

焼酎蒸留粕の凝縮液を有機炭素源とした生物学的脱窒

宮崎大学工学部 (学)○天賀 友美 (正) 増田 純雄
 宮崎大学工学研究科 (学) 安井 賢太郎
 鹿児島高専 (正) 山内 正仁

1. はじめに

現在、農耕地での過剰な施肥等による地下水の硝酸性窒素汚染や窒素、リンを含む畜産排水の放流による河川、湖沼等の富栄養化が問題となっている。さらに、硝酸性窒素を含む水を飲用した場合の人体への影響も報告¹⁾されている。畜産業と農業の盛んな宮崎県も硝酸性窒素汚染は例外ではなく、地下水の硝酸性窒素濃度が飲料水基準値(10mg/L)を超える地区が存在するなどの問題を抱えている。著者らは、硝酸性窒素除去を目的とした網目構造回転翼脱窒装置の研究を行ない、水理学的滞留時間(HRT)が 40 分という短時間で高い脱窒率を得ることを報告²⁾した。また宮崎県では、地場産業として焼酎製造が盛んであるが、焼酎製造に伴う焼酎蒸留粕(以下、焼酎粕)の処理の問題を抱えている。著者らは、焼酎粕を固液分離し、液画分を減圧蒸留することで、甘藷・麦焼酎粕共にエタノールを主成分とする凝縮液が得られ、その凝縮液は生物学的脱窒の有機炭素源として有効利用できる可能性があることを報告^{3),4)}した。

本研究では、凝縮液の成分をもとに模擬凝縮液を調整し、この凝縮液を生物学的脱窒の有機炭素源として用いた。網目構造回転翼による脱窒装置を用いて実験を行ない、HRT と回転数および凝縮液の種類(甘藷・麦焼酎粕)と脱窒率から、凝縮液の生物学的脱窒における有機炭素源としての有効性を検討した。

2. 実験内容

2.1 実験装置及び模擬凝縮液

図-1 に網目構造回転翼脱窒装置を示す。装置は内径 10.7cm、高さ 22.5cm のアクリル円筒内に、直径 1mm の金網で作った回転翼から構成されている。回転翼は 8 枚、網目の大きさは 5mm×5mm で、回転翼の 1 枚の大きさは縦 15.3cm、幅 4.5cm である。

既往の研究^{3),4)}で得られた凝縮液の成分(表-1)をもとに、表-2 に示すような甘藷焼酎粕の模擬凝縮液(甘藷凝縮液)、麦焼酎粕の模擬凝縮液(麦凝縮液)を調整した。この 2 種類の模擬凝縮液を有機炭素源として用いた。

2.2 実験方法

表-3 に人工基質の組成を示す。硝酸性窒素濃度を 30mg/L に調整した人工基質と模擬凝縮液をポンプで脱窒装置に流入させ、回転翼で攪拌混合した。回転翼の回転数は 30rpm と 60rpm、C/N 比が 2.5 になるように凝縮液を希釈し、HRT を 30 分と 40 分、水温を 25℃に調整して実験を行なった。水質測定項目は、NO₃-N(カドミウム還元法)、TOC(TOC-5000：株式会社島津製作所)である。

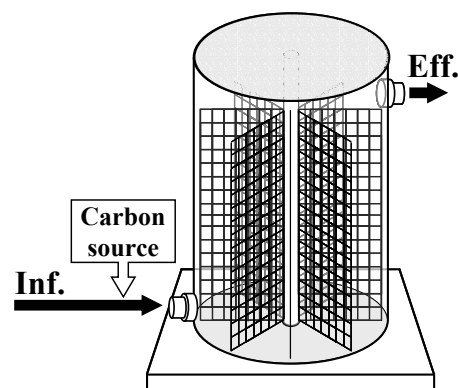


図-1 網目構造回転翼脱窒装置

表-1 凝縮液の成分^{3),4)}

	(mg/L)	
	甘藷焼酎粕	麦焼酎粕
methanol	167	3
ethanol	20,366	16,842
n-propyl alcohol	3	15
isoamyl alcohol	2	6
β-phenylethyl alcohol	56	227
formic acid	1	-
acetic acid	161	88
furfural	5	-

表-2 模擬凝縮液の成分

	(mg/L)	
	甘藷焼酎粕	麦焼酎粕
methanol	170	-
ethanol	20,540	17,380
n-propyl alcohol	-	16
β-phenylethyl alcohol	56	230
acetic acid	163	89

【キーワード】 網目構造回転翼, 脱窒, 焼酎蒸留粕凝縮液

【連絡先】 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1 TEL:0985-58-7342, FAX:0985-58-7344

3. 実験結果と考察

図-2 に HRT を 40 分、C/N 比が 2.5 以上であった場合の脱窒率の経日変化を示す。実験開始 3 日目に全ての条件で脱窒率が 80% に達し、実験開始 4 日目以降は、脱窒率 98% 以上の安定した処理が行なわれた。回転数の違いや凝縮液の種類による脱窒率の変化はなかった。回転翼に付着した生物膜は黄土色をしており、生物膜の表面には糸状菌が増殖した。

