

体色異常は左右性のゆらぎ？

青海 忠久

福井県大生物資源

Expression of anomalous pigmentation in flatfishes caused by wavered asymmetry

TADAHISA SEIKAI

Department of Marine Bioscience, Fukui Prefectural University, Fukui 917-0003, Japan

顕著な左右不相称の体型を示す異体類の左右性は、多くの生物で認められる内臓位置などの左右性とは異なり、本分類群特有の仔魚期後半の変態によって形成される。天然魚でも有眼側の体色の欠如や無眼側への過剰な着色、眼の逆方向への移動などの例が古くから数多く報告されているが、実際の出現率はそれほど高いものではない。¹⁾ 一方、異体類の人工種苗生産過程では、これらの左右性に関わる形態異常が多発し、放流後の異常個体の高い死亡率や養殖魚の価格を低迷させる一因となるために、効果的な防除方法の確立が求められてきた。しかし、同時にこれらの異常を用いて、異体類の変態によって形成される左右性のしくみを理解することにも役立ってきた。ここでは、体色異常をその典型として、変態によって形成される左右性との関係において考察する。

1) 体色発現を担う色素細胞

ヒラメ *Paralichthys olivaceus* の仔魚期には、仔魚型と呼ぶ大型の黒色素胞と黄色色素胞が両側に均等の密度で発現する。しかし、変態の完了と共に、有眼側にのみ成魚型と呼ぶ小型の黒色素胞などが密に発現し、稚魚の成長と共に小型の黒色素胞、黄色色素胞、虹色素胞が規則的に体表に配置される。一方、無眼側には虹色素胞のみが発現し、仔魚期に発現していた大型の黒色素胞は見えなくなってしまう。したがって、ヒラメ有眼側の体色は、成魚型色素胞の発現によることがわかる。²⁾

さて、ヒラメの神経胚の細胞を大量に解離して培養すると、大型と小型の黒色素胞と黄色色素胞が発現したが、大型の色素細胞は培養直後から、小型の色素細胞は培養20日目以後に、まるで細胞内に時計を内蔵しているかのように自律的に発現し、その発現時期はヒラメ仔魚の変態完了に要する期間とほぼ一致した。このことから、良好な条件下では、色素細胞は仔魚型と成魚型それぞれが決まった時期に自律的に発現する性質を持っているものとも考えられる。³⁾

2) 最も判りやすい変態異常である体色異常

変態に伴うこのような色素細胞の発現過程に異常を生

じると、有眼側の白化や無眼側の真の両面有色型黒化となる。これらの体色異常のしくみを考える上では、他の形態異常とどの様に関係しているかがきわめて重要である。体色正常個体となる群（正常群）とほぼすべてが白化個体となるような群（白化群）を飼育し、体色発現以前に透過型電子顕微鏡による色素細胞の発現過程の観察および黒色素胞の機能的発現と関わるメラニン生合成の鍵酵素であるチロシナーゼの活性の変化について検討した。すると、正常群では、変態の初期には両側に分布していた色素芽細胞が変態終了期に有眼側のみで分化し、無眼側では細胞死を起こした。ところが、白化群の仔魚では、変態初期には正常群と同様であったが、変態完了期には両側の皮膚で色素芽細胞が細胞死を起こしていた。また、両群の有眼側と無眼側のチロシナーゼ活性の変化も、それぞれにおける色素芽細胞の形態変化と連動して変化した。²⁾

3) 体色異常と関係した他の形態異常

異体類では、変態に伴ってさまざまな部位の形態が左右不相称に変化する。ただし、種によってこの左右性は顕著であったり、それほどでもなかったりする。それほど顕著でない種であるヒラメでは pseudomedial bar と眼の移動の関係が、⁴⁾ くつかのカレイ類では体色異常と眼の位置や歯の形態など左右不相称な形質との対応が明らかにされている。⁵⁾ ここでは、口および歯、鼻孔、口のまわりの皮質突起、胸鰭および腹鰭などの形態、側線の分布様式など頭部を中心として様々な形質で顕著な左右不相称性を示すササウシノシタ *Heteromycteris japonica* に注目した。ササウシノシタ仔稚魚を飼育してみると、変態完了以前に上記のいくつかの形質で左右不相称性が発現した。さらに、これらの稚魚に白化個体が出現した。このうち部分白化個体の頭部白化部位では、これらの形質がきわめて明瞭に無眼側化していた。しかも、仔魚期の変態過程を通じて左右性が明らかになってくるこれらの形態の一部では、変態完了つまり体色発現に先立ち有眼側に無眼側型に分化すると推察される形質を有

する個体が発見された。

4) 体色異常は左右性のゆらぎ？

以上の結果から，異体類の変態期に確立される左右性は既に仔魚期に形成し始められており，この過程が逆方向へと進められた結果，有眼側での色素細胞の発現が阻止されて白化となったのであり，様々な形質で同時進行的に左右不相称化やそのみだれが生じていたのではないだろうか。このように，体色発現は変態期における左右性の確立過程の指標として，また異体類における左右性確立のしくみを考える上で有効であると考えた。

文 献

- 1) Norman JR. Albinism, Ambicoloration and Reversal. *A Systematic Monograph of Flatfishes (Heterosomata)*. British Museum, London. 1936; 22-29.
- 2) Seikai T, Matsumoto J, Shimozaki M, Oikawa A, Akiyama T. An Association of melanophores appearing at metamorphosis as vehicles of asymmetric skin color formation with pigment anomalies developed under hatchery conditions in the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Pigment Cell Res.* 1987; **1**: 143-151.
- 3) Seikai T, Hirose E, Matsumoto J. Dual appearances of pigment cells from in vitro cultured embryonic cells of Japanese flounder: An implication for a differentiation-associated clock. *Pigment Cell Res.* 1993; **Supplement 6**: 423-431.
- 4) Okada N, Takagi Y, Seikai T, Tanaka M, Tagawa M. Asymmetrical development of bones and soft tissues during eye migration of metamorphosing Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Cell Tissue Res.* 2001; **304**: 59-66.
- 5) 有瀧真人. 飼育したカレイ科魚類における左右性に関する形態異常. 日水誌 2005; **71**: 印刷中.