

畜産排泄物のメタン発酵実プラントに用いる植種源の検討

大成建設(株) 技術センター (正) 帆秋利洋, 友沢 孝
長岡技術科学大学 環境システム工学 (正) 原田秀樹, 大橋晶良
同 上 (学) 鳥村修平, 国井伸隆

1. はじめに

資源循環型社会の構築は, 21世紀に不可欠な環境保全を考慮した社会的課題である. このような背景の下, 家畜排泄物の適正管理と利用促進に向けた「家畜排泄物の管理の適正化および利用の促進に関する法律」が平成11年11月に施行された. 家畜フン尿の適正処理ならびに有効活用法として, 欧州で既に普及しているメタン発酵への適用が挙げられ¹⁾, 今後, 我が国においても本技術が普及化する傾向がある. ちなみに北海道には, 乳牛88万2千頭(畜産農家10,600件), 肉牛41万5千頭(畜産農家3,760件), 合計約130万頭もの牛が畜産牛として飼育されている²⁾. 成牛1頭の排泄するふん尿量は, 50kg/頭・日とすると, 北海道全域で毎日6万5千tonもの牛排泄物が発生していることになる. これは, 国内の全畜産排泄物の25%を占める.

メタン発酵実プラントを稼働するに当たっては, スタートアップに時間を要することが課題である. その為, 通常は近隣で稼働している下水処理場等のメタン発酵施設より種菌を入手して植種する対策が採られている. しかしながら, 一般的にメタン発酵プラントを建造する場合は, 大規模になるため所定量の植種源の確保が困難であったり, 地域特性上, 植種源の輸送がコスト面から困難である等の問題を生じるケースがある. 北海道では, 畜舎ピットに溜まった牛フンを屋外の肥溜めに移してラグーン処理(自然発酵)している事例が多い. また, 酪農家によっては, 畜舎の衛生確保を目的に消石灰でアルカリ処理したものをラグーン処理している場合もある. これらが植種源として利用できれば入手の容易性と汎用性や輸送面を考慮した場合に実用的と言える. そこで, 本研究では, 牛フンのメタン発酵実プラントのスタートアップに適用する為の事前評価という位置付けで, 植種源の諸特性について検討した.

2. 牛フン性状

実験に使用した牛フンおよびラグーン汚泥の性状を表-1に示す. 牛ふん中には未消化飼料(コーン)や敷きわらの混入が確認された. TS含有量と粘性が非常に高く, 臭いに関しては, アンモニア臭や硫黄系化合物臭は感じられず, 稲わらが腐敗した様な臭気があった.

表-1 牛フンとラグーン汚泥の性状

分析項目	方法	生牛フン	ラグーン汚泥	2%消石灰添加ラグーン汚泥
pH	下水試験法	7.52	7.53	7.62
Water content (%)	下水試験法	91.80	88.62	88.45
TS (%)	下水試験法	8.20	11.38	11.56
ash (%)	下水試験法	1.29	1.70	2.70
VS (%)	下水試験法	6.91	9.68	8.85
CODcr (g-COD/g-DW)	下水試験法	2.21	1.34	1.96
C/N ratio	C/N corder	22.68	22.84	16.67
total-C (%)	C/N corder	43.39	44.07	41.22
total-N (%)	C/N corder	1.91	1.92	2.46

下記各組成の濃度は, 任意に希釈して測定した値.

Total COD (mg/l)	下水試験法	18,709	28,196	21,907
Sol.COD (mg/l)	重クロム酸カリウム法(HACH)	2,000	7,650	3,900
SS (mg/l)	下水試験法	8,473	20,990	11,205
VSS (mg/l)	下水試験法	7,585	18,622	10,097
VSS/SS ratio	-	0.90	0.89	0.90
T-N (mg-N/l)	Kjeldahl (HACH)	463	1,091	615
Sol.N (mg-N/l)	Kjeldahl (HACH)	252	552	252
NH ₄ -N (mg-N/l)	ネスラ - 法 (HACH)	226	480	241
VFA (mg-COD/l)	ガスクロマトグラフ (FID)	737	3,237	720
Acetate		476	1,594	367
Propionate		143	881	36
I-Butyrate		14	109	195
n-Butyrate		70	389	38
I-Valerate		34	169	N.D.
n-Valerate		N.D.	94	N.D.

