

資料

市販清涼飲料水中のビタミン C 含有量

高橋 史 生

(山陽学園短期大学)

平成 7 年 7 月 20 日受理

Vitamin C Content of Marketed Soft Drinks

Fumio TAKAHASHI

Sanyo Gakuen College, Okayama 703

Keywords: vitamin C ビタミン C, marketed soft drinks 市販清涼飲料水, food analyzer フードアナライザー, vitamin C intake ビタミン C 摂取量.

1. 緒 言

1991 年におけるわが国の自動販売機の生産台数は 5,449,760 台である。その内、飲料用に 2,545,940 台、食品用に 191,290 台が利用されており、それらを合算すると自動販売機総数の 50 % は、食物の供給のために使用されている¹。また、この数は、国民の 44 人に 1 台の割合で飲料用および食品用として自動販売機を利用していることになる。自動販売機以外にもペットボトルなどによる容器包装の改良や輸送形態の改善などにより、様々な種類の飲料を身近に、しかも手軽に利用しやすい状況となっている。

1993 年における飲料市場²⁾も、4 兆数千億円の規模を占めており、われわれの生活の多様化から今後さらに利用拡大するものと思われる。このような実状を踏まえて、本研究では、自動販売機などにより市販されている清涼飲料水に焦点をおき、その中に添加されている L-アスコルビン酸（以下、ビタミン C）含有量について実態調査を行った。

一般にビタミン C およびその化合物は、WHO の A 1 リスト品目であり、比較的安全な食品添加物の一つであると考えられている。そのため、それらは、強化剤、酸化防止剤、褐変防止、風味保持、あるいは色素固定などの目的で飲料や食品などに幅広く使用されている³⁾。わが国における最近のビタミン C の年間生産出荷量は、約 980 t⁴⁾である。これに L-アスコルビン酸ナトリウムや L-アスコルビン酸ステアリン酸エス

テル、あるいは 1991 年に合成添加物として新しく指定されたアスコルビン酸パルミチン酸エステルなどの関連添加物を加えるとかなりの生産出荷量が予想される。これらビタミン C およびその化合物の中で、飲料類への利用が最も多いのはビタミン C である⁴⁾。

食品添加物を食品に使用した場合、天然、合成を問わず使用した添加物名を表示することが食品衛生法により義務づけられるようになった⁵⁾。しかし、ビタミン C 添加量（含有量）についての表示は必ずしも義務化がなされていないので、製品により含有量表示の有無の異なっている現状にある。そこで、本報においては、市販清涼飲料水に添加されているビタミン C 量の測定と、1 瓶あるいは 1 缶の清涼飲料水を利用することにより 1 日に必要なビタミン C 所要量⁶⁾をどの程度充足させることが出来るかなどについて検討を加えるとともに、ビタミン剤や滋養強壮剤などに添加されているビタミン C 量⁷⁾についても文献値を引用して検索したので併せて報告する。

2. 方 法

(1) 試 料

分析に使用した試料は 1994 年の 8 月から 11 月下旬にかけて国内の 15 社より製造販売されていた市販清涼飲料水であり、それらの表示から茶飲料系（ウーロン茶、ほうじ茶、緑茶、紅茶、ハトムギ茶、クコ茶、杜仲茶、あるいは抹茶入り清涼飲料水）、果汁飲料系

Table 1. Classified list of soft drinks using measurements of vitamin C content

Samples (group)	Used sample number	Selling contents (ml or g)
Tea	13	280~340
Fruit juice	7	140~350
Carbonate	13	100~350
Total	33	100~350

(果汁あるいは果粒入り清涼飲料水), および炭酸飲料系(茶飲料系と果汁飲料系以外の炭酸飲料水, ただし, スポーツ飲料は含む)に大別し, その主たる表示内容を Table 1 に示した.

