

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—

Experimental Teaching Materials for Home Economics Education in Senior High Schools (I)

—Detection by simple Methods of Food components Remaining on
Tableware after Washing—

荒木 葉子*

(Yoko Araki)

Instructional material for home economics in high-school education was produced from an analysis of residual food components on washed tableware. Color-development reactions for starch, protein and fat respectively with iodine, ninhydrin and curcumin were applied for the analysis on six tableware samples made of porcelain, clay, polypropylene, lacquer, wood and plastic.

Hardly any starch remained on any tableware sample.

The removal of protein and fat was comparatively difficult by a variety of washing methods.

In particular, residual fat on a wooden cutting board was the hardest to remove.

キーワード：残留洗剤 residual detergent；実験教材 instructional material；簡易迅速法 simple and rapid method；食器類 tableware；洗浄条件 washing condition

緒 言

新学習指導要領の実施にともない、高等学校家庭科は平成6年4月から男女が共に学ぶようになった。このような状況下で、教育現場では、男子、女子生徒が共に興味を持てるような教材が求められている。

本研究では、そのような実験教材の1つとして、洗浄後の食器類に残留する食品成分を簡便法により検出する定性実験に着目した。

一般家庭の食器類や調理器具の洗浄には、通常、台所用中性洗剤が用いられる。この台所用中性洗剤は、日本では昭和31年(1956年)に食器・食品洗剤として登場し、その後急速に普及していった。このような洗剤が登場する以前は食器類の洗浄にはクレンザーやセッケンが用いられ、また食品の洗浄は水洗いが主流であって、効果的に汚れを取り除くことは困難であったと思われる。

近年、家庭においても食品や台所まわりの衛生面に

対する意識が高まると同時に、食生活が多様化し、特に中学・高校生が好む食事が欧風化したため食器類の油污れが増加してきた。食生活においてこのような変化が見られる中で、界面活性剤を主成分とする台所用中性洗剤は、食器に付着する食物残渣や細菌を効率的に取り除き、日本人の食衛生の向上に貢献してきたといえる。

食器類に汚れとして付着する食品成分は、主にデンプン、タンパク質および脂肪である。洗浄後の食器類にこれらが残留していれば、細菌が容易に増殖し、汚染されていくので、食器類の残留食品成分を検出することは食事の安全性を確保する上で重要な指針となる。

これらの残留食品成分を検出するにあたっては、家庭科実験教材としての適性を考慮し、可能な限り簡便な手法の応用が好ましいと考えた。

まず、デンプンはヨウ素がデンプン分子中に取り込まれて呈色するヨウ素デンプン反応を用いて検出することが可能である。デンプンはブドウ糖分子が直鎖状につながったアミロースと枝分かれしたアミロペクチンからなる。多くのデンプンはアミロースが20%前後

* 東京家政学院大学家政学部
(Faculty of Home Economics, Tokyo Kasei Gakuin University,
Tokyo 192-0292)

含まれ、残りがアミロペクチンであるが、モチ系植物のデンプンはほとんど100%がアミロペクチンである。アミロースとアミロペクチンはヨウ素による呈色反応が異なり、前者は青色、後者は赤褐色を呈する。一般にデンプンが存在すれば、青紫色を呈する。

次に、タンパク質の検出にはニンヒドリン反応が有効である。アミノ酸にニンヒドリンを反応させると、酸化反応によって脱アミノ化を起こし、遊離したアンモニアがニンヒドリンと青紫色の化合物を生成する。この発色をタンパク質残留の判定指標とすることが可能である。

最後に、脂肪の検出には脂溶性色素であるクルクミンの吸着反応の利用が有効である。クルクミンの希薄なアルコール溶液を作成し、これを食器に少量流し入れると、クルクミンが食器中に残留している油分中に溶け込む。この際、クルクミンが溶けた部位が黄色を呈することから脂肪の残留が容易に肉眼で確認できる。

以上のような簡便手法を用いて、残留する食品成分を検出する実験に関し、高等学校家庭科の実験教材としての適性を確認するために応用実験を行った。

実験方法

1. 使用洗剤

市販の食器用中性洗剤の原液または希釈液（洗剤容器上の表示通り原液1.5mlを水で1lに薄めた）

2. 試料

食器 磁器：直径17cmの平皿
陶器：直径16.5cmの平皿
ポリプロピレン樹脂：直径12cmのボウル（以下PP樹脂と記す）
漆器：直径11.5cmの椀

調理器具 木製まな板：(12×12×3cmに切断)
合成樹脂まな板 (12×15×1.5cm)

