

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：82708

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K19158

研究課題名（和文）頭足類カニバリズム（共食い）の発生メカニズムと資源変動への影響

研究課題名（英文）Mechanism of cephalopod cannibalism and its impact on resource fluctuations

研究代表者

加藤 慶樹（Kato, Yoshiki）

国立研究開発法人水産研究・教育機構・開発調査センター・漁業第三グループ リーダー

研究者番号：20571582

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：開発調査センターでは、資源の有効利用のために、アカイカ、スルメイカ、アメリカオオアカイカ、ニュージーランドスルメイカ、アルゼンチンマツイカの調査を行っている。そこで取得したデータの統計的な分析の結果、アカイカにおいて、成熟した雌で共食い行動が多いことが分かった。これまで、共食い行動は食欲旺盛さと環境の餌資源不足が相まって起こる偶発的な現象と思われてきたが、本結果から「性的共食い行動」の行動形質の可能性が示唆された。加えて本現象を確認するために、沖縄本島南東海域のアカイカの胃内容物の分析の結果、雌の胃内からは、頭足類の嘴やかき爪などが発見され、ユニバーサルプライマーを用いて種同定を行っている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究機関で保管され利用されていなかった、長期間の生物データをデータベース化し、そこから頭足類の生物学的戦略を明らかにすることができたことは、重要な成果である。加えて、殆ど理解されていなかったアカイカの繁殖戦略まで踏み込むことができた。

加えて、本研究で作成されたマイクロサテライトマーカーを用いることで、本種の繁殖に関与するオスの尾数を知ることができるもので、現在引き続き解析を実施している。

研究成果の概要（英文）：Over the past 30 years, in order to effectively utilize cephalopod resources and consider efficient fishing methods, our agency have conducted fishing ground surveys for neon flying squid, Japanese common squid, Humboldt squid, Wellington flying squid, and Argentine short fin squid, and have collected biological data from these surveys. Therefore, we created a database of these and examined their feeding behavior for each species. Statistical analysis using a generalized linear model revealed that cannibalism is uniquely common among adult females of neon flying squid.

研究分野：水産海洋学

キーワード：頭足類 共食い 繁殖 アカイカ

### 1. 研究開始当初の背景

水産研究教育・機構 開発調査センターでは、過去30年間にわたりアカイカ資源の有効利用および効率的な漁獲方法の検討のために、北太平洋のイカ類の漁場調査を行い、その中で取得した膨大な生物データ(胃内容物調査)を保有している。その中から、時期特異的な事象として、成熟した雌に偏向したカニバリズムの存在が浮かび上がってきた。

### 2. 研究の目的

本種アカイカは中国を含む複数の国が資源を利用している水産重要種であり、スルメイカの漁獲量の激減の影響から、その重要性が増している。そのため、今後は国際的な資源管理の対象となる可能性が非常に高い。資源管理においては、繁殖や食性に関する基礎的な知見を積み重ねることが非常に重要となるが、本種の生物学的な知見は、スルメイカなどと比べると非常に少ない。そのため、このカニバリズムも含めた食性を調べることは、本種の生態的地位などの基礎的情報を得るためにも非常に重要な研究となるばかりか、我が国が保有している重要な過去データの利活用という意味においても重要となる。

また、カニバリズムは、動物の普遍的な生存・繁殖戦略として進化、獲得した行動形質である。一般的には、繁殖を狙った「子殺し」や「卵食」も含まれるが、特定の時期と条件下で仲間を食べ、その結果、集団サイズを劇的に縮小させることも知られている。頭足類(イカ、タコ)については7科34種でカニバリズムが報告され、これは他のどの分類群よりも広範囲で、且つ高頻度で起きている。例えば、南アフリカヤリイカでは、実に6割の食餌(胃内容物)が同種由来であり、群動態や漁獲資源への影響も無視できない程である。水族館では、数百匹の稚仔アオリイカを飼育しても、僅か数ヶ月でカニバリズムにより数個体まで激減する事も珍しくないことから、個体群動態に基づく資源管理を行う上でも無視できない重要な知見である。そこで本課題研究では、アカイカの過去30年間に蓄積した基本資源生態情報をデータベース化し、さらに繁殖や食性といった生態や資源管理に関わる項目について、遺伝子解析手法(胃内容物のCOI 遺伝子解析、マイクロサテライト父性解析)を用いて明らかにする。

### 3. 研究の方法

#### <データ及びサンプル>

水産研究・教育機構では、長年、太平洋北部海域でアカイカを対象としたアカイカ漁業の操業調査を行ってきた。この中で、漁獲物は外套長、体重、雌雄、成熟度、胃内容物といった生物データ5項目とその海域の鉛直海洋物理データが取得されている。生物サンプルは、本調査で取得したものやソデイカ漁業において混獲されるアカイカを使用した。

#### <具体的な手法>

過去の調査データ(一部は紙媒体)の漁獲・生物データを整備・データベース化し、実際にカニバリズムが統計的に発生している時期、海域、海洋環境を特定するためのデータセットを作成した。その上で、カニバリズムの発生する環境についての統計学的な検証を行う。採集した個体試料を調整し、次世代シーケンサーを用いてアカイカのゲ

