

第8 調査実験

次亜塩素酸ナトリウムに関連した水質異常事例とその対策

多摩水道改革推進本部調整部 技術指導課

1 背景

多摩地区には多くの浄水所が点在し、遠隔で管理する無人の浄水所も多い。このため、次亜塩素酸ナトリウム（以下「次亜」という。）の点検や補充も区部に比べると頻繁ではない。こうした状況の下、昨年度、多摩地区において、次亜に関連する水質異常が発生している。本報では、この事例と対応策について報告する。

2 多摩地区における水質異常事例の紹介

(1) A 浄水所における塩素酸濃度上昇

平成 28 年 5 月、定期水質検査により A 浄水所浄水の塩素酸濃度が通常より高いことが判明した。2 つある次亜貯留槽のうちの片方（2 号貯留槽）で次亜が劣化しており、貯留槽内から鉄さび様の異物が発見された。そのため、劣化していない貯留槽に運用を切り替えるとともに、配水エリアの縮小化を図った上で、配水管末端部において排水作業を実施して対応した。後日、槽内の液位計に過って耐食性のないロックナットが使用されていたことが判明し、その腐食によるものと推定された。

(2) B 浄水所における塩素酸濃度上昇

平成 28 年 12 月、B 浄水所の次亜注入量を上げても残留塩素濃度が上昇しないとの報告を受けた。次亜の劣化が疑われたため、塩素酸濃度を調査したところ、浄水の塩素酸濃度が管理強化水準に迫る濃度であることが判明した。直ちに B 浄水所の取水を停止し、全量を大規模浄水場からの補給水で賄った。

塩素酸濃度上昇の原因を調査したが、解明には至らなかった。

(3) C 浄水所における次亜の誤補充

平成 28 年 9 月、C 浄水所における次亜の補充作業の際、PAC 貯留槽に過って次亜を補充したため、有毒な塩素ガスが発生した。作業員に被害はなく、安全を確認した上で、次亜が混入した PAC の廃液処理作業を行い、通常運用を再開した。

3 再発防止に向けた対策

再発防止として、下記について担当部署に周知した。

- (1) 次亜の注入量の変動に注視して運転管理を行い、次亜の注入量が納入当初の注入量よりも一定幅を超えた場合には、当該次亜の使用を中止し、有効塩素濃度の分析を行う。
- (2) 定期的な次亜貯留槽の点検時に次亜の色や異物の有無を確認し、次亜の劣化が疑われた場合には、当該次亜の使用を中止し、有効塩素濃度の分析を実施する。

また、誤補充防止について、C 浄水所における次亜誤補充の発生後、様々な浄水薬品を過って混合した場合の危険性についてまとめ、関係者に周知した。さらに、各浄水所の薬品貯留槽に注意書きを貼るとともに、納入された浄水薬品の容器にも薬品ごとに色分けした注意書きを貼り、再発防止を徹底した。

粒状活性炭による油臭除去性能調査

多摩水道改革推進本部調整部 技術指導課

1 はじめに

日の出町の大久野浄水所は浅井戸を水源とする膜ろ過方式であり、約 2,000 件に給水している。平成 22 年 2 月に油臭事故が発生し浄水処理を停止したが、油臭対策として油分検知装置、活性炭吸着塔などを整備し、平成 27 年 7 月から運用を再開した。

大久野浄水所に導入した油臭対策は、原水に油分検知装置で油分を検知した場合には直ちに取水を停止し、油分検知装置で検知できない油分が流入した場合には活性炭により吸着処理するという 2 段階の対策である。活性炭吸着塔内の粒状活性炭が経年劣化する中、粒状活性炭の寿命を明確にして確実に油臭対策が実施できるよう、粒状活性炭の油臭除去性能について調査を実施した。

2 調査方法

実施設の粒状活性炭（石炭系破碎炭）を抜き取り、大久野浄水所の原水を 10 倍の流速で接触させることで疑似的に 1 年、2 年、5 年、10 年経年炭を調製した。これらの経年炭をそれぞれカラムに充填し、油分検知装置の検知下限濃度に当たる 50ppb の灯油を含む原水を実施設と同じ流速で 10 日間通水した。通水後の処理水について、油臭の有無の確認と P&T-GC-MS による灯油濃度の測定を行った。

続いて、粒状活性炭が除去できる灯油量を推定するため、実施設から抜き取った粒状活性炭をカラムに充填して 500ppb の灯油溶液を通水し油臭の確認を行う実験及び三角フラスコで 500ppb の灯油溶液と粒状活性炭を 150rpm で 60 分間^{かくはん}攪拌を行って残存灯油量を測定する実験を実施した。

3 結果と考察

いずれの経年炭についても、50ppb の灯油溶液を 10 日間通水しても処理水から油臭は確認されず、P&T-GC-MS による測定結果も全て定量下限値未満であった。10 年経年炭で浄水所の施設点検の周期である 1 週間以上 50ppb の灯油を処理できたことから、活性炭吸着塔は通常運用で 10 年間運用可能であることが確認できた。

灯油除去量について、カラム実験では 500ppb の灯油溶液を 23 日間通水しても油臭は確認されなかった。この際に処理した灯油量から、実施設の活性炭吸着塔 1 塔（約 2,000kg）で除去できる灯油量を算出したところ、8.8L であった。^{かくはん}攪拌実験の結果は、活性炭の添加量が増えるにつれて灯油除去量が大きくなった。活性炭 1g 当たりの灯油除去量が最も大きい点から活性炭吸着塔 1 塔で除去できる灯油量を算出したところ、10L であった。これらの結果から、活性炭吸着塔 1 塔で処理できる灯油は最大で 10L 程度と試算される。

職場スキルアップのための取組

水質センター 企画調査課

1 はじめに

近年、ベテラン職員の大量退職期を迎え、若手職員の人材育成が大きな課題の1つとなっている。水道局職員として、多様化するお客さまニーズを的確に把握するためには、職種にとらわれない幅広い知識が求められる。水質センターには、毎年多くの新規採用職員や転入職員が配属されており、OJT研修などを通し、幅広い知識や的確な判断力を養成することが必須となっている。しかし、当センターでは水質検査に特化した業務が多いため、局内外の他職種の業務に接する機会が少ない。そこで、昨年度から新規の取組として月に1回程度、水道水質以外の内容を中心とした講義や局内他部署の視察を実施し、若手を中心とする職員一人一人の知識の習得や業務意識の向上を図った。

