

洗浄方法の違いによるまな板の衛生状態の評価

米田千恵^{1)*} 山本 愛²⁾

¹⁾千葉大学・教育学部 ²⁾伊丹市立鈴原小学校

Evaluation of Sanitation in Chopping Board by Different Washing Methods

YONEDA Chie^{1)*} YAMAMOTO Ai²⁾

¹⁾Faculty of Education, Chiba University, Japan ²⁾Suzuhara Elementary School, Itami city

素材の異なる3種のまな板について、水で5秒間濡らしたときの重量変化を調べたところ、重量増加量は天然木素材が最も大きく、次いでプラストマー素材、エラストマー素材となった。次に、6種の食品成分（でんぷん、片栗粉、卵白、卵、食用油、ラード）をモデル汚れとし、一定量をまな板に塗布後、洗浄し、洗浄後のまな板の衛生状態を調べた。でんぷん溶液、卵白溶液を塗布したプラストマー素材、エラストマー素材のまな板では、流水を5秒間かけるすすぎ洗い後に食品成分は検出されなかった。脂肪を主成分とする汚れは、洗剤を用いず洗浄した場合はいずれのまな板にも残留していた。天然木素材のまな板はでんぷんやたんぱく質といった食品成分が残留しやすく、水の浸透しやすさが影響していると考えられた。また、食用油以外のモデル汚れでは、ATPふき取り検査法により食品成分の残留を評価することができた。食品成分を塗布後に洗浄したまな板の生菌数は、3種のまな板とも 10^4 CFU (Colony Forming Unit) / 100cm^2 未満であった。

キーワード：まな板 (chopping board) 洗浄 (washing) 衛生 (sanitation) 食品成分 (food component)

I 緒 言

まな板や包丁は、食品中に含まれる細菌や有害物質などの交叉汚染の媒体となる可能性を常に持っている。1996年に病原性大腸菌による食中毒が発生し、死亡者を含む多数の被害者が出たことにより、食生活における衛生意識は高まっている。1990年代後半以降、まな板の衛生管理に関して、抗菌まな板の効果¹⁾、生肉切断後の微生物汚染状況²⁾、洗浄および消毒による除菌効果³⁾、除菌剤含有洗剤によるまな板の除菌効果⁴⁾が報告されている。

現行の小学校学習指導要領解説 家庭編（平成20年告示）では、食物を扱うB領域の記述をみると「実習を通して、包丁の安全な取扱いと食器やまな板、ふきんの衛生的な取扱いができるようにする。まな板は、水でぬらし、ふきんでふいてから使うことやふきんと台ふきんを区別して使うこと。」と記載されている⁵⁾。また、中学校学習指導要領解説 技術・家庭編においてもまな板の衛生的な取扱いの記載がある⁶⁾。教科書の記述内容はまな板の取扱いに関して平成22年検定済の小学校家庭科の教科書では「水でぬらし、水気をふきとって使うと、食品の色やにおいがつきにくい。」との記述が写真とともに示されている⁷⁾。

さらに、学校教育において環境教育が進められ、家庭科では平成20年告示の学習指導要領では、「D 身近な消費生活と環境」が小学校、中学校ともに設けられている。B領域においては、前述のような食器、まな板、ふきんの衛生的な取り扱いの記述のほかに、食事の後片付けに

関して、衛生面だけでなく、環境負荷低減に寄与する後片付けの工夫についても記述がみられる。

食事の後片付けに関連した研究として、食器の洗浄に関しては、荒木が高等学校における家庭科教育の実験教材として、残留食品成分の定性実験⁸⁾や洗剤残留量の簡易測定⁹⁾を行っている。また、岸田ら¹⁰⁾は、家庭科担当教員に対するアンケート調査より、環境の整備や調理用具の手入れ方法などの管理については、授業時間の余裕がないなどから、現実には十分なされていない実状を報告している。

本研究では、小学校、中学校の調理実習において、まな板を洗うときの留意点について、教員が活用できる基礎資料を提供することを目的とした。合成高分子素材のまな板は木製に比べて親水性が低いことが考えられる。そこで、使用前にまな板を水で濡らす操作を行い、まな板の重量変化を調べた。次にまな板の洗浄実験を行い、モデル食品を塗布し、その後洗浄したまな板に残留する食品分量を測定した。また、近年給食施設などで衛生指標の1つとして用いられているATPふき取り検査法¹¹⁾を併用した。同時に生菌数測定を行い、残留する食品分量やATPふき取り検査との関連ならびに衛生状態を明らかにすることを目的とした。さらに、環境教育の視点からペーパータオルを用いたふき取り操作の効果や、汚染したまな板をただちに洗浄しなかった場合の食品成分の残留についても調べ、環境負荷の少ない洗浄方法の一端を明らかにすることを目的とした。

II 実験方法

(1) まな板

様々な材質のまな板が使用されていることから¹²⁾、以

*連絡先著者：米田千恵 cyone@faculty.chiba-u.jp

*Corresponding author :

YONEDA Chie cyone@faculty.chiba-u.jp

下に示すプラストマー素材, エラストマー素材, 天然木素材の3種類のまな板を用いた。まな板を切断することなく1枚を用い, 新品であり包丁などによる傷はない。

- 1) まな板A: プラストマー素材 (ポリエチレン) の抗菌まな板 (大きき220mm×370mm×10mm): まな板表面に水玉模様のシボ加工 (直径1.0mm, 1 cm²あたり, 10×9個の円がある) がある。
- 2) まな板B: エラストマー素材 (ポリプロピレン) のまな板 (大きき210mm×325mm×2mm): まな板表面にシボ加工はなく, 弾性がある。
- 3) まな板C: 天然木素材 (スプルス材) のまな板 (大きき210mm×360mm×14mm)

また, 食品成分を用いた洗浄実験にあたっては, まな板の中央部に正方形 (10cm×10cm) の検査部分を油性マジックで記した。洗浄実験使用後のまな板は, 台所用の塩素系漂白剤を用いて除菌処理 (5Lの水に32mLの漂白剤を溶かし, 2分間浸漬) し, 十分に水道水で洗ったのちに, ステンレス製角かご (36cm×31cm×16cm) 内に24時間立てかけて静置した。

(2) 調理用シンクと水道水の流速と温度

調理用シンクの大ききは, 内り縦46.5cm横78cm深さ16.5cmであり, 材質はステンレス, 水栓はレバー式である。水道水の流速は予備実験により検討し, 50~60mL/秒の範囲とし, 水温は40℃である。

