

二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性の検出

徳島大学工学部 正 員 伊藤 慎彦

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 〇福原 勝

1. はじめに

上水処理過程で行われる塩素処理によってトリハロメタンなどの有機塩素化合物が生成することからその健康影響が論じられ、塩素に対する代替消毒剤の検討が行われてきている。本文は、上水消毒剤として塩素と二酸化塩素をとりあげ、その処理水の変異原性を検出し比較検討したものである。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

自然水中有機物のモデルとして、市販フミン酸を用いた。フミン酸(和光純業)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pHを7.0に調整した。このフミン酸溶液のTOC(全有機炭素)は、1,140mg/lであった。

塩素処理は次亜塩素酸ナトリウム液を添加して行った。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液を蒸留水で希釈したもの2mlを、所定の塩素濃度となるように添加した。20℃、暗所で3日間静置して反応を行わせ、これを染色体異常試験の試料とした。

二酸化塩素処理は13g/l亜塩素酸ナトリウム溶液に硫酸を添加し、空気ばっ気して得られる二酸化塩素をフミン酸溶液18mlに2Mリン酸緩衝液2mlを添加した試料水中へ導入した。二酸化塩素処理では、図1に示すようにその処理水中に亜塩素酸イオン(ClO_2^-)が蓄積する結果、細胞毒性が強くそのままでは染色体の観察が不可能であった。一方、亜塩素酸イオンも弱いながらも酸化力を有するので処理水中の有機物と反応して徐々に減少する。図2は、初期pH7.0で二酸化塩素処理した試料水の処理後の経過時間に伴う亜塩素酸イオン濃度の変化を示したものである。二酸化塩素処理後のpHは6.7であり、この処理水のうち一方をpH5.0に調整し、一方は調整せず、20℃、暗所で5日間静置しこの間の亜塩素酸イオン濃度を調べた。これより、二酸化塩素処理後に処理水を酸性にすれば亜塩素酸イオンの減少が促進されることがわかる。よって本研究では、二酸化塩素処理後に処理水のpHを5.0に調整し、20℃、暗所で5日間静置して、亜塩素酸イオンの試料中濃度が染色体の観察が可能な濃度107mg/l以下に減少したものを染色体異常試験の試料とした。

染色体異常試験¹⁾には新生チャイニーズ・ハムスター雌の肺細胞(細胞名CHL/1U, 大日本製薬)を使用した。本細胞は、Eagle MEN 90% + 牛胎児血清10%の培養液を用い、37℃で培養継代しておく。pHを7.0±0.1に調整した試料を添加し、24

