

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	日本の沿岸域におけるスキューバダイビングを中心とした観光活動によるサンゴ礁生態系への人為的負荷とその低減策に関する研究
Title(English)	Anthropogenic impacts of scuba diving tourism on the coral reef ecosystems and management of the impacts in the coastal areas of Japan
著者(和文)	豊島淳子
Author(English)	Junko Toyoshima
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10362号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:灘岡 和夫,鼎 信次郎,大佛 俊泰,十代田 朗,中村 隆志
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10362号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Type(English)	Doctoral Thesis

日本の沿岸域におけるスキューバダイビングを中心とした観光活動による
サンゴ礁生態系への人為的負荷とその低減策に関する研究

**Anthropogenic impacts of scuba diving tourism on the coral reef ecosystems and
management of the impacts in the coastal areas of Japan**

東京工業大学大学院
情報理工学研究科情報環境学専攻

豊島 淳子

日本の沿岸域におけるスキューバダイビングを中心とした観光活動によるサンゴ礁生態系への人為的負荷とその低減策に関する研究

目次	1
第1章 序論	5
1.1 本研究の背景	6
1.2 既往の研究	6
1.3 本研究の目的	9
1.4 本論文の構成	9
第2章 レジャーダイビング活動に関する社会経済的分析	15
2.1 日本におけるレジャーダイビング産業の社会経済的発展	16
2.1.1 レジャーダイビングの始まり（1940年代～1950年代）	16
2.1.2 ダイビング指導団体（認定証発行団体）の発展（1950年代～1960年代）	17
2.1.3 ダイビング器具の改良と普及（1960年代～1970年代）	20
2.1.4 ダイビングの大衆化と環境・社会問題の表面化（1980年代～1990年代）	21
2.1.5 ダイビング業界の成熟期（1990～2000年代）	22
2.2 沖縄県におけるレジャーダイビング産業の社会経済的発展	22
2.2.1 沖縄県におけるダイビング業の発展	22
2.2.2 海洋環境保全に対する取組み	24
2.3 日本及び沖縄のレジャーダイビングの歴史に関する考察	25
2.4 日本のダイビング業界の現状	30
2.4.1 ダイビング業界の構造	30
2.4.2 市場規模・経済効果	35
2.4.3 レジャーダイビングがもたらす環境負荷	37
2.4.4 その他の問題点	39
2.5 沖縄を例としたダイビング活動の社会経済的分析	40
2.5.1 沖縄におけるダイビング産業	40
2.5.2 ダイビングサービスの社会経済的状況	41
2.5.3 県内の地域間の比較考察	42

2.6	ダイビング業界のサンゴ礁保全に関する取組みの現状と課題	43
2.7	沖縄県におけるレジャーダイバーの特性－ダイバーアンケート調査より－	45
2.7.1	調査の目的	45
2.7.2	調査方法	45
2.7.3	調査結果及び考察	46
2.7.4	ダイバーアンケート調査に関するまとめ	53
2.8	本章の結論	53
第3章 沖縄のサンゴ礁生態系の観光利用による経済価値評価		59
3.1	本章の目的	60
3.2	サンゴ礁生態系の経済価値評価とは	60
3.3	サンゴ礁生態系の機能と生態系サービス	61
3.4	自然資源の経済価値評価の手法	63
3.5	日本におけるサンゴ礁生態系の経済価値評価	64
3.6	沖縄県のサンゴ礁の経済価値評価	64
3.7	ダイビング活動による沖縄県への経済効果	69
3.8	考察	70
3.9	本章の結論	76
第4章 レジャーダイビング活動によるサンゴ礁生態系への人為的負荷の定量的分析及び低減策の検討		81
4.1	調査の目的	82
4.2	調査方法	83
4.2.1	調査地	83
4.2.2	調査方法	84
4.3	調査結果及び考察	85
4.4	本章の結論	95
第5章 ダイビング活動に伴う環境影響の低減策－社会的側面からの考察－		103
5.1	本章の背景と目的	104

5.2	調査方法	106
5.3	調査結果	107
5.3.1	静岡県大瀬崎地区の事例	107
5.3.2	沖縄県宮古島の事例	107
5.3.3	沖縄県恩納村の事例	108
5.3.4	高知県柏島の事例	109
5.3.5	沖縄県石垣島の事例	110
5.4	考察	111
5.4.1	事例間の比較考察	111
5.4.2	沿岸生態系保全の取り組みをさらに発展させるツールとしての PES	115
5.4.3	PES の課題と可能性	116
5.5	本章の結論	118
第6章 結論		125
6.1	本論文のまとめ	126
6.2	今後の課題	128
謝辞		130
付録 本研究で作成したダイバー向け環境教育教材		131

第 1 章

序論

1. 1 本研究の背景

日本は、世界のサンゴ礁生態系の北限に位置し、沖縄県を中心に豊かなサンゴ礁生態系を有する。特に南西諸島のサンゴ礁生態系は、世界遺産であるオーストラリアのグレートバリアリーフにも匹敵する高い生物多様性を持ち、価値の高い生態系であるが、1970年代ごろより、人間活動の影響による様々なストレスにより生態系の劣化が見られるようになった。その原因には、陸域からの土砂・汚染水等の流入、オニヒトデの大発生、地球温暖化による造礁サンゴ類の白化現象など、様々なものが挙げられている。

このような状況の中、環境省は、サンゴ礁の保全のための施策の一環として、2007年に日本のサンゴ礁の経済価値の試算を行っている。この中では、漁業・観光・海岸保護の3つの利用価値が試算されたが、観光利用から生み出される経済価値は年間約2400億円と推定され、2位の海岸防護と比べても3倍以上、3位の漁業と比べても20倍以上の大きな価値があることが示された(環境省 2009)。

一方沖縄県では、昭和55年に日本初の観光振興条例を制定するなど¹、経済活性化のために県の施策として観光振興に力を入れている。現在では、沖縄を訪れる観光客のおよそ30%がダイビング・海水浴などのサンゴ礁と密接に関係した観光目的で訪れている。このようにダイビングを中心としたサンゴ礁観光が沖縄県の経済を支える大変重要な産業となっている。

しかしながら、ダイビングを中心とする観光活動により、環境への負荷の増大もまた問題となっている。ダイビング人口が近年急激に増えたことによって、サンゴ礁研究者やダイビング業関係者、行政関係者等の間では、観光がサンゴ礁に与える影響が懸念されており、ダイバーの数の制限など、環境に配慮した観光への転換が必要との認識も広まってきている。²

このような背景から、豊かなサンゴ礁生態系を資源とした観光活動を今後も持続的に継続していくため、如何にして観光活動による負荷を制御していくかということについて、科学的な研究の必要性も非常に高まっていると言える。

1. 2 既往の研究

ダイビングなどの観光行動がサンゴ礁に与える影響について、研究が行われ始めたのは比較的近年のことである。その理由は、以前は一部のごく少数の人々の趣味であったスノーケリングや

¹ 観光庁ホームページ「都道府県における観光振興条例の制定状況」(http://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/kanko_jourei/)

² 「ダイバー制限でサンゴ保護へ、慶良間諸島 現状半数に」(2009年10月5日 読売新聞記事)

(<http://kyushu.yomiuri.co.jp/nature/animalia/wild/20091010-OYS8T00246.htm>)

スキューバダイビングが、急速に広まり参加人口が増えたためであろう。Davenport ら (2006) によれば、現在では世界で毎年約 100 万人ものレジャーダイバーが新たに養成されており、ダイビングは最も急激に人口が増加しているスポーツの一つである。安価で安全なダイビング機材や水中カメラの開発もこの傾向に拍車をかけている (Davis&Tisdell 1996)。

ダイビングに限らず、サンゴ礁を利用したマリンレジャーによる環境への影響がさまざまな研究者によってこれまでに報告されている。例を挙げれば、ボートのアンカーリング (Davis 1977, Dinsdale&Harriott 2004)、スノーケリング (Allison 1996)、サンゴ礁の上を歩いて踏みつけることによるダメージ (Woodland&Hopper 1977, Kay&Liddle 1989, Neil 1990, Hawkins&Roberts 1993) などである。

これらの破壊的な影響に比べて、1990 年代の初めごろまでは、スキューバダイビングそのものは環境に対する影響が小さく問題のないスポーツだとみなされていた (Talge 1992, Harriott et al. 1997)。Harriott ら (1997) がオーストラリアで行った調査によれば、ダイバーが平均 1 ダイクあたり 0.6 から 1.9 回サンゴを破損することが観察されたものの、年間のダイバー数から考えて持続可能なレベルのダメージであるとしている。Hawkins ら (1999) も、カリブ海で行った調査で、1 ダイクサイト (係留ブイから 5~100m の範囲内) では、年間約 6000 ダイクの頻度では、サンゴの破片等の増加がみられるが、持続可能なレベルであると述べている。しかし、その後 Tratalos ら(2001)の研究では、カリブ海のグランドケイマン島で行った調査で、ダイビング活動の強度 (ダイバー数、ダイビング用係留ブイからの距離) が造礁サンゴの被度の減少と有意に関係していることが明らかになっている。Hasler ら (2008) も、世界中で最もダイビングによる利用が多いサンゴ礁の一つであるエジプトのダハブで調査を行い、ダイビングの盛んな場所 (1 ダイクサイトあたり年間 30,000 ダイク以上) ではダイバーの少ない場所 (1 ダイクサイトあたり年間 300 ダイク以下) と比較して造礁サンゴの被度の減少やサンゴの破片数の増加を認めたが、サンゴ礁魚類の出現数には影響は見られなかったとしている。

さらに、水中でのダイバーの行動を観察することによって、どのようなダイバーがどのような場合にダメージを与えやすいかということも研究された。カメラを持ったダイバーは、持っていないダイバーに比べ、より大きなダメージを与える傾向がある (Barker & Roberts 2004, Roupheal & Inglis 2001)。Roupheal & Inglis (1997) による、水平な海底、緩やかな傾斜、急な傾斜の 3 種類の海底地形でダイバーの接触回数を調べた研究では、地形と接触回数に関連性は見られなかった。Talge (1992)は、週に 1 度の頻度でサンゴに手又は足ひれで触れる実験を行ったが、この程度の低頻度の軽い接触では、サンゴへの影響はみられなかった。しかし、ダイバーによる物理的な接触によって、サンゴ群体が損傷を受けた場合は、群体の成長速度が低下したり、巻貝類などの捕食者を誘引したり、傷口から病気に感染しやすくなったりすることも報告されている (Guzner et al. 2010)。また、直接的な接触だけでなく、ダイバーによる砂の巻上げも

サンゴに影響を与え、ダイバーが巻き上げた砂がサンゴなどの上に堆積した場合にも同様にサンゴ群体が部分的に死亡する (Nugues & Roberts 2003)、成長速度が遅くなる (Ebeid et al. 2009) などの影響がある。

保全の必要性の観点から、サンゴ礁における観光行動に対して、“carrying capacity (収容力)” の概念を応用しようという試みも、数名の研究者によって行われている。Chadwick-Furman (1995) は、バージン諸島でサンゴを含む底棲無脊椎動物を調査し、500 ダイブ/年/サイトでダメージが見られたとしている。Hawkins ら (1997) は、紅海とカリブ海のサンゴ礁を比較し、ダイバー数が増えるにつれてダメージを受けたサンゴ群体の割合が指数関数的に増加することを示し、5000 – 6000 ダイブ/年/サイトを収容力の目安として提案した。Schleyer and Tomalin (2000) は、漁業資源管理のコンセプトを応用し、南アフリカのサンゴ礁で 7000 ダイブ/年/サイト という数値を出している。しかし、これらの収容力の推定では、収容力の定義が曖昧であり、本来の生態学的な収容力ではなく、ダメージの増加を許容できるレベルがある程度研究者の主観によって決められているという問題点がある。

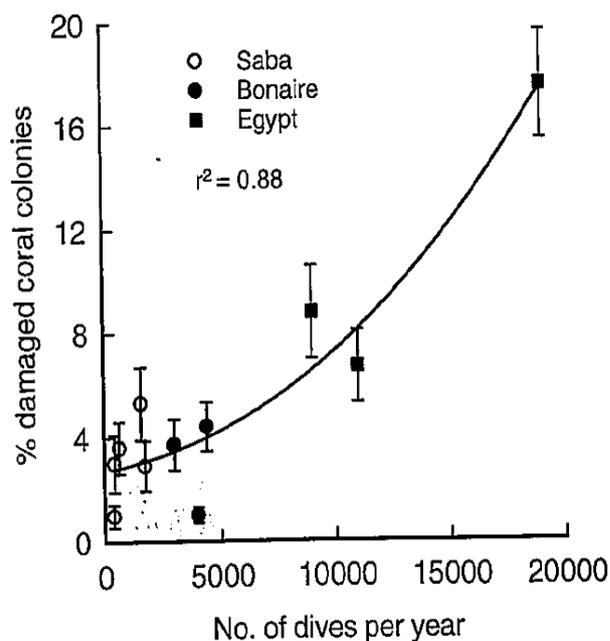


図 1-1 年間のダイバー数とダメージを受けたサンゴ群体の割合の関係 (Hawkins ら 1997)

一方、収容力の概念には、人間側の自然体験の質を損なわずに利用できる量という側面もある。この観点から、サンゴ礁の被度や種多様性などの生態学的な質の劣化が、ダイバーのダイビングサイトの選択や満足度を減少させ、ひいてはそのサンゴ礁の経済的価値も減じることが提唱されている (Pendleton 1994)。

また、サンゴ礁へのダメージを軽減させる対策も様々なものが提案されているが、その中で実

際に実施されて効果をあげているという例は少ないようである。たとえば、ダイバーによる普及啓発教育も、観光によるダメージを軽減するための一つの手段である。これに関しては、効果が見られたとする研究例と見られなかったとする研究例がある。Medio ら（1997）によれば、教育を受けたダイバーでサンゴへの接触が大幅に減少したが、この研究例では、生物学者自らがサンゴの生物学や人間による影響などに関するレクチャーを行ったうえで、個々のダイバーに水中で生きているサンゴと底質の違いを見せて説明するという非常に念入りな教育プログラムを行っている。一方、Barker ら（2004）の研究では、通常のダイビング前のガイドによるブリーフィングに、環境に対する注意を一文追加するという方法で教育を行い、この場合は効果が全くなかったとしている。当然のことながら、環境教育をどのように行うかという内容によって効果は大きく異なると言える。その他の対策としては、ダイビングポイントを一定期間閉鎖するということも考えられる。Epstein ら（1999）の研究によれば、紅海で、6年間ダイバーのアクセスが禁止された場所（保護区）と禁止されていない場所を比較し、保護区ではサンゴ類の被度が解放区の3倍の値にまで回復した。

1. 3 本研究の目的

上記のようなダイビング等の観光活動によるサンゴ礁生態系の影響について国内で行われた研究が非常に少ないことから、本研究では、特に沖縄におけるダイビング等の活動に注目し、その影響を定量的・定性的に解析することを目的とした。更に、そのような影響を現実的に低減し、サンゴ礁生態系の持続可能な観光利用を可能にするために、どのような保全方策が採られるべきかについても明らかにし、具体的な提言を行う。

1. 4 本論文の構成

第1章では、本研究の背景について整理し、研究課題の重要性及び社会的な意義を示した上で、研究の目的を設定した。

第2章では、我が国でスキューバダイビングがレジャー産業としてどのように発展してきたか、社会的な背景をレビューし、現在のダイビング産業の社会経済的な位置づけを行う。さらに、本研究の対象となる沖縄県において、ダイビング活動に参加したダイバーに対し、アンケート調査を行い、その社会的属性を明らかにする。

第3章では、研究の対象とする沖縄県のサンゴ礁生態系について、経済的な価値評価を行った結果について延べ、保全の重要性について経済的な側面から論じる。

第4章では、ダイバーの行動観察実験からダイビング活動のサンゴ礁生態系に与える影響に定

量的・定性的に分析し、さらにダイバーに対して環境教育を行うことでその効果を測定した結果について述べる。

第5章では、ダイビングを含む観光業者と漁業者の利害対立が統合的な沿岸資源管理の障壁となっている現状について考察し、両者の対立の解消とより良い沿岸資源管理体制の構築に向けた取組の可能性を提議する。

第6章では、本研究全体を総括し、結論をまとめる。

第 1 章 参考文献

Allison, W.R. (1996) Snorkeler damage to reef corals in the Maldive Islands. *Coral Reefs* 15 (4): 215–218

Barker, N.H.L., Roberts, C.M. (2004) Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation* 120: 481–489

Chadwick-Furman, N.E. (1997) Effects of SCUBA diving on coral reef invertebrates in the U.S. Virgin Islands: implications for the management of diving tourism. In: J.C. den Hartog, Editor, *Proceedings of the Sixth International Conference on Coelenterate Biology. Nationaal Naturhistorisch Museum* pp. 91–100.

Davenport, J., Davenport, J.L. (2006) The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 67: 280–292

Davis, G.E. (1977) Anchor damage to a coral reef on the coast of Florida. *Biological Conservation* 11: 29–34

Davis, D., Tisdell, C (1996) Economic management of recreational scuba diving and the environment. *Journal of Environmental Management* 48: 229–248

Dinsdale, E. A. and V. J. Harriott (2004) Assessing anchor damage on coral reefs: A case study in the selection of environmental indicators. *Environ. Manage.* 33:126–139

Epstein, N., Bak, R.P.M., Rinkevich, B. (1999) Implementation of a small-scale “no-use zone” policy in a reef ecosystem: Eilat’s reef lagoon six years later. *Coral Reefs* 18: 327–332

Guzner B, Novplansky A, Chadwick NE (2010) Indirect impacts of recreational scuba diving: patterns of growth and predation in branching stony corals. *B Mar Sci* 86:727–742

Harriott, V.J., Davis, D., Banks, S.A. (1997) Recreational diving and its impact in marine protected areas in Eastern Australia. *Ambio* 26:173–179

Hasler, H., & Ott, J. A. (2008) Diving down the reefs? Intensive diving tourism threatens the reefs of the northern Red Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 56(10): 1788-1794

Hawkins, J.P., Roberts, C.M. (1993) Effects of recreational diving on coral reefs. Trampling of reef flat communities. *Journal of Applied Ecology* 30: 25–30

Hawkins J. and Roberts C.M. (1997) Estimating the carrying capacity of coral reefs for SCUBA diving. *Proceedings of the Eighth International Coral Reef Symposium* 2 pp.1923–1926

Hawkins, J.P., Roberts, C.M., Van't Hof, T., De Meyer, K., Tratalos, J., Aldam, C. (1999) Effects of recreational scuba diving on Caribbean coral and fish communities. *Conservation Biology* 13: 888–897

環境省 (2009) 「平成 21 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書」
(<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h21/pdf.html>)

Kay, A.M., Liddle, M.J. (1989) Impact of human trampling in different zones of a coral reef flat. *Environmental Management* 13 (4): 509–520

Medio, D., Ormond, R.F.G., Pearson, M. (1997) Effect of briefing on rates of damage to corals by scuba divers. *Biological Conservation* 79: 91–95

Neil, D. (1990) Potential for coral stress due to sediment resuspension and deposition by reef walkers. *Biological Conservation* 52 (3): 221–227

Pendleton, L.H. (1994) Environmental quality and recreational demand in a Caribbean coral reef. *Coastal Management* 22 (4): 399–404

Rouphael, A.B., Inglis, G.J. (1997) Impacts of recreational SCUBA diving at sites with

different reef topographies. *Biological Conservation* 82: 329–336

Rouphael, A.B., Inglis, G.J. (2000) Take only photographs and leave only footprints. An experimental study of the impacts of underwater photographers on coral reef dive sites. *Biological Conservation* 100: 281–287

Schleyer, MH and Tomalin BJ (2000) Damage on South African coral reefs and an assesment of their sustainable diving capacity using a fisheries approach. *Bulletin of Marine Science* 67: 1025–1042

Talge, H (1992) Impact of Recreational Divers on Scleratinian Corals at Loo Key, Florida. *Proceedings of the Seventh International Coral Reef Symposium, Guam*, 2 :1077-1082.

Tratalosa, J.A., Austin, T.J. (2001) Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. *Biological Conservation* 102: 67–75

Woodland, D.J., Hopper, J.N.A. (1977) The effects of human trampling on coral reefs. *Biological Conservation* 11: 1–4

第 2 章

レジャーダイビング活動に関する 社会経済的分析

2. 1 日本におけるレジャーダイビング産業の社会経済的発展

本節では、レジャーダイビング産業が日本でどのように始まり発展していったかという変遷を、主に日本国内の出来事を中心に記述する。

2. 1. 1 レジャーダイビングの始まり（1940年代～1950年代）

スキューバ・ダイビングとは、圧縮した空気を入れたタンクを用い、水中で呼吸をするための器具を用いて潜水する行動を指す。現在スキューバと呼ばれる器具の原型は、1942年ごろに、フランスの軍人・海洋探検家・生物学者であるジャック・イブ・クストーらによって共同開発された（南西地域産業活性化センター 2007）。クストーらはアクアラング社を設立し、スキューバ潜水器の製造・販売を行った。なお、スキューバという名称は、英語の **Self Contained Underwater Breathing Apparatus (SCUBA)** の頭文字を取ったものであり、日本語では自給式水中呼吸装置とも訳される（中小企業事業団 1995）。この水中呼吸装置の中には、大きく分けて「開放式」と「閉鎖式」の2種類があり、「開放式」では呼吸した空気をそのまま水中に放出するが、「閉鎖式」では水中に呼気を排出せず装置の中で循環させる（英語ではリブリーザーとも呼ぶ）。レクリエーションダイビングでは解放式が一般的であり、閉鎖式はほとんど使われない。

1945年ごろにはスキューバ潜水器がヨーロッパのみでなく世界中に普及し始め、その2年後、第二次世界大戦直後の1947年ごろには、早くも日本においてもアクアラング社製スキューバ潜水器が輸入され、レジャーダイビングが始まった（南西地域産業活性化センター 2007）。日本にスキューバを持ち込んだのは、当時沖縄に駐留していた米軍の兵士達であった（南西地域産業活性化センター 2007）。しかし、この頃はまだ、ダイビングという活動はもちろん一般的でなく、一部の特殊な人々が行うスポーツという認識であった。例えば1965年当時の沖縄では、ダイビング器材一式が250～300米ドルであった（当時の大卒の初任給は35～40米ドル）が、このように輸入されたダイビング器材が大変高価で入手困難であったことから、ダイビングができるのはごく一部の人に限られていた（海洋危険生物研究会 2000）。また、ダイビング器材が高価なことから、米軍からの中古品や自作のダイビング器材を使用する場合も多かった。そのため、器材の安全性も現在より低く、またダイビングに関する知識も十分でなかったため、事故も多く非常に危険を伴うスポーツであった（南西地域産業活性化センター 2007）。ダイビングに関するルールや規制なども特になく、単にダイビングを楽しむだけというよりは、スピアーフィッシングなど魚や海産物を獲るためのダイビングが主として行われていたようである。

その後、1956年には、クストーが監督を務めた「沈黙の世界」という映画が公開された。当時の人々はこの映画によって初めて水中映像を見ることとなり、大きな衝撃を与えた。この映画の

影響を受けてダイビングへの人々の関心が高まり、第1次のダイビングブームの火付け役となった。間もなく、レジャーダイビングの普及により日本各地でダイビングクラブが設立され、日本ダイビング協会が発足した。また1957年には日本初の長編カラー海中映画「海は生きている」も制作・公開され、更にダイビングの人気を押し上げた。翌1958年には、静岡県の実鶴に日本で最初のダイビングサービスである「実鶴ダイビングセンター」のオープン、日本水産大学ダイビングクラブの誕生など、ダイビング人口の更なる増加を示す出来事が起こっている（南西地域産業活性化センター 2007）。

このように、日本で早い時期にスキューバダイビングが始まり普及したのは、在沖縄米軍の兵士たちの影響や、映画などのメディアの果たした役割も大きかったようである。

2. 1. 2 ダイビング指導団体（認定証発行団体）の発展（1950年代～1960年代）

指導団体とは、ダイバーの育成を目的とする営利または非営利の団体である。現在日本国内だけでもおよそ30の団体があり（表2-1）、それぞれの理念に基づいた教育プログラムを実施し、ダイバーの養成や認定証の発行を行っている（中小企業事業団1995）。なお、ダイビングの認定証に対して、誤って「ライセンス（免許）」という言葉がよく使用されているが、ダイビングを行うのに公的な資格・免許等は法律上は必要ない。しかし、通常のダイビングショップ等では、公認団体のダイバー養成訓練を受け合格したことを証明する「サーティフィケーション（認定証）」を持っているダイバーしかレジャーダイビングには参加できないことになっている。ダイビングの認定証は、サーティフィケーションの頭文字のCを取ってCカードという略称で呼ばれることが多い。

表 2-1 日本国内のダイビング指導団体一覧（1997年末時点）

団体名	略称
(株) SSI日本	SSI
関西潜水連盟	KD Japan
Scuba Educational Association	SEA
Scuba Diving College	SDC
セントラルスポーツダイビング協会	DACS
全日本潜水連盟	JUDF
(株) ナウイエンタープライズ	NAUI
NASDS・ジャパン(株)	NASDS Japan

(株) 日本海中技術振興会	JCS
(財) 尾道海技学院	MTES
日本ダイビングスポーツクラブ協会	JUSCA
(株) パディ・ジャパン	PADI
(株) マイカル・マリン	BSAC
ADS Internationaol	ADS Japan
日本職業潜水教師協会	JP
日本水中指導者協会	JULIA
障害者潜水協会	HSA
日本スキューバダイビング連盟	JNASA
国際指導者連盟	AIJ
スリーアイ	THREE-i
国際ダイビング教育者協会	IDEA
日本ダイビング協会	NDA
(有) 日本潜水連盟	JDU
日本潜水技術協会	ID
潜水科学技術協会	STARS
スキューバダイビング検定協会	SDCA
International Scuba Diving Community	ISC
ダイビングアソシエーションジャパン	DAJ
PDICジャパン	PDIC
全日本潜水指導者連盟	DIA Japan
日本潜水教育協会	JUTA
シーワーズファクトリー	SWA

出典：「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」 (社) 海中技術開発協会

1950年代から60年代にかけて、ダイビングを楽しむ人々の増加に連れて、潜水技術の向上のために指導的役割を果たす団体が各地にでき始めた。これらの主なものは、後に発展し、現在まで存続してダイビング指導団体となっている。よく知られている指導団体は表2-2のとおりである。

表 2-2 主要な国際的ダイビング指導団体

団体名	概要
<u>NAUI (National Association of Underwater Instructors)</u>	世界各地に支部を持つ非営利の団体で、質の高いトレーニングプログラムを提供している。1950 年代初めにアメリカのカリフォルニアで発足したナショナル・ダイビング・パトロールを前身とする。1955 年 4 月に世界で初めてのダイビングインストラクター養成コースを開催した。1970 年には日本でもインストラクター養成コースが開催され、20 名の NAUI ダイビングインストラクターが誕生した。1995 年に組織改変を行い、名称が NAUI Worldwide に変更された。
<u>PADI (Professional Association of Diving Instructors)</u>	1966 年にアメリカのシカゴで誕生した。最初の 3 年間で発行したダイビング認定証の数は 2 万 5 千に達した。現在では世界 180 カ国で活動を行い、加盟インストラクターが 135,000 人、提携ダイブショップが 6,000 店、シェアがおおよそ 60% で世界一位である。日本国内で活動する PADI ジャパンは約 40 年前に創立され、東京、大阪、沖縄に事務所がある。国内での提携店舗数は約 500 店である。
<u>BSAC (British Sub-Aqua Club)</u>	世界最古の伝統を持つダイビング教育機関で、名誉総裁はイギリス王室のウィリアム王子である。1953 年、イギリスのロンドンで「水中での探検、科学、スポーツなどの活動と、それらの安全性を促進する」ことを目的に設立。1958 年初の海外支部としてジャマイカ支部を設立。1987 年に、英国以外におけるダイビング教育事業の開発を担う「BSAC International」が発足すると同時に、日本でも「BSAC Japan」が設立された。世界中で 86 カ国以上、40,000 名を越える正式メンバーがいる。
<u>CMAS (Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques)</u>	水中活動に関する国際 NGO として 1959 年に設立された。本部はイタリアのローマにある。初代会長はスキューバ発明者と言われるジャック・イヴ・クストーである。日本では、Japan CMAS Insutructors Association (JCIA) が 1982 年 10 月に創立され、1985 年 4 月に JCIA の CMAS への加盟が正式に承認された。
<u>SSI (Scuba Schools International)</u>	1970 年にアメリカで設立された指導団体で、110 カ国以上で活動し、30 ヶ所の国際支部と約 2400 店舗の系列ダイビングショップを持つ。フリーのインストラクター活動は認められておらず、インストラクターは全員加盟店に所属している。

出典：各団体ホームページ及び聞き取り調査などから著者作成

日本での最初の指導団体としては、1967年に設立された日本潜水会がある。1972年には、日本潜水会を中心とし、中部日本潜水連盟、関西潜水連盟、PADI潜水指導協会の合計4団体が母体となって「全日本潜水連盟（JUDF）」が結成された（全日本潜水連盟 2005）。このJUDFは現在でも非営利の指導団体として活動を継続している。

また、1961年、労働省令により、「潜水土」が制定されたが、当時は講義と実技講習が行われていた。1974年に現在のような国家資格となり、筆記試験を受験して合格すれば資格が得られる形となっている。ただし、上述のとおりレジャーダイビングをするにはこの資格は必要ない。「労働安全衛生法」及び「労働安全衛生法施行令」により、「潜水器を用い、かつ、空気圧縮機若しくは手押しポンプによる送気又はボンベからの給気を受けて、水中において行う業務」を行うには、「潜水土免許」を持ったものでなければ業務に就かせてはならないと規定されているため、業務や調査研究のためにダイビングをする場合（インストラクター、ダイビングガイド、作業ダイバー、研究者等）のみ必要な資格である。

2. 1. 3 ダイビング器具の改良と普及（1960年代～1970年代）

1961年、日本アクアラング社が設立され、日本国内でのスキューバ機材の販売が本格化した。1963年には水中撮影用防水カメラの「ニコノスI」という機種が発売され、ダイバーの間で広く普及した（南西地域産業活性化センター 2007）。

1969年には、日本で初のダイビング専門雑誌「マリンダイビング」が創刊された。「マリンダイビング」は現在でも刊行されており、遅れて1980年6月に創刊された「月刊ダイバー」とともに、最も読まれているダイビング雑誌の一つとなっている。

一方、ダイビング器材のほうも改良が進み、ダイビングの安全性もそれまでに比べて高まった。1972年には、スキューバプロというダイビング器材メーカーが残圧計を発売した（南西地域産業活性化センター 2007）。これは、ダイビング中のタンク内の残りの空気の量を表す非常に重要な計器であり、現在の常識では残圧計を持たずにダイビングを行うことは考えられない。1975年ごろにかけて、ダイビング用具の軽量化・ファッション化が進み、最初のダイビングコンピューターもこのころ販売開始された。1977年にはスキューバプロがジャケット型のBCを販売開始した（南西地域産業活性化センター 2007）。「BC」は「Buoyancy Compensator（浮力補正器）」の略で、空気を出し入れして浮力を調節する吸排気弁がついている。それまではハーネスにタンクをつけて潜っていたため浮力調節機能はなかったが、ジャケットタイプのBCの開発により、水中で浮力を保ち、また水面で浮力を確保することが容易にできるようになった。

このように、BC・残圧計・ダイビングコンピューター等の器材の開発により、ダイビングの安全性は飛躍的に高まり、多くの人を楽しめるスポーツとして普及していった。また、水中写真も、比較的手軽に楽しめるようになった（南西地域産業活性化センター 2007）。1980 年ごろを中心に、リゾート地だけではなく東京などの大都市部で営業するダイビングショップも登場し、Cカードを取得するダイバーが増加した（中小企業事業団 1995）。

また、1960 年代～70 年代にかけて、マリレジャー全体の人気が高まり、日本国内のモーターボートやヨットなどの保有台数も急増した（図 2-1）。

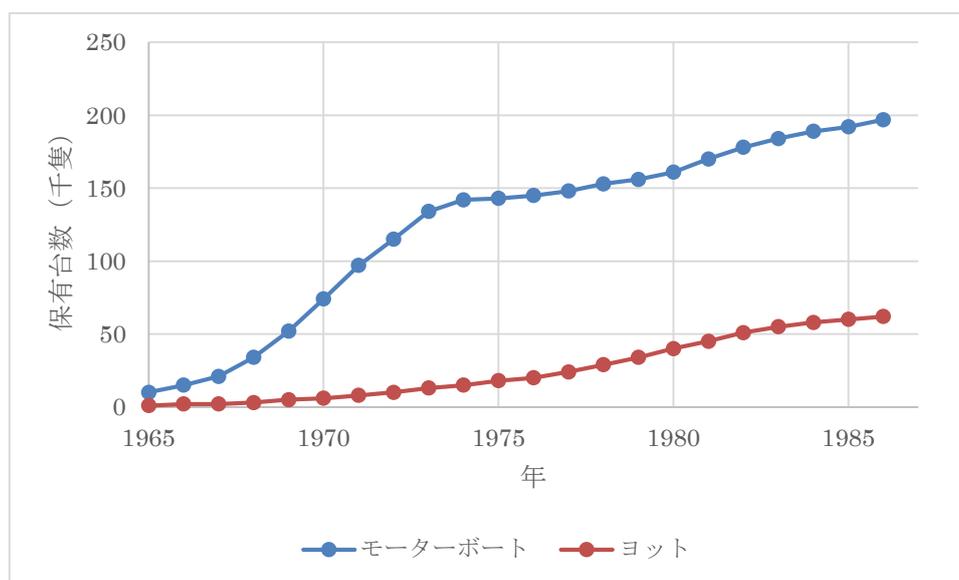


図 2-1 日本国内のモーターボート及びヨット保有台数（推計値）の推移

出典：運輸省運輸政策局海洋・海事課編（1988）「海洋性レクリエーションの現状と展望（マリレジャー白書‘88）」

2. 1. 4 ダイビングの大衆化と環境・社会問題の表面化（1980 年代～90 年代）

1980 年代には、1983 年、1989 年ごろを中心に、二度のダイビングブームが日本国内で起こった。特に 1989 年の第 2 次ダイビングブームでは、バブル経済の高景気を背景に、「グランブルー」（1988 年公開のフランス映画）、「彼女が水着に着替えたなら」（1989 年公開の邦画）という 2 本の映画の影響もあり、特にブームが加速された（中小企業事業団 1995）。当時の運輸省も海洋性レクリエーションの振興に関するマスタープラン「Marine'99 計画」を 1988 年に策定し（運輸省 1988）、国の施策としてマリレジャーの振興が打ち出されたこともダイビング振興の背景にあったと思われる。C カードの発行数をみると、1989 年の年間発行数は 60,460 枚であり、前年の 35,971 枚から 168%増加している（日本機械工業連合会、レジャー・スポーツダイビング産

業協会 2001)。

しかし、それまでは少数によって行われていたダイビング活動が大衆化することにより、さまざまな環境・社会問題も表面化することとなった。その主なものは、ダイバーと漁業者の間の軋轢、ダイビング業者間の対立、サンゴ礁へのダメージ等である。

早くからダイビングが行われていた真鶴では、同じ海を利用するダイバーと漁業者の間のコンフリクトが表面化し、1980年にはダイビング活動が全面的に禁止されるまでに至った(南西地域産業活性化センター 2007)。このようなダイバーと漁協の間の対立は、程度の差はあれ漁業が盛んであった多くの地域で起こった。たとえば、第5章で詳述するように、伊豆半島の大瀬崎では、漁協がダイバーから徴収していた海域利用料を巡り法廷闘争に発展し、最高裁まで争われた。

