

II-553

嫌気性流動層バイオリアクターシステムによる下水の高度処理
—硝化菌及び脱窒菌のポピュレーションと活性—

北海道大学工学部 山根浩靖 清水達雄 丹保憲仁
工藤憲三
月島機械㈱ 濱口利男 中林 昭

1. はじめに

嫌気性流動層バイオリアクター、接触曝気槽および砂ろ過装置から構成された下・廃水処理システムを用いると、有機物、SS、窒素およびリン化合物を高速度で除去できることを既に報告している。本研究ではこの処理システムの操作条件を設定するための基礎的知見を得ることを目的として、各プロセス内の硝化菌脱窒菌などのポピュレーションおよびそれらの活性と水温との関係を検討した。

2. 実験装置および実験方法

実験装置は土木学会第48回年次学術講演会で発表したものと同様である。本研究では水温（特に低水温）制御ができるように嫌気性流動層プロセス（AFBプロセス）、接触曝気槽などの装置を厚さ5cmのウレタンフォームでコーティングした（図1）。硝化菌、脱窒菌などの菌数はMPN法で計測した。硝化速度、脱窒素速度などは回分系を用いて測定した。

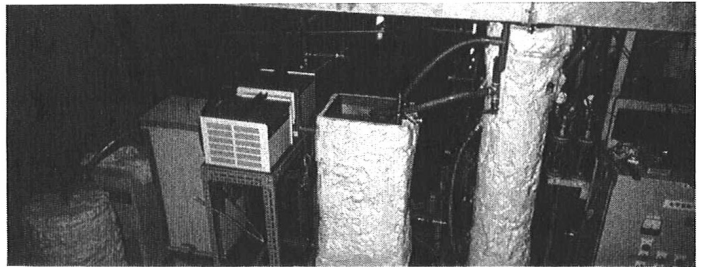


図1 実験装置の写真

3. 実験結果および考察

3-1 硝酸性窒素濃度と水温との関係 AFBプロセスに好気性接触曝気プロセスを接続し、それぞれの処理水を二つのプロセス間で循環させる処理システムを用いて窒素成分の除去に関して検討した。

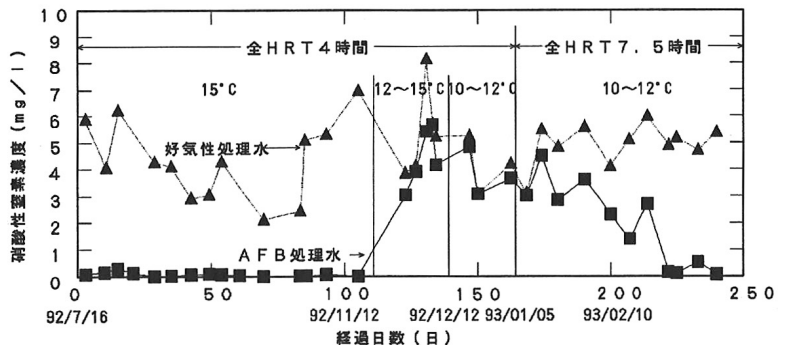


図2 硝酸性窒素の経日変化（循環比；3）

図2に水温と滞留時間を変化させたときのAFBプロセスと接触曝気プロセスの濃度の経日変化を示す。水温15°C以上では全滞留時間4時間（AFBプロセス；2時間、接触曝気プロセス；2時間）の条件で、硝化・脱窒はほぼ完全に達成され、AFBプロセスの $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と接触曝気プロセス $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は0.1mg/L以下であった。しかし、水温が15°C以下（10~15°C）になると、二つのプロセス内において $\text{NO}_3\text{-N}$ および $\text{NH}_4\text{-N}$ が残存し、窒素除去率は40~65%に低下した。そこで全滞留時間を7.5時間（AFBプロセス；3時間、接触曝気プロセス；4.5時間）にすると、硝化・脱窒能が徐々に増加し、窒素除去率は75~80%になった。

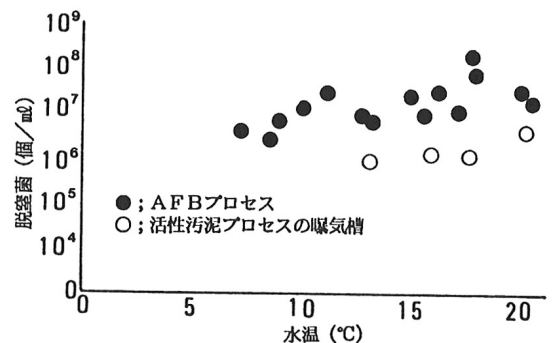


図3 脱窒菌の菌数と水温との関係

3-2 脱窒菌の菌数と活性 図3に脱窒菌の菌数と水温との関係を示しているが、水温の低下とともに菌

数が減少する傾向にあった。水温が 15°C 以上では $10^7 \sim 5 \times 10^8$ 個/ mL 、水温 7°C においても 5×10^6 個/ mL 程度で存在した。図4に比脱窒速度と水温の関係を示す。比脱窒速度は水温の指数関数で近似でき、水温が 7°C 程度に低下しても比脱窒速度は約 $1 \text{ mg/gMLSS} \cdot \text{hr}$ であった。AFBプロセスの汚泥濃度を少なくとも $5,000 \sim 10,000 \text{ mg/L}$ に維持できるので、低水温においても脱窒機能を発揮することが判った。AFBプロセスが高い脱窒能を有する理由として、造粒汚泥のSRTを約6日に保持でき、かつ脱窒に必要な炭素源が十分に存在することが考えられた。

