

II-92 コリファージの塩素消毒による不活性化について

岩手大学工学部 学生員 ○八木徹 佐々木賢一 柴田隆之

正員 相沢治郎 海田輝之 大村達夫 大沼正郎

1. はじめに

下水処理において、大腸菌群は最終沈殿池の越流水中にはまだ多数生残しているにもかかわらず、塩素消毒後の放流水中では検出限界以下に除去される。しかし、コリファージは塩素消毒後においても多数生残することが知られている。これより、塩素消毒は細菌類の死滅除去に対しては有効であるが、ウイルスの不活性化に対してはあまり有効なものではないように思われる。そこで、蒸留水中における塩素消毒によるコリファージの不活性化について実験を行ないここにまとめてみた。

2. 実験方法

実験は表-1のように実験 No.1～

No.3 まで条件を変え、それぞれについてコリファージの不活性化を調べた。実験 No.1 は塩素を注入せず pH のみの変化によりコリファージがどのように不活性化するかを調べたものであり、また実験 No.2 は一定量の塩素を注入した場合の pH の影響を調べるために行なったものである。ここで pH の調整には H_2SO_4 及び $NaOH$ を用いた。さらに実験 No.3 は、pH を 7.0 付近に固定し、塩素注入量を変化させた時にコリファージの不活性化がどのようになるかを調べるためのものである。なお、コリファージの測定は残留塩素の効果を除くために N/100 チオ硫酸ナトリウム溶液を加えたサンプルで行なった。

表-1 実験条件

実験 No.	試料水	塩素注入量 (mgCl/l)	pH	接触時間 (min)
1	蒸留水	—	3.50, 5.50, 6.85, 8.75	0.5, 1, 2, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120
2	蒸留水	1.44	5.50, 6.47, 7.15, 8.75, 9.50	0.5, 1, 2, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120
3	蒸留水	1.63, 2.50, 8.87, 9.94, 12.58, 17.93	6.70~7.15	0.5, 1, 2, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120

3. 結果及び考察

塩素を注入しない蒸留水中で、pH の変化のみによってコリファージがどのように不活性化されるかを調べるために行なった実験 No.1 の結果を図-1 に示す。これをみると、pH が中性及び中性より高い場合にはコリファージは不活性化されていないことがわかる。しかし pH 5.50 においては、接触時間 120 分で 0.7 オーダー、pH 3.5 においては 1.8 オーダーもコリファージが不活性化されている。これより酸性側ではコリファージは不活性化されるが、アルカリ性側ではほとんど不活性化されないことがわかった。

次に塩素を一定量注入し、pH のみを変化させた実験である実験 No.2 の結果を図-2 に示す。これをみると、まず pH が低くなるにつれてコリファージがすみやかに不活性化されていることがわかる。pH 5.50 の場合は他の 4 つに比べて非常に速くコリファージが不活性化されており、接触時間わずか 30 秒で約 3.5 オーダー、つまり 99.9% 以上も不活性化

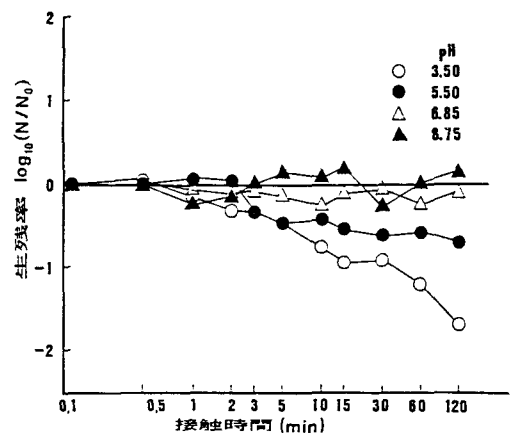


図-1 塩素注入を行わない場合のコリファージの不活性化曲線

されていることになる。また逆に、pH 9.50 の場合はほとんど不活性化されておらず、接触時間120分でもその不活性化はわずか 0.5オーダーである。つまり、pH 9.50 以外のものは接触時間 120分でコリファージを2オーダー以上つまり 99%以上不活性化させているのに対し、pH 9.50 ではわずか 50%しかコリファージを不活性化させることができなかったということになる。これは、水中の塩素は pHによりその形態が変化し、pH 5.50 において塩素は殺菌力の強い次亜塩素酸として存在しているため、コリファージの不活性化を高めたものと考えられる。一方 pH 9.50 においては、塩素が殺菌力の弱い次亜塩素酸イオンとして存在しているため、コリファージがあまり不活性化されていないものと思われる。

