

食器へのABS残留量の検討

佐藤 ひろみ

Study on residual amounts of ABS on washed tableware

Hiromi Sato

はじめに

食器の表面に付着している汚染物質を洗浄除去することは食品衛生の基礎として重要なことである。

石油化学が開発した洗剤の主体アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム（以下ABSと略す）は、野菜・果物に付着する寄生虫卵、残留農薬の除去、および油脂性汚物の除去等と卓越した効果を示しており、食生活の衛生

表1 機械洗浄の洗浄条件

| 洗浄機の種類 | | コンペアー式自動食器洗浄機 | 自動ラック移動式食器洗浄機 |
|--------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| 施設 | | A集団給食施設 | B集団給食施設 |
| 予備洗い | 水温(℃) | 40 ~ 50 | 45 ~ 60 |
| | 使用洗剤 | 中性洗剤 T | 中性洗剤 T |
| | 洗浄機にかける前の処理方法 | 洗浄槽に洗剤を入れ浸漬してコンペアーにのせる | 洗浄槽に洗剤を入れ浸漬してラックに入れる |
| 機械洗浄 | 種類 | 全自動 | 全自動 |
| | 型式 | コンペアー式 | 自動ラック移動式 |
| | 洗浄能力(皿数/時) | 7,000~12,000 | 7,300 |
| | コンペアー速度(m/分) | 1.53 ~ 2.44 | 2 |
| | すすぎ(l/分) | 15 | 18.5 |
| | 水圧(kg/cm ²) | 1.5 | 1.0 |
| | 使用洗剤 | 洗浄機専用 | 洗浄機専用 |

表2 手洗浄の洗浄条件

| 手洗浄の種類 | 手洗浄 1 | 手洗浄 2 | 手洗浄 3 |
|--------|----------------|----------|---------|
| 施設 | C集団給食施設 | D集団給食施設 | 一般家庭 |
| 形式 | 二槽式 | 三槽式 | —— |
| 水温(℃) | 40 ~ 50 | 40 ~ 50 | 15 ~ 20 |
| 使用洗剤 | 中性洗剤 R | 中性洗剤 R F | 中性洗剤 M |
| 洗浄操作 | スポンジ摩擦 | スポンジ摩擦 | スポンジ摩擦 |
| すすぎ | 超音波洗浄機のシャワー槽 | すすぎ後、熱処理 | 流水 |
| すすぎの水温 | 70~80 7.5l / 分 | 20 ~ 30 | 15 ~ 20 |

上大きく寄与してきた。

戦後化学工業の発展に伴い合成洗剤が比較的安い価格で生産されるようになり、その洗浄効果と作業効率の面から一般家庭にも広く普及するようになった。しかし昭和37年に人体に対する家庭用合成洗剤の有害説が発表されて以来、有害無害の論争が続けられ、さらに近年、学校給食従業員に合成洗剤が原因と思われる皮膚障害が発生し、社会問題として注目され、一部では合成洗剤の使用中止運動もおこり、東京都の小中学校給食施設では使用中止にするなど、合成洗剤の安全性が問題となっている。そこで著者は以前から洗剤の使用実態調査や毒性についても検討してきた。

一方、学校や会社などの集団給食施設においては、食器の機械洗浄が急速に普及しつつあり、最近では家庭でも使用されるようになった。

そこで、これらの機械洗浄で食器を洗浄した後のABS残留量と従来の手洗浄の場合とを比較し、洗浄方法、食器の材質、傷つき加減、汚れの程度および洗剤の使用濃度による残留量の差異を検討した。

方 法

1. 検体の採取方法

ランチ皿43検体、汁わん43検体、どんぶり34検体を集団給食施設A、B、C、Dおよび一般家庭で表1表2で示すような条件で洗浄した。給食施設Aはコンペアー式自動食器洗浄機による機械洗浄でBは自動ラック移動式食器洗浄機による洗浄、Cは手洗浄ですすぎに超音波洗浄機のシャワー槽使用、Dは洗剤による洗浄もすすぎも手洗浄という洗浄方法で各々検体は洗浄後同日中に回収した。

