

粘菌はイモチ病を感知できるのか！？

静岡市立高等学校
2年 鈴木陽樹 他2名

1 動機

私たちは粘菌に興味を持ち、調べたところ粘菌には学習能力があること、暗湿な場所を好むこと、餌としてオートミールを食べること、塩やカフェイン、キニーネなどの物質を嫌うことがわかった。塩を嫌うことに関しては、粘菌に塩を与える実験を行うことで確認することができた。粘菌については多くの研究がなされているが、特定の物質を避ける忌避性を他に応用するための研究は多くない。

そこで、粘菌が特定の物質を感知する性質を何かに活かしたいと考え、その感知させる対象をイモチ病に感染した種粳とした。米を選んだ理由は、我々日本人の多くが普段から食べている主食であるからであり、イモチ病を選んだ理由は、稲の病害被害率の63%を占めているためである。

イモチ病とはカビの仲間のイネいもち病菌によって引き起こされる稲の病気であり、葉や穂などに感染してその部分を枯らす。第一感染源は保菌粳であるため、もし粘菌の特性を知ることができたら保菌粳を粘菌で判別したいと考える。現在は塩水に種粳を浸し、浮いたものを取り除くという塩水選が行われているが、完全な防除方法ではない。

そのため、もし粘菌を用いてイモチ病を発見する手法を確立することができたら現在行われている塩水選と併用し、種粳に付着したイネいもち病菌の防除効果が高くなり、今より米の生産効率が向上すると考えた。

2 目的

粘菌を用いてイモチ病に感染した種粳を発見し、イネいもち病菌保菌種子の早期発見に努める。

3 実験 I

(1) 目的

イネいもち病菌は子囊菌の仲間であり、カビの一種であることがわかった。そのため、イネいもち病菌を用いた実験の事前研究として日常生活で繁殖しやすいカビや食品に利用されているコウジカビに対する粘菌の反応を調査し、得られた結果をイネいもち病菌を用いた実験につなげる。

(2) 仮説

粘菌はカビの出す抗生物質を嫌い、菌がついている方のオートミールには近づかない、または移動速度が遅くなるといった傾向を見せる。

(3) 扱った生物種

ア モジホコリ (*Physarum polycephalum*)

餌としてオートミールを与えており、自然界では微生物などを食べて暮らす原生生物の粘菌の仲間。忌避物質として塩やカフェイン、キニーネなどが知られている。生息環境は約20度～25度であり、葉の裏や木の樹皮など薄暗く、湿った場所を主に生息地とする。(Fig. 1)



Fig. 1 モジホコリ

イ コウジカビ (*Aspergillus*) 〈カビA〉

子嚢菌の仲間。球形、垂球形の形をしており、コロニーの色は黄緑色、褐色である。特徴として、世界各地にある土壌の湿地などから検出されており、日本では味噌や米麴の作成のために利用されている。(Fig. 2)

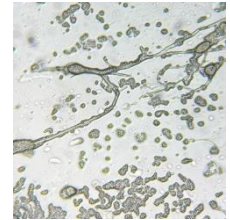


Fig. 2 カビA

ウ クラドスポリウムの仲間 (*Cladosporium* sp.) 〈カビB〉

子嚢菌の仲間。レンズ形の形をしており、コロニーの色は褐色である。特徴として、イネ科植物や沼地から検出されることが多く、セルロースの分解性が高い。(Fig. 3)

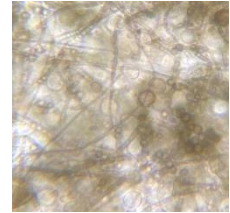


Fig. 3 カビB

エ エクソフィアラ の仲間 (*Exophiala* sp.) 〈カビC〉

子嚢菌の仲間。球形、卵形の形をしており、コロニーの色はほぼ無色である。特徴としては、排水溝のふたについている黒くドロドロした黒カビの一種であり、腐生カビであり、腐敗植物、湿性土壌、浴室、地下室から検出される。(Fig. 4)

