

緩速砂ろ過によるビスフェノール類の除去

東京大学大学院 学 ○新井 俊介

山梨大学大学院 正 平山けい子

山梨大学大学院 正 平山 公明

1. はじめに

緩速砂ろ過法は、処理速度が遅く急速ろ過法と同じだけの処理量をまかなうには多くの土地が必要となりわが国では減少傾向にある。しかしながら、化学薬品を使用しないため急速ろ過法にくらべ特別な技術や知識を必要とせず運転・管理が容易で、コストの面でも安価ですむ。したがって、開発途上国にとってはきわめて効果的な処理法であると考えられる。わが国や先進国ではすでに規制されている農薬が未だに使われているなど、汚染が進みつつも満足な水浄化が行われていない開発途上国の現状を考慮すると、緩速砂ろ過法による環境ホルモン等の微量有機物質の除去性能については未だに明らかにされていないが、検討の価値があると考えられる。

本報告においては、環境ホルモンの中でも比較的関心が高く、エポキシ樹脂やポリカーボネート樹脂製食器からの溶脱が確認されエストロゲン様作用が明らかとなっているビスフェノールAとその類縁体の緩速砂ろ過による除去について検討を行った。

2. 実験方法

実験装置とろ過条件 2 L ペットボトルを利用して作った装置に、河川から採取してきた砂をふるい分けし、敷き詰めた。実験装置の概略図を Fig. 1 に、ろ過条件を Table 1 にそれぞれ示す。

生物膜の生成 本実験前の準備として、ろ過装置に生物膜が生成するための期間を設け、約 1 ヶ月間、相川河川水をろ過装置に流し込み、水質測定を行った。測定項目は、アンモニア性窒素、リン酸イオン、BOD、一般細菌であり、これらの除去率の推移から生物膜の生成を判断した。

ビスフェノール類除去実験 実験に使用したビスフェノール (BP) 類は、ビスフェノール A (BPA) ビスフェノール B (BPB)、ビスフェノール E (BPE)、ビスフェノール F (BPF)、ビスフェノール P (BPP)、ビスフェノール S (BPS) の計 6 種類である (Fig. 2)。

相川より採水してきた河川水に、BP 類濃度が、0.1mg/L 程度になるよう加え、ろ過装置に流し込み、ろ過装置通過前後で BP 濃度を測定し除去率を算出した。また、BP 類の混入は、1 種類ずつ BPF, BPA, BPB, BPP, BPE, BPS の順で連続して行い、除去率が安定したところで次の物質に移ることとした。

BP 類の分析 BP 類は、HPLC により測定した。BPA, BPB, BPE, BPF, BPP の測定条件は、以下の通りである。装置 HITACHI L-7000 システム 検出器 FL-Detector L-7485, カラム HITACHI #3056 (ODS) 4mmx150mm, 溶離液 Methanol:DW=7:3 pH4 (2.5%リン酸で調整), 流速 1ml/min, 波長 EX 280nm, EM 310nm。

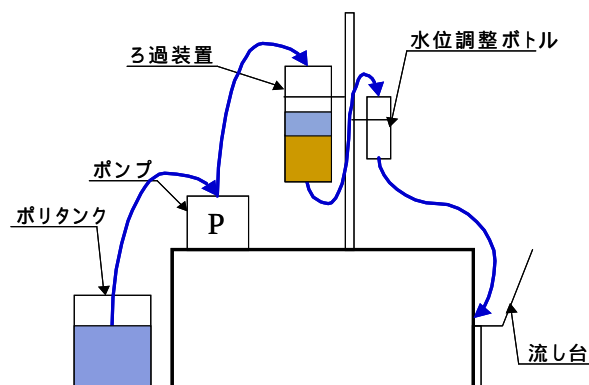


Fig. 1 実験装置概要

Table 1 ろ過条件

装置	ろ材	1.4mm 以下の砂
	有効径	0.425mm
	均等係数	2.0 以下
	流量	1100 ~ 1500ml/h
原水	採水地点	甲府市相川(向田橋)
	BOD	2.0mg/L 以下

キーワード： 緩速, 砂ろ過, ビスフェノール, カラム実験

連絡先 〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院医学工学総合研究部 Tel 055-220-8595, Fax 055-220-8770

BPS の測定条件は、以下の通りである。装置 HITACHI L-6000 システム, 検出器 UV-VIS Detector L-4200, カラム TSKgel ODS120T 4mmx250mm, 溶離液 Methanol:DW=5:5 pH4 (2.5%リン酸で調整), 流速 1ml/min, 波長 263nm。試料水は、0.45 μ m の酢酸セルロース膜でろ過し、注入量は 5~250 μ L とした。

