

## 有機膜を用いた膜浄水における河川水中ファウリング物質の挙動

東京都市大学 学生会員 ○吉田 駿  
東京都市大学 正会員 長岡 裕

### 1. はじめに

現在日本で最も広く利用されている急速ろ過方式に代わる新たな浄水処理方式として、膜ろ過方式が注目されている。膜ろ過方式は良質で安全性の高い処理水を得ることが出来るほか維持管理費が安く済むこともあり、設備更新を機に導入する浄水場が全国的に増えてきている。

しかし、膜ろ過方式はファウリング（膜目詰まり）の発生によってろ過速度が低下してしまう。ファウリングには物理洗浄で解消可能な可逆的膜ファウリングと、薬液洗浄で目詰まりの原因物質を解消する不可逆的膜ファウリングが存在する。薬液洗浄によって膜の劣化が早まるほか、薬品にかかるコストの問題のため、ファウリングの抑制が求められている。

そこで、ファウリングの原因物質の調査や特定が必要となる。本研究では河川水に膜ろ過を施しファウリングを発生させ、膜にファウリングを引き起こす濁質の特徴を検討することを目的とする。

### 2. 実験概要

#### 2.1 ろ過方法

実験では公称孔径  $0.50\mu\text{m}$  の PTFE 膜と公称孔径  $0.45\mu\text{m}$  の CA 膜を使用し、吸引ろ過器で全量ろ過を行った。ろ過手順として、初めに純水を合計 400ml になるまで通水し、膜のみのろ過抵抗を算出するため 25ml 通水する毎の通水時間を測定した。次に河川水を膜に通水させ、その後に純水を再度 400ml 通水させ通水時間を測定することで膜と堆積物を合わせたろ過抵抗を算出した。膜表面の堆積物を拭き取った膜、拭き取らない膜を作成し、それぞれ膜内部にファウリングが生じている膜、膜全体にファウリングが生じている膜の 2 種類を得た。

#### 2.2 採水概要

採水は JR 相武台下駅付近の相模川、小田急電鉄鶴見川駅付近の鶴見川、八王子市多摩川上流水再生セン

ター付近の多摩川中流、東京都市大学グラウンド付近の多摩川下流の 4 か所で行った。採水地点を示した地図として図 1 に採水箇所を示す。

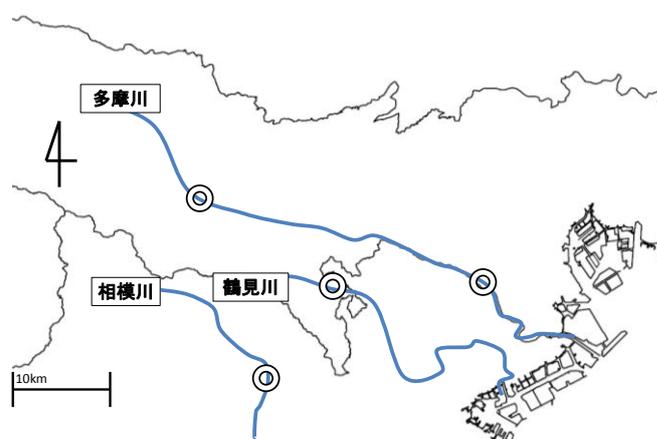


図 1：採水地点概要

#### 2.3 分析方法

河川水の水質調査として原水の TOC, E260, 濁度を測定した。ろ過した膜は XRF 計を用いて分析した。XRF 計を用いることにより、膜に含まれる濁質の成分元素・含有割合を測定できる。機械上でスペクトル補正を行い濁質の成分割合を求めた。CA 膜では C を基準に、PTFE 膜では F を基準に式 (1) を用いて濃度に変換した。

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

ここで、 $\alpha$  は各元素の濃度 [mg/L],  $Y_{wt\%}$  はろ過後の膜における求めたい元素の含有率 [wt%],  $X_{wt\%}$  はろ過後の膜における基準となる物質の含有率 [wt%],  $X$  はろ過面積あたりの基準となる物質 (C および F) の質量 [mg],  $V$  はサンプル通水量 [L] を表す。

### 3. 分析結果

表 1 に河川水および処理水の水質調査結果を示す。PTFE 膜処理水における TOC 値は親水化の際に用いたエタノールの影響を受けるため利用しない。吸引ろ過を行った結果、PTFE 膜でろ過した処理水の水質

キーワード ファウリング, 膜ろ過方式, ろ過抵抗

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104(内線 3257) E-mail:g1218099@tcu.ac.jp

項目はCA膜のいずれをも下回った。

表 1：河川水および処理水の水質調査結果

平均	膜材質		TOC(mg/L)	E260(cm <sup>-1</sup> )	濁度(NTU)
	PTFE膜	CA膜			
	原水		0.977	0.034	2.256
	処理水		0.021	0.021	0.277
	CA膜	処理水	0.750	0.022	0.421

