

食品貯藏用 甕기類의 납 溶出에 關한 研究

李 君 子 · 朴 清 吉
東元工業專門大學 食品工業科 釜山水產大學 環境工學科

Lead Content Leached out from Glazed Potteries

Goon-Ja LEE

Department of Food Processing, Dongwon Technical Junior College, Namgu, Busan, 601-01 Korea

Chung-Kil PARK

Department of Environmental Science and Technology, National Fisheries University of Busan, Namgu, Busan, 601-01 Korea

Leaching of lead from glazed potteries was studied under various conditions. The amount of lead was determined by atomic absorption spectrophotometry.

Lead content was tended to increase with lowering pH of the solution below pH 4, but it was not detected at above pH 6 during the storage period of six weeks. More lead was leached out from the glazed potteries with red color than those of black color at the same pH.

No lead was detected when the medicine-boiling pots were boiled with water or 4% acetic acid solution for six hours.

A significant accumulation of lead, however, was shown in Kimchi and mixed solutions of organic acids when they stored in the glazed potteries more than three weeks, although they appeared lead-free by the Korean Industrial Standard Test Method.

緒 論

陶磁器의 表面에 釉藥을 입혔을 경우 有害重金屬의 하나인 납 成分이 溶出된다는 事實은 오래전부터 잘 알려져 있다. 陶磁器의 原料는 趙(1973)에 의하면 主成分은 SiO_2 , Fe_2O_3 , K_2O , Al_2O_3 , CaO , Na_2O 및 MgO 이며, 여기에 表面을 潤滑性을 띄게 하기 위하여 釉藥을 使用하는데, 釉藥의 原料中 毒性 含有物質은 납, 안티몬, 코발트 등의 金屬酸化물을 들 수 있고, 이밖에 顔料로도 使用되는 카드뮴, 구리, 크롬 등의 氧化物도 있다. 酸化납은 溶融點이 낮기 때문에 添加量에 따라 보다 낮은 溫度에서 燒成操作을 할 수 있는 利點이 있으므로 광범위 하게 使用되어 왔다. 그러나 酸化납을 釉藥으로 使用하여

製造한 陶磁器는 그 속에 담겨진 食品 속으로 납이 溶出되어 食品의 二次汚染源이 될 수 있기 때문에 食品衛生上 問題가 되는 것이다.

Chisolm(1971)과 Smith(1971)에 의하면 납은 섭취한 全量이 人體에 吸收되는 것이 아니고 胃腸으로 5~10%, 呼吸器官을 통하여 約 30%까지 吸收된다고 하였다. 납은 蓄積性的 毒性物質로서 臨床症狀을 나타내는 限界濃度는 成人의 경우 血中 濃度 $0.80\mu g/mg$ 이상이며, 急性中毒을 일으키는 經口致死量은 $10g/70kg$ 이라고 報告되어 있다.

이러한 납의 汚染源이 되는 陶磁器 釉藥의 浸出條件과 납의 溶出에 對하여 石原과 森山(1969), 그리고 和田等(1970)의 研究가 있으며, 납의 溶出에 관한 實態와 對策에 關하여는 Kelin et al.(1970), 池等(1972) 및 本莊(1977)의 報告가 있다.

그러나 長期間 貯藏하는 陶磁器類의 容器에 관한 여러가지 溶出條件과 실제 食品의 貯藏에 따른 溶出量에 대하여는 아직 研究된 것이 없다. 그러므로 우리 나라 家庭에서 흔히 使用하고 있는 김치독에 對하여 물을 長期間 貯藏하면서 남 溶出量의 變化를 pH, 外觀上的 색채 및 溫度에 따른 影響을 檢討하였고, 간장 및 젓갈類와 비슷한 組成을 가진 貯藏液을 長期間 담아뒀을 때의 납, 구리, 카드뮴의 溶出量의 變化를 期間別로 測定하여, 김치를 長期間 貯藏했을 때의 납의 溶出량과 比較하였으며, 아울러 釜山에서 市販되는 食器類에 對하여도 납, 구리, 카드뮴의 溶出量을 分析 檢討하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

용기類는 1980年 3월부터 8月 사이에 慶南 蔚州郡에서 生産된 붉은 빛깔을 띠며 光澤이 있는 것과 검은 빛깔을 띤 두 가지 種類를 선택하여, 容積 2~5l 크기의 것으로 총 14개를 購入하여 實驗에 使用하였다.

