

希少糖の近況と国内甘味料 業界の最近の動向

公益社団法人 日本技術士会 登録 食品産業関連技術懇話会 会員
小西技術士事務所 所長
技術士（農業部門、総合技術監理部門） 古西 義正



1 希少糖に関する近況

いま、自然界の中でわずかしかな存在しない糖として平成27年3月頃センセーショナルな話題とともに登場した「希少糖」については、経済雑誌にも、まれに見る新しいヒット商品として紹介され、NHK テレビの科学番組「サイエンス ZERO」（*引用文献 A1）やニュースにも紹介されたので、希少糖に関連する色々な情報を集めて、最初の報告は本誌平成27年（2015年）4月号に掲載したが、その後の状況が気になって近況を調べてみた。

先日、希少糖が発売されてから1年程経った平成28年（2016年）6月1日のNHKニュース「おはよう日本」（午前7時16分）の録画面像が自宅のビデオに残っていて、懐かしく見直してみた。香川大学の実験では、ラットに、希少糖（D-プシコース）を加えた水と加えない水を飲んだラットの比較実験で、希少糖を加えた水を飲んだラットは、希少糖を含まない水を飲んだラットに比べて食後の血糖値の上昇がおおよそ20%抑えられた。また、3か月の継続実験で、内臓脂肪の蓄積が30%抑制できた。人体実験においても、血糖値の上昇が25%抑制できることも確認した。

某老人介護施設では、血糖値の高い入居者

に、砂糖の代わりに希少糖をおやつや食事の甘味料として使用して効果を得ている事例も紹介されていた。

香川大学の説明によると、希少糖の分子 $C_6H_{12}O_6$ の形が、ブドウ糖分子 $C_6H_{12}O_6$ とは異なる大きめの形状をしていて、体内で、血管のブドウ糖吸収口を希少糖の分子が塞いでくれるせいであろうとの話であった。ただ、現時点では希少糖の生産コストが砂糖の3~4倍高いのが難点である。

基本的には、希少糖の生産原理は、デンプンを分解してぶどう糖を生産し、それを異性化して希少糖を含有するシロップとして販売しているのが一般的であり、生産には、そうとう手間がかかっている。今後、純粹のD-プシコースを簡単に生産する研究も課題として進められていくと考えられる。

この希少糖について、肥満や糖尿病で苦しんでいる人々が多い欧米諸国では希少糖（レアシュガー）の体脂肪低減効果、内臓脂肪低減効果など、いわゆる肥満防止効果、血糖値上昇抑制効果が期待できるという希少糖の特性について、期待されている。

◎香川県挙げての支援体制と希少糖販売量の成果

(1) 希少糖については、香川大学を中心とす

る産官学連携事業の模範的事例であり、地元の香川県ではすでに希少糖を使用した各種のお菓子や食品など様々な製品を試作して希少糖使用商品の生産に一層拍車をかけている。

(2) 最近の話題として、香川県が、11月10日を「いい(11)糖(10)の日」と設定して、先般、大々的に制定の記念式典が開催された。(※引用文献A2)

(3) 希少糖は、健康効果から、今後のブームが期待できるヒット商品としてテレビ、新聞、経済雑誌などに紹介されており、希少糖単品は特定保健用食品として既に2010年3月に申請したが、臨床試験の結果待ちで、まだ、正式な認可は得ていない。

(4) その関連商品が平成27年4月から始まった機能性食品表示の対象になり得るかを相談したが、糖という名前がついていると申請できなかったと聞いている。

(5) 香川県内の総合的な支援体制が巧を奏して、最近のレアシュガースイートの需要は、年間平均 約1000トン、ユーザー数600社、希少糖応用商品1,200項目に達した。

販売当初の約2倍に達しているが当初より生産を集約して合理化している。

希少糖の利用分野で特に目立つのは、清涼飲料水であり、上質な甘味が評価されて採用され始めた。

今後のターゲットは、店舗販売の和洋菓子店、レストラン。

◎希少糖(D-プシコース)が血糖値の上昇を抑える機序(※引用文献A3)

