

低 BOD・高 DO 条件下における硝酸態窒素除去性能の基礎実験その 2

(株)加藤建設 正会員 ○鈴木 則志
 (株)加藤建設 正会員 石濱 謙一
 (株)加藤建設 鳥野見 暢哉
 (株)加藤建設 安間 準

1.はじめに

前報では、低 BOD・高 DO 条件下における硝酸態窒素(以下 $\text{NO}_3\text{-N}$ とする)除去性能の基礎実験を通年で行ったところ、水温が 10°C を下回る環境であっても、HRT10hr にて 50% 以上の $\text{NO}_3\text{-N}$ を効果的に除去する事を報告した。従来の生物化学的処理法による窒素除去技術は、冬季の水温低下(一般的には 13°C 以下)により窒素除去性能が著しく低下することが知られており、大きな課題とされているのが現状である。

したがって、本研究では前報の検証期間中から、原水水温が 13°C を下回る条件下における $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去性能について詳細検証を行った。

2.実験方法

2.1 実験施設

前報と同様、強制浸透流方式の除去システムを用い、炭素源(純石炭の溶解液)を原水流入部に連続供給した。

2.2 実験概要

前報の実施期間中より、原水の水温が終日 13°C を下回る日が連続的に観測された期間を対象とし(図 1)、日別・時間別平均除去率及び炭素源消費量の観点から除去性能の安定性を検証した。

3.実験結果

3.1 日別変化に伴う除去性能の安定性

表 1 には、検証期間中から 5 日間(Run1~Run5)を抜粋し、日平均水温・気温および運転条件を示す。

図 2 には、Run1~Run5 における日別平均除去率の算出結果を示す。表 1 と図 2 より、日平均水温は $8.1 \sim 10.4^\circ\text{C}$ ではあるが、37.3%~67.8%の除去率が確認できる。特に Run3 では、日平均水温が 8.1°C にも係らず、除去率は 67.8%であった。測定日前 1 週間の気温が高く、最高水温は 10°C 前後に推移していたことによるものと思われる。これより、比較的低水温域であっても、本システムによる $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去性能を十分に発揮している事が伺える。

従来の窒素除去技術では、冬季の窒素除去性能低下は、低温時の微生物活性の低下が大きく起因しているものと考えられている。よって、 13°C を下回る低水温域にて本システム槽内に棲息する微生物が、添加した炭素源をどの程度消費しているかを算出し、活性度を検証することとした。

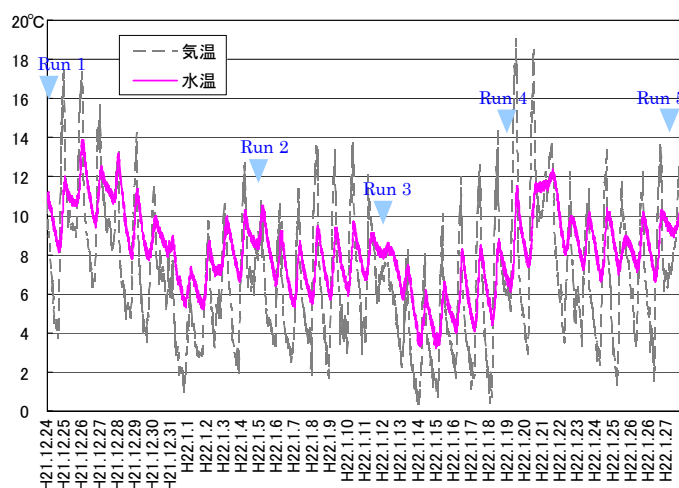
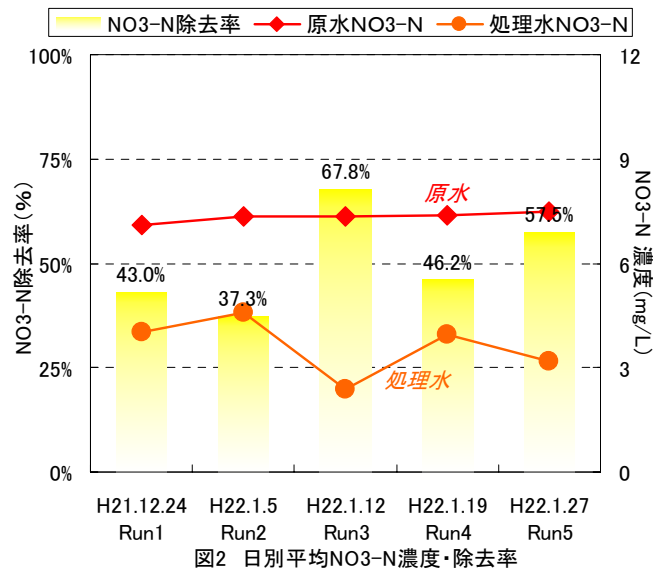


