

水道水中に存在する濁質起因の有機物の組成に関する検討

○学生会員 工藤大地(武蔵工業大学)
学生会員 山中 仁(武蔵工業大学)
正会員 長岡 裕(武蔵工業大学)

1 はじめに

水道配水管の老朽化に伴い、配水管内で発生した錆及び剥がれたライニング用の保護膜が水道水に溶解することで、水質問題に多大な影響を与えている。また、配水管内では濁質を促進する要因に有機物の存在がある。しかしながら、水道水中における組成単位での有機物と濁質の関係性には不明な点が多いのが現状である。

これまでも石原ら⁽¹⁾は吸引ろ過装置やXRF(蛍光X線分光法)による濁質分析により水道水中の夾雑物を分析できることを示したが、本研究では給水栓及び配水管から採水した水道水を吸引ろ過装置で膜ろ過後、表面に堆積した夾雑物をXRF装置を用いて定性分析し、また、FT-IR(フーリエ変換赤外分光光度計)によって有機分析することで濁質起因に関する有機物の組成及び、手法の妥当性を検討する。

2. 調査地域

調査地域は、関西の K 市の 2 地区、関東 Y 市 2 地区(以上は NEW EPOCH プロジェクト第 1 グループ共同研究のフィールド) および関東 K 市である。サンプルは、共同研究において採水管を設置した消火栓から勢い良く水道水を出した水(配水管)、基礎研究における採水管からゆっくり水道水を出したもの(採水管)、採水管設置地点の民家等の給水栓より採水したもの(給水栓)とした。

3. 採水および分析方法

採水には 2L のポリエチレン製ペットボトルを蒸留水で洗浄して使用した。各調査地点から採水した水道水は給水ろ過装置で膜ろ過し、ろ過面に堆積した夾雑物を XRF により定性分析し、夾雑物の元素組成を求め、FT-IR で有機分析を行なった。

表 1 代表的な結合の赤外吸収の位置²⁾

結合	吸収位置(cm ⁻¹)
O-H	3400cm ⁻¹
N-H	3400cm ⁻¹
C-H	3000cm ⁻¹
C≡N	2250cm ⁻¹
C≡C	2150cm ⁻¹
C=O	1715cm ⁻¹
C=C	1650cm ⁻¹
C-O	1100cm ⁻¹

表 2 代表的な有機構成による赤外吸収の位置²⁾

	4000	3100	2700	2300	1950	1650	1500	1300	1000	600
骨格	アルカン		2~3				2		数個	
	アルケン		1~2			1	1			1~2
	芳香族		1~3				2		1~2	2~3
酸素官能基	R-OH	1個で幅広い							1	
	R-COOH	小吸収帯群				1		1	1	1
	R-CHO		2			1			数個	
	ケトン					1			1~3	
窒素官能基	アミン	2					1		1~2	1個で幅広い

ろ過膜にはセルロース製(孔径 0.45μm) およびガラス繊維製(孔径 0.5μm) の 2 種類の膜を利用した。通水量は各 1 リットルに設定し。なお、膜面に堆積させる量とろ過面積を調整するために直径 5mm の穴の空いたシリコンゴムの中間材を使用した。

ろ過後に精製水をろ過して、膜と堆積物合計のろ過抵抗膜を測定し、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。求めたケーキ層ろ過抵抗から以下の(1)(2)式を考慮し、水道水中の濁質濃度に関する指標 αC を定義した。

M = R_c / α (1)

αC = α(M・A) / V (2)

R_c : ケーキ層ろ過抵抗 [1/m], M : 堆積物の膜面積あたり質量 [kg/m²], α : 比抵抗 (10¹²m/kgと仮定した) C : 夾雑物濃度 [kg/m³], A : ろ過面積 [m²], V : ろ過した水道水の体積 [m³]

4. 調査結果及び考察

4-1. 配水管中における濁質の質及び量

図 1 は、セルロース膜を用いて補足した濁質中の

元素組成と全濁質濃度との関係を示したものである。セルロース膜そのものはCとOが含まれるため、分析結果からはCおよびOは除外して計算している。図より、濁質の成分の大部分はAlおよびSiであり、濁質濃度が上昇すると、Feの割合が上昇することが示されている。

図2はガラス繊維膜を用いて補足した濁質中の炭素の含有率と濁質濃度との関係を示したものである。なお、ガラス繊維の組成の大部分はSi,およびOであり、また、無機元素も少量含まれているため、これらの含有率は除外してCのみで計算してある。図より、濁質濃度が高くなると、濁質中の炭素の含有率が高くなることが示されており、有機物が存在している可能性があることを示している。

