

ワキン (*Carassius auratus*) と デメキン (*Carassius auratus auratus*) の 嗅覚の違いについて

班員 岡部 天音、福島 充希子、藤本 雅妃、本多 祐喜
担当教諭 合田 怜史

キーワード：グルタミン酸ナトリウム、忌避行動、警報物質、嗅球、嗅神経

To reveal the difference in the sense of smell between Wakin(*Carassius auratus*) and Demekin(*Carassius auratus auratus*), we examined their responses to a monosodium glutamate solution (MSGS) and an alarm substances taken from zebrafish. In MSGS, Demekin exhibited more pronounced behavioral differences than Wakin. In alarm substances, Demekin tended to move a longer distance. This suggests that Demekin have a better sense of smell than Wakin.

1 はじめに

キンギョは、コイ科フナ属に属する小型の淡水魚であり、フナ類を原種として長期間にわたる品種改良によって多様な形質が形成されてきた代表的な観賞魚である。現在では体型や色彩、眼の形態などに大きな違いをもつ多くの品種が存在する。ワキンとデメキンはその中でもよく知られた代表的な金魚の品種である。ワキンはフナの体型に近い流線型が特徴であり、デメキンは眼球が外側に大きく突出していることが特徴である。魚類の嗅覚情報は、鼻腔内に存在する嗅球でにおい物質を受容し、その信号が嗅神経を通過して脳へと伝達される。一般的に嗅球が大きく、嗅神経が太い動物ほど嗅覚が優れていると言われている(P Ioalé¹, F Papi “Olfactory bulb size, odor discrimination and magnetic insensitivity in hummingbirds “, 1989)。

デメキンはワキンよりも視野が狭く、視力が弱い可能性があることが報告されている(東京農業大学第一高等学校「デメキンの視力に関する研究」, 2025)。キンギョは採餌行動の際、視覚や嗅覚などを利用している。このことから、視覚への依存度が低いデメキンの方が、ワキンよりも嗅覚が優れてい

ると予想した。本研究では、両品種の嗅覚能力を比較し、どちらの嗅覚がより優れているかを明らかにすることを目的とした。

2 実験

【実験1】

グルタミン酸ナトリウムに対する行動の観察
<材料>

- ・ワキン
- ・デメキン
- ・Y字型のトンネル (ペットボトルで作成)
- ・グルタミン酸ナトリウム
- ・蒸留水
- ・水槽 (600mm×910mm×205mm)
- ・注射器
- ・魚網

<方法>

水槽の中にY字型のトンネルを設置し、キンギョを①に魚網で留めた(図1)。無作為に選んだ分岐した片方にグルタミン酸ナトリウム水溶液10mLを投入し、それと同時にキンギョを解放した。その後、1分間キンギョが「溶液ありの方向」または「溶液なしの方向」のどちらに進んだかを記録した。1分間でどちらにも動かなかった場合は「どちらにも進まなかった」と記録した。グルタミン酸ナトリウムは金魚の

