

サンゴの人工構造物への着生状況— 2

岩上 淳一* ・ 宮井真一郎** ・ 栗田 一昭***
尾崎 幸男**** ・ 山本 秀一***** ・ 高橋 由浩*****

1. はじめに

沿岸域は、多様な自然が存在する空間であり、また人間活動の最も盛んな空間である。人間は、沿岸域の多様な自然を利用しながら生活してきたが、人間活動の拡大に伴い、自然環境との共生が大きなテーマとなってきた。

沖縄県の沿岸域では、サンゴ礁が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、観光資源として特に重要な場となっている。

森田ら(1992)は、このようなサンゴ群落が那覇港の人工構造物に着生している状況を報告し、港湾構造物が単に防災上の効果ばかりでなく、自然環境との共生に寄与できる可能性を示唆している。

本報は、上記の検討結果では明確にならなかった、サンゴの人工構造物への着生過程、環境要因との関係、サンゴ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) サンゴの着生過程に関する調査

図-1に示す新港第一防波堤のサンゴの着生過程に関する調査区間では、1990年から1994年までの5年間にわたり同一地点のサンゴ着生状況の変化過程を観察している。調査対象水深は、D.L.(工事用基準面) -1, -3, -5, -7, -9, -12 mの6水深帯とした。調査方法は、調査初年度(1990年度)に設定した50 cm×50 cmのコドラートを対象とした潜水目視観察法とした。また、サンゴの着生基質の面の傾き(傾度:鉛直上向きの状態を0°, 横向きを90°とする)が着生状況に及ぼす影響を考慮して、水深D.L.-1 mでは傾度0°, 45°, 90°の3条件で観察し、その他の水深帯では傾度0°について観察した。調査項目はサンゴの被度、種類数、群体数、最大径とし、

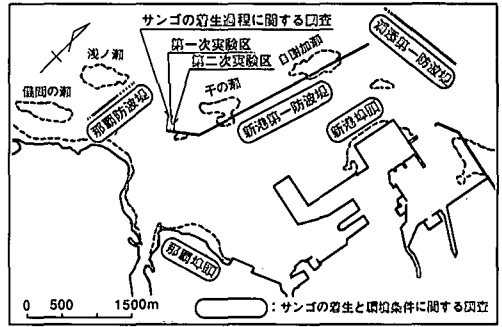


図-1 調査地点位置図

水深、傾度ごとに3点ずつの調査を実施した。サンゴの同定は目視観察で可能な範囲とし、造礁サンゴを対象として行った。

(2) サンゴの着生と環境条件に関する調査

図-1に示すサンゴの着生と環境条件に関する調査区間では人工構造物の構造形式、施工年度を明らかにした構造物施工履歴図を作成し、合計169地点で潜水目視観察法によるサンゴ被度分布状況調査を行った。調査対象水深はD.L.-1 mとした。

環境条件は、基質条件として構造物の施工年度から判定される施工後の経過年数、構造形式(異形ブロック、直立壁)、周辺環境条件として、波浪、流況、濁り、光条件を既往資料をもとに定性的に設定し、同一基質条件下におけるサンゴ着生と環境条件の関係を整理した。

(3) サンゴの増殖と基質形状に関する調査

基質形状とサンゴの初期着生の関係を把握するため、図-1に示す新港第一防波堤南側に、第一次実験区(1990年加工区)と第二次実験区(1991年施工区)を設定した。実験条件は表-1に示すように、第一次実験区は四角形および三角形の凸部を設けたものであり、第二次実験区は三角形および台形の凹部を設けたものである。これら実験区について、施工後のサンゴ着生状況の変化を群体数を対象に潜水目視観察法で調査した。

* 正会員 (元)沖縄総合事務局那覇港工事事務所所長
** 沖縄総合事務局那覇港工事事務所次長
*** 沖縄総合事務局那覇港工事事務所建設専門官
**** 正会員 沖縄総合事務局那覇港工事事務所係長
***** 株式会社エコー 環境計画課

