

再資源化物としての爆砕モミガラとナシ剪定枝炭の脱臭能力

杉本 清美・大泉 長治^{*1}・山口 岑雄^{*2}・阿部 佳之^{*3}・福重 直輝^{*4}

Deodorant Ability of Steam-exploded Rice Hull and Charcoal Made from Pruned Branches of Japanese Pear as Recycle Materials

Kiyomi SUGIMOTO, Choji OIZUMI, Takao YAMAGUCHI, Yosiyuki ABE and Naoki HUKUJU

要 約

千葉県内プラントで産出される再資源化物である爆砕モミガラ及びナシ剪定枝炭を用いて、アンモニアガス及び硫化水素ガスを通気してその吸着・脱臭能力を測定した。爆砕モミガラはアンモニアに対し、ナシ剪定枝炭は硫化水素に対して吸着能力が高いことが明らかとなり、両資材とも畜産に起因する悪臭に対する脱臭資材としての活用が期待できる。

緒 言

畜産経営では悪臭対策が大きな課題であり、悪臭の主な臭気成分はアンモニアと硫化水素である。その対策として堆肥化施設に付随した脱臭装置にオガクズなどの資材を充填して利用しているが、より脱臭効果のある資材の検索が望まれている。

一方、県内では資源循環型農業の構築のため有機質資源の循環利用が図られており、香取市山田に設置されているバイオマス多段階利用システムの実証プラントから産出される再資源化物の有効活用についても求められているところである。

そこで、畜産臭気の低減化及び再資源化物の有効利用を図る目的で、山田バイオマスプラントにおいて産出される爆砕モミガラとナシ剪定枝炭の臭気吸着性能を試験し、畜産由来臭気に対する脱臭資材としての有効性を検討した。

材料及び方法

1. 供試材料

再資源化物として供試した材料は、爆砕モミガラ（山田バイオマスプラントにおいて、モミガラを水蒸気爆砕装置で爆砕処理した後乾燥したもの^{1,2)}）、ナシ剪定枝炭（同じく山田バイオマスプラントにおいて、ナシ剪定

枝チップを過熱水蒸気式炭化装置で炭化したもの^{1,2)}）と、対照として通常のモミガラを用いた。

2. 試験時期

試験は、2006年10月～12月の間に実施した。

3. 測定項目及び方法

(1) 素材物性試験

使用した再資源化物の物性については、次の方法で測定した。水分、灰分、pH、ECは、堆肥等有機物分析法に従った³⁾。真比重はピクノメーターにより測定し、かさ比重は既知容量のシリンダーにより質量を測定し、三相分布は真比重とかさ比重から算出した。最大吸水量は絶乾試料を供して福光⁴⁾の方法に従った。粒度は電動篩により分類し質量を測定した。通気抵抗は、岡田ら⁵⁾の方法により通気量と静圧を測定し算出した。

(2) 臭気成分吸着性能試験

ア. アンモニア

再資源化物のアンモニア吸着性能評価は破過曲線法による有効吸着率（國部⁶⁾）を採用した。すなわち、吸着資材層に吸着質を含む流体を一定濃度、一定流量、一定温度で通気し、排気中に含まれる吸着質濃度を測定する。濃度の経時的変化を示す吸着曲線を吸着限界（出口濃度＝入口濃度）まで測定し、得られた図から有効吸着率を求める方法である。固定層吸着では処理流体を通過させると吸着除去すべき成分が吸着しきれず出口側に漏れだしてくる。この状態を破過といい、破過曲線から吸着率を求めることができる。

具体的には、再資源化物を内径145mmの円管に高さ100mmになるように充填した反応槽（カラム）を25℃

平成22年8月31日受付

^{*1}元千葉県畜産総合研究センター、^{*2}現千葉県香取農林振興センター、^{*3}(独)農研機構・畜産草地研究所、^{*4}(独)農研機構・東北農業研究センター

