

XRF, FT-IR 分析を用いた浄水場の処理方式の変更による送水—給水管内の水質挙動に関する調査

東京都市大学 学生会員 ○吉羽 大貴
東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

浄水場の多くは高度経済成長期に建設され、更新時期を迎えている。更新の際に急速ろ過方式と比較して、省スペース化が可能な膜ろ過方式が注目されている。膜ろ過方式は凝集剤の使用量が削減できるため、上水水質の改善が見込まれるが、処理方式の変更による上水水質への影響は明確でない。これを明確にすることで、浄水場の更新による上水水質の改善がどの程度行えるかの目安ができ、膜ろ過方式に更新が行いやすくなる。

池田ら¹⁾は急速ろ過方式の浄水場から流れる水道管内の水質調査を行い、水道管の影響を受けて水質が変化することを示している。その浄水場が膜ろ過方式に更新されたため、本研究では浄水場、消火栓、給水栓から採水し、更新前後を比較することで、浄水場の処理方式の変更が水道管内に与える影響を調査する。

2. 調査概要

調査対象である K 浄水場は、昨年度まで急速ろ過方式を用いていたが、今年度から膜ろ過方式に施設更新している。表 1 に採水概要を記す。急速ろ過方式の分析結果は池田ら¹⁾のデータを用いた。pH 調整前後は K 浄水場の膜ろ過方式の水であるが、他の採水地点は 1/6～1/7 程度で急速ろ過方式である別の浄水場の水が入っている。また、消火栓は K 浄水場の配水池から出ている配水管から採水しているが、給水栓は K 浄水場の配水池から別の配水池に送られた水を採水している。

表 1 採水概要

採水地点	流下距離(km)	水道管路
原水	0	浄水場 (配水管流入前)
pH調整前		
pH調整後		
K浄水場		
A1消火栓	8.3	配水管
A2消火栓	12.6	
A3給水栓	7.2	
A4給水栓	7.9	給水管
A5給水栓	8.2	

採水にはペットボトルを水道水で 1000 分の 1 に希釈した食用洗剤で洗浄し、12%の低食塩次亜塩素酸ナトリウム溶液を 0.1%に希釈した水溶液中に 1 時間浸漬した。

3. 実験方法

ろ過膜には孔径 0.5 μm 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、サンプル通水後に純水を 10ml 通水させた。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分析し、前者から後者を差し引くことで濁質のみのスペクトルを求める。スペクトル波形は、横軸が波数 cm⁻¹, 縦軸が透過率%で示す。

4. 実験結果及び考察

図 1 に通水距離あたりのろ過抵抗値と流下距離の関係を示す。消火栓、給水栓ともに急速ろ過方式では流下距離が長くなるとろ過抵抗値が小さく、膜ろ過方式では流下距離が長くなるとろ過抵抗値が大きくなる傾向がある。このことから急速ろ過方式の時に浄水場から流れ出た物質が浄水場付近で沈殿して堆積し、膜ろ過方式に更新後に沈殿物が浮上したことで、流下距離が長くな

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

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

るにつれてろ過抵抗値が大きくなると考えられる。

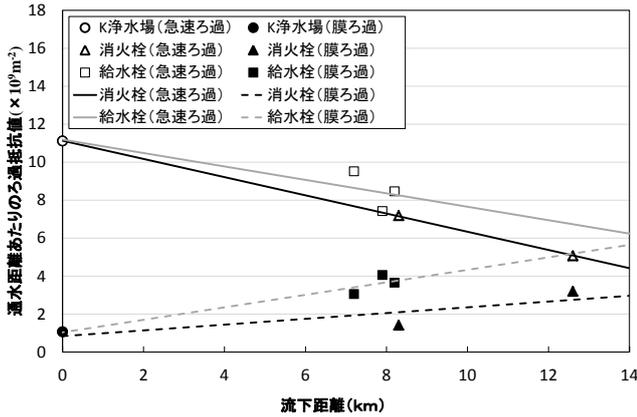


図1 通水距離あたりのろ過抵抗値と流下距離の関係

図2にXRF分析による各元素の膜ろ過方式の平均懸濁態濃度/急速ろ過方式平均懸濁態濃度を示す。消火栓、給水栓で多くの元素が1を下回ったため、急速ろ過方式より膜ろ過方式が懸濁態濃度が小さい傾向にある。Alは凝集剤に使われており、膜ろ過方式に更新することで凝集剤の使用量は削減できるため、K浄水場でのAlの値は小さく、消火栓と給水栓で大きい。水道管内にAlを含む物質が堆積していると考えられる。

