

# ヤマトヒメミミズの餌と碎片分離の関係

青木 心結 丹羽 美鈴  
兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 2年

日本の固有種であるヤマトヒメミミズは、碎片分離という無性生殖を行うことで知られている。その驚異的な再生能力のメカニズムを解明し、今後の再生医療へ応用することが大いに期待されている。そこで、私たちは碎片分離を誘導できる条件を、与える餌に着目して調べることにした。餌に含まれるタンパク質と炭水化物の割合を変えて対照実験を行った結果、タンパク質量と炭水化物量が約1:6のときに、最も碎片分離しやすいことが分かった。

## 1. はじめに

ヤマトヒメミミズ(図1)は1993年に東北農業試験場で発見された、ヒメミミズ科の体長約1cmと小型のミミズで、その特長は生育環境に応じて、有性生殖と無性生殖を切り替えることができることである。通常、碎片分離とよばれる無性生殖によって、成長した個体は一度に10断片ほどに分離し、各断片は頭部と尾部を再生してそれぞれ完全な個体となる。



図1 ヤマトヒメミミズ

## 2. 研究動機と目的

### 2.1. 研究動機

近年、生物学界ではiPS細胞等といった幹細胞が多く研究者の注目を浴びている。幹細胞とは、自己複製能と様々な細胞に分化する能力(多分化能)を持つ特殊な細胞であり、失った部分のみを再生する付加再生とは異なり、それに加えて体全体の構造の再編成を行う再編再生を可能にする。このような高度な再生のメカニズムを解明することで、将来ヒトの再生医療に役立つのではないかと考えられており、数多くの研究がなされている。

日本の固有種であるヤマトヒメミミズ(*Enchytraeus japonensis*)は、有性生殖だけでなく、碎片分離と呼ばれる、自切によって多数の断片に分離し、それぞれが一個体となる無性生殖の両方を行うことで知られている。本研究は、そのヤマトヒメミミズの碎片分離における条件を、ミミズに与える餌に着目して研究を進めた。

### 2.2. 研究目的

有性生殖、無性生殖ともに特徴的で様々な実験に使用されるヤマトヒメミミズであるが、無性生殖をより誘導しやすい条件を調べることで、一様なゲノムを持つ個体を一度に大量に得ることができるのではないかと考えた。それにより、様々な実験の更なる効率化を図った。

### 2.3. 仮説

餌として小麦粉を与えると長く切れにくく成長し、きなこを与えると細かく切れやすいという特性があることから、タンパク質を多く与えると碎片分離を起こしやすいのではないかと考えた。

なお、碎片分離の起こしやすさは、一般的なオートミールでの飼育と比較することとした。

## 3. 本研究の特徴

### 3.1. 先行研究

先行研究[1]より、ヤマトヒメミミズ(以下、ミミズと表記)の飼育の条件は、培地は1%寒天を入れたシャーレ、餌はオートミールが適していると言われている。その環境下ではミミズは一度の分離で約10断面に分かれ、約4日で頭部と尾部を再生し完全な個体となり、さらに約10日で元の長さまで成長して再び碎片分離を行った。つまり、オートミールでの飼育では、約14日周期であることが分かっている。

### 3.2. ヤマトヒメミミズの飼育について

ミミズは繁殖用と、実験用とを分けて飼育した。繁殖用は市販のタッパーにナイロンループ(図2)、水を入れ、飼育した。餌はオートミールで、餌やりは7~10日に一度、水やりは週2回とした。実験用は一般的なシャーレに、その半分ほどの高さまで1%寒天を作り、一定数のミミズを入れて飼育した(図3)。いずれも21℃のインキュベーターで保管した。寒天は水100gに対して1gのアガー粉末を加えて作った。



図2(左), 図3(右)

