

アレルギーの臨床に寄せる -431-

# 大麦<sup>ベータ</sup>βグルカンとその生理機能性について

旭電化工業（株）基礎研究所

つばき かずみ すぎやま ひろむ しょうじ よしかず  
椿 和文, 杉山 宏, 東海林 義和

2003年23巻11月号（通巻310号）

アレルギーの臨床（p.41～p.45）

北 隆 館

# 大麦<sup>ベータ</sup>βグルカンとその生理機能性について

Barley β-glucan and its physiological function

旭電化工業（株）基礎研究所  
つばき かずふみ すぎやま ひろむ  
椿 和文, 杉山 宏,  
しょうじ よしかず  
東海林 義和

Key words : βグルカン, 大麦抽出物, 免疫調節作用,  
BRM, IgA 抗体

## はじめに

健康志向の高まりから、毎日摂取する食品においても健康機能性に優れた素材が消費者に好まれるようになり、食品メーカーにとって健康機能性に優れ、かつ安全性の高い食品や素材の提供が重要な使命となっている。当社ではアレルギー患者用マーガリン「青空」(特別用途食品表示許可)の開発・販売を通じてアレルギー患者が安心して摂取できる食品づくりを進めている。現在、機能性多糖類「βグルカン」の健康機能性に着目して研究開発を進めており、大麦βグルカンに優れた生理機能性が明らかとなってきているので紹介する。

## 1. 大麦βグルカン、その特徴と化学構造

大麦 (*Hordeum vulgare*) は米・小麦・トウモロコシに次ぎ、世界生産量で第4位の作物であり、我が国においても古来より摂取されてきたなじみ深いイネ科穀物の1つである。

昭和40年頃までは日本人の大麦摂取量は米に次ぐ主食の地位にあったが、主食用大麦の消費量はその後一貫して減少してきた。健康機能性の成分としてポリフェノールや水溶性食物繊維であるβグルカンを3~6%含むという点は米や小麦にはない大麦の特徴として挙げられ、近年では健康食として見直されつつあるが、このポリフェノールによる紫~茶褐色の着色や大麦澱粉のぱさつく食感、調理のし難さも手伝って消費者から敬遠されてきた原因と考えられる。

大麦に含まれるβグルカンは、澱粉貯蔵の役割を担う胚乳の細胞壁を構成する成分であり、種子全体に分布している<sup>1)</sup>。従って大麦βグルカンは、古来より日本人が食経験のある安全な食材の成分といえる。大麦βグルカン分子の性質や構造に関する研究は欧米を中心に多くの学術報告があり、そのモデル構造は図1に示したように1,4位でβ結合した2~3のブドウ糖分子が1,3位で結合し、これがさらに繰り返し結合した多糖体であることが明らかになっている<sup>2)</sup>。ブドウ糖分子が1,4

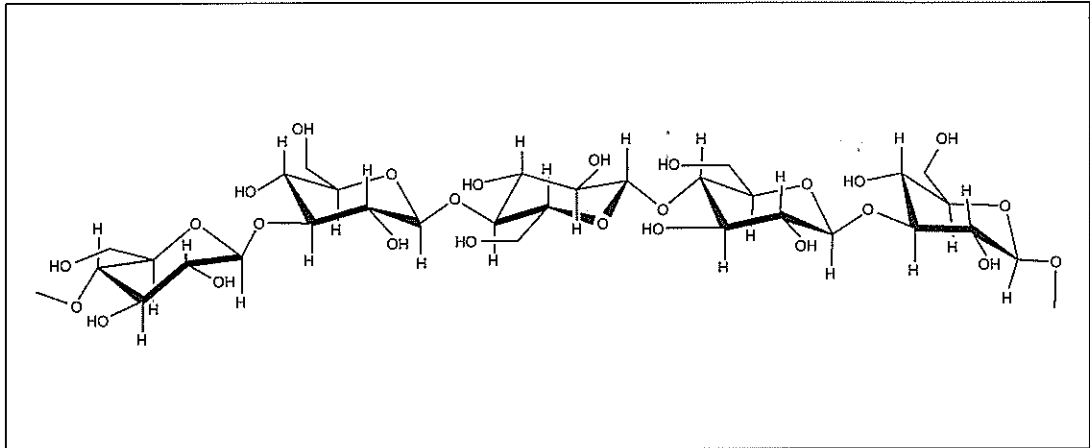


図1 大麦βグルカンの化学構造モデル

位のみでβ結合したセルロースは分子同士が会合・結晶化してその多くは水不溶性を示す。この構造に一定間隔で1,3位の結合が入ることで水溶性が増し、水溶液は粘性を示すようになる。大麦βグルカンは、分子の広がりや立体構造においてセルロース分子とは全く異なっており、このことが多くの生理機能性を示す構造上の特性と考えられる<sup>3)</sup>。

