

様々な刺激とモジホコリの移動速度との相関関係について

石川県立金沢泉丘高等学校理数科2年
5班 西島 知輝、西野 宏平、藤江 大智、船坂 虎太郎、宮脇 大地

研究要旨

「モジホコリ」という単細胞生物は、脳を持たないにもかかわらず、刺激を記憶するという特性や、1つの個体が広がり、餌同士を最短距離で繋ぐという特性をもつ。そのため、近年、その有用性が注目されている。しかし、モジホコリには移動速度が遅いという問題点がある。そこで、我々は、モジホコリの移動速度を上昇させる方法について研究した。はじめに、飢餓状態と通常状態での比較を行ったところ、飢餓状態のほうが移動速度が速かった。餌を得るために移動速度を速めたのではないかと考えられる。次に、塩化カルシウムを用いて、培地のカルシウムイオン濃度を変えて実験を行ったところ、0.1mol以下の範囲に移動速度が上昇する濃度が存在することがわかった。よって、その範囲に移動速度を速める最適カルシウムイオン濃度が存在すると考えられる。

モジホコリ:モジホコリ目モジホコリ科モジホコリ属の単細胞生物で、林床の落ち葉や朽ち木の表面など、日陰の冷涼で湿潤な環境に生息している。典型的には黄色であり、菌類の孢子や細菌、その他の微生物などを捕食する。

1. 研究背景

モジホコリは多くの実験に用いられている。しかし、モジホコリの移動速度は毎時1cmと遅く、これはモジホコリを使った実験の効率を悪いものになっている。そこで、我々は、移動速度を上昇させることを目的として、研究を行った。

2. 先行研究

モジホコリを広げた迷路状の寒天培地の入口と出口の2箇所に餌を配置すると、餌と餌を結ぶ最短経路にのみ体を残した。

関東地方の地形を模した寒天培地の、東京に相当する位置にモジホコリを、各主要都市に相当する位置に餌のオートミールを配置した。最終的なモジホコリの形状が関東地方の主要交通網の形状と酷似していた。モジホコリの移動は原形質流動によるものであり、そのメカニズムは筋収縮に酷似している。

3. 本研究の目的

モジホコリの移動速度に関わるメカニズムを明らかにし、移動速度を速める。それによって今後のモジホコリ研究の効率の上昇、発展を目的とする。

4. 実験と結果

モジホコリは寒天培地上を平面的に成長しながら移動し、それによって寒天培地に占める面積が変化する。ここで、実験前のモジホコリの大きさに対する実験後のモジホコリの大きさの比率を移動率と定義する。移動率の大きいことを移動速度が速いとする。モジホコリの大きさは画像分析アプリ「色とりどり」を用いてモジホコリの色である黄色系を解析して定義した。(移動率=24時間後の面積÷元の面積)

《培養環境》

プラスチックでできたタッパーの底にキッチンペーパーを敷き、霧吹きで水を吹きかけ、キッチンペーパー培地をつくる。モジホコリを培地に乗せて、餌のオートミールを1日1回培地に置く。培地は3日ごとに交換し、乾燥を防ぐためにしっかりと蓋をする。培養は23.5℃に設定した暗室の低温インキュベータ内で行う。

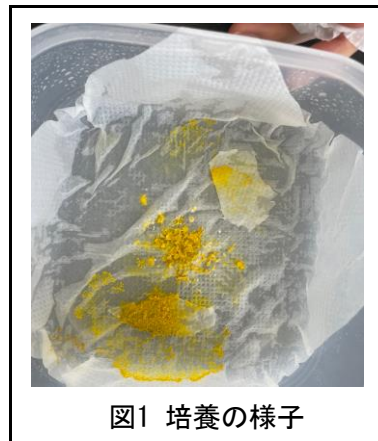


図1 培養の様子

《実験1》

(実験器具・使用施設や場所)

シャーレ2個(直径14cm)、キッチンペーパー、低温インキュベータ、生物実験室

(実験動機)

培養をする中で、餌を与えたときと餌を与えてから時間が経過したときに、モジホコリの広がり方に差が生まれることに気づいた。そこで、3日間餌を与えない飢餓状態と、1日1回餌を与えた通常状態で、移動速度がどのように変化するかを調べた。

(実験手順)

①1つの個体から同じ大きさのモジホコリをキッチンペーパーごと2つ切り出した。

②片方だけに餌を与え、3日間培養した。

③それぞれから同じ大きさを切り出し、餌を与えずに24時間培養した。

①から③を3回行った。

(予想される結果)

実験動機より、飢餓状態の方が大きく広がる。

(結果)

