

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06208

研究課題名（和文）バイオテレメトリとDNA解析によるアオリイカの人工産卵床の利用実態の解明

研究課題名（英文）Utilization of spawning beds Ikashiba for oval squid *Sepioteuthis* sp.2 using biotelemetry and DNA polymorphism

研究代表者

海野 徹也 (Umino, Tetsuya)

広島大学・統合生命科学研究科（生）・教授

研究者番号：70232890

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：アオリイカは重要な水産資源であり、本種の資源を維持・増殖するため、各地で人工産卵床「イカシバ」が設置されている。本研究は、産卵期の親イカの産卵回遊生態やイカシバの利用実態、さらにはDNA多型解析によって繁殖生態の解明を試みた。三重県引本湾において、親イカ7個体に発信器を装着し、追跡した。その結果、5個体は同湾に留まっていた。そのうち2個体は高頻度でイカシバに接近していた。20尾の雌イカとそれらから採集した精莖を用いて、DNAマーカー7座による父兄判別を行った。その結果、全ての雌で多回交配を示した。これら得られた知見は、アオリイカの人工産卵床の設置や資源管理に有益な情報となるだろう。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的価値は高く、我が国で初めて、親アオリイカの産卵回遊や雌の多回交配の実体を明らかにしたものである。一方、イカシバ設置は漁業者らが資源管理に関心を持った事例であるが、その普及によって、一般市民への資源保護への関心増と啓蒙・模範活動につながる。また、間伐材を活用したイカシバは、資源循環と資源維持のためのモデル活動となる。さらには、イカシバ設置によってアオリイカ資源が増大すれば、漁業振興のみならず、遊漁やダイビングなどの観光資源として地域振興への貢献が期待できる。

研究成果の概要（英文）：Oval squid *Sepioteuthis* sp.2 is a commercially important species in Japan due to high market price. Hence, artificial spawning beds, so call “Ikashiba” are often to set up for resource management. Meanwhile, their actual usage status of Ikashiba as well as migratory ecologies of adult oval squid are still unclear. The objectives of this study are clarifying for utilization of by oval squid using biotelemetry and DNA polymorphism. seven female squids equipped with depth transmitter were tracked for 40 days in Hikimoto bay, Mie prefecture. Five of seven females remained in the bay and frequently approached at Ikashiba during tracking period. To test for multiple paternity of female oval squid, we conducted genotypic assignment of 20 female and their spermatophores using 7 microsatellite DNA loci. All females showed multiple paternity with one or more males prior to capture. Our results may provide some guidance for artificial spawning beds and resource management of oval squid.

研究分野：水産増殖学

キーワード：アオリイカ 産卵床 回遊 イカシバ バイオテレメトリ 多回交配 DNA多型

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 日本は世界一のイカ消費大国で、イカ類は国民の上質なタンパク源となっている。中でもアオリイカは美味で「イカの王様」として君臨している。そのため、商品価値が極めて高く、しかも、沿岸で釣獲されることから、コストパフォーマンスの良い優良資源である。地域によっては不振にあえぐ沿岸漁業の漁家経営を支える基幹資源になっている。その一方で、アオリイカは遊漁でも人気が高く、年間 100 億円もの経済効果をもたらす「釣り界の救世主」となっている。また、産卵場へ来遊するアオリイカは人気のダイビングスポットとなっている。

(2) 現在、アオリイカの養殖技術は確立されておらず、本種の資源は自然の生産力に委ねられている。貴重なアオリイカ資源を持続的に利用するため、産卵場の保全や産卵場に来遊する親イカの漁獲制限など、再生産や資源添加のプロセスの確保が重要なミッションである。ところが、近年、海水温の上昇によってアオリイカの産卵基質である海藻類が喪失している。そのためアオリイカの産卵場を確保するための人工産卵床が注目されている。中でも間伐材を利用した通称「イカシバ」はその手軽さから漁業者や遊漁者らによる設置活動が普及しつつある。しかしながら、アオリイカの産卵場への移動・回遊生態はもとより、場合によっては産卵が確認されないイカシバも散見されるなど、人工産卵床の利用実態や有効性については未知である。申請者は学問的な問いとして、産卵場内における親イカ（雌雄）のイカシバと自然産卵床への来遊と滞留頻度の解明、ならびに、それらを産卵利用した親イカの個体数を客観的評価指標としてイカシバの有効性を科学的に検証したいと考えている。

