凝集沈殿法並びに活性炭吸着法による大学実験室排水処理施設の フェノール類の処理能力について

足立昌子, 赤松規子, 祝迫恵子, 仙石美穂, 小林 正

神戸女子薬科大学

Removal Efficiency of Phenols from Chemical Wastewater by a Treatment Plant Using Activated Carbon Adsorption and Coagulation Precipitation Processes

ATSUKO ADACHI, NORIKO AKAMATSU, KEIKO IWASAKO, MIHO SENKOKU
and TADASHI KOBAYASHI

*Kobe Women's College of Pharmacy, 4-chome, Motoyamakita-machi Higashinada-ku,
Kobe 658, Japan*

(Received November 15, 1991)

The removal efficiency of phenols from the treatment plant of chemical wastewater by use of activated carbon adsorption and coagulation precipitation processes was investigated. The results of monitoring for one year showed that the removal efficiency of phenols from wastewater by the treatment was on the average 73.6%. Our experiments showed that the prolongation of reaction time of activated carbon adsorption to 30 min sufficiently improved the removal efficiency of phenols. Activated carbon adsorption process was very effective to remove phenols, but coagulation precipitation process was not effective.

Keywords — phenols; activated carbon adsorption; coagulation precipitation; wastewater

結 言

我々はこれまで環境汚染物質の環境中における動向を把握する目的で既設実験室排水処理施設における重金属類,¹⁾ 全リン²⁾ 並びに合成洗剤³⁾ の処理能力について報告してきた。今回は, その研究の一環として薬学系の大学において使用頻度の高いフェノール類の処理能力について検討を行った。フェノール類の処理法には, 活性炭による吸着法,⁴⁻⁷⁾ オゾンによる酸化分解法,^{8,9)} 微生物による分解法¹⁰⁾ 等が報告されている。いずれも実験室内でのモデル実験にとどまっており, 実際の応用面での報告は, ほとんどみられない。フェノール類の使用の多い大学においてその排出負荷量を調べることは極めて重要である。処理施設の詳細な概要については前報¹⁾ において, すでに報告している。処理の概要は吸着槽で活性炭により, 溶解性有機物などが吸着され, 次に,

反応槽で, 消石灰アルカリ性下, 硫酸第一鉄と高分子凝集剤によって生成する水酸化鉄のフロックを用いる凝集沈殿法で主に重金属の処理がなされる。

実 験 方 法

1. 試薬 1) フェノール——和光純薬社製特級品を使用。

2) フェノール標準液——工場排水試験法 JIS K 0102¹¹⁾ に従う方法で調製した。

3) 活性炭——武田薬品工業社製粉末活性炭(白鷺 C)を使用。

その他の試薬は市販特級品を使用した。

2. 試料 1) 処理前の実験室排水——実験室排水が最初に集められる槽(油分離槽)より採水。1989年1月より12月にかけて62回採水。採水は学生の休月の月並びに実習のない月は少なくし, 実習のある月は週に2回の割合で行っている。

2) 処理後の実験室排水——公共下水道へ放流する直前のマンホールより採水, 1989年1月より12月にかけて62回採水。

3) スラッジ——濃縮機及び脱水機で脱水後, ドラム缶に集められた脱水ケーキを採泥, 2カ月に約1回の割合でスラッジの抜き取り作業を行っているので採泥もその際に行う。

3. 装置 1) 光電光度計——島津製作所製 UV-140-02 を使用した。

4. 定量操作 1) フェノール類の定量——JIS工場排水試験法¹¹⁾に記載の定量法(4-アミノアンチピリン法による吸光光度法)に従い操作する。

5. 実験室内でのモデル実験 排水又は蒸留水 3 liter を用いる。添加する試薬の濃度はフェノール (0.10 mg/l), 活性炭 (150 mg/l), 消石灰 (300 mg/l), 硫酸第一鉄 (200 mg/l), 高分子凝集剤 (2 mg/l) とする。攪はんはスターラーで行う。

6. 処理施設の処理の概要 排水処理施設のフローシートは前報⁹⁾においてすでに示した。処理の概要は吸着槽 (5.5 m³) において粉末活性炭により約 5—6 分処理, 続いて反応槽 (2.8 m³) において, 消石灰アルカリ性下, 硫酸第一鉄と高分子凝集剤によって生成する水酸化鉄のフロックを用いる凝集沈殿法による処理である。この凝集沈殿の時間も 5—6 分である。1 時間に 20 m³ の割合で処理される。実験室排水のみを処理しており, 生活排水は直接下

水道に放流している。1 カ月における処理水量 (過去 3 年間) は平均して約 1350 m³ である。

結果及び考察

1. 処理前並びに処理後の実験室排水中のフェノール類の定量結果

処理前並びに処理後の実験室排水中のフェノール類の定量結果を Fig. 1 に示した。処理前の排水中のフェノール類の濃度に大きな変動がみられる。特に高い値となった日の前日はフェノールやクレゾール類を使用した学生実習が行われた日が多くなっている (Fig. 1 にその日を矢印で示した)。また, 7, 8 月の学生休暇の時期は低い値となっている。11 月の一部に除去率の低い日がみられる。これは, 処理施設の運転のトラブルに原因があるものと思われる。一方, 処理後の濃度はその値のほとんどが 0.02 mg/l 以下となり, 神戸市下水道排除基準値の 5 mg/l の値よりもかなり低くなっている。Table I には処理前並びに処理後の実験室排水中のフェノール類の最小並びに最大値と平均値を示している。平均値は処理前では 0.088 mg/l に対して, 処理後は 0.015 mg/l となった。フェノール類の除去率を計算して求めたところ, 平均 73.6% となった。

2. スラッジ中のフェノール類の定量結果

1989年1月から12月にわたり排出されてきたスラッジは3月30日, 5月25日, 6月26日, 10月26

Fig. 1. Variations of Phenols in Untreated and Treated Water Discharged from Chemical Laboratories

●—● untreated water, ○—○ treated water.

