

コーラルネットを用いたサンゴ群集の創生 — 沖縄・那覇港における長期モニタリング —

Propagation of Coral Community Using Coral Net — Long-Term Monitoring at Naha Port, Okinawa —

山 木 克 則 新 保 裕 美 田 中 昌 宏

要 約

網状人工基盤「コーラルネット」によるサンゴ群集の創生を目的に、沖縄県那覇港にて該当技術の現地検証試験を行った。コーラルネットは、サンゴ被度が5%以下の港内側2地点に適用した。シルトの堆積は、サンゴ幼生の定着環境を悪化させる。このシルトの堆積を避けるため、コーラルネットを港湾構造物のブロックから隔離して設置し、サンゴの生息環境を改善できた。着生したサンゴの生存率は、基盤設置から1年で最大80%と高かった。6年間の観察では、ミドリイシ属 *Acropora* spp およびハナヤサイサンゴ属 *Pocillopora* spp が優占し、被度は55%に達した。コーラルネット導入によるサンゴ被度の拡大は、波や流れなどを考慮したサンゴ生息地適正評価指標(HSI)モデルとの相関がみられた。

目 次

- I. はじめに
- II. サンゴ群集再生基盤コーラルネットの概要
- III. 調査方法
- IV. 調査結果と考察
- V. サンゴ HSI による評価
- VI. まとめ

I. はじめに

近年、日本を含む世界各地でサンゴ礁の大規模な衰退が危惧されている。沖縄県の石垣島と西表島の間に位置する石西礁湖では、2016年に大規模な白化現象が確認され、一部のサンゴ種を除くと98%以上が白化または死亡した¹⁾。サンゴの白化は、サンゴに共生する渦鞭毛藻類の一種「褐虫藻」がサンゴから放出、あるいはサンゴ体内で死亡することによりサンゴの骨組織が透けて白く見える現象である(Photo 1)。

白化現象を引き起こす一番の要因は、地球温暖化による高水温化であることが知られている²⁾。それ以外にも強光や陸域由来の堆積物や化学物質、オニヒトデなどがサンゴの死亡に関わることが明らかになっており、それらのストレスが複合的に作用することで更に甚大な被害が起きる可能性もある。地球規模の海水温の上昇について抜本的な対策は難しい



Photo 1 サンゴの白化現象
(Coral Bleaching)

が、陸域起源による人為的な要因については対策も可能と考えられる。

全国各地の港湾では、1990年初頭から港湾整備計画として自然環境と共生する「エコポート構想」が提案されてきた。沖縄県の都市部に位置する那覇港では、緑地や人工海浜の整備、ダイビングやシュノーケルポイントの管理、観光船によるサンゴツアーなどが行われている。また、自然環境の再生に係る取り組みでは、港外の消波ブロックに溝状の加工を施すことによるサンゴ群集の形成が確認されている^{3), 4)}。しかし、港内側では、サンゴの被度は極めて小さい。その原因と

キーワード: サンゴ, コーラルネット, 沿岸環境, 堆積物, 沖縄県, 那覇港

Keywords: coral, coral reefs, CORAL NET, coastal environment, Sediment, Okinawa, Naha port, HSI(habitat suitability index)

して陸域から流入した土砂の堆積による影響や、港内特有の流れや波などの水理条件がサンゴの成育に適さない可能性が考えられる。堆積土砂が原因となり、濁りによる透明度低下や細粒分のサンゴへの付着が褐虫藻の光合成を阻害する。また、細粒分に含まれる有機物がサンゴ幼生の着生を阻害することが判っている⁵⁾。これらの阻害要因は、近年の海水温上昇に加え、サンゴにとって大きなストレスになると考えられる。

今後のサンゴ群集の再生では、これらのストレス要因を排除することが必要と考えられる。筆者らは、那覇港内においてサンゴの着生や成長に影響する細粒分への対策として、格子状人工基盤「コーラルネット」を導入し、その長期モニタリングを行ってきた^{6), 7)}。

本報告では、那覇港の浦添第一防波堤の港内側2地点にコーラルネットを導入後、6年間に亘って実施したサンゴ再生試験の経過について述べる。本試験は、これまでサンゴの成育が困難であった地点でコーラルネットおよびコンクリート製ブロック上のサンゴ群集の被度変化、種組成等について分析した。また、生息地適正評価指標(HSI: Habitat Suitability Index)モデルによる港内物理環境とサンゴの成長について分析を行うことで、コーラルネットの設置環境を評価し、効果的なサンゴ群集の再生手法について考察した。

II. サンゴ群集再生基盤コーラルネットの概要

サンゴ群集の再生は、これまでに多くの手法が提案され、公共事業や地域のサンゴ礁保全活動に導入されてきた。再生手法は次の二つに分けられる⁸⁾。

a) 他海域より採取したサンゴ、または養殖により殖やしたサンゴを海域へ移植する。海域での採取は、現在漁業規制により厳しく制限され、養殖サンゴが多く用いられている(無性生殖法)。

b) サンゴの卵、幼生から種苗を育成する。多くは陸上や海域で人工基盤にサンゴを着生させる。成育させたサンゴを海域へ移植する(有性生殖法)。

これらのサンゴ移植法は、サンゴや基質を水中硬化型の接着剤などにより海底岩盤に一つ一つ固定するものである。しかし、煩雑な作業であることから、期間と費用が高くなる。また、サンゴの移植場所は過去にサンゴが枯渇した場であり、その原因を改善しない限り健全なサンゴの成育は難しい。これらの事象からもサンゴの再生技術は未だ完成したのではなく、新たな技術革新が求められている。

