

# 砂糖と健康に関するエビデンス： 砂糖と肥満，グリセミックインデックス

## 精糖工業会「砂糖と健康」研究プロジェクト

### 1. はじめに

照り焼きやすき焼きなど甘味を加えた香ばしい味付けにみられるように，日本人にとって，お砂糖は料理に欠かせない調味料であり，上白糖のような料理に使いやすい独自の砂糖を作り出してきた。伝統的な和食は長寿である日本人の健康を支える源であり，多様な食材と季節感を活かした盛りつけ，栄養バランスにも優れ，世界遺産(ユネスコ無形文化遺産)にも登録された誇るべき文化である。

その一方で，最近は砂糖など糖質に対して，「糖質制限」「糖質ゼロ」「砂糖不使用」といった言葉や，そのコンセプトに沿って開発された食品を多々目にするようになった。その背景には，砂糖は「太る」「血糖値を上げる」というイメージの拡がりがあるものと思われる。またインターネットや週刊誌の食に関する健康情報には，例えば明らかに誤った砂糖のグリセミックインデックス(GI)の記載，さらには「糖類の危険性」などかなり偏向した情報もみられる。精糖工業会では，砂糖に関して科学的根拠に基づく正確な情報の発信を目指して取り組んでいる。本稿では，砂糖(またはその主成分としてショ糖)の肥満への影響やGI値について誌面をお借りしてわれわれの考えを述べたい。

### 2. 肥満への影響

ショ糖などの糖類の摂取は肥満の原因となるのか，長年議論されてきた課題である。後述の通り肥満は糖尿病など多くの疾患と深く関わっており，世界的にその対策が求められている。世界保健機関(WHO)は，2015年に公表したガイドライン「成人と小児における糖類の摂取」<sup>1)</sup>の策定にあたり，肥満との因果関係を明らかにすべく，系統的な文献調査(システマティックレビュー)を実施した<sup>2)</sup>。WHOは調査対象の糖類を，食品に添加するすべての単糖類や二糖類，はちみつ，果汁類などとし，これらを「フリーシュガー」と呼び定義した<sup>1)</sup>。これらは甘味付けに添加されるものと理解しても差し支えないだろう。フリーシュガーの代表的な単糖類，二糖類は，果糖ぶどう糖液糖などの異性化糖，ショ糖，乳糖，麦芽糖などである。PUBMEDなどのデータベース検索により抽出された約1万7000件の文献から，目的に資する68件の無作為化臨床試験やコホート研究が選択され，各研究のデータを統合するメタ解析などが行われた<sup>2)</sup>。

#### 1) WHOのシステマティックレビューから わかったこと

成人に関する文献調査では，まず普段の食事に対してフリーシュガーを多く含むような食品，飲料を毎日自由に摂取してもらった時

の体重への影響、あるいは反対にフリーシュガーをあまり含まない食事を勧めたときの体重への影響について調べられた。このなかには日々の自由な食事にプラスして加糖飲料を毎日1L摂取してもらった時の影響を調べたような、われわれ日本人にとっては極端な食習慣と感じられる研究も含まれていた<sup>3,4)</sup>。

フリーシュガーの重要な影響として、フリーシュガーに囲まれて自由に飲食を行う食事を続けることで、1日の摂取エネルギーが10～20%増えることを多くの研究が示していた。体重への影響は、有意な差がなかった研究も少なくないが、全体としては一定の影響がみられ、研究データを統合したメタ解析により、フリーシュガーを減少させた場合は、有意な体重減少効果 $-0.80\text{kg}$  (95%信頼区間 $-0.39\sim-1.21$ ,  $p<0.001$ )、フリーシュガー摂取を増加させた場合は、有意な体重増加効果 $0.75\text{kg}$  (95%信頼区間 $0.30\sim1.19$ ,  $p=0.001$ )が示された(図1)。それでは摂取エネルギーが変わらなければ、フリーシュガーを多く摂取しても体重には影響しないのだろうか？食事中のでんぷんをショ糖や果糖に置き換えた研究などをメタ解析した結果は、体重が変化しないことを示した(群間差 $0.04\text{kg}$ , 95%信頼区間 $-0.04\sim0.13$ )。

