

總 說

合成洗劑와 環境影響

金 榮 煥

高麗大學校 保健專門大學

Synthetic Detergents and Environmental Effects

Kim, Yong-Hwan

Junior College of Public Health, Korea University

(Received March 9, 1985)

I. 緒 論

第2次 世界大戰 以後, 從來 油脂비누의 代用品으로 合成洗劑가 開發되어 現在는 全世界的으로 普遍化하여 使用되고 있다. 이러한 合成洗劑는 그 特性부터가 油脂비누와는 全然 다른 有機化合物로서 製造되며 흔히 surface active agent, surfactants 혹은 syndets 등으로 불리운다.

油脂비누 使用時 洗滌後 흔히 殘餘分에 依한 纖維의 黃變을 가져오는 短點이 있으나 合成洗劑는 硬水 酸性 및 알칼리性에서도 그 洗滌效果가 뛰어나고 纖維質을 柔軟하게 漂白하는 등 長點을 가지고 있어 그 需要가 急增하기에 이르렀다.

合成洗劑는 製造過程에서 固體狀으로 열기가 곤란하기 때문에 흔히 粉末이나 液狀製品으로 市販되고 있다. 이는 一般家庭用 洗滌劑로서는 물론 浸濕, 分散, 乳化的 目的으로 工業用 洗滌劑로서도 그 利用度가 多樣하다. 即 製菓, 製紙, 纖維, 化粧品, 고무 工業, 寫眞, 酒造 및 酪農用 瓶洗滌等 使用範圍는 극히 광범위하다.

그러나 이와같이 有用한 合成洗劑가 人體에 미치는 保健學的인 側面과 特히 水質汚染을 誘發하는 環境汚染問題가 主目을 끌게 되었다.

水質源保全 管理上 三大難題^{1,2)}인 農藥(殺虫劑 포함), 放射能과 더불어 이 合成洗劑問題도 이에 해당되고 있다.

우리나라에서는 1966년에 처음으로 合成洗劑를 生

産하기 始作하여 從來의 洗滌비누를 압도하고 現在 洗滌劑의 主종을 차지하고 있다.

本稿에서는 合成洗劑의 特性和 人體에 미치는 影響 및 環境汚染側面에서 그 有害作用을 考察하고자 한다.

II. 合成洗劑의 特性和 生産實績

1. 特性

지금까지 數百種의 合成洗劑가 알려져 있으나 이들이 水溶液에서 이온化하는 樣相에 따라 一般적으로 다음 3가지³⁾ 形態로 區分한다.

1) 陰이온性 合成洗劑

水溶液에서 이온化하여 陰이온 例를들면 $R \cdot O \cdot SO_3^-$ (여기서 R는 long hydrocarbon chain($CH_3 \cdot (CH_2)_n$))과 陽이온(대개는 Na)으로 된다.

eg: i) Primary and secondary sodium alkyl sulphates (Dreft, Teepol), $R-O \cdot SO_3^- \cdots Na^+$

ii) Sodium alkylbenzene sulphonates (Tide, Daz), $R-C_6H_4-SO_3^- \cdots Na^+$

2) 非이온性 合成洗劑

이들은 水溶液에서 全然 이온化되지 않는다.

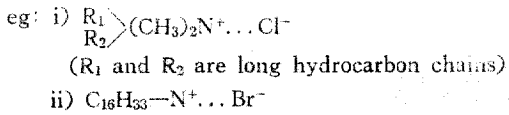
eg: Polyglycol ethers of alkylated phenols (Lissapol N, Stergene),



3) 陽이온性 合成洗劑

이들은 강한 4級有機鹽類로서 이온化하여 陽이온 4級양모늄 혹은 pyridinium 基(陽이온)과 陰性基를

형성한다.



cetylpyridinium bromide

合成洗劑는 洗滌作用 以外에 강한 殺菌作用이 있어 호텔, 食堂, 食品製造業所等에서 器皿이나 各種器具洗滌用으로 많이 使用된다.

