

下水処理水の紫外線消毒装置 に関する調査研究

研究報告

'93 下水道新技術研究所年報ダイジェスト 1993 No.29

財団法人 下水道新技術推進機構

序 文

生活大国をめざすわが国の下水道事業がかかえている多様な課題を解決するため、下水道に係わる新技術の研究及び開発を行い、下水道事業への導入を促進し、下水道事業の効率的かつ円滑な推進を図ることを目的に、本機構は、設立以来、新しい技術の研究・開発と実用化に取り組んでまいりました。

本報告書は、下水道新技術研究所における平成5年度の研究成果をとりまとめたものです。

平成5年度は、建設省新技術活用モデル事業として5課題、下水道技術開発連絡会議での共同研究として3課題、建設省下水道部からの受託として2課題、建設省土木研究所からの受託として3課題、日本下水道事業団からの受託として4課題、地方公共団体との共同研究として12課題、民間との共同研究として8課題、固有研究として1課題、技術審査証明事業を1課題として合計39課題について5年度分の調査研究、審査証明を完了しました。

本書は、地方公共団体との共同研究のうち『下水処理水の紫外線消毒装置に関する調査研究』についてその概要を報告するものであります。

この報告書が実務の中で積極的に活用されることを願う次第です。

財団法人 下水道新技術推進機構

理 事 長 遠 山 啓

下水処理水の紫外線消毒装置 に関する調査研究

はじめに

下水処理水の衛生学的安全基準として、水質汚濁防止法による放流基準が大腸菌群数 3,000個/ml以下と定められている。この基準を達成するため、下水道施設設計指針には塩素消毒法が記載されており、国内のほとんどの下水処理場が本法により対応している。しかしながら、処理水再利用、あるいは修景用水等の放流先での利用が進められる中で、遊離残留塩素及びクロラミン等の結合塩素による水生生物に対する影響、トリハロメタン等の有機塩素化合物の生成など、塩素消毒に特有の現象が問題とされ、各種の代替消毒方法が検討されている。

本研究は愛知県矢作川流域下水道・矢作川浄化センターにおいて、このような塩素消毒法の問題点を回避するため、紫外線消毒を用

いることを前提として、消毒施設整備方針を決定することを最終目標とする。このため、消毒方法及び処理水の安全性について調査し、水処理施設内におけるデータを採取・解析する。

調査内容

平成5年度は、既存文献を収集・調査して下水処理水の消毒方法の現状と問題点を整理し、消毒方法の評価のための指標を決定した。これに基づき、平成6年度以降の実規模の試験装置を用いた調査計画案を立案した。

調査結果

1. 下水処理水の消毒方法

下水処理水の消毒方法として、塩素消毒が多用されているが、この方法の問題点として

表-1 消毒方法の比較

比較項目	塩素	二酸化塩素	オゾン	紫外線
規模	全規模	中・小	全規模	中・小
信頼性	良	不明	ほぼ良	ほぼ良
運転制御技術	開発済	未開発	ほぼ開発済	一部開発中
技術的複雑さ	やや容易	普通	複雑	やや容易
取扱いの安全性	要注意	要注意	やや要注意	安全
ウイルス不活性化	やや劣る	良	良	良
有害物質副生成	有り	有り	やや要注意	無し
残留性	長い	中	無し	無し
接触時間	長い	長い	中	短い
アンモニアとの反応	有り	無し	有り(アルカリ)	無し
色度除去	少し有り	有り	有り	無し
溶解物質の増加	有り	有り	無し	無し

①遊離残留塩素及びクロラミン等の結合残留塩素による水生生物に対する影響②トリハロメタン等の有機塩素化合物の生成③塩素耐性が大腸菌より強いウイルス・寄生虫等による衛生学的危険性が指摘されており、紫外線、オゾン、二酸化塩素、クロラミン等の代替消毒法が検討されている。

