

# 天然ステビア甘味料の現状

守 田 悦 雄

(守田化学工業株式会社)

## はじめに

最近、食品加工業界などにおいては、天然甘味料を合成甘味料の代替甘味料として有効利用する傾向にある。

天然甘味料としては周知のとおりしよ糖、異性化糖、ソルビット、マルチトールなどの糖類甘味料、主に塩から味緩和剤的に使用されている甘草甘味料、甘茶甘味料があり、新しくはステビア甘味料がある。

これらの甘味料で甘茶甘味料、ステビア甘味料は、甘草甘味料に比べて原料植物の安定確保に問題があり、これまで甘味料として普及するには時間を要し、しかも使用に際し経済性を期待することができなかった。

しかし、ステビア甘味料は時間の経過とともに、安価な原料の量的安定確保で

きる体制が確立されるに伴い、新しい天然甘味料として期待できるため、その現状などについて簡単に説明する。

## 原料植物と栽培

ステビアについては最近テレビ、ラジオ、婦人雑誌などでも特集され、一般にこの植物、甘味成分に対して理解され始めている。

このステビアはステビア属一五四種以上ある中で、甘味を有する唯一の南米原産菊科多年生植物 *Stevia Rebaudiana* BETONI と呼ばれているものであり、最近の研究では、甘味成分およびその含有率、草型、葉形などにおいて異なる一五種以上の品種があると報告されている。

弊社の研究によると、品種系統別に甘

味成分含有率および諸成分などを直接定量法を用いて行い、甘味成分含有率において二〇二一・五%と差があり、大別すると四品種系統に分類できることを知見し、さらにこれらは収穫時期、施肥、気候、土壌などの諸条件により値が変化することを確認している。

現在、国内外で栽培および研究されているものは、品種の科学的研究が遅れたことから、種々雑多の甘味成分と含有率の異なるステビアが植付けられている。

このことから農林省、農林試験場などの公的試験機関四八カ所では、将来、一般農家が栽培する場合に備えて地域適応性、優良品種の選択、栽培法など基礎的栽培試験を今まで以上に行う必要が生じている。

民間では弊社の他に榑多摩生化学研究所などが永年栽培試験を行い、それぞれ

の栽培ノウハウを確立し、既に地域で栽培収穫実績を有し成功している。

弊社では現在、日本国内において甘味成分的に四系統に分類し、それぞれの地域別の栽培法により直営農場、系列栽培法人などで四〇ヘクタール栽培し、今秋更に量的確保されることが確実視されている。

このほかにもステビア栽培は、最近のステビア・ブームにより、多種多様な企業が注目し、一部栽培試験を行っているが、栽培面積も小規模で栽培研究の域を脱していないため、まだ相当の経験と努力が必要で、商業的栽培および原料植物の量的安定確保には数年を要するよう思われる。

一方、国外での栽培研究も活発化し、韓国、台湾、マレーシア、インドネシアなどの東南アジア諸国で行われているが

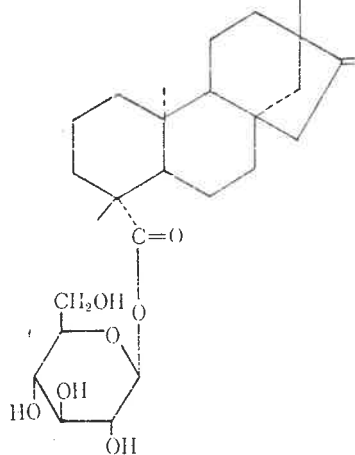
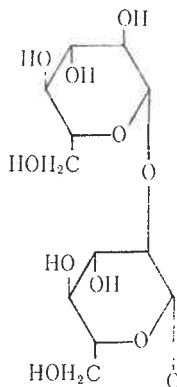
日本よりも相当遅れて始まったことから地域適応性、優良品種の選択およびその栽培法の確立までには至っていない。

