

フィルターろ過と各種分析器による配水管老朽度診断手法の検討

東京都市大学 学生会員 ○小佐野洋樹

東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. 研究背景・目的

水道配水管の老朽度診断のため、その管を流れる水道水中の濁質などのデータを収集、分析することは有効な手段であるといえる。しかし、現在水道水中の濁質などのデータを収集し配水管の老朽度診断を行なう手法はあまりない。

そこで本研究では、既往の研究¹⁾に引き続き、老朽化をしている可能性のある配水管前後に直結されている給水栓から採水した少量の水道水を膜ろ過し、膜表面に堆積した物質を蛍光 X 線分析(XRF)、フーリエ赤外分光光度計(FT-IR)などの各種分析機器を用いて分析を行なう。これによって容易かつ多くの濁質に関する量と質のデータを取得することで、配水管の老朽度診断手法を確立することを目的としている。

2. 調査方法

2.1. 採水日時、地点および採水方法

採水は 2009 年 11 月 2 日、11 月 16 日、12 月 1 日に行った。以下の表 1 に調査を行なった老朽管の概要を図 1 に調査地域は A 市の 4 地区(A-1～A-4)の詳細を示す。老朽管の前後における公園等の給水栓より採水を行った。給水栓からのサンプリングは採水前に水を 1 分間出すことで蛇口付近の付着物を取り除き、採水した水はペットボトル(500ml)にいれ、研究室に持ち帰り、冷蔵庫に入れて保管した。

2.2. 分析方法

ろ紙はセルロース膜(孔径 0.45 μm)、CPE 膜(塩素化ポリエチレン:孔径 0.4 μm)と PTFE 膜(ポリテトラフルオロエチレン:孔径 0.5 μm)を使用した。ろ過装置については、セルロース膜と CPE 膜を使用する際に吸引ろ過装置を使用し、PTFE 膜使用の際は加圧ろ過装置を用いた。通水量はセルロース膜では 500ml、CPE 膜では 100ml、PTFE 膜では 200ml とし、ろ過面積を調整するために直径 5mm の穴を空けたシリコンゴム板を中間材として使用した。堆積物を蛍光 X 線分析(X-ray fluorescence: XRF)で定性分析を行い、フーリエ変換赤外分光光度計(Fourier Transform Infrared Spectrophotometer: FT-IR)で有機物の存在を推定した。ろ過後に精製水をろ過して、膜と堆積物合計のろ過抵抗を測定し、膜のみのろ過抵抗を減ずることによって、堆積物のろ過

抵抗を求めた。

2.3. CPE 膜と PTFE 膜を用いた濁質濃度計算

CPE 膜と PTFE 膜の固有成分含有率、ろ過後の含有率、通水量と膜の質量から濁質濃度を算出した。CPE 膜の固有成分として C, Cl, B を使用し、PTFE 膜の固有成分として C, F を使用した。

$$a = \left\{ \frac{Y_{bl}}{Y_r} a_r - a_{bl} \right\} \frac{M \times A}{Q} \quad (3)$$

a: 各成分濃度(mg/L), Y_{bl} : ブランク膜固有成分の含有率合計, Y_r : 水道水ろ過後の膜固有成分の含有率合計, a_r : 水道水ろ過後の各成分含有率, a_{bl} : ブランク膜における各成分の含有率, M: 膜面積あたりの質量(mg), A: 通水面積(mm²), Q: 通水量(L)

表 1 老朽管概要

場所	管種	敷設年度(年)	口径(mm)	管路延長(m)
A-1	CIP	不明	150	27
A-2	CIP	不明	100	66
A-3	CIP	不明	100	80
A-4	CIP	S41	200	495

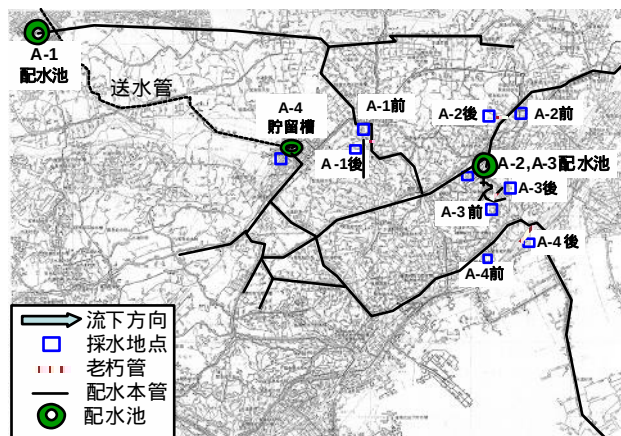


図 1 調査地域概要

3. 分析結果

3.1. 老朽管流入前後における濁質濃度の関係

ここで図 2 に配水池及び老朽管流入前後における濁質濃度を 3 回の調査の平均値で表したものを示す。また表 2 に比較的きれいな結果として A-1 での PTFE 膜においての分析可能元素の濃度を示す。セルロース膜の結果は膜固有成

キーワード フィルターろ過、濁質、老朽度診断

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学水圏環境工学研究室 TEL03-5707-0104 E-mail g1081704@tcu.ac.jp

分であるCとOを差し引いて示している。以前の研究成果として、セルロース膜を用いた際、全地点で老朽管流入後に濁質濃度が上昇していたが、今回の結果では、全ての膜においてばらつきが生じている。

CPE膜とPTFE膜を用いた濁質濃度については、各々の採水地点で比較すると誤差が生じている。また、本調査で検出された主な濁質成分としてAl, Si, Oが挙げられ、濁質濃度が高い地点においてはFeが検出した。しかし、老朽管流入前後における主な水質変化は見られなかった。

