

本学の調理施設におけるアレルギー除去方法の検討

*鋤柄悦子¹、渡辺香織¹、有尾正子¹、高見澤一裕^{1,2}¹愛知文教女子短期大学生生活文化学科、²岐阜大学名誉教授

(2022年11月7日受付、2022年12月26日受理)

要旨： 食物アレルギーは、ごく微量のアレルギー物質（アレルギー）であっても、アナフィラキシー症状を引き起こす可能性がある。それゆえ、食物アレルギーによる汚染を防ぐには、調理器具や設備に付着したアレルギーをよく洗浄・除去することが重要となる。しかし、残留しているアレルギーは微量のため目視で確認することはほとんど不可能である。そこで使用頻度の高い食品である卵アレルギーを代表例として取り上げ、その洗浄方法として水、洗剤・消毒剤、スチームの3種類の効果を調理施設にて検討した。その結果、スチーム洗浄がアレルギー除去に最も効果的であることが判った。

キーワード： 食物アレルギー、アレルギー測定キット、卵、洗浄方法、スチーム洗浄

1. 緒言

現在、何らかの食物アレルギーをもつ人の割合は、乳幼児が7.6~9.8%^{1,2)}、保育所児が4.0%³⁾、学童期以降が1.3~4.5%^{4,5)}と報告されている。また、消費者庁による即時型食物アレルギーに関する調査⁶⁾では症例数が、2017年の4,861例から2020年には6,080例に増加している。我が国では、食物アレルギーを含むアレルギー疾患の有症率の増加を踏まえて、アレルギー疾患対策の一層の充実を図るため、「アレルギー疾患対策基本法」⁷⁾が平成26年に成立、平成27年に施行されている。この中で、国はアレルギー疾患を有する者の生活の質の維持向上を意図して、専門的な知識及び技能を有する管理栄養士、栄養士、調理師等の育成を図るとしている。

本学は食物アレルギーの患者支援と学生の目的意識確立のための特別実習プログラムとして2003年から食物アレルギーの子どもがいる家族を対象に、ランチパーティー「みんないっしょのクリスマス」(以下パーティー)を開催している。パーティーで提供する食事を調理する厨房は食物栄養専攻の授業で使用する給食管理実習室であるため、パーティー開催にあたり可能な限りアレルギーとなる食材は使用せず、調理器具は専用のものを使用している。専用のものがない器具は、所定の処理をしたものを用いている(実験方法参照)。

パーティーは2022年に20回目を実施した。新型コロナウイルス感染症の影響で食堂での提供ではなくテイクアウト方式となることもあったが、これまで一度も参加者がアナフィラキシー症状を起こしたことはない。しかし、食物アレルギーに備えてエピペンを携行する参加者が年々増加していることから、使用するアレルギー食材の検討は毎年行っているものの、調理器具や設備の洗浄方法の安全性は検証しておらず、課題となっていた。

食物アレルギーのある子どもにとっては、たとえ微量のアレルギーの混入(コンタミネーション)で重篤なアナフィラキシー症状を引き起こす可能性があり、最悪の場合には死に至る危険性もある。コンタミネーションを防ぐためには、専用の調理器具や食器類を使用し、作業区域は専用室がない場合には区分されたスペースを設置することが望ましいとされている⁸⁾。しかし、対策を講じても微量のアレルギーは目視できない場合が多く、洗浄によるアレルギーの残留がどの程度なのか確認することは難しかった。食物アレルギーをもつ人に安全な食事を提供するためには、これまで以上に安全性が確立された洗浄方法で調理器具や設備を清潔にする必要がある。パーティーを始めた20年前に比べ、食物アレルギーに関する調査や研究が進み、簡易的にアレルギーを検出できるキットが市販されるな

*e-mail: sukigara@abc.ai-bunkyo.ac.jp

ど、食物アレルギーを取り巻く環境は変化してきた。アレルギー検出キットを用いて食器や調理器具のアレルゲンの残留については数多く報告⁹⁻¹²⁾があるが、設備についての報告は見当たらない。

