

学 位 論 文 要 旨

氏 名	シミラ ウヤン
題 目	カタクチイワシ <i>Engraulis japonicus</i> 仔魚および成魚の感覚器の形態学的研究 (Morphology of the Sensory Systems in Larval and Adult Japanese Anchovy, <i>Engraulis japonicus</i> (Clupeiformes, Engraulidae))

魚類の感覚生理に関する知見はその種の生活や漁獲過程を理解する上で重要な情報となる。カタクチイワシは商業的重要種であるが、感覚に関する研究は成魚の視覚に関するものだけである。本論文ではカタクチイワシ *Engraulis japonicus* 仔魚および成魚の感覚器を形態学的に調べ、その結果から摂餌行動と成群行動および漁獲過程との関係を論じており、その内容は以下のように要約される。

仔魚 試料は商業中層トロール(パッチ網)で獲られたものを用いた。全長 14 mm の仔魚の網膜には既に grouped rods と retinal tapetum が認められた。これらによって網膜感度が大きく向上し、朝の薄明時前の摂餌を可能にしている。遊離感丘は 12 mm の最小個体で頭部に 7 対、体側部に 11 対認められた。全長が大きくなるに従って遊離感丘の数が増加し、稚魚初期の個体では側線管器が頭部に形成されていた。全長 14 mm の個体では、内耳壁が骨化し、通囊、小囊およびラゲナにはいずれも有毛斑が形成されていた。鼻腔は最小個体で既に開いており、前鼻腔と後鼻腔が形成されたのは嗅板が最初に形成された全長 19 mm であった。全長 16 mm では嗅上皮に 2 種に受容細胞 (ciliated receptor cells と microvillous receptor cells) が確認された。味蕾は歯が形成された 14 mm 個体の顎部、鰓耙歯が形成され始めた 19 mm 個体の鰓耙に認められた。

成魚 鹿児島湾内操業の旋網船から得られた全長 9-13 mm の個体を用いた。頭部側線管器は上眼か管、下眼か管および前鰓蓋下顎管から成り、前鰓蓋と頭頂には細かな管器分枝が濃密に見られた。他の魚種との側線管器の比較から、管器分枝は表層成群魚にみられる特徴と考えられた。内耳は 3 つの半規管と耳石器官から成っている。嗅房は 27 枚の嗅板から成り、嗅上皮には仔魚同様に 2 種の受容細胞が認められた。味蕾は口腔内(鰓耙歯、上・下顎の歯の間、口腔内上皮、咽頭部)にのみ認められた。これは、filter-feeding を行うカタクチイワシが鰓耙で餌を濾す際に味覚が餌選択に関与することを示す。

以上、カタクチイワシの感覚器の形態と発達はこの種の生態的特徴を顕著に反映していることが明らかになった。すなわち、grouped rods と retinal tapetum で特徴づけられる非常に高感度の網膜は、仔魚期には早朝薄明時前の摂餌を可能にし、成魚では夜間の底層での成群維持を可能にしていると考えられた。また、頭部の細かく分岐した側線管器は成群に有利であり、味蕾の出現・分布と鰓耙歯の発達の関係は、餌の機械的選択に味覚が関与していることを示した。さらに、仔魚期の網膜と遊離感丘の顕著な発達は、仔魚は接近するパッチ網の袖を視覚と機械感覚で知覚して避けることによって袋部に駆集されると考えられた。

学 位 論 文 要 旨

氏 名 Simla Uyan

題 目 Morphology of the Sensory Systems in Larval and Adult Japanese Anchovy, *Engraulis japonicus* (Clupeiformes, Engraulidae)
(カタクチイワシ *Engraulis japonicus* 仔魚および成魚の感覚器の形態学的研究)

This study was designed to investigate morphology of the sense organs in the wild larval and adult Japanese anchovy *Engraulis japonicus*. Knowledge of the physiological mechanisms of sensory systems facilitates the basic understanding of the mode of life of fish and capture processes in fishery. While the Japanese anchovy is an important commercial fish in Japan, study on sensory system of this fish has been scarce.