とくに、これらの地域で商業栽培が可能となっても、十分に甘味成分およびその含有率、夾雑物、含水率などの原料規格を定め輸入する必要がある、これまでのように乾燥薬価を基準に地域での栽培、また輸入は非常に危険である。

## 甘味成分研究

原料植物ステビアに含まれる甘味成分ステビオサイド (Stevioside) の構造は周知の通り Moseley (1) によって図1(1)のように決定され、シテルペン骨格を有する配糖体物質で分子式  $C_{38}H_{60}O_{18}$ 、分子量八〇四とされている。

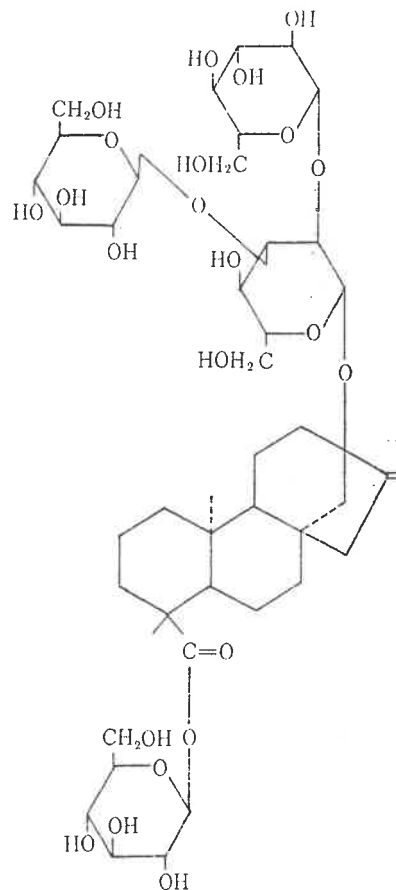
ステビオサイドは常温に対して0.1%程度の難溶性物質で、しょ糖のイキ値付近では三〇〇倍の甘味を有し、呈味質に苦味と残り味がある。



図一—(1) Stevioside の構造式

この苦味と残り味は甘草甘味料のようではないが、しょ糖よりも強い残り味を呈する。

大友らはステビオサイドを、コーヒー、紅茶に用いて味質を調べステビオサイドはコーヒーに合うが、紅茶には合わないとしている。コーヒーにはしょ糖六対四の割合で用いた時が一番美味しく、しょ糖のみで飲むよりもステビオサイドを入れた方がコーヒーの味が生かされるようだと報告し、ステビオサイド単独で



図一—(2) Stevioside A<sub>3</sub> の構造式

は用途により苦味、残り味が呈されることを指摘している。

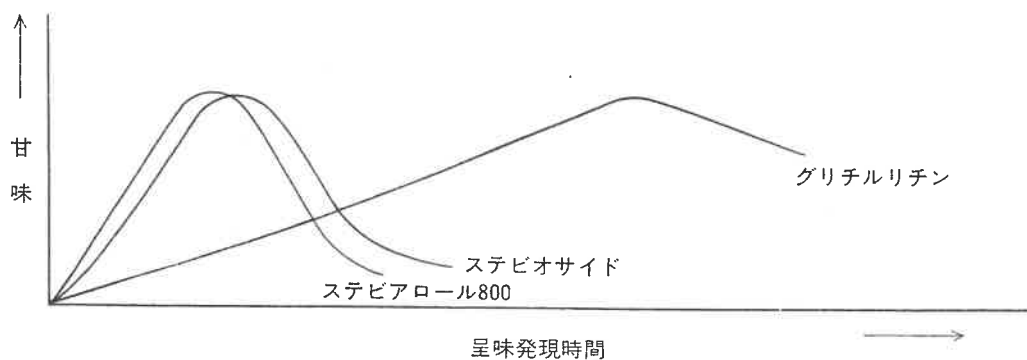
現在、食品加工業界ではステビオサイドの呈味質、溶解性、経済性の問題により、単独で甘味付与効果を余り期待することができないといわれている。

