

伸縮性素材を用いたサンゴ片の新たな固定法

西平守孝

New Methods for Transplanting Coral Pieces Using Elastic Materials

Moritaka Nishihira

さまざまな目的で、サンゴ群体の破片の移植が国内外で広く試みられて来た (大久保・大森, 2001およびそれに収録の文献参照; 西平, 1988, 1990, 1994, 2005, 2006; 西平ら, 1988; 西平・金城, 2003; 西平他, 1998; 平良, 1998; Okubo et al. 2005)。サンゴ片の移植に際しては、基盤に固定したサンゴ片が速やかに基盤に再固着できるような工夫が必要である。移植片が速やかに再固着できるようにするためには、サンゴの軟体部が基盤に接触し、その状態で動かないという2つの条件を満たす方法でなければならない (西平, 2006)。しかも、その方法が安価で扱いが容易であり、かつ作業が安全で再固着率の高い方法が望ましい。そうでなければ、サンゴの移植が多額の費用を必要とするために、極一部の人が関り得ない活動に止まり、陸上における植林活動のような広がりを見せることが望めないからである。

このようなことを念頭において、これまでさまざまなサンゴ片の固定法 (ここでは移植でなく敢えて固定法と呼ぶ) を試みてきた。西平 (2006) は簡便なサンゴ片の固定方法として、波釘を用いた固定法を紹介した。その方法は、安価で手軽である上に垂直面にもサンゴ片の固定が可能であるなど、それなりの長所はあったものの、岩盤に小さな穴を開ける必要があり、そのための機材を必要とすることがやや難点であった。

今回、それよりさらに安価で手軽に行える上に、安全でさらに効果的という、より優れた方法を新たに考案した。それは、釘を支柱にして伸縮性素材を用いてサンゴ片を基盤に接触した状態で固定する方法である。その一部は既に口頭で発表した (西平, 2005) が、改めてここに報告しておきたい。この新しい方法を亜熱帯総合研究所の委託によるサンゴ移植の実証試験に際して適用した結果、方法そのものに関してはほぼ満足すべき結果が得られた。ここでは、方法とその長所および問題点を述べるにとどめ、実際に適用した結果の詳細は別に報告したい。

この研究は、主として琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所で行なわれた。実験に供したサンゴの採集は

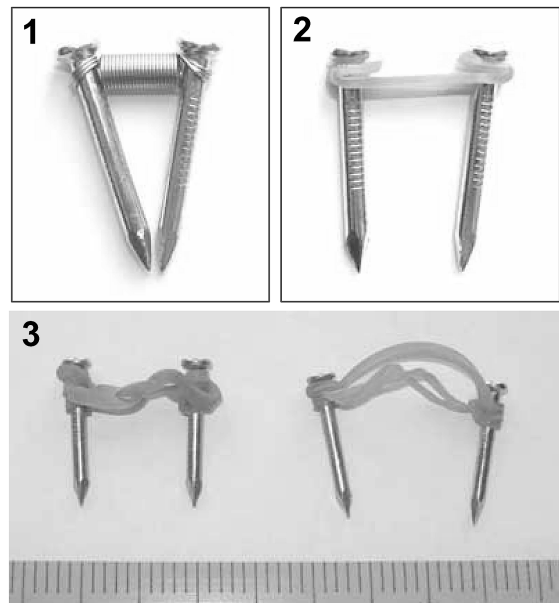


図1. 伸縮性素材を用いたサンゴ片の固定用具。1, ステンレスのスプリング (密着巻きバネ) をコンクリート釘に取り付けたもの; 2, 幅広のゴムバンドに孔を開け、釘を差し込んだもの; 3, 幅広の輪ゴム1本 (左) または細いゴムバンド2本 (右) を直接釘に縛り付けたもの。3の1目盛りは1 mm。釘は #12, 25 mm。

沖縄県知事の特別採捕許可を得て行なわれ、この固定手方法は亜熱帯総合研究所の委託によるサンゴ礁修復技術実証試験に適用した。使用した写真の一部は、亜熱帯総合研究所の了承を得て収録したものである。

