

多機能性スーパー食物繊維 α -シクロデキストリン

(株)シクロケム¹ 東京農工大学² 城 文子¹、中田 大介¹、寺尾 啓二^{1,2}

はじめに

シクロデキストリン(CD)は「環状オリゴ糖」とも呼ばれ、ブドウ糖が数個結合したオリゴ糖の両端がつながった環状のオリゴ糖。CDは天然に存在し食することのできる甘味のない無味の糖質で、工業的にはとうもろこしなどから取り出したデンプンにCD生成酵素を作用させて製造している。酵素の種類の違いでブドウ糖の数が6個から8個まで異なる α CD、 β CD、 γ CDの三種類が製造される。 α CDは三種のCDの中でも最も小さいブドウ糖6個のCDである(図1)。

CDはスプレー型消臭剤、カテキン飲料、練りワサビ等、私たちの生活にかかわる家庭品や食品、その他、さまざまな分野で利用されている。CDは底のないカップの形をしており、カップの中にさまざまな分子を取り込むことのできる「包接」という、とてもユニークな性質を備えているためである。フタや底がないのに容易に解離しないのは、包接した物質との間に分子間力など各種相互作用が働くためと考えられている。CDは、

この「包接」現象によって、いやな臭いを閉じ込めたり、いい香りを保持したり、不安定な物質を安定化したり、脂溶性物質を水に溶かしたり、薬理活性物質の生体利用能を高めたりと実際に様々な機能を有している(図2)。

CDはいろいろな分野で利用されているが、これまでのその役割は、「他の物質を生かすための脇役」であった。しかし、最近、食物繊維としての機能性が α CDに見つかったことで主役として単独での利用の道が開けた。第6の栄養素と呼ばれる食物繊維には、水に溶ける水溶性食物繊維と水に溶けない不溶性食物繊維とがあり、それぞれの機能性には違いがあることがわかっている。 α CDの大きな魅力は、水溶性食物繊維と不溶性食物繊維の両方の機能を併せ持つ多機能性にある。この点が、従来の食物繊維とは違って「スーパー食物繊維」と呼ぶにふさわしい、すぐれた性質だ。 α CDの幅広い健康増進効果がさまざまな試験管試験(*in vitro*)や動物実験やヒトに対する臨床試験(*in vivo*)などによって明らかにされてきている。こ

こでは、 α CDの注目すべき効果の幾つかを紹介する。

1. 血糖値上昇抑制作用

糖尿病患者や予備軍の人たちにとって最も気にかかるのは血糖値であろう。糖尿病は簡単にいうと血液中のブドウ糖が過剰になる病気で、それ自体は生命を脅かすような怖い病気ではないが、食後の急激な血糖値上昇に伴い、糖尿病だけでなく高脂血症や高血圧などを引き起こし、やがて動脈硬化へつながる心配がある。糖尿病で最も危険なのは合併症である。合併症の発症によって失明や人工透析、足の切断などの悲惨な状況を招くことになるからである。このように、糖尿病の患者さんや予備軍の人たちにとって、合併症を起こさないように血糖値をコントロールすることは大変重要である。

従来の水溶性食物繊維は粘度や吸水性が高く、水を含んでゲル状になることでパンやご飯に含まれるデンプン等の多糖類からのブドウ糖の吸収抑制効果を発揮する(図3、4)。

一方で、甘い食物には糖質として多糖類とともに砂糖(ショ糖)などの少糖類が多く含まれているが、少糖類も多糖類と同様に血糖値上昇を招く恐れがある。その解決策としては、L-アラビノースが少糖類からのブドウ糖吸収を抑制できる機

