

水蒸気蒸留 固相抽出 HPLC 法による加工食品中の保存料の含有量調査

新矢将尚、油谷藍子、工藤鮎子、山口之彦、山野哲夫

Survey of preservatives content in processed foods by HPLC after steam distillation and solid-phase extraction

Masanao SHINYA, Aiko YUTANI, Ayuko KUDO, Yukihiko YAMAGUCHI and Tetsuo YAMANO

Abstract

A simultaneous analysis method of four preservatives (benzoic acid, sorbic acid, dehydroacetic acid and propionic acid) by high performance liquid chromatography (HPLC) after steam distillation and solid-phase extraction was applied to analysis of processed foods. The present method showed that good recovery rates of all target preservatives were obtained regardless of the type of processed foods with high precision of analysis. A very small amount of benzoic acid, regarded as occurring naturally, was detected from cake, cheese, jam, pickled food, processed meat and processed seafood. Especially from natural cheese, benzoic acid was frequently detected, but its daily intake was estimated at only 1/10,000 of acceptable daily intake, and accordingly, it had no impact on food safety and human health. Sorbic acid and propionic acid were detected from samples labeled as containing them. Dehydroacetic acid was not detected from any sample. Comparison of the analytical results between the present method and the official method with respect to the samples labeled as containing sorbic acid indicated a very good correlation, consequently the present method was as effective as the official method.

Key words: preservatives, processed food, steam distillation, solid-phase extraction, HPLC

I はじめに

わが国では人口減少局面を迎え、単身世帯の増加や生鮮食品の高騰などにより、食料支出において加工食品の占める割合が年々増大しており、その傾向は将来も継続すると見込まれている[1]。加工食品にはその品質を保持するために、さまざまな食品添加物が使用されており、食品の腐敗や変敗の原因となる微生物の増殖を抑制するためには、保存料が使用される。

わが国で許可されている保存料は、安息香酸(ナトリウム塩を含む)、ソルビン酸(カリウム塩またはカルシウム塩を含む)、デヒドロ酢酸ナトリウム、プロピオン酸(カルシウム塩またはナトリウム塩を含む)および安息香酸エステル類であり、それぞれ食品ごとに使用基準が定められている。安息香酸エステル類を除く保存料は酸型であり pH の低い食品、特に液体食品で効果が高く、酸味料を添加して pH を下げている食品もみられる[2]。

これらの保存料は微量ながら天然にも存在し、安息香酸は乳製品の原料中に含まれる馬尿酸の分解[3,4]や、植物中に含まれる安息香酸誘導体の加水分解[5]により生成され、これらを原料とする加工食品で検出される報

告例は多い[6-11]。また、ソルビン酸は元来バラ科のナナカマドに由来しており、プロピオン酸は種々の微生物の代謝産物としてチーズなど発酵食品に含まれる[12]ほか、魚介類・肉類にも含まれる[13]。

このように、天然由来の保存料成分がしばしば報告されていることから、食品から検出された場合には、添加されたものか天然成分として含有されていたものかの判別が困難であり、行政上しばしば問題となる。また、保存料の 1 日摂取量も多く見積もられることになるため、食生活の安全と市民の健康維持に関しても、食品中の保存料含有量を正しく把握しておくことは重要である。

一方、食品中の保存料の検査方法は、通知法[14]において、安息香酸、ソルビン酸およびデヒドロ酢酸と、プロピオン酸とでは、条件が全く異なっているため、同時に分析することはできない。そのため、著者らはこれら 4 成分を同時に分析できる方法を開発し、チーズにおいてそれらの分析妥当性を確認した[15]。今回、チーズ以外の加工食品においても、本法の有効性を確認し、加工食品中の保存料含有量を調査したので報告する。

