

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 24 日現在

機関番号：84410

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K15906

研究課題名（和文）水産資源学への環境DNA法の導入：回遊性魚類タチウオを例に

研究課題名（英文）Introduction of environmental DNA method to fishery resource science

研究代表者

木村 祐貴（Kimura, Yuki）

地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所（環境研究部、食と農の研究部及び水産研究部）・その他部
局等・研究員

研究者番号：90797169

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：近年大阪湾で漁獲量が増加しているタチウオの資源生態学的特性の解明と、環境DNAを活用した資源モニタリング方法の開発を目的に研究を行った。過去と比較して漁期が長期化し、過去の調査ではみられなかった成熟個体が出現していること、カタクチイワシに強く依存した食性であることを明らかにした。屋内外での実験によって検証したタチウオの環境DNA検出手法によって、季節、海域による環境DNAの検出状況と漁獲状況が関係していることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた大阪湾タチウオの生態情報を用いて、漁業者に科学的根拠に基づいた指導・助言を行うことで適切かつ効果的な資源管理方針に寄与することができる。水産資源の持続的利用を目的とした管理は世界的にも求められており、我が国においても漁業法の改正に伴い、資源評価事業の拡充が喫緊の課題として挙げられている。他の研究機関においても環境DNA法を用いた新たな資源モニタリング手法の開発が進められており、各魚種・各海域の情報を共有し議論を進めることで資源管理手法の加速度的な進歩に貢献することができる。

研究成果の概要（英文）：We investigated to clarify fisheries biology of hairtail in Osaka Bay and to develop the resource monitoring method using environmental DNA. It was clarified that the fishing season was prolonged compared to the past, the emergence of mature individuals that had never been seen before, and that the diet was strongly dependent on anchovy. The environmental DNA method of hairtail verified by indoor and outdoor experiments revealed that the detection status and fishing status of environmental DNA by season and sea area are related.

研究分野：魚類生態学

キーワード：タチウオ 資源生態 環境DNA 大阪湾 生活史

1. 研究開始当初の背景

タチウオは市場価値が高く、遊漁対象としても人気が高い水産重要種である。タチウオの漁獲量は2000年以降全国的に減少傾向にあり、特に主生産地である瀬戸内海の漁獲量が大きく減少しているため資源回復・管理に向けて早急な対応が求められている。そのような状況の中、大阪府におけるタチウオ漁獲量は2000年以降30-90トン程度で推移していたが、2016年に154トン、2017年には116トンを記録するなど増加傾向がみられ、特に冬季の漁獲量が大幅に増加している。1970年代の知見では、大阪湾のタチウオは海水温が10℃を下回ると紀伊水道へ南下して越冬するとされていたが、近年の大阪湾の海水温は上昇傾向にあり、これまで冬季に紀伊水道へ南下していたタチウオが通年大阪湾に留まり続けている可能性が考えられる。また、海水温上昇や経時的な環境の変化によって食性や成熟に関する知見も現在の状況とは合致しない可能性がある。タチウオの分布・移動・湾内での生態情報が不明なまま、特に冬季に親魚への漁獲圧をかけ続けると、タチウオ資源の枯渇を招きかねないため、大阪湾のタチウオの資源管理手法を構築するための知見集積が急がれている。

近年、水産資源の持続的管理が世界的な課題として挙げられている。しかしながら、従来の資源生態学的方法では多数の漁獲対象種類の資源状態を把握するためには多くの時間・労力が必要であり、こうした情勢に対応するため効率的な研究手法を確立する必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、水産資源学分野への環境DNA法の導入を目指すものである。環境DNA法は環境水中に含まれるDNAを分析することでその環境に生息する種の組成や生物量を明らかにする技術である。陸域や淡水域における生物多様性・環境保全学的研究に活用されてきたが、近年海域においても注目を浴びつつある。環境DNA法を水産資源学分野で活用することができれば、従来のような市場調査や試験操業等と比べ、資源モニタリングの効率化が期待できる。本研究では、環境DNAと大阪湾におけるタチウオの分布の季節変化との関係性を検証し、環境DNA法による資源モニタリング手法の開発を目指す。また、資源生態学的手法を用いて生物サンプルに基づくデータを収集し、他海域・他年代との比較から大阪湾タチウオの資源生態特性を解明するとともに、環境DNA法によって得られた分布・移動のデータとの関連性を検証する。

