

【研究】

廃棄卵殻を利用したMAP法による豚舎廃水の浄化とリン酸肥料回収に関する研究

岡山県立高松農業高等学校

藤井 徹 阿部 悠太

1 はじめに

肥料の三大栄養素（窒素・リン酸・カリ）のうち、リンの原料となるリン鉱石はその殆どが輸入に頼っており、我が国は化学肥料の自給も大きな課題となっている。¹⁾ 一方で、家畜の糞尿などから排出する汚水はリン酸を多く含み、その処理も畜産農家が抱える環境問題の一つである。

そこで、本研究では畜産廃水からリン酸肥料を回収するとともに、その肥料効果を検討した。

ここでは紙面の都合から、一連の研究概要について報告する。

2 原理

畜産廃水からリン回収の原理は、対象水中のリン酸水素イオン、アンモニウムイオン及びマグネシウムイオンが反応して、リン酸マグネシウムアンモニウム（Magnesium Ammonium Phosphate：以下MAP）の6水塩の結晶を生成する反応に基づいている。この方法は、回収される成分からMAP法と呼んでいる。配水管のつまりの原因や、雄の肥育牛で多く見られる疾患である「尿石症」なども同様の原理である。²⁾

3 MAP回収プラントの製作

180L容量のプラスチック製ドラム缶に内径50mmの塩ビパイプを使用して、排液の流入、排出管を接続した。次に内径30mmの塩ビパイプでエアレーション用のパイプを製作し、パイプの先に散気盤を接続した。（図1）

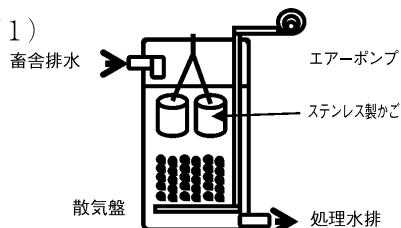


図1 自作MAP反応槽の概要図

4 豚舎廃水の浄化試験

完成したMAP反応槽を利用し、畜舎排水の浄化試験を行った。水中ポンプを使用して、豚舎排水150LをMAP反応槽に入れた。次に、エアポンプで0.5m³/hのエアレーションを実施した。エアレーション開始から10分おきに90分間pHを測定した。また、1週間の稼働試験の後、水質検査を実施した。検査項目はリン酸・マグネシウム及び化学的酸素要求量（COD）を市販の水質検査キット（パケットテスト：共立理化学研究所）を使用して測定し、汚濁の程度は目視で検査した。1ヶ月後に水中に吊していたステンレス製のカゴを引き上げ付着物の状況を調べた。

強制通気を行うことで、pHは急速に上昇し、90分後には85を超えた。この状況を継続することで、理論上MAP形成が可能であると考えられる。

次に、1週間の処理で完全ではないが全ての検査項目で値は減少しており、このシステムでの1次浄化は可能であることが示された。各種処理システムと組み合わせることで完全なる浄化システムが構築できるのではないかと考えられる。また、目視でも明らかに汚濁程度が減少していた。

5 卵殻を利用した効率的なMAP回収法の検討

通常MAP回収プラントではMAPが吸着するためにステンレスのカゴを利用しているが、本研究では「卵の殻」の利用を検討した。理由は次の3点からである。①卵の殻は多孔質であり、吸着部材として適している。②食品として利用できない卵殻という廃棄資源の有効利用につながる③割れやすい卵殻は、付着したMAPを回収しやすいだけでなく、そのまま肥料としての利用が考えられる。

そこで、本校で廃棄されている卵殻をステンレス製のカゴ中に入れ、完成したプラントを稼働した。

その結果、水質検査では浄化性が確認できた。加えて、1ヶ月の稼働でMAP様物質の回収率は金網だけのものの5倍という結果が得られた。

以上により、卵の殻がMAP吸着部材として適していることが示された。

6 幼植物栽培試験によるMAP卵殻の肥料としての品質評価

回収したMAPと卵殻の肥料効果を検討した。

(1) 材料及び方法

培養土（肥料成分の乏しい、市販の「芝の目土」）250gと回収MAP卵殻25g（10:1）をビニール袋に採取した後、ビニール袋をよく振って混合する（A区）。対照区として、発酵堆肥を同様の割合で混合した（B区）並びに培養土のみの無肥料区（C区）を設けた。

培養土とMAP卵殻・堆肥の混合物（以下混合物）をそれぞれプラスチック製の鉢に充填する。次に、水分調整のために、純水約100mlを注入した後に、あらかじめコマツナの種子50粒が播種された発芽試験シートを種子付着面を上にして配置した。その後、それぞれの混合物15gを発芽試験シート上に均一に覆土し、20mlの純水を灌水した。発芽が確認されるまでは、ポリエチレン製のラップをフタとして覆った。発芽確認後ラップは外し栽培を続けた。栽培期間中は用土の渇き具合を確認しながら、全ての区が同量となるように純水にて灌水を行った。栽培期間を通して、コマツナの生育状況を比較した。また、栽培14日目に全てのコマツナを収穫し、発芽率・平均本葉数・茎葉合計重量を測定し、対対照区比を求めた。

(2) 結果と考察

播種後14日目の生育状況を図2に示す。



図2 播種14日目の各試験区の生育状況

MAP卵殻を施用したA区は、発酵堆肥を施用したB区ほどではないが、対照区と比較して、その肥料効果は十分に認められた。

次に播種14日目に行った収穫したコマツナの検査結果を表1に示す。

表1 コマツナによる幼植物生育検査の結果

	測定値				対対照区比		
	発芽数 (本)	発芽率 (%)	平均 本葉数(枚)	茎葉 総重量(g)	発芽率	平均 本葉数	茎葉 総重量
A区(堆肥)	50	100	2.02	10.0	116.3	188.8	400
B区(MAP)	43	86	1.93	5.0	100	180.4	200
C区(対照)	43	86	1.07	2.5	100	100	100

対対照区比の通り、発芽率は80%以上の好成績であり、平均本葉数・茎葉総重量では、対照区と比較して、非常に高い値となった。これは、本研究で回収されたMAP様物質が、完熟堆肥に近い肥料効果があることを示している。

肥料としての効果は卵殻の混入割合にも影響すると考えられるため、次には、卵殻の混合割合を検討する必要がある。しかしながら、回収から施肥まで、非常に簡単にできることから、この肥料特性は十分にあると考えられる。また、卵殻への吸着により、肥料効果の持続性も期待できることから、今後はこの点について検討していきたい。

7 謝辞

本研究の実施に際し、MAPプラントについてアドバイスを頂いた、岡山県農林水産総合センター畜産研究所環境研究グループ専門研究員白石誠先生に感謝申し上げます。

また、本研究は本校畜産科学科小家畜専攻生と共に実施した。彼らの努力に敬意を表する。

8 参考文献

- 1) 白毛宏和（2005）MAP法によるリン回収資源化システム，環境バイオテクノロジー学会誌，Vol4，No2，109-115
- 2) 石井進監修，家畜衛生ハンドブック，養賢堂（1983）
- 3) 原田英典，清水芳久，佐藤大介，宮越優，松井三郎，松田知成，長坂俊樹（2006）尿尿分離トイレを用いた尿からのMAP回収プラントの開発，Journal of Japan Society
- 4) 川村英輔，神奈川県畜産技術センター研究情報（2007）
- 5) 白石誠，岡山県畜産業績発表会要旨（2010）
- 6) 農文協編（2004），畜産環境対策大辞典【第2版】，農文協