(3) スポンジおよび洗剤

スポンジはポリウレタン素材で, 大ききは56mm×69mm×28mm, 重さは1.9gである。また, 実験に使用後のスポンジは水洗いを十分に行った後に, 塩素系漂白剤を用いて除菌処理 (5Lの水に4mLの漂白剤を溶かし, 2分間浸漬) を行い, 水で十分にすすぎ, 乾燥させた。台所用合成洗剤は, 食器・調理用具用中性洗剤の原液を使用した。

(4) 水で5秒間濡らす操作によるまな板の重量変化

まず, 洗浄後室温で24時間以上静置した, まな板の重量 (w1) を測定した。まな板の片面を水道水で5秒間濡らし, ステンレス製角かご内に1分間立てかけて静置した。まな板の表面に残る水をペーパータオル (22cm×23cm) でふき取り, ふき取り前後のペーパータオルの重量測定から, ペーパータオルの吸水量, すなわち, まな板表面に残る水の重量 (w2) を算出した。次に, まな板の重量 (w3) を測定し, 水で5秒間濡らす操作によるまな板の重量変化 (g) (w3 - w1 + w2) を算出した。これをまな板100cm²あたりの重量変化 (g/100cm²) に換算し, 3種のまな板間で比較した。各測定を6回繰り返した。得られたデータについて, 一元配置の分散分析を行い, 多重比較はScheffe検定で行った。統計処理ソフトはExcel統計Ver. 6.0 (エスミ株式会社製) を用いた。

(5) 洗浄実験の概略とモデル汚れとした食品成分

食品成分をまな板に塗布し, その後まな板を洗浄した洗浄実験の概略を図1に示す。

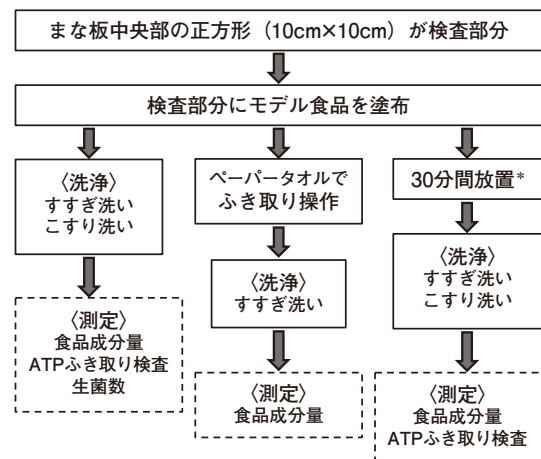


図1. まな板の洗浄実験の概略

*30分間放置は片栗粉溶液のみ行った。

- 1) 5% (w/v) でんぷん: でんぷん (溶性) (ばれいしょ由来, 和光純薬工業株式会社製) を滅菌水に加熱して溶解した。1回の実験につき, 10mLをまな板の検査部分に塗布した。
- 2) 2% (w/v) 片栗粉: 片栗粉, すなわち, ばれいしょでんぷん (川光物産株式会社製) を滅菌水に加熱して溶解した。1回の実験につき, 10mLをまな板の検査部分に塗布した。
- 3) 3% (w/v) 卵白: 乾燥卵白 (キューピー株式会社製) を滅菌水で攪拌させながら溶解した。1回の実験につき, 10mLをまな板の検査部分に塗布した。
- 4) 卵液: 乾熱滅菌したボール, 金ザル, 菜箸を用意し, 鶏卵 (全卵) をボールに割り入れ, 菜箸でほぐした後, 金ザルで濾した。1回の実験につき, 10mL=9.87gをまな板の検査部分に塗布した。
- 5) 食用油: 食用調合油 (日清オイリオグループ株式会社製, 比重0.91g/cm³) を用いた。1回の実験につき, 0.5mL=455mgをまな板の検査部分に塗布した。
- 6) ラード: 純製ラード (ベル食品株式会社製, 比重0.80g/cm³) を用いた。1回の実験につき, 455mgをまな板の検査部分に塗布した。

(6) 食品成分の塗布

- ① まな板の片面を水道水で5秒間濡らした。
- ② ステンレス製角かご内に1分間立てかけて静置した。まな板の表面に残る水をペーパータオルでふき取った。
- ③ まな板の検査部分に食品成分をガラス製スプレッダーまたは箸 (ラードのみ) で塗布した。

(7) 洗浄方法

1) すすぎ洗い

- ① 食品成分を塗布後, ただちに, まな板を水道水で5秒間すすいだ。
- ② ステンレス製角かご内に1分間立てかけて静置し, ふき取り用の綿棒または脱脂綿で検査部分をふき取った。

2) こすり洗い

- ① 食品成分を塗布したまな板を水道水で5秒間すすいだ後, ただちに, 実験直前に水道水で濡らし, 軽く水気

を切ったスポンジで検査部分を5秒間こすり、さらに、まな板を水道水で5秒間すすいだ。

- ②ステンレス製角かご内に1分間立てかけて静置し、ふき取り用の綿棒または脱脂綿で検査部分をふき取った。

3) 洗剤を使用したこすり洗い

- ①水道水で濡らし、軽く水気を切ったスポンジに、洗剤（原液0.2mL）をスポンジに塗布し、10回揉んで泡立てておく。
- ②食品成分を塗布したまな板を水道水で5秒間すすいだ後、洗剤を塗布したスポンジで検査部分を5秒間こすり、さらに、まな板を水道水で5秒間すすいだ。
- ③ステンレス製角かご内に1分間立てかけて静置し、ふき取り用の綿棒または脱脂綿で検査部分をふき取った。

4) モデル汚れ塗布して、30分後の洗浄実験

粘性の高い片栗粉溶液について行った。

- ①片栗粉溶液を塗布して30分後に、すすぎ洗いおよびこすり洗いを上記の洗い方で行った。
- ②ステンレス製角かご内に1分間立てかけて静置し、ふき取り用の綿棒または脱脂綿で検査部分をふき取った。

8) 食品成分量の測定および衛生指標の測定

1) ふき取り検査

洗浄後のまな板の検査部分（100cm²）について、ふき取り用の綿棒（ワイプチェック、佐藤化成工業所製）で検査部分をふき取った。ふき取り方は「調理場における洗浄・消毒マニュアルPart 2」¹²⁾に準じた。綿棒はあらかじめ滅菌リン酸緩衝生理食塩水10mL（または5mL）中に浸してある。ふき取り操作後、綿棒を滅菌リン酸緩衝生理食塩水10mL（でんぷん溶液および片栗粉溶液）または5mL（卵白溶液および卵液）の入った容器に戻し、30分間放置して、検液とした。

