

海藻由来の水溶性食物繊維が腸内細菌叢及び肥満へ及ぼす影響

Effect of soluble dietary fiber from seaweed on intestinal microflora and obesity

小川 怜菜
Reina Ogawa

大妻女子大学大学院 人間文化研究科 生活科学専攻 修士課程

キーワード：アルギン酸, ラミナラン, フコイダン, 腸内細菌叢, メタボリックシンドローム

Key words : Intestinal microflora, Alginic acid, Laminaran, Fucoidan, Metabolic syndrome

1. 研究目的

メタボリックシンドロームとは内臓脂肪型肥満に加えて、脂質異常症、高血圧、高血糖のうち2項目以上当てはまるものを指す。主な原因は過栄養と運動不足による内臓脂肪の蓄積であり、脂肪細胞よりさまざまな生理活性物質、アディポサイトカインの分泌異常をきたし、生活習慣病を惹起する^[1]。近年、水溶性食物繊維による肥満抑制効果が注目されてきた。その中でも昆布は日本で古くから食されている伝統食材で食物繊維含量が高く、しかも水溶性食物繊維であるアルギン酸塩、ラミナラン、フコイタンを含んでいる^[2]。

これまで昆布の調理加工による軟化処理によりアルギン酸の溶出による肥満抑制効果や腸内細菌叢への影響は確認されている^[3]。しかし、昆布にはアルギン酸の他に水溶性食物繊維のラミナランが含まれており、大腸内では強い発酵性を示すとされているが、ラミナランの生体内への影響やアルギン酸ナトリウムとの作用の違いについてはあまり明らかにされていない。アルギン酸に関しても、難発酵性とする報告と特定の腸内細菌によって発酵を受けるとする報告があり、一致した見解がない^[4]。

食餌性肥満モデルマウスに、抽出・分離されたアルギン酸ナトリウムとラミラナンをそれぞれ高脂肪食に配合して給餌し、メタボリックシンドロームの関連指標を分析し、昆布由来のどの水溶性食物繊維が腸内細菌叢や肥満に影響を及ぼしているのか明らかにすることを目的に検討した。

2. 研究実施内容

<方法>

4週齢の雄C57BL/6Jマウス32匹を1週間の予備飼育後、1群8匹ずつの4群に群分けした。対照群(C群)の飼料は、AIN-93G組成を基本とし、脂肪エネルギー比が50%になるようにラードを添加した。試料は株式会社フジッコのご協力の下、入手した。アルギン酸群(A群)、ラミナラン群(L群)、フコイタン群(F群)とし、それぞれの飼料に3%添加後、総食物繊維量が5%になるようにセルロースで調整した。(Table1)

12週間の飼育期間中は、飼料と水を自由摂取させ、2~3日毎に体重と飼料摂取量を測定した。飼育最終週に耐糖能試験を実施した。耐糖能試験は、8時間絶食後、20%グルコース溶液を経口投与し経時的に血糖値を測定した。飼育最終日は8時間絶食後、イソフルラン/CO₂麻酔下で安楽死させ、心臓より採血、肝臓、盲腸、後腹壁脂肪、副睾丸周辺脂肪、腸間膜脂肪を摘出した。盲腸内有機酸はクロトン酸を内部標準としてGC/MS法にて分析した。血清脂質は酵素法、血清ホルモンはELISA法にて分析した。肝臓脂質は、Folch法により脂質を抽出後、酵素法にて分析した。糞中脂質は、Folch法により脂質を抽出後、重量法にて測定した。盲腸内細菌数と肝臓脂質代謝、回腸mRNA発現量(消化管免疫、消化管機能、炎症)は、リアルタイムPCR法にて分析した。

Table 1 飼料組成 (g/kg diet)

	C群	A群	L群	F群
コンスターチ	197.5	193.3	196.5	187.6
アルファ化コンスターチ	132	132	132	132
ミルクカゼイン	200	199.9	200	196.4
ショ糖	100	100	100	100
大豆油	70	70	70	70
ラード	200	200	200	200
セルロースパウダー	50	20	20	29.4
海藻多糖類	—	34.3	31	34.1
ミネラルミックス	35	35	35	35
ビタミンミックス	10	10	10	10
L-シスチン	3	3	3	3
重酒石酸コリン	2.5	2.5	2.5	2.5
トープチルヒドロキノン	0.014	0.014	0.014	0.014

<結果>

A群とF群の終体重、体重増加量、総脂肪量、血清総コレステロール量、肝臓トリグリセリド量はC群と比較して有意に低い値を示した。一方で、糞中脂質量はA群とF群で有意に高い値を示した。短鎖脂肪酸生成量はA群が最も生成され、L群は短鎖脂肪酸生成量、酢酸、プロピオン酸の増加傾向を示した。盲腸内細菌叢ではA群の *Bacteroidetes* 門が有意に増加した。

アルギン酸には、食餌性脂質の吸収阻害、腹腔内脂肪蓄積抑制、血清コレステロール低下作用、肝臓脂質蓄積抑制作用が認められた。また、短鎖脂肪酸の産生増加が認められ、脂質代謝改善作用への寄与の可能性が推定された。フコイダンにも、同様の作用ならびに食後血糖上昇抑制作用が認められ、この作用は主に食餌性脂質の吸収阻害によるものと推定した。一方、ラミナランは、血清 LDL-コレステロール改善作用と食後血糖上昇抑制作用が認められたが、腸内発酵は観察されず、既報と一致しなかった。

3. まとめと今後の課題

アルギン酸とフコイダンは脂質の吸収阻害で脂肪蓄積抑制効果を発揮するが、アルギン酸の方がフコイダンよりも効果が強かった。これはアルギン酸の腸内発酵による影響の可能性が考えられた。また、ラミナランに関しては本研究で使用した試料では先行研究と一致した結果が得られなかった為、昆布由来のラミナランを調製し、腸内発酵性について再検討する必要がある。

4. 参考文献

[1]肥満とメタボリックシンドローム・生活習慣病 井上修二 2011/7
 [2]海藻利用の科学 山田信夫 2001/5/1 成山堂書店
 [3]軟化処理昆布が食餌性肥満モデルマウスのメタボリックシンドローム関連指標に及ぼす影響 日本栄養・食糧学会 68 巻・3 号 p.119-128 (2015-06)
 [4]Takashi kuda et al.Effect of Dietary Concentration of Laminaran and Depolymerised Alginate on Rat Ceal Microflora and Plasma Lipids Fisheries Science 64(4),589-593(1998)

5. 謝辞

本研究は大妻女子大学人間文化研究所令和2年度大学院生研究助成 (B) (DB59040)「昆布由来の水溶性食物繊維が腸内細菌叢及び肥満に及ぼす影響」より研究助成を受けたものです。