

大阪市浄水場センサのデータ分析の適切な処理制御への活用

○水野雅裕 竹内風太 市川学 中井豊 (芝浦工業大学)

Data analysis of Osaka City water purification plant
for proper treatment control

* M. Mizuno, F. Takeuchi, M. Ichikawa and Y. Nakai (Shibaura Institute of Technology)

概要— 浄水場には濾過や薬品注入のために多くの装置が設置されているが、その制御に関する分析は行われてきていない。そのため本研究では、大阪の柴島浄水場の水質データを元に効率的な制御を行うため、水質の周期性や天気との関係性を見つけることを目指す。2010年から2018年にかけて柴島浄水場で取得された3000個近いセンサのデータの変動を解析し、水質の変動傾向と要因を把握する。浄水場の水質データと気象庁の天気データと併せて相関分析を行い、降水量や濁度、pH、浄水場内の濾過装置や薬品の注入・水質などに関して関連性や周期性を探る。

キーワード：データ分析，処理制御，相関分析

1 研究背景

浄水場は河川の表流水や湖、地下水など水源から原水を取り込み、原水中の土砂・浮遊物・汚濁物質・細菌を沈殿・ろ過・殺菌などの過程を通じて水道水へ浄化処理を行う施設である。浄化処理を行う際に数種類の薬品を注入するが、その注入量は原水の水質によって決められる。しかし、原水の水質は、その水源の種類や周辺の降雨状況・気象条件などによって変動し、水道事業者はこのような変動を予測して処理に対応しなければならないため、浄水プロセスは水道事業者毎に異なる。そして、水道事業者毎に傾向を踏まえて経験を蓄積することで処理制御や水質の指標を設定している。また、水道水の水質については、厚生労働省の定める水質基準に適合する必要がある。水道法によって水道事業者に検査の義務が課せられている。この水質基準に適合した水道水を供給するため、水道事業者や浄水場それぞれが水源水質に適した浄水処理システムの運転を行っている。安全な水道水を供給する観点から、水質と気象の関連を見出し浄水プロセスでの水質変動・異常を検知し迅速に対応することが重要になる。

これまで浄水処理の研究として個別の薬品処理やろ過方式について多く行われてきているが¹⁾、水質変動の予測やそれに対する適切な制御への活用のためには、さらに水質の複数の項目、薬品注入、天気の分析をする必要がある。

2 研究目的

現在、安定的に処理制御が行われているが、必ずしも科学的な根拠に基づいているわけではないため、原水や処理過程の異常時への対応は十分とは言えない。本研究では、浄水場の水質データと薬品注入データ、天気データを解析することで異常発生の原因や関係を見つけ出し、適切な制御を行うための指標をつくり対象の水道事業体に提案することを目的とする。

3 浄水場のデータ分析

3.1 柴島浄水場の浄水方法

柴島浄水場は急速ろ過方式と高度浄水処理を併用した水処理を4系統で行っており、各系統とも原水取水後の処理フローは①混和地、②中オゾン接触池、③ろ過池、④後オゾン接触池、⑤活性炭吸着池となっており、このうち②④⑤の処理を高度浄水処理と呼ぶ。①では原水へのpH調整と汚濁物質の凝集、殺菌のために薬品注入を行う。pH調整剤として硫酸と苛性ソーダ、殺菌剤や殺藻剤として次亜塩素酸ナトリウム(塩素)、凝集剤として硫酸ばんどがある。②ではオゾンと接触させることで、溶解性のマンガンなどの重金属や有機物を③の砂ろ過で除去できる不溶性へ酸化させる。④ではかび臭やトリハロメタンの原因となる有機物質などの分解や消毒を行う。⑤ではかび臭や有機物質を粒状活性炭に吸着させ、除去する。

3.2 天気と水質の時間的關係

天気が浄水場の水質へ影響を及ぼす際に時間のずれが発生すると考えた。この時間のずれを探るため、天気データから季節性でなく直接原水へ影響を与えると考えられた降水量と、降水の影響を強く受けると思われる取水直後の濁度のデータ(c933)を折れ線グラフで表した。グラフを出力する際、2018年の中で最も降水量の多かった7月5日前後を選んでいる。このグラフから降水のあった翌日に濁度が上昇することが読み取れる。また他にも降水の翌日に濁度が上昇する日が多く見られ、降水量と濁度の相関係数を求めると濁度が1日遅れた場合に最も相関が強くなった。浄水フロー内の日にち単位での時間のずれはグラフ・相関分析共に確認されなかった。

