

金魚の記憶と色覚の関係性についての考察

静岡県立焼津中央高校

科学部 2年 鈴木瑤之亮 1年 瀧晴渡・西村空・本田朋也・村松佑太

1 研究の目的

観賞魚として私たちの生活に最も身近でよく知られている金魚を用いて行動を観察し、その様子から視覚的かつ客観的な視点による考察を導出して、金魚と記憶能力・色の識別能力についての関係性を解明することを目的とした。

2 調査に用いた金魚の情報

2種類3匹の金魚を用いて調査を行った。調査に際して3匹を識別するために、それぞれを金魚 α (更紗流金)、金魚 β (コメット)、金魚 γ (コメット)と命名した。

3 調査方法及び判定方法

(1) 環境条件

- ・水温は10～15℃程度で管理した。
- ・調査に際して周囲の光の影響を極力受けないように簡易的な暗室状態を作った。

(2) 実験・計測・判定

ア 条件付け

各金魚に正確な情報を記憶させるために餌を用いた条件付けを行った。1日あたり4回行い、1回あたりの観察を2分間とした。記憶の対象にはD区画に赤いバルーンを使用し、餌をD区画に用意して金魚を観察した。条件付け・本実験に際して水槽を8分割し、区画ごとにA～H(図-1)の名称を付けて金魚を観察した。

H	F	D	B
G	E	C	A

図1 区画分割図

イ 本実験

本実験は以下の条件・手順で1匹ずつ行った。(図-2)調査時間は各条件すべて2分間であり、4日間で4回行った。餌を実験で用いる場合、条件付けと同様にD区画に餌を用意し、他の区画に流れ込まないようにして調査を行った。

<条件>

- ① 餌あり 赤いバルーン使用 (条件付けと同じ状態)
- ② 餌あり 青いバルーン使用
- ③ 餌なし 赤いバルーン使用
- ④ 餌なし 赤いバルーン使用 ③から30分経過後
- ⑤ 餌なし バルーン不使用 ④から30分経過後

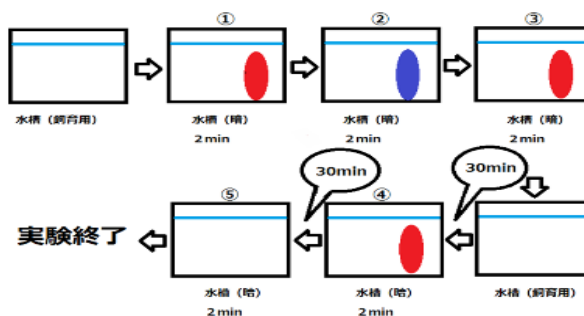


図 2 本実験過程

ウ 計測方法

カウンターを用いて計測を行った。今回は金魚の記憶能力を視覚的かつ客観的に判断するために、1 区画に完全に体が入っている状態を「1 回通過」と考え各区画ごとの通過回数を調査した。なお、この計測方法は条件付け・本実験共通である。

エ 判定方法

記憶の有無を客観的に判断するために、計測で得られた数値と以下の数式(数式－1)を用いて条件付けと本実験の比較を行い、判定の最重要資料とした。今後、本調査ではこの数式によって算出された数値を「通過割合」として定義する。記憶能力の有無についての判定は通過割合の比較を主とし、動きの傾向など目視で得られた情報も十分に加味して総合的に判断・決定した。

$$(\text{通過割合}) = (\text{各区画毎の移動回数}) \div (\text{各区画毎の移動回数の和}) \times 100$$

数式 1

※この算出方法は条件付け・本実験において共通である

4 実験結果

実験結果について図－4～6 に、また、条件付けのデータは図－3 に示す。なお、以下にある①～⑤の数字は、図－2 本実験過程の数字と対応している。なお、通過割合は全て整数値で算出している。そのため、通過割合の和が 100 にならない場合がある。

	A	B	C	D	E	F	G	H
α	14%	7%	17%	7%	24%	9%	13%	9%
β	8%	3%	13%	10%	29%	20%	7%	10%
γ	12%	9%	19%	9%	21%	12%	9%	10%

図 3 条件付け 通過割合

(1) 金魚 α (図－4)

条件付けと①・③を比較して、D の通過割合は増加しているといえる。E における通過割合はいずれの実験においても増加している。③において A・B における通過割合が明らかに減少していて、条件付けでは確認されなかった傾向が見られた。④においては条件付けや①と同じような通過割合になっていた。⑤における D の通過割合は①・③・④と②の中間程度の数値となっていて、全体的に見ると通過割合の分布のバランスが良い。

	A	B	C	D	E	F	G	H
①	9%	8%	13%	13%	19%	15%	12%	11%
②	14%	10%	18%	6%	20%	14%	8%	9%
③	4%	3%	9%	10%	20%	16%	19%	14%
④	12%	9%	14%	12%	17%	13%	12%	8%
⑤	12%	7%	14%	10%	17%	14%	14%	11%

図 4 本実験 金魚 α の通過割合

(2) 金魚 β (図-5)

条件付けと①・③を比較するとDの通過割合は増加しているといえる。しかし、①・③と②の通過割合を比較すると金魚 α 以上に大きな差がみられる。Eの通過割合はいずれの実験においても増加していたが、条件付けの通過割合を上回ることにはなかった。また金魚 α と同様に③においてA・Bにおける通過割合が明らかに減少している。④において③と同様にA・Bの通過割合が低いものの、Dの通過割合は条件付けや①の数値に近い。⑤においては条件付けや①と同じような通過割合の分布となった。

