

(VII-13) 畜産排水の嫌気性処理水におけるMAP生成に関する研究

長岡技術科学大学 ○(学) 金田洋介 (正) 原田秀樹 (学) 鳥村修平
木更津工業高等専門学校 (正) 上村繁樹*

1. はじめに

現在、畜産業は、飼育規模が拡大し、悪臭、水質汚濁などの問題から、都市近郊部では経営が困難になり、新しい畜産施設の建設場所はより山間部に移行する傾向にある。しかしながら、畜産施設の山間部への移行は、大量の排水を河川源流付近に放流せざるおえないという新たな問題を引き起こしている。そのため、畜産経営を圧迫しない程度の経済的、かつ効率的な畜産排水の処理・リサイクルシステムの早期構築が望まれている。

このような要望を満たすべく、我々は、嫌気性排水処理とMAP(リン酸・アンモニウム・マグネシウム)析出法を組み合わせ、エネルギー(メタン)と肥料成分(窒素、リン)を回収する新規畜産排水処理システムの構築を試みている。本報告では、その研究の一環として、豚舎排水の嫌気性処理水のMAP析出法の諸条件について検討した。

2. 実験方法

実験には、豚舎実排水を処理するUASBリアクター(COD容積負荷: $1 \sim 6 \text{ kg-COD/m}^3/\text{d}$, HRT: 48時間、温度: 25°C 、COD除去率 $50 \sim 90\%$ で長期間連続運転中)の処理水を使用した。実験に用いた処理水の性状は、 NH_4^+-N : 490 mg/L 、 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$: 33 mg/L 、 Mg^{2+} : 29 mg/L 、 Ca^{2+} : 55 mg/L 、SS: 1640 mg/L であった。MAP生成に関する全ての実験は、 25°C に調整した恒温室内で行った。上記サンプルを 300 mL ずつビーカーにとり、各ビーカー内の Mg/P モル比(MgCl_2 添加)および pH を調整(NaOH 使用)した後、スターラーで30分間攪拌して反応させた。10~20分程度静置後、その上澄み液を遠沈し、 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ 、 NH_4^+-N を測定した。

MAP生成物の含有元素の定性分析はEDX法を、また、生成物の構造解析にはX線回折法を用いた。

3. 実験結果と考察

3-1 Mg/P モル比の検討

はじめに、 Mg/P モル比とリン除去率の関係を把握するために、処理水の Mg/P モル比を $1.0 \sim 4.0$ に調整してリン除去率の変動を調べた($\text{pH} 7.3$)。 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ および NH_4^+-N の除去率と Mg/P モル比の関係を図-1に示す。図-1より、 Mg/P モル比が 1.0 のときは、 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ および NH_4^+-N の除去率は、それぞれ 2.4% 、 5.0% 程度であったが、 Mg/P モル比が 1.3 では、 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ の除去率は 23% に達し、それ以上ではほぼ横ばいとなった。 NH_4^+-N の除去率は、 Mg/P モル比が $1.0 \sim 4.0$ の間で、 5.0% から 9.0% 程度であった。理論的には、MAP生成のための $\text{P}:\text{N}:\text{Mg}$ のモル比は $1:1:1$ であるが、実際には Mg^{2+} を若干過剰に添加する必要が認められた。 Mg/P モル比が 1.3 以上では $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ の除去率に変化がなかったため、今後の実験は全て Mg/P モル比を 1.3 に設定して行った。

3-2 pH の検討

MAPをはじめとする晶析法においては pH が重要な生成因子となる。図-2に Mg/P モル比を 1.3 に調整した場合の、処理水の pH と $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ および NH_4^+-N の除去率との関係を示す。処理水の pH は 7.3 (無調整)から 10.0 に調整した。図-2より、 pH が 7.3 から 9.5 の間では、 pH が高くなると $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ の除去率も高くなるのがわかる。しかし、 $\text{pH} 9.0$ 以上のところでは、リンの除去率に目立った変化はなく、 $\text{pH} 9.5$ 以上では、リン除去率が 90% 程度で一定となった。 NH_4^+-N の除去率は $\text{pH} 7.3$ から 10.0 の間で徐々に上昇する傾向が見られた。これは、 pH の上昇により、MAPの生成が促進されたのと同時に、アンモニアが大気中にストリッピングされたものと推測される。

