

コウライアカシタビラメ天然魚における左右の不相称性

草 加 耕 司・那 須 隆 文*¹・小 倉 佳 奈*¹・有 瀧 真 人*¹

Left-right Asymmetry of Wild Threeline Tonguefish *Cynoglossus abbreviatus*

Koji KUSAKA, Takafumi NASU, Kana OGURA and Masato ARITAKI

コウライアカシタビラメ *Cynoglossus abbreviatus* は駿河湾、瀬戸内海、土佐湾、有明海及びこれらの隣接する海域に分布するウシノシタ科の魚類である。本種は雌で全長が40cm以上に成長する大型のシタビラメで、小型の甲殻類や多毛類を主餌料としている^{1,2)}。瀬戸内海中央部ではイヌノシタ *C. robustus*, アカシタビラメ *C. joyneri* とともに小型機船底びき網や刺網漁業の重要な対象種であるが、近年、漁獲量が減少傾向にあるため^{3,4)}、漁獲圧低減等の資源管理に加え、将来的には種苗放流による資源水準の維持方策も検討されている。

岡山県農林水産総合センター水産研究所では、1993年より種苗生産技術の開発に着手し⁵⁾、近年、養成した天然親魚の自然産卵によって大量に確保した受精卵を用い、種苗生産試験を実施した結果、7.7万尾の稚魚を生産するなど量産の見通しを得た^{6,7)}。しかし、その飼育課程において、他のカレイ目魚類（以下、異体類とする。）と同様に、頭部周辺や体色等の外部形態に異常を呈す種苗が散見され、新たな課題となっている。ヒラメ *Paralichthys olivaceus* やカレイ科魚類の形態異常については詳細が観察され、変態期に異体類が獲得する左右不相称の異常であることが示されている^{8,9)}。

異体類にみられる左右不相称性は、脊椎動物における普遍的な内臓の左右不相称性に加えて、眼と色素細胞の配置に不相称性がみられるなど、動物界でもっとも顕著なものである¹⁰⁾。異体類の人工種苗における異常性を判定するには、まず前段階として天然魚の左右性を正確に把握した上で、比較検討することが不可欠である。これまでヒラメ、カレイ科魚類の左右不相称性に関する調査例はあるが、ウシノシタ科魚類の知見は乏しく、本種についての報告はない。そこで、本研究では漁獲された標

本の8形質に着目し、コウライアカシタビラメの左右不相称性を明らかにした。

材料と方法

観察に用いたコウライアカシタビラメは、2013年12月に岡山県牛窓海域で小型機船底びき網により漁獲された10尾と、14年4月に広島県因島周辺海域で刺網により漁獲された14尾の合計24尾である。漁獲後、前者は-20℃の冷凍庫で保管し、後者は10%のホルマリンで固定した後、75%エタノールで保存した。検体は、全長、体長、頭長をデジタルノギスで測定した後、左右性の確認のため、眼位、体色、側線、鼻管、前上顎骨、歯骨、歯及び鱗の8形質について、以下のとおり観察と測定を行った。

眼位は、測定に際しコウライアカシタビラメの頭部を胸鰭基部から切断し、正面から両体側が確認できるよう垂直に固定した。その後、吻端方向から魚体をデジタルカメラで撮影し、左右軸をY軸として仔魚期の変態に伴う移動のない左体側眼球の頂点が基準となるようX軸を合わせて、両眼球のなす角度を分度器で測定した(図1)。体色は、両体側において本種特有の斑紋や色素が被覆している有色部分長を体軸と平行に測定し、体長との相対比（体色比＝有色部分長/体長×100，%）を求めた。側線は、両体側での有無と本数を確認するとともに体軸と平行に眼上側線とそれに続く中央側線長を測定し、体長との相対比（側線長比＝側線長/体長×100，%）を求めた。

鼻管は、ウシノシタ亜目魚類（以下、ウシノシタ類とする。）の両体側に2対存在する鼻孔¹¹⁾について、実体顕微鏡下でピンセットの先を使って管状の突起の有無を

*1 福山大学 内海生物資源研究所

確認した。

前上顎骨、歯骨及び歯は、頭部から摘出した前上顎骨と歯骨を2%KOHのアリザリンS溶液で染色して歯の有無を観察するとともに、前上顎骨長と歯骨長を測定し、頭長との相対比（前上顎骨長比＝前上顎骨長／頭長×100，歯骨長比＝歯骨長／頭長×100，%）を求めた。前上顎骨長比、歯骨長比における両体側間の比較には、ウェルチの*t*検定を用いて統計検定を行った。