コーラルネットの特徴を図解したものを Fig.1 に示す。コーラルネットは、平面状の人工基盤に格子状の空隙をもつ構造であり、赤土などの細粒分の堆積を軽減させる。また、基盤の素材は、ステンレス(SUS304)および自然分解性樹脂(酸化および微生物による分解)の2つのタイプ(Photo 2, 3)がある。コーラルネットの自然分解型は、サンゴ礁生態系の保全に配慮して開発したものであり、約10年で自然分解す

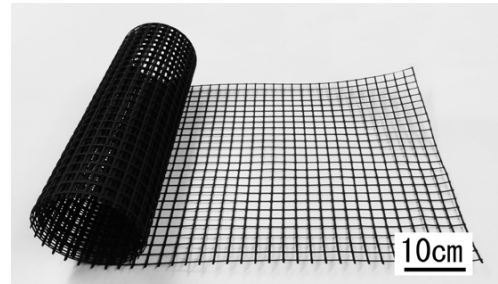


Photo 2 コーラルネット (自然分解型)
(Biodegradable CORAL NET)

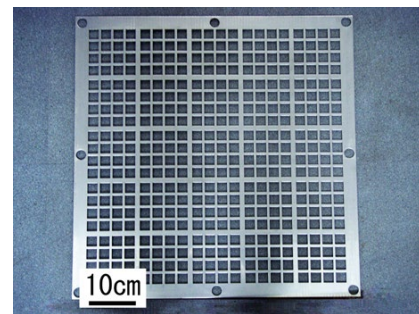


Photo 3 コーラルネット (耐久型)
(CORAL NET (Durable type))

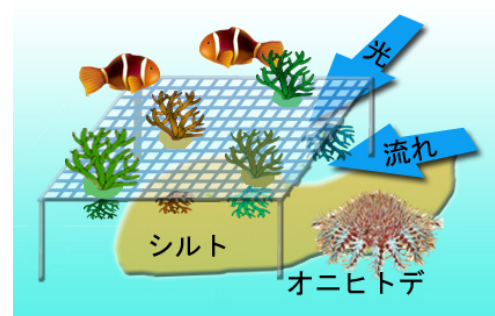


Fig.1 コーラルネットの原理
(Restoration Mechanism of Coral Communities Using CORAL NET)

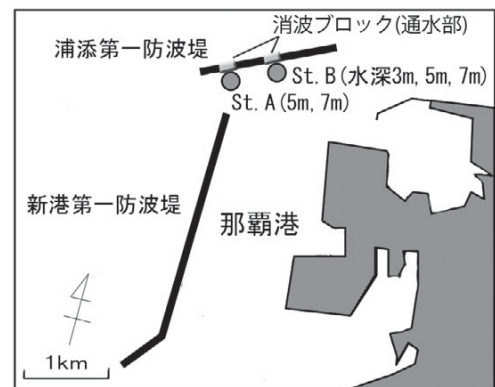


Fig.2 コーラルネットの設置地点 (那覇港)
(Placing Points of CORAL NET (Naha port))

る。耐久型は、港湾などの構造物と一体化させて活用するものであり、波浪にも強い。どちらも厚さ2mm程度の軽量・薄型であり、施工時の運搬や作業面で容易な点が特徴である。

コーラルネットの施工は、海底面から離隔して設置することにより、サンゴのストレスとなる赤土やその微細な粒子を堆積させない効果がある。また、筆者らのこれまでの研究では、水平に設置したコーラルネットの裏側には、紅藻の一種である無節サンゴモが優占して着生することを確認している。この無節サンゴモは、サンゴ幼生の着生・変態を誘引し⁸⁾、サンゴの着生に有効な生物環境を形成する基盤となる。そして、サンゴの幼生は、基盤の裏側に着生するため、サンゴを捕食する魚類やウニ類などの生物からも捕食され難い利点もある。また、コーラルネットの格子窓状構造は、サンゴの成育に必要な光や海水の流れを通すことも特徴である³⁾。

Ⅲ. 調査方法

1. コーラルネットと環境計測機器の設置

沖縄県那覇港内に耐久型のコーラルネットを設置し、その長期モニタリングを実施している。2011年3月、Fig.2に示す浦添第一防波堤の港内側 St. A (2004年度施工) と St. B (1991年度施工) のサンゴが着生していない消波ブロックの水平面に、Fig.3のように高さ100mmおよび10mmのコーラルネット(サイズ500mm×500mm)をアンカーボルトにより固定した(Fig.4, Photo 4)。対照区としてブロック上にコーラルネットと同サイズとなるようにアンカーボルトを取付けた。設置水深は、St. Aは水深(DL)5m, 7m, St. Bは3m, 5m, 7mとし、コーラルネットおよび対照区は同地点で2反復ずつ設置した。

周辺環境の計測は、波高、流速、水温をそれぞれ、波高計(INFINITY-WH, JFE Advantech)、流速計(INFINITY-EM, 同)、メモリ式温度計(Tidbit V2, Onset)を設置することで行った。有義波の平均値と平均流速の期間最大値は、2011年6~9月のサンゴ産卵期、9~11月の台風期、2012年2~3月の冬季に計測した(Table 1)。

