



平成30年7月

- 固有調査研究（標準化技術）
- ・ 消毒に係る消費エネルギー削減による処理水再利用の推進

## 消毒技術の再評価 （紫外線技術の事後評価調査）について

日本下水道事業団 技術戦略部  
技術開発企画課

Japan Sewage Works Agency



### 紫外線消毒技術について

- 下水処理場では塩素剤が広く用いられてきたが、放流先における安全な利水、および生態系維持を目的として紫外線消毒法が実用化された。
- 1980年代後半から下水処理場への適用例が見られるようになる。
- 1997年、JSが紫外線消毒技術を含めた消毒技術の技術評価を実施。
- 2006年3月、下水道新技術推進機構が「紫外線消毒設備技術マニュアル」を発刊。

### JSにおける紫外線消毒技術評価

過年度の評価では、消毒特性、消毒機能上の特徴、設計にあたっての留意事項、維持管理上の留意事項、建設費・維持管理費について評価。



- 評価時は中小規模向けの技術がほとんどであった（設計指針※においても中小規模向けの技術として位置付けられている）ため、**大規模処理場を含めた技術評価**が必要。
- 近年、紫外線ランプの省エネ化、LEDランプの開発などが進んでいるため、新たな技術評価が必要。 ➡ **紫外線消毒技術の再評価を実施**



## 再評価概要(予定)

- H29年度 : 紫外線消毒技術に係る実態調査
- H30～31年度 : 導入施設における現地調査  
紫外線LED消毒技術の開発
- H32年度 : 技術評価の実施

### H29年度: 紫外線消毒技術に係る実態調査

#### 調査概要

- 地方公共団体を対象としたアンケート調査を実施し、紫外線消毒施設の実態について整理。
- 平成26年度版下水道統計の「消毒施設（紫外線）」に掲載されている下水処理場を対象とした。

#### 調査項目

- 下水処理場の概要
- 紫外線消毒施設の諸元
- 紫外線消毒施設の運転実績（過去5ヶ年度が対象）
- 紫外線消毒施設の維持管理状況



調査対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 公益社団法人日本下水道協会発行の「平成26年度版 下水道統計」において、「消毒施設(紫外線)」に記載のある下水処理場</li> </ul>
調査票の配布	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 配布日： 2018年1月10日</li> <li>● 配布方法： 郵送配布</li> <li>※ 調査票(Excel形式)は、JSホームページでもダウンロードできるようにアドレスを配布。</li> <li>● 配布数： 147件</li> </ul>
調査票の回収	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 回収期日： 2018年2月9日</li> <li>● 回答方法： JSへ郵送 又は JSへ電子メールで送信</li> <li>● 回収数： 115件(無効※:3件、有効回答112件)</li> <li>※ 紫外線消毒技術を廃止済みとの回答。</li> </ul>
回収率	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 回収率： 77% (有効回収率:75%)</li> </ul>

Q1：下水処理場の概要	Q1-1	下水処理場の名称		
	Q1-2	現有処理能力（晴天時日最大汚水量）		
	Q1-3	主な下水処理方式		
	Q1-4	処理フロー概略		
Q2：紫外線消毒施設の諸元の諸元	Q2-1	紫外線消毒施設を導入した理由	放流先水域の水産資源の保護、放流先水域のその他の水生生物の保護、放流先の下流域の水道水源等の保護、下水放流水の再利用、条例、その他の規制（漁業協定ほか）	
	Q2-2	紫外線消毒施設の処理能力		
	Q2-3	紫外線設備の詳細（通水方法で分けてヒアリング）		
		密閉型（ランプを密閉容器内に設置し、そこへ放流水を流通させる通水方法。）		
		照射方式	外照式、内照式	
		設計諸元	設備台数、1台当りの標準放流量、必要紫外線照射量、設計紫外線照射強度、照射時間	
		設置方式	自然流化式、ポンプ圧送式、サイフォン式	
		ランプ種別、ランプ本数、ランプ出力	高圧(中圧)水銀ランプ、低圧水銀ランプ	
		ランプ洗浄方式	自動洗浄（電動式エア-作動式、油圧式）、手動洗浄	
		ケーシング形状	円筒型、角柱型	
		ケーシング材質	SUS製、その他	
		開水路型（自由水面を持つ開水路にランプを浸漬させる通水方法。）		
	照射方式	外照式、内照式		
	設計諸元	必要紫外線照射量、設計紫外線照射強度、照射時間		
ランプ洗浄方式	自動洗浄（電動式エア-作動式、油圧式）、手動洗浄			

