

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：22501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500933

研究課題名(和文)メラミン樹脂製食器の保温冷中におけるホルムアルデヒドの食品への溶出および吸着量

研究課題名(英文)The amount of formaldehyde eluted into food and adsorbing to food during the warming or chilling of food on tableware made of melamine resin.

研究代表者

山田 正子(YAMADA, Masako)

千葉県立保健医療大学・健康科学部・准教授

研究者番号：10259103

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：給食施設等で使用されているメラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒドの溶出量および放散量を洗浄回数の影響も含めて知ることを目的に研究を行った。まず、給食施設を対象に、温冷配膳車の設定温度の調査した。その結果、温冷配膳車の保温の設定温度は65℃が最も多く、保冷設定温度は5℃が最も多かった。そこで、メラミン樹脂製食器の加温条件は65℃とした。次に、アセチルアセトン法によりホルムアルデヒドの溶出量の測定を行ったが、測定方法が適さなかったため測定をすることができなかった。そのため、測定方法を検討し、ホルムアルデヒドを2,4-ジニトロフェニルヒドラジンで誘導体化し測定する方法により測定を継続中である。

研究成果の概要(英文)：The aim of the current study was to ascertain the effects that the number of times that tableware was washed by meal preparation facilities had on the amount of formaldehyde that eluted from and the amount of formaldehyde that was dispersed by that tableware. Set temperatures for meal delivery carts at meal preparation facilities were examined. Results indicated that the set temperature for heat retention by meal delivery carts was most often 65℃, so the warming temperature for tableware made of melamine resin was 65℃. Acetylacetone was used to measure the amount of formaldehyde that eluted into food. This measurement approach was inadequate, so measurement was not possible. Thus, measurement approaches were examined. An approach involving derivation of formaldehyde with 2,4-dinitrophenylhydrazine yielded results, and this approach is currently used by the authors to measure the amount of formaldehyde that is dispersed as well.

研究分野：食生活学

キーワード：メラミン樹脂製食器 ホルムアルデヒド 保温冷配膳車 放散 溶出

1. 研究開始当初の背景

メラミン樹脂は、耐熱性、耐水性、耐酸性、耐アルカリ性に優れていることから、メラミン樹脂製食器として、近年多くの給食施設で使用されている。メラミン樹脂は、メラミンとホルムアルデヒドを重合して作られた合成樹脂であることから、その安全性が危惧されたこともあるが、食品衛生法で、容器包装の「ホルムアルデヒドを製造原料とするもの」の個別規格¹⁾では、ホルムアルデヒドは溶出条件が水60で30分間あるいは水95で30分間、規格は陰性(4ppm以下)として定められている。また温度、酸、使用頻度等の条件によるホルムアルデヒドの溶出試験の報告²⁾では、ホルムアルデヒドが溶出したが、その量は少なく、食品衛生の観点からはその量による食品汚染は論議の対象にならないとされている。一方、ホルムアルデヒドは蒸気吸引によるラットやマウスの鼻腔に扁平上皮ガンが認められたという報告³⁾があり、その毒性は、経口摂取よりむしろ経呼吸器摂取による方が問題だと考えられる。平成19年に厚生労働省も、特定化学物質障害予防規則等を改正し、ホルムアルデヒドを製造し、または取り扱う作業場等でのホルムアルデヒドに係る作業環境測定の記録等を義務付けている⁴⁾。

給食施設は、毎日食器乾燥機を使用し食器洗浄を行う施設が多く、メラミン樹脂製食器の洗浄後の乾燥によりホルムアルデヒドが放散していた場合、その吸引による作業従事者の健康被害が危惧されるが、メラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒドの放散についての報告はこれまでなかった。そこで筆者らが、メラミン食器の洗浄および乾燥回数(1、25、50、75、100、250、500、750、1000回)によるホルムアルデヒド放散量を調べた結果、放散は認められたが、その量は少なく、特に500回目以降は著しく低値であるという結果であった。また、給食施設で実際に定食100食分の食器を乾燥(85℃、30分間)した際には換気扇を廻せば、実習施設内のその量は減少し、作業従事者の健康被害には及ばないことが示唆された⁵⁾。

このように、これまでの報告および筆者らの実験⁵⁾からは、メラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒドの溶出量および放散量は少ないため、喫食者および給食の作業従事者への影響はないと考えられる。しかし、近年、給食施設、特に病院や高齢者福祉施設では、喫食者に適時適温で食事をしていただくよう、料理を盛り付けた食器に蓋をし保温冷配膳車に入れて各病棟等に持って行っている施設が多い。食品に空気中のホルムアルデヒドが吸着されたという報告⁶⁾もされていることから、保温冷配膳車内での保管中に、食器に接している食品にはホルムアルデヒドが溶出し、食品が接していない蓋などの部分からは放散したホルムアルデヒドが食品に吸着しているかもしれない。溶出または吸

