

資 料

高温好気法による畜糞の発酵分解処理

塩村隆信*・田島政弘*・永田善明*
井上敬介**・柴田均**・三島和貴***・安部裕巳***

1. 目 的

畜産業および食品加工業に由来する畜糞や食品残渣などの高含水有機性廃棄物は、現在のところ脱水処理後に固体部分をコンポスト化して農地還元するか、あるいは埋立、焼却処理するのが一般的である。しかし、通常のコンポスト化処理は市場での評価が低いため農地還元率は低く、埋立、焼却処理は社会的制約から次第に困難な状況となってきた。

また、これら畜糞、食品残渣などの高含水有機性廃棄物は、いずれも食品リサイクル法および家畜排泄物法の対象物であり、環境負荷低減のために処理技術の確立と廃棄物リサイクルの促進が強く求められている。

有機性固体廃棄物の処理技術の一つとして、高温好気法¹⁾による発酵分解技術がある。この方法は、通常のコンポスト化処理に比較して発酵時間が短縮されること、省スペース運転が可能なこと、発酵状態の管理が容易であることなど多くの利点を有している。既に下水処理施設から排出される余剰汚泥脱水ケーキの発酵分解処理に適用され、汚泥の著しい減容化が可能であること、および微量の発酵残渣は完全堆肥として有効利用可能であることが検証済である^{2),3)}。

しかし、高温好気法を畜糞および食品残渣などへ適用した場合の、発酵分解性状などは未だ詳細な検討がなされていない。今回、高温好気法による畜糞の発酵分解処理の可能性を評価することを目的として、乳牛糞を対象として室内基礎実験による発酵分解特性の検討と、小規模な実証試験装置による長期間の実証試験を行ったので、その結果について報告する。

2. 方 法

2.1 基礎実験による発酵分解特性の検証

容量2Lのセパブルフラスコにより、図1に示すような模擬発酵分解槽を組み立てた。高温好気的条件を保つため恒温槽により60℃で保持しながら室温の空気を700mL/minで連続給気し、連日畜糞を投入して発酵分解特性を検証した。なお、吸収瓶中には硫酸溶液を入れて、排ガス中の水分および発酵分解により発生するアンモニアガスの吸収を行った。発酵分解対象の畜糞試料は乳牛糞を用い、実

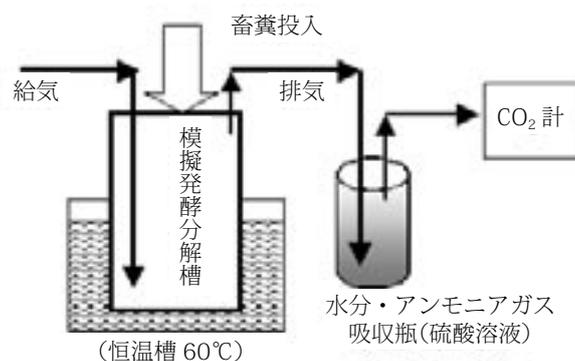


図1 模擬発酵分解槽の模式図

験開始時に微生物担体として径約1cmの杉チップ800mLと、種菌として実稼動中の下水余剰汚泥発酵分解処理装置の内容物200mLを混合して発酵槽内に設置した。

発酵分解特性は、入側と出側の物質量を主な指標として評価した。入側量は、投入した畜糞の重量およびその組成分析結果から算出した水分、炭素量、窒素量を用いた。また出側量は、吸収瓶の重量増加から算出した排ガス中の水分量、排ガスの二酸化炭素濃度から算出した炭素量、および吸収瓶中の酸に吸収されたアンモニア量から換算した窒素量を用いた。さらに、排ガス中の二酸化炭素濃度を連続計測して発酵分解状態を判断した。なお、入側量の組成分析として、110℃乾燥重量法による含水率、600℃加熱減量法による有機物含量、CHN同時分析計によるC、H、N量の測定を行った。

模擬発酵分解槽の運転条件は、表1に示すように立上運転として30g/日の投入量で1週間運転し、その後畜糞の投入負荷を1週間単位で30～70g/日の3通りに変化させた。なお、一日のうち朝と夕に設定量の半量ずつの畜糞を投入し、週末は投入を休止した。また、模擬発酵分解槽

表1 模擬発酵分解槽の運転条件

投入負荷	投入日数(日)	投入量(g)	運転日数(日)
立上	4.5	135	7
30g/日	5.5	165	7
50g/日	4.5	225	7
70g/日	4.5	315	7

* 環境技術グループ, ** 島根大学生物資源科学部 *** 株式会社ミシマ

に設置した攪拌羽根により畜糞投入時に発酵槽内を手動で約 10 回攪拌した。

2.2 最短発酵分解期間の検討

2.1 項の模擬発酵分解槽に 2 週間にわたって 50g / 日ずつ、全投入量 500g の畜糞（乳牛糞）を投入し、その後畜糞の投入を中止した。なお、畜糞投入中止後も水分のみを添加して、乾燥による発酵阻害を防ぐため発酵槽内容物の水分を約 40% に保持した。

