

## 移植サンゴで観察された死亡要因について

西平守孝

### Notes on mortality factors of transplanted corals

Moritaka Nishihira

市民活動としてサンゴ礁の保全に取り組む際に、必要なことをさまざま模索してきた。それには手軽に取り組めるサンゴの移植技術を向上させることや取り組みの制度をつくることが含まれている。サンゴの移植に関連して、糸満市大度、八重瀬町具志頭浜、南城市安座真、名護市部瀬名および本部町瀬底島などで、いくつかの実験と観察を行なってきた。得られた結果の一部は、これまでにいくらか報告してきた。

移植したサンゴが必ずしも岩盤へ再固着して順調に成長するとは限らず、さまざまな要因によって死亡することも少なくない。西平 (2007) は、移植サンゴの生存と成長に関する報告で、死亡要因にも触れている。ここでは、他の場所で見られた死亡事例も含めて、これまで移植サンゴのモニタリング中に観察されたサンゴの死亡状況と、実行可能な死亡軽減策を考えたい。バネ法 (西平, 2006) で固定した移植サンゴに限定して述べるが、おそらく他の方法でサンゴを移植する場合にも、何らかの参考になるであろう。

移植サンゴは、場合によっては移植直後に、あるいは移植して間もなく、または十分に成長した後でもさまざまな要因で死亡することがある。移植片が岩盤に再固着して成長を開始する段階まで生残できれば、移植そのものはひとまず成功したと言える。再固着後の死亡は、長い期間にわたって起こり得ることである。それは、移植そのものとは必ずしも関係のない場面で起こるため、ここではあまり触れないことにする。

以下に死亡要因別に観察例を記録する。

#### 1) 脱 落

移植したサンゴ片が岩盤へ再固着にするために要する時間には、種によって差異がある (遠藤ら, 2006; 西平, 2008)。そのため、岩盤に固定したサンゴ片が、固定の不完全さや固定技術の未熟さなどで、再固着する以前に

脱落することがある。脱落すること自体が原因でサンゴ片が死亡するとは限らないが、離脱して落下した場所が生存に不適な砂泥底などであれば、生存の可能性がない。

脱落を防ぐためには、再固着以前に移植片が脱落しないようにすればよい。バネ法の場合は、安定した岩盤に釘をしっかり打ち込み、サンゴ片を適正にバネで押さえ付ける。限られた時間内に多くの移植を行なおうとするあまり、作業時間を短縮して固定が不完全になれば、脱落しやすいものが増えることになる。多く移植することより、適切に確実に固定することを優先しなければならない。その場合、移植片の組織が岩盤に直接接触し、動かないように固定することが肝心である (西平, 2006)。移植するサンゴ片の形状に合わせ、サンゴの成長パターンに沿うように移植片の姿勢をきめ、バネで押さえるべき部位を誤ることなく押さえて固定する。例えば、複数の枝を持つミドリイシの小片は、出来るだけ多くの枝または枝先が岩盤に接するようにすれば、再固着が速くなるだけでなく固着ポイントが増えることになる。コノハシコロサンゴ *Pavona frondifera* やチヂミウスコモンサンゴ *Montipora aequituberculata* などの葉状のサンゴ片は、しばしば部分的に死亡した部分があるため、生きた組織が岩盤に接触しているかどうか、特によく見極めることが必要である。

移植サンゴの脱落は、再固着しないまま成長した後起こることもある。しばらくはバネを取り込んだままで成長できるが、いずれ脱落する場合がある。これを防ぐための対策も上述のとおりである。

#### 2) 捕 食

サンゴ群集が衰退した場所や、さまざまな目的で新たにサンゴ群集を創出しようとする場所でこそ、サンゴの移植は相応しいと思われる。もし、このような場所に移植しようとするサンゴが、ミドリイシ類 *Acropora* spp.

