

II-420 コリファージの塩素消毒による不活性化について

日本上下水道設計 正員 ○八木徹

岩手大学工学部 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、蒸留水および2次処理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た。

2. 実験方法

実験は、No.1～No.3 まで条件を変えて行ない、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の調整には硫酸 H_2SO_4 および水酸化ナトリウム $NaOH$ を用いた。実験 No.2 は継代培養回数を変えコリファージの塩素耐性についてしらべ、また実験 No.3 は試料水が蒸留水と2次処理水に異なっているときの塩素によるコリファージの不活性化の違いについて調べたものである。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。

3. 結果および考察

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.1 の結果を図-1に示す。これを見ると、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。pH5.50の場合は他の4つのケース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%以上も不活性化されていることになる。また逆に、pH9.50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50%である。これは、水中の塩素はpHによりその形態が変化し、pH5.50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速めたものであり、一方pH9.50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pH5.50において、接触時間30秒で生残している40pfu/mlのコリファージは、不活性化されるために多くの時間を要していることがわかる。これはこれらのコリファージは、塩素に対して耐性があるためと思われる。そこで次に耐性実験の結果について述べる。実験 No.2 はpH5.50 塩素接触1

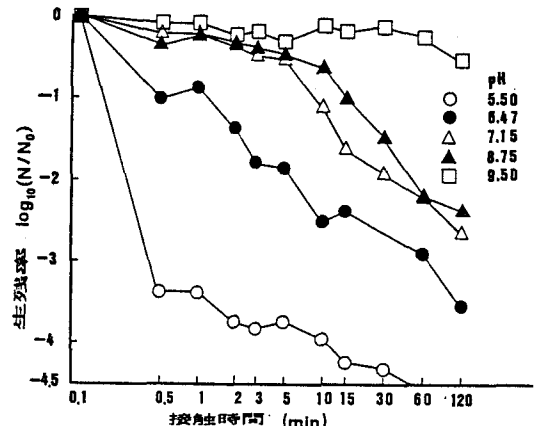
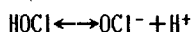
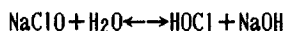


図-1 各pHにおけるコリファージの不活性化曲線

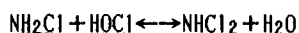
分で生残していたコリファージを継代培養し、これについて塩素処理実験を行なったものであり、その結果を図-2に示す。この図より継代培養したコリファージと継代培養する前のコリファージの生残率の差は約1オーダーあり、これより塩素接触120分で生残していたコリファージにはやはり耐性があり、その耐性が遺伝的に子孫に継承されたためこのように不活性化に差がでたものと思われる。

次に、塩素注入量およびpHをほぼ一定にし、試料水が2次処理水の場合と蒸留水の場合で比較した実験である実験 No.3 の結果を図-3に示す。これは接触時間15分までのデータを片対数グラフにとったものである。この図より、接触時間3分までは試料水が蒸留水のものと同様の曲線を描いてコリファージを不活性化させているが、3分以降は明らかに異なっていることがわかる。2次処理水に本研究においては塩素として用いた次亜塩素酸ナトリウム溶液NaClOを注入すると、まず次式のような反応を示す。



HOCl：次亜塩素酸 OCl⁻：次亜塩素酸イオン

2次処理水中にはアンモニア性窒素 NH₃-N が存在しており約3分で次亜塩素酸 HOCl はこれと反応し、クロラミンを次式のように生成する。



NH₂Cl：モノクロラミン NHC₂H₄：ダイクロラミン

これより、接触時間3分までは塩素が両試料水中において次亜塩素酸あるいは次亜塩素酸イオンとして存在しているが、3分以降において2次処理水の方は塩素がクロラミンとして存在しており、そのため次亜塩素酸あるいは次亜塩素酸イオンとクロラミンの消毒効果の差によりこのように不活性化が異なってきたものと思われる。

4. おわりに

まず蒸留水中のコリファージの不活性化は、pHによって影響を受けることがわかった。

次に、所定の時間塩素暴露したのちでも生残しているコリファージには耐性があるものと思われる。

最後に2次処理水中において、塩素はアンモニア性窒素と反応し殺菌力の弱いクロラミンとして存在するため蒸留水中においてよりもコリファージをすみやかに不活性化させることはできなかった。

最後に本研究を行なうにあたり、協力を戴いた当時4年次学生佐々木賢一（森本組）柴田隆之（近畿電気工事）両君に謝意を表します。

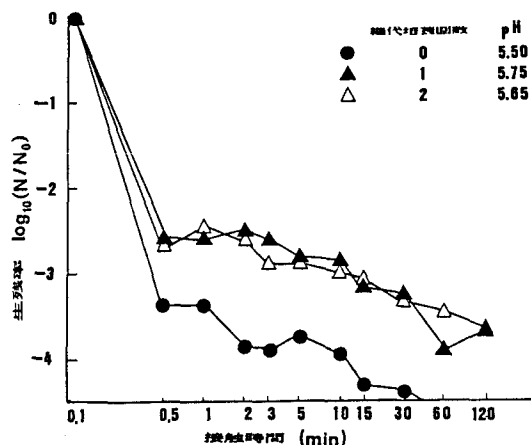


図-2 継代培養回数をかえた場合のコリファージの不活性化曲線

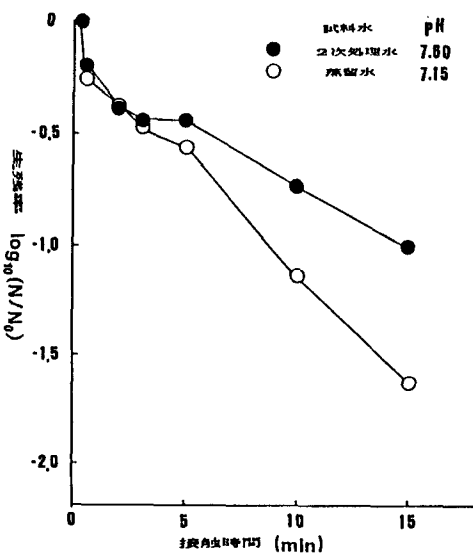


図-3 クロラミンによるコリファージの不活性化曲線