

# プラナリアによる細胞記憶

3527 西尾二胡 3522 中野花穂 3528 野崎莉央 3503 安藤凜

生物は脳で記憶していると考えられるが脳の無い生物も環境を記憶して行動をとることがある。本研究では、細胞にも記憶能力があるかどうかを検証する。プラナリアは切断されても再生することができ、新たな脳さえ生み出すことができる生物である。その性質を利用してプラナリアに学習をさせた後に切断し、再生後に学習の記憶が残っているかを調べた。学習方法は2つ設定し、1つ目は電気刺激への収縮反応を利用する方法、2つ目は負の光走性を利用する方法とした。記憶が継承されるという確実な結果は得られなかったが、どちらの学習法においても分裂前後で差が見られた。

キーワード: プラナリア、脳、記憶能力、細胞

## 1. 緒言

プラナリアは扁形動物門有棒状体綱三岐腸目に属する動物の総称で、日本ではサンカクアタマウズムシ科ナミウズムシ属のナミウズムシが多い。先行研究において、この生物は電気刺激に対する収縮反応と負の光走性が確認されている。また、プラナリアが分裂前後で学習を継承している可能性も示唆されている。

通常生物の記憶能力は脳にあると考えられているが、脳のないクラゲが障害物を学習して避けるという行動が確認されている。細胞自体に記憶能力があることがわかれば脳科学および医療の分野において大きく影響を与えることができるかもしれない。本研究の目的は、切断後の尾部から脳を再生した個体が頭部同様に記憶を保持しているかを明らかにすることである。本研究では、プラナリアを用いて検証する。

方法として、プラナリアに2種類の操作で学習を行わせる。その後脳の残る頭部と残らない尾部に切断し、再生後に再び学習時と同じ操作を行い個体の反応を観察する。

## 2. 学習方法 I ・目的

電気刺激への収縮反応を利用して、切断前後でのプラナリアによる記憶継承を確かめる。

## 3. 学習方法 I ・仮説

頭部、尾部ともに学習の記憶があるため、未学習個体よりも早く収縮反応が見られなくなり、特に頭部が持つ脳は学習時の脳と同じものであるため、尾部よりも早い段階で収縮反応が見られなくなることが期待される。

## 4. 学習方法 I ・使用器具

- ・精製水 200ml
- ・食塩 0.1g
- ・直流電源装置
- ・導線
- ・クリップ
- ・シャーレ
- ・プラナリア 3(0.80cm)
- ・プラナリア 4(0.80cm)
- ・プラナリア 5(1.00cm)
- ・プラナリア 6(1.00cm)
- ・プラナリア 7(1.10cm)
- ・プラナリア 8(1.50cm)

## 5. 学習方法 I ・実験手順

(1) シャーレ内を 0.05%食塩水で満たし、中にプラナリアを入れ、15秒間隔で2秒間、4Vの電圧をかけた。この操作を20回行った。実験のようすを上部から撮影した。

(2) 撮影した映像から、電圧をかける直前と直後のプラナリアの長さを ImageJ で計測し、その比を計算した。

(3) 頭部と尾部を切断した。

(4) 再生後、頭部と尾部に再び(1)、(2)の操作を行った。

切断前、頭部、尾部それぞれの縮小率（[電圧をかける前の最大の長さ] / [電圧をかけた直後の長さ]）の平均値を Excel で計算し、散布図とその近似曲線を作成した。