2. ブロック上のサンゴ被度と堆積物の分析

コーラルネット設置地点周辺における消波ブロック上に成育するサンゴの被度調査を2012年6月に実施した。

調査は、St. A と St. B の消波ブロックの傾斜角度0度(水平)、45度、90度(垂直)において50cm四方のコドラード枠を用い、各点8カ所の枠内をデジタルカメラ(2000万画素以上)によって撮影を行った。この写真をもとに画像処理によってサンゴ被度を求めた。

ブロックに堆積した細粒分は、ブロック上(傾斜角0度)において20cm四方のコドラード枠内の堆積物をシリンジ(100cc)により5カ所ずつ採取し、乾燥質量と粒度分析を行った。なお、堆積物量の評価は、底質中懸濁物質含有量 SPSS (Content of Suspended Particles in Sea Sediment) の評価手法¹⁰⁾に準じて行った。通常はサンゴ砂底質中における懸濁物質

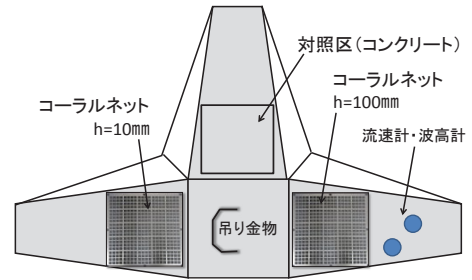


Fig.3 ブロックへのコーラルネットの配置例(平面図)
(Installing CORAL NET on the Block (Plan view))

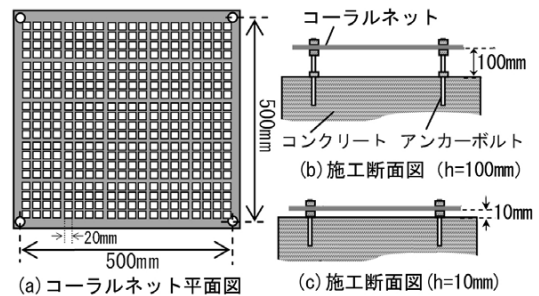


Fig.4 コーラルネットの平面図と断面図
(Plan and Sectional View of CORAL NET)

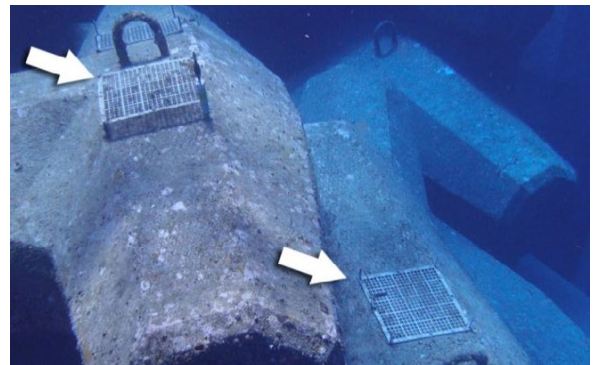


Photo 4 コーラルネットの設置例(2011年)
(Installation of CORAL NET (2011))

Table 1 調査項目一覧
(Survey Items)

| | | St. A | | St. B | | |
|-----------|--|-------|---|-------|---|---|
| | | 5 | 7 | 3 | 5 | 7 |
| サンゴ 被度 | 水深(m) | | | | | |
| | コーラルネット n=2 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 対照区(水平ブロック) n=2 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 周辺 環境 | ブロック(傾度 0, 45, 90度) n=8, 2012/6 | ○ | | | ○ | |
| | 底質粒度, 乾燥重量 n=5 2011/11, 2012/5 | ○ | | | ○ | |
| | 流速*(平均流速の期間最大値) 2011/6, 2011/9-10, 2012/2-3 | ○ | | | ○ | |
| | 波高(有義波の平均値) 2011/6-7, 2011/9-11, 2012/2-3 | ○ | | | ○ | |
| | 温度 全期間 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

(n=反復数)

※流速は、2011/9-11の St. B は欠測

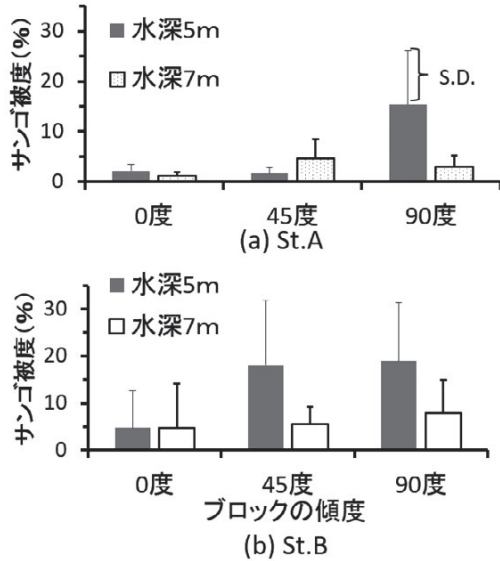


Fig.5 ブロックの傾度とサンゴ被度の関係(2012年6月)
(Relationship between Slope of Block and Coral Coverage)

(細粒分)量を評価するが、今回はブロック上のマット状藻類(厚み約5mm)中における堆積物量を分析し、1m³当たりの質量を求めた。

3. コーラルネット上のサンゴ群集のモニタリング

コーラルネットおよび対照区のブロックにおけるサンゴの着生調査は、2011~2014年は4月、7月、11月の年3回ずつ、2015年は11月、2016~2017年は6月と10月に実施した。調査方法は、デジタルカメラにより撮影し、写真からサンゴの数、被度、種組成を解析、記録した。

