

粘菌の糖に対する反応と行動選択について

3 年 B 組 大城 彩奈

2 年 A 組 大竹 凜央

指導教員 松原 俊二

1. 要約

粘菌とは「変形体」と呼ばれる状態の時にスライム状の体で、オートミール(餌)を周りに撒いておくと体を広げたり伸ばしたりして最短距離でエサまで移動するという生き物である。粘菌には化学走性があり、エサとなる物質に正の走性を、光などの忌避物質には負の走性を示すことが知られている。私たちはその性質に興味を持ち、今回は糖に対する化学走性に関する実験及び粘菌に迷路を解かせる実験を行った

キーワード 動物、行動、真性粘菌、変形体、イタモジホコリ、迷路、化学走性、糖

2. 変形菌とは

粘菌とは、アメーボゾア門コノーサ綱変形菌亜綱に属する単細胞生物で、真性粘菌と細胞性粘菌の 2 種類がある。一般的に暗くてじめじめしたところを好み、森や藪、花壇などに生息している。そして、環境に合わせて、孢子、細胞、変形体、子実体と様々な形態になる(図 1)。

粘菌は自由自在にからだを伸ばしたり、縮めたりできる。また好き嫌いがあり、オートミールなどの好物には近づき、光などの嫌いなものからは遠ざかる。これは、前者は正の走性、後者は負の走性を示しているからだと言われている。走性とはある特定の物質に寄っていったり(正の走性)、避けたり(負の走性)する性質のことである。オートミールは別名えん麦とも言い、シリアルなどに入れて食べる穀物であり、粘菌のエサになる。

また、粘菌には、正の走性を示す物質には最短ルートで向かっていくという興味深

い特徴がある。

さらに、粘菌にはタマゴルリホコリやシロウツボホコリなどの様々な種類がある。本研究で使用したのは真性粘菌イタモジホコリ(学名 *Physarum rigidum*)の変形体である(図 2)。以下、「イタモジホコリの変形体」を「粘菌」と表記する。

3. 研究内容

3. 1 研究の背景と目的

私たちは粘菌の生態に興味を持ち研究を開始した。先行研究から、粘菌は糖に対して正の走性を示すことがわかっている。「糖に対する走性を示す際に、濃度が粘菌の行動にどのような影響を及ぼすのだろうか？」と疑問を抱き、実験によって明らかにしようとした。また、先行研究より粘菌は「行動の選択」を行うことが示されている。そこから、粘菌は難しい選択を強いられた時、どのような判断をし、どのような行動を選択するのかに興味をもち、次のような実験

を行うことにした。

3. 2 粘菌の糖に対する反応について

3.2.1 仮説

粘菌は糖に対して糖液の濃度に関わらず正の走性を示す。

3.2.2 実験方法

まず、0.02%、0.1%、1%の濃度の砂糖水を用意した。次に、ろ紙にキッチンペーパーや粘菌を置く位置を記入した(図3)。記入した印の位置に、砂糖水をしみこませたキッチンペーパーや粘菌を配置し、21℃の恒温室に3日間放置し、1時間ごとにカメラで定点撮影して粘菌の動きをとらえた。

3.2.3 判定方法

糖に粘菌が密集し完全に集まるまでにかかった時間を「到達にかかる時間」とし、各濃度における到達時間を比較した。

3.2.4 実験結果

砂糖水の濃度と到達にかかる時間の関係は(表1)のようになった。0.02%、0.1%、1%の濃度の砂糖水に反応し、近づくまでの時間はほとんど変わらなかった。よって、濃度の違いによって反応の差異はなかった。

3. 3 粘菌の行動選択について

3.3.1 仮説

粘菌は、自らにとって生存確率が高く、餌を得られる道を選択し通る

3.3.2 実験方法

まず、ろ紙に寒天培地のくり抜く部分を描き、ろ紙の上に寒天培地を重ねて置いて、寒天培地からその部分をくり抜いた(図4)。完全にくり抜いたものを2枚、粘菌が通れる橋を残したものを2枚作った。

次に、くり抜いた部分に蒸留水を張り、

真ん中に粘菌、外側にオートミールを置いた。(橋のあるものには、橋の反対側にオートミールを置いた。)

