

# はくばくの進める大麦研究 ～健康機能を中心に～

株式会社はくばく 市場戦略本部開発部研究開発課 小林敏樹

## 1. はくばくについて

株式会社はくばくは、甲府盆地の西部を流れる釜無川の左岸、中央市西花輪に本社を構える、主に農産物を原料とした二次加工食品の製造販売を手掛ける食品メーカーである。社名の「はくばく」は、白い麦という意味で、創業者が、大麦を一粒ずつ半分に割り、黒い筋を目立たなくした精麦製品を開発し、これを白麦米（はくばくまい）と名づけたことに由来する。当社では新商品開発や製造技術の開発などを自社開発部門にて進めており、同部門内に穀物の基礎研究を行う部署も設け、山梨大学をはじめとする県内外の大学や独立行政法人などの研究機関、民間研究企業と連携しながら、大麦や雑穀の健康機能性に着目した研究を実施し、穀物が持つさまざまな健康効果を明らかにすることに力を入れている。ここでは、当社が進める大麦研究の一端を紹介する。



はくばく本社工場社屋全景

## 2. 大麦について

大麦は、米、小麦、トウモロコシに次いで世界で四番目に生産されている穀物で、最新の USDA の統計<sup>1)</sup>によると、2023/2024 年の推計生産量は全世界で約 1 億 4,259 万トンとされる。その殆どが北半球で栽培されており、さらにその多くが、ビールや蒸留酒などの醸造原料および飼料として用いられている。二次加工適性の低さから、米や小麦のように食用とされることの少ない大麦だが、近年は食材として注目を集めており、世界中で大麦の持つ健康機能、特に冠状動脈心疾患、糖尿病の予防や腸内環境改善と大麦摂取との関連を検討した研究報告が相次いでいる。



図 1. 大麦（二条種）の穂

## 3. 大麦β-グルカン

多くの大麦摂取による健康機能を評価した研究で、これらの機能に関与する成分が、大麦に含まれる水溶性の難消化性多糖、(1→3),(1→4)-β-D-グルカン（以下大麦β-グルカン）であることが報告されている。特に大麦摂取による腸内細菌叢の改善やその代謝産物による健康機能発現についての研究は進展が著しく、昨今多くの知見が得られている。

日本では、これらの研究結果などを基に、大麦β-グルカンを機能性関与成分とした機能性表示食品の上市が相次いでおり、今後の大麦加工食品市場の伸張が期待されている。

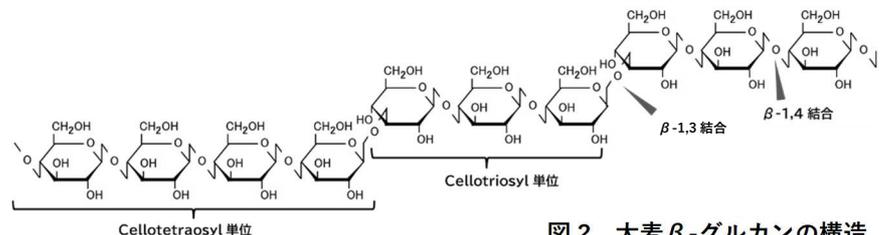


図 2. 大麦β-グルカンの構造

## 4. はくばくでの研究

これまで検証されてきた大麦の健康機能は、食後血糖の上昇抑制やコレステロールの低下作用といった、他の食物繊維素材にも見られる古いタイプの機能性が多いが、昨今のメタゲノム・メタボローム解析技術やビッグデータ処理技術の進歩に伴い、食因子と腸内細菌叢の関連が網羅的に検討できるようになり、大麦β-グルカンについても従来の医学的・栄養的見地に捉われない、新たな視点からの研究が盛んに行われている。当社でもこの潮流に乗り、大麦β-グルカンの研究を

複数の研究先と共同で進めている。以下にてその幾つかを披露する。

#### 4-1. 大麦のコレステロール低下作用機序の解明

大麦摂取による血清コレステロールの低下作用は良く知られており、その作用機序は、大麦β-グルカンが腸管内にて胆汁酸と結合し、その再吸収抑制や排泄促進をすることにより胆汁酸の合成が促進され、結果、胆汁酸の前駆体である血中（LDL）コレステロールの上昇も抑制される、とされている。しかし、当社では、コレステロールの代謝、特に胆汁酸の腸肝循環の研究を進める中で、そのような物理的な作用だけではなく、腸内細菌の代謝産物をシグナルとした生化学的なメカニズムがある可能性に気づき研究を進めてきた。以下はその一例である<sup>2)</sup>。

