

II-581

スポンジキューブ固定化担体を用いる硝化液循環プロセスの硝化細菌数とその分布状況

東京理科大学

正員 出口 浩

学生員○井藤 元暢

正員 柏谷 衛

1. はじめに

筆者らは、スポンジキューブ固定化担体（以下、担体という）を硝化液循環プロセスの反応タンクに添加して室内実験を行い、担体に微生物が高濃度に固定化されることを見出し、さらに、脱窒速度及び硝化速度が改善されることを示してきた。¹⁾硝化液循環プロセスへの担体の適用法には、担体が無酸素相・好気相の条件を交互に受ける場合と無酸素相のみまたは好気相のみの条件を受ける場合の2通り考えられるが、その2通りの適用法により回分式反応タンクと人工下水を用いて室内実験を継続して行なってきた。本報文では、反応タンク内における亜硝酸菌、硝酸菌の菌体数とその分布状況、さらに流入窒素負荷との関係について若干の知見を報告する。

2. 実験装置及び実験方法

硝化液循環プロセスへの担体の適用法として、①無酸素相・好気相一体型反応タンク（以下、一体型タンクという）と②無酸素相・好気相分離型反応タンク（以下、分離型タンクという）の2通りが考えられる。担体は、一体型タンクでは無酸素相、好気相の条件を交互に受け、分離型タンクでは、無酸素相のみまたは好気相のみを受ける。なお、両タンクともに浮遊性微生物は系内を循環しており、無酸素相、好気相の条件を交互に受けている。

実験に用いた装置のフローを図-1に示す。一体型タンクの実験は、30ℓの円筒形タンクを1基使用した。分離型タンクの実験では、30ℓの円筒形タンクを3基使用し、それぞれを脱窒、硝化、沈澱の専用タンクとした。なお、担体は各タンク内にとどまっており、浮遊性微生物を含んだ混合液は各タンク間を移動している。

一体型タンク、分離型タンクともに無酸素工程90分、好気工程110分であり、1サイクルは240分で運転した。硝化液の循環比は3、SRTは浮遊性微生物に対して10日程度になるように引抜きを行なった。運転は1年以上継続しており、水温の制御は行わなかった。使用した担体は、寸法15×12×11mm、セル数27個/mmであり、各反応タンク容積に対してそれぞれ10%投入した。

実験にはスキムミルクをベースとした人工下水を用い、高濃度シリーズでは、 $\text{TOC:T-N:NH}_4\text{-N:T-P}=106:40:20:8(\text{mg}/\ell)$ 、低濃度シリーズでは、この1/2の濃度の人工下水を用いた。TOC容積負荷と $\text{NH}_4\text{-N}$ 容積負荷は、一体型タンク、分離型タンクともに等しく、高濃度シリーズでは、それぞれ $0.160\text{kgTOC}/\text{m}^3$ 日、 $0.030\text{kgN}/\text{m}^3$ 日、低濃度シリーズでは、それぞれ $0.080\text{kgTOC}/\text{m}^3$ 日、 $0.015\text{kgN}/\text{m}^3$ 日である。

細菌試験は、亜硝酸菌、硝酸菌ともにMPN法により行なった。²⁾培養温度は28℃、培養日数は亜硝酸菌30日、硝酸菌40日とした。本実験では浮遊性微生物、担体ではその中心部、表層部とに分け、3種類について細菌試験を行なった。担体中心部と表層部とは、担体の表面から内側2mmの部分のカミソリで切斷することで区分した。切斷された担体は、ピンセットを用いて、蒸留水による洗い出しを2回行ない、合計約50mlの試料を得た。その後、超音波洗浄器(40kHz, 50W)を用いて2分間分散させ、所要の希釈前試料を調整した。浮遊性微生物では、混合液50mlを直接反応タンクから採取した試料について、同様の操作を行なった。

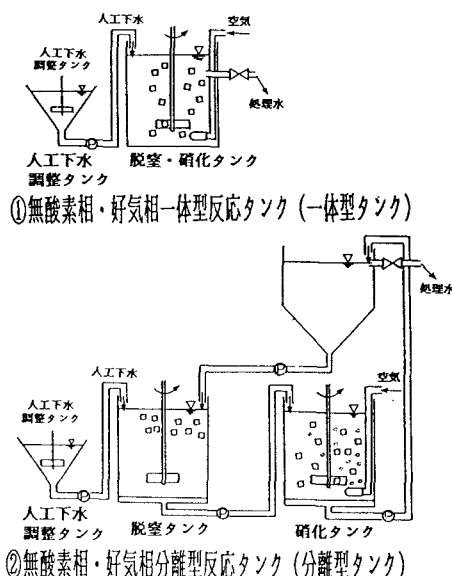


図-1 実験装置

3. 実験結果及び考察

3.1 処理状況

高濃度シリーズでは、一体型タンク、分離型タンクともに年間を通してTOC除去率90～96%、T-N除去率70～86%、硝化率98%以上となった。低濃度シリーズでは、TOC除去率87～92%、T-N除去率50～80%、硝化率97%以上であった。低濃度シリーズは高濃度シリーズに比べて、T-N除去率の低下した期間が目立った。

