

実下水処理における細菌指標の評価及び消毒耐性に関する研究

Index of assessment and disinfection resistance of microbe in various wastewater treatment plants

劉曉琳・大瀧雅寛

Liu xiao lin and Masahiro OTAKI

(お茶の水女子大学 人間文化研究科 ライフサイエンス専攻)

1. はじめに

下水道法による放流水の微生物に関する基準は大腸菌群数で3000個/mlとなっているが、これは大腸菌群が糞便に存在する微生物汚染の指標とされているからである。一方、別の糞便汚染指標として糞便性大腸菌群及び糞便性連鎖球菌の指標も考えられるが、これらは規定されていないため、実下水についての測定データが少ない。従来、下水処理場においては塩素消毒が主に行われているが、代替処理として紫外線(UV)消毒が考えられている。従って UV を導入した場合に上記の指標が有効かどうか、確かめる必要がある。大腸菌群数だけでなく糞便性大腸菌群数及び糞便性連鎖球菌数について4つ(落合、中川、有明、小台)の異なる下水処理場の消毒前二次処理水中濃度を調査し、かつそれら指標間の相関、及び消毒処理として UV と塩素に対する消毒耐性について季節の変動や場所毎の特性の有無について調べた。

2. 実験方法

2-1 微生物の測定方法

H13年11月—H14年6月にわたって上記の4つ処理場の消毒前二次処理水をサンプリングし、大腸菌群、糞便性大腸菌群及び糞便性連鎖球菌の存在濃度を調べた。大腸菌群の測定はデソキシコール酸塩寒天培地を使用した二重寒天法により行った。糞便性大腸菌群と

糞便性連鎖球菌はメンブランフィルター法によって捕集した細菌をそれぞれ M-FC 寒天平板培地と M-エンテロコッカス寒天培地を使用して測定した。

2-2 消毒耐性実験

i) UV 消毒

光源として UV ランプ(20W 東芝殺菌ランプ GL-20)を使用した。対象水を入れたシャーレ(φ5.4cm)をスターラーで攪拌しながら、照射時間を 5s、10s、20s とした。試料水表面における UV 線量率は $6\text{mW}/\text{cm}^2$ であった。照射した処理水は上記の方法で各細菌の濃度を測定した。

ii) 塩素消毒

次亜塩素酸ナトリウム溶液(キシダ化学株式会社製 NaClO 、製造時含量約 12%)を使用した。対象水 400ml を入れたビーカーをスターラーで攪拌しながら、塩素を投入し、5min、10min、20min 後にサンプリングした。サンプリング試料水は上記の方法で濃度を測定した。

