配水管網にから発生する夾雑物の量と組成の簡易調査方法に関する研究

平成 19 年 1 月 23 日
学生会員　○山中　仁
学生会員　石原　健太
正会員　長岡　裕

１．はじめに

水道利用の現場では赤水や漏水などの被害の報告があり，管内の経年劣化による錆の発生や保護膜の剥離などの問題が挙げられている．

水道技術研究センターの Epoch プロジェクトによる報告では，濁質流出の予防的な洗管作業は 6 割の事業体で行われている[1)]．管の更新は利用者からの被害報告によって行われている．従来の濁質調査方法は洗管作業に付随して行われるもので，定期的なデータの取得が難しい．より効率の良い管路の維持では，定期的に多くの点での調査が必要である．

本研究では蛇口から採水した水道水を膜を利用することで簡便で，かつ頻繁に行える調査方法を検討した．

２．調査方法

2.1　調査地点

調査地点は図 1 に示した．流下方向に No.1 から No.4 を設定し，No. 1 ～2 は配水本管であり，No.3～4 はφ 200mm の老朽管であった．採水はそれぞれ No.1～4 の配水管と周辺の給水栓から得た．

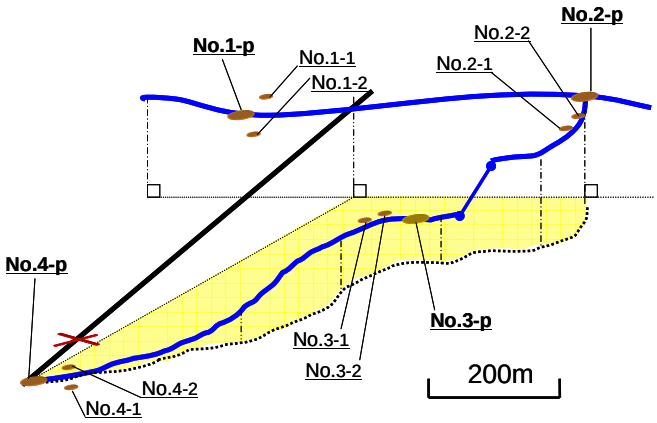

図 1．調査地周辺の概略

2.2　採水方法

給水栓からのサンプリングでは採水前に蛇口から水を 1 分間出し蛇口付近の付着物を取り除いた．水質を確認するために電気伝導度・残留塩素濃度・ｐH を現場で測定した. 配水管からはポリエチレンタンク（４L），給水管からはペットボトル（２L）で採水し研究室に持ち帰った．

2.3　分析方法

ろ過には吸引ろ過装置を用い，ろ過膜はセルロース（膜孔径 0.45μm）とガラス繊維（膜孔径 0.5μm）の 2 種類のメンブレンフィルターを使用した．堆積量を調整するためにシリコンゴム板を中間材として使用し，ろ過面積を 0.39cm^2 に設定した．ろ過抵抗を測定し，堆積物は蛍光 X 線分析（XRF）と X 線光電子分光法（XPS）で定性分析をした．XRF は既往の調査方法でも使用されている．

ろ過前に純水を 500ml 通し，ろ紙の表面を洗浄した．水温，吸引圧力，ろ過時間を各 2 回測定し，膜のみのろ過抵抗を測定した．水道水のろ過は 1000ｍｌと設定し，途中で膜目詰まりを起こしたと判断した場合はその時点でろ過を終了させた．膜目詰まりの判断基準はろ過流束が 3ml/min 以下とした．

堆積物のろ過抵抗を測定するために純水を通し，膜のみのろ過抵抗同様にろ過条件を 2 回づつ測定した．

2.4. XRF の特徴

資料の全体を把握し，試料の形態に関係なく非破壊的に定性できる．主要成分の平均値を正確に定量でき，軽元素になるほど分析が難しくなる．本研究では堆積物全体の成分を分析するために使用した．

2.5. XPS の特徴

XPS は物質の表面の元素分布を解析し，粉体で分析が可能である．また化学結合の情報が得られる．しかし面分解能が低い．本研究では粉体でも解析できるこ

キーワード：膜,夾雑物，調査方法，配水管
連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤１-28-1　武蔵工業大学 TELL 03-5707-2100

とに着目し，堆積物のみの成分を分析するため使用した．

3．夾雑物算出方法

3.1．ろ過抵抗算出

測定したろ過項目を使い以下のようにろ過抵抗を算出した．

$$N=Q/A \quad （式１）$$

$$R=\Delta P/（\mu' \cdot N） \quad （式2）$$

R：ろ過抵抗（1/m），⊿P：膜間差圧（pa），μ'：粘性係数（m^2/s），N：膜透過流束（m/s），Q：膜透過流量：（m^3/s），A：ろ過面積（m^2）

3.2．夾雑物濃度算出

算出したろ過抵抗と成分の含有率を使って，各成分の濃度を算出する．

$$M \cdot \alpha = Rc \quad （式３）$$

$$（V \cdot C）/A = M \quad （式4）$$

$$D=C \cdot（各成分の含有率） \quad (式5)$$

M：単位面積あたりの質量（kg/m^2），α：比抵抗＝10^{12}(m/kg)〔仮定〕，C：夾雑物濃度（mg/L），Rc：ケーク層のろ過抵抗（1/m），V：ろ過体積（m^3），A：膜面積（m^2），D：成分の濃度（kg/m^3）

