

1. はじめに

生分解性固形材料を充填することにより、活性汚泥法の曝気槽において、硝化とともに脱窒も同時に進行させ、排水中窒素化合物そのものを低減できるという実験結果が得られている^{1), 2)}。固形材料はこれ自身あるいはこれらが集合すると周囲とは異なる環境を造り出せるという特性を持っていることに加え、固形材料充填部では脱窒の進行により上昇流が生じ曝気部との間で液を循環できることによるためである。排水中の窒素化合物をこのような方式を用いて除去しようとする場合には、固形材料充填部での脱窒の効果を把握しておく必要がある。ここでは、曝気槽に固形材料を充填した場合を対象にし、固形材料の充填量と充填容器の形状が脱窒による窒素除去にどのような影響を及ぼすかについて実験で調べた結果を報告する。

2. 実験方法

実験装置として、曝気部と沈殿部に区切った透明アクリル製容器を使用した。曝気部について、断面が 10 cm * 10 cm で深さを 50 cm (容積 5000 cm³) とし、水面下 5 cm に生分解性固形材料充填容器を設置した。この充填容器の形状を、図 1 に示す。充填容器の容積は、240 cm³ とし、曝気部で占める割合を約 20 分の 1 とした。充填容器の上部と下部には、曝気部の液を循環させるための金網 (3 mm メッシュ) を取り付けた。生分解性固形材料としては、牛乳パックで、表面のポリエチレンをはがし、1 cm 角 (重量約 25 mg) にしたものを使用した。流入排水は、N 源として硝酸ナトリウムならびにその他の薬品の適量を水道水に添加して作成し、有機成分を含有しないものを使用した。

実験は、充填容器の容積を同じ大きさにし、固形材料の充填量および充填高を変化させて行った。ここで、充填量を変化させた実験をRUN 1、充填高を変化させた実験をRUN 2とする。各々の実験での充填量と充填高の条件は、表1にまとめた通りである。なお、充填容器下部の金網は、RUN 1では下面に、RUN 2では側面に取り付けた(図1)。

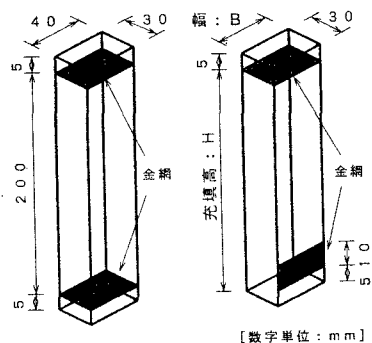
流入水の条件については、NO₃-N 濃度を 30 mg/l、流量を 10 l/d とした。曝気部への送気量は、100 l/d とした。温度の条件は、曝気部内にヒーターを挿入し、25℃にした。また、実験開始時点の固形材料は、脱窒菌培養液に 10 日間浸したものを使用した。

3. 実験結果と考察

図 1 は、実験開始後からの N 除去率の経日変化を示したものである。ここで、N 除去率は、装置流入水と流出水の間での NO₃-N に中間生成物である NO₂-N も加えたもので決定し、充填容器内での脱窒の効果を表す量となる。各々の装置における N 除去率の変動について、RUN 1 充填量 1500 枚と RUN 2 充填高 40 cm の場合を除くと、15 日目頃に最大となった。RUN 1 充填量 1500 枚の場合では、10 日目頃に最大となり、

キーワード：生分解性固形材料・脱窒・牛乳パック・材料充填量・充填容器形状

連 絡 先：〒326 足利市大前町 268－1・電話 0284－62－0605（内 326）・FAX 0284－64－1061



(1) RUN 1 (2) RUN 2

図1 材料充填容器の形状

表1 材料充填量と充填容器の条件

RUN NO.	裝置 NO.	材料充填量 (枚)	充填容器形狀 幅*奥行*高(cm)
I	1	500	4*3*20
	2	750	"
	3	1000	"
	4	1250	"
	5	1500	"
II	1	1000	8*3*10
	2	"	4*3*20
	3	"	2*3*40

その後減少し 20 日目以降で再び増加した。RUN 1 充填量 1250 枚の場合も、実験終了頃に再び増加した。また、RUN 2 充填高 40 cm の場合では、増減を繰り返した。なお、NO₂-N については、10 日目頃までの間に最大で 6 mg/l 程度出現した場合もあったが、10 日目以降では 1 mg/l 以下となった。

