



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ダイビング中のサンゴ擾乱行動の分析 : 沖縄県におけるダイバーのサンゴ礁への接触行為の分析
Author(s)	敷田, 麻実; 横井, 謙典; 小林, 崇亮
Citation	日本沿岸域学会論文集, 13, 105-114
Issue Date	2001-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/34929
Type	journal article
File Information	1114.pdf



ダイビング中のサンゴ擾乱行動の分析

沖縄県におけるダイバーのサンゴ礁への接触行為の分析

Effects of Trampling by Recreational Scuba Divers on Coral Reefs in Okinawa in Japan

敷田 麻実* 横井 謙典** 小林 崇亮***

Asami SHIKIDA Kensuke YOKOI Takaaki KOBAYASHI

Scuba diving is one of the major marine and coastal recreational activities and there are approximately 800,000 divers in Japan. The diving related industry alone creates 8.6 billion yen in production per year. Coral reefs in Okinawa Island alone attract more than 300,000 scuba divers every year because the island is one of the few places located in the subtropical-zone in Japan. On the other hand, damage caused by diving activity such as trampling on and breaking corals has been acknowledged. This destruction can add more impact to already damaged corals by coastal developments and other uses. Therefore, this study aimed to examine the disturbance by scuba divers at popular diving sites in Okinawa to identify the degree of disturbance through under water investigation. The result showed that there was a significant difference in the amount of disturbance between experienced and inexperienced divers. Furthermore, the amount of disturbance by the divers with cameras was higher than that of without cameras. Conclusions obtained from this study include suggestions regarding effective measures to decrease the chance of disturbance by divers.

Keywords: scuba diving, coral reef, Okinawa

1. はじめに

沖縄県は、亜熱帯性の温暖な気候（年間平均気温が22.4℃）であり¹⁾、沿岸域における海洋性レクリエーションやマリンレジャーの適地である。それを目的にこの地を訪れる多くの観光客に対し、同県は海浜やサンゴ礁域などの沿岸域を、重要な観光資源として活用している。

2000年、沖縄県の観光客数は450万人を超えたとされるが（沖縄県観光リゾート局調べ）、海水浴を含む海洋性レクリエーションを目的に沖縄県

を訪れる観光客は多い。そのうちダイビング目的の観光客は全体の7%と想定されており、沖縄県を訪れるダイバーの推定人口は約30万人とされている²⁾。

しかし、ダイバーが目的とする沖縄のサンゴ礁は、赤土流出、オニヒトデの大発生、サンゴの白化現象などの影響を受け、失われつつある³⁾。さらに、影響を受けずに残ったサンゴ礁も、海外のダイビングサイトの例のように、サンゴ礁域でのダイビングを好むダイバーによる接触で破壊されることが懸念される。

これまでにダイビング参加者（例えば西川⁴⁾）やダイビング指導者の実態（例えばSano⁵⁾）については報告されているが、ダイバーがサンゴ礁などの環境に与える擾乱についての調査や研究^{6) 7)}

* 正会員 金沢工業大学環境システム工学科
(〒921-8501 石川県野々市町扇が丘7-1)

** 沖縄県スキューバダイビング安全対策協議会
(〒904-0113 沖縄県北谷町宮城2-95)

*** 金沢工業大学環境システム工学科
(〒921-8501 石川県野々市町扇が丘7-1)

はまだ少なく、擾乱がサンゴ礁やその生態系に与える影響についてはよくわかっていない。また国内では、このような問題の存在すら認識されておらず、近年の急激なダイバー増加を考えると調査の必要度は高いと考えられる。

そこで本研究では、ダイバーによる沖縄県のサンゴ礁への擾乱行動に焦点を合わせ、その実態を潜水調査によって明らかにした。また擾乱が起きるメカニズムをダイバーの特性との関係から分析し、最終的に環境に負荷を与えない観光、エコツーリズムとしてのダイビングの在り方を考察することを目的とした。

