

家畜排せつ物処理利用技術の開発

—畜舎関連施設からの低コスト脱臭技術の確立—

田崎稔¹⁾・豊田知紀²⁾・小池則義³⁾・阿部正夫⁴⁾・杉本俊昭²⁾

1) 公営競技課、2) 畜産振興課、3) 経営技術課、4) 農業大学校

要約 酪農の自然流下方式から発生するふん尿混合物（以下スラリー）を曝気することで、散布時の悪臭が低減することを確認したが、さらに悪臭を低減させるため生石灰添加が曝気済みスラリーの臭気発生に及ぼす影響について調査検討した。

また、市販脱臭資材等が堆肥化過程における臭気発生状況に及ぼす影響について調査検討した。

さらに、飼料添加型微生物資材の中で、県内で良く使われているとされる土壤微生物発酵資材 1 種類について、酪農家において現地試験により悪臭抑制効果を調査検討した。

1. スラリーへの生石灰添加試験（平成 11～13 年度）

(1) 平成 11 年度においては、スラリーに生石灰を 0.2～5%添加し、24 時間曝気処理後、圃場に散布したが、曝気中および散布後のアンモニア濃度は添加 5%区が最も高かったが、散布後の臭気指数は試験区間には大きな差は無かった。

(2) 平成 12 年度においては、生石灰を 1～3%添加し、9 日間曝気処理した後圃場に散布したが、曝気中および散布後のアンモニア濃度は、3%区は他の区より高く推移し、生石灰添加による悪臭低減効果は薄いものと考えられた。

(3) 平成 13 年度においては、過去 2 年間の結果から生石灰添加によるアンモニア濃度の上昇は、弱塩基の遊離反応が一因と考えられるため、過リン酸石灰、木酢液を添加し、スラリーの pH を 7.0 前後に調整し 6 日間放置後、圃場散布したが放置中のアンモニア濃度は、過リン酸石灰添加区及び木酢液添加区は対照区を下回る傾向を示したが、圃場散布時の臭気指数は、対照区に対して大差は無かったため、散布時の臭気低減について今後アンモニア、硫化水素以外の臭気成分の発生状況も調査し、臭気指数の低下を検討する必要がある。

2. 脱臭資材添加試験（平成 11 年度）

アンモニアの発生は、対照区と試験区で大きな差が無く、資材添加によるアンモニア抑制効果は確認できなかった。硫黄化合物では、木酢液区が他の区に比べ低い値で推移し、堆肥化過程での木酢液添加が硫黄化合物の発生抑制に期待の持てる結果となった。

3. 飼料添加型微生物資材現地実証試験

牛舎内臭気成分濃度は、アンモニアおよび低級脂肪酸が投与開始前に比べ、投与後 7 週以降で若干減少傾向を示したが統計的な差は認められなかった。牛舎内の臭気指数は、投与開始 3 および 7 週後で低くなる傾向を示したが、11 週後は投与開始前より高い値となった。新鮮ふん中の臭気成分濃度は、測定した 9 成分全てで、投与開始前と開始後に一定の傾向が認められなかった。

以上の結果から、供試した微生物発酵資材の臭気抑制効果は認められなかった。

緒言

悪臭問題は、畜産経営に対する苦情の中でも最も多く、経営の存続に関わる問題になってきているため、低コストで有効な脱臭技術の確立が望まれている。そこで、個々のふん尿処理に応じた低コストで効果的な脱臭法を検討し、畜舎関連施設から発生する悪臭の低減を図っていくことについて調査検討した。

酪農経営の自然流下式スラリーを攪拌曝気処理することにより、スラリー中の有機物の分解が進み、多量のアンモニアが生成される。攪拌曝気槽で発生するアンモニアは、土壤脱臭槽に吸引することでそのほと

んどを脱臭することが可能である。しかし、曝気処理済みスラリーを圃場に散布する際、未処理スラリーに比べ悪臭は低く抑えられるものの、スラリー中のアンモニアが一時的に多量に揮散し、周囲に刺激臭を発生する。このことから圃場散布時におけるアンモニア臭低減技術の確立が必要である。

そこで、曝気処理済みスラリーに生石灰を添加し、生石灰の特性でスラリーの温度と pH を高め、弱塩基の遊離反応を起こし、アンモニアを一時的に強制揮散させた後、スラリーを圃場に散布することにより、アンモニア臭の低減が可能であるか調査検討した。

また、県内で普及している代表的な市販脱臭資材等

が堆肥化過程において臭気の発生に及ぼす影響について、調査検討した。

さらに、手軽に使用できコスト面でも比較的取り組みやすい市販の微生物資材を臭気対策に使用するため飼料に添加混合する農家が増加している。しかし、これらの効果については、農家の評価にバラツキがあ

るなど不明な点が多く、使用する現場での混乱を招いている。

そこで、県内で使用が多いとされる土壌微生物発酵資材について、現地試験を実施し悪臭抑制効果を検討する。

材料及び方法

1. スラリーへの生石灰添加試験

(1) 平成 11 年度

試験期間

平成 11 年 11 月

② 供試材料

ア. 乳用牛の曝気済みスラリー（スラリーを曝気している酪農家のふん尿を採取し、さらに

表 1 試験区分

試験区	スラリー量	生石灰添加量	生石灰添加比率
試験区 1	5 kg	0 g	0.0%
試験区 2	5 kg	10 g	0.2%
試験区 3	5 kg	25 g	0.5%
試験区 4	5 kg	50 g	1.0%
試験区 5	5kg	250 g	5.0%

④ 測定項目

ア. 生石灰添加時：アンモニア濃度（検知管）、スラリーの品温、外気温

イ. 散布時：アンモニア（検知管）、官能試験（3点比較式臭袋法）

ウ. スラリー：水分、全窒素、アンモニア態窒素

(2) 平成 12 年度

① 試験期間

2 週間曝気したもの）に消泡材 4ml/kg 添加したもの

イ. 生石灰（CaO 含量 95%、市販の農業用生石灰、粉末状）

③ 試験区分

平成 12 年 10 月 18 日～10 月 27 日

② 供試材料

ア. 乳用牛のバッキ済みスラリー（酪農家のバッキ済みスラリーを採取）

イ. 生石灰

CaO 含量 95%、市販の農業用生石灰粉末状

③ 試験区分

表-2 試験区分

試験区	スラリー量	生石灰添加量	生石灰添加比率
対照区	5 kg	0g	0%
試験 1 区	5 kg	50 g	1 %
試験 2 区	5 kg	100 g	2 %
試験 3 区	5 kg	150 g	3 %

④ 試験方法

10 リットル容広口ポリ容器に、5 kg の曝気済みスラリーを取り、それぞれの試験区ごとにこの設定比率で、生石灰を添加攪拌後、650ml/分・5 kg の通気を連続的に行い、経時的に調査項目の測定を実施した。また、生石灰添加後 216 時間（9 日）のスラリーをほ場に散布し、散布表面のアンモニア濃度を測定した。

