

焼酎粕凝縮液を利用した生物学的脱窒に関する研究

宮崎大学 中園 翔太 (正) 増田 純雄 齊藤 康男
 鹿児島高専 (正) 山内 正仁 山田 真義
 日本ヒューム(株) 後藤 洋規

1. はじめに

我が国では「家畜排せつ物法」が平成 16 年 11 月に完全施行されたが、畜産経営に起因する環境汚染問題発生件数¹⁾は平成 23 年で 2004 件発生している。その内訳は悪臭と水質汚濁で 6 割程度を占め、周辺環境への悪影響を及ぼす事例が増えており、これらの問題を解決する方法が必要とされている。一般的に畜産排水は有機物除去を対象とした活性汚泥処理後に放流²⁾されている。そのため、亜硝酸性窒素や硝酸性窒素は未処理のまま放流されているのが現状である。硝酸性窒素は人体や放流水域に悪影響を与えることが報告³⁾されている。そのため、畜産排水は窒素除去後、公共水域へ放流することが必要である。また、九州では焼酎の製造が地場産業として定着している。焼酎製造の際に排出される焼酎粕は、2007 年のロンドン条約により原則海洋投棄が禁止された。そのため、飼料・肥料化、などが実施されている。また、焼酎の蒸留液(以下凝縮液)は有機物を多く含有しているため、一般的には活性汚泥処理後、河川に放流している。

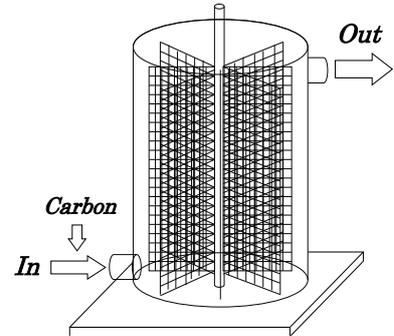


図-1 網目構造回転翼脱窒装置

表-1 人工基質成分(mg/L)

KNO ₃	634
MgSO ₄ ·7H ₂ O	239
NaCl	59
KH ₂ PO ₄	23

表-2 養豚排水成分 (mg/L)

	原水	処理水
NO ₃ -N	0.0	100
NO ₂ -N	0.1	10
NH ₄ -N	860	0.6
SS	2743	108
DOC	796	170
タンパク質	528	90
DOC/E ₂₆₀ (-)	380	46

本研究では人工基質、養豚排水を長時間曝気法で処理した原水(以下処理水)を処理対象とし、凝縮液を有機炭素源として利用した生物学的脱窒実験を行い、養豚排水の脱窒について若干の知見が得られたので報告する。

2. 実験装置

図-1 に人工基質での実験に用いた網目構造回転翼脱窒装置を示す。装置の内径は 10.7 cm、円筒内に直径高さ 22.5 cm のアクリル 1 mm の金網で作製した回転翼(縦 15.3 cm、幅 4.5 cm の回転翼が 8 枚)で構成されている。また、回転翼の網目の大きさは 5×5 mm である。なお処理水での実験は容積、回転翼ともに 1/2 の大きさのものを用いた。

表-1 に人工基質成分、表-2 に処理水成分、表-3 に凝縮液成分を示す。実験は人工基質、処理水に有機炭素源として凝縮液をポンプで脱窒装置に流入させた。実験条件は、平均滞留時間を 30 分、水温 25℃、C/N 比を約 2.0、2.5、回転翼の回転速度を 30、60、90、120rpm、に調整した。

表-3 凝縮液成分(mg/L)

Methanol	32
Ethanol	4012
Acetate	3336
Propionate	132

3. 実験結果と考察

図-2 に人工基質の脱窒率と経過日数の関係を示す。回転速度 60rpm の場合は約 67% の脱窒率で安定した。これは回転翼中心部の生物膜が一部閉塞し、基質律速が生じたためである。回転速度 90、120rpm の場合はそれぞれ約 87、94% の脱窒率でほぼ安定しており、基質律速が解消し高い脱窒率が得られた。したがって、人工基質に有機炭素源として凝縮液を添加する場合、回転速度 90rpm 以上が必要であることが明らかになった。

処理水の場合、C/N 比 2.0 で安定した脱窒率が得られなかったため、C/N 比 2.5 で実験を行った。図-3 に処理水の脱窒率と経過日数の関係を示す。回転速度 30、60rpm の場合はそれぞれ約 74、75%、回転速度 90、

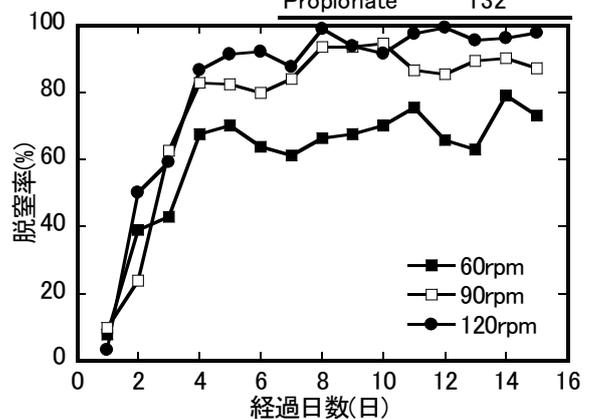


図-2 人工基質の脱窒率と経過日数の関係

120rpm の場合はそれぞれ約 84、88%の脱窒率でほぼ安定した。これは人工基質より多くの有機炭素を供給しているため高い脱窒率が得られた。さらに拡散層厚が薄くなり、基質律速が生じないためである。したがって、処理水に有機炭素源として凝縮液を添加する場合、基質律速が生じず、人工基質より高い脱窒率を得られることが明らかになった。

