

## 21 行動 ～魚の目は何をみているのか～

### 1 研究の動機

自然科学部に入部して熱帯魚等の世話をしておて熱帯魚等の行動に興味を持つようになった。理科研究論文集に他校の研究が載っており、淡水で飼育しやすいメダカ、アカヒレ、金魚を用いて魚の群れ行動・水流に対する定位について研究していたが、色に関する記載はなかった。そこで魚はどのように行動をするのか、色に対する反応について調べてみようと思った。

### 2 目的

魚の目は、実際に形や色を見ることができるのかを調べる。

### 3 研究の流れ

#### (1) タナゴの飼育

飼育していたメダカ、金魚に加え、淡水で飼育しやすいタナゴの飼育をする。

#### (2) 群れ行動についての確認

タナゴ、メダカ、金魚は別々に飼育していると、集団を作る。この3種類の魚を同じ水槽に入れるとどのようになるか調べる。

#### (3) 水流に対する定位の反応性

参考文献になかったタナゴの水流に対する定位の反応性を調べる。

#### (4) 周囲の景色に対する定位

反応性のよいタナゴで周囲の景色を回転させたときの定位について調べる。

#### (5) 明度と彩度に対する定位反応

明度と彩度に対する定位反応について調べる。

### 4 実験1 集団に対する反応

別々に飼育していると集団を作る魚を、同じ水槽に入れると群れのつくり方はどうなるかについて調べる。

#### (1) 魚の種類

タナゴ・メダカ・キンギョ(和金)

#### (2) 方法

タナゴ(9匹)・メダカ(13匹)・キンギョ(8匹)を同じ水槽に入れて時間を追って観察する。

#### (3) 仮説

同じ種類の魚だけで群れをつくる。

#### (4) 結果

同じ水槽に入れた直後は、図1のように左端と右下にタナゴ、中央に金魚、左上にメダカというように同じ種類の魚で群れをつくっていたが、15分経過した時点では、図2のように異なる種類の魚でもひとつの群れをつくり、その後も群れの状態を保っていた。

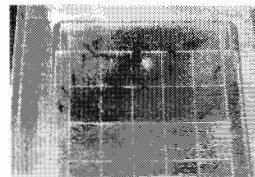


図1 混ぜた当初

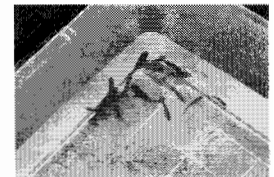


図2 15分後

#### (5) 考察

タナゴ・メダカ・金魚は異なる種類の魚でも群れをつくると思われる。仮説は否定された。

#### (6) 今後の課題

今回の群れの実験では、生活様式の同じ魚で実験したが、昨年先輩がシクリッドの攻撃性について研究をしたので、攻撃性のある魚を混ぜたときの行動についても今後実験してみたい。

### 5 実験2 水流に対する反応

#### (1) 魚の種類

タナゴ(9匹)・メダカ(13匹)・キンギョ(8匹)

#### (2) 目的

水流に対して、どのような泳ぎ方をするのかを調べる。

(3) 方法

直径35cmの円形水槽に種類ずつ魚を入れ、手で水を回して水流をつくりどのよう泳ぐかを調べる。一種類につき3回ずつ繰り返した。

(4) 仮説

川に棲む魚は、河野流れに流されず常に一定の場所に居続けることができるから、流れに逆らって泳ぐ。

(5) 結果

3種類ともすべての個体が水流に逆らって泳いでいた。

(6) 考察

魚は実際には流れのあるところで生活しているので、常に一定の場所にいられるよう流れに逆らって泳いでいると思われる。これを水流に対する定位行動とする。

仮説は正しいことがわかった。

### 6 実験3 周囲の回転に対する反応

水流の実験で一番反応がよかったタナゴを用い、周囲の景色を回転させたときの反応を調べる。

(1) 魚の種類

タナゴ(体長2.5cm 9匹)

