

日本食を支える還元水あめの役割

蓑田 香奈子, 栃尾 巧, 中村 圭伸

Kanako Minoda, Takumi Tochio, Yoshinobu Nakamura

物産フードサイエンス株式会社

1. はじめに

還元水あめは、水あめを水素添加することで製造される糖アルコールの一種であり、砂糖や水あめの代替として、1960年代から使用され始め、現在では、ソルビトールに次ぐ需要がある糖アルコールとなっている。還元水あめは、菓子、つくだ煮、調味料、水産加工品などの加工食品全般に利用されている。また、食品以外においても化粧品や医薬品にも広く利用されている。還元水あめは、保湿性の維持といった以前から知られている水あめの効果に加え、着色防止や、浸透性向上、保存性向上といった新たな特性を付加させるためにも利用されている¹⁾。

本稿では、還元水あめの種類とそれらの特性を示すとともに、日本食における応用例を取り上げながら、還元水あめが日本食文化をどのように支えているのかについて紹介する。

2. 還元水あめとは

還元水あめは、澱粉を酸や酵素で加水分解することにより得られる水あめを原料とし、水素添加によって、水あめのグルコース末端を還元することにより製造される単糖の糖アルコールおよび多糖の糖アルコール混合物の総称である。また、還元澱粉加水分解物、還元澱粉糖化物、還元オリゴ糖などの名称が使用される場合もある。

3. 還元水あめの種類と特性

1) 種類

還元水あめは、原料となる水あめの糖化度により分類され、糖化度の高い水あめを原料としたものを高糖化還元水あめ、糖化度の低い水あめを原料としたものを低糖化還元水あめ、中間のものは中糖化還元水あめとして扱われている²⁾。その他、二糖の糖アルコールであるマルチトールの含量が固形分あたり50%以上のものはマルチトールシラップ、75%以上のものは還元麦芽糖水あめとして呼称されている。これらの還元水あめは、すべて食品扱いの甘味素材である。

表1に還元水あめの種類と標準的な糖組成を示す。還元水あめは単糖から多糖までの糖アルコールの混合物であるため、同じ糖化度の還元水あめであっても、還元水あめ中の構成糖の含有率の差異により、異なる特性を示す場合がある。従って、それぞれの特性を十分に把握し、目的に応じて使い分けることが重要である。

ここで当社が開発した還元水あめの一例を紹介する。単糖や二糖が主体の高糖化還元水あめは、その物質特性上粉末化は不可能であるといわれてきたが、当社は独自の粉末製法により世界に先駆けて高糖化還元水あめの粉末化に成功し(特許 第3905321号)、「スイートP EM」として製品化した。「スイートP EM」

表1 還元水あめの種類と糖組成一例

製品名	原料DE	分類	甘味度 (砂糖100の時)	標準糖組成(固形分%)				
				DP1	DP2	DP3	DP4	DP5以上
エスイー 600	70	高糖化還元水あめ	65	40～50	40～50	8～13	1～5	1～5
エスイー 500	65	還元イソマルトオリゴ糖	50	37～43	26～32	15～21	6～10	4～8
エスイー 20	45	マルチトールシラップ	65	3～7	60～67	14～20	1～5	5～20
エスイー57	40	中糖化還元水あめ	40	3～10	43～55	15～25	1～5	5～38
エスイー 30	30	低糖化還元水あめ	30	4～10	6～21	11～16	5～8	51～68
エスイー 100	15	低糖化還元水あめ	10	1～10	6～12	7～12	5～10	64～82
スイートOL	45	中糖化還元水あめ	40～50	2～6	45～55	25～35	1～4	1～15
スイートNT	35	低糖化還元水あめ	20～30	2～6	10～20	13～23	5～13	50～65
スイートG2	50	マルチトールシラップ	65～75	1～6	70～77	10～20	1～6	1～10
スイートP EM	70	粉末高糖化還元水あめ	65	40～50	45～55	1～5	0～3	0～3

の特徴は、同一結晶中にソルビトールとマルチトールが共存する「共晶体」という特殊な結晶構造を持っていることであり、ソルビトールの特長である高保湿、高浸透、低水分活性と、マルチトールの特長であるスッカリとした甘味質を併せ持つことを可能としている。また、ソルビトール単体、マルチトール単体よりも容易に溶解するため、口溶け感や作業性が向上する。尚、「スイートP EM」はソルビトール含量が50%未満であるため、食品としての扱いとなり、食品添加物表示が不要である。