図-4 に人工基質の回転速度と付着生物膜量の関係を示す。回転速度と生物膜量を比較すると回転速度が大きくなると生物膜量は減少している。人工基質の場合、生物膜表面にスフェロチルスが増殖しており、せん断力により付着生物膜が剥離した。また、回転速度が大きくなると、NO₃-N 除去速度も大きくなっている。回転速度 60rpm の場合、回転翼中心部の付着生物膜が一部閉塞状態になり、生物膜の一部が不活性になったためである。

図-5 に処理水の回転速度と付着生物膜量の関係を示す。処理水の場合は人工基質の場合とは対照的に回転速度が大きくなると生物膜量は増加している。処理水の場合、人工基質とは異なりスフェロチルスの増殖は見られず、生物膜が回転翼に強固に付着し、せん断力の影響が小さいと考えられる。また、回転速度を大きくすることで、水面から多くの DO が溶解込み、好気性菌が増殖し生物膜量が増加した。これは、網目構造回転翼脱窒装置を用いた既往の研究⁴⁾の結果とも一致している。また、回転速度が大きくなると NO₃-N 除去速度は小さくなっている。これは回転速度が大きいほど好気性菌が優占的に繁殖したためである。

4. おわりに

焼酎粕凝縮液を利用した人工基質、養豚排水の生物学的脱窒実験を行い、以下の知見を得た。

- 1) 硝酸性窒素濃度 80mg/L の人工基質の場合は回転速度 90rpm 以上が必要である。
- 2) 処理水の場合、回転速度 90rpm で約 84%の安定した脱窒率が得られた。
- 3) 人工基質の場合回転速度 120rpm で最大 NO₃-N 除去速度が 0.694g/day・drybiomass、処理水の場合回転速度 30rpm で最大 NO₃-N 除去速度が 1.02 g/day・drybiomass が得られた。

以上から凝縮液を有機炭素源として利用した、養豚排水の脱窒の最適回転速度は 90rpm であることが判明した。なお、本研究において、焼酎粕凝縮液を提供して頂いた雲海酒造に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 農林水産省；畜産の動向
- 2) 寺尾宏；硝酸性窒素による地下水汚染とその浄化対策 岐阜県保険環境研究所報 第 14 号 2006
- 3) 和田美代子, 安田智子, 福本康之ら；養豚排水の活性汚泥処理施設から排出される窒素の特性 水環境学会 Vol. 33, No4, pp33-39 (2010)
- 4) 増田純雄, 山内正仁, 関戸智雄, 藤本健二；拡散層を考慮した網目構造回転翼による窒素除去の効率化に関する研究 環境工学研究論文集 Vol. 41, (2004)

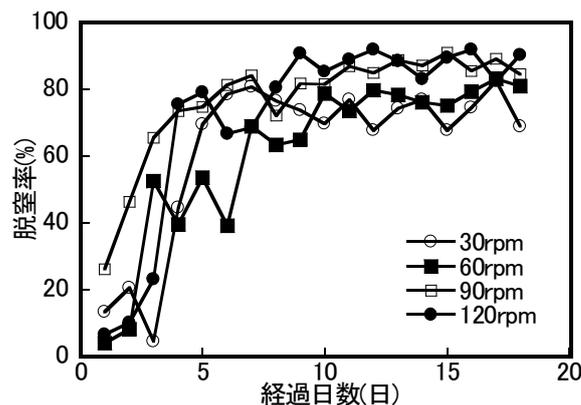


図-3 処理水の脱窒率と経過日数の関係

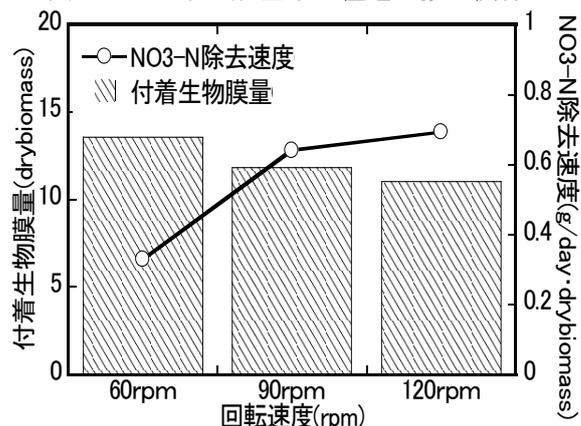


図-4 人工基質の回転速度と付着生物膜量、NO₃-N 除去速度の関係

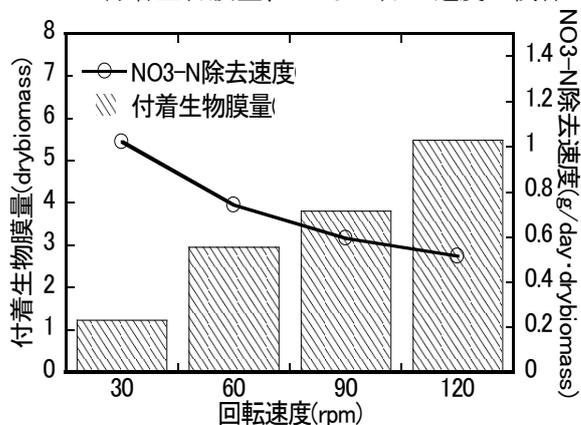


図-5 処理水の回転速度と付着生物膜量、NO₃-N 除去速度の関係