

## 합성세제와 계면활성 성분의 과채류 및 식기류 잔류성에 관한 연구

洪思澳·羅奎煥\*·李吉哲\*\*·田成珠\*\*\*

成均館大學校 藥學大學, \*延世大學校 保健科學大學

\*\*국립환경연구원 폐기물연구부, \*\*\*조선대학교 대학원 식품영양학과

## A Study on the Remainity of Synthetic Detergent and Commercial Surfactant on the Fruits, Vegetables and Tablewares

Sa Uk Hong, Kyu Hwan Ra\*, Kil Chul Lee\*\* and Sung Ju Jun\*\*\*

*Dept. of Pharmacy, Sung Kyun Kwan University*

*\*Dept. of Environment Science, Yun Sei University*

*\*\*National Institute of Environment Research*

*\*\*\*Dept. Food and Nutrition Graduate School, Cho Sun University*

### ABSTRACT

Each detergent-solution in the concentration of 0.4% was prepared with four kinds of raw materials of detergents and two kinds of commercial surfactants for kitchen. LAS (Linear Alkyl Benzene Sulfonate), AOS ( $\alpha$ -Oleffine Sulfonate), SLS (Sodium Lauryl Sulfonate) and SLE (Sodium Lauryl Ester Sulfonate) were used as the raw materials. Vegetables and fruits such as cucumber, crown daisy, lettuce, strawberry and tomatos were dipped in each solution and washed 5 times in static or flow state. For the other experiments, tablewares such as porcelain, stainless bowls, glass and plastic cups were dipped in each solution and washed also 5 times with cold and hot water in static or flow state. The residues of the detergents on the every steps of wash-conditions were measured.

The results of this study were summarized as followings:

1. The residues of the detergents on the tested vegetables and fruits after 5 times washing were detected with the range from 0.450 to 7.120 ppm in static state and from 0.343 to 6.375 ppm in flow state.

2. The residues of the detergents on the tested tablewares after 5 times washing with cold water were observed with the range from 0.057 to 0.815 ppm in static state and from 0.066 to 0.905 ppm in flow state.

4. The residues of the detergents on the tested tablewares after 5 times washing with hot water were determined with the range from 0.061 to 0.424 ppm in static state and from 0.066 to 0.368 ppm in flow state.

4. Independent on detergent types, water temperatures and washing methods, the detergents were remained stably on the porcelain; 0.057~0.815 ppm, on the stainless bowl; 0.061~0.905 ppm, on the glass cup; 0.014~0.592 ppm and on the plastic cup; 0.201~0.592 ppm.

## 서 론

우리나라에서 최초로 합성세제를 생산하기 시작한 것은 1966년 초이며 그후 생산량이 날로 증가되어 1975년 말에는 31,200톤<sup>9)</sup>에 달하였다. 그러나 당시 합성세제는 alkyl benzene sulfonate (ABS)로서 경성세제이기 때문에 자연수 중에서 생분해가 매우 어려워<sup>5)</sup> 공해요인이 되어 왔다. 그후 1980년 8월부터 경성세제는 생산이 중지되었고 생분해가 빠른 연성세제인 Linear alkyl benzene sulfonate (LAS)<sup>6)</sup>로 대체하게 되었다.

근래 경제성장에 따라 소득이 증가되어서 생활수준이 향상되어 세탁용 뿐만 아니라 인간이 섭취하는 과일이나 야채 등과 아울러 식탁에서 사용되고 있는 식기들까지도 위생적인 측면을 고려하여 광범위하게 합성세제가 세정용으로 사용되어 가고 있다. 이에 따라 합성세제 성분이 일상생활에서 식품이나 식기류 및 음료수를 매개로 하여 부지불식중에 섭취되든가 또는 피부접촉으로 흡수될 수 있는 기회가 많아 점차 인간의 보건에 미치는 세제의 영향을 우려하기 시작하였다.

과채류나 식기류에 세제의 사용빈도가 증가되면서 시판 주방용세제의 사용량을 고려치 않고 무작위로 사용한 후 빈약한 수세시설이나 수량때문에 수세가 불충분하여 과채류나 식기류 등에 세제가 잔류할 가능성을 배제할 수 없다. 이번에 이러한 견지에서 저자 등은 계면활성 성분과 현재 시판되고 있는 제

품을 사용하여 과채류 및 식기류를 세제에 침적한 후 물로 세척하는 횟수에 따른 세제 잔류량을 조사하였기에 이에 보고하는 바이다.

## 실험방법

### 1. 합성세제와 계면활성 성분의 과채류 잔류시험

과채류로서는 일반적으로 잘 사용하고 있는 딸기, 토마토, 오이, 상치, 쪽갓을 택하여 그중 일정량을 취해서 검체로 사용하였다. 다음 세제의 성분을 각각 0.4% 함유되도록 조제하였으며 시판 주방용세제에 있어서도 제품에 함유되고 있는 세제를 0.4% 함유되도록 조제하여 검체를 30초간 침적후 1회 세척시간을 10초 및 30초로 하고 5회를 시행하였다. 세척방법은 정수세척과 유수세척 방법으로 하였고 사용세척수의 수온은 냉수(10~15°C)로 실험하였다.

또한 식기류로서는 일반적으로 잘 사용하고 있는 사기그릇, 뚜배기, 스테인레스 공기, 유리컵, 플라스틱컵을 택하여 검체로 사용하여 과채류와 같은 방법으로 실험하였다. 다만 사용세척수의 수온은 냉수(10~15°C)와 온수(40~45°C)로 구분하여 실험하였다.

상기의 방법에 의하여 세척한 후 세척수 중의 잔류계면활성 성분을 MBAS법<sup>1)</sup>으로 측정하여 세척 횟수에 따르는 잔류농도를 산출하였다.

2. Sample 및 시험조건은 Table 1 및 Table 2에서 보는 바와 같다.

**Table 1. Fruits, Vegetables and Tablewares for Investigation.**

Name	Habitat	Weight a piece (g)	Sample (g)
Berry	Kang Won, Won Sung	10~ 15	50±0.5
Cucumber	Kang Won, Won Sung	150~180	60±3.0
Crown Daisy	Kang Won, Won Sung	8~ 13	40±2.0
Lettuce	Kang Won, Won Sung	8~ 11	40±2.0
Tomato	Kang Won, Won Sung	200~210	200±3.0

  

Name	Form		
	weight (g)	capacity (g)	surface area (cm <sup>2</sup> )
Porcelain bowl	236.1	400	486
Earthenware bowl	425.0	650	680
Stainless bowl	98.5	290	239
Glasses	200.3	235	407
Plastic cup	90.5	250	524

**Table 2. The Investigation Condition of Synthetic Detergents and Surfactants.**

Division	Name	Concentration	Soak time	Washing method	
				Static state	Flow state
Raw material	LAS	prepared of 0.4% water solution with 20% detergent solution	30 sec.	1) washing hours was each 10 or 30 second	
	AOS				
	SLS				
	SLES				
Product of surfactants	commercial surfactant used for kitchen (I)	prepared with 0.4% water solution		2) number of times for washing were 5 times	
	commercial surfactant used for kitchen (II)				

Washing water: cold water (10~15°C, 1 ℓ), warm water (40~45°C, 1 ℓ).

LAS; Linear Alkyl Benzene Sulfonate

AOS;  $\alpha$ -Oleffine Sulfonate

SLS; Sodium Lauryl Sulfonate

SLES; Sodium Lauryl Ester Sulfonate

**결과 및 고찰**

**1. 과채류의 세척**

① LAS

각각의 조건에서 세척한 과채류 중 LAS의 잔류 농도는 Table 3과 같다.

LAS로 세척할 때 딸기, 토마토와 오이 등 果類에서는 대체로 25.98 ppm에서 38.917 ppm이 잔류

되었으나 쪽갓 및 상치와 같은 잎상의 과채류에서는 잔류성이 높아 상치에서는 60.796~67.139 ppm이 잔류하였고 잎의 모양이 다양하게 분지되어 있는 쪽갓에서는 100.350~115.925 ppm이 잔류하였다. 이들을 1회 세척할 때 과일에서 표면이 매끄러운 토마토는 2.964~5.011 ppm으로 감소되어 잔류 %가 9~14%로 감소되었다. 그러나 딸기와 오이는 이에 비하여 표면이 거칠은 탓인지 6.92~15.28 ppm이 잔류하여 대체로 20~43.9%가 잔류하였고 상치는

14.300~19.894 ppm으로 21.00~29.62%가 잔류하였다. 쪽갓은 12.975~24.025 ppm으로 잔류량은 많으나 세척전의 잔류량에 비하여 17.0~33.9%가 잔류되었다. 2회에서는 딸기, 오이, 토마토에서 1.024~11.400 ppm이 잔류하였고 상치와 쪽갓에서는 각각 0.908~2.628 ppm 및 9.775~17.605 ppm으로 역시 토마토에서 잔류량이 가장 적었으며 쪽갓에서 높았다. 3회 세척에서도 토마토, 딸기, 오이에서는 0.596~6.517 ppm이었으며 토마토에서는 잔류량이 가장 낮았다. 잔류율을 보면 오이와 딸기가 9.94~23.94%로서 높아 외피가 토마토가 가장 낮아 1.68~2.94%이었다.

