

## 円口類と顎口類の三叉神経感覚枝の相同性に関する研究

田村 元樹・石川 遼太・Juan PASCUAL-ANAYA・齋藤 卓・村上 安則

Motoki TAMURA<sup>1)</sup>, Ryota ISHIKAWA<sup>2)</sup>, Juan PASCUAL-ANAYA<sup>3)</sup>, Takashi SAITOU<sup>4,5)</sup> and Yasunori MURAKAMI<sup>2)</sup>: Homology of the trigeminal sensory nerve between Cyclostomes and Gnathostomes\*

<sup>1)</sup> Graduate School of Science and Technology, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305–8572, Japan

<sup>2)</sup> Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, Bunkyo 2–5, Matsuyama, Ehime 790–8577, Japan

<sup>3)</sup> Department of Animal Biology, Faculty of Science, University of Málaga, Campus de Teatinos s/n, Málaga 29071, Spain

<sup>4)</sup> Graduate School of Medicine, Ehime University, Shitsukawa 454, Toon, Ehime 791–0295, Japan

<sup>5)</sup> Current affiliation: Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, Bunkyo 3, Matsuyama, Ehime 790–8577, Japan

E-mail: s2230232@s.tsukuba.ac.jp (MT)

[https://doi.org/10.60372/paesj.55.0\\_27](https://doi.org/10.60372/paesj.55.0_27)

現生の脊椎動物は顎を持たない円口類と顎を持つ顎口類に分けられる。これらのうち、顎口類は種類数が極めて多く、なおかつ地球上のさまざまな環境に適応しているため、顎は脊椎動物の進化においてとりわけ重要な形質であると考えられる。したがって、顎の獲得をもたらした要因を探ることは脊椎動物の形態進化の歴史を紐解く上で極めて重要である。

顎は発生期に生じる咽頭弓のひとつである顎骨弓が変形することで成立したとされている (Shigetani et al. 2002)。また円口類のヤツメウナギは顎をもたないが、その口領域の筋肉や軟骨を作る原基については、顎口類と同じく顎骨弓に由来することが明らかになりつつある。しかしながら、顎の進化の際に神経系がどのように変化したのかに注目した研究はいまだ少ない。顎の獲得に伴う神経系の形態変化の実態を明らかにするためには、顎口類と円口類の神経の形態を比較し、その間の相同性を解明する研究が不可欠である。

顎口類の顎骨弓を支配する神経は三叉神経であり、それは眼枝・上顎枝・下顎枝という三つの枝から構成されている。三叉神経は円口類においても存在することから、顎口類と円口類の分岐する前の段階で既に存在していたと考えられる。顎口類の系統では、三叉神経が呼吸器官から捕食装置へと役割を変えた顎骨弓を正しく機能させるため、三叉神経の配線様式や機能などに大きな変更がなされた可能性がある。

円口類のヤツメウナギにおいても、三叉神経は一見すると顎口類と同じく三本の枝を有している。以前は顎口類の眼枝・上顎枝・下顎枝がそのままヤツメウナギの眼枝・上唇枝・下唇枝と相同であると考えられていたが、

現在ではそれに疑問が持たれている (Johnston 1905; Oishi et al. 2013)。特に、顎口類の上下顎枝と円口類の上下唇枝の間の相同性は疑わしい。しかしながら、それを明確に示す証拠は未だ得られていない。

そこで本研究では、三叉神経の上下顎枝が、顎の獲得に伴ってどのように変化してきたのかについて明らかにするため、顎口類の三叉神経枝と円口類の三叉神経枝の間の相同関係を解明することを目的に研究を行なった。

先行研究より、マウスの発生期において、下顎枝を構成する神経の細胞体で *Hmx1* が特異的に発現していることが報告されている (Hodg et al. 2007; Erzurumlu et al. 2010; Quina et al. 2012)。そこで我々は、*Hmx1* が顎口類の下顎枝マーカー遺伝子として扱えるか否かを検証するために、*in situ* ハイブリダイゼーション法による軟骨魚類のトラザメの *Hmx1* の発現解析及び、脂溶性軸索トレーサーの NeuroVue を用いた三叉神経節内の上下顎枝細胞体の分布の特定を実施した。その結果、トラザメの *Hmx1* 遺伝子は下顎枝の細胞体に局限して発現しており、*Hmx1* が下顎枝の相同性を調べるための遺伝子マーカーとなり得ることが判明した。そこで、顎口類の *Hmx1* 遺伝子のヤツメウナギにおける相同遺伝子の発現解析及び、ローダミン・ビオチン化デキストランを用いて上唇枝をラベルし、三叉神経内での上唇枝細胞体の分布の解析を実施した。顎口類の下顎枝と円口類の下唇枝が相同である場合、*Hmx1* 相同遺伝子は下顎枝の細胞体に発現すると予想できるが、実験の結果、ヤツメウナギの *Hmx1* 相同遺伝子は上唇枝の細胞体の一部で発現していることが明らかになった。

以上の結果から、従来の説とは異なり、ヤツメウナギ

\* Abstract of paper read at the symposium “Evolution of Brain Elaboration: Comparative Embryological Study on Insects and Vertebrates” held in the 58th Annual Meeting of the Arthropodan Embryological Society of Japan, June 24–25, 2022, Matsuyama, Ehime, Japan.

の上唇枝は顎口類の上顎枝とは相同でなく、むしろ下唇枝と相同であることが示唆された。このことは、脊椎動物の進化の初期段階で三叉神経系の構成が大きく変わった可能性を示唆している。

#### 引用文献

- Erzurumlu RS, Y Murakami, FM Rijli (2010) Mapping the face in the somatosensory brainstem. *Nature Reviews Neuroscience*, **11**(4), 252–263.
- Hodg LK, MP Klassen, B Han, G Yiu, G Hurrellx, A Howell, G Rousseau, F Lemaigre, M Tessier-Lavigne, F Wang (2007) Retrograde BMP signaling regulates trigeminal sensory neuron identities and the formation of precise face maps. *Neuron*, **55**(4), 572–586.
- Johnston J B (1905) The cranial nerve components in *Petromyzon*. *Morphologisches Jahrbuch*, **34**, 149–203.
- Oishi Y, KG Ota, S Fujimoto, S Kuratani (2013) Craniofacial development of hagfishes and the evolution of vertebrates. *Nature*, **493**, 175–180.
- Quina LA, L Tempest, YA Hsu, TC Cox, EE Turner (2012) *Hmx1* is required for the normal development of somatosensory neurons in the geniculate ganglion. *Developmental Biology*, **365**, 152–163.
- Shigetani Y, F Sugahara, Y Kawakami, Y Murakami, S Hirano, S Kuratani (2002) Heterotopic shift of epithelial-mesenchymal interaction for vertebrate jaw evolution. *Science*, **296**, 1319–1321.