

XRF 分析及び FT-IR 分析を用いた浄水場の処理方法の違いが管路内の水質に与える影響の調査

東京都市大学 学生会員 ○飯塚 健冬

東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

近年、浄水場のろ過方式として膜ろ過方式が注目されている。膜ろ過方式は、従来多く使われてきた急速ろ過方式と比較して、いくつかの処理を膜のみで行うことができるため、施設の省スペース化が可能となる。しかし、水道水は管路を利用して配水を行うため、ろ過方式の変更が、給水栓や消火栓の水質に変化を及ぼす可能性がある。

そこで、急速ろ過方式から膜ろ過方式変更後までの管路内における水質変化を調査し、浄水場のろ過方式変更により管路内の水質改善がどの程度行われるのかを明確にすることが必要だと考えられる。本研究では膜ろ過方式導入後における管路内の水質調査を行うことで膜ろ過方式導入に役立てることを目的とする。

2.1 採水概要

採水は関東大規模事業体の K 浄水場、消火栓、給水栓から行った。K 浄水場は 2 年前まで急速ろ過方式を用いて処理を行っていたが、2014 年 4 月 1 日から膜ろ過方式に施設更新している。表 1 には採水概要を示した。

表 1 採水地点概要

採水地点	流下距離(km)	水道管路
K 浄水場	0	浄水場
消火栓1	8.3	配水管
消火栓2	12.6	
給水栓1	7.2	給水管
給水栓2	7.9	
給水栓3	8.2	

採水には事前に 500ml ペットボトルを用意し、水道水で 1000 分の 1 に希釈した食用洗剤で洗浄する。その後、12%の低食塩次亜塩素酸ナトリウム溶液を水道水で 0.1%に希釈した水溶液中に浸漬し、塩素消毒を行った後純水で 2 回洗浄を行った。洗浄後のペットボトルは、一定温度下で保存するため、冷蔵庫で保管した。また、給水栓、消火栓からの採水を行う際にも 2 回共洗いを行った。今回の採水では管路内に堆積した物質を調査することが目的であるため、給水栓からの採水はすぐには行わず、5 分間流水後に採水を行った。

3. 実験方法

ろ過膜には孔径 0.5 μ m の PTFE(Poly Tetra Fluoro

Ethylene:ポリテトラフルオロエチレン)膜を使用した。PTFE 膜は疎水性の有機膜でフッ素と炭素のみで構成され、親水化のため 1 分間エタノールに浸け、吸引ろ過装置を用いて膜ろ過を行う。ろ過抵抗値算出は、サンプル通水前に純水 150ml 通水させ、サンプル通水する。その後純水を 10ml 通水させた。膜透過流束と膜のみのろ過抵抗値、ろ過後の膜全体のろ過抵抗値を用いて式 (1) よりケーキ層のろ過抵抗値を算出した。

$$R_c = R_t - R_m \quad (1)$$

R_c : ケーキ層ろ過抵抗値 [m^{-1}], R_t : 膜とケーキ層のろ過抵抗値 [m^{-1}], R_m : 膜のろ過抵抗値 [m^{-1}]

XRF 分析は元素分析が可能で、検出された全元素中に含まれる各元素の割合がわかる。水道水中に F が含まれていないと仮定し、水道水ろ過後の膜における F の含有率 wt% を基準とした以下の式 (2) を用いた。

$$C = \frac{Y_{wt\%}}{F_{wt\%}} \cdot \frac{F_m \cdot A}{V} \quad (2)$$

C: 各元素の濃度 [mg/L], $Y_{wt\%}$: サンプル水ろ過後の膜における各元素の含有率 [wt%], $F_{wt\%}$: 水道水ろ過後の膜における F の含有率 [wt%], F_m : 単位面積当たり F 重量 [mg/mm²], A: 分析面積 [mm²], V: サンプル通水量 [L]

FT-IR 分析は濁質中の有機物内の官能基の測定が可能である。サンプルを通水させた膜と通水させない膜を赤外スペクトルを求める。

4. 実験結果及び考察

図 1 には膜ろ過方式更新後の経過日数と通水距離当たりのろ過抵抗値の関係を示した。なお、288 日目が膜ろ過方式へ更新した日を表している。図 2、図 3 には急速ろ過方式と膜ろ過方式の通水距離あたりのろ過抵抗値と流下距離の関係を示した。図 2、図 3 では今までのデータの平均値を利用した。図 1 のグラフでは、膜ろ過方式導入後はろ過抵抗値が日数経過とともに減少した。消火栓と給水栓のろ過抵抗値が減少した原因として、配水池のろ過抵抗値が下がっていることから、浄水場出口の水のろ過抵抗値が元から低く、その影響によるものであると考えられる。図 2、図 3 においては、膜ろ過方式のろ過抵抗値が急速ろ過方式のろ過抵抗値よりも低くなる結果が得られた。また、標準偏差を考慮した値では、急速ろ過方式において、流下距離が大きくなるにつれて通水距離あたりのろ過抵抗値の値は下がっている。これらの原因として、ろ過方式変更による浄水場出口での水質改善、配水管内に沈殿していた物質の浮上と考えられる。

