

最近の合成甘味料事情

はじめに

合成甘味料（人工甘味料）はショ糖（サトウキビなど）、ステビオサイド（ステビア）、グリチルリチン（甘草）、ソーマチン（西アフリカに生育するソーマトコッカス・ダニエリという赤い果実）に代表される天然甘味料とは異なり、甘味等を与える目的で加工食品等に添加される非糖質系の食品添加物です（図-1 参照）。戦時中や終戦直後の砂糖不足の時代では、砂糖の代替物質という位置付けでしたが、近年では食品の味質の改良、低カロリー食品のブームや、低う蝕性（虫歯になりにくい性質）を謳う菓子類への添加、インスリン依存性糖尿病患者に対する食品等への利用など、機能性甘味料¹⁾としても様々な食品に使用されるほか、歯磨き粉や洗口液などの化粧品、医薬品の分野まで幅広く利用されています。

今回は様々な加工食品に組み合わせて使用される合成甘味料について、国内外の使用状況や分析手法例をご紹介します。

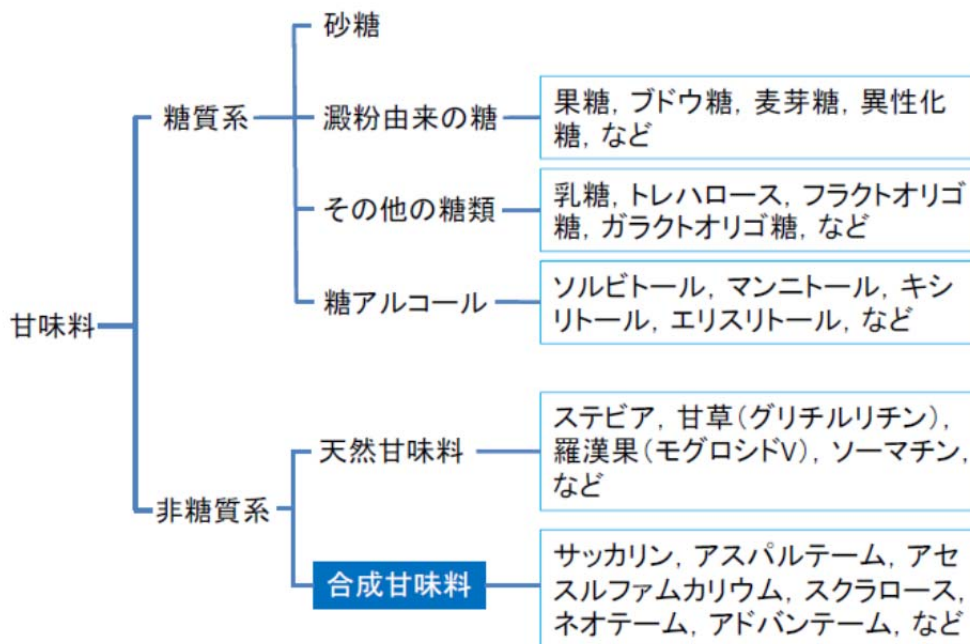


図-1 国内で使用される主な甘味料

国内外における使用状況

現在、国内外にてよく利用されている合成甘味料ですが、とりわけ国内の法律にて指定されている合成甘味料は表-1、諸外国では一部使用が認められているが国内では使用が許可されていない合成甘味料は表-2の通りです。なお、EUでは2009年1月20日以前に認可された一部の添加物は、欧州食品安全機関（EFSA）によるリスク再評価が進められており、このうち甘味料の期限は2020年末までとされています²⁾。最近ではごく微量（甘味度

として砂糖の 1000 倍以上) にて甘味を呈するものは高甘味度甘味料と呼ばれ、その利用方法としては飲料や加工食品等における酸味及び塩味の低減といった役割だけでなく、健康食品や医薬品等におけるビタミン、ミネラル、ポリフェノール類などによる苦味及び渋味など不快味を和らげるマスキング剤として、さらには、ショ糖やエリスリトール、キシリトールと併用して、味覚としてのボディ感（コクや深み）を増加するなど、フレーバーエンハンサー（風味強調剤）としての機能や役割も果たします。

余談ですが、現在ヒトが最も甘いと感じる物質は、ラグドゥネームという非糖質系の物質です。その甘さは驚異的で砂糖の 22 万～30 万倍とされておりますが、毒性については詳細が不明であり、食品添加物としては未認可です³⁾。

表-1 国内で指定されている代表的な合成甘味料と諸外国の許可状況

名 称	CAS 登録番号	EU(E 番号) ^{*1}	USA ^{*2}	中国 ^{*3}	砂糖に対する甘味度
アセスルファムカリウム	55589-62-3	○(E950)	○	○	200 倍
アスパルテーム	22839-47-0	○(E951)	○	○	100～200 倍
ネオテーム	165450-17-9	○(E961)	○	○	7000～13000 倍
アドバンテーム	714229-20-6	○(E969)	○	-	14000～48000 倍
サッカリン	81-07-2	○(E954)	○	○	200～700 倍
スクラロース	56038-13-2	○(E955)	○	○	600 倍