3. 植種源によるスタートアップ効果

N市下水処理場の中温嫌気性消化汚泥と北海道のラグーン汚泥をそれぞれ植種源とした際のスタートアップ効果について検討した. なお, 植種源と牛フンの配合比を変えて種菌添加率の効果を併せて検討した. その結果, 嫌気性消化汚泥を植種源とした場合, 容積比5%の添加率で早い段階からメタン生成活性が確認された(図-1). なお, 植種源が無い場合では約2週間のラグが生じた. 一方, ラグーン汚泥を植種源として用いた場合, 消化汚泥よりはその効果が劣るものの, 40%の添加率でラグの短縮化が確認され, 植種源としての有効性が認められた.

キーワード: メタン発酵, 家畜排泄物, FISH, スタートアップ, 植種源

連絡先: 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町茜浜 344-1

大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所 生物工学研究室

TEL: 045-814-7226 FAX: 045-814-7257 e-mail: toshihiro.hoaki@sakura.taisei.co.jp

3. メタン生成活性値の比較

図-2に消化汚泥を植種源として用いた際の基質別メタン活性値の比較実験結果を示す。牛ふんを基質とした場合のメタン生成活性値は0.108(g-COD/g-VSS/day)であり、酢酸単一基質と同等の活性値が得られた。

図-3に、ラグーン汚泥と2%消石灰添加ラグーン汚泥の基質別メタン活性値の比較結果を示す。水素/二酸化炭素を基質とした際のメタン活性値が高く、図-2の消化汚泥と比較しても約2倍(標準系)から5倍(消石灰添加系)の活性値を示した。従って、ラグーン汚泥を植種源として使用することは、メタン発酵の阻害要因である水素分圧に対して抑制効果があるものと推察する。なお、消石灰添加系の方が全ての基質において標準系より高い活性値を示した。消石灰添加ラグーン汚泥は、ラグーン汚泥に比較してVFA濃度が低い(表-1)。VFAのうちC3(プロピオン酸)以上が高濃度に蓄積するとメタン発酵を阻害することが知られており、消石灰添加系ではその抑制効果があるものと推察する。

4. ラグーン汚泥の潜在菌数比較

ラグーン汚泥と消石灰添加ラグーン汚泥の潜在微生物の存在比率についてFISH法で解析した(表-2)。FISH法はAmannの手法³⁾に準じ、真正細菌に特異的なEUB338プローブ⁴⁾、および古細菌に特異的なARC915プローブ⁵⁾をそれぞれ用いた。使用プローブはローダミン蛍光標識(励起波長554nm, 吸収波長576nm)を付与した。カウンター染色はDAPI(励起波長365nm, 吸収波長390nm)を用い、観察は蛍光顕微鏡(OLYMPUS, BX60)を用いた。

ここで、EUB338はメタン菌以外の細菌群集を、ARC915はメタン菌群集をそれぞれ検出するものと考えられる。本結果より、消石灰添加ラグーン汚泥は標準ラグーン汚泥に比較してメタン菌の潜在比率が1.5倍高いことが分かる。本結果は、図-3のメタン活性値の比較結果を支持しており、消石灰ラグーン汚泥中には水素資化性メタン菌が多く潜在しているものと推察する。従って、消石灰ラグーン汚泥は、植種源として有効であることが示唆された。

5. まとめ

- (1) 消化汚泥は容積比5%以上、ラグーン汚泥は容積比40%以上の添加率をもって植種源としてのスタートアップ効果が発揮される。
- (2) 2%消石灰添加ラグーン汚泥は、メタン菌が豊富かつ水素資化性メタン活性値が著しく高い為、植種源として有効である。

6. 参考文献

- 1) 四蔵茂雄, 原田秀樹 (1999) 廃棄物学会誌, 10:241-250.
- 2) 平成10年度版畜産統計, 農林統計協会, 農林水産省経済局統計情報部編集.
- 3) Amann et al., (1995) Microbiol. Rev., 59:143-169.
- 4) Amann et al., (1990). Appl. Environ. Microbiol. 56:1919-1925.