図1 水系における気温・水温の経日変化

表1 日別気温・水温並びに運転条件

測定日時 (No.)	H21.12.24 Run1	H22.1.1 Run2	H22.1.12 Run3	H22.1.19 Run4	H22.1.27 Run5
日平均気温($^\circ\text{C}$)	8.1	7.3	6.7	9.2	7.1
日平均水温($^\circ\text{C}$)	10.4	9.0	8.1	8.3	8.5
滞留時間(hr)	10				
炭素源添加量(g/m ³)	20				

図2 日別平均 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度・除去率

キーワード 富栄養化対策 硝酸態窒素除去 嫌気処理 低水温

連絡先 〒497-8501 愛知県海部郡蟹江町下市場 19-1 TEL:0567-95-2225 FAX:0567-95-8803

3.2 炭素源消費量による微生物活性の推測

本システム槽内での、脱窒反応の過程において微生物が消費する炭素消費量を(1)式にて算出した。その結果を図3に示す。

$$\text{炭素消費量(\%)} = C_i / (C_0 + \text{Org}) \times 100 \quad \cdots (1)$$

C_i ; 処理水 BOD (mg/L)

C_0 ; 原水 BOD (mg/L)

Org ; 炭素源 BOD (mg/L)

図3より、Run1～Run5 全てにおいて炭素源消費量は90%以上であった。よって、本システム槽内に棲息する微生物は脱窒反応に必要な炭素源を効率的に獲得し、それに伴って原水中のDOが著しく消費されることから微生物活性度は安定していると推測できる。

3.3 経時変化に伴う除去性能の安定性

本項では、Run1～Run5 で最も低い水温が観測されたH22年1月18日7:00から翌19日15:30(計32.5h)において、経時変化に伴う除去性能の推移を検証するため、連続採水を試みた。その結果を図4、図5に示す。図4には、連続採水期間中の気温・水温・DOの観測結果を記載した。これより、昼夜の水温の高低(差6.3℃)に拘らず、処理水の日平均DOは0.4mg/Lであることから、嫌気条件が維持されている。

図5は、連続採水期間中の原水および処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度、並びに除去率を記載した。これより除去率は、経時変化に伴い31.6～55.0%と変化し、継続的な $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去が確認された。特に、最低水温が観測された時間帯では、原水水温が4.9℃であっても $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去率は31.6%であることを確認した。これは、図3からも見受けられる様に、本システム槽内に添加された炭素源は、微生物活動により完全消費され、嫌気状態が維持されていることから、本システム槽内での脱窒反応を継続できる環境が形成されていると推測する。これらの結果より5℃以下の厳しい環境下でも、生物化学的処理法による $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去の可能性が確認できた。

4.まとめ

本研究では、低水温域における強制浸透流方式を用いた $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去性能の安定性について検証を行った結果、以下の事が明らかとなった。