II 実験方法

1) 試料

平成 28 年 6 月～12 月に大阪市内で市販された加工食品で、リンゴジュース(2 検体)、バター(1 検体)、洋菓子(3 検体)、ナチュラルチーズ(12 検体)、ジャム(5 検体)、マーガリン(2 検体)、しょうゆ漬(2 検体)、酢漬(10 検体)、キムチ(3 検体)、食肉製品(30 検体)、魚介乾製品(6 検体)、魚介くん製品(1 検体)、魚肉ねり製品(13 検体)、その他魚介加工品(2 検体)を用いた。

2) 試薬・資材

(1) 標準溶液

安息香酸、ソルビン酸、デヒドロ酢酸(いずれも関東化学(株)製、食品分析用)については、各 500 mg をメタノールに溶解してそれぞれ 50 mL に定容したものを標準原液(各 10,000 µg/mL)とし、適宜蒸留水で希釈して用いた。また、プロピオン酸標準溶液には、プロピオン酸ナトリウム(関東化学(株)製、カルボン酸分析計用)325 mg を蒸留水に溶解して 25 mL としたものを標準原液(プロピオン酸として 10,000 µg/mL)とし、適宜希釈して用いた。

(2) 水蒸気蒸留添加液

15% 酒石酸溶液:L(+)-酒石酸(試薬特級)150 g を蒸留水に溶解して 1,000 mL とした。

(3) 固相抽出用カートリッジカラム

強陰イオン交換型である MEGA Bond Elut SAX(充填量 1,000 mg、基材:シリカゲル、Agilent 社製)において、あらかじめメタノール 5 mL および蒸留水 10 mL で順次洗浄し、0.8 M NaF 溶液(フッ化ナトリウム 3.36 g を蒸留水に溶かして 100 mL にしたもの)10 mL を通液して F 置換したものをを用いた。

(4) HPLC 用移動相

200 mM リン酸緩衝液(pH4.0):リン酸(85%、試薬特級)0.178 mL とリン酸二水素カリウム(試薬特級)26.864 g を蒸留水に溶かして 1,000 mL とした。これを用時蒸留水で 10 倍に希釈して用いた。蒸留水およびアセトニトリルは高速液体クロマトグラフ用を用いた。

3) 装置

(1) 水蒸気蒸留装置

宮本理研工業(株)製 STC-3D を用いた。

(2) HPLC

Waters 社製 e2695 Alliance システムおよび e2998(フオートダイオードアレー検出器)を用いた。測定条件を Table 1 に示す。

Table 1 HPLC condition.

Column	Inertsil ODS-3 (4.6 mm i. d. × 250 mm, 5 µm)
Mobile phase	Solvent A: 20mM Phosphate buffer (pH4.0) Solvent B: Acetonitrile
Gradient profile	A:B = 94:6 (0 min) 74:26 (0-5 min, linear gradient) 74:26 (5-25 min)
Flow rate	1.0 mL/min
Column temperature	40
Detection	230 nm (BA, SoA, DhA), 210 nm (PA)
Injection volume	40 µL

BA: benzoic acid. SoA: sorbic acid. DhA: dehydroacetic acid. PA: propionic acid.

4) 試験溶液の調製

前報[15]と同じ方法で行った。すなわち、試料 6 g を蒸留フラスコに秤り取り、蒸留水 100 mL、15 % 酒石酸溶液 10 mL、塩化ナトリウム 60 g を加え(発泡する場合はさらにシリコン樹脂数滴を加える)、毎分 10 mL の留出速度で水蒸気蒸留を行った。留液はあらかじめ蒸留水 15 mL を加えたメスシリンダー中に捕集し、300 mL になるまで蒸留した。次に、留液の 25 mL を分取して固相カートリッジに負荷した後、5 % 塩化ナトリウム含有 0.01 mol/L 塩酸 5 mL で溶出し、孔径 0.45 µm のメンブレンフィルタに通したものを HPLC 用試験溶液とした。