模擬発酵分解槽からの排ガス中の CO₂ 濃度を連続計測するとともに、畜糞投入中止後、3～4 日毎に発酵槽内容物を少量抜き取り成分分析を行った。発酵槽内容物の成分分析は、2.1 項と同様に含水率、有機物含量、C、H、N 量を測定した。また、固体状態の内容物を 110℃ 乾燥粉碎後、試料 5.0g に対して純水 100mL を添加して 15 分間室温で放置して溶出液を調製した。この溶出液について、ガラス電極法による pH 測定を行った。以上の排ガス中の CO₂ 濃度の変化、発酵槽内容物についての成分分析および pH 測定結果の推移から、最短の発酵分解期間を求めた。

2.3 小型実証試験機による発酵分解試験

小型実証試験機の基本構造は図 1 とほぼ同様であり、発酵槽の容量は 2 m³ である。なお、発酵槽は加温されていないが断熱保温されており、高温好気処理のために約 60℃ の加温空気を 0.5m³/min 以上で連続給気した。攪拌は 1 時間に数分間の間欠攪拌を自動で行い、発酵分解槽からの排ガスは、生物処理による脱臭槽を通して放出した。

微生物担体として径約 1 cm の杉チップ 0.8m³ と種菌として実稼動中の下水余剰汚泥発酵分解槽の内容物 0.2m³ を発酵槽に充填して試験を開始した。乳牛糞 25kg / 日を 2 週間投入して発酵槽を立上げ、その後 50kg / 日を 5 週間継続して、定常負荷運転状態における物質収支を算出した。物質収支は、2.1 項と同様の方法により測定した投入畜糞および実証試験開始時と終了時の、発酵槽内容物の重量、含水率、有機物量および CHN 組成から算出した。

また、最大負荷試験として最大 75kg / 日の条件で運転し、発酵分解処理可能な限界量の検証を行った。この場合、試験開始時の発酵槽内容物の設定は定常負荷運転状態と同様とし、投入負荷は立上げ時に 25kg / 日を 2 週間投入、その後 1 日当りの投入量を 2 週間単位で 25kg ずつ増やして最終的に 75kg / 日の条件とした。

2.4 発酵分解残渣の機能性評価

畜糞の発酵分解処理により少量の発酵分解残渣が発生する。現状の畜糞処理として通常の堆肥化処理があるが、乳牛糞の堆肥の場合は土壌改良、肥料効果を目的として農地還元用以外に、「戻し堆肥」として畜舎の敷料として有効利用されている。このうち畜舎敷料としての利用は、畜舎の脱臭効果および乳牛の乳房炎発生抑制効果を期待したものである。これらの機能について今回の室内実験および実証試験で得られた畜糞発酵分解残渣を試料として、

肥料効果、脱臭効果および乳房炎抑制効果を検証した。

肥料効果の検証として、2.1 項の基礎実験により得られた畜糞発酵分解残渣の溶出液組成の分析を行った。溶出液の組成分析は、湿潤状態の試料 6.0g に対して蒸留水を 100mL 添加して室温で 1 時間放置後ろ過し、主要イオン濃度をイオンクロマトグラフ法により測定した。ここで得られた溶出液の組成分析結果を、有機肥料として使用実績のある下水余剰汚泥発酵分解残渣の値と比較した。

一方、脱臭効果については、2.3 項の定常運転状態の実証試験により得られた畜糞発酵分解残渣を試料として、アンモニアガスの除去能力を検証した。方法は、容量 10L のガスバッグ中に一定量の畜糞発酵分解残渣または未使用の杉チップを入れ、純アンモニアガスと空気により調製した濃度約 800ppm のアンモニアガスを封入した。

アンモニアガスの除去能力は、ガスバッグ中のアンモニア濃度を北川式ガス検知管により測定し、時間経過に対するアンモニア濃度の変化を求めて評価した。なおその際、約 800ppm 前後のアンモニア濃度を維持するために、適宜ガスバッグ中に純アンモニアガスを追加注入した。

また、乳房炎抑制効果の検証は、次の方法によった。250mL ガラス容器に畜糞発酵分解残渣を乾物換算値で 25g 秤量し、滅菌蒸留水を加えて含水率 60% に調製した。対照試料としてオートクレーブ滅菌処理した、おがくずを用いた試料も同様に調製した。これらを模擬敷料として、それぞれに大腸菌、黄色ブドウ球菌を含む菌液として乳房炎罹患乳牛から搾乳した牛乳 10mL、畜産廃水 1mL、生理食塩水 10mL を混合したものを 1 mL 接種し、栄養源としてニュートリエントブイオンを 2.5mL / 日添加しながら 37℃ で 5 日間培養した。

菌数測定は、培養中の模擬敷料を毎日それぞれ 1g 抜き取り、生理食塩水 10mL を加えて 10 分間振とう攪拌後に濾過した濾液について測定した。測定は、生菌数測定をペトリフィルム AC プレート、大腸菌群数測定をペトリフィルム CC プレート、黄色ブドウ球菌数測定をペトリフィルム STX プレートにより行った。なお、乳房炎の原因菌としては多数あるとされているが、大腸菌および黄色ブドウ球菌はその代表的菌種であること、および菌数の測定が比較的容易に行えることから、今回の実験における指標として選択した。

