# 竹製割りばしに使用された亜硫酸の分析法の検討

山 嶋 裕季子\*, 田 口 信 夫\*, 前 潔\*, 中 島 和 雄\*, 小 林 千 種\*, 荻 野 周 三\*\*, 斉 藤 和 夫\*\*\*, 伊 藤 弘 一\*

# **Determination of Sulfite in Splittable Bamboo Chopsticks**

Yukiko YAMAJIMA\*, Nobuo TAGUCHI\*, Kiyoshi MAE\*, Kazuo NAKAJIMA\*, Chigusa KOBAYASI\*, Syuzo OGINO\*\*, Kazuo SAITO\*\*\* and Koichi ITO\*

**Keywords**: 残留農薬 pesticide residue, 割りばし splittable bamboo chopsticks, 亜硫酸 sulfite, 改良ランキン蒸留装置 modified Rankine apparatus, アルカリ滴定 alkaline titration method, イオンクロマトグラフィー ion chromatography, 溶出 dissolution

### 緒 言

二酸化硫黄及び亜硫酸塩類は、食品の漂白、保存、酸化防止などの目的で様々な食品へ使用される食品添加物であり、亜硫酸  $(SO_2)$  の残存量として食品ごとに使用量が定められている.

著者らは平成 5 年に割りばしから防かび剤のオルトフェニルフェノール(OPP)を検出し、その結果を平成 6 年 5 月に報告したが $^{1)}$ 、その際、色の白い割りばしが多かったことから、その後の OPP の追跡調査の過程で漂白剤についても調査を行った。その結果、竹割りばし 4 試料から亜硫酸( $SO_2$ )を検出し $^{2)}$ 、この内容は平成 7 年度厚生科学研究でも報告済みである。

ところが平成 14 年 11 月に一部週刊誌で,中国産竹製割りばしに有害化学物質が使用されているという記事が掲載されたことを契機に社会的関心を集めたため,東京都は平成 14 年 12 月に割りばしに含まれている化学物質の調査を実施し,著者らは  $SO_2$  検査を担当した.その結果ほとんどの竹製割りばしから  $SO_2$  が検出された $^{3)}$ .これらの結果を踏まえ,厚生労働省は「割りばしに関わる監視指導について」という通知 $^{4)}$  を発令したが,その中の別紙 2「割りばしにおける亜硫酸試験法」は一部機関で実態調査を行うにあたり,試験法を統一する必要があったため急きょ作成されたものであり,十分な検討・検証を行っていないものであった。

そこで、通知された試験法を検討、検証及び改良することを目的として、溶出試験における  $SO_2$  の測定法と各種溶出条件での溶出傾向について検討を行った.

## 実験の部

# 1. 試料

市販の竹製割りばしを用いた.

### 2. 試薬および標準溶液

- 1) 水 MILLI-Q グラジェント A10 により精製した超純水に窒素ガスを5分間通気させたものを用いた.
- 2) 1%トリエタノールアミン(以下 TEA と略す)溶液 TEA(試薬特級, 和光純薬(株)製)10 g を水に溶かして 1,000 mL とした後, 窒素ガスを 5 分間通気して脱気した.
  - 3) アルカリ滴定法用試薬 衛生試験法・注解5) に従った.
- 4) 亜硫酸水素ナトリウムの標定及び  $SO_2$ 標準溶液の調製 松本らの方法 $^6$ )に従った. 即ち、 $SO_2$ としての力価を標定した亜硫酸水素ナトリウムを量って 1% TEA 溶液に溶解し、1 mL に 100 μg の  $SO_2$ を含む溶液を調製して標準原液とした。標準溶液は、用時標準原液を 1% TEA 溶液で適宜希釈して用いた.
- 5) イオンクロマトグラフィー(以下 IC と略す)及び HPLC 法用試薬 炭酸ナトリウム(無水)及び炭酸水素ナトリウム: 試薬特級, 和光純薬工業(株)製, ミクロフィルター: Millex-LH(膜材質 PTFE, 孔径 0.45 μm, 直径 13 mm), MILLIPORE 製

### 3. 器具及び装置

通気蒸留装置:食品衛生検査指針<sup>7)</sup>の二重冷却管付通気蒸留装置を用いた.ただし加熱には一般的なガスバーナーを使用し,蒸留ガス吹き出し管の内径は 1.0 mm 以内のものを用いた.

