

II-489 二酸化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

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
 徳島大学大学院 学生員 戸田 博之
 徳島大学大学院 学生員 福原 勝

1. はじめに

二酸化塩素は、微生物に対する不活化力が塩素よりも強く、処理水の変異原性が塩素処理水よりも弱い¹⁾ことから、代替消毒剤として有望視されている。しかし、二酸化塩素処理水の変異原活性の特性についてはこれまでのところ全く明らかにされていないといつてよい。本文は、二酸化塩素処理による副生成物が水環境中でうける反応の一つとして、特に加水分解をとりあげ、変異原活性に及ぼす影響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

まず、市販フミン酸(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)でろ過後、pH7に調整した。フミン液のTOCは、1,140mg/lであった。二酸化塩素処理は、13g/l亜塩素酸ナトリウム溶液250mlに硫酸(1+9)5mlを添加し、空気流量約20ml/minでばっ気して得られる二酸化塩素を、フミン液18mlに2MのpH5.29リン酸緩衝液2mlを加えた試料水に導入し行つた。二酸化塩素消費量が7,600mg/lとなるように処理した後、20℃、暗所で3日間静置して反応を行わせてから、加水分解速度を変えるために二酸化塩素処理水のpHをpH5.0、pH6.0、pH7.0、pH8.5、pH10.0に調整しさらに静置した。所定時間経過した後、pH7に再調整しCHL細胞に添加した。

3. 実験結果および考察

各pH条件下で所定時間静置した試料について染色体異常誘発性を調べた結果を図1、図2、図3に示す。図1は、二酸化塩素処理水のpHを5.0および6.0に調整した試料について、10日後までの結果を示している。図2は、pHを7.0および8.5に調整した試料について48時間後までの結果を示している。図3は、pHを10.0に調整した試料について24時間後までの結果を示している。図1～図3より、明らかにpHが高いほど染色体異常誘発性は速やかに低下していることがわかる。すなわち、二酸化塩素処理による副生成物中には、加水分解によりその変異原性が低下しやすい性質を持つものが含まれていると考えられる。しかしながら、初期に染色体異常誘発性の大きな低下があった後、低下速度が小さくなっており、かつ最も加水分解が促進された条件下であるpH10.0においても、染色体異常誘発性が0.2～0.3程度残存していることから、二酸化塩素処理水中には加水分解だけではその変異原性が低下しにくい成分も含まれていると推察される。伊藤ら³⁾は、カルボニル化合物が塩素処理水の変異原性に寄与している可能性と、塩素処理水の加水分解過程においてカルボニル化合物量はほとんど変化しないことを指摘している。二酸化塩素処理により生成されたカルボニル化合物についても塩素処理の場合と同様に、加水分解過程での変動は少ないと考えられる。このことから、図1～図3において残存している染色体異常誘発性には、カルボニル化合物が寄与している可能性が高いと考えられる。次に、図1～図3の結果より二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性そのものに対する加水分解速度定数を求めた。加水分解を一次反応と仮定し、求めた結果を図4に示す。pHが

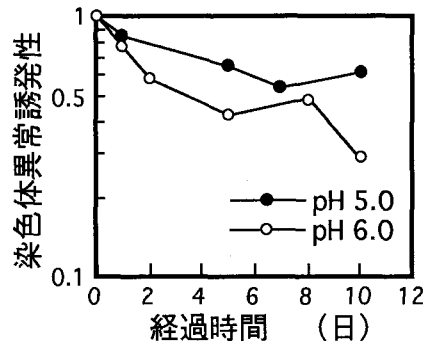


図1 pH調整後の経過時間と染色体異常誘発 (pH5.0, pH6.0)

