

複数の水道水源が混在する施設における給水栓の効率的な配水系統判定手法の実践的開発

自由学園 学生会員 ○鈴木 祐太郎

自由学園 正会員 吉川 慎平

大同大学 正会員 鷺見 哲也

自由学園 非会員 小田 幸子, 黒沼 佑哉, 宮代 安希子

1. 研究の背景と目的

今日、事業所や学校などの水利用においては、その目的や地域特性に応じ上水道用水供給以外に、山水や井水を水源とする専用水道水、工業用水、雨水・循環水(中水)等、複数の水道水源が併用されているケースがある。これらは安定的な水資源の確保や省資源化という点で有効である一方で、構内の配水(配管)系統が複雑化することにより、誤配管や誤接合(クロスコネクション)による水質事故や、給水栓の配水系統が識別されていないことによる誤使用(誤飲)といった事態が想定される。これらのリスク回避のためには当該施設について現状確認を実施することが望ましいが、通常可視的でない地中や壁裏の配管を追跡することは不効率かつ困難といえる。そこで現状の給水栓に配水されている水の溶存イオンをトレーサーとすることに注目し、具体的には対象施設構内の給水栓から採水した水の電気伝導率(EC)を測定することで、水道水源の別(配水系統)の確認が容易に実施可能ではないかと考えた¹⁾。本研究では実際の事業所を事例に、配水系統の確認を目的とした効率的な調査手法を実践的に開発し、調査手法として整理・提案する。

2. 研究対象と方法

調査対象は東京都内のA事業所(以下、A)とした。Aでは東京都水道局からの上水道(以下、都水)と構内の深井戸から揚水する専用水道(以下、井水)を水源としている。Aの敷地面積は約100,000m²で1924年の開設以降度重なる改修により配水系統は複雑化し、その時間的経過から末端供給経路までは図面化されていないなど、大部分の給水栓の配水系統が識別(明示)されていない状況にある(都水・井水とも飲用可能で安全性という点では問題ない)。

調査方法は便宜上Aの全ての屋外給水栓(127地点)を対象とし、2班体制の計5人で実施し、各地点では30～60秒間通水した後、その場でEC & pH計(東亜 DKK WM-32EP, MM-42DP)を用いてECと水温、pHを測定し、代表地点ではパックテストによる残留塩素濃度を測定した。

3. 結果と考察

1) ヒストグラムによる分析と中間的な値

Aの屋外給水栓の内120地点を対象に第1回調査を

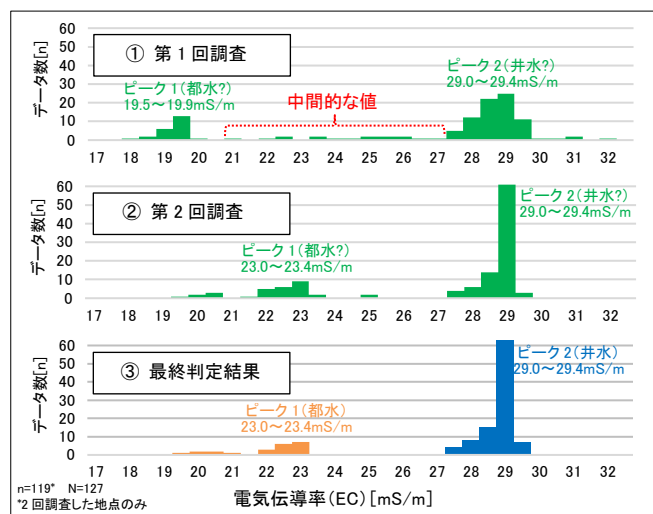


図-1 Aにおける給水栓のECの度数分布と最終判定結果

2020年11月30日に実施した。直前に水源が明確な給水栓のECを測定した結果、都水は18.8mS/m、井水は28.7mS/mであり、これを「暫定基準値」とした。図-1①は調査結果を度数分布図(ヒストグラム)に表したものである。暫定基準値付近にピークを検出することができECによって給水系統が概ね簡易判定可能であることが分かった。ピーク前後の値(±1.0mS/m)は残留塩素濃度の地点ごとのバラツキによるものと考えられ、文献²⁾ではECと残留塩素濃度の関係について塩素濃度1.0mg/Lの増減がEC約1.7mS/m程度に相当するとされている。今回の結果では残留塩素は地点ごとに0.1～0.5mg/L程度の差異が認められており、これをECに換算すると0.17～0.68mS/m程度になることから、おおよその関係性で説明可能と考えられる。

その一方でどちらのピークにも寄らない「中間的な値(21.0～27.0mS/m 付近にバラツキ)」が確認された。しかしながら水源は都水また井水の2種類であり、原則としてどちらかのピークに寄ると考えられることから、調査精度に問題があったことが疑われた。加えて別途調査地点(給水栓)の位置情報をGPSにより取得し、QGISを用いて空間的に可視化したことにより、中間的な値を示した地点の分布が、Aにおいて比較的使用頻度が低いと推定される場所であることから、配管内の滞留性が高いこと(残留塩素濃度の変化等)が関係しているものと類推された。

キーワード: 水道水源, 配水系統, 調査手法, 電気伝導率, 残留塩素

連絡先: 〒203-8521 東京都東久留米市学園町1-8-15 自由学園最高学部 TEL & FAX: 042-422-4389 E-mail: syoshikawa@jiyu.ac.jp

