

環境要因が造礁サンゴに与える影響の評価

実施機関名、部局名及び担当者名

西海区水産研究所 石垣支所 亜熱帯生態系研究室
橋本和正・澁野拓郎・阿部寧・高田宜武

調査実施年度

平成 10 年度～平成 12 年度

緒言

1970 年代以降、沖縄における健全なサンゴ礁の面積は減少の一途を辿ってきた。これには様々な原因があるが、まずは陸域で進められた大規模な造成事業が挙げられる。雨が降るたびに造成現場から海へ大量の赤土が流出し、サンゴを死滅させるのである。サンゴ礁そのものを埋め立てる事業も、沖縄の各地で行われてきた。また、これら人為的な原因だけでなく、オニヒトデの大発生によってサンゴが被害を受ける例も報告されている^{1)、2)}。こうした様々な要因により、すでに沖縄ではサンゴ礁の 90%以上が死滅したとも言われており³⁾、早急な対策が求められているところである。

サンゴ礁は観光資源としての重要性がしばしば強調されるが、漁場としても重要な海域である。ハタ・ブダイなどの魚類、シャコガイ・タカセガイなどの貝類、イカ・タコ類など、多くの水産有用種がサンゴ礁で漁獲されている。しかし近年、それらの漁獲量は減少傾向にある。たとえば沖縄県八重山地方における沿岸性魚類の漁獲量は、1981 年には 1467 トンであったが、その後は徐々に減少し、1999 年には 706 トンまで落ち込んだ(図 1)。沖縄の沿岸域に生息する水産対象種の多くは、何らかの形でサンゴに依存した生活史を持っていることから、健全なサンゴ礁の喪失は漁獲量減少の一因と思われる。今後、サンゴ礁域において漁獲量を維持・増大していくためには、漁業資源の管理、既存のサンゴ礁の保全のほか、移植や人工礁投入などによるサンゴ礁の造成も検討していくべきであろう。そこで当初の本調査の目的は、環境要因と造礁サンゴの群集構造との関係を明らかにし、サンゴ礁造成を実施するための基礎資料を得ることとした。

さて、今回調査を行った沖縄県石垣島の浦底湾は、かつては一面サンゴに覆われた美しい景観を呈していた。礁縁部にはテーブル状ミドリイシ、礁原部には枝状ミドリイシの群落が広がり、その被度は 50～80%という高い値であった⁴⁾。ところが 1998 年の夏、南西諸島の各地で異常高水温によるサンゴの白化現象(サンゴ体内の共生藻が失われ、組織の下にある白い骨格が透けて見えるようになる現象)が発生した。その結果、多くのサンゴが斃死し、浦底湾のサンゴの被度は数%にまで減少してしまった。このように、事業開始の直後に調査地のサンゴ群集が壊滅してしまったため、我々は当初の計画を変更し、サンゴ群集の回復過程と環境要因との関係に着目することとした。また、サンゴ調査と並行して魚類相の目視調査も行い、サンゴ群集の変化が魚類に与える影響についても考察を行った。これらの結果からサンゴ礁の保全や造成を実施するための基礎資料を得ることが、本調査の目的である。

調査方法

調査は西海区水産研究所石垣支所地先に広がる浦底湾で行った。湾内の礁縁、礁原、礁湖に1点ずつ調査定点を置き(図2)、各地点に100mのライントランセクト(以下、ラインと呼ぶ)を設置した。各地点のラインは、10mおきに杭を打って場所を固定し、毎回同じ場所を調査できるようにした。このラインに沿って、Line Intercept Transect法⁵⁾によるサンゴの被度調査を年2〜1cm単位で計測した。サンゴは現場での種判別が困難なため、科・属レベルまでの査定に留めた。ただしミドリイシ属については、群体の形状に従い「枝状」と「その他」とに分けた。

1998年夏の白化によりサンゴ群集が壊滅的な被害を受けた礁縁と礁原においては、上記のラインに沿って10mおきにコードラート(1m×1m)を設置し、コードラート内の新規着底群体数を計数した。

