

令和 5 年 5 月 24 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K06209

研究課題名（和文）温暖化に伴う藻場植生の変化が魚類と漁業に与える影響

研究課題名（英文）Effects of changes in seaweed bed vegetation associated with ocean warming on fish and fisheries

研究代表者

中村 洋平（Nakamura, Yohei）

高知大学・教育研究部総合科学系黒潮圏科学部門・教授

研究者番号：60530483

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、高知県沿岸のカジメ場の消失やガラモ場のホンダワラ海藻構成種の変化がそこに棲む魚類群集の構造に与える影響を経年観察調査から明らかにした。また、魚類のホンダワラ海藻種に対する選好性を水槽実験で明らかにしたことで、海藻構成種の変化が魚類群集構造の変化要因の一つであることを示した。さらに、藻場の減少がアオリイカやアワビを対象にした漁業に対して負の影響を与えていることを高知県内の漁業者に対する聞き取り調査から明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

温暖化研究は気候変動に伴う生態系やその関連サービスの変化を予測し、その変化に対する対策や適応策を提示することで社会的課題の解決策を生み出すことを主目的としている。しかし、海藻藻場と魚類群集のつながりの強さに関する国内外の研究がほとんどないため、藻場変化に伴う魚類群集の変化予測に不確実性が伴うことが欠点であった。本研究によって各魚種の藻場に対する依存度が明らかにされたことで、藻場変化による魚類群集の変化予測の精度は格段に向上すると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study clarified the effects of the loss of kelp beds and changes in the Sargassum species composition on fish community structure by comparing current and historical data in the Kochi Prefecture, western Japan. In addition, tank experiments revealed that some fish species prefer specific Sargassum species, indicating that change in Sargassum species composition is one factor that alters fish community structure. Furthermore, interviews with fishermen in Kochi Prefecture revealed that the decrease in seaweed beds had a negative impact on artisanal fisheries targeting reef squid and abalone.

研究分野：魚類生態学

キーワード：藻場 魚類 温暖化

## 1. 研究開始当初の背景

ホンダワラやカジメ等大型褐藻類で形成される藻場は、魚類の産卵場や棲息場となるとともに、アワビ・ウニ等の水産有用動物の食物源となることから、沿岸生態系や漁業に対して大きな役割を果たしている。しかし、全国各地の藻場は近年急速に衰退している。藻場の衰退の主要因は1980年代までは沿岸開発や水質汚染であったが、1990年代以降は温暖化に起因する海水温の上昇と考えられている。

1990年代以降の藻場の衰退や消失は、国内においては九州、四国・本州南部太平洋側で著しい。西日本太平洋側は温帯性の海藻類の分布南限にあたるために、夏の高水温が海藻の生育上限水温を超えることが急速な藻場衰退の要因と考えられる。在来の温帯種が温暖化によって姿を消しつつある中、これまで定着しなかった南方系の海藻類も西日本に出現、繁茂するようになってきた。

温暖化に伴う藻場の変化が生物群集に与える影響に関する報告書や論文は近年幾つか出てきたものの、その大部分は藻場変化前後のデータなしでの推測あるいはシミュレーションなどの予測であるため、具体的にはよくわかっていない。そのため、藻場の植生が変化した時に実際にどの種が減り、どの種が減らないのか、なぜそのような違いが生じるのか、という基本的な問いに研究者はまだ答えることができていない。

## 2. 研究の目的

高知県沿岸では、2000年代以降、ガラモ場のホンダワラ構成種が温帯種から亜熱帯種に徐々に移行している。さらに、カジメの分布最南端である高知県中西部のカジメ場は、2017年夏の高水温によってほぼ姿を消した。本研究では、カジメ場の消失やガラモ場の海藻構成種の変化がそこに棲む魚類群集の構造に与える影響を過去と現在の調査データを比較することで明らかにするとともに、群集構造が変化した要因を魚類の藻場利用様式や海藻種に対する選好性を潜水調査と水槽実験から解明する。さらに、高知県の漁師に対する聞き取り調査から、藻場の変化に伴う水産有用魚種の変化を明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) カジメ場の衰退と回復に伴う魚類群集構造の変化を明らかにするために、カジメ消失前(2015年)、カジメ消失直後(2017年)、カジメ回復時(2018年・2019年)における魚類群集の構造を比較した。魚類の群集構造は一定の範囲内に出現した魚類各種の個体数を記録するベルトランセクト法によって、カジメの生育状況は調査地に設置した方形区内のカジメの株数と茎丈を記録することで定量化した。

(2) ホンダワラ構成種の変化がガラモ場の魚類群集の構造に与える影響を明らかにするために、2019年10月から2021年9月にかけて、高知県須崎市久通と土佐市萩崎で毎月調査を行った。久通では複数の亜熱帯種(ツクシモク・ヒイラギモクなど)で形成されるガラモ場、萩崎では亜熱帯種のマジリモクが形成するガラモ場と温帯種のヤツマタモクが形成するガラモ場に1m×20mのトランセクトをそれぞれ5本設置し、SCUBA潜水による目視調査でライン上の海藻の

被度と藻丈，魚類の種名と個体数を記録した。その結果を 10 年前（2009 年 10 月から 2010 年 9 月）に同じ場所と方法で行われた調査の結果と比較した。