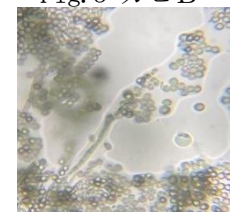


Fig. 4 カビC

(4) 実験内容

子嚢菌に属する3種類のカビに対する粘菌の反応を調べるため、3種類のカビに粘菌を与える実験を行った。尚、用いたカビは粘菌飼育の過程で発生したものや、安易に購入できるものを用いた。

(5) 方法 (20 個体分)

ア ろ紙を2cm×7cmに切り、水に浸した後、装置に並べた。

イ ろ紙の真ん中に切った粘菌を置き、その両端にオートミールを置いた。

ウ 片方のオートミールにそれぞれのカビ (カビA、カビB、カビC) を載せた。

エ ラズベリーパイを使い、夕方から次の日の昼にかけて5分ごと撮影した。(Fig. 5)

オ 撮影した画像をイメージJを使って解析して、移動速度 (※) を求めた。



Fig. 5 実験装置の様子

※移動速度は変位を粘菌がオートミールの方向に移動したときをプラス、カビの方向に移動したときをマイナスとして計算した。(Fig. 6)

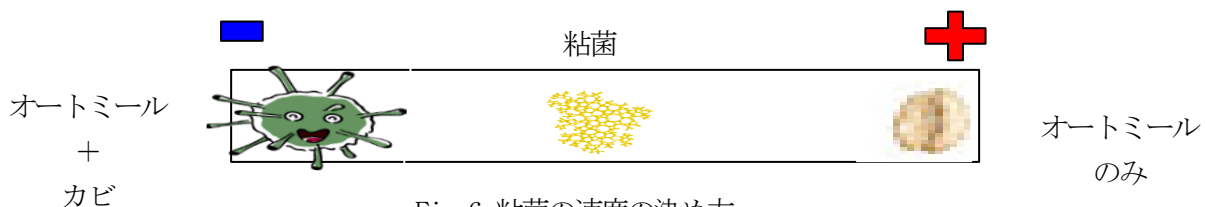


Fig. 6 粘菌の速度の決め方

(6) 結果

結果のデータは撮影した写真から粘菌がどちらかの対象物に到達した個体の時刻と変位から速度 (mm/分) を求めた。対象物の方向に向かっただけだと折り返してしまうこともあるためである。(Table. 1)

対象物	① オートミール	② カビA	③ カビB	④ カビC
平均速度 ($\times 10^{-2}$ mm/分)	2.8	1.0	1.2	-2.3
標準偏差 ($\times 10^{-2}$)	0.17	1.09	1.44	0.74

Table1 実験の結果

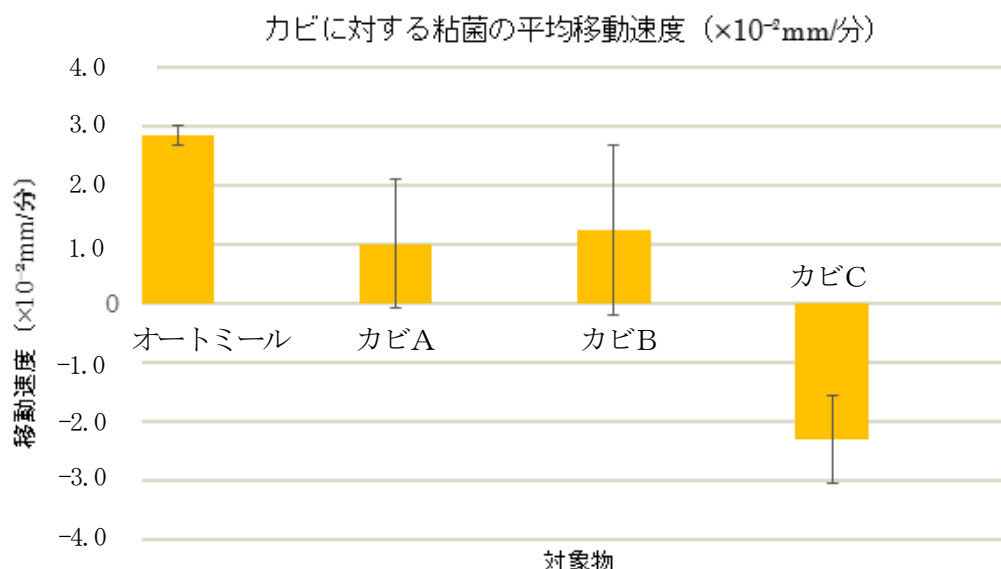


Fig. 7 カビに対する粘菌の移動速度

結果より、粘菌はカビA、Bの時オートミールの方向に多くの個体が移動し、カビCの時はカビの方向に多くの個体が移動したことが分かった。(Fig. 7)