同じライン上において、目視による魚類の生息調査を年2〜イン上を2往復し、このラインから両側2mの範囲内に出現した魚の種類と個体数を記録した。

2000年1月に堆積物量の調査をそれぞれのラインの近傍で行った。Corning社の50mlコニカルチューブ(口径27mm、高さ115mm)を各地点に3本ずつ、一定期間設置した後に回収した。採取した堆積物は速やかにグラスファイバー濾紙(Whatman GF/C filter)で濾過し、十分な蒸留水で洗浄後、60℃で12時間乾燥後に計量し、これを総堆積物量とした。続いてこのサンプルを濾紙ごと30%過酸化水素水に1日浸し、洗浄・乾燥後に計量した。さらに5%塩酸により2時間処理後、同様に洗浄・乾燥し計量した。過酸化水素処理で減少した分を有機物量、塩酸処理で減少した分を石灰分、最後まで残ったものを残渣(赤土など)とした⁶⁾。

1999年8月と12月に、各地点において水温測定を行った。それぞれのラインの近傍にOnset Instruments社の自動記録式水温計Tid bitを設置し、10分間隔で水温を測定した。ただし台風で水温計を失ったために、礁原における8月の水温データは回収できなかった。

調査結果

1997年以降のサンゴ被度の推移を図3に示す。1998年夏のサンゴ白化以前、礁縁と礁原ではミドリイシ属が優占していた。1998年7月におけるサンゴ全体に占めるミドリイシ属の割合は、礁縁で93.2%、礁原で98.8%、礁湖で17.1%であった。しかし、礁湖で優占していたのは塊状のハマサンゴなどミドリイシ属以外のサンゴであった。1998年4月における、サンゴ全体に占めるハマサンゴの割合は礁湖で63.6%であった。

1998年夏に起こったサンゴの大規模な白化現象と、それに引き続いて起こった大量斃死により、サンゴ全体の被度は礁縁で37.8%(1998年7月)から2.44%(同年10月)に、礁原では53.1%(1998年8月)から1.23%(1999年3月)に減少した。これに対して礁湖の被度は、11.7%(1998年7月)から10.9%(同年10月)への減少に留まった。

サンゴ群集が壊滅した礁縁と礁原において、新たに加入したサンゴの群体数を図4に示す。白化から1年後の1999年7月、新規加入群体数は礁縁で1.7/m²であったが、礁原では0であった。その後、礁縁では26.9/m²(同年11月)、49.3/m²(2000年5月)と増加したのに対し、礁原では0.5/m²(1999年11月)、0.3/m²(2000年7月)と、新規加入はほとんど認められなかった。

礁縁と礁池における魚類相調査の結果を図5に示す。礁縁では白化直後(1998年10月)にニザダイ科魚類が著しく増加し、その傾向は1999年11月まで継続して観察された。一方、礁池においては、白化の前後で魚類相の変化は特に認められなかった。

各地点における1日あたりの堆積物量とその組成を図6に示す。総堆積物量で見ると、礁原(20.5g/m²)、礁湖(14.4g/m²)、礁縁(10.4g/m²)の順に多かった。次に内訳別で見ると、有機物は礁原で多く(11.9g/m²)、次いで礁縁(8.65g/m²)、礁湖(6.62g/m²)の順であった。石灰分は礁原で多く(8.27g/m²)、礁湖の約3倍、礁縁の約6倍であった。また残渣は礁湖で多く(4.76g/m²)、礁縁や礁原の10倍以上であった。

各地点での水温の測定結果を図7及び図8に示す。1999年8月の水温を比較すると、礁湖では水温が31℃を越える事例が6回認められたのに対し、礁縁では一回も認められなかった。1999年12月の水温における各地点間の水温差はさらに顕著であり、礁縁と礁原では21~24℃と安定していたのに対し、礁湖では15~23℃であった。

考察

水温測定の結果、浦底湾の礁湖は夏季にはしばしば31℃を超え、冬季には15℃を下回るなど、礁縁や礁原に比べ水温変化が大きかった。また、礁湖の堆積物組成では、赤土由来と思われる残渣が他の地点の10倍以上と極めて多かった。赤土は粒径が細かく懸濁しやすいことから、礁湖は礁縁・礁原に比べて濁りやすく、光合成産物に依存するサンゴには不利な条件となる。水温と堆積物の点で、礁湖は礁縁・礁原に比べてサンゴにとって厳しい環境と言える。

白化以前、礁縁にはテーブル状ミドリイシ、礁原には枝状ミドリイシ、礁湖には塊状ハマサンゴが優占する群集が存在していた。しかし、1998年夏の白化により、礁縁・礁原のサンゴ群集は壊滅的被害を被った。石垣島だけでなく南西諸島の様々な場所で確認された今回の白化現象は^{7)、8)}、異常な高水温が原因と考えられていることから^{9)、10)}、浦底湾の礁縁・礁原のサンゴは高温への耐性が弱かったために死滅したと推察される。一方、礁湖のハマサンゴを中心とする群集は、10%程度という低い被度ではあったものの、白化による影響は礁縁・礁原に比べてかなり小さかった。厳しい環境である礁湖に生息するサンゴは、礁縁・礁原のそれよりも広い温度・堆積物耐性を持っていたために、死滅を免れたものと思われる。

