

II-425

下水2次処理水の塩素消毒に及ぼすCO₂の吹込みの効果

岩手大学 学正員 ○山下勝紀
正員 大村達夫 相沢治郎 海田輝之 大沼正郎

1.はじめに

下水2次処理水を塩素消毒すると大腸菌群は検出限界以下に除去されるが、ウィルス学的な指標と考えられるコリファージは塩素消毒後にも生存することが知られている。コリファージの塩素消毒による不活化は、蒸留水中においてpHが低い値の時、次亜塩素酸が多く生成されるため、より効率的になることが明らかとなっている¹⁾。実際には2次処理水へ塩素を注入すると、塩素は次亜塩素酸より消毒効果の弱いモノクロアミン、ダイクロアミンとして存在し、pHを下げると消毒効果の高いダイクロアミンの方が多く生成される²⁾。pHを下げる場合普通はH₂SO₄を用いるが本実験ではCO₂を吹込むことによってpHを下げ、塩素消毒による2次処理水中のコリファージの不活化におよぼす効果を大腸菌E.Coli.Bを併せて比較検討した。

2.実験方法

2.1 CO₂の吹込み及び攪拌によるpHの変化

三角フラスコに1Lの蒸留水および2次処理水を入れディフューザーを通してCO₂を吹込み、pHの低下を測定した。また、吹込み停止後マグネチックスターによって攪拌し、pHの回復を測定した。

2.2 不活化実験

実験は表-1のように実験No.1~3まで条件をかえ、各々についてコリファージ、大腸菌E.Coli.Bの不活化を調べた。コリファージおよびE.Coli.Bの測定は、Standard methodに準拠して行われた。実験には標準活性汚泥法による処理をしている処理場の最終沈殿池の越流水を用いた。実験No.1は塩素を注入せずpHをCO₂とH₂SO₄で下げた場合のコリファージの不活化を調べたものであり、実験No.2および3はE.Coli.Bとコリファージを用いて所定の塩素を注入した場合のCO₂を吹込んでpHを下げた場合とCO₂を吹込まない場合の不活化の比較をするための実験である。CO₂を吹込んだ時のpHは最も低下したpHである。

3.実験結果

3.1 CO₂の吹込み及び攪拌によるpHの変化

図-1にCO₂を吹込んだ場合のpHの低下の様子を示す。この図より2次処理水は明らかに緩衝能を持っているが、CO₂の吹込み2分(21)で定常状態となり、定常状態になるのにさほど時間を要しないことがわかった。この定常状態でのpHは4.7±0.1であった。また、攪拌した時のpHの回復の様子を図-2に示す。この図からpHを下げた場合に十分な攪拌が行われればpHはもとのpHに回復するため実際の処理に適用した場合でも低pHの2次処理水の放流による水系への影響はH₂SO₄等の強酸を用いる場合よりも小さいと思われる。

3.2 E.Coli.B及びコリファージの不活化

2次処理水に塩素を注入せずCO₂の吹込みによってpHを下げた場合とH₂SO₄の滴下によってpHを下げた場合のコリファージの不活化の実験No.1の結果を図-3に示す。H₂SO₄の滴下によってpHを下げた場合には明らかに不活化がされており、30分で約90%が不活化されているが、CO₂の吹込みによってpHを下げた場合ほとんど不活化されていない。

表-1 実験条件

実験No.	生物名	塩素注入量 (mgCl/l)	pH	接触時間 (min)
1	Coliphage	-	4.8(CO ₂) 4.7(H ₂ SO ₄)	0.5,1,2,3,5,10 15,30,60,120
2	E.Coli.B	1.5,3.7	6.7,6.9	0.5,1,2,3,5,10 15,30,60,120
		1.5,3.7	4.8	
3	Coliphage	3.7,5.0,12.0	6.6,6.7,6.6	0.5,1,2,3,5,10 15,30,60,120
		3.7,5.0,12.0	4.5,4.7,4.8	

