

2007年夏季の白保サンゴ礁におけるサンゴの白化の現状と被度の変化

前川 聡、鈴木 智子 (WWF サンゴ礁保護研究センター)

要 約

先に発表した目視調査の結果報告について、定点観測をしている2海域4測線（計400m²）においてサンゴの被度調査を8月23、24日に実施した。各分類群における白化率（死亡率）はハナヤサイサンゴ科で96%（53%）、コモンサンゴ属で49%（4%）、ミドリイシ属で98%（36%）、ハマサンゴ属で42%（2%）、全体では51%（7%）という結果になった。チヂミウスコモンサンゴなどの葉状コモンサンゴやトゲサンゴでは死亡率が50%を越えており、高水温ストレスに弱いことが示唆された。白保海域における水温変化の記録をみると7月下旬以降高い水温が続いていたが、その後8月上旬に相次いで接近した台風6、7、8号の影響などで水温が低下し、日平均水温は8月10日以降30℃を下回っているが、天気の良い日には一時的に30℃以上となることもあり、今後の天候によってはさらに被害が拡大する可能性はいまだ残されている。一方、台風8号等の影響で底質がかく乱され、サンゴ礫に埋積されるなどサンゴ被度の減少もおこっている。

はじめに

今年の夏、白保サンゴ礁をはじめ八重山の多くの海域でサンゴの大規模な白化現象が起こった。WWF サンゴ礁保護研究センター・しらほサンゴ村（以後、センターと称す）では、白化の状況について目測による概況調査を行い、水温変化の記録とともに、被害状況を8月9日に速報を発表した。その結果、種類によって白化の状況が異なるもの、ミドリイシ類などは90%以上、高水温耐性が強いと言われるハマサンゴ属の一部死亡やアオサンゴの白化等が確認され、1998年の大規模白化を上回る可能性が示唆された。

当センターでは2002年から白保サンゴ礁の4海域に定点観測を開始し、サンゴ、他の海洋生物、赤土、水温などの観測を随

時実施し、白保サンゴ礁の健康状態をモニタリングしている。今回、上記4海域のうちサンゴ被度の高い2海域において、臨時に潜水調査を実施し、白化の現状を詳しくみるとともに、今年6月に実施した調査との比較からその影響等を評価した。調査地は図1に示すとおり。通称モリヤマグチ周辺（G-3East、G-3West）とフタナガクムイ周辺（C-3East、C-3West）で、それぞれ50メートルの測線を南北方向に2本離して設置した。各測線の概要は以下の通り。

- C-3East：水深1～5m程度。ハマサンゴ類の大型群体が散在、砂地あり。
- C-3West：水深1～5m程度。礁岩上に小型の枝状群体が散在。砂地あり。
- G-3East：水深1～1.5m程度。後方礁原上にあり、起伏は少ない。

- ・ G-3West : 水深 1~3m 程度。北端周
辺で枝状コモンサンゴの被度が高い。
測線を中心に幅 2 メートルの範囲のサン
ゴの種類と被度を、10cm に区切った 1m 四
角の方形枠を用いて評価した (計 100m²×
4 測線) (写真 1)。サンゴは種までは分類
せず、属や科などの分類群と群体形から 27

