

## 合成洗劑의 汚染과 上水淨水處理에 의한 그 除去效果에 관한 調査研究

權 肅 杓·鄭 勇 沈 吉 淳

延世大學校 醫科大學

서울大學校 藥學大學

(Received July 30, 1977)

Sook Pyo Kwon, Yong Chung (*College of Medicine, Yonsei University, Seoul 120*) and Kyl Soon Sim (*College of Pharmacy, Seoul National University, Seoul 151*): Studies on Pollution and Reduction of Synthetic Detergents by Tap Water Treatment.

**Abstract**—This investigation was undertaken from February 1976 to September 1976. The detergents in municipal sewages from the Chung Kae Stream, Ahn Yang Stream, and Bong Won Stream were determined at 1.5 ppm, 0.93 ppm, and 3.36 ppm in average respectively. The concentrations of detergents determined in the Han river were 0.013 ppm of Kwang Na Ru, 0.11 ppm of Duk Do, 0.370 ppm of Bo Kwang Dong, and 0.285 ppm of Ka Yang Dong basin respectively. And the potable waters of Sung Book Ku and Sung Dong Ku from Ku Eu water pumping station located up-stream of the Han river were less polluted at 0.045 ppm and 0.037 ppm in average. Young Deung Po Ku and Su Dae Moon Ku had been relatively polluted at 0.181 ppm and 0.133 ppm. The coagulant, alum [ $Al_2(SO_4)_3$ ] could eliminate the small amount of detergent by coagulation. The eliminated rates were about 13% by 5 ppm and 22.7% by 20 ppm of aluminum sulfate in sewage contained 10 ppm of turbidity. The sand and the charcoal adsorbed some detergent as the follow-

ing Langmuir's equations:

For the sand,  $m/x=0.029 \times 1/Ce^{-11.43}$

For the charcoal,  $m/x=2.705 \log 1/Ce-5.46$

Where  $m$ : amount of sand and active carbon used(g)

$x$ : amount of detergent adsorbed from liquid(g)

$Ce$ : concentration in the liquid at equilibrium(moles)

The adsorption effect of sand would be neglected. In the low concentration of detergent solution, one gram of active carbon adsorbed 0.263 g of detergent. It was determined that one gram of chlorine reduced 5.5 g of DBS in keeping up 0.2 ppm of residual chlorine by disinfection process with chlorine compound.

세계 제 2 차대전 이후 油脂생산이 수요에 따르지 못하고, 合成洗劑는 유지비누가 갖지 못한 여러가지 장점때문에 그 수요가 급증하고 있다.

합성세제는 세물, 산, 알카리에서도 세척효과가 좋고 섬유질을 윤택하게 표백하는 장점을 갖고 있으며 반면에 유지비누는 세척후 잔여분이 남아 섬유를 황변케 하는 단점을 가지고 있다<sup>1)</sup>.

우리나라에서도 1966년도에 처음으로 합성세제를 생산하기 시작하여 그 생산량은 날로 증가하여 1975년도말 현재 30, 120톤에 이르고 있다.

이러한 合成洗劑 사용량의 증가는 都市 주변의 河川 및 上水源에도 합성세제의 오염현상이 측정되기에 이르렀다. 즉 釜 등은 이미 1971년도와 1972년도에 걸쳐 서울특별시 下水排水川의 합성 汚染度가 1.14~2.70 ppm 이었고 이때 한강수를 源水로 사용하는 각 淨水場에 0.12~1.27 ppm의 합성세제가 源水에 오염되었었다고 보고<sup>2)</sup>하였고, 그후 河川水 및 給水源의 오염에 대한 많은 보고들이 있다<sup>3-5)</sup>. 이러한 합성세제의 오염현상은 각종 피해를 일으킨다고 한다. 합성세제, 특히 ABS(alkyl benzene sulfonate)는 자연중에서 분해가 어려워 급수원에 오염되면 上水에 까지 영향을 미치며 이를 또한 飲用하는 경우 생체내에서 분해가 어렵고 생체에 친화력이 크므로 그로 인한 만성적 기능저하를 이룰 수 있다고 한다<sup>6)</sup>. 소량의 ABS는 직접적으로 사람 및 기타 포유동물에는 피해가 적으나 3, 4-benzpyrene 과 같은 發癌物質과 혼입되는 경우 3, 4-benzpyrene 의 단독투여보다 그 發癌率이 훨씬 높은 발병율을 나타낸다는 보고가 있다<sup>7)</sup>.