2. 背景

(1) ダイビングとダイビング産業

ダイビングは、近年世界的に拡大している海洋性レクリエーションである。またダイビングを目的とした観光も世界的に盛んである⁸⁾。ダイビング業界の組織であるPADIの調査では、年間80万人が新しくダイバーとして登録している⁹⁾。

日本のダイビング業界では、インストラクターの指導の下で一定の講習を修了したダイバーに、約40の指導団体がCカードと呼ばれる認定証を発行している。Cカードにはいくつかのレベルがあるが、一般的には一番初歩のエントリーレベルのカードを保有していれば、ダイバーと認められている。このカードを保有していないダイバーはダイビングができない場合もあり、一種のダイバー資格審査となっている。

日本におけるCカード発行枚数は、1993年以降、年間8～9万枚である（海中開発技術協会調べ）。また1997年末までの累積発行枚数は815,907枚であり、これを根拠に、日本のダイバー人口は約82万人であると言われている¹⁰⁾。またこれは1990年までの累積発行枚数248,952枚の約3.3倍であり、ダイバー人口は急増している。

ダイバーの男女比はほぼ1：1であり、参加年齢層も広いので¹¹⁾、ダイビングは特殊なスポーツではないと考えられる。この点ではレジャー白書も、スキン・スキューバダイビングには年間130万人が参加し、身近なレジャーであると、これを支持している¹²⁾。

さらに、ダイバーに器材を販売するダイビング産業は、86億円（1997年）の売り上げがあり¹³⁾、海洋レジャー全体の売り上げ推定額214億円（1997年）¹⁴⁾や、最近増加しているプレジャーボートの国内販売額181億円¹⁵⁾と比較しても小さくはない。

このようにダイビングは、誰でもが参加できる活動であり、また参加者の多さ、経済的影響度から見ても、海洋性レクリエーションの中では注目すべき存在である。

(2) ダイビングと沿岸域環境、サンゴ礁

レクリエーションや趣味としてのダイビングは、海洋生物の採集や捕獲が目的ではなく、海洋生物や海中景観の観察や観賞、また水中での遊泳やその解放感によるストレス解消が目的である¹⁶⁾。そのため海中空間を占有する問題は別として、魚介類などの沿岸域資源を直接消費せず(non-consumptive)、その環境に影響を与えることが少ないレジャーであると考えられる。この点では、最近拡大しつつあるエコツーリズムの特性と似ており、ダイバー側も環境に対する負荷を意識せずに、自然観察を楽しむ活動だと認識していると思われる。

しかし、沿岸域環境や資源の非消費的な利用でも、水中でのサンゴへの接触や海洋生物の踏み付け、追尾、またボートからのオイル漏れなどの擾乱が起こることが指摘されている¹⁷⁾。ダイビングの場合には、ダイバーによる海底の土砂の巻き上げ、フィンキックによるサンゴへの接触や踏み付

け、手で掴んだり膝をつくなどの擾乱が海外の研究で報告されている。例えばHowkins and Robertsは、エジプト近海のダイビングサイトのサンゴ礁を調査し、頻繁にダイバーが訪れる場所ではサンゴの破壊が著しいことを報告している¹⁸⁾。またTilmantは、投錨や油漏れも含め、サンゴ礁に対する影響があると述べている¹⁹⁾。

¹⁶⁾。ダイバーによるこうした擾乱は、サンゴ礁に悪影響を与え、反復されればサンゴ礁生態系全体に影響が及ぶことも懸念される。そのためサンゴ礁の保全を考える場合には、こうした影響の評価を避けて通ることはできない。特に、レクリエーション利用などの環境容量を決める場合には必要な資料だと思われる²⁰⁾。しかし、サンゴ礁に与える影響を客観的に評価する作業は、サンゴ礁の複雑な構造が評価を困難にしていることや、浅海におけるその調査が技術的に難しいことから、わずかしこ試みられていない²¹⁾。

(3) 沖縄県における観光とダイビング産業

沖縄県における観光・リゾートは、観光収入によって県経済を支える重要な産業である。その収入額は1997年に4,172億円²²⁾と過去最高を記録しており、沖縄県の製造業の生産額が約5,500億円であることから見ても、この額の大きさがわかる。