市販되는 合成洗劑는 家庭用이나 工業用에도 흔히 洗滌作用을 높이기 위하여 sodium triphosphate와 그外 phosphate, sodium sulfate, sodium carbonate, sodium perborate, sodium silicate 및 sodium carboxymethyl cellulose 등을 混合한 것이다.

現在 가장 많이 使用되는 合成洗劑는 陰이온性 洗劑이고 그 다음이 非이온性 洗劑이다. 陰이온性 洗劑의 代表的인 것이 ABS(alkylbenzene sulfonate)이다. 이는 半永久的으로 分解가 되지 않는 硬性洗劑로서 現在는 거의 모든 國家에서 生産中止되고 代身 分解가 보다 잘 되는 軟性洗劑로 代替 使用되고 있다.

ABS의 特性¹⁾은 ① 油脂의 乳化作用 ② colloid 凝集作用의 阻害 ③ 持續性氣泡 및 浮上性 ④ 박테리아 및 其他生物體에 對한 破壞作用 등이 있어 水質管理上 直接, 間接으로 나쁜 영향을 가져온다고 指摘되고 있다.

現在는 比較的 生物學的 分解가 容易한 軟性洗劑인 LAS(linear alkylbenzene sulfonate)가 대부분을 차지하고 있다. 이는 1965年頃부터 歐美諸國에서

開發²⁾되기 始作하여 우리나라에 있어서도 1980年 부터 硬性洗劑의 生産을 中止하고 軟性洗劑로 代替 生産해 오고 있다.

여기서 硬性和 軟性洗劑의 化學構造上의 差異를 보면 Fig. 1과 같다.

위에서 보는 바와 같이 4種의 合成洗劑中 (a)와 (b)는 硬性洗劑로서 그 R-group이 branched chain을 가지고 있고 (c)와 (d)는 새로운 형태의 軟性洗劑로서 straight chain을 가진 LAS(linear alkylbenzene sulfonate)의 典型的인 構造이다.

2. 生産實績

1980年度부터 ABS代身 LAS로 본격 生産되면서 그 生産量은 急速하게 增加해 오고 있다. 即 ABS의 경우 1966年度에 402ton이었던 것이 1971년에는 21,000ton 그리고 1975년에는 30,120ton에 달하였다. 以後 生産量은 계속 증가하여 Table 1에서 보는 바와 같이 1976年, 1977年, 1978年 및 1979년에는

Table 1. Production of Synthetic Detergent and Soaps

	단위 (M/T)		
	Syndetic detergent	laundry soap	toilet soap.
1976	35,466	96,714	11,920
1977	47,923	117,842	14,336
1978	64,358	116,147	17,291
1979	69,621	131,878	20,208
1980	63,593	130,674	16,900
1981	56,928	163,181	21,948
1982	52,323	179,354	21,917
1983	57,451	175,590	19,953

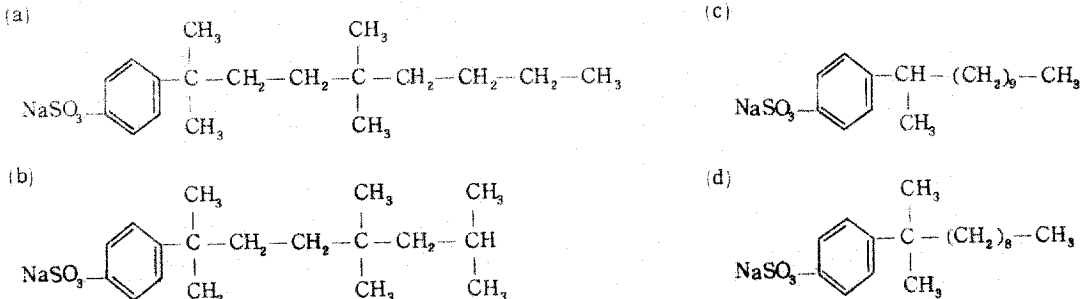


Fig. 1. The original "hard" sodium tetrapropylene benzene sulphonate (sodium Dobane PT sulphonate) consists of compounds such as (a) and (b). The "soft" material (sodium Dobane JN sulphonate) contains compounds with structures such as (c) with perhaps some of type (d).