IC:日本 DIONEX 社製 DXc-500; HPLC:日本分光(株) 製ガリバーシリーズ

- \* 東京都健康安全研究センター食品化学部食品添加物研究科 169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1
- \* Tokyo Metropolitan Institute of Public Health 3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-0073 Japan
- \*\* 東京都健康安全研究センター医薬品部微量分析研究科
- \*\*\* 東京都健康安全研究センター医薬品部

### 4. 試験溶液の調製

### 1) 溶出液の調製

- (1) 浸出用液 食品衛生法の器具・容器包装の溶出試験で用いられている食品疑似溶媒の水,4%酢酸及び 20%エタノールを用いた.
  - (2) 溶出温度及び時間 40,60 及び95℃,30 分間
- (3) 溶出液の調製 表面積 1 cm<sup>2</sup> 当たり 2 mL の浸出用液 を, 予め試験条件の温度に加温してから, 試料を加え, 時 々振り混ぜながら各条件で溶出し, ろ過 (ろ紙 No.5A) したものを溶出液とした.

# 2) アルカリ滴定法用試験溶液

衛生試験法・注解<sup>5)</sup> に準じて行った. 食品試料及び水 20 mL の代わりに溶出液 25 mL を試料採取用丸底フラスコ (B) に量りとり,加熱蒸留時間は 20 分間とした.

# 3) IC 法用及び HPLC 法用試験溶液の調製

溶出液をミクロフィルターでろ過し、IC 法用又は HPLC 法用試験溶液とした.

## 5. SO<sub>2</sub>の測定

1) アルカリ滴定法 衛生試験法・注解<sup>5)</sup> に準じ, 試験溶液を 0.01 mol/L 水酸化ナトリウム溶液(容量分析用, 以下規定液と略す)で滴定し, 次式により SO<sub>2</sub> 濃度を求めた.

 $SO_2$  濃度(µg/mL)= (a-b) ×F×320×1/c

a:試験溶液の滴定量 (mL)

b:空試験溶液の滴定量 (mL)

F:規定液のファクター

320: 規定液 1 mL は SO<sub>2</sub> 320 μg に相当する.

c:蒸留に用いた溶出液量 (mL)

2) 10 法  $SO_2$ 標準溶液及び IC 法用試験溶液  $25~\mu L$  を IC に注入して,予め作成した  $SO_2$ 標準溶液の検量線から,試験溶液中の  $SO_2$ 濃度を求めた.

IC 条件 分析カラム: IonPac AS12A 4mm i.d.×200 mm, ガードカラム: AG12A 4mm i.d.×50 mm (以上 DIONEX 社製) ,移動相: 2.1 mmol/L 炭酸ナトリウム- 0.8 mmol/L 炭酸水素ナトリウム水溶液,カラム温度: 35  $^{\circ}$   $^{\circ}$  , 流速: 1.5 mL/min,検出器: 電気伝導度 (CD) 検出器,オートサプレッサー電流: 19 mA,注入量: 25  $^{\circ}$   $^{$ 

3) HPLC法 IC 法に準じ UV 検出器(210 nm)を使用した.

# 結果及び考察

## 1. SO<sub>2</sub>測定法の検討

食品中の  $SO_2$  を検査する場合は、改良ランキン蒸留装置を用いた通気蒸留により食品中から  $SO_2$  を留出させ、アルカリ滴定法、比色法又は HPLC 法により定量を行う.これらの方法を参考に竹製割りばしの溶出液中の  $SO_2$  測定法を検討した

1) アルカリ滴定法の検討 まず通気蒸留時間と  $SO_2$  の留出量を検討した. 溶出液には水を浸出用液として  $95^{\circ}$  で 30 分間の溶出試験を行ったものを用いた. 通気蒸留は毎分 0.6 L の窒素ガスを通気して,  $5\sim30$  分間までの  $SO_2$ 

留出量を調べた. その結果, 図 1 に示したように  $SO_2$  留 出量は, 20 分間の蒸留でほぼ一定となった. そこで通気 蒸留時間は 20 分間とすることとした.