2) ヨウ素呈色法によるでんぷん量の測定

でんぷん量の測定はヨウ素呈色法¹³⁾によった。まず、ふき取り検査で得られた検液3.6mLに、ヨウ素液（0.01%ヨウ素、0.1%ヨウ化カリウム溶液）を0.4mL加えて反応させ、分光光度計で620nmにおける吸光度を測定した。別途、でんぷん標準溶液（10μg～800μg/mL）による検量線を作成し、まな板のふき取り検査で得られた検液（10mL）中のでんぷん量を求めた。なお、でんぷん標準溶液は、でんぷん（溶性）および片栗粉でそれぞれ調製し、検量線をそれぞれ作成した。

次に、新たなふき取り綿棒に5%でんぷん溶液0.1mLまたは2%片栗粉溶液0.1mLを付けて、リン酸緩衝生理食塩水中10mLに30分間放置した。この検液について同様にでんぷん量を求め、理論値（でんぷんでは5mg、片栗粉では2mg）に対する割合を求め、これをふき取り綿棒からリン酸緩衝生理食塩水への溶出率とした。

3) Bradford法によるたんぱく質量の測定

ふき取り検査で得られた検液0.2mLに、Bradford試薬（和光純薬工業株式会社製）を1.0mL加えて反応させ、595nmにおける吸光度を測定した。別途、卵白標準溶液（1.0μg～100μg/mL）で検量線を作成し、検量線から検液のたんぱく質濃度を算出した。また、でんぷんの溶出率の算出と同様に、3%卵白溶液0.1mLまたは10倍希釈した卵液0.1mLを新たなふき取り綿棒に付け、リン酸緩

衝生理食塩水5mL中に30分間放置した。この検液について同様にたんぱく質量を求め、ふき取り綿棒からリン酸緩衝生理食塩水への溶出率を算出した。

4) 脂肪量の測定

本実験では食用油およびラードといった脂肪のみを主成分とする試料を用いたため、脱脂綿を用いてふき取られた主たる成分は脂肪と判断し、常圧加熱乾燥法によりふき取り前後の脱脂綿の恒量値を求め、脂肪量を測定した。

- ①脱脂綿（約0.5g）、および蒸発皿（またはアルミ秤量缶）を105℃の定温乾燥器中で乾燥し、恒量を求めた（w2）。
- ②まな板の検査部分に食用油またはラード455mgを置き、スプレッター（または箸）で塗布した。塗布前と塗布後のスプレッター（または箸）の重量変化により付着した脂肪の重量を算出した（w1）。
- ③すすぎ洗い後、こすり洗い後のまな板について、エタノール4mLを浸ませた脱脂綿で検査部分およびその周囲5cmの範囲をふき取った。
- ④脱脂綿を蒸発皿に入れ、電気定温湯煎器（70℃）で加熱した。その後、脱脂綿の入った蒸発皿を105℃の定温乾燥器で2時間乾燥し、デシケーターで20分間放冷後精秤し、恒量値（w3）になるまで、乾燥、放冷、精秤を繰り返した。
- ⑤別途、汚れを塗布していないまな板の検査部分およびその周囲をエタノールを浸ませた脱脂綿でふき取り、検査部分を明示している油性マジックに由来する重量についても④と同様に恒量値（w4）を求めた。

- ⑥脂肪の残留量および残留率を以下の式により計算した。

w1：まな板に付着した脂肪（mg）、すなわち、455－スプレッター（または箸）に付着した脂肪

w2：脱脂綿＋蒸発皿の恒量値（mg）

w3：ふき取り後の脱脂綿＋蒸発皿（またはアルミ秤量缶）の恒量値（mg）

w4：汚れを塗布していないまな板をふき取り後の脱脂綿の恒量値

脂肪の残留量（mg）＝w3－w2－w4

脂肪の残留率（%）＝100×（w3－w2－w4）/w1

5) ペーパータオルによるふき取り操作後のまな板に残留する食品成分量の測定

まな板を水で濡らさずに、まな板に食品成分を塗布した後、ペーパータオルでふき取った。その後、まな板をすすぎ洗いをしないと、すすぎ洗いをしたときの食品成分量の測定を前述と同様の方法で行った。でんぷん、片栗粉、卵白、卵液を塗布した場合は、ペーパータオルを2枚使用し、食用油およびラードを塗布した場合はペーパータオルを1枚使用した。ふき取り前後のペーパータオルの重量変化より、ふき取った食品成分の重量とその割合を算出するため、他の洗浄実験とは異なり、まな板をあらかじめ水で濡らす操作は行わなかった。

6) ATPふき取り検査

ATPふき取り検査キット（ルシパックpen、キッコーマンバイオケミファ株式会社製）およびATP測定機器（ルミテスターPD-20、キッコーマンバイオケミファ株式会社製）を用いた。まな板の検査部分について、ル

シパック pen のふき取り綿棒でふき取り, 説明書に従い, ATP 量 + AMP (アデノシン一リン酸) 量に依存する相対発光量 (RLU: Relative Light Unit) を測定した。

7) 生菌数の測定

一般生菌数測定用ベトリフィルム培地 (住友 3 M 株式会社製) を用い, ふき取り検査で得られた検液 1 mL を必要に応じて適宜希釈し, 培地に塗布し, 37℃ で 48 時間培養した。培養後のコロニー数からまな板の検査部分 100cm² 中の生菌数 (CFU: Colony Forming Unit) を算出した。

Ⅲ 結 果

(1) 水で 5 秒間濡らす操作によるまな板の重量変化

水で濡らす前のまな板の重量 (w1) は, まな板 A は 736.40 ± 9.07g, まな板 B は 121.15 ± 1.07g, まな板 C は 524.47 ± 9.73g (n = 6) であった。また, 平均値から算出した密度はまな板 A, まな板 B, まな板 C でそれぞれ, 0.90g/cm³, 0.90g/cm³, 0.48g/cm³ であった。水で 5 秒間濡らす操作によるまな板の重量変化量 (g/100cm²) は正の値であり, 3 種のまな板とも重量が増加した (表 1)。