キーワード: 畜産排水、嫌気性処理水、MAP、アンモニア、リン酸、HAP

*: 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 TEL: 0438-30-4152 FAX: 0438-98-5717

3-3 生成物の性状

以上の実験結果から、豚舎排水の嫌気性処理水におけるMAP生成では、pH9.5、Mg/Pモル比1.3が最適であると考えた。この条件で生成させた結晶を1NのHCl 20mLに溶解させ、水で100mLとした溶液の PO_4^{3-} -P、 NH_4^+ -Nおよび Mg^{2+} 濃度を測定した。その結果、生成させた結晶のP:N:Mgは1:0.5:0.5であった。また、この結晶をEDX法により含有元素の定性分析を行ったところ、PとMgの他にCaが含まれていることがわかった。さらに、X線回折によりこの結晶の構造解析を行った。その結果、MAPの回折ピーク以外にヒドロキシアパタイト(HAP)の回折ピークも確認された。以上のことから、畜産排水中には Ca^{2+} が多く存在するため、 PO_4^{3-} が NH_4^+ と Mg^{2+} と反応するだけではなく、 Ca^{2+} とも反応し、MAP以外にもHAPが生成されると推測された。すなわち、 Ca^{2+} の存在は、HAPの生成を助長し、MAP生成を阻害するものと考えられた。HAPの生成は、 NH_4^+ -Nの除去を阻害するだけではなく、生成物の肥料としての無効成分を増加させることから、今後、HAPの生成を抑制する手段の検討が必要である。

4. 結論

本研究により以下の結論を導き出すことができた。

- 1) 豚舎排水の嫌気性処理水におけるMAP生成条件を検討したところ、pH9.5、Mg/Pモル比1.3が最適であった。
- 2) Ca^{2+} が多く含まれる排水に、MAP析出法を適用した場合、HAP生成によりMAPの生成が阻害される。
- 3) HAPの生成は、 NH_4^+ -Nの除去を阻害するだけではなく、生成物の無効成分を増加させることから、今後、HAPの生成を抑制する手段の検討が必要である。

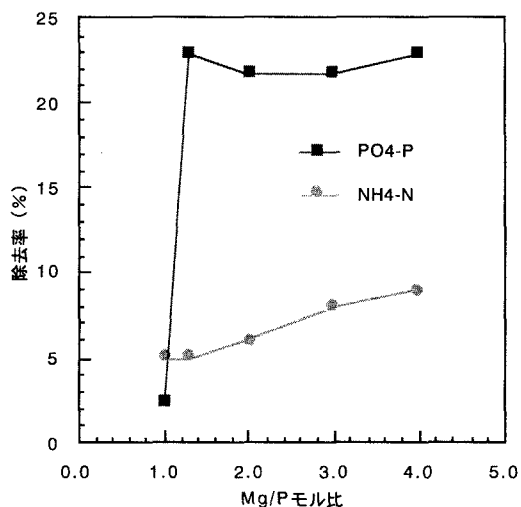


図- 1 Mg/Pモル比と除去率の関係

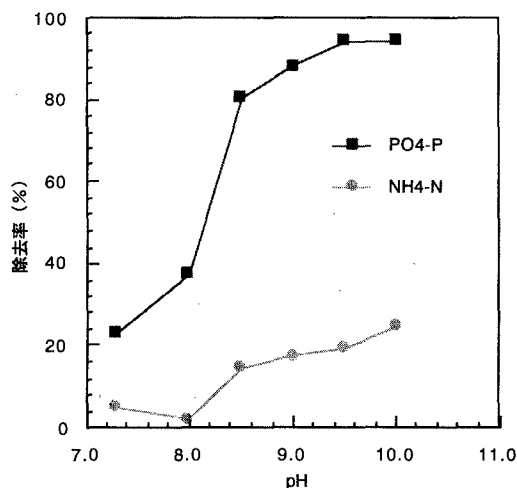


図- 2 pHと除去率の関係

謝辞

本研究を行うに当たり、農水省畜産試験場飼養技術部 廃棄物資源化研究室 田中康夫室長には畜産排水の嫌気性処理水を供与頂くなど大変お世話になりました。また、本研究は(社)畜産技術協会平成10年度畜産生産性向上等技術開発促進事業の助成研究の一部として行われました。ここに謹んで謝辞を表します。