



糖尿病と機能性食品

5. 砂糖代替甘味料：羅漢果（ラカント）

村田 雄司 鈴木 靖志

サラヤ株式会社 バイオケミカル研究所

Functional food Vol.2 No.1:32-38, 2008 別刷



フジメディカル出版
FUJI MEDICAL PUBLISHING

〒530-0035 大阪市北区同心 2-4-17 サンワビル
TEL. 06-6351-0899 FAX. 06-6242-4480

5. 砂糖代替甘味料：羅漢果（ラカント）

村田 雄司 鈴木 靖志

サラヤ株式会社 バイオケミカル研究所

わが国は世界有数の長寿国となっている反面、急速な高齢化に伴う生活習慣病、なかでも糖尿病患者数の増加が社会問題となっている。糖尿病の食事管理には、血糖値に影響を与えない砂糖代替甘味料の利用が有効であるが、現状は化学合成された合成甘味料が大半を占めている。植物由来の甘味料の欠点は甘味質が不十分なことであるが、羅漢果に含まれる甘味成分は、砂糖の甘味質に酷似することを見出した。そこで、羅漢果の甘味成分とエリスリトールを配合し、糖尿病・肥満症患者を対象とした植物由来のゼロカロリー甘味料（砂糖代替甘味料、ラカント）の工業生産に応用した。羅漢果には抗酸化作用、血糖値上昇抑制作用、抗糖尿病作用等が見出され、生活習慣病の予防と治療に幅広く役立つことが期待される。

●キーワード

砂糖代替甘味料、羅漢果、ラカント、抗糖尿病作用、糖尿病

はじめに

生活習慣病のなかでも糖尿病患者の増加率は特に高く、国内的にも大きな問題である。糖尿病の予防管理の基本としては、摂取エネルギーと栄養バランスを考慮した食事管理の徹底が挙げられる。食事管理においては、血糖値に影響を与えない砂糖代替

甘味料の利用が有効である。近年の砂糖代替甘味料のほとんどは化学的に合成された高甘味度甘味料であり、きわめて多くの食品に利用されている。一方、植物性の甘味料は、天然由来原料として注目されるが、甘味質が不十分な面が、商業的な利用における問題点としてつきまとう。

このような背景から、植物性で味質の優れた砂糖代替甘味料を開発するために、羅

漢果の甘味成分に注目した。羅漢果の甘味物質の抽出技術、甘味特性の検討、薬理作用研究を行い、糖尿病・肥満症患者を対象とした植物由来のゼロカロリー甘味料（砂糖代替甘味料、ラカント）の工業生産に応用した。

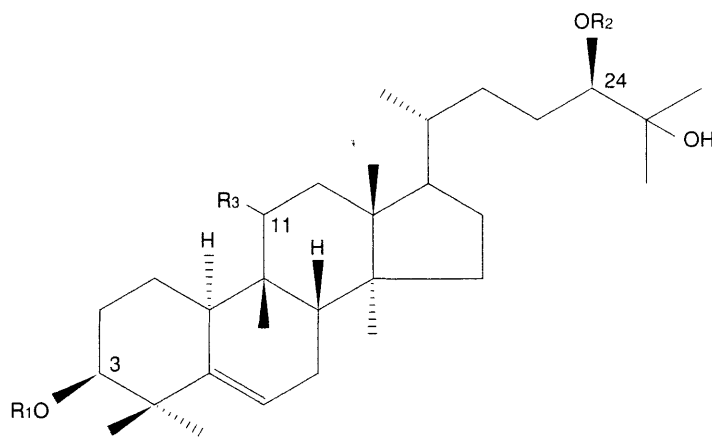
1 羅漢果の甘味成分および甘味質

羅漢果〔Lou Han Guo 学名; *Siraitia grosvenorii* C.Jeffrey ex A.M.Lu et Zhi Y.Zhang (*Momordica grosvenori* Swingle)〕はウリ科に属する多年生草本で、主に中国広西省桂林市で栽培されている。羅漢果は

保護植物に指定されており、「不老長寿の秘薬」や「門外不出の神薬」とまでいわれる古来から珍重されてきた植物である。羅漢果の最大の特長はその甘味成分にあり、砂糖の約300～400倍もの甘味強度を有し、その化学構造はトリテルペン系配糖体（モグロシド類）であることが明らかにされた¹³⁾。