<sup>1</sup> 名桜大学観光産業学科 〒905-8585 沖縄県名護市字為又1220-1  
Department of Tourism, Meio University, 1220-1, Bimata, Nago City, Okinawa 905-8585, Japan  
e-mail. moritaka@mail.meio-u.ac.jp

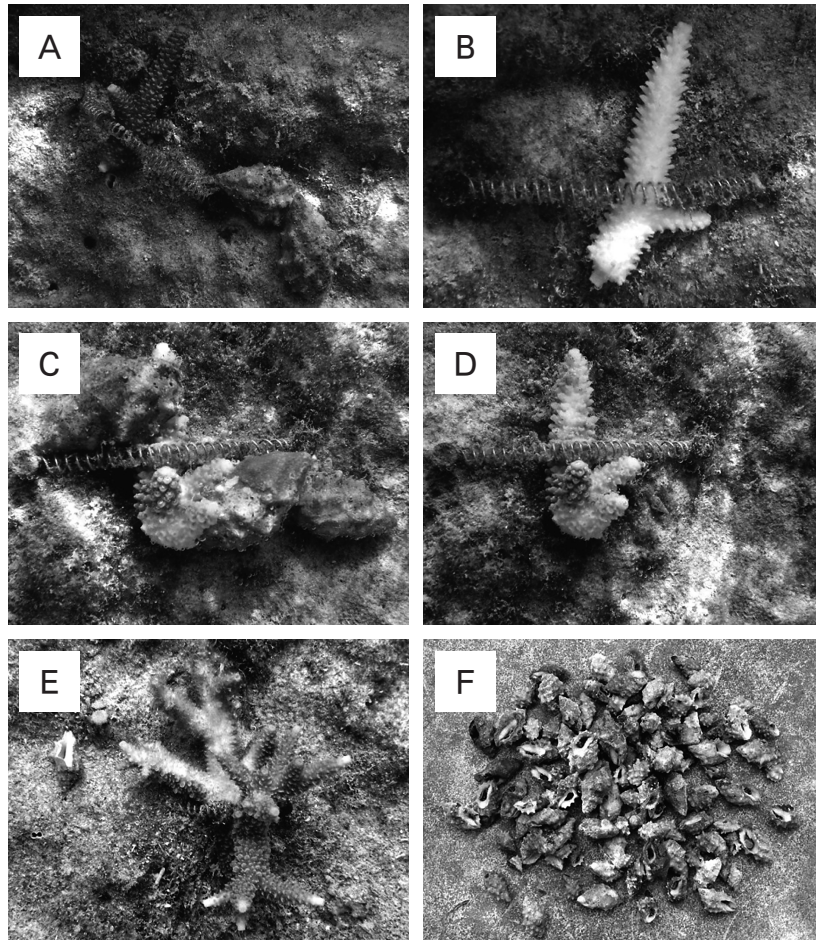


図1. 枝状ミドリイシの一種のシロレイシガイダマシによる捕食 (糸満市大度)。A, 再固着し、中軸ポリプと枝が伸び始めたサンゴの周辺にシロレイシガイダマシが出現；B, 捕食されて全死亡した移植片；C, 群れて移植片を捕食する3頭のシロレイシガイダマシ；D, 捕食されて部分的に死亡した移植片 (Cの群体を捕食者を除去して示す)；E, 移植約5ヶ月後、捕食されて部分的に死亡した群体；F, 実験場所周辺で駆除されたシロレイシガイダマシ。

のように捕食者の好む種である場合には、餌の乏しい場所に好物の餌を置いたような状況になり、「どこからともなく現れる」と言いたくなるほど、捕食者が群がる場合がある。

ミドリイシ類を移植した場合、これまで最も多く現れ、最も大きなダメージを与えた捕食者はシロレイシガイダマシ *Drupella cornus* やヒメシロレイシガイダマシ *D. fragum* であった (図1)。これらの巻貝は、群れてサンゴを捕食することが多い。大度で見られたシロレイシガイダマシは、殻長が20.0~41.6 mmにまたがり、平均±SDは31.3 mm±4.6 mm (n=49) であった。具志頭浜でも、シロレイシガイダマシによる捕食があったが、そこではより小型 (17.4 mm±5.3 mm, n=11) であった。コノハシコロサンゴとコモンサンゴの一種 *Montipora* sp. は全く捕食されなかった (西平, 2007)。

