

B-29 水道管内流水中の懸濁物組成の特徴

○石渡 恭之^{1,2*}・明石 詢子³・加藤 健²・見島 伊織⁴・藤田 昌史³

¹茨城大学大学院理工学研究科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

²茨城県工業技術センター (〒311-3195 茨城県東茨城郡茨城町長岡3781-1)

³茨城大学工学部都市システム工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

⁴埼玉県環境科学国際センター (〒347-0115 埼玉県加須市上種足914)

* E-mail: isiwatari@kougise.pref.ibaraki.jp

1. はじめに

1970年代に集中的に敷設された水道管は、現在、法定耐用年数に達しつつある。更新時期にある管路延長が膨大なため、各水道事業者では更新の優先度を判定する必要がある。現在は、敷設時期、事故時の影響度、事故履歴、土壌の腐食性などの情報を用いて更新の優先順位を判定し更新計画の策定が行われている。優先順位の判定においては、水質事故防止の観点から、水道管内面の老朽化等の状況についても情報が入手できると有用となる。水道管内面の既存の調査手法としては水中カメラによる方法が実用化されており、目視により確度の高い確認が可能である。一方、より低コスト、簡便で広域的な調査が可能な方法として、管内流水の水質解析により水道管内面の老朽化等の状況の把握を試みる研究も行われている¹⁻⁴⁾。

筆者らはこれまでに、水道管内面のライニングの種類や供用年数が管内流水の水質変化に影響を与えていることを報告した⁵⁾。懸濁態元素の濃度変化について主成分分析を用いて解析することにより、懸濁物組成に影響を与える要因として Mn, Fe, Al と関連の強い腐食生成物の影響と推定される因子や、Ca と関連の強いモルタルライニングの老朽化に由来すると推定される因子がある可能性を見出した⁵⁾。ただし、診断手法の構築に向けて水道管内における元素の挙動を把握するには、より詳細にデータを蓄積する必要があると考えられる。

本報では、水道管内における懸濁態元素の挙動を解析するにあたり、懸濁物の粒径ごとの組成について調査を行ったので報告する。

2. 方法

(1) 調査地点

茨城県日立市における水道管ネットワークを対象とした。浄水場および配水管から採水した。各採水地点における配水管の概要は表1のとおりである。全ての配水管の採水地点は表中①の浄水場からの水を配水している。

表1 採水地点の概要

地点	採水地点の管種等	敷設後の年数
①	浄水場	—
②	樹脂ライニング铸铁管	29
③	樹脂ライニング铸铁管	0.5
④	モルタルライニングダクタイル铸铁管	20
⑤	鋼管(無ライニング)	50
⑥	塩化ビニル管	41

(2) 採水

浄水場においては、施設に設置されている給水栓から採水した。配水管においては消火栓を利用して採水した。消火栓からの採水時には、消火栓内部の滞留水や腐食生成物などの内面付着物を可能な限り排除するため、既報にしたがって⁶⁾、採水前に10~15分間、消火栓を通じて配水管の水を放流した。

(3) 懸濁物の分画

水試料 8L を、目開き 97 μ m、および 25 μ m のステンレスメッシュ、孔径 0.22 μ m のメンブレンフィルターを順番に用いて吸引ろ過し懸濁物を得た。ステンレスメッシュ上の懸濁物は 200mL の超純水中に浸漬し超音波を 135W で 10 分間照射して再懸濁させた後、吸引ろ過にて孔径

