

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 11 日現在

機関番号：82617

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26840132

研究課題名(和文) 魚類の遊泳速度と側線系に関する研究：高速遊泳魚の側線系は退化傾向にあるか？

研究課題名(英文) Lateral line system in fast and slow swim fishes: do fast swim fishes have small number of neuromasts?

研究代表者

中江 雅典 (Masanori, Nakae)

独立行政法人国立科学博物館・動物研究部・研究員

研究者番号：30462807

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：「高速遊泳魚の側線系は退化傾向にある」という“定説”を、蛍光色素DiAspによる生体染色法を用いて全身の側線系を詳細に観察し、再検討した。本研究での観察種にこれまでの知見を加え、16目53科107属170種以上の種において、側線系を比較・検討した結果、「系統類縁関係を越えて、高速遊泳魚の側線系が退化傾向にあるとは言えない」との結論に至った。サバ科クロマグロやアジ科ブリ等の高速遊泳魚の側線系に特別な傾向が認められず、メバル科やスズメダイ科、ヘビギンボ科の側線系と大枠で類似していたからである。一方、同じ科や同じ属内の種を比較すると収斂傾向と見受けられるケースもあった。

研究成果の概要(英文)：The lateral line systems (both lateral line canals and neuromasts) were observed in detail in many teleosts, and compared them between fast swimmers (including fishes inhabiting fast or turbulent waters) and slow swimmers (including fishes inhabiting quiet areas). Judging from conditions of the lateral line system in more than 170 species (107 genera, 53 families, 16 orders), the hypotheses that superficial neuromasts are more abundant in slow swimmers or fishes inhabiting quiet areas (e.g., sebastids, pomacentrids and tripterygiids) and canal neuromasts are better developed in fast swimmers or fishes inhabiting fast or turbulent waters (e.g., some scombrids, carangids and salmonids) are not supported. On the other hand, within the same family or genus, test of the hypotheses are still needed.

研究分野：魚類形態学

キーワード：側線系 環境適応 クロマグロ

1. 研究開始当初の背景

側線系は、魚類や水棲両生類に特有の感覚器官であり、水流や振動を感知する。硬骨魚の生息環境と側線系の関係については、感丘 (=側線の受容器) の数が低速遊泳魚で多く、高速遊泳魚で少ないという傾向が半世紀ほど前に報告された。現在においても、それらの報告を引用するかたちで「高速遊泳魚 (もしくは急流域に生息する魚種) の側線系は退化傾向にある」との考えが広く受け入れられている。

しかし、本研究の予備段階の調査において、高速遊泳魚の代表格であるクロマグロやサワラと潮間帯や沿岸域の底生魚の側線系において、感丘の配列と数に共通点が多数見出された。この事実は上記の説と相反している。この矛盾点が何に起因するかの検討および上記の説の検証が必要であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は「高速遊泳魚の側線系は退化傾向にある」という“定説”を最新の研究手法である蛍光色素 DiAsp による染色法を用いて再検討するものである。

また、高速遊泳魚や低速遊泳魚、止水域に生息する種など、遊泳速度と生息環境の流速に着目した魚種の側線系を観察・比較し、生息環境が似ている分類群に収斂傾向が認められるか否かの検討を行う。

3. 研究の方法

高速遊泳魚 (サバ科クロマグロやマサバ、アジ科ブリなど) や低速遊泳魚 (ハゼ科やメバル科、サケ科ビワマスなど) など、遊泳速度と生息環境の流速に着目し、観察種を選定して材料とした。

側線系の受容器である感丘の配列や分布については、主に蛍光色素 DiAsp による染色法を用いて詳細に観察した。全身の感丘の配列に加え、全身の側線管の状態も観察した。

全身の感丘の配列や側線管の状態を、これまでにデータを蓄積していた分類群も加えて比較し、高速遊泳魚や急流域に生息する魚類において側線が退化的か否かの検討を行った。同様に生息環境が似ている魚類に収斂傾向がないかの検討も行った。

4. 研究成果

サケ科やサヨリ科、メバル科、ハタ科、テンジクダイ科、アジ科、テンジクダイ科、ハタンボ科、ハゼ科、サバ科などの計 7 目 19 科 40 属 70 種の側線系を観察・記録した。それらにこれまでの蓄積データや文献情報等を加え、16 目 53 科 107 属 170 種以上の種において、側線系を比較・検討して以下の結論を得た。

(1) 「高速遊泳魚の側線系は退化傾向にあるか」という“定説”の検証の結論として、「系統類縁関係を超えて、高速遊泳魚の側線系が退化傾向にあるとは言えない」とすることが妥当である。

高速遊泳魚であるサバ科マサバ、サワラ、クロマグロおよびアジ科ブリの側線系では、感丘の総数や基本的な配置について、特別な傾向は認められず、アジ科内の非高速遊泳魚やメバル科、スズメダイ科の側線系と大枠で類似していた。一方、管器感丘のサイズに関しては、テンジクダイ科やスズキ科の魚類よりも相対的に小形であった。小形の管器感丘は、頭部側線管や躯幹部の側線管 (側線鱗の管) の細さに起因すると考えられた。ただし、非高速遊泳魚の側線管において、分類群を超えて太い傾向があるとは全く言えない。

一方、同じ科や同じ属内の種を比較すると、遊泳能力や生息環境の流速と側線系の特徴 (感丘数・感丘サイズ) において、収斂傾向を認めることが妥当なケースもあった。

以上のことから、冒頭の結論に至った。

(2) サケ科魚類のイワナ(比較的渓流域で成長), ビワマス(比較的止水域で成長), サケ(主に外洋域で成長), カラフトマス(主に外洋域で成長)およびサクラマス(河川や沖合で成長)の側線系を比較したところ, 感丘の総数でサケ>サクラマス>ビワマス>カラフトマス>イワナとなり, 管器感丘の数でも同様の傾向が認められた. 一方, 感丘のサイズに大きな差は見られなかった.