表-2 国内で使用が許可されていない合成甘味料

名 称	CAS 登録番号	EU(E 番号) ^{*1}	USA ^{*2}	中国 ^{*3}	砂糖に対する甘味度
アリテーム	80863-62-3	○(E956)	-	○	1000～2000 倍
サイクラミン酸	139-05-9	○(E952)	-	○	30 倍
ズルチン	150-69-6	-	-	-	200～400 倍

*1 Food Additives Database

https://webgate.ec.europa.eu/sanco_foods/main/?sector=FAD&auth=SANCAS

*2 Food Additives & Ingredients, Packaging & Labeling

<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/default.htm>

*3 GB2760-2014 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准

食品等への使用量と表示

合成甘味料の食品への使用量は食品衛生法（厚生省告示第 370 号食品，添加物等の規格基準 第 2 添加物 F 使用基準）により品目ごとに定められていますが，アスパルテーム（1983 年指定），ネオテーム（2007 年指定）及びアドバンテーム（2014 年指定）といった一部の高甘味度甘味料に対しては，食品等からの摂取量が ADI（一日摂取許容量）を大きく下回ることから使用基準が定められていません。また，合成甘味料の食品表示は，物質名及び用途名〔甘味料（アドバンテーム）など〕にて表示されます（食品表示基準）。なお，アミノ酸由来の合成甘味料であるアスパルテームを使用した食品や添加物には，先天的な代謝異常疾患であるフェニルケトン尿症の患者が誤って大量に摂取することを防ぐため，「L-フェニルアラニン化合物である旨又はこれを含む旨の表示」が必要です。しかし，アスパルテーム誘導体であるネオテームやアドバンテームは L-フェニルアラニン化合物

ですが、仮に摂取したネオテームやアドバンテームが全てL-フェニルアラニンに変換されるとしても、その摂取量は無視できる量であるため、製品への表示は義務付けられてはいません。

合成甘味料の分析方法⁴⁾

加工食品に用いられる合成甘味料は、より砂糖に近い甘さを再現し、味質を均一化するため、複数種を混ぜて使用されることがほとんどです。合成甘味料の分析法は食品の種類や同時に測定する食品添加物(天然甘味料、保存料など)とその構造的な特徴(図-2 参照)により、種々の異なった抽出法、前処理法、測定方法が報告されています。弊財団においては主に透析法、水又は弱酸性メタノール溶媒によるホモジナイズ法による抽出を行い、その後必要に応じてイオン交換カートリッジカラム、逆相カートリッジカラムを用いて精製するほか、サイクラミン酸のように紫外領域に吸収が認められない物質は誘導体化して紫外吸収検出器付き高速液体クロマトグラフィーにて定性及び定量しています。特に高甘味度甘味料は食品中の含量が ppm から ppb レベル(100 万分の 1 から 10 億分の 1)とごく微量しか含まれておらず、より正確かつ高感度に分析を行うために、液体クロマトグラフ-質量分析計又は液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計を用いて定性及び定量しています(図-3 参照)⁵⁾。