表 1. 水で 5 秒間濡らす操作によるまな板の重量変化

	まな板 A	まな板 B	まな板 C
重量変化量 (g/100cm ²)	0.54 ± 0.16 ^b	0.17 ± 0.44 ^a	0.98 ± 0.12 ^c
ペーパータオルの吸水量 (g/100cm ²)	0.35 ± 0.09 ^b	0.16 ± 0.04 ^a	0.11 ± 0.04 ^a

平均 ± 標準偏差 (n = 6)。得られたデータについて同一面積あたりに換算して示した。まな板間の比較として一元配置の分散分析を行い, 多重比較は Scheffe 検定で行った。同行内の異なる英字は有意差を示す (p < 0.01)。

増加量についてみると, まな板 C が 0.98 ± 0.12g/100cm² と最も多く, 次にまな板 A は 0.54 ± 0.16g/100cm², まな板 B は 0.17 ± 0.44g/100cm² となった。一元配置分散分析の結果, F (2, 15) = 69.9, p < 0.01 で, 重量増加量はまな板間で有意差があり, Scheffe 検定で多重比較を行ったところ, 1%水準で有意差があった。また, ペーパータオルの吸水量 (g/100cm²) は, 一元配置分散分析の結果, F (2, 15) = 25.8, p < 0.01 で, まな板間で有意差があった。多重比較を行ったところ, まな板 A がまな板 B およびまな板 C よりも有意に多かった (p < 0.01)。さらに, 重量増加量に対するペーパータオルの吸水量の割合はまな板 B で 92.4% であり, まな板 A で 64.3%, まな板 C で 11.4% となった。まな板 C では, 内部へ水が浸透し, 重量増加量は最も高いが, 表面に残る水の量, 割合ともに低いことが示された。一方で, まな板 A およびまな板 B の密度は同じだが, まな板 A は表面のシボ加工の間に水が残り, ペーパータオルの吸水量は最高になったと考えられた。

(2) 洗浄後のまな板に残留する食品成分

ふき取り綿棒からリン酸緩衝生理食塩水への各食品成

分の溶出率は, でんぷん溶液 5.65%, 片栗粉溶液 8.03%, 卵白溶液 38.1%, 卵液 38.2% となった。でんぷん試料において溶出率が低く, ふき取り綿棒への食品成分の吸着しやすさが影響していると考ええる。そこで, まな板のふき取り検査の検液中の食品成分量を溶出率で除して, まな板に残留する食品成分量を算出した。表 2 に食品成分を塗布後, 洗浄したまな板に残留する食品成分量 (mg/100cm²) を示す。なお, 食品成分塗布前のまな板検査部分に食品成分は検出されていない。5% でんぷん溶液 10mL を塗布した場合では, すすぎ洗い後のまな板 A および B では検出限界以下 (10μg/検液 1 mL 以下) となった。まな板 C のでんぷん残留量は 3.9mg となった。また, こすり洗い後は, 3 種のまな板ともでんぷんは検出されなかった。2% 片栗粉溶液 10mL を塗布した後, すすぎ洗いしたまな板では, まな板 A では検出限界以下となった。まな板 B およびまな板 C ではそれぞれ, 0.9mg および 0.6mg の残留があった。また, こすり洗い後のまな板には片栗粉の残留はみられなかった。

3% 卵白溶液 10mL を塗布後, すすぎ洗いしたときのたんぱく質の残留は, まな板 C で 0.7mg であり, まな板 A, B では検出限界以下 (5μg/検液 1 mL 以下) であった。こすり洗い後では, 3 種のまな板ともたんぱく質の残留はみられなかった。卵液 10mL を塗布後, すすぎ洗いしたときのたんぱく質の残留量は, まな板 A で 0.4mg で, まな板 B は 7.8mg, まな板 C は 16.7mg であった。別途, 卵液のたんぱく質濃度を測定したところ, 82mg/mL

表 2. 洗浄したまな板に残留する食品成分量 (mg/100cm²)

	まな板 A	まな板 B	まな板 C
すすぎ洗い	でんぷん溶液	ND*	ND
	片栗粉溶液	ND	0.9
	卵白溶液	ND	ND
	卵液	0.4	7.8
	食用油	235	157
	ラード	251	356
こすり洗い	でんぷん溶液	ND	ND
	片栗粉溶液	ND	ND
	卵白溶液	ND	ND
	卵液	ND	ND
	食用油	47	90
	ラード	24	20
(洗剤使用) こすり洗い	食用油	ND	ND
	ラード	6	12

*ND (not detected), 検出せず。

食品成分として, でんぷん溶液は 5% (w/v) でんぷん溶液, 片栗粉溶液は 2% (w/v) 片栗粉溶液, 卵白溶液は 3% (w/v) 卵白溶液, 卵液は鶏卵を溶き卵を調製し, 各 10mL を塗布した。また, 食用油およびラードは各 455mg を塗布した。

食品成分量は, でんぷん溶液, 片栗粉溶液はでんぷん量を, 卵白溶液, 卵液はたんぱく質量を, 食用油およびラードは脂肪量を測定した。

となった。卵液は3%卵白溶液よりたんぱく質濃度が高いこともあり、すすぎ洗い後のまな板は3種ともたんぱく質が残留していた。こすり洗い後のまな板では、まな板Cで0.6mgのたんぱく質が残留していたが、まな板AおよびBではたんぱく質は検出されなかった。

食用油0.5mL(455mg)塗布し、まな板をすすぎ洗いしたところ、脂肪の残留量はまな板A、BおよびCでそれぞれ、235mg、157mgおよび232mgとなった。スポンジを使ってこすり洗いした場合は、脂肪の残留量は、まな板Aで47mg、まな板Bで90mg、まな板Cで5mgと、とくにまな板Cで少なかった。まな板に付着した脂肪量(w1)に対する洗浄後のまな板の脂肪残留量(w3-w2-w4)の割合を残留率とし、食用油の残留率を算出すると、すすぎ洗いでは、まな板A52.7%、まな板B35.8%、まな板C53.0%であり、こすり洗いは、まな板A10.5%、まな板B20.4%、まな板Cは1.0%となった。なお、まな板に塗布する際にスプレッダーおよび箸に付着した食用油およびラードはそれぞれ10mgおよび20mg程度であった。さらに、洗剤を使用してこすり洗いした場合は3種のまな板とも脂肪の残留は認められなかった。

