

〈研究発表〉

高感度(吸光度0.001)UV計の上水道〈取水・処理水計測〉における新たな用途

田中 敦志¹⁾, 福嶋 良助²⁾

株式会社堀場アドバンステクノ 開発部 開発課

(〒601-8306 京都市南区吉祥院宮の西町 31 番地, E-mail: atsushi1.tanaka@horiba.com)¹⁾

株式会社堀場製作所 製品化設計センター

(〒601-8306 京都市南区吉祥院宮の東町 2 番地, E-mail: ryosuke.fukushima@horiba.com)²⁾

概要

弊社は化学的酸素要求量(COD)と高い相関が認められている、有機性汚濁物質測定装置(UV計:型式 OPSA-150)を開発した。本装置は広範囲な濃度のサンプル水に対して安定な測定を実現した。今回水道施設において、水質管理測定装置としての有効性を見出すため、取水及び処理水の2箇所連続評価を実施した。結果として、水質管理項目の多くの項目と良好な相関関係が得られ、水質管理測定装置としての有効性が認められた。更に研究が実施されることで新たな用途が期待できる。

キーワード: UV計, 有機性汚濁物質, 水道施設, 水質管理 メンテナンスフリー

1. はじめに

昨今の社会的なニーズとして、食の安全・安心が強く要望されてきているが、我々の最も身近な水道水も勿論例外でない。日本の水道は世界的に見て、最も質の高い水道水であるが更に“飲料水として安全でかつ美味しい水”が望まれ、平成17年水道水の検査基準が改定され、検査項目も大幅に増えている。一方上水道の事業運営では自治体の厳しい予算面から、水道事業も独立採算が要求され、効率の高い運用が必須になってきている。

高い水質を保ちながら、採算性のある事業運営をするためには各種のシステムチェンジが不可欠である。水道施設においては、取水場や浄水場で多くの水質計測機器が用いられているが、その計測器の維持管理費用はかなりの負担になっている。

そこで弊社は水質管理項目と幅広い相関があるとされている紫外線吸光度計<UV計>を、高い安定性(0.001Absの安定性)と維持管理費用が決定的に安価な計測器として開発し、実際の水道施設現場の取水場と浄水場に持ち込んで評価を行い、水道施設全体の1次監視計器としての有効性を試験した。

2. UV計(OPSA-150)の紹介

2.1 測定原理

環境由来の多くの有機化合物が紫外線の253.7 nm付近において吸収があることを利用して、有機化合物による吸光度を光電的に測定し、ランベルト・ベールの法則により有機化合物の濃度を測定する。

$$A = \log_{10}(I_0 / I)$$

$$I_0 = \text{入射光強度}$$

$$I = \text{透過光強度}$$

吸光度 A は試料セルの光路長(L)と試料濃度(C)に比例し、以下のように表される。

$$A = \alpha LC$$

$$\alpha = \text{吸光係数}$$

この法則を使い、検量線から試料濃度を測定することが可能である。

なお、一般に有機化合物の吸収スペクトルは、Fig1のような特性を持っていることが知られており、これらのピークの多くは、不飽和結合炭化水素系(ベンゼン環をもつ物質など)の特徴といわれている。

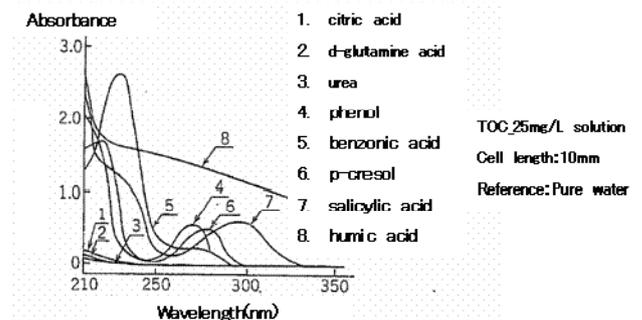


Fig1: Absorption spectrum of organic compound

2.2 水質監視における UV 測定的位置づけ

環境河川水では、紫外領域で 250~300 nm の間でなだらかな吸収特性を示す。これは、自然由来のフミン酸、フルボ酸、リグニン、タンニンなどのベンゼン環を持つ有機化合物が存在するためである。

COD と吸光度は相関関係が得られることがわかっている。

一般に UV 計を使用する際には、吸光度と COD との相関データを取り、相関係数を求めて使用することが一般的である。

2.3 有機性汚濁物質測定装置 OPSA-150 の特長

本製品は、弊社の独自技術である回転セル長変調方式を採用した。これは①連続したセル長可変と②ワイパ洗浄を同時に行うという画期的な方式で、計測上の自動計測器としての誤差要因を自動的に補償できる構造を採用したことから、過酷な環境でも長期間連続して安定したデータを得ることができる特徴を実現している。Fig.2 に装置外観、Fig.3 にセンサ部を示す。



Fig.2: Appearance of OPSA-150

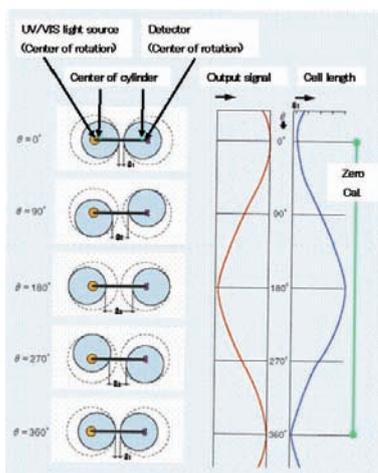


Fig3: Outline of the cell length modulation system.