2. 1. 5 ダイビング産業の成熟期 (1990~2000 年代)

1992年、バブル経済の崩壊とともに、ダイビング業界の収益も初の前年割れとなったが、その翌年には急回復してCカードの年間発行総数が80660枚となった。しかし、Cカード年間発行総数は、その後は1995年の97999枚をピークにゆるやかに減少している(中小企業事業団 1995)。このことから、1990年代半ばごろには、ダイビング産業の急成長時代が終わり成熟期に入ったと考えられる。

しかし、ダイビング産業が経済的には横ばい状態になっても、ダイビング活動によって生ずる環境問題は依然として存在した。それに対し、環境を保全する取組も、様々なものが現れた。例えば、ダイビング事業者によるオニヒトデやシロレイシガイダマシなどのサンゴ食害生物の駆除、ダイバー等によるボランティアベースでのサンゴ礁の生態調査や養殖されたサンゴの移植活動、更には行政主導による保全推進の取組などである。

2007年には、エコツーリズム推進法が制定された。これを受けて、2012年に沖縄県の慶良間海域の「エコツーリズム全体構想」が埼玉県飯能市に続き全国で2番目、またサンゴ礁海域を対象とした特定自然観光資源の指定を含む全体構想としては全国初の環境大臣による認定を受けた(環境省 2014)。この全体構想により、対象区域内でのダイバーの数に制限が設けられたほか、この海域を保全しながら観光利用していくためのルールやガイドラインが定められた。

2. 2 沖縄県におけるレジャーダイビング産業の社会経済的発展

2. 2. 1 沖縄におけるダイビング業の発展

前述のとおり、日本にスキューバダイビングを持ち込んだのは第2次世界大戦後の沖縄駐留米

兵であると考えられており、沖縄は日本における「スキューバダイビングの発祥地」ということになる。1971年には、沖縄県内の各ダイビングクラブの親睦・技術向上とより安全なダイビングを目指して、沖縄県潜水連盟が結成され、恩名村・本部町や座間味海域でオニヒトデ駆除などの保全活動を行っていたが、約10年で解散した（海洋危険生物研究会 2000）。また、県内への指導団体の進出は、1971年のPADIに始まり、同年に最初のインストラクターが誕生した（沖縄振興開発金融公庫 1999）。

沖縄県内のダイビングショップは、1972年の沖縄の本土復帰以前は、わずかに5店舗前後が営業していたものとみられるが、復帰後は1973年の沖縄海洋博覧会の開催を契機とし、50店を越えるまでに急増した。海洋博の終了後、折からの不況も重なってショップ数は一時的に減少したが、本土におけるダイビング人口の増加に伴いショップ数も増加し、1988年ごろには県内で約130店舗前後のダイビングショップが営業していた（沖縄振興開発金融公庫 1999）。前述のとおり、日本各地で漁業関係者とのトラブルが発生したため、そのようなトラブルが少ないスポットとして当時は沖縄が好まれていたようである。その後も沖縄の観光業の成長とダイビングに最適な自然環境もあって、ショップ数は増加し続け、1999年には約340店まで増加した（沖縄振興開発金融公庫 1999）。2010年の調査によれば、県内のダイビングショップ総数は627件とされている（沖縄県 2010）。このように、沖縄県内のダイビングショップの数は急激に増加してきた。

また、初期のころは主に沖縄本島の本部や恩納村等で行われていたダイビングも、沖縄県内各地に広まった。宮古島や慶良間諸島などでも1980年ごろからダイビングショップが開業し、ダイビング客も増え始めた（上田 1996）。その結果、本土で見られたダイビング業と漁業者の対立が沖縄県内でも起こり始めた。沖縄県宮古島では、1991年ごろからダイビング事業者と漁業者間の対立が起こったが、この対立は10年近く続き法廷闘争にまで発展した。慶良間諸島も、日本を代表するダイバーに人気の高いサンゴ礁海海域であるが、もともと漁業者が少なかったため、ダイビング業と漁業の大きな軋轢は発生しなかったようである。しかし、オニヒトデの大発生等により、沖縄本島のサンゴ礁が劣化したことによって、沖縄本島のダイビング事業者が慶良間海域を利用するようになり、沖縄本島のダイビングショップと慶良間のダイビングショップの間で対立が起こった。そのため、1984年頃、本島と慶良間のショップ間の話し合いで非公式な海域利用協定が結ばれ、沖縄本島のダイビングショップが活動できるエリアが慶良間周辺海域の東側の一部の海域のみに制限された（横井、私信）。また、水中カメラマン兼ダイビングショップオーナーとして活動していた横井謙典氏により、ダイビングライセンスを持っていない初心者向けの体験ダイビングシステムや、自前のダイビング船を持たない小規模ダイビングショップによるボートの乗り合いシステムが考案された（横井、私信）。

1989年には、当時世間を騒がせた、朝日新聞社の記者による「アザミサンゴ落書き捏造事件」

が起こった。沖縄県西表島にある大きなアザミサンゴの群体に「KY」とナイフで落書きされた写真が、ダイバーによる環境破壊を示すものとして朝日新聞紙面で報道されたが、後にこの落書きは記者自身によるものだったことが発覚した。この群体は、高さ約4m、周囲約20mという世界最大級のアザミサンゴとしてギネスブックにも掲載されたことがある群体であった。これにより、当時の朝日新聞社長が引責辞任、記者本人が懲戒解雇など、多くの関係者が処分を受けた。また、この事件を取材に来た他のマスコミによって周辺のサンゴ礁が荒らされるなど、二次的な環境被害も起こったという（ウィキペディア 2016）。

また、急成長するダイビング産業に対応し、安全対策等を強化するため、法整備等も行われた。1988年には、第11管区海上保安本部の指導により、沖縄県ダイビング安全対策協議会が設立されたが、この組織は現在では宮古地区、八重山地区、沖縄本島地区の3つの協議会に分かれて活動を行っている（海洋危険生物研究会 2000）。また、1994年に沖縄県は「沖縄県水難事故の防止及び遊泳者等の安全の確保に関する条例」（通称「水上安全条例」）を施行し、すべてのマリレジャー業者が県公安委員会への届出が義務付けられるようになった（海洋危険生物研究会 2000）。マリレジャーの推進と安全対策の指導・監督を行う（財）沖縄県マリレジャーセイフティービューローも同年に設立された（海洋危険生物研究会 2000）。

2. 2. 2 海洋環境保全に対する取組み

沖縄の本土復帰以来、開発が進むにつれて、赤土の流出やオニヒトデの大発生、サンゴの白化現象などの環境問題が起こり始めた。1960年代末ごろから沖縄各地でサンゴを食害するオニヒトデの大量発生が見られ、1970年代にはほとんどのサンゴ礁でサンゴ被度の大幅な減少が見られた（Sakai et al., 1988）。1972年に100名のボランティアダイバーがオニヒトデの駆除を行ったという記録がある。サンゴの白化現象は特に1998年のものが大規模でかつ深刻であった。オニヒトデの大発生とサンゴの白化はその後数年ごとに繰り返し発生している。これに対し、行政などによるサンゴ礁保全の取組みも様々なものが行われている。

沖縄県文化環境部自然保護課では、サンゴ礁保全に向けたサンゴ礁の生態調査・オニヒトデ調査や各種のマニュアルやガイドライン等の作成を行っている。また2008年から沖縄県サンゴ礁保全推進協議会を設置し、ポスターコンクールやシンポジウム開催等の教育普及活動等にも力を入れている。さらに、沖縄県には、2002年から導入された保全利用協定という制度があり、県内において環境保全型自然体験活動（エコツーリズム）の場として利用されている自然環境の保全を目的として、関係する事業者間で自主的に合意された利用ルールを県知事が認定することができる。現在、海域では石垣島の白保サンゴ礁地区が対象となっている。

環境省は、西表島のマングローブ林や石西礁湖と呼ばれるサンゴ礁海域を含む西表国立公園の

管理を担当し、公園内のサンゴ礁保全の取組を進めてきた。この海域でオニヒトデ駆除やサンゴ種苗の移植、環境教育の推進など様々な取組を行っているほか、2006年に石西礁湖自然再生協議会を発足させ、地元住民、市民団体、漁業や観光関係の団体、研究者、行政機関等をメンバーとして、市民参加型の自然保護活動を行っている。その後、西表国立公園は、2007年に石垣島の陸域と白保・米原など4ヶ所のサンゴ礁海域を含む地域に拡大され、名称も西表石垣国立公園と改名された。

また、2008年にエコツアーリズム推進法が施行され、これに基づいて慶良間地域でエコツアーリズム推進全体構想が作成された。この背景としては、前述のように、沖縄本島のダイビング事業者による慶良間海域の過剰利用問題があった。この全体構想では各月ごとに海域を利用できるダイバーの上限人数が設定され、全国でも初めてのダイバーの人数制限が行われることとなった。この全体構想は2012年に環境大臣による認定を受け正式に発効することとなった。なお、エコツアーリズム推進法は2008年に施行されたものの、環境大臣の認定を受けた事例はまだ少なく、慶良間地域が埼玉県飯能市に続き全国で2例目となっている（環境省2014）。

2. 3 日本及び沖縄のレジャーダイビングの歴史に関する考察

以上の日本及び沖縄の戦後からのレジャーダイビングの発展の歴史を、年表形式にまとめたものが表2-3である。現代の娯楽としてのスキューバダイビングは誕生してからおよそ70年の歴史があり、映画などのマスメディアの影響や、より安全で安価な器材の開発・普及によって、日本国内で急速にダイバー人口を増やし産業として発達していった。しかし、その急速な発展に社会制度や法制度が追い付いていない部分もあり、漁業者との利害調整の難しさや、海洋生態系に対する悪影響など、様々な問題も生まれた。

特に沖縄では、ダイビングから生じるサンゴ礁生態系への負荷が懸念され、行政機関等によって様々な取り組みが行われた。最新の動向としては、慶良間諸島のエコツアーリズム推進全体構想に見られるように、サンゴ礁生態系の持続可能な観光利用を進めるためにはダイバーの人数制限が必要という議論も行われている。このことから、ダイビングによるサンゴ礁生態系への影響が社会的にもはや無視できないほどの重要な問題となっていることが言える。しかし、この人数制限の内容については、環境容量等の科学的なデータに基づいて決められたものではなく、現状の利用人数の実態を基に定められており、今後この規制のサンゴ礁生態系保全に対する有効性の検証や、環境容量をどのように決めればよいか、さらにダイビング等マリンレジャー活動の影響をどのように低減できるかなどを自然科学・社会科学の両面から明らかにするような学際的な研究の重要性が今後益々高まると考えられる。

さらに、ダイビング業発展の歴史を俯瞰することで明らかになった点は、ダイビング活動から

生じるサンゴ礁生態系への生態学的な影響もさることながら、漁業者との対立やダイビング事業者同士の対立など、社会的な負の影響が日本の地域社会においては非常に大きかったということである。しかし、この生態学的な影響と社会的な影響はそれぞれ個別の問題ではなく、同じ問題の別の側面であり、非常に密接に関連しているため、どちらか一方だけを取り上げて論じることは問題解決の妨げとなると考えられる。たとえば、サンゴ礁生態系へのダメージが大きくなることによって、利用できる資源が限られるようになり社会的軋轢の悪化を助長する原因となるとともに、漁業者とダイビング事業者・ダイバーが対立関係にあることによって、両者が協力して資源保護対策を進めることの妨げとなりサンゴ礁生態系の悪化をさらに引き起こす、という悪循環に陥るからである。この問題については、第5章において詳細に論じ、問題解決に至るひとつのアプローチの可能性を提示している。

また、海外の事例でサンゴ礁の観光利用と保全で先進的な取組を行っているオーストラリアのグレートバリアリーフと日本国内での取組を比較してみると、オーストラリアではトップダウン的なアプローチが取られているのに対し、日本ではボトムアップ型の取組が中心となっているという特色が見られる。グレートバリアリーフ国立公園（GBRMP）は、総面積 345,400 平方メートルの広大な海洋国立公園で、1981 年より世界自然遺産にも指定されている。年間 160 万人（2001 年）の観光客が訪れ、730 のツアーオペレーターが観光サービスを提供している（沖縄県 2003）。その環境保全策の特色は、①グレートバリアリーフ海洋公園法（GBRMPA）等による法規制、②連邦政府と州政府の連携による公園管理、③ゾーニングやマネジメントプランに基づいた計画的な管理運営、などである。1975 年に制定された GBRMPA により、公的機関としてグレートバリアリーフ海洋公園管理局が設置され、100 名ほどの国立公園管理官には、違反者の摘発・逮捕などの権限が与えられている。グレートバリアリーフ内での様々な規制に違反した場合は、罰金等が課される場合もあり、更に公園内での経済活動には公園管理局の許可証が必要となっている。もちろんオーストラリアは民主主義国家であり、GBRMP においても、ゾーニングや管理計画の決定等において、地元住民との意見交換や合意形成には十分な努力が行われているが、管理の手法としては、上記のようなトップダウン的な特色が強いといえる。

これに対して日本では、このような強い法的拘束力を持った海洋環境の保全に関する法律がなく、「自然公園法」によって公園指定区域内での海底の改変等に対する規制はあったが、「自然公園法」自体が国民による優れた自然の利用の増進をひとつの目的としており、ダイビングなどの観光活動に関しては規制の対象とはされていなかった。2007 年のエコツーリズム推進法により初めて法的拘束力をもった観光活動の規制が可能となった。また、伝統的に漁業者の権利が保護されてきたこともあり、海域の利用に関し法的に規制するというよりは、漁業者同士、または観光業者同士の自主的なルールづくり等によって保全活動等が進められてきた。この流れを汲んで、エコツーリズム推進法においても、ルールや保全管理計画作りは地域住民や関係者等で組織する

協議会によって行われることになっており、国の役割はその計画を承認するのみとなっている。
このように、日本とオーストラリアのサンゴ礁保全に関するアプローチは対照的であり、どちら
がより優れていると一概には言えないが、それぞれの社会状況の違いが反映されている。

表 2-3 スキューバダイビング産業の歴史年表

	世界	日本	沖縄	その他のマリネジャー
1945	スクーバ潜水器(アクアラング)が世界中に普及し始める			
1947		日本のレジャーダイビングの始まり(アクアラングの輸入)		
1956	映画「沈黙の世界」(ジャック・イブ・クストー監督)公開			
1957		日本ダイビング協会発足		
1957		各地でダイビングクラブ発足		
1957		日本初の長編カラー海底映画「海は生きている」公開		
1958		真鶴ダイビングセンター設立(ダイビングサービスの先駆け)		
1958		東京水産大学ダイビングクラブ発足		
1961		労働省令により「潜水士」が制定される。(当時は講義と実技講習があった)		
1961		日本アクアラング社設立(潜水器の販売本格化)		
1961		真鶴にてダイバーと漁民とのトラブル表面化		
1962				第1回モーターボートショーが東京で開催される
1963		ニコンSⅠ(水中カメラ)発売		
1964		伊豆海洋公園オープン		
1965				日本サーフィン連盟が結成される
1966	シカゴでPADI誕生		沖縄ダイビングクラブができる	
1967		日本潜水会設立(日本で最初の指導団体)	日本人初のPADIインストラクターが沖縄米軍基地で認定される	
1969	アメリカでPADIのCカード発行数が累計25000枚に達する	日本初のダイビング雑誌創刊(マリンダイビング)		
1969		水中技術振興会発足		
1970		日本でNAUI発足 最初のNAUIの認定証が発行され、20名のインストラクターが養成される		このころ、日本国内でモーターボートの保有台数が急増
1970		ジャック・マイヨールが伊豆海洋公園で素潜り76mの世界記録樹立		
1971			沖縄県潜水連盟設立	
1972		全日本潜水連盟(JJDF)設立		
1972		神奈川県スキューバダイビング協会発足	沖縄海洋博開催予定地でオニヒトデ駆除。ボランティアダイバー100名以上が参加。	
1972		Sプロが残圧計を発売		
1973		PADI JAPANがインストラクターの共済団体的な性格を持つ組織として再出発		
1974		「潜水士」が国家試験制度になる		日本ボードセーリング協会が結成される
1975		レジャーダイビングの普及進む		
1975		ダイビング用具の軽量化、ファッション化 最初のダイビングコンピューターが発売開始		
1975		「ダイビングワールド」創刊(スノーケリングが流行し始める)		
1977		SプロがジャケットタイプのBCを発売。ハーネスに代わりBCが主流になる		
1980	NAUIの認定インストラクターが5000人に達する	都市部のダイビングショップ形態の確立、Cカード取得の定着		
1980		環境問題から真鶴半島のダイビングが全面禁止		
1981	オーストラリアのグレートバリアリーフ国立公園が世界遺産に登録される	フィッシュウォッチングの流行、女性ダイバーの増加		
1982		日本のPADI組織改変 PADI JAPAN発足		
1983			沖縄でPADIが初のインストラクター養成コースを開講	
1983		第1次ダイビングブーム		
1984			横井さん体験ダイビングシステムを考案	
1984			この頃、本島と慶良間のショップの間で海域利用協定が結ばれる	日本ジェットスキー協会が結成される

1985		大瀬崎地区で漁業協同組合とダイビング事業者の協定が結ばれる		
1986		インストラクター不足からCカード発行数鈍化	恩納村で「海面利用調整協議会」発足	
1987			観光用グラスボートの運航開始	リゾート法(総合保養地域整備法)施行
1988			沖縄県ダイビング安全対策協議会設立(2005年にNPO法人化)	
1988	映画「グランブルー」公開		北谷町砂辺に初めてダイビングショップができる	運輸省が海洋性レクリエーションに係る基盤整備などを含むマスタープラン「Marine '99計画」を策定する
1989	NAUIの認定インストラクターが12000人に達する	株式会社ナウイエンタープライズ発足(日本信販の出資)	朝日新聞「アザミサンゴ落書き」捏造事件	
1989		映画「彼女が水着に着替えたら」公開→第2次ダイビングブーム、女性ダイバー4割に増加		
1991			「恩納村環境保全条例」制定	
1991			宮古島で漁業者とダイビング業者の対立が始まる	
1992		バブル崩壊、ダイビング業界全体が前年割れ		
1992	PADIが環境保全のためのプロジェクトAWARE財団を設立	瀬戸内海でダイバーが鯨に襲われる		
1992		DANジャパン発足		
1993		レジャーダイビング回復基調		
1993		池袋で第1回「マリンダイビングフェア」開催		
1993		大瀬崎でダイビング事業者が漁協を提訴		
1994		レジャーダイビング認定カード普及協議会(通称Cカード協議会)設立(NASDS、NAUI、PADI、SSI)	沖縄県水上安全条例制定(ダイビングショップが届出制になる)	
1994		水産庁が「海面利用調整協議会」設置の通達を出す	沖縄マリンレジャーセーフティービューロー(OMSB)設立	
1995		Cカード協議会が「エントリーレベルスクーバ資格認定のための最低指導基準」ELS基準を制定		「海の日」が国民の祝日に制定される
1997			宮古ダイビング組合が伊良部漁協を提訴	
1998	国際海洋年			
1998		オリンパス社水中ハウジング発売、水中デジカメブーム		
1999			恩納村漁協でサンゴの養殖開始	
2000				沖縄座間味でサバニ帆走レースが始まる
2002		ダイビング高圧ガス安全協会設立		
2003			宮古島ダイビング裁判でダイビング事業者側の勝訴が確定する	
2004			沖縄県エコツーリズム推進事業開始	
2005			慶良間諸島がラムサール条約湿地に登録	
2007		ダイビング産業フォーラム設立	環境省エコツーリズム推進計画策定事業(慶良間)、ガイドライン策定	ハワイの伝統カヌー「ホクレア号」が日本に来航
2007			「宮古島美ら海連絡協議会」設立	エコツーリズム推進法制定
2008			沖縄県サンゴ礁保全協議会が設置される	エコツーリズム推進法施行
2009		高知で「宿毛湾環境保全連絡協議会」発足		
2010				環境省がサンゴ礁保全行動計画を策定
2012			慶良間海域エコツーリズム全体構想が環境大臣に認定される	

参考資料：「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」平成7年度 中小企業事業団調査・国際部、「海洋性レクリエーションの現状と展望(マリンレジャー白書'88) 運輸省編、「沖縄の観光関連産業の実態調査[沖縄県におけるダイビング産業の現状と将来展望]調査報告書」(財)南西地域産業活性化センター(2007)等

2. 4 日本のダイビング業界の現状

2. 4. 1 ダイビング業界の構造

レジャーダイビングに関わる事業者は、大きく分けると 2.1.2 節で紹介した認定証発行団体、ダイビング機材メーカーおよび販売店、ダイバーへの直接的技術指導やダイビングツアーを提供するダイビングショップが挙げられる。更に顧客・ユーザーとしての一般レジャーダイバーが存在する。以下にその概要を記述する。

<認定証発行団体>

2.1.2 節で前述したとおり、日本国内ではおよそ 30 の団体が活動していると言われるが、その規模や活動内容は、団体によってまちまちである。各団体に共通する主な事業内容としては、

- ・ダイビング指導教材（テキストブック等）の開発・作成・販売
- ・ダイビング指導者（インストラクター）の養成・認定
- ・ダイバーに対する認定証（Cカード）の発行

などがある。上記に加えて、PADI ジャパン等では、インストラクターやガイドに対する保険制度を運営している。

認定証取得コースのカリキュラムや教材の内容、指導方法、料金などは各団体がそれぞれ定めており、団体によって内容が異なっている。そのため、国内の主な指導団体は、指導内容の標準化をすすめるべく、1994年7月20日に「レジャーダイビング認定カード普及協議会」（通称カード協議会）を発足させた。同協会は現在では日本国内の主要なCカード発行組織10社によって構成されている。協会では、Cカードを発行するための「最低指導基準の採択と普及」を主な目的として活動を行い、設立されて以来「エントリーレベル基準」「インストラクターレベル基準」「スーパーバイザーレベル基準」「インストラクタートレーナー基準」を採択した（レジャーダイビング認定カード普及協議会 2009）。

<ダイビング器材メーカー>

ダイビング器材とは、ここではスノーケルおよびスクーバダイビングを行うために必要な用具類全般を指すこととするが、その主なものには、マスク、スノーケル、フィン、BC、レギュレーター、オクトパス、ダイビングコンピューター、ゲージ類、ブーツ、ウエットスーツ、ドライスーツなどがある。その他に、水中ノート、支持棒、ダイビングナイフ、バッグ、水中カメラなど

の細かなアクセサリ類や関連商品を含めると、その種類は非常に多岐にわたる。このうち、スーツ類（ウェットスーツとドライスーツ）のみで器材メーカー業界全体の売上高の半分以上を占める。ダイビング用品のうち、フィン、マスク、スーツ類は主に国内で製造されているが、その他の器材は輸入製品が多い。

日本国内のダイビング器材メーカーは、正確な数は不明であるものの、経済産業省・社団法人レジャー・スポーツダイビング産業協会（2009）によれば、レジャー用のダイビング器材を製造・販売、もしくは輸入・販売している主な事業所の数を合わせると 30 事業所で、これらの事業所でシェアの大多数を占めるとのことである。

<ダイビング機材販売店>

ダイビングの機材を販売している店舗の営業形態は、主に量販店と専門小売店に二分される。また、ダイビング器材の販売を専門としている小売店のみでなく、ほとんどのダイビングショップでも器材の販売を行っている。たとえば、初心者などでは、Cカードの講習を受講する際に器材も合わせて購入するケースが多い。

<ダイビングスクール・ショップ>

ダイビングショップの主要な営業形態は、スクール型とリゾート型の 2 種類である。スクール型は主に大都市やその近郊で営業している事業者であるが、リゾート型は実際にダイビングを行う地域で営業しており、大都市等からダイビング目的で訪れるダイバー向けにサービスを提供している。

ダイビングスクール・ショップの日本国内における分布を県別にみると、最も多いのは沖縄県で、次いで東京都、静岡県、神奈川県、大阪府となっている（図 2-2）。全国的に見ると、総数は 2,053 軒で、47 都道府県の全てにダイビングショップが存在し、最も少ないのは山梨県の 1 軒であった（表 2-4）。ただし、この数はNTTi タウンページ（<http://itp.ne.jp/>、アクセス日 2010 年 6 月 24 日）に掲載されているショップの数をカウントしたものであり、インターネット電話帳に掲載されていないショップを含めるともっと多くなる可能性がある。さらに、過去に調査データが存在した 1994 年時点のダイビングショップ数（スクーバダイビング事業共同組合 1994）と比較してみると、東京・京阪神の都市部で増加率が低く、特に東北、九州、沖縄等で増加率が高い（表 2-5）。

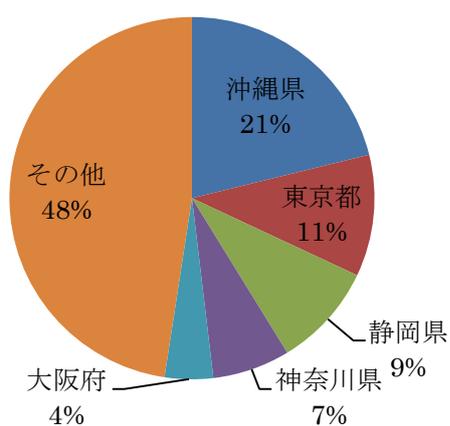


図 2-2 日本国内のダイビングスクール・ダイビングショップの分布 (2010年)

出典：NTTiタウンページを基に著者作成

表 2-4 都道府県別ダイビングショップ数 (2010年)

北海道	44	石川	13	岡山	15
青森	12	福井	28	広島	26
岩手	11	山梨	1	山口	27
宮城	23	長野	10	徳島	10
秋田	5	岐阜	15	香川	13
山形	5	静岡	190	愛媛	13
福島	10	愛知	82	高知	28
茨城	16	京都	19	福岡	58
栃木	7	大阪	88	佐賀	11
群馬	10	兵庫	55	長崎	23
埼玉	31	三重	19	熊本	27
千葉	59	滋賀	4	大分	13
東京	223	奈良	12	宮崎	14
神奈川	141	和歌山	67	鹿児島	87
新潟	23	鳥取	4	沖縄	434
富山	12	島根	15		

出典：NTTiタウンページを基に著者作成

表 2-5 地域別ダイビングショップ数の増加率

地域	1994	2010	増加率
北海道	17	44	159%
東北	10	66	560%
北関東	18	64	256%
千葉	22	59	168%
東京	134	223	66%
神奈川	52	141	171%
北陸・長野・岐阜	23	102	343%
東海	57	272	377%
京阪神	82	162	98%
近畿	19	102	437%
中国	22	87	295%
四国	15	64	327%
九州	35	233	566%
沖縄	70	434	520%
全国	576	2053	256%

出典：NTTiタウンページ、スクーバダイビング事業共同組合（1994）「レジャーダイビング産業の現状と展望」をもとに著者作成

ダイビングスクールのタイプ別では、都市型のショップが最も多く、過半数（54%）を占めた（図 2-3）。

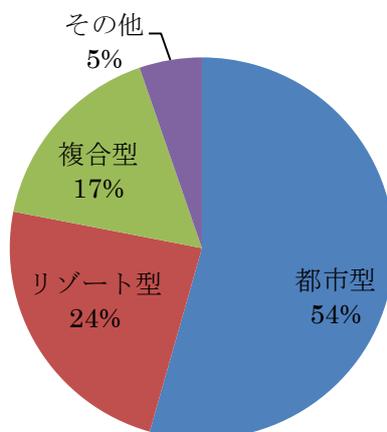


図 2-3 日本国内のダイビングスクール・ダイビングショップのタイプ別割合（1995年）

出典：「平成7年度ダイビング産業の実態に関する動向調査報告書」（社）海中開発技術協会

また、(社)日本機械工業連合会ら(2001)の調査によれば、サンプル数が98と少ないが、ダイビングショップの経営形態は、株式会社が20.4%、有限会社が42.9%、個人経営が33.7%、その他が3.1%である。更に、2000年の売上高でみると、図2-4のとおりである。また、ダイビングショップのうち、黒字経営となっているのは全体の約2割程度しかなく、残りの約8割は赤字や収支相殺となっている(図2-5)。

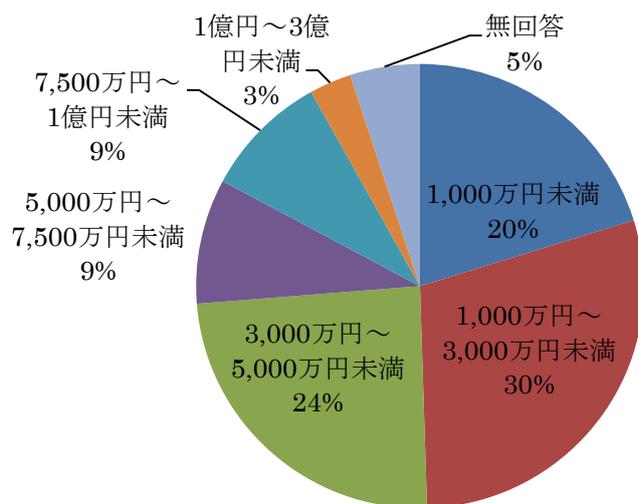


図2-4 日本国内のダイビングショップの売上高別割合(2000年)

出典:「平成12年度ダイビング器材の開発・普及に関する調査研究」(社)日本機械工業連合会、(社)レジャー・スポーツダイビング産業協会のデータを基に著者作成

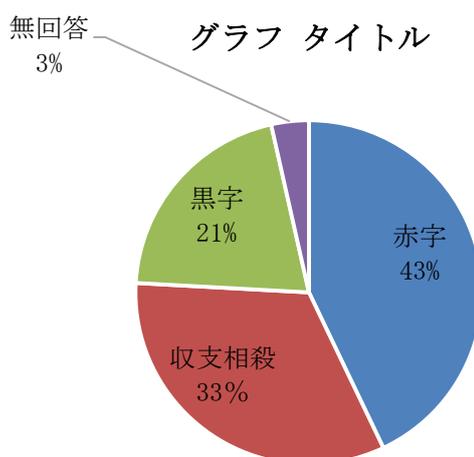


図2-5 日本国内のダイビングショップの経営状況(1995年)

出典:「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」中小企業事業団(1995)

<その他・周辺産業>

上記が主なダイビング業界の構造であるが、その他の周辺産業としては、ダイビングツアーを取り扱う旅行代理店や、ダイビング雑誌やガイドブックなどを出版する出版社等がある。

2. 4. 2 市場規模・経済効果

平成 21 年（2009 年）の経済産業省の調査によれば、日本国内でのエントリーレベル C カード累積取得者数は約 155 万人と推定されている。この数字には海外で C カードを取得した人数は含まれていないと考えられるため、実際の C カード保有者数はこれより多いと考えられる。そのうち、C カードを取得した後実際にダイビングを行っていない人（いわゆるペーパーダイバー）を除き、実質的にダイビング活動を継続して行っているダイビング参加人口（アクティブダイバー）は、約 40～65 万人と推計されている（小宮ら 2007）。年毎の C カードの年間発行枚数と累積発行枚数（国内分のみ）は図 2-6 のとおりである。

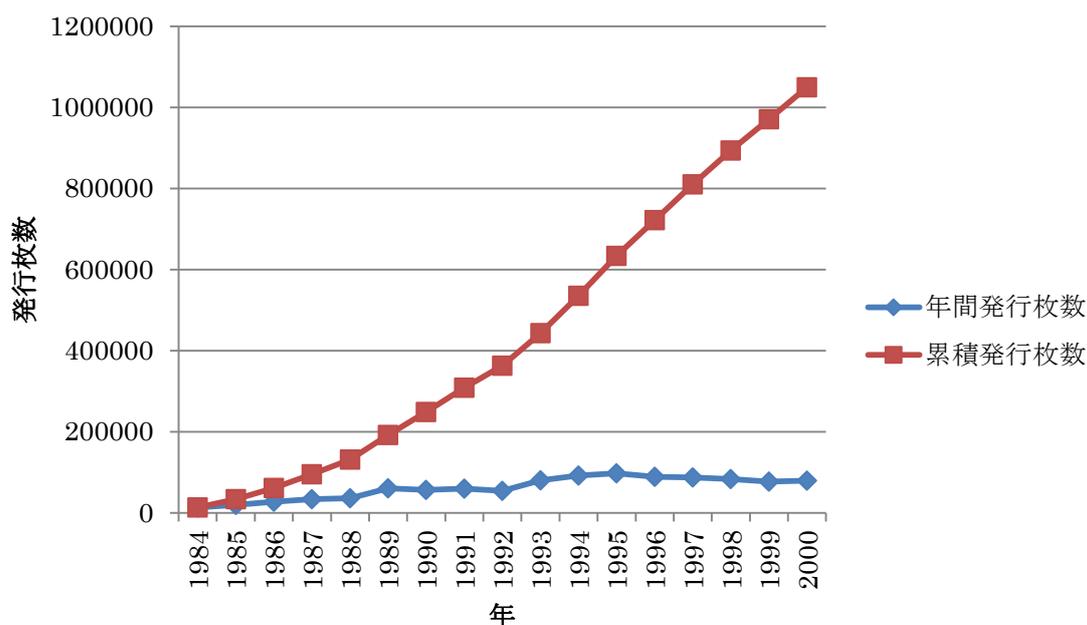


図 2-6 日本国内のエントリーレベルダイビング認定証発行数

出典：(社) 日本機械工業連合会、(社) レジャー・スポーツダイビング産業協会（2001）
「平成 12 年度ダイビング器材の開発・普及に関する調査研究」より著者作成

一方「レジャー白書 2015」（公益財団法人 日本生産性本部 2015）による、2001 年～2014 年の「スキンドайビング、スキューバダイビング」の参加人口の推定値は、100 万人から 220 万人の間である。この数値はスキンドайビングも含まれるので、スキューバダイビングに参加した人がそのうちのどの程度含まれるのか不明であるが、小宮らの推計と比べると数値が大きい。他

のマリンレジャーでは、「釣り」が突出して参加人口が多いものの、減少傾向が顕著である（図 2-7）。その他の「スキューバダイビング・スキューバダイビング」、「サーフィン・ウインドサーフィン」、「ヨット・モーターボート」の中では、「スキューバダイビング・スキューバダイビング」が最も参加人数が多い。潜在的な需要として、将来の「参加希望率」から現在の「参加率」を引いた差では、調査年によってばらつきがあるものの、スキン・スキューバダイビングは 10 位以内に入っている場合が多く、たとえば 2011 年の「レジャー白書 2011」では 8.3%で男性全体の 6 位、17.4%で 20 代女性の 9 位に入っている（公益財団法人 日本生産性本部 2011）。参加を希望しながら実際の参加に至っていない理由は経済面や時間の制約などいろいろな要因が考えられるが、潜在的需要が高いことから、今後も新規にダイビング活動を始めると見込まれる。また、近年では C カードの取得者数に占める女性及び 40 代以降の中老年層の割合が増加している（沖縄振興開発金融公庫 1999）。これらのことから、ダイビングは日本国内では一過性のブームではなく、余暇活動として既に定着していると言える。

