

オゾン処理時における臭素酸イオンの生成と抑制方法について(1)

—概論—

関西オゾン技術研究会

www.k-ozone.org/

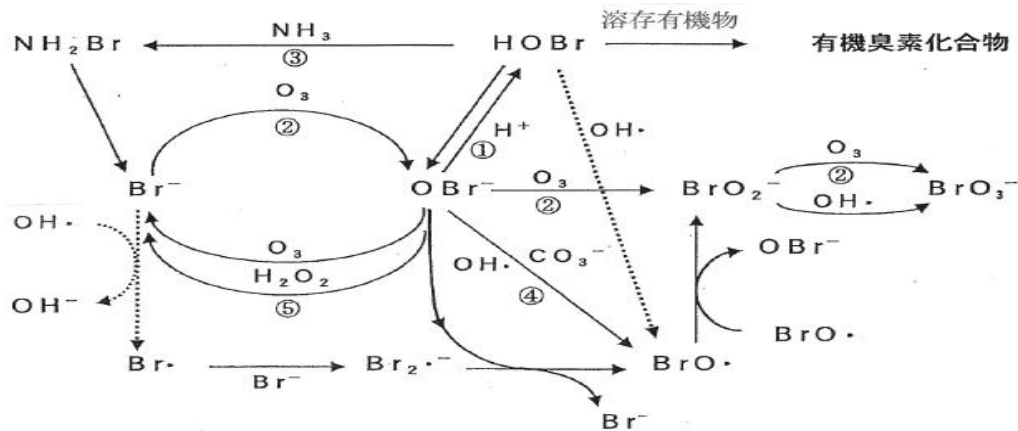
1. はじめに

原水中に臭化物イオン (Br⁻) が含まれている場合、オゾン処理により臭素酸イオン (BrO₃⁻) を生成することがある。現在、水道水中の臭素酸の基準値は 0.01mg/l 以下であり、過剰なオゾン処理を実施するなどした場合、基準値を超過する恐れがあるので注意が必要である。

なお、オゾン処理の場合、オゾンの半減期が短いことと後段に活性炭処理が実施されることより、溶存オゾンは速やかに分解され、活性炭処理後、給水される間に臭素酸が増加することはない。

2. オゾン処理における臭素酸イオンの生成

原水に臭化物イオン (Br⁻) が含まれている場合、オゾンにより臭素酸イオン (BrO₃⁻) を生成することがあるが、基本的な反応モデルとしては、以下が知られている。(Hoigne,1996)



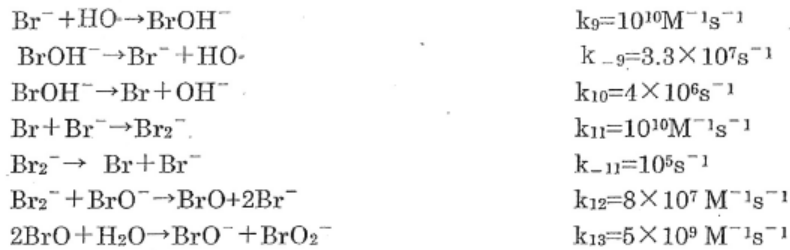
直接経路:



直接-間接:



間接-直接：



3. 臭素酸イオンの生成抑制について

上記図の“オゾンと臭化物イオンの反応モデル”や、“直接経路”“直接-間接経路”“間接-直接経路”での反応速度より、臭素酸イオンの生成抑制には以下の方法が考えられる。ただ、浄水処理工程中への新たな薬剤の添加は出来るだけ抑えるべきであり、③④⑤の方法は水質が悪化する時期での緊急避難的な場合等に適用を考えるべきであろう。なお、②⑥の方法は現有設備の運転方法に工夫をすれば対応可能な場合が多く、省エネ・少コストに繋がる場合も多い。また、①は凝集性の改善と併せて検討すれば、より効果的である。

①pHを下げる…図中①の経路で、pHを下げると $\text{BrO}\cdot$ は HBrO に進みやすくなり、臭素酸イオンの生成が抑制される。なお、この反応は図中②の O_3 と $\text{BrO}\cdot$ の反応より早い。又、藻類の光合成により原水 pH が 9 を超え、PAC 凝集だけでは適正な pH 域での凝集が出来ない場合があるが、酸添加による凝集処理は臭素酸生成抑制だけでなく、凝集性の改善にも寄与する。

②溶存オゾン濃度の適正制御…図中②の経路で、溶存オゾン濃度が高いと臭素酸イオンの生成が進みやすいため、溶存オゾン濃度を適正な範囲で低い状態で運転し抑制する。

③アンモニアの添加…図中③の経路でアンモニア添加をすると HBrO は NH_2Br となり、臭素酸イオンの生成が抑制される。

④アルコールなどラジカル捕捉剤の添加… $\text{OH}\cdot$ は、メタノールやエタノールとの反応で減少するため、図中④の経路の反応が抑制され、臭素酸イオンの生成が抑制される。

⑤過酸化水素の添加…過酸化水素は図中⑤のように $\text{BrO}\cdot$ を Br^- に還元できるため、臭素酸イオンの生成が抑制される。なお、 $(\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{OH}\cdot + \text{O}_3)$ のように、過酸化水素がオゾンに比べて少ないと $\text{OH}\cdot$ が生成され、又、溶存オゾン濃度が高くなるため、臭素酸イオンが生成されやすくなるので注意が必要である。

⑥接触時間・滞留時間を短くする…オゾンと Br^- 、オゾンと $\text{BrO}\cdot$ の反応速度は、オゾンと BrO_2^- の反応速度と比べると 3 桁近く少ないため、接触時間・滞留時間を短くすることにより、臭素酸イオンの生成が抑制できる。(図中②の経路。)

参考文献…日本オゾン協会：水道におけるオゾン処理による臭素酸生成濃度レベルに関する技術検討、p3-p4 (2002 年 11 月)

久川義隆