一方、シイタケやアガリクス茸などのキノコ由来のβグルカンは、構成単位のプロドウ糖分子が1,3位でβ結合した主鎖に1,6位の枝分かれした構造を持つ多糖体であり、プロドウ糖分子を構成単位としているという共通性はあるが、大麦のβグルカンとは分岐構造を異にする。シイタケのβグルカンは抗腫瘍活性が高く、医薬品原料として利用されており、大麦βグルカンの生理機能性にも興味を持たれる。

ヒトはβグルカンを加水分解する酵素である1,3, 1,4グルカナーゼを持っていない。従って、βグルカンを摂取しても消化管（小腸）で酵素の作用を受けず、腸内を通過・排出する際、糖質や脂質の吸収を妨げるなどの機能性を有している。

## 2. 大麦βグルカンの生理機能性

水溶性食物繊維には、脂質代謝改善作用、糖代謝改善作用を有するほか、消化酵素では分解されないが、大腸に存在する腸内細菌によって発酵され、生体に有用な短鎖脂肪酸へ変換されることによる整腸作用などの機能が知られている。その起源や種類、化学構造により程度の差はあるが、血漿中のコレステロール低下による心臓疾患（動脈硬化）、肥満、糖尿病、胆石の予防、有害物質吸着による対外排出作用、排便促進など生活習慣病の予防に役立つ効果を基本的に備え持つといわれている<sup>4)</sup>。

大麦βグルカンの生理機能性としてラット、ニワトリ、ハムスターなどのモデル動物を用いた血漿中のコレステロール低下作用がよく研究されている<sup>1)</sup>。ヒトにおける試験では、大麦そのものを用いた臨床研究<sup>3)</sup>やオーツ麦βグルカンの研究があり、1998年米国FDAは、NLEA（米国栄養表示・教育法）に基づくヘルスクレームとして「3g/日のオーツ麦可溶性食物繊維の摂取は、冠動脈心臓病のリスクを低減する」という旨の健康表示が

許可されるに至り<sup>5)</sup>、大麦についても同様の臨床研究が進められている。

βグルカンによる血漿中コレステロール低下作用機作は、胆汁酸ミセルの破壊によるコレステロールの再吸収阻害、胆汁酸の吸着排出、あるいは大腸で腸内細菌により代謝された短鎖脂肪酸による肝臓でのコレステロール合成抑制などの可能性が報告されている<sup>4)</sup>。

大麦の糖代謝への影響を調べた報告として、佐藤らは、糖尿病患者に大麦を負荷することで白米摂取に比較して有意な血糖値上昇抑制を見出し、糖尿病患者における大麦を主体とした食事の有用性を示唆した<sup>6)</sup>。一方、中村らは血糖値上昇抑制を示す成分が大麦の可溶性食物繊維成分であることをラットの実験で証明している。中村らのデータによると、50gのグルコース負荷で上昇する血糖値を0.5gの大麦抽出物が抑制する<sup>7)</sup>。また、血糖値上昇抑制の指標としてGlycemic Indexが使用され、大麦のそれはJenkinsによれば31と算出され、これまでに報告された食品中、最も低値を示すものである<sup>8)</sup>。

その他、中村らはラット水浸ストレス潰瘍への大麦βグルカンの作用を検討し、ラットに大麦βグルカンを添加した飼料を14日間投与後、21時間の水浸ストレスを与えたところ、非添加飼料で飼育したコントロール群に比較して有意な潰瘍抑制を認めている。βグルカンが胃表層粘膜細胞の増殖と粘液分泌の促進作用を示しストレス性潰瘍を抑制すると考察している<sup>9)</sup>。

