

# 淡水ヒドラの再生における触手の変化

宮崎西高校 3年 得能謙心

## Abstract

Hydra to eight tentacles and have a high regenerative capacity; even if severed, each fragment is regenerated into a new individual. In this study, we focused on hydra that regenerated from amputation and compared the number of tentacles and the changes that is an invertebrate of the family Hydraridae (Hydra) in the order Hydrophilidae (Hydrophilidae). Hydra have three occurred in hydra that were produced by amputation and regeneration with those produced by normal asexual reproduction (budding). We hypothesized that the nutritional status of the parental hydra determined the number of tentacles of the emerging hydra. When we observed individuals C and B under the microscope, we considered that they lacked the ability to secure food because the number of cnidocytes in their tentacles was reduced compared to that of individual A. We also considered that the number of cnidocytes in the tentacles of individuals B and C was reduced compared to that of individual A. Therefore, we concluded that when the nutritional condition of the parental individuals deteriorated, hydra would undergo changes that would lead to defects in the feeding of the offspring hydra, such as a decrease in the number of tentacles of the reproducing hydra and a decrease in the number of cnidocytes in their tentacles.

ヒドラ(Hydra)という生物は、ヒドロ虫綱花クラゲ目ヒドラ科ヒドラ属の無脊椎動物である。ヒドラには 3~8 本の触手があり、高い再生能力をもち、切断されても各々の断片がそれぞれ再生され、新しい個体となる。本研究では、その切断から再生したヒドラに着目し、通常の無性生殖(出芽)より生じる個体と切断・再生により生じる個体を比較し、そのヒドラの触手の本数の推移や、ヒドラに起こる変化について検討した。その結果、親のヒドラの栄養状態が生まれてくるヒドラの触手の数を決めていると考えた。また、個体 B、C を顕微鏡下で観察すると、個体 A に比べて、触手の刺胞細胞の数が減っており、餌を確保する能力に欠けていると考えた。よって、ヒドラは親の個体の栄養状態が悪くなると、再生するヒドラの触手の数が減ったり、触手の刺胞細胞の数が減ったりと、子のヒドラの摂食に欠陥となる変化が出るという結論に至った。

## 1. 動機及び目的

近年、ヒドラ(*Hydra*)の研究はヒドラの再生に着目した研究が多い。その中でも特に再生後のヒドラの変化について調査されているものが多く、2022 年にはジュネーブ大学がヒドラに特定の因子を加えると、再生後、元の細胞の機能とは異なる機能をもつという体全体が多能性幹細胞であるヒドラならではの特異的な実験結果も確認された。



本研究はヒドラを飼育していく中で、個体ごとに触手の本数の偏りがあると感じ、集計を行った結果、触手の本数に明らかな偏りがあった。しかし、その中には触手の少ない個体、多い個体があり、なぜその差が生まれるのかについて疑問に感じた。先行研究を調べた結果、ヒドラの触手の本数について調べた研究は非常に少なく、ほとんどの論文で研究対象であるヒドラの触手の本数について

言及をしていなかった。そこで、ヒドラの触手の本数になぜさが生じるのか、またその原因について研究を進めた。

## 2. 実験方法と結果・考察

### 【本研究の対象】

本研究の対象である淡水ヒドラ(*Hydra*)とは、3~8本の触手があり、高い再生能力をもち、切断されても各々の断片がそれぞれ再生され、新しい個体となるが、基本的に出芽と呼ばれる無性生殖で繁殖する。ヒドラはそれぞれの触手に数千の刺胞細胞という刺針を備えた細胞内小器官が存在し、触手の感覚神経細胞が餌を感知すると、刺針を発射し、餌の体内に毒液を注入、麻痺させ、触手を用いて口元へ運び、摂食する。

また、本研究に使用する淡水ヒドラは以下の条件下で飼育、生育したものをを用いるものとする。

- ・蒸留水を飼育水とする。
- ・孵化させて間もないアルテミアを餌とする。
- ・小形低温恒温器で飼育温度を 18℃固定とする。

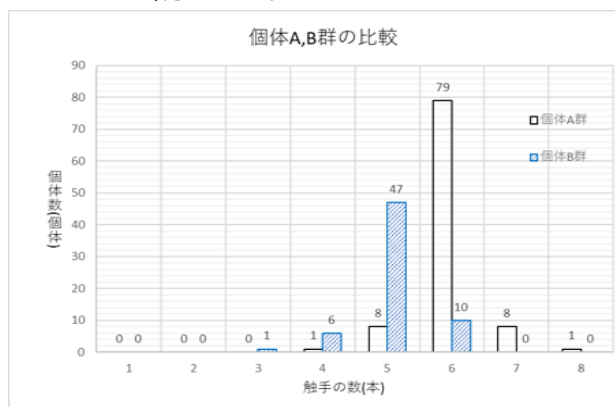
### 【検証実験α】

先行研究でヒドラの触手の本数について言及

されたものはなかったが、近年の研究の多くがヒドラに何かしらの衝撃を与えた後に、再生したヒドラの変化に焦点を当てていることから、通常の出芽で生まれる個体と切断してから再生した個体の触手の本数の比較を行った。もし、この二つの状態の触手の本数に差が出る場合、ヒドラの栄養状態が関わってくると考えられる。

