

沖縄県のサンゴ礁海域における栄養塩環境について

金城孝一・比嘉榮三郎*・大城洋平

Nutrients State in Coral Reef Coastal Sea Area around Okinawa

Koichi KINJO・Eisaburo HIGA・Yohei OSHIRO

要旨：沖縄島、宮古島、石垣島の沿岸域において、栄養塩濃度（全窒素、全リン）を測定した。栄養塩濃度が上昇するとミドリイシ属のような造礁サンゴ類は減少傾向を示し、替わって海藻類が増加する傾向を示した。

本部町瀬底海域は赤土等の影響がなく、湧水の影響により干潮時の窒素濃度が0.2mg/Lと高いタイドプールでも直径約20cmのテーブルサンゴが成長しているのが観測された。これに対し、窒素濃度レベルが同程度でも赤土等の影響があるタイドプールでは、比較的赤土等に強いサンゴであるキクメイシ類がみられた。

キーワード：全窒素、全リン、造礁サンゴ、ミドリイシ、キクメイシ

Abstract : In this study, the authors measured nutrients, total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP), in coastal seawater around Okinawa-jima, Miyako-jima and Ishigaki-jima. When nutrients concentration increased, it is shown a tendency that Hermatypic corals, especially *Acropora*, are decreasing and seaweeds are increasing.

In the tide pool of the south of Sesoko-jima, where red soil pollution is not seen, *Acropora* with 20 cm diameter was observed. That TN concentration was up to 0.2 mg/ L to derive from spring water whereas in other places with comparable level in TN concentration, where red soil pollution is seen, *Favia* species were dominant.

Key Words: total nitrogen, total phosphorus, Hermatypic corals, *Acropora*, *Favia*

1 はじめに

本県は、亜熱帯海洋性気候のもと、サンゴ礁に囲まれ、緑豊かな多くの島々からなり、本土とは異なる沖縄固有の自然環境を有している。豊かなサンゴ礁が発達した青い海と白い砂浜は、観光・リゾート産業の大きな目玉として貴重な環境資源となっている。しかしながら沖縄のサンゴ礁海域は、人間活動による赤土や栄養塩など陸域からの環境負荷、オニヒトデの大量発生、高水温による白化など大規模な影響を受け続け、大きく劣化・衰退の一途をたどっている。

最近では、農地などから降雨時の高濃度の窒素、リンが表面流出し、下流域の水環境への影響が懸念されるなど、栄養塩の流出に関しても多くの調査研究が実施されている。

もともとサンゴ礁生態系は貧栄養の水質環境で良好に保たれているが、陸域からの生活排水や化学肥料など過

剰な栄養塩の流出が、サンゴ礁生態系を危機的状況においやっているとされ、生活排水対策や農地からの赤土対策など、これまで以上に対策の強化が必要となっている。

今年度は、海域における栄養塩の濃度レベルがどのような範囲にあるか把握するため、豊かなサンゴ礁海域が残っている海域、あるいはサンゴが劣化・衰退している海域の栄養塩濃度を測定した。また、沖縄県がサンゴ調査¹⁾を実施している石垣市白保、宮良海域、糸満市大度海域、恩納村赤瀬海域、東村平良川河口域、阿嘉島海域の各定点においても栄養塩調査を実施した。これらの調査から、栄養塩とサンゴとの関連性について検討した。

なお本調査の一部は、内閣府沖縄振興局委託「亜熱帯島嶼域における統合的沿岸・流域・森林に関する研究」により調査したものである。

* 沖縄県文化環境部県民生活センター Okinawa Prefecture Resident's Livelihood Center



図1 調査海域

II 調査方法

調査期間：2005年4月から2006年3月まで

調査海域：図1に示す。

採水方法：全窒素，全リン測定用にガラス瓶で採水した。

測定項目：全窒素（TN），全リン（TP），塩分，懸濁物質含量（SPSS）

分析方法：前処理としてペルオキソ二硫酸カリウムで有機物を分解し，窒素は銅・カドミウムカラム還元ーナフチルエチレンジアミン吸光光度法，リンはモリブデン青吸光光度法により，ブラン・ルーベ株式会社製オートアナライザー3型を使用し測定した。一部試料はSS濃度が高く，そのままでは機器による測定が不可能なため，希釈またはろ過(0.45μm, Millex-HV SLHVO13NL, MILLIPORE社製)を使用した後に測定を行った。ここで，ろ過後に測定した試料の窒素濃度を溶存態全窒素（DTN）およびリン濃

