

# ヤマトヒメミミズの碎片分離における存在場所及び水の関係

2年9組 青木 心結 丹羽 美鈴

## 1. はじめに

ヤマトヒメミミズは、1991年に福島県で発見され、1993年に新種記載された体長5～15mmほどの小さな白いミミズである。ヤマトヒメミミズは、無性生殖と有性生殖の両方を行うという珍しい特徴を持っている。有性生殖は、個体数を低密度に保ち、十分な給餌を行うことで初めて可能になる。このような培養条件の下、ヤマトヒメミミズの生殖巣が発達し、有性個体となり、通常のみミズに見られるように有性生殖を行うようになる。一方、個体数が多い通常の培養環境では、無性生殖のみによって増殖する。ヤマトヒメミミズの無性生殖は、「破片分離」と呼ばれる珍しい生殖法で、現在は少なくとも8種の世界各地で見られるヒメミミズが破片分離による無性生殖を行うことが知られている。

破片分離では、60～80体節から成る体を自ら切断（自切）するに際し、体節の自切部位を絞り込むようにして数体節からなる5～10断片ほどに分離する。その断片の前側に頭部を、後側に尾部を再生し、4日ほどで頭・尾の再生を完了させ、その後10日ほどで元の大きさまで成長して完全な個体となる。体長15mmほどに成長するまでに再び破片分離を行い、再生し増殖していく。（\*1）

## 2. 動機

再生することで知られているプラナリアやヒドラに比べ遥かに高等な動物であり、強い生命力を持つヤマトヒメミミズだが、その生態は未だ謎が多く残っている。

ヤマトヒメミミズは一見普通の白いミミズのように思えるが、その構造は意外にも高度であり、大変興味深い生態である。

しかし地味な生物である故か、ヤマトヒメミミズに関する論文は非常に少ない上に、これをテーマにして研究した高校生も少ない。

そこで私たちはこのような素晴らしい生物を研究せず野放しにするのは惜しいと思い、研究の題材にすることにした。

## 3. 背景

ヤマトヒメミミズの胴部を切断し水中で培養すると、断片化が阻害され自切させずに新しい頭部を再生させることができる。（\*2）

逆に、水の少ない場所で培養すると破片分離させることができる。

一方、ある論文によると、「培養中における水の量を少なくすることで寒天中に潜り込みやすくなり、破片分離が起こる確率が高くなったと考えられる。」「破片分離の誘導には、水の量というよりもヤマトヒメミミズの存在場所が直接関係すると考えられる。」と記載されていた。（\*1）（\*3）

水の量による破片分離への影響

		1日 後	2日 後	5日 後	最終 結果
水多め	ミミズA	頭部		○	○
		尾部	○		○
	ミミズB	頭部			
		尾部			
水少なめ	ミミズC	頭部		○	○
		尾部	○		○
	ミミズD	頭部	○		○
		尾部	○		○

（■：寒天中に存在，○：破片分離確認）

検証実験における飼育条件

水の量	切断したミミズ	霧吹き回数
多め →ミミズの体が浮く程度	ミミズA 切断前：体長8.7mm	8～10回
	ミミズB 切断前：体長7.5mm	
少なめ →ミミズの体半分が表面に出ている程度	ミミズC 切断前：体長9.5mm	2～3回
	ミミズD 切断前：体長9.2mm	

実験用寒天とかんてんクックで作成した各培地でのヤマトヒメミミズの培養結果の比較  
表中で、Agarは実験用寒天を、クックはかんてんクックを指す。0日は各寒天培地とも、39匹から培養を開始した。0日で培養を開始したヤマトヒメミミズの体長は、いずれも6～8mmほどである。

	0日	7日	14日	21日
Agar 1	39	38	40	48
Agar 2	39	40	45	55
Agar 3	39	39	39	47
Agar 4	39	39	39	48
Agar 5	39	38	41	51
平均	39	39	41	50
クック 1	39	48	221	305
クック 2	39	39	114	308
クック 3	39	39	204	306
クック 4	39	41	234	319
クック 5	39	47	107	296
平均	39	43	176	307

では、ヤマトヒメミミズの破片分離の誘導において、水が少ないことと、寒天培地に潜り込みやすいことのどちらが直接的な要因であるだろうか。

それについて対照実験を行った上で、ヤマトヒメミミズの破片分離をより効果的に誘導できる条件を明確にしたい。

また、寒天培地を別のものに替えた場合や、日数を比較した場合、水の量・光の強さを変えた場合、など条件を変えた際にそれぞれ結果にどのように影響するのかも調べてみたい。

# ヤマトヒメミミズの碎片分離における存在場所及び水の関係

2年9組 青木 心結 丹羽 美鈴

## 4. 目的

ヤマトヒメミミズの碎片分離を誘導できる、よりよい条件を見つける。

## 5. 現時点までに判明していること(先行研究)

- ・ 碎片分離（無性生殖）は個体の頭部を切断することによって誘導できる。(\*4)
- ・ かんてんクックで育てているヤマトヒメミミズの方が、より活発に寒天の表面や寒天中を活動し、破片分離を盛んに行って増殖している。(\*1)
- ・ 頭部を人為切断しその断片を水に入れた場合、水の量が少ない方が碎片分離しやすい。(\*1)(\*3)

