

沖縄島沿岸における造礁サンゴ群集の現況

入川 暁之

(環境調査課)

はじめに

本調査は当事業所が昭和62年より継続して行っているモニタリング調査の一環として行なわれたものである。本稿では沖縄島沿岸のサンゴ礁群集の現況について報告する。

1998年の世界的な白化現象により沖縄島沿岸の

造礁サンゴ群集においても大規模な斃死が発生した(Kayane *et al.* 1999 ; Fujioka 1999 ; Loya *et al.* 2001)。本調査では、沖縄島周辺における、白化現象後の造礁サンゴ群集の現況把握を目的として行なわれた。

材料と方法

- (1) 調査期間：平成13年6月1日～平成13年9月11日
- (2) 調査海域：沖縄島、水納島、瀬底島、伊江島、具志川島、伊計島、慶伊瀬島
- (3) 調査ゾーン：地理的・社会的条件により13のゾーンに分割
- (4) 調査地点：昭和64年度、平成4年度、平成10年度調査地点に準拠
- (5) 調査水深：礁斜面上部(水深3m～4m)及び下部(水深8m～10m)
- (6) 調査方法：トランゼクトライン法(リーフに沿って50m設置)
- (7) 調査対象：ラインを中心に幅1mの範囲(50m²)で出現した造礁サンゴ群集
- (8) 調査項目：以下に示す。本報では造礁サンゴ群集に関する項目を記載

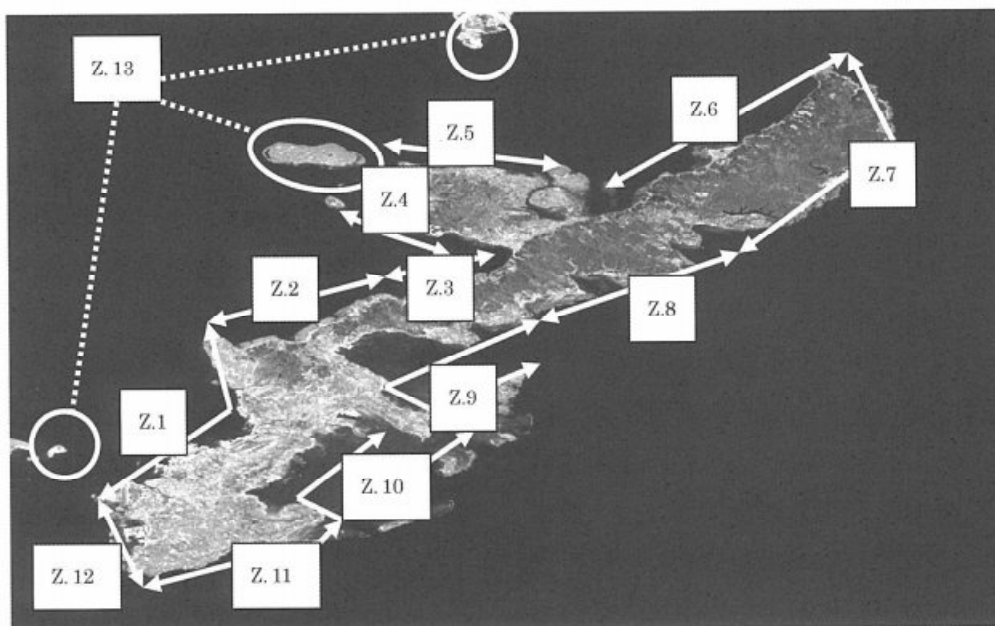


図1 調査対象域と調査ゾーンの配置



写真 1

調査はトランゼクトラインに沿って被度測定者(1 m おきに群体の有無を記録)、種同定者、類型サイズ記録者、幼サンゴ群体計数者が、順次移動して行われる。

- ①被度 (ライン上における群体出現頻度)
- ②類型 (枝状ミドリイシ優占型・多種混生型等)
- ③群集構造 (優占種、優占属、指標性のある種等)
- ④群体サイズ (10cm 未満、10-29cm、30-99cm、100 cm 以上)
- ⑤幼サンゴの加入 (長径 5 cm までの群体の出現数)
- ⑥白化に対する反応
- ⑦オニヒトデ(ライン移動中に確認された個体数)
- ⑧底生生物 (八放亜綱・海草藻類)

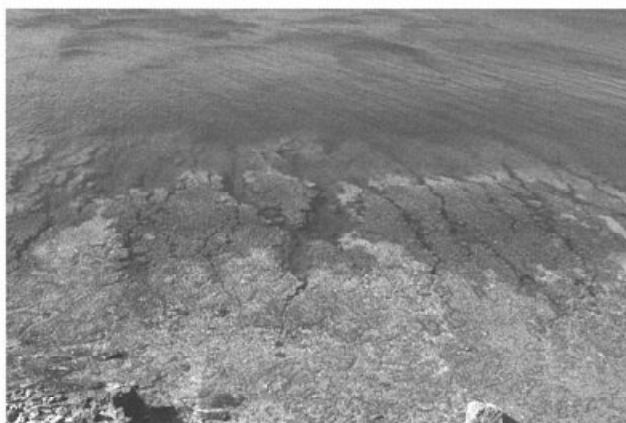


写真 2

調査対象は礁斜面上部水深 3~4 m (写真中央部の濃褐色部分) と礁斜面下部水深 8~10 m (写真上部の青い範囲) である。礁斜面上部が濃褐色なのは藻類に覆われているため。

○各ゾーンの地点情報

- Z. 1 那覇港周辺、北谷町砂辺海岸など沿岸域の人口密度が高い海域。
- Z. 2 残波岬から恩納村沿岸、万座毛までのリゾート海域。近年オニヒトデ大発生が慢性化。
- Z. 3 恩納村東部から名護市宇茂佐までの名護湾周辺の海域。沿岸の産業利用が盛んな海域。
- Z. 4 本部町塩川~水納島までの本部半島南岸海域。
- Z. 5 本部町備瀬崎~古売島北岸までの本部半島北岸海域。沿岸域の産業利用は少ない。
- Z. 6 名護市屋我地から国頭村宜名真までの北部地域西海岸。
- Z. 7 国頭村奥から東村川田南までの北部地域東海岸。断層崖が発達、産業利用は少ない。
- Z. 8 東村慶佐次宜野座村漢那湾口北岸にかけての沿岸。赤土流入が深刻な海域。
- Z. 9 金武湾周辺の沿岸部。濁りが強い海域。
- Z. 10 中城湾周辺の海域。沿岸部の改変が目立つ海域。
- Z. 11 沖縄島南岸の海域。近隣の島と断層崖から成る。
- Z. 12 沖縄島南西岸の海域。沿岸の人口密度、産業利用、いずれも高い。
- Z. 13 慶伊瀬島(チーピシ)、伊江島、具志川島の沿岸。伊江島南岸の港湾工事区域以外は人間生活の影響は小さい。

1998 年



写真 3

1998 年の白化現象が発生した時の恩納村与久田沿岸 (Z.2) 水深 3 m。水温の上昇は 7 月に始まり、8 月中頃～末には西海岸の多くがこのような状態になった。



写真 4

白化から回復しつつあるスリパチサンゴ。黒い部分が通常の状態。従来は優占するグループではなかったが、オニヒトデにも殆ど捕食されないため現在は頻繁に目にする。自謝加瀬 10 m (Z.2)。

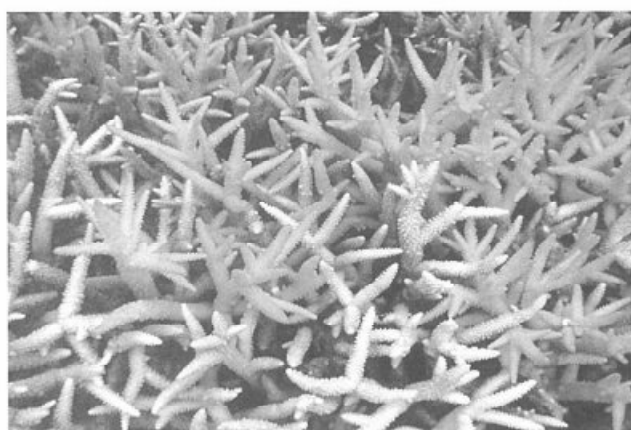


写真 5

ミドリイシ枝状群体が白化した様子。完全に白色だけでなく、青色や黄色を呈する (サンゴの組織の色) ももある。また、一部だけが白化する場合なども見られる。具志川島沿岸水深 3 m (Z.13)。

調査結果

造礁サンゴ群集の被度

- 礁斜面・礁原部いずれにおいても被度の低下が見られる。
- 浅い場所における被度低下が著しい。
- ミドリイシ優占型の群集が形成されていた場所で著しい被度低下が見られる。

造礁サンゴ群集の多様性

- ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科の出現頻度が大きく低下している。
- 沖縄本島周辺ではハマサンゴ・キクメイシ型群集の頻度が高い。
- 西海岸と東海岸では群集構造に異なる傾向が見られる。

幼サンゴ群体の加入（長径 5 cm 以下で視認できるもの）

- 密度は平均してあたり 1～2 群体 / 1 m² だが、地点間のバラツキが大きい。

造礁サンゴ群集の白化現象に対する耐性

- 白化しやすい種・白化しても回復しやすい種・白化後に斃死しやすい種がある。
- 白化に対する反応は海域・水深・生息環境によって異なる。

オニヒトデ食害の影響

- ヒトデの食害が白化後の被度回復を制限している可能性がある。
- オニヒトデの嗜好性が群集構造に影響を与えている可能性がある。

造礁サンゴ群集の生息環境

- 潮流の早い場所では生存群体が多く見られる。
- 透明度の高い場所では生存群体が多く見られる。
- 濁りのある環境で 30℃ を超える水温でも白化しないケースが見られる。

① 被度（ライン上における群体出現頻度）

各調査地点における被度を図 1 及び表 1 に示す。被度 20% に満たない場所が多く、特に浅い場所の被度は低い。西海岸中部の水深 3 m（礁原部～礁斜面上部）の被度は著しく低く、特定の種がわずかに見られただけで群集の回復はほとんど進んでいない。

