

東京都水道局朝霞浄水場における令和 2 年度冬期のかび臭物質対応
Treatment of musty odor substances in Arakawa River during the winter of 2020
at Asaka Water Purification Plant, Bureau of Waterworks, Tokyo Metropolitan Government

○湯田恵、大曾根猛、佐々木春夫、村尾崇、西田実、鈴木良輔、北村 武雄
東京都水道局

論文要旨

令和 2 年度の冬期に、朝霞浄水場原水のかび臭原因物質が増加した。要因は、水源となる荒川に高濃度のかび臭原因物質を含む荒川第一調節池貯留水が補給されたことや、荒川上流と支川の水質悪化によるものである。低水温期は、オゾン及び生物活性炭の処理性が低下することから、溶存オゾン濃度の強化や凝集 pH の調整により対応し、浄水への影響を抑制することができた。また、かび臭物質の更なる上昇に備え、粉末活性炭の注入判断について基準を設け、今後の低水温期における運用の指針とすることができた。

キーワード：河川水、かび臭物質、オゾン分解

1. はじめに

朝霞浄水場では、平成 26 年 3 月より処理水の全量に高度浄水処理（オゾン処理及び生物活性炭処理）を導入して以来、お客さまへ安全でおいしい水の供給を行っている。水道水に不快な臭気をもたらす 2-MIB（2-メチルイソボルネオール）等のかび臭原因物質は、高度浄水処理によって除去できるが、水温が低い冬期においては除去能力が著しく低下するため、オゾン注入条件の調整等の適切な運転管理が必要である。

朝霞浄水場では、令和 2 年度 12 月から 1 月にかけて、浄水場原水中の 2-MIB が大幅に上昇する事態が生じた。本稿では、水質悪化の状況と朝霞浄水場における対応について報告する。

2. かび臭原因物質の上昇要因

原水中の 2-MIB の上昇には、以下の 3 つの要因が影響したと考えられる。

第一に、少雨の影響で河川水位が低下し、2-MIB を最大 60 ng/L 含有していた荒川第一調節池（以下「彩湖」という。）の水が、朝霞浄水場の取水地点である秋ヶ瀬取水堰上流に補給されたことである（図 1 ①）。夏期以降、彩湖は補修工事のため水位を下げて運用しており、貯留水の入れ替えがなく、高い濃度の 2-MIB が含まれていた。この補給は、2 か月間で計 12 回実施された。

第二に、荒川上流の新皆野橋付近（秋ヶ瀬取水堰より約 80km 上流）で藻類が繁殖し、荒川本川の 2-MIB が上昇したことが挙げられる（図 1 ②）。武蔵水路合流手前において 20 から 30 ng/L の 2-MIB が検出された。

第三に、荒川支川の市野川（秋ヶ瀬取水堰より約 20km 上流）の 2-MIB 濃度が上昇したことが挙げられる（図 1 ③）。荒川と市野川の合流点付近にある大塚橋では、12 月中旬より 2-MIB が上昇し、最大 70ng/L 程度検出された。

これら 3 か所の 2-MIB 濃度の上昇を受け、原水中の 2-MIB は、彩湖補給時は最大 13 ng/L、その他の期間では継続的に 8~12 ng/L 程度と、冬場としては高濃度で推移した。

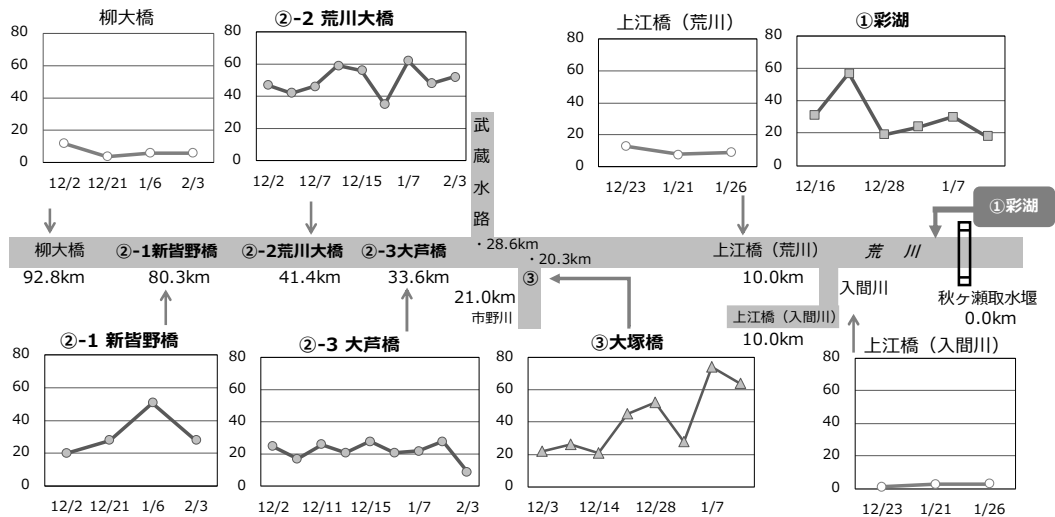


図1 彩湖と荒川流域における2-MIBの経日変化(2-MIB単位:ng/L)