マウスに大麦粉を含む餌（HB）とセルロースを含む餌（HC）を一定期間摂取させた後、肝臓、糞便中の脂質量・胆汁酸組成及び濃度、血清中の脂質量、血中の代謝産物量を測定し、回腸と肝臓において、脂質代謝や胆汁酸代謝に関わる遺伝子発現量を定量した。結果、大麦餌摂取群ではセルロース餌摂取群と比べ、各所で一次胆汁酸濃度が減少し二次胆汁酸濃度が増加していた（図3）。また肝臓では胆汁酸調節に関わる遺伝子（Fxr）の発現量が変動し、脂質合成に関わる遺伝子（Cyp7a1）の発現量は低下。回腸では胆汁酸調節に関わる各種遺伝子（Tgr5、Ibapb）の発現量が変動し、肝臓内のp-AMPKの濃度が高いことが観察された。これらにより、大麦の摂取による脂質蓄積抑制作用は、大麦β-グルカンが回腸では胆汁酸の吸収を促進し、盲腸以降では二次胆汁酸を増加させ、肝臓と回腸でそれぞれFxrの活性化と、Tgr5の活性化を促す（図4）ことにより発揮される可能性が示された。

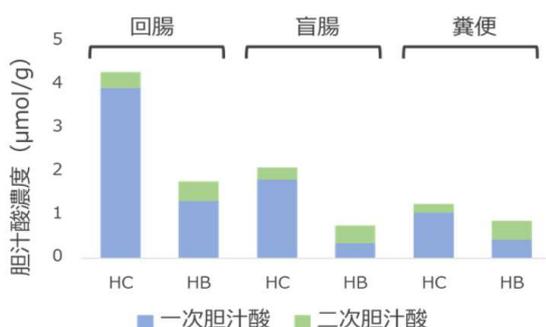


図3. 試験食投与後のマウスの回腸/盲腸/糞便の胆汁酸量

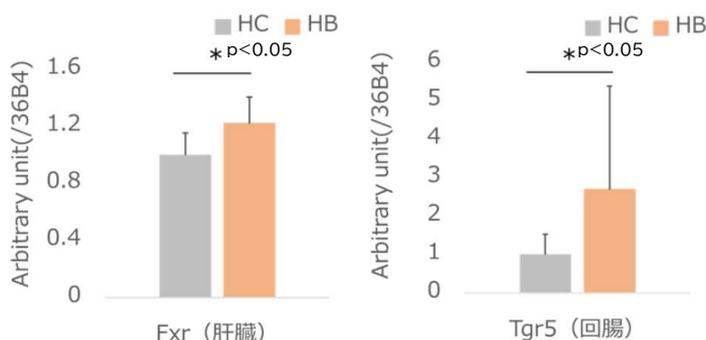


図4. 肝臓と回腸におけるFxrとTgr5の遺伝子発現量

#### 4-2. 大麦摂取が腸内環境に与える影響

プレバイオティクス（腸内環境を整えるような作用を持つ食品）の摂取による腸内環境の変化が、宿主の健康に良い影響を与えることを検討した報告は多いが、大麦に特化した報告はあまり見受けられない。そこで当社では、ヒトを対象とした観察試験や介入試験により、大麦摂取が腸内細菌叢にどのような影響を与えるかについても検証を進めている。

その一つ、当社従業員を対象とした観察研究（横断研究）<sup>3)</sup>について紹介する。健康な試験参加者を、日ごろの食生活で大麦摂取量が高いグループと低いグループに分けて腸内細菌叢を測定し、同時に健康診断結果、食生活に関するアンケートへの回答結果を収集して得られたデータの解析を行った。結果、腸内細菌叢における多様性の指標は両グループ間で差はみられなかったが、大麦の摂取量が、*Bifidobacterium*（ビフィズス菌）と*Butyricoccus*（ブチリシコッカス：酪酸酸性菌の一つ）という菌の存在量と直接相関（正の相関）しており、大麦の摂取は、日本人の腸内細菌に変化をもたらす可能性があることを明らかにした。

