

16 活性汚泥による硝化反応の 基礎的な検討について

横浜市 ○ 広 沢 昭 一
金子 秀 臣

1. はじめに

下水処理場における水質悪化の原因は、硝化、浮上、解体などであり、エアレーションタンク内での処理の挙動を調査し、エアレーションタンクにおける管理のあり方を検討する必要性が生じている。

特に、エアレーションタンクでの硝化反応は、水温、空気量、DOレベル、流入負荷、MLSS濃度、滞留時間等によって影響を受けることが知られている。今回は、硝化反応の基礎的なデータを得ることを目的として、影響因子のうちMLSS濃度、DOレベル、水温を段階的に変化させた場合の活性汚泥による硝化反応について検討をおこなった。その結果、活性汚泥による硝化反応について、若干の知見が得られたので報告する。

2. 実験方法

活性汚泥による硝化反応の検討は、2Lのビーカーを用いた回分式の実験装置によりおこなった。

実運転をおこなっている下水処理場から採取した活性汚泥に原水（人工下水）を加え、水温、DOレベル、MLSS濃度を変化させた場合の硝化の進行具合を測定した。原水に人工下水を用いたのは、実験への外乱を少なくするためである。人工下水の組成は、表-1に示すとおりである。また、原水に人工下水を用いているため、硝化反応に必要なアルカリ度の不足が予想されたので、苛性ソーダにより人工下水のpH

表-1 検討にもちいた人工下水の組成

成 分	添加濃度
グルコース	150mg/l
塩化アンモニウム	80mg/l
硫酸マグネシウム	5mg/l
KH ₂ PO ₄	10mg/l
塩化カルシウム	7mg/l
FeCl ₃ ・6H ₂ O	1mg/l
塩化カリウム	7mg/l
NaHPO ₄ ・12H ₂ O	30mg/l
グルタミン酸	150mg/l

を7.5に調整した。さらに、実験過程でのアルカリ度の不足を補うため、1時間ごとにpHを7.5に調整した。今回、検討をおこなった運転条件は、次のとおりである。

(検討実験-1) 水温を20℃、DOレベルを高めを保った上で、MLSS濃度を変化させた場合の硝化反応についての検討。

目標のMLSS濃度は、1,500mg/l, 2,000mg/l, 2,500mg/l の3段階とした。

(検討実験-2) 水温を20℃、MLSS濃度を1,600mg/lのもとで、DOレベルを変化させた場合の硝化反応についての検討。

DOレベルの調整は、実験装置への空気の供給量を段階的に変えることにより、おこなった。装置への空気の供給量は、1分間あたり、0.15L, 0.25L, 0.35L, 0.50L の4段階とした。

(検討実験-3) MLSS濃度を1,600mg/lのもとで、DOレベルを変化させた場合の硝化反応についての検討。

水温は、15℃、20℃とし、DOレベルは、低濃度と高濃度の2段階とした。装置への空気の供給量は、1分間あたり、0.20L と0.50L とした。

3. 分析項目と頻度

分析項目は、DO、MLSS、TOC、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素であり、DO、

MLSS以外のものについては、GFPにより濾過をおこなったものについて分析をおこなった。なお、DO、TOC、窒素類については、1時間ごとに採水、分析をおこなった。各項目の分析方法は、以下に示すとおりである。

DO：隔膜電極法、MLSS：ガラス繊維濾紙法、TOC：燃焼-赤外線分析法、窒素類：イオンクロマトグラフィー法

4. 結果

活性汚泥による硝化反応に対して、MLSS濃度、DOレベル、水温といった要因がどのように影響をおよぼしているかについての検討を人工下水をもちいておこなった。以下に、それぞれの検討結果を示す。

(検討実験-1)

今回、MLSSの目標値を1,500mg/l, 2,000mg/l, 2,500mg/lの3段階としていたが、実際のMLSSは、それぞれ、1,300mg/l, 1,900mg/l, 2,800mg/lと目標値に対して、多少、変動していた。アンモニア性窒素の経時変化を図-1に示す。アンモニア性窒素は、時間の経過とともに減少し、硝酸性窒素は、増加している。アンモニア性窒素の減少速度は、MLSS濃度により差がみられ、MLSS濃度が高いほうが減少速度は早かった。ただし、MLSS 1gあたりのアンモニア性窒素の減少速度は、MLSSが1,300mg/l, 1,900mg/l, 2,800mg/lのものに対して、単位時間あたり、それぞれ、1.82mg, 1.59mg, 1.32mgとMLSSの濃度が高いほうが、遅かった。亜硝酸性窒素については、DOレベルが高かったためか、実験過程では、ほとんど検出されなかった。

