

焼酎廃液の蒸留液を用いた生物学的脱窒

宮崎大学工学部 (学) 牧野 祥子 (正) 増田 純雄
鹿児島高専 (正) 山内 正仁

1. はじめに

畜産と農業の盛んな地域では、農耕地での過剰な施肥や畜産排水により、地下水の硝酸性窒素汚染が問題となっている。著者らは、硝酸性窒素除去を目的とした網目構造回転翼装置による脱窒実験を行い、水理学的滞留時間(HRT)が40分という短時間で高い脱窒率得ることを報告¹⁾した。また、九州は焼酎の製造が盛んであり、近年の焼酎ブームにより各種焼酎メーカーの製造量は飛躍的に増加したが、それに伴い製造過程で排出される焼酎粕も増加し、九州では年間約85万トンに及んでいる。宮崎県のA酒造工場では1日に140トンの焼酎粕が発生し、その内の80%を再蒸留し残留物は飼料化の原料としている。焼酎粕のほとんどが海洋投棄されていたが、ロンドン条約の海洋汚染防止法の改正を受け2007年から有機物質の海洋投棄が全面禁止された。そのため、低コストで焼酎粕を再資源化し、有効利用できる処理技術の確立が望まれている。

著者らは、網目構造回転翼による焼酎粕の固液分離液と模擬凝縮液を有機炭素源とした脱窒実験を行い、これらの有機炭素源が脱窒に有効であることを報告²⁾³⁾している。本研究では、焼酎粕の固液分離液と再蒸留した濃縮液を有機炭素源として網目構造回転翼装置による実験を行い、その有効性、脱窒率とC/N比の関係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に網目構造回転翼装置を示す。装置は内径10.7cm高さ22.5cmの亚克力円筒内に、直径1mmの金網で作製された回転翼(縦15.3cm、幅4.5cmの回転翼が8枚)で構成されている。回転翼の網目の大きさは5mm×5mmである。回転翼はモーターと連結し回転させる。実験装置全体は、網目構造回転翼装置に人工基質を流入させるポンプと、有機炭素源を流入するモーターがチューブで連結されたものである。

実験は表-1に示す人工基質に、有機炭素源として固液分離液と濃縮液をポンプで脱窒装置に流入させ、実験を行った。表-2に固液分離液と濃縮液の成分を示す。表-3に蒸留液の主成分を示す。濃縮液の成分はメタノールとエタノールが主成分であり、固液分離液と濃縮液の成分を比較すると、TOC、SSともに濃縮液の方が低い。また、濃縮液中には、固形物が含まれていないため腐敗しないという利点を有している。実験条件は、回転翼の回転数:60rpm、HRT:30分、水温:25℃に調節した。C/N比は1.5、2.5、3.5、5.0となるように調節した。水質測定項目は、NO₃-N(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。

3. 実験結果と考察

図-2に固液分離液を有機炭素源として用いた場合の脱窒率の経日変化を示す。実験開始3日目には、全てのC/Nの条件で脱窒率が80%以上になった。C/N比が2.5以上では4日目以降も、安定して90%以上の高い脱窒率が得られた。C/N比が1.5では、12日目に脱窒率が急に低下するなど、安定した結果が得られなかった。これは、DO濃度が一時的に高くなったためと考えられる。図-3に固液分離液を用いた場合のDO濃度の経日変

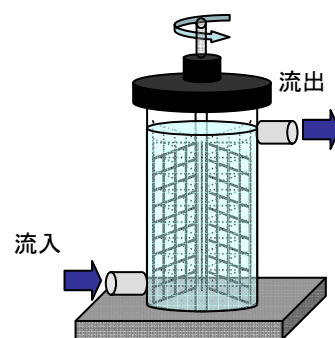


図-1 網目構造回転翼脱窒装置

表-1 人工基質成分

成分	含有量(mg/L)
KNO ₃	227
KH ₂ PO ₄	23
NaCl	59
MgSO ₄ ·7H ₂ O	239

表-2 焼酎廃液成分表

成分	固液分離液	濃縮液
TOC	19070mg/L	3200mg/L
SS	212mg/L	0

表-3 蒸留液の主成分

	mg/L
methanol	170
ethanol	20,540
<i>β</i> -phenylethyl alcohol	56
acetic acid	163

化を示す。脱窒率が90%以上の時、DO濃度はほぼ0mg/Lである。固液分離液では、DO濃度を調節しなくても高い脱窒率を得ることができた。著者らは、メタノールを有機炭素源とした場合、流入DOが存在する場合には、脱窒率が低く、DO濃度を調整する必要があると報告³⁾した。また、 $\text{NO}_3\text{-N}$:30mg/Lに必要な有機炭素源は27.9mg-C/Lであり、添加したTOC濃度は44(C/N=1.5)、73(C/N=2.5)、102(C/N=3.5)、145(C/N=5.0)mg/Lである。脱窒に利用されないTOC濃度がそれぞれ、16、45、74、117mg/Lの有機炭素が流出することになる。しかし、実際の平均流出TOC濃度は5.7、10.6、23.7、24.1mg/Lであり、脱窒に利用されないTOC濃度より低い。これは脱窒菌のみでなく、糸状菌の増殖にも有機炭素源が利用されたためである。