2 実施内容

昨年度の研修は、表1のとおり、講義5件、視察5件、合計10件開催した。

表1 昨年度 研修タイトル一覧

第1回	(視察)水運用センター監視室	第6回	(講義)水質検査結果のチェック方法
第2回	(講義)民間企業の業務の進め方	第7回	(視察)西部支所・配水小管工事
第3回	(視察)多摩地区水道施設	第8回	(講義)水質汚濁防止と下水道
第4回	(視察)お客さまセンター	第9回	(視察)本郷給水所
第5回	(講義)研修受講報告会1	第10回	(講義)研修受講報告会2

3 実施方法

より実効性の高い研修とするため、以下のとおり研修を進めた。

(事前準備) 年度当初に職場内アンケートを実施し、職員の希望する講義や視察先を募集した。視察先の事業概要等は視察前に視察者全員が学習し、質問等は事前に集約して視察先部署へ提出した。

(研修当日) 講義では、問題演習やグループ討議を取り入れた。視察先では、研修の最後に意見交換を行う場を設け、職場における課題や、業務効率向上のための取組等に関する情報共有を図った。

(研修後) 受講者は報告書の作成を通じ、研修の振り返りを行った。人数制限のあった視察については、受講できなかった職員に向けた報告会を開催した。

4 実施結果

本取組を通じ、当センター職員が普段接する機会の少ない業務について学ぶ機会が得られた。これまで気づけなかった点が認識できたことで、今後の業務の見直しや、広い視野をもったお客さまサービスに活用することが期待できる。また、視察先部署との意見交換を通じて、組織間のより一層強固な連携が図られるとともに、職員の業務効率や志気向上が推進されると考えられる。本年度は、昨年度の取組内容を振り返り、より一層充実した取組を実施していくとともに、引き続き職員のスキルアップを推進していく。

高濃度かび臭除去に関する調査について

水質センター 企画調査課

1 背景及び目的

近年、多摩川水系において、河川中の藻類が産生するかび臭原因物質である 2-メチルイソボルネオール（以下「2-MIB」という。）が発生し、問題となっている。小作浄水場では、粉末活性炭により 2-MIB の低減を行っているが、2-MIB が高濃度になった場合は粉末活性炭を多量に注入する必要があるとあり、小作浄水場の代替施設である上流部浄水場の整備に当たっては、適切な処理方法を検討しなくてはならない。

そこで、粉末活性炭処理法を比較対照として、オゾン処理に過酸化水素添加を併用した促進酸化法（以下「促進酸化法」という。）及び粉末活性炭を破砕した微粉炭による処理法（以下「微粉炭法」という。）について、昨年度から調査を行っている。

2 調査方法

(1) 促進酸化法

東村山浄水場内に設置した実験プラント（25m³/日）を用いて、オゾンに対する過酸化水素の割合をモル比 0.5 から 10 までの範囲で変え、2-MIB の除去性、臭素酸の生成等について調査した。調査期間は、平成 28 年 10 月から 12 月（中水温期）及び平成 29 年 1 月から 3 月（低水温期）で、沈殿水への 2-MIB 添加目標濃度は、200ng/L（中水温期）及び 100ng/L（低水温期）とした。オゾン注入率は、1.0mg/L（中水温期）及び 0.3、0.6mg/L（低水温期）とした。

(2) 微粉炭法

東村山浄水場内に設置した実験プラント（25m³/日）を用いて、平均粒径 1 μm の微粉炭と粉末活性炭で、2-MIB の除去性を比較した。

また、微粉炭注入の有無によるろ過水濁度等への影響を調査した。

3 調査結果

(1) 促進酸化法

オゾン滞留槽における 2-MIB 濃度が 1.0ng/L 以下となる過酸化水素のモル比は、オゾン注入率 1.0mg/L では 0.5 以上、0.6mg/L では 2 以上だったが、オゾン注入率 0.3mg/L ではモル比 10 でも 1.0ng/L 以下とならなかった。一方、オゾン注入率 0.6mg/L 以上では、臭素酸が生成し、モル比 0.5 で最も高く、モル比が増加するにつれて低下した。

(2) 微粉炭法

原水 2-MIB 濃度 100ng/L から 150ng/L までに対し、15ppm の微粉炭注入率で、ろ過水の 2-MIB を 10ng/L 以下まで低減可能だったが、中塩素注入後、2-MIB の再放出が見られ、沈殿水よりもろ過水で 2-MIB 濃度が高くなっていた。微粉炭を注入すると沈殿水濁度は著しく高い値となったが、ろ過水濁度は問題なく推移した。

平成 28 年度化学物質の処理性に関する調査

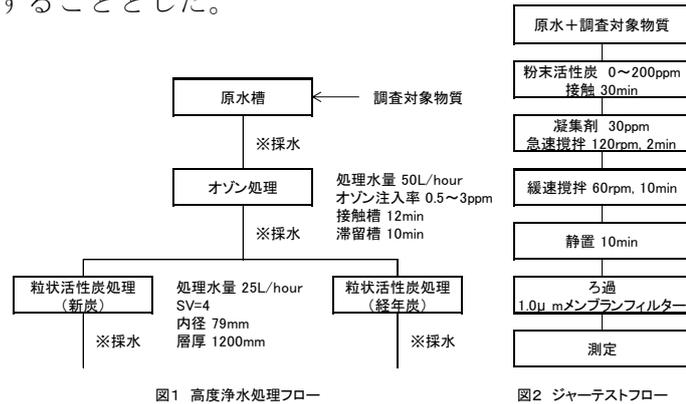
水質センター 企画調査課

1 はじめに

平成 24 年 5 月に発生した利根川水系におけるヘキサメチレンテトラミン由来のホルムアルデヒドによる水質事故を受け、当局では様々な化学物質による水源水質事故への対応が課題となった。水質センターでは PRTR 制度によって届け出された排出量や環境への影響度を考慮し、水質事故の可能性の高い化学物質を対象に、高度浄水処理及び粉末活性炭による処理性を把握することとした。

2 調査内容

PRTR対象化学物質から抽出した調査対象のうち、平成27年度は水質基準項目について調査を行った。昨年度は水質基準項目以外の物質及び分析方法が確立されている浄水処理対応困難物質について調査を行った。



