

亜酸化窒素・メタンの発生抑制方法の検討 (Ⅲ) — 豚ふんの堆肥化処理開始時期が環境負荷ガスの発生に及ぼす影響 —

白石誠・滝本英二*・小林 宙*・長田隆**

Examination of method to restrain methane and nitrous oxide (Ⅲ)

Makoto SHIRAIISHI, Eiji TAKIMOTO, Hiroshi KOBAYASHI and Takashi OSADA

要 約

本試験は肥育豚舎から搬出される豚ふんの堆肥化処理開始時期が環境負荷ガスなどの発生に及ぼす影響について検討した。

- 1 アンモニアの発生は、発酵温度の上昇と連動したが、早期に堆肥化を行えば発酵期間が短くなるとともに、アンモニアの発生期間も短縮された。
- 2 亜酸化窒素は、アンモニアが低下する堆肥化中期以降に発生が認められるが、早期に堆肥化した場合、発生期間が長くなり排出量も多かった。
- 3 メタンの発生は、放置区が多く、早期に堆肥化することにより抑制が図れる。
- 4 早期に堆肥化すれば、発酵期間の短縮が図れるとともにメタンの抑制に効果的であったが、亜酸化窒素については、発生量が増加する傾向を示したことから今後の検討が必要である。

キーワード：豚ふん、堆肥化、アンモニア、メタン、亜酸化窒素

緒 言

近年、二酸化炭素など温室効果ガスの増加により、温暖化が進行している。

このような状況の中、COP「気候変動枠組み条約に基づく締約国会議」が開かれ、第三回の京都会議において二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、亜酸化窒素(N₂O)、ハイドロフルオロカーボン(HFC)、パーフルオロカーボン(PFC)、六フッ化硫黄(SF₆)の6つの温室効果ガスの削減数値目標と達成期間が合意され、現在約束期間に入っている⁸⁾。また、国連IPCC「気候変動に関する政府間パネル」第四次報告では、過去100年間で約0.74℃気温が増加したとされている²⁾。

この温室効果ガスのうち、畜産に関連するのはCO₂、CH₄、N₂Oで、特にCH₄はCO₂の23倍、N₂Oは296倍の温室効果を持つガスである¹⁾。ところが、これらのガスについて畜産分野での十分な測定事例やその対策はほとんど行われていない⁴⁾。このため、家畜ふん尿処理過程の温室効果ガス発生量の把握やその発生抑制は急務となっている。

そこで、我々はこれまで、畜産経営から発生するNH₃、N₂O、CH₄等の環境負荷ガスについ

て、その発生量や抑制方法を検討してきた。

既報⁶⁻⁷⁾において肥育牛舎から搬出されるふん尿の堆肥化や肥育豚ふんの堆肥化を行い、発生するNH₃、N₂O及びCH₄の実態を調査し、堆肥化過程での発生量を推定した。さらに水分含量の相違による抑制効果について検討し、低水分とすることで発生が抑制できることが確認された。

本報では、豚ふんの堆肥化処理の開始時期が環境負荷ガス発生に及ぼす影響と削減効果について検討したので報告する。

材料及び方法

1 試験システム

測定は既報⁶⁻⁷⁾と同様に図1に示すようなシステムを用いた。すなわち、高さ2.2m、直径3m、容積13m³のチャンバーを屋内に設置して行った。このチャンバーは(独)畜産草地研究所において揮散物質の定量的な測定を目的として開発された装置である⁵⁾。骨組みは金属性パイプを用い、ウレタン樹脂コーティングシートを用いている。チャンバー内の換気はインバータ制御による吸引機により行い、チャンバー下部と床面の間(数cm)から新鮮空気が吸引され、上部から排出される。チャンバー上部から吸引された空気は、吸引

機に導入され屋外へ排気される。換気量は、吸引機の吐出側でピトー管により測定し、1時間あたり130m³となるように制御した。排気は吸引機直前で採取し、測定機器へ導入した。このチャンバー内で堆積繰り返し方式による堆肥化を行った。