希少糖D-プシコースを澱粉や砂糖と一緒に食べると次のような効果が期待できる。

澱粉や砂糖の消化を抑える、ぶどう糖の吸収をゆっくりにする。

血糖値の上昇を抑える。(余剰のぶどう糖や果糖の吸収が減る)

↓

高血糖が起こりにくくなる。

すなわち、糖尿病(予備軍)の予防・改善(余った糖が脂肪に変わる量が減る。

(=肥満の予防・改善)

※D-プシコースによる肥満改善メカニズム

(※引用文献A3)

- (1) 肝臓での脂肪の合成を抑制する
- (2) 動脈硬化開始因子MCP-1の分泌抑制する
- (3) 血中から肝臓へのコレステロールの取り込みを促進する
- (4) 内臓や筋肉への脂肪の蓄積を抑制する

↓

動脈硬化や肥満を抑制する

現在の3倍程度の需要には対応できる見込みとのことである。

2 甘味料全般の市場動向

従来からある甘味料の市場動向をみると、甘味料の主流である砂糖は、過剰に摂取すると糖尿病、肥満、虫歯といった健康リスクがあるとわれながらもその独特の特性や生理機能により市場は思ったほど極端に低迷していない。また、機能性甘味料として、整腸作用があるオリゴ糖、シュガーレス・ノンカロリー素材で甘味度が砂糖の数百倍もある高甘味度甘味料など様々な甘味料が市場に出回っているためその市場動向を合わせて確認した。

2.1 砂糖の消費量動向 (※引用文献B1)

砂糖は、化学的には、ぶどう糖と果糖が結合したショ糖であり、体内に取り込まれると、小腸で吸収される時にぶどう糖と果糖に分解されて、その果糖の殆どはぶどう糖に変わる。ぶどう糖は脳の唯一のエネルギー源であり、体のエネルギー源ともなる。性状的にはもっともクセのない甘さがあり、温度が変化しても甘さは変化しない特徴がある。砂糖はまわりの水分を抱え込んで離さない性質があるた

め、食品の老化が起きにくく、乾燥しにくいので、食品はいつまでもやわらかさを保つという特徴がある。羊かんや餡やジャムなどでは、微生物の細胞の中の水分を取ってしまうので防腐剤がなくても腐らない。パンの中では、酵母の作用で砂糖は分解して炭酸ガスを

発生させてふっくら焼きあがる効果も出てくる。乳製品では、乳酸によるカゼイン（乳蛋白）の凝固を防ぎ沈殿しないようにする。

以上のような特性があるため、特に菓子、清涼飲料水、パン、乳製品工場などの業界では砂糖は欠かせない存在となっている。

表 B1-1 砂糖の用途別消費量（精糖工業会 調べ：*引用文献 B1）（単位：1,000ton, %）

用途	2003 年		2008 年		2015 年	
	消費量	比率	消費量	比率	消費量	比率
菓子類	590	26.0	569	26.6	576	29.0
家庭用	332	14.6	303	14.2	220	11.1
清涼飲料	386	17.0	414	19.3	417	20.9
小口業務用	190	8.4	189	8.8	198	10.0
パン類	162	7.2	154	7.2	160	8.1
漬物、佃煮、ねり製品	127	5.6	87	4.0	70	3.5
乳製品	207	9.1	210	9.8	217	10.9
調味料	120	5.3	131	6.1	132	6.6
その他食用	154	6.8	85	4.0	0	0.0
調査数値 合計	2,268	100.0	2,142	100.0	2,045	100.0

表 B1-2 国民一人当たりの年間砂糖消費量（世界砂糖機関 ISO 集計）（*引用文献 B1）

会計年度		1999 年	2003 年	2008 年	2015 年
総消費量 (ton) (粗糖換算)		2,541,276	2,414,502	2,073,595	2,100,000
一人当たり砂糖消費量 (kg/人/年)	日本	20.1 (参考データ)	18.9	16.2	15.6
	世界平均	20.8	22.7	24.7	23.0

上の二つの表で、わかることは、健康志向により、砂糖全体の使用量は漸減し、家庭での砂糖使用量は年々減少しているのに対して、菓子類、清涼飲料、小口業務用、パン類、乳製品、調味料などの食品生産原料としての需要が年々増えていることは注目すべきである。つまり、家庭で直接摂取しなくなった砂糖の多くは、結局はお菓子や購入食品や外食で摂っていることになる。

