

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.10**

Japan UV Water Treatment Technology Association

JUVA

10

Newsletter

日本紫外線水処理技術協会

ニュースレター No.10

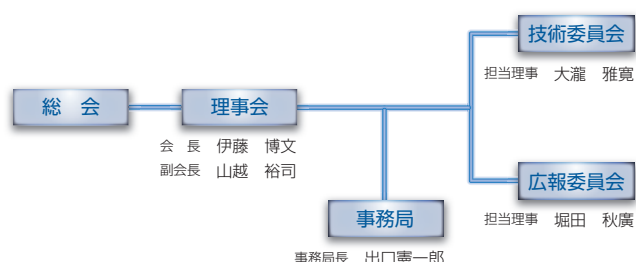
Japan UV Water Treatment Technology Association

JUVA

10

Newsletter

協会組織図



■顧問・役員 (平成28年度)

顧問	大垣眞一郎 (公益財団法人 水道技術研究センター 理事長)
会長	伊藤 博文 (水ing 株式会社 副統括)
副会長	山越 裕司 (株式会社日本フォトサイエンス 理事)
事務局長	出口憲一郎 (千代田工販株式会社 リサーチセンター長)
理事 (技術担当)	大瀧 雅寛 (お茶の水女子大学 教授)
理事 (広報担当)	堀田 秋廣 (フナテック株式会社 常務取締役)
理事	神子 直之 (立命館大学 教授)
理事	小熊久美子 (東京大学 准教授)
理事	岩崎 達行 (岩崎電気株式会社 課長)
理事	相馬 孝浩 (株式会社東芝 参事)
理事	落合 隆 (月島機械株式会社 担当部長)
理事	杉本 隆仁 (メタウォーター株式会社 部長)
理事	橘木 次男 (株式会社ウォーターテック 部長)
理事	府中 裕一
監事	谷口 康夫 (セン特殊光源株式会社 室長)

もくじ

顧問・役員

●巻頭言

- 01 設立 10 周年にあたり
一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会
会長
伊藤 博文

●特別寄稿

- 02 水道水質管理における紫外線の活用
厚生労働省生活衛生・
食品安全部水道課 水道水質管理官
東 利博

●技術資料

- 03 紫外線照射装置の認定取得及び
導入の推移
公益財団法人 水道技術研究センター
浄水技術部 主任研究員
田中 利明
- 05 紫外光を発する新光源について
(~ UV-C LED を水処理に用いる際の留意点~)
お茶の水女子大学 教授
大瀧 雅寛
- 09 ニュースレター技術資料 過去 10 年の振り返り
株式会社西原環境 環境事業本部
岡本 真由子
- 11 岩手中部水道企業団における紫外線処理
設備の導入事例及び維持管理
岩手中部水道企業団 浄水課主任
小原 富太

- 15 導入事例紹介

●会員紹介

- 17 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



設立10周年にあたり

一般社団法人 日本紫外線水処理技術協会 会長 伊藤 博文

当協会は、紫外線水処理装置の品質確保を目的として平成18年12月に任意団体として設立され、平成21年7月に一般社団法人へ移行致しました。設立10周年を迎えられたことは、ひとえに会員の方々並びに関係各位のご支援とご指導の賜物と深く感謝申し上げます。10年という節目にあたり、これまでの活動を振り返ると共に今後の活動の方向性について述べたいと思います。

設立時は、8社であった正会員数も現在では23社となり、紫外線水処理装置の普及に微力ながらも貢献できているものと考えています。当協会には、理事会、技術委員会及び広報委員会がありそれぞれ積極的に活動しています。技術委員会では、紫外線に関する技術的事項について、専門知識を有する会員企業の技術者及び学識者によって規格化や標準化等について検討し情報を発信しています。また、先進的事例として海外文献の翻訳も行い正会員へ紹介しています。広報委員会では、ニュースレターを年1回発行すると共にホームページからも情報発信しています。理事会では、各委員会活動の報告を受け、今後の活動方針の決定等について定期的に議論し決議しています。

これまでの主な活動をまとめると（公財）水道技術研究センターの紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準制定への協力、水道事業体をはじめとして（公財）日本水道協会の支部及び（一社）全国上下水道コンサルタント協会への技術説明等を通じて紫外線の普及に取り組んで参りました。また、正会員向けの技術セミナーの開催、ニュースレターの発行、インターネットホームページ及び新聞社等のマスコミを通じた情報発信を行ってきました。その甲斐もありクリプトスポリジウム等の対策として平成27年度末で導入件数318件、累積計画処理水量109万m³/dと実績を増やしてきています。

紫外線の導入の当初には、クリプト対策として「膜か

紫外線か」といった比較がされた時期もありましたが、今では、それぞれの特徴を活かし適正に棲み分けされて来ています。

水道だけではなく下水の再利用等を目的とした「ISO/TC282 水の再利用」の紫外線ワーキンググループに参加して国際規格作りにも取り組んでいます。また、内水面漁業の振興に関する法律の成立によって、水産物にとっては、下水処理水の消毒方法が塩素よりも紫外線の方が適していることもあり、リーフレットを作成して関係者に配布し下水道施設に紫外線水処理装置が普及するように取り組んでいます。

今後の活動のテーマとしては、水道におけるクリプト対策として表流水に紫外線が適用できるようにするための検討及び情報発信であると考えています。わが国の水道におけるクリプト対策は、平成8年に埼玉県で起こった8,800人以上の集団感染事故を契機に「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」が策定され、後に対策指針となり今日に至っています。対策指針では、紫外線を適用できる原水は、表流水以外のいわゆる地下水に限定され表流水には、認められていません。クリプトは、河川等の水道施設の取水源に存在していることが確認されているにも係らずろ過濁度0.1度以下に維持すれば良いことが対策として規定されています。

一方、欧米では地下水、表流水を問わずに、水道施設に紫外線が用いられています。むしろ表流水の方が多い状況です。わが国の水道では、砂ろ過による急速ろ過方式が圧倒的に多いため「ろ過+紫外線」の組み合わせによって微生物に対する安全性を高めるべきであることを当協会から発信し、表流水に紫外線が早く適用できるように取り組んで参ります。

今後ともご支援ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。



水道水質管理における紫外線の活用

厚生労働省生活衛生・食品安全部水道課 水道水質管理官 東 利博

従来から我が国の水道における病原生物対策は塩素消毒が基本とされています。第2次世界大戦後に水道が急速に普及しましたが、進駐軍による塩素消毒の徹底した指導により、コレラ、腸チフス、赤痢などの水系感染症が劇的に減少しました。水道法令上にも給水栓末端において残留塩素濃度が0.1mg/L（結合残留塩素の場合は0.4mg/L）以上を確保することが規定され、水道事業者がこれを遵守すれば病原生物対策上は問題は無いとされてきました。しかし、1993年に米国ウィスコンシン州ミルウォーキーにおいてクリプトスポリジウムの集団感染が発生し、消毒に用いられる塩素の濃度域ではほとんど効果が無い耐塩素性病原生物による汚染が大きな問題になりました。我が国においても1996年に埼玉県越生町におけるクリプトスポリジウムの集団感染の発生を受け、耐塩素性病原生物対策が急務となったことから、国としても様々な方策が検討されました。その結果、浄水施設においてはろ過池出口の濁度0.1度を遵守することを基本とした濁度コントロールが効果的であるとされ、「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」の中にその旨盛り込まれました。また、クリプトスポリジウムやジアルジアといった耐塩素性病原生物は、一定の紫外線を照射することにより不活化することができ、浄水処理に紫外線処理を活用することも有効であることが実証されたことから、平成19年3月に水道施設の技術的基準を定める省令を改正し、地表水以外を原水とするクリプトスポリジウム等の対策が必要な施設においては、ろ過設備による対策以外の選択肢として紫外線処理設備を整備することでも問題は無いこととされました。