1 試験方法

試験区分を表1に試験方法を図2に示した。使用した肥育豚ふんは、当センター内の肥育豚舎からスクレーパーで搬出されたものを用いた。

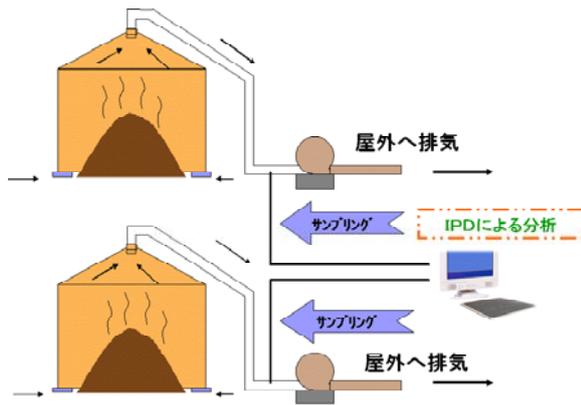


図1 試験システム

搬出時の水分は約70%程度で、この搬出直後の豚ふんに水分調整材として、オガクズを混合し、水分65%として直ちに堆肥化処理を開始した区分を早期区とした。そして、豚ふんをそのままチャンバー内に7日間堆積した後、同様に水分調整を行い堆肥化処理を行った放置区と比較し、環境負荷ガスの発生に及ぼす影響を調査した。

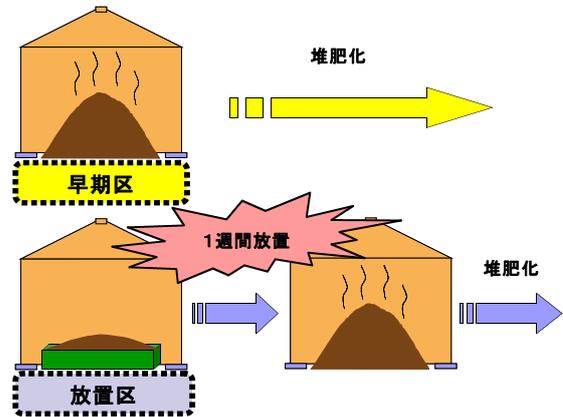


図2 試験方法

表1 試験区分

区分	放置期間 (日)	含水率 (%)	ふん量 (kg)	水分調整材 オガクズ (kg)
早期区	0	65	300	43
放置区	7	65	300	43

2 堆肥化方法

搬出された豚ふんとオガクズを十分混合攪拌した後チャンバー内に堆積した。堆積後の切り返しは、週1回とし、ガスの発生量及び発酵温度が低下した堆肥化後期からは2週間に1回とした。また、切り返しごとに、堆積物のサンプリングと堆積量の計測を行った。

4 測定方法

(1) 発酵温度等の測定

堆積物の発酵温度は、表面から内部20cm及び堆積物内部床面から上部20cmの2カ所で測定した。また、各試験ともチャンバー内部の温度、チャンバー排気の温度及び設置場所の屋内と野外の温度を1時間毎に測定した。

(2) ガスの測定

環境負荷ガスとして、NH₃、N₂O及びCH₄を測定した。測定機器はInfrared Photoacoustic Detector (IPD, INNOVA, 光音響マルチガスモニター1312及びマルチポイントサンプラー1309)を用いて連続的に測定した⁵⁻⁷⁾。

(3) 固形物の測定

固形物の測定は、試験開始時、切り返し時および終了時に行った。水分は、通風乾燥機で80℃、24時間の乾燥により求めた。pHは2NKClにより1:10(堆肥:2NKCl)で希釈したものをガラス電極法により求めた。窒素はケルダール法、アンモニア態窒素、硝酸・亜硝酸態窒素は2NKClで抽出後ブレンナー法により、BODは直読式BODセンサーにより、また、強熱減量による減少量を有機物に読み替え、強熱残留物を灰分とした。