3. 結 果

3.1 畜糞の基本的発酵分解特性

畜糞の投入負荷の相違による、排ガス中二酸化炭素濃度の経時変化を図 2 に示す。立上時には、試験開始 3 日以降に明確な二酸化炭素濃度のピークが認められるようになった。このピークは、模擬発酵分解槽への畜糞の投入直後に相当しており、投入直後に発酵分解が始まり畜糞中の有機炭素が二酸化炭素となって排ガス中の二酸化炭素濃度が増

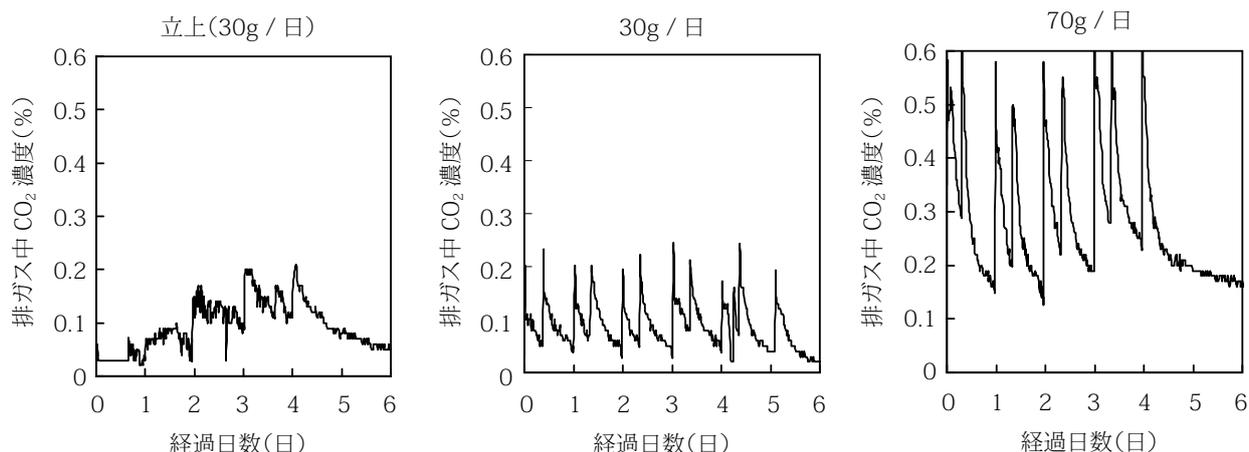


図2 投入負荷による排ガス中CO₂濃度の変化

加すると考えられた。したがって、畜糞の発酵分解の場合は、立上後3日程度で安定な発酵分解状態に移行した。

また、投入負荷を30～70g/日と増加させると、投入量の増大に応じて二酸化炭素濃度も増加した。さらに、畜糞投入時の2回/日のピークがより顕著となり、活発に発酵分解が起きていることを示した。

図3に模擬発酵分解槽による畜糞の発酵分解試験における物質量の経日変化の一例を示す。入側物質量として総投入重量および畜糞の組成分析結果から求めた投入水分量と投入有機性炭素量を、出側物質量として吸収瓶の重量増加および排ガス中の二酸化炭素濃度から求めた排気水分と排気炭素量を全て同一スケールで示してある。

投入量の増加とともに排気水分、排気炭素は、ほぼ直線的に増加した。また、週末などに畜糞投入を中止して入側の総投入重量が一定となると、模擬発酵分解槽の重量は、ほぼ一定かわずかに減量した状態で推移した。この傾向は、他の投入負荷条件の場合も同様であった。

以上の結果をもとに、投入負荷条件ごとに物質収支および減量率、分解率を取り纏めて表2に示す。これらの値は、投入負荷の増大に伴い必ずしも低下するわけではなかった。また、表からわかるように50g/日設定の期間中は他の設定に比べて明らかに減量率などが低下しており、何らかの原因で良好な発酵分解状態が達成されなかった。

実際の畜糞の発酵分解処理においては、少なくとも脱水

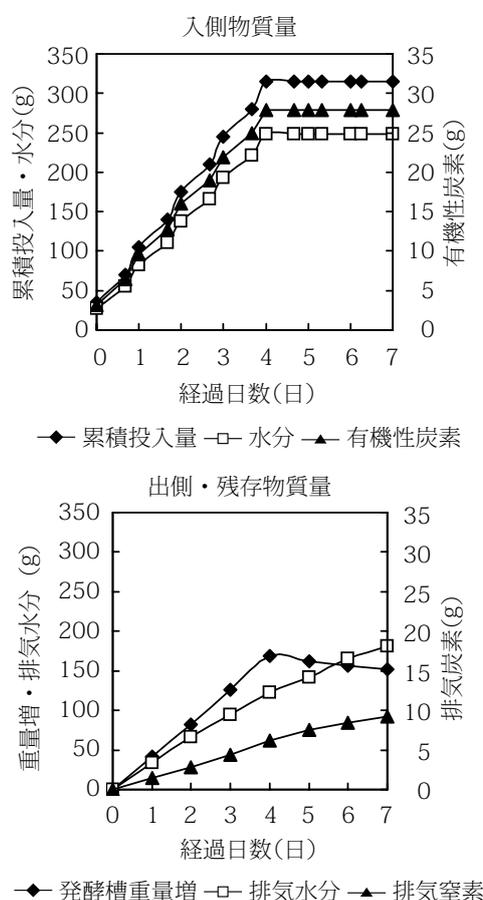


図3 畜糞発酵分解時の物質収支の一例(投入負荷70g/日)

