



日本中央競馬会  
特別振興資金助成事業

ISSN 1344-1744

# 畜産環境技術研究所年報

第7号  
(平成15年度)



財団法人 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所

## ま え が き

今日、畜産物は国民生活に欠くことのできない存在となり、その生産を担うわが国の畜産業が将来に亘って持続的に発展することが求められております。そのためには、生産性の向上や高品質畜産物の生産と併せて、家畜ふん尿の適切な処理・利用を図ることにより、畜産に起因する悪臭、水質汚染等の防止に的確に対応することがきわめて重要な課題となっております。

このような情勢を踏まえ、畜産環境整備機構は、財団法人全国競馬・畜産振興会の助成を受けて、平成7年度から8年間、「畜産環境保全経営技術開発普及促進事業」を実施し、本事業の一環として平成8年7月には畜産環境保全問題に的確に対処するため、福島県西郷村の農林水産省家畜改良センター（現：独立行政法人家畜改良センター）用地を借用し、同敷地内に畜産環境技術研究所を設立して、研究開発活動を開始致しました。

また、平成12年度から5年間の予定で、「簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業」が開始されました。この事業の中で、家畜排せつ物を効率的に処理している全国の事例を調査してとりまとめ、研究所のホームページで紹介するとともに、わが国の堆肥成分について実態調査を行っております。さらに、平成15年度から4年間の予定で、「畜産環境技術開発普及事業」を開始しました。

研究所では、毎年度その研究成果と進捗状況についてとりまとめ、畜産環境技術研究所年報を発刊致して、広く関係者の皆様のご意見をいただくこととしております。本年報は平成15年度の活動状況をとりとまとめたものでありますが、当研究所の姿を垣間見ていただくとともに、環境と調和した畜産推進の一助となれば幸甚に存じます。

畜産環境問題を巡る情勢につきましては、ご案内のとおり平成11年7月に「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」等、いわゆる環境三法が成立し、平成16年10月までに家畜排せつ物の素掘り、野積の解消等を実施することとなっております。これら諸問題解決のため、低コストな家畜排せつ物の処理技術開発等、畜産環境問題に関する試験研究はますます重要になるものと考えられます。

当機構並びに研究所と致しましてもこれらの負託に応えるべく、より一層の努力を重ねて皆様のご期待に応える所存でありますので、関係各位の更なるご指導、ご鞭撻をよろしくお願い致します。

平成16年7月

財団法人 畜産環境整備機構  
理事長 本 田 浩 次

# 目 次

I. 総務関係	
1. 研究所設立の経緯と沿革	1
2. 組織図	2
3. 施設および主要機械器具	4
1) 建物	4
2) 主要機械器具	5
II. 畜産環境技術開発普及事業	
1. 畜産環境技術開発普及事業の概要	9
2. 畜産環境技術開発普及事業の実施計画	11
3. 平成15年度畜産環境技術開発普及事業の概要	14
4. 平成15年度畜産環境技術開発普及事業における研究成果	22
1) インターネットによる汚水処理の「トラブル診断システム」の開発	22
2) 「コンポスター」による堆肥初期発酵の評価技術	27
III. 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業	
1. 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業の概要	33
2. 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業の実施計画	35
3. 平成15年度簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業の概要	36
4. 平成15年度簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業の実施状況	38
1) 簡易低コスト処理施設の開発実証	38
2) 効率的処理技術等情報システム整備事業	54
3) 堆きゅう肥の品質実態調査事業	61
IV. 国からの委託研究	
「微生物資材評価試験法の標準化と効果の判定」	77
V. 解説	
「汚水処理施設の種類と特徴」	85
VI. 海外調査報告	
「デンマークにおけるメタン発酵施設の現状」	105
VII. 委員会・会議等の開催	113
VIII. 職員の普及活動等	125
IX. 資料	
●研究所内写真	129
●研究所案内	132

# I 總務關係



# 1. 研究所設立の経緯と沿革

畜産分野における国際化の進展および環境規制の強化が予想される中で、我が国の畜産は、生産性の向上や高品質な畜産物の生産と併せて、深刻化する畜産環境問題への対応が極めて重要な課題となっている。

こうしたことから畜産環境問題の発生要因研究から、その問題解決を図るための技術開発・普及までを包含する総合的な環境保全技術体系および地域社会とのかかわりの中で、畜産環境問題の発生の効率的な防止を図る等地域社会との調和を重視した畜産経営技術の確立が求められている。

このため、農林水産省のご指導のもとに日本中央競馬会および財団法人全国競馬・畜産振興会からの助成を受け、平成7年度から平成14年度にかけて「畜産環境保全経営技術開発普及事業」を当機構が担当することとなり、平成8年7月1日から福島県西白河郡西郷村の農林水産省家畜改良センター（現：独立行政法人家畜改良センター、以下同じ）内の国有地を借地して「畜産環境技術研究所」を開設することとなった。

研究の拠点となる研究所本体の建物は、鉄筋コンクリート平屋建て延べ面積795㎡で、平成7年11月設計、平成8年1月工事着工し、平成8年7月竣工した。

また、実験棟（家畜排泄物高度処理・加工実験施設）鉄骨平屋建て延べ面積700㎡の建物が平成10年2月設計、平成10年3月着工、平成10年7月竣工した。

本研究事業においては、個々の畜産経営における低コストかつ安定的な家畜ふん尿処理・利用技術および環境保全のための総合的な飼養管理体系の開発に視点を置いて「畜産環境保全経営技術開発検討委員会、専門部会委員会、小委員会」での研究開発課題について検討のうえ、各年度の研究開発課題の推進に努めた。

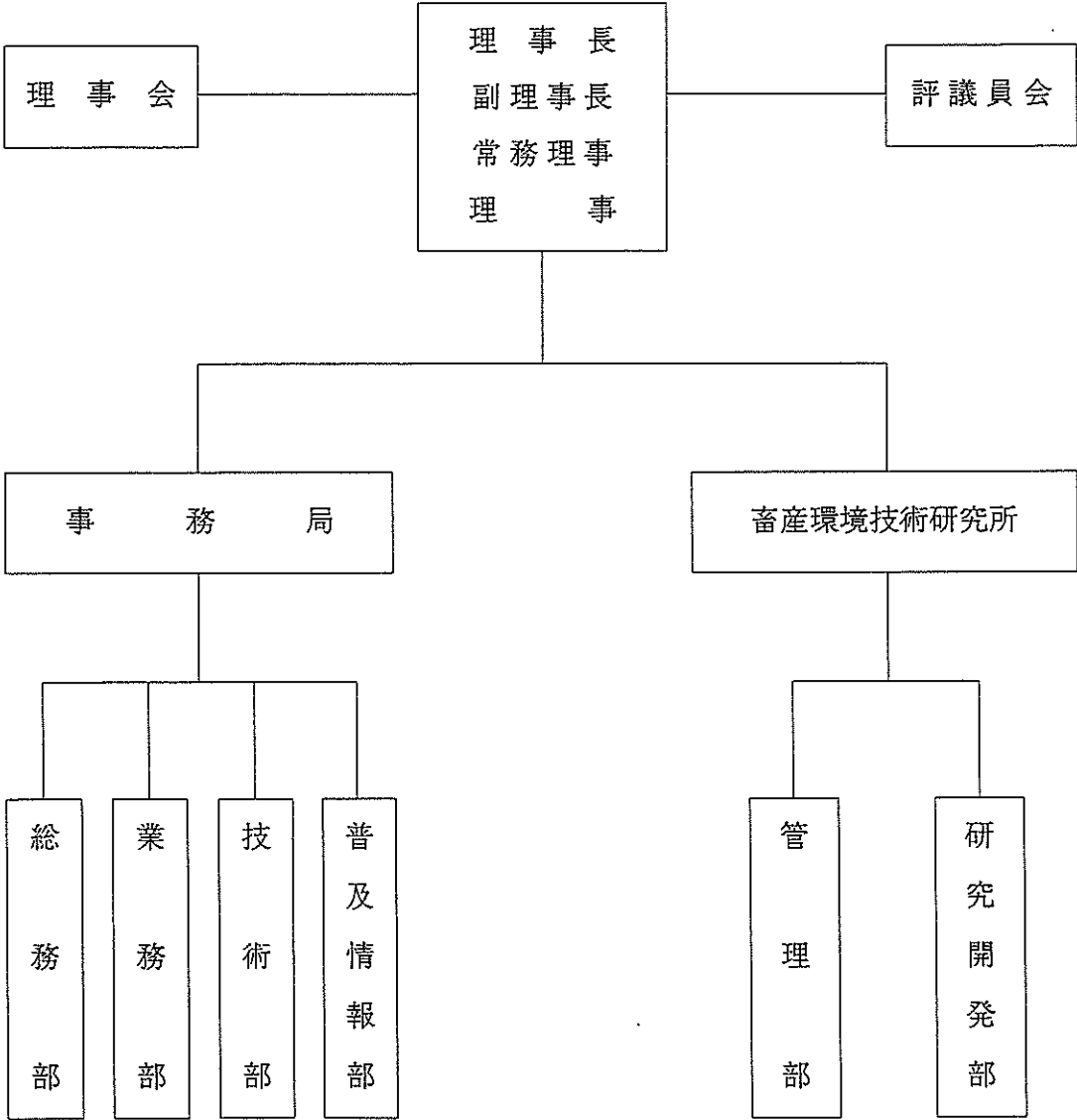
さらに、平成12年度から平成16年度の5年間の予定で、新たに「簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業」が開始され、簡易低コスト処理施設開発実証事業、効率的処理技術等情報システム整備事業および堆きゅう肥の品質実態調査事業を行っている。

平成14年度末で「畜産環境保全経営技術開発普及事業」の終了に伴い、平成15年度から平成18年度の4年間の事業として「畜産環境技術開発普及事業」を開始し、家畜ふん尿処理等畜産環境保全技術の研究開発に努めるとともに、普及を促進することとしている。

# 2. 組織

組織図

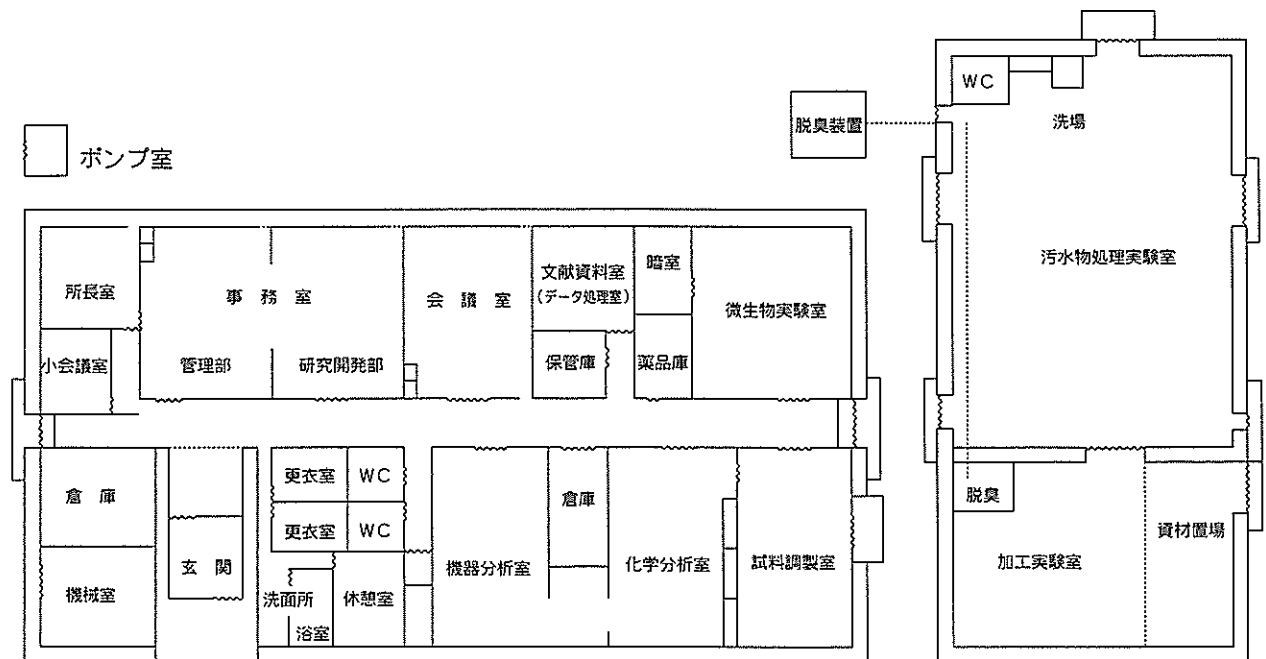
(平成16年3月31日現在)



### 3. 施設および主要機械器具

1) 建物 (畜産環境保全経営技術開発部促進事業関係)

区分	名称	構造
事務所建	研究所本体	鉄筋コンクリート 平屋建 794.65m <sup>2</sup>
倉庫建	ポンプ室	鉄筋コンクリート 平屋建 10.89m <sup>2</sup>
倉庫建	実験棟	鉄骨平屋建 700.00m <sup>2</sup>



研究所建物平面図

2) 主要機械器具 (畜産環境保全経営技術開発普及促進事業関係)

配置場所	名 称	型式・メーカー	備 考
試料調製室	デジタル熱風乾燥機	池本理化RKI-18-503	
	熱 風 乾 燥 機	RKI-10-0614	
	粉 碎 器	池本理化ワイレー式 RKI-20-1133	
	粉 碎 器	ク ミル式 RKI-20-1131	
化学分析室	高速振動試料粉碎器	シー・エム・テイTI-100	
	純水製造装置	REG-40-TOC	
	高速冷却遠心機	CR-21E	
	卓上遠心機	GT5PL	
	電子化学天秤	MC-210S	
	ケルダールスタンダードセット	三田村理研 FA-20PN	
	ロータリーエバポレーター	柴田科学 R-124-AW-2	
イオウ化合物・低級脂肪酸捕集セット	GLサイエンス SP-203		

配置場所	名 称	型式・メーカー	備 考
機器分析室	ガスクロマトグラフ N C アナライザー I C P 発光分析装置 分 光 光 度 計 イオンクロマトグラフ 全有機炭素自動分析装置 ガスクロマトグラフ G C データ処理装置 低級脂肪酸加熱導入セット	日立G5000A バリオEL 日立P-4000 日立U-2001 日本ダイオネクスDX-120 TORAY Model TOC-650 日立G-3900DSL-FN 日立773-0760 G Lサイエンス2702-17162	
微生物 実 験 室	高性能光学顕微鏡 低 温 恒 温 機 ク オートクレーブ ク リ ー ン ベ ン チ B O D メ ー タ ー 振とう培養装置 超低温フリーザー 真空凍結乾燥機 乾熱滅菌乾燥機 倒立型システム顕微鏡 低 温 恒 温 機 嫌気性培養装置 炎 光 光 度 計 デジタル温度計 コンプリートシステム 繊維抽出装置 色 度 計 微量高速冷却遠心機 マイクロプレートリーダー B O D 測 定 装 置	AX-80-63 SL-P4 SL-4 IMC-3032L CCV-1300E B2001 AT-12S ULT-1786 FZ-6SF IDK-100 オリンパスIX50-11PH LTI-1000ED 平山製作FA-6 東京光電 ANA135 ANA-148C型 日本バイオレット ANKOM,SA-120 日本電色 NDR2000 TOMY 型式：MX-200 日本バイオ・ラッド 型式：680 (株)アタック 型式：FOC2251	

配置場所	名 称	型式・メーカー	備 考
実 験 棟	バイオトロン人工気象機	いすゞ製作所 SU-12	
	ペーパーレスレコーダー	大倉電器 VM5100A	
	〃	〃	
	クリーンコンプレッサー	井内盛栄堂 175L/min	
	堆肥保温発酵装置	早坂理工HA-30110B	
	〃	〃	
	制 御 装 置	〃	
	データ処理装置	〃	
	空気供給装置	〃	
	多板式固液分離機	日鉄鉱業 RF-230S	
	フォークリフト	コマツFB10RS-10	
	豚代謝ケージ	イワタ式2型	
	〃	〃	
	〃	〃	
	〃	〃	
	豚代謝ケージ	イワタ式3型	
	〃	〃	
	万能混合攪拌機	(株)東北ダルトン25AM-or型	
	小型自動床面洗浄機	アマノSE-430N	
	デジタル顕微鏡	キーエンスVH-6300	
	連続式污水处理実験装置	宮本製作所 型式:ASS-10PS	
	連続式污水处理実験装置	宮本製作所 型式:ASS-10PS	
	低温恒温器	ヤマト科学 IU800	
〃	〃		
〃	〃		
におい識別装置	島津製作所FF-2A		
無孔壁型遠心分離機	(株)コクサン 型式:H-130A		
藻類培養実験装置	(有)マルチデバイス 特注品 2700×3600×2000		
実験施設	脱窒リアクター	共和化工 KBM-5	

3) 主要機械器具 (簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及事業関係)

配置場所	名 称	型式・メーカー	備 考
機器分析室	高速液体クロマトグラフ	島津LC-VPシリーズ	
	データ処理装置	島津C-R8A	
	全有機体炭素計	島津製作所TOC-GCPN	
試料調製室	冷 蔵 庫	バイオ冷蔵庫ALS682F	
	〃	〃	
	フ リ ー ザ ー	超低温フリーザー REVCO ULT-350 87	
微生物実験室	〃	〃	
	恒 温 器	PVH-221	
化学分析室	安全キャビネット	ダルトンNSC-II A-1200	
	電位差自動滴定装置	DMSティトリート 716/1-20	
実 験 棟	自動湿式灰化装置	アステック(株)	
	堆肥保温発酵装置	早坂理工 HA-30IIA	
	制 御 装 置	〃	
	データ処理装置	〃	
	空気供給装置	〃	

## Ⅱ 畜産環境技術開発普及事業



# 1. 畜産環境技術開発普及事業の概要

## 1) 事業の背景・目的

畜産経営の規模拡大に伴ない、家畜排せつ物が特定地域に集中的に排泄される傾向が顕在化したほか、水質汚濁や悪臭等に起因する苦情発生、さらには人の健康に影響を与えるものとして地下水の硝酸性窒素汚染などが、畜産経営に由来する環境問題となりつつある。

このため、平成11年11月に「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」(「家畜排せつ物法」)が施行され、補助事業およびリース事業を通じて適切な家畜排せつ物の処理と利用が図られている。

しかしながら、畜産農家がふん尿処理施設を整備する場合に、各自の経営実態に合った施設・機械を選択・評価する基準がなく、また、導入された施設・機械を効率的に稼働させるサポートシステムも整備されていないのが現状である。耕種農家の堆肥利用の積極的推進のためには、堆肥の有機肥料としての成分情報の提供も重要な課題である。

このため、①これまでの事業で得られた知見を活用しつつ「産・官・学」の要となる実用技術や在野技術について研究開発を行うとともに、②畜産農家が適切な家畜ふん尿処理ができるような処理施設・機械の性能評価基準の作成と処理技術情報の提供、耕種農家が堆肥を積極的に活用するための詳細成分情報の提供等の事業を実施し、畜産環境保全技術の向上を図るとともに、農家へ当該技術の普及を促進し、我が国畜産経営の安定的な発展に資する。

## 2) 事業の内容

### (1)事業推進等委員会の運営

本事業の目的に添った研究開発を適切に実施するため、畜産環境問題に造詣の深い学識経験者で構成する事業推進等委員会を設置し、毎年度、研究開発の実施計画、実施結果について助言、指導、評価を行う。

### (2)家畜ふん尿処理施設・機械の性能評価法の開発

①学識経験者からなる評価基準策定委員会を設置し、家畜ふん尿処理施設・機械について、評価手法、試行評価、評価基準の活用法等の検討を行い、家畜ふん尿処理施設・機械の性能評価基準を策定する。

②また、畜産農家の経営に最適な機種を選定に資するよう、その成果をホームページに掲載するほか、パンフレットを作成・配布する。

これによって、個々の畜産農家が、自己の経営の実態に合致した施設・機械を導入することが出来る。

### (3)畜産環境保全のための簡易測定法、判定法の開発

#### ①堆肥の肥効(無機化率)簡易測定法の開発等

各種堆肥の窒素無機化率とC/N比等との関係究明および無機化率の推定法の精度の検証を実施し、無機化率の簡易測定法を開発して成分調整堆肥生産マニュアル等の作成を行う。現状では、窒素無機化率は一定値を使っているが、簡易測定法の開発により、個々の堆肥について無機化率が判明すれば、化学肥料との代替率算出の精度が著

しく向上する。

## ②臭気センサーの開発

新規開発された複合臭臭気センサーを畜産分野に活用し、ヒトの官能試験と関連の高い畜産複合臭測定法を確立するとともに、低コストな畜産用臭気センサーについて民間会社を通じた商品化を検討する。

最近、単独の臭気物質ではなく、複合臭を対象とした「臭気指数」で臭気を規制する自治体が増えているが、「臭気指数」の測定はヒトの官能によるため、手間も経費も掛かる。複合臭の臭気センサーが開発されれば、ヒトの官能によることなく「臭気指数」の推定が可能になる。

## (4)革新的環境保全現場技術の開発

### ①メタン発酵消化液中の資源回収技術の開発

メタン発酵消化液を使った藻類（ユーグレナ）培養法の開発し、発酵消化液のアンモニアおよびりん含量の低減を図るとともに、藻類の家畜への給与試験等を行い、藻類のバイオマスとしての有効性を検討する。

### ②污水处理水の脱窒、脱色の簡易低コスト同時処理技術の開発

活性汚泥処理等の処理水を対象として、硫酸酸化脱窒細菌を活用した脱窒、脱色の同時処理実用化技術の開発を行う。硝酸性窒素等の規制がますます厳しくなることが予想され、また、処理水の放流には脱色が求められる場合が多く、その低コスト処理が望まれる。この点で、硫酸酸化脱窒菌は、脱窒と脱色を同時並行的に行うことが明らかにされており、污水处理への応用が期待できる。

### ③家畜排せつ量の低減と処理コスト低減の実証

養豚経営のふん尿排せつ量、特に尿中に排泄される窒素量低減によって尿污水处理コストを軽減させる技術の実証を行う。これまでに、豚に低タンパク質飼料と繊維質飼料を給与し、発育および肉質を損なわず、尿中窒素排せつ量を半分以上に低減させる技術を開発したが、これが尿污水处理にどれだけ反映されるかを明らかにする。

### (5)家畜ふん尿処理サポートシステム等の開発

畜産農家が各自の経営実態に合ったふん尿処理施設・機械を導入したとしても、それを効率よく稼働させるにはかなりの知識と経験が必要であり、それを支援するサポートシステムが望まれている。そこで、堆肥生産と污水处理技術について、畜産農家が堆肥生産、污水处理に活用できる堆肥生産および污水处理のサポートシステムを開発し、また、堆肥生産については需要側のニーズを反映できるような肥効成分の無機化率推定技術などを応用した成分調整堆肥生産サポートシステムの開発を行う。

さらに、学識経験者等からなる在野技術評価委員会を設置して、有望な在野技術の収集と評価を通じてメカニズムの解明を行い、普及に耐える普遍化技術の確立を行い、堆肥生産および污水处理のサポートシステムのレベルアップを行う。

## 3) 事業実施期間

平成15年～18年度（4か年）

## 2. 畜産環境技術開発普及事業の実施計画

研究課題等	年 次				研究課題等の内容
	15	16	17	18	
1. 事業推進等委員会					研究計画の実施計画、実施結果について、学識経験者による助言、指導、評価を行うため、検討委員会を組織・運営する。
2. 家畜ふん尿処理施設・機械の性能評価基準策定事業					
1) 汚水浄化処理					汚水処理施設、機械の評価項目、評価手法を検討し評価基準を確立する。
2) 堆肥化処理					堆肥化処理施設、機械の評価項目、評価手法を検討し評価基準を確立する。
3) 脱臭処理等					脱臭処理等施設、機械の評価項目、評価手法を検討し評価基準を確立する。
3. 畜産環境保全のための簡易測定法・判定法等開発事業					
1) 堆肥の無機化率簡易推定法の開発					
(1)各種堆肥の無機化率と窒素含量、C/N比等との関係究明					各種堆肥のC/N比や窒素の形態等と窒素の無機化率との関係を重回帰式で導き堆肥の無機化率を簡易に推定する。
(2)幼植物試験による堆肥無機化率推定精度の検証					幼植物試験により種々の堆肥、土壌条件における無機化率推定式の精度を確認し、あわせて推定精度を高める。
(3)標準堆肥成分表の作成					無機化率および幼植物試験成績から標準堆肥成分表を作成する。
(4)化成肥料添加による調整堆肥生産マニュアルの作成					化成肥料添加等農家ニーズに適合した調整堆肥生産マニュアルを作成する。
2) 臭気センサーの開発					
(5)各畜舎等からの臭気における官能試験と複合臭識別装置による臭気指数の相関					牛・豚・鶏舎等の複合臭の臭気指数を官能試験と複合臭識別装置より求め、両者の相関から畜舎複合臭の特性を明らかにする。
(6)畜種別複合臭の簡易センサーの開発					上記(1)で用いた複合臭センサーを構成する個別センサー（約10種類ある）から、各畜種の臭気に強く反応する個別センサーを選び、各畜種に対応した簡易センサーを開発する。

研究課題等	年 次				研究課題等の内容
	15	16	17	18	
4. 環境保全新技術開発事業					
1) メタン発酵消化液中の資源回収技術の開発					
(1)メタン発酵消化液による藻類培養法の確立					実験室レベルの培養装置においてユーグレナ等の藻類の培養条件を検討し、培養法を確立する。
(2)藻類によるバイオマス生産実証試験					民間との共同研究により、実用レベルのプラントを作り、バイオマス生産を実証する。
(3)藻類の給与試験による飼料栄養価の把握					実用レベルのプラントで生産された藻類について、そのアミノ酸組成調査、動物試験等を通じて、飼料価値を明らかにする。
2) 汚水処理水の簡易低コスト脱窒・脱色同時処理技術の開発					
(1)実験装置による汚水処理水の脱窒、脱色法の検討					実験室レベルでの汚水処理実験装置を用いて、硫酸化脱窒菌による処理水の脱窒、脱色の性能を調べ、最適な条件設定を行う。また、本技術の経済性についても検討する。
(2)汚水処理水の簡易低コスト処理技術の実証					実規模の処理施設を設置し、脱窒、脱色の簡易低コスト処理技術を実証する。
3) 家畜排せつ量の低減と処理コスト低減の実証					
(1)尿中窒素の低減等が尿汚水処理の負荷に及ぼす影響の解明					豚にCPや繊維質含量の異なる様々な飼料を給与して得られるふん尿を用いて、汚水処理実験装置により、汚水処理時間、ばっ気量、炭素源の添加量、除ふん率等の関連で、コスト低減のための基礎的データを得る。
(2)養豚農家におけるふん尿処理コスト低減の実証					実験装置で得たデータにもとづき、養豚農家でのふん尿処理コスト低減の実証を行う。
5. 家畜ふん尿処理サポートシステム等の開発事業					
1) 堆肥生産サポートシステムの開発					
(1)堆肥生産サポートシステムの開発 ①堆肥生産マニュアルの作成					堆肥生産サポートシステムを構築するための高品質堆肥生産技術をマニュアル化する。

研究課題等	年 次				研究課題等の内容
	15	16	17	18	
②堆肥生産サポートシステムの開発					マニュアル化された技術をもとに高品質堆肥生産をサポートするシステムをインターネットを通して利用できる形で開発する。
③堆肥生産サポートシステムのバージョンアップ					在野技術の普遍化技術を取り込んでバージョンアップを図る。
(2)堆肥生産に関する在野技術の確立 ①堆肥生産に関する在野技術のメカニズムの解明					有望な在野技術について、そのメカニズムを解明する。
②在野技術の普遍化技術の確立					メカニズムを解明した在野技術について再現性が高く、耐久性のある普遍化技術とし確立する。
2) 調整堆肥生産サポートシステムの開発					
(1)調整堆肥生産サポートシステムの開発					耕種農家が望む堆肥を生産するため、無機化率、化成肥料とのブレンド等を考慮した良質調整堆肥生産サポートシステムを完成する。
3) 污水处理サポートシステムの開発					
(1)污水处理サポートシステムの開発 ①污水处理マニュアルの作成					污水处理サポートシステムを構築するための污水处理の基礎的かつ広範囲な技術をマニュアル化する。
②污水处理サポートシステムの開発					マニュアル化された技術をもとに污水处理をサポートするシステムをインターネットを通して利用できる形で開発する。
③污水处理サポートシステムのバージョンアップ					在野技術の普遍化技術を取り込んでバージョンアップを図る。
(2)污水处理に関する在野技術の確立 ①污水处理に関する在野技術のメカニズムの解明”					有望な在野技術について、そのメカニズムを解明する。
②在野技術の普遍化技術の確立					メカニズムを解明した在野技術について再現性が高く、耐久性のある普遍化技術とし確立する。

### 3. 平成15年度畜産環境技術開発普及事業の概要

課 題 名	主担当者	研究のねらい	15年度の成果と進捗状況
1. 事業推進等委員会 (平15-18)			
2. 家畜ふん尿処理施設・機械の性能評価基準策定事業 1) 污水浄化処理施設 (平15)	亀岡	<p>家畜ふん尿処理の施設・機械類は、各製造メーカーによりポンプ等に見られる共通性を持たせた機械類もあるが、独自開発により製品化された機械類が多い。処理施設の設置に当たっては、これら施設や機械類の選定が処理性能や耐久性など現場の条件に適應できるかどうかを最も知りたい情報である。しかし、現状はメーカーの商業ベースの情報が主であり、経験不足のなかで現場において採用した施設機械類が適應でなかったケースが多く見られる。</p> <p>そこで、家畜ふん尿理にかかると連の処理システムと使用する施設・機械類の性能や耐久性、経済性等の適應性について評価するとともに、長所短所の特徴を明らかにし、現場において技術選択を容易にするための情報提供を行うことを目的とする。</p> <p>本年度は、污水浄化処理施設・機械の性能評価法のガイ</p>	<p>污水処理施設及び固液分離機の性能評価書の取りまとめを行い、ガイドブックの作成を行った。</p> <p>平成15年4月 調査票(案)の作成家畜ふん尿処理施設・機械メーカーの抽出(153社)</p> <p>8月11日：第1回 家畜ふん尿処理施設・機械性能評価策定委員会；調査票の修正および調査票の郵送(同様の資料を機構のホームページに掲載)</p> <p>10月15日：調査票の受付締切調査票(90件：67社)の整理後、各委員に送付</p> <p>12月11日：第2回 家畜ふん尿処理施設・機械性能評価策定委員会；第1次評価結果(67件)ガイドブック(案)の提示平成16年2月：総合評価の記入</p> <p>2月20日：評価書(案)の完成</p> <p>3月3日：第3回 家畜ふん尿処理施設・機械性能評価策定委員会；第2次評価</p> <p>1次評価で採択された施設・機械の件数は67件(活性汚泥法29件、メタン発酵法14件、スラ</p>

課 題 名	主担当者	研究のねらい	15年度の成果と進捗状況
		ドブックを作成する。	<p>リー処理2件、固液分離機22件)であった。不採択は19件(汚水処理17件、固液分離機2件)であった。さらに、その後辞退1件、取り下げが2件あった。最終的に液肥化処理施設6件、汚水浄化処理施設24件、メタン発酵処理施設12件及び固液分離機22件であった(64件:41社)。</p> <p>ガイドブック、7,000部印刷(国、都道府県畜産行政、試験研究機関、畜産団体、畜産環境アドバイザー等へ配布予定)</p>
<p>3. 畜産環境保全のための簡易測定法・判定法等開発事業</p> <p>1) 堆肥の無機化率簡易推定法の開発</p> <p>(1) 各種堆肥の無機化率と窒素含量、C/N比等との関係究明 (平15~17)</p>	古川	<p>堆肥の化学分析データ等から、簡易に窒素などの肥効を推定する方法を開発し、堆肥肥効評価法の標準化を行う。</p> <p>本研究は、堆肥の窒素を重点に作物に対する肥効の簡易推定法を開発するとともに、堆肥の原材料や処理方法別等の堆肥の肥効を表す「標準堆肥成分表」を作成する。</p> <p>本年度は、堆肥の窒素無機化試験ならびに全窒素、全炭素などの化学成分分析を行う。</p>	<p>①従来法(30℃、4週間培養)による窒素無機化率を測定するための機器をそろえ、測定が可能になった。</p> <p>②牛ふん堆肥試料27検体を用い、窒素無機化率(y)を従属変数、灰分(x<sub>1</sub>)、全窒素(x<sub>2</sub>)、全炭素(x<sub>3</sub>)およびC/N比(x<sub>4</sub>)を独立変数として重回帰式を作成した。27点の実測による窒素無機化率の変動範囲は、-2.2~59.8、平均値は20.4であった。</p> <p>③得られた重回帰式は以下の通りであった。</p>

課 題 名	主担当者	研究のねらい	14年度の成果と進捗状況
			$y = -1.7x_1 - 41.1x_2 - 8.1x_3 + 5.5x_4 + 202.8$ 重相関係数0.707、決定係数0.500、推定誤差(回帰からの残差の標準偏差) 11.5 ④豚や鶏の堆肥サンプルにも取り組む必要がある。 ⑤寄与率の高い独立変数の検索が必要である。
2) 臭気センサーの開発 (1) 各畜舎等からの臭気における官能試験と複合臭識別装置による臭気指数の相関(平15~16)	山本	臭気指数は6名のパネラーによる官能試験によって測定されているが、これには経費、労力ともかなり要しており、臭気判定は容易ではない。そこで、民間との共同研究により、牛、豚、鶏等に適合した、客観的に測定できる複合臭臭気センサーを開発する。 本年度は、牛・豚・鶏舎等の複合臭の臭気指数を官能試験と既存の複合臭識別装置(10種類のセンサーがある)より求め、両者の相関から畜舎複合臭に対する各種センサーの特性を明らかにする。	①センサーの選択：牛舎および豚舎の複合臭に対する寄与の大きかったセンサーはアミン系、アンモニアおよび有機酸系であり、また、寄与の低いセンサーは10本のうちエステル系、芳香族系および炭化水素系であった。 ②供試臭気12点の官能試験による臭気指数は20~46まで分布しており、平均値は28.6であった。 ③複合臭識別装置による臭気指数相当値は20~40まで、平均値は33.6であった。 ④臭気指数の相関：嗅覚試験とセンサーによる臭気指数から求めた相関係数は豚舎臭で $R^2 = 0.58$ 、牛舎臭で $R^2 = 0.21$ と低く、また、回帰からの標本標準偏差は9.9であり、臭気センサーのソフト面からの改良が必要である。



課 題 名	主担当者	研究のねらい	15年度の成果と進捗状況
<p>4. 環境保全新技術開発事業</p> <p>1)メタン発酵消化液中の資源回収技術の開発</p> <p>(1) メタン発酵消化液による藻類培養法の確立 (平15～17)</p>	長峰	<p>14年度に実施した予備試験の結果、消化液でユーグレナが増殖し、消化液中のアンモニアやリン酸濃度を減少させることが明らかになっている。しかし、この技術を実用化するためには、効率的な連続培養法の開発、ユーグレナの捕食者の排除法メタン発酵から排出される炭酸ガスを効率的にユーグレナ培養槽に投入する方法など、解決しなくてはならない問題が残されている。そこで、これらの問題を解決し、バイオマス生産による資源回収の技術開発を行う。</p> <p>今年度は、ユーグレナの培養条件を検討するとともに、連続培養実験装置を設計、製作し、連続培養試験を行う。</p>	<p>①ユーグレナの回収試験：孔径8<math>\mu</math>mのセルロースフィルターを50rpmで水平方向に攪拌しながらろ過したところ、ろ過面積あたりのろ過量が11.5ml/cm<sup>2</sup>、ろ過面積あたりのろ過速度が1.7ml/hr/cm<sup>2</sup>と、良好な回収結果が得られた。</p> <p>②培養試験：メタン発酵ガスをユーグレナ培養槽に入れることを想定し、炭酸ガス30%を含む混合ガスを用いた培養試験を行った結果、混合ガス充填光ありの条件では、141時間の培養でユーグレナが10倍に増殖し、アンモニア濃度を34%に、リン酸濃度を46%に低下させた。</p> <p>③連続培養実験装置は、培養容積を18Lとし、混合ガス（窒素：炭酸=7：3）を通気するように設計し、設置した。</p>
<p>2)汚水処理水の簡易低コスト脱窒・脱色同時処理技術の開発</p> <p>(1) 実験装置による汚水処理水の脱窒、脱</p>	長峰	<p>「硫黄酸化脱窒菌を用いたメタン発酵消化液の脱窒、脱色の同時処理技術を応用し、</p>	<p>①バッチ試験：十分な脱窒効果は認められなかった。色度は、73～78%に低下した。</p>

課 題 名	主担当者	研究のねらい	15年度の成果と進捗状況
色法の検討 (平15)		<p>活性汚泥法等による処理水の脱窒、脱色の同時処理技術を確立し、簡易低コストな処理技術の開発を行う。</p> <p>今年度は、硫黄酸化脱窒菌を培養して処理水の性状の変化を試験する。また、滞留時間等の条件をコントロールできる培養装置を作製し、脱窒と脱色の同時処理の条件を明らかにする。</p>	<p>②カラム試験：脱窒はほとんど行われなかった。室温が9.6～11.1℃（午前10時）という低温であったために、比較的温暖な時期に馴致した硫黄酸化脱窒菌が低温環境に適していなかったものと考えられた。</p>
<p>3) 家畜排せつ量の低減と処理コスト低減の実証</p> <p>(1) 尿中窒素の低減等が尿污水处理の負荷に及ぼす影響の解明 (平15～16)</p>	山本	<p>窒素排せつ量が低減した場合の污水处理コストに及ぼす効果について、污水处理実験装置により基礎データを得る。</p> <p>本年度は豚の尿窒素排せつ窒素量が半減したふん尿を想定した汚水を実験装置により処理した場合の処理水の総窒素濃度の変化に関する基礎的データを得る。</p>	<p>①処理水の総窒素濃度：原水の窒素濃度を400から800mg/Lに倍増すると硝化処理水の総窒素濃度は約2倍に増加した。</p> <p>②処理水の窒素画分：処理水の全窒素に占める硝酸態窒素、アンモニア態窒素は原水N400mg/Lで約90%、10%および原水800mg/Lで70%、30%であり、亜硝酸態窒素、有機態窒素は微量であった。</p> <p>③豚ふんを2mmの篩で処理して原水として用いた場合にはチューブの目詰まりが生じたが、0.5mm篩の処理により問題はなくなった。</p> <p>④污水处理実験装置を運転するための基礎的条件は設定したが、污水处理コストの試算にまでは至らなかったが、本運転条</p>

課題名	主担当者	研究のねらい	15年度の成果と進捗状況
			<p>件では脱窒のためのメタノールの添加量が半減できる可能性が示唆された。</p>
<p>5. 家畜ふん尿処理サポートシステム等の開発事業</p> <p>1) 堆肥生産サポートシステムの開発</p> <p>(1) 堆肥生産サポートシステムの開発</p> <p>① 堆肥生産マニュアルの作成 (平15～16)</p> <p>(2) 堆肥生産に関する在野技術の確立</p> <p>① 堆肥生産に関する在野技術のメカニズムの解明 (平15～17)</p>	<p>亀岡</p>	<p>畜産農家が家畜飼養のかたわら、ふん尿処理を適切に行うことは容易なことではない。また、各農家に導入されている堆肥化施設の管理方式は同じではない。そこで、各堆肥化施設に応じた高品質堆肥生産マニュアルを作成し、堆肥サポートシステムとしてインターネットで提供する。</p> <p>堆肥生産の在野技術に関する情報を収集し、有望な技術については有効性を検証するとともにそのメカニズムを解明する。低コストで普遍性のある技術であれば普及を図る。</p>	<p>① 堆肥化マニュアルに関する情報を収集し、堆肥化処理のマニュアルを作成中である。また、「畜産農家のための堆肥化処理サポートシステム」(仮題)としてホームページの骨子を作成した。</p> <p>② 「コンポテスター」によって堆肥の初期発酵に関する基礎データ(水分含量の影響、添加資材の効果等)を得た。</p> <p>① 在野技術の情報を収集し、堆肥化と汚水処理の両方を一括して52件の項目に整理した。これらの中で、堆肥化に関するもので、特定のメーカーが関与していない技術は11件であった。</p> <p>② 全国の畜産環境アドバイザーを通じて在野技術を収集した。</p> <p>③ 堆肥生産の在野技術の一つとして、「発酵床」について事前調査を行った。</p>
<p>3) 汚水処理サポートシステムの開発</p> <p>(1) 汚水処理サポ</p>	<p>長峰</p>	<p>汚水処理法には様々なものがあり、畜産農家が適切に管理、運転することは容易ではない。そこで、各処理方法に</p>	<p>① 各種汚水処理施設のマニュアルを収集した。また、各県からの畜舎汚水の処理水106サンプルを回収し、透視度、BOD、COD、</p>