伸縮性素材を用いたサンゴ片固定用具の作製と使用法

固定用具の作製

1) 材料

コンクリート釘 (アマテイ (株) #12の主として長さ25

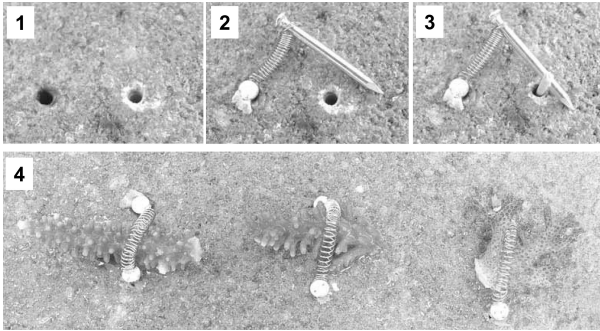


図2. コンクリートブロックへのサンゴ片の固定例。1～3, 基盤に穴を開け (1), 爪楊子のパッキンを差し込んで釘を打ち込み (2), 他の穴に釘を打ち込むべく爪楊子を差し込んだ状態 (3)。4, スプリングによるサンゴ片の固定例: 左と中央は枝状ミドリイシの一種, 右はハナヤサイサンゴ。

mmまたは32 mm), 伸縮性素材 (ステンレスのスプリング (密着巻バネ): 線径0.4 mmのステンレスワイヤで外径4 mm, 長さ2 cmの密着巻きバネ (必要に応じて1 cmに半切して使用); ゴムバンド: (WAKI GB894 #260, 切幅3 mm; WAKI GB893 #16, 切幅1.1 mm); モビロン (熱可塑性ポリウレタン): 釣り具のヨリトリ (YAMASHITA ゴムヨリトリ, 太さ1.5~2.0 mm)。

2) 作製用具

特別な道具は要らないが, 強いて言えば幅広のゴムバンドを切るハサミと小さな孔を開けるポンチとハンマー。

3) 作製方法 (伸縮性素材の両端に釘を取り付ける)

3-1) スプリング付き釘 (図 1-1)。スプリングの両端からそれぞれ3巻目に釘を通す。

3-2) ゴムバンド付き釘 (図 1-2, 1-3)。

a. 幅広のゴムバンドを適当な長さに切り, 両端に隣接して2個の直径1 mm程度の孔を開け, バンドの両端を折り曲げて孔に釘を通す (図 1-2)。折り返して釘を通すのは, 固定のためにゴムを引っ張る際に孔が切れた場合にも他の孔で止まるようにするためである。

b. 幅広のゴムバンドの両端を直接釘に巻き付ける (図 1-3, 左)。比較的大きなサンゴ片を固定する際に用いる。

c. 細いゴムバンドを2本用い, 両端を釘に直接巻き付ける (図 1-3, 右)。比較的大きなサンゴ片の固定用であり, 幅広のバンドを用いた場合より安価であるが, 強度が落ちる。

3-3) モビロン付き釘。適当な長さのモビロンの両端を丸めて熱を加えて接着して輪を作り, その中に釘を差し込む。輪は釘の直径より小さくする。接着が難しい場合は, モビロンで直接釘を縛る。

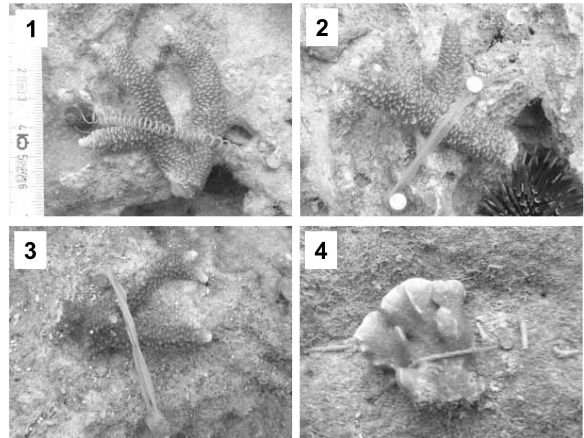


図3. サンゴ礁基盤へのサンゴ片の固定例。1, スプリングで固定 (枝状ミドリイシの一種); 2, 幅広ゴムバンドで固定 (枝状ミドリイシの一種); 3, 細ゴムバンドで固定 (枝状ミドリイシの一種); 4, モビロンで固定 (コノハシコロサンゴ)。(亜熱帯総合研究所より委託されたサンゴ礁修復技術実証試験に適用した例)

サンゴ移植片の固定

1) サンゴ片固定に用いる道具

伸縮性素材付き釘, ワイヤブラシ, ハンマー (釘抜き付き), レンチプライヤー, ニッパー, 打ち込み補助棒, 必要に応じてドリル, タイル用ドリル歯, 爪楊子。

2) サンゴ片固定作業

2-1) サンゴ片の準備 (これらの固定法は樹枝状群体の移植片に最適であるが, 葉状および被覆状群体破片にも適用可能。サンゴ片のサイズは長さ5 cm程度が適当であるが, より小型でもよい)。

2-2) 岩盤が固く釘が打ち込めない場合の作業 (図 2-1, 2, 3)