次に、食用油と同じ重量のラードをまな板に塗布し、洗浄したまな板の脂肪の残留量は、すすぎ洗いで、まな板A、BおよびCでそれぞれ、251mg、356mgおよび316mgとなった。ラードの残留率は、まな板A58.9%、まな板B85.8%、まな板C74.5%と食用油よりも多く残留していた。しかし、こすり洗いすると3種のまな板とも残留量は12~24mg(残留率は2.9~5.7%)と大きく減少した。さらに、洗剤を使用してこすり洗いをした場合、まな板AおよびBの残留量は、それぞれ、6mgおよび12mgとなり、まな板Cでは検出されなかった。

(3) 洗浄後のまな板の相対発光量

まず、試料とした食品成分をATPふき取り検査キットを用いて、ATP量+AMP量に依存する相対発光量(RLU)を測定した。5%でんぷん溶液、2%片栗粉溶液、3%卵白溶液、および卵液の各0.1mLのATPふき取り検査法による相対発光量は、それぞれ 6.6×10^4 RLU、 4.5×10^4 RLU、 3.9×10^4 RLU、および 7.0×10^4 RLUであった。また、食用油およびラードの各0.1mLの相対発光量はそれぞれ3RLUおよび345RLUとなった。また、食品成分塗布前のまな板検査部分(100cm²)の相対発光量は、まな板Aで93RLU、まな板Bで40RLU、まな板Cで52RLUとなった。

表3に食品成分を塗布した後、洗浄したまな板のATP法による相対発光量(RLU/100cm²)を示す。5%でんぷん溶液を塗布した場合、まな板Cの相対発光量はすすぎ洗い 2.4×10^3 RLU、こすり洗い 7.2×10^2 RLUとなった。一方で、すすぎ洗い、こすり洗いしたまな板Aおよびまな板Bの相対発光量は9~52RLUと低かった。次に、まな板に片栗粉溶液を塗布し、すすぎ洗いしたまな板の相対発光量は $1.2 \sim 5.3 \times 10^3$ RLUとなり、でんぷんの残留が認められたまな板BおよびCの値が若干高かった。一方で、こすり洗いした場合のまな板の相対発光量は 5.0×10^2 RLU未満であり、とくにまな板AおよびBでは20RLU未満であった。

表3. 洗浄したまな板の相対発光量(RLU/100cm²)

		まな板A	まな板B	まな板C
すすぎ洗い	でんぷん溶液	9	52	2.4×10^3
	片栗粉溶液	1.2×10^3	5.3×10^3	4.8×10^3
	卵白溶液	8	23	5.5×10^2
	卵液	4.9×10^2	4.5×10^2	1.6×10^4
	食用油	12	42	12
	ラード	1.7×10^2	1.2×10^2	1.5×10^2
こすり洗い	でんぷん溶液	51	16	7.2×10^2
	片栗粉溶液	17	4	4.7×10^2
	卵白溶液	10	7	1.8×10^2
	卵液	11	8	2.4×10^3
	食用油	16	4	33
	ラード	15	9	27
(洗剤使用)こすり洗い	食用油	34	18	56
	ラード	6	12	42

3%卵白溶液を塗布後、洗浄した場合の相対発光量は、いずれの洗浄方法でもまな板AおよびBでは30RLU未満だった。まな板Cはすすぎ洗い 5.5×10^2 RLU、こすり洗い 1.8×10^2 RLUとなった。さらに、卵液を塗布後のまな板を洗浄し、ATP法による相対発光量を測定したところ、すすぎ洗いしたまな板A、まな板Bでは、 $4.5 \sim 4.9 \times 10^2$ RLUであったが、まな板Cは 1.6×10^4 RLUと高かった。また、こすり洗い後にたんぱく質の残留が認められなかったまな板AおよびBでは、8~11RLUと低値になったが、0.6mg/100cm²のたんぱく質が残留していたまな板Cの相対発光量は 2.4×10^3 RLUであった。たんぱく質の残留の程度をATPふき取り検査法と関連づけることは有効であると考えられた。

また、食用油を塗布後に洗浄したまな板の相対発光量はいずれの洗浄方法でも56RLU未満であった。これは食用油の相対発光量が低値であることに起因している。一方で、ラードを塗布後に洗浄したまな板の相対発光量は、すすぎ洗いしたまな板で $1.2 \sim 1.7 \times 10^2$ RLU、こすり洗いしたまな板で9~27RLU、洗剤を用いてこすり洗いしたまな板で6~42RLUとなり、ラードの残留の程度はATPふき取り検査法と関連づけられると考えられた。

(4) 30分後に洗浄したまな板に残留するでんぷん量と相対発光量

2%片栗粉溶液を塗布して30分後にすすぎ洗いしたところ、3種のまな板ともに片栗粉の残留があり、まな板100cm²あたりでんぷん量として3.1~3.7mgであった(表4)。また、すすぎ洗い後のまな板の相対発光量は $1.5 \sim 1.8 \times 10^4$ RLU/100cm²とただちに洗浄したまな板の値(表3)に比べて高かった。また、30分後にこすり洗いした場合、まな板AおよびBではでんぷんの残留はみられず、まな板Cのでんぷん量は0.5mgとなった。相対発光量はまな板Cで 3.1×10^3 RLUとなった。

表4. 30分後に洗浄したまな板に残留するでんぷん量 (mg/100cm²) および相対発光量 (RLU/100cm²)

		まな板A	まな板B	まな板C
でんぷん量	すすぎ洗い	3.6	3.1	3.7
	こすり洗い	ND	ND	0.5
相対発光量	すすぎ洗い	1.8×10 ⁴	1.5×10 ⁴	1.8×10 ⁴
	こすり洗い	9	7	3.1×10 ³

食品成分として、2% (w/v) 片栗粉溶液を10mLをまな板に塗布した。

(5) ふき取り操作後のまな板に残留する食品成分

食品成分を塗布後、ペーパータオルでふき取り操作を行ったまな板について残留する食品成分を調べた結果を表5に示す。5%でんぷん溶液を塗布後、ペーパータオルの重量変化から算出したふき取ったでんぷん溶液の割合は、いずれのまな板においても90%以上となった。また、ペーパータオルでふき取った直後のまな板に残留するでんぷん量は、まな板Aで1.6mg/100cm²であった。しかしながら、まな板Bおよびまな板Cでは検出されなかった。まな板Aは表面のシボ加工の間にでんぷん溶液が残留し、ふき取り操作後にでんぷんが検出されたと考えられた。また、ふき取り操作後にすすぎ洗いをする、3種のまな板ともでんぷんの残留はみられなかった。