高度浄水処理の工程ごとの処理性は、三郷浄水場の高度浄水施設 3 階に設置した小型高度浄水処理装置を用いて図 1 のフローに従い調査した。

また、粉末活性炭による処理性は、水質センターにてジャーテスターを用いて図 2 のフローに従い調査した。

3 調査結果

高度浄水処理及び粉末活性炭処理の結果は以下のとおりであった。

- (1) オゾン処理は有機物のうち二重結合又はヒドロキシ基が存在する物質に有効であり、オゾン注入率の増加に伴い除去率が増加した。
また、無機物はオゾン処理では除去できなかった。
- (2) 粒状活性炭処理は多くの有機物に対し有効であった。水に対する溶解度が高い物質については新炭が経年炭より除去率が高く、ベンゼン環が存在する物質については新炭・経年炭にかかわらず除去率が特に高かった。
また、粒状活性炭は無機物についても除去性を示した。
- (3) 粉末活性炭処理は多くの有機物に対し有効であり、粉末活性炭の注入率の増加に伴い除去率が増加した。しかし、金属等の無機物の除去率は低かった。
- (4) 粒状活性炭と粉末活性炭の除去性は類似しており、新炭の粒状活性炭、経年炭の粒状活性炭、粉末活性炭の順に除去率が大きい傾向が見られた。

平成 28 年度原水水質異常検知に関する調査

水質センター 企画調査課

1 はじめに

平成 24 年 5 月に利根川水系の浄水場において発生したホルムアルデヒド検出事故を契機に、厚生労働省は通常の浄水処理により水質基準項目等を高い比率で生成する物質を「浄水処理対応困難物質」と位置付けた。

浄水処理対応困難物質のうち塩素と反応してホルムアルデヒドを生成する物質は同時にクロラミン類を生成することから、平成 27 年度にクロラミン F P 計を製作し原水水質の異常を検知するための手法を検討した。その結果、原水中のアンモニア態窒素が影響を与えることが明らかになったため、昨年度はアンモニア態窒素濃度を一定に調整する機能を追加して引き続き検討を行った。

また、塩素と反応してクロロホルムを生成する物質を検知するクロロホルム F P 計を新たに製作し、原水水質の異常を検知するための手法を検討した。

2 実験内容

塩素処理でホルムアルデヒドを生成する 7 種とクロロホルムを生成する 6 種の評価物質を表 1 に示す。クロラミン F P 計は金町浄水場原水で夏季と冬季に評価物質の添加試験を行い、異常と検知できる濃度と水質基準値を比較し、その倍率（以下「検知レベル」という。）等を確認した。クロロホルム F P 計は反応条件の検討を行った後に試作機を製作して金町浄水場に設置し、冬季に評価物質の添加試験を行い、検知レベル等を確認した。

表1 評価物質一覧

塩素処理でホルムアルデヒドを生成 (クロラミンFP計で検知)	塩素処理でクロロホルムを生成 (クロロホルムFP計で検知)
ヘキサメチレンテトラミン (HMT)	アセトンジカルボン酸 (ADC)
1,1-ジメチルヒドラジン (DMH)	1,3-ジヒドロキシルベンゼン (DHB)
N,N-ジメチルアニリン (DMAN)	1,3,5-トリヒドロキシベンゼン (THB)
トリメチルアミン (TMA)	アセチルアセトン (ACA)
テトラメチルエチレンジアミン (TMED)	2'-アミノアセトフェノン (2'-AAP)
N,N-ジメチルエチルアミン (DMEA)	3'-アミノアセトフェノン (3'-AAP)
ジメチルアミノエタノール (DMAE)	

$$\text{検知レベル} = \frac{\text{検知できる濃度}}{\text{水質基準値}}$$

3 実験結果

クロラミン F P 計の検討結果を表 2 に示す。夏季は HMT と DMH の検知レベルを求められなかった。これは、台風や濁水等による水質の悪化で装置の動作停止や測定値の大幅な乱れが起きたためである。一方、冬季は水質が改善するため、装置の動作が安定し全ての評価物質を異常として検知でき検知レベルも夏季と比べて改善した。

また、クロロホルム F P 計の検討結果を表 3 に示す。全ての物質において検知レベル 1 から 2 までで異常として検知できた。

表2 クロラミンFP計の検討結果

評価物質	検知レベル	
	(夏季)	(冬季)
HMT	—	3
DMH	—	4
DMAN	2	2
TMA	2	2
TMED	2	1
DMEA	2	1
DMAE	2	1

表3 クロロホルムFP計の検討結果

評価物質	検知レベル	
	(夏季)	(冬季)
ADC		2
DHB		1
THB		1
ACA		1
2'-AAP		2
3'-AAP		1



前塩素注入時の高度浄水処理に関する調査（その3）

水質センター 企画調査課

1 はじめに

当局では、冬期のカルキ臭対策として高度浄水処理系において前塩素注入による二段階塩素処理を行っている。しかし、前塩素注入時のオゾン注入に関する適正管理方法や塩素注入がBACに与える影響については十分な検証がなされていない。本調査は、三郷浄水場沈砂池に設置した実験プラントを用いて、前塩素注入時のアンモニア態窒素(NH₃-N)や有機物の処理状況等について調査し、適正な浄水処理に資することを目的とする。

2 実験内容

実験プラントでは三郷浄水場沈砂池から取水し、凝集沈殿→砂ろ過→オゾン処理→BAC処理までの浄水処理を行う。実験は、前塩素注入を行う系（塩素系）及び行わない系（無塩素系）を設定して行った。過去の調査結果¹⁾から、前塩素注入はBAC上層におけるNH₃-N及びかび臭原因物質（2-MIB、ジェオスミン）の除去性能を低下させる可能性が示唆されたため、高度系原水槽にNH₃-N及びかび臭原因物質を添加して処理性を調査し、前塩素注入の影響がどの程度継続するか検討した。

また、UV260及びTOCについても、除去性の違いを詳細に調査した。

3 結果

(1) NH₃-N及びかび臭原因物質の処理性

表層から50cmまでにおけるNH₃-N、2-MIB及びジェオスミンの除去量の比を次の計算式から算出した。

$$\text{(式) 除去量の比} = \frac{\text{(表層～50cmにおける塩素系除去量)}}{\text{(表層～50cmにおける無塩素系除去量)}}$$

