

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

東京都市大学 学生会員 ○塚田翔祐
東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

現在注目されている膜ろ過方式は、微細孔径の膜に原水を通過させるろ過方式である。膜ろ過方式は単位面積当たりの処理水量が多く、細菌やプランクトンなどもろ過により除去できる為、塩素注入が少なくおいしい水が得られることなどが長所である。

しかし、膜ろ過方式は連続運転によりファウリングと呼ばれる膜目詰まりが生じ、ろ過速度が低下する問題がある。その為、膜の長期運転を可能にするにはファウリング原因物質の調査が必要である。

本研究ではセルロースアセテートメンブレンフィルター(以下 CA 膜)とポリテトラフルオロエチレン(PTFE)膜の二種類の膜を用いて河川水に吸引ろ過を施し、処理水質とろ過抵抗からろ過の効果、XRF を用いた分析でファウリング原因物質を調査する。この際、膜の材質の違いを考慮し検討する。

2. 実験概要

2.1. 採水概要

採水は東京都と神奈川県の間を流れる多摩川で行った。事前に食器用洗剤で洗い、乾燥させた 500ml ペットボトルを、採水前に河川水で十分に共洗いし、川の流れが比較的速い位置で、全水深の中間部分から採水した。多摩川の採水地点を図 1 に示す。

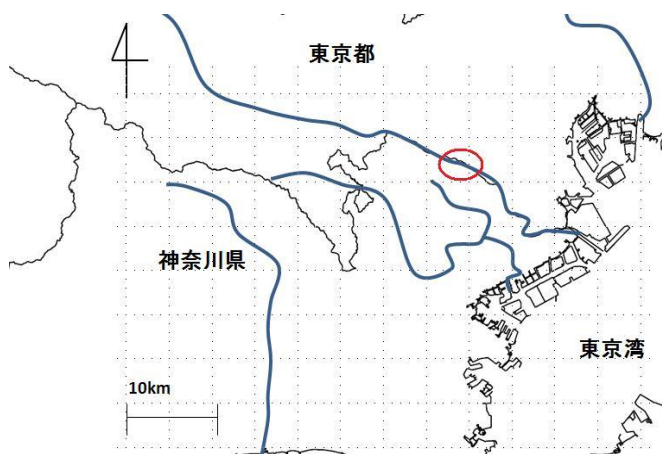


図 1：採水地点

2.2. ろ過方法

膜は公称孔径 $0.45\mu\text{m}$ で親水性の CA 膜と 公称孔径 $0.5\mu\text{m}$ で疎水性の PTFE 膜を使用し、吸引ろ過器によりろ過を行った。PTFE 膜は親水化の為にエタノールに 1 分間漬けてからろ過を行った。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。次に採水した河川水を通水させ、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。ファウリングは膜表面と膜内部に生じているので、河川水を通水後に膜表面の堆積物を拭き取ることで、膜内部のみのファウリング成分が検出されると考慮し分析を行った。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の差によって求めた。これらの膜は乾燥炉で約 20 時間乾燥させ、XRF 分析を行った。

2.3. 分析方法

河川水の水質調査として濁度、TOC、紫外線吸光度 E260 を測定した。濁質の調査として蛍光 X 線分析装置(XRF)を使用し、定性分析を行った。その際、X 線強度の値が小さい元素は装置内の検出精度上、質量%の成分値として反映されない為、スペクトル補正を行った。濁質の質量を求める際 CA 膜では炭素を基準に、PTFE 膜ではフッ素を基準にして式(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、 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%)、 $X_{wt\%}$ ：ろ過後の膜における基準となる物質の含有率(wt%)、 X ：ろ過面積あたりの基準となる物質の質量(mg)、 V ：サンプル通水量(l)である。

3. 実験結果及び考察

3.1. 水質及びろ過抵抗の測定結果

膜内部における通水距離当たりのろ過抵抗と原水

キーワード ファウリング、膜ろ過方式、ろ過抵抗、濁質濃度

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:g1118063tcu.ac.jp

の TOC, 原水の濁度の関係をそれぞれ図 2, 図 3 に示す. CA 膜では通水距離当たりのろ過抵抗が PTFE 膜よりも小さく, 多くの水を処理できることが示唆される. PTFE 膜では原水の水質がろ過抵抗の上昇に影響が大きく, CA 膜では影響が小さいことから, CA 膜の方が安定したろ過が可能であると示唆される.

3.2. 紫外線吸光度測定結果

処理水への有機物の侵入を調べるために原水の TOC と処理水の紫外吸光度の関係を図 4 に示す. TOC が増加すると共に紫外線吸光度も増加していることから, 有機物を完全に取り除けていないことが示唆され, 処理水の有機物の量は原水の有機物の量に影響を受ける. また, 両方の膜で近い測定結果が示されたことから, 膜の材質に関わらず膜ろ過では有機物を除去しにくいことが示唆される.