筆者らはこれまでに、アレルギーの原因食品として挙げられる卵、牛乳、小麦の残留について市販のアレルギー検出キットを用いて、水による洗浄方法とパーティーのために実施してきた洗浄方法の効果について、検証した。その結果¹³⁾、どちらの洗浄方法でも使用頻度が高い食品である卵が残留していることを明らかにした。そこで本研究では、卵をアレルギー対象食品とし、これまで実施してきた洗浄方法よりも確実にアレルギーを除去できる方法を明らかにすることを目的とした。

2. 実験材料および方法

2.1. 給食管理実習室におけるアレルギーの除去

1) アレルギー除去対象設備・器具

実験対象調理設備は、授業でも使用する給食管理実習室(図1参照)に配置されているものである。対象とした調理設備およびアレルギー検出対象は、木製カウンター(手前および奥)、ステンレス製配膳台、冷蔵庫(ホシザキ業務用冷凍冷蔵庫 HRF-120A、ホシザキ株式会社)の取手(右上および右下、左上および左下)である。なお、給食管理実習では冷蔵庫右上には主に卵、乳製品、肉、左上は冷凍庫のた

め冷凍品、右下および左下には主に野菜、果物を入れている。なお、この給食施設は大量調理施設に区分される。

器具は、水洗いした後、さらに食器洗浄機(JWE-550B-HP、ホシザキ株式会社)で洗浄し、パーティー専用の布巾で拭き、食器消毒保管庫(KES-501K、北沢産業株式会社)に保管した。設備は、水道水を含ませた台布巾で水洗いした後、200倍希釈した塩化ベンザルコニウム(日医工株式会社、規格10%)液を振りかけ乾拭きし、食品添加物のエチルアルコール(関東化学株式会社、特級)を振りかけた。

2) アレルギー除去方法

① 水による除去

25℃の水道水を含ませた布巾で拭き取り、それをコントロールとした。なお、残留アレルギー測定のための拭き取り操作と区別するため、アレルギー除去のための水、洗剤・消毒剤、スチームによる拭き取り操作は以後「クリーンアップ」とする。

② 洗剤・消毒剤による除去

陽イオン界面活性剤で逆性石鹼として知られ、殺菌・消毒用に広く使用されている塩化ベンザルコニウムを洗剤・消毒剤として使用した。25℃の水道水を含ませた布巾でクリーンアップした後、塩化ベンザルコニウムを200倍に希釈したものを含ませた布巾でクリーンアップし、さらにエタノール系消毒剤(エチルアルコール)を噴霧した。

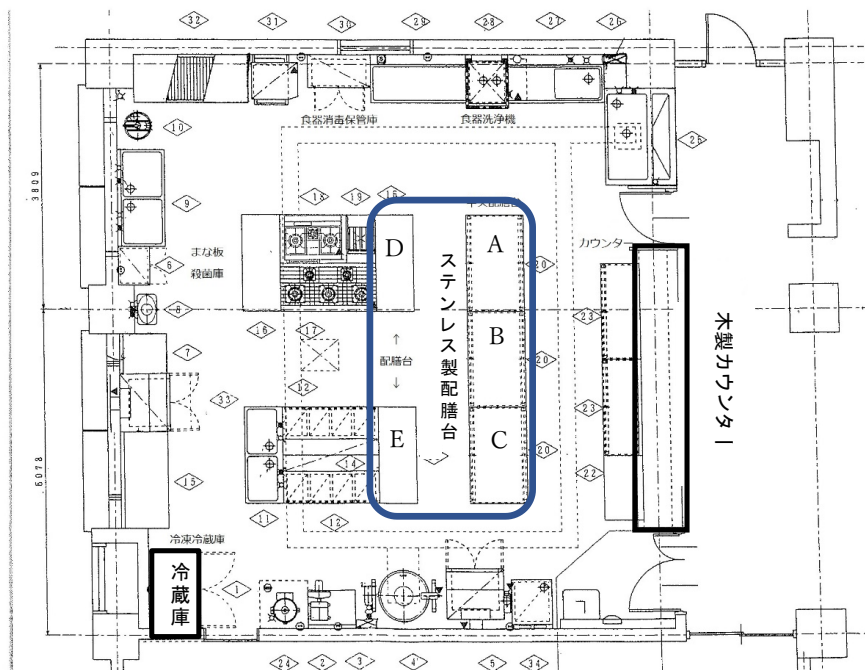


図1. 給食管理実習室の設備と器具の配置

③ スチームによる除去

スクレイパー付きスチーム洗浄器 (Light'nEasy、And Elephant 株式会社) を使って 100℃の水蒸気を噴射し、スクレイパーでクリーンアップした。

