

NF/RO によるヨウ素・セシウムの除去特性

八戸工業大学 学生会員 ○山内俊樹 山崎俊亮 大久保直人
八戸工業大学 正会員 鈴木拓也 福士憲一
東京都水道局 石田直洋 山本和興 岩波亜紀子

1. はじめに

ナノろ過 (NF) および逆浸透 (RO) 膜は、微量汚染物質や消毒副生成物前駆物質等の除去特性に優れ、浄水の水質向上に大きく貢献する可能性を有しており、オゾン - 活性炭処理の代替高度浄水処理法として実処理場への適応を目指し様々な検討が行われてきた。一方、東日本大震災における福島第一原子力発電所事故では、放射性物質が排出され、東京都水道局等の浄水場の浄水において暫定規制値を上回る放射性ヨウ素が検出された。このような背景から、従来にも増して水道水に対する安全・安心に関心がもたれている。NF/RO による放射性物質の除去特性については、これまでに検討された例は少なく未知な部分が多い。現在の技術的到達点と今後の展開を踏まえ、NF/RO の浄水処理への対応について改めて検討が必要と考える。そこで本研究では、NF/RO によるヨウ素化合物およびセシウムの基礎的な除去特性について検討を行った。

2. 実験方法

実験は、図 1 に示す定容量回分式膜ろ過装置で行った。容量は 220ml、操作圧力は 0.35MPa に設定した。実験は、平行して 3 系列でろ過を行い、平均をとることで評価に用いたデータのばらつきを抑えることとした。実験には、NF 膜として UTC-60、RO 膜として TMN10R、LES90 および KMD22 を用いた。除去対象物質は、ヨウ素、ヨウ素酸およびセシウムとし安定同位体元素を使用した。ヨウ素 (ヨウ化物イオン) とヨウ素酸の分析はイオンクロマトグラフ、セシウムの分析は ICP - MS で行った。人工原水には、共存物質の影響を検討するために純水 (コントロール)、河川水および地下水を用いた。表 1 に、原水水質を示す。原水は、0.1MHCl あるいは 0.1MNaOH を用いて pH7.0 に調整した。原水濃度は、ヨウ化物イオンおよびヨウ素酸は 1mg/l、セシウムイオン 2 μ g/l に調製した。なお、実験に使用する容器は、超音波洗浄、水道水、純水、超純水の順で洗浄後、硝酸 (1+3) に 24 時間浸漬し、超純水で洗浄してから使用した。

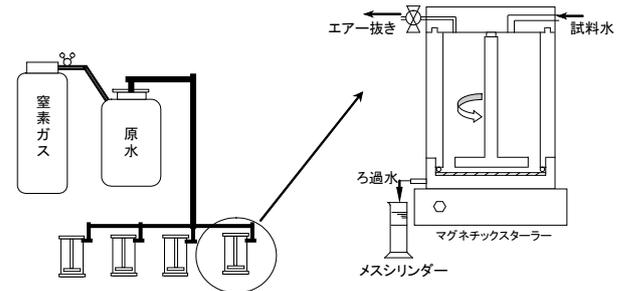


図 1 定容量回分式膜ろ過装置

表 1 原水水質 (調整前)

項目	単位	河川水	地下水
		八戸圏域水道企業団 白山浄水場 新井田川系 原水	八戸圏域水道企業団 三島浄水場 原水
pH	-	7.6	7.8
EC	μ S/cm	190	337
DOC	mg/l	1.0	0.3
E260 (1cmセル)	1/cm	0.024	0.001
DOC/E260	mg/l \cdot cm	40	300
総硬度	mg/l	53	150
硝酸態窒素	mg/l	1.2	4.5
硫酸イオン	mg/l	10.0	10.8

3. 実験結果および考察

図 2~図 4 に、ヨウ化物イオン、ヨウ素酸イオンおよびセシウムイオンの除去率を示す。各実験におけるイオン成分の物質収支は約 100%であり、実験装置や膜への吸着はないと考えられる。ヨウ化物イオンについて

キーワード 高度浄水処理、NF/RO 膜、ヨウ素化合物、セシウム

連絡先 〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開 88-1 八戸工業大学工学部土木建築工学科 環境工学研究室 TEL 0178-25-8067