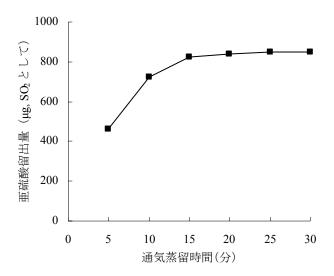


図1. 通気蒸留時間と亜硫酸流出量

次に、浸出用液について検討した。アルカリ滴定法では、 $SO_2$  を酸化して生じた硫酸をアルカリで中和滴定するため、被蒸留液に揮発性の酸が含まれると、通気蒸留により試験溶液中に捕集され、プラスの誤差が生じる。 $SO_2$  を含まない水、4%酢酸及び 20% エタノールの各 25 mL を被蒸留液として空試験を行ったところ、水及び 20% エタノールでは滴定量が 0 mL であったのに対して、酢酸では 3 mL 程度消費され、終点付近での指示薬の変色も不明瞭であり、測定できないことが判明した。したがって、アルカリ滴定法では、4%酢酸を浸出用液として使用できないことが分かった.

なお、溶出液 25 mL をアルカリ滴定法で測定した場合、 検出下限値は  $2 \mu g/mL$  であった.

2) 比色法の検討 食品中の  $SO_2$ 分析において、比色法 (パラロザニリン・ホルムアルデヒド法) には様々な改良が加えられてきたが、食品の種類によっては、現在の衛生試験法や食品衛生検査指針どおりに試験操作を行うと正しい定量値が得られない場合がある $^{8}$ ).

まず、溶出液に直接パラロザニリン・ホルムアルデヒド発色試薬を加えて発色を試みたが、発色が阻害され定量は困難であった.次に、溶出液を衛生試験法に準じて通気蒸留した捕集液についても発色を試みたが、同じ溶出液をアルカリ滴定法又は IC 法で測定した場合に比べて低い値を示す傾向があった.何れの場合も溶出液中の何らかの成分が発色を阻害し、通気蒸留によってもそれらの成分を除去できなかったものと考えられた.従って、割りばし溶出液中の SO<sub>2</sub>測定には比色法は適用できないと判断された.

3) IC 法の検討 溶出試験で得られた溶出液中の亜硫酸イオンを直接 IC で測定する方法を検討した.

 $SO_2$ 標準溶液及び  $SO_2$ を含有しない竹製割りばしを試料とし、水、95°C、30 分間の溶出試験を行って得られた溶出液(以下、ブランク溶出液とする)を IC により測定した。そ

の結果,図2に示したように,亜硫酸イオンのピーク付近 には定量を妨害するピークは現れなかった.

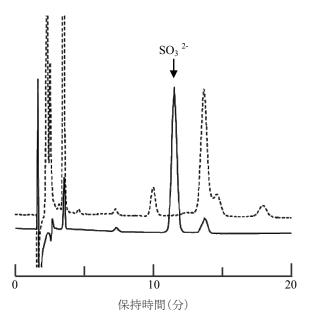


図2. ブランク溶出液及び亜硫酸標準溶液のイオンクロマトグラム(電気伝導度検出器)

ブランク溶出液標準溶液(SO<sub>2</sub> として10 μg/mL)

次に浸出溶液について検討した.水又は20%エタノールを浸出用液とした場合,測定に問題は無かった.浸出用液に4%酢酸を用いた場合の溶出液では,酢酸の巨大ピークが出現し,元のベースラインに戻るまで長時間を要したため,浸出溶液に4%酢酸を用いて測定することは不可能であった.しかし松本らの方法<sup>6)</sup>に従い4%酢酸の溶出液を通気蒸留し,TEA溶液で捕集したものを試験溶液として測定した場合,酢酸のピークの影響は無くなり,SO<sub>2</sub>の測定

が可能となった.

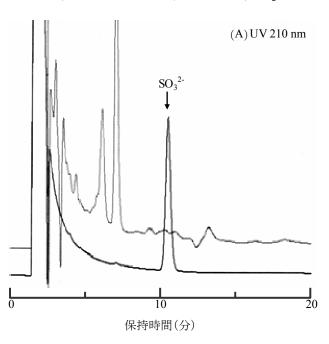
 $SO_2$  標準溶液による検量線は、 $SO_2$  として  $0.25 \sim 100$   $\mu$ g/mL の範囲で原点を通る良好な直線が得られた.