⑤ 調査項目

ア. 生石灰添加試験

アンモニア濃度（検知管法）、硫化水素濃度

（検知管法）、スラリー pH、スラリー品温、外気温

イ. ほ場散布試験

アンモニア濃度（検知管法）、硫化水素（検知管法）

(3) 平成 13 年度

- ① 試験期間
平成 13 年 6 月 5 日～6 月 11 日
- ② 供試材料
 - ア. 曝気処理したスラリー
 - イ. 添加材： 過リン酸石灰 (CaPO₄) ,木酢酸

② 調査項目

- ア. アンモニア濃度 (検知管)
- イ. 硫化水素濃度 (検知管)
- ウ. 外気温・スラリー温度・pH
- エ. 臭気官能試験 (三点比較式臭袋法)

表 3 試験区の設定

試験区	試験開始時のスラリーの pH	スラリー量	添加率
過リン酸石灰添加区	7.02	5 kg	2.20%
木酢酸添加区	7.05	5 kg	5.95%
対照区	8.74	5 kg	無

2. 脱臭資材添加試験

(1) 平成 11 年度

- ① 試験期間
平成 11 年 5 月～6 月
- ② 供試材料
 - ア. 供試資材：豚ふん (当場にて繋養しているランドレース種繁殖豚ふん)
 - イ. 水分調整材：おが屑
 - ウ. 添加資材：汚水汚泥 2 種類 (以下浄水汚泥 K、U という)、フミン酸を主成分とする市販脱臭資材 (以下フミン酸という)、市販の木酢液
 - エ. 試験装置： 小型堆肥化装置 (かぐやひめ) 5 基

③ 試験区分

表一 3 のとおり

④ 測定項目

- ア. 固形分：発酵品温、外気温、全窒素 (T-N)、アンモニア態窒素 (NH₄-N)、水分、灰分、pH、
- イ. 排気成分：アンモニア濃度、硫黄化合物濃度 (H₂S, MM, DMS, DMDS)
アンモニア濃度は検知管法、硫黄化合物はガスクロにて測定。

表 4 試験区分

試験区分	添加資材	供試資材量 (kg)				通気量 (ℓ/min)
		豚ふん	おが屑	資材量	充填量	
対照区	なし	4.55	0.45	0.00	5.00	1.0
K区	浄水汚泥K	4.13	0.42	0.45	5.00	1.0
U区	浄水汚泥U	4.13	0.42	0.45	5.00	1.0
F区	フミン酸	4.13	0.41	0.45	5.00	1.0
M区	木酢液	4.13	0.41	0.45	5.00	1.0

(備考)表記の都合上数値を四捨五入しているため充填量と必ずしも一致しない

(2) 平成 13 年度

- ① 試験期間
平成 13 年 6 月
- ② 試験対象農家
酪農家 3 戸 (スタンション式繋ぎ牛舎、ふん尿の排出はバンクリーナー方式)
- ③ 供試資材
飼料添加型土壌微生物発酵資材 1 種。
- ④ 試験方法
各対象農家において、供試資材投与開始 2 週間前、1 週間前、投与開始 3 週間後、7 週間後及び 11 週間後に、牛舎中央部の空気を

採取し、臭気成分濃度の分析及び官能試験法による臭気濃度、臭気指数を算出した。空気の採取は、飼養管理による牛舎内条件が大きく変化しないよう、採取日は毎回各農家に同一飼養管理を実施し (特にふん尿の搬出、清掃等)、同一時刻に行った。

また、新鮮牛ふんを採取し、100 リットルポリビニール法により臭気を採取分析した。新鮮ふんは、各農家とも対象牛 2 頭を選び、毎回この 2 頭より直腸から直接ふんを採取し、混合して臭気採取用牛ふんとした。

⑤ 測定項目

- ア. アンモニア：牛舎内空気（分光光度計法）、新鮮牛ふん（検知管法）
 イ. 硫黄化合物（硫化水素、メチルカルカプタン、硫化メチル、二硫化メチル）：ガスクロ法

- ウ. 低級脂肪酸（プロピオン酸、ノルマル酪酸、イソ吉草酸、ノルマル吉草酸）：ガスクロ法
 エ. 臭気濃度、臭気指数：三点比較式臭袋法

結果及び考察

1 石灰添加試験

(1) 平成 11 年度

試験期間中のスラリー品温は図 1 に示すとおりで、試験区 5（5%添加）が他の区に比べ 5~6℃ 高く推移した。ついで試験区 4（1%添加）が高い傾向で推移したが、大きな差はなかった。試験区

5 で、生石灰添加直後に急激にスラリー品温が上がったのは、温度センサーの周りで消和反応が進んだためと考えられ、その後は曝気の進行とともに安定した推移を示した。

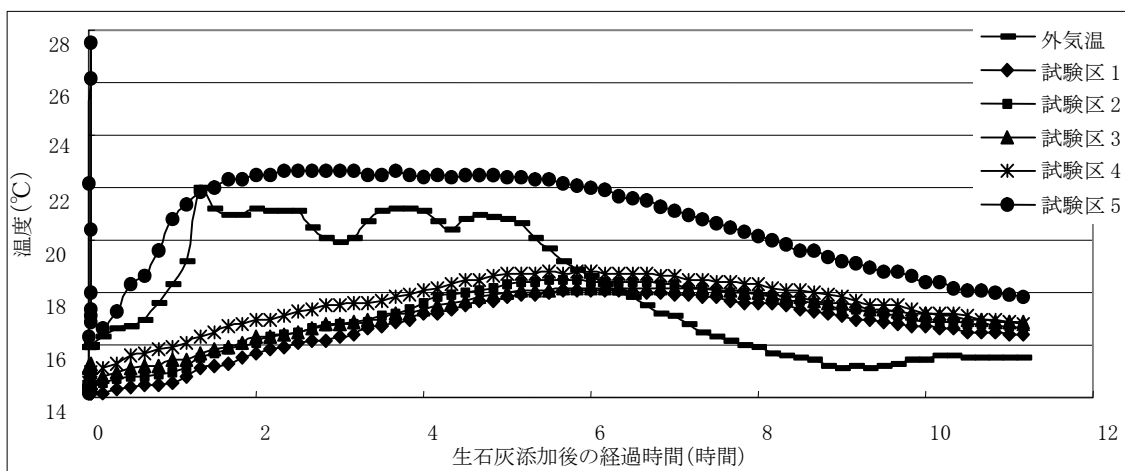


図 1 スラリーの品温の推移

曝気中のアンモニアの推移は図 2 に示すとおりで、ピークで試験区 5 が 400ppm を越える値を、次いで試験区 4 が 250ppm 程度の値を示し、他の区に比べ高いアンモニアの発生があった。