表2 基礎実験における畜糞発酵分解時の物質収支

投入負荷	平均槽内温度(°C)	発酵槽重量			水分 ^{*)}			炭素			窒素		
		投入量(g)	残存量(g)	減量率(%)	投入量(g)	排気量(g)	脱水率(%)	投入量(g)	排気量(g)	分解率(%)	投入量(g)	排気量(g)	分解率(%)
立上	58.0	135.0	39.7	70.6	107.9	49.9	46.2	11.6	3.0	25.9	0.58	0.46	78.4
30g/日	56.3	165.0	46.0	72.1	131.6	130.5	99.2	14.3	2.7	18.9	0.72	0.42	57.8
50g/日	57.8	225.0	157.6	30.0	178.4	62.1	34.8	20.1	5.1	25.4	1.07	0.84	78.6
70g/日	55.6	315.0	151.6	51.9	248.7	180.8	72.7	27.9	9.2	32.9	1.57	0.75	47.6
合計	—	840.0	394.9	53.0	666.6	423.3	63.5	73.9	19.98	27.0	3.94	2.46	62.4

^{*)} 水分は110°C乾燥水分を示す。

を含む全重量の減量率が50%以上は必要であると考えられる。したがって、この表から総合的に判断して、模擬発酵分解槽による畜糞の処理可能量は、最大でも70g/日程度までと想定される。これは、使用している杉チップ量から実機レベルに換算すると、杉チップ1m³あたり畜糞の湿重量として70kg/日の処理が可能であることに相当する。

以上の結果から、今回試みた畜糞の発酵分解特性と実機の稼働実績がある下水余剰汚泥脱水ケーキの発酵分解特性を比較する。下水余剰汚泥の発酵分解においては、既存のデータによれば、減量率=70%程度、炭素分解率=90%以上、窒素分解率=50%程度である^{2),3)}。これに対して今回の畜糞の発酵分解試験においては、減量率=50%強、炭素分解率=30%弱、窒素分解率=60%程度であり、減量率、炭素分解率については明らかに低い数値であった。

この原因として、分解対象物の組成の相違が考えられる。畜糞および下水余剰汚泥脱水ケーキの組成分析結果を表3に示す。畜糞中には、乳牛が飼料とした草類の未消化分が多量に含まれており、この未消化分は外見上通常の草と同一であった。これらは、すべてセルロース質であり容易には発酵分解できないと考えられる。したがって、表3中には畜糞の全量分析結果から未消化分の値を引いたものを発酵分解可能量として示した。この表からわかるように、畜糞中の有機態炭素は全量のうち、僅か半量だけが分解可能であるに過ぎなかった。また、窒素は約8割が分解可能であり下水余剰汚泥脱水ケーキに比較してその含有量が少なかった。

これらのことから、畜糞と下水余剰汚泥脱水ケーキの発酵分解特性を比較すると、畜糞の場合に炭素分解率が低く窒素分解率が多少高いのは、畜糞中の未消化分により発酵分解可能量が大きく異なるためと考えられる。畜糞中の未消化分は比重が軽く畜糞中に占める容積割合も大きいため、畜糞全容積の20~30%を占めていた。このため畜糞の発酵分解処理においては、下水余剰汚泥の発酵分解処理に比べて、減量率、減容率ともに低下することとなった。

つまり、畜糞を良好に発酵分解処理するためには、畜糞中に含有される未消化分をどのように処理するかが、今後の重要な検討課題である。しかし、今回行った模擬発酵分解槽による畜糞の発酵分解試験の結果から、既存の下水余剰汚泥の発酵分解処理装置と同等なシステムにより、杉チップ1m³あたり畜糞の湿重量として最大70kg/日の発酵分