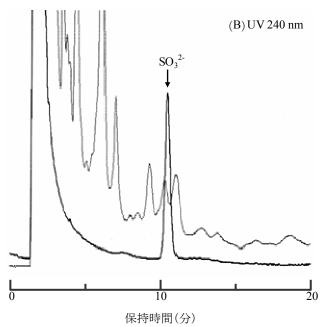
4) HPLC 法の検討 亜硫酸イオンは紫外部に吸収をもつた め UV 検出器による測定が可能であり、その際サプレッサ ーを必要としない. そこで IC 法で用いたカラム及び溶離液 を用いて HPLC への適用を試みた、松本らは、亜硫酸イオ ンの測定可能な波長域は 200~240 nm であり、食品由来の 有機酸等の影響を避けるため 240 nm での測定を推奨して いる 6. そこで、溶出液を測定する場合の波長を選択する ため、検出感度の優れた 210 nm と 240 nm で SO2 を測定し て比較した. その結果,  $SO_2$  のピーク面積は 210 nm の方が 大きく, 240 nm での面積の約 16 倍であった. また, 図 3 に各々の波長でのブランク溶出液と 10 μg/mL の標準溶液 のクロマトグラムを示したが、A(210 nm)とB(240 nm) でクロマトグラムの  $SO_2$  ピークの高さをそろえるために, B のクロマトグラムは信号強度を 16 倍に拡大して表示し た. ブランク溶出液において SO<sub>2</sub> ピーク付近に不純物ピー クが現れたが、SO<sub>2</sub>のピークに対する不純物ピークの影響 は 210 nm の方が少なかった. そこで溶出液は 210 nm で測 定することとした.

浸出溶液については IC 法同様、水又は 20%エタノール を浸出用液とした場合測定に問題は無かったが、4%酢酸の場合,負のピークが出現し元のベースラインに戻るまで長時間を要したため、4%酢酸は不適であった.しかし IC 法同様通気蒸留を行い,TEA溶液で捕集した試験溶液では酢酸の影響は無くなり, $SO_2$ の測定が可能となった.

 $SO_2$ 標準溶液による検量線は、 $SO_2$ として  $0.5\sim100~\mu g/mL$ の範囲で原点を通る良好な直線が得られた.

5) 試験溶液の安定性 松本らはTEA溶液中での亜硫酸イオンの安定性について検討し、良好な結果が得られたため、





標準溶液の溶媒及び食品試料の通気蒸留捕集液には1% TEA 溶液を用いている<sup>6)</sup>. 溶出液についても, IC 又は HPLC による測定中に $SO_2$ の減少が懸念されるため、TEA添加に より SO<sub>2</sub> の経時的安定性に効果があるか否かを検討した. SO<sub>2</sub> が検出された竹製割りばしについて、95℃の水で溶出 試験を行って得た溶出液及びこの溶出液に 1%となるよう TEA を添加した溶液を HPLC で経時的に測定した. なお HPLC のオートサンプラーはトレイ温度を 4℃に設定して 使用した. 図4に示したように、標準溶液及びろ過しただ けの溶出液は、16時間経過後においてもクロマトグラム上 における亜硫酸イオンのピーク面積はほとんど変化しなか った. しかし、TEA を添加した溶出液では徐々に亜硫酸イ オンのピークが小さくなり、約16時間後には面積比で15 %程度の減少が見られた.これは溶出液中の亜硫酸イオン, 不純物及び TEA の間での何らかの反応によるものと考え られた. したがって、溶出液には TEA を添加せずろ過した だけのものを、HPLC 法用及び IC 法用試験溶液とすること とした.

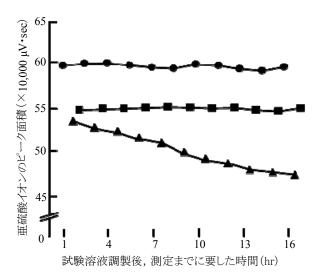


図4. 標準溶液及びHPLC用試験溶液中の亜硫酸の安定性

● 標準溶液 (SO<sub>2</sub> として10 μg/mL, 1%TEA含有)
■ HPLC用試験溶液 (ろ過のみ, TEA無添加)
■ HPLC用試験溶液 (1%TEA含有)

# 2. 溶出試験

1) 浸出用液による溶出傾向の検討 溶出試験に用いる浸出用液の溶出傾向を調べた. 浸出用液として水及び 20%エタノールを用い, $SO_2$  を含む竹製割りばしの表面積 1 cm<sup>2</sup> 当たり 2 mL の浸出用液を使用し,60  $\mathbb{C}$  で 30 分間の溶出試験を行った. 結果は,表 1 に示したように何れの浸出用液