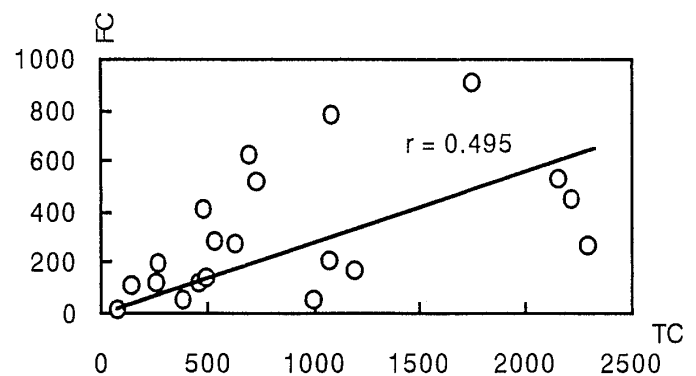


Fig.1 Relation of TC and FC

3. 実験結果及び考察

3-1 各指標細菌の存在濃度の相関の分析

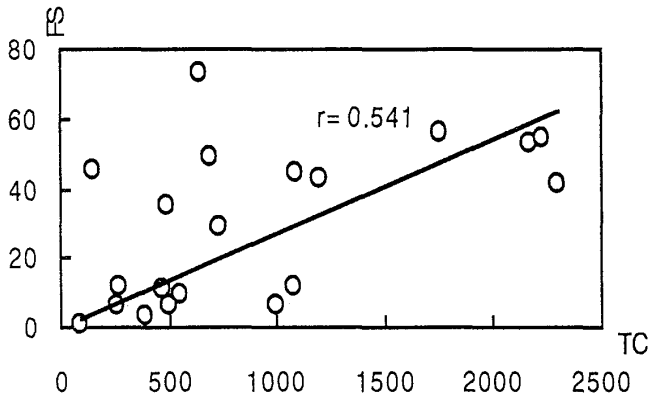


Fig.2 Relation of TC and FS

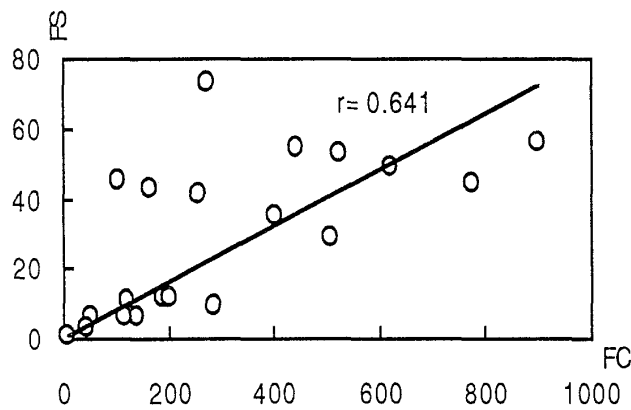


Fig.3 Relation of FC and FS

大腸菌群 (TC)、糞便性大腸菌群 (FC)、糞便性連鎖球菌群 (FS) の測定結果の相関図を Fig. 1、Fig. 2、Fig. 3 に示した。大腸菌群と糞便性大腸菌群の相関係数 0.495、大腸菌群と糞便性連鎖球菌群の相関係数 0.541、糞便性大腸菌群と糞便性連鎖球菌群の相関係数 0.641 となった。この結果により、三つの細菌は弱い相関があることがわかった。従って、現在下水放流水基準である大腸菌群数が、細菌指標として充分がどうか検討していく必要がある。

3-2 紫外線消毒実験の結果

一般的に UV による不活化反応は次式のように

な 1 次反応と仮定できる

$$\ln(N/N_0) = -kUt$$

N: 紫外線照射後の細菌濃度 (cfu/ml)

No: 初期濃度 (cfu/ml)

U: 紫外線の線量率 (mW/cm²)

t: 紫外線の照射時間 (s)

k: 不活化速度定数 (cm²/ mWs)

結果の一例として各処理場の紫外線による大腸菌群消毒実験の結果を Fig. 4、Fig. 5、Fig. 6 及び Fig. 7 に示した。全体的にとりて大腸菌群の k 値は 0.15-0.63 (cm²/ mWs)、糞便性大腸菌群の k 値は 0.18-0.69 (cm²/ mWs)、糞便性連鎖球菌の k 値は 0.18-0.52 (cm²/ mWs) であった。これにより、三つの細菌指標はどれも同じ程度の UV 消毒耐性であることがわかった。処理