TABLE I. Assayed Values of Phenols in Untreated and Treated Water from Chemical Laboratories

Sample	n	Assayed values of phenols (mg/l).	
		Min-Max	Mean
Untreated water	62	0.007-1.485	0.088 ^{a)}
Treated water	62	0.001-0.269	0.015

a) Significantly different from the data of treated water, $p < 0.05$.

TABLE II. Assayed Values of Phenols in the Sludge Produced by the Treatment Plant

	March 30	May 25	July 26	Oct. 26	Nov. 30
Sludge (kg)	800	600	800	1 000	200
Phenols (ppm)	84±8	105±12	98±10	130±18	145±20
M±S.D.					
Total amount of phenols (g)	67	63	78	130	29

日, 11月30日の5回である。Table IIにスラッジ中のフェノール類の定量値を示した。定量値は84-145 ppmの範囲にあった。スラッジ中のフェノール類の定量値から1年間におけるフェノール類の除去量を計算して求めたところ367 gとなった。

3. 実験室排水処理施設によるフェノール類の処理機構

処理機構を明らかにする目的で, 処理施設における吸着槽と反応槽での条件下で検討を行った。Fig. 2 (First step) に示したように活性炭との接触時間30分で, 約90%のフェノール類が除去された。これに対して凝集沈殿では, そのほとんどが除去されないことがわかった (Second step)。実際の測定結果では平均73.6%の除去率が得られている。この値の違いは, 処理施設における吸着槽での処理時間が5-6分と短いことによるためと考えられる。我々の実験結果から吸着槽での処理時間を30分迄延ばすことにより90%の処理率が期待できるものと思われる。Fig. 2 (Whole step) において凝集剤を添加すると少しフェノールの濃度が増加しているが, これ

Fig. 2. Removal of Phenols Added to Distilled Water or Chemical Wastewater by the Adsorption with Activated Carbon and/or Aggregation Precipitation with Calcium Hydroxide and Ferrous Sulfate

●—● chemical waste water, ○—○ distilled water.

Phenol: 0.10mg/l, Activated carbon: 150mg/l, $\text{Ca}(\text{OH})_2$: 300mg/l, FeSO_4 : 200mg/l, High-molecular coagulant: 2mg/l.

は消石灰を加えて pH を 10 にしているので pH の急激な変化によりこのような現象が起こったものと思われる。

結 論

凝集沈殿法並びに活性炭による吸着反応による実験室排水処理施設のフェノール類の処理能力を検討し、以下の結論を得た。

1. 1989 年 1 月より 12 月にわたり計 62 回、処理前並びに処理後の実験室排水中のフェノール類を定量した結果、処理後の排水中のフェノール類はほとんど 0.02 mg/l 以下となったのに対し、処理前の排水中では大きな変動がみられた。特に濃度の高い日は前日の学生実習の影響を受けていた。フェノール類の除去率を計算して求めたところ、平均 73.6%で

あった。

2. 1989 年 1 月より 12 月にわたり排出されてきたスラッジは計 5 回であった。スラッジ中のフェノール類の定量値から 1 年間におけるフェノール類の除去量を算定したところ 367 g となった。

3. 実験室排水処理施設によりフェノール類の 73.6%が除去されることが明らかとなったので、その処理機構について検討を行ったところ、フェノール類の除去は、そのほとんどが、活性炭による吸着作用により行われることが明らかとなった。また、実際に行われている処理施設での吸着槽での反応時間を 5 分から 30 分に引き延ばすことによりフェノール類の除去率を改善することが出来ることも明らかとなった。

引 用 文 献

- 1) 足立昌子, 中野美穂子, 小林 正, 衛生化学, **27**, 119 (1981).
- 2) 足立昌子, 音在真実, 小嶋潔子, 島田多栄子, 小林 正, 衛生化学, **33**, 216 (1987).
- 3) A. Adachi, M. Kamide, R. Kawafune, N. Miki, T. Kobayashi, *Environ. Technol.* **11**, 133 (1990).
- 4) J.S. Zogorski, S.D. Faust, *Chem. Eng. Prog.*, **73**, 65 (1977).
- 5) R.G. Peel, A. Benedek, *Environ. Sci. Technol.*, **14**, 66 (1980).
- 6) E. Worch, D. Tello, *Chem. Technol.*, **36**, 497 (1984).
- 7) K.H. Lanouette, *Chem. Eng.*, **84**, 99 (1977).
- 8) G.L. Anderson, *Symp. Ser.*, **73**, 265 (1977).
- 9) J.P. Gould, W.J. Weber, *J. Water Pollut.*, **48**, 47 (1976).
- 10) 鈴木基之, 藤井隆夫, 生産研究, **32**, 26 (1980).
- 11) 工場排水試験方法 JIS K 0102, 日本規格協会, 東京, 1986, p.66.