これらの食器に蒸留水50mlを加え、3本のガラス棒を用いて5分間軽く摩擦しピーカーに移した。この操作を2回繰返し、100mlの試験溶液を作成した。

2. ABS定量法

ABSの分析方法としては、クロロホルム可溶のメチレンブルーとの錯化合物を形成させて比色するアポット法を採用した。

測定は日立101型分光光度計による。

検体とした食器の種類は以下の通りである。

ランチ皿（ステンレス製・容積400ml容、メラミン樹脂製・300ml容、陶器製・300ml容）どんぶり（メラミン樹脂製・580ml、陶器製・570ml）汁わん（フェノール樹脂製うるし塗装・350ml、メラミン樹脂製・300ml）

結果及び考察

1. 洗浄方法別による残留ABS量について

機械洗浄と手洗浄とは、食器に残留するABS量にどのような差異があるかを調べるために、これらにより洗浄したランチ皿、汁わん、どんぶりについて残留ABS量を測定した結果を表3に示した。

表3 洗浄方法別による残留ABS量

単位 ug/食器1ヶ当

| 洗浄法 施設 形式 食器の 種類 | 機 械 洗 浄 | | | | 手 洗 浄 | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------|-----------|--------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | 集 団 給 食 施 設 | | | | | | | | 一般家庭 | |
| | No. | コンペアー式 | No. | 自動ラック式 | No. | 手洗浄1 | No. | 手洗浄2 | No. | 手洗浄3 |
| ランチ皿 | S1 | 14 | S1 | 8 | S1 | 12 | M1 | 170 | S1 | 390 |
| | 2 | 19.5 | 2 | 6.5 | 2 | 23 | 2 | 112 | 2 | 445 |
| | 3 | 18.5 | 3 | 3.5 | 3 | 8.5 | 3 | 83 | 3 | 640 |
| | 4 | 14 | 4 | 11 | 4 | 26 | 4 | 52.7 | 4 | 50 |
| | 5 | 6.5 | 5 | 6.5 | 5 | 12.5 | 5 | 32.8 | 5 | 300 |
| | 6 | 10.5 | 6 | 11 | 6 | 28 | 6 | 148 | 6 | 290 |
| | 7 | 23 | 7 | 3.5 | 7 | 295 | 7 | 187 | | — |
| | 8 | 28 | 8 | 5.5 | 8 | 465 | 8 | 91.3 | | — |
| | 9 | 9.5 | 9 | 2.5 | 9 | 505 | 9 | 76.8 | | — |
| | | — | | — | | — | 10 | 53.5 | | — |
| \bar{X}, σ | 15.9±6.9 | | 6.44±3.12 | | 153±209 | | 101±49.7 | | 353±195 | |
| 汁わん | P1 | 14 | P1 | 9.5 | P1 | 5 | M1 | 31.6 | P1 | 37.5 |
| | 2 | 128 | 2 | 6.5 | 2 | 44.5 | 2 | 97.5 | 2 | 33.5 |
| | 3 | 106 | 3 | 9 | 3 | 96 | 3 | 72.2 | 3 | 42 |
| | 4 | 54 | 4 | 20.5 | 4 | 305 | 4 | 100 | 4 | 50 |
| | 5 | 15.5 | 5 | 7.5 | 5 | 280 | 5 | 224 | 5 | 46.5 |
| | 6 | 6.5 | 6 | 22 | 6 | 305 | 6 | 87.6 | 6 | 38.5 |
| | 7 | N・D | 7 | 260 | 7 | 33 | 7 | 104 | | — |
| | 8 | N・D | 8 | 200 | 8 | 16 | 8 | 91.3 | | — |
| | 9 | N・D | 9 | 215 | 9 | 18 | 9 | 36.9 | | — |
| | | — | | — | | — | 10 | 65.9 | | — |
| \bar{X}, σ | 36±49.2 | | 83.3±108 | | 123±133 | | 91.1±64.3 | | 41.3±6.1 | |
| どんぶり | C1 | 4.5 | C1 | 7.5 | C1 | 33.5 | M1 | 2.07 | C1 | 22 |
| | 2 | 6.5 | 2 | 14 | 2 | 20.5 | 2 | 6.22 | 2 | 58 |
| | 3 | 2.5 | 3 | 14.5 | 3 | 27.5 | 3 | 4.15 | 3 | 38 |
| | 4 | 4 | 4 | N・D | 4 | 15 | 4 | 6.64 | 4 | 43.8 |
| | 5 | 18.5 | 5 | N・D | 5 | 23 | 5 | 5.39 | 5 | 31 |
| | 6 | 18.5 | 6 | 26 | 6 | 24 | 6 | 4.56 | 6 | 42.5 |
| | | — | | — | | — | 7 | 9.96 | | — |
| | | — | | — | | — | 8 | 7.88 | | — |
| | | — | | — | | — | 9 | 4.98 | | — |
| | | — | | — | | — | 10 | 10.4 | | — |
| \bar{X}, σ | 9.08±7.41 | | 10.3±9.98 | | 23.9±6.27 | | 6.2±2.5 | | 39.2±12.2 | |

