

Ⅶ-213

紫外線消毒装置を用いた下水処理水の消毒

岩崎電気（株） 正会員 小暮勝之
 同上 吉野 潔
 同上 青木芳春

1. はじめに

従来から下水処理水の消毒には塩素消毒法が用いられているが、消毒の際に生じる有機塩素化合物などの副生成物や維持管理上の問題点が指摘されている。近年ではその代替技術として「紫外線消毒法」が用いられ始めている。紫外線消毒法は、紫外線ランプを使用して水中の微生物を紫外線により不活化することで消毒を行うもので、副生成物を作らず過剰投与の心配もない環境に優しい消毒法である。

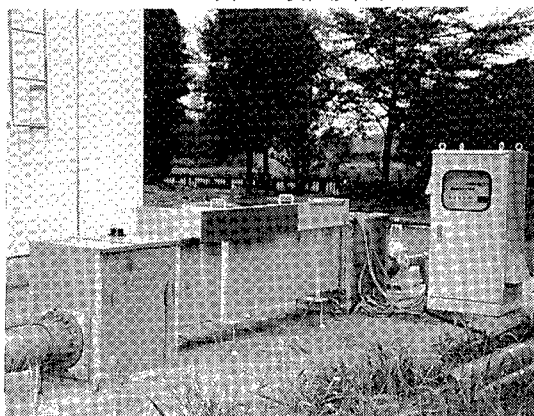
今回、低圧水銀ランプを用いた紫外線消毒装置を下水処理場に設置し、紫外線の出力を制御したときの大腸菌群に対する消毒性能と光回復効果並びに大腸菌ファージの不活化効果について検討したので報告する。

2. 紫外線消毒装置

表1 紫外線消毒装置の仕様

装 置	低圧紫外線消毒装置（7イト・レイビュア） 型式：E P U D - 6 5 0 4 4
ランプ本数	6 5 W 低圧水銀ランプ×1 6 本 （4 灯式ランプモジュール4 セット）
消費電力	1 . 3 k w
出力制御	5 段階調整可能（出力幅80%~120%）
付属品	制御装置、自動クリーニング装置 水位レベルセンサー、紫外線センサー

写真1 装置設置状況



3. 試験方法

(1) 実験方法及び評価方法

紫外線消毒装置を下水処理場に設置し、連続通水運転を行い水質変動に伴う消毒効果の試験を行った。試験フローシートを図1に示す。標準活性汚泥法により処理された下水処理水をポンプアップして紫外線装置内に流し、装置流入水と装置流出水を採水して試験を行った。処理水量は $1,600 \text{ m}^3/\text{日}$ （紫外線ランプ1本当りの処理水量 $100 \text{ m}^3/\text{日} \cdot \text{本}$ ）で実施した。消毒性能の評価は、指標菌である大腸菌群とウイルスの代表指標とされる大腸菌ファージについて実施した。

(2) 分析方法

大腸菌群はデゾキシコール酸塩培地を用いた平板培養法並びにメンブレンフィルター法を用いた。また、大腸菌ファージの計測は参考文献1) から直接定量法でおこなった。その他の分析項目は「下水試験方法（1984年版）」に従った。

キーワード： 紫外線消毒 紫外線ランプ 下水処理水 大腸菌群 大腸菌ファージ

連絡先 〒361 埼玉県行田市市里山町1-1 岩崎電気（株） TEL0485-54-0595, FAX0485-54-7426

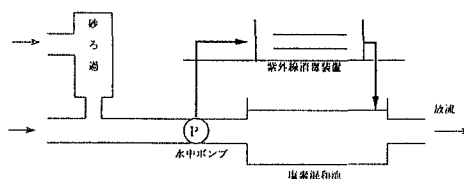


図1 試験フローシート

4. 試験結果

(1) 消毒性能

下水処理場での大腸菌群の連続通水試験（処理水 1,600 m³/日）結果を図2に示す。原水（装置流入水）の大腸菌群数は平均で 108,382 個/100ml となった。殺菌後（出力 100 %）では平均で 43 個/100ml（殺菌率 99.99 %）となり、測定期間中を通じて安定的に大腸菌群の放流基準 3,000 個/ml 以下に消毒できることが確認された。また、大腸菌ファージについては、消毒前では平均 650pfu/100ml 存在していたが、消毒後では存在が確認されず不活化率 100%となり、ウイルスの消毒にも紫外線消毒法が有効であることが分かった。

