

II. 厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」  
分担研究報告書

送配水管における水質等の変化の実証に関する調査／研究

研究分担者 氏名：長岡裕 所属：東京都市大学工学部

研究要旨

小規模事業体の基幹管路において、求められる監視項目と監視方法の提案を目的に、小規模送配水管系統の水道水について、水質測定を行った。原水を河川とする膜ろ過方式の小規模浄水場から延長約 6km ダクタイル鋳鉄管の送水管及び配水本管において、原水、浄水、消火栓 5 か所、末端に位置する公園の給水栓の合計 8 か所から、2017 年 10 月～2018 年 2 月にかけて 5 回採水し、現地における残留塩素濃度の測定などを行い、実験室内において試料水を孔径 0.5 $\mu\text{m}$ PTFE 膜及び 0.45 $\mu\text{m}$ PVDF 膜でろ過を行い、微粒子の存在濃度に関連するろ過の際のろ過抵抗を測定するとともに、膜に捕捉される微粒子の元素組成及び有機物の官能基の定性・定量分析を行った。管路内において微細なたんぱく質を含む粒子が発生し、それらも一つの原因となって、水中の残留塩素濃度が低減することが示された。

A. 研究目的

小規模事業体の基幹管路において、求められる監視項目と監視方法の提案を目的に、小規模送配水管系統の現場において水質測定を行い、末端における水質確保のための

管路網管理向上を目的とした管理指針をまとめることを目的とする。

併せて、測定結果は、荒井研究分担者が構築する管路の水質モデルの実証とモデル精度の向上を目指すものである。

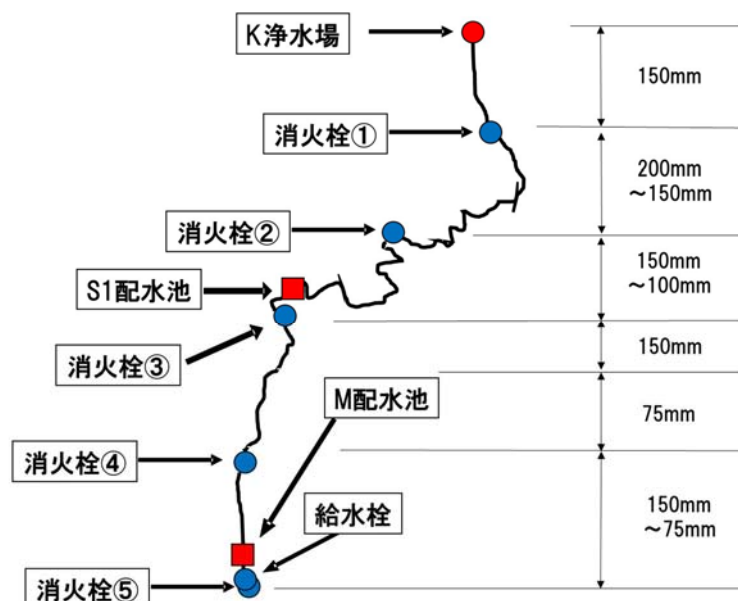


図1 実調査地点の概要

## B. 研究方法

調査地点の概要を図 1 に示す。原水を河川とする膜ろ過方式の小規模浄水場から延長約 6 km のダクタイル鋳鉄管の送水管及び配水本管の系統において、原水、浄水、消火栓 5 か所、末端に位置する公園の給水栓の合計 8 か所から採水を行った。なお、この系統には 2 か所の配水池が存在している。

採水は 2017 年 10 月～2018 年 2 月にかけて 5 回実施し、現地における残留塩素及び管内圧力を測定した。採取したサンプルは、実験室内で TOC および E260 を測定するとともに、約 500mL を孔径 0.5 $\mu$ m PTFE 膜及び 0.45 $\mu$ m の PVDF 膜でろ過を行って、膜上の残渣物が存在する状態で純水の定圧ろ過を行ってろ過抵抗を測定し、これらの膜で捕捉可能な微粒子の濃度の指標とした。さらに、膜上の残渣物は直接 XRF および FT-IR によって分析を行い、微粒子の元素組成および有機物の官能基の定性・定量分析を行った。

## C. 研究成果

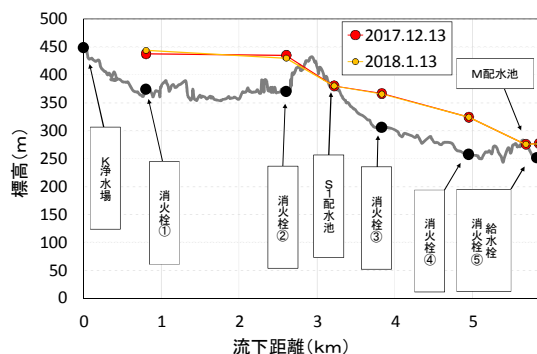


図 2 送配水系統の動水勾配線（一部）

図 2 に研究対象の送配水管系統における動水勾配線を示す (2 回分の採水のみ)。なお、他の採水時の動水勾配線もほぼ同じような傾向である。図より、K 浄水場から消火栓②の地点までは、ほぼ圧力損失が無いものの、その後はほぼ一定勾配の圧力損失が生じていることがわかる。これは、消火栓①～消火栓②の間の管路口径が 200 mm と大き