그리고 一般 食器類는 1980年 8월부터 10月 사이에 釜山에서 市販되고 있는 食卓用食器類를 磁器와 유리質로 나누어 총 18개를 實驗에 使用하였다.

2. 試藥 및 裝置

1) 試 藥

實驗에 使用된 試藥은 모두 特級을 使用하였으며, 各金屬의 標準溶液은 다음과 같이 만들어 파이렉스 유리병에 保管하고 使用時 必要濃度로 稀釋하였다.

◦ 납 標準溶液: 110°C에서 乾燥시킨 窒酸 납 0.160g을 窒酸(1+99) 約100ml에 溶解시켜 증류수로 1l로 했다. (단, 1ml=100μg Pb).

◦ 구리 標準溶液: 黃酸구리 0.393g을 증류수에 溶解시켜 黃酸(1+2) 2滴을 加한 후 증류수로 1l로 하였다. (단, 1ml=100μg Cu).

◦ 카드뮴 標準溶液: 金屬카드뮴 0.100g을 10% 窒酸 50ml에 溶解시켜 물중탕 위에서 加熱하여 窒素酸化물을 除去한 후 冷却시켜 증류수로 1l로 하였다. (단, 1ml=100μg Cd).

2) 裝 置

原子吸光度計는 SHIMADZU Model MAF-1을 使用하였으며 공기-아세틸렌 불꽃을 使用하였다. 原子吸光度計의 條件은 Table 1과 같다.

Table 1. Conditions for atomic absorption spectrophotometric analysis of trace metals

Condition	Pb	Cu	Cd
Wave length(mm)	283.0	324.3	228.6
Lamp current(mA)	10	8	10
Slit width(mm)	8	6	9
Air flow rate(l/min)	3.75	3.75	3.75
Acetylene flow rate (l/min)	1	1	1
Burner height(mm)	15	15	15
Expansion	× 5	× 5	× 5
Chart speed(mm/min)	20	20	20

3) 용기類의 金屬成分 溶出 試驗法

試驗에 使用된 各種 용기類는 한국공업규격(1979) 및 日本衛生試驗法注解(1980)에 따라 溶出하여 試驗에 使用하였고, 食器類의 납의 溶出量도 같은 方法으로 試驗하였다.

金屬成分의 溶出試驗은 試驗에 使用될 容器를 洗劑로 잘 洗滌하여 증류수로 헹군 후 乾燥시켜, 4% (v/v) 아세트酸溶液을 채우고, 폴리에틸렌 필름으로 液面과 닿지 않도록 봉하고, 保管中 水分증발에 의한 濃度變化를 줄이고 室溫에서 24時間 방치하였다. 이것을 分析用 試驗溶液으로 하여 적당한 量을 取하였다.

4) 金屬成分 分析法

試驗溶液中の 납을 비롯한 各種 重金屬 分析法은 元等(1976)에 의한 DDTC-MIBK抽出法에 따라 抽出하여 Table 1과 같이 原子吸光度法으로 定量하였다.

그 操作 과정은 다음과 같다. 分析用 試驗溶液 200ml을 分液깔대기에 取하여, 25% 酒石酸칼리움나트륨溶液 5ml와 0.1% BPB 3~5滴을 加하여 암모니아수로 靑紫色이 될 때까지 中和시킨 후, 1% DDTC溶液 10ml을 加하여 잘 混合한 다음 2分후에 MIBK 20ml을 加하여 5分間 진탕하였다. 15分間 靜置시켜 MIBK層을 分離하여 이것을 原子吸光度檢液으로 하였고 미리 물로써 飽和시킨 MIBK溶媒를 對照로 하여 吸光度를 測定하였다. 測定된 吸光度는 미리 作成된 檢量線에 의하여 各種 金屬濃度를 算出하였다. 檢量線作成은 各種 分析用 試料 溶液別로 標準添加法으로 作成하였다.

