

Ⅶ-46 有機色度成分共存下におけるナノろ過の微量化学物質の除去特性

八戸工業大学 正会員 ○鈴木 拓也
八戸工業大学 正会員 福士 憲一

1. はじめに

実浄水処理場において微量化学物質の除去を目的にナノろ過を適用する場合、環境水に普遍的に存在する有機色度成分を考慮した検討が必要である。有機色度成分が共存した条件下(2成分系)での微量化学物質の除去性に関して検討した例は少なく、詳細な除去機構は明らかになっていない。そこで本研究では、クロスフロー型膜ろ過装置を用い、有機色度成分共存下における微量化学物質の除去性に関して基礎的な検討を行った。

2. 実験方法

2.1 クロスフロー型膜ろ過装置、ナノろ過膜および対象物質

図-1に実験装置の構成を示す。有効膜面積は140cm²、水回収率は約1%である。ナノろ過膜はUTC-60(東レ)、前処理にはUF膜(YM100、Amicom-Millipore)を使用した。対象物質は農薬7種類(Atrazine、IBP、Thiobencarb、Fthalide、Flutolanil、Isoprothiolane、Mepronil)である。なお、農薬原液は、純水に直接溶解させ、未溶解分を0.2μmメンブランフィルターで除去し作成した。有機色度成分として、天然由来の同成分と同程度の分子量分布構成を有するクラフトパルプ(KP)黒液を使用した。

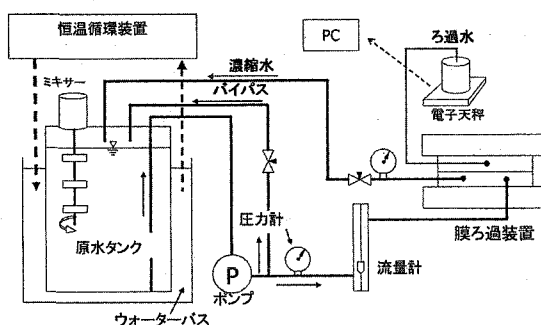


図-1 クロスフロー型膜ろ過装置の構成

表-1 原水条件

	純水	プレロード	UF分画	未分画
農薬	[pg/L]	1.5		
有機成分(KP)	[mg-C/L]	2		
分子量構成	[kDa]	—	100>	100> 未分画

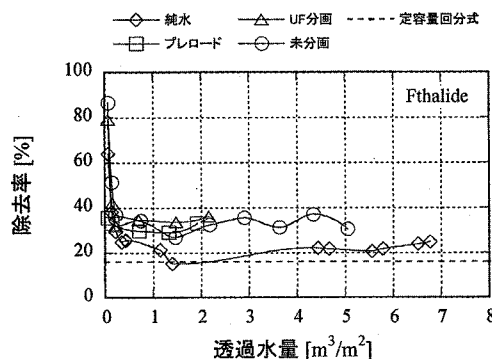
2.2 実験手順

実験条件は、操作圧力：0.35MPa、クロスフロー流速：10cm/secに設定した。表-1に原水濃度および有機成分の分子量構成を示す。原水 pH：7.0、水温は20℃を維持した。純水実験は、共存系実験に対する対照実験である。プレロード実験では前処理水(UFろ過水)を用い、予め膜表面に有機成分の堆積層を形成させ純水実験を行った。UF分画、未分画実験では、それぞれ前処理水、KP人工原水を原水として用いた。採水は実験開始初日に1~3回行い、以降1日1回採水・分析した。採水は原水(ポンプ吐出)、濃縮水、ろ過水を対象とした。農薬の分析はGC/MSで行った。

3. 実験結果

図-2は、除去率の変化の一例を示したものである。

図-2 除去率の変化 (Fthalide)



プレロード実験以外の実験系の除去率は、透過水量の増加とともに減少している。これは、ろ過初期における対象物質の膜分離層への吸着等により見かけの除去率が高くなったためと考えられる。透過水量の増加とともに膜分離層での吸着が平衡状態に達し、除去率は膜固有の値に漸近していくと考えられる。プレロード実験に関しては、ろ過初期より安定した除去率で推移している。これは、予め膜表面に有機成分を堆積させているため、Fthalide に対する吸着容量が減少したため、見かけの除去率が高くならずに推移したと考えられる。

表－２は、実験結果をまとめたものである。参考までに定容量回分式膜ろ過実験による除去率を掲載した [1]。プレロード実験の Thiobencarb に関しては、ろ過時間が不十分かつ除去率が安定していないため参考値とした。Thiobencarb と Fthalide 以外の対象物質に関しては、対照系と比較すると膜表面への有機成分の堆積や水中での共存は除去性に影響を及ぼさないことがわかる。

表－２ 実験結果

	除去率 [%]				(参考)
	純水	プレロード	UF分画	未分画	定容量回分式
Atrazine	80.1	82.4	79.8	77.4	—
IBP	90.8	93.2	93.1	90.9	87.7
Thiobencarb	45.0	45.4	39.0	41.8	44.1
Fthalide	22.5	30.5	29.2	33.3	15.8
Flutolanil	86.3	88.4	85.5	84.3	84.5
Isoprothiolane	91.5	92.7	91.1	89.3	73.5
Mepronil	73.6	78.6	76.3	74.5	58.3

参考値

これらの物質に共通するのは除去率が高い (80% 以上) ことである。これらの対象物質の除去機構は主に分子篩い作用によるものと考えられる。一方、Thiobencarb と Fthalide に関しては他の対象物質とは異なる結果となった。これらの対象物質は分子サイズが比較的小さく (除去率が低い)、かつ強疎水性物質という共通点がある。Fthalide に関しては対照系と比較し除去率が 10% 前後増加している。プレロード実験で除去率が高い値を示していることから、Fthalide の除去機構に影響を及ぼしているのは、水中で共存する有機成分ではなく、膜面に堆積している有機成分であると考えられる。一方、Thiobencarb は除去率が 5% 程度減少している。前述したように、有機成分の堆積により吸着容量が減少したためと考えられる。

Fthalide のように除去率が増加する一般的な要因は、膜分離層の空隙 (細孔) 径が吸着等により減少し、分子篩い作用が大きくなることや、膜面に堆積した有機成分と対象物質間で生じた相互作用に起因するものなどが考えられる。仮に空隙径が減少したのであれば、Fthalide よりも分子サイズの大きな Thiobencarb でも除去率が増加することが考えられる。しかし、Thiobencarb の除去率は減少しており、前者の仮定は成り立たない。最も考え易いのが後者の仮定であると思われる。しかし、詳細は不明であり、今後の検討課題とする。

４．まとめ

有機色度成分共存下におけるナノろ過による微量化学物質の除去性をクロスフロー型膜ろ過実験により検討した。その結果、高い除去率を示す物質の除去機構は、主に分子篩い作用によるものであり、有機成分の膜表面への堆積や水中で共存は除去率に影響を与えない。一方、分子サイズが比較的小さく、かつ強疎水性物質では、除去率が減少または増加する現象を観測した。これらの除去機構に関与しているのは、共存する有機成分ではなく、膜面に堆積した有機成分によるものと思われる。

参考文献

- [1] 鈴木、福士：ナノろ過による微量化学物質の除去性能と高度処理への適用に関する研究、水道協会雑誌, vol.74, No.12, pp.2-11