この巻貝は、海域や季節により、また移植するサンゴの種群の違いによって捕食活動が異なると考えられるた

め、移植片の生存率を上げるためにはさまざまな側面からの対応が必要であろう。殻長10 mm程度にまで成長すれば比較的容易に見つけることができるが、数mm以下の個体は発見が困難な場合が多い。もし、モニタリングの間隔が広ければ、サンゴが食いつくされる可能性があるため、サンゴに白い食痕を認めた場合には群体の下部も丹念に調べて除去することが必要である。そのためには、モニタリング時には常に長いピンセットを携帯するとよい。短いものでは、群体が大きく育った群体の下部に潜む貝まで届かないことがある。

大度、具志頭浜、安座真および部瀬名のいずれの場所でも、ミドリイシ類の殆どの枝先に嚙り取られた痕があった (図2)。これらの場所で行なったモニタリング時には、これまで捕食現場を目撃していない。金城 (私信) は、北谷町の移植現場で、コクテンフグ *Arothron nigropunctatus* やカンムリベラ *Coris aygula* およびブダイ類 *Scarus* spp. が捕食することをしばしば目撃して

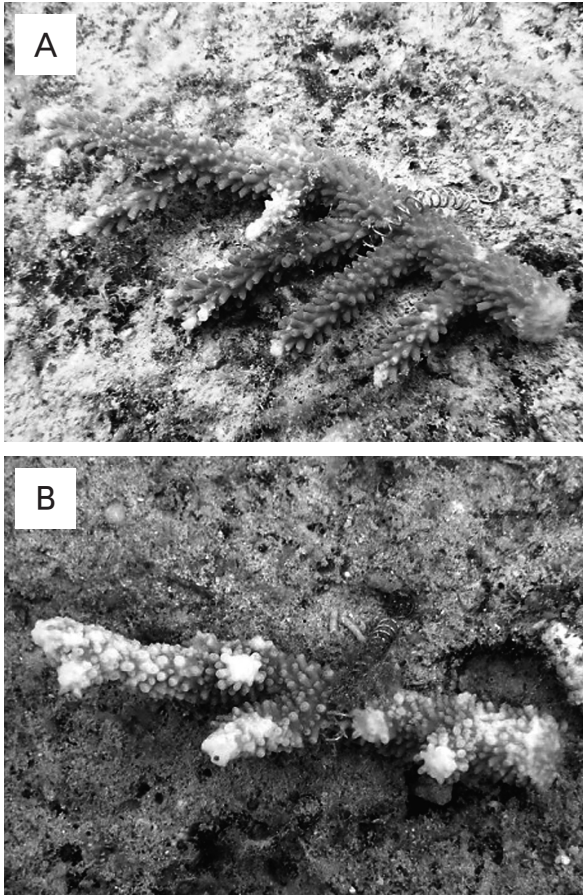


図2. 枝の先端部を齧り取られて、部分的に死亡した枝状ミドリイシの一種（南城市安座真）。A, 移植直後の移植片（齧りあとは見られない）；B, 移植後約1ヶ月の移植サンゴ。移植片作製時の切断面は再生・修復されているが、枝は全て先端部が齧られている。

いるので、枝先の齧り痕は魚による捕食によってできたものと言えよう。

魚類による捕食からサンゴを護るために、移植サンゴに網籠を被せることが行なわれている（北谷町・南城市：金城，私信；恩納・部瀬名・瀬底：西平，2008）。籠かけは効果的ではあるが、籠内に藻類が繁茂するため、適切な管理が必要になる（西平，2008）。網目の大きさや籠のサイズ、籠内に入れる移植片の数など、保護するサンゴの特徴を考えて決める必要がある。

### 3) 病 気

移植サンゴの組織が剥離して死亡する場合がある。このような死亡は病気によると思われるが、自然に生育しているサンゴに同様な死亡が見られる場合も見られない場合にも、移植サンゴにこのような組織の剥離と死亡が観察された（西平，2007）。具志頭浜では、移植サンゴ

が死亡した時期に、自然に棲息していた11属のサンゴに部分的死亡あるいは全死亡した群体があった。しかし、全く病気の兆候のない健全なサンゴも2属あった。移植サンゴが全死亡する場合も、部分的死亡に終わる場合もあった。部分的死亡の場合には、後に組織が再生してむき出しの骨格を被覆する（修復する）場合もあれば、部分的に死亡したまま成長を続ける場合もあった。このような組織の剥離から死にいたる現象は、安座真でも見られた（図3）。

