

〈ノート〉

PAC 注入制御への残留アルミニウムの適用性に関する基礎検討

横井 浩人¹⁾, 芳賀 鉄郎¹⁾, 三宮 豊¹⁾
田所 秀之²⁾, 館 隆広³⁾

¹⁾ (株)日立製作所 エネルギー・環境システム研究所 (〒319-1221 日立市大みか町7-2-1
E-mail: hiroto.yokoi.vb@hitachi.com, tetsuro.haga.gu@hitachi.com, yutaka.sangu.nf@hitachi.com)

²⁾ (株)日立製作所 情報制御システム事業部 (〒319-1293 日立市大みか町5-2-1 E-mail: hideyuki.tadokoro.dw@hitachi.com)

³⁾ (株)日立製作所 社会・産業システム事業部 (〒101-8608 東京都千代田区外神田1-18-13 E-mail: takahiro.tachi.jv@hitachi.com)

概要

熟練職員が減少する2012年問題と環境負荷低減への対応策の一つとして、薬注制御の高度化に取り組んでいる。PAC注入におけるフィードバックの時間遅れ短縮を目的として、PACの主成分であるアルミニウム (Al) を指標とした制御方法を検討した。本研究では、基礎的な凝集試験により沈殿処理水濁度と残留 Al の関係を明らかにし、凝集過程における Al の消費を考慮した濁度予測式を提案した。沈殿処理水濁度2度以下では平均誤差0.22度で予測が可能で、PAC注入制御の指標として残留 Al を適用できる見通しを得た。

キーワード：アルミニウム, 凝集沈殿, PAC, 濁度, UV260

原稿受付 2009.7.6

EICA: 14(2・3) 12-18

1. はじめに

熟練職員が減少する2012年問題を控え、浄水場では、より合理的な維持管理の実現が求められている。運転員の教育・訓練体制の強化、第三者委託による外部ノウハウの導入、監視制御システムの効果的な活用などの施策が進められつつある。浄水処理の要である凝集剤や塩素剤等の薬品注入は、既設の監視制御システムの機能として、水質センシングに基づくFF (フィードフォワード) やFB (フィードバック) の制御が実装されている¹⁻³⁾。しかし、これらの機能に頼らず、ジャーテスト結果や熟練運転員の経験とノウハウに基づいた運転管理を採用しているケースも多い。これは、水質・水量の急激な変化への対応、FBにおける時間遅れ、凝集阻害を引き起こす水質要因のセンシングなどに対して、監視制御システムによる薬注制御が必ずしも十分に対応できていないことが原因と考えられる。

一方、大規模な浄水施設は改定省エネルギー法による特定事業者となり、中長期的に見て年1%以上のエネルギー消費原単位の改善を目標とする必要がある。浄水処理における環境負荷低減のための手段としては、エネルギー効率の高い機器への更新、配水コントロールの適正化、小規模発電施設の導入等に加え、薬注量の適正化がある。PACを例にすると、CO₂発生の原単位は405 kg-CO₂/t⁴⁾と高く、原水濁度に応じた適切な薬剤注入によって環境負荷低減に寄与することが期

待できる。

そこで、著者らは、運転員の手動介入回数を十分減らすことができれば、すなわち、薬注制御システムを高度化し、これまで手動介入が必要であった状況においても適切な薬注が可能なシステムを構築すれば、維持管理と環境負荷に係る課題を解決できると考えた。そして、これを実現する手段として、新しい評価指標を用いた薬注制御ロジックの構築を進めている。

新しい評価指標として、a) 原水水質の変化に起因する凝集剤の過不足を判断できること、b) 十分な測定精度と測定頻度が得られることが要件となる。本研究では、PAC (PolyAluminum Chloride, ポリ塩化アルミニウム) の主成分であるアルミニウム (Al) に着目した。混和池出口からサンプリングし、凝集・沈殿不良の原因となる微細なフロックを分離し、そこに含まれる残留 Al を測定することを考えた。そして、これを PAC 過不足の判断指標とした薬注制御ロジックを構築することとした。

