



機能性オリゴ糖 1-kestoseの特性と「ベビーオリゴ®」の紹介

※ ※ ※
蓼田香奈子・栃尾 巧・中村圭伸

1. はじめに

現代日本社会において、「ごはん、味噌汁、野菜、魚」といった伝統的な和食から肉製品や油脂類、糖類の多い食事への変化、ならびに自動車を中心とした交通の発達や作業の機械化による運動不足等が原因となり、肥満、高脂血症、糖尿病などの生活習慣病患者および予備軍が増加の一途を辿っている。また、そうした食生活の変化、運動不足に加えて住環境の変化、衛生状態の向上、ストレス過多などの多因子によりアレルギー患者も急増している。

これらの解決策の一助として、身近で手軽に摂取できる食品素材において疾患を未然に抑制することが考えられているが、機能性を訴求できるものはこれまで特定保健用食品や栄養機能食品に限られており、機能性を持った食品素材（機能性食品素材）の普及は極めて限定的なものに留まっていた。

しかし、人々の健康意識と、我々が食経験を有する食品が持つ機能性への注目は以前にも増して高まっており、単にエネルギー源や甘味料としての役割だけでなく、低糖質食、血糖値に影響し難い糖質、太らない油脂・糖質など、より高度な機能性食品素材が求められている。

当社においてもこのような時代のニーズに応えるべく、機能性食品素材の研究開発を推進している。本稿では現在最も注力している素材である機能性オリゴ糖「1-kestose」について紹介する。

2. 1-kestoseについて

1-kestoseは、スクロースのフルクトース残基に1～数個のフルクトースが β -2, 1結合した構造を持つフラクトオリゴ糖（FOS）の1成分であり、スクロースに1個のフルクトースが結合した構造を有する3糖フラクトオリゴ糖である（図1）。1-kestoseは、日常的に摂取する野菜や穀物中に含まれており¹⁾（表1）、古来より食経験を有するオリゴ糖であるため、非常に安全性が高い素材である。

表1 1-kestoseの食物中の含有量

食物	含有量
タマネギ	1.70
大麦	0.21
ライ麦	0.50
ガーリック	0.14

（単位：g/100g乾燥粉末）

3. 1-kestoseの機能

(1) ヒト腸内細菌に与える影響

成人10名に1-kestoseを3g/day、2週間摂取させ、摂取前後での腸内細菌叢（*Bifidobacteria*、*Lactobacillus*、*Bacteroides*、*Clostridia*）の菌数を測定した。その結果、1-kestose摂取前後で総菌数に変化はみられないが、*Bifidobacteria*および*Lactobacillus*菌数は増加、*Clostridia*菌数は減少しており、1-kestoseはヒトにおいて有用と考えられている菌を増加させることが示された²⁾（表2）。

表2 1-kestose摂取によるヒトの腸内細菌叢数の変化

菌群	摂取前		摂取後2週後		P値
	Ave.	±SD	Ave.	±SD	
Total counts	10.6	0.3	10.7	0.3	
<i>Bifidobacteria</i>	9.9	0.4	10.3	0.3	<0.05
<i>Lactobacillus</i>	4.5	0.9	4.9	2.1	
<i>Bacteroides</i>	10.4	0.4	10.2	0.3	
<i>Clostridia</i>	7.1	0.5	6.6	0.5	<0.1

