

# 粘液除去がプラナリアの再生速度に及ぼす影響

荒川区立第四峡田小学校 4年 佐藤 大悟

## 研究動機

昨年、目の不自由な方と交流する機会があり、見えないことによる困りごとを少しでも減らしたいと考え、カメラで撮影した文字を読み上げる機能を搭載した白杖（はくじょう）を自分で開発した。けれど、物に頼らず「もし人間の目が再生できたら幸せや喜びを感じる人がいるのでは」と思った。そこで、理科の授業で生物について学んだ時、再生能力が高い生物はいるのか気になり、調べると「プラナリア」という生物に出会った。昨年から家で飼育をし、最初は5匹だったプラナリアも、自ら切れ分裂して（自切）再生を繰り返すうちに1000匹以上になり、「どうやって再生するのか？」という疑問が生まれた。プラナリアの観察を続けるうちに、体の表面をおおっているヌメヌメした粘液が、再生や生きのびるために大切な役割があるのではないかと考えた。そして、この粘液が再生にどんな影響をあたえているのかを確かめる研究をすることにした。  
※プラナリアとは、川などに生息し体長約1cm前後の三岐腸目に属するウズムシの1つで、若や石の下など暗所に潜む。再生能力が高く、切ってもそれぞれの断片が再生して個体が増える。

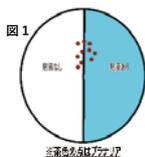


## 粘液の役割とは？予想

- ・傷口の保護
- ・同じ無脊椎動物のナメクジと同様に粘液で移動しやすくしている
- ・乾燥防止
- ・外敵から身を守る

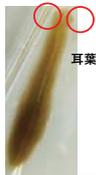
## 研究①-1 粘液の有無による行動観察

**実験** シャーレにプラナリアを10匹入れ粘液が出るまで待つ。5日後、粘液を確認したのでシャーレの半分をペーパータオルで拭き取り、シャーレの中央に同じプラナリアを10匹投入（図1）プラナリアがどちらに移動するか観察。

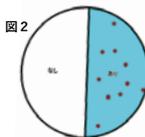


**予想** 「粘液あり」に10匹中10匹移動すると思う。耳葉で自分たちのにおいを感知し引き寄せられると思う。

**結果** 20分観察したところ、10匹中10匹「粘液あり」に移動した。（図2）1時間後も変化なし。「粘液なし」には1匹も寄りなかつた。

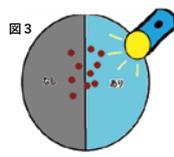


**考察** プラナリアは粘液が必要なのだと思う。また、観察中プラナリアが耳葉をバタバタと動かし移動していたため、においを感知して粘液がある方へ移動したと考えた。そこで、光の有無による行動は異なるのか実験することにした。



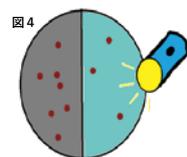
## 研究①-2 粘液の有無と光の有無による比較

**実験** 研究①-1で使用したシャーレの「粘液なし」をアルミホイルで覆い「粘液あり」には光を当てる。シャーレの中央に同じプラナリアを10匹投入（図3）プラナリアがどちらに移動するか研究①-1と同様に20分観察。



**予想** プラナリアは粘液が必要なので光は関係なく、10匹中10匹「粘液あり、光が当たっている方」に移動すると思う。

**結果** 10匹中7匹が「粘液なし、暗い方」へ移動し3匹が「粘液あり、光が当たっている方」へ移動した。（図4）



**考察** プラナリアの目は、光のみ感じる構造になっていて光を避ける行動をする。今回の実験によりプラナリアにとって光は相当なストレスであると考えた。その後、光を消したら全てのプラナリアが「粘液あり」へ移動した。プラナリアは粘液が重要だが、光が特に苦手なのではないかと思われる。次にプラナリアに付着する粘液の有無で再生速度の違いがあるか実験することにした。

