

有機酸 5 項目の 1 日摂取量について

Dialy Intakes of Five Organic Acids

白石由美子 小塚信一郎 西野 茂幸 山口 敏幸
立野 英嗣 花井 潤師 早川 祥美 清水 良夫
青木 襄 高杉 信男

Yumiko Shiroishi, Shin-ichiro Kozuka, Shigeyuki Nishino
Toshiyuki Yamaguchi, Hidetsugu Tateno, Junji Hanai,
Akihiro Yamaguchi, Yoshimi Hayakawa, Yoshio Shimizu,
Minoru Aoki and Nobuo Takasugi

昭和58年度厚生省食品化学課による「食品添加物生産量、流通量、消費量の総合的把握に関する調査研究」研究班の一員として食品添加物 1 日摂取量方式に基づいて調製された全国 9 都市10機関の試料中の有機酸 5 項目、クエン酸、コハク酸、酒石酸、フマル酸及びリンゴ酸を分析し、1 日摂取量（天然成分を含む）を算出した。検出割合は酒石酸をのぞいては非常に高く、1 日摂取量は最高がクエン酸の 693 mg、最低が酒石酸の 31.2 mg であった。ADI が設定されている酒石酸、フマル酸については体重 50 kg として対比するとそれぞれ 21%、152% にすぎなかった。

1 緒 言

有機酸は天然にも広く存在するが、食品中の主要な呈味成分であるため、食品添加物としても広範囲に使用されている¹⁾

今回、われわれは食品添加物総点検を目ざして行われている厚生科学研究「食品添加物生産量、流通量、消費量の総合的把握に関する調査研究」に参加し、その一環として摂取量の実態を把握するため、有機酸のうちクエン酸、コハク酸、酒石酸、フマル酸、リンゴ酸 5 項目の 1 日摂取量調査を行ったので、その結果を報告する。

2 方 法

2-1 試 料

昭和58年11月に食品添加物 1 日摂取量方式（厚生省食品化学課制定）の食品添加物含有食品別平均喫食量表²⁾によって、全国10研究機関がそれぞれ販売店（大手スーパー、中堅スーパー、中小スーパー、小売店のいずれか）で180種386品目の加工食品を購入し、8群（表1）に分類後、所定の量を秤取して、未調理のまま、0～2.5倍の水を加えホモジナイズし冷凍し、他機関分も冷凍送付をうけて試料とした。

表1 加工食品群及び喫食量

No	群 加工食品大分類	加工食品1人1日喫食量		
		食品種類	食品数	喫食量(g)
1	調味し好飲料	29	79	350.0
2	穀類	16	22	116.1
3	いも, 豆類	7	13	72.5
4	魚介, 肉類	32	72	60.0
5	油脂, 乳類	12	36	60.5
6	砂糖, 菓子類	19	57	49.5
7	果実, 野菜, 海藻類	19	35	37.5
8	その他の加工食品	46	72	26.1
合計		180	386	772.2

2-2 試薬及び装置

2-2-1 N, Oビス(トリメチルシリル)アセトアミド: 東京化成製

2-2-2 ピリジン(シリル化用): PIERCEケミカル社

2-2-3 陰イオン交換樹脂: ダウエックス I × 4

2-2-4 ホモジナイザー: ポリトロン® KINEMATICA GMBH 社製

2-2-5 ガスクロマトグラフ(以下GC)

: 日立163型, FID

2-3 分析方法

分析は公定法に準じて行い, 試料5gから水50mlで有機酸を抽出し, n-ヘキサンで洗浄後そのうち25mlを陰イオン交換樹脂カラム(15mm×100mm)を通し, 0.1N塩酸溶液で溶出し, その5mlを減圧乾固後TMS化してn-ヘキサンで5mlとしFID-GCで測定した。

充てん剤は1.5%, 2%, 5% Silicone SE-30を使用した。

2-4 添加回収試験

各群3試料ずつ行い, 試料中の各有機酸含有量が低い, 不検出のものについては, 添加量がガスクロマトグラム上で10ppmになるように最低添加量を試料中200ppmとし, その他は当所の試料含有量のおおよそ倍量前後になるように1,000ppm又は4,000ppmを添加した。

3 結果と考察

3-1 添加回収率

8群中6群のリンゴ酸が63%とやや低いが, そのほかの群における各有機酸の回収率は100±27%の範囲内でおおむね良好な結果が得られた(表2)。

表2 各有機酸の添加回収率(%)

群 有機酸	1	2	3	4	5	6	7	8
クエン酸	* 127	83	* 94	112	* 116	* 63	** 120	* 88
コハク酸	81	105	94	88	95	83	117	91
酒石酸	115	118	113	100	93	77	127	114
フマル酸	104	98	91	85	109	75	109	87
リンゴ酸	86	80	114	* 85	97	85	* 118	84
添加量	200 ppm 但し *印は1,000 ppm **印は4,000 ppm							

