



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10号
(平成18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には将来にわたって持続的に発展することが求められています。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8年から福島県西郷村の独立行政法人家畜改良センターの敷地内に設立した畜産環境技術研究所において研究開発を行っております。

平成16年11月には、「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」が本格施行されました。今後、低コストな家畜排せつ物の処理技術開発等、畜産環境問題の解決に係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。

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18年度の活動状況を取り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いです。

平成19年3月

財団法人 畜産環境整備機構

理事長 今 藤 洋 海

目 次

まえがき

I	研究所設立の経緯と沿革	1
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	2
	2. 畜産環境技術開発普及事業の実施計画	4
	3. 平成18年度畜産環境技術開発普及事業の概要	7
III	家畜排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業	
	家畜排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業の概要	12
IV	堆肥成分分析事業	17
V	平成18年度における主な研究成果	
	1. 家畜ふん堆肥の窒素、リン酸およびカリの肥効を取り入れた堆肥成分表の作成	20
	2. 「臭気指数」に対応した簡易ニオイセンサーの開発	29
	3. 脱窒・脱色の同時処理技術の開発	34
VI	委員会・会議等の開催	40
VII	職員の普及活動等	51
VIII	総務関係	
	1. 組織図	53
	2. 施設および平成18年度導入機器	55
	1) 建物	
	2) 平成18年度主な新規導入機器	
IX	資料	
	EUにおける家畜ふん堆肥処理利用および畜産環境対策の現状と課題	57

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「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(家畜排せつ物高度処理・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。

当該「畜産環境保全経営技術開発普及事

業」は、家畜排せつ物量、アンモニア等悪臭物質の低減技術開発、メタン発酵消化槽の低コスト処理技術開発、微生物叢による畜舎汚水浄化機能の簡易評価法の開発、堆肥腐熟度判定器の実用化等の成果をあげ、平成14年度で終了した。

さらに、平成12年度から平成16年度の5年間「簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業」が開始された。これは、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からなり、16年度で終了した。

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、開発技術の普及を促進することとしている。

新たに委託事業として平成17年度から平成19年度の3年間「家畜排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業」を開始し、家畜排せつ物の発生から処理、処理から利用に至るまでの家畜排せつ物の流れに関する実態データの整備と結果の提供および今後の家畜排せつ物の利活用の動向を予測または検討する上で有用な分析の実施と分析結果の提供をすることとしている。また、平成17年10月からは、「堆肥の成分分析事業」を開始した。

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せつ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の設定に資するよう、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できる。

(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、ヒトの官能試験と相関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）培養法を開発し、発酵消化液のアンモニアおよびリン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汚水処理水の脱窒、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、汚水処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、特に尿中に排せつ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下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ヵ年）

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					
(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	←————→				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。
(2)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、硫黄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。	
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。

研究課題等	年次				研究課題等の内容
	15	16	17	18	
(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18年度畜産環境技術開発普及事業の概要

1. 事業推進等委員会の開催 (平15～18)

本事業の目的に添った研究開発を適切に遂行するため、学識経験者で構成する事業推進等委員会を開催して、研究開発の計画および実施結果について、助言、指導および評価を受けた。

第1回：平成18年8月8日～9日
(畜産環境技術研究所)

第2回：平成19年3月12日
(当機構本部会議室)

2. 家畜ふん尿処理施設・機械 の性能評価基準策定事業 (平15～18)

研究のねらい

家畜ふん尿処理の施設・機械類は、各製造メーカーにより独自開発されたものが多い。畜産農家がこれら施設や機械類を選定するに当たっては、処理性能や耐久性などが各自の現場の条件に適応できるかどうかをもっと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为主であり、採用した施設・機械類が現場において適切に機能が発揮されなかったケースもみられる。

そこで、家畜ふん尿処理にかかる一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、経済性等の適応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。

初年度(15年度)は、汚水処理施設およびそれに付随する固液分離機についてそれらの選択指針を示すとともに、民間企業の協力を得て全国で実際に稼働している施設、機械の事例を収集、評価を行って「汚水処理ガイドブック」として公表した。16年度は、堆肥化処理施設・機械の性能評価を実施して、ガイドブックを作成した。17年度および18年度は、脱臭・焼却・炭化施設の性能評価を実施して、ガイドブックの作成を行う。

18年度の進捗状況と成果

昨年度の3回にわたる性能評価委員会による、ガイドブック記載内容の検討を受けて、最終的に19施設を掲載することになり、7,000部を印刷し、関係機関に配布するとともにインターネットに掲載した。さらにビデオ制作を行い、関係機関に配布した。

3. 畜産環境保全のための簡易 測定法・判定法等開発事業

3) 標準堆肥成分表の作成(18年度)

4) 化成肥料添加による調整堆肥生産 マニュアルの作成(18年度)

研究のねらい

従来の堆肥成分表を、肥料成分の肥効率までを加味した成分表に改訂するとともに、各作物の養分要求量に基づいて、化学肥料や複数の堆肥を用いて過不足なく成分調整するシステムをマニュアル化し、「調整堆

肥生産サポートシステム」につなげる。

18年度の進捗状況と成果

(1)標準堆肥成分表・調整堆肥生産マニュアル作成委員会の開催

第1回目は7月21日に開催し、第2回目は12月18日に開催した。

(2)標準堆肥成分表の作成

畜種、副資材、堆肥処理法、およびこれらを組合わせた場合について、窒素、リン酸およびカリの肥効を加味した堆肥成分表を作成し、「家畜ふん堆肥の肥効を取り入れた成分表と利用法」として公表した。これには、肥効とともに、これら養分の可給態養分量(kg/t)を掲載した。

(3)化成肥料添加による調整堆肥生産マニュアルの作成

化学肥料と堆肥の可給態養分含量から、作物の施肥基準に合うように計算するプログラムを開発したが、マニュアル化までには至らなかったため、上記の「家畜ふん堆肥の肥効を取り入れた成分表と利用法」に「家畜ふん堆肥と化学肥料等による肥料成分の調整法」の章を設け、そこで堆肥の可給態養分量により化学肥料の施用量を削減できる最適化プログラムについて解説した。

2) 臭気センサーの開発

(2)畜種別複合臭の簡易センサーの開発

(平17~18)

研究のねらい

畜舎臭および堆肥臭について、官能試験

による臭気指数と「におい識別装置」による臭気指数を比較するとともに、堆肥臭気の測定法について検討する。16年度は、畜舎臭および堆肥臭について官能試験と「におい識別装置」の相関を明らかにするとともに、堆肥臭気の測定法について検討した。17~18年度は、この結果に基づき、「におい識別装置」の臭気指数相当値と市販「臭気センサー」の指示値との関係を明らかにし、畜産の臭気に対応し、臭気指数の推定可能な簡易で低コストな臭気センサーを開発する。

18年度の進捗状況と成果

種々の畜産関連臭について、「におい識別装置」による臭気指数相当値と市販の「ニオイセンサー」の指示値には一定の関係が認められた。この関係式を「ニオイセンサー」に組み込み、臭気指数が表示できる簡易ニオイセンサーとして、「畜環研式ニオイセンサ」を試作した。なお、畜種別、畜舎と堆肥舎の臭気などにかかわらず、ほぼ同様の関係式が得られたので、実用的には1機種のセンサーでカバーできる。

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

(2)藻類によるバイオマス生産実証試験

(平17~18)

研究のねらい

全体としては、メタン発酵消化液中のアノモニアおよびリンをユーグレナ(ミドリムシ)で資化させて飼料資源として回収す

る技術の開発がねらいであるが、18年度は、バイオマス生産による資源回収のために、実規模に近い実験プラントを製作して実証試験を行う。

18年度の進捗状況と成果

発光ダイオードによる光源プレートを試作し、稼働安定性をみるとともに、光量を測定して、実験プラントに使用する光源プレートを製作した。実験プラントとして、培養容積1m³程度の培養槽を養豚農家のメタン発酵施設に付設し、ユーグレナの培養試験を実施した。

(3)藻類の給与試験による飼料栄養価の把握 (平18)

研究のねらい

実用レベルのプラントで生産された藻類について、そのアミノ酸組成の調査、動物試験等を通じて、飼料価値を明らかにする。

18年度の進捗状況と成果

実験プラントで生産されるユーグレナを用いて、豚への給与試験を実施することになっていたが、十分量のユーグレナが生産されなかったため、実施できなかった。化学分析等による飼料栄養価の調査中である。ユーグレナ培養装置の特許を出願した。

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

(2)汚水処理水の簡易低コスト処理技術の実証 (平17~18)

研究のねらい

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、一方では、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。そこで、「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、活性汚泥法等による処理水について脱窒、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のがねらいである。

15、16年度の試験の結果、上向流のカラム型処理槽では、硝酸濃度を低下させることができるが、SS成分がカラム内に蓄積して1ヵ月程度で目詰まりを起こすことを示した。また、脱色については、原水の色度が250度前後と薄かったため、全く効果が見られなかった。バッチ式の処理槽による試験では、より色度の高い原水を用いた結果、脱色に効果が見られた。

18年度の進捗状況と成果

硫黄酸化脱窒菌によるバッチ式処理槽による実験では、原水の脱窒が問題なく生じ、色度も4,364度から842度まで低下した。この結果をふまえて、実証規模の装置を農家に設置した。その結果、脱窒は問題なくできたが、脱色はこの方法では十分でなかった。

3) 家畜排せつ量の低減と処理コスト低減の実証

(2)養豚農家におけるふん尿処理コスト低減の実証 (平17~18)

研究のねらい

これまでに、豚に低タンパク質、繊維質飼料添加飼料を給与すると、発育および肉質を損なわずに、尿中窒素排せつ量が半分

以下に低減され、汚水処理実験装置によって汚水処理コストがかなり低減される可能性のあることを明らかにした。そこで、処理コストの低減を現場で実証するのが本課題のねらいである。

18年度の進捗状況と成果

リンゴジュース粕を10%配合した低CP飼料の給与により、発育には差がなく、尿中窒素排泄量が半減した。メタン発酵処理では、①メタン発酵槽のエネルギー転換効率が約90%程度高まった、②投入汚水および消化液中のアンモニア性窒素濃度は、それぞれ、70および85%に低減した、③バイオガス中の硫化水素濃度が低下した。

5. 家畜ふん尿処理サポートシステム等の開発事業

学識経験者等からなる在野技術評価委員会を開催し、堆肥および汚水処理に関する有望な在野技術の調査・収集・評価を行う。

18年度の在野技術評価委員会は7月11日および12月22日に開催し、堆肥および汚水処理に関する有望な在野技術について評価した。

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

(平15～18)

研究のねらい

畜産農家が高品質の堆肥生産ができるように、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公開する。

18年度の進捗状況と成果

堆肥生産に関する新たな情報を追加するとともに、全体的な整合性を調整した。また、堆肥の成分と写真のデータベースを閲覧できるようにした。

(2)堆肥生産に関する在野技術の確立

(平15～18)