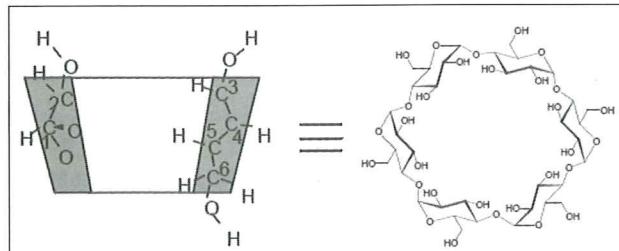
図1 α -シクロデキストリン

図2 包接化現象

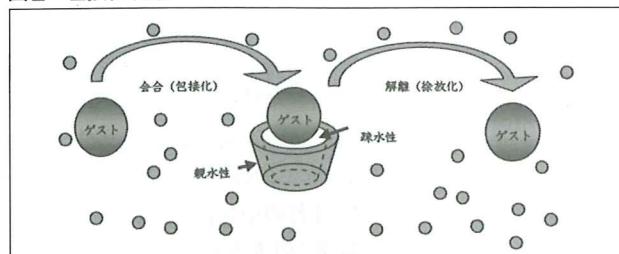


図3 血漿グルコース濃度変化

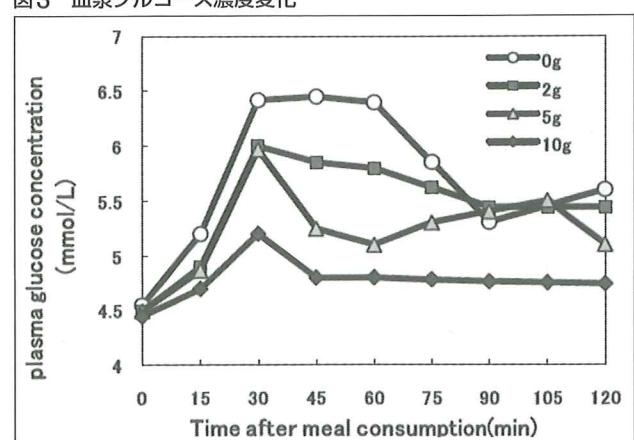
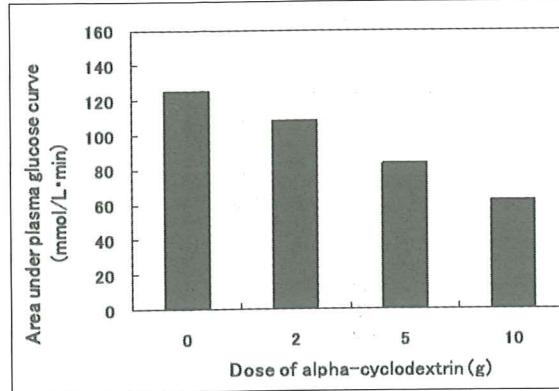


図4 血漿グルコースのiAUC比較



の原因となるLDLやIDLなどの悪玉コレステロールの増加に関与し、逆に、動脈硬化を予防するHDL善玉コレステロールを減少させてしまう。よって、飽和脂肪酸の摂りすぎは、肥満や動脈硬化、心筋梗塞、脳梗塞などの生活習慣病につながることがわかつている。また、マーガリンやショートニングに含まれるトランス酸の摂取も悪玉コレステロールを増加させ心臓疾患のリスクを高めることができ、デンマークでは2004年からすべての食品において、油脂中のトランス酸含有量を2%までと制限している。一方、不飽和脂肪酸は健康増進のために有効で、生理活性物質の原料として、またHDL善玉コレステロールの増加に関与する脂肪酸として、植物性油脂や魚油に多く含まれている。特に、DHAやEPAなどの ω 3系不飽和脂肪酸には、ガン細胞の増殖を抑制する作用があり、ガンの予防や治療の効果を高めること多くの臨床研究で明らかにされている。

α CDは驚くべきことに、従来の水溶性食物繊維によるデンプンなど多糖類からの血糖値上昇を抑制する作用とL-アラビノースによる砂糖など少糖類からの血糖値上昇抑制作用のどちらも持ち合わせている。その作用機構として、 α CDにデンプン分解酵素であるアミラーゼの活性阻害作用のあることは既に知られているが、砂糖分解酵素の活性阻害作用も併せ持つことが最近の研究によって明らかになってきた。毎日の食事に限らず、間食の砂糖を多く含むケーキや菓子類などに配合したり、甘いものを食べる際に一緒に飲むコーヒーやココア、紅茶などへの配合することで摂取カロリーを減らし血糖値も抑える効果が期待できる。

能性糖質として注目されている。L-アラビノースは砂糖に対して約3%程度添加すると小腸で砂糖分解酵素の活性を特異的に阻害することができる。そこで、カロリーと血糖値の双方の気になる人に向けて卓上甘味料など幾つかのL-アラビノースを配合したトクホ商品も開発されている。

α CDは驚くべきことに、従来の水溶性食物繊維によるデンプンなど多糖類からの血糖値上昇を抑制する作用とL-アラビノースによる砂糖など少糖類からの血糖値上昇抑制作用のどちらも持ち合わせている。その作用機構として、 α CDにデンプン分解酵素であるアミラーゼの活性阻害作用のあることは既に知られているが、砂糖分解酵素の活性阻害作用も併せ持つことが最近の研究によって明らかになってきた。毎日の食事に限らず、間食の砂糖を多く含むケーキや菓子類などに配合したり、甘いものを食べる際に一緒に飲むコーヒーやココア、紅茶などへの配合することで摂取カロリーを減らし血糖値も抑える効果が期待できる。