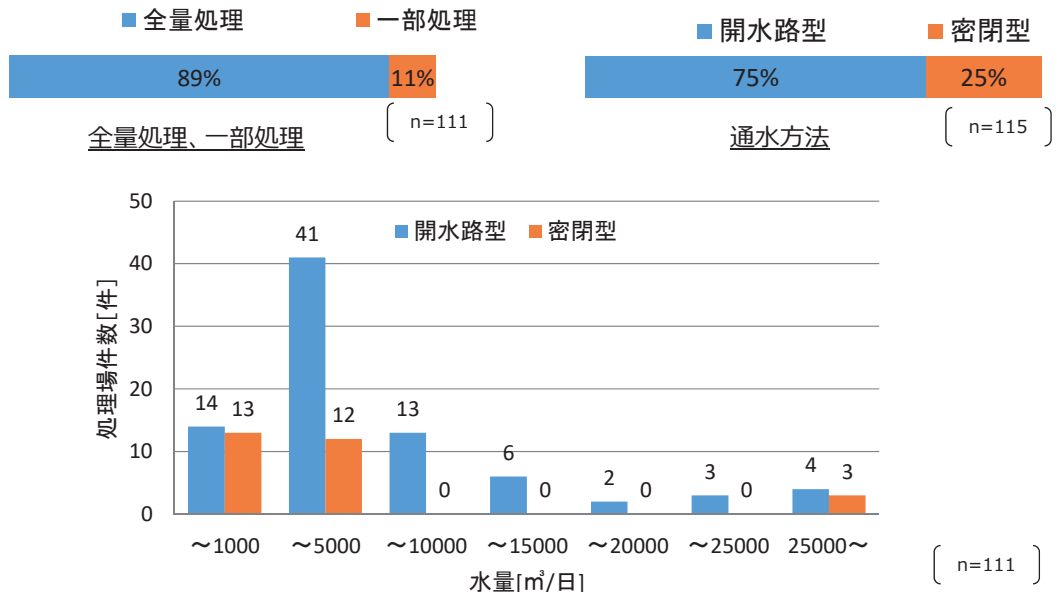
Q3：紫外線消毒施設の運転実績	過去5か年度（H24～28年度）を対象とした、放流量(m <sup>3</sup> /月)、照射時間(時/月)、実照射量(J/m <sup>2</sup> )、放流水SS(mg/L)、大腸菌(個/cc)、UVに係る電力量(kWh/月)、UVに係る電気代(円/月)の月毎の推移。（維持管理月報データなど）			
Q4：紫外線消毒施設の維持管理状況	Q4-1	各年度(H24～28年度)における電力費以外の維持管理費の項目と費用		
	Q4-2	各年度の処理場全体（もしくは水処理施設）と紫外線処理施設の過去5年の電力使用量、電気代。 ※紫外線処理施設の電力費が不明の場合は、ヒアリングを行っていない		
	Q4-3	水質変動時や水量増加時における、紫外線照射量の制御方法	ユニット数制御、ランプ数制御、ランプ照度制御	
	Q4-4	小水量時の運転制御方法	稼働する水路数(開水路浸漬式)や装置数(密閉流水式)の削減、ユニット数の削減（同一水路、装置内の稼働ユニット数を削減）、ランプ数の削減（同一ユニット内の点灯ランプ数を削減）	
	Q4-5	紫外線ランプの交換状況	定期的な交換（経過年月、照射積算時間） 紫外線出力低下時に交換（紫外線強度●%低下時、大腸菌群数●個/cm <sup>3</sup> 以上）	
		供用以降の交換実績		
	Q4-6	紫外線ランプの清掃状況	実施基準：経過年月、照射積算時間、紫外線強度（●%低下時）、大腸菌群数（●個/cm <sup>3</sup> 以上）	
Q4-7	故障や不具合の発生事例			