研究のねらい

有望な在野技術を検索・検証し、低コストで、かつ有効な技術情報を普及させるために、在野技術について、マニュアル化し、必要に応じて農家実証する。

18年度の進捗状況と成果

堆肥化の在野技術については下記の10件について、マニュアルを策定し、サポートシステムに掲載した。

①築廃材の利用、②細断古紙の利用、③地域特有の有機性廃棄物の利用について、④バーンクリーナ簡易モミガラ散布器、⑤豚スラリーの簡便モミガラ堆肥調製法、⑥米ぬか等の被覆で悪臭を回避、⑦発酵床豚舎で堆肥生産の手間を低減、⑧過リン酸石灰の添加でアンモニア臭を減らす、⑨手作りハエ取り器および、⑩カールしたおが屑

2) 調整堆肥生産サポートシステムの開発 (平18)

「3. 畜産環境保全のための簡易測定法・判定法等開発事業」の「1. 堆肥の無機化率簡易推定法」で、化成肥料添加による調整堆肥生産マニュアルを作成する計画であったが、「マニュアル」の作成がなされなかったため、これを受けての「サポートシステム」

の開発までには至らなかった。

3) 汚水処理サポートシステムの開発

(1) 汚水処理サポートシステムの開発

(平15～18)

研究のねらい

畜産農家が円滑な汚水処理ができるように、各処理方法に応じたマニュアルを作成するとともに汚水処理サポートシステムとしてインターネットで公開する。

18年度の進捗状況と成果

サポートシステムを監修した結果、以下のような項目の内容にて公開版を作成した。

① 汚水処理の基本

② 汚水を最終的に処理する方法

③ 汚水処理の方法

- ・汚水の浄化処理の手順
- ・汚濁物質の浄化には無害化処理と分離処理をうまく組み合わせる
- ・汚濁物質の分離処理の種類と特徴

- ・汚濁物質の無害化処理の種類と特徴

(2) 汚水処理に関する在野技術の確立

(平15～18)

研究のねらい

汚水処理にかかわる有望な在野技術を検索、検証し、低コストで、かつ有効な技術を普及させるために、必要に応じて農家実証し、マニュアル化してサポートシステムに組み込む。

18年度の進捗状況と成果

在野技術評価委員会を2回開催し、汚水処理について下記の6件の在野技術について、マニュアルを策定し、サポートシステムに掲載した。

- ① 豚舎汚水の簡易ばっ気処理、② 酪農尿汚水の簡易ばっ気処理、③ 手作りスクラム除去装置、④ 発酵床豚舎で汚水の発生を低減、⑤ 鉄板による簡易なリン除去・脱色装置および⑥ 汚水処理への貝殻の利用

Ⅲ 家畜排せつ物利活用方策評価 検討システム構築事業

家畜排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業の概要

1. 事業の目的

- 1) 我が国の家畜排せつ物発生量は年間約8,980万トン（平成15年）と推計されており、従来資源として農作物等の生産に有効に利用されてきたが、畜産経営の大規模化や高齢化に伴う農作業の省力化等を背景として、その有効利用が困難になるとともに、野積み、素掘りをはじめとした家畜排せつ物の不適切な管理が多く見られる状況となった。これを踏まえ平成11年に家畜排せつ物法が制定されるとともに同年11月1日から施行され、畜産環境対策に係わる施策を国、地方公共団体および関係団体が一体となって進めているところである。
- 2) 家畜排せつ物の適正管理に必要となる施設の整備に当たっては、土づくりなど循環型農業への貢献を併せて図る観点から、堆肥化を基本とした施設の整備を推進してきたところであるが、堆肥の過剰感が強まることへの対応、新たな利活用方策の導入など、家畜排せつ物の利活用のあるべき姿を地域単位かつそれを超えた広範囲でデザインしていくことが喫緊の課題となっている。
- 3) しかしながら、現状では、堆肥生産の地域的偏在と堆肥需要との間のミスマッチの実態、堆肥の受け入れ可能量と過剰生産量の地理的分布、堆肥化以外の利活用方策の導入可能性など、将来の家畜排せつ物の利活用のあり方を見出すうえで

欠かせない情報は必ずしも明かになっていないというのが実情である。このような状況を受け、平成15年12月25日には「農林水産環境政策の基本方針」（農林水産省循環型社会構築・地球温暖化対策推進本部決定）が決定され、家畜排せつ物の需給に基づいた利活用のあるべき姿を示す計画の策定に速やかに着手することが求められている。

- 4) このため、家畜排せつ物の需給状況に関する情報の収集、推計およびデータベースの作成ならびに政策分析用モデルの開発を行い、家畜排せつ物の需給ミスマッチの解消など需給対策の実施に係る定量的な政策分析・評価を実施することによって、地域単位およびそれを超えた広範囲における家畜排せつ物利活用計画の策定に有用な科学的知見の提供とその反映を図るとともに、家畜排せつ物の利活用に係る円滑かつ適切な促進策の確立への貢献を図る。

2. 事業の内容

1) 家畜排せつ物利活用方策評価検討委員会開催事業

学識経験者による効率的な事業推進に関する検討を行うとともに、以降の事業で得られた需給対策の評価結果に対して専門的見地からの検討を行う。

2) 家畜排せつ物需給データベース構築事業

家畜排せつ物の需給に関わるデータについて、全国をメッシュ分割した地理的データベースシステムの基盤システムを作成するとともに、実態調査の実施およびデータ推計方法の開発を行い、需給データベースを構築する。

- ・家畜排せつ物発生データ（域内発生量、仕向別発生量）
- ・堆肥生産（供給）データ（副資材利用量、域内発生量、他供給量）
- ・堆肥利用（需給）データ（域内利用量、域内潜在需要量）
- ・堆肥流通データ（域内移入量、域外移出量）
- ・環境負荷データ（窒素、リン、硝酸性窒素等の水環境インパクト）
- ・経済的データ（堆肥生産コスト、堆肥販売高、堆肥輸送コスト）

3) 需給対策評価分析システム構築事業

家畜排せつ物需給データベースを活用し、堆肥等家畜排せつ物の需給対策とその導入による効果を定量的に評価するためのモデル（マテリアルフロー分析、環境影響分析、コスト分析等）を構築する。

4) 需給対策効果評価事業

需給ミスマッチを量的収支均衡、環境負荷最小化、生産・移動コスト最小化の各制約条件の下で最適化する方策を検討システム、各種需給対策の評価を行い、ベストミックスおよびその効果を検討する。

3. 事業実施期間

平成17～19年度（3ヵ年）

4. 18年度の進捗状況

1) 家畜排せつ物利活用方策評価検討委員会開催事業

家畜排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業に係る委託事業打合せ会議は4回実施した（平成18年5月26日、12月19日）。事業推進委員会は平成18年9月8および平成19年3月2日に実施した。

2) 利活用促進施策評価システムのイメージおよび事業実施体制

利活用促進施策評価システムのイメージは、図1に示すとおりである。

事業実施体制は、（財）畜産環境整備機構のもとに中央農業総合研究センター、九州沖縄農業研究センター、畜産草地研究所、農業環境技術研究所および（株）三菱総合研究所が参画している。年度ごとのスケジュール等は、図2に示すとおりである。

3) 18年度の進捗状況

①家畜排せつ物需要データベース構築事業

農林水産省が保有する統計データ等から家畜排せつ物の需給に関わるデータベースを構築した。データベースの概要は、農林水産省等の統計データについては、公表値を用いた。また、データベース構築に必要な地域別の窒素揮散率、作物吸収量に基づく施肥可能量等については、別途研究課題の成果による数値を用いた。

②需給対策評価分析システム構築事業

a マテリアルフロー分析モデル

飼養頭羽数と畜種別原単位から畜産側での発生量(供給量)を設定し、作付面積と施肥基準等から耕種側の需要量を算定した上で、(発生量- (需要可能量-実態利用分))を算定することにより、家畜排せつ物の広域移動・流通量等を変化させることにより、量的不均衡を解消する具体的方策について検討した。

b 環境影響分析モデル・コスト分析モデル

量的不均衡を解消する具体的方策を導入した場合の環境負荷（N、P、K、重金属、地球温暖化ガス、エネルギー投入量、酸性化合物）の変化を把握するとともに、その結果を環境影響総合化手法を用いて単一指標に総合化する環境影響分析モデルを検討・構築した。また、コスト（物流コスト、処理コスト）と事業収益の変化を把握するコスト分析モデルを検討・構築した。

c ベストミックス分析モデル

マテリアルフロー分析モデル、環境影響分析モデル、コスト分析モデルを組み合わせ、総合的に評価する方向性について検討した。

4) 今後の計画

構築した利活用促進施策評価検討システムの実効性を検証するため、次年度は、地域特性(畜産濃密地域、畜産・耕種均衡地域等)を踏まえ複数の自治体を選定した上で、当該地域に具体的な利活用促進施策を適用した場合の需給バランス、環境影響、費用対効果の変化等を評価・分析する。

併せて、本システムの想定利用者(自治体等の担当者)にシステムの使い勝手等を評価してもらい、その結果を踏まえた改良を行うとともに、システムの活用マニュアル等を作成する。

図1 家畜排せつ物利用方策評価検討システム構築事業の概要

■ 背景・目的

- 「家畜排せつ物法」の完全施行を踏まえ、家畜排せつ物の利用促進に係る施策を重点的に進めていくことが大きな課題となった。
- これを受けて、農林水産省環境政策基本方針（平成15年12月25日農林水産省循環型社会構築・地球温暖化対策推進本部決定）では、①今後家畜排せつ物の需給を明らかにし、これに基づく利用計画の策定を通じて推進すべき活用促進策の姿を明らかにしていくこと、②平成17年度から同計画策定に着手することを対外的に明示する。
- 本事業では、農林水産省および都道府県等による計画策定を支援するため、現状の需給バランスの分析、適用可能な利活用促進施策の評価システムを構築する。

