

グルコン酸およびその塩類の特徴・機能について

永井 照和

グルコン酸は、1878年にBoutrouxによって乳酸発酵中に発見され、日本では1962年に食品添加物に指定された(鈴木ら, 1999)。

グルコン酸は、多くの天然の食品中に存在する有機酸で、ハチミツやローヤルゼリーにも含まれている。特に、ローヤルゼリーには1.4%(越後ら, 1982)とハチミツの0.3%に比べて約5倍の多量のグルコン酸が含まれている。ハチミツに含まれる有機酸の約70%がグルコン酸であること(越後ら, 1974)から、弊社では、グルコン酸を『ハチミツ酸』と名付けている。

ハチミツやローヤルゼリー以外にも、大豆、米、しいたけや、ワイン、酢、味噌、醤油等の発酵食品にもグルコン酸が含まれていることがわかっている(表1)。

グルコン酸は、ブドウ糖を酸化すると生成する有機酸(図1)で、食品添加物として認可されている酸の中で唯一の糖酸である。有機酸でありながら、ブドウ糖と類似した構造をしているため、トレハロースやオリゴ糖等の糖類と似た機能を有すると思われる。

弊社は、医薬品で培った発酵技術を応用し、食品添加物に認可される2年前の1960年頃からグルコン酸類の生産を開始した。その後、数々のグルコン酸類の機能・用途の発見および拡大により、現時点では世界トップクラスの生産・販売量を誇っている。さらに国内だけでなく、米国にも生産・販売拠点を持ち、グルコン

表1 各種食品のグルコン酸量(%)

ハチミツ	0.3	ローヤルゼリー	1.4
大豆	0.04	米	0.01
しいたけ	0.02	ワイン	0.02
貴腐ワイン	0.16	酢	0.3
味噌	0.1	醤油	0.02

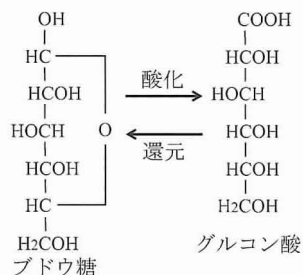


図1 ブドウ糖とグルコン酸の関係

酸ビジネスをグローバルに展開している。

「グルコン酸」がカタカナ名であるため、石油化学製品と誤認されやすいが、弊社では、ハチミツ等にも多く含まれているブドウ糖を原料に、発酵法により生産している。グルコン酸およびその塩類の大まかな製造工程は、図2の通りである。

グルコン酸類の特徴・機能

1 グルコン酸の特徴・機能

①不揮発酸である

揮発性でないことから、食品のpHの安定化、酸味の長期保持に適する。

②酸味度の低い有機酸である

酸味度はクエン酸を100として表すと29~35と1/4~1/3である(表2)。酸味の質もマイルドで、食品が本来持っている味に影響を与

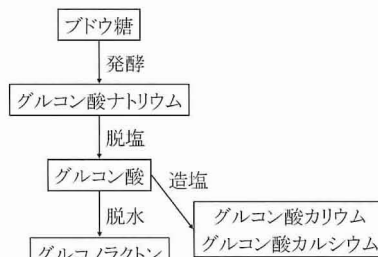


図2 グルコン酸類の製造工程

表2 グルコン酸と各種有機酸の呈味比較 (古川ら, 1969)

グルコン酸	29~35	おだやかで爽快な酸味 まるみのある柔らかな酸味
リンゴ酸	128~137	爽快な酸味
酢酸	115~139	刺激的臭気のある酸味
乳酸	91~96	渋みのある温和な酸味
クエン酸	100	おだやかで爽快な酸味

えずに pH を低く保持できるので、pH 調整剤としては最適である。ハチミツの pH が低いにもかかわらず酸味がマイルドなのは、このグルコン酸が寄与していると思われる。

