

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月10日現在

機関番号：82503

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22570032

 研究課題名（和文） 地球温暖化が沿岸性魚類の繁殖に及ぼす影響
 -データの集積と予測モデルの確立

研究課題名（英文） Global warming impacts on the reproductive ecology of the reef fishes

研究代表者

川瀬 裕司 (HIROSHI KAWASE)

千葉県立中央博物館・研究員

研究者番号：10270620

研究成果の概要（和文）：

海水温の上昇が沿岸性魚類の繁殖に及ぼす影響を解明するため、過去の繁殖記録の集約と現在の繁殖状況のモニタリングを各地で行った。八丈島からはスズメダイ科7属23種の繁殖が確認され、多くの種では春から秋にかけて繁殖行動が観察された。繁殖終了時の水温は繁殖開始時より高く、繁殖の継続期間は水温以外の要因によって決定されていることが示唆された。一方、水温が低くなる秋以降を中心に繁殖する種や、水温条件によってはほぼ年間を通して繁殖する種も確認された。

研究成果の概要（英文）：

We analyzed the breeding records of reef fishes up to the present to estimate the impact of global warming on the reproductive ecology of these fishes. The breeding behavior of 23 species of damselfish (Pomacentridae), belonging to seven genera was observed off the Hachijojima Island. The breeding season in many species was from spring to autumn, although some species were found to breed after autumn or throughout the year. Our results suggested that water temperature is not always a factor that has most decisive influence for breeding.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学，生態・環境

キーワード：魚類，繁殖行動，産卵，海水温上昇，生物多様性，データベース，モニタリング

1. 研究開始当初の背景

1992年に開催された地球サミットでは、気候変動枠組条約（地球温暖化防止条約）が採択された。これに関連して、地球温暖化に関する科学的なデータを収集・整理するための政府間機構（IPCC）はこれまでに評価報告書を4回発表している。2007年に公表された第4次評価報告書の中では、20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性がかなり高いと報告されている。温暖化により海洋環境が影響を受けている例として、海水温の上昇、海水の物理的・化学的特性の変化などがあげられている。日本の周辺海域で顕著な海水温の上昇が見られることは、気象庁が公表した過去100年以上にわたる観測データからも証明されている。

海水温の上昇のようなグローバルな環境変動が海の生態系に与える影響を評価するには、広域かつ長期にわたり生物群集のモニタリングを実施するとともに、同じデザインの野外実験を各地で行い、生態系プロセスの条件依存性を検証するアプローチが有効である。しかしながら、その影響を評価するために必要な長期にわたる生態学的観測データは非常に少なく、近年さまざまなプロジェクトが発足しつつある。世界規模のプロジェクトとして、Global Approach by Modular Experiment (GAME)では、海洋生物を対象に世界各地で同じデザインの野外操作実験が同時に行われている。国内では、日本長期生態学研究ネットワーク (JaLTER) で潮間帯生物等のモニタリングが行われている。

このような流れの中で、我々は海水温の変動と熱帯性魚類の温帯水域への分布拡大に関する定量的モニタリング調査プロジェクト (PRFM) を2008年に発足した。九州・四国・本州周辺海域は温帯水域であるが、毎年夏以降に多くの熱帯性魚類が沿岸に出現する。これは、熱帯水域で生まれた仔魚が浮遊生活期間中に黒潮に乗って温帯水域へ運ばれてくる「死滅回遊魚」である。そこで、この死滅回遊魚（個体数・種数・定住化）が海水温の変動に伴いどのように変化するかについて、黒潮流域にある全国7つの研究機関に所属する魚類研究者と協同して調査を進めているところである。

2. 研究の目的

本研究では、申請者らが進めている PRFM に関連して、温帯水域に侵出している熱帯性魚類を対象として、海水温の年変動や地域による繁殖期の変化の解明、将来の海水温上昇による繁殖期の変化の予測を行うこととする。そのために、次の2つのことを実施

する。

(1) フィールド観察による現在の繁殖期の解明

熱帯水域を中心に温帯水域まで広く分布し、繁殖に関する報告の多い魚類を指標種として、温帯水域（図1）の南限に近い鹿児島県と北限に近い千葉県、およびその間にある地点で潜水観察と生殖腺調査を行い、各地における繁殖期を明らかにする。

(2) 文献や観察記録に基づいた過去の繁殖記録の集積

過去に報告された学術論文や書籍、研究者や一般ダイバーの観察記録から、指標種の繁殖が確認された年月日、時刻、場所、水温などの情報を収集し、これまで点で存在していたデータを種ごとに集積して、過去の繁殖期や繁殖エリアの変化を明らかにする。