■ 利活用促進施策評価システムのイメージ（**本事業のアウトプット**）

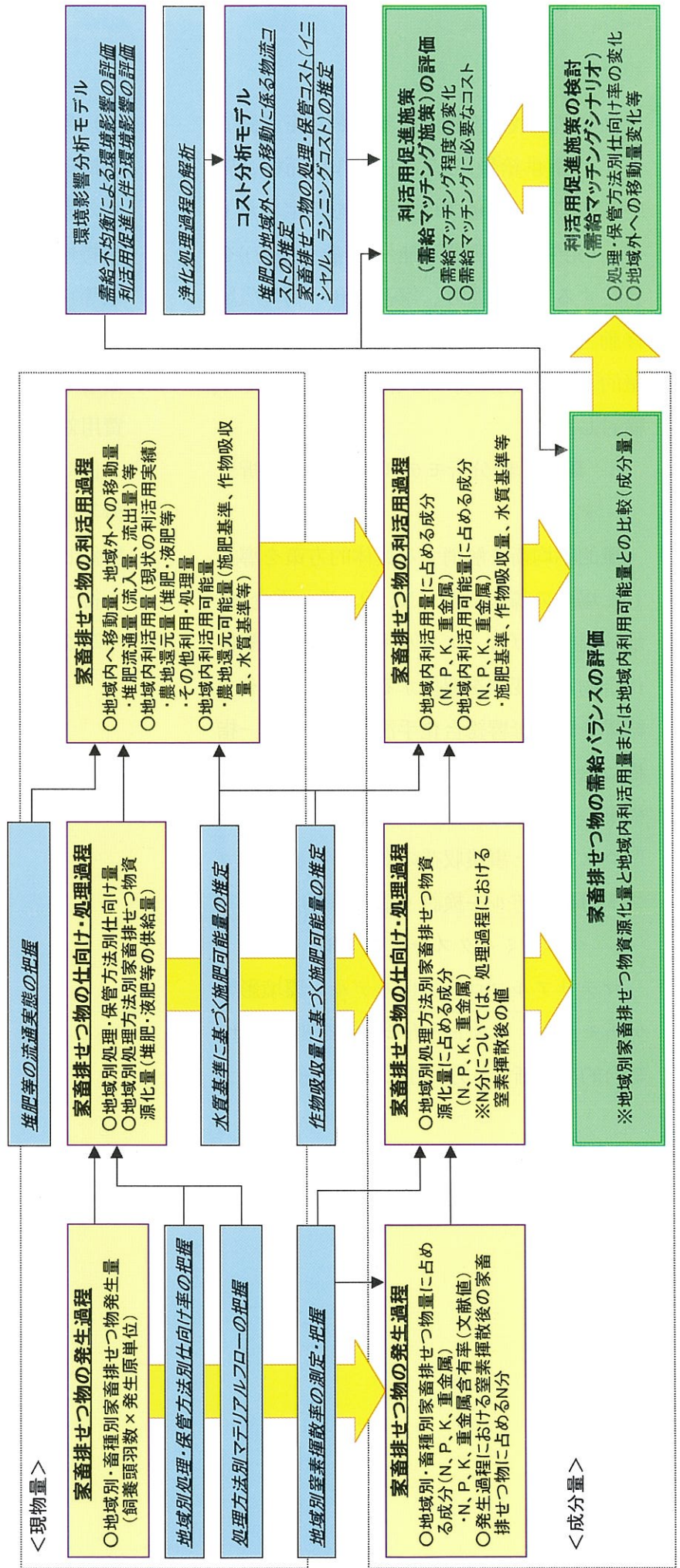
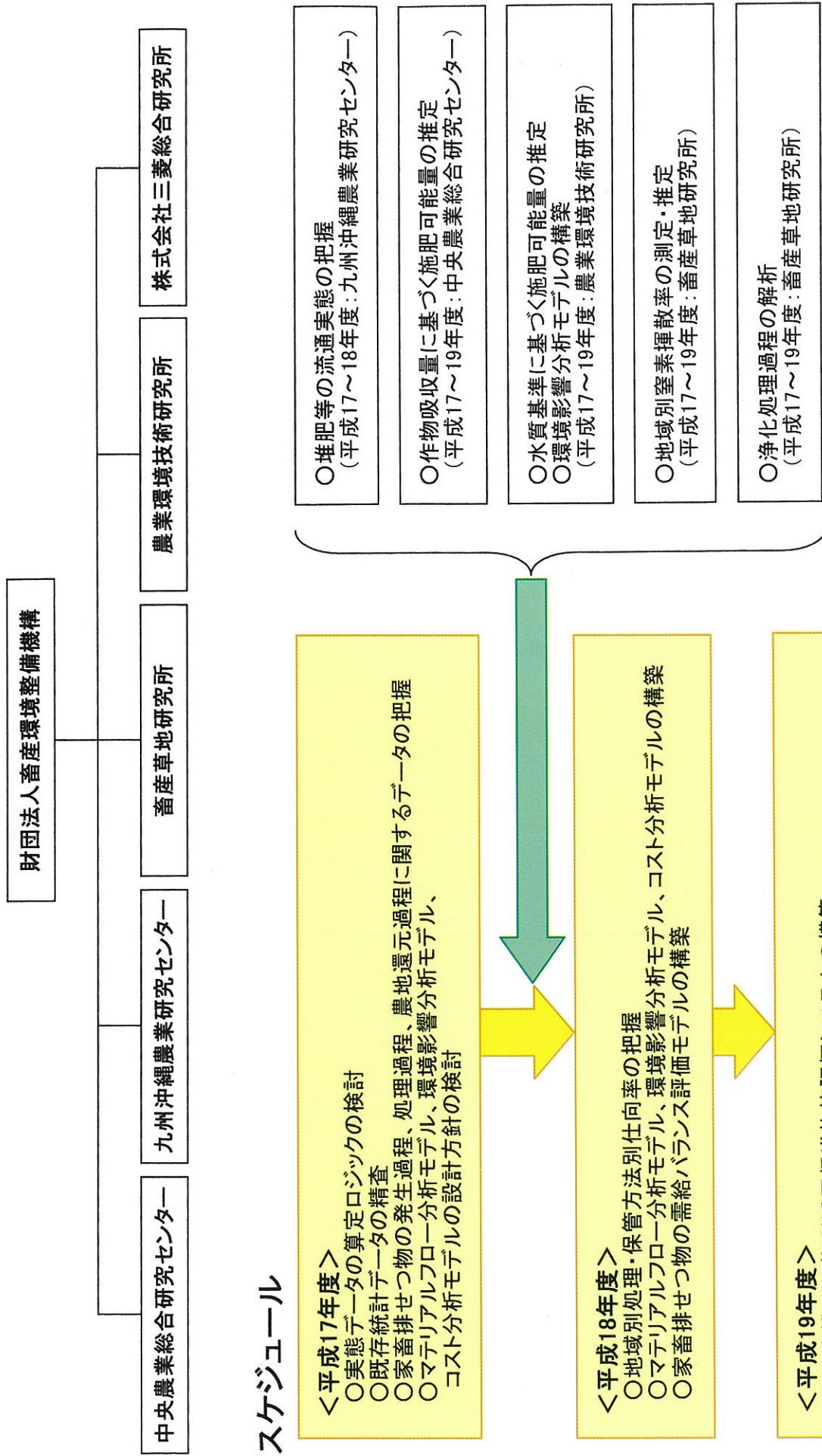


図2 事業実施体制



IV 堆肥成分分析事業

1. 堆肥成分分析事業の内容

畜産経営の安定的発展に資するため、(財)畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所では、これまで培ってきた堆肥等の成分分析検査技術を活用し、堆肥センター等からの要望に応じて、成分分析検査を行い、その結果を依頼者に還元することにより、堆肥の利用促進を図る目的で、平成17年10月1日より、堆肥等の成分分析検査を実施することにした。

また、堆肥等の成分分析を実施するにあたり「堆肥等の成分分析検査規程（平成17年9月8日付け17環機第754号）」の規定を作成した。

1) 堆肥の成分検査の種類

- (1)一般成分：水分、灰分、pH、EC、N、P、K、Ca、Mg、C/N
- (2)微量成分：Cu、Zn
- (3)特殊項目：発芽率、酸素消費量（「コンポテスター」による）、臭気（臭気指数、「におい識別装置」による）

2) 成分検査のフロー

- (1)検査依頼書送信（FAX） → 研究所
- (2)検査以来承諾書（FAX） → 依頼者
- (3)試料送付 → 研究所
- (4)成分検査（研究所）
- (5)成分検査報告書・請求書発送 → 依頼者
- (6)代金銀行振込 → 研究所

2. 実績（平成18年4月～平成19年3月）

- 1) 分析件数：892件（828件(堆肥)、64件（臭気のみ））
- 2) 平成18年度における畜種別および副資材別の堆肥分析結果は表1および2のとおりである。

	平成18年									平成19年			合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
堆肥	90	20	37	9	43	92	117	96	90	69	66	89	828
臭気のみ	0	0	0	42	0	2	2	2	0	0	16	0	64

表 1 平成18年度における畜種別の堆肥成分分析結果

畜種	試料数	集計方法	水分 [*] %	灰分 %	pH	電気伝導率 EC mS/cm	全窒素 %	C/N比 %	磷酸全量 %	加里全量 %	石灰全量 %	苦土全量 %	銅全量 ppm	亜鉛全量 ppm	発芽率 %	酸素 消費量 μg/g/min	臭気指数
乳用牛	300	平均	57.2	26.0	8.9	6.1	2.0	18.4	2.2	3.7	3.2	1.2	48	211	95.9	2.6	21.8
		最大	87.8	70.4	10.4	13.2	4.3	40.3	5.4	7.9	14.2	3.2	675	536	100.0	28.0	32.0
		最小	9.4	7.1	5.4	0.3	1.0	9.4	0.6	0.3	0.9	0.1	7	29	1.0	0.3	12.0
		標準偏差	18.2	10.4	0.9	2.4	0.5	5.2	0.9	1.5	1.5	0.5	51	94	12.2	3.3	3.9
肉用牛	159	平均	54.9	28.7	8.0	5.5	1.8	19.8	2.7	3.2	2.5	1.1	32	163	97.6	2.1	22.2
		最大	81.2	74.0	10.1	13.8	4.4	45.9	8.1	7.5	19.0	2.2	175	641	100.0	19.0	29.0
		最小	12.6	3.5	5.3	0.2	0.8	8.2	0.8	0.1	0.5	0.2	3	60	22.0	0.3	13.0
		標準偏差	15.0	13.4	0.9	2.4	0.5	6.7	1.2	1.4	2.7	0.4	31	88	8.2	2.2	3.5
豚	63	平均	34.6	29.6	7.7	6.3	3.3	11.5	6.6	3.3	6.1	2.2	302	784	91.8	5.4	24.4
		最大	85.2	67.8	9.6	12.2	5.0	22.6	14.5	6.1	17.9	5.5	862	1847	100.0	20.2	37.0
		最小	12.3	9.9	5.9	0.5	1.2	5.0	1.0	0.7	1.2	0.4	56	207	0.0	0.3	19.0
		標準偏差	17.0	10.5	0.7	2.3	1.1	4.4	2.8	1.2	1.2	2.9	174	348	21.3	5.1	3.8
採卵鶏	57	平均	21.3	49.4	8.4	7.0	2.8	10.1	6.2	4.2	18.3	1.8	61	489	83.7	6.7	25.2
		最大	67.4	82.9	10.4	10.9	5.3	37.9	9.6	6.4	32.2	3.8	106	837	100.0	18.6	40.0
		最小	4.0	18.0	6.5	1.8	0.7	5.8	1.0	1.0	2.6	0.6	27	115	0.0	0.5	8.0
		標準偏差	10.9	13.5	0.9	1.7	0.9	4.8	1.8	1.2	6.7	0.5	18	140	27.9	4.6	5.6
ブロイラー	13	平均	25.2	35.0	8.1	9.2	3.1	13.1	5.8	5.3	8.2	1.9	84	524	66.7	9.1	24.0
		最大	51.6	74.9	10.6	15.4	4.8	26.8	10.1	10.0	16.2	3.7	130	866	100.0	22.4	34.0
		最小	0.1	20.4	6.0	0.5	1.1	7.8	2.3	1.8	2.8	0.6	16	229	0.0	0.1	7.0
		標準偏差	16.8	15.1	1.5	4.5	1.1	5.6	2.5	2.7	4.0	1.0	31	198	40.1	8.9	10.9
その他	17	平均	33.4	37.4	8.0	5.3	2.7	16.8	5.1	2.7	7.6	1.7	292	777	51.5	7.9	25.4
		最大	88.8	99.9	12.5	21.3	7.2	36.5	24.3	9.4	43.0	6.7	1217	3656	100.0	28.3	28.0
		最小	0.0	8.7	6.0	0.2	0.1	4.5	0.6	0.4	0.4	0.2	19	74	0.0	0.1	21.0
		標準偏差	30.8	28.6	1.6	5.3	2.1	10.6	5.9	2.4	11.5	1.6	434	1195	48.9	8.8	2.6
混合 ^{**}	191	平均	49.5	26.8	8.4	6.3	2.1	18.9	3.6	3.7	4.5	1.4	67	277	95.1	2.5	22.8
		最大	78.4	54.3	10.3	11.7	4.4	80.5	12.7	7.8	19.2	3.6	522	1353	100.0	14.0	35.0
		最小	15.1	8.4	6.0	0.7	0.5	6.5	0.7	0.4	0.6	0.3	0	35	0.0	0.3	7.0
		標準偏差	14.5	9.9	0.9	2.2	0.6	8.5	1.8	1.5	3.7	0.6	74	208	11.2	2.4	4.3