各 BP の検出限界は、以下の通りである。BPA 0.018, BPB 0.018, BPE 0.019, BPF 0.013, BPP 0.012, BPS 0.043 (μ g/L)。

3. 結果および考察

生物膜の生成 Fig. 3 は、生物膜生成期間における水質測定項目の推移を示したものである。河川水を流し込み始めて約 2 週間で BOD, アンモニア性窒素の除去率が 60~100% で安定し、生物膜が生成したと考えられる。

BP 類の除去 BP 類の除去率推移を Fig. 4 に示す。

本実験装置による緩速ろ過において、BPA, BPB は、実験開始日から約 80% 除去されていた。BPF, BPE, BPS は、実験開始日には約 30~40% の除去率であったが、BPE と BPS は、4 日後、BPF では 6 日後に 100% 近くの除去率となった。BPP は除去可能ではあるが、その除去量は約 20~40% であり、他の BP と比較して除去率は低かった。しかし、10 μ g/L 程度の濃度で行った実験では、80% 以上の除去が可能であった。

今回の実験に用いた BP 類の中で、BPP だけが他の BP と異なる結果になった。その理由は構造に由来するものと推察される。BPP だけがフェニル基に CH₃ がついており、そのことが微生物によるベンゼン環の開裂に影響を与え、律速となっている可能性が考えられる。

連続して BP 類を流しており、どの BP も除去されていることから、これらを分解・除去する微生物は同一である可能性がある。

まとめ 今回の実験から、緩速砂ろ過による BPA, BPB, BPE, BPF, BPP, BPS の除去は可能であることがわかった。また、BP 類のいずれかを除去できる微生物は、その他の BP も除去できるのではないかと考えられる。

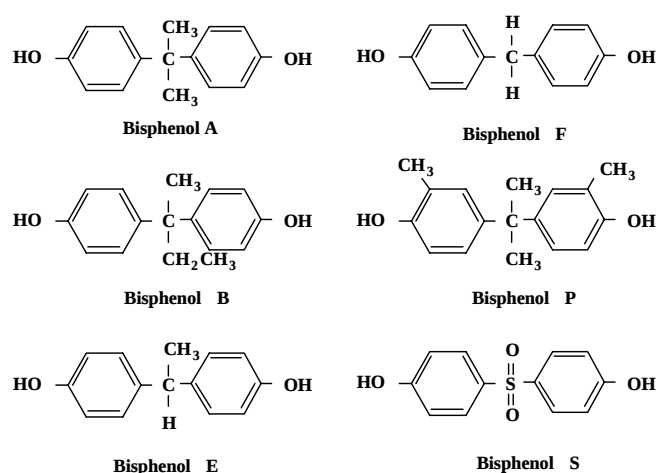


Fig. 2 実験に用いた BP 類

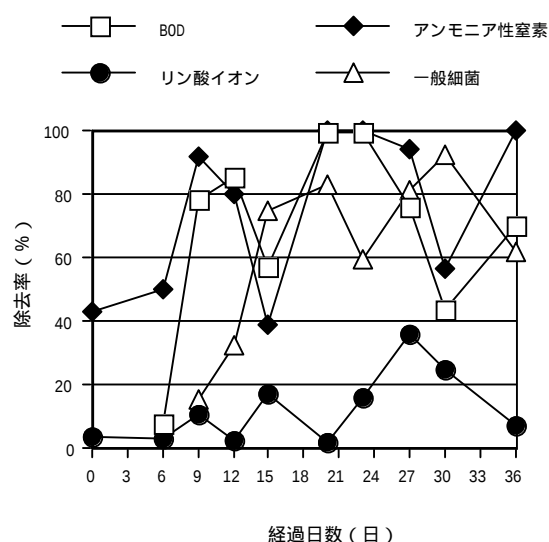


Fig. 3 水質測定項目の除去率推移

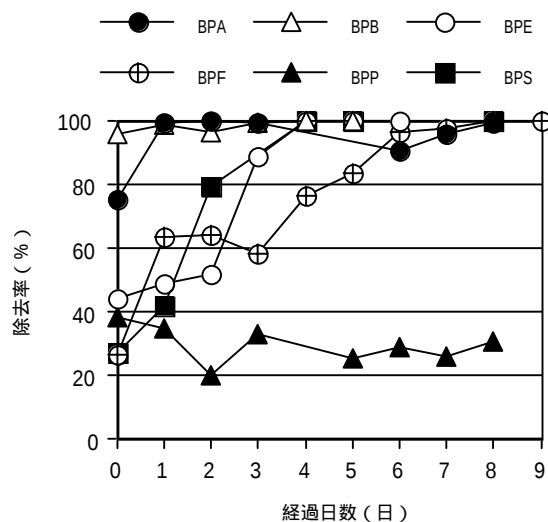


Fig. 4 BP 類の除去率推移