※有効回答のみをデータとして採用





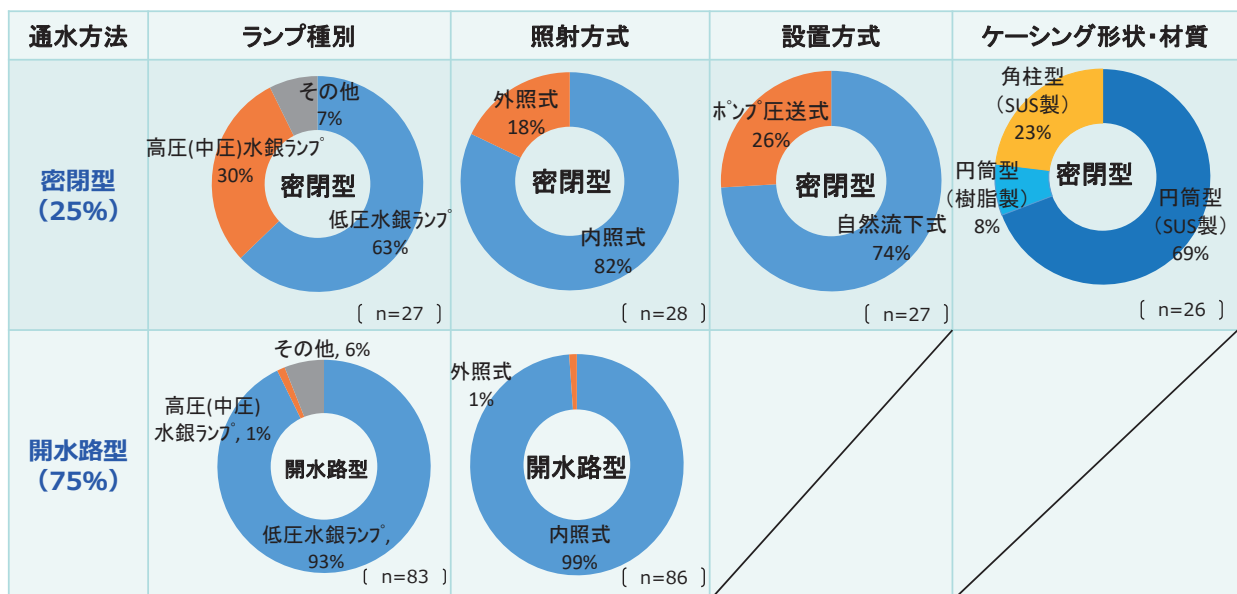
通水方法、処理水量



- ほとんどの処理場が処理水量の全量を処理している。
- 「開水路型」（自由水面を持つ開水路にランプを浸漬させる）が多い。
- 「密閉型」（ランプを密閉容器内に設置し、そこへ放流水を流通させる）は、中小規模に多い。



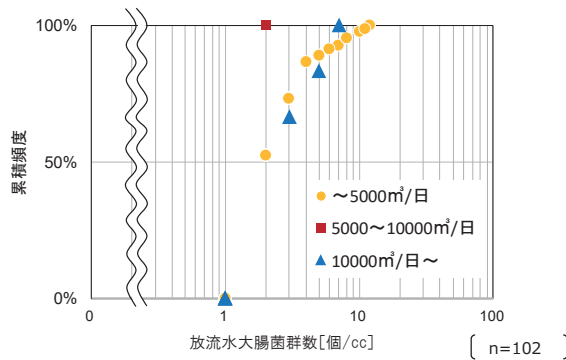
通水方法ごとの設備仕様



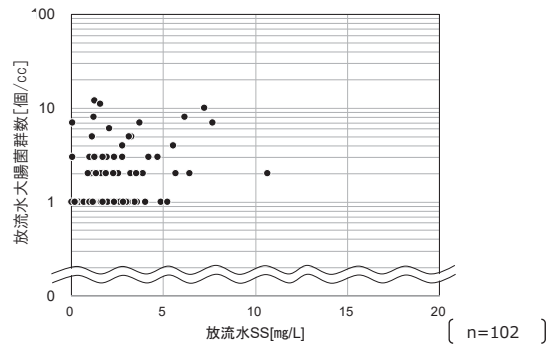
- いずれの通水方法でも、低圧ランプ、内照式が多い。
- 「密閉型」は、自然流下式が多く、ケーシングは円筒型が多い。