各各總 35,000ton, 48,000ton, 64,000ton 및 69,000ton으로 1966年度에 비해 約 147배나 增加하였으며 LAS에 있어서는 1980年度에 約 64,000ton이었던 것이 약간 減少 趨勢를 보여 1981年, 1982年 및 1983年度에는 各各 約 60,000ton, 52,000ton 및 57,000ton이었다. 그러나 장차 감소 傾向을 보이게 보다는 오히려 增加될 것이 거의 確실시 된다고 하겠다.

한편 삼푸生産量도 增加되는 傾向을 보여 1980年度에는 納 7,700ton이던 것이 1983년에는 11,000ton으로 이 製品 또한 增加되는 傾向이 예측되고 그의 계면활성제 生産량도 급격히 증가하고 있다. (第1表 및 第2表는 經濟企劃院 調查統計局 發行, 1984. 産業生産年報에서 引用했음).

Table 2. Production of Shampoo and Surfactants

	shampoo (kg)	surfactant(M/T)
1980	7,661,264	8,961
1981	9,478,930	7,229
1982	9,220,725	19,051
1983	11,061,086	345,714

이밖에 食品, 果實野菜消毒用 洗劑인 各種 廚房用 洗劑 또한 상당량에 이를 것으로 생각된다.

1983年末 現在 年間生産量 57,451ton에 對한 우리나라 人口 1人1日當 合成洗劑 使用量을 換算해 보면 3.935g으로 생각건데 農村地域 보다 都市地域에서 많은 消費가 있을 것으로 쉽게 짐작할 수 있겠다.

權⁷⁾ 등도 1975年度 調查에서 1人1日當 使用量은 納 3.9g이라고 하였으며 下水로 排出되는 量은 이의 1/10인 0.4g 정도라고 하였다.

한편 우리나라의 1人1日 年平均 使用量은 1.44kg인데 비해 美國 21.1kg, 西歐 15.2kg 그리고 日本 9.38kg⁸⁾으로 아직까지 先進國들에 比하면 아주 낮은 편이다. 筆者가 15年前에 英國 런던 近郊 下水處理場을 여러군데 見學한 바 있는데 處理後 放流하는 流出水路에 거품이 상당히 일어나면서 흘러가는 것을 보았으나 우리나라의 경우 이와는 比較할 수 없을 정도라는 것을 부연하고 싶다.

Ⅲ. 合成洗劑의 人體毒性

界面活性劑는 一般洗劑로는 물론 化粧品, 香粧品, 食品, 醫藥品 및 化學工業과 關聯해서 모든 産業分

野에 廣範圍하게 使用된다는 事實은 위에서 言及한 바 있다. 따라서 人體와의 接觸할 기회가 극히 많기 때문에 그 安全性 問題도 아주 重要하다고 하겠다.

界面性洗劑의 毒性⁹⁾으로는 一般毒性, 皮膚毒性, 發癌性 및 畸形誘發性 등으로 흔히 區分하고 있다.

通常 食品添加物이나 食物로서 體內에 들어오는 物質의 安定性 評價는 WHO와 FAO 같은 機構의 委員會에서 國際的 檢討를 거친후 基準을 確定한다.

飲料水中 合成洗劑 濃度¹⁰⁾ 基準値는 WHO에서 0.5ppm 以下로 規定하고 있다. 우리나라의 飲料水基準 또한 이와 같다.

美國에서는 食品添加物로서 LAS와 ABS의 使用을 法的으로 認定하고 있으며, 農務畜産內檢査局도 容器 洗滌用으로 許可하고 있다. 또한 獨逸에서도 家畜, 家禽飼料에 合成洗劑 添加를 實用化하고 있다. 그리고 日本에서도 食器具, 野菜, 果實類 洗淨의 習慣으로 算出하여 廚房用洗劑의 人體內 吸收量을 算定한 바 最大攝取量⁸⁾(有効成分으로서)은 7.076mg/人/日 이라고 하였다. 이는 LAS에 最大無作用量(원취의 경우) 1日 300mg/kg으로 할때 成人 平均 50kg으로 換算해 보면 $7.076\text{mg}/50\text{kg} = 0.14\text{mg}/\text{kg}$ 으로 最大無作用量 $300\text{mg}/0.14\text{mg} = 2100$ 배로서 廚房洗劑의 安定性은 極히 높은 것이라고 報告한 바 있다.