※ \bar{X}, σ 平均値±標準偏差

S (ステンレス製), P (フェノール樹脂製), M (メラミン樹脂製), C (陶器製)

全体的に手洗浄は機械洗浄に較べ高濃度のABS残留を示し、特にランチ皿については著しい差がみられた。

機械洗浄よりも手洗浄の方がABS残留量が多いという結果は衛生局環境衛生部食品衛生課の報告と同様な傾向を示している。機械洗浄のうち汁わんについてはランチ皿、どんぶりに較べ比較的残留量が多い。この原因として、一つには機械洗浄機のコンペアーやラックにたてかけられた食器が、すすぎ用のシャワーを通過する際に食器の形状の異なることより内面の湾曲の深いものほど、ランチ皿のような平面的なものに較べ充分なすすぎ湯を受けにくいという点から、食器の形状がABSの残留量に大きく影響するものと考えられる。しかし機械洗浄の汁わんとどんぶりとは大きさは多少異なるが、食器の内面の湾曲については、互いに似たような形状をしており、すすぎ湯を受けにくいという点では大差ないと思われるのに、どんぶりの方が汁わんに較べ残留量が少ない。そこで他の原因として考えられることは、フェノール樹脂製うるし塗りの汁わんと陶器製どんぶりという材質の差異、あるいはそれによる表面硬度の差による傷つきの難易および各食器に盛る食品の性質の差異等を考慮する必要があると思われる。さらに手洗浄の結果についてもランチ皿、汁わんはどんぶりに較べると残留量が多いことより前述と同様の影響を受けていると思われる。次に食器の材質や食器表面の傷の有無、汚れ具合などのABS残留量への影響を調べた。

2. 食器の材質別による残留ABS量について

給食施設や一般家庭において、従来の陶器製の食器の他に樹脂製食器、ステンレス製食器などが広く普及しており、今回実験の検体中³⁾がそうであった。

そこで食器の材質の違いによる残留ABS量を比較した。検体には陶器製、メラミン樹脂製、ステンレス製のランチ皿各10枚を選び、洗剤は最も一般的なM合成洗剤の標準使用濃度で、洗浄条件はいずれも同じ条件とした。表4に示す如く、残留ABS量は陶器製のものが一番少なく、メラミン樹脂ではその5.7倍、又ステンレス製では陶器製の19.6倍であった。

この結果は篠田らの報告と同じような傾向を示している。以上のことから、陶器製が最も残留が少なく、ステンレス製が最も多いことがわかったが、これはステンレス製のものが一番油汚れが落ちにくいことが考えられたので、次に油脂汚れとの関係を調べた。

