

プラナリアの移植による記憶の継承

浜松市立高等学校

自然科学部 2年 梶原大輝 大石裕太 藤城大

1 研究目的

プラナリアは切断すると、それぞれが個として再生する非常に珍しい能力をもつ。私たちは、このプラナリアの再生能力に惹かれ研究を始めた。

先行研究で、「学習させたプラナリアは切断後の個体にも記憶が継承される」とあった。しかし、記憶は下半身にもあるが、再生後に脳に働きかけたのか、または体に記憶されているのかは分かっていない。私たちは条件を変え、記憶と再生の結びつきを明らかにしたいと考えた。そして、移植が出来るという研究を見つけ、私たちは移植と記憶を結び付ける研究を考えた。学習させたプラナリア（記憶をもつプラナリア）を、学習させていないプラナリア（記憶を持たないプラナリア）に移植すると記憶はどうなるのか。もし、別個体間で移植後に記憶が継承出来ていれば、プラナリアの記憶が再生後の脳に影響を与えている証拠を見つけられると考え、記憶と移植の関係を明らかにすることを研究目的とした。

2 研究の方法

(1) 実験 1 【移植実験】

使用器具：Φ90 mmのシャーレ、スライドガラス、キムワイプ、サランラップ、駒込ピペット
メス、ピンセット、テトラコントラコロインプラス、20%エタノール

ア スライドガラスの上にプラナリアを置き麻酔をかける。麻酔薬として20%エタノールをプラナリア全体にかかるように滴下した。

イ エタノールを滴下し、静止後30秒ほど置いてから水でエタノールを流す。

丁寧にキムワイプで水分をふきとり、移植したい部分で切断する。切断した部分は、頭・ α ・咽頭部分・ β ・尾である（写真1）。切断した部位と部位の切断面を密着させて並べる。

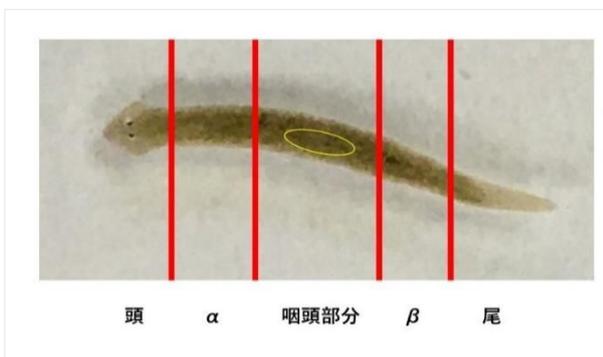


写真1. 切断面を密着させた様子



写真2. 接合中の様子

ウ イの切断後に密着させたプラナリアをスライドガラスにのせ、全体をキムワイプで包む。

適度に水分を含ませてシャーレに入れ、シャーレをサランラップで覆う（写真2）。

衝撃・光を避け、一日20℃前後で静置する。

(2) 実験2【プラナリアの学習】

ア 光を利用した学習

使用器具：暗室、シャーレ(Φ90mm)、駒込ピペット、光源：スマートフォン(LED
ライト機能)、鶏レバー、照度計(照度UVレコーダーR-74UI/TR-74UI-S)

水を張ったシャーレにプラナリアを入れ、その中心に小さく切った鶏レバー(餌)を置く。シャーレを暗室に入れ、餌だけに光があたるようにする(写真3)。プラナリアが光の中にある餌に向かっていくかを観察する。観察は1個体につき1分間ずつ行い、餌を食べたかどうかを確認する。

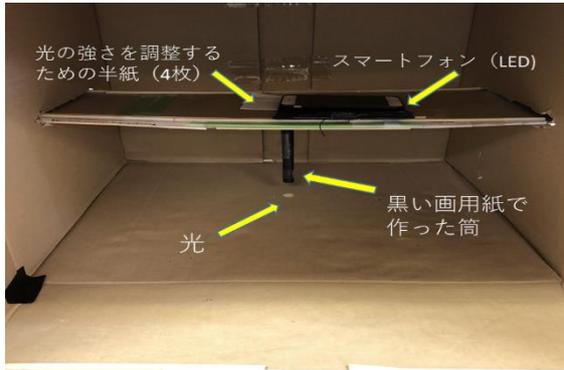


写真3. 暗室内



写真4. 予備実験・学習確認の様子

イ 学習の確認

(ア) 水を張ったシャーレに学習したプラナリアを入れ、暗室に入れる。

(イ) シャーレを動かし、動いているプラナリアの進行方向に光が当たるようにし、プラナリアが光を避けず光の下を通過するか観察した(写真4)。照度は60 lxで学習させた個体は60 lx、95 lxで学習させた個体は95 lx、40 lxで学習させたプラナリアは40 lxで学習確認を行った。光の下をまっすぐ通過したプラナリアを、学習確認ができた個体とした。