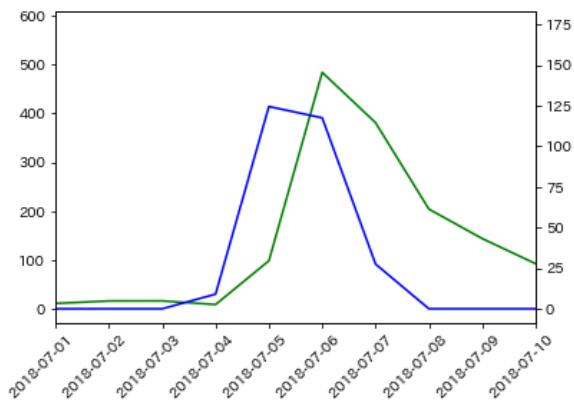


Fig. 1 降水量と濁度 2018年7月1日～10日

3.3 相関分析

浄水場の水質や薬品注入などの各データと、大阪の天気データの間の関係性やその強さを探すため、これらのデータを併せて相関分析を行った。その際、浄水場のデータは取水から中オゾン接触池直後までのフローに設置されている濁度、有機物、pH、水温、各薬品の注入量のデータを抽出した。また、3.2より浄水場内の水質は1日遅れて天気の影響を受けるため、浄水場のデータを1日ずらしている。これらを踏まえたうえで相関分析をもとにして相関の強度を色の濃淡で表すヒートマップを作成し、Fig. 2へ示す。

Fig. 2より、センサ c2680の濁度計とセンサ c599の硫酸ばんど注入量の相関係数を見てみると、0.830と強い正の相関である。この濁度計では薬品注入直

前の原水の濁度を計測しており、硫酸ばんどは原水に含まれているコロイド状の汚濁物質に対して凝集処理を行うために注入している。そのため、強い相関があることは分析前の段階でも予想されていた。また、Fig. 2より、センサ c2680の濁度計とセンサ c1779の苛性ソーダ注入量の相関係数を見てみると、0.944と極めて強い正の相関である。しかし、苛性ソーダはアルカリ性のpH調整剤であるため、濁度との関係性は薄いと考えられる。これより、相関分析の情報だけでは必ずしも正しい結果が得られる訳ではないと言える。

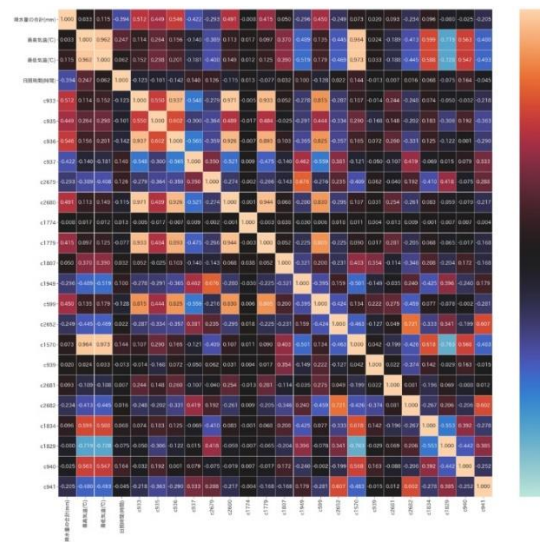


Fig. 2 相関係数ヒートマップ

4 まとめ

天気と水質のデータで相関分析を行うことによってこれらの関係が明らかとなり、水質異常が発生した際の因果関係の発見が可能となる。これにより適切な異常対応が行われることが期待できる。しかし、相関分析だけでは必ずしも正しい結果が得られるわけではないため、他の分析方法を検討する。

謝辞

本研究は、環境総合研究推進費 S-17-2 の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 梅谷, 田中, 森實, 吉田: オゾン-砂ろ過によるマンガンの処理状況について
https://www.city.osaka.lg.jp/suido/cms_files/contents/0000245/245422/55-8.pdf