한편 돼지의 經口投與⁹⁾에 依한 體內 殘留程度는 8日間의 95.5%가 排出되고(糞 60~65%, 尿 35~40%) 나머지 0.5% 정도도 점차 排泄되어 10週間후에는 極히 微量만이 腸, 脾 및 腸等에서 檢出되었으나 이것도 時間經過에 따라 消失되는 傾向을 보였다고 하였다.

人體에 對한 實例로서 Freemann¹⁰⁾은 人體實驗을 實施해서 6人에 每日 100mg의 ABS를 4個月間 經口投與하였으나 현저한 症狀를 發見하지 못하였고 美國 캔서스州 자매트市에서의 旱魃로 인해 下水를 原水로 使用 水道水를 供給한 바 있는데 12,000名이 1日 平均 2l 정도의 물을 섭취하였다면 ABS 10mg/人/日 정도로 5個月間 連續되었으나 健康上 障害가 없었다고 報告한 바 있고, 日本 科學技術廳研究 調整局研究室에서는 ABS 製造工場 勤勞者에 職業上의 健康障害를 認定할 수 없었고 이들 勤勞者의 臨床的 肝臟檢査에서도 別다른 異常이 없는 것으로 報告한 바 있다. 또한 特殊한 경우 即 廚房洗劑의 濃厚한 原液을 自殺의 目的으로 들여 마신 어느 成人 女子의 詳細한 臨床檢査 報告에도 攝取 直後로 부터의 經過는 嘔吐와 가벼운 一過性 血壓降下症狀 外에 吸收는 極히 적었고 血液上, 尿分析, 各種 檢査에서도

그後 特異한 變化를 볼 수 없었다는 報告가 있다. 西獨에서도 여러 事例를 通하여 急性中毒作用에 對해서는 安全性가 確認되었다고 하였다.

合成洗劑의 發癌性與否에 對해서 1960年代부터 問題가 제기되었으나 그間 여러 學者들의 많은 動物實驗等에 依하면 ABS와 LAS의 發癌性은 아직까지 認定할 수 없는 것으로 確認되고 있다.

家庭用 合成洗劑가 發癌性이나 發癌補助性이 있는가 없는가에 對해서도 여러 研究業績이 있다.

美國¹¹⁾과 獨逸¹²⁾에서 洗劑를 皮膚에 塗布하거나 經口投與하여 實驗動物의 一生期間 觀察하였으나 ABS系 合成洗劑는 本質적으로 發癌性이 없는 것으로 證明되었다. 最近에 LBS의 發癌性與否에 對해 魏커에 經口投與로 2年間 研究한 Buchler¹³⁾에 依해서도 發癌性은 없는 것으로 밝혀졌다. 그러나 benzo(a)pyrene의 發癌性은 合成洗劑의 存在下에서는 加重된다는 事實은 主目할만 하다.

한편 合成洗劑에 依한 畸形誘發性도 많은 研究結果 거의 없는 것으로 확인되고 있다.

이러한 例로 實驗動物 一生을 통한 慢性中毒試驗에서 2代 및 3代에 걸친 投與試驗에서 어떤 合成洗劑에서도 畸形의 發生을 認定할 수 없었고 이들의 妊娠率, 出生率 그리고 2代 및 3代의 生存率에도 別다른 惡影響을 미치지 않는 것으로 確認된 바 있다.

人體皮膚에 미치는 作用으로는 一般적으로 알카리 影響, 濕潤浸透性, 刺戟性, 皮膚脫脂 및 再生狀態, 機械的 物理的條件 등을 들 수 있다. 合成洗劑는 皮膚表層을 角質化하여 水分保持能을 低下시켜 거칠어지는 狀態로부터 濕疹을 일으키기 쉽게 하고 皮膚外表層角質의 gelatin 蛋白은 合成洗劑에 依해 變質되어 水分保持力을 잃게 되어 이러한 症狀가 繼續되면 相相互作用에 의해 刺戟, 紅斑, 水泡, 乾燥 및 剝離現象이 생겨 결국 濕疹이 誘發되기 쉽게 된다. 그리고 二次적으로 細菌汚染을 받아 皮膚炎을 일으키게 된다.

