

第7 調 査 実 験

上向流式生物接触ろ過に関する調査（令和4年度）

水質センター 企画調査課

1 はじめに

上向流式生物接触ろ過（以下「U-BCF」という。）は、粒状活性炭を担体として原水中の微生物を固定、増殖させ、その生物作用によって、原水中のアンモニア態窒素（以下「アンモニア」という。）や有機物等を酸化、分解、除去するものであり、国内においても複数の水道事業体で採用されている。

U-BCF は、上向流で通水することにより、粒状活性炭が流動し、接触槽全体を有効に活用できることから、処理効率の向上が期待される。U-BCF の適切な処理条件を検討することを目的に調査を実施したので報告する。

2 実験内容

東村山浄水場内に設置した U-BCF プラントにおいて、原水にアンモニアを添加し、処理性を調査した。処理フロー図を図1に示す。接触槽（φ300mm）は2系統からなり、一方は令和3年7月に充填した粒径 0.45mm の粒状活性炭（以下「2年目炭」という。）を継続して使用し、他方は他事業体の U-BCF で使用された粒径 0.5mm の粒状活性炭（以下「経年炭」という。）を令和4年5月に充填した。

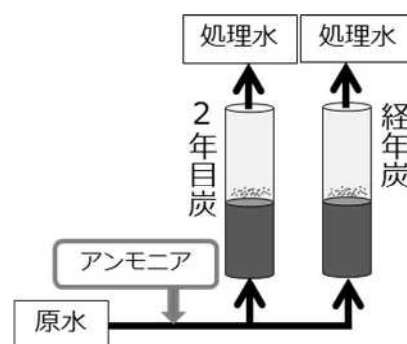


図1 処理フロー図

3 実験結果

アンモニア除去量（流入水濃度－処理水濃度）の推移を図2に示す。

令和4年5月20日から11月8日までの平均水温が10℃以上の期間のアンモニア除去率は、2年目炭は100%、経年炭は28%から83%までであった。

令和4年12月20日から令和5年3月20日までの平均水温が10℃未満の期間のアンモニア除去率、除去量は、2年目炭は84%、0.22mg/L、経年炭は43%、0.11mg/Lであった。

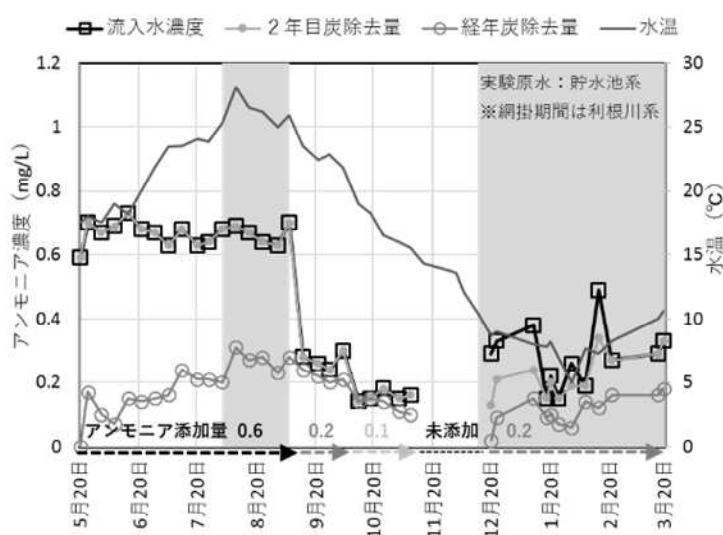


図2 アンモニア除去量の推移

2年目炭の方が経年炭よりアンモニア除去性能が高かった原因として、活性炭の粒度分布の違い及び活性炭へのアンモニア酸化微生物の付着量の違いが考えられた。

水質事故時のジクロロメタン等及び噴火時のフッ素のBACでの挙動

水質センター 企画調査課

1 はじめに

令和3年に荒川で発生したジクロロメタン水質事故では、汚染物質流入の継続とともに生物活性炭（BAC）吸着池でのジクロロメタン除去率が低下した。これを受け、ジクロロメタンと高度浄水処理性が類似する物質について、BACによる除去性の経時変化を調査した。

また、富士山噴火で長期間降灰の影響を受けた場合に原水濃度の上昇が懸念されるフッ化物イオン（F⁻）についても同様の調査を実施したため、併せて報告する。

2 調査内容

連続処理装置（図1）に充填した新炭及び経年炭（三郷浄水場BAC池4年使用炭）に、水質基準程度の濃度になるよう調査対象物質を添加したBAC流入水を通水し、表1の方法で除去率の推移を確認した。

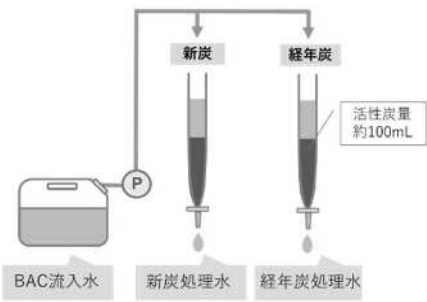


図1 連続処理装置

表1 調査方法

調査項目	対象物質	調査方法
① 継続処理性	ジクロロメタン等5物質※ フッ化物イオン	4日間程度連続通水して除去率の経時変化を確認
② 再溶出の有無	ジクロロメタン等5物質 フッ化物イオン	①の後に流入水濃度を下げ、処理水濃度の変動を確認
③ 再溶出後の処理性	フッ化物イオン	②の後に再び流入水濃度を①と同じ濃度に上げ、除去率の変化を確認
④ 逆洗の効果	フッ化物イオン	連続通水の途中で逆洗を実施し、前後の除去率を比較