白化による群集の壊滅以降、2000年11月時点でのサンゴの被度は、礁縁で4.87%、礁原で0.62%と、いずれも十分な回復には至っていない。しかし、礁縁ではその後、活発な新規加入が観察され、被度は徐々に増加している。白化以前の良好な状態へ回復するまでにどれほどの年数を要するかは不明であるが、今後は順調に回復していくものと予想される。しかし一方、礁原では新規加入がほとんど見られず、被度は1%に満たない状態が続いている。礁縁ではサンゴ死滅後に藻類が繁茂したものの、その後は藻類が適度に除去され(魚類等のグレイジングによるものと思われる)、サンゴが加入できるスペースが存在していた。他方、礁原では死んだサンゴ群体を覆った藻類は除去されずに残り、サンゴが加入するスペースはほとんど無かった。礁縁と礁原で見られた新規加入の差は、このスペースの有無によるものと考えられた。

魚類相調査の結果、礁縁では白化直後にニザダイ科魚類の著しい増加が見られた。これは、死んだサンゴの上に生えた藻類を食べるためにニザダイ科魚類が蟄集した結果だと考えられる。また、サンゴが大量斃死したのは1998年9月なので、それから僅か一ヶ月で魚類群集の

組成に変化が現れたことになる。一方、礁湖で魚類組成に目立った変化が認められなかったのは、白化がサンゴ群集に大きな影響を与えなかったためであろう。これらの結果は、サンゴ群集と魚類群集の密接な関係を示しており、良好なサンゴ群集を維持することが漁業にとっても重要であることを意味している。

今後、サンゴ礁域に魚礁等人工構築物を投入する場合、その上にサンゴが自然に加入して群集を形成することが望ましい。本調査の結果から、このような漁場造成を行う場合には、水温や堆積物の条件が良好な場所を選ぶだけでなく、基質の管理を適切に行うことが重要であると言える。

摘要

- ・1998年夏の白化現象により、石垣島浦底湾のミドリイシ群集は壊滅的被害を受けた。しかし、礁湖で優占していたハマサンゴ属サンゴへの被害は小さかった。
- ・礁湖では礁縁や礁原に比較して水温変動が激しく、堆積物中の残渣量（赤土など）も多かった。
- ・サンゴの新規加入は基質の状態に大きく影響を受けることが示された。今後、サンゴ礁域で漁場造成を行う際には、水温や堆積物だけでなく、基質の管理も重要であると思われる。
- ・サンゴ群集の変化が、比較的短期間のうちに魚類群集の組成に影響を与えることが示された。また、サンゴ斃死後に出現した藻類が魚類によって除去されることにより、その後のサンゴの新規加入を助けることも示された。

引用文献

- 1) 酒井一彦・西平守孝、1986：造礁サンゴの生態、西平守孝編著「沖縄のサンゴ礁」、p83-97、財団法人沖縄県環境科学センター、沖縄県、239pp.
- 2) 波部忠重、1989：サンゴ礁の保護・育成とオニヒトデ幼生の駆除に関する研究、昭和63年度科学研究費補助金（一般研究A）、266pp.
- 3) 目崎茂和、1990：サンゴ礁の危機、サンゴ礁地域研究グループ編「熱い自然-環境誌」、p271-282、古今書院、東京都、372pp.
- 4) 橋本和正・渋谷拓郎、1998：永久コドラートによる造礁サンゴ群集のモニタリング、農林水産技術研究ジャーナル 21 巻 2 号「亜熱帯水産研究の展望」、p23-27
- 5) Pernetta, J. C. (Comp.), 1993: Monitoring Coral Reefs for Global Change. A Marine Conservation and Development Report. IUCN, Gland, Switzerland. 102pp.
- 6) Cortes, J. and M. J. Risk, 1985: A reef under siltation stress: Cahuita, Costa Rica. Bulletin of Marine Science, 36, p339-356.
- 7) 谷口洋基・岩尾研二・大森信、1999：慶良間諸島阿嘉島周辺の造礁サンゴの白化。I. 1998

