

日本紫外線水処理技術協会

ニュースレター No.2

Japan UV Water Treatment Technology Association

JUVA

2

Newsletter

日本紫外線水処理技術協会

ニュースレター No.2

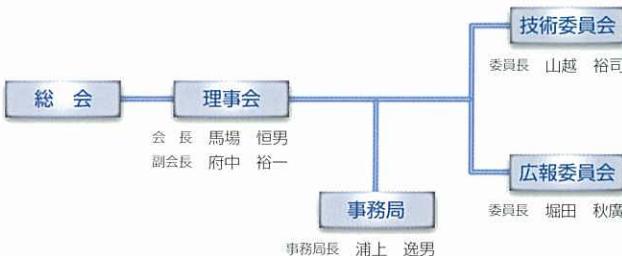
Japan UV Water Treatment Technology Association

JUVA



Newsletter

協会組織図



もくじ

顧問・役員

●巻頭言

- 01 始まりの終わりを迎えて
立命館大学 教授
神子 直之

●技術資料

- 02 RED(換算紫外線照射量)とは何か
～その意味と適用の仕方～
お茶の水女子大学大学院 准教授
大瀧 雅寛
- 08 「紫外線処理設備の導入Q&A」
国立保健医療科学院 室長
浅見 真理
- 14 紫外線による臭素酸の生成について
協会 技術委員長
山越 裕司

- 16 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
協会 技術委員長
山越 裕司
協会 副会長
府中 裕一

- 19 紫外線照射装置の導入事例紹介

●会員紹介 21 協会員リスト

編集・発行

日本紫外線水処理技術協会 広報委員会

■顧問・役員

顧 問 大垣眞一郎 (東京大学大学院 教授)

- 会 長 馬場 恒男 (岩崎電気株式会社 専務取締役)
副 会 長 府中 裕一 (荏原環境エンジニアリング株式会社 室長)
事務局長 浦上 逸男 (千代田工販株式会社 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 准教授)
理 事 落合 隆 (月島機械株式会社 次長)
理 事 谷口 康夫 (セン特殊光源株式会社 室長)
理 事 環 省二郎 (株式会社東芝 主幹)
理 事 堀田 秋廣 (フナテック株式会社 取締役)
理 事 山越 裕司 (株式会社日本フォトサイエンス 取締役)
監 事 岩崎 達行 (岩崎電気株式会社 室長)



「始まりの終わりを迎えて」

立命館大学 理工学部 環境システム工学科 教授 神子 直之

厚生労働省が上水道への紫外線処理の導入を認めてから、既に一年以上が経過した。関係の皆様にはいろいろと苦労が多く、またそれが継続しそうな勢いではあるものの、「始まりの終わり」と現在を位置付け、日本紫外線水処理技術協会設立の経緯を含めて備忘録として記しておこうと思う。

本協会が発足したのは平成18年12月であるが、それまでにも水の紫外線処理技術に関する組織は存在した。私の最も古い記憶は、確か今から10年程度前に、水の促進酸化処理に関する研究委員会あるいは研究会を立ち上げようという動きがあるので、紫外線処理装置を扱っている会社のリストを作つて準備をしておくよう要請されたことである。この時の組織は結局立ち上がらなかつたが、この時のリストをもとに、紫外線処理に関心がある方々を集めて「紫外線水処理連絡会（仮称）」を組織し、海外における論文を持ち寄る勉強会を数回開催した。その後、国外において国際紫外線協会（IUVa）が設立され、隔年で開催される「紫外線の環境利用に関するアジア地域国際会議」を東京で開催すべく、上記連絡会が組織的根拠を求めて日本水環境学会「紫外線を用いた水処理技術」研究委員会（委員長：大垣眞一郎東京大学大学院教授）へと移行するに至った（平成16年4月）。その研究委員会を実行委員会として、平成16年10月に東京大学山上会館において上記会議を開催した。同時通訳を入れるなど費用的な苦労はあったが、参加者は多く盛会であった。その後もその研究委員会は用語集を作成したり、毎年9月の日本水環境学会シンポジウムにおいてシンポジウムを開催するなど、活動を継続している。

国際会議開催と前後して、研究委員会の活動とは別に、複数の紫外線装置メーカーより業界団体の立ち上げを相談された。その趣旨は、紫外線処理装置についてはJIS等の規格も無く、各社バラバラで仕様や用語を定義して装置を販売している。このような状態では、業界としての

信頼を増して健全な成長を迎えることはできないため、業界として結集し、そのことでより大きな社会貢献をしたい、とのことであった。その会合は、単に「協会設立準備会」として、USEPAマニュアルの読み合わせをはじめとする技術的検討、業界団体として備えるべき要件等の検討を頻繁に行っていたが、平成18年8月の「厚生科学審議会」における紫外線処理認可の道筋が見えた段階で、大垣眞一郎東京大学大学院教授を顧問にお迎えして発足への準備に入った。

発足後は、（財）水道技術研究センターの紫外線照射装置技術審査基準の作成を技術面においてサポートし、依頼に応じて各地へ紫外線セミナーの講師を派遣するなど、積極的な活動を行っている。

今後の本技術協会は、上水道への導入を円滑に進めて未対策施設の減少に貢献することが至上命題であろう。そのためには、導入への支援を強化することが必要と考える。導入自体は販売行為であるので本技術協会が支援するのが適当であるか協会内での議論も必要であろうが、逆に本技術協会以外の組織で十分にできるか疑問もある。その際に必要なのは、装置メーカー、プラントメーカー、学識者以外の、導入自治体や導入予定自治体を、本技術協会のテーブルにお迎えすることである。定款によれば特別会員（民間企業以外の団体）の規定（年会費6000円）があるが、新たに自治体が無料で参画できる枠組みを検討する必要があるかもしれない。

さらに忘れてならないことは、紫外線照射がクリプトスボリジウムだけに有効な手段ではないということである。紫外線照射量を増大させることにより、水系感染症のリスクやその他の様々な健康被害を減じることが紫外線照射によって可能である。本技術協会がそのような新たな紫外線の利用を推進し、社会的安心を増大させるようなベクトルで貢献し続けることを望みたい。



RED(換算紫外線照射量)とは何か ～その意味と適用の仕方～

お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究所 自然・応用科学系 准教授 大瀧 雅寛

はじめに

我が国でも浄水処理において、クリプトスピリジウム等の耐塩素性の病原微生物対策として紫外線照射装置が用いられることとなった。浄水における病原対策は、水道利用者に対し、直接摂取される前の最後の防御壁であるので、その処理法に対し、より確実な運転管理が求められる。現在、厚生労働省の指針¹⁾が定めている紫外線照射装置の要件には「紫外線照射槽を通過する水量の95%以上に対して、紫外線（253.7 nm付近）の照射量を常時10 mJ/cm²以上確保出来るものでなければならぬ」となっている。この要件を実際の紫外線照射装置において、どの様に保証していくべきか、本稿はこの点について、特にREDという指標の意味とその適用方法に関して解説する。

日本の基準は海外に比べて緩い？

我が国の浄水処理における紫外線照射量の基準としては、上述の指針値として「10 mJ/cm²」という値が示されている。一方ヨーロッパでは、よく「40 mJ/cm²」といった値が基準値として用いられている^{2) 3)}。

これは一見すると、諸外国がクリプトスピリジウム（紫外線に非常に弱い）だけでなく、その他の病原微生物に対する消毒対策である一方で、日本はクリプト対策のみであることから、低い値が採用された、とも見えるのだが、では、この基準は海外に比べて緩いものだと即断しても良いのであろうか。

答えは「否」である。この鍵は、基準値を、「RED値」として決めているのか、「照射エネルギー値（照射量）」として決めているのか、という違いにある。

結論から言うと諸外国の多くは、基準値を「RED値として評価した値」としており、我が国は「照射エネルギー値として評価した値」としている点で違うのである。この違いは非常に大きく、エネルギー値（照射量）とし

て10 mJ/cm²を水量の95%以上に保証することは、RED値で40 mJ/cm²という海外の基準に比べ、決して低レベルの安全性担保ではないということを強調しておきたい。

しかし、ここで出てきたRED値とは何であろうか。聞いたこともない方は、「ワケのわからん用語を持ち出して煙に巻こうとしているのではないか？」と思われるかもしれない。

正直、このRED値については、時折筆者も学生への説明を試みるのだが、なかなか理解してもらえないこと必定で、そう考えると本稿の試みは多少無謀であるかもしれない。しかし敢えてこの難解なRED値の真の意味、その用法についての説明を試みようと思う。

実装置の評価は難しい

紫外線照射量とは紫外線強度と照射時間の積である。ということは装置の照射エネルギー量は、装置内の紫外線強度と滞留時間を掛ければ良いのだが、そうは問屋が卸さない。一般に光源周囲では光が強く、遠くなるに従つて弱くなるといった光強度の分布、即ち濃淡があり、さらに水を流しながら処理する流通式の装置では、短絡流や渦みといったように滞留時間に分布がある。特に紫外線強度の分布は実測することがほぼ不可能であり、両方の分布を正確に把握するのは至難の業である。加えて処理水の成分によっては紫外線吸光度が変わったりするが、「吸光で光強度が減少するので強度分布が…」と照射エネルギー量の計算は七面倒くさいことこの上ない。