3. 油脂付着の有無による残留ABS量について

食器に盛る内容物によって油脂分が皿に多く付着し残るものと、そうでないものがある。

そこで陶製のランチ皿の表面に油を付着させたものと、

表4 食器の材質別による残留ABS量

単位 ug / 食器1ヶ当

| C | 陶器製 | M | メラミン樹脂製 | S | ステンレス製 |
|--------|------|---------|---------|-----------|--------|
| 1 | 4.15 | 1 | 53.5 | 1 | 122 |
| 2 | 8.71 | 2 | 54.4 | 2 | 141 |
| 3 | 13.3 | 3 | 52.3 | 3 | 195 |
| 4 | 7.88 | 4 | 49.8 | 4 | 306 |
| 5 | 12.9 | 5 | 56 | 5 | 83 |
| 6 | 12.5 | 6 | 49.8 | 6 | 116 |
| 7 | 10.4 | 7 | 62.2 | 7 | 259 |
| 8 | 7.5 | 8 | 64.3 | 8 | 98.9 |
| 9 | 12.0 | 9 | 50.2 | 9 | 353 |
| 10 | 6.2 | 10 | 49.4 | 10 | |
| ※9.5±3 | | ※54.2±5 | | ※186±92.3 | |

※平均値±標準偏差

させないものとは、同一条件で洗浄した後の残留ABS量に差異があるか否かを調べた。

試験条件は、きれいなランチ皿10枚のうち5枚にサラダオイルを一皿につき5mlをティッシュペーパーで均一にのばしM合成洗剤の標準使用量で洗浄し、洗浄方法、すすぎは同一条件とした。

表5 油脂付着の有無によるABS残留量

単位 ug / 食器1ヶ当

| 油脂付着 | | 付着無 | |
|------------|-------|------------|------|
| C1 | 87.6 | C1 | 4.15 |
| 2 | 36.5 | 2 | 36.9 |
| 3 | 103.7 | 3 | 52.5 |
| 4 | 60.9 | 4 | 25.8 |
| 5 | 98.2 | 5 | 44.5 |
| ※77.4±25.2 | | ※32.7±16.9 | |

※平均値±標準偏差

表5に示す如くABS残留量は、サラダオイルを付着させたものは、させないものの約2.4倍の残留量を示し、油脂汚れがあるほどABS残留量も大きくなることがわかった。

4. 食器のキズの有無によるABS残留量について

食器内面のキズの有無が残留ABS量に影響すると考えられるので同種の食器をキズのあるものと無いものとに分け、残留ABS量への影響を調べた。

検体には給食施設および一般家庭でも最近多く使用されており、またもっとも傷つきやすいと思われるメラミン樹脂製食器(ランチ皿)を選んだ。キズ有の皿はキズ無の皿に較べ平均値で約3倍の残留量を示した。この結果は官里らの報告と同様の傾向であるが、これらのことから、古くなってキズが多くなった食器ほどABS残留

表6 食器のキズの有無による残留ABS量
単位 ug/食器1ヶ当

| キズ有 | | キズ無 | |
|-----------|------|------------|------|
| M1 | 172 | M1 | 56.0 |
| 2 | 207 | 2 | 62.2 |
| 3 | 162 | 3 | 60.2 |
| 4 | 195 | 4 | 50.2 |
| 5 | 201 | 5 | 76.8 |
| 6 | 99.6 | 6 | N・D |
| 7 | 187 | 7 | N・D |
| 8 | 216 | 8 | 49.8 |
| 9 | 143 | 9 | 21.8 |
| 10 | 189 | 10 | 60.2 |
| ※177±33.1 | | ※54.6±25.5 | |

※ 平均値±標準偏差

量が多くなることがわかった。

5. 洗剤の使用濃度による残留ABS量について

洗剤の使用濃度の実態調査については著者の報告のごとく、一般に家庭で使用している洗剤濃度は標準使用濃度の約3.3倍であり、最低値でさえ0.9倍で最高値は7.4倍という高濃度使用である。また洗浄方法については、原液を直接スポンジにつけて洗浄する方が最も多いという調査結果が報告されている。

これらのことより洗剤の使用濃度により食器に残留するABS量が異なることが考えられるので、手洗浄法により、各々使用濃度を変え、陶器製の同じランチ皿に残留するABS量を比較した。

