

氏 名	たか はし まさ ひろ 高 橋 正 宏
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	論 農 博 第 2658 号
学位授与の日付	平 成 19 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	消石灰を用いた嫌気貯蔵豚糞の堆肥化と消石灰の添加効果

論文調査委員 (主 査) 教 授 廣 岡 博 之 教 授 久 米 新 一 教 授 今 井 裕

論 文 内 容 の 要 旨

家畜排せつ物法が完全施行された今日、畜産環境対策は個々の畜産経営を存続するために非常に優先度の高い課題である。わが国の個々の畜産農家が行っている主な環境対策としては、悪臭軽減、浄化处理、堆肥化处理があげられる。

環境対策のうち堆肥化については適正に処理されても所有地に野積みすることも家畜排せつ物法で禁止されている。このため、自作地で堆肥を還元できない多くの養豚農家においては耕種側に利用しやすい堆肥を生産・販売することが非常に重要と言える。そこで本研究では、豚糞堆肥を生産する上での問題点とその解決策を提示することを目的としている。本論文は以下の6つの章からなっている。

第1章では、畜産経営における環境対策の位置づけと家畜排せつ物処理における堆肥化の意義および堆肥製造過程における条件について概説した。次に、省力化のため堆肥化作業を週に1回程度しか実施しない養豚農家では豚糞が嫌気状態でおかれること、その場合の問題点および対応策の検討の必要性を述べた。

第2章では、まず、嫌気条件下における豚糞の成分の変化を調べた。嫌気貯蔵期間が長くなるほど豚糞中の揮発性脂肪酸含有率は高くなり、pHは低下した。特にn-酪酸およびn-吉草酸の含有率は5倍前後に高くなった。7日間の嫌気貯蔵で豚糞中乾物量の6%が消失し、発酵温度の上昇のための栄養源の損失があった。次に、7日間嫌気貯蔵した豚糞にモミガラを用いて水分調整後、通気を行って堆肥化への影響を調べた。この豚糞は発酵温度が上昇せず、堆肥化が阻害された。この豚糞の揮発性脂肪酸は試験期間中、酢酸のみ含有率が3倍以上に増加した。7日間嫌気貯蔵した豚糞に現物当たり1.0%以上の消石灰を添加すると通常の豚糞同様に堆肥化が進んだ。添加濃度は現物当たり1.0%が適当であり、消石灰添加には堆肥中有機物の分解促進効果があった。

第3章では、堆肥化過程における消石灰添加による有機物分解促進効果をデタージェント分析の手法を用いて評価することが可能か、12ヵ月にわたる堆肥化過程の有機物分画の成分含有率および成分分解率を調べて検討した。消石灰添加直後にリグニンや繊維成分が減少し、分解率の高い成分が増加した。消石灰添加は12ヵ月間で分解可能な有機物の総量を増加させないが、分解速度を速める効果があった。中性デタージェント繊維-酸性デタージェント繊維(NDF-ADF)から求められる分画は堆肥化開始後2週後から分解が一気に進み、もっとも分解率の高い成分であった。堆肥化過程におけるリグニンの分解過程を調べるには、酸性デタージェントリグニン(ADL)より中性デタージェントリグニン(NDL)が適していた。NDF-ADFおよびNDLはほぼ同時に分解し始めた。これらの結果より、豚糞モミガラ堆肥ではデタージェント分析を用いて堆肥化過程の有機物分解の特徴について評価できることを示した。

第4章では、豚糞モミガラ堆肥への消石灰添加が堆肥化過程における発生臭気に及ぼす影響について調べた。アンモニアは消石灰添加直後に急激に発生し、添加率が高いほど濃度も高かった。堆肥化が阻害された嫌気貯蔵豚糞はアンモニアがほとんど検出されないが、プロピオン酸、n-酪酸、n-吉草酸の発生量は多かった。硫化水素はもっとも消石灰添加の影響を受け、1.0%以上の添加によって発生量が激減した。

