

一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会

ニュースレター No.5

Japan UV Water Treatment Technology Association

JUVA

5

Newsletter

日本紫外線水処理技術協会

ニュースレター No.5

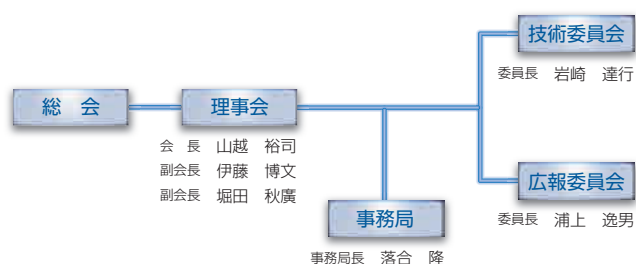
Japan UV Water Treatment Technology Association

JUVA

5

Newsletter

協会組織図



もくじ

顧問・役員

●巻頭言

- 01 紫外線処理技術の背景にあるべきもの
財団法人 水道技術研究センター
理事長
藤原 正弘

●技術資料

- 02 下水処理の一要素技術としての
紫外線照射
立命館大学 理工学部 教授
神子 直之
- 06 浄水プロセスへの紫外線処理の適用と
紫外線照射装置の導入状況
財団法人 水道技術研究センター
浄水技術部 主任研究員
会見 卓也
- 14 岐阜市上水道における導入事例
岐阜市上下水道事業部施設課
機械設備係長
太田 淳一

- 18 導入事例紹介

●会員紹介

- 25 会員リスト

編集・発行

一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会 広報委員会

■顧問・役員 (平成23年度)

顧 問	大垣眞一郎 (独立行政法人 国立環境研究所 理事長)
会 長	山越 裕司 (株式会社日本フォトサイエンス 理事)
副 会 長	伊藤 博文 (水ing 株式会社 室長)
副 会 長	堀田 秋廣 (フナテック株式会社 常務取締役)
事務局長	落合 隆 (月島機械株式会社 副部長)
理 事	神子 直之 (立命館大学 教授)
理 事	大瀧 雅寛 (お茶の水女子大学大学院 教授)
理 事	岩崎 達行 (岩崎電気株式会社 室長)
理 事	浦上 逸男 (千代田工販株式会社 部長)
理 事	環 省二郎 (株式会社東芝 部長)
監 事	谷口 康夫 (セン特殊光源株式会社 室長)



紫外線処理技術の背景にあるべきもの

財団法人 水道技術研究センター 理事長 藤原 正弘

太陽光に含まれる紫外線が殺菌効果を有することは古くから知られていることで、これを輕易に人工的に作り出し、浄水処理等に適用するものが紫外線照射装置であります。水道の水処理においてもこれが用いられるようになりました。平成19年4月から国によりクリプトスポリジウム等対策として地表水以外の水源を原水とする場合にはこれの使用が認められました。従来の処理技術とは別種の処理技術が水道に導入されたのは久しぶりであります。これは、地表水以外の水源を原水とする場合のクリプトスポリジウム等の対策を主体とした限定的な処理技術としてですが、今後地表水への適用やクリプトスポリジウム等対策以外への適用についても有望であると思います。

厚生労働省の「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」では、紫外線処理として、「紫外線強度計により常時紫外線強度を監視し、水量の95%以上に対して紫外線（253.7nm付近）の照射量が常に10mJ/cm²以上得られていることを確認すること」と規定されています。水量の95%に10mJ/cm²の紫外線が確実に照射されれば、実質的に、全体として対象水量に一定以上の紫外線の照射がなされると判断されているからです。

一方、紫外線照射装置内を通過する際に水に紫外線が照射される時間は僅か数秒であり、それ故に性能の安定性や確実性については十分な考慮が払われるべきで、これは塩素等による消毒の場合とは全く異なるものであります。すなわち、基本的に僅か数秒でも照射が止まることがあってはならないわけです。また、照射前の水に関する処理も極めて重要であります。水処理が適切に行われていることと、装置そのものの性能が安定して確実であることが紫外線処理を有効かつ適切なものとするわけであります。そのほかに、紫外線照射部分だけでなく、それを取り巻く様々な機器、部品等の性能や耐久性も重

要であることは言うまでもありません。

最近、東京銀座の老舗商店の店主を紹介するテレビ番組がありました。銀座4丁目界隈の店主達の連帯は強く、また日々繋がりを保つように努力もされているそうです。そのような仲間意識が日本でも有数の老舗商店街を形成する基礎にもなっていると言われています。その商店主の言葉に「仲間に迷惑をかけるような商売はできない」というものがありました。仲間との繋がりが、店主達に商売をする上での自己規制とでもいうようなものを生み出している。その心構えが銀座を訪れる人達にとって「銀座はちょっと高いけど安心」という安心感を持たせ、銀座の地位を高めることになっているのでしょう。「なるほどな」という感じを抱いたものでした。

日本紫外線水処理技術協会も設立以来5年目を迎えられました。紫外線照射装置の納入件数も着実に増えていると聞いています。紫外線照射装置は処理量あたりの単価が比較的安価なので、特に中小水道事業体への導入が進んでいると聞いています。価格もさることながら、装置の性能はそれ以上に大切です。ユーザに信頼してもらうことが大切なので、ユーザが安心できる装置を売るよう努めていただきたい。そのためには協会会員企業の皆さんの連帯や絆が極めて重要です。当然、会員を束ねる協会としての役割も重要になります。会員のため、またユーザのため、息の長い、地道な活動を通じてその役割を果たして行くことが大切です。水道事業体等のユーザのニーズも取り入れるため情報交換を盛んにしていくことが大切で、これによって紫外線処理技術や装置のさらなる向上や発展に繋がるものと思っています。今後地表水への適用やクリプトスポリジウム等対策以外への適用についての可能性はこういうところから生まれるのだと思っています。



下水処理の一要素技術としての紫外線照射

立命館大学 理工学部 教授 神子 直之

1. はじめに

紫外線照射は、2007年4月よりクリプト等対策指針により、地表水以外を原水とする水道の耐塩素性生物対策として導入が認められるようになった。それよりほぼ5年経過し、全国各地の上水道における紫外線照射の導入実績は増大し、クリプトに起因するリスク低減への寄与はますます大きなものになってきている。今後、地表水を原水とする浄水場においても紫外線照射をうまく使う方法が認められるようになるが、あらためて、導入実績が300件とも言われる下水処理における紫外線照射の立ち位置について考えてみたい。

2. 下水道施設計画・設計指針と解説にみる紫外線照射

下水道施設計画・設計指針と解説後編2009年度版（社団法人日本下水道協会、2009）には、紫外線消毒施設に関して5ページ程度の記載がある。ここでは、その設計については「紫外線透過率は、70%以上を標準とする。」こと、性能については「紫外線の照射量は、大腸菌群数が 1cm^3 中3,000個以下になるよう定めなければならない。」等が記されている。また、その大腸菌群数を達成するために必要な大腸菌群不活化率に応じた紫外線照射量のデータが記載されている。

性能に関しては紫外線消毒後の大腸菌群数が特定事業場に係る排水基準に適合するよう定めているため妥当であると考えられるが、例えば必要十分な紫外線照射量に設計する方法や、第三者的にそれを検証する方法、さらに70%を標準とした紫外線透過率を上回る原水に対応する方法等についての補足が整備されれば、さらに紫外線消毒を信頼できるものとして導入できるきっかけになるうかと思われる。

3. 基準外であるウイルスの不活化への塩素形態の影響

標準的に水の消毒に用いられている遊離塩素あるいは結合塩素の効果は、長年の使用実績に裏打ちされ確固たるものとなっている。ただし、遊離塩素がアンモニア態窒素と結合して生じる結合塩素の消毒力は、次亜塩素酸および次亜塩素酸イオンから成る遊離残留塩素と比較して小さいことが知られている。

消毒の管理指標として大腸菌群数を用いているため、大腸菌群と同程度の塩素耐性を持つ病原細菌については消毒の効果が担保されと考えられる。しかし、ウイルスに関しては遊離塩素への耐性に比べて結合塩素への耐性が大きいことがたびたび指摘されている。

大腸菌ファージMS2を用いて遊離塩素および結合塩素に対する生残性を調べたところ、MS2の生残率は残留塩素濃度と接触時間の積（濃度時間積あるいはCT値）によって決まることを実験的に示せたが、両者の差は600倍と非常に大きいものであった。実験結果の例を図1に示す。

ウイルスは排水基準の項目に無いため、配慮する義務は無いのであるが、有機汚濁が十分除去されアンモニアの酸化が進んだ下水処理場においては、注入された塩素が遊離塩素の形態で大腸菌群を不活化するのと同時にウイルス類も不活化しており、そのためウイルスによる環境汚染が顕在化していないという可能性がある。

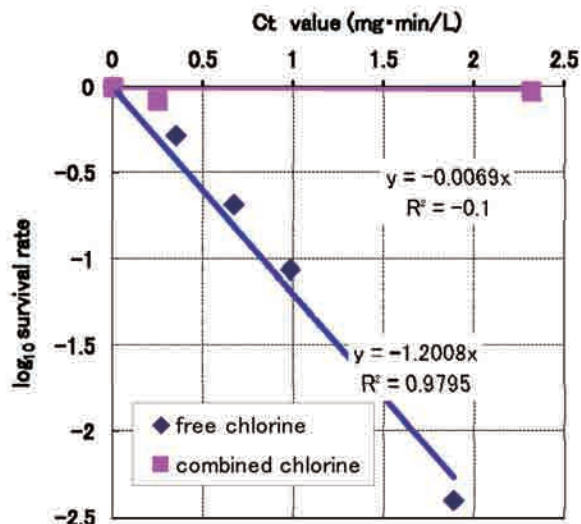


図1 大腸菌ファージMS2の遊離塩素および結合塩素による不活化実験の例（松本、2009）

4. 東日本大震災被災下水処理場の状況

2011年3月11日に発生した大地震および津波により、東北地方太平洋岸のインフラ施設の多くが被災した。宮城県の沿岸部に位置する下水処理場についてもその被害は甚大であり、仙台市の下水処理場5か所中4か所は被害があったとしても復旧したが、南蒲生浄化センターは簡易処理で放流するに至っている（仙台市HP）。また、宮城県の流域下水道についても同様の被害があり、3か所の下水処理場で沈殿と消毒、あるいは沈殿と簡易ばっ気と消毒、という簡易処理で放流している状況である（宮城県HP）。以上の簡易処理放流を行っている下水処理場の平成22年あるいは21年の日平均放流量データの合計は約50万m³であり、被災後の下水流量の減少や他の小さな下水処理場での簡易処理等の可能性を考えても、それ以上の無処理下水あるいは簡易処理下水が放流されていることが推察される。