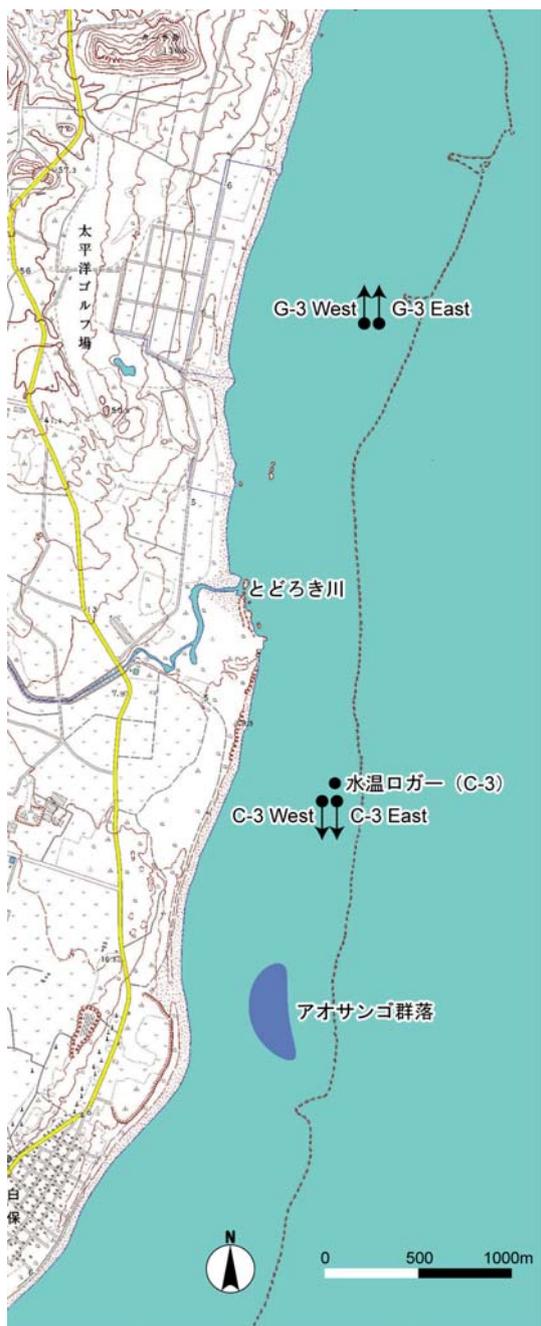


図 1. 調査地概略図

タイプに分別した。さらに白化の状況に応じて以下の 4 タイプに分類し、個別に被度を判定した。

- ・ 健康 : まったく白化していない、もしくは淡色化がおこっているようにも見えるが、健康体と区別が困難
- ・ 白化 I : 明らかに淡色化がおこっている状態
- ・ 白化 II : 完全に白く変色している状態
- ・ 死亡 : 藻類が付着するなど死亡が確認でき、藻類の付着状況や骨格の形状から死亡して間もないと判断されるもの。

ここでは特に解説しない限り白化 I、白化 II、死亡をあわせて白化がおこったものとする。白化、死亡した群体の中には食害、病気など他の要因によって引き起こされたものも含まれている可能性があるが、これらは通常の観察では頻度が低いこともあり、今回は高水温ストレスが白化の主原因であるとした。



写真 1. 調査風景

2007年の白化の確認状況

今年、白保サンゴ礁でサンゴの白化現象を確認したのは6月24日が最初である。確認されたのは轟川河口から東北東約400mの海域で、塊状ハマサンゴをはじめ、シコロサンゴ類、枝状コモンサンゴなどで白化が確認された。淡水や赤土の影響も懸念されたが、浅場で熱せられた海水が潮汐によって移動したことが原因と推測された。

7月20日には、フタナガクミ周辺の礁岩上部（干潮時に水面付近となる）に生育するトゲサンゴ、ミドリイシ類、塊状ハマサンゴなど水面に近い群体で白化が確認されたが、それより深い場所（2～5m）では確認されなかった。

8月4日には、白保サンゴ礁ほぼ全域でサンゴの白化を確認。海底付近でも白化が確認され、ミドリイシ属で90%以上、コモンサンゴ属で50～70%、ハマサンゴ属で30～50%と大規模な白化を確認した。一部藻類が付着するなど死亡している群体もあった。

観光業者や漁業者の話によると、7月下旬（22～23日か？）頃から白化が広がり始めたという。また、1998年に世界的な規模で白化がおこった際も、今年ほどではなかったという。

他の八重山海域でも同様に7月20日の前後から白化情報が確認され始めており、広く知られるようになったのは7月31日に米原で確認された白化情報が新聞報道されてからである（詳細は八重山サンゴ礁保全協議会ホームページに掲載中）。

調査結果

1. 白化の状況

各サンゴ種群の白化状況は以下の通り（表1）。ただし、確認された総被度が全体の0.1%未満の種群については、誤差が大きいものと判断し、測線外の観察群体も含めて概況のみを述べる。