近年、さまざまな海域で幾種類ものサンゴの病気が報告されている（Rosenberg and Loya，2004）が、移植サンゴの病気に対して今のところこれといった対応策はない。移植サンゴに見られた病気が、移植に伴って起こったものであるかどうかは判断できない。消極的な対応ではあるが、植え付けの時期を選び、サンゴの順化や移植時の扱いを丁寧にするなど、サンゴにかかる負荷をできるだけ軽減するように心がけることが、必要かと思われる。植え付けに適した季節はまだ検討していないが、植え付け作業に伴うストレスを軽減するためには、高水温になる夏の日照りのもとでの作業は控えたほうが良いかもしれない。移植群体が大きく成長した後で、病気によって死亡するという事例は、これまでの約3年間にわたるモニタリング中には観察されていない。

### 4) 砂泥への埋没

移植場所の近くに棲むナガウニ類 *Echinometra* spp. が排泄する糞にサンゴが覆われるなど、砂や泥などの底質に埋没して移植片が死亡することがあった（西平，2007）。特に岩の急傾斜面などに移植する場合には、割れ目に潜む定住的なナガウニ類がいる場合に時折見られた。サンゴは全体が埋没してしまうことは少ないが、バネによって押さえられた部分が死亡する場合には、再固着に要する時間が長くなる場合がある（図4A）。移植サンゴを固定する際にナガウニ類の棲息状況をチェックして、そのような危険のある場所は避ける方がよい。

底質への埋没は、それ以外にも起こった（図4B）。荒天時に砂礫が移動して基盤を覆い、全てが死亡することがあった。特に、礁池における移植に際しては、海底すれすれの岩面に移植することは避け、海底から立ち上がった岩盤を選ぶことによって、そのような危険をいくらか避けることができる。ちなみに、大度における移植では、海底から約50 cm以上の高さの岩盤では砂礫に覆われて死亡することは、この3年間起こっていない。低い岩盤に移植したものでは、そのような影響を受けたものがあった。

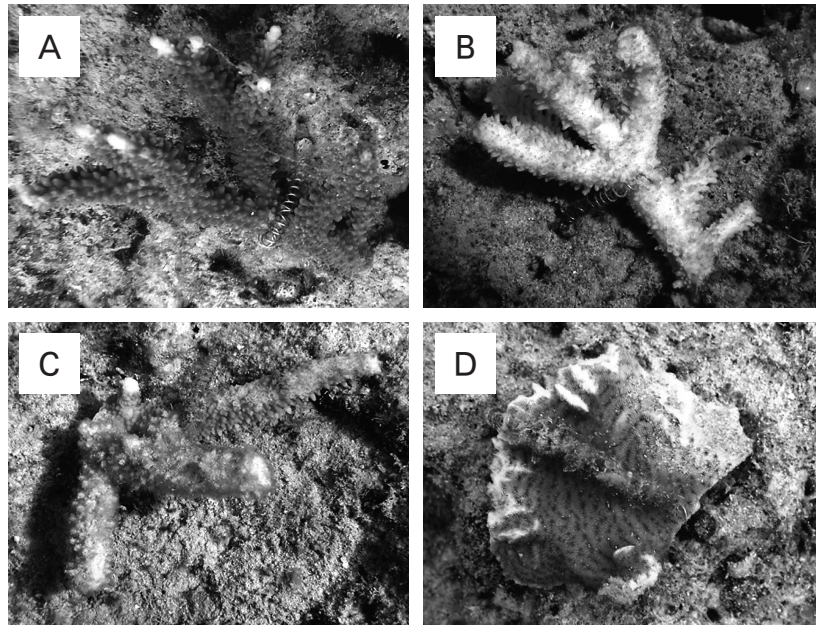


図3. 移植サンゴ片に見られた病気によると思われる死亡例 (南城市安座真)。A, 移植直後の枝状ミドリイシの一種 (死亡の兆候は見られない) ; B, 全死亡した移植片 ; C, 部分的に組織が剥離した枝状ミドリイシの一種 ; D, 組織が剥離し, 部分的に死亡したコノハシコロサンゴ。(BとCのサンゴは, いずれも枝の先端部が嚙り取られている)。(B-Dは移植後約1ヶ月)。

