シンポジウム記録 アオリイカの生物学と漁業技術の進歩

I-4. 視覚特性

宮崎多恵子

三重大学大学院生物資源学研究科

I-4. Optical properties of the eye

TAEKO MIYAZAKI

Graduate School of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie
514-8507, Japan

イカ類の視覚器は脊椎動物と同じ“カメラ様眼”であるが、発生起源や形成過程は全く異なり、収斂進化の代表例とも言われている。水晶体は水中生活者である魚類と同様にほぼ球形をしているが、網膜の組織構造はかなり相違する。魚類をはじめ、脊椎動物の視覚器の構造や機能性に関しては数多くの研究が行われ、共通認識された評価手法があるが、イカ類については断片的な知見しかなく、機能評価法は未だ確立されていない。本シンポジウムでは、アオリイカの視覚器の解剖・組織学的特徴を解説するとともに、脊椎動物の視覚研究で用いられる手法を代用して評価した視力、光学感度、色覚について紹介した。

1. 視覚器

眼の前面は角膜で覆われていた。虹彩は背側からレンズ中央付近まで垂下し、上方あるいは前方斜め上方からの光が網膜腹側に入射するのを遮るようであった。レンズは赤道径が極径よりもやや長い球形で、赤道付近の外周に暗褐色の毛様リングが密着し、レンズを透過した光のみが網膜に到達する構造となっていた。毛様リングはレンズを支持するものの、ヒト毛様体のような焦点調節に関わる機能はないと推察された。網膜視細胞は4つで1つの感桿をユニットしたが、配列はスルメイカで報告されている正四方格子ではなく、ヤリイカ科に特徴的な変則的な格子であった。

2. 視力

脊椎動物の視力を網膜組織学的に推定する際の理論式を用いてアオリイカ（外套長約120 mm）の視力を算出した。ヨーロッパコウイカ¹⁾とオーストラリアアオリイカ²⁾では水晶体径と視細胞間距離が算出に用いられている。両者と同じ理論式を適用すると、アオリイカの視力は1.12' (0.89) および1.56' (0.64) と計算された。これらの値は視細胞核密度から求めた値1.57' (0.64, 外

套長約180 mm)³⁾に近似した。視細胞の最高密度部位と水晶体中心を結ぶ方向によって与えられる視軸は腕側のやや斜め下方向であった。

3. 光学感度

眼の開口面積、視細胞の直径と長さ、水晶体径をパラメータとして用い、アオリイカの眼の光学感度(集光能)を計算すると2.6 $\mu\text{m}^2/\text{sr}$ が得られた。ダイオウイカとマダコはそれぞれ2.3 $\mu\text{m}^2/\text{sr}$ および4.2 $\mu\text{m}^2/\text{sr}$ であると報告されている。これらの値は巻き貝やウキゴカイ(0.3~0.4 $\mu\text{m}^2/\text{sr}$)よりは高いが、グソクムシや発光エビ(3000~5000 $\mu\text{m}^2/\text{sr}$)などの深海性生物よりはかなり低い。感桿が最も長い網膜部位から推定される光感度が高い方向は視軸方向と同じであった。

4. 色覚

アオリイカのロドプシン遺伝子を単離し、アミノ酸配列の重要サイトの変異⁴⁾から最大吸収波長を推定したところ494 nm が得られた。これは *Loligo* 属(491~496 nm) とほぼ同じで、スルメイカ(482 nm)⁵⁾より長波長であった。水晶体の波長透過特性を分光光度計で測定してみると、400 nm 付近で透過率は急激に減少するが、50% 透過限界は370 nm 付近であった。このことは、アオリイカの網膜には可視域~近紫外域の幅広い波長域の光が届いていることを示しており、色覚は持たないものの、ロドプシンの吸収波長域の光であれば感知できると推定された。

文 献

- 1) Schaeffel F, Murphy CJ, Howland HC. Accommodation in the cuttlefish (*Sepia officinalis*). *J. Exp. Biol.* 1999; **202**: 3127-3134.
- 2) Bozzano A, Pankhurst PM, Moltschanowskyj NA, Villanueva R. Eye development in southern calamary, *Sepioteuthis australis*, embryos and hatchlings. *Mar. Biol.* 2009; **156**: 1359-1373.
- 3) Makino A, Miyazaki T. Topographical distribution of visual cell nuclei in the retina in relation to the habitat of five Decapodiformes species (Cephalopoda). *J. Mol. Stud.* 2010; **76**: 180-185.
- 4) Bellingham J, Morris AG, Hunt DM. The rhodopsin gene of the cuttlefish *Sepia officinalis*: sequence and spectral tuning. *J. Exp. Biol.* 1998; **201**: 2299-2306.
- 5) Seidou M, Sugahara M, Uchiyama H, Hiraki K, Hamanaka T, Michiome M, Yoshihara K, Kito Y. On the three visual pigments in the retina of the firefly squid, *Watasenia scintillans*. *J. Comp. Physiol. A.* 1990; **166**: 769-773.