IV. 合成洗劑에 依한 水質汚染

家庭, 洗濯所 및 各種 產業場으로 부터 排出되는 下水中の 合成洗劑는 河川, 江, 그리고 沿岸 海域等 自然水系를 汚染시키며 持續的인 거품 등으로 水質汚染의 새로운 因子로 등장하게 되었다.

1. 生分解度

在來의 油脂비누는 自然分解가 容易하고 1/1000이하의 濃度 혹은 硬度 높은 물에서는 거품이 消失되

지만 合成洗劑는 1ppm 濃度에서도 發泡能力이 있다.

ABS 및 LAS 形의 生分解 現象에 對한 機構⁷⁾은 疎水性基(hydrophobic group)의 末端에서 ω -酸化, carboxyl group에서의 β -酸化, 또한 芳香族化合物의 酸化와 sulfatase에 依한 ester 結合의 加水分解 등의 作用으로 自然界에서 分解가 일어나는데 分解様相은 合成洗劑의 分子構造, 炭素數 結合狀態에 따라 다르며 또한 環境條件에 依해 많은 影響을 받게 된다.

Benzene·SO₃·Na의 分解機轉은 catechol을 먼저 生成해서 2개의 -OH基의 中間에서 고리가 열려 생긴 dicarboxylic acid가 생기고 계속 分解가 일어나 acetate와 succinate로 最終 分解된다.

權⁷⁾ 등의 報告에 依하면 都市下水中에 含有된 合成洗劑, 市販合成洗劑, DBS(dodecyl-benzene sulfonate) 및 LAS에 對하여 25°C에서 1日~15日까지 放置, 曝氣時의 分解度는 自然放置時 硬性洗劑(ABS 및 DBS)와 軟性洗劑(LAS)의 경우 매우 낮아 家庭下水中에 含有된 合成洗劑는 5日間 放置時 約 9.8%의 分解率을 나타내었고 ABS의 경우 約 22.6%, DBS의 경우 約 13.7% 그리고 LAS는 約 10.4%의 分解率을 나타낸 反面 10日 後에는 家庭下水中 合成洗劑는 約 18%, ABS는 24.5%, DBS는 13.8% 그리고 LAS는 約 22%의 減少를 보였다고 하였다. 한편, 曝氣時는 家庭下水中 合成洗劑는 5日間에 約 64.3%, 10日間에 約 91.8%가, ABS는 5日間에 約 49.2%, 15日間에 約 64% 그리고 LAS는 5日間에 約 43.9%, 15日間에 約 97.2%의 分解率을 나타내었다고 하였다. 그리고 上水處理에 依한 合成洗劑處理效果는 20ppm의 黃酸礬土에 22.7%가 除去되었고, 濾過모래 1g 당 1.06mg의 合成洗劑를 吸着한다고 報告하였다.

日本에서 調査한 洗濯用 LAS의 生分解率⁸⁾은 通常 82.6%~98.1%, 廚房用 洗劑는 92.0%~98.1%로서 比較的 높은 分解率을 나타내어 曝氣가 잘 되는 下水處理場을 거친다면 良好한 效果를 기대할 수 있겠다. 그러나 高度分解가 일어난다고 하여 問題가 없는 것은 아니고 合成洗劑 全體무게의 20%~50%¹³⁾ 程度가 無機磷酸鹽(sodium tripolyphosphate)인 바이는 洗濯劑의 洗滌作用을 防害하는 Ca²⁺, Mg²⁺ 및 Fe³⁺와 같은 陽이온들과 매우 安定한 錯物(이온쌍)을 만들어 생긴 磷酸鹽에 依한 水域의 富營養化現象이 다시 問題된다.