曝気後スラリーを散布したとき (5 kg/m²) のアンモニアの推移は図 3 に示すとおりで、散布直後から試験区 5 が他の区に比べ高く推移した。これは、生石灰添加により揮散するアンモニアが試験区 5 で一番、24 時間程度の曝気では揮散するアンモニアが高いレベルにあったためと考えられる。しかし、このときの臭気指数

の推移は表 5 に示すとおり 10 前後の低い値を示し、試験区間で大きな差は認められなかった。

供試スラリーの分析値は表 6 に示すとおりで、生石灰添加量が多いほど散布時のスラリー中の全窒素は低く、生石灰添加により多くのアンモニアが揮散したことがうかがえる。しかし、アンモニア態窒素に差が出るのが本来であり、本試験では供試サンプルの分析を試験終了後期間を経て行ったためこのような結果になったと思われる。

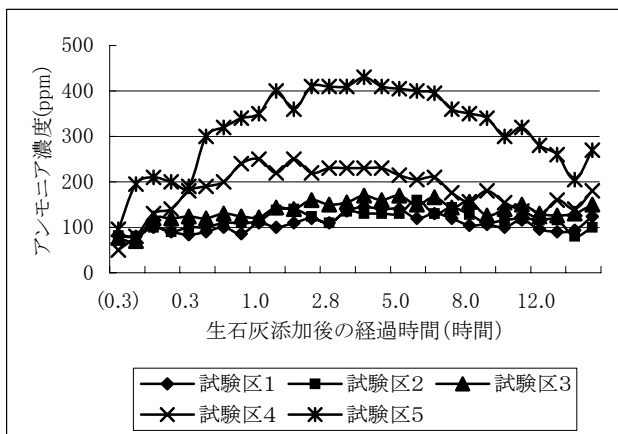


図2 曝気中のアンモニアの推移

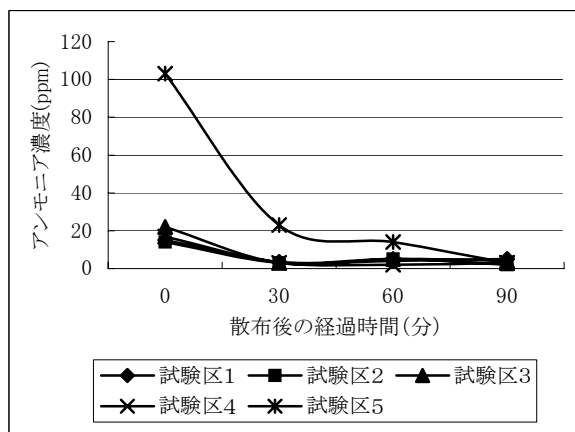


図3 散布後のアンモニアの推移

表5 散布後の臭気指数の推移

散布後の経過時間	試験区1	試験区2	試験区3	試験区4	試験区5
0	12.4	8.2	9.9	9.4	10.4
30	10.4	-	-	-	-

表6 供試スラリーの分析値

試験区	水分 (%)	NH ₄ -N FM (%)	NH ₄ -N DM (%)	T-N FM (%)	T-N DM (%)
試験前スラリー	94.7	0.12	2.25	0.32	6.09
試験区1	94.8	0.11	2.14	0.32	6.08
試験区2	94.8	0.12	2.23	0.31	6.07
試験区3	94.8	0.11	2.19	0.31	6.00
試験区4	94.8	0.11	2.14	0.29	5.63
試験区5	94.7	0.12	2.16	0.29	5.41

(1) 平成12年度

① 生石灰添加後のスラリー品温の推移

試験3区、2区、1区がそれぞれ対照区に比べ、3℃、2℃、1.5℃程度高い値を示したが、時間の経過と共に生石灰添加後のスラリー品温の推移は、図4に示したとおりである。添加後数時間は、添加割合が多い順に、差が少なくなり、24時間後には、3試験区ともに対象区と

の差は認められなくなった。その後は、各区に温度差は無く、室温と同様の温度変化傾向を示した。通常、生石灰は水を反応させると高熱を発するが、今回の試験では添加割合が最高で3%であったため、3℃程度の温度上昇が数時間認められたただけであった。

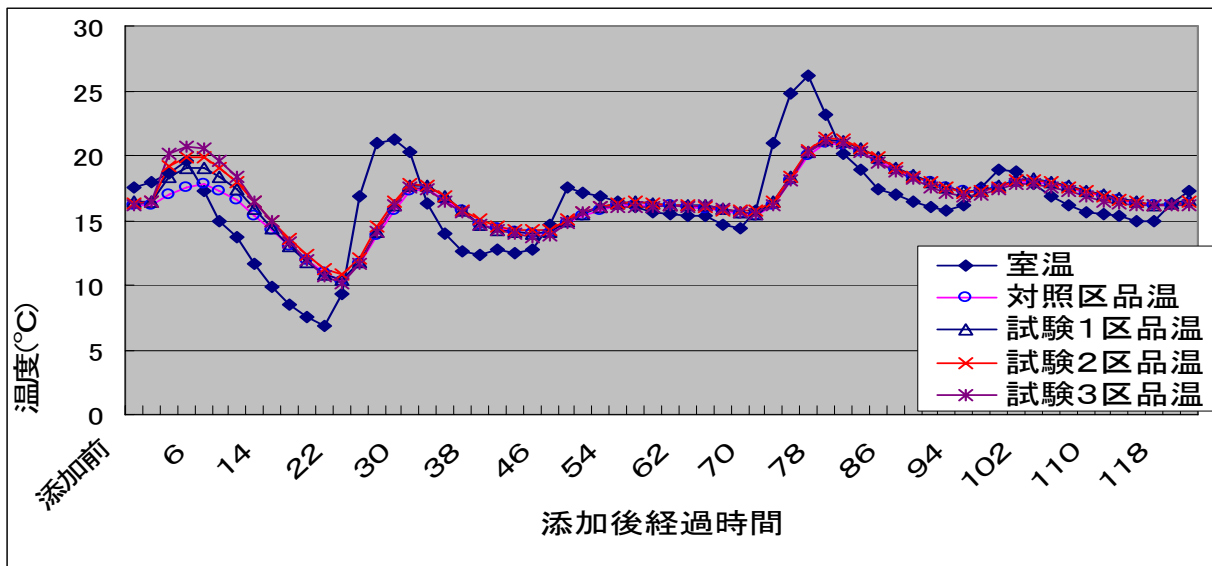


図4 生石灰添加後のスラリー品温の推移

② 生石灰添加後のスラリーpHの推移

生石灰添加後のスラリーpHの推移を図5に示した。スラリーを曝気処理すると、有機物のアンモニアが生成されることからpHは上昇する。今回の試験に用いた処理済みスラリーもpH9.4と比較的高い値を示した。このスラリーに生石灰を添加すると、各試験区において添加後まもなくp

Hの上昇が見られ、添加後24時間で試験区1区9.67、試験区2区9.84、試験区3区9.93のピークを示した。添加割合が高い区ほどpH値を示したが、大きな差は認められなかった。ピーク後も試験区が対照区に比べ、高い値で推移し、試験終了の216時間後(9日)まで同様の傾向が認められた。