3-2 含有量

分析対象とした5項目の有機酸の検出状況は全

国平均でみると2群, 3群の酒石酸を除いてすべての群から検出された(表3)。

表3 有機酸の群別平均含有量

(単位 ppm)

有機酸群	クエン酸	コハク酸	酒石酸	フマル酸	リンゴ酸
1	896 (750~980)	106 (96~140)	24 (ND~240)	43 (ND~55)	163 (88~220)
2	253 (ND~460)	271 (230~320)	ND	101 (76~110)	262 (65~480)
3	1,400 (1,000~1,600)	83 (64~91)	ND	57 (38~71)	115 (76~160)
4	188 (140~260)	150 (85~370)	45 (ND~45)	81 (62~120)	348 (220~700)
5	1,049 (810~1,200)	52 (13~110)	29 (ND~91)	20 (ND~34)	29 (ND~87)
6	1,342 (820~1,800)	69 (39~100)	128 (48~250)	90 (65~120)	339 (260~410)
7	2,156 (960~3,400)	161 (130~200)	360 (320~420)	67 (45~100)	665 (200~1,200)
8	966 (140~1,600)	147 (110~240)	36 (ND~100)	75 (45~130)	610 (130~840)

但し、個別にみると酒石酸は1群9試料, 2群10試料, 3群10試料, 4群9試料, 5群5試料及び6群8試料の51試料が不検出で検出率は36.3%であり、他の有機酸の不検出分がクエン酸2群1試料, フマル酸1群1試料と5群2試料, リンゴ酸が5群3試料, フマル酸は不検出なしで検出率は少くとも96%以上であるのに比べていちじるしく低かった。

含有量をみると、クエン酸が漬物、缶詰を含む7群にきわだって高く0.2%を越えているほか、1,3,5,6,8群でも高く、他の有機酸と比べて全体に高い傾向にあった。

つぎに高いのは地区の中はあるが、漬物、缶詰等を含む7群と少量の加工食品をよせ集めた8群のリンゴ酸であった。

食品添加物としての有機酸は法的に使用表示の義務はないが、酸味料として清涼飲料水、缶詰、漬物、氷菓、アイスクリーム、ジャム、あめ、ゼリー、ガム、ドロップ等に使用されるほか、調味料として清酒、ビール、ワイン、みそ、正油、酢、ソース、魚肉ねり製品、ハム、ソーセージ、マヨネーズに、またパンの膨張剤等に、単独または併用して使用されている¹⁾ 為、その由来食品は広範囲にわたっている。

一方、これらの有機酸は天然の動物、植物組織中に存在し、特にクエン酸は微生物発酵によっても生成される²⁾ ので、今回の有機酸の検出値には天然成分が問題にならないほど微量であるフマル酸³⁾を除いては天然由来分も含まれている。

3-3 摂取量について

3-3-1 群別摂取量

各群の含有量と喫食量から各群の摂取量を求めた(表4)。酒石酸を除いてはいずれも1群が一番多くクエン酸45.5%、コハク酸39.2%、フマル酸32.5%、リンゴ酸32.4%であるが、これ

は1群の喫食量が全喫食量の45%を占めることが理由となる。7群も喫食量(4.8%)に比してクエン酸(11.6%)、酒石酸(41.7%)、リンゴ酸(14.2%)と摂取量が多いが、由来食品が数多い為と思われる。

表4 有機酸の群別平均摂取量

有機酸群	(mg/day)				
	クエン酸	コハク酸	酒石酸	フマル酸	リンゴ酸
1	315 (260~340)	40.4 (34~49)	8.4 (ND~84)	14.9 (ND~19)	57.1 (31~77)
2	29.4 (ND~53)	31.4 (27~37)	ND	11.9 (8.8~13)	30.4 (7.5~56)
3	102 (72~130)	6.0 (4.6~7.1)	ND	4.1 (2.8~5.1)	8.4 (6.2~12)
4	11.3 (8.4~16)	6.7 (5.1~22)	0.3 (ND~2.7)	4.8 (3.7~7.2)	20.8 (13~42)
5	63.4 (49~85)	3.1 (0.8~6.6)	1.8 (ND~5.5)	1.2 (ND~2.0)	1.8 (ND~5.3)
6	66.2 (40~89)	3.4 (1.9~5.0)	6.3 (2.4~12)	4.4 (3.2~5.9)	16.7 (13~20)
7	80.9 (36~130)	6.0 (4.9~7.5)	13 (12~16)	2.5 (1.7~3.8)	25.0 (7.5~45)
8	25.1 (3.6~42)	3.8 (2.9~6.3)	1.0 (ND~2.9)	2.0 (1.2~3.4)	15.9 (3.4~22)

3-3-2 全平均摂取量

全平均摂取量はクエン酸が693mgであり、ほかの4項目はリンゴ酸176mgから酒石酸31.2mgまで、クエン酸の約 $\frac{1}{4}$ から $\frac{1}{20}$ の範囲であった。