橋の有無と、餌の有無の条件を組み合わせ、①餌あり橋あり、②餌あり橋なし、③餌なし橋あり、④餌なし橋なし、の4つの条件を作り出した。(※)

その後、培地上に粘菌を配置し、恒温室に3日間放置して、1時間に1度カメラで定点撮影を行った。この実験を2回繰り返した。

(※) 粘菌は一般的に最短ルートでエサに近づく。そしてエサを摂取しなければ粘菌は死ぬ。しかし粘菌は水に完全に漬かった状態で数時間経過すると死ぬ為、この実験中に粘菌はエサの摂取、水没する危険、エサへの最短経路などを考慮し、行動を選択する(=最適なルートを通る)必要があると考えている。

3.3.3 判定方法

粘菌が橋やエサの有無の条件によって、異なった選択(異なるルートを通った)をした場合、その差異を比較する。このように、粘菌は難しい選択を強いられた時、どのような判断をし、どのような行動を選択するのかを考察する。

3.3.4 実験結果

図5に示すように、粘菌は橋と餌の条件の違いによって異なるルートを選択した。

条件①(エサも橋もある)に置かれた粘菌は、水の中を通らず橋を通り、エサに到達した。一方、条件②(エサはあるが橋がない)に置かれた粘菌は、内側の寒天の隅を少し通って水の中を通るか迷うシグナルを示した。その後、水の中を通ってエサに到達した。

条件③（エサはないが橋はある）に置かれた粘菌は、内側の寒天の隅をなぞるように通りエサを探すシグナルを示した後、橋を通り、えさを探し続けた。条件④（エサも橋もない）に置かれた粘菌は、条件③の結果と同様に内側の寒天の隅をなぞるように通りエサを探すシグナルを示した。その後、粘菌は水の中を通ったが、しばらくすると死んでしまった。

4. 考察

糖の実験(実験 3.2)より、0.02%、0.1%、1%のどの濃度の砂糖水を用いても、粘菌が近づくまでの時間はほとんど差がないことがわかった。したがって、今回の条件では、粘菌はどの濃度であっても糖に反応する速度は変わらないといえる。

また行動選択の実験(実験 3.3)では、橋のないものは餌までの最短ルート（水の中）を通過して餌まで辿りついた。それに対して橋のあるものは、橋を渡って餌までたどり着いた。この結果より、粘菌は自らにとって一番生存確率の高いルートを進むのではないかと考えられた。それに加えて、粘菌は餌の探知、到達にもっとも強い行動を示したり、水の中を通る選択に迷うシグナルを示したことから「餌の摂取＞安全性＞最短経路」という行動判断の優先順位があると考えられた。

5. 今後の課題と展望

5.1 今後の課題

実験の再現性を高めるために、今回と同様の実験を、以下の改善点を加えて再度行うことが必要である。

(1) 粘菌を多く殖やして、実験回数を重ね、

より多くのデータを収集する。

(2) 糖の濃度は水の蒸発によって変わってしまうため、質量パーセント濃度以外での糖に対する反応の評価を行う。

(3) 行動選択の優先順位を決定する指標を増やし、再度実験を行う。

5.2 今後の展望

粘菌の生態を解明するため、今後は、どこまで濃度を低くしても、粘菌が糖に反応できるか研究し、その定量化を行いたい。また、粘菌の行動選択において優先順位を決定する指標を増やし、再度実験したい。