（単位：log₁₀CFU/g）

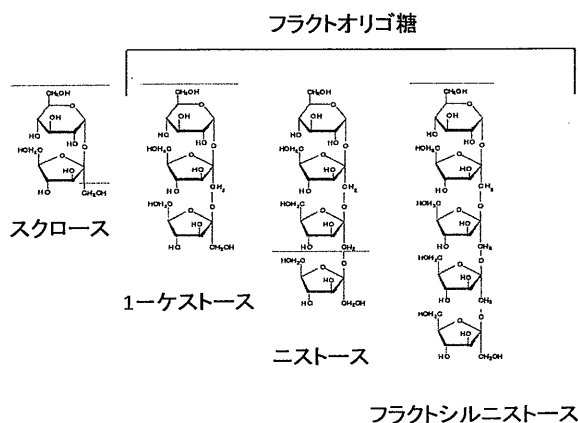


図1 フラクトオリゴ糖の構造

※ 物産フードサイエンス株式会社 研究開発センター

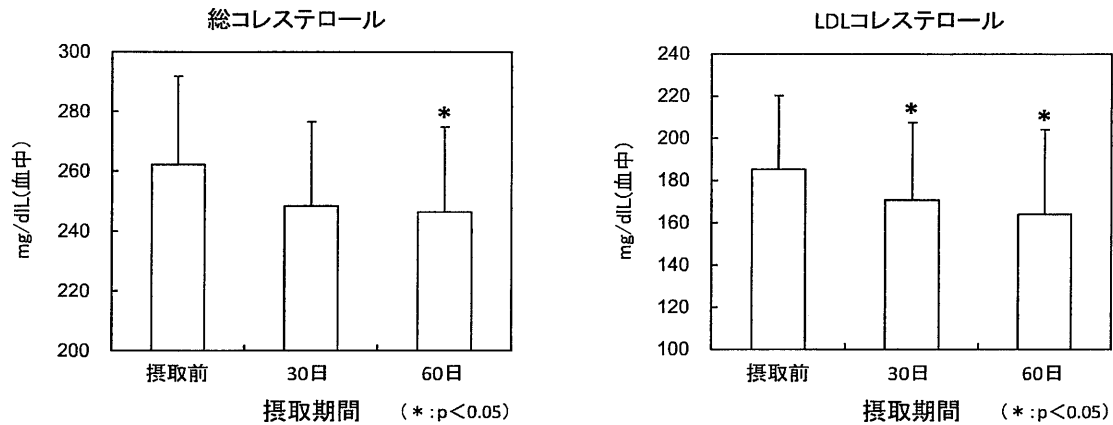


図2 脂質代謝への1-kestoseの影響

(2) 脂質代謝に与える影響

高脂血症の傾向がみられる成人7名（血中総コレステロール値が220mg/dL以上の男性）を対象として、1-kestoseを5g/day、60日間摂取させ、摂取30日後および60日後の血中総コレステロール、LDL-コレステロールを測定した。その結果、摂取前に比べ、摂取30日後では総コレステロール値の減少傾向がみられ、摂取60日後では総コレステロール値は有意に減少した。LDL-コレステロール値は、摂取前と比べて摂取30日後および60日後において有意に減少した³⁾(図2)。その他、HDL-コレステロール、中性脂肪は摂取前後にて有意な変化はみられなかった。以上のことから、1-kestoseは血中の脂質代謝を改善する効果を有する可能性が示された。

(3) 肌水分に与える影響

成人25名（女性）に1-kestoseを3g/day、2週間摂取させ、摂取前後において、顔、腕、足における肌質の変化を調べた。官能検査の結果、被験者の60%以上が1-kestose摂取による乾燥肌の改善や、摂取終了による肌状態の悪化が確認された。肌水分計測定の結果から、顔の水分量平均値は、摂取前が34%であったのに対し、摂取後は37%に有意に増加した。その他、腕、足においても1-kestose摂取による水分量の増加が見られた。³⁾(図3)。

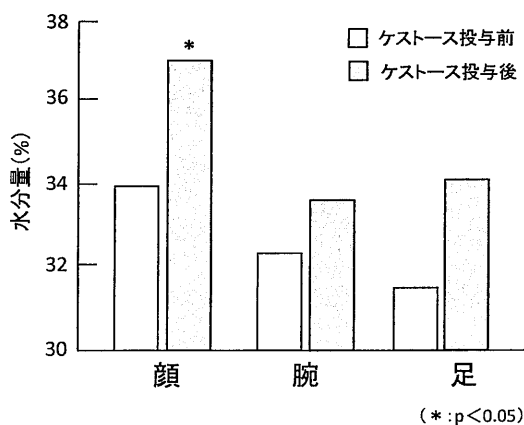


図3 肌水分量への1-kestoseの影響

Kanoらは、腸内で生成されるフェノール類が増加することにより肌質の低下がみられることを報告している⁴⁾。1-kestoseは腸内で生成されるフェノール類の生成を抑制することが判明している。我々は、1-kestoseの肌水分量増加作用のメカニズムは、腸内に生成するフェノール類を減少させるためではないかと推測している。

(4) アトピー性皮膚炎に対する影響

アトピー性皮膚炎は主に乳幼児で有病率が高く、加齢とともに有病率が低下する疾患である⁵⁾(表3)。主な治療指針として、薬物治療、スキンケア、悪性因子の除去などが示されているが⁶⁾、日常的に手軽に摂取できる食品成分において本疾患を改善させるものはほとんど存在しない。我々は、国立病院機構福岡病院（柴田瑠美子医師）、東海大学医学部（古賀泰裕教授）協力のもと、乳幼児アトピー性皮膚炎の症状を有する乳幼児29症例を対象にRandomized Controlled Trial (RCT) による1-kestoseのアトピー性皮膚炎に対する影響を調べた（皮疹重症度の判定はIntensity Score of Atopic Dermatitis (ISAD)⁷⁾ およびSeverity Scoring of Atopic Dermatitis (SCORAD)⁸⁾ を使用）。その結果、摂取6週間後において、ISAD値およびSCORAD値は、プラセボ群に対して減少しており、12週間後では、プラセボ群に対してさらなる有意な減少を示した^{9,10)}(表4)。以上のことから、1-kestoseは乳幼児アトピー性皮膚炎に対して改善作用を有することが示された。