쪽갓이나 상치도 3회에서는 상당히 제거되어 0.832~12.775 ppm으로 잔류율은 2.01~12.73%이었다. 일반적으로 정수처리에서 제거율이 가장 낮았다. 4회에서는 토마토가 0.507~0.99 ppm이었고 딸기는 1.8~4.6 ppm, 오이는 3.55~5.767 ppm이고 상치 및 쪽갓은 각각 0.76~1.774 ppm 및 6.2~8.45 ppm으로 대체로 10 ppm 이하의 잔류량을 보여주고 있다. 5회에서는 토마토에서 0.452~0.586 ppm으로 1.028~1.780%가 잔류하였고 딸기는 0.46~3.30 ppm으로 1.46~12.08%가 잔류하였다. 오이는 3.000~3.633 ppm으로 8.78~10.56%가 잔류하였다.

Table 3. Residual LAS on the Fruits and Vegetables after Washing with Water in Static & Flow State.

(unit: ppm)

Fruits, Vegetables	Washing condition	Washing hour	Washing times					
			0	1	2	3	4	5
Berry	Static state	10 Sec.	31.560	8.000	5.140	3.480	1.820	0.460
		30 Sec.	33.780	6.920	4.960	3.160	2.260	1.360
	Flow state	10 Sec.	27.320	11.120	7.520	5.720	4.360	3.300
		30 Sec.	25.980	11.420	8.120	6.020	4.060	2.700
Cucumber	Static state	10 Sec.	29.983	12.533	8.300	5.817	4.050	3.167
		30 Sec.	33.333	9.500	6.133	4.683	3.550	3.067
	Flow state	10 Sec.	34.167	12.533	9.150	6.517	4.633	3.000
		30 Sec.	38.917	15.280	11.400	3.517	5.767	3.633
Crown Daisy	Static state	10 Sec.	115.925	12.975	9.775	7.900	6.200	4.875
		30 Sec.	103.150	18.400	13.900	10.525	8.450	7.125
	Flow state	10 Sec.	100.350	24.025	17.650	12.775	8.450	4.875
		30 Sec.	108.600	22.350	16.350	11.275	8.075	5.250
Lettuce	Static state	10 Sec.	65.864	14.300	2.628	2.306	1.774	1.608
		30 Sec.	62.965	16.963	2.390	2.009	1.168	1.124
	Flow state	10 Sec.	60.796	17.466	0.998	0.832	0.768	0.718
		30 Sec.	67.139	19.884	1.646	1.346	1.178	0.984
Tomato	Static state	10 Sec.	32.597	2.964	1.046	0.958	0.829	0.527
		30 Sec.	35.986	3.132	1.162	1.064	0.992	0.586
	Flow state	10 Sec.	35.421	5.011	2.143	0.596	0.507	0.452
		30 Sec.	33.664	4.820	1.024	0.682	0.662	0.496

동경도 위생국(1973)에서<sup>2)</sup> LAS 30% 함유된 시판 중성세제로 양상치 딸기를 세척한 후 잔류량을 조사하였다. 양상치를 세제농도 0.2%로 하여 5분간 침적시키고 꺼내어 1분간 유수로 씻을 경우 LAS의 잔류량이 20 ppm이었으며 세제농도를 0.6%로 하여 같은 방법으로 씻을 경우도 20 ppm이었다. 딸기에서는 0.2% 농도에서 30초간 침적시킨후 흐르는 물로 1분간 씻었을 경우 1.9 ppm이 잔류하였고 5분간 침적시킨 후 흐르는 물로 3분간 씻어냈을 경우 잔류량은 6.4 ppm이었다. 또한 15개의 급식소와 5개의 음식점에서 채취한 양배추, 양상치, 사과, 토마토에 잔류된 양은 0.0 ppm 이하가 96.4%이었

다. 국립위생시험소에서(1978)<sup>3)</sup> LAS 농도 0.05, 0.1 및 0.2% 농도에서 세척하고 흐르는 물에서는 1초당 125 ml, 30초간 정수인 경우는 3L의 물로 2회 세척하였을 경우 LAS의 잔류량은 시금치는 양상치, 양배추 등 표면적이 클수록 잔류량이 높았으며 대체로 10 ppm 정도라 한다. 다만 시금치에서는 20 ppm 정도가 남았는데 이것은 시금치의 잎과 줄기가 연하여 잘 헹구기가 어렵기 때문이라고 하고 양배추는 잎이 비교적 단단하여 헹구기가 용이하여 약 5 ppm이 잔류하였다 한다. 과일인 오이와 사과 등은 2 ppm 정도라고 한다. 그러나 양배추 1개를 뜯거나 썰거나 할 때 0.1 percent 세제 용액에서 27.4 ppm

**Table 4. Residual AOS on the Fruits and Vegetables after Washing with Water in Static & Flow State.**  
(unit: ppm)

Fruits, Vegetables	Washing condition	Washing hour	Washing times					
			0	1	2	3	4	5
Berry	Static state	10 Sec.	29.420	8.120	5.720	4.060	0.600	0.560
		30 Sec.	33.360	6.500	4.240	2.880	2.120	1.660
	Flow state	10 Sec.	17.560	9.460	6.900	5.100	3.600	2.400
		30 Sec.	26.300	10.840	7.980	6.020	4.520	3.160
Cucumber	Static state	10 Sec.	20.133	10.250	5.833	3.900	3.533	3.367
		30 Sec.	21.133	5.983	3.333	1.733	1.217	1.050
	Flow state	10 Sec.	33.900	10.150	7.400	5.517	3.633	2.250
		30 Sec.	28.383	9.883	7.500	5.250	3.617	2.000
Crown Daisy	Static state	10 Sec.	153.675	16.425	10.225	4.975	2.525	0.450
		30 Sec.	203.650	18.200	13.125	9.000	5.625	2.250
	Flow state	10 Sec.	65.167	19.550	14.475	10.525	7.525	4.700
		30 Sec.	68.533	20.300	14.850	10.525	7.325	4.125
Lettuce	Static state	10 Sec.	90.054	20.127	2.434	2.032	1.676	1.454
		30 Sec.	94.154	18.161	3.032	2.174	1.378	1.210
	Flow state	10 Sec.	97.265	18.161	3.032	2.174	1.378	1.210
		30 Sec.	90.954	20.678	3.118	1.872	1.856	1.686
Tomato	Static state	10 Sec.	45.263	7.847	1.045	1.005	0.723	0.624
		30 Sec.	43.954	6.036	0.958	0.808	0.556	0.480
	Flow state	10 Sec.	40.725	9.110	1.422	0.926	0.457	0.405
		30 Sec.	42.346	7.247	1.094	0.536	0.495	0.407

및 59.4 ppm이 잔류하였다고 한다. 또한 0.05, 0.1, 0.2% 농도의 세제에서 세척하고 유수(멈춰있는 물)로 씻을 경우 시금치, 양상치, 양배추에서 20~30 ppm 잔류하였으며 야채는 5~10 ppm, 과일류는 2~5 ppm이 잔류하였다고 한다.

## ② AOS

각각의 조건에서 세척한 과채류 중 AOS의 잔류농도는 Table 4와 같다.

AOS에서도 LAS와 유사한 경향을 보여주고 있으며 세척액에 30분간 침적한 후의 잔류량은 역시 쪽갓이 가장 많았고 다음이 상치로 각각 65.167~203.650 ppm 및 90.054~97.265 ppm이

었다. 딸기와 오이에서는 낮아 각각 17.56~33.360 ppm 및 20.133~33.900 ppm이었으며 토마토 40.725~45.263 ppm이었다. 1회 세척시 잔류량은 상치와 쪽갓에서 높아 각각 16.42~20.300 ppm 및 18.16~21.078 ppm이었다. 2회에서는 쪽갓에서는 10.225~14.850 ppm으로 10 ppm을 상회하였으나 기타는 10 ppm 이상이였다. 3회 세척에서는 역시 쪽갓에서 많아 4.9~10.525 ppm으로 높았고 기타는 대체로 6 ppm 이하였으며 토마토는 0.5~1.005 ppm으로 가장 낮았다.