III 結果および考察

1) 添加回収試験

前報[15]では、チーズにおいて添加回収試験を行い、良好な回収率と分析精度が得られた。本法が他の加工食品においても有効であるかを検証するために、リンゴジュース、バター、ケーキ、イチゴジャム、マーガリン、ソーセージ、カマボコにおいて、添加回収試験を行った。いずれの保存料も定量下限値未満と確認された試料に、あらためて標準を添加して分析し回収率を求めた。添加量は前報と同様に、定量下限(安息香酸、ソルビン酸、デヒドロ酢酸は各 0.001 g/kg、プロピオン酸は 0.1 g/kg)の 2 倍濃度になるよう、それぞれ添加したものを低濃度試料とした。また、使用基準の 1/2 濃度になるよう、それぞれ添加したものを、高濃度試料とした。高濃度試料に関しては、リンゴジュースでは菓子製造用果汁の基準を適用した。バターでは安息香酸およびソルビン酸の基準がないためマーガリンの基準を代用した。ケーキ(洋菓子)では植物性油脂が使用されていたことから、安息香酸、ソルビン酸およびデヒドロ酢酸についてマーガリンの基準を代用した。イチゴジャムでは安息香酸について菓子製造用果汁ペーストの基準をあてはめた。

添加回収試験の結果を Table 2 に示す。いずれの回収率も同一の試料を併行して 3 回分析した平均値を示している。安息香酸については、高濃度試料の回収率

Table 2 Recoveries of preservatives added to processed foods.

Type of food	Benzoic acid			Sorbic acid			Dehydroacetic acid			Propionic acid		
	Added (g/kg)	Recovery (%)	CV (%)	Added (g/kg)	Recovery (%)	CV (%)	Added (g/kg)	Recovery (%)	CV (%)	Added (g/kg)	Recovery (%)	CV (%)
Apple juice	0.002	107	1.2	0.002	91.4	2.9	0.002	95.9	2.5	0.2	98.0	1.4
	0.5	95.0	3.1	0.5	92.1	2.9	—	—	—	—	—	—
Butter	0.002	101	1.1	0.002	93.7	2.8	0.002	100	1.8	0.2	100	2.8
	0.5	94.7	0.8	0.5	93.8	0.2	0.25	93.8	0.2	—	—	—
Cake	0.002	100	2.1	0.002	86.4	1.5	0.002	96.3	3.9	0.2	99.5	2.9
	0.5	92.7	2.0	0.5	88.3	2.1	0.25	90.4	3.0	1.25	92.0	2.3
Strawberry jam	0.002	102	1.3	0.002	94.5	2.5	0.002	100	2.0	0.2	106	3.4
	0.5	95.0	3.4	0.5	93.1	0.7	—	—	—	—	—	—
Margarin	0.002	105	2.4	0.002	84.6	3.0	0.002	95.7	0.6	0.2	98.0	1.7
	0.5	91.8	2.3	0.5	92.4	0.5	0.25	89.8	2.2	—	—	—
Processed meat (Sausage)	0.002	101	1.3	0.002	88.5	2.5	0.002	94.7	1.4	0.2	97.3	2.5
	—	—	—	1	92.4	0.3	—	—	—	—	—	—
Steamed fish paste (Kamaboko)	0.002	105	0.8	0.002	92.6	0.8	0.002	96.2	2.3	0.2	98.7	1.9
	—	—	—	1	89.0	2.0	—	—	—	—	—	—

Each recovery represents the mean of three trials. CV : coefficient of variation.