(2) ビタミン C の測定方法

各試料は, 5% メタリン酸によるビタミン C の酸化防止処理後に測定した. 炭酸飲料の試料については分析サンプル採取時の誤差を防ぐために 0.45 μ m のフィルター濾過処理を行った. 茶飲料の試料は塩化亜鉛処理(最終濃度 270 mM)後の濾液を使用した. ビタミン C の定量は自己駆動型クーロメトリー (Cell Coulometry) を取り入れたフードアナライザー (Food Analyzer NA-F041) の使用により還元型アスコルビン酸量を求め, それをビタミン C 含有量として表した. フードアナライザーの使用に際しては還元型ビタミン C を測定するインドフェノール滴定法¹⁾と平衡関係にあることを確認した²⁾後使用した. ビタミン C の標準液は和光純薬のビタミン C (L-ascorbic acid) を使用した.

3. 結 果

(1) ビタミン C 測定法の比較

ビタミン C 含有量の測定を行うに当たって, 従来から一般的に行われているインドフェノール滴定法とフードアナライザー法とによる測定値の比較を検討し, その結果を Fig. 1 に示した. 本実験で使用したフードアナライザー法はインドフェノール滴定法とよく一致した結果を示した. しかし, インドフェノール法は試料中にビタミン C が一定濃度 (1~5 mg/dl) 以上含有されている場合メタリン酸による希釈処理を必要とする³⁾が, フードアナライザー法では高濃度のビタミン C (900 mg/dl) の場合でも試料を希釈処理することなく測定が可能であった (Fig. 2) ので本報ではフードアナライザー法を用いて飲料水中のビタミン C を定量した.

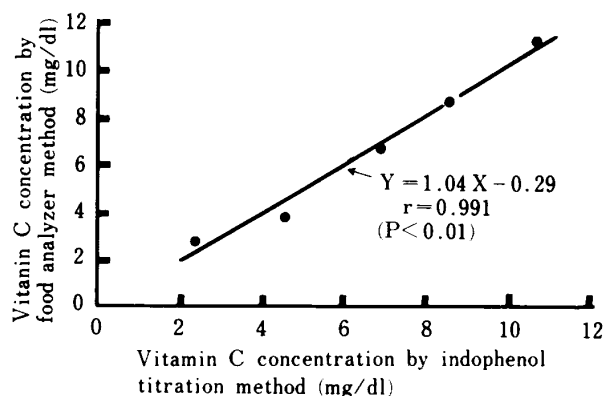


Fig. 1. Correlation of vitamin C measurement values between the food analyzer and the indophenol titration methods

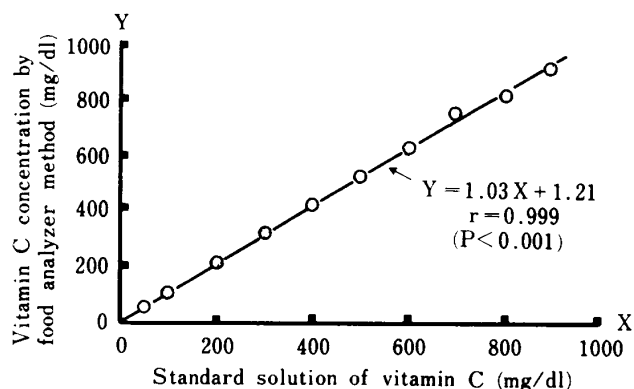


Fig. 2. Measurement of a large quantity of vitamin C by using the food analyzer

(2) 清涼飲料中のビタミン C 含有量

試料中に含まれているビタミン C 含有量の測定結果を Table 2 に示した. 全飲料中のビタミン C 含有量の最低値は茶飲料系における約 1 mg/dl, 最高値は炭酸飲料系における約 850 mg/dl を示し, 市販清涼飲料水中の 1 瓶あるいは 1 缶 (以下, 1 本と略) に含まれているビタミン C 含有量には大きな差異が認められた. 前述したように清涼飲料水を茶飲料系, 果汁飲料系, および炭酸飲料系にわけて各ビタミン C 含有量の平均値 (mg/dl) を比較すると, 炭酸飲料系は果汁飲料系に比べて約 9 倍, 茶飲料系に比べて約 16 倍多く添加されていた. なお, 調査した 33 品目中ビタミン C 含有量が表示されていた製品は 10 品目であった (Table 2). 実測値は茶飲料系の No. 8 の 1 品目を除いてこれらの表示値に近い結果を示した.