これが装置設計者ならびに装置評価者の悩みである。この悩みを解決する方法として考え出されたのが、「装置に実際の運転と同じ条件で微生物入りの処理水を流して、その死滅した割合を見てやれば、紫外線強度や滞留時間分布がわからなくても、病原微生物をこの程度は殺せると推定できる筈」というアイデアであった。RED値のコ

ンセプトはまさにここにある。

RED 値とは「生物殺傷度」

RED とは Reduction Equivalent UV Dose の略語であり、訳語として「換算紫外線照射量」が当てられている⁴⁾。しかしここでは、この漢字の羅列をしばし忘れてもらいたい。

この RED 値の意味するところは「これだけ生物が死んだのなら、これだけ照射されただろうと推定される紫外線照射量」ということである。しかし、これでは理解しにくいので、もっと単純にしてみよう。筆者の意訳だが、「生物殺傷度」といえば理解し易いだろう。是非、RED 値ときたら「生物殺傷度」なのだと覚えてもらいたい。

生物線量計は RED 値を測るもの

さて、先の海外の話に戻ってみよう。海外で採用されている紫外線照射装置の基準の多くはこの RED 値で評価されている。つまり紫外線照射装置は「生物をこの程度殺す」ことが証明されれば合格とされるのである。例えば米国 EPA 指針⁵⁾を要約すれば、「無害な微生物を」、「実装置に通過させて」、「その微生物の死んだ量を測定し」、それだけ死んだのならば、「これだけ紫外線が当たっているハズ」と考えられる紫外線照射量を推定して、その値で判断する。このように生物を使って紫外線照射量を推定する方法を「生物線量計」法というのだが、この方法で推定された照射量というのがズバリ RED 値である。

ちなみに米国では「指標となる微生物」として MS2 という大腸菌ファージの一種が用いられることが多いので、この指針を大幅に意訳すれば、「MS2 を投入して、その殺傷度を確かめれば OK」という判断基準で装置の評価をするのである。(同様にヨーロッパでは枯草菌 (*Bacillus subtilis*) が良く用いられる^{2) 3)}。つまり「枯草菌がこれだけ死んでいれば OK」とやって判断する。)

UV 照射量と生残率

予備知識として UV 照射量と微生物の生残率の関係(微生物の死滅速度のこと)を説明する。微生物がファージの場合、一般に両者の関係は式 1 に従う⁴⁾。式 2 は式 1 を変形したものであるが、生残率の対数と UV 照射量は

負の傾きをもつ直線関係をもつ。表 1 は式 1 の Do の具体的な値である⁴⁾。Do が小さいほど、生残率の減少速度が速くなる。(図 1 を参照されたし)。

$$\text{生残率} = N/N_0 = e^{-\frac{\text{UV照射量}}{D_o}} \quad \dots \text{式 1}$$

N_0 : 入口個数, N : 出口個数
Do : 不活化速度定数

$$\ln(\text{生残率}) = \ln(N/N_0) = -\frac{\text{UV照射量}}{D_o} \quad \dots \text{式 2}$$

表 1 ファージの不活化速度定数 Do⁴⁾

種	Do [mJ/cm ²]	文献値
MS2	7.96	EPA 2006 ⁵⁾
Qβ	5.90	Kamiko 1989 ⁶⁾
T7	1.89	EPA 2006 ⁵⁾

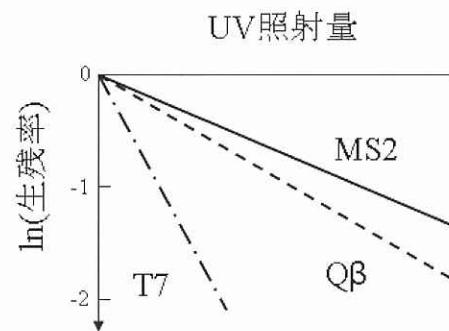


図 1 UV 照射量と生残率の関係
(Do が小さいほど、生残率が低くなる速度が大きい)

RED 値による装置の評価

例えばある装置は RED 値で 40 mJ/cm² という基準値で合格を目指している。微生物として MS2 を使う場合、式 1 と表 1 の Do 値を使って 40 mJ/cm² の紫外線エネルギー (UV 照射量) での生残率を計算すると 0.66 % となるはずである。図 2 に概念図を示した。(ちなみに不活化率(死滅率)は 100 - 生残率 (%) なので、この場合では、99.34 % の不活化率と同意である。) この MS2 を実際の装置に通過させ、出口の生残率が 0.66 % 以下であれば、「この装置は 40 mJ/cm² の以上のエネルギー

値を照射したと推定される」ことになる。図 2 でいうと生残率 0.66 %よりも下の生残率になれば、推定される UV 照射量が 40 mJ/cm^2 以上となることがわかると思う。

仮にある装置に MS2 を投入して生残率が 0.1 %であったとすれば、式 1 に代入することにより 55 mJ/cm^2 と算定される。報告書には「MS2 の RED 値で 55 mJ/cm^2 となり合格」と書かれることになる。

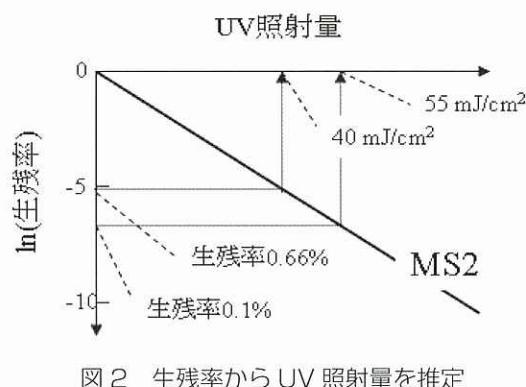


図 2 生残率から UV 照射量を推定

RED 値とエネルギー値は違う

ここで注意しておきたいことは、上記の手順で求めた RED 値は、装置がもつ照射エネルギー量が 55 mJ/cm^2 であったことを実証するものではないということである。

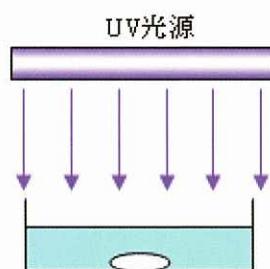


図 3 回分装置（シャーレ実験装置）

(均一に攪拌されているので、どの微生物個体も等しい UV 照射量を受ける)

RED 値が照射エネルギー値と一致するのは、次の様な場合に限定される。シャーレを使った回分試験では対象水が十分攪拌されながら紫外線が照射される。その場合、対象水中の微生物の、全ての個体に対して、紫外線の照射時間も照射強度も均一という条件となる。この様な条件では、式 1 から求めた UV 照射量 (RED 値) は、實際

に照射された UV 照射量に一致する。(図 3 参照)

しかし流通式の実装置では、前述の様に UV 照射量は均一ではない。図 4 に示す様に、通過する微生物が受けた照射強度も滞留時間も個体によってバラバラである。この様な場合は、RED 値とエネルギー値は一致しない。

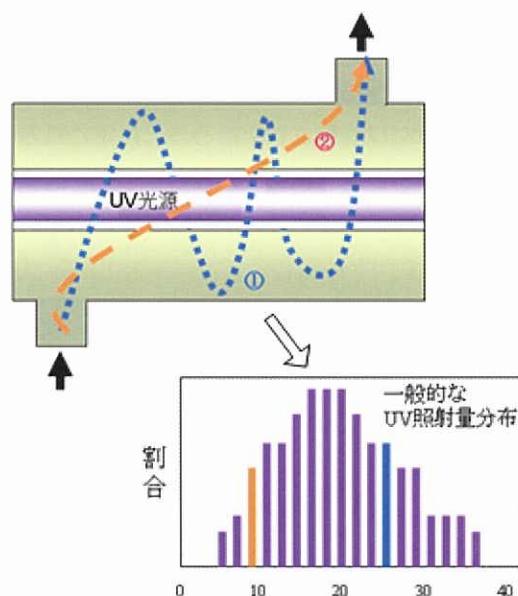


図 4 流通式装置内の微生物の挙動と

一般的な装置内 UV 照射量分布
(①と②の微生物では受けた UV 照射量が異なる。)

少々、極端な例を挙げてみよう。実際には存在しないかも知れないが、仮に、こんな装置があるとしよう。この装置の設計者によれば、装置内の紫外線強度分布と滞留時間分布が完璧に把握されており（こんなことは実際ないかもしれないが、仮の話）、通過させた処理水の半分は等しく 60 mJ/cm^2 のエネルギー量 (UV 照射量) を受け、残り半分の処理水は等しく 20 mJ/cm^2 のエネルギー量を受けるとする。設計者は、この装置は平均 40 mJ/cm^2 の照射装置として設計したのだが、これは正しい。