3. 朝霞浄水場における対応

原水の2-MIB濃度の上昇を受け、朝霞浄水場では、(1) 溶存オゾン濃度の強化、(2) 凝集pHの調整を行い対処した。図2に朝霞浄水場の施設概要を、表1に運転条件を示す。

なお、第一高度浄水施設を「第一高度」、第二高度浄水施設を「第二高度」、生物活性炭処理については「BAC処理」と表記する。

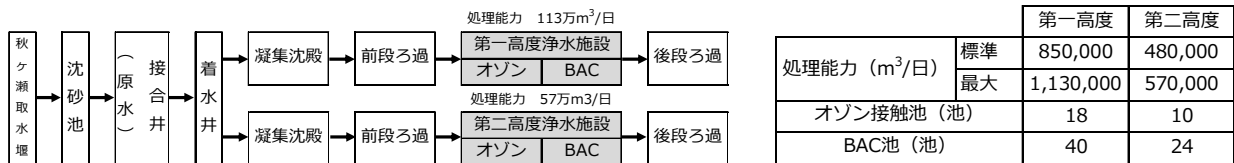


図2 朝霞浄水場の施設概要 (左: 処理フロー 右: 高度浄水施設の仕様)

表1 かび臭原因物質流入中の運転条件

期間	溶存オゾン濃度 (mg/L)		凝集pH
	第一高度	第二高度	第一・第二共通
～ 12/16	0.1	0.1	7.0
12/17 ～ 12/24	0.2	0.2	
12/25 ～ 1/12	0.3	0.3	
1/13 ～ 1/16		0.6	
1/17 ～ 1/23	0.6	0.9	
1/24 ～ 1/31	0.3	0.3	7.3
2/1 ～			7.0

(1) 溶存オゾン濃度の強化

2-MIBの上昇に対応するため、溶存オゾン濃度を平常時の0.1 mg/Lから0.2 mg/Lに強化した。その後も2-MIBの上昇が続き、高度浄水処理で除去できないかび臭物質が徐々に増加したため、溶存オゾン濃度を段階的に引き上げ、第一高度で0.6 mg/L、第二高度で0.9 mg/Lまで強化した。

(2) 凝集pH値の調整

オゾン処理における2-MIBの除去性を向上させることを目的として、1月24日から1月31日の8日間については、両施設ともに凝集pHを7.0から7.3に引き上げた。これは、pHが高いほど水酸化物イオンが増加するため、より酸化力の高いOHラジカルの生成が促進されることを想定した運用である。

4. 2-MIB 除去効果

(1) 工程水及び浄水の処理状況

原水で最大 13ng/L 検出された 2-MIB は、凝集沈殿池や前段ろ過で若干減少し、オゾン処理入口では最大 10ng/L 前後となった (図 3)。両施設の BAC 処理水及び第一・第二高度の処理水が混合された浄水 (図 3 では第二高度のグラフ内に表示) における 2-MIB 濃度は、朝霞浄水場の品質管理上の管理目標値である 1ng/L の超過は見られたものの、管理強化水準*である 3ng/L 未満に抑えることができた。

※ 東京都水道局が定めた水質管理上の危害が発生した場合に対応強化を実施するための基準

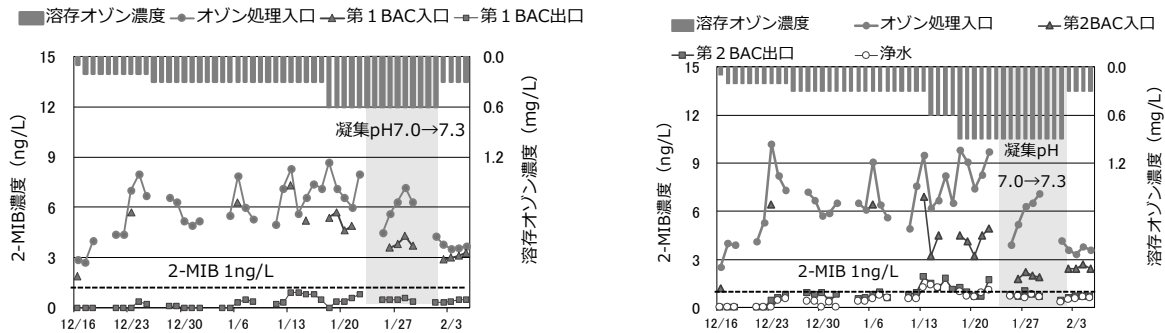


図 3 各工程水の処理状況 (左: 第一高度 右: 第二高度)

