

ニセクロスジギンポの体色変異個体を用いた掃除魚擬態の効果の検証

佐藤 初^{1,2}・坂井陽一²・桑村哲生^{3,4}

¹ 〒739-8528 東広島市鏡山1-4-4 広島大学生物生産学部

² 〒739-8528 東広島市鏡山1-4-4 広島大学大学院統合生命科学研究科

³ 〒466-8666 名古屋市昭和区八事本町101-2 中京大学国際教養学部

⁴ 〒466-8666 名古屋市昭和区八事本町101-2 中京大学教養教育研究院

(2020年5月21日受付；2020年6月30日改訂；2020年6月30日受理；2020年9月10日J-STAGE 早期公開)

キーワード：ニセクロスジギンポ, 擬態, 掃除魚, 体色変異

魚類学雑誌
Japanese Journal of
Ichthyology

© The Ichthyological Society of Japan 2020

Hajime Sato*, Yoichi Sakai and Tetsuo Kuwamura. 2020. Testing the effect of mimicry using a color variant of the false cleanerfish *Aspidontus taeniatus*. Japan. J. Ichthyol., 67(2): 253-258. DOI: 10.11369/jji.20-019.

Abstract *Aspidontus taeniatus* (Blenniidae) mimics the bluestreak cleaner wrasse, *Labroides dimidiatus* in both shape and color. We found a small brownish color variant of *A. taeniatus*, which was suitable for testing the effect of mimicry. Comparison with the feeding behavior of typically-colored individuals indicated no significant differences between the two in feeding frequency (bites on tubeworm tentacles, boring-clam mantles, and fish fins), suggesting that coloration had no effect on such activity. It is likely that the abundant availability of the former two benthic foods on the study reef may have caused the very low frequency of fin biting, which may have resulted in no differences between the two color patterns.

*Corresponding author: Graduate School of Integrated Sciences for Life, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8528, Japan (e-mail: hsato98@outlook.jp)

ニセクロスジギンポ *Aspidontus taeniatus* (イソギンポ科) は、掃除魚として有名なホンソメワケベラ *Labroides dimidiatus* (ベラ科) に体型・体色・体長がよく似ており、脊椎動物の中でもっとも精巧な擬態として知られている (Wickler, 1968). 両種ともにインド洋から東太平洋にかけて広く分布するサンゴ礁魚類である (Randall, 2005). ホンソメワケベラは、他魚種の体表に付着した外部寄生虫を取り除く掃除行動や、腹鰭による接触刺激の提供によって、魚食性魚類に食べられにくいと考えられている (Trivers, 1971; Grutter, 2004). 一方、ニセクロスジギンポは、掃除魚ホンソメワケベラへの擬態によって、2種類の利益を得ると考えられている (Wickler, 1968). すなわち、ホンソメワケベラと間違えて接近して

きた魚の尾鰭をかじり取る「鰭かじり」の効率を高める攻撃擬態 (ベッカム型擬態) と、ホンソメワケベラが魚食性魚類に食べられにくいことを利用して捕食を免れる保護擬態 (ベイツ型擬態) である。

水槽内でニセクロスジギンポの詳しい行動観察を行なった Wickler (1968) は、同種が高頻度で他魚種への鰭かじりを行なったことから、攻撃擬態の利益が大きいことを強調した。しかし、野外における鰭かじりは稀で、主にイバラカンザシ *Spirobranchus giganteus* (多毛類: 環形動物門), ヒメジャコガイ *Tridacna crocea* (二枚貝類: 軟体動物門), スズメダイ科魚類の基質付着卵を摂餌していることが、沖縄県瀬底島などから報告されている (Kuwamura, 1983; Cheney et al., 2014; Fujisawa et al.,

2018). さらに、鱈かじりは主に全長 7 cm 以下の小型の個体で見られる摂餌戦術であり、成長に応じて頻度が低下することが明らかとなった (Fujisawa et al., 2018). また、鱈かじりの頻度には地域差が見られ (Cheney et al., 2014), 加入場所に餌となるベントス類 (イバラカンザシとヒメジャコガイ) が少ないと、鱈かじりの頻度が高くなることが示唆された (Fujisawa et al., 2020). このように最近になって攻撃擬態が機能する局面が明らかになりつつある。