- ハナヤサイサンゴ科：ハナヤサイサンゴ、トゲサンゴ、ショウガサンゴなどが含まれるが、総被度が0.1%を越えたのはトゲサンゴのみ。トゲサンゴは100%白化しており、59%がすでに死亡していた（写真2A）。
- コモンサンゴ属：エダコモンサンゴ、トゲコモンサンゴ、チヂミウスコモンサンゴなど。属全体では49%が白化を起し、4%が死亡に至っているが、種（群体形）によって白化状況が異なる。もっとも白化の被害が大きかったのが、チヂミウスコモンサンゴなどの葉状コモンサンゴで96%が白化、55%が死亡した（写真2B）。葉状コモンサンゴは白保海域では礁岩上部などの比較的水深の浅い海域に生育していることも被害が大きかった一因と考えられる。一方、エダコモンサンゴに代表される枝状は42%が白化していたが、死亡した割合は低く2%程度であった。被覆状のコモンサンゴはほぼすべてで白化していたが、死亡に至った群体は観察されなかった（写真2C）。
- ミドリイシ属：トゲサンゴについて白化率が高く、98%が白化し、36%は死亡に至っていた。白化していないと判断されたのはスギノキミドリイシなどの樹枝状タイプのみ。卓状ミドリイシは白保海域では少ないが、

表 1. 主要なサンゴ分類群の白化状況別の総被度 (400m²) と白化率および死亡率

	健康 (cm ²)	白化 I (cm ²)	白化 II (cm ²)	死亡 (cm ²)	白化率 (%)	死亡率 (%)	平均被度 (%)
ハナヤサイサンゴ科	4.4	3.4	38.3	52.3	96	53.2	0.25
ハナヤサイサンゴ	4.4	1.6	3.7	0.7	58	6.7	0.03
トゲサンゴ	0	1.6	34.6	51.6	100	58.8	0.22
ショウガサンゴ	0	0.2	0	0	100	0.0	0.00
コモンサンゴ属	909.3	697.4	105.2	79.5	49	4.4	4.48
コモンサンゴ枝状	812.8	492.8	77.4	16.8	42	1.2	3.50
コモンサンゴ被覆状	0.1	26	9.1	0	100	0.0	0.09
コモンサンゴ複合	92.3	142.4	14.9	9.1	64	3.5	0.65
コモンサンゴ葉状	4.1	36.2	3.8	53.6	96	54.9	0.24
ミドリイシ属	6	63.1	92.6	92.7	98	36.4	0.64
ミドリイシ樹枝状	6	55.8	52.8	74.7	97	39.5	0.47
ミドリイシ卓状	0	1.3	15.2	15.4	100	48.3	0.08
ニオウミドリイシ	0	6	24.6	2.6	100	7.8	0.08
ハマサンゴ属	648.3	197.6	263.6	16.4	42	1.5	2.81
ハマサンゴ塊状	535	24.5	7.2	0.5	6	0.1	1.42
ハマサンゴ枝状	17.1	54.5	40.5	7.2	86	6.0	0.30
ハマサンゴ複合	96.2	118.6	215.9	8.7	78	2.0	1.10
シコロサンゴ属	113.5	58.2	1.5	1.2	35	0.7	0.44
キクメイシ科	13.1	19.5	10.4	0	70	0.0	0.11
合計	1723.4	1061.5	516.6	245.7	51	6.9	8.87

※サンゴ被度は4測線 (400m²) での合計値 (cm²)。白化率は= (白化 I + 白化 II + 死亡) / (合計値)、死亡率は= (死亡) / (合計値) で求めた。

ほぼすべてが死亡し、すでに藻類が付着していた (写真 2 D)。ニオウミドリイシは死亡した群体はあまり見かけないが、ほぼすべてが白化していた (写真 2 E)。

- ハマサンゴ属：コブハマサンゴ (塊状)、ユビエダハマサンゴ (枝状)、パラオハマサンゴ (複合) が代表種。塊状ハマサンゴは白色、青色、まだら状に白化した群体、正常の群体が混在していたが、白化率はわずか 5%、死亡した群体は確認できなかった (写真 2 F)。ただし、この数値は目測による概数と大きく異なっており、全体としてはより白化率が高いと思われる。直径 10cm 程度の小型の群体はほぼすべてが白化しているのを

確認している他、大型の群体でも白化している群体はかなり目立っている。測線外では一部死亡した群体も確認している。枝状ハマサンゴは白化率が高く 86%、死亡した群体は 6%であった。またパラオハマサンゴ (複合状) も 76%と同様に高い白化率を示しているが、死亡した割合は 1%程度と枝状と比較すると少ない (写真 2 G)。