表1. 浸出溶液による亜硫酸溶出量の比較

浸出用液	溶出量(µg/mL, SO <sub>2</sub> として)
水	8.44 ± 0.45
20%エタノール	$8.40 \pm 0.63$

平均值±標準偏差, n=3

においても溶出される  $SO_2$  の量に有意な差は認められなかった

2) 溶出温度の検討 浸出用液として水及び 20%エタノールを使用し、 $SO_2$  を含む竹製割りばしを試料として 40°C、60°C及び 95°Cで 30 分間の溶出操作を行い、溶出液中の  $SO_2$  量を測定した.結果は図 5 に示した通り、水及び 20%エタノールでは溶出量に差は見られず、また溶出温度が高くなるほど  $SO_2$  溶出量は増加した.なお 95°Cではエタノールの沸点を超えるため、この温度での 20%エタノールを用いた溶出試験は行わなかった.

以上の結果より、溶出条件としては、通知で示された水、95°C、30 分が最大の溶出量を示し、試験条件として適当であった。

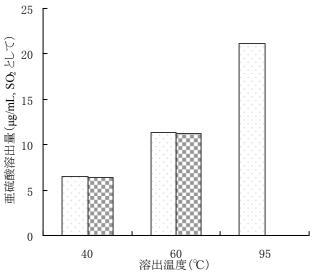


図5. 溶出温度と亜硫酸溶出量との関係

□水 ■20%エタノール

### 3. 実態調査

平成 16 年 3 月に東京都内で市販されていた竹製割りばし 12 試料について  $SO_2$  の分析を行った.分析方法は,割りばし 1 膳を割って 2 本に分け,1 本を 95 ℃,残りの 1 本を 60 ℃の水を用いて 30 分間の溶出試験を行った.得られた溶出液中の  $SO_2$  濃度は HPLC 法及びアルカリ滴定法で測定した.なお,一つの試料からは無作為に 3 膳を採取し,それぞれ 2 つの温度条件で溶出試験を行った.検出量は試料表面積 1 cm $^2$  当たりの  $SO_2$  濃度として表した.

結果を表 2 に示した. 95 $^{\circ}$ Cの溶出条件では 12 試料中 9 試料から  $SO_2$  として 1.0  $\mu$ g/cm $^2$ 以上が検出され,最大値は  $SO_2$  として 25.8  $\mu$ g/cm $^2$ であった.この 25.8  $\mu$ g/cm $^2$ を割りばし 1 膳当たりの値に換算すると約 2 mg となり,厚生労働省の指導目安値 12 mg/膳の 1/6 であった.ND と記した試料のうち,試料番号 11 と 12 の 2 試料については,包装に「無漂白」の表示があり, $SO_2$  は全く検出されなかったが,試料番号 10 では 1.0  $\mu$ g/cm $^2$  未満の  $SO_2$  を検出した.

平成 14 年 12 月に東京都が行った調査では、割りばし・ 竹串等計 52 試料について同条件(水,95℃,30 分間)で

試料	割りばし	溶出温度:95℃		溶出温度:60℃	
番号	の形態	HPLC法	アルカリ滴定法	HPLC法	アルカリ滴定法
1	利休	$25.8 \pm 6.26$	$23.5 \pm 3.91$	$10.7 \pm 2.96$	$11.2 \pm 2.61$
2	天 削	$24.0 \pm 12.3$	$23.2 \pm 13.4$	$10.5 \pm 6.22$	$10.3 \pm 6.68$
3	双 生	$23.7 \pm 4.2$	$24.6 \pm 3.36$	$11.3 \pm 4.11$	$10.4 \pm 4.00$
4	双 生	$16.6 \pm 6.33$	$15.7 \pm 6.15$	$9.85 \pm 3.21$	$9.98 \pm 3.15$
5	元 禄	$15.5 \pm 6.62$	$14.9 \pm 7.31$	$6.71 \pm 4.31$	$7.25 \pm 4.81$
6	双 生	$12.2 \pm 2.98$	$11.0 \pm 3.10$	$5.36 \pm 1.51$	$5.21 \pm 1.41$
7	双 生	$8.61 \pm 3.98$	$9.13 \pm 2.21$	$4.12 \pm 2.51$	$4.44 \pm 2.08$
8	双 生	$6.04 \pm 4.46$	$6.74 \pm 3.83$	$1.95 \pm 1.05$	ND
9	双 生	$3.98 \pm 0.98$	$4.03 \pm 2.02$	$1.49 \pm 1.04$	ND
10	双 生	ND	ND	ND	ND
11	双 生	ND	ND	ND	ND
12	利 休	ND	ND	ND	ND