3-3-3 地区別摂取量

全摂取量を地区別にみると(表5)、クエン酸、コハク酸については最高、最低値の比はそれぞれ1.3倍、1.2倍で変動係数は10%以下であり、地区間の大きな差は認められない。

フマル酸は最高、最低値の比は1.8倍であり、変動係数は14%であった。リンゴ酸は最高、最低値の比が2.3倍で、変動係数22%であり、酒石酸

については一地区分がきわめて高い為、変動係数は89%となるが、他9地区分間では大きな差はない。

5項目の摂取量の合計も最高(札幌)と最低(大阪)の比は1.3倍、変動係数は8.5%であり、大きな差異はなかった。

このように400品目近くの食品の入った試料の分析値がこの程度の差でおさまることの理由としては、これらの有機酸がかなり広い範囲で使用され(または含有され)ているので、多くの食品を混合した試料中ではかえって平均化されてしまうことや、有機酸が呈味成分であるため、使用量が

表5 有機酸の地区別摂取量

(mg/day)

地区	クエン酸	コハク酸	酒石酸	フマル酸	リンゴ酸	合計
札幌	818	96.7	22.2	50.9	246	1,234
東京1	608	108	114	44.3	205	1,079
東京2	797	115	19.9	50.6	187	1,170
大阪	625	110	21.3	42.8	125	924
仙台	732	110	27.0	49.4	108	1,026
和歌山	693	101	25.0	52.6	180	1,052
北九州	701	95.5	16.8	42.7	199	1,055
山梨	648	106	20.4	44.7	146	965
長野	625	97.7	23.3	51.8	207	1,005
島根	683	93.0	21.9	29.2	157	984
平均±SD	693±68.3	103±7.1	31.2±27.7	45.8±6.6	176±39.6	1,049±89.0
CV%	9.8	6.9	89	14	22	8.5

表6 有機酸の購入先別平均摂取量

(mg/day)

販売店種類	地区数	クエン酸	コハク酸	酒石酸	フマル酸	リンゴ酸	合計
大手スーパー	2	713	102	68	48	225	1,156
中堅スーパー	2	711	112	21	47	156	1,047
中小スーパー	3	709	102	23	48	162	1,044
小売店	3	652	99	22	42	170	985

おのずと制限されてしまうことがあげられ、以外と大きな差異が出なかったものとする。

3-3-4 購入先別摂取量

購入先別には5項目合計摂取量の平均では大手スーパー、中堅スーパー、中小スーパー、小売店の順となった(表6)。しかし大手スーパーと小売店の差は2割以下であり、例数の少いこともあって、購入先別の違いがあるとはいえない。

3-4 ADIとの対比

FAO、WHOの合同食品添加物専門委員会では基本的には非常に毒性の低い物質、特に食糧の成分と考えられるもの、人の正常代謝産物などの

ようなものに対しては摂取の上限を示さないと考えている⁴⁾ので、5項目の有機酸のうち1日摂取許容量(ADI)は酒石酸とフマル酸のみが設定されている。日本人の体重を50kgとした場合、酒石酸ADI(1,500mg/50kg)対比は2.1%、フマル酸ADI(300mg/50kg)対比は15.2%にすぎなかった。

4 結 語

(1) 昭和58年度厚生科学研究「食品添加物の1日総摂取量調査に関する研究」の一環として全国10機関9都市(札幌、仙台、東京、甲府、長野、

大阪，和歌山，松江，北九州）において調製した試料を分析し，使用基準のない食品添加物（天然成分を含む）クエン酸，コハク酸，酒石酸，フマル酸，リンゴ酸の5項目の1日摂取量を算出した。

- (2) 検出割合は全80試料中酒石酸は39試料(48.8%)と低い。他の4項目は96%以上で有機酸が食品中広く含有されていることを示した。
- (3) 1日摂取量の全国平均はクエン酸 693 mg，コハク酸 103 mg，酒石酸 31.2 mg，フマル酸 45.8 mg，リンゴ酸 176 mgであった。
- (4) ADIが設定されている酒石酸，フマル酸については酒石酸ADI対比は2.1%，フマル酸対比は15.2%にすぎなかった。

5 文 献

- 1) 石館守三監修：「第四版食品添加物公定書解説書」 P.B-230～1040 (1979) 廣川書店
- 2) 厚生省生活衛生局食品化学課：厚生省食品化学レポートシリーズ No. 38 P.3～7 (1984)
- 3) 厚生省環境衛生局食品化学課編：「食品中の食品添加物分析法」 P.106～151 (1982) 講談社
- 4) 新村寿夫：「食品添加物の生化学と安全性（FAO, WHOの合同食品添加物専門委員会の基本的考え方の歴史的展望—藤岡小太郎）」 P.465 (1979) 地人書店