2. 富營養化

tripolyphosphate에 起因한 磷이 水中 營養源이

되어 生物汚染, 二次汚染이 進行되고 合成洗劑builder의 磷이 汚染源으로 되어 潮水, 閉鎖水域 其他 營養素인 窒素, 炭素, 칼륨 등이 水棲動植物을 肥沃化해서 그 結果로 水棲生物이 급격히 增殖하여 富營養化現象을 일으키게 된다.

富營養化現象은 自然의 變化過程에 있어서 進行되는 一種의 自然老化現象의 하나이다.

이는 人口의 增加 및 密集化, 大量消費에 따른 生活下水 및 人生의 排泄物, 그리고 各種 産業廢棄物 또한, 富營養化現象을 加速化시키고 있다. 이 結果 自淨作用能力을 低下시켜 魚群의 回避, 魚具類의 減少 또는 生態界의 變化 및 赤潮의 多發化 등의 現象이 나타나게 된다.

磷成分과 赤潮發生의 關係에 對한 學說로는 炭素主因說, 窒素主因說, N:P比率說, Vitamin B₁, B₁₂, biotin 必須說 및 鐵, 망간等 微量金屬에 依한 說도 考慮되고 있다. 이러한 化學的 條件外에 氣象, 潮流,

物理的 條件 및 生物的條件等 各各의 相乘作用이 關與하는 것으로 알려져 있다.

3. 魚族 및 水棲生物에 對한 影響

서울市 各下川水中의 合成洗劑¹⁴⁾의 濃度는 淸溪川에서 平均 2.52ppm, 旭川에서 平均 3.3ppm, 漢江本流 支流川에서 平均 2.96ppm, 九室, 碓梁에서 平均 0.02ppm 및 普光洞, 永登浦 水源池에서는 平均 0.18ppm 이라고 調査된 바 있다.

權¹⁵⁾等은 광나루 및 碓梁에서 平均 0.013ppm과 0.011ppm, 普光洞은 平均 0.370ppm, 加양동 水域은 0.285ppm 이라고 하였고 淸溪川은 平均1.5ppm, 安養川은 平均 0.93ppm(범위 0.480~1.230ppm), 新村奉元川은 平均 3.36ppm(범위 1.940~4.890ppm) 이라고 報告하였다.

Klein¹⁶⁾과 Jones¹⁵⁾에 依하면 英國의 江水質中 合成洗劑濃度는 平均 0.2~4.9ppm. 美國에서 12ppm

Table 3. Lethal limits to fish for Synthetic Detergents and Soaps

Substance	Fish tested	Lethal concentration ppm	Water type	Exposure time hours
Entire packaged detergents	fathead minnow	41--85	soft	96
" " "	" "	15--87	hard	96
Surface active agents				
alkyl benzene sulphonates	" "	45--23	soft	96
" " "	" "	3.5--12	hard	96
polyoxyethylene	fathead minnow	37	soft	96
" " "	" "	38	hard	96
sodium lauryl sulphate	" "	5.1	soft	96
" " "	" "	5.9	hard	96
sodium tetrapropylene benzene sulphonate	rainbow trout	12		6
Builders				
sodium perborate	" "	320		24
sodium pyrophosphate	" "	1,120 PO ₄		24
sodium silicate	" "	> 256		24
sodium sulphate	" "	> 704		24
" " "	fathead minnow	9,000	soft	96
" " "	" "	13,500	hard	96
sodium tripolyphosphate	rainbow trout	1,120 PO ₄		24
" " "	fathead minnow	140	soft	96
" " "	" "	1,300	hard	96
Soaps				
household soaps	" "	29--42	soft	96
" " "	" "	920--1,800	hard	96
pure sodium stearate	" "	100	soft	96
" " "	" "	> 1,800	hard	96

을 나타낸다고 하였다.

合成洗劑가 魚族에 미치는 毒에 對해서는 Henderson, Dickering 과 Cohn¹⁾ 등의 實驗成績을 보면 Table 3 과 같다.