除去量の比が1未満であれば、塩素系の除去量が少ない。結果の推移を図1に示す。前塩素停止以降、NH₃-Nは4か月間、かび臭原因物質は3か月間、塩素系の除去量の方が少ない。前塩素注入後、BAC上層におけるNH₃-N及びかび臭原因物質の除去性能回復には数箇月要することが示唆された。

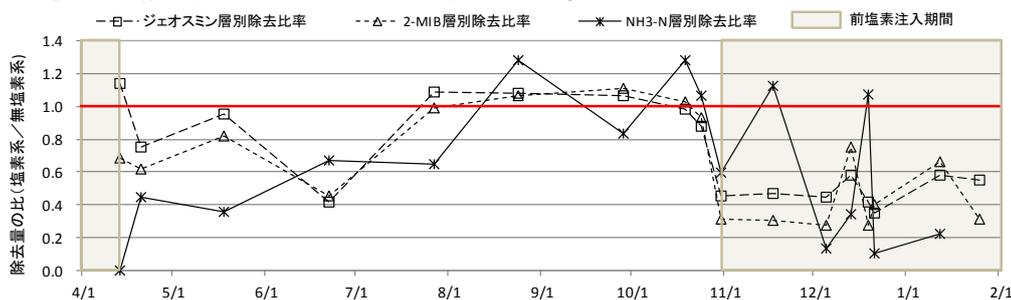


図1 表層～50cmにおけるNH₃-N、かび臭原因物質の除去量の比(昨年度)

(2) UV260及びTOCの処理性

過去の調査において、UV260、TOC共に通水3年目（平成27年度）までは前塩素注入による除去率の顕著な低下は見られなかったが、昨年度には無塩素系に比べ塩素系の除去率が、UV260は6%程度、TOCは13%程度低くなった。BACの吸着能は、前塩素注入により少しずつ低下していくものと考えられる。

引用文献 1) 前塩素注入時の高度浄水処理に関する調査(その2) 平成28年度水質報告会

平成 28 年度多摩川上流かび臭除去に関する調査

水質センター 企画調査課

1 はじめに

近年、多摩川上流では、河床に付着した藍藻類により高濃度のかび臭（2-MIB）が夏季を中心に発生している。多摩川を水源とする小作浄水場では、かび臭が高濃度になった場合、粉末活性炭を多量に注入し続けなければならない状況となり、対応に苦慮している。そこで、粉末活性炭注入率を低減することを目的に、羽村導水ポンプ所の沈砂池を活用した 2-MIB の処理方式を検討した。

2 実験内容

玉川上水路近傍に設置した実験プラントにおいて、前年度までの実験結果を踏まえ、一定程度のかび臭除去効果が期待できる方法として選定した回転円板処理及び担体接触処理を用いて、2-MIB の除去効果を検証した。

回転円板処理では、回転円板に流入させる原水の流入方向を変え、軸平行流と軸垂直流の除去性を比較した。

また、担体接触処理では、発泡担体、スポンジ担体の 2 種類の担体で接触時間、曝気の有無等の条件を変え、除去性を比較した。



回転円板処理



担体接触処理

3 実験結果

(1) 回転円板処理

年間を通して安定した除去率を示した。軸平行と軸垂直の 2-MIB 除去率を比較すると、軸平行流の方がやや高い傾向が見られたものの、大きな違いは見られなかった。ここから、回転円板処理を導入する際には、設置場所の状況により流入方向（処理装置設置方向）を選択できると考えられる。

(2) 担体接触処理

発泡担体、スポンジ担体とも一定の除去性が確認され、両担体を比較するとスポンジ担体の処理性が比較的高いことが確認された。

また、曝気を行うと、曝気がない場合と比較して 5% から 30% 程度除去率が向上することが示された。攪拌でも同等の効果が得られており、水槽内の水の攪拌により、担体と水との接触効率が除去率の向上に寄与すると考えられる。さらに、担体の充填率が除去性に与える影響を調査したところ、充填率 80% から 100% 程度が最も除去率が高くなることが明らかとなった。

実施への導入に当たっては、設置コストやそれぞれの長所・短所を詳細に比較検証していく必要がある。

SPME-GC/MS、LC-MS/MS を使った一斉分析による農薬の迅速検出法

水質センター 検査課

1 はじめに

平成 28 年、埼玉県桶川市を流れる荒川水系の江川にて魚が多数へい死する水質事故が発生した。事故現場の水から使用禁止農薬であるエンドスルファンが検出され事故原因者が特定された。当センターでも羽根倉橋の水を分析し最大 0.00019mg/L 検出した。

当局では液体クロマトグラフ-飛行時間型質量分析計などを配備し、水質事故原因物質の特定に力を入れているが、定性と同時に定量も可能な方法があれば事故時の対応により貢献することができる。農薬類の定量分析方法は、物質により固相抽出などの前処理が必要であり、測定に時間がかかってしまう。そこで本研究では、迅速に多数の農薬を高感度で検出及び定量可能な分析方法の確立を目的として実験を行った。

2 実験方法

分析方法として、前処理を自動で行う固相マイクロ抽出-ガスクロマトグラフ質量分析計 (SPME-GC/MS) を用いた方法と前処理を省き試料を直接注入できる液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計 (LC-MS/MS) を用いた方法の 2 つの分析方法を検討した。

SPME-GCMS 法では「水質管理目標設定項目の検査方法」の別添方法 5 の固相抽出-GC/MS で分析を行う農薬を中心に 103 物質(代謝物、オキソソ体及び異性体を含む。)、LC-MS/MS 法では別添方法 18 の固相抽出-LC/MS 法や別添方法 20 の直接注入-LC/MS 法で分析を行う農薬を中心に 103 物質 (オキソソ体を含む。) を対象とした。繰り返し試験を行うことで、検出可能な物質を確認した。検量線の直線性がとれるものに関して真度、併行精度の算出を行った。水質事故時の分析法であることを考慮し、上水試験方法で定量可能とされる範囲 (真度 70% から 120% まで、併行精度 20% 以下) を拡張し、真度 50% から 150% まで、併行精度 30% 以下の範囲に収まれば定量可能と評価した。