基盤表面をワイヤブラシで海藻や沈殿物を除去した後, サンゴ片のサイズに合わせて, 適切な間隔で穴を2個開ける (直径3~4 mmのタイル用のドリル歯を使うと作業が楽である)。穴に爪楊子を差し込んで釘を打ち込む。爪楊子はパッキンとなり, 釘が打ち込みやすく, 抜けにくくなる。後は次の2-3で記すようにして, サンゴ片を固定する。図 2-4は, このようにして固定した枝状ミドリイシの一種とハナヤサイサンゴを示す。

2-3) 岩盤に釘が打ち込める場合 (図 3)

基盤がもろく崩れやすすくないことを確かめた上で, 適当な場所で藻類や沈殿物を除去, またはハンマーを用いて岩盤表面を平坦化する。基盤がハマサンゴの骨格や釘が打ち込める程度の堅さである場合は, 直接釘を打ち込む。釘1本をレンチプライヤーで挟んで支え (指を叩かないように安全のため), ハンマーで基盤に

表 1. 伸縮性素材のサンゴ片固定用材としての特徴。価格は、1 サンゴ片固定にかかる金額（円）で、伸縮性素材とコンクリート釘（#12, 25 mm, 2 本）を含む。密着巻バネは長さ1 cmの場合。

素 材	密着巻バネ	幅広ゴムバンド	細ゴムバンド	モビロン
価 格	5	3	2	20~30
再利用	可	不可	不可	不可
強 度	大	中	小	中
適用群体形	枝状・葉状	枝状・葉状	枝状・葉状	枝状・葉状
水平面	可	可	可	可
垂直面	可	可	不可	不可
オーバーハング	可	可	不可	不可

打ち込む。サンゴ片が単純な構造である場合は、先に他方の釘も同様にして打ち込んでおく。釘と釘の距離は移植片のサイズによって決めればよいが、やや広めの方が作業がしやすい。スプリングやゴムを持ち上げてサンゴ片を差し込んで固定する。サンゴの軟体部が基盤に直接しっかりと接触し、簡単には動かない程度に固定されていることを確認する。

サンゴ片が幾つもの枝のある複雑な形である場合は、まず1本の釘を固定し、バネやゴムを引き延ばして他方の釘をサンゴ片の枝間をくぐらせ、岩に打ち込む。レンチプライヤーを使うと作業が楽である。サンゴの姿勢は、枝先を含めていくつかの部分が基盤に接しているようにするとよい。スプリングの場合は伸ばしすぎないように注意する。伸ばしすぎるとサンゴ片の固定が甘くなる場合があるからである。また、釘を打ち込む際、誤って枝を破壊しないように注意しなければならないが、その恐れのある場合は打ち込みの補助棒（西平, 2006）を用いるとよい。

図3に、礁池の石灰岩基盤に直接釘を打ち込み、それぞれの素材を用いて枝状ミドリイシの一種とコノハシコロサンゴの小片を固定した例を示す。これは、移植の実証試験に適用したものである。

方法の利点と問題点

表1に、伸縮性素材を用いたサンゴ片固定法の利点と問題点の概要を示す。モビロンはやや割高になっているが、釣り用具のヨリトリを購入して使用したことによる。大量に作る場合は、より安くなるであろう。

利 点

1) 安価である

伸縮性素材としてさまざまなものが利用できる。ステンレスのスプリングは、少数の場合はホームセンターで引きバネを購入し、適当な長さに切断して使用することもできるが、割高である。大量に使用する場合は、特注

で製作する方がはるかに安く、長さ2 cmのものを5,000個作れば1個9円、10,000個では6円になる。輪ゴムは幅広のもの1本2円、細いものは5本で1円程度である。モビロンはヨリトリを購入すれば1つあたり20~30円程度かかる。釘は2本で約1円である。