IV. 調査結果と考察

1. ブロック上のサンゴ被度と堆積物

ブロックの傾度とサンゴ被度の計測結果を Fig.5 に示す。St.A では傾度0度では被度は2%、90度の垂直壁では水深5mで平均15%であった。St.Bでは傾度0度で5%、水深5mにおいて45度と90度で20%であった。ブロックに着生するサンゴの種類は塊状および被覆状のハマサンゴ属、キクメイシ属が優占しており、樹枝状やコリンボース状のミドリイシ属はほとんど確認されなかった。

ブロックの傾度とサンゴの被度は、新港第一防波堤の沖側で計測された既往の報告事例では、0~45度で被度が高く、90度がサンゴの成育には適さないことが報告されている⁶⁾。今回は、45~90度で比較的被度が高い傾向が見られたが、この理由に垂直面に対し水平ブロックでは細粒分の堆積の影響があることが考えられた。

ブロック上に堆積する粒子の堆積物量を Fig.6、通過質量百分率を Fig.7 に示す。St.A と St.B の2011年11月、2012年5月における細粒分は平均30~50 kg / m³、粒子径は、累積分布50%値で5~15μmの粘土およびシルト分であった。SPSSによる評価の結果、30~50 kg / m³の堆積物量は、ラン

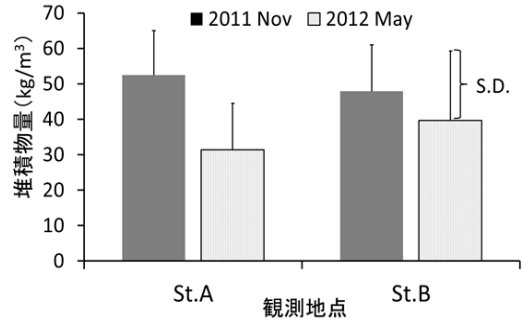


Fig.6 ブロック上に堆積する粒子の堆積物量
(Amount of Particle Deposition on the Block)

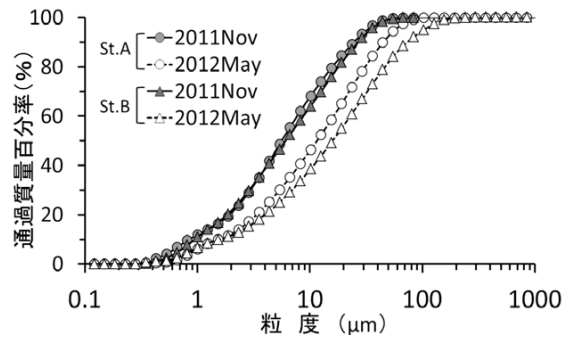


Fig.7 堆積物の加積質量粒度分布
(Particle Size Distribution of Sediment)

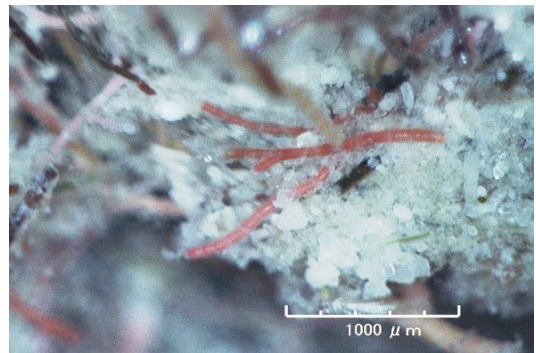


Photo 5 ブロック上の藻類に着く堆積物
(Sediment Covered over Algae which Grow on the Block)

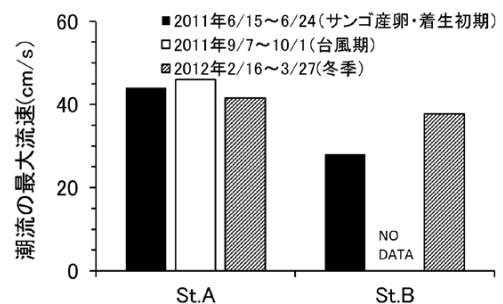


Fig.8 潮流の観測期間中の最大値
(Maximum Value of Mean Flow Velocity)

ク 5b (サンゴに悪影響が出始める) に相当する¹⁰⁾。ブロック表面では紅藻、緑藻、藍藻などの藻類が生育し、層厚約 5 mm のマット状となっていた。このマット状藻類の表面から内部まで細粒分が堆積し、一部は藻類への付着が観察された (Photo 5)。

現地の毎正時 3 分間の潮流の平均流速の観測期間中の最大値を Fig.8、観測期間中の有義波高の平均値を Fig.9 に示す。最大流速は St. A で 45 cm/s、St. B で 38 cm/s であった。有義波高は、St. A では 43~50 cm、St. B で 25~35cm であった。

これらの波条件で細粒分が堆積するかを把握するために、各点のシールドズ数¹¹⁾の算出結果を Fig.10 に示す。シールドズ数とは、土砂の水中比重や粒径を用いて無次元化された底面せん断力であり、数値が大きいほど海底の砂が動きやすいことを示す。計算に用いた粒径は、2012 年の中央粒径 (Fig.7) より St. A は 0.012mm、St. B は 0.016mm とした。限界シールドズ数は、砂粒レイノルズ数の大きい状況では、概ね 0.05 であるが、St. A、St. B 共に水深 3~7m の範囲でその値を大幅に超えた浮遊領域であり、特に St. A では大きかった。しかし、現地では、細粒分の堆積が確認されており、この現象は、藻類マットによる関与が大きいものと考えられた。

