

7年間稼働後のメタン発酵槽内に蓄積する成分の特徴

Compositions of accumulated substances in biogas digester tank in 7 years

○中村真人*・阿部邦夫**・相原秀基**・山岡賢*・柚山義人*・折立文子*

NAKAMURA Masato, YAMAOKA Masaru, YUYAMA Yoshito and ORITATE Fumiko

1. はじめに

メタン発酵は、家畜排せつ物や生ごみ等からメタンを取り出す技術である。メタン発酵施設を長期的に使用すると、原料の一部が発酵槽内に蓄積する。また、発酵槽内に結晶が形成することがある。しかし、それらに関する報告事例は少なく、メタン発酵施設を安定的に運転するためには、情報を整理することが重要である。そこで本研究では、運転開始から7年半経過したメタン発酵施設について、発酵槽内の調査を行い、発酵槽内に蓄積する堆積物や結晶物（蓄積物）について、それらの分布や成分を把握することを目的とする。

2. 方法

対象としたメタン発酵施設は、約7年半継続的に運転している山田バイオマスプラント（原料：乳牛ふん尿 100 頭分、食品加工残渣）である（中村ら，2010）。山田バイオマスプラントの発酵槽は、容積 135m³ の円筒形であり、発酵槽内を均一に混合するための攪拌機（攪拌羽根がついており、水平方向に水流を起こす）が発酵槽の底面に設置されている（Fig. 1）。原料は一度、ピットに一時的に貯蔵された後、固液分離（篩のサイズは 3mm）されて、液分だけが発酵槽に投入される設計である。堆積物等の調査は、発酵槽の屋根を取り外し、発酵槽内の液を排出した後に行った。また、採取した蓄積物について、成分分析を行った。

3. 結果および考察**3.1 発酵槽内の蓄積物の種類**

発酵槽内で確認された蓄積物は、主に、発酵槽の底部に堆積したもの（底部堆積物）、発酵槽の液面上部の壁面に付着したもの（壁面付着物）、攪拌機およびその周辺のワイヤーに付着した白色の結晶物（白色結晶）の3種類が確認された。

3.2 発酵槽内の蓄積物の特徴

3.2.1 底部堆積物 底部堆積物は発酵槽に均一に堆積せず、攪拌機が設置されている側の堆積厚が薄く、他方が厚かった。攪拌機が引き起こす水流により吹き溜まったと考えられる。また、堆積物は固結していなかった。一方、底部堆積物は強熱減量が低く、塩酸に不溶な Si の含有率が高かったことから、主に砂であると判断された。山田バイオマスプラントの原料のうち、食品加工残渣には砂がほとんど含まれていない。そのため、乳牛ふん尿に含まれる砂が蓄積したものと考えられ、その量は約 20m³（約 27t）であり、1年あたり 3.5t が蓄積したと推定された。乳牛ふん尿に含まれる砂の量は、年間 10t/100 頭（中村・中山，2007）であり、山田バイオマスプラントの堆積物量はそれに比べると少なかった。それは、山田バイオマスプラントでは、原料の前処理（ピットでの一時貯留や固液分離）過程で砂の一部を取り除くことができる設計となっているためであると考えられる。

3.2.2 壁面付着物 壁面付着物はこげ茶色で、主に発酵液の飛沫が乾燥したものと考えられ、その量は少なかった。また、壁面付着物には微小な黄色の結晶が見られた。硫黄の含有率が高かったことから、黄色の結晶は硫黄であることが示唆された。メタン発酵槽で発生した硫化水素の一部が硫黄として結晶化したと考えられる。メタン発酵により生じた硫化水素が、発酵槽上部の気相部分で硫黄酸化細菌によ

*農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering **株式会社和郷 Wago corporation
キーワード：メタン発酵，MAP，乳牛ふん尿，蓄積，施設管理，砂