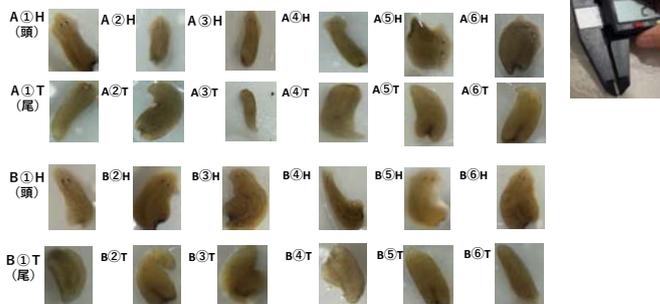
## 研究② 3つの条件での再生速度の比較

**実験** A・B・Cの3つの条件に分け、再生が完了するまでの様子をくらべた。1つの条件に対し、6匹のプラナリアを頭側と尾側の2つに切り12匹に分けて12穴のプラスチックプレートを3枚使用し観察。頭部をH（HEAD）①～⑥、尾部をT（TAIL）①～⑥に設定した。それぞれの穴に水を入れ1匹ずつプラナリアを入れて観察した。切る位置はランダムにし、自然界での自切に近い条件を目指したため、大きさはそろえていない。



- ・A（粘液あり）：体長測定後、水替えせずそのまま水に戻した。
- ・B（水で粘液を流した）：穴に入っているプラナリアをスポイトでやさしく水で噴射し、粘液を流すようにした。体長測定後プレートの穴の中も濾紙で軽くふき取り、新しい水を入れた。
- ・C（粘液を吸い取る）：スポイトで水ごとプラナリアを吸い取ってから濾紙の上に出し、その上から別の濾紙をかぶせてサンドするようにして粘液を取った。その後、プレートの穴の中の水も濾紙でふき取り、新しい水を入れた。濾紙に乗せている時間は、タイマーを使って正確に計った。

再生の様子は毎日20時に、頭部と尾部それぞれの長さをデジタルノギスで測定した。BとCの条件には、観察・測定のたびに毎回同じ工程（粘液の除去）をくり返した。それぞれの処理は、できるだけやさしく手早く行い、プラナリアにダメージを与えないようにした。実験は室内で行い、水温は23℃前後で安定しており、A・B・C全ての条件で同じ温度になるように注意した。また全て同じカルキ抜きした水道水を使用。



※Cの放置時間について。初め濾紙の上に60秒放置したところ12匹中3匹が水に戻した後、再生が進まず消化されるように溶けていった。これは表皮のダメージが強かったと思われるため、30秒放置に短縮したが1匹に同様の変化が見られた。次に20秒放置に短縮し、すべての個体が再生をしていたものの、だんだんと縮小していき5日目に5匹が同様の変化が見られたため、最終的に10秒放置に短縮し、すべての個体が再生を完了できたので10秒放置の結果を記す（詳細は後記表1）

**予想** Bが一番早く再生すると思う。なぜなら粘液を丁度良く流して細菌も少なくいつも新鮮な水に浸かっているため早く再生すると思う。Aはずっと同じ水に浸かっているため日に日に溜まっていく粘液の中にいると酸素濃度も低くなる可能性があるのではと思う。そのためBより少し再生が遅れるのではないかと考える。Cは粘液を拭くと乾燥してしまい再生芽にもダメージがあると思うので再生に影響があると推測する。

## 結果

まず、A・Bの再生速度を比較した。A・B共にH（頭部）は毎日パタパタと耳葉を動かして元気に動いていた。7月23日にA②T（尾）が自切したため①と②として計測を続けた。再生完了基準は、頭側では尾部の透明部分が消失して通常の色になった時点、尾側では眼点が形成され、頭部の透明部分が消失した時点とした。  
7月20日～8月2日で再生完了が一番早かったのは10日間でB①H、B②T、B③T、B④T、B⑤H。一番遅かったのは12日間でA②HとT、A③HとT、A④T、A⑤T、A⑥H。

	A		B		単位
	H(頭)	T(尾)	H(頭)	T(尾)	
7月20日					
①	3.8	3.5	3.7	3.2	(mm)
②	2.9	4.8	3	4.2	(mm)
③	2.9	3.5	3	4.2	(mm)
④	3.9	3	4	2.9	(mm)
⑤	2.4	3.1	3.8	2.2	(mm)
⑥	2.2	3	3.3	3	(mm)
7月21日					
①	3.9	4	4.4	3.6	(mm)
②	3.1	5.3	4	4.4	(mm)
③	3.3	3.7	4.7	2.9	(mm)
④	4.4	3.5	4.8	3.6	(mm)
⑤	2.9	3.8	3.8	2.3	(mm)
⑥	3	2.8	2.9	2.4	(mm)
7月22日					
①	4.2	4.4	4.6	3.9	(mm)
②	3.3	5.5	4.3	4.6	(mm)
③	3.5	3.8	5	3.2	(mm)
④	4.4	3.6	5.1	3.9	(mm)
⑤	3.2	4	4.1	2.4	(mm)
⑥	3	2.9	3	2.6	(mm)
7月23日					
①	4.5	4.6	4.7	4	(mm)
②	3.5	②2.4②2.1	4.5	4.6	(mm)
③	3.9	3.9	5.5	3.5	(mm)
④	4.5	3.8	5.1	4	(mm)
⑤	3.3	4	4.3	2.5	(mm)
⑥	3	2.9	3.1	2.9	(mm)