피라미에 대한 致死濃度는 純粹한 ABS 4.5ppm 濃度에서 96 時間 暴露로 致死에 이른다. 그러나 實際 合成洗劑로 因한 直接的인 魚族의 被害例¹⁵⁾는 아직까지 없는것으로 알려지고 있다.

一般的으로 洗劑, 界面活性劑는 蛋白質을 沈澱 혹은 變性시킨다고 하며 바이러스를 非活性으로 한다는 事實이 알려졌다. 그리고 殺菌性에 對해서는 박테리아의 代謝機能을 抑制하고 enzyme 등의 缺乏을 誘發하여 微生物細胞膜에 作用하는 것이라고 밝혀졌다.

한편 水棲植物에 對한 影響으로는 5ppm 濃度로 10~100 時間 後에 daphnia가 死滅되면 연못水草은 2.5~20ppm 에서 시들게 되고 잎사귀는 7.5ppm 으로 24 時間 後에 變色되며 10~20ppm 에서는 14 日 後에 完全히 파괴된다고 報告한 例가 있다. 이러한 毒性外에 持續性 氣泡과 表面張力의 減少能은 各種 生物體 生活史에, 特히 生殖에 影響을 미친다고 밝혀진 바 있다.

4. 下水處理過程과 合成洗劑

下水에 있어 合成洗劑의 濃度는 河川이나 江에 비해 월등히 높은 것이 常例이다. 下水의 경우 英國에서 平均 13ppm, 美國에서 平均 45ppm 까지 調查¹⁾된 바 있다.

都市下水終末處理場에서 이에 對한 完全除去는 아

직 未解決課題¹⁶⁾로 남아 있다.

下水處理의 主된 工程은 第二次處理(生物學的處理)인 好氣性菌에 依한 生物學的 分解工程인 바 여기에는 撒布(水)濾床法과 活性汚泥法의 二個方式에 따르나, 일반 有機性物質과는 달리 合成洗劑는 滿足할만한 分解作用^{5,15)}은 일어나지 않는다고 하였다.

Sweeney¹⁷⁾은 硬性洗劑는 微生物에 作用을 받기 어려운 反面 軟性洗劑는 Southgate¹⁸⁾의 報告와 같이 滿足할만한 "biodegradable"한 것이라고 하였다. 이에 關한 實驗成績으로는 Eden과 Truesdale²⁾ 등이 調査한 撒水濾床法(percolating 혹은 trickling process)과 活性汚泥法(activated sludge process)의 2 가지 處理方式이 合成洗劑 種類別 處理效果의 結果를 보면 第 4 表와 같다(여기서 PT는 硬性洗劑(ABS), JN은 軟性洗劑(ALS), 그리고 X는 PT와 JN의 混合洗劑를 나타냄).

合成洗劑 種類別로는 撒水濾床法과 活性汚泥法에서 共히 硬性洗劑(PT)는 67~68.7%의 分解率을 보인 反面 軟性洗劑(JN)는 94%의 높은 分解率을 나타내고 있다.

下水處理後 放流水의 殘存하는 合成洗劑를 除去하기 爲해 여러가지 方法 即 活性炭, 이온交換, 化學沈澱, 酸에 依한 加水分解 그리고 浮上分離等 諸方式이 試圖되었으나 모두 經濟性으로 타당치 않기 때문에 實際로는 거의 適用되지 못하고 있다.

筆者가 見學한 바로는 런던近郊 여러 곳의 下水處理場에서도 그대로 放流하거나 最終放流槽에서 다만 上部에서 壓力水를 뿌려 거품을 物理的으로 鎮壓시킴이 唯一한 方法이었다.

Table 4. Comparative results for removal of 3 samples of detergent during sewage treatment in the laboratory
(Concentration of surface-active matter in sewage approximately 13ppm as Manoxol O.T.)

	Percolating filters		Activated sludge			
	Surface active matter in effluent (ppm Manoxol O.T.)	Per cent. removed	8-hr. retention period		6-hr. retention period	
Surface active matter effluent (ppm Manoxol O.T.)			Per cent. removed	Surface active matter effluent (ppm Manoxol O.T.)	Per cent. removed	
Present detergent (PT)	4.30	67.0	2.72	79.5	4.05	68.7
Detergent X (JN contaminated with PT)	2.20	84.0	0.90	93.0	1.25	90.9
Alternative detergent (JN)	0.87	93.7	—	—	0.89	93.5

V. 結 語

以上에서 合成洗劑의 特性, 人體에 미치는 影響 및 水質汚染의 關한 樣相等을 考察하였다.