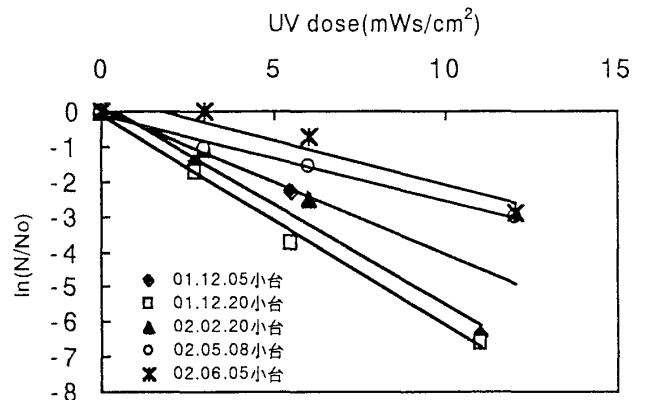


Fig.4 UV inactivation of TC

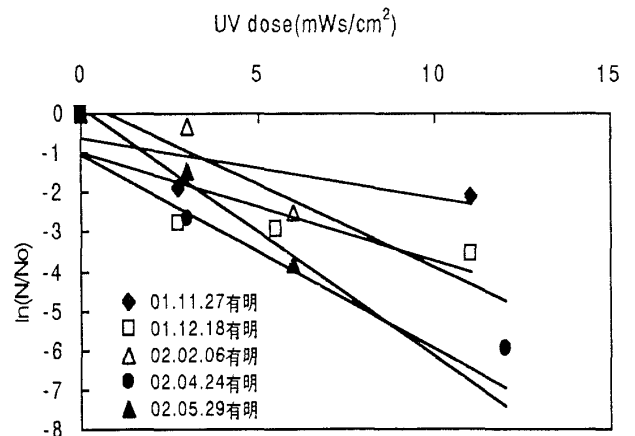


Fig.5 UV inactivation of TC

場によっては、その変動幅に差があるが、平均値は大きく違ってはなかった。

k:不活化速度定数(1/mg.min)

各下水場の塩素による消毒実験の結果を Fig.8、Fig.9、Fig.10 に示した。全体的にとして大腸菌群の k 値は 0.11-1.60(1/mg.min)、糞便性大腸菌群の k 値は 0.33-1.09(1/mg.min)、糞便性連鎖球菌の k 値は 0.15-2.09(1/mg.min) であること。このデータにより、3 つの細菌の塩素消毒耐性の変動(0.11-2.09(1/mg.min))は UV 消毒耐性の変動に比べて、変動幅が大きいことがわかった。また処理場毎によって塩素消毒耐性の違いが大きいことが見られた。

