

サンゴの人工構造物への着生状況

森 田 晋* ・ 田 淵 郁 男** ・ 前 原 弘 海***
進 明 男****・ 児 玉 理 彦*****・ 山 本 秀 一*****

1. はじめに

サンゴ礁は生きた防波堤として海岸侵食や台風の被害から沖縄県土を守る重要な役割を果たしているとともに、サンゴを中心とする生産性の高い生物群集は、沿岸域の漁業資源、また、観光資源として特に重要な場となっている。特に、日本の最南に位置する沖縄県では、県の基盤産業である観光にとって大きな価値を有している。

しかし、近年のオニヒトデの異常発生による食害、また、陸域開発に伴う赤土流入等が、県内のサンゴ礁生物群集に大きな影響を与えており、サンゴ礁保護に対する社会的関心が高まっている。

一方、沖縄県の県都那覇市に位置する那覇港では、外海に面した防波堤周辺にサンゴの着生が確認された。このため、港湾構造物が単に防災上の効果に加え、周辺の生物生産の回復に寄与できる点に着目し、防波堤上のサンゴの着生状況および将来の増殖の可能性について検討したものである。

2. 調査内容

(1) サンゴ群落の形成過程に関する調査

那覇港の西側に位置する新港第一防波堤、那覇防波堤、浦添第一防波堤等の防波堤群は、1976年度から整備が始められ、現在に至るまで徐々にその延長が進められている。

調査は、このような防波堤に着生するサンゴ群落を対象に、1991年7月23日から8月3日にかけて実施した。なお、本調査に関連する調査を1989年から1990年にかけて実施している。調査対象区域は、各区域の施工年度をもとに、図-1に示すように新港第一防波堤西側（港外側）の7区間（調査区域の①から⑦）、那覇防波堤の西側（港外側）の1区間（区間⑧）、浦添第一防波堤の北

側（港外側）の1区間（区間⑨）に設定した。調査対象水深は、水深別に D. L.（工事用基準面）を基準にして -1, -3, -5, -7, -9, -12 m の6水深帯とした。調査方法はブロックに着生しているサンゴ群落について 50 cm×50 cm のコドラートをを用いた潜水目視観察法とした。なお、サンゴの着生基質の面の傾きがサンゴの着生状況に及ぼす影響を考慮して、調査点の傾度を着生基質が鉛直上向きの状態を 0°, 鉛直下向きの状態を 180° と設定し、全調査水深帯で傾度 0° における着生状況調査を実施するとともに、水深 -1 m および -9 m 帯では傾度 45° および 90° についても調査した。調査項目は、サンゴの種類、被度、群数、最大径（最大の群体の長径）とし、水深、傾度ごとに3点ずつの調査を実施し、平均値として示した。

なお、サンゴの同定は目視観察で可能な範囲とし、種名は西平（1988）および内田他（1989）によった。

また、1989年から1991年にかけて、周辺海域の流況、水温、塩分、濁り、水中照度、餌料生物、外敵生物等の環境条件に関する調査もあわせて実施した。

(2) サンゴ群落の形成と基質形状に関する調査

サンゴ群落の形成と基質形状との関係を知るために、1990年3月にブロック天端面に潜水作業により凹凸を設

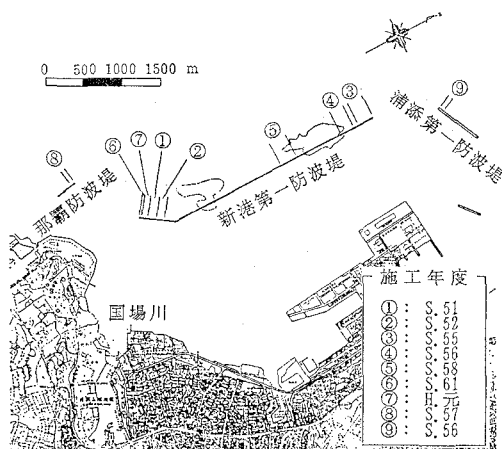


図-1 調査位置図

* 正員 沖縄開発庁那覇港工事事務所所長
** 沖縄開発庁那覇港工事事務所次長
*** 沖縄開発庁那覇港工事事務所建設専門官
**** 沖縄開発庁那覇港工事事務所工事係長
***** 株式会社エコー 九州事務所 所長
***** 株式会社エコー 環境計画課 課長

