

足利工業大学

学生員 ○橘川 泰憲

足利工業大学

正 員 本田 善則

1. はじめに

本報告では、排水中窒素化合物の除去を目的とした生分解性固形材料の基本的な脱窒特性について実験的に検討したものである。固形材料を用いた場合の脱窒反応を明確にするには、材料分解量が時間的にどのように変動するか把握が重要である。

ここでは、固形材料減少量の時間的変化について、材料として牛乳パックを用い、材料の減少量および流出水中の窒素化合物・TOCなどの時間的変化を実験的に調べ検討した。また、これらの実験結果を基に、固形材料を利用した場合の脱窒反応のモデル化の試みを行った。

2. 実験方法

実験装置は、透明アクリル製で内部を流入部と反応部に区切った容器を使用した。反応部には生分解性固形材料として牛乳パック、縦200×横50×厚0.8(mm)のもの10枚を、8(mm)間隔で充填した。材料充填量は約27(g)とした。排水は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 源として NaNO_3 ならびにその他の薬品を水道水に添加し作成した。実験は、装置10基を用い、恒温室内で25℃の温度条件下で行った。材料減少量の測定は、この10基の装置に対し、実験期間の長さを変えることによって行った。流入水の条件として、水量は2.5(l/d)とし、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は50(mg/l)とした。なお、実験開始に当たり、充填材料を脱窒菌培養液に3日間浸したものを使用した。

3. 実験結果および考察

図1は、各装置の実験終了時における材料減少率を示す。実験終了時で残存した材料の量には、汚泥量を含ませなかった。材料の減少量の時間的変化について、これらの値を総合すると、その増加割合は初めは徐々に大きくなり、ある時点から逆に小さくなるという変曲点を持つ曲線で表されることが示された。

図2は、処理水水質の経日変化について、代表例として実験を最も長い期間継続させて行った装置10の場合を示す。 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ は、20日目頃から減少し、30～60日目の期間ではほぼ一定の値を保ち、その後は増加した。TOCは、実験開始から20日目頃までほぼ一定で、40～70日目の期間で増加・減少し、その後は緩やかに減少した。他の装置の処理水水質の経日変化についても、装置10の場合と同じ様に、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ は減少・一定・増加し、TOCはある限られた期間で増加・減少するという傾向を示した。ただし、 $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ が一定値を継続する期間およびTOCが最大となる時点は、装置により違いがあった。

材料減少量の時間的変化を求めるために、材料分解に伴うTOC溶出量を以下の次式になると考えた。

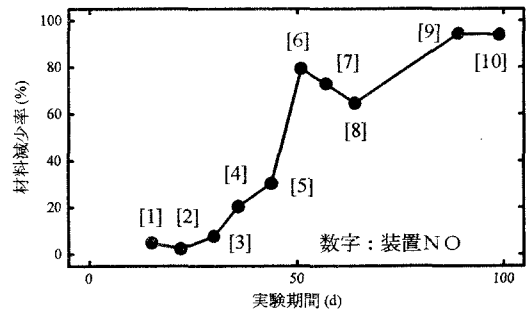


図1 各装置の材料減少率

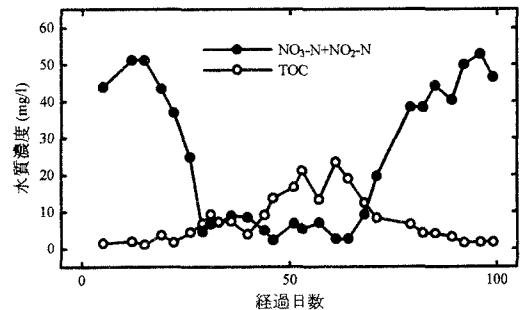


図2 装置10の経日変化

キーワード：生物学的脱窒、生分解性固形材料、牛乳パック

連絡先：足利工業大学 工学部 土木工学科 〒326 栃木県足利市大前町268-1 Tel 0286-62-0605 (代)

$$[\text{TOC 溶出速度}] = [\text{材料減少量} \times \alpha] \\ = [\text{脱窒量} \times \beta] + [\text{TOC 流出量}]$$

α は材料分解に伴う TOC 流出の割合、 β は脱窒に伴う TOC 消費の割合とする。ここでは、 α と β の値は、実験期間全体を通しての材料減少量、累加脱窒量および累加 TOC 流出量から求めた。各装置におけるこれらの値は、表 1 にまとめた通りである。

