

UF 膜によるウイルス除去性能に関する検討

茨城大学工学部 学生会員 ○信山 和大
茨城大学工学部 正会員 神子 直之

1. はじめに

水道水質に対する要求はより高度なものとなっており、浄水膜等の技術によりクリプトスポリジウムなど塩素耐性を持つ病原性微生物対策の強化が進められた。本研究では、クリプトスポリジウムよりも微小である生物に対する浄水膜の除去性能を確認することを目的とした。具体的には、ウイルスとして大腸菌ファージ Q β を用い、運転方法を変化させ除去率の変化を確認した。

2. 実験材料と方法

本研究では、ポリエーテルスルホン製中空糸型 UF 膜、酢酸セルロース製中空糸型 UF 膜を用いた。どちらも分画分子量 15 万の UF 膜である。

ウイルス除去性能を評価するモデルウイルスとして、大腸菌ファージ Q β を用いた。大腸菌ファージとは細菌に感染するウイルス(バクテリオファージ)の一種である。大腸菌ファージ Q β の直径は 0.023 μm 、分子量 4.2×10^6 である。

実験結果における除去率の表示は $-\log_{10}(\text{残存率})$ で定義される log 除去率を用いた。

2.1 膜材質の違いによる除去性能の評価

ポリエーテルスルホン製中空糸型 UF 膜、酢酸セルロース製中空糸型 UF 膜を用い、膜材質の違いに関する UF 膜のウイルス除去性能について評価することを目的とし実験を行った。

運転方式は供給された原液が全て膜を透過する内圧式全量ろ過方式を基本とした。この他に、濃縮水を原液に戻すクロスフローろ過方式でも実験を行った。ろ過流速は 2.0 (m/d) を基本とし、ポンプへの供給電圧を変化させて維持した。

図 1 に実験装置概略図(全量ろ過方式)を、図 2 に簡単なろ過方式の概略図を示した。

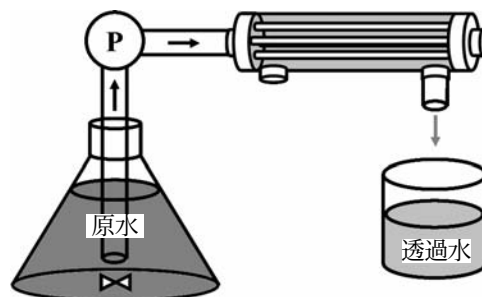


図 1. 実験装置概略図

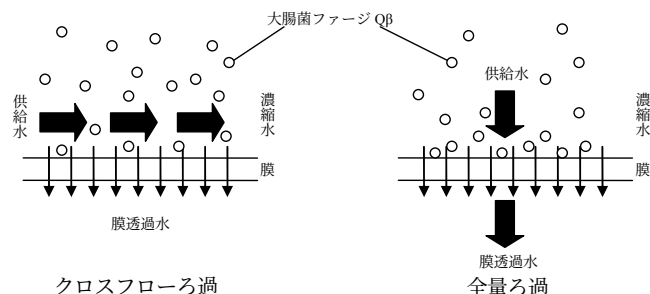


図 2. ろ過方式¹⁾

液体培地中に大腸菌ファージ Q β を懸濁させた高濃度ファージ Q β 溶液を 3000mL 程度用意し、分画分子量 15 万のポリエーテルスルホン製中空糸型 UF 膜、酢酸セルロース製中空糸型 UF 膜で全量ろ過を行った。得られた透過水を約 250mL 間隔で採水したものと初期、終了時の流入水のファージ濃度を二層寒天法で測定した。表 1 に Run No.と膜材質、実験で得られた流入水濃度を示す。

表 1. Run No.実験対象条件

Run No.	膜材質	流入水濃度(PFU/mL)
1	ポリエーテルスルホン製	2.18×10^8
2	酢酸セルロース製	5.33×10^8

3. 実験結果及び考察

3.1 膜材質の違いによる除去性能の評価

図 3 に各実験における透過流速の経時変化、図 4 に透過水濃度及び流入水濃度、図 5 に、流入水濃度と図 4 の結果から算出された流入水に対する log 除去率(見かけの除去率)を示す。さらに図 6 では、流入したファ

キーワード UF 膜, ウイルス除去, 透過流速, 運転方法

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部 都市システム工学科

TEL 0294-38-5170 E-mail : kamiko@mx.ibaraki.ac.jp t53028s@hcs.ibaraki.ac.jp

ージ数と透過したファージ数を計算し膜内の濃度を算出し(これを累積濃度とする), 透過水濃度と比較した累積濃度に対する log 除去率を示した。

同程度の高濃度ファージ Qβ 溶液を流入水として用いたにもかかわらず図 4 より, 酢酸セルロース製 UF 膜ではポリエーテルスルホン製 UF 膜よりも透過水濃度が低い値であった。図 5 から酢酸セルロース製 UF 膜の流入水に対する log 除去率は 4.51~5.18 であり, ポリエーテルスルホン製の 0.17~0.20(流入水に対する log 除去率)と比較すると高い除去性能を示した。