代替消毒法のうちクロラミンは米国の浄水分野で多用されているが、水生生物への影響があり、本調査の目的に反しているため除外し、その他の消毒方法についての概要の比較を表-1に示す。

[塩素消毒法]

塩素消毒法は、残留効果があり比較的安価で、次亜塩素酸を用いる場合には安全で取り扱いが容易であるといった長所があり、ほとんどの下水処理場で消毒に用いられている。

塩素消毒法の問題点とされているもののうち、有機塩素化合物生成などの問題を回避するため、塩素消毒後の脱塩素処理が検討されているが、この方法は亜硫酸ナトリウム等の

脱塩素剤がCODの原因物質ともなるので、注入率を残留塩素濃度に追従して調節する必要があり、維持管理性に問題がある。

[紫外線消毒法]

紫外線照射による消毒は、細胞内の核酸に紫外線が吸収された時に生ずる光化学反応により核酸が損傷され、その複製能を失うことによる。核酸を構成するアミノ酸の紫外線の最大吸収波長は250～265nmにあり、この範囲の波長の紫外線を効率的に発生するランプが使用されている。

紫外線消毒は、残留物質が存在せず、副生成物が生成しにくく、過剰注入が起こり得ない等の長所がある。その一方で①消毒後の光回復による細菌数の増加②処理条件に応じた適切なランプの選定③紫外線透過率を高めるための前処理④紫外線ランプの洗浄方法の確立⑤モニタリング装置による消毒効果の監視⑥安全性評価指標の検討⑦損失水頭の増加一などの問題を考慮しなければならない。

[オゾン消毒法]

オゾンはその強力な酸化力から、消毒だけでなく脱色・脱臭等にも適用が進められている。オゾンによる消毒は、細胞膜の破損による生物機能の阻害や核酸の損傷等によるものであり、単に有機物の酸化による効果だけではないとされている。オゾンはTHM前駆物質の減少等の効果もあるが、問題点として①ホルムアルデヒド等の副生成物の問題②発泡性の増大③注入量の管理④排ガス処理—などが指摘されている。

2. 下水処理水の安全性に係る指標

下水処理水の安全性を確保するため、有機物、浮遊物質、富栄養物質（窒素・磷）、有害物質（重金属・有機塩素化合物等）、その他の指標が用いられ、衛生学的安全性に関わる指標としては大腸菌群数が用いられている。しかし、下水の高度処理と処理水再利用が進められる中で、例えばBOD₅は、高度処理水の低有機物濃度を示す指標として不十分である等、従来の指標だけでは十分ではなくなってきた。

本調査の目的である消毒方法の検討と評価においても、消毒方法により安全性に対する作用と消毒の影響の現れ方が異なるので、消毒方法によって適切な指標を選ばなければならない。

紫外線消毒装置の評価のために、下水処理水の安全性に係る指標として、衛生学的安全性に係る指標、水生生物に係る指標、変異原性に係る指標、消毒副生成物に係る指標等について検討した結果、次のような指標を選択した。ただし、全ての調査において全項目を測定するのではなく、調査の主旨に従い適宜選択するものとする。

なお、各指標の測定方法は公定法又はそれ

に準じる方法を用い、公定法がないものについては、調査の目的から適切であると考えられるものを選択する。

(1) 一般水質項目

温度、pH、電気伝導度、SS、濁度、COD_{Mn}、BOD₅、窒素、磷、残留塩素濃度、UV透過率

(2) 衛生学的安全性に係る項目

大腸菌群、糞便性大腸菌群、腸球菌群、大腸菌フェージ

(3) 水生生物に係る項目

海苔（スサビノリ）

(4) 変異原性に係る項目

枯草菌 (*Bacillus subtilis*) Rec-assay

(5) 紫外線消毒装置の維持管理性に関する項目

日常点検、定期点検等において次の運転状況を記録する。

電圧、電流、使用電力量、紫外線モニター、ランプ保護管清掃、紫外線消毒槽、ランプ部品等の交換清掃点検に要した人員と時間

まとめ

下水処理水の消毒方法として、塩素消毒法と、その代替消毒法である紫外線、オゾン、二酸化塩素について現状と問題点を整理し、紫外線消毒装置の評価のための指標を決定した。これに基づき、平成6年度以降の実規模の試験装置を用いる調査の計画案を立案した。

