

## 水処理設備維持管理業務における凝集剤使用量の適正化 Examination of Appropriate Consumption of Flocculant for Operation Management of Water Processing Plant

坪倉 徹哉<sup>†</sup> 岡田 臣由<sup>†</sup>  
Tetsuya Tsubokura Takayuki Okada

### 1. はじめに

(株) 日立プラントサービスでは、設備維持管理情報を活用したサービス事業の拡大に取り組んでいる。

国内水処理市場において、施設運営は、地方自治体の財政・人材圧迫により、民営化・広域化の進展(2015年度: 約1兆円)が予想されており、公募型プロポーザル方式によって維持管理業務を受託するためには、ICTを活用した、運転管理ノウハウの継承、教育ツールの拡充、業務のスキルフリー化の提案が要求される。

当社が維持管理業務を受託している浄水場では、上記課題に対して、凝集剤使用量の適正化を提案し、取り組んでいる<sup>[1]</sup>。従来の凝集剤使用量の決定は、過去の運転経験と、現在の水質から相対的に使用量を調整する熟練作業となっており、過去の運転履歴データの活用方法について検討する必要があった。今回、浄水場における凝集剤使用量の適正化を対象として、運転履歴データの統計解析による、凝集剤使用量の試算方法について検討したので報告する。

### 2. 研究方法

#### 2.1 浄水場の運転概要と課題

図1に浄水場の処理フローを示す。原水は、河川から取水ポンプによって急速攪拌池へ送水される。急速攪拌池では、原水中に含まれるゴミを吸着しフロックと呼ばれる凝集物を形成するための凝集剤と混ぜ合わせる。凝集剤と混ぜ合わせた原水は、フロック形成池にて約30分かけてフロックを形成する。形成したフロックは、沈殿池での処理水量に応じて数時間かけて沈殿除去される。

凝集剤使用量を増やすと処理水濁度が下がり、配水する処理水の品質は向上するが、凝集剤のコストが増す。そこで、運転オペレータは、適切な凝集剤の使用量として、処理水濁度が契約濁度を超えないよう、目標値を定めて運転している。

原水水質に対する凝集剤使用量の効果は、沈殿除去後の数時間後に現れるため、凝集剤使用量は、原水水質と処理

水水質との相対比較を、現在の処理水量と過去の運転経験とから判断する熟練作業となっている。更に、今回対象とした浄水場は、原水が河川水のため原水水質の季節変動が激しく運転難易度が高い。しかし、運転現場では、高齢化による熟練技術者不足が顕在化しつつあり、現状の目標濁度付近での運転の継続や向上には、運転履歴データを用いた、運転管理ノウハウの継承や、教育ツールの拡充、業務のスキルフリー化に関する取組みが急務となっていた。

#### 2.2 検討項目

##### (1) 凝集剤使用状況の分析

複数の運転項目で構成した時系列運転履歴データから、凝集剤使用状況を分析するため、多変量データを似た性質のデータ群にグループ分けが可能なクラスタ分析を行った。更に、各クラスタを浄水場の運転パターンとして捉え、クラスタ毎に重回帰分析を行い、凝集剤使用状況を分析した。

尚、クラスタ分析には、OSSで、統計解析モジュールが豊富なプログラミング言語である、“Python”を用い、k平均法およびk近傍法にて実行した。

##### (2) 凝集剤使用量の試算

複数の運転項目で構成した時系列運転履歴データから、凝集剤使用量を試算するため、クラスタ分析を用いた、凝集剤使用量試算ツールを構築した。現場で利用することを目的に、開発した各機能を、自動演算ツールとして纏めた。

### 3. 検討結果

#### 3.1 凝集剤使用状況の分析

本研究では、クラスタ分類する1レコードを、1時間毎の運転履歴データとし、分類した各クラスタを、浄水場の運転パターンとして捉えて調査した。

図2にクラスタ分析結果を示す。処理水量の増加に伴い、各クラスタの標準偏差は収束し(0.31→0.24)、処理水濁度は目標濁度付近で収束している。また、処理水量と電気伝導度の増加に伴い、重相関係数(0.62→0.84)は強くなっている。上記のクラスタ毎の傾向を現場にて確認した結果、処理水量が少ない場合、相対的に凝集剤使用量も少なくなるため、一定量以下の微調整ができず、濁度の偏差が大きくなる。