浅い場所の被度が全体的に低い状態にあるのは、優占していたミドリイシ優先型群集の斃死によるものと、その後に加齢が少ないか、あるいは加入後の成長が進まないことによると考えられる。

ゾーンごとの被度を比較するとゾーン 13（離島域）における被度が群を抜いて高く、沖縄島沿岸

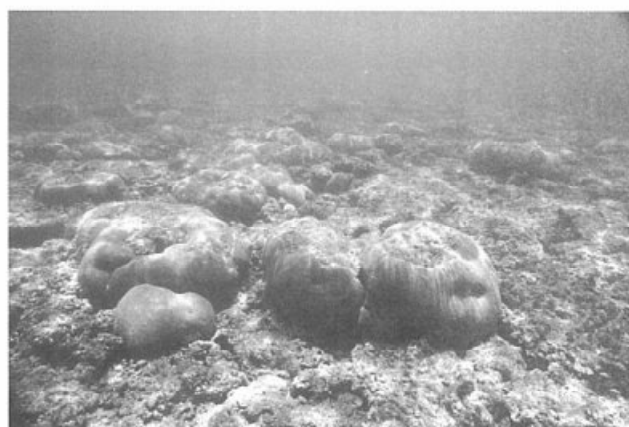


写真 6

真栄田岬沿岸（Z.2）の水深 1 m～3 m。ミドリイシ類が斃死し、リュウキュウノウサンゴの群体が多く生存している。浅い場所の多くはこのように特定の種だけが生存した状態となっている。

ではゾーン5の本部半島北岸、ゾーン7の北部東海岸、ゾーン11の南部東海岸の被度がやや高く、これらの海域から離れるに従って被度が低下する傾向が見られる（図2及び図3）ことから、沖縄本島沿岸ではいくつかの海域が幼生供給源として重要な機能を果たしている可能性がある。

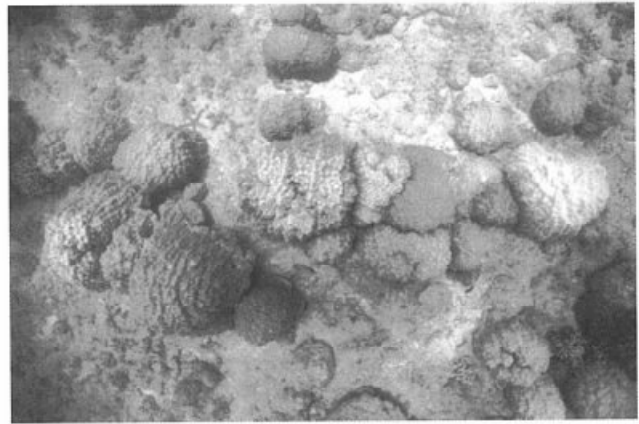
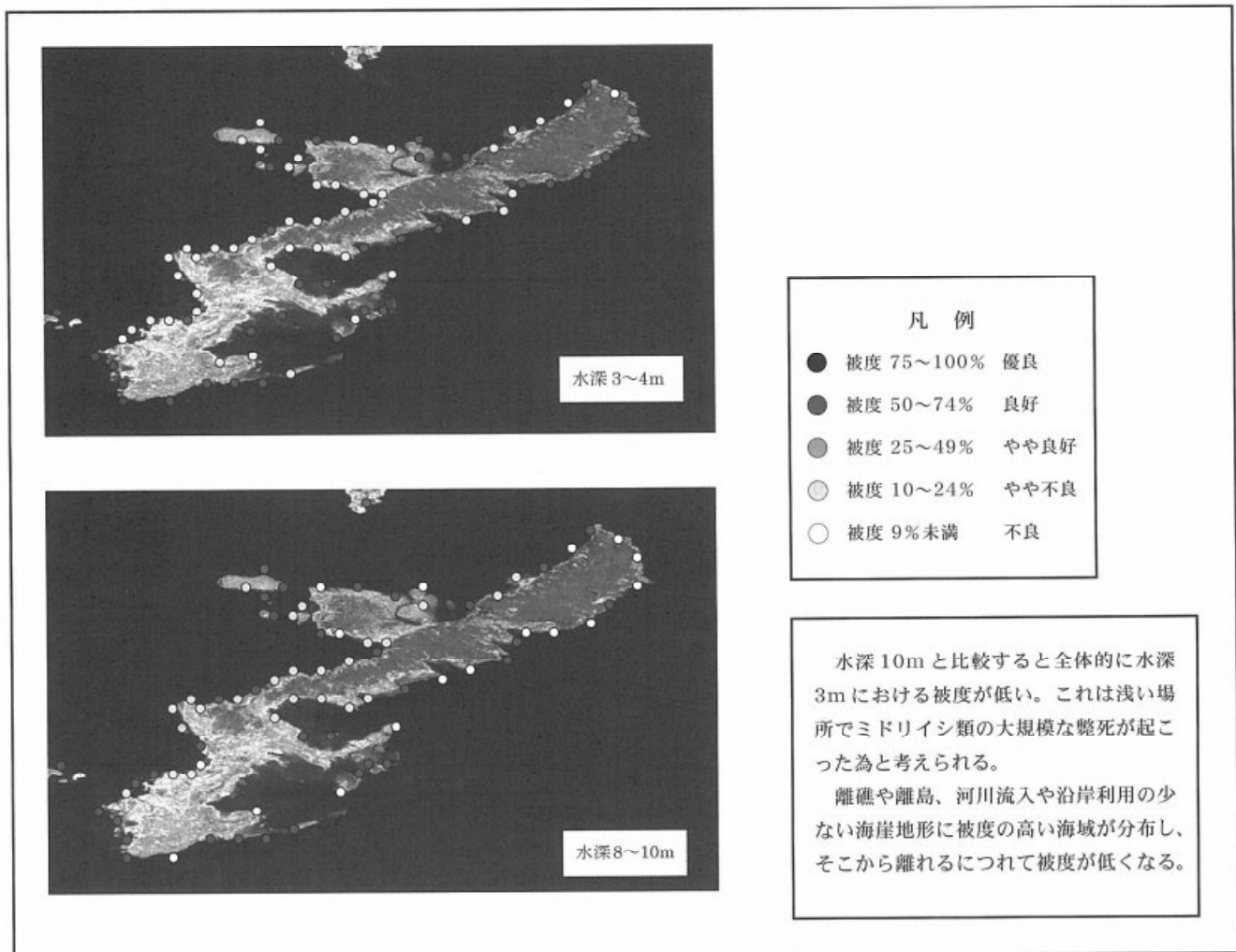


写真7

宇茂佐沿岸（Z.2・3）沿岸の水深10mでは塊状ハマサンゴが目立つ。西海岸ではこれにユビエダハマサンゴとキクメイシ科を加えたハマサンゴーキクメイシ優占型群集が目立つ。

図2 沖縄島沿岸の造礁サンゴ被度分布図



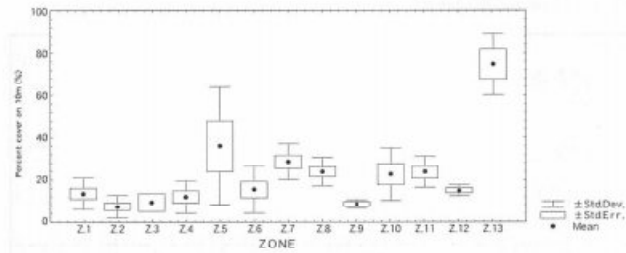


図3 各ゾーンにおける地点間平均被度
(水深 10m)

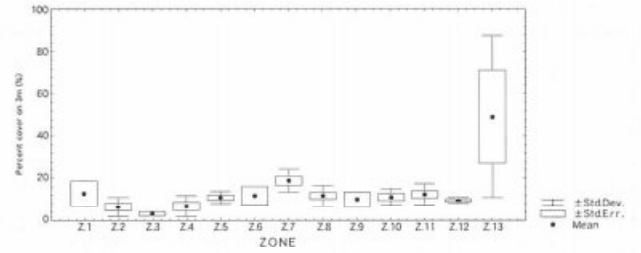


図4 各ゾーンにおける地点間平均被度
(水深 3m)

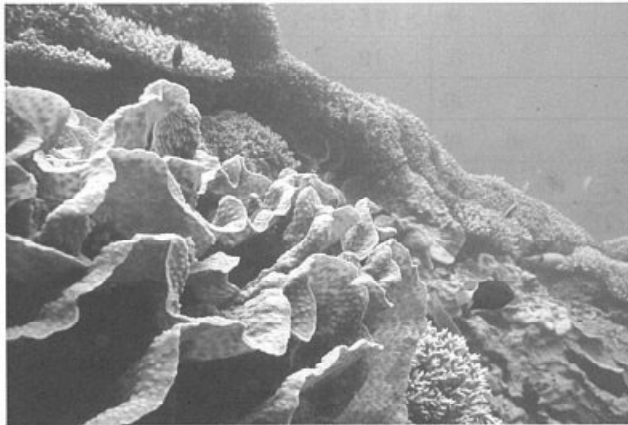


写真 8

具志川島北岸 (Z.13) の水深 10 m。調査地点中、最も被度が高く、潮流の速い場所。リュウキュウキッカサンゴ、ミドリイシ属の大型群体が多い。オニヒトデは確認されていない。

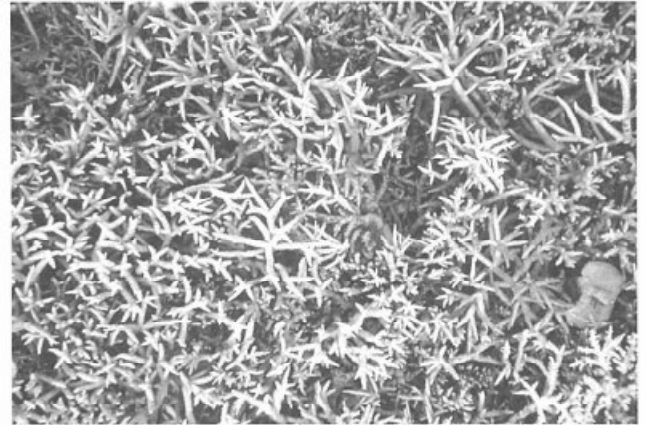


写真 10

枝状ミドリイシ優占型の群集 (具志川島の礁原 3 m)。大型群体が多く、周辺海域への幼生供給が期待される。



写真 9

慶伊瀬島 (チーピシ) の礁斜面水深 10 m。ミドリイシ属をはじめ、高い多様性と被度が維持されてきたが、近年、白化現象やオニヒトデの大発生により被度の低下が進んでいる。

