

牛ふんオガクズ堆肥の無機化率の調査

福島正人¹⁾、木下強、小池則義²⁾、田澤倫子、神辺佳弘、松尾守展³⁾、阿部佳之³⁾

現 1) 県央家畜保健衛生所 2) 農政部畜産振興課

3) (独) 農研機構畜産草地研究所 家畜飼養技術研究領域

要 約

牛ふんオガクズ堆肥を原料としたペレット堆肥の肥効率について様々な条件で調査した結果、ペレット堆肥を土壌表面に施用した場合、乾物・炭素及び窒素の分解が早く生じることから窒素の肥効が期待できる。一方で、土壌中に施用した場合は緩効性窒素の肥効が期待できると考えられた。

目 的

前報¹⁾では、牛ふんや生ごみなどを堆肥化しペレット化したものを、土壌中に入れた場合(全面施用)と表面に施用した表面施用について、主に窒素の肥効率について調査したところ、ペレット堆肥においては、全面施用よりも表面施用のほうが無機化率に高い傾向が見られた。また、他報では表面施用することで、作物の根の生育が良くなり糖度やビタミンCが高くなる傾向がみられていることから²⁾、堆肥の表面施用は、堆肥の流通を促進させる技術の一つになると考えられた。

堆肥のペレット化に伴い、また、成型や水分の条件を変えることで、肥効率が変わることは報告されているものの³⁾⁴⁾⁵⁾、その肥効率は全面施用を想定したもので、表面施用では行われていない。また、堆肥を表面施用した時の肥効率についての知見は乏しいのが現状である。

そこで本試験では、本県で盛んである酪農業から発生する堆肥を様々な条件でペレット化し、そのペレット堆肥を全面施用及び表面施用した時の肥効率について調査した。

試験1

ペレット化した堆肥は、ペレット化の条件により肥効率が変わると言われていることから³⁾⁴⁾⁵⁾、異なる条件(原料堆肥のふるい目)の堆肥でペレット化した堆肥を用いて、無機化率の調査を行った。

材料及び方法

1 供試堆肥

原料は、畜産草地研究所(那須拠点)で定法により生産している堆肥を用いた。すなわち、飼養しているホルスタイン種のふん尿にオガクズを加えて水分調整した。これを吸引通気式マニユアクレーン方式で堆肥化したものを試験に供した。この堆肥を、2mmのふるいにかけて

ペレット化したもの(2mm区)、以下同様に5mmのふるい(5mm区)、10mmのふるい(10mm区)を用いた。なお、肥料成分等は表1のとおりである。

2 ペレット堆肥の無機化率の調査

前報と同様に、畑状態保温静置法により分析した⁶⁾。本試験においても、堆肥を全面施用した場合と表面施用した場合について検討した。なお、以下の点は、前報と異なる。

試験に供した土は、市販されている芝の目土を用いた。なお、この土を畑状態保温静置法で培養したところ、無機窒素はほぼ検出されなかった。

3 堆肥の培養日数

培養開始後、0、1、2、4、8及び16週目にサンプルを取り出し、分析に供した。

4 肥料成分の分析方法

前報と同様に行った。なお、本試験は無機窒素(アンモニウム態窒素及び硝酸態窒素)について分析した。

結果及び考察

図1及び図2には、堆肥の全面施用及び表面施用した場合の各試験区の窒素における無機化率を示した。堆肥を全面施用及び表面施用のいずれの場合でも、より細かいふるいにかけてペレット化したほうが、全体的に無機化率が高い傾向がみられた。豚ふん堆肥をペレット化したものの無機化率を調査した時、2～3週目以降に給水による膨化が生じ崩壊が生じると言われており⁷⁾、本試験ではそれよりも早い1週目に無機化が生じた。本試験では牛ふんを用いており、豚ふん堆肥に比べて乾草などの粗大物があるため、豚ふん堆肥よりも早く膨化が生じ、なおかつより細かいふるいにかけることでより表面

積が広がるため、膨化に伴い空気との接触面が増え無機化が促進されたと考えられた。

試験2

堆肥をペレット化する際の条件は、堆肥のふるいでの条件の他、堆肥中の水分の違いによる場合も考えられる。

そこで、ペレット化する際の水分が異なる条件で生産されたペレット堆肥の無機化率の調査を行った。

材料及び方法

1 供試堆肥

試験1で、供試した堆肥に準じて生産した堆肥を試験に供試した。すなわち、堆肥の水分を20%、25%及び30%に調整し、粉碎した後に試験1と同様にペレット化した。

2 ペレット堆肥の無機化率の調査

試験1と同様に行った。

3 堆肥の培養日数

試験1と同様に行った。

4 肥料成分の分析方法

試験1と同様に行った。

結果及び考察

図3及び4には、堆肥を全面施用及び表面施用した場合の各試験区の窒素における無機化率を示した。堆肥を全面施用及び表面施用のいずれの場合でも、堆肥中の含有水分が高いほうが低い場合よりも無機化率が高くなる傾向がみられた。これは水分が高いほうが堆肥が崩壊しやすく、これにより表面積が拡大したため、空気との接触面が増加したことから、無機化率が上昇したと考えられた。