次に、まな板に塗布した片栗粉溶液をペーパータオルでふき取ったところ、70～84%がふき取られた。残留するでんぷん量は、2.6～3.0mg/100cm²となった。また、ふき取り後にすすぎ洗いしたまな板では、まな板Cのみ片栗粉が残留していたが (0.3mg/100cm²)、片栗粉溶液を塗布後ただちにすすぎ洗いしたまな板のでんぷん残留量よりも少なく、粘度の高い片栗粉溶液であっても、ふき取りにより除去してからすすぎ洗いすることは有効であると考えられた。

表5. ふき取り操作後のまな板に残留する食品成分量 (mg/100cm²)

		まな板A	まな板B	まな板C
ふき取り操作	でんぷん溶液	1.6	ND	ND
	片栗粉溶液	2.8	3.0	2.6
	卵白溶液	2.6	3.2	4.2
	卵液	24.6	22.3	26.7
	食用油	116	50	30
	ラード	152	136	139
すすぎ洗い	でんぷん溶液	ND	ND	ND
	片栗粉溶液	ND	ND	0.3
	卵白溶液	ND	ND	0.4
	卵液	0.4	0.6	16.8
	食用油	102	30	15
	ラード	136	75	126

「ふき取り操作」は、食品成分を塗布後、ペーパータオルでふき取り操作を行ったまな板について残留する食品成分量を測定した。「すすぎ洗い」は、ペーパータオルでふき取り操作後にすすぎ洗いを行ったまな板について残留する食品成分量を測定した。

3%卵白溶液を塗布後のまな板について、ペーパータオルでふき取った直後のたんぱく質の残留量は、まな板A、B、Cでそれぞれ2.6mg、3.2mg、4.2mg (いずれも100cm²あたり) であった。また、ふき取り操作後にすすぎ洗いをする、まな板A、まな板Bではたんぱく質は検出されず、まな板Cで0.4mgの残留量となった。また、ペーパータオルの重量変化から算出した卵白溶液をふき取った割合は、いずれのまな板においても94%以上となった。

また、卵液を塗布後、ペーパータオルでふき取った直後のたんぱく質の残留量は、3種のまな板の間で大きな違いはなく22.3～26.7mg/100cm²であった。また、ペーパータオルの重量変化より算出したふき取りにより除去される卵液の割合は3種のまな板で89～97%であった。ペーパータオルで卵液をふき取ったあと、すすぎ洗いしたまな板のたんぱく質の残留は、まな板Cで16.8mg/100cm²であり、ふき取り操作無しですすぎ洗いしたまな板C (表2) のたんぱく質残留量 (16.7mg) と同程度であった。一方で、まな板AおよびBでは0.4～0.6mg/100cm²のたんぱく質残留量であり、ふき取り後のすすぎ洗いでほとんどの卵液が除去されていた。

次に、まな板に塗布した食用油をペーパータオルでふき取ったところ、まな板Aでは65%、まな板Bでは77%、まな板Cは81%の食用油がふき取られた。脂肪の残留量は、まな板A、まな板B、まな板Cでそれぞれ、116mg、50mg、30mg (いずれも100cm²あたり) となり、まな板Aで残留量が多かった。また、ふき取り後にすすぎ洗いしたところ、まな板Aで最も多く残留しており (102mg)、まな板A表面のシボ加工の間に食用油が残留しやすいと考えられた。

ラードをまな板に塗布後、ペーパータオルでふき取ったところ、ふき取り操作により除去されたラードの割合は、まな板Aは32～35%、まな板Bは46～56%、まな板Cは77～81%となった。また、ペーパータオルでふき取った直後のまな板の脂肪の残留量は、3種のまな板で136mg～152mg/100cm²となった。ペーパータオルのふき取りの割合と照らし合わせても、まな板AおよびBでは脂肪の残留量として測定したものが過小である可能性がある。さらに、すすぎ洗いしたまな板のラードの残留量は、まな板Aは136mg、まな板Bは75mg、まな板Cは126mgとなり (いずれも100cm²あたり)、すすぎ洗いにより脂肪がまな板から除去された可能性もあるが、まな板Cにおいては、ペーパータオルによるふき取り割合とまな板の残留率の合計が100%を超えている。ペーパータオルの重量変化により算出した脂肪のふき取り量とエタノールを含む脱脂綿によるまな板表面のふき取りによる脂肪量の算出の結果の照合については、今後、慎重に検討する必要があると思われる。また、食用油、ラードともにふき取り操作後にすすぎ洗いしたまな板の脂肪の残留量は、ふき取り操作無しですすぎ洗いしたまな板の残留量 (表2) よりも少なく、ふき取り操作は有効であると考えられる。

(6) 洗浄後のまな板の生菌数

食品成分塗布前のまな板の生菌数は2回の測定値を示

すと、まな板A、まな板B、まな板Cでそれぞれ $10 \sim 1.7 \times 10^2$ CFU/100cm²、 $80 \sim 4.9 \times 10^2$ CFU/100cm²、 $20 \sim 2.3 \times 10^3$ CFU/100cm²の範囲となり、まな板Cで高い値がみられた。今回の実験に用いた食品成分1 mL中の生菌数は5%でんぶん溶液は0 CFU、2%片栗粉溶液は14 CFU、3%卵白溶液は0 CFU、食用油は0 CFU、ラードは0 CFUであった。また、割卵直後の卵液から調製した卵液1 mLの生菌数は 5.0×10^4 CFUであった。

5%でんぶん溶液を塗布後に洗浄したまな板の生菌数は、すすぎ洗いしたときは $2.2 \sim 7.4 \times 10^2$ CFU/100cm²で、こすり洗い後は 10^2 CFU/100cm²未満であった（表6）。

表6. 洗浄したまな板の生菌数（CFU/100cm²）

		まな板A	まな板B	まな板C
すすぎ洗い	でんぶん溶液	2.2×10^2	3.7×10^2	7.4×10^2
	片栗粉溶液	3.5×10^2	3.5×10^2	2.6×10^3
	卵白溶液	2.0×10^2	1.8×10^2	1.1×10^2
	卵液	4.0×10^2	3.4×10^2	4.3×10^3
	食用油	0	70	20
	ラード	50	10	10
こすり洗い	でんぶん溶液	50	90	70
	片栗粉溶液	1.2×10^3	1.5×10^2	6.0×10^2
	卵白溶液	5.3×10^2	5.0×10^2	6.5×10^2
	卵液	7.4×10^2	7.4×10^2	9.9×10^2
	食用油	30	1.1×10^2	1.7×10^2
	ラード	10	60	60
(洗剤使用) こすり洗い	食用油	30	10	30
	ラード	1.0×10^2	20	60

