

機関番号：32687

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20310144

研究課題名（和文）

宝石サンゴ類の持続的利用と適切な国際取引管理に関する研究—ワシントン条約への貢献

課題名（英文）

Sustainable use and management of precious corals

研究代表者

岩崎 望 (NOZOMU IWASAKI)

立正大学・地球環境科学部・教授

研究者番号：20193724

研究成果の概要（和文）：日本近海に分布する宝石サンゴ類の分布密度、成長速度などを推定し、資源の持続的利用のためには海域をローテーションする漁獲法が有効であることを明らかにした。また、ミトコンドリアゲノムの全塩基配列を決定し、遺伝子による種の同定を可能にした。さらに、骨軸に含まれる微量成分濃度により、それらの産地が推定できることを明らかにした。これらの成果は、資源の持続的な利用と貿易の管理技術開発に貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：To explore the possibility of a sustainable fishery of Japanese precious corals, the morphometry, population structure and growth rate were investigated. The results indicate a rotational harvest is useful for sustainable management. To identify species and their distributional area, the base sequence of mitochondrial genomes and trace element concentrations in the skeletons were analyzed. Results of this study will be contributed to sustainable fishery and management trading of precious corals.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
2009年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2010年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2011年度	1,400,000	420,000	1,820,000
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：資源保全学、資源保全学

キーワード：環境調和型農林水産、持続的利用、ワシントン条約、水産学、海洋生態

1. 研究開始当初の背景

(1) 宝石サンゴ類（花虫綱・八放サンゴ亜綱・サンゴ亜目・サンゴ科）は20数種が知られており、そのうち4種（アカサンゴ *Paracorallium japonica*、シロサンゴ *C. konjoi*、モモイロサンゴ *C. elatius*、ベニサンゴ *Corallium rubrum*）が宝飾品として流通している。日本近海産（高知、鹿児島、沖縄）のアカサンゴとモモイロサンゴは良質であることから世界中に流通している。これら

の宝石サンゴは長年にわたる漁獲により資源の枯渇が懸念されており、漁獲の制限を求める世論が国際的に高まっている。2007年に開催された第14回ワシントン条約締約国会議では、宝石サンゴ類全種を附属書IIに掲載する提案が行われた。提案は第1委員会では採択されたが、本会議では否決された。2009年に開催された第15回ワシントン条約締約国会議でも同様の提案が行われたが、否決された。

(2) 宝石サンゴ類は国際的な議論の対象になっているが、その生物学的研究は遅れており、生態はもとより分類学的研究も進んでおらず、未記載種が流通しているほどである。特に日本近海における宝石サンゴ類の知見は僅かしか無く、生物量、成長速度、生殖時期などの知見は皆無と云ってよい。そのため、日本産宝石サンゴ類の国際取引規制の動きに対して、科学的判断に基づき是非を下すことが出来ない。2013年に開催される第16回ワシントン条約締約国会議に向けて、議論の基となる科学的知見を得ることは喫緊の課題であるとともに、主要漁獲国としての国際的な責務である。

2. 研究の目的

(1) 分布密度の推定：漁獲資源の推定するために不可欠な日本近海における宝石サンゴ類の分布様式、サイズ分布、密度等を明らかにする。

(2) 遺伝子の解析：宝石サンゴの分類基準となる形質は少なく、近縁種を形態で同定することは困難である。分子遺伝学的手法を用いて宝石サンゴ類の分子系統を明らかにする。また、日本近海の地理的変異を明らかにする。

(3) 成長速度の推定：個体群の動態を推定するために不可欠な成長速度を推定する。

(4) 持続可能な漁獲方法の提案：本研究で得られた生態学的知見を用いて、持続可能な利用を図るための漁獲方法を明らかにする。

(5) 管理技術の確立：国際取引を適切に管理するためには、ワシントン条約附属書掲載種を輸出入する際に、種と産地を明らかにすることが必要である。そのために、骨軸中に含まれる微量元素を用いた産地の同定技術を確立する。