はいずれの食品においても 91.8 ~ 95.0 % と良好であり、変動係数も 0.8 ~ 3.4 % とばらつきは小さかった。低濃度試料の回収率は 100 ~ 107 % と高濃度試料に比べて若干高かったが、天然由来の痕跡量が上乘せされるためと考えられた。変動係数は 0.8 ~ 2.4 % と高濃度試料と同様にばらつきが小さかった。

ソルビン酸については、高濃度試料の回収率は 88.3 ~ 93.8%、変動係数は 0.2 ~ 2.9 % であり、安息香酸と同様に良好であった。低濃度試料では、回収率は 84.6 ~ 94.5%、変動係数は 0.8 ~ 3.0 % であり、高濃度試料と同等であった。

デヒドロ酢酸については、高濃度試料では回収率が 89.8 ~ 93.8 %、変動係数が 0.2 ~ 3.0 % であり、低濃度試料では回収率が 94.7 ~ 100 %、変動係数が 0.6 ~ 3.9 % であった。

プロピオン酸については、高濃度試料はケーキで行っていないが、回収率は 92.0 %、変動係数は 2.3 % であった。低濃度試料の回収率は 97.3 ~ 106 %、変動係数が 1.4 ~ 3.4 % であった。

前回で報告したナチュラルチーズの回収率および変動係数は、いずれの保存料も今回と同レベルであり、本法は加工食品の種類を問わず回収率、分析精度ともきわめて良好であることが示された。

2) 試料中の保存料含有量

(1) 食品毎の含有量

対象とした 14 種類 92 検体の加工食品中の保存料含有量を測定した。それぞれの保存料について、食品毎の検出頻度と含有量の範囲および使用基準を Table 3 に示す。なお、デヒドロ酢酸はいずれの検体からも検出されなかった。

洋菓子では、1 検体にプロピオン酸カルシウムとソルビン酸カリウムの使用表示があり、測定結果はそれぞれ

0.6g/kg と 0.088 g/kg であった。安息香酸は 2 検体で検出され、0.004 g/kg と 0.008 g/kg であった。それらの洋菓子には果実・果皮加工品が使用されており、かんきつ類では果実より果皮の方が安息香酸の含有量が高い[6]ため、果皮の使用量が安息香酸含有量に影響すると考えられた。

ナチュラルチーズでは、安息香酸は 12 検体中 10 検体で検出され、その含有量は 0.001 ~ 0.037 g/kg (平均 0.011 g/kg) であった。既往の調査では、0.002 ~ 0.041 g/kg (平均 0.011 g/kg) [3]、0.004 ~ 0.024 g/kg (平均 0.011 g/kg) [7]、0.0001 ~ 0.040 g/kg (平均 0.008 g/kg) [11] と報告されており、今回の結果はこれらと同程度であった。ソルビン酸は使用表示のあった 1 検体から検出された。

ジャムでは、安息香酸がイチゴジャム 2 検体から検出され、その平均値は 0.006 g/kg であった。ジャム・マーマレード類ではクランベリー加工品で高い値の安息香酸が検出されている[6]が、それを除くと 0.01 g/kg 以下であり[6, 11]、既往の調査結果と同程度であったと言える。

漬物では、しょうゆ漬と酢漬からは安息香酸が検出されず、キムチから 1 検体のみ検出された (0.001 g/kg)。ソルビン酸は、使用表示のあった 4 検体から検出された。

食肉製品では、安息香酸が 30 検体中 6 検体で検出されたが、その含有量は 0.001 ~ 0.003 g/kg (平均 0.001 g/kg) であり、既往の調査結果[10]と同程度であった。ソルビン酸は、使用表示のあった 9 検体から検出された。

魚介加工品のうち、乾製品 1 検体 (0.005 g/kg)、くん製品 1 検体 (0.001 g/kg) から安息香酸が検出され、かまぼこ等の魚肉ねり製品からは検出されなかった。ソルビン酸は、使用表示のあった 8 検体から検出された。

リンゴジュース、バター、マーガリンおよびその他魚介加工品からは、いずれの保存料も検出されなかった。

Table 3 Range of content and detection frequency of preservatives in processed foods.