図 1 に河川水の TOC と CA 膜内部におけるろ過距離あたりのろ過抵抗値の関係，図 2 に河川水の TOC と PTFE 膜内部におけるろ過距離あたりのろ過抵抗をそれぞれ示す。PTFE 膜に比べ CA 膜の方がろ過距離あたりのろ過抵抗は小さく，単位時間あたりにろ過できる処理水量が多い。また，ろ過抵抗と河川水の TOC には正の相関が見られ，有機物由来の濁質がファウリングに影響を与えていると示唆される。CA 膜に比べ PTFE 膜のろ過抵抗が大きくなった理由として表 1 で示した水質調査より，PTFE 膜の方がより多くの濁質成分を膜内に堆積させるが，不可逆的ファウリングは発生しやすくなると示唆される。このことから，CA 膜は処理水質が PTFE 膜に比べ高くないが多くの処理水を得られ，PTFE 膜は CA 膜に比べ多くの濁質を除去できるがファウリング発生量も多い，という特徴が読み取れる。

図 3 に膜全体の元素濃度に対する膜細孔内の元素濃度割合を示す。濁質の大部分を占めるのは Al, Si を含む物質であるが，CA 膜での S や PTFE 膜での Fe など，膜細孔内における元素割合で見るとファウリングの原因物質として寄与している元素の種類は異なる。膜内部へ侵入しやすい元素である事が読み取れる事から，S および Fe はそれぞれ CA 膜，PTFE 膜の膜細孔内に膜目詰まりを引き起こす不可逆的ファウリングの主な原因元素として作用していると考えられる。

4. まとめ

河川水の有機膜ろ過を行い，XRF 分析の結果から本研究で得た知見を示す。

- ・CA 膜は PTFE 膜に比べ処理水の水質は低いが多く処理水を得られる。
- ・PTFE 膜は CA 膜に比べ多くの濁質を除去できるがファウリング量も多い。
- ・Al および Si は CA 膜，PTFE 膜に可逆的ファウリングを引き起こす原因元素である。

・S は CA 膜，Fe は PTFE 膜に不可逆的ファウリングを引き起こす原因元素である。

5. 参考文献

塚田翔祐 長岡裕：河川表流水の膜ろ過過程におけるファウリング物質の調査 土木学会関東支部第 42 回技術研究発表会概要集，第 VII 部門，vol.42

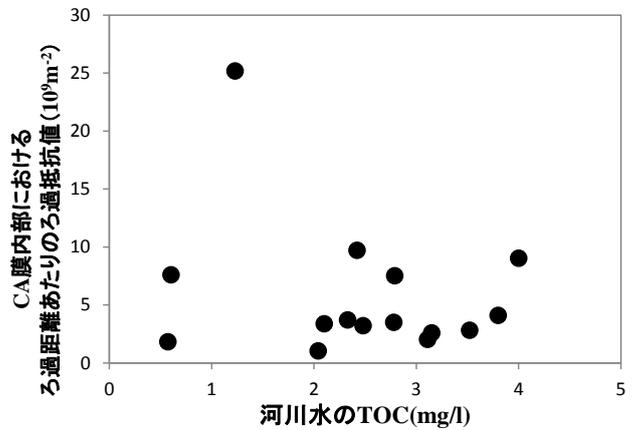


図 2：CA 膜細孔内におけるろ過距離あたりのろ過抵抗と河川水の TOC の関係

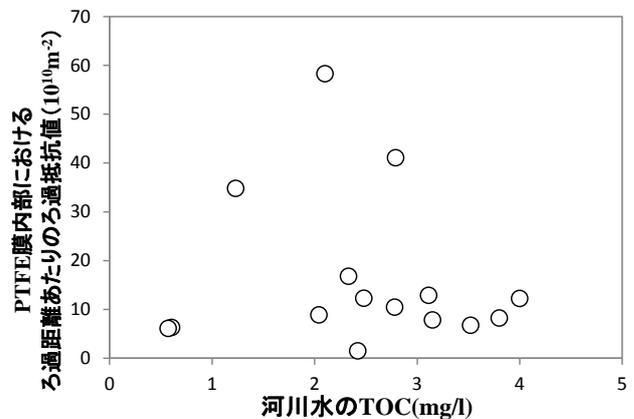


図 3：PTFE 膜細孔内におけるろ過距離あたりのろ過抵抗と河川水の TOC の関係

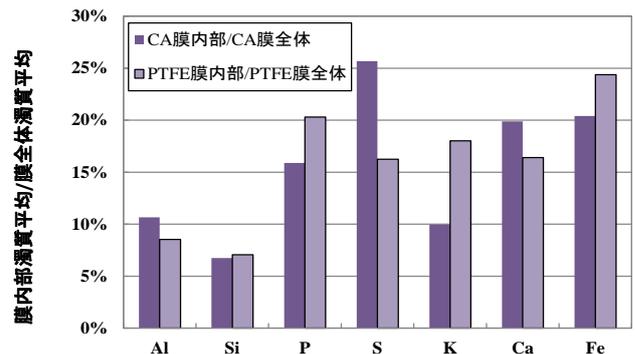


図 4：膜全体に対する膜細孔内部の元素濃度割合