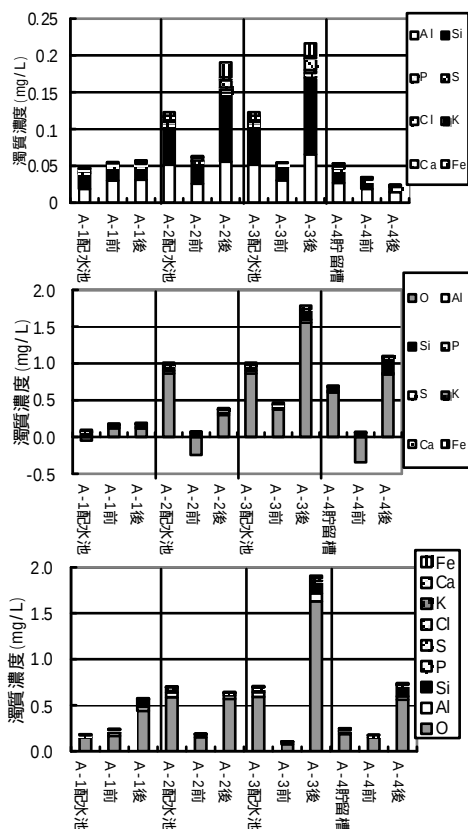


図2 配水池及び老朽管流入前後における濁質濃度(上からセルロース膜, CPE膜, PTFE膜)

表2 配水池及び老朽管流入前後における濁質濃度(mg/L)の全データ(PTFE膜, A-1地点)

元素名	A-1配水池	A-1前	A-1後
B	0	0	0
C	-0.01283	0.074117	0.378988
N	0	0	0.138681
O	0.1506682	0.167543	0.438794
F	-0.017418	0.152767	-0.04863
Al	0.0208437	0.033775	0.04343
Si	-0.01328	0.027641	0.078939
P	0.0002432	0.000137	0.000744
S	-4.4E-05	0.001348	-0.00023
Cl	0.0089402	0.006879	0.007469
K	0.0001022	0.000499	0.000991
Ca	0.0015458	0.001984	0.000567
Fe	0.0018424	0.002337	0.005167
Zn	0	0	0

3.2. FT-IRによる有機物の推定

ここで図3に、11月16日におけるCPE膜を用いた各採水地点のFT-IRスペクトル結果を示す。FT-IRはその性質上いくつかの原子の結合をピークとして捉えることが可能な装置である。であるから、有機物そのものではなく濁質に含まれると推測される有機物の中に存在する原子の結合についてここでは論じる。波数 1715cm^{-1} に見られるピークは、官能基 $\text{C}=\text{O}$ 由来である。波数 $2900\text{cm}^{-1} \sim 3000\text{cm}^{-1}$ に見られる2つのピークは、 $\text{CH}_3-(\text{C}=\text{O})-\text{R}$, $\text{R}-\text{CH}_2-(\text{C}=\text{O})-\text{R}'$ 特有のピークであり、また、 $650\text{cm}^{-1} \sim 800\text{cm}^{-1}$ に見られる2~3つのピークは、芳香族で主に見られる。よって、これらの有機物が骨格として存在することが示唆された。また、濁質由来の有機物としてタンパク質が考えられ、このピークは波数 3300cm^{-1} 前後及び 1650cm^{-1} 前後、 1540cm^{-1} 前後に検出されるが、今回の調査では検出されなかった。更に、今回の調査では、老朽管流入前後でスペクトルに特徴的な変化は見られなかった。

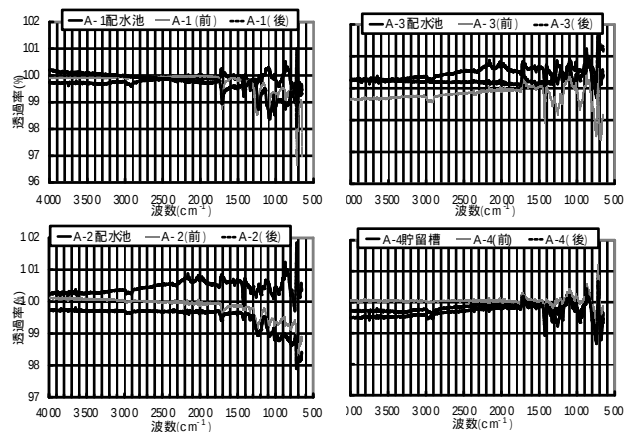


図3 各採水地点のFT-IRスペクトル(11月16日CPE膜)

4. まとめ

給水栓からの採水による調査は、採水地点における事前の使用状況、採水日時を考慮して行う必要性が挙げられる。本調査より、濁質成分の主成分としてAl, Si, Oが挙げられ、濁質濃度が高い地点においてはFeが検出されたが、老朽管流入前後で見ると濁質濃度と成分にばらつきが生じているがこの手法においては許容できるものであると考える。

また、FT-IRによる分析によって濁質中の有機物の組成を推定することが可能であることを示し、分析結果から $\text{CH}_3-(\text{C}=\text{O})-\text{R}$, $\text{R}-\text{CH}_2-(\text{C}=\text{O})-\text{R}'$, 芳香族の存在を示唆した。

参考文献

- 1) 工藤大地ら: フィルター過とXRF定性分析による配水管老朽度診断手法の開発 全国水道研究発表会講演集 pp218-219