さらに pH 5.50 の場合、接触時間 30秒までは pH 6.47, 7.15, 8.75の場合に比べて非常に速くコリファージが不活性化されていることがわかる。この場合、初期コリファージ濃度は 9.90×10^4 pfu/ml であり 30秒後ではわずか 40pfu/ml となっている。さらに 120分後のコリファージ濃度は 1pfu/ml である。つまり 9.90×10^4 pfu/ml $\rightarrow$ 40pfu/ml に減少させるには 30秒しか必要としなかったにもかかわらず、40pfu/ml $\rightarrow$ 1pfu/ml に減少させるには約 120分も要している。これより、接触時間30秒で残っていた 40pfu/ml のコリファージは塩素に対して耐性の強いものであると考えられ、そのために40pfu/ml のコリファージの不活性化には多くの時間を要していると考えられる。

図-3は pH を 7.0 付近にし、塩素注入量を 1.63~ 17.93mgCl/l と変えた時の実験である実験 No.3 の結果を示したものである。この図より塩素注入量が大きくなるほど、すみやかにコリファージが不活性化されており、特に接触時間 30秒において顕著であることがわかる。また接触時間 30秒で、99.9%不活性化させるために要する塩素注入量はほぼ 10mgCl/l 程度と考えられる。しかし、図-2において塩素注入量が 1.44mgCl/l であっても、pH を 5.50 にすることにより、接触時間 30秒で 99.9%のコリファージを不活性化させることができると考えると必ずしも塩素注入量を多くする必要はなく、塩素注入量が少なくても pH を低くすることにより効果的にコリファージを不活性化させることができると考えられる。

4. おわりに

以上の結果をまとめると、蒸留水中のコリファージの不活性化は、pH や塩素注入量によって影響を受けることがわかった。このことより、pH を低くすることによっても塩素注入量を多くする場合とほぼ同様にコリファージを不活性化させることができると考えられる。今後はさらに発展させ、2次処理水中におけるコリファージの塩素による不活性化やコリファージの塩素耐性について調べる必要があると思う。

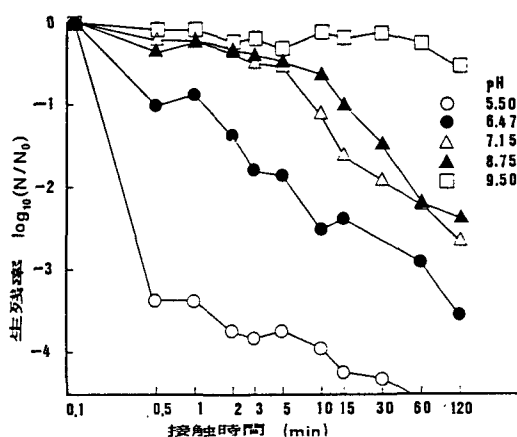


図-2 各pHにおけるコリファージの不活性化曲線

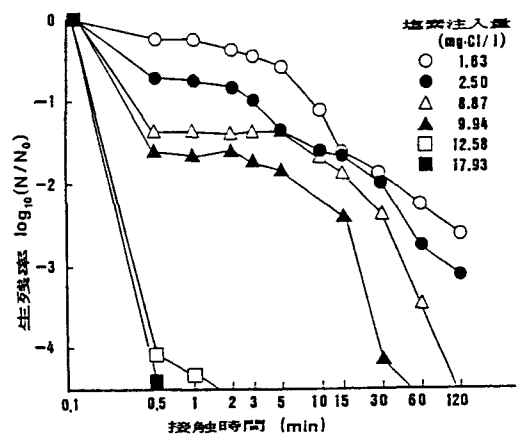


図-3 各塩素注入量におけるコリファージの不活性化曲線