使用中の合成樹脂製食器の規格試験並びに外観の 観察結果について

(昭和 60 年 12 月 16 日受理)

馬場 二夫* 細川 守* 山田 明男*

Standards Inspection following Japanese Food Sanitation Law and the Evaluation of the Exterior of the Used Plastics Tablewares

Tsugio BABA*, Mamoru HOSOKAWA* and Akio YAMADA*

(Osaka City Institute of Public Health and Environmental Sciences;
8-34, Tojo-cho, Tennoji-ku, Osaka, Japan)

Key words: 合成樹脂製食器 plastics tablewares; 食品衛生法 Japanese Food Sanitation Law; 食器規格試験 tableware standards inspection; 溶出物 migrated substances; カドミウム cadmium; 過マンガン酸カリウム消費量 potassium permanganate consumption

はじめに

合成樹脂製の器具、容器が一般家庭だけでなく学校、会社、病院等の集団給食施設、あるいは給食産業等において使用されるようになって久しくなる。これらの器具、容器は本来食品衛生法にもとづく規格に適合したもののみが使用されているはずであり、ことさら使用中のものを対象として試験することは、これまでほとんど行われていない¹⁾。しかし、合成樹脂製品は陶磁器製品等と異なり、光、熱、空気酸化その他の影響で次第に素材が劣化することはよく知られている^{2)~5)}。従って、長期間使用するものではその耐用期間、あるいは安全性に関する知見が求められるところである。この度、長期にわたって使用されている合成樹脂製器具、容器を対象として、規格の試験項目を中心に実態調査を実施したので、その結果の概要について報告する。

実験方法

1. 試料

対象とした試料は使用中の合成樹脂製器具、容器で、大阪市内の病院給食施設 8 か所、事業所給食施設 10 か所、給食弁当調製施設 10 か所、学校給食施設 18 か所及び漬物製造業 5 か所から合計 78 種類 106 試料を収集した。各施設から 1~3 種類の試料を選択し、1 試料当たりそれぞれ 5 個ずつを入手した。ただし、漬物桶(容量約 70 L)については 1 試料につき 1 個を入手した。

試料の材質別内訳はポリプロピレン (PP) 製品 19 種類 28 試料、ポリエチレン (PE) 製品 5 種類、メラミン樹脂 (MF) 製品 46 種類、フェノール樹脂 (PF) 製品 4 種類、ポリカーボネート (PC) 製品 3 種類 22 試料、ナイロン (PA) 製品 1 種類で、これら製品のうち表示から確認できたメーカーは 23 社であった。

学校給食施設を除く 33 施設から収集した 69 試料の形態別の材質及び使用年数の内訳は Table 1 に示したとおりである。使用期間の最も短いものは 2 か月、最も長いものは 15 年で、使用年数 2~5 年のものが最も多い。

各食器の月平均使用頻度は 4~90 回で、食器の洗浄方法は手洗が 12 施設、自動洗浄機使用が 13 施設、手洗と自動洗浄機両方で行っているところが 8 施設であった。

使用している洗剤は中性洗剤が 18 施設、アルカリ洗剤 8 施設、無回答 7 施設であった。また、乾燥保管庫を備えている施設の乾燥温度及び時間の設定条件は、60°, 30 分間のものから 100°, 40 分、あるいは 80°, 17 時間のものまで様々であった。

学校給食施設から入手した PP 製品 6 種類 15 試料、PC 製品 3 種類 28 試料については個別に調査できていないが、全体として使用期間は 6 か月~6 年間である。乾燥保管庫はすべての施設が保有しており、ほとんどが 80°, 30 分間の設定条件で使用していた。食器の洗浄方法はすべて手洗と自動洗浄機の併用であった。

2. 装置

原子吸光光度計: (株) 島津製作所製, AA-640-12 型

* 大阪市立環境科学研究所: 大阪市天王寺区東上町 8-34

Table 1. Items of Sample Used in This Study Classified by Shapes, Materials, and Period of Use

Sample	Materials	Period of use (Year)					Total
		<1	1≤~<2	2≤~<5	5≤~<10	10≤	
Deep bowl	MF (15), PF (1)	3	3	7	2	1	16
Rice-bowl							
Dish	MF (23), PP (3)	7	5	9	4	1	26
Tea cup	MF (3), PA (1)	1	0	2	1	0	4
Soup bowl	MF (5), PF (3)	1	1	4	1	1	8
Lunch box	PP (10)	0	3	5	2	0	10
Steeper	PE (5)	0	1	3	1	0	5
Total	MF (46), PF (4) PP (13), PE (5) PA (1)	12	13	30	11	3	69