3. 研究の方法

(1) 分布密度の推定：深海カメラ、水中ロボット等を用い、日本近海（高知、鹿児島、沖縄）の宝石サンゴの分布密度、分布様式、サイズ組成等を推定する。

(2) 遺伝子の解析：ミトコンドリアゲノム解析により、種間及び種内の遺伝的変異を明らかにする。

(3) 成長速度の推定：宝石サンゴ骨軸の成長線の計数及び鉛放射性同位元素を用いた年代測定を行うことで、成長速度を推定する。

(4) 産地の同定：ICP-MS、XRF等各種分析手法を用いて宝石サンゴ骨軸中の微量元素を測定し、産地による特異性を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 高知、奄美、沖縄近海で調査した結果、宝石サンゴの密度は100平方メートルあたり0.03~1.02群体であることが明らかになった。また、シロサンゴとモモイロサンゴの高密度のパッチを発見した。高密度の海域は、資源量の推定や幼生の分散過程の推定に重要なだけでなく、将来保全する海域の候補として資源管理の上で重要である。

(2) 奄美近海の操業域と未操業域におけるアカサンゴのサイズ組成分布を比較した結果、資源が回復するには少なくとも10~20年を要することが明らかになった。

(3) 宝石サンゴの成長速度を推定するための新しい手法として、高輝度光科学研究センターの大型放射光施設(SPring-8)でシンクロトロン赤外光による分析法を開発した。アカサンゴとシロサンゴを30 μ m間隔に測定し、二次元分布像を得た結果、前者では864 cm^{-1} と1142 cm^{-1} 、後者では864 cm^{-1} と3379 cm^{-1} の強度に周期的な変動が見られた。それらの周期は前者では162-200 μ m、後者では125-200 μ m間隔であった。また、放射光軟X線マイクロビームを用いて、モモイロサンゴとシロサンゴ骨軸の微量元素のマッピング分析を行った。その結果、それら骨軸横断面のイオウ、マグネシウム、ストロンチウム濃度に周期的な変動がみられ、その間隔は0.11-0.14mmであった。これらの値は放射性鉛を用いた年代測定による年間成長速度とほぼ一致しており、赤外吸収スペクトルと微量元素濃度の周期的な変動は成長に伴う年変動であると考えられ、成長速度の推定に有効であることが明らかになった。

(4) アカサンゴとモモイロサンゴ骨軸中に含まれる色素成分を抽出し比較した結果、両者ともほぼ同じ組成であることが明らかになった。両種の赤色と桃色の相違は、色素成分の含有量に起因することが示唆された。

(5) アカサンゴ、シロサンゴ、モモイロサンゴのミトコンドリアゲノムの全塩基配列の決定を行い、類縁関係について明らかにした。

(6) 宝石サンゴ骨軸に含まれるバリウム、マグネシウムの濃度は生息環境により変動し、Mg/Ca比とBa/Ca比を用いれば生息海域を推定できることを明らかにした。今後貿易管理技術として実用化するためには、非破壊

分析による産地同定技術を確立する必要がある。

(7) 炭酸塩骨軸の微細構造を解析する新しい方法として、有機色素成分の高精度色彩分析による顕微観察法、及び微量無機元素を指標とした電子プローブマイクロアナライザーによるマッピング分析法を確立した。

(8) 本研究によりこれまで知見がほとんどなかった日本近海産宝石サンゴ類の分布密度、成長速度、サイズ組成など生物学的、生態学的知見を得ることができ、サイズの選択的漁獲と漁場を一定期間で替えるローテーション漁法を採用することで、資源を持続的に利用することができることを示した。

(9) 今後、加入率、死亡率などのパラメータを得て、資源量の推移をシミュレーションモデルにより推定し、それに基づいた漁業管理を提案することが必要である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 33 件)

