

信頼性の高い有機物監視による水の再利用

背景

水の再利用による運転効率向上やコスト削減の効果は知られていますが、実施例は多くありません。気候変動 / 都市化 / 人口増加により、高まりつつある水の再利用技術への要求を満たすために、規制当局は、水処理工程の信頼性を数値化する適切なパラメーターの開発を目指しています。有機物モニタリングは、最適な水処理効率の維持、水質要件の達成、公衆衛生保護に重要です。

チャレンジ

間接的飲用水再利用 (IPR) の計画は、米国など世界各国で盛んです。しかし、水資源不足が深刻化していることから、直接的飲用水再利用 (DPR) 体制の開発が進んでいます。水の再利用には複数の課題がありますが、以下のような排水処理と浄水処理を組み合わせ対応します。

- ・生物学的酸素要求量 (BOD) の削減
- ・栄養塩管理
- ・病原体 / ウイルスの除去
- ・適切な消毒法の選択
- ・味 / 臭気の制御

適切な消毒には、病原体 / ウィルスの不活化と消毒剤が天然有機物 (NOM) と反応して生じる消毒副生成物 (DBP) のバランスが重要です。バランス調整のために、各処理工程の水質を深く理解する必要があります。多くの分析項目がある中、TOC は多くの利点があります (表1)。TOC は、NOM / 味と臭気化合物 / 微生物 / 細菌 / 微量有機汚染物質 / 産業排水由来の有機物を含みます。

解決

処理プロセスを強化して目標水質を達成するための TOC モニタリングの利点は以下の通りです。

- ・処理プロセスの管理
- ・変動するデータの管理
- ・正常なシステムを維持する
- ・規制要件を満たす

再生水処理設備では、重要管理ポイントと品質管理ポイントを監視して水質を確保することが重要です。原水と最終処理水の水質変化を監視する利点、処理プロセスの適用例を表2に示します。

表1. 分析項目

TOC	濁度
<ul style="list-style-type: none"> ・有機物の総量を測定 ・粒子状懸濁物、コロイド状物質、溶存有機物を含む ・沈降性固形物、無機性沈殿物、有機微粒子を含まない 	<ul style="list-style-type: none"> ・水の透明度を測定 ・健康基準なし ・有機物、無機物、色度などを区別しない
DOC	SUVA
<ul style="list-style-type: none"> ・0.45µm でろ過後、溶存態およびコロイド状有機物を測定 	<ul style="list-style-type: none"> ・芳香族化合物を含む DOC を測定 ・254nm 吸光度における干渉あり
BOD	COD Cr
<ul style="list-style-type: none"> ・微生物の呼吸量から有機物量を測定 ・水の汚染度を測定 ・排水処理設備の有効性を評価することができる ・測定には通常5日間・精度が低い ・すべての有機化合物は測定不可 	<ul style="list-style-type: none"> ・有機物を化学物質で酸化させ、有機物量に換算する ・排水の有効性を測定するが、精度は低い ・測定には通常2時間かかり、酸化力が強力な危険な薬品が必要 ・有機物の種類によって COD が異なる

表2. 有機物モニタリングによる課題解決

アプリケーション	解決方法
セキュリティモニタリング	水質変化を検出
薬品投与	適切な薬品と投与量を選択
粒状活性炭	再生回数の管理
イオン交換樹脂	要求水質を満たすまで洗浄
膜 (MF/UF)	適切な前処理で汚染回避
逆浸透膜	寿命を延ばす バックフラッシュ方式の管理
オゾン投与	O ₃ /TOC 比に基づいて投与
適切な消毒	微生物を不活化しつつ DBP の生成を抑制する

TOC監視の実施例

カリフォルニアでは地下水再利用における有機物濃度の規制はないため、飲用水として再利用できるかは、TOCによって決定されます。他の州では、再利用水における規制がありTOC基準も採用されています(表3)。

表3. 再利用水のTOC濃度

州	TOC基準値
カリフォルニア	≤0.5 mg/L
ワシントン	≤1 mg/L
フロリダ	≤3 mg/L
マサチューセッツ	≤1 ~ 3 mg/L
ニューメキシコ	≤3 mg/L

<http://www.reno.gov/home/showdocument?id=30769>

再生水処理設備では、表4のように、プロセス管理の改善、ガイドラインの充実、処理方法の改善のための分析ツールとしてTOCモニタリングを採用しています。

表4. 再生水の処理方法とTOC監視の例

場所と処理技術	TOCのアプリケーション
カリフォルニア州オレンジ MF+RO+UV AOP	<ul style="list-style-type: none"> 膜の劣化具合を試験 RO膜のファウリング防止
シンガポールニューウォーター MF / UF+RO+UV	<ul style="list-style-type: none"> RO膜の劣化具合を試験 原水監視
カリフォルニア州サンディエゴ O ₃ +BAC+MF+RO+UV / H ₂ O ₂ AOP	<ul style="list-style-type: none"> 三次排水の監視 O₃/BACによるTOC除去率の測定 MF/ROの処理水を測定
バージニア州フェアファックス Lime+GMF+GAC or O ₃ /BAC+Cl ₂	<ul style="list-style-type: none"> O₃投与量の最適化およびGACのTOC除去率を監視
テキサス州エルパソ MF / UF+NF / RO+UV / H ₂ O ₂ AOP+GAC / O ₃ +Cl ₂	<ul style="list-style-type: none"> 原水から処理水までの一連の処理工程を監視

BAC: 生物活性炭ろ過、GAC: 粒状活性炭、GMF: 粒状媒体ろ過、MF: 精密ろ過、O₃: オゾン、RO: 逆浸透、UF: 限外、UV AOP: UV殺菌促進酸化処理

TOC監視の実施例

オレンジ郡水道局は、地下水への海水の混入を防止し、高品質な再生水を提供しています。二次排水をMF / RO / UV-AOPで処理するプロセスにより、再生水基準や飲料水基準を満たします。TOCを使用して膜の劣化具合を試験し、除去効率を監視して、膜のファウリングを防ぎます。MF / UF / ROの前処理が不適切の場合、エネルギーコストが増加し、頻繁な洗浄や高価な膜の交換が必要となる可能性があります。そのため、膜処理前後のTOC測定は、除去効率の最適化や流入原水の水質変化を監視するために役立ちます。

まとめ

TOC監視により変動するデータをリアルタイムに測定し、最適な処理プロセスを選択することができます。また、水処理システム全体に異常がないかを監視し、水質目標の達成に貢献します。水の再利用と新たな処理技術のニーズが高まり、DPR体制の開発が推進されています。TOCによるリアルタイムモニタリングにより、公衆衛生保護や効率的な水処理を実現することができます。

(翻訳: セントラル科学株式会社)