図-4に、濃縮液を有機炭素源として用いた場合の脱窒率の経日変化を示す。本実験は、前回の実験終了時に槽内及び網目に付着した生物膜を剥ぎ取った後に実験を行ったため、実験開始後1日目から脱窒が起こっている。C/N比が2.5、3.5では、経過日数とともに脱窒率は増加し、8日目ではほぼ100%になった。12日目以降、脱窒率が若干低下しているのは、生物膜が剥離したためである。一方、C/N比が1.5では徐々に脱窒率が増加し、13日目で90%となった。図-5に濃縮液を用いた場合のDO濃度の経日変化を示す。脱窒率が高くなると、DO濃度が低くなっているのが分かる。流出TOC濃度は、14.6(C/N=1.5)、12.8(C/N=2.5)、13.6(C/N=3.5)mg/Lであり、固液分離液を用いた時と同様の理由により脱窒に利用されないTOC濃度より低くなった。

以上の実験結果より、回転翼に付着する生物膜が増殖し、実験開始から短期間で高い脱窒率が得られた。これは、固液分離液や濃縮液は様々な基質からなる複合基質であることが大きく影響していると考えられる。

4. おわりに

焼酎粕の濃縮液、固液分離液を有機炭素源として用いた生物学的脱窒実験を行い、以下のような結果が得られた。1)固液分離液、濃縮液ともに生物学的脱窒の有機炭素源として有効である。2)固液分離液、濃縮液ともにC/N比は2.5付近が最適である。3)DO濃度を無調整でも、高い脱窒処理が得られることが分かった。4)メタノールを用いた場合より、流出するTOC濃度が低い。

なお、本研究を遂行するに当たり、焼酎粕の提供を頂いた雲海酒造(株)に謝意を表するとともに、農林畜産廃棄物利用による資源循環システムの構築(文科省)の助成金の一部を使用したことを記す。

【参考文献】1)永田 典子他:網目構造回転翼による硝化脱窒処理に関する研究,土木学会西部支部研究発表会講演要集, pp.450-451(2002) 2)米 由以子:焼酎粕の分離液を有機炭素源とした生物学的脱窒,宮崎大学卒業論文3)天賀 友美他:焼酎粕の濃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要集(2005.3)

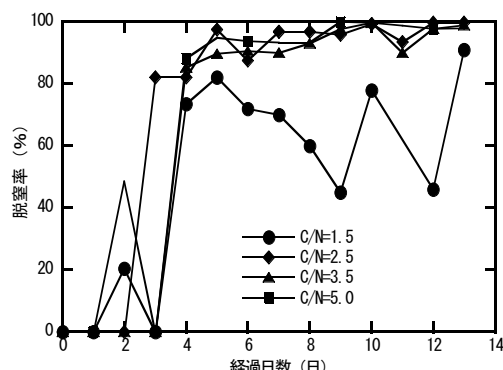


図-2 固液分離液を利用した場合の脱窒率と経過日数の関係

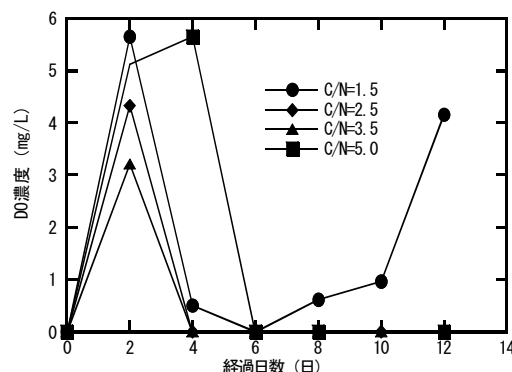


図-3 固液分離液によるDO濃度の経日変化

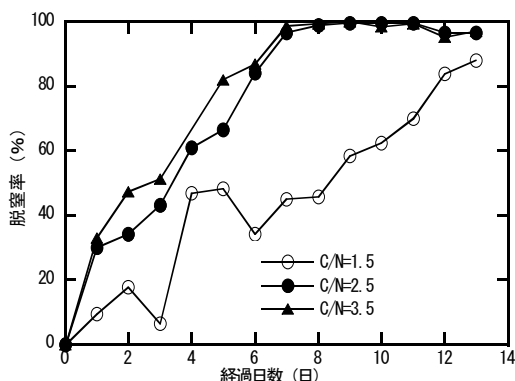


図-4 濃縮液を利用した場合の脱窒率と経過日数の関係

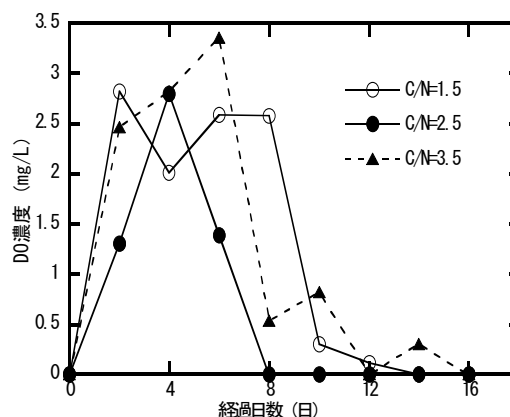


図-5 濃縮液によるDO濃度の経日変化