5회에는 모든 실험과채에 잔류량이 5 ppm 이하였으며 역시 토마토에서 가장 낮아 0.6 ppm 이하였고

**Table 5. Residual SLS on the Fruits and Vegetables after Washing with Water in Static & Flow State.**

(unit: ppm)

Fruits, Vegetables	Washing condition	Washing hour	Washing times					
			0	1	2	3	4	5
Berry	Static state	10 Sec.	31.380	9.780	7.080	4.820	3.020	1.960
		30 Sec.	26.440	7.840	5.280	3.480	2.120	1.360
	Flow state	10 Sec.	24.640	11.280	7.980	5.720	4.060	2.560
		30 Sec.	26.580	11.580	8.420	6.600	4.660	2.860
Cucumber	Static state	10 Sec.	32.383	13.333	10.133	7.633	5.383	3.750
		30 Sec.	32.683	18.183	14.050	10.030	6.917	3.917
	Flow state	10 Sec.	45.967	21.080	17.580	6.750	4.750	3.000
		30 Sec.	31.533	10.400	7.517	5.267	3.633	2.383
Crown Daisy	Static state	10 Sec.	191.675	18.975	14.100	10.525	7.325	4.325
		30 Sec.	163.000	13.000	9.425	7.350	5.650	3.950
	Flow state	10 Sec.	130.750	27.050	20.100	14.650	10.325	6.375
		30 Sec.	118.600	24.275	17.900	13.200	9.450	5.875
Lettuce	Static state	10 Sec.	52.254	14.329	2.094	1.172	1.143	1.124
		30 Sec.	59.195	16.432	1.728	1.634	1.279	1.243
	Flow state	10 Sec.	59.364	16.436	3.850	1.886	1.686	1.592
		30 Sec.	58.436	18.095	3.286	1.642	1.408	1.384
Tomato	Static state	10 Sec.	29.726	4.875	1.461	1.006	0.814	0.707
		30 Sec.	29.304	3.750	1.124	1.094	0.912	0.812
	Flow state	10 Sec.	25.729	4.294	2.736	0.964	0.843	0.805
		30 Sec.	28.334	4.849	1.375	1.024	0.579	0.509

썩갓에서 4.700 ppm으로 가장 높았다. AOS도 유수보다는 정수방법이 제거율이 좋은 편이다. 3회까지의 잔류물이 상치, 토마토에서는 2.27~1.27% 정도였으나 오이 및 딸기에서 비교적 높은 것은 외피가 많거나 또는 외피가 돌기 및 선모가 많기 때문이라고 사료된다.

1978년 일본 국립위생 시험소<sup>3)</sup>에서는 AOS 0.05, 0.1 및 0.2%의 용액에서 양배추, 오이, 토마토, 사과, 무, 양상치를 5분간 침적후에 유수와 흐르는 물 125 ml/sec로 30초, 60초간 씻었을 경우 유수의 경우는 1회 및 2회 씻었을 경우 사용농도가 높을수록 침식시간이 길수록 잔류량이 많은 경우를

보여 주었으며 최대가 7 ppm이었다. 또한 흐르는 물과 유수의 세척효과를 비교하면 흐르는 물이 확실히 더 감소하였다.

③ SLS

각각의 조건에서 세척된 과채류 중 SLS의 잔류농도는 Table 5와 같다.

SLS도 LAS와 AOS와 유사한 경향을 보였으며 SLS용액에 30분간 침적한 과채의 잔류물은 역시 썩갓이 가장 높아 118.6~191.675 ppm이었고 다음은 상치순이며 토마토는 가장 낮아 25.729~29.726 ppm이었다. 1회 잔류량은 역시 썩갓이 13.0~24.275 ppm으로 가장 높고 토마토는 3.750~4.875 ppm으로

Table 6. Residual SLES on the Fruits and Vegetables after Washing with Water in Static & Flow State. (unit: ppm)

Fruits, Vegetables	Washing condition	Washing hour	Washing times					
			0	1	2	3	4	5
Berry	Static state	10 Sec.	40.700	13.240	10.080	7.520	5.120	3.761
		30 Sec.	45.040	11.440	8.140	6.480	5.240	4.360
	Flow state	10 Sec.	25.360	11.860	8.560	6.460	4.500	3.000
		30 Sec.	29.000	12.340	8.280	6.020	4.360	3.160
Cucumber	Static state	10 Sec.	17.617	9.483	7.383	5.533	3.933	3.817
		30 Sec.	24.183	7.283	4.817	3.333	2.217	1.350
	Flow state	10 Sec.	11.350	5.067	3.333	2.350	1.850	1.483
		30 Sec.	16.317	7.400	4.817	3.333	2.217	1.850
Crown Daisy	Static state	10 Sec.	146.850	15.225	10.900	7.700	5.450	3.575
		30 Sec.	149.075	37.325	31.875	27.175	17.675	2.450
	Flow state	10 Sec.	81.050	17.300	12.800	9.225	6.400	3.950
		30 Sec.	76.725	17.275	12.400	8.450	5.825	3.575
Berry	Static state	10 Sec.	71.176	12.600	4.078	2.069	1.676	1.468
		30 Sec.	76.524	17.888	1.986	1.495	0.968	0.868
	Flow state	10 Sec.	69.736	17.556	1.832	1.776	1.216	1.094
		30 Sec.	64.205	13.690	1.234	1.208	1.114	1.012
Berry	Static state	10 Sec.	36.429	6.461	1.232	1.230	0.717	0.702
		30 Sec.	34.725	4.970	0.948	0.912	0.552	0.540
	Flow state	10 Sec.	35.637	4.384	1.925	0.828	0.509	0.499
		30 Sec.	37.296	5.862	1.347	0.972	0.436	0.421

가장 낮았다. 2회에서는 쪽갓이 9.428~20.100 ppm이고 다음이 오이로서 9.517~17.580 ppm이었다. 3회에서는 쪽갓, 오이, 딸기순이며 상채와 토마토는 각각 1.172~18.860 ppm 및 0.96~1.024 ppm으로 잔류율이 1.53~3.78% 및 3.38~3.75%이었다.

5회에서는 쪽갓이 3.950~6.375 ppm이 잔류하였고 다음이 오이로 2.383~3.750 ppm이었다. 상채와 토마토는 대체로 1 ppm 정도이었다. SLES도 SLS와 유사하여 3회 세척시 딸기, 쪽갓이 대체로 6 ppm을 상회하였으나 오이는 5 ppm 이하이었고 상채는 2.0 ppm 이하이었고 토마토는 1 ppm 이하

이었다. 5회에서는 딸기와 쪽갓이 3~4 ppm 정도였고 상채는 1 ppm 이하이었으며 토마토는 0.7 ppm 이하였다.

#### ④ SLES

각각의 조건에서 세척한 과채류 중 SLES의 잔류농도는 Table 6과 같다.

SLES의 경우도 다른 시험세제와 비슷한 잔류경향을 보였으며, 쪽갓이 76.725~149.075 ppm으로 가장 높은 잔류성을 나타내었다. 1회 세척후 잔류량은 쪽갓이 15.225~37.325 ppm으로 가장 많았으며, 토마토는 4.384~6.461로 가장 적었다. 세척횟수에 따라 잔류량은 각각의 과채류에서 비슷한 감

**Table 7. Residual Commercial Surfactant for Kitchen (1) on the Fruits and Vegetables after Washing with Water in Static & Flow State.** (unit: ppm)

Fruits, Vegetables	Washing condition	Washing hour	Washing times					
			0	1	2	3	4	5
Berry	Static state	10 Sec.	34.820	12.020	7.680	5.560	3.460	2.100
		30 Sec.	30.640	10.080	7.520	5.120	3.460	2.400
	Flow state	10 Sec.	26.720	12.030	8.560	6.460	4.660	2.860
		30 Sec.	32.000	14.440	10.080	7.520	5.260	3.300
Cucumber	Static state	10 Sec.	51.400	17.767	13.017	9.633	6.883	4.633
		30 Sec.	37.867	15.733	11.650	8.150	5.517	3.633
	Flow state	10 Sec.	27.267	10.767	8.017	5.883	3.883	2.383
		30 Sec.	19.533	9.150	7.017	5.133	3.250	2.017
Crown Daisy	Static state	10 Sec.	208.650	18.850	9.775	8.300	7.200	7.025
		30 Sec.	239.225	13.700	8.700	7.400	6.300	5.375
	Flow state	10 Sec.	195.550	13.700	8.700	7.225	5.925	5.550
		30 Sec.	178.875	11.275	7.575	5.550	4.025	3.150
Berry	Static state	10 Sec.	32.436	5.964	0.898	0.666	0.629	0.618
		30 Sec.	36.092	4.815	1.168	1.104	0.872	0.808
	Flow state	10 Sec.	30.496	7.294	2.864	0.872	0.858	0.686
		30 Sec.	35.094	6.496	3.448	1.016	0.844	0.792
Tomato	Static state	10 Sec.	27.436	2.281	0.984	0.946	0.736	0.409
		30 Sec.	25.705	1.755	0.838	0.828	0.802	0.562
	Flow state	10 Sec.	29.357	2.724	1.057	0.434	0.427	0.401
		30 Sec.	24.290	2.406	0.954	0.932	0.429	0.382



소 추세를 보였으나, 5회 세척후 잔류농도는 딸기가 3.000~4.360 ppm으로 가장 높았으며, 쪽갓, 오이, 상치, 토마토 순으로 낮았다.

