

試験データから堆肥化過程を考える

農業総合試験場畜産研究部 やなぎさわ 柳澤 じゅんじ 淳二 ほか

1. はじめに

家畜ふん尿の堆肥化過程における堆積物の温度(品温)と有機物成分の推移から、異なる試験ではあるが、実施条件が似た試験データを比較することで、堆肥化過程に対する気温の影響について考察した。

2. 検討方法

2013年に実施した150L堆肥化装置(図1、縦50cm×横50cm×高さ60cm、以下堆肥化装置と略す)を使用した試験データを利用した。堆肥化原料として、農業総合試験場畜産研究部養牛研究室のフリーストール牛舎から排出される乳牛のふん尿に、オガクズを副資材として加え、水分75%前後に調整したものを供試した試験である。



図1 150L堆肥化装置

比較的気温が高い5~9月(以下、夏)と、気温が低下する10~1月(以下、冬)に実施したそれぞれの試験データについて、気温の影響を比較した。表層から深さ20cmの品温を温度データロガー(商品名:おんどとり RTR-52)を用いて計測した。

堆積10週までは毎週、その後は2~4週後に堆肥化装置から堆肥化原料をすべて取り出して攪拌し、再び堆肥化装置に戻すことで、堆肥化過程の繰り返し作業とした。その際に、容積重を計測し、堆肥原料の一部をサンプリングして水分と成分組成の分析に供した。容積重は10Lバケツを用いて、そこに満たされた堆積物の重量から算出した。なお、堆積10週までは堆肥化装置の底面より、毎分10L前後の送風を連続して実施した。

サンプリングした堆肥化原料は105℃で24時間乾燥し、前後の重量から乾物率と水分(率)を算出した。また、550℃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、乾物から灰分率を減じて有機物率を求めた。

さらに、乾物から飼料分析法に基づいて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とし、乾物から灰分率、ADF率を減じて、易分解性有機物率を算出した(図2)。

なお、ADFはセルロースとリグニンであり、ヘミセルロースは易分解性有機物に含まれる。今回着目した成分組成の推移は、灰分は増減しないことを前提とし、堆肥化開始時の乾物量を100とした場合の推移後の灰分率と乾物率からその時点の乾物量を、またADF率と乾物量からADF量を、さらに灰分率、ADF率と乾物量から易分解性有機物量を、それぞれ指数として算出した。

| | | |
|------------------|---------|----|
| 堆肥化原料（牛ふん尿＋オガクズ） | | |
| 乾物 | | 水分 |
| 有機物 | 灰分 | |
| 難分解性有機物(ADF) | 易分解性有機物 | |

図2 成分組成の模式図

3. 結果と考察

(1) 品温

品温の推移を図3に示した。夏冬どちらも、堆積直後から2週間は急激に品温が上昇し、数日間60℃を越えた。その後、夏は徐々に、冬は2週後一端下降後再度上昇し、堆積6週後にはどちらもその時期の最高気温にまで品温は低下した。夏はその後、9週途中から最高気温よりも10℃程度高い品温40℃前後の時期が14週まで続いた。冬は6週後以降気温が20℃を下回る時期となり、品温も平均気温程度で推移した。これは発酵熱による品温が上がっていないことを示し、この時点で有機物の分解(発酵)がほぼ停まっていると考えられた。