本研究の目的は、凝集特性評価への残留 Al の適用性検討、および、残留 Al を用いた PAC 注入制御方式の構築である。

2. 薬注制御システムの構成

Fig. 1 に本研究で提案する制御システムの構成を示す。このシステムは、フロック分離装置、Al 計測装

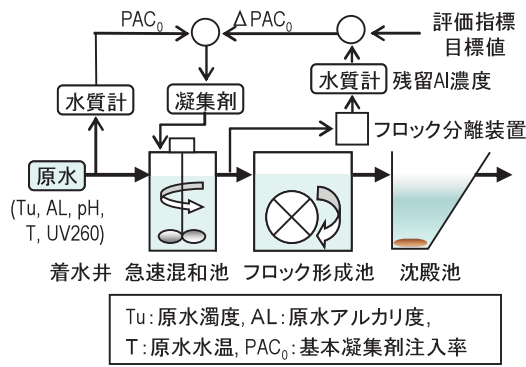


Fig.1 Concept of PAC injection control

3. 実験方法

沈殿水中の残留 Al と濁度との相関を調べるための凝集基礎試験は、ジャーテストにより実施した。原水の濁度、腐食質由来有機物 (UV260)、アルカリ度、アジピン酸、pH、PAC 注入率をパラメータとした。アジピン酸は2つのカルボキシル基を有するカルボン酸で、菅原ら⁵⁾が AOM (Algogenic Organic Matter、藻類由来有機物) の模擬物質のひとつとして実験に使用している。試験条件を Table 1 に示す。

Table 1 Experimental conditions for jar test

濁度 (度)	20~100
有機物 (UV260(cm ⁻¹))	0.005~0.15
アルカリ度 (mg/L)	10~35
アジピン酸(mg/L)	無添加, 0.2~30
pH (PAC注入前)	7.0~7.6
PAC (mg/L)	10~50 (0.53~2.65mg-Al/L)

置、その他の水質計器 (濁度、pH、アルカリ度、水温、UV260)、PAC 注入率演算装置、および、PAC 注入装置から構成する。

フロック分離装置による前処理の目的は、凝集不良の原因となる微小な粒子を選択的にサンプルとして回収すること、および、原水が高濁度になっても、サンプル中のフロック濃度を計測可能な濃度まで低減させることである。

フロック分離装置で処理されたサンプルの Al 計測結果を用いて、PAC の注入を制御する。PAC 注入制御は原水水質から算出する従来からの FF と、フロック分離装置で回収した残留 Al を用いる注入率設定とを組合せる方法とした。FF は原水濁度、アルカリ度、pH、水温、UV260 を入力とする線形または累乗の回帰式を用いる。原水水質、PAC 注入率、および、沈殿処理水濁度の過去データから、所定値以下の沈殿処理水が得られるデータを抽出し、回帰式を求める。一方、残留 Al による注入率設定では、まず、残留 Al を基に沈殿水濁度を予測する。次に、予測値と沈殿水濁度目標値とを比較し、PAC 注入率の増減量を決定する。

本研究では、固体の Al 化合物と溶解した Al イオン (主に Al(OH)₄⁺) に含まれる Al 量の総和を残留 Al として定義することとした。そのため、残留 Al は、PAC 注入率、水道原水中の濁質や有機物との結合による Al の消費、アルカリ度不足による PAC から Al(OH)₃ への反応停止、または、pH と水温による Al(OH)₃ の溶解度変化等の影響が反映される指標となる。

残留 Al を用いる利点として、a) PAC 由来であるため、常に一定以上の濃度を確保できる、b) Al 消費量を考慮することになるため、濁質や有機物の成分の違いによる影響が小さいことが考えられる。

本研究では、上述の PAC の反応を考慮して凝集基礎試験を実施し、残留 Al と沈殿水濁度との関係を取得した。そして、今回提案する制御方式で重要な残留 Al による沈殿水濁度予測式を検討した。

UV260 は、一般に河川水 UV260 が約 0.05 cm⁻¹ 前後であることから、上限を 0.15 cm⁻¹ とした。一方、AOM 濃度は一般の河川水における溶存有機炭素 (Dissolved Organic Carbon : DOC) が約 5 mg/L 前後であることから、アジピン酸濃度を 0.2 mg/L から 30 mg/L に設定した⁵⁻⁷⁾。