(2) 溶存オゾン濃度の強化

オゾン処理における 2-MIB 除去率は、溶存オゾン濃度が 0.2 及び 0.3mg/L の時に平均 24%であったのに対し、0.6mg/L まで上げた場合に平均 27%、0.9mg/L まで上げた場合に平均 52%と向上した (図 4)。

(3) 凝集 pH 値の調整

凝集 pH を平常時の 7.0 から 7.3 に上げた結果、2-MIB 除去率は更に平均 12 及び 16 ポイント向上し、第一高度で平均 39%に、第二高度では平均 68%となった (図 4)。ただし、凝集 pH を変更した期間に、水質が変動したことで、オゾン注入率も上昇している。そのため、除去率の向上に凝集 pH の調整による効果がどの程度寄与しているかを確認するためには、より長期間にわたる調査が必要であると考えられた。

また、凝集 pH の調整による 2-MIB の除去に一定の効果が示唆された一方で、凝集 pH 値を上げると、沈殿池での凝集性が悪化し、浄水の濁度 (精密濁度計) が上昇した (図 5)。今回は、短期間の pH 値の変更であったため、浄水場の運用や処理水に大きな影響はなかったが、長期的に行う場合は、より検討を要すると考えられる。

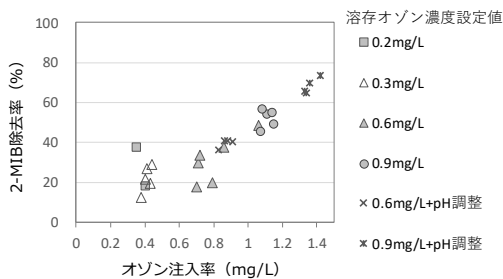


図 4 各溶存オゾン設定値における 2-MIB 除去

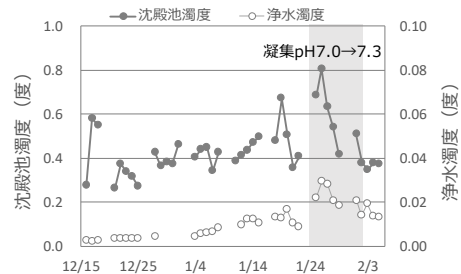


図 5 凝集 pH の調整による濁度への影響

5. 粉末活性炭注入基準の検討

原水中の2-MIBが更に上昇した場合に備え、粉末活性炭の注入基準を検討した。今回の調査結果より、浄水で2-MIBを1ng/L未満に抑えるためには、原水で15ng/L以下（原水濃度13ng/Lまでは除去可能であったため）、オゾン処理入口では8ng/L以下であれば、高度浄水処理で除去できることが分かった（図6）。

そこで、低水温期においては、原水のかび臭計器の数値が15ng/L以上を継続した場合、粉末活性炭10ppmの注入を行い、オゾン処理入口の実測値が8ng/Lを超過した場合、粉末活性炭注入率の強化を行うこととした（図7）。

令和2年度は粉末活性炭の注入には至らなかったが、今後は本基準を参考に、原水のかび臭原因物質濃度の上昇に応じて、オゾン注入強化と併せて、粉末活性炭の注入も行っていく。

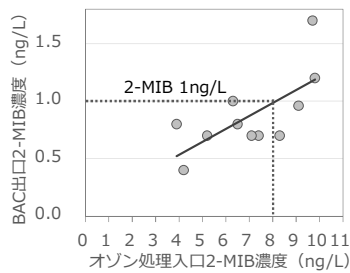


図6 高度浄水処理における処理状況

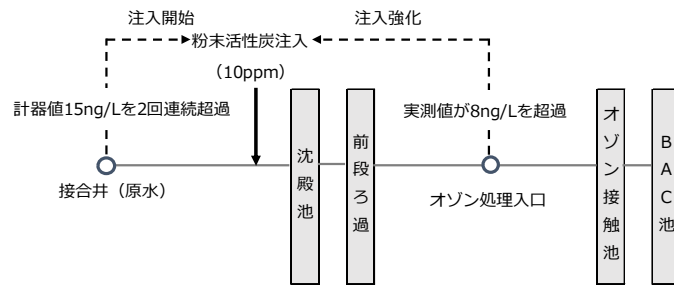


図7 粉末活性炭注入基準のフロー

6. おわりに

浄水場原水の2-MIBの上昇に対して、溶存オゾン濃度の強化や凝集pHの調整により浄水への影響を抑制した。また、粉末活性炭の注入判断基準を検討し、今後の指針とすることができた。