2) 特性

(1) 味質と物性

還元水あめは種類によって、さまざまな物性作用を発揮することが知られている。例えば、高糖化還元水あめは、甘味度、浸透性、保湿性は非常に高いが、粘度、皮膜性は低く、食品に対するボディ感付与の効果は低い。一方、低糖化還元水あめは、粘度、皮膜性、各種食品のボディ感付与効果が高く、甘味度、浸透性、保湿性は低いことが特長である。

還元水あめの物性の相関関係を図1に示した。「低甘味≒高粘度」「高甘味≒低粘度」といった性質は澱粉系糖質ならではの特長であるが、当社のスイートシリーズは、これまでの還元水あめでは成し得なかった「低甘味かつ低粘度」「低甘味かつ高分子特有の糊様のテクスチャー低減」を実現した製品であり、市場ニーズに応えるべく開発・製品化された³⁾。以下に、各種還元水あめの物性について示す。

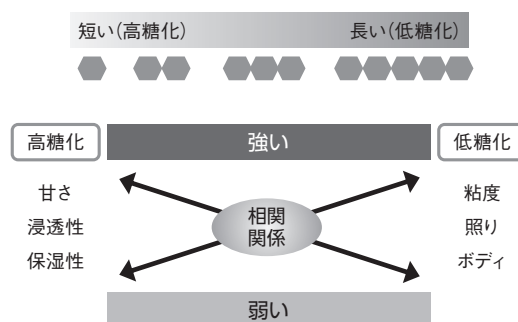


図1 還元水あめの物性における相関関係

①低糖化還元水あめ

低糖化還元水あめは、甘味度が10～20と非常に低く伸びのある甘味質を示すため、惣菜など素材の味を活かしたい場合に利用される。皮膜性が高く、粘度も高いので食品に照りや艶を持たせる目的のほかに、たれ類の粘度調整、食品のボディ感付与にも利用される。

②中糖化還元水あめ

中糖化還元水あめは、二～四糖類が多いタイプの還元水あめである。砂糖の4割程度の甘味を示し、味質も砂糖に近いので、砂糖を使用した食品を低甘味化したい場合(主に菓子、デザート類の低甘味化)に利用されることが多い。また、塩なれ効果が高いので、ハム・ソーセージなどの塩カドを取りたい場合にも利用される。

③高糖化還元水あめ

高糖化還元水あめは、分子量の小さい単糖の糖アルコールであるソルビトールおよび二糖の糖アルコールであるマルチトールが主な

特集1 日本食文化を支える素材・添加物・技術

成分であることから、甘味度は50～65を示し、低粘度で高い浸透性および保湿性を有する。そのため、食品表面からの水分損失を防ぎ、新鮮さを保持する効果がある。また、分子量が小さくなるほど水分活性も低くなり、耐微生物性が増大し、食品の保存性に寄与する。

④マルチトールシラップ/還元麦芽糖水あめ
固形分当たりのマルチトール含量が50%以上のものをマルチトールシラップ、75%以上のものを還元麦芽糖水あめと呼ぶ。これらは甘味度65～75と還元水あめの中では高いが、キレの良い良質な甘味質を示すため低カロリー飲料やシュガーレス菓子、キャンディ、健康食品に利用されることが多い。

(2) 低エネルギー性

還元水あめのエネルギー値は、水あめに比べて低く、その値は含有する糖アルコールのエネルギー値を基準として算出される。各還元水あめのエネルギー値を表2に示す。単糖の糖アルコールであるソルビトールや四糖の糖アルコールであるマルトテトライトールのエネルギー値は3kcal/g、二糖の糖アルコールであるマルチトール、イソマルチトールや三糖の糖アルコールであるマルトトリイトールは2kcal/gである⁴⁾。従って、二糖、三糖の糖

アルコール含有率が高い還元水あめは、低エネルギー値であることがわかる。これらの還元水あめは、カロリー低減をコンセプトとした製品を設計する上で極めて重要な素材である。

(3) 緩下作用

糖アルコールやオリゴ糖などの難消化性糖質を一度に多量摂取すると、胃や小腸で消化・吸収されなかった難消化性糖質が大腸に移行し、大腸内浸透圧が上昇することでお腹が緩くなる場合がある。これを緩下作用と呼びほかの糖アルコール同様、還元水あめにも緩下作用がある。表2に各製品の最大無作用量(参考値)を示した⁵⁾。最大無作用量とは、緩下作用を起こさない体重1kgあたりの摂取量を示しており、還元水あめを使用する際は最大無作用量を超過しないよう留意することが必要である。