度を溶存態全リン（DTP）とする。塩分濃度はセントラル科学株式会社製UC-78型を使用した。SPSSは大見謝の方法²⁾による。

III 結果と考察

1. 窒素とリンの挙動

1) 河川水

恩納村赤瀬の小河川，石垣市の轟川，宮良川の2河川の測定結果を表1に示す。

宮良川では，満潮時に海水が河川上流まで遡上するため海水の影響を強く受ける。このため，今回の調査でも下流の宮良橋で塩濃度が22‰と高く，河口から1.0km上流の赤下橋で塩濃度が0‰となっていた。赤下橋での窒素濃度は1.3mg/L，リンが0.08mg/Lとやや高く，TN/TP比は17となっている。沖縄島北部河川の平常時の窒素濃度

表1 河川水における調査結果

採水場所	採水日	採水時間	TN mg/L	DTN mg/L	TP mg/L	DTP mg/L	TN/TP	塩分 ‰	SS mg/L	濁度	
赤瀬	2006/01/18	11:00	1.1	1.1	0.084	0.061	13		4.3	8.3	
		11:30	1.0	1.0	0.085	0.068	12		4.1	6.7	
		12:00	0.98	0.96	0.075	0.062	13		2.7	15.1	
		12:30	0.94	0.90	0.076	0.060	12		3.0	7.8	
		13:00	0.91	0.88	0.073	0.059	12		3.6	5.2	
		14:00	0.83	0.82	0.069	0.059	12		2.6	7.0	
		15:00	0.81	0.78	0.066	0.056	12		1.9	15.9	
		16:00	0.74	0.74	0.062	0.057	12		2.4	6.2	
宮良川 宮良橋	2006/02/23	13:30	1.2	1.3	0.070	0.050	17	6.4			
		17:00	1.3	1.4	0.070	0.040	19	3.6			
	2006/02/24	15:50	0.94		0.120		7.8	12.0			
		15:00	1.3	1.3	0.080	0.040	17	0.2			
轟川 轟橋	2006/02/23	14:10		3.3		0.100					
		10:30		2.6		0.100					
		12:30		2.6		0.100					
		15:30		2.8		0.100					
	2006/03/10	12:00		3.8		0.050		76			

表2 湧水（地下水）における調査結果

採水場所	採水日	採水時間	TN mg/L	TP mg/L	TN/TP	塩濃度 ‰
大度 湧水	2006/01/17		8.9	0.037	240	0
瀬底 No.1-1	2006/02/14	13:20 干潮時	0.34	0.012	29	
		9:20 満潮時	0.08	0.009	8.9	
No.2-1	2006/02/14	13:40 干潮時	0.50	0.009	56	
		13:20 干潮時	0.26	0.012	22	
	2006/02/15	9:20 満潮時	0.06	0.009	7.1	
		13:40 干潮時	0.23	0.010	23	

は、きれいな河川で0.22mg/Lを示すことから、それよりも高くなっていた³⁾。

轟川では、窒素が3.8mg/L、リンが0.05mg/Lと他の2河川に比較すると高く、TN/TP比は76と地下水の数値に近い。この結果は、これまでも報告されているように轟川が地下水の影響を強く受けていることを示している。

これに対し赤瀬小河川は他の2河川と比べ窒素、リンとも低いTN/TP比は12-13となっていた。

2) 湧水（地下水）

湧水（地下水）は、糸満市大度、本部町瀬底の2ヶ所の測定結果を表2に示す。

糸満市大度の湧水は、海岸線近くで流出しているが、流量も多く、塩分濃度0‰で海水の混入がない。このため窒素濃度は8.9mg/Lとかなり高く、リンは0.04mg/Lとなっていた。