鱗は両体側について、側線中央部、頭部及び尾部の背鰭と臀鰭付近の5部位から数枚ずつ採取し、実体顕微鏡下で表面の棘の有無を観察し、円鱗若しくは櫛鱗の判別を行った。

結 果

供試魚の全長は、牛窓産が 223.6 ± 7.4 mm（平均値±標準偏差）、因島産が 216.8 ± 11.9 mmであった。

眼 位 すべての個体で右体側の眼が左体側に移動

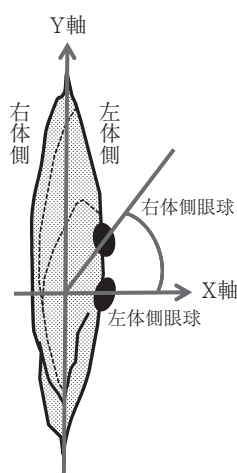


図1 眼位角度の測定方法

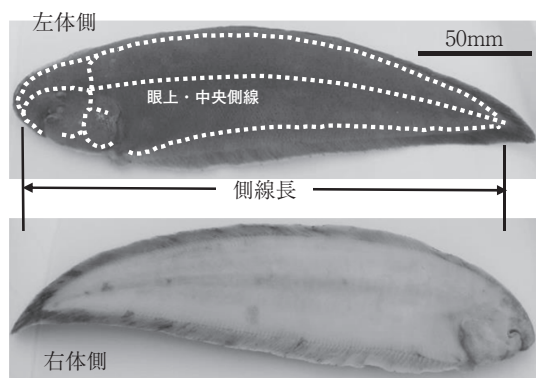


図2 側線の形態
白い点線が側線を示す

し、同体側に2つの眼が存在した。移動した右体側眼球と左体側眼球との角度は $40 \sim 57^\circ$ で、平均角度は $51.7 \pm 3.8^\circ$ であった（表1）。

体 色 左体側には全面に暗褐色の複雑なまだら状斑紋がみられた。右体側はどの個体も概ね体色が発現せず白色であったが、複数の個体で左体側とは異なる黒斑が主として尾部付近に散在した。これは異体類の無眼側に発現する二次黒化（着色型）^{12,13)}と判断し、体色比測定の対象とはしなかった。

体色比は、すべての個体で左体側が100%，右体側は0であった（表1）。

側 線 側線は右体側には存在せず、左体側にのみ3本確認できた。その内、眼上側線は吻端やや後方から発し、引続いて中央側線が尾部末端まで達した（図2）。側線長比の平均値は左体側で $99.2 \pm 0.4\%$ ，右体側では0であった（表1）。

鼻 管 すべての個体で左体側頭部の口唇上部に前鼻孔があって管状の鼻管を形成し、眼間に管のない後鼻孔を確認した。一方、右体側では口唇付近に鼻孔のみが縦方向に2か所並列し、鼻管は認められなかった（図3，表1）。

前上顎骨、歯骨及び歯 左体側の前上顎骨及び歯骨には歯が存在しなかったが、右体側には両顎に櫛状の歯が多数確認された。また、前上顎骨と歯骨の形状は両体側で明らかに異なっていた（図4）。前上顎骨長比の平均値は左体側 $11.4 \pm 0.6\%$ ，右体側は $16.8 \pm 0.9\%$ で、右体側が左体側の約1.5倍と明らかに大きく、有意差がみられた（表1， $p < 0.01$ ）。一方、歯骨長比は左体側が $16.5 \pm 0.7\%$ で右体側は $15.7 \pm 0.8\%$ となり、左体側が右体側より有意に大きかったが（表1， $p < 0.01$ ），その差は僅かであった。

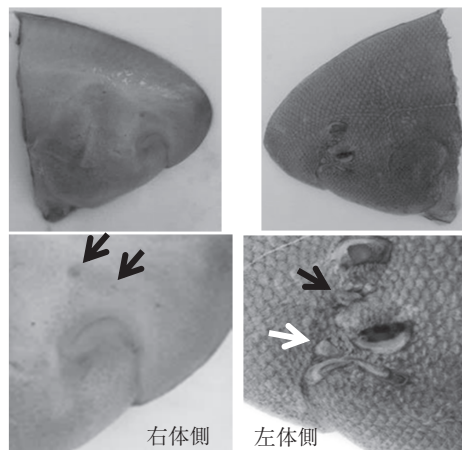


図3 鼻管及び鼻孔の形態
白矢印：鼻管 黒矢印：鼻孔

表 1 左右不相称性の観察結果

形質	判定方法	結 果		左右不相称性形質* ¹ としての有効性
		左体側	右体側	
眼位	眼位角度 (°)	51.7±3.8* ²	—	○
体色	体色比 (体長, %)	100	0	○
側線	側線長比 (体長, %)	99.2±0.4	0	○
鼻管	鼻管の有無	前鼻孔に有り	無し	○
顎歯	顎歯の有無	無し	両顎に有り	○
前上顎骨	前上顎骨長比 (頭長, %)	11.4±0.6	16.8±0.9	○
歯骨	歯骨長比 (頭長, %)	16.5±0.7	15.7±0.8	×
鱗	円鱗, 櫛鱗の区別	混在	混在	×