合成洗劑는 現在까지의 研究結果로는 人體에 對한 毒性은 거의 認定할 수 없는 것으로 알려졌으나 皮膚에 있어서는 過度한 接觸時 濕疹皮膚炎等을 誘發하게 된다.

軟性洗劑의 生分解度는 바람직한 程度이나 合成洗劑에 混合하는 磷化合物에 따른 水域 富營養化現象의 出現이 問題되고 있다. 水棲動植物에 나쁜 影響을 미치고 持續性 氣泡의 문제는 아직 未解決 狀態로 남아있다.

우리나라의 경우 歐美諸國 및 日本等에 비해 使用量에 있어서나 水中合成洗劑 濃度에서 아직은 낮은 편이나 앞으로의 使用量增加에 따르는 傾向을 감안하여 無分別한 使用을 삼가하며 上水源水質 그리고 內外水域에 있어 水質源保全을 위하여 不斷한 注意와 努力을 傾注해 나가야 할 것이다.

문 헌

1. Klein, L. *River Pollution 2: Causes and Effects*, Butterworths, London, pp. 53-62 (1969).
2. Eden, G.E., Truesdale, G.A.: *Behaviour of a new synthetic detergent in sewage-treatment process*, London, pp. 3-5 (1959).
3. Klein, L. *River Pollution 1: Chemical Analysis*, Butterworths, London, pp. 97-101, (1968).
4. Fair, G.M., Geyer, J.C.: *Water Supply and Waste-Water Disposal*, John, Wiley & Sons, Inc., New York, London, pp. 564-565 (1954).
5. Eisenhauer, H.E.: *Chemical Removal of ABS from Wastewater Effluent*, *J. Wat. Pollut. Control Fed.*, pp. 1567-1577, **9** (1965).
6. Pickering, Q.H., Thatcher, T.O.: *The chronic toxicity of linear alkylated sulfonate (LAS) to pimphales, promeals, rafinesque*, *J. Wat. Pollut. Control. Fed.*, pp. 243-253, **2** (1970).
7. 權肅杓 外: 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, *藥學會誌*, 第 21 卷, 第 4 號, **12**, pp. 201-210 (1977).
8. 山根靖弘 外: 環境汚染物質と 毒性, 有機物篇, *化學の領域增刊* 129 號, *KNRZAN* 129, 1-165, *家庭用合成洗劑의 環境汚染と 毒性說*, 南江堂, 東京, pp. 83-99 (1980).
9. 砂川 隆 外: 界面活性劑의 突然變異原性에 關する 研究¹⁾, 各種 호몬호트分畫(S-9)을 用いた 代謝活性化學試驗なよび *Norharman* 共存下での 變異原性試驗, *衛生化學*, 卷 **27**(4), pp. 204-211 (1981).
10. W.H.O. *International standards for Drinking-Water*, Znded, Geneva, p. 29 (1963).
11. Borneff, J.: *Arch. Hygine Bakteriol.*, **144** (4), p. 249 (1960).
12. Borneff, J.: *Arch. Hygiene Bakteriol.*, **147** (1), p. 28 (1963).
13. 朴基采 譯: 一般化學, 日新社, 서울, pp. 341-342 (1979).
14. 邊光瑣 外: *公衆保健雜誌* 10(2), pp. 297-303 (1973).
15. Jones, J.R.E.: *Fish and River Pollution*, Butterworths, London, pp. 118-126 (1964).
16. Klein, L.: *River Pollution 3: Control*, Butterworths, London, p. 437 (1966).
17. Sweeney, W.A.: *Note on straight-chain ABS removal by adsorption during activated sludge treatment*, *J. Wat. Pollut. Control Fec.*, **6**, pp. 1023-1025 (1966).