

低照度におけるイカの挙動解析の基礎的検討

長崎県立大学シーボルト校 国際情報学部 吉村 元秀, 森保 瑠太
長崎県総合水産試験場 水産加工開発指導センター 岡本 昭

An Elemental Study on Dynamic State Observation of Squids under Low Illumination

Motohide YOSHIMURA and Ryuta MORIYASU:University of Nagasaki
Akira OKAMOTO:Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries

We report an elemental study on an image sensing technique toward the dynamic state observation for squids under the low illumination. Squids are in storage tanks made from plastic. The color of the tank is black. The tank is kept in a closed black colored box. The illumination source is a halogen light and a near-infrared LED. The intensity of the halogen light is tuned from 0lx as a minimum. The dynamic state of a squid under the low illumination is captured by using infrared camera and the behavior of the squid is analyzed by using computers.

Keywords: squid, dynamic state observation, image sensing, infrared camera

1. はじめに

近年日本の水産業界では、国外特にアジア向けの鮮魚の輸出が注目されているところであるが、食に対する安心・安全への意識の向上からアジアの諸外国でも食品に対する安全基準が厳格化されている。長崎では、いち早く多種類の鮮魚の輸出に成功しているが、基準の厳格化の中、鮮度の検査技術ならびに鮮度の保持技術の高度化が急務となっている。長崎県では、特に良質なアオリイカ（学名：*Sepioteuthis lessoniana*）が捕獲されることから、五島や壱岐、対馬などで水揚げされるアオリイカの鮮度の検査および保持技術の高度化のための研究を行っている。

これまでに、吉村らは、長崎県総合水産試験場との共同研究において、画像計測によるアオリイカの体色変化をもとにした鮮度分析に関する研究¹⁾²⁾を継続して行っている。イ

カを含む生鮮魚介類では、流通価格を決定する大きな要素にその体色がある。吉村らの研究は、近赤外光を用いた画像計測手法を適用することで、現場の専門家のみが有している熟練的なその場観察技法を工学的にモデル化する試みである。また、長崎県では、アオリイカの畜養技術開発と流通マニュアルの作成に関する研究を行っており、吉村らもこの研究に関わっている。吉村らは、イカの挙動を観察するための挙動解析システム³⁾を構築し、青色や赤色、白色、銀色、黒色の環境下におけるアオリイカの挙動を解析している。その中で、特に注目されるのは、黒色環境での挙動解析結果であり、可視光域での照明がおよそ存在しない状態では、その挙動が専門家の想定しているものとまったく異なるというところである。

そこで、我々は、照度そのものがアオリイカの挙動に及ぼす影響を観察するための新た

な挙動解析を試みる。本稿では、構築したシステムにより取得した動画データを用いて、アオリイカの挙動を解析し、アオリイカが好む低照度環境の基礎検討を行い、そこで得られた知見について報告する。本研究で提案する挙動解析システムを用いて、水温や照明光、水槽の色などの環境条件がアオリイカの行動および代謝に及ぼす影響が把握できれば、アオリイカの貯蔵・輸送の高度化へ向けた技術確立が期待される。

以下、第2節において、イカの挙動解析と画像計測の関係について説明し、第3節では実験と考察を行う。最後に、第4節において、結論と今後の研究の方向性について述べる。

2. イカの挙動解析と画像計測

2.1 イカの挙動解析の動向

イカの畜養では、一般的な水族館の場合、イカ1尾に対して2t程度の海水で数ヶ月間の飼育が可能である。しかしながら、漁業の生産現場や市場ならびに飲食店などでは、水槽の大きさとの関係もあり、1～数日間の飼育が限度である。このようなイカの畜養現場では、水槽の色や照明光、水温、その他の周囲の環境などの条件設定を経験値に頼らざるを得ない。イカを水槽に入れて畜養する場合、イカの視覚特性を十分に認識した上で、できる限りストレスを与えないような環境を構築するためにも、さまざまな水槽の色や照明の強さなどに対するイカの挙動変化を解析する研究が必要とされている。これまでの魚の光や色に対する反応についての研究例⁴⁾では、魚は青環境ではストレスは少ないが、赤環境ではストレスを与えるというような研究結果が報告されている。イカについては、青色は海中の色と似ているため落ち着きやすいのではないかと専門家の見解はあるが、イカは、生態そのものに不明な点が多く、研究例は非常に少ない。数少ない研究の中で、銀色の鏡を利用した実験⁵⁾では、イカは光り輝くものに鋭敏に反応するということが報告