餌の主な成分となる物質であるため、金魚が好むにおいと考え、使用した。グルタミン酸ナトリウムの濃度は0.1%、1.0%、10%の3種類とした。

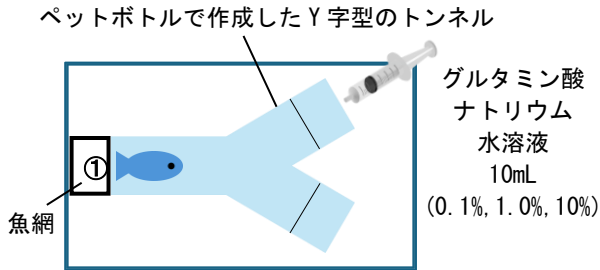


図1 実験装置の概略図
Y字型のトンネルにキンギョを入れ、グルタミン酸ナトリウム水溶液に反応するかを記録した。

<結果>

ワキンが進んだ方向の割合は異なる濃度間で有意に異なった(図2)。デメキンが進んだ方向の割合も異なる濃度間で有意に異なった(図3)。濃度0.1%では、ワキンが溶液ありの方向に進んだ割合は9%、デメキンが溶液ありの方向に進んだ割合は27%となり、デメキンが溶液ありの方向に進んだ割合が有意に大きくなった(p<0.05, カイ二乗検定)。濃度1.0%では、ワキンが溶液ありの方向に進んだ割合は22%、デメキンが溶液ありの方向に進んだ割合は44%となり、デメキンが溶液ありの方向に進んだ割合が有意に大きくなった(p<0.05, カイ二乗検定)。濃度10%では、ワキンが溶液ありの方向に進んだ割合は0%、デメキンが溶液ありの方向に進んだ割合は8%となり、どちらのキンギョも溶液ありの方向に進まない傾向がみられた。

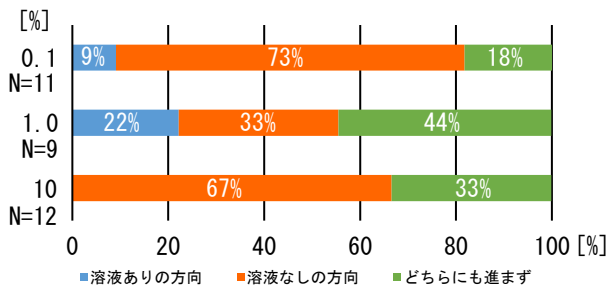


図2 ワキンが進んだ方向の割合

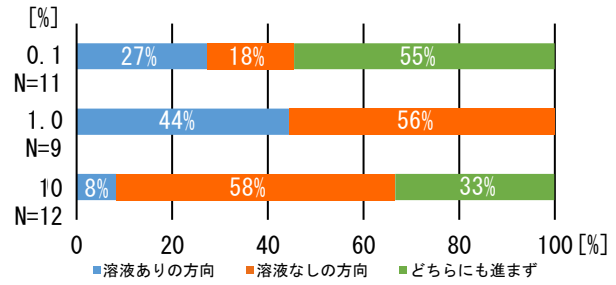


図3 デメキンが進んだ方向の割合

<考察>

各濃度においてデメキンの方がワキンより溶液ありの方向に進んだことから、デメキンの方がワキンより嗅覚を使って行動を決定している可能性があると考えられる。また、両種とも濃度1.0%のグルタミン酸ナトリウム水溶液に最も強く反応したことから、キンギョの好みの濃度が存在する可能性があると考えられる。また、いずれの濃度、種においても溶液なしの方向に進んだ個体やどちらの方向にも進まなかった個体の割合の方が高かったことから、実験条件に問題があった可能性が考えられる。

【実験2】

警報物質に対する行動の観察

<仮説>

出目金の方がワキンより強い忌避行動を示す。

<忌避行動とは>

忌避行動は危険なものを避けようとする行動であり、傷ついた魚から放出された警報物質を他の魚が受け取ることで起こる。警報物質は、同種や近縁種の魚に危険が迫っていることを知らせる化学物質である。典型的な忌避行動の流れは、まず急激な方向転換を繰り返しながらでたために泳ぐ、ダーティングと呼ばれる行動をした後、動きを止めて水底に静止する、フリージングと呼ばれる行動を行う。

<材料>

- ・ワキン
- ・デメキン
- ・ゼブラフィッシュの鱗から採取した警報物質

- ・水槽 (287mm×488mm×327mm)
- ・マイクロピペット
- ・スマホ (カメラ機能を使用)
- ・カメラスタンド

<方法>

ゼブラフィッシュは、ゼブラフィッシュから採取した警報物質に対して最も強い忌避行動を示す。キンギョもゼブラフィッシュの近縁種であるため、ゼブラフィッシュから採取した警報物質を使用した。