2007年5月にワシントンで開催されたバイオロジー国際会議において、 α CDの驚くべきスーパー食物繊維としての効能が報告された⁴⁾。飽和脂肪酸やトランス酸などの悪玉脂肪酸の α CDによる選択的排泄作用に関する研究である(図5)。

牛の乳脂肪をエサに配合し、さらに、そのエサに α CDを配合したエサと、 α CDを配合しないエサを与えたマウスの血漿中の脂肪酸組成を比較している。その結果、 α CD配合のエサを与えたマウスの場合、血漿中のトランス酸やパルミチン酸、ステアリン酸などの飽和脂肪酸

の濃度が減少し、一方で、必須脂肪酸であるDHAやアラキドン酸などの不飽和脂肪酸の濃度は上昇していることが判明した。すなわち、 α CDには動脈硬化の原因となる血液中のLDLやIDLなどを減少させる一方、動脈硬化を予防するHDLには影響せず、あるいは、高めの血漿中性脂肪酸組成を改善する効果のあることを確認したのである。

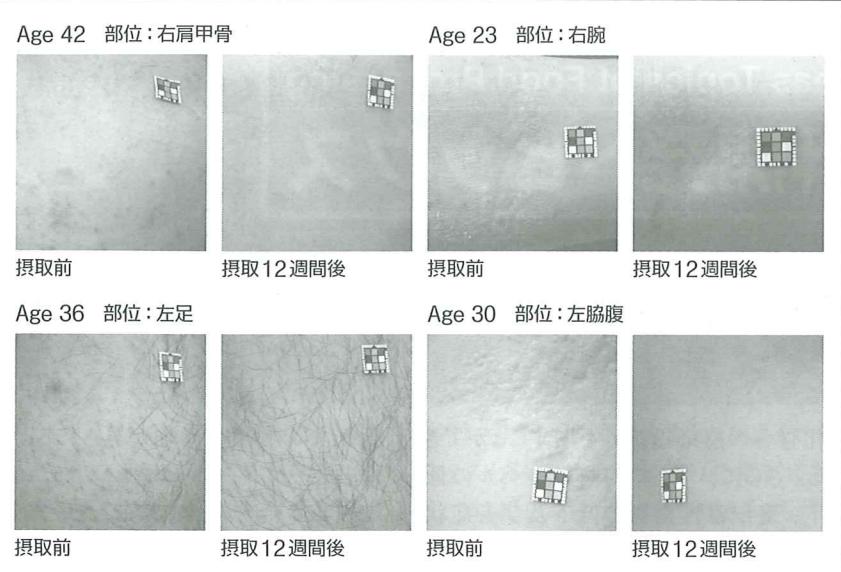
現在、特定保健用食品(トクホ)の中には、ウーロン茶ポリフェノールなどの成分が、中性脂肪を分解するリバーゼ消化酵素の働きを阻害することで、脂肪吸収を抑制すると謳った製品が数多くみられる。しかし、リバーゼ阻害の場合は、体に有益な不飽和脂肪酸の吸収まで抑制することになる。その点においては、 α CDに有意性があると思われる。

3. 抗アレルギー作用

アレルギー疾患は、体の外部から侵入してきたウイルスや病原菌などの異物から体を防御する免疫システムに異常が生じ、自分自身の体を攻撃してしまうことにより引き起こされる。代表的な疾患として、アレルギー性鼻炎、気管支喘息、アトピー性皮膚炎などが挙げられる。厚生労働省の統計(平成15年保健福祉動向調査)によると、日本国民の3分の1以上が皮膚、呼吸器、目鼻などに何らかのアレルギー症状を抱えているとのことである。こうした状況から、アレルギー疾患の蔓延は、一つの社会問題といつても過言ではない。

α CDは抗アレルギー作用を持っており、その働きによって各種のアレルギー疾患の改善に効果を発揮することが知られている。この点も従来の食物繊維と一線を画する特長であり、新食物繊維としての大きな魅力となっているといえる。 α CDに抗アレルギー作用を検証する動物実験や臨床試験は2004年から始まった。そのきっかけとなったのは α CDをメタボ対策のために食品へ添加して利用している人たちからの声であった。

その前年の2003年に α CDの血糖値上昇抑制効果が発見され、それまでには既に α CDに体重減少効果や低減効果も見出されていることから、 α CDの健康食品としての販売が開始されていた。その利用者の中に、アレルギー疾患に悩む数多くの人から、病状が改善した