り酸化されて、結晶化した可能性が考えられる。

3.2.3 白色結晶 白色結晶は固い結晶で、攪拌機周辺のみで確認され、発酵槽の壁面への付着は確認できなかった。白色結晶は固結しており、発酵槽内に設置されている機器の着脱等の作業は、結晶を削り取らなければ実施できない状態であった。また、白色結晶の主成分は、発酵液に PO_4^{3-} 、 Mg^{2+} が多く含有していること、酸に可溶であることおよび白色結晶の元素の構成比率から、リン酸マグネシウムアンモニウム (MAP, 化学式: $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) であると推察された。

4. メタン発酵施設の設計・管理のために

今回の調査により、発酵槽内での堆積物・結晶物の蓄積特性を把握することができた。本研究の結果、攪拌機により吹き寄せられる部分に機器を設置すると堆積物の下に埋没するおそれがあることや MAP 等の結晶化により槽内の機器周辺が固着し、部品の交換等が困難になるおそれがあることが明らかとなった。蓄積する成分があることを考慮した発酵槽内の設計や機器の管理計画を立てることが重要であることが示唆された。

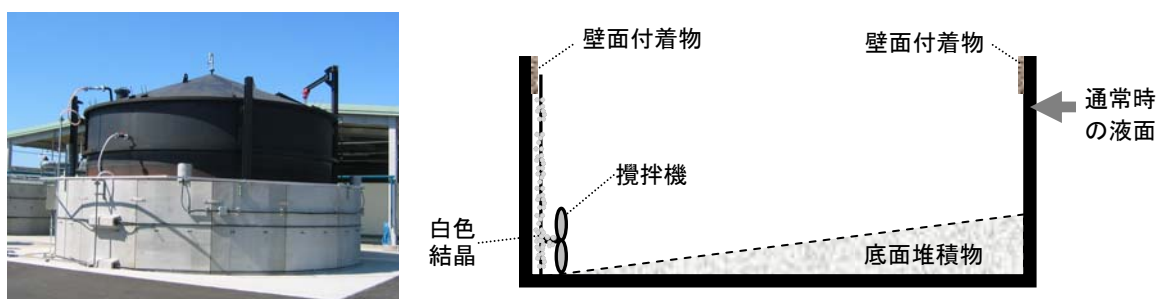


Fig. 1 メタン発酵槽の外観 (左, 屋根がある平常時の写真) と断面図 (右)
The exterior (left) and cross section diagram (right) of digester tank

Table 1 発酵槽内蓄積物の成分分析結果
Compositions of accumulated substances in digester tank

量	単位	底部堆積物	壁面付着物	白色結晶	分析方法
	m^3	少量	約 20	少量	—
含水率	%	54.9	36.7	39.2	肥料分析法 3.1.1
強熱減量	%	22.5	73.5	17.3	下水試験方法 2.4.8
N	dry-%	1.83	2.5	4.13	土壤環境分析法 IV.9.A.a
C	dry-%	9.6	41.6	1.5	土壤環境分析法 IV.8.B
P	dry-%	4.84	1.26	16.2	肥料分析法 4.2.3
K	dry-%	0.383	0.02	0.277	肥料分析法 4.3.3
Ca	dry-%	5.66	5.97	10.5	肥料分析法 4.5.1.2
Mg	dry-%	3.26	0.76	10.3	肥料分析法 4.6.2
S	dry-%	0.38	7.58	0.12	下水試験方法 2.4.2.1
Si (塩酸抽出)	dry-%	0.659	0.256	0.008	肥料分析法 7.5
Si (全分解処理)	dry-%	14.9	2.20	1.94	マイクロウェーブで分解後, ICP 発光分光法で分析

参考文献

- 中村真人・柚山義人・山岡賢・折立文子・清水夏樹・阿部邦夫・相原秀基・藤川智紀：メタン発酵プラントのトラブル記録と長期運転データの解析—山田バイオマスプラントを事例として—, 農工研技報, 210, pp.11-36, 2010
- 中村和正・中山博敬：バイオガスシステム内部における砂の堆積, 寒地土木研究所月報, 649, 2007