の恒温水槽に設置し、ガスボンベから調整して発生させた500ppmのアンモニアガスを一定速度2.5L/分でカラムに通気して通過後のアンモニア濃度と時間を測定し、破過時間と吸着率を求めた。アンモニア濃度の測定は、INNOVA社製光音響デュアルガスモニタ（1412型）とマルチサンプラ（1309型）を用いた（表1）。これらの測定は（独）農研機構畜産草地研究所所有の装置を用いた（図1）。

イ. 硫化水素

同じく再資源化物の硫化水素吸着性能評価も、アンモニアと同様破過曲線による有効吸着率を用いた。再資源化物を内径51mmの円管に高さ100mmになるように充填した反応槽（カラム）を25℃の恒温水槽に設置し、パーミエーターにより気化させた硫化水素を平均15.3ppm、一定速度0.5L/分でカラムに通気して通過後の硫化水素濃度と時間を測定し、破過時間と吸着率を求めた。硫化水素濃度の測定は、ガス検知管法（ガ

ステック社製4LTまたは4LK）により測定した（表1）。硫化水素についてもアンモニアと同じく畜産草地研究所所有の装置を用いて測定した（図1）。

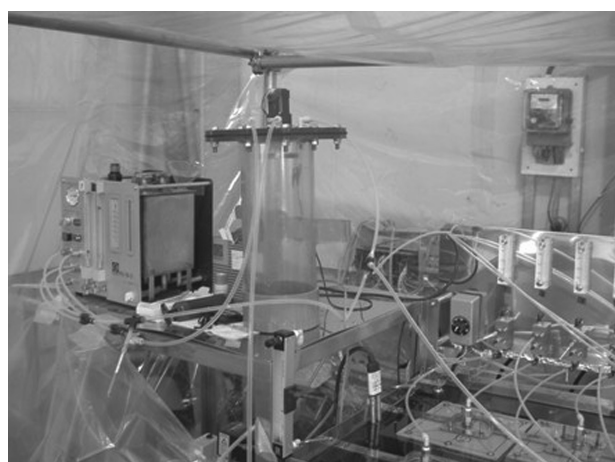


図1 ガス発生・測定装置
(畜産草地研究所・那須)

表1 臭気測定条件

	アンモニア	硫化水素
カラム	塩ビ製 (内径145mm)	ステンレス製 (内径51mm)
臭気ガス	標準ガスボンベからガス流量調節器を通して希釈調整	パーミエーションチューブからパーミエーターにより発生
測定方法	INNOVA社製光音響ガスモニタ1412型	ガステック社製ガス検知管

結果及び考察

1. 素材物性成績

- (1) 資材の物性は表2のとおりであった。pHについては、爆砕モミガラは酸性を、ナシ剪定枝炭はアルカリ性を示した。比重及び三相分布を見ると、3種とも比重が軽く、爆砕モミガラ及びモミガラは気相の割合が多かった。また、爆砕モミガラは、モミガラに比べ最大吸水量が3倍以上増加しており保水性資材としての利用も期待できる。
- (2) 粒径分布は表3のとおりであり、モミガラは2～4mmが大半を占め、そのモミガラを高圧処理して乾燥させた爆砕モミガラは微細化されて大半が1～4mmとなっており、ナシ剪定枝炭は2～8mmの範囲が多かった。
- (3) 通気抵抗は表4のとおりであり、モミガラとナシ剪定枝炭の通気抵抗値はほぼ同程度であった。爆砕モミガラは、作成量が少量のため供試量が0.165mの堆積高さに留まり、比較はできなかった。モミガラとナシ剪定枝炭は通気性が良く、比重及び三相分布も考慮して、堆積しても通気脱臭資材として使用できると考えられる。