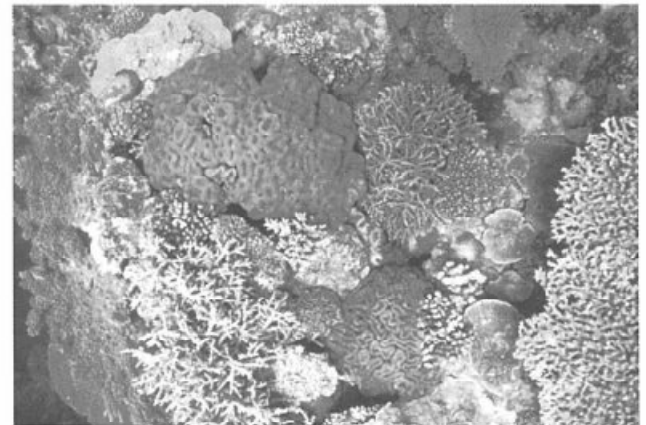


写真 11

多種混生型群集 (伊江島北岸の礁斜面 10 m)。数多くの分類群が出現し、隙間には幼サンゴ群体も見られる。種の多様性という点ではこのような場所の保全優先性が高いと考えられる。

② 類型

平成13年9月現在、沖縄島西海岸ではハマサンゴーキクメイシ型群集の頻度が高くなっている (図5-1)。東海岸では、南北両端部と伊計島

で多種混生型群集が、それ以外の場所ではハマサンゴーキクメイシ型群集の頻度が高くなっている (図5-2) が、中城湾の一部ではコモンサンゴーアナサンゴ型群集が見られる場所がある。

表1 各調査地点における造礁サンゴ群集被度とオニヒトデ確認個体数

調査地点	2-3m 被度 (%)	9-10m 被度 (%)	3mヒトデ 密度 (個体数)	10mヒトデ 密度 (個体数)	調査地点	2-3m被度 (%)	9-10m 被度 (%)	3mヒトデ 密度 (個体数)	10mヒトデ 密度 (個体数)
儀問の瀬	48	8	17	2	宇嘉	36	38	0	6
自謝加瀬東	6	12	0	1	宜名真	12	18	0	2
仲西	6	16	0	0	奥	26	44	0	0
空寿崎	2	6	2	1	楚洲南	22	30	0	0
伊佐浜	12	14	3	0	安田ヶ島南岸	20	26	0	0
砂辺	6	28	0	1	美作南	18	20	0	0
楚辺沖イナンビシ	6	10	0	0	高江	10	24	0	1
残波岬南岸(アリビラ前)	4	6	0	1	魚泊	14	28	0	0
残波岬南岸(ロイヤル前)	6	8	0	2	川田南岸	12	32	0	0
残波岬北岸	2	6	0	2	慶佐次	8	18	0	0
与久田	0	2	1	2	天仁屋岬南岸	8	16	0	1
ムーンビーチ	0	2	1	3	阿部王留島南	8	26	0	0
真栄田岬	8	14	0	2	辺野古平島	10	26	0	0
谷茶	2	4	0	1	松田	10	16	22	0
万座毛	10	16	4	3	漢那湾口北岸	22	—	—	0
瀬良垣	2	4	5	0	金武崎	6	8	0	0
熱田	0	4	0	0	金武入口	0	—	—	0
武瀬名岬	0	4	0	0	屋嘉南岸	26	—	—	0
許田	6	16	0	1	石川	0	—	—	0
数久田	0	2	0	0	宇堅	18	10	0	0
宇茂佐	8	34	0	1	西ノ岩	10	10	0	0
部間	2	2	0	0	伊計島南東岸	6	42	0	2
塩川	6	24	0	0	ミルチビシ	14	18	0	0
瀬底島北西岸	6	6	0	1	浮原島北東岸	12	16	0	0
水納島北東岸	10	14	1	1	南浮原島西方	6	10	0	0
中ノ瀬北西部	6	12	0	1	津堅島南岸	14	28	0	0
伊江島南岸	0	4	0	0	泡瀬南方	20	—	—	0
伊江島東岸	14	20	0	0	仲伊保	24	—	—	0
伊江島北東岸	8	82	0	0	知名崎	8	28	0	0
具志川島北	64	92	0	0	ウカビ南	10	—	—	0
備瀬崎西岸	12	38	1	6	久高島南南西	8	14	0	0
ヤッケ礁	8	4	0	0	コマカ島南方	10	20	0	0
今泊	8	16	0	2	百名沖	10	22	0	0
崎山	4	12	0	1	奥武島南西方	12	22	0	0
古宇利島北岸	14	32	0	0	摩文仁	12	36	0	0
屋我地島北岸	12	6	1	0	喜屋武岬	10	16	0	0
塩屋	10	18	0	0	名城沖	10	18	0	1
大宜味	4	8	0	0	瀬長島沖	8	14	0	2
赤丸岬	0	8	0	0	阿波岩西	8	12	2	2
謝敷	4	12	0	0	チービシ	42	62	4	7

平成10年まで西海岸の広い範囲に渡って見られたミドリイシ優先型（卓上・枝状）の群集は1998年、2001年の2回の白化現象により斃死しており、今回の調査ではゾーン13の離島域を除いて確認されていない。ゾーン13の伊江島北岸では多種混生型の群集が、具志川島北岸では卓上・枝状ミドリイシ優占型群集がそれぞれ50%を超える被度で出現しており、これらの海域は今後、幼生の供給源として機能することが期待される。

③ 群集構造

出現種の構成については西海岸、東海岸の間に共通して見られるグループと東海岸で有意に多く出現するグループが見られる。いずれの水深・地域間でも共通して見られたグループには、*Porites lutea*, *P.lobata*, *Galaxea fascicularis*, *Lobophyllia hemprichii*, *L.corymbosa*, *Favia pallida*, *F.favus*, *Goniastrea pectinata*, *Cyphastrea serailia*, *C.chalcidicum*, があり、東海岸で出現頻度が高かったグループには *Stylophora pistillata*, *Pocillopora verrucosa*, *Peydouxi*, *Montipora informis*, *M.peltiformis*, *Astreopora miriophthalma*, が挙げられる。

各ゾーン内における相対多様度指数（ピールー多様度指数）の分布傾向を図4に示す。ゾーン5では被度だけでなく多様性も高く、生態学的にも重要な場所であることが伺える。一方、ミドリイシ優占型の群集が崩壊した恩納村沿岸では多様性の低い状態が続いている。多様度指数の算出は長径10cm以上の群体を対象としたが、加入しても特定のグループだけが成長するのか、加入自体が起こっていないのかについて考察するためにはサイズ間で多様度の変化を比較する必要があるかもしれない。

多様度指数はピールー多様度指数(J)を用いる。

$$J = -(\sum p_i \ln p_i) / \ln S$$

すなわち種数の影響を除くために、シャノン・ウィーバー指数H(= $\sum p_i \log_2 p_i$ [- $\sum p_i \ln p_i$])を種数の対数lnSで割った値(piはi種の個体数niの総個体

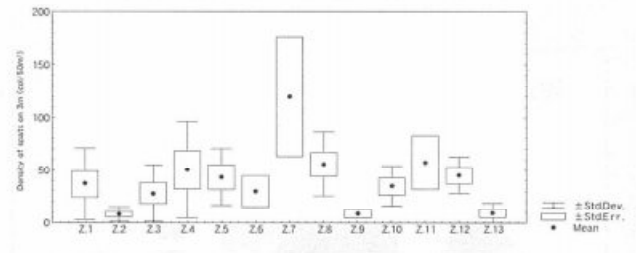


図5 各ゾーンにおける相対多様度指数分布
(水深10m:長径10cm以上の群体を対象)

数Nに対する比: n_i / N)を多様度の指数とする。Z.7の北部東海岸、Z.11の北部南海岸、Z.13の離島域では被度も多様度も高く(図4)、保全対策の必要性が特に高い海域と考えられる。

④ 群体サイズ

群体のサイズについては離島域と東海岸の両水深における群体サイズが西海岸より大きい傾向がある。これは群集類型に起因すると考えられ、ミドリイシ優先型の群集が崩壊した西海岸では大型群体が多く失われたため出現群体の平均サイズが小さくなり、東海岸では多種混生型の群集の中で、ハマサンゴ属などの比較的白化現象に耐性を示すグループの大型群体が生存したために平均サイズが大きくなったと考えられる。

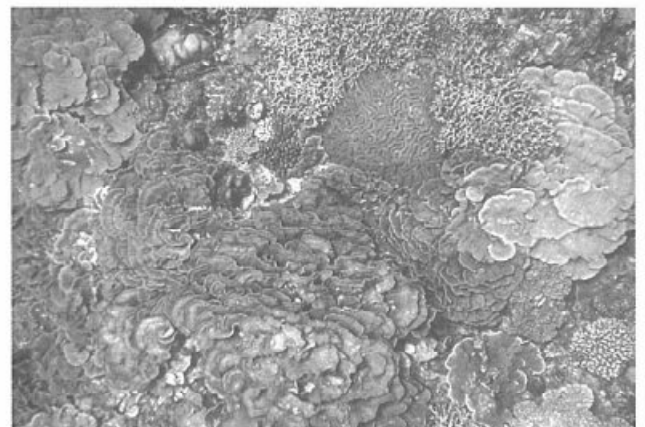
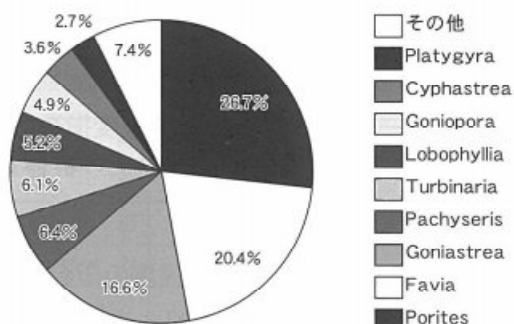