試験3

試験1及び2では、畑状態保温法により分析した結果であるが、現場での施用を考えた時堆肥が常時30℃、最大容水量60%の条件下にあることはない。そこで、当所のは場に堆肥を施用し、堆肥の分解の動態について調査した。

材料及び方法

1 供試堆肥

試験1及び2の堆肥(2mm区、5mm区、10mm区、20%区、25%区及び30%区)を用いた。

2 施肥方法

市販されているお茶パックに各堆肥を4gずつ入れ、お茶パック内部への土の混入を防ぐために二重にした。これを土壌表面から15cmの位置に採取日まで埋設した(全面施用区)。

土壌表面施用の場合は、上記の堆肥を入れたお茶パックを支柱に等間隔で固定し、当該支柱を土壌表面に固定することで土壌表面施用の状態を再現した(表面施用区)。

3 施肥日数

試験開始後、0、1、2、4、8及び16週にサンプルを取り出し、分析に供試した。

4 分析項目と方法

(1) 堆肥の長さ と 直径

お茶パックから堆肥を取り出し、任意に選択した10個の堆肥の長さ と 直径をノギスで測定した。なお、バラ堆肥は測定していない。

(2) 水分、乾物割合

堆肥の分解状態を測定するため、お茶パックから取り出した堆肥を105℃で5時間以上熱風乾燥し、その減重量から測定した⁹⁾。乾物割合は、施用直後の乾物重量を100として、その減少割合を求めた。

(3) 炭素・窒素量⁹⁾

乾式燃焼法により求めた。すなわち、(2)で得られた乾物試料を粉碎し、C/Nコーダーにより測定した。また、この時の分析値を全炭素及び全窒素とした。

(4) 土壌中の温度

データロガーを用いて、土壌中及び土壌表面の温度を1時間ごとに測定・記録した。

(5) 雨量

雨量計を用いて、毎日の雨量を測定した。

結果及び考察

図5及び6はそれぞれ、ふるい別の堆肥の長さ と 直径の変化を示した。全面施用区の長さは、施用前に対し施用1週目には、1.2~1.3倍に膨化し、その後は長さのバラツキは見られなかった。表面施用区も同様に1.2~1.3倍に大きくなり、その後は長さのバラツキは見られなかった。直径は、全面施用区は施用前に対し施用1週目には1.3~1.5倍に膨化し、表面施用区も1.3~1.5倍になり、両区とも直径のバラツキは見られなかった。

図7及び8はそれぞれ、水分別の堆肥の長さ と 直径の変化を示した。長さは、全面施用区、表面施用区の両区ともは施用前に対して施用1週目には1.2~1.3倍に膨化し、直径も両区とも1.3~1.6倍に膨化した。

これは、供試した堆肥の水分は9.7~19.1%と非常に乾燥していたが、1週目には全面施用区は52.2~56.3%、表面施用区は37.8~53.1%に上昇していた。このように水分を吸収したことにより、ペレット堆肥が膨化したと考えられた。また、ペレット堆肥の水分は、全面施用区のほうが表面施用区よりもバラツキが少なかった。これは、表面施用区では、土壌表面に堆肥があるため日光や風雨にさらされ、一方で全面施用区は土壌中に

堆肥があるため水分条件も安定していることが要因と考えられた。

図9及び10はそれぞれ、ふるい別と水分別の堆肥における全面施用区の堆肥中の水分と乾物の変化について示した。その結果、ふるいや水分の違いによって堆肥中の水分と乾物率の変化に大きな差は見られず、ほぼ同様の傾向を示した。すなわち、施用1週目には、堆肥中の水分は急激に上昇し、50%を超えたが、その後は緩やかに上昇し16週目には70%に至った。一方で乾物率は、施用1週目に80%まで分解した。その後は、緩やかに分解し、16週目には40~50%が分解した。

図11及び12はそれぞれ、ふるい別と水分別の堆肥における表面施用区の堆肥中の水分と乾物の変化について示したが、全面施用区と同様にふるいや水分の違いによって堆肥中の水分と乾物率の変化に大きな差は見られなかった。堆肥中の水分は、施用1週目に50%近くまで急激に上昇したが、4週目及び8週目には低下し、20~30%に至った。その後の16週目はバラツキがあるものの、30~50%と上昇した。一方で乾物率は、施用1週目に70~80%まで分解したが、その後は大きな分解は見られず16週目は66~70%だった。

図13及び14はそれぞれ、ふるいの条件と水分条件別の堆肥における全面施用区と表面施用区の炭素の分解率の変化について示した。両区とも、ふるいと水分の条件の間に差は見られず、ほぼ同様の動態を示した。全面施用区は、施用後から施用1週目にかけて炭素率が約80%になり、その後は4週目から16週目にかけて約60%に達した。一方で表面施用区は、施用後から1週目にかけて約80%になったが、その後は大きな分解がみられなかった。

