

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、平成 30 年 6 月～平成 31 年 1 月にかけて 7 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。その結果、管路内において微細なたんぱく質を含む粒子が発生しており、それらも一つの原因となって、水道水の配水管内での流下に伴う水中の残留塩素濃度が低減することや、低減速度は水道水の水温に強く影響されることが示された。

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に関する管理指針をまとめることとしている。

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。

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 6km 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、平成 29 年度に引き続き、平成 30 年 6 月～平成 31 年 1 月にかけて 7 回実施し、現地における残留塩素濃度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 及び E260 を測定するとともに、約 500mL を孔径 0.5 $\mu\text{m}$ PTFE 膜及び 0.45 $\mu\text{m}$  の PVDF 膜でろ過を行い、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濃度の指標とした。さらに、膜上の残渣

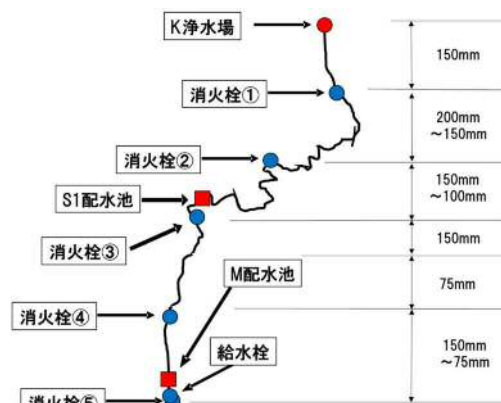


図 1 実調査地点の概要

物は直接 XRF 及び FT-IR によって分析を行い、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。

### C. 研究成果

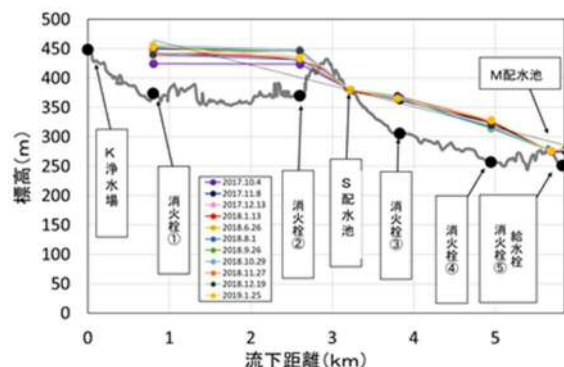


図 2 送配水系統の動水勾配線

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（昨年度結果も含む）。図 2 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。

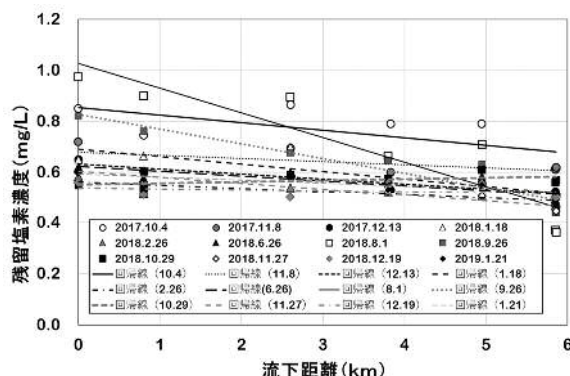


図 3 流下距離と残留塩素濃度との関係

図 3 に送水管・配水本管の流下距離と残留塩素濃度との関係を示す（平成 29 年度の結果も含む）。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が消費されていることが示されている。

