サトウキビ由来抽出物の抗酸化機能と新たな可能性
～食品の品質保持やヒトの認知機能に与える効果～

国立大学法人　東京海洋大学　学術研究院
海の研究戦略マネジメント機構
准教授　永井　幸枝

【要約】
さとうきび抽出物には、多様なポリフェノールが含まれており、ポリフェノールの多くは抗酸化効果を示すことが知られています。抗酸化効果は、ヒトの生体内の効果と食品中の効果に大別されます。生体内の効果は老化やがんの抑制などと関係し、食品中の効果は食品の保存性や劣化と関係します。なお、本稿における「さとうきび抽出物」とは、サトウキビの搾り汁から特定の方法で抽出した製品のことです。
さとうきび抽出物は、一般的な抗酸化効果測定法によりその効果が確認されており、実際の食品を用いたサケの色素退色の抑制やドーナツの油脂酸化の低減といった食品の品質保持効果も報告されています。
一方、科学的根拠に基づき特定の機能を表示する機能性表示食品では、機能を担う関与成分を特定することが必要です。しかし、さとうきび抽出物は多種類のポリフェノールを複合的に含むため、特定成分との関係を明確にすることが容易ではありません。これに対し、サトウキビの茎由来のエキスでは、p-クマル酸およびフェルラ酸を機能性関与成分として特定できることから、認知機能に関する機能性表示食品として届け出られています。

はじめに～抗酸化効果とは～

抗酸化効果とは、物の酸化（さび）を抑える効果であり、食品の場合、その食品を食べることにより体内で発揮される効果と、食品中でその食品が酸化されにくくする（劣化を抑える）効果の二種類があります。

生体内の効果としては、ワイン、緑茶、カカオなどの植物のポリフェノールによるものが知られています。体内の組織や細胞が酸化することによりダメージを受け、しわやシミ、動脈硬化、認知症（脳・神経細胞、末梢血管の酸化）、がん（遺伝子の酸化による変異）などの老化や病気につながります。抗酸化効果は、これらを予防・改善する効果といわれています。

食品中の酸化とは、油脂の酸化による過酸化物や嫌な臭い物質の発生、栄養成分の分解、タンパク質や色素の変性・変色や退色、リンゴやジャガイモの切り口の褐変などがあります。これらを防止するため、例えばペットボトルの緑茶に酸化防止剤としてビタミンCを添加したり、干物の油焼け防止のためにトコフェロール（ビタミンE）、エリソルビン酸、BHT（ジブチルヒドロキシトルエン）などの酸化防止剤を添加することがあります。食品に抗酸化成分を添加して品質を保つことは、フードロス削減につながり、食品製造や流通において重要なことです。

食品中の抗酸化効果には、表１に示すようにさまざまなものがあります。食品素材や成分に関して抗酸化効果があると言っても、その効果の度合いはその素材や成分が置かれた条件によるため、最終的にどのような食品用途で使えるのかを食品で確認する必要があります。

表１　食品の劣化に関する抗酸化効果

番号	抗酸化効果の種類	主な内容	具体例・対象食品
1	油脂の酸化防止（基本機能）	脂質の酸化（自動酸化）を抑え、過酸化物やアルデヒド生成を防ぐ	食用油、揚げ油、スナック菓子、ナッツ
2	風味・香気の保持	脂質酸化に伴う酸敗臭やオフフレーバーの発生を抑制	菓子類、加工食品全般
3	栄養成分の分解抑制	ビタミンや機能性成分の酸化分解を防ぎ、栄養価を維持	ビタミンC含有飲料、野菜加工品
4	タンパク質の酸化変性抑制	タンパク質の酸化による変色やテクスチャー変化を防ぐ	食肉、魚肉製品
5	色調の安定化（退色・変色防止）	色素や色関連物質の酸化を防ぎ、色の保持に寄与	赤身魚（ミオグロビンの退色防止）、食肉、野菜
6	酵素的褐変の抑制	酸化酵素（ポリフェノールオキシダーゼ）による褐変を抑える	カット果実（りんご、じゃがいもなど）
7	加工中の変質防止	加熱・乾燥など工程中の酸化を抑え、品質を安定化	揚げ加工、乾燥食品、粉乳
8	乳化系の安定化	脂質酸化による乳化破壊や品質低下を防ぐ	マヨネーズ、ドレッシング