また、水源河川の試料を採取して分析方法の検証を行った。

3 実験結果

SPME-GC/MS 法では 103 物質中、検出不能だった 5 物質を除き 98 物質が検出可能だった。そのうち、一般的に定量可能とされる真度 70% から 120% まで、変動係数 20% 以下のものは 15 物質、真度 50% から 150% まで、変動係数 30% 以下のものは 34 物質であり、合計 49 物質が定量可能と評価された。

また、LC-MS/MS 法では 103 物質中、検出不能だった 6 物質を除き 97 物質全てが定量可能と評価された。分析時間も SPME-GC/MS 法では 1 サンプル当たり約 2 時間、LC-MS/MS 法で約 20 分であり、水質事故時の分析方法として短時間で有効的なものであることが分かった。

水源河川の試料による検証実験を行ったところ、SPME-GC/MS 法と LC-MS/MS 法の 2 つの方法で 13 物質の農薬を検出することができた。このことから事故発生時においても農薬類を検出、定量することが可能であることが示唆された。

アンモニア除去に関する微生物の浄水処理における挙動調査

水質センター 検査課

1 はじめに

高度浄水処理の生物活性炭吸着池（BAC 池）では低水温期に活性炭中の微生物活性が低下してアンモニアが漏えいし、トリクロラミンが生成してしまうことがある。これらの問題に対応するため、BAC の硝化活性について現在までに様々な研究がなされているが、硝化を担うアンモニア酸化微生物（アンモニア酸化古細菌(AOA)、アンモニア酸化細菌(AOB)）の挙動に関しては不明な点が多い。本報告では平成 24 年度から昨年度にかけて水質センターで実施した AOA・AOB に関する調査について報告する。

2 調査内容

(1) AOA・AOB 測定における前処理・測定条件の確立

既報¹⁾の条件を参考に、AOA・AOB 測定条件の検討を行った。

(2) BAC 池、前段ろ過池の AOA・AOB 存在量調査

BAC に付着する AOA・AOB 存在量について定常期及び更新後における挙動調査を実施した。同様に、前段ろ過池のアンスラサイトについても調査を実施した。

また、BAC 処理水に含まれる AOA、AOB 存在量、生菌数及びアデノシン三リン酸(ATP)発光量についても測定を実施し、BAC のアンモニア除去能の代替指標となるか調査した。

3 調査結果

(1) BAC、アンスラサイト及び水サンプルに含まれる AOA・AOB 存在量が水質センターでも測定可能となった。

(2) BAC 池では AOA・AOB とともに更新後速やかに活性炭に定着し、定常期は安定して存在しており、前段ろ過池を持つ浄水場では二段階塩素処理中でも存在量が大きく変化しないことが判明した。一方、前段ろ過池では二段階塩素期間中に AOA・AOB の減少が見られた。BAC 処理水では、アンモニア除去能獲得前に AOA・AOB 存在量が上昇することが確認され、除去能獲得の指標となりうることが示唆されたが、生菌数、ATP 発光量については、アンモニア除去能との関係性を明らかにすることは出来なかった。

4 結論

本調査を通じて、高度浄水処理の BAC と前段ろ過池のアンスラサイトに付着する AOA・AOB が、水温や二段階塩素処理によってどのような影響を受けるか、BAC 池更新後に存在量がどのように回復するかといった点に関し、いくつかの知見を得ることが出来た。一方、アンモニア除去能獲得に必要となる AOA、AOB 存在量の閾値^{いき}やその他指標との因果関係については、現在までのところ明らかになっていない。

引用文献 1) Kasuga I et al., Predominance of ammonia-oxidizing archaea on granular activated carbon used in a full-scale advanced drinking water treatment plant. WATER RESEARCH vol.44 No17, pp5039-5049, 2010

平成 28 年度多摩川上流かび臭発生藍藻に関する調査

水質センター 検査課

1 はじめに

平成 23 年度以降、夏季を中心として多摩川上流からかび臭原因物質 2-MIB が高濃度で検出されるようになった。原因は河床で生育する 2-MIB 産生藍藻の一種 *Phormidium autumnale* (以下「藍藻」という。)の大量増殖である。これにより、小作浄水場では粉末活性炭注入強化や中間塩素注入設備の新設等の対応を余儀なくされた。水質センターでは、この問題の対策に資することを目的として、前年度に引き続き、現場で藍藻の生育状況を調べる分布調査及び水温別に藍藻の生育特性を調べる培養実験を実施した。

2 調査内容

(1) 分布調査

羽村取水堰^{せき}から上流 15km 地点までの間で延べ 10 km の区間を選定し、6 月、8 月、11 月及び 1 月に藍藻の生育状況を調査した。河床を縦断しながら藍藻確認地点をマッピングし、地点ごとに河床材料や河川形態の特徴及び水深を記録した。さらに、藍藻確認地点の面積、藍藻が付着した河床材料の数量及び付着の程度を示す被度を地点ごとに記録した。

(2) 培養実験

26 °C で藍藻を培養し、藍藻数及び溶存態 2-MIB 濃度がどのように変動するかを確認した。この結果と前年度までの結果を合わせ、多摩川上流における年間の水温変動範囲である 6 °C から 26 °C までの範囲で、水温と藍藻の 2-MIB 産生能との関係を明らかにした。

3 調査結果

(1) 分布調査

藍藻確認地点に特徴的な河床材料は小石(10cm から 20 cm まで)であり、次いで中石(20cm から 50 cm まで)又は粗礫^{れき}(5 cm から 10 cm まで)であった。河川形態はほぼ早瀬及び平瀬に限られ、水深は 20cm から 59 cm までであることが多かった。藍藻の分布傾向は、出水のない 6 月と 8 月の間及び 11 月と 1 月の間では大きく変化しなかった一方、台風による出水を挟んだ 8 月と 10 月の間では大きく変化した。ただし、羽村堰^{せき}上流 14km から 13 km まで、11km から 10 km まで、6 km から 4 km まででは年間を通じて藍藻面積が大きく、これらの区間では藍藻の生育に適した環境が保たれている可能性がある。

(2) 培養実験

26 °C では 22 °C と比べて藍藻数及び溶存態 2-MIB 濃度の増加が共に速かった。12 °C から 22 °C において、2-MIB 産生能は水温に対して指数関数的に増加することが分かった。得られた関係式から水温が 1 °C 上昇すると約 1.2 倍になることが明らかとなった。

