



# 全有機炭素 (TOC) 分析による富栄養化防止の最適化

## 課題: 浄水中の栄養素

窒素やリンなどの飲料水に含まれる栄養素に関するEPAおよび公衆衛生上の懸念を払拭するには、水処理施設での処理方法を改善する必要があります。排水、肥料、下水、発電所、化学メーカーからの窒素化合物は、窒素量を規制値内に抑えなくてはならない事業者にとって1年中の懸案事項です。水道水に過剰な窒素が含まれていると、配管内にいる危険な細菌の増殖を招く恐れがあります。特に、硝酸塩は、乳児、妊婦の血液を介して酸素運搬能力に影響を及ぼし、酵素欠乏症のリスクを高めます<sup>1,2</sup>。米国EPAによる、飲料水中の硝酸塩の規制値は10ppmであり、亜硝酸塩の規制値は1ppmです<sup>2</sup>。工業、人および農業廃棄物の増加により、硝酸塩は地表水および地下水の両方で高濃度が記録されています。例えば、カリフォルニア州の井戸では硝酸塩濃度が高く出ました。したがって、脱窒は水処理において重要なステップになります。

## 水処理方法: 生物学的脱窒処理

脱窒処理はメタノール、エタノール、および酢酸などの電子供与体とも呼ばれる水素供与体の添加により、硝酸塩を窒素ガスに還元するプロセスです。脱窒処理方法の1つである生物学的脱窒処理は、嫌気性環境下でバクテリアを使用して水素供与体を供給し、次に硝酸塩を減少させます。生物学的脱窒処理は、従来の濾過および活性汚泥による脱窒と比べてゼロ固形物の除去が必要な連続プロセスを操作することができるという利点があります<sup>3</sup>。さらに、このプロセスは、エネルギー使用を最小限に抑え、全体にかかる人員を削減し、水素供与体の効率的な使用によってさらに最適化することができます。バクテリアが硝酸塩を還元した後、窒素ガスがタンクから排出された処理水は、最終処理および分配システムへ放流する工程に入ります。

## 解決法: TOC分析値を評価に加える

水素供与体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、「水素供与体の注入量管理はプロセスの操作にとって重要であり、オンライン計は処理水中の残留濃度を監視するために利用可能である」と世界保健機関(WHO)が提言しています<sup>4</sup>。炭素が不足している場合、硝酸塩は窒素ガスに完全に還元されず、水中に過剰の亜硝酸塩および亜酸化窒素が残ります。しかし、炭素が過剰な場合、バクテリアは望ましくない化学物質を分解し始めるでしょう。例えば、硫化水素を分解して硫化水素ガスを生成し、臭気問題や危険な状態を引き起こされます。また、余剰のバクテリアや炭素が排水中に閉じ込められ、生物学的酸素要求量(BOD)や有機消毒副産物(DBP)前駆体が増加する可能性もあります。

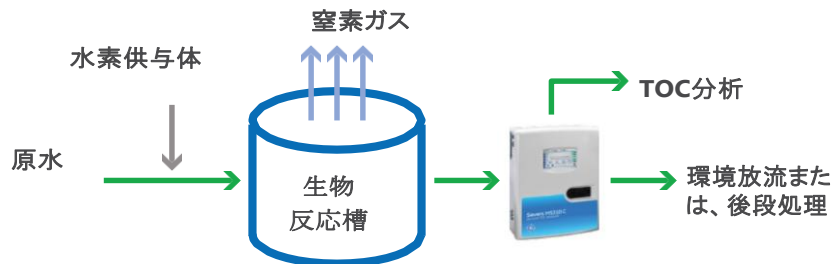


図 1: 生物学的脱窒の流れ

最終目的はバクテリアを生かすための十分な炭素を供給することです。したがって、効率的な窒素除去、コスト削減、およびプロセス効率のために、水素供与体の投与量を最適化することが重要です。流入した硝酸塩および流出物の亜硝酸塩/硝酸塩のモニタリングをすることで、水素供与体の所定の投与量に対して窒素の除去効果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計を組み込むことにより、水素供与体の有効性を迅速かつ非特異的に測定することができます。

TOCのオンライン分析は、水素供与体の供給および窒素除去の状態の傾向をリアルタイムで示します。これにより、水中の硝酸塩および有機物レベルを最小限に抑えることができるだけでなく、時間、資源、化学薬品、および運営施設の費用を節約することができます。連続モニタリングをすれば、分析機関からの分析結果報告を待ってから、リアルタイムでプロセス制御が可能になります。また、硝酸塩/亜硝酸塩濃度に基づいて水素供与体の効率を推測せずに済みます。脱窒処理にTOC計を組み込むさらなる利点は、脱窒工程を下流の水処理プラントと組み合わせることにあります。浄水中のTOC分析が実用化されれば、TOC除去率およびDBPモニタリングならびに処理工程最適化に関するEPA規則準拠に役立ちます。手頃な価格の飲料水の需要、水資源のストレス、および水質汚染認識の高まりに伴い、栄養素および有機汚染物質の効率的な除去のために水処理施設を最適化することが有益です。

## 参考文献

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/dwg/chemicals/en/nitrateschap6.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/chemicals/en/nitrateschap6.pdf)

(翻訳：セントラル科学株式会社)