課 題 名	主担当者	研究のねらい	15年度の成果と進捗状況
<p>ートシステム の開発 ①汚水処理マニ ュアルの作成 (平15～16)</p>		<p>応じたマニュアルを作成し、 汚水処理サポートシステムと して提供する。 今年度は、各種汚水処理施 設のマニュアルを収集すると ともに、汚水処理水の透視度、 BOD、COD、SSを分析し、基 礎データとする。また、活性 汚泥処理施設にトラブルが起 きた際に、原因解明をするフ ローチャートを作成し、「活 性汚泥処理のトラブル診断シ ステム」を開発してインター ネットに公開する。</p>	<p>SSを分析した。 ②連続式活性汚泥施設、回分式 活性汚泥施設、複合ラグーン、 膜分離汚泥濃縮連続式につい て、トラブルが起きた際に、原 因解明をするフローチャートを 作成した。これをもとに「活性 汚泥処理のトラブル診断システ ム」を作成し、「畜産農家のため の汚水処理サポートシステム」 としてホームページを2003年10 月14日に公開した。このホーム ページ内のアクセス状況は、毎 月、延べ400～500人程度の利用 者があり、予想以上の利用状況 である。「トラブル診断システ ム」については延べ100人程度 の利用であり、用語集、観察方 法の解説、汚水負荷量の計算と いったページの利用者も多い。</p>
<p>(2)汚水処に關す る在野技術の 確立 ①汚水処理に關 する在野技術 のメカニズム の解明 (平15～17)</p>		<p>汚水処理に関わる在野技術 を検索・検証し、低コストで 普遍性のある技術があればサ ポートシステムに組み込んで 普及を図る。</p>	<p>①ふん尿戻技術の在野技術の情 報を収集した（堆肥生産の在野 技術の項参照）。 ②汚水処理の在野技術の一つと して「自動昇温好気性消化」に ついて事前調査を行った。</p>

他機関との連携協力課題

課 題 名	主担当者	研究のねらい	15年度の成果と進捗状況
<p>微生物資材評価試験法の標準化と効果の判定 (畜産エコ、受託、平12~16)</p>	<p>山本</p>	<p>本研究では、豚および鶏における経口投与型および散布型の脱臭微生物資材の評価試験法を標準化して、客観的な評価が行えるようにする。</p> <p>さらに、いくつかの微生物資材について実際に効果判定を行い、それらの試験法の有効性を実証する。さらに、微生物資材の使用が堆肥の初期発酵に影響ないかどうかの評価法の標準化も行う。</p>	<p>①豚ふんからの揮発性脂肪酸(VFA)発生量測定法として、豚ふん一定量を30℃に保ち、500ml/分で一定時間吸引することで変動係数が10%以下と精度よくVFA発生量が測定できた。豚ふんからのVFA発生量は吸気時間および試料量の増加に伴いほぼ直線的に増加した。経口投与型資材の一つとして、脱臭効果があるとされる炭化脱脂米ぬかを添加した飼料を群飼、不断給餌の条件下で給与し、乾物1g当たりのVFA発生量を測定したが、対照区との間に有意差は認められなかった。</p> <p>②「コンポテスター」を用い、酸素消費量から堆肥の初期発酵の程度を評価する手法を開発した。この方法で、堆肥発酵促進をうたった4種類の市販資材を評価したが、明らかに添加効果が認められた資材はなかった。</p>

## 4. 平成15年度畜産環境技術開発普及事業 における主な研究成果

### 1) インターネットによる汚水処理の「トラブル診断システム」の開発

当研究所では、インターネットを通じて畜産業の汚水処理全般をサポートすることを目的として「畜産農家のための汚水処理サポートシステム」を開発中である。平成15年度は、活性汚泥処理施設が不調となった場合に、簡易な方法で施設を観察し、この情報をもとに復旧させるためのアドバイスを自動的に提示する「トラブル診断システム」を作成し、インターネット上に公開したので報告する。

#### 1. 「トラブル診断システム」の必要性

活性汚泥処理施設は、汚濁物質を活性汚泥の主体である微生物に分解または吸着させることで、汚水を浄化している。これは見方を変えると、活性汚泥処理施設は、汚水で微生物を飼育している施設だと考えることができる。微生物も家畜を飼うのと同様に知識、技術、そして適正な管理が必要であり、微生物の飼育がうまくいかないと汚水は浄化されない。一般畜産農家において、この点についての理解が不十分なために、活性汚泥処理施設の浄化能力を十分に発揮できていない状況が散見される。特に、汚水の内容、気温、施設の不具合といった状況変化によって不調になった活性汚泥処理施設を、農家独自の力で復旧させることは難しいとされている。

このような現状を改善することは、畜産業による環境負荷を低減させるための極めて重要な課題である。しかし、排出される汚水の内容は畜産農家によって千差万別であり、これを浄化する活性汚泥処理施設の構造も多様であるため、この維持管理について画一的なマニュアルを作成することは困難である。そこで、様々な状態に柔軟に対応できるコンピュータソフトウェアとして、「トラブル診断システム」の開発を行った。

#### 2. 「トラブル診断システム」の内容

このシステムは、主な利用者を一般畜産農家や各地域普及員とし、以下の点に留意しながら開発した。

- 1) 一問一答式の質問に答えていけば、診断結果にたどり着けるシンプルな機能にした。
- 2) 一般畜産農家でも容易に理解できる平易な文章にし、専門用語については用語解説を表示するようにした。
- 3) 施設の観察には、高価な機材を必要とせず、一般畜産農家でも容易に行えるものを利用した。また、観察の方法についての詳細な解説を掲載した。
- 4) 活性汚泥の顕微鏡観察を容易にするための微生物の画像データベースを付

加した。

現在のところ「トラブル診断システム」の診断プログラムは、一般的な連続式、一般的な回分式、複合ラグーンおよび膜分離汚泥濃縮式（膜を用いてばっ気槽の処理水と汚泥を分離するもの）の施設について対応している。なお、ばっ気槽の活性汚泥を中心とした診断システムであるため、ばっ気槽の前後の処理装置については対応していない。将来的には、これらについても網羅したシステムにしていきたいと考えている。

### 3. 「トラブル診断システム」の使用方法

システムを利用するためには、インターネットに接続できる環境（アナログ接続などの低速回線でも十分に利用可能、携帯電話による接続には未対応）と、施設の観察に使う道具として、最低限1リットルのメスシリンダーと透視度計（透視度計については自作可能）が必要である。他に、顕微鏡（1万円程度のもので十分である）とNo.6の濾紙があると、より正確な診断結果が得られるようになる。

「トラブル診断システム」に接続するためには、まずInternet Explorer等のインターネットブラウザを用いて畜産環境技術研究所のトップページ

<http://www.shirakawa.ne.jp/~ilet>

を表示し、畜産農家のための汚水処理サポートシステムへのリンクを選択する。表示された「畜産農家のための汚水処理サポートシステム」の項目から活性汚泥施設のト

ラブル診断システムへのリンクを選択すると、「トラブル診断システム」のトップページが表示される（図1）。このページの活性汚泥処理のトラブル診断システムの使い方を選択すると、システムの具体的な使用法と観察に必要な道具についての詳細な説明を見ることができるので、最初にここを読んでいただきたい。「トラブル診断システム」の診断プログラムは、このページの活性汚泥施設のトラブル診断システムを選択すると利用することができる。

### 4. 「トラブル診断システム」の診断プログラムの使用例

実際の汚水処理施設に「トラブル診断システム」の診断プログラムを使用した例を紹介する。この施設は、豚舎排水を濾布型の固液分離機で固液分離した汚水を処理している、回分式の活性汚泥処理施設である。この施設では、最初は、ばっ気槽から溢れそうになるくらいの泡が発生しており、処理水も透視度が2.5cmと濁っていた。診断プログラムを使用して、表1に示したように、質問1から9までの質問に答え（症状によって質問の数や内容が異なる）、放線菌による発泡との診断結果を得ることができた。示された対処方法に従って汚泥を抜いた結果、発泡を鎮めることができた。発泡を鎮めるだけでは施設の完全な回復には至らないため、対処方法に記載してあるように、再度診断プログラムを利用することで、さらに別の診断結果を受ける必要があると考えられたが、その後の追跡調査は行ってい

# 活性汚泥処理のトラブル診断システム

来訪者数 

このページに使われている用語：SS、SV、SV30、汚泥、活性汚泥、活性汚泥法、三次処理、透視度、曝気、曝気槽、曝気槽混合液、曝気槽処理水、BOD、BOD-SS負荷、BOD負荷、BOD容積負荷、負荷、複合ラグーン、返送汚泥、容積

本システムは、畜産業にともなう汚水を活性汚泥法によって浄化する処理施設の管理を手助けすることを目的としています。現在のところ、一般的な連続式、一般的な回分式、複合ラグーンおよび膜分離汚泥濃縮連続式に対応しています。また、本システムは曝気槽についての診断システムとなっているため、曝気槽の後の三次処理については対応していません。

よりいっそう畜産農家の方々のためになるページとしていきたいと思っています。ここで示された解決策ではダメだったとか、こんな情報もほしいなど、ご意見・ご感想がありましたら、[ilet2@shirakawa.ne.jp](mailto:ilet2@shirakawa.ne.jp)までお願いいたします。

なお、ここに掲載されている画像およびその他のデータの著作権を主張します。利用されたい方は、画像およびその他のデータの著作権についてをご覧下さい。

## ・更新情報

本システムは皆様のご意見を取り入れ、日々更新されています。更新された内容をここで確認してください。

## ・活性汚泥処理のトラブル診断システムについて

本システムについて、どのような目的で作成されたのか等については、こちらをご覧下さい。

## ・活性汚泥処理のトラブル診断システムの使い方

本システムの使い方や、必要な道具や購入方法を紹介します。

## ・汚水浄化処理施設の観察の方法

本システムでは、曝気槽の泡、曝気槽混合液のSV30や顕微鏡観察、曝気槽処理水の透視度や濁りを指標に浄化処理施設の状況判断をします。これらの観察の方法が分からない場合は、こちらをご覧下さい。

## ・活性汚泥処理のトラブル診断システム

いくつかの質問事項に答えることにより、畜舎汚水処理施設の運転状況を把握し、問題点があれば、その解決策を得ることができます。初めて使われる方は、使い方をご覧ください。

## ・顕微鏡観察から微小動物を同定してみよう

活性汚泥に生息する微小動物の形態から名前や性質を知ることができます。

## ・浄化施設のBOD負荷を計算しよう

浄化処理施設にどのくらいの負荷がかかっているのかを示す指数（BOD容積負荷、BOD-SS負荷）を知ることができます。

「畜産農家のための汚水処理サポートシステム」のトップページにもどる

「畜産環境技術研究所」のトップページに行く

このページに関するご意見・ご感想→  
[ilet2@shirakawa.ne.jp](mailto:ilet2@shirakawa.ne.jp)まで。

図1 「トラブル診断システム」のトップページ



表1 「トラブル診断システム」の使用例

	「トラブル診断システム」の質問	選択した回答
質問1	あなたの污水処理施設は、どのタイプですか？	回分式活性汚泥法の污水浄化処理施設である。
質問2	曝気槽には、散水などで泡を消す装置が付いていますか？	付いていない。
質問3	曝気槽の水面の8割以上が、泡で覆われていますか？	覆われている。
質問4	泡に水をまくとシャボン玉のように簡単に破裂して消えますか？	消えない。
質問5	泡をボトルに採って等量の水を加え、5回ほど上下をひっくり返しながらかき混ぜると、泡の8割以上がなくなりますか？	なくなる。
質問6	曝気槽を覆っている泡は、淡い褐色のスポンジのような細かい泡ですか？	淡い褐色のスポンジ状の泡である。
質問7	SV30を測定すると上澄みと沈殿が分離しますか？	分離しない。
質問8	1Lのメスシリンダーに曝気槽混合液500mlと水500mlを入れ、均一になるまで良く攪拌してから30分静置しても、上澄みと沈殿は分離しませんか？	分離する。
質問9	沈殿はスポンジのようにまとまっており、上澄みの境界ははっきりしていますか？（沈殿の一部が浮かぶこともあります、浮かんでいる部分も沈殿と同じように境界がはっきりしています）	はっきりしている。
診断結果	<p><b>【診断】</b> 放線菌が増殖しているための発泡です。 放線菌は汚泥の滞留時間が長く、DO（溶存酸素）が高いときに発生します。</p> <p><b>【対策】</b> SV30が今の3分の2になる程度の汚泥を抜いてください。これで3日から1週間ほどしても状況に変化がないようならば、再度、SV30が3分の2になる程度の汚泥を抜いてください。ただし、SV30が30%を下まわらない程度にとどめてください。</p> <p>この作業に加えて、曝気槽の浮遊物を除去すると、症状の改善が早まります。 以上の処置を行って、状況に変化が見られた場合は、再度、この「活性汚泥処理のトラブル診断システム」を行ってください。</p> <p>以上の処置のいずれも行えないか、処置して10日間ほど経っても、状況が全く好転しない場合は、本システムが対応できていません。本システムの制作者にご連絡いただければ、調査して、本システムの拡充を行いますので、よろしく願いいたします。</p>	

ない。

この例では、質問に答えるために用いた観察道具は、ばっ気槽に水を撒いたり水をすくったりするのに使う柄の長いヒシャク、ふたのできるボトル、1Lのメスシリンダーだけであった。「トラブル診断システム」では、質問4と質問6のところで、泡の写真や解説を見ることができるようになっている。また、図1にあるように各ページの上の方に「このページに使われている用語」が掲げてあり、この用語を押すと、それぞれの用語解説が表示されるようになっている。

#### 5. 「トラブル診断システム」の利用状況

「トラブル診断システム」は、平成15年10月14日にインターネット上に公開した。平成16年3月末日までの集計で、延べ2,832人が「トラブル診断システム」のトップページに訪れており、おおむね良好な利用状況であると考えている。

「トラブル診断システム」の各ページごとの来訪者数では、トップページが最も多く、次いで観察方法の解説775人、負荷量計算プログラム775人、汚泥の微生物観察557人、診断プログラム（トラブル診断システムのメインプログラム）468人の順であった。

#### 6. おわりに

「トラブル診断システム」は、延べ19回の畜舎污水处理施設の現地調査、並びに一般畜産農家や污水处理施設管理者など22名による試用試験を経て開発した。今後も利用者の声を拾いつつ改良していくとともに、「畜産農家のための污水处理サポートシステム」に畜産農家をサポートする機能を追加していきたいと考えている。本システムが、畜産による実質的な環境負荷を低減させ、畜産の環境イメージを改善する一助となることを願っている。

#### 謝 辞

「トラブル診断システム」の開発にあたり、社団法人日本農業集落排水協会技術顧問千種 薫氏、日本獣医畜産大学柿市徳英教授からご高配とご指導をいただいた。畜舎污水处理施設の調査にあたり、各施設の管理者の方々には格別のご配慮をいただいた。また、「トラブル診断システム」の試用において、関係諸氏から多くのご助言とご協力をいただいた。ここに、心から御礼申し上げます次第である。

(長峰孝文)

## 2) 「コンポテスター」による堆肥初期発酵の評価技術

堆肥の製造に当たっては、初期発酵をいかにうまく進めるかが重要である。そのためには、堆積物の水分と通気量の適正な調整が必要であるが<sup>1)</sup>、これに加えて、各種の発酵促進資材等が用いられる場合がある。米ぬか<sup>2)</sup>、廃食油<sup>3,4)</sup>、豆腐粕<sup>5)</sup>等の栄養源の添加によって堆肥の初期発酵が促進されることはよく知られているが、家畜ふん尿の場合には、易分解性有機物を多量に含むため、栄養源の添加は通常は必要ないとされる<sup>1)</sup>。また、堆肥の発酵促進を目的とした微生物資材も多く市販されている<sup>6)</sup>が、これらの発酵促進効果については不明な部分が多い<sup>1)</sup>。従来、発酵促進資材の添加効果の評価は実際の堆肥化実験、あるいは堆肥化実験装置によって行われることが多かった。

当研究所では、堆肥の酸素消費量に基づく堆肥熟度判定器「コンポテスター」を開発し、堆肥化にともなう堆肥品温と酸素消費量の関係について報告した<sup>7)</sup>が、堆肥の酸素消費量は微生物による発酵活動の程度を反映するものであり、堆肥の発酵初期の酸素消費量を測定することにより、初期発酵の良否が評価できると考えられる。

そこで、乳牛ふんあるいは豚ふん主体の堆肥化材料の水分含量を変えた試料、および乳牛ふん主体の堆肥化材料に各種資材を添加した試料について、堆肥化初期における酸素消費量の経時変化を調べ、「コンポテスター」による酸素消費量の測定で、堆肥初期発酵の良否の評価が可能であることが

示唆されたので報告する。

### 試験方法

#### 1) 「コンポテスター」による酸素消費量の測定

前報<sup>7)</sup>と同様に「コンポテスター」によって酸素消費量を測定した。すなわち、試料を容器に入れて恒温装置で予め35℃に保温し、酸素消費量測定時には、これを「コンポテスター」に装着、密閉して35℃で30分間保持して酸素消費量を求めた。酸素消費量は、試料（現物）1g、1分間あたりに消費される量（ $\mu\text{g}$ ）の整数値で表示される。測定が終了した試料入り容器は再び恒温装置に戻し、35℃に保持した。なお、実験1および2の各処理区について2反復で酸素消費量を測定し、結果はその平均値で示した。

#### 2) 堆肥化材料の水分含量と酸素消費量の関係（実験1）

実験1では、乳牛ふん（水分含量82%）および豚ふん（水分含量73%）におが屑を混ぜ、水分含量が、それぞれ、50~80%および40~70%になるようにいずれも4段階に調整した。水分調整した各試料50gを酸素消費量測定用の容器に入れ、試料調製時から2~4時間間隔で32時間にわたり酸素消費量を調べた。

#### 3) 各種資材の添加と酸素消費量の関係（実験2）

実験2では、乳牛ふんとおが屑を混ぜて水分を75%に調整した試料50gに米ぬか、

廃食油（使用済み植物油）およびグルコースをいずれも3g添加して試料調製時から2～4時間間隔で48時間にわたり酸素消費量を測定した。なお、資材無添加の処理を対照区として設けた。

#### 4) 分析方法および統計処理

試料の水分含量の分析は定法<sup>8)</sup>によった。また、統計処理はダンカンの多重比較検定<sup>9)</sup>によった。

### 結果および考察

#### 1) 堆肥化材料の水分含量と酸素消費量の関係（実験1）

実験1の乳牛ふんおよび豚ふん試料における32時間にわたる酸素消費量の経時変化をそれぞれ図1および2に示した。なお、実験1では、乳牛ふんあるいは豚ふんにおが屑を添加して水分調整を行い、その水分調整後の試料を50g供試したため、水分含

量によって供試した乳牛ふんあるいは豚ふんの重量は異なった。そこで、酸素消費量は、水分含量が60%の試料で供試した乳牛ふんあるいは豚ふんの重量を基準として、他の処理区の酸素消費量は供試したそれぞれの乳牛ふんの重量で補正して示した。

乳牛ふん試料の水分含量と酸素消費量の関係では、水分含量が70%の場合、試料調整後4時間で酸素消費量はもっとも高まり24となり、水分含量60%の場合が同じく4時間後で18となりピークが見られた(図1)。水分含量が50および80%の場合には、酸素消費量の立ち上がりが前2者よりも遅れ、ピーク時の値も低かった。図1には、32時間にわたる総酸素消費量も示した。この算出では、測定時間以外の酸素消費量は2つの測定時間の間では直線的に変化したと仮定した。これによると、水分70%の場合は1.17gの酸素が消費されたことになり、水分

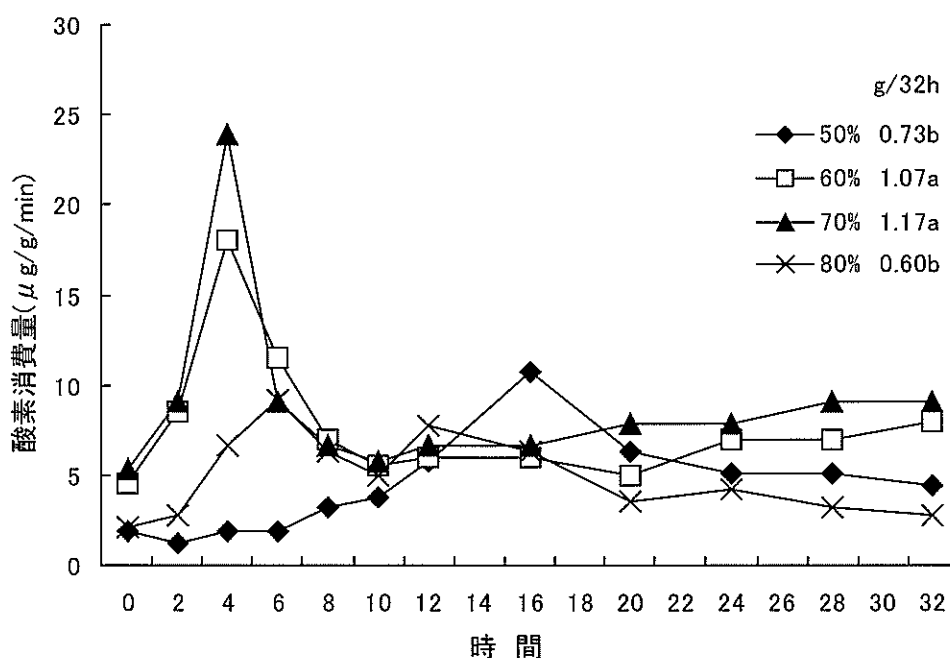


図1 堆肥化材料の水分含量と酸素消費量の関係（乳牛ふん）

図中の数字は32時間における総酸素消費量、異符号間に有意差 (P<0.01)

60%場合がこれに次いだ。水分含量が50および80%の場合にはこれらよりも有意に少なかった ( $P<0.01$ )。

豚ふん試料では、水分が70%の場合が試料調整後10時間でもっとも早くピークが現れたが、ピークの高さは水分60%の場合にもっとも高く16時間後に29となった(図2)。32時間の総酸素消費量は水分60%の場合が1.23gでもっとも多く、ついで水分50、40および70%の順で少なく、水分60%と水分40あるいは70%の間には有意差が認められた ( $P<0.01$ )。

堆肥化処理に当たっては、堆積物の水分を適正に調整する必要のあることは周知の事実であるが、この適正な水分含量は詰め込み材料によっても異なることが知られている<sup>10)</sup>。本実験の結果では、乳牛ふん試料では水分70%が、また、豚ふん試料では水分60%の場合が詰め込み初期の酸素消費量

がもっとも高くなることが示された。従来、乳牛ふん堆肥および豚ふん堆肥の詰め込み時の適正な水分含量はそれぞれ72および62%以下とされており<sup>1)</sup>、今回の試験成績はこれとほぼ一致した。このことは、「コンポテスター」による酸素消費量から、個々の堆肥化材料における適正な水分含量の推定が可能であることを示唆するものと考えられる。

## 2) 各種資材の添加と酸素消費量の関係 (実験2)

実験2の結果を図3に示した。グルコース添加区では試料調製後32時間に酸素消費量がピークの36ときわめて高い値となり、48時間の総酸素消費量は2.05gで、他の3処理区よりも有意に多かった ( $P<0.01$ )。総酸素消費量は次いで廃食油、米ぬかの順で、対照区は他の3処理区に比較して明らかに少なかった ( $P<0.01$ )。

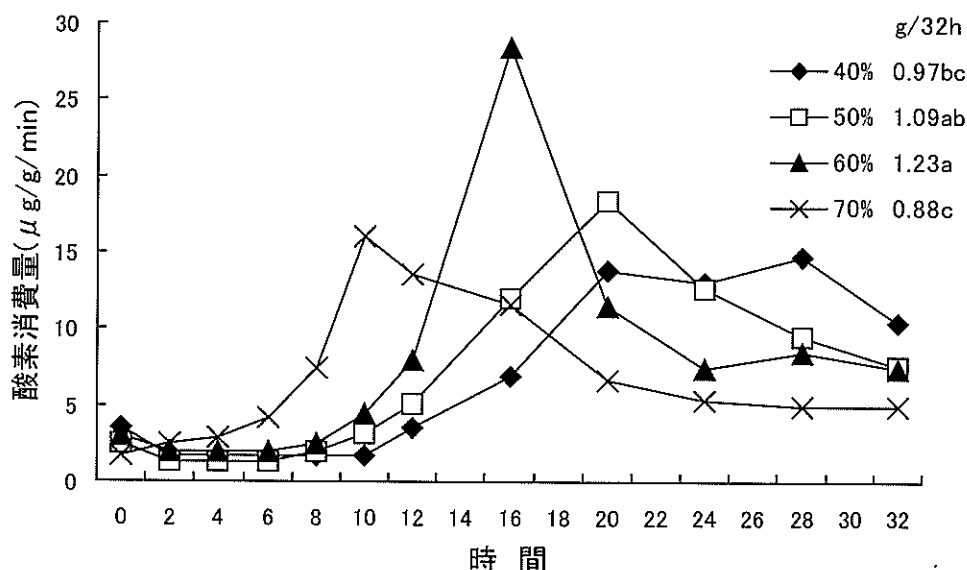


図2 堆肥化材料の水分含量と酸素消費量の関係 (豚ふん)

図中の数字は32時間における総酸素消費量、異符号間に有意差 ( $P<0.01$ )

米ぬかの添加が堆肥発酵を促進することはよく知られている<sup>2)</sup>。この理由としては米ぬかのような易分解性有機物を多量に含む物質を堆肥化材料に加えることによって、添加した有機物そのものの分解が容易に行われるため堆肥の品温上昇が促進されることが考えられる。本実験においても、堆肥化材料に米ぬかを添加することによって試料調整後48時間の酸素消費量が無添加の場合に比較して有意に高まることが明らかにされた。また、廃食油にも同様の効果が認められ、従来の成績<sup>3,4)</sup>を裏付ける結果になった。家畜ふん尿には多量の易分解性有機物が含まれているため、通常は栄養源の添加は必要ない<sup>1)</sup>とされるが、特に寒冷期の堆肥化や発酵温度を高めたいといった場合においては米ぬかや廃食油のような栄養源の添加が効果があるものと思われる。

堆肥化材料にグルコースを添加した場合

には、堆肥化初期の酸素消費量は低く、酸素消費量のピークはかなり遅れた。この理由としては、グルコースは大腸菌等の腸内細菌の良好な基質であり<sup>1)</sup>、発酵初期には腸内細菌が優勢であるため嫌気的条件下でグルコースの代謝が進むが、その後グルコースの代謝産物が好気的条件下で利用されるようになるためではないかと考えられる。

謝 辞 堆肥化材料の提供を賜った(独)家畜改良センターの関係各位に厚くお礼申し上げます。(古谷 修)

## 文 献

- 1) 中央畜産会編：堆肥化施設設計マニュアル、p.1～31、(社)中央畜産会、東京(2000)
- 2) 金子美登：有機農業ハンドブック、p.13～29、(社)農山漁村文化協会、東京(1999)
- 3) 崎元道男：廃食用油のリサイクル利用

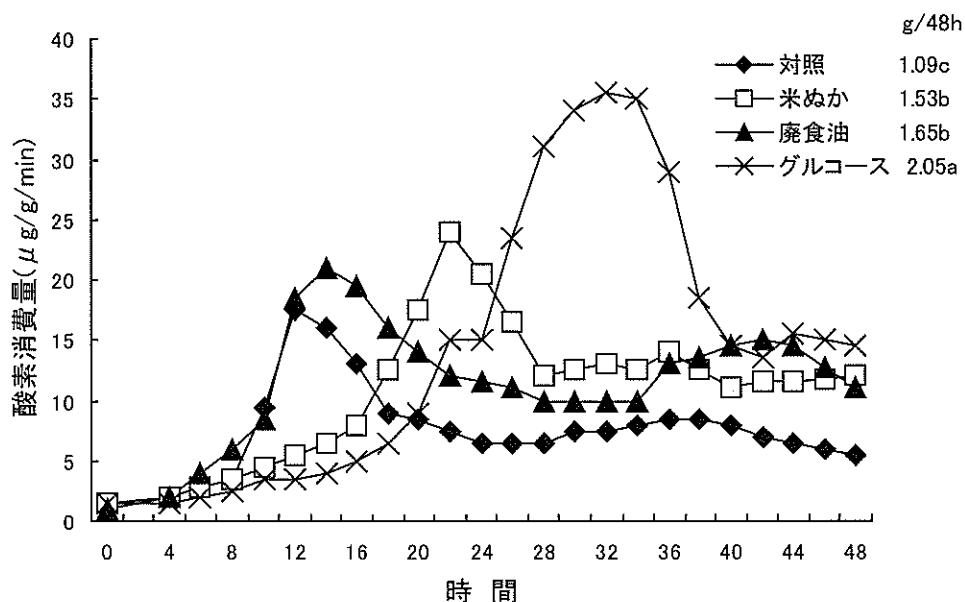


図3 乳牛ふん堆肥化材料に米ぬか、廃食油およびグルコースを添加した場合の酸素消費量の比較図中の数字は48時間における総酸素消費量、異符号間に有意差 (P<0.01)

- 堆肥化の促進材としての利用—平成13年度大阪食とみどりの新技術、1~2 (2002)
- 4) 小柳 渉：生物系廃棄物の農地還元技術に関する研究—家畜ふん堆肥および生ゴミ処理物の動態解析と成分評価—、新潟大学大学院自然科学研究科学位論文、P.137~142 (2004)
- 5) Hanajima, D., Kuroda, K. and Haga, K. : Enhancement of the thermophilic stage in cattle waste composting by addition of tofu residue. *Bioresource Technol.*, 78, 213-216 (2001)
- 6) 羽賀清典：マニユア・マネージメント (羽賀清典監修)、p.51~57、デーリイマン社、東京 (1996)
- 7) 古谷 修・古川智子・伊藤 稔：堆肥化過程における堆肥品温と堆肥腐熟度判定のための酸素消費量との関係、*土肥誌*、74,645~648 (2003)
- 8) 石橋 晃 (監修)：新編動物栄養試験法、p.455~466、養賢堂、東京 (2001)
- 9) 藤巻 宏：生物統計解析と実験計画、p.32~44、養賢堂、東京 (2002)
- 10) 藤田賢二：コンポスト化技術、p.59~77、技報堂出版、東京 (1993)
- 11) 高橋満里子：腸内細菌学 (光岡知足編)、p.251~255、朝倉書店、東京 (1990)

### **Ⅲ. 簡易低コスト家畜排せつ物 処理施設開発普及促進事業**



# 1. 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及事業の概要

## 1) 事業の背景・目的

平成11年7月22日に、畜産環境問題の解決を図り、今後のわが国畜産の健全な発展に資することを目的として、「家畜排せつ物の管理の適正化および利用の促進に関する法律」が成立し、また、肥料取締法の一部改正により、堆肥の品質表示制度が導入された。

これに伴い、今後5年間実施される野積み、素掘り等の家畜排せつ物の不適切な管理の解消と有効利用の促進に対応するため、家畜排せつ物処理施設の計画的かつ着実な整備とともに、その適切な堆肥化処理・利用等に係る畜産環境保全技術の普及定着が強く求められている。

しかし、家畜排せつ物処理は生産性の向上等に直接結びつくものではないことから、畜産農家においては、より低コストな処理施設の整備や効率的な処理・利用技術に対する要望が極めて強い。これらのことから畜産現場の実態や農家の経営状況を踏まえた簡易で低コストな処理施設の開発・普及や技術指導、さらには堆肥の品質確保が急務となっている。

このため、本事業では、都道府県の協力を得ながら、簡易で低コストな家畜排せつ物処理施設や家畜排せつ物処理・利用方法について情報を収集・活用しつつ、その開発・実証・研究課題化を行う。また都道府県から推薦のあった効率的処理技術等の事

例をデータベース化し、情報の提供システムを構築する。あわせて、全国の堆肥の品質を調査・分析する。

## 2) 事業の内容

### ①簡易低コスト処理施設開発・実証

- ・農家のニーズに対応しつつ、地域の特性を踏まえた簡易で低コストな処理施設の開発、実証

### ②効率的処理技術等情報システムの整備

- ・家畜排せつ物処理、利用の優良事例等の情報収集、分析提供
- ・情報提供システムの整備

### ③堆肥の品質実態調査

- ・堆肥の抗生物質、病原性微生物等含有について全国的な実態調査、分析

## 3) 実施期間

平成12～16年度

## 4) 期待される成果

### ①農家のニーズに対応し、地域の特性を踏まえた簡易・低コスト処理施設が開発、実証される。

### ②全国の家畜排せつ物処理、利用の優良事例等がデータベース化され、提供される。

### ③堆肥の品質表示に関係する成分、抗生物質、病原性微生物等含有について全国的な実態が明らかになる。

## 5) 平成15年度の事業計画

### (1) 簡易低コスト処理施設開発・実証

本事業において開発実証を目的に委託した簡易低コスト処理施設について、その性能を相互に比較するため、共通の測定項目、測定方法および測定上の問題点を整理する。

また、これらの施設を用いて調査を行う際に特に重点的に検討してほしい研究課題について下記のとおり4本の大課題にまとめて提示し、研究課題化と研究の実施を依頼しているため、その進行管理を行う。

- ①活性汚泥微生物による窒素低減化技術
- ②「戻し堆肥」の水分調整材としての有効利用技術
- ③寒冷期における堆肥の発酵促進技術
- ④ふん尿処理施設からの臭気低減技術

### (2) 効率的処理技術等情報システムの整備

都道府県および畜産環境アドバイザーか

ら推薦のあった効率的処理技術等の事例を収集し、データベースに追加する。また、検索システムについてはメニュー方式に加えてキーワード検索システムを開発する。

### (3) 堆肥の品質実態調査

都道府県からの紹介等により延べ439箇所の堆肥センターについて堆肥サンプルの提供を依頼し、あわせて原料、副資材等の堆肥の品質・性状に関連すると考えられる項目をアンケート調査する。

堆肥の分析項目は全窒素、全炭素、pH、電気伝導度、銅、亜鉛等の化学成分、スルファジメトキシム、ペニシリンプロカイン、ストレプトマイシン等の抗生物質、O157、サルモネラ、クリプトスポリジウム等の病原性微生物とする。

## 2. 簡易低コスト家畜排泄物処理施設等開発普及促進事業の実施計画

(平成12～16年度)

事業内容	事業年次					備考
	12	13	14	15	16	
I 簡易低コスト処理施設開発・普及						
1. 現地選択・実証施設設置						
2. 現地調査						
3. 調査報告の取りまとめ						
4. シート等を利用した簡易ふん尿処理施設の事例集の作成						
II 効率的処理技術等情報システムの整備						
1. データ収集、入力						
2. データベース構築						
3. インターネットによる情報提供の試行						
4. インターネットによる情報提供						
III 堆肥の品質実態調査						
1. サンプル収集、分析						
2. データベース構築						
3. 堆肥成分表策定・改定						

### 3. 平成15年度簡易低コスト家畜排せつ物処理 施設開発普及促進事業の概要

課題名	主担当者	研究のねらい	15年度の成果と進捗状況
1) 簡易低コスト 処理施設開発 ・実証 (平12～16)	亀岡	<p>都道府県の協力を得ながら、簡易で低コストな家畜排せつ物処理施設について情報を収集・活用しつつ、その展示・実証を行う。</p> <p>特に、平成15年度は、「家畜排せつ物法」の管理基準に適合する構造を持った処理・保管施設として畜産農家を取り組みやすい簡易な処理・保管施設について情報提供することを目的にして、シート等を利用した簡易なふん尿処理施設の事例を収集し、冊子等にし、配布する。</p>	<p>①地方検討委員会を4地域で開催し、平成14年度、15年度の実証施設の調査結果および今後の課題並びに平成15年度新設実証施設の計画概要と進捗状況について検討した。</p> <p>②各施設の共通調査項目および研究所が依頼した試験研究課題の進捗状況について調査した。</p> <p>③最終的な調査報告書のとりまとめ様式、スケジュール等について指示した。</p> <p>④「シート等を利用した簡易ふん尿処理施設の事例集（簡易処理施設設置ガイド）」として、冊子を配布した。</p> <p>⑤更に啓蒙普及効果を高めるため「シートを利用した簡易ふん尿処理施設」のビデオを作成し、配布した。</p>
2) 効率的処理技術等情報システムの整備 (平12～16)	小堤	<p>家畜排せつ物の処理・利用を効率よく行っている施設の事例を収集・整理・保存した事例データベースを作成し、蓄積された事例の中から利用者の要求に合わせて最適の事例を選び出すことのできるシ</p>	<p>①新たに2事例を追加・公開し、全部で108事例となった。12年度調査データの再調査を一部行い、6事例について一部修正した。</p> <p>②3月末までに、全事例について総点検を実施した。</p>

		<p>システムを整備する。畜産農家、農業団体、畜産環境アドバイザー、大学、研究機関等からの利用を想定している。</p> <p>本年度は、前年度に引き続き堆肥センターの事例を収集するとともに、今までの事例集の見直しを行なう。</p>	
<p>3)堆肥の品質実態調査 (平12～16)</p>	<p>亀岡</p>	<p>全国の堆肥センターで生産される堆肥の成分を分析し、畜種別や水分調整用の副資材別、季節別のデータを集積し、堆肥の標準的品質を明かにし、高品質堆肥生産とともに堆肥の利用促進の資料として役立つ。</p>	<p>①平成15年度は、夏季247点、冬季192点の合計439点について調査した。これを取りまとめ、15年度の中間報告として公表した。</p>

## 4. 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業の実施状況

### 1) 簡易低コスト処理施設の開発実証

#### (1) 簡易低コスト処理施設の概要

本事業では、農家のニーズに対応しつつ、地域の特性を踏まえた簡易で低コストな処理施設の開発を目的に、平成15年度までに全国で、27ヵ所、32施設について実施している（表1）。平成14年度までに採択された施設の特徴および概要についてはすでに平成14年度の当研究所年報で紹介したので、ここでは、平成15年度に採択された6ヵ所、8施設についてその概要を紹介する。

#### 1) シートを利用した簡易堆肥化施設の実証（独）家畜改良センター 本所、十勝牧場、宮崎牧場）

シートを利用した簡易堆肥化施設の実証試験を、3ヵ所で実施した。実証展示は群馬畜試方式（本所、宮崎牧場）および道立畜試方式（十勝牧場）である。

#### 2) 大規模肉牛経営に対するふん尿被覆法（北海道立畜産試験場）

大規模肉牛経営におけるふん尿の管理においてシートを利用し、低コストで簡易に実施するための方式である。規模としては、数千～1万㎡の堆肥舎に相当する。

#### 3) 低コスト個別型嫌気性液肥化施設（北海道立根釧農業試験場）

エネルギー利用のための施設は設置しな

いで、発酵槽と貯留槽を一体化し、加温維持と保持管理を容易にした低コストな個別型嫌気性液肥化施設である。処理液は、液肥化利用を目的とする。

#### 4) 自力施行可能な汚水蒸散型簡易低コスト堆肥化施設（埼玉県農林総合研究センター畜産研究所）

乳用牛20頭規模のふん尿を防水シート、暗渠管を埋設した堆肥場および防水シートにチップを満たした汚水蒸散施設からなる簡易堆肥化処理施設である。

#### 5) 可動通風式簡易土間工法堆肥舎（千葉県畜産総合研究センター）

堆肥盤は特殊骨材としてバルチップを生コンに混合して施行した簡易土間である。その上にパイプハウスを組み立て、さらに、コンプレッサーにより、空気を堆肥に送風する装置を装備した簡易堆肥舎である。

#### 6) FRPタンクによるパーラー排水の浄化処理施設（熊本県農業研究センター畜産研究所）

中古の気密サイロを利用し、各槽のエアレーションおよび汚泥管理をブロアー1台で運転管理し、ランニングコストの低減化を図った簡易浄化処理施設である。

表1 実施中の簡易低コスト処理施設の一覧

実施機関・場所	畜種	開始時 年 度	施 設 名
(独)家畜改良センター	全畜種	15年度	簡易低コスト処理施設の開発・実証（本所、十勝牧場、宮崎牧場）
(独)北海道農業研究センター	乳用牛	13年度	屋根跳上式堆肥舎
(独)九州農業研究センター (旭志村酪農家)	乳用牛	12年度	堆肥脱臭装置付き低コスト強制通気式堆肥舎
北里大学（八雲農場）	肉用牛 (乳用牛)	13年度	低コスト簡易堆肥処理兼貯蔵施設
北海道立畜産試験場	乳用牛	12年度	廃電柱とシートを利用した簡易屋根掛け施設
	乳用牛	12年度	シートと火山灰を利用した簡易屋根掛け施設
	乳用牛	12年度	れき汁排出促進型低コスト堆肥舎
	乳用牛	12年度	バンカーサイロを利用した低コストな簡易堆肥舎
	乳用牛	15年度	大規模肉用牛経営に対するふん尿被覆法
北海道立根釧農業試験場	乳用牛	12年度	防水シート被覆による雨水分離簡易貯留槽
	乳用牛	15年度	低コスト個別型嫌気性液肥化施設
山形県農業研究センター 畜産研究部 (県立蔵王西部牧場)	乳用牛	13年度	改良型発酵乾燥ハウス
宮城県畜産試験場	乳用牛	13年度	コンクリートパネルを利用した低コスト堆肥舎と2種類の脱臭装置
宮城県営岩出山牧場	肉用牛 (乳用牛)	14年度	地域資源のもみがら及び特殊床材（カキガラ、山砂）を利用した無切り返しプレキャストコンクリートパネル堆肥舎
栃木県畜産試験場 (黒磯市酪農家2戸)	乳用牛	12年度	山砂と遮水シートを用いたふん尿発酵乾燥処理施設
	乳用牛	12年度	土壌脱臭施設を設置したスラリー曝気処理施設

