

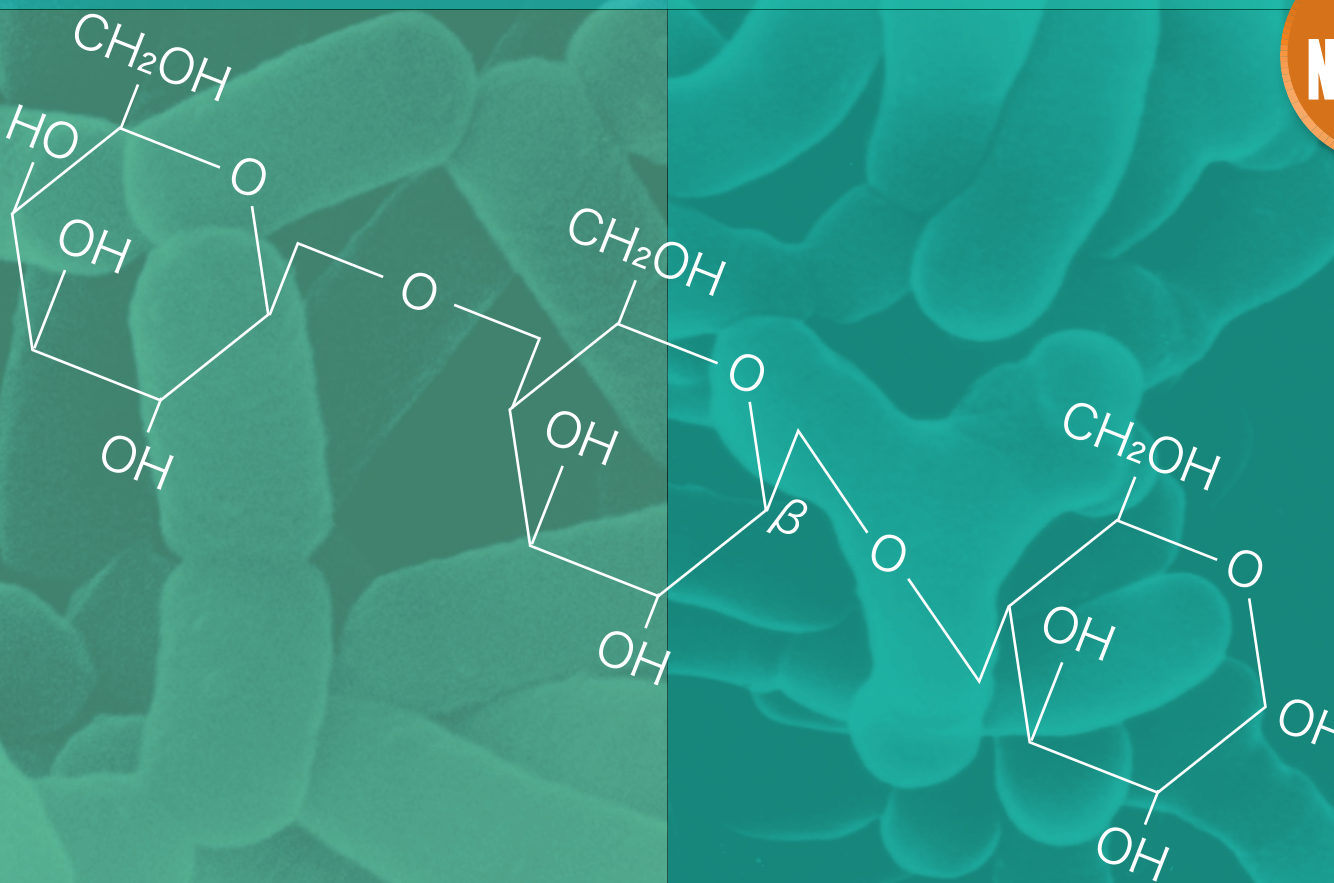
人も地球も健康に

**Yakult**

サイエンス・レポート

# SCIENCE REPORT

NO.22



## ガラクトオリゴ糖とその機能性

### Contents

1. ガラクトオリゴ糖について
2. ガラクトオリゴ糖の難消化性
3. ガラクトオリゴ糖含有飲料飲用による排便頻度への影響
4. ガラクトオリゴ糖含有飲料飲用による腸内細菌叢への影響

