生産等によって計画的に大量の稚サンゴを着床具上に着底させ、着床具を移植適地の基盤上に設置することが望ましい。着床具へ稚サンゴを着底させるには、以下に示すように、卵あるいは幼生から種苗生産を行い、着床具上で稚サンゴまで成長させる方法と着床具に自然加入させる方法がある。

1) 種苗生産（有性生殖）による稚サンゴの移植

幼生を着床具に着底させ、稚サンゴまで飼育し、移植適地に運搬後、海底の岩盤やブロックなどの安定した基質に稚サンゴの着生した着床具を水中ボンド等で固定する方法である。幼生を確保し、着床具に着底させる種苗生産では、全ての工程を陸上水槽で実施する場合と一部の工程で海域を利用する場合がある。各工程は表I-4-1-1に示すが、全工程を陸上水槽で飼育すると、人手を要し経費が高くなるが、メンテナンスがしやすく、確実な成果が得られる。幼生の着底までは陸上水槽で実施し、着床具にプラヌラ幼生が着底した後には海域の筏から垂下させる方法は、メンテナンスが潜水作業になるので、頻繁に十分な

管理をすることが難しい。スリックから卵・幼生を採取して全工程を海域で実施する方法は、手軽ではあるが、スリックの採取が天候に左右されるため計画的な種苗生産ができない。種苗生産の各工程については、I-5章で詳しく示した。また、陸上水槽での実施例はII-4章に示した。

種苗生産を実施することで、大量の稚サンゴを生産することが可能である。現段階では、試験的に種苗生産が行われているところであるが、陸上施設では数万群体の稚サンゴを生産できている。効率をあげるための改良を今後も継続することで、数十万の稚サンゴを生産の生産も可能であろう。ただし、少数の親サンゴのみから生産するとサンゴの遺伝的多様性が低くなるので注意しなければならない。なお、断片移植と同様、構造的生物の増殖は、その群落を住居とする多様な生物により生物多様性は増大する。

表 I-4-1-1 稚サンゴの飼育段階ごとの生産方法

飼育段階	方法
幼生の確保	陸上水槽で産卵させる 海域の親サンゴからバンドルコレクターで採取する スリックから卵・幼生を採取する
幼生飼育	陸上水槽 海面に浮かべたシート生け簀
着床具への着底	陸上水槽 海中に設置したテントや網
稚サンゴ飼育	陸上水槽 海域の筏からの垂下飼育

(注) 詳細については I-5 を参照



①水槽内での産卵



②バンドルの採取



③スリックからの卵・幼生の採取



④シート生け簀での幼生飼育



⑤水槽内での稚サンゴ飼育(左:着底後1ヶ月、右:着底後10ヶ月)



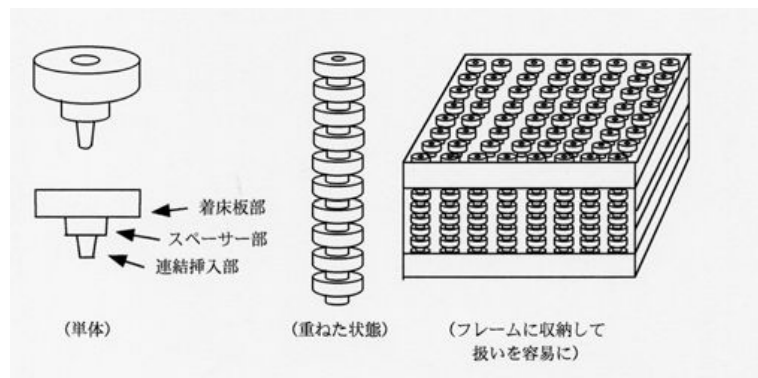
写真 I-4-1-1 卵・幼生の確保 (①~④)、水槽内での幼生の着底と飼育状況

陸上水槽での卵採取や海域での親サンゴからバンドルコレクター（産卵寸前の親サンゴの上にロート状のネットと瓶を被せ、産卵したバンドルを集める装置）で卵や幼生を採取する場合は、親サンゴを選定でき、所要の種のサンゴを増殖できる。一方、スリックから採取した卵や幼生は、種が特定できないが、飼育環境に適した種が最終的に残ると推測され、スリック起源の稚サンゴは遺伝的多様性が高い。

2) 着床具に自然加入した稚サンゴの移植

サンゴの幼生が着底しやすい着床具を利用した稚サンゴの移植方法が研究されている（岡本・野島，2003b）。要約すると、サンゴの一斉産卵の前にコマに似たセラミック製の着床具を海底に仮置して、サンゴが自然加入したと考えられる1ヶ月後に、稚サンゴの育成に適した穏やかな海域に移動し養生する。実海域で飼育し強い稚サンゴを得ることができる。