2. コーラルネット上のサンゴ群集の着生

コーラルネットに新規に着生したサンゴは、コーラルネット下面の無節サンゴモに接触して着生していた。2011 年 11 月に St. A と St. B の高さ 100mm (以下、Hi) および 10mm (以下、Lo) に設置したコーラルネットで見られたサンゴの平均着生数を Fig.11 に示す。サンゴの着生個体数は St. A では Hi, Lo 共に 50 個以下であるのに対し、St. B、3m, Hi で約 500 個、同 5m, Hi で約 200 個、同 7m, Hi で 150 個であった。基盤高さ Lo(10mm)ではその 1/3 ほどの着生数であった。なお、対照区のブロックでは、新規加入のサンゴを確認することはできなかった。

2012 年 11 月における約 1 年後のサンゴの生残率を Fig.12 に示す。生残率は St. A、5m, Hi では 80%、同 7m では 50%、St. A、Lo では 5m で 10%、7m で 30% であった。St. B では 3m, Hi で 22%、5m と 7m, Hi では 50%、3m, Lo で 19%、5m と 7m, Hi では 10% 以下であった。

コーラルネットの設置条件とサンゴの着生と生残率について分析した結果、基盤の設置高さを 100 mm としたケースでは、サンゴの着生数および生残率が高まる傾向が確認された。ただし、St. A では、元々のサンゴの着生数は少ないが、生残率が高い傾向が見られ、St. B では逆転した結果となった。St. A と B へのサンゴ幼生の加入数の違いは、波条件や、波の流速振幅など物理条件の違いが考えられる。特に、2011 年のサンゴ産卵~着生期間では、大型の台風 (5 号) の接近があり、St. A では最大有義波高 290cm、波の流速振幅で最大 40 cm/s を記録した。プラヌラ幼生の着生能力は、サンゴの種類や波の流速振幅によって差があるとされるが¹²⁾、物理環境がサンゴ幼生の着生数や生残率に影響した可能性は大きいと考えられる。

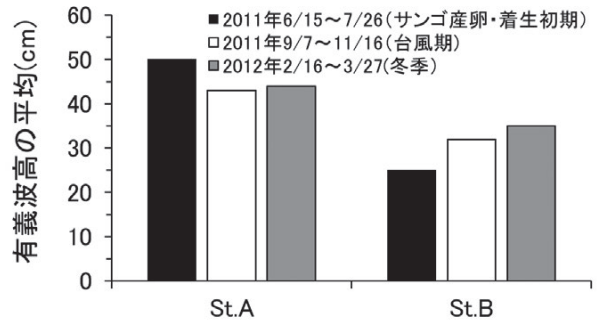


Fig.9 観測期間中の有義波の平均 (Average of Meaningful Wave Heights)

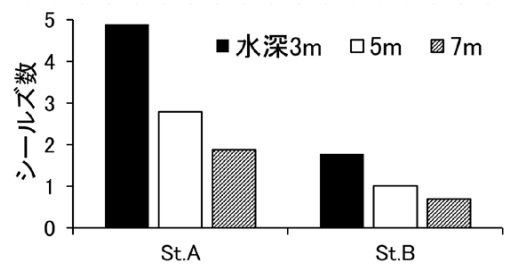


Fig.10 水深毎のシールドズ数 (Shields Number Per Water Depth)

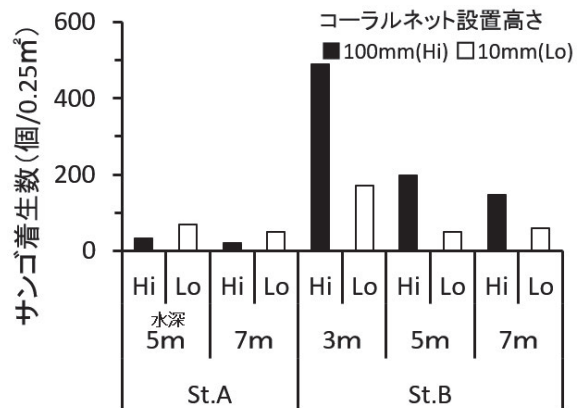


Fig.11 コーラルネットの設置高さ とサンゴ着生数 (Number of Settled Coral by Installation Height of CORAL NET)

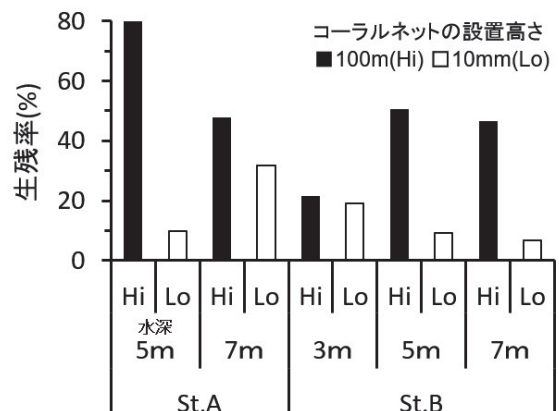


Fig.12 コーラルネットに着生したサンゴの 1 年後の生残率 (Survival Rate of Coral after One Year Settled on the CORAL NET)