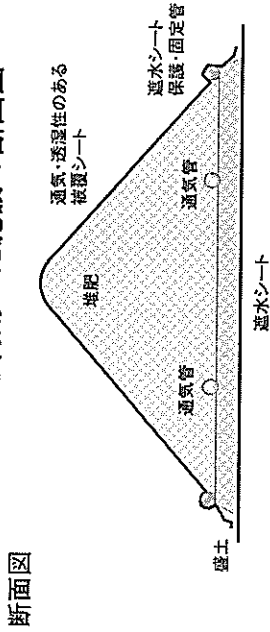
実施機関・場所	畜種	開始時 年 度	施 設 名
群馬県畜産試験場	養 豚	12年度	強制発酵施設（縦型コンボ）及び脱臭資材を用いた脱臭装置
埼玉県農林総合研究センター 畜産研究所	乳用牛	13年度	牛舎汚水簡易液肥化施設 （ 農林業副産物をろ過資材とするろ過装置 ） ろ過資材表面自動攪拌装置
	乳用牛	15年度	自力施行可能な汚水蒸散型簡易低コスト堆肥舎
千葉県畜産総合研究センター	乳用牛	15年度	可動通風式簡易土間工法堆肥舎
神奈川県畜産研究所	乳用牛	12年度	乾燥ハウスを利用した発酵堆肥化施設と2種類の脱臭装置
長野県畜産試験場	乳用牛	12年度	パイプハウスとロータリー攪拌機による乾燥施設及びパイプハウスの堆肥切り返し施設
静岡県畜産試験場	乳用牛	14年度	簡易ばっ気式家畜ふん尿処理システム
三重県科学技術振興センター 農業研究部	採卵鶏	14年度	密閉縦型発酵装置-成型機システム
京都府畜産研究所	乳用牛 養 豚	12年度	カスケード型水路を利用した簡易污水处理施設
大阪府食とみどりの総合技術センター	乳用牛	12年度	凝集剤、活性炭による簡易牛舎廃水浄化処理施設
兵庫県立農林水産技術総合センター	乳用牛	13年度	ミルキングパーラー排出ふん尿混合污水处理施設・ブローワー利用による簡易尿処理施設
福岡県農業総合試験場 畜産研究所	乳用牛	13年度	通気装置を設置した簡易堆肥化施設
熊本県農業研究センター 畜産研究所	乳用牛	15年度	FRPタンクによるパーラー等の排水浄化処理施設
宮崎県畜産試験場 川南支場	養 豚	13年度	回分式活性汚泥浄化処理施設
鹿児島県畜産試験場	肉用牛	13年度	簡易低コスト堆肥化実証展示施設



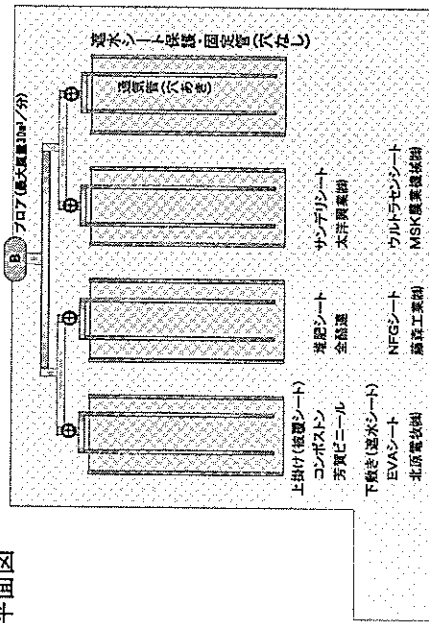
1) シートを利用した簡易堆肥化施設の実証 (㈱ 家畜改良センター 本所、十勝牧場、宮崎牧場)

シートを利用した簡易堆肥化施設の実証試験を、3カ所で実施した。実証展示は群馬畜試方式 (本所、宮崎牧場) および道立畜試 (十勝牧場) である。

シートを利用した施設の断面図



断面図



この施設は、畜産農家を取り組みやすい簡易な家畜ふん尿処理・保管施設です。今後このような施設を利用して、適切なふん尿処理を促進するとともに、地域の自然環境を保持し、健全な畜産経営が普及することが期待されています。

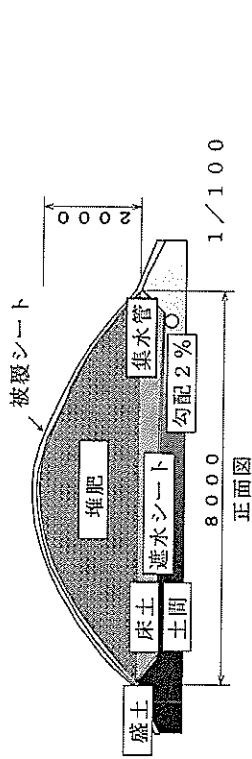
1. 施設の特徴

- ・群馬県畜産試験場で考案された堆肥発酵施設です。
- ・地面に排水シートを敷き、その上を土で覆った堆肥盤を作成します。
- ・作成した堆肥盤の上に水分60～70% (比重0.6kg/l程度) に調整した牛ふん等を積み上げ、通気・透湿性のある被覆シートを上掛けし送風を行うことで、切り返しを行わずに1ヶ月強で堆肥生産が可能となります。

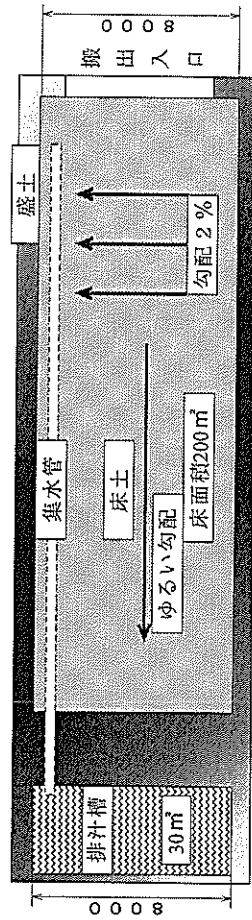
2. 施設の構造

160㎡ (40㎡×4基、各盤肥盤の大きさ: 4×10m)

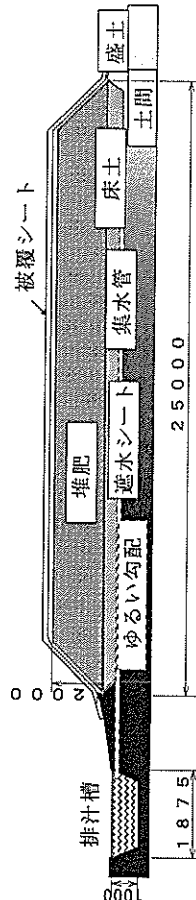
シート利用ふん尿簡易施設図面



正面図



平面図



側面図

●施設の特徴

道立畜産試験場で考案され、シンプルな構造で排水を隔らさずふん尿を管理する家畜排泄物に対応した施設です。簡単な構造で安価、施工期間が短く、自家施工や共同作業による設置が可能である。また、排水管を底部に配置して堆積中の材料によりにじみ出る排水を貯留する施設が併設されています。

## 2) 大規模肉牛経営に対するふん尿非覆法（北海道立畜産試験場）

大規模肉牛経営におけるふん尿の管理においてシートを利用し、低コストで簡易に実施するための方式である。規模としては、数千～1万 $\text{m}^2$ の堆肥舎に相当する。

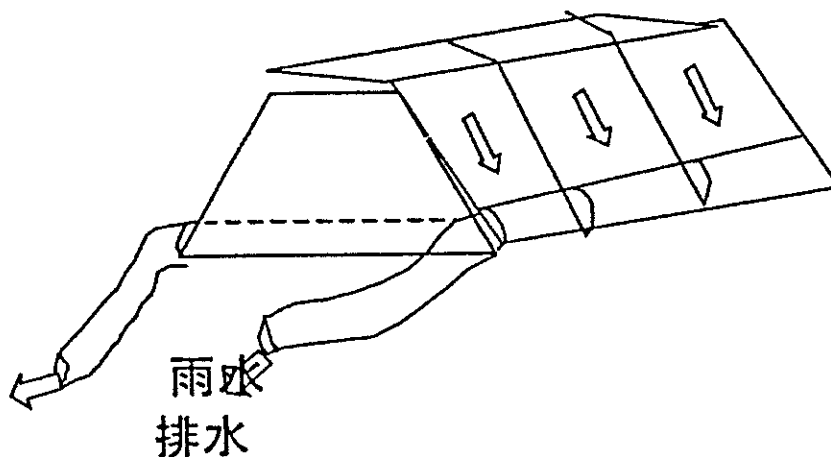


図1 大規模肉牛経営に対するふん尿被覆法

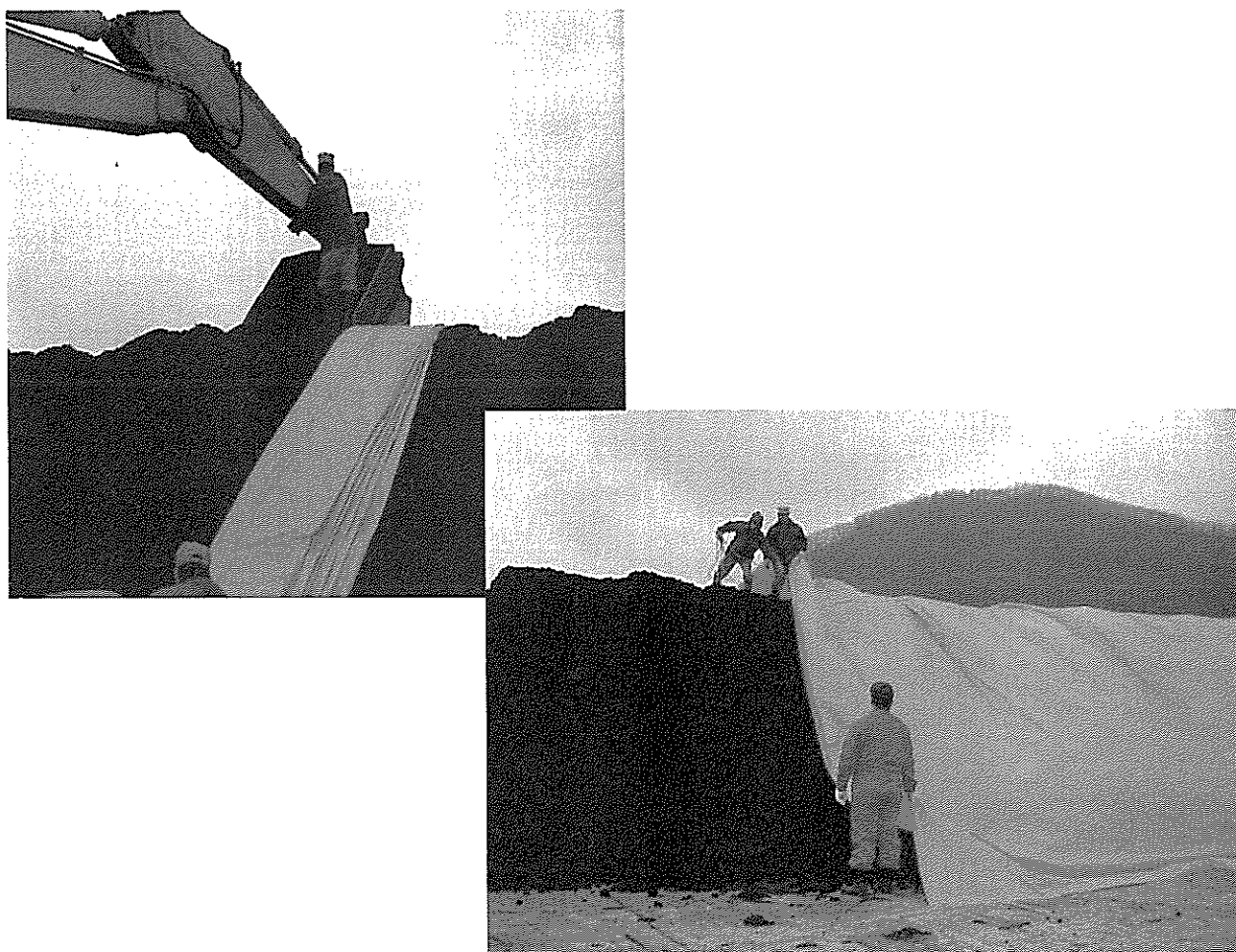


写真1 バックホーと人力による大規模堆肥列へのシートかけ作業

### 3) 低コスト個別型嫌気性液肥化施設（北海道立根釧農業試験場）

エネルギー利用のための施設は設置しないで、発酵槽と貯蓄槽を一体化し、加温維持と保持管理を容易にした低コストな個別型嫌気性液肥化施設である。処理液は、液肥化利用を目的とした。

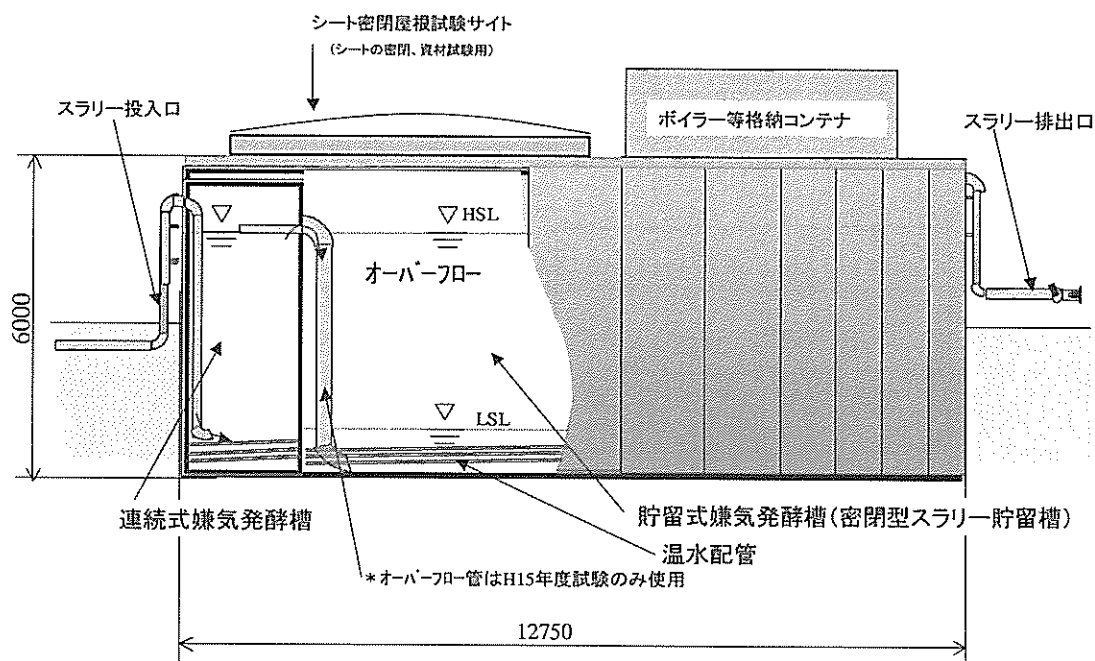


図2 嫌気性液肥化施設の概要図

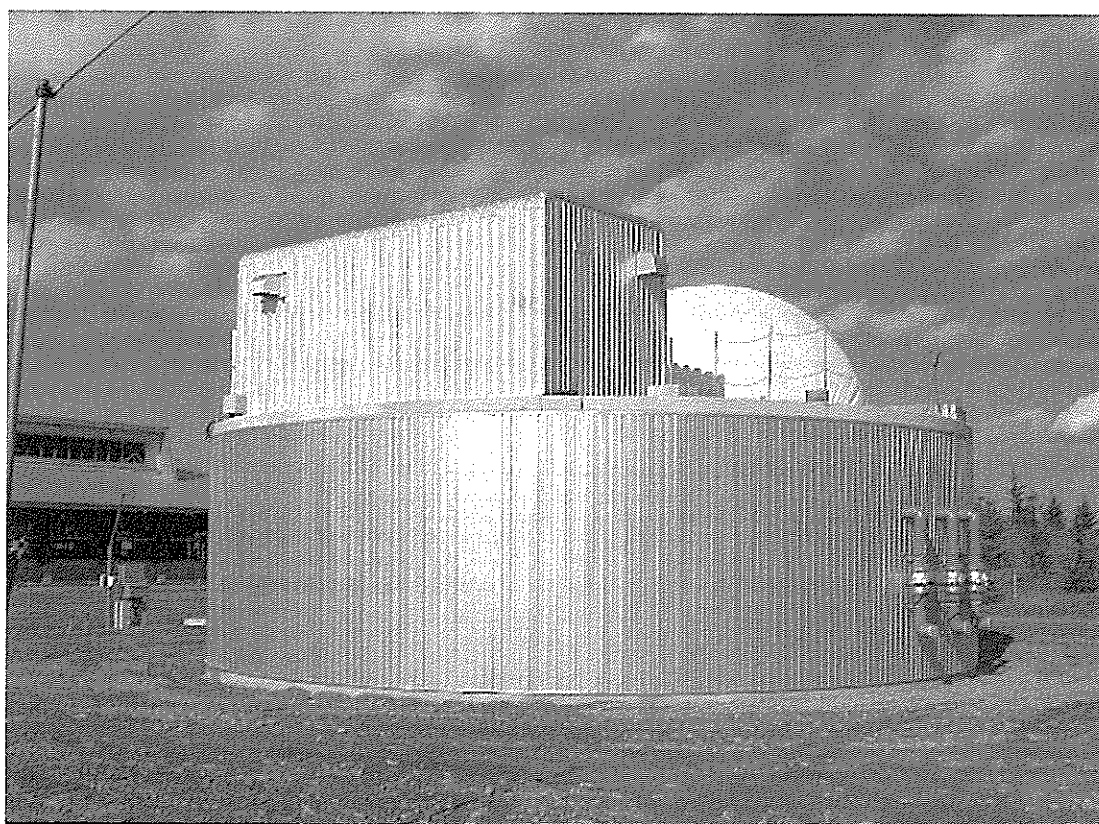
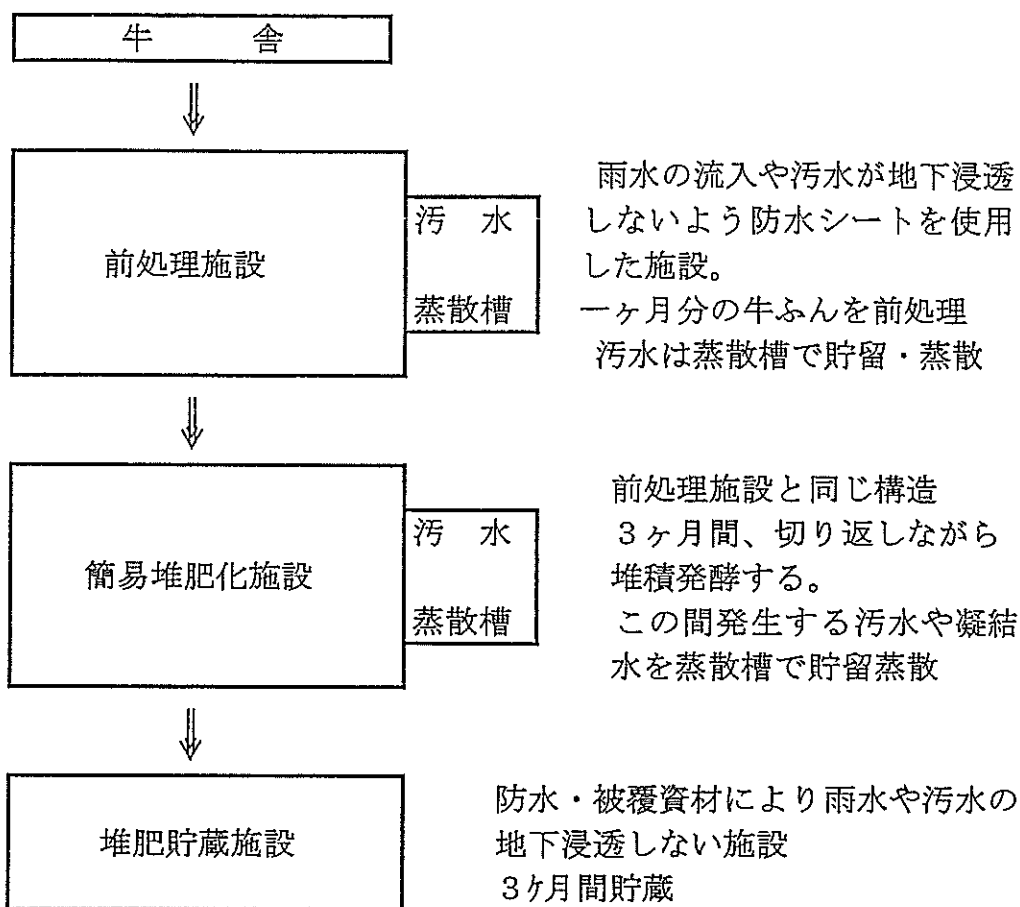


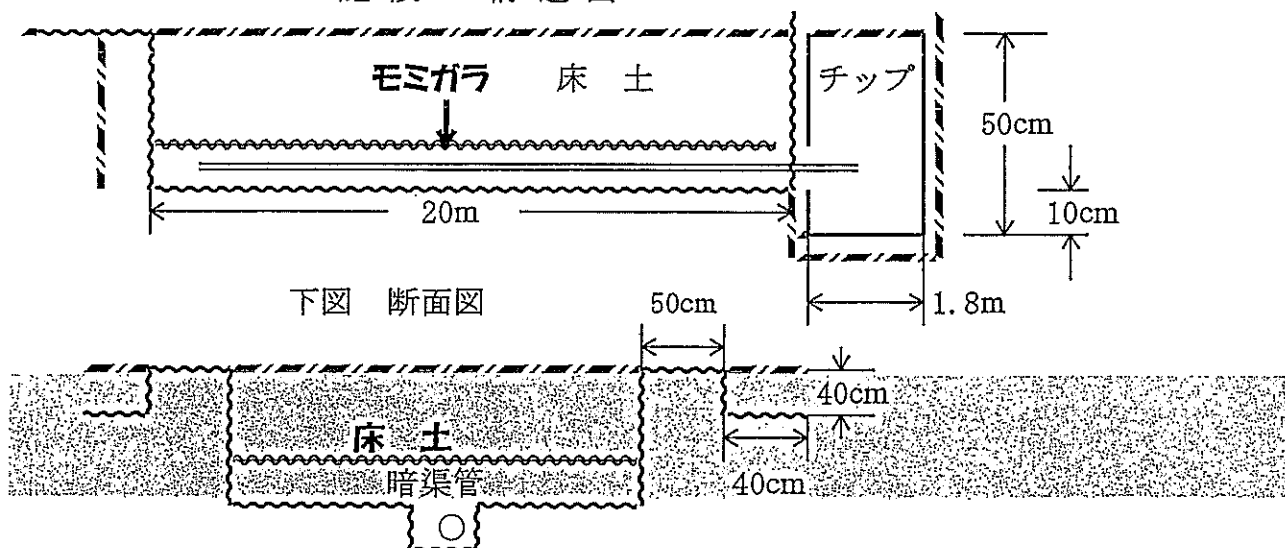
写真2 嫌気性液肥化施設の外観

4) 自力施行可能な汚水蒸散型簡易低コスト堆肥化施設 (埼玉県農林総合研究センター畜産研究所)

乳用牛20頭規模のふん尿を防水シート、暗渠管を埋設した堆肥場および防水シートにチップを満たした汚水蒸散施設からなる簡易堆肥化处理施設である。

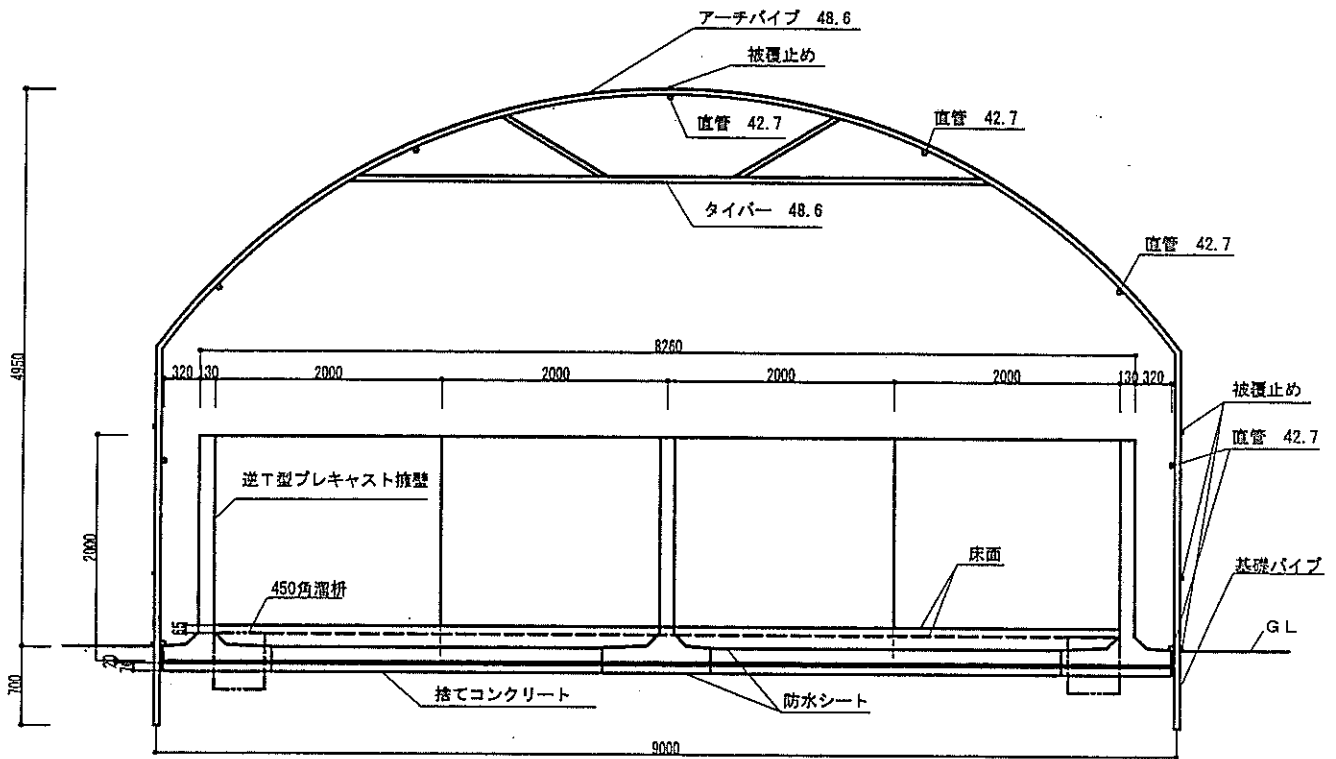


施設の構造図



5) 可動通風式簡易土間工法堆肥舎 (千葉県畜産総合研究センター)

堆肥盤は特殊骨材としてバルチップを生コンに混合して施行した簡易土間である。その上にパイプハウスを組み立て、さらに、コンプレッサーにより、空気を堆肥に送風する装置を装備した簡易堆肥舎である。

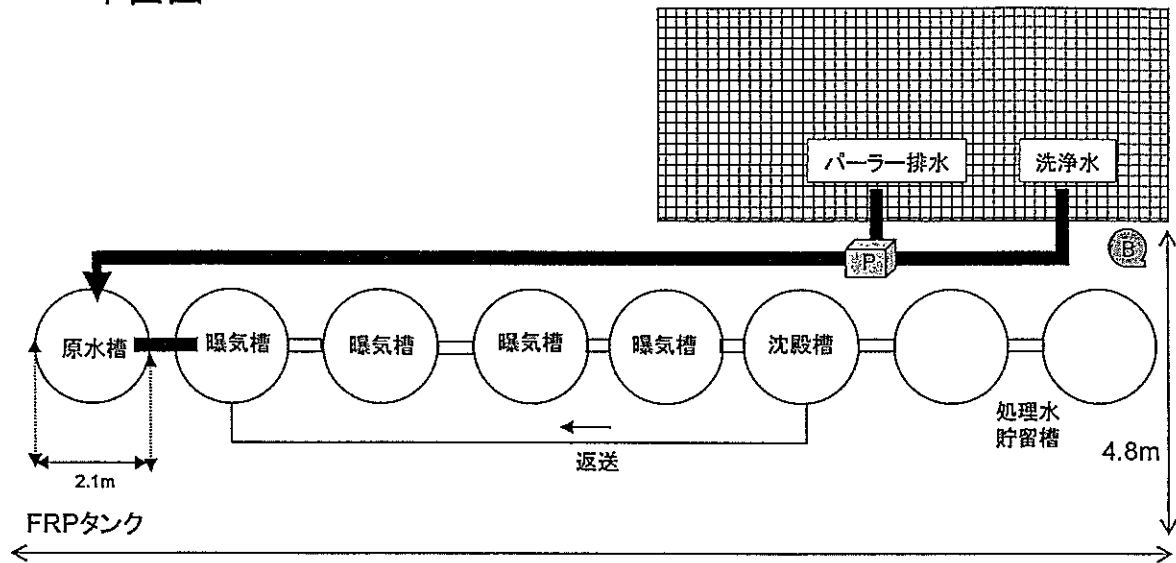


立面図 S = 1 / 50

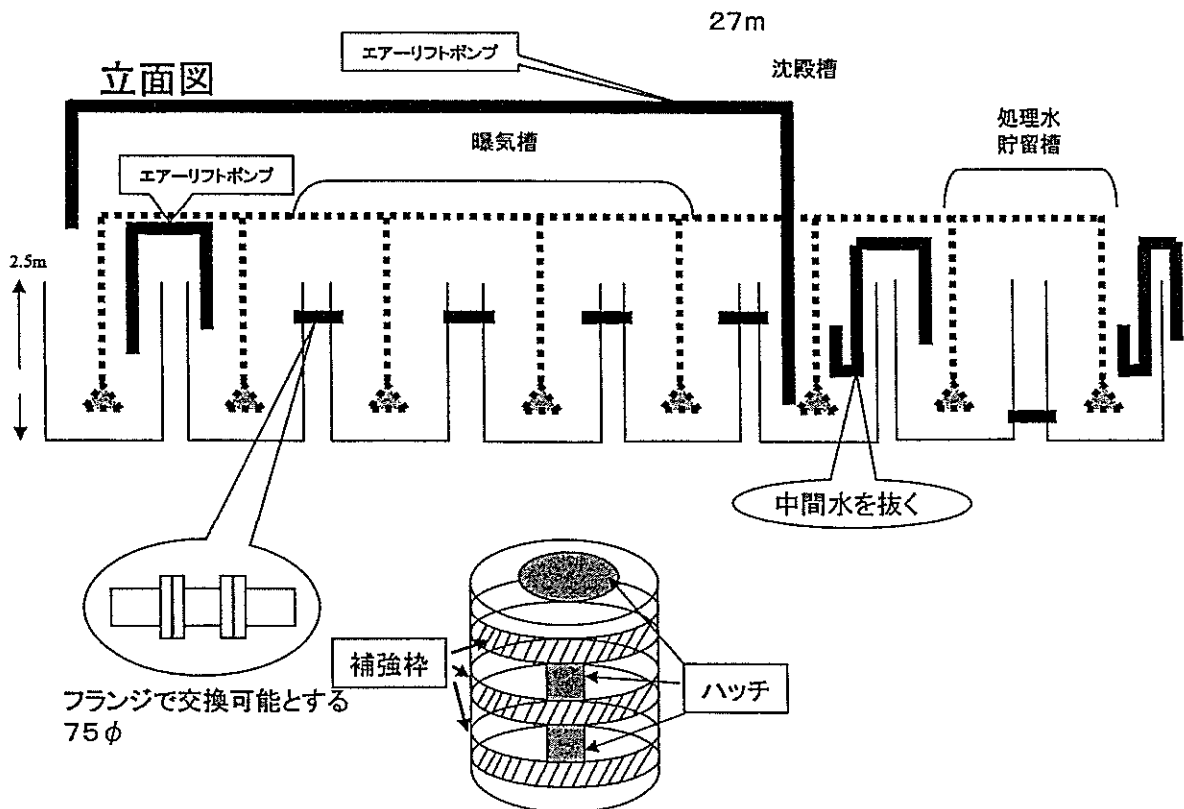
6) FRPタンクによるパーラー排水の浄化処理施設（熊本県農業研究センター畜産研究所）

中古の機密サイロを利用し、各槽のエアレーションおよび汚泥管理をブロアー1台で運転管理し、ランニングコストの低減化を図った簡易浄化処理施設である。

平面図



立面図



## (2) 各施設における「研究所提案課題」の進捗状況

研究所が提案した下記の4課題について実施されている。

### 1. 活性汚泥微生物による窒素低減化技術

家畜ふん尿中の窒素の排出基準はますます厳しくなることが予想されるため、窒素排出量低減の低コスト処理技術の開発が急がれている。窒素の消化・脱窒性能の効果を高めるため、各種処理法の技術実証を行い、汚水処理技術のマニュアル作成の資料とする。

### 2. 「戻し堆肥」の水分調整材としての有効利用技術

おが屑等の入手難、価格の高騰等から、水分調整材として「戻し堆肥」が利用されているが、反復利用による無機塩類の蓄積や堆肥の微粉化等の物性や品質に与える影響があり、適正な利用技術が望まれる。また、如何に水分含量の少ない「戻し堆肥」を調製するかも重要な課題である。

### 3. 寒冷期における堆肥の発酵促進技術

各種家畜の排せつ物について、水分調整資材の質と量、切り返し頻度等を変えた場合の堆肥化初期の堆肥の品温の変化、成分分析等により、寒冷期の一次発酵促進のための管理マニュアル作成の資料を得る。

### 4. ふん尿処理施設からの臭気低減化技術

ふん尿処理施設からの臭気を低減させるには、脱臭装置の設置が有効である。ここでは、おが屑、堆肥、土壌等種々の脱臭資材についてその効果を明らかにする。

平成15年度における各施設の進捗状況は以下の通りである。

### 1. 活性汚泥微生物による窒素低減化技術

#### 1) おが屑等のろ過装置による窒素低減化の実証(乳牛、埼玉県)

牛舎尿汚水を液肥として還元する前に、おが屑等の濾過装置を通して脱臭とともに窒素低減を図る。

攪拌機付きろ過槽をオガクズ(上層)とモミガラ(2層)とし、1日当たり尿汚水を800Lろ過した。その結果、2層式でもおが屑1層と同程度の濾過成績であり、SSおよびBODの除去率は57~78%および72~92%と高かったが、窒素の除去率は23%でと低く、アンモニア性窒素の除去率も低かった。

#### 2) 簡易ばっ気式家畜ふん尿処理システムによる窒素低減化の実証(乳牛、静岡県)

静岡県内に普及している簡易ばっ気による尿汚水処理施設の処理効果について実証する。

①ホーロー製5tタンクを6基設置したばっ気槽実証装置により、BOD、COD等の浄化能力を調べた結果、高い処理性能が認められた。しかしながら、微生物資材の添加の有無の効果は明らかでない。②窒素の硝化反応は冬季の水温低下により低下した。③処理液をふん尿に撒布した場合の脱臭効果は認められなかった。④処理水に0.1%のエタノール添加で脱窒効果が認められた。

#### 3) 水路型ろ床浄化法による窒素低減化技術の実証(乳牛、豚、京都府)

水路型の処理施設において、24時間サイ

クルの回分式活性汚泥法の運転を行い、原水の分割投入、嫌気攪拌などの通常の生物除去を採用した場合の効果を実証する。

①カスケード型水路で回分型浄化法の運転条件で処理したところBOD、COD、Nの除去率は90%以上であった。②循環ポンプによる汚泥の微細化は起こらなかった。③夏季には水路内でホテイアオイなどが旺盛に繁殖したが、冬季にはパイプハウス内でも枯死した。

#### 4) 牛舎汚水の凝集剤と活性炭処理による窒素低減化の実証（乳牛、大阪府）

凝集剤と活性炭処理により、簡易に固形物処理を行い、窒素の低減化を図る。

①カラム浄化法による窒素の低減化を検討した結果、約12時間処理で、BODは95%、全窒素も約70%の除去率を示した。②今後は、廃食油等の安価なBOD源を用いた脱窒について検討する。

#### 5) 標準活性汚泥法による窒素低減化の実証（乳牛、兵庫県）

小型合併浄化槽の嫌気条件下において活性汚泥一次処理水に炭素源であるメタノールを添加して脱窒による窒素の低減を図る。

①活性汚泥処理の終了した一次処理水を小型合併浄化槽の第一槽に投入し、全窒素量の1/2量のエタノールを添加し脱窒処理を実施中である。しかしながら、メタノール添加量の把握が困難である。

#### 6) 回分式活性汚泥法のばっ気加減による脱窒能向上技術の実証（豚、宮崎県）

回分式活性汚泥法における諸条件を検討し、もっとも窒素除去に効果のある方法を

明らかにする。

①間欠ばっ気法の処理により、BODとT-Nの除去率は95%と85%以上と良好であった。②しかし、水温低下で、処理水中T-Nが200mg/L以上になったため、間欠ばっ気による低減を図った結果、NO<sub>3</sub>-Nの低下が認められたが、NH<sub>4</sub>-Nが上昇した。③水温10℃以下では硝化菌活性が低下したと推察され、冬季の水温維持法を検討している。

#### 2. 「戻し堆肥」の水分調整材としての有効利用技術

##### 1) 「戻し堆肥」の適正な副資材との混合割合および使用回数の検討（肥育牛、北里大学）

牛ふん堆肥を単独で敷き料として利用すると泥状になりやすいため、おが屑等の副資材と混合するが、その混合割合を明らかにする。

①「戻し堆肥」50%と60%で比較した。結果はとりまとめ中である。

##### 2) 一次発酵堆肥の水分調整材および発酵促進材として利用技術の実証（乳牛、福岡県）

簡易な通気式堆肥舎を用い、フリーストール式牛舎のふん尿混合物を堆肥化する場合の適正通気方法と水分調整材としての「戻し堆肥」の有効利用方法を実証する。

①ブロアの乾燥処理では、「戻し堆肥」の水分を50%以下にすることはできなかった。②連続・間欠いずれの通気方法でも順調に品温が上昇し、有機物の減少度合は小さいが、3週間後のBOD値は寒冷期が14,000～



18,000mg/DMkg、温暖期が11,000～19,000 mg/DMkgと中熟域まで低下した。②寒冷期・温暖期ともに3週間後の水分低下は小さく、「戻し堆肥」として利用するためには攪拌搬送ハウス等での水分蒸散処理が必要である。③原料仕込み後4週間のコマツナの発芽は低調で、特に2～3週間後の試料ではほとんど発芽しなかった。「コンポテスター」の測定値との関係は明らかでなかった。④「コンポテスター」とBODの測定値間に0.978の高い相関がみられ、「コンポテスター」は易分解性有機物含量の推定法として利用できる。

### 3) 堆肥化水分調整材としての「戻し堆肥」の評価（乳牛、宮城県）

乾燥発酵ハウスと堆肥舎の組み合わせによる堆肥生産において水分調整材として「戻し堆肥」を利用するため、「戻し堆肥」の利用方法および利用回数について検討する。

①乾燥発酵処理により、水分は、春季が14～20%、夏季13～14%に減少し、その後の堆積発酵処理による水分減少よりも良好であった。②堆積発酵時に通気を行った場合、乾物分解率が無通気に比べ低くなった。③肥料成分は、「戻し堆肥」の反復利用回数が増えると高くなった。

### 4) 堆肥化水分調整材としての「戻し堆肥」の評価（乳牛、山形県）

発酵乾燥ハウスにより、乾燥した堆肥を水分調整材として用いる場合の条件を明らかにする。

①12月～4月の堆肥は水分70%以上で、水分調整の機能が発揮できない。②生産さ

れた堆肥のコマツナの発芽率は80%を下回った。

### 5) 堆肥化水分調整材および発酵促進材としての利用技術（乳牛、栃木県）

乳牛スラリーの処理技術として乾燥発酵処理技術について検討する。

①増設したストックヤードで切り返しをすることにより、堆肥の性状が向上したが、乾燥後の水分は70%程度に留まっている。

②「戻し堆肥」の上手な利用により、水分を安定的に68%程度以下に低めることが課題である。

### 6) 堆肥化水分調整材としての「戻し堆肥」の評価（乳牛、神奈川県）

堆肥化ハウスにおける牛ふんの堆肥化で、生ふんの水分調整材として「戻し堆肥」を利用する。

①11月～翌年3月までは、「戻し堆肥」の水分と容積重が上昇するため、そのままでは使えなかった。そのため、他の乾燥施設を使って乾燥処理し「戻し堆肥」として利用した。②戻し堆肥の成分分析から、塩類が高くなることが分かった。

### 7) 堆肥化水分調整材としての「戻し堆肥」の評価（乳牛、長野県）

①「戻し堆肥」の連続利用により、ECは最大5 mS/cm、窒素は2%、ミネラルはカリの集積が顕著で最大4%であった。②ふん尿と「戻し堆肥」の混合物は団子状となり、発酵を妨げる。③水分調整材としての「戻し堆肥」の連続使用期間は1年程度がよい。④「戻し堆肥」の施用でスーダングラスの生育は促進されたが、20 t施用区では

かり濃度が基準値の2.2倍となった。

### 3. 寒冷期における堆肥の発酵促進技術

#### 1) 簡易低コスト施設における発酵促進技術の開発 (乳牛、(独)北海道農業研究センター)

この屋根跳上式堆肥舎は、施設の表面積を最小に抑え、2重被覆により保温を強化して、さらに、蒸発潜熱の回収により舎内温度を外気温より高く保つことにより、寒冷期の堆肥発酵を促進する。