(3) ビタミン C 含有量別の市販飲料の検体数

清涼飲料水を茶飲料系, 果汁飲料系, および炭酸飲料系に大別し, それら各清涼飲料水に添加されていた

市販清涼飲料水中のビタミン C 含有量

Table 2. Vitamin C content of soft drinks

Samples (group)	Sample number	Selling cont. (ml or g)/bottle	Vitamin C content		
			Indicated (mg)	Determined	
				mg/bottle	mg/dl
Tea	1	340	—	19.11	5.62
	2	340	—	36.28	10.67
	3	340	—	189.04	55.60
	4	340	153/bottle	120.04	35.31
	5	340	—	17.27	5.08
	6	340	—	20.57	6.05
	7	340	—	26.86	7.90
	8	340	34/bottle	7.84	2.31
	9	340	—	7.04	2.07
	10	340	—	3.57	1.05
	11	280	—	98.67	35.24
	12	340	—	4.83	1.42
	13	340	—	47.40	13.94
	(Ave)	335		46.04	14.02
Fruit juice	1	250	—	52.15	20.86
	2	280	—	68.21	24.36
	3	280	—	60.65	21.66
	4	250	—	116.33	46.53
	5	280	—	45.00	16.07
	6	350	—	99.33	28.38
	7	140	28/bottle	28.80	20.57
	(Ave)	261		67.21	25.49
Carbonate* ¹	1	100	—	294.95	294.95
	2	340	—	227.63	66.95
	3	350	50/100 ml	151.20	43.20
	4	340	100/bottle	120.16	35.34
	5	140	300/bottle	375.90	268.50
	6	100	200/bottle	207.02	207.02
	7	140	1,000/bottle	1,192.11	851.51
	8	350	1,000/bottle	1,152.94	329.41
	9	350	—	45.01	12.86
	10	350	—	92.61	26.46
	11	350	286/100 ml	1,223.15	349.47
	12	120	—	253.80	211.50
	13	210	—	294.55	140.26
	(Ave)	249		433.16	218.26
Total	(Ave)	286		203.03	96.91
Drink* ²	(Ave)	67		296	532

*¹ Soft drinks contained carbonate and sports drink groups excepting tea and fruit juice groups in this table. *² Quoted from Ref.7); average of 28 samples.

ビタミンC含有量から、① 幼児1日摂取目標量の40 mg⁶以上、② 成長・成人期、および高齢者の1日摂取目標量の50 mg⁶以上の項目に対するビタミンC量を補給できる市販清涼飲料の製品検体数について検索した (Table 3)。なお、検査製品数に対して一定量以上の各ビタミンCを含有している割合は「1本中に各項目のビタミンC量以上含有していた市販飲料水の検体数/検査製品数 (茶飲料系は13品目、果汁飲料系は7品目、炭酸飲料系は13品目) × 100 (%)」より求めた。1本の茶飲料系の場合、40 mg以上のビタミンCを摂取できる製品は13品目中4検体、50 mg以上摂取出来る製品は13品目中3検体のみであった。炭酸飲料系の場合は40 mg以上摂取出来るのは13品目中13検体、50 mg以上の場合が13品目中12検体という高い検体数を示した。

(4) 文献値から得たドリンク剤との比較

下川らの報告⁷によると、一般用医薬品であるビタミン剤と滋養強壮剤 (以下、ドリンク剤) の1本あたりに添加されているビタミンCの平均値 (28品目) は295.5 mg, dl当たりの場合は532.1 mgである。また、1本のドリンク剤に500 mg/dl以上添加されていたのは17検体 (60.7%) であり、この内、500 mgを含むドリンク剤が10件を占めていた。一方、1本の清涼飲料水に500 mg以上添加されていた製品は今回調査した全検査試料 (33品目) 中、炭酸飲料系の3検体、dl当たりで500 mg以上添加されていた製品は同じく炭酸飲料系の1検体のみであった (Table 2, 3)。ドリンク系のdl当たりのビタミンC添加量の平均値は、清涼飲料水に比べて約5倍であった。しかし、