図 2 は、各々の条件下における N 除去率を比較したものである。この値は、実験開始 10 日から 20 日目までの期間で得られた算術平均値で代表させた。N 除去率の値は、RUN 1 では充填枚数が 1000 枚の場合、RUN 2 では充填高が 20 cm の場合がそれぞれ最大となった。充填量が 1000 枚以下の場合では、脱窒に必要な TOC 分に対する材料からの供給量が関係したと考えられる。一方、1000 枚を越える場合の N 除去率の減少は、材料の充填状況が密となり、発生ガスの保留が原因になったと考えられる。脱窒の反応では、生成物として N₂ や CO₂ などのガスが発生する。このガスの発生は、容器内での上昇流を造り出す重要な働きをするが、材料の隙間に保留されると、反応に係わる面積や容積を減少させ、脱窒の進行を低下させることになる。充填高が 40 cm の場合の N 除去率の減少も、材料充填状況密による発生ガス保留が原因と考えられる。充填高を大きくすることは、上昇流の発生に効果的であるが、ここでの条件では充填容器断面積を小さくし、充填状況を密にした。

また、RUN 2 充填高 20 cm の場合での N 除去率の値は、RUN 1 充填量 1000 枚の場合に比べて大きくなった。充填容器下部の金網の位置の違いによると考えられる。すなわち、金網を側面に取り付けた方が、微生物の集合体である汚泥の流出を防ぐことができるからである。充填容器の下部は、脱窒反応の出発点となる部分であり、汚泥の量がある程度以上存在させておく必要がある。

図 4 は、実験期間を通しての累加 N 除去量と固形材料の減少量を示したものである。両者の間には、ほぼ比例する関係があった。材料分解で溶出した TOC 分は、脱窒反応だけに消費されたと考えることができる。また、脱窒を進行させるために、脱窒に関与する微生物が積極的に材料を分解した可能性があるとも考えらる。

なお、RUN 1 充填量 1250 枚・1500 枚の場合の実験終了頃での N 除去率の増加は、材料がまだ残存したことによるものである。RUN 2 充填高 40 cm の場合では、材料の残存量が多く、実験を継続しておれば、その後の N 除去がどうなるかの問題点が残る。

4. まとめ

ここでの実験では、生分解性固形材料を充填した場合の N 除去に対し充填量と充填容器形状が影響を及ぼすという結果が得られた。固形材料充填に関する種々の条件の工夫により、N 除去の効果を高めることができる可能性のあることを示すものとなる。この際には、特に材料の隙間での発生ガス保留を考慮する必要がある。さらには、脱窒の進行が曝気部における硝化や有機物除去に及ぼす影響も明確にする必要がある。

参考文献：1) 本田、第 24 回土木学会関東支部技術研究発表会(1997.3)、2) 本田、第 34 回下水道研究発表会(1997.7)。

謝辞：実験に御協力頂いた本学土木工学科学学生石本直行君、小柳崇君、柏崎英紀君、石田恵司君に深く感謝致します。

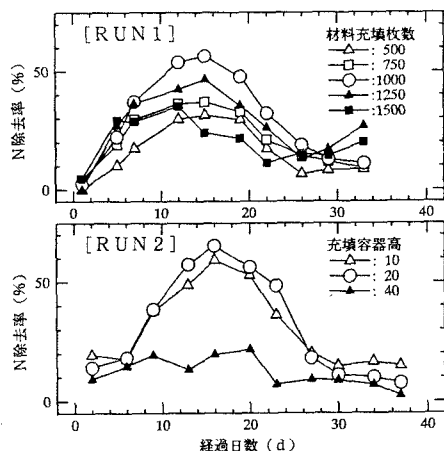


図 2 N 除去率の経日変化

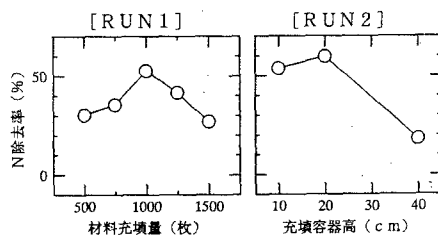


図 3 N 除去率の比較

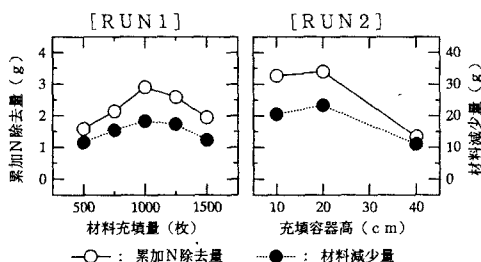


図 4 累加 N 除去量と材料減少量