①ウィンドロウの堆積から中央隔壁まで材料を充填する堆積方法に変更して搬入量を増加させた。通気量の設定は、中央隔壁の両側でそれぞれ材料1m<sup>3</sup>あたり0.05m<sup>3</sup>/min、0.03m<sup>3</sup>/minとなっている。通気量0.05m<sup>3</sup>/min区が0.03m<sup>3</sup>/min区より、乾物分解率、水分減量とも優る傾向があった。②材料搬入量の増大に伴い、内外気温差が大きくなった。③結露水・レキ汁は、0.5m<sup>3</sup>/日程度が回収されており、回収率は材料の水分減量の3割程度とみられる。

#### 2) 後熟発酵および冬期間の発酵の促進技術の開発 (乳牛、(独)九州沖縄農業研究センター)

冬期間には入気温の低下や熱損出増大から、発酵不良となり、有機物は夏季に比較して6割程度しか分解しない。これに対処するため、発酵1週目の暖められた空気を1～4週目の発酵槽に通気する加温通気システムを開発する。

①1次発酵槽における消費電力は、リングブロワーから小型のターボブロワーへ交

換したことによって10.7%低減化された。

②加温通気システムを導入することで、入気温度は外気に比較して1、2週目槽12.0℃、3、4週目槽10.0℃(平均11.0℃)上昇した。また、堆肥化材料温度は導入前の平均60.4℃から64.6℃と4.2℃上昇し、材料温度が60℃以上の日数は12.1日から21.4日と9.3日増加した。③有機物分解率は加温通気なしの17.7%に比較し、加温通気ありの場合は21.2%と向上した。④1次発酵終了時の含水率は、初期値に比較してシステム導入前は3.7%減少したのに対し、導入後は4.9%の減少となった。

#### 3) 寒冷期における肉牛ふん堆肥の初期発酵促進技術の開発 (肉牛、北里大学)

寒冷期の堆肥発酵では、切り返しにより内部に冷気が送り込まれるため、発酵温度の維持に困難がともなう。そこで、各種処理方法について比較検討し、適正な処理技術を開発する。

①コンポストターナーによる攪拌処理の処理間隔について、14年度は5日間隔と10日間隔で比較して、冷却は一時的なもので5日間隔の方が発酵が進むことが示唆されたが、今年度も引き続き検討している。寒冷期の試験のため成績はまとまっていない。②約60日間の一時処理を終了した各区の堆肥を堆積させ、20日間隔で切り返しを行う二次処理を行い、3区間の堆肥の二次処理後の成分分析の計測により比較調査を行っている。

#### 4) れき汁排出溝の設置等による水分除去技術 (乳牛、北海道)

水分除去能の高い堆肥化施設とするため、床にパイプ、壁にスリットを入れて排汁流出を促す。

①これまでに、堆積中の10～17%が抜け、水分の低減、有機物の分解促進がみられた。

#### 5) 寒冷期における無切り返し堆肥発酵促進技術の開発 (肉牛、宮城県)

既成コンクリートパネルを用い、生分解性資材に糞殻を詰め発酵槽に設置することで切り返し作業を無くした省力堆肥化実証施設を設置し、調査中である。

#### 6) 強制送風機による水分蒸散量の向上技術の開発 (乳牛、宮城県)

①乾燥発酵施設における水分減少は、送風の場合5.1ポイント、無送風の場合1.9ポイントで、送風の効果が認められた。

#### 7) パイプハウス方式による冬期における水分蒸散量の向上技術の開発 (乳牛、山形県)

冬季は日射量の減少により水分蒸発量が大幅に減少するため、送風機や反射シートを設置してその効果を確かめる。

①送風機の設置により蒸散量は約2倍になった。②反射シートの設置により日射量が増加した。

#### 8) パイプハウス方式による冬期における水分蒸散量の向上技術の開発 (乳牛、長野県)

冬季における水分蒸発量の向上技術を開発する。

①パイプハウス内の保温性を高めるために、内部をポリフィルムで覆って二重構造とし、また、ダクトファンを用いて強制換

気を行ったが、水分蒸発量の向上効果は明らかでなかった。

#### 9) 肉牛ふん堆肥の初期発酵促進技術の開発 (肉牛、鹿児島県)

寒冷期の堆積発酵施設における堆肥の初期発酵促進技術を開発する。

①ブロー送風設備のない堆積発酵施設において、発酵床面に粗飼料残さを敷設することで、60℃以上を記録した累計時間が長くなり、有機物分解率が高まった。②粗飼料残さの量を変えた試験を実施中である。

### 4. ふん尿処理施設からの臭気低減化技術

#### 1) 堆肥脱臭に基く簡易脱臭システムによる臭気除去効果 (乳牛、(独)九州沖縄農業研究センター)

堆肥発酵開始後2週間程度はきわめて高濃度のアンモニアを主成分とする悪臭が発生する。そこで、比較的安価な脱臭方法として、出来上がった堆肥の悪臭吸着能を利用する脱臭システムについて検討する。

①吸着1週目において入気が224ppmに対し排気6.3ppm (除去率97.2%)、吸着2週目入気184ppmに対し排気3.5ppm (除去率97.5%)と、大部分のアンモニアを堆肥へ吸着させることができた。②硫黄化合物の除去率は80%～95%と高かった。また、プロピオン酸は増加する結果となったが、他の低級脂肪酸は52%～60%の除去率が得られた。③吸着1週目槽において9週間連続吸着処理を行うことで、全窒素は41.8 mg-N/gDM (4.18%)、1週間当たり4.7 mg-N/gDM/週 (0.47%) 増加した。その内、有機体および

無機態窒素は、9.1および32.7 mg-N/gDM増加した。④吸着堆肥を利用することで、減化学肥料栽培が可能となることが示唆された。⑤吸着1週目の堆肥化開始後24時間の比較的強い濃度の臭気について、三点比較式臭袋法によって官能試験を行った結果、臭気濃度は入気6,578に対し排気95と、98.6%臭気は低減化された

## 2) 堆肥舎における堆肥脱臭と水洗脱臭の比較 (乳牛、宮城県)

中小畜産農家に導入が可能な脱臭装置として、堆肥脱臭と水洗脱臭を比較する。

①通気型堆肥舎における堆積2日目のアンモニア濃度は1,55ppmに達し、水洗脱臭後は300ppmとなった。②硫化水素は検出されなかった。

## 3) スラリーばっ気処理時に発生する悪臭の土壌脱臭技術の開発 (乳牛、栃木県)

①曝気槽内で高濃度の臭気が発生したものの、土壌脱臭槽上および施設周辺においては、アンモニア、硫化水素ともに検出閾以下であった。②曝気時間を増やした結果、処理済みスラリーを貯留する最終貯留槽における硫化水素の発生は検出閾以下であった。③スラリーの温度の上昇に伴って雑草の種子が死滅した可能性を示唆した。

## 4) おが屑等、種々の資材の脱臭能およびコストの比較 (豚、群馬県)

密閉縦型発酵装置向けに、微生物方式による効果持続時間が長く、かつ低コストな脱臭方法を開発する。特に、脱臭槽に充填する資材の脱臭能を比較する。

①小規模試験装置により、無機系充填資

材としてALC (住宅の外壁を破砕して篩い分けたもので粒径は3~5ミリ) あるいは軽石を用い、堆肥を10%相当混合し灌水しながら1ヶ月間馴致しを行い、アンモニアの脱臭能を調べた。コストはロックウールに比べはるかに安い。②アンモニアの脱臭槽への負荷量は、前期200ppm、後期400ppmに設定したが、脱臭槽からの排気中のアンモニア濃度はほとんど検出されなかった。③循環水中のアンモニア濃度は、400ppm負荷すると顕著に高まった。軽石区では亜硝酸が蓄積し、硝酸への変化は少なかった。④11月以降、気温の低下とともに脱臭槽内の温度が下がり、脱臭能が低下した。そこで、送風空気を電熱線で加温したところ20℃近くまで戻り、脱臭能も回復した。冬季の寒冷対策は必須である。

## 5) 微生物および酸化チタンフィルムを利用した消臭型堆肥発酵乾燥ハウスの実証 (乳牛、神奈川県)

閉鎖型堆肥化施設から発生する臭気を微生物脱臭と酸化チタンによる酸化分解反応で無臭化する。

①微生物脱臭では、80%以上の脱臭能力が確保された。②酸化チタンの結露による剥離を防ぐため、メッシュに塗布した材料を使用し、実験室内で酸化分解能を測定したが、十分な分解能が得られなかった。③PETEフィルムに全面塗布して用いたところ、必要分解能が得られた。④結露を防ぐために酸化チタン脱臭槽の中空にフィルムをはることにしている。

## 6) 簡易曝気式家畜ふん尿システムによる

#### 処理液散布による脱臭効果（静岡県）

①微生物資材及び岩石を添加した浄化処理水をふん尿に撒布した場合脱臭効果は認められなかった。②処理液をスラリータンクに投入した場合はスラリーの臭気低減効果が認められた。

#### 7) U字溝を用いた簡易低コスト土壌脱臭装置の実証（乳牛、長野県）

①プライソイラによる耕起では通気性は改善されなかったため、バックホーによる天地返しを行った結果、通気性が改善され、アンモニアが0ppmに低減した。②アンモニアの発生は、第2地点での発生が最も高く8月で18ppmであった。③製品出口ではほとんどアンモニアおよび硫化水素の発生は見られなかった。

#### 8) 密閉縦型発酵装置における悪臭発生抑制効果の実証（鶏、三重県）

木材を蒸煮爆砕処理する際に得られる解繊物をアンモニアの吸着資材として利用する。

①木材（サクラ）の爆砕圧力条件をそれぞれ1.8MPa、2.0MPa、2.4MPaとし10分間処理した資材を用い、粉碎のみを行ったサクラ材を対照として、それぞれ同体積量カラムに充填し、一定のアンモニアガスを流して各資材の脱臭能力の検定を行った。②その結果、対照に比べ蒸煮爆砕処理物はアンモニアの吸着力が高く、爆砕蒸煮圧力条件が高い資材ほど吸着力が高いことが明らかとなった。

## 2) 効率的処理技術等情報システム整備事業

### 1. 目的

家畜排せつ物処理・利用施設等は、対象となる畜産経営、処理利用の技術体系、社会経済的な立地条件等に合わせて、いわばオーダーメイドの形で整備される。このため、新たに施設を整備するとか施設を改良する場合等の意思決定にあたっては、効率よく処理している事例等を収集・整理・保存した事例データベースを利用し、蓄積された事例の中から利用者の要求に合わせて最適の事例を選び出し、参考とすることが有効である。本システムはこのような要望にこたえることを目的に構築されており、生産者、農業団体、畜産環境アドバイザー等の専門家、大学、研究機関、学識経験者等の幅広い利用者を想定している。

### 2. 事業全体の概要

情報収集から公開までの流れを図1に示した。すなわち、

- 1) 都道府県および畜産環境アドバイザーの紹介による特徴ある技術、効率よく処理している事例等をアンケート調査する。
- 2) アンケート調査結果をパソコンに入力する。
- 3) インターネットでの公開に先立って、入力した情報を情報提供者に点検、確認を依頼する。
- 4) 事例データベースとしてインターネットで公開する。

### 3. 平成15年度事業実施状況

- 1) 簡易低コスト家畜排せつ物処理事例の情報収集

平成15年度は、昨年度に都道府県主務課および受講回数等を考慮して選定した畜産環境アドバイザーに効率的処理事例の推薦を依頼した残りの分をまとめた。

都道府県から推薦のあった2箇所(事例)について情報ニーズを参考に調査票を作成しアンケート調査を行った。この結果、2箇所の事例を得た。

平成16年5月17日現在では、平成12、13、14年度調査を含めて108事例が公開されている(表1)。URLは <http://www.shirakawa.ne.jp/ilet/index.html> である。

### 2) 情報提供システムの整備

平成13年度までにメニュー検索として、地方、畜種、利用技術の3つの項目をキーに、事例データを検索・閲覧できるシステムで運営してきたが、平成14年度には検索対象が増えたことに対応するため情報検索のためのキーワード検索機能を追加するなどのバージョンアップを行った。なお、このキーワード検索は、効率的処理事例だけではなく、年報など研究所のホームページに掲載されている情報全てについて検索できる。

また、畜産環境技術研究所のホームページとして研究概要、施設概要、年報等の情報を提供するシステムを構築し、公開した。事例データベースも、この中の1つとして位置づけた。

図2に公開中のデータベースをキーワード検索する1例を示した。

# 図1 効率的処理技術等情報システムの概要

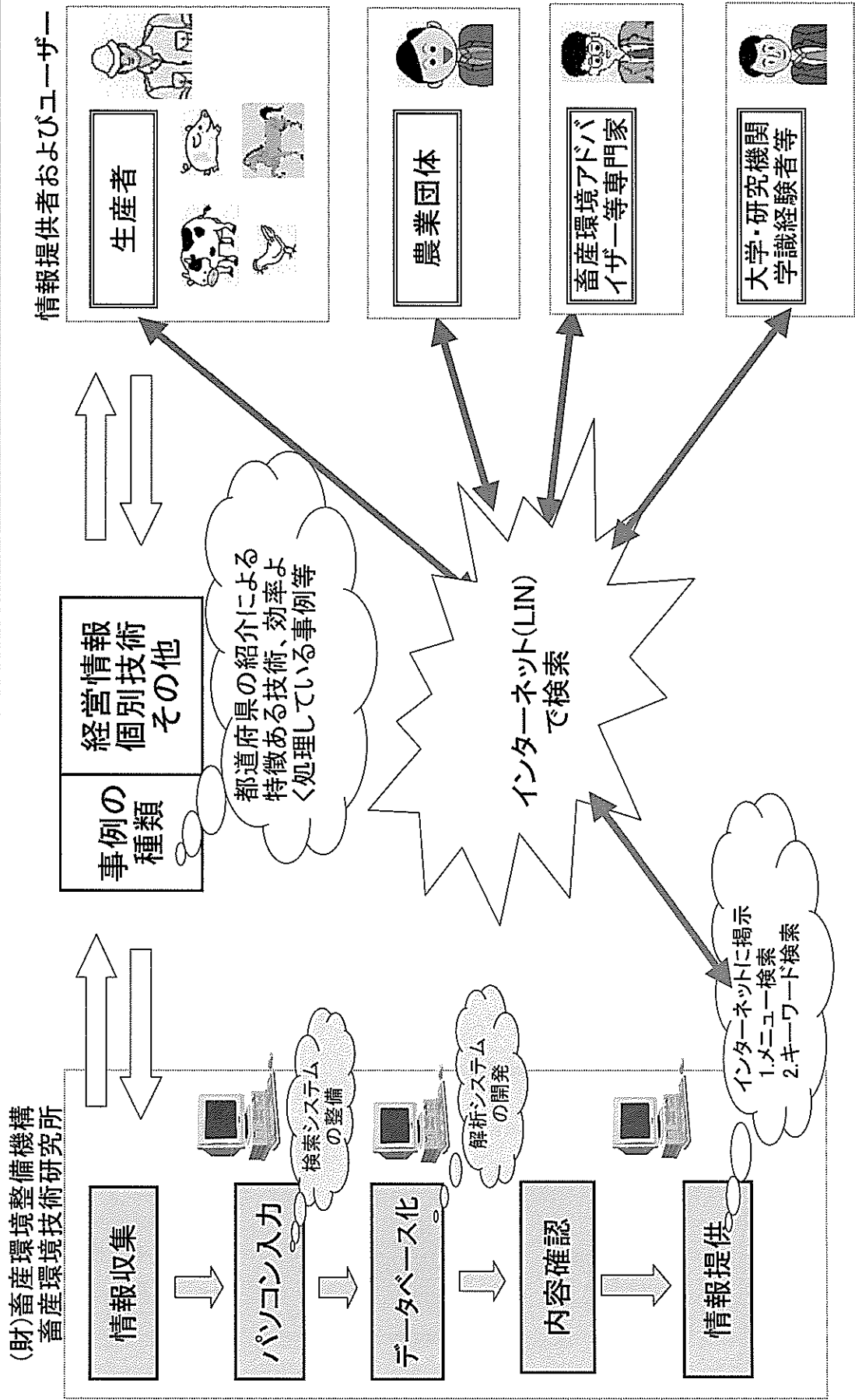


図2 キーワード検索の例

更新日: 2003/10/22  
EIO 環境機構へ

ご挨拶  
沿革  
研究概要  
施設概要  
地図  
年報

効率的処理技術事例紹介  
畜産農家のための

1. キーワードを入力して検索ボタンをクリックする。例えば「鶏糞 焼却」。

2. キーワード(「鶏糞」と「焼却」)を含む記事のタイトルと、キーワードを含む文章が表示される。

3. 記事のタイトルをクリック。

4. 検索した記事が表示される。

ホームページ内検索 鶏糞 焼却 検索

1 効率的処理技術等調査票  
新調査票 処理番号: n001 名称: 鶏糞焼却処理施設(流動床炭化炉) 事業管理主体名: 軽米・九戸畜産環境保全組合 所在地: 岩手県九戸郡岩手町 日本1 周辺概要 6 処理後の畜糞...

2 効率的処理技術等調査票  
・特許 知・失口私子・同種完成 畜産 鶏: 鶏糞焼却処理のフレイターおよび発酵槽におけるリン源としてのリサイクル利用 畜産学会誌 (2002)39, 3147-3152 2002.5 山本幸英・伊藤 昌・吉谷 裕: 鶏糞尿混合物のpH, 尿中...

3 効率的処理技術等情報システム整備事業  
コスト削減処理システム 山梨県 岩手県 鶏糞焼却処理施設(流動床炭化炉) 軽米・九戸畜産環境保全組合 宮城県 山形県 型機排糞機(深型)みやぎの畜産農業協同組合 宮城県 本吉町有機肥料センター 農事組合法人モ...

4 「畜産環境保全のための総合的技術体系の策定」の実施計画  
技術の体系化 → 4) 鶏糞焼却灰の飼料利用の検証試験 → 3 総合的畜産環境保全技術体系の開発 1) 畜産農業が有する外部経済効果の評価 → 農研調査委員会 表紙 2) HAOCPPJ の概念を活用した環境...

5 技術参考  
http://www.aisa.go.jp/...  
ムなど追加する必要がある(表1)。表1 鶏糞焼却灰のミキラル組成(%) Ca P K Mg Na Cl フレイター A 農場 7.93 3.05 1.89 1.89 0.44 0.27 B 農場 7.46 4.04 1.40 1.40 0.89 0.40 平均 7.70 3.55 1.65 1.65 0.67 0.34 ...

6 効率的処理技術等調査票 地方  
尿処理システム 山梨県 軽 AC 鶏糞焼却処理施設(流動床炭化炉) 軽米・九戸畜産環境保全組合 12 宮城県 牛 C ローター型機排糞機(深型) 平成11年度畜産環境整備一事業 12 宮城県 牛 軽 AE 本吉町有機...

名称  
鶏糞焼却処理施設(流動床炭化炉)

事業管理主体名  
軽米・九戸畜産環境保全組合

所在地  
岩手県九戸郡九戸村大字長興寺第15地割6-199

1 周辺の概要  
2 事業参加農家の概要  
3 取り組みの経緯  
4 処理施設の概要  
5 処理方法(技術)  
6 投資額  
7 導入効果

目次  
8 処理後の畜糞排せつ物の利用状況  
9 周辺の地域との関係  
10 課題(今後の目標、改善策)  
11 処理施設周辺の地図  
12 問合せ先  
13 写真  
14 その他(対象データなし)

処理番号: n001  
Top ^

目次へ戻る



表1 畜産環境技術研究所のホームページで公開している事例一覧

平成16年5月17日現在

都道府県名	施設の名称・特徴	施設の事業管理主体名
北海道	J A 東もこと堆肥センター・J A 東もこと液肥センター	東藻琴村農業協同組合
北海道	環境に配慮したシンプルな屋根付き堆肥舎	中島 英樹
北海道	廃体育館を利用した堆肥舎とD型ハウス発酵槽堆肥舎を併用した良質堆肥生産	太田福司農場
北海道	簡易液肥施設での尿の液肥化処理	山川牧場
青森県	通気式発酵堆肥舎+ツーロータリーエンドレスロータリー型堆肥発酵槽	芙蓉農産
青森県	スクリュープレス式固液分離機+堆肥舎+尿ばっ気槽	奥沢 一英
青森県	牛糞連続完熟堆肥化による戻し利用	阿部次郎
青森県	ロータリー型堆肥発酵槽による良質堆肥生産	常盤村養鶏農協
青森県	飼料タンクを用いた低コスト豚尿処理システム	山端養豚
岩手県	鶏糞焼却処理施設（流動床炭化炉）	軽米・九戸畜産環境保全組合
宮城県	ロータリー型攪拌移送機（深型）	みやぎの酪農農業協同組合
宮城県	本吉町有機肥料センター	農事組合法人モーランド
宮城県	平面堆積型（吸気・送気）微生物発酵方式による高品質堆肥生産	JAみやぎ登米・米山有機センター
宮城県	エコハーズシステムによる良質コンポスト生産	JAあさひな堆肥センター
宮城県	全国に先駆けた糞尿・臭気対策新技術の導入で大規模精密養豚経営の実現へ	株式会社ヒルズ
宮城県	スクープ攪拌発酵方式による資源循環型有機堆肥生産	豊里町有機肥料センター
宮城県	強制発酵堆肥施設による良質堆肥生産と環境保全型農業の取り組み	Hi-SOFT21通木リサイクルセンター
秋田県	直線スクープ堆肥発酵処理施設	(有)小坂クリーンセンター
秋田県	自然浄化法リアクターシステム（活性汚泥法）浄化処理施設	(有)小坂クリーンセンター
秋田県	平鹿町有機センター	平鹿町有機センター
秋田県	協和町家畜排泄物処理施設	協和町稲沢堆肥生産組合
秋田県	皆瀬村畜産経営環境整備施設（皆瀬村堆肥センター）	(有)皆瀬村活性化センター
秋田県	醗酵処理機械によるミキシング、加圧混練効果により、有効性の高い良質堆肥の生産	(有)森吉町有機センター
秋田県	羽後ユーキ（直線ロータリー方式による堆肥発酵と、貯留熟成による良質有機堆肥）	有限会社羽後有機センター
福島県	スクープ型堆肥発酵槽+堆肥舎	大玉村堆肥センター（大玉村農政課内）
福島県	本宮町堆肥センター	本宮農業協同組合

都道府県名	施設の名称・特徴	施設の事業管理主体名
福島県	国分農場(有)	国分農場(有)
福島県	ロータリー型堆肥発酵槽	(株)アグリテクノ
茨城県	下林堆肥生産利用組合	下林堆肥生産利用組合
栃木県	高速堆肥化方式	高根沢町土づくりセンター
栃木県	堆肥舎+自走式堆肥攪拌機	南部地区堆肥利用組合
栃木県	サイロクレーンによる省力堆肥製造	真嶋牧場
栃木県	今牧場	今牧場
栃木県	ロータリー型堆肥発酵槽+ロータリー型堆肥乾燥槽+通気式発酵堆肥舎利用による堆肥リサイクルシステム	花塚牧場
群馬県	J A赤城たちばな敷島堆肥センター	J A赤城たちばな敷島堆肥センター
群馬県	ロータリー型乾燥施設+ロータリー型発酵施設	泉沢堆肥生産組合
群馬県	白沢村堆肥施設管理組合	白沢村堆肥センター
群馬県	ロータリー式発酵槽による良質堆肥生産と中空糸膜利用尿浄化処理施設	天田ピッグファーム(有)
群馬県	固液分離機により分離した乳牛ふん尿の堆肥化処理と液肥化処理	AKKクラブ
群馬県	粒状堆肥化処理	有限会社 北榛ファーム
群馬県	低コスト汚泥水処理	渡辺農産
埼玉県	畜舎汚水の公共下水放流及び牛ふんのビニールハウス簡易乾燥による低コスト処理	池ノ内 悟
埼玉県	低コストオープン式発酵攪拌処理機KS6-1300型	上里発酵堆肥生産組合
千葉県	地域内で発生する低水分チップとロータリー型発酵槽を活用した堆肥生産	大多喜町畜産環境保全組合
千葉県	乾燥ハウスによる糞尿の水分調整と発酵・切り返しを組み合わせ合わせた高品質堆肥の生産及び循環型酪農の実践	江田・神余畜産環境保全組合江田支部
東京都	密閉式鶏糞発酵処理施設(投入用バケットエレベーター・取付用ベルトコンベアー付)	川鍋養鶏場
東京都	密閉式急速発酵機(コンボ)脱臭槽付	山田養豚場
神奈川県	葉山酪農肥育組合	葉山町酪農肥育組合
神奈川県	石川養鶏場	石川 廣
山梨県	微生物資材を利用した低コスト液肥化処理施設	江野沢 伸一(微生物活性水処理施設)
新潟県	回分式活性汚泥法(複合ラグーン改良方式)	(有)桑原農場
長野県	原村堆肥センター	J A諏訪みどり畜産課

都道府県名	施設の名称・特徴	施設の事業管理主体名
長野県	オガコ汚泥ろ床式尿汚水蒸発散施設	丸山産業
富山県	開放・円型堆肥化装置	(有)床鍋養鶏
富山県	開放直線型強制発酵施設（スクープ、ロータリー）	(農)津沢養鶏組合
岐阜県	通気式発酵堆肥舎＋ロータリー型堆肥発酵槽	東白川畜産有機プラント
岐阜県	J A ひがしみの福岡堆肥センター	J A ひがしみの恵那北営農センター内 福岡堆肥センター
静岡県	膜浸漬型活性汚泥処理によるパーラー排水処理	片野牧場
静岡県	発酵熱源乾燥機を利用した堆肥生産事例	井川 衛
静岡県	自動攪拌機を利用したたい肥生産事例	有限会社清水養鶏場
静岡県	コンボ型急速発行乾燥機による鶏糞の堆肥化	太平うずら園
静岡県	メッシュバッグによる豚ふん堆肥化	磐田市良質堆肥生産組合
静岡県	大渕堆肥生産利用組合	大渕堆肥生産利用組合
愛知県	一宮市浮野養鶏農業協同組合	一宮市浮野養鶏農業協同組合
愛知県	半田市グリーンベース生産組合	半田市グリーンベース生産組合
三重県	天日乾燥式ハウス＋縦型密閉式強制発酵装置＋発酵堆肥舎	農事組合法人 ファクター
三重県	初期水分調整を乳肉ふん尿混合で行い品質管理に拘った堆肥作り	農事組合法人 大安堆肥生産組合（施設名：大安堆肥センター）
滋賀県	縦型密閉式発酵装置＋堆肥舎	甲南町堆肥生産利用組合
滋賀県	密閉式堆肥舎	水口町堆肥生産利用組合
滋賀県	通気式発酵堆肥舎	中野肉牛組合堆肥センター
京都府	スクープ式発酵堆肥舎	亀岡市土づくりセンター
京都府	宇治市酪農組合	宇治市酪農組合
大阪府	天日乾燥処理施設＋強制発酵施設＋尿蒸散施設	堺市畜産農業協同組合
大阪府	天日乾燥処理施設＋発酵堆肥舎＋尿汚水運搬バキュームカー	(農)枚方畜産組合
大阪府	密閉縦型発酵処理機＋通気式発酵堆肥舎＋ミストセパレーター脱臭装置＋土壌脱臭施設＋活性汚泥汚水処理	大阪府民牧場
兵庫県	通気式発酵堆肥舎	福崎堆肥生産組合堆肥舎
兵庫県	佐用町立土づくりセンター	兵庫県西農業協同組合
兵庫県	有機農業センター	(財)神戸みりのの公社農業有機センター
兵庫県	堆肥舎	上場地区堆肥生産組合

都道府県名	施設の名称・特徴	施設の事業管理主体名
兵庫県	小野市有機資材生産組合堆肥センター	小野市有機資材生産組合堆肥センター
兵庫県	N牧場	新田牧場
兵庫県	有機物供給施設（通称：おおや高原共同堆肥舎）	おおや高原堆肥舎運営協議会
奈良県	ロボタイ・レスト（天然ミネラル）処理発酵施設	奈良グリーンファーム
奈良県	エンドレス型ロータリー発酵乾燥施設	奥口ピッグファーム
奈良県	スクープ式エンドレス型攪拌機ブロー付発酵施設	五條堆肥センター管理組合
奈良県	ハウス攪拌乾燥＋急速発酵施設＋密閉型急速発酵施設	香芝市発酵牛ふん利用組合
島根県	堆積発酵舎	コープファームみや
島根県	円形旋回式攪拌機	(有)エコプラントさだ
岡山県	攪拌スクープ式＋強制通気方式	哲多町堆肥供給センター
岡山県	久米町堆肥処理施設「ゆうきの丘」	久米町堆肥処理施設「ゆうきの丘」
山口県	地域耕種農業と連携する肉用牛肥育経営	(有)秋吉台肉牛ファーム
山口県	豊田町グリーンファクトリー	豊田町グリーンファクトリー
山口県	強制発酵装置（スクープ式）による戻し堆肥の製造と良質堆肥生産	(有)高森肉牛ファーム
山口県	共同堆肥センター整備による肉用牛増頭と土づくりの推進	小川肉用牛生産組合堆肥センター
香川県	通気式発酵堆肥舎	県農協高瀬支部二宮堆肥センター
高知県	家畜排せつ物と生ゴミ等の一体処理	土佐町堆肥センター
福岡県	耕種農家との連携による堆肥生産コストの低減	勝山町有機環境保全組合
福岡県	傾斜地を利用した低コスト堆肥舎	長浦牧場
福岡県	環境保全型農業の確立	筑前あさくら農協 朝倉堆肥センター
福岡県	売れる堆肥づくりと敷料としての戻し堆肥活用	(農)白木畜産環境保全組合
長崎県	カルチャー堆肥	杉谷堆肥生産組合
大分県	ロータリー型堆肥発酵槽による良質堆肥生産	(有)グリーンファーム久住
大分県	(農)大分市東部畜産環境保全組合	(農)大分市東部畜産環境保全組合
宮崎県	国富町クリーンセンター	国富町クリーンセンター
宮崎県	発酵促進剤利用と強制通気による良質堆肥生産	高千穂地区農協堆肥リサイクルセンター
鹿児島県	土着菌を利用した肉牛堆肥生産	井上 道明
鹿児島県	JAいずみ有機センター	JAいずみ有機センター
沖縄県	回分式活性汚泥法	沖縄県経済連畜産実験農場

### 3) 堆きゅう肥の品質実態調査事業

#### 1. 目的

全国の堆肥センターで生産される堆肥の成分を分析し、畜種別や水分調整用の副資材別、季節別のデータを集計し、堆肥の標準的品質を明らかにし、堆肥の利用拡大化の資料として役立てるとともに、より高品質堆肥生産技術の資料とする。

本実態調査事業は、平成12年度～16年度の5年間の継続事業として行われており、本年度は15年度分の中間とりまとめとして、夏季および冬季の季節別、畜種別、副資材別にそれぞれ平均値を求めて解析を行った。

#### 2. 平成15年度の業務の概要

##### 1) 堆肥の分析方法

本実態調査で実施した堆肥の分析は「堆肥等有機物分析法」(財)日本土壌協会編(2000

年)に準じて行った。

##### 2) 分析点数

分析に用いた堆肥サンプルは、都道府県の推薦および当研究所による選定に基づき、堆肥センターへサンプル提供を依頼し、送付された堆肥である。堆肥サンプルは、堆肥化処理施設で処理が完了したものについて行うものとした。分析点数は表1のとおりである。

#### 3. 堆肥分析結果の概要

##### 1) 畜種別堆肥分析結果の概要

乳牛、肉牛、豚および鶏の各単独畜種の堆肥、乳牛と肉牛の混合堆肥および各種畜種の混合堆肥の成分組成等は、表2および図1に示すとおりである。全畜種で439件の堆肥であったが、各成分組成ごとの特徴は

表1 15年度における月別および地域別分析点数月別

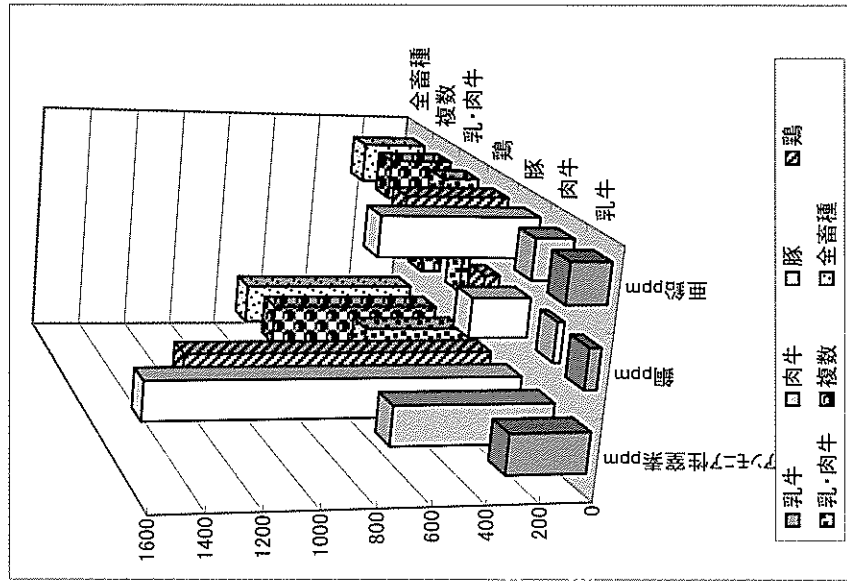
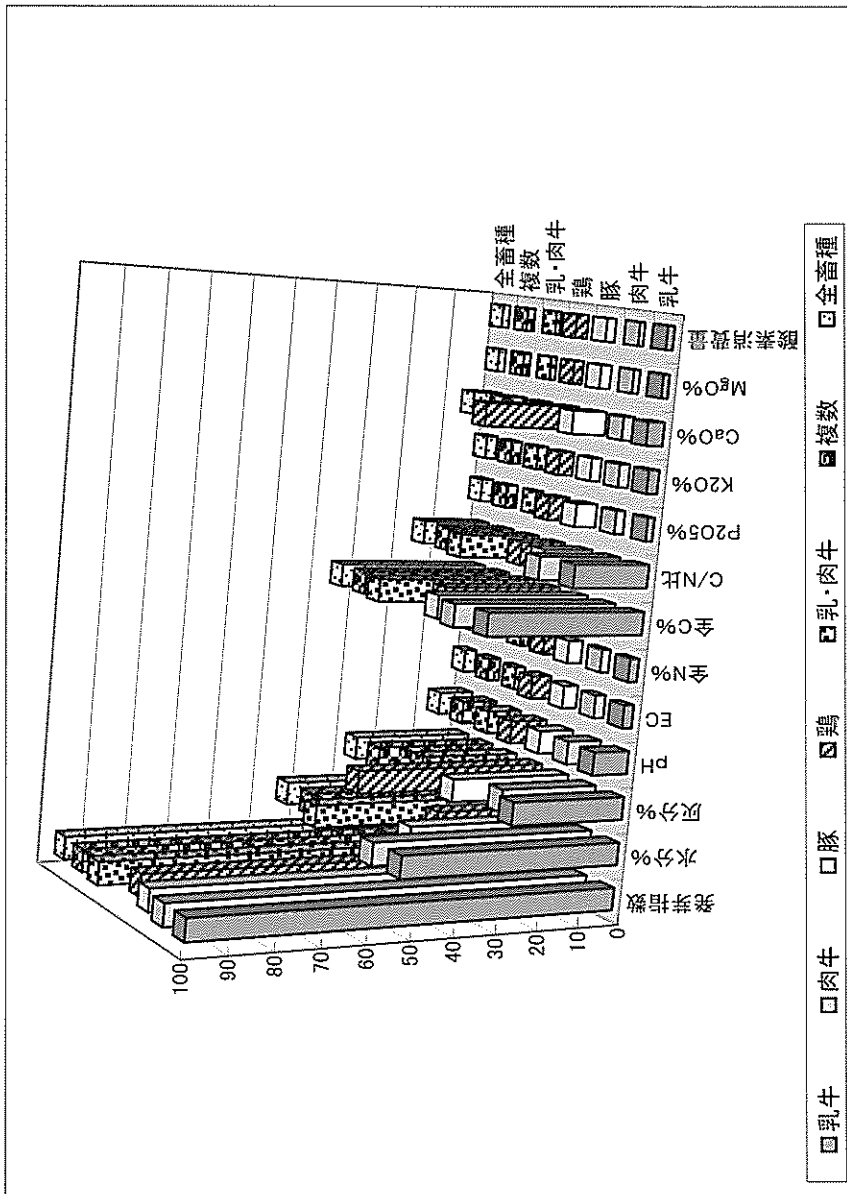
月別分析点数													
月	14年度 (冬季)					15年度 (夏季)						合計	
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
点数	67	31	37	33	24	27	29	31	35	50	40	35	439
地域別分析点数													
地域		点数		地域		点数							
北海道		19		近畿農政局管内		35							
東北農政局管内		98		中国四国農政局管内		74							
関東農政局管内		62		九州農政局管内		74							
北陸農政局管内		31		沖縄農政局管内		1							
東海農政局管内		45											
合計		439											

表2 各畜種における堆肥の成分組成(H14.12～H15.11)

水分以外は乾物中

畜種	水分		灰分 %	pH	EC	全N %	全C %	C/N比	アミノ酸性窒素 ppm	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	銅 ppm	亜鉛 ppm	発芽指数 %	酸素消費量 $\mu\text{g}/\text{min}/\text{g}$
	%	%															
乳牛 n=90 (n=45)	最大値	80.5	57.8	9.58	6.41	4.20	46.3	28.1	2436.5	6.23	6.17	10.0	3.81	778.0	893.4	100.0	7.0
	最小値	19.1	11.9	6.96	0.15	1.25	24.4	7.74	4.79	0.50	0.18	1.43	0.54	6.22	47.1	70.3	0
	平均	52.2	27.1	8.58	2.40	2.17	37.6	18.1	307.4	1.56	2.66	4.05	1.56	47.1	154.9	98.3	1.67
	標準偏差	13.1	10.1	0.55	1.23	0.53	5.21	4.02	435.4	0.76	1.04	1.62	0.58	80.1	99.1	4.16	1.40
肉牛 n=89 (n=44)	最大値	75.9	51.8	9.48	5.73	3.10	45.1	34.5	3396.7	4.83	4.59	33.9	3.00	104.3	574.5	100.0	3.0
	最小値	20.0	11.2	5.59	0.25	0.94	22.8	11.3	0.01	0.57	0.38	0.89	0.54	9.39	54.1	78.6	0
	平均	52.9	23.1	8.10	2.47	2.07	39.1	19.8	626.0	2.20	2.53	2.84	1.48	28.1	149.8	98.0	1.23
	標準偏差	12.6	8.01	0.83	1.14	0.48	4.56	4.98	655.5	0.89	0.87	3.65	0.51	15.4	77.0	3.38	0.56
豚 n=49 (n=27)	最大値	72.0	72.0	12.7	7.50	5.94	45.6	26.6	7070.0	9.34	4.21	45.5	4.62	653.8	1956.2	100.0	16.0
	最小値	17.3	10.4	5.86	0.73	1.45	21.8	6.16	12.8	1.56	0.32	2.12	0.80	63.1	190.6	18.6	0
	平均	38.2	28.8	8.29	3.46	3.36	36.7	11.9	1466.3	5.08	2.50	8.27	2.57	235.6	624.9	96.4	2.30
	標準偏差	13.3	10.1	1.15	1.37	1.01	4.87	4.16	1353.4	1.96	0.93	6.09	0.98	125.4	345.0	11.7	3.14
鶏 n=55 (n=28)	最大値	60.1	74.5	12.1	8.07	5.23	46.8	24.0	6374.5	8.49	7.54	53.4	4.10	117.1	686.6	100.0	15.0
	最小値	6.89	15.6	5.83	0.61	1.14	17.0	5.90	6.16	0.98	1.09	4.60	0.98	28.7	126.2	0	0
	平均	25.3	45.7	8.98	4.75	2.78	28.9	11.1	1239.6	5.05	3.55	23.2	2.27	61.1	414.1	93.5	2.82
	標準偏差	12.5	14.4	0.94	1.51	0.89	7.45	3.71	1375.6	1.72	1.21	12.7	0.63	20.0	142.2	17.9	3.43
乳・肉牛 n=45 (n=23)	最大値	69.3	40.0	9.51	5.64	3.33	52.6	34.0	1860.3	3.67	3.85	12.2	2.81	99.7	390.6	100.0	2.0
	最小値	19.6	4.73	5.21	0.60	1.13	30.4	11.7	0.06	0.41	0.81	0.63	0.37	8.04	25.4	83.8	0
	平均	49.2	24.1	8.40	2.41	2.07	38.8	19.8	414.4	1.77	2.44	3.41	1.39	31.6	149.0	98.4	1.09
	標準偏差	11.5	7.57	0.83	1.00	0.49	4.06	5.03	415.3	0.81	0.66	2.02	0.56	17.3	78.2	2.84	0.41
複数 n=111 (n=66)	最大値	74.6	62.6	9.75	5.58	8.14	46.0	44.3	4833.4	6.8	5.27	25.3	3.23	274.7	611.5	100.0	16.0
	最小値	11.5	9.68	6.54	0.20	0.98	17.4	4.01	4.10	0.17	0.24	0.92	0.12	5.12	30.5	73.0	0
	平均	44.7	29.0	8.57	2.89	2.40	36.5	16.8	700.6	2.85	2.67	6.14	1.71	80.4	257.8	97.4	1.79
	標準偏差	13.8	10.5	0.60	1.14	0.85	5.45	6.05	816.9	1.43	0.91	4.74	0.67	60.5	141.7	4.84	2.09
全畜種 n=439 (n=233)	最大値	80.5	74.5	12.7	8.07	8.14	52.6	44.3	7070.0	9.34	7.54	53.4	4.62	778.0	1956.2	100.0	16.0
	最小値	6.89	4.73	5.21	0.15	0.94	17.0	4.01	0.01	0.17	0.18	0.63	0.12	5.12	25.4	0.0	0
	平均	45.2	29.0	8.48	2.95	2.41	36.5	16.7	728.8	2.87	2.71	7.13	1.77	72.9	264.2	97.2	1.77
	標準偏差	15.7	12.2	0.83	1.44	0.83	6.17	5.81	947.5	1.84	1.01	8.57	0.75	88.5	220.4	8.39	2.12