ウ 学習達成の確認

学習確認が成功したプラナリアを、その日のうちに再び、アの光を利用した学習同様の実験を行う。照度は60 lxで学習させた個体は60 lx、95 lxで学習させた個体は95 lx、40 lxで学習させたプラナリアは40 lxで学習確認を行う。餌を食べた個体を学習達成した個体とする。

(3) 実験3【学習達成したプラナリアを移植する実験】

ア クローンのプラナリアの作成

学習実験をしておらず、負の光走性が確認できたプラナリアを腹部で二等分し、上半身(頭を含む側)と下半身(尾を含む側)に分ける。切断した個体をそれぞれ再生させる。上半身から再生した個体だけを学習に使う。

イ 切断

学習達成したプラナリアと、**実験3のア. クローンのプラナリアの作成**で下半身から再生したプラナリアのクローンをメスで切断する。

ウ 移植

切断した部位を**実験1**の20%エタノールを麻酔に用いる方法で移植する。

エ 記憶の確認

実験2のイ. 学習の確認の方法で、光を使って記憶を確かめる。

3 結果

(1) 実験1【移植実験】

エタノールで麻酔したプラナリアを切断し、表1のように組み合わせると接合した。切断した部位は写真1で示した。咽頭部分は移植が成功しなかった。

移植して再生後、頭側にある部分を部位1、尾側にある部分を部位2とした（写真5）。

移植に成功したプラナリアは全て一日で接合した（写真6）。

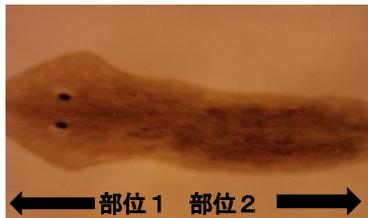


写真5. 部位1・部位2の位置

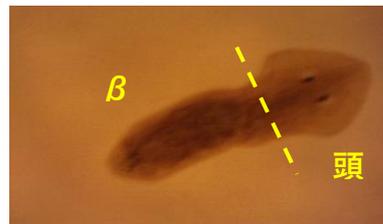


写真6. 部位1・頭と部位2・β

(2) 実験2【プラナリアの学習】

ア 光を利用した学習の結果は、光の下で餌を食べた個体を○、光に近づいた個体を△、光に近づかない個体を×とした（表1）。

表1. 光を利用した学習の結果

60 lxの場合

学習実験の判別 個体番号	○	△	×	実験回数
1	4	1	19	24
2	5	2	24	31
3	6	1	9	16
4	1	1	2	4
5	6	4	14	24
6	1	0	4	5
11	0	0	10	10
12	0	0	10	10
13	0	1	8	9
14	2	2	5	9
15	0	0	5	5
16	0	0	5	5
17	0	0	5	5
18	0	0	4	4
19	1	0	3	4
20	0	0	4	4
25	0	0	5	5
26	0	0	2	2
合計	26	12	138	176

95 lxの場合

学習実験の判別 個体番号	○	△	×	実験回数
6	0	1	13	14
7	1	0	5	6
8	2	0	16	18
9	0	1	5	6
10	5	1	12	18
合計	8	3	51	62

40 lxの場合

学習実験の判別 個体番号	○	△	×	実験回数
11	6	0	6	12
12 (移植前)	2	0	1	3
20	4	0	1	5
21	4	0	4	8
22	1	0	2	3
1a	0	0	2	2
2a	0	0	2	2
3a	0	0	2	2
4a	0	0	2	2
5a	1	0	1	2
6a	0	0	2	2
合計	18	0	25	43

60 lx、40 lxで実験を行った個体は、光の下を直進して通り抜ける行動がみられるようになった。レバーが無くても方向転換し、光の下に向かっていく行動をしたプラナリアは一匹

のみ確認できた。

学習実験で餌を食べたプラナリアの割合は、95 lxで13%、60 lxで15%、40 lxで42%となり、40 lxが最も高い割合で学習ができた。

95 lxでは8月5日から9月25日まで実験をしたが、60 lxや40 lxのような学習は見られなかった。学習にかかる時間は個体によって大きな差がある。

イ 学習確認の結果は、光の下をまっすぐ通過した個体を○、光の下に入るが進行方向変えた個体（通り抜けない）を△、光を避けて進行方向を変えた個体を×とした（表2）。

表2. 光を用いた学習確認の結果

60 lxの場合

確認実験の 判別 個体番号	○	△	×	実験回数
1	8	0	4	12
2	16	0	5	21
3	0	1	2	3
4	1	0	0	1
5	10	3	3	16
11	7	0	3	10
12	8	0	2	10
13	0	1	8	9
14	0	2	7	9
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	1	0	0	1
19	1	0	0	1
20	0	0	1	1
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
合計	52	7	35	94

