



# 近縁種アブラハヤとの共存によるタカハヤの形質置換

大阪府立富田林高等学校 タカハヤ班

**要旨** 同所的に生息する種間では形質が分化する“形質置換”が起こることがある。日本の河川に生息するアブラハヤ属の2種タカハヤとアブラハヤは、西日本にタカハヤ、東日本にアブラハヤ、中間地域に両種が生息している。その中間地域に位置する大阪府内の大和川水系支流の石川においては、千早川ではタカハヤのみ、

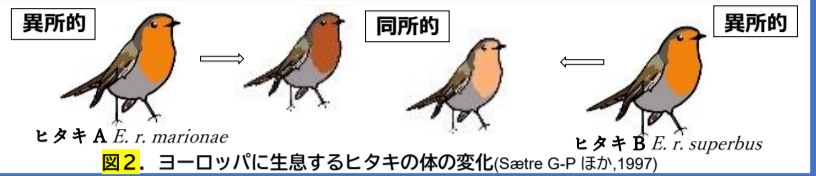
石川本川には両種が生息している。両河川のタカハヤには縦帯などの形態的特徴に違いがあるという仮説を立てた。結果、タカハヤの縦帯である黒色面積の割合、側線上方鱗数について有意な差が認められた。以上から、大和川水系石川のタカハヤは、アブラハヤの共存によって縦帯や鱗サイズに形質置換が発生しているという考察をした。

## 形質置換 Character Displacement について

同所的に生息する種間の競争が選択圧となり、形質（形質）が分化したことを生態的形質置換（図1）、また繁殖干渉が選択圧となり、形質が分化したことを繁殖的形質置換（図2）という。



オオガラバゴスフィンチ ガラバゴスフィンチ  
図1. ガラバゴス諸島に生息する2種のフィンチ (Darwinによる)



異所的 同所的 異所的  
ヒタキ A. E. r. marionae ヒタキ B. E. r. superbus  
図2. ヨーロッパに生息するヒタキの体の変化 (Sætre G-Pほか, 1997)

## タカハヤ *Rhynchocypris oxycephalus jouyi*

- 全長 10cm
- 目が小さく、鱗は粗く、尾柄高が高い
- 側線上方鱗数は 18 枚以下



## アブラハヤ *Rhynchocypris lagowskii steindachneri*

- 全長 13cm
- 目が大きく、鱗は細かく、尾柄高は低い。
- 体表に黒色縦帯を有する。
- 側線上方鱗数は 20 枚以上



図3. アブラハヤ属のタカハヤ(上)とアブラハヤ(下)

## 本2種の日本における分布図

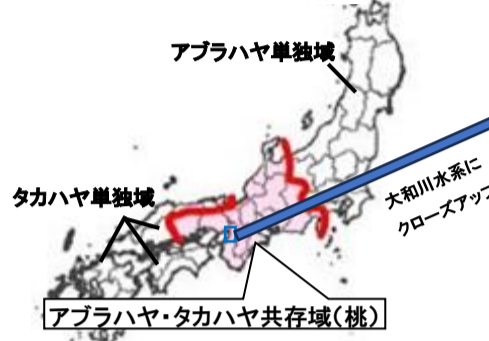


図4. 日本のタカハヤ・アブラハヤの自然分布域



図5. 採集調査による大和川水系における分布図



図6. 千早川(森屋) タカハヤ単独域



図7. 石川本川(高向) アブラハヤ共存域

## 仮説と目的

「アブラハヤ共存域である大和川水系石川本川のタカハヤには何らかの形質に形質置換が発生している」という仮説を検証することを本研究の目的とした。

## 方法

### 1) フィールドでの採集調査

2022年10月15日 石川タカハヤ採集 (図5 ●点)  
2022年10月22日 千早川タカハヤ採集 (図5 ●点)

- 採集にはタモ網を用いた。
- ヨシが群生している地点で採集できた。
- 採集した生体の左体側部を撮影した。
- タカハヤの黒色縦帯、目の大きさ、尾柄高 (図10) について画像解析ソフト imageJ (図8) を用いて測定、マンホイットニーのU検定を行った。



図8. imageJによる測定



図9. タモ網を用いた採集

### 2) 大阪市立自然史博物館収蔵の標本の測定

2023年8月18日 大阪市立自然史博物館  
➢ 大和川水系のタカハヤ・アブラハヤの体長、尾柄高、側線上方鱗数を計測し、データを箱ひげ図にまとめた。  
➢ マンホイットニーのU検定を行った。



図11. 自然史博の標本(左上). 図12. ノギスによる計測(右)

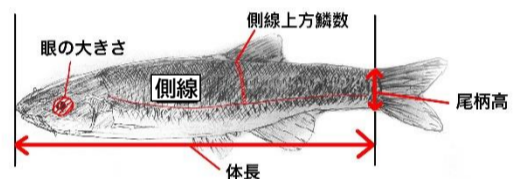


図10. 本研究での測定項目

図13. 大阪市立自然史博物館 (google ストリートビューより引用)

## 結果 タカハヤの縦帯である黒色面積、側線上方鱗数について有意差が認められた



図14. 千早川タカハヤ(上)と石川タカハヤ(下)