뿐만 아니라 합성세제의 下水중의 과도한 오염은 하수처리 과정중 曝氣時에는 발포하여 오물 처리에 지장을 주며 오물을 포함한 기포는 주위에 비산하여 環境汚染을 일으킨다. 汚物을 함유한 氣泡는 미관을 해치며 하수나 각종 폐기물로부터 유래되는 病原性 微生物 및 有機物을 전파하는 역할을 한다. 합성세제로 오염된 물은 악취를 동반하여 불쾌한 맛을 준다고 한다<sup>8,9)</sup>.

이러한 合成洗劑에 대하여 선진 각국에서는 하천 및 상수의 오염도를 규제하고 있는 실정이며 硬性洗劑에서 자연중에서 분해가 용이하다는 軟性洗劑로 대체하고 있다고 한다.

그러나 우리나라에서는 아직 합성세제의 오염도 규제 또는 합성세제의 代替에 대한 구체적인 합리적 方案이 없다고 보겠다.

앞으로 이러한 方案을 위하여서는 현재 사용하고 있는 합성세제에 대한 충분한 평가가 있어야 할 것이다.

따라서 본 합성세제의 上水汚染 및 그 처리에 관한 연구는 수질오염 방지와 상하수처리에 기초적 자료로 제공될 것이라 믿어 수행되었다.

## 實驗方法

**都市下水중의 合成洗劑 汚染度 調査**—1976년 9월 1일부터 9월 30일까지 4회에 걸쳐 청계천 오관수다리, 안양천 양화교 및 신촌동 奉원천에서 시료를 채취하고 이들중의 합성세제 양을 MBAS(methylene blue activated substances)로 측정하였다<sup>10)</sup>. 또한 도시주택지구로부터 하수로 배출되는 합성세제의 양의 시간적 변화를 조사하기 위하여 연 2일간 매 시간간격으로 합성세제의 양을 측정하였다.

**河川水중의 合成洗劑의 汚染度 調査**—서울특별시 관내를 유통하는 한강수의 합성세제의 오염도에 관하여 1976년 7월부터 9월까지, 광나루, 뚝도, 보광동, 제 1 한강교 및 가양동에서 각기 MBAS 농도로 측정하였다.

**上水중의 合成洗劑 汚染度 調査**—하천수의 합성세제 오염도 조사기간중 서울특별시 상수관내에의 給水栓에서 수도물을 채취하여 이들에 대한 합성세제의 오염도를 또한 MBAS 농도로 측정하였다.

**上水處理過程중 合成洗劑의 除去**—응집제에 의한 합성세제 제거는 상수 처리시 응집제로 사용되는 유산반토[ $Al_2(SO_4)_3$ ]의 합성세제 제거효과를 보기 위하여 합성세제를 함유한 하수, 그리고 kaolin 으로 조정된 탁도 10 ppm 인 시료수에  $Al_2(SO_4)_3$ 를 5, 10, 15 및 20 ppm 을 가하고 응집침전후 제거된 합성세제양을 측정하였다.

**濾過媒質에 의한 合成洗劑 吸着能 檢査**—정수처리시에 사용되는 여과사(모래) 및 활성탄에 대한 합성세제 흡착효과를 Langmuir 의 adsorption isotherm model 에 따라 측정하였다<sup>11)</sup>.

즉 일정량에 잘 건조된 매질을 각 농도가 다른 합성세제액에 가하고 30분간 방치하고 여과한 후 여액으로부터 남은 합성세제양을 측정하여 이들을 Langmuir 의 공식에 넣어 그들의 각 상수를 구하였다.

**鹽素消毒에 의한 合成洗劑 分解度 調査**—염소화합물(고도표백분,  $CaOCl_2$ )을 합성세제(dodecyl benzene sulfonate)가 함유된 시료에 가하고 잔류염소가 0.2 ppm 이상 잔존케 하였을 때의 합성세제 분해도를 조사하였다. 이때에 합성세제에 의한 염소 소모량도 계산하였다.

## 結 果

**都市下水중의 合成洗劑汚 染度**—서울特別市の 주택 및 상가지역을 관류하는 淸溪川의 合成洗劑의 汚染度는 다음 Table I와 같이 조사기간동안 0.130~2.150 ppm 이었고 공업지역의 廢水排水下水川인 安養川은 0.480~1,230 ppm 을 나타내었으며 주로 주택지구인 신촌동 奉元川은 1.94~4.80 ppm 을 나타내었다.