観光目的には海水浴・マリンスポーツが多く、中でも観光客の7%が、旅行中の活動にダイビングをあげている²³⁾。また沖縄県のダイビングショップ数は、2001年には388事業所にのぼり（沖縄県スキューバダイビング安全対策協議会から聞き取り）、さらに1994年の全国調査では、沖縄県のダイビングショップだけで、全国のその12%を占めていた²⁴⁾。

3. 調査方法

(1) 調査場所と期間

調査は沖縄県の複数のダイビングポイントで行った。いずれも有名な場所で、初心者から上級者まで、ダイバーのレベルを問わず利用度が高い。

調査期間は1999年8月13日から同年10月5日までの約2ヶ月間、荒天の日を除き調査した。その詳細を表-1に、また調査位置を図-1に示す。

(2) 調査方法

本研究では、沖縄県のダイビングショップが実

表-1 調査日と調査場所

調査日 (1999年)	調査場所
8月13日	慶良間
8月14日	座間味
8月14日	渡嘉敷
8月22日	砂辺
8月27日	真栄田岬
8月30日	真栄田岬
8月30日	瀬良垣
9月1日	砂辺
9月2日	真栄田岬
9月3日	渡嘉敷
9月4日	伊江島
9月5日	砂辺
9月6日	渡名喜
9月7日	砂辺
9月17日	座間味
9月26日	瀬良垣
9月26日	砂辺
9月27日	砂辺
9月30日	真栄田岬
10月3日	真栄田岬
10月5日	座間味



図-1 調査場所位置図

施するダイビングツアーに参加したダイバーを無作為に抽出し、潜水時間と深度、水中でのサンゴ礁への擾乱回数を計数した。擾乱回数はダイバーごとに、サンゴへの接触部位によって①手、②ゲージ、③フィン、④その他、また接触ではないが、⑤底土の巻き上げの5項目に分類して計数した。

被験者には、調査について事前に知らせず、調査中も潜水中の被験者に気づかれないように擾乱回数を計数した（調査状況は図-2に示す）。また一度に複数のダイバーを観察することは、ダイバーに調査を感知させる可能性が高いので、ひとつのダイビングツアーからのサンプリングは1人とした。

さらにダイビングを終えた被験者に対して、ダイバー特性調査（面談記入式）を実施し、ダイビング経験年数などを調査した。なお真栄田岬と砂辺の調査では、ダイビングツアー参加者全員に対して、同様な特性調査を記入式で実施した。



図-2 調査状況（潜水中のダイバーの観察）

4. 結果と考察

(1) 調査概要

潜水観察調査では合計30人のダイバーを観察し、同時にダイバー特性調査を30人全員に実施した。また砂辺と真栄田岬では、被験者以外のダイバー226人に、ダイバー特性調査を実施した。

(2) ダイバー特性調査の結果

ダイバー特性調査で得られた226人の有効データから次の項目の分析を行った。

a) 基本属性

ダイバーの年齢は、20代が58%で一番多く、次いで30代が31%と、20～30代で約90%を占めていた。男女別では、男性が55%、女性は45%でほぼ同数であった。

またダイバーの経験の多さを測るひとつの尺度として、現在までに使用したボンベの本数を「経験度数」として表すと、ダイビング経験が少ないダイバー（経験度数30本以下）が全体の63%を占めた。また経験豊かなダイバー（同100本以上）は23%であった。

b) 沖縄でのダイビング回数

約40%のダイバーが沖縄県でのダイビングは「初めて」と回答した。またリピーターは、回数の増加に従って急激に減少した（図-3）。

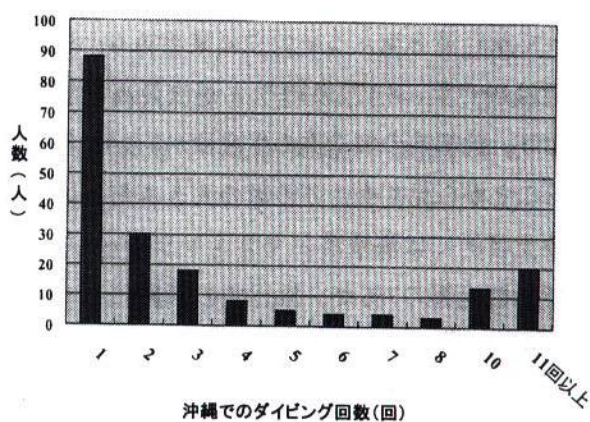


図-3 沖縄でのダイビング回数

(今までに沖縄でダイビングをした経験回数)