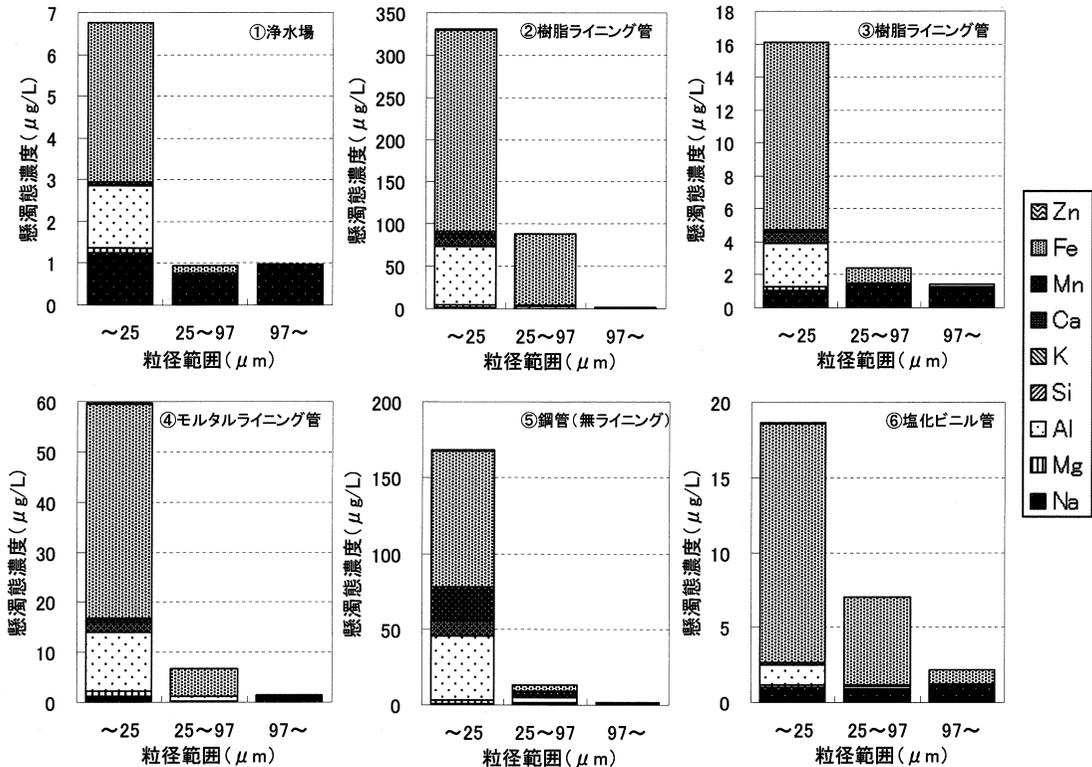


図1 各採水地点の粒径毎の懸濁態元素濃度

0.22 μm のメンブレンフィルターに捕集した。

(4) 懸濁態元素の定量

懸濁物はフィルターごと60%硝酸中に浸漬して150°Cに加熱し、さらに60%過塩素酸を加えて加熱することにより溶解させた。放冷後、超純水にて50mLに定容し、ICP-AES (ICPS-8100, 島津製作所)にて、Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Mn, Fe, Znの9元素を分析した。

(5) 多変量解析

懸濁物組成の類似性を解析するため、分画により得られた懸濁態元素の濃度から存在割合を求めた。統計ソフトウェア (SPSS ver18, SPSS) を用いて、ユークリッド距離を計算して、ウォード法によりクラスター分析を実施した。

3. 結果および考察

(1) 懸濁態元素濃度および組成

各採水地点における粒径毎の懸濁態元素濃度を図1に示す。分析対象とした9元素の総濃度は、浄水場およびい

ずれの配水管においても粒径が小さい方が高い傾向がみられた。管内流水中の懸濁物は管種を問わず、本研究の分画の範囲で言えば、25 μm 以下の大きさのものが多く存在していた。

次に懸濁物に占める元素の割合をみると、各採水地点で違いは見られるものの、おおむねFe, Al, Naの占める割合が高く、Caがそれに続く傾向であった。

粒径の違いによる傾向としては、Feは97 μm 以下の懸濁物において存在割合が高い傾向があり、一方、Naは粒径の大きい側において存在割合が高い傾向がみられた。Alは25 μm 以下における割合が高い傾向が伺えるものの規則性は明瞭ではないが、Caは浄水場およびいずれの配水管においても25 μm 以下の粒径の小さい懸濁物中に偏在している傾向がみられた。

(2) 懸濁物組成の類似性

浄水場およびそれぞれの配水管における各粒径の懸濁物組成の類似性を、クラスター分析により評価した。得られたデンドログラムを図2に示す。粒径が25 μm 以下を中心とするグループと、97 μm 以上を中心とするグループの2つに大きくわかれ、25 μm から97 μm の間の試料