## 6. 仮説

- ・ かんてんクックは実験用寒天培地よりも崩れやすく、自然の土により近い状態であるため碎片分離が誘導される。
- ・ 光が強いと碎片分離しなくなる。(ミミズは負の走光性を持つから)
- ・ 水が少なく、湿度の低い場合は碎片分離しない。(干からびる)
- ・ 寒天が柔らかいほど、碎片分離しやすい。(土の柔らかさに近づく)

## 7. 方針

1. ミミズの生態を詳しく調べる。  
→どのような場所に生息するのか？どのような土壌・天候を好むのか？
2. それを元に、できるだけ自然に近い環境で実験を行えるように温度・湿度・光度などを一定にした場所をつくる。
3. 寒天を以下の3種類で分けて実験する。  
寒天の1.5%溶液を調製し、20°Cで15時間放置、凝固せしめたゲルについて、その表面1cm<sup>2</sup>当たり20秒間耐え得る最大重量(g数)

寒天のゼリー強度

粉末寒天	30g /cm <sup>2</sup> ~1,500g /cm <sup>2</sup>
糸寒天	300g /cm <sup>2</sup> ~500g /cm <sup>2</sup>
角寒天	200g /cm <sup>2</sup> ~400g /cm <sup>2</sup>

→ (注1を参照)

4. 水の量を変えて実験する。

→3・4を組み合わせて、対照実験を行う。

また、かんてんクックに何か不思議な魔力があるかもしれないので、かんてんクックも使用し3の3つうち、どの寒天に合致するか検証する。

## 8. 今後の予定

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
事務作業	具体的な計画	ミミズの入手							費用報告	発表
実験			予備実験	本実験			追加実験			
論文					下書き			清書	完成	

5月~6月中に準備をできるかどうかポイント。

本実験と並行して、書けるところから論文を書いていく。

## 9. 課題

- ・ 人数→最低でも3~4人は欲しい。
- ・ ヤマトヒメミミズの入手方法→北海道大学の研究室から入手することを検討中。
- ・ 「水が少ない」の定義→水がないと干からびて死んでしまうが、多すぎると自切が阻害されてしまう。  
→碎片分離したときと再生したときの細胞状態を観察し、それを基に判断して水の量を調整する。

## 10. 参考文献・引用文献

- ・ 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/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsser/25/2/25_No_2_100223/_pdf/-char/ja) …(\*1)
- ・ 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)

# ヤマトヒメミミズの碎片分離における存在場所及び水の関係

2年9組 青木 心結 丹羽 美鈴

- ・ヤマトヒメミミズのESTデータベース解析によるタンパク質機能の推定及び碎片分離の誘導と再生  
[file:///C:/Users/suzun/Downloads/3004-yoshida-nishino\\_2010.pdf](file:///C:/Users/suzun/Downloads/3004-yoshida-nishino_2010.pdf) …(\*3)
- ・再生研究の新しいモデル実験動物 –ヤマトヒメミミズ–  
<http://www.naro.affrc.go.jp/archive/nias/newsletter/sansikonchu/n43/n43saisei.htm#:~:text=%E3%83%A4%E3%83%9E%E3%83%88%E3%83%92%E3%83%A1%E3%83%9F%E3%83%9F%E3%82%BA%E3%81%AF%E4%BD%93%E9%95%B7%E7%B4%84,%E5%AE%8C%E5%85%A8%E3%81%AA%E5%80%8B%E4%BD%93%E3%81%AB%E3%81%AA%E3%82%8B%E3%80%82&text=%E7%A0%95%E7%89%87%E5%88%86%E9%9B%A2%E3%81%AF%E5%80%8B%E4%BD%93%E3%82%92,%E4%BA%BA%E7%82%BA%E7%9A%84%E3%81%AB%E8%AA%98%E5%B0%8E%E3%81%A7%E3%81%8D%E3%82%8B%E3%80%82> …(\*4)
- ・ヤマトヒメミミズの再生における頭尾軸パターン形成機構の研究  
<https://www.noastec.jp/kinouindex/data2001/22.html>
- ・ヤマトヒメミミズの頭尾再生機構に関する研究  
[https://www2.lib.hokudai.ac.jp/gakui/2006/8012\\_kawamoto.pdf](https://www2.lib.hokudai.ac.jp/gakui/2006/8012_kawamoto.pdf)
- ・ヤマトヒメミミズをモデルにした体細胞クローン個体作成の試み  
<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-09878168/>
- ・ヤマトヒメミミズ無腸断片の再生 ～再生における腸の貢献と双頭再生～  
<https://www2.jsdb.jp/kaisai/jsdb2000/abst/p113.html>