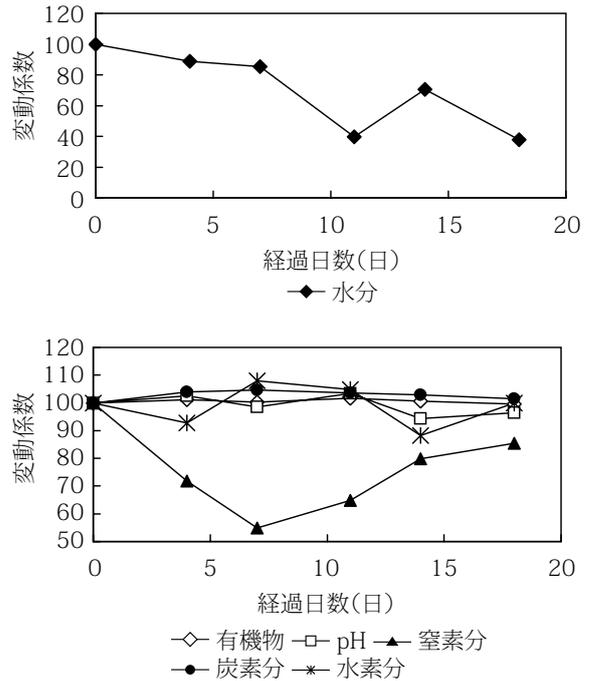


図4 模擬発酵分解槽内容物の組成変化

解処理が可能であることが判明した。

3.2 畜糞の最短発酵分解期間

最短発酵分解期間の検証のため、発酵分解槽へ2週間にわたって毎日50gずつ全量で500gの乳牛糞を投入した。図4に牛糞投入中止後から18日間の発酵槽内容物の組成変動を示す。図の縦軸は、牛糞の投入を中止した経過日数0日時点での値を100とした場合の指数を示している。図より、水分は漸時減少したが発酵に必要な水分量は保持されていた。また、組成変動は少なく発酵分解槽の内容物の組成はほとんど変化していないと考えられた。

図5に模擬発酵分解槽排ガス中のCO₂濃度の変化を示す。この図から畜糞投入中は1回/日のCO₂のピークが認められるが、投入中止後は明確なピークは認められなくなり濃度が減少した。そして投入中止後4~5日経過以降にはCO₂濃度はほぼ0.1%以下となった。また、投入中止18日後に相当する、図5における経過日数29日目から再度1回/日の畜糞投入を3日間行ったところ、投入再開にともないCO₂の明確なピークが認められるようになった。このように、投入中止後5日間程度で畜糞中の易分解性の有機物

表3 畜糞および下水余剰汚泥脱水ケーキの組成分析結果 (単位: wet 質量%)

試料名	水分**)	有機物**)	無機物**)	有機態窒素	有機態炭素	有機態水素
下水余剰汚泥脱水ケーキ	85.29	12.44	2.27	1.17	6.30	0.68
①畜糞(乳牛糞全量分析)	79.25	16.63	4.12	0.47	8.53	0.75
②畜糞中の未消化分	0.00	8.56	0.75	0.09	4.27	0.49
③発酵分解可能量*)	79.25	8.07	3.37	0.38	4.26	0.26

*) ③=①-②

**) 水分は110℃乾燥水分を、有機物は600℃加熱減量率を、無機物は600℃加熱残量率を示す。

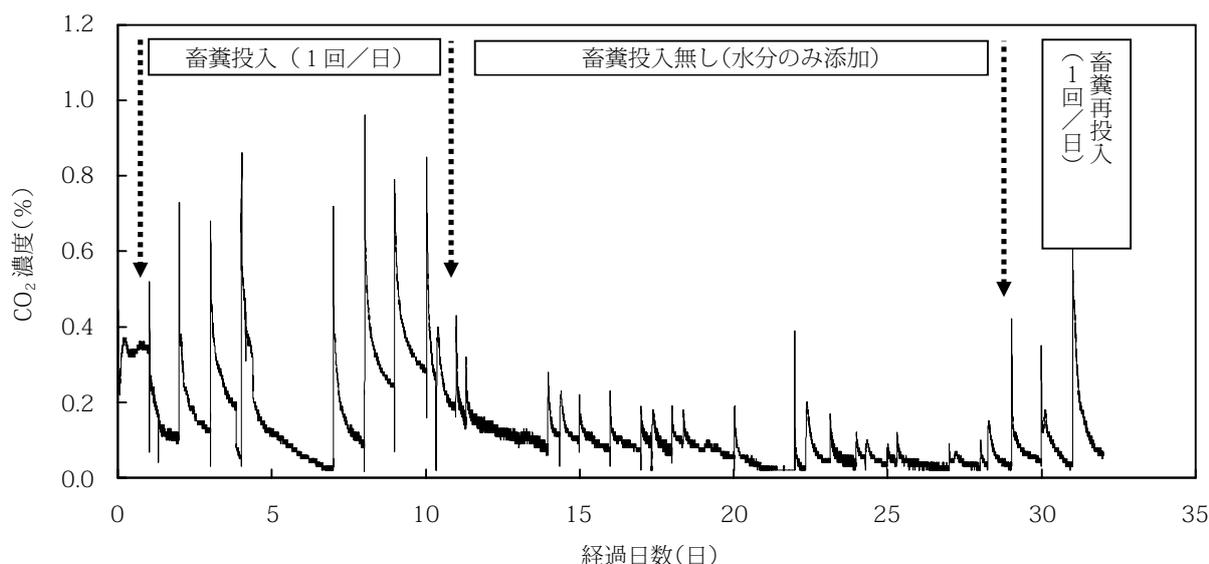


図5 模擬発酵分解槽排ガス中のCO₂濃度の変化

は完全に発酵分解された。ただし、3.1項に示す未消化分のような難分解性成分は、未発酵のまま残存していると考えられる。従って、通常の連続投入一括排出方式の運転において、安定して発酵分解処理が可能な畜糞投入負荷 50g / 日の場合は、5日以内に易分解性の成分の発酵分解は完了し、難分解性の成分が残存するのみで、それ以上発酵分解は進行しないことが判明した。