図1. Nakabo (2002)による日本近海の温帯水域と亜熱帯水域。

3. 研究の方法

温帯水域の北限と南限に近い千葉県と鹿児島県をはじめ合計6カ所の岩礁で潜水観察を行い、それぞれの地点で熱帯性指標種の繁殖期を明らかにする。

また、指標種の過去の繁殖期を明らかにするために、学術論文や書籍、研究者や一般ダイバーの観察記録から、繁殖が確認された年月日や場所、水温などの記録を集積する。

以上の現在と過去の繁殖記録により、時間（年度や月など）や空間（観察地点や水深など）と海水温の変動との関係を解明するとともに、水温上昇による将来の繁殖期の変化を予測する。

(1) 潜水観察による熱帯性指標種の繁殖期の特定

温帯水域の北限と南限に近い千葉県館山および勝浦と鹿児島県屋久島を重点観察区、その間に位置する静岡県富戸、東京都八丈島、高知県柏島を補助観察区として、合計6地点(図2)で以下の調査を行う。

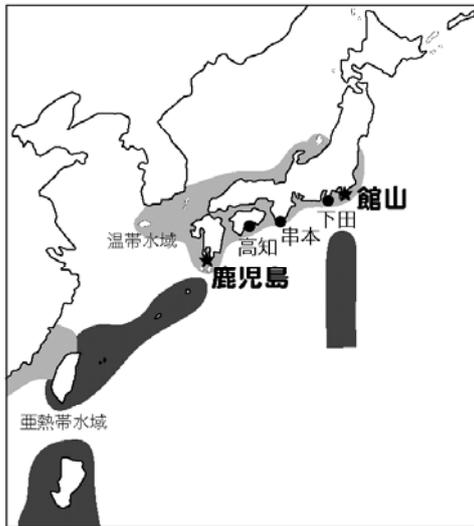


図2. 温帯水域に設置した潜水観察区。

①水深20m以浅の岩礁域で毎月1回SCUBA潜水を行い、スズメダイ科を中心とした指標種の繁殖の有無を記録する。産卵行動や産卵前に見られるオスによるメスの追尾行動が確認された場合に繁殖有りと判断する。その際、証拠記録として魚の行動をビデオまたは写真に記録する。

②必要に応じて標本を採集して生殖腺を摘出し、生殖腺指数や生殖腺組織の成熟度により繁殖の有無を判定する。

③1年間の水温データを収集するために、自動水温記録データロガを各観察区の海底に設置して、毎年更新する。

(2) 文献と観察記録による熱帯性指標種の繁殖記録の集積

①これまでに発行された学術雑誌や大学紀要、各種報告書、文献の中から、指標種の繁殖記録を集積する。抽出項目は、およそ以下の通りである。

場所(地名、緯度経度、水深、海底からの距離)、時間(年月日・時刻、直近の満潮・干潮時刻、月齢)、気象海象(天候、水温、透視度)、行動(繁殖行動の内容)、生理(生殖腺指数、成熟度)

②フィールドで魚類の行動生態を観察している研究者は、研究対象種以外の観察記録も野帳に残していることが多い。そこで、関連する研究者に依頼して、熱帯性指標種に関連する繁殖記録を収集する。

③1980年代以降、国内ではレジャーダイビ

ングがさかんに行われており、単に潜水を楽しむだけではなく、魚類の生態や行動を詳しく観察して記録しているアマチュアダイバーやダイビングインストラクターも多数いる。そこで、魚類の行動生態に詳しいダイバーに依頼して、熱帯性指標種に関連する繁殖記録を収集する。

(3) データ解析

(1)と(2)で得られた現在と過去の繁殖記録により、時間(年度や月など)や空間(観察地点や水深など)と海水温の変動との関係を解明するとともに、水温上昇による将来の繁殖期の変化を予測する。

(4) 繁殖期の変動パターン比較

繁殖期が海水温に単純依存(一定水温以上で繁殖)しているとすれば、図3上のような台形型になることが予測される。また、海域全体で水温が高い年には繁殖限界が左右に広がり(図3下)、低い年には狭まることが予測される。また、高水温阻害や水温低下、日長やなど他のファクターや複数のファクターの組み合わせによって繁殖期が決まる場合、さまざまな繁殖期の変動パターンが考えられる。そこで、指標種の繁殖期の変動パターンを比較して、繁殖期に影響するファクターを明らかにする。

(5) 日本産魚類繁殖記録データベース(仮称)の公開準備

文献、研究者、ダイバーから収集した沿岸性魚類の繁殖記録と、繁殖場面を撮影した動画や写真をデータベース化してインターネット上で公開するとともに、ネット経由でさらに繁殖記録を収集してデータベースの充実を図る。