キーワード: 急速ろ過方式, 膜ろ過方式, ろ過抵抗値, XRF, FT-IR

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL. 03-5707-0104

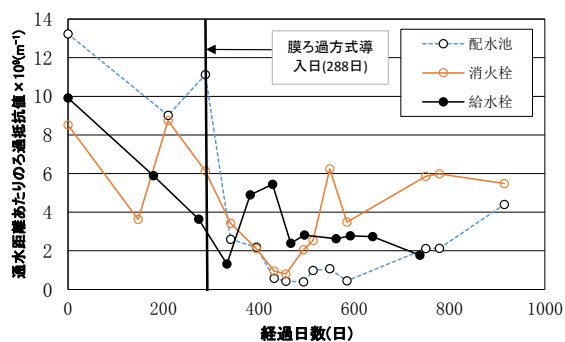


図1 膜ろ過方式更新後の経過日数と透水距離あたりのろ過抵抗値の関係

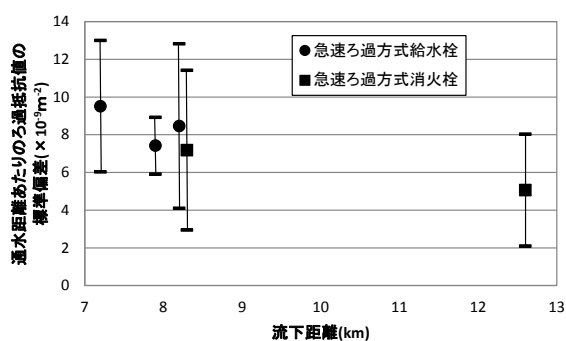


図2 急速ろ過方式における透水距離あたりのろ過抵抗値と流下距離の関係

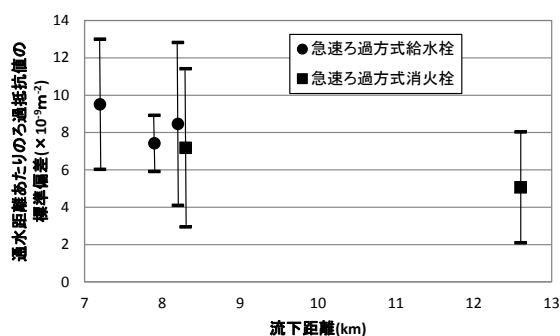


図3 膜ろ過方式における透水距離あたりのろ過抵抗値と流下距離の関係

図4に給水栓と消火栓、配水池における膜ろ過方式の濁質濃度/急速ろ過方式の濁質濃度の関係を示した。図4において消火栓の炭素、酸素、アルミニウム、ケイ素の値が高いことからこれらの元素を含む物質がろ過方式を変えたことで浮上したと考えられる。給水栓においては上記の元素の値が消火栓に比べて小さくなっている。その原因として消火栓から給水栓の間で沈殿したことが考えられる。

図5には、FT-IR分析を急速ろ過及び膜ろ過方式の消火栓、給水栓で行った結果を示した。4つのグラフに共通して、波数3300、2925、1650にピーク高が見られた。このことから、O-H結合、C-H結合、C=C結合が存在すると示唆された。

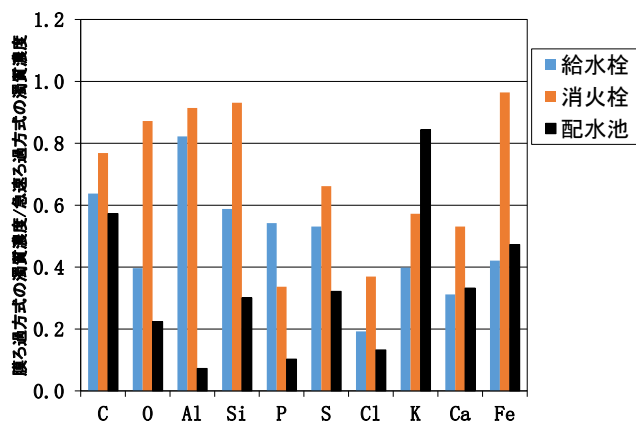


図4 給水栓と消火栓における膜ろ過方式の濁質濃度/急速ろ過方式の濁質濃度

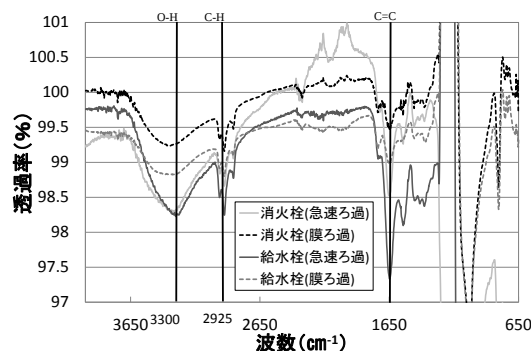


図5 急速ろ過方式、膜ろ過方式の給水栓と消火栓におけるFT-IR分析結果

5. まとめ

ろ過抵抗値、XRF、FT-IR分析結果から以下の知見が得られた。

- 1)膜ろ過方式導入後はろ過抵抗値が下がる。また、流下距離が大きくなるほど膜ろ過方式のろ過抵抗値は上がり、急速ろ過方式のろ過抵抗値は下がる。
- 2)消火栓において急速ろ過方式の段階で沈殿していた物質が膜ろ過方式に変更したことで浮上する。
- 3)給水栓及び消火栓においてFT-IRを用いた分析結果では、急速ろ過方式、膜ろ過方式ともにO-H結合、C-H結合、C=C結合の存在が確認された。

6. 参考文献

- 1)池田愛, 長岡裕:膜ろ過及びXRFとFT-IR分析を用いた送水-給水管内の水質挙動に関する調査, 土木学会関東支部第41回技術研究発表会, 第VII部門, VII-31
- 2)吉羽大貴, 長岡裕:XRF, FT-IR分析を用いた浄水場の処理方法の変更による送水-給水管内の水質挙動に関する調査, 土木学会関東支部第42回技術研究発表会, 第VII部門, VII-45