

牛ふん尿の堆肥化過程における油脂添加の影響

柳澤淳二¹⁾・中村和久²⁾・瀧澤秀明²⁾・市川あゆみ³⁾・加藤 淳⁴⁾・
畠山由香里⁵⁾・堤 公生²⁾

摘要：家畜ふん尿の堆肥化では、処理作業の効率化のため減量化が大きな課題である。そこで、オガクズを混合した牛ふん尿の堆肥化過程における油脂添加の影響を明らかにするため、堆積物の温度(品温)と成分組成の推移について調査した。堆肥化は150 L容堆肥化試験装置を用いて18週間堆積し、油脂は廃白土とたまり粕を用いた。

油脂添加により、堆積物の品温は、油脂の種類と添加時期に関わらず60℃以上まで上昇した。また品温は、油脂無添加の場合は堆積後8または9週目から最高気温よりも10℃以上高く推移したが、油脂添加の場合には最高気温以上に上がらなかった。油脂添加により、無添加に比べて堆積物中の水分量は減少し、特に堆積期間後半の難分解性有機物(ADF)の減少が抑えられた。たまり粕を添加した場合は、水分の減少と堆積期間前半のADFの減少により堆積物量は減量したが、廃白土を添加した場合は、灰分が高くなり、かつADFの分解が抑制されて減量しなかった。

これらのことから、堆積物の減量化を考えた場合、牛ふん尿の堆肥化過程での油脂添加は、無機物主体の廃白土より有機物からなるたまり粕の方が有利であった。

キーワード：牛ふん尿、油脂、水分、難分解性有機物、減量化

緒 言

家畜ふん尿の堆肥化は汚物感を無くするだけでなく、作業量を減らし、処理作業を効率的にするためにも減量化(減容化)が求められる。牛ふんに油脂を添加すると、発酵温度を高め水分を減少させるが、有機物の分解率が低下すると報告されている¹⁾。また、堆肥化過程に関する研究では、減量化を前提とした成分の量的な推移に関するアプローチが少ない^{2,3)}。

このため、牛ふん堆肥の敷料利用を目的に実施した二つの試験から得られたデータを用いて、堆肥化過程における堆積物の温度と有機物量の推移に着目し、牛ふん尿の堆肥化過程における油脂添加の影響と堆積物の減量化について検討した。

に調整した。これを縦50 cm×横50 cm×高さ60 cmの150 L容堆肥化試験装置に約100 kg充填し、18週間堆積した。添加した油脂は、食用油に由来する油脂を粗脂肪として乾物中16%前後含む廃白土(2013年5～10月実施試験)と、たまり原料である大豆由来で粗脂肪を乾物中に28%前後含むたまり粕(2015年6月～10月実施試験)を用いた(表1)。

廃白土はそれぞれ堆積開始2週後、4週後、6週後に、たまり粕はそれぞれ堆積開始時、2週後、4週後に添加した。添加量は、どちらも堆積開始時の堆肥化原料に対して現物重量で11%相当量とした。

繰り返し作業は、油脂添加の有無に関わらず、堆積開始後10週までは毎週、その後は2ないし4週間隔で堆積物を堆肥化装置から全量取り出して攪拌後に再度充填した。その際に、堆積物の一部を成分等の分析試料として採取した。堆積後10週までは堆肥化装置の底部から毎分

材料及び方法

1 堆肥化と油脂添加の方法

愛知県農業総合試験場のフリーストール牛舎から排出された乳牛ふん尿にオガクズを混合して水分を75%前後

表1 添加した油脂の性状

現 物	水分 (%)	灰分 (乾物%)	pH	粗脂肪 (乾物%)
廃 白 土	10.8	74.1	3.2	15.6
たまり粕	33.7	14.8	5.1	28.1