### 3.3. 使用するもの

オートミール…クエーカー インスタントオートミール

おから…さとの雪 おからパウダー

きなこ…国内産 皮むききな粉

コーンフレーク…トップバリュ コーンフレーク プレーン

砂糖…スプーン印 上白糖

### 3.4. 碎片分離の観察について

碎片分離とは無性生殖の方法の一つで、ヤマトヒメミミズの場合、一度の分裂で約 10 断片に分離する。各断片は約 4 日で頭部と尾部を再生する。碎片分離後の特徴として、自切によって分裂するため、断面が真っ直ぐな面になっており、通常の頭部及び尾部のある個体とは見た目が異なる(図 4)。本研究ではミミズの長さ(頭部、尾部があるか)を観察することで、碎片分離が起きているかどうかを判断した。



図 4 実際に見られた碎片分離

### 3.5. 本研究の特徴

本研究では、餌に含まれるタンパク質と炭水化物の割合に着目し、それぞれタンパク質と炭水化物の量や割合を変えて飼育した。そしてその結果より、碎片分離が最も起こりやすい餌について考察した。

## 4. 実験 I

### 4.1. 目的

タンパク質を多く含む食品のみ、炭水化物を多く含む食品のみ、タンパク質を多く含む食品と炭水化物を多く含む食品を混ぜたものをそれぞれ餌として与えた場合、ミミズの成長に影響はあるのか調べる。

### 4.2. 方法

タンパク質を多く含む食品としてきなこ、炭水化物を多く含む食品としてコーンフレーク、砂糖を用意した。タンパク質と炭水化物を混ぜた餌としてきなこコーンフレーク、きなこ砂糖をそれぞれ 1:1 で配合した餌を作った。

きなこのみ、きなこコーンフレーク、コーンフレーク、きなこ砂糖、砂糖のみ、を与えたシャーレをそれぞれ順に①, ②, ③, ④, ⑤とした。

### 4.3. 結果

①は培地に入れた水がドロドロになり、観察が困難になった。その後、培地が腐敗した。②は、初めは個体数が激減したものの、その後碎片分離が 2 回確認できた。③, ⑤の培地は腐敗した。④は、初めは数の変化は見られなかったが、その後、培地が腐敗した。①~⑤の、一定期間における個体数の推移を図 5 に表した。

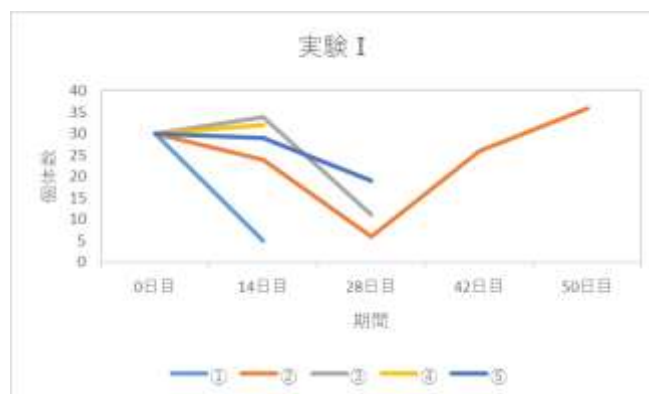


図 5

### 4.4. 考察

きなこは水を吸収しすぎたことが、培地がドロドロになった原因だと考えられるので、きなこより水分を吸水しにくいおからにした方がよいと思われる。コーンフレークと砂糖が腐敗しやすいのは仕方がないことなので、水を入れ替える頻度を増やすとともに、餌を改善する必要があると考えた。

## 5. 実験 II

### 5.1. 目的

実験 I を踏まえて、きなこをおから、コーンフレークと砂糖を小麦粉に替えて実験をする。

### 5.2. 方法

タンパク質を多く含む食品としておから、炭水化物を多く含む食品として小麦粉、それぞれを含む餌としておからと小麦粉を 1:1 で配合した。おからのみ、おからと小麦粉、小麦粉のみ、を与えたシャーレをそれぞれ⑥, ⑦, ⑧とした。