濁度、UV260、アジピン酸の初期濃度は、水道水に精製カオリン、アルカリ溶解で調整したフミン酸、アジピン酸試薬をそれぞれ添加して調整した (試薬はいずれも和光純薬製)。原水 pH は、硫酸または水酸化ナトリウム溶液を用いて、pH7.0~7.6 に調整した。アルカリ度は、水道水に純水またはアルカリ度約 300 mg/L の硬水を添加することで、10~35 mg/L に調整した。

ジャーテストにおける凝集剤としては PAC (Al₂O₃ 濃度 : 10%) を用いた。このときの攪拌と操作時間は、今回使用したジャーテストで凝集沈殿の良否の比較が可能な条件を、文献⁸⁾も参考として設定した。急速攪拌を回転数 140 rpm (G 値 = 37 s⁻¹)、攪拌時間 2 min、緩速攪拌を回転数 60 rpm (G 値 = 10 s⁻¹)、攪拌時間 10 min、静置時間を 10 min とした。沈殿処理水をサンプリングし、濁度、残留 Al (溶解性と不溶解性の総和) 濃度、pH を測定した。このとき、濁度は、積分球式濁度計 (東京光電製、ANA-148 型) を用い、アルミニウムはアルミノン法に従い分光光度計 (HACH 製、DR/4000 型) を用いて測定波長 522 nm で測定した。

4. 実験結果および考察

4.1 凝集基礎試験

凝集基礎試験では、濁度、アルカリ度、有機物、および、AOM 模擬物質が Al の残留に与える影響をそれぞれ確認した。

(1) 濁度依存性

Fig. 2 に PAC 注入率に対する沈殿処理水濁度 (Tu_s) と残留 Al (C_{Al}) の変化の一例を示す (PAC 添加前の水質……濁度: 40 度, アルカリ度: 35 mg/L, 水温: 20°C, pH: 7.0, Al: 0.010 mg/L)。Al 基準の PAC 注入率 (C_{PAC}) 0.53 mg-Al/L では Tu_s は 7 度であるが, C_{PAC} を増加することで 1 度まで低下した。一方, 残留 Al は, PAC 注入率の増加に伴い一旦増加傾向を示すが, その後減少に転じており, 一定の傾向が確認できなかった。

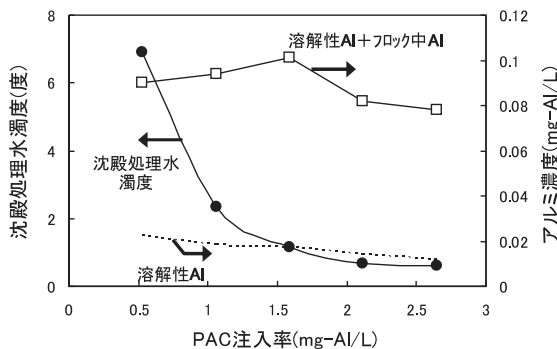


Fig. 2 Example of turbidity and Al concentration in settled water of jar test (initial Tu : 40 mg/L as kaoline)

残留 Al は沈殿処理水の濁質と結合した固形成分と溶解成分から成る。本研究では, 凝集沈殿の良否判断や予測を目的としているため, フロックに由来する固形成分に注目する必要がある。**Fig. 2** には pH, 水温および $Al(OH)_3 + H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_4^- + H^+$ の溶解度 ($pK_s = 12.9$) を用いて算出した溶解性アルミニウムの濃度 (C_{Als}) を併せて示している。 C_{Als} は 0.02 mg/L 程度であり, PAC 注入率の増加に伴い減少する。これは, PAC 注入により pH が低下することが原因である ($C_{PAC} = 2.65$ mg-Al/L では初期 pH=7.0 から pH=6.7 に減少)。

C_{Al} と C_{Als} の差から, フロックに由来する残留 Al は全体の約 80% を占めることが分かる。しかし, 沈殿処理水濁度との明確な相関は確認できなかった。以上の結果より, 残留 Al の絶対値のみから PAC 注入の過不足を直接判断することは困難であるといえる。