95 lxの場合

確認実験の 判別 個体番号	○	△	×	実験回数
6	0	1	10	11
7	0	1	2	3
8	2	1	12	15
9	0	0	3	3
10	2	3	10	15
合計	4	6	37	47

40 lxの場合

確認実験の 判別 個体番号	○	△	×	実験回数
11	6	1	5	12
12 (移植前)	2	1	0	3
20	4	0	1	5
21	7	1	1	9
22	0	0	4	4
1a	0	0	3	3
2a	1	0	2	3
3a	0	0	2	2
4a	0	0	2	2
5a	0	0	2	2
6a	0	0	2	2
合計	20	3	24	47

光を利用した学習が成功し光の中の餌を食べるようになったプラナリアは、学習確認が必ずしも成功する訳ではなかった。

表3. 学習達成の結果

60 lxの場合

個体番号	学習開始日	確認実験回数	学習達成日
2	8月5日	21	9月28日
4	8月5日	1	8月11日
5	8月5日	16	9月11日
14	9月9日	9	9月26日
19	9月17日	1	9月26日

40 lxの場合

個体番号	学習開始日	確認実験回数	学習達成日
12	10月16日	3	10月22日
20	10月16日	5	10月29日
21	10月27日	9	11月11日

60 lxの実験では、光の下を直進して通過し、その日のうちに光の中で餌を食べる行動が5匹（個体番号：2・4・5・14・19）、40 lxでは3匹（個体番号：12・20・21）のプラナリアで見られた（表3）。

(3) 実験3 【学習達成したプラナリアを移植する実験】

8匹 (60 lx、個体番号：2・4・5・14・19、40 lx、個体番号：12・20・21) の学習達成したプラナリアで、そのプラナリアの頭が部位1、学習させていないクローンのプラナリアの尾が部位2になるように、頭と尾の移植を試行した。6匹は接合できず、1匹は溶解してしまった。しかし、1匹 (個体番号12) は成功し、学習確認は7日間確認できた (表4)。

表4. 学習達成し、移植が完了したプラナリア (個体番号12) の確認実験結果(40 lx)

確認実験日	確認実験結果	
10月23日	学習が確認できた	光の中に入ったが進行方向を曲げた
10月27日	学習が確認できた	光の中を直進した
10月29日	学習が確認できた	光の中に入ったが進行方向を曲げた
10月30日	学習が確認できなかった	光を避けて進行方向を曲げた
11月10日	学習が確認できなかった	光を避けて進行方向を曲げた
11月11日	学習が確認できなかった	光を避けて進行方向を曲げた

↑
7日間
↓

4 結論

プラナリアに光を利用した学習をさせ、光の下を直進して通過する行動を観察できた。95 lx や 60 lx よりも 40 lx での学習の方が、効率が良い事が判明した。学習した個体の行動の共通点から、より短期間で多くの学習達成個体を得ることができる学習達成条件を設定できた。プラナリアの学習には大きな個体差があることも分かった。

切断・再生・移植実験によって飼育期間が長くなり、プラナリアが小さくなってしまった。この小さくなった個体を移植することは困難であった。私たちは、短期間で学習達成した大きなプラナリアを使うことが、移植の成功につながると考えている。

私たちは、学習した個体と学習させていないクローンの移植に成功し、学習の記憶を7日間確認できた。移植で記憶が継承されることは分かったが、学習達成後移植が成功した個体は1匹のみだったため、記憶の継承の仕組みについての確実な結論は得られなかった。今後、より効率の良い実験方法で実験を行い、より多くの学習達成をした個体を作ることで、プラナリアの移植と記憶の継承の関係を検証していきたい。

5 参考文献

- ・石原侑里子、「プラナリアの再生時における位置情報と記憶の継承実験4」平成27年度千葉県児童生徒・教職員科学作品展 優良賞
- ・石原勝敏・山上健次郎、「図説教材生物」(p202~207)、共立出版、1986.
- ・草山太一・渡辺茂「プラナリア (*Dugesia japonica*) における薬物投与法の開発—ウレタン投与の効果—」、1999.
- ・小林正直・安田航・伊藤大幹・杉浦福丸・仙名大輝・渡邊雄介、静岡県立富士高等学校自然科学部生物班「切断後のプラナリアにおける記憶の持続システム」平成30年度静岡県学生科学賞県科学振興委員会賞、2018.
- ・「プラナリアの負の走性と寿命」、2015.
- ・谷口詩音・谷井朋奈・丸山詩織・村井美月、「プラナリアの記憶」平成29年度富山東高等学校課題研究 自然科学コース
- ・富川光・鳥越健治、「外来種アメリカナミウズムシ(扁形動物門三岐腸目)の広島県からの初記録」、2011.