このような背景の中、2019 年 7 月 22 日に、沖縄県瀬底島のリーフ内で、目視全長約 6.5 cm の小型のニセクロスジギンポの体色変異個体 1 個体が発見された (Sato et al., 2020). 発見時、同地点には、似た大きさ (全長 7 cm 弱) の通常個体 6 個体を確認しており、体色変異個体と通常個体は、しばしば一緒に泳ぐことがあったが、変異個体の体色は茶色系で、通常個体と比べて明らかに青色が薄かった (Fig. 1). 東太平洋の仏領ポリネシアなどでは、ホンソメワケベラの地理的体色変異に

擬態したニセクロスジギンポの体色変異がいくつか知られているものの、沖縄県近海を含むインド・西太平洋からは、ホンソメワケベラとニセクロスジギンポの体色変異は報告されていない (Randall, 2005). 今回発見された体色変異は、東南太平洋マルケサス (マルキーズ) 諸島から報告されている体色変異とよく似ている (Randall, 2005; Delrieu-Trottin et al., 2016; Sato et al., 2020). マルケサス諸島における体色変異はホンソメワケベラとは別の掃除魚 *Coris hewetti* (ベラ科の固有種) の雌個体への擬態とされているが、沖縄には *C. hewetti* あるいはそれに似た体色を持つ掃除魚は生息していない (Sato et al., 2020). ニセクロスジギンポは全長 6 cm 前後まで流れ藻に付いて浮遊生活をおくることが知られているが (Ohta and Tachihara, 2004), マルケサス諸島から 10,000 km 以上離れた沖縄県瀬底島まで流されてきたとは考えにくく、今回見つかった体色変異は突然変異により生じたものと推測される。



Fig. 1. Color variant of *Aspidontus taeniatus* (lower) and normally colored individual (upper) at Sesoko Island, Okinawa, Japan. Both individuals approximately 6.5 cm in total length. With permission from JCRS: Galaxea J. Coral Reef Stud. Vol 22: page 1, Sato et al. (2020) materials (fig. 1B).

掃除魚への擬態において、体色は重要な役割を担うと考えられており (Côté and Cheney, 2007; Cheney, 2013), 通常個体と異なる変異体色は、擬態の体色の効果を検証する良い材料になると考えられる。そこで、本研究では、体色変異個体の体色と行動を報告することに加え、瀬底島で同所的に生息していた通常個体と行動を比較し、次の仮説の検証を試みた。ニセクロスジギンポがイバラカンザシとヒメジャコガイを摂餌する際に擬態体色の効果はないことが示唆されているので (Kuwamura 1983; Fujisawa et al., 2018), 仮説 (1) イバラカンザシとヒメジャコガイに対する摂餌頻度に両体色間で差がないと予測した。一方、鰭かじりにおいては擬態体色の効果があると示唆されているので (Wickler, 1968; Fujisawa et al., 2018, 2020), 仮説 (2) 通常個体の方が、鰭かじりと他の魚からの掃除請求ポーズ (Côté et al., 1998) の頻度が高いと予測した。

方 法

ニセクロスジギンポの体色変異個体は、沖縄県瀬底島の琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設が定める海域保護区域より約 250 m 北東のリーフ内、水深 1–2 m の地点 (127°52'E, 26°38'N) で発見された (Sato et al., 2020)。瀬底島のリーフは、ニセクロスジギンポの餌生物であるベントス類が他の海域に比べて豊富に生息する海域 (5 m² あたりの平均生息個体数イバラカンザシ 4.8 個体; ヒメジャコガイ 14.5 個体) として報告されている (Fujisawa et al., 2020)。

野外調査は、2019 年 7 月 22 日に体色変異個体が出現してから同年 8 月 15 日まで行われた。8 月 8 日から 11 日までの期間は台風によって潜水調査ができず、12 日に調査を再開し 15 日まで継続したが、体色変異個体を再び発見することができなかつたため、消失したと判断し、調査を終了した。また、この台風で通常個体も 6 個体中 3 個体が消失した。この調査期間中に観察された 1 個体の体色変異個体と、通常個体について行動観察を行った。1 回の観察は 30 分間とし、体色変異個体は 16 回 (計 480 分)、通常個体は 4 個体を各 1 回ずつ (計 120 分) 行った。行動観察は全てスノーケリングによって 9:00–18:00 に行われ、30 分間の個体追跡中に目視と、水中カメラ (コンパクトデジタルカメラ Tough TG-5; オリンパス) による動画撮影を併用して、イバラカンザシの鰓冠