年9月の調査結果、Galaxea、No.1、p59-64

8) Yamazato, K., 1999 : Coral bleaching in Okinawa, 1980 vs 1998, Galaxea, No.1, p83-87

9) Fujioka, Y., 1999 : Mass destruction of the hermatypic corals during a bleaching event in Ishigaki Island, southwestern Japan, Galaxea, No.1, p41-50

10) 芽根創・波利井佐紀・山野博哉・田村正行・井手陽一・秋元不二雄、1999 : 琉球列島石垣島白保・川平の定測線における1998年白化前後の造礁サンゴ群集被度変化、Galaxea、No.1、p73-82

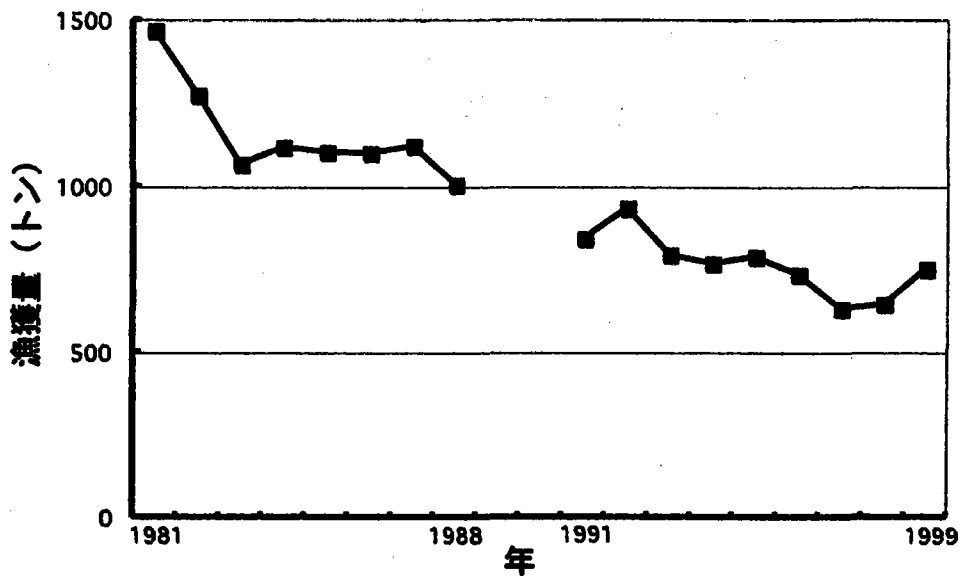


図1 八重山における沿岸性魚類の漁獲量
 沖縄開発庁沖縄総合事務局・沖縄農林水産統計年表より作成
 1989-90年はデータなし。

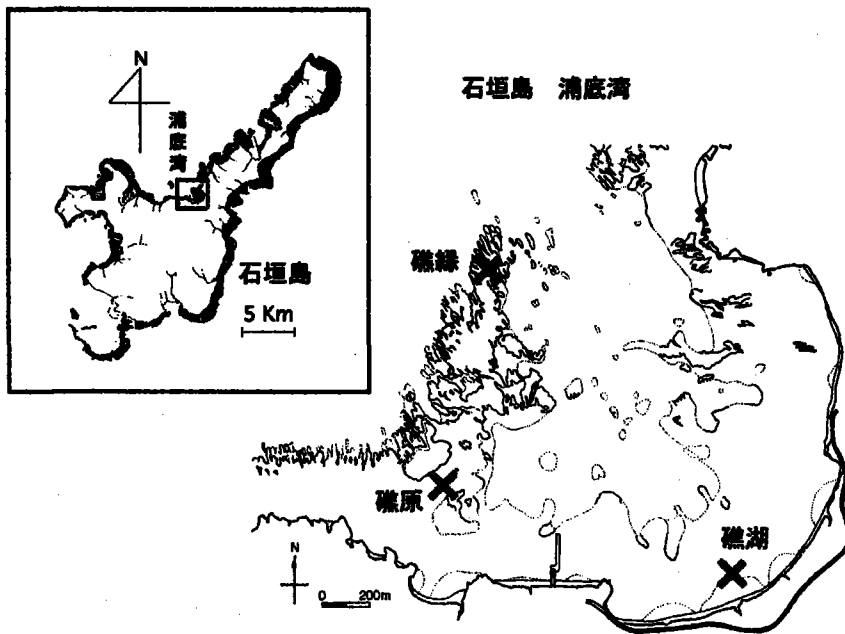
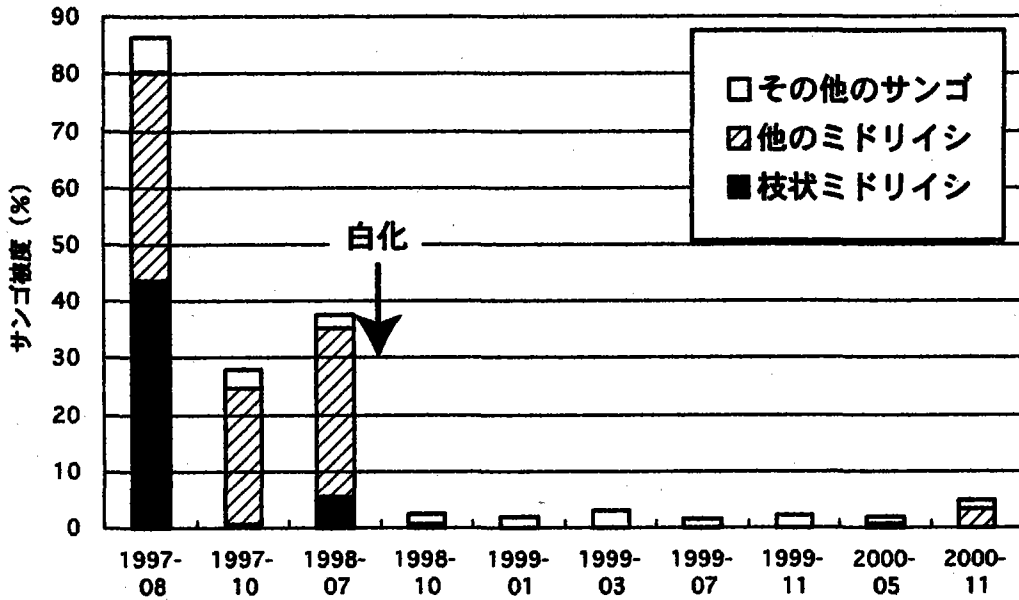
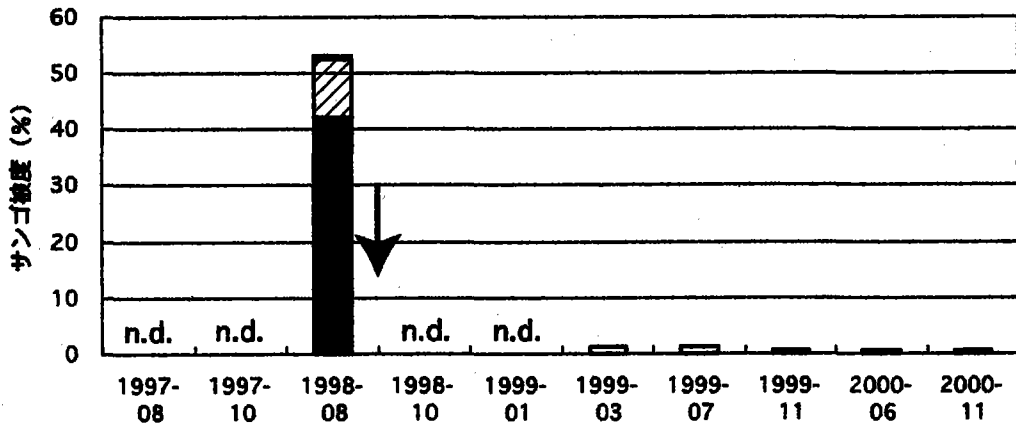