羅漢果の各種トリテルペン配糖体の甘味強度については、Pauliの全系列法を用いて評価したところ、羅漢果の主要甘味成分であるmogroside Vの甘味強度は砂糖の約380倍、siamenoside Iは約470倍で最も強かった（図1）。

一方、甘味質を構成する8要素（①苦み、



	R1	R2	R3	甘味強度(砂糖=1)
mogroside V	— Glc $\frac{6}{6}$ Glc	— Glc $\frac{2}{6}$ Glc	— OH — H	378倍
11-oxo-mogroside V	— Glc $\frac{6}{6}$ Glc	— Glc $\frac{2}{6}$ Glc	— O	68倍
mogroside IV	— Glc $\frac{6}{6}$ Glc	— Glc $\frac{2}{6}$ Glc	— OH — H	300倍
siamenoside I	— Glc	— Glc $\frac{2}{6}$ Glc	— OH — H	465倍
mogroside III	— Glc	— Glc $\frac{2}{6}$ Glc	— OH — H	195倍

Glc; β -D-glucopyranosyl

図1 羅漢果トリテルペン配糖体の化学構造と甘味強度

②後引き、③しつこさ、④くせ、⑤渋味、⑥刺激、⑦すっきり感、⑧まろやかさ)について官能的に評価した。図2は、甘味質の8要素の評価点数を軸上にプロットし、このプロットを互いに結んで八角形を描いてレーダーチャートに表したものである。レーダーチャートから算出した面積値(八角形の面積値を計算で求めた)についても記載した。プロットは外側に位置するほど(ポイント数が高い)甘味質が劣り、内側に位置するほど(ポイント数が低い)甘味質が良好であることを意味している。また、これらのプロットで囲まれる面積値につい

ては、甘味質が総合的に良好であるほど低値を示すことになる。

羅漢果トリテルペン配糖体(mogroside V, 11-oxo-mogroside V, mogroside IV, siamenoside I, mogroside III)は、味覚の8要素のいずれについても、砂糖の甘味質に近く、代表的な人工甘味料であるサッカリンナトリウムおよび植物甘味料であるステビア抽出物(レバウディオサイドA)や甘草抽出物(グリチルリチン酸ジカリウム)と対比しても、総合的に良質な甘味特性を有することが確認された⁴⁾(図2)。

