

# 焼酎粕を活用した排水処理技術の開発

向吉郁朗\*, 西 和枝\*\*

## Development of Denitrification Process Using Syochu Distillation Waste Water as the Carbon Source

Ikuro MUKOYOSHI and Kazue NISHI

高濃度の窒素分を含む排水の処理で採用されている硝化脱窒法の炭素源として焼酎粕の活用について検討した。モデル排水中の硝酸性窒素を除去し、有機物の残存もほとんど無く良好に処理することができたが、焼酎粕由来の窒素とリンが残存する傾向がみられた。200mg/Lの硝酸性窒素を含むモデル排水を脱窒する場合、排水基準以内であるが焼酎粕由来の窒素が24mg/L以下、リン濃度が6mg/L以下の残存がみられた。使用する濃度等に注意すれば利用可能であることが示唆された。

**Keyword :** 焼酎粕, 排水処理, 脱窒処理, 炭素源

### 1. 緒言

排水の窒素の含有量は、水質汚濁防止法で、有害物質の項目と生活環境の保全に関する項目で規制されている。水産物加工業、焼酎製造業や畜産業などの県内企業では、窒素含有量が高い排水が大量に発生している。通常の活性汚泥法では窒素除去は困難であるため、当センターでは以前から脱窒に関する研究として、USB法（上流汚泥床）の研究<sup>1)2)</sup>や脱窒の炭素源についての研究を行ってきた。炭素源については、焼酎粕の飼料化プラントで焼酎粕を濃縮した際に発生する凝縮水<sup>3)</sup>及びバイオディーゼル燃料（BDF）の製造過程において発生する廃グリセリン<sup>4)</sup>について検討を行い、いずれも保存性や分解性がよく炭素源として利用可能であることを確認している。しかし、県内における発生量が少ないなどの課題がある。

一方、焼酎粕は県内各地に焼酎工場があり運搬性がよく安価で発生量も多い。窒素やリンを含み腐敗しやすく貯蔵性が悪いなどの欠点があるが、研究で用いた焼酎粕濃縮液であれば、保存性や貯蔵性も向上する。

そこで、本研究では、焼酎粕について、排水処理の硝化脱窒法における炭素源としての利用を検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 分析方法

pH, BOD（生物化学的酸素消費量）、TOC（有機体炭素）、TN（全窒素）、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、リンは、JIS K0102に準拠して分析した。ただし、TOC及びTNは熱分解法で、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、リンはイオンクロマトグラフ法で分析した。MLSS（活性汚泥浮遊物）については、

\*食品・化学部

\*\*生産技術部

下水試験方法（(社)日本下水道協会）に準拠して測定した。

#### 2.2 焼酎粕濃縮液

焼酎粕は腐敗しやすく変質しやすいため、腐敗しにくく成分変化が少ない焼酎粕濃縮液<sup>5)</sup>を希釈して使用した。使用した濃縮液は、芋焼酎粕約90%、麦焼酎粕10%を混合したものを約10倍に濃縮したもので、性状については、表1のとおりである。濃縮液A、Bはロットの違いである。

#### 2.3 種汚泥と馴養

表1 焼酎粕濃縮液の性状

|                    | 濃縮液A    | 濃縮液B    |
|--------------------|---------|---------|
| pH                 | 4.0     | 4.0     |
| BOD (mg/L)         | 145,000 | 175,000 |
| TOC: 全有機体炭素 (mg/L) | 126,000 | 158,000 |
| TN: 全窒素 (mg/L)     | 9,800   | 6,600   |
| リン (mg/L)          | 2,500   | 2,000   |

図1に示す実験装置で汚泥の馴養を行った。種汚泥は、著者が以前取り組んだ試験<sup>4)</sup>に用いた汚泥を用いた。硝酸

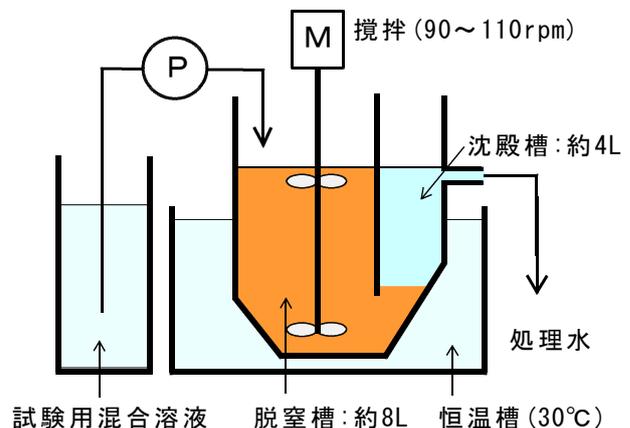


図1 実験装置

ナトリウム(特級)と焼酎粕濃縮液を用いて、BOD600mg/L、硝酸性窒素濃度200mg/Lになるように混合し、1日8L脱窒槽に添加し、約1ヶ月馴養を行った。

2.4 脱窒試験

脱窒試験のモデル排水とする試験用混合溶液の調整にあたり、実際の養豚排水の標準活性汚泥法による処理水を分析した。分析結果を表2に示す。

表2の亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、アンモニア性窒素の合計から考慮し、試験用混合溶液は硝酸性窒素200mg/L以上の濃度とした。