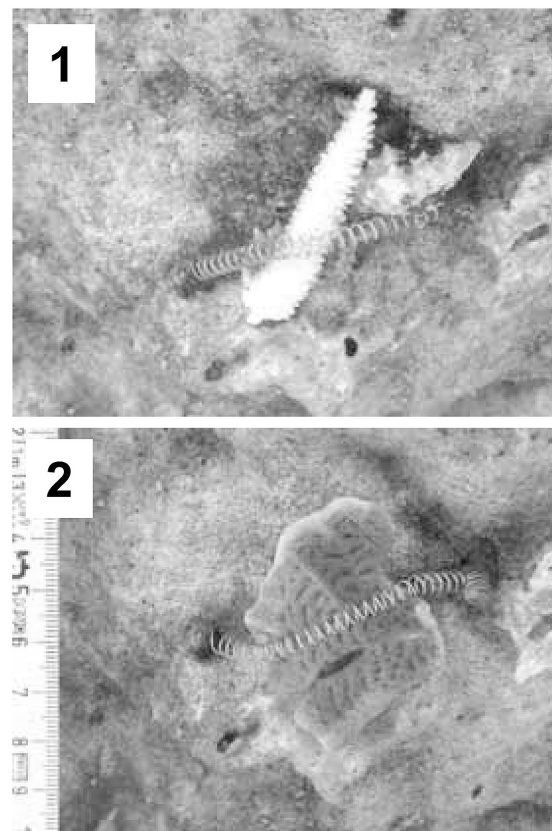


図4. スプリングの再使用例。1, サンゴ片の固定後に、シロレイシガイダマシに捕食された枝状ミドリイシの一種; 2, 1と同じスプリングを再利用してコノハシコロサンゴ片を差し込んで固定。(亜熱帯総合研究所より委託されたサンゴ礁修復技術実証試験に適用した例)

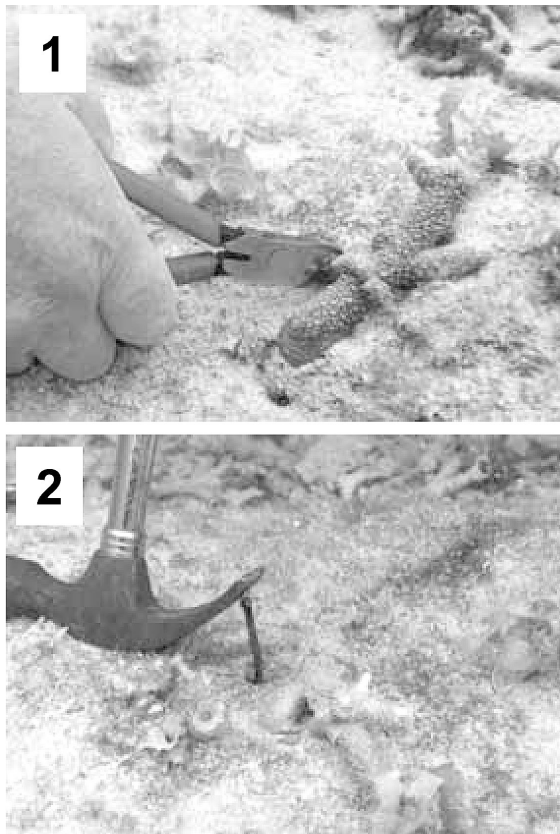


図5. サンゴ片の再固着後の釘の除去。1, 強固な再固着を確認後にスプリングを切断; 2, 釘を抜く。(亜熱帯総合研究所より委託されたサンゴ礁修復技術実証試験に適用した例)

2) 作業が容易である

サンゴ片の固定法の説明で示したように、固定作業は容易である。基盤が直接釘が打ち込めないほど堅い場合には、予め穴を開ける必要があるため、それだけ手間がかかることになるが、サンゴ礁の岩盤は多くの場合、打ち込める堅さであろう。

3) 作業が安全である

釘を打ち込む際、誤って手や指を叩かないように注意すれば、作業そのものは安全に行うことができる。レンチプライヤーも適宜使用すると良い。

4) 繰り返し使用可能である (密着巻パネの場合)(図4)

固定したサンゴ片は、常に生存し続けるとは限らない。離脱する場合もあり、捕食されたり (図4-1)、沈殿物による被覆や病気、あるいは特定出来ない原因による死亡も起こる。このような場合、スプリングをそのまま再使用して新たにサンゴ片を固定することも可能である (図4-2)。

5) 必要であれば釘を除去することが可能である

基盤に釘を残したままにしておいてもさしたる影響はないと思われるが、釘を残したくない場合はサンゴが基

盤に再固着した後に釘を除去することは可能である。サンゴ片が再固着するために要する時間は、種やサンゴ片の基盤との接触状況によって異なる。ミドリイシ類の場合、しっかり接触している場合にはおよそ3週間で再固着する。再固着の初期は、動かせば簡単に基盤から剥がれてしまうため、釘の除去は適当ではない。

図5に示すように、強固に再固着した後に、スプリングやゴムバンドなどの両端を切り、釘を抜く。釘を除去したい場合には、固定の際にあらかじめ釘の間隔を広くとるか、複雑な枝を持ったままのサンゴ片を使用しないなどの注意が必要である。枝が長く伸びて釘と釘がサンゴの群体の枝間に隠れてしまった後では、サンゴを壊さない状態で除去することが不可能になる。