4 まとめ

分布調査により今後、重点的に藍藻を監視すべき場所の選定に資する知見が得られた。また、培養実験により、水温と 2-MIB 産生との間の関係性が明らかとなり、水温の上昇変動幅から相対的に 2-MIB 濃度が予測できる可能性が示唆された。

最近の異物検査

水質センター 監視課

1 監視課依頼検査の概要

監視課の業務の一つに、お客さまや局内他部署からの依頼に基づく水質検査（以下「依頼検査」という。）がある。依頼検査は、以下の4つに分類される。

- (1) 通水検査 新設本管敷設時等に通水する際の事前の水質検査
- (2) 飲用判定 水道水質に不安を感じたお客さまからの依頼を受けて飲用可能・不可能の判断をする水質検査
- (3) 漏水判定 湧水が水道管から漏れた水道水由来のものか否かを判断する水質検査
- (4) 異物検査 水道水中に、目に見える固形物が確認されたときにそれがどのような物質なのか判定する検査

本報告では、このうち異物検査について、過去5年間に監視課に持ち込まれた検体を例に紹介する。

2 過去5年間の異物検査（平成24年度から28年度まで）

過去5年間のお客さまからの依頼検査件数の推移及び異物検査の判定別検体数を示す。

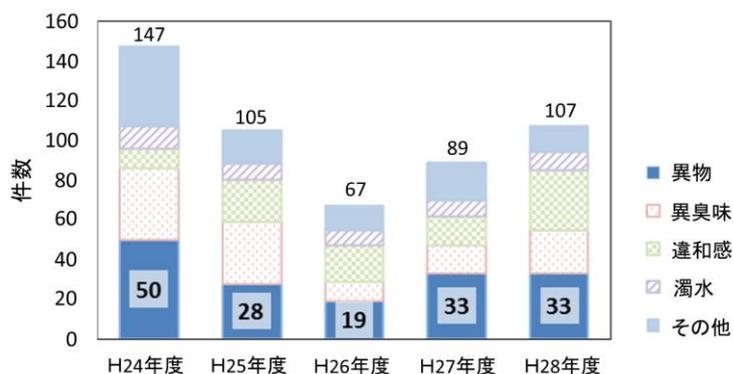


図1 依頼検査件数の推移

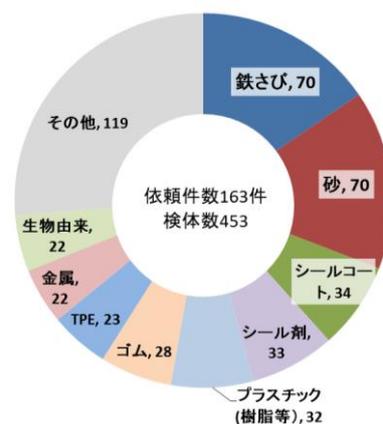


図2 判定別検体数

図1及び図2のとおり、異物検査はお客さま依頼件数全体の3分の1から4分の1を占めており、鉄さびや砂などの配水管由来のものと判定されることが多かった。

3 異物の分析方法

異物の判定はマイクロスコープでの表面観察や物性検査の他に機器分析で行う。機器分析では、無機物の同定に電子顕微鏡、有機物の同定に赤外分光装置を使用している。また、有機物の中でも黒色の検体には熱分解GC/MSを用いることが多い。

4 珍しい事例の紹介

- ・お客さま宅台下のフレキシブル管に白色異物→水酸化アルミニウムと推定
- ・浄水場の排水処理施設において銀色の膜→珪藻類の混じったフロックと推定 等

浄水濁度抑制のための塩素注入の効果についての検討

東村山浄水管理事務所 長沢浄水場

1 はじめに

中間塩素処理は、薬品使用量の低減化が図れる一方、浄水濁度が上昇するなどの実態上の課題があることが明らかになっている。当該においても、昨年度の試行により、高水温期のみならず、生物活動の停滞する低水温期においても、前塩素処理時と比較して浄水濁度が上昇するという結果が得られた。このことは、ろ過池から漏えいするような微粒子の凝集に塩素が効果的な役割を果たしていることを示唆するものである。この点を明確化することで、原水状況に応じた柔軟な塩素処理が可能となると考え、(1)浄水濁度の評価手法の検討、(2)塩素が微粒子の凝集に及ぼす効果の検証の順で検討を行った。

2 調査内容

- (1) 浄水は、沈殿水を急速ろ過したものであることから、ジャーテスト後の上澄水を一定孔径のフィルターでろ過することで浄水濁度としての評価が可能と考えた。そこで、浄水の微粒子径分布を参考に、最適な孔径のフィルターを選定した。
- (2) 硫酸を用いて pH7.2 に調整し、塩素をそれぞれ 0.0、0.1、0.3、0.5、1.0mg/L 注入した原水に、PAC を 25mg/L 注入して、急速攪拌(120rpm)を 2 分行った後、緩速攪拌(60rpm)を 10 分行い、15 分静置した。その後、各試料の上澄水及び(1)で選定したフィルターでろ過した試料について、濁度を測定した。

3 結果及び考察

- (1) 当場の浄水の微粒子径は 99%以上が 3.0 μ m 以下であったことから、3.0 μ m 以下の微粒子がろ過池から漏えいしやすいと考えられた。このことから、3.0 μ m のフィルターでろ過した試料の濁度を計測することで、浄水濁度の評価が可能と考えた。
- (2) ジャーテストの結果、上澄水濁度と塩素注入率との相関性は認められなかった。一方、上澄水をろ過した試料については、塩素注入率 0.5mg/L 以上で濁度が有意に低下した。

また、0.5mg/L 以上では注入率によらず濁度は一定だった。これらから、一定以上の塩素を凝集沈殿の前段階で注入することで、ろ過池から漏えいしやすい微粒子をフロックに取り込む効果が高まると示唆された。

4 まとめ

本調査結果から、前塩素は 0.5mg/L 程度の微量注入でも、沈殿水に含まれる 3.0 μ m 以下の微粒子を減少させる効果があることが明確になった。今後は、本知見を浄水処理に反映させ、より効率的な塩素処理手法の検討を進めていく。

