

# アユの鏡像自己認知

京都府立桃山高等学校

## 研究の概要

大阪市立大学の研究グループがホンソメワケベラの鏡像自己認知の確認に成功した。このことを知った私たちはほかの魚種でも鏡像自己認知ができるのかに興味を持ち、アユを用いて実験を行った。実験では、アユの鏡に映る自分の像に対する攻撃回数と、アクリル板を通して見た他個体への攻撃回数を計測し、検定を用い有意差を検証した。実験の結果、アユは鏡像自己認知をする可能性が認められた。

### 研究の動機

**鏡像自己認知**とは、動物が鏡に映る自分の姿を自分であると認識できることだ。現在、魚類の鏡像自己認知を確認できたのは、大阪市立大学の研究グループが行った**ホンソメワケベラ**に関する実験のみである。私たちは、この研究から他の魚種も鏡像自己認知ができるのではと考えた。本研究では**アユ**を用いて実験を行った。

本研究の意義は、他の魚種が鏡像自己認知をできるかを明らかにすることで、魚類の認知能力や記憶能力の研究の発展につながることである。



アユ



ホンソメワケベラ

出典：photoAC

### 先行研究

2019年に大阪市立大学の研究グループは、ホンソメワケベラが鏡像自己認知をすることを**魚類で初めて**明らかにした。ホンソメワケベラに鏡を使わなければ見ることのできない所にマークを付け、鏡に対する反応を観察するという古典的な方法である**マークテスト**を行った。この研究では、実験魚が鏡でマークを確認し体を地面などに擦り付けてマークを取り除こうとする姿が観察できた。

### 仮説

本研究では、**アユは鏡像自己認知をする**という仮説をたてた。アユは成熟すると約1㎡の**縄張り**をもち、縄張りに入ってきた他個体のアユを激しく**攻撃する性質**がある。**鏡像自己認知ができる**アユが水槽内で縄張りをもっている状態でお互いを見たときは攻撃を行い、鏡に映る自分の像を見た時には攻撃を行わない。しかし、**鏡像自己認知ができない**ならばお互いを見たときと鏡に映る自分の像を見た時の両方で攻撃を行うと考えた。

### 先行研究との相違点

	先行研究	本研究
用いた魚種	ホンソメワケベラ	アユ
実験方法	マークテスト	実験魚の攻撃性を用いたミラーテスト
観察方法	実験魚がマークを取り除こうとするかを観察	実験魚の鏡とアクリル板に対する攻撃回数を計測

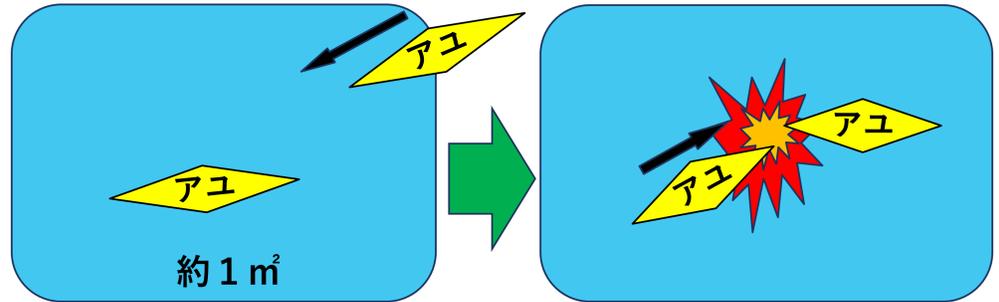
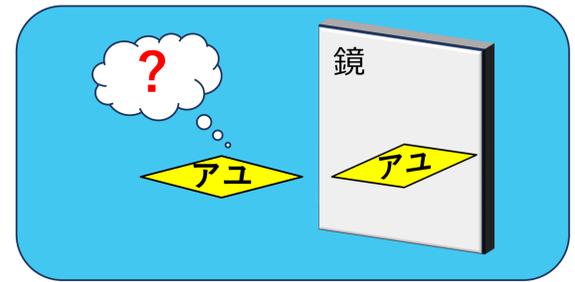