# ガラクトオリゴ糖とその機能性

## SCIENCE REPORT

### 1. ガラクトオリゴ糖について

オリゴ糖とは、単糖類(グルコース、ガラクトース、フラクトースなど、最小単位の糖)が2から10個程度つながったものの総称です。現在、一般的に知られているものには、フラクトオリゴ糖、キシロオリゴ糖、大豆オリゴ糖、イソマルトオリゴ糖、乳果オリゴ糖、ラフィノース、ガラクトオリゴ糖などがあります。

一方、古くから母乳中には、乳児の腸内に生息するビフィズス菌を増やす成分として、ミルクオリゴ糖(130種類以上のオリゴ糖の混合物)の関与が言われていましたが、その一成分であるガラクトオリゴ糖にビフィズス菌を増やす働きのあることが明らかとなっています。ガラクトオリゴ糖は、乳に含まれる乳糖(ラクトース)にβ-ガラクトシダーゼという酵素を働かせたときに作られる、2~6糖のオリゴ

### 2. ガラクトオリゴ糖の難消化性

ガラクトオリゴ糖(GOS)がプレバイオティクスとしての効果を示すのは、小腸で消化されにくく、大腸まで到達するからです。ここではGOSの難消化性について調べた試験について紹介します。

この試験は、「難消化性の糖質が大腸に到達すると、大腸内にすみついている一部の細菌がエサとして利用し、水素ガスを産生する」ことを利用したものです。腸の中で産生された水素ガスは、腸から吸収された後、血流を介して呼気中に排出されます。したがって、GOSを摂取した後、呼気から水素ガスが検出されれば、GOSは難消化性であると言えます。

表1 ガラクトオリゴ糖含有飲料およびプラセボ飲料の成分組成(1)

内容成分 (1本100ml当たり)	GOS含有飲料	プラセボ飲料
GOS含有液糖*	34.7g (GOSとして 15g)	—
乳糖	3.3g (GOS含有液糖に含まれる)	3.3g
グルコース	6.1g (GOS含有液糖に含まれる)	6.1g
ガラクトース	2.2g (GOS含有液糖に含まれる)	2.2g

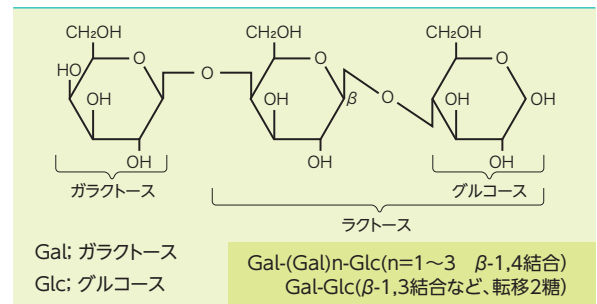
\*)GOS含有液糖(固形分含量 76.5%):固形分当たり、GOS 56.4%(4糖以上 7.6%、3糖 34.4%、転移2糖\*) 14.4%)、乳糖 12.5%、グルコース 22.9%、ガラクトース 8.2%を含む。※ 転移2糖:酵素反応によって新たに生成した2糖。

便性改善など、おなかの調子を整える食品素材として、乳酸菌やビフィズス菌などのプロバイオティクスが広く利用されています。一方、「小腸で吸収されずに大腸に到達し、腸内の有用菌やプロバイオティクスにエサとして利用され、それらの数を増やす効果を示すもの」をプレバイオティクス(オリゴ糖、食物繊維など)といいます。

本レポートでは、プレバイオティクスの1つ、ガラクトオリゴ糖の有用性について紹介します。

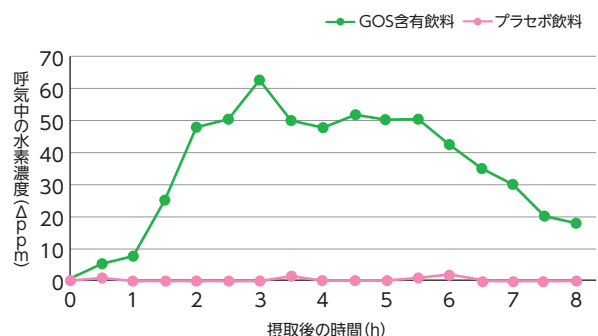
糖を指します(図1)。工業的には、乳糖にβ-ガラクトシダーゼを作用させた後、その反応液を濃縮してシロップ状の液糖として製造されています。