c) ダイビングの目的

ダイビングの目的として、44%が「フィッシュウオッチング」と回答し、「ストレス解消」が23%と続いた（図-4）。また目的は、ダイビング

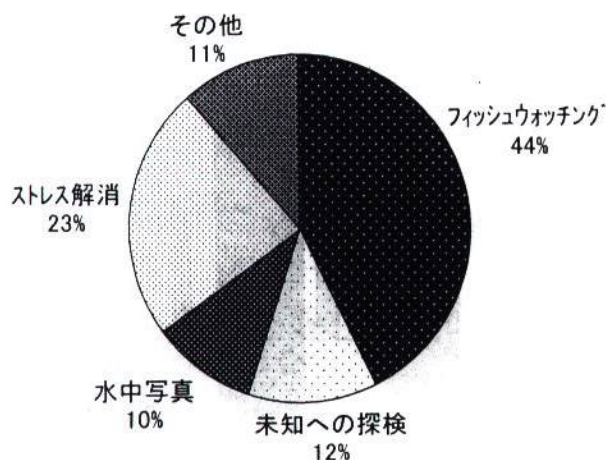


図-4 沖縄でのダイビング目的

経験が増えると変化し($P<0.05$, $d.f.=6$, $\chi^2=30.12$)、初心者では「フィッシュウォッチング」が多く、上級者になるに従って「水中写真」と「ストレス」解消が増加した。

d) 水中カメラ

ダイビング中に、水中カメラを携帯していたダイバーは27%であった。またカメラの種類は37%が一眼レフ、22%がレンズ付きフィルムであった。さらに、水中カメラ携帯の有無と経験には、図-5に示すように、経験が増えるほど、つまり上級者ほどカメラの使用率が高くなる関係があった($P<0.05$, $d.f.=2$, $\chi^2=10.28$)。

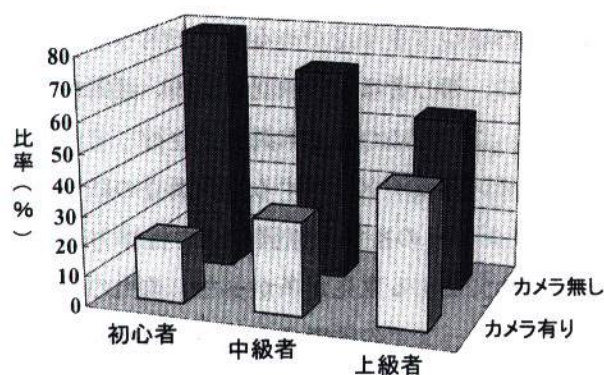


図-5 カメラ保有の有無とダイビング経験の関係

e) サンゴへの接触

回答者226人のうちの60%が過去のダイビングで、「よく」または「たまに」サンゴと接触したと回答した。また「1回も接触していない」と回答したダイバーは約10%しかいなかった。その接触については、「無意識で」という回答が全体の79%を占めた。ちなみに潜水観察を行った砂辺と真栄田岬では、回答者のうち52%が接触したと回答した。

(3) 潜水観察による擾乱回数計数の結果

観察した30人のダイバーの平均潜水時間は52分(S.D.=8.6分)、最大潜水深度は平均で21.5m(S.D.=8.4m)であった。今回は、観察したすべてのダイバーが擾乱を起こしており、全員の合計擾乱回数は1,333回で、1人平均44回であった。しかし標準偏差が45.4回と高く、擾乱回数は最大で199回から最少で1回まで、個人差が極端に大きい。また1人あたりの1分間平均擾乱回数は0.9回であり、4.8回/分が最高であった。