紫外線処理対策のみでも良いと認められた施設は、地表水以外（地下水や伏流水など）から取水し、原水に指標菌（大腸菌又は嫌気性芽胞菌）の検出があった施設（対策指針というレベル3施設）のことであり、平成27年度末現在3,339施設あります。このうち既に紫外線処理を実施している施設数は221施設あり、前年度の193施設と比べるとわずかですが伸びていることが分かりま

す。一方で対策未実施の施設は1,795施設もあり、我が国の給水人口の約2%にあたります。このうち559施設では恒久的な対策を検討中とのことですが、残る1,236施設は少なくとも集計時点で対策未検討とのことでした。地下水や伏流水などは、クリプトスポリジウム等の汚染リスクが相対的に少ないとはいえ、指標菌が検出される事実があれば汚染の可能性は否定できません。厚生労働省としても、これらの施設を所有する事業者に対する指導に努めていますが、対策が進まないところが未だ少なからずあることは残念に思っています。安全・安心な水道供給を進めるためにはクリプトスポリジウム等の汚染の未然防止は大変重要であり、未検討施設においては早急な対策の実施が望まれます。

膜ろ過などの濁度コントロールによる対策を実施するか、紫外線処理を活用するか、対策の中身については各事業者の判断によります。設置コスト、運営コスト、設備更新の頻度、管理の容易さなど、メリットとデメリットを勘案してそれぞれの事業体に適した方法で対応を進めて頂きたいと思います。紫外線処理は、法令上に位置づけられてから10年経過しており、実績も着実に積み重ねてきていますし、更なる性能向上も図られてきております。財政支援の面でも、平成19年度から国庫補助制度が設けられており、紫外線処理施設として調整設備、紫外線照射槽、紫外線照射装置、電気・機械設備、各種配管及び計装設備についての整備費について補助を活用することができ、事業者においても導入しやすい状況にあります。

課題としては、紫外線処理に関する認知度があまり高くないところです。水道水質管理における紫外線処理は法令上も位置づけられ技術的にも既に確立されています。紫外線処理関係者による水道事業者への積極的な普及啓発活動が望まれるところです。



紫外線照射装置の認定取得及び導入の推移

公益財団法人 水道技術研究センター 浄水技術部 主任研究員 田中 利明

1. はじめに

平成 19 年 4 月 1 日に施行された「水道施設の技術的基準を定める省令」（厚生労働省）の一部改正により、水道における紫外線処理技術がクリプトスポリジウムとジアルジアの耐塩素性病原生物対策として位置づけられた。

また、「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」（厚生労働省）に基づき、その照射槽を通過する水量の 95% 以上に対して紫外線（253.7nm 付近）の照射量を常に $10\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以上確保できることが紫外線照射装置の備えるべき要件として示された。

これを受けて当センターでは、装置に求められる一定水準以上の性能及び品質を具体的に判断する基準として、「紫外線照射装置 JWR C 技術審査基準」を制定し、平成 20 年 4 月より適合認定業務を行っている。

この認定制度の意図するものは、紫外線照射装置の性能及び品質等の適正化を図り、一定水準以上の紫外線照射装置の水道事業者等への供給及び紫外線処理技術の浄水施設への円滑かつ適切な導入の促進に資することである。

本稿では、「紫外線照射装置 JWR C 技術審査基準」に基づく装置認定取得状況及び紫外線照射装置の導入状況について紹介する。

2. 紫外線照射装置認定取得状況

当センターでは、審査基準に基づき以下に示す審査項目¹⁾について、有識者で構成する浄水技術支援委員会を設置し審査を実施している。

《紫外線照射装置の審査項目》

- ①照射装置の概要及び仕様（図面を含む）
- ②紫外線ランプの能力
- ③照射装置の照射性能
- ④紫外線モニタの性能

⑤照射槽及び槽内機器の浸出性

⑥照射槽の耐圧性

⑦その他性能（絶縁抵抗、耐電圧、寸法公差、構造一般等）

平成 28 年 12 月末現在の装置認定取得状況の推移を図 1 に示す。年間 5～9 件のペースで認定取得件数は増加し、平成 28 年 3 月末までに累計で 99 件となった。平成 28 年度は 12 月末の時点で認定件数は 0 件であるが、平成 28 年度末には例年並みの件数となる見込みである。

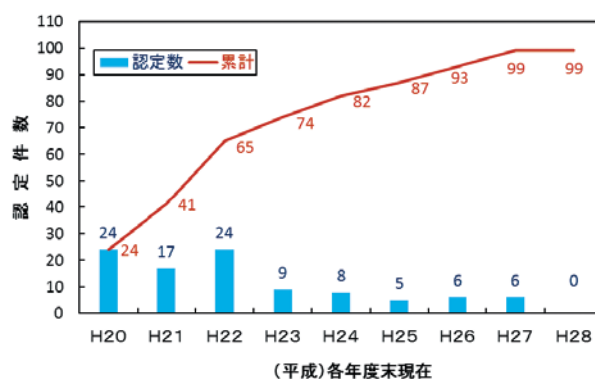


図 1 紫外線照射装置認定取得件数の推移
(平成 28 年 12 月末現在)

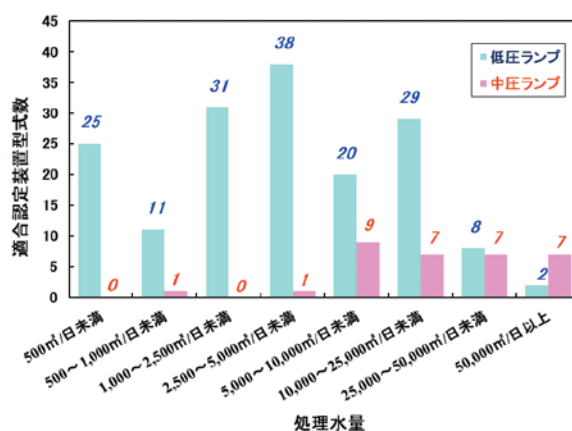


図 2 ランプ種類別、処理水量別の認定取得件数
(平成 28 年 12 月末現在)

認定取得数をランプ種別毎に分類すると、低圧紫外線ランプ照射装置については、19 企業が認定を取得し、認定件数は 80 件になる。一つの認定で複数の装置を登録できるため、認定装置の型式総数は、164 型式となる。

中圧紫外線ランプ照射装置については、認定社数 6 企業、認定件数 19 件、認定装置の型式数 32 型式である。

図 2 に平成 28 年 12 月末現在のランプ種類別（低圧・中圧）、処理水量別の認定取得件数を示す。

低圧ランプの認定装置を処理水量別で見ると、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ 未満が 36 型式、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ 以上～ $10,000\text{m}^3/\text{日}$ 未満が 89 型式、 $10,000\text{m}^3/\text{日}$ 以上が 39 型式となっている。

中圧ランプについては、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ 未満が 1 型式、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ 以上～ $10,000\text{m}^3/\text{日}$ 未満が 10 型式、 $10,000\text{m}^3/\text{日}$ 以上が 21 型式であり、中圧ランプは出力の高い特性を活かした大規模向けの認定が多く見受けられる。