- シコロサンゴ属：完全に白化している群体 (白化 II) は少なく、わずかに色が残っている群体が多かった (写真 2 H)。白化率は 35%で、死亡は 1%未満であった。
- キクメイシ科：全体では 70%で白化が確認されているが、水深が浅い礁

原上にあるパリカメノコキクメイシではほとんど白化がみられず、カメノコキクメイシなどで白化が顕著にみられた(写真2 I)。ルリサンゴやコトゲキクメイシでは淡色化した群体が目立った。

- その他のサンゴ類：今回の調査結果ならびに今までの観察結果から、その他のサンゴ類について白化の概況を述べる。ハナガササンゴ属は淡色化もしくは白化している群体が目立った(写真2 J)。ヨロンキクメイシはかなりの割合で淡色化していたが、死亡している群体は確認されなかった(写真2 K)。クサビライシ科は淡色化もしくは白化している個体がみられ、特に小型の固着性個体では白化の割合が高かった(写真2 L)。トゲクサビライシでは部分的に死亡している個体もみられた(ただし、白化以外の原因も考えられる)(写真2 M)。ヤッコアミメサンゴでは白化した群体は確認できなかった。リュウキュウキッカサンゴは白保礁池内では少ないが死亡した群体が散見された。アナサンゴモドキ属のカンボクアナサンゴモドキはやや淡色化の傾

向がみられたが、完全に白化しているものは確認できなかった。一方、枝状アナサンゴモドキは白化群体が確認された(写真2 N)。アオサンゴは今回の測線上では確認されなかったが、群体の一部で白化した部位がみられたが、死亡に至っている群体は確認できていない(写真2 O)。ソフトコーラル(ウミトサカ類)は淡色化し、淡黄色の群体が目立った(写真2 P)。

全体を通してみると、白化率は51%、死亡率は7%となり、8月4~6日の目測による白化状況の概算と比較しても、ほぼ一致する結果となった。今回の調査結果では、白化の被害がさらに拡大した印象はない。これは後述する水温低下の影響により白化の進行が抑えられたと考えられる。しかし特に卓状ミドリイシなどでは、藻類の付着が目立つようになっている。これは藻類が生長したためと、実際に死亡した割合が若干ではあるが増加したためと思われる。

また、今回の白化状況は、主に礁池内の後方礁原寄りの2海域での調査結果に基づいており、海域によっては傾向が異なることが予想される。



写真2. A: 藻類が付着し始めたトゲサンゴ, B: 死亡したチヂミウスコモンサンゴ, C: 被覆状コモンサンゴ, D: 死亡した卓状ミドリイシ, E: ニオウミドリイシ, F: 塊状ハマサンゴ, G: パラオハマサンゴはまだらに白化していることが多い, H: シコロサンゴ属.

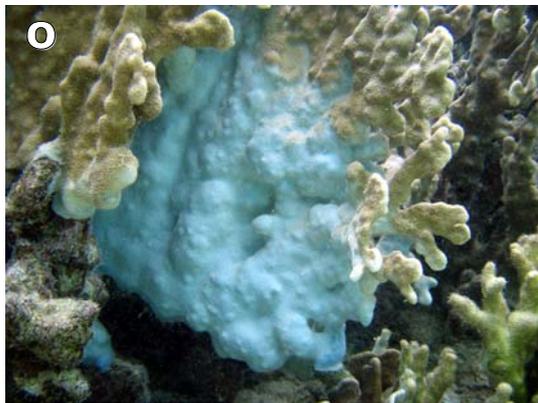


写真2. I: カメノコキクメイシ, J: ヨロンキクメイシ, K: ハナガササンゴ属, L: 固着性のクサビライシ属, M: 一部に藻類が付着したトゲクサビライシ, N: 枝状アナサンゴモドキ, O: 群体の一部が白化したアオサンゴ, P: ソフトコーラル (ウミトサカ類)

2. 海水温の変化

ここでは白保礁池内4地点に設置した水温ロガーのうち、もっとも設置水深が深い(約5m)フタナガクムイ周辺(地点C-3)の水温記録について述べる。一般にサンゴの白化は水温が30℃以上の状態が長く続くとおこるとされているが、今年最初に30℃を記録したのは、6月27日で30.7℃。以後、水温は徐々に上昇し続け、台風4号が八重山地方に接近した7月13日まで、つねに日最高水温が30℃以上を記録し続けた。この台風4号は32.5mmの降雨をもたらすが(石垣島地方気象台データ)、前後での水温低下は0.7℃と十分な効果はもたらさなかった。その後、水温はさらに上昇を続け、23日には最低水温が30℃を越え、一日を通じて30℃を下回らなくなった。この状態は30日までの8日間続き、このころ、白化が急速に拡大し、礁池内の深い場所ま