置した。設置ケースは、高さ1cm、幅1cm、長さ50cmの四角柱状コンクリート角材5本を10cm間隔に水中ボンドで貼りつけた区域(角材区)と、水中ボンドを高さ1cm、幅1cm、長さ50cmの三角柱状に10cm間隔で5列に貼りつけた区域(筋区)、および対照区として平滑なままの区域(平滑区)の3ケースで、水深-3mと-9mにそれぞれ設置した。その後のサンゴの着生状況調査は上記調査とあわせて1991年8月に実施した。

3. 調査結果および考察

(1) サンゴ群落の形成過程

新港第一防波堤における、施工年度からみた経過年数とサンゴ群落の被度、種類数、群体数、最大径との関係を図-2に示すとともに、サンゴの着生状況を写真-1に示す。

サンゴ群落の成長は、構造物設置後2年間を経過した頃から確認することができる。上層では、被度と最大径が経過年数に伴いほぼ直線的に増加し、最大径では11年間を経過した時点で平均値で40cmに成長しているが、種類数と群体数には5年間を経過した頃からは経年的な大きな変化は認められず、いずれも横這い傾向を示している。一方、下層では、被度と最大径は初期には上層と比較して小さな値を示しているが、その後徐々に増加し、14年間を経過した段階では上層から下層までの値がほぼ同程度になっている。また、種類数と群体数は、初

期の段階から徐々に増加し、14年間を経過した頃には上層と同程度となる。つまり、上層では初期段階に多くの種類数、群体数のサンゴが構造物上に着生し、それらが成長することによって、比較的早い時期に最大径および被度が増加している。下層では、初期段階に着生する種類数、群体数が少なく、それらが徐々に増加するのに伴い、最大径および被度が高くなっている。

水深別にみたサンゴの着生状況の違い(図-3)からも、構造物設置後の初期段階には下層に比べて上層で、被度、種類数、群体数が多く、14年程度経過した段階では上層から下層まではほぼ同様な状況となっていることがわかる。最大径については、水深に関係なく経過年数と



(昭和51年施工区域、平成3年8月撮影)

写真-1 サンゴ着生状況

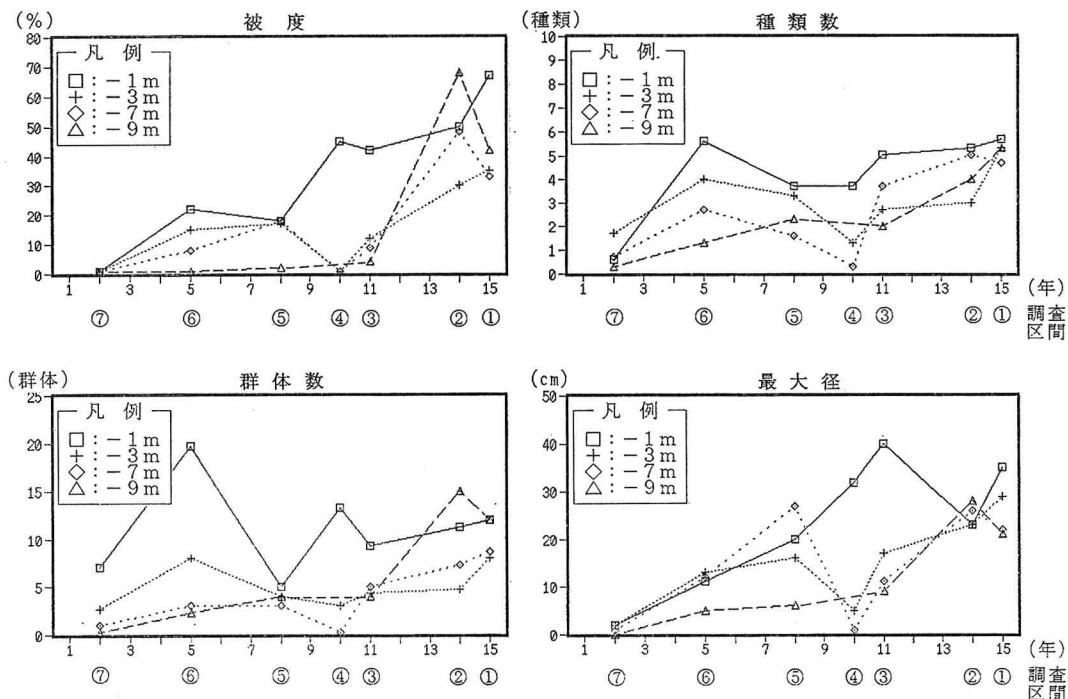


図-2 サンゴ群落の形成過程

ともに徐々に増加している。しかし、14年程度経過した段階において、水深 -12m では水深 -9m 以浅と比較して被度、群体数、最大径ともに小さい値を示している。これは、サンゴの成長に必要な照度等の環境条件が、当海域では水深 10m 程度までは十分な状況にあることを示唆するものと考えられる。