( )内は酸素消費量の測定数



畜種	発芽指数	水分%	灰分%	pH	EC	全N%	全C%	G/N比	P205%	K2O%	CaO%	MgO%	酸素消費量
乳牛	98.3	52.2	27.1	8.58	2.40	2.17	37.6	18.1	1.56	2.66	4.05	1.56	1.67
肉牛	98.0	52.9	23.1	8.10	2.47	2.07	39.1	19.8	2.20	2.53	2.84	1.48	1.23
豚	96.4	38.2	28.8	8.29	3.46	3.36	36.7	11.9	5.08	8.27	2.57	2.30	2.30
鶏	93.5	25.3	45.7	8.98	4.75	2.78	28.9	11.1	5.05	23.16	2.27	2.82	2.82
乳・肉牛	98.4	49.2	24.1	8.40	2.41	2.07	38.8	19.8	1.77	2.44	3.41	1.39	1.09
複数	97.4	44.7	29.0	8.57	2.89	2.40	36.5	16.8	2.85	6.14	1.71	1.79	1.79
全畜種	97.2	45.2	29.0	8.48	2.95	2.41	36.5	16.7	2.87	7.13	1.77	1.77	1.77

畜種	マンガンppm	鉄ppm	亜鉛ppm	銅ppm
乳牛	307.4	47.1	154.9	154.9
肉牛	626.0	28.1	149.8	149.8
豚	1466.3	235.6	624.9	624.9
鶏	1239.6	61.1	414.1	414.1
乳・肉牛	414.4	31.6	149.0	149.0
複数	700.6	80.4	257.8	257.8
全畜種	728.8	72.9	264.2	264.2

水分以外は乾物中

図1 各畜種における堆肥の成分組成(H14.12~H15.11)

以下に示すとおりである。

#### (1)水分

全畜種における堆肥の水分含量の平均値は、45.2%であった。畜種別では、乳牛ふん堆肥が52.2%と最も高く、鶏ふん堆肥が25.3%と最も低く、畜種間でかなりの差異が見られた。これは、堆肥化方式の相違によるところが大きいと考えられる。

堆肥水分が70%程度の場合、手で絞ると指の間から水がにじみ出る状態であり、堆肥が重たく不衛生の感じが強く、臭気も発生しやすく、取り扱いにくい。逆に水分が20%台では散布の際に粉塵が飛びやすくなる。これらの点を考慮すると水分割合は40~50%が適当である。

#### (2)灰分

灰分は、全畜種の堆肥の平均値は29.0%であったが、鶏ふん堆肥が45.7%で最も高く、肉牛ふん堆肥が23.1%で最も少なく、畜種間で大きな差異が見られた。

発酵が進むと有機物の分解によって灰分濃度が高くなる。したがって、一般的には灰分濃度が高い堆肥は腐熟度が進んでいることを意味している。

#### (3)pH、EC

pHは全畜種の平均で8.48、鶏ふん堆肥が8.98で最も高かったが、畜種間で差異はほとんど見られなかった。EC（電気伝導度）は全畜種の平均が2.95、鶏ふん堆肥が4.75で最も高く、牛ふん堆肥のECは約半分で、畜種間で差異が見られた。

pHとECの値は堆肥の発酵が進むと次第に高くなる。家畜ふん単独のpHは、一般的

に7.4~9.1の範囲である。

ECは、鶏ふん堆肥と豚ふん堆肥が高く、牛ふん堆肥は鶏ふんと豚ふん堆肥の約1/2であった。

#### (4)全窒素

全窒素含量は、全畜種の堆肥の平均は2.41%、豚ふん堆肥が3.36%で最も高く、肉牛ふん堆肥が2.07%で最も低かった。個別の堆肥でみた場合、8.14%と高い割合のものがあり、これは戻し堆肥が使用されていたものと考えられる。また、肉牛ふん堆肥では、0.94%と低いものもあり、堆肥間でかなりの差異が見られた。

堆肥の窒素濃度は肥料成分として重要であり、豚ふん堆肥および鶏ふん堆肥が高く、乳牛ふん堆肥、肉牛ふん堆肥の順に低い数値であった。

堆肥は有機性窒素の分解によりアンモニアガスが生成し、悪臭の原因物質ともなるが、堆肥中のアンモニア性窒素濃度は最も分解活動が活発な時期に高くなるため、畜種別よりも堆肥化過程の段階での濃度変化が大きい。

#### (5)全炭素含量

全炭素含量は、全畜種の堆肥が36.5%、肉牛ふん堆肥が39.1%と最も高く、鶏ふん堆肥が28.9%で最も低かったが、鶏ふん堆肥を除いた他の畜種間では大きな差異はなかった。

#### (6)C/N比

C/N比は、全畜種の堆肥が16.7、肉牛ふん堆肥が19.8と最も高く、乳牛ふん堆肥の方が若干低い傾向が見られた。これは肉牛ふ



ん堆肥がおが屑等の副資材を多く使用していたものと考えられる。

C/N比は、堆肥化处理において有機物の分解により炭素が減少するが、窒素の多くは残留するため次第に小さくなる。通常、副資材を混入しない牛ふん単独堆肥のC/N比は12~15、豚ふんや鶏ふん堆肥は8~10程度とされ、腐熟の目安とされている。

#### (7)アンモニア性窒素

アンモニア性窒素は、全畜種の堆肥が728.8ppm、豚ふん堆肥が1466.3ppmと最も高く、乳牛ふん堆肥が307.4ppmと最も低く、畜種間で大きな差異が見られた。

#### (8)リン酸 ( $P_2O_5$ )

リン酸含量は、全畜種の堆肥が2.87%、豚ふん堆肥が5.08%と最も高く、乳牛ふん堆肥が1.56%と低く、畜種間で差異が見られた。

#### (9)カリ ( $K_2O$ )

カリ含量は、全畜種の堆肥が2.71%、鶏ふん堆肥が3.55%と最も高かったが、他の畜種間ではほとんど差異が見られなかった。鶏ふんで高かったのは鶏ふんには尿が混ざっているためである。

#### (10)石灰 ( $CaO$ )

カルシウム含量は、全畜種の堆肥が7.13%であったが、鶏ふん堆肥が23.2%と非常に高く、その他の畜種は低く、肉牛ふん堆肥が2.84%で最も低かった。

カルシウム含量は、給与飼料が影響して鶏ふん堆肥が高く、豚ふん、牛ふん堆肥の順であった。

#### (11)苦土 ( $MgO$ )

マグネシウムは、全畜種の堆肥が1.77ppm、畜種別では豚ふん堆肥が2.57%でやや高い傾向が見られたが、他の畜種では顕著な違いは見られなかった。マグネシウムは植物の生育に必要な微量元素である。

#### (12)銅および亜鉛

銅含量は、全畜種の堆肥が72.9ppm、豚ふん堆肥が235.6ppmと他の畜種に比較してきわめて多かった。

亜鉛含量は、全畜種の堆肥が264.2ppm、豚ふん堆肥が624.9ppmと最も高く、牛ふん堆肥は低い傾向であった。

銅および亜鉛は、大量にあると植物に対して生育阻害物質となるため、堆肥中では銅が600ppm、亜鉛は1800ppm以下の規制値が設けられている。

#### (13)発芽指数

発芽指数は、全畜種堆肥とも平均90%以上で、差異はみられなかった。

#### (14)酸素消費量

酸素消費量は、堆肥の腐熟度を調べる数値であるが、本年度から分析が導入されたため、例数も233点と少なかった。全畜種の堆肥が $1.77 \mu g/min/g$ 、乳・肉牛ふん堆肥が、 $1.09 \mu g/min/g$ と最も低かった。また、図2に示したように、大部分の堆肥は酸素消費量が3以下であったが、豚および鶏ふん堆肥の酸素消費量では、10以上のものが散見された。これは、十分に発酵していない状態で乾燥したためと考えられる。肉牛ふん堆肥は、いずれも酸素消費量が3以下であった。堆肥の腐熟の目安は3以下とされており、大部分の堆肥はこれに適合していた。

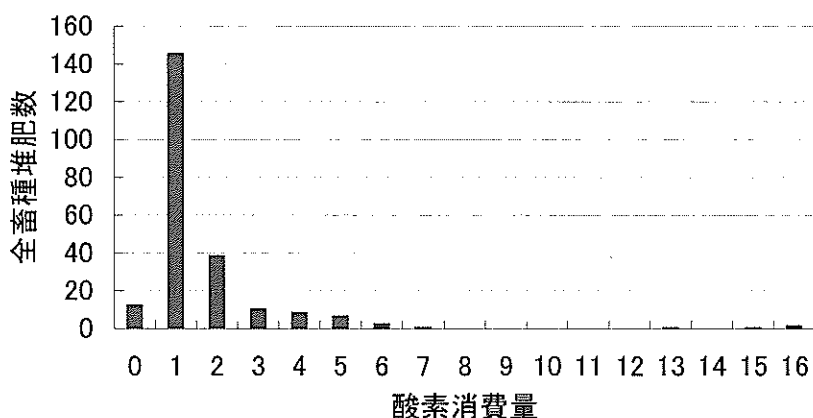


図2 全畜種堆肥における酸素消費量の頻度分布

(15)腸内出血性大腸菌O-157、サルモネラ、クリプトスポリジウム

堆肥の水分が40%以上（42.2～79.9%）の検体について検査した。本年度分析した堆肥からはO-157は検出されなかったが、サルモネラが3件検出された。検出されたサルモネラのうち、2件は食中毒の危険性のないものであったが、1件はこれが疑われるものであった。この堆肥には、主原料である乳牛ふんの他に、乾燥家庭生ごみおよび生の下水汚泥が投入されており、堆肥の水分が59.4%とやや高いものであった。疑わしい菌が検出された堆肥センターには資料1の「安全で衛生的な良質堆肥生産に向けて」を送付し一層の衛生対策の強化について指導を行った。

また、堆肥サンプルを生の畜ふんが付いたスコップにて採取したために、大腸菌O2（病原性は非常に低い）が検出された事例があった。その後サンプル採取のやり直しを行い、再分析の結果では本菌は検出されなかった。サンプルの採取には、雑菌混入のないように十分な配慮が必要である。

クリプトスポリジウムの検査結果は、13年度に実施した60検体の堆肥は全て陰性であった。

今回の分析結果、検出率0.3%と低いものの病原性を含んだ堆肥が検出されたが、それらは明らかに未熟で特殊な堆肥であった。このことから、60℃以上の発酵熱を伴った通常発酵過程を経た堆肥であれば病原性細菌等による汚染の危険性はなく、衛生的で安全であるといえる。

(16)抗生物質

乳牛ふんの堆肥について、スルファジメトキシム、ベンジルペニシリン、ストレプトマイシン、カナマイシンおよびオキシテトラサイクリンを検査した結果は全て陰性であった。

## 2) 季節別堆肥分析結果の概要

季節別における各畜種ごとの堆肥点数は、表3に示すとおりである。また、これらの成分組成は、表4および図3に示すとおりである。冬季の堆肥分析数が192点で、各畜種とも20点以上あったが、冬季間の酸素消費量は分析点数がわずかに13点であった。

(資料1)

## 安全で衛生的な良質堆肥生産に向けて

### 1. 家畜ふんの堆肥化処理と安全性対策

家畜ふんの堆肥化処理では、堆肥の農地施用に当たっては成分的に土壤や作物に障害を与えないことと、作業や地域環境に支障がないように衛生的な堆肥を生産する必要がある。

堆肥化処理の目的は、好気性の微生物により家畜ふんの中に含まれる臭気物質などの分解し易い有機物を分解し、成分の安定化を図るとともに、微生物分解の過程で発生する70℃程度の高温により病原菌や寄生虫、また雑草の種子を死滅させるなどの衛生対策を行うことである。

発酵温度が70℃程度で良好に生産された堆肥の品質は、牛ふんや豚ふん、鶏ふんで異なるが、概ね水分は40～60%程度に下がっており、臭気も畜ふん臭はなく、病原性微生物も死滅しており、取り扱い易い安全なものとして腐熟が進んでいる。こうした堆肥は、作物にとっては生育促進の効果、土壌には物理的性質の改善効果、土壌中のミミズなどの生物活動の促進効果などを有しており、使い易い堆肥の利用促進につながっていく。

### 2. 良質堆肥の生産条件

#### 1) 好気性条件の維持

畜ふんのみでは水分70%以上であり、通気性がなく嫌気条件になるため、おが屑や戻し堆肥などを使って水分65%程度に下げて堆肥化処理を行うこと。

より一層好気性を維持するために、発酵槽下部からターボブロワーにより送風する。また、ショベルローダや機械攪拌機により堆肥の切り返しを行うこと。

こうした好気性条件を保つことにより発酵温度は70℃程度に上昇し、病原菌が死滅するとともに、腐熟が進む。

#### 2) 発酵堆肥化の処理期間

家畜ふんには、易分解性有機物と、難分解性有機物が含まれ、堆肥化処理は易分解性有機物の分解を行う。そのため、有機物の腐熟には通常1ヶ月から6ヶ月間を要する。特に、おが屑などの木質物の分解は遅い。

### 3. 衛生的な堆肥の生産条件

大腸菌など病原性微生物は下記の熱処理で死滅することから、好気性の堆肥化条件を整えて、十分な切り返しを行い、堆肥全体を高温で熱処理することが必要である。

病原菌等の死滅時間

大腸菌	60℃で20分
サルモネラ菌	56℃で60分
ブドウ球菌	50℃で10分
クリプトスポリジウム	55℃で5分
雑草の種子：60℃、2日間ではほぼ発芽率ゼロ	

以上、堆肥化処理条件を踏まえ衛生的かつ安全で良質堆肥の生産に心がけてください。

表3 冬季および夏季における各畜種の堆肥点数

	乳牛	肉牛	豚	鶏	乳・肉牛	複数	全畜種
冬季	37 (2)	40 (0)	22 (3)	27 (2)	20 (2)	46 (4)	192 (13)
夏季	53 (43)	49 (44)	27 (24)	28 (26)	25 (21)	65 (62)	247 (220)
年間	90 (45)	89 (44)	49 (27)	55 (28)	45 (23)	111 (66)	439 (233)

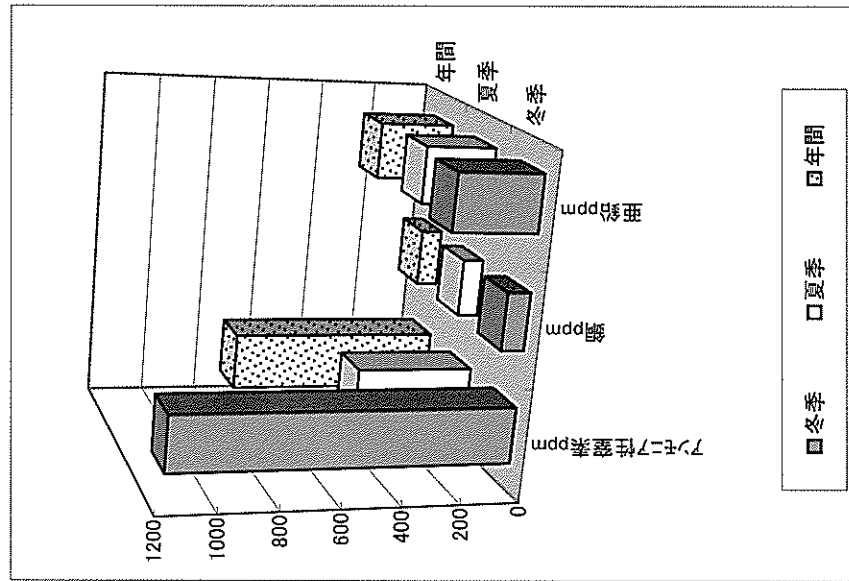
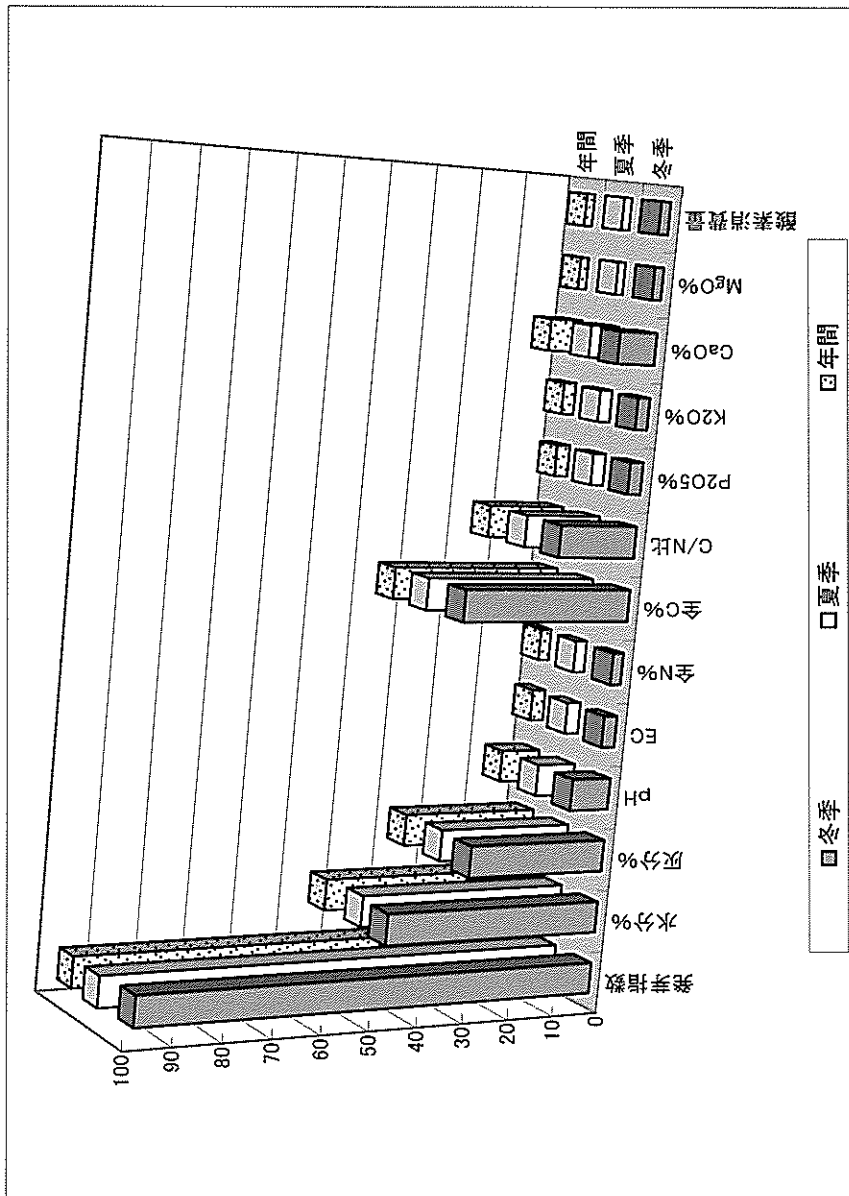
( )内は酸素消費量の測定数

表4 季節別における堆肥の成分組成(H14.12~H15.11)

季別	水分		灰分		pH	EC	全N	全C	C/N比	アミノ窒素	P2O5	K2O	CaO	MgO	銅	亜鉛	発芽指数	酸素消費量
	%	%	%	%			%	%	%	ppm	%	%	%	%	ppm	ppm	%	μg/min/g
冬季堆肥 n=192	最大値	75.6	74.5	12.7	7.5	8.14	52.6	34.5	7070.0	8.92	5.27	53.4	4.62	653.8	1956.2	100	5	
	最小値	9.35	4.73	5.21	0.15	0.94	17.4	4.01	13.2	0.41	0.32	0.63	0.34	7.66	25.4	0	1	
	平均	46.3	29.7	8.62	2.90	2.36	36.3	17.0	1150.8	2.89	2.69	8.26	1.98	76.9	290.0	96.5	2.08	
	標準偏差	15.6	13.1	0.82	1.41	0.88	6.54	5.73	1207.3	1.83	0.97	10.3	0.82	94.4	249.2	8.87	1.38	
夏季堆肥 n=247	最大値	80.5	67.2	12.1	8.07	5.94	46.8	44.3	3402.5	9.34	7.54	35.0	4.37	778.0	1238.6	100	16	
	最小値	6.89	10.7	5.59	0.20	0.98	17.0	5.90	0.01	0.17	0.18	0.89	0.12	5.12	30.5	9.3	0	
	平均	44.4	28.5	8.37	2.99	2.45	36.7	16.5	404.2	2.85	2.72	6.26	1.60	69.7	244.2	97.8	1.75	
	標準偏差	15.7	11.5	0.82	1.46	0.79	5.86	5.86	474.1	1.84	1.04	6.76	0.65	83.5	192.7	7.95	2.16	
年間	最大値	80.5	74.5	12.7	8.07	8.14	52.6	44.3	7070.0	9.34	7.54	53.4	4.62	778.0	1956.2	100	16	
	最小値	6.89	4.73	5.21	0.15	0.94	17.0	4.01	0.01	0.17	0.18	0.63	0.12	5.12	25.4	0	0	
	平均	45.2	29.0	8.48	2.95	2.41	36.5	16.7	728.8	2.87	2.71	7.13	1.77	72.9	264.2	97.2	1.77	
	標準偏差	15.7	12.2	0.83	1.44	0.83	6.17	5.81	947.5	1.84	1.01	8.57	0.75	88.5	220.4	8.39	2.12	

水分以外は乾物中

( )内は酸素消費量の測定数



畜種	発芽指数	水分%	灰分%	pH	EC	全N%	全C%	C/N比	P2O5%	K2O%	CaO%	MgO%	酸消費量
冬季	96.5	46.3	29.7	8.62	2.90	2.36	36.3	17.0	2.89	2.69	8.26	1.98	2.08
夏季	97.8	44.4	28.5	8.37	2.99	2.45	36.7	16.5	2.85	2.72	6.26	1.60	1.75
年間	97.2	45.2	29.0	8.48	2.95	2.41	36.5	16.7	2.87	2.71	7.13	1.77	1.77

畜種	アンモニア窒素ppm	硝酸窒素ppm	亜鉛ppm
冬季	1150.8	76.9	290.0
夏季	404.2	69.7	244.2
年間	728.8	72.9	264.2

図3 季節別における堆肥の成分組成

夏季の堆肥分析数が247点で、酸素消費量の分析数も233点であった。これらの堆肥成分組成の差異の主な点は以下のとおりである。

- ①堆肥の水分含量は、夏季が低い傾向であったが、季節による変動は少なかった。
- ②堆肥中の灰分、pH、EC、全窒素、全炭素、C/N、全リン、全カリおよび発芽指数は、季節間でほとんど差異は見られなかった。
- ③堆肥中のアンモニア性窒素は、冬季の平均値が1150.8ppmで、夏季が404.2ppmで冬季間の方が非常に多い傾向が見られた。
- ④堆肥中のマグネシウム、銅および亜鉛含量は、ともに冬季間の方が多い傾向が見られた。
- ⑤堆肥中の酸素消費量は、夏季の方が冬季より低い傾向が見られ、夏季の堆肥の方が熟成が進んでいたものと考えられる。

### 3) 副資材別肥分析結果の概要

副資材別における各畜種の堆肥点数は、表5に示すとおりである。また、これらの堆肥の成分組成は、表6および図4に示すとおりである。

副資材なしの堆肥は鶏ふん堆肥が約半分であった。副資材添加としては、複数が214点で最も多く、約2/3の点数であった。複数の中身は、大部分が戻し堆肥とおが屑あるいはもみがらとの混合物である。

家畜ふん堆肥への副資材の主な影響は、以下に示すとおりである。

- ①堆肥中の水分は、副資材の添加により添加なしの堆肥と比較して約10%以上増加した。灰分は戻し堆肥を除いて低下したが、おが屑添加は10%以上低下する等、添加の影響が見られた。

表5 各副資材別における各畜種の堆肥点数

副資材	乳牛	肉牛	豚	鶏	乳・肉牛	複数	全畜種
なし	8 (7)	4 (0)	17 (10)	40 (17)	3 (0)	19 (8)	91 (42)
オガクズ	22 (10)	33 (16)	9 (6)	8 (6)	6 (2)	25 (13)	103 (53)
モミガラ	10 (3)	7 (1)	2 (1)	3 (2)	1 (1)	5 (3)	28 (11)
戻し堆肥						3 (3)	3 (3)
複数	50 (25)	45 (27)	21 (10)	4 (3)	35 (20)	59 (39)	214 (124)
全体	90 (45)	89 (44)	49 (27)	55 (28)	45 (23)	111 (66)	439 (233)

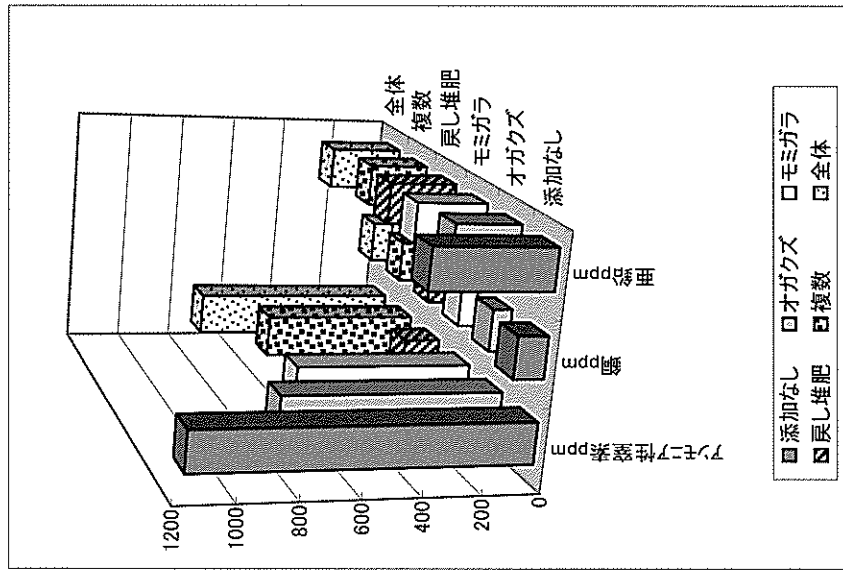
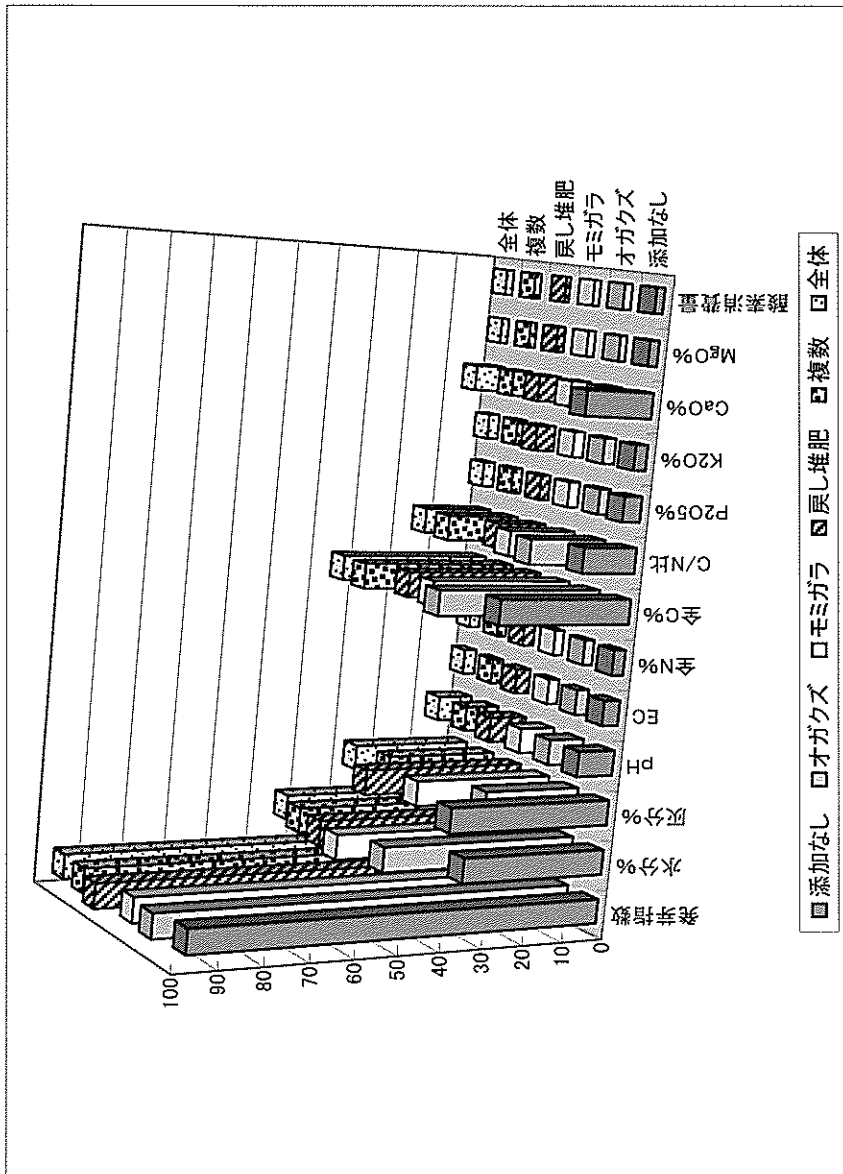
( )内は酸素消費量の測定数

## 水分以外は乾物中

表6 副資材別における堆肥の成分組成(H14.12~H15.11)

副資材	水分		pH	EC	全N	全C	C/N比	P2O5	K2O	CaO	MgO	銅	亜鉛	発芽指数	酸素消費量		
	%	%														ppm	%
添加なし n=91 (n=42)	最大値	80.5	74.5	12.7	7.5	8.14	46.3	35.6	7070.0	9.34	4.87	53.4	4.37	653.8	1956.2	100	13
	最小値	9.35	11.9	6.07	0.28	1.06	17.0	4.01	6.16	0.17	0.32	1.22	0.12	5.12	30.5	0	0
	平均	34.5	38.8	8.77	3.87	2.82	31.9	12.9	1147.6	4.39	2.98	16.2	2.26	105.5	424.3	95.7	2.05
	標準偏差	17.5	15.9	0.86	1.69	1.17	7.66	5.97	1293.0	2.28	1.02	13.7	0.91	119.6	293.6	13.6	2.30
オガクズ n=103 (n=53)	最大値	75.9	55.1	12.1	8.07	4.60	46.8	44.3	4806.9	7.79	7.54	25.3	3.30	778.0	775.7	100	16
	最小値	6.89	11.4	5.86	0.25	0.98	21.9	8.56	4.1	0.31	0.38	0.92	0.23	13.3	43.5	73.0	0
	平均	46.8	23.2	8.47	2.96	2.31	39.4	18.5	768.9	2.61	2.80	4.74	1.61	67.4	232.1	97.8	1.94
	標準偏差	15.0	9.19	0.94	1.45	0.73	4.52	6.21	1028.3	1.47	1.13	4.48	0.58	114.5	165.9	4.40	3.42
モミガラ n=28 (n=11)	最大値	73.2	57.8	9.42	5.72	4.08	42.0	24.2	3428.9	6.54	4.78	16.7	4.32	288.4	822.9	100	3
	最小値	22.9	19.8	7.1	0.34	0.94	22.8	8.21	4.1	0.74	0.24	0.89	0.83	12.9	68.4	70.3	1
	平均	51.6	33.2	8.50	2.58	2.27	34.0	16.3	625.0	2.58	2.66	4.72	1.83	60.6	252.6	96.7	1.55
	標準偏差	14.6	8.40	0.64	1.44	0.77	4.52	4.54	776.3	1.77	1.04	3.69	0.83	68.6	205.1	7.06	0.78
戻し堆肥 n=3 (n=3)	最大値	53.5	42.2	9.15	3.8	2.81	33.5	12.0	194.8	2.42	4.92	5.42	1.98	60.0	247.8	100	1
	最小値	46.7	35.9	9.01	3.37	2.76	32.9	11.8	78.9	2.31	4.48	5.20	1.96	58.6	236.4	100	1
	平均	49.4	39.2	9.06	3.62	2.78	33.1	11.9	130.8	2.37	4.74	5.30	1.97	59.1	243.4	100	1
	標準偏差	2.95	2.58	0.06	0.18	0.02	0.28	0.06	48.1	0.05	0.19	0.09	0.01	0.63	5.00	0	0
複数 n=214 (n=124)	最大値	79.7	57.6	9.6	6.41	5.23	52.6	34.3	4833.4	8.92	6.17	33.9	4.62	557.4	1685.3	100	16
	最小値	11.5	4.73	5.21	0.15	1.13	17.4	7.92	0.01	0.41	0.18	0.63	0.37	7.66	25.4	9.3	0
	平均	48.1	26.9	8.35	2.60	2.29	37.5	17.6	551.7	2.39	2.52	4.77	1.62	63.5	213.4	97.6	1.65
	標準偏差	13.4	9.49	0.79	1.16	0.65	5.06	5.20	704.8	1.45	0.92	4.14	0.66	69.0	177.3	6.94	1.74
全体 n=439 (n=233)	最大値	80.5	74.5	12.7	8.07	8.14	52.6	44.3	7070.0	9.34	7.54	53.4	4.62	778.0	1956.2	100	16
	最小値	6.89	4.73	5.21	0.15	0.94	17.0	4.01	0.01	0.17	0.18	0.63	0.12	5.12	25.4	0	0
	平均	45.2	29.0	8.48	2.95	2.41	36.5	16.7	728.8	2.87	2.71	7.13	1.77	72.9	264.2	97.2	1.77
	標準偏差	15.7	12.2	0.83	1.44	0.83	6.17	5.81	947.5	1.84	1.01	8.57	0.75	88.5	220.4	8.39	2.12

( )内は酸素消費量の測定数



畜種	発芽指数	水分%	灰分%	pH	EC	全N%	全C%	C/N比	P2O5%	K2O%	CaO%	MgO%	酸素消費量
添加なし	95.7	34.5	38.8	8.77	3.87	2.82	31.9	12.9	4.39	2.98	16.20	2.26	2.05
オオガクズ	97.8	46.8	23.2	8.47	2.96	2.31	39.4	18.5	2.61	2.80	4.74	1.61	1.94
モミガラ	96.7	51.6	33.2	8.50	2.58	2.27	34.0	16.3	2.58	2.66	4.72	1.83	1.55
戻し堆肥	100.0	49.4	39.2	9.06	3.62	2.78	33.1	11.9	2.37	4.74	5.30	1.97	1.00
複数	97.6	48.1	26.9	8.35	2.60	2.29	37.5	17.6	2.39	2.52	4.77	1.62	1.65
全体	97.2	45.2	29.0	8.48	2.95	2.41	36.5	16.7	2.87	2.71	7.13	1.77	1.77

畜種	アンモニア性窒素ppm	銅ppm	亜鉛ppm
添加なし	1147.6	105.5	424.3
オオガクズ	768.9	67.4	232.1
モミガラ	625.0	60.6	252.6
戻し堆肥	130.8	59.1	243.4
複数	551.7	63.5	213.4
全体	728.8	72.9	264.2

図4 副資材別における堆肥の成分組成



②pHは、戻し堆肥を除いて若干であるが、副資材添加により低下した。同様に、ECは添加により数値が低下した。

③堆肥中の全窒素は、副資材の添加により低下したが、全炭素含量は、添加により増加した。この結果、C/N比は、戻し堆肥の添加を除いて数値が増加した。

④堆肥中のアンモニア性窒素は、副資材を添加した場合はかなり低かった。同様に、リン、カリ、Ca、Mg、銅、亜鉛含量も副資材添加処理で低かった。これは、副資材中には、戻し堆肥を除いて、これらの成分が少ないために、結果として乾物当たりの含量が低下したものと考えられる。また、副資材なしの半分近くを鶏ふん堆肥が占めていたことも関係している。

⑤発芽指数は、平均値でいずれも90%以上で、副資材添加の影響は見られなかった。

⑥酸素消費量は、副資材を添加した堆肥は、いずれも添加してないものより平均値が低かった。

また、畜種別堆肥の副資材別および季節別の主な成分組成は表7に示すとおりである。個別の分析点数が少ないこともあって、傾向は明らかでなかった。

#### 4) 年度別堆肥分析結果の概要

平成15年度の堆肥の成分組成と過去に分析した13年度および14年度の成分組成およ

び「手引き書」による成分組成との比較を表8に示す。

①15年度のふんのみ全窒素は、「手引き書」の数値に比べて乳牛、肉牛、豚ふん堆肥では、高くなっていたが、鶏ふん堆肥は、若干低くなっていた。家畜ふんとおが屑混合の全窒素も同様であった。年度的には一定の傾向は見られなかった。

②リン酸含量は、「手引き書」の数値に比べて乳牛ふん堆肥が低い傾向にあった。年度的には14年度の測定値が高い傾向が見られた。

③カリ含量は、「手引き書」の数値に比べて、乳牛、肉牛のふんのみ堆肥では、高い傾向が見られたが、豚および鶏ふん堆肥では、若干低下していた。おが屑混合ふん堆肥では、乳牛と鶏ふん堆肥が、「手引き書」の数値に比べて若干高かった。年度別のカリ含量の傾向は定かでなかった。

④C/N比は、家畜ふんのみおよびおが屑混合とも「手引き書」の数値に比べて鶏ふん堆肥を除いて、いずれも低い数値であった。年度的には家畜ふんのみ堆肥では、増加の傾向にあったが、おが屑混合では一定の傾向は見られなかった。

今後さらに分析点数を重ね精度の高い堆肥品質の平均値を示し、良質堆肥生産の技術指針に役立てるものとしたい。

表7 畜種別堆肥の副資材別および季節別の主な成分組成(乾物中%)

堆肥区分	冬季平均値				夏季平均値					
	n	全窒素%	リン酸%	カリ%	C/N比	n	全窒素%	リン酸%	カリ%	C/N比
家畜ふんのみ	乳牛	0	-	-	-	8	2.43	2.04	2.57	17.4
	肉牛	4	2.39	2.66	2.77	0	-	-	-	-
	豚	7	3.99	5.08	2.34	10	4.02	6.32	2.77	10.7
	鶏	23	2.62	4.93	3.32	17	2.55	5.93	3.66	9.67
	乳・肉牛	3	2.58	2.25	3.02	0	-	-	-	-
	複数家畜	11	2.54	2.42	2.52	8	2.55	3.28	2.56	16.0
家畜ふんとおが屑混合	乳牛	12	1.94	1.42	2.94	10	2.28	1.41	2.66	18.9
	肉牛	15	1.90	2.33	2.59	18	2.27	2.31	2.48	18.1
	豚	5	3.01	4.92	2.45	4	3.05	3.49	2.63	12.9
	鶏	2	4.32	3.45	3.09	6	3.18	4.64	4.74	13.4
	乳・肉牛	4	1.86	1.88	2.57	2	2.28	1.70	2.83	18.3
	複数家畜	12	2.26	3.27	2.96	13	2.22	2.88	2.61	19.3
家畜ふんとモミガラ混合	乳牛	8	1.98	1.50	2.83	2	2.05	1.38	1.66	17.6
	肉牛	5	1.82	1.86	2.38	2	1.62	1.55	2.07	21.1
	豚	1	3.88	6.20	3.69	1	3.22	6.54	2.71	11.0
	鶏	1	3.21	5.92	4.78	2	3.10	3.87	3.11	11.4
	乳・肉牛	0	-	-	-	1	1.68	0.98	2.62	20.6
	複数家畜	1	3.65	3.62	3.92	4	2.37	3.51	2.12	15.7
家畜ふんと複数資材混合	乳牛	17	2.15	1.59	2.49	33	2.21	1.56	2.68	17.6
	肉牛	16	2.05	2.24	2.48	29	2.09	2.10	2.59	19.7
	豚	9	2.89	5.54	2.25	12	3.03	4.09	2.40	13.1
	鶏	1	2.24	1.23	1.30	3	3.37	4.58	3.25	10.5
	乳・肉牛	13	2.04	1.77	2.31	22	2.05	1.73	2.38	19.6
	複数家畜	22	1.78	1.68	1.96	37	2.48	2.82	2.55	16.3

n:0は該当するサンプル堆肥が得られなかった。

表8 平成15年度及び14年度13年度の平均堆肥成分値と「手引き書」のデータとの比較

堆肥区分	堆肥分析成分(年平均)			「手引き書」の堆肥成分						
	全窒素%	リン酸%	カリ%	C/N比	全窒素%	リン酸%	カリ%	C/N比		
家畜ふんのみ	乳牛	15年度	2.43	2.04	2.57	17.4				
		14年度	2.80	2.88	4.00	11.9				
		13年度	3.31	1.79	3.21	10.4	1.90	2.30	2.40	18.9
	肉牛	15年度	2.39	2.66	2.77	17.2				
		14年度	1.81	4.45	2.34	13.7				
		13年度	2.64	2.59	2.80	14.1				
	豚	15年度	4.01	5.81	2.59	10.2	3.00	5.80	2.60	11.7
		14年度	4.27	6.68	2.96	9.20				
		13年度	4.77	5.12	2.64	7.00				
	鶏	15年度	2.59	5.35	3.46	10.7	3.20	6.50	3.50	9.60
		14年度	3.37	7.73	3.64	8.80				
		13年度	3.87	6.21	2.20	8.80				
	家畜ふんとおが屑混合	乳牛	15年度	2.10	1.41	2.81	19.3			
14年度			1.73	2.20	3.04	21.3				
13年度			2.90	1.68	2.10	15.2	1.90	2.30	2.60	21.0
肉牛		15年度	2.10	2.32	2.53	20.2				
		14年度	2.07	3.47	2.99	21.3				
		13年度	3.25	3.18	2.87	13.0				
豚		15年度	3.03	4.28	2.53	12.9	2.50	5.40	2.60	14.2
		14年度	2.77	7.47	3.00	14.0				
		13年度	3.93	3.64	1.25	10.1				
鶏		15年度	3.47	4.34	4.32	12.5	3.70	6.10	3.10	11.0
		14年度	3.85	6.39	4.14	9.80				
		13年度	3.14	9.03	3.43	9.80				