これは, 残留 Al は, 凝集沈殿処理の良否に係る情報とフロック中の Al 含有率に係る情報が共に含まれ

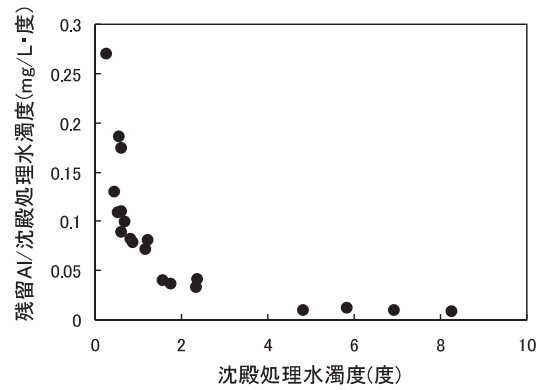


Fig. 3 ALT ratios of floc in settled water

ることが原因と考える。**Fig. 3** に沈殿処理水濁度に対する沈殿処理水中の粒子の Al/ Tu_s 比を示す。PAC 注入率が低ければ, 凝集沈殿処理が不良となる。このときの Al/ Tu_s 比は小さいが, 濁質量が増加するため全 Al の濃度変化は小さい。一方, PAC 注入率が高ければ, 沈殿処理水の濁度は低い, 過剰な Al が供給されているため Al/ Tu_s 比は高くなり, 残留 Al の低下は緩やかになる。

このような凝集処理における Al 消費を考慮するには, 元々の Al の供給量, すなわち, PAC 注入率を用いることが必要と考えた。そして, 式(1)で示す, アルミニウム残留率 (R_{Al}) により凝集処理の良否を判断することとした。

$$R_{Al} = \frac{C_{Al}}{C_{PAC}} \times 100 \quad (1)$$

Fig. 4 に R_{Al} に対する Tu_s の変化 (初期濁度 20–100 度) を示す。 R_{Al} の増加に伴い Tu_s は単調に増加する。浄水場における凝集沈殿処理性能の判断という観点からは沈殿処理水濁度 2 度以下の範囲が重要である。この範囲で R_{Al} と Tu_s の関係は初期濁度に対する依存性が小さく, 一つの曲線で表せることが分かった。

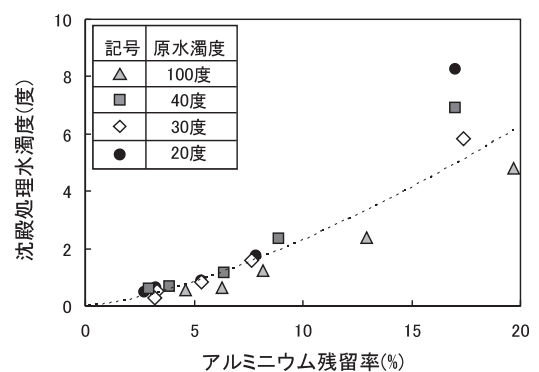


Fig. 4 Relationship between Al residual percentage and Tu in settled water under different initial turbidities

これは、所定の沈殿処理水濁度を得るために必要な ALT 比 (原水濁度に対する注入 PAC 中の Al 濃度) が原水濁度に依存していることが原因の一つと考える。原水が高濁度であるほど、フロックの成長速度が速いため、凝集沈殿処理に要する濁質当たりの Al の消費量は少なくてよく、そのため、凝集沈殿処理に消費されず残留する Al 量は相対的に増加する。高濁度の場合には PAC 注入率は多くなるものの、残留する Al も増加するため、結果的にアルミ残留率の原水濁度依存性が小さくなったものと推測する。

濁度依存性の実験結果から、アルミ濃度の情報を用いた沈殿処理水濁度の予測式として、 $Tu_s = a \cdot R_{Al}^n$ ($a=0.082, n=1.45, R^2=0.90, \text{原水濁度} \leq 100 \text{度}$) を得た。この関係式から、良好な沈殿水濁度 (1 mg/L 以下) を得る指標の一つとして、アルミニウム残留率 5%以下を設定することがよいと言える。