김치中の 金屬成分은 黃酸-窒酸에 의한 濕式分解를 하였고, DDTC-MIBK抽出法으로 抽出하여 原子

吸光度를 測定하였다. 김치의 試料 採取는 固形分을 골고루 採取하기가 용이치 않아 물김치를 담구어 液汁만을 使用하였다.

즉 김치의 液汁 10 ml을 킬달후라스크에 取하여 窒酸 30ml와 黃酸 20ml을 加하여 無色 혹은 淡黃色의 맑은 液이 될 때까지 加熱 分解하였다. 이때, 無色 혹은 淡黃色의 맑은 液이 되지 않을 때에는 일단 冷却시켜, 窒酸 10ml을 더 加하여 계속 加熱하였다. 다음에 飽和 옥살산암모늄溶液 25ml와 물 50ml을 加하여 白色 연기가 날 때까지 加熱하였다. 이것을 100ml로 定容한 후 적당량 取하여 250ml 메스후라스크에 넣고, 25% 구연산암모늄溶液 10ml과 0.1% BTB 指示藥 2~3滴을 넣고 黃色에서 綠色이 될 때까지 암모니아수로 中和하였다. 다음에 40% 황산암모늄溶液 10ml을 加하여 증류수로 250ml되게 하였다. 이 溶液을 分析用 試驗溶液으로 하여 Table 1과 같이 原子吸光度를 測定한 후 濃度 計算은 다음과 같은 식으로 計算하였다. (元等, 1976)

$$Pb(ppm) = \left\{ \frac{C_s(A - A_b)}{A_s - A_b} \right\} \times \frac{100}{V} \times \frac{f}{W}$$

A : 試驗液의 吸光度

A_s : 標準物質 C_s μg을 Blank에 加하여 測定한 吸光度

A_b : Blank 吸光度

C_s : 標準物質 μg量

V : 抽出에 使用한 試驗液量(ml)

f : 標準物質의 濃度係數

W : 分取한 試料의 g數

結果 및 考察

1. 납의 溶出量과 pH의 관계

外觀의 색채가 붉고 光澤을 띤 용기를 使用하여 室溫에서 증류수를 넣고, 아세트酸으로 pH 2, pH 4, pH 6이 되게 조절하였다. 保管中 水分증발에 의한 濃度變化를 막기 위하여 폴리에틸렌 필름으로 液面과 접촉되지 않도록 봉하였으며, 1週日 간격으로 200 ml씩 分取하여 이를 分析用 試驗溶液으로 하였다. 납의 溶出量變化를 測定한 結果는 Fig. 1과 같다.

pH 2와 pH 4에서는 납의 溶出이 1週일부터 各各 43.8 ppb, 14.0 ppb가 檢出되었으며, 3週째에는 pH 2와 pH 4에서 납의 溶出量이 더욱 增加하였다. 6週째에는 pH 2에서 1,269.3 ppb, pH 4에서 575.8 ppb가 檢出되었다. 한편 pH 6에서는 全調査期間을 통하여 전

혀 납의 溶出을 볼 수 없었다.

또한 pH 2에서 1週日 간격으로 增加하는 납의 溶出量의 增加分은 Fig. 2와 같다.

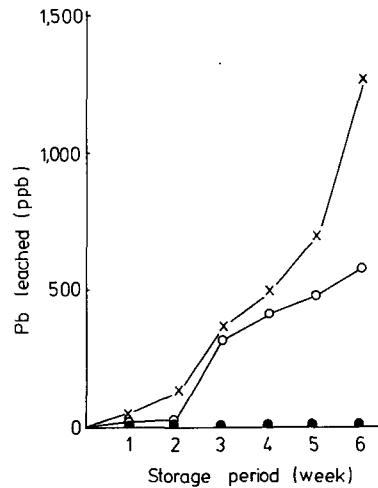


Fig. 1. Lead content leached out from glazed potteries at different pH during the storage period. X: pH 2, O: pH 4, ●: pH 6.