### 3. 「大麦βグルカン抽出物」

優れた健康機能性成分である大麦βグルカンを多くの食品に利用し易くすることを目的に当研究所ではβグルカンを高濃度に含有す

る「大麦βグルカン抽出物」の開発を進めている。概要は以下の通りである。

【製造方法】粉砕した大麦に温水を添加後、一定時間の攪拌抽出を行い、固液分離後の上清を得て、これを濃縮、乾燥させたものが「大麦βグルカン抽出物」である(図2)。

【特徴】得られた「大麦βグルカン抽出物」は、白～茶褐色の粉末で1,3, 4βグルカンを60%以上含有する。組成分析値を表に示す。大麦粒の組成に比較して、βグルカンは10倍以上、消化性の炭水化物、蛋白質が低減されて、脂質はほとんど含有しない。βグルカンの平均分子量は4～8万、60℃以上の温水に可溶性で濃度とともに粘度が増加し、5%以上の水溶液は冷却すると特有のゲルを形成する。加熱による変性はほとんどない。

【食品素材としての安全性】本抽出物は、財団法人日本健康・栄養食品協会の定める食物繊維加工食品の安全衛生基準に合致しており、保存剤等は製造工程で一切使用しておらず、製品にも含有しない。

【用途】食物繊維食品素材として、サプリメント用、その他幅広く食品・化粧品用途等に使用可能である。

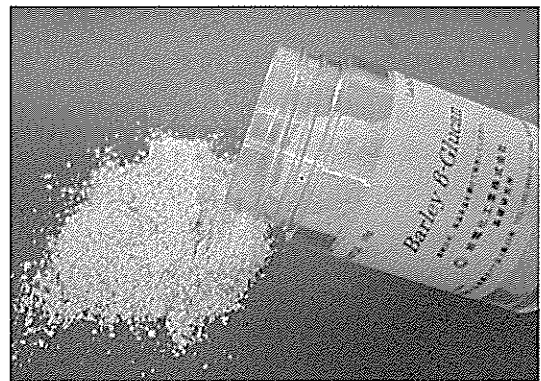


図2 大麦βグルカン抽出物

表 大麦粉と大麦βグルカン抽出物の成分組成

成分	含有量(%)	
	大麦βグルカン抽出物	大麦粉
水分	8.5	12.5
蛋白質	2.6	7.5
脂質	0.1	2.5
炭水化物*	88	76
灰分	0.8	1.5
βグルカン**	66	4

炭水化物\*は、全量より水分、蛋白質、脂質、灰分を差し引いた計算値

βグルカン\*\*はMcleary 酵素法にて測定した値

#### 4. 「大麦βグルカン抽出物」の免疫調節作用に関する研究

大麦βグルカンの免疫への影響に関する研究はこれまでにほとんど報告がない。当研究所では大麦βグルカンの新たな機能性を見いだすことを目的に、特に免疫系への作用に着目し、その機能を評価した。

##### 《免疫増強作用の評価》

まず、免疫系に影響を与える機能が大麦βグルカンに基本的に備わっているか否かについてマウスを用いて評価した。

① 「大麦βグルカン抽出物」をICRマウスの腹腔に投与し、6～72hr後に腹腔細胞を採取、染色し細胞数を測定した。その結果、投与後24hrで細胞数が最大となり、その80%以上が好中球の集積であることが判った。

② また、TNF-αの産生を検討し、「大麦βグルカン抽出物」を投与したマウスより採取した白血球画分からのTNF産生量は、乳酸菌体を添加することで7倍促進され、この作用は乳酸菌単独では認められず、「大麦βグルカン抽出物」のpriming効果が示唆される結果であった。

③ C3H/HeマウスにMM46乳ガン細胞を移植し、「大麦βグルカン抽出物」を腹腔投与したところ、腫瘍の退縮が観察され、抗腫瘍作用が認められた。

以上、マウス腹腔への投与試験から「大麦βグルカン抽出物」は、免疫増強物質としての基本的な性質を有していることが明らかとなった。本成績は帝京大学薬学部との共同研究の成果である<sup>10)</sup>。

##### 《抗体産生修飾作用と低アレルギー評価》

次に大麦βグルカンの抗体産生への影響について検討した。健常人およびAD患者血液よりリンパ球画分を分離、「大麦βグルカン抽出物」を添加したRPMI-1640培地にて5%CO<sub>2</sub>存在下で培養後、上清中に産生された抗体量をELISAにて測定した。その結果、健常人より得た白血球画分の培養上清に、IgA抗体の産生促進を認めた。この促進作用は、AD患者血液より得た白血球画分においても認められた。IgG抗体産生は顕著ではなく、「大麦βグルカン抽出物」の作用はIgA抗体産生に特異的であった。