表-1 サンゴ着生実験条件

	加工区形状	設置水深(D.L.)
第一次実験 1989年設置 1990年加工	角材区 1cm 1cm 1cm	上層:-3m
	底区	下層:-9m
	平滑区	
第二次実験 1991年加工 および設置	三角溝(大) 22mm 18mm 19mm 42mm 38mm	上層:-4m
	三角溝(小) 7mm 14mm 9mm 8mm 12mm	中層:-5.5m
	台形溝(大)	下層:-7m
	台形溝(小)	
	加工	

サンゴ群落の被度、種類数、群数、最大径の水深別経年変化を図-2に示すとともに、1994年9月における同地区の水深D.L.-1m地点のサンゴの着生状況を写真-1に示す。また、水深D.L.-1mにおけるサンゴ群落の被度、種類数、群数、最大径の傾度別経年変化を図-3に示す。

森田ら(1992)では、施工場所や施工時期の異なる人工構造物に着生したサンゴを調査し、サンゴの成長の早さを求めたため、被度、種類数、群数、最大径の変化過程にばらつきがあったが、本報では同一地点を継続調査しているため、サンゴの成長過程を詳細にとらえることができた。

水深別経年変化をみると、被度は、水深D.L.-1,-3mでは10%/年で増加しているが、水深D.L.-5m以深では被度の増加が少ない。最大径も被度と同様の傾向であり、水深D.L.-1,-3mでは5cm/年で増加している。以上の傾向は、サンゴ(造礁サンゴ)が、体内に共生している藻類(褐虫藻)との関係で、光を十分に受けられる水深帯での成長が速い(山里, 1991)ためと考えられる。種類数・群数は、水深D.L.-1,-3mでは水深D.L.-

3. 調査結果および考察

(1) サンゴの着生過程

サンゴの着生過程に関する調査区間の傾度0°における

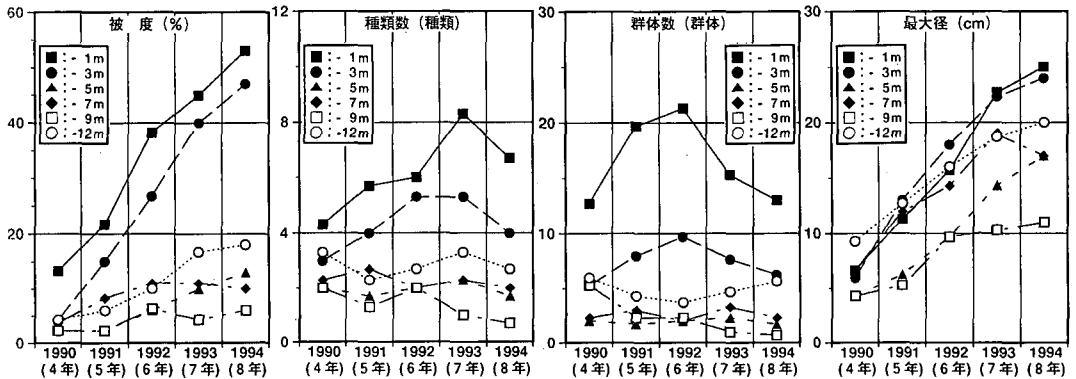


図-2 水深別経年変化図(傾度0°, 水深:D.L.基準)