金町浄水場における石炭系及び植物系粒状活性炭の比較調査

金町浄水管理事務所 技術課

1 はじめに

金町浄水場は、平成4年に東京都で初めて高度浄水施設の運転を開始した。その後、三期にわたる工事を経て、平成25年4月8日に第2高度浄水施設が運転を開始したことにより全量高度浄水処理を達成した。

ここでは、第2高度浄水施設の生物活性炭吸着池の石炭系粒状活性炭（以下「C-5池」という。）と試験的に導入された植物系粒状活性炭（以下「D-5池」という。）のそれぞれについて、水処理性と物性を比較し、得られた知見について報告する。

2 調査内容

(1) 水処理性調査

第2高度浄水施設のC-5池とD-5池について、アンモニア態窒素濃度、UV260、溶存酸素濃度及びDOCを定期的に測定し、その処理性を比較した。

(2) 劣化炭及び再生炭の物性調査

C-5池とD-5池について、通水後2年目から計3回活性炭を採炭し、劣化炭及び再生炭についてその物性変化を調査した。

なお、活性炭の再生はロータリーキルン方式の再生炉による水蒸気賦活を行った。

3 調査結果

(1) BAC 池処理水の水質調査結果

アンモニア態窒素の除去性は、4年間差が認められなかった。BAC池処理水の水質試験結果からは各BAC池のアンモニア態窒素処理能力を評価することが困難なため、深度別に調査を行った。その結果、D-5池の処理が良好であり、深度100cmまでにはほぼ全てのアンモニア態窒素が処理されていた。このため、植物系粒状活性炭の方がアンモニア態窒素の処理性が高いと考えられる。

UV260の除去率は、C-5池の方がやや良好であった。

溶存酸素は、平均値で0.62mg/L、D-5池の方が多く消費されており、生物活性が高いことが示唆された。

DOCの除去率は、低水温期にC-5池が高く、高水温期には互いの差が認められない傾向であった。平均値では、C-5池の方がやや良好であった。

(2) 劣化炭及び再生炭の物性調査結果

通水後約44ヶ月経過した金町浄水場の劣化炭は、C-5池、D-5池共に吸着能力が低下しており、劣化の進行が認められた。吸着性能は、納入時新炭のおおむね2から3割程度まで低下していた。

また、再生した際の吸着能力の回復幅には、それぞれ再生炭納入仕様を満たす結果が得られ、石炭系粒状活性炭の新炭と比較して、双方とも約6割程度まで回復した。

金町浄水場における冬期のトリクロラミン対策

金町浄水管理事務所 技術課

1 はじめに

当局は、お客さまの安心と信頼の向上を計るため、水道水でほとんどの人が「カルキ臭」を感じないことを目指し、カルキ臭の原因となるトリクロラミンの目標値を 0.00mg/L としている。

目標の達成のため、浄水場ではトリクロラミンを生成するアンモニア態窒素を BAC 池での生物接触酸化により処理している。しかし、低水温期には河川の自浄作用が低下し、原水のアンモニア態窒素濃度が高くなることに加え、BAC 池の生物活性が低下するほか、粒状活性炭の更新池数の増加による BAC 化の遅れに起因するアンモニア態窒素の漏えいからトリクロラミンが生成される。そこで、当场では、トリクロラミンの計測値を注視し、原水水温 6℃、アンモニア態窒素濃度 0.15mg/L を目途に二段階塩素処理を開始している。

2 処理状況

今年度は、例年より 1 か月早い 11 月 22 日からアンモニア態窒素が漏えいし、二段階塩素処理の必要性が生じた。しかし、アンモニア態窒素濃度は、0.05mg/L と低く、また、原水水温は 12℃程度であった。今年度は、平成 25 年度に稼働した第 2 高度浄水施設の BAC 池の更新作業が始まったことから、BAC 池の個別調査を行った。その結果、9 月以降に更新した新炭池からアンモニア態窒素が漏えいしていることが判明し、当該の池を全て休止（全 54 池中 8 池、水量調整 1 池）し、前次亜の注入を停止した。その後、12 月 14 日から前次亜の定率注入を経て、翌年 1 月 12 日から二段階塩素処理に移行したことで、二段階塩素処理の開始時期を約 2 か月遅らせることができた（図）。二段階塩素処理を開始してからは、春先の水需要増大に向けて休止した BAC 池を順次立ち上げ、BAC 化を進めている。

3 おわりに

今後は、年平均 14 池の更新が必要であり、現状では低水温期の BAC 池の立ち上げを避けることが困難である。このため、BAC 化促進のための検証を行っているところである。

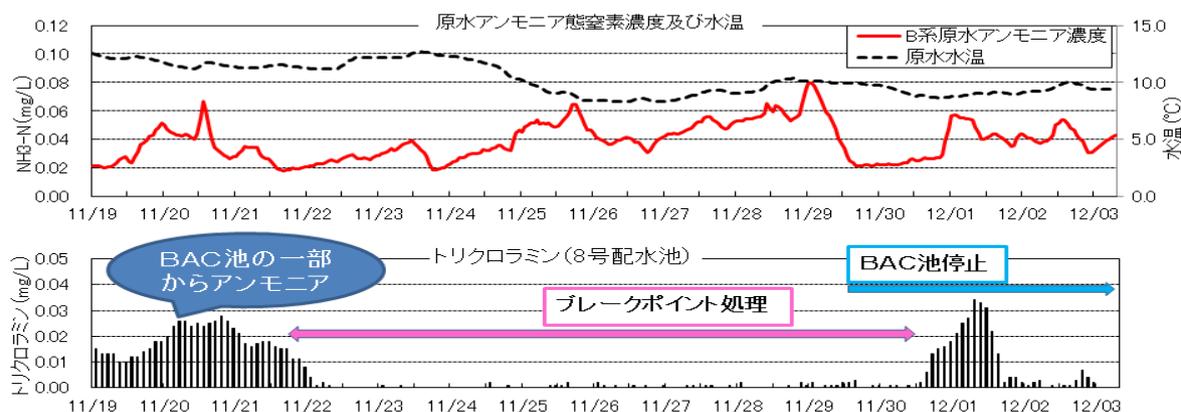


図 原水アンモニア態窒素濃度とトリクロラミン生成量の変化

平成 28 年度夏期の原水水質悪化と朝霞浄水管理事務所における対応

朝霞浄水管理事務所 三園浄水場

1 はじめに

昨年度夏期は渇水等の影響で荒川本川及び荒川第一調節池（以下「彩湖」という。）の水質が著しく悪化し、朝霞・三園両浄水場では、原水 2-MIB 濃度の急激な上昇や、漏えい生物に起因するろ過水の濁度上昇が発生した。今回、これらの水質悪化の状況と朝霞・三園両浄水場における対応について報告する。