実験方法としては、まず、飼育しているヒドラから出芽した個体を個体 A として収集し、触手の本数を数え、分布をとる。次に、個体 A のような出芽で生まれた個体で触手が6本のものを、三日間餌を与えず、体内に餌が残らない状態にし、ヒドラの腹部を目安に切断する。切断した断片のうち、元々触手がなかった方を採用し、完全に再生が完了する一週間を目安に放置し、再生した個体を個体 B として収集、個体 A 同様、触手の数の分布をとる。

その分布を比較し、2標本 t 検定を用いて有意差があるかを調査した。



結果として、個体Aのヒドラの触手の数は6本のもものがほとんどであり、97 個体中 79 個体 (81.4%) 確認された。また、6本を境に、山状に左右対称の値となった。次に、個体 B のヒドラの触手の数は5本のもものが多くを占めており、64 個体中 47 個体 (73.4%) 確認され、個体 A 同様に5本を境に、山状に左右対称となった。よって、ヒドラには「生まれやすい個体の触手の数」があると考えられる。

2標本 t 検定で「個体 A、B が同じ母集団のデータである」と帰無仮説  $H_0$  を立てる。この時、信頼度 99%、有意水準  $\alpha = 0.01$  とする。その結果、帰無仮説  $H_0$  が成り立つ確率  $P_0$  が、 $0.41 \times 10^{-4} \%$  となり、 $P_0 < 0.01$  となるため、帰無仮説  $H_0$  が棄却され、個体 A、B のデータは全く異なる母集団のデータであるとわかった。

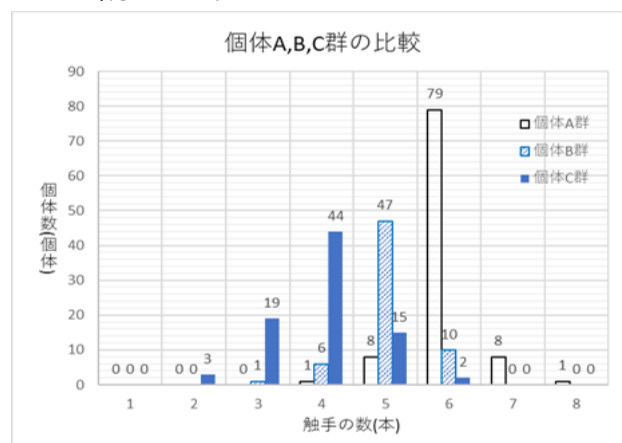
出芽で生まれる個体 A の方が基本的に、個体

B よりも、触手の数が多い。出芽自体は親の栄養状態が良い時に盛んで、個体 A も基本的に栄養状態が良いといえる。それに比べて、突発的に切断され、再生した個体Bは、栄養状態が良くない。このことから、栄養状態の違いが触手の数というものに影響し、栄養状態が悪い状態で、切断から再生したヒドラは、触手の数が減ると考えられる。

### 【検証実験β】

検証実験αより、個体 A より個体 B の方が触手の数は少ない。そのような結果となる原因は、個体 A、B の状態の差が、生まれる前の親のヒドラの栄養状態であることから、親のヒドラの栄養状態が悪くなるにつれて「生まれやすい個体の触手の数」が減ると考え、次の実験を行った。

検証実験α同様、個体 A のような出芽で生まれた個体で触手が6本のものを、三日間餌を与えず、体内に餌が残らない状態にし、さらに四日放置し、飢餓状態にしたヒドラを、腹部を目安に切断する。個体 B と同様、切断した断片のうち、元々触手がなかった方を採用し、完全に再生が完了する一週間を目安に放置し、再生した個体を個体 C として収集、触手の数の分布をとる。その分布を比較し、2標本 t 検定を用いて有意差があるかを調査した。