反対に、処理水量が多い場合、使用量に対する処理水濁度の変化が小さくなるため調整は容易となり、目標値を維持し易くなるとの見解を得た。また、電気伝導度が高い場合、凝集剤の性能が下がり濁度除去効率が低くなる。

以上の検討から、クラスタ分析によって、運転履歴データが水質調整実績の傾向毎に分類されることを確認できたため、クラスタ分析を利用した、凝集剤使用量の試算方法について検討を進めた。

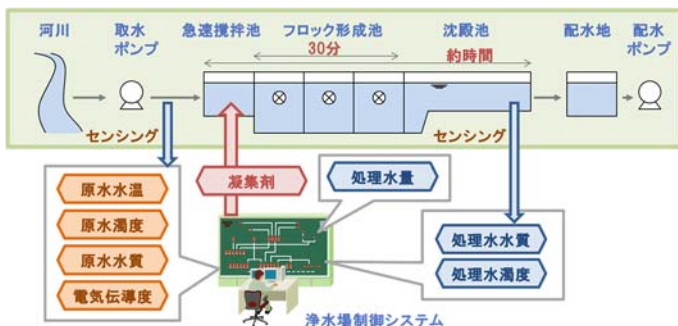


図1 浄水場の処理フロー

<sup>†</sup> (株) 日立プラントサービス

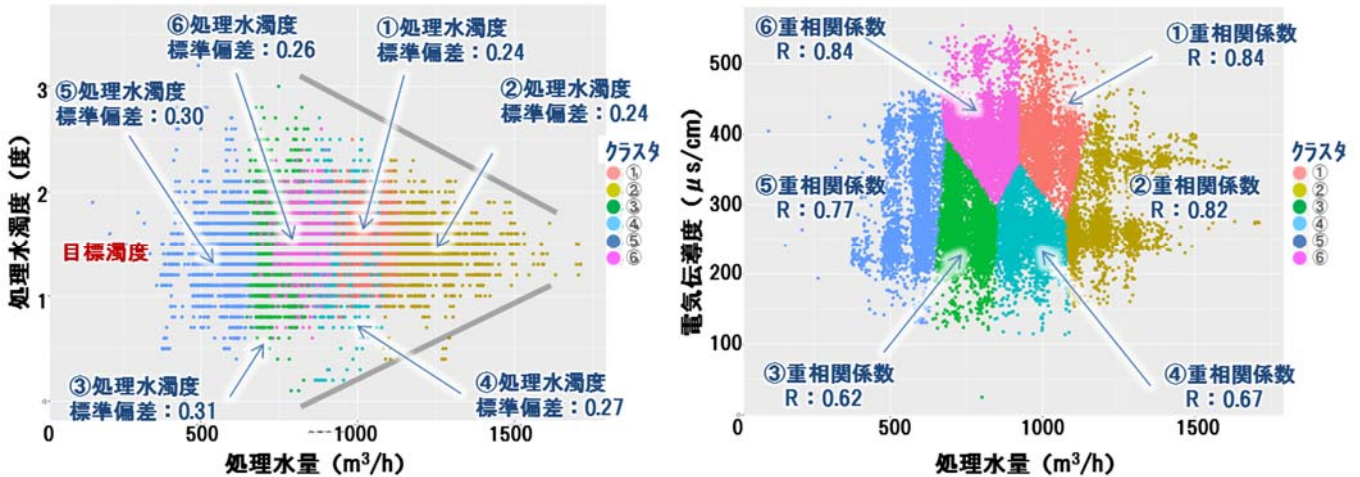


図2 クラスタ分析結果

### 3.2 凝集剤使用量の試算

目標濁度での運転維持を目的とした凝集剤使用量試算ツールを構築した。凝集剤使用量試算フローは以下の通り。まず、①時系列運転履歴データを学習データとして読込んだ後、②運転停止による非定常な値や、センサ洗浄による異常値等の不正データを除去する。次に、③凝集剤使用量と処理水量から凝集剤注入率を算出し、④凝集剤の効果が生じるタイムラグとして、処理水量から処理水の沈澱池滞留時間を算出する。タイムラグから原水水質と凝集剤注入率、及び処理水水質との組合せを時刻毎に補正し、解析可能なデータに整える。⑤学習データからk平均法を用いて、クラスタ毎の中心値を求めておく。