(検討実験-2)

DOレベルの違いによる硝化反応についての検討をおこなった。実験装置へ供給する空気量を一定とし、検討をおこなったため、実験期間中のDO濃度を一定に保つことはできなかったが、低濃度から高濃度のパターンでの硝化反応について、データを得ることができた。

DOの経時変化を図-2、アンモニア性窒素の経時変化を図-3に示す。

DOが1mg/l以下のものについては、アンモニア性窒素の減少は、ほとんどみられず、硝化の進行が抑えられていた。DOレベルが高くなるにつれて、アンモニア性窒素の減少速度が早

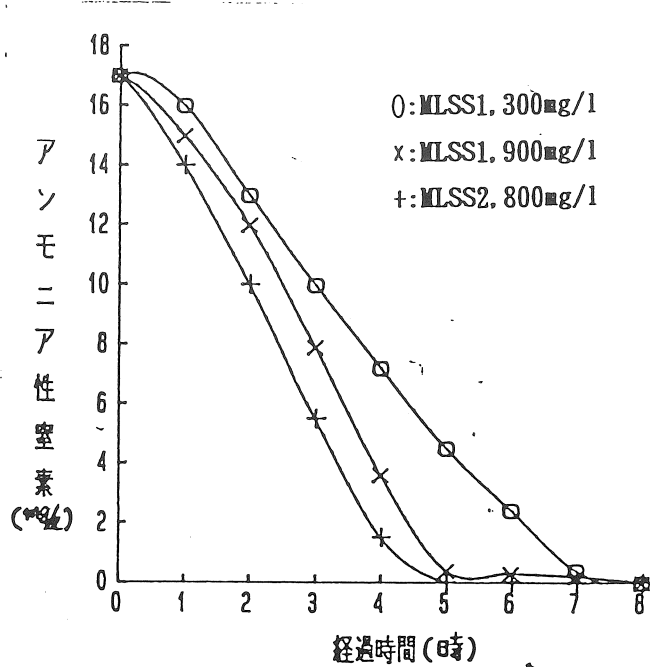


図-1 アンモニア性窒素の経時変化 (MLSSによる影響)

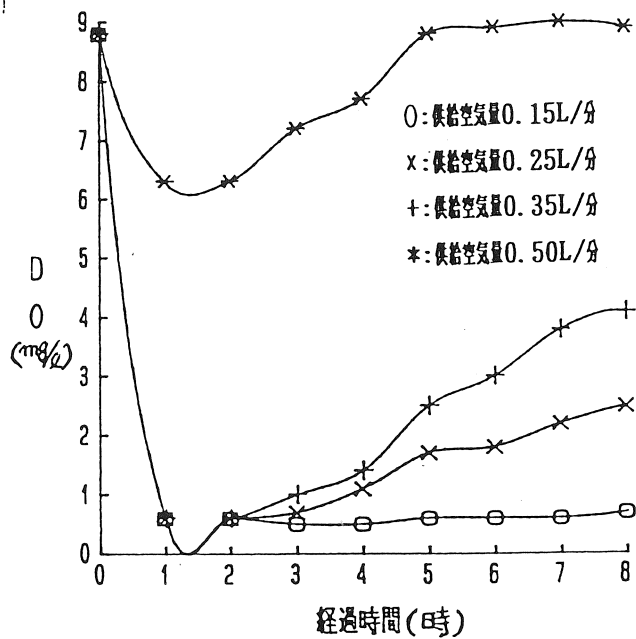


図-2 DOの経時変化

くなっており、供給する空気量が1分間あたり0.25L, 0.35L, 0.50L に対して、MLSS 1gあたりの減少速度は、単位時間あたり、それぞれ、1.25mg, 1.56mg, 2.03mgであった。

(検討実験-3)

水温15℃、20℃におけるDOレベルが低濃度と高濃度における硝化反応の検討をおこなった。アンモニア性窒素の経時変化を図-4に示す。

DOレベルが低濃度、高濃度の両者ともに、アンモニア性窒素の減少速度は、水温が20℃のほうが、早かった。水温が15℃、20℃のDOレベルが低濃度のものは、実験開始から数時間は、アンモニア性窒素の減少はみられず、DO濃度が1mg/lをこえたあたりから、硝化の進行が始まった。硝化が進行し始めてからのMLSS 1gあたりのアンモニア性窒素の減少速度は、次のとおりであった。