Table I—The synthetic detergent in municipal sewage

(Unit : MBAS, ppm)

Sampling date Sampling point	1976	Aug. 6	Sep. 20	Sep. 28	Average	Range
	July 23					
Chung Kae Stream	1.810	1.870	0.130	2.150	1.490	0.130~2.150
Ahn Yang Stream	1.230	1.130	0.870	0.480	0.928	0.480~1.230
Bong Won Stream	4.800	1.940	3.770	*2.940	3.363	1.940~4.800

그리고 주로 주택지구인 신촌 일대로부터 배출되는 합성세제의 시간별 변화를 보면 다음 Fig. 1과 같이 오전 10시와 12시에, 그리고 오후 4시에 그 배출량이 대체로 높은 경향이 있었다.

이때 最高汚染度는 4.80 ppm 이었으며 50% 出現汚染度는 2.25 ppm 이었다(Fig. 2).

**漢江水의 合成洗劑의 汚染度**—서울특별시 관내를 통하는 한강수중 上水取水源이 있는 광나루, 뚝도, 보광동, 제 1 한강교 및 가양동 水域에서 강물主流 中心部에서 채취된 試料에 대한 합성세제 및 기타의 水質汚染도를 측정한 결과 다음과 같다.

즉 Table II에서 보는 바와 같이 한강수중 비교적 상류인 광나루 및 뚝도의 합성세제는 평균 0.013 ppm(범위; 불검출~0.42 ppm) 및 0.011 ppm(범위; 불검출~0.026 ppm)으로 비교적 오

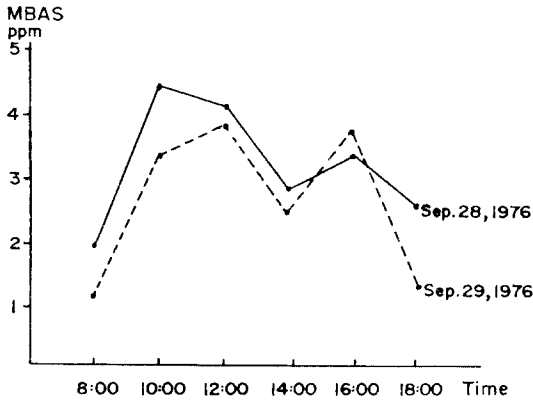


Fig. 1—The daily variation of synthetic detergent discharge in municipal sewage (Bong Won Stream, Seoul)

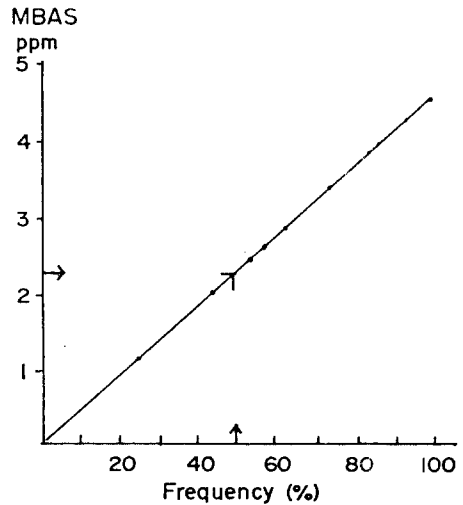


Fig. 2—The frequency of synthetic detergent in municipal sewage (Bong Won Stream, Seoul)

염이 적었다.

그러나 보광동, 제 1 한강교 및 가양동 수역

Table II—The synthetic detergent pollution in the Han River

(MBAS, ppm)

Sampling Date	1976	Aug. 6	Sep. 20	Sep. 28	Average	Range
Sampling point	July 13					
Kwang Na Ru	0.010	N.D.	N.D.	0.042	0.013	N.D.~0.042
Duk Do	N.D.	0.019	N.D.	0.026	0.011	N.D.~0.011
Bo Kwang Dong	0.420	0.422	0.230	0.390	0.370	0.230~0.422
The 1st Bridge	0.180	0.030	0.060	0.258	0.125	0.030~0.258
Ka Yang Dong	0.240	0.190	0.160	0.548	0.285	0.160~0.548

N.D. : Not detected

은 매우 그 오염도가 높아 자기 평균 0.370 ppm, 0.125 ppm 및 0.285 ppm 이었다.

이중에서 가양동 수역에서는 0.548 ppm 이 측정된 경우도 있었다.

또한 漢江水質汚染度는 다음 Table III 와 같이 역시 상류인 광나루 및 뚝도에 비하여 보광동, 제 1 한강교 및 가양동수역의 오염도가 높았다.

각 조사수역별 수질오염도에 따라 합성세제의 오염도도 증가하였다.

즉 溶存酸素가 낮을수록 BOD, COD, PO<sub>4</sub><sup>---</sup>, NH<sub>3</sub>-N 및 세균수가 높을수록 그와 相關性 있게 比例하여 합성세제의 농도도 높았다(Fig. 3). 이와같은 현상은 都市排水 川의오염에 의한 것이라 하겠다.