3.2 硝化細菌数とその分布状況及び流入窒素負荷との関係

高濃度シリーズ、低濃度シリーズともに、測定時の水温は20℃前後である。それぞれの亜硝酸菌数と浮遊性微生物濃度との関係を図-2に示す。

浮遊性微生物の亜硝酸菌数の平均は、高濃度シリーズでは、一体型タンク、分離型タンクともに約 1×10^6 であったのに対し、低濃度シリーズでは、一体型タンクは約 1×10^6 、分離型タンクは約 1×10^5 となり約10倍の差が生じた。

担体中心部の亜硝酸菌数の平均は、高濃度シリーズでは、一体型タンクは約 3×10^6 、分離型タンクは約 4×10^6 、低濃度シリーズでは、一体型タンクは約 3×10^6 、分離型タンクは約 2×10^6 であった。一体型タンクと分離型タンクとでは顕著な差はなく、流入窒素負荷の影響も特に認められなかった。浮遊性微生物が有していた菌体数と比較して、担体中心部では少なくとも2倍を上回っていた。

担体表層部の亜硝酸菌数については、高濃度シリーズでは、一体型タンク、分離型タンクともに約 7×10^6 、低濃度シリーズでは、一体型タンク、分離型タンクともに約 5×10^6 であった。一体型タンクと分離型タンクには有意な差はなく、また流入窒素負荷によって多少の差異が認められた。また、浮遊性微生物の有していた菌体数と比較して、担体表層部では少なくとも5倍を上回っていた。担体表層部の菌体数は、担体中心部に比べて多かった。

高濃度シリーズでは、浮遊性微生物濃度は一体型タンク、分離型タンクともに約2 (g/l)、低濃度シリーズでは、一体型タンクは約1 (g/l)、分離型タンクは約0.5 (g/l)であった。筆者らは、分離型タンクでは一体型タンクに比べ、硝化工程での自己酸化が多く、微生物発生量が少なくなることを報告してきた。^{3) 4)} 低濃度シリーズでは、流入有機物負荷が低いために、高濃度シリーズに比べて浮遊性微生物濃度が低く、一体型タンク、分離型タンクの差が顕著に現われたと考えられる。低濃度シリーズの分離型タンクで、浮遊性微生物に付着した亜硝酸菌数が少なかったのは、付着媒体の不足と、WASHOUTによるものと推定される。

硝化菌数は、一体型タンク、分離型タンクともに亜硝酸菌数より1～2オーダー低い菌体数となっており、また流入窒素負荷の影響は認められなかった。

<参考文献>1) 柏谷ら、第28回下水道研究発表会講演集, pp490～492, 1991

2) 日本下水道協会、下水試験方法(1984年版), pp431～432

3) 出口ら、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集 第2部, pp788～789, 1992

4) 出口ら、スポンジキューブ固定化担体を用いる高濃度微生物処理(4)、第30回下水道研究発表会講演集, 1993

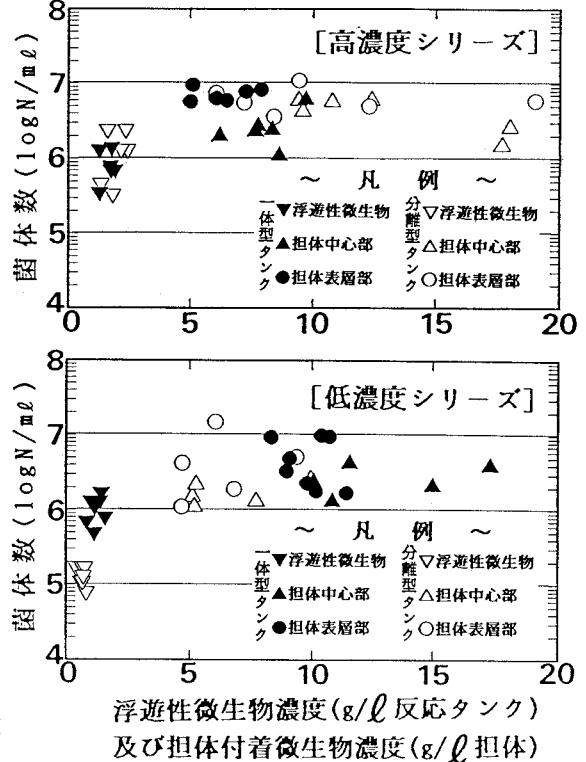


図-2 亜硝酸菌数と微生物濃度との関係