3. 研究の方法

・資源生態学的調査

1989年以降の大阪府内標本組合における月別の漁獲量データを収集、分析した。漁獲物サンプルは2018年11月から2022年2月にかけて大阪府内の市場で毎月原則25個体を購入し、肛門前長、体重、生殖腺重量および肝臓重量測定、胃内容物の分析を行った。2018年11月から2021年10月にかけて大阪湾内で漁獲されたタチウオの炭素・窒素安定同位体比分析を実施した。1999年1月から2020年12月に実施した丸特ネットによる卵稚仔採集調査のデータを分析し、大阪湾でのタチウオ卵稚仔の出現状況を明らかにした。

・環境DNA分析

タチウオが確実に存在する環境の水から環境DNAが検出できることを確かめるため、和歌山県立自然博物館のタチウオ水槽で採水を行った。また、2019年9月、11月、2020年3月、7月にタチウオ遊漁船を用いて実際にタチウオが釣獲されている環境の水を採取した。タチウオ環境DNAの季節変化を解明するため、2020年2月から2022年2月にかけて大阪湾内に設定した25定点で採水調査を行った(図1)。採水量は原則1Lとしたが、2021年6月から2022年2月は別途2L採水し、濾過量間での検出精度の比較を行った。水サンプルは濾過、抽出後にリアルタイムPCRを用いて各サンプル3回分析を実施した。3分析回中1回でも検出された場合は遺伝子データベースから明らかになっているPCR増幅を行う領域を含む346bpの塩基配列を人工的に合成したスタンダードサンプルを同時に測定し、絶対検量法によって各サンプルのコピー数を算出した。濾過、抽出、分析時の試薬組成については環境DNA学会のマニュアルに準拠した。分析に供するテンプレート量は4μLを基本とした。

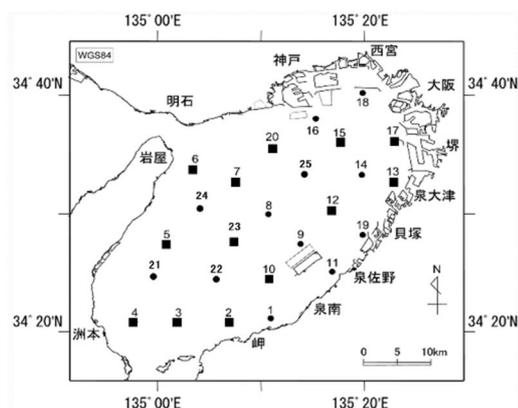


図1. 採水定点図
は2L採水を行った定点を示す

4. 研究成果

・資源生態学的調査

大阪府内標本組合におけるタチウオの漁獲状況

大阪府内標本組合の板びき網漁業におけるタチウオの1日1隻あたりの月別漁獲量(CPUE; kg/日・隻)を1989-2000年、2001-2010年、2011-2020年に区別し、各年代の平均値を算出した。また、2019-2021年の各年のCPUEも算出した。1989-2000年は12月と1月が漁獲の盛期であったが、1日1隻あたり5kg未満の漁獲量であった。また、2月から8月にかけてはほとんど漁獲がない状態で推移し、9月からわずかに漁獲量が増加していた。2001-2010年も漁獲の盛期は12月と1月で1日1隻あたりの漁獲量はおよそ15kgに増加していた。1989-2000年ではこれまでに漁獲がほぼなかった2月、3月にも漁獲がみられるようになり、4月から6月に底を打った後、7月から再び漁獲がみられた。2011-2020年の漁獲の盛期は12月から2月に拡大し、3月にも10kg程度の漁獲がみられるようになった。2019-2021年は年によるばらつきがみられた。2019年は例年漁獲が少ない5-8月にも漁獲があったが、秋季に漁獲が伸び悩んだ。2020年は比較的好漁が続く、特に10月以降は平年を大きく上回る漁獲がみられた。しかし、2021年に入ると漁獲が大きく減少し、3-8月にかけてはほとんど獲れない時期が続いたが、9月以降に急激に漁獲量が増加した。以上のことから、近年の大阪湾の板びき網漁業におけるタチウオの漁獲盛期は11月から2月であり、1989-2000年と比べると明瞭な漁獲の盛期がみられるようになった。また、4月から6月はほとんど漁獲がなく、漁業が成立するほどの群れが大阪湾内にいないものと考えられる。