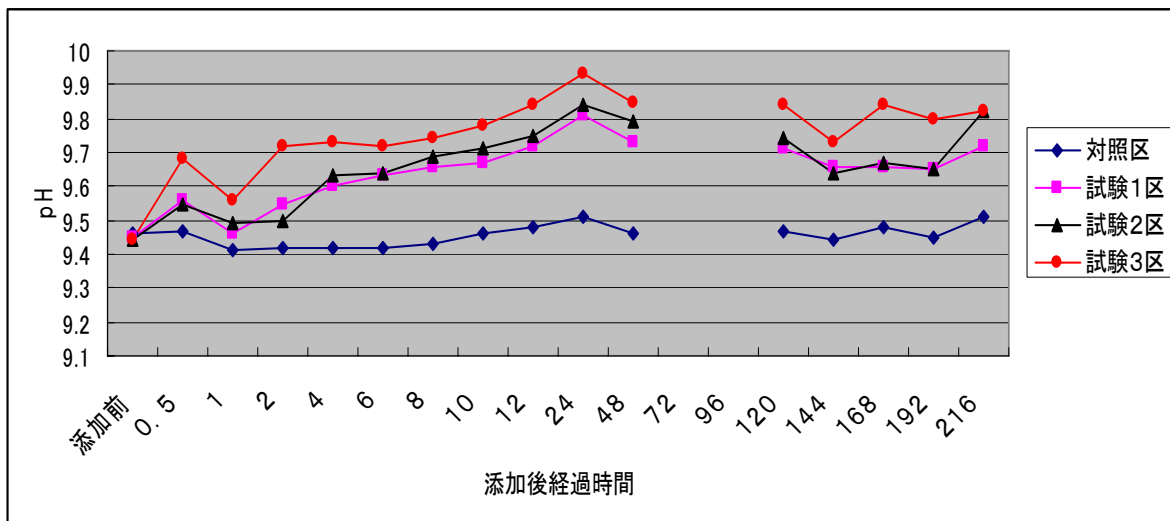


図5 生石灰添加後のスラリーpHの推移

③ 生石灰添加後のアンモニア濃度の推移

生石灰添加後の各区におけるアンモニア濃度の推移を図6に示した。アンモニアの発生濃度は、各試験区とも生石灰添加直ちに上昇し、試験1区で添加4時間後に345ppm、試験2区で5~6時間後に350ppm、試験3区は4~5時間後に420ppmのピークを示し、添加量が多い試験区ほど濃度が高い傾向であり、対照区に比べ試験1区及び2区で約1.7倍、

試験3区で2倍の発生量を示した。ピーク後、各試験区は経時的にアンモニア濃度の緩やかな減少傾向を示したが、試験終了時の添加後216時間(9日)でも、各試験区とも対照区より約50ppm高い濃度であった。

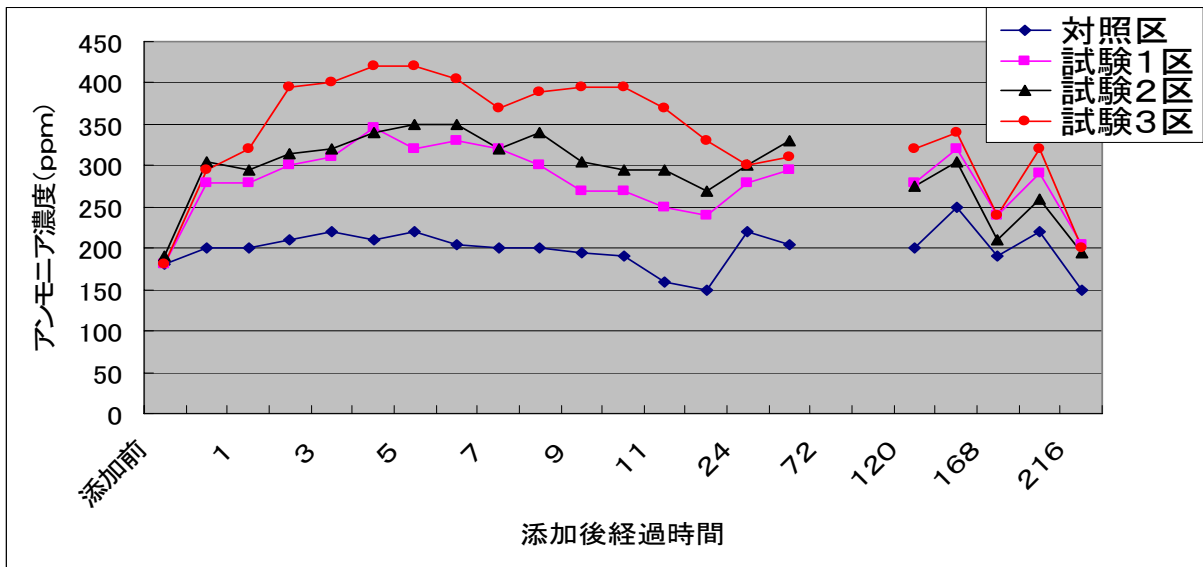


図6 生石灰添加後のアンモニア濃度の推移

今回の試験は、生石灰の特性である強アルカリ性物質及び水和時の消和反応熱を利用し、スラリー中のアンモニウムイオンのアンモニア化及びアンモニア揮散を強制的に促進し、攪拌曝気処理槽内でアンモニアを一気に大量発生させ、その後アンモニアの発生量が少なくなった時点で、スラリーのほ場散布を行うことにより、アンモニア臭の低減化をねらったものである。

しかし、スラリーに生石灰を添加後、アンモニアの発生量は高くなったが、この傾向が長時間にわたり継続し、試験区のアンモニア濃度が対照区を下回ることがなかった。これは、スラリー中に多量のアンモニウムイオン、アンモニアが存在し、3%程度の生石灰添加による pH 上昇、温度上昇では、アンモニアを一気に多量発生させることができなかったものと思われる。

今後、生石灰の割合を高く設定して試験を継続することも考えられるが、コスト面、作業面を考慮すると、高割合の生石灰添加は不可能である。このことから、曝気済みスラリーへの生石灰添加は、ほ場散布時のアンモニア臭の低減に効果がないと考えることが、適当であると考えられた。

今後、過リン酸石灰等の酸性資材を使用し、曝気済みスラリーの pH を7程度に調整することにより、アンモニアの揮散を抑制する方法を検討する考えである。

④ 生石灰添加後の硫化水素濃度の推移

対照区及び添加区の3試験区について、生石灰添加前及び添加後における硫化水素の発生はまったく認められなかった。曝気済みスラリーを供試し、また試験期間中も通気を行っていたことにより、嫌