図1 ガラクトオリゴ糖の構造



健康成人16名を半数ずつ2グループに分け、表1に示したように、一方にはGOS含有液糖を添加した飲料、他方にはプラセボ飲料を飲んでもらい、飲用後30分ごとに8時間目まで呼気中に含まれる水素ガス濃度を測定しました。1週間後、前回とは別の飲料を飲んでもらい、同様に呼気中に排出される水素ガスを測定しました。その結果、図2に示したように、プラセボ飲料を飲用したときには、呼気中からの水素ガスはほとんど検出されませんでした。GOS含有飲料を飲用したときには、飲用後1時間目以降から水素ガス濃度が上昇しはじめ、3~4時間目にピークとなり、その後8時間目まで高い濃度を示しました。

図2 ガラクトオリゴ糖含有飲料飲用後の呼気水素ガス濃度の変化



一方、ヒトの唾液  $\alpha$ -アミラーゼ、人工胃液、ブタ膵臓  $\alpha$ -アミラーゼを用い、GOSの消化試験を行いました。GOSはそれら酵素の影響を全く受けませんでした。また、種々の糖質分解酵素の影響を調べるため、ラットの小腸粘膜酵素を用いた消化試験も併せて行いましたが、2糖画分(転移2糖、乳糖)でわず

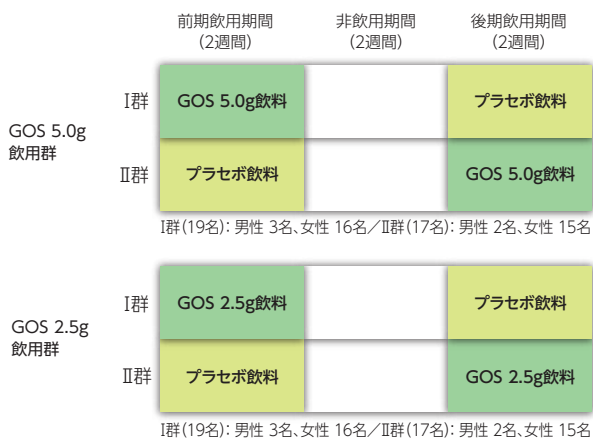
かに分解が認められたものの、それ以外の画分(3糖画分、4糖画分)はほとんど消化されませんでした(データは示さず)。

これらの結果から、GOSは小腸の消化酵素による分解をほとんど受けることなく大腸に到達して、腸内細菌のエサになっていると判断されました。

### 3. ガラクトオリゴ糖含有飲料飲用による排便頻度への影響

図3および表2に示したように、便秘ぎみの健常成人62名(男性10名(19~45歳)、女性52名(17~29歳))を無作為に4群に分け、ガラクトオリゴ糖(GOS)含有液糖を添加した飲料(GOSとして、2.5gまたは5.0gを含む)またはプラセボ飲料(GOS含有液糖の代わりに、スクロースを添加したもの)を1日1本(110ml)、2週間飲用してもらい、排便回数・日数、便性状などについてアンケート調査を行いました。飲用終了後、非飲用期間を2週間設け、それぞれの被験者には、もう一方の飲料を飲んでもらいました。また、この試験では食事調査も行いました。被験者には、メニューごとに番号が付けられた食事メニューリスト(メニューリストにない場合は、料理名と摂取量を記録してもらいました。)から、その番号を記入、併せて摂取量も記録してもらいました。

図3 試験スケジュール



【被験者の選定基準】

女性: ①排便回数が4回/週以下、②排便日数が4日/週以下、③1日3食の食事摂取が4日/週以上、④ヨーグルト、乳酸菌飲料等を頻繁に摂取していない人、⑤下剤等を常用していない人、⑥便性状が悪い人。男性: ①排便回数が5回/週以下、②排便日数が4日/週以下。

### 4. ガラクトオリゴ糖含有飲料飲用による腸内細菌叢への影響

ガラクトオリゴ糖含有飲料の飲用によって、排便回数の増加が認められました。ここでは、腸内細菌叢への影響について行った試験について紹介します。

#### (1) 試験スケジュールと検査項目(図5)

事前に行った便中細菌叢の測定結果から、便中のビフィズス菌数が少なく(平均値:  $2.5 \times 10^9$  個/g 糞便)、かつ総菌数に占めるビフィズス菌の割合も低い(平均値: 13%)被験者22名(平均年齢 39 ± 10歳)を2つのグループ(GOS 2.5g 飲料