### 5.3. 結果

⑥では碎片分離が4回、⑦では7回、⑧では3回確認された。⑥～⑧の、一定期間における個体数の推移及び碎片分離数を図6に表した。



図6

### 5.4. 考察

⑥と⑧を比較した場合、タンパク質量が多いため⑥の方が碎片分離の回数が多かった可能性がある。⑦から分かるように、タンパク質のみ、炭水化物のみよりも、どちらも混ぜた方が碎片分離しやすいのではないかと考えられる。

## 6. 実験III

### 6.1. 目的

おからの量を固定し、コーンフレークと砂糖の割合を変化させるとどのような変化があるか調べる。

### 6.2. 方法

おからと砂糖を3:1、おからとコーンフレークを3:1、おからと砂糖を1:3、おからとコーンフレーク1:3で混ぜたものを順に⑨、⑩、⑪、⑫とした。

### 6.3. 結果

⑨と⑩はそれぞれ碎片分離したが、⑪と⑫は、碎片分離しなかった。また、⑪はすぐに腐敗し、⑫はしばらく数の変化はなかったが、その後培地が腐敗してしまった。⑨～⑫の、一定期間における個体数の推移を図7に表した。



図7

### 6.4. 考察

餌にタンパク質と炭水化物の両方を混ぜたとき、

餌の半分以上コーンフレークや砂糖が含まれていると、培地や餌が腐敗する。

## 7. 実験IV

### 7.1. 目的

おからと小麦粉を混ぜる割合を変えたとき、どの組み合わせがよいか調べる。

### 7.2. 方法

おからと小麦粉3:1、1:3、1:1で混ぜたものを順に⑬、⑭、⑮とした。

### 7.3. 結果

⑬と⑮は徐々に数が減り、最終的には全滅した。⑭は碎片分離が5回確認された。⑬～⑮の、一定期間における個体数の推移を図8に表した。



図8

### 7.4. 考察

おからと小麦粉を1:3で混ぜたときに最も碎片分離しやすい。

## 8. 結論

7.4から、タンパク質の量と炭水化物の量をそれぞれ計算すると、タンパク質が100gあたり12g、炭水化物が100gあたり69.55g含まれている。このとき、観察期間は1か月で碎片分離は5回確認され、58匹個体数が増加した。一般的な飼育方法であるオートミールを餌として、アガー粉末での培地で飼育した場合、約1か月で約3匹増加することが先行研究 [2] により分かっている。

よって碎片分離を誘導しやすいのはタンパク質と炭水化物を混ぜた餌を与えたときであり、その比は12:69.55、つまり、おおよそ1:6のときである。

## 9. 今後の展望

今回、時間の関係上きなこが吸水しないような工夫ができなかったため、吸水率を考慮し、きなこでも対照実験を行いたい。また、混ぜる割合をもっと変えて実験を行いたい。

## 10. おわりに

本校教諭の片山先生，繁戸先生，本校サイエンスアドバイザーの皆様には本研究についてご指導頂いたことに心からの感謝の意を表します。またヤマトヒメミミズの提供，及び助言をして頂いた日本大学医学部細胞再生移植医学講座客員教授の野呂知加子先生に深く感謝致します。

### [参考文献・参考URL]

[1] (柄内新 (2001) ヤマトヒメミミズの生殖と再生. 生物の科学 遺伝別冊 No.13. 33-41 Myohara, M., Yoshida-Noro, C., Kobari, F., and Tochinal, S. (1999). Fragmenting oligochaete *Enchytraeus japonensis*: a new material for regeneration study. *Dev. Growth Differ.* 41: 549-555 北海道大学 大学院 理学研究科 生物科学専攻 系統進化学講座 III ヤマトヒメミミズ研究グループ (<http://bio2.sci.hokudai.ac.jp/bio/shinka3/mimizu/what-ej/asexual%20reproduction.html>)

[2] 西野秀昭『中学校理科「生物の成長とふえかた」無性生殖におけるヤマトヒメミミズの教材化』  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsser/25/2/25\\_No\\_2\\_100223/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsser/25/2/25_No_2_100223/_pdf)