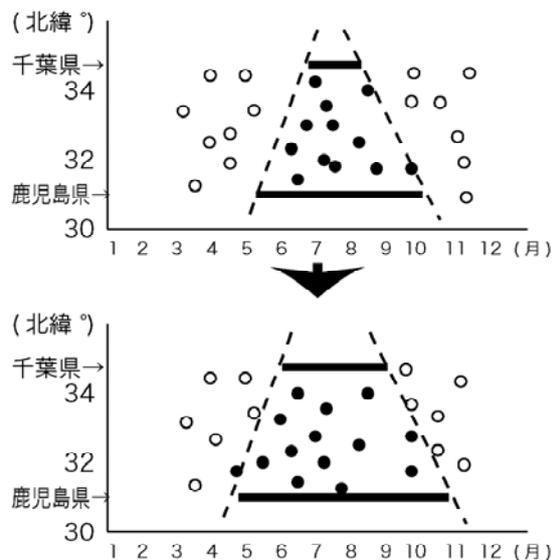


図3. 海水温上昇に伴う繁殖期変化の予測モデル。●は繁殖、○は非繁殖を示す。

4. 研究成果

全国6カ所に設置した潜水観察区のうち、八丈島からは過去の記録のデータベース化および継続的な潜水観察により、3000件を超える繁殖記録を得ることができた。このうち、1994年から2010年までの繁殖記録(2682件)を解析したところ、20科134種の魚類の繁殖が確認された。これは同島で記録された魚類702種(瀬能ら, 2002)の19%に相当した。最も多く記録されたのはベラ科(13属34種)で、スズメダイ科(7属23種)、ハゼ科(8属10種)、ヘビギンポ科(4属10種)、テンジクダイ科(3属9種)がそれに次いだ。

スズメダイ科魚類の多くの種では、春から秋にかけて繁殖行動が観察された。クマノミでは4月下旬から9月にかけて繁殖し(図4)、繁殖終了時の水温は繁殖開始時より高かった。すなわち、一定水温以上で繁殖が行われる温度単純依存型ではなく、水温以外の要因によって決定されていることが示唆された。

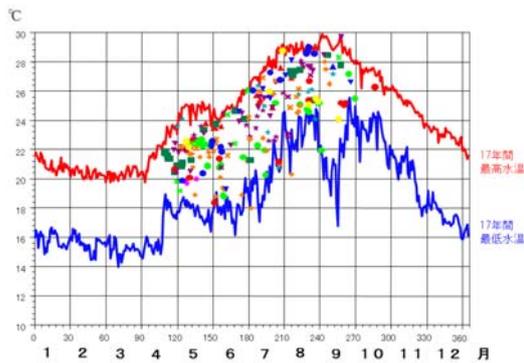


図4. クマノミの繁殖と水温.

オヤビッチャの繁殖は5月下旬から11月にかけて観察された(図5)。繁殖の開始時の水温にはばらつきがあり、繁殖開始は水温以外の要因により左右されている可能性が示唆された。

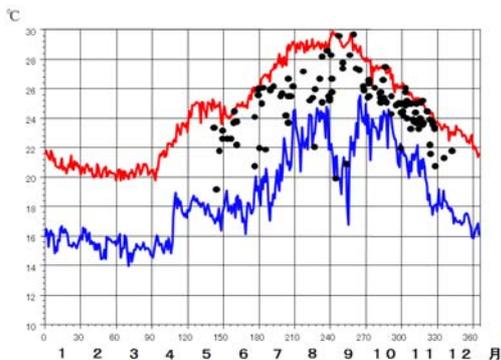


図5. オヤビッチャの繁殖と水温.

一方、水温が低くなる秋以降を中心に繁殖する種も少数確認された。アマミスズメダイ(図6)は水温およそ19~24°Cで繁殖し、八丈島では水温が高い年に限り冬季も産卵行動が観察された。

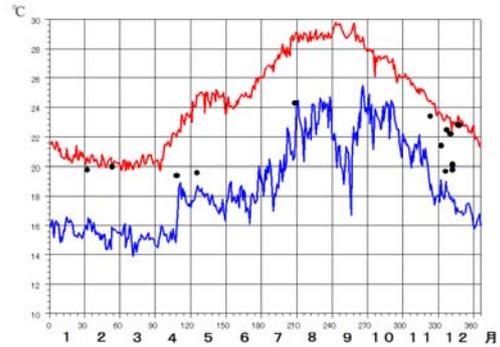


図6. アマミスズメダイの繁殖と水温.