表3 アトピー性皮膚炎の年齢別有病率

年齢	有病率 (%)
4ヶ月	12.8
1歳6ヶ月	9.8
3歳	13.2
小学1年生	11.8
小学校6年生	10.6
大学生	8.2

表4 1-ケストースの乳幼児アトピー性皮膚炎に対する影響

	1-ケストース群 (n=15)	プラセボ群 (n=14)	P値
Week 0			
ISAD	9.0 (7.5-10.3)	8.0 (6.0-10.8)	0.33
SCORAD	41.3 (36.2-46.4)	38.3 (26.3-41.8)	0.05
Week 6			
ISAD	5.0 (3.8-7.3)	7.0 (5.3-9.8)	0.07
SCORAD	25.3 (20.9-31.0)	36.4 (30.9-42.2)	0.004
Week 12			
ISAD	2.0 (1.0-4.3)	8.5 (6.3-9.8)	<0.001
SCORAD	19.5 (15.6-22.0)	37.5 (25.5-43.5)	<0.001

4. 安全性

1-ケストースを用いて変異原性試験、急性毒性試験、亜慢性毒性試験、慢性毒性試験を実施し、いずれも異常は認められなかった。さらに、ヒトによる試験において、1-ケストース10gの単回摂取による試験を実施し、摂取による緩下作用やその他の副作用は存在しないことを確認した。その他、奥らは、1-ケストースの最大無作用量が、男性0.24g/kg体重、女性0.34g/kg体重程度であることを報告している^{11,12)}。つまり、成人であれば10g程度摂取しても、まず下痢は誘発しないということを意味している。

以上の結果から、1-ケストースは非常に安全性が高い素材であるといえる。

5. 1-ケストース含有オリゴ糖類食品「ベビーオリゴ®」

(1) 1-ケストース高純度含有フラクトオリゴ糖の開発

フラクトオリゴ糖は、一般的に、糸状菌から抽出される酵素と高濃度のスクロース溶液を反応させた酵素反応糖液を精製することにより作られる。我々は、酵素と精製工程において鋭意工夫を行い、そうした酵素反応糖液から、1-ケストースを高純度に含有したフラクトオリゴ糖を開発することに成功した。「ベビーオリゴ®」は、この1-ケストース高含有フラクトオリゴ糖を原材料として、噴霧乾燥後、造粒工程を経て製造するオリゴ糖類食品である。

(2) 製品特徴

「ベビーオリゴ®」の対象は乳幼児である。従って、製品の特徴として簡便な方法で飲食できることが求められる。ベビーオリゴ®は、1包あたり2.4gの1-ケストースを含んでおり、お茶、ミルク、水、白湯などに容易に溶解することから、飲料として摂取することができる。また、スクロース様の甘味質でありながら低甘味であり、乳幼児でも違和感なく飲用できるものである。

(3) 販売と今後の展開

「ベビーオリゴ®」は、現在、福岡県の一部地域の病院内売店において試験販売中である。先にも述べたように、乳幼児アトピー性皮膚炎の発症率は上昇する傾向にあり、薬による治療だけではなく、日常的に摂取できる食品素材を用いた症状の緩和が求められている。アトピー性皮膚炎に対する改善作用の他、腸内環境や脂質代謝の改善効果を持つ1-ケストースを高配合した「ベビーオリゴ®」は安全性の高い食品であり、乳幼児の健康と親御さんの安心に同時に貢献できると確信している。今後は、乳幼児食品への配合など、様々な用途開発を図っていきたい。

6. おわりに

上記の通り、1-ケストースは多くの生理機能を有することが明らかとなっている。現在、多様なニーズに対応できるよう、シロップや粉末、結晶品など複数形態での商品化を進めている。中でも、1-ケストース結晶品は、味質、物性に優れ、食品素材として幅広い食品用途での使用が期待できる。今後、1-ケストースの新たな生理機能を解明していくことで人々のQuality of life (QOL) 向上に繋がりたいと考えている。

引用文献

- 1) 三浦洋：食品新素材有効利用技術シリーズNo.13 (2003)
- 2) 竹田博幸：アレルギーの臨床, 27(2), 136-140 (2007)
- 3) 井上國世：機能性糖質素材の開発と食品への応用(2005)
- 4) Kano M. *et al.*: Bioscience of Microbiota, Food and Health, 32(1), 33-39 (2013)
- 5) 片山一郎, 河野陽一：アトピー性皮膚炎治療ガイドライン2012 (2012)
- 6) 古江増隆：日皮会誌, 119, 1515-1534 (2009)
- 7) Tagami H. *et al.*: J Detamol., 22, 966-967 (1995)
- 8) No authors: Dermatology, 186, 23-31 (1993)
- 9) 柴田瑠美子：日本小児アレルギー学会誌, 26, 99-104 (2012)
- 10) Shibata R. *et al.*: Clinical and Experimental Allergy, 39, 1397-1403 (2009)
- 11) 中村禎子：日本食物繊維学会誌, 14, 13-22 (2010)
- 12) Oku T. *et al.*: Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology, 3, 90-95 (2009)