この方法はサンゴの受精卵が分散しにくく、幼生の新規加入が確実な海域に着床具を設置しないと効果が得にくい。サンゴの新規加入が確実な海域を探索し、その海域と増殖対象海域のサンゴの優占種や種構成が似ていること、また、両地区の距離が大きく離れている場合には移植先のサンゴの遺伝子の攪乱が生じないか確認する必要がある。



幼生が着底する海域にフレームを設置する

図 I-4-1-2 サンゴの着床具と組立方法(岡本・野島, 2003b)

I-4-2 断片移植（無性生殖）

サンゴの無性生殖を利用した増養殖技術は、折れた枝や、飛んだ群体が別の場所に活着する生態的な機能を活用したものである。海域から断片を採取して、育成施設で成長させた後に移植する断片移植と、サンゴ群体あるいはサンゴ群集を基盤から採取して移植する移築技術がある。

【解説】

サンゴの幼生が基盤に着底すると無性生殖で自分のクローンを作りながら増殖する。波力等によってサンゴの一部が折れ、海底を移動し、固い岩盤の隙間などに挟まって動かなくなると無性生殖で成長し、岩盤に活着し始める。この特徴を利用した移植方法であり、サンゴの断片を使用するので、断片移植と呼ばれている。一般的な断片移植は、養殖されたサンゴの断片を移植先に運搬し、水中ボンド等で固定するものである。この移植作業自体は比較的簡易な作業なので、一般市民が参加する移植イベント等で採用されている。また、稚サンゴの移植に比較して、移植後の成長が確認しやすいメリットがある。しかしながら、天然の親サンゴを切断すると、親サンゴにダメージを与えるので、原則として、天然に分布する親サンゴからの採取は禁じられており、養殖で管理されているサンゴ断片を使用することとなっている。

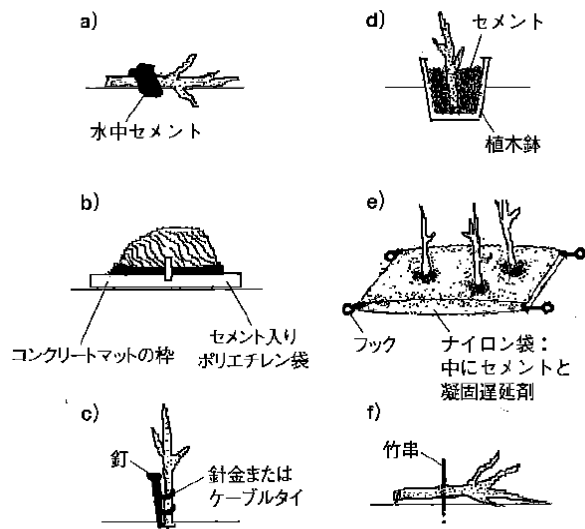


図 I-4-2-1 主なサンゴ断片の固定方法
(大久保・大森, 2001)

1) サンゴの断片移植の固定方法

断片移植では、エポキシ系の中水ボンドで断片を直接固定する方法、岩盤にコンクリート用の釘を打ってサンゴ断片をケーブルタイで固定する方法が一般的である。これまで用いられてきた固定方法を図 I-4-2-1 に示すが、a)、c)の事例が多い。

この他、岩盤にエアードリル等で孔を空け、その中にサンゴが付いたピンを挿入し、砂やヘチマ繊維を入れて固定する方法、サンゴ断片の両側に釘を打って、釘をコイル状の針金（金属バネ）で固定する方法など、いくつかのアイデアが提案されている。

2) サンゴの養殖

養殖目的で特別採補許可を得て、サンゴを採取し、断片に分けて養殖する。断片が大きくなったら、それをさらに断片に分けて着床具上で養殖する。同じ親から、次々にサンゴ断片を生産するので、遺伝的多様性が低下することが指摘されている。

養殖は、水槽内や静穏海域でプラスチック製架台の上に載せて養殖する方法がある（写真 I-4-2-1 の左）。また、紅海のエイラッド湾（イスラエル）では、サンゴ断片をピン型

基質に接着し、中層に浮かべた網に固定して養殖を行っている(写真 I-4-2-1 右)。現状では、サンゴ養殖を漁業者が実施する例は少なく、わが国では、特定の企業数社で実施している。



静穏な海底でのサンゴ養殖 ((有)沖海工)
右)中層に浮かべた網上にサンゴ付きピンを差し込んで養殖 (Rinkevich (2008)より)