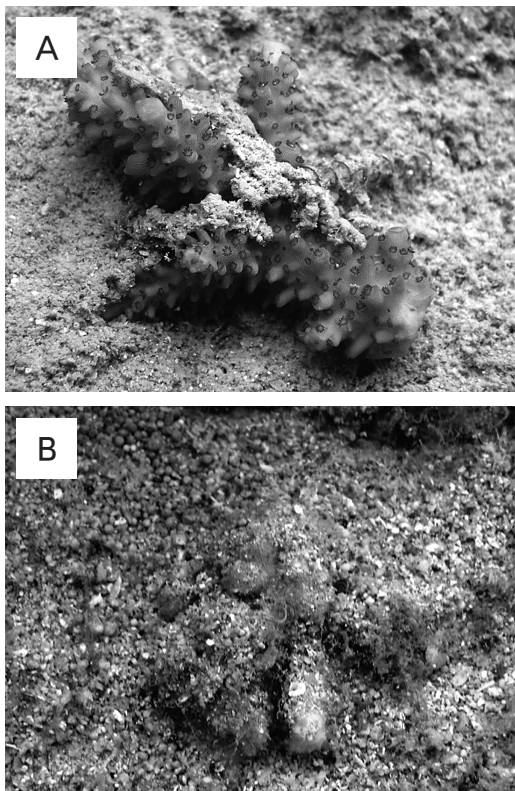


図4. 砂泥に覆われた移植片。A, ツマジロナガウニの糞が枝状ミドリイシの一種を覆い始めた状態 (八重瀬町具志頭浜) ; B, 移動した砂に埋もれて死亡した移植片 (糸満市大度)。

#### 5) 海藻による被覆

移植片が海藻によって被覆され, 最終的には死亡することが稀に見られた。海藻が小型で, 葉状や糸状の場合にはあまり問題はなかったが, 未同定の紅藻類のような枝分かれしたやや硬い葉状体を持った海藻の場合, サンゴの枝の隙間に入り込んで生育し, 繁茂するにつれてサンゴ群体全体を被覆する場合があった (図5)。その場合には, 群体の内部から死に始め, やがて全体が覆われて死亡した。コノハシコロサンゴのように, 群体内部に小さな隙間が多数存在する形状のサンゴでは, このような海藻に覆われて死亡することがあり, 他の種でも起こる可能性がある。具志頭浜でも, 季節によって糸状の緑藻類が大量に繁茂して群体に絡みつき, 部分的死亡をもたらすことがあった (西平, 2007)。

移植サンゴに限らず, ユビエダハマサンゴ *Porites cylindrica* の群体の枝に隙間に海藻が繁茂して, わずかに枝の先端部のみが生きた状態で残り, 他のほとんどの部分が死亡していることがある。移植サンゴに藻類が付き始めた場合には, 速やかに除去することが唯一の死亡回避策であるように思われる。富栄養化が進み, 海藻の繁茂が著しくなるような場所では, 海藻による被覆回避のための監視と管理が特に求められるであろう。水質をはじめ, 環境保全が何にもまして重要であることは言うまでもない。

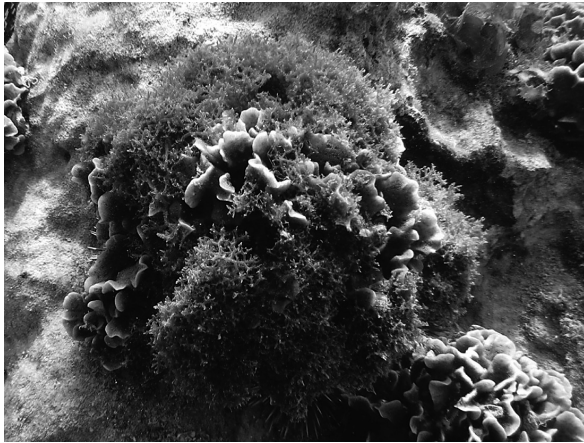


図5. 成長した移植群体の海藻による被覆（糸満市大度）。紅藻類の一種に被覆されたコノハシコロサンゴ（後に完全に被覆され、死亡した）。



図6. 再固着し成長した後に、強い力が加わって脱落したと思われる群体（糸満市大度）。バネで止めた部分が部分的死亡後にバネを抱き込まないまま成長を続け、バネごと離脱して海底に落下。ほとんどの枝の先端が折れている。