・食性

胃内容物分析

2018年11月から毎月購入したタチウオ1143個体の胃内容物分析を行った(2019年4月、2020年4月、2021年2月、4月、5月は欠測)。その結果、胃内からは24種の餌生物が出現した。餌生物重要度指数割合(%IRI)を算出したところカタクチイワシが90%以上を占め、次いでソコシラエビ、アキアミと続いた。なお、空胃率は35.7%だった。以上のことから、大阪湾におけるタチウオの食性はカタクチイワシに強く依存していることが明らかになった。また、カタクチイワシが少ない時期には他の魚類や小型甲殻類などを代替的に利用している可能性が考えられる。

安定同位体比分析

2019年11月から2021年10月のサンプル(各月とも原則n=10)を用いて窒素・炭素安定同位体比分析を行った。月別の平均 ^{15}N は10月から3月にかけて上昇し、最高値は2020年3月の19.64%であった。その後、夏季にむけて徐々に下降し、最低値は2021年9月の17.19%であった。次に、2020年8月に大阪湾と紀伊水道で漁獲されたサンプル(各地点ともn=10; PAL:大阪湾198-235mm, 紀伊水道255-412mm)の窒素・炭素安定同位体比を比較した。PALは紀伊水道の方が大きいものの ^{15}N 、 ^{13}C ともに大阪湾の方が高い値を示した。過去の研究では、内湾は外海に比べて安定同位体比が高くなることが明らかになっており、本研究の結果を勘案すると6月頃から ^{15}N が低い紀伊水道由来の群れが大阪湾に進入し、内湾の餌を捕食することで徐々に安定同位体比が上昇している可能性が考えられた。

・環境DNA

タチウオ環境DNAの検出実験

肛門前長約250mmのタチウオ10個体を飼育している水槽(水量約11.5トン)から水サンプルを採取して分析したところ、1611000 copies/ μL という高い濃度の環境DNAが検出された。また、同水槽で肛門前長約250mmのタチウオを5個体飼育していた時の濃度は172000 copies/ μL となり、環境中の個体数によって検出濃度に差が生じる可能性が考えられた。タチウオの釣獲調査では1人あたりの釣獲個体数は2019年9月6.3個体、2019年11月2.1個体、2020年3月3個体、2020年7月0.7個体であった。各月の釣獲時に採取した環境水を分析した結果、釣獲数の少なかった2020年7月調査ではタチウオ環境DNAが検出されなかったが、その他の月では検出された。これらの結果から、屋内外ともにタチウオの存在する環境では環境DNAが検出されることが確認できた。

大阪湾におけるタチウオ環境DNAの季節変化

2020年2月から2022年2月に隔月採取した水サンプルを分析したところ、13調査回中8回で環境DNAが検出された。もっとも濃度が高かったのは2020年12月であった。定点別の検出頻度をみると、25定点中20定点で1回以上検出され、検出頻度の最高値は3回であった。検出頻度が高かった定点はタチウオの漁場となっている海域の近傍であった。また、漁獲量が少ない時期には環境DNAが検出される定点もわずかであった。以上の結果から、環境DNAと大阪湾内のタチウオ資源の状況の間には関係性がみられ、環境DNA法によってタチウオの回遊状況を把握できる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 木村祐貴・松井彰子	4. 巻 17
2. 論文標題 大阪湾初記録のタチウオ科魚類テンジクタチ	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ichthy, Natural History of Fishers of Japan	6. 最初と最後の頁 16-19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34583/ichthy.17.0_16	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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 木村祐貴・秋山諭
2. 発表標題 大阪湾におけるタチウオの食性と炭素・窒素安定同位体比に基づく栄養段階
3. 学会等名 2020年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村祐貴・山中智之
2. 発表標題 大阪湾におけるタチウオの生態学的研究
3. 学会等名 2019年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村祐貴・中町健・山中智之
2. 発表標題 大阪湾におけるタチウオの食性
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村祐貴
2. 発表標題 大阪湾におけるタチウオの炭素・窒素安定同位体比の季節変化
3. 学会等名 2021年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2021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
---------	---------