ノム配列を解読した。ゲノム配列から父性解析のためのマイクロサテライトマーカーを開発する。雌に付着する精子塊の父性解析から各雌個体の乱婚度を求める。雌の胃内容物に含まれる未消化イカ肉片、及び難消化物(口嘴、鉤爪、角質環)から DNA を回収し、種判別、父性判定を行った。乱婚度、胃内容物の種同定・父性判定と個体情報を合わせて、カニバリズム、性的カニバリズムの有無、頻度、傾向を明らかにした。

#### 4. 研究成果

統計的な分析の結果、北太平洋のアカイカにおいて、成熟した雌で共食い行動が特異的に多いことが分かった。これまで、頭足類の共食い行動は食欲旺盛さと環境の餌資源不足が相まって起こる偶発的な現象と思われてきた。本結果から、アカイカでは非常事態における「やむを得ずの生存戦略」に加えて、繁殖戦略、即ち「性的共食い行動」の行動形質を獲得している可能性があることが分かった。

また、これらを検証するため、沖縄県糸満漁協で漁獲されたアカイカ成熟個体を用い、筋肉組織よりゲノム DNA を精製し、次世代シーケンス解析とバイオインフォマティクスによって、マイクロサテライトマーカー(SSR)の候補を抽出した。アカイカの囀口膜から精子塊を採取し、そのゲノム DNA を用いて PCR とフラグメント解析により SSR 候補をスクリーニングした。その結果、4つの SSR マーカーの有用性を確認できた。次に形態学的観察による繁殖様式と食性の推定を行った。試料は、2021年12月から2022年2月までに沖縄本島南東海域にて行われたソデイカ漁に混獲されたアカイカを使用し、外套長、体重、各生殖器官の重量などを計測した。性的共食い行動の可能性を検証するために、メスの胃内容物を観察し、雄が持つ精莖と雌の囀口膜に付着する精子塊の形態を観察した。アカイカの繁殖様式は、オスが交接腕(アカイカの場合は右または左の第腕)を用いて、自身の精子が入ったカプセルを雌の囀口膜またはその周辺へ付着させるというものであり、計測期間中に獲られた雌の囀口膜には精子塊が付着している個体が多く見られた。付着した精子塊数はこれまで調べられたどのイカ類よりも多いと思われることから、雄による乱婚の程度が高いことが予想された。また雌が持つ貯精嚢数も多い事から多くの雄による交接とそれにより受け渡された精子を貯蔵する仕組みがアカイカで備わっているものと予想された。今後は SSR を用いて乱婚度を調べ、本種の繁殖様式を明らかにしていく予定である。また、雌の胃内からは、頭足類の嘴やかぎ爪、小魚の骨などが発見された。現在、頭足類のユニバーサルプライマーを用いて種同定を行っている。12月時点の雄の体重当たりの精巢重量(TSI)は2.0を超えており精莖嚢に精莖が確認されたことから、12月には雄は性成熟していることが分かった。

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 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kamrun NaherAzad, Md. Nur E.Alam, Makoto Nagata, SatoshiTomano, Hiroki Ono, Kyoko Sugai, Noritaka Hirohashi	4. 巻 14
2. 論文標題 Males conditionally inseminate at three female body locations according to female mating history and female maturity status in a squid	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1,10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-024-62062-7	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

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 佐藤成祥・西澤幸輝・王思文・吉田真明・Fernandez-Alvarez Fernando・Villanueva Roger
2. 発表標題 精子貯蔵様式から考えるヨーロッパマツイカ ( <i>Illex coindetii</i> ) の配偶システム
3. 学会等名 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kamrun Naher Azad, Yutaro Maeda, 加藤 慶樹、Nur-E-Alam Md、広橋教貴
2. 発表標題 Development of microsatellite markers for paternity analysis of diamond squid, <i>Thysanoteuthis rhombus</i>
3. 学会等名 第六回 イカタコ研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kamrun Naher Azad, 加藤慶樹、広橋教貴
2. 発表標題 Microsatellite-based genetic evidence of mating system in diamond squid
3. 学会等名 中国四国地区生物系三学会合同大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 加藤慶樹・鈴木大智・下光利明・佐藤成祥・ 小黒健太郎・松山祥大・広橋教貴
2. 発表標題 胃内容物データにみるアカイカ科頭足類の共食い戦略
3. 学会等名 水産学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小黒健太郎・ 松山祥大・加藤慶樹・広橋教貴
2. 発表標題 アカイカにおける性的カニバリズムの可能性について; 父性解析のためのマイクロサテライトマーカーの開発
3. 学会等名 第五回 イカ・タコ研究会
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
研究 分担者	広橋 教貴  (Hirohashi Noritaka)  (90376997)	島根大学・学術研究院農生命科学系・教授   (15201)	
研究 分担者	佐藤 成祥  (Sato Nariyoshi)  (40723854)	東海大学・海洋学部・講師   (32644)	

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
---------	---------