2) 調査方法の改善と第2回調査結果

1)の結果を受け第1回の調査地点を含む127地点を対象に第2回調査を2021年3月6日に実施した。基準点のECは、都水20.5mS/m(前回より上昇)、井水28.8mS/m(前回と同等)であった。通水時間を十分に確保することに重点を置き、目安として残留塩素計(TANITA EW-521)を用いて、残留塩素が0.1~0.5mg/L程度検出されるまで通水し管内の滞留性を解消した後、ECを測定した。その結果、第1回で中間的な値と判定した17地点中、16地点は井水、1地点は都水と判定された。度数分布図を図-1②に示す。

一方で第1回と異なる判定結果を示す給水栓が11地点発生し、これについても調査精度に問題があったと疑われたため同月26日に再調査を実施した。基準点のECは、都水20.8mS/m(前回と同等)、井水29.3mS/m(前回よりやや上昇)であった。徹底的な通水(滞留性の解消)のため10分程度開栓し測定したところ、いずれも当初(第1回)の結果が支持されることが確認できた。第2回の結果に修正を加えた度数分布図(最終判定結果)が図-1③である。

3) 結果の妥当性と得られた成果

最終判定結果の空間分布について、Aの主要な配管図面と照らし合わせた結果、都水・井水の供給エリアと概ね対応しており、妥当な結果であることが確認された。

また判定精度を向上(効率化)させるためには、測定前の十分な通水による滞留性の解消が極めて重要であることが分かった。またECや残留塩素濃度に表れる地点ごとの水質の不安定性についての情報は、こうした給水栓の使用頻度(配管内の滞留性)や供給経路延長等の特性を示すインディケーターにも成りうるということが分かった。特にこうした給水栓を飲用に供する場合十分な事前通水が必要であるなど、構内上水道の管理上有効な情報が得られた。

4. 調査手法としての整理・提案

1) 本調査手法が適用可能な条件

共通事項として、はじめに対象とする施設において、水源が確実に特定されている給水栓から採水し、ECの傾向を把握する(EC計がない場合も②は残留塩素(計)のみで簡易判定可能である)。また同地点を「暫定基準値」とする(数地点設定し傾向が同様であることを確認することが望ましい)。その結果により本手法が適用可能か条件分岐する。

- ① 上水道のECに対し別の水源のECとの差分が10mS/m以上ある場合：EC計で簡易判定可能 →2)①へ。
- ② 上水道のECに対し別の水源のECとの間に明確な差異が認められない(5mS/m以下)が、塩素消毒されていない場合：残留塩素(計)で簡易判定可能 →2)②へ。
- ③ 上水道のECに対し別の水源のECに明確な差異が認められず、塩素消毒されている場合：EC計・残留塩素(計)では簡易判定不可(本調査手法の適用除外)。

2) 調査手法・評価の実際

①調査は対象給水栓においてECをEC計を用いて短い時間範囲の内(当日中など)に測定する。その際現場で瞬時に得られる測定値が上述した構内基準点の暫定基準値に比べ大幅に低い・高いといったドリフトをしていないかを確認する。ドリフトが1~2mS/mを超える場合、残留塩素濃度の変化以外に溶存イオン物質の管内での沈殿、吸着、溶脱等が発生している可能性が考えられ、10分程度の十分な通水後に再度測定を行う。同時に残留塩素計で残留塩素濃度をモニターすると滞留性の解消の目安となる。

評価は二段階で行い、現場ではECの暫定基準値に対する値の近さで簡易判定可能である。比較対象間の差分が大きい程判定精度は高まる。次に調査した全データをExcel等に入力し、度数分布図(ヒストグラム)を作成する。そこからピークを検出し暫定基準値をこれに置き換えることが有効と考える。なお、水源によっては水質が年間変動する可能性があり、あくまでも当日の結果として取り扱う。

②調査は対象給水栓において残留塩素濃度を試薬(パックテスト等)、または残留塩素計を用いて短い時間範囲の内(当日中など)に測定する。同様に測定前に十分な通水を実施する。評価は現場で残留塩素の有無により簡易判定可能である(但し残留塩素が末端給水栓に到達できる構造になっていることが前提)。残留塩素濃度0.1mg/L以上検出できる場合は上水道、検出できない場合は別の水源(例:塩素消毒されていない井水、中水等)となる。

5. まとめと今後の課題

今回の実践から複数の水道水源が混在する施設において、それぞれの水源のECに明確な差異がある場合は、給水栓から採水した水のECを管内の滞留性に注意しながら測定することで、配水系統の簡易判定が効率的に実施可能であることが分かった。またECに明確な差異がない場合も、塩素消毒されていない水源を含む場合、残留塩素(計)で簡易判定可能である。一方で配管への異入水の混入等、何だかの要因により、結果としてECが設定した基準値に近づくといった可能性も考えられ、あくまで簡易的な判定手法と位置付けられる。しかしながら本調査手法は配水系統に関する情報が不足した施設全体を、簡便かつ迅速にスクリーニングするものとして有効と考える。

今後の課題として本調査手法による調査事例の蓄積が挙げられる。具体的にはECの傾向が東京都と異なる地域での調査、一般家庭レベルにおいて水道水と井水等を併用している場合の調査等を検討している。

参考文献

- 1) 吉川慎平:流域総合管理に資する電気伝導率を指標とした効率的な河川・流域の調査手法に関する研究, 大同大学学位論文, 2020.
- 2) 白石元ほか:屋内プールにおける残留塩素濃度予測, 化学工学会第36回秋季大会研究発表講演要旨集, 2003.