



2024年9月25日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

## 脳や目を持たないのに 菌類は図形を識別しているのかもしれない

### 【発表のポイント】

- 生物が外部環境をどのように認知しているかは種類ごとに大きく異なると考えられています。しかし、カビ状の菌糸体で生きている菌類の認知能力についてはほとんどわかっていません。
- 木材を分解して生きている木材腐朽菌のエサである角材 9 個を異なる図形に配置したところ、菌糸体ネットワークの形が変わるだけでなく、その分解活性も異なることがわかりました。
- 「図形の違いによって菌糸体ネットワークの活性が異なる」現象は、「図形の違いによって脳のニューラルネットワークの活性が異なる」現象、すなわち脳における図形認識のプロセスと似た現象といえるかもしれません。

### 【概要】

菌類には脳や神経系はありませんが、菌類の菌糸体が様々な知的な行動（記憶・学習・決断）を示すことが報告されています。

東北大学大学院農学研究科の深澤遊准教授の研究グループは、木材腐朽菌チャカワタケの菌糸体を定着させた角材 9 個を、培地上にマルやバツを描くように配置して菌糸体を培養しました。菌糸体は角材 9 個をつなぐように培地上にネットワークを伸ばし、マルやバツの図形を描いただけでなく、図形の違いによって角材の分解活性も異なっていました。

このように「図形の違いによって菌糸体ネットワークの活性が異なる」現象は、「図形の違いによって脳のニューラルネットワークの活性が異なる」現象、すなわち脳における図形認識のプロセスと似た現象といえるかもしれません。

本研究成果は 2024 年 9 月 12 日に国際学術誌 Fungal Ecology で公開されました。

## 【詳細な説明】

### 研究の背景

菌類は菌糸<sup>(注1)</sup>と呼ばれる糸状の体を森林の土壌中に伸ばして、菌糸体と呼ばれるネットワークを形成し、水分や炭素、養分などの物質を転流することで森林の物質循環に重要な役割を果たしていると考えられています。木材腐朽の中には、この菌糸体で森林の地上に散在する複数の枯木をつなぐようにネットワークを形成する種が知られており、最大のもは900ヘクタール以上の範囲に広がる例も報告されています。近年、木材腐朽菌の菌糸体ではさまざまな知的な行動（記憶・学習・決断）が報告されていますが、菌糸体が外部環境をどのように認知しているかはよくわかっていません。

ヤーコプ・フォン・ユクスキュル<sup>(注2)</sup>によれば、動物は種類によって知覚が異なり、それにより外部環境をどう捉えているか、すなわち「環世界」が異なります。菌類の菌糸体には動物と異なり脳や神経系がありませんが、外部環境をどのように捉えているのでしょうか？この研究では、菌糸体が図形を識別できるかについて実験を行いました。

### 研究の内容・成果

木材腐朽菌チャカワタケ (*Phanerochaete velutina*) の菌糸体が定着したブナの角材 (1x1x1cm) 9個を、滅菌していない土壌を敷き詰めた培地 (24x24cm) の上に、マルやバツの図形を描くように配置し、菌糸体を土壌の上に成長させました。土壌の上に伸びてきた菌糸体は、角材をつなぐように菌糸束<sup>(注3)</sup>のネットワークを発達させ、マルやバツの図形を描きました (図1)。

116日間培養したのち、角材を回収して重量減少率を測定しました。また、角材ごとに何本の菌糸束が接続しているかを数えました。それらの相関関係を調べたところ、たくさんの菌糸束が接続している角材ほどよく分解していました (図2)。さらに興味深いことに、マルの図形を描いた菌糸体はバツの図形を描いた菌糸体よりも角材の分解活性が高いことがわかりました。

動物の脳の視覚野で図形が認識される時には、図形に応じて異なるニューロンのネットワークが活性化することが知られています。今回の実験で見られた、「図形の違いによって菌糸体ネットワークの活性が異なる」現象は、「図形の違いによって脳のニューラルネットワークの活性が異なる」現象、すなわち脳における図形認識のプロセスと似た現象といえるかもしれません。そう考えると、「菌類の菌糸体は図形を識別できる」といえるのかもしれませんが。

### 今後の展望

脳のニューラルネットワークに限らず、多数の構成単位のネットワークが図形の違いによって異なる活性を示すことは、人工知能における図形処理や生物の群れにおける意思決定の仕組みを考える上で重要です。今回の実験で得られ

た、「図形によって菌糸体ネットワークの活性が異なる」という結果は、菌糸体の知的行動のメカニズムの理解や、菌糸体の仕組みを利用した生物コンピュータの開発などにつながる可能性があります。