2%片栗粉溶液を塗布し、ただちに洗浄したまな板の生菌数は、すすぎ洗い $3.5 \times 10^2 \sim 2.6 \times 10^3$ CFU/100cm²、こすり洗い $1.5 \times 10^2 \sim 1.2 \times 10^3$ CFU/100cm²であった。また、3%卵白溶液を塗布後、洗浄したまな板の生菌数は、すすぎ洗い、こすり洗いともに $1.1 \sim 6.5 \times 10^2$ CFU/100cm²であった。卵液を塗布後に洗浄したまな板の生菌数は、すすぎ洗いしたとき、まな板AおよびBは $3.4 \sim 4.0 \times 10^2$ CFU/100cm²で、たんぱく質の残留が最も多かったまな板Cでは、 4.3×10^3 CFU/100cm²となった。一方で、こすり洗いしたまな板では $7.4 \sim 9.9 \times 10^2$ CFU/100cm²となった。食用油を塗布後に洗浄したまな板の生菌数は、すすぎ洗い0～70 CFU/100cm²で、こすり洗い30～ 1.7×10^2 CFU/100cm²となったが、洗剤を用いてこすり洗いした場合は10～30 CFU/100cm²であった。また、ラードを塗布後に洗浄したまな板の生菌数は、いずれの洗浄方法でも 10^2 CFU/100cm²未満であった。「調理場における洗浄・消毒マニュアルPart 2」によると、調理器具の洗浄後、使用前の一般生菌数が 10^4 CFU/cm²以上で要注意の目安として示されている¹¹⁾。今回の実験では、いずれの食品成分を塗布しても、洗浄後のまな板の生菌数は 10^4 CFU/100cm²未満であった。でんぶん試料やたんぱく質試料は滅菌水に溶解したため、卵液を除くとモデル

汚れとした食品成分由来の生菌は極めて少なかったことが一因と考えられる。また、食品成分塗布後にただちに洗浄したため、生菌数と食品成分残留量との関連は、卵液を除くと明確にはならなかった。

Ⅳ 考 察

水で5秒間濡らしたまな板の重量測定より、材質の違いによる吸水性の違いが明らかとなった。プラスチック素材（まな板A）、エラストマー素材（まな板B）では表面に水が残りがやすく、内部へ吸収されにくいことが示された。一方で、天然木素材（まな板C）は内部へ水が吸収されやすい性質があった。中学校技術・家庭家庭分野の教科書では食中毒に関するコラムの中で、「切る前にまな板を水でぬらし、よくふきとってから使う。乾いたままだと食材の汁がまな板の中にしみこみやすく、細菌が繁殖しやすくなる。」と記載されている¹⁴⁾。この記載はとくに木製まな板の留意点を示していると考えられる。一方で、プラスチック素材、エラストマー素材のまな板の場合、使い始めに水で濡らすことで、表面に付着する汚れを取り除くことを目的にしている可能性が高いと考えられる。学校での調理実習では、前時の調理実習から時間があいていることや洗浄が不十分なことも考えられ、使い始めに洗ってから使うことが望ましい。また、表面に残る水をしっかりふき取ることもまな板の素材に関わらず指導の留意点になる。

次に、6種の食品成分について、まな板に塗布後の洗浄方法の違いによる残留量や衛生状態について調べた。今回の実験では、食品成分の残留について定量方法を検討し、ATPふき取り検査との関連をみることを目的としたため、まな板、スポンジは実験前に除菌処理を行い、食品成分は滅菌水に溶解した。そのため、洗浄後のまな板では、食品成分が検出された場合でも、 10^4 CFU/100cm²以上の生菌数は検出されなかった。一方で、食品成分塗布前のまな板の生菌数は、 $10 \sim 10^3$ CFU/100cm²の範囲であり、こすり洗いにおいて生菌数がすすぎ洗いよりも増加している場合は、スポンジ由来の生菌による可能性もある。北村および竹井¹⁵⁾は、生肉切断後のまな板洗浄に用いたスポンジ表面には100個以上のコロニーを検出し、このスポンジで皿を洗った場合、同程度の細菌数が洗浄後の皿に検出されることを報告している。

一方で、ATPふき取り検査法による相対発光量は、洗浄後のまな板（10cm×10cm）では 10^3 RLU以上は不合格とある¹¹⁾。今回の実験結果でみると、 1.0×10^3 RLU/100cm²以上の値が、でんぶん溶液、片栗粉溶液、卵液を塗布し、すすぎ洗いした後のまな板および卵液を塗布し、こすり洗いしたまな板でみられ、そのほとんどが食品成分を検出している。したがって相対発光量は食品成分の残留、すなわち汚れが残っている指標として有効である。でんぶんの残留の目安となる相対発光量は、5%でんぶん溶液、2%片栗粉溶液の結果を合わせて考えると、 2.4×10^3 RLU/100cm²以上である。また、たんぱく質の残留の目安となる相対発光量は 4.5×10^2 RLU/100cm²以上である。また、ラードの相対発光量は食用油の100倍であり、 10^2 RLU/100cm²以上の値で

動物性脂肪の残留の目安となると考えられる。

また、食品成分は検出されていないが、 10^2 RLU/100cm²以上の相対発光量を示したものがあり、すなわち、片栗粉溶液を塗布し、すすぎ洗いしたまな板A、でんぷん溶液、片栗粉溶液、卵白溶液を塗布し、こすり洗いしたまな板Cである。たんぱく質の定量法における検出限界以下であっても、ATP法では相対発光量 10^2 RLUレベルで反応性を示すとの報告がある¹⁶⁾。ATPふき取り検査は食品残渣や菌に含まれるATPおよびAMPを相対発光量として計測し、感度高く食品成分の残留を捉え、まな板の清浄度判定においても有効である。