ただし、食器および調理器具の材質の確認は店頭および表示で行った。

3. 塗布用食品成分

デンプン：片栗粉に2倍量の水を加えたものを使用した。これは、一般にデンプンの含まれた食品の平均的な濃度を再現するために設定したものである。

タンパク質：鶏卵卵白を用いた。

脂肪：食用油（コーン油）を使用した。

4. 洗浄方法

上記のように調製した食品成分を各4mlずつ食器

類およびまな板の全面にまんべんなく塗布させた後、次の手順により洗浄を行った。なお、まな板は通常軽く水洗してから使用するので、本研究でもこの操作を加えた。

- 1) スポンジにあらかじめ水を含ませてから、洗剤（原液、希釈液）1.5mlを落とし、少し泡立てた。
- 2) 食器類、木製および合成樹脂まな板の全体をこすり洗った。
- 3) すすぎは水（25°C）または湯（37°C）を使用し、1l/15秒の流速で洗剤容器上の表示通り5秒間手でこすった。

5. 判定方法

1) 残留デンプン

洗浄後の磁器、陶器、PP樹脂、漆器については、各々の表面に0.1Nヨウ素溶液10mlを塗布した後、水槽に水道水を流しながら食器を浸し、余分なヨウ素溶液を軽く洗い流した。

まな板は、シャーレに約40°Cの湯20mlを注ぎ、この中に洗浄後のまな板の表面をつけながら1分間ガラス棒でこすり、デンプンを溶出した。この溶出液を磁製蒸発皿に移し、沸騰水浴中で加温し、蒸発させた。これにヨウ素溶液10mlを加え、軽く水洗いした。

以上の操作の後、ヨウ素デンプン反応により青紫色を呈する事によりデンプン残留を判定した。

2) 残留タンパク質

磁器、陶器、PP樹脂の表面に0.3%ニンヒドリン-n-ブタノール溶液2.5mlを2回加え、ガラス棒でこすり、これらを磁製蒸発皿に移して、沸騰水浴中で加温し、蒸発させた。

まな板の場合は1)と同様の処理によりタンパク質を溶出させ、溶出液を蒸発させた。これに、0.3%ニンヒドリン-n-ブタノール溶液10mlを加え、再び沸騰水浴中で加温し、蒸発させた。

以上の操作の後、ニンヒドリン反応により、紫色を呈する部位を確認し、タンパク質の残留を判定した。

3) 残留脂肪

磁器、陶器、PP樹脂に0.1%クルクミン-エタノール溶液10mlを加え、まんべんなく塗布した後、デンプンの場合と同様に軽く水洗して余分な試薬を除いた。

漆器の場合は、黄色の呈色が判定しにくいいため磁製蒸発皿を用いて判定を行った。まず、洗浄後に消毒用エタノール5mlを4回加え、ガラス棒でこすり、脂肪を溶出した。溶出液をあわせて磁製蒸発皿に移し、沸騰水浴中で加温し、溶液を蒸発させた。この磁製蒸発皿に0.1%クルクミン-エタノール溶液5mlを加え、

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)