## 処理水質（大腸菌群数、SS）



放流水大腸菌群数（平均値）の累積頻度分布



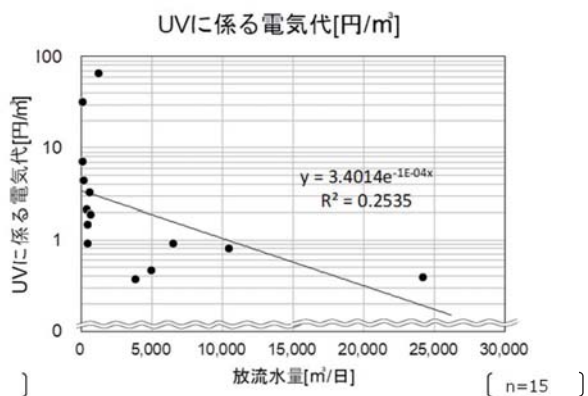
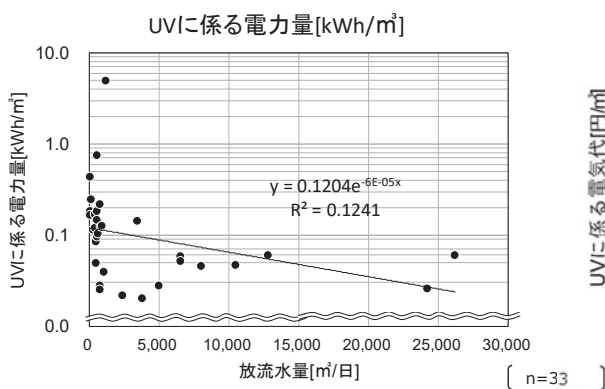
放流水SS-放流水大腸菌群数

※各処理場における、過去5か年の実績の平均値をプロット  
 ※日平均水量30,000m<sup>3</sup>/日以下のデータをプロット（それ以上のデータは200,000m<sup>3</sup>/日のデータ1点のみ）

- ほぼ全ての処理場において、水量に関わらず大腸菌群数は約10個/cc以下であった。
- 放流水SSは10以下で管理できている処理場がほとんどであり、放流水SS濃度と放流水大腸菌群数の間に相関性は認められなかった。



## 電力費、電力代



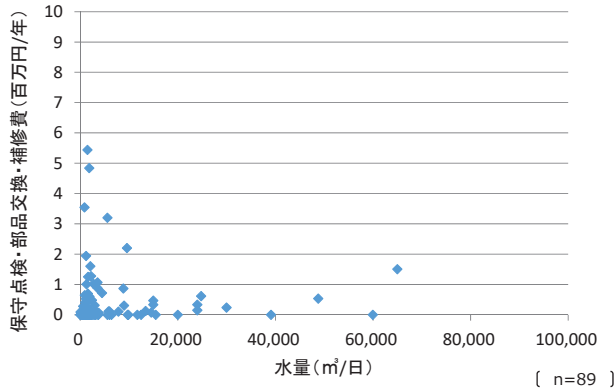
※各処理場における、過去5か年の実績の平均値を放流量に対してプロット  
 ※日平均水量3,000m<sup>3</sup>/日以下のデータをプロット（それ以上のデータは200,000m<sup>3</sup>/日のデータ1点のみ）

- 放流量の増加に伴い単位処理水量あたりの電力量、電気代は減少する傾向にある。
- 5,000m<sup>3</sup>/日以上処理水量では、電力量は0.1kWh/m<sup>3</sup>、電気代は約1円/m<sup>3</sup>を下回る傾向がある。