(2) アルカリ度依存性

PAC を水道原水に注入すると、速やかに PAC とアルカリ成分が反応して水酸化アルミニウムが生成し、続いてフロック形成が進行していく。アルカリ度不足で凝集不良が起こるときの、アルミニウムの残留状態を実験で確認した。

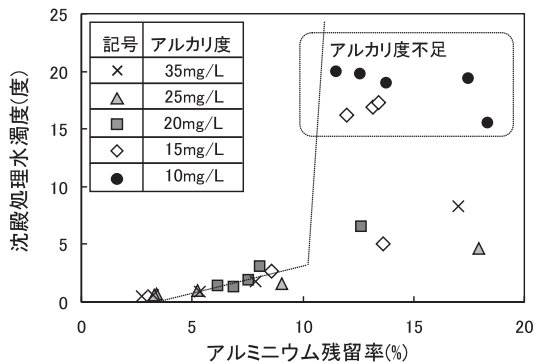


Fig. 5 Relationship between Al residual percentage and Tu in settled water under different alkalinities (initial Tu:30 mg/L as kaoline)

Fig. 5 にアルカリ度が 10~35 mg/L の場合の Tu_s と R_{Al} の関係を示す。PAC 注入率に対してアルカリ度が十分高い試験条件では、 R_{Al} に対して Tu_s は単調増加した。一方、アルカリ度が不足する試験条件では、 $R_{Al} \geq 11.5\%$ 、 $Tu_s \geq 15 \text{度}$ となり、アルカリ度が十分高い場合に比べて R_{Al} に対する Tu_s の値が大きいことが分かった。このとき、 Tu_s と R_{Al} との相関は見られず、アルカリ度不足による凝集不良の場合に R_{Al} から Tu_s を予測することは困難であると言える。

(3) 有機物依存性

水道原水中には、フミン酸・フルボ酸に代表される有機物の他、藻類由来で凝集阻害の原因となる有機物

(AOM) が含まれる。これら有機物はと電位が低く、単位量当たりが必要とされる凝集剤は濁質除去のための必要量よりも多いことが知られている⁸⁾。フミン酸または AOM が含まれる原水を凝集処理したときの、アルミニウムの残留状態を実験で確認した。

Fig. 6 にフミン酸が UV260 で $0.005 \sim 0.15 \text{cm}^{-1}$ の場合の Tu_s と R_{Al} の関係を示す。 R_{Al} の増加に伴い、 Tu_s は単調に増加している。(1)で示した濁度依存性とは異なり、 R_{Al} と Tu_s の関係には有機物量に対する依存性が見られた。添加量を UV260 で 0.005 から 0.15cm^{-1} としたとき、 Tu_s の傾きは約 2 倍に増加している。

有機物添加が Tu_s と R_{Al} の関係に与える影響としては次の二つが考えられる。①沈殿処理水中の粒子の ALT 減少。有機物と $\text{Al}(\text{OH})_3$ との結合が優先的に進み、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ が消費されるため、ALT が減少する。②有機物に結合した Al に由来する残留 Al の増加。実験では有機物の添加により Tu_s の傾きが増加していることから、①の影響が②より大きいと言える。

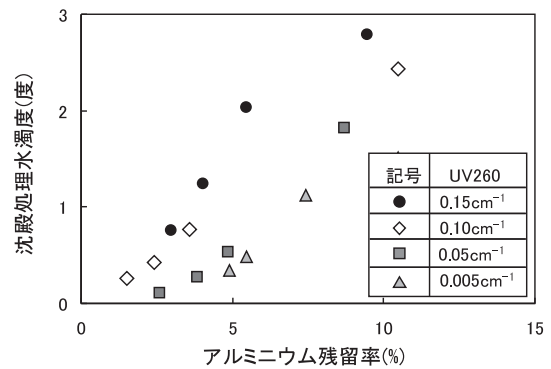


Fig. 6 Relationship between Al residual percentage and Tu in settled water under different UV 260 (initial Tu:30 mg/L as kaoline)