結果として、個体 C の一週間餌を与えていないヒドラを切断して生まれるヒドラの触手の数は4本のもものが半分を占めており、83 個体中 44 個体 (53.0%) 確認された。また、個体 A、B と同様に4本を境に、山状に左右対称の値をとった。よって、ヒドラには「生まれやすい個体の触手の数」があると考えられる。また、検証実験α同様、個体 A、C、個体 B、C それぞれで、同じ母集団であるという帰無仮説を立て、その結果、帰無仮説が成り立つ確率がそれぞれ、 $0.24 \times 10^{-}$

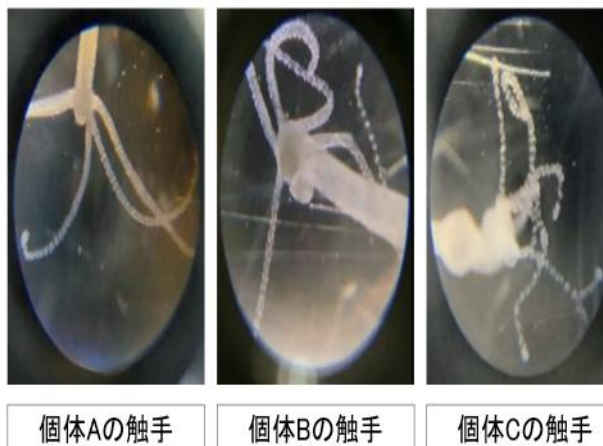
<sup>27</sup> %、 $0.13 \times 10^{-7}$ %となるため、個体 A、B、C は異なる母集団のデータであるともわかった。

よって、「生まれやすい個体の触手の数」は個体 A、個体 B、個体 C の順で少なくなると判断できる。また、検証実験 $\alpha$ の考察を踏まえると、新しく生まれてくる個体の触手の数は、親の個体のヒドラの栄養状態が悪くなるにつれて、「生まれやすい個体の触手の数」は減ると考えられた。

#### 【検証実験 $\gamma$ 】

ヒドラが、親のヒドラの栄養状態の変化によって触手の数が変わるのであれば、触手の数以外にも変化が生じると考え、顕微鏡下で 400 倍に拡大して観察し、個体 A、B、C で比較した。

結果として、変化が確認できた器官は、ヒドラの触手の細胞であった。右上の図より、個体 A、B、C を比べると、個体 B、C は個体 A に比べて、細胞の一つ一つが分離し、数珠つなぎになっていることがわかる。この粒のような細胞が、触手に欠かせない刺細胞という器官であり、三つの写真が等倍であることから、触手の刺細胞の数が明らかに減っていた。



また、刺細胞の数は、C、B、A の順で少なく、これは検証実験 $\beta$ の考察で述べた「生まれやすい個体の触手の数」の少ない順と同じである。つまり、検証実験 $\beta$ の考察と合わせると、ヒドラは親の栄養状態が悪くなるにつれて、生れてくるヒドラの触手の数が減り、その触手の刺細胞の数も減るのだと考えられた。

触手は餌などを捕まえるためのものであり、餌を捕まえる際に刺細胞はとても主要な器官であるため、その刺細胞の数が減るということは、そのヒドラの摂食や生存に直結し、深刻な影響が出る。

### 3. 考察

以上の検証実験の結果と考察より、親のヒドラの栄養状態が悪くなると、新しく生まれるヒドラの触手の数が減り、その触手にある刺細胞の数も減るということが分かった。また、この変化は、生まれるヒドラの摂食に機能的な面で大きな欠陥となる。

今回の研究はヒドラという生物に限定した話で、かつ、一律に調整された環境下の話である。今後は、親の栄養状態以外の原因がないか、餌や温度、飼育水などの条件を変えて、母数を増やし、ヒドラ以外の再生を行う生物にも同じことがいえるかを調査していきたい。

### 4. 参考文献

1. 安藤浩司(1989)「ヒドラの形態形成と周期信号」,八戸工業大学情報システム工学研究所紀要 2 20-25, 1990-03-31
2. 伊藤猛夫(1968)「ヒドラの触手形成型における左右相称について」,動物分類学会会,38~41号 1968
3. 藤本仰一、平井珠美、倉谷滋(2021)「Polymorphism in the symmetries of gastric pouch arrangements in the sea anemone」,Zoological Letters, 2021.9.6
4. Heike Sander(2020)「Symmetry breaking and de-novo axis formation in hydra spheroids: the microtubule cytoskeleton as a pivotal element」,bioRxiv,2020.8
5. 板山朋聡(1992)「ヒドラにおける生体構造の再生と機能の発現」(東北大学 博士学位論文)
6. 藤澤俊孝(2008)「Hydra Peptide Project 1993-2007」,Development, Growth & Differentiation: Volume 50, Issue s1 ,S257-s268