

ニッポンハム食の未来財団 設立記念研究助成 研究完了報告書（1）

平成 28 年 4 月 16 日

一般財団法人ニッポンハム食の未来財団
理事長 山田良司 殿

研究課題名	効率的洗浄マニュアル作成に向けた洗浄条件別アレルギー残留発生確率予測式の構築		
フリガナ	ヤマサキ エイキ		
代表者名	山崎 栄樹		
所属機関	（機関名）国立大学法人 帯広畜産大学 畜産衛生学研究部門 （役職名）助教		
所属機関住所	〒080-8555 北海道帯広市稲田町西 2 線 11 番地		
連絡先	Tel: 0155-49-5390 Fax: 0155-49-5390 E-mail: yamasakie@obihiro.ac.jp		
共同研究者	氏 名（フリガナ）	所属機関・役職名	役割分担
	茅野 光範（カヤノミツノリ）	帯広畜産大学・講師	統計学的解析（多変量解析）
本助成金による発表論文、学会発表	該当なし （論文作成中）		

代表者名	山崎 栄樹
------	-------

1. 研究結果概要

保育施設における食物アレルギー児への対応において、食器や調理器具へのアレルギーの残留は看過できない問題である。洗浄後の調理器具・食器等へのアレルギーの残留に影響するファクターとして、食品の性状、食器等の性状、洗浄方法などが報告されている。本研究では、食品性状、食器性状、予備浸漬条件、予備洗浄条件、食器洗浄機使用の有無を様々に変化させた条件で洗浄を行った食器に対して FASTKIT™ スリムを用いたアレルギー残留検査を行い、その結果に対して回帰分析を用いたアレルギー残留に対する各々のファクターの影響の包括的解析を行った。その結果、各ファクターの組み合わせからアレルギーの残留発生の有無を予測する式の構築に至り、一連の洗浄工程の中で各々の条件のアレルギー残留に対する影響およびその重要度の定量的な比較を可能とした。今後、本解析で用いた解析手法を発展させることにより、洗浄条件を変化させた場合のアレルギー残留発生の危険度を予測する事が可能となり、このことは保育施設における効率的な洗浄マニュアルの構築に資するものと期待される。

2. 研究目的

食物アレルギー患者数は増加傾向にあり、東京都福祉保健局の平成 23 年度の調査では、食物アレルギーの症状があった児童の割合は男子 23.6%、女子 19.3%となっており、10 年前の調査に比較して約 2 倍の上昇となっている。保育施設において食物アレルギー児への対応は“食物の完全除去”の考え方を基本として多くの努力・対策・管理が実施されている。しかしながら、保育所給食施設の洗浄設備に対する調査では洗浄後の調理器具や給食用食器から数十 ng/ml 以上のアレルギーの残留も報告されており、アレルギーの完全除去・混入防止を目指すうえで洗浄時のアレルギーの残留は看過できない問題であるといえる。洗浄後の調理器具・食器等へのアレルギーの残留に影響するファクターとして、食品の性状、食器等の性状、洗浄方法などが報告されている。これらはアレルギー残留に対して完全に独立したファクターではないにも関わらず、過去の研究においては各々のファクターが別々に議論されており、包括的に研究した例はない。本研究では、統計学的手法を用いてアレルギー残留に対する複数のファクターの影響を包括的に解析することで、「各ファクターの組み合わせ」から「アレルギーが残留する確率」を予測する式の構築を目指した。

代表者名	山崎 栄樹
------	-------

3. 研究計画及び研究手法

本研究では特に乳・乳製品について、複数のファクター（食品・食器等の性状や洗浄方法など）の条件を変えた場合のアレルゲン残留頻度を解析し、各ファクターとアレルゲン残留発生確率の相関解析を行った。

1. アレルゲン残留検査

アレルゲン残留に影響を与える事が予想される各ファクターについて以下のように条件を変化させた。すなわち、食器性状（古い or 新しい）、食品性状（牛乳 or グラタン）、予備浸漬条件（お湯 or お湯+洗剤）、予備洗浄（有り or 無し）、食器洗浄機使用（有り or 無し）の条件を組み合わせた計 32 通りの条件で洗浄を行った食器に対して乳成分の残留を測定した。食器の洗浄は北海道帯広市内の幼稚園の協力を得て、実際に幼稚園施設で食器洗浄を行っている設備および機器を使用して行った。乳成分残留の測定は、生理食塩水を染み込ませた綿棒で洗浄後の食器を拭き取った拭き取り液に対して FASTKIT™ スリムを用いた解析により行った。

