



## Press RELEASE ご取材案内

配布先：文部科学記者会、科学記者会  
報道各社：科学部・社会部 ご担当者各位

# “発酵おから”による脂質代謝改善と抗肥満効果

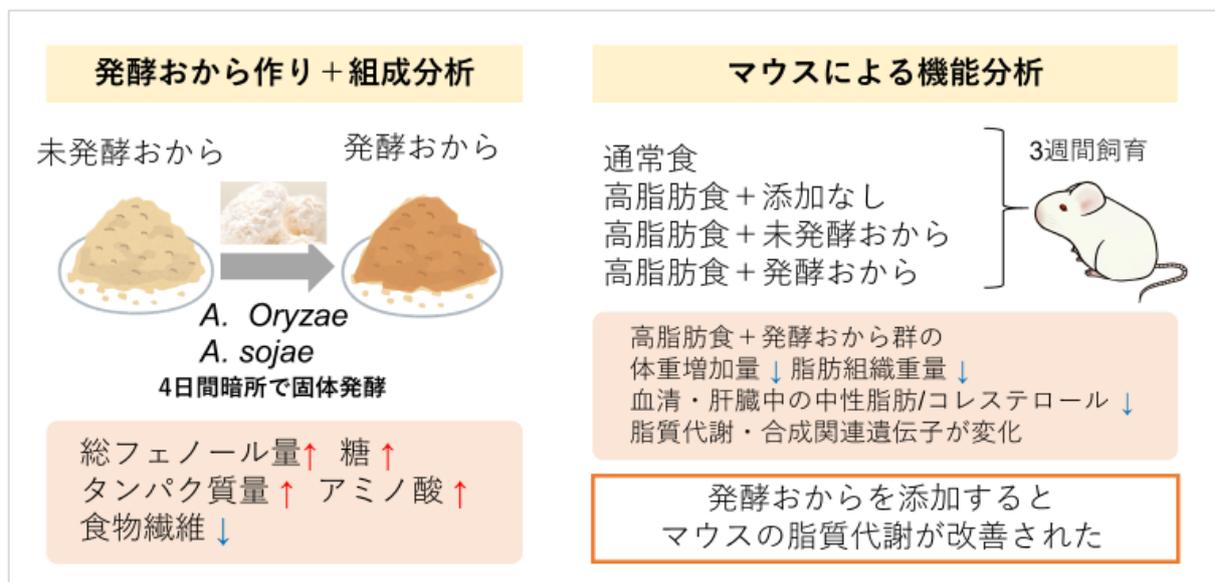
### 発表のポイント

- 産業廃棄物でもある“おから”の有効利用のため、麹菌による発酵を試みた
- 発酵おからは、未発酵おからに比べ、有用成分である栄養プロファイル含有量が増加
- 高脂肪食に発酵おからを混合したことにより、マウスの脂質異常・肥満が大きく改善された

早稲田大学理工学術院 先進理工学研究科 修士課程2年在籍の市川 なつみ（いちかわ なつみ）と、同学術院の柴田 重信（しばた しげのぶ）教授、およびシンガポールの南洋理工大学 Ken Lee 准教授を中心とする研究グループは、麹菌を用いておからを固体発酵させることが有用成分を変化させ、総フェノール量、タンパク質含有量、アミノ酸含有量といった栄養プロファイルが改善されることを発見しました。また、高脂肪食に発酵おからを混合することにより、マウスの脂質代謝が改善され、抗肥満や脂質異常の改善効果を示すことを明らかにいたしました。

本研究成果は、『[Metabolites](#)』に、“[Solid-State Fermented Okara with Aspergillus spp. Improves Lipid Metabolism and High-Fat Diet Induced Obesity](#)”として、2022年2月23日（水）付けでオンライン掲載されました。

大豆加工品の需要に伴い、おからは産業廃棄物として大量に出てくるため、その利活用が課題となっています。本研究グループは、麹菌の *Aspergillus oryzae* (*A. oryzae*) と *Aspergillus sojae* (*A. sojae*) を組み合わせ、固体発酵によっておからの機能性が向上することを発見し、発酵おからが抗肥満、脂質代謝異常の改善効果を示すことをマウスのモデルで見出すことに成功しました。今回開発した発酵おからは、肥満や脂質異常症を改善できる食材になることが期待できるとともに、環境と経済の両面で、食品廃棄物の問題解決、有用な機能性食品の改良、SDGs（持続可能な開発目標）への貢献も期待できます。



## (1) これまでの研究で分かっていたこと（科学的・歴史的な背景など）

おからは食物繊維やタンパク質、ポリフェノール等を含み、栄養価が高いことが知られています。また、様々な食用微生物を用いた固体発酵<sup>※1</sup>により、おからの栄養成分が向上することも知られています。しかし、発酵おからは機能性食品としての利点があるにも関わらず、これまで肥満に対する効果について調査した研究は限られていました。さらに、おからの廃棄処理の多さから、その利活用が課題となっていることから、発酵おからの機能性を検証することで食品廃棄物の問題と肥満予防を同時に解決できるのではないかと考えました。

