



筑波大学附属坂戸高等学校 (埼玉県)
深井大輔 (顧問: 石井克佳)

家畜の糞の違いによるメタン発生量の変化

本研究は、人間の活動や畜産によって排出される有機性廃棄物の処理法として、微生物を利用した非焼却法を検討したもので、平成19(2007)年度日本農芸化学会大会(開催地 東京)で開催された第3回「ジュニア農芸化学会」で“奨励賞”を受賞した。具体的には、鶏糞と豚糞を原料とした場合のメタン発酵と発生バイオガスの特性を調べ、環境浄化とエネルギー(メタン燃料)生産を基盤とした資源循環システムの構築を提案している。

本研究の目的、方法および結果 (講演要旨集および第10回総合学科研究大会 卒業研究発表者資料集 平成19年2月15日(筑波大学附属坂戸高等学校)を部分的に改変転載した)

【目的】 異なる飼料(野菜くず飼料・穀物飼料)由来の鶏糞と豚糞を用いて嫌気(メタン)発酵し、発生するガスの組成とメタンガス量を調べ、その結果から資源循環について考察する。

【方法】 鶏(10羽)と豚(ミニブタ, 4頭)に、野菜くず飼料(主に小松菜)と穀物飼料を与え、排泄される糞1kgを回収する。回収した糞を自作のガス発生容器に入れ、40℃の加温状態で、メタンの発生量の変化を測定する。

【結果】 メタンガス発生量は、鶏糞よりも豚糞のほうが多く、また発生持続期間も豚糞のほうが長く、メタン発酵には豚糞が適していた(図1)。また、メタンガス発生量は、家畜の種類にかかわらず、野菜くず飼料由来の糞よりも穀物飼料由来の糞のほうが多かった(表1)。しかし、メタン発酵が観察されるまでの時間は、穀物飼料の糞よりも野菜くず飼料由来の糞の場合のほうが早かった。鶏糞と豚糞から発生したメタンガスには、ホルムアルデヒドが0.03 ppm以下で含まれていたが、アンモニ

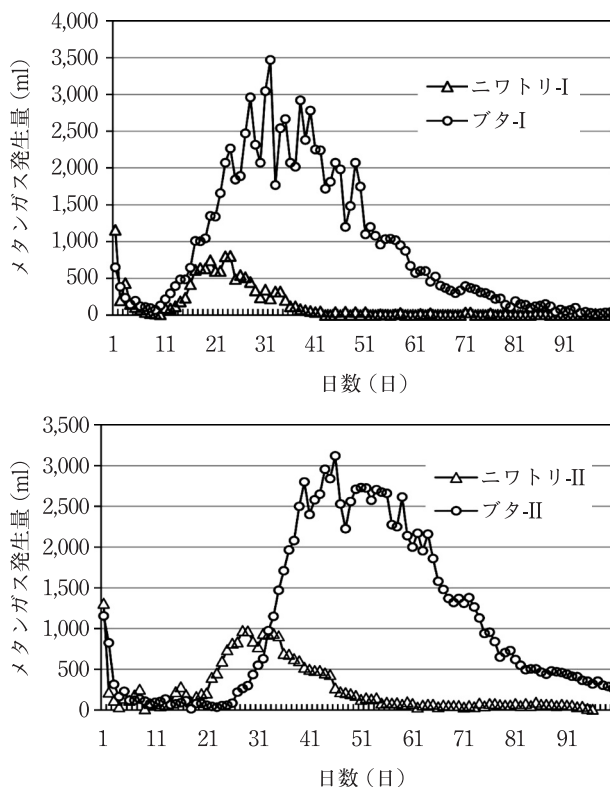


図1 ■ 豚糞と鶏糞からのメタンガス発生量 (第10回総合学科研究大会 卒業研究発表者資料集, 筑波大学附属坂戸高等学校より転載)
上: 野菜くず飼料, 下: 穀物飼料

表1 ■ 糞からのメタンガス発生量

	総メタン発生量 (ml/97日)	
	野菜くず	穀物飼料
鶏糞	13,750	24,770
豚糞	92,890	108,540

ア、硫化水素、塩化水素、フッ化水素、酢酸は検出されなかった。メタンガス濃度を直接測定することはできなかったが、発生したガスに火を近づけたところ青い火をあげて勢いよく燃焼した。このような結果に基づき、本メタン発酵の農家での実用化を目指した「資源循環モデルプラン」を提案した。

資源循環モデルプラン（図2）：休耕田や休耕地を借り、メタンガス発生プラントと家畜を飼う小屋をつくる。そして、各農家から集めた野菜くずを家畜に与える。育った家畜は肉にし、糞はメタン発酵の原料とする。発生したメタンガスは暖房や発電、調理用として利用する。メタンガスと一緒に発生した液肥は、野菜くずの提供量によって、各農家に分配する。その液肥を使い、再び野菜を栽培し、出荷する際に出る野菜くずを家畜に与えることで資源循環が可能になる。

