

3.7 魚の行動 第Ⅱ報

～魚の目は何をみているのか～

1 昨年の研究

昨年はタナゴ、メダカ、金魚を使った集団に対する反応、タナゴを使った水流に対する反応と周りの景色に対する反応について研究を行った。その結果、魚は水流に逆らって泳ぎ、一定の場所にとどまる（これを水流に対する定位行動とした）、水流がなくても周囲の模様動きに対して定位する、模様の色も影響を与えることが分かった。周囲に回転させる模様の明度数を連続させ、行動をしらべた。

2 今年の研究の目的

一定の水流の中で距離を泳がせたとき、目で見たものと実際の流れのどちらに影響を受けるか調べる。

3 実験の流れ

(1) 昨年

実験Ⅰ メダカ・タナゴ・金魚の集団形成

円形水槽を用いて行った実験

実験Ⅱ 水流に対する定位

実験Ⅲ 周囲の回転に対する定位

実験Ⅳ 周囲の景色の明度を変えた場合の反応

(2) 今年

直線状の水槽を用いて行った実験

実験Ⅴ 周囲の景色と水流を同時に動かしたときの定位行動

4 昨年までの研究

(1) 実験Ⅰ 集団に対する反応

タナゴ・メダカ・キンギョを同じ水槽に入れて行動を観察して、魚の種類によって群れの様子がどう変わるのか調べたところ、混ぜた当初は同じ種類の魚と群れを作っていたが（図1）、15分後には違う種類の魚とも群れをつくっていた（図2）。このことからこの3種の魚は異なる種でも一つの群れを作ると考えられる。



図1 混ぜた当初 図2 15分後

(2) 実験Ⅱ 水流に対する反応

タナゴ・メダカ・キンギョをそれぞれ水流をつくった円形水槽に入れ、水流に対してどのような泳ぎ方をするか調べたところ、水流に逆らって泳ぐことが分かった。

(3) 実験Ⅲ 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のでタナゴを用いて実験を続けた。

画用紙に幅1cm、角度70°の黒い線をマジックで5cm毎に書いてそれを円形にして水槽の外側で回し、水流を直接からだに感じなくても水流に対する反応が起こるか調べたところ模様が回る方向に向かって泳いだ（図3）。

これは自分が乗っている電車の反対側の電車が動くとき自分が動いたように錯覚することと同じで、模様の動きに対して自分が下がっていると錯覚し、模様に対して同じ位置にとどまるような模様の動きに合わせて泳いだと思われる。



模様回転方向 魚の泳ぐ方向

図3 円形水槽の模様の回転方向と魚の泳ぐ方向

(4) 実験Ⅳ 明度に対する反応

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(図4)、実験Ⅲと同様に実験を行ったところ、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(図5)。

このことから黒(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、うすい色は見えにくい。魚はコントラストのはっきりしたものに反応すると思われる。これを明度の違いによる定位反応とした。

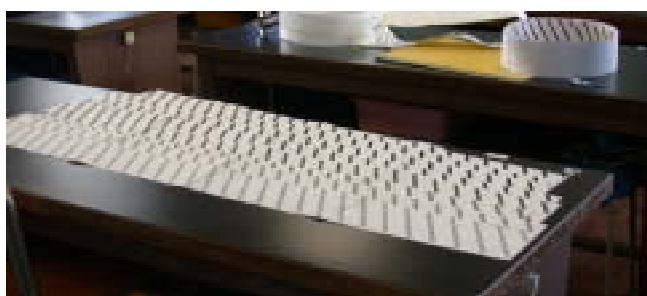


図4 明度を変えて印刷した実験用紙

一番奥が明度数0、手前に行くにつれ明度数が大きくなり、最も手前が明度数7の用紙。

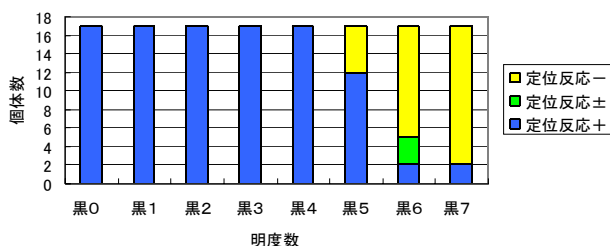


図5 定位反応と明度数の関係

5 今年の研究

(1) 実験Ⅴ 水流と景色が定位行動に与える影響

ア 直線型水槽の作成

一定の水流をつくるため、直線水路状の水槽を製作した。水路は3.6mの2本の雨どいをジョイント用のといを使いコの字型につないだ。一方の端からバスポンプを使って水をくみ上げ他方から流れ落ちるようにした(写真1)。

イ 流速の調整

流速は終点近くにブロックを置き遅いほうから、0.096 m/秒 0.106 m/秒 0.146 m/秒 0.260 m/秒の4段階を設定した。流速の測定は丸型の浮きが1m流れる時間を5回測定し、測定値の中央の3回の平均を秒速に換算した。



写真1 実験に使用した水路

(2) 定位行動の確認

ア 方法

水を流している水路に魚を入れ、流速を変え定位行動を観察する。

イ 結果

メダカ、タナゴ、金魚ともに流れに逆らってその場にとどまる定位行動をとった。

しかし、流速が最も速い(0.260 m/秒)場合には、流れに逆らうことができず、流されてしまった。メダカ、タナゴ、金魚とも1匹で実験したときに比べ、10匹の集団にすると0.260 m/秒でも流されてしまうことなく定位行動が見られ、集団のほうがより早い水流に耐えられた。