これに対し本部町瀬底の湧水は、流量も少なく、塩濃度が30‰と高く、海水の混入が90%以上あると考えられる。

一般的に湧水（地下水）では、河川に比べTN/TP比が高くなる。通常、リンは地下へ浸透する課程で土壌などに吸着・固定されるが、窒素は硝酸態などイオンの形でそのまま浸透するため、結果的に地下水のTN/TP比は高くなる。

このため糸満市大度の湧水もTN/TP比は240と非常に高くなっていった。これに対し、本部町瀬底の湧水では窒素が0.23-0.50 mg/Lの濃度範囲にあり、TN/TP比は大度湧水と比較すると60以下と低くなっていた。

3) 海水

海水は、沖縄島6海域、宮古島市6海域、石垣市3海域、阿嘉島周辺5海域の計20海域の測定結果を表3に示す。また、各調査海域における環境とサンゴ等の生息・生育状況を表4に示す。

瀬底南海域は、湧水の影響により干潮時に窒素濃度がやや高くなる傾向を示した(湧水1付近で0.50mg/L, No.1で0.24mg/L, 表2, 3参照)。しかし湧水量が少なく採水ポイントが直接外洋に面しているため通常の場合、濃度は低いと考えられる(満潮時は湧水1付近でも0.08mg/Lにまで減少, 表2参照)。干潮時の波打際付近では、干出しているミドリイシ類の小サンゴが多数見られ、またソフトコーラルと呼ばれる八放サンゴ類も数多く見られた。海岸付近の岩場には海藻のアオサが繁茂しているが、特に湧水から海域への流路付近のアオサの緑色が濃くなっていた。これは湧水中の窒素を吸収している可能性が高い。湧水から10mほど沖に進むと(No.1付近)、直径約20cmのテーブルサンゴ1個体確認できる。満潮時には十分な海水交換があり、窒素濃度も十分低くなるが、干潮時には湧水の影響により窒素濃度が高くなると考えられ、少なくとも1日に2回、干潮時の2-3時間は高濃度レベルの窒素の暴露を受けているが、1年の観測でこのテーブルサンゴの成長を確認した。

赤瀬海域は、窒素、リン濃度とも低く(TN:0.04 -0.12)、TN/TP比も3.4-14の範囲にあり、透明度も高く比較的きれいな海域である。No.5,8は、県のサンゴ調査定点であり、1998年の白化以前の被度は60%にも達したが、白化後サンゴが壊滅的な打撃を受け現在も被度0.5%と低く推移している。周辺海域でもサンゴは少なく、ミドリイシ類の新規加入がわずかに見られる程度である¹⁾。また、この海域はSPSSが30kg/m³以下と低く赤土等の影響も少ないと考えられる。

今回の調査から、赤瀬海域については栄養塩による影響の可能性も低く、魚類やウニによる食害など他の要因がサンゴの着床・成長を阻害していると考えられる。また、著者らはこの海域においてオニヒトデを確認しており、オニヒトデによる食害も考えられる。

大度海域のNo.1-4は、窒素濃度がやや高く(0.08-0.19), TN/TP比も7.8-25の範囲で若干高く湧水の影響が考えられる。これらのポイントではミドリイシ類の枝サンゴをはじめシコロサンゴ, 塊状ハマサンゴ, エダコモンサンゴなどが見られるが, 県の海域定点調査ではサンゴが衰退傾向にある¹⁾。この海域の西側に位置するNo.5地点は湧水, 地下ダムの放流口近くにあり, その影響で窒素濃度は他のポイントよりも高く(0.11-0.60), TN/TP比, SPSSも高い。このため採水地点付近の岩場にはアオサが非常に繁茂し, 透明度が低く, 確認できるサンゴはククメイシが主で数も少なかった。また, この海域の東側にも湧水があり海域に至る流路の岩盤上には, No.5地点よりも少ないがアオサが繁茂していた。

宮古島のシギラ海域は窒素, リン濃度も低くTN/TP比も11となっていた。平成14年度の調査⁴⁾ではミドリイシ類の枝サンゴ, 塊状のハマサンゴも見られ比較的サンゴ被度も高く, サンゴ被度は15%を示していた。またこの海域では, 岩場にアオサは確認できなかった。