汚泥濃度(MLSS)を約5,000mg/Lに調整した汚泥を図1の実験装置に入れ、表3に示す各実験条件で脱窒試験を行った。硝酸性窒素として、硝酸ナトリウム(特級)を用いた。

表2 養豚排水の処理水の一例

|                                     | 分析結果 |
|-------------------------------------|------|
| pH                                  | 6.2  |
| 亜硝酸性窒素(N-NO <sub>2</sub> ) (mg/L)   | 76   |
| 硝酸性窒素(N-NO <sub>3</sub> ) (mg/L)    | 76   |
| アンモニア性窒素(N-NH <sub>4</sub> ) (mg/L) | 72   |
| リン(P-PO <sub>4</sub> ) (mg/L)       | 8.5  |

表3 脱窒の試験条件と試験用混合液について

|                 | 条件1          | 条件2 | 条件3  |      |
|-----------------|--------------|-----|------|------|
| 硝酸性窒素(mg/L)     | 200          | 200 | 700  |      |
| BOD(mg/L)       | 500          | 600 | 2100 |      |
| 送液量(L/日)        | 8            | 28  | 8    |      |
| BOD容積負荷(mg/L・日) | 0.5          | 2.1 | 2.1  |      |
| 混合量             | 硝酸ナトリウム(g/L) | 1.2 | 1.2  | 4.2  |
|                 | 焼酎粕濃縮液(g/L)  | 3.4 | 3.4  | 12.0 |
|                 | 使用した焼酎粕濃縮液   | A   | B    | B    |

2.5 硫酸アルミニウム添加によるリン除去試験

表2のリン濃度を参考に上記脱窒試験条件1の試験用混合溶液1Lにつきリン酸水素二カリウム特級0.33gを加えた(リンとして8.5mg/Lの添加になる)溶液により、脱窒試験を行った。さらに、硫酸アルミニウムを添加しリンの除去について調べた。また、硝酸ナトリウムを同モルの硝酸(特級)に変更することで処理水のpHを中性に調整した。

3. 結果と考察

3.1 脱窒試験

図2に全窒素の挙動を、図3に硝酸性窒素の挙動を、図4にTOCの挙動を、図5にリンの挙動を示す。表4に脱窒試験結果の平均値と除去率を示す。条件3は、開始直後2日目までは処理が安定せず窒素が残存しているが、3日目以降

