

生物学的有機物酸化・硝化に関する基礎的研究

鹿児島高専 正会員 西留 清
 学生員○松永俊彦
 田中 隆

1. はじめに 主に有機物とアンモニア性窒素からなる廃水を浮遊性および固定性微生物により処理すると、反応槽の炭素系有機化合物に起因するBODが20mg/l以下になった時、硝化が起こるといわれている。この原因として、硝化菌の比増殖速度が他栄養性細菌のそれより小さい、反応槽内の基質(有機物、アンモニア、酸素)濃度による硝化反応阻害が起こる等が考えられる。しかし、他栄養性細菌および硝化菌の各々の培養条件が満足されれば有機物除去と硝化が、独立した生物反応として同一の反応槽内で進行すると考えられる。BOD濃度が200mg/l, アンモニア濃度50mg/l程度の下水では基質濃度による反応阻害は起こらないと考えられる。そこで、人工下水で培養した硝化菌と下水処理場返送汚泥(他栄養性細菌が優占)を用いた浮遊性微生物による回分および連続流実験により得られた基質除去速度からこの原因を検討した。

2. 実験条件と実験方法 人工下水培養硝化菌(以下硝化菌と称す)は、鹿児島高専下水処理場返送汚泥(以下返送汚泥と称す)に人工下水(表-1)を一週間に一回加えるfill and draw方式により培養された。この硝化菌と、返送汚泥を用いて以下の回分実験を行った。

run1-1:硝化菌280ccに鹿高専下水処理場流入水(以下汚水と称す)を加えて3000ccとしたもの(硝化菌MLSS=1140mg/l)

run1-2:返送汚泥280ccに汚水を加えて3000ccとしたもの(返送汚泥MLSS=1190mg/l)

run2-1:硝化菌1000ccに汚水を加えて3000ccにしたもの(硝化菌MLSS=3350mg/l)

run2-2:硝化菌500ccと返送汚泥500ccに汚水を加えて3000ccとしたもの(混合MLSS=3490mg/l)

run2-3:返送汚泥1000ccに汚水を加えて3000ccとしたもの(返送汚泥MLSS=3410mg/l)

run3-1-0:硝化菌500ccと返送汚泥500ccに、汚水を加えて3000ccとしたもの(混合MLSS=2230mg/l)

run3-1-4:run3-1-0の沈降汚泥1000ccに汚水2000ccを1日に一回加えるfill and draw方式により培養して4日経過したもの(MLSS=2250mg/l)

run3-1-11:同上で11日経過したもの(MLSS=2600mg/l)

run3-1-19:同上で19日経過したもの(MLSS=2090mg/l)

run3-2-0:返送汚泥1000ccに、汚水を加えて3000ccとしたもの(混合MLSS=2550mg/l)

run3-2-4:run3-2-0の沈降汚泥1000ccに汚水2000ccを1日に一回加えるfill and draw方式により培養して4日経過したもの(MLSS=2630mg/l)

run3-2-11:同上条件で11日経過したもの(MLSS=3070mg/l)

run3-2-19:同上条件で19日経過したもの(MLSS=2880mg/l)

run4-1:硝化菌9Lと返送汚泥9Lに滞留時間6時間(汚水量36cc/分)で連続流方式により培養したもの

表-1 人工下水(200L中)

NH ₄ -N濃度=100mg/l	
NH ₄ Cl	: 76.4g
NaHCO ₃	: 240.0g
NaCl	: 29.2g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	: 24.6g
KH ₂ PO ₄	: 13.6g

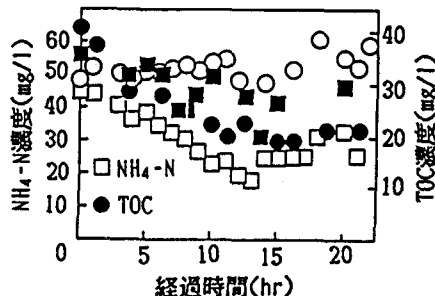


図-1 回分実験(run-1)

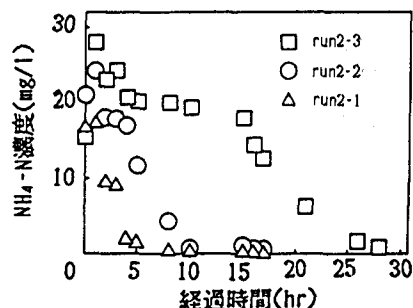


図-2 回分実験(run-2)

run4-1-0: run4-1の沈降汚泥1000ccに汚水を加えて3000ccとしたもの (MLSS=3600mg/l)

run4-1-6: run4-1により培養して6日経過後の沈降汚泥1000ccに汚水を加えて3000ccとしたもの (MLSS=4300mg/l)

run4-1-13: 同上条件で13日経過したもの (MLSS=3000mg/l)

run4-1-20: 同上条件で20日経過したもの (MLSS=3000mg/l)