Type of food	No. of sample	Benzoic acid			Sorbic acid			Dehydroacetic acid			Propionic acid		
		Detection frequency	Range of content (g/kg)	Criteria for use (g/kg)	Detection frequency	Range of content (g/kg)	Criteria for use (g/kg)	Detection frequency	Range of content (g/kg)	Criteria for use (g/kg)	Detection frequency	Range of content (g/kg)	Criteria for use (g/kg)
Apple juice	2	0	<0.001	0.6 (1.0*)	0	<0.001	— (1.0*)	0	<0.001	—	0	<0.1	—
Butter	1	0	<0.001	—	0	<0.001	—	0	<0.001	0.50	0	<0.1	—
Cake	3	2	<0.001-0.008	—	2	<0.001-0.088	—	0	<0.001	—	1	<0.1-0.6	2.5
Cheese	12	10	<0.001-0.037	—	1	<0.001-1.8	3.0	0	<0.001	0.50	0	<0.1	3.0
Jam	5	2	<0.001-0.007	—	0	<0.001	1.0	0	<0.001	—	0	<0.1	—
Margarin	2	0	<0.001	1.0	0	<0.001	1.0	0	<0.001	0.50	0	<0.1	—
Pickled food (in soy sauce)	2	0	<0.001	—	2	0.16-0.17	1.0	0	<0.001	—	0	<0.1	—
Pickled food (in vinegar)	10	0	<0.001	—	2	<0.001-0.099	0.50	0	<0.001	—	0	<0.1	—
Pickled food (Kimchi)	3	1	<0.001-0.001	—	0	<0.001	—	0	<0.001	—	0	<0.1	—
Processed meat	30	6	<0.001-0.003	—	9	<0.001-1.3	2.0	0	<0.001	—	0	<0.1	—
Processed seafood (dried)	6	1	<0.001-0.005	—	3	<0.001-0.21	1.0	0	<0.001	—	0	<0.1	—
Processed seafood (smoked)	1	1	0.001	—	1	0.56	1.5	0	<0.001	—	0	<0.1	—
Processed seafood (others)	2	0	<0.001	—	0	<0.001	—	0	<0.001	—	0	<0.1	—
Steamed fish paste	13	0	<0.001	—	4	<0.001-0.90	2.0	0	<0.001	—	0	<0.1	—

* Criterion for fruit juice to use for the production of the cake.

(2) 保存料毎の摂取量

安息香酸は 5 mg/kg 以下は天然由来とされ[2]、本調査で 0.005 g/kg を超えたのは、洋菓子 1 検体、チーズ 5 検体、ジャム 1 検体であった。意図的あるいは過失による混入は考えにくい、洋菓子とジャムは原料に果実・果皮加工品が含まれていたことから、安息香酸誘導体に起因したと考えられた。水蒸気蒸留法では、食品に含まれる結合型の安息香酸が蒸留中に一部加水分解されて遊離するために多く見積られる[9]ことも一因と推察される。ナチュラルチーズには天然由来の安息香酸が一定量含有されていることは本調査でも明らかであり、その摂取量を見積もった。平成 23～27 年の国民健康・栄養調査結果[16]によれば、チーズの 1 人 1 日摂取量は 2.6～3.3 g (平均 2.8 g) であり、本調査での平均含有量 (0.011g/kg) を乗じると、チーズによる安息香酸の 1 人 1 日摂取量は 0.031 mg となる。安息香酸のヒトの 1 日摂取許容量 (ADI) は 0～5 mg/kg bw [17] であるので、体重 60 kg のヒトであれば 300 mg が摂取許容量の上限となり、チーズによる天然由来の摂取量はその 1/10000 に過ぎず、食品の安全性や健康に対する懸念はないと考えられる。

ソルビン酸は洋菓子の 1 検体を除いて使用表示があった検体から検出され、全て基準値未満の含有量であった。使用表示のなかった洋菓子から検出されたソルビン酸含有量は 0.002 g/kg であり、通知法によれば定量

下限未満となるが、本法では通知法より 1 桁下まで定量できることから、微量のソルビン酸が検出された。この検体には果実・果皮加工品が使用されており、原料のキャリーオーバーにあたるのか、製造工程で混入されたのか不明であるが、ナナカマド以外でもクラウドベリーに微量のソルビン酸が含有されるという報告[18]もあり、原料に果実・果皮を含む場合には留意が必要であろう。