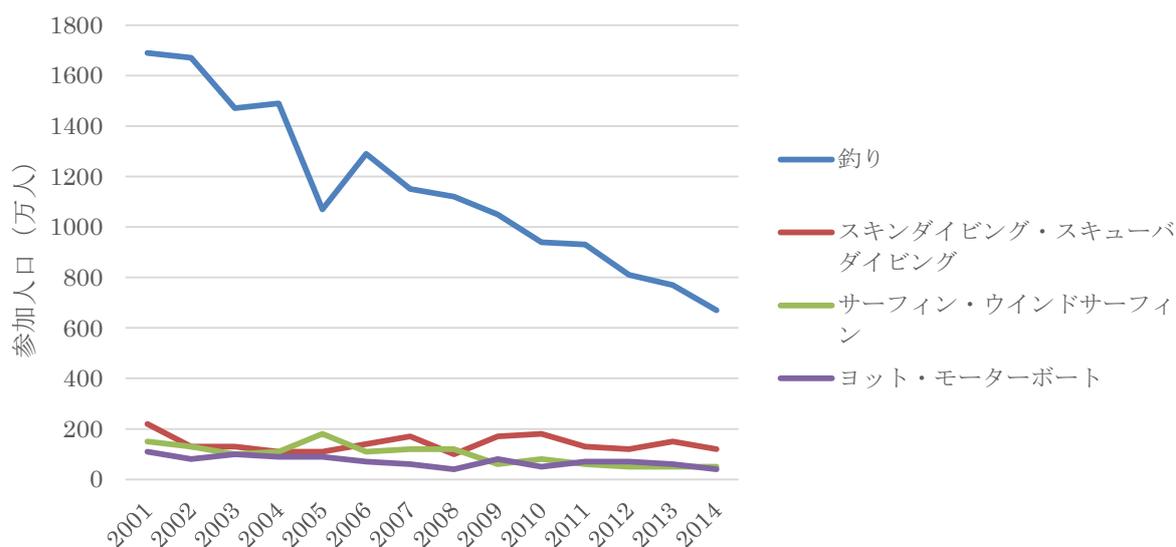


図 2-7 日本国内のマリンレジャー参加人口の推移

出典：「レジャー白書 2015」のデータより著者作成

ダイビング関連産業の市場規模に関する推定値（2009 年）は表 2-6 のとおりである。

表 2-6 ダイビング関連市場の推定市場規模と推定内訳

内訳	金額	備考
ダイビング用品・器材市場	約 137 億円	
講習・トレーニング市場	約 100 億円	
ガイド・ツアー市場	約 360 億円	交通費及び宿泊費を除く
合計	約 600 億円	

出典：「ダイビング産業の動向及び安全対策に関する調査報告書」経済産業省・社団法人レジャー・スポーツダイビング産業協会（2009）

また、経済産業省および社団法人レジャー・スポーツダイビング産業協会（2009）の調査によれば、国内でインストラクター資格を保有している人数は約 1.3 万人で、男女比は約 7 : 3 となっている。このうち、なんらかの形でインストラクターを仕事としているのは約 5 割の 6,000 人と言われており、残りは知識・技術を習得しステップアップした結果として資格を取得したダイバーである。同調査報告書によれば、日本国内のスキューバダイビング・スノーケリング関連産業で働く従事者の数は、約 8,770 人（閑散期）～12,000 人（繁忙期）と見積もられている（表 2-7）。

表 2-7 ダイビング関連産業における推定雇用者数

内訳	雇用人数	備考
ダイビング用品・器材メーカー	約 400 人	
用品小売事業所	約 210 人	
スクール事業所	約 3000 人	内インストラクターが 2100 人
リゾート事業所	5160 人～8400 人	閑散期 5160 人、繁忙期 8400 人
合計	8770 人～12000 人	

出典：「ダイビング産業の動向及び安全対策に関する調査報告書」経済産業省・社団法人レジャー・スポーツダイビング産業協会（2009）

2. 4. 3 レジャーダイビングがもたらす環境負荷

レジャーダイビング活動によって生じる環境負荷には、以下のような種類がある。

<トランプリング>

トランプリングとは、海底のサンゴなどの生物を踏みつけることを表し、特に海岸から器材を

背負って歩いてダイビングポイントに向かうビーチ・エントリータイプのダイビングや、主に浅瀬で行われるスノーケリングの場合に生じやすい。ダイビング初期の頃は、このタイプの環境負荷が多く発生していたと思われるが、現在ではボート・エントリータイプのダイビングが沖縄県などでは主流であるため、スノーケリングポイント及び一部のダイビングポイントに限って見られる現象である。スノーケリングでは、ボートエントリーの場合も、低潮時などに休息のためにサンゴの上に立つ利用者も多い。

<アンカリング>

ビーチ・エントリーと違って、ダイビングポイントまで船で移動するタイプのボート・エントリーの場合は、ダイビング中に船に係留しておくためのアンカリングによるダメージが発生しやすい。アンカーをかけた外したりする際にアンカーがサンゴなどの生物に直接的に当たったり、船の係留中の風や波の影響でアンカーがずれてサンゴなどを破壊したり、アンカーロープが水中で揺れたり移動したりする際にこすってできるダメージなどがある。

アンカリングによるダメージの防止対策として、係留ブイを設置している場所もあるが、日本国内ではまだまだ対策が取られている場所が少ない。ダイビングショップによっては、自主的にスタッフが水中に潜って手でアンカーをかけるなどの対策を取っている場合もある。

<ダイバーによる接触・破壊>

ダイバーが水中で行動している際に、意図的か無意識かにかかわらずサンゴなどの生物に接触して傷つけたり破壊したりしてしまう場合がある。その原因は様々であるが、ダイバーのスキルが未熟（浮力コントロールが取れない）、水中カメラで写真撮影中に不注意で接触してしまう、身に着けているゲージやオクトパスがサンゴなどに引っ掛かる、また海が荒れている場合などに体が流されたりするのを防ぐために海中生物を手で掴む、などのケースがある。また、直接サンゴなどの生物に接触しなくても、海底の砂を巻き上げてそれがサンゴなどの上に堆積することによるダメージも指摘されている。

<餌付け>

特に体験ダイビングやスノーケルツアーにおいて、魚を集めて見せるための餌付けはかなり一般的に行われている。餌付けに使われるものは、魚の切り身や魚肉ソーセージなどである。海外等では、人為的な餌付けによる食物連鎖への影響や、魚類の行動の変化などが報告されている（Hawkins et al. 1999、Milazzo et al. 2005）。山や森などの陸上生態系では、一般常識として野生生物への餌付けの悪影響が認識されており禁止されているところも多いが、海洋生態系についてはまだ餌付けに対する問題意識が浸透していない（Hawkins et al. 1999）。

<海洋汚染>

ダイビング活動に伴って発生する可能性のある海洋汚染としては、船からのオイル等の流出、船底塗料、ビニールやプラスチックなどのゴミの投棄などが考えられる。また、多くのダイビング船にはトイレが設置されているが、汚物やトイレットペーパーを直接海に流す仕様になっている。これらの汚物は、量が多ければ海水の有意な汚染原因になり、サンゴ礁生態系の劣化を引き起こす可能性もある。さらに、ダイビングではそれほど問題視されていないが、もっと多くの人が密集する海水浴やシュノーケリングにおいては、肌に塗る日焼け止めによる汚染も指摘されている (Danovaro et al., 2008)。

2. 4. 4 その他の問題点

ダイビング業界の構造的な問題点としては、現場スタッフの離職率の高さがある。(財) 南西地域産業活性化センター (2007) による調査では、沖縄県内のダイビングショップを対象としたヒアリング調査を行い、インストラクターとして就業して2～3年で辞めるスタッフが非常に多いことが問題点として挙げられている。その理由としては、ダイビングインストラクターへの給与の平均支給額が一般的な会社員の平均支給額と比べ非常に低いこと³、また経験と知識を身につけても業界の将来性への不安を感じてしまうことが挙げられている。また、雇われインストラクターの身では給与水準が低いため、数年経験を積んで独立開業するケースも多く、小規模なダイビングショップの乱立につながっている。

また、先に示した図 2-5 のとおり、業界内のおおよそ4割のダイビングショップは赤字経営となっており、経済基盤の脆弱性も課題となっている。ダイビングを楽しむ観光客は6月から10月に集中し、一般的に年間売上上の7割以上をその5ヶ月で得ている (南西地域産業活性化センター 2007)。しかし、この時期は台風の発生が多い時期でもあり、経営状況が天候によって大きく左右されてしまうという問題を抱えている。石垣島のとある大規模ダイビングショップの経営者の話によると、8月～9月の書き入れ時における一度の台風の接近で3日～4日操業できなくなった場合の損失額は、およそ300万円ほどになるとのことであった。さらに、閑散期の11月から4月の間に売上が極端に減るため、この期間の収入をどのように確保するかもこの業界にとって大きな課題となっている (南西地域産業活性化センター 2007)。

このように、利益の確保が困難であることに起因する弊害として、利益を確保するためにダイバーのレベルや海況を無視した無理なダイビング計画を強行したり、経験不足の未熟なインスト

³ インストラクターを対象としたアンケートの回答によるもので、具体的な数値は不明。

ラクターやガイドによってツアーが行われたり、人手不足の中で過小なスタッフの数でダイビングツアーが行われたりする可能性があり、ダイバーの安全管理がおろそかになる、環境へより大きな負荷がかかるといった問題もあると考えられる。特に、波風や海流が強い時に行われるダイビングでは、波や風向きの変化によってアンカーの位置がずれたり、ダイバーの水中での姿勢のコントロールが難しくなるため、サンゴ等に与えるダメージが増大する傾向がある。また、流れが強いときは、ダイビングガイドが海底の岩やサンゴ等に手をつかまりながら移動するようにダイバーに指示する場合もある。ダイビングショップやダイバーにとっては、環境への配慮以上に安全性の確保が最優先事項であるが、海洋危険生物研究会（2004）によれば、一般的に潜水による死亡事故の発生率は10万から20万ダイブに1回であるといわれている。

2. 5 沖縄を例としたダイビング活動の社会経済的分析

2. 5. 1 沖縄におけるダイビング産業

前述のとおり、現在では沖縄県では全国のダイビングショップの21%、448軒が集中しており、ダイビングショップの多さは全国でトップである。また、2.1.1で述べたとおり、ダイビングが日本で最も早く海外から持ち込まれたのも沖縄県である。観光業が県内で最も大きな産業として、また製造業や農林水産業をはじめとする他産業への波及効果が大きい総合産業として位置づけられている沖縄では、ダイビング産業がさらに発展し経済を牽引していくことが期待されている。また、ダイビングを行う観光客は、一般の観光客と比べて一人当たりの消費額が高く、かつ小規模な資本でも事業が成り立つことから、特に離島などにも適した業種としても期待されている（財団法人 南西地域産業活性化センター 2007）。

ダイビングショップ数の推移については、統計資料等による正確な数の把握はされていないが、2.2.1節で述べたとおり、1973年の沖縄海洋博覧会や沖縄の観光業の成長を契機として増加の一途を辿っている。このように、ダイビングショップの数が急増した背景には、ダイビング事業は事業を起すにあたり、沖縄県の水上安全条例に基づく公安委員会への届出以外には特に法的規制がなく、参入が容易であるという状況がある（沖縄振興開発金融公庫 1999）。沖縄県のダイビングショップ関係者の話では、極端な場合は店舗や自前のダイビング船などを持たず、集客のためのホームページを開設し、携帯電話1本のみで開業する業者もあるとのことである（横井 私信）。また、開業時には登録の義務はあるものの、廃業時に登録抹消を行うことが徹底されていないので、行政でも実数を把握していないという問題がある。

また、ダイビング人口そのものについても、直接的なデータはないが、沖縄振興開発金融公庫（1999）の調査では、観光要覧に記載されている沖縄県実施の「旅客アンケート調査」の結果か

ら、県外入域観光客のダイビング参加人口を約 27 万人、同公庫実施のダイビングショップによるアンケートから県外客 9 割に対して県内客 1 割と推定しており、県外客及び県内客を合わせた県内年間ダイビング参加人口を約 30 万人と推定している。より最近の観光要覧データでダイビング参加人口を推定すると表 2-8 のとおりであり、ここ 10 年ほどの平均値では、県外客のみで延べ約 50 万人/年と推定されることがわかる。

表 2-8 沖縄県におけるダイビング参加人口の推定

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	平均
入域観光客数(人)	5,705,100	5,892,300	5,934,300	5,690,000	5,705,300	5,528,000	5,924,700	6,580,300	7,169,900	6,014,433
ダイビング参加率(%)	7.9	6.5	7.6	8.7	11.7	8.5	9.5	6.6	7.8	8.31111111
ダイビング参加人口(人)	450,703	383,000	451,007	495,030	667,520	469,880	562,847	434,300	559,252	497,060

出典：平成 26 年度沖縄県観光要覧のデータより著者作成

2. 5. 2 ダイビングサービスの社会経済的状況

沖縄振興開発金融公庫（1999）によれば、1999 年調査当時の沖縄県内のダイビングショップの組織形態は、全体の 63.3%が個人経営で、法人経営は 36.7%にとどまっている。資本金を見ると「1 千万円未満」が同じく全体の 6 割（64.5%）、事業経営年数も 10 年未満が約半数（48.0%）にのぼり、大半のショップが零細経営であることが分かる。

従業員数も、「3 人以下」の規模が約半数を占め、平均従業員数は 5.2 人、平均インストラクター数は 3.6 人となっている。また、全体の約半数が宿泊施設を併設している（沖縄振興開発金融公庫 1999）。

また、平成 9 年の集客状況については、1 ショップあたりの平均 C カード発行枚数は 84.4 枚、体験ダイビング数は 351.4 人、ファンダイビング数は 862.8 人であった。なお、顧客のうち約 1 割が県内客である。さらに、月別の集客状況は、7～9 月の夏期の 3 ヶ月間に年間の約半数の客が集中する（沖縄振興開発金融公庫 1999）。

平成 9 年の年間売上高では、法人企業が 4,952 万円、個人企業は 2,201 万円で、ショップ間の格差が大きいことが分かる。売り上げが「3 千万円未満」の企業が全体の 6 割以上となっており、一部の売上げが高い企業が平均値を押し上げていると思われる。利益水準でみると、黒字企業 35.1%、収支相殺が 33.0%、赤字企業が 31.9%で、収支相殺と赤字をあわせると全体の 6 割以上になる（沖縄振興開発金融公庫 1999）。

経営上の問題点としては、「料金の引き下げ競争」や「閑散期の集客」、「同業者の増加」などを挙げた企業が多いが、「海洋環境の悪化」も 28.7%の企業が回答している（沖縄振興開発金融公庫 1999）。

2. 5. 3 県内の地域間の比較考察

沖縄県内を沖縄本島、慶良間諸島、久米島、宮古島、八重山諸島の5つのエリアに分け、それぞれの地域ごとのダイビングショップに関わる数値を比較し、それぞれのエリアの特色について検討してみた。その結果を、表 2-9 に示す。同表中のダイビングポイントの数については、各ダイビングショップがポイント名を独自に付けている場合もあり、正確な数の把握は困難であるが、ここでは沖縄マリン出版社発行の「ダイビングポイントマップ」シリーズに掲載されている数でカウントした。しかし、この書籍に掲載されていないポイントや、既に使われていないポイントなども存在すると思われる。ダイビングショップの件数、スタッフ数、ダイビング料金のデータは、各ダイビングショップのホームページに掲載されているものを集計した。ダイビング料金は、通常のファンダイブ 2 本の料金で比較し、講習料金やオプション（追加）ダイブは含まれていない。

この表によると、沖縄本島のショップは、突出して数が多く、ダイビング料金も高くなっている。これは、沖縄本島のショップのほとんどは、慶良間諸島や栗国島・渡名喜島などの離島のポイントを利用しているため、ガソリン代がより多くかかるためと考えられる。平均のダイビングスタッフの数に見られるショップの規模については、沖縄本島が最も大きく、慶良間諸島や八重山では比較的規模の小さなショップが多いことが分かる。

表 2-9 沖縄県内の地域ごとのダイビングショップに関するデータの比較

エリア	ダイビングポイントの数	ダイビングショップの数(軒)	ダイビングスタッフの総数(人)	ダイビング料金の平均*(円)	ダイビングショップ1件あたりのスタッフの数(人)	ダイビングポイント数とショップ数の比率
沖縄本島	134	253	977	14193	3.86	0.53
慶良間諸島	86	47	121	11414	2.57	1.83
久米島	65	9	31	13300	3.4	7.22
宮古島	75	43	140	13235	3.25	1.74
八重山諸島	165	96	265	12655	2.76	1.72
合計	525	448	1,534	12498	-	

出典：「ダイビングポイントマップ」、ダイビングショップのホームページ等から著者作成
(2010年時点)

また、沖縄本島では、ダイビングポイントの数に比してダイビングショップの数が多く、ダイビングポイントが最も過密であり、その結果ダイビングポイントにかかる環境負荷も最も高いと考えられる。沖縄本島内のダイビングポイントが過密になった結果、慶良間諸島など遠方のダイビングポイントを利用するショップも増えてきたが、波の高い日などは慶良間などまで船を出せず、本島周辺のポイントにダイビング船が集中することもある（横井、私信）。慶良間諸島、宮古島、八重山諸島もやや過密であるが、久米島ではダイビングショップ1件に対して7ヶ所以上のダイビングポイントがあり、ダイビングポイントの過剰利用の問題は発生しにくいと思われる。

2. 6 ダイビング業界のサンゴ礁保全に関する取組みの現状と課題

ダイビング産業自体が美しく健全なサンゴ礁生態系に代表される海洋生態系の存在に大きく依存して成り立っていることから明らかなように、ダイビング業界に関わる関係者にはサンゴ礁保全についての責任がある。健全なサンゴ礁生態系の維持が関係者ら自身の将来的な利益の継続にもつながるはずである。そこで、本節では、上述の社会経済的分析に基づいて、各ダイビング業界関係者のサンゴ礁保全に関する取組みの現状と課題についてとりまとめる。

(1) ダイビング認定証発行団体

認定証発行団体は、先述のとおり、ダイバーの育成やインストラクターやダイビングガイドの養成を行っている団体であり、営利目的・非営利目的など様々な団体があり、その規模もまちまちである。これらの認定証発行団体のうち最も多数のインストラクター及びダイバーが所属して

いる PADI を例としてみると、PADI では 1992 年にプロジェクト AWARE 財団を設立し、環境保全のための教育・啓蒙活動、海域の清掃活動、造礁サンゴの移植活動などを行っている。また、既にダイビングの認定証を取得したダイバーのスキルアップを目的とした様々な「スペシャルティ・コース」を設けており、その中にはダイバーの中性浮力スキルを向上させるコースや環境保全に関する知識を取得できるコースなども開催されている（PADI ジャパン 2016）。

しかし、ダイバーやインストラクターを養成するのが認定証発行団体の本来の役割であるにも関わらず、ダイバーやインストラクターを養成するカリキュラムや教材の中にはサンゴ礁保全の配慮が十分なされていないと断言したい。第 4 章で後述するとおり、これらのカリキュラムを修了して認定を受けたダイバーの中には、中性浮力を十分に取れないダイバーが大きな割合で存在しており、サンゴ礁生態系へのダメージにつながっている。また教材の中で触れられている海洋環境や海洋生物についての知識も、ほとんどが危険生物に関する情報のみで、不十分であると考えられる。環境に配慮して責任ある行動を取れるダイバーを育成するためのカリキュラムを作成し、サンゴ礁にダメージを与えずにダイビングを楽しめるよう新規のダイバーにも中性浮力を十分に習得させることが、これらの団体にできる最大の貢献である。しかし、現状では、特に営利を目的とする認定証発行団体では、いかに短い期間で簡単に認定証が取得できるか、いかにダイビングが安全で楽しいか、といった面ばかりを強調して顧客を増やそうとする傾向があり、特にダイビングの危険性や環境に対する負荷といった負の側面は覆い隠されがちである。

(2) ダイビング機材メーカー・小売店

ダイビング機材メーカーや小売店は、直接的にはサンゴ礁の保全とはあまり関係がないが、例えばダイビング用品の中にはオクトパスホルダーやゲージホルダーなどのように、ダイバーの安全性とともに、オクトパスやゲージがサンゴなどに引っかかって破損するのを防ぐことができるといった環境保全に役立つものも販売されている。現在使われている機材でも、より環境に与える影響を低減できるように改良できる可能性がある。

(3) ダイビングショップ及びダイビングショップスタッフ

ダイビングショップのスタッフは日々現場でサンゴ礁生態系の状況を観察しており、従ってサンゴ礁の保全活動に最も関わりやすい立場にあると言える。多くのショップでは、地域のダイビング協会等に所属し、協力してオニヒトデ駆除活動などのサンゴ礁保全活動も行っている。しかし、ひとくちにダイビングショップと言っても、当然ながらその経営方針は経営者の個々の考え方によって違いがあり、中には環境保全より利益を追求することを重要視しているショップもあれば、地域に根差して長年活動を行い環境保全に対する意識が高いショップもあり、千差万別である。特に意識の高いショップの経営者やスタッフに見られる活動としては、地域のダイビング協会での環境対策委員等を務めたり、ダイビングの際のアンカーでサンゴを破壊しないよう係留ブイの設置や実際に潜ってアンカーを手で掛けるなどの工夫を行っている例がある。さらには、

リーフチェック生態調査などのボランティア活動を行う、地域住民や学校を対象にした環境教育活動を行う、などの例もある。また、課題としては、そもそも環境保全活動の必要を感じていないダイビングショップ関係者が存在することや、環境保全のためにどのようなことをすればよいのか分からないといった知識・情報不足や学ぶ機会の不足といった点があげられる。さらに環境保全を行いたいと考えるショップにおいても、上述のとおり多くのダイビングショップは規模が小さく採算性の問題を抱えていること、またスタッフの人数が少なく繁忙期にはスタッフが長時間労働を強いられるなどの時間的・経済的余裕のなさが障害となっているという面も否めない。さらに、ダイビングショップが環境保全活動を行う場合に経済的及び時間的な余分なコストがかかることになるが、環境保全活動を行っても客単価が増えたり集客力が増すと行った形でダイビングショップの収入増加に繋げることが難しいという現実があり、その分ショップの負担が多くなるを得ない。

2. 7 沖縄県におけるレジャーダイバーの特性－ダイバーアンケート調査より－

2. 7. 1 調査の目的

本節では、ダイビング産業の主役であるレジャーダイバー自身に焦点を当てて、その基本属性やサンゴ礁生態系の保全意識等を探るために行った記述式アンケート調査の結果について述べる。この調査は、4章に述べるレジャーダイビング活動によるサンゴ礁生態系への人為的負荷の定量的調査・分析に関して、対象となる沖縄県を訪れるレジャーダイバーの特性を把握しておく役割も持っている。

2. 7. 2 調査方法

本調査は、2009年9月、2010年10月、2012年8月、2014年7月の4回にわたり実施し、計22日間の調査を行った。調査は、2009年～2012年は沖縄本島のダイビングショップ（那覇市、宜野湾市、恩納村）、2014年は沖縄県八重山郡竹富町（小浜島）のダイビングショップの協力を得て実施した。

事前に複数のダイビングショップに調査への協力を依頼し、ゲストダイバーへのアンケート調査の実施について了承を得たうえで、当該ショップの主催するダイビングツアーに参加し、ダイバーに対するアンケート調査を行った。ダイビングツアーは、いずれも日帰りでダイビング船に乗船し、1日2本ないしは3本のダイビングを行うものであった。

ダイビング1本目と2本目の間の水面休憩時間中に、ダイバーに対しアンケート用紙を配布し、

質問に回答してもらった。

アンケートの質問項目は、ダイバーの属性や、過去のダイビング経験、またダイビングとサンゴ礁生態系の保全に関する意識などを問うもので、質問数は全部で20項目であった。

2. 7. 3 調査結果及び考察

アンケートの回答数は、4回の調査の合計で350である。アンケートを依頼したダイバーのうち、「船酔い」「疲れているので休みたい」「回答が面倒」等の理由で協力を得られなかったダイバーも若干名いたが、それ以外のほぼ全てのダイバーから回答が得られ、アンケートの回収率は99%を上回った。

以下に、各設問に対する回答の集計結果を示す。

Q1：性別、年齢、居住地

回答者の性別は、男性45%、女性55%で女性の割合が若干高かった。年齢層は、20代と30代が多く、合わせて64%を占めた。50代以上の高齢ダイバーも11%いた(図2-8左図)。また、回答者の居住地は、関東、近畿、九州の大都市圏からが多く、特に関東は46%で、沖縄にダイビングを訪れるダイバーの半分近くを占めた(図2-8右図)。

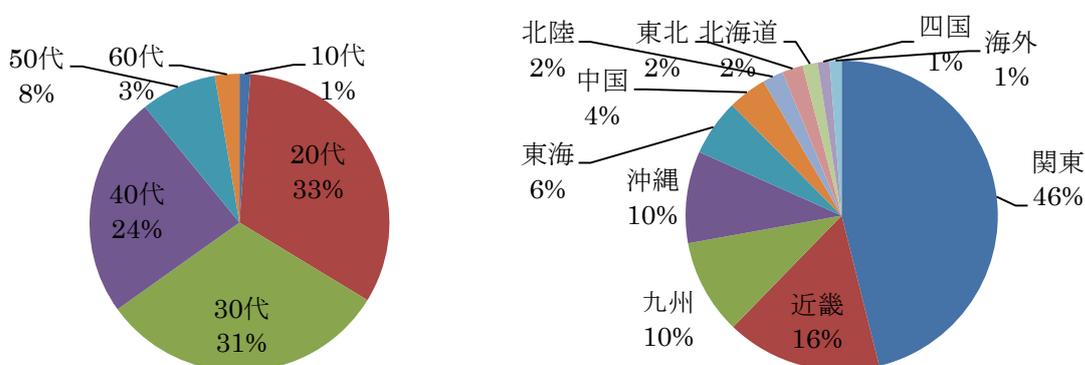


図2-8 アンケート回答者の年齢別割合(左図)及び居住地別割合(右図)

Q2:旅行日数、滞在中のダイビング予定本数

今回の旅行で予定している滞在日数を聞いたところ、2日~8日で、最も多かった回答は「5日間」であり、全回答者の平均滞在予定日数は5.26±1.37日であった。また、滞在中に予定しているダイビング本数は、2本~14本で、最も多かった回答は「6本」であり、全回答者の平均値は6.87±3.54本と、かなりばらつきが大きかった。

Q3:ダイビング経験と認定証レベル

ダイバーのダイビング経験本数と持っている認定証のレベルは図 2-9 のとおりである。沖縄県を訪れるダイバーは、ダイビング経験においてはあまり偏りがなく、ダイビング経験の少ない初心者から 200 本以上の経験がある上級者まで、様々なレベルのダイバーがほぼ均等に訪れていることが分かった。

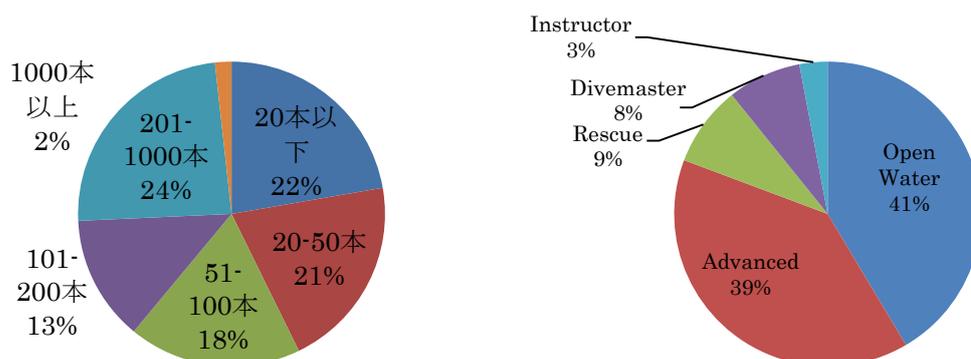


図 2-9 アンケート回答者のダイビング経験本数（左図）及び認定証のレベル（右図）

Q4：沖縄でのダイビング経験

この設問は、回答者が今回の旅行を含めこれまでにダイビング目的で沖縄を訪れたことが何回あるかを問うものであった。結果は図 2-10 のとおり、今回が初めての訪問というダイバーは 11%のみで、残りの 89%のダイバーがリピーター（過去に複数回沖縄にダイビングに来たことがある）であった。訪沖回数 20 回以上というヘビーリピーターのダイバーも 16%いた。

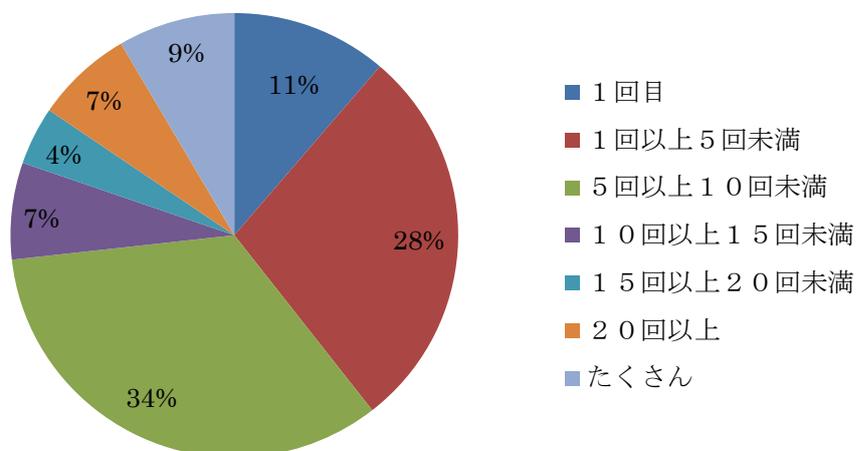


図 2-10 アンケート回答者が過去にダイビング目的で沖縄を訪れた回数

また、沖縄を旅行先に選んだ理由は、選択回答式で「海の状態がよいから」と答えた人が最も多く、過半数のダイバーにとって、利便性や費用の問題よりも沖縄のサンゴ礁生態系の海でダイビングをすることが旅行先を選択するにあたり最も重要な要素となっていることが分かった（図2-11）。

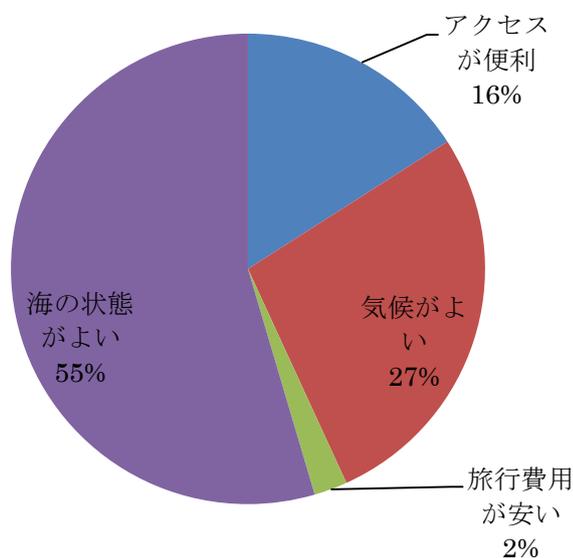


図2-11 アンケート回答者が沖縄を目的地に選択した理由

Q5：ダイビング中のカメラの使用、及び中性浮力の維持

今回のダイビングで水中カメラを使用しているか、またダイビング中に中性浮力を維持できるか、という質問に対し、回答は図2-12のとおりであった。この結果では、約6割のダイバーがダイビング中にデジタルカメラまたはビデオカメラを使用している。また、84%のダイバーが水中で中性浮力を取れていると考えていることが分かった。ただし、この数値はあくまでもダイバーの自己認識によるものであり、第4章で述べるように、実際に中性浮力が取れているダイバーの割合とは大きく異なっていた。

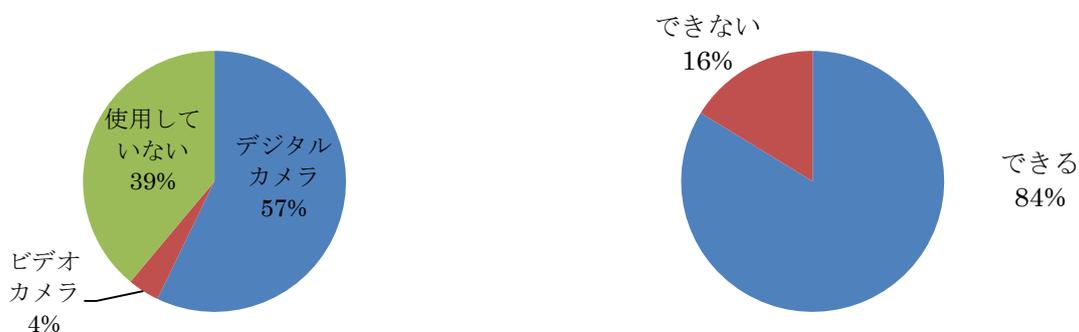


図2-12 アンケート回答者の水中カメラの使用状況（左図）及び「中性浮力を維持できる」と回答したアンケート回答者の割合（右図）

Q6：サンゴ礁生態系に関する知識

この設問では、名前を知っている魚の種類を、a. 10以下 b. 20以下 c. 30以下 d. 40以下 e. 50以下 f. 50以上、の6つの選択肢から選んでもらった。また、サンゴが海で果している役割を知っているかどうかを聞いた。魚の名前に関しては、最も多かった回答が10以下、次いで20以下、30以下、50以上、40以下、50以下の順で、ダイバーの魚に関する知識は必ずしも豊富でないことが分かった（図2-13）。また、サンゴの役割については、「知っている」59%、「知らない」39%、「質問の意味がよくわからない」2%で、過半数はサンゴの役割についての認識があるという結果になった。

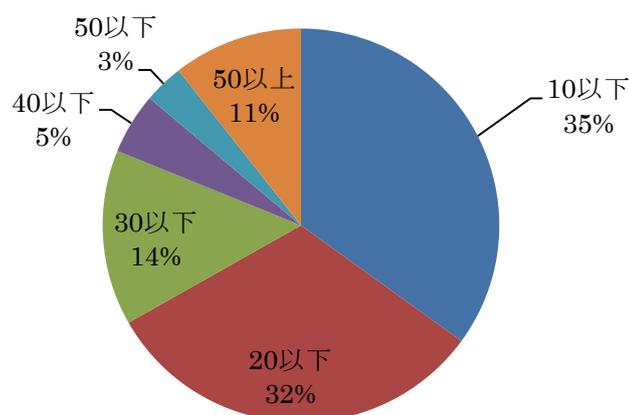


図2-13 アンケート回答者の魚類に関する知識（識別できる魚類の種類数）

また、知っている魚の種類数は、年齢やダイビング経験が上がるにつれて増える傾向が見られたが、サンゴの役割に関する質問に関しては、ダイビング経験との関連性はあまり見られなかった。

Q7：今回のダイビングサイトをまた訪れたいと思うか、またその理由

回答者に対し、今回の場所をまた旅行先として検討したいかを聞いたところ、「必ず来る」「機会があれば来る」がそれぞれ62%と38%で、「来ないと思う」と答えた回答者は0人であった。また、再訪したい理由としては、「海洋生物の豊富さ」「海中景観の良さ」という自然環境に関連する理由と、「アクセスの良さ」「島の雰囲気・環境」「ダイビングショップのサービス・スタッフの質」を合わせた社会的な理由がちょうど半々ずつであった（図2-14）。このことから、リピーターになる理由としては、自然環境と社会的な要因の両方がどちらも重要であると言える。