図2 石垣島浦底湾の調査定点

(1) 礁縁



(2) 礁原



(3) 礁湖

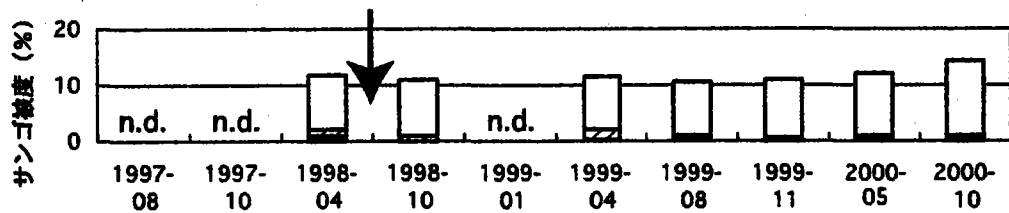
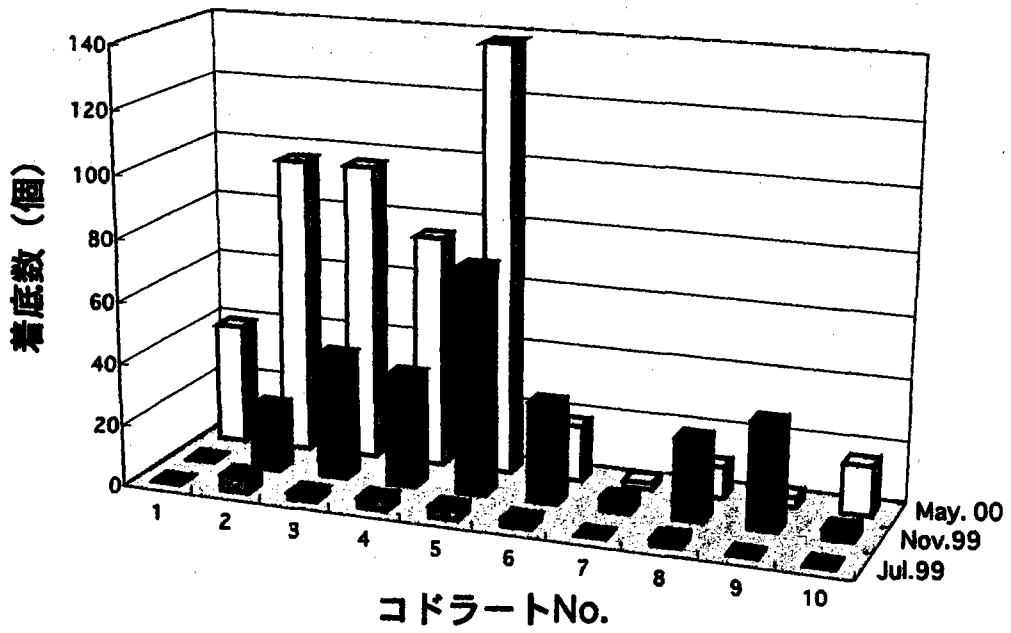