されている。これらの研究は、比較的照度が高い環境での実験であると推察されるが、活魚運搬車の場合、輸送の際に照明が消灯されることが多い。イカの視覚は、470～500nmの青から緑の波長帯において良く機能し、イカが低照度を好む⁶⁾ということから、イカが好ましく感じる照度帯をその挙動をもとに解析する。

2.2 挙動撮影環境

本研究では、図1に示すような上底半径約1m程度のおよそ円柱形的水槽を用意し、アオリイカの挙動を観察する。水槽は樹脂製で、色は黒色である。水槽内は、常に新鮮な海水で満たされるよう海水をかけ流す。水槽に対して、水槽の周囲ならびに上部を完全に覆うことができる黒色の箱を用意する。箱は、外側をベニヤ板で完全に密閉し、内側に市販の黒色の樹脂製のカラーボードの箱を差し込む方式で制作した。今回の実験における挙動観察環境を図1に示す。箱の上部に半径約20mm程度の穴をあけ、そこにカメラのレンズ部を突出させ、直下にて画像を撮影する。

2.3 挙動解析システム

挙動解析システムとしては、通常の汎用組立パソコン(CPU:ATHLON64)にカメラリンク形式のキャプチャーボード(Matrox製:SOL6 MFCE)を組み込んだものを使用する。低照度環境の構築には、モリテックス製ハロゲン光源(MHF-V501)とラインライトガイド(MKP180 1500S)ならびに通常の白熱電球を併用し、照度を最小0lxから200lx程度まで調整できるようにする。低照度での画像計測となるため、撮影は、LED電源(MLEK-A08012LR)と近赤外LED照明(MDRL-CIR31)を使用し、近赤外光反射をJAI製近赤外感度カメラ(CV-M4+CL)にて撮影する。カメラの制御には、専用ソフトであるMatrox製Inspector8.0, MIL8.0を使用する。挙動解析システムの概要を図2に示す。本稿では、以上のようにして構築したシ

ステムを用いて，イカの挙動を撮影・解析する。



図1 挙動撮影環境



図2 挙動解析システム

3. 実験ならびに考察

3.1 実験

実験では，黒色の水槽と黒色の箱のセットに対してアオリイカを2杯（資料Aおよび資料B）用意し，個々のイカについて照度を0から10lxへ変化させた場合と0から120lxへ

変化させた場合について挙動を解析する。照度は，実験開始30分経過時にそれぞれ10lxに，120lxに調整する。このようにして，それぞれのイカの挙動を1時間撮影した動画から，イカの胴体部の先端位置の座標変化を5秒毎に散布図上にプロットする。その際の，X軸，Y軸は，直下で撮影している動画データの画像平面のX軸，Y軸となる。

3.2 考察

図3～6に照度0lxにおける資料AならびにBのアオリイカの0～30分間の座標位置をプロットした散布図を示す。0～30分間においては，水槽の中を不安定に大きく泳ぎまわっている様子が確認できる。次に，図7および8に照度を10lxに変化させた場合の資料AならびにBのアオリイカの30～60分間の座標位置をプロットした散布図を示す。10lx