MF: melamine resine, PF: phenol resine, PP: polypropylene, PE: polyethylene, PA: polyamide (nylon), PC: polycarbonate

(The samples including PC obtained from school were excluded from this table)

自記分光光度計: (株)島津製作所製, UV-240 型
ガスクロマトグラフ: 日本電子(株)製, JGC-20K 型
粉碎機: 日本精機(株), 遠心式粉碎機, MZ-1 型

3. 試 薬

カドミウム及び鉛標準溶液は原子吸光分析用 (和光純薬工業(株)製, 1,000 ppm) を使用時に適宜希釈して用いた。

ホルムアルデヒド標準溶液はヘキサメチレンテトラミン (特級) を水に溶かし, ホルムアルデヒドとして 0.01~1.0 ppm に調製したものを用いた。

フェノール標準溶液はフェノール (特級) を水に溶かして 0.1~10.0 ppm に調製したものを用いた。

酢酸その他の試薬はすべて市販特級品を用いた。水はイオン交換水を蒸留したものを用いた。

4. 試験溶液の調製及び試験法

各試料は洗剤で十分に汚れを除去した後, 水洗し試験に供した。

規格試験は厚生省告示第20号⁹⁾の方法に基づいて行った。ただし, 漬物用桶については室温で24時間及び7日間, 容器当り 3L の溶媒を加えて放置し調製したものを試験溶液とした。

フェノールは 4-アミノアンチピリン法⁷⁾により測定した。

PF 及び MF 製食器の場合, 規格では過マンガン酸カリウム消費量の項目は除外されているが, 本実験では他の材質の試料との比較のため, これら樹脂製品についても測定した。

なお, 結果はすべて試料の表面積と液量の比を 2 ml/cm² に換算して示した。

5. 試料の外観の肉眼による評価

試料の内表面の汚れ, 傷, 割れ・欠け, 及び表面劣化

については肉眼的観察により A, B, C の3段階に区分して評価した。すなわち, 汚れ, 傷, 及び割れ・欠けについては, それらがほとんどみられないものを A, わずかにみられるがその程度が食器としての外観を損わないものを B, 一見して明らかな汚れ, 傷, あるいは割れ・欠けがみられ著しく外観を損っているものを C とした。また, 表面劣化については, 滑らかで光沢があるものを A, 光沢がかなり薄れ, 表面の荒れがわずかにみられるものを B, 光沢が全く失われ, 表面の荒れが著しいものを C とした。

なお, 汚れは入手したままの状態の試料について観察した。

結果及び考察

1. 規格試験の結果

厚生省告示第20号に基づく規格試験の結果は材質別分類により Table 2 に示した。材質試験, 溶出試験を通じて 106 試料のうち, 規格に不適合であったのはカドミウムを 1,250 ppm 検出した PP 製弁当箱 1 試料のみで, 他はいずれも規格に適合していた。なお, 材質試験において PP 製弁当箱 2 試料及び MF 製飯わんからカドミウムをそれぞれ 3.1 ppm, 11.7 ppm, 2.5 ppm 検出し, また, PA 製湯のみ 1 試料から鉛を 68 ppm 検出している。これらはいずれも規格の基準値以下であるとはいえ, 使用する添加剤の純度をはじめ成型時の品質管理が重要である。また, 規格不適合の弁当箱の場合, 容器に材質, 製造業者名その他いっさいの表示がないものであった。行政指導の立場からすれば, 表示は使用開始後においても製造元等が確認できるような形態に改める必要があるといえる。

次に, 溶出試験では重金属はすべての試料が 0.3 ppm 以下であった。

Table 2. Test Results of Examination for Used Tablewares According to Japanese Food Sanitation Law, 1982

Material	Number of samples	Heavy metal contents (ppm)		Examination of migrated substances (ppm)				Phenol		Formaldehyde				
		Cd	Pb	Heavy metals	Evaporation residue	KMnO ₄ consumption								
		<0.5	0.5≤	<5.0	5.0≤	<0.3	0.3≤	<5.0	5.0≤	<0.05	0.05≤	<0.002	0.002≤	
MF	46	45	1 (2.5)	46	0	46	0	32	14 (0.5~1.9)	46	0	44	2 (0.002~0.024)	
PF	4	4	0	4	0	4	0	3	1 (21.5)	0	4 (0.1~0.3)	3	1 (0.005)	
PP	28	25	3 (3.1~1,250)	28	0	28	0	28	0	11	17 (0.5~6.3)	—	—	
PE*	5	5	0	5	0	5	0	5	0	0	5 (0.8~1.7)	—	—	
PC	22	22	0	22	0	22	0	22	0	21	0	—	—	
PA	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1 (1.1)	—	—	
Total	106	102	4	105	1	106	0	105	1	65	41	46	47	3

*: The test solution were prepared by immersing the samples in water at room temperature for one week.
(): range of the values
Abbreviation of the materials are shown in Table 1.

