

## 配水池及び配水管内における水質・堆積物・付着物の特性

宇都宮大学 学生会員 ○小林 春陽  
宇都宮大学 六本木 美紀

宇都宮大学 正会員 山岡 暁  
中里建設株式会社 中里 聡

## 1. 背景・目的

現在、水の供給過程において、水が配水池から配水管へと通過する際の水質の低下が問題視されている

1). 水質低下要因として、水道管内には、発生メカニズムが不明である堆積物及び付着物が多く存在している。そこで筆者は、メカニズムの解明へ向けて、同一配水系統において、配水池における水質及び堆積物と配水管内の付着物の関係に着目した。採水した濁水及び懸濁物質を対象として配水池及び配水管内におけるそれらの成分や要素などの特性を分析し、その関係を明らかにすることを研究目的とした。

## 2. 方法

## (1) 試料採取方法

S市における同一の配水系統において、配水池では水中ロボットによる洗浄、配水管ではピグ工法による洗浄を実施し、その過程で排出された水と懸濁物質を採取し、試料とした。各地点で採取された懸濁物質試料の一部を図1、2に示す。

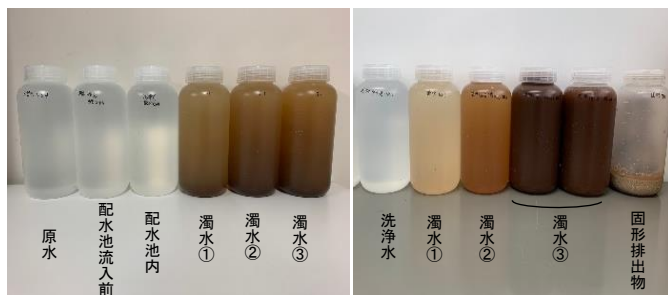


図1 配水池試料



図2 配水管試料

## (2) 分析方法

採取した試料の内、水及び濁水は、電気伝導度、濁度、pH、残留塩素濃度、細菌数試験を実施し、懸濁物質、付着物、固形排出物に対しては蛍光X線分光分析(含有元素の種類と質量割合を検出する分析法。以下XRFと略す)、懸濁物質(SS)から強熱減量と強熱減量割合を求めた。試験及びそのJIS規格を表1に記す。

|       |                  |       |                  |
|-------|------------------|-------|------------------|
| pH    | JIS Z 8802       | 電導度   | JIS K 0102       |
| 濁度    | JIS K 0101       | 強熱減量  | JIS K 0102       |
| 一般細菌数 | JIS K 0350-10-10 | 従属細菌数 | JIS K 0350-30-10 |

表1 試験及びJIS規格

## 3. 結果

## (1) 固形物の組成分析

配水池(堆積物)―配水管(懸濁物質及び固形物)間において、XRFによる組成と質量割合を比較した。結果を図3に示す。なおS市で使用されている管種はダクタイル鋳鉄管である。試料は90℃で表面水を乾燥させた状態となり、600℃にて結晶水と揮発性有機物が除去される。図3にはその割合が1%以上のものを凡例に示し、他の元素成分を“Others”としてまとめて表記している。

図3左2項目の結果から、配水池堆積物、配水管内懸濁物質は主にOとFeが主成分となっており、その他C、Al、Si、Mnの組成も類似している。その中で差異として見られるのが、配水池堆積物・配水管内懸濁物質間のFeで約12%増加したことである。既存の研究結果<sup>2)</sup>では、管種が付着物の組成に影響する可能性は低いことが指摘されているため、管内懸濁物質は配水池から運搬された可能性が推定される。

洗浄時、ピグ排出直前において赤褐色の小塊が懸濁物質とともに排出された。この小塊排出物の組成はO

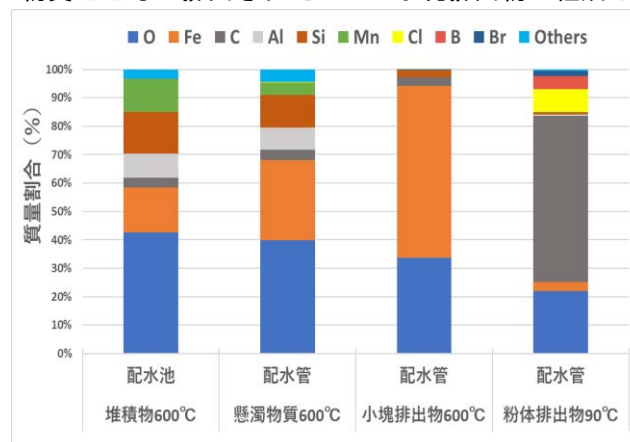


図3 懸濁物質のXRF分析結果

キーワード 付着物 水道管 組成 有機物 従属栄養細菌

連絡先: 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学 TEL: 028-689-6223 E-mail: t152817@cc.utsunomiya-u.ac.jp