図1 アユの性質



### 実験方法①

90cm水槽、**鏡**、**アクリル板**等を用意する。次にその水槽内を自然の川に近づけるために石や他の魚種を水槽内に投入した。そして、水槽のちょうど半分のところをアクリル板で仕切りその両側に大人の**アユ**個体A・Bを入れ、半分に分けられた水槽の中で縄張りを持たせる。(図2参照)つまり、仕切りの板を挟んでアユが左右にいる状態を維持する。この時、鏡で仕切った2つのスペースが左右で差がないように水槽の中にいれる石や、他の魚種を調節した。この水槽は光の量をアユの活動が活発になる夏に近づけるためライトを用いて光量を調節し、水温も水槽用クーラーで20℃一定にした。



\*使用した水槽

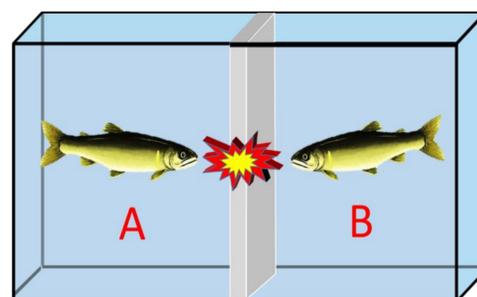


図2 実験の模式図

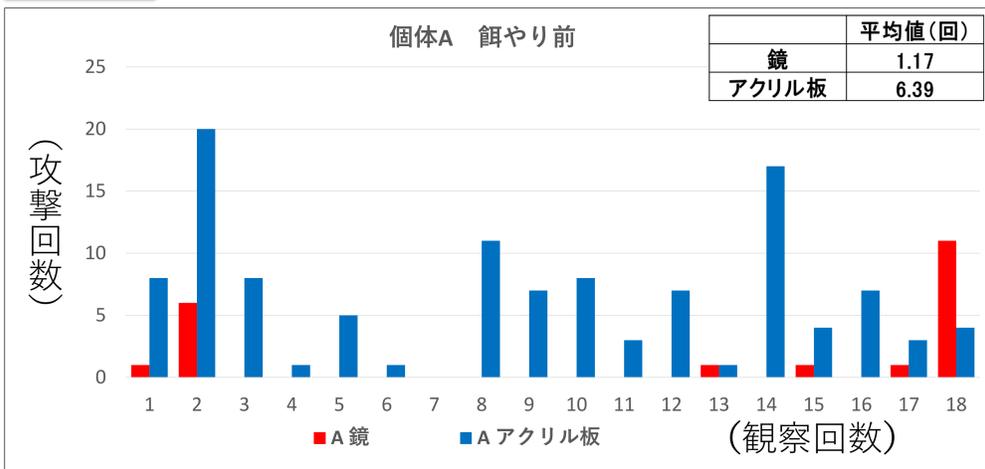


