

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 相関性および変動性に関する研究

Correlation and variation of UV and chlorine disinfection resistance of index bacteria
in wastewater treatment

劉曉琳・大瀧雅寛

Liu Xiao Lin and Masahiro OTAKI

(お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科 ライフサイエンス専攻)

1. はじめに

現在日本では、下水処理による放流水の消毒レベルの指標基準は大腸菌群数で 3000 個/ml 以下と設定されている。これは大腸菌群が糞便由来の病原微生物の指標であり、かつ消毒処理が適切に行われていることを保証するためである。しかし、大腸菌群の構成がすべて糞便汚染ではないという点も指摘されており、糞便汚染をより確実に代表できる指標として糞便性大腸菌群及び糞便性連鎖球菌群が考えられている。しかし、これらについて、実下水処理水における存在濃度に関するデータはあるが、消毒処理中の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、現在の多くの下水処理場において塩素消毒が行われているが、放流先への影響から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ヶ所(落合、小台、有明、中川)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、その存在濃度及び消毒処理(UVと塩素)における消毒耐性の変動をほぼ一年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

UV消毒実験の光源としてUVランプ(20W 東芝殺菌ランプGL-20)を使用した。投入UV線量を、3、6、12mJ/cm²と設定した。塩素消毒実験は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。塩素を初期濃度が1.5mg/lになるように投入し、接触時間5min、10min、20minとした。

3. 実験結果及び考察

3.1 各指標細菌の存在濃度の相関分析

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11月までほぼ一年間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0.76、大腸菌群と糞便性連鎖球菌群の相関係数は0.68となった。この結果により、大腸菌群と他の二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。糞便性大腸菌群と糞便性連鎖球菌群の相関係数は0.84となり、やや強い相関があることが分かった。従って、現在下水放流水基準である大腸菌群数だけで糞便汚染の指標細菌を代表するのは充分であるとはいえない。だが、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。

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、UV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により、三つの細菌指標は同じ程度のUV消毒耐性であり、平均値には大きな違いは見られなかった。中では糞便性連鎖球菌群の消毒耐性がやや強い傾向があった。処理場によっては、その変動幅に差があるが、大きくはなかった。

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、塩素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.2により、三つの指標細菌の塩素消毒耐性変動はUV消毒耐性の変動に比べて、大きいことがわかった。大腸菌群の塩素消毒耐性がやや強いが糞便性大腸菌群と糞便性連鎖球菌群ではほぼ同じ程度に弱かった。また処理場毎による塩素消毒耐性の違いが大きいことが見られた。処理場によって処理水中の有機物濃度が違うため、同様の塩素を投入しても有機物により消費されるため、遊離塩素のCT値が異なり、見かけ上の消毒耐性の違いが大きくなったと考えられ。(有明処理場の糞便性連鎖球菌群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。)

4. まとめ

各指標細菌の存在濃度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が認めされたが、処理場によっては非常に低い相関もあったことから、大腸菌群数のみで糞便汚染の指標細菌を代表するとは言いにくい、また糞便性大腸菌群と糞便性連鎖球菌群の相関係数は0.84で強い相関があったことから、都市の指標細菌としては、大腸菌群を補完するために、糞便性大腸

菌群もしくは糞便性連鎖球菌群のどちらかを用いれば良いことがわかる。ただし、存在量としてはFCの方が多く、放流先の環境中はFSの方は耐性が高いことが報告されており、場合によって使い分けることが必要であろう。

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群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、処理水質や指標細菌によって大きく変動した。従って、処理後の濃度から消毒効果を保証するためには、上記の影響因子を考慮する必要があ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
- 6)業績(発表した論文など)
 - 1)浄水処理技術の歴史と新技術 生活工学研究 Vol.3, No.2, 2001-0.1pt
 - 2)実下水処理における微生物の実態調査及びUV消毒耐性に関する研究 生活工学研究 Vol.4, No.1, 2002-0.1pt
 - 3)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 生活工学研究 Vol.4, No.2, 2002-0.1pt
 - 4)実下水処理水中の各指標細菌の塩素及びUV消毒耐性における相関及び変動について 第39回環境工学フォーラム講演集 2002-0.1pt
 - 5)下水処理の放流水の微生物指標について 生活工学研究 Vol.5, No.1, 2003(掲載予定)-0.1pt