## 11.その他

### ・(注1)

寒天のゼリー強度の測定は、現在日寒水式の方法が広く採用されている。この方法の基本的な考え方は、“寒天の1.5%溶液を調製し、20°Cで15時間放置、凝固せしめたゲルについて、その表面 1cm<sup>2</sup>当たり20秒間耐え得る最大重量 (g数) をもってゼリー強度とする”というものである。この測定法に影響する要因は、寒天溶液の冷却方法、ゲル表面の皮膜の形成、20°C15時間保存中の水分蒸発、測定時の荷重のかけた等があり、安定な測定値を得るためには、これらの要因を一定にする必要がある。

寒天濃度とゼリー強度との間には、ほぼ比例関係がある。寒天を希釈していったゲル化する最低濃度は、寒天の種類によって多少の差はあるが、約0.1%である。これは寒天のゲル化能と呼ばれる。寒天の低濃度での強度 (寒天ののび) にも種類によって差があり、1.5%では同じ強度であっても低濃度では強度・食感に差が表れる。

一般的にゼリー強度と濃度とは比例する。

したがってゼリー強度700g/cm<sup>2</sup>のものは、350のもの1/2の使用量で済む計算になる。寒天のゼリー強度による価格差は、通常ゼリー強度100g/cm<sup>2</sup>について3%位であるから、単に硬さだけを求める場合は、ゼリー強度の高いものが断然徳用になるわけである。

ただし、濃度の変化による諸特性の変化、特に保水性の問題を考慮に入れる必要がある。寒天類似の数あるゲル化剤の中で、このゼリー強度の高さは寒天が抜群であり、寒天の食品原料としての価値は、この硬さ故と言える。

([https://www.kantenpp.co.jp/kanten/science\\_old/0207.html#:~:text=%E5%AF%92%E5%A4%A9%E3%81%AE%E3%82%BC%E3%83%AA%E3%83%BC%E5%BC%B7%E5%BA%A6%E3%81%AE,%E3%81%99%E3%82%8B%E2%80%9D%E3%81%A8%E3%81%84%E3%81%86%E3%82%82%E3%81%A%E3%81%A7%E3%81%82%E3%82%8B%E3%80%82](https://www.kantenpp.co.jp/kanten/science_old/0207.html#:~:text=%E5%AF%92%E5%A4%A9%E3%81%AE%E3%82%BC%E3%83%AA%E3%83%BC%E5%BC%B7%E5%BA%A6%E3%81%AE,%E3%81%99%E3%82%8B%E2%80%9D%E3%81%A8%E3%81%84%E3%81%86%E3%82%82%E3%81%A%E3%81%A7%E3%81%82%E3%82%8B%E3%80%82)より一部引用)

### [飼育に関すること]

#### ・ 飼育容器

30～40cm四方の深さのある発泡スチロールの箱がもっとも安定して飼育できるようです。その他にも70cmの大きさの衣装ケースなども利用できるようです。

#### ・ フタ

ミミズは脱走の名人ですので、何らかのフタが必要になります。発泡スチロール箱の場合は、その箱に普通についているフタがいいでしょう。特に空気穴は必要ないようです。

#### ・ 餌

ミミズは土の中の有機物を食べて暮らしています。ただし種によってはそれが植物体の分解しかけた残骸を好んだり、完全に分解して土と同化した有機物を常食としていたり、若干、差があるようです。

餌ははじめによく熟成された腐葉土を利用し、その後は野菜のくずや茶の葉などを与えればよいようです。何にしても発酵が進んでいるほど、つまり分解が進んでいるほどミミズは餌を食べやすくなるのは当然です。広葉樹の枯れ葉はもちろいしい餌ですが、硬いままでなく数日間水に浸しておいたものを使

# ヤマトヒメミミズの碎片分離における存在場所及び水の関係

2年9組 青木 心結 丹羽 美鈴

うといいでしょう。

- **水分**

結局は適当ですが、表面が乾いてしまう直前に、ジョウロやペットボトルなどで給水すればいいでしょう。

- **日常の管理**

日常の管理は

- ・ 給水
  - ・ 餌の補給
  - ・ 土の掘り返し
- の三つです。

土の掘り返しは重要な管理です。これは土の中の通気性を維持することが目的です。容器内の土を一週間に一度くらい掘り返します。

- **脱走対策**

発泡スチロール容器などの場合はしっかりとフタができますので心配いりませんが、衣装ケースなどのようにフタに隙間がある場合は、夜間に大量に脱走されることがあります。

目の細かいネット状のものをかぶせることで防げます。

またミミズは明るいところが嫌いですから、電気が点けばなしならば脱走はしません。

- **アリとカビ**

屋外などで飼育すると、飼育容器内にアリが入り込んできますので、容器の外壁に忌避剤などを塗っておくと効果があります。

さらに、容器内の餌にカビが生えてくることがあります。カビは種類によっては餌植物の熟成を助けますが、生えるよりは生えないほうがよいようです。

(<https://allabout.co.jp/gm/gc/69848/>より一部引用)