

令和5年度サイエンス・ファイト作品紹介

学 校 長 崎 県 立 大 村 高 等 学 校

学 年 3 年

氏 名 市丸 智規、太田 翔

タイトル 長崎県産カワヨシノボリの表現型と生殖
的隔離の可能性

概 要

体長 4cm ほどの淡水魚「カワヨシノボリ」を、
県内・県外の河川で採集し、カワヨシノボリの分類
を試みた壮大な研究です。

長崎県産カワヨシノボリの表現型と生殖的隔離の可能性について

長崎県立大村高等学校
太田 翔 市丸 智規

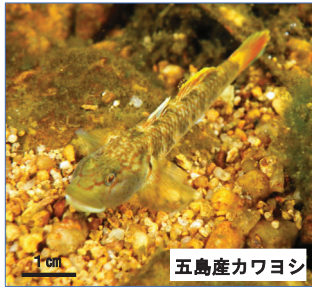
研究動機・背景

カワヨシノボリは形質の異なる型(表現型)が知られている。しかし、長崎県産個体の表現型はこれまでに報告がない。また、表現型の転換による形質以外の変化や本種の分化過程を明らかにすることに初めて試みた。DNAを用いた表現型の比較も初の試みである。

目的

- ① 五島産カワヨシノボリの表現型精査
- ② カワヨシノボリの表現型による分化過程の考察
- ③ DNAを用いた個体群の比較

1 研究対象



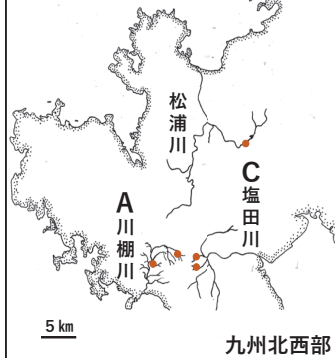
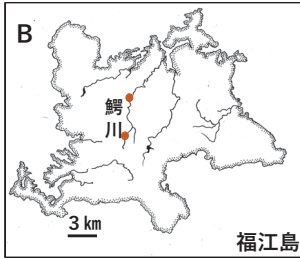
カワヨシノボリ スズキ目ハゼ科
Rhinogobius flumineus

- ・長崎県RDB 絶滅危惧II類
- ・静岡県、富山県以西の本州、四国、九州北部
- ・長崎県(川棚川、杵岐島、福江島)
- ・河川の中、上流に生息。
- ・一生を河川で生活(陸封)
- ・日本固有種で、形質の異なる5型
- ・他のヨシノボリ属と異なり、胸鰭条数が18本以下

2 調査方法

調査地:長崎県川棚川水系(A)、五島・福江島(B)、杵岐島佐賀県塩田川水系(C)、松浦川水系、福岡県筑後川水系、高知県仁淀川、岡山県旭川水系

- ・採集時間を設定し、たも網を用いて捕獲
- ・10%ホルマリンで固定
- ・形状、色彩の計測による表現型鑑定
- ・ペアリング(交雑)実験
- ・DNAを用いた個体群の比較



結論

- ① 五島産個体 → 五島型(特有の形質)
- ② 表現型による生殖的隔離が成立
杵岐佐賀型・五島型 → 亜種化の可能性!!
- ③ 複数の隠蔽型・種が存在する可能性

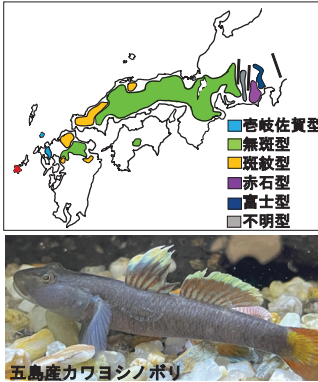
今後…・表現型の再精査

- ・DNAによる個体群の精査 ⇒
- ・信号刺激の解明

カワヨシノボリを通して

種の多様性の大切さを伝える!