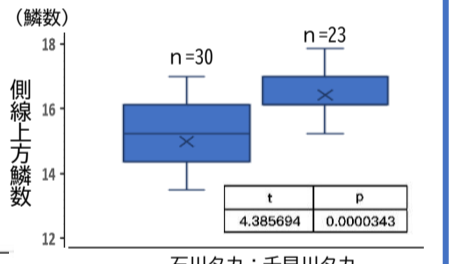
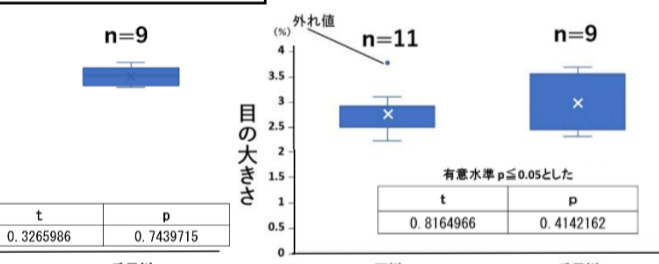
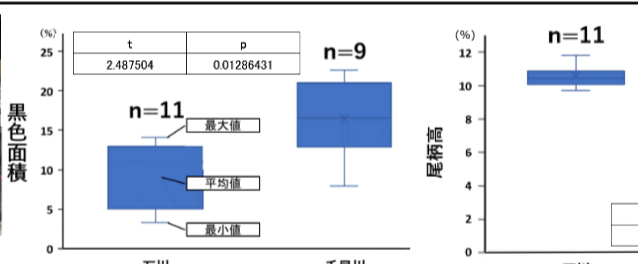


図15. 4つの形質の採集地点による違い

- 採集による調査では、石川産タカハヤを 11 個体、千早川では 9 個体を用いた。
- 黒色面積では 2 河川間のタカハヤの箱ひげ図の範囲が異なり、マンホイットニーのU検定で有意差が認められた。(有意水準  $p \leq 0.05$ )
- 目の大きさ、尾柄高について有意差は認められなかった。

- 大阪市立自然史博物館での標本測定では、石川タカハヤを 30 個体、千早川タカハヤを 23 個体、計 53 個体を用いた。
- 検定の結果、側線上方鱗数において有意差が認められた。

## 考察

河川間のタカハヤの体表の黒色面積や側線上方鱗数について有意差がみられたことから、アブラハヤ共存域である石川のタカハヤには形質置換が発生していると考えられる。石川に生息するタカハヤの体表の変異がアブラハヤとの種間識別に関与している可能性が考えられる。ヒタキの例のように、石川産タカハヤには繁殖的形質置換が発生している可能性がある。そして、これらの差異は、同水系にもかかわらず河川間のタカハヤの交流が絶たれていたこ

とを示唆しており、タカハヤが冷水性で、生息域が上流に限定されることが理由として考えられる。

ただし、体表の模様は刺激を受けて変化する形質であることから、形質置換による差異であると言い切ることはできない。タカハヤの黒色面積の差異が共存域である石川のタカハヤに特異的な表現型であるかを調べる必要がある。(図16)

## 今後の展望

- 採集調査による標本数を増やし、データの信憑性を向上させる。
- 水槽実験によって、生物的環境の変化がタカハヤの体表を変化させるかを調べる。(図16)
- 消化管の長さなど、他の形質についても調べる。
- 紀の川水系をはじめとする他の両種共存水系においても、同様の現象がみられるか調査する。

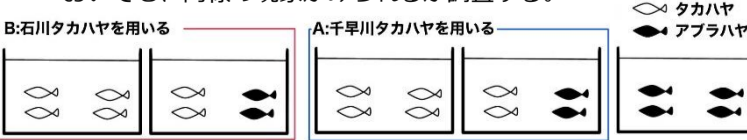


図16. 水槽実験のイメージ アブラハヤ共存域である石川タカハヤに特異的な表現型を持つか調べる。

## 謝辞

私たちが研究を行うにあたり、科学教室力塾の小川力也様、京都大学農学部の内悠吾様、大阪市立自然史博物館の松井彰子様、富田林中学校・高等学校の先生方や科学部員・顧問の皆様、科学教室力塾のメンターの皆様には、ひとかたならぬ協力をいただきました。心より感謝を申し上げます。

## 参考文献

羽多宏彰, 藤田朝彦, 渡邊俊, 細谷和寿. 2019. 大和川水系石川におけるヒメハヤ属魚類の生息現況  
小沼 順二, 千葉 聡. 2012. 繁殖干渉によって生じる生態的形質置換 - 藤田朝彦, 細谷和寿. 2003. 共存河川におけるアブラハヤとタカハヤの生化学的および形態学的比較  
大阪府・大阪府内河川に生息している魚類  
川那部浩志. 1989. 山溪カラ一名産 日本淡水魚  
Charles Darwin. 1859. On the Origin of Species  
Glenn-Peter Stre, Truls Moun, Stanislav Bureš, Miroslav Král, Martin Adamjan & Juan Moreno Nature. 1997. A sexually selected character displacement in flycatchers reinforces premating isolation

## まとめ

- 同水系 2 河川のタカハヤの黒色面積・側線上方鱗数について有意差が認められた
- タカハヤの形質の変異はアブラハヤとの種間識別に関わっている可能性がある = 繁殖的形質置換?
- 同水系にもかかわらず河川間で形質が異なったのは、冷水性のタカハヤの生息範囲が上流に限定されるため、河川間の交流が絶たれていたことに起因したことが考えられる