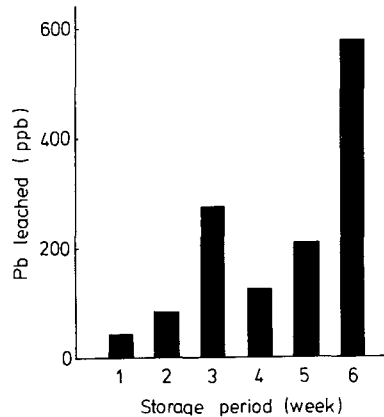


Fig. 2. Amount of lead leached out each week at pH 2.

1~2週사이에는 溶出量도 적고 增加分도 매우 적었으나 期間이 經過함에 따라 납의 溶出量의 增加가 계속되었다. 6週째에는 1週間의 增加量이 573.3 ppb로 크게 나타남을 알 수 있었다. 더우기 이 試驗에 使用된 용기는 한국공업규격 시험법에 따라 pH 約 2.5정도의 4% 아세트酸溶液으로 24時間 溶出시켜 分析한 結果 납이 檢出되지 않는 것을 확인했으며, 납이 檢出되지 않는 용기類도 pH 4 以下の 酸性溶液에서 1週日間 以上 保管하면 時日의 經過에 따라 납이 점점 많이 溶出되는 것을 알았다. 우리들이 日常 용

기類에 保管하는 食品들 중 특히, 김치의 경우 pH가 約 4 또는 그 以下이므로 우리 나라의 김장 김치가 낮은 pH 狀態에서 長期間貯藏 될 경우 김치독으로부터 납이 多量으로 溶出될 가능성이 높다.

2. 납의 溶出量과 外觀上의 색채

색이 붉고 光澤이 있는 옹기와 검은 옹기에 먼저 증류수를 넣고 다음에 아세트酸으로 모두 pH 4가 되게 한 후 폴리에틸렌 필름으로 봉하였다. 室溫에서 保管하면서 1週日 간격으로 分取하여 測定한 結果는 Fig. 3과 같다.

붉은 것은 1週후에 14.0ppb 檢出되었으며 3週째에는 317.8ppb로 납의 溶出量이 현저하게 增加하였으나 검은 것은 3週째까지 檢出되지 않다가 4週째에 10.9ppb가 檢出되기 시작하여 期間이 經過함에 따라 多少 增加하였다.

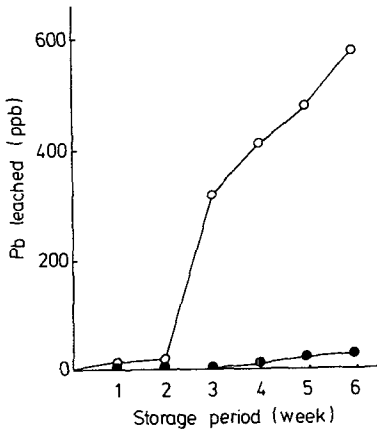


Fig. 3. Lead content leached out from red and black potteries.
○: red potteries, ●: black potteries.

3. 납의 溶出量과 溫度

加熱함으로써 使用되는 옹기는 주로 뚝배기와 약탕관 등이 있고 그 중에서 長時間 加熱하는 것이 약탕관이기 때문에 市販되고 있는 검은 빛깔의 약탕관을 使用하였다.

하나는 증류수를 넣고 다른 하나는 4%아세트酸溶液을 넣어 끓이면서 1時間간격으로 6時間동안 溶出시켰다. 다음에 室溫에서 하나는 증류수를 넣고 다른 하나는 4%아세트酸溶液을 넣어 溶出시켜 보았다. 그 結果 모든 狀態에서 납은 檢出되지 않았다. 이것은 加熱用 옹기類 中에서 약탕관을 使用하였을 때 증류수나 pH2부근의 아세트酸溶液을 넣고 6時間정

도 加熱하여도 납이 溶出되지 않는 것을 確認할 수 있었다.