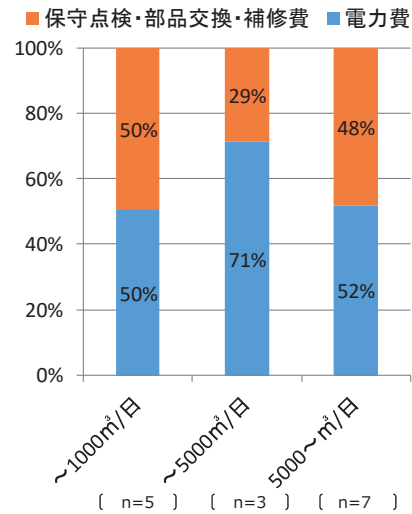
## 維持管理費実績

保守点検・部品交換・補修費と水量の相関図



※各処理場における、過去5か年の実績の平均値を放流量に対してプロット

維持管理費内訳



- 水量が少ないほど保守点検・部品交換・補修費が高い傾向にある。
- 維持管理費のうち、電力費が占める割合は50～70%程度であった。



## 処理水質・水量に係る制御方法

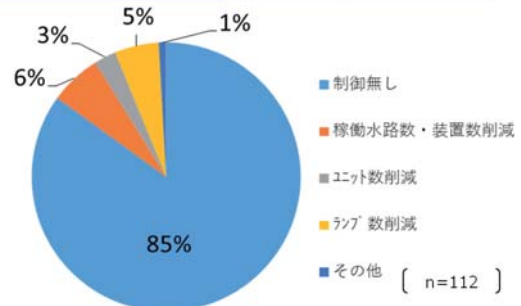
水質変動時や雨天時などの水量増加時

制御有無	回答数	回答割合
無...制御していない	101件	90%
有...制御している	11件	10%



処理水量が少ない場合

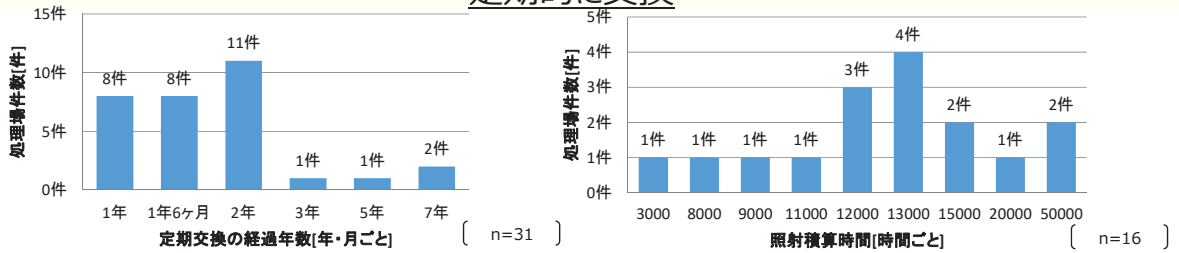
制御有無	回答数	回答割合
無...制御していない	96件	86%
有...制御している	16件	14%



- 水質・水量変動時に制御している処理場は、10%程度であり、主にランプ照度を変更して制御することが多い。
- 処理水量が少ない場合は、15%程度が制御しており、ランプ数、稼働水路・装置数を削減して制御することが多い。その他では、一時停止・交互運転などが制御方法として挙げられた。

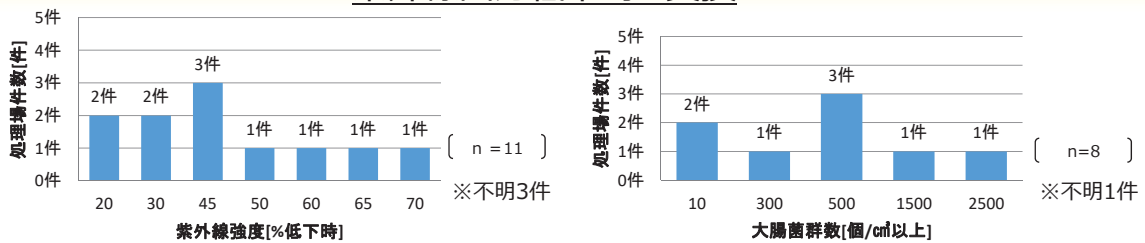
### 紫外線ランプの交換状況

#### 定期的に交換



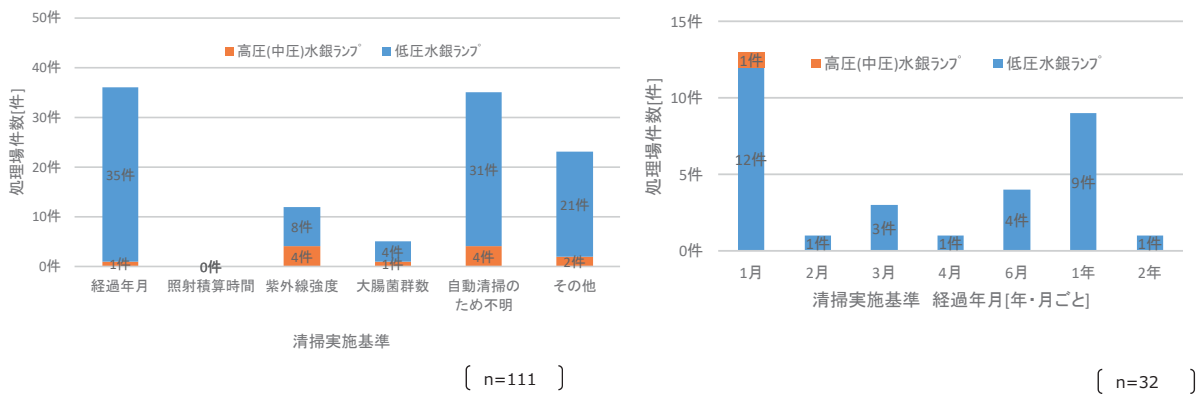
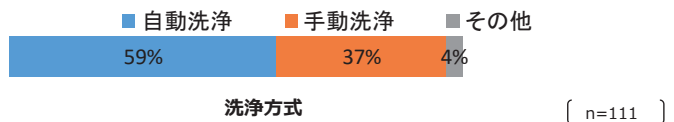
- 定期的に交換している場合が多く、1～2年程度で交換している場合が多い。また、照射積算時間を基準としている場合についても、常時点灯していると仮定するとおよそ1.5年程度で交換する場合も多かった。