（3）魚類のホンダワラ海藻種に対する選好性を明らかにするために水槽実験を行った。実験では，藻丈の高い温帯性海藻（ヤツマタモク）と藻丈の低い亜熱帯性海藻（ヒイラギモク）を設置した角型水槽に供試魚を 1 個体放し，10 分後にどちらの海藻に滞在しているのかを記録した。実験は，カワハギ・ドロメ・メジナ・クロホシイシモチ・メバル類・ニジギンポ・ムツに対して行った（各種 20 個体以上）。

（4）藻場の変化（消失や海藻構成種の変化）が漁業に与える影響を明らかにするために，2021 年 12 月に磯根漁業を行っている漁業関係者に対して聞き取り調査を行った。調査は高知県漁業協同組合に所属する土佐清水市の下川口支所から室戸市の佐喜浜町支所までの間の計 20 支所で行った。聞き取り調査では，藻場の減少や海藻構成種の変化，漁獲対象としている藻場生物，行っている藻場回復事業，温暖化による藻場生物以外の漁獲物の変化などについて質問した。

#### 4．研究成果

（1）カジメは 2017 年秋の調査ではほとんど確認できなかったが，翌年の 2 月には新芽が確認され，その後徐々に成長し，2019 年秋にはカジメの株数と茎丈がカジメ消失前の 2015 年秋と同程度となるまで回復した。田野浦のカジメ群落の魚類の種数と個体数は，カジメ消失直後の 2017 年秋に大幅に減少したが，その後は次第に増加し，2019 年には 2015 年と同程度となるまでに回復した。カジメ群落が消失することで個体数が大幅に減少し，カジメ群落が回復することで個体数が増加した種としてメジナ，ニザダイ，ムツ，カマスなどが確認された。

（2）久通では 10 年前に温帯種のヨレモクモドキで形成されていたガラモ場が消失していた。亜熱帯種によるガラモ場は，10 年前（ツクシモクのみ）よりも亜熱帯種数が増えたことで長い期間繁茂していた。魚類をみると，10 年前のヨレモクモドキ藻場で多かったメジナやクロホシイシモチ，ニジギンポは，現在の亜熱帯種のガラモ場では少なかった。萩崎ではヤツマタモクの繁茂期間が 10 年前と比べて長くなり，ほぼ通年でガラモ場を形成した。一方でマジリモクは 10 年前よりも 2 カ月早く生長し，1 カ月早く枯死した。魚類をみると，10 年前にどちらのガラモ場でも多くみられたクロホシイシモチやムツが現在ではどちらのガラモ場でも少なくなっていた。

（3）藻丈の高い温帯種と低い亜熱帯種のホンダワラ類に対する選好性を見ると，ドロメやメバル類，クロホシイシモチ，ムツは温帯種に対して有意な選好性を示したのに対して，他の魚類には選好性が認められなかった。自然下と水槽実験下で温帯種と亜熱帯種に対する海藻選好性に一致が見られなかった種（メジナ，メバル類，ムツ，クロホシイシモチ）は，海藻の構造以外の要因（餌など）が分布や出現に影響を与えていると考えられた。

（4）藻場の減少を実感した年については 20～29 年前（1990 年代）と回答した支所が多かった。藻場の海藻構成種の変化について過半数が「不明」と回答したが，高知県中央部にある支所では 30 年以上前から海藻構成種の変化が確認されていた。藻場の漁獲物ではイセエビ，アオ

リイカ、アワビを多くの支所が扱っており、アオリイカとアワビの漁獲量が減少したと多くの支所が回答した。高岡郡周辺では藻場生物対象の漁業や藻場回復事業が盛んに行われていた。藻場漁業以外にも、暖海性回遊魚の獲れる時期の変化などがあり、温暖化が高知県沿岸の漁業に影響を与えていた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Verges A, Lanham BS, Kono M, Okumura S, Nakamura Y	4. 巻 12
2. 論文標題 Differences in fish herbivory among tropical and temperate seaweeds and annual patterns in kelp consumption influence the tropicalisation of temperate reefs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 21202
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-24666-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Aaron M. Eger, Ezequiel M. Marzinelli, Rodrigo Beas-Luna, Caitlin O. Blain, et al.	4. 巻 14
2. 論文標題 The value of ecosystem services in global marine kelp forests	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1894
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-023-37385-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Pessarodona A, Filbee-Dexter K, Alcoverro T, Boada J, Feehan C, Fredriksen S, Grace S, Nakamura Y, Narvaez C, Norderhaug KM, Wernberg T	4. 巻 27
2. 論文標題 Homogenization and miniaturization of habitat structure in temperate marine forests	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Global Change Biology	6. 最初と最後の頁 5262-5275
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/gcb.15759	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 土居真大・中村洋平
2. 発表標題 土佐湾におけるガラモ場の海藻構成種の変化が魚類群集の構造に与える影響
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西脇宙生・中村洋平・田中幸記
2. 発表標題 土佐湾の流れ藻の海藻構成種とブリ稚魚数：10年前と現在の比較
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土居真大・中村洋平
2. 発表標題 四国西部におけるガラモ場の魚類群集構造の緯度間比較と魚類の海藻選好性
3. 学会等名 令和4年度日本水産学会中国・四国支部例会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------