なお、サンゴは礁斜面では水深に応じた環境条件の勾配に沿って帯状の鉛直分布を形成することが知られているが(山里, 1991)、この上層と下層における成長過程の違いを、サンゴの種類による鉛直分布に起因すると考え、サンゴの種類(属レベル)ごとの被度を水深別に整理したものを図-4に示す。これによると、ミドリイシ属は全調査地点において水深 -1m で被度が最大となっており、水深 -5m 以深では 10% 以下となってい

るのに対し、ハマサンゴ属は水深 -1m から -3m の被度は低く、水深 -5m 以深では比較的高い被度となっている。なお、ハナヤサイサンゴ属には顕著な被度のピークはみられず広い水深帯に平均的に分布している。このように、ミドリイシ属は浅い水深帯で構造物設置後の初期段階から急速に着生・成長するのにに対し、ハマサンゴ属は比較的深度帯で一定期間を経た後に成長することが、上層と下層におけるサンゴ群落の成長過程の違いの一因となっていると考えることができる。

また、人工構造物にサンゴが着生・成長することによるサンゴ礁生物群集の形成は、かなり速やかに行われ、11年間で平均値で 40 cm, 最大値で 50 cm (4.5 cm/年) に成長したミドリイシ属のサンゴが確認されている。また、1990年8月に実施した予備調査においては、13年間