* 水分は 現物中 それ以外は 乾物中

**混合とは複数の畜種からなる

表2 平成18年度における副資材別の堆肥成分分析結果

副資材	試料数	集計方法	水分*		灰分 %	pH	電気伝導率 EC mS/cm	全窒素 %	C/N比 %	磷酸全量 %	加里全量 %	石灰全量 %	苦土全量 %	銅全量 ppm	亜鉛全量 ppm	発芽率 %	酸素 消費量 μE/g/min	臭気指数
			%	%														
なし	189	平均	39.2	36.4	8.4	6.5	2.6	13.6	4.5	3.9	8.7	1.7	109	426	90.2	4.9	24.9	
		最大	88.8	99.9	12.5	21.3	7.2	37.9	24.3	9.4	43.0	6.7	1046	2089	100.0	21.7	40.0	
		最小	0.0	8.5	5.5	0.1	0.1	4.5	0.3	0.4	0.7	0.3	3	78	0.0	0.1	8.0	
		標準偏差	19.9	16.4	1.1	2.8	1.1	5.7	2.9	1.6	8.0	0.8	153	307	22.9	5.2	4.2	
戻し堆肥	31	平均	42.8	31.1	9.0	7.4	2.6	14.9	4.2	4.2	6.2	1.6	109	402	89.2	4.8	23.9	
		最大	76.3	67.8	10.1	11.3	5.8	33.9	9.2	7.2	20.4	3.3	502	1083	100.0	15.3	30.0	
		最小	12.3	16.0	6.6	0.3	1.0	4.8	0.8	0.3	1.6	0.3	9	29	29.0	0.5	7.0	
		標準偏差	23.5	11.3	1.1	2.4	1.0	5.8	2.2	1.4	4.8	0.6	143	270	18.5	4.1	6.6	
モミガラ・ ワラ類	77	平均	44.0	26.8	7.5	5.8	2.6	16.4	3.4	2.9	3.9	1.1	68	248	76.3	4.5	22.3	
		最大	84.1	64.3	10.0	11.3	6.6	37.1	9.6	7.9	21.8	3.2	522	1353	100.0	37.7	35.0	
		最小	6.9	4.4	4.4	0.8	1.0	7.3	1.1	0.7	0.3	0.2	0	23	0.0	0.0	13.0	
		標準偏差	25.1	15.2	1.6	2.4	1.2	7.2	2.2	1.5	3.8	0.7	97	270	34.9	6.9	4.8	
木質系 (おが屑・ パーク)	129	平均	54.1	22.1	8.4	6.4	2.1	20.3	3.1	3.5	3.3	1.3	63	244	92.7	1.9	21.3	
		最大	86.3	57.2	10.6	15.4	5.0	58.2	12.0	10.0	12.9	4.9	675	1411	100.0	12.6	37.0	
		最小	0.1	3.5	5.0	0.3	0.8	6.9	0.2	0.1	0.6	0.2	5	54	0.0	0.3	12.0	
		標準偏差	18.1	9.4	1.1	2.6	0.8	8.5	2.2	1.5	2.5	0.7	98	231	19.1	2.1	4.3	
混 合**	388	平均	53.7	27.0	8.4	5.7	2.0	19.3	2.7	3.4	3.4	1.2	62	246	96.4	2.5	22.7	
		最大	98.8	74.0	10.3	16.2	4.6	80.5	12.7	7.6	19.0	3.8	1217	3656	100.0	28.0	36.0	
		最小	9.4	7.1	4.9	0.2	0.3	3.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0	17	0.0	0.3	7.0	
		標準偏差	17.6	11.1	1.0	2.3	0.6	7.3	1.6	1.5	2.9	0.6	117	327	11.3	3.2	3.9	
その他	28	平均	42.5	36.2	7.9	5.0	2.3	14.0	3.1	2.7	4.7	1.5	100	332	83.1	4.5	25.5	
		最大	98.7	93.4	10.0	11.6	6.3	23.8	9.9	6.2	19.2	3.8	347	834	100.0	28.3	34.0	
		最小	3.9	0.5	6.0	0.3	0.1	4.9	0.0	0.2	0.0	0.0	15	85	0.0	0.3	21.0	
		標準偏差	26.1	23.2	1.2	2.8	1.4	5.7	2.5	1.7	5.0	0.8	107	268	35.5	5.6	3.2	

* 水分は 現物中 それ以外は 乾物中
**混合とは複数の副資材からなる

V 平成18年度における主な研究成果

1. 家畜ふん堆肥の窒素、リン酸およびカリの肥効を取り入れた堆肥成分表の作成

作物の養分要求量に基づいた施肥設計において、堆肥を用いる場合には、堆肥中の各肥料成分の含量とともにその肥効率（化学肥料を100とした場合の相対値）を明らかにして、それにもとづいて化学肥料の施用量を削減する必要がある。とくに、窒素の肥効は同じ畜種でも大きく変動するが、これまでの研究で、化学肥料と同じように速効的に効く窒素は、比較的簡単な堆肥の成分分析から、重回帰式によりかなり精度よく推定できることが分かってきた¹⁾。

そこで、従来の堆肥成分表²⁾を、肥料成分の肥効率までを加味した成分表に改訂する。

方 法

これまでに蓄積されている約1,500点の家畜ふん堆肥の分析データに、矢野・棚橋による塩酸抽出無機態窒素成分³⁾を加えた12項目の分析項目を説明変数として、重回帰式によって各堆肥における培養無機態窒素率（堆肥の30℃、4週間培養後に存在する無機態窒素の割合）を推定した。

堆肥の可給態窒素含量（kg/t、堆肥現物中）は、堆肥に含まれる全窒素含量に、このようにして推定した培養無機態窒素率を乗じて算出した。また、リン酸およびカリについてはそれぞれの肥効率を80%および90%として、堆肥中の全リン酸および全カリ含量にもとづいて、現物堆肥トン当た

りに含まれる可給態養分として算出した。

各堆肥の培養無機態窒素率および可給態養分含量を、畜種、副資材、堆肥化処理法、およびこれらを組合わせた5つの表にまとめた。

結果および考察

堆肥に含まれる速効的窒素の割合を30℃、4週間の培養による無機態窒素率から評価することにし、この培養無機化窒素率を重回帰式により推定した。堆肥の種類ごとに分類して表1～5に示した。

1) 畜種別堆肥の窒素肥効の特徴

表1には、畜種別に培養無機態窒素率の平均値および標準偏差を示した。培養無機態窒素率は全畜種の平均で11.0%となっているが、乳用牛ふん堆肥が5.5%ともっとも低く、混合畜種10.8%、肉用牛11.0%、ブロイラー12.4%、豚15.3%と高まり、採卵鶏が19.8%でもっとも高かった。

従来、家畜ふん堆肥等の窒素の肥効率として、牛ふん堆肥では30%、豚ふん堆肥は50%、乾燥鶏ふんは70%という数値が広く用いられている⁴⁾。この肥効率に比較して、ここで得られた培養無機態窒素率は、いずれの畜種においてもきわめて低いが、この違いの主な理由は、本研究では4週間という比較的短期間の培養により無機態として存在する窒素の割合を求めているのに対し

て、従来の肥効率は4週間よりも長い期間に無機化してくる窒素を対象にしており、緩効性窒素も含まれることによると考えられる。そのため、従来の高い肥効率にもとづいて施肥設計して、化学肥料の施用量を削減した場合には、速効性窒素が不足して初期成育が劣る可能性がある。

2) 副資材別堆肥の窒素肥効の特徴

表2には、副資材別に培養無機態窒素率の平均値および標準偏差を示した。培養無機態窒素率は、モミガラ・ワラ類、木質系、混合副資材の堆肥で低く、「戻し堆肥」や副資材使用せずの堆肥で比較的高かった。

3) 堆肥化処理方法別堆肥の特徴

表3には、堆肥化処理方法別に培養無機態窒素率の平均値および標準偏差を示した。培養無機態窒素率は、密閉型発酵方式で18.1%と高かったが、他の処理方式では、約10%と低かった。この堆肥化処理方法別の傾向は、各畜種における堆肥の全窒素含量と整合しており、全窒素含量は密閉型発酵方式で3.4%と高く、他の方式では2.4~2.6%と低かった。

4) 畜種と副資材あるいは処理方式を組合わせた堆肥の特徴

表4には、畜種別に各副資材を用いた場合、また、表5には、畜種別に各堆肥化処理方式を用いた場合の培養無機態窒素率が示されている。いずれの畜種においても、副資材として「戻し堆肥」を用いたり、副資材を使用せずで、培養無機態窒素率は一般に高くなった。また、いずれの畜種におい

ても、密閉型発酵方式を用いた場合に高くなる傾向がみられ、採卵鶏で密閉型の場合の培養無機態窒素率は、平均23.6%の高い値となった。

以上の結果から、家畜ふん堆肥に含まれる化学肥料相当の速効性窒素の割合は、平均10%程度であり、大部分の窒素は作物に利用されない有機態窒素として土壌に蓄積されることになる。これらの有機態窒素は徐々に無機化して、堆肥の連用により土壌中の可給態窒素は増加する。そのため、施肥設計においては、定期的な可給態窒素の土壌診断が必要と考えられる。