3. 水道施設における評価結果

3.1 3ヶ月間メンテナンスフリーにおける安定性

(1) 原水及び処理水の水質（通常レンジ測定）

評価期間中の原水水質変動及びその浄水場の処理水水質変動を Fig.4 に示す。雨天時に取水（原水）の大幅な水質変動が認められるが、浄水（処理水）は 0.1abs 以下で水質が安定していることがわかる。

本評価期間中、計器はメンテナンスしておらず、計器の安定性を試験項目として評価。高い安定性が確認された。

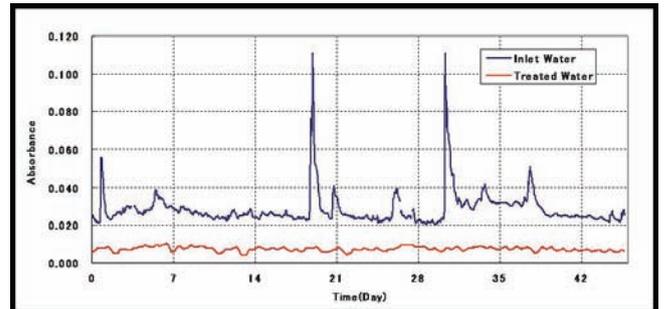


Fig4: Continuous measurement of sample liquid for 45days.(Wide range)

(2) 処理水の水質（レンジ拡大測定）

評価期間中の処理水の水質変動をレンジ拡大したものを Fig.5 に示す。本装置が分解能として 0.001abs を有していることがわかる。従来計器では指示ドリフトや計測器ノイズ等で実現できなかった高い分解能である。この結果、従来では見えなかった水道原水や浄水の水質日間変動も確認可能となった。

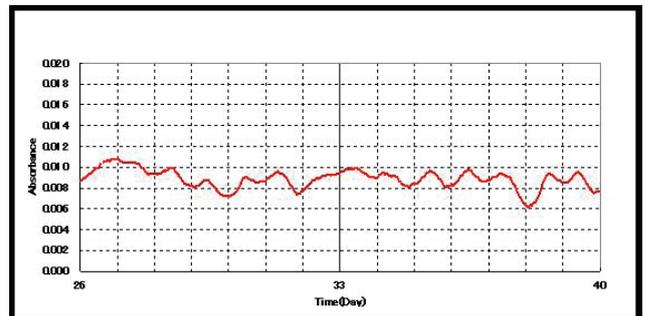


Fig5: Continuous measurement of sample liquid for 45days.(narrow range)

3.2 既設の水質測定計器との相関性

(1) UV 計測値と塩素要求量、濁度、導電率の関係

塩素要求量と UV 吸光度は挙動が一致しており、さらに UV 計は塩素要求量計よりも高い安定性と分解能が高い利点がある。

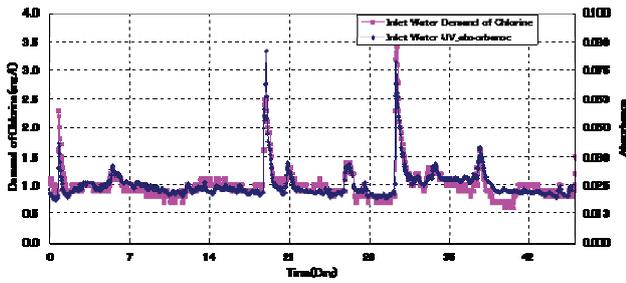


Fig6: Correlation of absorbance and demand of chlorine.

OPSA-150は濁度計としての機能を内蔵しているため、既設濁度計との相関は当然ある。複数台の計器による水質監視を実施しなくてもよい利点がある。導電率とUV吸光度は逆特性であるが、高い相関を示している。