をかじった回数、ヒメジャコガイの外套膜をかじった回数、鰭かじりの回数、他の魚からの掃除請求ポーズ回数、卵保護中の魚類の巣に侵入した回数および侵入時間を記録した。

データの統計学的分析はすべてノンパラメトリック検定で行った。2 群の比較を Mann–Whitney *U* 検定により、統計ソフト R ver. 3.6.3 (R Core Team, 2020) で分析した。それぞれの餌資源の利用頻度は、中央値を示した。

結 果

体色変異個体の体側の模様は通常個体と同様に、吻端から尾鰭にかけて黒色のストライプ模様を持っていたものの、掃除魚に擬態する本種の体色に特徴的な体側後半部の青色域を大きく欠いており、吻端から尾柄上部にかけて茶から緑黄色を呈し、尾柄下部にのみ僅かな青色域が認められた (Fig. 1)。鰭や口部の形態的特徴は通常のニセクロスジギンポと一致しており、似たような茶色系の体色をした唯一の同属種クロスジギンポ *Aspidontus dussumieri* とは異なっていた。

体色変異個体は、イバラカンザシの鰓冠、ヒメジャコガイの外套膜および魚類の尾鰭を通常個体と同様の方法で素早くかじり取り摂餌した。また、体色変異個体が通常個体と集団を形成して、ルリスズメダイ *Chrysiptera cyanea* と、オジロスズメダイ *Pomacentrus chrysurus* の基質付着卵を狙う行動を計 2 回観察したが、巣への侵入と卵食は確認できなかった。体色変異個体の 30 分あたりの摂餌回数は、イバラカンザシ 8.0 回 (中央値)、ヒメジャコガイ 5.0 回に対して、鰭かじりは 1.0 回と少なかった。同様に、通常個体もイバラカンザシ 15.0 回、ヒメジャコガイ 3.5 回に対して、鰭かじりは 0.0 回と少なかった。体色変異個体と通常個体の摂餌頻度を比較検定した結果、イバラカンザシ (Mann–Whitney *U* 検定, $U = 25, P = 0.5$; Fig. 2a) とヒメジャコガイ ($U = 21.5, P = 0.3$; Fig. 2b) の摂餌頻度に有意な差は認められなかった。また、鰭かじり ($U = 21, P = 0.3$; Fig. 3a) にも有意差がなく、ポーズの頻度 (体色変異個体: 0.5; 通常個体: 0.0) においても有意差はなかった ($U = 22, P = 0.3$; Fig. 3b)。

想定外の事象として、体色変異個体の計 16 回 (480 分) の行動観察中に、体色の一時的な変化が 5 回見られた。この体色変化は、次の摂餌場所に移動する遊泳時に起こり、体側後半部に掃除魚



Fig. 4. Bluish coloration in the color variant of *Aspidontus taeniatus* when moving between feeding sites. After the movement, the coloration reverted to brownish (Fig. 1). The body color changes can be viewed at the Movie Archives of Animal Behavior (<http://www.momo-p.com; data#momo200515at01a>).

に擬態する通常個体と類似した広い青色域が数秒から数十秒の間出現した (Fig. 4)。その際には、体を左右に倒すような泳ぎ方をしていた。移動が終わり摂餌を再開すると、青色域は消失し、元の体色へと戻った。摂餌中は常に変異体色が維持されており、鰭かじりをした 25 例および、他の魚種から掃除請求ポーズを受けた 12 例の全てのケースにおいても、変異体色のままであった。

考 察

沖縄県瀬底島におけるニセクロスジギンポの体色変異個体と、同地域に生息する通常個体との行動比較から、攻撃擬態とは関係のないイバラカンザシとヒメジャコガイに対する摂餌頻度には差がないという仮説 (1) を支持する傾向のデータが得られた。一方で、攻撃擬態と関係があると思われる鰭かじりや、他の魚からのポーズの頻度を増加させるという仮説 (2) を支持する結果は得られなかった。

両体色個体の鰭かじりの頻度に有意差が認められなかったのは、イバラカンザシとヒメジャコガイの密度が影響していると推測される。鰭かじりは、これらベントス類の乏しい状況下において代替的にみられる摂餌戦略であることが、瀬底島と石垣島の比較研究から最近明らかにされた (Fujisawa et al., 2020)。体色変異個体が見つかった調査地点には、これらのベントス類が豊富に生息しており、両体色個体ともに頻繁にベントス類を