3 表現型・個体群間の比較



五島産カワヨシノボリ

特有の表現型を示す



五島産カワヨシノボリ

新称!! **五島型**

五島産特有の形質!

4 カワヨシノボリの表現型による分化過程の考察

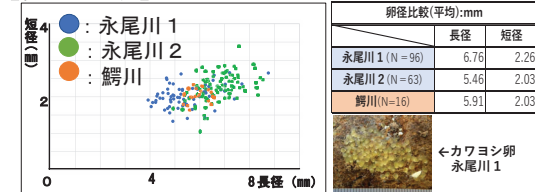
ギモン

表現型の変化は生態にも変化を与える?

観察(生殖)

- 生理面の変化 ⇒ 卵径比較
- 生態面の変化 ⇒ ペアリング(交雑)実験

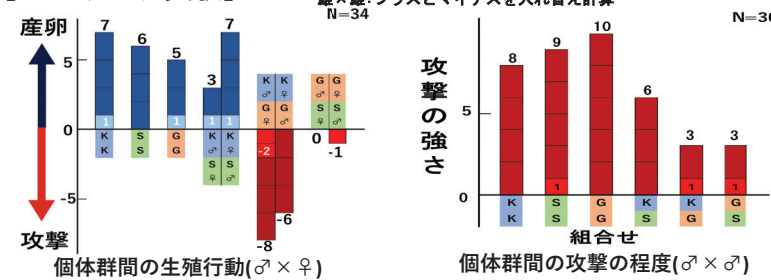
[卵径比較]



表現型
有意差なし

形質	カワヨシノボリの表現型 () :平均					分布域東限に生息するカワヨシノボリの形態 [表5] カワヨシノボリ5型の識別形態を改変*②				
	川棚産個体N=22	塩田産個体N=18	五島産個体N=20	仁淀産個体N=17		[カワヨシノボリ5型の識別形態] より*②				
背鰭前方鱗数	8~16(12.0)	9~20(13.6)	9~13(11.1)	5~13(8.8)		3-10(6)	5-14(11)	4-17(12)		
第一背鰭	形状	台形型	台形型	短島帽子or台形型		長島帽子型	短島帽子型	小型個体は台形型		短島帽子型
	最長棘	2~4(3)	2~4(3)	2~4(2.95)		2~4(3.24)	3	3		4
	斑紋	なし	なし	なし		なし	なし	なし		あり
第二背鰭	♀縦線数	4~5	5~7	2~5		1~6	5~8	5~8		3~6
尾鰭	♂色斑	基部が円形に橙色だが不明瞭	基部が円形に橙色	基部上部が丸みのある三角形に橙色		全体に暗褐色,基部周辺がやや薄い	全体に暗褐色だが、基部周辺がやや薄い	基部方向に縦線があることが多い		
		表現型	杵岐佐賀型	五島型	無斑型	富士型	赤石型	斑紋型		

[ペアリング実験] 各5ペア



個体群間の生殖行動(♂×♀)

個体群間の攻撃の程度(♂×♂)

- 同一河川 同一表現型 → 繁殖可能
- 杵岐佐賀型と五島型 → 繁殖不可能
- 同一河川 同一表現型 → 攻撃的
- 杵岐佐賀型と五島型 → 攻撃性半減
- 杵岐佐賀型-五島型 → 同種として認識×
- 同一表現型 → 攻撃対象として認識

表現型 → 変化
卵径 → 差異なし
繁殖生態 → 異なる

信号刺激*が変化
*繁殖行動を引き起こす刺激
体側の色彩斑紋、鰭の模様など

繁殖行動が変化

異なる表現型
繁殖不可能

生殖的隔離の成立

同種として認識しない!!



