

プラナリアの交替性転向反応

班員 市橋 侑也、遠藤 栄治、瀧本 祐介、長谷川 剛広
担当教諭 小林 広典

キーワード：プラナリア、交替性転向反応、BALM 仮説

Turn alternation is an organisms' habit of turning left and right alternately in mazes. BARM theory says that they display turn alternation because they try to equalize the amount of movement between each side of the body. We researched whether planaria display turn alternation and whether this behavior can be explained by BARM theory. Through this experiment, it was found that planaria display turn alternation, but that this was caused by not BARM theory, but other factors.

1 はじめに

プラナリア (*Dugesia japonica*) は扁形動物門に属する動物の一種である (図1)。全国の水質の良い川の底の石の裏などに生息している。再生能力が高く、体を切断されても死なず、切れ端からでも再生する、という特徴を持っている。



図1: プラナリア⁽¹⁾

交替性転向反応は、オカダンゴムシやミミズなどの生物が、連続する分岐路を持つ迷路内において左右交互に転向する傾向を示す反応である (図2)。これまでに、プラナリアの交替性転向反応について調べた例はあったものの、中にはその存在を肯定するものも否定するものもあり⁽²⁾、その有無は不明である。本研究ではプラナリアの交替性転向反応の有無を調べることを目的とした。さらに、プラナリアの交替性転向反応について、そのメカニズムを明らかにすることも目的とした。Bilaterally asymmetrical leg movements 仮説

(以下、BALM仮説) は、生物が左右の足の作業量を均一化しようとするために分岐点を交互に曲がり、その結果として交替性転向反応が起こるとする (図3)。オカダンゴムシの交替性転向反応はこの仮説によって説明できるとされているが⁽³⁾、同様にこの仮説でプラナリアの反応が説明できるか検証した。

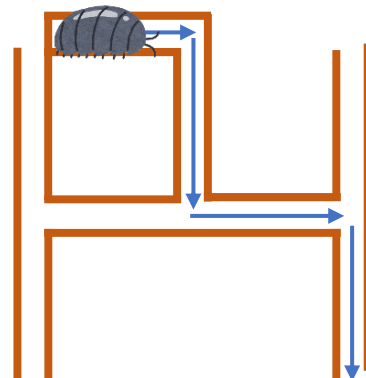


図2: 交替性転向反応

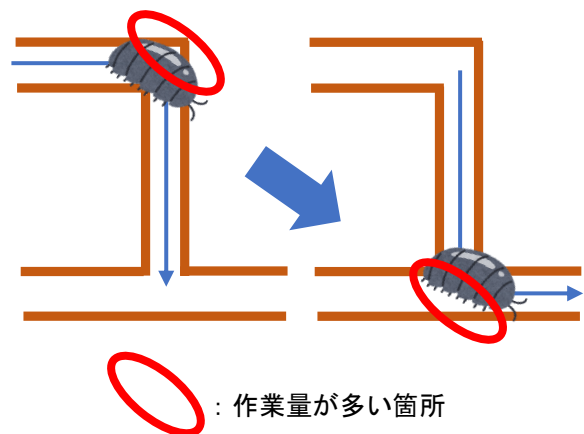


図3: BALM 仮説

2 方法と仮説

迷路内におけるプラナリアの動きを観察する実験を行った。プラスチック製の透明な下敷きに瞬間接着剤で木材を貼りつけ、木製迷路を作成した。この迷路を水中に沈め、スタート地点にプラナリアを入れ、プラナリアの動きを観察した。実験では、石川県七尾市大谷川で捕獲した約100匹のプラナリアを使用した。実験中、水深は約5 mm、水温は約10度に保った。

<実験1>

プラナリアが交替性転向反応を示すのか調べた。最初にプラナリアを右に強制転向させる角があり、その先に2連続のT字分岐路がある迷路を使用した(図4)。コースの幅は4 mm、各直線コースの長さはすべて20 mmとした。図中の分岐点①を第一分岐点、分岐点②を第二分岐点とし、迷路内において、2つの分岐点でのプラナリアの転向の様子を観察した(N=119)。前の転向と逆方向に曲がったものをパターン1、同じ方向に曲がったものをパターン2と記録した(図5)。プラナリアが交替性転向反応を示すなら、プラナリアは前回と逆方向に転向しながら進むため、パターン1が繰り返される。

