シンポジウム記録 水産における光利用技術と基礎研究の動向

II-1. 光源の発光特性といか類の反応行動

桜井泰憲,¹ 鳴海 誠,¹ 松井 萌,¹ 高山 剛²¹北海道大学大学院水産科学研究院,²水産総合研究センター水産工学研究所

II-1. Response behavior of squids to different light conditions

YASUNORI SAKURAI,¹ MAKOTO NARUMI,¹HAJIME MATSUI¹ AND Go TAKAYAMA²

¹Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041-8611, ²National Research Institute of Fisheries Engineering, Fisheries Research Agency, Kamisu, Ibaraki 314-0408, Japan

いか類を漁獲対象とする一部の沿岸漁業では、メタルハライド灯などの漁灯を使用しており、省エネ化のためにLED灯への切り替えが期待されている。^{1,2)} LED灯は発光波長が選択でき、調光の簡便さからイカの行動制御への利用が検討されている。³⁾ 青色、緑色、白色LED灯の発光波長のピークは、いか類の眼の視感度ピークに近く、赤色LED灯の発光波長のピークは視感度ピークから遠い。これらのことから、照射するLED灯の発光波長によっていか類の行動が異なると推測されるが、いか類の光波長別の対光行動や眼の生理反応に関する知見が少ない。

そこで、異なる光波長のLED灯を用いて、飼育水槽内における開眼類のスルメイカおよび閉眼類のヤリイカの光に対する行動を観察し、光波長・照射時間と対光行動の関係を調べた。加えて、光強度と照射時間に対する両種の眼の生理反応として、瞳孔反応と網膜内色素移動が生じる閾値としての光強度と、反応にかかる時間などを調べた。ここでは、得られた成果の概要を紹介する。

1. スルメイカの明順応・暗順応

スルメイカの明・暗順応時の照度選択とその順応速度を解析した。いか類では、光強度に対して、非常に強い光には瞳孔を閉じ、通常は網膜の視細胞組織内の色素を移動させることによって、「サングラス効果」による視細胞へ入射する光量を調節している。そこで、スルメイカの瞳孔反応と色素移動が生じる光強度と、それらの反応にかかる時間を調べた。その結果、瞳孔を閉じる反応は約 $0.9[\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}]$ 以上の強い光に対して一時的に生じるが、同じ光条件が続くと瞳孔が開くことが明らかとなった。一方、色素移動は約 $0.13[\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}]$ 以上の弱い光で生じ、同じ光条件が続く限り、反応状態も続くとは推測された。なお、明暗反応に要する時間は約6分であった。

2. スルメイカの対光行動

北大水産学部の約15tトン（レースウェイ型）と10

トン（円形型）の飼育水槽にて、水槽半面に異なるLED灯を照射した際の行動を観察した。光源色は、白、青、赤、緑の4色を単色で使用し、照射する光エネルギーが各光源色で等しくなるように電流値を調整した。その結果、飼育下での行動実験では、青色光に対してのみ、照射部近くの陰影部に集まる傾向が認められた。本種は色覚を持たないこと、使用した青色LED光の波長が眼の視感度ピークに近かったことから、スルメイカが色の違いを光強度の違いとして感知して、対光行動したと推定された。

3. ヤリイカの明順応・暗順応

ヤリイカで明・暗順応時の照度選択とその順応速度、および明・暗順応時の対光行動を解析した。まず、光強度と照射時間に対する閉眼類のヤリイカの眼の生理反応として、瞳孔反応と網膜内色素移動が生じる閾値としての光強度と、反応にかかる時間などを調べた。その結果、瞳孔は約 $0.07[\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}]$ 以上の弱い光に対して素早く閉じることが観察された。また、スルメイカと異なり、同じ光条件が続いた場合、瞳孔が開くことはなく、反応は持続した。一方、色素移動は約 $0.09[\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}]$ 以上の光で生じ、同じ光条件が続く限り反応状態も続くとは推測された。

4. ヤリイカの対光行動

飼育下でのヤリイカのLED光源に対する対光行動解析を実施し、ヤリイカの群れとしての行動の制御が可能かを検証した。その結果、明条件後に、円形水槽内の暗黒部（水槽の半分）と赤色LED照射部（水槽の半分）にした場合、ヤリイカの群れは、約2分間赤色LED照射部に集群した。しかし、4分経過後には、逆に暗黒部へと移動した。また、暗条件後に水槽半分に青色LED照明を照射した場合、時間経過に伴って青色LED照射部への個体数割合が増加した。明条件後の赤色光の照射部への対光行動と集群性、および暗条件後の青色LED照明に対する対光行動は、異なるLED照明と照射部の瞬間的切り替えなどによって、ヤリイカの群れの行動を制御できる可能性があり、操業現場での行動制御の可能性を検証する必要がある。

文 献

- 1) 稲田博史, 有元貴文. 漁業用灯光の現状と開発動向 (〈特集〉生物への光応用技術). 照明学会誌 2007; **91**: 199-209.
- 2) Matsushita Y, Yamashita Y. Effect of a stepwise lighting method termed "stage reduced lighting" using LED and metal halide fishing lamps in the Japanese common squid jigging fishery. *Fish. Sci.* 2012; **78**: 977-983.
- 3) 四方崇文. イカ釣り漁業. 「漁灯を活かす技術・制度の再構築へ」(稲田博史, 有元貴文, 長島徳雄, 飯田浩二編) 恒星社厚生閣, 東京. 2010; 121-133.