一方、小児の研究については、有効な臨床試験の報告がなかった。それよりも科学的根拠が弱いコホート研究(5件)を統合した結果として、1年間以上加糖飲料を毎日摂取する小児は、まったくあるいはほとんど摂取しない小児と比較して、過体重や肥満となるリスクが1.6倍高いことが示された(オッズ比1.6, 95%信頼区間:  $1.3\sim1.8$ )。

## 2) まとめ

WHOガイドラインの肥満に関する論文からは、1日の総エネルギー摂取量の増加が体重増加の要因であることが示されていた。また、一日の総エネルギー摂取量を変えず、フリーシュガーを増加させても体重は増加しな

いことが示されていた。

一般的に砂糖は「太る」とのイメージがあるが、肥満は砂糖自体ではなく、食事全体からの総エネルギー摂取量が関与するところが大きいと考えられる。

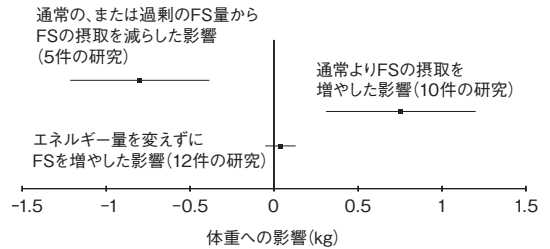


図1 フリーシュガー(FS)摂取の増減が体重に与える影響メタ解析による平均値差(95%信頼区間)

## 3. グリセミックインデックス(GI)

### 1) 血糖と糖尿病, グリセミックインデックス

食物中の炭水化物は消化酵素によって分解されてブドウ糖や果糖になり、腸で吸収される。吸収されたブドウ糖は血液に乗って肝臓のほか全身の末梢組織に運ばれ、身体の活動に不可欠なエネルギー源となる。血糖とは、血液中のブドウ糖であり、体の中でエネルギー消費量の多い脳は常に一定量のブドウ糖供給を受ける必要があるため、血糖値の範囲はホルモンによって巧妙に調節されている。食事により得たブドウ糖に対して、膵臓は血中にインスリンを分泌し、肝臓や筋肉など末梢組織のブドウ糖取り込みと貯蔵糖質であるグリコーゲンの合成を促す。インスリンは血糖値を下げる働きがある唯一のホルモンである。グリコーゲンとして貯蔵できる量を超えるブドウ糖は、脂肪組織に取り込まれ脂質として貯蔵される。一方、身体活動により消費されるブドウ糖を補給するため、グリコーゲンから血中にブドウ糖が供給される。グリコーゲンが枯渇した状況では、血糖を維持するため、筋肉のタンパク質や脂肪組織の脂質が分解されて、アミノ酸やグリセ

ロールから糖新生が起こる。

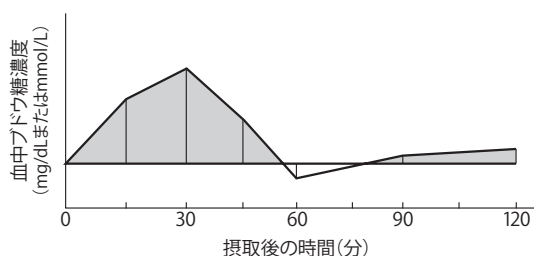
Ⅱ型糖尿病は、主に肥満が原因で末梢組織のインスリン感受性が低下する、あるいは膵臓のインスリン分泌能が低下することで、慢性の高血糖状態となる疾患である。高血糖の慢性化は、血管の損傷や詰まりによる血流の滞りを招く。これによって臓器の機能障害が発生し、毛細血管の多い腎臓や眼などでは特に顕著な症状(糖尿病の合併症)が現れる。高血糖でブドウ糖供給が十分であるのに、細胞はブドウ糖をうまく利用できずエネルギー不足にあり、倦怠感のほか、タンパク質の分解による糖新生が亢進することで体重は減ずる。わが国の「糖尿病診療ガイドライン2019」では、細胞のインスリン感受性の低下(インスリン抵抗性)の改善には、第一に肥満の改善が重要としている<sup>5)</sup>。一方、高血糖を回避するために、細胞が処理できる範囲のブドウ糖量に食事内容をコントロールする考え方がある。また食品に含まれる利用可能な炭水化物量が同じでも、食品ごとに血糖の上がり方は異なる。グリセミックインデックス(GI)は食品ごとの血糖上昇量を数値化し比較する試みとして、1981年にカナダの研究者が報告した手法である<sup>6)</sup>。