本研究の意義と展望

人間活動や家畜から排出される有機性廃棄物の微生物処理法としては、活性汚泥法、メタン発酵（消化）法、およびコンポスト化（堆肥化）法などが知られている。この中で、メタン発酵は古くから利用されてきた方法であり、その実用化が着々と進んでいる。メタン発酵過程は大きく4段階に分かれる。多糖類、脂質、タンパク質などの構成分子への分解、構成分子の揮発性酸への変換、メタン発酵の主要な基質である酢酸の生成、最後にメタンの生成である。

メタン発酵は、主にアーキア（古細菌）の一種であるメタン菌の作用で進行する。本グループの菌は自然界に広く存在し、嫌気的条件下で水素、ギ酸、酢酸などをメタンに還元する。この能力をもつ微生物は、メタン菌以外には知られていない。メタン発酵効率は、その原料の性質に大きく左右されると考えられている。

本研究では、鶏糞と豚糞を用いた場合のメタン発酵の特性を調べ、鶏糞よりも豚糞のほうが、また野菜くず飼料よりも穀物飼料を与えたほうが、メタンガスの発生量が多いことを明らかにした（表1、図1）。また、メタン発酵開始の容易さに関しては、野菜くず飼料の場合には、メタン発生が観察されるまでに鶏糞、豚糞とも10日間を要し（図1）、穀物飼料の場合には約20日間（鶏糞の場合：20日間、豚糞の場合：25日間）（図1）を要している。つまり、家畜の種類にかかわらず、野菜くず飼料由来の糞ではメタン発酵が起きやすく、穀物飼料由来の糞ではメタン発酵の開始が遅れることになる。

これらの結果には、多くの要因が考えられる。

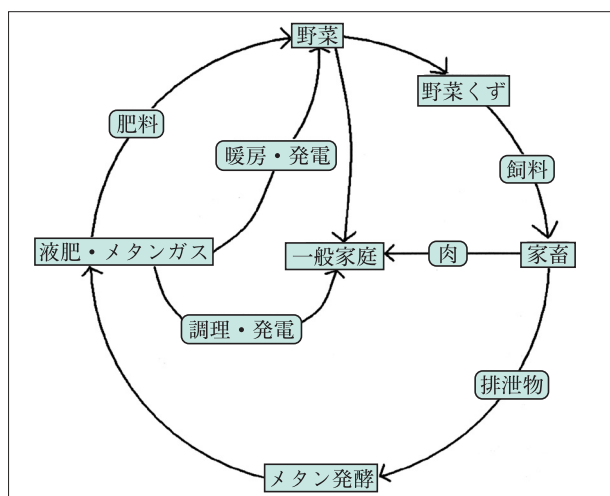


図2 ■ 資源循環モデルプラン（第10回総合学科学研究大会 卒業研究発表者資料集、筑波大学附属坂戸高等学校より転載）

- ①糞の性質の違い：一般的に、豚糞は鶏糞に比べて、水分が多く、pHが低く、かつ石灰分が少ない。
 - ②糞の組成の違い：野菜くず飼料はセルロースが主体であるが、穀物飼料はデンプンが主体であり、消化物（糞）の組成に違いがある。
 - ③細菌叢の違い：鶏と豚の腸内細菌叢が異なり、鶏糞と豚糞に含まれる細菌群に差異がある。
- つまり、鶏糞と豚糞によるメタン発酵は、直接には鶏糞と豚糞の性質とそれらに含まれる細菌群に影響され、豚糞のほうがメタンガスの発生が旺盛であったと考えられる。結論を要約すると、メタン発酵は、穀物飼料よりセルロース系飼料のほうが早く始まるが、メタンガス発生量は穀物飼料のほうが多く、また鶏糞よりも豚糞のほうがメタン発酵に適していることを明らかにしている。興味深い現象である。

一般的にメタン発酵によって生成するバイオガスには、メタン（通常60%程度）の他に二酸化炭素や硫化水素が含まれているため、メタン濃度が100%近い天然ガスと同じように利用できるとは限らない。しかし、鶏糞と豚糞から採取されたバイオガスの中に、メタン運搬のパイプラインの腐食などを促す硫化水素などが含まれていないことは幸いである。メタン発酵により、鶏糞や豚糞は分解されて消化液と呼ばれる液体になる。この消化液の利用法もメタン発酵における重要な問題であるが、一般的には良質の肥料として農地に還元すればよいであろう。

このような結果に基づき、鶏糞や豚糞のような有機性廃棄物を原料としたメタン発酵が、環境保全、持続的な農業生産、およびエネルギーの供給に役立つと結論し

た。発酵施設や畜舎の建設と維持，メタン発酵によって産出されるエネルギーの経済的メリットなどの問題はさておき，メタン発酵を基盤とした「資源循環モデルプラン」の提案（図2）には，生徒の澆刺とした姿勢が見て取れる。メタン発酵の効率を高めることによって，現実的な資源循環モデルとなるであろう。そのためには，メタ

ン発酵の解析が必要であるが，本発酵は複雑な嫌氣的呼吸に基づいており，その理解は学術的にも未だ十分には進展していない。この分野を取り扱う農芸化学分野に進学して，活路を見いだしてくれることを期待したい。

（文責「化学と生物」編集委員会）