着量それぞれの量は少なくとも、合わさればその量は多いと判断されるかもしれない。給食は、健康な人にも提供されるが、病気の方、高齢の方、小さい子供など、抵抗力が弱い人にも多く提供されるため、健康被害のリスクが危惧されると考えられることについては、実験等によりその実際を明らかにする必要がある。

一方、病院での保温冷配膳車の設定温度や使用している食器の種類に関する予備調査では、設定温度は、概ね保温温度が70℃、保冷温度が5℃であり、食器はメラミン樹脂製食器を使用しているところが多かった。しかし、実際には保温冷配膳車の有無、配膳車の設定温度、配膳車の中に料理を盛り付けた食器が入っている時間も施設によって異なっており、食器の種類や使用状況に関する報告はない。

2. 研究の目的

メラミン樹脂は、メラミンとホルムアルデヒドを重合して作られた合成樹脂であり、給食施設でもメラミン樹脂製食器として利用されている。病院等では、適時適温給食を提供するために、料理を盛り付けた食器に蓋をし、保温冷配膳車で各階に運ぶ。この時、メラミン樹脂製食器からホルムアルデヒドが食品中に溶出、および放散したホルムアルデヒドが食品に吸着していれば、喫食者の健康被害が危惧される。しかし、溶出または吸着していても、その量が少なければ、メラミン樹脂製食器の更なる安全性を示すことができる。そこで本研究は、メラミン樹脂製食器の保温冷中におけるホルムアルデヒドの食品への溶出および吸着量を調べることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 給食施設における食器の使用状況調査

調査の対象とした給食施設は、全国の病院、特別養護老人ホーム(以下、特養)および認可保育所(以下、保育所)の給食施設とした。病院は960施設、特養および保育所は各470施設ずつ、合計1900施設を抽出した。調査用紙は、2011年8月に郵送し、9月末日までの回答を依頼した。集計にはSPSS Statistics 21を用いた。

質問項目は、通常使用している食器の種類と材質、食器に対する疑問、不満あるいは不安の有無およびその内容、食器を購入する時に選ぶポイント、食器の買い替えの理由、食器乾燥消毒保管庫の乾燥および消毒時の設定温度、食器乾燥消毒保管庫の温度設定を食器の材質により変えているか、食器に盛り付けた料理を適温に保つための対応の有無およびその方法、温冷配膳車の加温および冷却方式、加湿機能の有無、庫内設定温度、保温食器の使用の有無、盛り付ける料理による庫内温度調節の有無、漂白の有無、漂白剤の種類とした。

(2) メラミン樹脂製食器の表面積測定

メラミン樹脂製食器は、A、B、C社製の食器を用いた。食器の表面積 (cm²) は、ビーズ付着法で求めた。

(3) メラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒド放散量の測定

65 で加温時のメラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒド放散の測定を行った。65 という温度は、給食施設への調査結果より得た保温冷配膳車の設定温度である。食器の洗浄および乾燥が 1、25、50、75、100、200、300、400、500 回目の時のホルムアルデヒド放散量を、自動車部品 - 内装材 - 揮発性有機化合物放散測定方法によるサンプリングバッグを用いる方法⁷⁾を一部変更した方法⁵⁾で行った。

(3) メラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒド溶出量の測定

メラミン樹脂製食器からの食品へのホルムアルデヒドの溶出量は、食器に 65 の温湯を入れ、時計皿で蓋をし、65 で 30 分間保持した後の溶出液をアセチルアセトン法^{6,8)}で測定した。蓋から放散したホルムアルデヒドの食品への吸着量は、メラミン樹脂製食器に 65 の温湯を入れ、メラミン樹脂製の蓋をし、65 の水浴中で 30 分間保持した後の溶出液をアセチルアセトン法^{6,8)}で測定した。これら測定は、食器の洗浄および乾燥が 1、25、50、75、100 回目の時に行った。

4. 研究成果

(1) 給食施設における食器の使用状況調査

アンケート用紙の回収率は、施設別では、病院が 43.2%(415 施設)、特養が 42.1%(198 施設)、保育所が 50.4%(237 施設)であり、全体では 44.7%(850 施設)だった。

通常使用している食器の材質は、病院と特養はメラミン樹脂製の食器が多く使用されており、それぞれ全食器の 68.2%および 56.2%であった。保育所は、強化磁器を含む磁器製の食器が全食器の 42.8%で使用され、メラミン樹脂製食器は 25.5%だった。