この装置の採用を検討している事業所が、RED 値による評価を行うとする。簡単のために、この装置に 100,000 個の MS2 を通過させてみたとしよう。すると半分の 50,000 個が 60 mJ/cm^2 のエネルギー量 (UV 照射量) を受けることになる。式 1 に代入して求めよう。50,000 個のうち出口で生き残っている個数

Nは約27個となるであろう。残りの半数50,000個は20mJ/cm²のUV照射量を受けるので、同様に計算すると出口での生き残り個数は4,053個となる。従ってこの装置の出口における合計生残数は、4,053 + 27 = 4,080個となる。つまり100,000個を装置に投入したら、出口では4,080個が生残するので、生残率は4,080 / 100,000 = 4.08%となる。

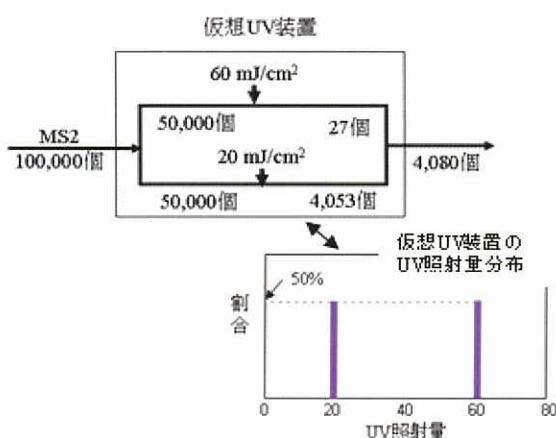


図5 仮想UV装置内でのMS2の減少
(生残率は4,080 / 100,000 = 4.08%)

RED値は、この生残率からUV照射量を推定することに他ならない。そこで式1に代入してみると、なんと25.5mJ/cm²と推定されることになる。

つまり実際には平均40mJ/cm²を照射している装置であるにも関わらず、MS2を使った実験から得られるRED値を用いると、約半分ほどの照射量装置として評価されてしまう。設計者の疑惑は外れ、この装置では残念ながら不合格となってしまうのである。

余裕のある方は別の微生物を使って試して頂きたい。例えばQβという大腸菌ファージでは式1内のDoが5.90に置き換わるだけだが(表1参照)、計算過程は省略するが、この値で計算すると、上述の装置のRED値は24.1mJ/cm²となる。装置が同じでも微生物を変えるとRED値は代わるのである。

のことからもRED値が表しているものは、装置内の照射エネルギー量ではないことがおわかりいただけるかと思う。先般筆者はRED値を「生物殺傷度」と意識したが、これでは不十分である。どの生物の殺傷度かを明

示しておかねばならない。ちなみにEPA指針では「MS2 RED」といった記述により使用微生物を明確にしている。

日本の基準への適用

さてよいよ我が国における場合である。基準を復唱してみると、紫外線装置において「通過する水の95%以上が10mJ/cm²以上の照射を受ける」とされている。ここではRED値で評価せよといった考え方を見られない。生物殺傷度から推定されるエネルギー量としてではなく、実際に照射されるエネルギー量として10mJ/cm²以上を確保せよという基準なのである。

しかし現実には装置内の照射量分布を正確に測定する術はない。となると諸外国の様に微生物を通過させ、その処理効率を確かめるというRED値評価に頼らざるを得ないのである。

試しに、我が国の基準にギリギリ合格する装置ではRED値はどうなるのであろうか?

ぎりぎり合格の装置とは95%の処理水が10mJ/cm²で5%の処理水が0mJ/cm²というものである。図6の仮想装置①がこれにあたる。ではこの装置に100,000個のMS2を通過させて前述と同様な計算でRED値を求めてみよう。まずMS2の全投入量100,000個の5%にあたる5,000個は、UV照射量が0mJ/cm²なので、そのまま5,000個が生残する。一方95%にあたる95,000個は、10mJ/cm²のUV照射量によって、27,048個に減少する。合計32,048個の生残となり生残率32%となる。この値から算定されるRED値は9.1mJ/cm²となる。これをクリアすれば良いという考え方もあるかもしれない。しかし、実際にはあくまで装置内のUV照射量分布はわからないのである。

もし装置が図6の仮想装置②のように、通過する処理水全てが等しく9.1mJ/cm²となっているようなUV照射分布を持っていたとしよう。MS2の全投入量の100,000個が全部等しく9.1mJ/cm²の照射量を受けた。従って、100,000個が32,048個に減少するので、出口のMS2の個数としては、仮想装置①と同じ結果となってしまう(つまり、この装置でもRED値は9.1mJ/cm²となる)。

装置の評価段階で我々が目にすることができる的是出口におけるMS2の個数であり、それが仮想装置①のよ

うな UV 照射量分布を経てそうなったのか、仮想装置②の場合であったのかは判断しようがない。いわゞもがな仮想装置②は不合格装置である。従って *RED* 値が 9.1 mJ/cm^2 をもって、日本の基準値に合格する装置であるとは判断できない。もっと *RED* 値が大きくないと、日本の基準には合格しないのである。

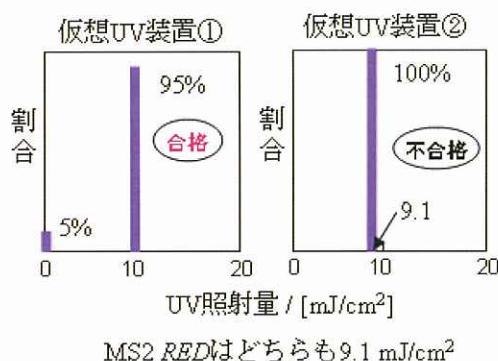


図 6 *RED* が同値な異なる装置

それならばどうすれば *RED* 値を用いて装置の照射エネルギー量を保証できるのであろうか。その一つの試みが、以下の方法である。

今度は日本の基準に対し、非常に惜しい不合格の条件（ほとんど合格だけれども不合格の条件）を持つ装置とはどんなものかを考えてみる。基準では対象水の 5 %までは 10 mJ/cm^2 に不足していても良いのだが、例えば 5.1% が 9.99 mJ/cm^2 (10 mJ/cm^2 にわずかに足りない！) で 94.9% が $\infty \text{ mJ/cm}^2$ (十分すぎるほど高い照射量という意味) というような装置がある。この条件では 5%より大きい対象水に 10 mJ/cm^2 未満の UV 照射量となるので、(残りの 95 %未満の割合が非常に大きな照射量であっても) 不合格の装置となる。この装置の *RED* 値は MS2 ならば、 33.7 mJ/cm^2 となる（式 1 にて計算されたし）。これほど大きな *RED* 値でも不合格になり得るということである。

これをもっとギリギリで駄目な条件は…と突き詰めてみる（即ち 5.00001 %が 9.99999 mJ/cm^2 という様に）。*RED* 値は少しずつ増加し続けるが不合格のままである。

結局 5 %が 10 mJ/cm^2 となると合格となる。この時の *RED* 値は MS2 で 33.85 mJ/cm^2 であるが、これ

より小さいとギリギリで不合格装置となる可能性がある。言い換えれば、これ以上の *RED* 値であれば、どんな照射量分布であっても、「95 %以上で 10 mJ/cm^2 」は保証されることになる。

水道技術研究センターによる紫外線照射装置の技術審査基準⁴⁾では、この考え方により、UV 照射量分布が示されていなくても *RED* 値だけで、厚生労働省の指針値がクリアできるとしている。

終わりに

RED 値は決して実際の照射エネルギー量を表すものではなく、生物殺傷度を表すものであるので、これを同一視してはいけない。

諸外国の基準値に比べると一見低いように見える日本の 10 mJ/cm^2 という値も「対象水の 95 %以上に保証せよ」という条件を踏まえて *RED* 値で評価すれば、諸外国の *RED* 値による基準値とほぼ同程度となるということを、本稿を通して理解されたのであれば、著者として幸甚である。

参考文献

- 1) 厚生労働省：水道におけるクリプトスパリジウム等対策指針（平成 19 年 3 月 30 日）
- 2) Österreichisches normungsinstitut. (2001) ÖNORM M 5973-1.
- 3) DVGW (2006) W294-1, -2 and -3
- 4) 水道技術研究センター (2008) 紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準（低圧紫外線ランプ編）
- 5) EPA (2006) UV guidance manual for the final LT2ESWTR
- 6) Kamiko et al (1989) W.S.T., 21 (3), 227



「紫外線処理設備の導入Q&A」

国立保健医療科学院 水道工学部 水質管理室長 浅見 真理

クリプトスピリジウム等の対策の強化のため、紫外線処理の導入が進められている。紫外線を用いた水処理技術そのものはほぼ確立されおり、海外の事例を踏まえても水道施設における紫外線処理技術はかなり信頼性が高いと考えられる。しかしながら、国内の水道施設における導入事例がまだ極めて少ないため、水道施設へ紫外線処理設備の導入を検討している事業体や、認可担当者などからは、設計や維持管理に関する情報が求められている。