以上の結果から、 R_{Al} を用いた Tu_s の予測精度を向上するため、UV260 濃度を考慮することとした。予測式については後述する。

藻類由来の有機物 (AOM) は、タンパク質、有機酸および糖質等から構成されている⁵⁾。これらには官能基としてカルボキシル基が含まれているが、この基が負電荷を有する濁質分と正電荷を有する凝集剤水和物 ($\text{Al}(\text{OH})_3$) との荷電中和反応に影響を及ぼし、フロック生成時のと電位を低下させることにより凝集不良が生じる^{9,10)}。

Fig. 7 にアジピン酸を添加した場合の Tu_s と R_{Al} の関係を示す。 Tu_s は R_{Al} の増加とともに上昇するが、 $R_{Al} = 20\%$ 付近で R_{Al} は飽和し、 Tu_s のみが急激に増大している。一方、 Tu_s が低い領域では、フミン酸を

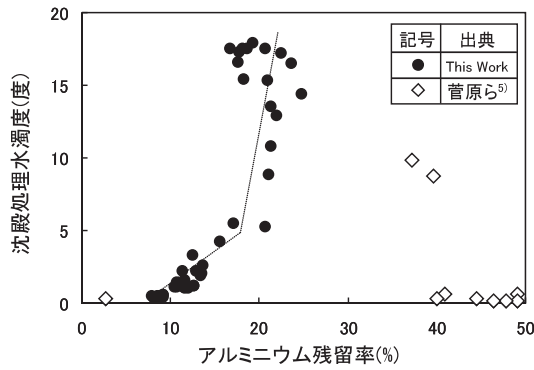


Fig. 7 Relationship between Al residual percentage and Tu in settled water under adipic acid dosage (initial Tu:30 mg/L as kaoline)

添加した場合 (**Fig. 6**) に比べ、アジピン酸を添加した方が、 Tu_s が低いにも関わらず R_{Al} が高くなるのが分かった。アジピン酸を添加しない試験では、 $Tu_s \leq 1$ 度を満たすための R_{Al} は 5% であるが、アジピン酸を添加した場合は $R_{Al} = 10\%$ となった。

Fig. 7 には、菅原ら⁵⁾が、Microcystis spp. から抽出した AOM による凝集阻害を調査するために実施した試験結果を合わせて示した。AOM の添加量を増加させると、 $R_{Al} \geq 40\%$ 、 $Tu_s \leq 1$ 度の領域を経て、 $Tu_s = 10$ 度 ($R_{Al} =$ 約 40%) の点に達する。複数の有機物を含む AOM とアジピン酸のみの添加では凝集阻害効果が異なるものの、急激に Tu_s が上昇する傾向は一致している。菅原らは、凝集阻害のメカニズム解明のため、AOM と Al イオンとの錯体形成等を議論しているが、支配的なメカニズムは明らかにされておらず今後の検討課題である。

アジピン酸による凝集不良の場合に R_{Al} のみから Tu_s を予測することは困難である。しかし、 Tu_s と R_{Al} の関係から、AOM の流入の有無を判断する指標の一つになり得るものと考えられる。

4.2 残留 Al による沈殿水濁度予測

本節では、残留 Al による制御方式の構築に向け、凝集沈殿処理におけるアルミニウムの消費を考慮した Tu_s の予測式について述べる。

凝集沈殿処理における Al の消費に関連する因子として、PAC 注入率、残留 Al (実測値、フロック中の Al と溶解性 Al 濃度の和)、溶解性 Al 濃度 (水温と pH から算出)、および、有機物濃度 (UV260) に着目した。これらは、濁質との結合 (注入量と残留分の差)、有機物との結合、および、水中への溶解という形で Al 消費と捉えることができる。

一方、アルカリ度と AOM の情報は、PAC の注入制御には直接反映させる必要がないことから、 Tu_s の予測式では考慮しないこととした。アルカリ度は、

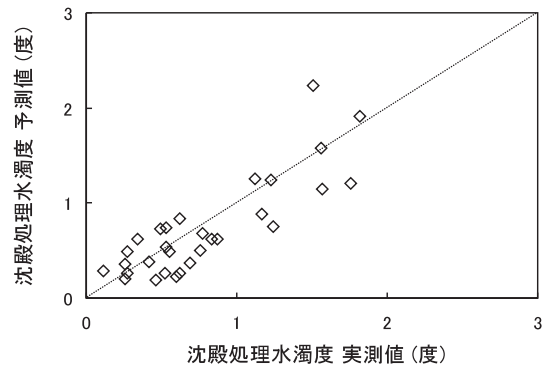


Fig. 8 Comparison of predicted turbidities by developed model with measurement values in jar tests