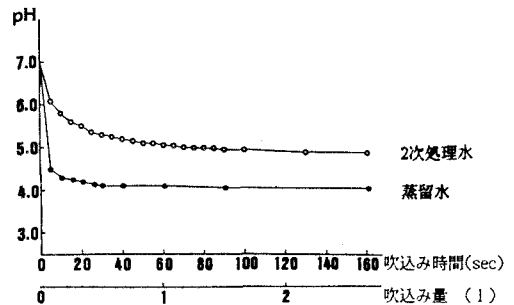


図-1 CO₂の吹込みによるpHの変化

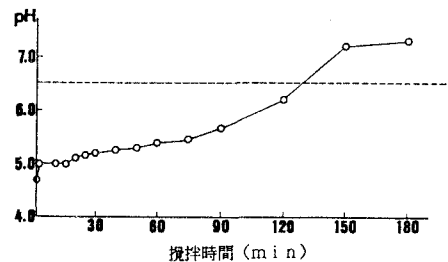


図-2 攪拌によるpHの変化

この結果よりCO₂によるpHの低下だけではコリファージの不活化に影響を与えないことがわかった。

次に2次処理水に1.5, 3.7mgCl/lの塩素を注入しCO₂を吹込まない場合と吹込んだ場合のE.Coli.Bの不活化を調べた実験No.2の結果を図-4に示す。現在、塩素消毒が細菌類に対して十分な殺菌効果を上げているように、3.7mgCl/lの塩素注入量によってE.Coli.Bは10分で99.9%以下に不活化されており、1.5mgCl/lの注入量においても15分で99%不活化されている。また、CO₂を吹込んだ場合、1.5, 3.7mgCl/lの塩素注入量のどちらの場合でも初期の接触時間において特に不活化が速やかに行われている。しかし、1.5mgCl/lの注入量の場合10分以降は不活化の進行がCO₂を吹込まない場合に較べて遅くなっている。

同様に2次処理水に3.7, 5.0, 12.0mgCl/lの塩素を注入しCO₂を吹込まない場合と吹込んだ場合のコリファージの不活化を調べた実験No.3の結果を図-5に示す。ただし、塩素注入量が3.7mgCl/lの場合にはCO₂の吹込みの有無にかかわらず、不活化がされなかったため省略してある。しかし、5.0, 12.0mgCl/lの塩素注入量ではCO₂を吹込んでpHを下げた場合の方が不活化が速やかに且つ大きく行われているのが分る。

5. おわりに

以上の結果をまとめると、CO₂の吹込みによってpHの下がった2次処理水は、十分な攪拌によってpHが回復するため放流後に水系に与える影響は少ないと思われる。また、CO₂の吹込みによってpHを低くすると、2次処理水の塩素消毒は大腸菌E.Coli.Bおよびコリファージの不活化に対して、より効率的になることがわかった。しかし、本実験でコリファージに対して効果の現れた塩素注入量5.0, 12.0mgCl/lは実際のレベルより大きいので、実際の塩素消毒処理に適用するには問題が残ると思われるので、残留塩素の時間経過による存在形態の変化や、各形態の塩素の細菌類やウイルスに対する不活化のメカニズムなどの影響因子を考えていかなければならないと思われる。今後は、CO₂の吹込みによって2次処理水中の金属類を炭酸塩として除去、回収する可能性や、大気中に放出されている燃焼ガスのCO₂を2次処理水に取り込む可能性を検討する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 八木徹：下水処理過程における指標微生物の挙動に関する研究：岩手大学修士論文(1989)
- 2) 宗宮功：塩素処理に関する基礎的研究(Ⅱ)：下水道協会誌 Vol.16 No.187(1979)

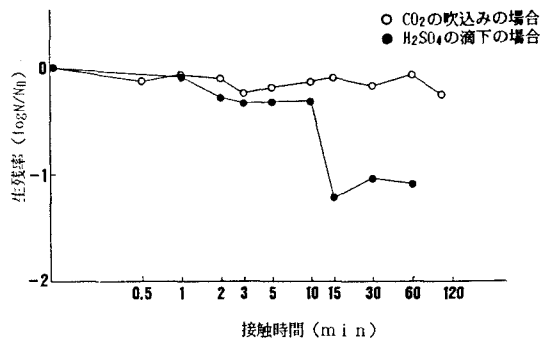


図-3 CO₂の吹込みとH₂SO₄の滴下によるコリファージの不活化曲線

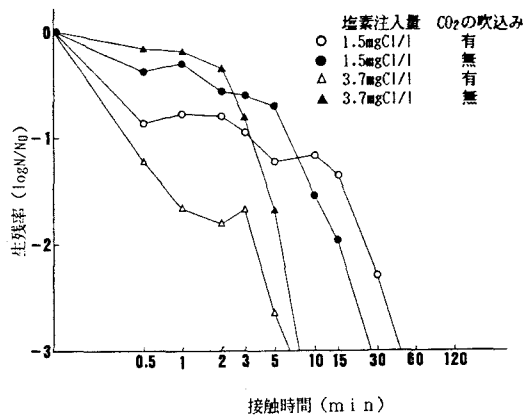


図-4 E.Coli.Bの不活化に及ぼすCO₂吹込みの効果

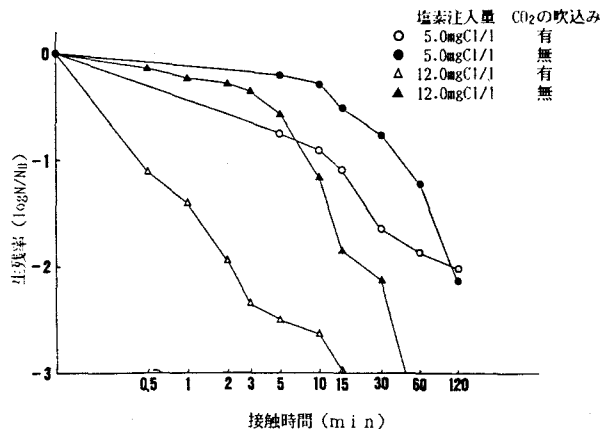


図-5 コリファージの不活化に及ぼすCO₂吹込みの効果