

# TOC分析による富栄養化防止の最適化

## 課題: 飲料水中の硝酸塩

窒素やリンなどの飲料水中の栄養塩に関する公衆衛生上の懸念から、水処理方法の改善が必要です。排水 / 肥料 / 下水 / 発電所 / 化学工場からの窒素化合物は、窒素排出量を規制値内に抑えなくてはならない事業者にとって一年中の懸念です。飲料水中に過剰な窒素が含まれると、配管内の細菌増殖の原因となります。硝酸塩は、乳児 / 妊婦 / 酸素欠乏症の人に対して、血液の酸素運搬能力に影響を及ぼし健康に悪影響を与えます<sup>1,2</sup>。米国のEPAによる飲料水中の硝酸塩の基準値は10 ppmであり、亜硝酸塩の基準値は1ppmです<sup>2</sup>。産業排水 / 生活排水 / 農業排水の増加により、地表水と地下水で高濃度の硝酸塩が記録されています。たとえば、カリフォルニアの井戸水では高い硝酸塩濃度が見られました。このように、脱窒は水処理の重要なステップです。

## 水処理方法: 生物学的脱窒

脱窒はメタノール / エタノール / 酢酸などの炭素源を添加することにより、硝酸塩を窒素ガスに還元するプロセスです<sup>3</sup>。脱窒法の1つである生物学的脱窒処理は、嫌気性環境下で微生物を使用して炭素源を供給し、硝酸塩を還元します<sup>3</sup>。生物学的脱窒処理は、固形物の除去を必要としない連続プロセスで操作できるため、従来のろ過や活性汚泥を使った方法に比べて利点があります。さらに、このプロセスは消費エネルギーが少なく、炭素源を効率的に添加することでさらに最適化できます。微生物が硝酸塩を還元した後、窒素ガスがタンクから排出され、脱窒水は最終処理を経て放流されます。このような生物学的処理は、クロム酸塩 / 過塩素酸塩 / セレンなどを除去するためにも使用できます。

## 解決策: TOC分析の付加価値

炭素源の量を最適化することは、生物学的脱窒処理にとって重要です。硝酸塩除去に関しては「炭素源量の制御はプロセスの運用にとって重要であり、処理水中の残留濃度を監視するためにオンライン分析装置が利用可能です」とWHOは提言しています<sup>4</sup>。炭素が不足している場合、硝酸塩は完全に窒素ガスに還元されず、過剰な亜硝酸塩と亜酸化窒素が残ります。炭素が過剰な場合、微生物は望ましくない化学物質を分解し始めます。たとえば、硫酸塩を分解して硫化水素ガスを生成し、臭気の問題や危険な状態が引き起こされます。また、過剰な微生物や炭素が排水に含まれ、生物化学的酸素要求量(BOD)と有機消毒副生成物(DBP)前駆物質が増加する可能性もあります。

最終目標は、微生物の生存に適した炭素量を維持することです。したがって、効率的な窒素除去 / コスト削減 / プロセス効率のために、炭素源の添加量を最適化することが重要です。流入水の硝酸塩と処理水の亜硝酸塩 / 硝酸塩をモニタリングすることで、炭素源の添加量に対する窒素除去率を評価することができます。図1に示すように、脱窒後の工程にTOC計を組み込むことで、炭素源の有効性を迅速かつ非特異的に測定できます。

TOCのオンライン分析は、炭素源の供給と窒素除去の状態の傾向をリアルタイムで示します。硝酸塩と有機物の濃度を最小限に抑えて、時間 / 資源 / 水処理薬品 / 費用を節約することができます。継続的にモニタリングすることで、サンプル分析を外部委託することなく、即座にプロセス制御ができます。

また、硝酸塩 / 亜硝酸塩濃度に基づき炭素源の効率を推測する必要もありません。TOCのオンライン分析によって、栄養塩や有機汚染物質を効率的に除去するために水処理設備を最適化できます。



図1. 生物学的脱窒処理

## 参照

1. "Rolling Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality: Nitrates and nitrites in drinking-water." July 2004. World Health Organization.
2. "Consumer Factsheet on: NITRATES/NITRITES." US EPA. <http://www.epa.gov/ogwdw/pdfs/factsheets/ioc/nitrates.pdf>
3. Neethling, J.B. "Tertiary Denitrification Processes for Low Nitrogen and Phosphorus." November 2010. Water Environment Research Foundation.
4. "Water Treatment Processes for Reducing Nitrate Concentrations." World Health Organization: Water Sanitation Health. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/en/nitrateschap6.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/nitrateschap6.pdf)  
(翻訳: セントラル科学株式会社)