また、スポンジを用いてこすり洗いをすることで、すすぎ洗いと比べて食品成分の残留量は減少し、対応して相対発光量も減少した。とくに、でんぷん、片栗粉、卵白、卵といった水分を含むモデル汚れは、こすり洗い後のまな板A、まな板Bでは検出されなかった。これは水で5秒間濡らす操作の結果と合わせて考えると、まな板AおよびBでは、内部へ水が浸透しにくいいため、モデル汚れとした食品成分は表面に留まり、流水をかけて汚れを流す、スポンジでこするとといった物理的操作で除去されたと考える。一方で、まな板Cではこすり洗い後に食品成分が残留しており、モデル汚れに含まれる水や洗浄に用いた水がまな板内部へ浸透しやすいことが影響していると考えられる。荒木⁸⁾は木製まな板では食品成分が残留しやすく、本実験でのこすり洗いに相当する洗い方で、洗浄後のまな板にでんぷん、たんぱく質、脂質の脂肪の残留を報告している。

一方で、食用油を塗布後、洗剤無しでこすり洗いしたまな板の脂肪の残留量は、まな板A、Bに比べて、まな板Cは低い。合成高分子であるプラストマー素材（まな板A）、エラストマー素材（まな板B）のまな板では脂肪が表面に留まりやすく、すすぎ洗いや洗剤無しでこすり洗いする程度では、完全に除去されなかった。また、洗剤無しのこすり洗いによって食品成分がスポンジに移行している可能性も考えられ、使用後のスポンジの衛生管理にも留意する必要がある。

また、節水や排水汚濁の観点より、汚れふき取り操作の効果についても検討した。溶液の粘度によってもふき取りの割合は影響したが、でんぷん溶液、片栗粉溶液、卵白溶液については、ふき取り操作無しのすすぎ洗いよりも残留は少なかった。しかし、木製まな板においては、前述のようにまな板内部へ水が浸透しやすいために、まな板表面に食品成分が残留していた。

学校の調理実習における指導の留意点について検討すると、小学校の調理実習では、1回の実習で扱う食品数はあまり多くない。しかしながら、児童は洗剤を使いたがる傾向が見受けられるため、洗剤を使う必要がない場面では、教師はこすり洗いだけでも汚れが落ちることを伝える必要がある。一方で、中学校の調理実習では、生肉や生魚を扱い、調理操作もより複雑となるため、まな板の汚染度は高くなる。これまでも実践されているが、食品によってまな板の面を使い分けることや新聞紙などをまな板の上に敷いて魚を取り扱うことなどの衛生に留意した指導は必要である。また、教師は洗剤の適切な量を示し、スポンジをしっかりと泡立たせてから洗浄する

ことを教える必要がある。さらに、環境教育の視点で見ると、汚れのふき取り操作は台所排水への汚濁排出量を削減する手立てとして有効であり^{17), 18)}、今回の実験からもふき取り操作は有効であった。節水の指導と同時に汚れのふき取り操作は必要な要素であると考ええる。後片付けは、授業の終盤にあたり、時間に余裕のない中で行われることが多く、教員側が要点をおさえて指導することが重要である。今後は、まな板以外の調理器具についても食品成分の残留量とATP法による相対発光量の関連を調べ、調理器具の衛生管理の要点を明らかにしていきたい。

本研究の一部は、一般財団法人洗濯科学協会の平成25年度研究助成を受けて進めた。

引用文献

- 1) 北村由賀, 竹井瑤子 (2000), 抗菌まな板の効果について, 大阪教育大学紀要第Ⅱ部門, **48**, 89-95
- 2) 畑江敬子 (2010), 食中毒の予防, 日本調理科学会誌, **43**, 322-325
- 3) 白井宗一, 大場君枝 (2012), 洗浄, 消毒における微生物の除菌効果に関する検討, 岐阜女子大学紀要, **41**, 97-100
- 4) 坂井恵子, 寺師美里 (2013), 家庭における調理用まな板と包丁の衛生管理上の除菌について, 鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要, **17**, 19-24
- 5) 文部科学省 (2008), 「小学校学習指導要領解説 家庭編」, 東洋館, 東京, pp.8-61
- 6) 文部科学省 (2008), 「中学校学習指導要領解説 技術・家庭編」, 教育図書, 東京, pp.38-82
- 7) 櫻井純子, 内野紀子 鳴海多恵子 ほか (2011), 「わたしたちの家庭科5・6」, 開隆堂, 東京, pp.11
- 8) 荒木葉子 (2001), 高等学校における家庭科教育の実験教材について (第1報) —残留食品成分の簡易定性実験—, 日本調理科学会誌, **34**, 301-307
- 9) 荒木葉子 (2001), 高等学校における家庭科教育の実験教材について (第2報) —食器類の洗剤残留量の簡易測定—, 日本調理科学会誌, **34**, 308-312
- 10) 岸田恵津, 小谷章子, 織部ミチ子 (1998), 調理実習における教師の衛生意識に関する調査, 日本家庭科教育学会誌, **41**, 41-46
- 11) 文部科学省 (2010/3), 調理場における洗浄・消毒マニュアルPart 2, http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/1292023.htm, (2013/10/15)
- 12) 中嶋加代子, 岸本律子 (2011), 家庭用マナ板に関する実態調査, 別府大学短期大学部紀要, **30**, 1-9
- 13) 中村道徳, 具沼圭二編 (1989), 「澱粉・関連糖質酵素実験法」, 学会出版センター, 東京, pp.17
- 14) 鶴田敦子, 大竹美登利 ほか (2012), 「技術・家庭 [家庭分野]」, 開隆堂, 東京, pp.104
- 15) 北村由賀, 竹井瑤子 (2001), 汚染まな板洗浄に用いたスポンジによる食器の三次汚染, 大阪教育大学紀要第Ⅱ部門, **50**, 1-6
- 16) キッコーマンバイオケミファ株式会社, ATP+AMPふき取り検査～洗浄（清拭）評価に有効なわけ～,

- http://biochemifa.kikkoman.co.jp/pdf/j/j_iryoku/iryoku2.pdf, (2017/3/6)
- 17) 中村恵子, 堀昭子 (2002), 環境に配慮した食器の洗い方について—汚れ拭き取り用具の比較と洗剤使用方法の検討—, 福島大学教育実践研究紀要, **42**, 103-109
- 18) 白杉 (片岡) 直子, 小谷スミ子, 中村恵子, 栗津原宏子 (2003), 調理および食器洗浄方法の工夫による台所排水の環境負荷低減効果, 日本調理科学会誌, **36**, 130-138