注:「手引き書」の堆肥成分は、(財)畜産環境整備機構・家畜ふん尿処理・利用の手引き(1998)による。「手引き書」は乳牛と肉牛を合わせた牛ふん堆肥で示している。

## **IV. 国からの委託研究**

### **「微生物資材評価試験法の 標準化と効果の判定」**

**(農林水産バイオリサイクル研究)**

# 豚ふんからの揮発性脂肪酸発生量の*in vitro*測定法の開発と堆肥発酵促進資材の評価

(「微生物資材評価試験法の判定」農林水産バイオリサイクル研究、平成12～16年度)

## はじめに

畜産経営から発生する臭気物質を低減する目的で、従来より多種多様の脱臭資材が使用されているが<sup>1)</sup>、これに対する資材評価法は確立されていない。山本ら<sup>2)</sup>は、脱臭資材の臭気物質の低減の評価方法として豚ふん尿混合物からのアンモニア揮散量の*in vitro*測定法を開発した。しかしながら、畜舎から発生する臭気物質は複合臭で構成されるため、アンモニア以外の他の臭気成分についても測定法を開発する必要がある。本研究では豚ふんからの揮散量が多い<sup>3)</sup>揮発性脂肪酸(VFA)測定法のプロトタイプを確立し、その方法を用いて、脱臭資材の一例として齋藤・秋場が効果があったとしている炭化脱脂米ぬか<sup>4)</sup>を飼料に添加給与し、VFAの低減効果を調べた。

また、市販資材でたとえ家畜ふん尿の脱臭に効果があったとしても、その資材が家畜ふん尿の堆肥化に阻害作用を持つようでは問題である。市販資材の堆肥発酵に及ぼす影響については、従来、実規模の堆肥化試験あるいは堆肥化実験装置によって評価されているが、ここでは、堆肥熟度判定器「コンポテスター」による酸素消費量からの評価を試みた。

## 材料および方法

### 1. 揮発性脂肪酸揮散量の*in vitro*測定装置の開発

基本的には、山本ら<sup>2)</sup>の開発したアンモニア揮散量の*in vitro*測定装置と同じ構成であるが、アンモニア捕集部のインピンジャーをVFA捕集管に変更した。VFAのガラス製の捕集管には、1%水酸化ストロンチウムを被覆したアルカリビーズが約3g充填されている。測定装置の概略は図1に示した。なお、捕集管は直列で2連を接続し、本装置で試験した結果、2連目で捕集されるVFAは無視して差し仕えのないことが明らかになったため、1連で実施することとした。試料から発生する水分がフローメーター内部に入り、測定精度が低下し、VFAの捕集精

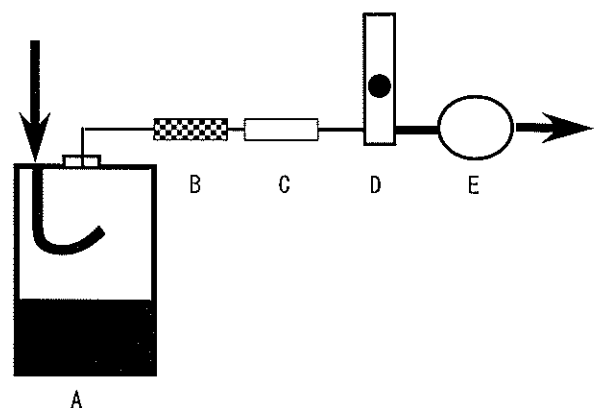


図1. 豚ふんからのVFA揮散量測定装置の概要

A: 培養容器、B: VFA捕集管、  
C: 水分トラップ管 D: 流量計、  
E: ポンプ

度に影響を及ぼしたため、捕集管とフローメーターの間に水分トラップ管を設置した。

## 2. 揮発性脂肪酸揮散量に及ぼす要因の検討

### 1) 測定精度 (実験 1)

標準的な飼料を給与した豚から採取したふんをよく混合し、豚ふん一定量を30℃に保ち、500ml/minで一定時間吸引を行った。測定は、2種類の試料を用い、同一試料で4回反復実施し、測定の精度(変動係数)について検討した。捕集されたVFAは、FID検出器を有するガスクロマトグラフ(日立、G3900)を用い、悪臭防止法による公定法<sup>5)</sup>に基づき分析した。

### 2) 吸気時間の影響 (実験 2)

標準的な飼料を給与した豚から採取したふんをよく混合し、15gづつを3つの培養器に入れ、30℃で約2時間培養した。その後、吸気時間が10、15および20分の3水準に変えてVFA揮散量を検討した。吸気速度は500ml/minで一定とした。測定は、同一試料で2回反復した。

### 3) 試料量の影響 (実験 3)

VFA揮散量に及ぼす試料量の影響について、試料量を5、10および15gの3水準に変えて検討した。培養温度は30℃と一定にし、約2時間培養した。実験1と同じふんを供試し、測定は同一試料で2回反復した。

## 2. 炭化米ぬか給与が揮発性脂肪酸揮散量に及ぼす影響 (実験 4)

### 1) 供試豚および試験期間

体重約55kgの子豚12頭を平均体重がほぼ同じになるように、1試験飼料区あたり4

頭づつ3試験区に割り当てた。1週間の馴致期間を設け、6日間の予備試験後の7および9日目を採ふんに充てた。試験飼料開始日および9日目の終了日に体重を測定した。また、その間の飼料摂取量を測定した。

### 2) 給与試料

市販飼料に炭化脱脂米ぬかを0、2および4%の3水準となるよう外付けで添加した。消化率の測定のために、セライト545を外付けで1%の割合で飼料に添加した。水は自由摂取とした。

### 3) ふんの採取

VFAの分析は1試料、2連で行うため、分析点数が多いと1日で分析が行えないため、ふんの採取は2日間に分けて半数づつ行った。午前9時30分から11時30分までの間に排せつされた直後のふんを個体識別し、1個体あたり約100g採取した。採取したふんは直ちにプラスチック製の容器に入れ、氷温下に保ち、実験室に持ち帰り、翌日、分析に供するまで冷蔵保存(4℃)した。

### 4) 測定方法

採取したふん約50gを300mlのビーカーに入れ、アルミホイルで蓋をした後、30℃の恒温槽内で1晩培養した。翌日、ビーカー内のふんをよく混合し、10gを培養器に入れ吸気時間15分、吸気量500ml/minの条件でふんから発生するVFAを捕集した。VFAの分析は悪臭防止法の公定法<sup>5)</sup>に準じて行った。測定は同一試料で2回反復し行った。水分の測定は常法<sup>6)</sup>に従った。なお、ガスクロマトグラフの分析により得られたVFA揮散量のデータは、ふんの試料乾物1gあたりと

して示した。AIAによる消化率の測定法は古谷ら<sup>7)</sup>の方法に従い測定した。

### 3. 発酵促進資材の「コンポテスター」による評価 (実験5)

乳牛ふんとおが屑を混ぜて水分を70%に調整した試料50gに微生物資材A、BおよびCをそれぞれ0.1、0.5および1.5 g、鉱物質資材D (二価鉄主体) を1.5 g添加した。また、米ぬか1.5 g添加区を設けた。なお、資材Bの添加区にはメーカーの資材使用指示にしたがって米ぬか1 gを別に添加した。供試点数の関係から、1回目には資材AおよびD、2回目には資材B、資材Cおよび米ぬかを供試し、いずれも資材無添加の対照区を設けた。酸素消費量は、試料調製時から2～4時間間隔で48時間にわたって測定した。「コンポテスター」による酸素消費量の測定は前報<sup>8)</sup>と同様に行った。

### 5. 統計処理

統計処理は多重範囲検定法<sup>9)</sup>により行った。

## 結果および考察

### 1. 揮発性脂肪酸揮散量に及ぼす要因の検討

#### 1) 測定精度 (実験1)

開発したVFA揮散量測定装置を用い、ふんから揮散するVFAを同一試料で4回測定したが、1回目の試料では、いずれのVFAにおいても変動係数は10%以下と小さく、精度よく測定できると考えられた (表1)。しかしながら、2回目の試料では、比較的濃度の低いi-吉草酸およびn-吉草酸の分析値の変動係数は20%を超えており (表2)、さらなる検討が必要と考えられる。

#### 2) 吸気時間の影響 (実験2)

豚ふんからのプロピオン酸発生量は吸気時間の増加に伴いほぼ直線的に増加した (図2)。他のVFAもほぼ同様の結果であった。本報告で用いているアルカリビーズ法および悪臭防止法での分析法では、4種 (プロピオン酸、n-酪酸、i-吉草酸、n-吉草酸) のVFAが100～400  $\eta$  gの範囲で検量線に直線

表1. 試料1における低級脂肪酸揮散量の再現性 ( $\eta$  g/g/15min)

	プロピオン酸	n-酪酸	i-吉草酸	n-吉草酸
1	62.4	48.5	3.16	5.26
2	58.6	46.4	2.98	5.54
3	53.9	43.4	3.18	5.52
4	52.9	42.5	2.84	4.90
変動係数 (%)	7.7	6.1	5.2	6.8

表2. 試料2における低級脂肪酸揮散量の再現性 ( $\eta$  g/g/15min)

	プロピオン酸	n-酪酸	i-吉草酸	n-吉草酸
1	20.6	15.5	1.10	1.53
2	24.1	18.9	1.34	2.03
3	25.5	14.8	0.95	1.58
4	23.9	17.0	0.85	0.98
変動係数 (%)	8.8	10.9	20.1	28.0

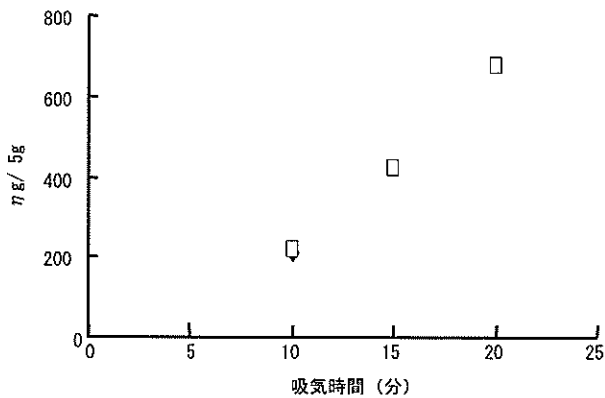


図2 豚ふんからのプロピオン揮散量に及ぼす吸気時間の検討  
2 反復 (試料量 5 g、培養温度30℃、吸気量500ml/min)

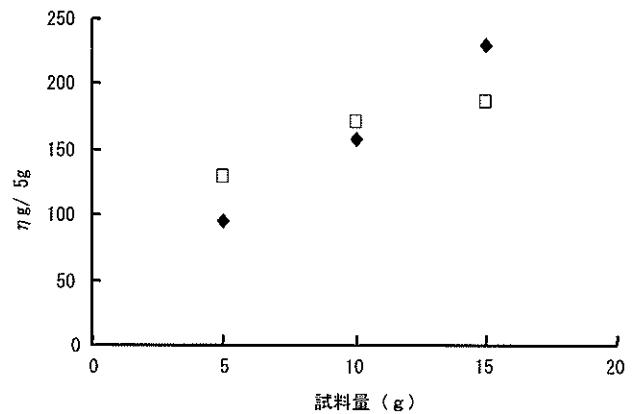


図3 豚ふんからのプロピオン揮散量に及ぼす試料量の検討  
2 反復 (吸気時間15分、培養温度30℃、吸気量500ml/min)

性があれば、測定としては十分であるとしており<sup>10)</sup>、本報告では800 η gまでの直線性を確認している。

### 3) 試料量の影響 (実験3)

豚ふんからのプロピオン酸発生量は試料量の増加に伴いほぼ直線的に増加した (図3)。他のVFAもほぼ同様の結果であった。

以上の検討により、標準的には豚ふん10gを供試し、15分間の吸引でよいと考えられる。

### 2. 炭化脱脂米ぬか給与の影響 (実験4)

試験期間中の1日1頭あたりの飼料摂取量は炭化脱脂米ぬかの添加量0、2および4%で、それぞれ3.2、2.7および2.9kgで、各区に大きな差は認められなかった (表3)。また、各区の乾物消化率も76.6、77.2および76.3%と大きな差はなく (表4)、また、豚ふんの採取時に下痢の発生も認められなかった。

経口投与型資材の一つとして、脱臭効果がある<sup>11)</sup>とされる炭化脱脂米ぬかを添加し

た飼料を群飼、不断給餌の条件下で給与し、VFA発生量を測定した。4%添加区では、乾物1gあたりのプロピオン酸揮散量は少なくなったが、対照区との間に有意差は認められなかった (表5)。山形養豚試の齋藤・秋葉<sup>12)</sup>は、100Lビニール袋法<sup>13)</sup>を用いて、炭化脱脂米ぬか2%を豚の飼料に添加給与した場合、対照区と比較してVFA発生量が8~9割減少することを報告しているが、反復誤差等の検討はしておらず、統計的にみて有意差があるかどうかは明らかではない。本研究では、個体差が大きいため有意とはいえないが、炭化脱脂米ぬかの添加量が多くなるにともない、プロピオン酸の揮散量が低下した。このことは、反復数を増やせば、有意差が生じる可能性があることを示している。VFAの揮散量に及ぼす個体差については、日本科学飼料協会が100Lのビニール袋法で行った経口投与型の資材を評価した試験データ<sup>12)</sup>が参考にできる。基礎飼料を給与した1ブロック4頭の群飼の



表3. 炭化脱脂米ぬかを添加した市販飼料を給与した肥育豚の発育成績およびふんの水分含量

処理区	市販飼料	2%米ぬか添加	4%米ぬか
飼料摂取量 (kg/d)	3.2	2.7	2.9
一日平均増体重 (g/d)	0.89±0.07	0.95±0.29	0.81±0.21
ふんの水分含量	70.9±2.13	69.3±0.69	68.2±0.42

4頭の平均値±標準偏差. 全処理区に有意差なし

表4. 炭化脱脂米ぬかを添加した市販飼料を給与した肥育豚のCP消化率、乾物消化率

処理区	市販飼料	2%米ぬか添加	4%米ぬか
CP消化率 (%)	67.3±5.13	69.2±7.66	68.8±9.45
乾物消化率 (%)	76.6±2.19	77.2±5.72	76.3±6.94

4頭の平均値±標準偏差. 全処理区に有意差なし

表5. 炭化脱脂米ぬかを添加した市販飼料を給与した肥育豚のふんからのVFA発生量

処理区	(ηg/乾物g/15分)			
	プロピオン酸	n-酪酸	i-吉草酸	n-吉草酸
市販飼料	4.61±2.67	1.74±0.49	0.17±0.04	0.120±0.02
2%添加	3.32±1.76	1.47±1.47	0.14±0.14	0.14±0.02
4%添加	1.53±0.93	1.47±1.22	0.12±0.06	0.12±0.08

4頭の平均値±標準偏差. 全処理区に有意差なし

試料量10g; 吸気時間15分; 吸気量500ml/分

ふんを混合したものであるが、6ブロックのプロピオン酸、n-酪酸、i-吉草酸およびn-酪酸の変動係数はそれぞれ、38.5、55.8、57.4および81.8%ときわめて大きかった。今後は、このような個体差の変動を考慮して、豚の供試頭数を決定する必要があると考えられる。

### 3. 発酵促進資材の「コンポテスター」による評価 (実験5)

実験5の結果を図4および5に示した。図4は、資材無添加の対照区と資材Aあるいは鉱物系資材Dを添加した場合の酸素消費量である。対照区と資材A添加区はほとんど同じパターンを示しており、試料調製

後12時間でピークを示し、48時間の総酸素消費量はいずれも1.12gとなった。一方、資材Dを添加した場合には、試料調製直後に4と比較的高い数値を示したが、その後は0~2の低い値で推移し、48時間の総酸素消費量も0.18gとなり他の2区に比較して明らかに少なかった (P<0.01)。図5は、資材無添加の対照区、資材BあるいはC添加区および米ぬか添加区の酸素消費量を比較したものである。資材B添加区および米ぬか添加区はほぼ同様の動きを示し、対照区と比較してピーク時間はやや遅れたが48時間の総酸素消費量はそれぞれ1.20および1.25gと明らかに高くなった (P<0.01)。資材C添加区

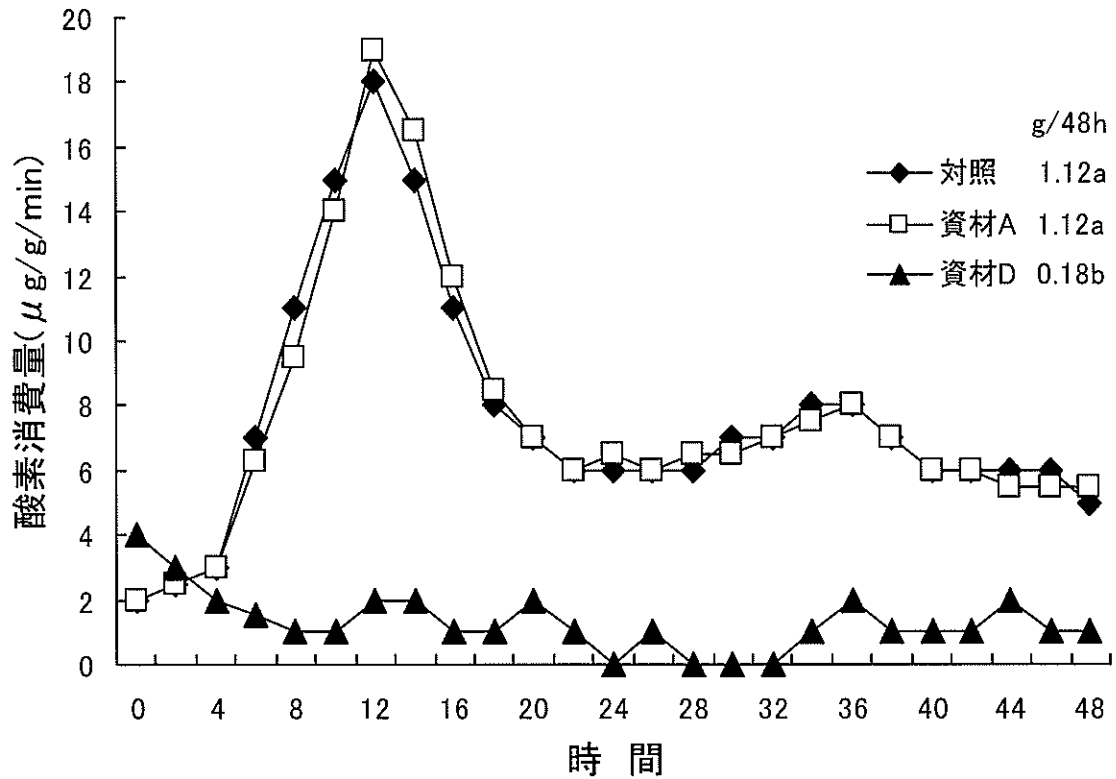


図4 乳牛ふん堆肥化材料に資材AおよびDを添加した場合の酸素消費量の比較  
 図中の数字は48時間における総酸素消費量、異符号間に有意差 ( $p < 0.01$ )

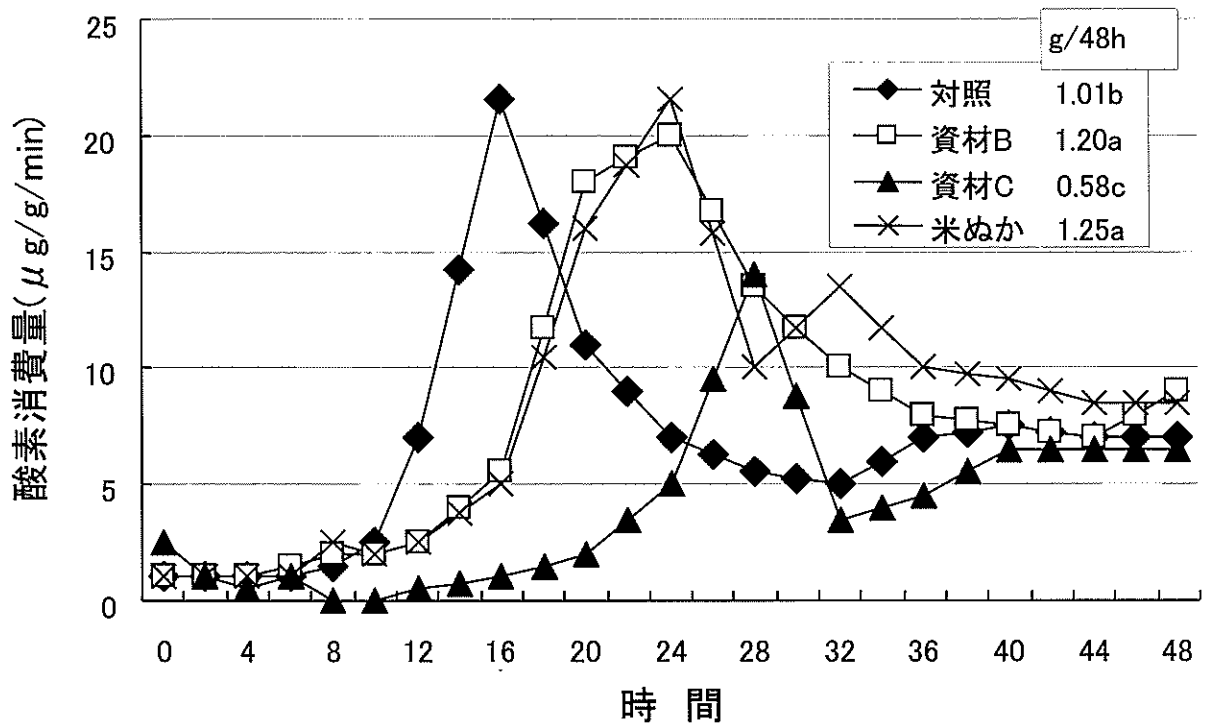


図5 乳牛ふん堆肥化材料に資材B、Cおよび米ぬかを添加した場合の酸素消費量の比較  
 図中の数字は48時間における総酸素消費量、異符号間に有意差 ( $p < 0.01$ )

の酸素消費量は0.58gで、対照区の1.01gと比較しても明らかに少なかった ( $P<0.01$ )。

家畜ふん尿処理・利用に関係する添加資材としてさまざまなものが市販されており、その中には堆肥の発酵促進を目的とするものも多い<sup>11)</sup>。発酵促進市販資材は、微生物資材、鉱物質資材、微生物と無機塩類や米ぬかなどが混合されている資材など多様であるが、本研究では、微生物資材としてA、BおよびCの3種および鉱物質資材Dの1種類を供試してその添加効果を調べた。添加効果を試料調整後48時間における総酸素消費量から評価すると、資材Aは添加効果も発酵阻害効果もまったく認められず、また、資材Cはむしろ発酵阻害効果が認められた。資材B添加区の総酸素消費量は無添加の対照区に比較して明らかに高かったが、既述のように、資材Bの場合はメーカーの指示により米ぬか1gを別に添加しており、総酸素消費量が米ぬか1.5gの単独添加とほぼ同じであったところから、資材B添加区で認められた効果は米ぬか添加に起因すると考えた方が妥当であろう。鉱物質資材Dの添加によって酸素消費量は著しく低くなった。この理由は明らかではないが、この資材をふん尿に散布するとpHが低下してふん尿からのアンモニア揮散量が低減されることが知られている<sup>13)</sup>ところから、本実験で認められた堆肥の初期発酵の著しい阻害作用も資材Dの添加によるpHの低下によることが考えられる。堆肥発酵には堆積物のpHが大きく影響し、酸素消費量はpH 7以下では低くなり、pHが5以下ではほとんどゼロと

なる<sup>14)</sup>。なお、資材D添加区で試料調製直後に酸素消費量が比較的高くなったが、これは、資材Dの主体である二価鉄が三価鉄に変化する際に酸素が消費されることによる。

堆肥化促進を目的とした市販資材の効果については賛否両論があり、ある資材が農家によって効果があったりなかったりする例も多い<sup>11)</sup>。このような堆肥化促進資材の効果の有無は、最終的には実規模の堆肥化実験で確かめる必要があるが、その実施には大量の堆肥化材料と手間が掛かり、そのため処理区数にも自ずから限度がある。この点から、本実験に用いた「コンポテスター」による酸素消費量の測定は、簡易で、有効な評価法であると考えられる。

## 謝 辞

本研究は、独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構の「農林水産バイオリサイクル研究」事業において、同機構畜産草地研究所からの委託を受けて実施したものである。また、実験に際しては、福島県立農業短期大学の坂本俊彦氏には多大の援助をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。 (山本朱美・古谷 修)

## 引用文献

- 1) 羽賀清典：マニユア・マネージメント (羽賀清典監修)、p.51~57、デーリイマン社、東京 (1996)
- 2) 山本朱美、伊藤 稔、古谷 修：豚ふん尿混合物からのアンモニア揮散量の *in vitro* 測定法。日本畜産学会報。73.503-

508. 2002.
- 3) (財)畜産環境整備機構. 家畜ふん尿処理・利用の手引き. p97-100. (財)畜産環境整備機構. 1999.
  - 4) 齋藤常幸・秋葉宏之: 炭化脱脂米ぬかによる豚舎臭気の低減. 日本養豚学会誌. 40. 155-158. 2003.
  - 5) 環境庁大気保全局大気生活環境室監・悪臭法令研究会編: 新編ハンドブック悪臭防止法、(株)ぎょうせい、1996.
  - 6) 石橋 晃 (監修): 新編動物栄養試験法、p455-466、養賢堂、東京 (2001)
  - 7) 古谷 修、山本朱美、伊藤 稔、青木幸尚. 豚の消化試験における指標物質としてのセライト酸添加不溶性灰分の利用. 日本養豚学会誌. 38. 171-176. 2001.
  - 8) 古谷 修・古川智子: 「コンポテスター」による堆肥初期発酵の評価技術、畜産環境技術研究所年報、7、27-31(2004)
  - 9) 吉田 実: 畜産を中心とする実験計画法、養賢堂、東京、1975.
  - 10) (財)日本環境衛生センター (監修): 特定悪臭物質測定マニュアル、p169-187、(財)日本環境衛生センター、神奈川 (1998)
  - 11) 本多勝男・宮崎光加・米持勝利: 畜産臭気の抑制・消臭に関する試験、神奈川県畜産試験場成績 (平成4年度) 15-21、1993.
  - 12) 高木久雄、花積三千人、山崎広明、藤崎浩和、米持千里: 悪臭防止を目的とした飼料の効果および適正使用に関する試験. 平成8年度新飼料適正使用体制確立調査事業報告書. (社)日本科学飼料協会、東京、1998.
  - 13) 山本朱美、伊藤 稔、古谷 修: 豚ふん尿混合物のpH、尿中窒素含量および脱臭資材の添加が *in vitro* アンモニア揮散量に及ぼす影響. 日本畜産学会報. 74.369-373. 2003.
  - 14) 藤田賢二: コンポスト化技術、p.59~77、技報堂出版、東京 (1993)

# V 解 説

# 汚水処理施設の種類と特徴

はじめに

家畜ふん尿は、従来、堆肥や液肥などの貴重な資源として有効に使われてきましたが、畜産経営の大規模化等にともない、ふん尿に含まれる窒素やリン等による河川や湖沼、地下水などへの環境汚染が危惧されるようになってきています。また、平成13年6月には、水質汚濁防止法において硝酸性窒素の排水基準値が設定されるなど、畜産経営における硝酸性窒素の排出規制がますます厳しくなっています。

一方では、「家畜排せつ物法」に定める管理基準の適用猶予もあと半年を残すところとなり、家畜ふん尿処理施設の整備が進められ、順次稼働に入っている畜産農家も増えていますが、これから設計、建設にかかる場所も少なくないのが現状です。また、家畜ふん尿処理施設は耐用年数があり、将来的に施設更新を行なう必要があります。そこで、ふん尿処理施設・機械を的確に選定する一助にさせていただくために、畜舎ふん尿処理法および固液分離機の種類と特徴について概説しました。

## I 畜舎ふん尿処理法の種類と特徴

### 1. 畜舎汚水処理の基本

#### 1) 汚水処理の必要性

畜舎汚水は、家畜のふん尿、畜舎洗浄水、パーラー排水等で、これらは適切に処理し、圃場に還元して有効利用することが基本で

すが、圃場面積が小さく、1戸当たりの飼養頭羽数の多いわが国の畜産経営においては、自家圃場への還元は一部しかできないのが現状です。堆肥は耕畜連携のもとに肥料としての利用が進んでいますが、畜舎汚水は、堆肥と比べて運搬、散布の作業性、農作物への施用の困難性から堆肥のように耕畜連携による肥料利用は進んでいません。畜舎汚水は窒素やリン等が多く含まれ、未処理の汚水が畜舎周辺の土壤中に流出した場合には、地下水汚染の原因になります。また、河川や湖沼等の公共用水域へそのまま流出すると水域の汚染をひきおこします。

法的にも、一定規模以上の畜産事業所は水質汚濁防止法の特定施設に指定されており、ここから排出される畜舎汚水に対して一定の水質基準が設定されています。すなわち、家畜ふん尿や畜舎清掃排水を含んだ畜舎汚水を川などに放流する場合には、所定の水質を満足するように処理をすることが義務付けられています。さらに、前述のように平成13年6月には、水質汚濁防止法に基づき排水中の硝酸性窒素が健康項目に追加指定されており、適切な処理が必要となっています。

とくに、住宅近接地の場合、施設周辺の環境保全、特に悪臭への配慮が重要です。

#### 2) 汚水処理施設の導入に当たって

家畜ふん尿処理施設の導入に当たっては、まず、家畜ふん尿の排出量および処理対象汚水量を把握する必要があります。家畜ふ

ん尿の排出量および処理対象汚水量は、畜種や発育ステージ、畜舎構造、飼料の種類および給与量、飲水量等、季節的にも変動します。実態を的確に把握することは困難ですが、類似施設の実測や文献値等（財団法人：畜産環境整備機構「家畜ふん尿処理施設の設計・審査技術」など）を参考に、適正に把握することが重要です。

液状のふん尿の処理には、①液肥として利用するための液肥化处理、②汚水中の汚濁物質を排水基準以下にして、公共用水域に排出できるようにする浄化处理があります。また、③メタン発酵して資源回収したのち、液肥化あるいは浄化处理する方法があります。液肥化处理や汚水の浄化处理の場合も処理過程で生じるし渣物や余剰汚泥については、堆肥化して利用します。処理水を還元する農用地が確保されている場合は、液肥化处理で対応できます。還元農用地が確保されていない場合には、浄化处理を行う必要があります。

### 3) 汚水処理を構成する基本工程

汚水処理は処理の手順により1次処理（前処理）、2次処理（本処理）および後処理

（汚泥処理）の基本工程に分けられます。必要な場合には、3次処理（高度処理）工程が付加されます（図1）。

1次処理では、汚水中の固形物の除去を物理的に行います。方法としては、沈殿分離、ふるいやスクリーンによる固形物(SS)除去等を行います。

2次処理（本処理）は、1次処理で取り除けなかった汚水中の有機物を微生物の働きによって除去します。処理方法としては、酸素を十分に利用する好気性微生物の働きによる簡易ばっ気処理や活性汚泥処理、もしくは酸素を利用しない嫌気性微生物の利用によるメタン発酵処理等があります。

3次処理（高度処理）は、2次処理で排水基準を満たせない場合、排水基準を上回る窒素、リン、着色物質等の難分解性物質を化学的、物理的あるいは生物学的方法で除去します。生物学的方法は、微量の有機物や窒素の除去を行います。2次処理工程でBODと窒素を同時に除去する方法も開発されています。化学的な処理としては、凝集剤等を用いて上記の物質を分離（浮上・沈殿）する方法で、物理的方法は、活性

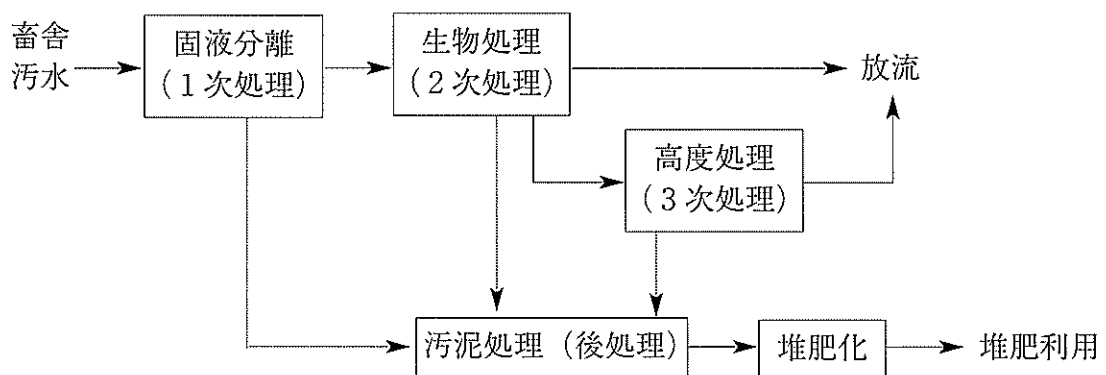


図1 汚水処理の基本工程の流れ

炭吸着や膜処理により色や難分解性物質、微細なSSを物理的に分離する方法等で、処理水を無色透明に浄化できる方法もあります。しかし、3次処理は処理コストが高額になるため、COD、窒素、リンなどの排水規制に対応する場合や、処理水を放流できないため畜舎内で循環利用する場合に限って導入されます。

汚泥処理は、各処理工程で除去した汚水中の固形物を、堆肥化処理などを行うまで減容化（濃縮、脱水）、貯留する工程です。

浄化処理工程と処理の対象物質を整理して表1に示しました。

液肥化処理する場合は、ほ場散布時期までに貯留施設で一定期間貯留する方法、固液分離せずに汚水をばっ気処理する方法、固液分離した汚水をばっ気処理する方法があります（図2）。いずれも、液肥利用のための処理法で、放流はできません。なお、貯留後、ばっ気処理しないでは場に散布する場合は、散布時の悪臭が問題にならないよう十分な配慮が必要です。

メタン発酵法は、メタン回収後の消化液を液肥としてほ場還元しますが、放流するためには消化液を浄化処理することが必要です。

表1 浄化処理工程と処理の対象物質

	目 的	方 法	備 考
1次処理 (前処理)	主に固形物の除去	<b>物理学的方法</b> 沈殿分離、浮上分離、ふるいやスクリーンによる固形物(SS)除去など	汚水中にはふんを極力混入させないようにする（ボロ出し率を70%以上にすると処理が容易になる）。 固液分離機等を使用する。
2次処理 (本処理)	主に溶解性汚濁物質の除去	<b>生物学的方法</b> 活性汚泥法、活性汚泥変法、嫌気性発酵など	微生物により汚濁物質を分解する。 活性汚泥と汚濁物質の量的バランスが重要である。
3次処理 (高度処理)	窒素の除去	<b>生物学的方法</b> 硝化脱窒法など	2つの反応槽で嫌気、好気工程を繰り返す。
	リンの除去	<b>化学的方法</b> 凝集分離法など	汚泥の発生量が多くなる。
	難分解性物質の除去（色、COD除去）	<b>物理学的方法</b> 活性炭吸着法、逆浸透膜法など	活性炭は色、難分解性物質を吸着する。 逆浸透膜は窒素、色、難分解性物質を分離する。
汚泥処理 (後処理)	分離汚泥の貯留	<b>物理学的方法</b> 沈殿、濃縮、脱水など	水分低下による分離汚泥の減容化（減量化）



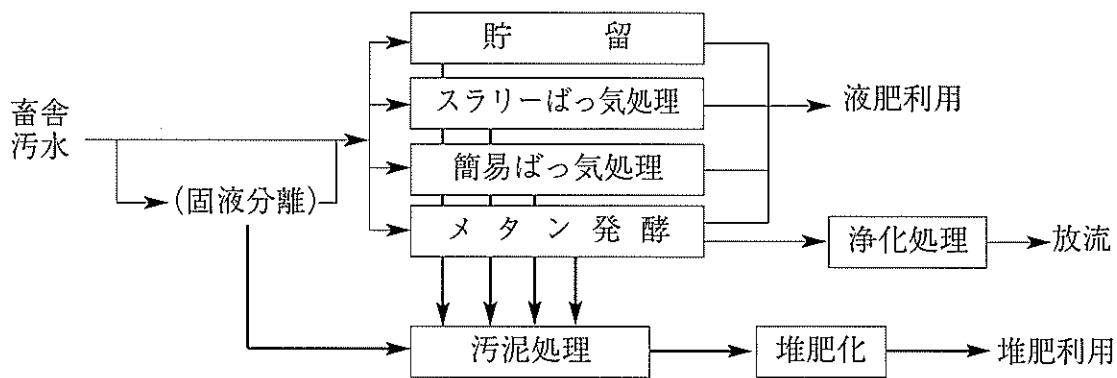


図2 液肥利用の工程の流れ

## 2. 汚水処理法の種類

汚水処理の方法は、処理水を農地還元できるか、公共用水域へ放流できるか、農地還元も放流もできないのかなどの立地条件によって異なります。さらに、畜種や畜舎構造、飼養管理方法によって汚水の質や量が異なるので、汚水の質によっては使えない処理方法もあります。イニシャルコスト、ランニングコストは装置の自動制御の程度、ばっ気時間、凝集剤など薬品使用の有無によって変動します。これらの点に注意し、汚水の質、処理水の最終的な処分方法にあった処理技術を選択してください。

上に述べたように、最終的に処理水をどう扱うかで汚水処理方法が異なります。①液肥化して農地還元できる場合（液肥化処理）には、貯留、スラリーばっ気法、簡易ばっ気法、メタン発酵法が適用できます。一方、②汚水浄化処理して放流できる場合（汚水浄化処理）には、活性汚泥法や生物膜法などがあります。放流先がない場合には、浄化処理水をさらに高度処理して、再利用する場合があります。③メタン発酵法の場合

（メタン発酵処理）は、消化液を液肥として農地に還元する場合と浄化処理して放流する場合があります。

これらの処理方式を整理して表2に示しました。

## 3. 各処理法の特徴

各処理法の特徴を表3に示しました。

### 1) 液肥化処理して農地還元する場合の処理法

#### ① 貯留

従来の肥溜めに相当する方法で、汚水を水漏れしない槽に貯留し、適宜、農地に散布する方法です。槽には、コンクリート槽、プラスチック槽、地面を掘り下げて遮水性シートで覆った槽などが利用されています。農地に散布できる時期は限られているので、その間貯留できるだけの容積が必要です。設置費と管理費のどちらも安価ですが、散布時に強い臭気が発散するなど、作業性の面で問題があります。また、槽に亀裂が生じて地下水汚染を起こさないよう注意が必要です。

表2 立地条件と各種処理法

1. 液肥化処理して農地還元する場合（液肥化処理施設）	
	①貯留（尿だめ）
	②スラリーばっ気処理法（非常に濃厚で粘性の高いふん尿混合汚水）
	③簡易ばっ気処理法（粘性の比較的低いふん尿分離汚水）
2. 汚水浄化処理して放流または再利用する場合（汚水浄化処理施設）	
1) 活性汚泥法	
	①連続式（連続式活性汚泥法） （活性汚泥変法：二段ばっ気法、硝化脱窒法、膜分離活性汚泥法）
	②回分式（回分式活性汚泥法、ばっ気式ラグーン法、酸化溝法）
2) 生物膜法	
	①接触酸化法
	②回転円板法
3) その他	
	①土壌を利用した方法
	②高度処理法（リン、難分解性物質、色の除去）
	③処理水を再利用する方法
3. メタン発酵する場合（メタン発酵処理施設）	
	①消化液を液肥利用するメタン発酵
	②消化液を浄化処理するメタン発酵

