

フィルターろ過による濁質濃縮法と XRF 及び FT-IR 分析を用いた配水管老朽度診断手法の検討

東京都市大学大学院 学生会員 ○小佐野洋樹

東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. 研究背景と目的

本研究では水道水中の濁質に着目し、老朽化がみられる配水管と近年更新を行った配水管の給水栓から採水した少量の水道水の膜ろ過を行った。膜表面の堆積物を蛍光 X 線分析(XRF)とフーリエ赤外分光光度計(FT-IR)により分析し、簡易に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、老朽度診断に必要である老朽管路内の水質挙動に関する調査を実施、この手法による配水管老朽度診断の妥当性の検討を行ったものである。

2. 調査方法

2. 1. 採水日時, 地点及び採水方法

採水は 2010 年 12 月 3 日(金), 12 月 17 日(金), 2011 年 1 月 7 日(金)に行った。調査地域は A 市の図-1 に示す領域であり、調査対象である配水管の詳細を表-1 に示す。また仮定として配水本管の部分は水質に違いがないものとして、代表点として A-1 とそこから分岐したそれぞれの配水管を流入後の A-2~4 の地点において配水管直結の給水栓より採水した。給水栓からの採水はまず水を 1 分間出し給水栓付近の汚れなどを取り除きペットボトル(500ml)に入れ研究室に持ち帰り、冷蔵庫で保管した。

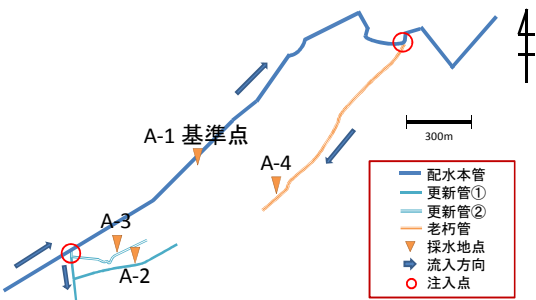


図-1 A 市調査領域

表-1 調査配水管の概要

管名	管種	敷設年	口径(mm)	管路延長(m)
更新管①	DIP	H11, 16	400, 300, 150	410
更新管②	DIP	H16, 17	400, 150	319
老朽管	CIP	S41	200	495

2.2.分析方法

ろ過膜は既往の研究¹⁾より、PTFE 膜(ポリテトラフルオロエチレン製:孔径 0.5 μ m)を使用し採水後即日に行い、ろ過に際しては加圧ろ過装置を用いた。通水量は 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板を中間材として使用した。堆積物を蛍光 X 線分析(XRF)で濁質の元素の定性分析を行い、フーリエ変換赤外分光光度計(FT-IR)で元素の結合を推定。

2.3.濁質濃度の計算方法

濁質濃度の計算は XRF によって得られた元素の wt% を以下の式(1)を用い mg/L へと変換を行った。概念としては水道水中にフッ素が含まれていないことから、膜のフッ素を基準にしその減少幅が他の元素の増加幅とした。調査管流入後の濃度から基準点の濃度を引き管路長で割り単位長さ当りの濁質濃度とすることで比較を行った。

α = (Ywt% / Fwt%) * (F / V) . . . (1)

α : 各元素の濃度[mg/L] Ywt% : サンプル水ろ過後の膜における求めたい元素の含有率[wt%] Fwt% : 水道水ろ過後の膜におけるフッ素の含有率[wt%] F : ブランク膜 5mm²におけるフッ素の質量[mg] V : サンプル通水量[L]

3.分析結果

3.1.XRF による分析の結果

表-2 に本研究で得られた濁質濃度を示す。計算によって得られた濁質濃度は採水地点ごとに平均している。計算結果から膜の構成材料である F, C と XRF の検出精度上ばらつきのある N は削除した。表-2 の濁質の量をまとめたものを示す。得られた結果は更新管と老朽管の流入後のデータにばらつきがあり一概に老朽管流入後に濁質が増加するとはいえなかった。次に O の由来の推定を行った。XRF により得られた Si, Ca, Fe, Al がそれぞれ、SiO₂, CaCO₃, Fe₂O₃, Al(OH)₃ の状態で存在すると仮定し無機物由来の O の存在量を算出した。その結果、検出された O の 3~4 割が無機の化合物として存在している可能

キーワード 配水管, 老朽度診断, XRF, FT-IR

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

性がある。O の無機物由来と有機物由来の割合を考慮したものを図-3 に示す。A-1(基準点)から各調査管流入後において有機物由来の O は増える傾向にある。計算によって求めた濁質の絶対量では老朽管と更新管の判断は困難である。そこで濁質の質に着目した。更新管と老朽管の流入後の変動の小さかった Si 注目し、これに対する Al と Fe の比を取ったものを図-4、図-5 に示す。図-4、5 より Si と Al は老朽管流入後も質が変わっていない。しかし Si と Fe は老朽管を通ることで濁質の質が変化している。ここで図-6 に調査管ごとに単位距離当りの濁質濃度の上昇を示す。

