

環境に配慮した鶏ふん堆肥化技術

三木 晃^{*1}, 宮崎 絵梨^{*2}, 山本 澄人^{*2}

抄 録

徳島県の主要産業の一つである養鶏の現場では、産業廃棄物となる鶏糞と食鳥加工副産物を混合・発酵させることにより有機肥料の製造を行っているが、特有の臭気(悪臭)を持つことが普及の妨げになっている。

そこで、問題となる有機肥料特有の臭気物質を分析するとともに、その減臭効果について検証した結果、特有の臭気には吉草酸を主体とする低級脂肪酸が関与していることが明らかとなった。また、これら低級脂肪酸は環境条件が整えば、糸状菌・放線菌などの微生物により除去することができ、減臭が可能であることが示唆された。

1 はじめに

近年の肥料価格高騰や環境保全型農業の取組の広がりを背景として、本県大手養鶏業者では、鶏糞に鶏肉の加工時に出る骨や血液、内蔵などの食鳥加工副産物を混合し発酵させることにより、植物に必要な窒素、リン酸、カリのバランスのよい、動物性有機100%の肥料を開発し、この肥料の供給を通じて地域を挙げた特色ある産地づくりに取り組んでいる。

しかしながら、この肥料は、食鳥加工副産物の混入・発酵させるため、鶏糞とは異なる特有の臭気を持ち、施用した圃場の周辺住民からの苦情が出るなど、活用が限られている。

そこで本研究では、この有機肥料のさらなる有効活用に向けて、特有の臭気成分の特定及び減臭技術について検討した。

2 実験方法

2・1 悪臭成分の把握

図1に示す有機肥料の製造工程より、一次発酵後、二次発酵後、製品のサンプル各約40gを920mlシリコン容器に採取した。

臭気成分の分析は、各試料を採取したシリコン容器内にGERSTEL製Twisterを設置し、25℃の恒温槽内で10分間、ヘッドスペース法により揮発性物質を吸着させた後、アジレント5975GC/MSDシステムに供した。

(2) 微生物剤処理による減臭効果の検証

*1 食品・応用生物担当(現東部農林水産局)

*2 食品・応用生物担当

市販されている複合微生物資材を有機肥料製品に

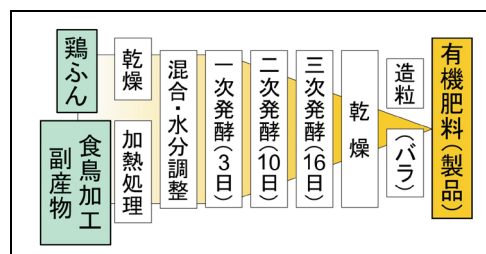


図1 有機堆肥の製造工程

処理することによる減臭効果の検証を試みた。500ml トールビーカーに100gの有機肥料製品、3gの微生物資材、添加する微生物の栄養源として10gの米ぬかを入れてよく攪拌し、水分を65%に調整¹⁾した。資材を添加しないものを対照区とした。アルミ箔で蓋をして、50℃の恒温槽内で10日間培養後、攪拌しながら約24時間乾燥させ、ビーカースケールで減臭効果を検証した(図2)。

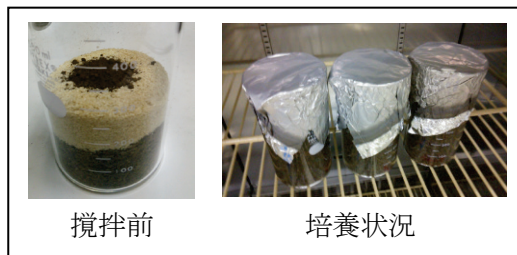


図2 減臭効果の検証試験

特有の臭気成分の特定、及び減臭効果の検証にあたっては、「有機肥料施用直後の降雨時がいちばん臭い」とのユーザーからの苦情のシミュレーションを想定し、有機肥料製品、同社製鶏糞堆肥(原材料として食鳥加工副産物が含まれておらず特有の臭気はほとんどない)、及び各試作品試料1gを10ml容サンプル瓶に入れ、蒸留水を1ml加えて室温で1時間、

ヘッドスペース法により揮発性物質を吸着させ、分析に供した。

2・3 減臭に関与する微生物のスクリーニング

減臭効果が認められた微生物資材からアルブミン寒天培地用いて気中菌糸を形成する2種類の菌を単離²⁾した。これらを5mlの放線菌培地「ダイゴ」No.1に接種し、30℃、15日間振とう培養した後、10,000回転、3分間のホモジナイズ処理をして、(2)に示したビーカースケールの試験に供した。