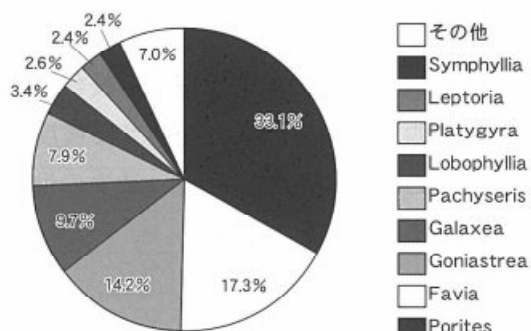
写真12

単一群落が成立する場所では多様度指数は低く、加入も少ない場合がある。サンゴ礁の現況評価では被度だけでなく多様度、サイズ分布、加入等を考慮する必要がある。

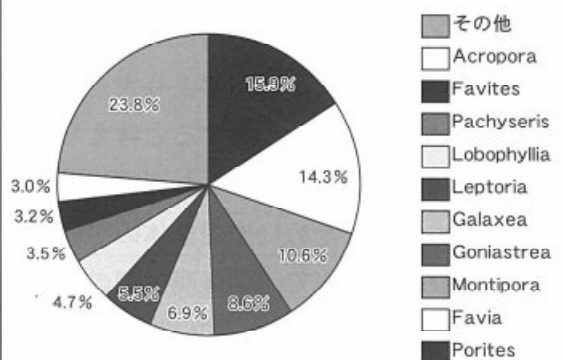
砂辺海岸 水深 10m (被度28%)



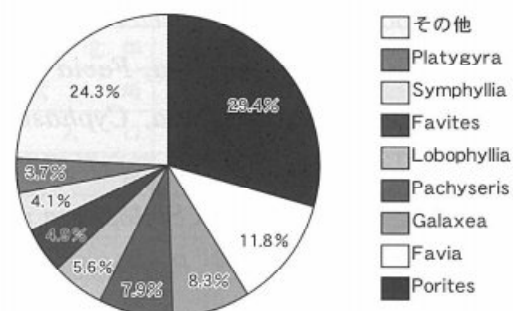
備瀬崎東 水深 10m (被度38%)



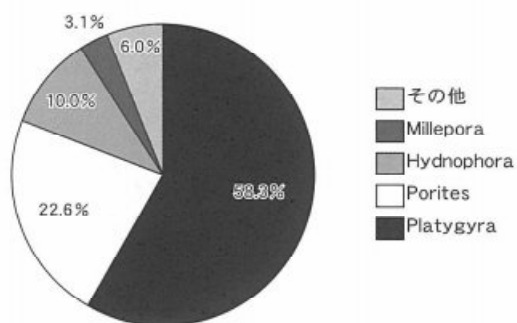
古売島北岸 水深 10m (被度32%)



宇嘉 水深 10m (被度38%)

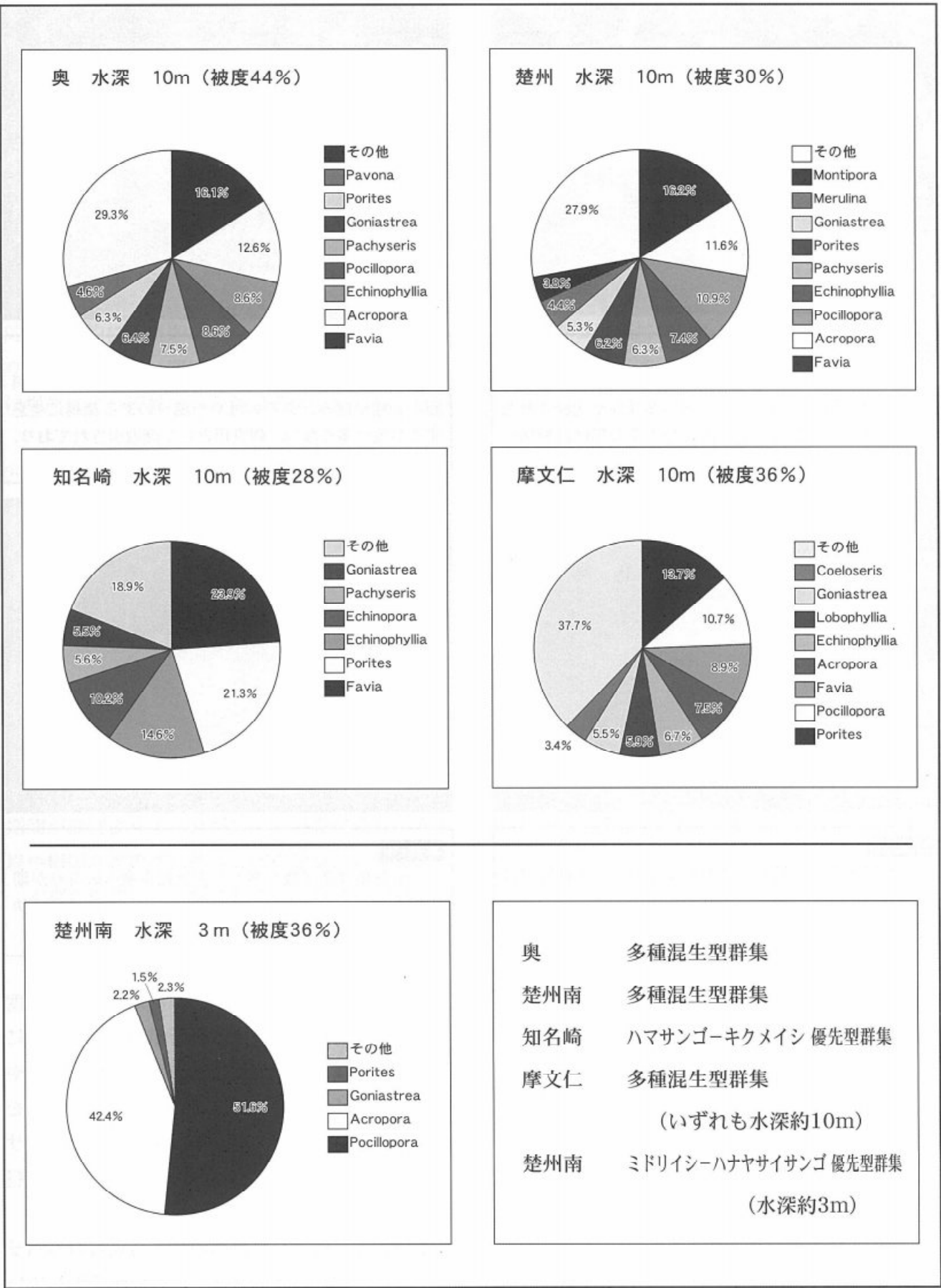


真栄田岬 水深 3m (被度36%)



砂辺海岸 ハマサンゴ-キクメイシ優先型群集
 備瀬崎東 ハマサンゴ-キクメイシ優先型群集
 古売北岸 ハマサンゴ-キクメイシ優先型群集
 宇嘉 ハマサンゴ-キクメイシ優先型群集
 (いずれも水深約10m)
 真栄田岬 特定種優先型群集

図6-1 沖縄島西海岸5地点における属レベルの群集組成



奥 多種混生型群集
 楚州南 多種混生型群集
 知名崎 ハマサンゴ-キクメイシ 優先型群集
 摩文仁 多種混生型群集
 (いずれも水深約10m)
 楚州南 ミドリイシ-ハナヤサイサンゴ 優先型群集
 (水深約3m)

図6-2 沖縄島東海岸5地点における属レベルの群集組成

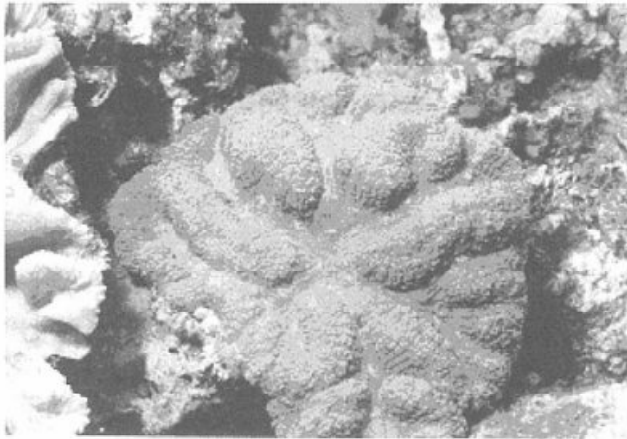


写真 13

ダイノウサンゴやホソダイノウサンゴに比べて少ないヒロクチダイノウサンゴ。高い多様性が記録された海域で多く見られた。高密度で分布する集団は繁殖に寄与するグループと考えられる。



写真 14

単体サンゴのコハナガタサンゴ。崖状の急峻な礁斜面の岩棚や窪み、あるいはやや濁りのある深場に生息するが数は多くない。観賞用として商取引されており、フィリピンなどから輸入されている。