3. 紫外線照射装置の導入状況

水道技術研究センターでは、日本紫外線水处理技術協会（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を実施している。

平成 28 年 3 月末現在の調査結果を図 3 及び図 4 に示す。なお、この集計結果は契約済段階及び工事中の装置を含んでいる。

図 3 は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。浄水プロセスへの適用においては、累積導入件数は 318 件（対前年度比 5.0%増）、累積計画処理水量は $1,085,669\text{m}^3/\text{日}$ （対前年度比 5.9%増）となっている。平成 19 年に厚生労働省から指針が示され、翌平成 20 年に紫外線照射装置の適合認定業務を開始して以降、装置の導入件数は毎年増加していることが分かる。

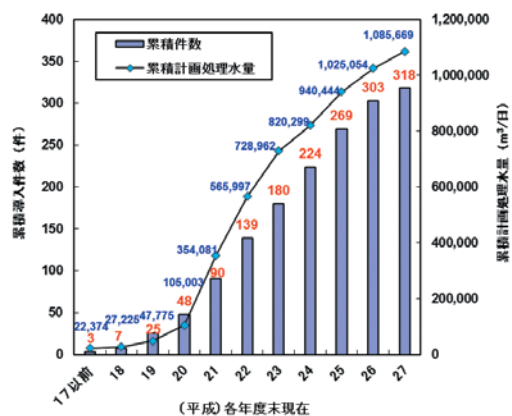


図 3 紫外線照射装置の導入状況（年度別）
（平成 28 年 3 月末現在）

図 4 は紫外線照射装置の導入件数を計画処理水量別に分類したものである。 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ 未満は 156 件、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ 以上～ $10,000\text{m}^3/\text{日}$ 未満は 136 件、 $10,000\text{m}^3/\text{日}$ 以上は 26 件である。クリプトスポリジウム等対策の指針が地表水以外を原水とする場合に限定されていることから、小規模浄水施設への導入が中心となっている。

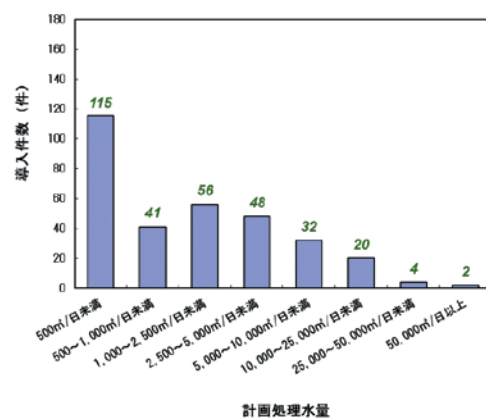


図 4 紫外線照射装置の導入状況（処理水量別）
（平成 28 年 3 月末現在）

4. おわりに

水道技術研究センターでは、紫外線照射装置に係る技術支援事業を推進してきた。本事業が水道事業者への紫外線照射装置の円滑な導入に寄与するものと期待している。

参考文献

- 1) (公財) 水道技術研究センター（2012）紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準



紫外光を発する新光源について (～UV-C LEDを水処理に用いる際の留意点～)

お茶の水女子大学 教授 大瀧 雅寛

1. はじめに

紫外線が水の消毒に利用されてから、ほぼ百年余が経つ。その間、光源の主役は常に石英管内の封入水銀蒸気に変圧をかけて紫外域の照射光を発生させる水銀ランプであった。これまで、封入水銀圧の変更や電極素材の改良といった様々なマイナーチェンジが行われ、現在のバリエーションは多岐に渡り、それぞれの長所を活かしながら、殺菌装置の光源として使用されている。

その他の紫外光源としては、封入ガスとして水銀以外の元素を用いた各種エキシマランプが挙げられるが、水銀ランプほどのコストパフォーマンスを発揮するには至っていない。

しかし、この数年、発光原理そのものが全く異なる光源が市場に出回り始めた。それが UV-LED（紫外発光ダイオード）である。特にこの数年において、殺菌作用をもつ深紫外域（300 nm 未満）で発光する深紫外発光ダイオード（以下、UV-C LED と呼ぶ）の性能が飛躍的に上昇し、水の殺菌装置の光源として組み込むことが現実的な段階に至っている。ここでは、新光源として UV-C LED を取りあげ、殺菌装置として利用する際の留意点について考えてみたいと思う。

2. UV-C LED の特徴

ここ数年の UV-C LED の進化はめざましいものがあり、ここで挙げる長所、短所は数年のうちに過去のものになってしまう可能性が非常に高いが、現時点における特徴を以下にまとめておく。

2-1) サイズ

LED は、発光本体であるチップだけでは光源とはならない。水銀ランプでも、発光管だけでは発光しないのと同義である。加電圧を可能にした発光体とするにはチップに周辺部品を装備してパッケージとする必要がある。水銀ランプと安定器のセットに相当するものだが、この単体発光体であるパッケージは数センチ角の非常に小さなものであり、水銀ランプとの最も大きな違いとも言える。パッケージが小型であるということは、殺菌装置の小型化が容易になるため、例えば蛇口につける浄水器といった POU（point of use：利用直前での適用）機器としての期待が高い。実際に小流量対応の殺菌装置は既に商品として市場に出ている¹⁾。

2-2) 照射波長

照射波長は発光ダイオードの元素組成によって決まる。UV-C LED は素材として窒化ガリウムを用いるのが特徴であるが、その組成割合によって、照射波長光や発光効率が変化する。現在、UV-C LED としては 280 nm 付近、260 nm 付近の波長光を発するものが一般的である。波長が短くなるほど出力の向上が難しい。後に詳しく述べるが、殺菌効果としては 280 nm よりも 260 nm の方が高い。しかしエネルギー効率等を考えると、現時点で殺菌用装置として実用化に適するのは、280 nm 付近の波長光を発する UV-C LED であるという見方が一般的なのである。

2-3) 出力

照射波長によるが、280 nm 付近の波長光を発する UV-C LED の場合、現時点では筆者の知る範囲ではパッケージ当たり 30 mW 前後の出力が最大レベルではないかと思われる。一般的な水銀灯のランプ一本当たりの出力が数 W ～数十 W であることを考えると相対的な出力はかなり低いが、LED パッケージが小型であるので、複数個を並べてモジュールを形成すれば、モジュール当たりの出力は水銀ランプに匹敵するレベルとなる。

2-4) 点光源

水銀ランプの場合は、ランプ管壁面が発光体となるので面光源として扱える。また充分離れた距離から考えれば発光管の長さをもつ線光源と見なすこともできる。一方、UV-C LED は数ミリ角のチップが発光源であるため、点光源として扱うことになる。またパッケージから発光する光の指向性（配光特性）は、水銀ランプの場合とは大きく異なっている。水銀灯からの光は均等拡散し、拡散光モデルで扱うことが適切とされているが、LED パッケージからは、均等には発光しない。従って、被照射部の強度推定をする場合、LED のもつ配光特性毎にモデルをカスタマイズする必要がある。また複数個のパッケージを並べた LED モジュールは、点光源がある間隔をもって並んでいるために、面光源として扱うことはできず、光源近傍では照射強度に濃淡が生じるような光源として扱う必要がある。