白保海域No.1-4では, 窒素, リン濃度とも低く(TN:0.06-0.10), TN/TP比も5-11の範囲であった。No.1,2は, 県のサンゴ調査定点となっており, No.1は外洋に近く, サンゴの種数も多く被度はここ数年30%前後と比較的高い。これに対しNo.2は轟川河口近くにあり, サンゴの種数は少なく被度も10%前後と低い。しかし, 栄養塩濃度は, 他の定点とほとんど変わらなかった。

さらに栄養塩の分布を詳細にするため, 3月10日には, 岸から沖合に向かって轟川河口に1本, 河口南に1本, 河口北側に2本, 計4本のラインを設定し(ラインの間隔は約700m), 岸側, 中央, 沖側の3地点(最北側では中央, 沖側の2地点)でそれぞれ採水した。轟川河口海域(No.3-3)で窒素濃度が2.71mg/Lと最も高く, 次に轟川北の岸側(No.2-3)で0.26mg/Lと高く, 轟川南の岸側(No.4-3)も0.11mg/Lとやや高くなっており, その他の採水ポイントでは前回同様低い値となった。白保海域でも窒素濃度の高い地点では, アオサが繁茂しておりサンゴ礫上にもみられた。

宮良海域の窒素濃度は高く, リン濃度は他の海域に比べ今回の調査で最も高い値となった(TN:0.07-0.24, TP:0.012-0.036)。しかしながらTN/TP比は4.2-9.6の範囲となっている。No.2は, 県のサンゴ調査定点であるが2002年の赤土流出によるサンゴ死滅により, 種類数が減り被度も11%と減少している¹⁾。

石垣市真栄里海域は市街地に近いが, リーフエッジ近くにはユビエダハマサンゴの大群落があり被度も60%以

上と高くなっていった。しかしこの海域には市街地からの排水が流入しており, 岸付近の海水の栄養塩濃度は排水の影響により全窒素0.34mg/L, 全リン0.025mg/Lとかなり高い。TN/TP比は13でやや高い。ここでも海岸近くの岩場には海藻のアオサが繁茂しているのが確認された。

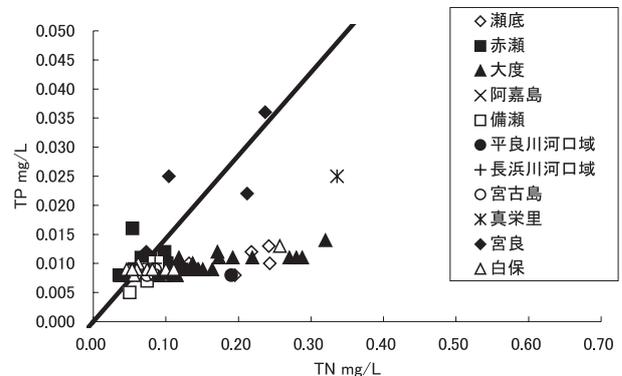


図2 TNとTPの関係

(斜線はレッドフィールド比、TN/TP=7を示す)

2. 窒素・リンの循環

各調査地点の全窒素および全リンの関係を図2に示す。亜熱帯海域は貧栄養にあり全窒素, 全リン濃度は低くなる。また, 海水中での有機物の生成・輸送・分解などの物質循環は一定の元素比で進むといわれている(レッドフィールド比)。そのモデルでは窒素:リンはモル比で16:1(重量比では約7:1となる)を示す⁵⁾。湧水が近くにある海域(瀬底, 大度)以外では, TN/TP比はレッドフィールド比に比較的一致する。これら海域では植物プランクトンを介して, 窒素・リンの循環がうまくいっているからであろう。また, 瀬底や大度のように, 窒素が過剰になっている地域(図2の右下)では, アオサ類の海藻が密度高く繁茂していた。アオサ類を通して, 窒素の吸収が行われている事が示唆された。

3. 窒素・リンと海藻(アオサ類)の関係

今回実施した全ての調査海域において, 栄養塩の高いポイントの岩場や死サンゴ礫上に, 海藻のアオサが繁茂しているのが確認された。これに対し栄養塩の低いポイントの岩場ではほとんど確認できなかった。

海藻密度が高くなると低密度の場合よりもサンゴ幼生の着生が妨げるとい報告がある⁶⁾。サンゴの放卵時期は5月-7月頃でありこの時期のアオサの成長状況, 海域での分布範囲について今後も追跡調査が必要である。