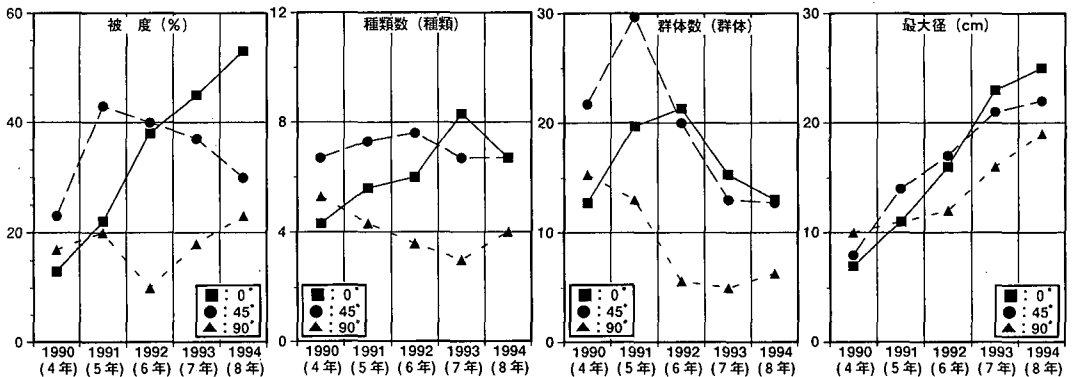


図-3 傾度別経年変化図(水深D.L.-1m)



写真-1 サンゴ着生状況（施工後8年目）

5m以深より多い傾向が見られるが、6年目前後をピークに減少している。種類数・群体数が減少しているのは、初期に多数着生したサンゴが成長するに従い、群体間に競争がおり、弱い種類や群体が淘汰されているものと考えられる。

傾度別経年変化をみると、4～5年目では、45°で被度が高く、種類数・群体数も多い。6年目以降は0°および45°はほぼ同程度となり、90°では全ての項目で低い値となっている。6年目以降、90°の地点でサンゴの成長が若干劣る原因としては、上方に着生したサンゴが成長することにより下方への光が遮られ、下方のサンゴの成長が妨げられていることが考えられる。

なお、施工後4年目以降に、水深D.L.-1, -3mでは被度が10%/年で増加しているが、施工後4年目の被度は水深D.L.-1mでも13%である。これは、サンゴの成長が初期の3～4年は非常に緩やかで、以後急激に成長することを示している。また、初期着生時の傾度については、0°～45°が適している。したがって、構造物施工後4年目頃までの初期着生および初期成長期間に、傾度等上記の結果を考慮した対策を施すことにより、サンゴ増殖を促進することが可能になるものと考えられる。

(2) サンゴの着生と環境条件

那覇港内全域のサンゴ被度分布状況調査の結果、森田ら(1992)にも指摘されているように、構造形式、施工年度が同一でも環境条件によってサンゴの着生状況が異なることが確認された。

サンゴ着生と環境条件については、光、懸濁物の堆積、波浪、流れ、塩分、温度、動物プランクトン等の環境条件に支配されていることが知られている(山里, 1991; 中森ら, 1990等)。

本検討では、構造形式(異形ブロックと直立壁)ごとに、波浪、流れ、濁り、光との関係を検討した。結果の概要を図-4に示す。

波浪条件は、各構造物の設計波高等を参考に波浪条件

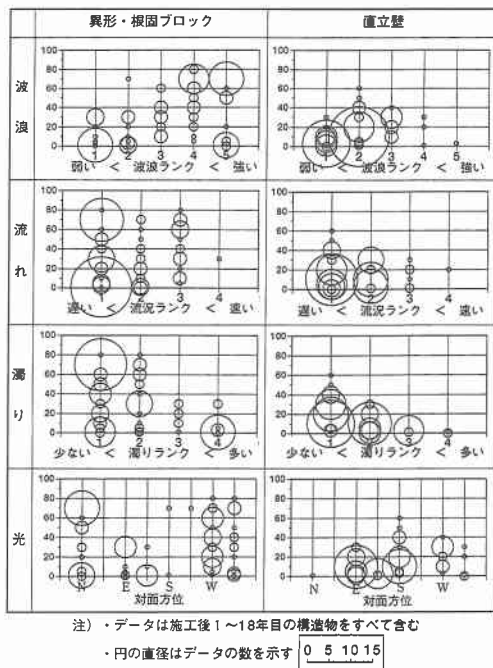


図-4 サンゴの着生状況と環境条件との関係

の弱い地点から強い地点までを5段階に分け、サンゴの被度との関係を整理した。異形ブロックでは波浪ランクが強くなるほどサンゴの被度は高くなる傾向があり、波浪ランク4(やや強い)にピークがある。直立壁では波浪ランクが強い地点のデータが少ないものの波浪ランク2(やや弱い)にピークがある。