結果及び考察

1 発酵温度

堆積物表面から内部 20cm の部位の発酵温度を図 3 に示した。

発酵温度は、早期区、放置区とも試験開始後急速に発酵温度が上昇し、試験期間中の最高温度は

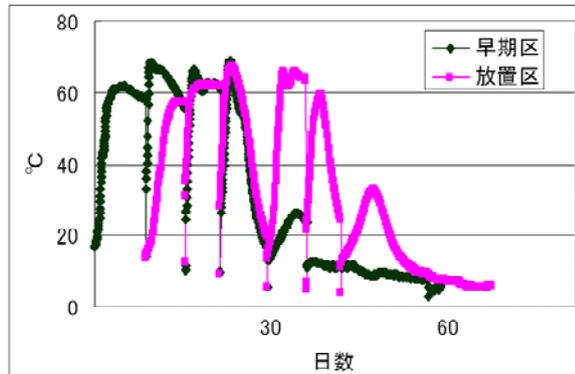


図 3 発酵温度の推移

早期区で 1 回目の切り返し後の 68.9 °C、放置区では 2 回目の切り返し後の 67.4 °C であった。

発酵期間は、早期区で 4 回目の切り返し以降は温度の上昇が緩やかとなったが、放置区では、5 回目の切り返し以降に温度の上昇が緩やかとなり発酵の遅れが認められた。

これは、放置期間中嫌気発酵が進行したためと考えられ、堆肥化は早期に行うことにより発酵期間の短縮が図れると考えられた。

2 NH₃の推移

図 4 に NH₃ 濃度の推移を示した。NH₃ の発生は、発酵温度と同様な傾向を示し、早期区での試験期間中最大濃度は 1 回目の切り返し後の 140.4 ppm であった。以降は切り返しにより増加したが、4 回目の切り返し後は増加せず発酵温度と連動した。放置区についても、同様な傾向を示し試験期間中

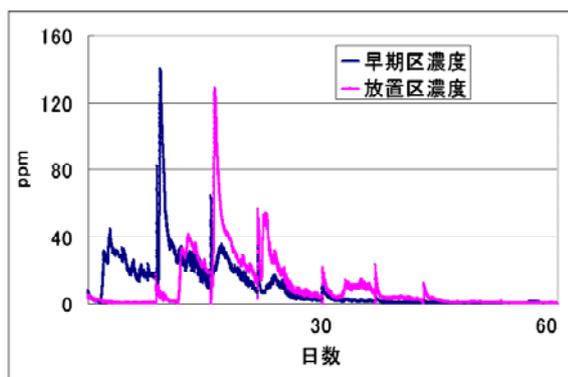


図 4 NH₃濃度の推移

最大濃度は 128.7 ppm と早期区よりも低い値であったが、発酵温度同様発生期間は長くなった。以上のことから、早期に堆肥化を行えば発酵期間が短くなるとともに、NH₃ の発生期間も短縮されると考えられた。

3 N₂Oの推移

N₂O は、早期区では 3 回目の切り返し以降に発生量が増加し、期間中の最大濃度は 0.581 ppm であった。放置区では 5 回目の切り返し以降に急速に増加し、期間中の最大濃度は 0.727 ppm と早期区よりも高い数値であったが、発生期間は早期区が長い結果であった。

いずれにしても、NH₃ の低下が認められてからの発生が多く、これは、NH₃ の硝化及び脱窒過程で発生したものと考えられた⁹⁾。

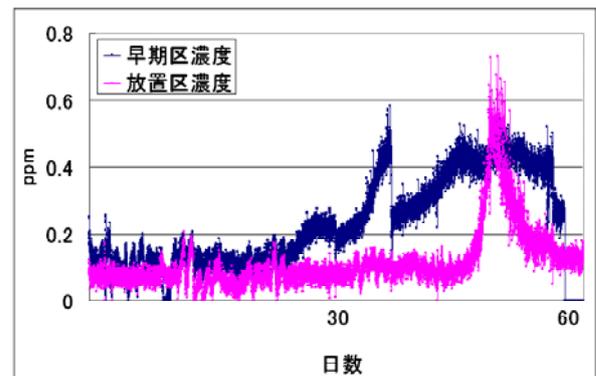


図 5 N₂O濃度の推移

4 CH₄の推移

CH₄ の推移を図 6 に示した。早期区については、試験開始直後が高く検出され、2 回目の切り返し以降は低濃度で推移し期間中の最大濃度は、9.95 ppm であった。