本Q&Aは、水道における紫外線処理に関心のある方々に、水道における紫外線処理の基礎的事項と課題を理解していただくため、国立保健医療科学院の水道工学コースの研修の一環として、既往の知見を収集・整理してまとめたQ&A¹⁾に関連し、紫外線水処理技術協会が回答をまとめて下さったものである。特に、施設の運営管理に携わる事業者や行政担当者の方々に必要な紫外線処理設備を扱う上で留意すべき事項についてまとめられたものである。紫外線照射装置の性能等を規定するJWRC技術審査基準も制定され、今後新しい知見が隨時加筆されれば、技術的基盤の弱い小規模事業者向けのサポート資料としても有効ではないかと考えられる。

紫外線処理は他の施設と比較すれば管理が容易でほぼメンテナンスフリーといったところが利点である。だが

実際には、計測機器のセンサ部分における異常や結露対策等の課題、洗浄装置の故障なども生じており、定期点検やランプ交換を怠ると耐塩素性病原生物に対して効果のない設備となる。維持管理データや課題に関する具体的な事例の共有化を通じて、最適な維持管理を行っていく必要がある。

また監視指導を行う行政機関は、原水水質や維持管理データ、計測機器の点検やランプ交換日等の監視・指導項目の検討を行う必要がある。

以上のような設計時の要点、維持管理上の情報等について、Q&A『JUVA版』が公開された。今後も知見を集積する必要があると考えられることから、JUVA版Q&Aを情報交換の場の一つとして、ご意見、ご提案等いただければ幸いである。

なお、本Q&Aは、日本紫外線水処理技術協会が国立保健医療科学院の研修の際に提起された質問（素朴な疑問？）に対してまとめて下さったものであるため、引用等を行う際はJUVAまでご連絡いただきたい。

最後に、協会の皆様ご協力ありがとうございました。

参考資料

1) 国立保健医療科学院水道工学部ホームページ

http://www.niph.go.jp/soshiki/suido/pdf/h19UV/UV-QA-v1_3.pdf

【紫外線処理設備に関するQ&A】

日本紫外線水処理技術協会

1. 法令・指針

Q : 1-1 既存施設に導入する場合は変更認可申請が必要か、変更届で良いか？

A : 現状では変更認可申請が必要です。

Q : 1-2 認可（確認）申請に必要な資料の具体的なマニュアルはないか？（認可申請の予算計上をしており、

早い時期に取得し参考にしたい。）

A : 水道事業等の認可の手引き（昭和60年6月、厚生省生活環境部水道整備課）があります。しかし、この手引きは水道事業の創設・変更に関して汎用性の高いものです。紫外線照射設備の導入に対する資料は、現在のところありません。当技術協会では関係機関

の協力を仰ぎ、整備したいと考えています。

Q : 1-3 紫外線処理設備設計基準や要領等を示してもらいたい。

A : 水道水中のクリプトスボリジウム等対策の実施について（健水発第 0330005 号）に示された「水道におけるクリプトスボリジウム等対策指針」及び「紫外線処理設備について」に記載されています。これらは、e-Water ガイドライン集および技術資料（2005 年 8 月）を参考にしてまとめられたものです。

Q : 1-4 国からの推奨（方針）があるのか？

A : 水道施設の技術的基準を定める省令の一部改正について（健水発第 0330004 号）の中で、紫外線照射によるクリプトスボリジウム及びジアルジアの不活性の有効性に関する知見が得られており、ろ過と比べ簡便な方法として導入することが可能であると考えられるとの記載があります。

Q : 1-5 紫外線処理設備の導入にあたり、国や県など施設整備にかかる補助制度はどうなっているのか？また補助率は何%か？

A : 補助率は水道事業体の経営状況によって異なり、1 / 3 あるいは 1 / 4 です。また、都道府県の補助制度があり、補助率は様々です。

Q : 1-6 「原水が河川水の場合はレベル 4 になり同処理は採用不可」という解釈で良いか？

A : 採用不可ではありません。レベル 4 では濁度を 0.1 度以下に維持することが可能ならろ過設備が必要ですが、「上記クリプトスボリジウム等対策指針」では、浄水処理の安全性を一層高めるために、ろ過池等の出口濁度を 0.1 度以下に維持することが可能ならろ過設備と紫外線処理設備を併用することとしてもよいとの記載があります。また、塩素注入の後段に導入する場合は、紫外線照射により生成する臭素酸が問題とならないことを確認する必要があります。

Q : 1-7 地表水が原水の場合、紫外線処理方式をとらないのは何故か？

A : 地表水の場合の原水水質は季節や天候によって変

化するため、すでにろ過設備等の浄水施設があります。したがって、1-6 に述べたように、ろ過設備を強化して 0.1 度以下にすることを優先とし、さらに紫外線処理設備を併用することで対策を強化できることになっています。

Q : 1-8 設置の検討を行う際、原水水質等の条件も多くあるが、設置する条件も知りたい。（送水管に設置する可否は？）

A : 設置する条件等は、「上記クリプトスボリジウム等対策指針」及び「紫外線処理設備について」に記載されています。また、送水管の一部を切り取り、紫外線処理装置を組み込むことは一般的に行われる方法です。

Q : 1-9 浄水フローのどの位置に入れるのか？（例：ろ過の後？沈殿の後？もしかして井戸水だけ？）

A : 処理対象水が紫外線処理装置の適用可能な水質を満たすことが可能な位置であれば特に限定されません。例えば除鉄・除マンガン処理を行う場合は、この施設の後段に設置することが望ましいといえます。なお、凝集沈殿とろ過設備がある場合もろ過設備の後段に設置する方が濁度が少ないので効果的です。

また、塩素注入の後段に導入する場合は、紫外線照射により生成する臭素酸が問題とならないことを確認する必要があります。確認するための方法として、財團法人水道技術研究センター「紫外線が水道水質に与える影響に係る調査のための JWRC 被照射液調整方法」があります。

2. コスト

Q : 2-1 施設整備のための予算措置にあたり、誰にでも分かるような説明資料を公表してもらいたい。

A : 厚生労働省健康局水道課のホームページに、クリプトスロリジウム関連の情報資料が公開されております。「水道水中のクリプトスロリジウム等対策の実施について」の資料では、クリプトスロリジウムによる汚染レベル判定基準と予防対策、運転管理、クリプト症等発生時の応急対策などについて記載されております。「紫外線処理設備について」の資料では、紫外線処理設備を導入する際の適用要件および運転管理に関する知見について記載されております。
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kikikanri/01a.html>

3. 技術面

Q : 3-1 導入に関して課題も多いので、もう少し導入実績が増えて、もっと研究が進んでから導入しても良いのではないか？

A : 海外では、早い時期から紫外線が導入されており、日本と比べて規模も大きく、また普及率も高い状況です。また国内においても下水二次処理水の消毒や民間企業での殺菌目的では既に十数年前から導入されており、今回の上水向けへの導入に関しては特に問題ないと考えます。

Q : 3-2 新しい技術ですが、有効性の確認、維持管理方法、水道水の安定的な供給の面で未だ検討が必要であると思いました。(検討課題が山渉み)

A : 3-1 項でも述べましたが、日本の水道分野では新しいといえますが、海外は勿論のこと国内でも飲料分野では多くの実績があります。有効性の確認や維持管理等に関して実施できる状況であることから、厚生労働省令が改正されました。

Q : 3-3 紫外線で何が処理できるか？

A : 細菌、ウイルス、病原性原虫、藻類などを不活化・抑制することができます。

Q : 3-4 UV の危険性はどんなものがあるのか？

A : 紫外線の曝露や紫外線ランプの破損による水銀の流出が考えられますが、JWRC 技術審査に合格した処理装置を使い、適正に維持管理することによって防止することができます。

Q : 3-5 紫外線への人体（作業者等）への影響はないか？

A : 紫外線を直視することによって失明する恐れがあります。そのため、維持管理作業をする場合には消灯して対処します。やむを得ず、点灯時に作業する場合は紫外線曝露保護具を着用します。

Q : 3-6 UV 施設の耐用年数、更新の方法。維持管理。アセットマネジメント。

A : 機械設備として 15 年が耐用年数の基準です。しかし、使用方法や維持管理方法によって更に長期間使用することも可能です。具体的な維持管理方法に関しては、財團法人水道技術研究センター e-Water ガイドライン集および技術資料（2005 年 8 月）を参考ください。アセットマネジメントに関しては、メーカーによって対応するところがありますので、相談してください。

Q : 3-7 ランプの寿命はどのくらい？

A : ランプの寿命は、ランプの種類によって様々ですが、一般的には 1 年間（9000 時間）が多いようです。

Q : 3-8 装置（ランプ）自体の発熱は？

A : 低圧紫外線ランプではほとんど発熱することがありません。中圧紫外線ランプの場合は気中で点灯すると数百度になります。しかし、水中で使用するため問題になることはありません。

