



配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2025年9月12日

報道機関 各位

バイオガス発電時の排液から高効率で燃料を生成 ～食品廃棄物由来のメタン残さを滅菌せず発酵利用～

【本研究のポイント】

- ・食品廃棄物由来のメタン発酵残さ^{注1)}を、滅菌せずにそのまま発酵基質として利用。
- ・酵母 *Saccharomyces pastorianus* が48時間でバイオエタノール^{注2)}収率89.4%を達成。
- ・滅菌条件ではエタノール生成が起こらず、残さに含まれる微生物群が発酵を助ける可能性を示唆。
- ・メタン発酵残さの新たな利活用法を示し、低コストバイオ燃料生産システム構築に貢献。

【研究概要】

名古屋大学未来社会創造機構の谷村 あゆみ 特任講師、則永 行庸 教授らの研究グループは、株式会社バイオス小牧との共同研究で、食品廃棄物を用いたメタン発酵残さを滅菌せずにそのまま利用し、効率的にバイオエタノールを生産できることを実証しました。

本研究では、メタン発酵残さと廃飲料を混合した培地に酵母を接種し、滅菌条件と非滅菌条件を比較しながらバイオエタノール生産能力を調べました。その結果、酵母 *Saccharomyces pastorianus* NBRC 11024^T は、非滅菌発酵^{注3)}において48時間で最大27.4 g/L(理論収率の89.4%)のバイオエタノールを生成しました。

また、発酵中の微生物群動態を16S rRNA アンプリコン解析により追跡したところ、開始時に多様だった細菌群集が後期には *Leuconostoc* 属^{注4)} 優占へと遷移するなど、非滅菌残さに含まれる常在微生物が酵母と共存しつつ発酵環境を整える可能性が示されました。これらの結果は、処理負担となってきたメタン発酵残さに新たな出口(燃料化)を与えるもので、低コスト・省エネルギー型の資源循環に向けた有効な選択肢となり得ます。

本研究成果は、2025年9月3日付で英国科学誌『Bioresource Technology Reports』に掲載されました。

【研究背景と内容】

メタン発酵は、食品残さなどの有機性廃棄物からメタンガスを生成する再資源化技術として広く普及しています(図1)。このプロセスでは、副産物として「メタン発酵残さ」と呼ばれる廃液が発生します。残さの排出量は、投入した原料とほぼ同量とされており、例えば1トンの食品残さを処理すると、約1トンの残さが生じます。

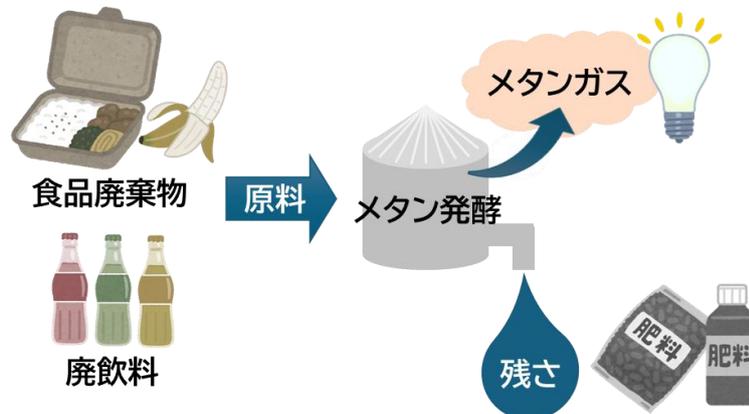


図1 メタン発酵の概略

この残さには窒素やリンなどの栄養が豊富に含まれており、肥料としての利用が可能です。しかし、排出量が非常に多いため、肥料用途だけでは消化しきれず、余剰分の処理が必要となっています。この処理負担が、メタン発酵の導入が進みにくい要因の一つとされています。メタン発酵残さは、未活用の資源基質としての可能性を秘めているにもかかわらず、その有効利用に関する検討は十分とは言えません。

本研究は、このメタン発酵残さに着目し、飲料廃棄物と組み合わせて非滅菌のまま利用することで、燃料用エタノールの生産につなげるアプローチを提示しました。メタン発酵残さをそのまま用いることができるため、低コスト・省エネルギーな運用が期待できます。

実験では、メタン発酵残さを滅菌した場合と非滅菌のまま用いた場合でバイオエタノール生成量を比較しました。その結果、バイオエタノールは非滅菌残さを用いた場合でのみ検出され、滅菌条件ではほとんど生成しませんでした(図2)。残さ中の常在微生物はバイオエタノール生成を阻害せず、むしろ発酵に好影響を与えた可能性が示唆されました。また、複数の酵母株で性能を比較したところ、酵母 *Saccharomyces pastorianus* NBRC 11024[†] が48時間で最大27.4 g/Lのエタノールを生成しました。これは、理論値の約89.4%に相当します。