評価データ（現在の水質データ）を対象として、凝集剤注入率を試算する方法は、⑥評価データとクラスタ毎の中心値とのユークリッド距離を求め、最も中心値に近いクラスタを、評価データが所属するクラスタに決定する（k近傍法）。最後に、評価データの凝集剤注入率として、評価データが属するクラスタの平均値（中心値）を設定する。

図3に凝集剤注入率の試算結果を示す。学習データの範囲を2017年8月1日～11月30日とし、評価データを、12月1日～6日として試算した。

本研究で開発した、クラスタ分析を用いた凝集剤注入率試算方法に目標濁度を設定して試算した結果、実際に設定した実績注入率（青色実線）に対して、概ね注入率を低減した試算値（赤色破線）を得た。

また、試算結果の確からしさを、運転オペレータに示すため、評価データが属するクラスタの凝集剤注入率の平均値（中心値）と、評価データとのユークリッド距離（緑色実線）を算出した。これにより、運転履歴データ不足等による、試算精度の低い結果を定量評価できる。例えば図3において、ユークリッド距離0.8を閾値として試算結果にマスクをかければ、明らかに試算精度が低い、(ア)～(ウ)に対して発報または除去することができる。また、(エ)の様な、一見合っているような結果に対しても注意を促せる。

以上の検討を、現場で利用することを目的に、不正データの除去、凝集剤注入率や処理水滞留時間の算出、クラスタ分析を用いた凝集剤注入率の試算、及びユークリッド距

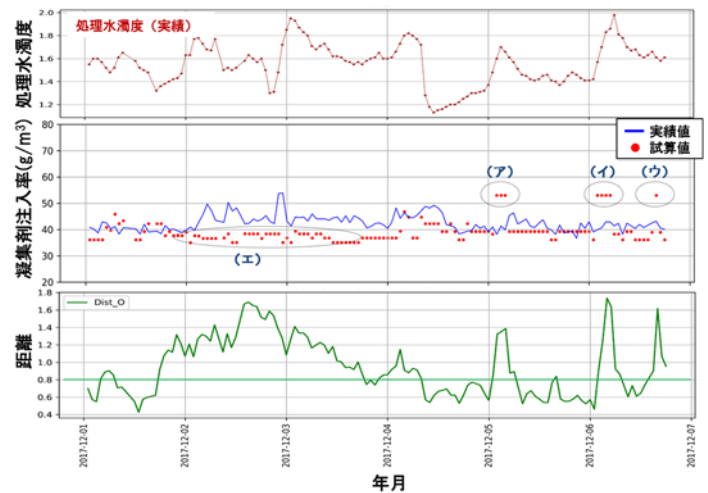


図3 凝集剤注入率の試算結果

離による試算精度の評価機能を、自動演算ツールとして纏めた。今後、浄水場の運転履歴データを自動で収集するシステムを構築し、現場での活用を目指して、凝集剤使用量の適正化を図る。

### 4. まとめ

浄水場における薬品使用量の適正化を目的に、運転履歴データの統計解析による凝集剤使用量の試算方法について検討した。(1)統計解析の結果、急撪池流入量の増加に伴い相関係数が強くなる等、水質調整実績の傾向毎にクラスタが分類されることを確認した。(2)現在値と水質調整実績の傾向毎に細分化したクラスタを用いて試算し、過去の類似データとのユークリッド距離を用いた試算結果の評価機能の特徴とする、凝集剤注入率の試算ツールを構築した。

### 参考文献

- [1] 後藤 正広 他, 日立評論, Vol.99, No.4 (2017)..pp53-58