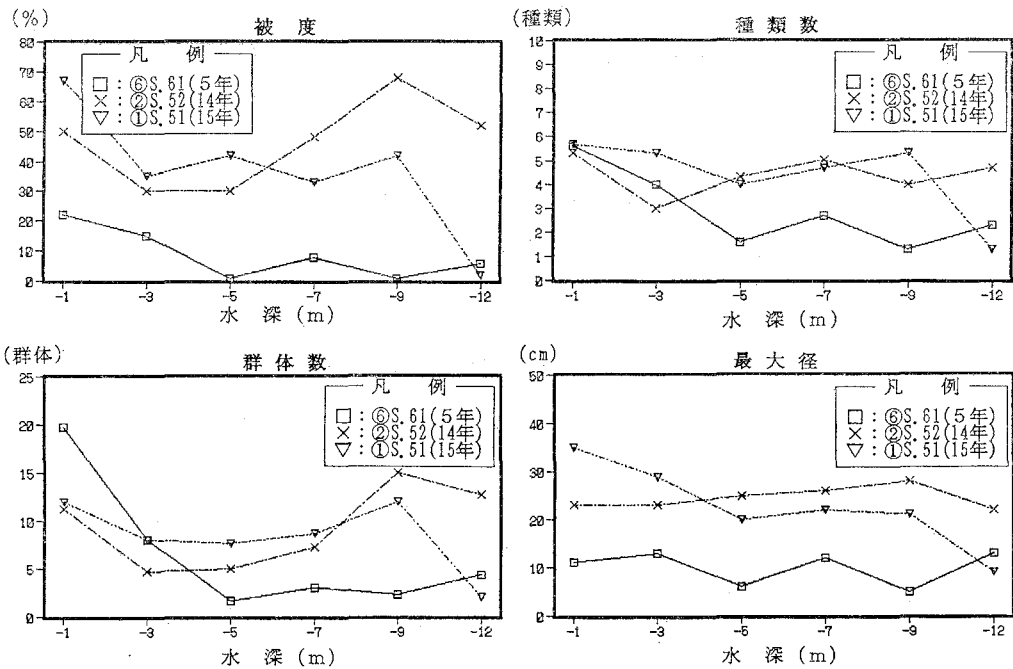


図-3 水深とサンゴ着生状況

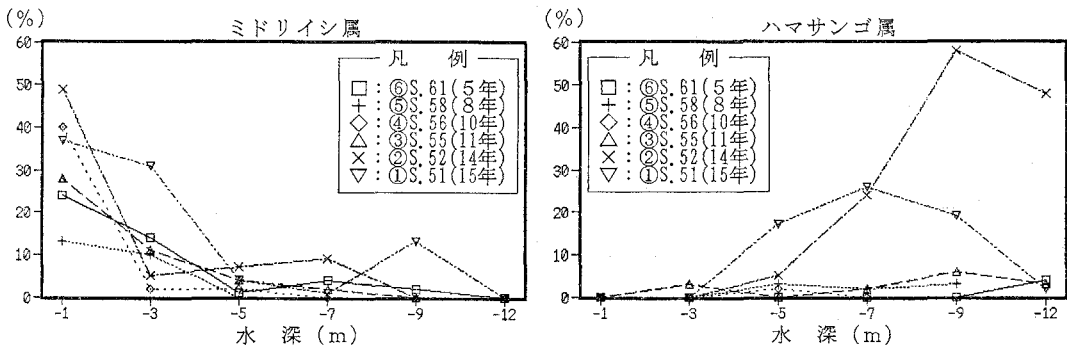


図-4 サンゴの種類と着生状況

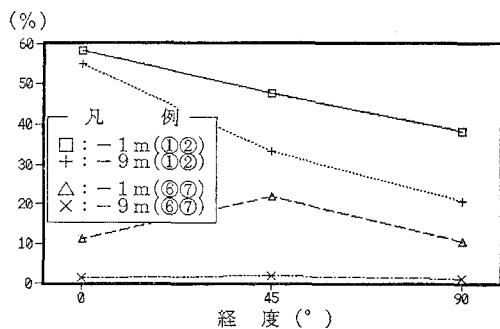


図-5 傾度とサンゴ着生状況

で 80 cm (6.2 cm/年) に成長したミドリイシ属のサンゴも観察されている。既に示したようにサンゴの着生・成長は初期において遅く、徐々に速くなるため、環境条件が適している区域での最盛期の成長速度は白井(1989)の報告等にもみられるように 10 cm/年 程度に達するものと考えられる。その結果、新たな人工構造物でも設置後 10 年間以上経過する過程で、周辺の環境条件がサンゴの成長に適していれば、被度、群体数、種類数、最大径等の点からは天然のものと同等のサンゴ礁生態系を形成することができる。

なお、傾度とサンゴの着生状況の関係を被度についてみると(図-5)、それぞれ大きな差異はないものの、初期の段階では傾度 45° で被度が高く、14 年間以上経過した段階では傾度 0° で高く、傾度 90° で低い傾向を示している。これは、初期の段階では傾度はサンゴの成長に大きな影響を及ぼさないものの、成長に伴い傾度 90° では基質そのものや上部で成長したサンゴに光を遮られることがサンゴの成長を阻害することによるものと考えられる。なお、大きな差異はないが、サンゴの着生基質としては傾度 0° から 45° 程度の状態が適している。

(2) サンゴ群落の形成と環境条件

設置後の経過年数がほぼ同一(8年目から11年目まで)で、立地環境の異なる調査区間(新港第一防波堤:調査区間③④⑥、那覇防波堤:⑧、浦添第一防波堤:⑨)における水深別の被度を図-6に示す。これによると、測点中で最も南側に位置する那覇防波堤では新港第一防波堤や浦添第一防波堤と比較してサンゴの成長が速く、新港第一防波堤の中でも北端に位置する測点よりも中央部に位置する測点では遅い。このように、ほぼ同じ年数を経過した地点でも立地環境条件が異なることによりサンゴの着生状況に違いがある。

このようなサンゴの成長の違いは、波、流れ、透明度等の環境条件に支配されていることが知られている(中森他, 1990)。あわせて実施した周辺環境調査等から、対象海域の波浪は北北西方向からの来襲波浪の頻度が

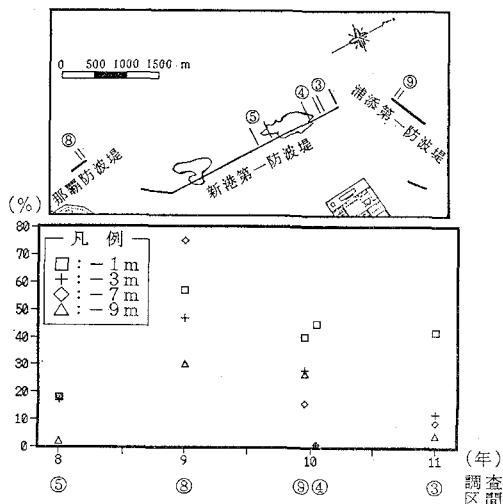


図-6 立地環境の異なる地点でのサンゴ着生状況

50% 以上であり、流況は上げ潮時には北へ向かう流れとなり下げ潮時は南へ向かう流れとなること等が判明している。つまり、サンゴの成長が最も速い那覇防波堤は波の影響は小さく、上げ潮時に南からの流れの影響を強く受ける。また、サンゴの成長の遅い新港第一防波堤の中央部は波・流れの影響はともに小さいことが類推される。このような、波と流れおよびそれに付随する透明度の違いが対象海域のサンゴの成長に影響を及ぼしているものと考えられる。