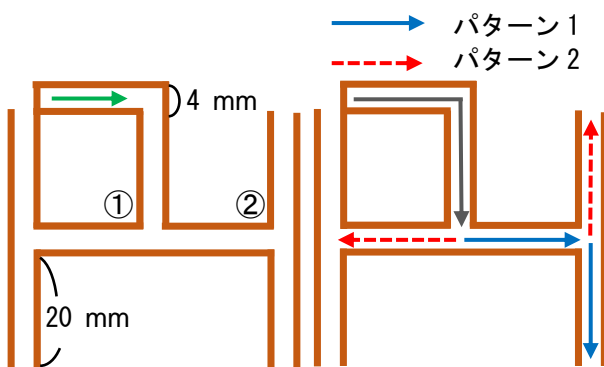


図4：実験1で使用した迷路

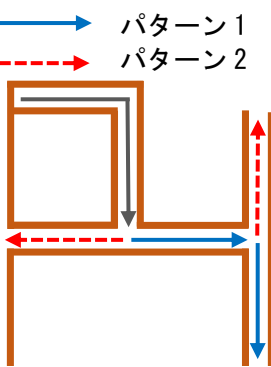


図5：実験1の記録方法

<実験2>

プラナリアの交替性転向反応をBALM仮説によって説明できるかを検証した。最初にプラナリアを右に強制転向させる角があり、その先に第一分岐点としてY字の分岐路、第二分岐点としてT字の分岐路を持つ迷路を使用した(図6)。コースの幅は4 mmで、各直線コースの長さはすべて25 mmとした(図6)。図中の分岐点③がY字分岐点、分岐点④がT字分岐点である。木製迷路のY字分岐点の角度 θ を30度、45度、60度と変化させ、T字分岐点での転向の様子を各角度で28回ずつ観察した。このとき、Y字分岐点で、強制転向と逆の左方向に転向したプラナリアのうち、T字分岐点において、Y字分岐点での転向と逆方向、すなわち右に転向したものをパターン1、Y字分岐点での転向と同じ方向、すなわち左に転向したものをパターン2と記録した(図7)。BALM説がプラナリアの動きにも適用されるとすれば、Y字分岐点の角度が大きいつき、プラナリアが左への転向に必要な体の右側の作業量が大きいため、T字分岐点で右に曲がる傾向は強まる。一方で、Y字分岐点の角度が小さいとき、プラナリアが左に曲がるのに必要な体の右側の作業量が小さくてすむため、T字分岐点で右に曲がる傾向は弱まると考えられる(図8、9)。

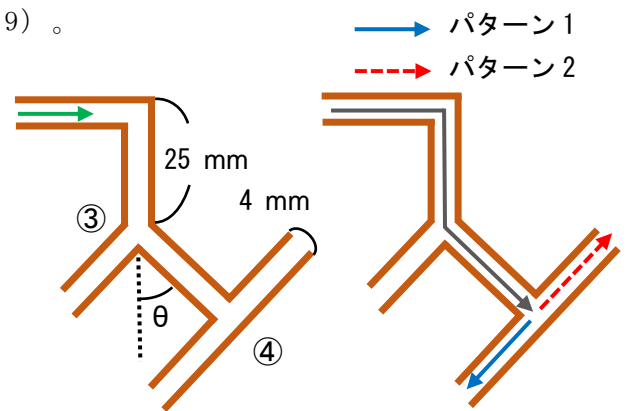


図6：実験2で使用した迷路

図7：実験2の記録方法

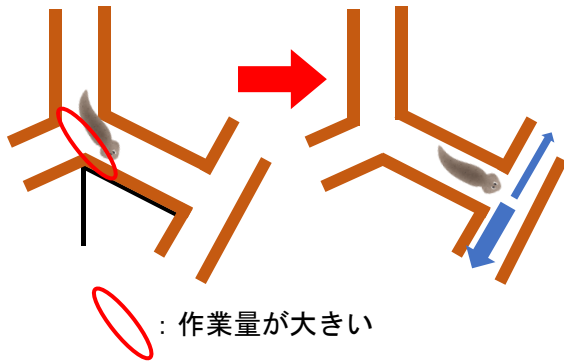


図8：実験2の仮説、BALM説が適用される場合（角度大）

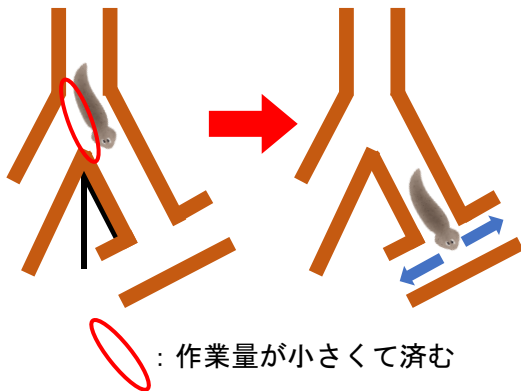


図9：実験2の仮説、BALM説が適用される場合（角度小）

3 結果

< 実験1 >

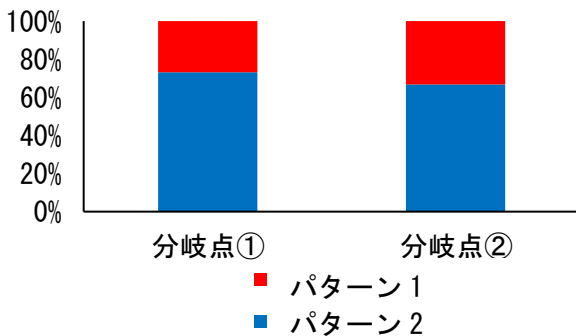


図10：2分岐点におけるパターン1、2の割合

第一分岐点では、119回の試行のうちパターン1が87回、パターン2が32回で、73.1%の確率でパターン1が記録されたことになる。第一分岐点で記録された87回のパターン1のうち、第二分岐点では、パターン1が58回、パターン2が29回で、66.7%の確率でパタ