6) 水平な岩盤表面から垂直面およびオーバーハングの面にさえもサンゴ片を固定することができる。

これらのことなどが、この方法の優れた点である。適用されるサンゴの形状としては、枝状のサンゴ片にもっとも適しているが、葉状や被覆状サンゴ片にも十分に適用可能である (図3-4, 4-2)。通常は塊状サンゴの移植片には適した方法とは言えないが、これも工夫次第である。さまざまな群体形に適用する場合の方法については、別に報告したい。

問題点

伸縮性素材を用いる方法の問題点は、岩盤が釘を打ち込めないほど固い場合に釘とほぼ同じ直径の小さな穴を開けなければならないこと程度である。波釘付き釘を用いる方法 (西平, 2006) に比べれば、釘を打ち終わってからサンゴ片を挟み込むことが可能で、作業がより手軽である。

波の荒い場所や、静穏な場所でも荒天時の波浪の荒い時、あるいは直接波が当たる急斜面や垂直面などでは、ゴムやモビロンが切れたり、サンゴ片が再固着する前に脱落することがある。従って、これらの素材は波当りの激しい場所における移植にはあまり適していない。スプリングでは、そのような状況の下でも良い成績を上げることができる。

釘が残ることを問題にするとすれば、前述のようにサンゴ片が再固着した後で、釘を抜き取ることは可能である。そのためには、あらかじめ打ち込み方や固定の仕方に工夫と注意が必要となる。

このような問題点はあるものの、伸縮性素材を用いる固定法は、固定場所やサンゴの形状などを考慮すれば、十分に利用出来る方法である。特に、スプリングを用いる方法は、あらゆる点で利点が多く、さまざまな環境の下で広く使いうるものであると考えられる。

まとめ

サンゴ群集の回復促進や創出を目指して、市民が草の根的にサンゴの移植に取り組めるようになる状況が来ることを願って、技術的な検討を行ってきた。ここでは、伸縮性素材を用いた安価で手軽な新たなサンゴ片の固定法を考案した。この方法で用いる用具は安価で、固定作業が容易で安全であり、再固着が速く、平坦面や垂直面、オーバーハングの面にさえ適用可能である。また、移植片が伸縮性素材を抱き込む前に死亡（被食・病気・離脱などによる）した場合、ステンレスのスプリングを用いる方法では再利用可能である。問題点としては釘とステンレスが残るが、釘と釘の間を広めに取れば、再固着後に釘を取り除くことも可能である。ゴムバンド（特に細いもの）やモピロンは切れることがあり、波の強い場所では不適合で、再利用も出来ない。試した3種の伸縮性素材の中で、スプリングが最も優れている。

参考文献

ここでは、基本的に大久保・大森（2001）に収録されているもの以外のものを示す。それはレビューで、多くの文献が紹介されていて便利であるが、今回の報告内容とは直接関係の薄いものも多いため、関心のある方々は直接そのレビューを参照して頂きたい。Galaxeaは日本サンゴ礁学会の雑誌で、手軽に読むことが出来る。

西平守孝. 1988. 「サンゴ礁の渚を遊ぶ」. ひるぎ社, 那

覇. 299pp.

西平守孝. 1990. 沖縄の海を彩るサンゴたち 5. 「造礁サンゴの移植」. 緑と生活, 5月号, 58-61pp.

西平守孝. 1994. 群体破片を用いた造礁サンゴの移植について 竹串を用いる簡便な方法 . 沖縄生物学会誌, (32):49-56.

西平守孝. 2005. 伸縮性素材を用いたサンゴ片の固定法. 日本サンゴ礁学会第8回大会・講演要旨集, 日本サンゴ礁学会. p.17.

西平守孝. 2006. 波釘付き釘を用いたサンゴ片の新たな固定法. 名桜大学総合研究所紀要, (9):57-60.

西平守孝・金城浩二. 2003. サンゴの移植：簡便で効率的なサンゴ移植片の新しい固定法. 日本サンゴ礁学会第5回大会・講演要旨集. 日本サンゴ礁学会. p.36.

西平守孝・屋比久壮実・藤田智康. 1988. サンゴ群体破片の無性生殖の応用によるサンゴ群集の復元方法の研究. サンゴ礁海域保全研究会第1回研究報告書. 沖縄県環境科学検査センター, 浦添. 184-254pp.

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, 3:31-40.

Okubo, N., Taniguchi, H. and Motokawa, T. 2005. Successful methods for transplanting fragments of *Acropora formosa* and *Acropora hyacinthus*. Coral Reefs, 24 : 333-342.

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. 58-60pp.