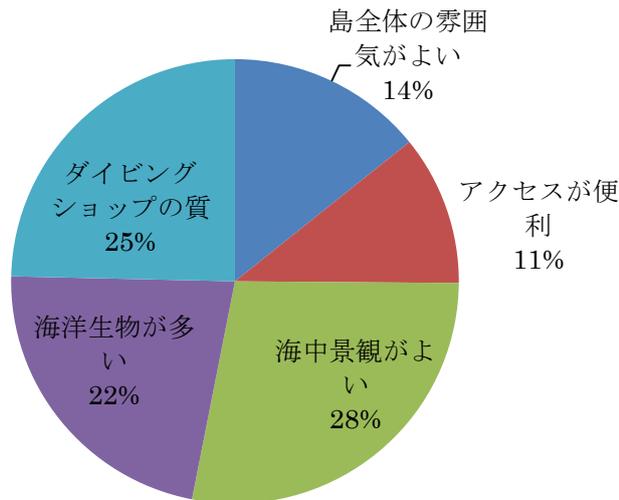


図 2-14 アンケート回答者が再訪を希望する理由

Q8：サンゴ礁保全のための支払い意志額（Willingness to Pay：WTP）

最後に、サンゴ礁保全活動のために寄付してもよいと考える支払意志額（WTP）を聞いた。金額は選択式ではなく好きな数字を記入する自由回答とした。結果は、図 2-15 のとおり、1,000 円以下、1,001～5,000 円の割合が共に 34%であった。全回答者の平均金額は 14,202 円（小数点以下切捨て）であったが、「40 万円」と答えた回答者が 1 名おり、これを外れ値として除外して平均値をとると 8,917 円であり、中央値はいずれの場合も 3,000 円であった。中川（2015）の研究によれば、石垣島を訪れた観光客に対し、サンゴ礁保全のための支払意思額をアンケート調査により尋ねた結果、平均値で 2,508 円、中央値で 1,000 円となっており、今回のダイバーによる回答はこれを大幅に上回っている。このことから、ダイバーは一般の観光客に比べて、サンゴ礁保全に関する意識が非常に高いことが分かる。

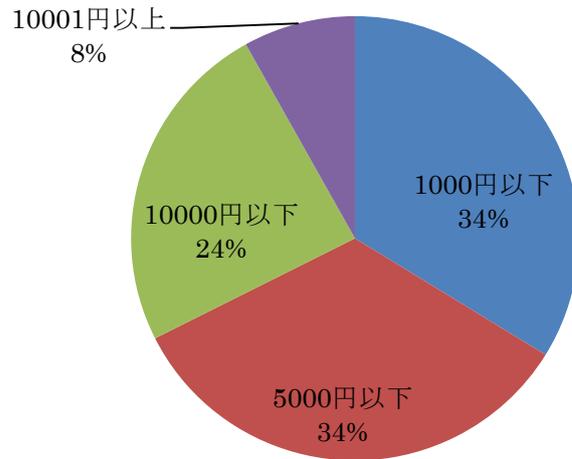


図 2-15 アンケート回答者のサンゴ礁保全に対する支払意思額

さらに、①ダイバーの年齢が高いほど収入が多くなり支払意思額が高くなる、②ダイバーのダイビング経験本数が多いほどサンゴ礁生態系に関する関心度が高まり支払意思額が高くなる、③ダイバーの過去の沖縄訪問回数が多いほど沖縄の環境に関する関心が高くなり支払意思額が高くなる、という仮説のもとに、支払意思額とダイバーの年齢、ダイビング経験本数、沖縄をダイビングで訪れたことがある回数との関連性を調べたところ、いずれも有意性のある相関関係は見られなかった (図 2-16、17、18 参照)。

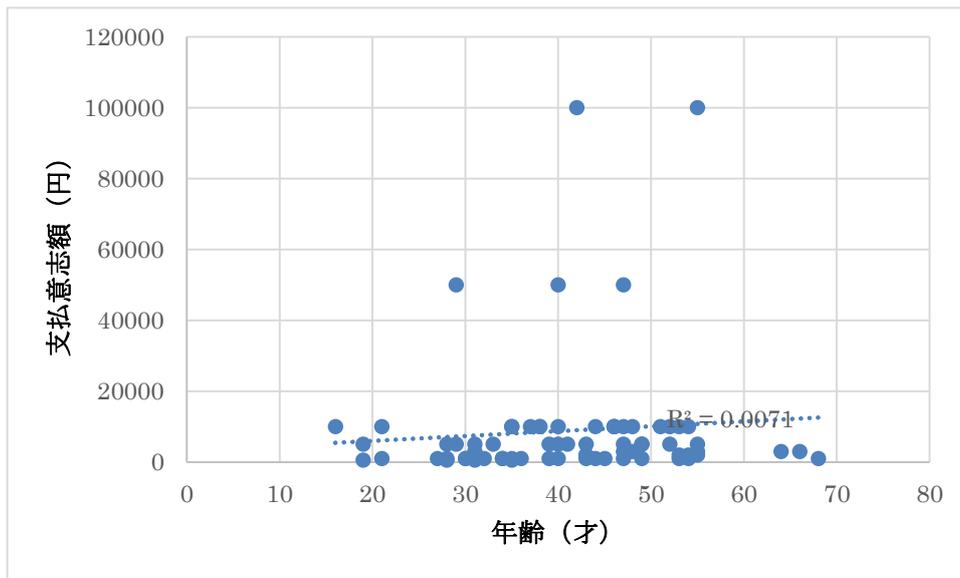


図 2-16 ダイバーの年齢とサンゴ礁の保全に対する支払意思額の相関

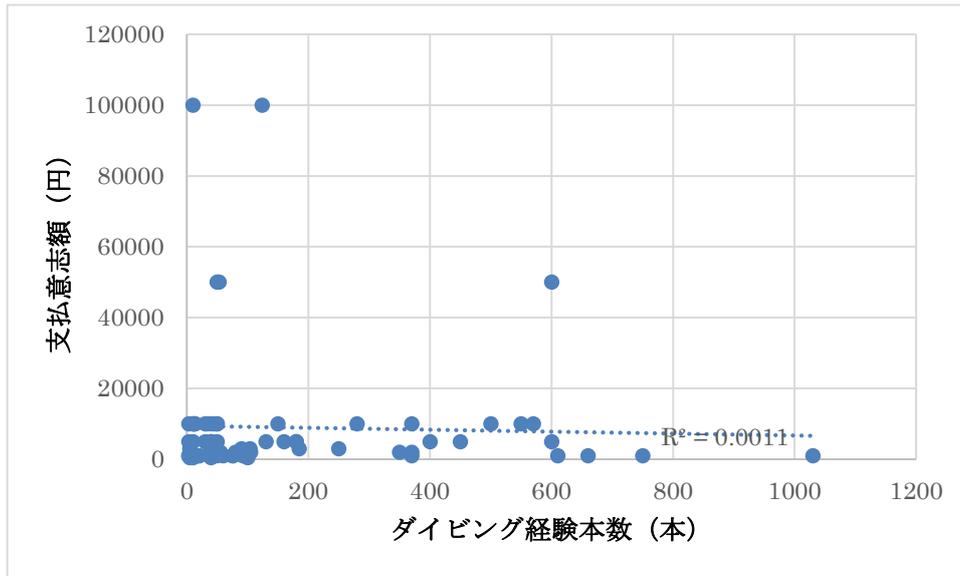


図 2-17 ダイバーのダイビング経験本数とサンゴ礁の保全に対する支払意思額の相関

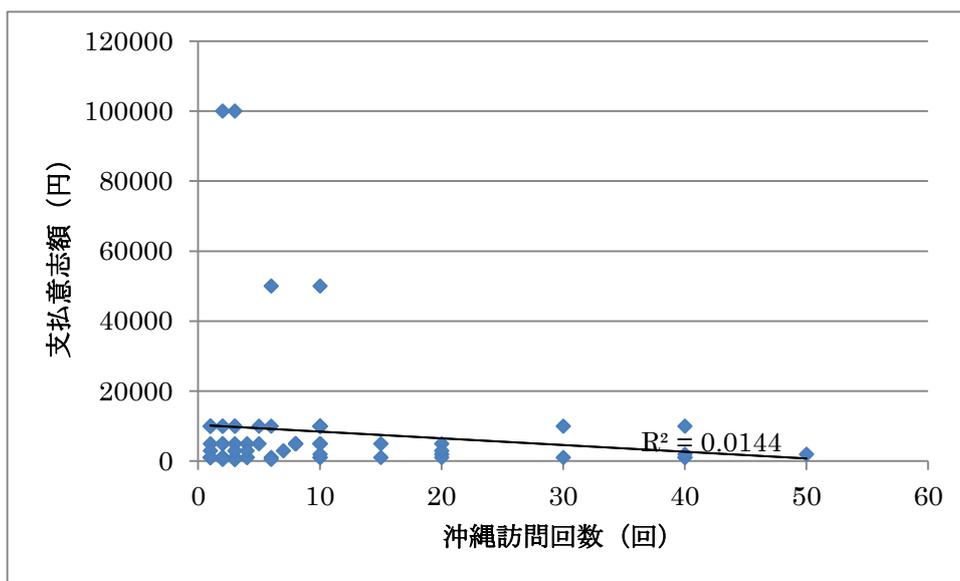


図 2-18 ダイバーの過去の沖縄訪問回数とサンゴ礁の保全に対する支払意思額の相関

ダイビング経験本数と沖縄訪問回数では、有意な相関関係は見られなかったものの、グラフの傾きはマイナスとなった。Tapsuwan (2005) の研究においても、ダイビング経験が多いダイバーのほうが少ないダイバーに比べて支払い意思額が低いという結果が示された。他の研究においては、ダイバーの支払い意思額と相関のある要素として、年収や教育のレベル (Arin and Kramer 2002, Lindsey and Holmes 2002)、環境に関する知識 (Peters and Hawkins 2009)などが示唆されている。また、呉 (2004) による沖縄県民及び沖縄を訪れた観光客を対象とした研究でも、所得が高い、ダイビングやシュノーケルの経験がある、将来また沖縄を訪れたい気持ちが強い、

などの要因が支払い意思額を高めるという結果が示されている。

2. 7. 4 ダイバーアンケート調査に関するまとめ

上記の結果をとりまとめると、本調査では以下の点が明らかになった。

(1) ダイバーによるサンゴ礁生態系のダメージの定量的な解析を行うための基礎的なデータを収集することができた。具体的には、沖縄県に滞在中の平均的なダイビング実施回数、認定証レベル・ダイビング経験本数別のダイバー割合、水中カメラの使用率などである。

(2) ダイバーが沖縄を訪問先として選択する動機を明らかにした。沖縄を旅行先として選択した理由として、過半数のダイバーが、費用の安さやアクセスの便利さなどの実利面よりも「海の状態がよい」ということを重視していることから、現在の沖縄県のサンゴ礁生態系の状態がダイバーを惹きつけ訪問人数の多さに繋がっていることが分かる。また、沖縄県を訪れるダイバーはリピーターが多く 89%を占めることから、沖縄でのダイビング体験に満足して次回も沖縄を訪れたいという動機に結び付いていることが分かる。その理由としては、自然そのものの質と社会的な要因がほぼ半々になっており、どちらもダイバーにとって重要視されている。さらに、沖縄を訪れるダイバーは、年齢層が幅広く、初心者から上級者までレベルも幅広い。このことから、沖縄の海では各自のレベルに合わせてダイビング活動が楽しめることも大きな魅力となっていると思われる。これらのことから、将来的にサンゴ礁生態系の劣化が続いた場合沖縄県を訪れるダイバーが減ることが予想され、経済的な観点からも健全な状態のサンゴ礁生態系の維持が非常に重要であると考えられる。

(3) ダイバーのサンゴ礁保全に対する支払い意思額は、一般の観光客に比べて高いことが分かり、ダイビングという活動を行うことによってサンゴ礁生態系への関心や保全の重要性の理解が高まることが分かった。しかし、ダイバーの年齢やダイビング経験本数、沖縄訪問回数と支払い意思額には有意な相関関係が見られず、ダイビング経験を多く積み重ねることによってより一層保全に対する意識が強化される効果があるとは言えないことが分かった。このことから、ダイビング経験の量よりもむしろダイビング経験の有無のほうがダイバーのサンゴ礁生態系の保全に対する意識の向上に影響を与えていると言える。

2. 8 本章の結論

第2章では、日本におけるレジャーダイビング業の発展の歴史、経済効果、業界構造、アンケートに基づいた沖縄県を訪れるダイバーの特性などを概観することにより、レジャーダイビングを取り巻く経済社会的環境について整理した。スキューバダイビングは第二次世界大戦直後の

1947年ごろに米軍によって沖縄に持ち込まれたと言われ、その後映画などのマスメディアによる影響や安価で安全性の高い器材の開発などによって1980年代ごろから急速に広まった。手軽に海に親しめるスポーツとして一般に普及したが、その反面でダイバー人口の増加による環境への悪影響が懸念されるようになった。さらに、日本各地でダイビング事業者と漁業者の摩擦などの社会的な影響も起こり、問題となった。日本国内でのダイビング発祥の地である沖縄県では、ダイビング活動の増加に伴ったサンゴ礁生態系への悪影響から、環境保全対策が強化され、慶良間諸島海域におけるダイバーの人数制限など新たな対策が実施されるようになった。

現在の国内ダイビング人口は、正確な統計データは存在しないがおよそ40万人から65万人と推定される。その経済効果は、日本全体で年間600億円と推定され、最大1万2千人程度の雇用を生み出している。特に沖縄県では全国の2053軒のダイビングショップの21%にあたる448軒が集中しており、年間延べ50万人のダイバーが沖縄を訪れていると推定される。しかし、日本全国・沖縄ともに約6割程度のダイビングショップでは経営状態が黒字になっておらず、利益を確保することが困難な中で、ビジネスと環境保全をどのように両立していくかという問題を抱えていることが示唆された。

また、本研究の対象となる沖縄県において、ダイビング活動に参加したダイバーに対してアンケート調査を行った結果では、ダイバーでは一般の観光客に比べてサンゴ礁保全に対する支払い意思額が高くなることがわかり、ダイビング活動を行うことによって環境への負の影響のみでなく、個々のダイバーのサンゴ礁保全への意識・関心が高まるという正の影響もあることが示された。

第2章 参考文献

Arin T, Kramer RA.(2002) Divers' willingness to pay to visit marine sanctuaries: an exploratory study. *Ocean and Coastal Management* 45(2):171–83

中小企業事業団調査・国際部（1995）「平成7年度 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」207pp

Danovaro R, Bongiorni L, Corinaldesi C, Giovannelli D, Damiani E, Astolfi P, Greci L, Pusceddu A (2008) Sunscreens cause coral bleaching by promoting viral infections. *Environ Health Perspect* 116:441–447

Hawkins, J. P., Roberts, C. M., Van'T Hof, T., De Meyer, K., Tratalos, J. and Aldam, C. (1999), Effects of Recreational Scuba Diving on Caribbean Coral and Fish Communities. *Conservation Biology*, 13: 888–897

(社)海中技術開発協会（1997）「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」74pp

(社)海中開発技術協会（1995）「平成7年度ダイビング産業の実態に関する動向調査報告書」

海洋危険生物研究会（2000）「沖縄・海・海洋危険生物」162pp

環境省（2014）「エコツーリズム推進法に基づく全体構想の認定について『慶良間地域エコツーリズム推進全体構想』（お知らせ）」平成24年6月28日付報道発表資料。

(<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=15399>)

経済産業省・社団法人レジャー・スポーツダイビング産業協会（2009）「ダイビング産業の動向及び安全対策に関する調査報告書」140pp

小宮正久・芝山正治・眞野喜洋（2007）レジャーダイバーに対する10年間の調査ーダイバー人口の推測ー。日本高気圧環境・潜水医学会雑誌42(1)：17-21

Lindsey G, Holmes A (2002) Tourist support for marine protection in Nha Trang, Viet Nam. *Journal of Environmental Planning and Management* 45(4):461–80

Milazzo M, F. Badalamenti, T. Vega Fernández, R. Chemello (2005) Effects of fish feeding by snorkellers on the density and size distribution of fishes in a Mediterranean marine protected area. *Marine Biology* 146(6): 1213-1222

中川大嗣 (2015) 八重山圏域における持続可能な観光の実現に向けた観光構造の把握及びサンゴ礁生態系保全意識に関する研究. 東京工業大学修士学位論文.

(財) 南西地域産業活性化センター (2007) 沖縄の観光関連産業の実態調査 [沖縄県におけるダイビング産業の現状と将来展望] 調査報告書 130pp

(社) 日本機械工業連合会、(社) レジャー・スポーツダイビング産業協会 (2001) 「平成 12 年度ダイビング器材の開発・普及に関する調査研究」 207pp

(公財) 日本生産性本部 (2012) 「レジャー白書 2012」

沖縄県 (2003) 「平成 14 年度エコツアーリズム推進事業報告書」 111pp

沖縄県 (2010) 「平成 21 年度 美ら海構築促進事業 沖縄県ダイビング業界実態把握調査報告書」 77pp

沖縄振興開発金融公庫 (1999) 「公庫レポート No74 ダイビング業界の現状と課題」 49pp

PADI ジャパン(2016) PADI ホームページ・スペシャルティコース
(http://www.padi.co.jp/visitors/program/cu_0206.asp)

Peters H, Hawkins JP (2009) Access to marine parks: A comparative study in willingness to pay. *Ocean & Coastal Management* 52: 219-228

レジャーダイビング認定カード普及協議会 (2009) レジャーダイビング認定カード普及協議会ホームページ (<http://www.c-card.org/>)

Sakai K, Muzik K, Nakamura S and Nishihira M. (1988) A note on resurvey of coral communities and Acanthaster populations around Okinawa island in 1984. Galaxea 7:41-51

スクーバダイビング事業共同組合 (1994) 「レジャーダイビング産業の現状と展望」

Tapsuwan S (2005) Valuing the willingness to pay for environmental conservation and management: a case study of scuba diving levies in Moo Koh Similan Islands Marine National Park, Thailand. In: Proceedings of the Australian Conference of Economists p. 28.

上田不二夫 (1996) 宮古島ダイビング事件と水産振興：海洋性レクリエーション事業への対応と漁協事業. 沖大経済論叢 19(1) : 27-72

運輸省運輸政策局海洋・海事課編 (1988) 海洋性レクリエーションの現状と展望 (マリンレジャー白書 '88) 121pp

呉 錫畢 (2004) 沖縄サンゴ礁の経済分析：CVMによる非利用価値の経済的評価. 商経論集 32(2) : 35-54

ウィキペディアの執筆者 (2016) 「朝日新聞珊瑚記事捏造事件」『ウィキペディア日本語版』, (2016年4月19日取得)

<https://ja.wikipedia.org/w/index.php?title=%E6%9C%9D%E6%97%A5%E6%96%B0%E8%81%9E%E7%8F%8A%E7%91%9A%E8%A8%98%E4%BA%8B%E6%8D%8F%E9%80%A0%E4%BA%8B%E4%BB%B6&oldid=58976251>)

全日本潜水連盟 (2005) 一般社団法人全日本潜水連盟ホームページ (<http://judf.or.jp/>)

第3章

沖縄のサンゴ礁生態系の観光利用による 経済価値評価

3. 1 本章の目的

第1章及び第2章で述べたとおり、サンゴ礁生態系は特に沖縄県では観光資源としての重要性が高い半面、様々な原因から劣化が見られ、その要因のひとつに、ダイビング等の観光活動の量的な増加がある。それに対し、現状の対策では十分と言えず、今後更に有効な対策を進めていくことが大変重要である。本章では、こうした取組みの重要性を客観的に示すため、サンゴ礁生態系の価値を示すひとつの指標として、沖縄県のサンゴ礁の観光利用に関する経済価値評価を試算した結果について述べる。

日本では、2007年に、環境省のサンゴ礁生態系保全行動計画策定の一環として、サンゴ礁学者や経済学者からなる委員会により国内のサンゴ礁の経済価値評価が議論された。ここでは、その際の議論を踏まえ、日本国内のサンゴ礁生態系経済価値評価について論じるとともに、最新のデータに基づいて沖縄県のサンゴ礁に関する観光・レクリエーションの経済価値を再評価し、現時点でのサンゴ礁の価値がどのくらいになるのかを明らかにする。また2007年時点の経済価値評価との比較を行うことによって、沖縄県のサンゴ礁と観光を取り巻く状況の変化を考察し、さらに経済価値評価手法の利点と問題点やその限界についても考察する。

3. 2 サンゴ礁生態系の経済価値評価とは

サンゴ礁生態系は、豊かな生物多様性と高い生産性を支え、沿岸生態系の中の重要な生態学的役割を担っている。このような生態学的な役割だけでなく、人間社会にとっても、観光資源となったり、よい漁場を提供したり、自然の防波堤の役目をして防災に役立つなど、多面的な機能を果たしている。生態系が持つこのような様々な機能を通じて人間・社会が生態系から受けている恩恵を「生態系サービス」と呼ぶが、これまで我々は、基本的には、このような生態系サービスを対価を払うことなく無償で享受してきた。

しかし近年、世界的に、自然環境の保全の必要性を分かりやすく訴えるために自然資源の価値を経済価値に換算する研究が盛んに行われている。このような取組みの規模の大きなものとして、「生態系と生物多様性の経済学 (The Economics of Ecosystem and Biodiversity : TEEB)」イニシアティブがある。TEEBは、2007年にドイツのポツダムで開催されたG8+5環境大臣会議で、欧州委員会とドイツ政府により提唱された。その後、国連環境計画 (UNEP)、欧州委員会、ドイツなどの支援により研究が進められ、2010年の生物多様性条約第10回締約国会議 (CBD-COP10) において一連のTEEB報告書が発表された。また、特にサンゴ礁生態系に限定すると、東南アジアやハワイ、カリブ海など世界中の様々な地域で個別に経済価値評価の試みが行われている例が多数ある (Cesar et al.. 2002, Samote-Tan and Armedilla 2004)。

日本では、上記の 2007 年に環境省の経済価値評価があるが、経済価値評価が試みられた例は他の国々に比べてまだ少ない。

3. 3 サンゴ礁生態系の機能と生態系サービス

サンゴ礁の経済価値評価を行うにあたり、まずはサンゴ礁の持つ機能・役割を具体的に特定する必要がある。

前述の TEEB などでは、生態系サービスの種類を 4 種類に分類している。「供給サービス」、「調整サービス」、「生息地サービス」、「文化的サービス」である。「供給サービス」は、食糧、水、原材料、遺伝資源等の供給である。「調整サービス」は大気や水の循環、気候の調整、土壌形成などである。生息地サービスは、生物多様性の維持や野生生物の生息地としての機能を指す。更に、「文化的サービス」とは、景観、観光・レクリエーション、精神的な癒し、学術研究価値、その他文化や芸術に対するインスピレーションなどを指している。この TEEB の分類項目に沿って、サンゴ礁生態系の機能を整理すると、表 3-1 のようになる。

これらの生態系サービスは互いに複雑に関連・影響しあっており、生態系の機能についてまだ十分に解明されていない点もあるため、この表に示したものの以外にも様々な人間社会への恩恵が考えられる点に注意が必要である。例えば、サンゴ礁生態系の二酸化炭素の吸収源としての役割については、いまだ議論が分かれている (Ware et al., 1992)。前述の TEEB 報告書の中でも、生態系サービスの定義及び分類についてはいまだに多くの議論が残されており、また、生態系が人間生活を支え、人間の豊かさや幸せ (福利) に貢献している数え切れないほどの方法を網羅できる最終的な分類方法はまだない、とされている。

また、これらの生態系サービスを人間による利用という別の観点から見ると、大きくは「利用価値」と「非利用価値」に分類される。「利用価値」は人間が生態系サービスを直接的または間接的に利用することで得られる価値である。「利用価値」の中には、さらに、「直接的利用価値 (海産物等、直接的に消費されるもの)」「間接的利用価値 (レクリエーションや水質浄化など、間接的に利用されるもの)」「オプション価値 (遺伝子資源としての価値等、現在は利用されていないが将来利用する可能性があるため保存しておくことで得られる価値)」がある。また、「非利用価値」には「遺産価値」と「存在価値」がある。遺産価値は地球温暖化防止等、将来世代のために今ある自然を残しておく場合の価値であり、存在価値は生物多様性や手付かずの原生自然など等、誰にも利用されていないが存在することそのものの価値である。

表 3-1 サンゴ礁生態系の持つ生態系サービス

	TEEB における分類	サンゴ礁の生態系サービス
供給サービス		
1	食糧	漁獲物、養殖海産物
2	水	海水
3	原材料	建築用石灰岩、礫、砂、肥料
4	遺伝資源	遺伝資源
5	医薬品資源	医薬品資源
6	鑑賞資源	観賞用魚類、鑑賞用サンゴ、ライブロック等 サンゴ骨格や貝殻を利用した装飾品等
調整サービス		
7	大気質調整	二酸化炭素の貯蔵、ガス交換
8	気候調整	—
9	異常気象の緩和	—
10	水流調整	—
11	廃棄物処理	生物の死骸等の分解、海水の浄化
12	浸食防止	消波・護岸効果
13	土壌形成	砂浜・礁の形成
14	授粉	受精
15	生物学的コントロール	—
生息地サービス		
16	ライフサイクルの維持	稚魚の育成（生息場所の提供）等
17	遺伝的多様性の維持	高い種多様性・遺伝的多様性の維持
文化的サービス		
18	美観的情報	美しい景観
19	レクリエーションと観光機会	海水浴、ダイビング、シュノーケル、マリンスポーツ、エコツーリズム、ビーチリゾート等の場の提供
20	文化・芸術	文化・芸術
21	霊的体験	祭事等の地域伝統行事
22	認知発達のための情報	教育・研究の場の提供

著者作成

3. 4 自然資源の経済価値評価の手法

自然資源の経済価値評価手法には様々なものがあり、それぞれ利点や欠点がある。

経済価値評価手法には大きく分けて二つの種類があり、ひとつは顕示選好法、もうひとつは表明選好法である（栗山 2010）。顕示選好法が人々の経済活動から得られるデータに基づいて環境価値を評価するのに対し、表明選好法はアンケート調査などの方法で人々に環境価値をどのくらいあると考えるかを聞いて環境価値を評価する手法である。顕示選好法には代替法、トラベルコスト法、ヘドニック法などがあり、表明選好法には仮想評価法（CVM）やコンジョイント分析などがある（栗山 2010）。

顕示選好法の一つの代替法は、環境財を市場財で置き換えるときに必要な費用をもとに環境の価値を評価する方法であり、たとえば後述のように、日本のサンゴ礁の護岸機能の価値を、同等の効果を持つ堤防の建設費用を用いて評価した例などがある。ただし、栗山（2010）によれば、この方法の問題点は評価しようとする環境財が他のもので代替することが不可能な場合はそもそも評価することが不可能となり、例えば絶滅危惧種の場合、その生物が絶滅した場合に人工的にこれを作ることができないことから代替法では評価できないことになる。従って、適応できる範囲が限定的である。

トラベルコスト法は、訪問地までの旅費をもとに価値を評価する手法で、環境の景観価値やレクリエーションとしての価値を算出したい場合に適している。

ヘドニック法は、財の価格は、その財を構成する属性（車であれば車体、エンジンなど）によって説明されるという考え方に基づく。環境面の属性を利用する場合、例えば、環境条件の異なる2つの地域の住宅価格の差（環境が良好な地域ほど多くの人を選好するため、住宅価格が高くなっていることが多い）を、その環境の価値とみなす。実際の応用例としては、ハワイのサンゴ礁の価値評価で、海岸沿いの土地の値段の付加価値からサンゴ礁の景観価値を評価した例などがある（Cesar ら 2002）。

一方、表明選好法で代表的な CVM は、環境を保全するために住民等がどのくらいの金額を負担する意思があるか（支払い意思額）等のアンケート調査により生態系サービスを貨幣価値換算する手法である。CVM では、他の評価手法（代替法、旅行費用法など）で評価が困難な「環境の質」や「存在価値」などの非利用価値を含む、すべての財・サービスについて経済的に評価することが可能な点が最大のメリットといえるが、実施上の問題として、①質問方法の歪みやサンプルに問題があると、アンケートの回答結果にバイアス（回答者が意図的に操作して回答する「戦略バイアス」、回答者が質問者の望む回答をしようとする「追従バイアス」、回答者が評価対象を誤認することで生じる「部分対象バイアス」など）が生じ、評価結果の信頼性が低下することがあること、②適切なアンケートを実施するためにはコストが大きくなる場合が多いこと、などの

手法上の制約もある。

コンジョイント法は、環境保全策の複数のシナリオを調査対象者に示し、その好ましさをたずねることで、環境の価値を属性単位に分解して評価する手法である。CVM と同様に評価対象の範囲が広く、利用価値・非利用価値のどちらも評価可能であるが、比較的新しい評価方法であるため適用例はまだ少ない（栗山 2010）。

3. 5 日本におけるサンゴ礁生態系の経済価値評価

日本国内のサンゴ礁において、経済価値評価が試みられた例はまだ少ない。その主なものは、2007年に環境省のサンゴ礁保全行動計画策定会議価値評価分科会によって行われた試算である。この価値評価の中では、サンゴ礁には多面的な機能があり、現実的にその機能の全てを経済価値に換算することは不可能である、とした上で、①商業漁業による漁獲物の価値、②観光資源としての価値、③台風や高波などの浸食被害から陸地を保護する護岸機能の価値、の3点のみに絞って試算を行っている（環境省 2008）。その結果、漁業利用価値が年間約 107 億円、観光利用から生み出される経済価値が年間約 2399 億円、海岸防護は年間約 559 億円と推定されている（環境省 2008）。

さらに、CVM を用いてサンゴ礁の価値を評価した例としては、呉（2004）による慶良間諸島のサンゴ礁の価値評価、及び田村（2006）による研究がある。呉による調査では、那覇市民及び観光客に対して面接調査を行い、サンゴ礁保全のための支払い意思額を問うた。その結果サンゴ礁に対する1世帯あたりの平均値の支払い意思額は、慶良間諸島 10,763 円、恩納村 12,209 円、那覇市 6,982 円となった。慶良間諸島と恩納村は観光客を対象とし、那覇市は那覇市民を対象としているため、観光客のほうが地元住民より支払い意思額が高いという結果になった。さらに、全国の世帯数から計算すると、日本全国のサンゴ礁の経済価値評価額は、慶良間諸島を基準とすると 5,034.9 億円、恩納村を基準とすると 5,711.6 億円、那覇市を基準とすると 3,266.3 億円になると述べている。また、田村による調査の場合は阿嘉島を訪れた観光客を対象に行ったアンケート調査により、阿嘉島全体では年間約 7 千万円、座間味村全体では年間約 2 億円以上のサンゴ礁の非利用価値があると述べている（田村 2006）。

3. 6 沖縄県のサンゴ礁の観光価値評価

ここでは、環境省（2008）による価値評価の手法を参考に、本研究の対象地である沖縄県のサンゴ礁を対象とした観光利用に関する経済価値評価を試みる。沖縄県では、年間 500 万人以上が観光に訪れ、観光産業が地域経済の中で大きな割合を占めている。

上述のとおり、自然資源の観光・レクリエーション価値評価としては、トラベルコスト法が最もよく用いられている。この評価手法は、レクリエーションとしての魅力の高い観光地（または自然等）には、高い費用を支払ってでも多くの人々が訪れるため、人々が旅行に費やす費用にはその観光地（または自然等）の経済価値が反映されているという考え方に基づく。そのため、ある観光地の経済価値は人々の訪問費用の総和で表される（生物多様性センター 2015）。つまりサンゴ礁の観光価値は、以下の計算式で表される。

$$\text{サンゴ礁の観光価値} = \text{サンゴ礁地域への年間観光客数} \times \text{サンゴ礁と関連の深い観光内容の参加率} \times \text{旅行費用}$$

そこで、沖縄県への年間観光客数やサンゴ礁と関連の深い観光内容の参加率を、沖縄県が毎年とりまとめている「沖縄県観光要覧」及び「観光統計実態調査報告書」のデータを使用して試算することとした。

<年間観光客数>

年間観光客数は、沖縄県文化観光スポーツ部観光政策課発行の「平成 26 年度版沖縄県観光要覧」から得られる年間入域観光客数の過去 5 年間の平均値により算出した。

表 3-2 沖縄県における入域観光客数（平成 22 年度～26 年度）

区分 年度	入域観光客数(総数)								
				空路海路別内訳					
	国内客	外国客		空路計		海路計			
				国内客	外国客		国内客	外国客	
22年度	5,705,300	5,422,500	282,800	5,540,000	5,388,400	151,600	165,300	34,100	131,200
23年度	5,528,000	5,226,600	301,400	5,377,500	5,195,000	182,500	150,500	31,600	118,900
24年度	5,924,700	5,542,200	382,500	5,745,000	5,506,500	238,500	179,700	35,700	144,000
25年度	6,580,300	5,953,100	627,200	6,355,500	5,919,800	435,700	224,800	33,300	191,500
26年度	7,169,900	6,183,900	986,000	6,874,800	6,129,200	745,600	295,100	54,700	240,400
平均	6,181,640	5,665,660	515,980	5,978,560	5,627,780	350,780	203,080	37,880	165,200

出典：平成 26 年沖縄県観光要覧（2015）より著者作成

入域観光客数は、国内客・外国客ともに増加傾向にあるが、特に外国客で増加率が高く、平成 26 年度における対 22 年度比で見ると、国内客が約 14%の増加であるのに対して外国客は約 3.5 倍に増加している。空路海路別内訳で見ると空路（飛行機で沖縄を訪れた観光客）が 97%と圧倒的に多く、海路（船で沖縄を訪れた観光客）は 3%程度である。そこで、海路で訪問した観光客

については全体の3%と十分少ないため無視できるものとして、本研究では空路で訪問した観光客のデータに基づいて経済価値評価の試算を行うこととした。

<サンゴ礁と関連の深い観光内容の参加率（国内客）>

沖縄県文化観光スポーツ部発行の「平成26年度観光統計実態調査」によれば、観光客に対するアンケート調査の結果、観光客が旅行中に行った活動として、1位は「観光地めぐり（56.2%）」、2位は「沖縄料理を楽しむ（44.7%）」、3位は「ショッピング（27.7%）」となっている。このアンケート調査の結果から、サンゴ礁と特に関連の深い回答を見ると「海水浴・マリレジャー（26.6%、4位）」、「ダイビング（7.8%、10位）」、「釣り（1.8%、18位）」が挙げられる。ここでは、サンゴ礁と関連の深い観光内容の参加率として、最も割合の高い「海水浴・マリレジャー（26.6%）」を「サンゴ礁と関連の深い観光内容の参加率」として計算に用いることとした。これは、アンケート票の形式が複数回答可能であるため、一度の旅行で「海水浴・マリレジャー」と「ダイビング」、「釣り」の複数の活動に参加している観光客も一定の割合で存在すると考えられ、3つの回答の参加率を合計した場合は数値が過大になってしまう恐れがあるためである。

なお、このアンケート調査では調査票を空港で配布しているため、空路利用の観光客のみを対象としており、修学旅行生は調査対象者から除いている。アンケートの回収数は4,432票である（沖縄県 2015）。