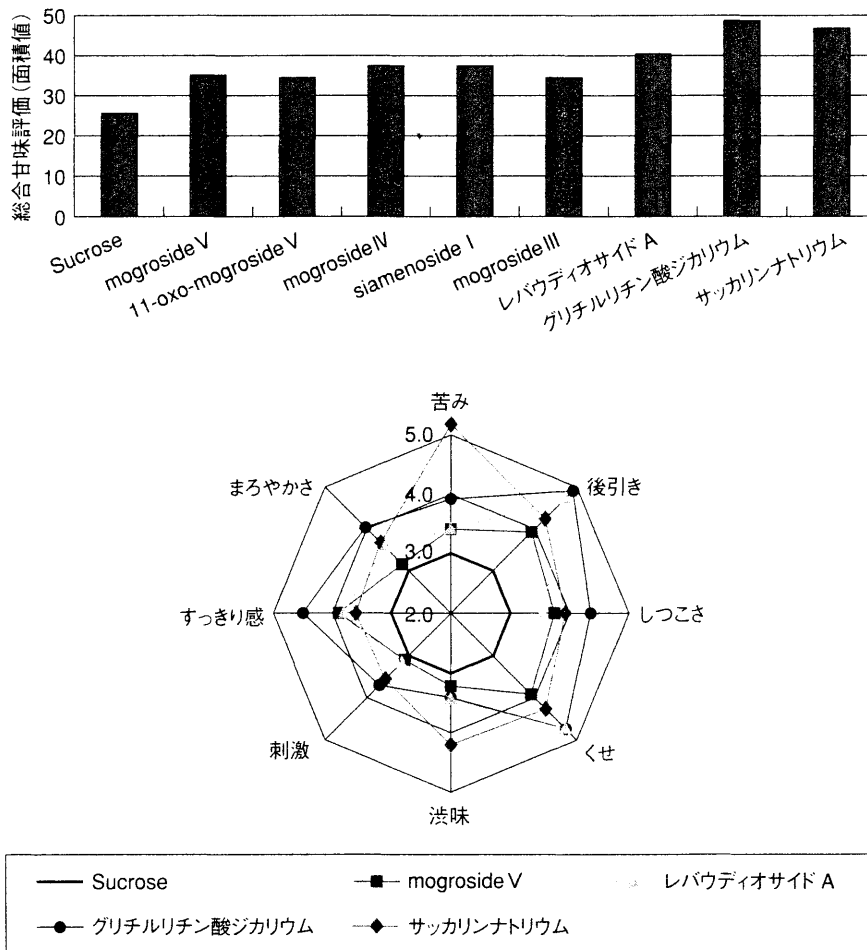


図2 各種甘味物質の甘味質評価に対するレーダーチャートおよび総合甘味評価

2 羅漢果抽出物の薬理作用研究

羅漢果抽出物の薬理作用に関する研究としては、これまで抗動脈硬化作用³⁾をはじめとして、動物モデルを用いた抗発癌作用⁴⁾、抗アレルギー作用⁵⁾などを明らかにしてきた。

さらに、筆者らは糖尿病に対して有効な薬理作用について検討を行ってきた。はじめに、羅漢果抽出物および羅漢果トリテルペン配糖体（mogroside Vの含有率：30.9%）の食後過血糖防止効果についてラットを用いて検討を行った。マルトース負

荷後の血糖値の上昇は、羅漢果抽出物および羅漢果トリテルペン配糖体によって有意に抑制された（図3A, 3C）。一方、グルコース負荷では、血糖値上昇がコントロール群と有意差を認めなかったことから、羅漢果の血糖値上昇抑制作用は、マルターゼに対する特異的な阻害作用であることが示唆された（図3B, 3D）。そこで、マルターゼ阻害活性を*in vitro*系で評価したところ、mogroside Vの分解物であるmogroside IIIに、特に高い阻害効果が確認された⁶⁾。