最大値と最小値 (平均値ベース)

- ・ A 頭部: 最大 5.28 mm / 最小 3.07 mm
- ・ B 頭部: 最大 5.82 mm / 最小 3.32 mm
- ・ A 尾部: 最大 4.68 mm / 最小 3.10 mm
- ・ B 尾部: 最大 5.00 mm / 最小 3.30 mm

再生完了「完」後のデータを除いた再生中の個体だけの平均成長量

- ・ A 頭部: 約 0.15 mm/日
- ・ 尾部: 約 0.11 mm/日
- ・ B 頭部: 約 0.16 mm/日
- ・ 尾部: 約 0.13 mm/日

Bは頭部・尾部ともに平均成長速度がAを上回っており、最大値も高め。

Bは頭部・尾部ともにAより成長速度が速い傾向がある。

尾の部分で両眼ができたのは、Bでは切っから5日目(7月25日)で、Aでは7日目(7月27日)だった。BはAより2日早く眼が完成した。また、頭部の長さも、Bは7月29日にはほぼ元の長さに戻っていたが、Aでは同じ日に少し短い個体があった。これらことから、粘液を取りのぞき水を交換すると、プラナリアの再生が早く進む可能性があることが分かった。しかし粘液の取りすぎは、逆に再生を遅くする可能性がある。

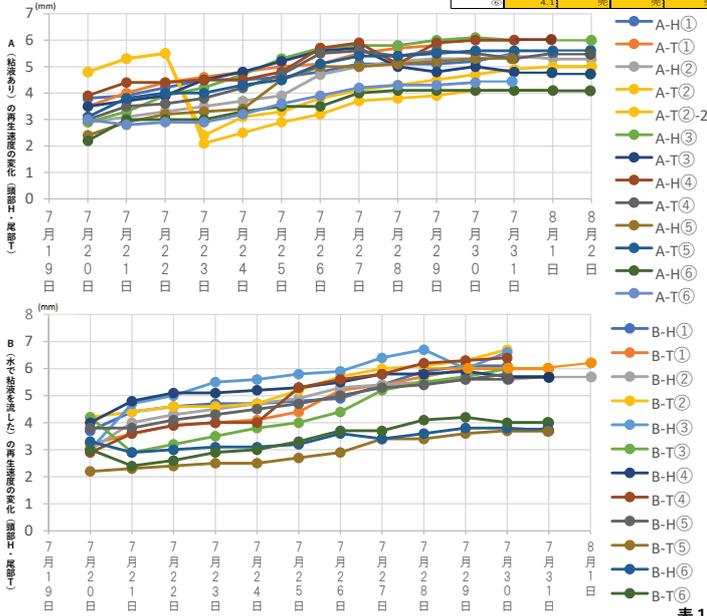


表 1

右の表 1 は C の結果である。

- ・ 頭部 (H) 平均/日 最大値: 約 4.7 mm (8月13日) 最小値: 約 3.5 mm (8月1日)
- ・ 尾部 (T) 平均/日 最大値: 約 3.6 mm (8月13日) 最小値: 約 2.9 mm (8月3~4日)

Cは頭部・尾部ともに成長がA・Bより遅く、停滞が見られた。切った後、徐々に大きくなるはずがあまり成長せず縮小する個体もいた。尾の部分で両眼ができたのは、切っから8日目(8月8日)で13日目以降再生完了の個体が現れた。

**考察** Aは、自分の粘液が多かったことと酸素が少なくなり再生に必要な環境が悪くなったため、やや遅くなったのではないと思う。Bは、細菌や粘液など適度な量が流されて、川に生息しているプラナリアと同じ状況なので再生速度が早いのではないかと考えた。Cの再生が遅い理由は明らかに粘液がないと乾燥してしまい表皮にダメージがあるので再生の進み方が弱まった。しかし最終的には全てが再生完了し、プラナリアの強い回復力が確かめられた。では、より自然に近い条件で24時間流れたままだと再生速度に変化があるか実験をする。