図15及び16はそれぞれ、ふるいの条件と水分条件別の堆肥における全面施用区と表面施用区の窒素の分解率の変化について示した。両区とも、ふるいと水分の条件に差は見られず、ほぼ同様の動態を示した。全面施用区の窒素率の変化は炭素率の変化と同様に、施用後から施用1週目にかけて窒素率が約75%になり、その後は4週目から16週目にかけて分解し約55%に達した。一方で表面施用区は、施用後から1週目にかけて窒素率が約70%、2週目には約60%に達し、その後は大きな変化は見られなかった。

表2及び3はそれぞれ、全面施用区及び表面施用区における乾物分解率と積算地中温度並びに積算表面温度及び積算雨量との関係を示した。これより、ふるいの条件と水分にかかわらず、全面施用区では乾物分解率と積算温度及び積算雨量の間に高い負の相関がみられた。一方で、表面施用区では高い負の相関は見られなかった。すなわち、全面施用区では、積算の温度や雨量が高くなればそれにあわせて堆肥の乾物が分解されていくことが示

唆された。

以上から、ペレット堆肥をほ場に施用した場合の膨張性や分解率などでは、ふるいや水分などペレット化の条件による差は見られず、全面施用や表面施用など施用方法による差がみられた。ペレット化の水分の違いでは、土壌中の分解性に差は無いと言われており⁴⁾、本結果も同様となった。

堆肥の分解率を考えた時、全面施用区は土壌中にあるため表面施用区よりも空気量は少ないが温度や水分は安定していると考えられ、従って乾物、炭素及び窒素の分解率は遅いと考えられた。一方で表面施用区は空気量が多いため全面施用区よりも酸化されやすく、日光や風雨による物理的な影響が非常に強いことが考えられ、表面施用区の乾物、炭素及び窒素の分解が1週目にかけて早く生じたが、その後の分解は緩やかになったと考えられた。

総合考察

本試験では、乳牛ふんオガクズ堆肥をペレット化したものを供試し、窒素の無機化率について調査した。

ペレット堆肥の窒素の無機化率については、ペレット堆肥の培養に伴って高くなるとの報告が多いが^{4) 5) 7)}、本試験では、培養1~2週目に高くなり、その後は低くなる傾向がみられた。荒巻らの報告では⁸⁾、乳牛ふん堆肥の無機化率の変化は、培養に伴い高くなるパターンもあり、その原因はオガクズなどの副資材や堆積期間などが要因で、これにより無機態窒素の有機化が生じたと報告している。本試験においても、無機態窒素の有機化が生じている可能性が考えられた。

堆肥は一般的には施用後に耕起し土壌内へすき込むことが一般的であるが、省力化により表面に施用することも考えられる。本試験の結果、表面施用の場合、施用1週目にかけて急激に分解するが、土壌施用の場合、施用1週目と施用8週目から16週目にかけて分解がみられた。レタス栽培で堆肥を表面施用した場合、作付回数が増えるに従い収量が増加し、堆肥の窒素が効率的に利用されている結果もあることから¹⁰⁾、表面施用の場合は窒素の肥効を求める場合には有効な施肥方法の一つと考えられる。一方で、土壌中に施用する場合は、いわゆる一般的な堆肥の効果である緩効性の窒素が期待でき、併せて土壌中で炭素が分解されることから表面に比べて土壌の生物学的な改善も期待できると考えられる。

表1 試験1で供試したペレット堆肥の肥料成分

試験区	水分(%)	灰分(%)	全窒素(%)	リン酸(%)	加里(%)
2mm区	14.8	20.2	2.06	2.35	9.52
5mm区	16.2	19.5	1.99	2.36	9.38
10mm区	16.5	20.1	2.02	2.36	9.28