が34%、Feが約60%含まれることと、試料の色から、いわゆる赤錆といわれる酸化鉄(III)である可能性が高い。

同じく排出された粉体排出物は90℃の乾燥状態で多くのCを含んでいる。残留物を600℃で炉乾燥した際、質量減少が著しく試験可能な量が採取できなかった。これは、揮発性有機物が試料内に非常に高い割合で存在することを表しており、管種と試験体の色、組成から考察した結果、この物質は劣化により剥がれたシールコートである可能性が高い。

## (2) 懸濁物質の強熱減量および従属栄養細菌数

配水池及び配水管からの濁水を用いて懸濁物質の強熱減量割合と細菌数を測定した(図4, 5)。

強熱減量割合は配水池濁水①～③、及び配水管濁水②～③の各値の平均と最大・最小値を図に示した。その平均値は、配水池に比べて配水管が6.13%高い値を示したが、同程度の範囲にあるので、配水管と配水池では類似した有機物を含んでいる可能性がある。

一般細菌数は一貫して0～1個/mlの範囲内であり飲用水として問題のある数値は検出されなかった。従属栄養細菌は低栄養下で繁殖する細菌であり、水道管内の貧栄養環境下において適応できるので、これらの根絶は非常に困難である<sup>3)</sup>。原水は塩素消毒により一度滅菌されているが、その後、配水池で既に何らかの従属栄養細菌が発生していることが分かる。

配水管においては、管洗浄の際、近隣(S市近傍)の配水池の水を運搬し洗浄水として利用したため、通水時及び洗浄中に検出された細菌数はその配水池の影響を受ける。洗浄水(濁度0.36NTU)及び濁水①、②(濁度46.3NTU, 148NTU)の細菌数は、13～23個/ml程度であった。しかし、濁度が3460NTUに増加した濁水③では、細菌数が1640個/mlと急激に増加した。

懸濁物質は付着物に起因すると考えられるため、付着物内に従属栄養細菌が生息している可能性が高いと言える。

## 4. まとめ

S市の同一の配水系統における配水池、配水管内を水中ロボット及びピグ工法により洗浄後、排出された濁水及び懸濁物質を試料として採取し、流下過程での水質の変化と懸濁物質の組成を比較分析した。本研究の範囲では、XRFの結果から、配水池内堆積物及び配

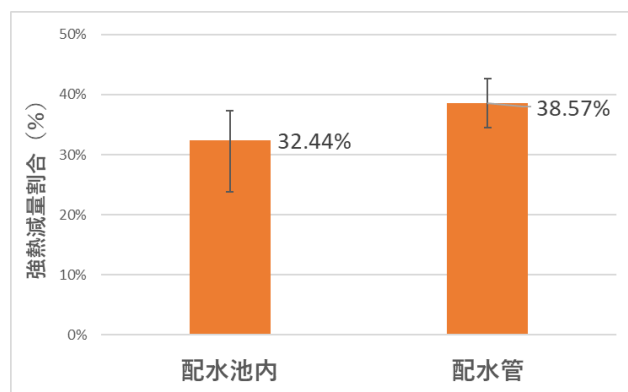


図4 強熱減量割合

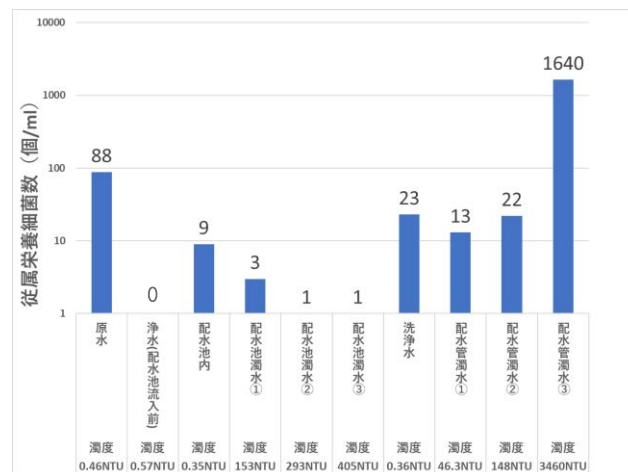


図5 従属栄養細菌数

水管内懸濁物質の組成とその質量割合は類似していた。したがって配水管内の堆積物及び付着物は配水池から運搬された可能性が考えられる。

また、配水池で既に有機物及び従属栄養細菌が存在していた。配水管では、有機物が付着物内に存在し、その中に従属栄養細菌が生息している可能性が高い。

今後の課題としては懸濁物質内の有機物の組成、種類、機能、および付着物内での従属栄養細菌の生産活動等の解明が挙げられる。

## 参考文献

- 1) Lihua Chen, etc., “Assessing the transition effects in a drinking water distribution system caused by changing supply water quality: an indirect approach by characterizing suspended solids”, Water Research Volume 168 (2020)
- 2) 清水涼平, 山岡暁, 六本木美紀, 中里聡, 「日本及びインドネシアにおける種類の異なる水道管での付着物の生成」, 土木学会関東支部講演概要集(2019)
- 3) Brice M N Appenzeller, “Biofilms in Drinking Water Distribution System”, Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, pp.147–168 (2003).