Table 3. Comparison of the Amounts of Migrated Substances from the Steepers with Immersing Periods

Sample	Evaporation residue (ppm)		KMnO ₄ consumption (ppm)	
	24 hrs	1 week	24 hrs	1 week
a	<5.0	<5.0	0.3	0.8
b	<5.0	5.0	0.8	1.7
c	<5.0	<5.0	0.6	0.9
d	<5.0	<5.0	0.3	0.9
e	<5.0	<5.0	0.3	0.9

蒸発残留物は PF 製の汁わんの 21.5 ppm 検出したものの 1 試料を除いて他はすべて 5.0 ppm 以下であった。

過マンガン酸カリウム消費量は漬物桶を除く 101 試料のうち 65 試料 (64.4%) が 0.5 ppm 以下であり、さらに 1.0 ppm 以下のものは 91 試料 (90.1%) であった。1.0 ppm 以上のものは 10 試料で、その材質別内訳は MF 製品が 46 試料中 3 試料 (1.0, 1.1, 1.9 ppm), PF 製品は 4 試料全部 (2.4, 3.6, 5.7, 6.3 ppm), PP 製品は 28 試料中 2 試料 (1.4, 6.3 ppm), PA 製品 1 試料 (1.1 ppm) であった。0.5 ppm 以上検出した 41 試料の平均は 1.28 ppm であった。

なお、これら試料のうち MF 製食器 3 試料並びに PP 製弁当箱 1 試料は肉眼的にも著しい表面の劣化がみられるものであった。

漬物用桶の蒸発残留物及び過マンガン酸カリウム消費量の測定結果は Table 3 に示したとおりで、蒸発残留物は 24 時間浸漬したものも 7 日間浸漬したものもすべて 5.0 ppm 以下であった。過マンガン酸カリウム消費量は 24 時間浸漬したものより 7 日間浸漬したものの方がいずれの試料でも多くなっており、溶出量におよぼす浸漬時間の影響がみられた。

フェノールは PF 製品 4 試料すべてから検出され、その溶出量は 0.1~0.3 ppm であった。MF 製品でフェノールを検出するものはみられなかった。

ホルムアルデヒドは MF 製品 2 試料から 0.002, 及び 0.024 ppm, PF 製品 1 試料から 0.005 ppm 検出された。

PF 及び MF 製品については、数年にわたり使用したものでもフェノールあるいはホルムアルデヒドが検出されている。これは樹脂の特性によるものと考えられるので、使用にあたっては十分このことを考慮しておくことが必要である。

なお、以上の各試料の中で過マンガン酸カリウム消費量が比較的高い値を示した試料については、フェノール、ホルムアルデヒドなど一部由来の明らかなものを除いて、それら溶出成分が樹脂由来のものか、あるいは食品の成分で容器に浸透していたものが溶出してきたもの

Table 4. Results of the Evaluation of the Exteriors of 510 Tablewares by Visual Inspection

Item of inspection	Classification					
	(A)		(B)		(C)	
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Stain	370	72.6	121	23.7	19	3.7
Scratch or Cut	458	89.8	51	10.0	1	0.2
Crack or Break	452	88.6	45	8.8	13	2.6
Deterioration	481	94.3	28	5.5	1	0.2

A: The samples seemed as normal as new ones

B: The samples showed exteriors listed in the table

C: The samples remarkably, showed the listed exteriors

かについて検討することも必要と考える。

2. 肉眼的観察による試料の外観評価

入手した使用中の 106 試料各 5 個ずつ (浸漬桶は各 1 個) の合計 510 個 1 つ 1 つについて、表面の汚れ、傷、割れ・欠け、及び劣化の状況それぞれについて三段階評価を行った結果は Table 4 に示したとおりである。これらの評価にあたっては、かなり主観的判断が入ることは避けられないが、使用中食器の外観状況を表す指標のないなかでの一つの試みとして行ったものである。

Table 4 に示したように、汚れに関しては判定区分 B 及び C のものが 510 個のうち 140 個 (27.5%) であった。汚れは入手先の施設によって集中的にみられる傾向があり、入手した試料の半数以上が B または C と判別されたのは 7 施設で、そのうちの 4 施設は病院であった。なお、汚れに関しこの集計とは別に、内面は比較的きれいだけれども、外面が著しく汚れたままの試料がかなりみられた。給食施設における食器の管理にあたっては、この点についても改善が必要である。傷、割れ・欠け、及び表面劣化については B 及び C の評価区分の合計は、それぞれ 10.2%, 11.4%, 5.7% であった。