今回得られた乳牛糞の発酵分解が約5日で完了するという結果は、通常のコンポスト化処理が数ヶ月を要するのに比較して極めて短期間である。これは、高温好気法が通常のコンポスト化処理と異なり、温風の強制給気、発酵槽の断熱保温などにより、発酵槽内が常に好気的で温度も好条件に維持管理されているので、発酵分解が促進されるためと考えられる。このように、短期間に発酵分解が完了するのが高温好気法における大きなメリットの一つである。

3.3 小型実証試験機による畜糞発酵分解試験

表4に小型実証試験機を用いて、乳牛糞を試料として

50kg / 日の一定負荷により、約40日間にわたって実施した定常負荷運転状態の実証試験の物質収支を示す。この表に示すように試験中に1,525kgの畜糞を投入した結果、重量減量率は89.2%、容積減容率は61.4%であった。また、減量は水分の蒸発がその大半を占めるが、水分を除いた固形物のうち有機物は約30%強が減量し、この部分が発酵分解に起因する減量であった。なお、固形物のうち無機物は発酵分解しないので当然のことながら極めて低い減量率であった。成分的に炭素の分解率は、ほぼ有機物の減量率と同程度であり窒素の分解率はそれより大きかった。

これらの値を実装置で稼働実績のある下水余剰汚泥の発酵分解処理と比較すると、畜糞の方が減量率および減容率ともにいずれも低いレベルであった。これは、3.1項と同様に畜糞中の未消化分の影響によるものと考えられた。今回の試験で発生した発酵分解残渣の組成分析結果を表5に示す。この表に示すように、残渣中の径0.35mm以上の粗粒

表4 小型実証試験機による定常負荷運転の場合の物質収支

項目	重量(kg)	水分(kg)	有機物(kg)	無機物(kg)	窒素(kg)	炭素(kg)	水素(kg)	容積(L)
①初期発酵槽	293.6	84.6	188.9	20.2	6.3	93.2	6.0	1000.0
②総投入量	1525.0	1313.2	193.5	18.3	4.6	101.6	7.6	1372.5
③終期発酵槽	459.0	102.3	319.0	37.5	6.7	162.6	13.4	1530.0
④槽内増加(③-①)	165.4	17.7	130.1	17.3	0.4	69.4	7.4	530.0
⑤残存率(④/②×100)%	10.9	1.4	67.2	94.5	8.7	68.3	97.1	38.6
⑥分解率(100-⑤)%	89.2	98.7	32.8	5.5	91.3	31.7	2.9	61.4

表5 実証試験における発酵分解残渣の組成分析結果

(単位: wet 質量%)

試料	水	有機物	無機物	窒素	炭素	水素
投入畜糞(乳牛糞)	86.1	12.7	1.2	0.3	6.7	0.5
発酵分解残渣	22.3	69.5	8.2	1.5	35.4	2.9
うち粗粒分(0.35mm以上)	0.0	52.8	2.7	0.7	26.2	2.0

表6 小型実証試験機による最大負荷運転の場合の物質収支

項目	重量(kg)	水分(kg)	有機物(kg)	無機物(kg)	窒素(kg)	炭素(kg)	水素(kg)	容積(L)
①初期発酵槽	293.6	84.6	188.9	20.2	6.3	93.2	6.0	1000.0
②総投入量	1500.0	1291.7	190.4	18.0	4.5	99.9	7.5	1350.0
③終期発酵槽	488.0	87.2	350.9	50.0	8.5	175.3	13.8	1991.0
④槽内増加(③-①)	194.4	2.6	162.0	29.8	2.2	82.1	7.8	991.0
⑤残存率(④/②×100)%	13.0	0.2	85.1	165.4	48.7	82.2	104.1	73.4
⑥分解率(100-⑤)%	87.0	99.8	14.9	(-65.4)	51.3	17.8	(-4.1)	26.6

分に全有機物の7割以上が含有されており、その形態は断片状の草類であった。この粗粒分は、もとの乳牛糞に約半量含まれている未消化分であると考えられ、セルロース質であるため3.1項に示すように、発酵分解処理は極めて困難であると思われる。従って、表4に示す有機物の物質収支欄について、投入有機物の半量のみが分解可能として算出し直すと、全有機物の減量率は30%強に過ぎなかったが、発酵分解可能な有機物については、約6~7割が減量していることとなり、下水余剰汚泥脱水ケーキの分解率とほぼ一致した。