なお、水による除去とスチームによる除去は、学生実験の一環として 2 年連続で行った。

3) イムノクロマト法による残留アレルゲンの測定

残留アレルゲンの検出は、イムノクロマト法による測定用キット (FASTKIT スリム卵、日本ハム株式会社中央研究所) を用いて行った。キットの検出感度は 25 ng/mL である。まず、残留アレルゲンの拭き取り操作を行った。試験管に 1mL ずつ分注した拭き取り液 (0.9%塩化ナトリウム溶液: 関東化学株式会社、特級) に滅菌綿棒 (径 8mm、白十字社) を浸し、対象箇所を一定の力で満遍なく拭き取った。その綿棒を試験管の壁面でよく絞り出し拭き取り液に懸濁させた。試験操作は取扱説明書に従った。すなわち、テストストリップをアルミ包装のまま室温に戻し、使用直前にアルミ包装から取り出して水平な台の上に静置し、試料滴下部に試料溶液 100 μ L を滴下した。橋本らの報告¹²⁾ に従い、試験開始 15 分後にテストライン出現位置およびコントロールライン出現位置に赤紫色のラインの有無を目視で確認し結果を判定した。テストラインの赤紫色の濃さがコントロールラインと同程度の場合を陽性 (+)、ラインが目視で確認できないものを陰性 (-)、コントロールラインの濃さよりも薄いが目視で確認できるものを弱陽性 (+w) と判定した。

2.2. スチーム洗浄によるアレルゲン除去のモデル実験

ステンレス製配膳台に人為的にアレルゲン (卵白) を付着させ、水洗浄した場合と、スチーム洗浄した場合のアレルゲンの残留量を定量した。

1) アレルゲン塗布方法

図 1 に示すステンレス製配膳台上の区域 (50 cm \times 50 cm) に 10 g の卵白を均一に塗布した。

2) アレルゲン除去方法

卵白を塗布した調理台を 25℃の水道水を含ませた布で 2 回クリーンアップし、その後、スクレイパー付きスチーム洗浄器にて 100℃の水蒸気を当てながら 2 回クリーンアップした。

3) ELISA 法による残留アレルゲンの測定

クリーンアップ後の残留アレルゲンの拭き取りは、滅菌希釈液 (リン酸緩衝生理食塩水 10mL ; pH 7.29) 入りの食品衛生検査用拭き取りキット (フキ

トレール、関東化学株式会社) を用いた。キャップに付属の綿棒でアレルゲンを塗布した箇所を拭き取り、キットに付属のボトルを左右に振り綿棒に付着したものを希釈液中に懸濁させ、分析に使用した。

卵白アレルゲンの定量には、森永製菓研究所製のモリナガ FASPEK ELISA II 卵 (卵白アルブミン) を使用した。検出感度は 0.78 ng/mL である。分析機器 (マイクロプレートリーダー「GENIOS」、TECAN Japan 株式会社) を用いて 465 nm の吸収を計測した。なお、実験は全て 2 回行い、平均値で示した。

3. 結果および考察

3.1. 給食管理実習室におけるアレルゲンの除去

大量調理施設マニュアルに準拠した洗浄を行った後、それぞれの設備を追加的に水による洗浄と洗剤・消毒剤による洗浄を行った場合の卵アレルゲンの残留の結果を表 1 に示した。水による洗浄では全ての調理設備でアレルゲンが検出された。塩化ベンザルコニウムおよびエチルアルコールによる洗浄においても木製カウンター1箇所を除いた全ての調理施設でアレルゲンが検出された。