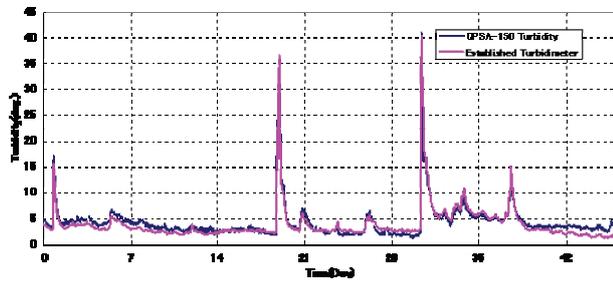


Fig7: Correlation of OPSA-150 turbidity and established turbidimeter turbidity

(2) UV計測値とアンモニア量の関係

アンモニア自体にUV領域における吸収がないため、UV吸光度との相関はない。

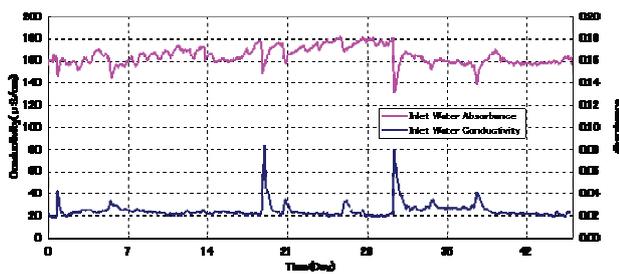


Fig8: Correlation of absorbance and ammonium concentration

(3) UV計測値とTOC, 既設UV計の関係

TOCとUV吸光度の相関は高いが、低濃度領域において既設TOC計の分解能がないため、OPSA-150の指示安定性が顕著である。

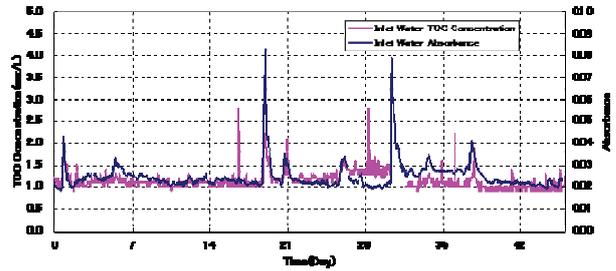


Fig9: Correlation of absorbance and TOC concentration

既設UV計との比較においても、OPSA-150の優位性が確認された。従来機器では浄水場での使用などの低濃度測定で十分な安定性に欠けていたため、UV計の利用用途に限界があったものと推察できる。本装置で大幅に改善されていることが確認できた。

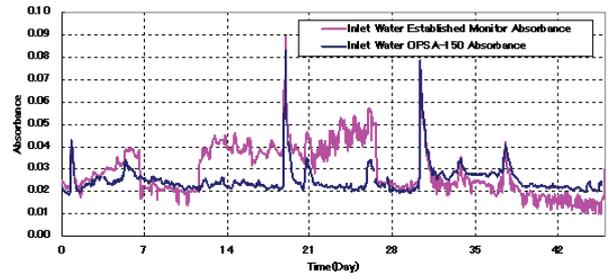


Fig10: Correlation of OPSA-150 turbidity and established turbidimeter turbidity

(4) UV計測値と活性炭投入量の関係

活性炭注入は、現在取水の水質を複数の人間の臭気判断により実施されている。UV計測定値と活性炭注入時(臭気が多い時)に相関関係が確認できるため、UV計を活性炭量制御としての用途に使用可能であることを今後継続評価したい。

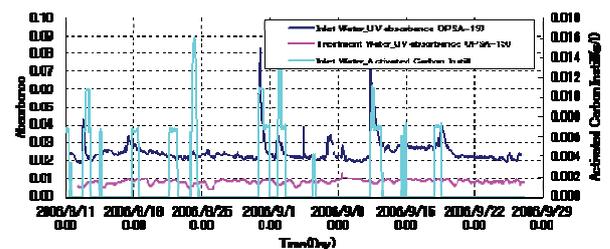
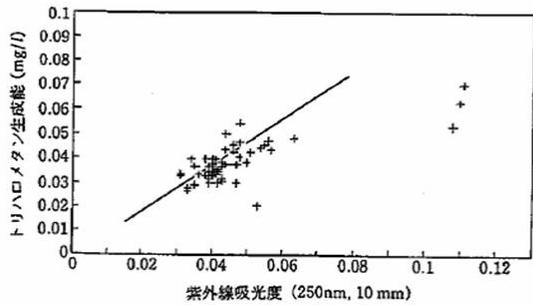


Fig11: Correlation of absorbance and Amount of activated carbon addition.

(5) UV 計測値と消毒副生成物(トリハロメタン生成能)の関係

紫外線吸光度(E260)とトリハロメタン生成能には、高い相関関係があることが各自自治体より報告されている。UV 計を消毒副生成物(トリハロメタン生成能)指標としての用途に使用可能であるかを今後継続評価したい。

UV 計の計測原理からこの点が最も期待できる分野と考えられる。



紫外線吸光度と溶解性トリハロメタン生成能との関係(淀川原水)

Fig12: Correlation of absorbance and ability of Trihalomethane generation.

5. おわりに

本報では、水道施設における水質管理装置としてのUV計の可能性を論じてきた。今回の評価結果は、施設の初期コスト/ランニングコストダウンのみならず、UV 吸

光度と各種水質測定項目の相関を考察することにより、処理方法の効率化をも実現可能となる可能性を秘めている。今回の報告が今後の水質管理方法の一助となることを期待する。

今回の報告において、施設を提供いただいた関係各位の方々に深く感謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) 日本水道協会: 上水試験方法法解説編 2001 年度版(2001)