入手した同一試料 5 個すべてが表面劣化の著しいものも汁わん、小判皿、弁当箱にそれぞれ 1 試料ずつみられた。なお、表面劣化のみられる試料の場合、それは容器全体に一樣にみられるのではなく、食品と最もよく接触している部分ほど顕著にみられた。このことから、樹脂の劣化には接触する食品の種類、温度、接触時間及び使用回数などが影響するものと考えられる。今回調査した試料はそれらの条件がそれぞれ異なっており、さらに材質の種類もさまざまであることなどもあって、単純に使用年数の長いものほど劣化が進行しているという傾向はみられなかった。ちなみに、前記劣化の著しい汁わんの使用年数は 4 年、小判皿、弁当箱はいずれも 1.5 年と報告されているものであった。

I 事業所から入手したどんぶり（使用年数1.5年）、小判皿（同1.5年）、小鉢（同1.5年）の3試料の場合、汚れ、傷、割れ・欠け、及び表面劣化のほとんどの指標においてBまたはCと評価される状況のものであったことは、規格の適否とは別に食器の管理上の改善が求められるところである。なお、当該事業所から入手した試料の場合、他と比較して使用年数が少ないにもかかわらず劣化をはじめとする外観的損傷が著しいが、食器の使用頻度、洗浄方法、保管方法等では他の事業所とそれ程異なっていない。それゆえ、使用年数の報告が正確であったのかどうか、いささか疑問が残るところである。

学校の給食施設から入手した食器は前記のいずれの指標についてもAと評価されるものがほとんどで、全般的に衛生管理のゆきとどきがみられた。

以上の観察結果以外に、給食用弁当調製施設で用いられている弁当箱の中には、内側と外側を別々に成型し、接着剤等で張り合せたものがいくつかみられた。それらのなかには接着面がはがれていたり、ひび割れたもののがかなりあり、そのすき間から洗剤を含んだ水がしみ出してくるようなものも数件みられた。これは食品衛生に関わる問題として留意する必要があるとともに、成型法についても工夫を要すると考える。

ま と め

病院、事業所、学校、その他の給食施設で使用中のMF、PP等の合成樹脂製食器（使用期間2か月～15年）106試料を対象として、厚生省告示第20号の規格にもとづく試験を行った。同時に食器の洗浄、保管条件及び使用状況の調査、並びに食器表面の汚れ、傷、割れ・欠け、劣化など外観状況についての肉眼的観察を行った。

1. カドミウム及び鉛の材質試験において規格の基準値を越えたものは、カドミウムを1,250 ppm 検出したPP製弁当箱1件のみであった。当該試料は製造元を確認できる表示のない唯一のものでもあった。

2. 溶出試験では重金属、蒸発残留物、過マンガン酸カリウム消費量、フェノール、ホルムアルデヒドのいずれの項目においても基準値を越えるものはなかった。なお、過マンガン酸カリウム消費量において0.5 ppm以上検出した試料は41件（38.7%）で、それらの平均値は1.28 ppmであった。

3. 食器の外観の汚れ、傷、割れ・欠け、及び表面劣化について、それらが食器としての外観を損っていると評価したものの割合は、それぞれ27.5%、10.2%、11.4%、5.7%であった。これら4項目のいずれにおいても管理が行届いていない給食施設もいくつかみられた。汚れについては内面は比較的きれいだが外側が著しく汚れたままのものがかかりみられた。

謝 辞

本調査は昭和59年度大阪市環境保健局特別調査研究として実施したものであり、試料の収集その他において御協力いただいた大阪市環境保健局食品衛生課並びに、市内各保健所の食品衛生監視員諸兄に深謝します。

文 献

- 1) 馬場二夫、他：“続食品容器包装器具衛生解説”，p. 207～219（1977）日本衛生技術研究会。
- 2) 栗原福次：“プラスチックの劣化”（1970）日刊工業新聞社。
- 3) 電気学会有機材料劣化専門委員会編：“高分子材料の劣化”（1958）コロナ社。
- 4) M. B. ネイマン著、稲葉弥之助、飯山比呂美訳：“高分子の劣化—その機構と防止法—”（1967）産業図書。
- 5) 鍵谷 勤、西本清一：高分子加工，32，15～20（1983）。
- 6) 厚生省告示第20号，昭和57年2月16日付官報
- 7) 日本薬学会編：“衛生試験法・注解” p. 77～78（1980）金原出版。