

# メタボリックシンドロームモデルマウスを用いた 慢性炎症に対する高抗酸化成分含有穀物摂取の影響

Influence of various grains with high antioxidant content intake on chronic inflammation  
in metabolic syndrome model mice

鈴木 祥菜  
Sachina Suzuki

大妻女子大学人間生活文化研究所  
Institute of Human Culture Studies, Otsuma Women's University

キーワード：穀物，抗酸化，メタボリックシンドローム  
Key words : Grain, Antioxidant, Metabolic syndrome

## 1. 研究目的

わが国では、食生活の変化による栄養過剰や生活習慣が大きく変化したことによる運動不足を原因としたメタボリックシンドローム発症者の増加が問題視されている。厚生労働省による令和元年国民健康・栄養調査の調査報告では、男性では52.0%、女性では17.5%においてメタボリックシンドロームが強く疑われる者または予備群と考えられる者であったことが報告されている。

メタボリックシンドロームの発症にはさまざまな要因が関わるが、内臓に脂肪が過剰蓄積することにより臓器に慢性的な炎症が引き起こされることが明らかとなり、近年ではこの慢性炎症がメタボリックシンドローム発症の主要な因子であると考えられている。

現在のところ、メタボリックシンドローム発症の予防または改善する食事法は確立されていないが、メタボリックシンドロームに対する食物繊維摂取による耐糖能改善作用や血中コレステロール濃度低下作用が、動物およびヒトでこれまでに報告されており、ヒトにおいても食物繊維量の多い食事がメタボリックシンドロームにおける代謝異常に対して有効な食事法であると考えられている。しかしながら、メタボリックシンドロームの主要因とされる臓器の慢性炎症に対する食物繊維摂取の効果を検討した報告はほとんどない。また食物繊維が豊富な全粒穀物の中には、さらに抗酸化成分も豊富に含まれる種があることが知られているが、穀物由来の抗酸化成分のメタボリックシンド

ロームへの影響は明らかとなっていない。

抗酸化物質を豊富に含むモチ性大麦（ダイシモチ）、ソルガムフスマ（ブラックソルガム）の2種類の有色穀物はいずれも抗酸化能を評価する指標の一つである Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) 値が高いことが知られている。しかしながら、これら高抗酸化成分含有有色穀物を摂取した場合の生体への影響を検討した報告はほとんどなく、これらの有色穀物摂取による影響は明らかとなっていない。

したがって本研究では、食餌性肥満モデルマウスを用いて、モチ性大麦、ソルガムフスマの2種類の有色穀物をそれぞれ添加した飼料を調製して投与し、メタボリックシンドロームの慢性炎症に対する高抗酸化成分含有有色穀物摂取の影響を検討することを目的とした。

## 2. 研究実施内容

### (1) 動物試験飼料の作成

試験飼料は、モチ性大麦（ダイシモチ麦）およびソルガムフスマ（ブラックソルガム）を AOAC Method 911.43 (Prosky 法) に準じて総食物繊維含量を定量した。100g 当たりの総食物繊維含量は、モチ性大麦 20.2g、ソルガムフスマ 41.1g であったため、各試験素材の総食物繊維量を考慮し、表1の通りに試験飼料を調製した。総食物繊維量が5.0%になるようセルロースを添加したものをコントロール (CO) 群の飼料とし、試験群としてモチ性大麦 (BL) 群、ソルガムフスマ (SO) 群を設定

した。

表 1. 飼料組成

	(g/kg diet)		
	CO群	BL群	SO群
コーンスターチ	197.5	33.9	147.4
α化コーンスターチ	132.0	132.0	132.0
ミルクカゼイン	200.0	175.2	178.4
グラニュー糖(ショ糖)	100.0	100.0	100.0
大豆油	70.0	70.0	70.0
牛脂	200.0	191.4	200.0
セルロースパウダー	50.0	0.0	0.0
ダイシモチ	-	247.0	-
ブラックソルガムブラン	-	-	121.7
ミネラルミックス	35.0	35.0	35.0
ビタミンミックス	10.0	10.0	10.0
L-シスチン	3.0	3.0	3.0
重酒石酸コリン	2.5	2.5	2.5
t-ブチルヒドロキノン	0.0	0.0	0.0

## (2) 動物実験

4 週齢の C57BL/6J 雄性マウス (日本チャールス・リバー株式会社) 24 匹を 1 週間の予備飼育後、体重が均一となるように 1 群 8 匹の CO 群, BL 群, SO 群の 3 群に群分けした。試験飼料と水は 74 日間自由摂取させた。解剖当日は 8 時間絶食後、イソフルラン/CO<sub>2</sub> 吸引下で安楽死させた。心臓より採血し、各臓器の重量測定を行った。抗酸化能試験について、血中の抗酸化ポテンシャル (Biological Antioxidant Potential; BAP) テスト、酸化ストレス (Reactive Oxygen Metabolites; dROMs) テスト、過酸化脂質 (Thiobarbituric Acid Reacting Substances; TBARS) の測定を行った。統計処理はすべて JMP Pro 14 で行った。各データは平均値±標準偏差で示した。p<0.05 を有意差ありとした。

## 3. 結果

### (1) 成長結果

終体重、体重増加量、飼料摂取量、飼料効率について、CO 群に比較して有色穀物 2 群に有意差は認められなかった。

### (2) 臓器重量

肝臓重量は、CO 群に比較して有色穀物 2 群に有意差は認められず、各種脂肪組織重量 (後腹壁脂肪、副睾丸周辺脂肪、腸間膜脂肪) についても

有意差は認められなかった。盲腸重量については、CO 群と比較して、BL 群で有意差は認められなかったが、SO 群では有意に高値を示した。

### (3) 抗酸化能試験

BAP テストでは CO 群と比較して SO 群が有意に高値を示した。dROMs テストでは SO 群に比較して BL 群が有意に低値を示した。TBARS では 3 群間で有意差は認められなかった。

## 4. まとめと今後の課題

メタボリックシンドロームの主要因とされる慢性炎症に着目し、高抗酸化成分含有有色穀物の影響を食餌性肥満モデルマウスで検討した結果、ソルガムフスマを摂取させたマウスにおいて、血中の抗酸化力指標を高める作用が確認された。さらにモチ性大麦を摂取させたマウスにおいては、血中の酸化ストレス指標の低下作用が認められた。

以上のことから、本実験に用いた 2 種類の有色穀物に慢性炎症抑制作用が確認され、これらの穀物が抗酸化能を有することが明らかとなった。しかしながら、先行研究ではソルガムフスマ、モチ性大麦の順で ORAC 値が高値であることが明らかとなっているが、本実験では抗酸化能の測定指標が異なる場合は、これら 2 種類の抗酸化能の強さの順も異なることが明らかとなった。したがって、抗酸化能は ORAC 値のみでは十分評価できないため、血中の酸化ストレス度などの指標も併せた多方面からの総合的な評価が必要となることが示唆された。

## 5. 謝辞

本研究は大妻女子大学人間生活文化研究所の研究助成 (R2101) を受けたものである。