1本当たりのビタミンC添加量の平均値を比べると、ドリンク系の内容量が清涼飲料水に比べて1/4量程度 (Table 2) であるため、その差は約1.5倍に縮小した。特にビタミンCが最も多く添加されていた炭酸飲料系と比較した場合、dl当たりのビタミンC添加量の平均値はドリンク剤の方が炭酸飲料系に比べて約2.5倍多い値であるが、1本当たりのビタミンC添加量に換算すると反対に炭酸飲料系の方がドリンク系よりも約1.5倍多い添加量となった。

4. 考 察

一般的に行われているビタミンCの定量法は呈色反応によるインドフェノール滴定法や高速液体クロマトグラフィーによる方法などがある¹。しかし、高速液体クロマトグラフィーは高価な設備を必要とする。また、滴定法は測定する試料中のビタミンC濃度に限界があるので高濃度の試料の場合には希釈する必要があり、かつ酸化防止対策が必要である。一方、本実験におけるビタミンCの測定はフェルト内の電子の移動を利用したフードアナライザー法を使用した²が、この方法はインドフェノール滴定法の測定値とよく一致する値を示すと同時に、短時間内の測定が可能であり滴定誤差の要因も少ない。また、1,000 mg/dl位までのビタミンC濃度の試料は希釈することなく測定出来るなどの利点があった。このフードアナライザー法により市販清涼飲料水を茶飲料系 (13品目)、果汁飲料系 (7品目)、炭酸飲料系 (13品目) に分類して、dl当たりのビタミンC量を測定し、また、各1本中に添加されているビタミンC量を算定した。さ

Table 3. Comparison of products number among reported vitamin C content

Samples (group)	Tested products number	Products number (>vitamin C content)		
		>40 mg (% ^{*1})	>50 mg (% ^{*2})	>500 mg (% ^{*3})
Tea	13	4 (30.8%)	3 (23.1%)	0 (0%)
Fruit juice	7	6 (85.7%)	5 (71.4%)	0 (0%)
Carbonate ^{*4}	13	13 (100%)	12 (92.3%)	3 (23.1%)
Total	33	23 (69.7%)	20 (60.6%)	3 (9.1%)
Drink ^{*5}	28	28 (100%)	28 (100%)	17 (60.7%)

^{*1} Products number of vitamin C content above 40 mg per bottle/tested products number × 100 (%). ^{*2} Products number of vitamin C content above 50 mg per bottle/tested products number × 100 (%). ^{*3} Products number of vitamin C content above 500 mg per bottle/tested products number × 100 (%). ^{*4} Carbonate group contained sports drink. ^{*5} Quoted from Ref. 7).

市販清涼飲料水中のビタミンC含有量

らに、1本中に含まれている測定値と幼児1日摂取目標量(40 mg)以上、成長・成人期、および高齢者の1日摂取目標量(50 mg)以上、あるいは1本のドリンク剤に最も多く添加、使用されていたビタミンC量(500mg)以上の値を比較した。各調査製品目(茶飲料系は13品目、果汁飲料系は7品目、炭酸飲料系は13品目)ごとに前記設定値以上含有、販売されていた製品の検体数を比較した。なお、ドリンク剤(28品目)中のビタミンC含有量⁷⁾についても同様にその検体数の比較を行った。その結果、茶飲料系のビタミンC含有量はいずれの項目とも13品目中その半数に満たなかった。炭酸飲料系は40 mg以上摂取出来る検体数が13品目中13検体、50 mg以上の場合が13品目中12検体という高い検体数を示した。1本の清涼飲料水に500 mg以上添加されていた製品は全検査試料(33品目)中、炭酸飲料系の3検体、dl当たりで500mg/dl以上添加されていた製品は同じく炭酸飲料系の1検体のみであった。なお、清涼飲料水やドリンク剤の内容比較についてはビタミンC以外にpHや糖分含有量、あるいはその他の添加物など種々の要因に対する考慮も必要である。