写真 I-4-2-1 サンゴの養殖方法

3) サンゴの移築技術

漁港や港湾施設、海岸保全施設等の施工予定地にサンゴが生息している場合、緊急避難的に別海域にサンゴが移植されることがある。この場合は、断片移植だけでなく、大型のサンゴを基質ごと移植することが実施されている。これを移築と呼ぶ。

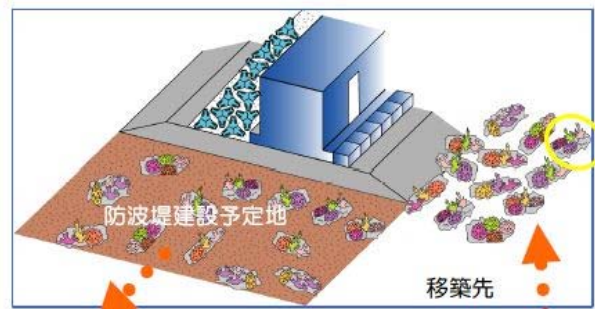


図 I-4-2-2 サンゴ群集の移築のイメージ図

石井ら(2001)は、宮古島の平良港で防波堤建設予定地にサンゴが生息していたことから、サンゴの着生している数十cmから1m大の岩をエアージャッキやウォータージェット等を利用

して掘り起こし、隣接する既設の防波堤の捨石マウンド部に移築した。移築した種はハマサンゴ科、ヤスリサンゴ科、キクメイシ科など断片にできない種であった。移築後は安定した大きな岩上ではサンゴ群集は全て生存しており、被度の増加傾向にあった。このようなサンゴの移築技術はその後も用いられている。

(留意事項) 感染症の拡大防止

断片移植では、細菌による感染症、腫瘍、寄生虫による疾病が問題になることがある。現段階では対応策はなく、感染症が疑われる現場では専門家の意見を聞き、移植による感染症の拡大を阻止するため、移植は中止する。また、サンゴの養殖や水槽内での飼育でも、状態の悪いサンゴは隔離しないと全体に拡がるので、常に、状態を観察する必要がある。

【コラム 1-4-2-1】 サンゴの特別採捕許可について

沖縄県では、サンゴの採取は沖縄県漁業調整規則で原則として禁止されている。しかし、試験研究や養殖などの目的であれば、県知事から特別採捕許可を受けることでサンゴの採取は可能である。

2003年頃にサンゴ移植をツアーとして取り組む動きが増え、2004年にサンゴ養殖の漁業権の数が急増した。そこで、日本サンゴ礁学会の保全委員会は、2004年末に「造礁サンゴの特別採捕許可についての要望」と「造礁サンゴの特別採捕許可にあたっての提案」を沖縄県に提示し、移植用断片や種苗として天然サンゴを大量に採取してしまう危険性を危惧し、以下の問題点を指摘した。

- (1) 移植ツアーの需要増で採取量が急増し、過度のサンゴの採取が行われる恐れがある。
- (2) 移植ツアーでは、潜水技術の稚拙な参加者によるサンゴ破壊の恐れがある。
- (3) 移植技術は開発途上にあり、方法により生残に大きな差がある。また、サンゴ種苗のドナー（親サンゴ）の死亡を招く恐れもある。
- (4) 遠距離の種苗移動に伴う遺伝的攪乱が生じる恐れがある。
- (5) 漁業調整規則では、制度上、サンゴの移植活動そのものは規制できない。
- (6) 養殖サンゴの流通が活発になると、違法採取が横行し、取締りが困難となる。
- (7) 沖縄島ではドナーが十分でない状況にある。また、観賞用サンゴ養殖では、マニアに好まれる種（希少種）に集中すると予想された。
- (8) 養殖が名ばかりとなり、採取後短期間の蓄養で出荷する恐れがある。
- (9) 流通段階で養殖物と違法採取したものの区別が困難と判断された。

この要望や提案を受け、沖縄県はいくつかの方針を内規として定めた。例えば、a. 養殖目的では、採取後6カ月は移動を認めない。b. 資源量の多い種に限定して採取を認める。c. 採取量は必要最小限とする。d. 養殖用の場合、同一申請者には同一種の特別採捕許可は1回だけとする。e. 養殖では日付を書いた人工基質へのサンゴの付着を義務づける。f. 試験研究目的では、移植後のモニタリングを義務づける、等である。

台風などにより破壊され断片化したサンゴを移植に使うことも、故意による破壊と区別が難しいため、許可しない方針である。このような方針は、今後、地域の人達が草の根的に無性生殖法で行うサンゴ移植に制約となる可能性があり、見直しも必要だと考えられる。