<旅行費用（国内客）>

観光客一人あたりの旅行費用は、沖縄県までの往復交通費＋県内消費額となる。

一人あたり県内消費総額は、下表より、過去5年間（平成22年～26年）の平均値である**69,260**円を用いることとする。

表3-3 沖縄県における観光客の県内消費額（平成22年度～26年度）

年	項目 総額 (円)	宿泊費		交通費		土産・買物費		飲食費		娯楽・入場費		その他	
		(円)	構成比(%)	(円)	構成比(%)								
22年	69,515	21,080	30.3	8,195	11.8	17,021	24.5	14,424	20.7	7,415	10.7	1,379	2.0
23年	68,962	19,193	27.8	9,561	13.9	16,704	24.2	14,737	21.4	7,544	10.9	1,223	1.8
24年	66,924	18,358	27.4	9,571	14.3	16,021	23.9	14,332	21.4	7,091	10.6	1,550	2.3
25年	67,659	17,762	26.3	9,908	14.6	16,114	23.8	15,273	22.6	6,969	10.3	1,633	2.4
26年	73,238	21,788	29.7	11,065	15.1	15,835	21.6	16,594	22.7	6,409	8.8	1,547	2.1
平均	69,260	19,636	28.3	9,660	13.9	16,339	23.6	15,072	21.8	7,086	10.3	1,466	2.1

出典：平成26年沖縄県観光要覧（2015）より著者作成

また、沖縄県に来県するための航空賃は、出発地によって異なるが、平成23年～26年の出発

地別の入込観光客数と正規航空運賃（片道）は以下のとおりであった。ただし、観光客数のデータは沖縄県観光要覧に掲載されている平成23年～平成26年のものを、平均正規運賃は、航空大手2社のホームページに掲載されている2015年10月1日現在のものを参照した。

表 3-4 出発地別入域観光客数（平成23年度～平成26年度）

	平成23年	平成24年	平成25年	平成26年	平均	正規航空運賃 (片道)
総数	5,413,000	5,835,800	6,413,700	7,058,300	6,180,200	
東京	2,524,500	2,729,200	2,921,300	3,062,200	2,809,300	45,800
伊丹	295,200	285,300	319,700	416,800	329,250	38,400
関西	476,400	512,600	610,400	629,700	557,275	38,400
神戸	234,600	212,200	218,700	197,200	215,675	38,400
福岡	678,400	691,100	712,200	728,200	702,475	30,900
名古屋	431,600	447,300	480,300	490,700	462,475	43,300
札幌	0	8,300	40,700	39,300	22,075	57,400
鹿児島	121,900	129,300	131,200	145,200	131,900	29,500
仙台	36,800	63,000	64,800	66,300	57,725	56,800
新潟	17,600	16,400	17,300	17,200	17,125	56,100
静岡	28,900	30,500	33,000	33,100	31,375	44,600
小松	35,500	33,400	25,900	28,200	30,750	45,800
岡山	41,700	41,400	42,200	41,700	41,750	38,400
広島	60,400	72,800	57,200	58,600	62,250	35,900
高松	59,200	51,500	52,000	51,700	53,600	38,900
松山	5,600	29,000	30,500	31,900	24,250	35,100
長崎	23,400	26,400	25,600	28,100	25,875	31,900
熊本	30,000	31,900	33,600	38,600	33,525	30,200
宮崎	29,700	31,900	32,300	33,900	31,950	31,700

注) 平均年間利用人数が5,000人以下の路線については省略した。

出典：平成26年沖縄県観光要覧（2015）より著者作成

しかし、現実的には、ほとんどの観光客は正規運賃で航空券を購入するのではなく、パッケージツアーや航空会社の正規割引運賃など、何らかの割引を利用していると考えられる。観光要覧のデータによれば、沖縄県を訪れた観光客のうち、団体旅行やパッケージツアーを利用した人の

割合は 50.1%、個人旅行の割合は 49.9%であった。一方、国内の航空大手 2 社の料金体系では、割引率は路線や時期によって異なるが、ホームページ上に掲載されている料金種別と最大の割引率は表 3-5 のとおりであった。

表 3-5 国内大手 2 社の航空運賃の主な種類と割引率等

		予約の期限	予約の変更	利用期間の制限	座席数の制限	最大の割引率
普通運賃		当日	可	なし	なし	—
割引運賃	特定便乗継割引、ビジネスきっぷ	当日	可	あり	なし	約 43～49%
	特割(特便割引)、乗継特割	前日、3 日前、7 日前	不可	あり	あり	約 63～70%
	旅割(先得)、乗継旅割	21～75 日前	不可	あり	あり	約 81%

注) 料金体系及び割引率は、航空大手 2 社のホームページに掲載されている 2015 年 12 月 15 日現在のものを参照した。

そこで、個人旅行については、最も割引率の小さい料金と大きい料金の中間値を取り、62%として計算することとした。団体旅行やパッケージツアーについては航空運賃がツアー料金に含まれるため正確な料金が不明であるが、ここでは最も割引率の高い割引料金と同等と仮定し、割引率 81%を用いて計算することとした。

以上のデータを用いて、

$$\text{サンゴ礁の観光価値} = \text{サンゴ礁地域への年間観光客数} \times \text{サンゴ礁と関連の深い観光内容の参加率} \times \text{旅行費用}$$

の式に当てはめて計算を行ったところ、合計金額は 1392 億 2206 万円となった(10000 円以下四捨五入)。

<外国人客>

環境省の 2007 年の調査においては、観光客数に占める外国人客の割合は 2～3%と低く、ほとんど無視できるものとして国内客の数値のみを用いて経済価値評価の試算が行われた。しかし、2014 年現在では、上述のとおり 5 年前とくらべても外国人客は 2.5 倍に増加しており、観光客全体のおよそ 6%を占める。そこで、本研究においては、外国人客もデータが入手できる限り試算に含めることとした。

「沖縄県平成 24 年度外国人観光客満足度調査報告書（概要版）」より、表 3-6 のとおり外国人観光客に関するデータを抜粋した。国籍別の観光客数が最も多いのは、台湾、韓国、香港、中国本土の 4 カ国で、外国人観光客のおよそ 82%を占めている（沖縄県 2015）。その他の地域からの観光客については、人数が少なく、データも取られていないため、この 4 カ国からの訪問数に基づいて試算を行うこととした。

それぞれの国からの観光客につき、旅行支出額及びマリンレジャー参加率等のデータは表 3-6 のとおりである（沖縄県 2015）。なお、このデータは航空機で訪沖した外国人観光客のみのデータで、クルーズ船を使用して訪沖した外国人のデータは含まれていない。クルーズ船客については、旅行費用の推定が困難であること、また沖縄を訪れた理由として、「クルーズに含まれているから」という理由が多く、自らの意思で沖縄を旅行先として選択していない観光客も含まれてしまうことから、本試算には含めなかった。

表 3-6 外国人観光客の訪問数、支出、マリンレジャー参加率

国名	訪沖外客数 (人) [A]	一人当たり旅 行支出(円) [B]	平均宿泊 数(泊)	旅行費用総計 [A ×B]	マリンレジャー 参加率 (%)
中国	30,400	125,181	3.57	3,805,502,400	39.3
台湾	85,600	69,998	3.41	5,991,828,800	18.3
香港	55,500	96,737	3.96	5,368,903,500	29.2
韓国	44,400	64,404	3.4	2,859,537,600	40.5

出典：沖縄県 平成 24 年度外国人観光客満足度調査報告書（概要版）より著者作成

そこで、上記の国別の旅行費用総計にマリンレジャーの参加率をかけたものを合計すると、約 53 億 2000 万円となった。

以上の計算から、上記の国内客のデータから計算された数値と外国人客の合計で、本試算における沖縄県のサンゴ礁の観光価値評価額は、**約 1445 億 4060 万円／年** となった。

3. 7 ダイビング活動による沖縄県への経済効果

前節で述べたとおり、沖縄県におけるサンゴ礁生態系の観光・レクリエーション利用から生じる経済価値は約 1445 億 4060 万円／年と試算されたが、この価値の中には航空運賃など地元である沖縄県に直接的には裨益しない要素も含まれているため、地元への経済的な裨益という観点から、航空運賃を除いて県内消費額のみを元に算出すると、1036 億 8150 万円／年となった。この

額は、2010年～2014年の沖縄県における年間観光収入の平均値である4325億円と比較すると、約24%にあたる。

また、特にサンゴ礁と関連の深い観光活動としてはダイビングがあるが、ダイビングのみに特化してサンゴ礁生態系のダイビング活動への利用に関する経済価値を試算してみると、ダイビングに参加している観光客の割合は前述のとおり7.8%であるので、408億2451万円/年となる。さらに、沖縄県を訪れるダイバーがダイビングツアーに参加するために支払っているコストをサンゴ礁のダイビング利用による経済効果と考えると、ダイビング目的の観光客は年間497,060人（表2-8）、1人あたり1滞在中に平均6.87本のダイビングを行い、沖縄県内のダイビング料金の平均値がダイビング2本あたり12,498円（表2-9）であるので、これらのデータを用いて算出するとおよそ242億3310万円/年となる。ただし、ダイビング料金はライセンス講習、体験ダイビングの場合ファンダイビングとは料金が異なるが、ここではファンダイビング料金を基準として算定した。この額は、2010年～2014年の沖縄県における年間観光収入の平均値である4325億円と比較すると、約5%であった。

3. 8 考察

本章では、トラベルコスト法を用い、沖縄県のサンゴ礁の観光に関わる経済価値を試算した。その結果、約1445億4060万円/年と推定された。

サンゴ礁生態系の経済価値評価は、これまでに多数の試みがあるが、価値評価の目的や対象範囲、使われている手法、前提条件などがそれぞれ異なるため、一概に比較は容易ではない(Brander et al., 2007)。観光・レクリエーションに関する価値評価では主にトラベルコスト法とCVM法があるが、一般的にはCVM法のほうが価値評価額は小さくなる(Brander et al., 2007)。Branderら(2007)によれば、52件のサンゴ礁レクリエーション機能の経済価値評価を取りまとめたところ、サンゴ礁の経済価値は平均で184米ドル/1訪問、中間値は17米ドル/1訪問であったが、これはトラベルコスト法とCVMの両方を含めた結果である。下表に太平洋地域における主なサンゴ礁生態系のレクリエーション価値評価の例を示す。本試算における沖縄県のサンゴ礁の経済価値は、約1,314百万米ドル/年（ただし1米ドル=110円として換算）となるので、経済価値としてはオーストラリアのグレートバリアリーフに匹敵することが分かる。

表 3-7 太平洋地域における主なサンゴ礁生態系レクリエーション経済価値評価

場所	評価手法	経済価値	出典
グレートバリアリーフ	TCM	700 百万米ドル～1600 百万米ドル／年	Carr and Mendelson (2003)
ハワイ	TCM、CVM	304 百万米ドル／年	Cesar and Beukering (2004)
ポリナオ（フィリピン）	TCM、CVM	4.7 百万米ドル／年	Ahmed et al.. (2007)
ピピ島（タイ）	TCM、CVM	205.41 百万米ドル／年～ 497.38 百万米ドル／年	Seenprachawong (2003)

上述の 2008 年の環境省の試算における試算では、「観光・レクリエーションの提供」上の経済価値は、沖縄県で 2,324 億円、奄美群島で 70 億円、小笠原諸島で 5 億円、日本全国の総計で 2,399 億円と試算されている。比較すると、本試算においては、環境省の試算より経済価値が小さくなった。この環境省の試算からは既に 7 年が経過しており、その間に経済・社会状況の変化があったため、経済価値評価額も変動したと思われる。

まず、沖縄県を訪れる観光客数は、全体的に見ると増加しており、東日本大震災等の影響で一時期落ち込みが見られたものの、2013 年、2014 年には高い伸び率を示し、両年とも過去最高の入込観光客数を記録した。それに対して、観光客一人あたりの県内消費額については、年々減少傾向が見られる。実際に、2008 年の価値評価の時点での観光客一人あたり平均県内消費額は、72,219 円であり、今回の 69,260 円よりも高かった。

また、試算に用いたデータの中で航空運賃も大きな割合を占めているが、2008 年のデータと比べると、航空運賃は一部の路線では引き下げられており、さらに割引率も大きくなっている。これは、2012 年ごろから格安航空会社（LCC）が沖縄にも就航したことを受け、航空会社間の値下げ競争が激しくなり、従来のフルサービス航空会社の運賃にも影響を与えていると思われる。実際に、航空運賃の最大割引率は、2008 年時点で 71%であった（環境省 2008）が、本調査の時点では 81%に上昇していた。ただし、LCC については、大手 2 社に比べると運行便数が少なく、利用している観光客の割合についてのデータも入手できなかったことから、上記の試算では全ての観光客が従来型航空会社を利用していると仮定して試算した。

さらに、沖縄県の実施している「観光統計実態調査」より、年間入域観光客数、海水浴・マリッジャー参加人数、ダイビング参加人数の推移を表したのが図 3-1 である。年間入域観光客数は実数、海水浴・マリッジャー参加人数及びダイビング参加人数は、観光客へのアンケート調査による海水浴・マリッジャー及びダイビングの参加率を乗じた推計値である。アンケート

調査に関しては、1999年以前及び2001年、2002年、2004年、2005年は実施されていない。さらに、2000年に関してはマリレジャーと海水浴が調査票上別項目になっており、2003年以降統合されたので、2000年の「マリレジャー・海水浴」の参加率に関してはデータが存在しない。この参加人数をみると、2007年の環境省の試算の時点とくらべて、いずれも減少しておらず、むしろ増加している。このことから、沖縄を訪問する人数が減っていないにも関わらず、一人当たりの単価（つまり航空運賃＋県内消費額）が減少したために経済価値評価額が下がったことが分かる。すなわち、サンゴ礁を利用する観光客の数は2003年以降の動向を見ると減っておらず、サンゴ礁生態系に対する観光活動の負荷も減っていないにも関わらず、経済価値としてみたときには価値が下がっている。

このように、観光客の数や旅行費用については、社会状況や景気の動向などで変動があり、それらに基づいて自然の経済価値を評価するトラベルコスト法も影響を受けやすいという欠点がある。前述のTEEB報告書では、11の主要な生態系について、社会経済状況の異なる様々な国々からの金銭的経済価値評価の結果を集めて分析し、各生態系内においても金銭的価値は大きな分散を持つことを示した（蒲谷、西宮 2011）。特に、サンゴ礁生態系では、最小値が14国際ドル⁴/ha/年、最大値が1,195,478国際ドル/ha/年と、11の生態系の中でもっとも大きな差をもっていた（蒲谷、西宮 2011）。これはサンゴ礁の観光・娯乐的価値の地域差によるものである。たとえば、訪れる人がほとんどいないような僻地にあるサンゴ礁生態系では、人為的影響が少なく生物学的・生態学的価値は高いと思われるが、経済価値にするとほとんど価値がないことになってしまうという問題がある。要するに、トラベルコスト法による価値評価は、あくまで人間がサンゴ礁生態系を利用することで生まれる価値であり、サンゴ礁の本来の価値を正しく反映しているわけではないことに注意が必要である。

⁴ 各国の物価の違いを考慮して、購買力平価を元に換算した経済学で使われる架空の通貨。

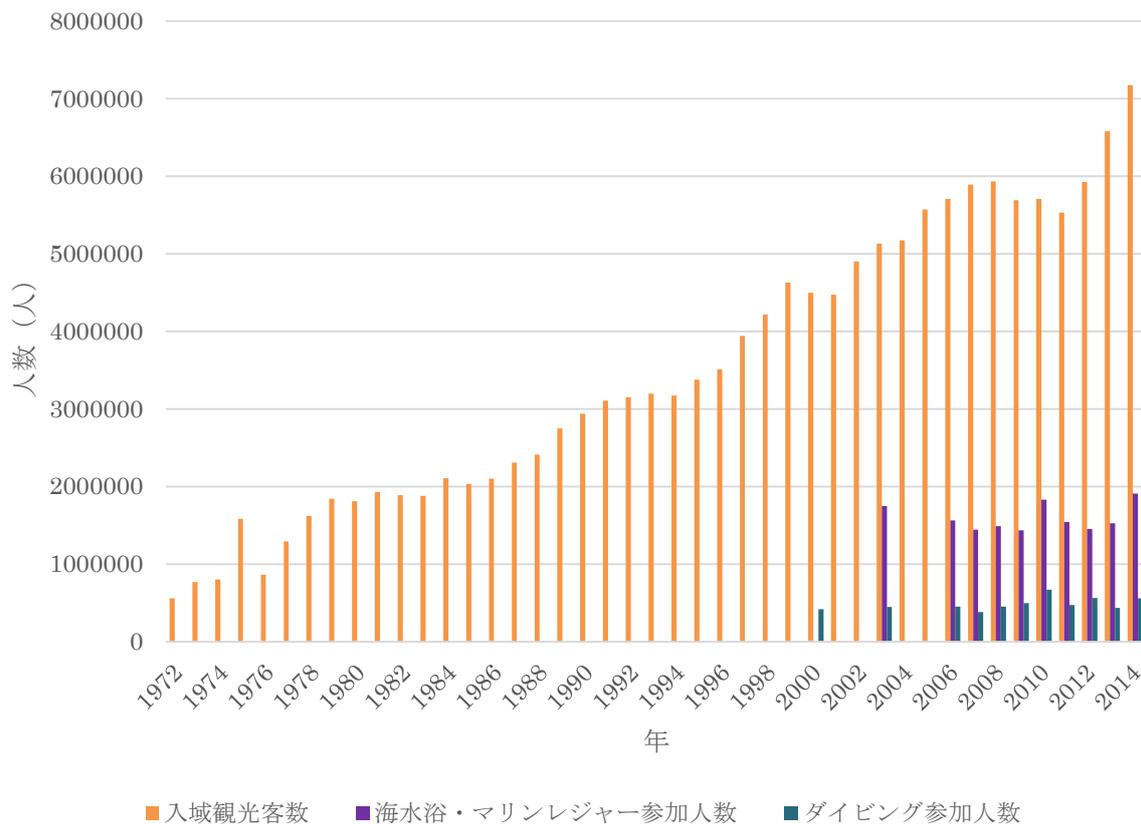


図 3-1 沖縄県における年間入域観光客数、海水浴マリンレジャー参加人数、ダイビング参加人数の推移

出典：沖縄県「平成 26 年度観光統計実態調査」より著者作成

それでは、この2つの経済価値評価の間に、サンゴ礁生態系の状態はどのように変化したのだろうか？ サンゴ礁生態系の状態を示すひとつの指標として、造礁サンゴが海底を覆っている面積の割合で示されるサンゴ被度をみてみると、環境省生物多様性センターが慶良間諸島・宮古島・石垣島周辺海域などでモニタリングを行っているほか、リーフチェックなどの団体も沖縄県内の複数のポイントでモニタリング調査を行っている。サンゴ被度は場所によって台風やオニヒトデなどの地域的なかく乱の影響で増えたり減ったりしており、そのパターンは場所によって様々である。代表的な値として、最も広域で行われている環境省のモニタリングサイト 1000 調査で示された沖縄県の各モニタリング地点における造礁サンゴ被度の平均値の推移を示したのが図 3-2 である。造礁サンゴの被度は、沖縄本島周辺では増加しているものの、その他の沖縄県内のモニタリングサイトでは減少していることが分かる。特に宮古島の離礁では減少が著しい。現時点では、サンゴ礁を利用した観光活動に参加する観光客数に減少が見られないことから、サンゴ被度の低下に表されるサンゴ礁生態系の質の劣化が、ただちにサンゴ礁の経済価値の低下にはつながっていないことが分かる。しかし、サンゴ礁の劣化がそのまま継続し、マスメディアに

とりあげられるなどして沖縄の観光地としての魅力を減じ観光客の意思決定にも影響するようになった場合は、観光客が沖縄以外を旅行先として選択したりダイビングなどのサンゴ礁を利用した観光を避けるといった行動の変化を引き起こし、サンゴ礁の経済価値の低下にもつながりかねない。

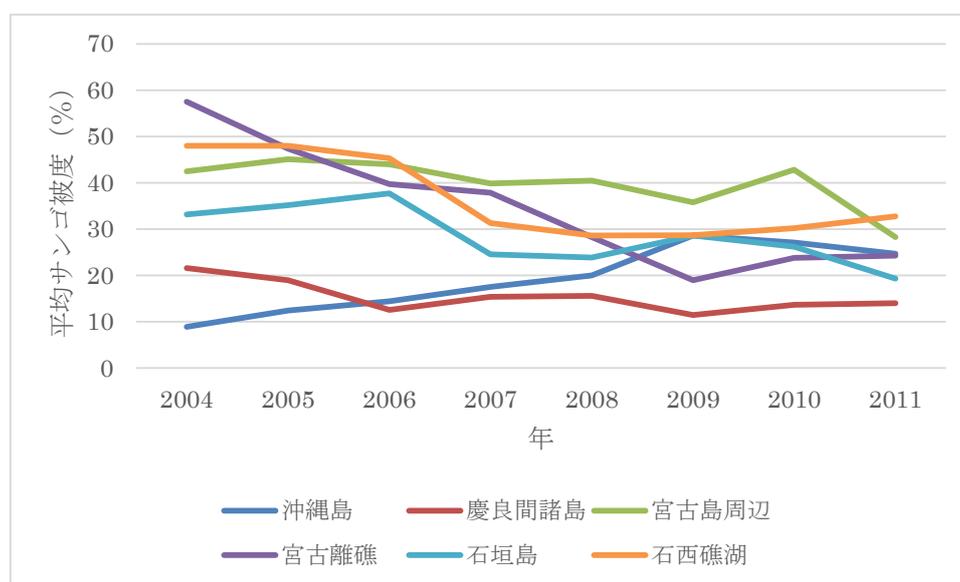


図 3-2 2004 年度から 2011 年度までの主なサンゴ礁域のモニタリングサイトにおけるサンゴ被度の変化

出典：環境省自然環境局（2012）「平成 23 年度モニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査報告書」より著者作成

また、データの不備等により、ここで価値評価試算に含めることができなかった要素としては、①船舶による国内の入域観光客数、②クルーズ船による海外からの訪問客数、③上位 4 カ国以外の国からの訪問観光客数、④沖縄県民による観光・レクリエーション利用の価値、がある。②や③については、近年著しい増加傾向にある。④についても、「観光・レクリエーション」の経済価値には、本来は地域住民によるサンゴ礁の観光利用も含まれるが、沖縄県民についてはどのくらいサンゴ礁を利用したレクリエーション活動を行っているか統計データが整備されていないため、ここでは試算に含めていない。さらに、上記の試算では、サンゴ礁と直接関係の深い「海水浴・マリンレジャー」に参加した旅行者のみを対象にしているが、それ以外の「観光地めぐり」や「保養・休養」などの観光客も、サンゴ礁の景観を楽しむなど、間接的にサンゴ礁の恩恵を受けていると考えられるため、上記の経済価値試算は実際よりも少な目に見積もられている。このようなことから、実際のサンゴ礁の観光・レクリエーション価値は、約 1445 億 4060 万円／年以上と推定される。このように、経済価値評価に限界や制約があることも正しく認識し、結果につ

いてはひとつの目安として捉えることも重要である。

沖縄県により 2013 年に行われた調査によれば、沖縄県を訪れた観光客の満足度の中で、「海の美しさ」という項目がもっとも多く観光客の支持を受けている（図 3-3）。また、次回の沖縄旅行の際に希望する体験では、「海水浴・マリンスポーツ」及び「ダイビング」がそれぞれ 25.3%、10.3%と他の項目と比較しても高くなっている（図 3-4）。これらのことから、沖縄県がリピーターとして訪れる観光客を確保し経済活動を維持するには、良好な状態のサンゴ礁生態系を維持し、旅行者が訪れたいと思うような価値の高い自然環境を更にアピールしていくことが非常に重要であるといえる。

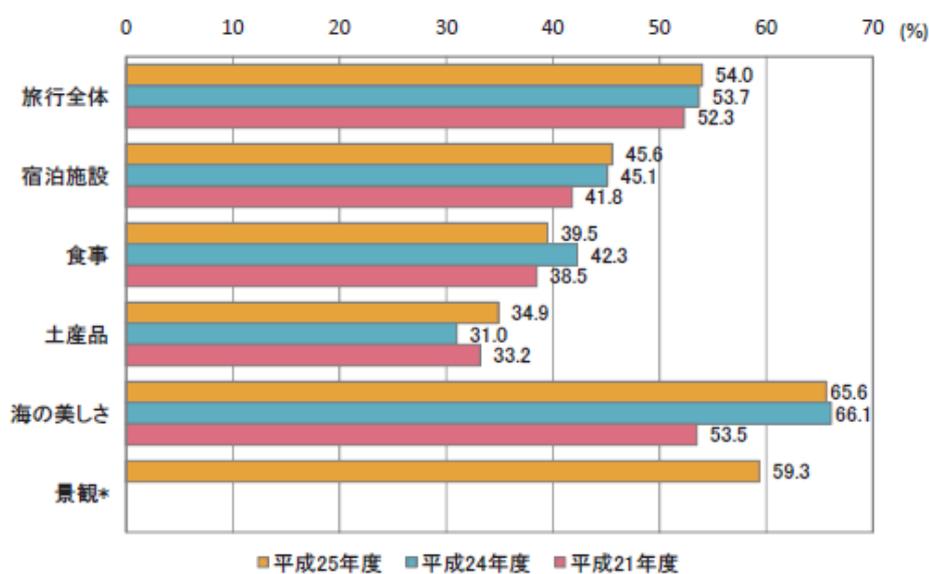


図 3-3 沖縄を訪問した観光客による満足度

出典：沖縄県（2014）平成 25 年度観光統計実態調査

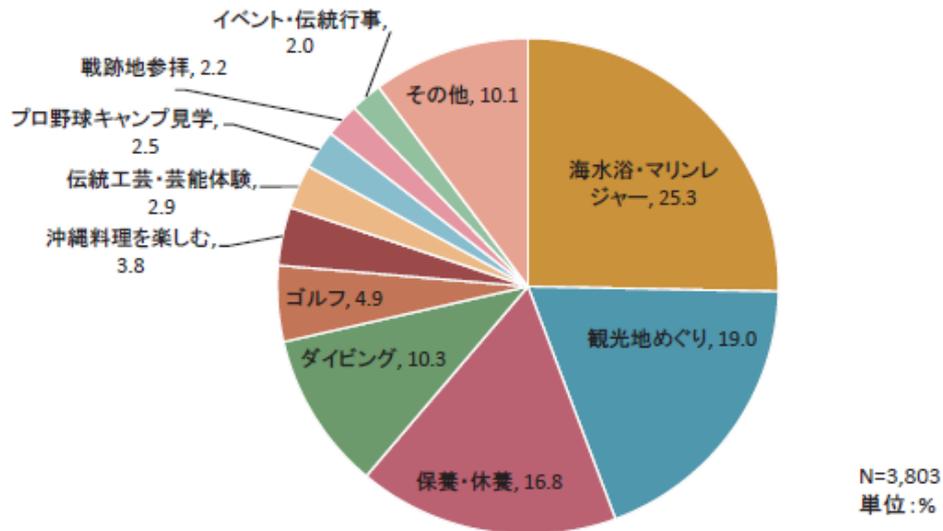


図 3-4 沖縄を訪問した観光客が次回の訪問の際に参加を希望する活動

出典：沖縄県（2014）平成 25 年度観光統計実態調査

しかし、上記のデータが示すように、近隣国からの外国人客の数は急増しており、外国人観光客の誘致を積極的に進めている沖縄県にとってはよいことであるが、一方で、外国人客のマナーの悪さや環境破壊に繋がる行動といった問題も今後増加する懸念がある。実際に、美しいサンゴ礁生態系を持つ観光地として有名なパラオ国では、2014 年に中国人観光客が急増し環境への悪影響が懸念されているという報道もある⁵（AFP 通信 2015）。現状では、沖縄県を訪れる外国人客がダイビングツアーに参加する割合は高くないと思われるが、今後中国や韓国などの経済発展につれて外国人ダイバーが増加した場合、これらの外国人客に対し、言葉の壁やダイビング中の安全確保の問題とともに、環境に対する影響をどう抑制するかという問題も起こってくる可能性がある。

3. 8 本章の結論

生態系サービスの経済価値評価には様々な問題点もあるものの、自然資源の保全の重要性を分かりやすく示したり、自然資源の価値を経済システムに組み込むには有効な手段である。本章では、研究テーマに深い関わりのある沖縄県におけるサンゴ礁生態系の観光利用の経済価値を試算し、その結果、約 1445 億 4060 万円／年であることが示された。この値は、年間 200 万人の観

⁵ 中国人観光客の急増に対し、パラオ政府は、中国からのチャーター便の本数を減便する措置を取った。レメンゲサウ大統領は、この政策について、観光業が特定の国に依存してしまうことを防ぐための政策であって、特定の国の人を差別するものではないと述べている。

光客が訪れるオーストラリアのグレートバリアリーフにも匹敵し、沖縄県のサンゴ礁生態系が世界的に見ても高い経済価値を持つことが示された。しかし、2007年に環境省により行われた経済価値評価では、2,324億円と試算されており、これと比べると約900億円の減となった。この間、沖縄県内の多くの場所ではサンゴ被度が低下し、サンゴ礁生態系の劣化が見られたが、試算に用いたサンゴ礁に関連のある観光活動に参加した観光客の人数は減少しておらず、経済価値の減少の原因はむしろ観光客一人あたりの沖縄訪問にかかるコストの減少によるものであった。このことから、トラベルコスト法によるサンゴ礁の経済価値評価は、サンゴ礁の生態系サービスの質を正確に経済価値に換算するには不向きな手法であり、社会状況や景気の動向などの影響を大きく受けやすいといえる。

しかし、沖縄を訪れる観光客の約4分の1以上がなんらかの形でサンゴ礁生態系とかかわりのある観光活動に参加し、さらに同じく約4分の1以上の観光客が次回の沖縄旅行の際も参加を希望していることから、サンゴ礁生態系が沖縄観光の中で非常に重要な役割を果たしているということは疑う余地がない。上述のとおり、観光客がダイビング活動を行うために支払うダイビング料金のみでも沖縄県全体で年間に242億円と推定された。この収入は健全なサンゴ礁生態系なくしては成り立たないものであり、前述のダイバーアンケート調査の結果(図2-11)から見ても、サンゴ礁生態系の質を劣化させることなく維持していくことがダイバーを惹きつけるのに重要である。しかし、上述のように近年のオニヒトデの大量発生やダイビング等の観光活動の負荷などからサンゴ礁生態系の劣化が懸念されるとともに、急増しつつある外国人観光客による環境への影響をどのように低減するかなどの新たな課題も今後起こってくることが予想され、サンゴ礁生態系保全への取組の重要性は増していると考えられる。

第3章 参考文献

AFP 通信 (2015) 「パラオが困惑する『ありがた迷惑』な中国人観光客」2015年04月03日付
(<http://www.afpbb.com/articles/-/3044474>)

Ahmed M, G.M. Umali, C.K. Chong, M.F. Rull, M.C. Garcia (2007) Valuing recreational and conservation benefits of coral reefs - The case of Bolinao, Philippines. *Ocean & Coastal Management* 50: 103–118

Brander, L.M., P.J.H. Van Beukering, H.S.J. Cesar (2007) The recreational value of coral reefs: a meta-analysis. *Ecological Economics*, 63:209–218

Carr L., and R. Mendelsohn (2003) Valuing coral reefs: a travel cost analysis of the Great Barrier Reef. *Ambio* 32: 353–357

Cesar, H.S.J. and P.J.H. van Beukering (2004) Economic valuation of the coral reefs of Hawaii. *Pacific Science* 58(2):231–242

Cesar H, Beukering P, Pintz S, Dierking J (2002) Economic valuation of the coral reefs of Hawaii. Final report to National Oceanic and Atmospheric Administration Coastal Ocean Program. 144pp

蒲谷景、西宮洋 (2015) 第2章 生態系サービス経済価値評価. 生物多様性の経済学. 馬奈木俊介・地球環境戦略研究機関編 昭和堂 257pp

環境省 (1994) 「第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書」
(<http://www.biodic.go.jp/reports/4-13/s031.html>)

環境省 (2008) 「平成21年版 環境・循環型社会・生物多様性白書」
(<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h21/pdf.html>)

栗山浩一 (2010) 第7章 生物多様性の経済価値評価. 生物多様性・生態系と経済の基礎知識. 林希一郎編著 中央法規出版 430pp

Moberg and Folke (1999): Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecol. Economics* 29: 215-233

沖縄県 (2013) 平成 24 年度外国人観光客満足度調査報告書

(http://www.pref.okinawa.jp/site/bunka-sports/kankoseisaku/kikaku/report/inbound_survey_report/h24inbound_survey.html)

沖縄県 (2014) 平成 25 年度観光統計実態調査

(http://www.pref.okinawa.jp/site/bunka-sports/kankoseisaku/kikaku/report/tourism_statistic_report/h25_tourism-statistic-report.html)

沖縄県 (2015) 平成 26 年版観光要覧

(<http://www.pref.okinawa.jp/site/bunka-sports/kankoseisaku/kikaku/report/youran/h26kankoyouran.html>)

Samote-Tan G, Armedilla MC (2004) Sustaining Philippine Coral Reefs: National Coral reef Review Series No.2-Economic Valuation of Philippine Coral Reefs in the South China Sea Biogeographic Region. 38pp

Seenprachawong U (2003) Economic valuation of coral reefs at Phi Phi Islands, Thailand. *International Journal of Global Environmental Issues*, 3 (1): 104–114

生物多様性センターHP 閲覧日：2015 年 11 月 13 日

(http://www.biodic.go.jp/biodiversity/activity/policy/valuation/popup_kaisetsu.html)

田村實 (2006) 阿嘉島周辺海域におけるさんご礁の持続的 利用が可能な管理方法の確立にむけて - さんご礁の社会経済 的価値のアンケート調査 - . *みどりいし* 17 : 29-33

豊島淳子、土屋誠 (2011) 第 13 章 サンゴ礁の価値を評価する. *サンゴ礁学*. 日本サンゴ礁学会編 東海大学出版会 362pp

Ware J. R., S. V. Smith, M. L. Reaka-Kudla (1992) Coral reefs: sources or sinks of atmospheric

CO2? Coral Reefs 11: 127

吳 錫畢 (2004) 沖縄サンゴ礁の経済分析 : CVM による非利用価値の経済的評価. 商経論集
32(2) : 35-54

第4章

レジャーダイビング活動による
サンゴ礁生態系への人為的負荷の
定量的分析及び低減策の検討

4. 1 調査の目的

第1章で述べたとおり、レジャーダイビングのサンゴ礁生態系に与える影響については、これまでも世界各国の研究者によって報告されている。既往研究で取られている手法については大別して2種類あり、ひとつはダイバーの行動を直接的に水中で観察するもの、もうひとつは、ダイバーが多いエリアと少ないエリアでサンゴの被度やダメージの発生割合等を比較しているものである。前者のタイプでは、性別やダイビング経験、水中カメラの携行の有無など、ダイバーの属性とダメージの関連性に注目した研究が多く (Barker and Roberts 2004, Camp and Fraser 2012)、後者のタイプではダイビングポイントの地形や卓越するサンゴの種など、生態系そのものの特色に注目した研究がなされている (Au et al. 2014, Guzner et al. 2010, Jameson et al. 2007)。

ダイバーの行動観察を行った研究例はいくつかあるが、研究者によって結論が異なっている。ダイバーの性別については、3つの研究論文で接触回数に差があったとされているが、Rouphael and Inglis (1997)では男性のほうが接触が多かったのに対して、Rouphael and Inglis (2001)と Worachananant (2008)では女性ダイバーのほうが有意に接触回数が多かったとしている。ダイビング経験、水中カメラの使用、ダイビング前にブリーフィングを受けたかどうかについても、それぞれ効果があったとする研究論文となかったとする研究論文が発表されている。それぞれの研究における結論は以下の表にまとめたとおりである。

