

緩速砂ろ過による微量有機物の除去について

山梨大学工学部土木環境工学科 学生会員 新井 俊介
山梨大学大学院 正会員 平山 けい子
山梨大学大学院 正会員 平山 公明

1. はじめに

古くからの水処理技術として緩速ろ過法がある。戦前ではわが国もこの処理法で水を浄化していたが、現在では急速ろ過法が主流となっており、緩速ろ過法は減少傾向にある。緩速ろ過法は急速ろ過法に比べ非常にゆっくりとした速さで原水を細かな砂層を通し、砂層にできた生物膜を利用したろ過法である。

近年、工業化に伴い環境中に排出された化学物質による汚染が世界規模で進んでおり、自然生態系や野生生物への影響は大きな問題である。特に内分泌かく乱物質、いわゆる環境ホルモンはすべての影響が明らかになっているわけではなく、未だに多くの議論・検証が行われている。これら環境ホルモンは有機物であることから生物学的作用を利用する緩速ろ過法による除去が可能ではないかと考えられ、さらに汚染が進みつつも十分な水浄化が行われていない開発途上国の現状を考えると緩速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検討することは価値があると思われる。

2. 検討方法

除去対象物質 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などを使用した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になっているビスフェノール A (BPA) とその類縁体：ビスフェノール F (BPF) ,ビスフェノール B (BPB) ,ビスフェノール P (BPP) を除去対象とした。

実験装置とろ過条件 2L ペットボトルを利用して作った装置で、河川から採取してきた砂を振るい分けし敷き詰めた。実験装置の簡略図を Figure.1、ろ過条件を Table.1 に示す。

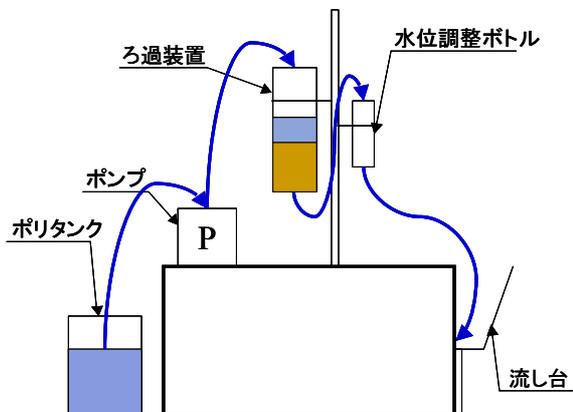


Figure.1 実験装置の簡略図

Table.1 ろ過条件

装置	ろ材	1.4mm 以下の砂
	有効径	0.3~0.45mm 以下
	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

生物膜の生成 本実験の準備として、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、一般細菌数であり、これらの除去率の推移より生物膜の生成を判断した。

ビスフェノール類除去実験 相川より採取してきた河水にビスフェノール (以下 BP) 類濃度が 0.1mg/L 程度になるように加え、ろ過装置に流し込み、ろ過装置通過前後で BP 類濃度を HPLC を使用して測定し除去率を算出した。また BP 類の混入は一種類ずつ BPF、BPA、BPB、BPP 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うつることにした。

HPLC 測定 HPLC の測定条件を Table.1 に示す。試料を HPLC に注入する前処理として Cellulose Acetate 膜 0.45 μm を利用しろ過した。

キーワード：緩速、砂ろ過、ビスフェノール A、カラム実験

〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 山梨大学工学部土木環境工学科 Tel 055-220-8595, Fax 055-220-8770

3. 結果および考察

生物膜の生成 Figure.2 には、生物膜の生成期間における水質測定項目の除去率の推移を示したものである。今回の測定項目において、特に生物膜による除去が期待できるのがアンモニア性窒素と BOD である。実験開始 15 日後と 30 日後の測定でアンモニア性窒素の除去率が低くなっているが、これは台風の影響で河川に大量の雨水が流れ込み河川水中のアンモニア性窒素濃度が極端に薄まったことが原因だと考えられる。BOD についても同じことが言え、これらのことを考慮すると河川水を流し込み始めて約 2 週間程度で生物膜が生成したと考えられる。