川棚川産カワヨシ 五島産カワヨシ

考察 カワヨシの分化過程

地理的隔離

表現型の変化

繁殖行動の変化

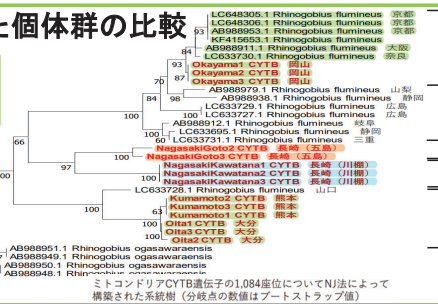
生殖的隔離

遺伝子の変化

種分化

5 DNAを用いた個体群の比較

DNA分析においては長崎大学水産部の先生方にご協力いただきました。ありがとうございます。



無斑型

五島型

杵岐佐賀型

無斑型

亜種化

隠蔽種

*参考文献

- ①吉郷英範. 2003. 八幡高原(広島芸北町)のカワヨシノボリ. ホシザキグリーン財団研究報告書6:27-42
- ②吉郷英範. 2011. 分布域東限に生息するカワヨシノボリ(硬骨魚類綱:スズキ目ハゼ科)の形態. 比和科学博物館研究報告52:339-358
- ③坂本兼吾・田島正敏. 1996. 佐賀県の淡水魚類. 佐賀県の生物1996:193-223
- ④東幹夫・黒川貴志・碓井利明・柴原克己. 2001. 多良山系の淡水魚類. 多良山の生物2001:129-152
- ⑤Y. Yamasaki, Mutsumi Nishida, Toshiyuki Suzuki, Takahiko Mukai, Katsutoshi Watanabe. 2015. Molecular Phylogenetics and Evolution 90(2015):20-30

長崎県産カワヨシノボリの表現型と生殖的隔離の可能性

長崎県立大村高等学校 3年

研究者氏名 太田 翔・市丸智規

指導者氏名 碓井利明・神崎賢太

1. 要旨

本種は一生を河川で生活し、地域によって遺伝子や形質の異なる5つの表現型に類型化される。長崎県では、文献記録と現地調査から川棚川、壱岐島、五島列島・福江島で生息している。長崎県川棚川と不明型とされる五島列島・福江島の個体群の表現型（以降、型）の類型化および生殖的隔離の可能性を明らかにするために、形質比較や卵形比較、交雑実験と長崎大学水産学部の協力のもと他型や他河川の個体とともにDNA分析を行った。調査の結果、川棚川産個体は壱岐佐賀型と酷似し、福江島産個体は特有の形質が見られ、新称「五島型」として報告する。また、交雑実験とDNA分析から五島型と壱岐佐賀型は生殖的隔離が成立しており亜種化していると考察した。

2. 目的

本種において、これまで報告されていない川棚川産と不明型とされる五島産カワヨシノボリの類型化と、生殖的隔離の可能性を明らかにすることを目的とした。



3. 研究方法

2022年5月28、29日に長崎県の五島列島・福江島で調査を行った。採集個体は持ち帰り形質を計測し、他地域産個体と比較した。つぎに生殖的隔離の可能性を探るため、卵形比較とこう実験を行った。福江島鰐川と川棚川の調査地で撮影した卵塊写真から卵径の計測と比較を行った。本種は陸封された生活環をもつことから、島嶼で生活する五島産カワヨシノボリは、他地域との生殖的隔離が進んでいるのではないかと考え、繁殖期に他地域の雌雄（川棚川産、佐賀県塩田川産）の交雑実験を行った。繁殖や攻撃行動を数値化するため、産卵(+2点)、雄が雌を誘引(+1)、無反応(±0)、威嚇(-1)、攻撃(-2)と点数化し、値が大きいと繁殖可能、小さいと繁殖不可能と程度を判断した。雄対雄の場合は点数の正負を入れ替え、値が正であれば攻撃対象、負であれば攻撃対象として認識しないと判断した。行動観察は雌（雄）の投入から1日後に30分間実施し、観察中最も回数の多い行動を点数化した。