気状態とならなかったためと考えられる。

⑤ スラリーのほ場の散布後のアンモニア濃度推移

生石灰添加後9日のスラリーを、ほ場に散布した際のアンモニア濃度の経時的推移は図7に示したとおりである。当初、散布試験は各試験区のアンモニア濃度が低濃度になった時点で、ほ場散布を実施する計画であったが、高い値が長く続いたため、アンモニアが低濃度になるのを待たずに添加後9日で散布した。

各区のスラリーを 800mm×800mm の面積に全量均等となるように散布した。また、アンモニアの測定時には風の影響を防ぐため、散布したスラリーの上にステンレス製の箱 (600mm×600mm×200mm) を被せ、上部に開けられた直径 30mm の穴からサンプリングを行った。

散布直後のアンモニア濃度は、各区 30~40ppm 程度であったが、散布30分後には急激に低下し、試験区1区が最も高く 8ppm、対照区が最も低く 4ppm であった。その後、各区とも散布1~3時間後に一時的な濃度上昇を示したが、散布後7時間では、各区 3ppm 以下と低い値となり、24時間後には検出されなくなった。一時的に見られた濃度上昇は、測定時刻が11時及び13時にあたったための気温上昇の影響によると考えられる。

散布直前に150~200ppmであった曝気処理済みスラリーのアンモニア濃度が、散布30分後には10ppm以下となったことから、短時間に多量のアンモニアが空气中に揮散することが確認された。

本試験では、散布前にスラリーのアンモニア濃度を低下させる効果が得られなかったが、散布前

におけるスラリーのアンモニア濃度低減の必要

性が再確認された。

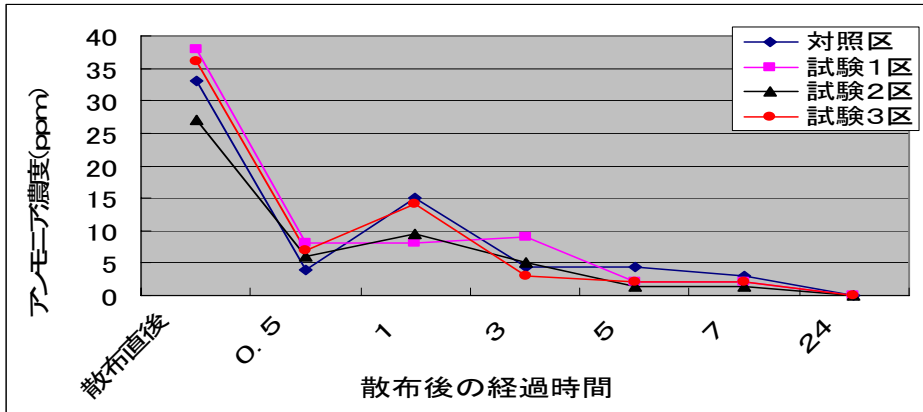


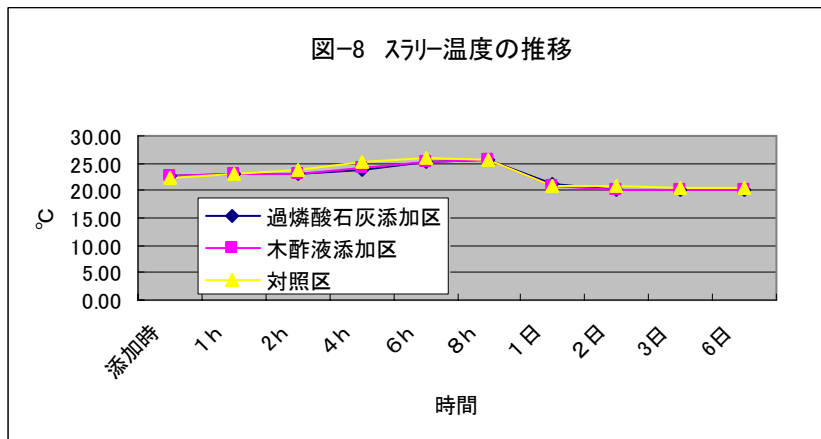
図7 スラリーのほ場散布後のアンモニア濃度の推移

(3) 平成 13 年度

① スラリー温度の推移

試験開始後のスラリー温度の推移は、図8に示した

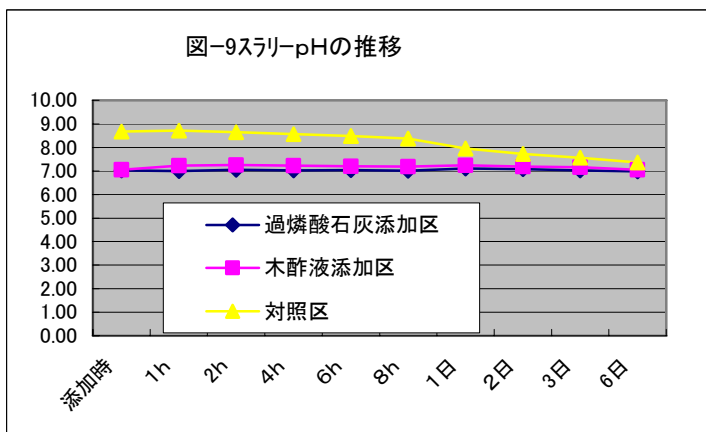
通りである。スラリー温度は、各測定時で各区共にほとんど同じ温度を示し、また、経時的には気温の変化と同様の推移を示した。



② スラリー pH の推移

試験開始後のスラリー pH の推移は、図9に示したとおりである。pH を中性に調整した過リン酸石灰添加区及び木酢添加区で試験期間中ほぼ 7.0 前後で推移した。対照区は、時間の経過と共に pH の低

下を示し、添加 6 日目には 7.36 と中性に近い値となった。これは、スラリー中で時間の経過と共に嫌気性発酵が進行し、酸性成分が蓄積されたことによると考えられる。

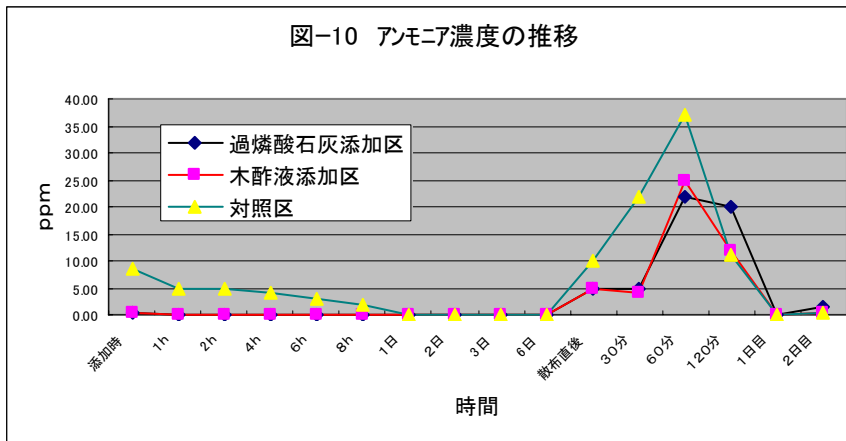


③ アンモニア発生量（濃度）の推移

試験開始後のアンモニア濃度の推移は図 10 に示したとおりである。過リン酸石灰添加区及び木酢液添加区では、添加時（試験開始時）に 0.5ppm のアンモニアが検出されたが、その後、経時的に 144 時間（6 日目）まで、両区共にアンモニアの発生は全く認められなかった。これは、pH を中性に調整したことにより、アンモニアの発生が抑えられたことによるものと思われる。対照区は、試験開始時に 8.5ppm が検出されたが、その後、時間の経過と共に濃度が低下し、24 時間以降では発生が認められなくなった。今回の試験では、試験開始後スラリーをバッキすることなく静置していたため時間の経過とともに好気発酵が抑制され、また嫌気発酵が進