3. 結果と考察 3-1 run1 図-1はrun1の実験結果である。run1-1におけるアンモニア濃度はTOC濃度が約35 mg/l (BOD換算で約70mg/l) と高いが一定速度で減少している。このことは、硝化反応がTOC濃度に関係なく0次であったと言える。従って、硝化菌によるアンモニア除去速度定数 (K_a) は約0.00196 (gNH₄-N/時/gMLSS) となる。一方、run1-2は、返送汚泥中に硝化菌がほとんど存在していなかったと考えられるため、アンモニアの除去は見られなかった。また、TOC除去は、10時間まで一定速度 (0次反応) で減少している。run1-2におけるTOC除去速度定数 (K_c) は約0.00059 (gTOC/時/gMLSS) となる。

3-2 run2 図-2はrun2における回分実験結果である。図より求めた K_a はrun2-1が約0.00130 (gNH₄-N/時/gMLSS)、run2-2が約0.00078 (gNH₄-N/時/gMLSS)、およびrun2-3が約0.00026 (gNH₄-N/時/gMLSS) である。run2-1の $K_a/2$ とrun2-3の $K_a/2$ との和は約0.00078 (gNH₄-N/時/gMLSS) となり実験結果とも一致する。すなわち、他栄養性細菌および硝化菌の各々の培養条件が満足されれば有機物除去と硝化が、独立した生物反応として同一の反応槽内で進行したと考えられる。また、run2-3において、返送汚泥中に20% 以下の硝化菌が存在していたと考えられる。

3-3 run3 図-3はrun3の実験結果より求めた K_a と経過日数の関係である。run3-1の K_a は経過日数とともに減少しており、約3週間後の K_a 約0.001 (gNH₄-N/時/gMLSS) はrun3-2の K_a とほぼ一致する。すなわち、run3-1のMLSS中の硝化菌は経過日数とともにその活性度 (硝化菌濃度 × 硝化速度) が低下し、他栄養性細菌の活性度は増加したと考えられる。このことは、硝化菌の比増殖速度が他栄養性細菌のそれより小さいため、反応槽内の硝化菌濃度が減少し、他栄養性細菌濃度が増加したと考えられる。

3-4 run4 図-4はrun4の実験結果より求めた K_a と経過日数の関係である。run3-1と同様、 K_a は経過日数とともに減少しており、約2週間後の K_a は初期 (run4-1-0) の約1/2となる。このことから連続流反応槽内の硝化菌濃度が減少し、他栄養性細菌濃度が増加したと考えられる。

4. おわりに 本研究の結果以下の結論が得られる。1) 硝化反応は反応槽内TOC濃度に関係なく0次反応であり、有機物酸化反応は反応槽内NH₄-N濃度に関係なく0次反応である。2) 他栄養性細菌および硝化菌の各々の培養条件が満足されれば有機物酸化と硝化が、独立した生物反応として同一の反応槽内で進行する。3) 反応槽内の有機物濃度が高いと、NH₄-N濃度に関係なく反応槽内の硝化菌濃度は低く、他栄養性細菌濃度は高い。最後に、本研究の一部は委任経理金 (住友重機械エンバイロテック株式会社奨学寄付金) により行ったことを記し、関係各位に謝意を表する。

参考文献

- 1) 野中八郎: 下水処理プロセスとプラントの設計, 日本下水道協会編
- 2) 森山克美: 活性汚泥法の浄化機構に関する基礎的研究, 九州大学工学博士学位論文, 昭和60年2月
- 3) 合田健: 水質工学 基礎編, 丸善 (株)

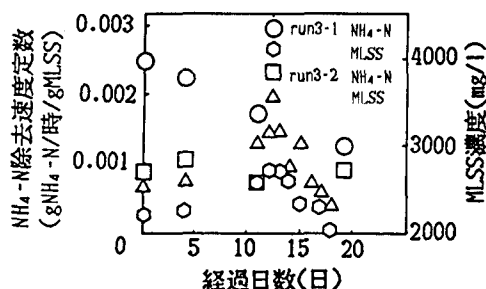


図-3 アンモニア除去速度定数と経過日数の関係(run-3)

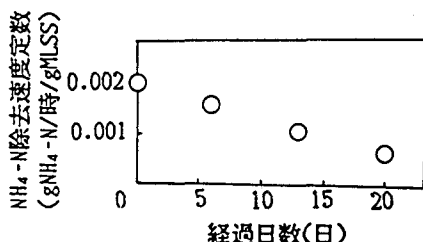


図-4 アンモニア除去速度定数と経過日数の関係(run-4)