次に、インスリン分泌不全非肥満型2型糖尿病（NIDDM）のモデルラット（GKラ

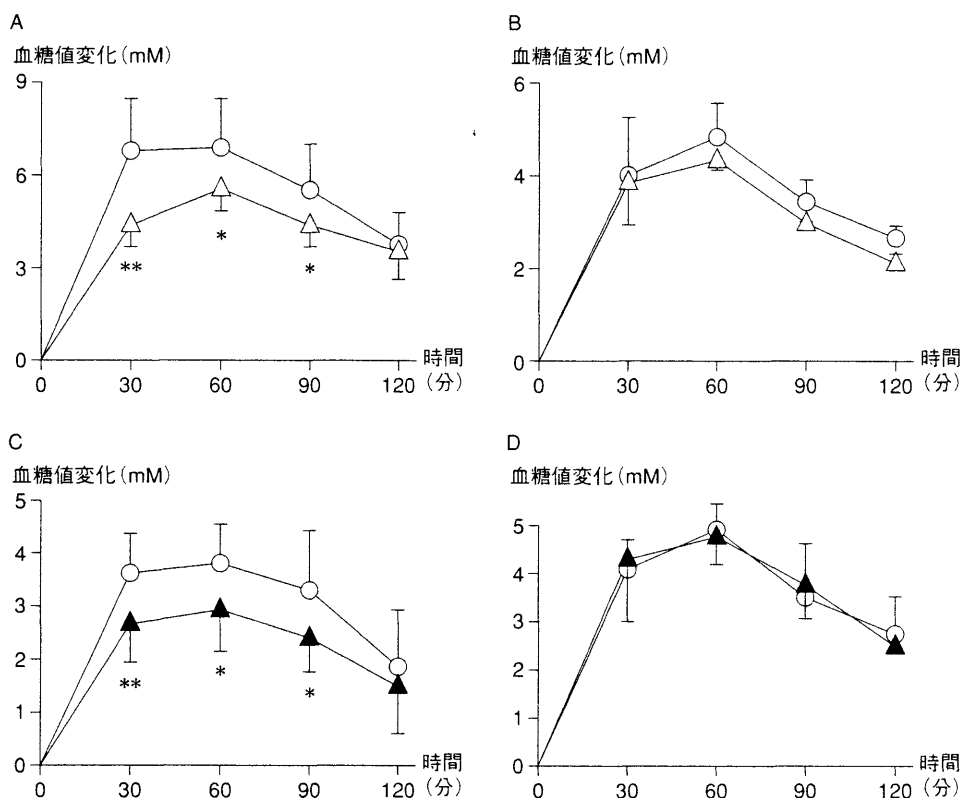


図3 羅漢果の血糖値上昇抑制効果

A, Cマルトース負荷試験。B, Dグルコース負荷試験。16時間の絶食後、マルトースまたはグルコースを2g/kg体重で経口投与した。対照群（○）は蒸留水0.5mL、羅漢果抽出物群（△）は0.1g/kg体重の羅漢果抽出物、羅漢果トリテルペン配糖体群（▲）は0.1g/kg体重の羅漢果トリテルペン配糖体をマルトースまたはグルコース投与の3分前に経口投与した。分散分析により処理群の血糖値を同時間、対照群の血糖値と比較した。

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

ット)に羅漢果抽出物を配合した飼料を与えて90日間飼育し、血糖値に及ぼす影響を検討した⁹⁾。その結果、羅漢果抽出物を与えた群では対照群に比べると試験開始30日以降の血糖値が常に低いことが確認された(図4A)。また、試験開始から50日目にグルコース負荷試験を行ったところ、羅漢果抽出物投与群ではインスリンの分泌反応に改善が認められ(図4B)、試験終了後の膵臓中インスリン含量が有意に上昇していた(図4C)。尿中アルブミン値についても有意に抑制されており(図4D)、腎機能の改善

効果があることが示唆された。さらに、酸化効果の指標として様々な組織におけるチオバルビツール酸反応物質(TBARS)濃度を測定した結果、肝臓および血漿のTBARS値が有意に抑制された(表1)。

これらの結果をまとめると、羅漢果には糖尿病に対して様々な観点から有効な薬理作用があることがわかる(図5)。糖尿病患者においては、特に食後の血糖上昇を抑制し、インスリン抵抗性を改善することが重要である。羅漢果の甘味成分は血糖値や血清インスリン濃度に影響がなく、しかも α