4．結果

メンブレンフィルターを利用して図 2 では 2 種類の膜における水道水中に含まれる夾雑物濃度を示した．2 種類の膜による差を見ると，セルロース膜の方が高い傾向になっているが，それは膜の口径による影響が大きいと考えた．いくつかのポイントでは約 100 倍の差が出ているものがあり，原因を調べる必要がある。

セルロース膜のみの夾雑物濃度を見ると給水管の方が配水本管より夾雑物が少なかった．これは給水管の中に入ると夾雑物は流れなくなり，給水栓から出る量は少なくなると考えられた．

図 3 はセルロース膜での XRF で定性分析した結果から膜の主成分である炭素と酸素を除いたものを示した．ほとんどの採水地で赤水の原因である鉄よりもアルミニウムやケイ素が大部分を占めていた．

図 4 はセルロース膜の XRF の結果より算出した堆積物の成分濃度から同じく膜の主成分を除いたものを示した．各ポイントに見ると給水管には夾雑物がほとんど出ていなく，配水管の方が給水管より夾雑物が多かった．

5．まとめ

夾雑物濃度は給水管より配水管の方が大きい傾向が得られた．給水管中では管の底部に夾雑物が堆積し，蛇口からは配水されなかった可能性が考えられる．夾雑物の成分は主にアルミニウムとケイ素が検出された．赤水の原因である鉄は配水管で少量のみ確認された．

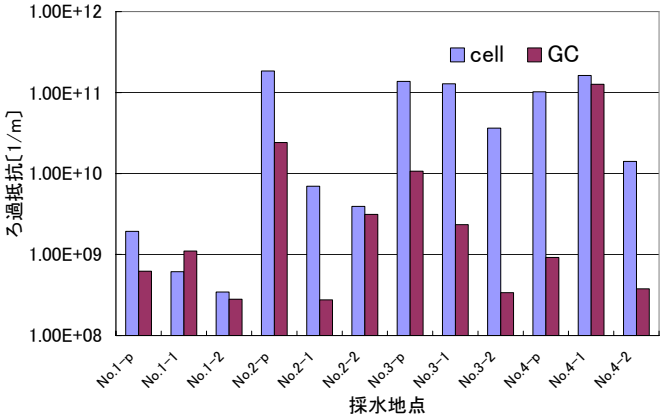

図２．夾雑物濃度

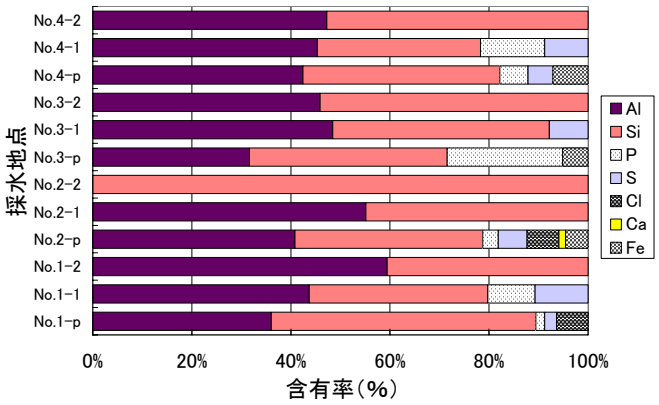

図３.各成分の含有率

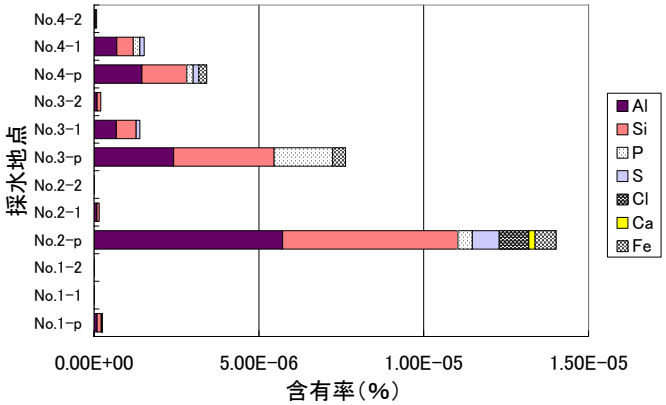

図４.成分濃度（mg/L）

6．参考文献

１）財団法人　水道技術研究センター：水資源の有効利用に資するシステムの構築に関する研究（Epoch プロジェクト）報告書：平成 16 年 3 月