また擾乱の内容は、底土の巻き上げが全体の40%を占め、そのうちサンゴへの接触ではフィンによるものが26%と多かった。

ところで、本調査ではダイビング経験度数によって、ダイバーを3タイプに分類し、その比較を試みた。サンプルとした30人を分類した結果を表-2に示す。

表-2 ダイビング経験度数とサンプル人数

	経験度数 (本)	人数 (人)
初心者ダイバー	1~30	11
中級者ダイバー	31~99	10
上級者ダイバー	100以上	9

a) 手によるサンゴへの接触

ダイバーの手による接触回数と、潜水後の特性

調査でサンゴへの接触の有無を確認した設問は、 χ^2 検定では有意な差が認められなかったが ($P>0.05$, $d.f.=2$, $\chi^2=2.96$)、サンゴに接触しているながら、接触していないと回答したダイバーが、30人中10人いた。逆に、手によるサンゴへの接触を認めたダイバーは12人であった。

b) ダイビング経験とサンゴへの擾乱回数

ダイビング経験の差による接触回数の違いを明らかにするため、経験度数別にサンゴとの平均接触回数を比較した (図-6)。

その結果、サンゴとの接触では、手・フィン・ゲージなどの部位によらず、経験者より初心者の擾乱回数が多かった。しかし底土の巻き上げについては、経験による差は認めにくかった。また合計擾乱回数では、経験による有意な差は認められなかった。

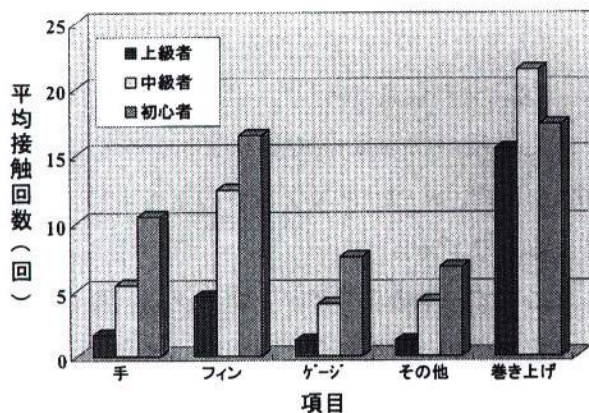


図-6 経験度数別サンゴとの平均接触回数

c) カメラの有無と接触回数

水中カメラを使用していたダイバーの擾乱回数を、全ダイバーの平均擾乱回数44回を基準に、平均以下と以上にわけて比較した (図-7)。カメラを使用するダイバーの擾乱回数は、以下と以上でほとんど差はないが、カメラを使用しない場合には、明らかに平均以上であるダイバーが少なかった ($P<0.05$, $d.f.=1$, $\chi^2=3.99$)。

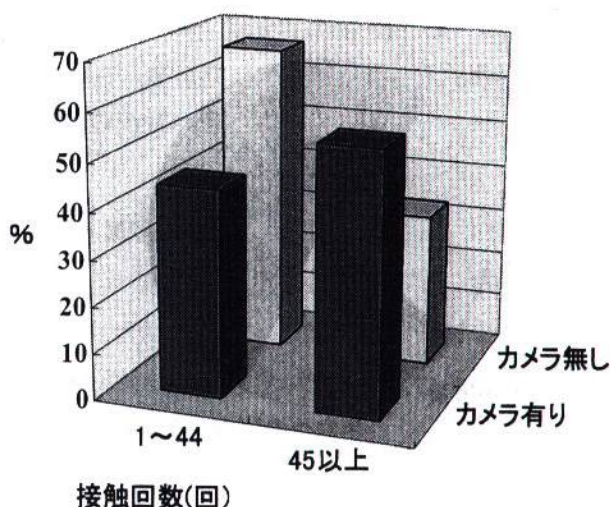


図-7 カメラの使用とサンゴとの平均接触回数

5. 結論

本研究の潜水観察及び特性調査の結果から、ダイバーが潜水中にサンゴに与える擾乱が特定のダイバーによってだけ起こされるのではなく、ほとんどのダイバーが関与している現象であることが示唆された。今回調査したダイバー全員が擾乱を起こしており、グレートバリアリーフにおける同様な調査では、観察したダイバーの接触が15%²⁵⁾だったことと比較すると、今回の擾乱頻度は明らかに高い。また1人のダイバーが、1回の潜水中に約200回も擾乱を起こすことを考えると、たとえそのダイバーの沖縄での潜水回数が少なくとも、サンゴ礁に与える影響は無視できない。