上水중의 合成洗劑 汚染度—서울特別市 上水給水栓에서 채취된 음료수에 대한 합성세제의 오염도를 측정한 결과 다음 Table IV 와 같은 성적을 얻었다.

즉 성북구 및 성동구의 수도물의 합성세제 오염도는 매우 낮은 평균 0.045 ppm 및 0.037 ppm 이었다. 성북구 및 성동구는 구의수원지로부터 보급되는 지구이다. 그러나 영등포구, 마포구 및

Table III—The water pollution analysis in the Han river

(July 23~Sep. 28, 1976)

Item	pH	DO (ppm)	BOD (ppm)	COD (ppm)	Cl <sup>-</sup> (ppm)	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> (ppm)	NH <sub>3</sub> -N (ppm)	SS (ppm)	일반세균 (No./ml)	대장균 (No./ml)
Kwang Na Ru	6.9	8.5	6.5	8.9	13.8	0.08	0.312	112.5	132	522
Duk Do	6.9	8.5	9.8	9.8	15.4	0.06	0.414	162.5	223	330
Bo Kwang Dong	6.9	6.8	18.0	10.0	17.9	0.32	1,677	362.5	6,300	3,300
The 1st Bridge	6.8	7.3	13.0	10.8	20.5	0.16	1,206	275.0	188	3,156
Ka Yang Dong	7.0	6.8	24.0	24.9	24.3	0.39	1,659	216.6	2,427	4,300

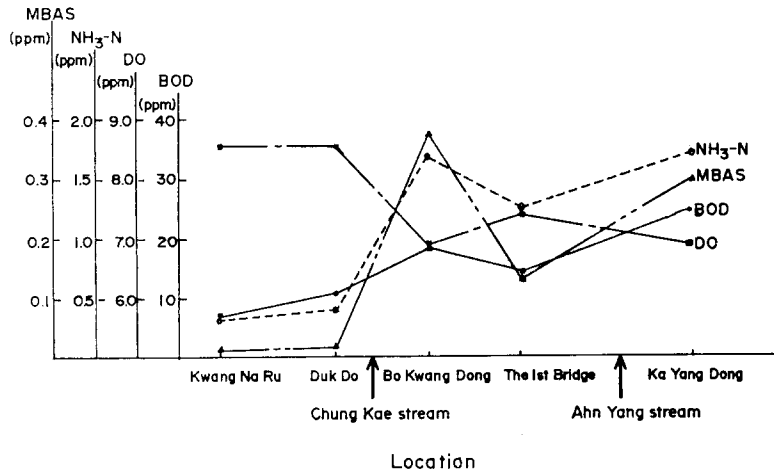


Fig. 3—The relationship between pollution indices and synthetic detergent in the Han river (1976)

서대문구 일대의 수도물은 그 오염도가 비교적 높아 0.100~0.197 ppm이었다. 이곳들은 漢江水 汚染度가 비교적 높은 영등포 수원지 및 보광동 수원지로부터 상수를 공급받는 지역이다.

각 調查地區 上水중의 合成洗劑汚染度는 상수원에게 취수되고 처리된 전후과정을 맞추어 측정 한 것이 아니고 하천수와 상수는 따로따로 채수한 것이므로 엄격한 비교는 하기 힘들다 대체로 수질오염도가 높은 하천급수지역으로부터 처리된 상수도 역시 그 합성세제의 오염도가 높았다.

上水處理에 의한 合成洗劑 處理效果—응집제에 의한 합성세제 처리: 유산반토[ $Al_2(SO_4)_3$ ]를 합성세제(ABS)가 함유된 下水 및 汚水(kaolin으로 濁度를 10 ppm으로 맞추는것)에 가하고 jar tester에서 10분간 교반후 오물을 30분간 정지한 후에 제거된 합성세제의 양을 측정 한 결과는 다음 Table V와 같았다.

즉 유산반토 첨가량에 따라 함유된 합성세제의 감소율도 증가하였다.

濾過媒質의 合成洗劑吸着效果: 上水處理過程중 濾過媒質로 사용되는 모래 및 활성탄의 合成洗劑 흡착능을 조사한 결과는 다음 Table 과 VI 같다.