2. 臭気成分吸着性能成績

資材を充填したカラムにアンモニア及び硫化水素の臭気成分を通気したところ、以下及び表5のとおりとなった。

(1) アンモニア

アンモニアガス460～520ppmを通気したところ、図2のような破過曲線を示した。

未処理のモミガラに通気した場合は10分でアンモニアが漏れ出して除去効果がほとんど見られなかったのに比べ、爆砕モミガラは2時間近く漏れ出さず、吸着材として利用の可能性が示唆された。表5の有効吸着率からもこれと同様な結果が得られた。ナシ剪定枝炭の破過は45分であったが、漏れ出すアンモニア濃度の上昇は緩やかであった。爆砕モミガラは破過時点での動的吸着率でモミガラの7.9倍、ナシ剪定枝炭の3.4倍、飽和時点での動的吸着率ではモミガラの8.7倍、ナシ剪定枝炭の1.9倍の吸着能力があった。

なお、齊藤ら⁷⁾が試験した、高温高圧蒸気処理した雑灌木チップでも未処理チップに比べアンモニア吸着能力が向上したとしており、本試験に用いた爆砕モミガラにおいても同様の結果となった。また、福重ら⁸⁾は、地域有機性廃棄物数種の破過及び吸着率を測定しており、アンモニア吸着材として有効なのは破砕剪定枝（水分50%調整）、パーク、モミガラ（水分50%調整）の順であったとしており、pHと水分の影響があったとしているが、本試験では乾燥物を供したため水分の影響はなく、爆砕処理によるpHの変化が影響していると考えられた。

(2) 硫化水素

硫化水素ガス2～16ppmを通気したところ、モミガ

ラでは即刻に、爆砕モミガラでは40分で漏れ出した。これに比べ、ナシ剪定枝炭の吸着能力は高く、破過時間では爆砕モミガラの630倍以上吸着が持続し、破過時点での動的吸着率では430倍以上であった。このナシ剪定枝炭は、矢野ら⁹⁾が測定した炭4種のうちの広葉樹炭（動的吸着率50mg/kg）以上の能力があった。なお、硫化水素については、飽和に至るまでの試

験期間が確保できず、破過を確認後12日間で中途終了した。

福重ら⁸⁾が硫化水素の吸着除去率を調べた資材では、ほとんどの資材において約1時間未満で破過しており、有効な材料は認められなかったとしたが、それらに比較してもナシ剪定枝炭の吸着能力は非常に優れていると言えた。

表2 資材の物性

資材	物性										
	含水率 %	灰分 (乾物) %	有機物 (乾物) %	pH	EC mS/cm	真比重	かさ比重 kg/L	三相分布			最大 吸水量 kg/kgDM
								固相 %vol	液相 %vol	気相 %vol	
爆砕モミガラ	4.1	28.2	71.8	4.04	0.48	1.59	0.142	8.8	0.1	91.0	2.77
モミガラ	11.4	20.1	79.9	7.75	0.48	1.30	0.103	7.3	0.2	92.5	0.80
ナシ剪定枝炭	1.8	11.7	88.3	9.34	1.07	1.55	0.239	14.9	0.5	84.6	1.40

表3 資材の粒度分布 (単位: %)

資材	粒径 (mm)	> φ7.89	> φ4	> φ2	> φ1	> φ0.5	> φ0.25	> φ0.105	< φ0.105
爆砕モミガラ		1.6	8.0	42.8	29.0	10.6	4.5	2.1	1.3
モミガラ		0.0	0.1	83.8	12.5	2.7	0.5	0.1	0.2
ナシ剪定枝炭		2.7	32.1	29.1	11.6	7.9	6.0	5.4	5.2

表4 資材の通気抵抗 (単位: mmH₂O)

資材	見かけ風速条件 (mm/秒)				
	1	2	3	4	5
爆砕モミガラ (堆積高さ0.165m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
モミガラ (堆積高さ1.0m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
ナシ剪定枝炭 (堆積高さ1.0m)	0.1	0.2	0.4	0.6	0.9