で影響がおよんだのではないかと考えられる。これは地元関係者の話とも一致する。30℃以上の積算時間をみると、6月は平年(2003~2006年)並みであるが、7月になると急激に増加し、平年の4倍以上となっている(図3)。8月は台風等の天候不順により大幅な増加はみられなかったが、それでもなお平年よりは若干多い値となっている。このような特に7月における水温の大幅な上昇は降水量の少なさと台風の接近数の少なさに原因があると考えられている。2007年は4月から月降水量が平年値(1997~2006年)を下回る状態が続いており、7月はわずか42mm(平年値:113mm)であった(図4)(石垣島地方気象台データ)。

また、白化が拡大したと思われる時期は風が弱く、7月19日から8月2日までの15日間は平均風速で5m/sを下回る日も続いた(石垣島地方気象台データ)。これは海

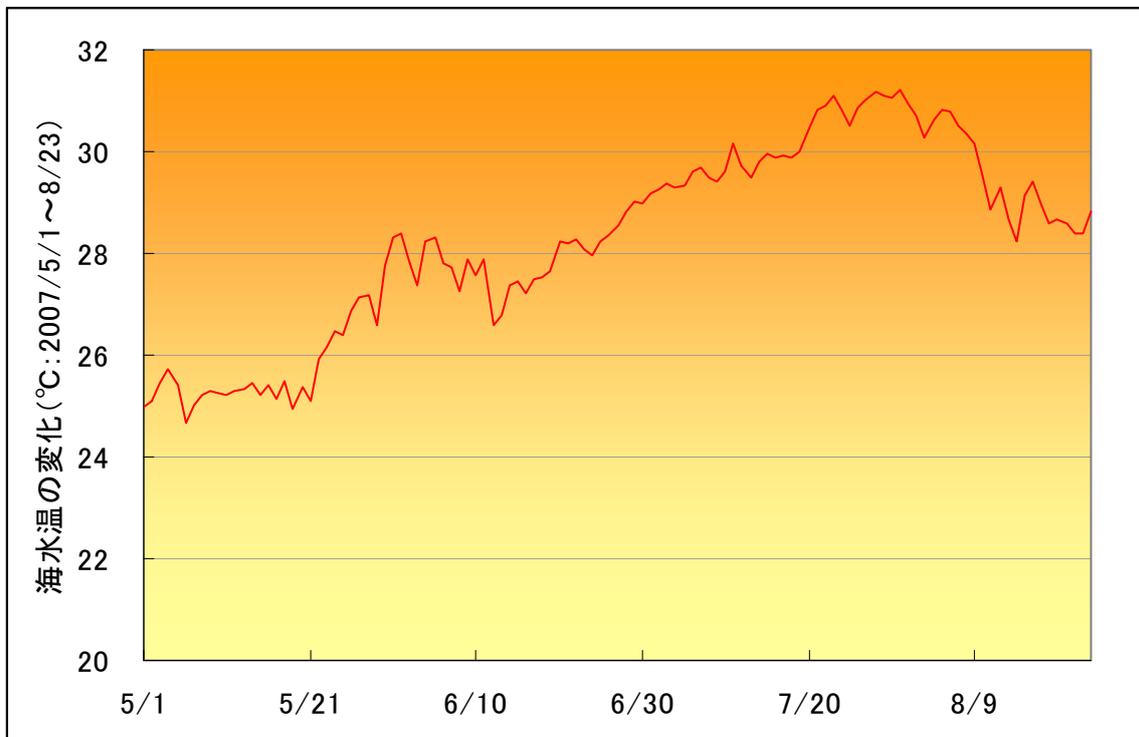


図2. 地点C-3における海水温の変化

水の攪拌がおこりにくく、また海水面が平坦になるため、紫外線がより深くまで届きやすくなったと推測され、このことも白化をすすめた原因と考えられる。8月には台風6号、7号、8号が相次いで接近したことにより、この期間最大で日平均水温が2.1℃