表2. 市販竹製割りばしの亜硫酸の分析結果(µg/cm², SO<sub>2</sub> として)

n=3, 平均值±標準偏差(μg/cm²)

ND: HPLC法は1.0 μg/cm<sup>2</sup>未満, アルカリ滴定法は4 μg/cm<sup>2</sup>未満

の溶出試験を行い、25 試料から 5  $\mu$ g/cm² (平成 14 年調査時の定量限界)以上の  $SO_2$ を検出した。この中で、全ての竹串及び木製割りばしの試料からは  $SO_2$ は検出されなかったが、竹製割りばしについては 26 試料中 16 試料(62%)から、最高で 36  $\mu$ g/cm² の  $SO_2$ を検出した。今回(平成 16 年 3 月)の調査で平成 14 年調査時の定量限界値 5  $\mu$ g/cm²以上の  $SO_2$ を検出した竹製割りばしは、12 試料中 8 試料(67%)であり、最高は 26  $\mu$ g/cm² あった。竹製割りばしについて、前回と今回の調査結果を比較すると、 $SO_2$  検出量の最大値は、今回の方が少し減少していたが、検出率はほとんど変わっていないことが分かった。しかし、以前は漂白処理を行っていないことを明示した商品が皆無であったのに対して、今回は 2 試料に「無漂白」の表示があった。これは、割りばし類への漂白剤使用についての社会的関心に、業者の一部が対応した結果と思われる。

60<sup>°</sup>Cの溶出温度では、12 試料中 9 試料から、 $SO_2$  として  $1.49 \sim 10.7 \, \mu \text{g/cm}^2$  を検出した.

なお、今回は1試料につき3回の分析を行ったが、同一製品においても割りばし毎に含まれる $SO_2$ 量が大きく異なり、標準偏差は大きな値となった。したがって、分析操作は1試料につき3回以上行う必要があると考える。

二つの測定方法を比較すると,得られた値はほぼ一致し,アルカリ滴定法の値を X 軸,HPLC 法の値を Y 軸にとった場合の相関は,95 $^{\circ}$ Cの溶出試験では傾きが Y=1.04X-0.05,相 関係 数 (R2 乗)=0.993 であり,60 $^{\circ}$ C では 傾きが Y=1.01X-0.02,相関係数(R2 乗)=0.994 であった.したがって,4  $\mu$ g/cm $^{\circ}$ 以上の測定値であれば,どちらの測定法を用いても,ほぼ同じ測定結果が得られることが確認された.

同一試料について 95<sup>°</sup>C溶出及び 60<sup>°</sup>C溶出の値を比較すると 95<sup>°</sup>Cでは 60<sup>°</sup>Cのほぼ 2 倍の  $SO_2$  が溶出した.

## 4. SO<sub>2</sub>の規格基準

厚生労働省から提示された「割りばしに係る監視指導について」の通知 $^{4)}$ では、溶出試験の結果、1 膳当たりの  $SO_2$  としての値が 12~mg を超える割りばしについては、自主規

制等必要な措置を指導するとしている. この  $12 \, \mathrm{mg}$  という値は、 $\mathrm{SO}_2$  の一日摂取許容量( $0.7 \, \mathrm{mg/kg}$  体重/ $\mathrm{day}$ )を体重  $50 \, \mathrm{kg}$  のヒトー人当たりに換算した量( $35 \, \mathrm{mg}$ )を単に一日の食事回数  $3 \, \mathrm{vel}$  であって、本来の  $\mathrm{SO}_2$  摂取源である食品からの摂取量を無視して割りばしのみを摂取源とした場合の計算値であり、かなり高い値であると考えられる. また、平成  $14 \, \mathrm{erg}$  及び今回の調査において、竹製割りばしでは、一膳あたり  $3 \, \mathrm{mg}$  を超えるものがなかったことからも、指導目安値がかなり高い値であることが裏付けられた.