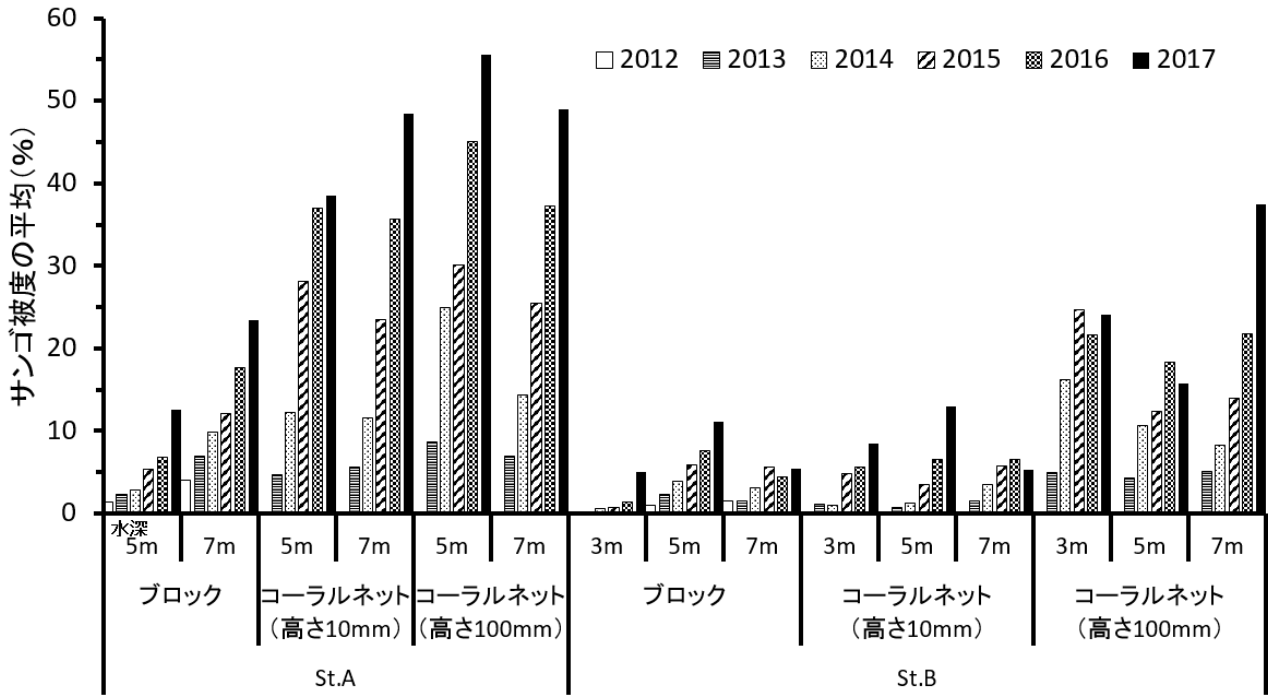
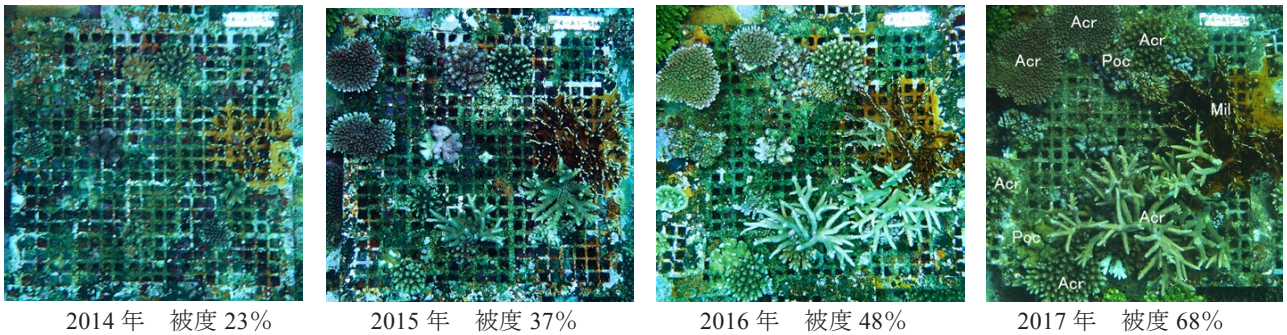
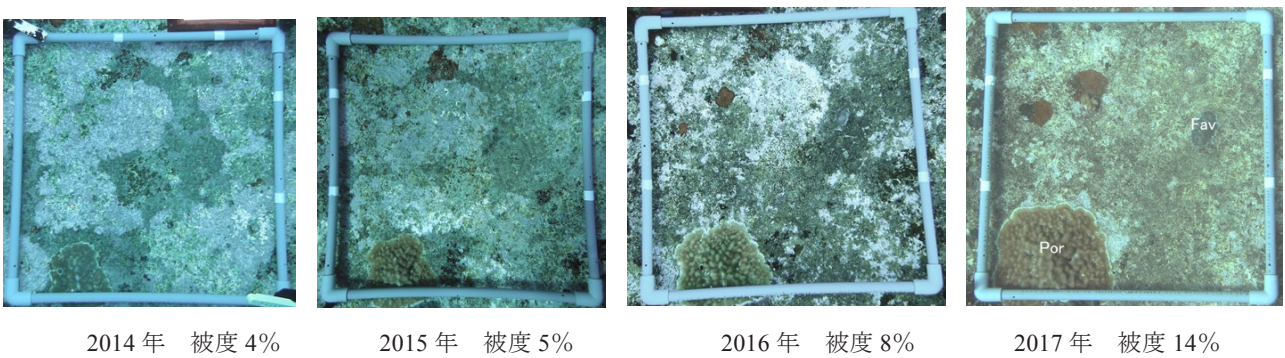


Fig.13 ブロックおよびコーラルネット上のサンゴ被度の推移
(Transition of Coral Coverage on Block and CORAL NET)