表-2 採水地点ごとの濁質濃度($\times 10^{-3}$ mg/L)

	A-1	A-2	A-3	A-4
O	40.04	58.83	75.55	69.04
Al	4.96	7.31	8.47	6.48
Si	5.33	7.93	8.72	7.39
P	0.20	0.24	0.35	0.20
S	0.45	0.52	0.90	0.48
Cl	0.81	1.06	0.86	1.35
K	0.09	0.18	0.11	0.07
Ca	0.38	0.28	0.28	0.27
Fe	0.22	0.33	0.33	0.58
Zn	0	0	0	0.074

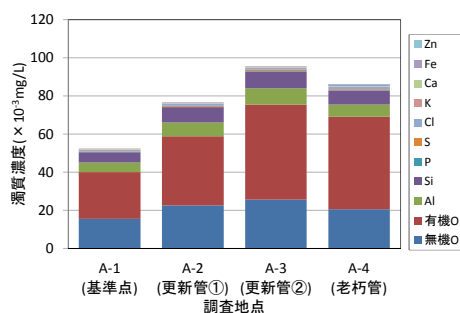


図-3 調査地点ごとの濁質濃度

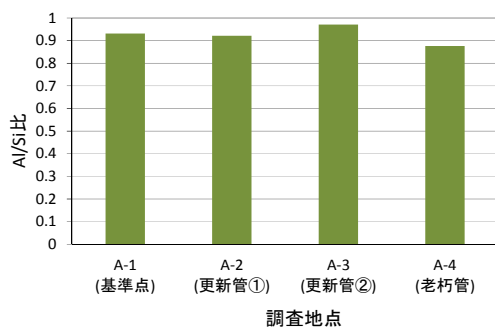


図-4 調査地点ごとの Al/Si 比

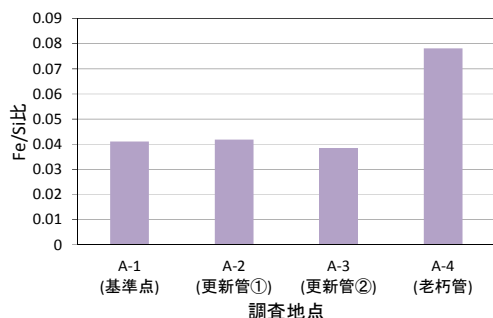


図-5 調査地点ごとの Fe/Si 比

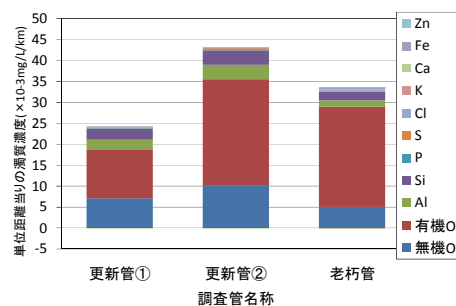


図-6 調査管ごとの単位距離当り濁質濃度

3.2.FT-IR による分析の結果

図-4 に 2010 年 12 月 17 日採水分の FT-IR の分析結果を示す。図-4 より波数 3400 と 3300, 1550($1/\text{cm}$)のところにピークが出ているがこれらピークによってアミノ基の存在が示唆され腐食表面にバイオフィームが生成されている可能性がある。しかし、全体的にピークが弱く膜表面に堆積する濁質が少なく通水量を増やすといった対策を講じる必要がある。

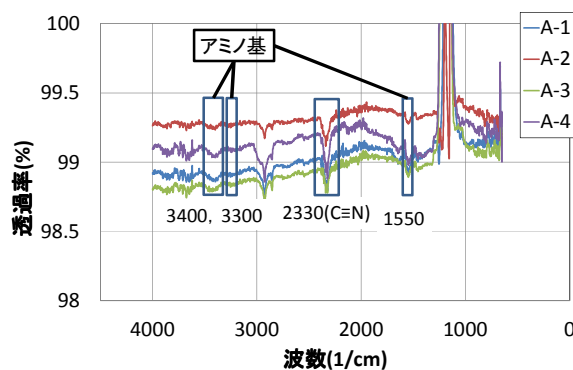


図-4 12/17 採水分の IR スペクトル

4. まとめ

本研究では更新管と老朽管を水道水の水質に着目し調査を行った結果以下の知見を得ることができた。

- ・ 検出された O は有機物由来が 6～7 割を占めていた。また更新管、老朽管の流入後に増加していた。
- ・ 濁質には有機物が含まれているが膜への堆積量が少なく結合推定を困難にしている。
- ・ 単位距離当りの濁質濃度上昇量は今回の採水では老朽化の参考とはならなかった。
- ・ 老朽管の判定は濁質の絶対量のみでは困難である。しかし質の変化は表れており Si と Fe の比を取り値が大きくなった場合その配水管は老朽化している可能性があるといえる。

参考文献

- 1) 工藤, 長岡:「フィルター過と XRF 及び FT-IR 分析による老朽管路内の水質挙動に関する調査」, 第 61 回全国水道研究発表会講演集, 2009 年