資料：筆者作成

1　さとうきび抽出物の抗酸化効果について

植物はその体内にポリフェノールなどの抗酸化成分を保持しており、植物自身が身を守るために作り出した成分といわれています。本稿では、サトウキビに含まれる抗酸化成分について、特に「さとうきび抽出物」を例として説明します[1)]。

さとうきび抽出物とは、サトウキビの搾り汁（清浄汁）から合成吸着剤に吸着する成分を取り出したもので、砂糖の主成分であるショ糖はこの吸着剤に吸着しないため、砂糖の製造と並行して製造できます。また、抽出工程で加熱処理をしないため、取り出したものはサトウキビ由来の成分であると言えます[2)]。

まず、さとうきび抽出物の抗酸化効果を一般的な抗酸化効果の測定法で測定しました。

その結果、親水性の活性酸素吸収能力を測定するH-ORAC（親水性酸素ラジカル吸収能）法では、カカオ色素および茶抽出物と同程度の効果が、油脂酸化初期のラジカル消去能を評価するDPPHラジカル消去能測定法、および脂質の酸化や褐変反応と関連するCUPRAC（銅還元抗酸化能）法を用いた評価においても、ある程度の効果があることが分かりました。

食品成分の抗酸化効果の測定法として代表的な指標には、H-ORAC法、DPPHラジカル消去能測定法、CUPRAC法などがありますが、これらが実際の食品の酸化とどのように関係しているのかを表２に説明しています。さとうきび抽出物は水溶性なので、H-ORAC法で測定しましたが、ビタミンＥのような油溶性の抗酸化成分の場合には、L-ORAC（親油性酸素ラジカル吸収能）法の値を測定します。これらの値は抗酸化効果の目安になるのですが、食品に使ったときにどのように効果が発揮されるのかは、実際に食品で測定してみる必要があります。

表２　抗酸化効果の測定法と関連する食品の酸化

測定法	関連する食品劣化現象	食品評価項目・食品系
H-ORAC （Hydrophilic ORAC）	果汁・飲料の酸化、ビタミンＣ分解、香気成分の劣化、酸化的褐変（水系）	**果汁･飲料･食品モデル**：ビタミンＣ残存率、変色（色差）、過酸化物量、香気成分残存率
L-ORAC （Lipophilic ORAC）	揚げ油の酸敗、ナッツ類やスナック菓子の油焼け臭、魚肉・食肉の脂質酸化（油脂系）	**食用油・ナッツ・水産加工品**：過酸化物価（POV）、TBARS（MDA当量）、ヘキサナール量、酸化誘導期間
DPPHラジカル消去能 （安定人工ラジカル）	油脂食品の酸敗、風味低下、酸化劣化	**ドーナツ・揚げ油・ナッツ**：POV、TBARS（MDA当量）、カルボニル価
CUPRAC （Cu^{2+}→Cu^{+}への還元能）	色素の酸化退色、金属触媒酸化、脂質酸化による品質低下	**鮭・魚肉製品**：退色（色差、a*値）、アスタキサンチン残存率、POV（金属触媒酸化）

資料：筆者作成

２　食品の抗酸化効果の測定法

（１）サケの試験について

サケの身の赤色は、アスタキサンチンという色素の色です。切り身が酸化していくと、だんだん色が薄くなっていきます。これを退色と呼びます。そこで、さとうきび抽出物を添加した食塩水とさとうきび抽出物を含まない食塩水にベニザケの切り身を漬けたものについて、保存前と６日間保存後の色を色彩色差計で測定しました。また、色素であるアスタキサンチンの量も測定してみました。その結果、さとうきび抽出物を添加したものの方が、添加しないものより退色が抑えられ、アスタキサンチン量の減少速度と関連していることが分かりました。

表３　保存中の鮭の色の比較

	初期値			5日後			色の変化	目視の差
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔE	
対照（無添加）	43.1	15.2	16.3	48.6	12.8	18.6	6.4	はっきりわかる
10%さとうきび抽出物を0.01%添加	43.3	15.9	18.1	48.7	13.7	19.6	6.0	はっきりわかる
10%さとうきび抽出物を0.1%添加	41.6	16.5	18.8	45.3	17.8	21.1	4.6	わかる