最小二乗法による計算では、 $\alpha=0.243$ 、 $\beta=0.736$ となった。

図 3 は、材料減少量の時間的変化について、装置 10 を代表例とし、ここで得られた α と β の値から求まる TOC 溶出速度を基に計算したものを示す。材料分解量は、中間に変曲点を有する曲線となった。他の装置の場合でも、装置 10 と同じような曲線となる傾向を示した。ただし、この曲線について、材料が消滅する時点をどのように決定するか、さらに検討しなければならないところである。

表 2 は、材料減少量が 50(%)となる時点と TOC 流出速度が最大となる時点をまとめたものである。両者を比較すると、装置 6 と装置 7 では TOC 流出速度が最大になる時点の方が早くあらわれ、装置 8 では同時点で、装置 9 と装置 10 では材料減少量が 50(%)となる時点の方が早くあらわれた。また、TOC 流出速度の最大となる時点の数値について、装置 6 と装置 7 の方が、装置 8、装置 9 および装置 10 に比べ高くなった。

以上の結果を基にすると、固形材料を用いた場合の脱窒反応のモデルは図 4 のようになる。TOC 溶出速度は、材料分解に応じて増加・減少する。この溶出分の内、脱窒消費量は図中の鎖線のように、ある時点から一定の大きくなる。同時に、この時点からは、TOC 溶出速度が脱窒により消費される分よりも多くなり、その余分な TOC は装置から流出することとなる。また、TOC 流出が最大となる時点は、TOC 以外の含有物質も最大の時点にもなる。実際の処理では、この TOC を含めた含有物質の流出について考慮する必要がある。

4. まとめ

固形材料の時間的な分解量は、変曲点を有する曲線となるという結果が得られた。この固形材料の分解に応じて、流出水の $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}$ は減少し、一定を保った後に増加することになる。TOC はある一定期間で増加・減少することになる。

固形材料を用いた場合の脱窒反応をさらに明確にするためには、材料が消滅する時点をどのように決定するか、さらに検討しなければならない。

最後に、本研究を行うに際し、実験にご協力頂いた本学土木工学科学生 島田 満君、鈴木 良充君、松本 健一君に厚く感謝する次第である。

表 1 材料減少量と累加量

装置 No	材料減少量 (g)	累加脱窒量 (g)	累加 TOC 流出量 (g)
1	1.297	0.2	0.05
2	0.616	0.16	0.09
3	2.094	0.53	0.1
4	5.542	1.35	0.24
5	8.265	2.16	0.44
6	21.324	3.54	2.68
7	19.426	4.15	1.73
8	17.563	3.86	0.95
9	25.655	6.01	1.78
10	25.096	6.1	1.84

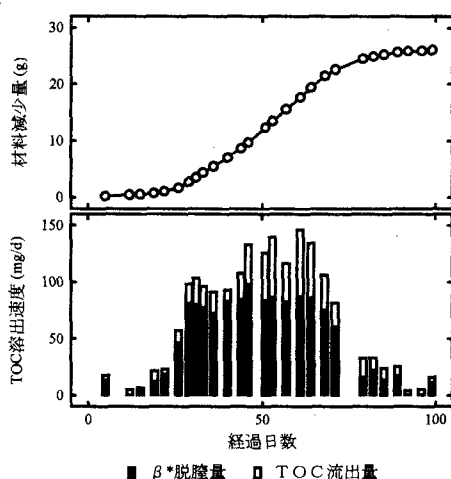


図 3 装置 10 の TOC 溶出速度

表 2 材料減少量と TOC 流出量の比較

装置 No	材料減少量 50%の時点 (d)	TOC 流出量	
		時点 (d)	数値 (mg/d)
6	32	29	313
7	42	33	177
8	61	61	72
9	53	61	64
10	53	61	59

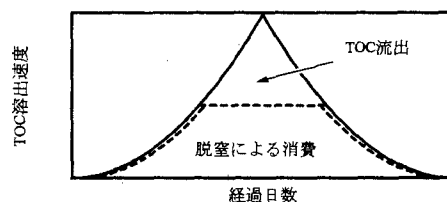


図 4 TOC 溶出のモデル図