図3 石垣島浦底湾の各定点におけるサンゴ被度の推移
 矢印は白化の起こった時期、n.d.はデータが無いことを示す。

礁縁



礁原

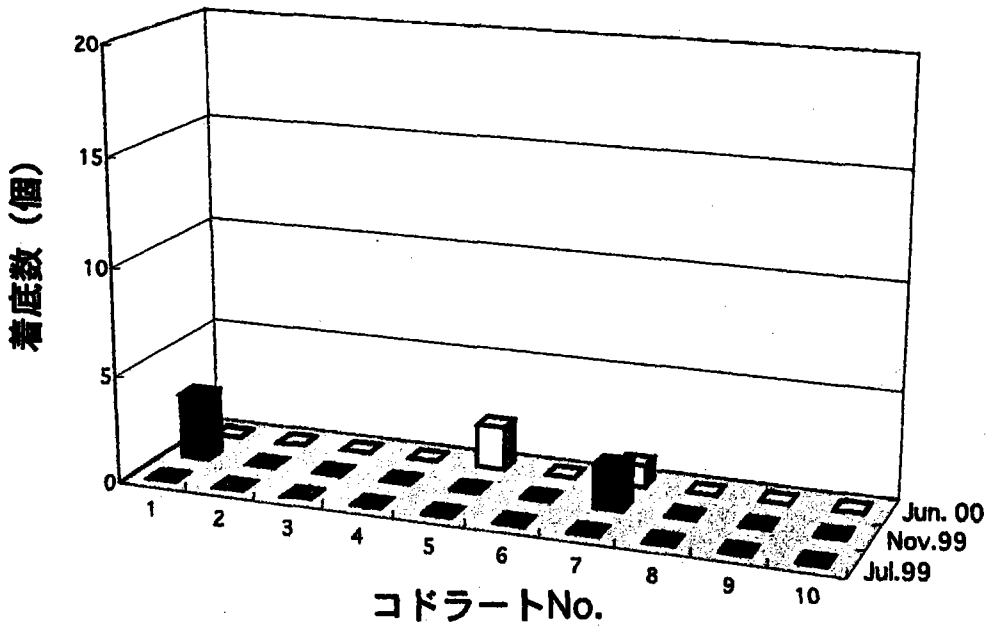


図4 サンゴ新規加入群体数の比較
上段は礁縁、下段は礁原

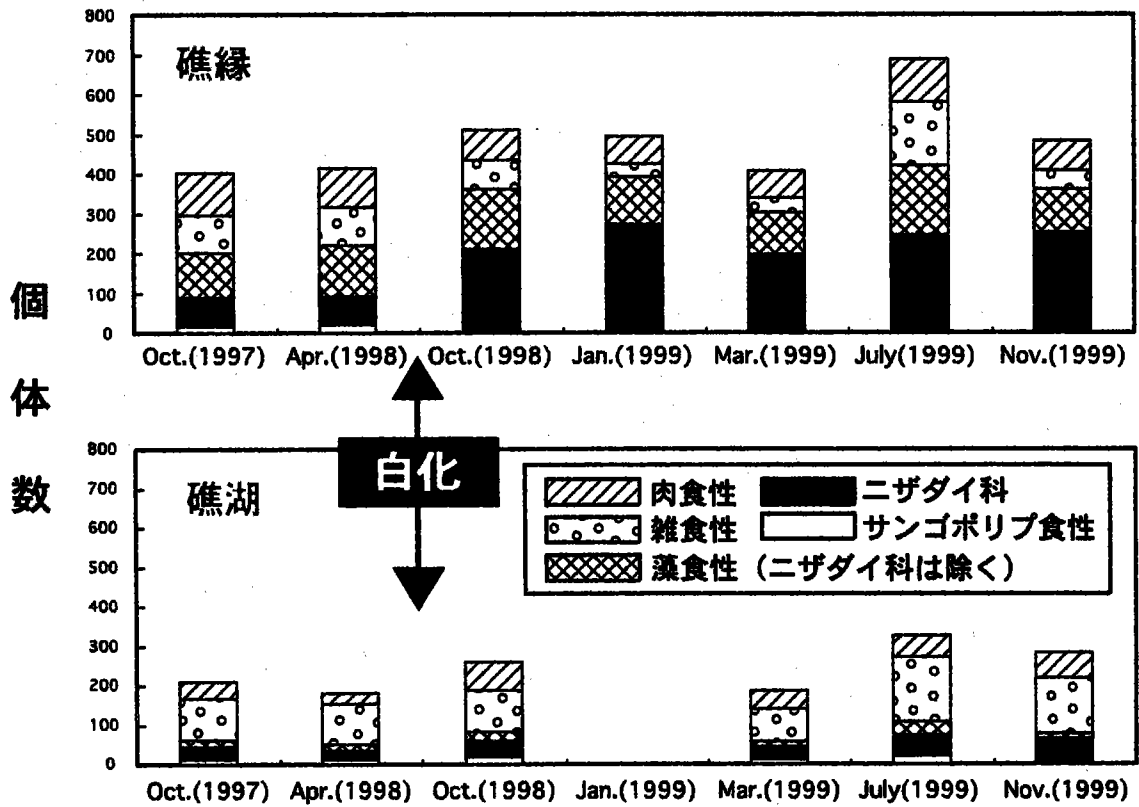