※ジクロロメタン、クロロホルム、四塩化炭素、シス及びトランス-1,2-ジクロロエチレン

3 調査結果

ジクロロメタン等は新炭での除去率が高く通水期間中ほぼ100%を維持していたが、経年炭除去率は経時的に低下した。一方、F⁻は経年炭での除去率が高く、新炭、経年炭除去率の両方が経時的に低下した（図2）。その後、流入水濃度を下げると多くの条件で流入、処理水濃度の逆転が見られ、BACに吸着した物質は流入濃度の低下に伴い再溶出することが分かった。また、F⁻の除去率が低下したBACを逆洗しても除去率はほとんど回復せず、F⁻無添加の流入水を数日間通水した後に再度F⁻を含む水を通水すると最初と同程度の除去率が得られたことから、F⁻の除去における逆洗の効果は薄く、除去性を回復させるにはある程度の時間をかけて吸着したF⁻を溶出させる必要があると考えられた。

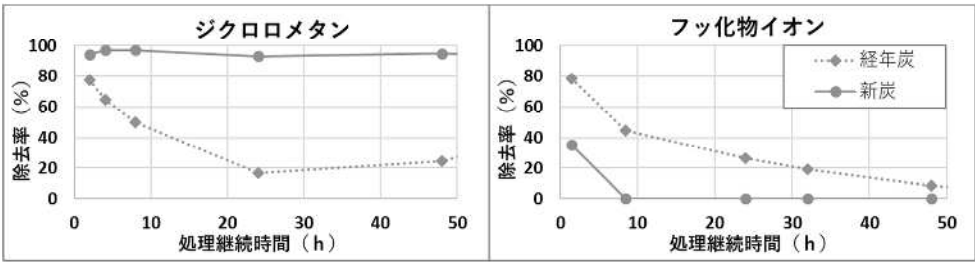


図2 継続処理性調査結果（左：ジクロロメタン、右：フッ化物イオン）

水質センターにおける ISO/IEC17025 の運用実績について

水質センター 検査課

1 はじめに

水質センター（以下「当センター」という。）では、平成 15 年度に ISO/IEC17025（以下「ISO」という。）の認定を国内の水道事業体に先駆けて取得し、水質検査結果の客観的信頼性の確保に努めてきた。初回認定から 20 年の運用を通じて職場に定着したこれまでの実績や失敗事例の再発防止策を振り返るとともに、現在実施している業務改善についても触れ、水質検査業務の信頼性向上に取り組んだ成果について報告する。

2 ISO システム運用状況

当センターでは定期試験の他、お客さまからの依頼試験を含め年間 75 件程度の水質検査結果書を発行している。また、ISO 業務を円滑に運用していくため、品質マニュアル(QM)をはじめとしたシステム文書を追加し、認定当初の 62 本から 81 本に増加している。さらに、新たに分析担当者となった職員に対しては OJT を行い、その後技術レベル確認を行って高い評価を受けた者を認定技術者として認定し、精度の高い水質検査を行っている。20 年間の運用で延べ 102 名の認定技術者を育成した。

また、ISO では、QM や業務手順から逸脱した業務を行った場合、是正処置として再発防止策を講じることが求められている。過去 20 年に当センターでは是正処置を講じた原因としては、水質検査結果書の誤記載、装置の故障・不調や精度管理の不良が挙げられた。

水質検査結果書の誤記載に対しては、生データからエクセル関数を活用して水質検査結果書を作成する等、人の目によるチェックのみに頼らない体制を導入した。装置の故障・不調に対しては、当センターと同様に局内で ISO を取得している多摩水道改革推進本部への分析依頼のほか、一部装置での年間保守契約締結や分析項目毎に予備機を確保する等のバックアップ体制を構築した。精度管理の不良に対しては、水質検査に精通した職員で構成したプロジェクトチーム（信頼性向上 PT）を設置し、具体的な再発防止策を検討して SOP に反映し、認定技術者に対して技術力向上のための教育訓練を実施した。

3 現在取組中の業務改善

ISO 認定取得から 20 年が経過し、年々システム運用の作業量が増え、職員の負担が増加したため、内部監査の重点化、ISO 運営委員会の開催回数の見直し、検量線の相関係数などの適合性確認の自動化など、精度・信頼性に影響のない作業の見直しを進めている。

また、ISO 業務では認定取得当初から紙を前提としたシステム文書や記録の作成・保管を続けてきた。より効率的なシステム運用を見据え、電子決裁の導入やシステム文書 81 本の電子ファイルでの管理による置き換えなどにより紙媒体の電子化を進めている。