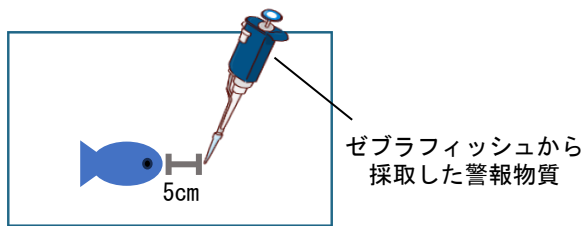


図4 実験2の様子。
離れた場所にマイクロピペットで警報物質を投入した。

ゼブラフィッシュの鱗から採取した警報物質を百倍、千倍、一万倍、十万倍に希釈し、キンギョから約5cm離してマイクロピペットで投入した(図4)。その後3分間キンギョが動いた1秒ごとの距離と移動した距離の合計をそれぞれ記録した。キンギョの泳ぐ深さが変わると移動した距離を正確に測ることができないため、ワキンは水5Lが入った水槽、デメキンは水7Lが入った水槽で実験を行い、キンギョが泳ぐ深さを制限した。水の量に合わせて、ワキンは500μL、デメキンには700μLの希釈した警報物質を投入し、濃度をそろえた(図5)。また、コントロールとして蒸留水で同様に実験を行った。

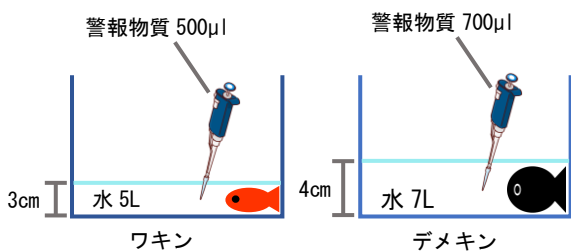


図5 実験2の様子。
ワキンとデメキンの体サイズに合わせて水深を調整した。

<結果>

濃度が低くなるにつれ、ワキンの動いた距離の平均は短くなり、デメキンの動いた距離の平均は長くなる傾向がみられた(図6)が、有意差は見られなかった(p<0.05, カイ二乗検定)。

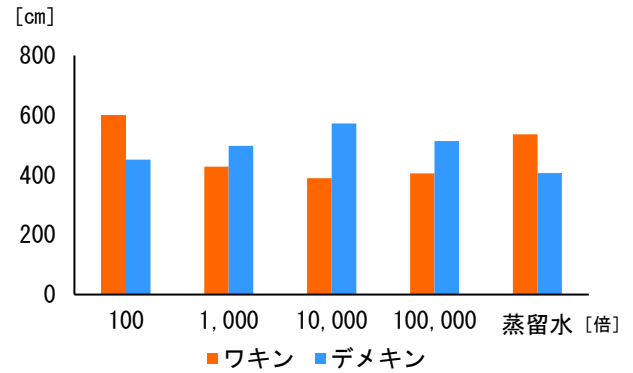


図6 3分間にキンギョが進んだ距離の平均

<考察>

ワキンとデメキンで警報物質に対する反応に違いはないと考えられる。しかし、実験中にダーティングやフリージングといった忌避特有の行動が見られず、ゼブラフィッシュから採取した警報物質に対して忌避行動を示さない可能性も考えられる。そのため、実験方法を考え直す必要がある。

【脳の形態的な観察】

<仮説>

デメキンのほうが嗅球が大きく、嗅神経が太い

<材料>

- ・ワキンの死骸 (冷凍保存)
- ・デメキンの死骸 (冷凍保存)
- ・撮影機能付き実体顕微鏡
- ・解剖用具 (メス、ピンセットなど)

<方法>

冷凍保存されたキンギョを室温で解凍し、頭部を切開して脳を露出させ、撮影機能付き実体顕微鏡で嗅球と嗅神経の形態を観察して撮影を行った。撮影した画像から、嗅球の長径と短径、嗅神経の幅を測定した。