(2) 方法

画用紙に幅1cm、角度70度の黒い線をマジックで5cm毎に書き、黒と白の斜めの縞模様を作る。それを円形にして50cmの糸4本でつるし、秒速0.5cmの速さで水槽の外側で1分間回す。画用紙は図3のように回した。回し始めは回転数が少ないが、回転数が一定になったところで、観察した。実験は5回繰り返した。図4は実験の様子。



回転の方向

図3 実験用紙



図4 実験の様子

(3) 仮説 周囲の景色が回るのを、目で見るだけでは定位行動はとらない。

(4) 結果 9匹中9匹すべてが、模様が回る方向に向かって泳いだ。定位行動をしたと判断したものは実験時間の半分以上定位行動をしたものとした。図5はタナゴが定位行動をとっている様子。

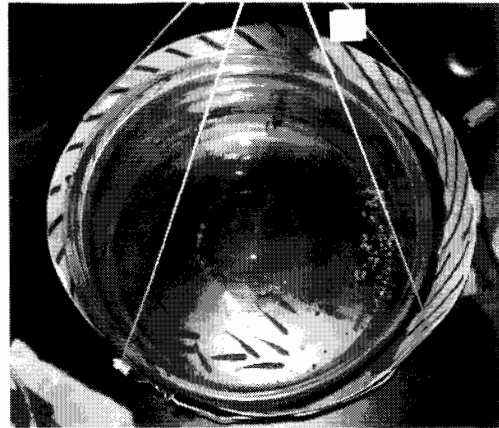


図5 周囲の景色に対する定位行動

(5) 考察 魚は実際に水の流れを感じなくても、目で景色を見るだけで、定位行動を取るといえる。これは人間が電車に乗ったときに自分が乗っている電車と反対方向の電車が動き出すと自分が乗っている電車が動き出したように錯覚することと同じことだと思われる。

仮説は否定された。

### 7 実験4 他の色に対する反応

他の色に対する反応を調べるため、予備実験

として身近にあった橙色のマジックで模様をつくった。

(1) 方法

画用紙に黒い線ではなくマジックの橙色を使って、実験3と同様の方法で行う。

(2) 仮説

黒で泳いだので、マジックの橙色に変えても定位行動をとる。

(3) 結果

実験3で実験したときと同じように9匹中9匹定位行動をとった。

(4) 考察

タナゴは橙色を認識することができると思われる。仮説は正しいことがわかった。

## 8 実験5 彩度と明度に対する反応

橙色に反応したので、さらに別の色に対する反応と色の明るさに対する定位反応を調べた。

(1) 方法

明度を変えパソコンで印刷した黒と各色の紙を用い、実験3と同様の方法で実験を行った。明度数と彩度数はマンセン色立体を参考に数値化した。明度数は数字が大きいほど明るくなる。黒の場合は彩度数はなく、明度数が大きくなるにつれうすい灰色になっていく。色については彩度数の数字が大きいほど鮮やかさが増す。

(2) 仮説

明度、彩度を変えても色を判断することができる。

(3) 結果

実験3と同じように色が回る方向に向かって泳いだ。反応した個体数は表1に示すように、黒3の明度数4までは9匹中8匹反応したが、黒4の明度数7では9匹中3匹しか反応しなかった。今回実験に使用した緑、紫、青、赤、黄の明度数、彩度数と定位反応をとった個体数は、明度数に関係なく9匹中6または7匹であった(表1)。

黒4と黄色を比べると、同じ明度数7でも黒4は9匹中3匹しか定位行動をとらなかったのに対し、黄色は9匹中7匹定位行動をとった。

表1 パソコンで印刷した用紙に対する定位反応

	マンセル色立体による		反応したタナゴの数 (9匹中)
	明度数	彩度数	
黒1	0	-	8
黒2	3	-	8
黒3	4	-	8
黒4	7	-	3
緑	2	8	7
紫	2	5	6
青	2	5	7
赤	3	6	6
黄	7	6	7

(4) 考察

黒の明度数と定位反応をとる個体数には関係があり、明度数が小さいとほとんどの個体が定位行動を取るが、明度数が大きい(=うすい灰色)と定位反応が弱くなるため、タナゴははっきりしたものは見えるがうすいものは見えにくいと思われる。