表 1. 水による洗浄と洗剤・消毒剤による洗浄での卵アレルゲンの残留 (イムノクロマト法)¹³⁾

	水洗浄	洗剤・消毒剤洗浄
木製カウンター (手前側)	+	-
木製カウンター (奥側)	+	+
ステンレス製配膳台A	+	+
ステンレス製配膳台B	+	+
ステンレス製配膳台C	+	+
ステンレス製配膳台D	+	+
ステンレス製配膳台E	+	+
冷蔵庫取手 (右上)	+w	+w
冷蔵庫取手 (左上)	+	+w
冷蔵庫取手 (右下)	+	+
冷蔵庫取手 (左下)	+	+

現在、調理施設の洗浄に関するマニュアルとして、大量調理施設衛生管理マニュアル¹⁴⁾ や調理場における洗浄・消毒マニュアル^{15,16)} があるが、食物アレルギーに関しては記載されていない。「学校給食における食物アレルギー対応指針」⁸⁾ では、調理器具や食器類は専用のものを使用し、専用室がない場合は作業区域を区分してスペースを設けるとだけ記載されているが、具体的にどのような洗浄方法が良いか示されていない。そのような現状から、大量調理施設衛生管理マニュアルにある洗剤・消毒剤を

使用した洗浄を本学ではパーティーのためにアレルギーに特化した方法として実施してきたが、アレルギー除去という観点から不十分であったということが明らかとなった。

水による洗浄とスチームによる洗浄の卵アレルギーの残留の結果を表2に示した。水洗浄では木製カウンターと冷蔵庫の取手（右上および右下）からアレルギーが検出された。スチーム洗浄では、木製カウンターを除いてステンレス製配膳台および冷蔵庫の取手（右上および右下）においてアレルギー除去が確認できた。なお、2年連続で行った結果は同じであった。

表2. 水による洗浄とスチームによる洗浄での卵アレルギーの残留（イムノクロマト法）

	水洗浄	スチーム洗浄
木製カウンター（全て）	+	+
ステンレス製配膳台（全て）	-	-
冷蔵庫の取手（右上）	+	-
冷蔵庫の取手（右下）	+	-
冷蔵庫の取手（左上）	-	-
冷蔵庫の取手（左下）	-	-

卵アレルギーを起こすタンパク質は主にオボアルブミン（卵白アルブミン）とオボムコイドであり、卵白アルブミンは卵白中のタンパク質の54%、オボムコイドは11%を占めている。今回使用したFASTKIT スリム卵はオボアルブミン、オボムコイドなど複数の卵白タンパク質をターゲットにしている複合抗原系のキットであるため、見逃しが少なく検出できるという特性があった。卵は加熱処理するとアレルギー活性が減り、アレルギー患者が摂取可能となるケースが多い¹⁷⁾。一方、オボムコイドは加熱しても凝固しないためアレルギー活性が失われない。オボアルブミンは95°C5分間で完全に三次構造が変化することが知られている¹⁸⁾。また、調理による卵アレルギーの変性に関する先行研究¹⁹⁾では、オボアルブミンは焼調理（180°C、20分間）に比べ、蒸調理（100°C、13分間）と揚調理（160°C、3.5分間）の方が、食品全体が効率よく加熱され変性されると報告されている。従って、本研究でスチーム洗浄器を使い水蒸気をあてることは、効率よくタンパク変性を起こしたと考えられる。また、オボムコイドは熱耐性があるためスチームをあてるだけではアレルギー除去できなかった可能性があるが、100°Cのスチームをあてタンパク変性をさせた

後スクレイパーで拭き取りながらクリーンアップ操作を行うことでアレルギー除去できたと考えられる。木製カウンターではスチーム洗浄でも効果がみられなかったが、木製調理器具は食品残渣およびアレルギーが溜まっている可能性が高く給食施設での活用は避けるべき⁹⁾とされており、本研究においても同様のことが示唆された。

3.2. スチーム洗浄によるアレルギー除去のモデル実験

表2で示したように、スチーム洗浄器による洗浄でアレルギーの除去が確認できたため、スチーム洗浄の効果を定量的にELISA法で検討した。その結果（表3）、人為的にアレルギーを付着させたステンレス製配膳台を水による洗浄を行ったところ、50cm四方あたり0.83µgのアレルギーの残留を認めた。水による洗浄後スチーム洗浄を1回行くと50cm四方あたり0.20µgまで除去され、さらにもう1回スチーム洗浄を追加したところ、0.13µgまで低下した。