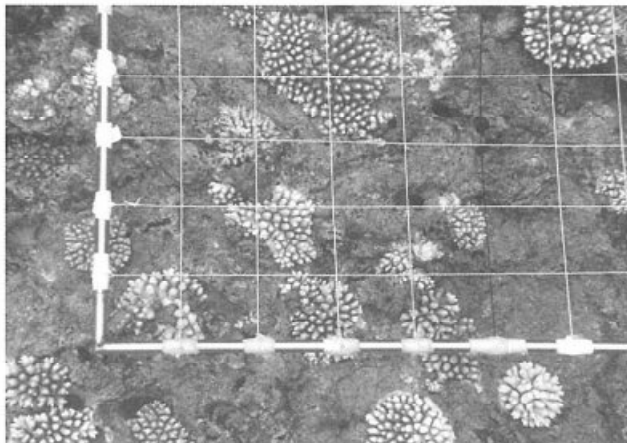


写真 15

白化現象による斃死でミドリイシ優占型の群集では大型群体の多くが消失したため出現群体の平均サイズが小型化している。これは群集全体の産子数低下を意味している。

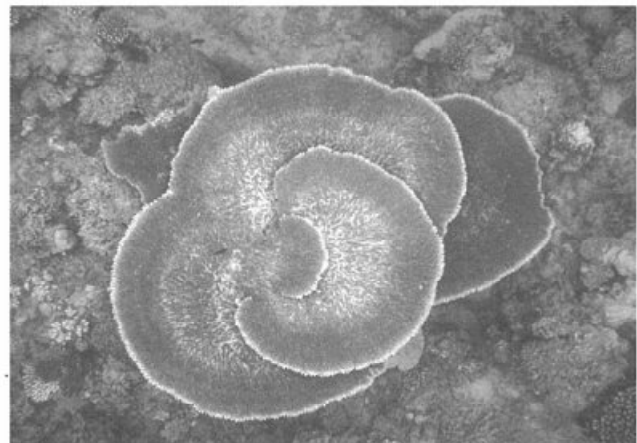


写真 16

大型群体は産子数が多く、次世代生産への寄与が期待できる。このような大型群体の密度が高い場所は幼生供給源として重要と考えられる。

⑤ 幼サンゴの加入

図7及び図8に各ゾーンにおける幼サンゴ群体の平均出現密度を示す。地点間のバラツキが多いが、水深10mでは視認できる幼サンゴ群体の平均的な密度は1～2群体/m²程度の場所が多い。砂辺海岸の礁斜面下部や水納島北岸、久高島北岸、魚泊の礁斜面上部など、局地的に10群体以上/m²の密度で幼サンゴ群体が生息する場所も見られる。

また、水深3mにおける加入については、平均すると水深10mと同程度であるが、よりばらつき

が大きく、上記地点のように、局地的に高い頻度で幼サンゴ群体が出現する場所が見られる。特に、ミドリイシ属の幼群体は、波当たりの良い場所や碎波帯で多く観察され、東からのうねりの影響を直接受ける楚州ではミドリイシ属やハナヤサイサンゴ属の若い群体(～20cm)が100col/10m²を超える密度で出現している。

このような幼サンゴ群体の加入に見られるバラツキには、加入群体の減耗率の違いが影響しているものと考えられるが、大規模な加入自体、時間

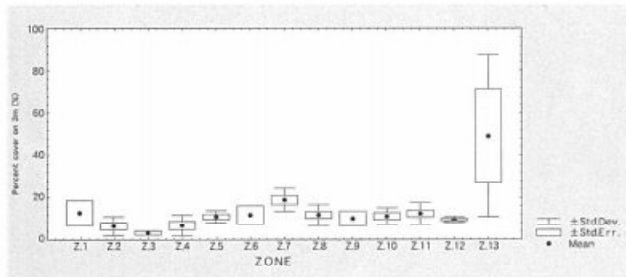


図6 各ゾーンにおける地点間の平均幼サンゴ密度 (水深 3m)

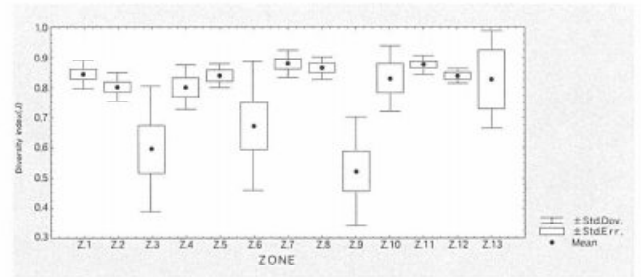


図7 各ゾーンにおける地点間の平均幼サンゴ密度 (水深 10m)

的・空間的に不規則なイベントである可能性があり、斃死後に高い密度の加入が起こるまでの期間は場所によって異なるのが自然なのかもしれない。

造礁サンゴ群集における白化現象への耐性の概略を以下の表に示す。

⑥ 白化に対する反応

本調査期間中に白化現象が発生した。北谷町砂辺海岸では1998年に白化した群体の多くは2001年にも白化した。しかしながら、水深10mでは白化群体の多くは回復した。しかしながら、水深の浅い場所では1998年に斃死しなかった群体が数多く斃死している。具志川島のミドリイシ群集や久米島の枝状ハマサンゴ・コモンサンゴ群集でも、前回の白化現象で斃死しなかった群集の大規模な斃死が報告されている。2001年の白化現象については水温上昇期間が前回より1ヶ月程度早い時期にあり、光環境や梅雨などの季節的な要因の影響が示唆される。

本調査期間中に記録された白化群体の記録から、

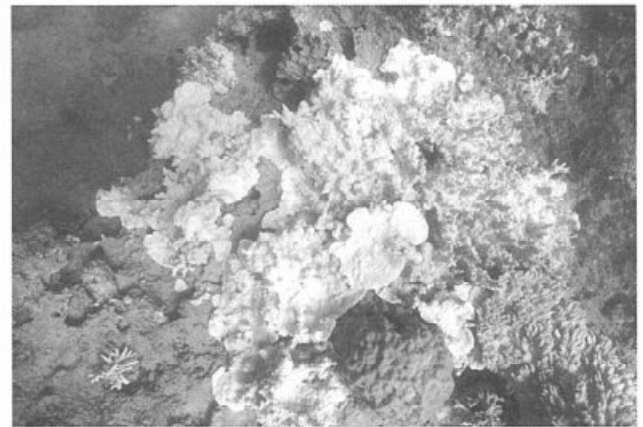


写真 17

中城湾仲伊保沿岸の水深 3 m。西海岸ではほとんど斃死した被覆状コモンサンゴの大型群体が見られるが、2001 年夏には多くが白化し、斃死群体も確認された。コブハマサンゴ (写真下部) は白化していない。

表2 造礁サンゴ類における白化に対する反応の概略

白化に対する反応の概略	種 名
白化しやすく斃死しやすい種	ヤスリミドリイシ、ウスエダミドリイシ、コエダミドリイシ
	トゲサンゴ、ショウガサンゴ、ハナヤサイサンゴ
	レースウミバラ
	エダアナサンゴモドキ
白化しても回復する傾向が強い種	ベニハマサンゴ、コブハマサンゴ、オオハマサンゴ、ハナガササンゴ
	ヤスリアミメサンゴ
	リュウキュウイボサンゴ
	スポミキクメイシ、コトゲキクメイシ、ダイオウサンゴ
白化しにくい、すると斃死する種	アザミサンゴ
	ダイノウサンゴ
白化しにくく、斃死もしにくい種	ヤッコアミメサンゴ
	シコロキクメイシ
	キクメイシモドキ、バリカメノコキクメイシ、リュウキュウノウサンゴ

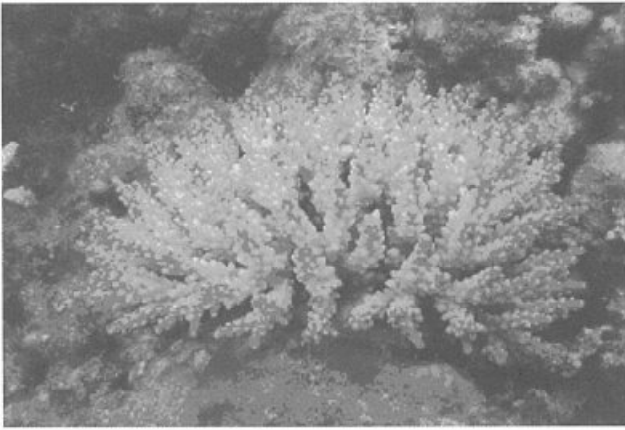


写真 18

白化したホソエダミドリイシ。西海岸では最も多く見られるミドリイシであったが、1998年、2001年の白化現象を経て、現在はあまり見られなくなっている。

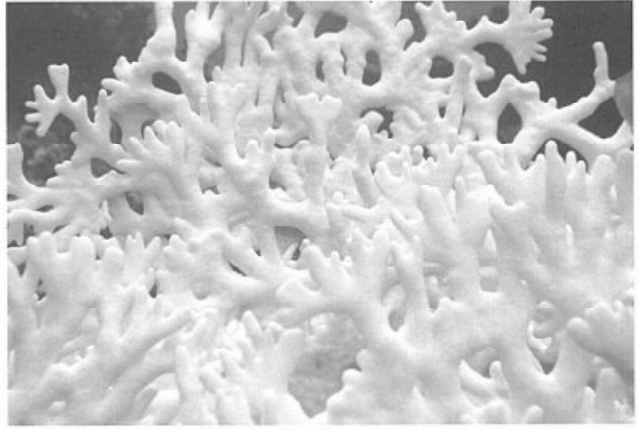


写真 19

白化したヤツデアナサンゴモドキ。この仲間の白化に対する耐性はミドリイシ類と並んで低く、1998年以降、大型群体は見られなくなった。現在は幼群体の加入が頻繁に確認されている。

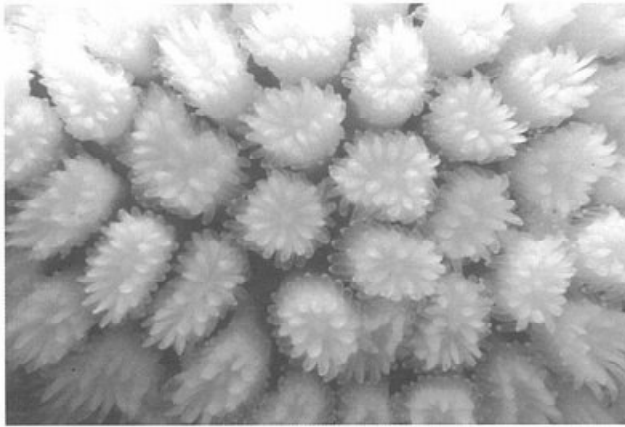


写真 20

白化したアザミサンゴ。白化する群体もしない群体も見られるが、白化した場合の斃死頻度は高く、白化状態から回復途上のアザミサンゴは殆ど見られない。比較的西海岸に多く見られる。



