

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：82708

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K15590

研究課題名（和文）どのような仔魚が、なぜ生き残るのか：サバ・イワシ類の3D行動解析実験

研究課題名（英文）What kind of larval fish survive? : 3D tracking experiment for small pelagic fishes

研究代表者

中村 政裕 (Nakamura, Masahiro)

国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産技術研究所(廿日市)・研究員

研究者番号：00781832

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：マサバ・マイワシ・カタクチイワシの仔稚魚について、成長速度と運動能力の関係を調べた。その結果、全ての種で、成長速度と運動能力の正相関関係が認められることが明らかになった。この結果は、野外研究から得られていた予測と概ね一致するが、その関係性は想定よりも複雑であった。マサバでは両者の関係性がドーム型であり、カタクチイワシでは22℃では正相関が認められたものの、26℃や16℃では関係が消失した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、知見が限られた外洋性魚類を用いた実験を通じて、あらゆる動物群の中で初めて成長速度と運動能力の正相関関係を報告したものであり、生態学・進化学の発展に資するものである。また、サバ・イワシ類の生活史初期における成長速度と運動能力の関係の実態は、これまでに全く検証がなく、謎に包まれていた。この関係性が初めて詳細に明らかになったことで、水産学上の重要な課題である、加入量予測の高精度化にも大きく貢献する。

研究成果の概要（英文）：The relationships between growth rate and swimming performance were tested on three small pelagic fishes (chub mackerel, Japanese anchovy, Japanese sardine). As predicted from previous field studies, positive growth-locomotor relationships were detected in all of the three species. However, the relationships were quite complicated. In chub mackerel, growth-locomotor relationship was non-linear. In case of Japanese anchovy, positive relationships were evident at 22°C but no significant relationships were detected under 26°C and 16°C.

研究分野：進化生態学、水産資源学

キーワード：生活史戦略 浮魚類 進化 水産資源管理 行動

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

水産資源として重要な小型浮魚類は大量の子を産み、その大部分は孵化後間もない仔稚魚の段階で死亡する。そのため、生活史初期において「どのような個体が、なぜ生き残るのか？」を理解することが、資源変動機構を解明する鍵を握っている。野外調査に基づくこれまでの水産資源研究から、「成長の速い仔稚魚は、成長の遅い仔稚魚に比べ、運動能力が高いため生き残り易い」と考えられている。浮魚類の場合は、たとえ体サイズが同じであっても高成長個体の方が低成長個体よりも捕食されにくいということが示唆されていることから、成長速度が加入量変動に及ぼす影響は重大であると推測される。しかしながら、高成長個体が低成長個体よりも実際に運動能力が高いか否かを検証した実験研究は、日本周辺の小型浮魚については全く存在しなかった。

2. 研究の目的

そこで申請者は、飼育実験のアプローチにより、日本を代表する小型浮魚資源であるマサバ・マイワシ・カタクチイワシの仔稚魚における運動能力と成長速度の関係を直接検証した。その上で、マサバについては捕食者を用いたメソコスム実験を行い、観察された成長速度と運動能力の関係が、被食回避とどのように結びついているかを調べた。

3. 研究の方法

まずは、仔稚魚の運動を3D条件で検証可能な実験システムを作成した。これは、2台のハイスピードカメラの同期撮影により得た2つの2次元座標データを結合することで、水槽内を運動する魚の3次元の軌跡を得るものである(下図)。