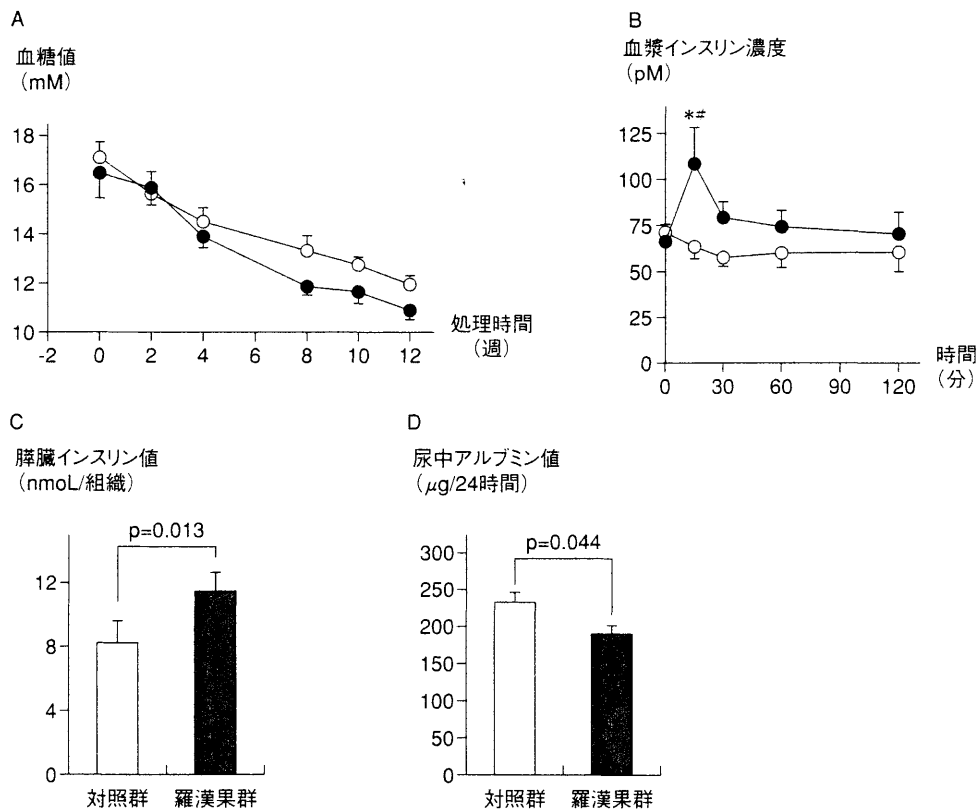


図4 羅漢果抽出物による糖尿病モデルラットの病態改善効果

羅漢果群(●)には羅漢果抽出物0.4%を含む試験食、対照群(○)には羅漢果抽出物をセルロースに置き換えた対照食を給餌した。A:試験期間中の随意血糖値変化、B:試験開始後50日目のグルコース負荷試験結果、C:膵臓インスリン量は試験開始から90日目に測定、D:尿中アルブミン量は試験開始から11、12週目に測定。Bでは分散分析を行った。

* $p < 0.05$: 同時間の対照群と羅漢果群の比較、 $\#p < 0.05$: 同群内、0分値と15分値の比較。C、Dではスチューデントt検定により2群間の差を検定しp値を記載した。

表1 組織ごとのチオバルビツール酸反応物質(TBARS)濃度(nmol/mg)

組織	対照群 (n=10)		羅漢果群 (n=10)		P値
	平均	誤差	平均	誤差	
肝臓	1.55 ± 0.23		0.77 ± 0.02		0.007
血漿	0.146 ± 0.009		0.113 ± 0.014		0.017
膵臓	58.5 ± 2.9		50.8 ± 3.6		0.067
腎臓	0.72 ± 0.08		0.66 ± 0.05		0.309

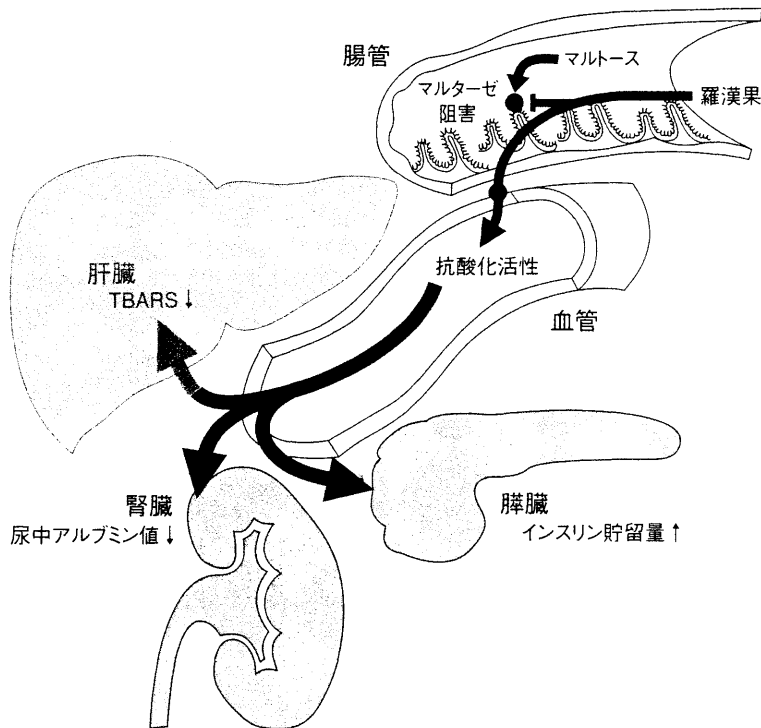


図5 羅漢果の抗糖尿病作用のまとめ

グルコシダーゼ阻害活性を持つことから、糖尿病患者のための砂糖代替甘味料として利用価値が高いと考えられる。さらに、様々な組織における抗糖尿病的な作用を有することから、砂糖代替甘味料としての羅漢果の利用は、糖尿病もしくはその合併症の予防にも効果が期待される。