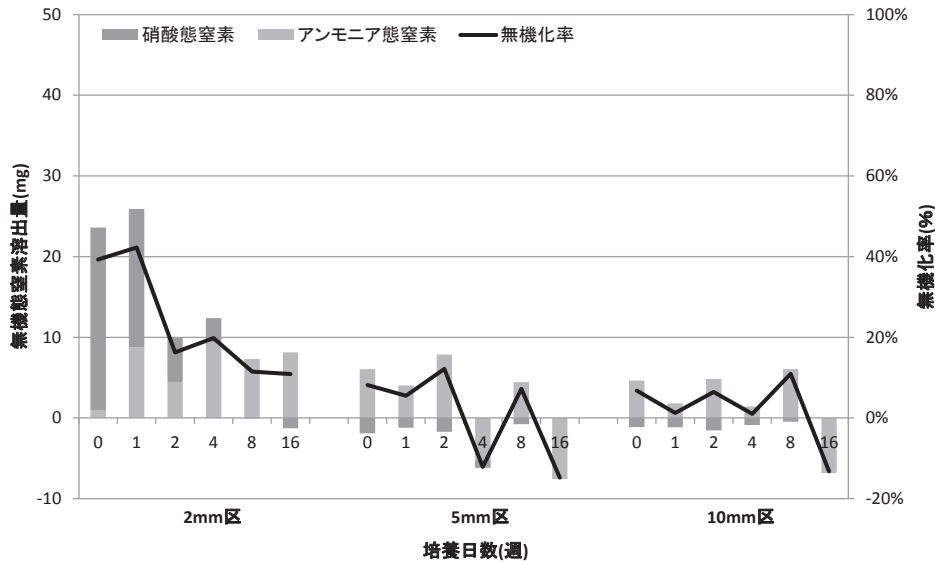


図1 ふるいの条件を変えたペレット堆肥を全面施用した場合の窒素における無機化率の変化

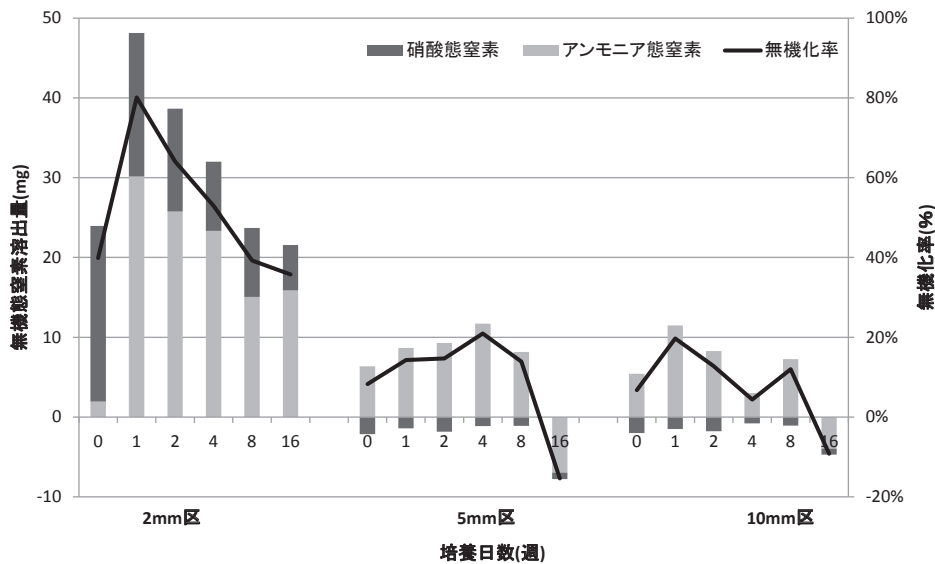


図2 ふるいの条件を変えたペレット堆肥を表面施用した場合の窒素における無機化率の変化

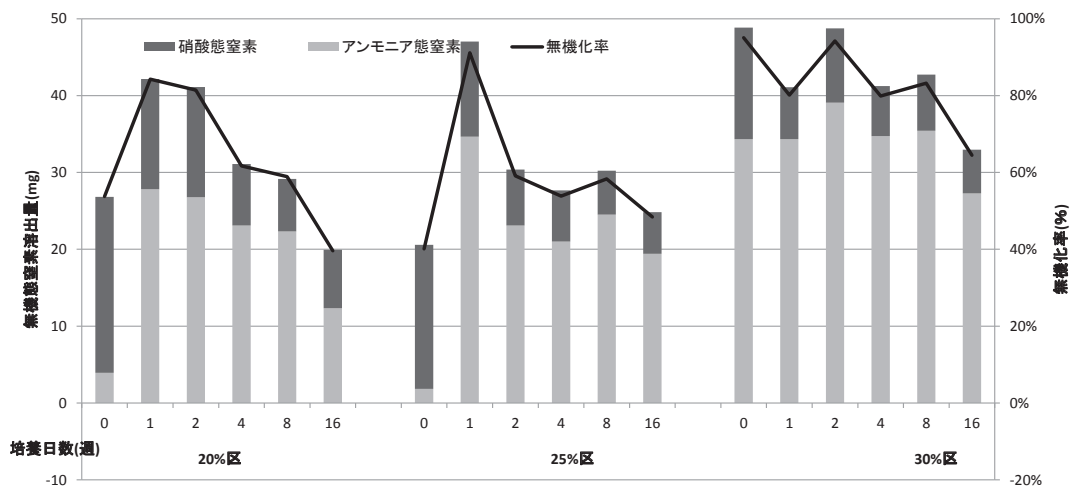


図3 水分条件を変えたペレット堆肥を表面施用した場合の窒素における無機化率の変化

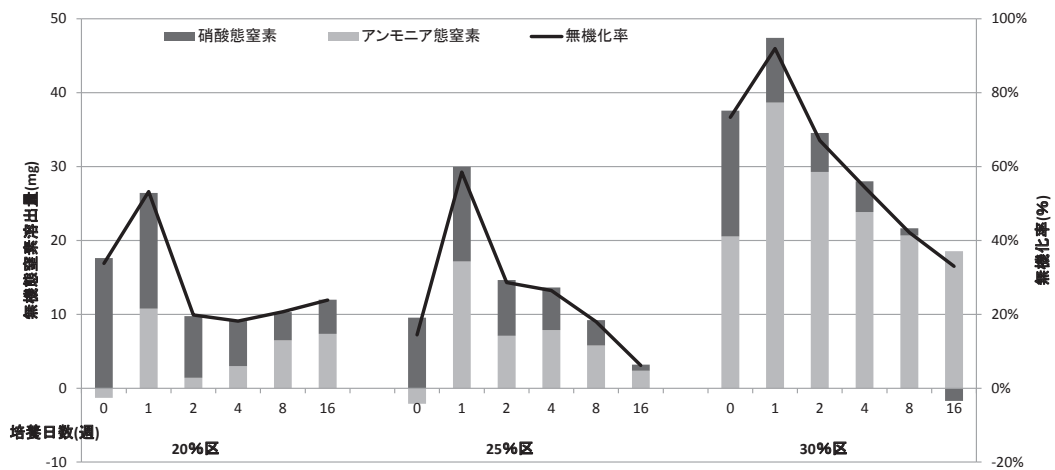


図4 水分条件を変えたペレット堆肥を全面施用した場合の窒素における無機化率の変化

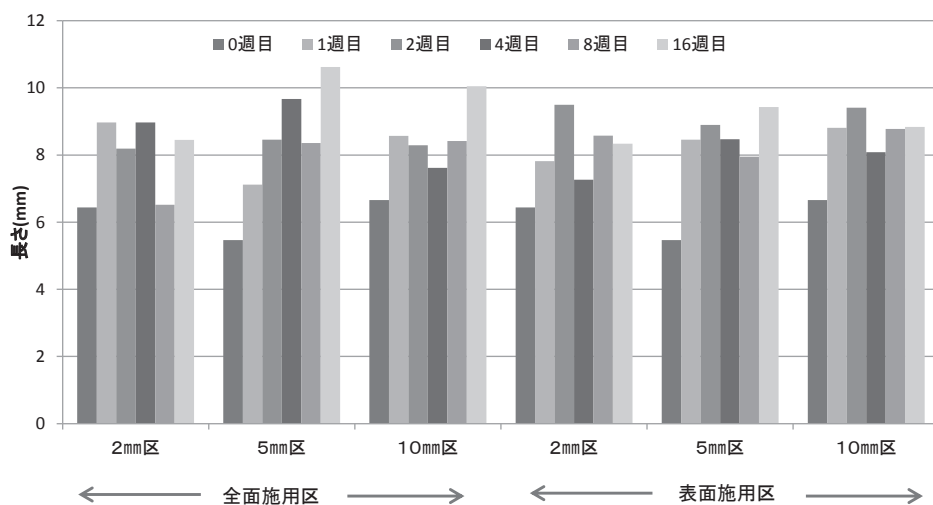


図5 ふるい別のペレット堆肥を施用した時の長さの変化

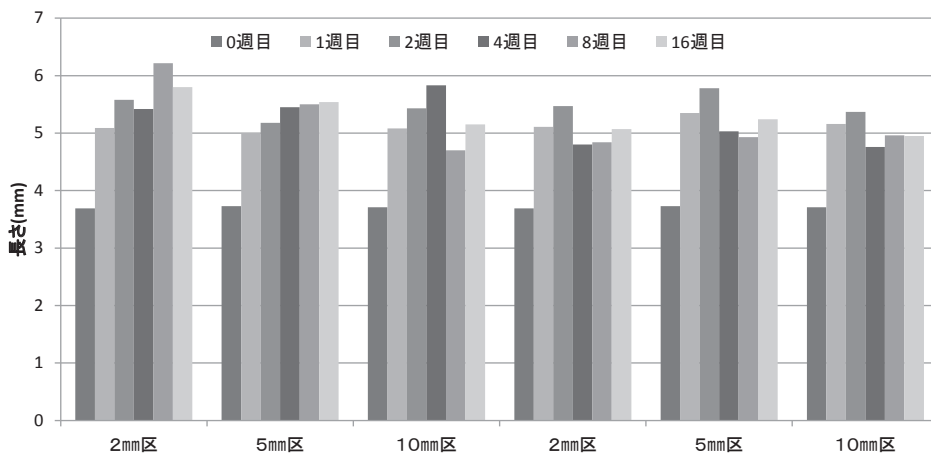