3度行った実験のうち、全てにおいて飢餓状態のほうが通常状態に比べ平均で1.5倍ほど移動速度が大きかった。

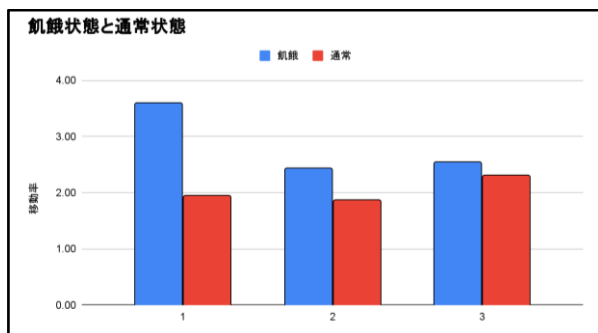
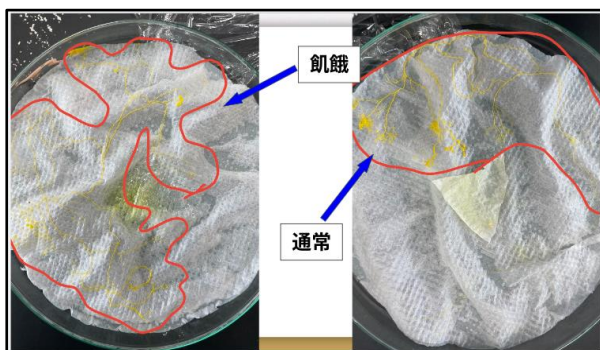


図2 実験1の結果



《実験2》

(実験器具・使用施設や場所)

シャーレ(直径14cm)2個、キッチンペーパー、塩化カルシウム、低温インキュベータ、生物実験室

(実験動機)

先行研究より、モジホコリの原形質流動による移動は、筋収縮と類似した収縮運動であるとわかっている。この運動には、カルシウムイオンとミオシンフィラメントの働きが関係する。モジホコリも同様の構造をもつため、移動速度にはカルシウムイオン濃度が関係するのではないかと考え、研究を行った。

(実験手順)

①1つの個体から同じ大きさのモジホコリを2つ切り出す。

②0.01mol/L, 0.10mol/L, 1.00mol/L, 6.73mol/Lの塩化カルシウムを培地に染み込ませ、餌を与えずに24時間培養する。なお、6.73mol/Lは室温における塩化カルシウムの溶解度である。

(予想される結果)

カルシウムイオンが原形質流動を促進させ、カルシウムイオン濃度が高くなるにつれ、移動速度は上昇する。

(結果)

濃度が0.100mol/L, 1.00mol/L, 6.73mol/Lのときには0.00mol/Lよりも移動距離が小さく、実験前とほとんど変化がなかった。0.01mol/Lのときは0.00mol/Lに比べて移動速度が1.7倍になった。

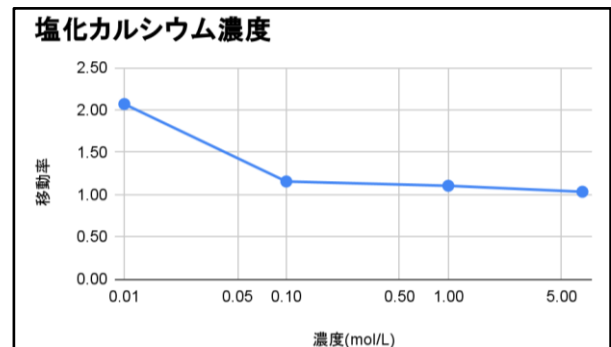


図3 実験2の結果

5. 考察

《実験1》

飢餓状態では、より早く餌にたどり着くために移動速度を速めるのではないかと考えた。

《実験2》

塩化カルシウムの濃度が高くなるにつれて移動速度が低下した理由として、塩化物イオンがモジホコリの移動に影響を与えた可能性と、過剰のカルシウムイオンによって原形質流動が阻害された可能性が考えられる。

0.10mol以下の濃度で、移動速度が上昇する濃度が存在すると考えた。

6.今後の課題

実験の試行回数が少ないので、実験を重ねて結果をより正確なものにしたい。また、実験1の餌を与えない期間を変えることで移動速度に差が生じるかを調べたい。

さらに、カルシウムイオンの濃度を变化させる実験を繰り返し行って、より具体的な適正濃度を求めたい。

また、塩化物イオンがモジホコリの移動速度に与える影響の有無を、塩素化合物を用いて調べていきたい。飢餓状態でもモジホコリの有用性が残されているのかを調べたい。

7.謝辞

本研究の遂行にあたり、モジホコリを提供して下さった南方熊楠記念館、培養方法についてアドバイスを下さった、慶應義塾大学の増井真那氏に厚く御礼申し上げます。

8.参考文献

1)wikipedia(2021).モジホコリ

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A2%E3%82%B8%E3%83%9B%E3%82%B3%E3%83%AA>2022/5/16

2)小浜一弘(1991).「カルシウムイオンが阻害的に働くことによってなされる生体制御機能について」

https://www.jstage.jst.go.jp/article/fpj1944/98/3/98_3.215/_pdf/-char/ja

3)色探求人(2012).配色の見本帳

<https://ironodata.info/extraction/irotoridori.php>2022/5/23