7月24日	7月25日	7月26日	7月27日	7月28日	7月29日	7月30日	7月31日	8月1日	8月2日
① 4.8 3.4	① 5.1 3.5	① 4.8 3.1	① 5.1 3.3	① 5.2 3.4	① 5.3 3.5	① 5.4 3.6	① 5.5 3.7	① 5.6 3.8	① 5.7 3.9
② 3.7 2.8	② 4.2 3.3	② 4.5 3.6	② 4.8 3.9	② 5.1 4.2	② 5.4 4.5	② 5.7 4.8	② 6.0 5.1	② 6.3 5.4	② 6.6 5.7
③ 4.5 3.2	③ 4.8 3.5	③ 5.1 3.8	③ 5.4 4.1	③ 5.7 4.4	③ 6.0 4.7	③ 6.3 5.0	③ 6.6 5.3	③ 6.9 5.6	③ 7.2 5.9
④ 3.4 2.5	④ 3.7 2.8	④ 4.0 3.1	④ 4.3 3.4	④ 4.6 3.7	④ 4.9 4.0	④ 5.2 4.3	④ 5.5 4.6	④ 5.8 4.9	④ 6.1 5.2
⑤ 4.5 3.3	⑤ 4.8 3.6	⑤ 5.1 3.9	⑤ 5.4 4.2	⑤ 5.7 4.5	⑤ 6.0 4.8	⑤ 6.3 5.1	⑤ 6.6 5.4	⑤ 6.9 5.7	⑤ 7.2 6.0
⑥ 3.4 2.5	⑥ 3.7 2.8	⑥ 4.0 3.1	⑥ 4.3 3.4	⑥ 4.6 3.7	⑥ 4.9 4.0	⑥ 5.2 4.3	⑥ 5.5 4.6	⑥ 5.8 4.9	⑥ 6.1 5.2

### 研究③ 流水と静止している時の再生速度の比較

実験材料

- 1 2穴プレート、流しそめん機 2台、オーガンジー生地の中着、水温計、デジタルノギス (mm)、直径約 1.5 cm の小石 10 個



実験 A (停止)

流しそめん機を停止。5匹を頭・尾に切り、合わせて10個体を同じ個体ごとにそれぞれオーガンジー巾着に入れて観察容器に配置。

B (流水): 流しそめん機を稼働 (24時間連続流し)。5匹を頭・尾に切り、合わせて10個体を同様にオーガンジー巾着に入れて流路に配置。

本来生息する川の環境を再現してプラナリアの再生に与える影響を調べるため、流れがない停止条件 (A) と 24時間連続で水が流れる流水条件 (B) の2つを設定した。

自宅で飼育しているプラナリアから5匹ずつランダムに選び、各個体を頭側と尾側に切断して合計10個体とした。流水の中でも個体の識別のために、頭部と尾部が同じ個体ごとに番号を付け、水通しの良いオーガンジー生地の中着袋に入れて配置した。Bは流しそめん機を用いて24時間連続で流水を与え、川底を再現する目的で10個の小石を底に設置した。Aは同じ機器を停止して静水条件とした。2つ同一室内に置き、水温は23℃前後に保ち、観察は毎日20時23分に行った。再生完了の判断基準は、研究②と同様とした。

再生完了の判断基準は、研究②と同様とした。

観察は毎日20時23分に行った。再生完了の判断基準は、研究②と同様とした。



予想

研究②の結果では水を使って、ある程度粘液を取りのぞいた方が、再生の成長がやや早い傾向が見られた。このことから、水流によって粘液や菌、不要な物が流される環境では、プラナリアの再生がより速く進むのではないかと考えた。したがって、本実験でも24時間連続で水が流れるBの方が、停止条件のAよりも再生が早く進むと予想する。

結果

停止中のAと流水中Bのプラナリアを比べた。尾部に両眼ができたのは、AもBも切っから5日目と変わりなかった。成長量の平均は、Aでは、H (頭部) が平均 3.83mm、T (尾部) が平均 3.48mmで、最小は2.5mm、最大はHで5.2mm、Tで5.3mmだった。全体的に大きき幅はあまり広くなかった。一方Bの成長量は、Hが平均 4.64mm、Tが平均 3.93mmで、最小はH 2.7mm、T 2.5mm、最大はH 6.1mm、T 5.0mmだった。頭の成長が特に大きく、Aよりも成長量に差が見られた。これらの結果から、流水の中で育てたプラナリア (B) の方が、止まった水の中のプラナリア (A) よりも早く成長することがわかった。