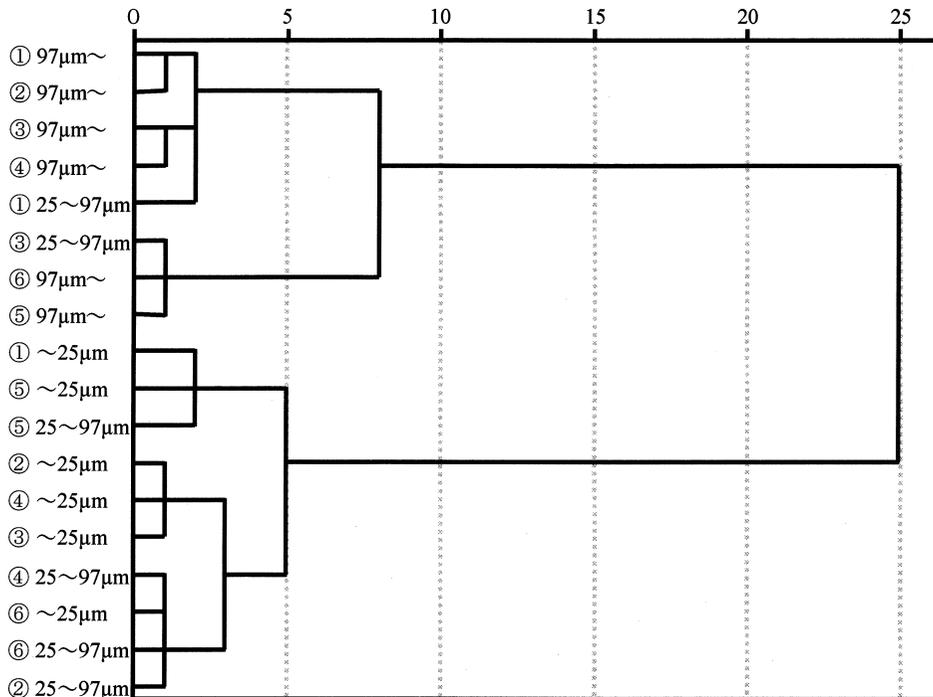


図2 懸濁物の粒径別組成によるクラスター分析のデンドログラム

についてはそのいずれかに分かれた。これは粒径 25 μm 以下と 97 μm 以上における組成の違いが、配水管の種類による違いよりも大きいことを示している。

3. まとめ

水質解析により水道管内面状況の把握する技術を構築する一環として、水道管内における懸濁物の粒径ごとの組成について解析した。その結果、懸濁物は 25 μm 以下の大きさのものが多く、Fe, Al, Na の占める存在割合が高く、Ca も次いで存在していた。Fe は 97 μm 以下、Na はより大きい粒径側、Al は規則性は明瞭ではないものの 25 μm 以下、Ca は 25 μm 以下に存在割合が高かった。クラスター分析によるグループ化では採水地点の管種等の違いというよりは粒径の影響が強く見られた。粒径との関連性がみられた Fe や Ca は水道管内の腐食やモルタルライニングと関連すると考えられるため、粒径にも着目することで水道管内面と水質の関係性をより明瞭に解析することが出来る可能性が示唆された。

謝辞：日立市企業局には調査地のご提供および現地調査のご協力をいただいた。(株)環境測定サービスの黒羽徹氏、

齋藤茂氏には現地調査および懸濁態元素の定量分析においてご協力をいただいた。茨城大学大学院理工学研究科修士課程2年の井上龍太郎氏、茨城大学工学部4年の王峰宇氏、佐倉恭平氏には現地調査および分析前処理においてご協力をいただいた。本研究は科学技術振興機構 (JST) の研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP)、茨城大学のイノベーション創成プロジェクトより支援を受けた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 水道技術研究センター：管路施設の機能診断・評価に関する研究 (New Epoch) 報告書, 2008.
- 2) Matsui et al., *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*, 56(1), 13-24, 2007.
- 3) Ishiwatari et al., *Water Science and Technology: Water Supply*, 13(1), 178-183, 2011.
- 4) 小佐野洋樹ら, 第63回全国水道研究発表会講演集, 372-373, 2012.
- 5) 石渡恭之ら, 第63回全国水道研究発表会講演要旨集, 368-369, 2012.
- 6) 石渡恭之ら, 第46回に本水環境学会年会講演集, 175, 2012.