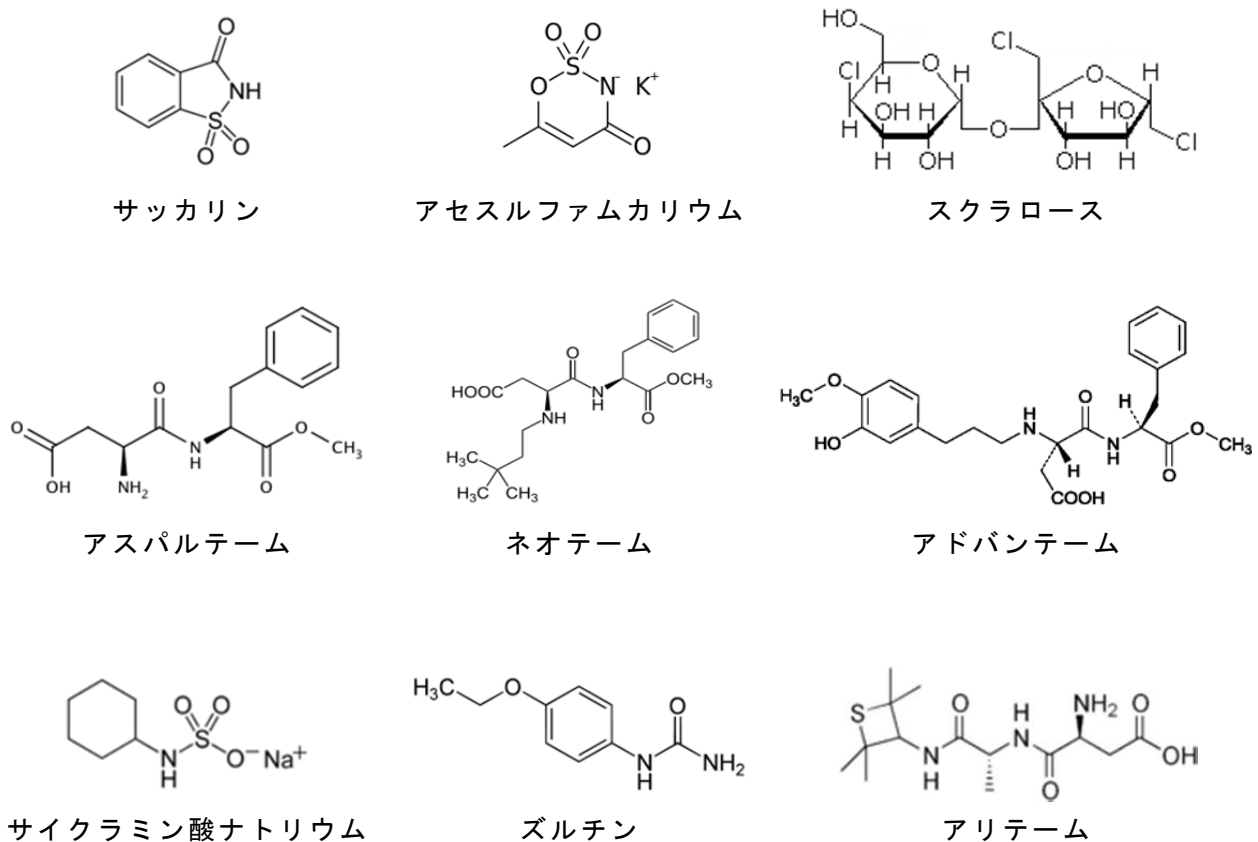


図-2 合成甘味料の構造式

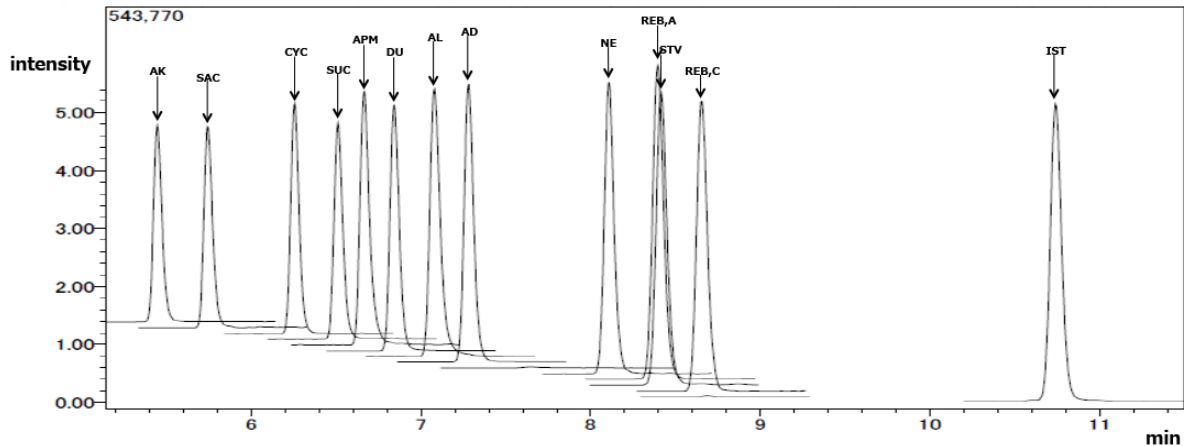


図-3 液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計を用いた甘味料(13種)の一斉分析
(MRMクロマトグラム; 左から順にアセスルファムカリウム[AK], サッカリン[SAC], サイクラミン酸[CYC], スクラロース[SUC], アスパルテーム[APM], ズルチン[DU], アリテーム[AL], アドバンテーム[AD], ネオテーム[NE], レバウジオシド A[REB-A], ステビオシド[STV], レバウジオシド C[REB-C], イソステビオール[IST], 各濃度 500 ng/mL)

おわりに

近年、合成甘味料(特に高甘味度甘味料)には砂糖代替の役割だけでなく、ごく微量で作用し、マスキング剤やフレーバーエンハンサーなど多岐の機能性をもたせた製品が開発されています。その需要と利用範囲はますます増加・拡大していくと予想されます。その一方で、より正確かつ迅速な分析方法も求められており、従来の高速液体クロマトグラフ装置を用いた分析方法だけでなく、液体クロマトグラフ-質量分析装置を用いた高感度な一斉分析の研究にも期待が高まっています。

弊社においても、様々な製品における合成甘味料の分析及び測定技術の向上を図り、皆様のお役に立てるよう努めてまいります。

参考文献

- 1) 小田恒朗: 調理科学 **18**, 87-93 (1985)
- 2) 欧州委員会規則(EC)No 257/2010
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:080:0019:0027:EN:PDF>
- 3) 佐藤健太郎: “分子の世界のギネスブック (2)”, (2014) 東京化成工業
- 4) 日本薬学会編, “衛生試験法・注解”, 361-380 (2015) 金原出版
- 5) Hiroaki Sakai, Azusa Yamashita, Masayoshi Tamura, Atsuo Uyama, Naoki Mochizuki : Food Additives & Contaminants:Part A, **32**, 808-816(2015)