(7) 考察

結果から、粘菌はカビA、カビBのときオートミール側へ多く進んだが、カビCのときはカビ側へ進むことが多いとわかった。このことから、カビ全般を好まない訳ではなくカビの種類により、粘菌が好むカビと、好まないカビがいるのではないかと考えた。又、カビCを好んだ理由として、カビCは前記の通り、暗く湿った場所を好むため、粘菌の生息環境と一致する。そのため自然状態で捕食の対象であったのではないかと考える。反対に、カビAとカビBにはあまり近寄らなかった。その中で、カビBは前記の通りイネ科の植物を好むという性質があり、またカビAも米を捕食対象とする性質をもつ。そして、イモチ病もイネ科の病気である為、何らかの類似物質を出している可能性があると考えた。このことからイネいもち病菌を用いて実験を行った際、粘菌はイネいもち病菌側には近づかないであろうと考えた。そして、オートミールを両側へ置いた場合、オートミール以外の時の速さと比べ移動速度が遅いことから、周囲に複数の種類の餌がある場合、粘菌は好む方の餌を選別しているのではないかと考えた。

今回の実験の結果、粘菌はカビの種類により、移動方向が異なった。そして、今回粘菌は好むカビと好まないカビがいるということがわかり、好むカビの種類は粘菌の生息環境に近い環境で発生していると考えた。参考文献からも、微生物やキノコを捕食対象としていることが分かった。そのため、研究テーマでもあるイネいもち病菌以外の多くの種類のカビでも実験を行うことを計画している。

4 実験Ⅱ

(1) 目的

イネいもち病菌に対する粘菌の反応を調べる。

(2) 仮説

実験Ⅰの考察より、粘菌はイネいもち病菌を嫌い。イネいもち病菌がついているオートミールの方には近づかない。または、移動速度が遅くなる。

(3) 扱った生物種

ア モジホコリ

実験Ⅰと同様。

イ イネいもち病菌 (*Pyricularia oryzae*)

子嚢菌の仲間。楕円形、紡錘形の形をしており、コロニーの色は周縁部褐色、暗緑色～灰色である。特徴としては、イネの病害の一種であるイモチ病を引き起こし、稲葉の枯死や籾の稔実を阻害する。

(4) 方法

実験Ⅰと同様の操作のカビをイネいもち病菌に置き換えて行った。

(5) 結果(実験Ⅰの結果のグラフをあわせて比較を行った)