次に大麦βグルカンのIgE抗体結合性を評価した。実験には、食物アレルギーが疑われるAD患者より得たプール血清（卵白とミルク特異的IgE抗体が高値のプール血清A、穀類に対するIgE抗体価が高値のプール血清B）を用い、インヒビション試験で評価した。その結果、「大麦βグルカン抽出物」は卵白、ミルク、米、小麦、ソバ、大豆に対するIgE抗体価を全く阻害せずIgE結合性は認められなかった。プール血清Bは大麦の蛋白抽出物に対するIgE抗体が検出されたことから、大麦の蛋白抽出物に対するインヒビション試験を行った。「大麦βグルカン抽出物」のIgE

結合性は蛋白抽出物に対して1/100以下であった。以上から、「大麦βグルカン抽出物」は、IgA抗体の産生促進作用を示し、かつIgE結合性が低いと評価された。本成績は横浜市立大学医学部皮膚科学教室との共同研究の成果である<sup>11)</sup>。

以上、大麦βグルカンの免疫系への影響を調べた我々の成績を示した。これらの試験は、マウス腹腔への投与あるいは細胞への直接的な作用について検討した結果であり、大麦βグルカンが免疫調節機能を有し、抗腫瘍活性や抗アレルギー活性を示す可能性を示唆するものである。

近年、オリゴ糖をはじめとする難消化性糖類の免疫系への影響やアレルギーの抑制効果に関する研究が注目されている。千葉らはオリゴ糖であるラフィノースを用いてアトピー性皮膚炎の治療成績を報告し、オリゴ糖の腸内細菌叢の改善とTh1/Th2バランスの改善によるAD治療効果を示唆している<sup>12)</sup>。大麦βグルカンには免疫増強活性あるいは抗体産生を促進する基本的な性質が認められ、消化管での免疫応答あるいはアレルギー反応の修飾作用等の解析は今後明らかにされるべき興味深い研究テーマである。

## 5. まとめ

厚労省は「日本人の栄養所要量」(平成12年、第6次改訂)にて食物繊維の所要量を成人は20~25g/日と定めているが、所要量の6~7割程度しか摂取できていないとの報告もあり、食物繊維を積極的に摂取することは現代人の健康維持に必須と考えられる。健康機能性の高い水溶性食物繊維であるβグルカンを多く含む大麦は、40年前には「麦ご飯」として日本の家庭で普通に食されていた。大

麦の機能性が再認識され、米飯給食を実施する学校の半数以上が麦米飯を実施するなど、大麦を見直す動きも認められる。しかし、米に対する混合比はせいぜい数%止まりであり、このことは利用しやすい方法や形態を工夫するなど、大麦の調理研究を推進する必要性を示唆するものである。

「大麦βグルカン抽出物」は、食習慣の変化やストレスによってバランスの崩れた生体のコントロール、疾病予防に貢献する新しい食品素材となりうるものと考えられる。

## 文 献

- 1) S.J.Jadhav., *et al.*: Critical Review in Food Science, 38(2): 123-171, 1998.
- 2) J.R.Woodward., *et al.*: Carbohydrate Polymers 3: 207-225, 1983.
- 3) Rosemary K., *et al.*: Cereal Foods World 34(10): 883-886, 1989.
- 4) 印南敏他, 食物繊維, 第一出版, 1995年
- 5) FDA: Food labeling claims final rule 21 CFR Part 101. Federal Reg. Feb 18, 63(32): 8103, 1998.
- 6) 佐藤寿一他, 総合保健体育科学, 13(1): 75-78, 1990.
- 7) 中村カホル他, 東邦医会誌, 43: 159-166, 1996.
- 8) Jenkins D., *et al.*: Proc. Nutr. Soc. 40: 227-235, 1981.
- 9) 中村尚夫他, 日本栄養食糧学会誌, 40: 61-64, 1987.
- 10) 山崎正利他, 日本薬学会123年会発表要旨集, 2003.
- 11) 椿 和文他, アレルギー, 52(2,3): 301, 2003.
- 12) 千葉友幸他, アレルギーの臨床, 21(13): 1039-1043, 2001.

---

本件および「大麦βグルカン抽出物」のサンプルに関するお問い合わせ

旭電化工業株式会社 基礎研究所

ホームページ: <http://www.adk.co.jp>

東京都荒川区東尾久7-2-35

03-3892-2111 (代)

---