なお、表に示された培養無機態窒素率はあくまでも平均値であり、これで家畜ふん堆肥全体の傾向は知ることができるが、堆肥の施用に当たっては、個別の堆肥分析値から可給態窒素含量を求める必要がある。

文 献

- 1) 畜産環境技術研究所：各種家畜ふん堆肥の成分分析による可給態窒素量の簡易推定法、畜産環境技術研究所年報、9、17~25 (2005)
- 2) 畜産環境整備機構：堆肥の品質実態調査報告書、(財)畜産環境整備機構、東京 (2005)
- 3) 矢野秀治・棚橋寿彦：家畜ふん堆肥からの塩酸抽出の有用性、土肥要旨集、50、61 (2004)
- 4) 島倉健次：施用基準、家畜ふん尿処理利用研究会会議資料、No.58-2、p.45~49、草地試験場 (1983)

表1 畜種別 堆肥成分と可給態養分含量

畜種	試料数	統計方法	水分 %	灰分 %	pH	*** 電気伝導 率 EC mS/cm	全窒素 %	全炭素 %	C/N比	無機態 窒素 mg/g	アミノ酸 態窒素 mg/g	硝化態 窒素 mg/g	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	銅 ppm	亜鉛 ppm	発芽率 %	酸養 消費量 μg/g/min	培養無機 態窒素率 %	可給態養分含量(乾物中) ²⁾		
																						N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
乳用牛	318	平均	52.2	28.6	8.6	5.6	2.2	36.6	17.6	0.489	0.668	1.8	2.8	4.4	1.5	49	167	97.0	1.7	5.5	0.1	1.5	2.5	
		標準偏差	14.0	11.3	0.6	1.4	0.7	6.4	5.2	0.847	0.450	0.775	1.1	1.2	0.8	71	92	6.5	1.3	4.0	0.1	0.9	1.0	
肉用牛	304	平均	52.2	23.3	8.2	5.9	2.2	39.3	19.0	3.150	2.086	2.6	2.8	3.0	1.3	31	149	96.4	1.5	11.0	0.2	2.1	2.5	
		標準偏差	13.1	8.3	0.8	1.3	0.6	4.5	5.4	3.611	2.482	2.948	1.2	1.0	2.8	0.6	27	76	7.1	1.3	8.8	0.2	1.0	0.9
豚	144	平均	36.6	30.0	8.3	6.7	3.5	36.5	11.4	6.473	5.676	0.798	5.6	2.7	8.3	2.4	227	608	90.9	2.7	15.3	0.5	4.5	2.4
		標準偏差	13.0	9.9	1.1	1.6	1.1	4.7	3.8	3.505	3.948	1.687	2.8	1.1	6.4	1.0	114	332	19.5	3.1	7.6	0.3	2.2	1.0
採卵鶏	127	平均	22.4	50.4	9.0	7.9	2.9	26.3	9.5	4.230	4.188	0.042	6.2	3.6	25.7	2.2	59	440	90.6	4.0	19.8	0.6	5.0	3.3
		標準偏差	9.7	10.4	0.6	2.0	0.9	5.2	2.8	1.503	1.492	0.032	2.5	1.1	10.4	0.8	18	137	17.7	3.3	10.9	0.6	2.0	1.0
ブロイラー	27	平均	33.0	27.5	7.9	8.5	3.8	37.4	10.6	5.167	5.114	0.053	4.2	3.6	8.9	1.9	68	351	67.5	6.2	12.4	0.6	3.4	3.2
		標準偏差	12.8	11.0	1.1	2.5	1.1	5.6	3.5	2.724	2.771	0.083	1.8	1.4	6.3	0.5	21	138	41.3	7.2	11.6	0.5	1.4	1.2
混合**	536	平均	45.5	27.4	8.5	6.4	2.5	37.7	16.2	2.489	2.031	0.459	3.2	2.9	5.9	1.6	69	257	94.3	1.9	10.8	0.3	2.6	2.6
		標準偏差	14.3	8.9	0.6	1.6	0.8	4.5	5.3	1.705	1.688	0.777	1.8	1.1	4.2	0.8	57	165	14.6	2.1	6.1	0.2	1.4	1.0
全体	1,456	平均	45.2	29.1	8.5	6.3	2.6	36.7	15.9	3.851	3.077	0.774	3.3	2.9	7.0	1.7	71	267	94.2	2.2	11.0	0.3	2.6	2.6
		標準偏差	16.1	11.9	0.8	1.7	0.9	6.1	5.7	3.083	2.885	1.671	2.2	1.1	7.7	0.8	81	213	14.5	2.5	8.2	0.3	1.8	1.0

* 水分は 現物中 それ以外は 乾物中

**混合とは複数の畜種からなる

*** 現物堆肥と蒸留水を1:15で懸濁させて測定したものを、常法(風乾堆肥と蒸留水を1:10)に補正

補正式は 常法によるEC=1.45×本調査によるEC+0.049×水分(%)−0.37

1) 堆肥成分分析から推定した、30°C、4週間の畑条件培養による無機態窒素率(%)

2) 窒素は全窒素の分析値と培養無機態窒素率(%)から算出、また、リン酸およびカリの肥効率は、それぞれ、80%および90%とする文献値を用いて算出

表2 副資材別 堆肥成分と可給態養分含量

副資材	試料数	集計方法	水分*		灰分	pH	**** 電気伝導 率 EC	全窒素	全炭素	C/N比	無機態 窒素	アンモニア態 窒素	硝酸態 窒素	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	銅	亜鉛	発芽率	硝素 消費量 μg/g/min	培養無機 態窒素率	1) 可給態養分含量(乾物中) 2)		
			%	%																			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
なし	174	平均	31.2	39.7	8.7	7.8	3.4	31.5	10.1	4.786	4.485	0.321	5.2	3.3	16.5	2.1	103	415	86.8	3.2	16.2	0.6	4.2	2.9	
		標準偏差	16.7	15.1	0.8	1.9	1.2	7.8	3.8	2.492	2.681	1.041	3.0	1.2	12.8	1.0	113	264	26.3	3.2	11.3	0.5	2.4	1.1	
「長し堆肥」	45	平均	28.6	39.2	8.7	8.1	3.2	32.1	10.8	5.374	5.330	0.044	4.8	3.5	15.9	2.2	82	454	84.4	3.8	15.5	0.5	3.8	3.1	
		標準偏差	14.7	14.5	0.7	1.9	1.1	7.3	4.2	3.169	3.189	0.034	2.5	1.3	11.7	1.0	105	338	28.7	4.0	7.8	0.3	2.0	1.2	
もみ殻 わら類	99	平均	46.0	33.7	8.6	6.2	2.5	34.0	14.9	2.849	2.728	0.120	3.5	3.0	6.5	1.7	73	281	95.8	2.7	9.4	0.2	2.8	2.7	
		標準偏差	15.8	10.0	0.7	1.6	0.9	5.4	5.0	1.844	1.876	0.215	2.1	1.1	6.3	0.8	66	205	10.2	2.8	7.6	0.2	1.7	1.0	
木質系 (おが屑・バーク)	250	平均	49.0	24.4	8.3	6.2	2.4	38.8	17.4	4.044	2.706	1.339	3.0	2.9	4.9	1.6	55	223	93.4	2.5	10.5	0.3	2.4	2.6	
		標準偏差	14.8	10.1	0.8	1.6	0.8	5.2	5.5	3.529	2.519	2.542	1.7	1.1	5.1	0.6	61	162	14.9	3.5	8.2	0.2	1.3	1.0	
複合**	844	平均	47.8	27.1	8.4	5.9	2.4	37.7	17.2	3.404	2.547	0.957	2.9	2.8	5.2	1.6	69	239	96.3	1.7	9.9	0.2	2.3	2.5	
		標準偏差	14.2	9.6	0.7	1.4	0.7	5.0	5.4	3.062	2.906	1.500	1.9	1.1	4.5	0.8	79	189	8.2	1.7	6.8	0.2	1.5	1.0	

* 水分は 現物中 それ以外は 乾物中

**複合とは複数の副資材からなる

*** 現物堆肥と蒸留水を1:15で懸濁させて測定したものを、常法(風乾堆肥と蒸留水を1:10)に補正

補正式は 常法によるEC=1.45×本調査によるEC+0.049×水分(%)−0.37

1) 堆肥成分分析から推定した、30℃、4週間の畑条件培養による無機態窒素率(%)

2) 窒素は全窒素の分析値と培養無機態窒素率(%)から算出、また、リン酸およびカリの肥効率は、それぞれ、80%および90%とする文献値を用いて算出

表3 処理方式別 堆肥成分と可給態養分含量

処理方式	試料数	集計方法	水分 %	灰分 %	pH	電気伝導率 EC mS/cm	全窒素 %	全炭素 C/N比 %	無機態窒素 mg/g	アミノ態窒素 mg/g	硝酸態窒素 mg/g	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	銅 ppm	亜鉛 ppm	発芽率 %	酸養消費量 μg/g/min	培養無機態窒素率 %	可給態養分含量(乾物中) %)			
																					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
堆積発酵方式	385	平均	52.9	28.0	8.3	5.8	2.4	37.1	17.4	3.496	1.214	2.7	2.7	5.2	1.5	54	205	94.3	1.9	10.7	0.3	2.1	2.4	
		標準偏差	14.8	11.6	0.8	1.5	0.8	5.9	6.0	3.376	2.971	2.449	1.6	1.2	0.7	49	139	14.4	2.6	8.0	0.3	1.3	1.0	
機構焼却方式	220	平均	38.4	31.3	8.6	6.6	2.6	35.8	14.8	3.968	3.446	0.521	3.8	3.1	9.2	83	330	93.9	2.5	10.6	0.3	3.1	2.8	
		標準偏差	14.9	12.8	0.9	1.6	0.8	6.7	5.3	3.493	3.540	0.793	2.5	1.1	1.0	99	261	14.2	2.5	8.3	0.3	2.0	1.0	
密閉型発酵方式	54	平均	27.1	38.1	8.6	7.2	3.4	31.7	10.4	4.323	4.262	0.062	5.2	3.0	15.3	2.0	110	433	85.0	4.2	18.1	0.7	4.2	2.7
		標準偏差	9.8	12.3	0.6	2.0	1.2	6.3	4.7	1.977	2.007	0.124	2.3	1.1	10.7	0.9	103	305	28.2	3.6	11.1	0.6	1.9	1.0
混合**	710	平均	44.2	27.7	8.5	6.5	2.6	37.4	16.0	3.531	2.893	0.639	3.3	3.0	6.6	1.7	74	270	94.7	2.1	10.8	0.3	2.7	2.7
		標準偏差	14.8	11.0	0.7	1.6	0.9	5.6	5.5	2.864	2.815	1.231	2.3	1.1	6.9	0.8	87	213	13.5	2.4	7.8	0.3	1.8	0.9