Table.1 The rate constant of each index bacterium in UV disinfection

	落合	小台	有明	中川	合計
大腸菌群					
データ数(個)	8	10	10	9	37
平均値(cm ² /mJ)	0.42	0.45	0.55	0.48	0.48
相対標準偏差(%)	17	27	58	25	33
糞便性大腸菌群					
データ数(個)	8	7	9	9	33
平均値(cm ² /mJ)	0.33	0.4	0.45	0.46	0.41
相対標準偏差(%)	24	38	44	26	34
糞便性連鎖球菌群					
データ数(個)	8	10	8	9	35
平均値(cm ² /mJ)	0.27	0.32	0.35	0.32	0.32
相対標準偏差(%)	37	25	40	25	31

Table.2 The rate constant of each index bacterium in chlorination

	落合	小台	有明	中川	合計
大腸菌群					
データ数(個)	5	7	5	6	23
平均値(l/mg・min)	1.05	0.21	0.63	0.35	0.56
相対標準偏差(%)	50	90	83	31	61
糞便性大腸菌群					
データ数(個)	6	7	6	6	25
平均値(l/mg・min)	0.9	0.43	1.27	0.44	0.76
相対標準偏差(%)	51	37	65	34	53
糞便性連鎖球菌群					
データ数(個)	5	7	ND	6	18
平均値(l/mg・min)	0.98	0.33	ND	0.87	0.73
相対標準偏差(%)	96	76	ND	66	81

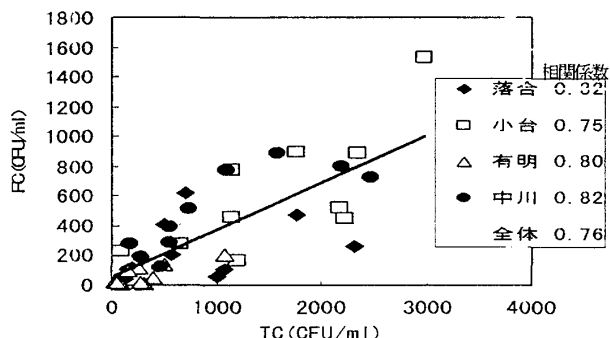


Fig. 1 Correlation of TC and FC

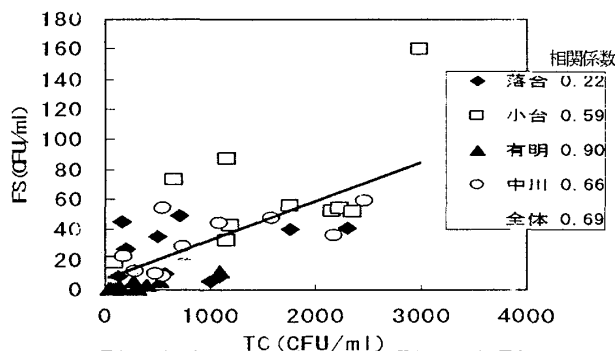


Fig. 2 Correlation of TC and FS

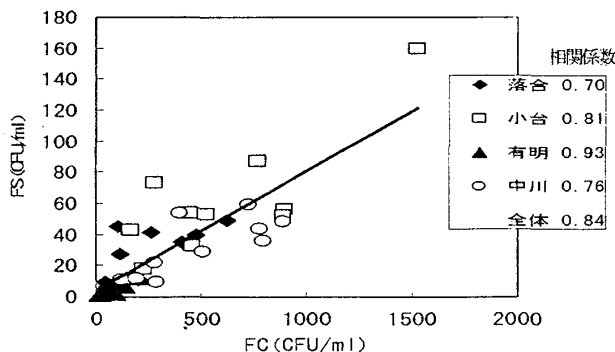


Fig. 3 Correlation of FC and FS