



配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2026年3月25日

報道機関 各位

乾燥しても生き延びて触媒機能を保つ細菌を発見

～工業排ガスを有用物質に変える頑健なガスバイオプロセス開発へ貢献～

【本研究のポイント】

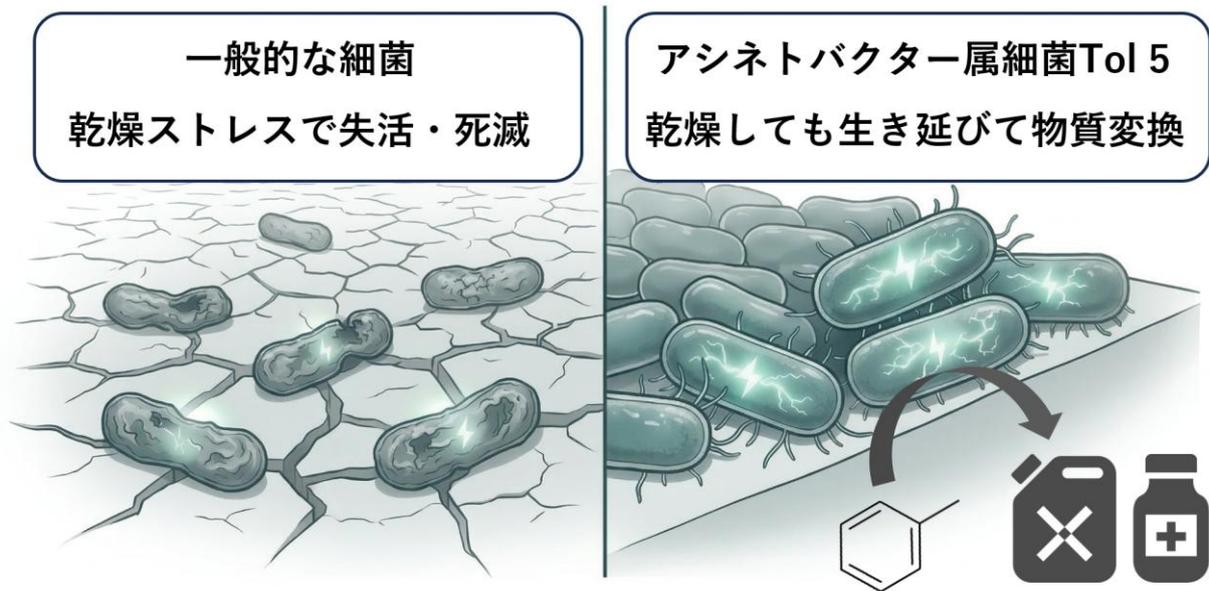
- ・バイオものづくりへの応用が期待されるアシネトバクター属細菌が乾燥ストレスに対して顕著に高い耐性を示すことを発見。
- ・乾燥ストレスに対抗するために応答する多様な遺伝子を明らかにした。
- ・ガスバイオプロセス^{注1)}によるバイオ物質変換を加速し、カーボンニュートラル・サーキュラーエコノミーの実現に貢献することが期待される。

【研究概要】

名古屋大学大学院工学研究科の堀 克敏 教授、吉本 将悟 助教らの研究グループは、アシネトバクター属細菌 Tol 5^{注2)} が低湿度環境でも高い生存性と細胞内エネルギーを 2 週間以上維持し、乾燥・再水和後もトルエン分解活性を示すことを明らかにしました。さらに、乾燥ストレスに対して多様な遺伝子が応答し、その応答は乾燥ストレスの強度によっても異なることを明らかにしました。

微生物を担体表面などに高密度で固定し、気体から基質を供給するガスバイオプロセスは、揮発性有機化合物(VOC)^{注3)}の分解や、気体原料を使った物質生産に有望な技術です。一方で、このような系では菌体が薄い水膜や微小液滴の中で働くため、通常の液体培養よりも乾燥ストレスを受けやすく生存性や触媒活性が低下するおそれがありますが、こうした低水分環境で物質生産に使われる微生物がどこまで機能を保てるかは十分に分かっていませんでした。本成果は、揮発性有機化合物の除去や低水分環境での物質生産に利用できる、より頑健なガスバイオプロセスの開発に貢献することが期待されます。

本研究成果は、2026年3月23日付国際学術雑誌「Journal of Biological Engineering」に掲載されました。



【研究背景】

微生物を担体表面などに高密度で固定し、気体から基質を供給するガスバイオプロセスは、揮発性有機化合物の分解や、水素などの気体原料を使った物質生産に有望な技術です。一方で、このような系では菌体が薄い水膜や微小液滴の中で働くため、通常の液体培養よりも乾燥ストレスを受けやすく、湿度の変動によって生存性や触媒活性が低下するおそれがあります。ところが、こうした低水分環境で実際に使うことを想定した微生物について、乾燥後にどこまで機能を保てるかは十分に分かっていませんでした。

【研究成果】

研究グループは、強い付着性をもつアシネトバクター属細菌(*Acinetobacter* sp.) Tol 5 に着目し、相対湿度 8%、52%、95%超の条件で乾燥耐性を調べました。その結果、Tol 5 は 16 日間の乾燥後も高い生存率を維持し、特に厳しい 8%および 52%の条件では、比較対象の *Pseudomonas putida* や 大腸菌(*Escherichia coli*) よりも明らかに高い耐性を示しました(図 1)。