また同じ横断研究をベースとした別の報告<sup>4)</sup>では、大麦の摂取量が多く且つ脂質異常症ではない参加者を「大麦摂取による脂質異常症リスクが無い者（レスポonder）」群と定め、大麦摂取量が多いのに同リスクがある者（ノンレスポonder）の群間との腸内細菌叢を比較した。結果、レスポonderの方がα多様性の指数であるChao1が有意に高く、

Shannon も高い傾向があり (図 5)、腸内細菌叢の多様性が高いことが判明した。また属レベルでは、

*Bifidobacterium*、*Faecalibacterium*、*Eubacterium hallii* group、*Ruminococcus 1*、*Subdoligranulum*、

*Ruminococcaceae* UCG-013、*Lachnospira* が有意に多く、

*Dorea* は有意に少なくなっており、これら 8 属の腸内細菌

が大麦摂取の脂質異常症リスク低減効果に関与している可

能性を見出すとともに、レスポンドーは腸内細菌組成に特

徴がある集団であることを明らかとした。更に、相対存在比

上位 50 属の腸内細菌においてレスポンドーとノンレスポ

ンドーで腸内細菌の組成の違いが見られたことから、これら 50 属のデータを用いてランダムフォレスト (機械学習の一つ) によるレスポンドー予測モデルを構築することに成功した。

我々は同様の研究を「大麦摂取による高血圧リスクが低い者 (レスポンドー) と、そうでない者たち (ノンレスポンドー)」の間でも実施しており<sup>5)</sup>レスポンドーに特徴的な腸内細菌 6 属を定義し、上述の研究と同様、ランダムフォレストによるレスポンドー予測モデル構築にも成功している。

これらの研究結果を以て直ちに、大麦を食べれば腸内細菌叢が改善され健康になれる、と言えるわけではないが、大麦と腸内細菌叢との相関を確認した貴重な研究であることは間違いなく、双方の関連をより深く解明すべく、引き続き縦断研究を進めている。

## 5. 終わりに

本稿では、大麦β-グルカンの機能性を中心に当社での研究事例を紹介してきたが、大麦の有用性について一点付記する。それは、大麦が他に類を見ない良質な食物繊維の摂取源であるということである。戦後一貫して下がり続けている日本人の食物繊維摂取量だが、その減少分のほとんどが穀物由来の食物繊維であることはあまり知られていない。大麦が他の食物繊維素材と決定的に異なるのは、主食素材として使用でき、日常的な食物摂取源とすることが可能な点である。

大麦は今後、日本人の食生活の改善に大きく寄与する、あるいは生活習慣病罹患者を低減させる、大きな可能性を秘めた素材であると言える。はくばくはこれからも大麦の健康機能の解明と、新たな製品の開発を通じ、大麦食品の啓発・普及に努め、国民の健康維持の一翼を担えるよう努力していきたい。

## 引用文献

- 1) USDA report. World Agricultural Production : <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>
- 2) Mio et al., Journal of Nutritional Biochemistry, **125**(ArticleNo.109547), (2023)
- 3) Matsuoka et al., BMC Nutrition, **8**(23), (2022)
- 4) Maruyama et al., Frontiers in Nutrition, **24**(9), (2022)
- 5) Maruyama et al., Microorganisms, **11**(5), (2023)

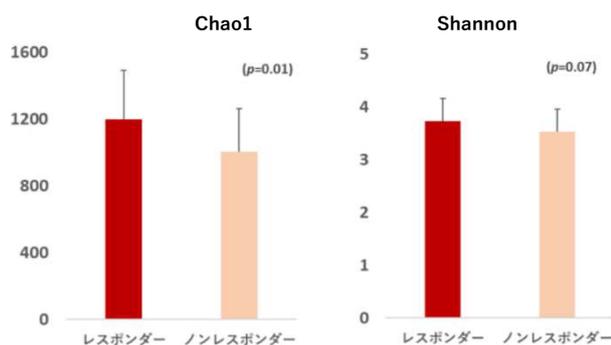


図 5. 脂質異常症における大麦レスポンドーとノンレスポンドーの腸内細菌叢の多様性