Table IV—The synthetic detergent in tap water in Seoul

(MBAS, ppm)

Sampling point	No. of Sample	Average	Range	Water source
Sung Dong Ku	4	0.037	0.035~0.037	Ku Eu Station
Sung Book Ku	2	0.045	0.042~0.048	Ku Eu Station
Jung Ku	2	0.117	0.074~0.186	Ku Eu or Duk Do Station
Chong Ro Ku	4	0.107	0.090~0.123	Ku Eu or Duk Do Station
Ma Po Ku	4	0.131	0.100~0.161	Bo Kwang Station
Su Dae Moon Ku	4	0.133	0.120~0.148	Bo Kwang Station
Young Deung Po Ku	3	0.181	0.153~0.197	Yeung Deung Po Station

Table V—The reduction of synthetic detergent by flocculation of  $Al_2(SO_4)_3$ 

(MBAS, ppm)

Sample	Turbidity (ppm)	$Al_2(SO_4)_3$ added (ppm)				
		0	5	10	15	20
Sewage 1	12.0	9.48	6.94	7.63	6.35	6.65
Sewage 2	16.0	7.07	7.21	6.20	6.83	6.32
Kaolin	10.0	8.68	7.74	7.18	6.42	6.53
Average		8.41	7.39	7.01	6.53	6.50
Reduction rate (%)			13.20	16.65	22.35	22.71

즉 배질의 양이 적을수록 단위 합성세제의 흡착력이 높았다.

합성세제가 0.5g 포함된 200ml의 물에 대한 황산탄 1g이 합성세제를 흡착할 수 있는 양은 0.263g이었고 모래 1g은 1.03mg이었다. 모래의 합성세제 흡착력은 매우 적으나 상수처리과 경중 여과시설의 미질의 대부분이 모래이므로 약간의 합성세제 제거능이 있다고 보겠다.

그리고 황산탄 및 모래의 合成洗劑 吸着能에 대한 시험의 相關關係를 Langmuir 공식에 대입하여 구하여 보면 다음 Fig. 4 및 Fig. 5과 같이 매우 높은 相關을 가진 比例式을 구할 수 있었다.

사용한 배질( $m$ :g)에 대한 흡착된 합성세제의 양( $x$ :g)은 처리한 용액에서 흡착되고 남아 평형을 이룬 합성세제의 농도( $C_e$ :mol)와의 관계는 다음과 같았다.

황산탄에 대한 관계식(Langmuir 식)은  $m/x = 2.705 \log 1/C_e - 5.46$ 이었고

모래에 대한 관계식은  $m/x = 0.029 1/C_e - 11.43$ 이었다.

鹽素消毒에 의한 合成洗劑 分解—합성세제(DBS)가 10 ppm씩 함유된 용액 100ml에 고도로 백분을 가하여 유리잔류염소(free residual chlorine)가 0.2 ppm 이상 잔존하도록 하였을 때의 합성세제 분해정도를 측정하여 본 결과 다음 Table VII과 같은 결과를 얻었다.

즉 잔류염소가 0.20 ppm이 되도록 처리한 경우 실제 소모한 염소( $Cl_2$ ) 1g은 DBS 5.5g을 분해하는 결과가 된다.

일정한 용의 합성세제에 염소를 증가시켜 처리한 효과는 전체적으로 합성세제 제거율은 증가되는 현상이었다.

Table VI—The detergent adsorption of active carbon and sand

Filter media	Amount of media (g)	Detergent added (g/200ml)	Detergent adsorption (g)	Unit adsorption of detergent (MBAS g/g)
Active carbon	1	0.5	0.263	0.263
	3	0.5	0.493	0.164
	5	0.5	0.4996	0.100
Sand	20	0.1	0.0212	0.00106
	40	0.1	0.0073	0.00037
	80	0.1	0.0043	0.00022

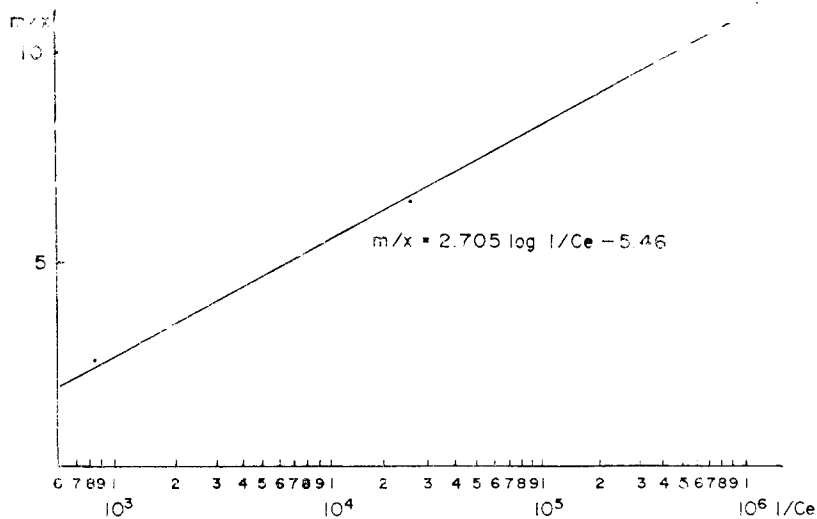


Fig. 4—The isotherm of active carbon on synthetic detergent (ABS)

