

## Polyoxyethylene-Alkyl Citric Diester-Triethanol-amine의 생분해 및 독성에 관한 調査 研究

權 肅 杓 · 鄭 勇

延世大學校 公害研究所

(Received December 5, 1978)

Sook Pyo Kwon and Yong Chung

*The Institute for Environmental Research, Yonsei University, Seoul 120, Korea*

### The Biodegradability and Toxicity of Polyoxyethylene-Alkyl Citric Diester-Triethanolamine Detergent

**Abstract**—The authors investigated the biodegradability and toxicity of polyoxyethylene-alkyl citric diester-triethanolamine (PAT), which is one of new non-ionic detergents. 1) The PAT is very biodegradable, which 50% is biodegraded for one day and 100% for eight days by the activated sludge treatment and 40% for one day and 93% for eight days by the aerobic domestic sewage treatment. 2) LD<sub>50</sub> of PAT for chicken, mouse, and rat by oral administration are 7.1g/kg, 8.4g/kg and 14.0g/kg respectively. 3) TL<sub>m</sub> of PAT for goldfish is 64.0mg/l in 24hours. 4) No reaction for human skin is determined by PAT.

合成洗劑가 개발된 이래 油脂비누가 갖지 못한 장점때문에 그 수요가 급증하였다.

합성세제는 썬물, 산, 알카리에서도 세척효과가 좋고 섬유질을 윤택하게 표백하는 장점을 갖으나 유지비누는 세척후 잔여분이 남아 섬유를 황변케 하는 단점이 있다<sup>1)</sup>.

합성세제 중 주로 세탁 및 공업용으로 사용하며 그 수요가 많은 硬性合性洗劑의 보급은 전세계적으로 하천 및 상수원의 오염현상을 곳곳에서 야기시켜 왔다.

이러한 합성세제의 수질오염현상은 우리나라에서도 많은 논란을 일으켰으며<sup>2)~6)</sup>, 드디어 정부에서는 1979년 2월부터 가정용 경성세제의 생산을 점차 중지시키기로 하였으며 앞으로 세제의 연성화 계획을 강력히 추진할 것을 밝힌 바 있다.

과거에 주로 사용하던 경성세제는 ABS(alkyl benzene sulfonate, C<sub>12</sub>형)로서 자연 중에서 분해가 매우 늦은 것으로 알려져 있다.

그리고 軟性洗劑인 LAS(linear alkylate sulfonate)는 ABS 보다는 대체로 生分解度가 빠르나 생체에 대한 독성은 더욱 강하다고 한다<sup>7~13)</sup>.

그러나 우리나라와 같은 流路가 짧은 하천에서는 충분히 LAS의 生分解效果를 크게 기대할



인체피부 반응 조사—건강한 여성(20~50세) 20명에 대하여 PAT를 농도별로 Al-tape(스웨덴제)에 도말하고 등 피부에 첩포하여 24시간 및 72시간 경과시의 피부반응을 관찰하였다.

**結果 및 考察**

生分解度—PAT가 活性汚泥(JIS法), 가정하수 및 증류수 중에서 생분해 되는 樣相을 관찰한 결과 다음 Table 1 및 Table 2와 같다.

즉 自然放置時 각 상태에서의 PAT 분해상태는 매우 완만하였다. 각기 1일 실험에서 5~7%, 5일 실험에서 43~57%, 그리고 8일 실험에서 68~73%의 분해율을 나타내었다.

**Table I**—The biodegradation of PAT by spontaneous settling  
(biodegradability, %)

condition treated time(day)	Activated sludge	Domestic sewage	Distilled water
0	0	0	0
1	7	5	5
2	16	11	9
3	30	18	14
4	44	31	24
5	57	49	43
6	67	63	60
7	71	69	66
8	72	73	68
original concn. (ppm)	103	105	101

이들 중 活性汚泥 및 家庭下水의 실험군은 無酸素狀態로 주로 嫌氣的 分解에 의하여 비교적 완만한 변화를 한다고 할 수 있다.