PAC 注入時点で必要量が確保されていることを前提とした。AOM は、水道原水に混入しても、 R_{Al} を用いれば Tu_s を安全側、すなわち、高濁度の値を出力することができるため、制御を目的とする上では考慮する必要はないものと判断した。

以上の考えに基づいて考案した沈殿処理水濁度の予測式を式(2)、式(3)に示す。

$$Tu_{s,p} = a \cdot \left(\frac{C_{Al} - b \cdot C_{Als} + c \cdot E_{260}}{C_{PAC}} \right)^n \quad (2)$$

$$C_{Als} = K_s \cdot 10^{\left(pH \cdot \frac{273.15 + T}{298.15} \right)} \quad (3)$$

ここで、 $Tu_{s,p}$: 沈殿処理水濁度の予測値 (度)、 K_s : $Al(OH)_3$ の溶解度 (-)、pH: PAC 注入後の混和水の pH (-)、T: 水温 ($^{\circ}C$)、a, b, c, n: 定数 (a=150 (mg/L)、b=0.67 (-)、c=0.40 (mg/L · cm)、n=1.8 (-)) である。**Fig. 8** に、濁度と有機物濃度をパラメータとした凝集基礎実験における Tu_s の実測値と予測値のプロットを示す。PAC 注入率式の主な適用範囲である Tu_s (実測値) ≤ 2 度の範囲における予測値と実測値との相関係数は $R^2 = 0.72$ であった。この予測式により、平均誤差 0.22 度の精度で Tu_s を予測できる。

4.3 薬注制御システムへの展開

凝集基礎試験の結果から、残留 Al を PAC 注入制御の指標として適用できる見込みを得た。2 章で述べた提案システムにおける薬注制御への反映点を整理した。

FF による注入率設定: 原水の濁度、アルカリ度、pH、水温および UV260 を入力とし、過去データの回帰分析で得られた注入率式を用いて、PAC 注入率 ($C_{PAC,FF}$) を算出する。残留 Al の計測では、アルカリ度不足による沈殿処理水濁度の悪化を判断できないため、アルカリ度を測定し、PAC、および、アルカリ剤の注入を制御することが必要である。

残留 Al による PAC 注入率設定：式 2, 式 3 を用いて沈殿処理水濁度を予測する。予測値と沈殿処理水濁度の管理目標値との差分を求め、差分に比例した PAC 注入率 ($C_{PAC,Al}$) 設定を行う。最終的に、 $C_{PAC,FF}$ と $C_{PAC,Al}$ の和を実際の PAC 注入率に設定する。

本研究では、試薬を用いて濁質や有機物を模擬し、ジャーテストの結果から沈殿処理水濁度の予測式を得た。しかし、浄水場においては、水道原水に含まれる濁質や有機物の成分の変化、流量変動による滞留時間の変化に加え、池内の流れや水温の変化に起因する凝集・沈殿処理工程の処理性能のばらつきが、予測精度を悪化させる外乱となる。そのため、実際の浄水場において、今回提案した予測式の精度を確認していく必要がある。

5. おわりに

従来は手動介入がなされていた原水水質に対応可能な、新しい薬注制御方式の実現に向け、PAC の主成分である Al に着目し、凝集沈殿処理における Al の消費量を判断指標とした薬注制御方式を提案した。

本研究では、凝集特性評価への残留 Al の適用性検討を目的として、凝集の基礎試験を実施し、以下の結論を得た。

- (1) Al 残留率は、沈殿処理水濁度 1 度以下を達成するための PAC 注入制御のための新しい指標として適用でき、さらに、凝集阻害が発生する水質を検知するための指標としても利用できる
- (2) 濁質と有機物による Al 消費、および Al の溶解を考慮した沈殿処理水濁度 (Tu_s) の予測式を考案した。この予測式により、 $Tu_s \leq 2$ 度において、平均誤差 0.22 度の精度で Tu_s を予測できる。