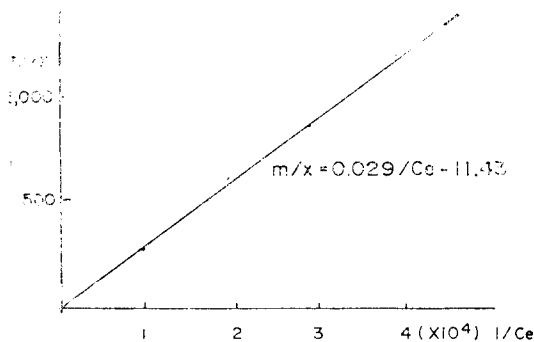


Fig. 5—The isotherm of sand on synthetic detergent (ABS)

本 結果에서와 같이 현재 서울특별시 및 인천지구의 급수원인 한강수 및 상수에서 합성세제의 오염도가 측정되었다.

현재 WHO 및 미국에서는 하수 및 음료수에서의 合成洗劑 汚染度는 0.5 ppm 이상을 초과치않도록 권고하고 있다.

대체로 서울특별시관내 한강수의 합성세제의 오염도는 0.5 ppm을 하회 하고는 있으나 보광동 수역이하는 그 오염도가 0.03~0.548 ppm으로 매우 오염도가 높다고 하겠다.

Table VII—The reduction of synthetic detergent (DBS) by chlorination

(at 20°C)

DBS added		Cl <sub>2</sub> added		Residual chlorine ppm	Chlorine demand		DBS reduction (%)	Unit reduction DBS g/Cl <sub>2</sub> g
ppm	mg/100ml	ppm	mg/100ml		ppm	mg/100ml		
10.0	1.0	0.40	0.040	0.2	0.2	0.02	12.7	5.5
10.0	1.0	0.55	0.055	0.25	0.3	0.02	14.2	4.2
10.0	1.0	0.90	0.090	0.5	0.4	0.04	15.3	3.3
10.0	1.0	2.20	0.220	1.0	1.2	0.12	16.0	1.2

## 考 察

특히 제 2 한강교 하류 가양동 수원지유역의 오염도가 높은 것은 서울특별시 한강수역의 최말단부로서 각종 都市排水川의 영향을 가장 심하게 받으며 더우기 황해의 感潮現象을 받아 밀물과 썰물이 교차되는 시간은 거의 한강수의 流水速度가 침체되어 오염물들이 모여서 침전되기 때문으로 생각된다. 그러므로 이곳에서 取水하며 給水하는 김포 및 부평淨水場은 합성세제 제거를 위한 상수처리에 대비하여야 할 것이다.

과거 한강수의 합성세제 오염도 조사성적을 종합하여 보면 Table VIII 과 같이 1972년도 이후에 합성세제 오염도 증가 추세를 논의하기는 어렵다. 그러한 현상은 합성세제 생산량과 비교하여 볼 때 1973년도에 가장 많은 생산량인 연간 38,811%를 정점으로 1974년도에는 31,744%, 1975년도에는 30,120%로 그 생산량이 수요의 감소로 약간 감소한 경향이 있었기 때문이다.

Table VIII—Summary of synthetic detergent pollution in the Han river

Sampling point Date	Ku Eu	Duk Do	Bo Kwang Dong	No Ryang Jin	Ka Yang Dong	Reference
Dec. Jan. 1971~72	1.27	2.0	0.18	0.12		Kim, D.M, <i>et al.</i> (2)
June. Nov. 1972~72		0.01~0.12	0.02~0.15			Hong, S.W, <i>et al.</i> (3)
Aug. Oct. 1972~72	0.00~0.08	0.00~0.06	0.16~0.42	0.20~0.44	0.16~0.42	Kwon, S.P. <i>et al.</i> (4)
May. Nov. 1973~73	0.018 (0.0~0.04)	0.027 (0.01~0.05)	0.180 (0.09~0.38)	0.200 (0.14~0.30)		Whang, S.P, <i>et al.</i> (5)
Dec. July. 1974~75	0.067 (0.06~0.08)	0.072 (0.06~0.09)	0.162 (0.130~0.22)	0.147 (0.05~0.230)	0.485 (0.16~1.24)	Kwon, S.P, <i>et al.</i>
July. Sept. 1976~76	0.013 (0.0~0.042)	0.011 (0.0~0.011)	0.370 (0.23~0.422)	0.125 (0.03~0.258)	0.285 (0.16~0.548)	this study

## Average (Range)

그리고 漢江水汚染의 原因인 서울특별시 각 排水川流域으로부터 배출되는 합성세제양을 계상하면, 청계천에서 1일 0.75 ton, 안양천에서 0.3 ton, 그리고 신촌의 봉원천에서 17.5 kg 이 한강으로 배출되고 있다.