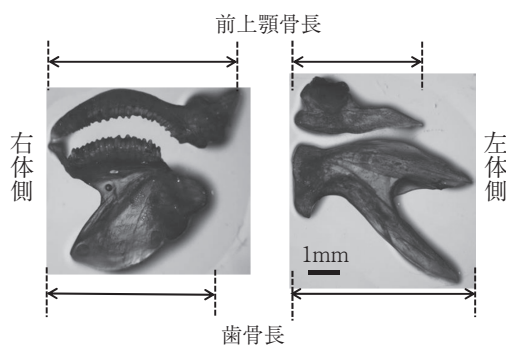
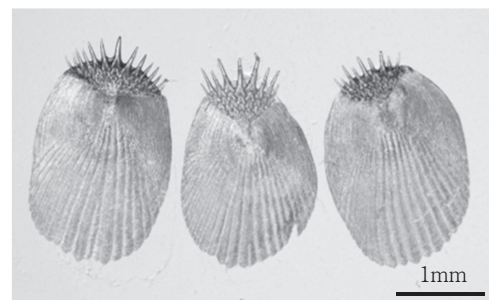
*¹ ○：適，×：不適*² 平均値±標準偏差図 4 前上顎骨と歯骨の形態
上：前上顎骨 下：歯骨

図 5 櫛鱗の形状

鱗 両体側ともに概ね小判形の櫛鱗で覆われていたが、一部で円鱗が存在していた。一方、鱗径、形、櫛鱗の棘の長さや本数、再生鱗の出現頻度等は左右の体側や部位により異なっていることを確認した (図 5)。

考 察

異体類の眼は、両眼が左体側にある個体と右体側にある個体がほぼ同頻度で出現するボウズガレイ *Psettodes erumei* を除き、体の正中線を越えてどちらかの体側へ完全に移動する¹²⁾。今回、コウライアカシタビラメの眼位を観察した結果、すべての個体が右体側の眼が左体側へ移動した左右不相称で、両眼のなす角度は52°前後とすることが分かった。

眼位同様、体色の不相称性は異体類の大きな特徴であるが、本種の体色の不相称性も明瞭で、左体側にのみ色素が発現した。側線は体色の発現した左体側だけで確認でき、眼上側線と中央側線は吻端付近から尾部末端まで達していた。落合は¹¹⁾ ウシノシタ亜科の側線について、原則として左体側で発達し、右体側では認められないが、

特定の種や個体変異により例外的な事例があることを報告しており、他のウシノシタ科魚類の不相称性については、今後検討の必要がある。

ウシノシタ類では他の硬骨魚類同様、両体側に2個ずつの鼻孔があるが、有眼側の前鼻孔は必ず鼻管状に先端を開く。また、鼻管は種によりその形状が多様で、ササウシノシタ *Heteromycteris japonica* では無眼側で肉質の花冠が発達するなど、不相称性が確認されている¹¹⁾。今回の観察において、本種は左体側の口唇上部の前鼻孔のみ鼻管が認められ、左右不相称であった。

異体類の左右不相称形質として両顎の形態や歯の有無があげられているが¹²⁾、本種に関する知見はこれまで報告されていない。前上顎骨と歯骨を両体側で比較したところ、前上顎骨は明らかに右体側が左体側より大きかった。一方、歯骨は形状に差異が認められるものの、その長さはほぼ同様であった。また両顎とも左体側に歯は無いが、右体側には存在した。カレイ科魚類の不相称形質として両顎骨や両顎歯が用いられているが¹⁹⁾、本研究の観察結果から、ウシノシタ類についても顎骨周辺の部位が有効な形質になる可能性が示唆された。

今回、コウライアカシタビラメでは、両体側の円鱗、櫛鱗に絶対的な分布差はなく、左右どちらからも両鱗が採取された。このことから、本種の左右不相称形質として鱗を使用することは困難と判断した。

