

不織布を利用する Anammox リアクタのスケールアップに関する研究

熊本大学工学部 学生会員 ○稲富 泰彦

熊本大学大学院 非会員 宅和 正治

熊本大学工学部 正会員 古川 憲治

1. はじめに

近年、脱窒リアクタ内部での窒素収支の検討からアンモニアの嫌気酸化(Anammox)が提案され、新たな窒素変換の経路(図 1)として注目されている。これまで我々は、不織布を充填した上向流カラムリアクタを用いた連続試験により Anammox 汚泥の馴養を行ってきた。今回、50L にスケールアップさせた上向流カラムリアクタを製作し、その立ち上げについて検討し有用な知見が得られたので報告する。

2. 実験材料並びに実験方法

図2に示す容量50Lのアクリル製上向流カラムリアクタを製作し、リアクタ内には Anammox 汚泥の付着固定担体として菊花状のポリエステル製不織布担体(日本バイリン製)を計 17000cm³ 充填した。カラム内は上部と下部に分かれており、それぞれの担体充填率を 40%、35%とした。この付着担体に 15L のカラムリアクタで長期間馴養培養した Anammox 汚泥を種汚泥として付着固定させた後、連続試験を行った。NH₄-N と NO₂-N を主成分とする合成無機培地に N₂ ガスを吹き込み、DO<1.0mg/L になるように調整した流入水を連続的に供給した。流入量は 50~200L/day とし、リアクタ内の温度は 35℃ で一定に保った。NH₄-N、NO₂-N 濃度を变化させ、流入水および処理水中の、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N 濃度を測定した。発生した N₂ ガスはリアクタ上部からガスタンクに捕集した(図 2)。また、リアクタの周囲を暗幕で覆って遮光し、藻類の繁殖を防いだ。

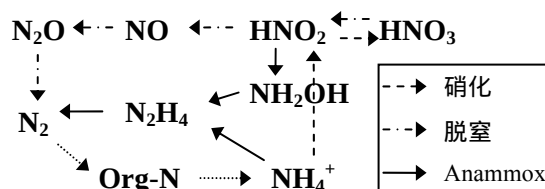


図 1 窒素循環図

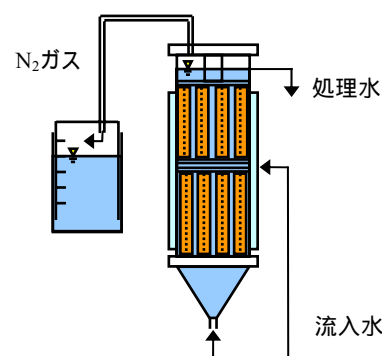
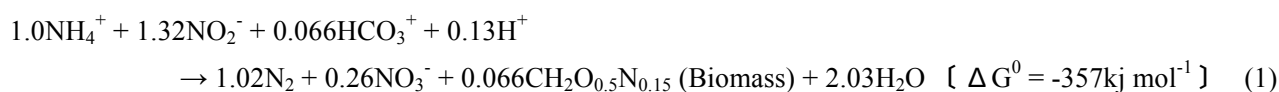


図 2 実験装置模式図

3. 理論

従来の知見では NH₄⁺ は好気条件下では硝化菌により NO₂⁻、NO₃⁻ に酸化され、生成した NO₃⁻ は嫌気条件下(anoxic)で脱窒菌により N₂ に脱窒される(図 1)。

Anammox 反応の化学量論式は式(1)で示される。NH₄⁺ が電子供与体、NO₂⁻ が電子受容体となる自栄養の脱窒反応であり、自由エネルギーの減少する発エルゴン反応であることから、理論的には Anammox 反応により細菌の生育に必要なエネルギーを供給することができる。



4. 実験結果及び考察

図 3 に連続実験装置の流入窒素濃度および流出窒素濃度(NH₄⁺、NO₂⁻、NO₃⁻)の経時変化を示し、図 4 に窒素除去速度の経時変化を示す。実験開始時の NH₄-N、NO₂-N の流入濃度はともに 50mg-N/L、HRT は 24 時