また、キホシスズメダイは18°C以上で繁殖が観察され、水温条件が整っていればほぼ年間を通して繁殖することが確認された(図7)。

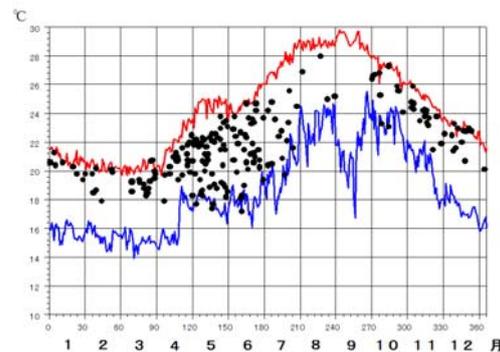


図7. キホシスズメダイの繁殖と水温.

地域間で比較すると、クマノミでは高緯度地域ほど繁殖開始時期が遅れる傾向が見られた。これに対して、繁殖終了時期には著しい差は見られなかった(図8)。

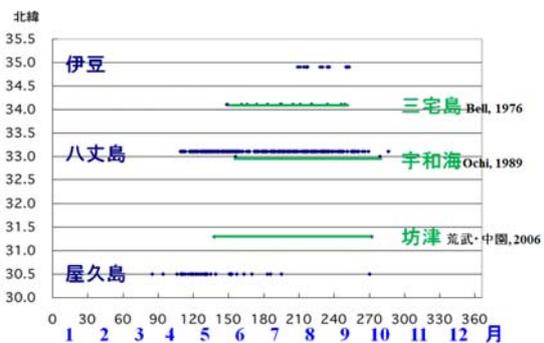


図8. 各地におけるクマノミの繁殖期.

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- 1) Kawase, H., Y. Okata and K. Ito. 2013 in press. Role of huge geometric circular structures in the reproduction of a marine pufferfish. Scientific Reports. (査読有)
- 2) 須之部友基・川瀬裕司・坂井陽一・清水則雄・望岡典隆・田和篤史・竹垣毅・中村洋平・出羽慎一. 2013印刷中. 地球温暖化と南日本における魚類相の比較. 千葉県生物多様性センター研究報告. 7:1-11. (査読無)
- 3) 川瀬裕司. 2013. 南房総で発見されたオウナギ *Anguilla marmorata*. 千葉県立中央博物館自然誌研究報告. 12: 55-59. (査読有)
- 4) 川瀬裕司・甲斐嘉晃. 2012. 若狭湾から採集された魚類. 千葉中央博自然誌研究報告. 12 (1): 37-42. (査読有)

[学会発表] (計8件)

- 1) 川瀬裕司・大方洋二・伊藤公昭. 海底に巨大な幾何学模様の構造物をつくるフグの繁殖行動. 日本動物行動学会. 2012年11月24日. 奈良女子大学, 奈良.
- 2) 須之部友基・川瀬裕司. 2012. 館山の魚類の多様性と繁殖期. 千葉県生物多様性連携事業研究発表会. 2012年11月4日. 東邦大学, 船橋市.
- 3) 川瀬裕司・須之部友基・加藤昌一. 潜水観察に基づいた魚類繁殖記録のデータベース-繁殖エリアと時期の長期的変化を解明する試み. 日本魚類学会年会. 2012年9月23日. 水産大学校, 下関.
- 4) 川瀬裕司・須之部友基. 魚類繁殖記録プロジェクトの-経過報告と今後の課題. 地球温暖化と沿岸生態系の変化に関するワークショップ. 2012年3月30日. 国立環境研究所, つくば市.
- 5) 川瀬裕司・須之部友基. フィールド観察に基づいた魚類繁殖記録のデータベース-魚類繁殖記録プロジェクトの経過報告. 第12回東日本魚類生態研究会. 2012年2月25日. 東京海洋大学, 館山市.
- 6) 川瀬裕司・須之部友基・加藤昌一. 八丈島産魚類134種の繁殖記録からわかったこと-魚類繁殖記録プロジェクトの経過報告. 第23回魚類生態研究会. 2012年2月18日. 広島大学西条共同研修センター, 東広島市.
- 7) 川瀬裕司・須之部友基. 地球温暖化が沿岸性魚類の繁殖に及ぼす影響-繁殖記録のデータベース化により分かること. 第

11回東日本魚類生態研究会. 2011年2月19日. 東海大学, 静岡市.

- 8) 川瀬裕司・須之部友基. 地球温暖化により沿岸性魚類の繁殖はどのように変化するか? 第22回魚類生態研究会. 2011年2月11日. 長崎県島原共同研修センター, 島原市.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川瀬 裕司 (KAWASE HIROSHI)
千葉県立中央博物館・分館海の博物館・主任上席研究員
研究者番号: 10270620

(2) 研究分担者

須之部 友基 (SUNOBE TOMOKI)
東京海洋大学・水圏科学フィールド教育研究センター・准教授
研究者番号: 00250142
(H24: 連携研究者)