（「造礁サンゴ移植の現状と課題」日本サンゴ礁学会を一部改変）

I-4-3 幼生放流

卵または幼生を採取し、水槽等で幼生が着底行動を示したら、幼生を集めて運搬、海底に設置された着床具や基盤などに放流する技術である。着実に幼生が着底できているか、生残数が不確実な面もあるが、水槽等で稚サンゴを長期飼育する必要がないので、経済的である。

【解説】

サンゴの卵または幼生を採取後、水槽等でプラヌラ幼生を飼育すると、初期は水面近くに幼生が浮遊しているが、数日後に水槽の下方に沈降し始め、着底行動を示す。この段階で水槽から幼生をネットで丁寧に漉し取り、ビニールバックに海水とともに詰めて、放流現場へ運搬する。放流先の海底には基盤や着床具をあらかじめ設置しておき、放流前に幼生が抜け出ない目合いのネットでそれらを覆い、そのネット内に幼生を放流する。数日後に幼生は着底するので、ネットを回収する。

大型の基盤や大量の着床具に効率よく幼生を着底させるには、陸上施設では大がかりになるが、この方法なら安価に実施できる。幼生の着底は潜水士が目視で確認する。着生数やその後の生残数にやや不確実な面もあるが、着床具に先行して無節サンゴモが着生していれば、幼生の着底変態が促進され、かなり幼生は着底する。幼生の運搬は水温上昇や衝撃を防げば、遠距離でも運搬することが可能である。ただし、その場合は事前に幼生採取場所と放流先で遺伝子の交流があることを確認しておくことが望ましい。

【コラム I-4-3-1】 幼生放流の事例

慶良間列島は沖縄本島のサンゴの供給源であることが、木村ら(1992)、灘岡ら(2003)やNishikawa(2003)の調査で示唆された。青田ら(2006)は、慶良間列島阿嘉島において、一斉産卵の夜にスリックから卵を採取し、阿嘉漁港内の筏を利用したシート生け簀で飼育した。着底行動を始めた産卵後 3.5 日の幼生を 20 リットルのポリエチレンバッグに 4,000 個/リットルの密度で詰めた。一方、約 50km 離れた那覇港内に 1 t のブロック 5 個を予め設置し、幼生の運搬前に 0.2mm の目合いのネットをブロック 4 個に被せた。約 400 万個の幼生をフェリー、トラック、漁船を使用して那覇港に運搬し、ネット内に放流した。放流の 5 日後にネットを回収し、1 週間後の潜水観察によると、1 個のブロックに約 2 千~5 千個の着底が観察された。最適な運搬時のタイミングや方法、密度など改善すべき点はあるが、大量に幼生を運搬することが可能であることが証明された。

林原(2007)は、海底に設置されたブロックにネットをせずに幼生放流を行い、ネットありに比べ、幼生の着底数は数分の 1 であったが、ネットなしでも可能性があることを示した。



I-4-4 サンゴ増殖礁の据付

サンゴ増殖礁は、サンゴにとって良好な生息環境を形成することを目的とする。このため、耐波性があり、サンゴの着生促進・成長促進効果を有し、食害・競合生物への対策が必要となる。

【解説】

サンゴの着生基盤が不足している場合、サンゴ増殖礁を設置する。サンゴ増殖礁は、石材やコンクリートブロックなどの基質を用いて、サンゴの着底の場、その他の生物の餌場・棲み場・逃避場などを造成するために設置される。サンゴ増殖礁は対象とするサンゴ群集の形成阻害要因を考慮して整備することが望ましいが、海域による差異など未解明な部分が多い。このため、現段階では、増殖礁の設置予定地周辺にある良好なサンゴ群集の環境を事前に調査し、水深、砂面や海底面からの高さ、底面波浪流速を把握し、この良好な天然サンゴ群集を模倣して設置することが望ましい。

基本的な設計フローは図 I-4-4-1 のとおりである。

①事前調査

サンゴ増殖を検討している場所の周辺に分布する天然サンゴ群集について事前調査する。

②天然サンゴ群集の環境条件の抽出

良好な天然サンゴ群集が形成されている場所の水深、砂面・海底面からの高さ、平均的にその場に作用する底面波浪流速について、季節ごとに情報を収集し、設計条件の抽出と設定を行う。底面波浪流速の算定については、「漁港・漁場の施設の設計の手引き(2003年版)」の「第2編第3章 波」を参照して求めるか、適切な数値シミュレーションによって求める。