間とし、その後、徐々に負荷を上げた。

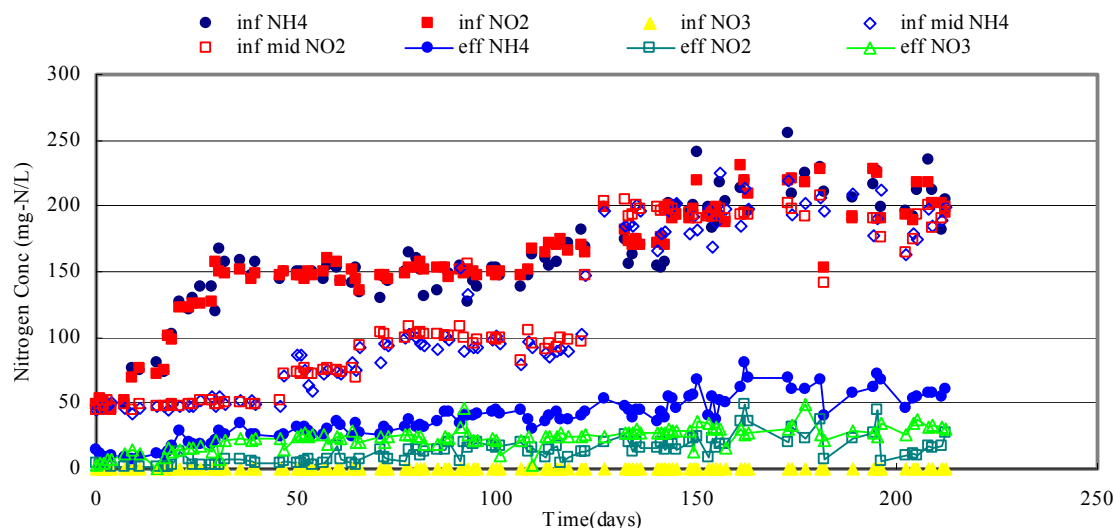


図3 連続試験装置の流入水、流出水の各態窒素の経時変化

3ヶ月以内に窒素除去率 $1.0\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ に達することを目標に実験を行った。実験の結果約150日後に窒素除去速度 $1.0\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ に達した。実験に用いたリアクタは上向流であるため基質の供給を底部1ヶ所に設定すると上部の汚泥に十分な基質が行き渡らず、汚泥の成長が妨げられる傾向がこれまでの研究で明らかになっている。そこで今回は実験開始時からリアクタの中央部からも基質を流入させ、基質不足を解消するよう試みたが、流入窒素濃度を安全を見込んで底部からの流入窒素濃度の1/2に設定したことから、上部のAnammox汚泥の成長速度をこれまで以上に高めるまでには至らなかった。しかしながら、中央部からの流入窒素濃度を高めることで窒素除去速度が向上したことから、中間部からの基質供給がリアクタ内上部のAnammox汚泥の活性化のために重要な要素であることが明らかとなった。

図5に $\text{NH}_4\text{-N}$ 消費量に対する $\text{NO}_2\text{-N}$ 消費量と $\text{NO}_3\text{-N}$ 生成量との環系を示す。今回の実験から得られた反応比は $\text{NH}_4\text{-N}$ を1とした場合、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が1.20、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が0.19であり、オランダのDelft工科大学が報告した値とほぼ同様の値が得られた。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 反応比が低く出たのは、Anammox汚泥に共生する他栄養性脱窒菌による反応の影響と考えられる。

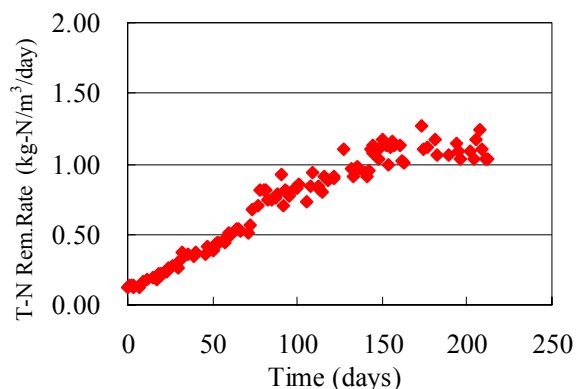


図4 窒素除去速度の経時変化

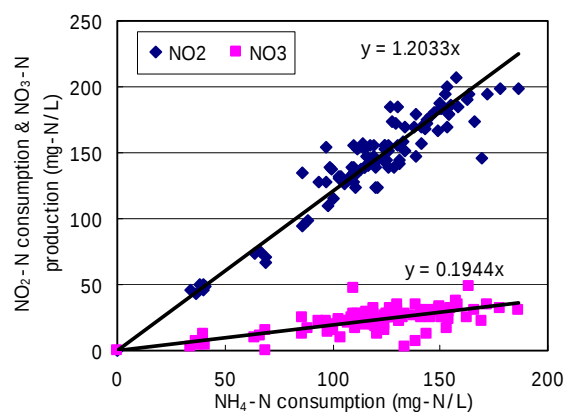


図5 Anammox 反応比

5. まとめ

窒素除去速度が約90日目でおおよそ $1.0\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ に達したが、その後頭打ちとなる結果となった。

【参考文献】古川憲治：嫌気性アンモニア酸化(Anammox)を活用する窒素除去、化学工学、第66巻 第6号 pp.326~328 (2002)