このことからすると、ステビオサイドがしょ糖の代替甘味料として使用されるには技術的、コスト的解決をしなければならない。

しかし、最近報告された中でステビアに含まれる新しい甘味成分は、ステビオサイドに一つのグルコースが結合した図1(2)に示す構造式を有し、弊社ではステビオサイドA<sub>3</sub>、神田らは3レバウディオサイド、上野らはモノグルコシルステビオサイドの名称で呼ばれ、ステビオサイド以上に期待されている。

ステビオサイド A<sub>3</sub>は分子式  $C_{44}H_{70}O_{23}$ 、分子量九六六で表わされ、非常に甘味が強くステビオサイドの一・五倍程

度の甘味を有し、水に対しても易溶性、酸、熱、食塩などの食品製造工程中の諸条件にも安定性がある。しかも、非発酵性、低カロリー甘味で、非常にさわやかな前味型の苦味もない呈味質である。



図一—2 ステビア甘味料の呈味曲線

(図12参照)

ステビオサイド A<sub>3</sub>の有効利用については、すでに藤田らによって行われている。

その研究によると、ステビオサイドよりも顕著に優れた甘味質と甘味付与効果認められ、ステビオサイドよりも実用的甘味料でも優れた天然甘味料であるといえる。

従って、これまで栽培、抽出、有効利用面でステビオサイドのみが研究され、また甘味料として市販されていたが、今後は新しくステビオサイド A<sub>3</sub>を含有する品種、及び多成分化の研究、抽出法、合成法などについて研究する必要がある。すでにその研究も活発化しつつある。このステビオサイド A<sub>3</sub>が最近の栽培研究を更に複雑化させる要因となっているともいえる。

## 甘味成分の定量法

ステビア優良品種の選択、収穫時期、施肥などの栽培条件の決定には、甘味成分の定量法が重要視される。

現在、甘味成分の定量法としてガスクロマトグラフ法 (GLC法) と薄層クロマトグラフ法 (TLC法) がおもに用いられており、高速液体クロマトグラフ法 (HPLC法)、薄層クロマトスキャナ法による定量法の報告はみられない。

### \*ガスクロマトグラフ法

GLC法は主に配糖体を酵素、または酸で加水分解してステビオール、またはイソステビオールおよびそれらのメチルエステルとして、GLCにかけ定量するものである。

GLC法としてはすでに三橋ら<sup>10)</sup>、田中ら<sup>11)</sup>が報告し、TLC法は宮崎ら<sup>12)</sup>、林ら<sup>13)</sup>が報告している。

弊社ではGLC法、HPLC法、薄層クロマトスキャナ法により定量を行っており、そのGLC法およびHPLC法について参考までに説明する<sup>14)</sup>。

### △操作▽

ステビオサイド一〇mgを精秤し、共栓付反応管に取り三mlの1N塩酸を加えて溶解させる。これを湯浴上九〇℃、二時間加水分解する。冷却後内容物をエチルエーテルで抽出して、そのエーテル部を留去する。これで得られた酸分解物イソステビオールに一五〇μlの無水アセトンを加えて溶解させ、トリメチルシリル化剤を数滴加え、これを混合後、常温で一〇分間放置する。反応物はクロロホルム処理を行い、得られたイソステビオールのTMS誘導体をGLC測定する。

このGLC法は、ステビオサイドと同系統物質をすべて同一視して定量するために、その値は高くなるのが普通である。このことからGLC法は栽培研究およびステビア甘味料製品の品質管理に適さないように思われる。

### \*高速液体クロマトグラフ法

HPLC法は間接的に行うGLC法に比べ直接定量できるとともに、試料に対する前処理などを余り必要とせず、分析時間が短かく、分離能が優れ、分枝技術が必要としない点で有利である。