6. 参考文献

[1]「粘菌変形体の化学走性を利用した高校生物実験の開発」高橋和成

[2]「粘菌はいかにして餌を見つけるか」内田瀬奈

[3] 粘菌 その驚くべき知性 中垣俊之

[4] 真性粘菌モジホコリカビの光走性に関する研究 岡山県立津山高等学校

http://www.tuyama.okayama-c.ed.jp/2016/blog/0517_poster.pdf

7. 謝辞

この研究を進めるにあたり、顧問の松原先生、松本純子さん、西口慧多郎さんを始め様々な方にご協力やアドバイスを頂きました。この場を借りて深く感謝申し上げます。

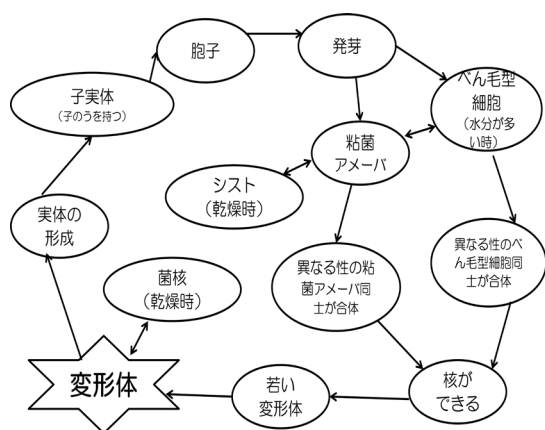


図 1. 粘菌の一生

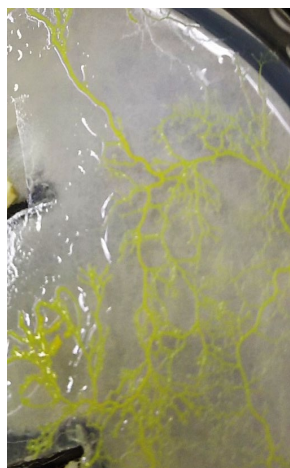


図 2. イタモジホコリの変形体

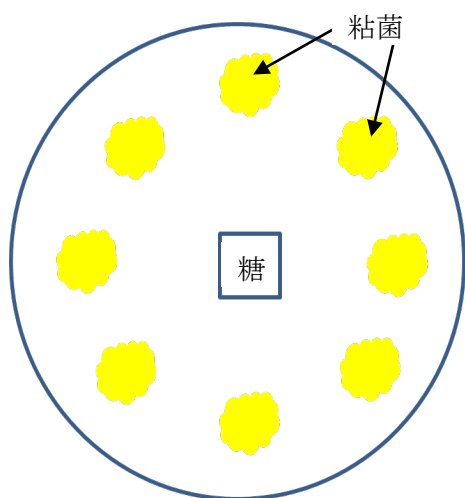


図 3. 実験 3.2 の粘菌の配置

表 1. グルコース溶液の濃度と到達にかかる時間の関係(単位：時間)

砂糖水の濃度(%)	1 回目 (時間)	2 回目 (時間)	平均 (時間)
0.02	54	52	53
0.1	52	63	57.5
1	52	49	50.5

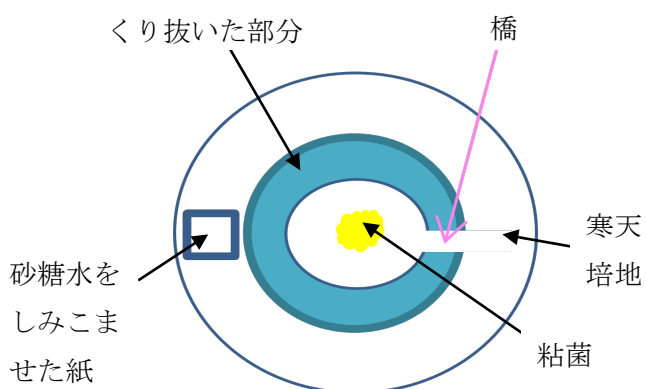


図 4. 実験 3.3 での粘菌の配置

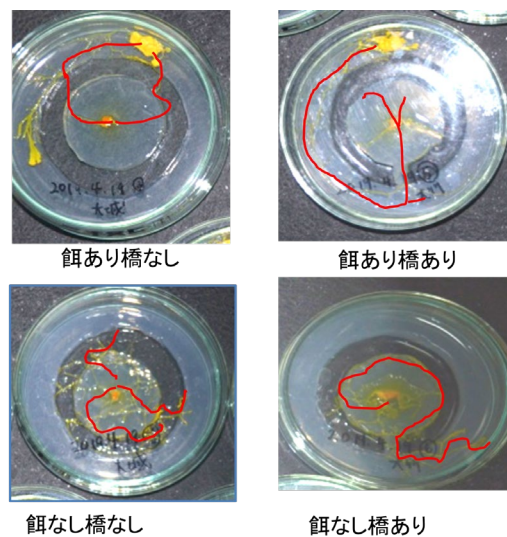


図 5. 実験 3.3 の結果写真
(赤線は通ったルートを示す)