今回の調査では、ダイバーの経験によって擾乱頻度や内容に大きな差があることが明らかになった。特に、初心者ほど接触回数が多い傾向が認められた。この点について本調査と並行して実施したダイビングガイドに対する意識調査の結果からは、「サンゴとの接触の原因は、中性浮力がとれないため」とする意見が多かった。前出のグレートバリアリーフでの調査でも、擾乱の原因としてダイバーの浮力調節技術の低さが指摘されている²⁶⁾。

中性浮力とは、水中で浮きも沈みもしない状態

を確保する技術である。呼吸によって肺の空気を出し入れすることで、水中で静止状態を確保する技術であり、これが未熟だと、水中でフィンを常に動かして浮力を調節しバランスをとる努力が必要となり、サンゴへの接触などの擾乱が多くなると考えられる。一方、中・上級者では、ダイビング経験を積むに従って、容易に中性浮力が確保できるようになり、擾乱はおのずと少なくなる。経験による差が、そのまま擾乱回数の差につながっている。

日本で新たにダイビングを始める初心者ダイバーは年間8~9万人であり、今回の特性調査の結果でもダイビング経験30度数以下の初心者が63%を占めていたことから、このような初心者ダイバーに注意を促す対策の必要性は高い。

沖縄観光を案内する雑誌や旅行ガイドでは、ダイビング観光が盛んに宣伝されており、今後も沖縄県へ集まるダイバーは増加し、その大半が初心者ダイバーである可能性は高い。さらにダイバーの40%が、「沖縄が初めてで不慣れ」であることから考えても、より一層初心者ダイバー対策は重要であると考えられる。もちろんダイバー側の自覚や潜水技術向上も求められていることは明白であるが、それ以上に受入側でも対策を講ずることが望まれる。

次に擾乱の中でも特に、底土の巻き上げとフィンによるサンゴへの接触頻度が擾乱全体の66%を占めていた。前述のグレートバリアリーフでの調査²⁾でも、同じ擾乱が95%を占めている。この結果から、ダイバーに対してフィン接触を防止する事前レクチャーがまず必要であると考えられる。

しかし、経験や技術の違うダイバーに対して、一様なレクチャーを行うだけで、フィンによる擾乱問題は単純に解決できない。本調査では、ダイバーの経験が豊富になるとフィン接触の頻度は減少したが、底土巻き上げは経験の多寡を問わずに

起きていた。それを防ぐためには、ダイバーの経験に合わせてレクチャーの内容を最適なものにすべきである。

特に底土の巻き上げは、上級者でも意識する事が少なく、またサンゴに対する影響を認識していないと思われる。海底の土砂の巻き上げは、Rouphael and Inglis²⁸⁾も調査対象にしており、赤土流出ほどの規模ではないが、サンゴを被覆し光合成を妨げると考えられ、サンゴへの影響が懸念されている。上級者ダイバーには、底土の巻き上げ防止について一層の注意を求めれば、潜水技術があるだけに抑止効果は大きいと考えられる。

次に擾乱とダイバーの認識について考察する。手によるサンゴとの接触は、行為が視野に入らずであることと、接触した感触が伝わることから、不注意な接触ではなく、明らかにダイバーによって認識されるはずの意識的な擾乱である。ところが、潜水観察で接触が確認されているにもかかわらず「接触していない」と回答したダイバーが30人中10人いた。これはサンゴに対する擾乱を「まずいこと」と認識し、事実を隠そうとしている疑いが持たれる。このことから、ダイバー特性調査では「過去に接触した経験がある」という回答が60%であったが、実際の接触頻度はもっと高いことが示唆される。