이것은 주변인구 1인당 1일 배출량으로 환산하면 다음 Table IX같이 청계천에서는 0.44 g, 안양천에서는 0.3 g 그리고 봉원천에서 0.44 g이다.



대체로 그유역이 주택 및 산가가 중심인 청계천 및 봉원천이 공장지대인 안양천보다 1인 1일 배출량이 많다.

Table IX—The discharge amount of synthetic detergent from municipal sewage in Seoul

Sewage stream	Population (million)	Sewage discharge (m <sup>3</sup> /day)	Detergent nollution (MBAS, ppm)	Total discharge of detergent (ton/day)	Population equivalent of detergent discharge (MBAS g/Capita)
Chung Kae Stream	1.7	500,000	1.5	0.75	0.44
Ahn Yang Stream	1.0	300,000	1.0	0.3	0.30
Bong Won Stream	0.04	5,000	3.5	0.0175	0.43

여기서 總合成洗劑 1975년도 生産量 약 30,000 ton 중 서울특별시 인구가 使用하는 합성세제의 양인 약 10,000 ton 과 비교하여 보면 일인 1일당 合成洗劑 使用量은 약 3.9g이며 下水로 排出되는 양은 그의 약 10분의 1인 0.4g이 된다.

이러한 각 배하수천으로부터 합성세제 배출량과 한강수량에 따른 오염도를 추산하여 보면 다음과 같다.

즉 서울특별시의 배하수천에서 배출되는 合成洗劑은 1일 2.8 ton 이 되며 이것이 年平均水量 1일 약 5,000만 m<sup>3</sup>의 한강수에 유입되면 0.056 ppm의 汚染도를 나타낸 것이며 또한 最低湧水期인 1일 약 1,000만 m<sup>3</sup>에 유입되면 0.28 ppm을 나타내게 되는 결과가 된다.

이상의 추계는 도시배하수천의 분조사기간동안의 합성세제오염도가 청계천이 평균 1.5 ppm, 안양천이 0.9 ppm, 그리고 봉원천이 3.4 ppm인 경우에 계산한 것이나 과거의 배하수천의 오염도 조사결과 및 조사자에 따라 그 한강수질 오염도는 보다 높게 추산될 수 있다.

이상의 고찰할 단점에서 앞으로 수질오염방지를 위한 합성세제의 배출량 규제, 사용 규제, 또는 생산량 규제 등은 지방 혹은 유역마다 그 河川의 流出量과 排水用의 排出量에 따라 각기 다르게 規制되어야 할 것이고 이를 위하여 항상 수질오염도를 測定하고 評價하여야 할 것이다.

그리고 상수처리시의 제재의 처리과정으로 합성세제를 적게 처리할 수 있는가 또는 있으면 그 효능이 얼마나 되는가를 검토한 결과 분조사 결과와 같이 약간의 處理成績을 얻었다.

즉 上水處理에서 유산암포 약품처리도 약 13%, 이과배길인 모래에 의하여 매우 적은 除去率(무시할 정도임), 그리고 염소소독으로 잔류염소 0.2 ppm을 유지할 때 약 12.7%의 제거효과를 보였다.

이러한 결과는 김<sup>2)</sup>이 조사 측정된 실제 淨水場에서 上水源水에 대한 合成洗劑 除去效果 30%의 원인 과정으로 생각되며 이는 제재의 상수처리과정으로 어느 정도의 靛往合成洗劑의 제거가 가능하다는 것을 말하여 준다.

그러나 제재의 上水處理方法으로는 합성세제의 완전제거 처리가 불가능하므로 앞으로 合成洗劑의 除去를 위하여 본 실험결과 성격이 양호한 환성탄의 이용이 검토될 수 있을 것이다.

## 結 論

合成洗劑 使用量의 증가와 더불어 廢下水 및 공공수역에서의 합성세제의 汚染度가 높아, 현재 水質汚染度의 증가와 함께 水資源利用의 장애 및 상수에까지 오염이 되는 현상이 보고되고 있는 실정이다.

따라서 현재의 上水源水 및 上·下水中에서 合成洗劑汚染物質을 측정하고 이들의 淨水處理 過程중의 분해제거 현상을 측정함은 매우 의미있는 일이라 생각되어 본 연구가 수행되었다.