図-3 に HRT を 40 分、C/N 比を 2.5 にした場合の脱窒率の経日変化を示す。実験開始 6 日目に全ての条件で脱窒率が 95% に達し、その後も脱窒率 95% 前後の安定した処理が行なわれた。しかし、実験開始 14 日目に各条件での脱窒率が不安定になり始めた。これは各回転翼に付着した生物膜の閉塞により表面積が減り、人工基質との接触が十分に行なわれなかったためだと考えられる。回転数の違いや凝縮液の種類による脱窒率の変化はなかった。回転翼に付着した生物膜は、C/N 比が 2.5 以上の実験で付着した生物膜と同様であった。

図-4 に HRT を 30 分、C/N 比を 2.5 にした場合の脱窒率の経日変化を示す。甘藷凝縮液を用いて回転数 30rpm で攪拌した条件以外は、実験開始 3 日目に各装置で脱窒率が 80% に達し、実験開始 5 日目以降は脱窒率 98% 以上の安定した処理が行なわれた。甘藷凝縮液を用いて回転数 60rpm で攪拌した条件で、実験開始 11 日目に脱窒率が不安定になり始めたのは、上記と同様に回転翼に付着した生物膜が閉塞を起こしたためだと考えられる。回転数の違いや凝縮液の種類による脱窒率の変化はなかった。甘藷凝縮液を用いて回転数 30rpm で攪拌した回転翼には白色の生物膜が増殖しており、他の回転翼に付着した生物膜とは異なっていた。経過日数 3 日目以降脱窒率が低い原因として、何らかの原因で脱窒能力を有する細菌が増殖しなかったためである。その他の条件の回転翼に付着した生物膜は、上記の生物膜と同様であった。

以上の実験結果より、回転翼に付着する生物膜の表面に糸状菌が増殖し、実験開始から短期間で高い脱窒率が得られた。これは糸状菌の増殖により、槽内の DO が低下したためだと考えられる。

4. おわりに

模擬凝縮液を生物学的脱窒の有機炭素源として用いた結果、以下の知見が得られ、甘藷凝縮液、麦凝縮液共に生物学的脱窒の有機炭素源として有効利用できることが明らかとなった。1) 回転数の違いや凝縮液の種類による脱窒率の変化はなく、高い脱窒率で処理が行なわれた。2) HRT を 40 分から 30 分に短縮しても同様の高い脱窒率を保つことができた。3) メタノールを有機炭素源として用いた実験結果²⁾ (2 週間で安定) よりも、実験開始から短期間で高い脱窒率を得ることができた。

<参考文献>

- 1) 中央環境審議会水質部会：水質汚濁防止法に基づく排出水の排出、地下浸透水の浸透等の規制に係る項目追加等について (2000,11)
- 2) 永田 典子 他：網目構造回転翼による硝酸性窒素除去に関する研究，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.450-451 (2002)
- 3) 安井 賢太郎 他：焼酎蒸留粕の圧搾ろ液を減圧蒸留して得られる凝縮液の特性，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.438-439 (2003)
- 4) 太田 陽 他：麦焼酎蒸留粕の減圧蒸留に関する研究，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.414-415 (2004)

表-3 人工基質の成分 (mg/L)

KNO ₃	227
KH ₂ PO ₄	23
NaCl	59
MgSO ₄ ·7H ₂ O	239

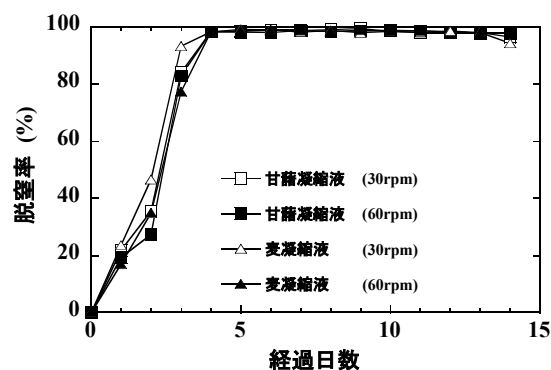


図-2 脱窒率の経日変化

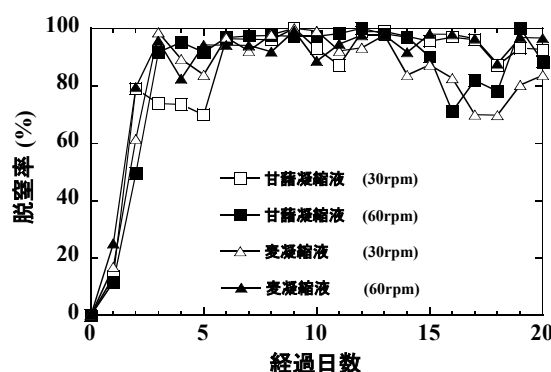


図-3 脱窒率の経日変化

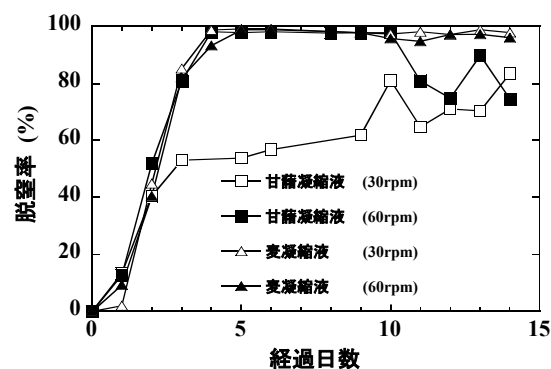


図-4 脱窒率の経日変化