表5 脱臭試験結果

臭気ガス	ア ン モ ニ ア					硫 化 水 素				
	充填量 g	充 填 密 度 g/L	破 過 時 間 分	動 的 吸 着 率 (破過) mg/kgDM	動 的 吸 着 率 (飽和) mg/kgDM	充填量 g	充 填 密 度 g/L	破 過 時 間 分	動 的 吸 着 率 (破過) mg/kgDM	動 的 吸 着 率 (飽和) mg/kgDM
爆砕モミガラ	126	152	114	1,380	4,254	136	157	40	0.264	—
モミガラ	90	109	10	175	491	86	99	0	—	—
ナシ剪定枝炭	178	216	45	405	2,257	214	246	25,540	116	—

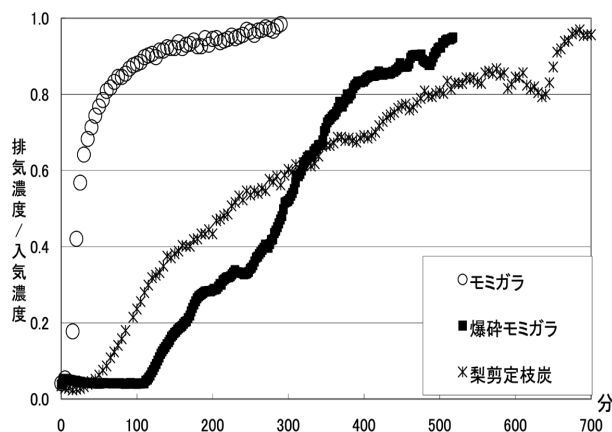


図2 アンモニアガス破過曲線

3. 脱臭資材としての評価

以上のように、再資源化物として供試した各資材は通気性も良く、爆砕モミガラはアンモニアに対し、ナシ剪定枝炭は硫化水素に対して吸着能力が高いことが明らかとなり、両資材とも畜産に起因する悪臭に対する脱臭資材としての活用が期待できる。

資材の臭気成分の吸着能力は、水分やpHに影響されるが、さらに資材の比表面積にもよるため、今後は各資材の比表面積を測定して比較する必要がある。

課題としては、現在は実験室レベルである爆砕モミガラの製作を大量に生産する方法を確立することが必要である上、経済的有効性の検討が必要である。また、これらの資材を長期間利用し、脱臭効率を維持・向上させるためには、微生物機能の付加や薬剤添加の検討等、更な

る試験が必要であると考えられる。

最後に、この研究は農林水産省委託金プロジェクト「農林水産バイオリサイクル研究」(2005～2006)に参画し、(独)農研機構畜産草地研究所のほか、(独)農研機構農村工学研究所とともに研究を行ったものであり、資材の提供や御協力をいただいた柚山義人ユニットリーダーを始め東京大学生産技術研究所や山田バイオマスプラントの関係の皆様に感謝します。

引用文献

- 1) 農林水産バイオリサイクル研究「システム実用化千葉ユニット」編(2007)、アグリ・バイオマスタウン構築へのプロローグ：45-53
- 2) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(2008)、研究成果シリーズ466「農林水産バイオリサイクル研究－施設・システム化チーム－」：123-136
- 3) (財)日本土壌協会発行(2000)、堆肥等有機物分析法：18, 21-23, 153-154
- 4) 福光健二(1979)、促成堆肥調製に関する試験、群馬県畜産試験場研究報告第18号：140-144
- 5) 岡田光弘・栗原 勇・遠藤 篤・大泉長治・中村丹美・萩田恒男(1983)、オガクズ等の水分調整材を用いないで堆肥化处理する場合の家畜ふんの水分と通気抵抗との関係について、千葉畜七研報No.7：55-61
- 6) 國部 進著(1981)、新しい脱臭技術、工業調査会：70-77
- 7) 齋藤常幸・今田哲雄(2004)、第81回日本養豚学会大会講演要旨：11
- 8) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(2008)、研究成果シリーズ463「農林水産バイオリサイクル研究－畜産エコチーム－」：40-45
- 9) 矢野弘道・木山雅文・上野一憲(2004)、熊本県保健環境科学研究所報No.33：70-72