4. 납의 溶出量과 貯藏物質의 種類

一般 家庭에서 使用되는 옹기類에는 주로 김치, 간장類, 젓갈類 등을 貯藏하고 있다. 그러나 이러한 食品을 실제 長期間 貯藏할 때 食品의 種類, 貯藏期間 및 熟成程度에 따라 溶出量이 다르기 때문에 납을 포함한 重金屬의 溶出量의 變化를 調査하기 위하여 市中 무우를 購入한 후 적당한 크기로 잘라 물김치를 담그고, 간장이나 젓갈과 비슷한 成分의 A, B 貯藏液을 만들어 붉고 光澤이 있는 옹기와 검은 것에 각각 넣어 貯藏하면서 1週日 간격으로 납을 비롯한 카드뮴, 구리의 溶出量을 測定하였다. 이때 各 貯藏液 및 김치의 製造方法은 池等(1972)이 使用한 것과 같은 組成으로 하였으며 Table 2와 같다.

Table 2. Preparations of storage solution and Kimchi

Solution	Component
A	Acetic acid 6g+NaCl 100g in 2l solution
B	Lactic acid 6g+malonic acid 1g+succinic acid 1g+citric acid 2g+NaCl 100g in 2l solution
Kimchi	Radish 200g+salt 100g in 2l solution

貯藏期間에 따른 金屬溶出量의 結果는 Table 3과 Fig. 4와 같다.

납은 A液을 貯藏했을 때 붉은 옹기와 검은 옹기에서 모두 1週째에는 납이 檢出되지 않았고, 3週째에는 붉은 옹기와 검은 옹기에서 모두 같은 量인 15.7 ppb가 檢出되었다. 4週째 부터는 붉은 것이 52.9 ppb, 검은 것이 29.4ppb로 붉은 옹기가 훨씬 많은 量이 溶出된 것을 볼 수 있었으며 6週째는 時日의 經過에 따라 모두 溶出量이 增加하여 붉은 것이 64.7 ppb, 검은 것이 35.3ppb를 나타냈다.

B液을 貯藏하였을 때도 역시 1週째에는 붉은 옹기와 검은 옹기에서 모두 납이 檢出되지 않았고, 2週째 부터는 붉은 옹기가 43.5ppb, 검은 옹기가 5.3 ppb로 붉은 옹기쪽이 훨씬 많은 量이 檢出되었다. 6週째에는 붉은 옹기가 110.5ppb, 검은 옹기가 35.3 ppb가 檢出되었다.

김치液汁의 경우, 검은 옹기만을 使用하였을 때 1週에서 9.0ppb가 檢出되었고, 時日의 經過에 따라

Table 3. Contents of trace metals leached out by storage solution

(Unit:ppb)

Solution	Color of glaze	Trace metal	Storage period(week)					
			1	2	3	4	5	6
A	Red	Pb	ND	ND	15.7	52.9	64.7	64.7
		Cu	5.80	6.73	6.73	12.93	12.93	12.93
		Cd	ND	0.77	3.85	8.00	9.60	9.60
	Black	Pb	ND	5.5	15.7	29.4	35.3	35.3
		Cu	6.70	9.62	11.54	19.83	20.69	19.84
		Cd	2.90	2.31	4.62	6.40	8.00	9.60
B	Red	Pb	ND	43.5	92.1	93.8	110.5	110.5
		Cu	18.30	16.35	19.23	25.00	26.72	26.72
		Cd	1.40	1.54	2.31	6.40	8.00	8.00
	Black	Pb	ND	5.3	22.7	29.4	35.3	35.3
		Cu	10.58	10.58	12.50	21.55	20.69	20.69
		Cd	ND	0.70	2.31	8.00	8.00	9.60
Kimchi	Black	Pb	9.0	18.5	18.5	37.0	64.8	74.0
		Cu	1.2	8.5	13.3	27.9	29.7	32.1
		Cd	ND	ND	ND	2.20	4.50	6.70

ND: not detected.

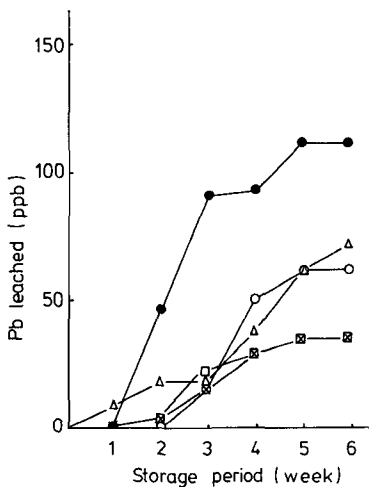


Fig. 4. Comparison of contents of lead leached out from glazed potteries.