- ① Iwasaki, N., Fujita, T., Bavestrello, G. & Cattaneo-Vietti, R., Morphometry and population structure of non-harvested and harvested populations of the Japanese red coral (*Paracorallium japonicum*) off Amami Island, southern Japan. *Marine and Freshwater Research*, 51(3), 372-382, 2012, 査読有
<http://dx.doi.org/10.1071/MF11254>
- ② Hasegawa, H., Rahman, M. A., Luan, N. T., Maki, T. & Iwasaki, N., Trace elements in *Corallium* spp. as indicators for origin and habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 414-415, 1-5, 2012, 査読有
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2012.01.005>
- ③ Yoshimura, T., Tanimizu, M., Inoue, M., Suzuki, A., Iwasaki, N., & Kawahata, H., Mg isotope fractionation in biogenic carbonates of deep-sea coral, benthic foraminifera, and hermatypic coral. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 401(9), 2755-2769, 2012, 査読有
10.1007/s00216-011-5264-0
- ④ Uda, K., Komeda, Y., Koyama, H., Koga, K., Fujita, F., Iwasaki, N. & Suzuki, T., Complete mitochondrial genomes of two Japanese precious corals, *Paracorallium japonicum* and

Corallium konojoi (Cnidaria, Octocorallia, Coralliidae): Notable differences in gene arrangement. *Gene*, 476, 27-37, 2011, 査読有

<http://dx.doi.org/10.1016/j.gene.2011.01.019>

- ⑤ 長谷川浩, 岩崎望, 鈴木淳, 牧輝弥, 早川慎二郎, 蛍光X線分析法による宝石サンゴの炭酸塩骨格中における微量元素の分布の測定. *分析化学*, 59, 521-530, 2010, 査読有
<http://dspace.lib.kanazawa-u.ac.jp/dspace/bitstream/2297/25026/1/TE-PR-HASAGAWA-H-521.pdf>
- ⑥ 長谷川浩, 岩崎望, 宝石サンゴの炭酸塩骨格中における色の由来について. *月刊地球*, 31(11), 625-632, 2009, 査読無
- ⑦ Calcinai, B., Cerrano, C., Iwasaki, N. & Bavestrello, G., Sponge boring into precious corals: an overview with description of a new species of *Alectona* (Demospongiae, Alectonidae) and a worldwide identification key for the genus. *Marine Ecology*, 29, 273-279, 2008, 査読有
10.1111/j.1439-0485.2008.00246.x
- ⑧ Iwasaki, N., Hasegawa, H., Suzuki, T. & Yamada, M., Biology of Japanese *Corallium* and *Paracorallium*. Proceedings of the First International Workshop on *Corallium* Science, Management, and Trade, NOAA Technical Memorandum CRCP 8, NOAA Technical Memorandum, Silver Spring, MD, 68-70, 2009, 査読無
http://data.nodc.noaa.gov/coris/library/NOAA/CRCP/project/20058/proc_wkshp_corallium_science_mgmt_trade.pdf

[学会発表] (計 44 件)

- ① Iwasaki, N., Ecological study of Japanese precious corals and their sustainable use. International Precious Coral Forum 2012 in Kochi, 9 March 2012, Kochi, Japan
- ② 宇田幸司, 米田悠佑, Cattaneo-Vietti, R., Bavestrello, G., Giovine, M., 藤田敏彦, 岩崎望, 鈴木知彦, 宝石サンゴのミトコンドリアDNAと分子系統. 日本動物学会, 2012年9月22日, 旭川
- ③ 山田正俊, 岩崎望, 鈴木淳, 鄭建, アカサンゴとシロサンゴの骨軸肥大成長速度. 2011年度日本地球化学会第58回年会, 2012年9月14日, 札幌
- ④ Yoshimura, T., Tanimizu, M., Inoue, M., Suzuki, A., Iwasaki, N. & Kawahata,

H., Temperature dependence of Mg isotope fractionation in deep-sea coral as a new proxy for water temperature. European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry 2011, 30 January - 4 February 2011, Zaragoza, Spain