③増殖礁の天端水深の仮定

天然サンゴ群集の形成条件である水深、砂面・海底面からの高さから増殖礁の天端水深を決定する。

④底面波浪流速の算定

増殖礁上の波浪流速が、天然サンゴ群集の条件を満足するか検討し、満足するように天端水深を決定する。

⑤増殖礁の安定性の検討

流れの力または波力に対する増殖礁の安定質量を算定する。「漁港・漁場の施設の設計の手引き(2003年版)」の「本編 2.2.3 着底基質の安定質量」を参照する。

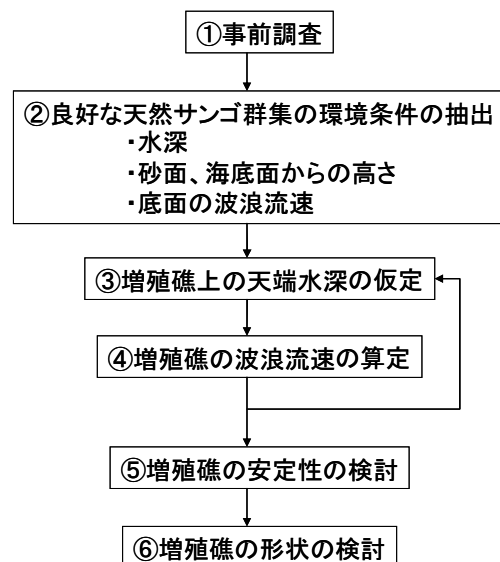


図 I-4-4-1 サンゴ増殖礁の設計フロー

⑥増殖礁の形状の検討

サンゴ増殖礁はサンゴの幼生が着底しやすく、浮泥の堆積がしにくい形状が望ましい。また、食害・競合生物が加入しにくい配慮があることが望ましい。

わが国ではサンゴ増殖礁は、安定性が十分にある消波根固ブロックが利用されることがあるが、海外では写真 I-4-4-1 のような増殖礁が使用されている。

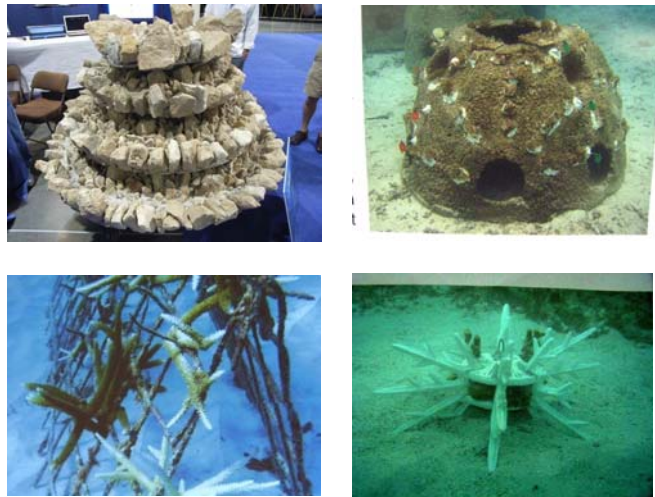
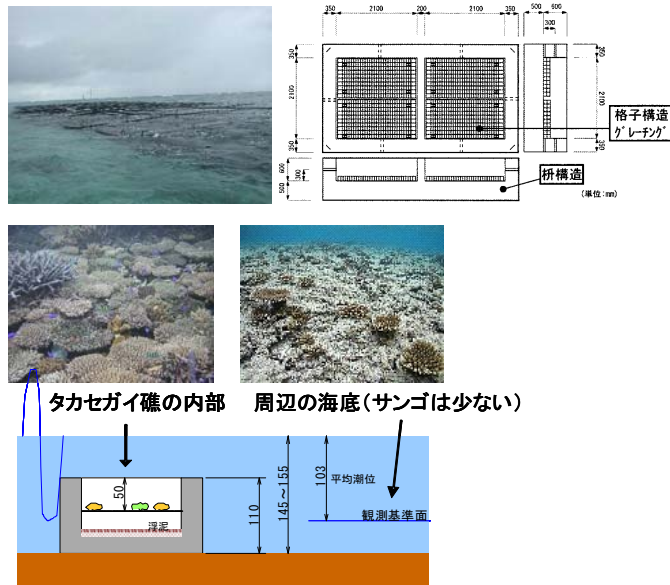


写真 I-4-4-1 海外のサンゴ増殖礁の例

【コラム I-4-4-1】 タカセガイ中間育成礁のサンゴ着生事例

宮古島のサンゴ礁のリーフ内にタカセガイの中間育成施設として、柵構造のブロックが設置されている。升内の底面には格子状のグレーチングが設置され、満潮時は水没し、干潮時にはブロックが水面上に露出するので、升内は独立した水塊となる。この礁内にはタカセガイのみでなくサンゴが大量に着生した。Omori et al. (2007)はこのタカセガイ礁を調査し、サンゴが生息できる条件について仮説をたて、安藤ら(2008)は仮説を検証すべく、現地調査を実施した。その結果、柵構造であることから、砂の流入が少なく、雑食性魚類などの食害生物が入りにくいこと、さらにはサンゴ幼生がトラップされやすいことを指摘した。また、升内の底面がグレーチング構造なので浮泥の堆積が無く、サンゴの形成阻害要因が少ないとした。升構造であるが、干潮時に升の天端が干出し升内に海水が取り残されるが、その時の升の内外との水温差は1℃未満であり、サンゴの成長に悪影響を及ぼさないことが判明した。