¹⁾畜産研究部(現尾張農林水産事務所) ²⁾畜産研究部 ³⁾環境基盤研究部 ⁴⁾豊田加茂農林水産事務所
⁵⁾退職

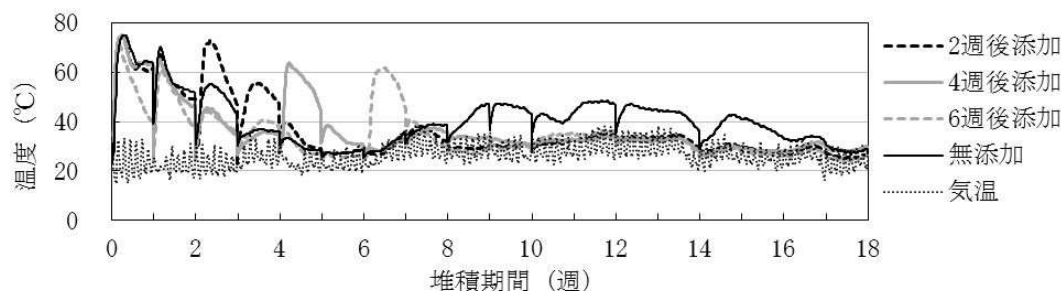


図1 廃白土の添加による品温の推移

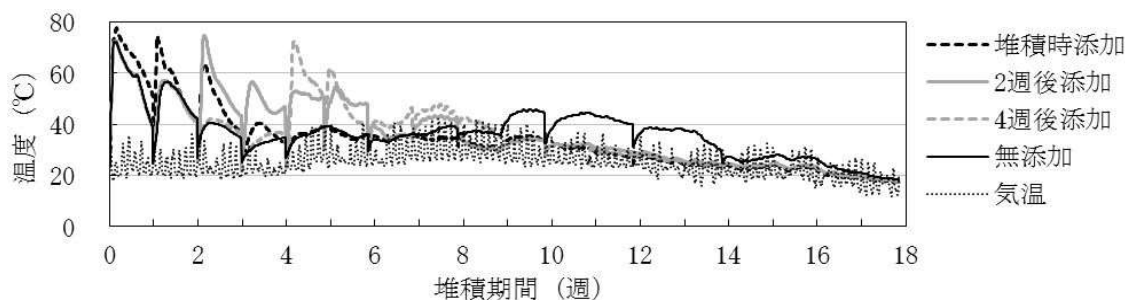


図2 たまり粕の添加による品温の推移

10 L前後の通風を実施した。

2 調査項目

堆積期間中は、堆積物の表面から20 cm深部の温度(以下、品温と称す)と気温を温度データロガー(商品名おんどりRTR-52、株式会社T&D、松本市)で計測した。切り返し時に採取した試料の一部を105°Cで24時間乾燥させて、乾燥前後の重量より乾物率を求め、水分率を算出した。550°Cで4時間焼却した残存物量と焼却前の乾物量より灰分率を算出し、乾物率から灰分率を減じて有機物率を求めた。飼料分析法⁴⁾により酸性デタージェント繊維(以下、ADF)を求めて難分解性有機物⁵⁾とした。また、乾物から灰分、ADFを減じて易分解性有機物とした。

3 成分量の算出方法

堆肥化の過程で堆積開始時の成分量が相対的にどう推移するかを見るために、堆積開始時の総重量(もしくは乾物量)を100とした指数で示した。

灰分は堆肥化過程で増減しない⁶⁾ことを前提とし、試料採取時の灰分率と試験開始時の灰分量から、試料採取時の乾物量を算出した。また、求めた乾物量に試料採取時のADF率を乗じてその時のADF量を計算した。

乾物量から灰分量を減じて有機物量とし、有機物量からADF量を差し引いて易分解性有機物量を算出した。さらに、推移後の乾物率と乾物量から算出した堆積物現存量から乾物量を差し引いて、推移後の堆積物の水分量とした。

結果

1 堆積物の品温

堆積物の品温と気温の推移について、廃白土添加の結

果を図1に、たまり粕添加の結果を図2に示した。

油脂添加の有無に関わらず、品温は堆積開始直後から1~2週間は60°C前後まで上昇し、その後下降した。しかし油脂添加の場合、油脂の種類及び添加時期に関わらず、品温は油脂添加直後に再度上昇し60°Cを超えた。廃白土よりもたまり粕の方が添加後の高温が長く続いた。油脂無添加の場合には、堆積開始3ないし4週後に、品温はその時の最高気温前後まで一旦低下したが、再度上昇し、最高気温よりも10°C以上高い品温が9ないし10週目から数週間続いた。これに対して油脂添加の場合はいずれも、8ないし9週目以降の品温は最高気温前後に留まった。

