

## 〔技術のページ〕MAP法を活用したメタン発酵消化液からのリン除去・回収技術

岡山県農林水産総合センター畜産研究所

経営技術研究室 環境研究グループ

エネルギー回収等を目的としたメタン発酵処理では、メタン発酵後に生じる発酵残さ（消化液）の取り扱いが問題となっています。特に、消化液を肥料として利用できるだけのほ場がない場合、活性汚泥法等による浄化処理が必要となりますが、消化液は固形物を多く含む液体のため固液分離が必要です。この固液分離後のろ液中にはまだ高濃度のリンが残留していると考えられるため、これらを処理して放流する場合には、水質基準値以下に低減する必要があります。

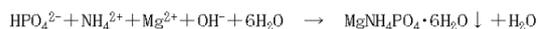
一方、近年、化学肥料の原料となるリン鉱石は枯渇傾向にあり、今後60-70年以内にはリン鉱石の約半分が消費されるという報告もあり、肥料の価格などに影響を与えています。そこで、リンを汚水から回収して肥料として利用できれば、この問題解決の一助となります。その方法としては結晶化法(MAP法)によるリン除去・回収技術があることから、同法をろ液に応用し、枯渇資源であるリンをMAP(リン酸マグネシウムアンモニウム)として回収・再資源化する可能性を検討しました。

### 1. MAP法の原理

MAP法とは、汚水中のリン酸をpH8~9下でマグネシウムとアンモニウムを反応させ、リン酸マグネシウムアンモニウム

結晶を生成させて除去する方法です。一般的にはpHを高めマグネシウムを加えることにより結晶化を促進します。

MAP生成反応



MAP:magnesium ammonium phosphate

### 図1 MAP生成反応

このMAPは、浄化処理施設内でポンプや配管等に付着し、配管閉塞などのさまざまなトラブルの原因にもなるので、MAP法によりリンを除去すればトラブル回避にも役立ちます。



図2 ポンプ内全面に付着した結晶化物

### 2. 消化液固液分離ろ液の成分

メタン発酵は投入した原料とほぼ同量の消化液が生じます。そこで当所では、ほ場の少ない農家にメタン発酵技術を普及するため、固液分離により固形分は堆肥化、液

分（ろ液）は浄化処理を行う技術を検討しています。このろ液を分析したところ、全リンが39ppm程度残留（表1）していました。

表1 消化液とろ液の成分

	pH	BOD	全リン (ppm)	水溶性リン
消化液	8.15	1,406	152	-
ろ液	8.31	618	39	10

### 3. 添加量の検討

ろ液はpHが8以上、リンとアンモニアを多く含んでいたためマグネシウムの添加量を検討しました。マグネシウムは30%塩化マグネシウム（にがり）溶液を作成し、ろ液300mlに0.1～1.5mlと段階的に加えて検討したところ最もリンが低減できる添加量は0.25ml～0.5ml（0.8～1.7%）と考えられました。（図3）

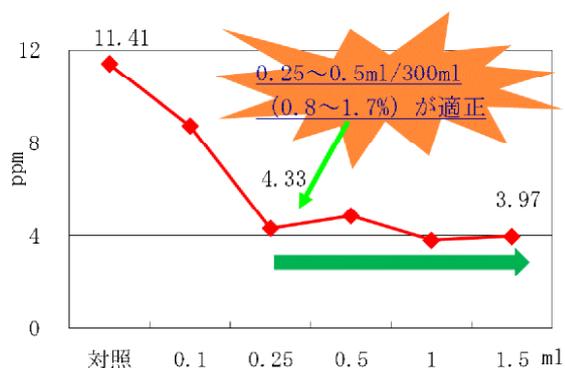


図3 30%にがり添加量の検討

### 4. 実証試験

実証試験装置を図4に示しました。メタン発酵後の消化液は凝集剤を添加しスク

ュープレスによる固液分離を行います。



図4 実証試験装置

得られたろ液（約3m<sup>3</sup>/日）は、30%にがり溶液3.5ml/分（30%にがり溶液添加量の検討結果から計算）とともにMAP反応槽の上部に投入します。この容器は2重構造になっており、500L容器の中に300L容器を入れてあります。この300L容器内にステンレス金網を3重にして沈めてあり、ろ液とにがり溶液は300L容器底部に開けた穴より500L容器に出て上部より排出されます。また、槽内の攪拌のため下部から曝気も行っています。試験後には、金網にMAPがぎっしりと付着しました（図5）。

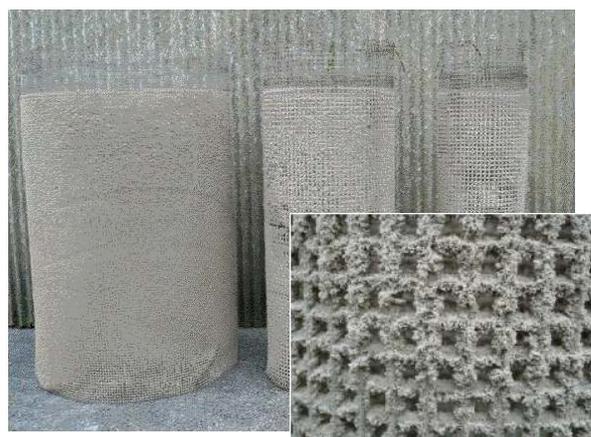


図5 金網に付着したMAP

投入ろ液中の水溶性リンは11.8ppmで、排出ろ液中は6.3ppmであったことから、約47%除去されていました。しかしながら全リン除去率は24%程度（表2）にとどまり

ました。これは、結晶化した一部のリンが、金網に付着せず流亡したためと考えられました。また、本装置ではろ液 1 m<sup>3</sup>当たりから約47gのMAPが回収されました。このMAPは緩効性肥料といわれており、リン酸や窒素を含み、肥料効果が期待できます。

表 2 リン除去率

		ppm. %	
	pH	全リン	水溶性リン
		(ppm)	
投入ろ液	8.4	19.2	11.8
排出ろ液	8.4	14.6	6.3
除去率		23.9	46.6

今回は、メタン発酵槽の消化液固液分離ろ液で試験を行いました。MAP法は畜舎汚水に利用することも可能ですので、興味のある方は畜産研究所まで連絡をお願いします。