\*使用した鏡とアクリル板

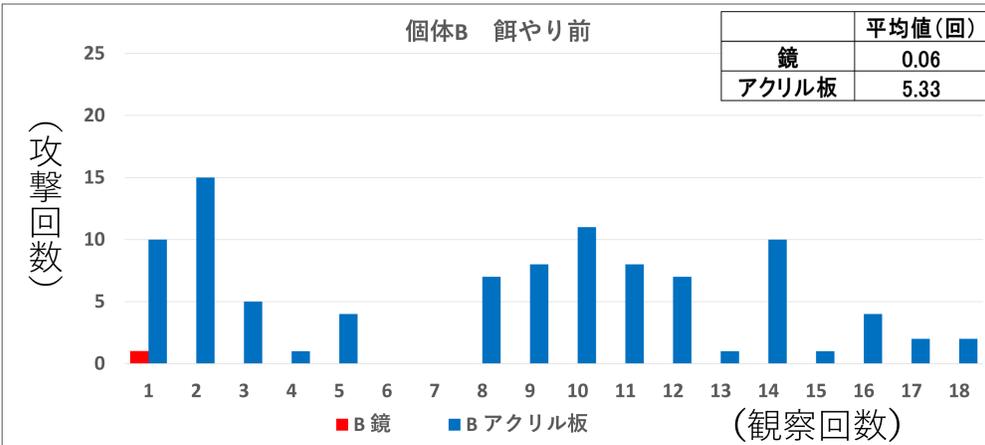
### 実験方法②

鏡とアクリル板に対する**攻撃回数を計測**する。また、鏡とアクリル板は約2週間で交換する。観察の方法はアユに餌をやる前後に左右それぞれのアユの動画を**1分間撮影**する。その後、**検定を用いて**①鏡とアクリル板、②餌やり前と餌やり後、③個体Aのアユと個体Bのアユの3つの観点から攻撃回数に**有意差**があるといえるか調べる。

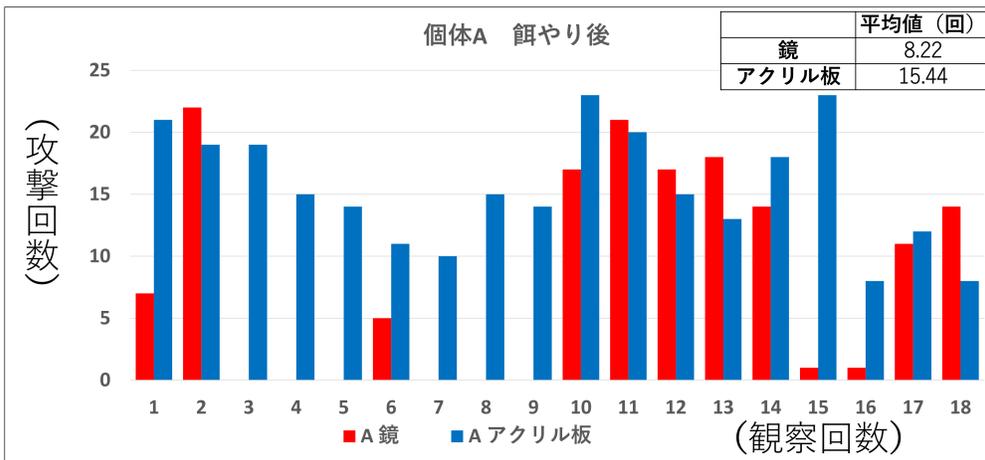
## 結果



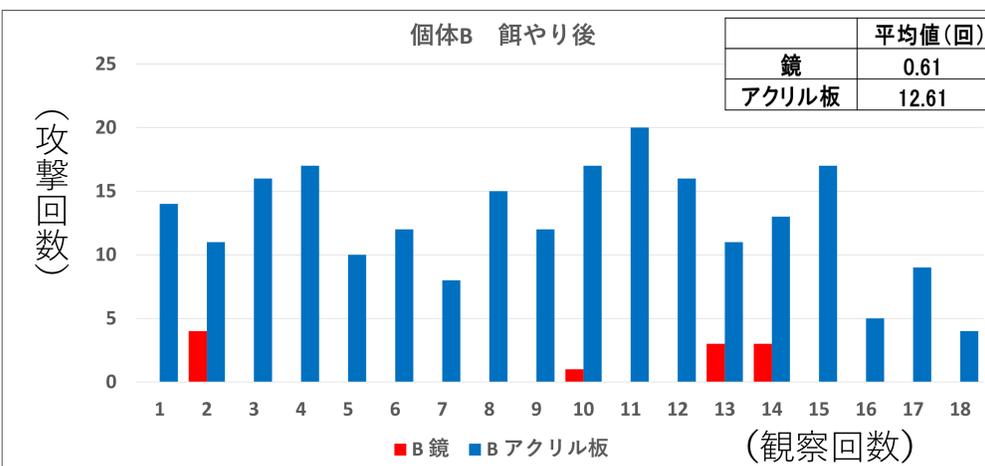
グラフ① 個体Aのアユの餌やり前の攻撃回数のグラフ  
\*縦軸を攻撃回数、横軸を観察回数、赤色のグラフが鏡の時、青色のグラフがアクリル板の時の攻撃回数を示す。なお以下のグラフはすべて同じ表記方法。