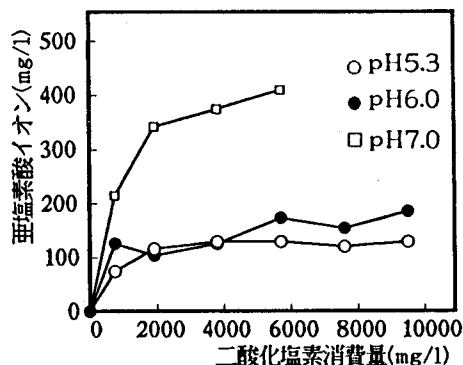


図1 二酸化塩素処理後の ClO_2^- の蓄積

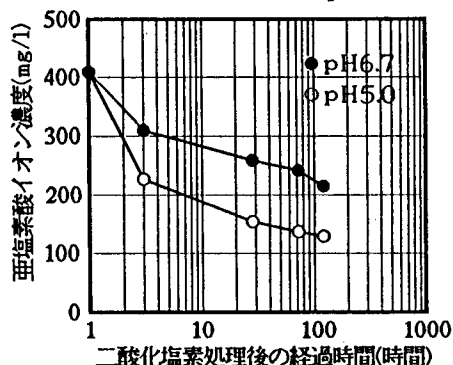


図2 二酸化塩素処理水中の ClO_2^- の減少

時間培養した後に染色体標本作製し、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。

3. 実験結果

初期pH5.3, 6.0で二酸化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3に示す。横軸は二酸化塩素消費量をmg/lで表示しており、縦軸は100細胞の染色体を観察した結果、検出された異常染色体の数を表している。二酸化塩素消費量ゼロの値は、コントロールテストを行い、その平均値をプロットしたものである。本研究では、二酸化塩素消費量9,500mg/lまでの試料について染色体異常試験を行った。なお、初期pH7.0で二酸化塩素処理を行った試料は、5日後にも亜塩素酸イオンが107mg/l以上存在し、本実験条件では染色体異常試験を行うことができなかった。また、二酸化塩素処理後のpHを測定したものを図4に示すが、緩衝液中にもかかわらずpHは低下傾向にあった。実験結果から、二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性を有意に認めることができた。初期pH5.3と6.0で二酸化塩素処理を行ったが、これらの二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性には明確な差が見られなかった。また、図3にみられるように、二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性は、二酸化塩素消費量を増大させて行くとあるところでピークを迎え、その後やや弱まると考えられた。

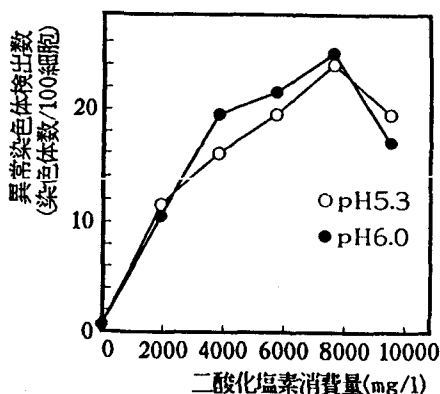


図3 二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性

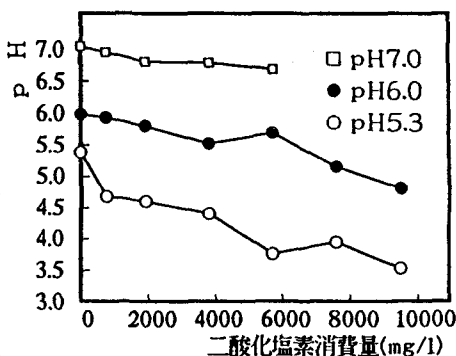


図4 二酸化塩素処理後のpH変化

次に、初期pH6.0における二酸化塩素処理水と塩素処理水の染色体異常誘発性を比較したものを図5に示す。横軸は消毒剤の消費量をmg/lで表示している。初期pH6.0において消毒処理した場合の二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性は塩素処理水よりも弱く、塩素処理水の1/8程度であった。

4. まとめ

- 1) 二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性を有意に認めた。また、酸性(pH6.0)での比較ではあるが、二酸化塩素処理水の染色体異常誘発性は塩素処理水の1/8程度であった。
- 2) 二酸化塩素消費量を増大させて行くと、染色体異常誘発性はとあるところでピークを迎え、その後やや弱まる。

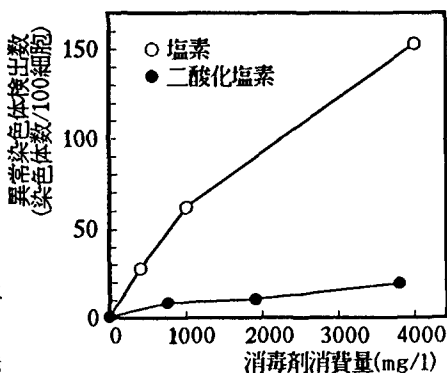


図5 消毒処理水の染色体異常誘発性の比較

- 3) 亜塩素酸イオン(ClO_2^-)が蓄積する結果、二酸化塩素処理水の細胞毒性が認められた。

まず、二酸化塩素処理水の変異原性は塩素処理水より低く、この点では優れた代替消毒剤といえる。しかし、二酸化塩素処理過程で蓄積される亜塩素酸イオン(ClO_2^-)などの無機副生成物が別の毒性を持つために、これらの管理が必要となる。

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) 土木学会衛生工学委員会編; 環境微生物工学研究法, 技法堂出版, 1993