図6 ふるい別のペレット堆肥を施用した時の直径の変化

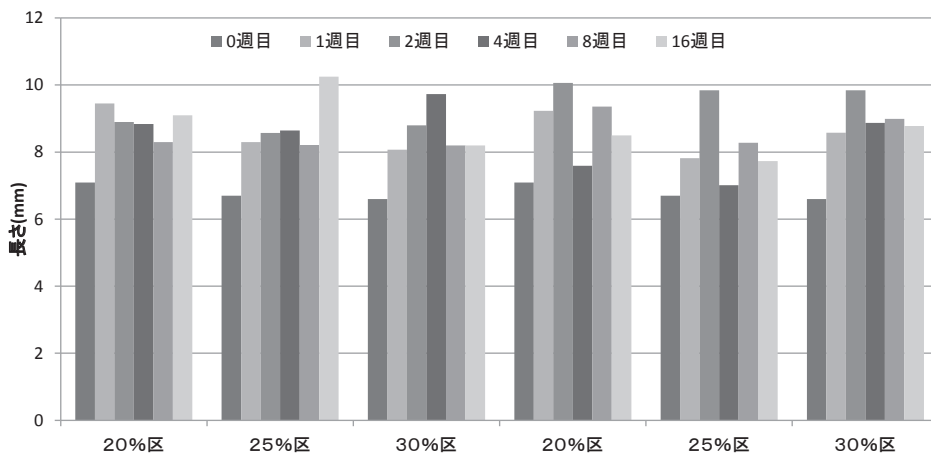


図7 水分別のペレット堆肥を施用した時の長さの変化

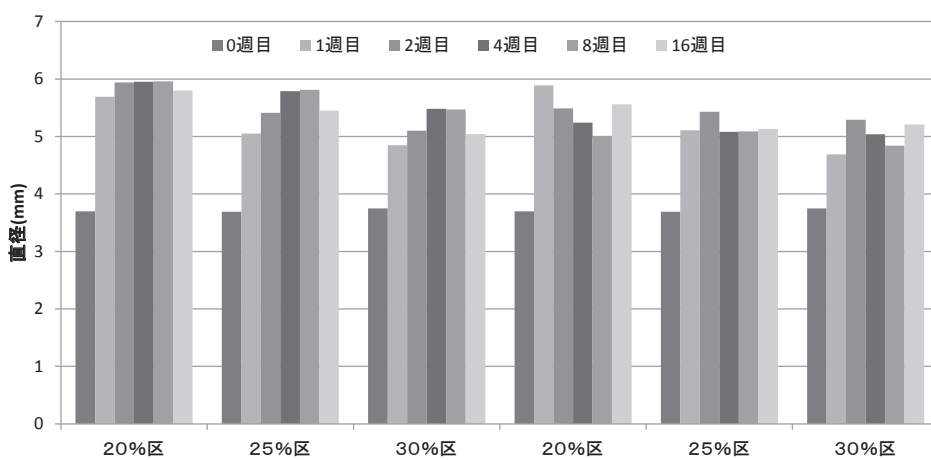


図8 水分別のペレット堆肥を施用した時の直径の変化

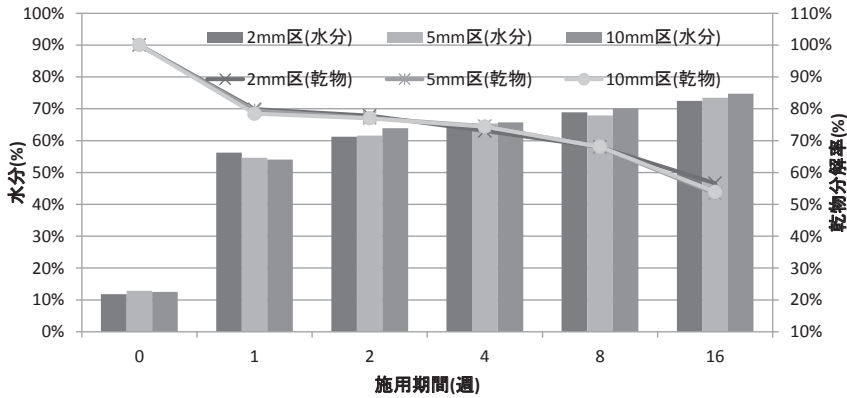


図9 ふるいの条件を変えたペレット堆肥の全面施用区における水分と乾物率の変化

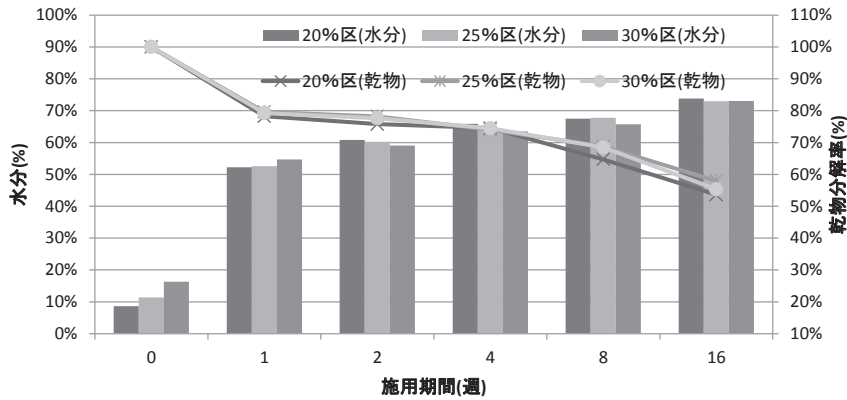


図10 水分の条件を変えたペレット堆肥の全面施用区における水分と乾物率の変化

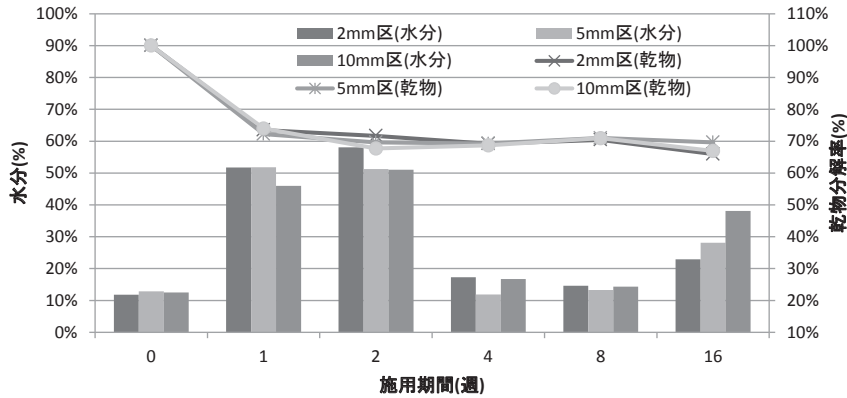


図11 ふるいの条件を変えたペレット堆肥の表面施用区における水分と乾物率の変化