グラフ② 個体Bのアユの餌やり前の攻撃回数のグラフ



グラフ③ 個体Aのアユの餌やり後の攻撃回数のグラフ



グラフ④ 個体Bのアユの餌やり後の攻撃回数のグラフ

## 考察

実験結果から次の視点で攻撃回数に**有意な差が認められるかどうかを検定**した。なお、この結果はt分布であると仮定し、**t検定**を用いた。(p<0.05)

結果より、**すべての条件下**で個体A・Bどちらも**鏡**に対する**攻撃回数よりもアクリル板**に対する**攻撃回数のほうが多い**ことがわかる。

ところが、個体Aでは鏡に対する攻撃回数が多い時があることがグラフよりわかる。このことから、**個体Aは鏡像自己認知をしていない**と考えた。しかし、検定の結果より鏡に映る自分の姿に**何らかの違和感**を持っていると考えた。

個体Bでは、個体Aと比べて攻撃回数により大きな差がみられる。個体Bでも鏡に対して攻撃をしている時がある。だが、これは鏡に付着したコケを食べようとした行動を攻撃と計測してしまったためと考えた。よって**個体Bは鏡像自己認知をしている**と考えた。

餌やり前と後では**餌やり後のほうが活発に攻撃を行った**。これは、餌を与えることによってアユの活性に差が生じ、それが攻撃回数の差として現れたと考えた。

最後に、餌やり前では鏡とアクリル板に対する攻撃回数には有意差はあるとは言えないが、餌やり後では有意差があると言える。つまり、個体A・Bには、**個体差がある**と言える。これは餌やり後のほうが攻撃が活発になったため**個体差が顕著に表れた**と考えた。

### ① 鏡とアクリル板

個体 (p値)	餌やり前	餌やり後
A	◎ (p=0.000)	◎ (p=0.000)
B	◎ (p=0.000)	◎ (p=0.000)

### ② 餌やり前と餌やり後

個体 (p値)	鏡	アクリル
A	◎ (p=0.001)	◎ (p=0.000)
B	○ (p=0.048)	◎ (p=0.000)

### ③ 個体Aと個体B

境界 (p値)	餌やり前	餌やり後
鏡	✕ (p=0.058)	◎ (p=0.000)
アクリル	✕ (p=0.070)	◎ (p=0.000)

## まとめ

本研究より、**アユは鏡像自己認知をする可能性が認められた**。また、餌やり前に比べ餌やり後のほうが活発に攻撃すること、**個体差がある**ことが分かった。

## 今後の課題

- より多くの個体を用いて実験を行う
- 鏡やアクリル板をきれいに保ち実験の精度を高める
- 攻撃の定義を明確にする

## 追加実験

- 個体数を4匹増やして実験を行っている
- アクリル板をより頑丈なガラスへ変更し鏡も以前より頑丈なものに変更している

## 引用・参考文献

- Frans B. M. de Waal (2019) "Fish, mirrors, and a gradualist perspective on self-awareness", journal.pbio.
- Haruo Honda and Ryosuke Yamamoto(2018),Height and horizontal distance of territorial attacks by ayu (Plecoglossus altivelis ) were observed in aquaria, Japan. J.lchthyol., 65(2), 205-209
- photoAC <https://www.photo-ac.com>, (2022.7.10)

## 謝辞

本研究でお世話になった方々に心より感謝申し上げます。

- 研究指導 長浜バイオ大学 黒田 智 先生  
MPI-AGE 大西 真駿 研究員
- 実験魚の提供 賀茂川漁業協同組合 様