サケ科魚類内の生息環境と側線系の状態については, もう少し詳しい検討が必要であるが, 形態的には, カラフトマスの躯幹部の側線鱗の数は上記他種の側線鱗数よりも2倍前後多い点を考慮すると, 本種において感丘数が多くない点が興味深い(3)のケースも同様).

(3) スズメダイ科のカクレクマノミでは, 側線有孔鱗数の2枚に1個の割合で管器感丘があることが判明した. 側線鱗1個につき感丘1個(もしくはそれ以上)が通常であり, 本種は珍しいケースである. 同科のソラスズメダイにおいても, 側線鱗と感丘は1対1の割合であり, 側線系と鱗の関係を示す新しいケースとして興味深い.

(4) サヨリ科コモチサヨリにおいては, 頭部および体の背側部にある多数の表在感丘を詳細観察および描画し, 表層性の生態・摂餌方法との関連性を議論した.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4 件)

Sato, M., R. Asaoka, M. Nakae and K. Sasaki.
2017. The lateral line system and its innervation in *Lateolabrax japonicus*

(Percoidei incertae sedis) and two apogonids (Apogonidae), with special reference to superficial neuromasts (Teleostei: Percomorpha). Ichthyological Research, Online First. 査読有り.
Doi:10.1007/s10228-016-0568-x

Sumi K., R. Asaoka, M. Nakae and K. Sasaki.
2015. Innervation of the lateral line system in the blind cavefish *Astyanax mexicanus* (Characidae) and comparisons with the eyed surface-dwelling form. Ichthyological Research 62:420-430. 査読有り.
DOI: 10.1007/s10228-015-0458-7

Hirota, K., R. Asaoka, M. Nakae and K. Sasaki,
2015. The lateral line system and its innervation in *Zenarchopterus dunckeri* (Beloniformes: Exocoetoidei: Zenarchopteridae): an example of adaptation to surface feeding in fishes. Ichthyological Research 62:286-292. 査読有り.
DOI: 10.1007/s10228-014-0442-7

Ishida, Y., R. Asaoka, M. Nakae and K. Sasaki,
2015. The trunk lateral line system and its innervation in *Mugil cephalus* (Mugilidae: Mugiliformes). Ichthyological Research 62:253-257. 査読有り.
DOI: 10.1007/s10228-014-0433-8

[学会発表](計 6 件)

中江雅典. 2016. 水の中でのものを感じるには ~ 魚類の“第六感”のお話 ~ .日本 DNA 多型学会第 25 回学術集会公開シンポジウム「現代の魚類学 2016」, 2016 年 11 月 30 日, 東京大学大気海洋研究所, 柏市.

中江雅典・長谷川功. 2016. サケ科魚類 3 種カラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha*,

サクラマス *O. masou masou* およびサケ *O. keta* の側線系 . 2016 年度日本魚類学会年会 , 2016 年 9 月 24 日 , 岐阜大学 , 岐阜市 .

中江雅典・孝橋賢一 , 2015 . イワナ *Salvelinus leucomaenis* およびビワマス *Oncorhynchus* sp. の側線系 . 2015 年度日本魚類学会年会 , 2015 年 9 月 5 日 , 近畿大学 , 奈良市 .

中江雅典・片山英里・有元貴文・神村祐司・赤澤敦司・古橋 洋・伊藤 暁・菅谷琢磨・井上誠章・伏見 浩 . クロマグロの健苗育成技術開発研究Ⅲ-9 クロマグロにおける側線系 . 平成27年度日本水産学会春季大会 , 2015年3月29日 , 海洋大学 , 品川 .

中江雅典・倉島 陽・片山英里 , 2014 . 側線系の“完成”は意外と遅い ~ カワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus* でのケーススタディ . 2014 年度日本魚類学会年会 , 2014 年 11 月 16 日 , 神奈川県立生命の星・地球博物館 , 小田原市 .

Nakae, M., R. Asaoka and K. Sasaki, 2014. Distribution patterns of the lateral line organ in teleosts: diversity and uniformity. IOC/WESTPAC 9th International Scientific Symposium “A Healthy Ocean for Prosperity in the Western Pacific: Scientific Challenges and Possible Solutions”, 23 April 2014, Nha Trang.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

中江 雅典 (NAKAE, Masanori)

国立科学博物館・動物研究部・研究員

研究者番号 : 30462807

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :

(4) 研究協力者

佐々木 邦夫 (SASAKI, Kunio)

高知大学・教育研究部・教授