日本人一人当たり 1 年間の砂糖消費量は、年々漸減気味であるが、2000 年代に入ってから

らは、世界の年間一人当たり砂糖消費量に比べると年間 6kg 前後少ない。参考値の 1999 年ころと比べると、甘味離れだけでなく、各種の砂糖代替甘味料の出現以外に、食品に事前に海外の安い砂糖を混合して輸入される加糖調製品として増加してきていることも要因の一つとみられている。

2.2 異性化糖の市場動向 (=消費動向)

近年、輸入とうもろこしの澱粉や国産いも

澱粉を原料とする異性化糖（果糖ぶどう糖液糖、ぶどう糖果糖液糖）の生産により、特に清涼飲料の業界への供給がされているため、そういう業界向けの砂糖の消費量にはそれなりの影響はあるが、出荷量の一部には砂糖液糖を混合して納入することも行われている。

一時は輸入とうもろこしの澱粉や国産いも澱粉が数量規制された時期もあったが、現在は糖価安定法の枠組みの中で、ほぼ同じ供給先に納入される状況が続いていて、相当な天候異変でもない限り、横ばい状態が続く状況にある。

表 B2 異性化糖生産量の推移（製品は液体なので、固形分換算で表示）（*引用文献 B2）

（単位：ton）

会計年度	2003 年	2008 年	2012 年	2015 年
異性化糖生産量 （固形分換算）	787,587	845,758	844,906	818,000

2.3 オリゴ糖の市場動向（*引用文献 B3, B5）

オリゴ糖は、腸内環境や整腸作用、ミネラル吸収促進などの機能性に対して認知度が高く、トクホや健康食品その他、夫々のオリゴ糖の特徴を生かした幅広い使い方がされており、年間国内市場規模は、総合約 2 万トンで、

比較的安定的に推移している。

シロップ品は特に食品や飲料向け、粉末は主に健康食品向けなどで腸内環境改善や整腸作用を狙った利用がされている。また、物性改善やマスキング用途で使われていることも多くなった。

暦年	2003 年	2013 年	2016 年推定
フラクトオリゴ糖	4,000 ton	3,300 ton	4,450 ton
大豆オリゴ糖	1,000	不明	不明
ガラクトオリゴ糖	5,100	4,400	4,400
キシロオリゴ糖	700	不明	不明
乳糖果糖オリゴ糖	2,000	2,000	2,400
イソマルトオリゴ糖	11,000	11,000	11,000
ラフィノース	280	230	210
ラクチュロース	2,800	500	500
*引用文献	食品と開発 Vol. 38 (No. 12)	食品と開発 Vol. 48 (No. 12)	食品と開発 Vol. 52 (No. 12)

2.4 糖アルコールの市場動向（*引用文献 B4）

糖アルコールは、低甘味、低カロリー、非褐変性、非う蝕性、冷涼感といった特性や機能性を生かして市場を拡大してきたが、これらの特徴を訴求した利用は定番化し、市場は

横ばい状態で推移中。特に、現在ではソルビトールやマルチトール、還元水あめなどは機能性というよりも味付け目的の一般食品素材として利用されている。イソマルトオリゴ糖やキシリトールはガム・キャンディやガム市場が停滞気味で減少傾向にある。

		2003年	2012年	2014年
ソルビトール	液状	125,000 ton	120,000 ton	120,000 ton
	粉末	75,000	7,500	7,500
還元水あめ		83,000	83,000	83,000
マルチトール	液状	15,000	15,000	15,000
	粉末	12,500	15,000	15,000
	結晶			
エリスリトール		5,000	8,000	8,000
還元パラチノース		4,500	4,300	4,300
ラクチトール		1,500	1,000	1,000
マンニトール		2,000	2,000	2,000
キシリトール		8,000	6,000	6,000
*引用文献		食品と開発 Vol. 38(No. 12)	食品と開発 Vol. 48(No. 12)	食品と開発 vol. 50(No. 4)