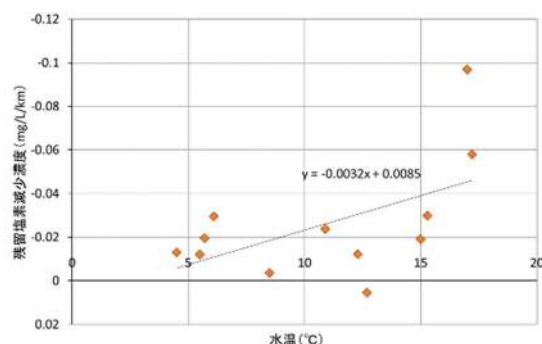


図 4 残留塩素濃度減少速度と浄水場出口水道水の水温との関係

図 4 に残留塩素濃度低減速度と浄水場出口水道水の水温との関係を示す。水温が高くなるほど、残留塩素濃度減少速度が大きくなることが示されている。

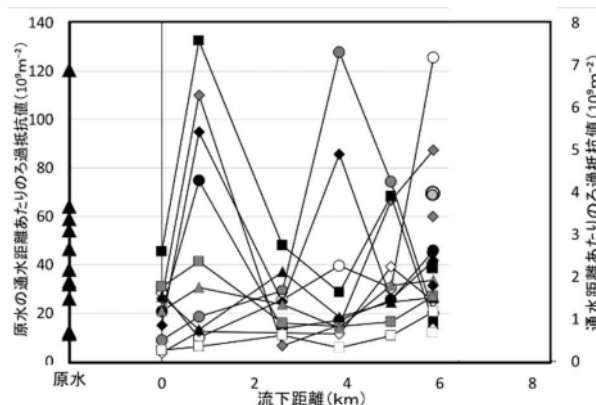


図 5 流下距離と膜ろ過抵抗 (PTFE0.5 μm) の関係

図 5 に流下距離と膜ろ過抵抗 (PTFE0.5 μm) の関係を示す（平成 29 年度の結果も含む）。流下距離 0.8km 付近の消火栓①の場所は、合流する他の水道水の影響を受け、不安定な結果となっており、それを除くと、水道水の配水管内の流下に伴って、微粒子の濃度が増えていることが示されている。

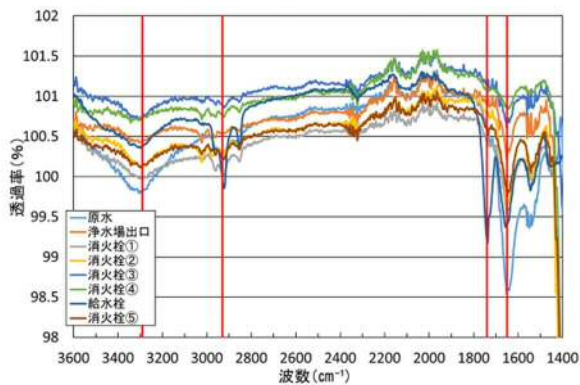


図6 FT-IR分析結果(PVDF利用2018.6.26)

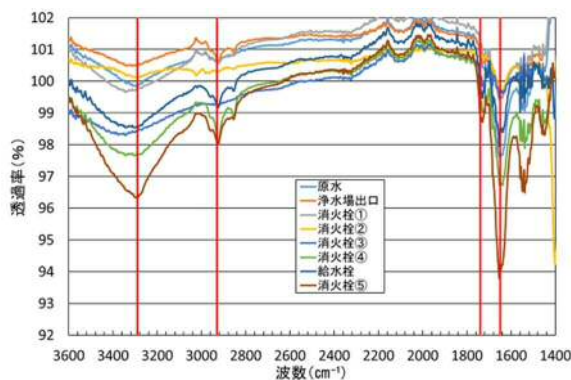


図7 FT-IR分析結果(PVDF利用2018.8.1)

図6及び図7にFT-IR分析結果(IRスペクトル)の例を示す。1650cm<sup>-1</sup>及び3300cm<sup>-1</sup>付近のピークが常に現れ、配水管を流下するとともに、分析値(透過率)のピークが明確になっ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

FT-IR分析結果より、配水管を流下するとともに、IRスペクトルのピーク高さが大きくなっていることが示されている。1650cm<sup>-1</sup>及び3300cm<sup>-1</sup>の両波数のピークはアミド結合由来のものと考えられ、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る。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、管路内水道水の残流塩素が減少していると推察され、その速度は水温に影響を受けていることが示された。

#### 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、管路内に微細なたんぱく質を含む粒子が発生しており、それらも一つの原因となって、水道水中の残留塩素濃度が減少することや減少速度は水温の影響を受けていることが示された。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

小高 華奈子, 長岡 裕: 小規模水道の送配水管における水質の調査, 第46回土木学会関東支部技術研究発表会, 2019

#### 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