그러나 이들에 대한 曝氣處理時의 PAT 분해율은 매우 높았다.

**Table II**—The biodegradation of PAT by aeration  
(biodegradability, %)

condition treated time(day)	Activated sludge	Domestic sewage	Distilled water
0	0	0	0
1	51	41	27
2	66	46	60
3	76	67	71
4	85	77	75
5	90	84	78
6	94	88	82
7	98	91	84
8	100	93	89
original concn. (ppm)	104	106	100

활성오니중의 PAT는 曝氣에 비하여 1일간에 51%, 5일간에 90%, 그리고 8일간에 100% 분해되었으며 下水중의 PAT는 5일간에 84%, 그리고 8일간에 93% 분해되었다.

이상으로 보아 PAT는 生分解率은 매우 높다고 하겠다.

특히 權 등의 ABS 및 LAS의 생분해도 측정성적<sup>16)</sup>과 비교하여 보면 PAT의 好氣의 狀態의 생분해도는 높다고 하겠다.

各種 動物의 致死量—병아리, 생쥐 및 쥐에 대한 PAT의 急性毒性을 50% 치사량(LD<sub>50</sub>)으로서 구하여 본 결과는 다음 Table 3과 같다.

Table III—Lethal dose of various animal for PAT

(by oral administration)

Animal	Chicken	Mouse	Rat
no. of exp. animal	50	50	50
weight of animal(g)	92±7.3	18±2.0	179±13.9
LD <sub>50</sub> (g/kg)	7.1	8.4	14.0

weight M±S. D.

池田은 생쥐에 대한 ABS의 經口投與시 치사량(LD<sub>50</sub>)은 2.15g/kg(雄性) 및 2.38g/kg(雌性) 이었다고 하며<sup>17)</sup>, 岡原 등은 1.4g/kg 이었다고 하였다<sup>18)</sup>. 그리고 千葉는 LAS를 생쥐에 經口投與시 그 LD<sub>50</sub>는 2.30g/kg 이었다고 보고하고 있다<sup>19)</sup>.

이상의 결과에서 PAT의 각 동물에 대한 치사량은 ABS 또는 LAS 보다 높았다. 즉 PAT의 급성 독성 효과는 비교적 낮다고 하겠다.

魚類에 대한 毒性—PAT에 대한 금붕어의 24시간 동안의 50% 치사농도(TLm)를 구하여 온 결과 64.0mg/l 이었다.

이는 Dolan 등이 실험한 LAS에 대한 blue-gill sunfish(개복치)의 24시간—TLm이 0.85mg/l<sup>20)</sup> 보다, 그리고 Pickering 등의 LAS에 대한 fathead minnow의 96시간—TLm이 3.73~4.96mg/l<sup>21,22)</sup>보다 독성이 낮았으며 또한 ABS는 대체로 LAS보다 각종 淡水魚種에서 1/2~1/4배정도 그 독성이 약하다는 보고<sup>22)</sup>들 보다도 PAT가 그 급성독성이 약하다 하겠다.

본 연구에서 다루지 못한 각종 어류에 대한 만성독성 또는 기능상의 장애는 Tarzwell이 제시하는 생리학적, 독성학적, 조직해부학적, 병리학적, 그리고 생화학적으로 더욱 조사되어 그 독성이 평가되어야 할 것이다<sup>23)</sup>. 즉 Mount 등<sup>24)</sup>이 주창하는 독성물질의 最高許用濃度(maximum acceptable toxicant concentrations)를 구하고 이로부터 無害域(safety concentration)으로 독성농도의 평가가 이루어져야 할 것이다.

人體 皮膚反應 調査—PAT에 대한 인체 피부 반응을 조사하여 본 결과 어떠한 異常反應(浮腫 또는 紅斑)을 관찰하지 못하였다(Table 4).