さらに、細胞内 ATP の測定から、Tol 5 は乾燥後も回復に必要なエネルギーを比較的保っていることが分かりました。ガラスフィルターに固定化した菌体でガスとして供給したトルエンの分解を評価したところ、乾燥後も分解活性を維持しており、単に生き残るだけでなく、プロセスに必要な機能を保てること示されました。

加えて、遺伝子発現を評価するトランスクリプトーム解析により、Tol 5 が乾燥に应答して DNA・RNA の修復、細胞表層タンパク質の輸送と再編成、酸化還元バランスの調節、成長関連代謝の抑制などを組み合わせた多層的な防御戦略をとることが明らかになりました。中程度の乾燥では転写・翻訳系の調整が目立ち、より厳しい乾燥では核酸修復が強く誘導されるという、湿度に応じた应答の切り替えも示されました。

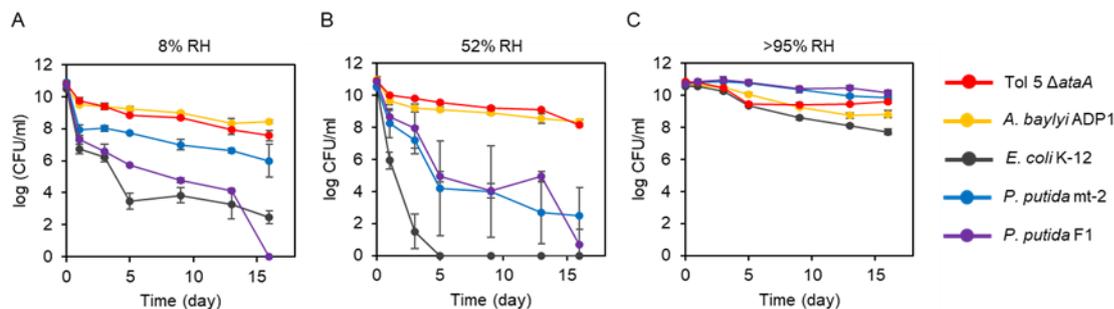


図 1. 乾燥後の生存性評価。(A) 8%相対湿度、(B) 52%相対湿度、(C) 95%超相対湿度で16日間乾燥させた細菌のコロニー形成能(CFU)変化。縦軸の値が高いほど生存性が高いことを示す。Tol 5(および同じアシネトバクター属のADP1株)は8%および52%相対湿度環境下で、モデル細菌である大腸菌(*E. coli*)や *P. putida* より顕著に高い乾燥耐性を示した。

【成果の意義】

従来、細菌の乾燥耐性研究では環境微生物や病原性微生物が「どれだけ生き残るか」に焦点が当てられることが多く、乾燥後の触媒能は十分に評価されてきませんでした。本研究は、生存率だけでなく、ATP保持とガス相トルエン分解という実用上重要な指標を併せて評価した点に特徴があります。これにより、低水分環境で機能を保つ微生物を選抜・設計するための新しい評価軸も提示しました。

【今後の展開】

本成果は、乾燥に強い微生物をガスバイオプロセスの「シャーシ株」として活用できる可能性を示すものです。今後、今回見いだした遺伝子群や応答機構を手掛かりに菌体の安定性をさらに高めることで、揮発性有機化合物の高効率除去、低水分環境でのバイオものづくり、さらにはガスを原料とする持続可能な生産プロセスの高度化につながることが期待されます。

【用語説明】

注 1) ガスバイオプロセス:

ガス相(気相)バイオプロセスとも呼ばれる。微生物を触媒として用いて、工業排ガスや廃棄物由来のガスから、化学品や燃料、素材原料をつくる生産技術。未利用ガスの有効活用を通じて、資源循環の促進、脱炭素社会の実現、環境負荷の低減に貢献することが期待される。

注 2) アシネトバクター属細菌 Tol 5:

トルエン分解細菌として堀教授のグループが単離した細菌。多様な芳香族化合物を分解できる高い代謝能力を示す。また、材料表面に対する非特異的な高い付着性を示すため、細菌細胞を多孔性の担体に簡便に固定化することができ、効率的にバイオプロセスに用いることができる。本研究ではこれらの特徴に加えて、高い乾燥耐性を示すことが明らかになった。

注 3)揮発性有機化合物(VOC):

常温常圧で揮発しやすい有機化合物の総称で、トルエンなどの芳香族化合物や各種溶剤成分が含まれる。工場や廃棄物などから排出されることがあり、大気環境や健康への影響が懸念されるため、低減や適切な処理が求められている。

【論文情報】

雑誌名:Journal of Biological Engineering

論文タイトル:Desiccation-tolerant Acinetobacter as a robust chassis candidate for gas-phase bioprocesses

著者:Shogo Yoshimoto, Hayata Yamada, Shori Inoue, Katsutoshi Hori
Department of Biomolecular Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University, Nagoya, Japan

DOI: 10.1186/s13036-026-00668-3

URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13036-026-00668-3>



東海国立大学機構は、岐阜大学と名古屋大学を運営する国立大学法人です。

国際的な競争力向上と地域創生への貢献を両輪とした発展を目指します。

東海国立大学機構 HP <https://www.thers.ac.jp/>