図-5に施工後5年(4～6年)および15年(14～16年)経過した異形ブロックにおけるサンゴの被度と波浪条件との関係を示す。施工後5年の構造物では、波浪条件が強くなるほどサンゴの被度は高くなっており、着生初期の段階では波浪条件が強いほどサンゴの成長が早いことを示している。施工後15年の構造物では波浪条件が弱くてもサンゴの被度は30%程度までに成長しており、最もサンゴの被度が高くなるのは波浪ランク3(中程度の波浪条件)の地点となっている。これは、サンゴ群体が大型化するのに伴って波浪の影響を受けやすくなるためと考えられる。

小笹ら(1994)では波浪条件と付着生物の着生状況との関係を整理しており、波浪条件が中程度(有義波の年最大波の構造物前での波高が1～3m)で付着生物の着生量が多く、その前後では減少する傾向を示している。谷野ら(1993)では、固着力の強いイワフジツボが波浪条件の強い海域で優占することが示されている。サンゴの被度が波浪条件の強い地点でも高いのは、着生基質への固着力が強く、波浪条件への耐性が強いいためと考えられ

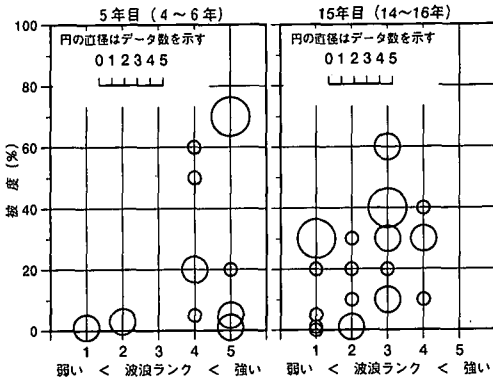


図-5 サンゴの着生状況と波浪条件との関係

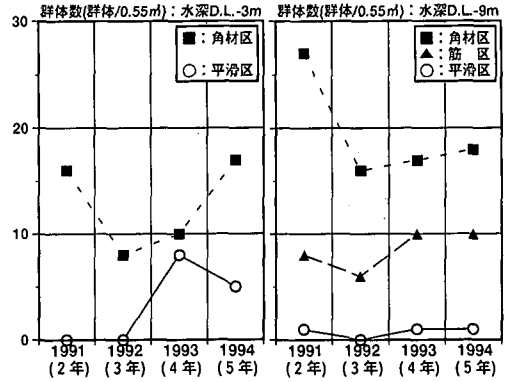


図-6 第一次実験加工区別サンゴ着生状況

る。

流れ条件、濁り条件については4段階の環境勾配レベルを設定し、波浪と同様の検討を行った。その結果、流れについては顕著な傾向は認められない。濁りについては濁りの少ない地点で被度が高く、濁りの多い地点では被度が低い傾向が認められる。

光条件については、構造物の対面方位とサンゴの被度との関係について検討した。小笹ら(1994)では、付着植物は直立壁の南側に面した地点では着生量が多い傾向が示されており、本調査においても直立壁においては同様の傾向が確認されている。

濁り条件、光条件とサンゴの着生状況との関係については、サンゴの体内に共生している褐虫藻の光合成活動が関与しているものと考えられる。

(3) サンゴの増殖と基質形状

第一次実験区のうち、1990年3月に加工を施したブロックに着生したサンゴの群体数の経年変化を図-6に示す。また、第二次実験区の調査結果を表-2に示す。

第一次実験区の角材区および筋区では、加工後2年目に8~27群体/0.55m²が着生しているのに対し、平滑区では0~1群体/0.55m²と、サンゴの着生数に大きな差が認められる。加工後4~5年目では角材区・筋区に10~18群体/0.55m²が見られるのに対し、平滑区では1~8群体/0.55m²である。角材区と筋区のサンゴは、角材や筋に沿って並んで着生しているものが多く観察されている(写真-2)。