写真 21

ハナガササンゴ。白化する群体も多いが、回復途上の群体を見る機会も多い。この仲間はオニヒトデに捕食されているのを殆ど見かけない。西海岸中部では比較的出現頻度が高い。



写真 22

フカアナハマサンゴ（左上）とマルキクメイシ属の一種。いずれも白化後に回復しやすい。白色部はガン化した部分。近年、このような群体を見る機会が増えている。砂辺海岸水深8m。

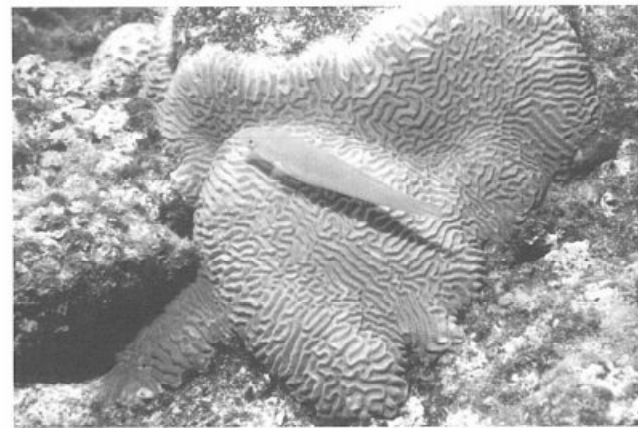


写真 23

ナガレサンゴもキクメイシ科に属し、白化に対する耐性が高い。沖縄本島沿岸では斃死後のサンゴ礁でよく見かける種となっている。

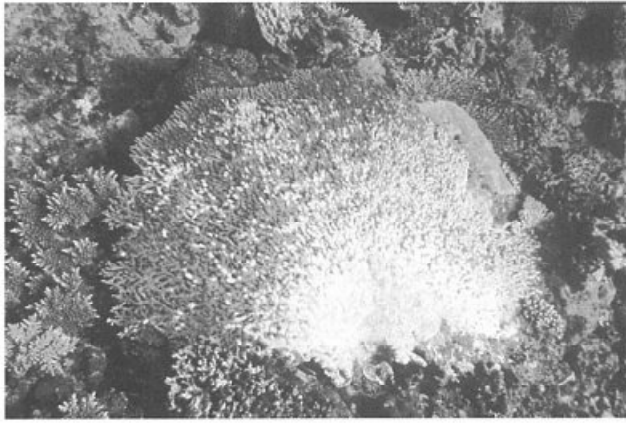


写真 24

キクハナガサミドリイシのテーブル状群体が白化し始めた状態（伊江島北岸 10 m）。

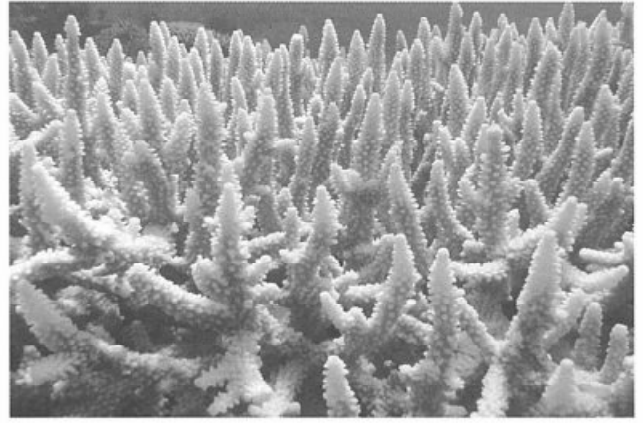


写真 25

Acropora valenciennesi の白化初期。枝の基部では通常の状態が残されている。日陰になった部分が白化していない群体も見られた（具志川島北岸 10 m）。

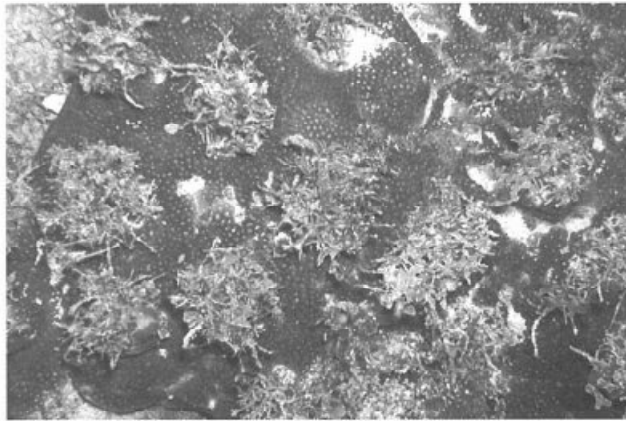


写真 26

Madracis kirbyi。水深 8 ~ 10 m の岩棚や遮蔽された窪みは競争や攪乱を避けるのに適しており、このようなマイクロハビタットが種の多様性に寄与すると考えられる（西海岸礁斜面 10 m）。

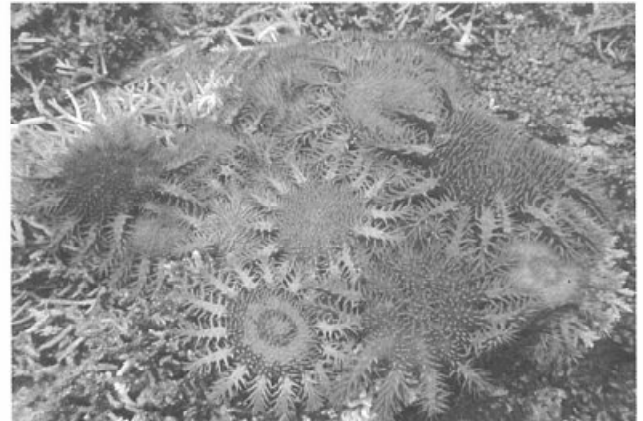


写真 27

テーブル状ミドリイシ群体に群がり捕食するオニヒトデ（チービシ 10 m）。ミドリイシ属はハマサンゴ属の 14 倍、テーブル状は塊状群体の 35 倍好まれるという報告がある（De, ath et al 1998）。

⑦ オニヒトデ

オニヒトデの観察個体数を表 1 に示す。従来の調査と同様、西海岸における確認個体数が東海岸よりも多く、西海岸一帯で食害が慢性化している傾向が伺える。

オニヒトデの大発生が頻発する恩納村沿岸では、以前の優占グループであるミドリイシ属が白化現象後ほとんど見られず、幼サンゴ群体体の数も同じ西海岸の南部や北部に比べて少ない傾向がある。一方、オニヒトデがほとんど食べないとされるダイオウサンゴ、スリバチサンゴ、ハナガササンゴ、ハマサンゴの各種については西海岸でも大型の群

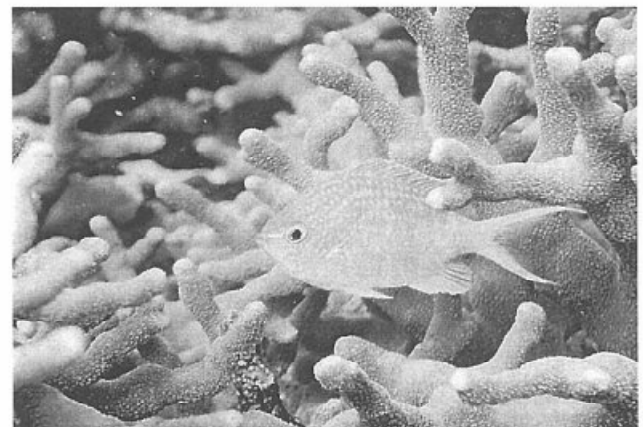


写真 28

ユビエダハマサンゴとアオバズメダイ（残波南 4 m）。オニヒトデの大発生が見られた後もこのサンゴは見られる場合が多い。しかし同地のユビエダハマサンゴは白化現象で斃死し、アオバズメダイも少なくなった。

体が頻繁に見られる。これらの種は白化に対する耐性も高く、オニヒトデによる捕食圧と白化現象が慢性化すれば、西海岸中部では上記の「白化に強くオニヒトデが食べない種」の頻度が徐々に高くなると考えられる。

⑧ 底生生物

西海岸では造礁サンゴ群集と混在する八放亜綱のいわゆるソフトコーラルが、しばしば、造礁サンゴを上回る被度で出現する。特に、沖縄島西海岸南部では縁脚上を覆うほどの被度で出現する場所がある（砂辺海岸の礁斜面・仲西・イナンピシ）。造礁サンゴ群集と空間資源を争うソフトコーラルであるが、その隙間の遮蔽された場所では若いサンゴ群体がしばしば見られ、白化現象発生時にも白化しない群体が多く見られた。また、多くの生物が造礁サンゴ群集と同じようにソフトコーラルを生息資源として利用しており、両者の間のバランスはサンゴ礁に生息する生物相全体に影響を与えるものと考えられる。

また、海草藻類については、インド洋で白化現象から1年後に付着藻類の繁茂が著しいレベルに達した事例（McClanahan et al,2001）が報告されており、沖縄島でも海草藻類の生育状況に注視する必要がある。



写真 29

枝状ミドリイシ類の残骸を被覆する花虫綱の一種（赤丸崎 3m）。

○ 個体群に関する情報

西海岸と東海岸では種レベルで出現状況に違いが見られる。ハナヤサイサンゴ属では、白化現象以前は出現頻度の高かったハナヤサイサンゴが1998年以降、いずれの海域・水深においても見られなくなったのに対し、イボハダハナヤサイサンゴは東海岸で多くの群体が確認されている。ヘラジカハナヤサイサンゴについては、西海岸の流れのある比較的深い場所で見られるものの、出現頻度は圧倒的に東海岸で高くなっている。