検出器には示差屈折計及び紫外分光光度計が用いられるが検出器の感度からすれば紫外分光光度計が適している。

ステビオサイドの最大紫外吸収波長は一九八nmにあり、この波長での吸収強度はステビオサイド一〇〇に対して、ステビオサイド A<sub>3</sub>は八四・五である。しかし検出器の安定性から普通二〇〇nmで測定できる。また、弊社では定量の精度を高めるためにミニ・コンピューター型、インテグレーターを用いて定量を行っている。

## 安全性の確認

ステビオサイドの安全性は一九三一年にPomaretとLavielleがマウスなどを用いて皮下注射、静脈注射、燕下などさせてステビオサイドの無害と、その新陳代謝について調べ、ステビオサイド

### GLC法の定量条件

装置: Yanaco G-1800  
カラム: 5% SE-30 3φmm×2m  
カラム温度: 240℃  
注入口温度: 270℃  
キャリアー: H<sub>2</sub> 1.4kg/cm<sup>2</sup>

### HPLC法の定量条件

機種: 株式会社柳本製作所 L-1030型  
カラム: Yanacogel 5510 4φmm×50cm  
カラム温度: 60℃  
キャリアー: 水/メタノール 30/70 (Vol)  
流量: 0.33ml/分  
検出波長: UV200nm  
ステビオサイド R. t. 37分  
ステビオサイド A<sub>3</sub> R. t. 35分

が注射、または摂取後体内から変化しないで、急速に体内から排泄され、ステビオサイドは無害であると報告している<sup>15)</sup>。

日本では農林水産特別補助金により、北海道大学・薬学部において急性毒性試験、亜急性毒性試験が行われ、次のように発表されている<sup>14)</sup>。

急性毒性試験はICR系マウスおよびWistar系ラットを用いて、ステビオサイドのLD<sub>50</sub>が求められ、マウスのLD<sub>50</sub>は経口投与及び皮下注射ではいずれも八・二g/kg以上であり、腹腔内注射の場合雄マウス二・四三g/kg、雌マウスで二・九九g/kgである。

亜急性毒性試験はWistar系ラットを用いて、ステビオサイドの経口投与による一カ月亜急性試験では一〇〇mg/kg、

五〇〇mg/kg、二五〇〇mg/kg投与のいずれにおいても一般症状に特記すべき異状所見はみられず、また投与中に中毒死亡例はみられなかったとされている。

弊社においてもステビロンなどの急性毒性試験を行い、例えばステビロンの急性毒性試験は六週令のSTD-day系マウスを用いてのLD<sub>50</sub>は一六g/kg以上であることが認められている。

ステビア及びステビオサイドの妊娠抑制効果は一九六八年 Planas<sup>(5)</sup> が論文で発表して以来、各方面で問題とされたが、この効果については Planas の協力者である Kuc が後の試験ではこの効果を確認することができなかったとしている。この他にも妊娠抑制効果は Dr. N. Farnsworth を始め欧米の研究者によっていづれも否定されている。

明石ら<sup>(16)</sup> も急性毒性、亜急性毒性試験と妊娠抑制効果について試験を行い、ステビア抽出物の安全性が高いこと、妊娠抑制効果のないことを発表している。ステビオサイドの女性ホルモン作用についても、すでに報告されている<sup>(17)</sup>。

ステビオサイドを幼若雌ラット五匹に三日間皮下注射を行い、その結果いづれのラットも陰開口が認められず、子宮重量はステビオサイド五〇・九mgの投与では対照と有意差が認められず、卵胞ホルモン作用を有しなかった。

また、黄体ホルモン作用は生後五週、体重七五〇gの雌ウサギを用いて行った

結果、ステビオサイド二五〇mgでは黄体ホルモン作用を認めることができなかった。

このようにステビオサイドの安全性は国内外で種々報告され、安全性はほぼ確認されており、今後は他の天然物と同様に慢性毒性試験を行う必要がある。

## 用途

＊糖類甘味料の味質改善、甘味強化  
食品の天然甘味料として使用されているしよ糖、ブドウ糖、果糖などの糖類甘味は、甘味および残り味の物足りなさなどの味覚上の問題、焦げ、発酵性、吸湿性、褐変化などの物理上の問題が食品によっては呈される。