3 砂糖代替甘味料(ラカント)への応用

高純度羅漢果トリテルペン配糖体の抽出量産技術を確立し、ゼロカロリーの糖アル

コール(エリスリトール)と組み合わせることにより、植物由来のゼロカロリー砂糖代替甘味料(ラカント)を工業レベルで実用化させた。エリスリトールの甘味質は、後味が弱く、先味だけが顕著な清涼感のある甘味を呈するために、その単独利用は、砂糖の甘味質と比較して物足りない。一方、羅漢果の甘味成分の味質は、砂糖よりも「後味」が顕著である。したがって、エリスリトールと羅漢果の甘味成分を併用すると、エリスリトールに不足する後味特性を付与させ、砂糖が有する甘味特性に近似す

ることを見出し、工業レベルでゼロカロリーの砂糖代替甘味料を実用化した。

ラカントを砂糖代替甘味料として被験者に摂取させても、血糖値や血清インスリンへの影響は全く見られなかった¹⁰⁾。糖尿病患者においては、その合併症の予防のうえで糖質摂取の厳しい自己管理が必要であるが、このような観点においても砂糖代替甘味料（ラカント）の利用は有益と思われる。

おわりに

羅漢果に含まれるトリテルペン配糖体は、砂糖に近い甘味質を有することがわかった。さらに、羅漢果には抗動脈硬化作用、抗発癌作用、抗アレルギー作用、抗糖尿病作用が見出され、生活習慣病の予防と治療

にも幅広く役立つことが期待される。羅漢果は食経験も長く、2007年度には食品添加物公定書にも掲載され、その安全性は十分に確立された。摂取した羅漢果の甘味成分は、その大半が糞便として排泄されると考えられている。しかし、微量であっても羅漢果の甘味成分やその分解物の血中への吸収・代謝の過程が明確になれば、これまで得られた薬理作用のメカニズムの解明にもつながるとと思われる。今後の研究の進展により、羅漢果が糖尿病をはじめとする生活習慣病予防に役立つ「神果」となることを期待してやまない。

●筆者プロフィール

村田 雄司 (むらた ゆうじ)

1983年サラヤ株式会社入社、現在、バイオケミカル研究所 研究第四部 部長。大阪府立大学博士(応用生命科学)。

- 1) 竹本常松ほか: 羅漢果の成分研究(第1報)甘味成分の検索. 薬誌103: 1151-1154, 1983
- 2) 竹本常松ほか: 羅漢果の成分研究(第2報)Sapogeninの化学構造. 薬誌103: 1155-1166, 1983
- 3) 竹本常松ほか: 羅漢果の成分研究(第3報)Mogroside類の化学構造. 薬誌103: 1167-1173, 1983
- 4) 村田雄司ほか: 羅漢果配糖体の甘味特性およびその改善. 食科工53(10): 527-533, 2006
- 5) Takeo E et al: Sweet elements of *Siraitia grosvenori* inhibit oxidative modification of low-density lipoprotein. *J Atheroscler Thromb* 9: 114-120, 2002
- 6) Takasaki M et al: Anticarcinogenic activity of natural sweeteners, cucurbitane glycosides, from *Momordica grosvenori*. *Cancer Lett* 198: 37-42, 2003
- 7) Hossen MA et al: Effect of *Lo Han Kuo* (*Siraitia grosvenori* Swingle) on nasal rubbing and scratching behavior in ICR mice. *Biol Pharm Bull* 28: 238-241, 2005
- 8) Suzuki YA et al: Triterpene glycosides of *Siraitia grosvenori* inhibit rat intestinal maltase and suppress the rise in blood glucose level after a single oral administration of maltose in rats. *J Agric Food Chem* 53: 2941-2946, 2005
- 9) Suzuki YA et al: Antidiabetic effect of long-term supplementation with *Siraitia grosvenori* on the spontaneously diabetic Goto-Kakizaki rat. *Br J Nutr* 97: 770-775, 2007
- 10) 坂本美代子ほか: 人工甘味料ラカントの糖尿病患者への臨床応用-ラカントの糖代謝への影響(第2報). 体質学誌60: 122-125, 1998