## 2) グリセミックインデックス (GI) の測定法

2010年にGIの測定法は、国際標準化機構(ISO)によって「ISO 26642: 2010」として国際規格となった<sup>7)</sup>。その概要は、表1の通りである。図2に示すように基準食(ブドウ糖)および試験食を摂取後の血糖濃度変化から各々の血糖曲線下面積(AUC)を計算し、基準食に対する試験食のAUC比を百分率であらわしたものがGIである。なお基準食に白パン(white bread, 日常的な「食パン」と同等)を用いた報告もある。ブドウ糖基準のGIに換算する場合は、係数0.71を用いて「ブドウ糖GI×0.71=白パンGI」に従って算出できる。

オーストラリア・シドニー大学の研究グ

ループは、1981～2007年までに発表されたGIに関する論文等を対象に、さまざまな食品のGIに関する研究データを検索・収集し、その結果を2008年に報告した<sup>8)</sup>。現在それらはデータベース化されて、ウェブでも公開されている(<https://www.glycemicindex.com>)。



摂取前の血中ブドウ糖濃度をベースラインとし、ベースライン濃度を上回った部分(グレー部分)の面積を計算する(下回った部分は除外)。基準食に対する試験食の面積比を百分率で表したものが、グリセミックインデックスである。

図2 食後の血糖上昇曲線とGIの求め方

表1 グリセミックインデックス(GI)の測定法(ISO 26642: 2010)の要点

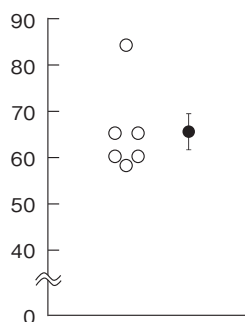
- ・被験者は健常者であり、10人以上参加のこと
- ・試験食に含まれる「利用可能炭水化物量<sup>\*</sup>」は、基準食(ブドウ糖50g)と同じ量とすること
- ・被験者は、基準食試験を2回(望ましくは3回)行うこと
- ・食後120分まで採血を行って得られた血糖曲線下面積より算出する

<sup>\*</sup>利用可能な炭水化物量とは、炭水化物として血流に吸収され、血糖を上昇させる能力があるものを指し、難消化性デンプンや糖アルコール、ポリデキストロース、難消化性オリゴ糖は含まない。

被験者が摂取することが困難など、試験食の利用可能な炭水化物量を減らす必要がある場合は、25gとする

## 3) ショ糖のグリセミックインデックス (GI)

ショ糖はブドウ糖と果糖から構成される二糖である。小腸上皮の酵素により分解されて、単糖類として吸収されるので、ショ糖のGIは、ブドウ糖と果糖のGIの合算としてイメージできる。果糖のGIは非常に低いゼロではなく、15と報告されている<sup>8)</sup>。シドニー大学の研究グループは、健常者を対象として実施された6件の臨床試験データから、ショ



○: 被検者が8人以上で健常者を対象とし、1984～2006年の間に論文発表された6件のデータ<sup>9～12)</sup>  
 ●: 6件の白丸データの平均値±標準誤差を示す

図3 各臨床試験のショ糖のGI値

糖のGIを $65 \pm 4$  (平均±標準誤差)と報告した<sup>8)</sup>。これら6件の各GI値<sup>9～12)</sup>を図3に示したが、ショ糖のGIを84と報告する研究<sup>12)</sup>も含まれており、報告値に幅が認められた。GIのばらつきに関しては、ブドウ糖に対する白パンのGIを同じ被検者で3回測定した時の変動率が報告されている<sup>13)</sup>。筆者らの試算では、被験者14名の変動率の平均値は35%と大きく、GI値の再現性はそれほど高くないと思われる。従って、できるだけ複数の臨床試験のGI値を集めて、それらの平均値を得た方が信頼性は高いと考えられる。シドニー大学が採用したショ糖に関する6件の臨床データは、被検者数が少ないなど現在の国際規格の基準を満たさない点があったものの、6件の平均であることより、信頼性の高い値と考えられる。