LARVAE: The 14 mm larvae had retinae with cones, grouped rods, and tapetum, and a pigment epithelium. The development of the rods and retinal tapetum, which is the most important development in the retina, enhances visual sensitivity and enable the larvae to feed on plankton in dim light environment before dawn. Seven pairs of free neuromasts were observed on the head and 11 pairs on the trunk of 12 mm anchovy. The number of neuromasts increased throughout the larval development. The head lateral line canals developed by the early juvenile stages. The larvae 14 mm TL had well ossified inner ears with utriculus, sacculus, and lagena all with ciliated neuromasts, and semicircular canals. Larvae had the open olfactory pit and separated into anterior and posterior nostrils with development of the fish. Olfactory lamellae had begun to form in 19 mm larvae. The scanning electron microscopy revealed ciliated and microvillous receptor cells on the sensory epithelium. The taste buds had differentiated on the jaws at 14.1 mm, and on the gill rakers at 19 mm, when the conical teeth and gill teeth also appeared.

ADULTS: Live specimens of adult anchovy, 9-13 cm in total length, were obtained from a local fisherman. The lateral line system has well-developed supraorbital, infraorbital, and preoperculomandibular canals on the head, dense canal branches on the operculum and on the dorsal surface of the head. Presumably, the dense branching of the lateral line canals on the head is characteristic of schooling pelagic fishes. The inner ear consists of two regions. The superior region includes three semicircular canals and one otolithic organ, the utriculus. The paired olfactory organs on the snout have rosettes of lamellae, whose sensory epithelium consists of receptor cells of both the ciliated and microvillous types. The taste buds are observed only in the mouth and no external taste buds even on the lips. Anchovy take food by filter-feeding and food selection might be made by gustation during the mechanical filtration of food by the gill teeth.

As a conclusion, morphology of the sense organs of Japanese anchovy was found to give important information on the understanding of their mode of life and the capture process in a midwater trawling: the highly sensitive retina characterized by the grouped rods and retinal tapetum enables the larvae and adults to feed on plankton in dim light condition before dawn and to maintain a school at night respectively, the dense branching of the lateral line canals may be advantageous for dense schooling, the coordinated development of the taste buds and the gill teeth shows an important role of gustation in food selection during filter-feeding, the larvae detect the approaching gear by vision and mechanoreception and thus are driven to a bag of the midwater trawl.

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	Simla Uyan
審査委員	主査 鹿児島 大学 教授 川村 軍蔵
	副査 鹿児島 大学 助教授 大富 潤
	副査 宮 崎 大学 教授 岩槻 幸雄
	副査 宮 崎 大学 教授 前田 昌調
	副査 鹿児島 大学 助教授 安樂 和彦
審査協力者	
題 目	Morphology of the sensory systems in larval and adult Japanese anchovy, <i>Engraulis japonicus</i> (Clupeiformes, Engraulidae) (カタクチイワシ <i>Engraulis japonicus</i> 仔魚および成魚の感覚器の 形態学的研究)
<p>魚類の感覚生理に関する知見はその種の生活や漁獲過程を理解する上で重要な情報となる。カタクチイワシは商業的重要種であるが、感覚に関する研究は成魚の視覚に関するものだけである。本論文ではカタクチイワシ <i>Engraulis japonicus</i> 仔魚および成魚の感覚器を形態学的に調べ、その結果から摂餌行動と成群行動および漁獲過程との関係を論じており、その内容は以下のように要約される。</p> <p>仔魚 試料は商業中層トロール（パッチ網）で獲られたものを用いた。全長14 mm の仔魚の網膜には既にgrouped rodsとretinal tapetumが認められた。これらによって網膜感度が大きく向上し、朝の薄明時前の摂餌を可能にしている。遊離感丘は12mm の最小個体で頭部に7対、体側部に11対認められた。全長が大きくなるに従って遊離感丘の数が増加し、稚魚初期の個体では側線管器が頭部に形成されていた。全長14mm の個体では、内耳壁が骨化し、通囊、小囊およびラゲナにはいずれも有毛斑が形成されていた。鼻腔は最小個体で既に開いており、前鼻腔と後鼻腔が形成されたのは嗅板が最初に形成された全長19mmであった。全長16mm</p>	