③ほとんど小腸で吸収されない

一般に有機酸は、小腸で吸収されるが、「腸管ループ法」での吸収試験では、ブドウ糖が100%吸収されたのに対して、グルコン酸は、最大で20%しか吸収されなかった(表3)(Asano et al., 1994)。このことから、グルコン酸は小腸ではほとんど吸収されずに、大腸へ移行すると考えられる。

④大腸でビフィズス菌を増殖する

グルコン酸は、ビフィズス菌を増やす機能を有することが知られている唯一の有機酸である。ビフィズス菌は、人の健康にきわめて大切で、その働きとして次のことがあげられている(光岡, 1983; 1989)。

- (1) 腸内の腐敗産物の生成を抑制する
- (2) ビタミン B 群を作り出す
- (3) 腸の運動を促し便秘を防ぐ
- (4) からだの免疫力を高める

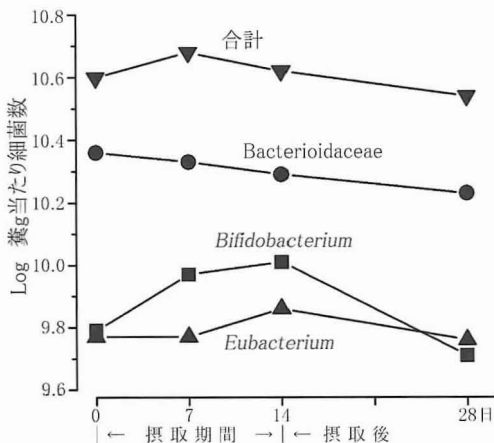


図3 グルコン酸カルシウム摂取による腸内菌叢の変化

表3 腸管ループ法による吸収試験結果

小腸の部位	吸収率 (%)	
	グルコン酸	ぶどう糖
上部	19.9±6.0	100±0.0
下部	11.6±15.2	49.3±7.4

各3匹を使った実験での平均値±標準偏差

(5) 発癌物質の生成を抑制する

このグルコン酸のビフィズス菌増殖機能は、光岡知足東京大学名誉教と弊社の共同研究で発見され、1993年の日本栄養食糧学会で発表された。その後1997年に(財)日本健康・栄養食品協会から、「特定保健用食品の関与する成分」として総合評価書が発行された。

グルコン酸のビフィズス菌増殖機能について、2つの試験結果(浅野ら, 1997)を以下に紹介する。

一つ目は、成人女性15名を対象に、グルコン酸として2g/日のグルコン酸カルシウムを摂取させた結果である。図3に示したように、摂取期間中にビフィズス菌が有意に増加した。

二つ目は、成人女性37名を対象に、グルコン酸として2g/日のグルコン酸カルシウムを摂取させた後の便秘改善効果についてのアンケート結果である。図4に示したように、排便回数の増加および便秘の解消といった便秘の改善効果が認められた。

これらの試験により、大腸へ移行したグルコン酸が、ビフィズス菌を増やし、便秘の改善に寄与することが確認された。

2 グルコノラクトンの特徴・機能

①水に溶かすと徐々にグルコン酸に変化する

非含有	2.0g/日	非含有	左図のようにグルコン酸を含むオレンジジュースを飲用
7日	14日	7日	

Q1 便秘は解消しましたか? Q2 排便回数は増えましたか?

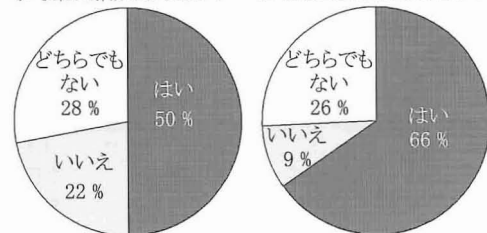


図4 便秘改善効果に対するアンケート結果

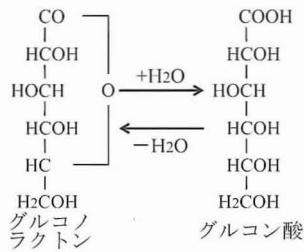


図5 グルコノラクトンとグルコン酸の関係

水に溶かすと加水分解し、徐々にグルコン酸に変化する(図5)。加熱した豆乳・牛乳等へ添加すると、pHがゆっくりと下がるため、豆腐・チーズ等をムラなく均一に凝固させることができる。