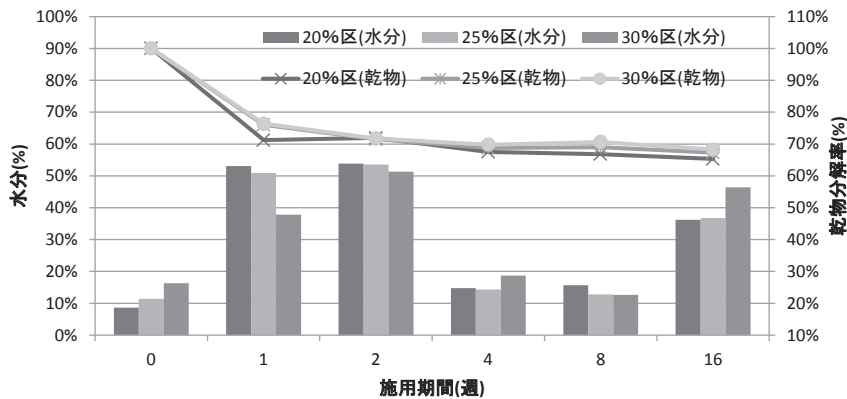


図12 水分の条件を変えたペレット堆肥の表面施用区における水分と乾物率の変化

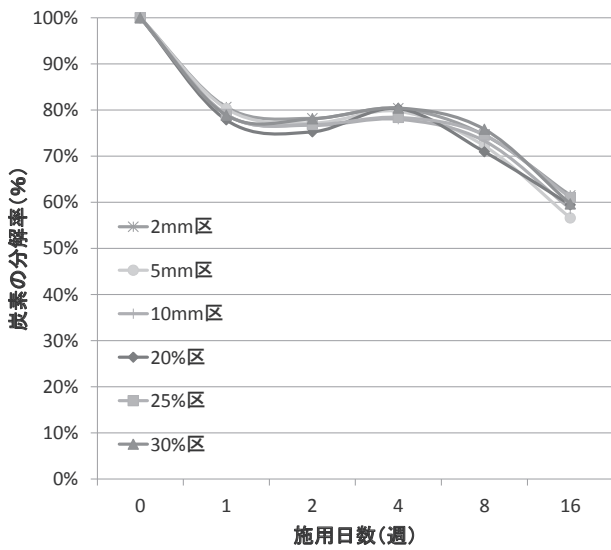


図13 ふるいと水分条件を変えたペレット堆肥の全面施用区における炭素の分解率の変化

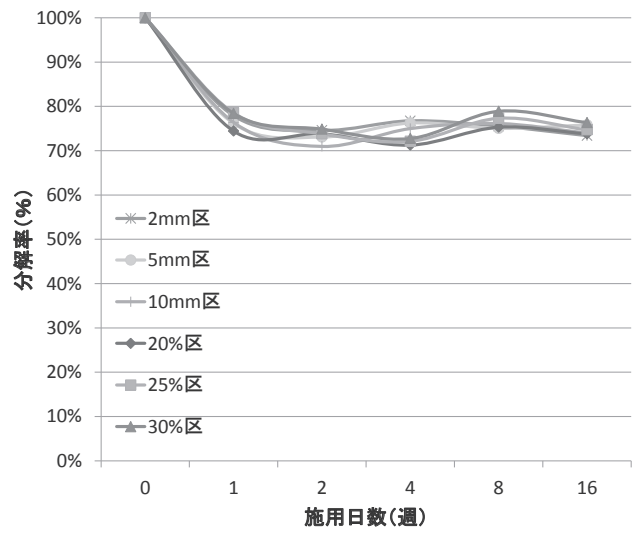


図14 ふるいと水分条件を変えたペレット堆肥の表面施用区における炭素の分解率の変化

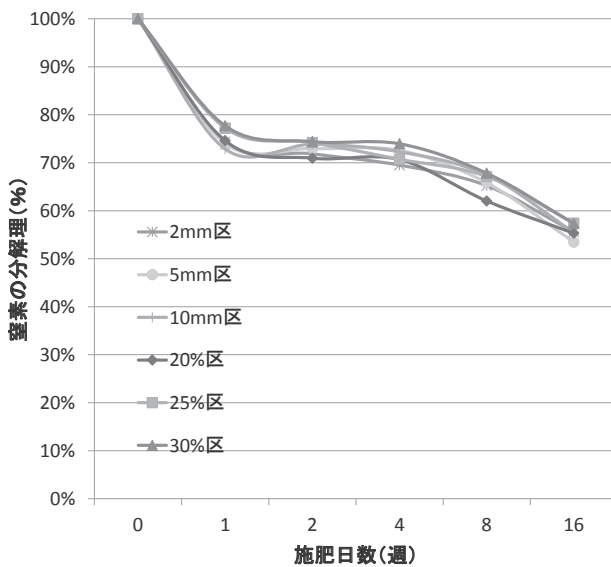


図15 ふるいと水分条件を変えたペレット堆肥の全面施用区における窒素の分解率の変化

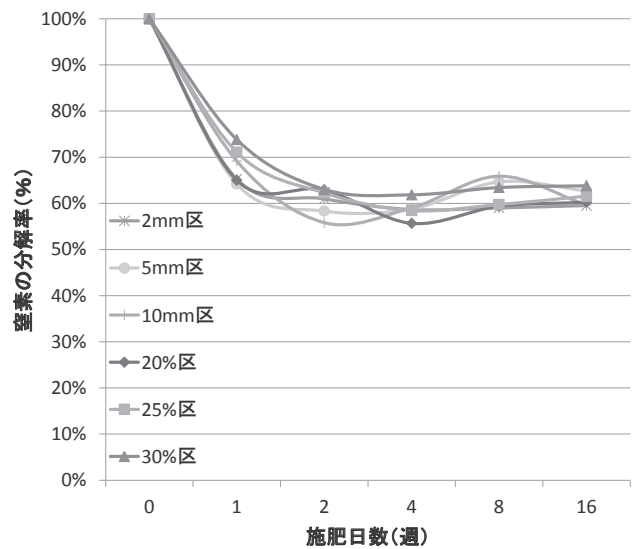


図16 ふるいと水分条件を変えたペレット堆肥の表面施用区における窒素の分解率の変化