食器消毒保管庫の設定温度および時間は、いずれの施設も 85 が最も多く、病院、特養および保育所でそれぞれ 46.0、41.6 および 32.5%だった。食器消毒保管庫の設定温度を 91 以上に設定している施設が病院では 4.6%、特養では 5.8%あった。設定時間は、設定温度により異なるが、短い時間で 5 分間、長い時間で 180 分と、施設により大きく異なっていた。食器消毒保管庫の設定温度を食器の材質により変えているかについては、いずれの施設も「変えていない」が多く、病院、特養および保育所がそれぞれ、95.8%、87.4%および 97.3% だった。

食器に盛り付けた料理を適温に保つための対応の方法は、病院で「温冷配膳車」が最

も多く 45.9%であり、次いで「冷蔵庫」(18.6%)、「早く提供」および「保温食器」(いずれも 15.0%)だった。特養も「温冷配膳車」が最も多く 40.8%であり、次いで「早く提供」(22.4%)、「冷蔵庫」(15.7%)だった。

温冷配膳車の加温および冷却方式は、病院も特養も熱風(温風)循環方式および冷風強制循環方式が多く、それぞれ 54.4%および 48.7%、67.1 および 43.5%であった。

温冷配膳車の保温の設定温度は、65 に設定している施設が最も多く、病院が 54.9%、特養が 52.1%であった。温冷配膳車の保冷設定温度は 5 が最も多く、病院および特養でそれぞれ 57.5%および 49.1%であった。次いで、多い設定温度は、病院で 10 (19.3%)、3 (5.2%)、特養で 10 (18.4%)、7 (7.9%) だった。

盛り付ける料理に対応した庫内温度調節の有無については、「変えている」および「変えていない」との回答が、それぞれ病院で 12.3%および 87.7%、特養で 10.7%および 89.3%であり、「変えていない」という回答が両施設とも多かった。

食器に盛り付けた料理を適温に保つための対応の方法は、病院および特養で「温冷配膳車」が最も多くそれぞれ 45.9%および 40.8%だった。温冷配膳車の保温の設定温度は 65 が最も多く、病院および特養がそれぞれ 54.9%および 52.1%であった。温冷配膳車の保冷設定温度は 5 が最も多く、病院および特養でそれぞれ 57.5%および 49.1%であった。

食器の漂白の有無については、いずれの施設も「時々する」が最も多く、病院、特養および保育所で、それぞれ 67.5%、60.2%および 49.8% だった。病院と特養は、次いで「よくする」が多く、それぞれ 25.6% および 33.5% であり、保育所では「あまりしない」が 32.1% だった。食器の材質別で使用している漂白剤の種類は、メラミン樹脂製食器については病院と特養で酸素系が多く使用されていたが、いずれも約 30%の施設で塩素系漂白剤が使用されていた。保育所は塩素系漂白剤を使用している施設の方が多かった。

(2) メラミン樹脂製食器の表面積

メラミン樹脂製食器の蓋と身の合計表面積は、A社製食器で 551.7cm²、B社製食器で 537.5cm²、C社製食器で 579.2cm²であった。この結果を、(3)および(4)の実験に用いた。

(3) メラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒド放散量の測定

メラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒドの放散量の結果を、A社製食器を図 1、B社製食器を図 2、C社製食器を図 3 に示した。A、B、C社製の食器いずれも、洗浄および乾燥回数が増えるとともに減少したが、100 回目の洗浄および乾燥時では上昇し、そ

の後は減少し、500 回目で再度上昇した。減少と増加を繰り返す結果となったのは、洗浄および乾燥を行う回数との期間が空いてしまったことが原因と考えられた。そこで、現在、再度実験をやり直しているところである。



図1 A社製食器のメラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒドの放散量

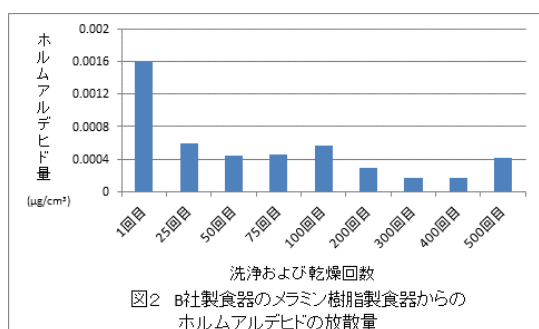


図2 B社製食器のメラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒドの放散量

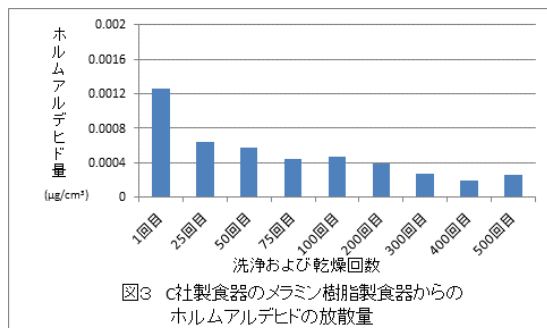


図3 C社製食器のメラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒドの放散量

(4) メラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒド溶出量の測定

本実験はアセチルアセトン法で溶出したホルムアルデヒドを測定する予定にしていたが、本法ではホルムアルデヒドを検出することができなかった。そこで他の方法での測定を検討した。その結果、2,4-ジニトロフェニルヒドラジンでホルムアルデヒドを誘導体化する方法⁹⁾により再度測定を行っているところである。