また、特定の種の出現頻度が比較的限られた場所で集中的に高い場合がある。ニオウミドリイシ（備瀬崎）、リュウキュウキッカサンゴ（具志川島）、コモンシコロサンゴ（奥～楚州）、アオサンゴ（辺野古平島～松田）、ヨロンキクメイシ（摩文仁）等がこれに当たる。

これらの地域個体群は、メタ個体群[※]を構成する集団の中で特に重要な位置にある可能性があり、造礁サンゴ群集の保全を考える場合に留意すべき点と考えられる。

※メタ個体群……移入や移出、繁殖交流を行なう地域個体群の集合体

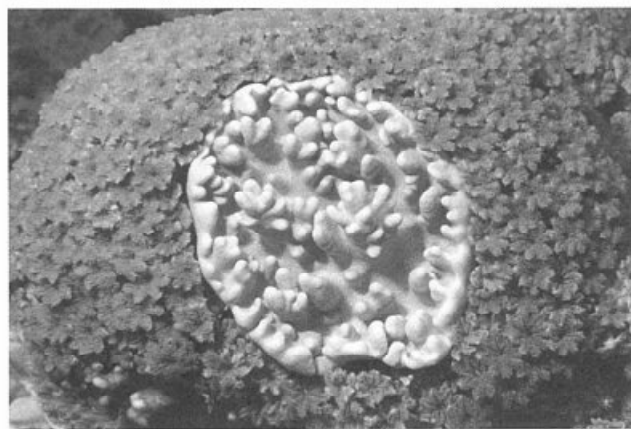


写真 30

コモンサンゴの残骸に付着したカトサカの一種をさらに被覆するウミヅタ科の一種（浦添市仲西 5m）。

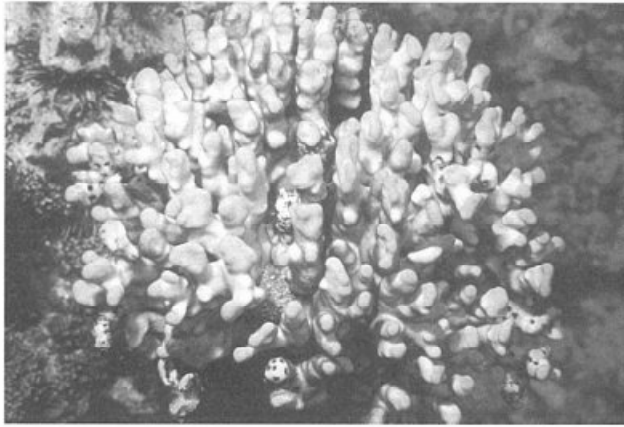


写真 31

西海岸では散見される程度のアオサンゴ。東海岸北部で出現頻度が高く、辺野古平島から松田にかけては小型～中型の群体が高い密度で出現する。

○生息環境に関する情報

現況では造礁サンゴ群集の被度や多様性に概ね100km²に満たない規模で変動が見られ、広範囲に渡って安定した状況にあるサンゴ礁は見られない。このことは比較的小さな空間スケールでパッチ状に保全対策を行なう必要性を示唆している（例：オニヒトデ駆除）。

北部東海岸、摩文仁など、被度や多様性の高い地点には、断層崖が発達し（地理的条件）、人間活動の頻度も低い（社会的条件）という共通点が見られる。伊江島北岸、伊計島北岸慶伊瀬島（チービシ）等の離島域については沿岸の産業利用が少ない。ミド



写真 33

離島域で出現するポーンミドリイシ。本種をはじめ、ミドリイシ属には慶良間列島などの近隣の離島で出現するにもかかわらず、本島沿岸で殆ど見られない種が多くある。

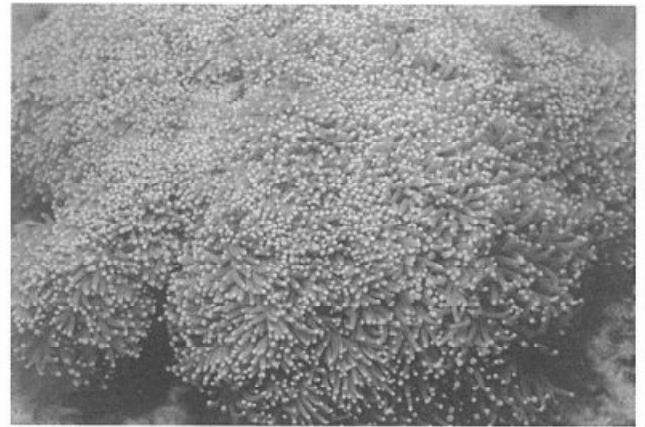


写真 32

恩納村瀬良垣で高密度の集団が見られたハナサンゴ。礁池外縁の水路で集中的に見られたが、この個体群は2001年の白化現象ですべて斃死した。

レイシ属が高い被度で出現する那覇空港前や具志川島北岸では強い潮流（物理的条件）が見られる。造礁サンゴ群集の生息状況には社会的条件、自然的条件の双方が関わると考えられる。

また、造礁サンゴ群集の中には比較的限られた場所で集中的に出現しても、他の海域ではあまり見られない種や、特定の水深や特殊な環境に生息する種があり、このような種の生息状況の記述は今後、種の多様性の評価に影響を与えるものと考えられる。

○サンゴ礁環境の未来

全地球レベルで進行する温暖化は、海面上昇に



写真 34

ヒラサンゴ。ほとんど見かけることのない種であるが、西海岸の礁斜面下部で時折見られる。ミドリイシ属の出現頻度が低く、様々な分類群が出現する場所で見られる。

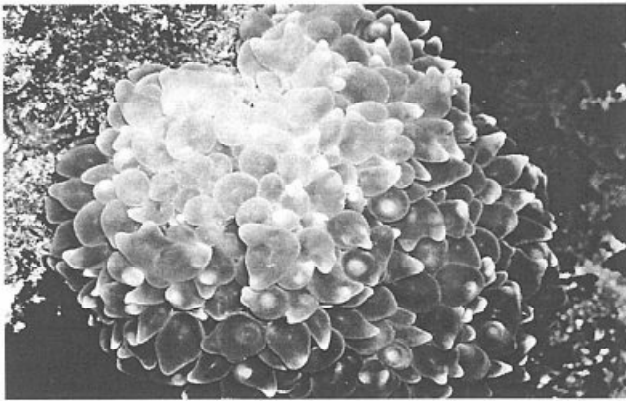


写真 35

Plerogyra urysepta が嚢胞を広げている様子。稀な種類だが、伊計島と砂辺海岸で生息が確認された。すぐ近くに娘群体と思われる幼群体が数体付着していた。隔壁は不規則で高く突出する。



写真 36

ヒユサンゴ (砂辺海岸 10 m) の小型群体。沖縄本島沿岸での出現頻度は低く、調査期間中に確認されたのはこの群体だけである。

よる受光制限、水温上昇に伴う生理的ストレス、大型化する台風による破壊など、様々な形でサンゴ礁に影響を与えられると思われる。

造礁サンゴ群集への大きな攪乱要素として台風・オニヒトデ・白化現象の相互作用が挙げられる。白化現象と台風は浅い環境で群集組成や幼サンゴの密度に打撃を与えることが報告されており (Mumby, 1999)、沖縄本島でもこれらのイベントが頻発した場合、礁斜面上部や後方礁原では恒常的に群集がダメージを受けると考えられ、順調な回復は困難になると予想される。さらに、オニヒトデの捕食が造礁サンゴ群集に深刻な打撃を与えることが懸念されており、比較的白化の被害が小さかった慶良間諸島はその後のオニヒトデ大発生によって甚大な打撃を被っている。各地で白化後の斃死を免れたエダコモンサンゴなど、白化に対する耐性の高いとされる種の多くもオニヒトデによって捕食された。

成長の速いミドリイシ属が十分大きな群体を形成する時間よりも短い間隔で上記の攪乱が頻発した場合、造礁サンゴ群集の構造はハマサンゴ属、スリバチサンゴ属、ハナガササンゴ属など、ある程度の汚濁に耐え、白化にも強く、オニヒトデの嫌うグループを中心にした構成に変化してゆく可能性がある。

○種の多様性と保全について

造礁サンゴ群集の多様性については、水深やリーフの地形、遮蔽空間の有無など、マイクロハビタットの多様性など、空間情報を含めた評価が重要と考えられる。

本調査の結果からも浅い環境が攪乱を受けやすい状況にあることは明らかであるが、同時に中程度の水深 (礁斜面の水深 8~10m) 付近における多様性の展開には特記すべきものがある。台風などの攪乱を避けることが可能でありながら、生存に必要な光量子が十分に得られ、さらに、岩棚や遮蔽された窪みなどの微細な構造環境を有するこの水深は、出現頻度の低い分類群が生息するゾーンであり、これらのグループは以下の点で浅い場所で礁形成の主翼を担うミドリイシ科の群集に劣らない価値があると考えられる。

- ①群集構成が多様であり、特定の攪乱による打撃を受けにくい。
- ②リッチネス・ホットスポット[®]が存在し、周辺域に対して次世代供給を行なう。
これらのスポットどうしは多様性のソースとして相互に機能する。
- ③特定種の出現頻度が突出する場所は個体群維持を考える場合、重要と考えられる。

※リッチネス・ホットスポット……種の多様性において傑出する地点を表す語句

Cornell H.V. Karlson R.H., (2000) Coral species richness: ecological versus biogeographical influences に用いられた表現

浅い場所で成立するミドリイシ群落は、今後、白化現象や台風などの攪乱で消滅 - 再生を比較的短い時間スケール（5 - 10年程度）で繰り返すことが予想される。現況調査による環境アセスメントでは、打撃を受けた後の消滅期間に調査を実施した場合に過小評価が生じる場合があり、サンゴ

礁の評価の際に「過去の状況を含めた時間スケール」、「礁斜面下部の含む空間スケール」に対する考慮が望ましいと考えられる。

造礁サンゴ群集は熱帯・亜熱帯海域の基礎生産を担う。また、多くの海洋生物が生活史の一部、あるいはすべてをサンゴ礁で過ごし、空間や餌など、生息に必要な資源を獲るためにサンゴに依存している。造礁サンゴ群集の崩壊はサンゴ礁生態系全体に深刻な影響をもたらすと同時に、人間生活にとっても多大な損失となる。サンゴ礁環境は全世界共有の財産として、次世代に託されなければならない。