2. 各ファクターとアレルゲン残留発生確率の相関解析

上記の解析で得られた結果について、洗浄条件を説明変数に設定しアレルゲンの残留の有無を目的変数とした多変量解析から、洗浄条件からアレルゲン残留の有無を予測する式の構築を行った。本解析では洗浄条件がすべて定性的変数であるため、解析手法としてロジスティック回帰分析を用いた。各変数について表 1 の様に値を設定し、式の構築は統計解析ソフト R を利用して行った。

表 1 ロジスティック回帰分析における各条件と変数の対応表

説明変数	
食器性状	1 = 古い 0 = 新しい
食品性状	1 = 牛乳 0 = グラタン
予備浸漬	1 = お湯 0 = お湯+洗剤
予備洗浄（擦り洗い）	1 = 無し 0 = 有り
食器洗浄機使用	1 = 無し 0 = 有り
目的変数	
アレルゲンの残留	1 = 有り 0 = 無し

代表者名	山崎 栄樹
------	-------

4. 結果について

1. アレルゲン残留検査

それぞれの条件を組み合わせた計 32 通りの洗浄条件について、3 回ずつの試行を行った。得られた計 96 検体のうちアレルゲン残留が認められたものは 74 検体であった(表 2)。

表 2 アレルゲン残留検査結果

試験番号	食器	食品	洗浄条件			試験結果 (乳成分の残留)		
			予備浸漬	擦り洗い	食器洗浄機	1回目	2回目	3回目
1	古	グラタン	お湯	無し	無し	+	+	+
2	古	グラタン	お湯	無し	有り	+	+	+
3	古	グラタン	お湯	有り	無し	+	+	+
4	古	グラタン	お湯	有り	有り	+	+	+
5	古	グラタン	洗剤	無し	無し	+	+	+
6	古	グラタン	洗剤	無し	有り	+	+	-
7	古	グラタン	洗剤	有り	無し	+	+	+
8	古	グラタン	洗剤	有り	有り	+	-	-
9	古	牛乳	お湯	無し	無し	+	+	+
10	古	牛乳	お湯	無し	有り	+	+	+
11	古	牛乳	お湯	有り	無し	+	+	+
12	古	牛乳	お湯	有り	有り	+	+	+
13	古	牛乳	洗剤	無し	無し	+	+	+
14	古	牛乳	洗剤	無し	有り	+	+	+
15	古	牛乳	洗剤	有り	無し	-	+	+
16	古	牛乳	洗剤	有り	有り	+	-	+
17	新	グラタン	お湯	無し	無し	+	+	+
18	新	グラタン	お湯	無し	有り	-	+	+
19	新	グラタン	お湯	有り	無し	+	+	+
20	新	グラタン	お湯	有り	有り	-	+	-
21	新	グラタン	洗剤	無し	無し	+	+	-
22	新	グラタン	洗剤	無し	有り	-	+	-
23	新	グラタン	洗剤	有り	無し	+	+	+
24	新	グラタン	洗剤	有り	有り	-	-	-
25	新	牛乳	お湯	無し	無し	+	+	+
26	新	牛乳	お湯	無し	有り	+	-	+
27	新	牛乳	お湯	有り	無し	+	+	+
28	新	牛乳	お湯	有り	有り	+	+	+
29	新	牛乳	洗剤	無し	無し	+	+	+
30	新	牛乳	洗剤	無し	有り	+	-	-
31	新	牛乳	洗剤	有り	無し	-	+	-
32	新	牛乳	洗剤	有り	有り	-	-	-