* 水分は 現物中 それ以外は 乾物中

**混合とは複数の処理方式からなる

*** 現物堆肥と蒸留水を1:15で懸濁させて測定したものを、常法(風乾堆肥と蒸留水を1:10)に補正

補正式は 常法によるEC=1.45×本調査によるEC+0.049×水分(%)−0.37

1) 堆肥成分分析から推定した、30°C、4週間の畑条件培養による無機態窒素率(%)

2) 窒素は全窒素の分析値と培養無機態窒素率(%)から算出、また、リン酸およびカリの肥効率は、それぞれ、80%および90%とする文献値を用いて算出

1) 2) 1) 2)

香種	副資材	試料数	集計方法	* 水分		pH	*** 電気伝導率 EC	全窒素 %	C/N比	無機態窒素 mg/g	7-フェニル態窒素 mg/g	硝態態窒素 mg/g	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO ppm	銅 ppm	亜鉛 ppm	窒素率 %	窒素消費量 μg/g/min	培養無機態窒素率 %	可給態養分含量(乾物中)			
				%	%																	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	
プロイラー	なし	5	平均	35.6	31.2	7.7	9.5	4.2	35.9	9.3	5.225	5.116	0.110	4.1	3.4	11.5	2.3	72	295	38.4	1.0	10.5	0.6	3.3	3.1
			標準偏差	15.4	16.3	1.4	3.5	1.6	8.4	3.6	4.608	4.768	0.173	1.6	1.5	8.7	0.5	21	97	52.6	1.0	18.5	0.9	1.3	1.3
	「長し堆肥」	1	平均	29.9	22.0	6.1	11.8	5.0	40.1	8.0	8.839	8.837	0.002	3.6	4.1	6.5	2.0	65	278	0.0	0.0	19.7	1.0	2.8	3.7
			標準偏差	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	もみ殻 わら類	4	平均	37.2	39.2	8.9	8.2	3.3	30.9	9.6	4.078	3.956	0.123	6.2	4.3	13.2	2.4	96	495	90.8	3.5	0.8	0.1	4.9	3.9
			標準偏差	8.4	8.8	0.3	1.2	0.8	5.4	1.1	0.880	0.289	0.110	2.1	0.5	9.9	0.2	20	84	8.7	0.7	11.6	0.4	1.7	0.5
	木質系 (おが屑・パルク)	11	平均	29.8	22.4	8.1	8.4	3.9	39.7	10.4	4.979	4.953	0.026	3.9	3.8	6.7	1.7	63	373	71.4	11.9	16.4	0.7	3.1	3.4
			標準偏差	10.6	3.3	0.7	1.8	0.7	1.7	2.5	2.374	2.375	0.019	1.3	1.5	0.7	0.4	14	142	38.2	7.5	5.3	0.3	1.0	1.4
	混合**	4	平均	28.9	29.6	8.3	7.7	3.2	37.1	12.7	3.391	3.347	0.044	4.4	3.4	10.1	1.7	60	318	93.5	3.0	9.3	0.4	3.5	3.0
			標準偏差	18.2	14.4	0.8	3.4	1.0	7.4	5.0	1.511	1.490	0.021	2.2	1.5	8.6	0.8	22	137	6.4	4.2	10.0	0.4	1.7	1.3
なし	29	平均	40.8	29.7	8.2	7.9	3.1	37.4	13.4	2.728	2.661	0.067	3.9	3.0	7.2	1.5	61	229	78.7	3.0	11.7	0.4	3.1	2.7	
		標準偏差	16.2	9.1	0.6	2.2	0.9	4.1	5.4	3.074	3.130	0.056	2.9	1.4	4.4	1.0	49	171	36.2	5.3	8.6	0.4	2.4	1.3	
「長し堆肥」	18	平均	39.7	28.8	8.6	8.3	3.1	37.2	13.6	0.785	0.693	0.092	2.6	3.1	7.3	1.7	39	252	76.5	2.0	13.1	0.4	2.1	2.8	
		標準偏差	15.2	8.4	0.7	2.4	1.3	4.7	5.2	0.691	0.694	0.003	1.4	1.7	5.4	1.2	30	199	38.1	0.0	7.3	0.3	1.2	1.5	
混合**	35	平均	47.5	31.1	8.6	6.4	2.7	35.6	14.8	3.723	3.680	0.044	3.7	3.0	6.4	1.7	77	303	93.3	3.0	9.1	0.3	2.9	2.7	
		標準偏差	17.5	9.4	0.8	1.8	1.0	5.3	5.7	2.384	2.432	0.049	2.0	1.2	4.8	0.8	52	219	15.7	3.7	5.0	0.2	1.6	1.1	
木質系 (おが屑・パルク)	57	平均	45.3	24.7	8.5	6.6	2.5	39.2	17.0	2.499	1.855	0.644	3.4	3.0	6.2	1.6	62	259	92.3	2.3	11.8	0.3	2.7	2.7	
		標準偏差	14.7	8.6	0.6	1.6	0.8	3.7	5.4	1.937	1.612	0.945	1.6	0.8	4.8	0.7	46	136	17.5	1.9	9.0	0.3	1.3	0.7	
混合**	375	平均	45.7	27.1	8.5	6.1	2.5	37.8	16.6	2.451	1.942	0.510	3.1	2.9	5.6	1.5	71	255	96.7	1.7	10.6	0.3	2.5	2.6	
		標準偏差	13.6	8.7	0.6	1.3	0.7	4.4	5.1	1.613	1.595	0.817	1.6	1.0	3.9	0.7	60	156	5.3	1.6	5.5	0.2	1.3	0.9	

* 水分は 現物中 それ以外は 乾物中

**混合とは複数の香種・副資材からなる

***電気伝導率は 現物中 乾燥状態で測定したもの、30℃、4週間の畑条件培養による無機態窒素率(%)

1) 堆肥成分分析から推定した、30℃、4週間の畑条件培養による無機態窒素率(%)

2) 窒素は全窒素の分析値と培養無機態窒素率(%)から算出、また、リン酸およびカリの肥料率は、それぞれ、80%および90%とする文献値を用いて算出

*** 現物堆肥と蒸留水を1:15で懸濁させて測定したものを、常法(風乾堆肥と蒸留水を1:10)に補正

補正式は 常法によるEC=1.45×本調査によるEC+0.049×水分(%) - 0.37

表5 畜種·處理方式別 堆肥成分と可給態養分含量

畜種	處理方式	試料數	集計方法	水分 %	灰分 %	pH	電氣伝導率 EC *** mS/cm	全窒素 %	全炭素 %	C/N比	無機態窒素 mg/g	7>7<-7態窒素 mg/g	硝酸態窒素 mg/g	CaO %	MgO %	銅 ppm	亜鉛 ppm	発芽率 %	窒素消費量 $\mu\text{g/g}/\text{min}$	培養無機態窒素率 %	可給態養分含量(乾物中)				
																					N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %		
乳用牛	堆積発酵方式	80	平均	56.9	31.7	8.3	5.2	2.2	34.9	16.9	1.469	0.391	1.078	1.7	2.6	4.7	156	98.0	1.5	6.5	0.2	1.4	2.3		
			標準偏差	13.8	12.9	0.6	1.2	0.7	6.7	5.2	1.384	0.266	1.368	1.0	1.2	2.9	83	3.4	1.2	3.3	0.1	0.8	1.1		
		38	平均	45.0	28.5	8.6	6.1	2.3	36.0	16.5	1.199	0.519	0.675	2.5	3.3	4.5	18	53	208	1.7	5.6	0.1	2.0	3.0	
			標準偏差	12.8	7.4	0.5	1.3	0.7	7.4	5.9	0.720	0.538	0.656	2.2	1.2	1.9	12	39	170	1.3	3.7	0.1	1.7	1.1	
	7	平均	38.1	34.3	8.3	4.8	1.9	33.7	17.7	1.593	1.570	0.013	1.8	2.3	3.4	1.6	29	116	2.3	7.8	0.1	1.5	2.1		
		標準偏差	10.2	5.5	0.7	1.4	0.4	2.4	2.5				1.0	0.8	1.1	0.8	10	42	2.1	3.3	0.1	0.8	0.7		
	複合**	171	平均	51.5	25.2	8.7	5.8	2.2	38.6	18.6	1.037	0.506	0.531	1.8	2.9	4.4	15	166	96.6	1.8	4.7	0.1	1.4	2.6	
		標準偏差	13.8	9.3	0.5	1.4	0.6	4.9	5.1	0.711	0.482	0.541	0.8	1.1	1.9	0.6	93	74	7.9	1.4	3.9	0.1	0.6	1.0	
	堆積発酵方式	123	平均	57.3	24.7	8.0	5.5	2.0	38.4	20.0	5.153	2.226	2.929	2.3	2.5	3.0	12	29	137	96.0	1.3	11.2	0.2	1.8	2.2
		標準偏差	11.5	10.4	0.9	1.1	0.6	5.7	5.9	3.971	1.487	3.516	1.2	1.0	3.7	0.6	18	76	7.9	0.9	10.1	0.3	0.9	0.9	
	機械攪拌方式	35	平均	41.0	23.2	8.0	6.4	2.4	38.5	17.1	5.186	4.176	1.015	3.0	3.0	3.0	14	30	164	2.3	9.1	0.2	2.4	2.7	
		標準偏差	14.9	6.0	1.0	1.3	0.6	3.4	4.4	1.890	1.704	0.966	1.4	0.9	2.4	0.5	20	62	7.0	2.2	7.3	0.2	1.1	0.8	
肉用牛	密閉型発酵方式	0	平均	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	標準偏差	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
豚	複合**	132	平均	49.6	22.0	8.4	6.3	2.3	40.2	18.4	4.936	3.767	1.170	2.7	3.0	2.9	1.4	32	155	96.6	1.5	11.1	0.2	2.2	2.7
		標準偏差	11.0	6.2	0.6	1.3	0.5	3.0	4.8	3.588	3.230	1.600	1.1	1.0	1.7	0.6	35	79	6.5	1.3	7.9	0.2	0.9	0.9	
鶏	堆積発酵方式	31	平均	42.1	27.6	8.2	6.7	3.1	38.2	13.0	7.134	7.032	0.104	4.6	2.6	6.2	1.9	169	417	85.9	3.5	14.3	0.4	3.7	2.3
		標準偏差	14.5	7.7	1.0	1.5	0.8	3.6	3.9	3.174	3.145	0.106	1.7	1.1	2.1	0.7	54	149	23.1	3.9	6.5	0.3	1.3	1.0	
豚	機械攪拌方式	26	平均	32.0	36.4	9.2	7.7	3.3	34.0	10.7	8.448	7.901	0.545	6.4	3.3	13.6	2.9	279	771	91.2	2.2	12.7	0.5	5.1	2.9
		標準偏差	7.6	14.3	1.4	2.1	0.9	5.6	2.5	6.142	6.381	0.945	3.1	1.5	12.9	1.4	159	371	19.1	1.8	12.3	0.4	2.5	1.3	
豚	密閉型発酵方式	16	平均	28.4	26.8	8.3	6.3	4.3	37.6	10.0	5.651	5.638	0.016	5.4	2.4	7.9	2.3	232	597	81.8	2.8	17.9	0.8	4.3	2.1
		標準偏差	10.5	7.1	0.5	1.2	1.4	3.8	5.1	2.343	2.336	0.009	2.2	0.7	3.6	0.9	109	438	32.2	3.6	5.5	0.4	1.8	0.6	
豚	複合**	65	平均	36.5	29.2	8.1	6.4	3.6	36.5	11.2	6.127	4.960	1.167	6.0	2.6	7.4	2.6	237	645	94.9	2.7	16.4	0.6	4.8	2.4
		標準偏差	12.6	8.5	0.9	1.3	1.1	4.6	3.6	2.918	3.616	2.181	3.0	1.0	2.8	0.9	99	313	12.7	3.3	5.9	0.2	2.4	0.9	
豚	堆積発酵方式	13	平均	28.9	53.3	9.0	7.5	2.7	25.0	9.9	4.981	4.925	0.056	5.2	3.5	26.0	1.9	47	363	92.4	2.3	22.7	0.6	4.2	3.1
		標準偏差	14.7	11.7	0.5	1.6	0.7	5.2	4.0	1.344	1.331	0.018	2.3	1.4	12.3	0.7	14	145	16.0	1.2	9.6	0.4	1.9	1.3	
豚	機械攪拌方式	33	平均	21.5	50.4	9.1	7.3	2.6	26.4	10.4	4.059	4.003	0.056	5.8	3.6	26.7	2.3	61	448	92.1	3.5	16.6	0.5	4.7	3.2
		標準偏差	11.2	11.4	0.5	1.4	0.7	5.5	2.6	0.436	0.431	0.035	1.8	0.9	11.5	0.6	17	115	18.0	2.7	9.3	0.4	1.5	0.8	
豚	密閉型発酵方式	25	平均	22.1	47.3	8.8	8.3	3.4	26.9	8.1	3.902	3.861	0.042	6.1	3.5	24.4	2.0	59	415	84.0	5.2	23.6	0.9	4.9	3.2
		標準偏差	5.1	7.9	0.4	1.8	0.9	3.6	1.4	1.784	1.766	0.054	2.0	1.0	7.6	1.0	18	152	28.2	3.2	11.2	0.7	1.6	0.9	
豚	複合**	47	平均	22.1	52.9	9.0	8.0	2.9	25.2	9.2	4.558	4.521	0.037	6.7	3.8	26.8	2.4	62	475	93.5	3.9	21.2	0.7	5.4	3.5
		標準偏差	8.5	9.5	0.4	1.4	0.8	4.7	2.5	1.437	1.430	0.026	2.9	1.0	10.1	0.7	15	136	7.4	3.9	9.5	0.6	2.3	0.9	