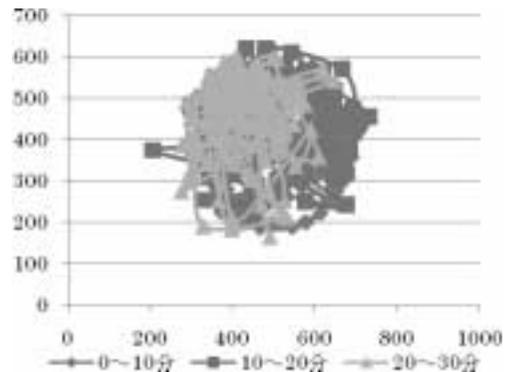


図3 資料Aのアオリイカの挙動(0lx / 0～30分間)

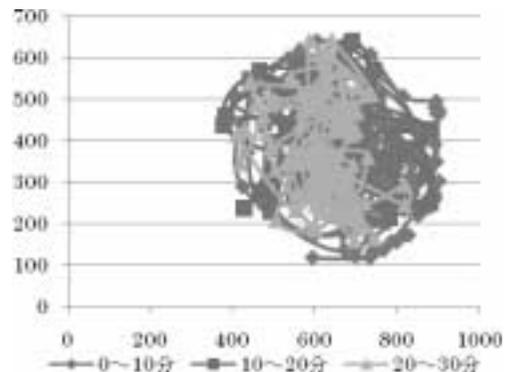


図4 資料Bのアオリイカの挙動(0lx / 0～30分間)

の照度では、多少の変化はあるが、依然として不安定に泳ぎ回っている様子が確認できる。図9および図10に照度を120lxに変化させた場合の資料AならびにBのアオリイカの30～60分間の座標位置をプロットした散布図を示す。120lxの照度では、徐々にイカの挙動が落ち着いてきていることが確認できる。

一般的にJIS照度基準では、出入口や廊下、通路や階段など限られた動作をする場所での照度がおよそ70から150lxとなっている。今回の実験から、アオリイカの場合も、その挙動を安定させるためには、ある程度の照度が必要であると推察される。

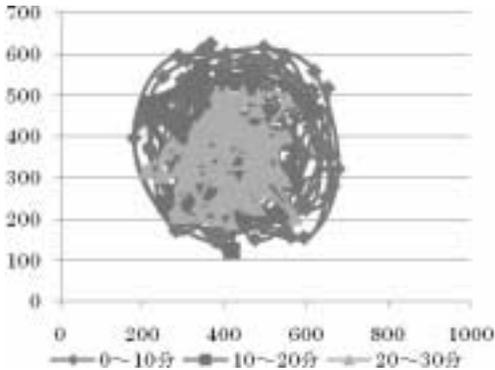


図5 資料Aのアオリイカの挙動(0lx / 0～30分間)

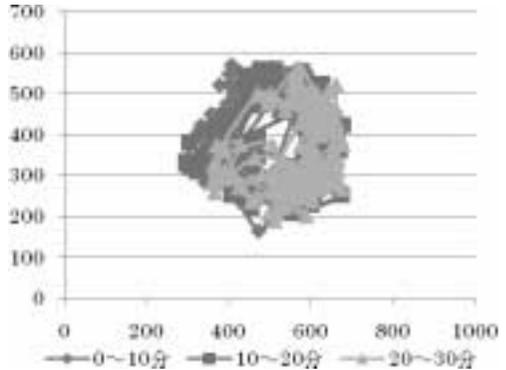


図8 資料Bのアオリイカの挙動(10lx / 30～60分間)

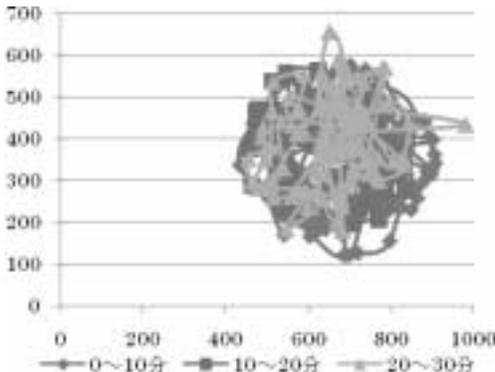


図6 資料Bのアオリイカの挙動(0lx / 0～30分間)