資料：筆者作成

（２）ドーナツの試験について

ドーナツは材料に油脂を含みますし、油で揚げています。そのため、時間が経つと油が酸化してきます。そこで、生地にさとうきび抽出物を添加したものと添加しないものについて、油脂が酸化してできる過酸化物を測定しました。その結果、さとうきび抽出物を添加したドーナツの過酸化物価は、添加しないドーナツより低い結果になりました。

（３）食品モデルの試験について

ドーナツやクレープなどの食品は、小麦粉、砂糖、ベーキングパウダー、サラダ油などを原料として作ります。栄養成分として炭水化物、タンパク質、脂質および水を含む混合物です。しかし、小麦粉の種類や油の種類、その時々のレシピの違いにより、含まれる栄養成分の割合が異なります。そこで、栄養成分が一定になる食品のモデル系として、日本食品標準成分表（七訂）2015から原材料の栄養成分を

算出し、水分と油脂を両方含み、流動性があり、油脂が分離しない配合を検討し、食品モデルを作成しました。

食品モデルにさとうきび抽出物または抗酸化成分としてα-トコフェロールを添加したものと、何も添加しないものを調製し、60度（℃）の恒温槽で保存し、過酸化物の量の変化を確認しました。酸化が進むと、過酸化物の量が増加していきます。

その結果、さとうきび抽出物とα-トコフェロールは、何も添加しないものと比較して、過酸化物量の増加が抑えられました。

3　サトウキビの抗酸化成分とポリフェノールについて

さとうきび抽出物は、主にサトウキビの汁中に存在する抗酸化成分（ポリフェノール）を抽出したものです。これらの成分は、特定の構造をもつ１種類の物質ではなく、さまざまな構造をもつポリフェノールが含まれます。そこで、どのようなポリフェノールが含まれるのかを調べてみました[3)]。

さとうきび抽出物中から、カロテノイド（赤色素）の変性を抑制する成分を単離したところ、14種類の化合物が得られました。この中には、新たな構造を持つポリフェノールも得られましたが、最も量が多くさらに変色抑制効果に寄与しているのは、リグナンの一種であるsimulanolという物質であると考えられました。リグナンもポリフェノールの一種です。

黒糖や黒蜜にもポリフェノールが含まれていますが、すべてがサトウキビ由来なのではなく、加熱によりできるポリフェノール様物質も多く含まれます。

食品中のポリフェノールを測定する方法として、フォーリン・チオカルト法やフォーリン・デニス法という方法があるのですが、いずれもフォーリン試薬の還元力（成分自体の酸化されやすさ）を測定し、この値をカテキン換算、没食子酸換算、またはクロロゲン酸換算などで算出しています。カテキン換算というのは、フォーリン試薬と反応した還元力の値をすべてカテキンだと仮定したときのポリフェノール量ということです。カテキンでなくても、ポリフェノールでなくても、この方法で還元力があったらすべてポリフェノールとして測定されます。このような、ポリフェノールではないのにポリフェノールとして測定されてしまう物質を、ポリフェノール様物質と呼びます。

例えば、糖蜜を100℃、120℃、140℃、および160℃で加熱すると、温度が高くなるに従ってポリフェノール様活性（クロロゲン酸相当量）が増加し、加熱前の約４倍の活性を示したという報告があります[4)]。しかし、これらは、糖が加熱により分解してできる物質を含んで測定しており、必ずしもポリフェノールの量とは言えません。

また、砂糖を加熱してできるカラメルも抗酸化効果があり、カラメルの総ポリフェノール量を測定すると、ポリフェノール以外のものも含まれてしまいます。抗酸化能がほとんどない砂糖水を加熱してカラメルができると、その色が濃くなるにつれて抗酸化効果（DPPHラジカル消去能）が高くなったという報告もあります[5)]。このカラメルの報告では、抗酸化能までの数値を示していて、ポリフェノールの量に換算していませんが、もし換算してしまうと、ポリフェノールが含まれない砂糖から加熱によりポリフェノールができてしまうように誤解されてしまうかもしれません。

砂糖を使った調理加工により、特に意図しないで抗酸化成分ができ、最終的な食品に抗酸化効果が付加されることがあります。黒糖やカラメルを使った調理や、砂糖を加えて加熱調理をした場合に、製造された食品にそのような効果が備わっている可能性があります。

一方で、サトウキビ由来のポリフェノールと呼ぶ

には、その物質の構造を確認し、本当にポリフェノールであることが説明できるようにする必要があります。加熱によりできる多数の未知成分ができるだけ生じないように、製造工程で100℃以上にならないようにするなど、製造法を検討する必要があります。