4. 窒素・リンと赤土の影響

本部町瀬底海域では, 窒素濃度が0.2mg/L程度と比較的高いタイドプール内にテーブルサンゴがあり, 1年前に比べ成長しているのが確認できた。この流域の表層土壌は島尻マージで降雨はすぐに地下浸透するため濁水の発生は少なく, 赤

表4 調査地点における環境とサンゴ等の状況

瀬底島		波打ち際にもミドリイシが点在、ソフトコーラルも散在、アオサが繁茂
瀬底ビーチ		砂浜が広がる、調査地点付近にサンゴ確認できず
赤瀬		水は比較的きれい、ミドリイシをわずかに確認、サンゴ被度低
大度		枝状・葉状のコモンサンゴ・シコロサンゴが多い、ハマサンゴ、キクメイシ
阿嘉島	ニシハマ	砂場、岩盤にはミドリイシ多い
	クシバル	ユビエダハマサンゴが多い、ハマサンゴ、ミドリイシ、サンゴ被度高い
	ヒズシビーチ	沿岸はサンゴのがれきが多い、キクメイシ、ハマサンゴ、沖側にはミドリイシも確認
	マエハマ	海草が繁茂、ハマサンゴ、キクメイシ、サンゴ少ない
	港の東	アナサンゴモドキの大群落、ミドリイシ等のサンゴ多く被度高い
備瀬		水きれい、海草が繁茂、エダコモンサンゴ、ユビエダハマサンゴ
平良川河口域		濁り有り、サンゴ被度低い、ユビエダハマサンゴ、ハマサンゴ、キクメイシ
長浜川河口域		砂場、海草が繁茂、ハマサンゴ、キクメイシが点在
宮古島*	シギリビーチ	水はきれい、キクメイシを確認
	大浦湾	砂場、海草が繁茂、サンゴは確認できず
	池間大橋	水はきれい、砂場、サンゴは確認できず
	真謝漁港北	ハマサンゴ、キクメイシ、ミドリイシを確認
	浦底排水路	海草が繁茂
	長崎浜	水はきれい、砂場、サンゴは確認できず
	石垣島	真栄里
	宮良	濁り有り、ミドリイシが見られる、比較的サンゴ被度は高い、底質に泥の堆積
	白保	比較的健全なサンゴ礁が広がる、多種多様なサンゴ、岸側にはアオサが繁茂

* 宮古島でのサンプリングにおいては潜水調査は行ってないため、岸からの観察のみ

土等による影響がほとんどない。これに対し、糸満市大度海域のタイドプールは、窒素濃度が瀬底と同程度の0.2mg/Lであるが、サンゴは赤土等に強いとされる(濁った海域でもよく見られる)キクメイシが主となっている。この海域では降雨時に濁水の流入があり、SPSSの値も50kg/m³と瀬底より高く、サンゴへの赤土等の影響が考えられ、赤土等の暴露の方が、栄養塩よりもサンゴへ悪影響を与えている可能性がある。

このように、サンゴへの悪い影響は栄養塩だけでなく赤土等が原因となっていることも多い。このような海域では栄養塩と赤土の複合的な影響により、栄養塩によるサンゴへの影響を数値化することが困難となる。そこで赤土要因をできるだけ排除し影響を単純化するため、赤土堆積がほとんどないか、比較的少ない海域の調査を実施することが必要であり、本部町瀬底海域は今後も継続的な調査が必要である。

IV まとめ

1. 栄養塩の濃度が高い地域に、サンゴが高被度となる場所は確認できず、栄養塩がサンゴの生育に悪影響を与えている可能性が示唆された。
2. 栄養塩濃度が上昇するとミドリイシのような造礁サンゴ類は減少傾向を示し、替わって海藻類が増加する傾向を示した。
3. 同じ栄養塩濃度でも、赤土の堆積が確認できる箇所では枝状のサンゴは確認できず、赤土の暴露>栄養塩の可能性