プロピオン酸は本調査では使用表示のあった洋菓子 1 検体からのみ検出された。プロピオン酸は肉類・魚介類を筆頭に広く検出されている[8]が、報告値は mg/kg オーダーである。本法や通知法では定量下限が 0.1 g/kg と他の保存料と比べて高いため、検出できなかった可能性はあるが、プロピオン酸の ADI は制限されていない[19]ため、微量の含有量では健康や安全性への懸念はないと考えられる。

3) 通知法との比較

ソルビン酸の使用表示のあった陽性試料 22 検体 (チーズ 1 検体、漬物 4 検体、食肉製品 9 検体、魚介乾製品 3 検体、魚介くん製品 1 検体、魚肉ねり製品 4 検体) について、通知法と本法のそれぞれにおける結果を比較した。それぞれの分析値をプロットした散布図を Fig.1 に示す。いずれの方法も分析結果の濃度範囲は 0.10～1.8 g/kg であり、回帰直線の傾きはほぼ 1、相関係数もほぼ 1 であったことから、本法において固相抽出による

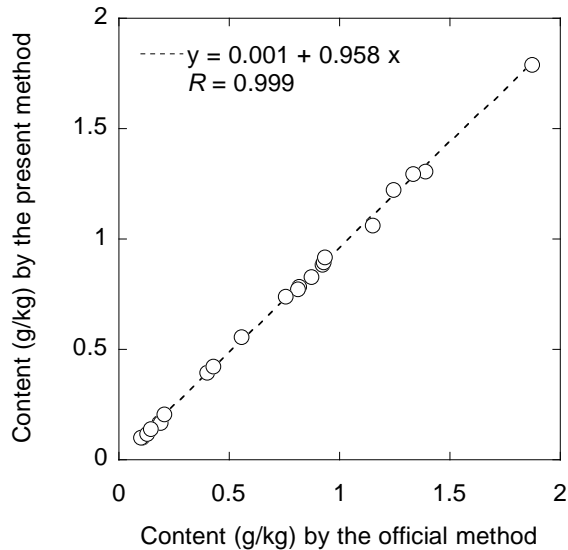


Fig.1 Correlation between sorbic acid content analyzed by the official method and that by the present method in positive samples.

捕集・回収が完全に機能していることが示された。安息香酸、デヒドロ酢酸、プロピオン酸については、陽性試料がほとんどなかったため確認できなかったが、いずれもソルビン酸と同等以上の回収率が得られていることから、いずれの保存料についても、本法はさまざまな食品マトリックスにおいて通知法と同等に有効であると考えられた。

IV まとめ

前報で検討した水蒸気蒸留 固相抽出 HPLC 法による保存料 4 成分(安息香酸、ソルビン酸、デヒドロ酢酸、プロピオン酸)の一斉分析法を、14 種類 92 検体の加工食品に適用した。

いずれの保存料についても、本法は加工食品の種類を問わず良好な回収率が得られ、精度良く分析できることが示された。

安息香酸はいずれも使用表示はなかったが、洋菓子、ナチュラルチーズ、ジャム、漬物(キムチ)、食肉製品、魚介加工品から微量検出された。特にチーズにおいて検出頻度が高く、天然由来と考えられたが、その摂取量を見積もると ADI の 1/10000 に過ぎず、食品の安全性や健康に対する懸念はないと考えられた。

ソルビン酸およびプロピオン酸は、使用表示のあった検体から検出された。デヒドロ酢酸は、いずれの検体からも検出されなかった。

ソルビン酸の使用表示のあった検体について、本法と通知法の分析結果を比較したところ、きわめて良好な相関関係が認められたことから、本法は通知法と同等に有効であることが示された。

(本調査の一部は、平成 28 年度健康局生活衛生課からの依頼検査として実施したものである。)

