

浄水処理におけるTOCとUV吸光度の比較

はじめに

浄水場では安全な飲料水を供給するために、pH / 全有機炭素 (TOC) / UV254などの水質項目を監視しています。TOCとUV254は、飲料水中の有機物の量と質を評価するために使用されます。

データの誤解を避けるために、有機物測定におけるTOCとUV吸光度の関係の理解が重要です。

技術比較

有機物

有機物は水中に含まれる化合物の複雑な混合物であり、天然に存在する有機種(植物 / 動物 / 微生物など)に由来する天然有機物 (NOM) や、排水由来の有機物があります¹。有機物そのものは無害ですが、有機物と塩素が反応して消毒副生成物 (DBP) を形成する可能性があります²。DBPは健康に悪影響を与えることが知られているため、処理水の有機物濃度管理が義務付けられています^{2,3}。

有機物分析におけるTOCとUV吸光度

TOCの測定値は、mg Carbon/Lの単位で表示されます。TOCによって有機物濃度を推定できるため、水処理業界では有機物量の制御や規制の指標としてTOCが利用されます。

UV吸光度は、水中の化合物によるUVの吸収量の尺度です。UV吸光度は複雑で変化しやすい有機物の特性評価に役立つ指標です⁴。

有機物の構造は複雑で不均一であるため、異なるサンプルを比較するためにUV吸光度を単独で使用することは推奨されません⁵。サンプルのUV吸光度と有機物濃度に相関がない場合があります。この問題は、UV吸光度とTOCを組み合わせることで解決できます。

SUVA (Specific UV absorbance) は、TOCと特定波長のUV吸光度の比率です⁶。SUVAは、濃度に依存せず、異なるサンプルの比較に使用できる指標です。SUVA254 (254nmのSUVA) を使用して、異なるサンプル間で芳香族化合物の含有量を比較できます⁶。芳香族化合物は反応性に関連しており、水処理に重要な意味を持っています。たとえば、凝集剤による有機物の除去効率や、有機物が塩素と反応したときにDBPを形成するリスクを評価することができます。

TOCは、有機物濃度を知るための簡単な測定項目です。UV吸光度は、サンプルの特性評価のための情報を得られますが、異なるサンプルを比較するためには、TOCと組み合わせる必要があります。

TOCとUV吸光度の利用例

水処理プロセスの最適化

TOCとSUVAは水処理プロセスの最適化に役立ちます。例えば、処理プロセス(凝集 / 膜ろ過)の前でTOCとSUVAを比較して有機物の除去率を評価することで、除去効率が十分であるか別の処理プロセスが必要かどうかを判断できます。

解決

Sievers TOC計 M5310C (ラボ型 / ポータブル型 / オンライン型) は、信頼性が高く、効率的であり、浄水場向けに設計されたモデルです。Sievers M5310Cは、さまざまな有機炭素を効果的に分析できるため、有機物を適切に処理できます。

M5310Cの利点

- 有機化合物の濃度を絶対値で評価できます。
- 原水 ~ 処理水に対応できる広い測定範囲 (4 ppb ~ 50 ppm)
- 分光光度計と組み合わせると、NOMの特性評価に関連するデータを生成することができます。TOCとUV吸光度を組み合わせると、SUVA値を計算できます。
- UV吸光度データを検証するために使用できます (UV信号のドリフトが発生していないことを確認)。
- 調製したNOM分離液の濃度と有機化合物の濃度を確認できます。
- SM 5310C および EPA415.3に準拠しています。
- 外付け試薬を必要とせず、サンプル前処理もほとんど必要ありません。

表1. Sievers M5310CとUV吸光度の比較

	M5310C(TOC)	UV吸光度
絶対値かどうか	はい	いいえ
有機化合物をすべて測定するか	はい	いいえ
飲料水の規制対応に利用できるか	はい	いいえ
無機塩による測定干渉はあるか	いいえ	はい

パフォーマンスデータ:

水処理プロセスにおけるTOC変化率

浄水場の各処理工程でSievers M5310Cによって測定したTOCデータを表2に示します。この例では、凝集処理と膜ろ過処理を行っています。TOCとUV254は処理前の原水と、凝集剤(3段階の異なる投与量)添加後、膜ろ過の前後に測定しました。

各処理前後のTOCまたはUVの変化を比較したものが「変化率」です。「凝集剤添加量」は「原水」と比較し、「膜処理水」は「膜流入水」と比較しました。

表2. 浄水場のデータ例

サンプル名	TOC		UV	
	TOC (ppm)	変化率	吸光度	変化率
原水	7.41	N/A	0.095	N/A
凝集剤添加量1	6.31	14.9 %	0.090	5.0 %
凝集剤添加量2	6.06	18.2 %	0.078	17.9 %
凝集剤添加量3	5.82	21.5 %	0.066	30.7 %
膜流入水	5.87	N/A	0.072	N/A
膜処理水	5.21	11.2 %	0.070	3.5 %

表2ではTOCの変化率が水処理プロセスの能力を示しています。また、「変化率(UV)」はTOCの変化率とは一致しません。UVだけではTOCを正確に表すことができないため、有機物の特性評価や定量には不十分です。

結論

TOCとUV吸光度は、浄水処理において有機物の特性評価と制御に使用される重要な測定項目です。TOCは有機化合物中の炭素量を絶対値で評価しますが、UV吸光度は光を吸収する化合物しか検出しないため、TOCと組み合わせる必要があります。

Sievers M5310Cは、浄水場向けに設計された信頼性の高いTOC分析装置です。

参考文献

1. Perdue, E.M., Ritchie, J. D., (2003). Dissolved Organic Matter in Freshwaters. In H. D. Holland, K. K. Turekian, Treatise of Geochemistry (pp. 273-318). Elsevier Science.
2. Reckhow, D.A., Singer, P.C., Malcolm, R.L., (1990) Chlorination of Humic Materials: Byproduct Formation and Chemical Interpretations, Environmental Science and Technology, 24, 1655-1664.
3. Environmental Protection Agency (2001). The Stage 1 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule What Does it Mean To You? (EPA 816-R-01-014).
4. Summers, R., Cornel, P., & Roberts, P. (1987). Molecular size distribution and spectroscopic characterization of humic substances. Science of The Total Environment, 62, 27-37. doi:10.1016/0048-9697(87)90478-5
5. J.K. Edzwald, W.C. Becker and K.L. Wattier, (1985). Surrogate Parameters for Monitoring Organic Matter and Trihalomethane Precursors in Water Treatment, J. Am. Water Works Assoc., 77(4), 122-132.
6. Leenheer, J.A. (2009). Systematic Approaches to Comprehensive Analysis of Natural Organic Matter, Annals of Environmental Science, 3, 1-130

(翻訳: セントラル科学株式会社)