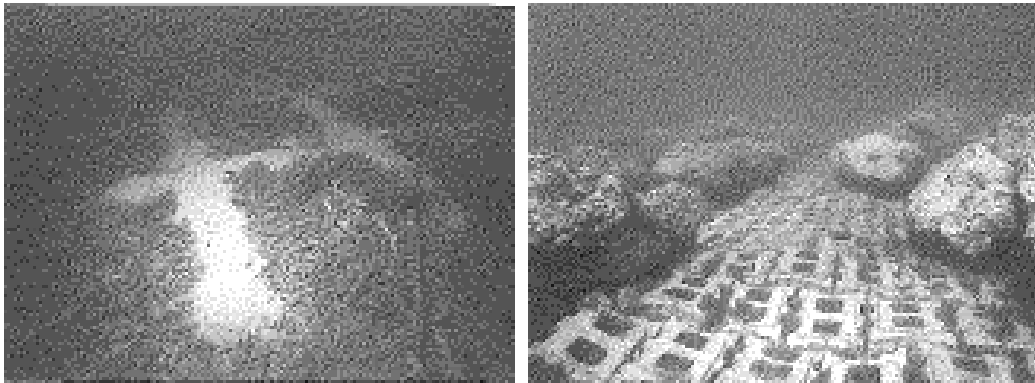
I-4-5 底質の安定化

サンゴ礁が破壊されて、サンゴ礫が海底に散在、集積し、不安定となり、健全なサンゴを壊したり、新規のサンゴの加入が不可能になったりする。このような場合は、サンゴ礫を除去するか、被覆ブロック等で固定化し安定化させる。

【解説】

台風や船の座礁によってサンゴ礁が破壊されると、折れたサンゴ破片やそれがさらに細くなった礫が増える。サンゴ片や礫は重量が小さいので波によって大きく移動し、健全なサンゴを壊すことが危惧される。また、不安定なサンゴ片や礫にはサンゴの幼生は着底しても成長できないので、なかなか回復しない。対策としては、それらを除去することが望ましいが、複雑な海底地形で除去が困難な場合は、根固被覆ブロックや人工礁で安定化することもある。

フロリダでの事例では、貨物船がサンゴ礁に座礁し、大量のサンゴ破片や礫が発生した。その固定方法としては、エポキシを海底に注入して固定化する方法や小型の被覆ブロックを連結したフレキシブルコンクリートマットによる被覆が実施された (Schmahl et al., 2006)。



エポキシ流入で固定化

フレキシブルコンクリートマットで被覆

図 I-4-5-1 サンゴ瓦礫の固定方法の例 (Schmahl et al., 2006)

I - 4 - 6 光量の確保と浮泥の払拭

海水交換量が小さく静穏な礁池に赤土等が流入すると、サンゴの成育を阻害し、浮泥により新規のサンゴの加入も阻止される。この対策としては、まず、陸上からの赤土等の流出を防止するための設備、例えば沈殿池を造成する。その上で、海水交換を促進したり、波当たりを強くしたりすることになる。

【解説】

陸域から赤土や、栄養塩濃度が高い河川水が流入すると透明度が低下し、光量不足になってサンゴの成長が阻害されたり、基盤上に浮泥が堆積して幼生の新規加入が妨げられたりする。赤土の場合は、沈殿池の設置などの陸上での処理が必要となる。また、沿岸構造物の建設で静穏化が増した場所に家庭排水などが流入すると濁りがなかなかとれなくなる。これらの対応策としては、陸域の汚染源を探し、改善することが重要であり、関係する行政機関との連携が必要である。

閉鎖性水域では、海水交換を促進するために、例えば、防波堤に通水部を作ったり、部分的な構造物の再配置をしたりすることを検討すべきである。海水交換を促進しても透明度が回復しない場合や海水交換が不可能な場合は、投石等で海底の水深を浅くし、光量を確保することを検討する。波当たりが強くなると、浮泥の払拭にも役に立つ。ただし、水深が浅くなると安定性を確保するため投石等の所要質量を大きくしなければならなくなるので、留意が必要である。