さらに、認定技術者の更なる技術力向上のため、「水質管理の知識を活用した分析結果の評価」、「新たな分析方法を提案する能力の習得」などの養成方針に従い、ベテラン職員が講師となり座学や OJT により教育・訓練を実施している。

水質センターにおけるヘリウムガス供給不足への対応

水質センター 監視課

1 はじめに

当センターでは、当局の水質検査項目全体の約4割をガスクロマトグラフ質量分析計（以下「GC/MS」という。）で検査を実施している。GC/MSでの検査にはキャリアガスの使用が欠かせないが、これまでは取扱いが容易で高い測定感度が得られるヘリウムガスが広く用いられてきた。その一方、近年はヘリウムガスが世界的な供給不足に陥っており、今後調達がより困難になると、水道法の法定検査を実施できなくなるおそれがある。そこで、当センターで実施したヘリウムガス供給不足の対応について報告する。

2 ヘリウムガス使用量の削減

GC/MSのガス節約機能の条件を見直し、測定を実施していない「待機時」のヘリウムガスの流量を測定結果に影響のない範囲で可能な限り削減したほか、機器を停止せずにキャリアガスの種類を切り替えることが可能な「ガス切替装置」を未導入のGC/MSに追加設置し、ヘリウムガス使用量の削減を図った。

3 検査方法の変更

国が定めるフェノール類の公定法は、当センターがこれまで行ってきたGC/MSを用いた方法のほかに、キャリアガスを使用しない液体クロマトグラフ-質量分析計を用いた方法がある。そこで、フェノール類と、フェノールと類似点を持つノニルフェノール及びビスフェノールAについて、後者の検査方法への移行を検討した。厚生労働省のガイドラインに従って妥当性評価を実施した結果、いずれも妥当性評価の基準を満たし、これらは同一条件でLC/MS法による測定が可能となった。

これらにより、2で述べた対策と合わせ、当センターのヘリウムガス使用量を約7割削減でき、7,000Lのボンベ1本の使用可能期間は約3.5倍になった。

4 代替ガスを用いた水質検査

かび臭原因物質の測定について、当センター現有のPT-GC/MSに適用できる方法として、ヘリウムの代わりに窒素をキャリアガスに用いることが可能か検討した。窒素ガスによるかび臭原因物質の測定は、ヘリウムガスを用いた場合に比べ測定感度が大幅に低下するため、測定方法が確立されていなかったが、分離カラムやイオン源レンズの変更、各種測定条件の検討等を行って測定感度の向上を図った。その結果、2-MIB、ジェオスミン共に厚生労働省の妥当性評価の基準を満たし、ヘリウムガスを使用せずに現有機でかび臭測定を行う方法を新たに確立することができた。

液体クロマトグラフ質量分析計による検査項目のバックアップ体制の構築

水質センター 検査課

1 はじめに

東京都水道局水質センターでは、検査頻度が高い水質基準項目、水質管理目標設定項目等のうち、44 物質を 10 の検査方法（メソッド）を用いて液体クロマトグラフ質量分析計（以下「LC/MS」という）で測定している。これまで、検査方法ごとに特定の機器を専用機として使用していたが、装置の故障や検査集中時の業務停滞が課題であった。そこで、別の LC/MS を使用した代替法を検討し、水質検査業務のバックアップ体制を構築したので報告する。

2 検討内容

短期間で効率的に代替法を確立できるよう、優先順位をつけて方針を整理した。メーカーの違いによる機器の構造や、変更できるパラメーターの違いを考慮し、方針①同メーカー同機種、方針②同メーカー別機種、方針③別メーカー機種の順に代替法を選定し、従来と同等の感度が得られる分析条件を調べた。

続いて、妥当性評価ガイドラインに基づき検量線の評価、原水と浄水に定量下限濃度となるように測定物質を添加した添加試料の評価を実施した。なお、一部の測定(評価)項目は、添加試料の評価によるピーク強度の確認に留めた。

3 検討結果

前述の方針に沿って検討した結果、同じメーカーの機種を使用する方針①と方針②とで、合計 36 項目が代替法により分析できた。また、方針③の別メーカー機種での検討では 8 項目が代替法により分析ができた。方針①や方針②の検討は比較的容易に進められる一方で、方針③の検討については、代替法で使用する装置の状態を考慮して使用する機種を選定した上で、メーカーから公表されていない条件等について、別型番（同じメーカーの上位機種のこと）の分析条件を参考に、温度条件等を詳細に検討する必要があった。

また、農薬のイプフェンカルバゾンとメチダチオンオキソンについては、本検討と併せて同時分析を試みたところ、検量線の直線性までは確認できたが、添加回収試験では良好な結果が得られなかった。浄水中の夾雑物が原因であると考え、前処理に陰イオン除去用固相カラムを導入したところ、添加回収試験の結果が改善し、妥当性も確認できたため、代替機で両農薬を同時分析できるようになった。

水質事故時におけるガスクロマトグラフの新たな活用法の検討

水質センター 監視課

1 はじめに

揮発性有機化合物（以下「VOC」という。）は、主に溶剤に用いられ、人体に有害な影響を及ぼす化学物質である。VOC が河川に流出した場合は当局の浄水処理にも多大な影響を与えることがあり、令和3年12月の荒川水系ジクロロメタン流出事故のような規模の大きい事故では当センター保有の分析装置を最大限活用し、迅速に対応する必要がある。

