

## 豚ふんおよび鶏ふんのメタン発酵

大原 益博(滝川畜試)・

泉 和雄・松山 英俊(北開試)

豚ふんおよび鶏ふんを用いて二つの簡単なメタン発酵の実験を行った。実験1はメタンガス生成量とその温度依存性について、実験2は数種土壌によるメタンガス生成量について検討した。

## 材料および方法

## 実験1

300ml三角フラスコに豚ふんおよび鶏ふんと種汚泥を入れ、水分含量が94%になるように水を加え、気相を $N_2/CO_2$  (80/20%)混合ガスで置換して回分発酵を行った。検討した温度は中温発酵より低い15℃, 25℃および35℃の3水準である。種汚泥は釧路の水産加工工場の廃水処理施設の余剰汚泥を用いたメタン発酵の消化汚泥で20℃で培養していたものである。豚ふん, 鶏ふんは滝川畜試で採取した。発酵期間は7月1日から9月8日までの69日間で、終了間際のガス生成量はわずかであった。その間の、ガス生成量とガス組成を経日的に測定した。ガス組成はガスクロマトグラフィーで測定した。各ふん中の揮発酸(VFA)の測定についてC1, C2はイオンクロマトグラフィー, C3~C6はガスクロマトグラフィーで測定した。水分, 総固形物(TS)含量, 揮発性固形物(VS)含量の測定は常法により行った。豚ふんはP, 鶏ふんはCと略し, P-15は豚ふんを15℃でメタン発酵したことを表す。

## 実験2

300ml三角フラスコに豚ふんあるいは鶏ふんを10g, 水を50ml, 種土壌を葉さじ2杯とり, 気相を $N_2/CO_2$  (80/20%)混合ガスで置換して, 15℃, 25℃の2水準で回分発酵を行った。種土壌は8月14日に滝川畜試およびその付近のA養鶏場で採取したもので, 採取地を表1に示した。豚ふん堆肥場の土壌(P1~P3)には豚ふん, 鶏ふん堆肥場の土壌(C1~C4)には鶏ふんを基質とした。めん羊ふん堆肥場の土壌には豚ふん(SP), 鶏ふん(SC)両方を用いた。豚ふんは滝川畜試, 鶏ふんはA養鶏場より採取した。発酵期間は8月15日から9月24日までの40日間である。その間のガス生成量, 組成を経日的に測定した。ガス組成は実験1と同じ方法で測定した。

表1 土壌採取地

No.	略号	採取地
1	S	滝川畜試めん羊ふん堆肥場
2	P1	滝川畜試豚ふん堆肥場
3	P2	"
4	P3	"
5	C1	東滝川A養鶏場鶏ふん堆肥場
6	C2	"
7	C3	"
8	C4	"

## 結果および考察

## 実験1

供試したふんの性状を表2に示した。TS含量は鶏ふんが多かったが, メタン発酵の基質となるVS含量は豚ふん, 鶏ふんとも23%で変わらなかった。有機物が嫌氣的分解を受けてメタンガスになるには, 図

表2 実験1で用いたふんの性状

組成	豚ふん	鶏ふん
水分(%)	70.9	67.6
総固形物(%)	29.1	32.4
揮発性固形物(%)	23.3	23.5
揮発酸 (mg/g)		
ギ酸	0.0295	0.0444
酢酸	4.6694	2.9929
プロピオン酸	2.9879	0.6209
イソ酪酸	0.2574	0.0513
n-酪酸	1.2772	0.4121
イソ吉草酸	0.4008	0.1052
n-吉草酸	0.6705	0.0456
カプロン酸	0.1427	0.0000
合計	10.4354	4.2924

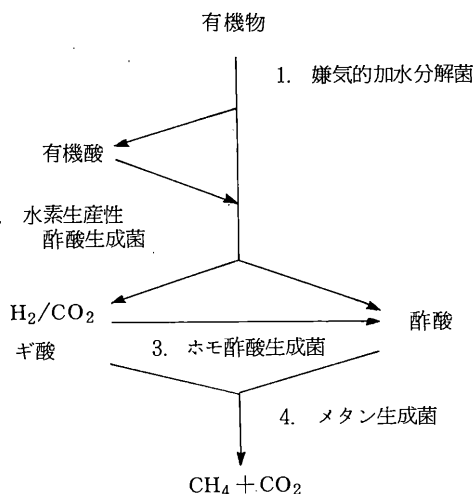


図1 メタン発酵に関する嫌気性菌<sup>1)</sup>

1に示したように生理的性質の異なる細菌グループの作用を受ける<sup>1)</sup>。まず、複雑な有機物が加水分解菌により構成単位の有機物(単糖類, アミノ酸, 脂肪酸等)に分解される。次にこれらは酸生成菌によりVFA等<sup>2)</sup>に分解され、最終的にメタン生成菌によってこれらの中間産物はメタンガスに変換される。一般にメタンガスの70%は酢酸より生成されるといわれている<sup>1)</sup>。また、プロピオン酸以上のVFAも酢酸に分解された後メタンガスへと変換される<sup>2)</sup>。このことからふん中のVFAを検討してみると、豚ふんのVFAの量は鶏ふんの倍あり、その組成も酢酸、プロピオン酸が多く、メタン発酵しやすい基質と思われた。

メタンガス生成量を図2に示した。C-15は発酵に失敗したので省いた。発酵の初期をみても、P-25, P-35のメタン生成が良かった。これについては、前述したようにVFAの量、組成からみて豚ふんが鶏ふんより発酵しやすいためと考えた。初期発酵の遅れた鶏ふんの生成量も20日過ぎると多くなり、最終的には豚ふんの190mlの1.4倍にあたる260ml生成した。