行しスラリーの pH が低下したこと等により、アンモニアの揮散量が減少していったものと思われる。

ほ場散布後は、各区共に散布直後からアンモニアの発生が認められ、散布 60 分後に過リン酸石灰添加区が 22.0ppm、木酢液添加区が 25.0ppm、対照区が 37.0ppm のピークを示した。その後は各区減少傾向を示し、散布 24 時間以降は低濃度となった。全区とも散布前はアンモニアの発生が認められなかったが、散布によりスラリー中に閉じこめられていたアンモニアが揮散し、また散布面の温度や気温の影響により散布したスラリーの温度が上昇し、揮散量が増加したものと考えられる。

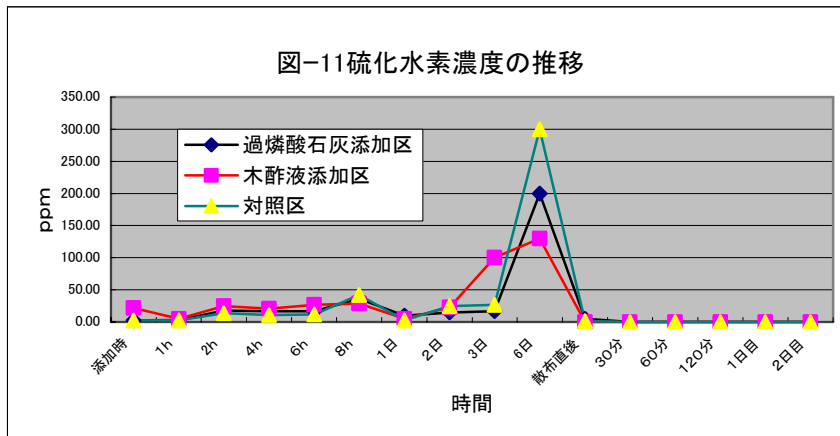


④ 硫化水素発生量（濃度）の推移

試験開始後の硫化水素濃度の推移は、図 17 に示したとおりである。全区とも試験開始から硫化水素の発生が認められ、72 時間（3 日目）以降急激に濃度の上昇が認められ、試験開始 144 時間（6 日目）では、過リン酸石灰添加区で 200ppm、木酢液添加区で 130ppm、対照区で 300ppm の高濃度を示した。これは、アンモニア発生量の推移の項目でも記述し

たように、嫌気性発酵が進行したために、高濃度の硫化水素が発生したものと考えられる。

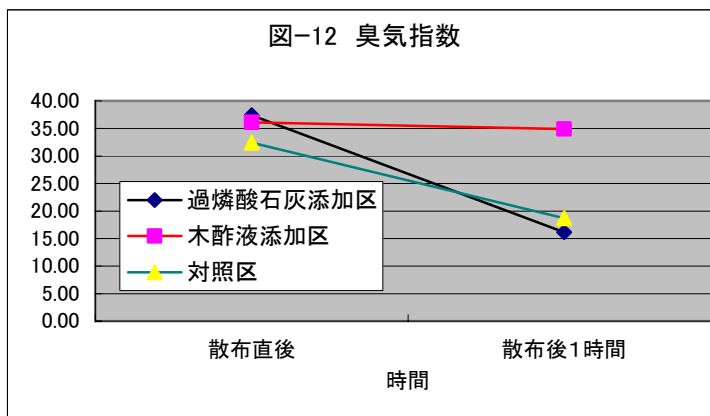
散布直前では、かなり高濃度の硫化水素濃度を示したが、散布後の判定では、ほとんど検出されず、硫化水素は散布時に一気に揮散してしまうものと考えられる。



⑤ 臭気指数の推移

散布直後及び散布1時間後のスラリー散布表面上の臭気を採取し、官能試験法により求めた臭気指数は図 18 に示したとおりである。散布直後では、対照区の 32.4 に対し、過リン酸石灰添加区及び木酢液添加区がそれぞれ 37.4 及び 36.2 と若干高い値を示した。また、散布1時間後では過リン酸石灰添加

区及び対照区でそれぞれ 16.2 及び 18.7 に減少したが、木酢液添加区では 34.9 とほとんど変化が認められなかった。木酢液添加区で臭気指数に変化が認められなかったが、これは木酢液自体が元々持っている強い臭いの影響が現れたものと考えられる。



13 年度試験では、バッキ処理済みスラリーの pH を中性に調整することにより、ほ場散布時におけるアンモニア臭の低減を目的に試験を実施した。対照区では、試験開始から 8 時間後まで最高で 8.5ppm のアンモニアの発生が認められたのに対し、pH 調整区 (過リン酸石灰添加区及び木酢液添加区) では、アンモニアの発生はほとんど認められなかった。また、ほ場散布後のアンモニアの発生においても対照区に比べ 2 つの添加区が若干低い傾向を示し、過リン酸石灰及び木酢液の添加による pH 調整により、ほ場散布後のアンモニアの発生量を減らすことが

可能であった。しかし、人間が感じる総合的な臭気の指標になる臭気指数では、その効果は現れなかった。

今回の試験では、経時的な臭気の発生をつかむために、pH 調整後 6 日間臭気の発生状況を測定した後、ほ場散布をしたが、今後 pH 調整後直ちにはほ場散布することによる臭気の発生状況を調査する必要があると考えられた。また、スラリーへの過リン酸石灰添加時に充分攪拌混合することが比較的難しいこともあり、添加方法も今後の検討課題であると考えられる。

2 脱臭資材添加試験

(1) 平成 11 年度

① 堆肥化過程における品温の推移

各区の堆肥化過程における品温は図 13 に示すとおり通気後速やかに昇温が始まり、最高品温も 65℃ を越え堆肥化が良好に行われたと思われる。

各区における最高品温及び通気開始後の到達時間は、対照区で 68.1℃ (38 時間後)、K 区で 67.4℃ (38 時間後)、U 区で 67.4℃ (34 時間後)、F 区で