- : red potteries with A soln.,
- ×: black potteries with A soln.,
- : red potteries with B soln.,
- : black potteries with B soln.,
- △: black potteries with Kimchi.

납의 용출이 증가하여 6週째에는 74.0ppb가檢出되었다.

검은甕기에서 A와 B液에 의한 납의 용출량은 대체로 비슷한傾向을 보여 주었으나 붉은甕기에서는 B液에 의한 용출량이 더욱 높았다. 그리고外觀上

색채의 差異에 따른 용출量 實驗과도 一致하는 結果를 보여 주었다.

납 이외의 有害 重金屬인 구리와 카드뮴의 용출量을 測定 比較해 보면, 붉은甕기중의 A液에 의한 구리의 용출量은 1週째에 5.80ppb, 검은甕기에서 6.70ppb, 6週째에는 붉은 것이 12.93ppb, 검은 것이 19.84 ppb였으며, B液을 貯藏했을 때에는 1週째에는 붉은 것에서 18.30ppb, 검은 것에서 10.58ppb, 6週째에는 붉은 것이 26.72ppb, 검은 것이 20.69ppb였으며, 검은甕기와 붉은甕기類에서도 A,B液에서 납의 용출量의 傾向처럼 구리의 용출量은 이렇다할 傾向을 보여주지 않았다.

카드뮴은 全體적으로 1週에서 6週까지 용출量의 變化範圍를 보면 A液의 경우, 붉은甕기는 ND~9.60ppb, 검은甕기에서는 2.90~9.60ppb였으며, B液에서는 붉은甕기는 1.40~8.00ppb, 검은甕기는 ND~9.60ppb였으며, 貯藏溶液의 種類와 外觀上의 색채에 따른 이렇다할 傾向은 역시 구리에서처럼 나타나지 않았다.

김치의 경우, 貯藏期間이 經過함에 따라 液汁中에 용출된 납의 含量이 增加하기 때문에 김치材料인 무우 固形分中에 濃蓄되는 납의 含量을 調査하였던 바 김치를 貯藏하기 前의 무우中에 납의 含量이 0.03ppm(wet base)이었던 것이 貯藏 3週째 무우 固形分을 濕式分解해서 납의 含有量을 測定한 結果 2.70ppm(wet base)였으므로 납의 濃蓄量은 約 90倍程

Table 4. Comparison of trace metals leached out from foodwares

Classification	Sample foodwares	Volume of foodwares(ml)	Total volume of acetic acid(ml)	Pb (ppb)	Cu (ppb)	Cd (ppb)	Color of appearance
Pottery	Dawck(A)	3,070	400	6.8	8.82	2.54	Red
	Dawck(B)	2,000	400	ND	12.65	0.98	Black
	Medicine Boiling pot	2,045	400	ND	4.33	0.34	Black
	Dookbaegee	750	200	ND	6.83	ND	Black
	Pot	2,000	400	ND	5.23	1.00	Ivory
	Cup(A)	275	200	ND	ND	1.37	White
	Cup(B)	125	110	ND	12.94	3.90	Dark yellow
	Cup(C)	150	140	ND	2.33	ND	White
	Deep bowl(A)	360	250	ND	4.71	2.50	White
	Deep bowl(B)	290	210	6.4	8.40	2.60	Red printing
	Deep bowl(C)	250	200	ND	14.71	ND	Blue printing
	Deep bowl(D)	235	165	16.4	10.70	3.79	Palegreen
	Glassware	Cup(A)	210	175	ND	ND	ND
Cup(B)		175	155	ND	3.72	ND	Pale yellow
Deep bowl (A)		300	200	171.1	3.85	4.00	Pale yellow
Deep bowl(B)		290	200	ND	1.92	ND	White
Shallow bowl		170	130	6.1	6.21	3.30	Pale yellow
Jongjee		80	52	52.7	7.38	5.92	Pale yellow

ND: not detected.