各色の明度数・彩度数による定位反応は、今回の実験では彩度数が5以上と高かったため、明度数に関係なく9匹中6匹または7匹と高い割合で定位行動をとったと思われる。

黒4と黄色の反応数の比較から、タナゴは明度だけでなく彩度つまり色も見ることができ、定位反応の差になって表れると思われる。

(5) 今後の課題

今回の実験では彩度の数値が高いものでしか実験してないので、今後彩度については彩度数1~8の段階を増やして実験していきたい。

## 9 実験6 明度に対する反応

実験5では黒の明度数が連続していなかったため、明度数が0から7になるようにパソコンで印刷した8枚を用意し、実験3と同様の方法で実験を行った。

(1) 方法

明度数0から7の8段階の濃度でパソコンで印刷し、実験5と同様の実験を行う。図6は実験に使用したパソコンで印刷した用紙。



図6 明度を変えて印刷した実験用紙

(2) 仮説

実験5でも明度を変えて反応したので、明度数4までは反応する。

(3) 結果

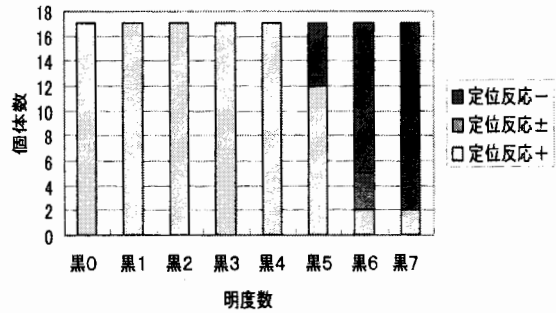
明度数0から7に対して反応したタナゴの数を表2に表した。明度数0から4までは17匹中17匹反応したが、明度数6と7では17匹中2匹しか完全に反応しなかった。実験5と同じように明度数の高い色に対してはあまり反応しなかった。図7は定位反応と明度数の関係をグラフ化したものである。

表2 各明度に対する定位反応

明度数	反応したタナゴの数 (17匹中)		
	+	±	-
黒0 濃い	17	0	0
黒1	17	0	0
黒2	17	0	0
黒3	17	0	0
黒4	17	0	0
黒5	12	0	5
黒6	2	3	12
黒7 うすい	2	0	15

+は、実験中定位反応を取ったとみなした数。  
 ±は、実験中少し定位反応したがほとんど定位反応しなかったとみなした数。  
 -は、実験中全く定位反応しなかったとみなした数。

図7 定位反応と明度数の関係



(4) 考察

明度数0から4までは17匹中17匹反応したが、明度数5から反応しない個体が現れ、明度数6と7では17匹中2匹しか完全に反応しなかったことから黒(灰色)の濃度と定位反応には関係があるといえる。つまり濃い色はしっかりと見ることができるが、うすい色は見えにくいと思われる。

仮説は正しいことがわかった。

10 まとめ

- (1) 群れをつくるときは魚の種類に関係なく群れをつくる。
- (2) 魚は流れに流されることなく泳ぐことができる。
- (3) 魚は実際に流れがなくても周囲の景色を見て泳ぐことができる。
- (4) 明度数が同じでも、彩度のあるものには反応したことからタナゴは色そのものを認識することができる。
- (5) うすい色を使ったときより濃い色を使ったときの方がよく定位反応する。
- (6) 実際の景色は濃い色が多いのでタナゴは景色を見ることができる。

11 感想

水流の実験のように予想通りになった実験や、群れ行動のように予想通りにならなかった実験もあり、実験をやっているととても楽しかった。魚も人間と同じようにうすい色は見えにくいことや、明度(明るさ)だけでなく彩度(色)も見ることができることがわかった。今回の実験でできなかった攻撃性のあるシクリッドを混ぜた群

れ行動や、別の色を用いたときの反応、彩度数の低い色に対する反応を今後の実験で調べていきたい。

## 12 参考文献

「魚の定位行動の研究」 県立長泉高校 勝又重久  
理科研究発表論文集2002年版

「デザインの色彩」 中田 北島 細野 監修 財  
団法人日本色彩研究所