- 水温15℃でDOが低濃度：0.75mg/H
- 水温15℃でDOが高濃度：1.41mg/H
- 水温20℃でDOが低濃度：1.52mg/H
- 水温20℃でDOが高濃度：1.88mg/H

5. まとめ

人工下水をもちいた活性汚泥による硝化反応の検討をおこなった結果から得られたことは、次のとおりである。

①TOCの分析結果からみると、人工下水をもちいているためか、下水処理場のエアレーションタンクでみられるような初期吸着は、ほとんどみられず、時間の経過とともに、ゆるやかにTOCが減少している。

②MLSS濃度が高くなると、アンモニア性窒素の減少速度は、上昇している。ただし、MLSS 1gあたりの減少速度は、MLSSが高濃度になるにつれて低下している。

③水温、DOレベルともに活性汚泥による硝化反応に大きく影響をおよぼしている。特に、DOレベルについては、硝化反応を左右していることが判明した。下水処理場のエアレーションタンクの運転管理をおこなっていくうえで、空気量の制御をきめ細かくおこなうことにより、硝化反応をコントロールできるものとする。

今後の課題としては、MLSS濃度、DOレベル、水温の条件を組み合わせたかたちでの硝化反応についての検討とあわせて実施設での検証をおこない、下水処理場のエアレーションタンクの維持管理に反映させたいと考える。

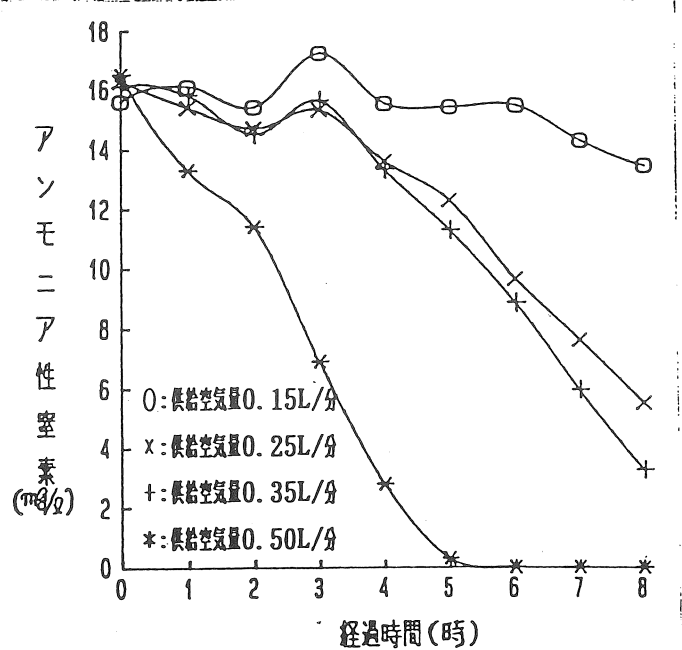


図-3 アンモニア性窒素の経時変化 (DOによる影響)

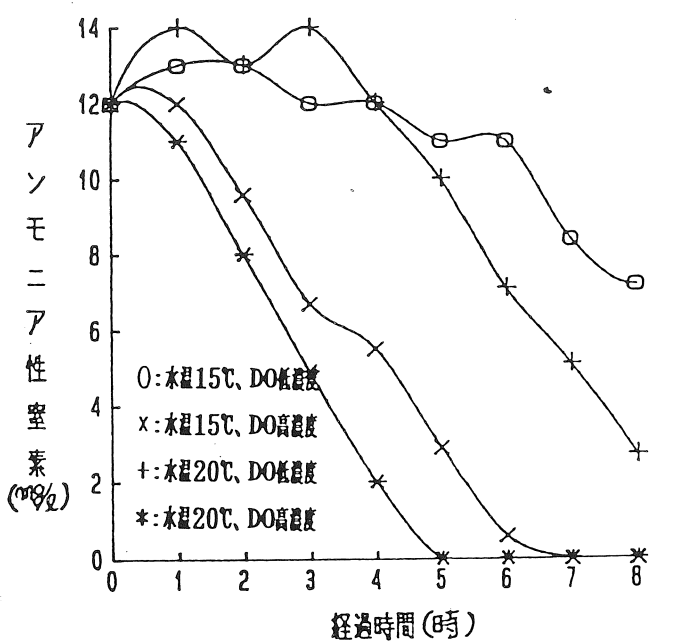


図-4 アンモニア性窒素の経時変化 (水温とDOによる影響)