- ⑤ 山田正俊, 岩崎望, 鈴木淳, 鄭建, 放射性核種による宝石サンゴの成長速度の推定, 日本放射化学会, 2011年9月27-29日, 大阪大学吹田キャンパス
- ⑥ Akimichi, T., Historical use and contemporary conservation of coral in the Indo-Pacific region, 9th Congress of the Indo-Pacific Prehistory Association, 29 November - 5 December, 2009, Vietnam Academy of Social Sciences Conference Centre, Hanoi, Vietnam
- ⑦ Iwasaki, N., Fujita, T., Bavestrello, G. & Cattaneo-Vietti, R., Small-scale distribution of Japanese red coral off Amami Island, southern Japan. Red Coral Science, Management and Trade: Lessons from the Mediterranean, 23-26 September, 2009, Naples, Italy
- ⑧ Iwasaki, N., Hasegawa, H., Suzuki, T. & Yamada, M., Biology of Japanese *Corallium* and *Paracorallium*: International Workshop on Science, Management and Trade of *Corallium*: Lessons from the Pacific, 16-20 March, 2009, Hong Kong

[図書] (計3件)

- ① 岩崎朱実, 岩崎望編著, 珊瑚 宝石珊瑚をめぐる文化と歴史, 東海大学出版会, 2011, 129 pp.
- ② Iwasaki, N. ed., A Biohistory of Precious Corals: Scientific Cultural and Historical Perspectives, Tokai University Press, 2010, 316 pp.
- ③ 岩崎望編著, 珊瑚の文化誌 宝石サンゴをめぐる科学・文化・歴史, 東海大学出版会, 2008, 384 pp.

[その他]

- 展覧会開催 (計1件)
 - ① 展覧会「宝石サンゴ展」(2011年4月1日～5月29日, 於国立科学博物館) 企画
- シンポジウム等開催 (計4件)
 - ① 生き物文化誌学会例会「人はなぜサンゴの偽物をつくるのか?」(2011年5月28日, 於国立科学博物館) 主催
 - ② ワークショップ「宝石サンゴ非破壊分析」(2011年5月15日, 於国立科学博

物館) 共催

- ③ シンポジウム「宝石サンゴとワシントン条約」(2009年7月18日, 於高知大学) 主催
- ④ 生き物文化誌学会例会「宝石珊瑚の文化誌」(2008年11月22日, 於高知大学) 主催

○雑誌特集編集 (計2件)

- ① 隔月刊誌「海洋と生物」, 特集「ワシントン条約と水産資源」(189号, 2010) 企画編集
- ② 隔月刊誌「海洋と生物」, 特集「宝石サンゴとワシントン条約」(186号, 2010) 企画編集

○ホームページ等

<http://es.ris.ac.jp/~iwasaki/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩崎 望 (NOZOMU IWASAKI)
立正大学・地球環境科学部・教授
研究者番号: 20193724

(2) 研究分担者

鈴木 知彦 (TOMOHIKO SUZUKI)
高知大学・教育研究部自然科学系・教授
研究者番号: 60145169

山田 正俊 (MASATOSHI YAMADA)
弘前大学・被ばく医療総合研究所・教授
研究者番号: 10240037

長谷川 浩 (HIROSHI HASEGAWA)
金沢大学・自然科学研究科・教授
研究者番号: 90255555

藤田 敏彦 (TOSHIHIKO FUJITA)
国立科学博物館・動物研究部・研究主幹
研究者番号: 70222263

秋道 智彌 (TOMOYA AKIMICHI)
総合地球環境学研究所・教授
研究者番号: 60113429

(3) 連携研究者

横山 祐典 (YUSUKE YOKOYAMA)
東京大学・理学系研究科・准教授
研究者番号: 10359648

漆原 良昌 (YOSHIMASA URUSHIHARA)
ひょうご科学技術協会・放射光ナノテク研究所・研究員
研究者番号: 20500127

西江 雅之 (MASAYUKI NISHIE)
アジア・アフリカ語学院・図書館館長

荻 慎一郎 (SHINICHIRO OGI)
高知大学・教育研究部人文社会科学系・教授
研究者番号 : 60143070

(4) 研究協力研究者

GIORGIO BAVESTRELLO
Università degli Studi di Genova (伊)・
Dipartimento per lo Studio del Territorio
e delle sue Risorse・Professor

RICCARDO CATTANEO-VIETTI
Università degli Studi di Genova (伊)・
Dipartimento per lo Studio del Territorio
e delle sue Risorse・Professor