本研究ではコウライアカシタビラメの左右性を確認する目的で、8形質の観察、測定を行った。その結果を表1に取りまとめた。これまで述べてきたように、眼位、体色、側線、両顎歯、前上顎骨、鼻管の6形質で左右不相称性が確認できた。一方、鱗では観察した部位において円鱗と櫛鱗の分布に左右性は認められなかったが、大きさや形、棘の発達程度等が両体側で異なっていた。ウシノシタ類では、種ごとに鱗の形態やその左右性の特徴のあることが報告されているが¹¹⁾、詳細な検討は行われていない。今後は知見が見当たらない本種の鱗について明らかにするとともに、イヌノシタやアカシタビラメ等、近縁種との比較も興味深い。また、歯骨は両体側の歯骨長差が僅かなため、相対比では左右不相称形質としての有効性が認められなかったが、その形状は左体側では細長く突起状なのに対して、右体側では丸く扇状と大きく異なっていた。異体類では、他にも頭部骨格や肩帯を始めとした骨格系、内臓、側線神経系、総排泄孔等で不相称性があり¹²⁾、これらの部位に関する検討が今後の課題である。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、終始懇切なご指導いただいた福山大学教授 南 卓志博士に深謝する。また、標本の入手にあたって因島漁業協同組合 立花 勇氏には大変お世話になった。ここに感謝の意を記す。

要 約

1. コウライアカシタビラメの人工種苗に発現する形態異常を評価するため、瀬戸内海中央部で漁獲された24尾の8形質に着目して左右不相称性を観察した。
2. 左体側に存在する両眼球の眼位角度は $51.7 \pm 3.8^\circ$ (平均値 $\pm$ 標準偏差)、体色と側線は左体側のみほぼ全面を被覆し、鼻管は左体側の前鼻孔のみに確認された。
3. 両顎には右体側のみ顎歯が存在し、前上顎骨長は右体側が左体側の約1.5倍であったが、歯骨長の左右差は僅かであった。
4. 鱗は両体側に円鱗と櫛鱗が存在し、左右性が不明瞭

であった。

5. 今回の判定方法において、眼位、体色、側線、鼻管、両顎歯、前上顎骨の6形質は、左右不相称性形質として有効性が確認された。一方、歯骨、鱗には明確な左右差が認められなかったものの、歯骨の形状や鱗の形状、円鱗の分布頻度等は両体側で異なるため、未観察の部位も含めて今後の検討課題として残された。

文 献

- 1) 大坂幸男・奥石裕一, 1997: コウライアカシタビラメ, 日本の稀少な野生水生生物に関する基礎資料 (IV), 日本水産資源保護協会, 東京, 190-195.
- 2) 元谷 剛・清水泰子・片山亜優・片山知史, 2014: 岡山県東部海域におけるウシノシタ科魚類の炭素・窒素安定同位体比, 水産増殖, **62**, 123-128.
- 3) 元谷 剛, 2010: 岡山県海域で操業する小型底びき網漁業の漁獲物組成 (平成21年), 岡山水研報告, **25**, 24-29.
- 4) 岡山県農林統計協会, 2008: 漁業生産, 平成18~19年岡山県農林水産統計年報, 31.
- 5) 尾田 正・水戸 鼓, 1994: コウライアカシタビラメ仔魚の相対成長, 摂餌可能サイズと適正塩分, 岡山水試報, **9**, 85-88.
- 6) 草加耕司・岩本俊樹・後藤真樹, 2014: 養成期間の異なるコウライアカシタビラメ親魚群の自然産卵と卵質, 水産技術, **7**, 17-22.
- 7) 草加耕司・岩本俊樹・弘奥正憲, 2015: 大型水槽を用いたコウライアカシタビラメの種苗生産試験, 水産技術, **7**, 75-83.
- 8) 青海忠久・田川正朋, 2008: 異体類の変態と体色異常, 「稚魚学 多様な生理生態を語る」, 生物研究社, 東京, 141-152.
- 9) 有瀧真人, 2013: 飼育したカレイ科魚類の変態期に発現する形態異常とその防除に関する研究, 水研センター研報, **37**: 147-197.
- 10) 鈴木 徹, 2005: 内臓の左右軸形成と変態期の眼の移動との関わり, 日水誌, **71**, 1002-1003.
- 11) 落合明, 1996: 日本産シタビラメ魚類の形態並びに生態に関する研究, 京都大学みさき臨海研究所 特別報告書, 第3号, 97pp.
- 12) Norman JR., 1934: Albinism, Ambicoloration and Reversal: A systematic monograph of the flatfishes (HETEROSOMATA). The trustees of the British Museum, London, 22-29.
- 13) 青海忠久, 1991: ヒラメ幼魚の無眼側の着色に及ぼす光照射, 有眼側の体色および供試魚の由来の影響, 水産増殖, **39**, 173-180.