

B-7 実下水処理水中の各細菌指標の塩素及び UV 消毒耐性における相関及び変動について

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 ○劉曉琳  
同上 大瀧雅寛

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 以下となっている。これは大腸菌群が糞便由来微生物汚染の指標とされており、かつ消毒処理が適切に行われていることを保証する意味もある。しかし、大腸菌群の構成がすべて糞便由来ではないという点も指摘されており、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群の指標も考えられている。これらについての実下水における存在濃度に関するデータはあるが、消毒処理における挙動に関する測定データは多くない。また消毒処理としては、現在、多くの下水処理場において塩素消毒が行われているが、今後その代替処理として紫外線(UV)消毒も考えられている。従って UV を導入した場合に上記の指標が有効かどうか、確かめておく必要がある。本研究は東京都の 4 ケ所(A、B、C、D)の下水処理場の消毒前二次処理水中の大腸菌群(TC)、糞便性大腸菌群(FC)及び糞便性連鎖球菌群(FS)について、その存在量及び消毒処理(UV と塩素)における消毒耐性の変動をある期間にわたって調査することにより、各細菌指標の相関性、変動性について調べ、各指標の特性を把握することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 微生物の測定方法

上記の 4 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群の存在量を調べた。大腸菌群の測定はデソキシコール酸塩寒天培地による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群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

(1)UV 消毒実験

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  $0.6\text{mW}/\text{cm}^2$  であった。照射した処理水中各細菌の濃度を上記の方法により測定した。

(2)塩素消毒実験

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、塩素を初期濃度が  $1.5\text{mg}/\text{l}$  になるように投入し、5min、10min、20min 後に採水した。採水試料中の細菌濃度を上記の方法で測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 各指標細菌の存在量の相関分析

大腸菌群(TC)、糞便性大腸菌群(FC)および糞便性連鎖球菌群(FS)の測定結果の相関図を Fig.1、Fig.2、Fig.3 に示した。H13 年 11 月から H14 年 9 月までの実測データにより大腸菌群と糞便性大腸菌群の相関係数は 0.59、大腸菌群と糞便性連鎖球菌群の相関係数は 0.57、糞便性大腸菌群と糞便性連鎖球菌群の相関係数は 0.74 となった。この結果により、三つの細菌はある程度の相関はあるが、

その度合いは強くはないことがわかった。従って、現在下水放流水基準である大腸菌群数が、糞便汚染の指標細菌を代表するのに充分であるとはいいい、いい。しかし、3つの細菌の中で最も存在数の多い細菌はやはり大腸菌群であり、指標性としての長所があることも確認された。

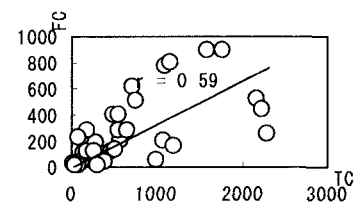


Fig 1 Relation between TC and FC

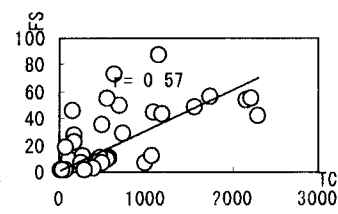


Fig 2 Relation between TC and FS

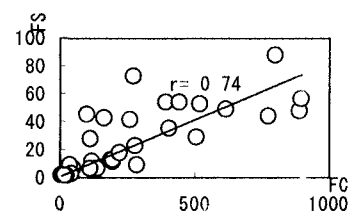


Fig 3 Relation between FC and FS

これは4処理場をまとめたものであるが、その中にA処理場の結果を除くと、相関係数はそれぞれ0.70、0.67、0.67と高くなる。従って処理場において、その相関性が安定して高いところと不安定なところが存在することがわかった。

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 1 次反応と仮定でき、消毒耐性は不活化速度係数値によって比較することができる。

Table. 1 大腸菌群の不活化速度係数 (cm<sup>2</sup>/mWs)

| 処理場  | A    | B    | C    | D    |
|------|------|------|------|------|
| 平均値  | 0.39 | 0.41 | 0.44 | 0.45 |
| 標準偏差 | 0.07 | 0.11 | 0.26 | 0.13 |

Table. 2 糞便性大腸菌群の不活化速度係数 (cm<sup>2</sup>/mWs)

| 処理場  | A    | B    | C    | D    |
|------|------|------|------|------|
| 平均値  | 0.31 | 0.34 | 0.36 | 0.42 |
| 標準偏差 | 0.08 | 0.06 | 0.14 | 0.09 |