(1) コーラルネット (St.A 水深 5m)

Acr : ミドリイシ属, Poc : ハナヤサイサンゴ属, Mil : アナサンゴモドキ属



(2) コンクリートブロック (St.A 水深 5m)

Por : ハマサンゴ属, Fav : キクメイシ属

Photo 6 コーラルネット, ブロック上におけるサンゴ増殖の経過の一例
(Example of Growth of Coral on the CORAL NET)

3. コーラルネット上のサンゴ被度の推移

コーラルネットおよびブロック上におけるサンゴ被度の推移を Fig.13 に示す。サンゴ被度は、2012～2017 年の秋季（10～11 月）にモニタリングした各地点における平均値を示す。

コーラルネットとブロックの全ての試験区でサンゴの被度の拡大がみられ、2017 秋の被度は、St. A ではブロックで 10～23%，コーラルネット Lo(設置高さ 10mm)で平均 38～55%，Hi(同 100mm)では平均 47～55%であった。St. B では、ブロックで平均 5～10%，コーラルネット Lo (設置高さ 10mm)で平均 5～12%，Hi(同 100mm)では平均 10～35%であった。

コーラルネットでは、サンゴの被度は St. A, B 共にブロックに対して最大 4 倍以上となった。特に、St. B では、コーラルネットを高く設置することでサンゴの被度が大きくなった。この結果は、①コーラルネットによる懸濁物質の堆積の排除効果、②コーラルネットによる流れの形成などが考えられる。

また、地点別では St. A の方が St. B に対して被度が大きい傾向があり、ブロックで 2 倍、コーラルネットでは最大 8 倍の差となった。この地点による違いは、コーラルネットを設置した環境条件によるものであり、両地点で潮流の平均流速 (Fig.8) および有義波高 (Fig.9) が異なることがサンゴの成長、生残に大きく影響していると考えられる。

コーラルネット、ブロック上におけるサンゴ被度の経過の一例を Photo 5 に示す。コーラルネット上では、枝状およびコリンボース状のサンゴが優占し、異種サンゴ同士の競争やシロレイシガイダマシによる食害による死滅が僅かに観察されたが、順調な被度拡大が見られた。

ブロックおよびコーラルネット上で成長したサンゴの種類について、水深毎に分析した結果を Fig.14 示す。対照区のブロックの被度はハマサンゴ属、キクメイシ科のサンゴが優占した。これらのサンゴは塊状および被覆型の形態であり、懸濁物質が存在する場所での耐性がある種と考えられる。一方、コーラルネット上では、ミドリイシ属、ハナヤサイ属、アナサンゴモドキ属が優占した。これらの樹枝状、コリンボース（散房花）状、テーブル状のサンゴは波当たりや潮通しの良い場所で成育するサンゴである¹³⁾。

V. サンゴ HSI による評価

サンゴの被度が低い港内環境において、コーラルネットの設置により、サンゴ幼生の着生、成長による被度拡大が確認できた。これらの事象は、コーラルネットの設置場所の評価が重要であり、事前にサンゴ群集が形成されるポテンシャルを評価することが望ましい。

筆者らは、式 (1) に示す水理条件によりサンゴの生息適地を数値で評価する HSI モデルを提案している⁴⁾。

$$HSI = \sqrt{(SI_A^2 + SI_C^2)} / 2 \times SI_B \times SI_D \times SI_E \cdots (1)$$

SI_A: エネルギー平均有義波の底面軌道流速振幅, SI_B: 年最大有

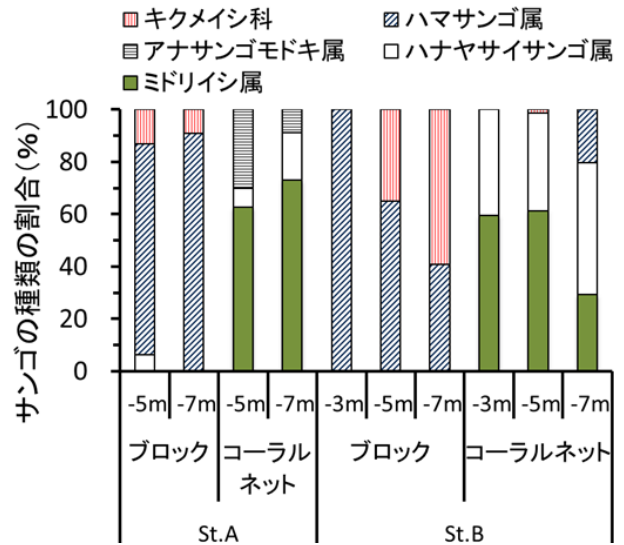


Fig.14 サンゴの種類割合 (Percentage of Coral Type)

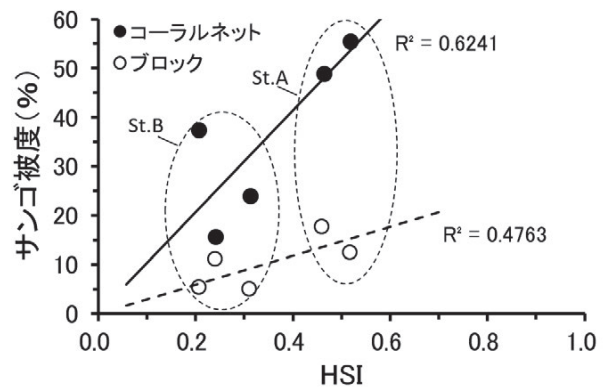


Fig.15 サンゴ HSI と被度の関係 (Relationship between Coral HSI and Coral Coverage)

