

愛媛大学工学部 正会員 西村 文武  
 愛媛大学大学院 学生員 赤瀬 孝也  
 学生員 ○永尾 健

### 1. はじめに

生物学的窒素除去法の第1段階である硝化過程には、増殖速度の小さい硝化細菌を効率的系内に保持するために微生物付着担体を用いた方法が広く検討されている。担体の硝化活性に影響を与える因子についてはこれまで基質濃度、DO、pH、負荷等の化学的側面からの考察を中心に検討されてきたが、実用化に伴うスケールアップの問題を考える上では生物膜面上の液流速や生物膜にかかるせん断力等の物理学的側面からの検討も重要になってくる。本研究では、物理学的影響因子の一つである生物膜上の液流速に着目し、流速が担体付着微生物の硝化活性に与える影響の把握を目的として、有機物負荷を与えた場合と与えなかった場合について各々実験的検討を行った。

### 2. 実験方法

本実験に用いた固定床型反応器の概略図を図-1に示す。反応器は曝気槽と硝化槽からなり、混合液を曝気槽底部から引き抜き硝化槽底部へ上向流を生じさせるように循環させた。硝化槽にはポリウレタンフォームを硝化槽容積比率で10%になるように設置した。表-1に実験条件を示す。人工廃水はマイクロチューブポンプにより曝気槽底部に流入させ、処理水は曝気槽上部から流出させた。このような反応器を5ケース作成し循環ポンプの流量を変えることにより各ケースの槽内循環流速を設定した。槽内循環流速はケース1を1.82 cm/sec、ケース2を3.65 cm/sec、ケース3を5.47 cm/sec、ケース4を7.29 cm/sec、ケース5を8.59 cm/secと設定した。HRTは各ケースとも6時間とした。また実験の前半を有機物負荷のない条件(RUN 1)、後半を有機物負荷のある条件(RUN 2)とした。RUN 2ではC/N負荷率比を2.5と設定した。NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、SN、DOCの経時変化から処理特性を把握するとともに、各RUNの終了時に付着微生物量および回分実験により硝化活性を測定した。各水質項目等に分析方法は下水試験方法に準拠した。

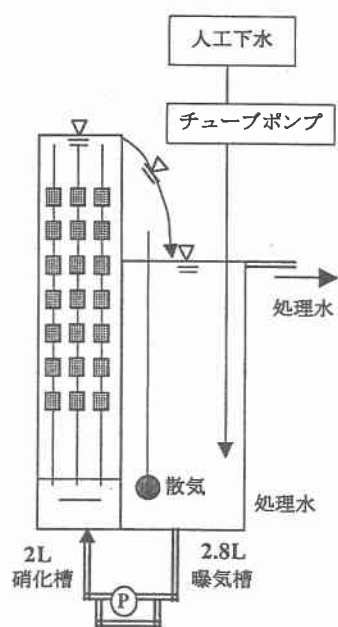


図-1 反応器の概略図

### 3. 実験結果及び考察

図-2、3、4にNH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nの経日変化を示す。本実験条件の範囲においてはRUN 1において槽内循環流速が大きくなると硝化反応の進行が早くなる傾向があった。また図-3、4に示すとおり初期の反応は各ケースとも主に亜硝酸型の硝化であり、槽内循環流速が大きくなるほど硝酸型硝化への移行が早く進む傾向が見られた。RUN 2においてはRUN 1の継続であったことなどから初期から硝酸型硝化であり、アンモニア酸化律速状態であった。槽内循環流速が大きくなると担体内部へのDOや基質等の供給が多くなるが、同時に生物膜へのせん断力が大きくなり剥離が促進されると考えられる。槽内循環流速の増加は処理効率に対し

表-1 連続実験条件

|        |   | RUN 1 (C/N=0)               | RUN 2 (C/N=2.5)             |
|--------|---|-----------------------------|-----------------------------|
| 実験期間   |   | 0-68 (日)                    | 68-92 (日)                   |
| 人工下水組成 | NH <sub>4</sub> CL                            | 30 (mgN/L)                  | 30 (mgN/L)                  |
|        | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>               | 5 (mgP/L)                   | 5 (mgP/L)                   |
|        | MgSO <sub>4</sub>                             | 5 (mgMg/L)                  | 5 (mgMg/L)                  |
|        | NaHCO <sub>3</sub>                            | 257(mgCaCO <sub>3</sub> /L) | 257(mgCaCO <sub>3</sub> /L) |
|        | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> | 0                           | 37.5 (mgC/L)                |
|        | CH <sub>3</sub> COONa                         | 0                           | 37.5 (mgC/L)                |

て正負双方の影響を与えうると考えられるが、本実験の流速範囲では、硝化を促進する結果となった。実験は各ケースとも同一の状態を開始したために、処理結果に差が見られたことは、槽内循環流速が微生物の増殖に直接的間接的に影響を与えていると考えられる。そこで、各ケースのアンモニア酸化菌及び亜硝酸酸化菌の比増殖速度を微生物の増殖式および連続実験における物質収支式を基に算出した。槽内循環流速と比増殖速度の関係を図-5に示す。RUN 1におけるアンモニア酸化菌については循環流速が 3.65(cm/sec)のケースまでは流速が大きくなるにつれて増大するが、それを超える範囲ではほぼ一定となることが示された。また亜硝酸酸化菌については、本実験の条件範囲では槽内循環流速が大きくなるにつれて比増殖速度が僅かに増加する傾向が見られた。RUN 2ではアンモニア酸化菌の比増殖速度は RUN 1と比較すると小さくなったが、流速が大きくなるにつれ増加する結果となった。用いた有機物は易分解性でまた硝化非阻害物質であることから、他栄養性細菌との DO に関する競合が生じた結果であると考えられる。槽内循環流速と担体付着 SS 量の関係を図-6に示す。RUN 1、RUN 2ともに槽内循環流速が大きくなるにつれて担体付着 SS 量は増加する傾向が見られた。また回分実験により担体付着硝化菌の活性を測定したところ、流速の速いケースの方が単位 SS 量あたりの硝化活性が大きいことも示され、流速の増大に伴い微生物活性と微生物付着量双方が高まることがわかった。本実験の流速範囲では、剥離の影響は小さく、基質等の供給により微生物付着を促進することが示された。