⑤ 주방용세제 I

각각의 조건에서 세척한 과채류중 주방용세제 I의 잔류농도는 Table 7과 같다.

주방용세제 I은 쪽갓에서 침적한 후 178.875~239.225 ppm으로 높았으나 딸기, 오이, 상치에서는 큰 차이가 없고 토마토에서 약간 낮아 24.296~27.436 ppm이었다. 1회 세척에서 쪽갓은 11.275~20.175 ppm으로 가장 높았으며 세정율은 타 계면활성 성분보다 양호한 편이며 3회 세척에서 상치

와 토마토에서 1.104~0.43 ppm으로 급격히 제거되어 잔류율은 1.61~3.27%이고 딸기와 오이에서는 5 ppm 이하가 잔류하였고 상치와 토마토에서 다 같이 0.9 ppm 이하이었다.

⑥ 주방용 세제 II

각각의 조건에서 세척한 과채류 중 주방용 세제 II의 잔류농도는 Table 8과 같다.

주방용 세제 II에서는 침적후의 잔류농도가 쪽갓에서 79.45~115.000 ppm으로 가장 낮았으나 주방용 세제 I 보다는 낮았다. 2회 세척에서 딸기, 오이, 쪽갓에서는 대체로 10 ppm 이하였고 상치는 2.0 ppm 이하, 토마토는 1 ppm 이하이었다. 3회

**Table 8. Residual Commercial Surfactant for Kitchen (II) on the Fruits and Vegetables after Washing with Water in Static & Flow State.** (unit: ppm)

Fruits, vegetables	Washing condition	Washing hour	Washing times					
			0	1	2	3	4	5
Berry	Static state	10 Sec.	28.540	8.280	5.420	3.460	3.000	2.540
		30 Sec.	31.660	6.720	3.680	2.020	1.560	1.360
	Flow state	10 Sec.	29.920	11.760	7.720	5.460	3.600	2.400
		30 Sec.	29.540	10.660	7.200	5.100	3.360	2.200
Cucumber	Static state	10 Sec.	39.533	14.950	10.683	7.300	4.517	3.517
		30 Sec.	38.267	11.717	8.000	4.617	2.867	2.000
	Flow state	10 Sec.	23.567	8.033	5.783	4.400	3.517	3.167
		30 Sec.	23.500	6.867	4.233	2.733	2.350	2.100
Crown Daisy	Static state	10 Sec.	97.925	15.025	10.600	7.475	5.025	4.650
		30 Sec.	115.000	12.550	7.800	4.975	3.475	3.000
	Flow state	10 Sec.	79.450	11.200	6.300	4.225	3.675	3.425
		30 Sec.	98.025	8.625	5.800	3.925	2.850	2.550
Lettuce	Static state	10 Sec.	28.294	6.125	1.164	0.852	0.812	0.642
		30 Sec.	30.394	4.824	1.797	0.652	0.586	0.516
	Flow state	10 Sec.	26.434	6.134	1.164	0.852	0.812	0.642
		30 Sec.	32.096	5.624	1.797	0.652	0.586	0.516
Tomato	Static state	10 Sec.	20.009	1.839	0.754	0.509	0.436	0.429
		30 Sec.	23.455	1.942	0.878	0.828	0.752	0.662
	Flow state	10 Sec.	19.554	1.724	1.271	0.505	0.494	0.384
		30 Sec.	21.396	2.074	0.925	0.432	0.402	0.343

세척시는 오이와 쪽갯에서 7.475~20.20 ppm으로 약간 높았으나 상치와 토마토는 0.9 ppm 이하이었다. 5회 세척후는 대체로 5 ppm 이하였으며 잔류율은 오이 및 딸기가 약간 높고 상치는 2.49~1.69%, 토마토는 2.8~1.61% 정도이었다.

일반적으로 주방용세제 I 및 II가 세제성분의 제거율이 양호한 것은 이중에 함유된 bilder 등으로 세제성분의 용탈이 증가하는 것에 기인하는 것으로 사료된다.

Smimoto (1975)<sup>4)</sup>는 0.1% 시판세제로 5분간 침식시킨후 흐르는 물로(1초당 100 ml)로 30초 동안 행글때 오이, 양배추, 사과 등을 세척할 때 사과는 0.85 ppm, 양배추에서는 20.2 ppm이 검출되었고 유수(정지된 물)에서 2회 세척할 때 야채 및 과일은 0.85 ppm(사과)~20.1(양배추)이 검출되었다. 계면활성제의 농도로서 0.029 및 0.038 ppm으로 양배추를 5분간 침식시킨 다음 유수(흐르는 물)로 씻을 경우 각각 2.7 ppm 및 9.0 ppm이 잔류하였으며 계면활성제 농도가 높으면 잔류량도 높았다.

Ikefusi 등<sup>5)</sup>(1976)은 3종의 시판세제에서 계면활성제의 농도 0.1% 용액에다 5분간 침식한 후 흐르는 물(100 ml/sec)에서 30초간 씻었을 경우 양배추에 잔류하는 ABS의 양을 고속 액체 크로마토 그래프로 측정했을 경우 2.7, 6.0, 9.3 ppm이 검출되었다고 한다.

국립위생연구소(1981)<sup>6)</sup>는 AS의 야채 잔류도를 조사하였다. 탄소수 C<sub>12</sub>, C<sub>13</sub> 각각 59% 및 41%의 AS sodium염 0.05% 및 0.1% 수용액에다 야채로서는 배추, 양배추, 양상치 및 오이를 사용하여 1~5분간 침적한 다음 흐르는 물로 초당 90 ml에서 30초간 유수 3 L에서 1회 또는 2회 세척했을 때 배추에서 2회 세척후 측정된 결과 흐르는 물 및 유수 2회로 씻은 후에는 대체로 0.1 ppm 이하가 잔류하였다고 보고하였다.

## 2. 식기류의 세척

계면활성 성분과 시판 주방용세제로서 0.4% 용액으로 한 후 냉수(15°C) 및 온수(45°C) 조건에서 세척법은 정수 및 유수상태에서 세척하여 비교하였다.

### ① LAS

각각의 조건에서 세척한 식기류중 LAS의 잔류농도는 Table 9와 같다.

LAS인 경우 30분간 침적후 잔류량은 유리컵에서 각각 3.117~8.566 ppm으로 높게 나타났고 다음이 플라스틱컵으로 2.972~3.572 ppm이었으며 다음이 스테인레스 공기, 사기그릇 및 뚜껑배기의 순서였다. 1회 세척시 잔류량은 유리컵과 플라스틱에서 1.451~4.002 ppm이었고 기타는 거의 10 ppm 이하였으며 정수상태가 유수상태보다 약간 제거율이

Table 9. Residual LAS on the Tablewares after Washing with Water in Static & Flow State. (unit: ppm)

Tableware	Temperature of washing water	Washing condition	Washing hour	Washing times					
				0	1	2	3	4	5
Porcelain bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.632	0.498	0.329	0.263	0.234	0.215
			30 Sec.	3.882	1.398	1.069	0.807	0.582	0.367
		Flow state	10 Sec.	1.859	0.734	0.555	0.395	0.273	0.150
			30 Sec.	1.887	0.762	0.564	0.423	0.292	0.169
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	2.583	0.842	0.562	0.414	0.278	0.142
			30 Sec.	3.010	0.668	0.489	0.348	0.225	0.169
		Flow state	10 Sec.	2.180	0.768	0.597	0.442	0.300	0.188
			30 Sec.	2.487	0.887	0.675	0.507	0.347	0.197