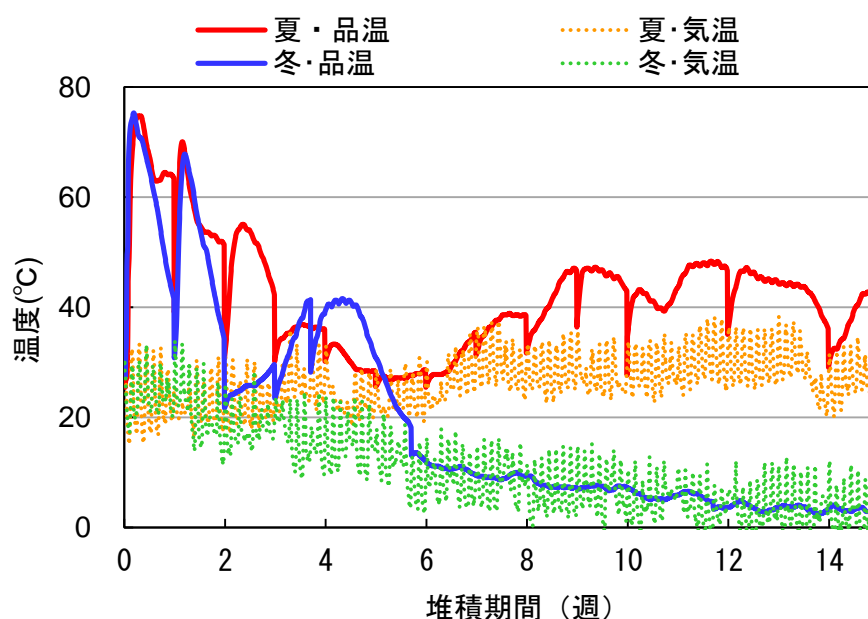


図3 品温の推移

(2) 堆積物中の水分と容積重

堆積物中の水分(率)と容積重の推移を図4に示した。夏は水分、容積重共に堆積期間が延びるにつれて、継続的に減少した。堆積開始時に75.6%であった水分は、18週後に67.2%まで減少した。これに対して、冬は堆積3週後までは水分、容積重ともに減少する傾向を見せ、特に容積重の減少は顕著であった。しかし、その後の変化はどちらも少なかった。堆積開始時に71.6%あった水分は、16週後に68.8%までの減少に留まった。

(3) 堆積物の水分と乾物

堆積物の水分量と乾物量の推移を、堆積開始時を 100 とした指数で図 5 に示した。

夏は堆積期間が進むにつれて乾物量、水分量ともに減少し、18 週後には乾物は堆積開始時の 1/2 以上、水分は 2/3 以上減少し、その結果、全量で 34% にまで減少した。これに対して冬は、6 週以降の乾物、水分ともに減少がほとんど見られず、16 週後には全量で 67% にまでしか減少しなかった。

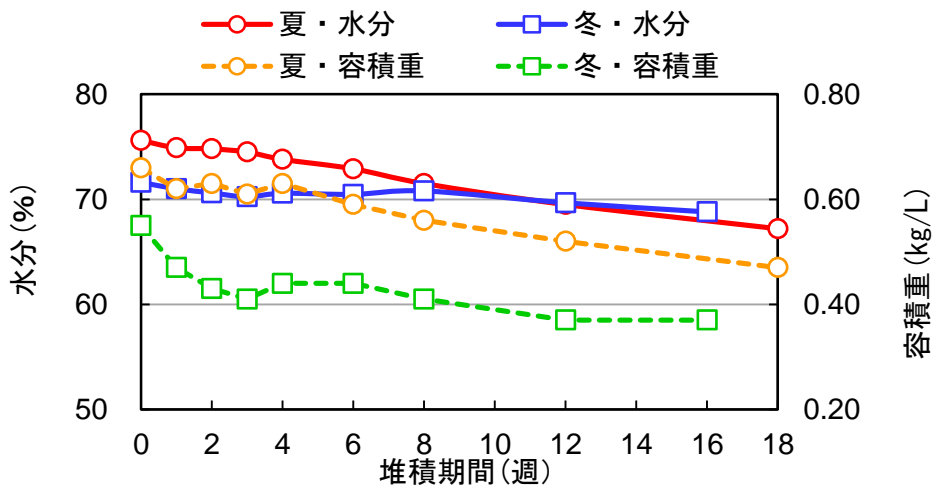


図 4 水分と容積重の推移

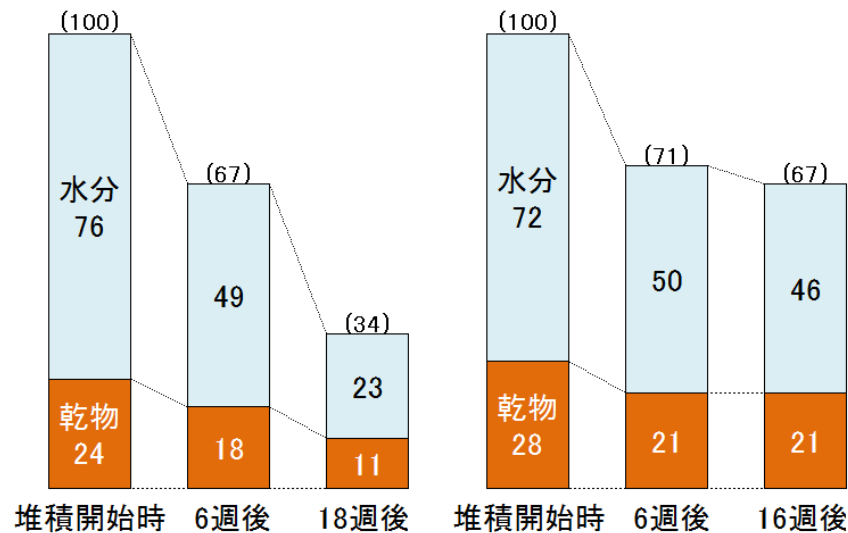


図 5 堆積物の水分と乾物量の推移 (左：夏、右：冬)