表示のなされていた製品の多くは実測値と近似値を示したが、茶飲料系のNo. 8のみは表示値(34 mg/本)に比べて実測値(7.84 mg/本)は低い値を示した。この要因として茶成分中の種々の共存物質の影響があったか、あるいは保存状態による何らかの影響があったものと推察した。

日本の栄養所要量にあたるアメリカのRDA(Recommended Daily Allowance)では、ビタミンCは一人1日当たり60 mgとされている¹⁰⁾。さらに、ビタミンCの多量摂取(1日100 mg以上)は成人病予防の効果が期待されており¹¹⁾、医薬品との相互作用には特殊な場合を除いて重大な影響を及ぼす事例が見あたらない¹²⁾という報告、さらに、通常以上の運動、労作、その他各種のストレスの影響を受けている人、あるいはアルコール摂取者や喫煙者、高齢者の場合などは特に組織中のビタミンCが減少しやすいため欠乏しないよう十分な配慮が必要であるという指摘⁶⁾もある。このため、場合によってはビタミンC含有量の高い製品の利用が望ましいことも考えられる。

5. 要 約

市販清涼飲料水中のビタミンC含有量をフードアナライザーにより測定した結果、以下のことが明らか

となった。

(1) ビタミンCの測定に際して、フードアナライザー法は従来から行われているインドフェノール法と一致した測定結果を示した。フードアナライザー法は、1,000 mg/dl程度のビタミンC濃度において希釈することなく直接測定が可能であった。

(2) 概して茶飲料系はビタミンC量が少なく、炭酸飲料系のビタミンC量は非常に高い傾向にあった。

(3) ほとんどの炭酸飲料系の製品ではそれを1本利用すると、1日のビタミンC所要量を充足できる可能性は高いが、茶飲料系の製品はその値を充足できる製品が50%に満たなかった。

(4) 文献値から得たドリンク剤のビタミンC含有量(mg/dl)は本調査で行った清涼飲料系に比べて約5倍以上の含有量であった。しかし、1本当たりの内容量はドリンク剤よりも清涼飲料系の方が約4倍量と多いので1本当たりのビタミンC含有量を比較した場合、その差は約1.5倍に縮小した。特に、炭酸飲料系の場合は上述とは逆にドリンク剤と比べて1.5倍ビタミンC含有量が多い結果を得た。

終わりに、フードアナライザーの使用に際しては、本学専攻科卒業生の田淵香苗さんと坪井美奈子さん、アジノキ(株)バイオ部門の久保伸子さんのご協力が得られました。ここに謝意を示します。また、本論文の作成に際してノートルダム清心女子大学の中永征太郎教授にご助言頂けましたことを深謝いたします。

引 用 文 献

- 1) 黒崎 貴：食品と科学，**2** 108～112 (1993)
- 2) 米村越夫：食品と科学，**2**，98～101 (1993)
- 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，講談社，東京，291～292 (1982)
- 4) 谷村顕雄，藤井正美，義平邦利，伊藤誉志，城 照雄(監修)：食品中の食品添加物分析法 解説書，講談社サイエンティフィック，東京，650～669 (1992)
- 5) 細貝裕太郎：臨床栄養，**80**，302～303 (1992)
- 6) 厚生省保健医療局健康増進栄養課：日本人の栄養所要量，第一出版，東京，119～121 (1994)
- 7) 下川正見，古泉秀夫(編)：飲食物・嗜好品と医薬品の相互作用，薬事時報社，東京，218～385 (1993)
- 8) 柳井久江，長田 理：Lotus 1,2,3 医学生物学統計マニュアル，真興交易医書出版部，東京，116～198 (1994)
- 9) 日本ビタミン学会：ビタミン学実験法 II 水溶性ビタミン，東京化学同人，東京，10～11 (1985)
- 10) 増山邦英：食品工業，**4**，14～35 (1993)
- 11) 村田 晃：ビタミン，**68**，653～659 (1994)