## (2) 今回の研究で新たに実現しようとしたこと、明らかになったこと

本研究では、安全性が担保されている日本の伝統的な麹菌 6 種類ほどから、*Aspergillus oryzae* (*A. oryzae*) と *Aspergillus sojae* (*A. sojae*)<sup>※2</sup>などを組み合わせ、固体発酵によっておからの機能性向上を試みました。さらに、開発した発酵おからの摂取が食事誘発性肥満に及ぼす影響をマウスモデルで定量的に明らかにしました。固体発酵と成分分析を南洋理工大学が担当し、マウスによる検証を早稲田大学が担当するという共同研究の成果です。

### ① 麹菌を用いた固体発酵により肥満抑制に対するおからの栄養構成が向上

本研究では、6 種類の中から *A. oryzae* と *A. sojae* の混合麹菌を用いて 4 日間固体発酵させたところ、おからの栄養因子が大きく変化しました。総フェノール量、タンパク質量、総アミノ酸量（図 1 右）、糖類は増加し、食物繊維量が減少しました。

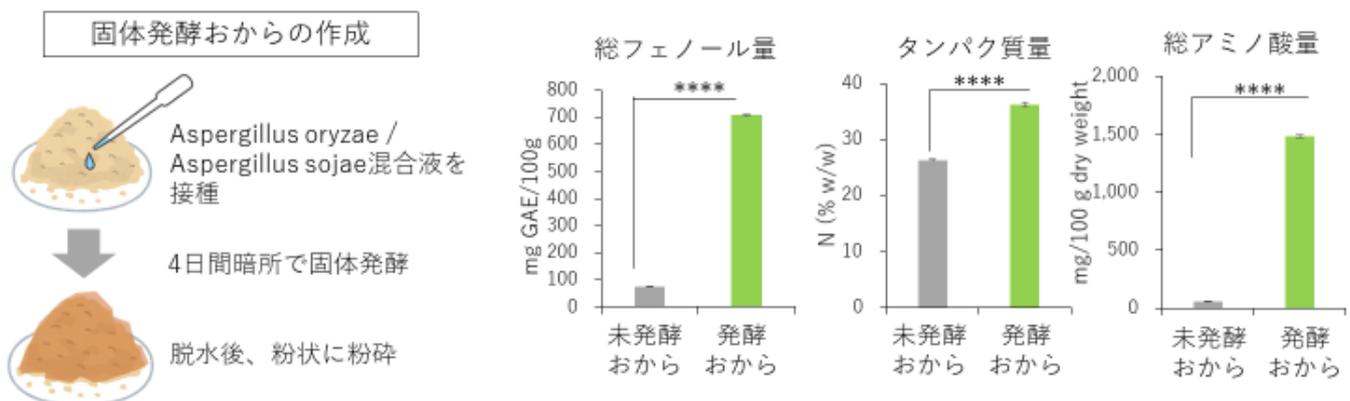


図1. 固体発酵おからの栄養プロフィール

### ② 麹菌固体発酵おからはマウスの脂質代謝を改善し、脂肪の蓄積を抑制

固体発酵させることにより栄養構成が向上した発酵おからが、実際に肥満に対してどのような影響を与えるかを調べるために、高脂肪食に発酵おからを混ぜ、脂肪重量や血清パラメータなどを測定しました。マウスを (1) 通常食、(2) 高脂肪食+カロリーコントロール食\*、(3) 高脂肪食+未発酵おから、(4) 高脂肪食+発酵おから の 4 群に分け、以下の餌を各群に与えて 3 週間飼育しました。その結果、発酵おからは未発酵おからと比較して、脂肪蓄積と体重増加を抑制することが分かりました（図 2 上）。また、発酵おからの添加により肝臓中、血清中のコレステロールが減少しました（図 2 下）。脂質の代謝や合成に関わる遺伝子発現が変化していたことから、発酵おからは脂質代謝を改善することによって脂肪蓄積や体重増加を抑制することが示唆されました。