Earthen-ware bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.508	0.452	0.319	0.220	0.133	0.069
			30 Sec.	2.096	0.653	0.497	0.353	0.226	0.116
		Flow state	10 Sec.	1.444	0.515	0.376	0.249	0.163	0.099
			30 Sec.	1.807	0.526	0.379	0.301	0.203	0.133
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.402	0.447	0.332	0.229	0.139	0.144
			30 Sec.	1.550	0.509	0.377	0.272	0.191	0.116
Flow state		10 Sec.	1.520	0.472	0.339	0.240	0.153	0.084	
		30 Sec.	1.627	0.448	0.321	0.226	0.146	0.091	
Stainless bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.347	0.261	0.209	0.183	0.169	0.092
			30 Sec.	1.643	0.454	0.350	0.311	0.271	0.155
		Flow state	10 Sec.	2.445	1.319	0.854	0.569	0.336	0.155
			30 Sec.	2.305	1.245	0.843	0.533	0.286	0.092
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	2.502	0.890	0.680	0.467	0.273	0.130
			30 Sec.	2.330	0.890	0.657	0.454	0.266	0.143
		Flow state	10 Sec.	2.021	0.780	0.599	0.430	0.273	0.143
			30 Sec.	2.759	1.147	0.730	0.526	0.338	0.169
Glasses	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	3.832	1.247	0.943	0.719	0.496	0.287
			30 Sec.	3.117	1.185	0.849	0.641	0.464	0.305
		Flow state	10 Sec.	7.009	2.634	2.075	1.564	1.053	0.592
			30 Sec.	8.566	4.002	3.205	2.470	1.173	1.228
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.947	0.949	0.645	0.534	0.460	0.424
			30 Sec.	3.334	1.007	0.602	0.456	0.336	0.231
		Flow state	10 Sec.	4.136	1.566	1.482	0.832	0.560	0.308
			30 Sec.	4.179	1.491	1.132	0.830	0.543	0.334
Plastic cup	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	3.143	1.624	0.621	0.307	0.268	0.243
			30 Sec.	2.972	1.715	0.568	0.371	0.351	0.301
		Flow state	10 Sec.	3.572	1.451	0.801	0.409	0.276	0.270
			30 Sec.	3.049	1.604	0.936	0.384	0.339	0.329
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.454	1.125	0.573	0.421	0.215	0.209
			30 Sec.	3.725	1.342	0.629	0.404	0.382	0.214
		Flow state	10 Sec.	3.395	0.984	0.436	0.325	0.301	0.224
			30 Sec.	3.449	0.854	0.349	0.268	0.214	0.202

Table 10. Residual AOS on the Tablewares after Washing with Water in Static &amp; Flow State. (unit: ppm)

Tableware	Temperature of washing water	Washing condition	Washing hour	Washing times					
				0	1	2	3	4	5
Porcelain bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.632	0.498	0.329	0.263	0.234	0.215
			30 Sec.	3.882	1.398	1.069	0.807	0.582	0.367
		Flow state	10 Sec.	2.953	0.922	0.668	0.470	0.310	0.207
			30 Sec.	2.852	0.939	0.667	0.460	0.310	0.217
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	2.567	0.644	0.472	0.340	0.227	0.123
			30 Sec.	2.652	0.602	0.460	0.329	0.225	0.132
		Flow state	10 Sec.	2.588	0.690	0.535	0.385	0.254	0.123
			30 Sec.	3.247	0.953	0.673	0.455	0.305	0.169
Earthenware bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.508	0.452	0.319	0.220	0.133	0.069
			30 Sec.	2.096	0.653	0.497	0.353	0.226	0.116
		Flow state	10 Sec.	1.519	0.515	0.376	0.284	0.197	0.122
			30 Sec.	2.008	0.606	0.444	0.306	0.213	0.121
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.869	0.520	0.370	0.275	0.183	0.096
			30 Sec.	1.850	0.579	0.454	0.345	0.243	0.142
		Flow state	10 Sec.	1.972	0.469	0.336	0.233	0.149	0.099
			30 Sec.	1.734	0.402	0.298	0.214	0.133	0.104
Stainless bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.347	0.261	0.209	0.183	0.169	0.092
			30 Sec.	1.643	0.454	0.350	0.311	0.271	0.155
		Flow state	10 Sec.	3.102	1.162	0.581	0.745	0.104	0.104
			30 Sec.	2.461	0.917	0.426	0.107	0.078	0.066
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	2.374	0.780	0.550	0.343	0.186	0.078
			30 Sec.	2.100	0.859	0.649	0.467	0.281	0.167
		Flow state	10 Sec.	3.357	1.021	0.645	0.412	0.209	0.066
			30 Sec.	3.347	0.890	0.609	0.395	0.200	0.078
Glasses	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	3.832	1.247	0.943	0.719	0.496	0.287
			30 Sec.	3.117	1.185	0.849	0.641	0.464	0.305
		Flow state	10 Sec.	5.509	1.466	1.179	0.819	0.526	0.287
			30 Sec.	4.962	1.992	1.530	1.115	0.700	0.398
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.068	1.070	0.745	0.541	0.364	0.205
			30 Sec.	3.034	0.877	0.570	0.347	0.222	0.160
		Flow state	10 Sec.	3.307	1.343	1.024	0.783	0.528	0.273
			30 Sec.	4.711	1.451	0.992	0.641	0.400	0.224

Plastic cup	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	3.143	1.624	0.621	0.307	0.268	0.243
			30 Sec.	2.972	1.715	0.568	0.371	0.351	0.301
		Flow state	10 Sec.	2.964	1.254	0.648	0.362	0.314	0.296
			30 Sec.	3.449	1.522	0.512	0.463	0.444	0.362
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.295	1.094	0.524	0.315	0.243	0.209
			30 Sec.	3.415	1.256	0.498	0.343	0.296	0.214
		Flow state	10 Sec.	3.276	0.904	0.555	0.409	0.382	0.196
			30 Sec.	3.495	0.994	0.492	0.411	0.364	0.209

높은 경향은 보이나 별 큰 차이는 없었다. 냉수 및 온수상태에서도 온수상태가 대체로 양호한 경향은 있으나 차이가 별로 없었다. 2회 세척에서는 대부분이 1.0 ppm 이하였으나 유리컵에서만 1.0 ppm을 상회하는 것을 나타내었다. 대체로 잔류율은 20% 이하이었다. 3회 이상에서는 대체로 0.5 ppm 이하가 잔류하였고 5회에서는 대체로 0.2 ppm 이하로 극히 미량이 잔류하였다. 침적후 물로 세척하지 않은 경우와 비교할 때 잔류율은 대부분 10% 이하이었다. 3, 4, 5회에 있어서도 온수가 약간 양호하였으나 차이는 별로 없었다.

동경위생국(1973)<sup>2)</sup>에서 식기에서 LAS의 잔류성을 검사한 결과 0.5 µg/cm<sup>2</sup> 이하가 검출된 것이 73%이라고 하며 식기중 양접시는 평균 0.4 µg/cm<sup>2</sup>, 도자기 그릇은 0.2 µg/cm<sup>2</sup>이었다고 한다.

② AOS

각각의 조건에서 세척한 식기류중 AOS의 잔류농도는 Table 10과 같다.

AOS에서도 유리컵이 3.068~6.509 ppm으로 잔류량이 가장 높았으며 다음이 사기그릇과 플라스틱 컵으로 각각 1.632~3.88 ppm 및 2.965~3.449 ppm이었다. 뚜배기는 LAS와 같은 경향으로 잔류율이 비교적 낮았다. 1회 세척에 있어서 유리컵과 플라스틱 컵만이 1 ppm을 상회할 뿐 기타는 대략 1.0 ppm 이하이었다. 2회 세척에서는 거의가 1.0 ppm 이하였고 5회에는 유리컵과 플라스틱컵, 사기 그릇에서 0.3 ppm을 상회하였으나 그외에는 0.1 ppm 전후였다. 침적후 세척하지 않을 때와 비교할 때 대체로 10% 이하였다. 헹수가 거듭하여도 온

수가 냉수보다 약간 제거율이 양호한 경향성이 보이나 별이상은 없었다. 세척시간 10초와 30초 사이에서도 별 큰 차이가 보이지 않았다.

③ SLS

각각의 조건에서 세척한 식기류중 SLS의 잔류농도는 Table 11과 같다.

SLS에서 침적후 잔류량은 사시그릇과 유리컵에서 높아 각각 7.164~3.072 ppm 및 4.832~3.322 ppm이었으며 뚜배기가 1.739~2,839 ppm으로 비교적 낮은 편이었다. 정수와 유수상태에서는 별 차이가 없었고 역시 온수상태가 냉수상태에 비하여 약간 제거율이 양호한 경향은 있으나 별차이는 없었다. 3회 이후는 대체로 1 ppm 이하의 잔류량이었고 5회에는 0.5 ppm 이하로 미량이 잔류하였다. 잔류율로 볼 때 사기는 1.9~11.38%, 뚜배기는 3.2~9.47%이고 유리컵이 5.76~13.36%이었다.

④ SLES

각각의 조건에서 세척한 식기류중 SLES의 잔류농도는 Table 12와 같다.

SLES도 LAS, AOS 및 SLS와 유사한 경향이었으며 2회 이후에는 대부분이 1 ppm 이하이고 5회에서 SLS와 같이 대부분이 0.5 ppm 이하이었다. 정수와 유수상태에서 별차이가 없고 냉수와 온수사이에는 역시 온수상태가 약간 양호한 상태이다.

⑤ 주방용세제 I

각각의 조건에서 세척한 식기류중 주방용세제 I의 잔류농도는 Table 13과 같다.