下水処理場で沈殿、ばっ気および固形塩素による消毒のみのプロセスを経て放流された場合には、有機汚濁の除去が不十分であることは明らかだが、それ以外にもアンモニア態窒素の酸化の不足によるN-BODの増加、塩素濃度を維持するための塩素注入量の増加が挙げられよう。さらに、大腸菌群数を管理指標にしている場合には、放流基準を達成して塩素注入量を最小にする運転が

行われるとすれば、塩素接触槽における塩素はほとんど結合塩素の形態であると考えられる。すると、先に述べたように、ウイルスの不活化が従前と比較して不十分である可能性が指摘されよう。



写真1 簡易処理下水の塩素接触池出口水の様子

5. 簡易処理下水の水質と野生ファージの紫外線による不活化

被災し復旧が望まれる下水処理場の簡易処理への紫外線照射の適用性、あるいは、下水道未普及地域や開発途上国での下水に対する紫外線照射の効果を調べるために、下水処理場の沈殿池出口水および塩素接触池出口水を採取し、各種微生物指標の濃度を測定することに加え、野生の大腸菌ファージの紫外線耐性を調べる実験を行った。この下水処理場では、下水を沈殿処理した後固形塩素を注入することで消毒を行っている。写真1に、塩素接触池出口水の様子を示す。

沈殿池出口水に対する塩素消毒の効果を、塩素接触池出口水濃度を沈殿池出口水濃度で除して生残率を計算し、それを1から減じた不活化率で表示した。結果を表1に示す。なお、大腸菌ファージについては宿主菌として*E.coli* K12F⁺および*E.coli* Cを用い（それぞれ以下FファージおよびCファージと表記する。）、現場で細孔径0.45μmのメンブランフィルターでろ過したサンプル中の濃度を測定したものである。

表1 下水処理場における塩素消毒の各微生物指標に対する効果

項目名	糞便性大腸菌群	大腸菌群	一般細菌	従属栄養細菌	Fファージ	Cファージ
不活化率(%)	97.3	63.6	83.4	31.0	37.2	44.4

この結果より、糞便性大腸菌群が97%と最も大きな不活化率を示し、大腸菌群と一般細菌は50%以上の不活化率を示す一方で、従属栄養細菌および大腸菌ファージは50%未満の不活化率であった。

沈殿池出口水および塩素接触池出口水それぞれの細孔径0.45 μ mメンブランフィルターろ過前後の254nm吸光度(cm^{-1})および254nmの透過率%(光路長1cm)を表2に示す。透過率が小さい理由については詳細な分析を行っていないため不明であるが、下水中のSSや有機物が残存していることによると考えられる。

表2 各サンプルの254nm吸光度(cm^{-1})および透過率(%)

サンプル名	沈殿池出口水		塩素接触池出口水	
	未ろ過	ろ過後	未ろ過	ろ過後
吸光度(cm^{-1})	1.312	0.525	1.431	0.396
透過率(%)	4.9	29.9	3.7	40.1

次に、塩素接触池出口水をろ過した試料に対して紫外線を照射した場合のFファージ濃度の変化を図2に示す。内径41mm、水深17mmのシャーレに試料を満たし、マグネチックスターラーを入れて石英ガラスで封をし、低圧紫外線ランプ中央直下に試料表面の紫外線照度が約1mW/ cm^2 になるように設置し、照射時間を制御する完全混合の状態での照射を行った。

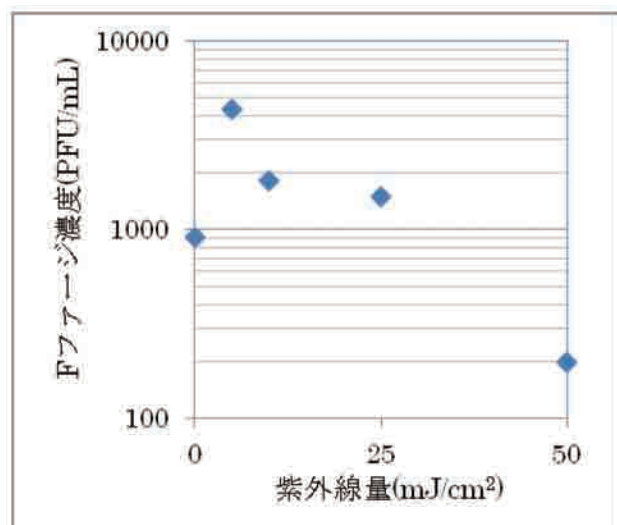


図2 塩素接触池出口水ろ過水中のFファージの紫外線による不活化

初期濃度が照射後の濃度よりも低く出ているのは、フィルターホルダー中に直径47mmの孔径0.45 μ mフィルターをはさみ込んでフィルターが閉塞するたびにフィルターを交換していた際の汚染により、試料中での細菌のファージ寒天上での増殖でブラックの計数を阻害し、ファージ濃度が低めに出ている可能性がある。

ここで得られた結果からは、野生のFファージの不活化には50mJ/ cm^2 前後の比較的大きい紫外線量を必要とする可能性が示された。また、他の試料からはコンタミネーションあるいは定量下限値以下のデータしか得られなかった。

このことから、紫外線を照射することで、不活化が望まれる病原微生物に紫外線が到達しさえすれば、不活化が進行することがわかった。ただし、今回の試料の透過率が孔径0.45 μ mのメンブランフィルターでろ過したにもかかわらず40%程度しかなく、紫外線エネルギーの照射効率純水に比べてかなり悪いことに注意が必要である。

透過率が小さい水への対処は、凝集、沈殿、ろ過等を付加することで透過率を大きくすることが理論的には可能であるが、タンクとポンプが必要になる点や沈殿物の引き抜き量が増大するなど、緊急的な復旧や被災状況の大きさにより現実的でない可能性がある。一方で紫外線照射は、停電時でも非常用発電機による可動が可能であり、小さい透過率に見合った照射量となる設計が可能であれば、実用的であると考えられる。

6. おわりに

浄水処理において紫外線照射槽の導入実績が増加しているのは、企業の連携による日本紫外線水処理技術協会の活動や、(財)水道技術研究センターによる紫外線照射槽の審査基準や講習会等により、技術の周知及び信頼性の向上がはかられて来たことの寄与が大きい。

下水処理場において稼働している紫外線照射装置の数は多く、導入した自治体関係者に聞いてみると評判が良いにもかかわらず、あまり脚光を浴びていない印象がある。残留塩素を排出せず、塩素耐性の微生物にも有効で、場合によっては微量有害物の分解も期待できる紫外

線処理を、下水処理技術の一つとしても位置付けさらに安全・安心な社会の構築に貢献することが期待される。

謝辞：試料をご提供いただいた宮城県東部下水道事務所
所に謝意を表します。

参考資料

社団法人日本下水道協会（2009）下水道施設計画・
設計指針と解説 後編 2009年度版

仙台市HP

仙台市 汚水処理の現状について

http://www.city.sendai.jp/sai_life/1198179_2733.html

仙台市HP

仙台市の浄化センター

http://www.city.sendai.jp/gesui/1193364_2478.html

宮城県HP

http://www.pref.miyagi.jp/gesui/50_tokei/56_syorisui/56_syorisui.htm

宮城県HP

東日本大震災への対応について（下水道被害情報）

http://www.pref.miyagi.jp/gesui/70_saigai/75_H23_3_11jisin.html

松本直樹（2009）、塩素におけるウイルス不活化
に影響する要因に関する検討、立命館大学理工学部卒業論文

財団法人 水道技術研究センター 浄水技術部 主任研究員 会見 卓也

不安感があることも伺える結果となっている。

(2) 地表水・返送水・排水への適用法検討

【研究内容】

膜処理ではクリプト粒子の高い除去率を有するが、不活化の効果はないため、原水に存在する場合、膜処理後の排水から、不活化されないクリプト粒子が残存したまま返送され、徐々にその濃度が増していくおそれがある。紫外線処理では、確実に不活化効果を有する反面、不活化に要する照射量を確保する必要がある。特に濁度が高い場合は照射量の算定が難しいため、本研究では、実際の浄水場原水を用いて、実験的に濁度の影響を調べることにした。

<平成20年度～21年度>

まず、研究初年度では、標準的な濁質成分を添加して紫外線吸光度を測定することに加え、それらの系においてウイルスを紫外線で不活化する実験を行い、不活化の反応速度の変化を調べることから始めた。

(主な実験結果例)