表 4-1 ダイバー属性とサンゴ礁への接触回数の関連性についての既往論文における比較

ダイバーの属性	効果あり	効果なし
性別	Rouphael and Inglis (1997) Rouphael and Inglis (2001) Worachananant (2008)	
ダイビング経験	Roberts and Hariott (1995) Worachananant (2008)	Harriot et al. (1997) Rouphael and Inglis (2001)
水中カメラの使用	Barker and Roberts (2004)	Rouphael and Inglis (2001)
ダイビング前のブリーフィング	Medio et al. (1997) Davis and Tisdell (1995) Worachananant (2008) Camp and Fraser (2012)	Barker and Roberts (2004)

また、船のアンカーやダイバーとの接触による物理的なダメージのみでなく、間接的な影響も指摘されている。損傷を受けたサンゴは自然の状態では傷口を修復して再生するが、サンゴ群体が損傷を受けることによって、群体の成長速度が低下したり、巻貝類などの捕食者を誘引したり、傷口から病気に感染しやすくなったりすることも報告されている (Guzner et al. 2010, Lamb et al. 2014)。またダイバーによって巻き上げられた砂がサンゴ群体の上に体積することによって、サンゴが死亡したり成長速度が遅くなったりする影響もある (Rogers 1990, Lamb et al. 2014)。これらの間接的な影響も、全体としてサンゴ礁生態系の劣化につながる原因となると考えられる。

本章の目的は、レジャーダイビング活動によるサンゴ礁生態系への人為的負荷について、定量的に測定し、ダメージの低減策を提案することである。具体的には、ダイビング活動中のダイバーを観察し、造礁サンゴを含む海底の底質に接触する頻度、及び接触の結果としてサンゴの破損等のダメージが発生する頻度を調査した。また、水中カメラを持っている（または持っていない）ダイバーや、中性浮力を維持している（またはしていないダイバー）など、様々な条件の下での接触頻度を比較し、どのような条件の下で接触が起こりやすいかを明らかにすることにより、サンゴ礁生態系に対するダメージの軽減策の検討に資することを目的とした。さらに、ダイビング活動により生じるサンゴ礁生態系へのダメージを軽減するための方策のひとつとして、ダイビング前にダイバーに対して行う環境教育の効果を測定した。

4. 2 調査方法

4. 2. 1 調査地

本調査は、沖縄県の恩納村、宜野湾、慶良間、石西礁湖の4ヶ所で、それぞれ2009年9月、2010年10月、2012年7～8月、2014年8月に実施した。

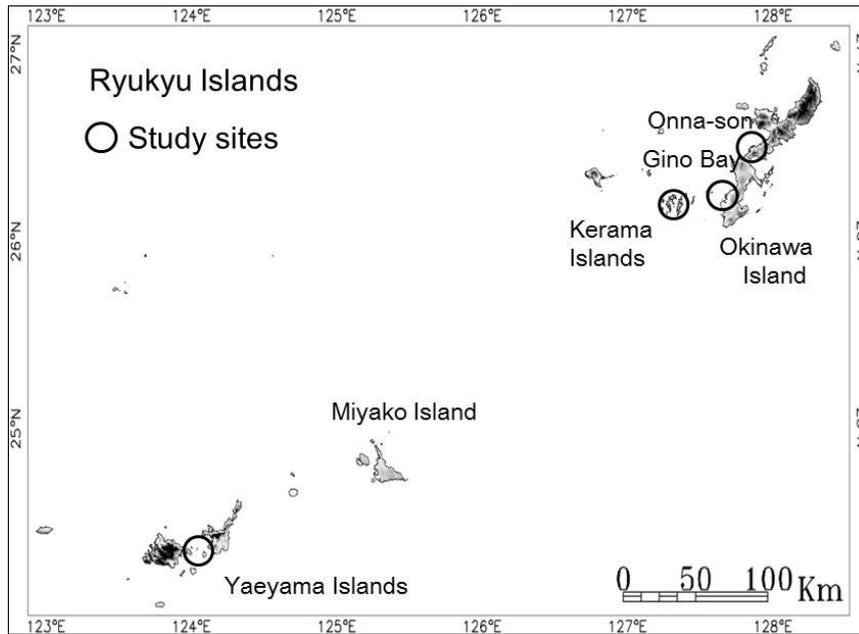


図 4-1 調査対象地域

4. 2. 2 調査方法

ダイビングショップの経営者の了承を得て、通常のダイビングツアーに同行し、ダイバーの水中での行動を観察した。ダイビングツアーは主に認定証を持っているファンダイバーを対象とし、日帰りで、ダイビングを午前中に1本、水面休息・昼食をはさんで午後1本行うスタイルであった。調査結果に影響が出ることを防止するため、調査の目的や内容は、協力を得られたショップ経営者及びダイビング船の船長には知らされたが、個々のダイビングガイドやダイバーには知らされなかった。ただし、協力ダイビングショップの中には、経営者自らがダイビングガイドを行っている小規模なショップも含まれていた。

ダイバー客の中から無作為に調査対象を選び、対象のダイバーが潜行を開始してから、30分間のダイバーの行動を観察し、造礁サンゴやその他の底質に接触した回数、及び接触の結果サンゴに破損が生じた場合に、そのサンゴの属名及び破片の大きさを記録し、写真による記録も行った。なお、ダイバー自身が観察されていることに気付かないように観察はダイバーの後方のなるべく離れた場所から行った。これは、ダイバーが観察されていることに精神的プレッシャーを感じ普段と異なる行動を取ることを避けるためである。

加えて、ダイバーの特性として、性別、水中カメラの所持の有無、水中で中性浮力を取れているかどうかを同時に記録した。中性浮力が取れているかの判定は、ダイバーの水中姿勢の観察から容易に判別可能であった。中性浮力が取れているダイバーでは、水平の姿勢で泳ぎ、フィンキックを行わなくても水中での位置を維持することができた。反対に、中性浮力が取れていないダ

ダイバーでは、沈下を防ぐために常に足のほうを下にした傾斜姿勢で泳ぎ、水中の位置を維持するために常にフィンキックを行っていて静止する瞬間が見られなかった。また、同時に行ったアンケート調査（第4章参照）の回答から、観察の対象となったダイバーのダイビング経験本数や取得している認定証のレベルなども合わせて記録し分析した。



図 4-2 中性浮力が取れているダイバー（左）と取れていないダイバー（右）

さらに、2012年と2014年の2回の調査においては、ダイビングツアーの1本目と2本目のダイビングの間の水面休憩時間の中に、ダイバーに対して環境ブリーフィングを行った。環境ブリーフィングに使用した教材は、調査者自らが作成し、Microsoft PowerPoint を用いて作成したスライド 21 枚を、印刷しクリアファイルに入れて紙芝居のようにダイバーに見せながら説明を行った。ブリーフィングの内容は、サンゴという生物の特徴や生態に重点を置き、サンゴ礁生態系への人間活動の影響や保全のための取組み、さらにダイバーをしてサンゴ礁を保全するために取るべき行動についても触れた。なるべくダイバーを退屈させず興味をひきつけるため、スライドには写真や絵などを多く用い、簡単なクイズを間に挟むなどの工夫をした。約 15 分間の説明の後で、質疑応答の時間も設けられた。

ブリーフィングを行った上で、2本目のダイビング中に1本目と同じダイバーの行動を同じ方法で再度観察し接触回数等を記録した。Wilcoxon 符号順位検定法を用いて、ブリーフィング前と後の接触回数を比較し、統計的に有意な差があるかどうか検定を行った。

4. 3 調査結果及び考察

4回の調査の合計で、105名のダイバーの行動が観察された。うち、14名のダイバーに対して環境ブリーフィング前と後のダイビング中の行動が観察された。ブリーフィングを受ける前のダイバーの底質への接触回数は平均で0.53回/分であった。また、接触の種類では、下図のようにフィンによるものが最も多く、次いで砂の巻き上げ、手の順に多かった。

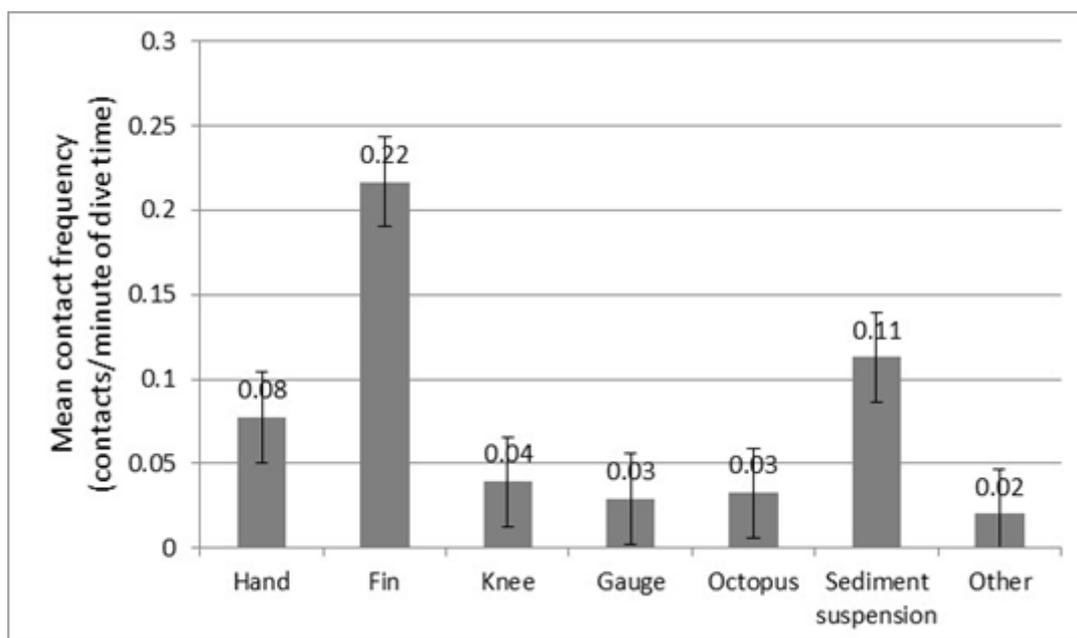


図 4-3 ダイバーの 1 分間あたりの平均接触回数

更に、ダイビング経験本数と接触回数の関係を調べた。ダイバーをダイビング経験本数 50 本未満、50 本以上 100 本未満、100 本以上の 3 つのグループに分け、それぞれの接触タイプの発生頻度を比較した。その結果は、図に示すとおり、経験本数が多くなるにつれて接触回数は減少した。接触タイプ別に見ると、フィン、ひざ、オクトパスによる接触及び砂の巻き上げについては経験本数が増えるにつれて減少し、特にフィンによる接触と砂の巻き上げについては、有意な差が見られた。これらの接触タイプについては、経験本数が増えるにつれてダイビングスキルが向上し、接触回数が減るものと思われる。一方、手、ゲージによる接触については変化がなく、その他の接触方法については逆に経験本数が多いグループで接触回数が多かった。これは、ダイビング経験が長くなるにつれて、カメラや指示棒、水中ノート、ダイビングライトなど携行機材の種類が増える傾向にあり、それらによる接触がカウントされているためと考えられる。このように、ダイビング経験が増えるにつれて、接触の頻度や接触の仕方も変化することが分かった。

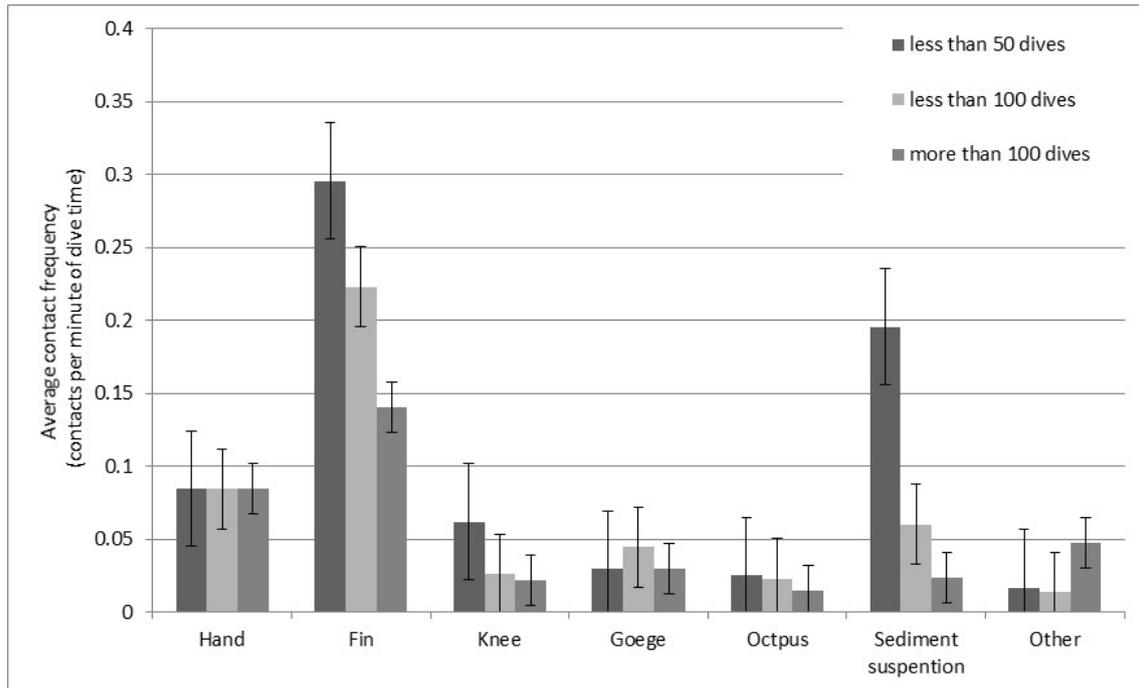


図 4-4 ダイバーの経験本数別の平均接触回数

次に、水中カメラを所持しているダイバーと所持していないダイバー、及び中性浮力が取れているダイバーと取れていないダイバーで4つのグループに分類して接触回数を比較した。中性浮力が取れているダイバーでは、取れていないダイバーに比べて平均接触回数が半分以下で、有意に少なかった。水中カメラについては、中性浮力が取れていないダイバーではカメラを所持しているほうが接触回数の平均値は高かったが、有意な差はなかった。このことから、ダイバーの底質への接触回数に影響する要因はカメラの有無よりも中性浮力を取れているかどうかであること、また中性浮力を取れていないダイバーでは、カメラを使用することによって、接触回数が増える可能性があることが示唆された。

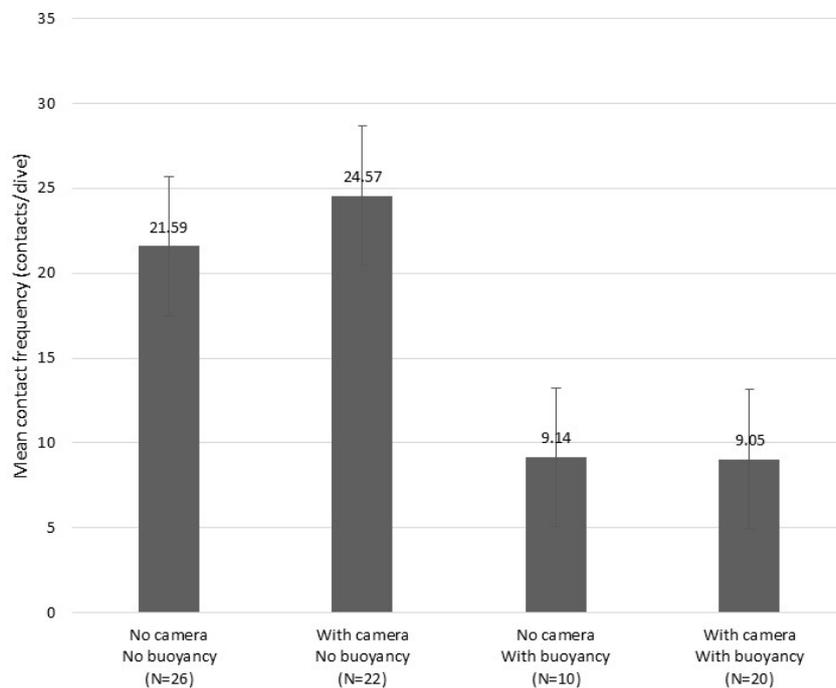


図 4-5 中性浮力を取れるダイバーと取れないダイバー、及び水中カメラを持っているダイバーと持っていないダイバーの平均接触回数の比較

以上の結果から、ダイビング経験本数、浮力調整スキルの有無、水中カメラの有無の3つのダイバー属性のうち、浮力調整スキルの有無がダイバーの接触回数に最も顕著な差を与えていた。しかしながら、ダイビング経験本数については、ダイビング経験と浮力調整スキルにも相関関係があるため、間接的にダイバーの接触回数に影響を及ぼすと考えられる。そこで、ダイバーの経験本数と浮力調整スキルの有無、及びダイビング認定証のレベルと浮力調整スキルの有無について、解析を行った。

表 4-2 ダイビング経験本数及び認定証レベルによる中性浮力を取れるダイバーの割合

ダイビング経験本数	中性浮力を取れるダイバーの出現割合
1～50本	14.8%
51～100本	52.8%
101本以上	72.2%
認定証のレベル	中性浮力を取れるダイバーの出現割合
エントリーレベル	10.0%
アドバンスレベル	66.7%
レスキューダイバー以上	70.0%

表のとおり、ダイビング経験本数、認定証のレベルとも、高くなるにつれて中性浮力の取れるダイバーの割合も高くなった。ダイビング経験が多くなるにつれて、より多くのダイバーが浮力調整スキルを会得していくと考えられるが、このデータからは経験本数 100 本以上のダイバーでもその約 30%は中性浮力を取れていないことになり、ダイバーが中性浮力を会得するのに必要な経験本数は非常に個人差が大きいことが調査結果から示唆された。また、本研究の調査対象者の中には、経験本数 10 本未満で既に中性浮力の取れているダイバーもいれば、逆に経験本数 200 本以上でも中性浮力の取れていないダイバーもおり、必ずしも経験本数が個々のダイバーのダイビングスキルを示す確度の高い指標とはならないと思われた。

また、水中での行動を観察した 105 名のうち、2%のダイバーはダイビング中一度も底質と接触しなかったが、98%のダイバーは一度以上底質と接触し、7%のダイバーがサンゴにダメージを与えた。サンゴにダメージを与えた 8 名のダイバーのうち、2 名が中性浮力を取れているダイバーで 6 名が取れていないダイバーであった。また、ダイビング経験は最も少ないダイバーで 12 本、最も多いダイバーで 500 本以上と幅があった。男女比は半々で、カメラを持っているダイバーが 5 名、持っていないダイバーが 3 名であった。ただし、この 8 名の平均接触回数は 0.46 回/分と、サンゴを損傷しなかった他のダイバーと比べて必ずしも接触回数が多いわけではなかった。これらの結果からも、サンゴにダメージを与える可能性の高いダイバーは、性別・カメラの有無・ダイビング経験の多寡よりも中性浮力を取れているか否かのほうがより関連性が高いということが言える。また、ダイバーにより損傷を受けた造礁サンゴ種はすべてが枝状の群体を形成する種で、種は *Acropora spp.*、*Porites degitata*、*Seriatorpora hystrix*、*Montipora degitata*、*Pocillopora eydouxi* であった。破損によって生じた破片の大きさは長さ 1.5cm から 20cm と差が大きく、1 回の接触で生じた破片の数も 1 本～7 本の間でばらつきが大きかった。

環境ブリーフィングを行う前と行った後で、ダイバーの接触回数を比較した結果は、下表である。

表 4-3 環境ブリーフィングを受けたダイバーのブリーフィング前と
ブリーフィング後の接触回数の比較

ダイバー	性別	ダイビング経験 本数(本)	中性浮力	水中カメラ	接触回数(回/30分間)	
					ブリーフィ ング前	ブリーフィ ング後
中性浮力を取れていないダイバー						
1	F	3	N	n	28	30
2	M	50	N	y	25	19
3	M	80	N	y	44	10
4	F	90	N	n	4	29
5	M	130	N	n	5	14
6	M	145	N	n	29	11
7	F	160	N	y	9	40
8	M	185	N	n	21	10
中性浮力を取れているダイバー						
9	M	6	Y	n	4	0
10	M	80	Y	y	2	1
11	F	80	Y	n	13	4
12	F	100	Y	n	7	3
13	F	450	Y	y	8	5
14	M	600	Y	y	6	4

注) F: 女性、M: 男性、Y: 中性浮力を取れる、N: 中性浮力を取れない、y: 水中カメラを携行している、n: 水中カメラを携行していない、を示す。

台風の接近等で調査可能日が限られたため、ブリーフィング前後の両方のデータを取れたダイバーのサンプル数は総数で14名であった。そのうち、8名が中性浮力を取れていないダイバーで、6名が中性浮力を取っているダイバーであった。ブリーフィング前とブリーフィング後の接触回数を比較したところ、中性浮力の取れないダイバー8名のうち、5名ではブリーフィング後に接触回数が減少したが、3名では逆に増加した。中性浮力の取れるダイバーでは、6名全員がブリーフィング後に接触回数が減少した。Wilcoxon 符号順位検定法を用いて統計的検定を行ったところ、ダイバー全員ではブリーフィング前後で有意な差がなかった ($p > 0.1$) が、中性浮力を取れるダイバーと取れないダイバーの二群に分けて検定を行ったところ、中性浮力を取れるダイバー群でのみ有意差が検出された ($p < 0.05$)。このことから、環境ブリーフィングは、中性浮力を取れる

ダイバーには効果があるが、中性浮力を取れないダイバーに対しては、効果があるとは言えないことが分かった。中性浮力を取れないダイバーでは、ブリーフィングを聞いてサンゴに接触しないように注意していても、スキル不足により接触を避けることができていないのではないかと思われた。

このことから、ダイビング活動によるサンゴ礁生態系への影響を低減するためには、ダイバーに対する環境教育のみではなく、中性浮力を取れないダイバーに対する対策を取ることも必要であると考えられる。具体的に取りうる対策としては、スキルの低いダイバーに対するスキルアップのための特別講習や、あるいはダイビングポイントの選択により影響を受けやすい場所を避ける、などの対策が考えられる。

また、全てのダイバーの接触回数のうち、実際に造礁サンゴ類にダメージを与えた確率は0.4%であった。この結果を応用して、実在のダイビングポイントにおけるダメージ量の推定を試みた。環境省により2008年に作成された「慶良間海域サンゴ群集資源（ダイビングポイント現況）調査報告書」に掲載されているダイビングポイントの中から、最もダイビングによる利用の多いポイントの一つである渡嘉敷島の「アリガーケーブル」のデータを用いてダメージ量の推定を行うことにした。「アリガーケーブル」は本調査でも使用したダイビングポイントの一つである。本研究で調査を実施した全てのダイビングポイントではサンゴの被度が約1%～70%と幅があったが、被度の平均値は25.3%であった。アリガーケーブルのサンゴ被度は最大約30%程度であり、ミドリイシ類やユビエダハマサンゴ等が見られることから、本調査における代表的なダイビングポイントの特徴と類似性が高いと思われた。

上記の報告書によれば、アリガーケーブルでダイビングが行われている範囲は約300m×300mであり、利用ダイバー数は、オンシーズンで1日あたり400～600名、オフシーズンで20～50名である。そこで、オンシーズン（5月～10月の6ヶ月間）における平日の利用者数を400名、土日・祝日における利用者数を600名、オフシーズン（11月～4月）における平日の利用者数を20名、土日・祝日における利用者数を50名として計算すると、年間利用者数は延べ91,090人と推定された。このことから、1回のダイビングの長さを平均45分間と仮定し、アリガーケーブルにおける年間のダメージ量を試算すると、

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 45 \text{ (分)} \times 0.53 \text{ (回/分)} \times 0.4 \text{ (\%)} = 8,690.0 \text{ (ダメージ/年)}$$

となり、このダイビングポイントでは年間に8,690回のサンゴに対するダメージが発生していると推測された。これを単位面積あたりに直すと、ダイビングポイントのおよその広さが300m×300mであり、サンゴ被度が30%と推定されることから、

8,690 (ダメージ/年) ÷ [90,000 (平方メートル) × 0.3]

= 0.32 (ダメージ/平方メートル/年)

となり、サンゴの被覆面積 1 平方メートルあたり年間約 0.3 回のダメージが発生していると推測される。

このダメージ量が持続可能なレベルであるといえるかどうかは、そのダイビングポイントにおけるサンゴの被度や種構成、ダメージからの回復にかかる時間に影響するサンゴの成長速度にもよるので一概には言えないが、一般に造礁サンゴ類の成長速度は（種にもよるが）非常に遅く、かなり条件のよい場所以外ではダメージが蓄積していく可能性がある。環境省（2008）による上記の報告書でも、このポイントでアンカリングによるサンゴ被害、ダイバーによるサンゴの破壊や砂の巻き上げが報告されている。Dullo（2005）によれば、インド太平洋の様々な種の造礁サンゴの成長量の平均値が 25.7mm/年と報告されているが、この平均値は 1966 年～1994 年の間に発表された様々な研究論文の結果の平均を取ったものであり、近年は地球規模の海洋酸性化（Hoegh-Guldberg et al. 2007, Hughes et al. 2003）や白化現象（Goreau and Macfarlane 1990）により造礁サンゴ類の成長が阻害されているという報告もあることから、現在では実際の造礁サンゴ類の平均的な成長速度は 25.7mm/年よりも小さいと推測される。一方、本研究中に観察されたダイバーの接触行為によって生じた 8 回の損傷によるサンゴ破片は長さ 1.5cm から 20cm と差が大きく、1 回の接触で生じる破片の数も 1 本～7 本の間でばらつきが大きかったが、サンゴの成長速度と比較すると、被害の大きな場合では群体が元の状態に回復するには 10 年近くかかると推測される。従って、造礁サンゴ類へのダメージを抑えることがサンゴ礁生態系保全の上で非常に重要であると考えられる。

さらに、本調査のデータから、アリガーケーブルにおいて以下の対策を行った場合のダメージ量削減の定量的効果を推定してみる。（ただし、いずれの場合も年間利用ダイバー数の総数が変わらないことを前提とする。）

オプション 1：水中カメラの使用禁止

オプション 2：ダイビング経験本数による制限（100 本未満のダイバーの利用禁止）

オプション 3：ライセンスレベルによる制限（アドバンスレベル未満のダイバーの利用禁止）

オプション 4：本調査と同様の環境ブリーフィングの実施

オプション 5：ダイバー全員が中性浮力のトレーニングを受け中性浮力を習得した場合

オプション 6：ダイバー全員が中性浮力を習得し、さらに環境ブリーフィングを受けた場合

それぞれ計算結果は

オプション1 : 8,246.2 ダメージ/年

オプション2 : 6,878.9 ダメージ/年

オプション3 : 7,123.0 ダメージ/年

オプション4 : 8,215.3 ダメージ/年

オプション5 : 4918.9 ダメージ/年

オプション6 : 2090.5 ダメージ/年

となり、6つのオプションの中で、一番効果が低かったのはオプション1の水中カメラの使用禁止で、逆に最も効果が高いのはオプション6の中性浮力のトレーニングと環境ブリーフィングの組合せであった。オプション5の結果から、中性浮力のトレーニングによるダメージ量削減効果が高いことが分かるが、更にオプション6のように中性浮力トレーニングのみでなく環境ブリーフィングと組み合わせることによってダメージ削減効果が高まり、何も対策を行っていない場合の4分の1以下にまでダメージ量を削減できることが示された。この例で用いたアリガークーブルは慶良間のダイビングショップに加えて沖縄本島のダイビングショップも利用可能なエリアにあり、上述の環境省（2008）の報告書では過剰利用に対する対策が必要と述べているが、環境容量という面から考えれば、オプション6のような対策を取った場合、例えば利用人数が現在の2倍に増えてもダメージ量は現在の半分ほどに抑えることが可能であることがこの試算より示唆される。

なお、それぞれのオプションについての計算過程は以下に示す。

<計算過程>

オプション1 : 水中カメラ使用禁止の場合（ただし、ダイバーのうち中性浮力を取れないダイバーと取れるダイバーの割合は変わらないものとする。

中性浮力を取れないダイバーでは、水中カメラを持っている場合は持たない場合に比べて接触回数が約13%減少した（図4-5）。中性浮力を取れるダイバーについては、カメラを持っている場合と持っていない場合で差がほとんど見られなかった（図4-5）。そこで、中性浮力を取れないダイバーは全体のうちの62%の割合で存在し、さらに、カメラを持っているダイバーの割合がそのうちの46%であり、ダイビング中の平均接触回数は0.73回/分であったことから、

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 62 \text{ (\%)} \times 46 \text{ (\%)} \times 0.73 \text{ (回/分)} \times 45 \text{ (分)} \times 0.13 \times 0.4 \text{ (\%)} \\ = 443.8 \text{ (ダメージ/平方メートル/年)}$$

のダメージ量が水中カメラを持たないことによって減少することとなり、この場合の年間のダメージ量は、

$$8,690.0 - 443.8 = 8,246.2 \text{ (ダメージ/年)}$$

となる。

オプション2：ダイビング経験本数による制限（100本未満のダイバーの利用禁止）

表4-2より、経験本数100本以上のダイバーのうち、中性浮力を取れるダイバーは72.2%、取れないダイバーは27.8%となる。中性浮力を取れるダイバーの平均接触回数は0.3回/分であり、取れないダイバーの平均接触回数は0.73回/分であることから、中性浮力を取れるダイバーによるダメージ量は

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 72.2 \text{ (\%)} \times 0.3 \text{ (回/分)} \times 45 \text{ (分)} \times 0.4 \text{ (\%)} \\ = 3,551.5 \text{ (ダメージ/年)}$$

取れないダイバーによるダメージ量は

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 27.8 \text{ (\%)} \times 0.73 \text{ (回/分)} \times 45 \text{ (分)} \times 0.4 \text{ (\%)} \\ = 3,327.4 \text{ (ダメージ/年)}$$

となり、合計すると6,878.9（ダメージ/年）となる。

オプション3：ライセンスレベルによる制限（アドバンスレベル未満のダイバーの利用禁止）

図2-9より、オープンウォーター、アドバンス、レスキューダイバー以上、のランクのダイバーの割合はそれぞれ、41%、39%、20%である。この割合が変わらないまま、オープンウォーターレベルのダイバーのダイビングが禁止されたとすると、残りのダイバーのうち約66%がアドバンスレベル、約34%がレスキュー以上のダイバーとなる。それぞれのレベルで中性浮力を取れるダイバーの割合は表4-2より66.7%、70%となる。このことから、中性浮力を取れるダイバーは全体の67.3%、取れないダイバーは32.1%となり、上記オプション2と同様に計算すると、中性浮力を取れるダイバーによるダメージ量は

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 66.7 \text{ (\%)} \times 0.3 \text{ (回/分)} \times 45 \text{ (分)} \times 0.4 \text{ (\%)} \\ = 3,280.9 \text{ (ダメージ/年)}$$

取れないダイバーによるダメージ量は

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 32.1 \text{ (\%)} \times 0.73 \text{ (回/分)} \times 45 \text{ (分)} \times 0.4 \text{ (\%)} \\ = 3,842.1 \text{ (ダメージ/年)}$$

となり、合計すると7,123.0（ダメージ/年）となる。

オプション4：本調査と同様の環境ブリーフィングの実施

表4-3より、中性浮力を取れるダイバーでは、環境ブリーフィングの実施後は実施前に比べて接触回数は平均で0.425倍になった。ただし、中性浮力を取れないダイバーでは、環境ブリーフ

ィングの前後で接触回数に変化はない。そこで、環境ブリーフィング後の中性浮力を取れるダイバーによるダメージ量は

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 38 \text{ (\%)} \times 0.3 \text{ (回/分)} \times 45 \text{ (分)} \times 0.425 \times 0.4 \text{ (\%)} \\ = 794.4 \text{ (ダメージ/年)}$$

中性浮力を取れないダイバーによるダメージ量は、

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 62 \text{ (\%)} \times 0.73 \text{ (回/分)} \times 45 \text{ (分)} \times 0.4 \text{ (\%)} \\ = 7,420.9 \text{ (ダメージ/年)}$$

で、合計すると 8,215.3 (ダメージ/年) となった。

オプション5：ダイバー全員が中性浮力のトレーニングを受け中性浮力を習得した場合

上述のとおり、中性浮力を取れるダイバー全体の底質への接触頻度の平均は 0.3 回/分であることから、ダイバー全員が中性浮力を取れる場合のダメージ量は以下の式で計算できる。

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 0.3 \text{ (回/分)} \times 45 \text{ (分)} \times 0.4 \text{ (\%)} = 4918.9 \text{ (ダメージ/年)}$$

オプション6：ダイバー全員が中性浮力を習得し、さらに環境ブリーフィングを受けた場合

オプション4と同様に、表 4-3 より、中性浮力を取れるダイバーでは環境ブリーフィングの実施後は実施前に比べて接触回数は平均で 0.425 倍になったことから、

$$91,090 \text{ (人/年)} \times 0.3 \text{ (回/分)} \times 0.425 \times 45 \text{ (分)} \times 0.4 \text{ (\%)} \\ = 2090.5 \text{ (ダメージ/年)}$$

となる。

4. 4 本章の結論

本章では、ダイバーの水中行動観察の結果から、ダイバーの約7%が一回のダイビング中にサンゴの損傷などのダメージを与えていることがわかった。7%という割合自体は小さいものの、第3章で述べたように、年間延べ約50万人のダイバーが沖縄県を訪れ、平均で1回の旅行あたり6本程度のダイビングを行っていることを考慮すると、その影響は沖縄のサンゴ礁生態系にとって大きな負荷となっているのではないかと考えられる。

また、本研究では、ダイバーの浮力調整スキルが、造礁サンゴ等への接触回数と最も関連性が高いことが示されたが、先行する研究でこの影響に着目した例はなく、本研究によって初めて示された結論である。これまでの既往研究では、ダイバーの性別・ダイビング経験本数・水中カメラの有無・事前ブリーフィングの有無など、ダイバーの様々な属性と接触回数の関連性が調べられていたが、ダイバーの浮力調整スキルの影響が排除されていなかったために、表 5-1 のよう

な相互に矛盾した結論が導き出されていたのではないかと考えられる。そのため、今後同様の研究が行われる際には、比較する二つの群で中性浮力を取れるダイバーと取れないダイバーの比率を等しくするなど、ダイバーの浮力調整スキルの個人差の影響を考慮に入れて研究計画を練る必要がある。

また、環境ブリーフィングの効果については、少なくとも、本研究で用いたような、サンゴやサンゴ礁生態系についての専門的な知識を一般のダイバーに分かりやすく伝えるタイプのブリーフィングが中性浮力を取れるダイバーに対して効果的であることが分かった。環境ブリーフィングの効果についても、研究者によって異なった結果が報告されているが、Medio et al. (1997)では本研究と同様の海洋生物学者によるトーク形式のブリーフィングが採用され効果があったとされているのに対し、Barker and Roberts (2004)のような、通常のダイブ前のガイドによるブリーフィングの中に、「サンゴに接触しないように気をつけてください」という趣旨の1文を追加するのみの説明では、効果がなかった。このことから、環境ブリーフィングと言ってもそのやり方は様々であるが、実際に効果を上げるためには、生物としてのサンゴやサンゴ礁生態系についての知識を含むものであることが望ましいと言える。

また、中性浮力を取れないダイバーに対しても、環境ブリーフィングが直接的に効果があるとは言えなかったが、ダイバーの保全意識を向上させることによって、将来的にダイビングスキルが向上した際にサンゴに接触しないように気をつけたり、周りのダイバーにも注意を促すなど、データとして計測できるものではないが間接的な効果は期待できるのではないと思われる。