く、消火栓②以降の管路口径が 200mm よりも小さいことが原因である。

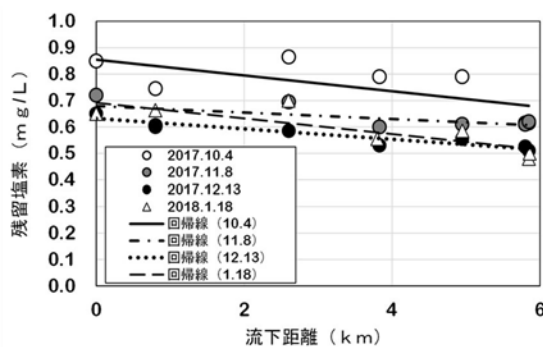


図 3 流下距離と残留塩素濃度との関係

図 3 に送水管・配水本管の流下距離と残留塩素との関係を示す。測定ごとのばらつきはあるものの、概ね一定速度で残留塩素の消費がされていることが示されている。

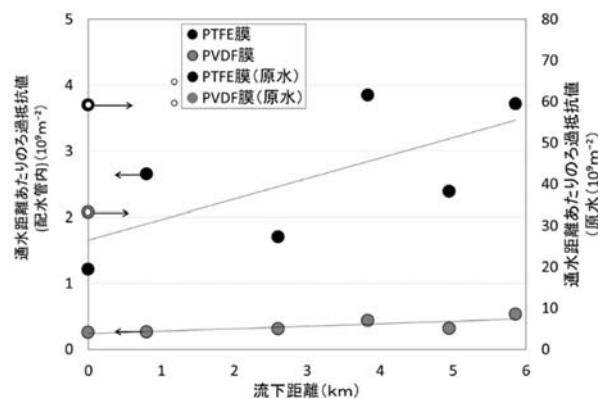


図 4 流下距離と膜ろ過抵抗の関係

図 4 に流下距離と膜ろ過抵抗の関係を示す (4 回の測定結果の平均値)。図では、2 種類の膜の結果を合わせて示しているが、両膜の結果をそれぞれみると、配水管の流下に伴って、微粒子の濃度が増えていることが示されている。なお、0.45  $\mu$ m PVDF 膜を用いた値よりも、0.5  $\mu$ m PTFE 膜を用いた値の方が全体に大きくなっているが、これは、膜の公称孔径の違いよりも、膜の細孔構造の違いが影響し、補足する粒子の種類に違いがあったためと推定されるが、詳細については今後の検討が必要である。

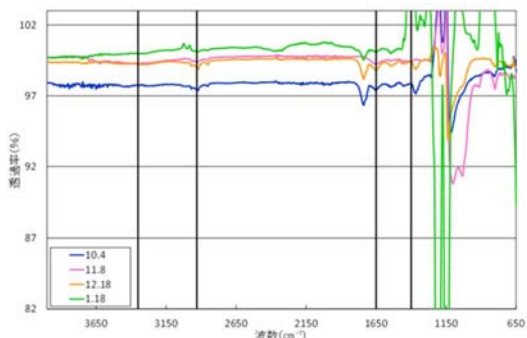


図5 浄水場出口（浄水）の  
FT-IR 分析結果（IR スペクトル）

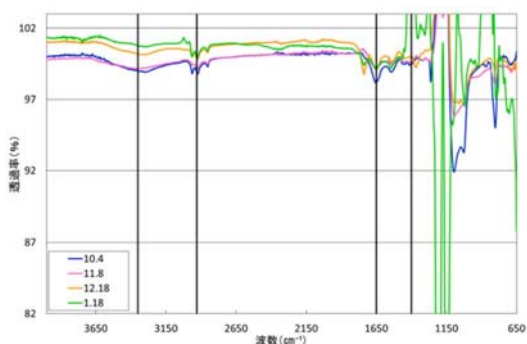


図6 消火栓⑤（管路末端近く）の  
FT-IR 分析結果（IR スペクトル）

図5及び図6にK浄水場出口（浄水）及び消火栓⑤（管路末端近く）のFT-IR分析結果（IRスペクトル）を示す。K浄水場出口では表れていない $1650\text{ cm}^{-1}$ 及び $3300\text{ cm}^{-1}$ 付近のピークが管路末端において表れていることが示されている。この両波数のピークはアミド結合由来のものと考えられ、微細なたんぱく質が水道管路内において発生した結果であると推定される。

#### D. 考察

データとしては示していないが、水中の微粒子には鉄が多く含まれており、鉄起因の水中微粒子濃度は流下とともに増加することがわかった。また、管内において微細なたんぱく質が発生していることが推定され、これは管内壁で増殖する微生物に起因することが推定される。以上の微粒子の発

生も一つの要因となり、管路内水道水の残留塩素が低減していると推察される。

#### E. 結論

小規模な膜ろ過浄水場を出発点とする小規模送配水管系統において、水質分析を行った結果、管路内において微細なたんぱく質を含む粒子が発生し、それらも一つの原因となって、水中の残留塩素濃度が低減することが示された。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

なし

#### G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

##### 1. 特許取得

該当なし

##### 2. 実用新案登録

該当なし

