焼酎蒸留粕の模擬凝縮液を用いた生物学的脱窒に関する基礎的研究

宮崎大学工学部　（学）○坪井 望　（学）小牧 義知（正）増田 純雄
鹿児島高専　（正）　山内 正仁

1. はじめに

今日、化学肥料の過剰施肥、畜産廃棄物、生活排水を汚染源とした硝酸性窒素による地下水汚染および河川や湖沼などの富栄養化が深刻な問題となっている。農業を産業基盤とする宮崎県では特にこの問題は深刻で、環境基準を超える濃度の硝酸性窒素が検出されたという報告[1)]があり、新しい処理技術の開発による早期解決が必要であると考えられる。著者らは、網目構造回転翼を用いた脱窒装置を開発し、水理学的滞留時間(HRT)が30分という短時間で高い除去率を得ている[2)]。また焼酎蒸留粕の有効利用として、焼酎蒸留粕の圧搾ろ液を減圧蒸留して得られる凝縮液を脱窒の有機炭素源として利用する方法を研究[3)]している。この焼酎蒸留粕凝縮液(以下、焼酎粕凝縮液)の成分を基に作った焼酎蒸留粕模擬凝縮液(以下、模擬凝縮液)を有機炭素源として用いた実験により、C/N比:2.5、HRT:30分で90%以上の脱窒率[2)]を得ている。

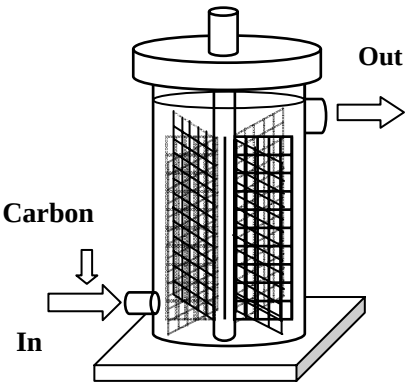
本研究では網目構造回転翼脱窒装置を用い、有機炭素源を模擬凝縮液、メタノールとして実験を行い、C/N比、回転速度と脱窒率の関係について報告する。

2. 実験装置および方法

図－1 に網目構造回転翼脱窒装置の概要を示す。装置は内径 10.7cm、高さ 22.5cm のアクリル製の円筒内に直径 1mm の金網で作った 8 枚の回転翼からなる。回転翼は縦 15.3cm、横 4.5cm、網目の大きさは 5mm×5mm である。

表－1 に模擬凝縮液の成分を示す。模擬凝縮液は甘藷焼酎粕凝縮液の成分を基にして作製したもので、主成分はエタノールである。

装置内に硝酸性窒素濃度 30mg/L の人工基質を流入させ、有機炭素源として模擬凝縮液、メタノールを添加して実験を行った。実験条件として、水温:25℃、HRT:40 分、回転速度:30、60、90、120rpm の 4 段階に設定し、C/N 比:2.0、1.5、1.0 に変化させた実験を行った。測定項目は NO_3-N 濃度(カドミウム還元法)、DO(ウィンクラー法－アジ化ナトリウム変法)、TOC(TOC-5000：島津製作所)である。



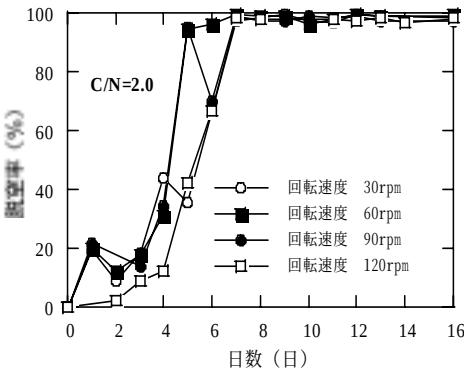
図－1 網目構造回転翼脱窒装置

表－1 模擬凝縮液成分（mg/L）

methanol	170
ethanol	20,540
β-phenylethyl alchol	56
acetic acid	163

3. 実験結果と考察

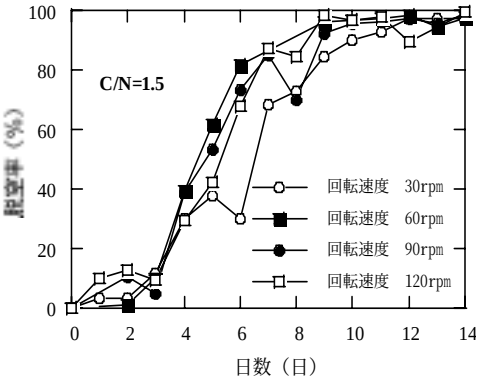
図－2 に有機炭素源に模擬凝縮液を用い、C/N 比を 2.0 とした場合の脱窒率の経日変化を示す。実験開始 7 日目にはどの条件でも脱窒率が 95%以上に達し、その後安定した。脱窒の反応式によると、硝酸性窒素濃度 30mg/L に必要な有機炭素濃度は 27.9mg/L となる。流入水中の有機炭素濃度が 60mg/L であるのに対し、流出水中の有機炭素濃度は平均 15mg/L であることから、有機炭素が脱窒菌のみでなく糸状菌の増殖にも利用されたことで、反応槽内の DO 濃度が減少し、短期間で高い窒素除去が行われたと考えられる。また、回転速度と脱窒率の関係は特に見られなかった。これはどの反応槽内にも有機炭素が十分に存在し、生物膜量に差がなかったためだと考えられる。回転翼に付着した生物膜は黄土色をしており、その表面には糸状菌が増殖していた。図－3 に C/N 比を 1.5 とした場合の脱窒率の経日変化を示す。実験開始 9 日