表6に最大負荷運転における物質収支の結果を示す。この表に示すように、最大投入負荷75kg/日の条件で1,500kgの畜糞を投入した結果、減量率は87.0%、減容率は26.6%であった。減容率が著しく低かったため、発酵槽内容物の容積は次第に増加した。なお、無機物については投入量以上に槽内重量が増加して収支がバランスしておらず、明らかに不合理な結果であった。これは、終期の発酵槽の体積が増加したため、攪拌効率が劣って内容物が不均一となり、終期発酵槽の組成分析に用いた試料が、槽内全体の組成を代表していなかったための誤差と考えられる。

減量のうち水分は100%近い減量率であったが、水分を除いた固形物のうち有機物は約15%が減量したに過ぎなかった。この値を定常負荷運転の結果である表4と比較すると畜糞の総投入量はほぼ同一であるにもかかわらず、有機物の減量率、容積の減容率ともに相当低い値となった。これは、一日あたりの投入負荷が大きすぎて発酵阻害が起こっているためと考えられた。以上の結果から考えて、今回の試験条件においては一日あたり最大処理量は75kg程度が限度であると判断された。

3.4 畜糞発酵分解残渣の機能性

模擬発酵分解槽による試験で得られた発酵分解残渣溶出液の主要イオン組成などを表7に示す。表中に示す下水余剰汚泥の値は、実稼動中の下水余剰汚泥発酵分解槽における槽内容物の溶出液組成を、1回/月ごとに分析した結果

表7 発酵分解残渣の水分と溶出液のpH, 主要イオン組成

分解対象物	水分 (wet質量%)	pH	Na (g/dry-kg)	NH ₄ (g/dry-kg)	K (g/dry-kg)	Cl (g/dry-kg)	PO ₄ (g/dry-kg)	SO ₄ (g/dry-kg)
畜糞(乳牛糞)	47.7	9.4	2.79	0.76	10.51	4.67	0.80	2.20
下水余剰汚泥	36.6	8.4	0.32	4.61	1.34	0.49	4.21	3.21

の8ヶ月分の平均値を示している。

今回の試験で得られた畜糞発酵分解残渣溶出液の組成を、下水余剰汚泥の値と比較すると、溶出液のpHはいずれも弱アルカリ性を示し、畜糞の方が多少高い傾向にあった。また、畜糞の発酵分解残渣の特徴として、乳牛が摂取した食塩に起因すると思われるNaとCl濃度が高いこと、およびK濃度が極めて高いことがあげられる。また下水余剰汚泥分解残渣溶出液に比べてNH₄の窒素成分およびPO₄で示されるリン成分の値が低かった。畜糞発酵分解残渣を有機肥料として利用することを想定した場合、窒素、リン濃度が低いことため肥料効果が劣ることが想定される。しかし、反面カリウム濃度が高いため優良なカリウム供給源として有効に作用することが期待される。

また、畜糞発酵残渣の肥料効果については、松本により組成分析およびコマツナのポット栽培試験により検証され、以下の結果が得られている⁴⁾。松本は、畜糞の発酵分解残渣は、下水余剰汚泥または生ゴミ発酵残渣に比べて窒素含有率が低く、C/N比が高いため、その肥効は同様の方法で発酵分解された下水余剰汚泥および生ゴミ分解残渣には及ばないこと。しかし、通常の堆肥化処理により得られた牛糞堆肥と比較すれば、窒素含有率が高くC/N比も低いことから優位性が認められることを報告している⁴⁾。

次に畜糞発酵分解残渣のアンモニア除去能を検証した結果を図6に示す。この図には、アンモニア濃度の経時変化から求めた累積アンモニア除去量を示してある。なお、図中のブランクはガラスシャーレのみで試料が無い場合の結果である。この図から3種の試料を比較すると発酵分解残渣、杉チップ、ブランクの順にアンモニア除去能が優れていた。発酵分解残渣は杉チップに比較して約1.5倍ほど累積除去量が多かった。

アンモニア除去の機構として、杉チップの場合は材料の多孔性に起因する吸着作用が、畜糞発酵分解残渣の場合は、それに加えて残渣中の微生物による分解作用が主であると想定される。発酵分解残渣と杉チップのアンモニア除去能

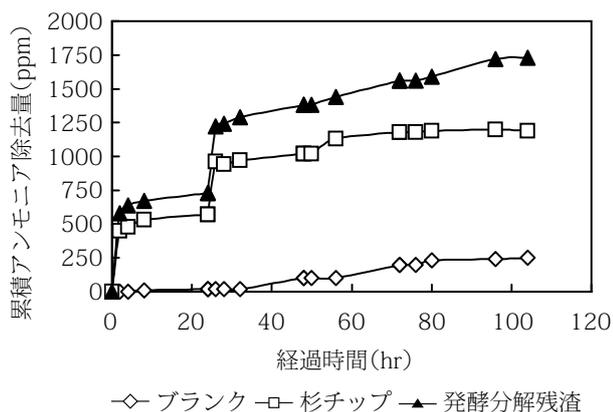


図6 畜糞発酵分解残渣のアンモニアガス除去能

の差は、微生物による分解作用の有無によるとも考えられるが、今回の結果だけでは、そこまでの検討はできなかった。いずれにしても、発酵分解残渣はアンモニアガスの除去に優れた効果を示し、畜舎の敷料として利用することにより畜舎の脱臭効果が期待できるものと思われる。