が示唆された。

4. 今後も長期的なモニタリングが必要である。

< 謝辞 >

本調査のサンプリングを行うにあたり、水質・赤土研究室の方々には協力していただいた。この場をかりて感謝申し上げます。

V 参考文献

- 1) 沖縄県文化環境部環境保全課 (2006) 平成17年度赤土等汚染海域定点観測調査。
- 2) 大見謝辰男 (2003) SPSS簡易測定法とその解説, 沖縄県衛生環境研究所報, 37:99-104.
- 3) 比嘉榮三郎・仲宗根一哉・大見謝辰男・満本裕影 (2001) 沖縄島の河川河口から海域へのSS及び栄養塩の流出, 沖縄県衛生環境研究所報, 35, 111-120.
- 4) 沖縄県 (2002) 平成14年度流域赤土流出防止等対策事業赤土等流出実態調査。
- 5) 星加章・谷本照己・三島康史 (1998) 大阪湾における富栄養化と内部生産有機物, 水環境学会誌, 21(11), 765-771.
- 6) 岩尾研二 (2002) サンゴ幼生の種苗生産に関する研究, 平成13年度内閣府委託調査研究サンゴ礁に関する調査研究報告書, (財) 亜熱帯総合研究所, 73-81.

表3 (海域) 海水における調査結果

	採水場所	採水日	採水時間	TN	TP	TN/TP	SPSS kg/m3	サンゴ被度* %	
				mg/L	mg/L				
瀬底	南No.1-2	2005/04/26		0.20	0.008	24			
		2006/02/14	干潮時	0.22	0.012	18			
		2006/02/15	干潮時	0.24	0.010	24			
	南No.1-3	2005/04/26		0.10	0.009	11			
		2006/02/14	干潮時	0.13	0.010	13			
		2006/02/15	干潮時	0.07	0.009	7.3			
	南No.2-2	2006/02/14	干潮時	0.09	0.009	9.7			
		2006/02/15	干潮時	0.09	0.009	9.4			
		瀬底ビーチ	2005/04/26		0.24	0.013	19		
赤瀬	No.1	2005/04/27		0.10	0.010	10	7.5		
		2005/11/29		0.07	0.009	7.6			
		2006/01/18		0.06	0.008	7.5	1.8		
	No.2	2005/07/01		0.10	0.012	8.2	37.9		
		2005/09/29		0.11	0.009	12	10.3		
		2005/11/29		0.06	0.009	6.3			
	No.3	2006/01/18		0.07	0.008	8.5	1.4		
		2005/04/27		0.09	0.010	9.0	6.2		
		2005/11/29		0.05	0.008	6.1			
	No.4	2006/01/18		0.07	0.008	9.0	1.3		
		2005/04/27		0.10	0.010	9.9	14.5		
		2005/11/29		0.06	0.008	6.9			
	No.5	2006/01/18		0.07	0.008	9.0	8.8		
		2005/07/01		0.07	0.011	6.0	21.0	1	
		2005/09/29		0.12	0.009	14	6.7		
	No.6	2005/11/29		0.04	0.008	4.5			
		2005/04/27		0.08	0.009	8.9	1.6		
		2005/11/29		0.05	0.008	6.5			
	No.7	2006/01/18		0.05	0.008	6.6	0.9		
		2005/04/27		0.09	0.010	8.7	3.0		
		2005/11/29		0.06	0.008	7.8			
	No.8	2006/01/18		0.07	0.008	8.1	1.3		
		2005/07/01		0.08	0.011	7.2	23.9	1	
		2005/09/29		0.09	0.009	10	5.0		
	No.9	2005/11/29		0.04	0.008	4.6			
		2006/01/18		0.07	0.008	8.4	1.5		
		2005/04/27		0.10	0.009	11	2.5		
	大度	No.1	2005/11/29		0.04	0.008	4.9		
			2006/01/18		0.05	0.016	3.4	1.0	
			2005/05/24		0.19	0.011	17	91.5	2
			2005/06/07		0.08	0.008	9.5	10.0	
			2005/08/23		0.07	0.009	7.8	7.6	
			2005/09/21		0.15	0.009	16	4.3	
			2005/10/19		0.10	0.008	13	6.4	
			2006/01/17		0.17	0.012	14		
			2006/02/17		0.14	0.009	16		
2006/03/29				0.17	0.011	16			
No.2			2005/05/24		0.10	0.008	12	10.4	50
			2005/06/07		0.08	0.010	7.6	12.8	
		2005/08/23		0.09	0.009	9.7	9.7		
		2005/09/21		0.14	0.010	14	2.7		
		2005/10/19		0.10	0.008	12	4.8		
		2006/02/02		0.09	0.009	10			
		2006/03/29		0.11	0.010	11			
		No.3	2005/05/24		0.11	0.010	11	16.5	
			2005/06/07		0.08	0.009	8.9	4.2	
			2005/08/23		0.09	0.009	9.4	4.8	
			2005/09/21		0.16	0.009	18	2.8	
			2005/10/19		0.12	0.008	14	5.6	
2006/01/17				0.12	0.010	12			
2006/02/02				0.08	0.009	8.9			
2006/02/17				0.08	0.010	8.0			
No.4			2006/03/29		0.10	0.010	10		
			2005/05/24		0.12	0.010	12	11.0	
			2005/06/07		0.08	0.009	9.2	20.6	
			2005/08/23		0.09	0.008	11	11.4	
		2005/09/21		0.15	0.009	17	6.3		
		2005/10/19		0.09	0.008	11	9.4		
		2006/01/17		0.28	0.011	25			

