

塩素処理による染色体異常誘発性の生成と低減

徳島大学工学部 正 員 伊藤 禎彦

徳島大学工学部 正 員 村上 仁士

日本上下水道設計(株) 正 員 戸田 博之

フジタ建設コンサルタント(株) 正 員 〇壽賀有紀子

1. はじめに

筆者らは^{1) 2)} これまでに、塩素処理水の変異原活性の特性についての検討を行ってきたが、それらは残留塩素がない状態における検討である。本文は、上水の配水過程を想定し塩素が残留している状態における変異原活性の特性について実験的検討を行ったものである。変異原性試験としては、チャイニーズ・ハムスター肺細胞(CHL)を用いた染色体異常試験を行った。

2. 実験方法

自然水中有機物質のモデルとして、市販フミン酸を用いた。フミン酸(和光純薬) 3gを0.1N水酸化ナトリウム水溶液200mlに加え、一晚攪拌する。これに蒸留水を加え1lとし、グラスファイバーフィルター(アドバンテックGS-25)でろ過した後、塩酸を用いてpH7.0に調整した。このフミン酸溶液のTOC(全有機炭素)は、1,170mg/lであった。

塩素処理は、次亜塩素酸ナトリウムを添加して行った。フミン酸溶液16mlに2Mリン酸緩衝液2mlを添加し、さらに次亜塩素酸ナトリウム溶液を蒸留水で希釈したもの2mlを、塩素濃度3,000mg/lとなるように添加した。これを密封状態にして、20°C、暗所で静置して反応させ、これを染色体異常試験または消毒副生成物の測定の前試料とした。

染色体異常試験には、新生チャイニーズ・ハムスター雌の肺細胞(細胞名CHL/IU, 大日本製薬)を使用した。本細胞は、Eagle MEM 90%+牛胎児血清10%の培養液を用い、37°Cで継代培養しておく。塩素処理後1~6日目までの試料を添加し、24時間培養した。その後染色体標本作製し、光学顕微鏡を用いて100細胞の染色体像を観察し、異常染色体(切断型+交換型)の数を計数した。消毒副生成物のうち、クロロホルムとカルボニル化合物の測定を塩素処理後1~5日目までの試料について行った。クロロホルムは、電子捕獲型のガスクロマトグラフ(島津製作所GC-8AIE)を用いて、溶媒抽出-ガスクロマトグラフ法により測定した。カルボニル基炭素量は、バニリン反応法で測定した。

3. 実験結果および考察

中性条件下で塩素処理を行った試料の染色体異常誘発性を調べた結果を図1に示す。横軸は、経過時間を日で表示しており、塩素を投与した時点(0日)としている。縦軸は左側が100細胞の染色体を観察した結果、検出された異常染色体数を、右側が残留塩素濃度を表示している。染色体異常誘発性は2日目に最大となった後低下している。この低下速度を残留塩素がある場合とない場合について加水分解速度定数を用いて比較したものを表1に示す。添加塩素濃度に違いがあるものの、染色体異常誘発性の低下速度の比較という点で考えると、残留塩素がある場合の低下速度は残留塩素がない場合に比べ3分の

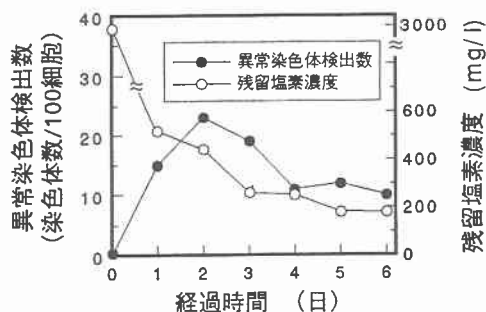


図1 塩素処理水の染色体異常誘発性の経時変化

1 程度、つまり安定であることがわかる。

次に、中性条件下で塩素処理を行った試料で塩素処理後 1～5 日目までの消毒副生成物の測定の結果を図 2，図 3 に示す。

図 2 はクロロホルム濃度を示しており、クロロホルムは塩素処理後 1 日目までに生成した後、ほぼ一定となっている。クロロホルムは有機塩素化合物が低分子化した最終段階の物質である。一方、染色体異常誘発性は塩素処理後 2 日目で最大となり、その後低下することから、クロロホルムと染色体異常誘発性には対応がなく、クロロホルムは染色体異常誘発性には寄与していないと考えられる。

図 3 はカルボニル化合物量を示しており、カルボニル化合物は塩素処理後短時間で最大となった後低下し、3 日目以降はほぼ一定している。カルボニル化合物量が低下するのは低分子化されたためであると考えられるが 3 日目以降は低下しないことから、カルボニル化合物には分解されやすいものと分解されにくいものがあると考えられる。

4. まとめ

1) 残留塩素がある状態でも塩素処理水の染色体異常誘発性は低下することがわかった。半減期は 2.1 日で残留塩素がない状態と比べて低下速度は小さく安定であった。

2) 染色体異常誘発性は塩素処理後 2 日目で最大となるのに対し、クロロホルムは塩素処理後 1 日目までにほぼ生成しその後は一定、カルボニル化合物は塩素処理後短時間で最大となりその後低下し一定となる傾向を示した。すなわち、染色体異常誘発性と副生成物の変化過程は異なっていた。

表 1 塩素処理水の加水分解速度定数

	残留塩素あり	残留塩素なし
添加塩素濃度	3,000mg/l	4,000mg/l
加水分解速度定数	0.33日 ⁻¹	1.80日 ⁻¹
半減期	2.10日	0.39日

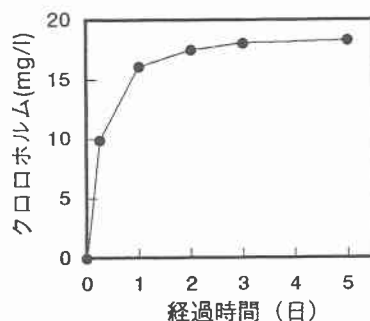


図 2 塩素処理水中のクロロホルム濃度の変化

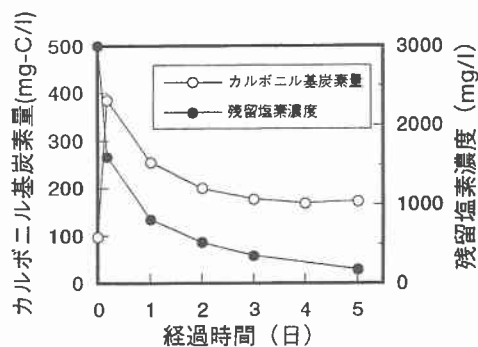


図 3 塩素処理水中のカルボニル化合物量の変化

参考文献

- 1) 伊藤禎彦・村上仁士：塩素処理水の染色体異常誘発性に対する加水分解の影響，環境工学研究論文集，第30巻，pp.219-226，1993。
- 2) 伊藤禎彦・村上仁士：二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性とその安定性，環境工学研究論文集，第31巻，pp.215-224，1994。