次にDNA分析を行った。検体は川棚川産・塩田川産の個体（壱岐佐賀型）、鰐川産の個体（仮称：五島型）、熊本県満願寺川産・大分県賀来川産・岡山県旭川産の個体（無斑型）の各産地3個体を分析にかけた。

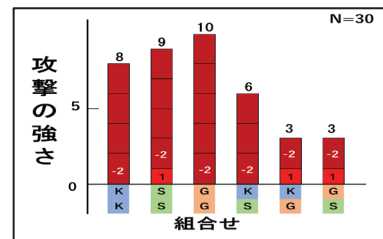
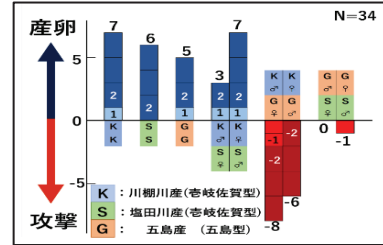
4. 結果

文献や五島福江島の調査の結果、本種は山内盆地を流れる鰐川とその支流に生息する。

卵径比較の結果、川棚川産と五島産で卵径に有意差は見られない。

交雑実験の結果、同一河川の雌雄では誘引行動や産卵までが見られ、同一型でも産卵や誘引行動が観察された。しかし型が異なると、雌雄を問わず川棚川産個体が鰐川産個体を攻撃するという行動が観察された。塩田川産—五島産では繁殖行動が観察されなかった。次に雄—雄間の飼育実験では、同一河川の個体および同一型では攻撃的であった。しかし、異なる型では攻撃性が半減した。

DNA 分析では壱岐佐賀型（川棚川産）と五島型（鰐川産）は遺伝子の相同性が高かった。なお、塩田川産検体は損傷が激しく DNA の分析ができなかった。さらに、無斑型の熊本県と大分県産の個体は、遺伝的に非常に高い相同性を示した。



5. 考察

五島産個体と川棚川産個体間は、繁殖できないことから生殖的隔離が成立している可能性が高い。一方、五島産個体と川棚川産個体が遺伝子の相同性が高いことから、両個体群は地質学的に最近地理的隔離が起こったと考えられる。以上のことを総合すると、五島産カワヨシノボリ個体群は、地理的隔離によって形態の変異が維持され、他の型との繁殖行動レベルでの生殖的隔離が成立している。しかし、地質学的には五島列島が長崎本土から分離して間がないため、遺伝的な分化が進んでおらず種分化とまではいえないと考える。したがって、現時点では五島産カワヨシノボリは地域個体群として新称「五島型」とするのが妥当である。

6. 結論

- (1)川棚川産カワヨシノボリは壱岐佐賀型である。
- (2)五島産カワヨシノボリは地域個体群として扱い、新称「五島型」として提唱する。
- (3)五島型は表現型の変化により信号刺激も変化し、異なる型の間では繁殖行動は見られない。

7. 謝辞

長崎大学水産学部の先生方に、DNA 分析についてご協力いただき、感謝いたします。

8. 参考文献

- ・吉郷英範. 2003. 八幡高原（広島芸北町）のカワヨシノボリ. ホシザキグリーン財団研究報告書 6:27~42
- ・吉郷英範. 2011. 分布域東限に生息するカワヨシノボリ（硬骨魚類綱：スズキ目ハゼ科）の形態. 比和科学博物館研究報告 52:339~358
- ・坂本兼吾・田島正敏. 1996. 佐賀県の淡水魚類. 佐賀県の生物 1996:193~223
- ・東幹夫・黒川貴志・碓井利明・柴原克己. 2001. 多良山系の淡水魚類. 多良岳の生物 2001.
- ・東幹夫・藤吉勇治・村田博・柴原克己. 1977. 壱岐における淡水魚類の分布. 壱岐の生物—対馬との対比—(長崎県生物学会)1977. 313~330