3.3. XRF による分析結果

XRF により求めた膜全体に占める膜内部に含まれる濁質濃度の割合を図 5 に示す. 両方の膜で S と Fe が他の元素と比べ膜内部に堆積しやすい傾向がある. CA 膜は PTFE 膜と比較すると, 膜内部に濁質が堆積しにくく, 膜表面に多く堆積することから, 物理洗浄の効果が得やすく薬品洗浄の頻度が少なく済むことが示唆される.

4. まとめ

河川表流水を膜による吸引ろ過を行い, 各分析結果から以下の知見が得られた.

- 1) CA 膜は PTFE 膜よりもろ過抵抗の上昇が緩やかであり, 原水の水質から影響を受けにくく, より多くの処理水を得ることが出来る.
- 2) CA 膜, PTFE 膜を用いたろ過では, 原水に含まれる有機物が増加するにつれ, 処理水に混入する有機物の量も増加する.

3) S, Fe は膜内部に堆積する傾向があり, 不可逆的膜ファウリングの原因物質だと示唆され, その傾向は CA 膜よりも PTFE 膜の方が大きい.

5. 参考文献

- 1) 岩田隆佑他 浄水膜ろ過における下水処理水流入時の細孔内ファウリング物質の直接測定 土木学会関東支部技術研究発表会概要集 vol57 第VII部門

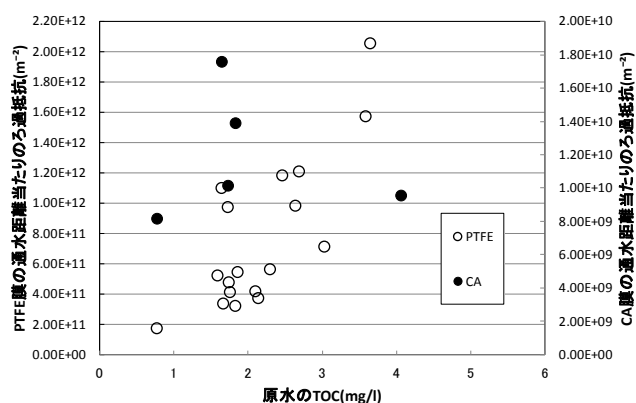


図 2: ろ過抵抗と原水の TOC の関係

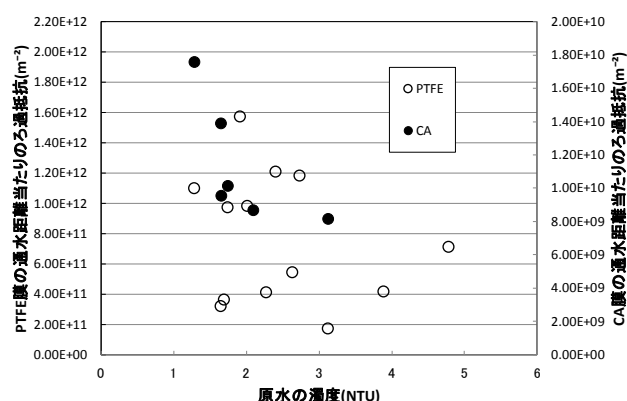


図 3: ろ過抵抗と原水の濁度の関係

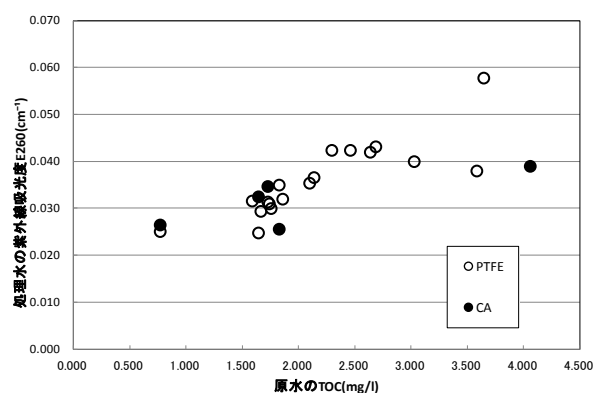


図 4: TOC と紫外線吸光度 E260 の関係

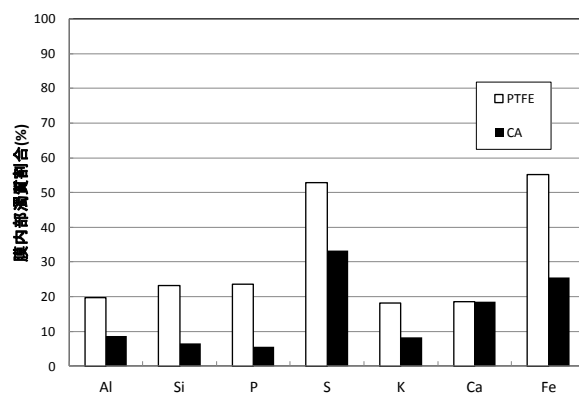


図 5: 膜全体に占める膜内部の濁質濃度割合