2 堆積物の水分量

図3に堆積開始時の水分量を100とした指数で、廃白土添加による堆積物の水分量の推移を示した。

堆積物中の水分量は、廃白土を添加した場合はいずれも添加後2週間で急速に減少し、その後は緩やかに減少した。これらの結果、水分量はいずれも堆積終了時には堆積開始時の40%以下に減少し、添加時期が遅いほど減少量が多くなる傾向が見られた。廃白土無添加の場合の水分量は、堆積開始2週間で急激に減少し、その後は緩やかではあるが減少傾向が続いた。その結果、油脂無添加の場合の水分量は堆積終了時には堆積開始時の31%となり、油脂添加の場合と同等となった。

図4にたまり粕を添加した場合の堆積物中の水分量の推移を、図3と同様に堆積開始時を100とした指数で示した。

たまり粕を添加した場合の水分量は、添加後4週間程度継続的かつ速やかに減少した。その後も緩やかながら減少し続け、堆積終了時には添加時期に関わらず、堆積開始時の20%前後にまで減少した。たまり粕無添加の場合には、堆積開始3週間は水分量は急速に減少したが、その後の減少は緩やかとなった。しかし、たまり粕を添加

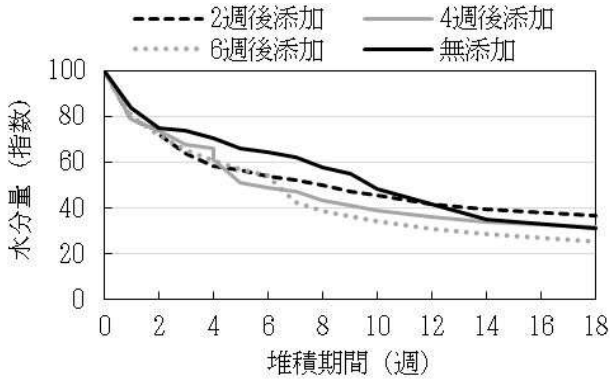


図3 廃白土添加による堆積物水分量の推移 (堆積開始時を100とした指数で示す)

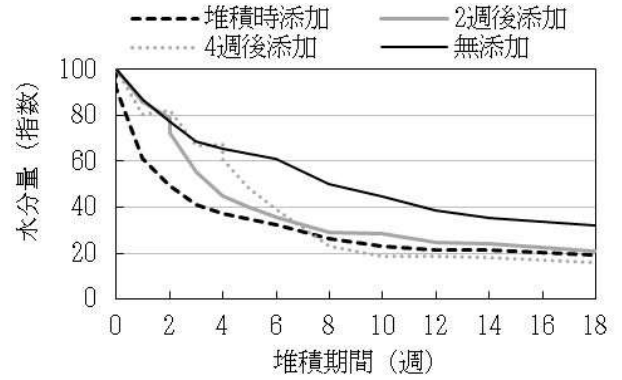


図4 たまり粕添加による堆積物水分量の推移 (堆積開始時を100とした指数で示す)

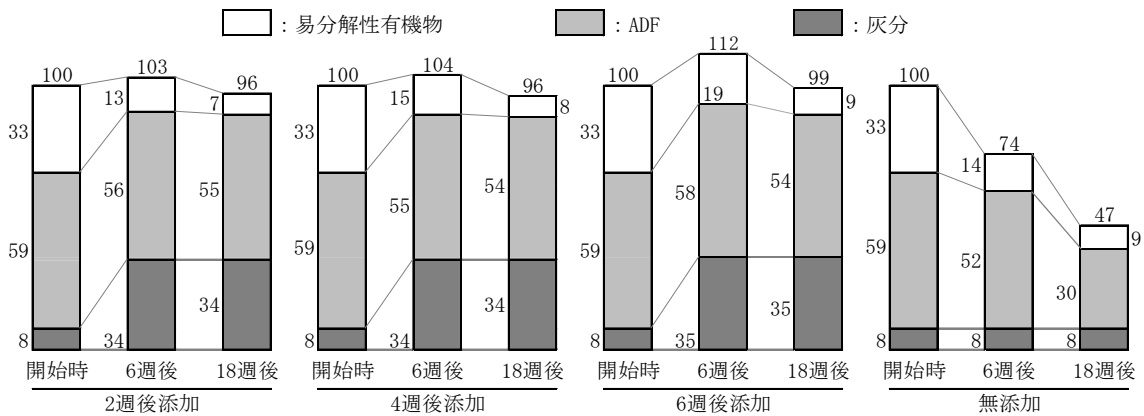


図5 廃白土添加時期と堆積後の成分量の推移 (堆積開始時の総重量を100とした指数で示す)