最後に、行動と擾乱の関係であるが、水中カメラの使用と擾乱回数には関係があった。水中カメラの使用自体は擾乱を起こす直接原因ではないが、撮影時の手ぶれを防ぐ必要から、付近のサンゴで身体を支えようとする行為を今回の調査で観察した。サンゴへの接触回数、特に手によるそれは、初心者より上級者の方が少ないが、上級者のダイビング目的には写真撮影が多く、接触回数が増えると考えられる。つまり、一番接触が多いのは初心者でカメラを使用するダイバーであり、少ないのは上級者でカメラを持たないダイバーであ

ることになる。この点では、ダイバーの経験に加えて、その行動も考慮したガイドやレクチャーが必要とされている。

以上本研究では、潜水調査によるダイバーの擾乱行動の調査から、サンゴ礁に与える影響の違いを明らかにした。その結果、ダイバーの経験や行動による差によってサンゴ礁への擾乱に差があることが明らかになった。そのため、こうした特性を意識したレクチャーやガイドがサンゴ礁保全のために求められている。例えば、Rouphael and Inglisはダイバーのサンゴ礁への擾乱を回避する方策として、①事前のレクチャーの徹底、②サンゴ礁から距離をとって泳がせる、③水中カメラの使用には注意を促す、などを主張している²⁹⁾。また Van Treeck and Schuhmacherは、ダイバーが興味を持つのは何も自然のサンゴ礁だけではなく、3次元の構造物であれば人工物でもいいので、人工サンゴ礁の設置による擾乱回避を提案している³⁰⁾。さらにDavis and Tisdellはダイバーへの課金や利用規制によるダイビングサイトの保全を検討している³¹⁾。このような対策が国内でもすぐに必要であるかは、今回のような調査に加えて、サンゴ礁への生態学的な影響調査も必要であるが、少なくともダイバーへ注意を促すことはすぐにでも可能であり、擾乱の影響を少しでも減らすために実施が望ましい。

また増加しつつある沖縄への観光客とそれに伴うダイバーの増加は、ダイバーの自覚や技術向上とともに、受入側の組織的な防止策を必要とすると考えられ、より効果的な防止策についても調査研究することが求められている。そのためにも、このような利用者の調査に加え、擾乱を受けるサンゴ礁への影響の生態学的な評価も実施すべきである。その両方の知見によって、環境容量の設定やその他の回避策が策定できる。

沖縄に残されたすばらしいサンゴ礁を持続的に

使う責任は、開発や産業ばかりではなく非産業的利用者であるダイビング産業やダイバーにもあるはずである。このような調査の結果を、ダイビングガイドに反映させてサンゴに対するダイビングの影響を減少させ、ダイビングが環境負荷が少ないエコツーリズムであると評価される努力が現在望まれている。

6. 参考文献

- 1) 沖縄県企画開発部: 沖縄県勢のあらまし, 153p, 1999.
- 2) 沖縄振興開発金融公庫調査部: 公庫レポート ダイビング業界の現状と課題, 大城裕編, 那覇市, 沖縄コロニー印刷, 49p, 1999.
- 3) ガバン=マコーマック・敷田麻実: 第9章 自然環境の保全と開発のジレンマ, 沖縄-21世紀への挑戦, 宮本憲一・佐々木雅幸編, 東京都, 岩波書店, pp.221-247, 2000.
- 4) 西川仁: 福岡県におけるスキューバーダイビングの現状と課題, 福岡水技研報, 2, pp.189-199, 1994.
- 5) Sano, Y. : Philippine dive masters' perceptions of the value of coral reefs and their awareness of roles in environmental education -summary of results from a mail survey-, Coastal Environmental Management Program, 1-8, n.a.
- 6) Hawkins, J.P. and Roberts, C. M. : Effects of recreational scuba diving on fore-reef slope communities of coral reefs, Biological Conservation, 62pp.171-178, 1992.
- 7) Rouphael, T. and Inglis, G. : The effects of qualified recreational scuba divers on coral reefs, CRC Reef Research Centre Technical Report, 4, 39p, 1995.
- 8) Hawkins, J. P. Roberts, C. M. : Effects of recreational scuba diving on coral reefs: Trampling on reef- flat communities, Journal of Applied Ecology,