また、彩湖の水質悪化を抑制するために当局が行った国に対する働きかけについても併せて紹介する。

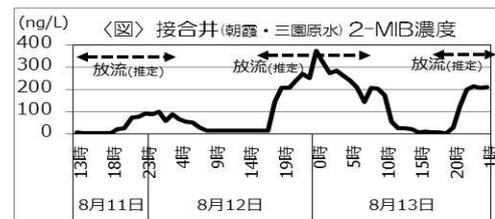
2 荒川第一調節池（彩湖）の概要

彩湖は、国土交通省が管理する治水及び利水を目的とした多目的ダムで、放流口は当局取水口の対岸正面に位置している。荒川の流量が低下した場合、秋ヶ瀬取水堰の水量確保のため、堰上流流量約 20m³/s に対し、彩湖から最大 10m³/s で放流される。放流は秋ヶ瀬取水堰水位を目安に行われ、昨年度夏期は放流開始・停止が頻繁に繰り返された。

3 荒川第一調節池（彩湖）、荒川本川及び朝霞・三園浄水場原水等の水質状況

(1) 2-MIB

彩湖において 2-MIB 濃度が著しく上昇し、湖心で最大 1,100ng/L、放流機場で 350ng/L まで上昇した。両浄水場原水は彩湖の放流時にこの影響を受け、数時間の間に原水 2-MIB 濃度が急激に変動した（図）。



(2) 漏えい生物

平成 28 年 7 月から 8 月にかけて、荒川本川及び彩湖において、*Cyclotella & Stephanodiscus* をはじめとする漏えい生物が増殖した。さらに、彩湖では貯水量が低下した影響で、湖内でアオコが大量繁殖した。これら漏えい生物の影響で、両浄水場において前段ろ過池での濁度除去性が著しく低下し、BAC 処理水、後段ろ過水で濁度上昇が発生した。

4 朝霞及び三園浄水場での対応状況

2-MIB の濃度上昇に対しては、彩湖放流の有無により原水での濃度変動が激しいことに加え、過去に経験したことのない濃度にまで上昇したことから、処理工程での濃度を確認しながら、原水の 2-MIB 濃度に応じ、オゾン注入を段階的に強化した。その結果、両浄水場ともに浄水の 2-MIB 濃度を 1 ng/L 未満に保つことができた。

漏えい生物増殖に対しては、前酸及び PAC の強化や前弱塩素処理を実施し、前段ろ過池からの濁度漏えいを抑制するとともに、後 PAC を強化して後段ろ過水の濁度上昇を抑制した。

5 荒川第一調節池（彩湖）の水質悪化抑制に向けた当局から国への働きかけ

今回の原水水質悪化を受け、当局は国土交通省に対し、導水対策（彩湖内の水の入替）や水質悪化時の放流量の低減・均一化等の依頼を行った。今後は、彩湖の著しい水質悪化が抑制され、両浄水場において安定した浄水処理が可能になることが期待される。

平成 28 年度小河内貯水池水質状況（水位低下時の対応）

水源管理事務所 技術課

1 はじめに

小河内貯水池では、平成 15 年にアオコ（藍藻の異常増殖による水面の着色）が湖面全体に広がり、藍藻の産出するかび臭原因物質によって下流の浄水場に大きな影響を及ぼした。

この対応として、アオコ対策施設である分画フェンス（平成 15 年から）と表層水移送装置（平成 16 年から）を稼働させ、その効果により、アオコの発生は貯水池の河川流入部に留まり、平成 17 年度以降放流水でかび臭原因物質は検出されていない。

しかし、昨年度は渇水の影響による水位低下により、アオコ対策施設を撤去、移設するなど、通常と異なる運用を行ったため、このときの貯水池の水質状況について報告する。

2 平成 28 年夏季の小河内貯水池の状況

(1) 水位低下とアオコ対策施設の運用状況

利根川水系渇水の影響により、貯水位は 5 月から 3 か月間で約 11m 低下した。運用可能水位を下回ったため、分画フェンスは 5 基のうち 2 基（丹波川上流及び小菅川上流）を撤去、1 基（丹波川下流フェンス）を湖心部（川野・原間）へ移設、峰谷川の表層水移送装置の退避を行った（図）。

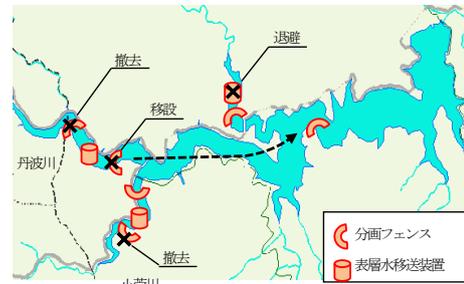


図 昨年度水位低下時における
アオコ対策施設の運用状況

(2) アオコ発生状況とかび臭濃度

アオコは各河川流入部で発生しており、特に小菅川流入部の庄の指で顕著であった。また、短期間ではあるが一部ダム堤体の近くでも発生した。かび臭物質であるジェオスミン濃度の最高は庄の指で 220ng/L であった。

(3) ダム前及び放流水のかび臭状況

ダム前的一部でアオコが確認されたものの、アオコ対策施設の効果により、ダム前及び放流水のジェオスミン濃度は、通年で定量下限値（3 ng/L）未満であった。

3 今後について

分画フェンスはアオコの拡散防止対策として不可欠なものである。しかし、貯水池の水位低下時には通常の設定位置から撤去する必要があるため、この場合、アオコの侵入を防ぐため、丹波川から湖心部へ仮設する運用を行っている。

仮設の分画フェンス設置は水位低下時におけるアオコ対策に欠かせないものであるが、移設作業には相当の費用を要すること、さらに、移設作業時にアオコの拡散リスクが大きくなることから、恒久的な対策として、湖心部分画フェンスの早期常設を要求している。