参考文献

- 1) 農林水産政策研究所. 人口減少局面における食料消費の将来推計.
http://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/buka/i/H26/pdf/140627_03_01kai.pdf
- 2) 細貝祐太郎, 松本昌雄監修. 食品安全性セミナー2 食品添加物. 中央法規出版; 2001. 181-187.
- 3) 栗崎純一, 笹子謙治, 津郷友吉, 山内邦男. チーズにおける安息香酸の生成について. 食品衛生学雑誌 1973; 14: 25-30.
- 4) 慶田雅洋. チーズ中の安息香酸の自然含量について(とくにホエイチーズを中心に). 食品衛生研究 1981; 31: 291-300.
- 5) 小川俊次郎, 鈴木英世, 外海泰秀, 伊藤誉志男, 慶田雅洋. 輸入高麗人参茶およびしなちく中の安息香酸の由来とその分析法について. 食品衛生学雑誌 1980; 21: 301-306.
- 6) 永山敏廣, 西島基弘, 安田和男, 斉藤和夫, 上村尚, 井部明広, 牛山博文, 永山美智子, 直井家壽太. 果実及び果実加工品中の安息香酸. 食品衛生学雑誌 1983; 24: 411-422.
- 7) 永山敏廣, 西島基弘, 安田和男, 斉藤和夫, 上村尚, 井部明広, 牛山博文, 直井家壽太, 二島太一郎. 農産食品及び各種加工食品中の安息香酸. 食品衛生学雑誌 1986; 27: 316-325.
- 8) 辻澄子, 四方田千佳子, 柴田正, 一色賢司, 神蔵美枝子, 西島基弘, 林弘道, 深澤喜延, 黒田弘之, 後藤宗彦, 坂部美雄, 佐々木清司, 大内格之, 三島靖子, 大城善昇, 森口裕, 内山壽紀, 城照雄, 伊藤誉志男. 天然にも存在する化学的合成食品添加物の日本人の 1 日摂取量. 食品衛生学雑誌 1995; 36: 428-441.
- 9) 久保田浩樹, 大槻崇, 原貴彦, 平川佳則, 飯塚太由, 田中麻紀子, 岩村真実, 佐藤恭子, 河村葉子. 果実, 種実, 香辛料およびその加工食品に存在する安息香酸並びにソルビン酸含有量の調査. 日本食品化学学会誌 2010; 17: 54-61.
- 10) 柴田正, 辻澄子. 天然にも存在する添加物. 食品衛生研究 1997; 47(7): 29-67.
- 11) 国立医薬品食品衛生研究所. 食品添加物含有量データベース. <http://www.nihs.go.jp/dfa/food-db/food-index.html>
- 12) 谷村顕雄, 棚元憲一監修. 第 8 版食品添加物公定書解説書. 廣川書店; 2007. D1459-D1463.

- 13) 玉城宏幸, 山城興博, 城間博正, 玉那覇康二, 大城善昇. 食品添加物の一日摂取量調査研究-生鮮食品からのプロピオン酸及びアンモニアの摂取量について. 沖縄県衛生環境研究所報 1997; **31**: 93-96.
- 14) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課長. 「食品中の食品添加物分析法」の改正について(別添 2). 食安基発 0528 第 3 号; 2010.
- 15) 新矢将尚, 山口之彦, 山野哲夫. HPLC による食品中の保存料の一斉分析法の検討. 大阪市立環科研報告 2016; **78**: 43-49.
- 16) 厚生労働省. 国民健康・栄養調査. http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou_eiyou_chousa.html
- 17) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives: fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (WHO technical report series; 913). World Health Organization; 2002. 112.
- 18) P. Baardseth, H. Russwurm. Content of some organic acids in cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.). *Food Chemistry* 1978; **3**: 43-46.
- 19) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants: forty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (WHO technical report series; 884). World Health Organization; 1999. 35.

(WEB サイトの内容は 2017 年 7 月 31 日に確認した)