(4) 堆積物中の有機物量

堆積物中の有機物量の推移を図 6 に示した。堆積 6 週後までは夏冬共に易分解性有機物と難分解性有機物の一部が分解した。

夏はそれ以降も難分解性有機物、易分解性有機物ともにさらに分解が進んだ。これによって、品温の推移 (図 3) で見られた 50℃ 近くまでの温度上昇と、水分

(率)の継続的な低下(図4)からも有機物の分解による発熱と水分蒸散を裏付けている。これに対して、冬の6週以降は有機物の分解が見られず、品温と水分(率)の推移から、気温の低下による微生物活性がほぼ停止し、有機物の分解と水分の蒸散がほとんど行われていない結果であると考えられた。

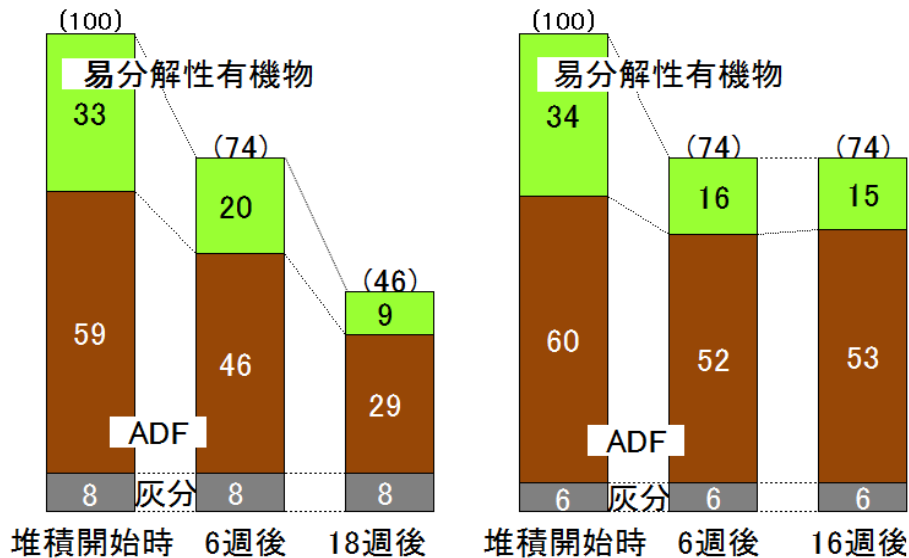


図6 堆積物中の成分組成の推移(堆積開始時の量を100とした時の指数で示す、左:夏、右:冬)

4. まとめ

家畜ふん尿の堆肥化過程における有機物の分解は、気温が大きく影響することが確認できた。150Lという極めて小規模容積での堆肥化試験であったことから気温の影響は顕著で、品温と有機物量の推移から、最高気温が20℃を下回る時期には微生物活性がほとんど抑制されたと考えられた。他方で、品温が40~50℃で推移すれば、易分解性有機物はもちろん難分解性有機物が分解し、その分解熱によって水分の蒸散を促すことが確認できた。

実際の畜産経営では堆積規模は格段に大きく、堆積物全体が気温の影響を直接受けることはない。しかし外気温に近い堆積物表層付近や、過度な通気や切り返し作業などで、品温が低下することが考えられる。冬季の堆肥化には、堆積規模を十分に確保し、堆肥化施設の構造を工夫するなど保温に留意して、気温の低下による堆肥化過程の遅延あるいは停止を防ぐことが重要である。

なお、気温が十分であれば、堆積開始6週後までの比較的早い時期から難分解性有機物(ADF)が分解され始めていた。ADFは分解しにくいとされるリグニンとセルロースであるが、それらの中にも比較的早い段階から分解するものがあることが示唆された。堆積開始6週前後に品温が一端低下したが、その後再度品温が上昇した。難分解性有機物はその前後で分解されており、両時期に難分解性有機物を分解している微生物は異なる種なのではないかと推測されるが、その判明は今後の研究に期待したい。