4　ポリフェノールの抗酸化効果と機能性表示について

ここまでは、「さとうきび抽出物」の食品中の抗酸化効果について説明してきました。その成分はサトウキビの汁中に存在する多種のポリフェノールであり、脂質の酸化抑制や色素の退色を抑制することが分かりました。

それでは、さとうきび抽出物を食べることによる体内での抗酸化効果は期待できないのでしょうか。

実は、体内での抗酸化効果はあるかもしれないのですが、機能性表示食品や特定保健用食品のような機能を表示する食品を製造することはなかなか難しいようです。その理由は以下の通りです。

機能性表示食品や特定保健用食品は、国が定めた制度に則って表示をすることができます。その制度では、消費者が購入し摂取する最終的な商品に、どのような関与成分（機能を発揮する成分）がどれだけ含まれ、どのぐらい摂取したらどのような機能があるのかを臨床試験（ヒトの試験）により確認し、そのメカニズムも確認した上で届け出る必要があります。

製品中のその成分の含有量を製品規格により定めて、製品中に規定量含むように製造することが必要です。また、関与成分が抽出物の場合、その関与成分が何由来でどのようにできるのか、食べて安全なものなのかも問われます。単純にある食品を食べて、臨床試験により効果があるというだけでは機能性表示食品制度に合わないのです。

そのため、複数のポリフェノールが含まれる（一つ一つの量は少ない）さとうきび抽出物や、黒糖や糖蜜のような製造工程でできるポリフェノール様物質が多く含まれてしまうものは、機能性表示食品や特定保健用食品にすることが難しいのです。

一方で、さとうきび抽出物とは別に、サトウキビクキエキス（商品名）というものがあり、これには一定量のp-クマル酸とフェルラ酸が含まれます[6)]。これらは、サトウキビの茎由来のポリフェノールの一種です。これらには抗酸化効果があり、摂取したときに認知機能の改善（記憶力の改善）が認められました。その結果、サトウキビクキエキスが関与成分になっている食品が、機能性表示食品として届け出られています。

おわりに

一般に抗酸化効果については、健康に関連する効果として知られていることが多いようですが、あまり知られていない食品中の酸化を防ぐことも、食品製造において大変重要なことです。

食品中に抗酸化効果のある原材料を入れることは、単に食品の劣化を防ぎ賞味期限を長くするという効果だけでなく、食品の品質、つまり風味、色、栄養価を維持することにもつながります。これは、商品価値の向上にもつながります。

出来たてのドーナツや焼き菓子、お惣菜など、その日に買ってその日のうちに食べるような食品は売れ残りを日々廃棄する必要があり、廃棄の頻度が大変高く、毎日どの程度製造し廃棄を減らすか、かなり厳密に計算をして製造する必要があります。製造販売している人にとっても消費者にとっても、品質の維持は重要なことです。

食品ロスの削減が社会的課題となる中、食品の品質を維持する技術の重要性はますます高まっています。サトウキビ由来の抗酸化成分は、食品のおいし

さや見た目を保ちながら廃棄を減らす可能性を持っています。砂糖原料としてだけでなく、食品の品質保持に役立つ素材としても両立できるサトウキビの新たな価値が広がることを期待したいと思います。



【参考文献】
1）塩見和世 他，「さとうきび抽出物の抗酸化能と食品への利用について」，New Food Industry，67（3），133-141（2025）
2）中島寿典、「さとうきび抽出物について」、砂糖類情報（ALIC）、2007年８月　https://sugar.alic.go.jp/japan/view/jv_0708a.htm?print=true&css=　（2026年７月24日アクセス）
3）Hiroe Kikuzaki et al., “Components for inhibiting lipid oxidation related to discoloration of carotenoid contained in sugarcane extract”, Food Science and Technology Research, 25(5), 715-725（2019）
4）氏原邦博 他、「サトウキビ糖蜜の抗酸化活性に及ぼす加熱加工の影響」、日本食品科学工学会誌，60（4），159-164（2013）
5）田口寛 他、「各種食品の抗酸化能の測定と加工による抗酸化能上昇の検討」，三重大学大学院生物資源学研究科紀要，34, 37-45（2007）
6）山本夏実 他、「40歳以上の健常な日本人男女の認知機能に対するサトウキビクキエキス含有食品の影響」、薬理と治療，50（6），1095-1110（2022）