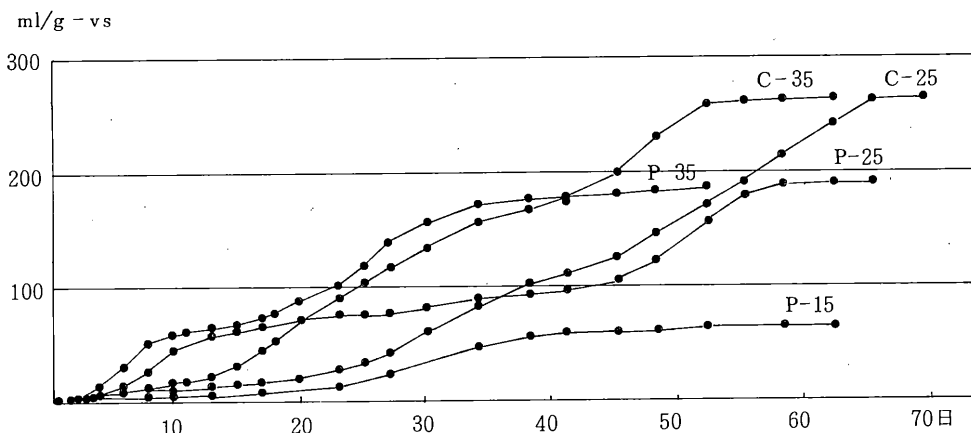


図2 メタンガス生成量(実験1)

温度の比較では15℃の生成量は25℃、35℃に比較して極端に少なかった。25℃、35℃の生成量は豚ふん、鶏ふんそれぞれにおいて同じであった。しかし、25℃の生成量が35℃と同じになるには両ふんとも一週間ほど余計にかかった。今回使用した種汚泥の至適温度は、35℃以上の検討を行っていないが、20℃で培養されていたことを考慮して25℃から35℃付近と思われた。また、25℃から15℃の範囲は、この種汚泥の活性が低下する温度帯と思われた。

実験結果を整理して表3に示した。メタンガス生成量については前述したので省略する。メタンガス濃度は15℃で低かったが25℃、35℃では64%以上で、特にC-25は74%と高かった。VSの分解率は、メタンガス生成量の多かった鶏ふんが高かった。豚ふんの分解率は低く、まだメタンガスが生成しそうに

表3 実験1の結果

	豚ふん			鶏ふん	
	15℃	25℃	35℃	25℃	35℃
メタンガス生成量(ml/g-vs)	65.3	190.8	185.8	265.5	264.6
メタンガス濃度(%)	51.3	64.0	64.9	73.8	63.6
二酸化炭素生成量(ml/g-vs)	46.9	107.5	116.6	151.9	173.8
総固形物分解率(%)	13.4	21.5	24.3	40.6	45.8
揮発性固形物分解率(%)	13.4	21.4	26.0	38.8	45.3

思えた。温度では15℃の分解が少なかった。メタンガス生成量の同じであった25℃と35℃では、分解率も同程度でないかと想定されたが、温度によって分解率に違いがありメタンガス生成量とVS分解率が符合しなかった。一方、二酸化炭素の生成量はVS分解率の高い35℃が多く、活発な微生物活動がうかがえた。このことから、35℃の発酵では活発な微生物の活動により有機物を多く分解したが、それがメタンガス生成に結びつかず、メタンガス生成以外の微生物反応に有機物が消費されたのではないかと想像された。

実験2

各土壌のメタンガス生成量を図3に示した。25℃の発酵ではすべての土壌からメタンガスの生成が認められたが、15℃では4土壌から認められなかった。25℃での生成量は15℃よりはるかに多かった。これについては、土壌を採取した時期が盛夏だったため高温に適した細菌が多く生息していたからであろうと考えた。

P1, P2およびP3の採取場所は数メートルしか離れていない

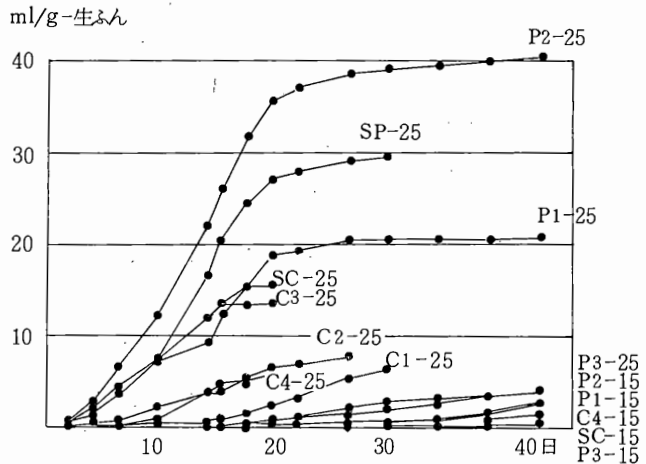


図3 メタンガス生成量(実験2)

のに、25℃での生成量は大きく異なっていた。このことは、よりメタンガスを生成する土壌の存在の可能性を示唆するもので興味ある結果であった。

#### 引用文献

- 1) Zeikus, J. G. (1980) Anaerobic digestion (Stafford, D. A. *et al.* eds.). Applied Science Publishers Ltd. London. 61-89.
- 2) 花木啓祐・松尾友矩・長瀬道彦(1981) 嫌気性消化における脂肪酸の代謝. 下水道協会誌 18: 30-39.