写真1 α CD摂取によるアトピー性皮膚炎の改善

などの声が寄せられるようになり、そこで、 α CDの抗アレルギー作用について、確認のためのさまざまな動物実験やアレルギー性鼻炎、気管支喘息、アトピー性皮膚炎の患者を対象とした臨床試験が行われ(写真1)、その発見に至ったというわけである。

おわりに

α CDは水溶性であるが、その空洞の中に飽和脂肪酸や過酸化脂質などの脂溶性物質を包接すると不溶性食物繊維に変身し、それらの物質を取り込んだまま、便として排泄されるしくみになっている。この変身により、 α CDは水溶性食物繊維の働きを持つ上に、便秘改善など整腸作用をもつ不溶性食物繊維の働きも發揮する。また、脂溶性物質と出会わず未包接のままで大腸に入れば腸内細菌の善玉菌のエサになって、善玉菌を増やす。さらに、その善玉菌によって自らは短鎖脂肪酸や乳酸、酢酸などの有機酸に変換

され、腸内が酸性に傾くため、病原菌が腸内に侵入しても、その殺菌作用により感染が起こりにくくなるといった良好な腸内環境を作りだすことが分かっている。

α CDの1日摂取量には特に決まりはない。そこで、日本の一般的な食事で不足している食物繊維量である6~10gを一つの目安として、自分の食生活の傾向や体調、目的に合わせて増減すれば良いと考えられる。 α CDは世界食品添加物専門家会議(JECFA)で安全が確認され、一日許容摂取量を特定する必要のない、摂りすぎても安全な物質である。しかし、他の食物繊維と同様に、一度に大量摂取するとお腹がゆるくなったり痛んだりすることもある。そのような場合は、少しづつ摂取量を増やしていくとよいであろう。

CDは、食事と一緒に摂ると効果を発揮する。 α CDには、一般に市販されている難消化性デキストリンと違い、加熱してもメイラード反応による褐色変化はな

2. 飽和脂肪酸とトランス酸の選択的排泄作用

動物性油脂に多く含まれる飽和脂肪酸は、生体内に吸収されると動脈硬化

図5 α CDによる悪玉脂肪酸の選択的排泄作用

いという熱に強い糖質で、無味無臭で水に溶けると無色透明になるという性質がある。そのため、米と炊いたり、うどんやパンなどの白い食品、砂糖を使う甘い菓子、ケーキ、カステラに添加したり、あるいはジュースや飲料水に混ぜたりしても、もの食品の風味や見た目を損なわないという利点がある。 α CDのサプリメントには現在、粉末とチュアブル(タブレット状、水なしで摂取できる)の二つのタイプがある。料理に向いているのは粉末のタイプ。ぜひ一度試していただきたい。

参考文献

- 寺尾啓二、池上紅実編:『世界でいちばん小さなカプセルー環状オリゴ糖が生んだ暮らしの中のナノテクノロジー』、日本出版制作センター
- 寺尾啓二、中野正人著:『メタボリックシンドロームからアトピーまで「腸」で克つ夢の新食物繊維「 α -シクロデキストリン』ー、長崎出版
- 寺尾啓二、小宮山真監修:『シクロデキストリンの応用技術』、シーエムシー出版
- E. Wagner, K-L.C. Jen, J. Artiss and A.T. Remaley. Effects of FBCx on lipid lowering in LDLr-KO mice. Experimental Biology 2007 (Washington, D.C., USA)

著者略歴

- 城 文子(じょう あやこ)
06年 神戸学院大学薬学部卒業
同年 (株)シクロケム入社、現在に至る
中田 大介(なかた だいすけ)
01年 神戸学院大学大学院 食品薬品総合科学研究科修了、
同年 薬学博士
同年 ワッカーケミカルズイーストアジア(株)入社
02年 (株)シクロケム入社、現在に至る
寺尾 啓二(てらお けいじ)
86年 京都大学大学院 工学研究科博士課程修了
同年 工学博士
同年 ワッカーケミー社勤務
02年 (株)シクロケム設立 代表取締役就任
06年 東京農工大学 客員教授就任、現在に至る

新製品開発システム

当社開発室においてお客様のご要望に応じた製品を開発しております。



May I help ?

for additional information.
please call any time.

営業品目

- からし粉
- ねりからし
- アメリカンマスターード
- ブラウンマスターード
- パックマスターード
- オイルマスターード
- 各種スパイス
- 各種顆粒