2-5) 温度依存性

殺菌用ランプとして最も一般的な低圧水銀ランプでは、発光強度がランプ近傍の温度によって変わる。最も発光強度が高くなる温度は 30~40℃で、それ以外では強度が落ちるのが一般的な傾向である。一方、UV-C LED の場合、温度によって強度が変わる性質は同じであるが、こちらの場合は低温ほど効率が良く、高温ほど効率が落ちる。その一例を図 1 に示す。UV-C LED を効率良く利用するには、この光源の冷却方法も重要因子の 1 つとなる。

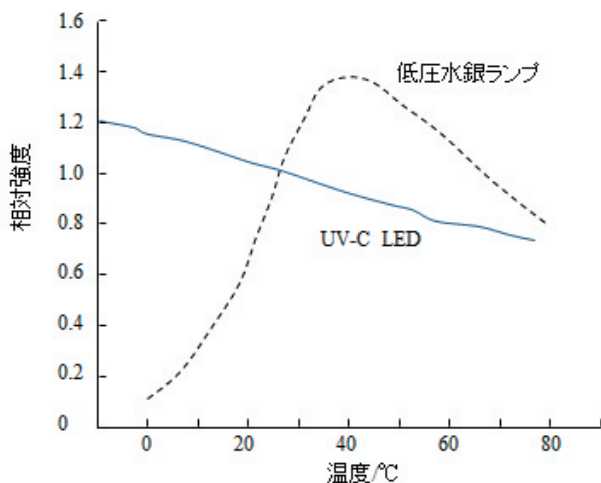


図 1 低圧水銀ランプと UV-C LED の
相対強度の温度依存性の一例¹⁾

2-6) 利用可能電源

UV-C LED は水銀ランプとは異なり、直流電源が簡単に利用できる。従って電池やポータブル電源を用いた照射装置の設計が可能である。サイズの特徴と相まって、持ち運びが可能な小型照射装置の利用において非常に大きなメリットと言える。

3. UV-C LED のもつ殺菌効果

3-1) 波長依存性

上述のように現在実用化レベルにある UV-C の発光波長は、280 nm 付近か 260 nm 付近である。一方、低圧水銀ランプは 253.7 nm であるので、同じ照射エネルギーを投入したとしても、その殺菌効果は異なると考えられる。このような光源の考え方としては、253.7 nm を含んだ複波長光を発光する中圧水銀ランプ（水銀蒸気圧を高めて、ランプ一本当たりの出力を増やしたランプ）の例が参考になる。図 2 に低圧と中圧水銀ランプの照射スペクトルの一例を示す。

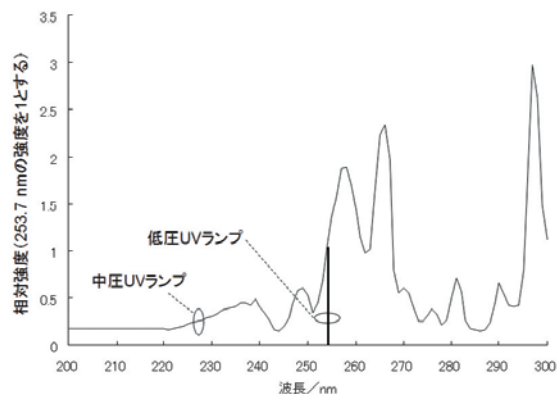


図 2 低圧水銀ランプと中圧水銀ランプの
照射スペクトルの一例²⁾

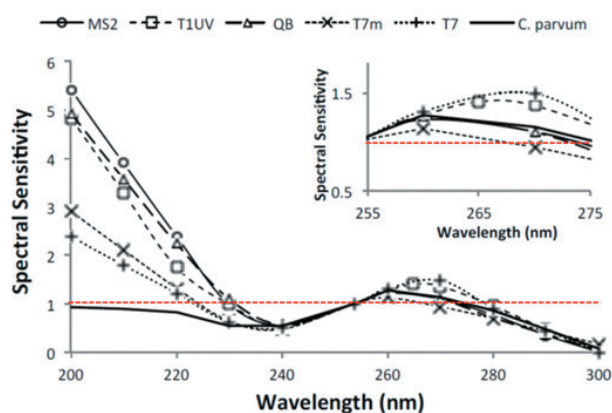


図 3 各微生物の殺菌効果の波長依存性³⁾

中圧紫外線ランプの殺菌効果を考える場合、殺菌効果の波長依存性が重要な因子となる。図 3 は各微生物における殺菌効果の波長依存性を示した図である。図中には 253.7 nm の効率と比較しやすいように、点線を示したが、これを見ると 253.7 nm から 275 nm あたりの効率が 1 以上、つまり低圧水銀ランプよりも効率が良い波長光ということが示されている。これらの効果曲線と、図 2 に示される照射スペクトルを波長毎に乗じて、合算すると 253.7 nm の照射エネルギーに換算された紫外線エネルギーを算定することができる。(式 (1) 参照)

$$I_{253.7} = \sum GF_i \times I_i \times \Delta n \quad (1)$$

$I_{253.7}$: 253.7 nm 換算の照射強度 (mW/cm²)

GF_i : 波長 i nm における 253.7 nm を 1 とした相対的な殺菌効率 (—)

I_i : 波長 i nm における波長刻み幅 Δn 分の照射強度 (mW/cm²/n nm)

Δn : 波長刻み幅 (nm)

UV-C LED は低圧水銀ランプのような、特定波長のみ

の輝線を発する光源ではなく、幅のある波長スペクトルをもつ。現在、市場に出ている UV-C LED 光源では半値幅（図 4 に示す、ピーク波長のエネルギー量の半値における波長幅）は 5 ～ 15 nm であると言われている。そのため中圧水銀ランプのような複波長型光源タイプと見なし、式 (1) の考え方を適用するのが妥当だと考えられる。

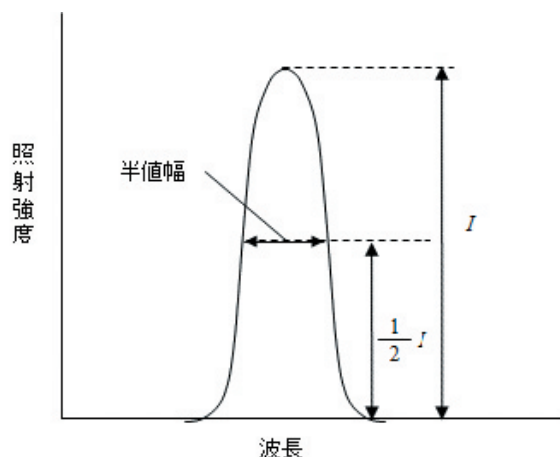


図 4 照射強度スペクトルと半値幅

5 ～ 15 nm 程度の半値幅をもつ場合、図 3 の殺菌効果の波長依存性を参照しながら考えてみると、例えば、260 nm 付近をピークにもつ UV-C LED の場合、ピーク付近 ± 10 nm にて照射域をもつことになる。そこで 250 ～ 270 nm の殺菌効果を見てみると 253.7 nm よりも高い 1 以上の範囲がほとんどである。従って同じエネルギー照射で比較すると、殺菌効率は低圧水銀ランプよりも高いことになる。一方、280 nm 付近をピークにもつ UV-C LED の場合では、同様に 270 nm ～ 290 nm の殺菌効果を見てみると、253.7 nm よりも低い域と高い域が混在しており、その加減も微生物種によって異なる、つまり殺菌効率が高いのか低いのかは簡単には判断できない。用いる UV-C LED の照射強度スペクトル、対象とする微生物の *GF*（殺菌効率）値を用いて、ケースバイケースにて、式 (1) に従って計算することになる。