市販されている砂糖製品には、ショ糖含量や水分含量が異なるグラニュー糖や上白糖、三温糖、黒糖などがある。製品中の炭水化物の大半がショ糖であること、そして黒糖などに4%程度含まれる灰分がGIに及ぼす影響は無視できる程度と思われるため、これら砂糖製品のGI値はショ糖のGI値の65とほぼ同程度とみて差し支えないと考えられる。ちなみに日本食品成分表2019七訂に記載されている炭水化物含量は、グラニュー糖(100)、上白糖(99)、三温糖(99)、黒糖(90)である<sup>14)</sup>。

砂糖はあくまでも調味料であり、その摂取量はおのずと限られるものではあるが、GIが70前後とされる白米や食パンといった主食と比較しても、同程度かやや低めである。なおGIの国際規格では、食品を低GI ( $\leq 55$ )、中GI (55～70)、高GI ( $70 <$ )の3つの等級に分類している。これに当てはめると、いずれの砂糖製品も中等級に分類されると考えられる。

GIは指標としてわかりやすく、GIを意識した食生活は比較的实践しやすいようである。しかしその効果に関しては、糖尿病の予防効果がある程度期待できるものの、けっして万能なものではないこと<sup>15)</sup>、また糖尿病患者が低GIの食品を選択することの有効性は認められなかった、との報告も多く、先の糖尿病診療ガイドラインも、現時点では糖尿病患者の食事療法に積極的に取り入れるような十分な根拠はない<sup>5)</sup>、としていることを付記したい。

#### 4. おわりに

本稿で示した科学的根拠からも分かるように、砂糖は肥満や不健康の原因と結びつけるのは、早計であろう。厚生労働省は「日本人の食事摂取基準2015」において、タンパク質と脂質の必要摂取量から炭水化物の摂取量を総エネルギー摂取量の50～65%としている。私達の周りには「低炭水化物ダイエット」など健康に関するさまざまな情報に溢れているが、「過ぎたるは猶及ばざるが如し」で、問題とされている。砂糖を含め炭水化物は、元気に活動する上で効率の良いエネルギー源であり、バランスの良い食事と適度な運動を心がけることが、やはり健康の基本と考える。

## 参 考 文 献

- 1) World Health Organization: Guideline: sugars intake for adults and children :  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149782/1/9789241549028\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149782/1/9789241549028_eng.pdf) (2015)
- 2) Te Morenga L, *et al.*: *BMJ*, **346**, e7492, <https://doi.org/10.1136/bmj.e7492> (2013)
- 3) Reid M, *et al.*: *Br. J. Nutr.*, **97**, 193-203 (2007)
- 4) Reid M, *et al.*: *Appetite*, **55**, 130-136 (2010)
- 5) 日本糖尿病学会：『糖尿病診療ガイドライン2019』, (南江堂, 2019)
- 6) Jenkins DJ, *et al.*: *Am. J. Clin. Nutr.*, **34** (3), 362-366 (1981)
- 7) International Organization for Standardization, ISO 26642: Food products — Determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for food classification (2010)
- 8) Atkinson FS, *et al.*, *Diabetes Care*, **31**, 2281-2283 (2008)
- 9) Lee BM, *et al.*: *Eur. J. Clin. Nutr.*, **52**, 924-928 (1998)
- 10) Matsuo T: *Tech. Bull. Fac. Agr. Kagawa Univ.*, **55**, 57-61 (2003)
- 11) Walker ARP, *et al.*: *Hum. Nutr. Clin. Nutr.*, **38C**, 215-222 (1984)
- 12) Yang YX, *et al.*: *World J Gastroenterol*, **12** (21), 3430-3433 (2006)
- 13) Vega-López S, *et al.*: *Diabetes Care*, **30**, 1412-1417 (2007)
- 14) 医歯薬出版編：『日本食品成分表2019 七訂』, (医歯薬出版, 2019)
- 15) 佐々木 敏：『データ栄養学のすすめ』, (女子栄養大学出版部, 2018)

---

### 精糖工業会「砂糖と健康」研究プロジェクト

砂糖と健康に関する正しい知識の普及を目的として、2017年10月に精糖工業会内に本プロジェクトが設置された。以降、砂糖と健康に関する様々な情報に関して、科学的視点から調査研究を実施している。