そこで、当課は漏水判定でトリハロメタン類（以下「THM」という。）の測定に用いている ECD 付属のヘッドスペースガスクロマトグラフ（以下「HS-GC-ECD」という。）を VOC の流出事故時にも活用できるようにするため、測定項目の拡充を図ることとした。

2 検討内容

当課の HS-GC-ECD は導入時に世界的なヘリウム供給不足の状況にあったことを鑑み、キャリアガスに窒素を用いている。そのため、ヘリウムと比較して感度や分離性能が低下する。そこでまず、HS、GC、ECD の測定条件（線速度やスプリット比、ECD 電流値等）を変更して、最も感度や分離に優れた測定条件を検討することにした。

その上で、VOC 9 物質（ジクロロメタン、1,2-ジクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、cis-1,2-ジクロロエチレン、trans-1,2-ジクロロエチレン、1,1-ジクロロエチレン、cis-1,3-ジクロロプロペン、trans-1,3-ジクロロプロペン、1,2-ジクロロプロパン）について、厚生労働省の妥当性評価ガイドラインに沿った妥当性評価を実施した。

加えて、ジクロロメタンについては上述の荒川での流出事故以外にも令和4年度冬期中川で検出されたことがあり、今後も事故の発生リスクが高い物質であると考えられたため、1 検体当たりの測定時間をより短縮できる測定条件を検討することとした。

3 検討結果と得られた成果

妥当性評価では濃度範囲 1～20 $\mu\text{g/L}$ で 2 次回帰の検量線を適用し、全物質で決定係数 R^2 値が 0.997 以上と良好な結果が得られた。また、cis-1,2-ジクロロエチレンは 10 $\mu\text{g/L}$ 、他 8 物質は 1 $\mu\text{g/L}$ 又は 2 $\mu\text{g/L}$ で真度:80～120%、精度: $\leq 20\%$ を満たした。添加試料の評価では、cis-1,2-ジクロロエチレンを除く 8 物質について 1～10 $\mu\text{g/L}$ で真度:70～130%、併行精度: $\leq 20\%$ を満たした。これらの成果により HS-GC-ECD を活用して、事故の初動において汚染源や原因物質が不明な場合にスクリーニング検査を実施できるようになった。

一方、ジクロロメタンの測定時間は、装置の設定条件を変更したことで大幅に短縮され、一時間当たり 4～5 本程度の試料を測定できるようになった。加えて、感度も向上し、低濃度域における測定の精確性も十分確保できた。

以上の成果により、VOC の流出事故発生時にこれまでよりも迅速で的確な水質事故対応を実現できるものと見込んでいる。

三郷浄水場におけるホルムアルデヒド測定方法の改善について

金町浄水管理事務所 三郷浄水場

1 はじめに

2012年5月、利根川水系の浄水場で水質基準値（0.08 mg/L）を超えるホルムアルデヒドが検出される水質事故が発生し、三郷浄水場ではアセチルアセトン吸光光度法（以下「簡易法」という。）を用いて監視を続けている。しかし、簡易法は金属等の妨害物質によって測定値にプラスの誤差を与えるおそれがある。そのため、0.04 mg/L 以上の FA 生成能が検出されると、水質センターへ原水・浄水を搬入し再度検査することになり、試料搬入に時間を要することで状況の悪化や対応の遅れが懸念される。そこで、FA 生成能を簡易法よりも正確に測定することを目的に、告示法である誘導体化-高速液体クロマトグラフ法をイオンクロマトで代用した分析法（以下「改変法」という。）の検討を行った。

2 検討内容

次の項目について検討した。①検量線及び添加試料の妥当性評価、②FA 前駆物質のヘキサメチレンテトラミン（以下「HMT」という。）添加試験、③簡易法と改変法による江戸川原水及び支川（利根運河、座生川）の FA 生成能の比較

3 結果

①の結果を表1及び表2に示す。全ての評価項目において妥当性評価基準の範囲内であり、FA を十分な精度で分析可能であることがわかった。また、定量下限値は 0.002 mg/L であり、簡易法（定量下限値 0.02 mg/L）と比べ 1/10 であった。

②の結果を図1に示す。HMT を添加した原水について、改変法の方が簡易法よりも FA 生成能を正確に測定することができた。

③の結果を表3に示す。改変法が全て定量下限値未満である一方、簡易法による測定では FA が検出される結果となった。

4 まとめ

妥当性評価ガイドラインに沿って検量線と添加試料の評価を行った結果、全ての評価項目で妥当性評価基準の範囲内であり、FA を十分な精度で分析可能であった。FA 生成能についても、江戸川原水及び支川に加えて、FA 前駆物質のHMTを原水に添加した試料についても、改変法によって正確に分析することが可能であった。

表1 検量線の妥当性評価の結果

	結果	妥当性評価基準
キャリーオーバー	Max 22 %	検量線濃度範囲の 下限値未満
真度	100 %	80～120 %
精度	0.02 %～1.9 %	≤ 20 %

