

水中有機物による最大塩素消費量に関する研究

岐阜大学大学院 学生員 服部 圭

学生員 岩城健二郎

岐阜大学工学部 学生員○須藤 淳姿

岐阜大学工学部 正会員 松井 佳彦

岐阜大学流域環境研究センター 正会員 湯浅 晶

1. はじめに

塩素、オゾン、紫外線などの殺菌・消毒法の中で消毒効果に持続性を有する塩素が浄水の殺菌剤として現在広く用いられている。塩素殺菌は病原性微生物からの飲料水の安全性を保証する上で必要不可欠であるが、一方、塩素は有機物と反応し発ガン性物質であるトリハロメタン(THM)を生じるので必要最少量の塩素による消毒が望まれている。

殺菌剤として添加された塩素は水中のアンモニア、還元性無機物、及び有機物と反応しその濃度が時間とともに減衰する。亀井らは THM 前駆物質である生物難分解性有機物のフミン質による、THM 生成量と塩素の消費量を添加塩素濃度と紫外部吸光度(フミン質濃度)の関数として表現することを提案している。一方、配水・給水管内における微生物の再増殖を抑制する上で、上水中の生物分解性有機物量が近年注目されている。特に、災害時で下水処理施設が機能しなくなった場合や下水処理施設が未整備の地域における浄水処理施設でそれらは比較的高濃度で存在すると想定される。このため塩素の必要最少量の添加により消毒を行うことが必要である。

そこで本研究では、生物分解性有機物による塩素の最大消費量を検討し、有機物濃度と最大塩素消費量の関係の定式化を試みる。

2. 実験方法

生物分解性有機物を多量に含む試料水として下水の未処理水を用いる。まず流入下水を2種類のろ紙及び 3.0 μ m、0.8 μ m、0.45 μ m のメンブランフィルターで順にろ過する。次にイオン交換体であるゼオライトの固定層に下水を通水しイオン交換によりアンモニアの除去を行う。これは塩素がアンモニアと反応し弱い消毒効果を持つクロアミンを生成することを防ぐために行う。(生物分解性有機物と塩素のみの反応の実験を行うため)試料水にはゼオライト処理水及びゼオライト処理水を各濃度に調整したものを用いる。濃度調整には活性炭で脱塩素処理した水道水によって行い、試料水は pH を 7.0 前後に調整し実験に用いる。ここで試料水の性質を表-1に示す。

表-1 実験に用いる試料水の性質

試料水	E ₂₆₀ (cm ⁻¹)	TOC (mg/L)
1	0.16	22
2	0.077	7
3	0.034	2.7
4	0.015	1.3

塩素添加実験は 20℃ の試料水に塩素(次亜塩素酸ナトリウム)を添加し、塩素添加後 pH を再び 7.0 前後に調整する。塩素の初期濃度は無機還元成分による塩素の消費量を除くため、10 分後の残留塩素濃度とした。反応を速めさせるため試料水をバイアル瓶に移し 80℃ の恒温槽で昇温させる。昇温時間は 7 時間程度とし、確認のために 8 時間についても行うことにする。昇温後、試料水を 20℃ に戻して残留塩素濃度を DPD 法で測定する。また試料水の有機物濃度の指標には波長 260nm での紫外外部吸光度(E_{260})、全有機炭素濃度(TOC) 及びアンモニア性窒素($\text{NH}_3\text{-N}$)を用いる。

3. 結果

図-1 は、塩素の添加濃度の違いにおける 80℃ と 20℃ での残留塩素濃度がそれぞれ一致することを確認するために行った実験の結果である。横軸は経過時間、縦軸は残留塩素濃度を表している。20℃ の実験では、反応がゆっくり進み 2000 時間を経過しても塩素の消費が見られるので、今後最終残留塩素濃度と一致するのではないかと予測される。

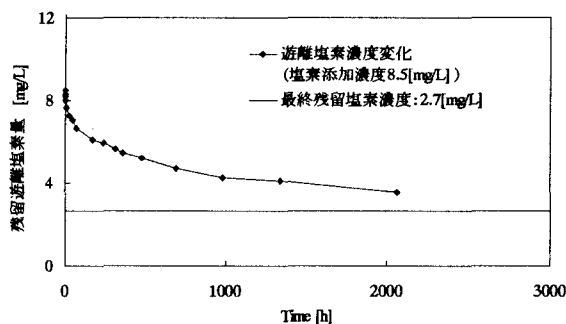


図-1 塩素と下水が反応するときの塩素消費量

図-2 は、塩素添加濃度と最大塩素消費量の関係を示す。グラフ横軸は塩素添加量、縦軸は塩素消費量を示している。図-2 より有機物濃度が高い $E_{260} = 0.16 (\text{cm}^{-1})$ のとき、塩素添加量とともに塩素消費量も比例して増大していくが、 E_{260} が低くなると塩素消費量は塩素添加量を増大させてもある一定量までしか消費しないことが分かる。

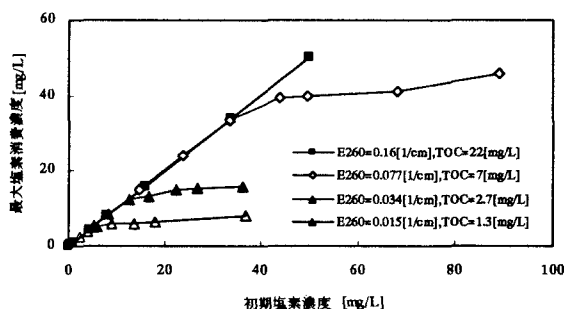


図-2 E_{260} の違いによる塩素添加量と塩素消費量の関係

4. まとめ

最大塩素消費量の定式化については現在検討中である。

参考文献

- 1) 丹保憲仁：新体系土木工学 88 上水道、技報堂出版株式会社、1980、pp-271-279
- 2) Kazi Zulfiquir Ali Hassan：PREDICTION OF THE CHLORINE CONSUMPTION、Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand、August、1995
- 3) 中川理恵：殺菌プロセスにおける有機塩素化合物及び残留塩素量変化の定式化、北海道大学卒業論文、