

河川表流水の膜ろ過における下水処理水混入時の不可逆的膜ファウリング要因の調査

東京都市大学 学生会員 ○五来利崇
 東京都市大学院 学生会員 岩田隆佑
 東京都市大学 正会員 長岡 裕

1 はじめに

近年、普及が進んできている膜ろ過方式は様々なメリットを有するが、連続運転することによって生じるファウリングによるろ過速度の低下が大きなデメリットとなっている¹⁾。そのため、効率的に運転するには膜内部に目詰まりを引き起こす不可逆的膜ファウリングを制御し、要因を調査する必要がある。

本研究では河川表流水に対して膜による吸引ろ過を行い、膜へ堆積した濁質を分析し、不可逆的膜ファウリングの要因の調査を目的とする。また、下流域での下水処理水の混入の差異に着目し、分析結果に違いが生じるのかを検討する。

2 実験概要

2.1 採水概要

採水は2012年5月21日から2013年11月11日の間に計21回、相模川、多摩川、荒川、鶴見川、矢上川の5河川で水再生センターの上流と下流から行い、下水処理水は多摩川上流水再生センター、小菅水再生センター、港北水再生センター、加瀬水処理センター、荒川水循環センターの下水処理水放流地点で行った。採水地点を図1に示す。

2.2 ろ過方法

ろ過には公称孔径0.5 μ mで平膜のPTFE膜を使用し、吸引ろ過器により行った。膜は疎水性なので親水化するためにエタノールに1分間浸漬させた。膜に純水200mLを通水させることにより膜のみのろ過抵抗を算出する。次に河川水を200mL通水させ、後に純水200mLを通水させることにより、膜と堆積物のろ過抵抗を算出することができる。装置から取り出した膜は乾燥炉で約20時間乾燥させ、分析を行った。

ファウリングは膜表面と膜内部に生じているので、膜内部を分析する際には河川水を通水後にキムワイプで膜表面の堆積物を拭き取り、膜内部への侵入している物



図1 採水地点

質の分析を行った。膜表面は拭き取りなしの膜の分析結果から拭き取りありの膜の結果を引くことによって求めた。

2.3 測定・分析方法

採水した河川水の水質調査として紫外線吸光度 E260, TOC, 濁度を測定した。また、膜表面および膜細孔内へ堆積した濁質の成分を調査するために蛍光 X 線分析装置(XRF)を使用し、定性分析を行う。XRF 結果より、X 線強度の値が小さい元素はスペクトル補正を行い、成分値を反映させた。得られた元素の含有率 wt%

式(1)を用いて濃度 mg/L に変換した。

$$\alpha = \frac{Y_{wt\%}}{F_{wt\%}} \cdot \frac{F}{V} \quad (1)$$

α :各元素の濃度(mg/L), $Y_{wt\%}$:ろ過後の膜における求めたい元素の含有率(wt%), $F_{wt\%}$:ろ過後の膜におけるフッ素含有率 wt(%), F :ろ過面積あたりのフッ素の質量(mg), V :サンプル通水量(L)

河川水の有機物化合物の官能基の存在や種類を把握し、測定を行うためにフーリエ赤外分光光度計(FT-IR)を用いた。

3 実験結果

3.1 水質の測定結果

下水処理水混入割合別の TOC と通水距離当たりのろ過抵抗の関係を図 2 に示す。TOC 値が高いほど通水距離当たりのろ過抵抗の値が高いことがわかる。このことから、膜内部への有機物侵入に下水処理水の影響があると考えられる。

3.2 XRF による分析結果

XRF 分析より、得られた膜内部と膜表面濁質濃度から膜全体濁質濃度を求め、膜全体に対する膜内部濁質濃度の割合を図 3 に、濁質 S の膜内部濁質濃度と通水距離当たりのろ過抵抗の関係を図 4 に示す。図 3 より、濁質 S, Fe, O 有機が膜内部に侵入していることがわかるため、この濁質に着目した。濁質 S では濁質濃度が高いほど通水距離当たりのろ過抵抗が高くなることを確認した。

3.3 FT-IR による分析結果

FT-IR 分析より、膜内部における波数 1650cm^{-1} のピーク高さと通水距離当たりのろ過抵抗の関係を図 5 に示す。この波数 1650cm^{-1} はフミン酸など(腐食物質)に見られ、アミドに由来する $\text{C}=\text{O}$ 結合のピークである。図 5 より、ピーク高さが高いほど通水距離当たりのろ過抵抗が高くなることを確認した。また、データのバラつきについては多摩川におけるデータの約 4 割が雨天時データであることが要因と考えられる。