#### 4. まとめ

- 1) 硝化反応の進行は槽内循環流速が 1.82~8.59 cm/sec の範囲において循環流速が大きくなると硝化反応の進行が早くなる傾向がある。また循環流速と微生物の増殖速度の関係についてアンモニア酸化菌については循環流速が 3.65(cm/sec)を超える範囲ではほぼ一定であり、また亜硝酸酸化菌については本実験の範囲で循環流速が大きくなるにつれて比増殖速度が増加する傾向が見られた。
- 2) 有機物が存在すると、アンモニア酸化菌の比増殖速度小さくなったが、流速が大きくなるにつれ増加する結果となった。他栄養性細菌との DO に関する競合が示唆された。

#### 参考文献

西村文武,新土居和仁:担体付着生物膜の硝化活性に及ぼす流速の影響に関する研究第 33 回水環境学会年会講演集,p.327,1999

#### 謝辞

本研究の一部は文部省科学研究費(09780507)および(財)日本環境整備教育センター平成 9,10 年度浄化槽に関する調査研究助成を受けました。ここに記して謝意を表します。

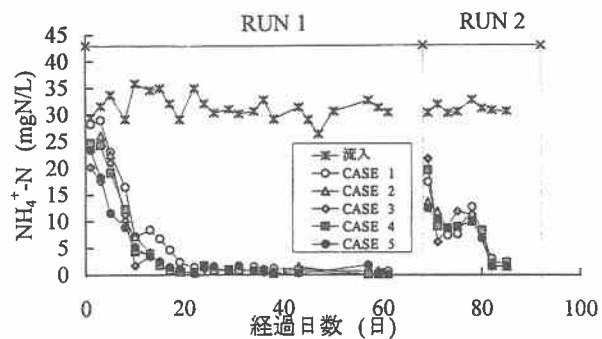


図-2 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nの経日変化

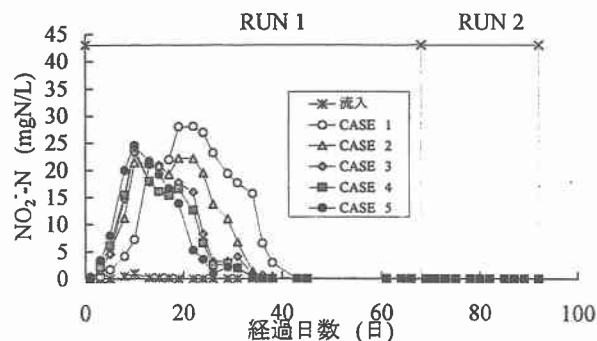


図-3 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-Nの経日変化

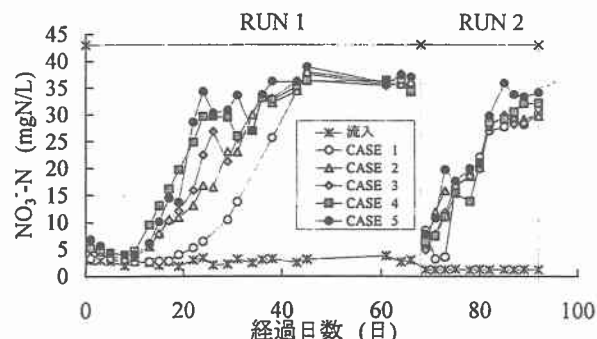


図-4 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nの経日変化

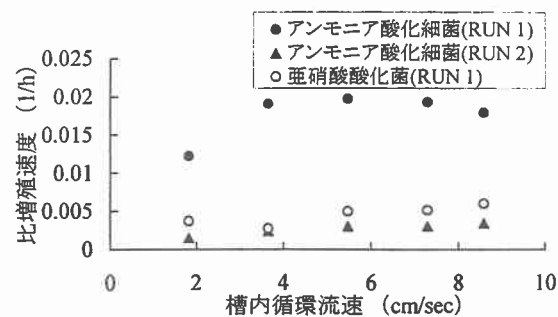


図-5 槽内循環流速と比増殖度の関係

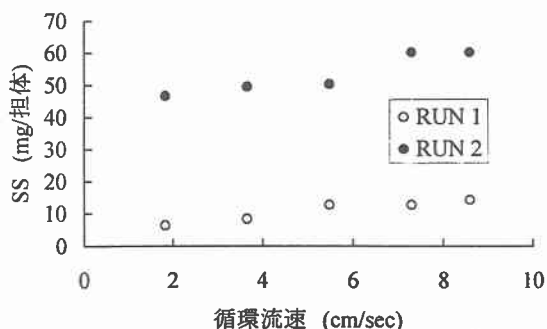


図-6 循環流速と担体付着SS量の関係