摂餌できたため、鰭かじりの頻度が非常に低く、結果として有意差が検出されなかったものと考えられる。また、他魚種からのポーズについても同様に、低頻度ゆえに有意差が検出されなかったと考えられる。もし、体色変異個体がベントス類の乏しい地域に加入した場合には、鰭かじりの頻度や他の魚からポーズをうける頻度に差が生じる可能性はある。

体色変異個体は、発見時の全長 (約 6.5 cm) から、リーフへの加入後間もないものと推定される。本個体は発見後わずか 18–21 日で消失したが、移動時に一時的に見せた掃除魚に似た青色体色への変化は、肉食性魚類からの捕食を免れる保護擬態を利用している可能性を示唆するものかもしれない。しかしながら、この個体がなぜ青色体色を摂餌時にも維持しなかった (できなかった) のかについては不明である。今後、保護擬態の効果を検証するためには、体色変異個体の代わりに、ニセクロスジギンポの唯一の同属種であり、今回の体色変異個体と同様の茶色系体色を呈するクロスジギンポとの生存率の比較も有効だと考えられる。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設のスタッフの皆様には、沖縄県瀬底島での円滑な野外調査をサポートしていただいた。広島県立総合技術研究所水産海洋技術センターの藤澤美咲研究員には、有益なご助言をいただいた。2 名の査読者ならびに担当編集委員の方には、原稿改訂に際し、ご尽力いただいた。以上の方々に深く感謝の意を表す。本研究は JSPS 科研費 19K06845 の助成を受けた。

引用文献

- Cheney, K. L. 2013. Cleaner fish coloration decreases predation risk in aggressive fangblenny mimics. *Behav. Ecol.*, 24: 1161–1165.
- Cheney, K. L., A. S. Grutter and R. Bshary. 2014. Geographical variation in the benefits obtained by a coral reef fish mimic. *Anim. Behav.*, 88: 85–90.
- Côté, I. M., C. Arnal and J. D. Reynolds. 1998. Variation in posing behaviour among fish species visiting cleaning stations. *J. Fish Biol.*, 53: 256–266.
- Côté, I. M. and K. L. Cheney. 2007. A protective function for aggressive mimicry? *Proc. R. Soc. B.*, 274: 2445–2448.
- Delrieu-Trottin, E., S. Planes and J. T. Williams. 2016.

- When endemic coral-reef fish species serve as models: endemic mimicry patterns in the Marquesas Islands. *J. Fish Biol.*, 89:1834–1838.
- Fujisawa, M., Y. Sakai and T. Kuwamura. 2018. Aggressive mimicry of the cleaner wrasse by *Aspidontus taeniatus* functions mainly for small blennies. *Ethology*, 124: 432–439.
- Fujisawa, M., Y. Sakai and T. Kuwamura. 2020. The false cleanerfish relies on aggressive mimicry to bite fish fins when benthic foods are scarce in their local habitat. *Sci. Rep.*, 10: 8652.
- Grutter, A. S. 2004. Cleaner fish use tactile dancing behaviour as a preconflict management strategy. *Curr. Biol.*, 14: 1080–1083.
- Kuwamura, T. 1983. Reexamination on the aggressive mimicry of the cleaner wrasse *Labroides dimidiatus* by the blenny *Aspidontus taeniatus*. *J. Ethol.*, 1: 22–33.
- Ohta, I. and K. Tachihara. 2004. Larval development and food habits of the marbled parrotfish, *Leptoscarus vaigiensis*, associated with drifting algae. *Ichthyol. Res.*, 51: 63–69.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> (参照 2020-4-10).
- Randall, J. E. 2005. A review of mimicry in marine fishes. *Zool. Stud.*, 44: 199–328.
- Sato, H., Y. Sakai and T. Kuwamura. 2020. Non-mimic color variant of the false cleanerfish *Aspidontus taeniatus* found in Okinawa, Japan. *Galaxea, J. Coral Reef Stud.*, 22: 1–2.
- Trivers, R. L. 1971. The evolution of reciprocal altruism. *Q. Rev. Biol.*, 46: 35–57.
- Wickler, W. 1968. *Mimicry in plants and animals*. McGraw Hill, New York. 253 pp.