義波の底面軌道流速, SI_C: 流速ベクトルの絶対値の平均, SI_D: 残差流速, SI_E: 年平均光子量子量

このモデルによる、2011～2012 年の物理量計測結果をもとに、サンゴ生息適地の評価値 (HSI) を求めた。2017 年 10 月に分析したコーラルネットおよびブロック上のサンゴ被度と HSI の関係を Fig.15 示す。HSI 値は St. A で 0.46～0.52, St. B で 0.21～0.31 を示し、St. A の方がサンゴの成育環境として良好であることが評価出来た。また、サンゴ被度と HSI の関係は、ブロック (破線) およびコーラルネット (実線) で双方で相関が見られ、特にコーラルネット上のサンゴの増殖効果が高いことを示した。これは、HSI による評価は、波や潮流等の物理環境により計算しているが、コーラルネットの細粒分の堆積防止や食害防止などの効果によると考えられた。コーラルネットの活用を検討する際は、事前に HSI による評価を行うことにより、より確実に早期にサンゴ群集を形成することが可能になると考えられる。

今後は、サンゴの種類や、堆積物の考慮、港湾環境以外のサンゴ礁における HSI モデルを検討する必要性もあると考えられる。

VI. まとめ

那覇港内に設置したコーラルネットおよび既存のコンクリート製ブロック上の6年間のサンゴ群集の被度の変化、物理環境について分析した。

那覇港の港内側では、ブロックの水平面に成育するサンゴの被度は、5%以下と低かった。その原因は、ブロック上に繁茂するマット状藻類、そこに堆積する細粒分がサンゴの着生や成育を阻害していると考えられた。一方で、コーラルネットの導入によって、サンゴの自然着生が確認され、1年間の生残率は最大で80%、サンゴ被度は6年間で最大で55%となった。

サンゴ群集の再生は、当該地点の環境条件に大きく影響されることから、波や流れなどの物理環境を考慮したサンゴ生息地適正評価指標(HSI)モデルによる評価を行った。この評価により、コーラルネットの設置によるサンゴの増殖効果が適切に評価できた。

今後のサンゴ再生事業では、事前のサンゴ群集の生息適地評価、コーラルネット導入によるサンゴの着生場形成と早期の増殖が期待される。

参考文献

- 1) 中村崇：2016年夏季に発生した石西礁湖での大規模白化，日本サンゴ礁学会誌，Vol.19-1，2017，pp.29-40.
- 2) 山野博哉：世界と日本におけるサンゴ礁の状況，今後の予測，そして保全に向けた取組，日本サンゴ礁学会誌，Vol.19-1，2017，pp.41-49.
- 3) 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：サンゴの人工構造物への着生状況-2，海岸工学論文集，Vol.42，1995，pp.1206-1210.
- 4) 吉見昌宏，与那覇健次，片岡真二，山本秀一，高橋由浩，田村圭一：サンゴの人工構造物への着生状況-3，海岸工学論文集，Vol.45，1998，pp.1111-1115.
- 5) 山木克則，鈴木豪：サンゴ礁域の底質シルト分がサンゴ幼生の着生に及ぼす影響，日本サンゴ礁学会大会要旨集，2011，p.88.
- 6) 山木克則，新保裕美，田中昌宏：那覇港内における網状人工基盤を用いたサンゴ群集の再生，土木学会論文集 B2，Vol.70，2，2014，pp.1171-1175.
- 7) 新保裕美，山木克則，田中昌宏：港内のサンゴ生息地適性指標モデル(HISモデル)の開発，土木学会論文集 B2，Vol.69，2，2013，pp.1231-1235.
- 8) 日本サンゴ礁学会編：サンゴ礁学，東海大学出版会，2011，pp.338-354.
- 9) Morse DE, Hooker N, Morse ANC, Jensen RA : Control of larval metamorphosis and recruitment in sympatric agariciid corals. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. ,Vol.116, 1988, pp.193-217.
- 10) 大見謝辰男：SPSS 簡易測定法とその解説，沖縄県衛生環境研究所報，Vol.37，2003，pp.99-104.
- 11) 土木学会水理委員会編：水理公式集平成11年版，土木学会，1999，p.158.
- 12) 波利井佐紀・灘岡和夫・安田仁奈・林原毅：振動流環境下でのサンゴ幼生の定着に関する室内実験，海講論文集，Vol.51，2004，pp.1051-1054.
- 13) 西平守孝・JEN Veron：日本の造礁サンゴ類，海遊舎，1995，p.439.

Propagation of Coral Community Using Coral Net

—Long-Term Monitoring at Naha Port, Okinawa—

Katsunori Yamaki, Yumi Shimbo and Masahiro Tanaka

Long-term field observations were conducted to verify the effect of a technique using the mesh-type artificial base Coral Net on restoring a coral community in Naha Port. Coral Net was applied at two points inside the harbor with coral coverage of 5% or less. The sedimentation of silt adversely affects the settlement of coral larvae. To avoid such sedimentation, Coral Net was laid over the seabed with some space, and was shown to improve the coral habitat. The observed highest survival rate of the settled coral was 80% after one year from laying Coral Net. Coverage of *Acropora* spp. and *Pocillopora* spp. on the base reached 55% during 6 years of observation. The increase in coral cover by introducing Coral Net was correlated with the coral habitat appropriateness assessment index (HSI) model considering waves and tidal currents.