	A	B	C	D	E	F	G	H
①	12%	6%	13%	15%	20%	17%	6%	12%
②	9%	4%	10%	2%	28%	12%	18%	18%
③	6%	4%	5%	11%	24%	15%	17%	19%
④	7%	5%	15%	15%	25%	15%	9%	11%
⑤	11%	7%	14%	14%	22%	16%	7%	9%

図 5 本実験 金魚 β の通過割合

(3) 金魚 γ (図-6)

条件付けと①・③を比較すると金魚 α ・ β と同様にDの通過割合は増加している。①・③と②を比較するとやはり通過割合に大きな変化が現れた。金魚はバレーン付近の区間を行き来することが多く、GやHは通過割合が減少している。④において金魚 α と同様にDの通過割合は①・③・④と②の中間程度の数値となった。Bの通過割合が他と比較して低い数値となった。⑤においてはDの通過割合が条件付けや①・③・④の数値を上回るという数値となった。⑤においてはDの通過割合が条件付けや①・③・④の数値を上回るという現象が見られた。

	A	B	C	D	E	F	G	H
①	15%	12%	15%	15%	17%	10%	7%	7%
②	21%	13%	21%	9%	11%	12%	4%	8%
③	19%	11%	14%	15%	12%	15%	5%	7%
④	12%	12%	13%	13%	21%	18%	11%	9%
⑤	15%	12%	16%	18%	19%	18%	8%	6%

図 6 本実験 金魚 γ の通過割合

5 考察及び結論

(1) 金魚 α についての考察

条件付けと比較すると、Dの通過割合は全体的に増加傾向にある。これには赤いバレーンに対しての警戒心が薄れ、慣れが生じた可能性が考えられる。よって金魚 α は記憶能力を有して

いるといえる。また、④の結果より 30 分経過しても記憶は維持されたままであると考えられるので、金魚 α は長期的に記憶を維持する能力があると考察できる。

青いバルーンを用いた②と①・③との比較では明らかに通過割合が減少している。青いバルーンに対して警戒等の意識があったものと考えられる。このことから、金魚 α には色覚的な識別能力があるといつて問題ない。

③において通過割合が明らかに減少していた箇所(A・B)があった。これについて、環境的な要因や身体的疲労、外部の音に反応した可能性等様々なことが推測でき、一つの結論に至ることは不可能であったものの、このように、金魚の記憶能力は何かしらの外的要因によって一時的に阻害されてしまう可能性が考えられる。

(2) 金魚 β についての考察

条件付けと比較して、D の通過割合は全体的に増加傾向にある。これには赤いバルーンに対しての警戒心が薄れ、慣れが生じた可能性が考えられる。よつて金魚 β は記憶能力を有しているといえる。また、④の結果より 30 分経過しても記憶は維持されたままであると考えられるので、金魚 β は長期的に記憶を維持する能力があると考察できる。

青いバルーンを用いた②では、D の通過割合が他の金魚と比較しても明らかに減少している。これは、青いバルーンを警戒というより危険視していると考えられる。このことから、金魚 β には色覚的な識別能力があるといつて問題ない。

金魚 α と同様に③において通過割合が明らかに減少していた箇所(A・B)があった。前述したとおりのことが考えられる。

(3) 金魚 γ についての考察

金魚 $\alpha \cdot \beta$ と同様に、条件付けと比較して、D の通過割合は全体的に増加傾向にある。これには赤いバルーンに対しての警戒心が薄れ、慣れが生じた可能性が考えられる。よつて金魚 γ は記憶能力を有しているといえる。

青いバルーンを用いた②ではDの通過割合が減少していた。青いバルーンに対して警戒等の意識があったものと考えられる。このことから、金魚 γ には色覚的な識別能力があるといつて問題ない。

金魚 $\alpha \cdot \beta$ に見られた③のような傾向は見られなかった。この金魚 γ は三匹の中で最も成熟しており、外的要因に対して抵抗する能力がある可能性が考えられる。

(4) 最終結論

三匹に共通してみられる傾向として、①・③と②との比較により、明らかに条件付けを行った赤いバルーンのほうは通過割合が高く、青いバルーンとの間に大きな差が見られるという点がある。このことより、金魚 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ はそれぞれ記憶能力や色の識別能力を有しているといえる。

④より 30 分が経過しても記憶は維持されたままであるので、金魚 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ は長期的に記憶を維持する能力があると考察できる。

また、金魚 $\alpha \cdot \beta$ において確認された③における傾向から、絶対的な記憶を有していても外的要因によって一時的に阻害される可能性があるといえる。しかし、金魚 γ においてはその傾向は見られず、ある程度成熟した個体であればその限りではない。

⑤においてはそれぞれの金魚においては共通した傾向が見られず、普段の生活における行動の様子がそのまま反映されたと考えられ、バルーンが設置されている場合とされていない場合の識別も行えている。ゆえに、金魚 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ はそれぞれ状況を把握する能力も有していると

いえる。

以上のことを踏まえると、金魚は記憶能力・色の識別能力を持続的に有していると考察でき、これをもって今回の調査の最終結論とする。

6 今後の展望

人間や動物は一般にタンパク質が記憶に大きな影響を与えているといわれている。そこで、既にマウスなどの動物等で多く行われているタンパク質の投与による記憶の促進についての研究をしてより研究を発展させていきたいと考えている。魚類についても同様のことがいえるのか大変興味深い。