も低下し、8月22日現在の日平均水温は30℃を下回る状態が続いている。しかし、天候の回復した日には最高水温が30℃に達することもあり、今後の天候状態によっては、白化の被害が拡大する可能性がある。

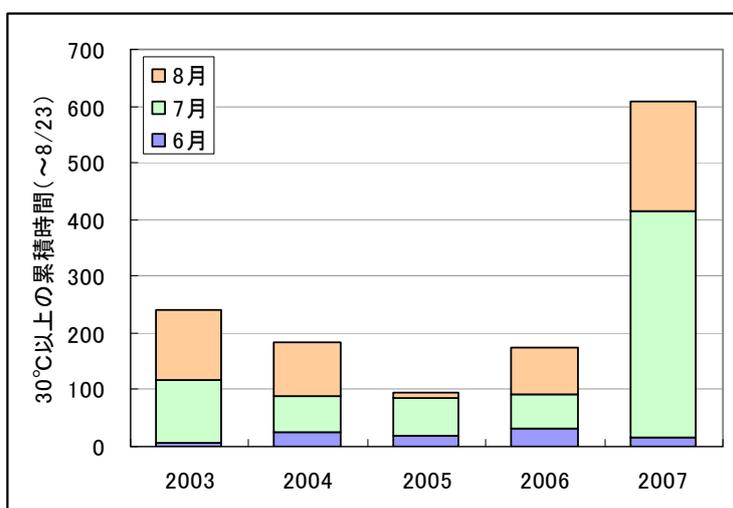


図3. 地点 C-3 における 30℃以上の月別累積時間の年変化

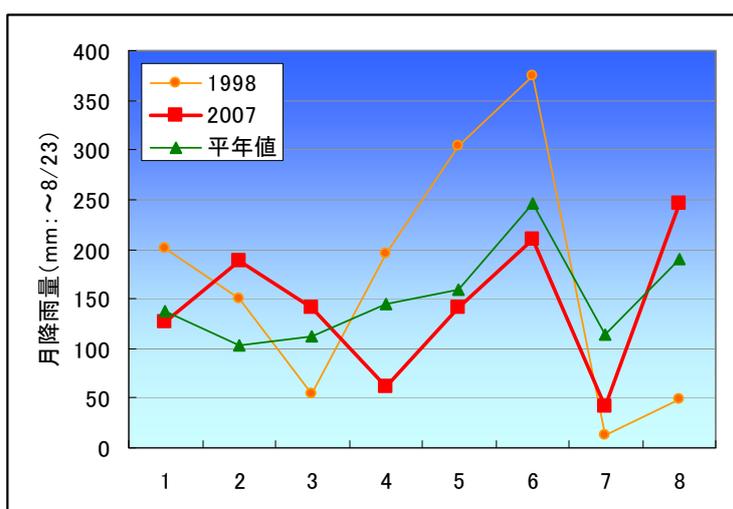


図4. 月降水量の平年値('97~'06)と1998年との比較

3. サンゴ被度の変化

センターでは6月下旬にも同海域で調査を実施しており、各測線での前回の生サンゴ被度と今回のサンゴ被度（白化で死亡したサンゴ被度も含む）とを比較すると、C-3Eastで前回比88%、C-3Westで65%（要データ修正）、G-3Eastで46%、G-3Westで73%と、すべての測線で被度が低下しており、白化以外にサンゴの減少要因があったことが示唆される（図5）。特に、ミドリイシ属、枝状コモンサンゴで減少の割合が高い。サンゴ被度の減少要因としてもっとも

も考えられるのが台風の襲来である。今回の大規模な白化の一因として、降水量の少なさや台風の接近回数の少なさがあげられているが、台風4号と台風8号の通過後には底質のかく乱も確認されている。特に台風8号後は、後方礁原もしくは礁斜面から移動してきたと思われるサンゴ礫の堆積が確認されており、アオサンゴをはじめ、礁原付近のサンゴ群落に埋積しているのが確認された（写真3）。G-3Eastは礁原上にあるため、波浪の影響を受けやすいが、前回調査で確認された枝状コモンサンゴなどが

大きく減少し、礫が散在しているのが確認されている。ただし、今回のサンゴ礫の移動とサンゴの埋積は2004年にアオサンゴ群落周辺で確認されたような大規模なものではないようである。