3-2) 殺菌装置の設計

上述のとおり、UV-C LED の照射スペクトルはピーク波長、および半値幅で特徴づけられる。しかしこれらピーク波長および半値幅ともに全く同等となっている UV-C LED チップの生産は難しく、どうしても製品には、両値ともにばらつきが生じる。従って、これらの UV-C LED を用いた殺菌装置はロット毎に照射スペクトルが異なることになる。その場合、製品管理としては、最も殺菌効率の悪いスペクトルをもつ製品を基準とした仕様になることが安全側の考え方と言えよう。

製品の供給側からすれば、殺菌効率のばらつきが小さ

く、製品の基準をある程度統一するために歩留まりに目をつぶるか、ばらつきが大きくても、歩留まりがよい製品供給を目指すかの選択をすることになる。勿論、エンジニアとしては、ばらつきが少なく、歩留まりも良い製品供給を目指してもらいたいと思うが、これまでの UV-C LED の進化速度を考えるに、決して不可能なことではないと考える。

3-3) クリプト対策用装置の評価方法

現在、塩素耐性病原微生物（主としてクリプトスポリジウムおよびジアルジア）の対策として、原水が表流水以外の水道システムにおいて紫外線照射を導入できることとしており、厚生労働省の指針⁴⁾では、「253.7 nm 付近の照射量を常時 10 mJ/cm² 以上確保出来るもの」としている。しかし UV-C LED を用いて、これに資する装置を設計する場合、様々な留意点が出てくる。

そもそもこの指針が出た時代は水銀ランプが主流であり、クリプトスポリジウムへの紫外線効果データのほとんどが水銀ランプを用いたものであった。そのため「253.7 nm 付近の・・・」という文言となったと思われる。しかし時代は変わり 253.7 nm 付近の照射光を持たない光源が実用化の段階になった以上、現実的な対応を考えねばならない。厚生労働省の指針にある「253.7 nm 付近の照射量で 10 mJ/cm²」というのは、「253.7 nm 換算の照射量で 10 mJ/cm²」と読み替えるのが妥当であろう。

先述の、中圧水銀ランプのような複波長照射を持つ場合の殺菌効果の算定において示したように、UV-C LED の殺菌効率は、対象微生物毎に変わる可能性がある。ということは、クリプトスポリジウムの場合の 253.7 nm 換算照射量と、他の微生物種の場合の同換算照射量は、同じ UV-C LED を用いても異なる可能性があることを意味する。

紫外光を用いた殺菌装置が流水式の場合、装置のもつ能力を評価するには紫外線耐性が既知の生物を投入し、その生物への効果から装置の評価を行う生物線量計が用いられる。UV-C LED へこの方法を適用する場合に、特に考慮しなければならない点を以下に述べる。

3-4) 流水式装置の評価方法

さて殺菌装置が流水式の場合、その装置の評価方法としては生物を用いた生物線量計による評価方法が一般的である⁵⁾。この方法の詳細は JUVA ニュースレターのバックナンバーを参照されたい。要はクリプトスポリジウム以外の生物種を実際に装置に流して実験結果を得て、その結果からクリプトスポリジウムへの効果を推定するのである。この方法の場合、中圧水銀ランプや UV-C LED のような複波長型光源では、実験に供する微生物種に留

意しなければならない。

図3に示されている微生物種とクリプトスポリジウムの殺菌効果曲線を比較してみると、240 nm以上の範囲ではT1、T7（どちらも大腸菌ファージの種）はいずれも、クリプトスポリジウムの曲線から解離している。従ってGF（殺菌効率）値が異なるために式(1)から得られる253.7 nm換算強度（ $I_{253.7}$ ）値の算定結果がクリプトと異なってしまう。簡単な例として270 nmのみを照射する光源を仮定してみよう。実験に供する微生物種としてはT7を考えてみる。このファージは、低圧水銀ランプに対する耐性が、クリプトスポリジウムの耐性とほぼ同じと考えられている微生物種である。言い換えれば、253.7 nm光のエネルギー量で10 mJ/cm²が与えられれば、このT7ファージもクリプトスポリジウムも99.9%不活化することとされている。

しかし270 nm光では、T7のGF（殺菌効率）値が約1.5となっており（図3参照）、式(1)から得られる253.7 nm換算強度（ $I_{253.7}$ ）値は約1.5倍の値となり、すなわち10 mJ/cm²のエネルギー量を照射した場合には、253.7 nm換算照射量で約15 mJ/cm²に相当することになる。一方、クリプトスポリジウムのGF（殺菌効率）値は約1.1であるので、同様に考えると253.7 nm換算照射量では、約11 mJ/cm²と相当する。

この様に270 nm光の照射量としては10 mJ/cm²を照射しても、生物種が異なると253.7 nm換算照射量が異なってしまう。すなわちクリプト対策用として必要な「253.7 nm付近で10 mJ/cm²」のエネルギー量が得られているのかを評価するには、この違いを考慮しなければならない。

一方、MS2、Q β （どちらも大腸菌ファージの種）とは、殺菌効果曲線はほぼ一致している。従って253.7 nm換算強度 $I_{253.7}$ 値の算定結果が、ほぼ同じ値となると考えられる。ただし280 nm～300 nmでは若干、クリプトスポリジウムの効果曲線との解離が見られるため、280 nm付近をピークにもつUV-C LED光源を考える際には留意しておく必要があるかもしれない。

なおここで240 nm以下の波長域を考慮しなかった理由は、実際の水処理において対象水がもつ光透過率が低い（吸光度が高い）ことと、現在実用化されている光源の照射波長としては、ほぼ無視できる照射域であるからなのだが、今後UV-C LEDの進化が進み、ピーク波長光が240 nm以下のものが出てくるかもしれない。技術改良が進み、コストパフォーマンス的に見ても十分実用に耐えうるものとなる可能性もある。その場合、図3の結果から考えられることは、クリプトスポリジウムへの効果は、この波長域では低いが、実験に供する微生物はより高く不活化する傾向にあるため、クリプトスポリジウムへの効果を推定する際には、特に留意が必要となる

であろう。

4. まとめ

紫外光を発する新光源UV-C LEDを用いた水処理装置を考える際、以下のことに留意する必要がある。

- 1) 従来型光源である水銀ランプとは、サイズ、照射波長、出力値、点光源であること、温度依存性、利用可能電源の種類など、大きく異なる特徴を持っており、その点に留意する必要がある。
- 2) 殺菌効果を考える際には、複波長型光源（ある程度の幅のある照射スペクトルを持つ光源）であることから、微生物への効果の波長依存性を考慮する必要がある。
- 3) 殺菌装置を設計する際には、UV-C LEDのピーク波長、半値幅等の製品間のばらつきを考えて、仕様を考える必要がある。
- 4) クリプトスポリジウム等の塩素耐性病原微生物対策としての装置を考えるにあたっては、253.7 nm換算での照射エネルギー量にて評価する必要がある。
- 5) UV-C LEDを用いた装置の評価を生物線量計にて行う場合、供試する微生物種の紫外光耐性の波長依存性を考慮しておく必要がある。

参考文献

- 1) J.Paganら（2016）JUVA ニュースレター、9、pp.12-18
- 2) 大瀧雅寛（2010）JUVA ニュースレター、3、pp.8-9
- 3) EPA（2006）UV guidance manual for the final LT2ESWTR
- 4) 厚生労働省：水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針（平成19年3月30日）
- 5) 大瀧雅寛（2016）JUVA ニュースレター、9、pp.2-5