Q : 3-9 紫外線ランプはオーダーメイドか？または既製品か？

A : 紫外線ランプには量産されているもの、限られた量のみで生産されているもの、特殊に生産されるものなど様々あります。

Q : 3-10 紫外線強度計測値が低下した場合は、中に入っているランプを全部一度に取り替えるのか？

A : 紫外線モニタ（強度計）は特定地点の照度変化を監視して、ランプの代表値を追跡している。ランプ強

度は平均的に照度は 100 %から規定値（例えば 60 %）まで低下する可能性がある。このような場合、同時に全部交換することが基本です。ただし、断線が明らかな場合は断線したランプのみを交換することがあります。

Q : 3-11 施設の縦置きは可能か？

A : 紫外線照射装置には、縦置き型と横置き型の両方があります。ただし、横（縦）置き型の装置を縦（横）にして使用することは一般的にはできません。

Q : 3-12 稼動している施設でのバリデートはどうしているのか？

A : 紫外線モニタによって紫外線強度を監視し、常に設計値を満足していることを確認しています。設計値を満足しない場合には警報によりランプ交換等を行います。

Q : 3-13 実際導入したとして、現場ではシミュレーションとバリデーションでの確認のみで、サンプリング等による不活性化検査は必要とされないか？

A : 現場での試験を省くため、財團法人水道技術研究センターでは JWRC 技術審査基準を作成し、審査を開始しました。したがいまして、JWRC 技術審査に合格した製品であれば、現場での不活性化検査は不要です。

Q : 3-14 紫外線処理後の効果が目に見えないため、有効性についての説明が難しい。

A : 紫外線処理後の効果が目に見えないので、紫外線モニタによって紫外線強度を監視し、設計値以上であることを確認しています。JWRC 技術審査に合格した製品であって、設計値以上であれば、適切に処理されていると判断できます。

Q : 3-15 導入効果を目で（データとして）確認できるのか？その施設自体の安全性等、心配な面が多々ある。

A : 導入効果を目で（データ）で確認する手段として、指標菌等の分析があります。大腸菌や嫌気性芽胞菌などの指標菌、もしくは一般細菌等を定期的に分析することによって有効性を判断することができます。

Q : 3-16 原水に照射すべきか？ろ過水でも良いか？

A : 厚生労働省対策指針では濁度 2 度以下の水に対して適用することになっています。ろ過設備のある浄水場であれば、ろ過水に対して紫外線処理した方が紫外線透過率が高いため、効果的です。

Q : 3-17 処理水量全量を処理すべきか？汚染により割合を変えて良いか？

A : 厚生労働省対策指針によれば、レベル 3 以上の原水に対しては何らかの対策を講じなければなりません。したがって、対象となる原水の全量に対して対策が必要になります。

4. 危機管理

Q : 4-1 地震等でランプが割れないようにするためには？

A : 紫外線照射装置自体を耐震化することや、紫外線ランプのホルダと保護管とが振動よって直接衝撃を受けないようにすること上手くシールすることなどが考えられます。

Q : 4-2 水銀ランプが破損した場合の水銀流入の危険性は？

A : 緊急遮断弁の設置や後段に貯留槽を設けることで水銀の流出を防止することができます。

Q : 4-3 稼動している施設での原水が地震等により濁った場合はどうするのか？

A : 基本的に給水停止にします。濁度 2 度以下の水に対して紫外線照射設備の適用が可能です。但し、緊急事態として給水停止ができない場合は、原水透過率の低下に応じて通水量を減らして通水することで消毒効果は得られます。

Q : 4-4 電源を必要としており、停電対策はどの程度するのか？（水道施設の設計指針の改訂を望んでいる。）

A : 停電の対策については、紫外線照射設備だけではなく、ポンプや塩素薬注装置も同様に考慮する必要があります。

Q : 4-5 紫外線処理設備の故障、事故対応が現場担当者レベルで可能なのか？

A : 軽微な故障と重故障に分けられ、軽微な故障につ

いて（例えばランプ切れ）は現場担当者レベルで対応が可能です。一方、石英管の破損や、UVモニタの異常等の重故障に対しては、メーカ（納入業者）対応になります。

Q : 4-6 導入した場合、問題が起こることは多くないのか？

A : JWRC 技術審査に合格した製品であれば、大きな問題は生じないものと思われます。

5. 事例・メーカ

Q : 5-1 計画立案→導入→運用開始までの平均的な期間について

A : 場合によって異なり、平均的な表現ができません。概ね半年から 1 年半程度です。装置選定や設置に関する設計・仕様が決定してから運用開始までの期間については大差がないと思いますが、認可変更を厚生労働省に提出してから許可が得られるまでの期間が状況によって異なります。

Q : 5-2 外国との比較（UV を積極的に使っている国など）

A : UV を積極的に使用している国としては、ヨーロッパ、アメリカなどがあります。アメリカではクリプト対策と細菌対策では照射量が異なり、ヨーロッパでは細菌やウィルス対策として UV が使用されています。また、日本では主に地表水以外が対象となっていますが、海外では地表水に積極的に用いられています。

Q : 5-3 国内で導入事例が少ないと驚いたが、導入した事業体の感想が知りたい。

A : 国内での導入事例が少ないのは、指針が開示されてから認定のための基準作りを始めたことや、厚生労働省での認可変更の手続きに多少の時間を要していること、あるいは、水道ビジョンの立案を優先していることなどが要因となっています。UV は一般産業向けや下水処理場などの十分な実績もあり、完成度の高い装置ですので、安心してご使用いただけと考えています。導入した事業体の感想に関しては、今後収集したいと考えています。

Q : 5-4 水道事業への参入企業はどこか？

A : UV を装置として、または、プラントとして水道事業に参入している企業は複数社あります。このような企業が集まって日本紫外線水処理技術協会を発足していますので、そちらの正会員をホームページ (<http://www.juva.jp>) で確認することができます。

Q : 5-5 導入が多い浄水処理量の規模は？ m³ / 日

A : 約 100 m³ / 日の浄水場や 5000 m³ / 日程度のところに導入されています。しかし、まだ事例が少なく、はっきりしたことが言える状況ではありません。

Q : 5-6 紫外線処理設備の国内外での具体的な不具合の事例があれば示して欲しい。

A : アメリカの EPA では配管内に流れていた石が紫外線照射装置に入り、ランプスリーブを破損させたことがあったと記載されています。その対策として、水道事業への参入企業では装置の入口にストレーナを入れることを推奨しています。

6. 水質・微生物

Q : 6-1 クリプトスボリジウムパルブムでは？

A : クリプトの分類には、人に感染し病原性が高いクリプトスボリジウムパルブム (*Cryptosporidium parvum*)、哺乳類の胃に寄生する *Cryptosporidium muris*、鶏に寄生する *Cryptosporidium baileyi* 等があります。

Q : 6-2 クリプトスボリジウム等とは？他に何があるのか？

A : クリプトスボリジウム等とは、厚生労働省対策指針（水道におけるクリプトスボリジウム等対策指針）で使われている用語で、「クリプトスボリジウム及びジアルジア」のことです。同指針では、この 2 種を「わが国において特に対策を講ずべき耐塩素性病原生物」としています。

Q : 6-3 殺菌と不活化の意味、違いは？

A : 一般には自己増殖能力がないウィルスや原虫などの寄生生物において感染・増殖性を喪失させることを不活化といいます。クリプトスボリジウムの場合、紫

外線照射を受けても死なないことが知られていますが、動物への感染・増殖性はなくなります。一方、殺菌は菌を死滅させることですが、殺菌の評価も菌の増殖性の有無によって行われていますので、不活化と殺菌はほぼ同じ意味です。

Q : 6-4 細菌と微生物の違いは？

A : 細菌は大腸菌などの原核生物を指します。一方、微生物は細菌のほか、カビや原虫などの真核生物、ウイルス等も含まれます。したがって、微生物という表現は細菌も含めた微小生物の総合体をあらわします。

Q : 6-5 紫外線照射によって感染性が喪失することと であったが、再び感染性が復活することはないのか？

A : 一部の微生物の中には、紫外線照射により死滅した後に酵素を使ってDNAを修復することで復活する機能を有するものがあります。この現象を光回復、暗回復と呼びます。これまでの多くの研究事例から、クリプトスピリジウムにもDNAを修復する機能が確認されていますが、感染性は回復しないことが確認されています。そのため一度喪失した感染性が復活することはできません。

Q : 6-6 クリプトスピリジウムを不活化しても、再活性化する恐れはないか？又その条件は？

A : 再び活性化する可能性については上記 6-5 の回答どおりです。紫外線照射におけるクリプトスピリジウム不活化の条件はさまざまな実験例があり、理想条件であれば紫外線照射量 3 mJ/cm²程度で 99.9 %以上の不活化が達成されます。しかし、実際の照射装置では水流や照射強度のバラツキがあるため、厚生労働省対策指針では「水量の 95 %以上に対して常時 10 mJ/cm²を確保する」としています。