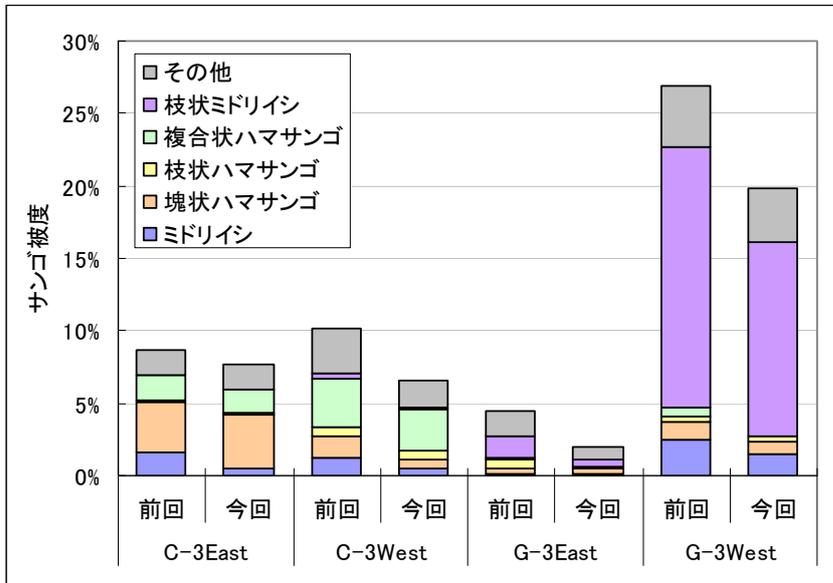


図5. 各測線における主要なサンゴ分類群の被度の変化



写真3. サンゴ礫による埋積被害（左：アオサンゴ群落，右：モリヤマグチ付近）

今後の保全対策

現在のところ、サンゴの白化現象をくい止めるための有効手段はない。サンゴ礁は見た目の美しさだけではなく、経済的な価値も高いと言われており、ある試算によると、我が国のサンゴ礁の生み出す利益は年間16.7億\$にのぼるとされる(Cesar, 2003)。言うまでもなく、サンゴ礁は漁業やダイビングなどの観光事業に大きな貢献をし、さらには海岸の保全機能、生物多様性の保持機能などをもつ。サンゴ礁を失うことによる経済的な損失は大きい。だからこそ、今あるサンゴ礁をきちんと保全管理し、サンゴ礁生態系にかかるストレスを除去していく日頃の取り組みが重要となってくる。サンゴの白化現象は1980年代以降報告例が増えており、地球環境の変化が原因である可能性が高いと言われている。今回の白化現象と地球温暖化の因果関係を現時点で判断することは難しいが、今後確実に進むであろう地球温暖化の影響によって、サンゴ礁生態系は大きな影響を受けると言われており、サンゴ礁を有する地域だけではなく、より広域的に環境対策に取り組むことがサンゴ礁保全に繋がってくる。また、近年、八重山地方は観光需要や開発圧が高まっており、それに伴うサンゴ礁の過剰利用や劣化が懸念されている。適正な利用ルールや

規制の整備も必要である。

今年、白保海域の一部は西表石垣国立公園の海中公園地区に指定された。保全に関わる法的整備が行われ、サンゴ礁保全の推進に期待がされる一方、依然としておこっている赤土の流出などの環境問題や、今後さらに増大すると思われる観光需要にたいしては、法的な規制だけでは不十分である。センターは2000年の開館以降、環境調査だけではなく、地元小中学校の総合的な学習の支援や、海に関わる伝統文化を紹介する白保今昔展など、常に地域と連携を意識した環境保全に取り組んできた。2005年には、白保住民をメンバーの中心とした白保魚湧く海保全協議会の設立を積極的に支援し、海の利用に関する自主ルール作りの推進や、海岸清掃や赤土流出防止対策(グリーンベルト植栽)などすすめてきた。今後、地域が主体となった環境保全策を進める上で必要な科学的情報をさらに収集し、地域に情報を還元していくことが重要である。さらにはそれを元に関係者と協議と活動を推進し、情報発信を広く行うことで、白保サンゴ礁の保全活動がより広域的な取り組みへと広がるよう活動を行っていきたい。