は、NF 膜の UTC-60 で低い除去率になった。特に河川水では除去できない。除去機構の詳細については不明であるが、イオン径が小さいこと以外にも膜表面への一般有機成分の吸着による静電的反発力の低下や硬度成分などの共存物質との相互作用による影響が考えられる。一方、高脱塩率 NF 膜の TMN10R、LES90 および KMD22 の除去率は、概ね 90%以上となっており、十分に除去可能であることがわかった。特に、KMD22 では河川水および地下水で除去率が増加しており、膜材質と共存物質の相互作用が除去率の増加に寄与していると考えられる。ヨウ素酸イオンについては、UTC-60 でも除去率が概ね 80%以上の結果になった。これはヨウ化物イオンと比較しヨウ素酸イオンのイオン径が大きいため、篩作用および静電的反発作用が効果的に作用し除去できたと考えられる。また、3 種類の RO 膜では、除去率 95%以上となった。この結果から、NF 膜でもヨウ素を塩素により酸化させヨウ素酸の形態にすることで除去効果を高めることが期待できる。ただし、現行の NF 膜は塩素により劣化しやすいため、耐塩素性の膜材質の開発が必要である。セシウムイオンについては、UTC-60 においてヨウ化物イオンと同様に低い除去率になった。詳細な除去機構は不明であるが、ヨウ化物イオンと同様にイオン径以外にも膜材質および硬度成分間の相互作用による影響が考えられる。一方、TMN10R、LES90 および KMD22 の除去率は 85%以上であった。また、UTC-60 と同様に地下水で除去率が低下していることから、硬度成分が除去に影響を与えていることが示唆された。

4. まとめ

本研究では、NF 膜によるヨウ素化合物およびセシウムの基礎的な除去特性について検討を行った。その結果を以下に示す。

- ・ヨウ化物イオンおよびセシウムイオンについては、NF 膜の UTC-60 では除去率が低い。イオン径が小さいこと以外にも膜表面への一般有機成分や硬度成分などの共存物質との相互作用による影響が考えられる。
- ・ヨウ素酸イオンについては、NF 膜でも除去率が概ね 80%以上の結果になった。したがって、ヨウ素を塩素により酸化させヨウ素酸の形態にすることで除去効果を高めることが期待できる。RO 膜の TMN10R、LES90 および KMD22 では、ヨウ化物イオン、ヨウ素酸イオンおよびセシウムイオンともに除去率は 85%以上となっており高い除去効果が期待できる。

謝辞 本研究は、東京都水道局受託研究の結果得られたものである。

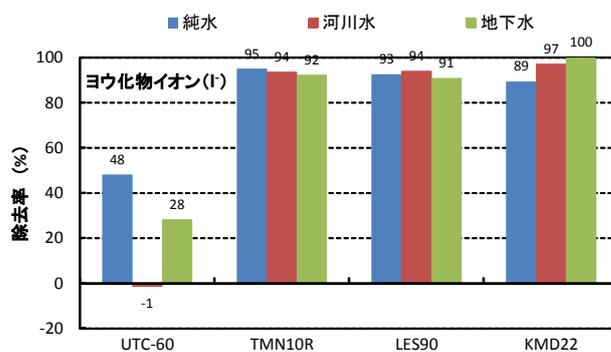


図2 ヨウ化物イオンの除去率

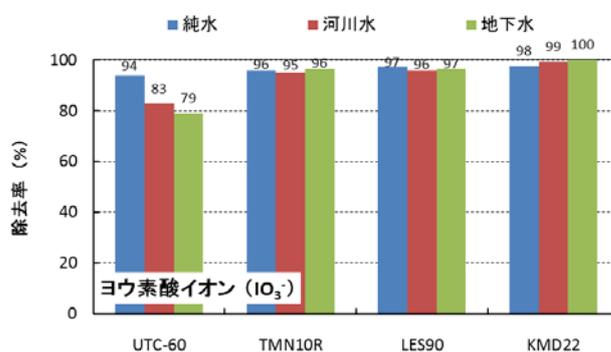


図3 ヨウ素酸イオンの除去率

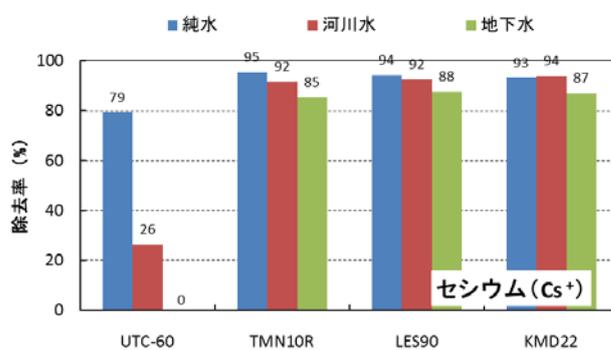


図4 セシウムイオンの除去率