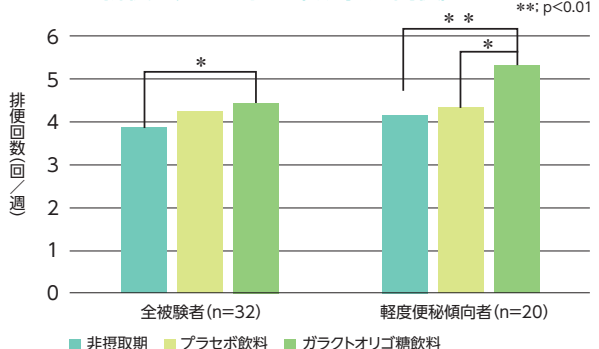
表2 ガラクトオリゴ糖含有液糖飲料およびプラセボ飲料の成分組成(2)

内容成分 (1本110ml当たり)	GOS 5.0g 飲用群		GOS 2.5g 飲用群	
	試験飲料	プラセボ飲料	試験飲料	プラセボ飲料
GOS含有液糖*	12.1g (GOSとして5.0g)	—	6.1g (GOSとして2.5g)	—
スクロース	—	5.2g	—	2.6g
クエン酸	0.02g	0.02g	0.02g	0.02g
香料	0.10g	0.10g	0.10g	0.10g

\*: GOS含有液糖(固形分含量 76.5%); 組成は表1に同じ。

その結果、図4に示したように、GOS 5.0g 飲料飲用群では摂取前に比べて有意に排便回数が増加しました。その中でも、試験飲料飲用前の排便回数が3~5回/週であった軽度便秘傾向者では、飲用前だけでなくプラセボ飲料を飲用した時と比べても、排便回数は有意に増加しました。試験期間中の被験者の食事摂取状況には差が見られなかったことから、この試験で認められた排便回数の増加は、GOSによるものと判断されました。なお、データは示しませんが、GOS 2.5g 飲料飲用群では、排便回数などへの影響は認められませんでした。

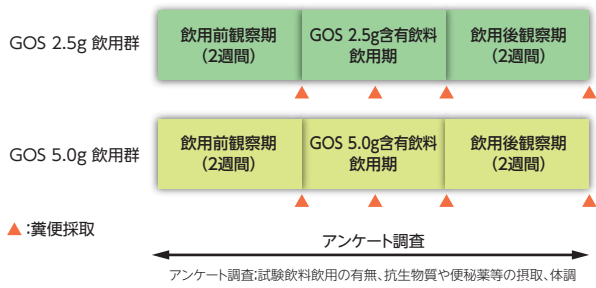
図4 ガラクトオリゴ糖5.0g含有飲料飲用による排便回数への影響(飲用1週間後)



飲用群: 11名(平均年齢 38 ± 11歳)、GOS 5.0g 飲料飲用群: 11名(平均年齢 40 ± 10歳))に分け、それぞれに試験飲料(GOS含有液糖(添加量は表2参照)、無水クエン酸 0.016%、レモン香料 0.09%)を飲用期に1日1本(110ml)、2週間飲用してもらいました。なお、試験期間中は、発酵乳製品や納豆の過剰摂取、食物繊維やオリゴ糖を含んでいることをうたっている食品の摂取を控えてもらいました。また、試験期間中の試験飲料飲用の有無、上記食品の摂取、抗生物質や便秘薬等の服用、体調などについて記録してもらいました。