また、上記の微生物懸濁液1mlに3mlの放線菌培地「ダイゴ」No.1を加え、これに吉草酸標準品を添加して初発濃度37.8mg/100mlとした。これを30℃で15日間振とう培養し、インビトロでの減臭効果(吉草酸の消失現象)を検証した。培養後の上澄液を0.45μmフィルターで濾過し、日本分光製有機酸分析システムにより、特定悪臭物質に指定される低級

脂肪酸を測定した。

2・4 プラントレベルでの実証実験

減臭効果が認められた微生物資材を図1に示した製造工程の二次発酵工程の堆積物1レーン 約200m³(発酵レーン幅1m、長さ20m、堆積高0.5m、3レーン併設)に対し20kg/日を連続14日間導入口より投入した(図3)。



図3 実証実験を実施した二次発酵槽

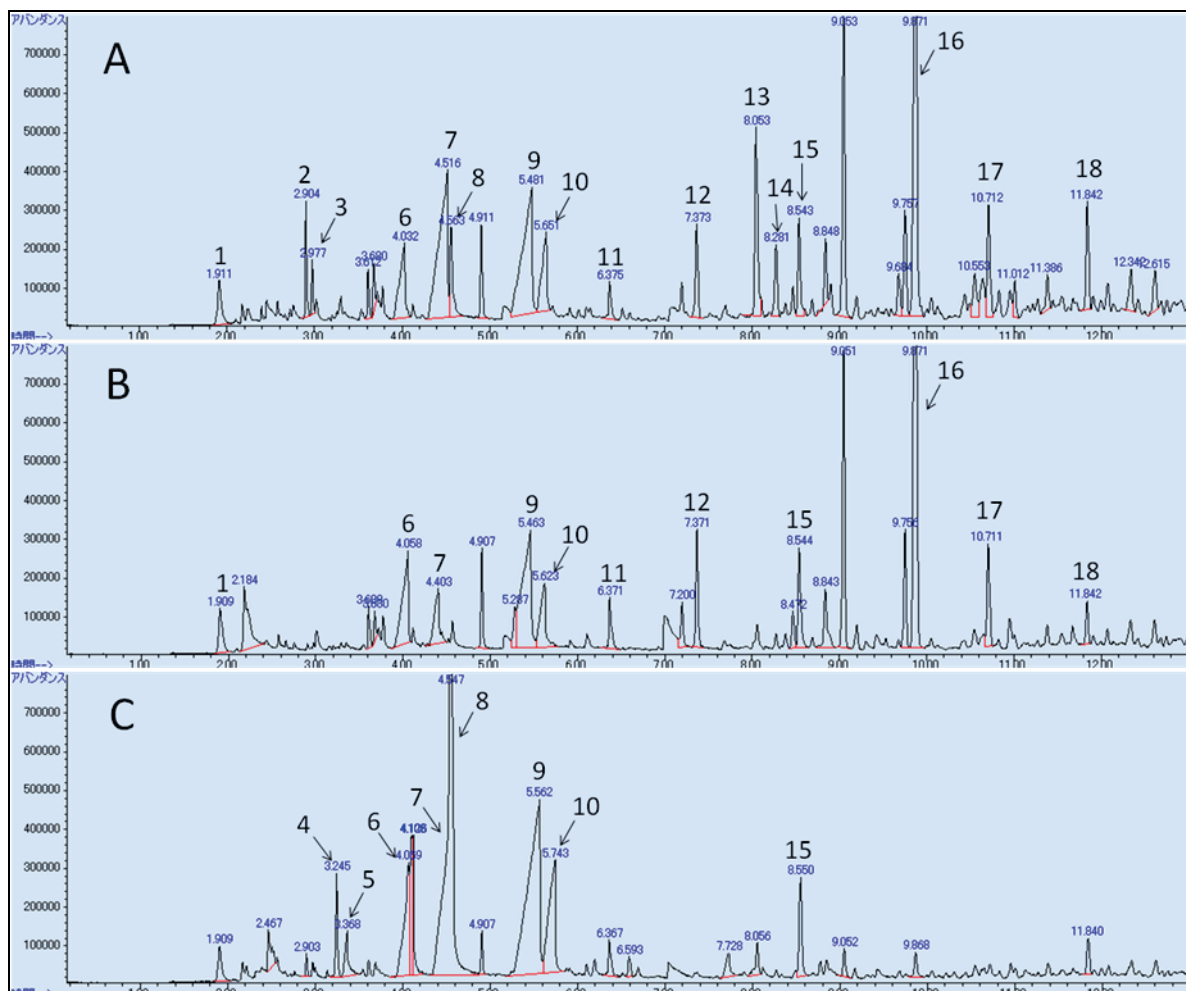


図4 有機肥料製造工程における揮発性成分分析結果

クロマトグラム A: 一次発酵後, B: 二次発酵後, C: 最終製品, ピーク1: 二酸化炭素, 2: 3-メチルブタナール, 3: 2-メチルブタナール, 4: ペンタナール, 5: プロピオン酸, 6: 2-メチルプロピオン酸, 7: 酪酸, 8: ヘキサナール, 9: 吉草酸, 10: 2-メチル酪酸, 11: 2-ヘプタノン, 12: α-ピネン, 13: ベンズアルデヒド, 14: ジメチルトリスルフィド, 15: フェノール, 16: l-リモネン, 17: γ-テルピネン, 18: n-ウンデカン