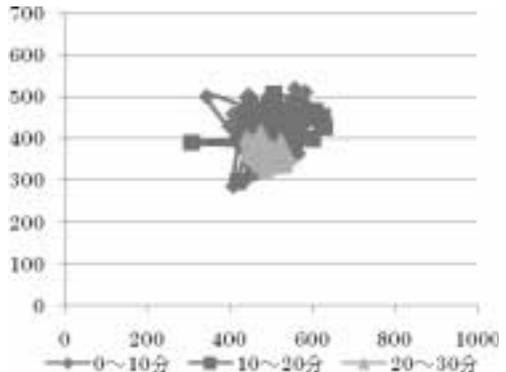


図9 資料Aのアオリイカの挙動(120lx / 30～60分間)

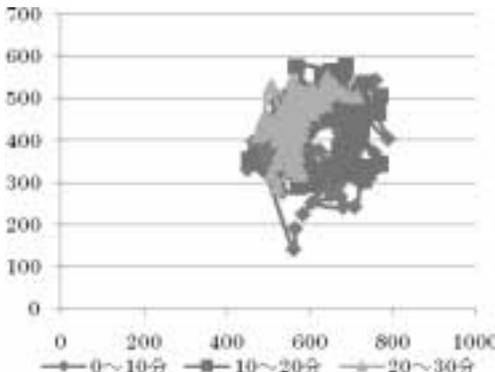


図7 資料Aのアオリイカの挙動(10lx / 30～60分間)

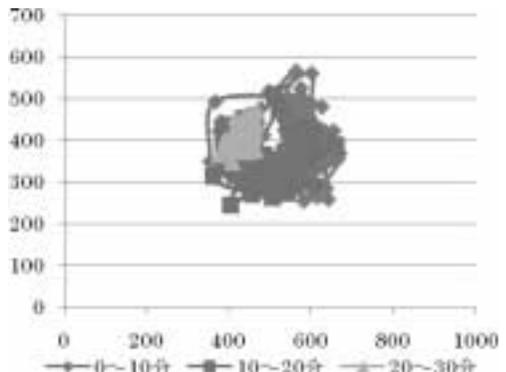


図10 資料Bのアオリイカの挙動(120lx / 30～60分間)

4. おわりに

アオリイカについて, 低照度における挙動解析の基礎的検討を行った。実験の結果から, 10lx 程度の照度環境では, 水槽内を大きく不安定に泳ぎまわり, 120lx 程度の照度環境では, 挙動が徐々に落ち着いてくるのがわかった。このことからイカが安定してその環境を認識するためには, ある程度の照度が必要であると考え, 現在, より細かな照度の設定による挙動解析を行っている。

謝辞 本研究の一部は, 農林水産省技術会議プロジェクト研究「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」によって実施した。

【文献】

- [1] M. Yoshimura, M. Kijima, K. Hemmi, A. Okamoto, K. Tachibana, “Image Sensing toward Freshness Indices of Squid Muscle” Proc. of 14 th Kirea-Japan Joint Workshop on Frontier of Computer Vision, pp.402-405, 2008.
- [2] 吉村元秀, 木島岬, 辺見一男, 岡本昭, 橘勝康, “近赤外光反射計測によるアオリイカの外觀評価 - 画像計測によるイカ類の品質評価システムの構築に向けて - ,” 画像ラボ, 日本工業出版, 3月号, pp.21-25.
- [3] 吉村元秀, 田中奈緒美, 岡本昭, “イカの動態観察の基礎的検討,” 長崎県立大学国際情報学部紀要vol.10 pp.333-337, 2009.
- [4] 川村軍蔵, “光と色に対する魚の反応性とそれを利用した魚法,” アクアネット pp.18-19, 2004.
- [5] Y. Ikeda, et al, “Mirror image reactions in the oval squid *Sepioteuthis lessoniana*,” Fisheries Science, 73, pp.1401-1403, 2007.
- [6] 奈須敬二他, “イカ - その消費から生体まで - ,” p.280, 成山堂書店, 1991.