65 での加温によるメラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒドの放散量は少ないと考えられるものの、実際に測定することができた。溶出量も微量ではあるが考えられるため、引き続き実験を行い、それらの量を明らかにすることで、メラミン樹脂製食器の安全性確認の検討材料にしたい。

また、給食施設の調査から、加温以外の食器の劣化の要因と考えられる漂白剤の不適

切な使用等が明らかになったため、今後の研究の新たな課題として取り入れていきたい。

<引用文献>

- 1) 厚生労働省：食品添加物等の規格基準、厚生省告示第 370 号、昭和 34 年 12 月 28 日、32-33、<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/kigu/dl/4.pdf>、(2010-03-20)
- 2) 檜崎幸範、平川博仙、大津隆一他：メラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒドの溶出、食衛誌 3(1)、59-68 (1989)
- 3) Kamata, E., Nakadate, M., Uchida, O., et al.: Results of a 28-month chronic inhalation toxicity study of formaldehyde in male Fisher-344 rats. *J Toxicol Sci.* 22(3)、239-254 (1997)
- 4) 厚生労働省医薬品局化学物質安全対策室：室内空气中化学物質の採取方法と測定方法シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会 中間報告書 第 6 回~7 回のまとめについて、<http://www.mhlw.go.jp/houdou/0107/h0724-1.html>、(2009-04-90)
- 5) 山田正子、山内好江、瀬戸美江、澤田崇子、藤本健四郎：メラミン樹脂製食器からのホルムアルデヒド放散量および給食経営管理実習室のホルムアルデヒド量の測定、日本給食経営管理学会誌、5(1)39-47 (2011)
- 6) 石田裕、舟木秀明、鈴野弘子：ホルムアルデヒドの食品への吸着と調理後の残存、日本食生活学会誌 17(2)、117~124 (2006)
- 7) 自動車技術会：自動車部品 内装材 揮発性有機化合物(VOC)放散測定方法 JASO M902、社団法人自動車技術会、2007
- 8) 日本薬学会：衛生試験法・注解 2005、621-622、金原出版、東京、2005
- 9) 羽石奈穂子、金子令子、小林真理、中里光男、植松洋子：メラミン樹脂製品からのメラミン及びホルムアルデヒド溶出量調査、東京健安研七号報、61、199-204(2010)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

- 山田正子、細山田康恵、布施望、瀬戸美江、澤田崇子、石井國男：病院の臨床栄養部門業務の実態調査、栄養学雑誌、査読有、Vol.70、No.6、2012、pp.362-372
- 山田正子、細山田康江、瀬戸美江、澤田崇子、布施望、石井國男、藤本健四郎：給食施設で使用している食器における食器乾燥保管庫および漂白剤の使用状況、日本給食経営管理学会、査読有、Vol.8、No.2、2014、pp.43-51

〔学会発表〕(計 3 件)

- 山田正子、細山田康恵、布施望、瀬戸美江、澤田崇子、石井國男、藤本健四郎：給食施設における食器使用状況の実態調

査、第8回日本給食経営管理学会学実総会、平成24年11月24、25日、名古屋女子大学

山田正子、瀬戸美江、澤田崇子、布施恵、石井國男、細山田康恵：給食施設の種類の食器選択および購入ポイント、第10回日本給食経営管理学会学術総会、平成25年11月29-30日、龍谷大学および同志社大学

山田正子、布施望、石井國男、細山田康恵：給食施設における適温給食の方法および保温保冷配膳車の使用状況、第61回日本栄養改善学会学術総会、平成26年8月23-24日パシフィコ横浜

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 正子 (YAMADA、Masako)
千葉県立保健医療大学・健康科学部・准教授

研究者番号：10259103

(2) 研究分担者

細山田 康恵 (HOSOYAMADA、Yasue)
千葉県立保健医療大学・健康科学部・准教授

研究者番号：70196608

山内 好江 (YAMAUCHI、Yoshie)
千葉県立保健医療大学・健康科学部・助教

研究者番号：40461777

瀬戸 美江 (SETO、Yoshie)
共立女子大学・家政学部・教授

研究者番号：10226673

澤田 崇子 (SAWADA、Takako)
関西福祉科学大学・健康福祉学部・准教授

研究者番号：50249421

藤本 健四郎 (FUJIMOTO、Kenshirou)
郡山女子大学・家政学部・教授

研究者番号：00005620