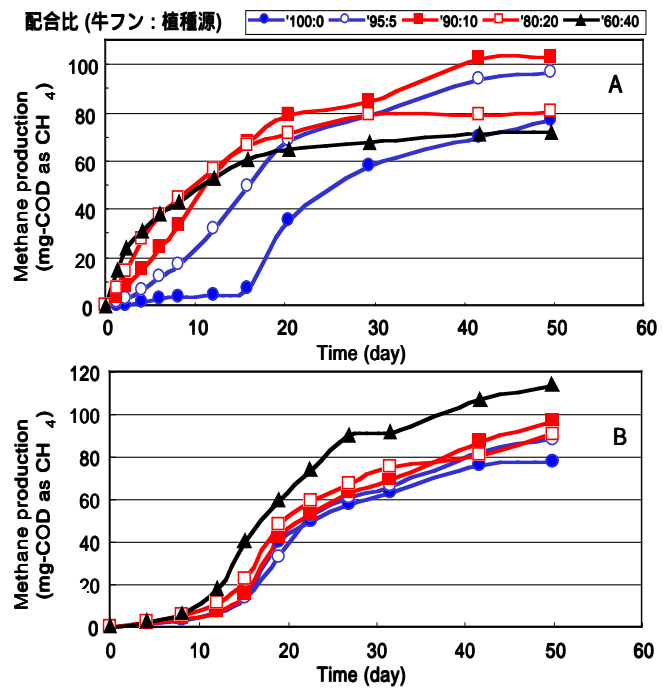


図-1 嫌気性消化汚泥(A)とラグーン汚泥(B)を植種源とした際のスタートアップ効果

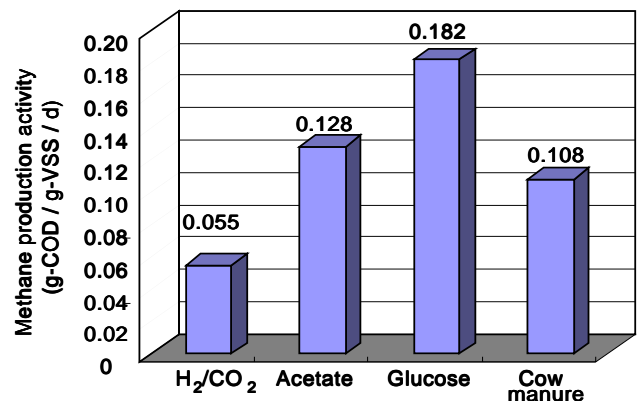


図-2 消化汚泥を植種源とした際のメタン活性値

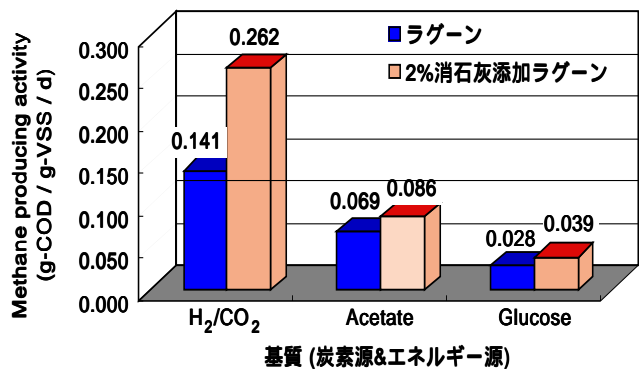


図-3 ラグーン汚泥を植種源とした際のメタン活性値

表-2 FISH法によるラグーン汚泥の潜在菌の比率[%]

DNA ⁺ プローブ	植種源	
	ラグーン	2%消石灰添加ラグーン
EUB338	25.5	23.5
ARC915	9.6	14.6