

(VII-4) 散水ろ床の硝化特性について

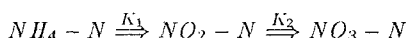
足利工業大学 学生員 佐藤順一
足利工業大学 正 員 本田善則

1. はじめに

排水の生物学的処理法の一つである散水ろ床では、流動は押出し流れに近く、反応は流入部から流出部にかけて進行することになる。この散水ろ床による各種物質の除去効率を取り扱う上では、流下距離に伴う反応を明確にする必要がある。本研究では、散水ろ床のN除去に関する硝化反応について、一次の連続反応として考え、実験を基に検討した。まず、実験値より反応速度定数の値を求めた。つぎに、N化合物の流下距離に伴う変化に関する実験値と計算値を比較した。

2. 散水ろ床内での流下距離に伴う硝化の取扱い

散水ろ床内では流下距離に伴い NH_4-N から NO_2-N へ、 NO_2-N から NO_3-N への硝化の反応が進行する。この連続反応を一次反応と仮定する。



ここで、 K_1 と K_2 は反応速度定数である。

流下距離 X における NH_4-N 、 NO_2-N および NO_3-N の濃度を各々 A_x 、 B_x および C_x とする。

$$NH_4-N \text{ の減少速度} : -\frac{dA_x}{dx} = K_1 A_x$$

$$NO_2-N \text{ の減少速度} : -\frac{dB_x}{dx} = -K_1 A_x + K_2 B_x$$

$$NO_3-N \text{ の増加速度} : \frac{dC_x}{dx} = K_2 B_x$$

上式を $X=0$ で $A_x = A_0$ 、 $B_x = 0$ 、 $C_x = 0$ の条件で積分すると、

$$A_x = A_0 \cdot \exp^{-K_1 x}$$

$$B_x = \frac{K_1 A_0}{K_2 - K_1} (\exp^{-K_1 x} - \exp^{-K_2 x})$$

$$C_x = A_0 \cdot \left(1 - \frac{K_2 \exp^{-K_1 x}}{K_2 - K_1} + \frac{K_1 \exp^{-K_2 x}}{K_2 - K_1} \right)$$

となる。

3. 実験方法

実験ろ床として、断面が幅 2 cm 高さ 2 cm で長さが 100 cm のアクリル製ろ材 6 本を、水平に対し約 10 度の傾斜をつけ交互に向きを変え直列に連ねたものを使用した。

排水は、 NH_4-N 源として $(NH_4)_2SO_4$ 、アルカリ補強剤として $NaHCO_3$ 、その他各種の薬品適量を水道水に添加して作成した。

流入水の条件については、散水量を $10\ell/d$ 、 NH_4-N を $25\text{mg}/\ell$ とした。なお、使用水道水中には NO_3-N が約 $3\text{mg}/\ell$ 存在した。実験は恒温室内で行い、温度の条件を 20°C と 30°C とした。また、本実験に使用したろ材は、すでに別の硝化実験で用いたものを引き続き使用した。

4. 実験結果

図 1 は、 20°C の場合の流下距離 2 m と 6 m における N 化合物の経日変化を示したものである。流下距離 2 m では 20 日目以降に、流下距離 6 m では 15 日目以降に定常状態に達した。また、 30°C の場合、2 m と 6 m では、それぞれ 30 と 15 日目以降に定常状態に達した。

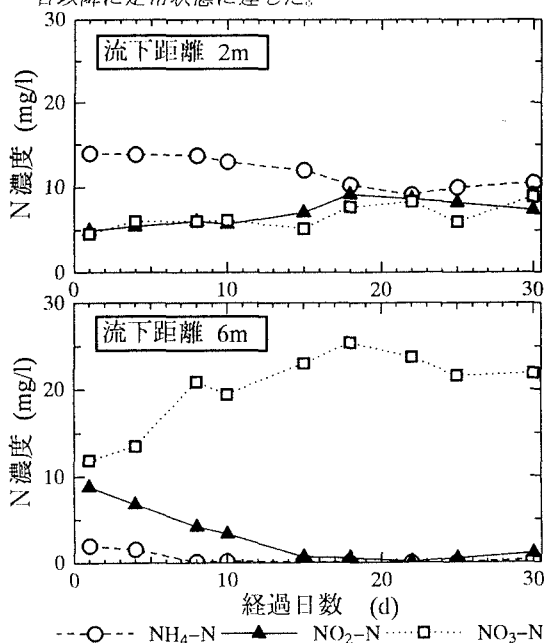


図 1 経過日数に伴う N 濃度の変化

図2は、流下距離に伴うN化合物の変化について実験終了時に測定した結果を示したものである。20℃の場合、 NH_4-N は流下距離6mで無くなり、 NO_2-N は2mで最大となり、 NO_3-N は6mまで増加し続けた。30℃の場合、 NH_4-N は流下距離3mで無くなり、 NO_2-N は2mで最大となり、 NO_3-N は3mまで増加し以降ほぼ一定となった。 $T-N$ は、20℃の場合流下距離5mまで減少し、30℃の場合2mまで減少した。