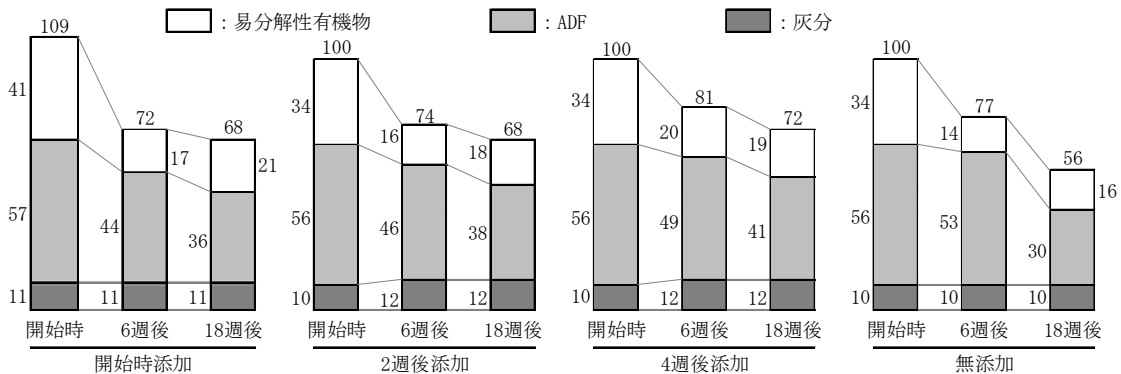


図6 たまり粕添加時期と堆積後の成分量の推移 (堆積開始時の総重量を100とした指数で示す)

した場合ほど減少せず、18週で32%となった。

3 堆積物の成分量

図5に廃白土添加による堆積物の成分量の推移を、堆積開始時の乾物量を100とした指数で示した。

廃白土無添加の場合、堆積日数が増すにつれて、易分解性有機物とADFは減少し、特にADFは半減した。しかし、廃白土を添加した場合は、堆積期間を通じてADFの減少量が少なく、堆積開始時に59%あったADFが試験終了時には54~55%に留まった。また、廃白土を添加した場合

は灰分が増加したため、結果として18週間堆積しても乾物量はほとんど減量しなかった。

図6にたまり粕添加による堆積物の成分量の推移を、堆積開始時のたまり粕添加前の乾物量を100とした指数で示した。

ADFは、廃白土添加の場合とは異なり、堆積日数が増すにつれ減少した。しかし、その程度は無添加の場合と比べて少なく、特に堆積後半(堆積6週以降)にADFの減少が抑制された。

表2 廃白土添加による堆積物量への影響

添加時期	成分	堆積開始時 ¹⁾	堆積終了時 ¹⁾	堆積物減少率(%)
堆積2週後	乾物	24.4	23.3	49
	水分	75.6	27.8	
堆積4週後	乾物	24.4	23.6	53
	水分	75.6	23.7	
堆積6週後	乾物	24.4	24.2	57
	水分	75.6	18.9	
無添加	乾物	24.4	11.4	65
	水分	75.6	23.4	

1) 堆積開始時の総重量を100とした指数で示す

表3 たまり粕添加による堆積物量への影響

添加時期	成分	堆積開始時 ¹⁾	堆積終了時 ¹⁾	堆積物減少率(%)
堆積開始時	乾物	25.5	17.2	69
	水分	74.5	14.2	
堆積2週後	乾物	25.5	17.4	67
	水分	74.5	15.6	
堆積4週後	乾物	25.5	18.5	69
	水分	74.5	12.0	
無添加	乾物	25.5	14.0	62
	水分	74.5	23.8	

1) 堆積開始時の総重量を100とした指数で示す

4 堆積物量

表2に廃白土を、表3にたまり粕をそれぞれ添加した場合の堆積物量の変化を示した。

廃白土の添加では、灰分の増加もあって乾物はほとんど減少しなかった。その結果、堆積物減少率は低く、無添加の場合と比べて減量しなかった。たまり粕の添加により、無添加の場合に比べて乾物の減少程度は少ないが、水分の減少程度が多い結果、堆積物の減少率が大きく、無添加の場合よりも減量した。