第二次実験区の調査結果によると、サンゴの着生数は2年目から3年目に各調査区とも約2倍に増加しているが、第一次実験区と比較すると加工形状によるサンゴの着生促進効果は明らかではない。なお、溝の深い加工区と浅い加工区を比較すると、溝の深い加工区の方がサンゴの群体数が多く、大きな加工を施すことがサンゴの初期着生には有効であることを示している。

第一次実験区と第二次実験区は設置時期・水深が異な

表-2 第二次実験加工区別サンゴ着生状況

	調査年度 (経過年数)	サンゴ群体数(群体/3.6m ²)	
		1993年(2年)	1994年(3年)
加工区	溝深型	11	20
	溝浅型	7	11
	平型	12	20
	凹型	8	16
無加工区		10	18
合計		48	85

るものの、サンゴの初期着生促進効果は、平滑面に凸部を有する表面形状の方が大きい傾向が認められる。また、凹部では、溝の幅や深さが大きい場合に効果が認められる。凸凹の効果について、古川ら(1994)は、付着生物の遊走子や浮遊幼生が基質面上の滞留域に捕捉されやすいとして、凸部周辺の乱れと滞留域の大きさについて、水理模型実験および数値計算による検討を行っている。寺脇(1988)は、大型海藻のアラメ・カジメ幼体の着生には、90°以上の稜角を持つ突起物が効果的であるとしている。また、谷本ら(1994)は、表面積の多い(粗度を持つ)ブロックは、藻食動物が海藻の幼体を採餌しても食べ残しがあるため、結果的に海藻を保護することになるとしている。このように、サンゴについても基質表面の凸凹によって生じる乱れや滞留域が、サンゴの幼生の着生を促進させるとともに、凸凹によって生じる隙間がウニ・魚類等の生物による捕食から幼体を保護している可能性がある。

以上より、人工構造物の表面に凸凹を設けることは、サンゴの初期着生を促進させ、自然環境との共生の手段



写真-2 第一次実験状況 (角材区: 水深 D.L.-9 m)

として有効であると考えられる。

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1994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。

サンゴの着生過程については、同一地点を継続的に調査することによって精度の高い成果を得ることができた。森田ら(1992)で課題とされているサンゴの成長と環境条件との関係については定性的傾向を把握することができた。環境条件の指標を設計に用いられているような項目で定量化することによって、サンゴの着生に配慮

した構造物の計画手法を構築することの可能性が示唆されるが、詳細な検討は今後の課題である。サンゴ着生促進技術については、現地実験を継続中であり、量産可能なサンゴ着生促進技術の開発を推進する計画である。

これらを踏まえて、1995年度以降も継続的な調査を実施する計画であり、その結果は別途報告したい。

参考文献

- 小笹博昭・室善一郎・中瀬浩太・綿貫啓・山本秀一 (1994): 生物にやさしい港湾構造物の研究, 海岸工学論文集, 第41巻, pp. 1016-1020.
- 谷野賢二・明田定満・佐藤 仁・大森康弘・富士昭 (1993): 防波堤の疑似岩礁効果について, 海岸工学論文集, 第40巻, pp. 1151-1155.
- 谷本正和・綿貫 啓・廣瀬紀一 (1994): 多孔質コンクリートブロックに付着した生物, 平成6年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, pp. 81-82.
- 寺脇利信 (1988): 海中林造成技術の基礎的検討第2報 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, 26 p.
- 中森 亮・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 サンゴ礁の環境誌, 古今書院, pp. 39-56.
- 古川恵太・室善一郎・細川恭史 (1994): 港湾構造物への生物付着促進のための凸部周辺の流速分布に関する検討, 港研報告, 33巻, 3号, pp. 3-25.
- 森田 晋・田淵郁男・前原弘海・進 明男・児玉理彦・山本秀一 (1992): サンゴの人工構造物への着生状況, 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 1000-1005.
- 山里 清 (1991): サンゴの生物学, 東京大学出版会, 150 p.