②温度、pHの上昇とともに加水分解速度が速くなる

水の存在下で重曹と配合した場合、低温時の炭酸ガス発生率は低く、温度の上昇とともに加水分解速度が速くなり、炭酸ガスの発生率が高まってくる。パン・クッキー等の膨張剤の酸源として使用すると、温度の上昇とともに重曹と徐々に反応し、均一な気泡を含む食感の良い製品に仕上がる。

3 グルコン酸塩類の特徴・機能

グルコン酸の塩類としては、グルコン酸カルシウム、グルコン酸ナトリウム(商品名:ヘルシャスA)、グルコン酸カリウム(商品名:ヘルシャスK)等がある。

①グルコン酸カルシウムの特徴・機能

カルシウム化合物の中では水に溶けやすく、飲料・ドリンク剤等の液状製品の利用にも適したカルシウム強化剤である。また、表4に示したように、他のカルシウム化合物と比べ、匂

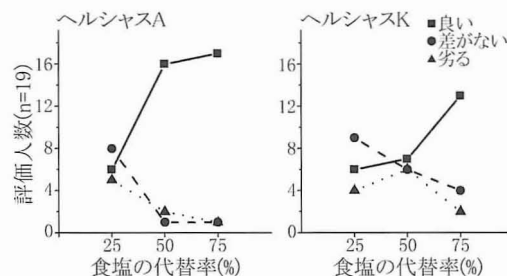


図6 ヘルシャスA・Kのイワシシルの呈味改善効果

表4 各カルシウム塩の閾値(味を感じる最少濃度)比較

カルシウム剤	閾値 (%)	閾値のCa濃度 (mg)
グルコン酸カルシウム	0.25	22.3
乳酸カルシウム	0.12	15.6
パントテン酸カルシウム	0.11	9.2
グリセロリン酸カルシウム	0.10	19.1
プロピオン酸カルシウム	0.05	9.8

い・苦味が少なく、添加量を多くしてもそれらを使用する製品の味に悪影響を与えないカルシウム剤である。

②ヘルシャスA・Kの特徴・機能

ヘルシャスA・Kは、呈味改善・臭いのマスキング・食品の加工機能の代替・pH調整・キレート作用・分散作用等、食品加工に有効な種々の特徴・機能を有していることが確認されている。今回は、現在一番注目を集めている呈味改善・臭いのマスキングについて、イワシシル(魚醤油)に対するヘルシャスA・Kの試験結果(永井, 2001)(試験実施機関: 石川県工業試験場)を紹介する。

a. 呈味改善効果の確認試験

図6に示したように、イワシシルの食塩をヘルシャスA・Kで一部置き換えたところ、代替率が上がるに従って、味が改善された。その改善率は、ヘルシャスKに比べてヘルシャスAの方が高かった。

b. 臭いのマスキング効果の確認試験

図7に示したように、イワシシルに各種風味改善剤を添加したところ、他の風味改善剤に比較し、ヘルシャスA・Kが、アルデヒド類やイオウ化合物の嫌な臭いをマスキングする効果が高かった。

ヘルシャスA・Kには、上記のように塩味の

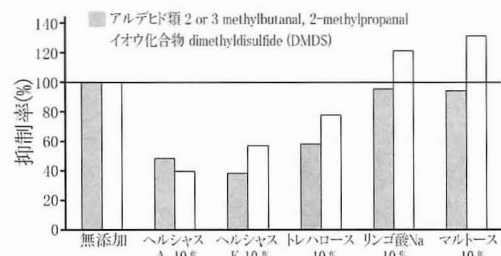


図7 ヘルシャスA・Kのイワシシルの臭いのマスキング効果

質を高めたり、魚臭をマスクングするだけでなく、食品の苦味・辛味・酸味・甘味等の質を良くしたり、和らげたりする呈味改善効果があると同時に、大豆臭・食肉の臭い等をマスクングする機能が確認されている。