Q : 6-7 生存しているが感染性を喪失した病原微生物 を口に入れても問題がまったく無いと考えても良い か？その裏付けはあるか？

A : 病原生物に感染するということは、病原生物が動物の体内に定着して増殖するということです。クリプトスピリジウムの場合、十二指腸などに定着して増

殖することによって下痢や腹痛などの症状を発症します。感染性を喪失した病原微生物が動物の体内に入ったとしても、増殖することができませんので安全です。

Q : 6-8 紫外線照射による微生物、ウイルスの突然変異 率やその対策等について、知見の集積が行われてい るか？

A : 自然界における微生物は、突然変異と増殖を繰り返すことで特殊な能力が付与される場合がありますが、浄水工程の紫外線照射は一過性なので問題ありません。また処理水中の微生物はほとんど不活化されますので、リスク自体が低減します。

Q : 6-9 熱量の問題もあるが十分な時間照射が必要では ないのか？

A : 微生物の不活化は紫外線照射量によって決まります。紫外線照射量とは紫外線強度と照射時間の積です。したがいまして、照射時間だけ長くても不十分な場合が生じます。JWRC 技術審査に合格した紫外線照射装置はこれらの要素を適切に組み合わせて作られていますので、確実なクリプト対策ができます。

Q : 6-10 クリプトスピリジウムが不活化した効果が目 に見えるようにならないか？

A : クリプトスピリジウムの不活化効果の確認は細胞培養試験や動物実験を行う必要があり、一般の検査機関では実施できません。しかし、6-6 や 6-9 で説明したように不活化は紫外線照射量で決まります。つまり、紫外線照射量を監視することによって間接的にはなりますが、不活化状況を把握することができます。

そこで、紫外線照射装置では、紫外線強度を常時モニタし、規定値を確保できるようになっています。

Q : 6-11 紫外線では殺せないウイルス等はあるのか？

A : アデノウイルスの一部に比較的紫外線耐性が強いウイルスがいることが知られています。一方、塩素耐性が高いとされているウイルスでも紫外線によって比較的容易に不活化されます。そのため、欧米ではウイルス対策技術として紫外線処理を位置づけてい

る国があります。

Q : 6-12 紫外線照射による副生成物について、詳しく知りたい。

A : 浄水処理における紫外線照射によって問題となる副生成物が生成することはありません。高濃度の臭化物イオンと残留塩素の存在下で比較的強い紫外線を照射すると臭素酸が生成する場合があります。しかし浄水の水質と紫外線照射条件ではどちらも全く問題ないと考えられています（出口ら（2008）、UV照射における臭素酸生成及び透過率低減要因の評価、第10回日本水環境学会シンポジウム講演集、pp.144 - 145）。海外の水道では紫外線消毒が多く採用されており、国内でもビールや飲料水の製造工程に紫外線消毒が多く採用されていることからも安全性は保証されています。

Q : 6-13 紫外線処理によって一般細菌等も死滅すると思われるが、消毒用塩素の注入量は少なくなるか？

A : 紫外線には残留性がありませんので、残留性のある塩素を加える必要があります。また、クリプトスボリジウム等対策の紫外線照射量は6-6で説明したように最低値では 10 mJ/cm^2 であり、一般細菌等を消毒する場合の半分以下です。したがいまして、塩素要求量にはほとんど変化がないと考えられますので、塩素の注入量低減の効果は見込めません。ただし、紫外線処理によって原水由来の微生物をある程度死滅させることができますので、より高い安全性を確保できます。

Q : 6-14 消毒の残留効果は？

A : 紫外線には残留性がありません。

Q : 6-15 消毒効果の確認方法の確立、想定される故障

A : 消毒効果（処理）の確認方法はJWRC審査基準に詳細に載っています。また、概要について水道協会雑誌（2007年11月号）に記載されていますので、それらを参照してください。ただし、日常管理においては6-10で回答したように紫外線モニタで監視します。想定される故障としてはランプ切れがあり、紫外線モニタが設置されています

ので、直ちに検知することができます。

Q : 6-16 水の濁りは紫外線透過に支障がないか？

A : 水の濁りは紫外線を遮る役割を果たすので、透過性を低下させます。このため、厚生労働省対策指針では紫外線照射装置を適用できる水質として、濁度2度以下、色度5度以下および紫外線（253.7 nm付近）透過率75%以上と規定されています。この条件を満足していれば問題はありません。

Q : 6-17 味の比較（大差ないのか？緩速>急速のように）

A : 塩素消毒等と異なり化学物質を添加しませんので、味を悪くすることは 없습니다。また、緩速ろ過のように生物処理作用があるわけではないので、おいしくなるような効果は期待できません。

Q : 6-18 実際照射した水は安全か？

A : 薬品の添加がなく、副生成物もないため安全です。6-12で述べたように、海外の水道での実績や国内外の飲料水での事例から安全と言えます。

Q : 6-19 水質が安全であるという確認方法について（行政側として）

A : 事前水質検査において、紫外線照射した水の水質が水質基準をクリアしていることを確認することで安全を確認することができます。また、財団法人水道技術研究センターでは事前水質検査のための紫外線照射方法に関する基準を作成しています。

紫外線処理設備の導入にあたり、オゾン処理・膜処理とのコスト比較などの要望（イニシャルコスト及びランニングコスト）に対してのご質問もございますが、コスト面に関するコメントは、協会設立主旨、コンプライアンス上の観点から差し控えました。

紫外線による臭素酸の生成について

日本紫外線水処理技術協会 技術委員長 山越 裕司

【臭素酸の水道法水質基準】

臭素酸はオゾン処理時及び消毒剤としての次亜塩素酸生成時に不純物の臭素が酸化され生成される可能性があり、また、発がん性の疑いがある。

厚生労働省は水道法に基づき、水質基準に関する省令（平成15年5月30日厚生労働省令第101号）を定め、そこで新たに臭素酸を追加し、0.01 mg/Lの基準値を設けた。

【事務連絡：紫外線処理設備について】

紫外線による臭素酸の生成について、厚生労働省健康局水道課から各厚生労働大臣認可水道事業者殿・水道用水供給事業者殿宛に平成19年3月30日付で出された事務連絡“紫外線処理設備について”には、紫外線処理設備の導入位置に関する留意事項として以下のことが記されている。

「臭化物イオン及び残留塩素が存在する水に紫外線を照射した場合に臭素酸の生成が促進される可能性がある。臭素酸の生成量は、臭化物イオン及び残留塩素の濃度が高い、紫外線照射量が多い、また、水温が高いほど多くなるものと考えられる。このため、塩素注入の後段に紫外線処理設備を導入しようとする場合は、実験による臭素酸の生成量の調査や処理対象水中の臭化物イオンの存在状況の把握等から、生成する臭素酸により水質に影響を与えることがないことを確認する必要がある。」

【近紫外で臭素酸が生成される条件】

近紫外で臭素酸が生成される条件について検討した報告がある¹⁾。ここでは薬品（臭化物イオン、塩素、フミン酸など）を純水または複数の井戸水に溶解させて、太陽光、蛍光灯、352 nm ピークの近紫外を照射して臭素酸の生成を確認した。純水に臭化物イオン、塩素を溶解させて光を照射すると基準値以上の臭素酸が生成された。この

とき、その実験条件として $40 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ の紫外線強度を6時間照射しており、これは紫外線照射量に換算すると $864 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ である。すなわち、紫外線照射装置に要求されている紫外線照射量の数十倍以上である。

また、井戸水においても同様に生成されたが、井戸水での結果の方が臭素酸濃度が低く、かつ、ばらつきがあった。その原因は井戸水に含まれるフミン質などの有機物の存在量が異なるからと考察している。確認のためフミン酸濃度を調整して臭素酸生成量を調べたところ、フミン酸を多くすると臭素酸生成量が減少した。ゆえに、井戸水よりも純水を用いた結果の方が、臭素酸が生成されやすいことを意味する。

【当技術協会での見解】

出口らは低圧紫外線ランプを用いて臭素酸生成条件を報告している²⁾。

当技術協会では全国の自治体などから浄水向け紫外線装置の依頼講演を多数受けており、その際、この結果を引用し、紫外線による臭素酸生成の条件を説明している。その内容を以下に紹介する（右図参照）。

〈試験条件〉

- 残留塩素濃度 : 10 mg/L as Cl_2
- 臭化物イオン濃度 : $0.1 \sim 100 \text{ mg/L}$
- 紫外線照射量 : $0, 10, 50, 100 \text{ mJ}/\text{cm}^2$
- 水温 : 20.4°C
- 溶媒 : ミリ Q 水（純水）
- 紫外線波長 : 253.7 nm (低圧紫外線ランプ)

残留塩素としては、基準値が 0.1 mg/L であることから十分すぎる高濃度である。また、クリプトスピリジウム対策の紫外線照射量（通水量の 95 %以上に常時 $10 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上の紫外線照射）に対して、試験条件では最大で $100 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ を照射しているので、この照射も十