は安定して推移したため、条件3については、3日目以降の平均を示している。また、処理後の焼酎粕由来の窒素は、全窒素から硝酸性窒素濃度を差し引いた数値とした。

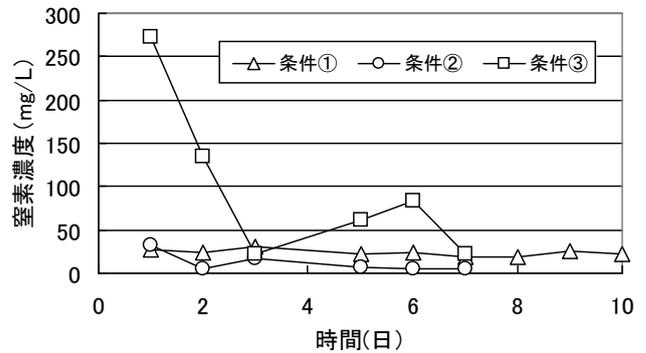


図2 全窒素の挙動

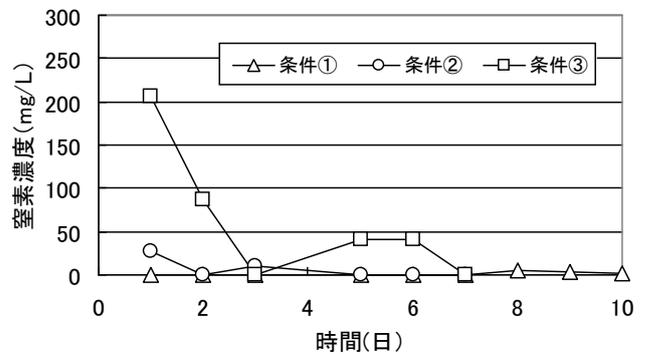


図3 硝酸性窒素の挙動

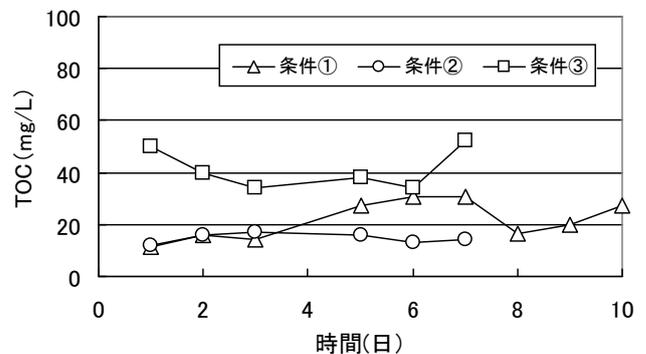


図4 TOCの挙動

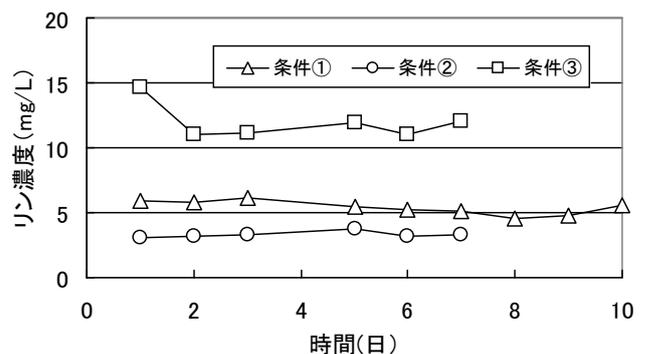


図5 リンの挙動

表4 脱窒試験結果の平均値

|             | 条件1       |     |     | 条件2 |     |      | 条件3 |      |     |     |
|-------------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|
|             | 処理前       | 処理後 | 除去率 | 処理前 | 処理後 | 除去率  | 処理前 | 処理後  | 除去率 |     |
| 全窒素(mg/L)   | 233       | 24  | 90% | 222 | 12  | 95%  | 779 | 48   | 94% |     |
| 硝酸性窒素(mg/L) | 200       | 1.2 | 99% | 200 | 6.3 | 97%  | 700 | 21   | 97% |     |
| 焼酎粕由来       | 窒素(mg/L)  | 33  | 23* | 30% | 22  | 5.4* | 79  | 27*  | 66% |     |
|             | TOC(mg/L) | 430 | 21  | 95% | 540 | 15   | 97% | 1900 | 41  | 98% |
|             | リン(mg/L)  | 8.5 | 5.4 | 36% | 6.8 | 3.3  | 51% | 24   | 12  | 50% |

※処理後の焼酎粕由来の窒素＝全窒素－硝酸性窒素濃度

硝酸性窒素については、97%以上の良好な除去率を示した。焼酎粕由来の窒素は、除去率が30%から75%と幅があったが、排水基準以内であった。

TOCについては、高い場合でも50mg/L以下で95%以上の除去率を示した。

リンについては、除去率が低い条件1, 2については、排水基準以下(8mg/L)であった。条件3では平均12mg/Lであり、排水基準よりも高い。

これらの結果から、焼酎粕は条件付きであるが硝化脱窒法の炭素源として利用可能であることが示唆された。

リンの排出規制水域外では700mg/L以下の脱窒の炭素源に、リンの排出規制水域内で元の排水にリンがほとんど含まれない場合で約200mg/L以下の脱窒に適用できると考えられる。汚泥増加率は投入したBODに対して21~25%であった。除去された焼酎粕由来の窒素、リンは汚泥の増加に利用されたものと考えられる。

3. 2 硫酸アルミニウム添加によるリン除去試験

硫酸アルミニウム添加量と処理水のpH、リン濃度などの平均値を表5に示す。実験期間中は特に問題なく処理された。また、Al添加量7.3mg/Lは、添加したリン約8.5mg/Lと同モルのアルミニウムイオンになる。

硫酸アルミニウムを添加しない場合、pHは7.9前後で、リンの濃度は平均13mg/Lであった。前項の結果から焼酎粕由来によるリンの分が約5.4mg/Lであるため、試薬によるリンの添加量分の約8.5mg/Lが上乗せされる計算になる。

Al添加量7.3mg/Lで、pHが7.9の場合は、リンの低下はほとんど無かった。pHを中性付近にするとリンの除去率が上がった。pHを中性付近に調整してAl添加量を増やすとリンの減少が確認できた。

表5 硫酸アルミニウム添加量と処理水の性状(平均値)

|             |     |     |     |     |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Al添加量(mg/L) | 0   | 7.3 | 7.3 | 15  | 22  |
| pH          | 7.9 | 7.9 | 7.1 | 6.9 | 6.9 |
| リン濃度(mg/L)  | 13  | 11  | 7.6 | 4.1 | 2.4 |

4. 結 言

焼酎粕濃縮液および焼酎粕は、脱窒処理の炭素源として条件付きであるが利用可能であることが確認できた。

リンの排出規制水域外では700mg/L以下の脱窒の炭素源に、リンの排出規制水域内で元の排水にリンがほとんど含まれない場合で約200mg/L以下の脱窒に適用できると考えられる。汚泥増加率は投入したBODに対して21~25%であった。

また、リン除去に関しては様々な方法があるが、脱窒槽に硫酸アルミニウムを投入しpHを約7にすることで微生物に影響なく除去ができることが確認できた。

参 考 文 献

- 1) 新村孝善, 松永一彦, 西和枝, 木田建二: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 12, 35-40(1998)
- 2) 新村孝善, 松永一彦, 西和枝: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 13, 15-21(1999)
- 3) 吉田健一, 西和枝, 新村孝善: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 18, 23-28(2004)
- 4) 向吉郁朗, 西和枝, 西元研了: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 23, 23-27(2009)