しかし、本調査で観察されたダイバーのうち、中性浮力を取れないダイバーは全体の62%を占めていた。これらのダイバーに対して環境ブリーフィングの結果接触回数が減らなかったことから、上述のようにサンゴ礁へのダイビングによる負荷を低減するためには、ダイバーへの浮力調整のトレーニングを行うなど、他の対策も同時に行う必要があると言える。表5-2に示されたとおり、アドバンスレベルの認定証を持つダイバーでは66.7%が中性浮力を取れるようになっており、これはアドバンスレベルの講習の中でそのようなトレーニングを実際に受けたためと思われる。そのため、ダイバーにアドバンスレベルやさらに上級の資格の取得を推奨するのも、対策として有効であると考えられる。また、特にサンゴの被度が高く、ダイビングのダメージを受けやすいポイントのある程度のダイビング経験を持っているダイバーにのみ開放するという対策も考えられるが、本調査ではダイビング経験100本以上のダイバーでも約30%が中性浮力を取れないという結果が出ており（表5-2）、その効果は限定的であると予想される。特に守るべき貴重なサンゴ礁生態系については、阿嘉島などで行われているように、保全のためにはある一定の期間を決めてダイビングに対してクローズすることも必要であろう。

第4章 参考文献

Allison, W.R. (1996) Snorkeler damage to reef corals in the Maldive Islands. *Coral Reefs* 15 (4): 215–218

Au, A. C. S., Zhang, L., Chung, S. S., & Qiu, J. W. (2014). Diving associated coral breakage in Hong Kong: Differential susceptibility to damage. *Marine pollution bulletin* 85:789–796

Barker NHL, Roberts CM (2004) Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biol Conserv* 120:481–489

Camp E, Fraser D (2012) Influence of conservation education dive briefings as a management tool on the timing and nature of recreational SCUBA diving impacts on coral reefs. *Ocean Coast Manage* 61:30–37

Chadwick-Furman NE (1997) Effects of SCUBA diving on coral reef invertebrates in the U.S. Virgin Islands: implications for the management of diving tourism. In: J.C. den Hartog, Editor, *Proceedings of the Sixth International Conference on Coelenterate Biology*. Nationaal Naturhistorisch Museum pp. 91–100

Davenport J, Davenport JL (2006) The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 67: 280–292

Davis, G.E. (1977) Anchor damage to a coral reef on the coast of Florida. *Biological Conservation* 11: 29–34

Davis D, Tisdell C (1995) Recreational scuba-diving and carrying capacity in marine protected areas. *Ocean Coast Manage* 26:19–40

Dinsdale, E. A. and V. J. Harriott (2004) Assessing anchor damage on coral reefs: A case study in the selection of environmental indicators. *Environ. Manage.* 33:126–139

Dullo W.C. (2005) Coral growth and reef growth; a brief review. *Facies* 51:33-48

Epstein, N., R.P.M. Bak and B. Rinkevich (1999) Implementation of a small-scale “no-use zone” policy in a reef ecosystem: Eilat’s reef-lagoon six years later. *Coral Reefs* 18(4):327–332

- Goreau TJ and Macfarlane AH (1990) Reduced growth rate of *Monstastrea annularis* following the 1987-1988 coral bleaching event. *Coral Reefs* 8:211-215
- Guzner B, Novplansky A, Chadwick NE (2010) Indirect impacts of recreational scuba diving: patterns of growth and predation in branching stony corals. *B Mar Sci* 86:727–742
- Harriott VJ, Davis D, Banks SA (1997) Recreational diving and its impact in marine protected areas in Eastern Australia. *Ambio* 26:173–179
- Hasler H, Ott JA (2008) Diving down the reefs? Intensive diving tourism threatens the reefs of the northern Red Sea. *Mar Pollut Bull* 56:1788–1794
- Hawkins JP, Roberts CM (1992) Effects of recreational SCUBA diving on fore-reef slope communities of coral reefs. *Biol Conserv* 62:171–178
- Hawkins JP, Roberts CM (1993) Effects of recreational SCUBA diving on coral reefs: trampling on reef-flat communities. *J Appl Ecol* 20:25–30
- Hawkins JP, Roberts CM (1994) The growth of coastal tourism in the Red Sea: present and future effects on coral reefs. *Ambio* 23:503–508
- Hawkins JP, Roberts CM (1997) Estimating the carrying capacity of coral reefs for SCUBA diving. *Proceedings of the Eighth International Coral Reef Symposium* 2, pp. 1923–1926
- Hodgson G (1999) A global assessment of human effects on coral reefs. *Marine Pollution Bulletin*, 38: 345–355
- Hoegh-Guldberg, O., P. J. Mumby, A. J. Hooten, R. S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C. D. Harvell, P. F. Sale, A. J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C. M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R. H. Bradbury, A. Dubi, and M. E. Hatziolos (2007) Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* 318:1737–1742

Hughes TP, Baird AH, Bellwood DR, Card M, Connolly SR, Folke C, Grosberg R, Hoegh-Guldberg O, Jackson JBC, Kleypas J, (2003) Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301:929–933

Jameson ASC, Ammar MSA, Saadalla E, Mostafa HM, Riegl B (2007) A quantitative ecological assessment of diving sites in the Egyptian Red Sea during a period of severe anchor damage: A baseline for restoration and sustainable tourism management. *Journal of Sustainable Tourism* 15 (3): 309–323

環境省 (2008) 「慶良間海域サンゴ群集資源 (ダイビングポイント現況) 調査報告書」 318pp

Kay, A.M., Liddle, M.J. (1989) Impact of human trampling in different zones of a coral reef flat. *Environmental Management* 13 (4): 509–520

Krieger JR, Chadwick NE (2013) Recreational diving impacts and the use of pre-dive briefings as a management strategy on Florida coral reefs. *J Coast Conserv* 17:179–189

Lamb, J.B., True, J.D., Piromvaragorn, S., Willis, B.L. (2014) Scuba diving damage and intensity of tourist activities increases coral disease prevalence. *Biol. Conserv.* 178:88–96

Lew, A.A. (2013) A World Geography of Recreational SCUBA Diving. In G.Musa and K. Dimmock, eds., *Scuba Diving Tourism*, pp. 29–51. Oxford: Routledge.

Medio D, Ormond RFG, Pearson M (1997) Effect of briefings on rates of damage to corals by SCUBA divers. *Biol Conserv* 79:91–95

Neil, D. (1990) Potential for coral stress due to sediment resuspension and deposition by reef walkers. *Biological Conservation* 52 (3), 221–227

Ministry of the Environment and Japanese Coral Reef Society (2004) *Coral Reefs of Japan*, Ministry of the Environment, Tokyo

Pendleton, L.H. (1994) Environmental quality and recreational demand in a Caribbean coral reef. *Coastal Management* 22 (4), 399–404

Polak, O., & Shashar, N. (2012) Can a small artificial reef reduce diving pressure from a natural coral reef? Lessons learned from Eilat, Red Sea. *Ocean & Coastal Management*, 55: 94–100

Richmond, R.H. (1993) Coral reefs: present problems and future concerns resulting from anthropogenic disturbance. *Am. Zool.* 33, 524–536

Rogers, CS (1990) Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62:185–202

Rouphael, A.B., Inglis, G.J., 2001. Take only photographs and leave only footprints. An experimental study of the impacts of underwater photographers on coral reef dive sites. *Biological Conservation* 100: 281–287

Schleyer MH and Tomalin BJ (2000) Damage on South African coral reefs and an assesment of their sustainable diving capacity using a fisheries approach. *Bulletin of Marine Science* 67: 1025–1042

Talge H (1992) Impact of recreational divers on scleractinian corals at Looe Key, Florida. *Proceedings of the Seventh International Coral Reef Symposium* 2:1077–1082

Tilmant JT, Schmahl GP (1981) A comparative analysis of coral damage on recreationally used reefs within Biscayne National Park, Florida. *Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium* 1:187–192

Tratalos, J.A., Austin, T.J. (2001) Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. *Biological Conservation* 102: 67–75

Uyarra, M. C., A. R. Watkinson, and I. M. Côté. (2009) Managing dive tourism for the sustainable use of coral reefs: validating diver perceptions of attractive site features. *Environmental Management* 43:1–16

van Treeck P, Schumacher H. (1998) Mass diving tourism—a new dimension calls for new management approaches. *Marine Pollution Bulletin* 37(8–12):499–504

Woodland, D.J., Hopper, J.N.A.(1977) The effects of human trampling on coral reefs. *Biological Conservation* 11: 1–4

Worachananant, S., Carter, R.W., Hockings, M., Reopanichkul, P. (2008) Managing the impacts of SCUBA divers on Thailand's coral reefs. *Journal of Sustainable Tourism* 16 (6) : 645–663

Zakai D, Chadwick-Furman NE (2002) Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biol Conserv* 105:179–187

第5章

ダイビング活動に伴う 環境影響の低減策 —社会的側面からの考察—

5. 1 本章の背景と目的

第2章で概観したとおり、日本でレジャーダイビング産業が発展したために生じた影響は、環境への影響だけでなく、様々な社会的影響もあった。その主なものは、ダイバーと漁業者の間の軋轢、ダイビング事業者間の対立、サンゴ礁へのダメージ等である（原田ら 2007）。サンゴ礁海域を含む日本の沿岸域では古くから漁業活動が行われており、空間的に競合するダイビング産業が同じ海域に後から入ってきたためにコンフリクトが生じ、それまで漁業者のみが利用していた海域にも資源管理、持続的な利用形態、及び異なる利用者間の調整のニーズが新たに出てきた。このような状況を受け、水産庁は 1994 年に海面利用の実態に関する調査を行い、さらに各都道府県に通達を出して「海面利用調整協議会」を設置することとした（座間・沼田 2013）。しかし、中にはこのような調整がうまくいかず、伊豆半島の大瀬崎や沖縄県宮古島で起こった対立のように長期化し法廷闘争にまで発展するケースもあった。この2件は極端なケースであるが、程度の差はあれ、多くの地域で利害対立が生まれ、漁業者と観光業者の協議などによる問題解決への関係者の独自の努力がなされている（座間・沼田 2013; 原田ら 2009; 緒方 2010; 上田 1996; 溝尾 2004）。また、ダイバーなどの観光客を受け入れる地域社会全体としても、ダイバー客が地域経済を活性化するというメリットと同時に、宿泊施設の競合などの負の影響を受ける場合もある（溝尾 2004、池 2001）。

このような利害が異なるグループ間での対立が、関係者が協力して一体となったサンゴ礁生態系保全の取組を進めることを妨げ、沿岸資源管理の障害となっていると思われる。例を挙げれば、日本最大のサンゴ礁海域である沖縄県八重山諸島の石西礁湖では、漁業者とダイビング事業者団体の間で、ダイビングポイントのゾーニングや係留ブイの設置などの保全対策について長年話し合いが行われているが、最終的な合意には至っていないため、係留ブイが設置できずダイビング船のアンカーによって造礁サンゴにダメージが発生する状況となっている。

一方、自然資源管理の新たなメカニズムとして、海外では 2000 年ごろから「生態系サービスへの支払い（payment for ecosystem services: PES）」が注目されるようになった（Sommerville ら 2009）。生態系サービス（言い換えれば、「自然の恵み」）は、基本的には一般的に無料で利用されているが、生態系サービスの恩恵を享受する受益者に対して、適正な対価の支払いを求めることによって、そのサービスを支えている生態系の保全資金を調達したり、生態系の保全に対する経済的なインセンティブを付与する仕組みが PES である。PES の定義について国際的に合意されたものはないが（林・伊東 2010）、Wunder（2005）は PES の要件を以下の5つの基準を満たすものという定義を提案し、PES に関する多くの論文で広く引用されている。ただし、一口に PES といっても、その形態はさまざまであり、また全ての PES 制度が下記の定義を満たすわけではない（Wunder ら 2008）。

1. 生態系サービスの受益者と供給者との自発的な売買
2. 生態系サービスの明確な定義化(またはそれらのサービスに関連する土地利用の定義化)
3. 生態系サービスの購入者(買い手)の存在
4. 生態系サービスの供給者(売り手)の存在
5. 生態系サービス供給者が生態系サービスの供給を確保すること

国連や開発援助機関は、自然保護の資金調達的手段としてのみでなく、貧困削減のためのツールとしても PES に注目している (Bulte ら 2008)。世界的に見れば PES の実施例は 300 件以上あるとされている (Landell-Mills and Porras 2002)。しかし、中には土地所有権や自然資源へのアクセス権を持つ人のみに利益がもたらされることによって、貧富の差の拡大という社会的な負の影響を生む可能性があるという指摘もあり (Bulte ら 2008)、注意が必要である。さらに、Sommerville ら(2010)は、コミュニティベースの PES が成功する要件として、コミュニティ内での利益の分配方法に公平感があり、コミュニティのメンバーに受け入れられることが重要だと指摘している。

日本では PES に類似する仕組みとして、いくつかの制度が既に導入されており、例えばいくつかの自治体で導入されている森林環境税がこれに該当する。林・伊東(2010)によれば、日本全国で森林環境税を導入している県は 29 にのぼり、名称は「森林環境税」、「森づくり税」、「水源環境保全税」など様々であるが、個人や法人を対象に年間 500 円～1000 円程度(法人の場合は 5% 前後)の徴収が行われている場合が多い。税収は「森林環境保全基金」として積み立てられ、森林保全事業などに充てられている。ひとつの具体例として、本研究と同じく観光・レクリエーションに係る生態系サービスを対象とした PES の例としては、ジンバブエで実施されている CAMPFIRE プロジェクトがある。この事例では、観光客向けにサファリツアーを主催する旅行会社の収益の一部が、地元のコミュニティに還元され、コミュニティによる野生生物の保護活動が強化された結果、野生生物の生息数が増加した (国際協力機構 2012)。

しかし、これまでの国内外の PES 事例においては、陸上生態系、特に森林等に関する事例が多く、海洋または沿岸生態系に関し、PES が行われている事例報告は世界的に見てもまだ少ない。Binet ら (2013) によれば、モーリタニアの国立公園に対して、欧州連合 (EU) が漁業権の対価としてモーリタニア政府に支払いを行っている例が海洋生態系における初の PES 事例として報告されている。この収入はモーリタニア国内の漁業振興や海洋保護区の生態系管理に使用されている。また、カリブ海の Bonaire 海洋公園で、観光客から入域料を徴収して国立公園の保全・管理を行っている例などもある (Forest Trends and The Katoomba Group 2010)。この Bonaire の例では、一般の観光客が年間 10 ドルに対しダイバーは年間 25 ドルまたは 1 日あたり 10 ドル

で、ダイバーに対して一般の観光客より高い料金が設定されている（Bonaire National Marine Park 2015）。似たような事例はパラオでもあり、パラオ政府は一定の料金を支払った観光客に対してダイビング許可証や釣り許可証を発行している（パラオ政府観光局 2015）。後述のように、日本でもスキューバダイビングの盛んな地域で、海域の利用者であるダイバーから小額の利用料を徴収し、海域の生態系保全に必要な資金をまかなう仕組みが導入されつつある。このような仕組みが普及していくことにより、ダイバーが生態系の景観を無料（ただしダイビングガイド等のサービス提供に対する対価を別にして）で楽しむのではなく、環境の価値に対しても対価を払うことが一般化していく可能性がある。

本章では、沿岸資源管理に関して観光業と地域社会（特に漁業者）の利害対立を穏便に解決し、両者が協調して海域の資源管理を行うためにどのような要件が必要かを明らかにすることを目的とし、日本国内のいくつかの地域の事例を取り上げて、利害対立の原因や解決に至った過程を比較研究した。さらに、PESを単なる支払い制度ではなく、生態系サービスとその受益者を明確化し生態系サービスの維持のための公平な役割分担をするためのシステムとして適用することにより、現在行われている海域保全協議会の仕組みを発展させた新たな参加型資源管理のあり方について考察した。

5. 2 調査方法

本研究では、日本国内でダイビング業と漁業の海面利用を巡って社会問題化している5つの地域を選定し、その問題の発生や問題の解消の過程を既往文献や関係者への聞き取り調査によって調査した。調査対象は、比較的既往研究による報告例の多い4つの地域（静岡県大瀬崎、沖縄県宮古島、沖縄県恩納村、高知県柏島）と、比較の対象として沖縄県石垣島を選定した。静岡県大瀬崎、高知県柏島については、それぞれ温帯域、高緯度サンゴ群集域ではあるが、サンゴ礁域の事例との比較のために選定した。各事例の対象地域と調査方法は表5-1に示すとおりである。沖縄県石垣島に関しては、2014年2月25日から3月5日にかけて現地調査を行い、複数の行政関係者、有識者、海域を利用している観光業者、漁業関係者等を対象としたインタビュー調査を行った。

表5-1 調査対象事例と情報収集方法

	対象事例	情報収集方法
1	静岡県大瀬崎	文献調査
2	沖縄県宮古島	文献調査、関係者への電話インタビュー
3	沖縄県恩納村	文献調査

4	高知県柏島	文献調査、関係者への電話インタビュー
5	沖縄県石垣島	関係者への対面インタビュー調査

5. 3 調査結果

5. 3. 1 静岡県大瀬崎地区の事例

静岡県沼津市大瀬崎地区では、1980年代からダイビング客の急速な増加が見られ、漁業者とのトラブルも多くなった（緒方 2010）。そのため、1985年にダイビング事業者（大瀬崎潜水協会）と地元の内浦漁業協同組合の協議により、指定海域以外でのダイビングの禁止、各海域での潜水時間の制限、ダイバーに対する「潜水整理券」の交付などを内容とする協定が結ばれた。これにより、ダイバーは1日1人あたり340円（消費税増税などに伴い2015年現在では価格は税込で350円に値上がりしている）を内浦漁協から業務を委託された「江梨地先漁業会」に支払って「潜水整理券」を購入しなければならないこととなった。この潜水整理券の売上金の使途内訳は、安全対策及び漁場管理費、遭難対策費、漁業補償、漁業振興費、潜水券販売人件費、潜水協会への助成金、消費税などとされていた（田中 1996）。なお、早くからダイビングが盛んになった伊豆半島では、大瀬崎以外にも松崎漁協と富戸漁協の2漁協で既に1964年からダイビング事業者からの補償金の支払いやダイバーから「監視料」の名目での料金徴収が行われていた（上田 1996）。

ところが、1993年、この潜水整理券を購入してこの海域を利用していた横浜のダイビング業者が原告となり、ダイバーに対する潜水料の徴収は詐欺による不法行為だとして漁協を相手取り訴訟を起こした。1審では原告敗訴、2審では原告一部勝訴となったが、最高裁判決は差し戻しとなって最終的に差し戻し控訴審で原告の敗訴が確定した（緒方 2010）。この判決により、全国の他の地域でもダイバーからの料金の徴収が正当化されることとなった。（しかし、厳密に言えばこの判決によってダイビング行為が漁業権の侵害であることは認められず、あくまでダイバー側と漁協の事前の合意がある場合は徴収の根拠と認められるという判決であった。）現在でも大瀬崎ではダイバーに潜水整理券の販売が行われている。

5. 3. 2 沖縄県宮古島の事例

沖縄県の宮古島では、古くからダイビングが行われ、1979年ごろにはダイビングショップが存在した。その後、東京や大阪からの直行便が開設されてアクセスもよくなり、ダイビング客が急

速に増加した（上田 1996）。

宮古島でも、ダイビング事業者と漁業者の対立が激化し、海域の利用禁止や漁業者による実力行使、訴訟にまで発展した。事の発端は、1991年5月22日、宮古地区の3漁協とダイビング事業者の話し合いの場で、「漁業権侵害に対する受忍料」として、ダイバー1人あたり1,500円を支払ってもらいたいという漁協側の主張を巡り交渉が決裂したことであった（上田 1996）。1996年から再度交渉が再開されたが、ダイビング事業者側の意見としては、受忍料を支払わなければならない法的根拠がない、他のマリンスポーツや遊漁業等を対象にせずダイビングだけが対象になるのはおかしい、等の理由で合意に達することができず、これに対し一部の漁業者は、わざとダイビング船の付近で漁をする、ダイビングポイントの上を船で通過するなどの危険を伴う嫌がらせ行為に出た。上田(1996)によれば、1996年の4月～7月に漁業とダイビング業者の話し合いが5回にわたり開催され、途中から沖縄県宮古支庁も仲裁のため話し合いに参加したが、両者の頑なな態度により、問題は解決しなかった。このあたりの経緯は、上田（1996）により詳細に報告されている。

翌年、漁協側が漁業権海域内でのダイビング全面禁止の仮処分申し立てを地裁に起こし、高裁まで争われたが、最終的に2003年にダイビング事業者側の勝訴が確定した。この訴訟問題が決着してからようやく実質的にダイビング事業者と漁業者間の建設的な話し合いが進められることとなり、その結果2007年に「宮古島美ら海連絡協議会」が設立された。この協議会には3つの漁協と4つのダイビング協会が加盟しており、ダイバー客から1日500円を協力金として徴収することが定められた。この協力金の使用目的は、①係留ブイの設置・オニヒトデ駆除等の宮古島の海洋環境保全活動、②イベント開催等の観光・ダイビング事業の振興、③稚魚・稚貝の放流などの水産業の振興、の3種類に限定されている（宮古島美ら海連絡協議会 2015）。同協議会の事務職には専任のスタッフも置かれており、協議会に加盟している3漁協（宮古島漁業協同組合、池間漁業協同組合、伊良部島漁業協同組合）及び4ダイビング事業者団体（宮古島ダイビング事業組合、宮古島マリリゾート協同組合、宮古島ダイビング協会、池間島八重干瀬会、伊良部下地島マリンレジャー組合）が主体となってこれらの活動を行っている。2010年5月26日付宮古毎日新聞の記事によれば、2009年の1年間で美ら海協力金の支払者は述べ3万6000人に上り、収入の総額は1800万円であった。2015年現在でもダイビング事業者と漁業者の協力によって協議会の活動は円滑に運営されており、ダイビング事業者の間での係留ブイ使用の徹底など、サンゴ礁生態系保全に対する意識が高まるなどの効果がみられるとのことである（梶原 私信）。

5. 3. 3 沖縄県恩納村の事例

上述の2つの事例に対し、沖縄本島の恩納村の例は、利用者間の調整が早期に比較的うまく機

能し深刻な対立が回避できた事例として興味深い。恩納村は、沖縄本島西海岸の中央部に位置し、南北に長い海岸線を有する。恩納村では伝統的に半農半漁の生活が営まれていたが、1970年代に国際海洋博覧会をきっかけに観光開発が盛んになり、大型リゾートホテルが相次いで建設された。さらに、マリンレジャーも沖縄県の本土復帰前から行われていたグラスボートや、海水浴、釣り、シュノーケリング、ダイビングなどを目当てに訪れる観光客が増加した(原田ら 2009)。しかし、それとともに、無秩序なリゾート開発による地域住民の日常生活への影響、赤土流出、生活排水流出、リゾートホテルが海域の囲い込み(グラスボートを運営するために一定の海域から漁業者を締め出す行為)や海岸を「プライベートビーチ」化して村民の立ち入りを制限するなどの環境及び社会的な問題が顕在化した(原田ら 2009)。これに対し、恩納村では、1991年に「恩納村環境保全条例」を制定して土地利用や排水の水質に規制をかけ、開発行為に対する「事前協議制」などのルールづくりを進めた(原田ら 2009)。さらに、リゾートホテルによる海の「囲い込み」問題については、ホテル周辺海域での漁業操業に支障をきたした漁業者らによる海上デモが1985年に行われたがホテル側の態度は改善せず、1986年に村が主導して行政・リゾートホテル・漁協などの関係者をメンバーとする「海面利用調整協議会」が設置され話し合いの場ができたことにより、ようやく和解に至った。

この海面利用調整協議会において合意された沿岸域利用に関する地域ルールとして、①リゾートホテル側が「漁業振興基金」を拠出し、新しい漁業・養殖業の技術開発のための資金を提供すること、②マリンレジャーにあたって漁業の観光部会に所属する漁業者から傭船し、船の燃料や水産物を地元漁協から優先的に購入するなど事業連携すること、③その代わりにリゾート側は漁協の漁業権区域内の海域をどこでも自由に使用できること、が定められた(原田ら 2009)。この「漁業振興基金」は新しい漁業・養殖業の技術開発、サンゴ礁海域の保全や漁場の保全、及び漁業者・観光業者・行政などの交流と情報共有などのために用途が限定されている(原田ら 2009)。支払い額は当初年間600万円であったが、その後ホテル数の増加により金額も増加した(上田1996)。このルールにより、異なるセクター間の良好な関係が構築され、社会的対立が解消されただけでなく、観光業の発展によるリゾートホテルの収益が地域経済に還元され、恩納村全体の地域振興につながった。さらに、漁協側に支払われる「漁業振興基金」を利用して恩納村漁協では技術開発が進められ、沖縄県で初めて海ぶどうやサンゴの養殖技術を開発し産業化するなど、養殖業においても先進的な取り組みを進めることが可能になった。

5. 3. 4 高知県柏島の事例

高知県の西南に位置する柏島は面積0.57平方キロメートルの小さな島で、足摺宇和国立公園の中に含まれている。高緯度サンゴ群集域に位置する柏島には1000種近くの魚種が生息している

と言われ、ダイビングスポットとしても人気が高いエリアである（新保 2008）。1992 年ごろから島外のダイビング業者が入り始め、現在では柏島を含む大月町内で 25 件の業者が営業している（大月町 2015）。この柏島でも、1995 年ごろから 2000 年ごろにかけて、漁業者とダイビング業者の間の関係が悪化した（溝尾 2004）。漁業者から、漁場や漁船の航路上でダイビングを行うので危険であるなどの声が上がるとなり、またアンカリングによりサンゴが破壊される、人気のある魚種などにダイバーが集まりその生態に悪影響がある、などの指摘もあった（新保 2008）。また、ダイビング以外にもレクリエーションとしての釣りも盛んで、40～50 の船釣り業者が営業しており、年間 4～5 万人の利用者が訪れているとのことである（溝尾 2004）。遊漁案内業者は全員が地元出身者であることもあり特に漁協とのコンフリクトは起こっていないが、遊漁案内業者同士で良い釣り場の場所取り競争が激しくなったため、年間を通して場所を割り当てた「磯割り」をして業者間で調整をしたため問題はなくなった（溝尾 2004）。

1995 年には、大月町の主導により初のダイビング事業者団体である「柏島スクーバダイビング事業組合」が設立され、漁協との協議が開始された（新保 2008）。その背景として、溝尾（2004）は、漁業組合の組合長個人のダイビングに対する強い拒否の姿勢と、ダイビング業者側の「海はみんなのもの」と主張して漁業者の声に耳を傾けない姿勢を挙げている。さらに、ダイビング業者のほとんどが島外からの移住者であり、ダイビング船を所有して宿泊施設も併設するなど、地域経済への波及効果が低いという問題もあった。また、ダイビング事業者が統括されてなく、まとまった組織がなかった。

しかし、第三者である行政や NPO 法人「黒潮実感センター」が仲介の努力を続けてきたこともあり、長年かけて少しずつ対話を積み重ねてきた結果、2007 年 2 月に、町内のほとんどのダイビング事業者が一つの組織にまとまって「すくも湾ダイビング大月地区部会」が発足した（新保 2010）。さらに 2009 年 9 月には、漁協や森林組合、すくも湾ダイビング大月地区部会などが参加する「宿毛湾環境保全連絡協議会」が発足して、ようやく漁協とダイビング事業者との協力体制が構築された（宿毛湾環境保全連絡協議会 2015）。宮古島の例と同じく、柏島でもダイバーから協力金を集めて地域に還元する仕組みが採用され、ダイバーから 1 日 150 円の環境保全協力金を集めている。また、協議会の活動としては、行政からの助成金も受けて、サンゴ礁・藻場・干潟の保全活動や教育・普及啓発、漁村の伝統文化・食文化の伝承機会の提供などを行っている（宿毛湾環境保全連絡協議会 2015）。この協議会の特徴としては、会員数が 2000 名以上と規模が大きく、漁協や観光業者のみでなく森林組合なども参加して、陸域の保全と一体化した取り組みを行っている点が他の地域と異なっている。

5. 3. 5 沖縄県石垣島の事例

石垣島はダイビング雑誌のアンケート調査で毎年行きたいダイビングエリア第一位に選ばれるなど、ダイバー客に大変人気の高い地域である。石垣島周辺海域、及び石垣島と西表島の間にある石西礁湖と呼ばれる海域は、石垣西表国立公園に指定されているが、ダイビングに関する規制等はなく、特に有名な「マンタスクランブル」と呼ばれるポイントをはじめ、全域にわたって多くのダイバーに利用されている。同地域には、「竹富町ダイビング組合」と「八重山ダイビング協会」の2つのダイビング事業者団体があり、それぞれ約20件（竹富町）及び約90件（八重山）の業者が加盟している。

一方、漁業活動も活発で、八重山漁協に所属している漁業者は400名前後である。漁業者によって経営されているダイビングショップも少数ながらあり、漁協の観光部会に所属している。このように、ダイビング事業者と漁業者の数が多くにも関わらず、これまで漁業者とダイビング事業者の間で目立ったトラブルは発生していない。その理由としては、周囲に広大なサンゴ礁海域があるため、ダイビングポイントや漁場として使える場所が十分あること、また主な漁業形態がモズク・シャコガイ等の養殖業や電灯潜りであり、ダイビング業とは活動場所や時間帯が重ならないこと等があると考えられる。

しかし、上記のようにダイビングエリアとして人気が高まったことにより、一部のダイビング事業者の間では、過剰なダイビング利用による生態系の悪化に対する懸念が出始めた。そのため、係留ブイを設置してアンカーによるサンゴへのダメージを低減しようとしたが、漁協側から反対の声があり、実現に至らなかった（野口 私信）。漁協側の反対理由としては、夜間に操業する際にブイが見えないので知らずに船のスクリューに絡まってしまう危険があること、またブイを設置されるとそこはダイビングポイントとして固定化してしまい漁がしにくくなること、などである。地元関係者の話によれば、近年になって漁協側の姿勢に軟化がみられ、漁協が自主的に漁を行わないダイビング専用区域を設定し、係留ブイの設置・管理などを行うという案で合意目前までいったが、今度はダイビング事業者の中から反対意見が出て立ち消えになっているとのことである（園田 私信）。反対意見の根拠としては、ブイを設置する場所によっては、石垣島のダイビングショップにとって重要な観光資源であるマンタの行動に影響を与え、マンタウォッチングができなくなってしまい、ひいてはダイバー客の減少につながる恐れがある、などである。

5. 4. 考察

5. 4. 1 事例間の比較考察

近年、陸上・沿岸域等の自然資源管理においては、多様なステークホルダーによる参加型管理が世界的に主流となっている。上記のような事例を見てくると、日本でも、初期の漁業者とダ

ダイビング事業者の対立関係から、試行錯誤を経て、ダイビングエリアと漁場の区分け（ゾーニング）、係留ブイの設置管理、オニヒトデの駆除、漁業資源の保護などの資源管理協力体制へと移行してきたことがわかる。より早くからダイビング業が盛んであった伊豆半島や恩納村では、早期に潜水券の販売や協議会といった仕組みが出来上がっていたが、宮古島や柏島では協議会の活動が開始されたのは比較的最近である。石垣島の場合は、仕組みづくりのための対話の努力が行われている途上にある。

特に恩名村の例では、早くから海面利用調整協議会が機能し、利害の調整が円滑に行われたが、その他の事例では資源管理協力体制への移行が困難であった理由として、①ダイビング事業者が組織化されておらず、漁業者側も意思の統一が困難であった、②地域内の漁業者とダイビング事業者間でルール作りが進められたが、同じ海域を利用している地域外の業者や他業種の業者などの参加がなかった、という理由が考えられる。①については、漁業者側は水産業協同組合法によって各地に協同組合が組織されているのに比べて、ダイビング事業者側は任意団体で協会などを組織しているが、組織としてまとまりづらい実態がある。上述の事例では、柏島や石垣島の例でダイビング事業者が一枚岩ではなかったために漁協との交渉が進みにくくなっている様子が伺える。対して、漁業者側のほうも、漁業組合という組織制度はあっても、複数の漁協が関わっていたり、組合長の極端な意見に誰も反対意見を言い出せないという組織内部での問題もあった（溝尾 2004）。②に関しては、大瀬崎の事例で地元ではない横浜の業者とのトラブルに発展したり、宮古島の例でダイビング以外のマリレジャー業者の不参加がトラブルの一因ともなった。また、地域によっては、漁業者が主に地元の出身者であり、ダイビング業者には他の地域からの移住者が多いという社会的背景も対立の構図を生み出す一因ともなった。

さらに、表 5-2 に示すように、石垣島を除く多くの事例では、問題解決のために、以下の2つの仕組みが導入された。一つは、恩名村や宮古島のように、「海面利用調整協議会」など、名称はそれぞれ異なるが、両者が共に参加して協議・交渉を行い問題を解決する場としての協議会組織である。もう一つは、何らかの形でダイバー側が漁業者側に海域の利用料を支払うという仕組みである。この支払い制度は、「環境保全協力金」や「漁業協力金」など場所によって名称は異なるが、ダイビング事業者がダイバーから代金を徴収して協議会または漁業組合の収入としている点が恩納村以外で共通している。恩納村の例は特殊で、観光業者（リゾートホテル）から漁協に直接支払いが行われている。ダイバーから徴収する協力金は、ダイビング料金に予め含まれている場合が多いが、例外としては宮古島の例で、ダイビング事業者は協力金の趣旨をダイバーに説明した上で別途料金を徴収している。協力金を支払ったダイバーには領収書の代わりに絵はがき1枚が進呈される。この協力金の仕組みは、現在では、上記の事例で取り上げた地域以外にも、伊豆半島、紀伊半島、沖縄県北谷町など、様々な場所で導入されている。

この海域利用料の支払いについては、伊豆半島のダイビングスポットなどでは、1964年から実

施している雲見をはじめとして各地でかなり古くから導入されていたものの（浜本 1996）、法的根拠が曖昧であったため、大瀬崎や宮古島の事例のように、必ずしもダイバー側からの理解を得られていたとは言えず、対立悪化の原因ともなった。浜本（1996）は、漁業法の下では漁業者にダイビングなど漁業以外の海域の利用に対して利用料を請求する法的根拠はなく、慣習法ではあるが法文化はされていない「地先権（地域の海域を地域住民が優先的に利用できる慣習）」と漁業権が当時の漁業者によって混同されていたためにこのような事態が生じたと論じている。

また、協力金を利用して行われている活動内容を見てみると、協力金の使用目的は大別すると、①オニヒトデ駆除等の生態系保全活動、②漁業資源管理、③その他の啓発・広報・交流等の活動、とされている場合が多い（表 5-2 参照）。大瀬崎の事例のみ、使用目的に生態系保全が入っておらず、ダイバーの遭難対策など安全管理が目的とされているが、これは他の事例がサンゴ礁域及び高緯度サンゴ群集域にあるのに対して大瀬崎はそうではないので、サンゴ礁生態系と比べて保全に要する労力が少ないためと考えられる。サンゴ礁生態系は、人間活動の影響を受けやすいため、船のアンカーによるサンゴの破壊を防ぐための係留ブイの設置、オニヒトデやその他のサンゴ食害生物の定期的なモニタリングと駆除など、労力やコストをかけて積極的に保全対策を講じる必要がある。