즉 PAT는 인체피부에 대하여 무해하다고 할 수 있다. 그러나 상처가 있는 부분에 미치는 독성효과 또는 병원성 세균의 인체의 피부를 통한 감염성 등에 대하여서는 더욱 연구되어야 할 과 제라고 할 것이다.

Table IV—The effect of PAT on human skin

※ Concentration (%)	Tested time(hr)		
	24	48	72
100	0/20	0/20	0/20
40	0/20	0/20	0/20
10	0/20	0/20	0/20
*0.1	0/20	0/20	0/20

\*The concn. for practical use

Numerate: number of erythma observed

Denominate: number of human tested

### 結 論

非이온성 界面活性劑인 PAT(polyoxyethylene-alkyl citric diester-triethanolamine)의 生分解性 및 생체에 대한 급성 독성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 活性汚泥處理法에 의하여 PAT는 1일간에 약 50%, 그리고 8일간에 100% 분해되었다.
- 2) 家庭下水 중의 PAT는 혐기적으로 1일간에 약 5%, 그리고 8일간에 약 70%가 그리고 호기적으로는 1일간에 약 40%, 그리고 8일간에 약 93%가 분해되었다.
- 3) 병아리, 생쥐 및 흰쥐에 대한 PAT의 경구투여시 LD<sub>50</sub>는 각기 7.1g/kg, 8.4g/kg 및 14.0g/kg이었다.
- 4) 금붕어에 대한 PAT의 24시간 TLm은 64.0mg/l이었다.
- 5) PAT에 대한 인체 피부 반응은 없었다.

본 연구를 위하여 후원하여 주신 太陽化學株式會社에 심심한 사의를 드립니다.

### 참 고 문 헌

1. Fair and Geyer, *Water Supply and Waste Water Disposal*, New York, 1963 p.564.
2. 김동민, 배은상, 김영환, 대한토목학회지 1972, p.207
3. 임중기, 홍사육, 윤수홍, 대한육수학회지 5, 13(1972).
4. 권숙표, 정용, 한강수질오염도 조사연구, 인천시 (1972).
5. 황영식, 백남훈, 김중택, 국립보건연구원보, 10, 285(1973).
6. 권숙표, 정용, 심길순, 약학회지, 21, 200(1977).
7. K. E. F. Hokanson and L. L., Smith, Jr., *Trans Amer. Fish Soc.*, 100, 1(1971).
8. M., Swedmark, et al, *Marine. Biol*, 9, 183(1971)
9. G., Stora, *Marine Poll. Bull.* 5, 69(1974)
10. H., Koboyashi, et al., *Toxicity of Synthetic Detergents*, Tokyo Toritsu Eisei Kenkyusho Kenky Nempo 24, 397, (1973).
11. M. Yoneyama, et al., *ibid* 24. 409(1973).
12. K. Sato, et al., *ibid* 441(1973).
13. J.M. Dolan and C.A., Hendricks, *J. W. P. C. F.*, 48, 2570(1976).
14. B.J. Carberry, et al., *J. W. P. C. F.*, 49, 452(1977).
15. JIS-K 3364-1975, 非이온界面活性劑의 生分解度試驗方法.
16. 권숙표, 정용, 심길순, 약학회지 21, 193(1977).

17. 池田良雄, 食衛誌, **3**, 999(1962).
18. 岡原国男等, 食衛誌, **4**, 15(1963).
19. 千葉昭二: 食衛誌, **13**, 509(1972).
20. J. M. Dolan, *et al.*, *J. W. P. C. F.*, **48**, 2570(1976).
21. H. Q. Pickering, *et al.*, *J. W. P. C. F.*, **42**, 243(1970).
22. T. O. Thatcher, *Intl. J. Air Water Poll.*, **10**, 585(1966).
23. C. M. Tarzwell, "Water Purity Requirements for Aquatic Life" National Symposium on Quality Standards for Natural Waters Proceedings, Ann Arbor, Mich. (1967).
24. D. I. Mount, and C. E., Stephan, *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **96**, 185(1967).