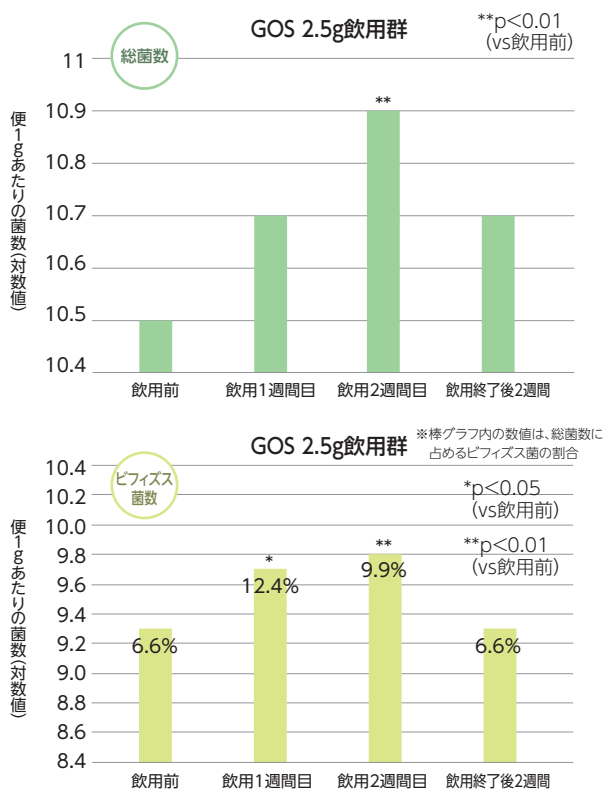
図5 試験スケジュール



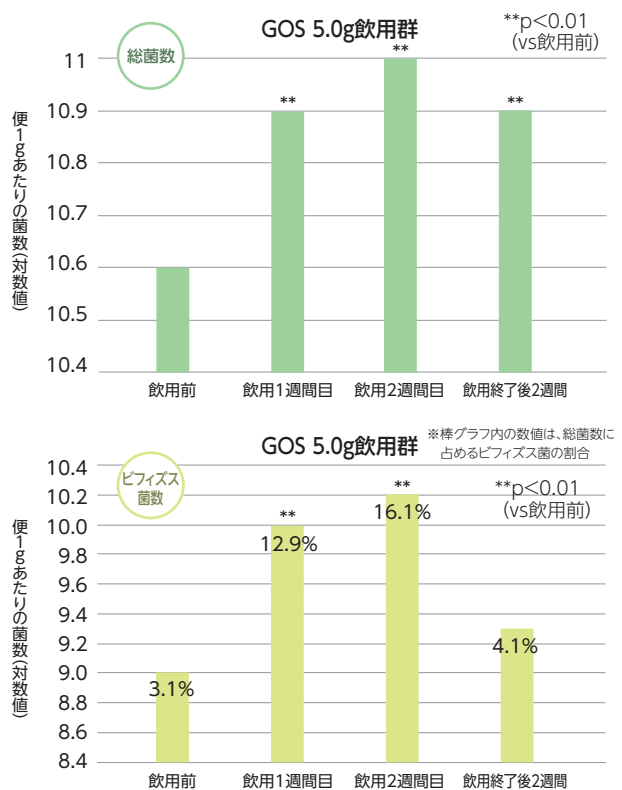
(2) ガラクトオリゴ糖含有飲料飲用による腸内細菌への影響

図6には、ガラクトオリゴ糖含有飲料飲用による総菌数、ビフィズス菌数への影響について調べた結果を示し

図6 ガラクトオリゴ糖含有飲料飲用による腸内細菌への影響



ました。総菌数は、GOS 2.5g飲用群では、飲用2週目で有意に増加し、GOS 5.0g飲用群では飲用期間を通じて総菌数の増加が認められました。ビフィズス菌数は、GOS 2.5g飲用群、GOS 5.0g飲用群いずれも、飲用前に比べて増加しましたが、増加幅はGOS 2.5g飲用群よりもGOS 5.0g飲用群の方が高い傾向が認められました。また、総菌数に占めるビフィズス菌の割合は、どちらの群も飲用前に比べて増加しましたが、GOS 5.0g飲用群でより顕著でした。この試験では、最優勢菌のバクテロイデス属菌のほか、大腸菌群、乳酸桿菌など主要な腸内細菌についても測定しましたが、大きな変動は認められませんでした。



現在、ガラクトオリゴ糖は、腸内細菌叢のバランスを整えることによる感染性合併症の発症抑制などを目的として、プロバイオティクスとともに医療領域においても利用されるようになってきました。さらに、介護老人保健施設

における排便困難者の排便促進効果などでも応用されています。このような背景から、今後、プレバイオティクスとしてのガラクトオリゴ糖がますます注目されることでしょう。

参考資料

- 1) 長南 治ら:ガラクトオリゴ糖の難消化性の検討、日本食品科学工学会誌、51、28-33、(2004)
- 2) 出口 ヨリ子ら:便秘傾向の若年者のガラクトオリゴ糖含有飲料摂取による排便への影響、日本食品新素材研究会誌、6、55-66、(2003)
- 3) 松本 一政ら:新ガラクトオリゴ糖含有液糖がヒト腸内菌叢に及ぼす影響、腸内細菌学雑誌、18、25-35(2004)

本資料の無断転載、無断複製を禁じます。



株式会社ヤクルト本社 広報室

東京都港区東新橋1-1-19 TEL.03-3574-8920

この印刷物は、環境に配慮し、有害な廃液の出ない水なし平版印刷方式を採用して、FSC®認証紙を使用し、有機溶剤の少ない植物性インキで印刷しています。