表2 添加回収試験の結果

	原水	浄水	妥当性評価基準
真度	92 %	91 %	70～130 %
精度	2.3 %	2.6 %	≤ 20 %

表3 FA 生成能の比較

試料	簡易法	改変法
原水	0.024	<0.002
利根運河	0.038	<0.002
座生川	0.058	<0.002

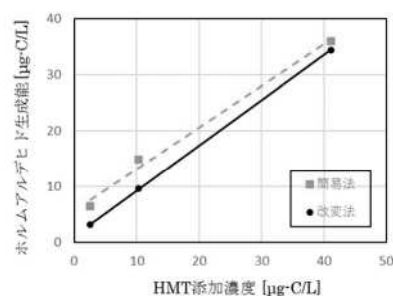


図1 HMT 添加試験結果

イオンクロマトグラフによるアンモニア態窒素の測定の検討

水質センター 監視課

1 はじめに

当課では河川水におけるアンモニア態窒素の分析方法として、1-ナフトール法（以下「分光法」という。）を採用してきた。一方、漏水判定では様々な陽イオンを測定する必要があるため、イオンクロマト法（以下「IC法」という。）により、アンモニア態窒素を含む各種陽イオンの一斉分析を行ってきた。しかしIC法では、クロマトグラムにおけるナトリウムイオンとの保持時間が近く、アンモニア態窒素のピークの裾がナトリウムイオンのそれと重なってしまうため（図）、低濃度における定量が難しかった。そこで、両ピークの分離をよくするために分析条件等を変更し、IC法でアンモニア態窒素を分光法と同等の感度で測定できる方法を検討した。

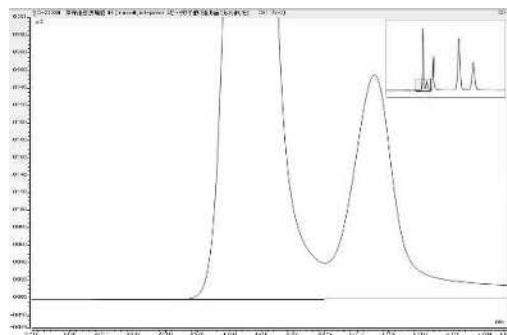


図 クロマトグラムにおけるナトリウム（左）とアンモニア態窒素（右）のピーク

2 検討内容・結果

イオンクロマト分析用ソフトウェア **Chromeleon7** に搭載されているバーチャルカラムシミュレーターを用い、分析条件等を表のように変更し、アンモニア態窒素の保持時間が他と近くならないようなメソッドを作成した。続いて新しいメソッドに基づき、厚生労働省のガイドラインに従って妥当性評価を実施した結果、IC法におけるアンモニア態窒素の定量下限値において、分光法と同一の **0.01 mg/L** を達成した。次に水源水質調査のサンプルを **150** 検体ほど分光法とIC法の両方で測定し、アンモニア態窒素の濃度を比較した。両者の値は、7%の検体で多少の乖離が認められたものの、93%の検体で同等の結果を得ることができた。

表 分析条件等の変更箇所

	旧メソッド	新メソッド
カラムの種類	CS12A	CS16
メタンスルホン酸 溶離液濃度(mmol/L)	20	30
カラムオープン温度 (°C)	35	40
サプレッサ電流値 (mA)	60	90

3 今後の展望

本検討により、アンモニア態窒素の測定において、IC法でも分光法と同等の感度を得ることができた。IC法は、他の陽イオンとの一斉分析や多数の検体の連続測定を行える利点がある一方、測定開始までに機器の安定化時間を確保する必要があるほか、1検体当たりの測定時間が30分程度かかる。このため、迅速性では分光法やパックテストの方が優れている面もある。状況に応じた分析方法を適切に選択することで、より一層の業務の効率化や緊急時対応の迅速化を図っていきたい。

令和 4 年度東村山浄水場の浄水処理について

東村山浄水管理事務所 技術課

1 浄水場概要

東村山浄水場は2系統を原水としており、主に多摩川水系の村山・山口貯水池を経由する貯水池系と利根川・荒川水系である。第1急速系及び第2急速系（以下「2急系」という。）の2系統で処理し、2系統ともに高度浄水処理（処理能力88万m³/日）を導入している。水需要が増加し高度浄水処理の処理能力を超える場合は、2急系全量を通常処理（凝集沈殿急速ろ過方式）に切り替えて対応する必要がある、令和3年6月から令和4年10月まで、2急系を通常処理で運用した。なお、令和4年1月から塩基度70%以上の高塩基度のポリ塩化アルミニウム（以下「高塩基度PAC」という。）を使用している。

2 状況報告

(1)高塩基度 PAC の凝集性能

高塩基度 PAC は、従来使用してきた PAC（以下「通常 PAC」という。）と比較して除濁性に優れていることが当局のこれまでの調査や他事業体の報告で明らかになっている。一方、当场では凝集性能の指標の一つとして浄水中の残留アルミニウム濃度に注目して調査を実施した。図1に通常処理系における、凝集 pH の変化に対する浄水アルミニウム濃度の推移を示した。通常 PAC 使用時は凝集 pH を 7.0 に調整しており、アルミニウム濃度は 0.02 mg/L 前後であった。高塩基度 PAC は高い凝集 pH でも凝集性が低下しにくいとされることから pH 調整を行わなかったところ、凝集 pH の上昇とともに浄水アルミニウム濃度も上昇した。