ニュースレター技術資料 過去10年の振り返り

株式会社西原環境 環境事業本部 岡本 真由子

1. はじめに

一般社団法人日本紫外線水処理技術協会は、平成18年12月に発足し、10年が経過した。ニュースレターは、平成19年12月にNo.1を発行してからほぼ1年に1回のペースで計9冊発行した。

この度、協会設立から10年という節目にあたり、これまでの9冊のニュースレターの技術資料の振り返りを行った。技術資料を以下の6つに分類し、タイトルと掲載箇所を示す。

- ・紫外線や病原微生物に関する知見
- ・水道施設向け紫外線処理
- ・公益財団法人水道技術研究センターの活動
- ・水道施設での紫外線処理導入事例
- ・下水への紫外線適用
- ・海外技術動向

2. 紫外線や病原微生物に関する知見

紫外線や病原微生物に関する知見に分類される技術資料を表1に示す。紫外線や紫外線による水の消毒、病原微生物に関する一般的、専門的な知見等が示されている。

表1 紫外線や病原微生物に関する知見に分類される技術資料

タイトル	No.	ページ
紫外線による殺菌メカニズム	1	13
10mJ/cm ² 照射でのクリプトスポリジウム以外の微生物への効果	3	8-9
水道水源におけるクリプトスポリジウムの汚染実態	6	11-12
クリプトスポリジウムのリスク評価方法と必要な除去率の推定について	7	9-12
「水銀に関する水俣条約」締結 紫外線ランプ(産業用ランプ)は規制対象外	7	13-14
残留性ゼロの消毒 紫外線水処理技術のリーフレット解説	9	8-11

3. 水道施設向け紫外線処理

水道施設向け紫外線処理に分類される技術資料を表2に示す。紫外線処理に関連する指針や基準等に関して理解が深まり、紫外線処理設備の設計・運転・維持管理方法が示されている。

表2 水道施設向け紫外線処理に分類される技術資料

タイトル	No.	ページ
紫外線処理装置の運転・維持管理	1	8-12
RED(換算紫外線照射量)とは何か ～その意味と適用の仕方～	2	2-6
「紫外線処理設備の導入 Q&A」	2	7-13
紫外線による臭素酸の生成について	2	14-15
中圧 UV ランプ装置における対象水の吸光度スペクトルが及ぼす不活化効果への影響	4	3-6
紫外線照度計トレーサビリティの調査報告書(第1報)	4	16-17
ワークショップ「水道のクリプト対策としての紫外線照射と濁度管理について考える」の報告	6	15-16
表流水への紫外線処理の適用	7	15-18
浄水用紫外線照射装置の消毒性能	8	7-10
RED(換算紫外線照射量)の不思議 (～その使い方と注意点～)	9	2-5

4. 公益財団法人水道技術研究センターの活動

公益財団法人水道技術研究センターの活動に分類される技術資料を表3に示す。適合審査による認定状況、水道における紫外線照射装置の導入状況、および水道施設への円滑かつ適切な紫外線処理導入の促進に向けた公益財団法人水道技術研究センターの活動が示されている。

表 3 公益財団法人水道技術研究センターの活動に分類される技術資料

タイトル	No.	ページ
紫外線照射が水道水質に与える影響についての調査方法	2	16-17
紫外線照射装置の技術支援及び導入状況について	3	10-11
紫外線照射装置の技術支援及び導入状況	4	7-11
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	5	6-13
JWRC 技術審査基準の改訂と紫外線照射装置の導入状況	6	9-10
水道のクリプト対策としての紫外線照射と濁度管理に関する Q&A 及び紫外線照射装置の導入状況	7	3-8
紫外線照射装置の認定取得及び導入の推移	8	5-6
紫外線照射装置の認定取得及び導入の推移	9	6-7

5. 水道施設での紫外線処理導入事例

水道施設での紫外線処理導入事例に分類される技術資料を表 4 に示す。水道施設で紫外線処理を導入した事業者の方々々が概要、経緯、運用、維持管理状況等を示している。

表 4 水道施設での紫外線処理導入事例に分類される技術資料

タイトル	No.	ページ
熊本市の上水道における導入事例	3	12-15
神奈川県営水道における導入事例	4	12-15
岐阜市上水道における導入事例	5	14-17
光市水道局における紫外線処理設備の導入事例及び維持管理	6	17-20

6. 下水への紫外線適用

下水への紫外線適用に分類される技術資料を表 5 に示す。

表 5 下水への紫外線適用に分類される技術資料

タイトル	No.	ページ
下水処理の一要素技術としての紫外線照射	5	2-5
下水処理水の再生水利用における国際標準化(ISO/TC282)について	8	11-14

7. 海外技術動向

海外技術動向に分類される技術資料を表 6 に示す。

表 6 海外技術動向に分類される技術資料

タイトル	No.	ページ
第 5 回 IUVA(国際紫外線協会)国際会議参加報告～海外の技術動向～	3	3-7
クリプトスポリジウム対策のための表流水への紫外線処理の適用 Ultraviolet Treatment of Surface Waters to Control <i>Cryptosporidium</i>	6	2-8
USEPA における水系感染リスクに対する対策指針の概要	6	13-14
Coming of Age-UV-C LED Technology Update	9	12-18

8. おわりに

ニュースレターの技術資料には、紫外線に関する知見から、海外技術動向まで幅広い技術情報が掲載されており、過去 10 年の紫外線水処理技術の向上や紫外線水処理技術を取り巻く社会の変遷を見ることができる。本稿により、これまでのニュースレターを読み返してもらえれば幸甚である。

ニュースレターのバックナンバーは、以下の URL より入手可能である。

<http://www.juva.jp/backnumber.html>

岩手中部水道企業団における紫外線処理設備の導入事例 及び維持管理

岩手中部水道企業団 浄水課主任 小原 富太

はじめに

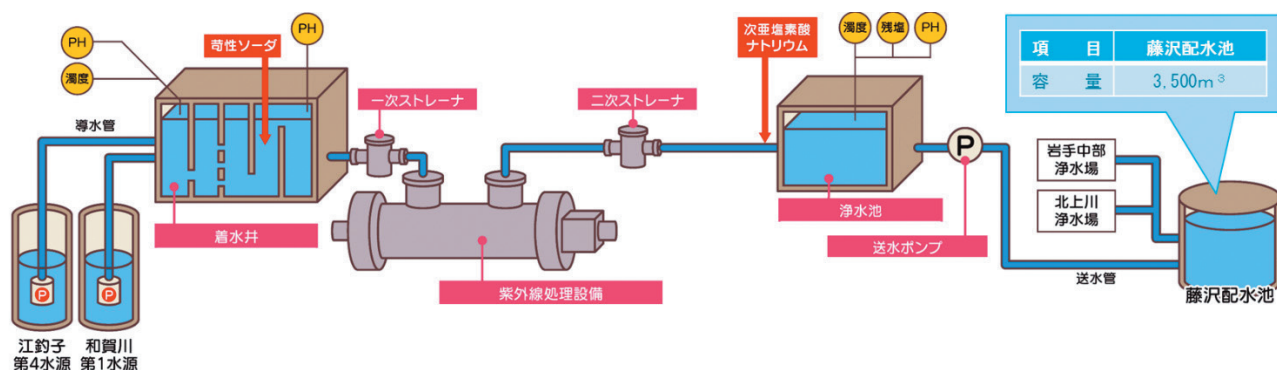
岩手中部水道企業団は、岩手県の中部に位置する北上市、花巻市及び紫波町の2市1町に水道水を供給する一部事務組合（特別地方公共団体）である。平成25年10月11日に設立し、平成26年4月1日から岩手中部広域水道企業団と構成市町水道事業を統合（広域化）し、水道事業を経営している。