洗剤の使用濃度は合成洗剤Mの標準使用濃度(1.5ml/l)とそれの3倍濃度(4.5ml/l)および洗剤の原液を直接スポンジにつけて使用する3種とした。すすぎ条件はこれら3種の濃度に対し共通とし100ml/秒の流水で各々10回ずつ軽くすすいですすいだ。

表7に示す如く標準使用濃度による洗浄効果に対して、3倍濃度のものの残留量は約3倍、原液を直接スポンジにつけてのものは約3.5倍と高濃度の残留であった。

以上のことから、洗剤の使用濃度が食器への残留にかなり影響することが明らかとなった。

6. すすぎの回数によるABS残留量について

洗剤の使用濃度が高くなるほどABS残留も多くなることがわかったが、洗剤の使用濃度、洗浄方法が共通の場合には、すすぎの回数の多少により残留ABS量がどの程度異なるかを調べた。

洗剤の使用濃度は標準使用量の約2倍の3ml/lとし、すすぎの条件は100ml/秒の流水の注ぎ込まれるバット中で、スポンジで5秒間に10回こすったものと、10秒間

表7 使用濃度の差による残留ABS量
単位 ug/食器1ヶ当

| 原液スポンジ | | 3倍濃度 | | 標準使用量 | |
|-----------|-----|-----------|-----|------------|------|
| C1 | 199 | C1 | 145 | C1 | 49.8 |
| 2 | 187 | 2 | 156 | 2 | 62.2 |
| 3 | 158 | 3 | 118 | 3 | 49.8 |
| 4 | 162 | 4 | 158 | 4 | 49.4 |
| 5 | 205 | 5 | 164 | 5 | 58.1 |
| 6 | 222 | 6 | 147 | 6 | 49.8 |
| 7 | 141 | 7 | 104 | 7 | 33.2 |
| 8 | 189 | 8 | 160 | 8 | 39.4 |
| 9 | 116 | 9 | 162 | 9 | 47.7 |
| 10 | 141 | 10 | 106 | 10 | 37.3 |
| ※172±31.5 | | ※142±22.4 | | ※47.7±8.52 | |

※ 平均値±標準偏差

に20回の2種である。

表8に示す如く、すすぎ回数を2倍にすると残留量は平均値で約1/2に減少した。このことより、すすぎ回数の増加により残留ABS量が大幅に減少することが確認された。

表8 すすぎ回数の差による残留ABS量
単位 ug/食器1ヶ当

| 10回/5秒 | | 20回/10秒 | |
|------------|------|------------|------|
| M1 | 129 | M1 | 45.5 |
| 2 | 106 | 2 | N・D |
| 3 | 22.6 | 3 | 11.5 |
| 4 | 261 | 4 | 25.5 |
| 5 | 200 | 5 | 49.9 |
| 6 | 65.4 | 6 | 62.2 |
| 7 | 355 | 7 | 10.5 |
| 8 | 115 | 8 | 19.5 |
| 9 | 380 | 9 | 23.5 |
| 10 | 50.5 | 10 | 12.5 |
| ※168.4±119 | | ※26.0±19.0 | |

※ 平均値±標準偏差

7. 食器への残留により体内に摂取するABS量

食器に残留するABS量の調査結果から、食器を通じて体内に摂取するABS量を考察してみた。

昼食のみを給食施設でとり、朝夕食は家庭で食事をする場合の1日平均使用食器数からABS摂取量を本実験の結果より求め表9の如く推算した。昼食時に使用した食器のABS残留量は、集団給食施設の残留量の平均値より求め、朝・夕食時に使用した食器の残留量は一般家庭における残留量の平均値より求めた。1回の使用食器数をランチ皿、どんぶり、汁わんにつき各1ヶずつとす