高いほど加水分解速度定数の値は大きくなっている。また K_{obs} の値は、 OH^- の濃度と比例関係にあることから、加水分解は主として OH^- の増加によって促進されると推察できる。伊藤ら²⁾は塩素処理水（塩素濃度4,000 mg/l）について同様の実験を行っている。二酸化塩素処理水の加水分解速度定数を塩素処理水の値と比較すると、二酸化塩素処理水の方が値は小さく、中性からアルカリ側においてその差は顕著に現れている。中性条件（pH7.0）において加水分解速度定数を比較すると、二酸化塩素の値は塩素の2/5程度となっており、塩素処理水に比べて加水分解をうけにくいことがわかった。この現象について、有機塩素化合物という視点より考察してみる。有機塩素化合物は、アルカリ条件下において加水分解が促進され、その構造が変化する。⁴⁾この構造の変化により染色体異常誘発性は低下するが、二酸化塩素処理水の場合、副生成物中に占める有機塩素化合物の割合は小さい。また、二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性に対する有機塩素化合物の寄与はわずかである¹⁾と報告されている。このことから、二酸化塩素処理水が塩素処理水に比べて加水分解をうけにくいのは、有機塩素化合物の量が少ないことが一つの要因であると考えられる。

4. まとめ

- 1) 染色体異常試験により、二酸化塩素処理水の変異原性は加水分解にともなって低下することが認められた。中性条件（pH7.0）20℃における加水分解速度定数は 0.72 日^{-1} であり、半減期は23時間であった。
- 2) 二酸化塩素処理水の加水分解速度定数は、中性条件（pH7.0）20℃で塩素処理時の2/5程度であり、二酸化塩素処理水の変異原性は塩素処理水に比べて加水分解の影響をうけにくいことがわかった。

謝辞

本研究は、文部省科学研究費奨励研究（A）の補助を受けて行った。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 伊藤 禎彦：染色体異常誘発性と大腸菌ファージ不活化からみた上水消毒剤の比較研究，京都大学学位論文，1993。
- 2) 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。
- 3) 伊藤 禎彦，松岡 謙，住友 恒：消毒処理水の染色体異常誘発性に対する酸化副生成物の寄与，第47回年次学術講演会，pp.988-989，1992。
- 4) 丹保憲仁編著：水道とトリハロメタン，技報堂出版，1983。

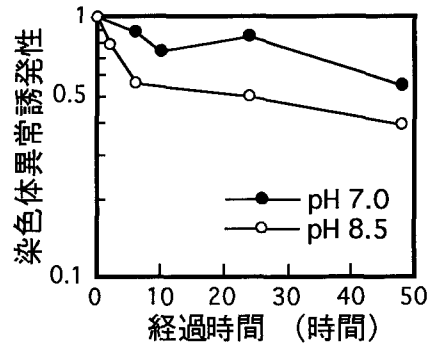


図2 pH調整後の経過時間と染色体異常誘発性 (pH7.0, pH8.5)

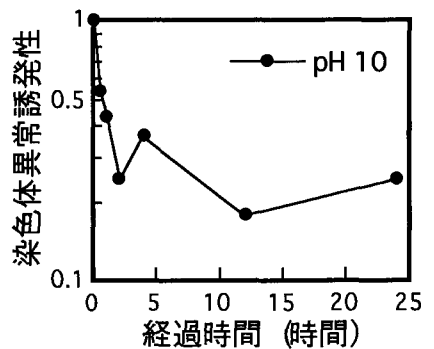


図3 pH調整後の経過時間と染色体異常誘発性 (pH10.0)

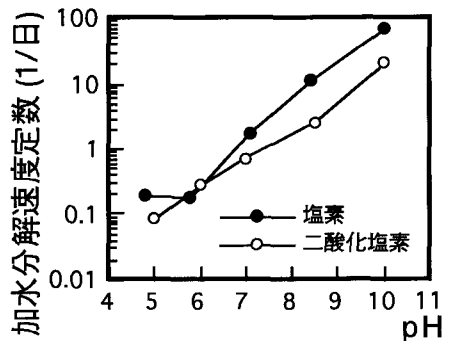


図4 染色体異常誘発性の加水分解速度定数