なお、調査計画案は本報告では割愛する。

• この研究に関する問い合わせは

研究第一部長

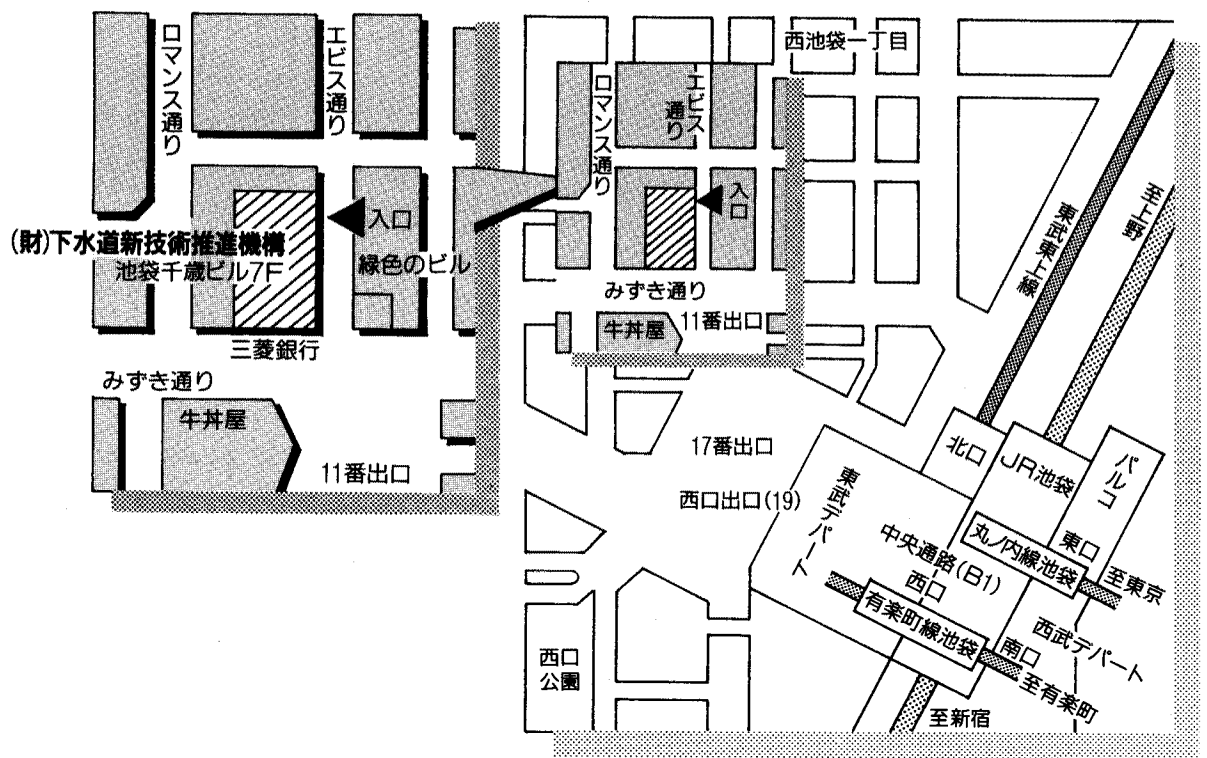
佐藤和明

研究第一部
主任研究員

伊藤久明

研究第二部
研究員

宮田篤



財団法人 下水道新技術推進機構

〒171 東京都豊島区西池袋1丁目22番8号 池袋千歳ビル7階
 TEL 03-5951-1331 FAX 03-5951-1333