この問題が呈される食品には、糖類甘味料とステビア甘味料を併用し、糖類甘味料の味質改善、また甘味を強化して甘味を付与する方法が最適である。

しよ糖にステビア甘味料を有効利用しその味質改善、甘味強化効果を呈味曲線図で示せば図-3 のようになる。

△食品処方例▽

○清涼飲料水(グレープ・製品一八〇ℓ)

しよ糖	二二g
ステビアロール	一五〇g
酒石酸	二三〇g
クエン酸	一六〇g
クエン酸ナトリウム	五〇g
1/2濃縮ブドウ果汁	三・六ℓ

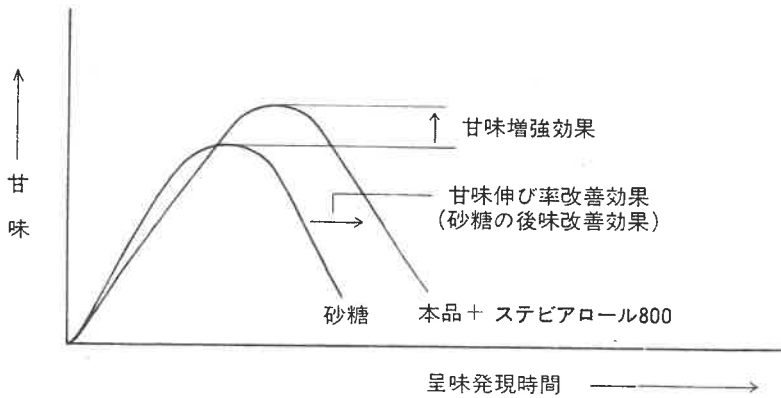


図-3 糖類甘味料の呈味改善曲線

グレープフレーバー	二〇〇ml
合成保存料	規定量
○粉末飲料	
無水結晶ブドウ糖	五kg
グラニュー糖	一一kg
ステビアロール	二六〇g
クエン酸	三七〇g
クエン酸ナトリウム	四〇g
色素	適量

＊甘草甘味料の呈味改善  
甘草甘味料は食塩含有食品などの塩か

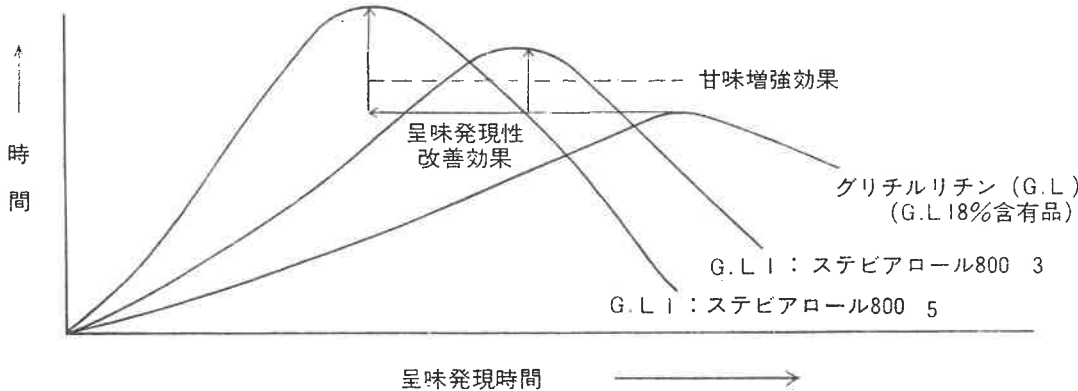


図-4 甘草甘味料の呈味改善曲線

ら味緩和剤として量的に使用され、その経済性において甘草甘味料、ステビア甘味料よりも優れているが、調味料、調味液などに有効利用する場合、その独特の呈味性を考慮する必要がある。