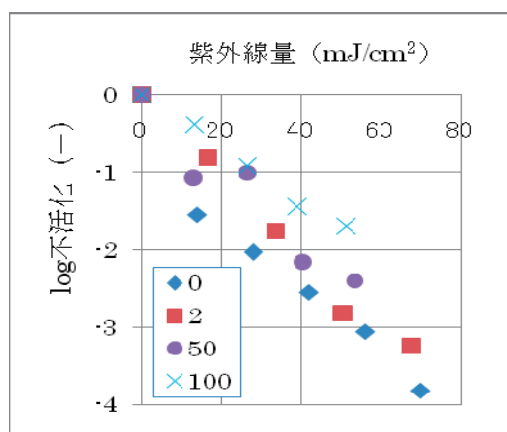


図3 様々なSS濃度 (mg/L) の標準カオリンを添加した系におけるMS2の紫外線による不活化

結果として、モデル濁質を添加した試料中における紫外線によるMS2ファージの不活化実験からは、濁質が紫外線の到達量を低下させ消毒速度を減少させるものの、その程度を紫外線吸光度から算定することが可能であり、クリプトスポリジウム等の不活化においても同様に、透過光紫外線量からその効果を予測することが可能であると考えられた。

次年度には、まずひとつに回分式紫外線照射における濁質成分の影響を定量的に調べるために、照射場における一次反射光（濁質で一度反射したものだけ不活化に有効であるとする。）モデルを開発し、回分試験の結果からパラメータの算出を試みた。

表1 回分式実験条件

Run No.	設定濁度 (mg/L)	水深 (cm)	照射時間 (sec)	表面UV照度* (mW/cm²)	吸光度 (cm⁻¹)
a	0	1.7	0, 40, 80, 120	0.455	0.304
	50				0.327
	100				0.314
b	0	3.3	0, 70, 140, 210	0.398	0.321
	50				0.323
	100				0.327
c	0	6.8	0, 140, 280, 420	0.524	0.364
	50				0.368
	100				0.388

*石英ガラス有・無での照度を平均したものを用いた

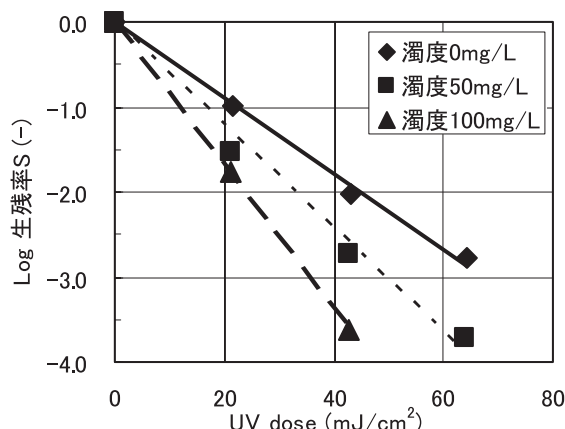


図4 Run aにおける紫外線照射の結果

回分式試験の実験条件を表1に、実験結果の一部を図4に示す。濁質の代表としてカオリン、消毒効果の測定には大腸菌ファージMS2を用いた。その結果、実験を行った範囲では、濁度成分の紫外線反射による消毒効率増大が観察された。浄水場逆洗水を用いた場合も、同様の結果が得られた。流水式の実験においても、濁質を投入した系でも、濁質を投入した場合には無い場合よりも消毒効率が増大した。このほか流水式実験結果からも濁度が高いほど不活化速度が大きい、即ち濁質による紫外線の反射が、消毒効果増大に寄与する可能性があるという結果を得た。実験のデータから、懸濁物表面における紫外線反射率を k_r 、反射後の代表的な光路長を L とすると、実験から求めることができる実験平均紫外線照度 I_{avg} は、一次反射光平均紫外線照度 $I_{r, avg}$ と試験水の透過光平均紫外線照度 $I_{t, avg}$ の和で表すことができると考えられる。試料の総吸光度 (254nm) を A 、懸濁体起因の254nm吸光度を A_s とすると、次の式になる。

$$I_{r, avg} = I_{t, avg} \cdot \frac{A_s}{A} \cdot k_r \{1 - \exp(-2.3AL)\}$$

上式において、反射率 k_r と代表長 L は未知数である。前者は懸濁物質の持つ固有の値であり、代表長 L は濁度の関数であると考えられる。そこで、水深の違う同濁度における不活化実験の結果から $I_{r, avg}$ を求め、 $I_{t, avg}$ と A_s の積に

対してプロットした。結果を図5（下記）に示す。

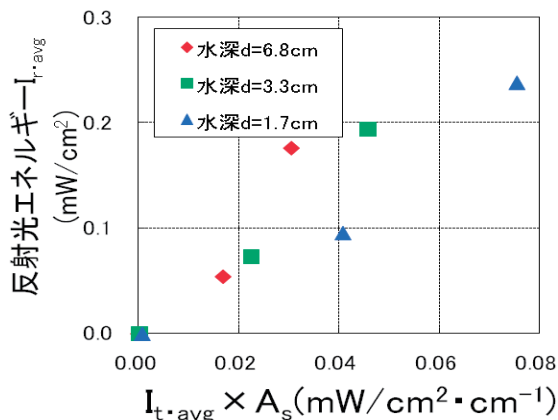


図5

この結果より、一次反射光のみを考慮した本モデルにおいても、概ね濁質による反射を評価できることが明らかになった。

また次に、紫外線照射との併用が避けられない塩素消毒による副生成物のひとつトリハロメタンの紫外線による分解性を調べた。トリハロメタン成分毎の変化速度定数（一次反応を仮定した反応速度定数）については、臭素の置換数が大きいほど減少する速度が大きいことがわかったので、その原因を調べるため、トリハロメタン成分毎の濃度当たりの254nm吸光度を調べた。

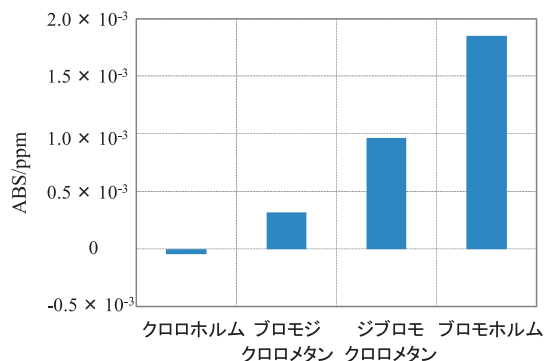


図6

図6に示すように臭素の置換数が大きい成分ほど254nm吸光度が大きい。つまり紫外線によるトリハロメタン成分の分解は、紫外線の吸収によるものであることが強く示唆された。

<平成22年度>

本研究最終年度においては、実際の浄水場における地表水原水を用いて、一般細菌、大腸菌などよりも水中濃度が高いHPC（従属栄養細菌）の濁度変化と紫外線照射量に応じた生残率を求める試験を回分式で行った。事前に細孔径の異なるフィルター(0.8～5 μm)に原水を通じて、吸光度、濁度、HPC除去率を測定し、クリプトスピリジウムの大きさや得られる実験結果の範囲を勘案

して5 μm細孔径フィルターを採用した。これにより、同じ原水でも濁度の異なる試料水に対する不活化実験を行い、紫外線照射の効果について比較することができる考えた。図7、図8にその実験結果の一部を示す。

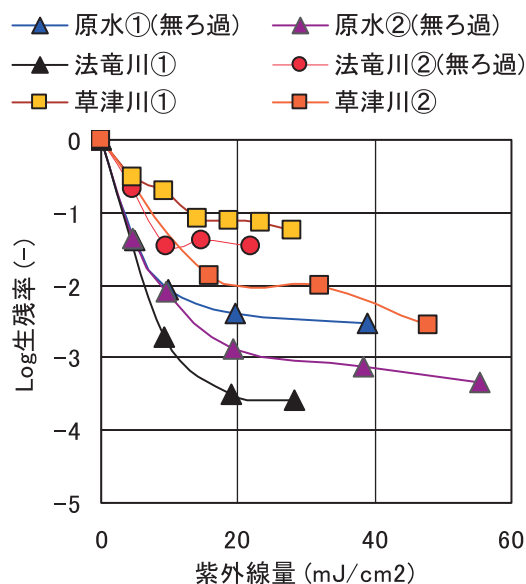


図7

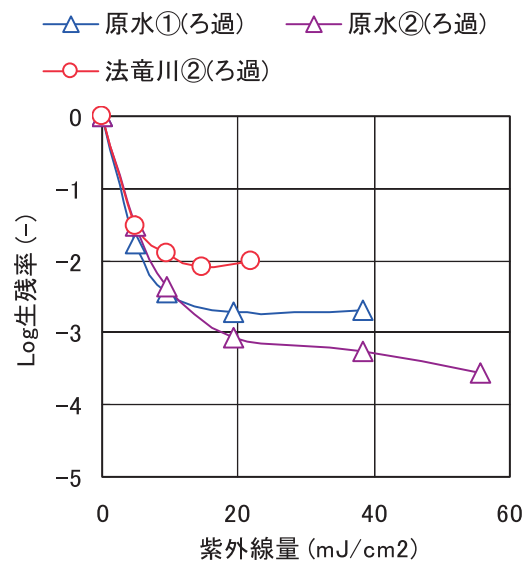


図8

結果から、すべての試料で15mJ/cm²程度までは一次反応的に不活化したが、その傾きは試料毎に異なった。また、15mJ/cm²以上の紫外線量においては不活化に要する紫外線量が大きくなり、傾きが小さくなるテーリングと呼ばれる傾向が見られた。さらにまた、同じ試料におけるろ過前後の生残率を比較すると、ろ過の有無で生残率に大きな差は見られなかったことから、同じ試料であれば、濁度がある程度の値であったとしても、消毒効果に濁質が影響をしないのではないかとということが示唆