3 結果及び考察

3・1 悪臭成分の把握結果

有機肥料の一次発酵後、二次発酵後、乾燥後の最終製品の揮発成分分析結果を図4(A~C)に示した。

一次発酵後では様々な揮発性成分のピークが見られるが、発酵が進むとともに微生物の代謝や乾燥(乾燥工程も含む)により、低級脂肪酸や低級アルデヒドなどの組成割合が高くなり、これらピークが本有機肥料特有の臭気に関与していることが伺えた。

3・2 微生物剤処理による減臭効果の検証結果

複合微生物資材を使用したビーカースケールの減臭効果試験において、官能による減臭効果と気中菌糸の発生(図5)が認められた。



図5 気中菌糸の発生状況

有機肥料製品(悪臭多い)、同社製鶏糞堆肥(悪臭少ない)、減臭効果があった資材試作品(悪臭少ない)、減臭効果がなかった資材試作品(悪臭多い)の揮発性成分を分析したクロマトグラムを図6~9に示した。悪臭の少ない鶏糞堆肥及び減臭効果があった資材試作品においては、リテンションタイム5.5min付近にピークを持つ吉草酸(またはその異性体)組成割合が、悪臭の多い試料に比べて低くなっていることから、本有機肥料特有の臭気的主要な成分の1つであると推測された。また、複合微生物資材によって処理することで、減臭が可能になった。

3・3 減臭に関与する微生物の分離

微生物資材を分離源としてアルブミン寒天培地に生育した2種類の微生物の写真を図10に示した。これらは図5に示した試作品の表面に観察されたものと同様の形態的特徴を有した。糸状菌様集落(クロラムフェニコール含有ポテトデキストロース寒天培地に生育可)は、菌糸の太さが約4 μ mであり、放線

菌³⁾様集落(クロラムフェニコール含有ポテトデキストロース寒天培地に生育不可)は太さ約2 μ mの菌糸であった。単離したこれらの微生物を放線菌培地(ダイゴ液体培地)で振とう培養して増殖した菌体を大量に有機肥料に接種し、ビーカースケールで減臭試験を実施したが、どちらの微生物も気中菌糸の形成や、揮発性成分分析による吉草酸等の減少は認められなかった。

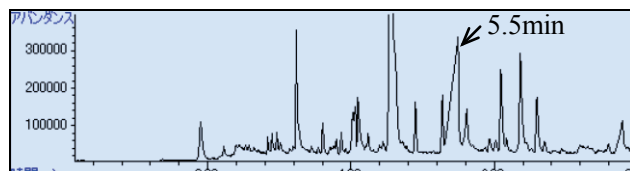


図6 有機肥料の揮発性成分分析結果

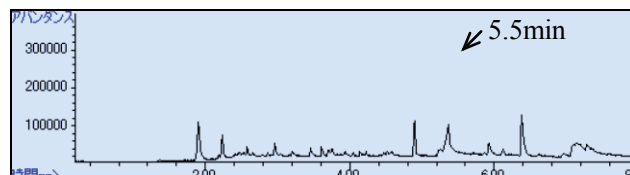


図7 鶏ふん堆肥の揮発性成分分析結果

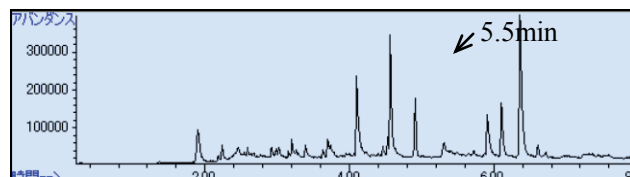


図8 減臭効果があった資材試作品の揮発性成分分析結果

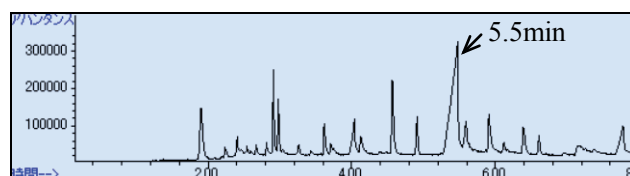


図9 減臭効果がなかった資材試作品の揮発性成分分析結果

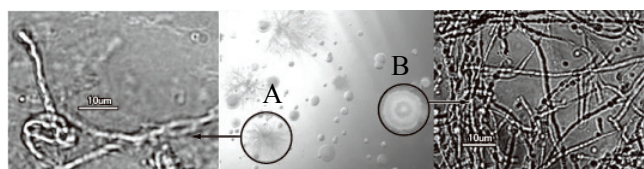


図10 アルブミン寒天培地に生育した集落
(A: 糸状菌様集落, B: 放線菌様集落)