菌種	処理方式	試料数	集計方法	* 水分		pH	*** 電気伝導率 EC	全窒素 %	全炭素 %	C/N比	無機態窒素 mg/g	アミノ態窒素 mg/g	硝酸態窒素 mg/g	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	銅 ppm	亜鉛 ppm	発芽率 %	酸素消費量 μg/g/min	培養無機態窒素率 %	可給態養分含量(乾物中)		
				%	%																		N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
プロイラー	堆積発酵方式	10	平均	36.8	21.7	7.3	8.0	3.8	40.3	12.0	7.074	7.050	0.025	2.9	2.9	6.3	1.7	56	258	51.4	5.6	16.0	0.7	2.3	2.6
				標準偏差	15.4	3.5	1.2	3.0	1.3	1.6	35.7	10.8	2.476	2.449	0.027	1.2	1.3	1.4	0.6	16	110	44.6	8.9	7.7	0.5
	機械攪拌方式	3	平均	20.1	30.0	8.5	7.4	3.3	35.7	10.8	2.476	2.449	0.027	3.8	3.2	12.3	1.8	53	328	96.6	10.7	12.6	0.5	3.1	2.9
				標準偏差	5.6	17.5	0.5	0.8	0.7	8.0	0.2	0.217	0.203	0.020	1.2	0.3	9.1	0.5	10	83	1.2	4.5	15.0	0.5	0.9
	密閉型発酵方式	1	平均	18.9	58.4	9.7	9.6	2.7	21.6	7.9	5.697	5.678	0.019	5.6	5.3	26.9	2.4	55	349	91.8	2.0	-17.4	-0.5	4.5	4.8
				標準偏差	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
混合**	堆積発酵方式	13	平均	34.1	29.1	8.2	9.0	4.0	36.7	9.6	4.005	3.890	0.115	5.1	4.1	8.8	2.0	82	427	70.9	5.2	11.9	0.6	4.1	3.7
				標準偏差	10.1	9.3	0.8	2.4	1.0	5.2	2.1	2.628	2.725	0.134	1.8	1.4	5.8	0.5	18	132	41.0	6.7	11.1	0.5	1.4
	堆積発酵方式	128	平均	52.6	26.8	8.5	6.0	2.4	37.9	17.4	2.764	2.297	0.467	2.9	2.8	5.3	1.5	57	230	95.9	1.8	10.3	0.3	2.3	2.6
				標準偏差	14.0	9.2	0.6	1.3	0.7	4.3	5.8	1.731	1.708	1.382	1.6	1.2	4.1	0.7	44	142	9.6	1.9	6.1	0.2	1.3
	機械攪拌方式	85	平均	43.7	26.8	8.5	6.3	2.6	38.4	16.1	2.404	1.731	0.673	3.3	2.9	5.7	1.4	68	274	93.3	1.9	10.4	0.3	2.6	2.6
				標準偏差	12.9	8.2	0.7	1.6	0.9	4.2	5.3	1.444	0.947	0.766	2.1	1.1	4.4	0.7	58	172	15.9	1.6	6.2	0.2	1.7
密閉型発酵方式	5	平均	33.7	29.5	8.7	7.2	3.0	36.1	13.2	4.064	3.637	0.226	4.7	2.8	7.4	1.8	104	460	80.9	4.7	12.4	0.4	3.7	2.5	
			標準偏差	10.6	11.9	0.4	1.1	0.9	6.4	6.0	1.891	2.193	0.301	1.9	1.1	4.8	0.6	81	288	38.6	6.4	3.7	0.2	1.5	1.0
混合**	282	平均	43.1	27.3	8.6	6.6	2.6	37.7	15.9	2.407	1.946	0.461	3.3	3.0	6.0	1.6	72	259	93.8	1.8	11.2	0.3	2.6	2.7	
			標準偏差	13.3	8.8	0.6	1.6	0.8	4.5	5.0	1.798	1.814	0.624	1.7	1.0	4.3	0.8	60	169	16.0	2.1	6.2	0.2	1.4	0.9

* 水分は 現物中 それ以外は 乾物中 *** 現物堆肥と蒸留水を1:15で懸濁させて測定したものを、常法(風乾堆肥と蒸留水を1:10)に補正

**混合とは複数の蓄種複合とは複数の処理方式から;

補正式は 常法によるEC=1.45×本調査によるEC+0.049×水分(%)-0.37

1) 堆肥成分分析から推定した、30℃、4週間の畑条件培養による無機態窒素率(%)

2) 窒素は全窒素の分析値と培養無機態窒素率(%)から算出、また、リン酸およびカリの肥効率は、それぞれ、80%および90%とする文献値を用いて算出

2. 畜産臭気における「におい識別装置」の臭気指数相当値と市販簡易ニオイセンサ指示値との関係

緒 言

近年、単一の臭気成分物質（アンモニアなどの特定悪臭物質）での規制ではなく、複合臭を対象とした臭気指数の規制を導入する地方自治体が増加している。臭気指数はヒトの嗅覚の尺度をよく表しているため、臭気対策を図る直接的な指標となり、臭気指数対応型の簡易測定法の開発を通じ、経営者自身による農場の臭気発生の実態の把握、臭気管理が可能となる。山本ら（2006）は、畜産臭気（畜舎臭、堆肥臭）の「におい識別装置」による臭気指数相当値と嗅覚測定法による臭気指数との間には相関が認められ、比較的精度良く、臭気指数の推定が可能であることを明らかにした。しかしながら、「におい識別装置」はデスクトップ型で、現場に持ち運びができず、また、高価であるため、農家自身が購入し、自己の農場内の臭気管理に手軽に利用できない。そのため、臭気指数を精度良く測定でき、操作が容易でしかも、現場に持ち込めるポータブル型装置の開発が望まれる。

一方で、通常市販されている「ニオイセンサ」はポータブル型装置であり、複合臭の強度を指示値として表示する。その測定原理は、金属酸化物半導体表面にニオイ分子が吸着すると、その電気伝導度がよくなるため抵抗値がさがり、その抵抗値の変化をブリッジ回路の偏差電圧として表わすことによる。一般的な使用を考えた場合、臭

気指数での表示が望まれるが、その場合、現場臭気の「ニオイセンサ」指示値と臭気指数との相関グラフを作成した上で、指示値から臭気指数に変換することとなっている（（社）におい・かおり環境協会,2004）。しかしながら、一般ユーザーがこの相関（変換）グラフを作成するには、当該臭気について臭気指数を測定しておく必要があるため、多大な労力、コストおよび専門知識を要する。

そこで、多種多様な畜産臭に対する「におい識別装置」の臭気指数相当値と「ニオイセンサ」指示値との関係を検討した。

実験材料および方法

1. 畜産臭気の採取

畜舎臭の採取については、畜産環境技術研究所（福島県西白河郡西郷村）周辺、栃木県北部に位置する牛舎、豚舎および鶏舎のいずれも内部から各々、18、35および32点の臭気を採取した。堆肥舎臭については、養牛、養豚および養鶏農家の堆肥舎の内部より各々、4、9および4点の臭気を採取した。また、堆肥そのものの臭気については、全国の畜産農家で生産された堆肥のうち、牛ふん堆肥5点および豚ふん堆肥8点の合計13点を無作為に抽出して実験に供した。

畜舎および堆肥舎の臭気採取には、カセット式採取器（近江オドエアサービス、DCI-

NA) および 5 L (近江オドエアサービス、5 F) のポリエチレンテレフタレート製バッグを用いた。採取時に、サンプルバッグを現場臭気で 2～3 回洗浄してから使用した。カセット式採取器のカセット部は試料採取の度毎に交換してから試料採取に供した。堆肥臭の調製法については、山本ら (2006) の方法に従ったが、「におい識別装置」と「ニオイセンサ」の分析に約 3 L の臭気を必要とすることから、5 L (近江オドエアサービス、5 F) のポリエチレンテレフタレート製バッグを用いた。