4. 還元水あめの日本食への利用

砂糖や水あめは、奈良時代から使用されており、当時は甘味料ではなく、薬用やお供え物など、貴重品として扱われていた。その後、食文化の発展に伴い、甘味料としてようかんや饅頭などの和菓子、煮つけ、甘露煮、つくだ煮など、伝統的な日本食に広く使用されるようになった⁶⁾。近年では、食品加工技術の発展に伴い、上記の食品も多様性を増し、多種多様なものが開発されている。しかしながら、同時にいくつかの課題も浮き彫りとなった。例えば、砂糖や水あめは、加熱により着色しやすく、他の食品成分との反応性も高いため、見た目の悪さだけでなく味や香りなどの品質低下を招く。また、人々の健康志向が高まる昨今、低カロリー・低甘味の食品が求められるが、砂糖や水あめの量を低減させると、食感や仕上がりの形状、保存性の低下につながる。これらの欠点を補うために開発されたのが、還元水あめである。以下、伝統的な日本食における還元水あめを使用した利点に関して紹介する。

表2 各製品のエネルギー値と最大無作用量(参考値)

製品名	エネルギー値 (kcal/製品100g)	最大無作用量 ^{※1}		
		固形分あたり	液製品あたり ^{※2}	参考文献 ^{※3}
エスイー 600	180	0.31	0.44	自社設計値
エスイー 500	230	0.35	0.5	自社設計値
エスイー 20	170	0.37	0.5	自社設計値
エスイー 57	185	0.35	0.5	参考文献 ^{※4}
エスイー 30	240	0.5	0.7	自社設計値
エスイー 100	255	0.7	1.0	参考文献 ^{※4}
スイートOL	160	0.36	0.5	自社設計値
スイートNT	230	0.5	0.8	自社設計値
スイートG2	155	0.33	0.47	自社設計値
スイートPEM	250	0.28	—	自社設計値

※1 最大無作用量は、0.5g未満の場合小数点第2位以下、0.5g以上の場合は小数点第1位以下を切り捨てとした

※2 液製品70重量%濃度1gあたりの最大無作用量(マルチトールは75重量%濃度1gあたり)

※3 自社設計値は、学術論文、食経験等を鑑み当社にて定めた数値

※4 低カロリー甘味料(還元澱粉糖化物)の一過性下痢作用に関する研究最大無作用量の推定および身体所見、日本公衛誌、35(11)、(1988)

表3 練り餡への処方例

単位(g)

原材料	砂糖処方	エスイー 30処方
生あん	100.0	100.0
砂糖	90.0	63.0
エスイー 30 (70%液)	—	38.6
水	50.0	38.4
合計	240.0	240.0
仕上がり重量	約177	約177
仕上げBrix (°)	65	65
相対甘味度 ^{※1}	100	79

※1：砂糖処方の甘味度を100とした場合の相対

(1) 練り餡

小豆に大量の砂糖を加え煮詰める餡は、和菓子には欠かせない伝統的な日本食である。還元水あめは耐熱性に優れるので、餡練り工程において着色(ヤケ)を起こさないため、加熱当初から加えることができる。したがって、餡の艶が向上し、貯蔵性も高めることができる。また、還元水あめを使用することで甘味のキレが良く、低甘味に仕上がり、豆本来の風味を保持し、嗜好性に優れた練り餡となる。代表例として、当社の低糖化還元水あめ「エスイー 30」は、低甘味かつ高粘度のため餡の粘度調整素材に適していることから餡の加工工程に広く利用されている(表3)。

(2) かぼちゃの煮物

当社製品「スイートOL」は、従来の中糖化還元水あめよりDP4以上の成分が少なく、低粘度で低甘味かつ砂糖に近い味質を示す。中糖化還元水あめ「スイートOL」をかぼちゃの煮つけに使用することで、砂糖のみの場合に比べて低甘味であっさりした味になり、かぼちゃ本来の味を引き立たせることができる

表4 かぼちゃの煮物への処方例

単位(g)

原材料	砂糖処方	スイートOL処方
かぼちゃ	400.0	400.0
濃口醤油	36.0	36.0
上白糖	30.0	21.0
スイートOL (70%液)	—	13.0
本みりん	12.0	12.0
日本酒	10.0	10.0
塩	0.5	0.5
かつおエキス	5.0	5.0
グルタミン酸ナトリウム	0.2	0.2
核酸	0.05	0.05
水	306.25	302.25
合計	800.0	800.0
仕上がり重量	約680	約680