その一方で、同培養液を使用したインビトロ試験では、糸状菌様と放線菌様の両微生物とも固形集落の形成が確認され、表1に示したように、添加した吉草酸が消失するとともに、他の特定悪臭物質に指定されるプロピオン酸、酪酸およびイソ吉草酸といった低級脂肪酸の生成もみられなかった。また、微

生物資材を接種した試験区については、固形集落の形成は確認されず、悪臭物質が増加した。

表 1 試験管反応後の低級脂肪酸の分析結果

試験区	低級脂肪酸濃度(mg/100mg)			
	吉草酸	プロピオン酸	酪酸	イソ吉草酸
放線菌	ND	ND	ND	ND
糸状菌	ND	ND	ND	ND
微生物資材	47.9	38.9	62.6	65.0
対照	36.3	ND	ND	ND

3・4 プラントレベルでの実証実験結果

肥料生産現場で実施した実証実験の温度経過の測定、試作肥料の揮発性成分分析結果を表 2 及び図 11、12 に示した。

表 2 二次発酵槽堆積物温度の推移

試験区	発酵初期	発酵中期	発酵後期
資材処理区	61.5℃	45.5℃	64.0℃
対照区	52.0℃	50.0℃	60.0℃

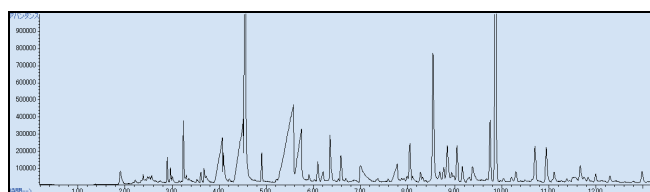


図 11 資材処理区のクロマトグラム

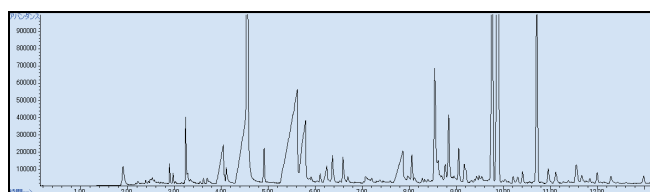


図 12 対照区のクロマトグラム

微生物資材の添加により、直後の温度が上昇するなど発酵環境の変化は伺えたが、ガスクロマトグラフによる揮発性成分の分析においては吉草酸等の揮発量に有意差は認められず、官能評価による臭気(悪臭の度合い)や外観等についても、対照区と比較して有意差は確認されなかった。

4 まとめ

(1) 有機肥料が有する悪臭の主要な成分は、肥料

製造工程における発酵や乾燥行程の温度よりも高い融点を持ち、検知閾値濃度がきわめて低く、特定悪臭物質として指定されている吉草酸を主体とした低級脂肪酸であることが明らかになった。

(2) 有機肥料製品に微生物資材を処理することにより、ピーカーレベルで吉草酸を有意に低減することが出来た。

(3) 減臭効果がある微生物をスクリーニングした結果、効果があった微生物資材から単離した糸状菌様微生物と放線菌様微生物の各々を使用した処理試験において、試験管内反応での吉草酸の消失作用は確認できたが、有機堆肥を使用したピーカーレベルの試験では吉草酸等の低級脂肪酸の減少および減臭効果は確認できなかった。

(4) 有機肥料生産プラントを使用した実証実験では、減臭効果は確認できなかった。

以上のことより、今回のテーマとして取り上げた有機肥料特有の臭気成分は、吉草酸を主体とした低級脂肪酸であること、市販の複合微生物資材の構成微生物である糸状菌様微生物、放線菌様微生物の作用により、これら悪臭物質の減臭が可能なことが示唆された。しかしながら、これら微生物の効果をプラントレベルで発現させるには、肥料製造工程でこれら微生物の育成できる環境条件を最適化する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 堆肥化技術の基本. 家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック(堆肥化処理施設編)。
- (財) 畜産環境整備機構, 2005, p. 24-33.
- 2) 土壌法線菌の計数, 分離, 同定. 新編 土壌微生物実験法. 土壌微生物研究会編, (株)養賢堂, 1997, p. 55-61.
- 3) 鈴々木昭一・上原俊彦・樋渡隆. 市販微生物資材等の堆肥化過程での臭気軽減効果の研究. 鹿児島県畜産試験場研究報告, 2002, 35, p. 6-8.