- 30(1), pp.25-30, 1993.
- 9) Davis, D and Tisdell, C. : Recreational scuba-diving and carrying capacity in marine protected areas, *Ocean & Coastal Management*, 26(1), pp.19-40, 1995.
 - 10) 社団法人海中開発技術協会: 平成9年度ダイビング産業の実態に関する動向調査報告書, 平成8年度ダイビング産業の実態に関する動向調査, 74p, 1998.
 - 11) 中小企業事業団: 需要動向調査報告書(余暇生活関連) レジャーダイビング編, 207p, 1995.
 - 12) 財団法人余暇開発センター: レジャー白書98, 東京都, 143p, 1998.
 - 13) 社団法人海中開発技術協会: 平成9年度ダイビング産業の実態に関する動向調査報告書, 平成8年度ダイビング産業の実態に関する動向調査, 74p, 1998.
 - 14) 社団法人海洋産業研究会: 海洋産業研究資料 海洋開発の市場構造に関する調査(平成9年度実績についてのアンケート調査), 107p, 1999.
 - 15) 社団法人日本舟艇工業会: 舟艇工業の現状 平成9年, 79p, 1998.
 - 16) 中小企業事業団: 需要動向調査報告書(余暇生活関連) レジャーダイビング編, 207p, 1995.
 - 17) Mathieson, A. and Wall, G. : *Tourism: Economic, Physical and Social Impacts*, England, Longman, 208p, 1982.
 - 18) Hawkins, J. P. and Roberts, C. M. : Effects of recreational scuba diving on fore-reef slope communities of coral reefs, *Biological Conservation*, 62, pp.171-178, 1992.
 - 19) Tilmant, J. T. : Impacts of recreational activities on coral reefs, *Human Impacts on Coral Reefs: Fact and Recommendations*, ed. B. Salvat, French Polynesia, pp.195-214, 1987.
 - 20) Hawkins, J. P. Roberts, C. M. : Effects of recreational scuba diving on coral reefs: Trampling on reef- flat communities, *Journal of Applied Ecology*, 30(1), pp.25-30, 1993.
 - 21) Hawkins, J. P. and Roberts, C. M. : Effects of recreational scuba diving on fore-reef slope communities of coral reefs, *Biological Conservation*, 62, pp.171-178, 1992.
 - 22) 沖縄県企画開発部: 沖縄県勢のあらまし, 153p, 1999.
 - 23) 沖縄振興開発金融公庫調査部: 公庫レポート ダイビング業界の現状と課題, 大城裕編, 那覇市, 沖縄コロニー印刷, 49p, 1999.
 - 24) 中小企業事業団: 需要動向調査報告書(余暇生活関連) レジャーダイビング編, 207p, 1995.
 - 25~29) Roupheal, T. and Inglis, G. : The effects of qualified recreational scuba divers on coral reefs, *CRC Reef Research Centre Technical Report*, 4, 39p., 1995.
 - 30) Van Treeck, P. and Schuhmacher, H. : Mass Diving Tourism - a new dimension calls for new management approaches, *Marine Pollution Bulletin*, 37(8-12), pp.499-504, 1998.
 - 31) Davis, D. and Tisdell, C. : Economic Management of Recreational Scuba Diving and the Environment, *Journal of Environmental Management*, 48, pp.229-248, 1996.

著者紹介



敷田麻実(正会員)

金沢工業大学環境システム工学科
(〒921-8501 石川県野々市町扇が丘
7-1)、昭和35年生まれ、高知大学農
学部栽培漁業学科卒業後、石川県水
産課に勤務、豪James Cook University
理学部大学院、金沢大学大学院社会
環境科学研究科博士課程修了、1998
年4月より金沢工業大学助教授、博士
(学術)。