既存の研究では, 今回使用した分画分子量 15 万のポリエーテルスルホン製中空糸型 UF 膜とは異なる膜ユニット(分画分子量 15 万のポリエーテルスルホン製中空糸型 UF 膜)における同様の実験において, 流入水に対する log 除去率が 1.98~3.11, 累積濃度に対する log 除去率が 4.52~4.96 という結果が報告されている²⁾。

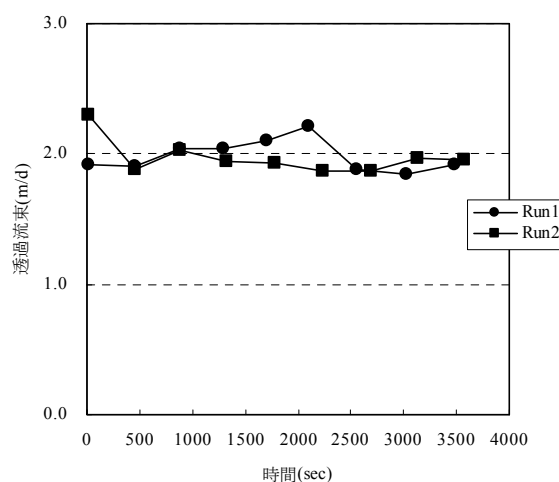


図 3. 透過流束の経時変化

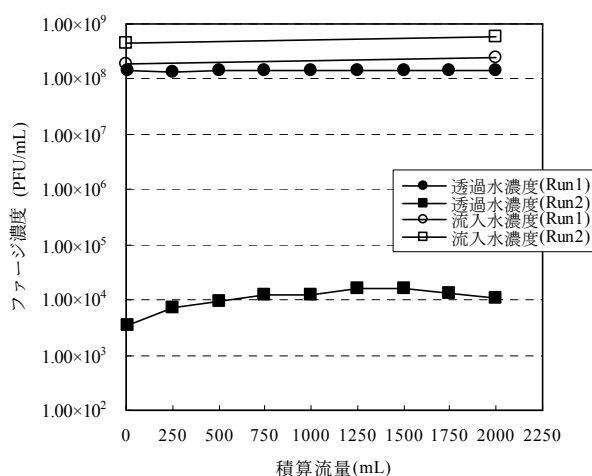


図 4. 透過水濃度

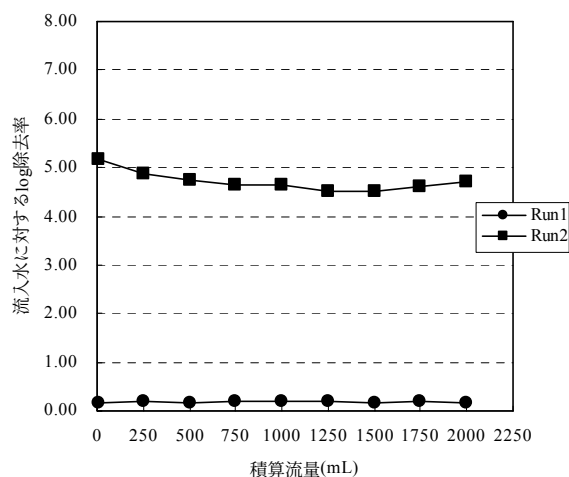


図 5. 流入水に対する log 除去率

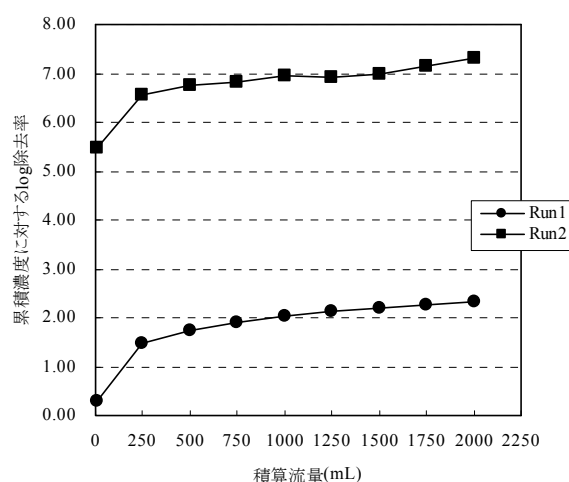


図 6. 累積濃度に対する log 除去率

4. 結論

- ・分画分子量 15 万である酢酸セルロース製中空糸型 UF 膜の流入水に対する log 除去率は 4.51~5.18, 累積濃度に対する log 除去率は 5.48~7.30 であった。
- ・ポリエーテルスルホン製 UF 膜に関して, 既存の研究結果と異なる実験結果となったが原因が分からなかった。
- ・クロスフローろ過方式運転では, 内圧式全量ろ過方式運転よりも除去性能が向上した。

参考文献

- 1) 金子光美(1996), 水質衛生学, 技報堂出版, p202, p203
- 2) 葉山幸太(2006), 大腸菌ファージを用いた UF 膜のウイルス除去性能の評価, 茨城大学工学部都市システム工学科, 卒業論文