分な量である。

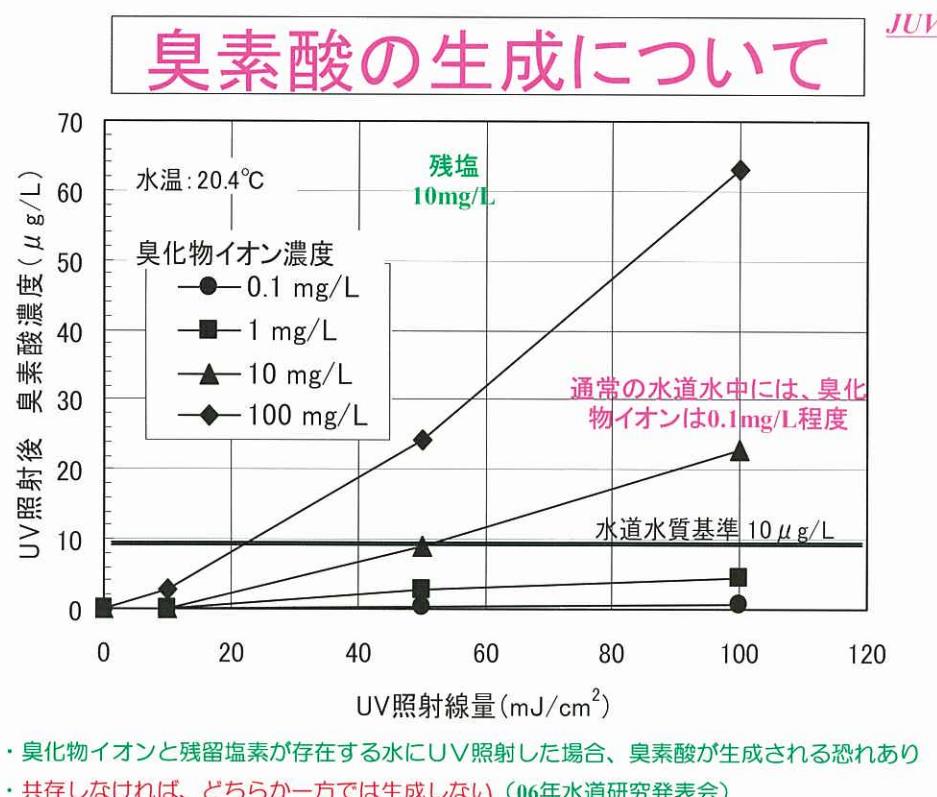
〈試験結果〉

臭化物イオン濃度が1 mg/L以下では、臭素酸の水道水質基準値である10 μg/L以下であった。通常の水道水中には臭化物イオン濃度が0.1 mg/L程度しか含まれていないことから考察すると、クリプト対策用の紫外線照射装置にて臭素酸が生成されるためには極めて非現実的な水質条件が揃わなければならない。留意するとすれば、水量が極端に低下したり、通水停止したりした場合は過剰に紫外線が照射される恐れがあるので、その際はUVランプを消灯させるなどの操作をすることが望ましいとなる。

以上のことから、クリプト対策用紫外線照射装置にて臭素酸が生成する可能性は極めて低い。紫外線処理設備によって、副生成物の問題ないより安心な水が供給できる。

参考文献

- 1) 宇佐美美穂子、鈴木俊也、矢口久美子、安田和男、永山敏廣 “塩素処理による臭素酸イオン生成条件の検討” 水環境学会誌 Vol.28, No.12, pp.729-735 (2005)
- 2) 出口達也、小三田栄、鹿島田浩二、佐々木健一 “UV照射における臭素酸生成及び透過率低減要因の評価” 第10回日本水環境学会シンポジウム講演集 pp.144 - 145 (2007)



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

日本紫外線水処理技術協会 技術委員長 山越 裕司 副会長 府中 裕一

厚生労働省は「水道施設の技術的基準を定める省令」を改正し、クリプトスボリジウム等の耐塩素性病原微生物対策技術として「紫外線処理」を位置づけ、平成19年4月より改正省令が施行された。これにともない、多数の水道事業体から当技術協会に、『紫外線照射装置を浄水プロセスに適用する場合、水質に何らかの影響を与えないかを事前に確認する方法がないか』という問合せがあった。このようなニーズに対応するため、当技術協会では試験装置を定め、同時に試験方法原案を作成し、財団法人水道技術研究センターに提案した。同センターではこれを受け“紫外線照射が水道水質に与える影響に係る調査のためのJWRC被照射液調製方法¹⁾”を制定したので以下に紹介する。

【目的】

本試験方法は、紫外線処理設備導入時等において紫外線照射に伴う副生成物の生成をはじめとした水道水質に与える影響に係る調査を行うに当たっての被照射液の調製方法を示すものである。本試験の適応水質条件は、厚生労働省制定の「水道におけるクリプトスボリジウム等対策指針」に記載されている水質の範囲とする。

【試験装置】

本試験装置を設計する上で、以下の10項目について配慮した。

- 1) ワンパスで通水処理しないこと。ワンパスではさまざまな紫外線照射量を受けた処理水が出口から流出してくるため、処理水が一定の紫外線照射量を受けていない。
- 2) 内部照射型にしないこと。一般的の紫外線照射装置は内部照射型である。内部照射型におけるUVセンサはランプからの紫外線放射の減衰、ランプスリーブの汚れ、処理水の紫外線透過率、センサ窓の汚れの

影響を受ける。この中で汚れる恐れのあるランプスリーブ及びセンサ窓についての洗浄を試験者に要求することは困難と判断した。

- 3) 液相厚みを薄くすること。液相厚みが厚い場合、既知の紫外線照射量を得るために処理水の紫外線透過率の影響を大きく受けるので、紫外線照射量の調整が困難である。
- 4) 光源には低圧紫外線ランプと中圧紫外線ランプの両方が選べること。
- 5) UV照射部とタンクを有する循環系とし、循環流量は保有水が反応時間内に十分循環すること。
- 6) 反応時間は20分程度で完了すること。このとき、紫外線照射量がクリプト対策に十分な80mJ/cm²程度であること。
- 7) UVセンサのトレーサビリティの確認ができること。
- 8) 試験装置未使用時保管のため、分解・洗浄が容易であること。
- 9) 1回の試験で得られる照射液が、最大で水質基準51項目を分析できる量であり、分析項目が少ない場合には減量できること。
- 10) 実験台に据え置くことを配慮した大きさに収まること。

