

岡山大学工学部 正員 河原 長美
京都大学工学部 正員 宗宮 功
ユニテカ(株) 佐野 純也

1. はじめに

汚水ならびに上水の殺菌法として広く用いられてきた塩素処理において、有毒な有機塩素化合物が生成されることや、殺菌を十分に行なうために必要とされている残留塩素が生態系に悪影響を与えることが、大きくとりあげられてきている。とりわけ、有機物濃度が高く、また塩素注入率も高いがゆえに有機塩素化合物を生成しやすく、加えて自然水系へ放流するため残留塩素が長期間存在することも必要としない汚水の殺菌においては、殺菌法の再検討が必要とされてきている。

ところで、同じ殺菌法として塩素処理よりも古い歴史を有するオゾン処理においては、上述のような塩素処理のかかえる問題点に類似点があり、さほど存在しないと言われている。

そこで、オゾン処理と塩素処理とにおいて、2次処理水の殺菌法としての効果を比較検討した。比較検討するにあたり、では、①殺菌効果、②酸化特性、③自然水系中の好気性微生物に与える影響、の3つの視点から行なう。

2. 実験方法

サンプルは、京都市内の公営下水道終末処理場における2次処理水を用いた。2次処理水中の浮遊物の影響を検討するために、東洋ろ紙No.5Cを用いてろ過を行なった。

オゾンは純酸素を用いて発生させた。オゾン処理の条件は、水温20℃、処理水量1.2ℓ、オゾン化ガス流量は20ℓ/min.であり、このときの $K_L a$ は1.45 1/min.であった。オゾン接触筒は、アクリル製の円筒で、内径5cmであった。

塩素処理は、所定の有効塩素濃度になるように、次亜塩素酸ナトリウムを投入した。処理時間は20分間、試料を試験ビンの中に入れ、処理の期間中絶えず撹拌を行なった。

処理後残りに残留オゾンならびに残留塩素を除去したが、除去方法はそれぞれ次のようであった。残留オゾンについては、次亜塩素酸ナトリウム溶液および純水中を通過させて微生物を滅した空気により、ばい気を行って除去した。また、残留塩素については、減菌した亜硫酸ナトリウムと反応させて除去した。なお、この時過剰に投入した亜硫酸ナトリウムは、以後の規定にかゝる妨害となるので、再び、ばい気により除去したが、この反応をはやめるために、0.1 ppmの塩化コバルトを用いた。

測定項目は表-1に示す通りである。

表-1 測定項目

オゾン濃度	Standard Methods準拠
塩素濃度	下水試験方法に準拠 (オルトトリジン法)
一般細菌	下水試験方法に準拠
大腸菌群	同上
BOD	同上
COD _{cr}	Standard Methodsに 準拠 (2/5法)
TOC	TOC Analyzer

ゲルクロマトグラフィーは、セファデックスG-5を用いた。ゲルクロマトグラフィーの操作条件等については表-2に示す。

表-2 ゲルクロマトグラフィーの条件

ゲルベッドの体積	10.55 cm ³
展開液	K ₂ SO ₄ (1% 0.02M)
サンプル量	20 cc (10倍 濃縮)
フラクションボリューム	20 cc

微生物の増殖に及ぼす影響に関する実験については、井上らの提唱する「酢酸分解菌による废水の簡易毒性判定法」に準じて行なったが、ここで用いた方法は、図-1に示す。なお、本方法において用いた河川水は、処理場の放流水河

川の水を数日間培養したものを用いた。

3. 実験結果と考察

(1) 殺菌効果について

殺菌効果は、大腸菌群と測定することにより判定されることが多いが、大腸菌群は病原性を有するものが大半であるので、大腸菌群自体の殺菌はそれほど重要ではない。そこで、大腸菌群に加えて一般細菌をも測定した。このことにより、殺菌効果について、より正確に検討を加えた。

一般細菌と大腸菌群とは、大腸菌群のほうが殺菌が容易で

あり、大腸菌群ではどちらの処理によっても残るとされる細菌の数は零にすることが可能であったが、一般細菌では、オゾン処理によっても零にすることができなかったが、塩素処理によっても零にならず、一定以上になると横ばいの傾向を示した。一般細菌の中には殺菌が困難な種が存在するようである。

浮遊物質の有無の影響に関しては、オゾンはその強力な酸化力がゆえに、浮遊物質の影響も塩素処理より大きく受け、浮遊物質が存在している場合には、一般細菌数を零にできなかった。また、必要量を増加した。

(2) 酸化特性について

オゾンと塩素とで、酸化特性を比較すると次のようである。反応機構の面から検討すると、オゾンでは2重結合等が不飽和結合の開裂とともに、有機物の酸化が直行する。他方、塩素処理では、2重結合に対して付加反応が生じると言われており、塩素の有機物に対する作用は付加反応や置換反応が大まな比重をしめしているものと推測される。

2次処理水に対する作用を比較すると、浮遊物質の溶解化、高分子の低分子化、COD(Cr)除去がオゾンでは顕著にみられるのに対し、塩素では浮遊物質の溶解化やCOD(Cr)の除去はそれほど進まず、高分子の低分子化には、それほどほとんど横ばいであった。

(3) 微生物に与える影響

(a) 好気性微生物の増殖に与える影響

自浄作用において重要な役割をはたす好気性の微生物の増殖に、各処理水がどのような影響を与えるのかについて検討を加えた。

2次処理水中には、微生物の増殖を促進する成分が含まれており、これらの成分は、オゾン処理によっても分解され、オゾン処理水では促進性が減少する。他方、塩素処理水では促進性がほとんど変化しない。この促進性を示す成分は、浮遊物質や高分子側に含まれているが、とりわけ大きな促進性を示すのは、ゲルクロマトグラムではビタミンB₁₂が溶出する近辺の物質群である。

また、塩素処理によっても、増殖を阻害する成分の生成もみられるようである。

(b) 生物分解性に与える影響について

オゾン処理と塩素処理とで、生物分解性がどのように変化するかを検討した。ここでは、BOD/COD(Cr)を生物分解性を表す指標として用いた。

生物分解性は、オゾン処理では向上するが、塩素処理ではさがる。塩素処理によって分解性がさがるのは、浮遊物質とビタミンB₁₂が溶出する付近の物質群である。

4. おわりに

結果と考察に関しては、主要な結論を述べたにとどめた。講演時には、図を示して説明を行ないたいと考えている。

(1)～(3)の結果より、2次処理水の殺菌において、オゾンの活用をはかることは有効であると考えられる。

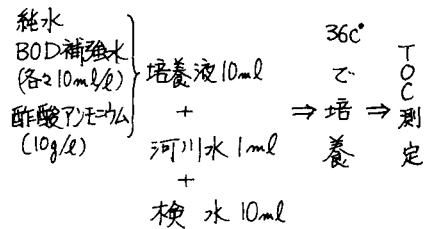


図-1 微生物の増殖に与える影響に関する実験のフローチャート