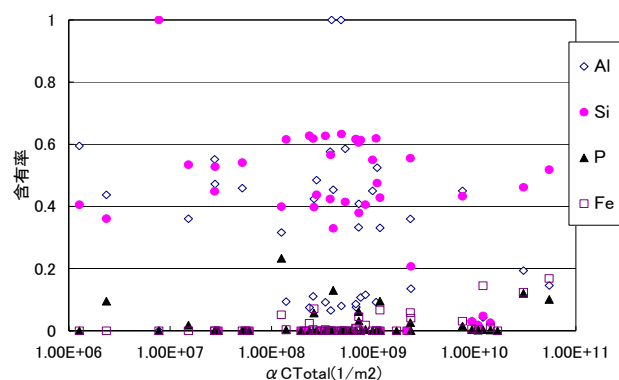


図1 セルロース膜を用いて補足した濁質中の元素組成と濁質濃度との関係

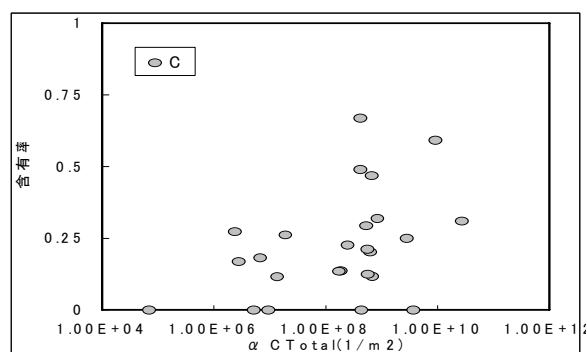


図2 ガラス繊維膜を用いて補足した濁質中の炭素の含有率と濁質濃度との関係

4-2. FT-IRスペクトル結果

図3と図4にFT-IRによる分析結果を示した。これらを比較すると、夾雑物中に有機物が含まれていれば赤外吸収におけるピークの位置が重なる結果を得られたはずである。しかし、これらのデータでは

そのような結果が得られなかった。よってこのグラフは膜面に堆積した夾雑物ではなく、膜の成分結果が反映された形になったと考えられる。

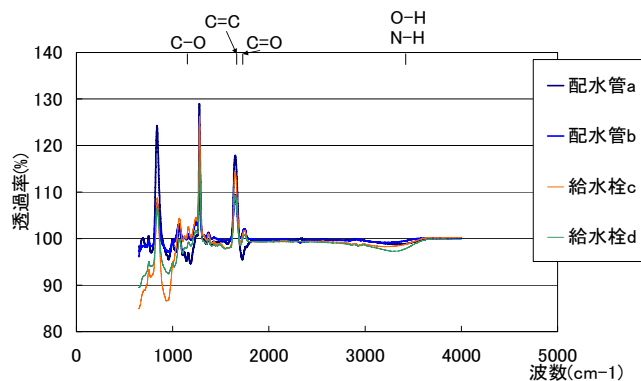


図3 セルロース膜を用いたFT-IRスペクトル結果

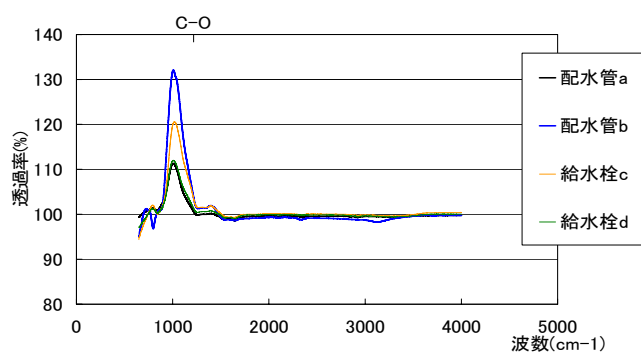


図4 ガラス繊維膜を用いたFT-IRスペクトル結果

5. まとめ

セルロース膜及びガラス繊維膜で水道水をろ過し、ろ過抵抗を求めるとともにXRF分析することで、濁質中の元素組成と濁質濃度の関係性を示すことができ、さらに、濁質濃度が高いと鉄の量とともに炭素の量も増加傾向であることが確認できた。これより、有機物は鉄に起因している可能性を示した。

しかし、有機物組成に関してはFT-IRで濁質中の有機物データを得られなかった結果となり、今後においてFT-IRの利用可能方法を確認しなければならない。

参考文献

- 1) 石原健太, 長岡 裕: 配水管路網における夾雑物の量と組成の調査方法の検討, 土木学会第61回年次学術講演会講演概要集, 7-020, 2006
- 2) 新津 隆士: 10年使える有機スペクトル解析 p90-p104