なお、これまでの周辺環境調査からは、サンゴの成長の要因を定量的に特定することは困難であり、これらの環境要因について長期的な観測を実施することが今後の課題である。

(3) サンゴ群落の形成と基質形状

1990年3月に設置した角材区、筋区、平滑区における1991年8月におけるサンゴの着生状況を表-1に示す。

これによると、-3m層におけるサンゴ群体の着生状況は、角材区で16群体に対して平滑区で0群体(筋区は流失)、-9m層では角材区で27群体、筋区で8群体に対して平滑区で1群体と、サンゴ着生基質面に凹凸があるほどサンゴの初期着生量が多いことがわかる。

同様の検討は海藻類の増殖手法としても検討されており、綿貫他(1987)や寺脇(1988)により、着生基質の凹凸が、ある種の海藻には初期着生の促進効果および成

表-1 サンゴ群落の形成と基質形状

(単位: 群体数/0.55m²)

基 質 形 状	平滑区	筋 区	角材区
1991年3月	0	流 失	16
加 工	1	8	27

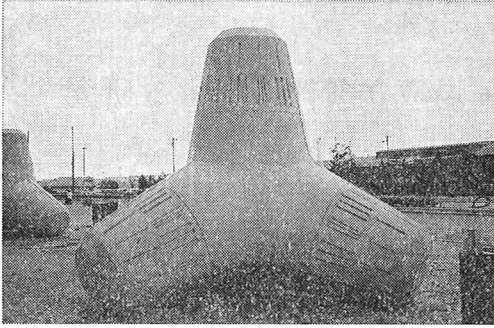


写真-2 サンゴ着生促進異型ブロック

長期における剝離防止効果として機能する点が報告されている。着生基質としての人工構造物に凹凸を設けることがサンゴに及ぼす効果のうち、成長期における剝離防止効果については今後の調査課題であるが、初期着生を促進する効果については確認できたものと考えられる。

さらに、実用化に向けての方策として、1991年11月に凹凸加工を施した型枠で打設した異型ブロック（写真-2）9ヶを調査対象海域に実験的に設置している。ここで作成した凹部は2種類の大きさの三角形と、2種類の大きさの台形から構成されており、これら4種の凹部と平滑部を比較してどのような効果を有するかについて、今後、さらに追跡調査を行う計画である。

なお、サンゴの増殖には、沖縄総合事務局那覇港工事事務所（1991）や續他（1989）等により移植による方法も可能であることが報告されている。将来的には、着生および剝離防止効果をもたせた異型ブロック群の中に、拠点的に種苗となるサンゴの移植を行うことで、より効果的にサンゴ群落の拡大に寄与できるものと考えられる。

4. おわりに

本報は、沖縄開発庁沖縄総合事務局那覇港工事事務所が1989年度から1991年度にかけて実施した調査をもとにとりまとめたものである。サンゴの成長は波浪、流れ、透明度等の影響を受けて測点間での差異が大きく、その要因を定量的に特定することが今後の課題であり、1992年度以降も継続的な調査を実施する予定である。また、1991年11月に実験用に設置したサンゴ着生促進異型ブロックの効果追跡調査も計画しており、それらの結果は機会をみて別途報告したい。

なお、調査の実施に際し、異型ブロックの表面加工に協力をいただいた日本テトラポッド（株）沖縄営業所等関係機関の方々に謝意を表する。

参考文献

- 内田絃臣・福田照雄（1989）：沖縄海中生物図鑑，第9巻，第10巻，新星図書出版，240 p. 246 p.
- 沖縄総合事務局那覇港工事事務所（1991）：那覇港におけるサンゴ移植のこころみ（パンフレット），12 p.
- 白井祥平（1989）：サンゴの成長と再生，サンゴ保護と新空港，海洋企画，p. 130.
- 續辰之介・工藤君明（1989）：無性生殖の応用によるサンゴ群落の復元手法，海洋科学技術センター試験研究報告，21，pp. 109-120.
- 寺脇利信（1988）：カジメ幼体の入植と人工基盤の表面形状，電力中央研究所報告，U88037，pp. 1-26.
- 中森 亨・井龍康文（1990）：サンゴ礁の地形区分と造礁生物の礁内分布，熱い自然，古今書院，372 p.
- 西平守孝（1988）：フィールド図鑑造礁サンゴ，東海大学出版会，230 p.
- 山里 清（1991）：サーゴ礁の生態，サンゴの生物学，東京大学出版会，p. 150.
- 錦貫 啓・山本秀一・新井章吾（1987）：ツルアラメ幼体の入植に及ぼす基質表面形状の影響，水産増殖，35-2，pp. 69-75.