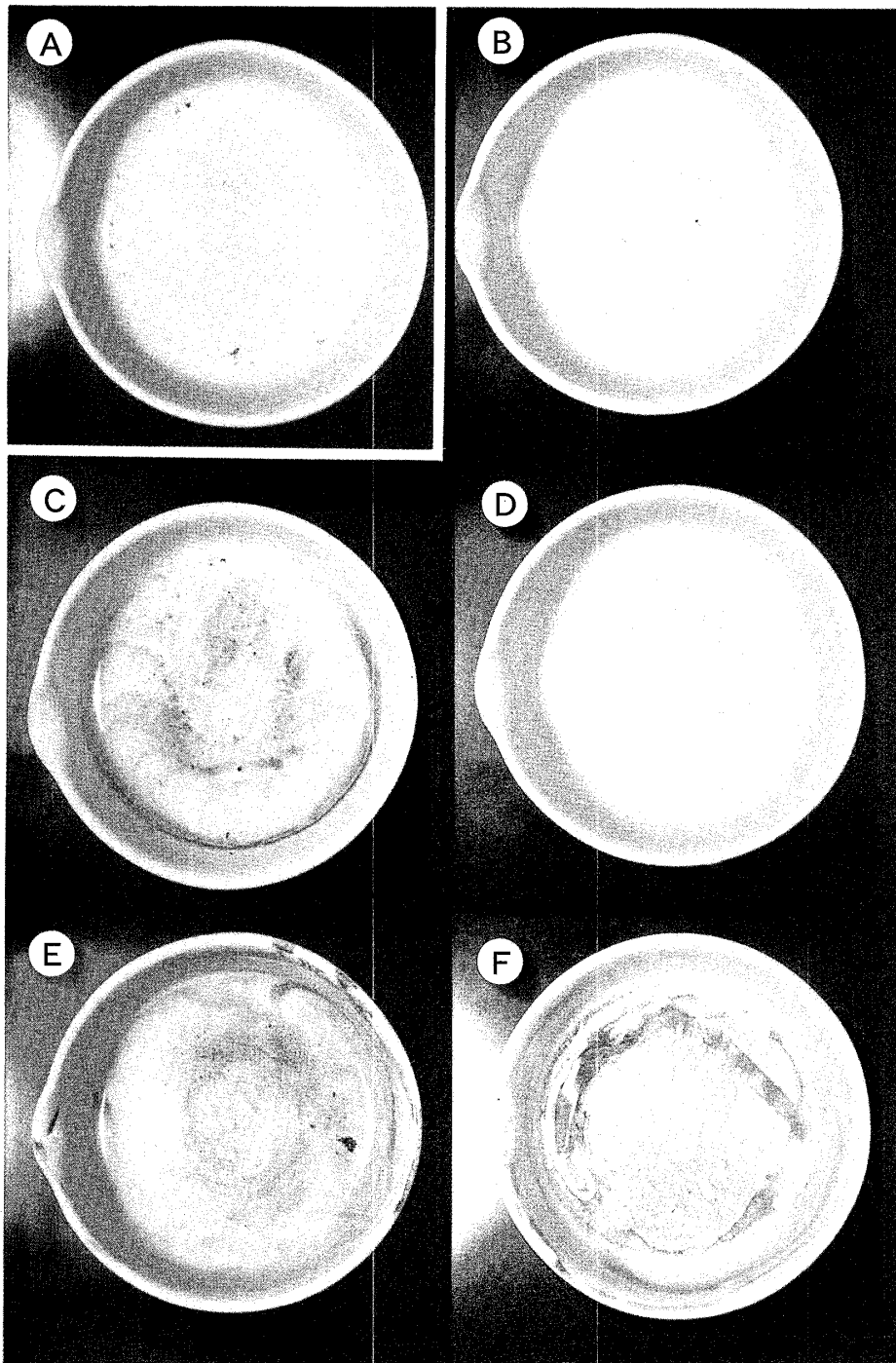


写真1. デンプン汚れおよびタンパク質汚れの定性実験結果

汚れ	残留食品成分	洗浄条件	食器類の種類 (洗浄対象)
A	デンプン	洗剤なし・水すぎ	木製まな板
B	タンパク質	洗剤なし・水すぎ	陶器
C	タンパク質	洗剤なし・水すぎ	PP樹脂
D	タンパク質	希釈洗剤・湯すぎ	PP樹脂
E	タンパク質	洗剤なし・水すぎ	漆器
F	タンパク質	洗剤なし・水すぎ	木製まな板