(2) 出力制御による消毒性能

図2にランプ出力を定格 65W（出力 100 %）に加え出力 80 %と 120 %にした場合の大腸菌群数を示す。出力 80 %で平均 175 個/100ml（殺菌率 99.96 %）、出力 120 %で平均 20 個/100ml（殺菌率 99.994 %）となり、出力を上げると殺菌率が上がることが確認できた。これにより、安定した水質の時やランプ点灯初期にはランプ出力 80 %で消毒し、急な水質の悪化や流量の増加時にはランプ出力を上げて対応できることがわかった。

(3) 大腸菌群の光回復効果

大腸菌群は、紫外線消毒後に近紫外あるいは可視光を受けると活性を取り戻す現象（光回復）が知られている。図3は出力 100 %で消毒した後太陽光下で 30 分放置した時の大腸菌群の光回復効果を調べたものである。大腸菌群の光回復率を以下のように定義すると、光回復率は平均で 0.6 程度（0 ~ 1.4）になることが分かった。

$$\text{光回復率} = -\log_{10} \frac{\text{光回復後の大腸菌群数}}{\text{光回復前的大腸菌群数}}$$

5. まとめ

- (1) 下水処理場での試験より処理水量 1,600m³/日（紫外線ランプ 1 本当たり処理水量 100 m³/日・本）で処理すると大腸菌群の殺菌率を出力 80 %でも殺菌直後で平均 99.9 %以上に行えることが分かった。
- (2) 紫外線による大腸菌ファージの不活化効果は高く、ウイルス等の消毒にも紫外線消毒が有効であることがわかった。
- (3) 紫外線による消毒は大腸菌群の光回復率を考慮して紫外線量を決める必要があることが分かった。
- (4) 水質が安定しているときは経済的な低出力運転を行い、水質悪化時、流量増加時には高出力運転を行う出力制御による消毒法の有効性が確認された。

6. おわりに

本試験は、毛呂山・越生・鳩山公共下水道組合 毛呂山処理センターのご協力の下に実施致しました。

参考文献：高橋善人「大腸菌ファージの試験方法に関する基礎研究Ⅰ・Ⅱ」下水道協会誌 vol.31 No.366 1994 /vol.32 No.384 1995

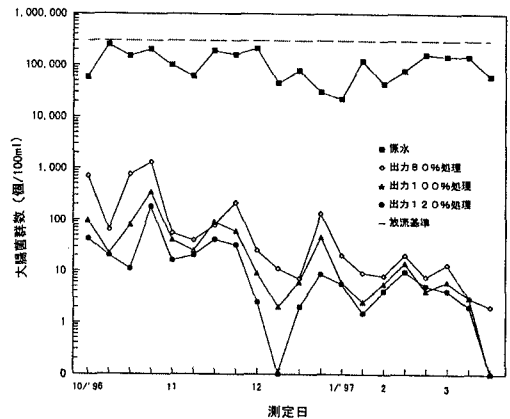


図2 連続通水試験（大腸菌群）

表1 水質と大腸菌数の最大・最小・平均

項目	最大	最小	平均
SS (mg/l)	7.2	2.1	4.5
紫外線透過率 (%)	78.8	72.0	74.8
大腸菌群数 (個/100ml)			
原水	250,000	22,000	108,382
出力 80 %処理水	1,300	2	173 (99.96 %)
出力 100 %処理水	340	0	43 (99.994 %)
出力 120 %処理水	180	0	20 (99.994 %)

注) () 内は Log 殺菌率より算出した殺菌率の平均値。

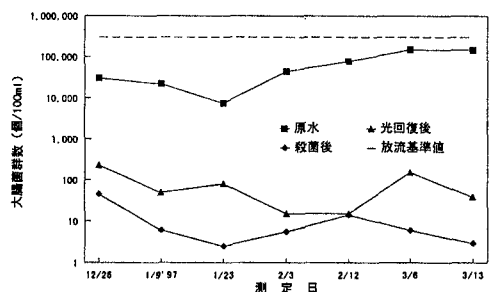


図3 大腸菌群の殺菌後の光回復