## 6. 学習方法 I ・ 結果

以下は切断後 1 回目の施行を 21 回目として切断前後計 40 回の縮小率の変化を表したグラフである。

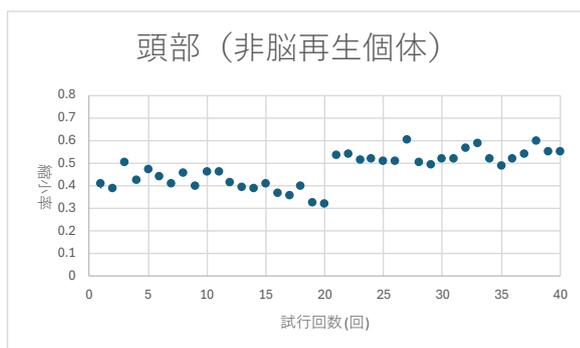


図 1 頭部の結果

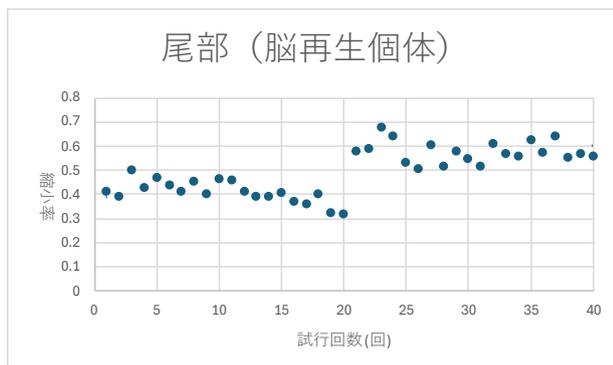


図 2 尾部の結果

## 7. 学習方法 I ・ 考察(ii)

頭部と尾部の結果に大きな違いは見られず、共に 21 回目で縮小率が大きく 1 に近づいた。

これは分裂後の頭部、尾部の長さが切断前に比べて小さく、相対的に刺激が大きくなり 1 回

の施行での学習度が大きくなるためであると考えた。この仮説を検証するため、今後は分裂後の長さを分裂前に揃え、また長さにより感じる刺激の大きさがどれほど変化するかを調べていく。また、対照実験区として分裂をさせずに施行 20 回目と 21 回目の間を 1 週間空けたプラナリアの結果を用意する。

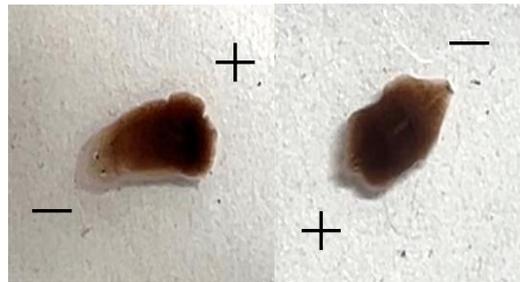


図 3

図 4

図 3 は頭部に負、尾部に正の電極を繋げた場合、図 4 は正負を入れ替えた場合である。実験の過程では電極の繋ぎ方によるプラナリアの縮み方の違いが明らかになった。正極側はより顕著に縮むと見られ、正確に学習の度合いを測るためには電極の向きを統一する必要がある可能性が示唆された。

## 8. 学習方法 II ・ 目的

負の光走性を利用して、切断前後でのプラナリアによる記憶継承を確かめる。

## 9. 学習方法 II ・ 仮説

頭部、尾部ともに学習の記憶があるため、未学習個体よりも早く負の光走性が見られなくなり、特に頭部が持つ脳は学習時の脳と同じものであるため、尾部よりも早い段階で負の光走性が見られなくなることが期待される。

## 10. 学習方法 II ・ 実験器具 (i)

- ・ 製氷皿
- ・ 黒画用紙
- ・ 赤シート・割りばし(仕切り)
- ・ ダンボール

- ・スマホ(約 50Lm)
- ・プラナリア A~P

### 1 1. 学習方法 II ・実験方法 (i)

(1) 製氷皿の半分を黒画用紙で覆い、覆った側にプラナリア A~P(計 16 個体)を入れた。



図 5 実験の様子

(2) 黒画用紙の端に合わせて赤シートの仕切りをつけ、プラナリアと反対側に餌を置いた。  
 (3) ダンボールの中にスマホ(光源)と製氷皿を置いた。



図 6 実験の様子

(4) 餌を置いた時点からそれぞれ摂餌するまでの時間を測定した。なお、実験時間 10 分とし、それまでに摂餌しなかった個体は実験時間の 10 分を摂餌までの時間とした。

(5) 学習が完了したかを判断するために検定を行った。検定は分散分析 (ANOVA) で有意差を確認した後に Tukey の多重比較検定で実験の何回目と何回目の間で有意差があるのかを確認した。

### 1 2. 学習方法 II ・結果 (i)

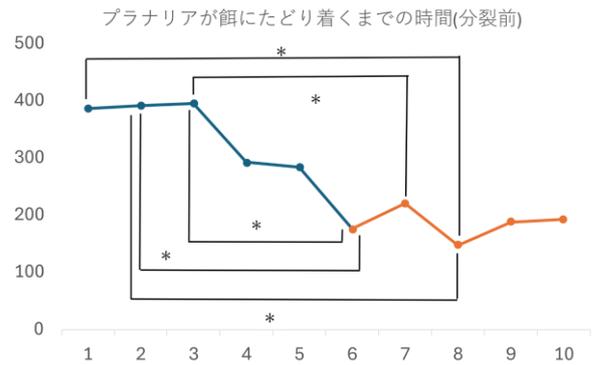


図 7 結果 (i)