- (1)本システムの除去性能は、低水温域であっても安定した $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去が可能であることが明らかとなった。
- (2)本システム槽内では、微生物が炭素源を効率的に獲得し、それに伴って原水中のDOが著しく消費された。
- (3)水温低下により $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去率は低下するが、水温4.9℃の厳しい環境下でも31.6%の除去が可能であった。
- (4)本研究から、四季の水温変動に対して、適切な滞留時間・炭素源添加量の調整による除去率の制御化を目指すことで、より効果的で安定した $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去技術の実現が可能となるだろう。

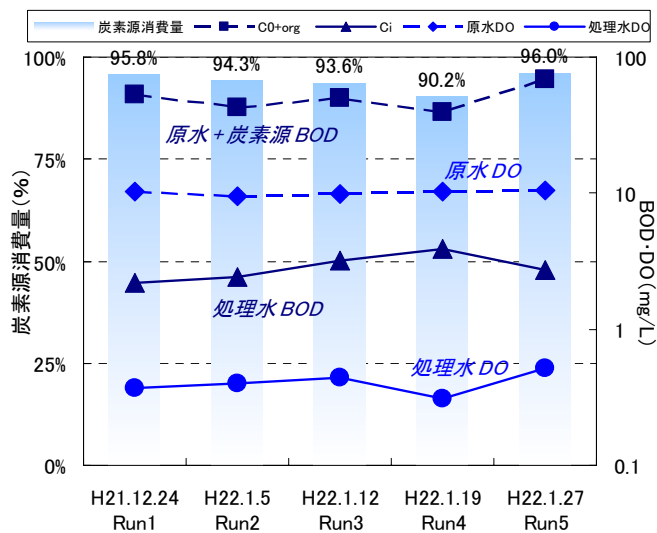


図3 日別炭素源消費量とDOの関係

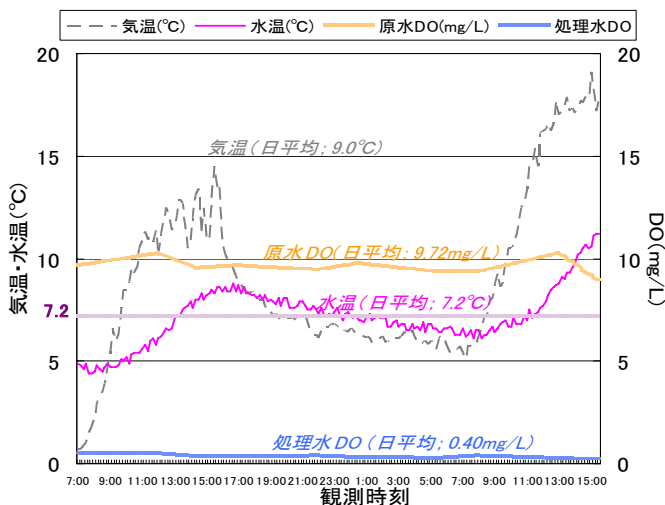


図4 経時変化に伴う気温・水温とDOの関係

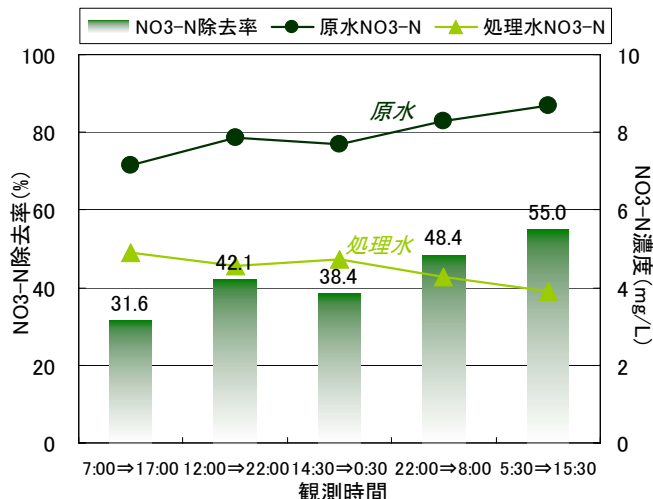


図5 経時変化に伴う $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と除去率の関係