表2 全面施用区における乾物分解率と積算地中温度・積算雨量の関係

試験区	積算地中温度	積算雨量
2mm 区	-0.84	-0.75
5mm 区	-0.87	-0.80
10mm 区	-0.86	-0.79
20%区	-0.85	-0.76
25%区	-0.83	-0.75
30%区	-0.85	-0.77
平均	-0.85	-0.77

表3 表面施用区における乾物分解率と積算表面温度・積算雨量の関係

試験区	積算表面温度	積算雨量
2mm 区	-0.55	-0.46
5mm 区	-0.42	-0.33
10mm 区	-0.48	-0.40
20%区	-0.54	-0.43
25%区	-0.54	-0.43
30%区	-0.53	-0.43
平均	-0.51	-0.41

参考文献

- 1) 福島ら 牛ふん生ごみ堆肥の無機化率の調査 栃木畜酪セ研報 2 : 26-39(2013)
- 2) (財)日本土壤協会 生ごみ堆肥と肥料の組み合わせ方 16-17(2007)
- 3) 高橋ら 家畜ふんペレット堆肥の肥効特性 群馬畜試研報 14 : 82-90(2007)
- 4) 水流、浅井 原料堆肥の種類、水分および成型機のディスク口径がペレット堆肥の成型効率および理科学性に及ぼす影響 長野畜試研報 29 : 1-7(2001)
- 5) 原ら 単軸エクストルーダーでの成型条件がペレット堆肥の肥効に与える影響 日本土壤肥料科学雑誌 75(2) : 223-227(2004)
- 6) (財)日本土壤協会 堆肥等有機物分析法
- 7) 原ら 豚ふんペレット堆肥の畑土壌中における肥料成分の溶出特性 日本土壤肥料科学雑誌 74(4) : 453-458 (2003)
- 8) 荒巻ら 県内産家畜ふん堆肥の窒素無機化特性 福岡県農総試研報 26 : 35-40 (2007)
- 9) 堆肥等有機物分析法 (財)日本土壤協会
- 10) 水口 レタス—施肥窒素を半減する堆肥の表面施用法 農業技術体系土壌施肥 追録第21号 第6-①巻 : 技術96の40-43 (2010)