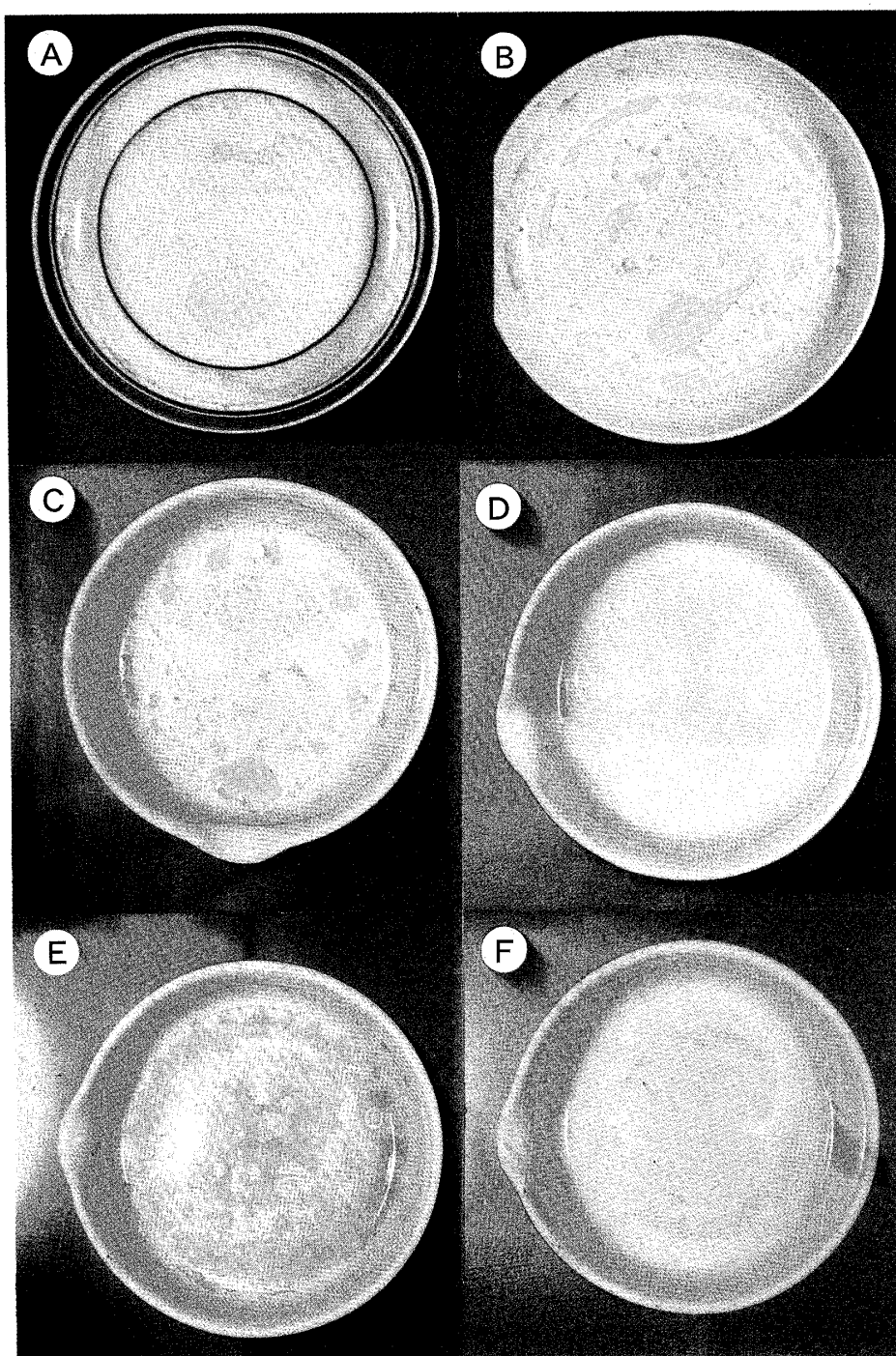


写真2. 脂肪汚れの定性実験結果

汚れ	残留食品成分	洗浄条件	食器類の種類 (洗浄対象)
A	脂肪	洗剤なし・水すすぎ	陶器
B	脂肪	洗剤なし・水すすぎ	PP樹脂
C	脂肪	洗剤なし・水すすぎ	漆器
D	脂肪	希釈洗剤・湯すすぎ	漆器
E	脂肪	洗剤なし・水すすぎ	木製まな板
F	脂肪	原液洗剤・水すすぎ	木製まな板

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)

デンブンの場合と同様に水洗いして余分な試薬を除いた。

まな板は、シャーレに消毒用エタノール20mlを注ぎ、この中に洗浄後のまな板の表面を1分間つけて、ガラス棒で1分間こすり、脂肪を溶出した。この溶出液を磁製蒸発皿に移し、沸騰水浴中で加温し、蒸発させた。これに0.1%クルクミン-エタノール溶液5mlを加え、デンブンの場合と同様に水洗いした。

以上の操作後に黄色を呈する部分を確認し、脂肪の残留を判定した。

実験結果

デンブン、タンパク質、脂肪の各残留結果をそれぞれ表1, 2, 3に示した。各試薬により、明瞭な発色が認められ、汚れが残ったものは+、完全に洗浄され発色の認められなかったものは-、弱い発色がありわずかに汚れが残ったものは±で示した。希釈洗剤の使用で判定が-あるいは±になったものは原液洗剤の使用は実施しなかった。さらに、洗浄方法の違いによる各種食物の残留状態を写真に示した。

