

大豆食物繊維がヒトの腸内細菌叢に及ぼす影響 (おからパウダー：ヒト試験)

Effect of Soy dietary fiber on Human intestinal microbiota
—Okara powder : Human study—

伊藤 康代
Yasuyo Ito

大妻女子大学大学院 人間文化研究科 人間生活科学専攻 健康・栄養科学専修

キーワード：大豆，食物繊維，腸内細菌，おから，短鎖脂肪酸

Key words : Soybean, Dietary fiber, Intestinal bacteria, Okara, Short-chain fatty acid

1. 研究目的

おからは古くより親しまれてきた日本の伝統的な和食食材の1つであり，おからを乾燥させたおからパウダー（乾燥おから）が近年，市場にも出回っている．おからパウダーはその成分の約半分近くが食物繊維，残りの約半分近くが大豆たんぱく質で，大豆イソフラボンなども含む健康的な食材であるが，おからパウダーに関する研究はまだ少ない．一方，近年，便秘やストレスなどに悩む人が多い現状がある¹⁾²⁾．本研究では，忙しい毎日にも手軽に摂取しやすいおからパウダーの健康効果を検証することで，ストレス社会の中で生活する「働き世代の健康」に寄与できる食の提案をすることを目的とし，便秘傾向のある20代～50代の女性を対象に，おからパウダーの摂取による腸内細菌叢の変化について検証した．また，併せて唾液ストレスマーカー，自覚症状なども調査した．さらに，ヒト大腸モデル糞便培養試験を用いて，おからパウダーの発酵特性を詳細に調べた．

2. 方法

<試験1：ヒト試験>

- ・研究デザイン：
無作為化二重盲検プラセボ対照試験
- ・研究対象：20～50代女性
- ・研究方法：おからパウダーまたは大豆たんぱく質（プラセボ）を1日あたり15g摂取
- ・研究期間：4週間
- ・評価項目：腸内細菌検査キットを使用した採便による腸内細菌検査（試験前，試験後の計2

回），糞便中の短鎖脂肪酸濃度の測定（試験前，試験後の計2回）．唾液ストレス試験とアンケート調査（試験前，試験後の計2回）を実施した．摂取記録と体調日誌（排便回数，便の性状）は毎日記録し，体重は週に1回記録した．

- エントリー基準（自己申告）
 - 1) 同意取得時の年齢が20～50代の日本人女性
 - 2) 週の排便回数が1～5回の者
 - 3) BMIが18.5以上30未満の者
 - 4) 自宅に体重計があり，毎日体重測定を行って日誌に入力可能な者
 - 5) 試験期間中の4週間，被験食を摂取可能な者
- 除外基準（自己申告）
 - 1) 心血管疾患，肝疾患，腎疾患，消化器疾患，呼吸器疾患，糖尿病の現病や既往がある者
 - 2) 悪性疾患の既往がある，または慢性疾患に対する治療を行っている者
 - 3) 現在，薬剤による治療を行っている者
 - 4) 薬剤・食物アレルギーの既往のある者
 - 5) 食物繊維サプリメント（海藻，こんにゃく，サイリウムなどから調整した食物繊維含有製品や全粒穀物（全粒小麦，玄米，ライ麦，大麦などを含む）を継続して摂取している者
 - 6) 現在妊娠中または授乳中，あるいは妊娠の可能性のある者
 - 7) 喫煙習慣のある者
 - 8) 過去1ヶ月以内または現在，他のヒト臨床試験に参加している者
 - 9) 薬物依存・薬物乱用で治療中の者

<試験2：大腸モデル糞便培養試験>

おからパウダーの大腸内での発酵状態を確認するため、ヒト糞便を用いて嫌気培養し、おからの発酵特性ならびに粒度の違いにより発酵状態が変化するかを検証した。4名のヒト糞便を用いて、バイオット社のBME型培養装置を使用し、ヒト腸内を想定して温度37°C、pH5.5~7程度、嫌気状態で48時間の培養を行った。腸内細菌叢の分析は0時間と48時間の計2回、次世代シーケンサーによる16S rRNA解析にて行った。各サンプルの短鎖脂肪酸濃度の測定は培養液上澄よりエーテルで抽出し、誘導体化してGC/MSにて測定を行い、48時間の嫌気性糞便培養試験において腸内細菌叢や短鎖脂肪酸濃度がどのように推移するかを評価した。