畜糞発酵分解残渣の乳房炎抑制効果の検証として、培養期間中の生菌数、大腸菌群数および黄色ブドウ球菌数の変化を図7に示す。生菌数は培養期間を通じてはほとんど変化が見られなかった。しかし、大腸菌群数は発酵分解残渣、おがくずの双方において培養開始後1日目に急激に増加したが、その後はおがくずではほぼ一定、発酵分解残渣では緩やかな減少傾向が見られた。また、発酵分解残渣中の大腸菌群数は常時おがくずよりも低い菌数に保たれ、培養5日目の菌数はおがくずの約1/60であった。黄色ブドウ球菌数も大腸菌群数と同様、培養開始後1日目に急激に菌数が増加したが、その後は発酵分解残渣、おがくずの双方で菌数が減少し、発酵分解残渣では最終的に非検出となった。また、発酵分解残渣の方がおがくずよりも減少速度が速かった。

ここで畜糞発酵分解残渣、おがくずの双方とも生菌数はほぼ一定であったことから、黄色ブドウ球菌は他の菌によって淘汰されたと考えられる。以上のことより、室内実験においては、畜糞発酵分解残渣は大腸菌群、黄色ブドウ球菌の双方に対して、おがくずよりも菌繁殖抑制効果が高いことがわかった。このため、畜糞の発酵分解残渣を完熟堆肥と同様に畜舎敷料として使用すると、乳牛の乳房炎罹患率減少に効果的であると考えられる。

本報告は、平成17～18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「革新的高含水有機性廃棄物の固液一括処理システムの開発」の一環として実施した研究成果の一部を、とりまとめたものである。有益な助言や協力を頂きました山口大学田中俊彦教授を始めとする島根大学、山口大学、松江工業高等専門学校、島根県畜産技術センター、松江土建株式会社、株式会社ミシマのコンソーシアム参画メンバーの方々、および事業遂行にあたり多くの支援を頂きました

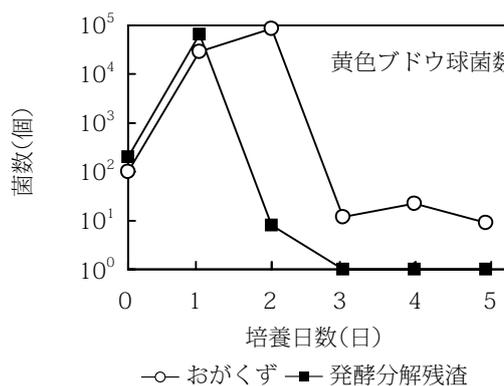
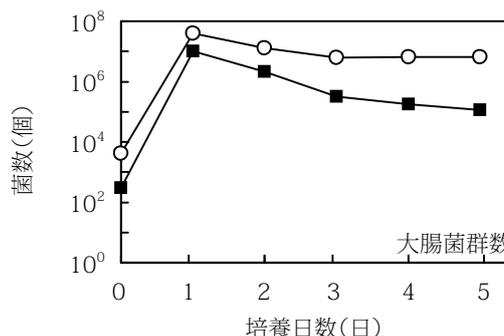
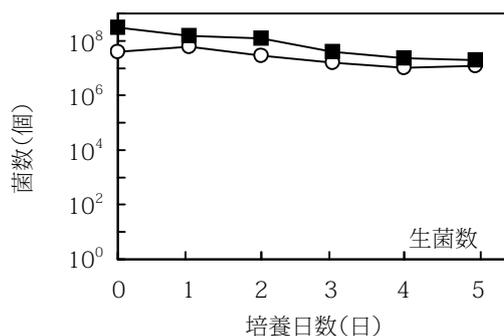


図7 畜糞発酵分解残渣による菌体繁殖抑制効果

中国経済産業局、しまね産業振興財団に深く感謝します。

文 献

- 1) 劉宝鋼, 野田修司, 森忠洋. 高温好気処理を用いた有機物の完全処理. 環境工学研究論文集. 1992, vol. 29, p. 77-84.
- 2) 塩村隆信, 田島政弘, 永田善明, 三島和貴, 三島康正. “高温好気法による余剰汚泥発酵分解処理装置とその物質収支”. 第16回廃棄物研究発表会講演論文集. 仙台, 2005-10-31/11-2. 廃棄物学会, p. 434-436.
- 3) 塩村隆信, 田島政弘, 永田善明, 三島和貴, 三島康正, 安部裕巳. 高温好気法を用いた余剰汚泥の発酵分解処理における物質収支. 島根県産業技術センター研究報告. 2006, vol. 42, p. 17-20.
- 4) 松本真悟. “畜糞発酵分解残渣の基本的肥料効果の検証と評価”. 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「革新的高含水有機性廃棄物の固液一括処理システムの開発」成果報告書. 田中俊彦ほか. 平成19年2月, p. 81-82.