ると昼食時のABS残留量は0.16mgであり、朝・夕食時には各々0.43mgとなり、1日平均のABS摂取量は1.02mgと推算される。これは、科学技術局の調査による⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾0.03mg、東京都衛生局の調査による¹³⁾¹⁴⁾0.3mg茨城県高萩保健所調査の調査による⁷⁾1.125mgと比較すると最高値ではないが、残留量はかなり多い。このように食器を通じて摂取するABS量の他に、野菜、果物等食品を通じて摂取する量を文献的¹²⁾¹⁵⁾¹⁶⁾にみて7mgとすると、全体としての摂取量は1日8.02mgであり、食器を通じて摂取されるABS量の割合が大きい。

表9 食器より摂取するABS摂取推定量
単位 mg

| 1日に使用する食器種類 | 数 | 1ヶ当りのABS残留量 | | 1日ABS摂取量 |
|-------------|---|-------------|--------|----------|
| | | 昼食 | 朝・夕食 | |
| ランチ皿 | 3 | 0.07×1 | 0.35×2 | 1.02 |
| 汁わん | 3 | 0.08×1 | 0.04×2 | |
| どんぶり | 3 | 0.01×1 | 0.04×2 | |
| 合計 | 9 | 0.16 | 0.86 | |

結 論

1) 著者の合成洗剤の使用実態調査結果などから洗剤の使用法に多くの問題があると考えられたので、今回は洗浄後の食器への残留について調べ、最近普及しつつある機械洗浄と手洗浄の比較や、食器の材質、傷つき加減、油脂汚れの程度、洗剤の使用濃度、すすぎ回数との関係などについて調べ以下の結論を得た。

1. 機械洗浄では食器の形状によりABS残留量にばらつきが多いが、全体的には手洗浄の方がABS残留量が多かった。
2. 食器の材質別によるABS残留量については、陶器製のものに少なく、ステンレス製のものが最も多かった。これはステンレス製が油脂汚れが付着しやすいためもあり、モデル実験でも油脂汚れが多いほどABS残留量が多くなることが確認された。
3. キズの有無による残留ABS量では、明らかにキズの有る古いものが高ことがわかった。
4. 洗剤の使用濃度が高いと食器への残留も大きくなり又、すすぎ回数を増加するほど残留量を大きく減少させることがわかった。
5. 食器への残留により体内に摂取されるABS量は平均的には1日約1.02mgであり、かなり大きいことがわかった。

以上の結論より、洗剤の使用基準を準守し、すすぎ回数を増すという、最も基本的な事を周知し、徹底すれば

それのみでABS残留量を大巾に減少できるということを確認した。

最後に本研究に際し終始御指導下さいました西村正雄、山中すみへ博士に深謝致します。また本論文を御校閲下さいました並木貞博士に感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 著者他：文教大学研究紀要第9集，1975
- 2) 日本薬学会編：衛生試験法注解，金原出版，711～712，1972
- 3) 衛生局環境衛生部食品衛生課：洗浄剤の使用実態調査について，昭和49年3月
- 4) 篠田他：食品衛生学雑誌，3(4)，387，1962
- 5) 宮里他：食品衛生研究，Vol. 24，No. 3，1974
- 6) 富山：食品衛生研究，Vol. 22，No.11，1972
- 7) 平他：食品衛生研究，Vol. 25，No. 2，1975
- 8) 富山：食品衛生研究，Vol. 26，No.11，1976
- 9) 所他：日本公衆衛生雑誌，11(1)29，1964
- 10) 阿部他：日本公衆衛生雑誌，10(1)3，1963
- 11) 科学技術庁研究調整局：中性洗剤特別研究報告，(各論I～V，昭和38年，総論，昭和40年)
- 12) WHO技術報告No.144，(川城巖訳)：食品衛生学雑誌，Vol. 1，No. 1，104，1960
- 13) 消費科学連合会：合成洗剤使用実態調査報告書，昭和48年3月
- 14) 東京都：中生洗剤に関する調査研究，昭和48年5月
- 15) 今木他：洗剤の科学，ドメス出版，1971
- 16) 花王石鹼株式会社：合成洗剤の安全性に関する学術文献要旨集，昭和47年11月