考察

流水によって体表の粘液や菌等が流されることで、再生芽の形成や回復が進みやすくなった可能性がある。ただし、各5匹ずつと少数であったため、個体差の影響が大きく、はっきりとした傾向が見えにくかった。今後は、より多くの個体を使い流水が再生や成長に与える影響を正確に明らかにしたい。また、Bの容器に川底を再現するための石を入れて観察したら、体色が黒く見えた。これはプラナリアが擬態したのではと推測したが、今後の研究で解明したい。

研究のまとめ

今回の研究では、プラナリアの粘液が再生にどのような役割を持っているのかを調べるため、3つの方法で粘液を取り除く実験と、流しそめん機を使った流水の実験を行った。その結果、粘液を取りすぎると再生が遅れたり、完了しない場合があることが分かった。また、流水の実験からは、必要以上の粘液は流れることにより再生にも影響を与えることが示された。これらの結果から、プラナリアの粘液は体の再生にとっても大切であることが明らかになった。粘液はただの「ヌメヌメ」ではなく、体を守ったり、再生を助けたりする大事な役割を持っていると考えられる。そしてこの研究を進めることができたのは、観察や実験に協力してくれたプラナリアのおかげである。プラナリアへの感謝と敬意を忘れず、学んだことを今後の研究や人の役に立つ知識へとつなげたい。

参考文献 阿形清和 (文)、土橋とし子 (絵) 『切っても切ってもプラナリア 新装版』岩波書店、2020年

個体	条件	頭部 (mm)	尾部 (mm)	両眼
8月1日	①	3.1	2.4	3.0
	②	3.5	1.9	2.9
	③	2.5	2.4	3.9
	④	3.8	3.2	2.7
	⑤	2.4	3.5	4.5
8月2日	①	3	2.2	3.7
	②	3.5	2.1	3.1
	③	2.5	2.7	4.1
	④	3.2	2.8	3.6
	⑤	2.6	3.7	4.6
8月3日	①	3	2.3	3.9
	②	3.4	2.2	3.3
	③	2.7	2.8	4.3
	④	4	3.6	3.9
	⑤	2.9	4	5.1
8月4日	①	3.3	2.3	4.2
	②	3.8	2.4	3.4
	③	2.9	3.1	4.7
	④	4.4	3.9	3.2
	⑤	3.1	4.2	5.3
8月5日	①	3.4	2.6	4.7
	②	4	2.5	4.1
	③	3.1	3.5	5.7
	④	3.4	4.3	5.7
	⑤	3.4	4.3	5.7
8月6日	①	3.4	2.3	4.1
	②	3.4	2.3	4.1
	③	2.3	2.8	3.8
	④	2.3	2.8	3.8
	⑤	3.1	2.9	3.1
8月7日	①	4.8	3.5	3.5
	②	3.4	3.2	3.2
	③	3.5	2.3	3.5
	④	2.3	2.8	3.2
	⑤	3.1	2.9	3.1
8月8日	①	4.8	3.5	3.5
	②	3.4	3.2	3.2
	③	3.5	2.3	3.5
	④	2.3	2.8	3.2
	⑤	3.1	2.9	3.1
8月9日	①	4.8	3.5	3.5
	②	3.4	3.2	3.2
	③	3.5	2.3	3.5
	④	2.3	2.8	3.2
	⑤	3.1	2.9	3.1
8月10日	①	4.8	3.5	3.5
	②	3.4	3.2	3.2
	③	3.5	2.3	3.5
	④	2.3	2.8	3.2
	⑤	3.1	2.9	3.1
8月11日	①	4.8	3.5	3.5
	②	3.4	3.2	3.2
	③	3.5	2.3	3.5
	④	2.3	2.8	3.2
	⑤	3.1	2.9	3.1
8月12日	①	4.8	3.5	3.5
	②	3.4	3.2	3.2
	③	3.5	2.3	3.5
	④	2.3	2.8	3.2
	⑤	3.1	2.9	3.1
8月13日	①	4.8	3.5	3.5
	②	3.4	3.2	3.2
	③	3.5	2.3	3.5
	④	2.3	2.8	3.2
	⑤	3.1	2.9	3.1
8月14日	①	4.8	3.5	3.5
	②	3.4	3.2	3.2
	③	3.5	2.3	3.5
	④	2.3	2.8	3.2
	⑤	3.1	2.9	3.1
8月15日	①	4.8	3.5	3.5
	②	3.4	3.2	3.2
	③	3.5	2.3	3.5
	④	2.3	2.8	3.2
	⑤	3.1	2.9	3.1