I-4-7 波浪制御

海底地形の変化で波当たりが強くなり、サンゴが波力で折れることがある。また、沿岸構造物の造成による静穏化によってサンゴが衰退することがある。対策としては適度な波当たりとなるように波浪制御を実施することが考えられる。過去の事例は見られないが、サンゴの減少が問題になっていることから、今後の検討課題である。

【解説】

サンゴへの作用波高が大きな岩礁域では、同じサンゴの種類でも、背が低く、海底を覆うような形状に変化する。逆に、沿岸構造物の設置によって静穏化が進むと、波浪が小さいので、サンゴへの餌料フラックスが小さくなり、サンゴが衰退する可能性がある。サンゴは、ミドリイシの一部のように波当たりの強い場所に生息できる種と、ハマサンゴのように静穏な場所に分布する種があるが、種ごとにどの程度の波が成長にとって良好なのか定量的な知見は少ない。

現状では、サンゴが波で破壊されるのを防ぐ目的で消波施設が施工された事例はない。むしろ、静穏化によってサンゴが衰退することの方が問題であり、良好な天然サンゴ群集に作用している波や潮流を調査し、同程度の波になるように波当たりを強くしたり、潮流の流速を大きくしたりする検討が必要であろう。なお、サンゴ礁域に防波堤等が建設される場合には、サンゴ増殖を考慮する視点が重要であり、サンゴが着生しやすい構造を選定することも重要である。

【コラム I-4-7-1】 波浪とサンゴ礁幅の関係

青田ら(2004)は、多島海の島である座間味村阿嘉島において、15年間の毎時の沖の有義波高の推算値を元に、波向き毎に各年の年最大波高を算出した。その波を沖波とし、島の全周にわたる各海岸の水深10mでの到達波高を数値計算によって求め、地形図で求めたサンゴ礁のリーフの幅を比較した。その結果、各海岸の陸域の地形の勾配によっても異なるが、年最大波高が3~3.5mで、陸域の勾配が1/4以下の緩やかな海岸ではサンゴ礁が発達していることを指摘した。これよりかなり大きな波ではサンゴが壊れ、逆に小さな波高(静穏域)では成長しにくいようである。実際には、波高が小さくても潮流が大きいところではリーフは発達するので、さらに、潮流を加味した検討が必要である。

I-4-8 食害動物からの保護

オニヒトデやシロレイシガイダマシなどが大量に発生すると、親サンゴ群体が食害で全滅し、再生産が不可能になる。食害生物はダイバーによる除去しかなく、広範囲の除去は難しいので、保護エリアを限定して除去をする。また、稚サンゴはブダイ等の魚類に攻撃されることがあるので、移植した稚サンゴはゲージを取り付けて保護する。

【解説】

サンゴ礁で生物的作用によってサンゴ群集の壊滅的な被害が出るのは、オニヒトデや巻貝のシロレイシガイダマシによるサンゴの食害である。食害動物の除去はもっぱらダイバーによる駆除で対応している。大量の食害動物に対して、僅かなメンバーのダイバーでは大量発生に対抗できない。そこで、比較的狭い範囲で除去可能な保全エリアを設定し、そのエリアを徹底して除去することが望ましい。これまでの食害動物除去の事例では、狭い範囲の徹底除去が功を奏している。

これらの食害動物の他に、ガンガゼも食害対象種となることもある。静岡県の沼津沖のエダミドリイシ群集はガンガゼの食害で問題となっており、権田ら(2004)は樹脂製のハトプロテクターを応用し、針状マットがガンガゼの侵入を阻止できることを示した。ガンガゼは藻類を餌料とするので、岩盤上を裸地化し、サンゴの加入にとって都合がよいとの指摘もあるが、場所によってはサンゴも餌料とするので注意が必要である。

稚サンゴを移植すると、着床具上に新たなマット状の藻類が着生することが多い。ブダイや海藻を餌料とする魚類はこれらの藻類とともに、稚サンゴを食べたり傷つけたりすることがある。したがって、稚サンゴの移植時には魚類の食害防止カゴで保護するとよい。



オニヒトデの駆除



回収されたオニヒトデ



埋設作業

写真 I-4-8-1 オニヒトデの駆除



写真 I-4-8-2 食害防止カゴ

【コラム 1-4-8-2】 オニヒトデの除去の事例

オニヒトデの異常発生からサンゴ礁を守れた例は、国内外でも少ない。ここでは、地元のダイビング事業者の活動を谷口（2004）から紹介する。

慶良間諸島のサンゴ礁では1998年に大規模な白化現象が見られたが、幸いにも被害は比較的小さかった。その後、海域によっては回復の兆しが見られ、そのまま順調に回復するものと期待された。