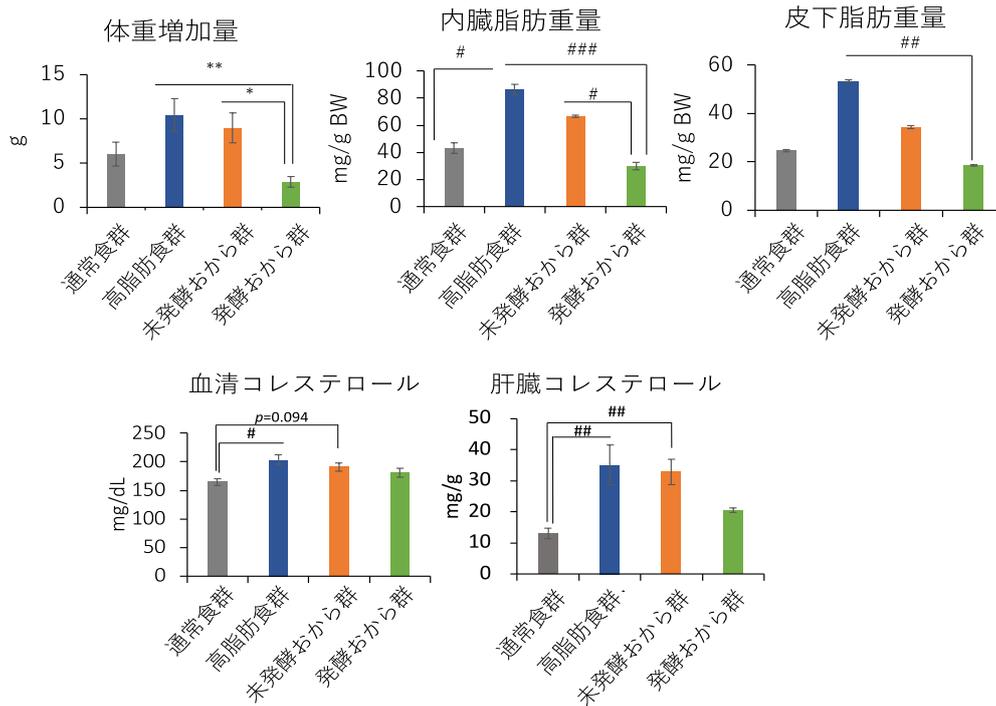


図2. 高脂肪食に固体発酵おからを混餌することによる脂肪蓄積抑制効果

### (3) 研究の波及効果や社会的影響

麹菌を用いた固体発酵おからは栄養成分が増加し、さらに脂質代謝を改善することが明らかとなりました。世界人口の3分の1近くが「体重過多」または「肥満」である現代において、肥満問題の解消は急務であり、本研究で開発した発酵おからもまた、機能性食品としての実用化が期待できます。さらに、おからの廃棄問題は日本のみならず、今回共同研究したシンガポールにおいても深刻な問題であり、機能性改善により食品産業でのおからの利用が進めば、環境と経済の両面で廃棄問題の解決、SDGs（持続可能な開発目標）にも貢献できる可能性があります。

### (4) 今後の課題

実際に固体発酵おからのどの栄養素が脂肪蓄積に大きく寄与したのかを解明することで、より高機能な発酵おからの開発につなげることができます。また、発酵おからの全成分を同定しておらず、固体発酵おからの安全性の検証、風味の検証あるいは詳細な作用機序解明など、実用化のためには多くの解決すべき課題があります。

### (5) 研究者のコメント

本研究では、日本の伝統的な麹菌を用いた固体発酵により機能性の高いおからを開発することができました。近年、健康志向が高まっていることも受け、日本の文化でもある大豆製品、発酵食品のさらなる発展が期待されます。

### (6) 用語解説

#### ※1 固体発酵

自由流動性の水分がない状態での微生物による発酵方法のひとつ。液体発酵に対し、固体を主な媒体



として発酵が行われ、分離や培養制御など困難な点もあるが、酵素生産・発現など有利な点も多い

※ 2 *Aspergillus oryzae* (*A. oryzae*) と *Aspergillus sojae* (*A. sojae*)

清酒、醤油、味噌などの日本の伝統的な発酵食品の製造に用いられる微生物のなかでも、代表的な麹菌の一種。

## (7) 論文情報

雑誌名：[Metabolites](#)

論文名：Solid-State Fermented Okara with *Aspergillus spp.* Improves Lipid Metabolism and High-Fat Diet Induced Obesity

執筆者名（所属機関名）：Natsumi Ichikawa<sup>1,#</sup>, Li Shiuan Ng<sup>2</sup>, Saneyuki Makino<sup>1</sup>, Luo Lin Goh<sup>2</sup>, Yun Jia Lim<sup>2</sup>, Ferdinandus<sup>2</sup>, Hiroyuki Sasaki<sup>1</sup>, Shigenobu Shibata<sup>1,\*</sup>, Chi-Lik Ken Lee<sup>2,\*</sup>

# 筆頭著者、\*責任著者

所属機関名：1.早稲田大学 理工学術院、2.Division of Chemistry and Biological Chemistry, School of Physical and Mathematical Sciences, Nanyang Technological University

掲載日時（オンライン）：2022年2月23日（水）

URL：<https://www.mdpi.com/2218-1989/12/3/198>

DOI：<https://doi.org/10.3390/metabo12030198>

## (8) 研究助成

○研究費名：JST 未来社会創造事業

研究課題名：時間栄養学視点による個人健康管理システムの創出

研究代表者名（所属機関名）：柴田 重信（早稲田大学）

○研究費名：科学研究費 基盤研究 A

研究課題名：ライフステージ別の体内時計応用の健康科学研究

研究代表者名（所属機関名）：柴田 重信（早稲田大学）

### 【研究内容に関するお問い合わせ先】

早稲田大学理工学術院 教授 柴田 重信

Tel : 03-5369-7318 E-mail : shibatas@waseda.jp

<https://www.waseda-shibatas.com/>

### 【発信元】

早稲田大学広報室広報課 担当：志熊

Tel: 03-3202-5454 E-mail:koho@list.waseda.jp