表3. スチーム洗浄によるアレルギー除去（ELISA法）

	濃度 (µg/ml)	50cm×50cmの アレルギー量 (µg)
水による洗浄	83.7	0.83
スチーム洗浄1回	20.3	0.2
スチーム洗浄2回	13.0	0.13

卵の抗原性は加熱することで低下することが報告されている²⁰⁾。アレルギー症状を誘発する抗原量に関しては、卵白と卵黄を含む全てのタンパク質（総タンパク質）がmg/mL濃度（食物負荷試験における溶液mL中の重量）レベルでは一般的に確実に誘発し得るといえるが、数µg/mL濃度レベルではアレルギーの誘発には個人差があり、ng/mL濃度レベルではほぼ誘発しないと考えられている²¹⁾。消費者庁はこの考えから、総タンパク量が数µg/mL濃度レベルは数µg/g含有レベル未満であれば特定原材料量の表示の必要性はないとしている。しかし、卵はアレルギー発症の閾値が低いことから、アレルギー症状を誘発しないレベルの範囲であったとしても、アレルギー残留を大きく減少させたスチーム洗浄は有意義である。しかし、スチーム洗浄でも完全除去することは難しいことから、タンパク変性を起こす報告のある電解水に着目し、アレルギーがタンパク質である卵のアレルギー性の低下あるいは消失について検証中である。

4. 結論

食物アレルギーを引き起こす原因物質として小麦、乳、卵があるが、本研究では卵に焦点を合わせた。また、本学の給食管理実習室では洗浄方法にかかわらずアレルゲンは卵が検出されやすいという実態があった。調理施設の食物アレルゲンの除去を行うためには、スチーム洗浄器を用いると簡単であり、塩化ベンザルコニウムなどの洗剤・消毒剤に頼らず除去を行うことができる。スチーム洗浄器による洗浄でのスチーム噴霧量や回数によるアレルゲン残留量の定量については、今後の検討が必要となる。人為的に卵白を付着させた後に、水による洗浄方法およびスチーム洗浄器による洗浄を行った場合に、50 cm 四方に残留する卵白タンパク質量は、それぞれ 0.83 μg 、0.13 μg であった。これは消費者庁が推奨するアレルギー表示ガイドラインの表示可否の境目である 10 μg を大きく下回っていた。しかし、大量調理施設におけるアレルゲンの完全除去は難しく、今後は電解水の利用を検討する。