されたと考えられる。テーリングの原因についてさらに不活化実験を行った結果、HPCは様々な紫外線耐性を持つ細菌によって場所毎に様々な割合で構成されているということ、さらには、紫外線照射で生残り増殖した紫外線耐性菌の1 log不活化に要する紫外線量が、各試料の実験結果から得られたテーリング後の不活化速度にほぼ一致していることがわかった。これは、紫外線照射生残菌は徐々にではあるが不活化が進行している、つまり照射された紫外線が濁度を含んだ試料においても微生物に到達していることを示している。不活化速度が遅い紫外線耐性菌に紫外線が到達しているということは、耐塩素性生物のうちクリプトスポリジウムのように紫外線耐性が小さいものは到達した紫外線量に応じて一次反応的に不活化が進行することを強く示唆している。

【研究結果】

本研究の結果からは、濁度5.22度の水においても、濁度がそれより低い場合と同様に微生物に対して紫外線が到達していることが示された。よって、濁度が水道水質基準を満たしている場合には紫外線照射の効果に濁度は影響せず、95%以上の水量に10mJ/cm²以上の紫外線量が照射されれば、耐塩素性微生物への効果は十分に期待されるものと考えられる。

（3）塩素代替消毒としての適用における検討

【研究内容】

欧米諸国では、紫外線照射装置は表流水処理へ適用され、かつ一般の病原微生物消毒用としても認められている。我が国でもそのような一般的な消毒処理方法としての適用を考えていく必要があることから、低圧及び中圧UVランプによる病原微生物への不活化処理に対して、実際に適用した場合の対象水質（表流水や地下水等を原水とする浄水）の変動により、消毒効果へどの程度影響を及ぼすのかを検討した。また大腸菌をモデル細菌として、塩素と紫外線の併用処理を行った際の、細菌へ与える損傷部位についても複数培地培養法によって推定・検討した。

<平成20年度>

まず、塩素処理の副生成物に対する紫外線照射の影響について文献調査を行い、低圧UVランプと中圧UVランプとも数%あるいは低レベルの分解率に留まることが確認でき、分解によって生成する副生成物の影響も少ないと考えられた。

次に紫外線照射装置を塩素の代替法として導入する場合、その不活化効果が常時保証されているかどうかのモ

ニタリング手法が重要になるため、低濃度有機物を用いたUV装置の線量測定法並びに光触媒添加による反応促進実験を行った。今回、処理対象水に含まれる有機物を化学線量計の対象物質として利用し、（これが可能であれば、処理前後の浄水を採水することによって、十分な紫外線線量が与えられていることが日常的に測定可能となる。）低濃度有機物を蛍光分析法によって高感度に測定する方法を試みた。

この結果（図9、図10）、紫外線照射による対象水中の低濃度有機物の変化を蛍光分析によって測定し、線量計として適用できるかどうか検討したところ、蛍光強度の変化は検出されなかったものの、二酸化チタン粉末を共存させたところ、蛍光強度に明らかな変化が生じ、線量計としての可能性が高まった。今後対象水の透過率95%を保持しつつ、蛍光強度の変化が見られるためには、比較的粒径の大きな、高感度触媒材料を用いる必要があると考えられた。

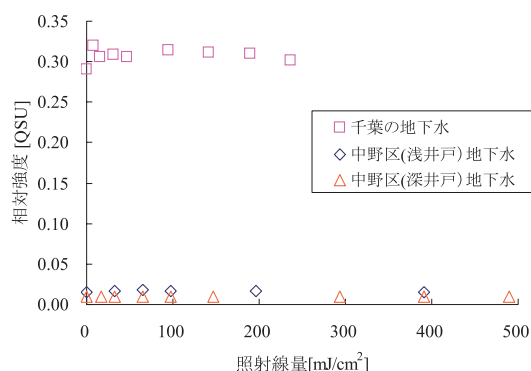


図9 地下水でのUV照射による蛍光強度変化

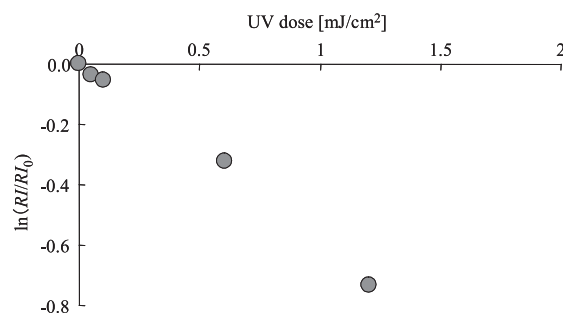


図10 光触媒2.2g/Lを共存させた時のUV照射による相対蛍光強度(RI)の変化

<平成21年度～平成22年度>

研究2年度目からは、さらに文献調査や実験を通して、様々な病原微生物の紫外線感受性について、波長依存性を把握し、かつ処理対象となる浄水について、吸光スペクトルデータを収集し、紫外線感受性のデータと合わせることによって、中圧ランプのような広波長域の光源を用いた場合の消毒効果を推定し、低圧ランプの場

合との比較を行った。また大腸菌をモデル病原細菌として、塩素と紫外線の併用処理における損傷部位について、複数培地培養法によって推定・検討した。

北米では、既に紫外線照射をクリプトスポリジウム以外の病原微生物を対象とする消毒処理として導入を進めており、また中圧紫外線ランプの導入例も多い。従って、導入ガイドラインにおいても微生物の波長依存性が問題とされている。ここでは、主にUSEPAのガイドラインを参照し、また引用元の文献等を当てることによって、波長依存性が把握されている微生物の種をまず把握することにした。USEPAガイドラインでは、様々な微生物における波長依存性が示されている。図11にそれを示す。

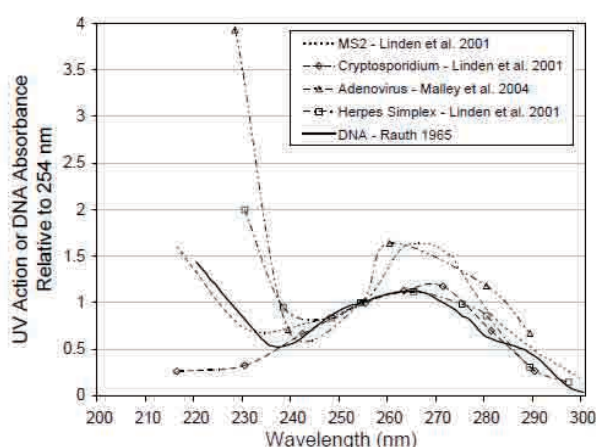


図11 各種微生物における紫外線不活化感受性の波長依存性

この図からクリプトスポリジウムのみ短い波長における感受性が低くなっているのに対し、他の微生物種の感受性は、220nm付近において高くなっていることがわかる。また、図に併せて示されているDNAの吸収スペクトルはクリプトスポリジウムの感受性よりもむしろその他の生物種の感受性スペクトルに近いことがわかる。そこで本研究では、その他のウイルス種（大腸菌ファージ4種）と細菌種（大腸菌）の感受性スペクトルを実験的に求めることを試みた。

実験では、病原ウイルスとしては核酸がRNAのものとDNAのものが存在することを考慮して、RNAファージ2種（MS2, Q β ）とDNAファージ2種（T4, λ ）を選定した。大腸菌はE.coli（NBRC 13965）を用いた。また紫外線光源は紫外域においてブロードな照射光を持つパルスXeランプを用い、ランプと照射試料水の間にバンドパスフィルタを設置し、照射される波長光を選択した。この条件で、

- ・微生物の不活化実験

- ・国内の浄水についての吸光スペクトル調査
- ・中圧ランプによる消毒効果の変動の推定

を試みた。主な実験結果としては、各種微生物の不活化実験を2回ずつ行い、バンドパスフィルタ透過光別の不活化率の平均値を求めた。不活化率から、254 nmでの不活化率を1とした相対不活化率を算出し、図12に示す。既存の研究で示されているクリプトスポリジウムの不活化率も併せて示す。

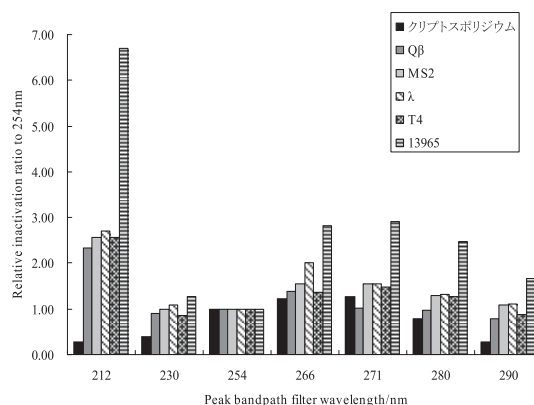


図12 *Cryptosporidium parvum*, MS2, Q β , λ , T4, および大腸菌(NBRC 13965)の各バンドパスフィルタ透過光における相対不活化率分布（*C. parvum*の値のみ文献参照）

次に、国内の浄水場の吸光スペクトル調査結果について、図13に各浄水場の吸光スペクトルの一例として2009年11月採水分のデータを示す。A,B,Dの浄水場は原水が地表水であり、C,Eの浄水場は地下水を用いている。この結果、短い波長側の吸光度の大きさの順番は、254nmの吸光度の順番と必ずしも一致していないことがわかる。