度濃蓄되어 있음을 알 수 있다.

5. 食器類의 납의 용출量

市販되고 있는 여러가지 種類의 食器類를 使用하여 한국공업규격 시험법에 따라 金屬 成分을 溶出시켜 分析한 結果는 Table 4와 같다.

납은 대부분의 食器類에서 檢出되지 않고 있으나 유리製品의 얇은 노란색을 띠는 食器에서 最高 171.1 ppb까지 檢出되었으며, 顔料를 使用한 磁器類에서도 간혹 檢出되었다.

全體 구리와 카드뮴의 檢出範圍는 各各 ND~14.71ppb, ND~5.92ppb였다. 이들은 모두 許容限界量(미국: 납 7.0ppm, 카드뮴 0.5ppm) 미만 이었다.

要 約

食品 貯藏用 용기類의 납 용출量의 變化에 對하여 여러가지 條件에서 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 용기類의 납 용출量은 pH가 낮을수록 용출量이 많았으며, pH 4 이하에서는 貯藏期間이 經過함에 따라 期間當 용출量도 增加하였으나, pH 6 以上에서는 檢出되지 않았다.

2) 外觀上의 색채로 볼 때 붉고 光澤이 있는 것이

검은 것 보다 납이 많이 溶出되었으며 이것은 酸化 납을 使用하여 低溫燒成한 것으로 推定되었다.

3) 溶出溫度에 따라 溶出量을 比較해 보면 100°C에서 6時間 程度의 加熱로써는 납은 檢出되지 않았다.

4) 김치를 포함한 各種 酸性 食品을 貯藏하는 경우 모두 3週以上 經過하면 납의 溶出量이 增加하였다.

5) 市販되고 있는 食器類를 4%(v/v) 아세트酸溶液으로 24時間 室溫에서 溶出시키면 납은 ND~171.1 ppb, 구리 ND~14.71ppb 및 카드뮴 ND~5.92ppb의 範圍로 檢出되었다.

謝 辭

實驗에 많은 편의와 助言을 주신 元鍾勲, 朴周錫, 李康鎬 教授님과 李培靜님께 지면을 통하여 感謝드립니다.

文 獻

馬場二夫·楠本一枝·水谷泰久. 1969. 砂重量法による固體の新表面積測定法. 衛生化學 15 (1), 17-21.
 Chisolm, J. J. 1971. Lead poisoning Sci. Amer. 224(2), 15-23.
 池應業·梁在炫·李 銓·安秀義. 1972. 용기類에

食品貯藏用 용기類의 납 溶出

- 서 溶出되는 납毒분에 對한 實態調査 및 그 對策究明. Kor. Cera.Soc. 9(1), 77—83.
- 趙奉煥. 1973. 陶磁器工業, pp. 23—67, 理工圖書.
- 本莊義郎. 1977. 陶磁器食器等の安全確保に係わる 諸問題. 食品衛生研究 27(6), 553—549.
- 石原利克・森山繁隆・1969. 陶器からの金屬浸出條件の檢討. 衛生化學 15(5), 320—322.
- 日本藥學會. 1980. 日本衛生試驗法・注解, pp. 41, 149—151, 566—567, 571—576.
- Klein, M., R. Nameor, E. Harpur and R. Corbin. 1970. Earthenware containers as a source of fatal lead poisoning. New Eng. Jour. Med. 283(13), 669—672.
- 한국공업규격. 1979. 도자기 표면으로부터 추출되는 Pb 및 Cd분 측정방법. KS L 1204.
- Smith, B.D. 1971. Lead poisoning—a growing hazard to public health. Chem. Britain 7, 54—56.
- 和田裕・齋藤芳久・吉田芳哉・管野三郎・天羽哲男. 1970. 陶磁器製食器の製造時における焼成溫度と鉛溶出量について. 食品衛生 11 (4), 293—298.
- 元鍾勳・朴清吉・梁漢燮. 1976. 海水中 카드뮴, 구리, 납, 亜鉛 및 水銀의 原子吸光定量法. Bull.Kor. Fish. Soc. 9(3), 169—175.