では嗅上皮に2種に受容細胞(ciliated receptor cells と microvillous receptor cells)が確認された。味蕾は歯が形成された14mm 個体の顎部、鰓耙歯が形成され始めた19 mm 個体の鰓耙に認められた。

成魚 鹿児島湾内操業の旋網船から得られた全長9-13 mmの個体を用いた。頭部側線管器は上眼か管、下眼か管および前鰓蓋下顎管から成り、前鰓蓋と頭頂には細かな管器分枝が濃密に見られた。他の魚種との側線管器の比較から、管器分枝は表層成群魚にみられる特徴と考えられた。内耳は3つの半規管と耳石器官から成っている。嗅房は27枚の嗅板から成り、嗅上皮には仔魚同様に2種の受容細胞が認められた。味蕾は口腔内（鰓耙歯、上・下顎の歯の間、口腔内上皮、咽頭部）にのみ認められた。これは、filter-feeding を行うカタクチイワシが鰓耙で餌を濾す際に味覚が餌選択に関与することを示す。

以上、カタクチイワシの感覚器の形態と発達はこの種の生態的特徴を顕著に反映していることが明らかになった。すなわち、grouped rodsとretinal tapetumで特徴づけられる非常に高感度の網膜は、仔魚期には早朝薄明時前の摂餌を可能にし、成魚では夜間の底層での成群維持を可能にしていると考えられた。また、頭部の細かく分岐した側線管器は成群に有利であり、味蕾の出現・分布と鰓耙歯の発達の関係は、餌の機械的選択に味覚が関与していることを示した。さらに、仔魚期の網膜と遊離感丘の顕著な発達は、仔魚は接近するパッチ網の袖を視覚と機械感覚で知覚して避けることによって袋部に駆集されると考えられた。

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	Simla Uyan
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 川村 軍蔵
	副査 鹿児島大学 助教授 大富 潤
	副査 宮崎大学 教授 岩槻 幸雄
	副査 宮崎大学 教授 前田 昌調
	副査 鹿児島大学 助教授 安樂 和彦
審査協力者	
実施年月日	平成18年 6月 28日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) (口答)・筆答	
<p>主査及び副査は、平成18年6月28日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士(水産学)の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者
氏 名

Simla Uyan

公開審査における質疑応答は以下のとおりであった。

- Q. 味蕾の出現と分布密度および鰓耙の形態から仔魚の摂餌様式を論じているが、仔魚の胃内容物を調べたか？
- A. 自分で調べてはいないが、文献によると主要な餌生物は動物プランクトンである。
- Q. 成長のどの段階で視細胞が形成されるのか？
- A. 試料の最小個体12mmTLでは網膜に2種の視細胞があった。これ以下の大きさの仔魚を入手できなかったので、視細胞の形成時期は分からない。
- Q. 摂餌に最も重要な感覚は何であると考えるか？
- A. 視覚である。
- Q. 成群にはどの感覚が最も重要か？
- A. 視覚である。
- Q. 仔魚期から成魚まで網膜はどのように変化するのか？
- A. 網膜の発達を成長を追って詳しく調べていないので分からない。
- Q. マイワシの filter-feeding は良く研究されている。マイワシとカタクチイワシを比較検討したか？
- A. マイワシについては勉強していない。
- Q. 摂餌に関わる感覚器の発達と消化管や消化酵素の発達と関係があるか？
- A. その関係の文献を調べていないので分からない。
- Q. カタクチイワシの摂餌様式は成長によって変化するのか？
- A. 仔魚はparticle-feedingで、成長して鰓耙が発達するとparticle-feedingとfilter-feedingの両方を行う。
- Q. 鉛直移動になぜgrouped rodとretinal tapetumが必要なのか？
- A. カタクチイワシは新月の時、水深80mの海底でも成群していると漁師は言っている。高感度の眼をもつので、視覚で成群可能である。
- Q. この研究は貴女の母国のトルコでも参考になるか？
- A. カタクチイワシはトルコでも商業的重要種であるので、参考になる。