表中の記号は以下のように示した。

a: 洗剤を使わずに水すすぎしたもの

b: 洗剤を使わずに湯すすぎしたもの

表1. デンブン汚れの洗浄効果

洗浄方法 食器	a	b	c	d	e	f
磁器 (皿)	-	-	-	-	*	*
陶器 (皿)	-	-	-	-	*	*
PP樹脂 (皿)	-	-	-	-	*	*
漆器 (椀)	-	-	-	-	*	*
木製まな板	±	±	-	-	*	*
合成樹脂まな板	-	-	-	-	*	*

-: 完全に洗浄されたもの, ±: わずかに汚れが残ったもの, +: 汚れが残ったもの, *: 実施せず

表2. タンパク質汚れの洗浄効果

洗浄方法 食器	a	b	c	d	e	f
磁器 (皿)	-	-	-	-	*	*
陶器 (皿)	±	±	±	-	*	*
PP樹脂 (皿)	+	+	+	-	*	*
漆器 (椀)	+	+	+	+	-	-
木製まな板	+	+	+	+	-	-
合成樹脂まな板	+	+	+	±	-	-

-: 完全に洗浄されたもの, ±: わずかに汚れが残ったもの, +: 汚れが残ったもの, *: 実施せず

c: 希釈洗剤で洗浄後、水すすぎしたもの

d: 希釈洗剤で洗浄後、湯すすぎしたもの

e: 原液洗剤で洗浄後、水すすぎしたもの

f: 原液洗剤で洗浄後、湯すすぎしたもの

1. デンブン

磁器、陶器、PP樹脂、漆器ではいずれの洗浄条件でもヨウ素デンブン反応は見られず、デンブンは残っていなかった。木製まな板は、洗剤を使用しなかったaとbの条件において、青紫色の点がいくつか見られ、わずかにデンブンが残っていることがわかった (写真1-A)が、合成樹脂まな板では、食器類と同様にデンブンは検出されなかった。洗剤を使用して洗浄した場合にはデンブンは全く検出されなかった。一方、洗剤を使用して洗浄した場合にはいずれの条件においてもデンブンは全く検出されなかった。

2. タンパク質

磁器については、いずれの洗浄条件においてもニンヒドリン反応は見られず、タンパク質は検出されなかった。

陶器は、aからcの条件では、わずかに紫色を呈する弱い反応が1, 2カ所見られ、タンパク質が少量ながら残留することが示された (写真1-B)が、dの条件ではタンパク質は検出されなかった。

PP樹脂は洗浄性が低いと考えられるaからcの条件では、ニンヒドリン反応が明瞭に認められ、タンパク質が残留することが示された (写真1-C)。しかし、この試料でもdの条件ではニンヒドリン反応が見られなかったため、PP樹脂は洗剤で洗った後、湯ですすぐとタンパク質の除去効果が向上することが分かった (写真1-D)。

漆器は、aからdの条件のいずれでもニンヒドリン反応が見られ、タンパク質が残留しやすい食器であることがわかった (写真1-E)。さらに、原液洗剤を使用してeとfの条件で洗浄を行ったところ、ニンヒドリ

表3. 脂肪汚れの洗浄効果

洗浄方法 食器	a	b	c	d	e	f
磁器 (皿)	±	±	±	-	*	*
陶器 (皿)	+	±	±	±	*	*
PP樹脂 (皿)	+	+	+	+	±	±
漆器 (椀)	+	+	+	±	*	*
木製まな板	+	+	+	+	±	±
合成樹脂まな板	+	+	+	+	±	±

-: 完全に洗浄されたもの, ±: わずかに汚れが残ったもの, +: 汚れが残ったもの, *: 実施せず

ン反応は見られなかったため、洗剤濃度が高ければタンパク質を除去することが可能であることが示された。

木製まな板は a から d の洗浄条件では、蒸発皿表面にニンヒドリン反応が見られた (写真 1-F) が、e と f の条件では、ニンヒドリン反応は見られず、漆器と同様の結果が得られた。合成樹脂まな板は a から d の条件でニンヒドリン反応が見られ、原液洗剤を用いることによって反応が見られなくなった。

3. 脂肪

磁器は a から c の条件では皿の縁に弱いクルクミン反応があり、わずかながら脂肪の残留が認められた。

陶器は、a の条件では皿の全面に散在するクルクミン反応が見られた (写真 2-A) が、b から d の条件では、皿の縁にのみクルクミン反応が見られ、少量の脂肪の残留が認められた。