【参考図】

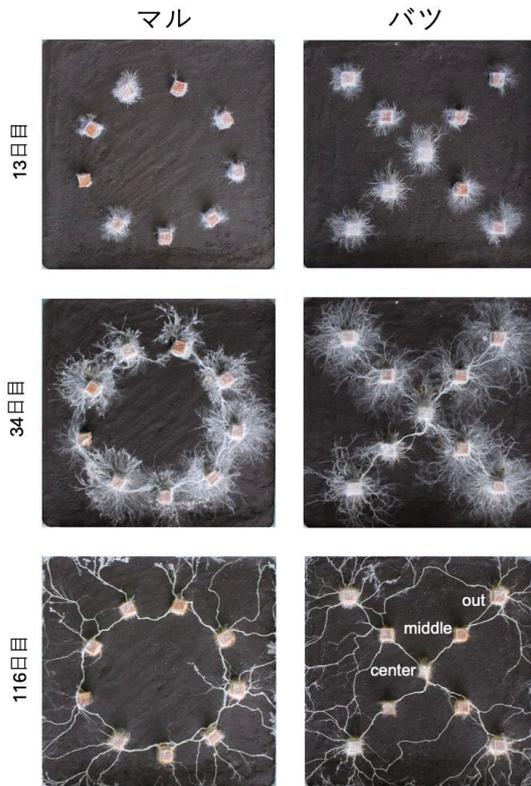


図1 図形の違いによって異なる菌糸体ネットワークの様子。

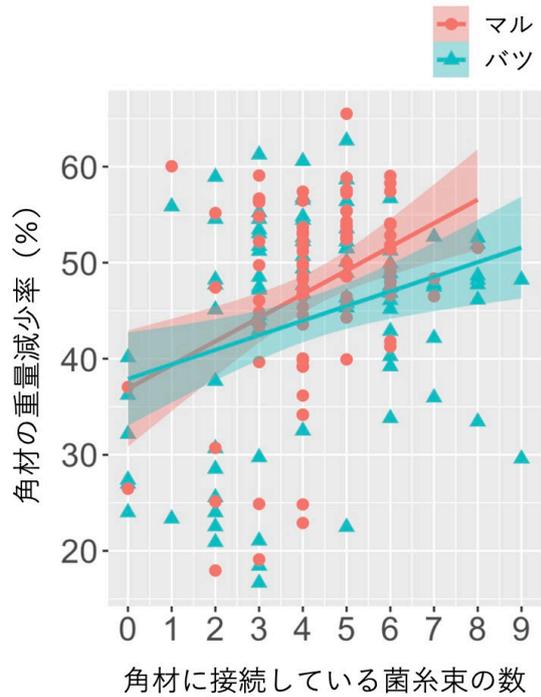


図2 角材に接続している菌糸束の数と角材の重量減少率の関係。

【謝辞】

本研究は科学研究費補助金 学術変革領域研究 A「ジオラマ行動力学」(JP22H05669) の補助を受けて行われました。

【用語解説】

注1. 菌糸

直径 10 $\mu$ m ほどの細長い細胞が連なって紐状になった構造で、菌類の基本的な体制。菌糸同士を隔てる細胞壁（隔壁）には穴があり、細胞質やさまざまな物質が細胞間を輸送される。

注2. ヤーコブ・フォン・ユクスキュル

エストニア生まれのドイツの生物学者・哲学者。様々な生物が外界をどのように認識しているかを考察した著書『生物から見た世界』が有名。

注3. 菌糸束（きんしそく）

数十本～数百本の菌糸が束になったもの。単純に束になっただけのものから、表皮組織や通道組織が分化したものまで様々。

**【論文情報】**

論文タイトル : Spatial resource arrangement influences both network structures and activity of fungal mycelia: A form of pattern recognition?

著者 : Yu Fukasawa\*, Kosuke Hamano, Koji Kaga, Daisuke Akai, Takayuki Takehi

\*責任著者 : 東北大学大学院農学研究科 森林生態学分野 准教授 深澤遊

雑誌名 : Fungal Ecology

DOI : 10.1016/j.funeco.2024.101387

URL : [https://authors.elsevier.com/sd/article/S1754-5048\(24\)00058-8](https://authors.elsevier.com/sd/article/S1754-5048(24)00058-8)

**【問い合わせ先】**

(研究に関すること)

深澤 遊 (フカサワ ユウ)

東北大学大学院農学研究科 准教授

TEL: 0229-84-7397

Email: yu.fukasawa.d3@tohoku.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学大学院農学研究科

附属複合生態フィールド教育研究センター 総務係

TEL: 0229-84-7312

Email: far-syom@grp.tohoku.ac.jp