3. 結果と考察

試験1では、172名の応募者より上記基準に当てはまる者について各項目に差がないようランダムに群分けし、24名にて試験を開始。試験実施中に1名脱落。試験終了後、排便頻度について除外基準の者（排便回数の多い者）が2名いたため、その2名を除外して解析をした。

表1. 被験者ベースライン値

	プラセボ群 (n=11)	おから群 (n=10)
年齢 (才)	44.6 ± 11.87	47.1 ± 9.94
身長 (cm)	161.5 ± 5.50	160.7 ± 4.75
体重 (kg)	56.5 ± 7.32	53.9 ± 5.80
BMI	21.6 ± 1.95	20.9 ± 2.11
排便回数 (回/週)	3.7 ± 1.07	3.8 ± 0.78

平均値±標準偏差^{a)}

おからパウダーの摂取は、腸内細菌叢の多様性の指標において大豆たんぱく質群（プラセボ群）と比べて有意差があり ($p<0.05$)、腸内細菌叢の多様性を向上させてバランスを改善する可能性が示された。中でも、門レベルでは、Bacteroidetes 門とその属の Bacteroides の占有率を増加させる作用が認められた ($p<0.05$)。一方、大豆たんぱく質群（プラセボ群）では、いくつかの菌属で有意な増加がみられた ($p<0.05$)。また、唾液コルチゾール検査の結果、おからパウダー群で、腸内細菌叢の変動に伴いストレスの緩和作用がある可能性が示された ($p<0.05$)。便の性状は、大豆たんぱく質群（プラセボ群）で改善傾向がみられた ($p<0.05$)。体重

については両群に差が見られなかった。一方、腸内での発酵性について、本試験では糞便中の短鎖脂肪酸濃度の差がみられなかった。おから摂取による腸内の発酵性については、試験2で明らかにすることとした。試験2では、大腸モデル糞便培養試験により、おからの発酵性を検証した。その結果、試験1に参加した被験者の糞便は、おからパウダーを発酵し、短鎖脂肪酸を産生することが示された。さらにおからパウダーの粒度の影響も併せて比較検討した結果、両方とも短鎖脂肪酸の産生が認められ、酪酸が多く産生される傾向がみられた。粒度細かいおからパウダーは粗いタイプと比較して、より発酵性が高いことが示された。

4. まとめ

大豆食物繊維が豊富なおからパウダーの摂取は、ヒト腸内細菌叢の多様性を向上させた。腸内細菌叢は、主に、Bacteroidetes 門およびその菌属の占有率が上昇した。また、おからパウダーは腸内で発酵し短鎖脂肪酸を産生することがヒト糞便培養試験で確認でき、特徴としては低発酵性ではあるものの短鎖脂肪酸の中でも重要な働きを持つ酪酸が多く産生することが示された。腸内細菌叢が産生する短鎖脂肪酸の95%以上は大腸細胞に速やかに吸収され、大腸でのエネルギー源として作用し、大腸上皮細胞の増殖、粘液分泌、水分やミネラルの吸収など、重要な役割を果たしていると考えられている³⁾。そのため、試験1で腸管内で吸収された後の短鎖脂肪酸結果を測定した糞便では差が検出できなかった可能性が考えられた。

主要参考文献

- [1] 厚生労働省, 令和5年国民生活基礎調査, p33
- [2] 木下芳一ら, 慢性便秘が日本人の健康関連 quality of life および労働生産性に与える影響の検討. 日消誌. 2020,117:504-513
- [3] Gijs den Besten, et al. J Lipid Res. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism. 2013, 54(9); 2325-2340.

付記

本研究は大妻女子大学人間生活文化研究所の研究助成 (DB2301) 「大豆食物繊維がヒトの腸内細菌叢に及ぼす影響 (おからパウダー：ヒト試験)」を受けたものです。