表 5-2 各事例間の比較

事例	場所	主な対立の理由	経過	解決方法	協議会設立の有無	協力金制度の有無	主な活動内容
大瀬崎	温帯域	ダイビング業者からの海域利用料支払いに対する不服	7年間の法廷闘争	漁協側の勝訴により利用料徴収継続	無	有 350円/日/人	安全対策及び漁場管理費、遭難対策費、漁業補償、漁業振興費、潜水券販売人件費、潜水協会への助成金
宮古島	サンゴ礁域	漁業者による補償金の支払い要求	8年間の法廷闘争	ダイビング業者側の勝訴の後、協議による協力金支払いの合意	有 宮古島美ら海連絡協議会（2007年設立）	有 500円/日/人	①係留ブイの設置・オニヒトデ駆除等の宮古島の海洋環境保全活動、②イベント開催等の観光・ダイビング事業の振興、③稚魚・稚貝の放流などの水産業の振興
恩納村	サンゴ礁域	リゾートホテルによる海域の囲い込み、漁業者による海上デモ等	村長の仲介による海面利用調整協議会の設置	双方の協議による海域利用ルールの設定	有 海面利用調整協議会（1986年設立）	有 リゾートホテルから漁協への年間数百万円の支払い	漁業・養殖業の技術開発、サンゴ礁海域の保全や漁場の保全、関係者との交流と情報共有
柏島	高緯度サンゴ群集域	ダイバーが集中したことによる環境への悪影響	町役場や NPO の仲介による協議が1995年から継続	漁協、ダイビング協会、陸域の環境保全関係者等を含めた協議会の設置	有 宿毛湾環境保全連絡協議会（2009年設立）	有 150円/日/人	オニヒトデ駆除、サンゴ礁・藻場・干潟の保全活動や教育・普及啓発、漁村の伝統文化・食文化の伝承機会の提供
石垣島	サンゴ礁域	ダイビングスポットへの係留ブイ設置に関する合意の不成立	協議継続中	未解決	無	無	

5. 4. 2 沿岸生態系保全の取り組みをさらに発展させるツールとしての PES

このように、サンゴ礁域の沿岸資源管理における協力金の制度は、その法的根拠や徴収の妥当性については曖昧さを残したまま、多くの地域に広がりつつあり、協議会制度とともに、利害の対立の解消に役立ってきた。この従来の協力金に対する見方を変え、積極的に PES の一種であると位置づけることによって、生態系サービスを維持する目的を明確にし、維持に必要な生態系の管理のための役割分担や資金調達を包括したトータルシステムを構築することができるのではないかとと思われる。つまり、人間が自然（生態系）から受けている様々なサービスに対して、それぞれの持続的な利用を確保するための管理コストを各受益者が公平に負担する、という考え方を基本とし、現在の協力金制度の取り組みをさらに一歩進めて、ダイバーのみでなく同じ海域を利用する関係者全てが、生態系サービスから受けている恩恵を認識し、各自が保全のためにできる役割を考えて相応の労力やコスト（係留ブイの設置やオニヒトデの駆除活動など）を負担するとともに、それらの連絡調整を図る機関として協議会が機能することによって、より統合的な沿岸管理を進めるためのシステムが実現できる可能性がある。大瀬崎や宮古島での協力金を巡る対立においては、料金を徴収すること自体よりも、「何に対してお金を払うのか」という対象が明確になっていなかった点が問題を引き起こす要因となっていたと思われるが、PES 制度においては、「生態系サービスを受けることに対する対価」と明確に理由付けされることで、ダイバー側の不満感・不公平感の解消につながり、漁業者とダイビング業者側のの軋轢の解決または軽減につながるのではないかと考えられる。

そのためには、まず誰がどのような生態系サービスをどのように利用しているのかを明確にする必要がある。ダイバーがサンゴ礁の海でダイビングを行うのも生態系サービスの利用のひとつの形態であるが、サンゴ礁の利用形態は他にもあり、たとえば漁業者や遊漁者が水産資源を利用し、消費者がその海産物を消費するのも別な形での生態系サービス（供給サービス）の利用といえる。その意味では漁業者や観光業者、さらに地域住民等も同じ「受益者」の立場である。「受益者」の立場として、生態系の保全に貢献するには、地元の漁業者やダイビング事業者のように実際の保全活動に参加して時間と労力を提供する場合や、ダイバーのように協力金を支払って経済面での支援をする場合があり、それぞれの立場に応じて様々な関わり方ができる。

現状で生態系サービスの供給者側（つまり売り手）として機能しているのは、支払いを受けている地域の漁業協同組合または漁業協同組合とダイビング協会等が共同で設立した協議会組織ということになるが、厳密に言えば、生態系サービスは、本来、生態系の働きによって供給されているものであって人間が供給しているものではないので、先に紹介し

た Wunder (2005) の定義のような「供給者」という表現は誤解を生む恐れがある。また、陸上では土地所有者が供給者となるケースが多いが、沿岸海域においては、所有権を持つ者が存在しない。日本の漁業法における漁業権は、漁業を営む権利であって、海域を占有する権利ではないので、法的には漁業者が漁業資源以外の生態系サービスを管理する形態にはなっていない。現状では、多くの場合、ダイバーが支払った協力金は地域の漁業共同組合または漁業協同組合とダイビング協会等が共同で設立した協議会組織に支払われており、これらの組織が管理を行っている。この二つの理由により、漁協や協議会が担っている役割は、「供給者」というよりもむしろ「管理者」と呼ぶほうが適切である。

また、PES の最も重要な点として、支払いには「生態系サービス供給者が生態系サービスの供給を確保すること」という条件が満たされる必要がある。そのため、このような支払い制度が、PES としてより有効に機能するためには、まず健全な状態のサンゴ礁を未来にわたって維持するという目的の重要性が関係者に認識される必要がある。本来の健全な生態系が維持されることにより、ダイバーや観光客にとってより魅力的な、つまり水質（透明度）がよく、多種多様な生物がみられるダイビングスポットとして機能するとともに、漁業者にとっても漁業資源の持続的な利用が可能である。そのためには、漁協や協議会などの管理主体が合理的な目標を設定し、その目標実現に向かって効果的な保全策を計画・実施し、さらにその成果が着実に得られているかどうかを定期的・継続的にモニタリングし、その結果のフィードバックに基づいて順応的管理が行われる、といった仕組みを導入する必要がある。このような保全の効果がモニタリングによって客観的に評価されることが望ましいが、現実的にはモニタリングにかかるコストが割高で効率性が損なわれるため、陸上生態系における PES でもモニタリングが実際には行われておらず、取引関係者間の信頼関係によって成り立っているケースも多いようである (Muradian ら 2010)。現状でモニタリングやその情報公開が行われている事例は残念ながら見られないが、今後、漁業者やダイビングショップ等の海域の常時利用者が中心となった、簡便で持続性のある効果的な定期モニタリング体制を実現していく必要がある。

5. 4. 3 PES の課題と可能性

陸域では成功例も多数報告されている PES であるが、海域及び沿岸域に適用するには、課題となる点もいくつかある。まず、海洋生態系については、陸上生態系よりも科学的なデータや知見が乏しい (Lau 2013) という点が挙げられる。また、沿岸・海洋生態系は陸上生態系に比べてよりダイナミックであり、周辺の生態系からの影響を受けやすいため、対象となる生態系の範囲を限定することが困難である。たとえば、生態系サービスの管理

者が対象区域内の生態系の保全方策を実行したとしても、対象区域外の陸上生態系からの汚染物質の流入により生態系が劣化するなど、保全策とその効果が直接的に結びつきにくいケースも想定される。そこで、陸上の PES と比べて、より広範囲のステークホルダーや科学者等の参加が必要となる。

さらに、上述のとおり、陸上生態系は土地所有権がはっきりしているため、陸上の PES 制度については、ほとんどの場合は PES の支払いの対象は土地所有者や権利保有者となっている (Sánchez-Azofeifa ら 2007; Wunder ら 2008)。これに対し、海域については、所有権がなく、公共の場であることが多いため、誰が管理し、誰に生態系サービスの支払いを行うかということが曖昧になりやすい (Lau 2013)。そのため、海域における PES では、政府などの公的機関が管理者や仲介者となるのが一般的なようである (Binet ら 2013)。日本の現状では、任意団体として設立された協議会組織が協力金の管理者となっており、地方公共団体等の関与は十分でないと思われる。前述のとおり多様なステークホルダーによる共同管理が世界的に主流となっており、また漁業者が生態系サービスの管理者となる法的根拠が日本の法制度の下では曖昧であるという点からも、既にいくつかの地域で行われているように漁業者とダイビング等の観光事業者が共同で協議会のような組織を運営することが望ましい。三浦 (2007) も示唆しているように、地方自治体等から指定海岸管理者等の認定を受けて活動するという可能性も考えられる。

また、現状の問題点として、漁業者とダイビング事業者以外のステークホルダーが共同管理に参加している事例が柏島の例を除きほとんどないが、同じ海域を利用する他のマリナーレジャー事業者 (例えばシュノーケル、遊漁など) も参加することによって、より効果的な管理が可能ではないかと思われる。シュノーケルや遊漁なども、生態系サービスを受けると同時に、生態系に対して何らかのダメージや影響をもたらしており、PES 制度から見た公平性を確保する上でも、環境保全に協力する責任を負っているといえる。また、柏島の例のように、陸域の生態系保全関係者との連携を図ることによっても有効性を高めることが可能と考えられる。さらに、組織運営の透明化を図り、集めた資金の用途についてもきちんと会計報告がなされるなどの取り組みも、協力金制度に対する一般社会からの理解を得る上で重要であろう。ただし、地域によっては、このような組織を運営するのに必要なノウハウや人材の不足が障壁となっている現状もあり、人材育成等の取組も必要と思われる。

また、支払いの金額についても、現在の協力金の金額は最も高い宮古島の例でも 1 日 1 人あたり 500 円であり (表 5-2)、ダイバーにとって負担感の少ない金額に設定されていると思われるが、金額が設定された根拠が明らかでなく、支払い金額としていくらが妥当かをどのように決定するのかという問題がある。PES は上述のように自発的な取引

であるため、原則としては需要と供給のバランスという市場原理が成立するはずであるが、供給側から見ればサンゴ礁の生態系サービスを維持するのに必要なコストを十分に賄える金額を設定する必要があり、需要の側から見れば、本論の 2.7.3 節で示したような買い手であるダイバーのサンゴ礁保全のための支払い意志額を超えない金額であることが望ましい。

さらに、言うまでもなく、海域・沿岸域における PES 制度を導入するにあたり、関係者の合意が十分図られていないと新たな社会的軋轢のもととなる可能性があり、関係者による事前の十分な議論と合意形成は非常に重要である。前述の事例比較から、協議会の設置と協力金制度の導入の 2 点が必要であることが示されたが、協議会に全ての関係者が参加しているか、一部のメンバーの意見が強引に通されることなく大多数の合意が図られたか、などのプロセスについても注意が必要である。宮内ら（2013）は地域主体の自然資源管理について、「順応的ガバナンス」の重要性を指摘しているが、試行錯誤をしながら柔軟に制度が運用できるよう、何か問題が起こった際の解決のための協議の場としての協議会の役割も非常に重要である。

5. 5 本章の結論

日本では、レジャーダイビングなどのマリンレジャーの普及とともに、1990 年代ごろから、同じ海域を利用する漁業者や観光業者、ダイビング業者とのコンフリクトが各地で起こり、海域利用調整協議会の設置等により、解決に向けて様々な努力が行われてきている。本研究ではサンゴ礁域を中心とした 5 つの地域を対象とした聞き取り調査や文献調査を実施することにより、①地域の観光業者と漁業者が共同で海域保全に関する協議会を組織すること、②海域の環境保全のための協力金制度を導入して保全活動の資金調達を行うこと、の 2 点が沿岸海域の保全対策を進める上で特に有効であることが分かった。石垣島のように、これらの制度が導入されていない地域においても、今後このような制度が実現されることによって沿岸海域の保全対策の実施に役立つと考えられる。

本研究では、さらに、この協議会と協力金の仕組みをより強化するために、主に海外で自然資源管理の新たなメカニズムとして注目されている PES の考え方に注目した。この PES の考え方を応用することにより、漁業関係者やダイビング業関係者等が、ともにサンゴ礁生態系の生態系サービスの受益者であることを明確に位置づけ、各受益者が生態系サービスを利用することの対価として金銭支払いや労力提供などの形でのコスト負担をすることによって、生態系サービスの維持を図る、という基本的なフレームを明確にすることが出来る。この基本フレームにより、「誰が何のために誰に支払うか」と言った、従来の協力金制度に関わる曖昧さを取り除くことが出来る。また、協議会の役割や構成メンバーの

あり方・位置づけも明確になる。すなわち、協議会は上記のコスト負担（支払い）を受けて、それを管理する主体であり、さらにそれによって生態系サービスを維持する主体の役割を有する。協議会の構成メンバーは、受益者と対峙する団体・個人である必要はない。むしろ、漁業者やダイビングショップなどの生態系サービス受益者が様々な保全活動を通じての生態系サービスの維持・向上に積極的に関与し、さらに行政等の広範なステークホルダーが関わる体制とすることが望ましい。そのような取り組みによって、現在行われている海域保全協議会の仕組みを発展させることにより、参加型統合的沿岸管理の取組を強化できるものと考えられる。その場合の留意点として、1) 協力金で運営する組織がより透明化され、沿岸生態系の有効な保全管理に向けて、協力金の使途がより明確にされること、2) 協議会組織の活動が、生態系サービスの維持を確実にするという目的に沿って、より効果的に行われ、定期的なモニタリング等によってその効果が検証され、活動にフィードバックされること、等が重要になる。

第5章 参考文献

Binet, T, Failler, P, Chavance, PN, Mayif MA (2013) First international payments for marine ecosystem services: the case of Banc d'Arguin National Park, Mauritania. *Global Environmental Change* 23: 1434–1443

Bulte, EH, Lipper, L, Stringer, R, Zilberman D (2008) Payments for ecosystem services and poverty reduction: concepts issues and empirical perspectives. *Environment and Development Economics* 13 (3): 245–254

中小企業事業団(1995) 平成7年度 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. pp207

Engel, S., Pagiola, S., Wunder S (2008) Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. *Ecological Economics* 65: 663–675

Forest Trends and The Katoomba Group (2010) *Payments for Ecosystem Services: Getting Started in Marine and Coastal Ecosystems: A Primer*. 69pp.

浜本幸生 (1996) 海の利用と「地先権」の主張. 浜本幸生 監修・著 海の『守り人』論 漁業権と地先権, まな出版企画, 東京, 71-82pp

原田幸子・浪川珠乃・新保輝幸・木下明・婁 小波 (2009) 沿岸域の多面的利用管理ルールに関する研究--沖縄県恩納村の取り組みを事例に. 沿岸域学会誌 22(2) : 13-26

原田幸子・婁 小波・新保輝幸・石田恭子 (2007) 沿岸域のダイビング利用と管理問題—沖縄県座間味村を事例として—. 新保輝幸著 サンゴの海のワイズユースをめざして: 海洋環境資源の最適利用と資源管理に関する生物学的・社会科学研究 (文部科学省科学研究費補助金研究成果報告書) 133–144pp

林希一郎・伊東英幸 (2010) 第4章 生態系サービスへの支払い (P E S). 生物多様性・生態系と経済の基礎知識. 林希一郎編著 中央法規出版, 東京, 172–191pp

池 俊介 (2001) 伊東市富戸におけるスキューバダイビング導入に伴う地域社会の変容.
新地理 48(4) : 18-37

海洋危険生物研究会著 (2000) 沖縄・海・海洋危険生物 : 沖縄における海洋活動の安全性
確立の研究. 162pp

環境省 (2008) 平成 21 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書. 400pp

国際協力機構地球環境部森林・自然環境グループ (2012) 「調査研究 生態系サービス
に係る事業分析及び協力の方向性の検討 報告書」 110pp

小宮正久・芝山正治・眞野喜洋 (2007) レジャーダイバーに対する 10 年間の調査ーダイバ
ー人口の推測ー. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 42(1) : 17-21

大月町 (2015) 高知県大月町公式ホームページ

http://www.town.otsuki.kochi.jp/kankou/asobu_shop.html

Landell-Mills, N, Porrás, IT (2002) Silver bullet or fools' gold?: a global review of
markets for forest environmental services and their impact on the poor. International
Institute for Environment and Development, London, 254pp

Lau W.W.Y. (2013) Beyond carbon: Conceptualizing payments for ecosystem services in
blue forests on carbon and other marine and coastal ecosystem services. *Ocean
& Coastal Management* 83: 5-14.

三浦大介 (2007) サンゴの海の持続的利用と法的規制. 新保輝幸著 サンゴの海のワイズ
ユースをめざして : 海洋環境資源の最適利用と資源管理に関する生物学的・社会科学的研
究 (文部科学省科学研究費補助金研究成果報告書) pp111-117

宮古島美ら海連絡協議会 (2015) 宮古島美ら海連絡協議会ホームページ
<http://m-chura.com/explanation.html>

溝尾良隆 (2004) ダイビング事業の進展に伴う地域社会との葛藤. 立教大学観光学部紀要
6 : 1-12

Muradian R, Corber E, Pascual U, Kosoy N, May P (2010) Reconciling theory and
practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for
environmental services. *Ecological Economics* 69: 1202–1208

緒方賢一 (2010) 漁業権による沿岸海域の管理可能性--高知県の現状から. 高知論叢 98 :
89-113

沖縄県 (2014) 平成 26 年八重山要覧

(<http://www.pref.okinawa.jp/site/somu/yaeyama/shinko/youran/h26yaeyamayouran.html>)

パラオ政府観光局 (2015) パラオ共和国ジェネラルインフォメーション
<http://palau.or.jp/info/index.html>

Sánchez-Azofeifa GA, Pfaff A, Robalino JA, Boomhower J. (2007) Costa Rica's Payment
for Environmental Services Program: intention, implementation, and impact.
Conservation Biology, 21 (5) : 1165–1173

新保輝幸 (2007) サンゴの海のワイズユースの経済学的検討. 新保輝幸著 サンゴの海の
ワイズユースをめざして: 海洋環境資源の最適利用と資源管理に関する生物学的・社会科
学的研究 (文部科学省科学研究費補助金研究成果報告書) 17-43pp

新保輝幸 (2010) 海のコモンズの現代的可能性. 高知論叢 (社会科学) 97 : 35–61

Sommerville MM, Jones JPG, Milner-Gulland EJ. (2009) A revised conceptual
framework for payments for environmental services. *Ecology and Society*, 14 (2) Art. No.
34

Sommerville MM, Jones JPG, Rahajaharison M, Milner-Gulland EJ (2010) The role of
fairness and benefit distribution in community-based Payment for Environmental

Services interventions: A case study from Menabe, Madagascar. *Ecol. Econ.* 69:1262–1271

宿毛湾環境保全連絡協議会 (2015) 宿毛湾環境保全連絡協議会
http://www.hitoumi.jp/event/16_sukumowan.pdf

STINAPA Bonaire (2015) Bonaire National Marine Park: Home
<http://www.bmp.org/admission.html>

田中克哲 (1996) 海面管理の慣習と利用料徴収の実例. 浜本幸生 監修・著 海の『守り人』
論 漁業権と地先権, まな出版企画, 東京, 151–173pp

上田不二夫 (1996) 宮古島ダイビング事件と水産振興 : 海洋性レクリエーション事業への
対応と漁協事業. 沖大経済論叢 19(1) : 27-72

Wunder S (2005) Payments for Environmental Services: Some Nuts and Bolts.
Occasional Paper No. 42. CIFOR, Bogor, 24pp

Wunder S, Engel S, Pagiola S (2008) Taking stock: lessons learnt for the design of
payments for environmental services programs. *Ecological Economics* 65: 834–852

座間いづみ・沼田真也 (2013) 地域内の複数事業者における同一海域利用に関する軋轢の
回避 : 東京都神津島の漁業、遊魚業、ダイビング事業を事例として. *観光科学研究* 6 : 45
–51.

第 6 章

結論

6. 1 本論文のまとめ

本節では、各章の内容をとりまとめる。

第 1 章では、既往論文のレビュー等から本研究の背景について整理し、本研究の目的として以下が設定された。

- 1) 日本におけるダイビング産業について、経済的・社会的な側面から変遷と現状を把握し、その社会的な意義や影響についての分析すること。
- 2) サンゴ礁生態系を利用した観光活動、特にスキューバダイビングの影響を定量的・定性的に解析すること。
- 3) ダイビング活動の影響を現実的に低減し、サンゴ礁生態系の持続可能な観光利用を可能にするために、どのような保全方策が採られるべきか具体的な提言を行うこと。

第 2 章では、観光業、とりわけスキューバダイビング産業とサンゴ礁生態系の関わりを、我が国日本におけるダイビング業の発展の歴史、経済効果、またダイビング業の社会的な影響などの面から概観した。スキューバダイビングは第二次世界大戦直後の 1947 年ごろに米軍によって沖縄に持ち込まれたと言われ、その後映画などのマスメディアによる影響や安価で安全性の高い器材の開発などによって 1980 年代ごろから急速に広まった。日本国内でダイビング認定証の発行を行う団体は約 30 団体も設立され、ダイビング認定証の発行数は 1996 年の年間 98,000 枚をピークに減少傾向にはあるものの、現在でも年間 8 万枚前後が発行されている。現在の国内ダイビング人口は、正確な統計データは存在しないがおよそ 40 万人から 65 万人と推定される。その経済効果は、日本全体で年間 600 億円と推定され、最大 1 万 2 千人程度の雇用を生み出している。特に沖縄県では全国の 2053 件のダイビングショップの 21%にあたる 448 件が集中しており、年間 50 万人のダイバーが沖縄を訪れていると推定される。しかし、レジャーダイビングの普及と共に様々な社会的な影響も見られるようになり、特に沿岸域を古くから利用していた漁業者との軋轢も各地で見られるようになった。この対立の事例については、第 5 章で詳しく論じた。日本国内でのダイビング発祥の地である沖縄県では、ダイビング活動の増加に伴ったサンゴ礁生態系への悪影響から、環境保全対策が強化され、慶良間諸島海域におけるダイバーの人数制限など新たな対策が実施されるようになった。

また、本研究の対象となる沖縄県において、ダイビング活動に参加したダイバーに対してアンケート調査を行い、その社会的属性を明らかにした。回収したアンケート回答数は 350 で、分析の結果、沖縄を訪れるダイバーはリピーターが多く 89%を占め、訪沖回数 20

回以上というヘビーリピーターのダイバーも 16%いた。また、ダイバーの年齢層も幅広く、初心者から上級者までレベルも偏りなく訪れていることから、各自のレベルに合わせてダイビング活動が楽しめ、上級者をも飽きさせない多様性の高い海が大きな魅力となっていたと思われる。半数以上のダイバーが沖縄を旅行先として選ぶ理由としてサンゴ礁生態系の状態の良さを重要と考えていた。また、再訪したい理由としては、サンゴ礁生態系の質とショップのサービスの質などの社会的な要因がほぼ半々になっており、どちらもダイバーにとって重要視されていた。サンゴ礁生態系の保全に対して寄付してもよいと考える支払い意思額を問うたところ、平均で年間 14,202 円であった。この支払い意思額の高さはサンゴ礁保全の必要性について一定の理解があることを示すものだが、一方で、ダイバーのサンゴ礁生態系やサンゴ礁生物についての知識は必ずしも十分ではないことが判明した。

第 3 章では、研究の対象とする沖縄県のサンゴ礁生態系について、経済的な価値評価を行い、保全の重要性について経済的な側面から論じた。近年、世界的に、自然環境の保全の必要性を分かりやすく示し、費用対効果などの分析を行うために自然資源の価値を経済価値に換算するという手法が様々な場面で用いられるようになってきている。我が国でも、2007 年に、環境省の設置した委員会により国内のサンゴ礁の経済価値評価が試算されている。サンゴ礁には漁業資源としての価値、海岸防護としての価値、教育・研究的価値など様々な価値があるが、本研究では特に沖縄県での観光・レクリエーション価値に限定して経済価値評価を試みた。評価手法はトラベルコスト法を用いた。その結果、年間に沖縄県内のサンゴ礁生態系から生み出される経済価値は、約 1445 億円以上と推定された。このようにサンゴ礁生態系の持つ経済価値が非常に高いことが示され、沖縄県が今後も観光客を確保し経済活動を維持するには、良好な状態のサンゴ礁生態系を維持していくことが非常に重要であるといえる。

第 4 章では、沖縄県を調査対象地として、水中におけるダイバーの行動観察手法を用い、ダイビングによる造礁サンゴへ等のダメージを定量的に測定するとともに、ダメージ低減策としてのダイバーに対する環境ブリーフィングの効果を測定した。その結果、ダイバーの 98%がダイビング中に造礁サンゴなどの底生生物と接触し、7%がサンゴ類を破損していたことが判明した。ダイバーの平均接触頻度はダイビング 1 分間あたり 0.53 回であった。さらに、中性浮力が取れていないダイバーが調査対象者のうち 62%を占めていたが、これらのダイバーでは中性浮力を取れるダイバーに比べて平均接触回数が 2 倍以上であり、有意に高かった。水中カメラの有無に関しては、接触回数に有意な差は見られなかった。ダイバーのダイビング経験本数が多くなるにつれて、中性浮力を取れるダイバーの比率が高

くなり、接触回数も少なくなる傾向が見られた。環境ブリーフィングの効果に関しては、中性浮力を取れるダイバーではブリーフィングを受けた後に受ける前と比べて接触回数が有意に減少したが、中性浮力を取れないダイバーでは、8名という少ないサンプル数の中では統計的に有意な差は見られなかった。このことから、ダイバーに対して環境ブリーフィングを行うだけでは効果が限定的であり、中性浮力を取れないダイバーに対して、浮力調整スキルを向上させるための方策を取ることがより効果的であることが示唆された。

第5章では、漁業者と観光業者など、利害の異なる関係者同士の対立から統一した沿岸資源管理の取組がなされていない現状に着目し、社会的な側面から、資源管理をより効果的かつ効果的に進めるにはどのような対策が必要かを考察した。サンゴ礁保全の取組が現実的に持続して行われるためには、そのための社会的枠組みが整備されることが最も重要であると考えられる。本章では、日本国内でダイビング業と漁業の海面利用を巡って社会問題化している静岡県大瀬崎、沖縄県宮古島、沖縄県恩納村、高知県柏島、沖縄県石垣島の5つの地域を選定し、その問題の発生や問題の解消の過程を既往文献や関係者への聞き取り調査によって調査した。沖縄県石垣島に関しては、2014年2月25日から3月5日にかけて現地調査を行い、複数の行政関係者、有識者、海域を利用している観光業者、漁業関係者等を対象としたインタビュー調査を行った。その結果、対立の解消に至った事例には共通して①観光業者と漁業者が共同して協議会組織を設立し調整の場を設けること、②観光客（ダイバー）から利用料を徴収して保全活動を行うこと、の2点が対策として取られており、特に有効と考えられることが示された。さらに、この環境保全に関する料金徴収の仕組みを、類似する「生態系サービスへの支払い (payment for ecosystem services: PES)」制度と比較検討することにより、PESの概念を発展的に適用することで、保全すべき生態系サービスの内容とその受益者、管理者の関係性を明確にし、より効果的な沿岸生態系保全・管理スキームへと発展させ得る可能性が示唆された。

6. 2 今後の課題

3章で示したとおり、我々はサンゴ礁生態系から経済価値に換算すると莫大な恩恵を受けているが、漁業利用にしても観光利用にしても、利用と同時に計画的な保全対策も行っていないと、生態系そのものが劣化して経済価値も大きく減じ、その恵みを持続的に利用することはできないことは自明である。本研究の過程で直接お話をさせていただいたダイビング関係者や漁業関係者の方々からも、このような危機感がひしひしと伝わってきた。

本研究の最終的な目標としては、ダイビングの環境負荷の定量化を通じ、「ダイバーの人

数（あるいは接触回数）をどれくらい以下に抑えればサンゴ礁生態系の持続的な利用が可能か」という環境容量を示すことであったが、本研究の中でそこまで到達することができず、今後の課題として残されている。しかし、環境容量を定量化するには、損傷を受けたサンゴがどのくらいの速度で再生・成長するかという成長速度を定量化する必要があるが、成長速度についてはサンゴ種によって異なるのはもちろんのこと、同じサンゴ種でも緯度・日照・水深・水温・水流・水質・濁度・栄養塩濃度・餌となるプランクトンの豊富さなど、非常に多くの環境条件によって左右され、定式化するのは非常に困難な課題である。しかし、少なくとも4章で示したとおり、ダイバーの接触頻度やサンゴ損傷の発生頻度を定量化することができたので、例えばあるダイビングポイントで年間利用人数等のデータが分かっているならば、とりうる対策の有効性についておおよその推定は可能と思われる。実際に利用されている渡嘉敷島のダイビングポイントのデータを用いて試算してみたところ、ダイバーに浮力調整スキルを習得させさらに環境ブリーフィングを行うことで、ダメージ量は現在の4分の1以下に削減できることが示された。

環境容量にかかわらず、ダイビングによる負荷の大きな発生源である、ダイバーの接触による破壊とアンカーによる破壊の発生率を下げることであれば、より多くのダイバーを受け入れても負荷の増加を抑えることができることになる。本研究では、第4章でダイバーの接触による破壊の提言策を具体的に提言し、第5章では係留ブイの維持管理を含む沿岸管理によりアンカーによる破壊の発生率を低減するための具体的な方策を示した。今後、実際にこのような取組みが実施されることを願ってやまない。第4章の研究のために作成した環境ブリーフィングのための教材も、効果があることが示されたため、さらに使いやすい形に改良し、希望するダイビングショップには無償で提供するなど、今後有効活用されるための取組を進めていきたいと考えている。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、懇篤なるご指導とご助言を賜りました東京工業大学大学院情報理工学研究科 灘岡和夫教授に心より感謝の意を表します。

本論文の作成にあたり、ご指導をいただきました本学情報理工学研究科の大佛俊泰教授、鼎信次郎準教授、十代田朗準教授、中村隆志講師の各先生方に厚く御礼申し上げます。

また、ダイビングインストラクター及び水中カメラマンとしての長年のご経験から、特に沖縄での現地調査にあたって全面的なご協力や貴重な資料提供、また叱咤激励をいただきました横井謙典氏に心より御礼申し上げます。横井氏のご支援なしには本研究は遂行しえなかったものであります。

また、沖縄での現地調査への協力を快諾してくださった各協力ダイビングショップの経営者様並びにスタッフご一同様、データ収集にご協力いただきましたボランティア調査ダイバーの皆様、さらに休暇中の貴重なお時間を割いてアンケート調査にご協力いただいた各レジャーダイバーの皆様にも感謝申し上げます。

灘岡研究室秘書の塚本栄子氏には、研究活動に際しての事務手続き面から様々なサポートをいただき、手続きの遅れなどで度々ご迷惑をおかけしたことをお詫びするとともに心より感謝申し上げます。

社会人学生としての進学を快く許可していただき、多大なるご理解・ご協力・応援を賜りました株式会社パデコの本村雄一郎社長をはじめ、関係各位には深く感謝申し上げます次第です。

最後に、社会人学生という厳しい状況の多い中で、支えてくださった灘岡研究室の皆様、株式会社パデコの同僚の皆様、友人各位、そして家族にも心から感謝の意を表します。

付録

本研究で作成した
ダイバー向け環境教育教材



第1問： サンゴって何？

- ① どうぶつ
- ② しょくぶつ
- ③ 石

こたえ： どうぶつ

サンゴは、卵を産んで増える動物です。口があって、小さいプランクトンを捕まえて食べます。クラゲやイソギンチャクと同じ仲間です。

…ただし、サンゴの体の中には、小さな植物プランクトンが共生していて、光合成をすることもできますので、植物という答えも間違いではありません！！

サンゴって何？

サンゴの中で、特に固い骨格を作る仲間を**造礁サンゴ**と呼びます。

サンゴとサンゴ礁の違い

サンゴ礁 地形の名前

サンゴ 生きものの名前

サンゴの正体は…



サンゴの体の構造



サンゴは「ポリプ」と呼ばれる小さな動物が集まってできています。

サンゴの仲間たち

クラゲ



宝石サンゴ



ソフトコーラル



造礁サンゴ



イソギンチャク



これらはみんな、しほうどうぶつ刺胞動物とよばれる仲間で、刺胞細胞を持っています。

刺胞細胞

サンゴやクラゲ、イソギンチャクの仲間は、てき敵から身を守ったり、どくばりえさをつかまえたりするための毒針をもっています。

この毒針は、しほうさいぼうふだんは刺胞細胞というカプセルのなかいらせん状にまいてしまわれていますが、てき敵などが近づくとき、はっしや発射されます。



造礁サンゴの特徴

- 成長に太陽の光が必要

そのため、ほとんどのサンゴは浅い海(水深10m以下)に生息しています。
- 岩などにくっついて定着生活をする
- 小さな個体(ポリプ)が集まって群体(コロニー)をつくる
- 石灰質の骨格をつくる

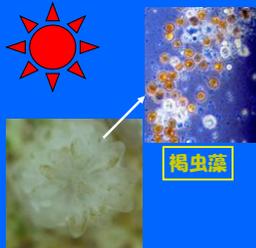
サンゴの骨格…炭酸カルシウムでできています
- 体の中に共生藻を住ませている

カーラウどう 褐虫藻

サンゴの食事 2つの方法

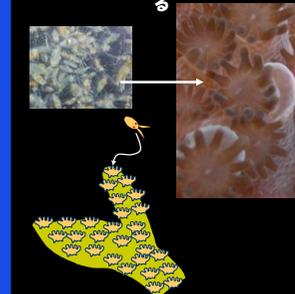
植物

太陽の光で光合成をする



動物

ポリプからプランクトンを食べる



第2問：沖縄には全部で何種類のサンゴがいる？

- 50種類
- 150種類
- 350種類

こたえ：③ 350種類

さまざまな造礁サンゴの形

レタス状



テーブル状



造礁サンゴ...約800種
そのうち350種が沖縄に分布



ドーム状



枝状



カリフラワー状



サンゴの一生

卵を生む



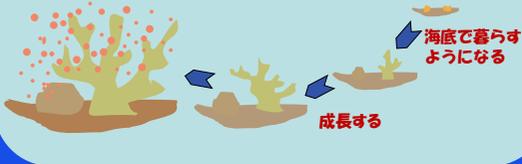
水面近くをただよう



定着したこのポリプ



海底で暮らすようになる



成長する

第3問：サンゴの成長する速さはどれくらい？

- ① 一年に1センチメートル
- ② 一年に10センチメートル
- ③ 一年に1メートル

こたえ：

- ① 一年に1センチメートル
- ② 一年に10センチメートル

解説

サンゴの成長する速さは、種類によって異なりますが、遅いものでは1年に1cm、早いものでも1年に10～20cmと言われています。

サンゴ礁の危機！

サンゴを食べるオニヒトデ



サンゴの白化



赤土などによる海の汚染



サンゴの病気



サンゴ礁を守るために… わたしたちダイバーにできること

海に**ゴミを捨てない**ようにしましょう。

普段の生活で**省エネ**を心がけましょう。

サンゴ礁にやさしい**ダイビング**をしましょう。

もし興味があれば、**サンゴ礁を守る活動**に参加しましょう。

ダイビング中に気をつけるポイント

1. 中性浮力は取れていますか？

3. 手やヒザをつくときは、下をよく見ましょう。

2. ゲージ・オクトパスなどがぶら下がっていませんか？

4. 写真撮影のときは、特に注意！



みんなでルールを守って
ダイビングを楽しみましょう！！



ありがとうございました！

作成：東京工業大学 豊島洋子 作成協力・画像提供：沖縄美ら島財団 山本広美