5. 謝辞

本研究は、平成 28 年度文部科学省により採択された「私立大学研究ブランディング事業」の一環として行われた。

また、マイクロプレートリーダーの測定技術のご指導をいただきました岐阜大学応用生物科学部の岩橋均教授にお礼申し上げます。

6. 利益相反

本研究に関して申告すべき利益相反はない。

7. 参考文献

- 1) Ebisawa M, Sugizaki C: Prevalence of Allergic Diseases During First 7 Years of Life in Japan. *J Allergy Clin Immunol*, **125**: AB215, 2010.
- 2) Yamamoto-Hanada K, Pak K, Saito-Abe M *et al*: Allergy and immunology in young children of Japan: The JECS cohort. *World Allergy Organization J*, **13**(11): 100479, 2020.
- 3) 柳田紀之、海老澤元宏、勝沼俊雄 ほか: 厚生労働省「平成 27 年度子ども・子育て支援推進調査研究事業」保育所入所児童のアレルギー疾患罹患状況と保育所におけるアレルギー対策に関する実態調査結果報告. *アレルギー*, **67**(3): 202-210, 2018.
- 4) 今井孝成、板橋家頭夫: 学校給食における食物アレルギーの実態. *日本小児科学会雑誌*, **109**(9): 1117-22, 2005.
- 5) 日本学校保健会: 平成 25 年度学校生活における健康管理に関する調査事業報告書. 2014. https://www.gakkohoken.jp/book/ebook/ebook_H260030/H260030.pdf (2022 年 11 月 1 日閲覧)
- 6) 消費者庁: 令和 3 年度食物アレルギーに関連する食品表示に関する調査研究事業報告書. 2022. https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/food_sanitation/allergy/assets/food_labeling_cms204_220601_01.pdf (2022 年 11 月 1 日閲覧)
- 7) 厚生労働省: アレルギー疾患対策基本法. 2015.
- 8) 文部科学省: 学校給食における食物アレルギー対応指針. 2015. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2015/03/26/1355518_1.pdf (2022 年 11 月 1 日閲覧)
- 9) 吉江明広、澤井ほたる、芝尾和樹 ほか: 木製調理器具の食品残渣および食物アレルゲン残存の測定～給食施設における活用のための評価～. *日本食生活学会誌*, **32**(2): 93-98, 2021.
- 10) 吉江明広、澤田歩実、澤崎円香 ほか: 食物アレルゲン検出キットを用いた大量調理機器の洗浄終了確認の試み. *日本栄養士会雑誌*, **64**(8): 35-41, 2021.
- 11) 橋本博行、吉光真人、清田恭平: 給食用食器の卵アレルゲンの残留性比較. *日本家政学会誌*, **66**(12): 681-687, 2014.
- 12) 原正美、長谷川俊史、山口公一 ほか: 食器および調理器具も残存する食物アレルゲンの検討. *小児保健研究*, **70**(6): 744-752, 2011.
- 13) 鋤柄悦子、有尾正子、山口由貴 ほか: 給食管理実習室における洗浄方法の違いによるアレルゲン残留. *愛知文教女子短期大学研究紀要*, **40**: 117-123, 2019.
- 14) 厚生労働省: 大量調理施設衛生管理マニュアル. 1997. (最終改定 2017 年) <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzendu/0000139151.pdf> (2022 年 11 月 1 日閲覧)
- 15) 文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課: 調理場における洗浄・消毒マニュアル Part1.

2009. https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/1266268.htm (2022年11月1日閲覧)
- 16) 文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課: 調理場における洗浄・消毒マニュアル Part2. 2010. https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/1292023.htm (2022年11月1日閲覧)
- 17) Lemon-Mulé H, Sampso HA, Sicherer SH *et al.*: Immunologic changes in children with egg allergy ingesting extensively heated egg. *J. Allergy Clin. Immunol*, **122**(5): 977-983, 2008.
- 18) Rumbo M, Chirido FG, Fossati CA *et al.*: Analysis of structural properties and immunochemical reactivity of heat-treated ovalbumin. *J. Agric. Food Chem*, **44**(12): 3793-3798, 1996.
- 19) 渡邊裕子、赤星千絵、関戸晴子 ほか: 調理による卵アレルギーの変性. *食品衛生学雑誌*, **53**(2): 98-104, 2012.
- 20) 伊藤節子: 食物アレルギー患者指導の実際. *アレルギー*, **58**(11): 1490-1496, 2009.
- 21) 消費者庁: Q&A 別添アレルギーを含む食品に関する表示. https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/food_labeling_act/pdf/food_labeling_cms101_200716_12.pdf (2022年11月1日閲覧)

Study of allergen elimination methods in large scale at cooking facilities

Etsuko Sukigara¹, Kaori Watanabe¹, Shoko Ario¹, Kazuhiro Takamizawa^{1,2}

¹Department of Living and Culture Sciences, Aichi Bunkyo Women's College

² Professor Emeritus, Gifu University

Abstract

Even a tiny amount of allergen could trigger anaphylactic shock. The main point in preventing contamination caused by allergens lies in removing them from cooking utensils and facilities by vigorous washing. However, it is often the case that the amount of remaining allergens is so small that they can hardly be observed. Our purpose is to develop an efficient allergen removing method from our cooking facilities and equipment. Three types of cleaning methods were applied for removing allergens, water cleaning, detergent cleaning, and steam cleaning. As a result, it was revealed that regardless of what types of washing methods, remaining allergens were found on cooking facility but steam treatment was most effective to remove allergens from cooking facilities and equipment.