BP 類の除去実験 BP 類の除去率推移を Figure.3 に示す。なお、流し始めた日を 0 日目とした。

1) BPF を河川水に添加し 11 日間流し続けた。実験開始日は除去率が 25%程度であったが日を追うごとに上昇し、6 日目以降は 95%以上を維持し最後は検出不可になった。これより BPF は除去されているといえる。

2) BPA を河川水に添加し除去実験を 9 日間行った。実験開始日から 75%と高い除去率を示しており、6 日後で 90%に除去率が落ちているが、これは台風の影響でしばらく河川水が採取できなかつたため何らかの影響があったものであると考えられる。それを除けば 95%以上の除去率を維持しており、BPA は十分除去できているといえる。

3) BPB について同様の除去実験を 6 日間行った。実験開始日から 95%の除去率を示し、その後も除去率が低下することなく高く安定しており、BPB は除去できたといえる。

これらのことから、BPA・BPB・BPF は除去可能といえ、BP 類を除去できる微生物は同じものではないかと考えられる。現在ビスフェノール P についても検討中である。

4. まとめ

今回の実験から、緩速砂ろ過によるビスフェノール A、ビスフェノール B、ビスフェノール F の除去は可能であることがわかった。また、BP 類のいずれかを分解・除去できる微生物膜はその他の BP 類も分解・除去ができるのではないかと考えられる。今後ビスフェノール E、S についても同様の実験を行いたいと考えている。

Table.1 HPLC 測定条件

装置	日立製作所 L7000 システム
検出器	FL-DetectorL7485
カラム	日立 HPLC 充填カラム #3056(ODS)4mm×150mm ,40°C
移動層	Methanol : DW=7:3 pH=4 (調整 2.5% H_3PO_4) 流速=1ml/min
注入量	5 μ L~100 μ L
波長	EX : 280nm EM : 310nm
測定限界	ビスフェノール A : 0.175 μ g/L ビスフェノール B : 0.0186 μ g/L ビスフェノール F : 0.0132 μ g/L

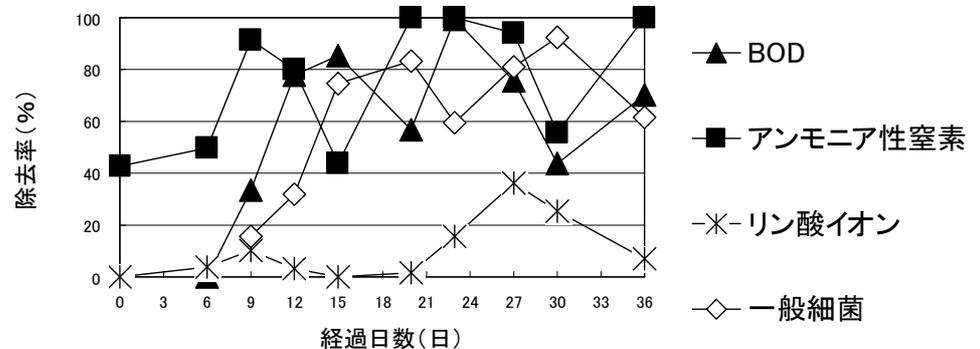


Figure.2 水質測定項目の除去率推移

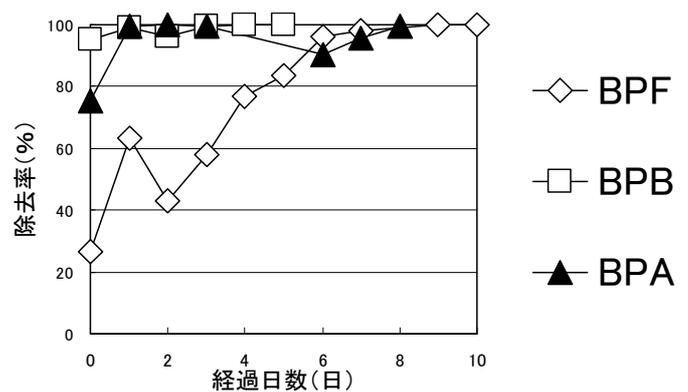


Figure.3 BP類の除去率推移