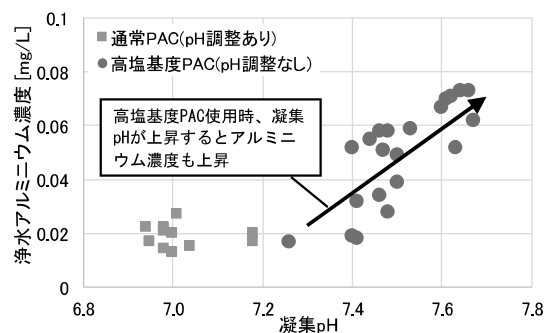


図1 凝集 pH と浄水アルミニウム濃度の推移

表1 BAC 池の BAC 化調査結果

年度	R4	H30～R3
更新池数 [池]	8	8
年内 BAC 化池数 [池]	6	3～5
BAC 化平均日数 [日]	30	34

(2)生物活性炭吸着池（以下「BAC 池」という。）の BAC 化状況

BAC 化に関する調査結果を表1に示した。
当场では、夏期に洪水調整のため高度浄水処理系においても貯水池系を原水とすることがあり、令和4年7月から10月まで主に貯水池系で運用した。栄養源となる有機物が少ない貯水池系原水であるが、BAC 化に要した平均日数は30日であり、有機物が比較的多い利根川・荒川水系の他浄水場における BAC 化の状況と遜色ない結果であった。

三郷浄水場の浄水過程に影響を与える大場川の実態調査

金町浄水管理事務所 三郷浄水場

1 はじめに

江戸川の水質は、支川や樋管から放出される水の水質により影響を受けている。特に三郷浄水場では、取水庭の上流約 1.5km にある大場川上流排水機場から放出される水の水質は、三郷浄水場の浄水過程に大きな影響を与える。

その大場川の水質は、江戸川よりもかび臭原因物質や有機物等の濃度が1年を通して高い傾向にある。そのため、大場川の排水機場稼働時は江戸川の水質が急激に変動し、浄水処理を著しく困難にさせることもあり、定期的に水質調査を行っている。しかし、これまでは、調査頻度が月2回であり、調査未実施の期間の水質変動が大きい場合、排水機場稼働時の水質変動は予想し難かった。そこで、今回は大場川の定期的な水質変動調査と実態調査を行ったので、その結果を報告する。

2 調査内容

大場川の水質変動を確認するため、2022年7月から大場川上流排水機場近くの駅前大橋からほぼ毎週、定期的に水質調査を行った。次に、実態調査を行うため、(1)大場川の上流調査、(2)大場川の潮位変化に関する影響調査、(3)中川や三郷放水路からの逆流に関する調査の3つに分けて水質調査を行った。

水質変動の調査項目はpH、電気伝導率、UV260、アンモニア態窒素、かび臭原因物質(2-MIB、ジェオスミン)とし、実態調査では水温、色度、pH、電気伝導率、UV260、アンモニア態窒素、かび臭原因物質(2-MIB、ジェオスミン)、アニオン(F、Cl、SO₄、NO₃-N、NO₂-N、ClO₃、Br)、カチオン(Na、K、Mg、Ca)とした。

3 調査結果

(1)大場川の水質変動調査

夏場の8月から9月にかけて一時的にかび臭原因物質の濃度が急上昇したが、その後は2-MIB、ジェオスミンともにおおむね10 ng/L以下で推移した。一方、アンモニア態窒素は冬場の12月から3月にかけて3 mg/L程度と高い傾向にあった。

(2)大場川の上流調査

水源から駅前大橋までの水質はおおむね類似した傾向だったが、駅前大橋のみ、電気伝導率、Br、Cl、Naが他の採水地点よりも高い値だった。

(3)大場川の潮位変化に関する影響調査

東京湾の満潮時と干潮時に大きな水質の変化は見られなかった。

(4)中川や三郷放水路からの逆流に関する調査

中川や三郷放水路の水質と大場川の水質はほとんどの項目で異なっており、大場川上流排水機場への逆流は見られなかった。

砧浄水場・砧下浄水所におけるろ過膜の更新と砧下浄水所の運転管理

朝霞浄水管理事務所 三園浄水場

1 はじめに

砧浄水場（以下「砧」という。）及び砧下浄水所（以下「砧下」という。）において膜ろ過処理開始時から使用されている膜はMF膜である。令和4年3月から主系・回収系の各1ユニットが新規膜（UF膜）で運用されたことから、新規膜と既存膜の処理状況について調査を行った。

また、砧下は令和3年度から埋管の取水停止条件に「宿河原堰の倒伏操作（ゲート操作）があったとき」を追加し、ポリ塩化アルミニウム（以下「PAC」という。）の注入条件等を変更して運用を行っている。そこで、条件変更による運転管理状況の変化について調査を行った。

2 調査内容

2.1 新規膜と既存膜の比較

令和4年4月から12月の膜ろ過装置連続監視データより正時データを抽出し、膜間差圧及び膜間差圧を1分間の流量で割った値（ $\text{kPa} \cdot \text{min}/\text{m}^3$ ）である流量補正膜間差圧（以下「補正差圧」という。）の経日変化を解析した。