図－2 脱窒率の経日変化

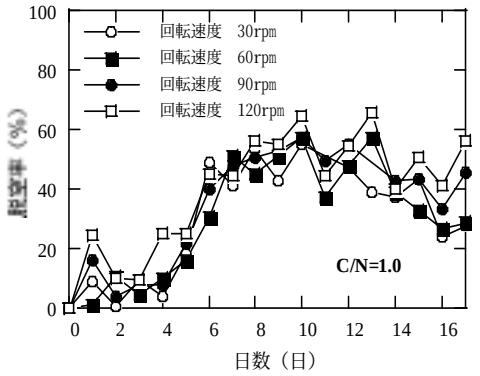
【キーワード】　脱窒、網目構造回転翼脱窒装置、焼酎蒸留粕
【連絡先】　〒889-2192　宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1　TEL:0985-58-7342　FAX:0985-58-7344

目にどの装置も脱窒率が 90%前後に達し、その後安定した。図－2 に比べ、脱窒率が安定するのに期間を有したが、比較的短期間で高い脱窒率を得ることができた。流入水中の有機炭素濃度が 45mg/L であるのに対し、流出水中の有機炭素濃度は平均 14mg/L であることから、図－2 同様、有機炭素が脱窒菌のみでなく糸状菌の増殖にも利用され、反応槽内の DO 濃度が減少し、脱窒率が安定したと考えられる。また、回転速度が大きくなると脱窒率も若干高くなる傾向を示した。これは、回転翼が高速回転することにより拡散層厚が薄くなり、物質移動が速やかに行われたことが考えられる。回転翼に付着した生物膜の表面には糸状菌が付着していた。



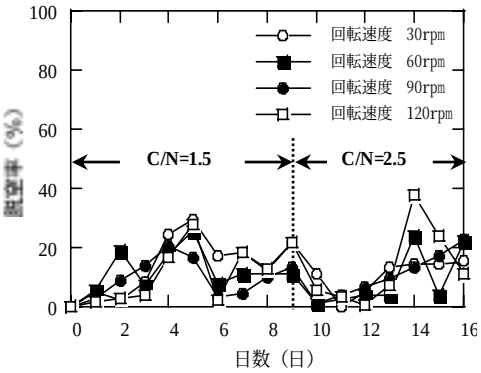
図－3 脱窒率の経日変化

図－4 に C/N 比を 1.0 とした場合の脱窒率の経日変化を示す。実験開始 4 日目から脱窒率は上昇を始めたが、その後安定せず 10 日目以降には減少傾向を示した。これは、脱窒菌及び糸状菌が増殖するための有機炭素が不足したため、反応槽内の DO 濃度が高く、脱窒率が安定しなかったともの考えられる。流入水中の平均 DO 濃度は 7.4mg/L であり、図－2、3 の流出水中の平均 DO 濃度は 3.6mg/L であった。しかし、図－4 では流出水中の平均 DO 濃度が 5.4mg/L と高く、糸状菌による DO 消費が十分行われなかったと考えられる。



図－4 脱窒率の経日変化

図－5 に有機炭素源をメタノールとした場合の脱窒率の経日変化を示す。C/N 比を 1.5 とした場合、20%～30%と著しく低い脱窒率であった。そこで実験開始 9 日目に C/N 比を 2.5 としたが、脱窒率は改善されなかった。模擬凝縮液を有機炭素源とした場合、流出水中の平均 DO 濃度は 3.6mg/L であるのに対し、メタノールの場合は 7.3mg/L であった。有機炭素源をメタノールとした場合、流入水中の DO 濃度を調整すると脱窒率は改善[4)]されることから、反応槽内の DO 濃度が脱窒反応に影響したと考えられる。表－1 から明らかなように、模擬凝縮液は 4 種類の有機物から構成されているため、数種類の菌体が増殖し、反応槽内において好気性細菌が DO を低下させ、高い脱窒率が得られたと考えられる。しかし、メタノールを有機炭素源とした場合、それに対応した単一の菌体増殖しか行われず、反応槽内の DO 消費が不十分であったため、脱窒率が向上しなかった。



図－5 脱窒率の経日変化

以上の結果から、模擬凝縮液を C/N 比 2.0、1.5 とした場合には短期間で高い脱窒率が安定して得られるが、C/N 比を 1.0 まで減少させると脱窒率は低く、不安定となる。またメタノールを有機炭素源とした場合、C/N 比を 2.5、1.5 としても脱窒率は 20～30%であった。これは、模擬凝縮液が複合基質であるのに対し、メタノールは単基質であることから、増殖する菌体の種類や菌体量が影響していると考えられる。

4. おわりに

生物学的脱窒における有機炭素源を模擬凝縮液として実験を行った結果、以下の知見が得られた。1)、C/N 比を 2.0～1.0 まで変化させた結果、C/N 比が 1.5 以上であれば 90%近い脱窒率を得ることができた。2)、模擬凝縮液は有機炭素源として有効であり、流入水中の DO 濃度の影響を受けにくいことが判明した。以上の事から、模擬凝縮液により脱窒が効率よく行われたため、今後、焼酎蒸留粕を固液分離した液分を有機炭素源とした研究を行う必要がある。

〈参考文献〉

1) 環境省環境管理局水環境部:硝酸性窒素による地下水汚染対策事例集 (2004.7)
2) 天賀 友美 他：焼酎蒸留粕の凝縮液を有機炭素源とした生物学的脱窒 土木学会西部支部研究発表会講演概要集 pp987-988(2005)
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 pp438-439(2003)
4) 甲斐 傑 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 pp406-407(2004)