2. 研究の目的

(1) 本申請課題の目的は、まず、産卵期の親アオリイカを対象に超音波バイオテレメトリを行うことで、親アオリイカの産卵場（湾）への移動や滞留などの基礎的知見を得る。次に、親イカのイカシバと海藻類の産卵基質の利用実態を調べ、基質選択性や雌雄間の依存度の違いを明らかにする。

(2) イカシバと海藻類に産卵された卵囊塊を対象に、多型性に核 DNA マーカーによる多型解析を行うことで、繁殖貢献した親イカ数を推定する。さらに、DNA 鑑定による個体判別を介して、親イカの産卵頻度と各産卵基質への選択性といった萌芽性に富む情報を得る。最終的に、アオリイカの産卵回遊生態への理解を深め、イカシバの産卵基質としての有効性を解明することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 親アオリイカの回遊生態と人工産卵床の利用実態を解明するため、バイオテレメトリを行う。三重県尾鷲引本湾を調査フィールドとし、釣獲した親イカに水圧・水温センサー付の超音波発信器（Vemco 社製）を装着し、放流する。放流個体の追跡は基本的に船外機付ボートで行い、船上で発信器からの信号（発信間隔 5 秒）を携行型受信機で受信することで、湾内の親イカの回遊経路と水深、水温情報を得る。追跡期間は 1 個体当たり、最長で約 7 日間を目安に行い、その間、日の出から日没までの追跡を 3 日間行う。湾内では位置情報と水深から産卵床（イカシバや海藻）への滞留状況を推定する。一方、引本湾で水深などの環境が異なる 5 地点にイカシバを設置し、回遊と産卵状況を比較する。得られた位置情報によって移動回遊パターンや産卵場への滞在期間を推定する。

(2) 親アオリイカの繁殖生態を解明するため、20 座程度のマイクロサテライト DNA マーカーの多型性を検討する。これらのうち、多型性に富む 7 マーカー座を選定する。次に、雌イカが持つ精莖を取り出し、雌イカと精莖を用いて多型解析を行い、精莖の父兄判別（雄イカ数）を行う。また、イカシバに生み付けた卵囊塊から卵を採取し、7 マーカー座のマイクロサテライト DNA マーカーの解析を行う。

4. 研究成果

(1) アオリイカの移動や回遊に関する研究は、ダグの標識を用いた研究が中心で、親イカについては、佐賀県に放流された個体が山口県長門市沿岸で再捕された事例がある（上田・海野、2013）。ただし、ダグの標識では、放流地点と再捕地点の情報しか得られず、詳細な回遊経路は不明であった。本研究では、親イカを対象に超音波バイオテレメトリを行うための検討事項として、まず、超音波発信器の装着実験を行った。水族館に飼育中の親イカ 4 個体の胴体尾部先端に模擬発信器を装着し、経過観察を行った（図 1）。その結果、装着個体は、放流翌日から活発に摂餌し、遊泳行動も非装着個体と同様であった。なお、7 日後まで模擬発信器の脱落は認められなかった。

(2) イカシバが設置されている三重県引本湾で、親イカ 1 個体を釣獲し、水圧センサー付の超音波発信器 (Vemco 社制) を装着し、追跡した。追跡個体は、放流後、除々に湾外方向へ移動した。移動距離は 1 日に数十メートルで、放流後 2 日目まで引本湾に留まっていた。その間、追跡個体は主に中層を遊泳していた。3 日目以降は天候が悪化したため、追跡を中止した。超音波発信器の装着方法と追跡方法により、超音波バイオテレメトリによってアオリイカの産卵場への移動や滞留などの基礎的知見を得ることが可能となった。