Table 11. Residual SLS on the Tablewares after Washing with Water in Static &amp; Flow State. (unit: ppm)

Tableware	Temperature of washing water	Washing condition	Washing hour	Washing times					
				0	1	2	3	4	5
Porcelain bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	5.070	0.974	0.778	0.647	0.524	0.403
			30 Sec.	7.164	2.345	1.716	1.388	1.098	0.815
		Flow state	10 Sec.	4.802	1.080	0.752	0.427	0.385	0.244
			30 Sec.	4.398	0.489	0.302	0.198	0.142	0.085
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.589	0.864	0.739	0.489	0.339	0.217
			30 Sec.	5.239	0.904	0.604	0.457	0.315	0.174
		Flow state	10 Sec.	3.072	0.922	0.609	0.405	0.265	0.142
			30 Sec.	3.283	0.843	0.637	0.458	0.308	0.167
Earthenware bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	2.119	0.475	0.342	0.243	0.156	0.067
			30 Sec.	2.839	0.762	0.555	0.411	0.278	0.145
		Flow state	10 Sec.	1.739	0.556	0.388	0.301	0.226	0.150
			30 Sec.	2.475	0.577	0.427	0.295	0.191	0.104
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	2.003	0.515	0.351	0.253	0.177	0.107
			30 Sec.	2.313	0.533	0.360	0.243	0.163	0.099
		Flow state	10 Sec.	1.953	0.547	0.438	0.347	0.260	0.185
			30 Sec.	2.269	0.546	0.419	0.324	0.237	0.150
Stainless bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.204	0.324	0.233	0.193	0.180	0.167
			30 Sec.	1.200	0.255	0.178	0.126	0.100	0.816
		Flow state	10 Sec.	9.359	2.571	1.821	1.123	0.749	0.452
			30 Sec.	7.767	2.336	1.678	1.123	0.749	0.452
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.919	0.771	0.552	0.357	0.176	0.111
			30 Sec.	2.812	0.867	0.635	0.421	0.212	0.135
		Flow state	10 Sec.	4.000	1.178	0.847	0.102	0.395	0.214
			30 Sec.	3.792	0.811	0.599	0.456	0.235	0.169
Glasses	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	4.326	1.370	1.070	0.866	0.677	0.566
			30 Sec.	4.143	0.536	0.426	0.362	0.315	0.300
		Flow state	10 Sec.	4.832	2.328	1.785	1.292	0.858	0.494
			30 Sec.	4.930	2.136	1.673	1.240	0.828	0.494
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.408	1.300	0.992	0.705	0.449	0.241
			30 Sec.	4.207	1.207	0.873	0.649	0.456	0.336
		Flow state	10 Sec.	3.322	1.087	0.815	0.560	0.351	0.192
			30 Sec.	3.753	1.296	0.992	0.705	0.445	0.256

Plastic cup	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	2.480	0.914	0.350	0.342	0.224	0.209
			30 Sec.	2.722	0.948	0.328	0.313	0.296	0.253
		Flow state	10 Sec.	2.272	1.465	0.946	0.504	0.501	0.323
			30 Sec.	2.649	1.424	0.542	0.431	0.422	0.396
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	2.954	1.126	0.439	0.255	0.214	0.209
			30 Sec.	3.014	1.009	0.543	0.269	0.204	0.185
		Flow state	10 Sec.	2.543	1.094	0.336	0.245	0.200	0.200
			30 Sec.	2.905	0.954	0.429	0.214	0.184	0.182

**Table 12. Residual SLES on the Tablewares after Washing with Water in Static & Flow State.** (unit: ppm)

Tableware	Temperature of washing water	Washing condition	Washing hour	Washing times					
				0	1	2	3	4	5
Porcelain bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	2.692	0.929	0.742	0.648	0.582	0.553
			30 Sec.	2.824	0.874	0.602	0.489	0.442	0.423
		Flow state	10 Sec.	2.970	0.908	0.645	0.498	0.348	0.198
			30 Sec.	3.990	1.062	0.762	0.508	0.367	0.244
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	2.762	1.168	0.830	0.590	0.200	0.159
			30 Sec.	2.593	0.818	0.612	0.439	0.292	0.169
		Flow state	10 Sec.	3.589	0.860	0.588	0.382	0.245	0.132
			30 Sec.	3.565	0.795	0.579	0.394	0.254	0.150
Earthen-ware bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	2.211	0.751	0.572	0.427	0.300	0.208
			30 Sec.	2.506	0.780	0.589	0.422	0.272	0.133
		Flow state	10 Sec.	2.371	0.548	0.409	0.276	0.167	0.098
			30 Sec.	2.867	0.611	0.490	0.381	0.277	0.185
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.562	0.383	0.269	0.177	0.171	0.087
			30 Sec.	1.577	0.498	0.347	0.243	0.156	0.076
		Flow state	10 Sec.	1.109	0.469	0.332	0.229	0.146	0.076
			30 Sec.	1.496	0.449	0.331	0.236	0.145	0.081
Stainless bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.366	0.343	0.252	0.212	0.174	0.149
			30 Sec.	1.707	0.530	0.386	0.271	0.205	0.167
		Flow state	10 Sec.	5.492	2.181	1.678	1.226	0.878	0.607
			30 Sec.	8.836	3.464	2.688	1.990	1.436	0.905
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.462	0.862	0.581	0.378	0.221	0.078
			30 Sec.	3.226	0.943	0.711	0.504	0.316	0.147
		Flow state	10 Sec.	3.824	1.081	0.766	0.545	0.364	0.195
			30 Sec.	3.269	0.986	0.740	0.524	0.350	0.207

Glasses	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	5.205	1.022	0.692	0.581	0.502	0.441
			30 Sec.	4.990	0.628	0.470	0.377	0.283	0.236
		Flow state	10 Sec.	4.819	2.075	1.628	1.181	0.196	0.287
			30 Sec.	2.986	0.898	0.694	0.551	0.426	0.315
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.802	0.805	0.505	0.391	0.283	0.222
			30 Sec.	2.789	0.724	0.519	0.394	0.283	0.236
		Flow state	10 Sec.	4.547	1.228	0.941	0.690	0.434	0.241
			30 Sec.	5.205	1.534	1.070	0.687	0.400	0.224
Plastic cup	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	3.545	1.363	0.924	0.369	0.330	0.325
			30 Sec.	3.279	1.119	0.411	0.321	0.304	0.293
		Flow state	10 Sec.	3.722	1.109	0.405	0.324	0.298	0.292
			30 Sec.	3.409	1.502	0.394	0.220	0.220	0.204
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.495	1.295	0.843	0.432	0.369	0.325
			30 Sec.	3.274	1.124	0.743	0.333	0.312	0.294
		Flow state	10 Sec.	3.400	1.094	0.962	0.543	0.432	0.214
			30 Sec.	3.854	0.984	0.725	0.442	0.364	0.204

**Table 13. Residual Commercial Surfactant for Kitchen (I) on the Tablewares after Washing with Water in Static & Flow State.**

(unit: ppm)

Tableware	Temperature of washing water	Washing condition	Washing hour	Washing times					
				0	1	2	3	4	5
Porcelain bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.769	0.615	0.398	0.217	0.084	0.057
			30 Sec.	2.059	0.768	0.487	0.305	0.192	0.122
		Flow state	10 Sec.	2.393	0.794	0.538	0.385	0.282	0.260
			30 Sec.	2.722	0.939	0.659	0.419	0.307	0.194
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	2.392	0.667	0.479	0.319	0.188	0.094
			30 Sec.	2.608	0.545	0.409	0.278	0.174	0.104
		Flow state	10 Sec.	3.152	0.798	0.592	0.418	0.268	0.137
			30 Sec.	2.830	2.663	0.484	0.324	0.188	0.094
Porcelain bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.230	0.381	0.297	0.226	0.163	0.107
			30 Sec.	1.590	0.519	0.320	0.167	0.110	0.099
		Flow state	10 Sec.	2.462	0.757	0.473	0.302	0.176	0.143
			30 Sec.	2.600	0.481	0.288	0.182	0.123	0.103
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.609	0.513	0.381	0.272	0.176	0.084
			30 Sec.	1.816	0.545	0.412	0.308	0.227	0.086
		Flow state	10 Sec.	1.565	0.463	0.353	0.272	0.191	0.133
			30 Sec.	1.635	0.472	0.328	0.237	0.162	0.107