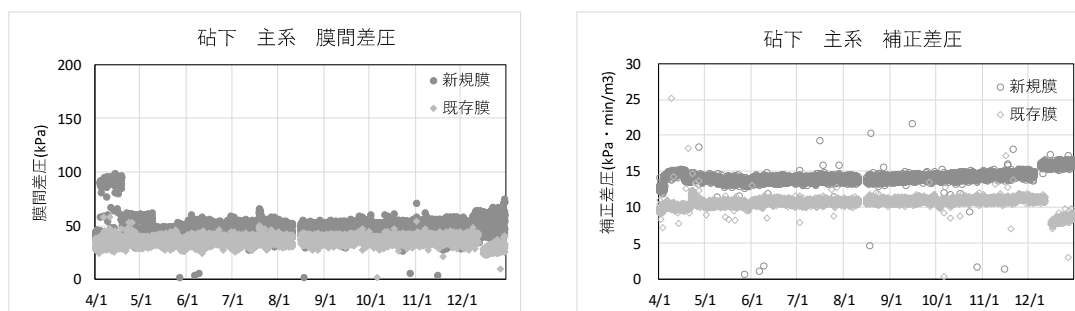
2.2 砧下の運転管理

平成28年度及び令和3年度における膜間差圧及び補正差圧の経日変化を解析した。

3 調査結果及び考察

3.1 新規膜と既存膜の比較

砧主系、砧回収系、砧下主系、砧下回収系ともに、現在の処理水量及び運転状況においては、新規膜と既存膜で膜間差圧等の上昇度は低く有意な差はないと考えられる。



砧下主系の膜間差圧及び補正差圧

3.2 砧下の運転管理

主系の膜間差圧は、平成28年度に上昇する傾向が見られたが、令和3年度はほぼ一定であった。これは、宿河原堰の倒伏操作実施時に流下する濁水の取水が、令和3年度は少なくなったこと、埋管水へのPAC注入が適正量になったことなどが影響していると考えられる。

荒川水系におけるスルファミン酸分布に関する事例報告

朝霞浄水管理事務所 三園浄水場

1 はじめに

令和4年12月14日及び18日、三園浄水場のトリクロラミン計においてジクロラミン濃度が急激に上昇し最大で0.055mg/Lに達した。これは平常時のジクロラミン濃度の約2倍に相当する。原因確認のため汲置き浄水を測定した結果、平常時の約2倍のスルファミン酸が検出された。スルファミン酸はトリクロラミン計では見かけ上ジクロラミンとして検出されることから、スルファミン酸を今回のジクロラミン濃度上昇の原因物質と推定した。スルファミン酸は毒性が低く未規制物質であるが、塩素を消費するため大量に排出された場合、浄水処理に支障を来すことがある。そこで、主要排出源の特定を目的として荒川水系におけるスルファミン酸の分布を調査した。

2 調査内容

令和4年12月15日の水源荒川調査及び12月13日及び令和5年2月14日の支川荒川調査サンプルについてスルファミン酸濃度を測定した。また、令和5年2月13日及び2月21日に久下橋より上流の地点で採水を行い、スルファミン酸を測定した。調査地点は下図に示す。

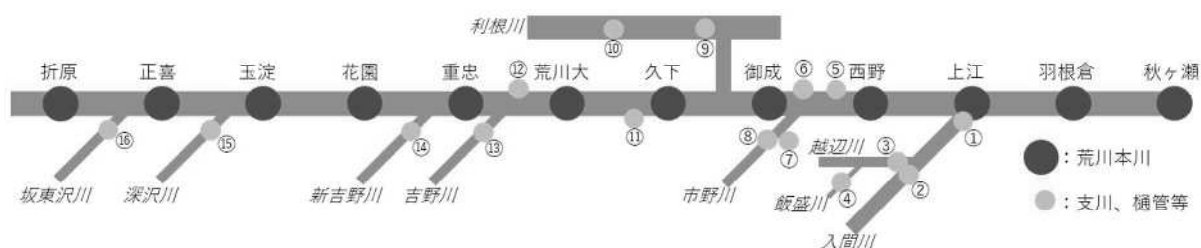


図 スルファミン酸調査地点

3 調査結果及び考察

調査の結果、次のことが確認された。

- ・スルファミン酸は調査地点最上流の折原橋でも検出され、荒川水系に広く分布していた。
- ・荒川水系における平均的なスルファミン酸濃度は約20μg/Lであった。
- ・12月15日採水の久下橋で高濃度のスルファミン酸（436μg/L）が検出され、これは流達時間から12月18日の三園浄水場におけるジクロラミン上昇の原因と考えられる。
- ・久下橋で確認されたスルファミン酸は他地点の約20倍の高濃度であることから、このスルファミン酸は久下橋より上流に位置する事業場から間欠的に排出されたものと推察される。