本研究により、残留 Al を用いた新しい薬注制御が原理的には実現できる見通しを得た。今後の課題としては、フロック分離性能の評価、浄水場における残留 Al データの拡充、および、開発制御ロジックによる制御性能検証などがあり、システム実現に向けた開発を継続していきたい。

参考文献

- 1) J. Yin, Z. S. Liu, T. J. Wang, K. Zhao, Y. B. Cui and X. J. Tan: Enhanced coagulation for improvement of water quality in full-scale water treatment, *Water Science & Technology: Water Supply*, Vol. 6, No. 4, pp. 75-79 (2006)
- 2) E. L. Sharp, J. Banks, J. A. Billica, K. R. Gertig, R. Henderson, S. A. Parsons, D. Wilson and B. Jefferson: Application of zeta potential measurements for coagulation control: pilot-plant experiences from UK and US waters with elevated organics, *Water Supply*, Vol. 5, No. 5, pp. 49-56 (2005)
- 3) 財水道技術研究センター: 浄水技術ガイドライン, pp. 237-238 (2000)
- 4) 日本下水道協会: 下水道における地球温暖化防止実行計画策定の手引き, p. 23 (1999)
- 5) 菅原 繁, 胡 建英, 国包章一, 眞柄泰基: カオリン人工濁水の凝集沈殿に与えるカルボン酸の影響, *水道協会雑誌*, Vol. 69, No. 10, pp. 2-10 (2000)
- 6) 菅原 繁, 黒川真弓, 眞柄泰基, 胡 建英: *Microcystis* spp. コロニーの細胞由来有機物質 (AOM) が凝集沈殿処理に与える影響, *水道協会雑誌*, Vol. 65, No. 8, pp. 39-50 (1996)
- 7) 御国立環境研究所: 湖沼における有機炭素の物質収支及び機能・影響に関する研究, SR-62-2004, pp. 10-15 (2004)
- 8) 丹保憲仁, 小笠原統一: 浄水の技術——安全な飲み水をつくるために——, 技報堂出版, p. 50 (2002)
- 9) 菅原 繁, 黒川真弓, 眞柄泰基: *Microcystis* spp. 群体から得られた有機物が凝集沈殿処理に与える影響, *水道協会雑誌*, Vol. 64, No. 5, pp. 2-11 (1995)
- 10) 菅原 繁, 黒川真弓, 眞柄泰基, 胡 建英: *Microcystis* spp. コロニー由来の有機物がカオリン粒子の表面電位に与える影響, *水道協会雑誌*, Vol. 66, No. 2, pp. 22-31 (1997)

Feasibility Study of PAC Injection Control Method by Residual Aluminum Concentration

Hiroto Yokoi^{1)†}, Tetsuro Haga¹⁾, Yutaka Sangu¹⁾, Hideyuki Tadokoro²⁾ and Takahiro Tachi³⁾

¹⁾ Energy & Environmental System Laboratory, Hitachi, Ltd.

²⁾ Information & Control System Division, Hitachi, Ltd.

³⁾ Public & Industrial System Division, Hitachi, Ltd.

† Correspondence should be addressed to Hiroto Yokoi :

(Energy and Environmental Systems Laboratory, Hitachi, Ltd. E-mail : hiroto.yokoi.vb@hitachi.com)

Abstract

Advanced chemical injection control system in water purification plant is developed in order to resolve both the environmental load reduction and 2012 year problem that many of expert operators will retire. For the purpose of shortening delay in FB control of PAC injection system, new control method is studied using aluminum as indicator which is a primary element of PAC. In this study, correlation between turbidity and the residual Al in settled water is clarified by basic coagulation tests, and prediction relation for turbidity is constructed considering with Al consumption. The residual Al can be expected to apply for PAC injection control method because the turbidity is able to be estimated by the proposed relation with average error of 0.22 mg/L under condition of 2 mg/L as kaoline.

Key words : Aluminum, coagulation, PAC, turbidity, UV260