※は有意差を表す。(p<0.05)

### 1 3. 学習方法 II ・考察 (i)

平均値のばらつきが少なく、グラフが減少傾向にあることがわかる。6 回目以降の結果をみると、グラフが水平になっており、これ以上時間の短縮がみられなかった。検定結果から、6 回目においてそれ以前と以後で有意差が得られている。よって 6 回目に学習が完了したと考えられる。

### 1 4. 学習方法 II ・(ii)

これ以降は実験 (i) によって学習させた個体を頭部と尾部に分裂させた後、それぞれで同様の実験を行い、脳がある方とない方で実験 (i) と比べた学習のスピードを確かめる。

ここで脳がない尾部でも実験 (i) よりさらに早く学習を完了したら、記憶は細胞によって行われている可能性があると思われる。

### 1 5. 学習方法 II ・実験手順” 頭部” (ii)、実験器具 (ii)

実験 (i) と同様の実験を行った。

## 1 6. 学習方法Ⅱ・結果” 頭部” (ii)

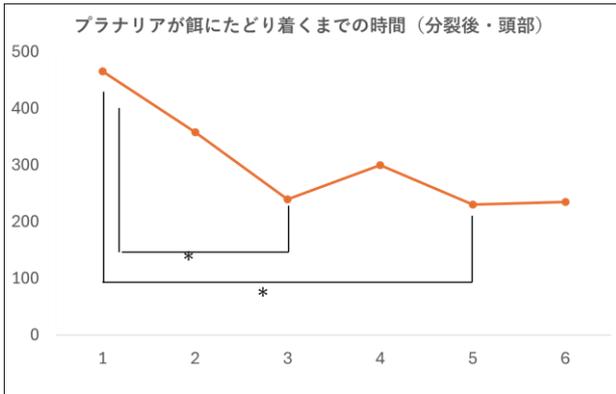


図 8 結果 ” 頭部” (ii)

※は有意差を表す。(p<0.05)

## 1 7. 学習方法Ⅱ・考察” 頭部” (ii)

グラフ (図 8) だけを見ると確実に値は減少している。検定結果から、3回目と5回目で1回目よりも有意に早く餌にたどり着いたことが分かる。このことから分裂前よりも早く学習が完了した可能性が示唆された。

## 1 8. 学習方法Ⅱ・実験手順” 尾部” (ii)、実験器具(ii)

実験(i)と同様の実験を行った。

## 1 9. 学習方法Ⅱ・結果” 尾部” (ii)

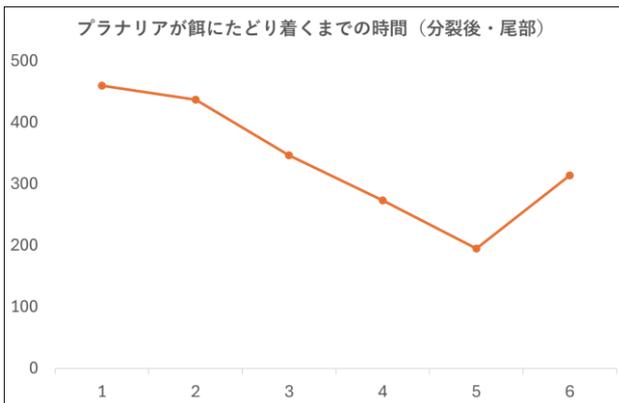


図 9 結果 ” 尾部” (ii)

## 2 0. 学習方法Ⅱ・考察” 尾部” (ii)

グラフ (図 9) を見てみると、5回目までは減少する傾向が見られた。検定では1回目と5回目の間に有意に異なる傾向が見られた。(p<0.1)

以上より、分裂前よりも早く学習が完了した可能性が示唆された。

## 2 1. まとめ

頭部・尾部ともに分裂前よりも早く学習することが明らかになった。一方で頭部・尾部のどちらの方がより記憶しているかは検討が必要である。

## 2 2. 謝辞

研究にあたり助言、ご指導いただいた恵那高校生物科の太田和輝先生に感謝申し上げます。

## 2 3. 参考文献、引用文献

記憶は脳の外にある？ プラナリアの実験からわかったこと

<https://wired.jp/2013/08/08/memories-of-planaria/>  
(2024. 10. 30)

プラナリアの記憶～脳がなくても記憶は残る？～

<https://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2021/11/e11258e1a6d69aa4fec00b22fc4f418e.pdf>  
(2024. 10. 30)

切断後のプラナリアにおける記憶・学習の差

<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/h27/153116.pdf>  
(2024. 10. 30)