2. 各ファクターとアレルゲン残留発生確率の相関解析

上記で得られた結果に基づき、洗浄条件からアレルギー残留の有無を予測する式の構築を行ったところ、下記の予測式が得られた。

$$\text{アレルゲン残留} = \frac{1}{1 + e^{\{6.08 + 2.669(\text{食品性状}) + 1.341(\text{食器性状}) + 3.071(\text{予備浸漬}) + 1.341(\text{予備洗浄}) + 3.071(\text{食洗機})\}}} \dots (1)$$

得られた予測式の正判別率の検討を目的として式(1)に食器性状(古い=1, 新しい=0)、食品性状(牛乳=1, グラタン=0)、予備浸漬(お湯=1, お湯+洗剤=0)、擦り洗い(なし=1, あり=0)、食洗機(なし=1, あり=0)を代入して計算を行った。予測式を用いた計算結果がアレルゲン残留 ≥ 0.5 の場合アレルゲン残留「あり」、アレルゲン残留 < 0.5 となった場合アレルゲン残留「なし」と予測した。予測結果と実際の検査結果(観測データ)を比較したところ、観測データでのアレルゲン残留「なし」の 22 検体のうち、予測式を用いて正しく予測できたのは 14 検体、アレル

代表者名	山崎 栄樹
------	-------

4. 結果について（続き）

ゲン残留「なし」の74検体のうち、予測式を用いて正しく予測できたのは67検体であり、予測式の正判別確率は84.4%であった（表3）。

表3 アレルゲン残留の判別確率

	残留なし（予測）	残留あり（予測）	周辺度数
残留なし（観測）	14	8	22
残留あり（観測）	7	67	74
周辺度数	21	75	96

3. 予測式の最適化

予測式の最適化の検討のために、各洗浄条件とアレルゲン残留の間の相対リスク解析を行い、各洗浄条件とアレルゲン残留との相関の強さを比較した。各洗浄条件の相対リスクは食器性状で「新しい」に対する「古い」の相対リスクが1.39、食品性状で「グラタン」に対する「牛乳」の相対リスクが1.18、予備浸漬で「お湯+洗剤」に対する「お湯」の相対リスクが1.47、予備洗浄で「あり」に対する「なし」の相対リスクが1.18、食器洗浄機で「使用あり」に対する「使用なし」の相対リスクが1.42であった。以上の結果から、食器性状、予備浸漬の有無、食器洗浄機の使用の有無がアレルゲン残留とより強く関係するファクターであると示唆された。

次に、予測式の正判別確率を上昇させることを目的として、予測式に採用する洗浄条件の選定を行った。相対リスク解析からアレルゲン残留確率への関与が小さいと判定される項目を除いた幾つかのモデルで予測式を再構築したところ、食品の項目を除いたモデル2、予備洗浄の項目を除いたモデル3、その両方の項目を除いたモデル4のそれぞれで正判別確率は85.4%となり、若干の上昇がみられた（表4）。

表4 採用する洗浄条件を選抜した各予測式の正判別確率

	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4
食器	○	○	○	○
食品	○	×	○	×
予備浸漬	○	○	○	○
予備洗浄	○	○	×	×
食器洗浄機	○	○	○	○
正判別確率	84.4%	85.4%	85.4%	85.4%

4. 今後の課題

本年度の研究においては変数として定性的変数のみを採用した。今後、予備浸漬の温度、洗剤濃度、食器洗浄機の洗浄時間など、定量的な条件を取り入れることで予測式の正判別確率（的中率）を上昇させることができると考えている。

5. 論文発表等の予定

日本アレルギー学会が発行する専門学術雑誌「アレルギー」への投稿に向け、論文作成中である。

代表者名

山崎 栄樹

5. 今後の研究活動について

本助成研究において、保育施設において実際に行われている食器洗浄の各工程と食器へのアレルゲン残留の相関について基礎的データの獲得が達成された。本研究成果を基本として、今後、定量的な条件を取り入れることなどにより、より高度な予測式の構築を目指す。これらの成果によって、食器洗浄において重点的に注意を払うべき工程およびその重要性の程度が明らかになり、このことは今後、効率的かつ高度な洗浄マニュアルの構築に寄与するものと期待している。また、残念ながら本年度の研究では利用した施設、食材、洗剤の種類など試行のバリエーションが少なかった。今後、より多様な条件での試行を行い、現場で行われている作業に適合した解析を進めていきたい。

以上