甘草甘味料のすぐれた塩から味緩和効果、経済性を食品甘味として利用するには、自ずからその呈味質を改善しなければならぬ。

この呈味質改善にはステビア甘味料が非常に有効で、ステビア甘味料の呈味改善効果により、これまで得られなかった新しい呈味質が得られ、食品に良質の甘味を経済的に付与することができ、しかも塩から甘緩和効果も期待することができる。呈味改善効果を呈味曲線図で示せば図-4 のようになる。

△食品処方例▽

昆布佃煮 (製品70kg)	
しょう油	400g
調味糖M	400g
ステビアロール800	600g
グルタミン酸ナトリウム	2000g
リンゴ酸	300g
ソルビット液	80g
しょう糖	6・2kg
動物性調味料	2000g

＊しょう糖使用量の置き換え参考例

甘草甘味料の呈味質をステビア甘味料で改善した新しいタイプの天然甘味料製剤 (ステビアリチンM) で、現在のしょう糖使用量をしょう糖の味覚上、物理性質上の問題が呈される食品において、しょう糖量を置き換える方法例として、しょう糖使用量50%を置き換える場合、ステビアリチンMをしょう糖量を使用すればよい。この方法は、すでに漬物、しょう油

佃煮、珍味、冷菓、菓子、練製品、低カロリー食品などに利用されている。

◇ ◇ ◇

天然ステビア甘味料は具体的に食品加工業界などの甘味料として使用され始めて、まだ日も浅いが、原料植物の栽培研究、甘味成分の抽出技術、甘味料の用途開発と実績において、日本が最も進んでいる。今後、ステビア甘味料が新しい天然甘味料としての位置を築くには栽培、食品加工業者、甘味料メーカー、公的試験研究機関などの関係者のより一層の理解と協力が必要である。

特に、最近ステビア甘味料の健全な発展を図ることを目的として、ステビア懇和会の設立と、その積極的な活動が行われていること。また日本食品添加物団体連合会によりステビア甘味料の自主規格が作成されたこと、非常に望ましい材料である。

参考文献

- 1) Mosetig, E., Begliner, U., Dolder, F., Lichti, H., Quitt P., & Waters, J. A. (1973) J. Am. Chem. Soc., 85: 2305
- 2) 大友真理子, 山崎明美, 船場亭子 青藤美香, 栄養のしおり, 24 (1976)
- 3) 神田博史, 笠井良次, 山崎和男, 村上国子, 田中治, 日本薬学会第96年会講演要旨集, 第2分冊, 274 (1976)

- 4) 上野純子, 三橋博, 住田哲也, 日本薬学会第96年会講演要旨集, 第2分冊 254 (1976)
- 5) 守田豊重, 藤田功, 岩村淳一, 特願昭 50-67335
- 6) 三橋博, 上野純子, 住田哲也, 薬学雑誌, 95, 127 (1975)
- 7) 坂本, 神田博史, 村上国子, 田中治, 薬学雑誌, 95, 1507 (1975)
- 8) 神田博史, 笠井良次, 山崎和男, 村上国子, 田中治, Phytochemistry, 15, 981 (1976)
- 9) 宮崎, 金松, 渡辺, Jap. J. Trop. Agr., 17, 157 (1974)
- 10) 林輝明, 野田, 公開特許公報, 75-67192
- 11) 藤田正夫, 藤田功, 守田化学工業株式会社, ステビア甘味成分定量資料 (1976)
- 12) 守田豊重, 藤田正夫, 守田化学工業株式会社, ステビア甘味成分定量資料 (1976)
- 13) Pomaret, M. Lavielle, R., Bull. Soc. Chim. Boil. 13, 1248 (1931)
- 14) 片山修, 住田哲也, 林絃司, 三橋博, ステビア実用化研修開発データ (1976)
- 15) Planas, G. M. and Kue, J., Contraceptive Properties of Stevia Rebaudiana. Science 162, 1007 (1968)
- 16) 明石春雄, 横山幸雄, 食品工業, 18, 34 (1975)