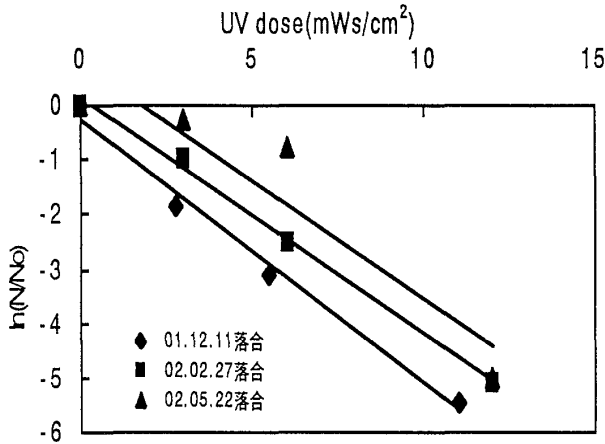


Fig.6 UV inactivation of TC

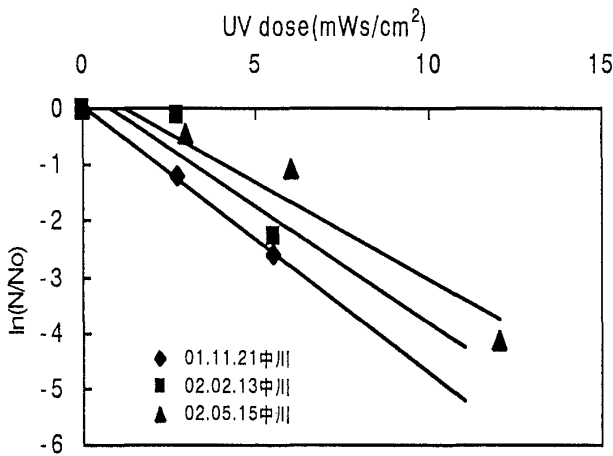


Fig.7 UV inactivation of TC

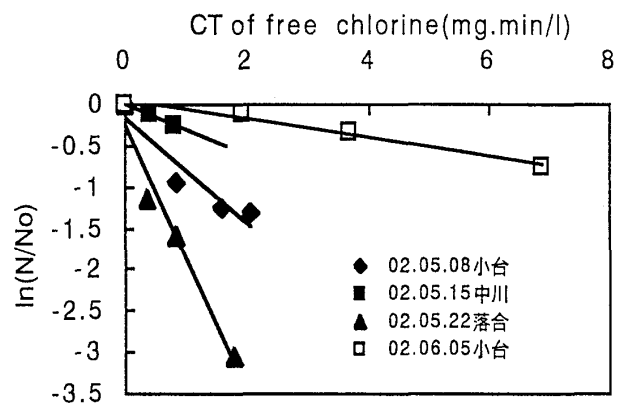


Fig.8 Chlorine inactivation of TC

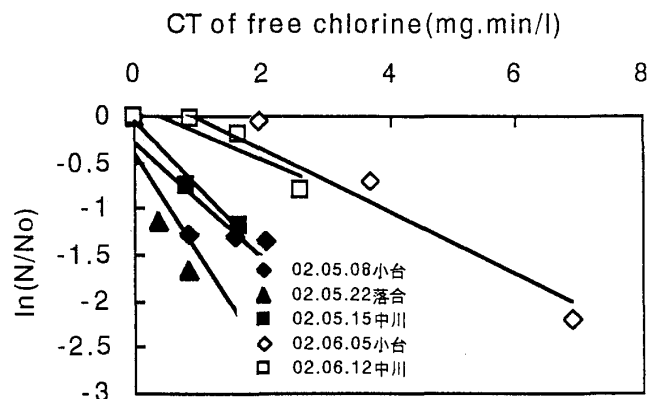


Fig.9 Chlorine inactivation of FC

3-3 塩素消毒実験の結果

一般的に塩素による不活化反応は次式のような1次反応と仮定できる

$$\ln(N/No) = -k \int C dt$$

N: 塩素を消毒後の細菌濃度 (cfu/ml)

No: 初期濃度 (cfu/ml)

C: 塩素の濃度 (mg/l)

dt: 塩素の消毒時間 (min)

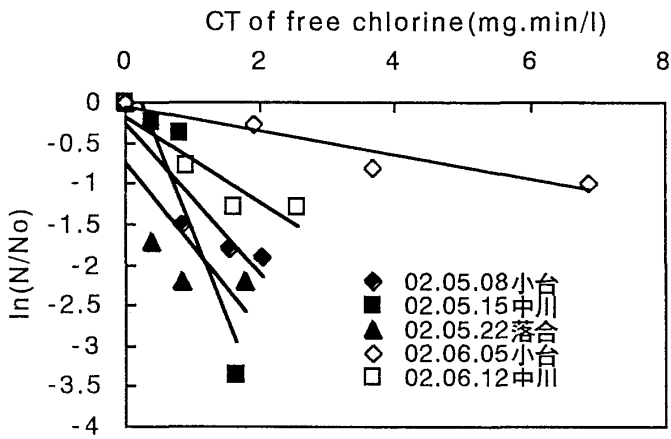


Fig.10 Chlorine inactiva of FS

4. まとめ

紫外線消毒実験の結果と塩素消毒実験の結果から、UV 消毒では一定線量を設定すれば、どの細菌指標でもほぼ一定の不活化率が得られると考えられるが、一方、塩素消毒では一定 CT 値を設定しても、場所、細菌種、時期によって大きく変動することが示唆される。

5. 参考文献

- 1) 松尾友矩編 水環境工学、オーム社、1999.
- 2) 「上水試験方法」日本水道協会、1993
- 3) 金子光美「水質衛生学」技報堂出版、1997