

1 1. 各種資材を用いた乳牛糞尿の臭気抑制および堆肥化促進効果に関する研究

畜産科学科 環境総合科学講座 谷 昌幸
メールアドレス masatani@obihiro.ac.jp

研究の概要

【目的】 これまでの研究より、上質古紙からリサイクルペーパー(衛生紙)を製造する工程で発生する産業廃棄物であるペーパースラッジについて、造粒・乾燥・炭化して得られた“ペーパースラッジ炭化物(PSC)”を家畜糞尿等に添加することにより、糞尿の著しい臭気抑制効果と堆肥化促進効果を引き起こすことが認められてきた。これらの効果は、実験室レベルおよび実規模実証レベルのいずれでも顕著に認められており、農畜産業用資材としての利用促進と活用が期待されている。本研究では、PSC による糞尿の臭気抑制と堆肥化促進のメカニズムを解明し、新たな資材の検索と開発を行うことを目指し、同資材を構成する成分毎について糞尿への添加・培養試験を行い、効果の検証とメカニズムの解明を行うことを目的とした。

【方法】 供試試料として、畜産フィールド科学センターのフリーストール牛舎内から乳牛の糞および尿を採取した。糞については、フリーストール牛舎の牛床から除糞前に採取した。尿については、同牛舎内で乳牛の排泄行動時に採取した。採取した糞と尿を実験室に持ち帰り、糞と尿を 2:1 の割合で混合し粗大な麦稈や飼料を除去するために 1cm の篩を通した。処理後の糞尿の水分含量は約 90% となった。牛糞尿の臭気抑制および堆肥化促進効果が認められている PSC、その構成成分である固定炭素(活性炭)、酸化鉄、水酸化鉄、炭酸カルシウムおよび焼成カオリナイトなどの資材を糞尿に添加し、35℃および 55℃の培養器内にて加湿空気を送り込みながら 10 日間培養した。一定期間毎に容器を通過した空気をテドラーバッグに採取し、ガス検知管およびにおいセンサー等を用いて臭気を測定した。培養後の糞尿を採取し、乾燥および粉碎後に全炭素・窒素含量等の理化学性の分析、腐植酸の形態分析等を行い、糞尿の性状変化について調べた。

【結果】 糞尿に由来する臭気は培養温度によって大きく異なり、55℃の培養よりも 35℃で培養した糞尿で臭気が著しく高い傾向にあった。とくに、55℃での培養では全ての処理区で硫化水素が検出されなかったのに対し、35℃での培養ではほとんど全ての区で硫化水素が検出され、その濃度は 0.3~3.8ppm の範囲であった。硫化水素は還元性の含硫ガスであり、低濃度でも臭気強度が極めて高く、かつ生物に対して毒性の強いガスである。PSC を添加した処理区では、いずれの培養温度においても硫化水素が検出されず、これまでの研究により得られた結果と同様に、臭気抑制効果が認められた。PSC と同様に硫化水素に対して抑制効果を示した資材は酸化鉄や水酸化鉄などの鉄を含む資材であり、活性炭やカオリナイトを添加した処理区では対照区よりも硫化水素臭が増加した。においセンサーで測定した総合臭気についても、55℃の培養よりも 35℃で培養した糞尿で指示値が高かった。35℃での培養では、PSC を添加した処理区で総合臭気は顕著に抑制され、次いで酸化鉄や水酸化鉄を添加した処理区で臭気が対照区よりも低くなった。PSC による糞尿の臭気抑制効果に大きく貢献しているのは、PSC に含まれている結晶質酸化鉄や非晶質水酸化鉄などの成分であると考えられたが、いずれの資材も PSC の臭気抑制効果を上回る程度ではなかった。

一方、PSC による糞尿の堆肥化促進効果については、とくに糞尿の腐植化に注目した。これまでの研究では、PSC の添加により糞尿中有機物の分解や無機化が促進されるだけでなく、黒色味の強い腐植物質が生成し、糞尿の腐植化度が顕著に増加することが示されてきた。腐植化度の増加は、35℃

での培養よりも 55℃での培養を行った糞尿で著しく、PSC を添加した処理区では対照区よりも腐植化度が高かった。活性炭、炭酸カルシウム、カオリナイトを添加した処理区は対照区と同程度の腐植化度であったのに対し、酸化鉄や水酸化鉄を添加した処理区では腐植化度が著しく高く、PSC 添加区を上回った。また、腐植物質と結合した鉄を比較した結果、PSC を添加した処理区で鉄-腐植複合体に由来する鉄量が極めて高く、酸化鉄や水酸化鉄を添加した処理区でも対照区より鉄-腐植複合体に由来する鉄量が高かった。これらのことは、PSC に含まれる鉄が糞尿中の腐植物質と複合体を形成することにより腐植物質の安定化と腐植化度の増加に貢献していることを示唆している。一方、腐植酸の光学的特性を示す相対色度(RF 値)は PSC を添加した処理区でのみ対照区を大きく上回り、その他の資材を添加した処理区では大きな変化が認められなかった。つまり、PSC を添加した処理区でのみ腐植酸の質的な変化、とくに腐植化の進行(RF 値の増加)が認められたのに対し、酸化鉄や水酸化鉄の添加では、鉄との結合による腐植物質の安定化は認められたものの、腐植酸の光学的特性の変化を引き起こさないことが示された。

以上のように、糞尿の臭気抑制効果および堆肥化(腐植化)促進効果のいずれについても、PSC を構成する非晶質水酸化鉄ないし結晶質酸化鉄が大きく関与していることが明らかとなった。ただし、水酸化鉄や酸化鉄の添加のみでは PSC の効果には及ばなかった。PSC は固定炭素を含む多孔質資材であり、汚泥の凝集材として添加されたポリ硫酸鉄が炭化により部分酸化され、酸化鉄と水酸化鉄の混合物として多孔質表面に広く分布していると考えられる。このような鉄の物理的な存在形態が糞尿との反応性を高めている可能性がある。また、腐植物質と鉄の複合体の増加だけではなく、腐植酸の光学的特性を変化させたことから、多孔質表面に吸着される活性酸素などによる触媒効果が関与している可能性も十分に考えられる。さらに、酸化鉄と他の構成成分との相互作用により臭気抑制効果と腐植化促進効果を引き出している可能性もあり、今後の検討が必要である。

【参考】本研究の結果は、下記の卒業研究論文にまとめられた。

「ペーパースラッジ炭化物の構成成分が高水分乳牛糞尿の臭気抑制に及ぼす影響」、綾羽洋絵、畜産環境科学科平成 17 年度卒業論文

「ペーパースラッジ炭化物の構成成分が高水分乳牛糞尿の腐植化促進に及ぼす影響」、佐々木志乃、畜産科学科平成 17 年度卒業研究