PP 樹脂は、a から d の洗浄条件では、程度の差はみられるものの、明瞭なクルクミン反応が認められた (写真 2-B) ため、e、f の条件を用いて洗浄を行った。これらの条件でも皿の縁にわずかに黄色を呈するクルクミン反応があり、脂肪の残留が認められた。この結果から、PP 樹脂では脂肪が除去されにくいということが示された。

漆器は、a から c の条件で明瞭な発色が認められた脂肪の残留が強く見られた (写真 2-C) が d の条件では殆ど脂肪は残らず、蒸発皿の縁にわずかに発色がみられる程度であった (写真 2-D)。

木製まな板は、いずれの条件においても強いクルクミン反応が起り、e と f の条件でも弱いながらも発色が認められた (写真 2-F) ため、PP 樹脂同様かなり脂肪が残留しやすいことが分かった。また、合成樹脂まな板でも同様の結果が得られ、いずれの洗浄方法においても脂肪汚れを完全に落とすことは出来なかった。

考 察

以上 3 種類の食品成分の残留状態を見ると、デンプンは洗剤を使用しなくても食器への残留はほとんどなかったが、脂肪、タンパク質は磁器以外の食器類では、洗剤を使用しないで洗浄すると残留しやすいことがわかった。PP 樹脂や木製まな板は食品成分が残留しやすいことが示されたので、特に注意をして十分洗浄を行うことが重要である。まな板の材質が木製であることから、素材あるいは表面の構造による浸透が大きく影響していると推定される。合成樹脂まな板では木製

まな板のように食品成分の浸透はないものと考えられるが、まな板の表面に凹凸が見られるために付着成分が落ちにくいのではないかと考えられた。これらの試料については付着脂肪が落ちにくいということを考慮した上で、洗浄条件の設定を変えて実験を組むのも面白い。今後の課題としてさらに取り上げていく必要があると考えている。

このように食器や調理器具の材質によって食品成分の残留状態が異なることを考慮すると、食事に用いる際には比較的食品成分が残留しにくい磁器の使用を心掛けたいものである。

また、洗浄方法については、食器類を洗剤液中で浸漬してから洗浄をした場合のデンプンと脂肪の洗浄効果を比較した報告¹⁾がある。これによると、食器類は漬け込み時間が長いほど食品成分が落ちやすくなるとされている。このように洗浄方法をさらに工夫することも食品成分残留量の問題を考えるにあたって重要であるといえる。以上の点から、本実験が生徒に身近な問題を考えさせるきっかけを提供できるのではないかと考えた。

要 約

高等学校家庭科教育における実験教材の一つとして、食器類に残留する食品成分を簡便法による検出する定性実験に着目した。

磁器、陶器、PP 樹脂、漆器、木製まな板および合成樹脂まな板を試料として用い、デンプン、タンパク質、脂肪を食器の表面に付着させた後、洗浄を行った。スポンジに洗剤 (原液および希釈液) をつけて食器、調理器具の全体をこすり洗った。すぎきは水または湯を使用し、洗剤容器に表示されている通り 5 秒間行った後、それぞれ、ヨウ素デンプン反応、ニンヒドリン反応、クルクミン反応を用いてこれらの成分の残留状態を確認した。

3 種類の食品成分の残留状態を見ると、デンプンは洗剤を使用しなくても食器への残留物はほとんどなかったが、脂肪、タンパク質は磁器以外の食器類では、洗剤を使用しないで洗浄すると残留してしまうことがわかった。

特に、木製まな板は食品成分が最も残留しやすいため、そのことに注意して十分洗浄を行うことが重要であると考えられた。また、脂肪が比較的残留しやすいことが示され、その除去には強い洗浄効果が求められた。

このように、食器洗浄後の食器類や調理器具の残留

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)

食品成分を簡易方法によって測定することは、簡便で分かりやすく、結果に対する考察を通して得られる、食品衛生面の教育効果が高いと推察され、化学嫌いの生徒についても色の変化や呈色反応を利用した実験は非常に関心を持たれることから、高等学校家庭科における実験教材として有効であると判断した。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、多くのご助言をいただ

いた東京家政学院大学家政学部教授森 宏枝先生に心から厚く御礼申し上げます。また、本研究を行なうにあたりご協力をいただいた田中路子、中谷暢子の諸嬢に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 奥山春彦, 皆川 基(1991), 洗剤・洗浄の事典, 朝倉書店, p. 502-503.

(2000年8月22日受理)