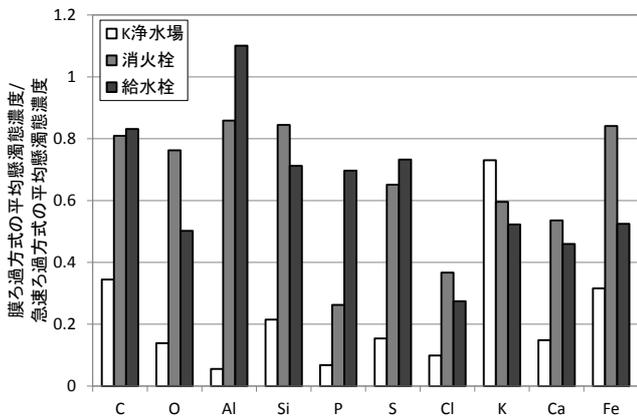


図2 各元素の膜ろ過方式の平均懸濁態濃度/急速ろ過方式の平均懸濁態濃度

図3にFT-IR分析結果を示す。波数3300, 2925, 1650 cm^{-1} でピークがあるため、サンプルにO-H, C-H, C=C結合が存在する。図4に波数1650 cm^{-1} における各測点と浄水場のピーク高さの差と経過日数との関係を示す。ピーク高さはピークが下がり始める前を基準とし、下がり幅をピーク高さとする。0日目が急速ろ過方式のデータである。急速ろ過方式の時は各測点とも浄水場より小さい値であり、C=C結合を含む物質が水道管内に堆積していたためと考えられる。膜ろ過方式更新後は経過日数が増えても、浄水場との差が小さいため、C=C結合を含む物質は水道管内の水質に影響を与えていない。

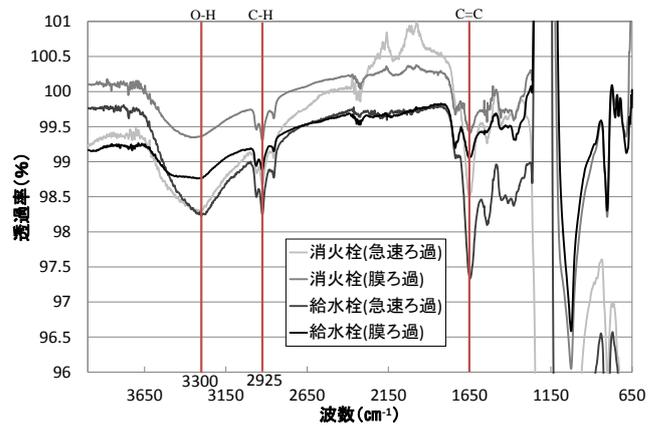


図3 FT-IR分析結果

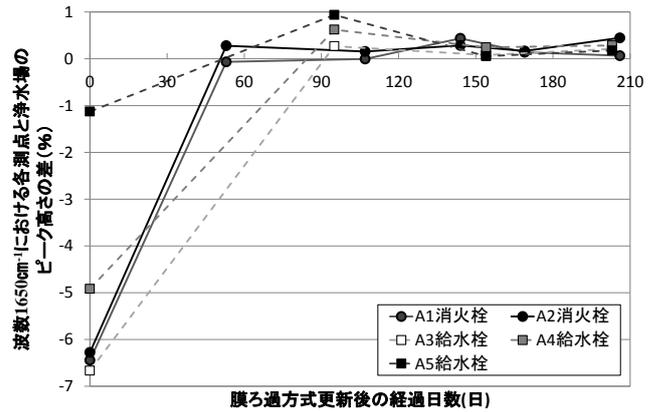


図4 波数1650 cm^{-1} における各測点と浄水場のピーク高さの差と経過日数との関係

5. まとめ

浄水場が急速ろ過方式から膜ろ過方式に更新した水道管内の水質に着目し、ろ過抵抗値の測定, XRF, FT-IR分析を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) 急速ろ過方式の時に浄水場から流れ出した物質が浄水場付近で沈殿して堆積し、更新後に沈殿物が浮上するため、流下距離が長くなるにしたがってろ過抵抗値が大きくなる傾向がある。
- 2) XRF分析結果から膜ろ過方式に更新することでAlを含む物質を減らすことができる。また、水道管内にAlを含む物質が他の元素と比較して多く堆積している。
- 3) FT-IR分析結果から水道管内の水質中にO-H, C-H, C=C結合が存在し、急速ろ過方式時はC=C結合を含む物質が水道管内に堆積し、膜ろ過方式に更新後はC=C結合を含む物質は水道管内の水質に影響を与えていない。

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