68.9℃ (42 時間後)、M 区で 66.5℃(86 時間後)で、最高品温到達時間は、M 区が他区に比べ 2 日程度遅かった。これは表 7 に示すとおり M 区での試験開始時の水分が高かったことにより他区に比べ通気性が劣り堆肥化発酵のスタートが遅れたこと、また pH が高かったことにより、微生物等の活動に何らかの影響があったためと思われる。試験開始から 1 回目の切り返しまでの期間は M 区でピークのずれはあったものの、対照区と試験区の品温の昇温から降温のパターンは類似し、著しい変化は見られなかった。

7 日経過後の切り返し後の品温推移は、対照区がわずかに上がったただけであったのに対し、試験区の

温度上昇が大きかった。これは、資財を添加したことによる充填物試料内、仮比重の変化が要因と思われる、比重が軽く通気が容易であったところは好気的条件下にあり分解が促進され、逆に比重が高くなったところは、通気が十分に確保されず未分解有機物が多かったものと考えられる。しかし、切り返しにより充填物が攪拌され再度充填したことにより、通気性が改善され未分解部分の分解が行われたため、再度堆肥品温の上昇につながったものと考えられる。

これらのことから、供試資財添加が堆肥化発酵を改善することは確認出来なかった。

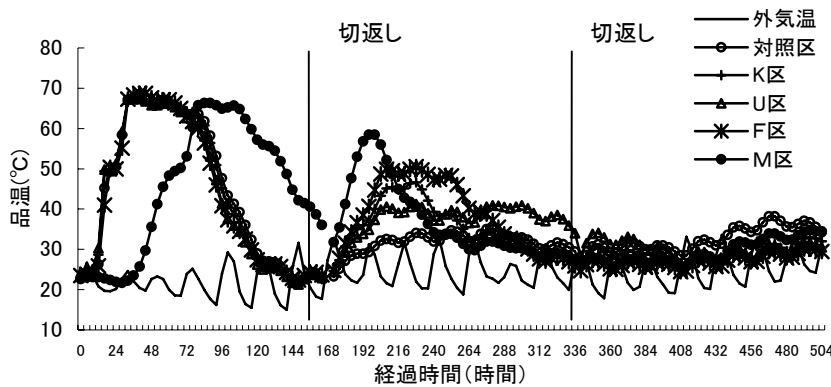


図 13 堆肥化発酵品温の推移

表 7 混合充填物成分値

試験区分	水分 (FM%)	pH (kc1)	DM (%)			
			灰分	T-N	NH4-N	NOx-N
豚ふん	70.8	7.2	19.9	3.4	0.2	0.0
オガ屑	8.0	4.1	0.1	0.1	0.0	0.0
浄水汚泥K	6.3	4.9	93.5	0.2	0.0	0.0
浄水汚泥U	17.2	5.1	80.7	0.6	0.0	0.0
フミン酸	11.0	4.6	52.7	0.3	0.0	0.0
対照区	63.9	7.1	14.5	2.5	0.2	0.0
K 区	56.9	7.1	35.9	1.8	0.1	0.0
U 区	57.5	7.1	31.3	2.1	0.1	0.0
F 区	58.8	6.9	22.3	1.8	0.1	0.0
M 区	67.4	6.5	14.7	2.6	0.2	0.0

② 排気中アンモニアの推移

各区の排気中 NH₃ 濃度の経時的推移は図 14 に示すとおりで、NH₃ 濃度は堆肥品温が最高に達する直前より上昇し始め、発生が確認された以降は品温推移と同様の傾向を示した。各区における最高濃度と通気開始後の到達時間は、対照区で 520ppm (120 時間後)、K

区で 530ppm (96 時間後)、U 区で 610ppm (96 時間後)、F 区で 600ppm (48 時間後)、M 区で 500ppm (96 時間後)であった。濃度推移をみると、U 区>F 区>K 区>対照区>M 区の順にピークが高かった。切り返し後も堆肥の温度上昇がみられた F 区と M 区については、

1 回目の切り返し後も排気中 NH₃ 濃度の上昇及び下降が確認された。その他の区は 1 回目の切り返し以降大幅な濃度の上昇は確認されず、ほぼ一定水準で推移した。

これらのことから、本試験において堆肥化発酵過程での供試資材添加が、アンモニア発生に抑制効果があることは確認されなかった。

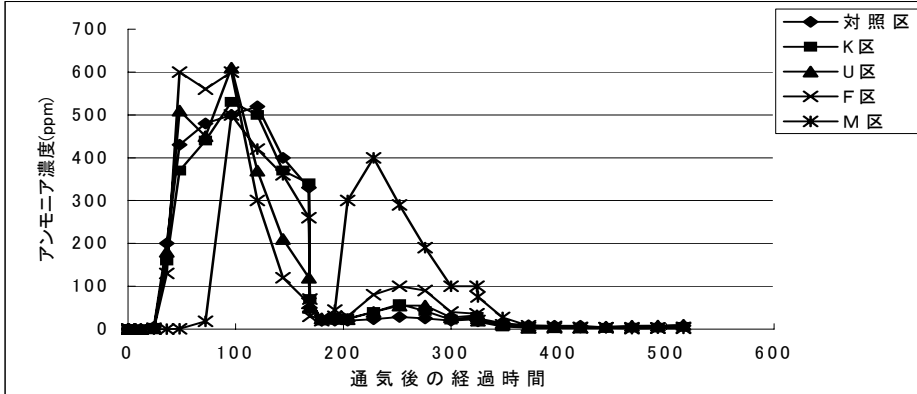


図 14 排気中アンモニアの経時的推移

③ その他の悪臭物質濃度推移

図 15~18 に排気中硫黄化合物 (H₂S, MM, DMS, DMDS) 濃度の経時的推移を示した。硫黄化合物は、M 区を除き通気開始後 12~24 時間で濃度が増加し始め、その後速やかに減少し、0 あるいはそれに近い水準まで低下した。

MM, DMS, DMDS については発生濃度や経時的推移のパターンに著しい違いはなかったが、発酵品温と同様に M 区で切り返し後の発生がみられ、他の区に比べ臭気発生が低く推移した。このことが木酢液添加によって臭気の発生が抑えられたものか、臭気が発生した後に堆肥化発酵装置内で化学変化したため排気中の成分として補足されな

かったのか、または、他の原因によるかは不明であった。

H₂S については、品温の上昇に合わせて発生濃度も高くなる傾向であったが、大きなバラツキがあり顕著な差はなかった。

これらのことから、本試験において堆肥化発酵過程での木酢酸添加が、硫黄化合物発生に抑制効果が期待できる結果となったが、その他の資材については、抑制効果は確認されなかった。しかし、本試験における木酢酸の添加量は供試資材の 10% と農家での使用は経済的に困難があり、今後実用的な量での検討が課題として残った。