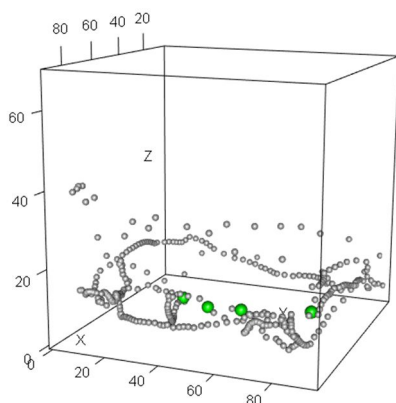


図 マサバ稚魚が遊泳した軌跡の3次元座標

次に、ハンドリングに強いマサバ仔稚魚を用いて、体サイズ非依存的な成長速度が運動能力に及ぼす影響を、個体ごとの突進速度を測定することで検証した。全ての魚種について、異なる日齢でありながら、体サイズが同じ個体を実験に用いることで、サイズの影響を排した「成長速度そのもの」の影響を検証した。マサバについては、捕食者が入った水槽に、同じ体サイズでありながら、それまで成長速度が異なる2群(高成長群と低成長群)を同時に入れ、明らかになった成長-運動能力の関係と被食回避の関連を探った。マイワシとカタクチイワシは、ハンドリングに弱く3D条件での検証が困難であったため、2D条件で検証を行った。マサバとマイワシについては、それぞれ22と18という単一の水温条件で実験を行ったが、カタクチイワシについては16、19、

22、26 という4つの水温条件で実験を実施した。

4. 研究成果

①マサバ

実験を行った22では、成長速度と突進速度が正相関関係にあることが明らかになった。ただし、その関係は非線形であり、ドーム型の二次曲線が最もよくデータを説明した。マサバの高成長個体は、同サイズの低成長個体に比べ、筋肉面積が大きいことも明らかになった。この結果は原著論文として*Oecologia*誌に掲載された。また、以上の結果から、被食実験の結果は「高成長個体は運動能力が高いため食べられにくい」という作業仮説を立てて被食実験を行った。これについては、予想に反する結果が得られた。捕食者が追尾型のマサバ幼魚の場合、成長速度に関わらずサイズの小さい個体が選択的に捕食された。一方、捕食者が待ち伏せ型のカサゴの場合、高成長個体が選択的に捕食されるという、予想とは真逆の結果が得られた。カサゴにおける結果は、成長速度の速いマサバ仔稚魚は、よりリスクの高い行動によってより多くの餌を食べているというハイリスク・ハイリターン戦略を採用していることを示唆するものである。成長速度と運動能力の正相関関係が、実際の生残にどのような役立っているかは不明であるため、追加の研究が求められる。

マイワシ

実験を行った18では、成長速度と運動能力が正相関関係にあることが明らかになった。本種については、親魚からの採卵が困難であり、他の2魚種に比べて得られたデータが少なかったが、膨大な資源量を誇る本種で、仔魚の詳細な運動特性が新たに明らかになったことには一定の価値があると考えている。

カタクチイワシ

本種については16、19、22、26という4つの水温条件で実験を実施した。その結果、22という本種の卵が分布する中心的な水温でのみ、成長速度と運動能力の有意な正相関関係が認められ、他の水温では有意な関係が認められなかった。低水温の16では、有意でないものの、成長速度と運動能力は正相関の傾向を示した。一方、高温の26では成長速度と運動能力が負相関の傾向を示した。この結果は、温暖化による昇温が進むと、本種の加入に今は全く想定されていない影響が生じる可能性を示すものである。本種で得られた成果は温暖化による昇温が、海産魚類の個体群変動を予測するあらゆる試みに影響する、これまでに全く考慮されてこなかった重要なものであると考えられる。そのため、この成果についても国際誌に投稿するための論文原稿を執筆中の段階である。

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 Nakamura Masahiro, Yoneda Michio, Morioka Taizo, Takasuka Akinori, Nishiumi Nozomi	4. 巻 -
2. 論文標題 Positive Effects of Fast Growth on Locomotor Performance in Pelagic Fish Juveniles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Oecologia	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21203/rs.3.rs-745832/v1	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0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>本研究成果については下記の将来講演で発表した 東京大学大学院 水圏生物科学特別講義 I, II 水産資源学セミナー タイトル：水槽実験から進化生態を考える 日時：2020年11月30日</p>
--

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