表3 続き

	採水場所	採水日	採水時間	TN	TP	SPSS	サンゴ被度*	
				mg/L	mg/L			TN/TP
大度	No.5	2005/06/07		0.22	0.011	20	54.8	
		2005/08/23		0.14	0.009	16	32.3	
		2005/09/21		0.27	0.011	25	24.4	
		2005/10/19		0.11	0.008	14	14.7	
		2006/01/17		0.60	0.015	40		
		2006/02/02		0.29	0.011	26		
		2006/02/17		0.12	0.011	11		
阿嘉島	ニシハマ	2006/06/02		0.06	0.008	7.9	55	
				0.08	0.009	8.6		
				0.07	0.008	8.6		
				0.07	0.009	8.1		
備瀬	No.1	2005/06/09		0.10	0.008	12		
				0.07	0.007	11		
				0.05	0.005	10		
平良川河口域	No.1	2005/10/25		0.09	0.008	12	5	
				0.19	0.008	24		
				0.11	0.008	13	2	
長浜川河口域	No.1	2005/10/05		0.08	0.009	9		
				0.09	0.010	9		
宮古島	シギリビーチ	2006/03/07	16:40	0.09	0.008	11		
		2006/03/08	9:30	0.13	0.009	14		
			10:00	0.07	0.009	7.9		
			10:20	0.05	0.009	5.9		
			11:10	0.09	0.009	9.4		
			12:45	0.07	0.008	9.3		
石垣島	真栄里排水路近く	2005/07/15	16:30	0.34	0.025	13		
		2005/07/15		0.10	0.025	4.2	194.0	
	宮良	No.1	2006/02/24	10:20	0.24	0.036	6.6	
			2005/07/15		0.07	0.012	6.1	296.4
	白保	No.2	2006/02/24	10:30	0.21	0.022	9.6	
			2005/07/15		0.06	0.009	6.3	21.2
	No.2	2006/02/24		0.08	0.009	8.4		
		2005/07/15		0.06	0.010	6.2	103.0	
	No.3	2006/02/24		0.05	0.009	5.3		
		2005/07/15		0.06	0.008	7.0	10.8	
	No.4	2006/02/24		0.05	0.009	5.7		
		2005/07/15		0.10	0.009	11.1	25.4	
	No.1-1	2006/02/24		0.06	0.009	6.7		
	No.1-2	2006/03/10		0.06	0.009	6.3		
	No.2-1			0.07	0.009	8.2		
	No.2-2			0.05	0.009	6.1		
	No.2-3			0.05	0.009	5.4		
	No.3-1			0.26	0.013	20		
	No.3-2			0.05	0.009	5.1		
	No.3-3			0.06	0.009	6.7		
	No.4-1			2.71	0.038	72		
	No.4-2			0.05	0.009	5.9		
	No.4-3			0.08	0.009	9.1		
			0.11	0.009	12			

* サンゴ被度は平成17年度赤土等汚染海域定点観測調査報告書¹⁾より抜粋