本稿では、当企業団所管の浄水場のうち、紫外線処理方式を採用している和賀川浄水場の設備導入事例とその維持管理について紹介する。



和賀川浄水場について

施設概要



水道広域化促進事業の統合関連事業のひとつとして、老朽化により休止していた旧和賀川浄水場を更新、平成26年10月31日に完成した。

水源は北上川水系和賀川左岸に近接した堤内地の和賀川第1水源と、西へ5km離れた江釣子第4水源（同7月に廃止となった江釣子浄水場水源）の2地下水源をブレンドしている。両水源ともに水質基準を超過する項目が無いため、浄水方法は消毒のみである。

水処理概要

和賀川第1水源及び江釣子第4水源の両原水からの取水に対し、pH調整を目的としたアルカリ処理及び紫外線処理を行い、塩素剤注入後、送水ポンプにより浄水池から藤沢配水池に送水を行っている。

なお藤沢配水池へは、和賀川浄水場の他に、当企業団の基幹浄水場である岩手中部浄水場および北上川浄水場からも送水可能な構成となっている。

水源

水源水質の特徴として、和賀第1水源、江釣子第4水源ともに水温は10℃～15℃前後、pHは6.3前後の弱酸性水である。

和賀川第1水源

項目	平均値	最高値	単位
水温	13.3	16.2	℃
濁度	<0.1	<0.1	度
色度	<1	<1	度
一般細菌	17	71	CFU/ml
大腸菌	<1.0	<1.0	MPN/100ml
ウェルシュ菌芽胞	0	0	CFU/ml
カルシウム、マグネシウム等	46	48	mg/L
鉄及びその化合物	<0.03	<0.03	mg/L
マンガン及びその化合物	0.034	0.049	mg/L
紫外線透過率(260nm)	98.4	98.4	%
有機物(TOCの量)	<0.3	0.4	mg/L
pH値	6.2	6.3	-

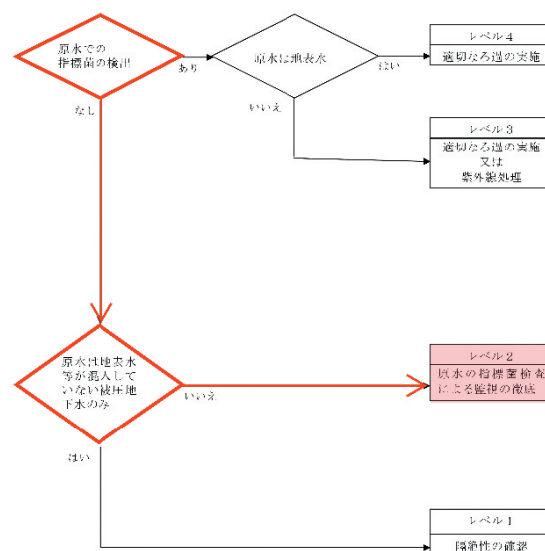
江釣子第4水源

項目	平均値	最高値	単位
水温	14.3	17.1	℃
濁度	<0.1	<0.1	度
色度	<1	<1	度
一般細菌	12	41	CFU/ml
大腸菌	<1.0	<1.0	MPN/100ml
ウェルシュ菌芽胞	0	0	CFU/ml
カルシウム、マグネシウム等	32	46	mg/L
鉄及びその化合物	<0.03	0.035	mg/L
マンガン及びその化合物	0.006	0.019	mg/L
紫外線透過率(260nm)	99.2	99.2	%
有機物(TOCの量)	<0.3	<0.3	mg/L
pH値	6.3	6.5	-

紫外線処理装置導入の背景

上記の両水源は、水質基準超過項目がなく、クリプトスポリジウム等の指標菌は未検出である。以上より汚染のおそれの判断としてはレベル2に分類され、「当面、クリプトスポリジウム等による汚染の可能性が低い」原水であると言える。

しかしながら、和賀川（和賀川第2水源・表流水）では病原性原虫の検出はないものの、指標菌である大腸菌やウェルシュ菌が検出されている。河川に近接した浅井戸は地表水の影響を受けやすく、万が一汚染された場合には、給水停止の長期化も予想される。このため、予防的対策として紫外線処理設備の導入を決定した。



導入前の水質試験

紫外線照射による水質への影響確認を目的に、各水源の原水に対して実験機により紫外線照射を行い、原水及び紫外線照射水の水質試験を行った。

実験条件

- 【実験場所】 現地
- 【実験装置】 内照式紫外線照射装置（低圧水銀ランプ）
- 【照射条件】 紫外線照射槽を通過する水量の95%以上に対して、波長253.7nm付近の照射量を80mJ/cm²とする。
- 【水質試験】 原水、紫外線照射水

水質試験結果

以下の表に各水源の原水および紫外線照射水の水質分析結果を示す。この分析結果から水質を比較した結果、変化は見られなかった。

試験項目	江釣子浄水場 下江釣子水源		和賀川浄水場 北鬼柳水源		紫外線処理 に適する 基準値	分類
	原 水	紫外線 照射水	原 水	紫外線 照射水		
	第 1539 号 (No.09106SE2)	第 1537 号	第 1538 号 (No.09106SS2)	第 1536 号		
濁度 (度)	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	2 以下	紫外線照射を妨げる水質要因
色度 (度)	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	5 以下	
鉄及びその化合物 (mg/L)	0.03 未満	0.03 未満	0.03 未満	0.03 未満	0.1 未満	
マンガン及びその化合物 (mg/L)	0.005 未満	0.005 未満	0.025	0.024	0.05 未満	
硬度 (mg/L)	43	43	62	63	140 未満	
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 (mg/L)	1.60	1.59	1.46	1.44	—	
紫外線透過率 (%)	< 99.2 >	—	< 98.4 >	—	75 以上	
フェノール類 (mg/L)	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	—	
現地水温※ (℃)	14	12	14	13	—	
アルミニウム及びその化合物 (mg/L)	0.010	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	—	
有機物 (TOC) (mg/L)	0.3 未満	0.3 未満	0.3	0.3	—	その他

※については、紫外線照射実験時の値を示す。

考察

以上の試験より、紫外線照射に適する水質要因（濁度、色度、紫外線透過率）や紫外線照射を妨げる水質要因（懸濁物質、紫外線吸収物質、ランプスリーブ表面への吸着物質等）の試験項目について基準値を満たしていることから、江釣子水源および和賀川水源の原水において、紫外線照射による水質への影響はなく、また紫外線照射に適していると判断した。

紫外線ランプの選定

紫外線ランプの仕様比較

まずランプについて、飲料水消毒の用途において一般的な、低压ランプと中圧ランプに対して比較を行った。

項目	低压	中圧
253.7nm 変換効率	高い	低い
ランプ寿命	長い	短い
ランプ不点灯時の影響	小さい	大きい
スリーブへの汚れ付着	し難い	し易い
大容量施設への対応	難しい	対応可能