3-3 硝化菌の菌数と活性 図5、図6にそれぞれ亜硝酸菌および硝酸菌の菌数と水温との関係を示す。亜硝酸菌および硝酸菌ともに水温 $7 \sim 23^{\circ}\text{C}$ の範囲で $5 \times 10^6 \sim 10^8$ 個/ mL 存在し、水温にあまり影響されなかった。図7は比脱窒速度と水温の関係を示す。本処理システムの接触曝気槽は比較的高い硝化能力を有していることが判った。これはAFBプロセスのSS除去率（約95%）、全 COD_{Cr} 除去率（約85%）が極めて高く、接触曝気プロセスへのこれらの汚濁負荷を大幅に削減できるためであった。

3-4 硫酸塩還元菌とメタン細菌 本処理システムのAFBプロセスには硫酸還元菌が $2 \times 10^6 \sim 8 \times 10^7$ 個/ mL 存在し、 10°C 以上で硫酸塩還元能を発現した。またAFBプロセスのORPは約 -440 mV であり、メタン細菌が生育しており（ $10^6 \sim 5 \times 10^7$ 個/ mL ）、 15°C 以上でメタン生成が観察された。

4. 結論 嫌気性流動層バイオリアクターと接触曝気槽から構成された下・廃水の高度処理システムは硝化菌および脱窒菌のポピュレーションを高く保持することができた。その結果水温 15°C 以上では全滞留時間4時間で、 10°C 程度では7.5時間、さらに水温が 10°C 以下に低下しても適切な操作条件を採用すれば高度処理システムとして機能させることができた。

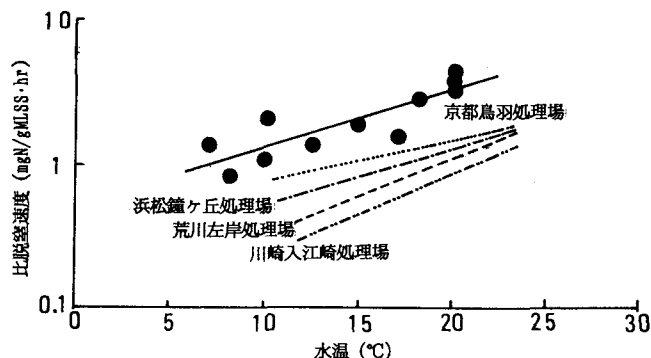


図4 比脱窒速度と水温との関係

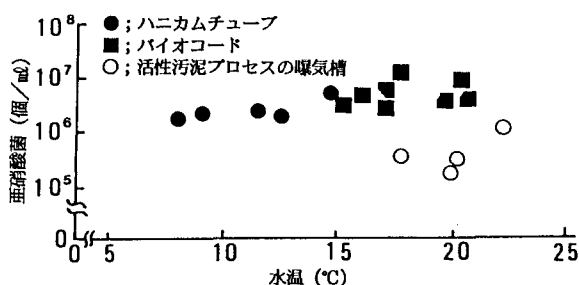


図5 亜硝酸菌の菌数と水温との関係

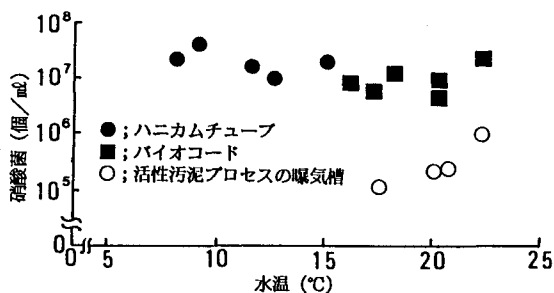


図6 硝酸菌の菌数と水温との関係

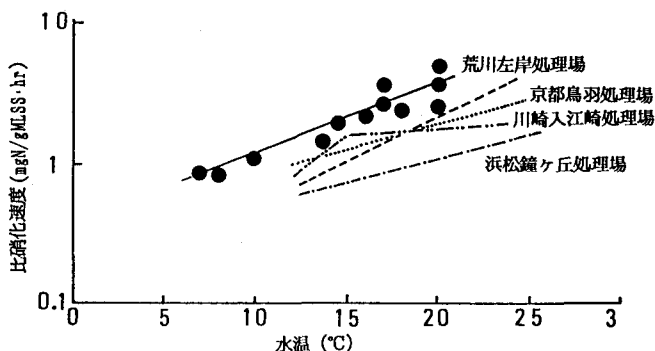


図7 比硝化速度と水温との関係