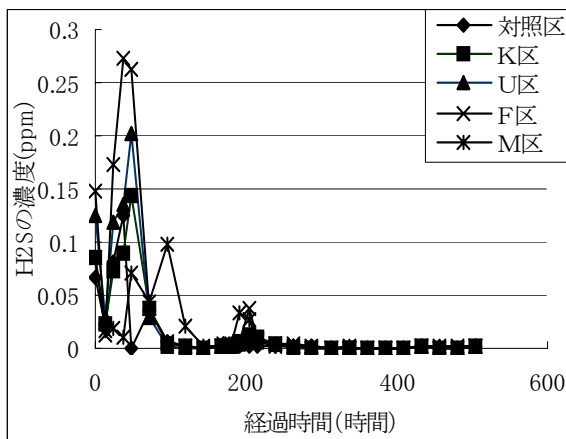


図 15 硫化水素の推移

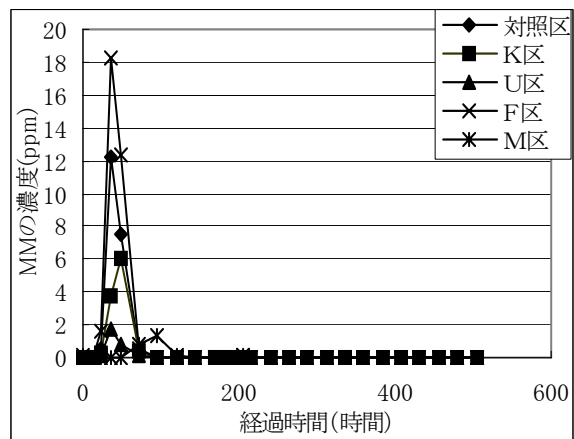


図 16 メチルメルカプタンの推移

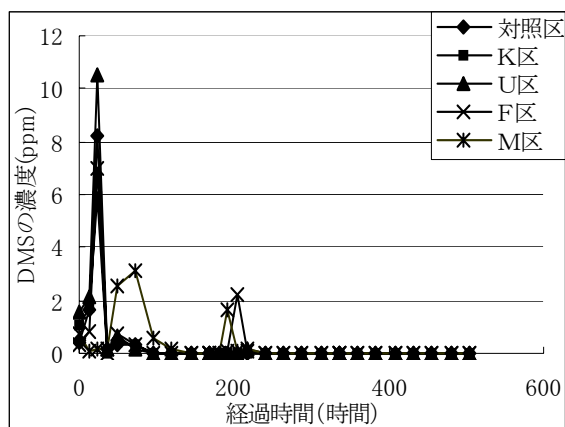


図17 硫化メチルの推移

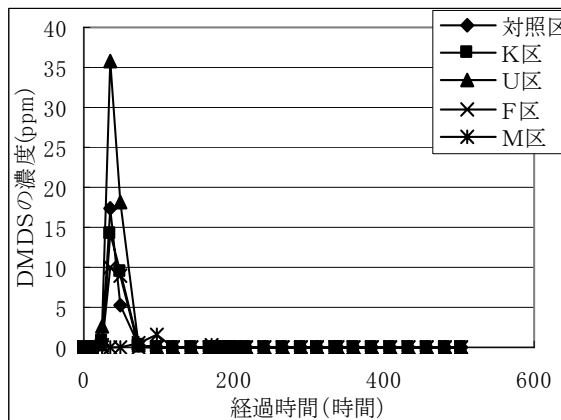


図18 硫化メチルの推移

(2) 平成13年度

① 牛舎内における臭気の発生状況

各対象農家の牛舎内における各臭気成分の発生状況は、図19～27に示したとおりである。

ア. アンモニア

3牧場ともに、微生物資材投与前に比べ、投与後7週以降で濃度が若干低くなる傾向が認められたが、各測定時点間に統計的な差は認められなかった。

イ. 硫黄化合物

硫化水素は3牧場とも、資材投与前後で低い値の発生量であったが、B牧場の投与7週間のみ、高い値が認められた。メチルメルカプタンは、3牧場とも資材の投与前後に関係なく、各測定時毎にバラバラの値を示した。二硫化メチルは、3牧場の全測定時で発生が認められなかった。

ウ. 低級脂肪酸

プロピオン酸は、A牧場で投与後の濃度が低くなる傾向が見られたが、他の2牧場は投与による一定の傾向は認められなかった。ノルマル酪酸は、3牧場ともにプロピオン酸とほとんど同じ傾向を示し、A牧場のみが投与後の低下傾向が見られた。イソ吉草酸は、A牧場では全く発生が認められなかった。ノルマル吉草酸は、3牧場ともに各測定時毎にバラバラの値を示し投与による一定の傾向は認められなかった。

エ. 臭気指数

三点比較式臭袋法による官能試験（パネラー6名）を行い、臭気指数を算出した。C牧場では、投与開始前に比べ、開始3及び7週後で低下傾向を示し、11週後は上昇したものの投与前よりも低い値であった。A及びB牧場は、投与開始3週後に減少傾向を示したが、7週以降上昇し、11週後には、投与開始前より高い値となった。

② 新鮮ふんの臭気発生状況

各農家の乳牛から採取した新鮮ふんの100リットルポリビニール法による各臭気成分の発生状況は、図28～35に示したとおりである。

① アンモニア

3牧場の牛ふんともに、資材投与前後で一定の傾向は認められず、0.5～3.5の範囲の値を示した。

② 硫黄化合物

硫黄化合物においても資材投与による一定の傾向は認められなかった。投与開始1週間では、3牧場の牛ふんとも発生が無いが、あるいは低濃度の発生があった。しかし、資材投与開始3及び11週後で、B及びC牧場の硫黄化合物発生量が比較的高い値を示した。A牧場は全測定時で低い値であった。

③ 低級脂肪酸

低級脂肪酸の発生は、3牧場とも硫黄化合物と全く同じ傾向を示した。A牧場は全測定時で低い発生量であり、B及びC牧場は投与開始後3及び11週後で発生量が高くなっている。

(3) 考察

牛舎内におけるアンモニアの発生は、微生物資材投与前に比べ投与3週後以降で、3牧場ともに若干濃度が低下する傾向が見られた。この微生物資材の製造元では、投与後徐々に動物腸内の微生物菌叢が変化し、投与開始2週目以降悪臭の低減効果が現れると言っている。アンモニアについては、これに近い傾向が若干認められたが、硫黄化合物や低級脂肪酸については、資材投与による一定の傾向は全く認められなかった。また、総合的臭気の指標となる臭気指数においても、投与後いったんは指数の低下が見られたが、その後投与開始前よりも高い指数を示した。

100リットルポリビニール法で採取した新鮮ふんの臭気では、アンモニア、硫黄化合物及び低級脂肪

酸の全ての測定項目において、微生物資材投与による一定の傾向は見られなかった。

この結果から、今回本試験で供試した微生物資材の臭気抑制効果は認められなかった。現在、かなりの数の臭気対策養微生物資材が市販されて

いるが、その多くが今回供試した資材と類似したものと考えられ、その使用については、十分に検討する必要があると考えられる。