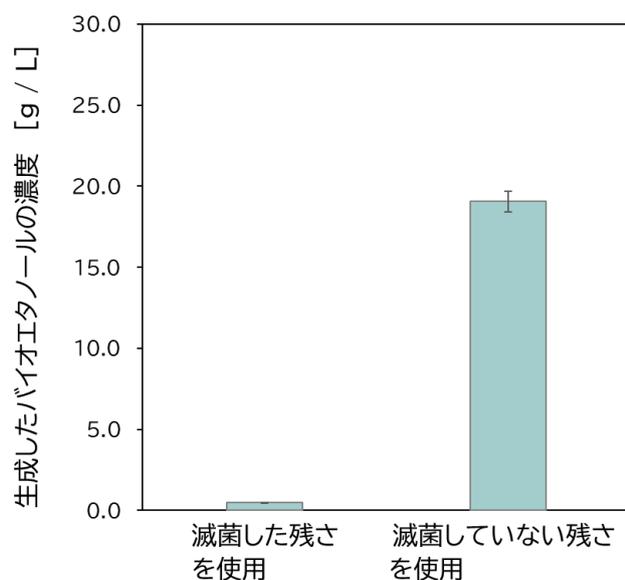


図2 バイオエタノール生成量

さらに、非滅菌発酵中の微生物群動態を 16S rRNA 解析で追跡したところ、開始時は多様だった細菌群が後期には *Leuconostoc* 属が優占するなど、大きく変化していたことが分かりました。これは、残さの常在微生物が酵母と共存しつつ環境を整え、発酵を助けた可能性を示しています。

以上より、本研究はメタン発酵残さを滅菌せずにバイオ燃料生産に活用できることを実証しました。メタン発酵残さに対し、肥料利用に加えて燃料化という第二の出口を設けることで、資源循環の可能性を広げました。

【成果の意義】

本研究は、これまで処理コストや環境負荷の原因とされてきたメタン発酵残さに、新たな利用価値を与えるものです。従来は液肥としての用途が中心で、余剰分の処理が課題となっていました。本成果により残さを「発酵促進基質」として活用する道が拓かれました。特に、滅菌や酵素の添加、加熱といった追加の処理を必要とせず、残さと飲料廃棄物を組み合わせるだけで高効率にバイオエタノールを生産できる点は、コスト削減と省エネルギー化の両面で大きな利点があります。

また、発酵中に残さに含まれる常在微生物が酵母と共存し、発酵を助けている可能性が示唆されたことは、微生物群の相互作用を資源化に利用する新しい概念を提示するものです。これにより、従来は廃棄物として扱われていた資源を低コストでバイオ燃料へと変換でき、持続可能なエネルギー供給システムの構築に貢献します。さらに、この知見は将来的にバイオエタノールのみならず、持続可能な航空燃料(SAF)を含む次世代バイオ燃料の開発にも波及効果をもたらすと期待されます。

本研究は、2024 年度未来社会創造プロジェクトおよび名古屋大学 COI-NEXT セキュアでユビキタスな資源・エネルギー共創拠点(JPMJPF2204)の支援のもとで行われたものです。

【用語説明】

注 1)メタン発酵残さ:

メタン発酵(食品廃棄物や家畜排せつ物などの有機物を、酸素のない状態で微生物に分解させ、メタンを主成分とする「バイオガス」を作る技術。再生可能エネルギーとして発電などに利用されている)の後に残る液体の副産物。窒素やリンなどの栄養分を含む。主に肥料として使われるが、大量に排出されるため余剰分の処理が課題になっている。

注 2)バイオエタノール:

サトウキビやトウモロコシなどの植物由来資源を発酵させて得られるアルコール燃料。自動車燃料やバイオ航空燃料(SAF)の原料として注目されている。

注 3)非滅菌発酵:

常在する微生物が含まれる状態で行う発酵。通常は雑菌の混入を避けるために滅菌するが、本研究では非滅菌条件で培養し、低コストで効率的なエタノール生産を実現した。

注4) *Leuconostoc* 属:

野菜や果物、乳製品など自然界に広く存在する細菌。キムチや漬物、チーズなどの発酵食品の製造にも関与する。

【論文情報】

雑誌名: Bioresource Technology Reports

論文タイトル: Ethanol Production from Non-Sterile Methane Fermentation Residues for Waste-to-Biofuel Conversion

著者: *谷村あゆみ、*角澤教子、小長谷耕平、藤乗隆行、廣部智己、*菊地亮太、*則永行庸(*名古屋大学関係者)

DOI: 10.1016/j.biteb.2025.102285

URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X25002671>



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/>