Table2 実験Ⅱの結果

対象物	イネいもち病菌
平均速度 ($\times 10^{-2}$ mm/分)	5.1
標準偏差 ($\times 10^{-2}$)	1.3

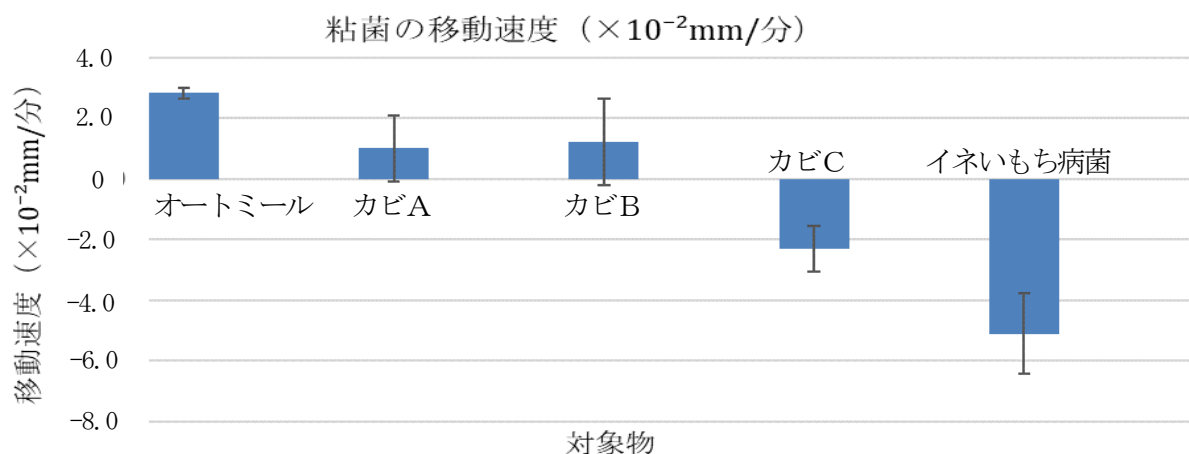


Fig.8 イネいもち病菌に対する粘菌の移動速度

粘菌は、イネいもち病菌の付着した種籾の方向に移動した。また、移動速度は今までの対象としたカビの中で最も速い結果となった。(Table. 2) (Fig. 8)

(6) 考察

参考文献より、粘菌はキノコや微生物のほかにカビを食べることが分かった。そのため、イネいもち病菌は粘菌の捕食できるカビであったと考える。またカビの方向に進む割合と、移動速度は、カビの化学物質の

生成量によると考えた。そして、他のカビの時と比べイネいもち病菌の時に移動速度が速いのはイネいもち病菌の性質として胞子を大量に生産するため、短時間で他のカビより多く増殖し、生成する化学物質の濃度が高くなったためだと考える。しかし、今回の実験ではカビの胞子が生えている面を直接オートミールに接することが出来なかった。そのため粘菌に対するカビの影響が小さかったことも考えられる。そこで、次回カビの胞子の生えている面がオートミールに接するように置き、粘菌がどのような反応を示すか調べる実験を行うことを計画する。

5 おわりに

実験Ⅱより粘菌はイモチ病菌を好む傾向があるということが分かった。この傾向を活かし、多くの種籾の中からイモチ病に感染した種籾を探すにはどのようにすれば実用化できるのかを考える必要がある。また、今回の実験では寒天に付着させた状態の菌をオートミールに載せた簡易的なものであったため、実際にイモチ病に感染した種籾での実験を行っていききたい。そうすることで、実際にイモチ病菌に感染した種籾と感染していない種籾を早い段階で選別できる可能性があるのではないかと感じた。

6 謝辞

今回の研究に当たり、静岡大学グリーン科学技術研究所の竹本裕之先生、本校担当教諭である松本由梨先生、杉村正道先生を始め、協力してくださった方々には暖かいご支援・ご指導をいただきました。非常に貴重な経験をありがとうございました。

(参考文献)

1) 中垣 俊之・2010 年・粘菌その驚くべき知性・PHP サイエンス・ワールド新書

2) 鈴木 昌宜・2015 年・カビが作る毒素の話

<https://www.kenko-kenbi.or.jp/science-center/foods/topics-foods/13622.html>

2022/11/4

3) 伊藤 賢太郎、中垣 俊之・2011 年・粘菌ネットワークの賢さ

https://www.jstage.jst.go.jp/article/biophys/51/4/51_4_178/_pdf/-char/ja

2022/11/4

4) 憲俊、李 新一・2020 年・カラー写真と実例でわかるカビの分離同定と抗カビ試験・日刊工業新聞社

5) 小泉 信三・2018 年・イネいもち病の発生生体と防除

https://jppa.or.jp/onlinestore/shuppan/images-txt/2018/2018_0209.pdf

2022/11/4

6) クボタのたんぼ・稲の病気で最も怖い「いもち病」

<https://www.kubota.co.jp/kubotatanbo/rice/management/rice-blast.html>

2022/11/4

7) 宮城古川農試・作物保護部・2003 年

比重種子選別機により選別された採種圃産水稻種子は塩水選を省略できる