ウ 考察

単独では流速が速いと流されてしまうが、集団になるとより速い流れに対しても定位行動が取れるのは、マラソンなどで前に人がいると抵抗が少なくなり走りやすくなることと同じで、泳ぎやすくなるのだと思われる。

(3) 水流がある中で周囲の景色を動かしたときの定位行動

ア 方法

幅2cmの黒い斜線を描いた OHP シートをつないだものを水路上で動かす、行動を観察した。シートの模様は動かす方向が分かりやすいため斜線とし、色は昨年の実験でコントラストが強い模様により強く反応したことから黒とした。予備実験として魚の種類を変えたりシートを動かす向きや速さを変え、行動を観察した結果、3つの行動に分類した。

メダカ、金魚について1匹と10匹で流速を変え、3つの行動をとるかどうかを判定した。

イ 予備実験による行動の分類

- ・魚は上流に頭を向け、同じところにとどまることができる。・・・流れに対する定位
- ・シートを動かすと同じ方向に同じスピードで移動する。つまりシートの模様に対して常に同じ位置にいる。・・・模様に対する定位
- ・予備実験から図6に示す三つの行動に分類した。

行動①模様のシートを上流に向けて動かすとシートと一緒に移動する。シートを動かす速さを変えても同じ行動をする。

行動②下流に向けゆっくり 3cm/秒で動かすと、上流に頭を向けたままシートについてくる。

行動③下流に向け速く 10cm/秒で動かすと頭の方向を変えてシートについてくる。

ウ 結果

メダカ、金魚について1匹と10匹で流速を変え、3つの行動をとるかどうかを判定した結果を表1に示す。

行動①では、メダカは単独だともっとも流速が速い 0.260 m/秒では流れに流されてし

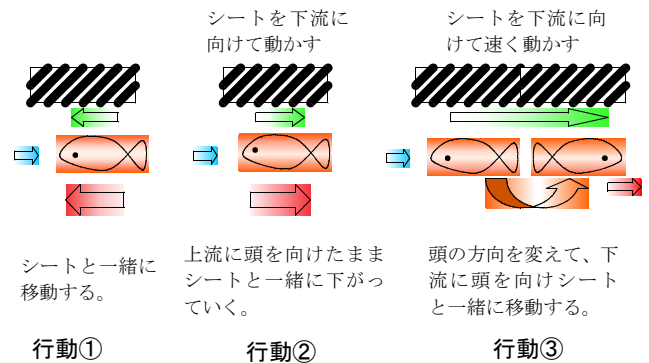


図6 定位行動のパターン

まっていた。しかし、集団になると 0.260 m/秒のときにも流れに逆らって泳いでいた。

行動②ではメダカ単独、集団ともにすべての流速で反応が見られた。

行動③では最も流速が遅い 0.096 m/秒のときは頭を下流に向けて泳ぐことができたが、それ以上の速さになると頭を下流に向けることはなく、行動②の下がる行動しかとらなくなった。

金魚の場合も同様の結果が見られた。

エ 考察

メダカ、金魚は単独で流速を速くすると、下流に向け模様を動かしたときは定位したままシートの模様についてくるが、上流に動かしたときはついてこられない。集団では群れ行動をとって泳ぐためか、流速が速くても模様に対する定位行動を取る。

魚にとって目で見た景色が実際の流れより、定位行動に強く影響を与えていると思われる。しかし、流速が速くなると上流に頭を向けたまま模様についてくるので、流れが速い場合は模様に対する定位と同時に、水の流れに対しても定位していると考えられる。

表1 流速と定位行動のパターンの関係

流速 / 行動パターン	メダカ単独			メダカ集団			金魚単独			金魚集団		
	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③
遅い 0.096 m/秒	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.106/秒	○	○	×	○	○		○	○	×	○	○	
0.146/秒	○	○	×	○	○		○	○	×	○	○	
速い 0.260/秒	×	○	×	○	○		×	○	×	○	○	

○：行動が見られた ×：行動が見られなかった 空欄 実験していない

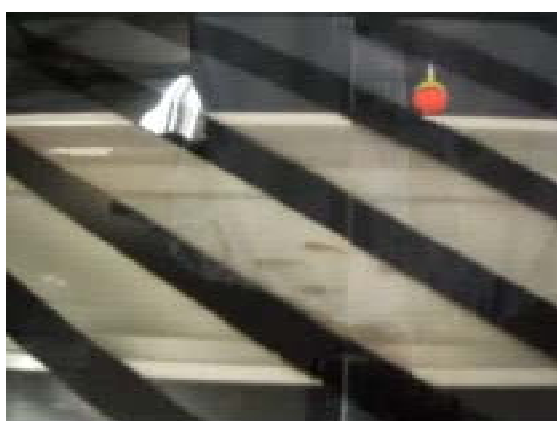


写真2 実験の様子

6 まとめ

水流と目で見た景色のどちらが定位行動に強く影響を与えるかについては、シートをどの方向に動かしてもシートについてくるので目で見た景色のほうが実際の流れより大きく影響する。しかし、流速が速いときは、シートを下流に動かしても必ず上流を向いているので、模様に対する定位と同時に、水の流れに対しても定位しているといえる。

定位行動に与える影響

目で見た景色 > 実際の流れ

7 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

8 謝辞

水路状の水槽を製作するにあたり、加藤学園高校化学部の水の浄化装置の水路を参考にさせていただきました。深く感謝いたします。