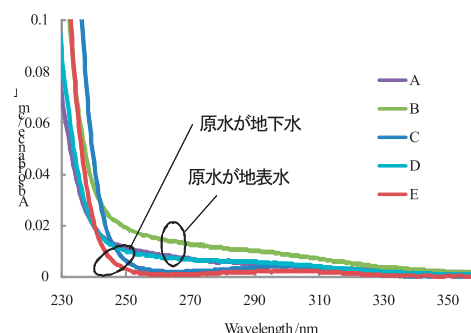


図13

従って、広い波長光を持つ中圧ランプの場合には、254もしくはその近くの260nm吸光度だけでは、消毒効果を推定することができない。

中圧UVランプによる消毒効果の変動の推定では、紫外線照射光を平行光とし、試料中の光透過長を10cmと仮定して、図14の照射スペクトル、対象試料の吸光スペク

トルを用いて計算した。

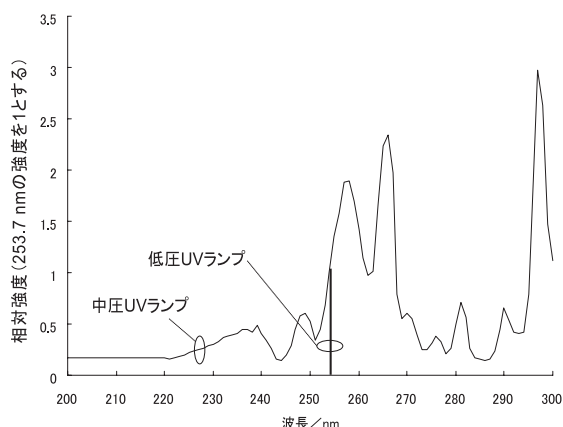


図14 中圧および低圧UVランプの照射スペクトル
(254nmの照射強度を1とした場合の相対値)

低圧UVランプと異なり、中圧UVランプの消毒効率の低減は、各対象微生物の波長感受性とランプの照射スペクトルと対象水の吸光スペクトルの3つに依存するため、微生物毎に低減効果が変わることになる。

JWRCの定める中圧UVランプの装置審査基準では、240nm未満の吸光度は $\infty \text{ cm}^{-1}$ (=透過率0%)、240nm以上の吸光度は 0.022 cm^{-1} (=透過率95%)を仮定して、装置を設計することになっている。この仮定対象水の場合の不活化率を計算し、各浄水場の年間の変動を含めて不活化率を計算した結果と比較することによって、JWRC審査基準にて保証される設定消毒効果の何倍の消毒効果が得られるかをまとめた。結果を図15に示す。

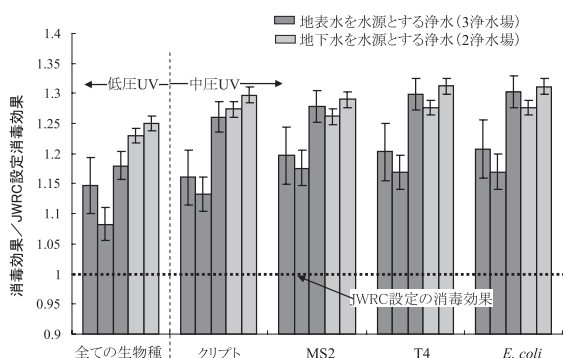


図15 仮定対象水を含む各浄水の吸光スペクトルによる微生物の不活化効果の推定低減率

この図から、JWRC技術審査基準で設定された消毒効果が発揮できるように設計されている装置であれば、いずれの浄水であっても、これを上回る消毒効果が年間を通して得られることが示されており、十分な消毒効果を年間を通じて担保する装置となると考えられる。

また、低圧UVランプの適用性については254nmの照射光しか持たないため、この波長の吸光度（もしくは

透過率）がわかれば、消毒効率の低減は簡単に推定できる。図16に浄水の1年間にわたる254nm透過率データを用いて、JWRCの定める低圧UVランプの装置審査基準の水で得られる消毒効果の何倍の効果が保証されるのかについて変動を含めて計算した結果をまとめた。

一年間にわたり5つの浄水場共に254nmの透過率が95%を下回ることはないため、図16が示すとおり設定UV量が年間を通じて、保証されるということがわかった。これはクリプトスポリジウムの不活化目的だけでなく、その他の微生物の不活化を目的とした装置を設計する場合にも、この95%透過率という目安が有効に働くことを意味している。

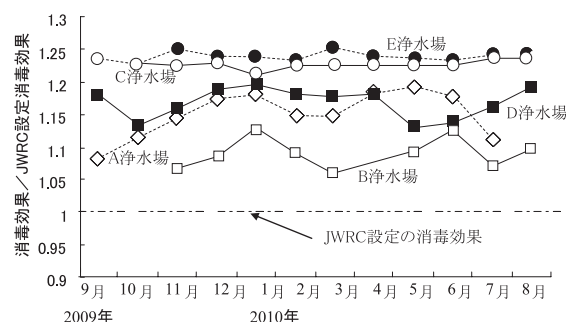


図16 各浄水の消毒効果の推定値
(JWRC技術審査基準との比較)

塩素と紫外線の併用処理における大腸菌の損傷部位の推定については、病原細菌のモデルとして大腸菌(NBRC 13965)を用いて、大腸菌溶液（初期濃度約 10^6 CFU/mL ）に対し、不活化処理を行った後、この溶液中の大腸菌濃度を以下の3通りの方法で測定した。表2は損傷部位との関係を示す。

- ・TSA (Tryptic Soy Agar)
- ・EC (コンパクトドライEC)
- ・DESO (デスオキシコーレート寒天培地)

表2 各測定培地の検出の有無と推定損傷箇所

	必須代謝 損傷 遺伝子損傷	特定酵素 損傷	細胞膜 損傷
TSA	×	○	○
EC	×	×	○
DESO	×	×	×

×：不検出，○：検出

塩素単独および紫外線単独処理の場合の結果を図17に示す。また塩素と紫外線の併用処理の場合を図18に示す。

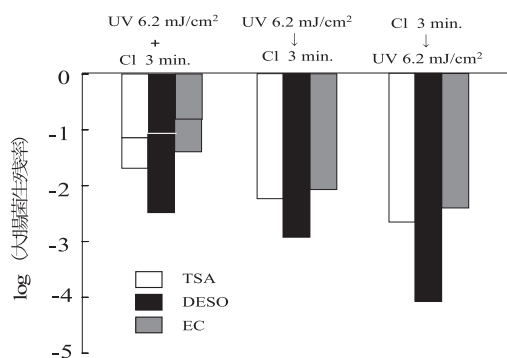


図17 塩素および紫外線単独処理結果の和

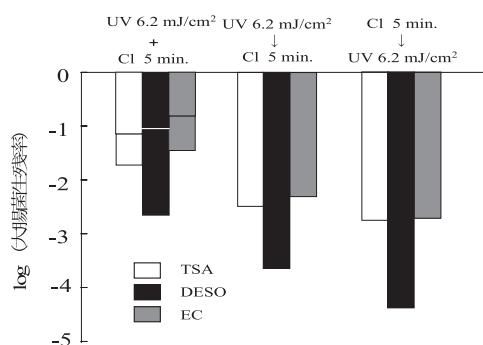


図18 塩素および紫外線併用処理結果の和

塩素の接触時間に関わらず、単独処理の不活化効果の和に比べて、併用処理の不活化効果の方が高くなっていることがわかる。即ち、併用処理による相乗効果が確認された。しかし大腸菌の損傷部位の推定という視点から見ると、塩素と紫外線の併用処理の場合に、特徴的に見られる培地間の比は観察されなかった。従って併用処理でも不活化機構は変わらないが、不活化効果は高くなるということになるが、その理由については、今後の検討が必要である。

【研究結果】

結論として、低圧および中圧UVランプのいずれにおいてもJWRCの定める装置審査基準をベースにしていれば、一般的な消毒性能は担保できることが確認された。ただし、中圧UVランプの正確な評価のためには、254 nm吸光度だけでなく対象水のスペクトルデータを把握しておくことが重要であると考えられた。また塩素と紫外線の併用処理によって不活化率は高まるものの、作用機構に関しては単独処理と異ならないことが分かった。

4. 適合審査による認定状況

冒頭で述べたJWRC技術審査基準に則り、平成20年4月から審査受け付けを開始し、4年目となる。平成23年11月末現在までの推移を表3,4に示す。

低圧ランプ

表3

	H21. 11末	H22. 11末	H23. 11末
認定取得企業数	10	14	16
認定件数	34	51	62
認定機種数 (処理能力別内訳)	71	108	128
1,000m³/d未満	20	24	29
1,000～10,000m³/d	39	63	73
10,000m³/d以上	12	21	26

中圧ランプ

表4

	H21. 11末	H22. 11末	H23. 11末
認定取得企業数	0	3	5
認定件数	0	6	11
認定機種数 (処理能力別内訳)	0	12	20
5,000m³/d未満	0	1	1
5,000～50,000m³/d	0	9	14
50,000m³/d以上	0	2	5

このうち平成23年11月末までの認定数を、さらに細かく分類してグラフ化したものが、次の図19である。

紫外線照射装置JWRC技術審査基準 処理水量別適合認定装置

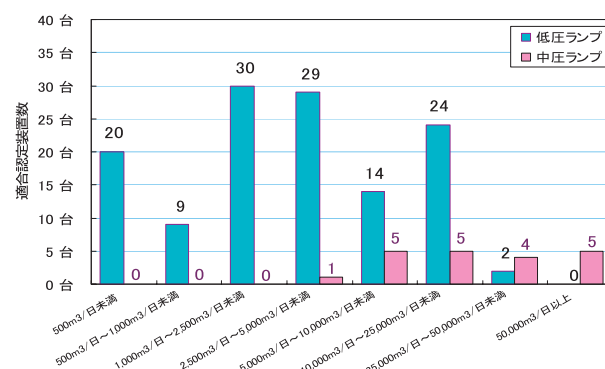


図19 紫外線照射装置の認定状況

低圧ランプでは全128機種（1社あたり1～19機種）の認定を取得しているが、この中にはOEM製品52機種を含んでいる。中圧ランプでは全20機種（1社あたり2～6機種）の認定を取得していて、OEM製品はない。また中圧ランプにおいては各社とも処理能力 50,000m³/d以上の機種で認定取得している。

5. 紫外線照射装置の導入状況

水道技術研究センターでは、日本紫外線処理技術協会（JUVA）の会員企業の協力を得て、我が国の水道における紫外線照射装置の導入状況について調査（平成23年3月実施）を行った。図20は調査先である企業からの回答を集計し、紫外線照射装置の累積導入件数、累積計画処理水量を示したものである。なお、契約済段階及び工事中であるが平成23年度内に稼動する装置を含んでいる。