サンゴ礁に設置されたサラサバテイ *Trochus niloticus* の養殖池内に、さまざまなサンゴが旺盛に生育することができる要因として、貝の摂食活動が海藻の繁茂を抑制することが考えられている (Omori et al., 2007)。また、バリ島における礁池内に設置されたコーラルファームでも、海藻の繁茂が屋外養殖サンゴに大きな制約となっていて、定期的に入海戦術で海藻を除去しているようなありさまである。

## 6) 破壊

具志頭浜の礁池では、枝状ミドリイシに釣り糸がから

まっていることがあったが、死亡に至るようなことは見られず、人が少ないためか人為的に破壊されることもなかった (西平, 2007)。

大度海岸では、移植サンゴが再固着して成長を開始した後に、突然破壊されることがあった。移植サンゴの破壊は、自然の力による場合と人為的に破壊されたと考えられる場合があった。エダコモンサンゴ *Montipora digitata* が成長した後に壊されたことがあり、枝状ミドリイシも同様にバネもろとも離脱して落下したことがあった (図6)。恐らくスノーケリングの際にフィンで蹴って破壊したものと思われる。

平良 (1998) は大度で移植実験を行なった。実験の終了後も、大きく成長したウスエダミドリイシ *Acropora tenuis* を観察していたが、ホームアクアリウムで飼育するための熱帯魚を採集に来た人によって、魚のすみ場所となったサンゴが粉々に破壊されたことがあった。

大度の礁池では、移植実験を行っている岩が台風で8 m程度横滑りして移動したことがあったが、移植サンゴに大きな損傷はなかった。一方、低い岩盤に固定した枝状ミドリイシの場合には、移植群体のほとんどが破壊された。台風時に砂礫が大きく移動して厚く堆積する場合もあるため、移植片が岩盤もろとも埋まらないように、周辺が砂礫で囲まれている場所は移植場所として避けたほうがよいであろう。

## まとめ

1. 糸満市大度，八重瀬町具志頭浜，南城市安座真，名護市部瀬名，本部町瀬底島で行なったサンゴの移植実験とモニタリング中に観察された移植サンゴの死亡事例を記述した。
2. 移植サンゴに見られた部分的死亡や全死亡の事例として、脱落、捕食、病気、砂泥への埋没、海藻による被覆および破壊（台風などの自然の破壊と人為的破壊）などが見られた。
3. このような移植サンゴの死亡を回避または軽減するために効果があると思われる適用可能な対応策を記した。

## 謝辞

この観察記録には、沖縄県環境保健部自然保護課と亜熱帯総合研究所の依頼による仕事と、その後の追跡調査で得られたものが含まれている。海中作業を補助して頂いている棚原盛秀さん、捕食者に関わる情報提供を頂いた金城浩二さん、および貴重なコメントを頂いた2名の査読者に感謝する。

## 参考文献

- 遠藤秀文・Prasetyo, R.・西平守孝・大中 晋. 2006. 移植サンゴの定着率に関する長期現地モニタリング及びサンゴ移植の適用性の検討. 海岸工学論文集. 53: 1196-1200.
- 西平守孝. 2006. 伸縮性素材を用いたサンゴ片の新たな固定法. 名桜大学総合研究, (9):71-75.
- 西平守孝. 2007. 沖縄島南部具志頭浜海岸の礁池における移植サンゴ片の生存と成長. 名桜大学総合研究, (11):37-46.
- 西平守孝. 2008. 板チョコプレートを用いたサンゴの移植について. 名桜大学総合研究, (12):45-48.
- Omori, M., Kajiwarra, K., Matsumoto, H., Watanuki, A. and Kubo, H. 2007. Why corals recruit successfully in top-shell snail aquaculture structures? Galaxea, JCRS, 8:83-90.
- Rosenberg, E. and Loya, Y. (eds) 2004. Coral Health and Disease. Springer, 488pp.
- 平良正哉. 1998. サンゴの移植について. 公益信託TaKaRa ハーモニーファンド 平成4年度研究活動報告. 宝酒造. p.58-60.