反応速度定数 K_1 と K_2 の値の決定では、 NO_2-N の挙動が重要となり、この値が最大となる地点およびその前後の地点の三つのデータを基に算出した。得られた数値を表1にまとめる。 K_1 と K_2 の値はともに、20℃より30℃の場合の方が大きくなった。

つぎに、これら K_1 と K_2 の値を用いてN化合物の流下距離に伴う変化について計算した。結果は、図2に示す通りである。測定値と計算値について、 NH_4-N は、20℃と30℃の両場合ともほぼ一致した。 NO_2-N は、20℃ではほぼ一致したが、30℃では流下距離2～3m内で差があった。この差には、硝化菌による反応の他に別の反応、例えばDOの存在だけで $NO_2-N \rightarrow NO_3-N$ の反応があった可能性がある。 $T-N$ は、20℃と30℃の両場合ともに実測値より計算値の方が大きくなった。この差については、生物膜の一部流出あるいは脱窒など原因が考えられる。

5. まとめ

散水ろ床内での硝化反応を一次の連続反応として取り扱った。得られた反応速度定数 K_1 と K_2 の値は、20℃より30℃の場合の方が大きかった。30℃の場合の NO_2-N の挙動については不明な点があり、散水ろ床の硝化特性について今後さらに検討する必要がある。

《謝辞》本研究を行うにあたり実験に協力いただいた本学土木工学科学生、伊吹哲也君、中嶋 仁君に感謝いたします。

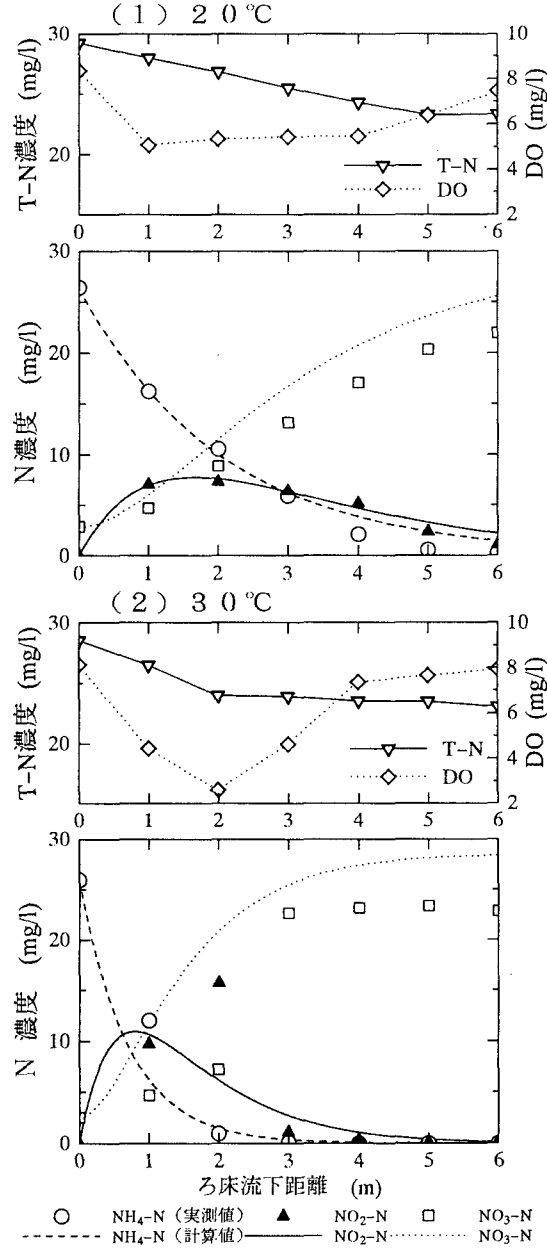


図2 流下距離に伴う変化

表1 反応速度定数の値

	$K_1 \text{ (} m^{-1} \text{)}$	$K_2 \text{ (} m^{-1} \text{)}$
20℃	0.482	0.731
30℃	1.427	1.077