表3 各処理法の特徴

(1)液肥化処理施設：液肥化して農地還元する場合の処理法

処理方式	貯留	スラリーばっ気法 (液状コンポスト法)	簡易ばっ気法
特徴	汚水を液肥利用するまで、水漏れしない槽に貯留する。散布時に強い臭気が発生する。	ふん尿混合汚水をばっ気して液肥とする。散布する際の臭気を低減する。ある程度浄化する機能がある施設ならば、農地面積あたりに散布できる量を増やすことができる。	ふん尿分離汚水またはふん尿混合汚水を固液分離した液分をばっ気して液肥とする。散布する際の臭気を低減する。ある程度浄化する機能がある施設ならば、農地面積あたりに散布できる量を増やすことができる。
イニシャルコスト	もともと安価	安い	安い
ランニングコスト	もともと安価	安い	安い
装置の構造、面積	構造は単純であるが、不透性とする。散布する広い農地が必要。	構造は比較的単純。面積は狭い。散布する広い農地が必要。	構造は比較的単純。散布する広い農地が必要。
技術の難易度	易しい	易しい	易しい

(2)汚水浄化処理施設：汚水浄化処理して放流する場合の処理法

処理方式	連続法				活性汚泥法			回分法		生物膜法		その他		処理水再利用
	連続式活性汚泥法	活性汚泥変法		二段ばっ気法	硝化脱窒法	膜分離活性汚泥法	回分式活性汚泥法	ばっ気式ラグーン法	酸化溝法	接触酸化法	回転円板法	土壌を利用した方法	高度処理法	
		二ばっ気法	硝化脱窒法											
特徴	他の処理技術の基本となる技術。処理効率も高い。	高濃度汚水に対応するための変法。2段階の活性汚泥処理により、所要の処理効率を得られる。	硝化脱窒法 窒素の除去ができる。	沈殿槽が不要となる。SSの除去ができ、透視度がよくなる。水質の安定化が図れる。	一つの反応槽がばっ気槽と沈殿槽を兼ねた構造となっている。時間的に、ばっ気、沈殿、放流を繰り返す。	希釈水が得られない場合に用いられる。好気性消化法の一つ。	ドーナツ状のばっ気槽を用いる。広い敷地を要する。	支持体の表面に付着した生物膜による処理。支持体の表面積が大きいことから、多くの微生物を保持できる。	生物膜が付着した円板状の支持体の半分を汚水に浸し回転させる。回転時に空気に曝されるためばっ気が必要がない。	普通	普通	普通	高い	高い
イニシャルコスト	高い	高い	やや高い	やや高い	やや高い	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通	高い	高い
ランニングコスト	高い	普通	高い	高い	やや高い	やや安い	やや安い	やや安い	やや安い	普通	やや安い	安い	高い	高い
装置の構造、面積	構造はやや複雑。面積は広め。	構造はやや複雑。面積はやや広い。	構造は複雑。面積は広い。	構造は複雑。面積は狭い。	構造は単純。面積は狭い。	構造は単純。面積は広い。	構造は単純。必要動力が小さい。	構造は単純。面積は狭い。	構造は単純。面積は狭い。	構造は単純。面積は広い。	構造は単純。面積は狭い。	構造は単純。面積は広め。	構造は複雑。構造は複雑。	構造は複雑。
技術の難易度	やや難しい。	やや難しい。	難しい。	膜の管理に高度な技術が必要。	比較的容易。	易しい。	比較的容易。	比較的容易。	比較的容易。	比較的容易。	比較的容易。	やや難しい。	難しい。	難しい。

(3)メタン発酵処理施設：メタン発酵する場合の処理法

処理方式	メタン発酵法
特 徴	汚水からメタンガスを取り出し、残りの液は液肥として利用するか、浄化処理後放流する。
イニシャルコスト	高い
ランニングコスト	高い（燃料、電源として利用する場合は普通）
装置の構造、面積	構造は複雑。面積は広い。
技術の難易度	難しい。

② スラリーばっ気処理法

ふん尿混合スラリーをばっ気することで、液肥散布のときの臭気を低減するとともに、流動性、均質性といった肥料としての質を高める方法です（図3）。農地に散布できる時期は限られているので、貯留槽は、その間貯留できるだけの容積が必要です。ばっ気は、貯留槽で直接ばっ気するタイプと、ばっ気槽を別途設けるタイプがあります。ばっ気をすると多くの泡が発生するので、装置の構造や管理に注意が必要です。

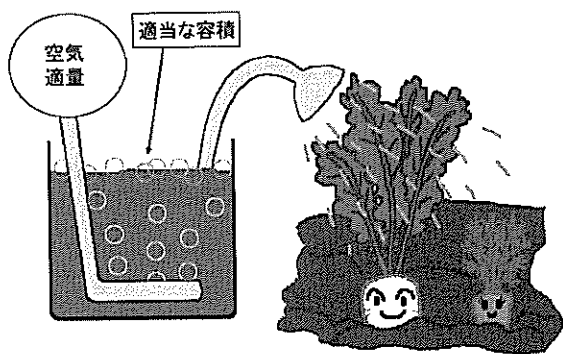


図3 尿汚水の簡易ばっ気法による液肥利用

③ 簡易ばっ気処理法

畜舎でふん尿分離した尿汚水、もしくはふん尿混合スラリーを固液分離した液分をばっ気することで、取り扱い性の改善、散布する際の臭気低減を目的に行われる方法です（図3）。おおまかな構造はスラリーばっ気処理法と同じですが、簡易ばっ気処理することで、農地面積当たりに散布できる量を多くすることができる特徴があります。

2) 汚水浄化処理して放流または再利用する場合の処理法

(1)活性汚泥法

畜舎汚水の浄化処理は活性汚泥法で行うのが一般的です。活性汚泥法は、汚水中の汚濁物質を栄養源とする微生物（活性汚泥）により、汚濁物質を汚水中から除去する方法です（図4）。活性汚泥は好気性の微生物集団ですから、汚水中に空気を送って、つねに、好気性の状態を保つことが必要です。活性汚泥の処理能力が十分に発揮されるためには、活性汚泥とBODで示される汚濁物質の量的バランスが重要です。効率を左右する因子として、ばっ気槽の活性汚泥濃度（MLSS）、投入汚水のBOD濃度、流入するBOD量とばっ気槽の容積の比（BOD容積負荷）、処理時間（日数）などがあります。

パーラー排水を、活性汚泥法に代表される生物学的処理法で処理する場合、乳房炎の治療に使われる抗生物質や消毒剤などが汚水中に多量に混入すると活性汚泥の活力が低下したり、死滅したりして、機能障害が生じますので注意が必要です。

① 連続式の運転をする活性汚泥法

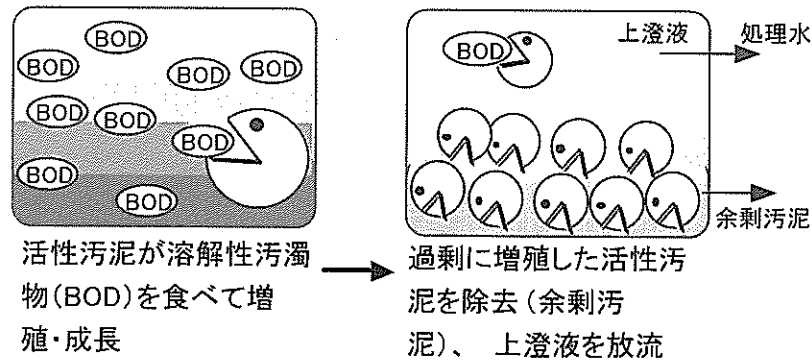


図4 活性汚泥法のイメージ図

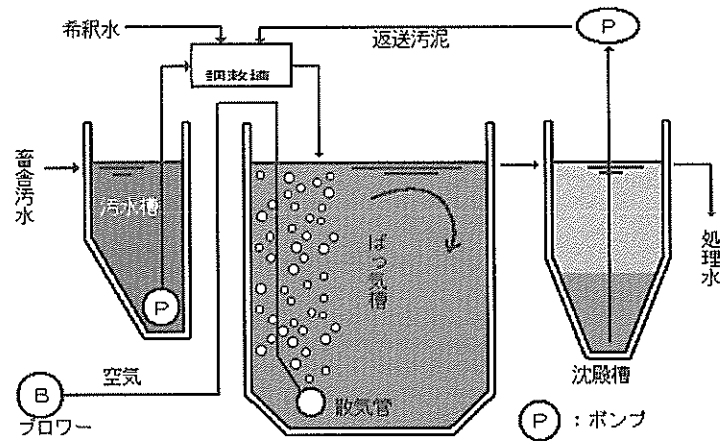


図5 連続式活性汚泥法の処理装置 (例)

a) 連続式活性汚泥法

連続式活性汚泥法は、畜舎汚水の活性汚泥処理法の基本的な方法です (図5)。BOD容積負荷を $0.5\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ 以下の条件で短時間に処理する方法で、基本的な処理条件を満たしていれば、処理水の色度も比較的安く、透視度も15cm以上の良好な処理水が得られます。

b) 二段ばっ気法

二段ばっ気法は、高濃度汚水に対応するために考案された活性汚泥法の一つで、二段階の活性汚泥処理を行うことにより、良好な処理水を得ようとする方式です。1段階目の処理水では排水基準を満足する処理水

が得られなくとも、汚濁濃度の低下した1段階目の処理水を、再度活性汚泥による処理を行うことによって、より高い処理効率を得られます。

② 回分式の運転をする活性汚泥法

a) 回分式活性汚泥法

回分式活性汚泥法は、反応槽(ばっ気槽)に汚水を投入し、一定の時間ばっ気、静置(沈殿)をした後、上澄水(処理水)を排出するという一定のサイクルを繰り返しながら処理する方法です (図6)。1つの槽を使い、汚水の投入、ばっ気、沈殿、処理水排出、余剰汚泥の引き抜きを時間的に区切って行う方法です。この方法では、汚水投入時や

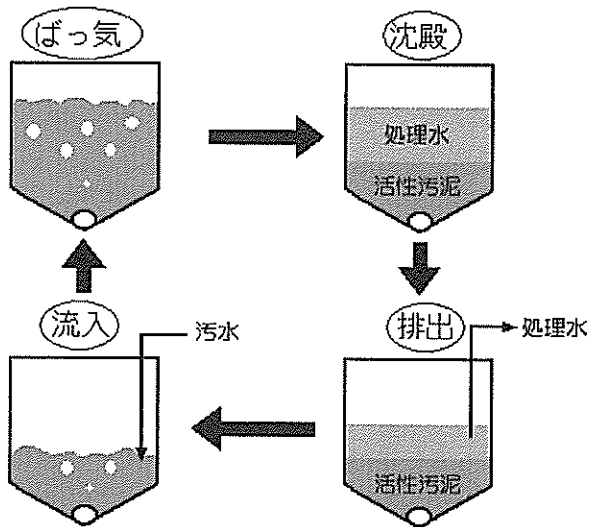


図6 回分式活性汚泥法の1日の処理サイクル

沈殿時に嫌気状態となるため、脱窒効果が期待できることや、汚泥の沈降性がよくなること、1つの装置でばっ気槽と沈殿槽を兼ねているため、装置の構造が単純であるなどの特徴があります。

運転にはサイクル数の設定、汚水流入・ばっ気・沈殿・処理水排出・汚泥引き抜きの各工程の時間的バランス、タイミングなど処理状況に合わせた調整が必要となります。これらの調整は専門業者に委託することになりますが、タイマー制御などにより、

日常管理は比較的容易な方法です。

### b) ばっ気式ラグーン法

ばっ気式ラグーン法はばっ気式酸化池法とも呼ばれ、BOD8,000mg/L程度の高濃度の汚水をBOD容積負荷量 $0.15\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ 程度の低負荷条件で、1カ月以上の長時間をかけて浄化処理する方法です(図7)。希釈水が得られない場合の処理法の一つで、余剰汚泥の排出量が少ないなどの特徴があります。

### c) 酸化溝法

酸化溝法はOD (Oxidation Ditch) 法とも呼ばれ、比較的水深の浅いドーナツ状のばっ気槽を用い、回転式の機械で水路表面を攪拌して空気を送り込むと同時に混合液に推進力を与えて活性汚泥処理する方式で(図8)、一般には回分式の運転方法をとります。機械設備が少なく、水深が浅く表面攪拌を行うため必要動力も小さく、維持管理にもあまり手間のかからない方式ですが、広い面積を要することから、敷地に余裕のある中小規模に適しています。

### ③ 活性汚泥変法 (硝化脱窒法)

通常の活性汚泥処理だけでは十分に窒素が除去できない場合には、脱窒処理が必要

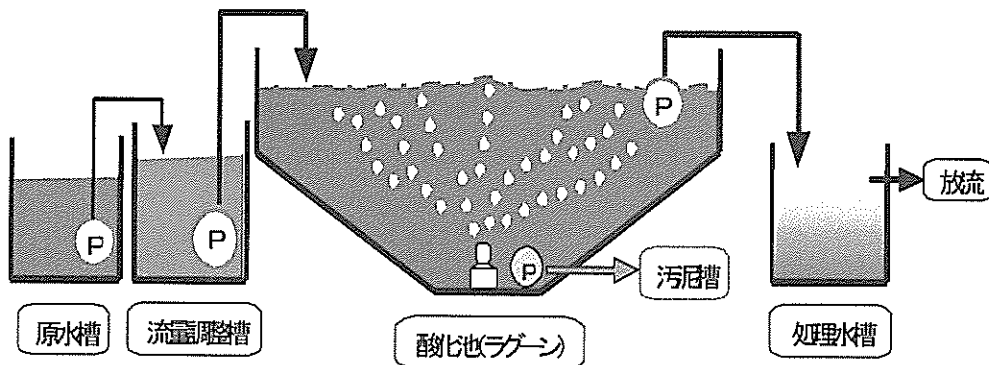


図7 ばっ気式ラグーン法の概念図

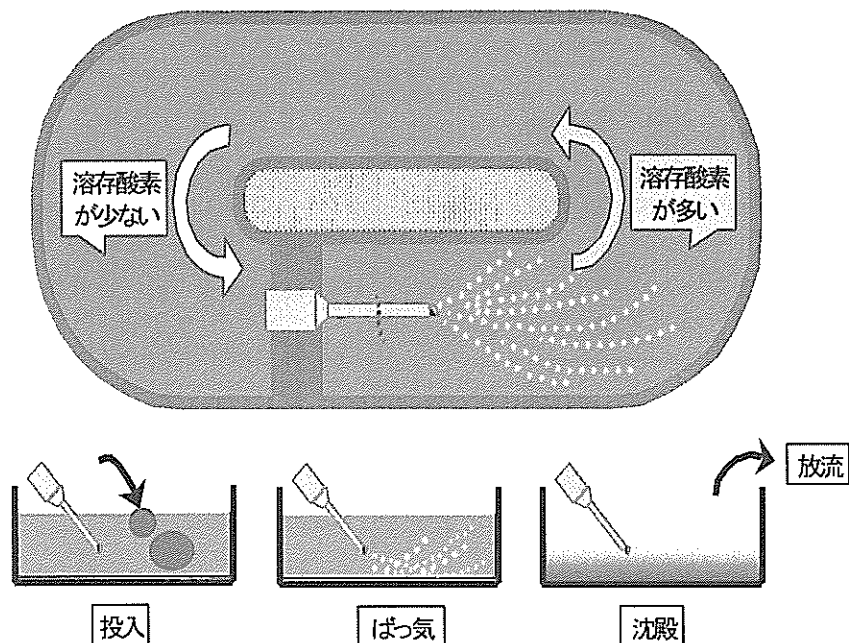


図8 酸化溝法の概念図

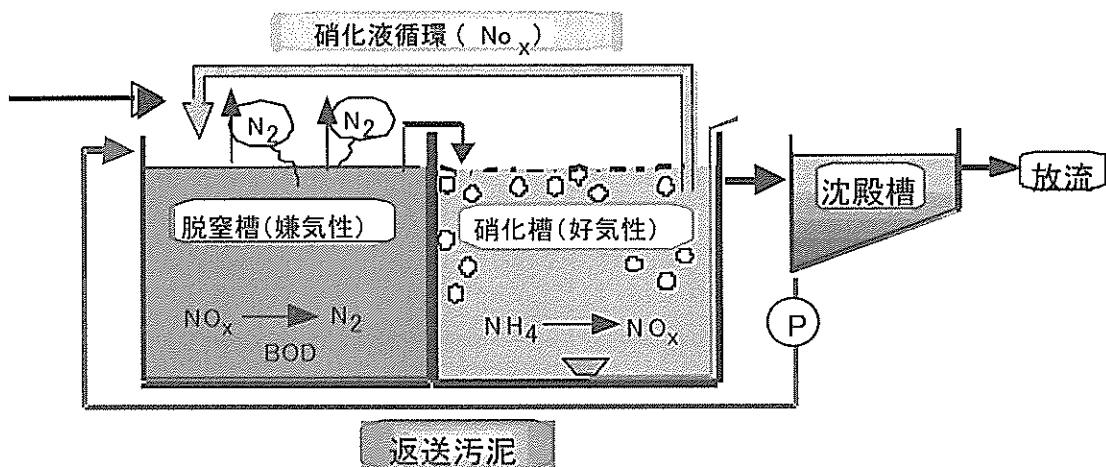


図9 活性汚泥変法（硝化脱窒法）概念図

になりますが、このような場合に採用される処理法です。

窒素の除去は、2段階で行われます。第1段階は硝化とよばれる工程で、ばっ気をしながら汚水中のアンモニアを硝化菌の作用で亜硝酸や硝酸にする工程です。第2段階は脱窒とよばれる工程で、硝化工程で生成した硝酸、亜硝酸を脱窒菌の働きで窒素ガスにして大気中に放出する工程です。この2つの工程を組み合わせると汚水中の窒素

を除去します。

なお、硝化工程では硝酸が生成されるためpHが低下しすぎないように操作が必要で、硝化槽にはpH調整装置を設ける必要があります。一方、脱窒工程は反応の進行に有機物を必要とする反応であるため、有機物の供給装置が必要です。供給する有機物として、メタノールが一般に用いられますが、メタノールは高価なため、汚水中の有機物や廃食用油を利用することも可能です。

施設の構造は、複数の反応槽で嫌気・好気工程を繰り返す方法、1つの反応槽で時間的に嫌気・好気工程を繰り返す方法（間欠ばっ気法など）、同じく1つの反応槽でばっ気に強弱を付けることによって嫌気ゾーンと好気ゾーンを形成させる方法など各種の方式が実用化されています（図9）。

#### ④ 膜分離活性汚泥法

従来の活性汚泥法は、処理水と活性汚泥の分離に、重力式沈殿槽が用いられていましたが重力式沈殿槽の分離効率は活性汚泥の性状に大きく左右されます。このため、汚泥の沈降性を常に良好な状態に維持することに多くの労力を割かれます。そこで、近年、高分子のろ過膜を用いて汚泥と処理水を分離する方法が導入され始めています。活性汚泥と処理水を、沈殿分離ではなく、

膜でろ過しようとするものです。活性汚泥と処理水の分離には、一般に、精密ろ過膜（MF膜、細孔径0.02~150 $\mu$ m）または限外ろ過膜（UF膜、分画分子量1,000~300,000）が用いられています（図10）。

膜本体の構造は、平膜、管状膜、中空糸膜があり、処理水の分離方法によって内圧型、外圧型などに分けられます。また、設置形式では、浸漬型、槽外設置型があります。

#### (2) 生物膜法（接触酸化法、回転円板法）

生物膜法は、ばっ気槽の中へプラスチック製接触材（支持体）を設置し、その表面に付着増殖した活性汚泥（生物膜）で処理する方式です（接触酸化法）。接触材を固定せず、生物膜の付着した円板状の回転体を用い、円板の一部を汚水中に、一部を大気

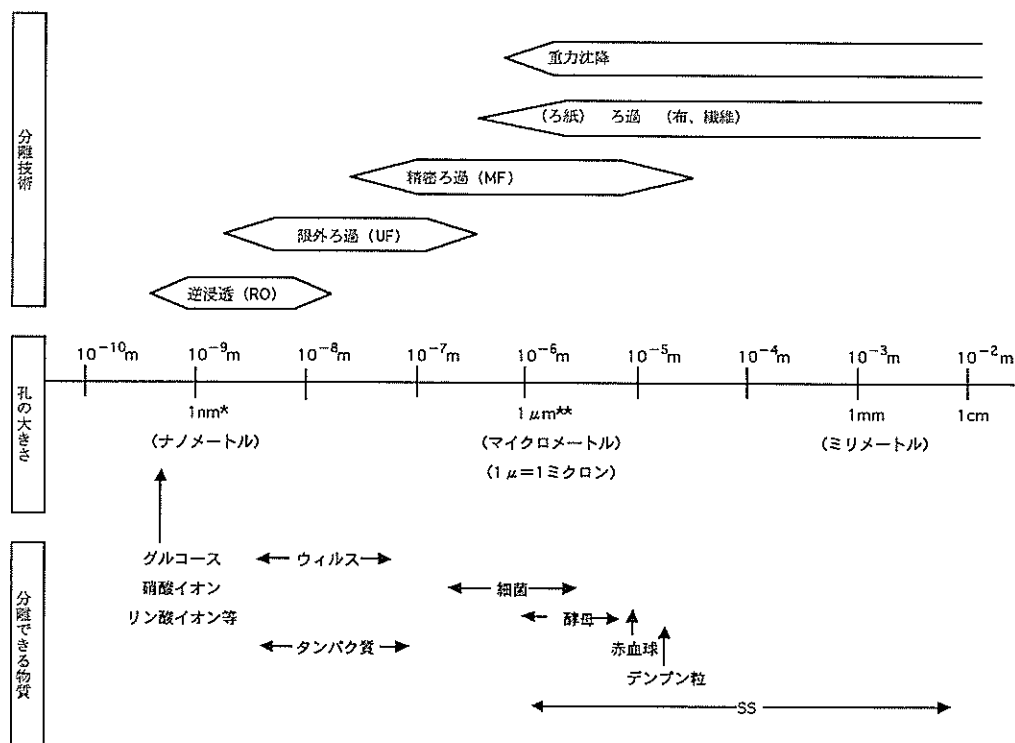


図10 各種の分離技術と適用範囲



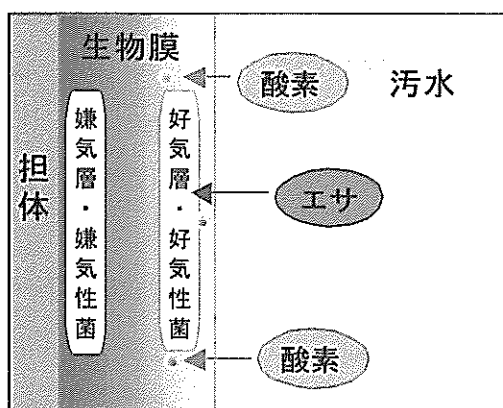


図11 生物膜法の概念図

中にさらすことにより、ばっ気を必要としない方式（回転円板法）もあります。いずれも、接触材表面の生物膜が浄化の役割を果たす方法です。生物膜中には好気性菌から嫌気性菌まで幅広い微生物が棲みついています（図11）。

活性汚泥法のように、返送汚泥の調整などきめ細かな維持管理が必要でないため、比較的管理しやすい利点があります。ただし、接触材の目が細かいと付着汚泥による目詰まりを起こすなどのトラブルがあるので、汚水の性状などを考慮した設計が必要です。

生物膜法はSSの流入を嫌います。このため、ボロ出しや固液分離機の機能が十分でないと生物膜法はすぐに機能障害を生じます。管理作業は比較的容易ですが、定期的に肥厚生物膜のはく離・移送を行う必要があります。生物膜法の特徴として、低負荷条件になった場合や、汚水の流入中断には強いのですが、汚水量の増加、過大負荷に対しては施設の増設以外に対応できません。設計時の条件設定が機能を大きく左右しま

すので、導入に当たっては、事前の十分な検討が必要です。なお、生物膜は活性汚泥に比べて生物の種類が多いといわれ、微小後生動物なども出現します。このため、食物連鎖が多段になって、余剰汚泥の発生量が少なく、濃縮性に優れています。

最近、プラスチックろ材の代わりにカキ殻などの安価なろ材も利用されており、ろ材の交換時期の判断など技術的要素や経験も必要とされますが、建設費の低減化とリン除去効果も期待できるなど普及に向けて期待される処理法です。

### (3)その他の方法

#### ① 土壌を利用した処理法

土壌を利用した処理法は、処理水を地下に浸透するものではありません。ここでいう土壌処理とは、土壌をコンクリートやプラスチックの箱などに充てんし、その土壌中の微生物による分解や吸着作用を利用した処理装置を指します。土壌処理法は、活性汚泥処理水中に残存する難分解性物質やリン除去、脱色などが期待できます。しかし、高濃度では目詰まりが生じるため、畜舎汚水を直接処理することはできません。

#### ② 高度処理法

排水規制が厳しい場合には、活性汚泥法等による処理水をさらに高度に処理する必要があります。ここでは、リン除去、難分解性物質の除去および色の除去について簡単に紹介します。

リンの規制が厳しい場合には、リン除去対策を考慮する必要があります。リン除去については、土壌吸着法、生物脱リン法、

晶析法、凝集分離法などがありますが、もっとも多く採用されているのは凝集分離法です。汚泥発生量が多くなりますが、装置の規模が小さいこと、比較的安価であることなどからよく採用されています。凝集分離法以外の方法は、まだ開発段階で処理機能が不安定であること、SSやリン濃度の高い排水には適用できないことなどの理由から、畜舎汚水のような高濃度汚水を対象にした実施例は多くはありません。

難分解性物質に対しては、活性炭吸着法や膜分離法が用いられます。活性炭吸着法は、難分解性物質を活性炭に吸着して除去するもので、色や臭いも吸着除去できます。装置の構造も比較的簡単ですが、活性炭を定期的に取り換える必要があること、活性炭が高価なことなどの特徴があります。

色の除去に対しては、前述の活性炭吸着法が一般的です。畜舎汚水の活性汚泥処理水は一般に褐色を帯びていて、視覚的には、浄化されていないようにもみえるので、脱色処理が要望される場合もあります。活性炭吸着法以外にも、凝集分離法や化学的脱色法、逆浸透膜法などでも効果が得られます。いずれにせよ、処理水の脱色には装置建設費、維持管理費などの多大なコスト負担を伴います。

### ③ 処理水を再利用する場合の処理法

処理水を放流できない場合には、場内で循環利用することになり、逆浸透 (RO) 膜法が使われます。膜分離技術は、前掲の図10のように、ろ過膜の細孔径に応じて、一般ろ過膜、精密ろ過 (MF) 膜、限外ろ過

(UF) 膜、ナノろ過 (NF) 膜、逆浸透 (RO) 膜などがあります。このうち、逆浸透膜は0.3~5nmの超微細粒子、低分子物質やイオン状態のものを分離することができます (nmは1mmの1/1,000,000)。逆浸透膜透過水は真水に近い処理水が得られますが、膜ユニットを定期的に交換するコストがかさむことや、濃縮液の処理などに留意しなければならないので、処理水の放流先がない場合など、導入は特殊な場合に限られます。

### 3) メタン発酵法 (嫌気性発酵法)

メタン発酵法は近年注目されている方法で、酪農や養豚においても検討が進められています (図12)。メタンガスとしてエネルギー回収ができ、メタン回収後の消化液を液肥として利用できる利点がある反面、建設費が高く、消化液の液肥利用ができない場合には消化液の浄化処理にもコストが必要となるなどの欠点があります。こうしたメタン発酵の特徴と処理の目的を明確にした上での検討が重要です。

酪農では、消化液の液肥利用が主体となりますが、養豚での液肥利用は困難な場合が多いので、そのような場合には消化液の浄化処理が必要となります。費用効果の点から、ある程度の施設規模が必要です。また、メタン発酵法は現状では処理費用を畜産経営のみで負担できないことが多く、導入に当たっては十分なコスト試算の検討が必要です。

メタン発酵法は、メタン回収効率を高めるため、一般にふん尿混合の高濃度汚水を対象としています。嫌気性処理であるため

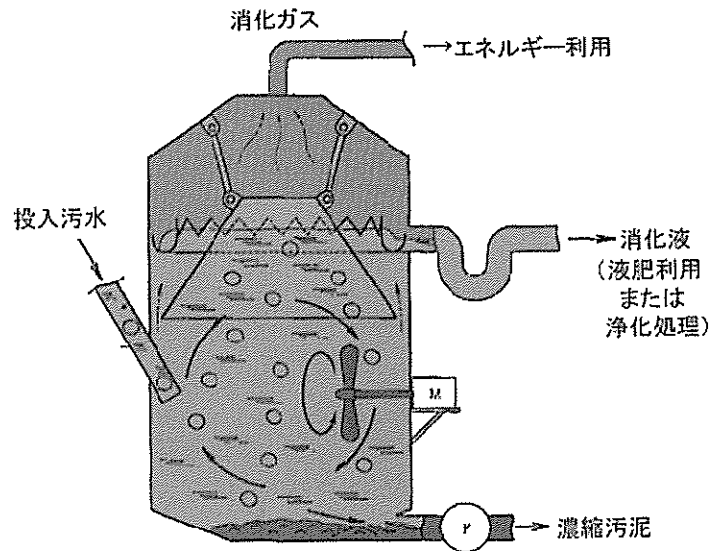


図12 メタン発酵槽

反応の途中で臭気物質が発生しますが、これらの臭気物質（有機酸）は処理の過程で分解されてメタンガスとなるため、消化液の臭気は著しく軽減されます。

メタン発酵法には、一般に普及している約37℃の中温発酵法と、約55℃の高温発酵法があります。高温発酵法は、加温設備が必要ですが、有機物の分解効率（メタン回収効率）が高いなどの特徴があります。

また、メタン発酵法は、水分90%程度の汚水を対象とした湿式法と、水分80%程度を対象とした乾式法がありますが、畜舎汚水の場合はほとんどが湿式法です。乾式法では、樹木の剪定枝や古紙を汚水に混合してメタン発酵する方法が行われています。また、畜舎汚水に食品残渣を混合するとガスの発生量が高まり、エネルギー活用型メタン発酵法としてのメリットが得られるため、畜産と地域有機資源の融合による資源循環型システムの組み立てが期待できる処理方法ですが、このようなシステムを組ん

だ場合には、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」に基づく廃棄物処理業の許可が必要となる場合があるので、注意が必要です。

#### 4. 汚水処理に関する留意点

##### 1) 管理上の留意点

(1)処理コスト低減には固液分離が重要（汚濁物質の大半はふんにある）

汚濁物質の量はBODでみるのが普通です。豚の場合、BODの大半がふん中にありますから、汚水中のふんを取り除くことが処理施設の規模の軽減につながり、活性汚泥処理のばっ気の電気料が少なくなるなど低コスト化が図れます。乳牛の場合は、ふん中に尿の18倍のBODがありますから、豚よりもふん中に含まれるBODの割合はさらに多いことになります。

豚のふん尿を分離しないと、堆肥化材料としては水分が高すぎ、汚水処理の対象としては汚濁物質が多すぎます。また、放置すると強い臭気が発生することなどから、

極力ふんと尿を分離し、ふんは堆肥化処理とし、尿は污水浄化処理施設などによる適正処理を行うことが求められます。ボロ出しをすることで尿污水中にふんの混入量が減少し、処理すべき污水中の汚濁物質の量が少なくなり、污水处理コストの低減につながります。なお、メタン発酵処理する場合でも夾雑物（稲わらなど）は極力分離する必要があります。

#### (2)活性汚泥処理ではBODと窒素の比率が重要

活性汚泥法では、微生物が要求するBODと窒素の比率（BOD/窒素）は20程度が適当とされており、この比率に近いほど污水处理は効率的に行われます。

污水量や汚濁濃度は、畜舎構造や豚舎の洗浄方法などの飼養管理法によって違います。ふん尿混合の場合、混合されたふん尿や飲水のこぼれ水、消毒水、洗浄水が加わったきわめて高濃度の污水が排出されます。この污水のBODは窒素の約5倍となります。BODと窒素の比率が5倍というのは、適性比率が20ですから窒素が比較的高い成分構成です。BODに対して窒素の比率が高いと、過剰の窒素は除去されず処理水中に残ってしまいます。この場合には、水質規制値をオーバーするおそれがあるため、脱窒処理が必要になることがあります。

豚舎構造や豚房の水洗浄を行うかどうかなど、飼養管理の方法によって、BODや窒素などの濃度、バランスも大きく異なってくるので、日常の畜舎管理に当たっては、水量、水質の変動を少なくするような配慮

が必要です。

#### (3)活性汚泥法はばっ気量を適度に保つことが重要

ばっ気量はBOD1kgに対して80~100<sup>m</sup>3程度の空気をばっ気槽へ送り込む必要があります。日常の管理においては活性汚泥の色が茶褐色であれば好気性の正常な条件を保っていますが、酸素不足になると黒っぽくなってくるので、ばっ気量を増やしたり、投入する污水量を減らすなどの調整を行います。ばっ気の程度を表す指標として、ばっ気強度が使われています。ばっ気強度とは、ばっ気槽容量1<sup>m</sup>3、1時間当たりに吹き込む空気量をいい、運転管理の目安とされています。活性汚泥のばっ気槽では1~1.5<sup>m</sup>3/<sup>m</sup>3・時程度のばっ気強度で運転するのが一般的です。

#### (4)溶存酸素濃度が重要

活性汚泥が働くためには十分な酸素が必要です。ばっ気槽内の酸素が充分であるかどうかは、ばっ気槽水のDO（溶存酸素濃度）を測定して判断します。ばっ気槽水のDOが2~3mg/Lであればばっ気量は充分です。ただし、窒素の除去を目的にする場合には、DOを少し高めに設定し、窒素の硝酸化を促進させることも考える必要があります。

#### (5)活性汚泥法は活性汚泥量を日常的に管理することが重要

活性汚泥法で適性に処理するためには、ばっ気槽中の活性汚泥量を日常的に管理する必要があります。活性汚泥量は図13に示したように、1Lのメスシリンダーにばっ気槽の混合液を入れ、30分間で沈降する活性

汚泥沈殿率（SV30）を測定することでほぼ把握できます。一般的な設計値では、活性汚泥濃度を5,000mg/Lに設定しているので、沈降汚泥の目盛りが400～500mLを示していれば正常です。

一方、汚水中の汚濁物質を栄養源として摂取して増殖した活性汚泥は、ばっ気槽で5,000mg/L以上に増えてくるため、一定量以上に増えた活性汚泥は系外へ余剰汚泥として引き抜き、前処理で固液分離する固形物（し渣物）と一緒に堆肥化処理を行います。つまり、BODやSSの一部（約半分程度）は活性汚泥に変換して固形物として回収することになります。

(6) 汚水処理施設は建設した後の維持管理が重要（適切な維持管理が処理性能を引き出す。）

運転管理技術は画一的ではなく、同じ構造や規模の処理施設でも同じ運転管理方法で対応できるとは限りません。排水の量や性状が個々の現場によって異なるからです。また、同じ畜種、規模、構造の畜舎からの排水でも畜舎の管理状況によって性状が異なります。さらに、季節的な変動や1日のうちでも時間的な変動があるのが普通です。

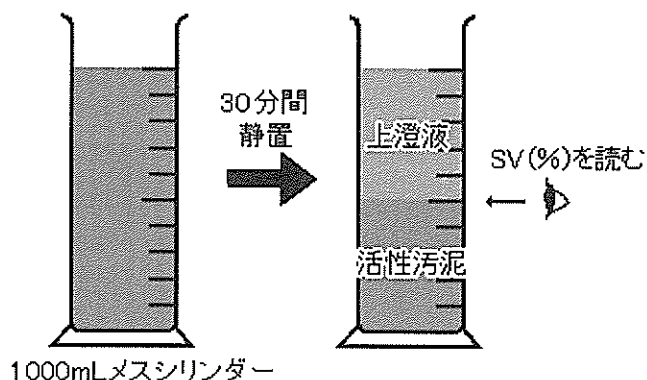


図13 活性汚泥沈殿率（SV）の測定

日常管理している自分の処理施設でも、処理機能が安定しているとき、悪化傾向にあるとき、あるいは回復しているときで処理施設の管理方法は異なるはずですが、ましてや、窒素やリン除去など、高度な処理を行っている施設では、とくにこの傾向は強く現れます。生物作用を積極的に活用した装置の宿命とはいえ、処理装置の性能を活かすも殺すも日常の管理技術にかかっています。

汚水処理施設を導入するにあたっては、施設を建設すればおしまいではなく、それを機能させるために、管理経費の負担はもちろんのこと、日常の管理にも相応の技術、知識、経験が必要とされることを常に心しておかなければなりません。

## 2) 日常的管理の5原則

維持管理の要点を表4に示したように5項目にまとめました。①処理能力を超えないこと（流入汚水が設計より高濃度ではだめ）、②活性汚泥量を必要十分に保つこと（多すぎてもだめ）、③ばっ気量を適正に保つこと、④ばっ気槽の滞留時間に不足がないように（汚水量を増やさないこと）、⑤毎日本質をチェックして処理状況を把握することの5つです。これだけはぜひ日常的に守ってください。

なお、最近の汚水処理施設は、高度処理方式のものも多く、高度な管理技術が要求されています。高度処理施設の管理は、高度な専門的技術や経験を必要としますので、専門の維持管理業者に委託することも望ましい方向でしょう。

表4 活性汚泥処理施設の維持管理

	管理項目	言い換えると	専門的管理	農家でできる 日常管理の基準	豚にとと えると
①	処理能力を超えないこと	設計より高濃度ではだめ	BOD容積負荷0.5kg/m <sup>3</sup> 日以下	目視観察で状態確認 (色が濃かったり、濁りが多い、臭気が強いと濃度が高いことが多い)	エサの量
②	活性汚泥量を適切に	多すぎる時は汚泥引をき抜く	MLSS5,000mg/L 程度	SV測定50～60%	健康状態
③	ばっ気量を適正に	多すぎると汚泥の解体、動力費増	DO2mg/L程度、槽内の旋回流	ばっ気槽表面の流れが30cm/秒程度	酸素
④	滞留時間が不足しないこと	汚水量が多すぎではだめ	滞留時間 1日～数日、流量調整等	汚水量を増加させないこと	消化時間
⑤	毎日の水質チェック	処理状況の把握	排水基準の遵守(BOD等)	透視度10cm以上	肉質

## Ⅱ 固液分離機の種類および特徴

### 1. 固液分離の必要性

畜舎汚水の処理は、前に述べたように汚水の中に固形物をなるべく混入させないようにすることが、処理のコストおよび効率の面から重要です。したがって、まず最初に処理汚水の固液分離をすることが必要です。汚水の処理は、固液分離した固形物(し渣物)と分離した汚水の処理とに分けて考える必要があります。

すでに述べたように汚水処理の方法は、まず、汚水中の固形物や浮遊物質(SS)を、主に物理的な方法で汚水と分離し、次に、溶解性の汚濁物質を、主に化学的、生物学的方法で、水中から分離除去することです。すなわち、汚水処理は、基本的にSSのように粒子が大きい物質については物理的に固液分離機で機械分離の方がコスト的に安く容易です。一方、水中に溶解している物質やコロイド状物質は、物理的処理では分離が困難なため活性汚泥法などの生物処理が行われますが、活性汚泥の微生物はSSのような汚濁物をエサとして体内に取り込む

ことができないので、ばっ気槽の中にそのまま不活性な汚泥として蓄積していきます。このためにも、生物処理の前段で、できる限り固形物を除去することが重要です。

### 2. 固液分離機の種類と特徴

固液分離機は流入汚水中の固形物を分離・除去するための装置で、汚水処理の前処理用のものと、余剰汚泥の濃縮、脱水を目的とするものがあります。前者は、一般に、直接汚水中の夾雑物をスクリーン等を用いて分離しますが、後者は、凝集剤を添加して濃縮・脱水を行うのが一般的です。前処理用の分離機としては、スクリュープレス、ローラープレス、ベルトスクリーン、振動篩、多重板波動フィルターなどがあります。一方、余剰汚泥の分離用としては、真空脱水機、加圧脱水機(フィルタープレス)、ベルトプレス、スクリュープレス、遠心濃縮脱水機(スクリュードカンタ)、多重円板脱水機などがあります。

分離機の種類と特徴を表5に整理して示しましたので参考にしてください。

表5 固液分離機の種類と特徴 (1)