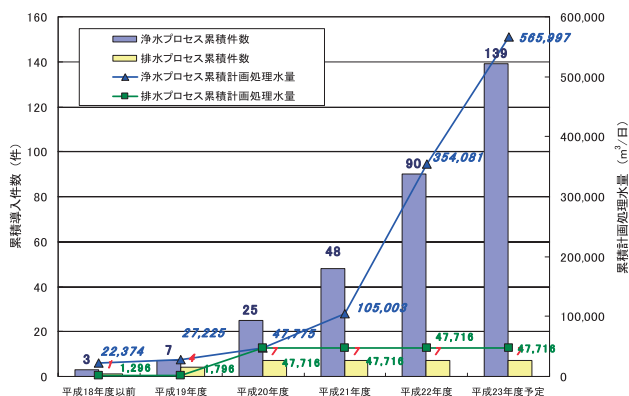


図20 紫外線照射装置の導入状況
(累積件数、累積計画処理水量)

浄水プロセスへの適用においては、平成23年度末予定で、累積導入件数は139件、累積計画処理水量は約566,000m³/日となっている。膜ろ過洗浄排水等の排水プロセスへの適用においては、平成23年度で累積導入件数は7件、累積計画処理水量は約47,700m³/日で、4年間増えていない。

浄水プロセスへ適用する累積計画処理水量について、この3年間の傾向を表5、図21に示す。

表5 累積計画処理水量と対前年増加量
(単位 千m³/日)

	H20	H21	H22	H23
膜	849	1,102 (253)	1,221 (119)	1,339 (118)
UV	48	105 (57)	354 (249)	566 (212)

()内は対前年増加数

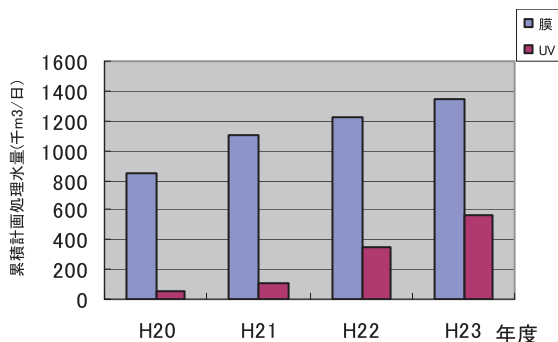


図21 累積計画処理水量(膜・UV)推移

全体の累積計画水量は、依然として膜処理装置の方が大きいですが、増加量は、紫外線照射装置が2年連続で200,000m³/日以上を記録し、膜処理装置の増加量を大きく上回っている。

クリプトスポリジウム対策に限定して考えると、法的にはまだ地表水への適用が認められていない紫外線処理であるが、地表水への適用については先に述べたとおり、技術的に可能とする結果も得られており、法規制の改正によってはより大きなマーケットが潜在しているのは確実である。

水道技術研究センターでも、現在のクリプトスポリジウム等対策指針に沿ったスペックの装置認定を行っているところだが、地表水へ適用できる能力を持った装置を認定するための基準作りに備えなければならないと考える。

なお、紫外線照射装置の導入状況については、水道事業体等にアンケート調査を実施して、当センターホームページで情報提供したい。

6. おわりに

今後クリプトスポリジウム等対策に関して原水水質や地域の特性等を考慮した多様な技術の適用を探るという観点から、本研究の成果は大いに参考になると考えている。また、現状ではクリプトスポリジウム等対策に関連して膜と紫外線が競合するような印象があるが、本研究の成果によって両者の特性がより明確になり、水道におけるこれらの技術の更なる適用や導入に向けて理解が進むことを期待している。

参考文献

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）分担研究報告書

「紫外線照射の地表水への適用に関する研究」

神子 直之 立命館大学 教授

「紫外線処理による塩素代替消毒法および

マルチバリア消毒法に関する研究」

大瀧 雅寛 お茶の水女子大学大学院 教授



岐阜市上水道における導入事例

岐阜市上下水道事業部施設課 機械設備係長 太田 淳一

1. 導入の背景

本市における水道事業は、昭和3年に着手してから80年が経過しました。この間、「安全でおいしい水を安定して供給すること」を基本理念に、水道事業の推進に努めてきたところです。

本市は、地下水が豊富であることから、21箇所ある水源の全てを地下水に求めています。その中でも、市全域の約半分に給水している鏡岩水源地と雄総水源地は、旧環境庁から名水百選に選ばれた清流長良川の良質な伏流水を水源とし、塩素消毒することのみで安全でおいしい水を供給しています。

しかし、近年、塩素消毒だけでは死滅しない耐塩素性病原生物であるクリプトスポリジウム等の存在が危惧されています。本市では現在までに、クリプトスポリジウム等は検出されていないものの、長良川の出水期における増水や豪雨による洪水等、河川の状況により水質の安全性が懸念されることもあり、平成16年度に膜ろ過による高度浄水施設整備事業に係る変更認可を取得し、施設整備に向けて平成18年度に予算を計上しました。

しかしながら、同年、厚生労働省から「紫外線処理」を認める方向性が示されたことから、当該予算を凍結するとともに、紫外線処理施設導入に向けた技術的な検討及び調査を進め、平成19年度に変更認可を取得しています。

2. 概要、計画及び進捗

鏡岩水源地の3井一日計画給水量57,200m³及び雄総水源地の4井一日計画給水量39,200m³の紫外線処理施設整備について、平成20年度にプロポーザル方式による詳細設計、平成21年度に一般競争入札（総合評価方式）により工事発注し、同年度から22年度にかけて施設の建設を行い、平成23年4月から供用を開始しています。

なお、本施設は紫外線処理施設として国内最大規模であり、水道事業における先進的な取組みの一つと考えています。

3. 紫外線処理のメカニズム

処理装置のランプから照射する紫外線（253.7nm、10mJ/cm²以上）によって不活化します。

不活化とは、紫外線照射によりクリプトスポリジウム等の感染性及び増殖能力をなくして、活動できないようにすることです。

4. 工事の概要

（1）鏡岩水源地紫外線処理施設建設工事

事業費：約6億円

機械設備工事 一式

紫外線処理装置 処理水量57,200m³/日

配管、その他

電気設備工事 一式

紫外線電気設備、既設機能増設、

計装設備、その他

土木工事 一式

場内配管 管径φ400mm～1000mm、
延長253m

不断水工φ600mm～1000mm、3箇所
流量計室、場内整備、その他

建築工事 一式

紫外線処理室 鉄骨造、床面積243.4m²



▲ 鏡岩水源地紫外線処理施設（設備全体）

(2) 雄総水源地紫外線処理施設建設工事

事業費：約4億円

機械設備工事 一式

紫外線処理装置 処理水量39,200m³/日

配管、その他

電気設備工事 一式

受変電設備、紫外線電気設備、

既設機能増設、計装設備、その他

土木工事 一式

場内配管 管径φ350mm～1000mm、
延長148m

不断水工φ450mm～1000mm、2箇所

場内整備、その他

建築工事 一式

紫外線処理室 鉄筋コンクリート造、

床面積：113.28m²

建築機械設備、建築電気設備、その他



▲ 雄総水源地紫外線処理施設（設備全体）

5. 設備構成

(1) 紫外線処理装置（予備機含む）

紫外線（10mJ/cm²以上）の照射

(2) ストレーナ（処理装置一次側及び二次側）

異物の捕捉及び流出の防止

(3) 電動弁（処理装置一次側及び二次側）

水撃（ウォーターハンマー、動圧急変）の緩和

(4) バイパス弁

濁度を管理した上での緊急時の配水

6. 創意工夫

低コスト及び省スペースを達成するためには、現状のポンプで配水することが得策であるため、電動弁等によりウォーターハンマーの影響を緩和させることで、場内

配管の途中での紫外線処理としました。

また、制御盤内の器具を日本国仕様とすることで、取替等のメンテナンスを容易にしました。さらに、ランプの調光方法を工夫し、紫外線を水量及び濁度に合わせて照射することで、電力費の低減を図ることにしています。

7. 見込まれる効果

万が一、原水にクリプトスポリジウム等が混入していたとしても、処理装置のランプから照射する紫外線（253.7nm、10mJ/cm²以上）によって不活化することができるため、より安全でおいしい水を安定して供給することができます。

また、文献によっては、クリプトスポリジウム等以外への効果も示されており、将来的に新たな微生物等への対策が求められたときには、今回導入した処理装置での対応も期待できます。

8. 維持管理

今年度は、概ね月一回のメーカーによる定期点検の中で、センサの校正、ランプの交換等について、レクチャーを受けながら、職員による保守点検を進めています。なお、点検項目については、厚生労働省事務連絡における「紫外線処理設備の日常点検項目例」を参考にしています。今年度の定期点検により蓄積されたノウハウが、今後の保守点検に活用できると思われます。

紫外線処理を始めてから間もないこともありますが、今のところ、重大な故障等は発生していません。

9. おわりに

紫外線処理は、膜ろ過に比べ施設規模が小さく、建設費や維持管理費の低減に繋がり、鏡岩水源地と雄総水源地の原水の通常濁度が低い状況や敷地が狭小であることを踏まえると、本市にとって極めて適した処理であると考えています。