Stainless bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.467	0.331	0.230	0.266	0.128	0.116
			30 Sec.	2.105	0.243	0.180	0.128	0.116	0.090
		Flow state	10 Sec.	0.921	0.321	0.231	0.180	0.128	0.102
			30 Sec.	1.505	0.421	0.267	0.140	0.128	0.128
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.462	0.862	0.581	0.378	0.221	0.078
			30 Sec.	3.226	0.943	0.711	0.504	0.316	0.147
Flow state		10 Sec.	4.214	0.903	0.690	0.486	0.299	0.130	
		30 Sec.	2.883	0.907	0.662	0.454	0.273	0.143	
Glasses	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	2.000	0.564	0.407	0.296	0.202	0.441
			30 Sec.	3.066	0.468	0.375	0.313	0.298	0.298
		Flow state	10 Sec.	4.156	0.677	0.519	0.394	0.283	0.236
			30 Sec.	3.860	1.322	0.753	0.532	0.366	0.256
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.802	0.805	0.505	0.391	0.283	0.222
			30 Sec.	2.789	0.724	0.519	0.394	0.283	0.236
Flow state		10 Sec.	4.194	1.151	0.879	0.656	0.447	0.287	
		30 Sec.	4.785	1.424	1.073	0.785	0.513	0.273	
Plastic cup	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.315	1.043	0.362	0.339	0.208	0.201
			30 Sec.	1.544	1.104	0.424	0.386	0.303	0.286
		Flow state	10 Sec.	1.373	0.924	0.472	0.363	0.352	0.296
			30 Sec.	1.220	0.843	0.424	0.334	0.303	0.281
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.450	0.924	0.386	0.354	0.243	0.240
			30 Sec.	1.724	0.825	0.401	0.336	0.265	0.250
Flow state		10 Sec.	1.625	0.966	0.350	0.211	0.210	0.204	
		30 Sec.	1.779	0.854	0.542	0.205	0.200	0.201	

주방용세제 I에서는 유리컵과 사기그릇에서 각각 1.802~4.785 ppm 및 1.769~3.152 ppm이 검출되었고 다음이 스테인레스 공기였으며 뚜배기와 플라스틱컵은 비교적 잔류량이 적었다. 1회 세척시 대부분이 1 ppm 미만이었고 2회에는 대부분이 0.5 ppm 이하이었으며 5회 세척에서는 유리컵과 플라스틱에서는 0.4~0.201 ppm이었고 기타는 0.1 ppm 전후의 잔류량을 보여주고 있다.

⑥ 주방용 세제 II

각각의 조건에서 세척한 식기류중 주방용세제 (II)의 잔류농도는 Table 14와 같다.

주방용 세제 II도 주방용 세제 I와 유사한 경향을 보여주었으며 2회 세척에서 거의 1 ppm 이하의 잔류량을 보여주었고 5회 세척에서는 역시 주방세제 I 과 거의 같은 결과를 보여주었다. 세제용액에 다 침식한 후 잔류량은 침적후 여분의 액을 흔들어 제거한 결과로 흔들어 제거하는데서 오는 차이가 과채류에서는 과채의 외부구조와 모양에 따라 더욱 심한 차가 있었고 식기에서는 차이가 적기는 하나 차이가 나타나고 있어 여분의 세제액을 흔들어 제거하는데 따르는 차이라고 볼 수 있다.

일본의 경우 Smimoto(1975)<sup>4)</sup>은 0.1% 시판세제

**Table 14. Residual Commercial Surfactant for Kitchen (II) on the Tablewares after Washing with Water in Static & Flow State.**

(unit: ppm)

Tableware	Temperature of washing water	Washing condition	Washing hour	Washing times					
				0	1	2	3	4	5
Porcelain bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	2.009	0.874	0.620	0.452	0.302	0.160
			30 Sec.	2.418	0.768	0.620	0.470	0.320	0.198
		Flow state	10 Sec.	1.970	0.658	0.498	0.348	0.225	0.132
			30 Sec.	2.160	0.717	0.538	0.369	0.219	0.113
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.544	1.107	0.933	0.633	0.485	0.338
			30 Sec.	2.872	0.687	0.527	0.385	0.263	0.167
		Flow state	10 Sec.	3.314	0.824	0.169	0.440	0.209	0.159
			30 Sec.	3.160	0.719	0.527	0.385	0.263	0.140
Earthenware bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	2.742	0.815	0.607	0.423	0.273	0.134
			30 Sec.	2.511	0.786	0.595	0.427	0.300	0.208
		Flow state	10 Sec.	1.426	0.446	0.336	0.255	0.279	0.104
			30 Sec.	2.061	0.584	0.416	0.347	0.289	0.260
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.811	0.498	0.338	0.229	0.145	0.087
			30 Sec.	1.860	0.449	0.302	0.215	0.119	0.076
		Flow state	10 Sec.	1.983	0.539	0.414	0.333	0.219	0.144
			30 Sec.	2.041	0.553	0.419	0.309	0.226	0.163
Stainless bowl	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.686	0.445	0.276	0.186	0.161	0.135
			30 Sec.	1.864	0.333	0.236	0.185	0.159	0.147
		Flow state	10 Sec.	3.512	1.017	0.785	0.630	0.514	0.504
			30 Sec.	4.143	1.552	1.150	0.800	0.607	0.426
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	3.264	0.895	0.649	0.467	0.299	0.169
			30 Sec.	3.092	0.616	0.402	0.214	0.092	0.066
		Flow state	10 Sec.	2.793	1.102	0.773	0.566	0.371	0.214
			30 Sec.	3.128	1.042	0.778	0.545	0.338	0.195
Glasses	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	4.777	1.634	1.075	0.868	0.679	0.536
			30 Sec.	4.834	1.624	1.011	0.783	0.611	0.513
		Flow state	10 Sec.	3.753	1.162	0.634	0.428	0.305	0.241
			30 Sec.	3.573	1.462	0.725	0.394	0.296	0.277
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	4.543	1.509	1.032	0.724	0.445	0.256
			30 Sec.	4.932	1.422	0.974	0.432	0.430	0.221
		Flow state	10 Sec.	4.056	1.247	0.960	0.705	0.466	0.319
			30 Sec.	4.368	1.049	0.747	0.496	0.319	0.224

Plastic cup	Cold water (10~15°C)	Static state	10 Sec.	1.265	0.964	0.643	0.504	0.436	0.242
			30 Sec.	1.472	0.914	0.647	0.436	0.324	0.298
		Flow state	10 Sec.	1.493	0.849	0.421	0.402	0.396	0.386
			30 Sec.	1.648	0.965	0.426	0.411	0.404	0.306
	Warm water (40~45°C)	Static state	10 Sec.	1.543	0.852	0.724	0.330	0.314	0.302
			30 Sec.	1.796	0.964	0.433	0.301	0.340	0.298
		Flow state	10 Sec.	1.650	0.884	0.802	0.431	0.304	0.290
			30 Sec.	1.943	0.940	0.554	0.342	0.295	0.224

로 5분간 침적시킨 후 흐르는 물로(1초당 100 ml) 30초간 행굴때 식기류중 도자기와 컵(plastic)의 잔류량은 각각 0.153 ppm 및 0.048  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이었다. 가정 음식점 호텔, 학교 등의 식기잔류량을 조사한 결과 도자기계 식기의 평균잔류량을 조사한 결과 도자기계 식기의 평균 잔류량은 0.382 ppm, 합성수지계 식기는 0.346 ppm, 금속제 식기는 0.178 ppm이라고 보고하였다.

국립위생연구소(1981)<sup>6)</sup>는 AS의 식기의 잔류도를 조사하였다. 탄소수 C<sub>12</sub>, C<sub>13</sub> 각각 59% 및 41%의 AS sodium염 0.05% 및 0.1% 수용액에다 식기로서 플라스틱제 및 유리컵을 사용하여 1~5분간 침적한 다음 흐르는 물로 초당 90 ml에서 30초간 유수 3 L에서 1회 또는 2회 세척하였을때 plastic 및 glass 컵에서 유수에서 0.3 ppm 및 0.1 ppm 이하가 잔류하였다고 보고하였다.

국립위생시험소(1981)<sup>7)</sup> 0.2% Polyoxyethylene 脂肪酸 ester의 세제액에 5분간 침적하고 수도수로 8초 유속이 1000 ml/8초로 30초간 세척할 경우 도자기 접시 1cm에는 0.08  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 플라스틱 그릇은 0.06~0.12  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , glass cup 에서는 0.04~0.08  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 잔류하였으며 또한 3 L의 유수에서는 15초간 2번 씻을 경우 도자기계 접시에서는 0.02~0.06  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 플라스틱계 그릇에서는 0.06~0.12  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 유리컵에서는 0.1~0.12  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  그러나 온수에서 씻을 경우 식기의 잔류량은 확실히 감소되었다. 대체로 식기에 있어서 LAS의 잔류량과 비슷하다고 하였다.

다니드리 등(1981)<sup>8)</sup>은 0.05 및 0.1% AE 용액중

에 도자기계, 유리제, 플라스틱제 식기를 1분간 침적한 후 흐르는 물과 유수로 1분간 세척하였다. 세척방법은 흐르는 물은 초당 90 ml로 5초간 유수는 3 L의 물에서 2번 씻었다. 그 결과 AE의 잔류성은 흐르는 물에서는 0.065~0.950 ppm이 잔류하였고 유수에서는 0.04~2.79 ppm이 잔류하였다. 한편 0.05% 용액중에 침식시킨 후 흐르는 물에서는 0.02~0.04 ppm, 유수에서는 0.006~0.03 ppm이 잔류하였다. 결과적으로 AE 농도가 0.1~0.05%로 씻을 경우 급격히 감소하였다. 또 식기별로 볼 때 유리제 식기가 전체적으로 잔류성이 높은 것을 알 수 있다.