2.5 高甘味度甘味料の市場動向

カロリーオフ・シュガーレス化の進行で需要の高まりが期待されている高甘味度甘味料（*引用文献 B5）は、砂糖の数百倍の甘味度を有し、一部、ステビアのように植物から抽出したものもあるが、ほとんどは米国や日本で開発された人工の合成甘味料であり、カロ

リーゼロは最大の売りになる特徴である。

高甘味度甘味料は、少しでも砂糖の甘味に似たすっきりした甘さが追及されている。

2015年にWHOが砂糖類の摂取指針を発表し、2016年に砂糖類使用の飲料への課税を各国に呼びかけた影響が日本にも及んでくると砂糖の価格上昇の影響も併せて、高甘味度甘味料の需要が増加してくる可能性がある。

品名	甘味度	2003年	2008年	2013年	2016年推定
アスパルテーム	200	不明	450 ton	450 ton	430 ton
アセスルファム K	200	80 ton	400	400	410~420
スクラロース	600	不明	不明	不明	110
ステビア抽出品	200	170	不明	170	180
アドバンテーム	30,000	(未発売)	(未発売)	(未発売)	2014年発売。 市場動向不明

(備考) アドバンテームは、日本では、2014年に新たに食品添加物として指定されたが、砂糖の3万倍の甘味度を有し、甘味の後伸びの長さが特徴で、タレやソースなど用途開発中。

2014年9月に「人工甘味料が腸内菌叢を変化させ、耐糖能異常を引き起こす」という報告が科学雑誌 Nature（*引用文献 B6）に掲載され、新聞等でも報じられた。即ち、高甘味

度甘味料に関しても糖尿病のリスクが増加するという報告があり、より体に良い甘味料の開発が望まれている。

<総合考察>

お菓子や料理など砂糖の自然な甘さのバランスは食通にとっても一番なじみがあるものだろう。甘味料に関しては、若い人たちはともかく、少なくとも中年以後の人たちは、甘いものは口にしたいが、肥満や糖尿病のリスクを考えながら食している人々の割合は年々増えているように思う。冒頭で紹介した新しい甘味素材である希少糖は、砂糖やぶどう糖と一緒に摂っても血糖値の上昇が抑えられるとのことであり興味深い素材であるが十分な吟味のもとに摂取することにしたい。但し、既に糖尿病を患っている人にも勧められるかどうかについては、夫々の状況があるので医師のアドバイスが必要ではないかと思う。

高甘味度甘味料も決して悪いものではないだろうが、The Nature 研究報告も十分吟味されて、良い方向に向かうような工夫が今後されて本当に安心して体にやさしく価格も安いものが開発され、或いは改善がなされることを期待したい。

<謝辞>

本稿作成段階においては、精糖工業会、精糖技術研究所、松谷化学工業株式会社広報部、株式会社レアスウィートなど関係各位よりの資料ご提供並びに「食品と開発」編集部の方々より市場資料等の使用ご許可等の御協力を得ましたことに対して厚く御礼を申し上げます。

<引用文献>

- A1 : NHK テレビ番組「サイエンス ZERO」:「46 億年目の大逆転、“奇跡の糖” が人類を救う」(平成 25 年 5 月 26 日)
A2 : 日本経済新聞電子版「いい糖の日」(<https://www.nikkei.com/article/DGKKZ023367180Q7A111C1LA0000/>)
A3 : 香川大学希少糖研究センター長 徳田雅明教授の講演資料
B1 : 「砂糖」(精糖工業会編) 2006 年版、2008 年版、2015 年版
B2 : 「ポケット砂糖統計」(精糖工業会編) 2008 年版、2013 年版
B3 : 「食品と開発」 Vol. 38 (No. 12)、「食品と開発」 Vol. 48 (No. 12),
B4 : 「食品と開発」 Vol. 38 (No. 12)、「食品と開発」 Vol. 48 (No. 12)、「食品と開発」 vol. 50 (No. 4) & vol. 52 (No. 12)
B5 : 「食品と開発」 Vol. 38 (No. 12)、「食品と開発」 Vol. 48 (No. 12)、「食品と開発」 vol. 50 (No. 4) & vol. 52 (No. 4)
B6 : Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota
(doi:10.1038/nature13793)