写真 37

オオタバサンゴ。礁斜面下部の岩棚や窪みに近い場所で時折見られる。ミドリイシ類の優占度が高い場所では見られない。

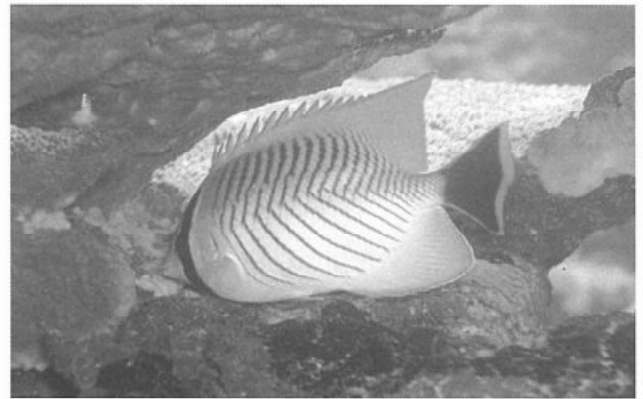


写真 38

クシハダミドリイシやハナバチミドリイシなど、テーブル状のミドリイシ群体が生息のためのキーストーン資源となるヤリカタギ。食料と住みかの両方をサンゴに依存している。

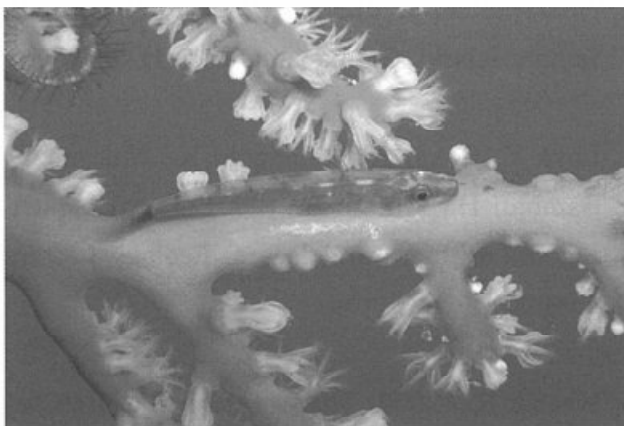


写真 39

ガラスハゼの一種。アナサンゴモドキやヒラヤギ、イソバナなどの表面で生活する。

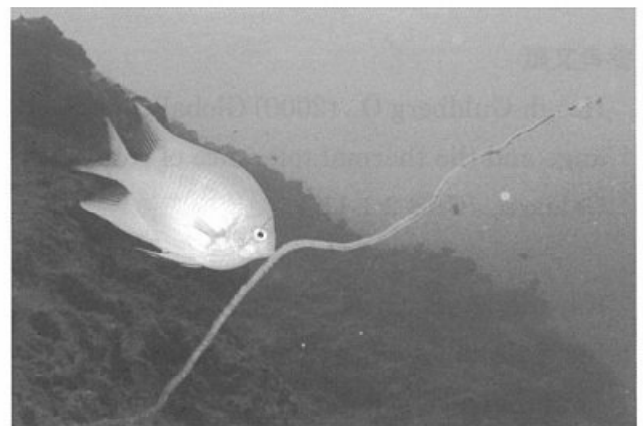


写真 40

産卵のためにムチヤギのポリプを除去するヤマブキスズメダイ。急峻な礁斜面とそこムチヤギが生息することが生息の条件となる。

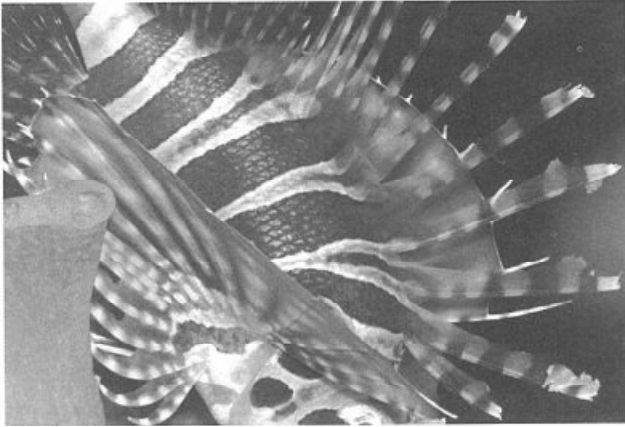


写真 41

ソフトコーラルの陰で休息するキリンミノ。

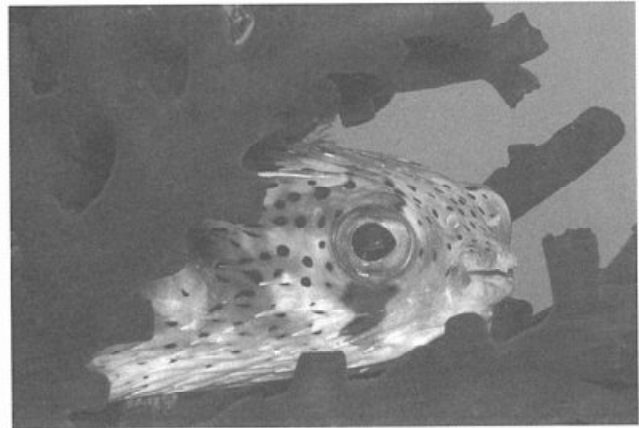


写真 42

ナンヨウキサンゴで休息するハリセンボン。

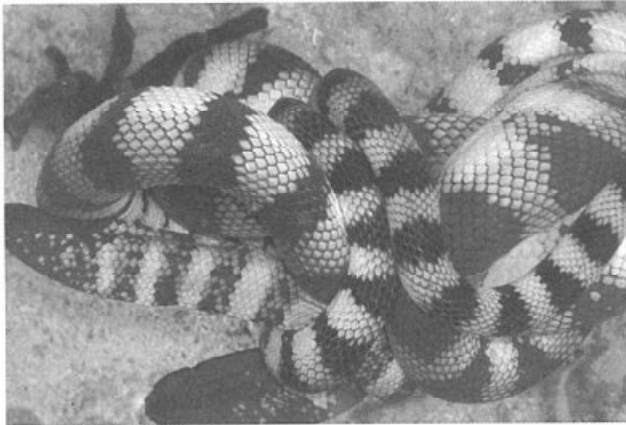


写真 43

塊状ハマサンゴの隙間で交尾を行うクロガシラウミヘビ。休息場所としてハマサンゴ内の空洞を利用する。

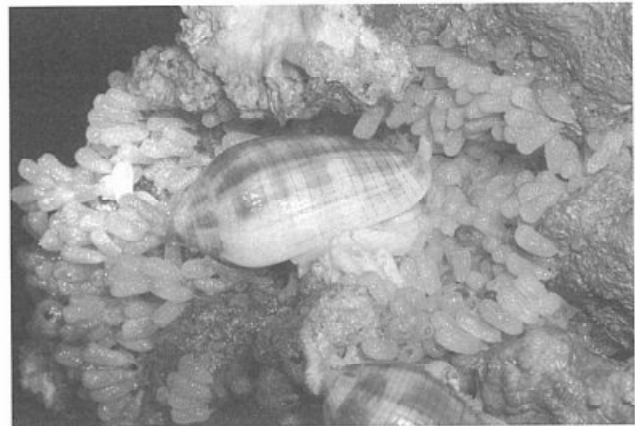


写真 44

大潮干潮線付近に転がる枝状サンゴ残骸の内部では隙間を利用してイモフデガイが産卵を行なう。

参考文献

Hoegh-Guldberg O., (2000) Global climate change and the thermal tolerance of corals. *Galaxea, JCRS* 2:1-11

Kayane H., Harii S., Ymano H., Tamura M., Ide Y., Akimoto F., (1999) Changes in living coral coverage before and after the 1998 bleaching event on coral reef flats of Isigaki Island, Ryukyu Islands. *Galaxea, JCRS* 1:73-82

Fujioka Y., (1999) Mass destruction of the he-

rmatypic corals during a bleaching event in Isigaki Island. *Galaxea, JCRS* 1:41-50

Loya Y., Sakai K., Yamazato K., Nakano Y., Sambali H., Woesik R., (2001) Coral bleaching the winners and losers. *Ecology Letters* 4:0-000

Woesik R., (2000) The Coral reefs of Bali before the 1998 bleaching event: a phased shift caused by eutrophication or regional upwelling. 9th International coral reef symposium in Bali. A1-Large scale Ecology - 9

Fujioka Y., (2002) Destruction and recovery of hermatypic corals communities after the mass bleaching event at Isigaki Island. *Galaxea*, JCRS 4:53-61

Cornell H.V., Karlson R.H., (2000) Coral species richness:ecological versus biogeographical influences *Coral Reefs* 19:37-49

Marshall P. A., Baird A.H., (2000) Bleaching of corals on the Great Barrier Reef: differential susceptibilities among taxa. *Coral Reefs* 19:155-163

McClanahan T. R., Muthiga N. A., Mangi S., (2001) Coral and algal changes after the 1998 coral bleaching:interaction with reef management and herbivores on Kenyan reefs. *Coral Reefs* 10:144-169

Woesik R., (2001) Coral bleaching:transcending spatial and temporal scales. *Trends in Ecology & Evolution* vol.16-3:119-121

Mumby P. J., (1999) Bleaching and hurricane disturbances to populations of coral recruits in Belize. *Marine Ecology Progress Series* vol.190:27-35

Nakamura T., Woesik R., (2001) Differential survival of corals during the 1998 Bleaching event is partially explained by water flow rates and passive diffusion. *Marine Ecology Progress Series* vol.190:168-177

De'ath G, Moran P.J.,(1998) Factors affecting the behaviour of crown-of-thorns starfish (*Acanthaster planci* L.) on the Great Barrier reef:2:feeding preferences. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 220:107-126