### 3. 안전성 평가

합성세제의 사용증가에 따라 안전성에 관한 관심이 고조되었으며 특히 인간에게 음식물이나 식기 등을 매개하여 섭취될 수 있는 합성세제에 대한 안전성의 문제가 1970년대부터 대두되었다.

과채류에 부착된 농약이나 기생충을 제거하고 깨끗하게 세척하기 위하여 일부 과채류는 주방 등 합성세제로 씻게 되고 또한 주방시설의 현대화에 따라 청결을 위하여 거의 대부분의 주부들이 식기류도 합성세제를 사용하여 세척하고 있다. 그러나 세척과정에서 세제의 과다사용이나 불완전 세척에 의해 과채 및 식기류에 잔류될 수 있는 합성세제 성분의 인체의 흡수 가능성에 대한 우려때문에 이에 관한 조사연구<sup>2-6)</sup>가 외국에서는 이미 이루어진 바 있다.

이들 보고서에서도 연구자에 따라 실험방법 즉 사용 용한 세제의 농도, 침적시간, 세척방법 등이 서로

달라 과채 및 식기류 종류별로 세제성분 잔류량을 수치로서 명확하게 나타내기는 어려우나 일본국립위생시험소는 야채에는 5~10 ppm, 과일에는 2~5 ppm이 잔류한다고 하였으며 자제식기는  $0.382 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  합성수지제 식기는  $0.346 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 금속제 식기는  $0.178 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 가 잔류하는 것으로 보고하였다.

한편 본 조사에서 과채 및 식기류중 세제성분 잔류농도를 보면 5회 세척후 과채류중 잔류농도는 계면활성 성분(원료)은 정수세척시 0.450~13.60 ppm이었다. 또한 상기 1978년 일본국립위생시험소 문헌과 비교하기 위하여 1989년 홍 등의 보고를 참조하여 계산한 농도를  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 환산하면 자제그릇(사기그릇,

뚜껑)이 0.057~0.815 ppm 범위로  $0.051 \sim 0.734 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 스테인레스공기는 0.064~0.186 ppm으로  $0.074 \sim 1.098 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 유리컵은 0.287~0.592 ppm으로  $0.081 \sim 0.342 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이었다.

LAS의 일반조건하에서 안정성을 평가하기 위하여 음료수 및 인체 피부에서 부터 흡수되는 LAS 함량에 관한 보고를 찾아볼 수 없어 일본 동경위생국에서 인용한 일본과학기술행정 보고를 참조하였다. 또한 과채류 섭취량도 1986년 농업진흥청 보고와 1988년 보사부 보고를 인용하였다.

농업진흥청 보고에서는 야채 및 과일 섭취량이 각각 142.86 g 및 75.26 g으로 보고되어 있다. 반면에 1988년도 보사부 보고에서는 야채를 신선품 126 g과 제조품 123 g으로 분류하고 있으며 과일은 81 g이라고 보고되어 있다. 우리나라에서는 김치, 깍두기, 나물무침 등 제조품은 대체로 조리예 앞서 세제를 사용하지 않고 다만 생야채인 경우 세제로 세척하고 있는 것으로 사료된다.

이러한 관점을 감안하여 보사부 보고에서 생야채 및 조리품을 합한 량과 생야채만을 취하여 섭취량 계산을 하였다. 이 결과 일본의 대판 및 동경위생국 보고와 농진청 보고를 인용한 우리나라 1일 섭취량 및 보사부의 생야채 및 조리품 합계와 생야채만으로 계산한 수치는 각각 다음과 같으며

이를 토대로 한 안전율을 계산하면 다음과 같다.

동경위생국(1973) 1인 1일당 LAS의 최대섭취량은 야채에서 10.8 mg, 과일 0.03 mg, 식기에서 0.3 mg, 음료 0.4 mg, 피부 0.046 mg이며 합계 14.546 mg/일로 추정되고 있다. 또한 대판부위생부(1977)에서는 LAS의 1일당 섭취량은 야채 및 과일에서 0.910~2.639 mg/1인, 식기에서 0~6.342 mg/1인, 음료에서 0.01~0.12 mg/1인이며 피부에서는 동경위생국에서와 같이 0.046 mg/1인으로 나타났으며 합계는 9.12 mg/1일/1인이었다.

이상의 결과를 日本 1인의 평균체중을 50 kg으로 할 때 동경도 위생국 보고에서는  $0.29 \text{ mg/kg/日}$ 이었고 대판부 위생부는  $0.18 \text{ mg/kg/日}$ 로 계산된다. 우리나라에서는 보사부 국립영양보고 기준을 참조할 때  $0.190 \text{ mg/kg/日}$  및  $0.186 \text{ mg/kg/日}$ 이었으며 농진청보고를 기준할 때는  $0.192 \text{ mg/kg/日}$  및  $0.196 \text{ mg/kg/日}$ 로 나타났다. 이들로부터 안전율을 구하면 최대 무작용량을 인체 최대섭취량으로 할 때 동경도 위생국은  $300 \text{ mg/kg/日} / 0.29 \text{ mg/kg/日} = 1.030$ 이었고 대판부 위생부는  $300 \text{ mg/kg/日} / 0.18 \text{ mg/kg/日} = 1.667$ 이며 우리나라는 보사부 및 농진청의 보고를 참조할 때 1.58, 1.61이며 1.56, 1.53으로서 WHO에서 식품첨가물 안정성 평가기준으로 하고 있는 안전율 100배 보다도 현저히 높게 나타났으므로 안정성이 확보되었다고 사료된다.

앞으로 일반적으로 널리 사용되는 과채류와 식기 등 그리고 우리나라 상수중에 함유된 세제의 함량과 우리나라 사람의 피부를 경유하여 흡수되는 세제의 함량을 면밀히 조사한 자료로 안정성 평가를 하여야만 보다 정확한 결과가 나오리라고 사료된다.

## 결 론

4종 합성세제원료와 2종 주방용 세제상품의 0.4% 세제용액에 30초 동안 침적된 여러가지 과채류와 식기류를 서로 다른 조건에서 세척한 후 세제

성분의 잔류성을 비교 조사하였다.

정수상태와 유수상태에서 세척된 과채류중 세제 성분의 잔류농도는 각각 0.409~7.125 ppm과 0.343~6.375 ppm이었으며, 과채류별 세제성분의 잔류농도는 분지가 많은 쪽에서 표면이 매끄러운 토마토나 오이 등에서 보다 높게 나타났다.

냉수로 세척한 식기류중 세제의 잔류농도는 정수상태와 유수상태에서 각각 0.057~0.815 ppm과 0.066~0.905 ppm이었으며, 온수로 세척한 식기류중 세제의 잔류농도는 정수상태와 유수상태에서 각각 0.061~0.424 ppm과 0.066~0.368 ppm이었고, 온수가 냉수보다 우수한 세척효과를 보였다.

## REFERENCES

1. 東京都衛生局；中性洗劑に關する調査研究の結果について、實態調査及び附中性洗劑による野菜れの洗淨について、135-147 (1973)
2. 国立衛生試験所；洗劑(LAS)の野菜ハの殘留試験，合成洗劑の成果，科學技術庁研究調整局編 (1978)
3. 国立衛生試験所；AESおよびAOSの殘留試験，合成洗劑の研究成果，科學技術庁研究調整局編，298-302 (1978)
4. 住本建夫，今井田雅示，田政晴，矢田光子，長谷川利雄，国田信治；食品及び食器の殘留ABSの定量と検討，大阪府立公衛研究所報，食品衛生編，6, 59-64 (1975)
5. 池辺克彦，田中元雄，田中涼一，国田信治；高速液體クロマトグラフィーによるアルキルベンゼンスルホン酸鹽の定量(第2報)，大阪府立公衛研究所報，食品衛生編，7, 31-36 (1976)
6. 国立衛生試験所；アルキル硫酸メトリウム(AS)の殘留性，合成洗劑用 界面活性劑の安全性に關する研究，厚生省 環境衛生局 食品化學課編，59-68 (1981)
7. 国立衛生試験所；ポリオキシエチレン脂肪酸 エステルの殘留性，合成洗劑用 界面活性劑の安全性に關する研究，厚生省 環境衛生局 食品化學課編，206-211 (1981)
8. 谷村顯雄，原田基夫，神藏美枝子 等；ポリオキシエチレンアルキルエーテルの殘留性，合成洗劑用 界面活性劑の安全性に關する研究，厚生省 環境衛生局 食品化學課，36-41 (1981)
9. 洪思澳 等；合成洗劑에 의한 水質汚染과 安全性에 關한 研究，成均館大學校 藥學研究所，40-44 (1989)