#### 紫外線出力低下時に交換



- 紫外線強度低下時（例：強度が半分以下に低下）に交換する処理場は14件であった。
- 放流水中の大腸菌群数を交換の目安としている処理場は、9件であった。

### 紫外線ランプの清掃状況

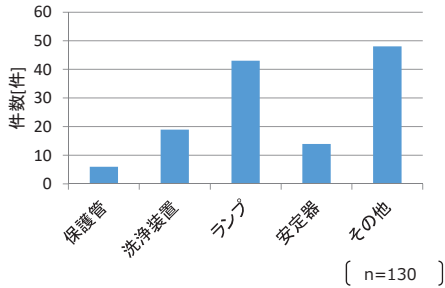


- 自動洗浄の場合が多く、清掃頻度を把握していない場合が多かった。
- または、一定期間で清掃を実施している場合は、1ヶ月毎、1年毎、半年毎の順に清掃期間を設けている場合が多かった。





故障・不具合



ランプ	・ランプ 照度不足
	・ランプ 切れ (直射日光による温度上昇, 電源入切による)
	・ランプ 配管-接続不良
	・ランプ ソケット損傷
	・ランプ 基盤不良
	・ランプ 白濁・黒化
安定器	・安定器冷却ファン不良
	・安定器故障、異常、絶縁不良
	・落雷による安定器故障
保護管	・保護管漏水、亀裂、破損 (汚泥付着による負荷等)
洗浄装置	・ワイパ-箇所水漏れ・固着等
	・クリーニング装置故障 (異物絡み・過負荷等)
	・回転軸軸封水漏れ
	・止水部Oリング劣化による軸部からの漏水
その他	・自動清掃ユニットワイパー動作不良
	・タッチパネル故障、センサーケーブルの断線、照度計故障、制御盤用クーラー故障、シーケンサ故障など

- 故障・不具合事例を大きく分類した結果、ランプ、安定器、洗浄装置、保護管などに関する事項が多く見受けられる。
- 特にランプ切れ、照度不足などランプそのものの、故障・不具合が多い。



【導入状況】

- 導入件数は年々増加しているが、大規模処理場 (10,000m<sup>3</sup>/日以上) の件数はH18からほとんど変わらない。
- 中小規模はOD法・高度処理OD法、大規模は標準法への適用が多い。
- 導入理由は、『放流先水域の水産資源の保護』、『放流先水域のその他の水生生物の保護』が主である。

【施設諸元】

- 「開水路型」が「密閉型」より多く、いずれの通水方法でも、低圧ランプ、内照式が多い。

【運転実績】

- ほとんどの処理場において、大腸菌群数は約10個/cc以下であった。
- 放流水量の増加に伴い単位処理水量あたりの電力量、電気代は減少する傾向にある。

【維持管理状況】

- 水量が少ないほど保守点検・部品交換・補修費が高い傾向にある。
- 水質・水量変動時、処理水量が少ない場合に制御を行っている処理場は十数%程度。
- 交換時の紫外線強度を特に設定せずに、紫外線強度低下時に交換するが多い。
- 自動洗浄が多く、1ヶ月毎または1年毎に清掃期間を設けているが多い。
- ランプ、安定器、洗浄装置、保護管などに関する故障・不具合事例が多く見受けられる。