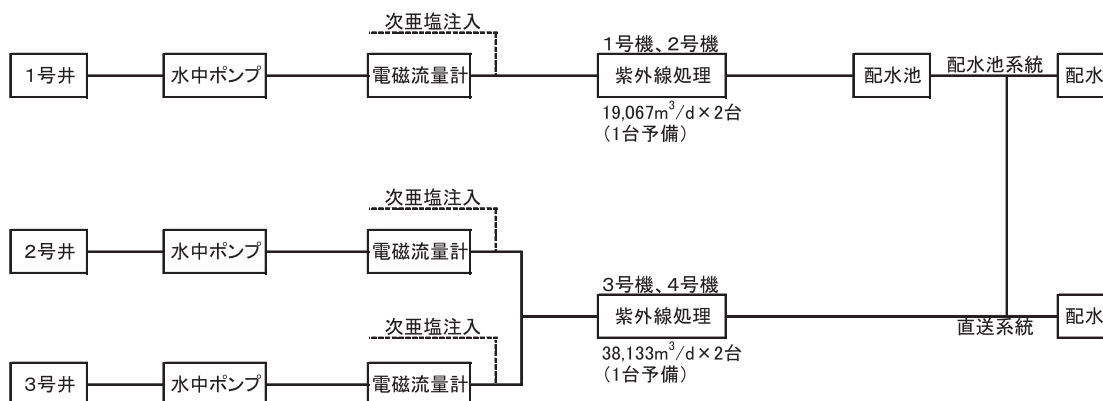
この本市の取り組みが、紫外線処理の導入を計画している水道事業者、紫外線処理装置に携わっているメーカーにとって参考事例になれば幸いです。