4 まとめ

河川への下水処理水の混入の異なる河川表流水を膜による吸引ろ過を行い、XRF, FT-IR の分析結果から以下の結果が得られた。

- 1) S, Fe, O 有機やアミドは膜内部へ侵入し、ろ過抵抗に影響を与えていることが確認できた。
- 2) 不可逆的膜ファウリングの要因にフミン酸などの腐食物質の影響が考えられる。

5 参考文献

- 1) 水道技術経営情報
<http://www.waterpartners.jp> 2014/1/13
- 2) 一般社団法人 日本電気計測工業会
<http://tech.jemima.or.jp/> 2014/1/12
- 3) 水文水質データベース
<http://www1.river.go.jp> 2014/1/6

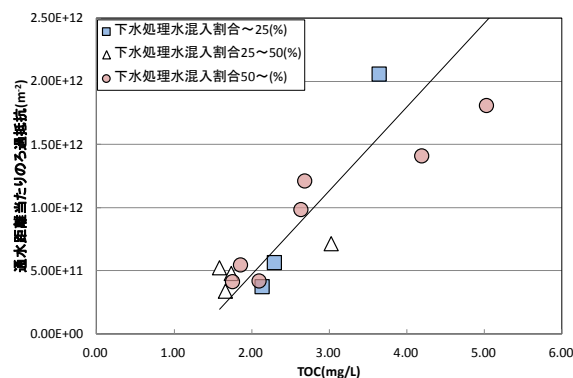


図 2 TOC 濃度と通水距離当たりのろ過抵抗の関係

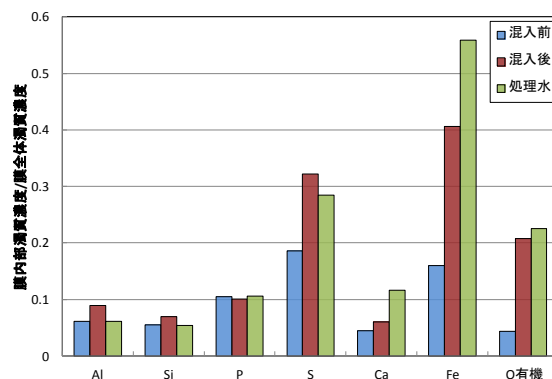


図 3 膜全体濁質濃度に対する膜内部濁質濃度の割合

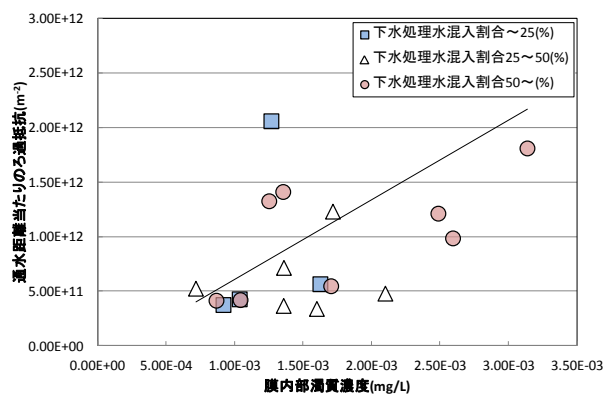


図 4 濁質 S の膜内部濁質濃度と通水距離当たりのろ過抵抗の関係

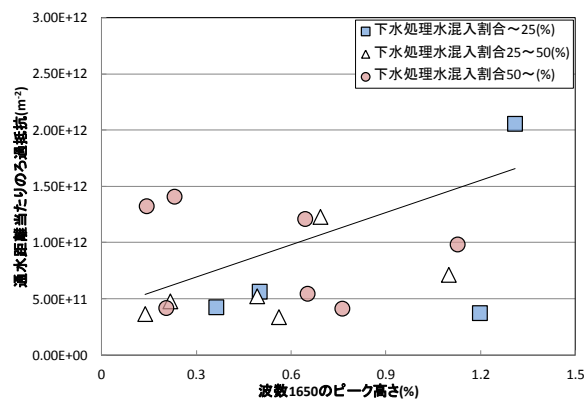


図 5 膜内部における波数 1650cm^{-1} のピーク高さと通水距離当たりのろ過抵抗の関係