Table. 3 糞便性連鎖球菌の不活化速度係数 (cm<sup>2</sup>/mWs)

| 処理場  | A    | B    | C    | D    |
|------|------|------|------|------|
| 平均値  | 0.29 | 0.29 | 0.26 | 0.29 |
| 標準偏差 | 0.12 | 0.08 | 0.07 | 0.05 |

このデータにより、三つの細菌指標はほとんど同じ程度の UV 消毒耐性であることがわかった。処理場によっては、その変動幅に差があるが、平均値には大きな違いは見られなかった。結果の例として B 処理場の紫外線による大腸菌群消毒実験の結果を Fig. 4 に示した。

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 1 次反応と仮定でき、消毒耐性は不活化速度係数値によって比較することができる。

Table. 4 大腸菌群の不活化速度係数 (mg<sup>-1</sup>・l・min<sup>-1</sup>)

| 処理場  | A    | B    | C    | D    |
|------|------|------|------|------|
| 平均値  | 1.09 | 0.25 | 0.96 | 0.35 |
| 標準偏差 | 0.67 | 0.23 | 0.50 | 0.13 |

Table. 5 糞便性大腸菌群の不活化速度係数( $\text{mg}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ )

| 処理場  | A    | B    | C    | D    |
|------|------|------|------|------|
| 平均値  | 1.05 | 0.38 | 1.90 | 0.42 |
| 標準偏差 | 0.55 | 0.17 | 0.48 | 0.17 |

Table. 6 糞便性連鎖球菌の不活化速度係数( $\text{mg}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ )

| 処理場  | A    | B    | C    | D    |
|------|------|------|------|------|
| 平均値  | 0.69 | 0.37 | N. D | 0.93 |
| 標準偏差 | 0.28 | 0.36 | N. D | 0.67 |

このデータにより、3つの細菌の塩素消毒耐性変動は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。また処理場毎と時期によって塩素消毒耐性の違いが大きいことが見られた。結果の例としてB処理場の塩素による大腸菌群消毒実験の結果をFig. 5に示した。(C処理場の糞便性連鎖球菌に関しては濃度が非常に低かったため、データなしとした。)

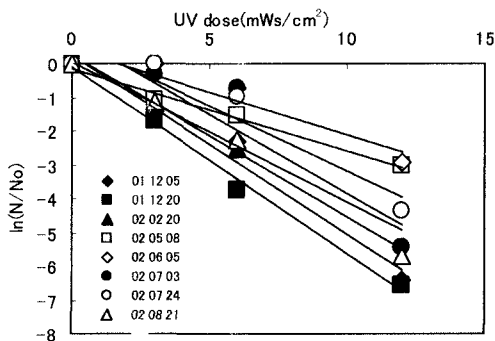


Fig 4 B処理場におけるTCのUV消毒結果

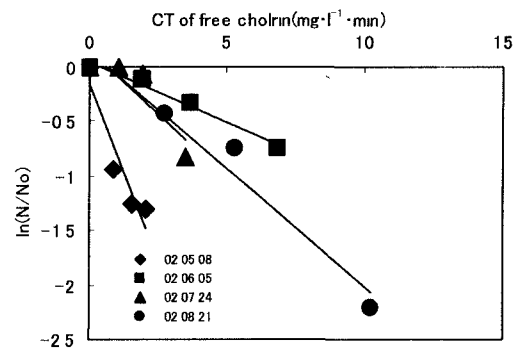


Fig 5 B処理場におけるTCの塩素消毒結果

#### 4. まとめ

各指標細菌の存在量の相関分析結果により、大腸菌群とFC及びFSについてはある程度の相関(0.59、0.57)が認められたが、処理場によっては非常に低い相関(0.2、0.2)もあり、大腸菌群のみで指標細菌を代表するとは言いにくい。

紫外線消毒と塩素消毒実験結果により、紫外線消毒では一定照射線量を設定すれば、大腸菌群、糞便性大腸菌群および糞便性連鎖球菌三つの細菌指標ではほぼ一定の不活化率が得られると考えられるが、一方、塩素消毒では一定濃度時間積を設定しても、処理場、細菌の種、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) 日本分析化学会北海道支部編 水の分析(第4版) (株)化学同人 1994
- 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
- 4) 松尾友矩編 水環境工学、オーム社、1999.