ーン1が記録されたことになる。いずれの分岐点においても有意に前回と反対方向に曲がった（図10、正確二項検定、 $p < 0.05$ ）。

< 実験2 >

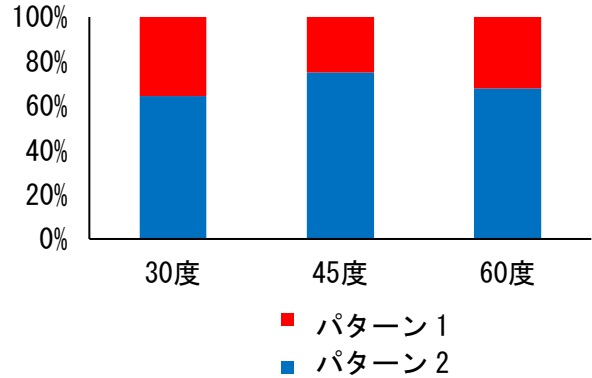


図11：各角度におけるパターン1、2の割合

Y字分岐点の角度が30度の迷路では、パターン1が18回、パターン2が10回で、64.7%の確率でパターン1が記録されたことになる。45度の迷路ではパターン1が21回、パターン2が7回で、75.0%の確率でパターン1が記録されたことになる。60度の迷路ではパターン1が19回、パターン2が9回で、67.9%の確率でパターン1が記録されたことになる。これらの各角度のY字路の迷路の結果間に有意差は認められなかった（図11、 χ^2 検定、 $p > 0.05$ ）。

4 考察

実験1より、いずれの分岐点においてもプラナリアが有意に反対方向に曲がったことから、プラナリアは交替性転向反応を示すと考えられる。

実験2で、Y字分岐点の角度が大きくなってT字分岐点で前回転向と逆に曲がる傾向が強まらないことから、プラナリアの交替性転向反応がBALM説では説明できないと分かった。すなわち、他の要因が働いていると考えられる。

5 今後の展望

交替性転向反応のメカニズムを説明するBALM説以外の有力仮説に、接触走性説がある。この仮説では、左右一方の壁に沿っているとき、その壁がなくなったところ、つまり次の分岐点で沿っていた壁の方向に曲がり、その先で逆側に沿うため、次は逆方向に転向する、ということが起こるとする(図12)。今後はこの仮説の検証を行っていく必要があると考えている。プラナリアを迷路内に入れ、T字分岐点において左右どちらに沿っているか観察する。その後、転向方向を調べ、それらに関係があるか調べる(図13)。接触走性説がプラナリアに適用されるなら、沿っていた壁側に有意に転向する傾向がみられると考えられる。

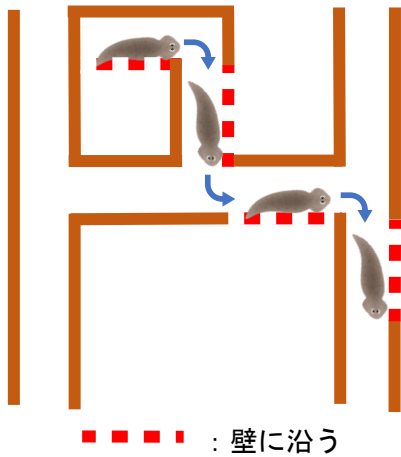


図12:接触走性説

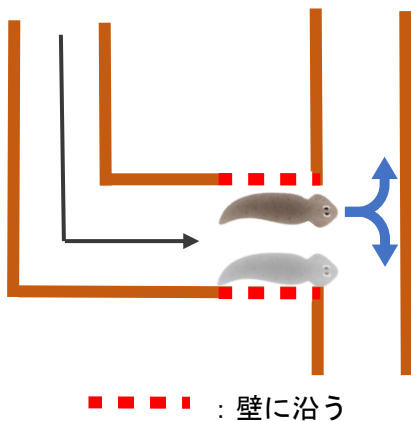


図13:接触走性説の検証

6 参考文献

- (1) Nakagawa. アクアリンクスタッフブログ. 水槽の厄介者?プラナリア!. 2020. 10. 02

(参照 2021-03-10)

<https://www.aqualink.tv/wp/puranaria-20200901/>

- (2) 田中凌河、畠山晃季、小宮山慧之、大橋秋月. プラナリアの交替性転向反応について. 平成31年度理数科課題研究論文集. 2021. p. 3 - 6

- (3) 草野ゆうか、新妻裕翼. オカダンゴムシの交替性転向の仕組みを探る. (参照 2021-03-10)

https://katosei.jsbba.or.jp/view_html.php?aid=336