図5 礁縁及び礁湖のライトランセクトで観察された魚類の個体数

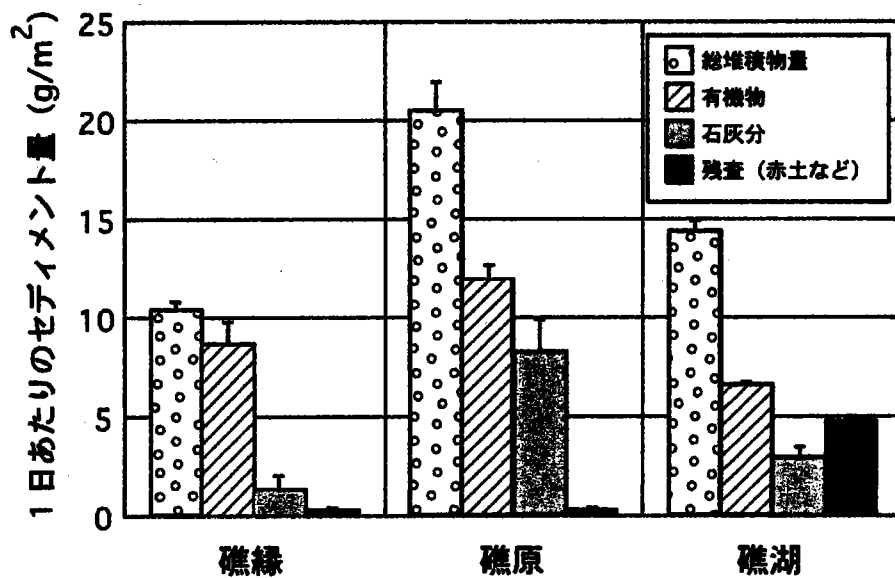


図6 各調査地点における堆積物の組成

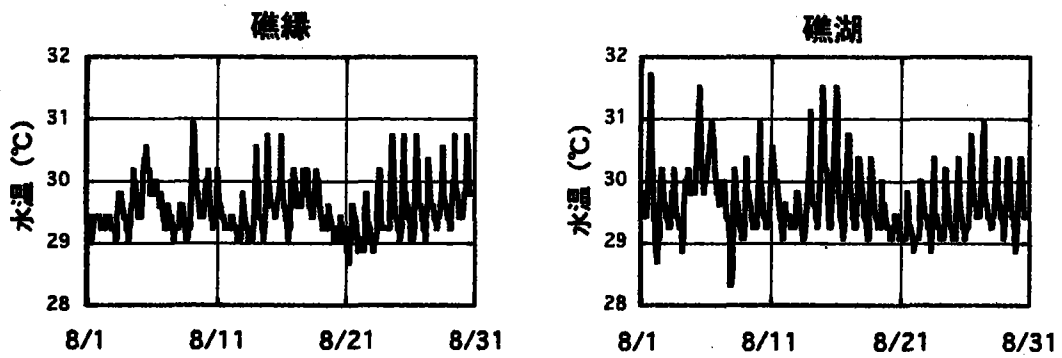


図7 1999年8月の水温

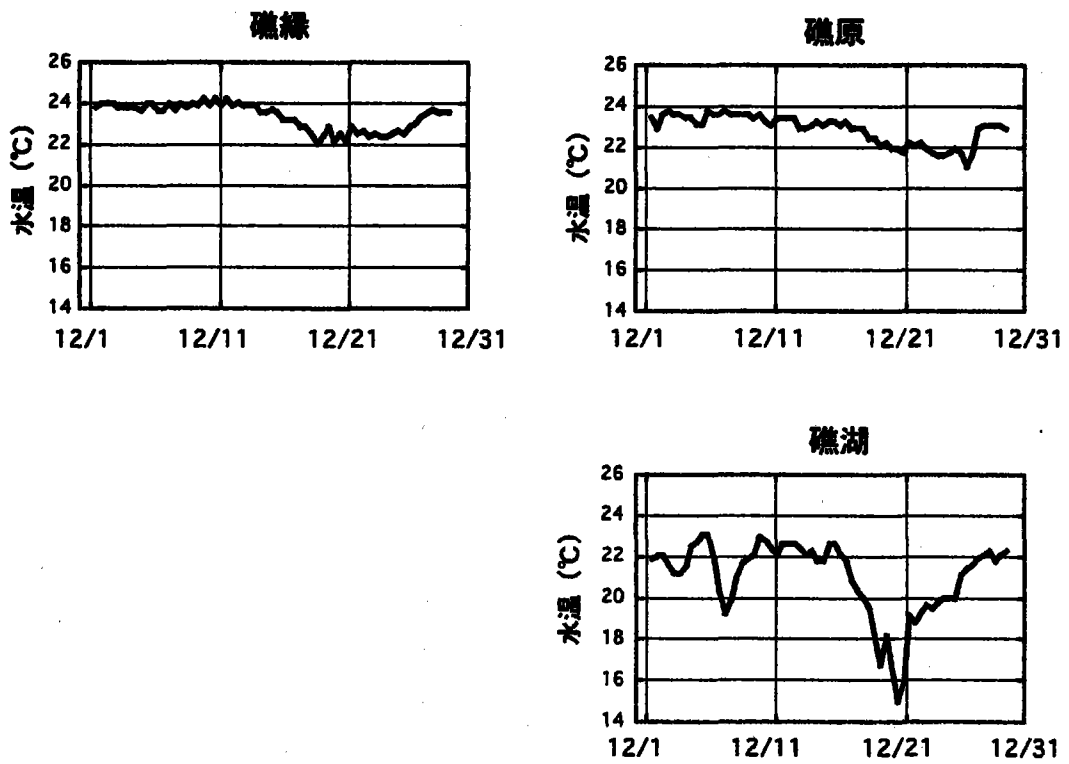


図8 1999年12月の水温