一方,通知においては 1 膳当たりの量に換算して示されているが,食事や調理時に割りばしから食品に移行,若しくは直接口に触れて人体に摂取される  $SO_2$ の量は,接触するはしの表面積に比例するものと思われる.また,竹串などでも  $SO_2$ が使用される可能性があるが,1 膳当たりという表示はできない.そのため, $SO_2$ の規制値は 1 膳当たりでは無く,試料表面積当たりの濃度で規制するほうが理にかなうものと考える.事実,平成 14 年度の実態調査において,溶出試験で 1 膳当たり 10 mg の  $SO_2$  が検出された竹製菜ばし(1 膳の表面積 258 cm²)の溶出試験での値は 39  $\mu$ g/cm²であり,1 膳当たり 3 mg の  $SO_2$  が検出された竹製割りばし(1 膳の表面積 84 cm²)の溶出試験値 36  $\mu$ g/cm²とほぼ同じ値であった.さらに,通知では溶出試験の他に材質試験も示されたが,溶出試験の値で指導することにより,材質試験は必要ないものと考える.

厚生労働省からの通知が出された後も、 $SO_2$  を検出する割りばしは依然として多い一方で、「無漂白」と表示された割りばしも増えてきた。これらの中には、より安全なシリカゲルやわさび抽出物を直接割りばしに接触しないように包装内に封入することで $SO_2$ の使用を控えようとしている製品もある。反面、 $SO_2$  の代替品として、今までに器具・容器包装に使われたことのない漂白、抗菌または防かび作用を有する物質が使用される懸念もある。竹・木製品に $SO_2$  の基準を設定する場合は、必要のない化学物質をむやみに使用すべきではないという考えを大前提に、なるべく

少ない量で規制すべきであると考える.

#### 結 論

平成 15 年 1 月に厚生労働省より通知された「割りばしに 係わる監視指導について」で示された「割りばしにおける 亜硫酸試験法」 $^{4)}$  について, $SO_{2}$  の測定方法及び溶出試験の 条件等を検討した.

その結果、溶出試験は、浸出用液として水を使用して 95  $\mathbb{C}$ で 30 分間行う通知法をそのまま使用するのが適当であった。また、得られた溶出液中の  $\mathrm{SO}_2$  濃度は、アルカリ滴定法、 $\mathrm{IC}$  法、 $\mathrm{HPLC}$  法のいずれかで測定することができた.

市販の竹製割りばし 12 試料を HPLC 法及びアルカリ滴 定法で検査した結果, 9 試料より  $SO_2$  として  $3.98\sim25.8$   $\mu g/cm^2$  の  $SO_2$  が検出された. なお, 同一製品であっても,  $SO_2$  の含有量に大きな差があることから, 一つの製品につき 3 回以上の検査を行うことが望ましい.

通知法では、溶出試験の他に材質試験も示されたが、溶 出試験の値で指導することにより、材質試験は必要ないも のと考える. また、指導の基準値は割りばし1膳当たりの 量ではなく、表面積当たりの値とすることが望ましく、そ の値も食品からの摂取量を加味して見直す必要がある.

(本研究の一部は平成 15 年度厚生労働科学研究補助金により実施した。)

#### 文 献

- 1) 山嶋裕季子,田口信夫,竹内正博,他:日本食品衛生学会第 67 回学術講演会講演要旨集, 21, 1994.
- 2) 山嶋裕季子, 田口信夫, 斉藤和夫, 他: 東京衛研年報, **48**, 174-177, 1997.
- 3) 東京都健康局:「竹製割りばしの防かび剤等の検査結果について」、平成15年2月10日.
- 4) 厚生労働省通知: 「割りばしに係わる監視指導について」, 平成15年1月21日食監発第0121001号.
- 5) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解 2005, 320-327, 2005, 金原出版(株), 東京.
- 6) 松本ひろ子, 小川仁志, 鈴木敬子, 他: 食衛誌, 42, 329-334, 2001.
- 7) 厚生労働省監修:食品衛生検査指針食品添加物編 2003, 100-109, 2003, (社) 日本食品衛生協会,東京.
- 8) 下井俊子, 井部明広, 田端節子, 他: 食衛試, 45, 322-338, 2004.