分離機の種類 (分離機構)	スクリー ブレス	ローラープレス	ロータリードラ ムスクリーン	ベル ト スクリーン	振動ふるい	多重板波動 フィルター
分離対象	汚水・余剰汚泥 併用	汚水用	汚水用	汚水用	汚水用	汚水・余剰汚泥 併用
使用凝集剤	凝集剤添加と無 添加の方法がある。	凝集剤添加と無 添加の方法がある。	高分子凝集剤等	無添加	無添加	凝集剤添加と無 添加の方法がある。
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 畜舎汚水および余剰汚泥の固液分離に用いられる。</li> <li>・ 畜舎汚水の固液分離に高分子凝集剤を用いると分離性能は非常に高くなる。</li> <li>・ 汚水に砂などが混入するとスクリーンの摩耗が大きく耐久性が低下する。</li> <li>・ 比較的動力が大きい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プラスチック製のろ布を使用した機種が多く、目詰まり等が少ない。</li> <li>・ 畜舎汚水の固液分離に高分子凝集剤を用いると分離性能は非常に高くなる。</li> <li>・ 動力は機種によって異なるので確認が必要。</li> <li>・ 原料水分90%程度の高濃度汚水は分離効果が低くなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 単純に網でろ過するだけなので、ろ過が容易でろ過速度が速い。</li> <li>・ 分離面がろ布と異なり、閉塞しづらい。</li> <li>・ 汚泥に強い力を加えないので破砕されずに濃縮され、汚泥回収率が高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 単純に網でろ過するだけなので、ろ過が容易でろ過速度が速い。</li> <li>・ 分離面が走行のため閉塞しづらい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 単純に網でろ過するだけなので、ろ過が容易でろ過速度が速い。</li> <li>・ 分離面（スクリーン）を振動させながら分離するので閉塞しづらい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 板状スクリーンが波動することにより、分離する。</li> <li>・ 自己洗浄効果により閉塞が起りにくい。</li> <li>・ 流動性があれば、異物が混入しても分離が可能。</li> </ul>
脱水ケーキ含 水率 (目標含水率)	ウエイトによる圧力調整ができるが、概ね 汚水：65～75% 余剰汚泥：80～ 83%	機種によって異なるので確認が必要。	機種によって異なるので確認が必要。	他に比べて若干高い。 (85%以下)	他に比べて若干高い。 (85%以下)	最終工程でウエイトにより圧搾しているため、比較的水分が低い(80%以下)。
操作性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動運転が可能。</li> <li>・ 運転に熟練を要さない。</li> <li>・ 構成機器が少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動運転が可能。</li> <li>・ 運転に熟練を要さない</li> <li>・ 構成機器が少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 構成機器類が少ない。</li> <li>・ 自動運転、遠隔操作が容易。</li> <li>・ 運転に熟練を要さない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 構成機器類が少ない。</li> <li>・ 自動運転、遠隔操作が容易。</li> <li>・ 運転にさほど熟練を要さない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 構成機器類が少ない。</li> <li>・ 自動運転遠隔操作が容易。</li> <li>・ 運転にさほど熟練を要さない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 構成機器類が少ない。</li> <li>・ 自動運転遠隔操作が容易。</li> <li>・ 運転に熟練を要さない。</li> </ul>
対象施設規模	小～大規模施設	小～大規模施設	小～中規模施設	小規模施設	小規模施設	小規模施設



表5 固液分離機の種類と特徴 (2)

分離機の種類 (分離機構)	真空脱水機	加圧脱水機	ベルトプレス	遠心濃縮脱水機	多重円板脱水機
分離対象	余剰汚泥用	余剰汚泥用	汚水・余剰汚泥併用	余剰汚泥用	余剰汚泥用
使用凝集剤	塩化第2鉄、 消石灰等	塩化第2鉄、 消石灰等	高分子凝集剤等	高分子凝集剤等	高分子凝集剤等
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>石灰の使用量が比較的多く、このコストを考慮する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ろ布の目が細かいため、コロイドや粒子の小さい汚泥は、ろ布の目詰まりを生じ脱水が困難な場合がある。</li> <li>汚泥の質の変化により処理能力が大きく左右される。</li> <li>バッチ処理のため処理効率が悪い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>連続処理で処理効率が比較的良い。</li> <li>加圧脱水機に比べろ布の目が粗いが、微細な汚泥に対しては目詰まりや回収率の低下がある。</li> <li>分離機構が簡単で脱水状況を直接確認しやすい。</li> <li>遠心濃縮脱水機に比べ、動力が小さい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高速回転で連続処理するため処理効率が非常に高い。</li> <li>比重差で脱水するので汚泥濃度が低くても脱水が可能で、汚泥の質の変化にも対応できる。</li> <li>難脱水性汚泥に対しても比較的安定して脱水できる。</li> <li>大きな動力が必要。</li> <li>振動、騒音が大きい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>連続処理で処理効率が比較的良い。</li> <li>汚泥の質が変化すると処理能力が不安定となりやすい。</li> <li>高分子凝集剤を用いるSS回収率が高い。</li> </ul>
脱水ケーキ含水率 (目標含水率)	他に比べて若干高い。 (85%以下)	含水率は分離機の中では最も低くなる。	高分子系脱水機としては比較的脱水性が良い。 脱水汚泥は比較的扱いやすい。 (85%以下)	(85%以下)	脱水汚泥は比較的扱いやすい。 (85%以下)
操 作 性	<ul style="list-style-type: none"> <li>構成機器が多い。</li> <li>自動運転、遠隔操作が可能。</li> <li>運転が比較的複雑であるが、自動化されているためさほど熟練を要さない。</li> <li>広い設置スペースが必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構成機器が多く、動きが複雑。</li> <li>運転が複雑であるが、自動化されているためさほど熟練を要さない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構成機器が比較的少ない。</li> <li>自動運転、遠隔操作が可能。</li> <li>運転にさほど熟練を要さない。</li> <li>設置スペースが小さい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構成機器が少ない。</li> <li>自動運転、遠隔操作が可能。</li> <li>運転に熟練度を要さない。</li> <li>設置スペースが小さい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構成機器が比較的少ない。</li> <li>自動運転、遠隔操作が可能。</li> <li>運転にさほど熟練を要さない。</li> <li>設置スペースが比較的小さい。</li> <li>振動、騒音が少ない。</li> </ul>
対象施設規模	大規模施設	大規模施設	小～中規模施設	中～大規模施設	小～中規模施設

## VI. 海外調查報告

# デンマークにおけるメタン発酵施設の現状

はじめに

デンマーク大使館主催のデンマークバイオガス研修旅行（平成15年5月31日～6月6日）に参加する機会を得たので報告する。見学したバイオガスプラントは1つの集中型プラント、3つの個別型プラント、1つの試験プラントである。他に移動型固液分離装置、消化液成分分離装置、スラリー成分分離装置を見学し、5つのセミナーを受けた（図1）。メタン発酵を中心とした内容であったが、デンマークにおける家畜ふん尿処理は、農地へのスラリー散布とメタン発酵処理が主流であることを考えると、デンマークにおける家畜ふん尿処理の現状を

視察できたと考えて良いと思われる。

本研修旅行には、農業システム系の大学教員2名、養豚業関係4名、廃棄物処理コンサルタント業2名、大手建設業1名といった幅広い専門分野からの参加者があり、多くのコメントや情報をいただくことができたことは幸いであった（写真1）。

## 1. 家畜ふん尿処理の歴史および現状

デンマークでは、過去に窒素による水圏の汚染が深刻な問題となったことから、ふん尿を散布できる農地面積によって飼育できる家畜の頭数を定めた法律、いわゆるハーモニー・ルールと呼ばれるものが定めら

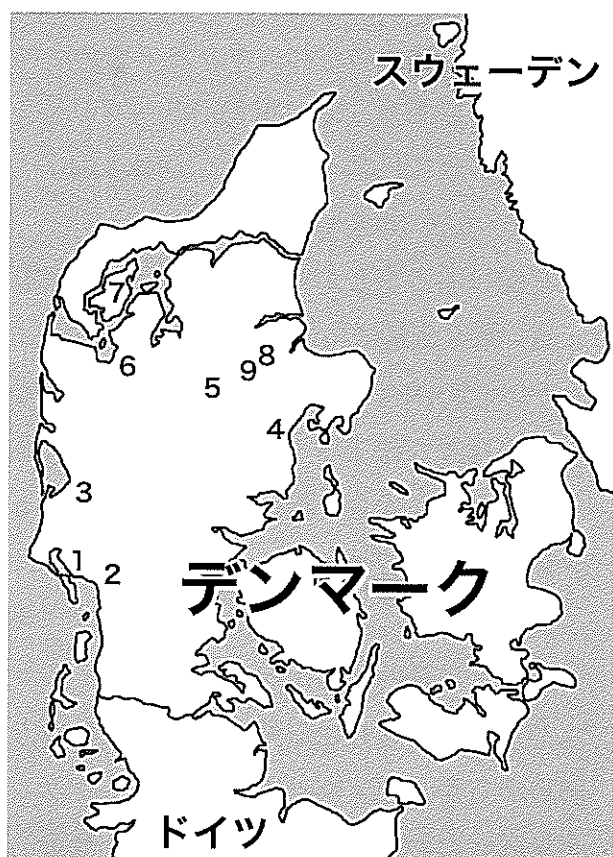


図1 訪問した場所および施設。(番号は訪問した順である。)

1. Esbjerg：Aalborg大学内にあるバイオテクノロジー&バイオエネルギーセンター
2. Lintrup：Linkogas社（集中型バイオガスプラントを運営する会社）
3. Hegndal：Dansk Biogas社製の個別型バイオガスプラントおよび消化液成分分離装置
4. Arhus：Schow & Co.社（Dansk Biogas社の株主）のセミナーハウス
5. Brandstrup：Lundsby Bioenergi社製個別型バイオガスプラント
6. Spottrup：移動式固液分離装置
7. Mors：Funkki社製のスラリー成分分離装置
8. Lojstrup：Green Farm Energy社の実証実験プラント
9. Ronge：DDH Contractors A/S社の個別型バイオガスプラント



写真1 Hegndalの養豚農家で撮影した参加者全員の写真。左から4人目がこの農家の持ち主で、前デンマーク養豚協会会長であり日本にも来たことがあるとのこと。彼は、長時間にわたる参加者からの質問責めに、終始丁寧に答えていただいた。前列左が筆者

れている。これによって窒素汚染を低減させることに成功したが、現在はリンによる水圏の汚染が問題となっている。これは、農地に肥料として必要となる窒素量に見合う量のスラリーや消化液を散布すると、リンを必要量の2倍散布してしまうことに起因している。スラリーや消化液を固液分離すると、リン成分の多くが固形分に、窒素成分の多くが液分に分けることができることから、農地に適正な窒素量とリン量を施肥できるようになる。そこで、デンマークでは、1年前にアンモニアの揮散防止とリンの過剰施肥の問題を回避する目的で、固液分離すれば飼養可能な頭数を125%に増加、さらに液分の成分分離をすれば150%に増加できる法律が制定されている。

## 2. バイオガスに対する補助政策

バイオガスなどの再生可能エネルギーによって発電された電力を電力会社に売ると、その売電量に応じて国から補助金を受けることができる。今年からグリーン証書制が

始まっており、その内容は以下の通りである。(DKKはデンマーククローネ、1クローネは約19円)

- ・既存のバイオガスプラントは、  
固定買取価格 (0.33 DKK/kwh) + 補助金 (0.27 DKK/kwh) = 0.6 DKK/kwh  
を受け取ることができる。
- ・2000年以降の新設バイオガスプラントは  
固定買取価格 (0.5 DKK/kwh) + グリーン証書の販売代金 (0.1~0.27 DKK/kwh)  
= 0.6~0.77 DKK/kwh  
を受け取ることができる。ただし、固定買い取り価格は10年経過後に0.5 DKK/kwhが0.4 DKK/kwhになり、その後になるかはまだ決まっていない。グリーン証明書の販売代金は最低でも0.1 DKK/kwhは保障されている。
- ・2008年以降に建設されたバイオガスプラントには補助金が出ない。  
バイオガスに対する補助政策が縮小の方向にあるが、デンマーク政府がバイオガスを見限ったわけではない。EUでは、政策的

に伸ばしたい産業に補助金を付けるが、産業が十分に育成されたと考えられれば補助を縮小するのが一般的である。バイオガスは、今後もデンマークにおけるエネルギー資源の1つであり、有機物質循環の要に位置づけられ続けるとのことである。ただし、このような状況のため、バイオガスプラントメーカーは、海外での販売に力を入れているようである。

### 3. バイオガスプラントの現状

デンマークには、集中型バイオガスプラントが25施設、個別型バイオガスプラントが50施設ある。デンマークでは、耐久性があり、コンピュータ制御によって自動化されたものが好まれるとのことで、全体的に施設はかなり高価であった。しかし、施設の構造を単純にすることで、価格を抑えると同時に耐久性を向上させている点も特徴となっている。発酵方法は、見学した施設のほとんどが高温発酵であり、中温発酵から高温発酵に転向したプラントもあった。高温発酵は、温度制御の難しい方法であるが、タンク容量あたりの処理能力が高く、発酵温度が52～60℃と高いため、病原性微生物対策にもなることから、広く採用されるようになってきている。

デンマークでは、補助金が販売した電力量に応じて支払われることから、発酵タンク容量あたりのバイオガスの発生量を多くして発電量を増やすことを目的に、ふん尿と一緒に有機性の産業廃棄物を投入するco-digestionが広く普及している。廃棄物を排

出する業者から処理費を受け取ることも目的とされているが、見学したプラントによっては、廃棄物を購入している例もあった。消化液を農地に還元することから、受け入れる廃棄物については、人の食品工場由来はそのまま使用可能、鶏と豚由来の脂肪は120℃、2気圧の処理したものは使用可能、病畜は使用できない、といった規制がなされている。また、バイオガスプラントに持ち込まれた廃棄物は、全て個別に重金属類等の測定がなされている。バイオガスプラントに投入されている廃棄物としては、と畜場や魚加工場から出る残渣や、チーズ、牛乳、マヨネーズ、ドレッシング、マーガリン、ビール等の工場からの廃棄物があった。油類はバイオガスの発生量が高いため、好んで受け入れられていた。co-digestionは、見学した全てのプラントが採用しており、デンマークにおける2000年のバイオガスの原料は、80%が家畜ふん尿で、20%が有機性廃棄物であった。

#### 1) Linkogas社のプラント

Linkogas社は、1988年に66戸の畜産農家が集まって設立され、1990年に稼働したバイオガスプラントである。このように数戸の畜産農家のふん尿を集めて操業しているプラントを集中型バイオガスプラントと呼んでいる。各農家からスラリーをタンクローリーで回収しており、その際に、回収した量と同量の消化液を農家に置いてくるようになっている。驚いた点は、スラリーも消化液も同じタンクを使用しており、1台

のタンクローリーが複数の農家を巡っているのにもかかわらず、タンクの殺菌や洗浄は行っていない。しかし、EUの定めた病原微生物対応マニュアルに従っているので全く気にしていないとのことである。生産されたバイオガスは、パイプラインを使って近隣の町まで送っており、お湯と電気を供給している。

## 2) Dansk Biogas社のプラント

Dansk Biogas社製の個別型バイオガスプラントは、Hegndalにある母豚2万頭で、700haの広大な農地に4カ所に分かれた牧場を持つ養豚農家であった。ここの特徴は、原料となるスラリーを各牧場からパイプラインで送り（4.5 kmまで搬送可能とのこと）、消化液の液成分（消化液の成分分離装置については後述する）も農地までパイプラインで送るようにすることで、輸送コストを抑えると共に、各農場に病原菌を持ち込むことがないようにしている点である。

## 3) Lundsby Bioenergi社のプラント

Lundsby Bioenergi社製の個別型バイオガスプラントは、150haの農地を持つ母豚1,100頭の繁殖農家に設置されていた（写真2）。このプラントは、見学した中で唯一の中温発酵（36℃）である。この施設の特徴は、弁で流路を切り替えることにより、1台のポンプで、畜舎→前処理槽、前処理槽→発酵槽、発酵槽→消化液槽の送液を行っている点である。この農家では、消化液を自家消費しきれないため、周辺の耕作農家に無料で散布していたが、他の農場では16 DK K/tの料金を払って散布させてもらっているところもある。

## 4) DDH Contractors A/S社のプラント

DDH Contractors A/S社の個別型バイオガスプラントは、処理能力22,000 t/年の比較的小さい施設である。このプラントの最大の特徴は、スラリータンクを同心円状に3つに区切り、これにフタをしたような形状のタンクがあり、この一番外側が発酵槽、



写真2 Lundsby Bioenergi社製個別型バイオガスプラント。左が前処理槽400 m<sup>3</sup>で奥が発酵槽13,000 m<sup>3</sup>。その間にある黒い縦型のタンクは脱硫槽で、右の白い縦型のタンクにはお湯が貯留してある。右の建物に制御装置、発電機、ポンプ等が集中して入っている。

間の槽が前処理槽（スラリー等の原料の加温と均質化を行っている）、中央の槽が有機性廃棄物の貯留槽（油が固化しないように加温している）という構造になっている点である（写真3）。この構造によって、前処理槽と貯留槽が保温され、発酵槽と貯留槽ではドーナツ状の槽内を一方向に流すことで、発酵液の攪拌が可能となっている。また、発酵温度が46～47℃という中温と高温の間の温度である点もユニークである。

#### 5) Green Farm Energy社のプラント

Green Farm Energy 社の実験プラントは、スラリー40,000 t/年、使用済み敷料6,300 t/年、動物性廃棄物8,000 t/年の処理量を持つ、実規模サイズの施設である。と畜場由来の廃棄物処理施設とバイオガスプラントが組み合わさっており、消化液の成分分離装置（後述）も組み込まれている。と畜場からの肉骨粉は1,000℃で焼却、それ以外の残渣は120℃で滅菌してからバイオガスの発酵槽に投入される。120℃の滅菌には、同

時に使用済み敷料などの固形物も投入されており、発酵槽での消化率を向上させている。また、この時にアンモニアの除去も行われており、メタン発酵では利用困難とされる鶏ふんを原料とすることも可能である。

#### 4. 成分分離装置の概要

移動型固液分離装置は、実際に農場で固液分離しているところを見学できた（写真4）。この装置は、国の研究者と各装置メーカーが共同開発し、現在経済性のテスト中である。固液分離した固形分は、元のスラリーよりもバイオガスを2倍程度発生させることが出来ることから、集中型バイオガスプラントから離れていても効率的に原料を送ることができるようになること、また、先に述べたように、固液分離することで飼養頭数が増やせることが農家の利点となっている。農家にとってこれらは魅力的であるが、母豚300～500頭の中規模の養豚農家にとって、高価な固液分離装置を導入することは困難なことから、移動型固液分離装



写真3 DDH Contractors A/S 社製の個別型バイオガスプラントの特徴的な形をしたタンク。外側から発酵槽、前処理槽、有機性廃棄物の貯留槽が配置されている。



写真4 移動型固液分離装置。左手前のスラリー貯留槽から吸引し、左のタンクとトラックに分離した液分と固形分を排出している。装置は、トラックによって牽引できるトレーラー内に、コントローラー、カッターポンプ、固液分離器、燃料等の稼働に必要な全てが搭載されていた。また、トラブルが生じた際には、自動で携帯電話に知らせるようになっていたことから、1度作動させた後は無人運転が可能とのことである。



写真5 Hegndalの個別型バイオガスプラントの消化液を成分分離するエバポレーター。発電動機を冷却した水の熱で減圧蒸発させることで、低コストで蒸発させることができる。

置を開発したとのことである。この装置1台で、10～15件の農家をカバーできる。

消化液成分分離装置は、Hegndalの養豚農家とGreen Farm Energy社の実験プラントに設置されていた。どちらも基本的には、消化液を固液分離し、液分をアンモニア液、カリウムなどを含むミネラル液、抽出水に分離する装置である。液分の分離に、Hegndalの養豚農家はエバポレーター(写真5)とイオン交換樹脂を、Green Farm Energy社はアンモニアストリップと中空糸膜+逆

浸透膜を用いている。Hegndalの養豚農家では、固形分を海外に輸出した実績もある。Green Farm Energy社は、固形分をペレット化している。固形分はかなりの悪臭がするが、ペレット化することで低減することができる(写真6)。

スラリー成分分離装置は、Funk社社のManura2000という製品である。この装置は、スラリーを元のスラリーの10%の固形分、2%のアンモニア液、13%のカリウムなどを含むミネラル液、75%の抽出水に分離す



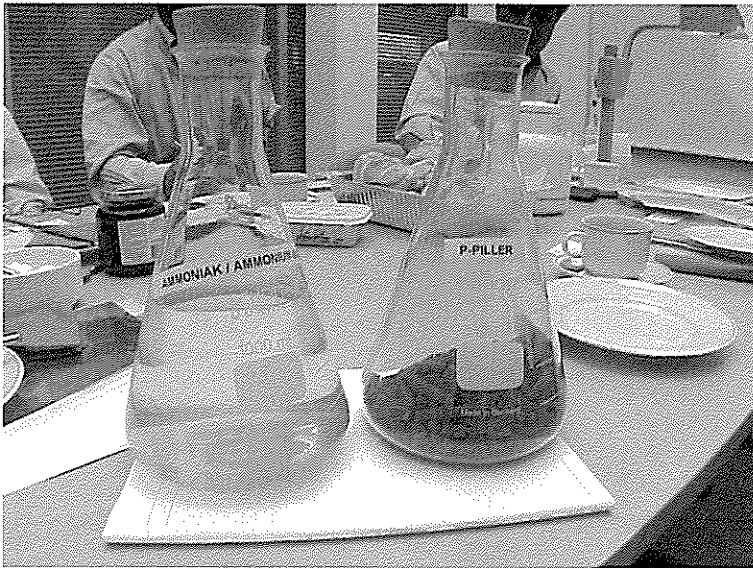


写真6 Green Farm Energy社の実験プラントにて消化液から分離されたアンモニア溶液(左)と固形分のペレット(右)。アンモニア溶液は硫酸アンモニアとなっているため、弱いアンモニア臭がするだけである。これらの肥料としての市場性は十分にある。

る。液分の分離には蒸留、VFA除去装置、イオン交換樹脂が用いられている。蒸留は電力で104℃に加熱しており、ここで48 kw/m<sup>3</sup>の電気が必要である。

#### おわりに

デンマークにおける畜産環境政策は、農地に適正な量のスラリーしか散布できないように家畜の頭数を制限、継いでバイオガスプラントを推進、そして現在は成分分離装置の普及と移り変わってきている。成分分離装置の政策的普及は、窒素による環境汚染が一段落付き、リンによる環境汚染に焦点が移ったことによるが、成分分離装置の導入によって飼養可能な頭数増加ができる法律ができたのは、畜産業界や装置メーカーの要請によるところが大きい。畜産業者やプラントメーカーなどの民間活力、行政による法整備、研究機関による技術開発と法整備の裏付けとなる基礎研究がうまく関係しあって畜産環境政策が進められているという印象を受けた。もちろん、デンマ

ークの家畜ふん尿処理事情を、そのまま日本に適用することはできないが、畜産環境問題に取り組む体制や、農地還元を主体とする畜産技術は、参考にすべき点が多々あると思われる。

バイオガスプラントの技術に関して「日本はデンマークよりも10年以上遅れている」と言ったセミナーの講師がいた。しかし、同行した参加者の中にバイオガスプラントの開発に携わっている人が数名おり「技術的には日本も負けていない!」、「エバポレーターなどによる分離技術は既に日本で試みた経緯があるし、バイオガスプラントの低コスト化についても日本に高い技術がある。」という力強い言葉を聞くことができたことを付記する。

最後に、今回の研修旅行に参加する機会を与えていただいた農林水産省生産局畜産部環境対策室、並びに当機構の関係諸氏に厚く御礼申し上げて、報告を終わりたいと思う。

(長峰孝文)

## **Ⅶ. 委員会・会議等の開催**

## 委員会・会議等の開催

### 1) 畜産環境技術開発普及進事業に係る事業推進委員会の開催

日 時 平成 15 年 7 月 7 日 (月) ～8 日 (火)

場 所 畜産環境技術研究所 (福島県西白河郡西郷村大字小田倉)

議 題

- (1) 畜産環境技術開発普及事業の全体計画について
- (2) 平成 15 年度事業実施計画について
- (3) その他

### 2) 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業北海道・東北地方検討会

日 時 平成 15 年 10 月 30 日 13 時 30 分～17 時 地方検討委員会

31 日 9 時～12 時 30 分 現地検討会

場 所 宮城県庁 17 階 1702 会議室

(仙台市青葉区本町 3-8-1、畜産課 TEL 022-211-2859)

議 題

- (1) 畜産環境をめぐる最近の情勢について (農林水産省 武田畜産専門官)
- (2) 北海道の畜産環境問題の現状と課題 (北海道酪農畜産課)
- (3) 東北地域の畜産環境問題の現状と課題について (東北農政局)
- (4) 堆肥の施用効果について  
(東北農業研究センター地域基盤研究部 土壌環境制御研究室長 田村有希博)
- (5) 平成 14 年度、15 年度 (現在までの) 実証施設の調査結果の概要及び課題  
(北海道、宮城県、山形県、北海道農研七、北里大学)
- (6) 平成 15 年度の新設実証施設の計画概要と進捗状況 (北海道)
- (7) 平成 14 年度共通調査項目の調査結果及び当研究所が依頼した試験研究課題  
の進捗状況について (畜産環境技術研究所)
- (8) 平成 14 年度堆肥の品質実態調査結果について (畜産環境技術研究所)
- (9) 調査報告書とりまとめ様式、スケジュール等について (畜産環境技術研究所)
- (10) 北海道・東北地域における簡易低コスト施設を中心とした畜産環境対策の今  
後の技術的課題と解決手法について (討論)
- (11) その他

3) 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業の東海・近畿地方検討委員会

日 時 平成 15 年 11 月 6 日 (木) 13 時～17 時

11 月 7 日 (金) 9 時～12 時 00 分

場 所 兵庫県加古川総合庁舎北会議室第 2 会議室

(加古川市加古川町溝ノ口 539、オーエム・パーキングビル 3F)

TEL (代表) 0794-21-1101 農業振興課)

議 題

- (1)東海地域及び近畿地域の畜産環境問題の現状と課題について(整備の進捗状況と今後の対応を含む。) (東海農政局、近畿農政局畜産課)
- (2)兵庫県における畜産環境対策技術の現状と課題について  
(兵庫県立農林水産技術総合センター畜産技術センター 主任研究員 秋田 勉)
- (3)平成 14 年度実証施設の調査結果の概要、平成 15 年度調査進捗状況及び今後の調査計画と課題、16 年度施設改造計画 (三重県、京都府、大阪府、兵庫県)
- (4)平成 15 年度施設改造計画の進捗状況 (大阪府)
- (5)平成 14 年度共通調査項目の調査結果及び当研究所が依頼した試験研究課題の進捗状況について (畜産環境技術研究所)
- (6)調査報告書とりまとめ様式、スケジュール等について (畜産環境技術研究所)
- (7)平成 14 年度堆肥の品質実態調査結果について (畜産環境技術研究所)
- (8)東海及び近畿地域における簡易低コスト施設を中心とした畜産環境対策の今後の技術的課題と解決手法について(討論)
- (9)その他

4) 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業の九州地方検討委員会

日 時 平成 15 年 11 月 25 日 (火) 13 時～17 時

11 月 26 日 (水) 8 時 30 分～13 時 00 分

場 所 福岡県吉塚合同庁舎 501 号会議室(福岡市博多区吉塚本町 13 番 50 号)

電話(代表) 092-643-0203(内線 3051)

[農政部畜産課環境飼料係 (直) 092-643-3498]

議 題

- (1)九州地域の畜産環境問題の現状と課題について(整備の進捗状況と今後の対

応を含む。) (九州農政局畜産課)

(2)悪臭低減化技術について

((独) 農業・生物系特定産業技術研究機構九州沖縄農業研究センター  
畜産飼料作研究部畜産総合研究チーム主任研究官 田中章浩)

(3)平成 14 年度の実証施設の調査結果、平成 15 年度調査進捗状況及び今後の調査計画と課題、16 年度施設改造計画 (福岡県、九農研セ、宮崎県、鹿児島県)

(4)平成 15 年度施設改造計画及び新設実証施設の計画概要と進捗状況 (福岡県、熊本県)

(5)平成 14 年度共通調査項目の調査結果及び当研究所が依頼した試験研究課題の進捗状況について (畜産環境技術研究所)

(6)調査報告書とりまとめ様式、スケジュール等について (畜産環境技術研究所)

(7)平成 14 年度堆肥の品質実態調査結果について (畜産環境技術研究所)

(8)九州地域における簡易低コスト施設を中心とした畜産環境対策の今後の技術的課題と解決手法について (討論)

(9)その他

5) 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業関東地方検討委員会

日時 平成 15 年 12 月 4 日 (木) 13 時～17 時 地方検討委員会  
～12 月 5 日 (金) 8 時 30 分～13 時 現地検討会

場所 熊谷文化創造館さくらめいと 会議室 2

(籠原駅南口徒歩 15 分、熊谷市拾六間 111-1、TEL 048-532-0002)

議題

(1)関東地域の畜産環境問題の現状と課題について (整備の進捗状況と今後の対応を含む。) (関東農政局畜産課)

(2)シートを利用した簡易堆肥処理施設について

(埼玉県農林総合研究センター畜産研究所 主任研究員 小森谷博)

(3)平成 14 年度実証施設の調査結果の概要、平成 15 年度の施設改造計画、調査進捗状況及び今後の調査計画と課題

(栃木県、群馬県、埼玉県、神奈川県、長野県、静岡県)

(4)平成 15 年度新設実証施設の計画概要と進捗状況 (埼玉県、千葉県)

(5)平成 14 年度共通調査項目の調査結果及び当研究所が依頼した試験研究課題

- の進捗状況について (畜産環境技術研究所)
- (6)調査報告書とりまとめ様式、スケジュール等について (畜産環境技術研究所)
- (7)平成14年度堆肥の品質実態調査結果について (畜産環境技術研究所)
- (8)関東地域における簡易低コスト施設を中心とした畜産環境対策の今後の技術的課題と解決手法について (討論)
- (9)その他

#### 6) 簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及事業中央検討委員会

日時 平成16年3月4日 (木) 10:00~12:30

場所 (財) 畜産環境整備機構大会議室

(東京都港区虎ノ門3-19-13 スピリットビル4F TEL 03-3459-6300)

##### 議題

- (1) 簡易低コスト処理施設開発実証事業
- ア 平成15年度事業の実施状況及び平成16年度実施計画
  - イ 平成16年度改造審査
  - ウ 報告書取りまとめについて
- (2) 効率的処理技術等情報システム整備事業
- ア 平成15年度事業実施状況
  - イ 平成16年度事業計画
- (3) 堆きゅう肥の品質実態調査事業
- ア 平成15年度事業実施状況
  - イ 平成16年度事業計画
  - ウ 報告書取りまとめについて
- (4) 平成16年度事業実施スケジュールについて
- (5) その他

#### 7) 畜産環境技術開発普及事業推進委員会

日時 平成16年3月4日 (木) 13:30~17:30

場所 (財) 畜産環境整備機構会議室

(東京都港区虎ノ門3-19-13 スピリットビル4階)

##### 議題

- (1) 平成15年度開発普及事業の実施状況及び評価について

- (2)平成 15 年度開発普及事業の評価について
- (3)平成 16 年度事業実施計画について
- (4)その他

## **VIII. 職員の普及活動等**



## 職員の普及活動等

### 1. 発表学術論文

山本朱美・（佐藤義人・中村慶逸・伊藤 稔）・古谷 修：リンゴジュース粕の低蛋白質飼料への添加が肥育豚の発育、窒素排泄量および背脂肪厚に及ぼす影響、日本養豚学会誌、40:129-134.2003.

山本朱美・（伊藤 稔）・古川智子・長峰孝文・亀岡俊則・古谷 修：豚における低タンパク飼料へのビートパルプの添加による尿中窒素排せつ量およびふん尿混合物からのアンモニア揮散量の低減、日本養豚学会誌、40:135-140.2003.

古谷 修・古川智子・（伊藤 稔）：堆肥化過程における堆肥品温と堆肥腐熟度判定のための酸素消費量との関係、日本土壤肥料学雑誌、74:645-648.2003.

山本朱美・（伊藤 稔）・古谷 修：豚糞尿混合物のpH、尿中窒素含量および脱臭資材の添加が*in vitro*アンモニア揮散量に及ぼす影響、日本畜産学会報、74:369-373.2003.

### 2. 学会・研究会口頭発表

長峰孝文・亀岡俊則・山本朱美・古川智子・小堤恭平・古谷 修：ユーグレナ（ミドリムシ）を用いた発酵消化液の処理技術の開発 豚ふんのメタン発酵消化液によるユーグレナの培養、2003年度農業施設学会年次大会、8月

古谷 修・古川智子・小堤恭平・（伊藤 稔）：酸素消費量に基づく堆肥初期発酵の管理技術の開発、日本土壤肥料学会東北支部大会、9月

山本朱美・（伊藤 稔・矢内伸佳・管野廣和・山田未知）・古谷 修：豚における低タンパク質飼料へのポテトパルプ添加による尿中窒素排せつ量およびアンモニア揮散量の低減、第80回日本養豚学会大会、10月

（山口昇一郎）・山本朱美・（村上徹哉・伊藤 稔）・古谷 修：アミノ酸添加低タンパク質飼料へのミカンジュース粕の配合が豚の発育および窒素排せつ量に及ぼす影響、第80回日本養豚学会大会、10月

古谷 修・古川智子・小堤恭平：「コンポテスター」による堆肥腐熟度判定の原理とその応用、日本畜産環境学会第2回大会、12月

亀岡俊則・（入江直樹・森 忠明）：豚舎汚水の低コストメタン発酵処理施設の開発実証、日本畜産環境学会第2回大会、12月

長峰孝文・亀岡俊則・山本朱美・古川智子・小堤恭平・古谷 修：活性汚泥処理のトラブル診断システムの開発、日本畜産環境学会第2回大会、12月

### 3. 普及誌等

- 山本朱美：子豚および肥育豚におけるタンパク質（アミノ酸）給与の精密化の提案、ピッグ・ジャーナル、5月号
- 亀岡俊則：知っているのと得をする！ 副資材（敷き料）選び、養豚界、7月号
- 古谷 修：たい肥の熟度とその判定－熟度判定装置「コンポテスター」の活用法、畜産コンサルタント、8月号
- 長峰孝文：デンマークにおける家畜ふん尿処理の現状、畜産環境情報、9月
- 古谷 修：堆肥熟度判定器「コンポテスター」の開発、現代農業、10月号
- 古谷 修：微生物の酸素消費量を指標とした堆肥熟度判定器「コンポテスター」、圃場と土壤、10・11月号
- 山本朱美：豚舎内のアンモニアなどの臭気発生を低減させる飼料給与、畜産技術、12月号
- 亀岡俊則：シート等を利用した簡易ふん尿処理技術の事例集、畜産環境情報、12月
- 長峰孝文：トラブル診断システム（活性汚泥施設）のホームページ公開について、畜産環境情報、12月号
- 長峰孝文：畜舎排水を処理している活性汚泥処理施設のトラブル診断システムの開発、畜産の研究、2月号
- 亀岡俊則：酪農排水の浄化処理技術について、デーリィ・ジャパン、12月号
- 亀岡俊則：前処理の重要性－ふん尿処理の成否を分ける前処理－、養豚界、2月号

### 4. 著書等

- 古谷 修（共著）：家畜排せつ物処理の実際、(社)中央畜産会、3月
- 山本朱美（共著）：畜産環境対策大事典（第2版）、農文協、3月
- 長峰孝文（共著）：新ルーメンの世界、農文協、3月
- 亀岡俊則（共著）：家畜排せつ物の処理、リサイクルとエネルギー利用、(株)エヌ・ティ・エス、1月
- 亀岡俊則（共著）：ふん尿処理対策ブック、チクサン出版社、3月

### 5. 畜産環境アドバイザー養成研修会講師

- 亀岡俊則（2003.5）：堆肥処理施設の設計審査・技術研修（平成15年度第1回）
- 亀岡俊則（2003.6）：汚水処理施設の設計審査・技術研修（平成15年度第1回）
- 亀岡俊則（2003.7）：堆肥処理施設の設計審査・技術研修（平成15年度第2回）
- 亀岡俊則（2003.12）：汚水処理施設の設計審査・技術研修（平成15年度第2回）
- 亀岡俊則（2004.2）：臭気処理施設の設計審査・技術研修（平成15年度第1回）

# IX. 資 料

山本朱美（2004.2）：臭気対策及び新規処理技術研修（平成15年度第1回）

## 6. その他の研修会等講師

古谷 修（2003.11）：中央畜産技術研修会（新技術）

亀岡俊則（2003.9）：中央畜産技術研修会（養豚）

亀岡俊則（2003.9）：中央畜産技術研修会（畜産環境保全Ⅰ）

亀岡俊則（2003.10）：中央畜産技術研修会（畜産環境保全Ⅱ）

亀岡俊則（2003.9）：平成15年度堆肥センター生産運営能力向上研修会（名古屋市）

亀岡俊則（2003.9）：平成15年度堆肥センター生産運営能力向上研修会（静岡市）

亀岡俊則（2003.11）：平成15年度堆肥センター生産運営能力向上研修会（神戸市）

亀岡俊則（2003.11）：平成15年度堆肥センター生産運営能力向上研修会（郡山市）

## 7. 応嘱委員等

古谷 修：農業資材審議会委員（農林水産省）

古谷 修：平成15年度流通飼料畜産環境改善機能高度化推進事業における企画検討委員会委員（日本科学飼料協会）

古谷 修：家畜飼養標準等検討委員（農業・生物系特定産業技術研究機構）

古谷 修：中央畜産コンサルタント団員（中央畜産会）

古谷 修：家畜改良センター調査研究アドバイザー（家畜改良センター）

亀岡俊則：滋賀県バイオガス活用モデル検討員会員（滋賀県）



研 究 所 全 景



実 験 棟 全 景





堆肥熟度判定 (コンポテスター)



試料調製室



微生物実験室



機器分析室





藻類培養装置



複合臭発生装置 (官能検査室)



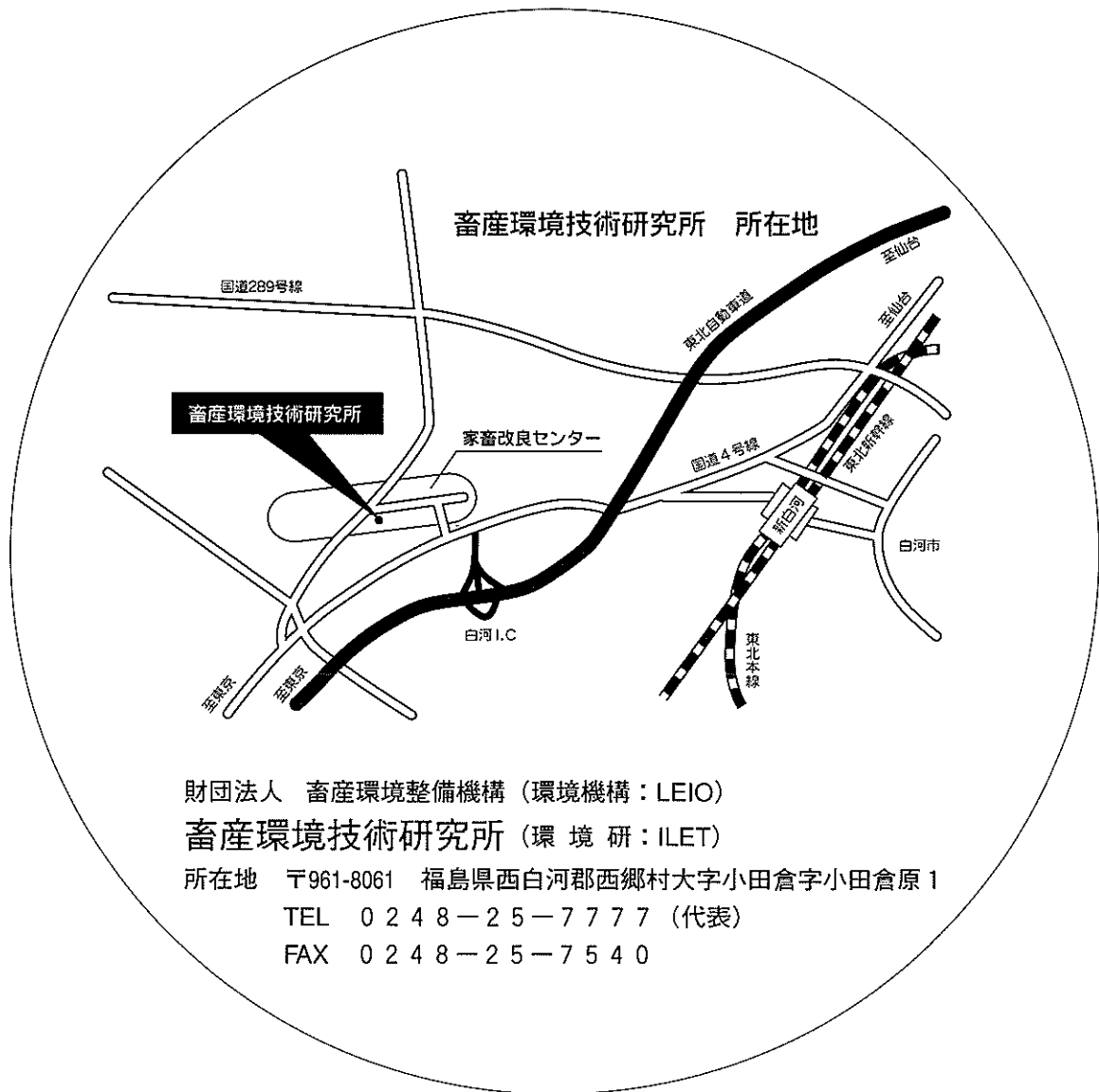
発光ダイオードによる藻類培養実験



におい識別装置による実験



畜産環境アドバイザー養成研修会 (堆肥化施設の設計及び審査技術研修)  
平成15年度 第1回 (平成15年5月26日～30日)



財団法人 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所年報

第7号 (平成15年度)

平成16年7月30日発行

発行: 財団法人 畜産環境整備機構

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-19-13 (スピリットビル4階)

☎ 03 (3459) 6300

FAX 03 (3459) 6315

編集および連絡先: 財団法人 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所

〒961-8061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字小田倉原 1

☎ 0248 (25) 7777 (代)

FAX 0248 (25) 7540

メールアドレス: [ilet@shirakawa.ne.jp](mailto:ilet@shirakawa.ne.jp)

ホームページ: <http://group.lin.go.jp/leio/index.html>

印刷所: 有限会社 ワタベ印刷所

〒961-0936 福島県白河市大工町18

☎ 0248 (22) 3241