グルコン酸類の用途

前項で触れたように、グルコン酸は、通常の有機酸とは異なり多くの特徴・機能を有し、酸味料・pH調整・調味料・豆腐用凝固剤・ミネラル強化剤用途で、図8のような各種食品へ使用されている。

海外においても、カッテージチーズ・フェタチーズの凝固剤、パン生地やピザ生地の膨張剤あるいはシーフードサラダやポテトチップ等につけるソースの酸味料・pH調整剤として使用されている。また、甘味料のサッカリンナトリウムの呈味改善剤としても、米国において使用されている。

今後の展開

1962年にグルコン酸・グルコノラクトンが食品添加物として認可され、1998年には、グルコン酸ナトリウム・グルコン酸カリウムが新たに食品添加物として認可された。さらに、使用基準が限られていた（母乳代替食品用途のみ）グルコン酸亜鉛・銅の使用基準拡大が申請されている。グルコン酸塩類は、食品加工分野において、今後ますます注目を浴びてくるものと予想される。

グルコン酸類の世界トップクラスのメーカーとして、今後とも、腸内のビフィズス菌の増殖機能や減塩効果等の健康付与機能を持ち、食品の味を演出するグルコン酸類の新しい機能の発見・探求を続けていきたいと考えている。

グルコン酸類の特徴・機能は、ハチミツ・ローヤルゼリーの特徴・機能と似通った点が多く存在する。弊社のグルコン酸類についての研究が、グルコン酸を含むハチミツ・ローヤルゼリーの関連業界のお役に立てればと願っている。

(〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-2-10
藤沢薬品工業(株))



図8 グルコン酸類を使用した各種食品

引用文献

- 浅野敏彦ら. 1997. 腸内細菌学雑誌 11:1-9.
 Asano, T. et al. 1994. Microb. Ecol. Health & Disease 7:247-256.
 越後多嘉志ら. 1974. 日本農芸化学会誌 48(4):225-230.
 越後多嘉志ら. 1982. 玉川大農研報 22:67-78.
 古川秀子ら. 1969. 日本食品工業会誌 16(2):63-68.
 鈴木郁生ら. 1999. 第7版食品添加物公定書解説書 D-418.
 光岡知足. 1983. 化学と生物 21:8.
 光岡知足. 1989. Jap. J. Patent Ent. Nutr. 11:1375.
 永井照和. 2001. 食品と開発 36(11):50-51.
 TERUKAZU NAGAI. Properties and functions on gluconic acid and its salts. *Honeybee Science* (2001) 22 (4) : 171-174. Chemicals Division, Fujisawa Pharmaceutical Co., Ltd., 1-2-10, Nihonbashi-Horidomecho, Chuou, Tokyo, 103-0012 Japan.

Gluconic acid was first found in 1878 during the fermentation of lactic acid and approved as a food additive in 1962 in Japan. It is contained in various natural foods such as honey (0.3%), royal jelly (1.4%), soybean (0.04%), rice (0.01%), etc. It is reported that gluconic acid shares about 70% of organic acids in honey. Gluconic acid has many properties and functions: (1) non-volatile acid. (2)mild sourness. (3)increase bifidobacteria in large intestine. Also, its salts, sodium gluconate and potassium gluconate have unique functions: (1)flavor improvement. (2) substitute of salt. (3) pH control. (4) sequestrant. (5)dispersion. Some properties and functions of gluconic acid and its salts look like those of honey and royal jelly. We hope our further research to develop new functions on gluconates contributes to the honey industry.