図 1 模擬発信器を装着した親イカ

(3) 7 個体の雌イカを 4-9 日間、合計 40 日間追跡することに成功した。追跡期間中、5 個体は引本湾内に留まり、2 個体も尾鷲湾に出ることはなかった (図 2)。引本湾に留まった 5 個体うち 3 個体はイカシバ周辺に留まり、頻繁にイカシバを訪れるような行動を示した。イカシバ周辺に留まらなかった個体は、藻場や係留具など、シロイカの産卵基質周辺に移動した。追跡個体の日間移動距離は 0.04-1.2km/day、MCP 行動圏は 9310-768636m² となった。95%カーネル行動圏は 6475-183659m²、50%カーネル行動圏は 1498-10550m² であった。イカシバ周辺を遊泳していた 3 個体の 50%コアエリアは、イカシバ・岩礁帯に形成された。#2 の 50%コアエリアは藻場に、#5 は岩礁帯に、#7 は係留ロープ周辺に形成された。一方、遊泳水深は、全個体で表面から約 30m までを幅広く利用したが、主に 20m 以浅を利用していた。イカシバ周辺を繰り返し遊泳した 3 個体がイカシバに滞留した時の遊泳深度は、10-11m で、イカシバの設置水深 10-13m と一致した。

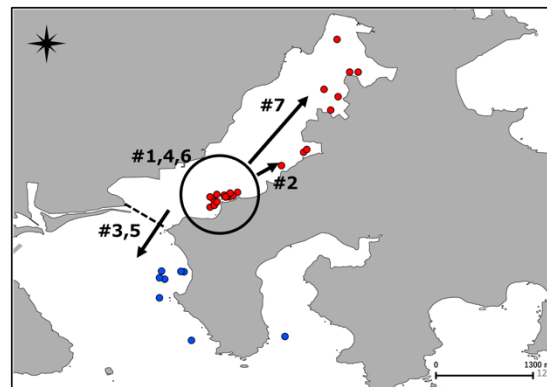


図 2 引本湾における 7 個体の回遊

(4) アオリイカの繁殖実体を解明するため、アオリイカ集団に対してマイクロサテライト DNA マーカーの多型性を確認した。その結果、高い多型性を示したマイクロサテライト DNA マーカー 7 座を解析に用いる事とした。

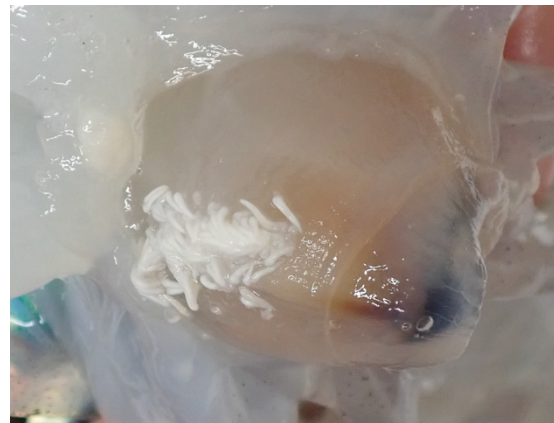


図 3 雌の口球外唇部・受精囊内の精莢

(5) 日本各地で漁獲された雌のアオリイカ 20 個体を用い、口球外唇部や受精囊内の精莢から DNA を抽出し、DNA マーカー 7 座を用いて多型解析を行った。20 個体の雌から分離した精莢は約 500 本に達した (図 3)。また、全てのアオリイカが複数の雄に由来する精莢を有していることが明らかになった。DNA 多型解析による父系判別から推定した雌 1 個体あたり平均交配個体数は 2.4 個体となった。

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 0件）

1. 著者名 吉田 悠馬、海野 徹也	4. 巻 89
2. 論文標題 超音波バイオテレメトリを用いた産卵期のアオリイカの回遊生態	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本水産学会誌	6. 最初と最後の頁 165
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------	---------