<結果>

デメキンでは、嗅球及び嗅神経を明確に確認することができた。右嗅球の長径は190μm、短

径は69 μm であり、左嗅球の長径は207 μm 、短径は62 μm であった。また、嗅神経の幅は119 μm であった。これに対し、ワキンでは水分が失われ、組織が崩壊していたため、嗅球及び嗅神経の確認はできなかった。

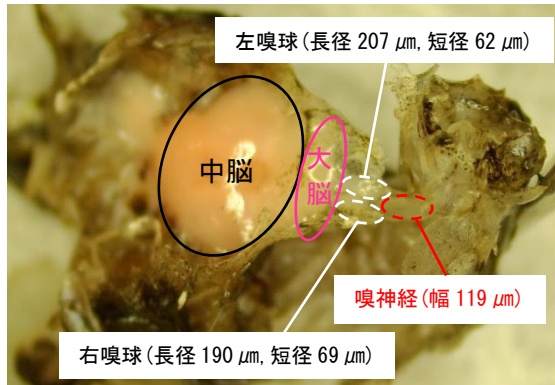


図6 解剖後のデメキンの頭部の写真

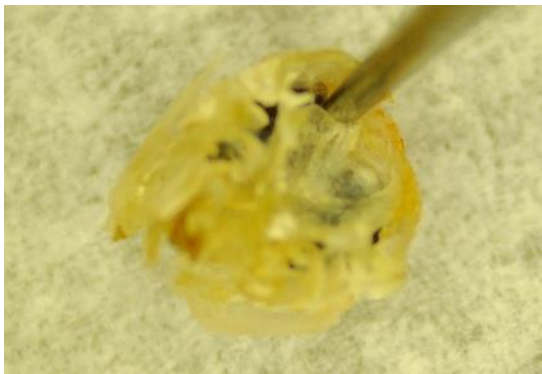


図7 解剖後のワキンの頭部の写真

この結果から、保存状態が観察結果に大きく影響することが示唆された。今後は、より適切な保存方法を検討する必要があると考えられる。

3 結論

デメキンの方がワキンより嗅覚が優れていることが示唆された。

4 今後の展望

以下の3つの実験を行いたいと考えている。

○嗅覚を一時的に失わせた状態での実験

熱した針を金魚の鼻孔の中に入れ、一時的に嗅覚機能を失わせる。その状態で実験1と同様に、グルタミン酸ナトリウムへの反応を調べる。この実験を行うことで、金魚のグルタミン酸ナトリウムへの反応にどれほど嗅覚が影響して

いたのかを明らかにできると考えられる。

○金魚から採取した警報物質に対する忌避行動の観察

実験2より両品種とも、ゼブラフィッシュから採取した警報物質に対して忌避行動を示さない可能性がある。そのため、両品種間の忌避行動の違いを比較するためには、実験対象と同種の魚から採取した警報物質を使用する必要があると考えられる。金魚の警報物質を使用することで、より明瞭な忌避行動を確認できることが期待できる。また、警報物質は、キンギョの死骸の鱗から採取しようと考えている。

○両品種間の嗅球と嗅神経の比較

キンギョの死骸の保存方法の見直しを進めるとともに、解剖するキンギョの個体数を増やし、両品種間の嗅球の大きさや嗅神経の太さの比較を行う。また、より精密な画像解析を用いて、嗅球が脳に対して占めている割合の比較も行いたい。

5 謝辞

本研究を行うにあたり、金沢大学竹内様の、ゼブラフィッシュの警報物質の提供・研究手法の助言等、多くのお力添えをいただきました。厚く御礼申し上げます。

6 参考文献

- (1) 理化学研究所. “魚の嗅覚警報物質を発見.” 理化学研究所. 2024-02-29.
https://www.riken.jp/press/2024/20240229_1/index.html, (参照2025-12-27).
- (2) 山下航平, 佐藤智恒, 畑中佑心, 青柳祐玖. デメキンの視力に関する研究. 日本水産学会. 2005, 91, 5, 467.