表5 三杯酢への処方例

単位(g)

原材料	砂糖処方	スイートNT処方
醸造酢	45.0	45.0
砂糖	20.0	16.0
スイートNT (70%液)	—	5.7
塩	5.0	5.0
グルタミン酸ナトリウム	0.2	0.2
核酸	0.002	0.002
水	29.8	28.1
合計	100.0	100.0
Brix (°)	約28	約28
相対甘味度 ^{※1}	100	85

※1：砂糖処方の甘味度を100とした場合の相対値

(表4)。また浸透性もよく、褐変反応も起こさないため加熱や保存時の経時的な着色を抑制することが可能となる。

(3) 三杯酢

三杯酢は和食の合わせ調味料として幅広く利用される。酢には酢カドと呼ばれる刺激的な酸味があり、よりよい製品を開発する上で、酢カドの調整を行うことが非常に重要である。砂糖の一部を低糖化還元水あめ「スイートNT」に置き換えることで、甘さ控えめでうま味が引き立ち、酸味・塩味・甘味のバランスの良い酢カドのとれた三杯酢を調製することができる(表5)。また、還元水あめは酢に含まれるアミノ酸と反応しないため、経時的な褐変を防ぐことも可能となる⁷⁾。

(4) めんつゆ

日本食に使われる調味料は塩分を多く含むこともあり、世界的にみて日本人の塩分摂取

表6 めんつゆへの処方例

単位(g)

原材料	砂糖処方	スイートPEM処方
砂糖	17.0	11.9
スイートPEM	—	5.1
食塩	3.0	1.5
濃口醤油	30.0	30.0
かつおエキス	7.0	7.0
昆布エキス	6.0	6.0
醸造調味料	5.0	5.0
みりん	2.5	2.5
穀物酢	0.5	0.5
合計	水で300gに調製	
ナトリウム量 (%)	1.4	1.1
食塩相当量 (%) ^{※1}	3.6	2.8
食塩低減量 (%)	—	22
Brix (°)	約12	約11.5
相対甘味度	100	85

※1：食塩相当量＝ナトリウム×2.54

特集1 日本食文化を支える素材・添加物・技術

量は多いことが知られている。還元水あめは、塩味増強効果も発揮するため、塩分を減らした食品の物足りなさをカバーすることで減塩食品への利用も可能である⁸⁾。めんつゆの処方を一例に挙げる(表6)。砂糖の一部を粉末高糖化還元水あめ「スイートPEM」に置き換えることで、塩味の立ちが良く、塩味を強く感じることができる。

5. おわりに

日本食文化がユネスコ無形文化遺産に登録され、海外からは日本食が注目されている。さらなる日本食文化の発展のため、現代人の嗜好に合う、健康に配慮した日本食の開発が求められているが、還元水あめは、上記の食品を開発する上で欠かすことのできない素材であると考えられる。時代の移り変わりとともに変化する日本の食文化の中で、今後も還元水あめの新しい機能、多様な応用例を提案していきたい。

参 考 文 献

- 1) 早川幸男：糖アルコールの新知识(2006)
- 2) 河合夕美子：良くわかる食品新素材 ―食品新素材辞典―(2010)

- 3) 間瀬桐永：食品工業, **51**(13), 67-73(2008)
- 4) 奥恒行：栄養学雑誌, **54**(3), 143-150(1996)
- 5) 小泉直子：日本公衛誌, **35**(11), (1988)
- 6) 鬼頭宏：上智経済論集(2008)
- 7) 小田恒郎：調理科学, **18**(2), (1985)
- 8) 蓑田香奈子：月刊フードケミカル, **31**(2), 56-61(2015)

みのだ・かなこ

物産フードサイエンス株式会社 研究開発センター
静岡県立大学大学院生活健康科学研究科修士課程修了。

とちお・たくみ

物産フードサイエンス株式会社 研究開発センター
副センター長
広島大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士。

なかむら・よしのぶ

物産フードサイエンス株式会社 研究開発センター
センター長
岐阜大学大学院農学研究科修士課程修了。

糖アルコールを基礎から学ぶ

糖アルコールの新知识

改訂増補版



食品新素材協議会事務局長 早川幸男編著 定価:2,500(税別)

お問い合わせ・お申込みは……

(株)食品化学新聞社

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町3-2-8 昭文館ビル
TEL.03-3238-7818 (書籍販売部: 3238-9711)
FAX.03-3238-7898