放置区についても試験開始直後が高く検出され、最高濃度は 18.08 ppm であったが、発生期間は放

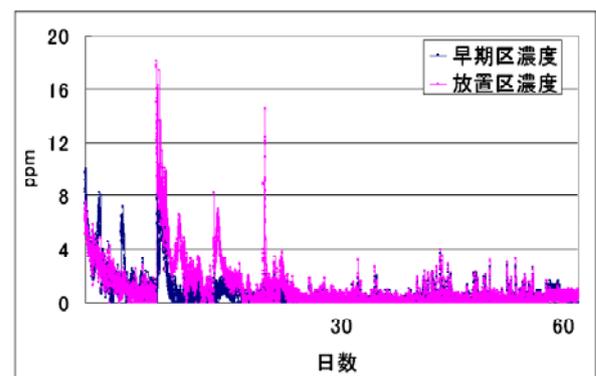


図 5 CH₄濃度の推移

置区が長い結果となった。これらのことから、 CH_4 の発生は、放置区が多く、早期に堆肥化することにより抑制が図れると考えられた。

5 揮散量

各ガスの測定結果から1時間当たりの平均揮散量を算出し、試験期間中の総揮散量を求めて、堆積物の初発の窒素量及び有機物量1 kg当たりの揮散量として表2に示した。

早期区では、堆積物中窒素1 kg当たりの NH_3 揮散量は384.0g、放置区では371.6gと早期区がやや多く発生した。同様に N_2O は、それぞれ16.8g、8.6gで、早期区が約1.9倍多く揮散した。

森ら³⁾は、豚ふんを迅速処理区と一週間放置後処理区に分け試験を行っているが、 N_2O の総排出量は、迅速処理区が多く、投入窒素1 kgに対する放出では放置後処理区に比べ、1.3倍多く発

生したと報告している。本試験も同様な結果となっており、早期に堆肥化を行うことにより N_2O の揮散量は高まる可能性が示唆された。

一方、 CH_4 揮散量については早期区で0.8g、放置区では1.4gと放置区の揮散量が早期区に比べ1.8倍少なく、早期に堆肥化することにより抑制が図れる。

以上のことから、早期に堆肥化を開始すれば、発酵期間の短縮が図れるとともに CH_4 の抑制に効果的であった。 CH_4 は、大気中での寿命が12年¹⁾であり、豚舎から搬出直後に堆肥化を行いガスの抑制を図れば、温室効果の削減が早期に現れる。しかしながら、 N_2O については、大気中での寿命が114年¹⁾であり、発生量が増加する傾向を示したことから将来にわたって温室効果に影響を与え続ける可能性があり早急な検討が必要である。

表2 堆積期間中の NH_3 、 N_2O 、 CH_4 の揮散量

	含水率 (%)	堆積量 (kg)	NH_3 (g/kg-TN)	N_2O (g/kg-TN)	CH_4 (g/kg-VS)
早期区	63.6	343	384.0	16.8	0.8
放置区	64.1	343	371.6	8.6	1.4

引用文献

- 1) Climate Change 2001(2001): The Scientific Basis: Summary for Policymakers (SPM) and Technical Summary (TS), 47
- 2) Climate change 2007(2007) Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report Synthesis Report, 30
- 3) 森和彦・石橋誠・橋口純也・古閑護博(2004)豚ふん堆肥化までの時間差が地球温暖化ガス排出に及ぼす影響. 熊本県農業研究センター畜産研究所試験成績書, 126-127.
- 4) 長田隆(2001)家畜排せつ物からの環境負荷ガスの発生について. Anim. Sci. J. 72, 8, J167-J176
- 5) 長田隆(2002)堆肥化過程で発生する環境負荷ガスの測定. 農業技術, 57, 9, 412-415.
- 6) 白石誠・長田隆・滝本英二・脇本進行・北村直起・奥田宏健(2004)亜酸化窒素・メタンの発生抑制方法の検討-肥育牛ふんの堆肥化過程から発生するアンモニア・亜酸化窒素・メタン濃度-. 岡山総セ研報, 15, 70-75.
- 7) 白石誠・脇本進行・滝本英二・小林宙・長田隆(2006)亜酸化窒素・メタンの発生抑制方法の検討(II)-豚ふん堆肥化過程から発生するアンモニア・亜酸化窒素及びメタン濃度-. 岡山総セ研報, 16, 31-37.
- 8) 社団法人畜産技術協会(2002): 畜産における温室効果ガスの発生抑制(総集編). 6-11.
- 9) 社団法人畜産技術協会(2002): 畜産における温室効果ガスの発生抑制(総集編). 97-98.