考 察

牛ふん尿の堆肥化過程で油脂を添加すると、その直後に堆積開始直後に匹敵するほどの品温上昇が見られた。これは油脂の分解による発熱⁷⁾によるものであり、その結果、水分の蒸散が促進されて堆積物の水分量が顕著に減少した。

油脂を添加しない場合には、堆積開始直後の温度上昇に続き、一旦最高気温付近まで下降した品温が堆積期間後半には40℃を超えるほどに再上昇した。この時期は有機物がADFを主体に緩やかに減少しており、セルロースの分解が進んだものと考えられた。これに対して、油脂添加の場合は堆積期間後半に品温上昇が見られず、ADFの減少が抑制される傾向が見られた。この傾向は廃白土で顕著であった。

油脂添加によってADFの分解が抑制されたことは、セルロース分解に関与する糸状菌や放線菌の活動が抑制されたもの⁸⁾と思われる。その原因として、セルロース分解菌は常温を好むとされており、油脂分解による60℃超の品温上昇がセルロース分解菌の増殖に影響したのではないかと考えられる。しかし、たまり粕添加では品温の高い堆積前半にもADFの分解が見られ、この時期には無添加の場合よりもADFは減少した。これらの結果から、従来のセルロース分解菌のほかたまり製造に関わる微生物等たまり粕に含まれる微生物がセルロース分解に関与したと考えられ、堆積期間前半と後半でセルロース分解に関与する微生物が異なる可能性がある。堆肥化過程における微生物は、温度や酸素濃度、微生物によって産生される分解基質の種類や量などの環境によって複雑多

岐に渡り、優占種や種の多様性が変動する⁹⁾ため、その動態を明らかにすることは困難である。しかし近年、遺伝子解析法による微生物の群集構造の探求も盛んとなり、今後は堆肥化過程で見られる現象の微生物学的な原因究明が進むことが期待される。

今回、廃白土を添加した場合は灰分が高く、堆積物の減量化には至らなかった。これに対して油脂以外の有機物を含むたまり粕は、油脂の分解によるものに加え、堆積期間前半で有機物が分解されて水分の減少がさらに促進され、堆積物の減量化がなされた。牛ふん尿の減量化の観点から、無機質主体の廃白土よりも、有機物主体のたまり粕の方が望ましいと思われる。

引用文献

1. 関誠, 小柳渉. 搾乳牛ふんの堆肥化処理における廃食用油の添加効果. 新潟畜試研報12. 26-28(1998)
2. 加藤博美, 早川岩夫, 沢田守男, 山川芳男. 家畜ふん尿のコンポストに関する研究(第7報). 愛知農総試研報13, 453-460(1981)
3. 河原弘文, 脇屋裕一郎, 坂井隆宏, 永渕成樹. 生産量抑制および減量化を目指した堆肥発酵促進技術の開発(第2~5報). 佐賀畜試試験研究成績書. 52, 59-81(2016)
4. 日本科学飼料協会. 飼料分析基準注解 第三版. 飼料分析基準研究会編. 東京. p. 27-29(1998)
5. 小柳渉, 安藤義昭, 棚橋寿彦. 有機質資材の分解特性とその指標. 土肥誌. 78(4), 407-410(2007)
6. 張建国, 加茂幹男, 阿部佳之, 河本英憲, 青木康浩. 粗灰分含量を指標として堆肥化過程における乾物および有機物の分解率を推定する簡易な方法. 日畜会報. 75(1), 61-66(2004)
7. 市川明, 中谷洋, 加藤博美, 加納正敏, 増田達明, 杉山弘行. 豚ふん堆肥化における廃食用油添加の効果(第1報). 愛知農総試研報30, 313-316(1998)
8. 加藤博美, 早川岩夫, 沢田守男, 山川芳男. 家畜ふん尿のコンポストに関する研究(第6報). 愛知農総試研報13, 448-452(1981)
9. 中井裕. 微生物資材とコンポスト化過程の微生物群集. 畜産の研究58(11), p. 1186-1192(2004)