紫外線照射回分試験装置のフローシートと概略図を図1、図2に示す。

本試験装置を用いることによって、紫外線照射による副生成物生成のための原水水質条件が明確になることを期待する。

参考資料

- 1) <http://www.jwrc-net.or.jp/info2008/0625shigaisen-2.pdf>

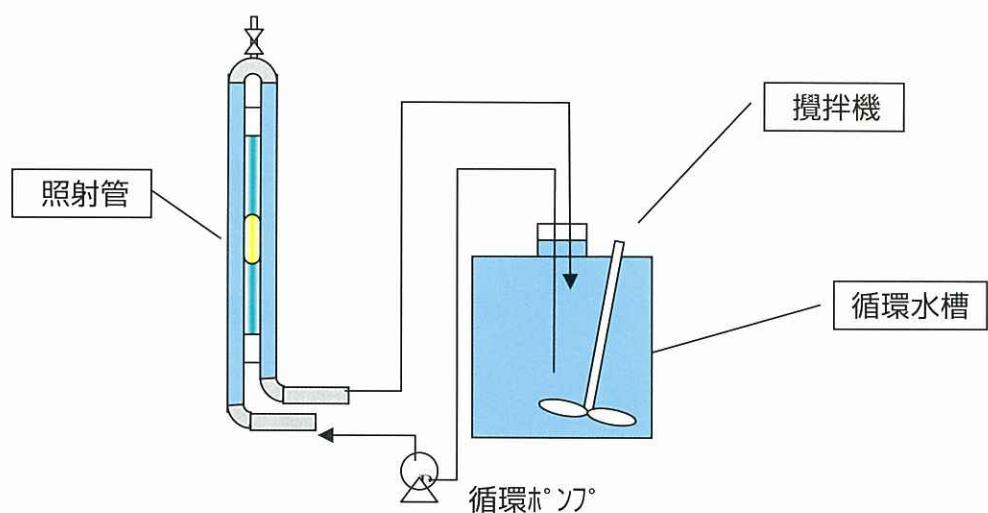


図1 試験装置のフローシート

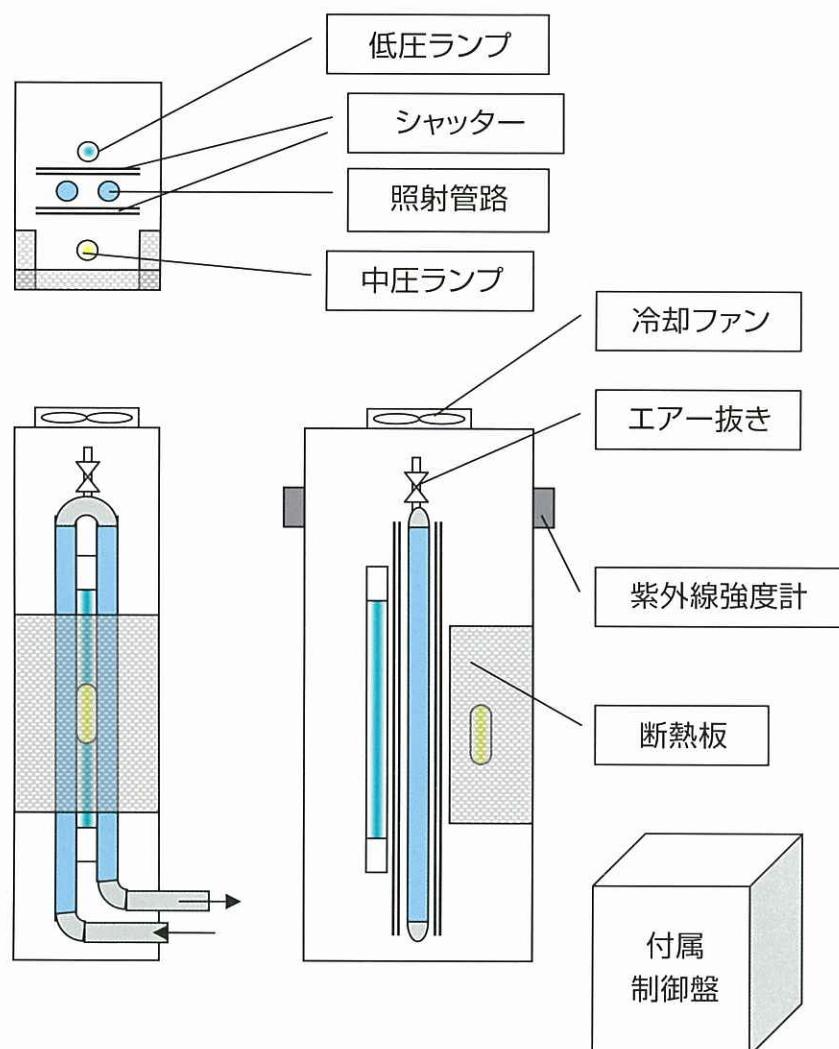


図2 試験装置概略図

紫外線照射装置 施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対象施設：K市水道局 | 水源地

計画水量：5,500 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：240 W / 本

灯 数：6 灯

ランプスリーブ：フッ素被覆石英ガラス

UVモニタ：乾式強度計 3台 / 基

処理能力：5,529 m³ / 日

紫外線照射量：全処理水の 95 %以上に対し、

常時 10 mJ/cm² 以上確保

できること

付記

a 紫外線強度を常時測定・監視できること。

b ランプスリーブの自動洗浄機能を備えていること。

c 紫外線ランプの寿命は 1 年以上であること。

<原水>

対象水：地下水

紫外線透過率：95 %以上

濁度：2 度以下



紫外線照射槽 外観写真



納入設備 全景写真

紫外線照射装置 施設導入例（浄水施設）

＜施設概要＞

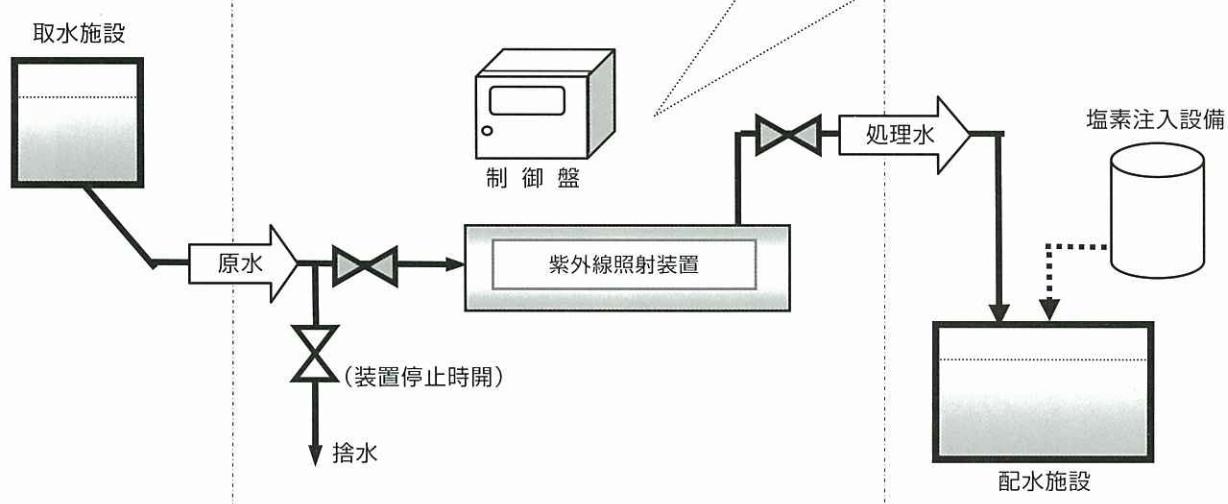
対象施設：T市Y配水池
計画水量：110 m³／日

＜原水＞

対象水：湧水
紫外線透過率：95 %以上
濁度：2度以下

＜機器仕様＞

数量：2基
照射方式：内照式
紫外線ランプ：低圧水銀ランプ
ランプ出力：80 W／本
灯数：1灯／基
ランプスリーブ：石英ガラス
UVモニタ：乾式強度計 1台／基
処理能力：177 m³／日
紫外線照射量：全処理水の95 %以上に対し、
常時 10 mJ/cm² 以上確保
できること



T市殿向納入設備概略

紫外線照射装置 施設導入例（浄水施設）

<施設概要>

対象施設：H市M水源地

計画水量：260 m³／日

<機器仕様>

数量：2基

照射方式：内照式

紫外線ランプ：低圧水銀ランプ

ランプ出力：60 W／本

灯数：3灯／基

ランプスリーブ：フッ素被覆石英ガラス

UVモニタ：空間UV強度計 1台／基

処理能力：260 m³／日

紫外線照射量：1年間連続点灯時において、
全処理水の95%以上に対し、
常時 10 mJ/cm²以上確保
できること

付記

a 紫外線強度を常時測定・監視できること。

b ランプスリーブの自動洗浄機能を備えていること。

<原水>

対象水：地下水

紫外線透過率：95%以上

濁度：2度以下



紫外線照射槽 外観写真



制御盤 外観写真

会員リスト

平成 20 年 10 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	〒140-0002 東京都品川区東品川 4-10-13 TEL 03-5461-7661
岩崎電気株式会社	〒105-0014 東京都港区芝 2-1-28 成旺ビル 5 階 TEL 03-3769-8419 (営業本部 社会システム部)
荏原環境エンジニアリング株式会社	〒144-0042 東京都大田区羽田旭町 11-1 TEL 03-6275-8973
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	〒141-8688 東京都品川区北品川 5-9-12 東京支社 TEL 03-5739-5810 大阪支社 TEL 06-6206-6746
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
株式会社タクミナ	〒541-0047 大阪市中央区淡路町 2-2-14 TEL 06-6208-3973
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 事業推進室)
株式会社東芝	〒105-8001 東京都港区芝浦 1-1-1 東芝ビルディング TEL 03-3457-4185
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
株式会社西原ウォーターテック	〒108-0023 東京都港区芝浦 3-16-1 中野興産ビル TEL 03-3456-0795
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
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	〒104-8351 東京都中央区八重洲二丁目 7 番 2 号 八重洲三井ビル TEL 03-5202-1440 (環境システム事業部 環境プラント営業部)
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 03-6403-7541 (営業本部 営業推進部)
株式会社ヤマト	〒371-0844 群馬県前橋市古市町 118 番地 TEL 027-290-1821 (環境事業部)
ユニチカ株式会社	〒541-8566 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 TEL 06-6281-5318
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

筑波ウシオ電機株式会社

ヒメジ理化株式会社

東海東洋アルミ販売株式会社

株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン

ニッポ電機株式会社

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)



■ 講演会 開催履歴

年	月 日	講演会名称（開催場所）
平成19年	3月 1日	浄水技術研究会（東京都千代田区）
	3月 6日	全国簡易水道協議会（東京都千代田区）
	7月 6日	水道技術研究センター e-Water成果普及セミナー（仙台市）
	7月25日	水道技術研究センター e-Water成果普及セミナー（福岡市）
	10月 3日	日本水道協会岩手支部技術研修会（岩手県盛岡市）
	11月21日	埼玉県水道協会水道事業担当職員研修会（さいたま市）
	11月26日	神奈川県水道協会水道技術研修会（横浜市）
	11月26日	滋賀県水道協会水道技術研修会（滋賀県近江八幡市）
平成20年	3月 5日	全国簡易水道協議会水道実務者研究集会（東京都千代田区）
	6月27日	日本水道協会山口県支部技術研修会（山口県下松市）
	7月11日	日本水道協会兵庫県支部技術研究会（兵庫県たつの市）
	8月27日	長野県環境部水道研修会（長野県長野市）
	10月 2日	日本水道協会富山県支部実務研修会（富山県富山市）
	10月 3日	全国給水衛生検査協会指導担当者向研修会（東京都大田区）
	11月 6日	長崎県水道協会担当者職員研修会（長崎県平戸市）



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