慶良間諸島阿嘉島のニシハマでは、白化現象からの回復のために、ダイビング事業者が1998年7月から3年半の間、ダイビング、ボートのアンカリング、漁業を自粛した。その結果、1999年2月のサンゴの被度33.9%から2001年10月の53.4%まで回復した。ところが、2001年には被害は小さいが再び白化現象が見られ、さらに、2002年にはオニヒトデの異常発生が本格化した。そこで、地元のダイビング事業者が協力して、オニヒトデを駆除し続け、他の海岸では壊滅的なサンゴの被害が出たが、ニシハマでは1年間で被度29.6%までの減少に抑えることができた。その後、ニシハマは重要保全区域に指定され、短いインターバルで定期的にオニヒトデの駆除がなされ、その後の被度の減少は抑えられた。狭い範囲だが、ダイビング事業者（漁業者も多い）による地道な努力でサンゴ礁を保護できた事例である。

I - 4 - 9 競合種の除去

ホンダワラ類などの大型海藻はサンゴの光量不足をきたすことがある。また、カイメンやカキ類はサンゴと着生場所を競合することがある。サンゴの成長に影響があると認められる場合は除去をする。

【解説】

サンゴの成長には光が必要であるが、大型藻類が近接して繁茂していると光量不足になる可能性がある。また、芝状に小型海藻が繁茂すると、サンゴの新規加入が困難な場合がある。サンゴの加入促進のために藻類がどうしても競合種と考えられる場合は、サンゴの一斉産卵前に部分的に除去して、サンゴの新規加入が促進されるようであれば、少しずつ範囲を拡げて見るのも良い。ただし、サンゴの増殖のために競合種を大規模に除去した事例は今のところない。

ちなみに、カリブ海ではターフアルジーが優占し、サンゴの加入に障害があるとして、ガンガゼによる裸地化の検討がなされている。

参考文献

- 青田 徹ら(2004) ; サンゴ礁形成要因としてのサンゴの成長量に与える物理環境の影響, 海岸工学論文集, 51, pp. 1071-1075.
- 青田 徹ら(2006) ; サンゴ幼生の大量飼育、運搬、基盤着生によるさんご礁回復技術の開発, みどりいし, 17, pp. 4-10.
- 安藤 亘ら(2008) ; サンゴ増殖礁の開発を目的としたタカセガイ中間育成礁による検証実験, 海洋開発シンポジウム, pp. 813-818.
- 大久保奈弥・大森 信(2001) ; 世界の造礁サンゴの移植レビュー, Galaxea, JCRS, 3, pp. 31-40.
- 岡本峰雄・野島 哲(2003a) ; 4-2. 稚サンゴを採取して移植に利用する試み, 大森 信編著 サンゴ礁修復に関する技術手法～現状と展望～, pp. 42-44.
- 岡本峰雄・野島 哲(2003b) ; 6-1. 有性生殖を利用したサンゴ礁修復法開発の試み, 大森信編著 サンゴ礁修復に関する技術手法～現状と展望～, pp. 51-61.
- 木村 匡ら(1992) ; 漂流はがき実験報告, みどりいし, 3, pp. 18-21.
- 権田泰之ら(2004) ; 針状マットを用いたウニ類の移動防止フェンスの効果, 平成 16 年度日本水産工学会学術講演会論文集, pp. 187-190.
- 灘岡和夫ら(2003) ; 沖縄本島南西海区におけるサンゴ幼生広域供給過程に関する研究, 海岸工学論文集, 50, pp. 1191-1195.
- 谷口洋基(2004) ; 最近 6 年間の阿嘉島周辺の造礁サンゴ被度の変化ー白化現象とオニヒトデの異常発生を経てー, みどりいし, 15, pp. 16-19.
- 林原 毅ら(2007) ; 幼生放流によるサンゴ群集の修復技術, みどりいし, 18, pp. 7-11.
- Nishikawa et al. (2003) ; Larval settlement rates and gene flow of broadcast spawning (*Acropora tenuis*) and planula-brooding (*stylophora pistillata*) corals. Mar. Ecol. Prog. Ser., 256:87-97.
- Omori et al. (2007) ; Why corals recruit successfully in top-shell snail aquaculture structures?, Galaxea JCRS, 8, pp. 83-90.
- Rinkevich B. (2008) ; Management of coral reefs: We have gone wrong when neglecting active reef restoration, Marine Pollution Bulletin, 56, pp. 1821-1824.
- Schmahl et al. (2006) ; Cooperative Natural Resource Damage Assessment and Coral Reef Restoration at the Container Ship Houston Grounding in the Florida Keys National Marine Sanctuary, Coral Reef Restoration Handbook, CRC Press, pp