台数構成検討

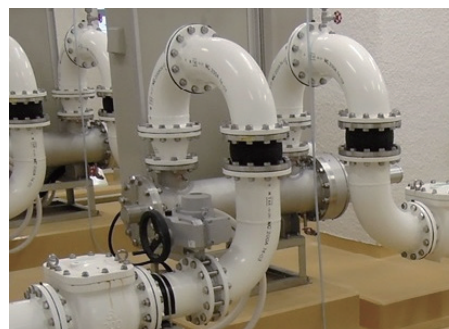
ランプの仕様検討と並行して、台数構成についての検討を行った。

案①	案②
2 台並列・ローテーション運転	1 台単独・交互運転
低压ランプ	中圧ランプ
合計 3 台	合計 2 台

上記の2案それぞれにおいて、設備費（初期費用）に年間維持管理費加えた20年当たりの総費用について、代表的なメーカー4者の平均値を算出し比較を行った。その結果、総費用は双方概ね同程度であったものの、初期費用に関しては案①が有利であること、および施設規模等を考慮し、案①の「低压ランプによる2台並列・ローテーション運転」を採用した。

工事の概要

- 【件 名】 和賀川浄水場浄水設備工事
- 【契 約 方 法】 指名競争入札
- 【事 業 費】 4 億 9,300 万円
- 【紫外線照射装置】 3 基（1 基予備）
- 【紫外線ランプ】 低压アマルガムランプ
- 【ランプ本数】 4 本／基
- 【処 理 水 量】 $Q=5,960 \text{ m}^3 / \text{日}$



維持管理

和賀川浄水場は通常無人の施設で、遠方の北上川浄水場からの監視を行っている。紫外線処理に関わる監視業務、及び点検業務内容は下記の通りである。

監視業務

【頻度】 10回/日(2～3時間毎)

【場所】 北上川浄水場

【内容】 紫外線照射量の記録

日常点検

【頻度】 2回/週

【場所】 和賀川浄水場

【内容】 下記数値の記録

- ・積算時間 ・照射量 ・強度
- ・水温 ・流量 ・点灯回数
- ・設計ランプ寿命 ・水処理量

年次点検

【頻度】 1回/年

【場所】 和賀川浄水場

【内容】 メーカーによる委託点検

- ・UVランプ交換
- ・紫外線強度計校正
- ・機側盤点検
- ・内部汚れ点検清掃
- ・洗浄機動作確認
- ・警報動作確認
- ・その他消耗品交換

故障対応

故障履歴

和賀川浄水場は供用開始から約2年の比較的新しい施設

であるため、これまで紫外線装置関係の故障発生は1件のみである。内容としては、紫外線ランプ切れによる照射量低下である。発生は平成27年10月であったが、直後に委託点検を控えていたため、この中でランプ交換を実施し機能を回復した。



なお故障時の動作としては、自動的に故障機の流入を停止し、残る2基で処理を継続する制御となっている。

予備品について

ランプについては場内に予備品を常備し、ランプ切れのリスクに備えている。なおローテーションのため、年1回の委託点検におけるランプ交換の際は予備品を使用し、その際新たに予備品の補充を行っている。

おわりに

和賀川浄水場では、水道原水に係るクリプトスポリジウム等による汚染のおそれの判断としては、レベル2に分類されるものの、河川に近接した浅井戸は地表水の影響を受けやいため、予防的対策として紫外線処理設備を導入した。

供用開始後、大きなトラブルもなく運用出来ている。日常点検は簡素・省力的である事その他、年1回のランプ交換を含むメーカー保守点検以外はほぼメンテナンス・フリーである事から、信頼性及びランニングコスト共に期待どおりである事を実感している

今後は運用ノウハウの蓄積により、さらなる低ランニングコスト化を図れるものと期待している。

施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：Y町M水源地
計 画 水 量：123 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧水銀ランプ
ラ ンプ 出 力：25 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
石英ガラス
U V モ ニ タ：乾式UV強度計 1 台 / 基
処 理 能 力：210 m³ / 基・日

<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：I市O水源地
計 画 水 量：500 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 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：130 W / 本
灯 数：2 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：550 m³ / 基・日

<原 水>

対 象 水：湧水
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I浄水場
計 画 水 量：13,000 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：320 W / 本
灯 数：6 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：18,000 m³ / 日 / 基

<プロセス>

凝集＋直接ろ過＋紫外線照射処理

<原 水>

対 象 水：伏流水のろ過処理水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：0.1 度以下

<特 長>

マルチバリア



施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対 象 施 設：N市F水源地
計 画 水 量：9,468 m³ / 日

<機器仕様>

数 量：2 基
形 式：内照式
紫外線ランプ：低圧水銀アマルガムランプ
ラ ン プ 出 力：240 W / 本
灯 数：8 灯 / 基
ランプスリーブ：石英ガラス
U V モ ニ タ：空間照度計 2 台 / 基
処 理 能 力：14,315 m³ / 基・日

<原 水>

対 象 水：井戸水
紫外線透過率：95 %以上
濁 度：2 度以下



会員リスト

平成 29 年 3 月現在（五十音順）

☐正会員

岩 崎 電 気 株 式 会 社	〒103-0002 東京都中央区日本橋馬喰町 1-4-16 馬喰町第一ビルディング TEL 03-5847-8906
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
ウ シ オ 電 機 株 式 会 社	〒100-8150 東京都千代田区大手町 2-6-1 TEL 03-3242-5614
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 本社 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
J F E エンジニアリング株式会社	〒230-8611 横浜市鶴見区末広町二丁目 1 番地 TEL 045-505-8761（アクアプラント事業部 技術開発部）
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（営業統括課）
水 i n g 株 式 会 社	〒108-8470 東京都港区港南 1-7-18 TEL 03-6830-9000
セ ン 特 殊 光 源 株 式 会 社	〒561-0891 大阪府豊中市走井 1-5-23 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	〒104-0053 東京都中央区晴海 3-5-1 TEL 03-5560-6540（水環境事業本部 事業統括部）
株 式 会 社 東 芝	〒212-8585 神奈川県川崎市幸区堀川町 72-34 TEL 044-331-0808
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	〒103-0027 東京都中央区日本橋 2-13-10 日本橋サンライズビルディング 3 階 TEL 03-6262-1421
日 機 装 技 研 株 式 会 社	〒105-6022 東京都渋谷区恵比寿 4-20-3 恵比寿ガーデンプレイスタワー 22F TEL 03-3443-3732
株 式 会 社 西 原 環 境	〒108-0022 東京都港区海岸 3-20-20 ヨコソーレインボータワー 3 階 TEL 03-3455-4441
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
株 式 会 社 フ ソ ウ	〒104-0033 東京都中央区新川 1-23-5 TEL 03-3552-7019（営業本部）
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	〒322-8556 埼玉県川口市仲町 5-11 TEL 048-253-0907（環境ソリューション事業部 第一部）
メ タ ウ ォ ー タ ー 株 式 会 社	〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 1-25 J R 神田万世橋ビル TEL 03-6853-7340（営業本部 営業企画室）
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

ヒメジ理化学株式会社
DNライティング株式会社(旧ニッポ電機株式会社)
株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン

DOWAエレクトロニクス株式会社
旭化成株式会社 UVCプロジェクト

☐特別会員：団体

一般財団法人 千葉県薬剤師会検査センター

☐特別会員：個人

神子直之 大瀧雅寛 浅見真理
小堀久美子 府中裕一

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)



JUVA施設見学会



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