1 はじめに

小河内貯水池は、国内最大級の水道専用ダムとして 1957 年に完成した東京都独自の水源である。この貯水池は、流域面積が狭い割に有効貯水量が多いため、夏季に成層を形成する特徴を持ち、湖水循環に長い時間を要する。このため、貯水池の表層部全域に浮遊性藻類が増殖しやすく、過去には、珪藻類の増殖によるろ過閉塞や藍藻類の増殖による異臭味の発生など、下流浄水場に様々な浄水処理障害を引き起こした。こうした貯水池における水質変化機構の把握と水質の向上を目的とし、ダム築造当初から現在に至るまで、貯水池の水質調査を長期間にわたり継続してきた。今回は、今まで蓄積してきた水質データを基に、貯水池の水質変化の機構を明らかにすべく、小河内貯水池において検出される藻類に焦点を絞って解析を試みたので、その内容について報告する。

2 解析結果

ダム前における藻類は、一部の珪藻類が長期間にわたり優占種化していた。その中で、*Asterionella* は徐々に減少傾向、*Cyclotella* は増加傾向が見られた。水質状況の変化と比較すると、総窒素の濃度が徐々に減少しており、これが *Asterionella* の減少の要因であることが推測された。

一方で、藍藻類の *Anabaena* や *Microcystis* は表層放流開始後に優占種化するようになり、分画フェンス運用開始後はこれらに代わって緑藻類が優占する傾向となった。夏季の貯水池内の水温分布の経年変化から、表層放流開始以降に表層付近の水深の浅い位置に成層が形成される傾向がみられ、これが藍藻類及び緑藻類の優占要因であると推察された。

アオコ対策施設である分画フェンスを設置して以降、ダム前における藍藻類が減少しており、その効果についても経年データから証明できたものと考えている。

これらの藻類検出状況の変遷からも、貯水池の放流水深の変更に伴う成層形成の変化は貯水池の水質に大きく影響していることが分かった。

また、湖内の水質改善対策以外では、過去から継続して実施している貯水池上流域の水質保全対策は、藻類の増殖に寄与するリン酸態リン濃度を一定に保つ流入河川水質の維持に貢献しているものと推察された。

3 まとめ

貯水池の水質管理は、アオコ対策などの湖内対策に加え、水道水源林を含む水源流域全体の水質保全対策を継続していくことが重要である。また、将来的に気候変動の影響を受け、貯水池内の水温上昇など水質が大きく変化する可能性があることから、貯水池における水質調査の継続性がより一層重要となってくる。

これらの背景を踏まえ、今後も貯水池の水質調査を継続的に実施して、経年的な水質動向を把握し、水質改善方法を模索しながら、高品質な水の安定供給に努めていく。

多摩水道改革推進本部における有機フッ素化合物への対応状況

多摩水道改革推進本部調整部 技術指導課

1 はじめに

多摩水道改革推進本部（以下「多摩水」という。）では、有機フッ素化合物の PFOS 及び PFOA について、平成 21 年 4 月に要検討項目に位置付けられたことから、独自の分析方法で定期的に調査を行ってきた。令和元年 5 月に、国が目標値設定の検討を表明したことから、同年 6 月に、当時の米国の健康勧告値を給水栓で下回るよう一部の浄水施設の水源井戸を停止する対応を行った。その後、国が令和 2 年 4 月に PFOS 及び PFOA の暫定目標値 50ng/L（合算値）と水質検査方法を設定したことから、この方法を用いた定期水質検査を開始し、給水栓で暫定目標値を安定的に下回るよう対応を行っている。ここでは、水道局内への情報共有を目的として、多摩水における有機フッ素化合物への対応状況について報告する。

2 対応状況

(1)水質検査の実施

PFOS 及び PFOA について、水質基準項目と同等の年 4 回の検査を行っている。給水栓で暫定目標値を超過するおそれがある場合は、検査頻度を年 12 回にして監視強化をしている。その結果、各年度の検査件数は約 800 件から 900 件で推移している。

(2)水源井戸停止対応

給水栓で暫定目標値を超過するおそれがある場合は、原因となる濃度の高い水源井戸を停止する対応をとっている。有機フッ素化合物を理由として停止した水源井戸は令和 4 年度末時点で累計 40 本となっている。そのうち、以前から工事等により停止している水源井戸を工事完了後に再開せずに引き続き停止としたものが 15 本を占めている。

(3)水質検査結果の状況

令和 2 年度以降の暫定目標値の超過は 1 回のみであった。水源井戸停止対応により、令和 4 年度では定量下限値未満の割合が約 90%に増加するとともに、最高値も暫定目標値の 2 分の 1 未満となり、給水栓において暫定目標値を大幅に下回る状況となっている。

(4)情報提供

令和 2 年 1 月から特設のページにおいて水質検査結果や水道局の取組について情報提供を行っている。現在、有機フッ素化合物に関する全ての検査結果について、オープンデータ形式での情報提供を行っている。

(5)問合せ対応

令和 2 年 1 月以降の問合せ対応件数は多摩水だけで約 1400 件であり、局全体で見ると、東日本大震災時の放射性物質の検出時に匹敵する件数となっている。問合せ内容は、水配、検査結果、健康影響に関することが多い。多くの場合、給水栓の水質検査結果が暫定目標値を大幅に下回っており、安全であることを説明し、納得いただいている。