第5章では、豚糞の堆肥化における消石灰添加が電気伝導度（EC）とミネラル溶出率におよぼす影響について調べた。ECは消石灰添加率が高いほど低くなった。ECが低下するのは、リン、カルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウムの水への溶出率が消石灰添加によっていずれも低下するためであった。特にリンとマグネシウムの低下率が大きかった。消石灰添加によってカリウムとナトリウムの水への溶出率が低下するのは交換性陽イオンとなるためであった。リン、カルシウム、カリウム、ナトリウムの酸への溶出率は消石灰添加率にかかわらずほぼ90%以上であったが、マグネシウムは消石灰添加率が高くなるほど溶出率が低下した。植物の根は交換性陽イオンや酸可溶ミネラルを吸収可能であることから、マグネシウムを除いて消石灰を添加しても堆肥のミネラル成分の利用性はほとんど低下しないと考えられた。

第6章では、これまでの章の結果を用いて、養豚農家への提言について総合考察を行った。豚糞を嫌気的狀態で貯蔵後に堆肥化する過程で生じる発酵阻害は、堆肥原料当たり1.0%の消石灰を添加することで防止することが可能であることが示唆された。しかし、消石灰を添加することでアンモニアが大量に発生するため、添加作業時のアンモニア中毒の危険性、アンモニア臭の増加、窒素揮散による肥料の価値の低下に留意する必要がある、この方法はあくまで堆肥発酵が阻害されることを想定しての緊急避難の技術と考えられた。また、堆肥化過程における嫌気貯蔵豚糞の揮発性脂肪酸の悪臭は消石灰添加によって劇的に減ずることは難しく、揮発性脂肪酸に対する悪臭対策に細心の注意を払うことが必要と考えられた。母豚200頭規模の養豚農家における消石灰の添加コストは、豚糞1日分当たり2,000円以内となり、この方法は人力による作業も新たな設備投資も必要としないため有効であると考えられた。

論文審査の結果の要旨

今日の畜産経営は、乳、肉、卵などの畜産本来の生産活動が順調に推移していても、畜産環境対策がままならず撤退せざるを得なくなる場合が少なくない。近年、家畜排せつ物法が完全施行され、畜産環境対策は個々の畜産経営を存続するために非常に優先度の高い課題となっている。中でも堆肥化処理は、家畜排せつ物を低コストで耕種農家が扱いやすいものとし、有価で経営外に持ち出すことができるもっとも有効な手段と考えられる。本論文は、養豚農家における豚糞堆肥化技術について検討したものである。評価される主な点は以下のとおりである。

1. これまで、堆肥生産現場において水分調整および通気など堆肥化条件を備えていても堆肥温度が上昇しない場合があることが経験的に知られていた。本研究では、この堆肥発酵阻害のメカニズムは、好気的条件下で酢酸が大量に生成されて生じることを示した。また、堆肥発酵阻害は現物当たり1.0%の消石灰添加で容易に回避できることを示した。
2. 豚糞は嫌気的条件下に置かれることで易分解性有機物にかなりの損失が生じることと、悪臭物質である揮発性脂肪酸が大量に増加することを示した。
3. 消石灰添加は、堆肥原料の有機物の利用性を改善することを示した。
4. 堆肥化過程の有機物分解の特徴を粗飼料分析で用いられるデタージェント分析でも評価できることを示した。
5. 消石灰添加直後にアンモニアが大量に発生する一方、堆肥化過程において硫化水素が劇的に減少することを示した。
6. 消石灰添加率が高いほど製品堆肥の電気伝導度（EC）が低くなることを示した。その原因は、堆肥内の水溶性イオンが減少して交換性陽イオンや酸可溶性が増加するためであることを示した。

以上のように、本論文は嫌気貯蔵を経た豚糞の性状および堆肥化への影響を明らかにするとともに、消石灰というありふれた資材を用いることでこの嫌気貯蔵豚糞の堆肥発酵阻害を防止する技術を示し、さらに堆肥化過程における有機物分解、発生臭気、ECおよびミネラル成分の肥料の価値に対する消石灰添加の影響を多角的な視点から評価した点で、畜産環境学および家畜管理学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成19年7月19日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。