本 調査研究期間은 1976년 2월 1일부터 1976년 9월 30일까지 수행되어 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 서울특별시 관내중 상류에 위치한 광나루 및 북도 수역은 비교적 그 오염도가 낮아 평균 0.013 및 0.011 ppm 이었고 정제천의 영향을 받는 보광동수역은 평균 0.370 ppm 이었으며 하류의 가양동수역은 평균 0.285 ppm 이었고 이곳에서는 조가기갈농도에 0.548 ppm 의 오염도를 나타낸 경우도 있었다.

이들 하천수의 합성세제의 오염도는 수질오염도와 서로 상관성있는 증감현상을 보였다. 즉 BOD 및  $\text{NH}_3\text{-N}$  등이 높고 D.O.가 낮은 수역은 MBAS 농도도 높았다.

2. 도시 배하수천의 합성세제의 오염도를 보면 정제천은 평균 1.5 ppm(범위, 0.180~2.150 ppm), 안양천은 평균 0.93 ppm(범위 0.180~1.230 ppm) 이었고 천은 봉원천은 평균 3.36 ppm(범위 1.940~4.800 ppm)이었다.

이때의 주택 및 상가에서 배출되는 합성세제는 1인 1인당(population equivalent) 0.4g 이었으며 공업지역에서는 1인 1인당 0.3g 이었다. 이는 합성세제 사용량의 약 1/10가 하수천으로 배출되는 결과이다.

3. 상수중의 합성세제오염도를 보면 비교적 한강상류에 위치하며 수질오염도가 낮은 공수원으로로부터 취수하는 광나루 수원에서로부터 공급받는 성북구와 성북구의 상수는 역시 그 오염도가 낮아 평균 0.045 ppm, 0.037 ppm 을 나타내었으나 영등포 및 보광동 수원에서로부터 상수를 공급받는 영등포구와 서대문구는 그오염도가 비교적 높은 평균 0.181 ppm, 0.133 ppm 이었다.

4. 상수처리에 의한 합성세제처리효과를 보면 유산반포의 합성세제 응집처리 효과를 보면 20 ppm 의 유산반포에 의하여 22.7%가 제거되었다.

여과처리시 사용되는 배질 모래에 의하여서는 매우 적은 농도의 합성세제를 흡착하였다. 즉 모래 1g 은 1.06 mg 의 합성세제를 흡착하였으며 이에 대하여 배질(m)에 대한 흡착된 합성세제(x)와의 관계식은  $m/x=0.029 \times 1/Ce - 11.43$  이었다.

이때 Ce 는 용액에서 합성세제가 흡착되고 남아 평형을 이룬 농도이다.

또한 배질 활성탄은 매우 그 흡착도가 높아 1g 의 활성탄이 0.293 g 의 합성세제를 흡착하였으며 이때의 관계식은  $m/x=2.705 \log 1/Ce - 5.46$  이었다.

한편 상수처리시 염소독하여 잔류염소가 0.2 ppm 유지시키면 염소 1g 당 오염된 DBS 는 5.5 g 분해시킨다.

본 조사 연구를 수행하는데 연구비를 지원하여 주신 과학기술처에 심심한 사의를 표하며 또한 시종 연구를 적극 도와준 연세대학교 공해연구소 차영희선생에게 감사사를 드립니다.

## 文 獻

1. Fair and Geyer, *Water Supply and Waste Water Disposal*, Wiley, New York, 1963, p-564.
2. 김동민, 배은상, 김영환, 대한토목학회지, 1972, p-207.
3. 임의기, 홍사욱, 윤수홍, 한국목수학회, 5, 3 1972.
4. 권숙표, 정용 외, 한강하류수질오염도조사연구(인천시), 1972.
5. 황영식, 백남훈, 김중택, 국립보건연구원보 10, 285 (1973).
6. D.E. Franciso, and C.M. Weiss, *J. Water Poll. Control Fed.*, 45, 480 (1973).

7. Borneff, *Arch. Hyg. Bakt.*, **144**, 249 (1966).
8. F.J. Coughlin, *Amer. J. Public Health*, **55**, 760 (1965).
9. R.L. Woodward, H.E. Stokinger, and D.L. Birmingham, *Arch. of Environ. Health*, **8**, 584 (1964).
10. APHA, AWWA, WPCF, *Standard Methods for the Examination Water and Waste-Water*, 13th ed., 1971, p-339.
11. S.D. Fanst and J.V. Hunter (editor), *Principles and Application of Water Chemistry*, New York, 1967.