■参考

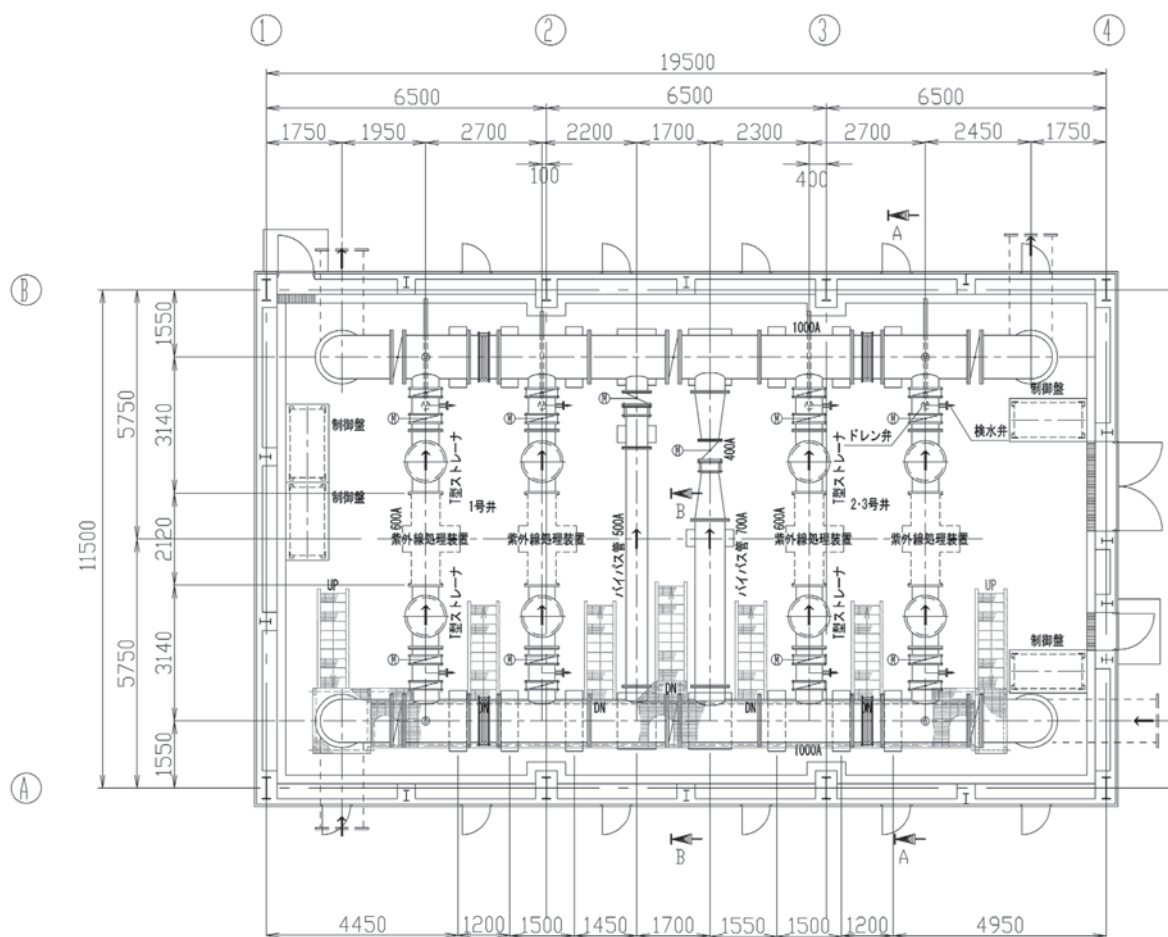
厚生労働省健康局水道課事務連絡「紫外線処理設備について」平成19年3月30日

「鏡岩水源地」 通水開始 昭和5年3月7日

紫外線処理関連フロー



▲ 紫外線処理関連フロー（鏡岩水源地）



▲ 紫外線処理施設平面図（鏡岩水源地）

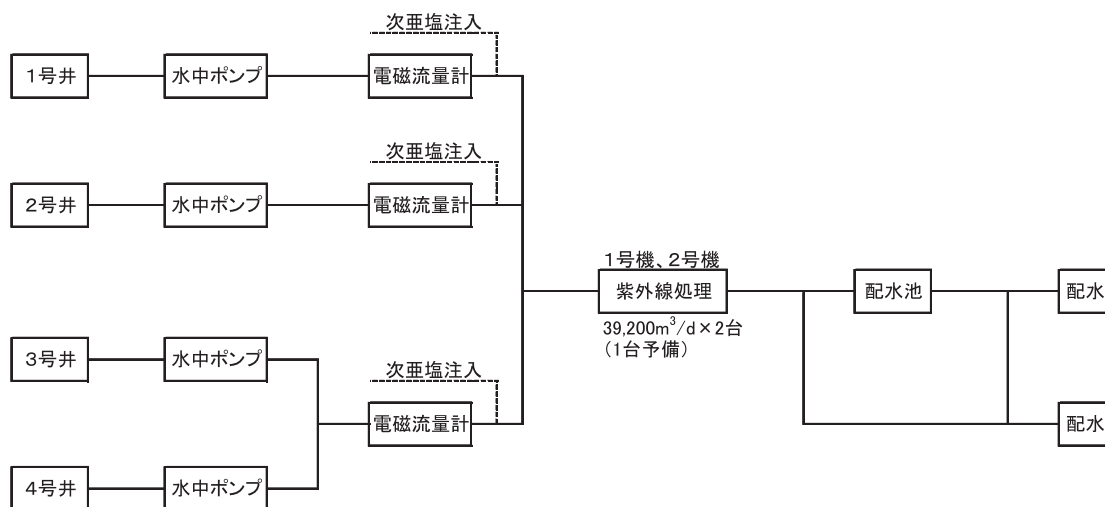
■ 紫外線処理開始 平成23年4月1日

処理対象 伏流水（1、2、3号井）

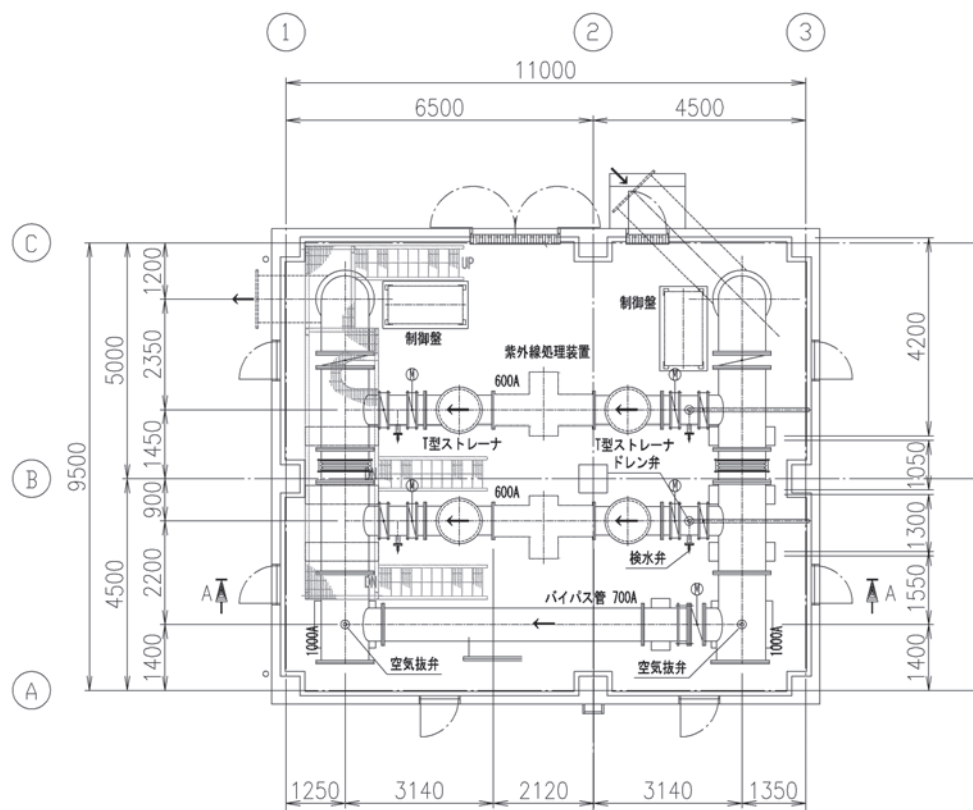
通常濁度 0.1度未満 通常色度 1度未満

「雄総水源地」 通水開始 昭和28年5月7日

紫外線処理関連フロー



▲ 紫外線処理関連フロー（雄総水源地）



▲ 紫外線処理施設平面図（雄総水源地）

■ 紫外線処理開始 平成23年4月1日

処理対象 伏流水（1、2、4号井）、地下水（3号井）

通常濁度 0.1度未満 通常色度 1度未満

施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：H市T浄水場
計 画 水 量：5,000 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧高出力アマルガムランプ
ラ ン プ 出 力：240 W / 本
灯 数：3 灯 / 基
ランプスリーブ：フッ素樹脂被覆石英ガラス
U V モ ニ タ：乾式強度計 3台 / 基
処 理 能 力：7,500 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：地下水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：M町N浄水場
計 画 水 量：7,500 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧高出力アマルガムランプ
ラ ン プ 出 力：240 W / 本
灯 数：5 灯 / 基
ランプスリーブ：フッ素樹脂クリアコート
石英ガラス
U V モ ニ タ：乾式強度計 2台 / 基
空間紫外線監視式
処 理 能 力：8,580 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：地下水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：H市H浄水場
計 画 水 量：35,000 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：3 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧高出力アマルガムランプ
ラ ンプ 出 力：325 W / 本
灯 数：8 灯 / 基
ランプスリーブ：石英ガラス
U V モ ニ タ：乾式UV強度計 1 台 / 基
処 理 能 力：17,500 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：ろ過処理水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：T市A浄水場
計 画 水 量：5,594 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧高出力アマルガムランプ
ラ ンプ 出 力：130 W / 本
灯 数：8 灯 / 基
ランプスリーブ：石英ガラス
U V モ ニ タ：乾式UV強度計 1 台 / 基
処 理 能 力：5,594 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：ろ過処理水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：G市K水源地
計 画 水 量：80,352 m³ /日（最大）

<機器仕様>

数 量：4基
形 式：内照式
紫外線ランプ：中圧水銀ランプ
ラ ンプ 出 力：2.3 kW /本、5.7 kW /本
灯 数：6灯 /基
ランプスリーブ：石英ガラス
U V モ ニ タ：UV強度計 1台 /基
処 理 能 力：25,000 m³ /日 /基
50,000 m³ /日 /基

<原 水>

対 象 水：浅井戸水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：Y市A水源地
計 画 水 量：12,400 m³ /日

<機器仕様>

数 量：2基
形 式：内照式
紫外線ランプ：中圧水銀ランプ
ラ ンプ 出 力：2.3 kW /本
灯 数：4灯 /基
ランプスリーブ：石英ガラス
U V モ ニ タ：UV強度計 1台 /基
処 理 能 力：18,000 m³ /日 /基

<原 水>

対 象 水：浅井戸水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：G 市 O 水源地
計 画 水 量：39,200 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：中圧水銀ランプ
ランプ出力：最大 10 kW / 本
灯 数：3 灯 / 基
ランプスリーブ：石英ガラス
U V モ ニ タ：乾式 UV 強度計 3 台 / 基
処 理 能 力：75,600 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：伏流水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：F 市 A 配水池
計 画 水 量：750 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：1 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧紫外線ランプ
ランプ出力：65 W / 本
灯 数：3 灯 / 基
ランプスリーブ：フッ素樹脂被覆石英ガラス
U V モ ニ タ：乾式強度計 3 台 / 基
処 理 能 力：1,500 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：地下水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：U市M浄水場
計 画 水 量：8,520 m³／日

<機器仕様>

数 量：3 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：中圧ランプ
ラ ン プ 出 力：3000 W／本
灯 数：2 灯／基（1 灯予備）
ランプスリーブ：石英ガラス管
U V モ ニ タ：紫外線強度計
処 理 能 力：5,000 m³／日／基

<原 水>

対 象 水：井戸水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：T市M浄水場
計 画 水 量：8,000 m³／日

<機器仕様>

数 量：3 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧アマルガムランプ
ラ ン プ 出 力：300 W／本
灯 数：2 灯／基
ランプスリーブ：フッ素樹脂コーティング石英管
U V モ ニ タ：空間強度計
処 理 能 力：5,600 m³／日／基

<原 水>

対 象 水：浅井戸水の
脱炭酸処理水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：S 水道企業団 D 浄水場
計 画 水 量：20,000 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧高出力
アマルガムランプ
ラ ン プ 出 力：300 W / 本
灯 数：8 灯 / 基
ランプスリーブ：フッ素樹脂コーティング
石英ガラス
U V モ ニ タ：空間 UV 強度計 1 台 / 基
処 理 能 力：26,000 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：急速ろ過水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：T 市 S 浄水場
計 画 水 量：21,000 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧高出力
アマルガムランプ
ラ ン プ 出 力：300 W / 本
灯 数：4 灯 / 基
ランプスリーブ：フッ素樹脂コーティング
石英ガラス
U V モ ニ タ：空間 UV 強度計 1 台 / 基
処 理 能 力：11,000 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：地下水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：O市O・A共同浄水場

計 画 水 量：26,100 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：1 基

形 式：屋内内照式密閉通水型

紫外線ランプ：低圧紫外線ランプ

ラ ンプ 出 力：65 W / 本

灯 数：3 灯 / 基

ランプスリーブ：フッ素樹脂被覆石英ガラス管

U V モ ニ タ：波長選択フィルタ多点乾式
3 台 / 基

処 理 能 力：500 m³ / 日 / 基

<原 水>

対 象 水：原水返送水
(濃縮槽上澄水)

紫外線透過率：75 %以上

濁 度：2 度以下



会員リスト

平成24年1月現在（五十音順）

☐正会員

アタカ大機株式会社	〒111-0041 東京都台東区元浅草 2-6-6 東京日産台東ビル 東京事業所 TEL 03-3845-8623 大阪本社 TEL 06-6533-5013
磯村豊水機工株式会社	〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-1-3 TEL 03-5532-3757（技術本部）
岩崎電気株式会社	〒369-0113 埼玉県鴻巣市下忍 3361 TEL 048-598-5885
株式会社ウォーターテック	〒108-0023 東京都港区芝浦 3-16-1 中野興産ビル TEL 03-3456-0795
水 i n g 株式会社	〒144-8610 東京都大田区羽田旭町 11-1 TEL 03-6275-8892
カジマアクアテック株式会社	〒107-0051 東京都港区元赤坂 1-5-31 新井ビル 2 階 関東支社 TEL 03-5770-5633 関西支社 TEL 06-6946-1123
株式会社神鋼環境ソリューション	〒651-0072 神戸市中央区脇浜町 1-4-78 水処理事業部 技術部 TEL 078-232-8115 大阪支社 TEL 06-6206-6746
神鋼環境メンテナンス株式会社	〒651-0086 神戸市中央区磯上通 2-2-21 本社 TEL 078-261-7910 東京支社 TEL 03-3459-5974
水道機工株式会社	〒156-0054 東京都世田谷区桜丘 5-48-16 TEL 03-3426-2953（事業管理部）
セン特殊光源株式会社	〒561-0894 大阪府豊中市勝部 3-3-18 TEL 06-6845-5111
千代田工販株式会社	〒104-8115 東京都中央区銀座 7-13-8 第2丸高ビル3F TEL 03-3547-1277
月島機械株式会社	〒104-0051 東京都中央区佃 2-17-15 TEL 03-5560-6540（水環境事業本部 事業統括部）
株式会社東芝 社会インフラシステム社	〒105-8001 東京都港区芝浦 1-1-1 東芝ビルディング TEL 03-3457-4215
東洋濾水機株式会社	〒612-8296 京都市伏見区横大路柿の本町 12-1 TEL 075-601-5206
ドリコ株式会社	〒110-0015 東京都台東区東上野 4-8-1 TIXTOWER UENO 15 階 TEL 03-6802-8000
株式会社西島製作所	〒569-8660 大阪府高槻市宮田町 1-1-8 TEL 072-690-2323（プラントエンジニアリング本部 環境・新エネルギー技術部）
株式会社日本フォトサイエンス	〒193-0832 東京都八王子市散田町 5-8-3 TEL 042-667-5641
扶桑建設工業株式会社	〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 2-13-11 東京本社代表 TEL 03-3669-8301 高松本店技術開発部 TEL 087-825-1351
フナテック株式会社	〒134-0085 東京都江戸川区南葛西 2-6-22 TEL 03-5679-2700
前澤工業株式会社	〒332-8556 埼玉県川口市仲町 5-11 TEL 048-251-5515（建設事業部 施設部）
メタウォーター株式会社	〒105-6029 東京都港区虎ノ門 4-3-1 城山トラストタワー TEL 03-6403-7540（営業本部 営業企画部）
株式会社ヤマト	〒371-0844 前橋市古市町 118 番地 TEL 027-290-1821（環境事業部）
理水化学株式会社	〒530-0054 大阪市北区南森町 1-4-10 理水ビル TEL 06-6365-0691

☐特別会員：民間企業

DNライティング株式会社
筑波ウシオ電機株式会社
東海東洋アルミ販売株式会社

ヒメジ理化株式会社
株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン
株式会社マキノ

☐特別会員：団体

財団法人千葉県薬剤師会検査センター

☐特別会員：個人

浅見真理 大瀧雅寛 神子直之

入会を希望される場合は、当協会のホームページ（<http://www.juva.jp/>）の入会申込書 PDF をダウンロードしていただき、必要事項をご記入のうえ事務局までお送りください。

〔セミナー・講演会へ〕 の講師派遣を随時受付〕

本協会では、紫外線水処理装置・技術の啓蒙活動を積極的に行っており、その一環として紫外線水処理装置および技術に関する講師の派遣を行っております。
お申し込みは、メールにて承ります。
(メールアドレス：info@juva.jp)



Japan UV Water Treatment Technology Association

一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会
HPアドレス <http://www.juva.jp/> メールアドレス info@juva.jp