2. 「ニオイセンサ」指示値と「におい識別装置」による臭気指数相当値との関係

サンプル臭気の湿度が測定値に影響を及ぼすことがあるため (吉栄, 2003 および 2006)、採取した臭気の入ったサンプルバッグを空調を行った臭気実験室に最低 1 時間以上放置し、サンプルバッグ内の湿度を臭気実験室内の湿度に合わせた。サンプル臭気は、「におい識別装置 (FF-2A、島津製作所)」 (喜多ら, 2004 および 2006) による臭気指数相当値の測定に供試した後、「ニオイセンサ (XP-329 III、新コスモス電機)」 (吉栄, 2006) による指示値の測定に供した。臭気実験室内の温度、相対湿度はデジタル温湿度計 (ISUZU、THF-314L) により、測定時に記録した。なお、実験は通年で行った。

畜舎臭、堆肥舎臭および堆肥臭の測定により得られたデータは、「ニオイセンサ」指示値を X、「におい識別装置」の臭気指数相当値を Y とするグラフ上にプロットし

た。2 つのスロープのある折れ線モデル (Robbins, 1986) により推定された変曲点でデータを分割し、「ニオイセンサ」指示値から「におい識別装置」による臭気指数相当値を推定する回帰分析 (吉田, 1975) を行い、回帰式、重相関係数 (R) および推定精度 (RSD、回帰からの残差の標準偏差) を求めた。

結果および考察

臭気実験室内の温度、相対湿度は、 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、23.5～60.0% であり、測定値に影響のある範囲ではなかった ((社) におい・かおり環境協会 20005)。

畜舎臭、堆肥舎臭および堆肥臭の測定により、「におい識別装置」の臭気指数相当値 (Y と「ニオイセンサ」指示値 (X) の関係を図 1 に畜種別および発生源別にプロットしたところ、畜種や発生源による反応特異性が見られなかった。塗装工場や印刷工場の臭気では、臭気指数 10 以下でもセンサ指示値は反応するが、獣骨処理場では臭気指数 15 前後から、魚腸骨処理場では臭気指数 30 前後からでないとしてセンサ指示値は上昇せず、臭気の組成、質が大きく異なる試料では、センサ種類の選択を含め、それぞれの相関関係を把握する必要があるとしている (房家ら, 1999)。本試験で供試した畜産臭サンプルの臭気指数相当値は 5～40 までの範囲であった。本試験で使用した高感度酸化インジウムセンサの単独臭気物質に対するセンサ指示値の感度特性は、臭気物質濃度 (ppm) を対数表示して表され、臭

気強度2.5~3.5に相当する範囲で、感度の高い臭気物質、低い臭気物質が見られたが、それらの傾きは大きく変わらない（(株)新コスモス電機,2003）。本試験で供試した臭気サンプルについて、組成、質で大きな差は見られず、牛、豚および鶏といった畜種別、もしくは畜舎、堆肥舎および堆肥そのものといった発生源別の分類は必要のないことを示している。

このことより、全供試試料を同一の関係式で臭気指数を推定できると考えられたが、センサ指示値に、ある変曲点を堺にした臭気濃度に対する反応の変化が見られることから、2つのスロープのある折れ線モデルより推定された $X=144$ 、 $Y=20.8$ を変曲点とする2本の回帰直線により、センサ指示値から臭気指数相当値への推定を行ったところ、「ニオイセンサ」指示値（ X ）から臭気指数相当値（ Y ）を推定する回帰式は、 $Y=0.080X+9.25$ 、 $R=0.66$ 、 $RSD=3.1$ （ $0 < X \leq 144$ ）および $Y=0.030X$ 、 $R=0.87$ 、 $RSD=2.3$ （ $145 \leq X < 650$ ）が得られた。なお、折れ線モデルの寄与率(R^2)は0.84であった。この相関式の適用性については、臭気指数の推定精度を示すRSDが3.1および2.3と小さく、実用的には十分であると判断された。

これらのことから、供試した臭気物質のような一般的な畜産臭であれば、推定された回帰式を利用することにより、市販の「ニオイセンサ」により臭気指数を精度良く予測できると考えられた。

謝 辞

臭気の採取およびデータ解析に多大な協力を賜った調査農家の方々、栃木県中部家畜保健衛生所の岡本 優氏、栃木県畜産試験場の福島正人氏、群馬県西部家畜保健衛生所の藤井俊弘氏、九州沖縄農業研究センターの梶 雄次氏に深謝する。

文 献

- 房家正博・雨谷敬史・松下秀鶴・相馬光之.
臭気センサによる複合臭気の評価手法の検討（Ⅱ）臭気センサ指示値と臭気指数との相関. 大気環境学会誌、34：17-24、1999.
- 喜多純一・青山佳弘・木下太生・谷口博和・中野博司・赤丸久光・林 英幹・川本啓三. におい識別装置を用いた臭気測定. 官能の代替を目的としたにおい識別装置FF-2Aによる臭気指数相当値およびにおい質の絶対値表現. 環境浄化技術. 3：23-29、2004.
- 喜多純一・岡田昌之・赤丸久光・木下太生. においセンサの最新技術と今後の課題—におい識別装置. におい・かおり環境学会誌、172-178、2006.
- におい・かおり環境協会編：簡易測定法機器の紹介、ためして簡単、現場で使える「臭気簡易測定ガイドブック」、p66-67、(社)におい・かおり環境学会. 東京、2005.
- Robbins KR. A Method SAS Program, and example for fitting the broken-line to growth data. The University

of Tennessee Agricultural Station
Research Report 86-109 : 1-8, 1986.

新コスモス電機株式会社：技術資料、ポータブル型ニオイセンサXP-329Ⅲ、新コスモス電機株式会社。大阪、2004.

山本朱美・喜多純一・小川雄比古・小堤恭平・古谷 修：におい識別装置による畜舎臭、堆肥臭の強度評価、におい・かおり環境学会誌、37：33-37、2006.

吉栄康城. ポータブル型ニオイセンサを用いた臭気（指数）管理、臭気対策セミナー講演資料集、62-68、2003.

吉栄康城. 酸化インジウム型におい検知素子の開発と応用. におい・かおり環境学会誌、37：179-183、2006.

吉田 実：6. 相関と回帰、“畜産を中心とする実験計画法”、p163-185. 養賢堂. 東京、1975.

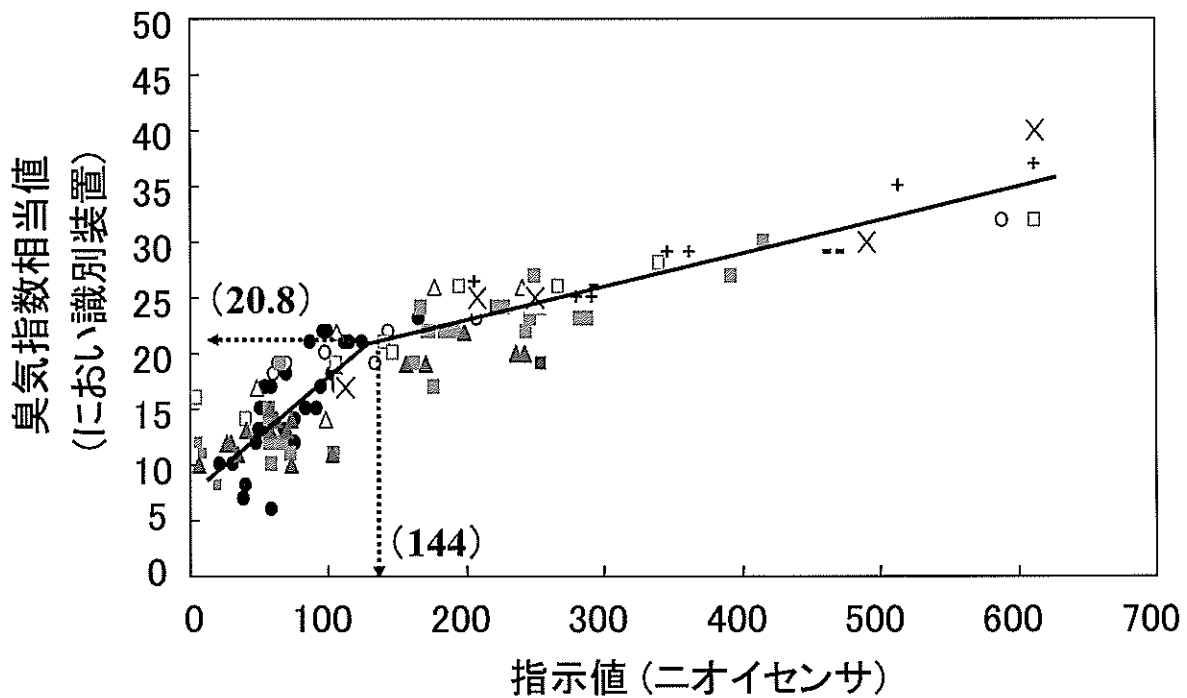


図1 ニオイセンサ指示値とにおい識別装置の臭気指数相当値の関係

- | | | |
|--------|----------|----------|
| (●) 鶏舎 | (○) 鶏堆肥舎 | (一) 鶏ふん |
| (■) 豚舎 | (□) 豚堆肥舎 | (十) 豚ふん尿 |
| (▲) 牛舎 | (△) 牛堆肥舎 | (×) 嗅覚測定 |

3. 脱窒・脱色の同時処理技術の開発

畜舎汚水の処理は、活性汚泥法が主流であるが、処理水の放流に際しては脱窒や色度を低下させるための高度処理が要求される場合が多い。特に、平成13年7月の水質汚濁防止法施行令の改正により、硝酸性窒素が新たに有害物質として指定されたことから、汚水処理に伴う低コスト脱窒の処理技術の確立が急がれている。

硫黄酸化脱窒菌は、硝酸イオンを脱窒する一方で、硫黄を酸化して硫酸イオンにすることによって、エネルギーを得る細菌である（図1）。SC材は、この細菌を使って脱窒処理をするために開発された資材であり、硫黄の中に炭酸カルシウムを包埋した構造になっている。硫黄酸化脱窒菌が硫黄を硫酸イオンに変えることで消費するに従って、露出した炭酸カルシウムが溶出し、炭酸が硫黄酸化脱窒菌の炭素源に、カルシウ

ムがpHの中和剤として機能する。この機構によって、特段の制御なしに脱窒することができる。また、硫黄酸化脱窒菌が脱窒をする際に生成する亜硫酸が漂白作用を示すことから、脱色も期待できると考えられる。

陳ら²⁾は、畜産排水のメタン発酵消化液について、硫黄酸化脱窒菌による脱窒が可能であったこと、その際に脱色も進んだことを報告している。そこで、この技術を活用し、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目的に実施した。また、SC材は脱窒が進むのと同時に消費するが、この試験研究を行っている時点では800円/kg程度と高価なため、綿実油を添加して有機物による脱窒を進めることにより、SC材の消費量を抑える試験も合わせ

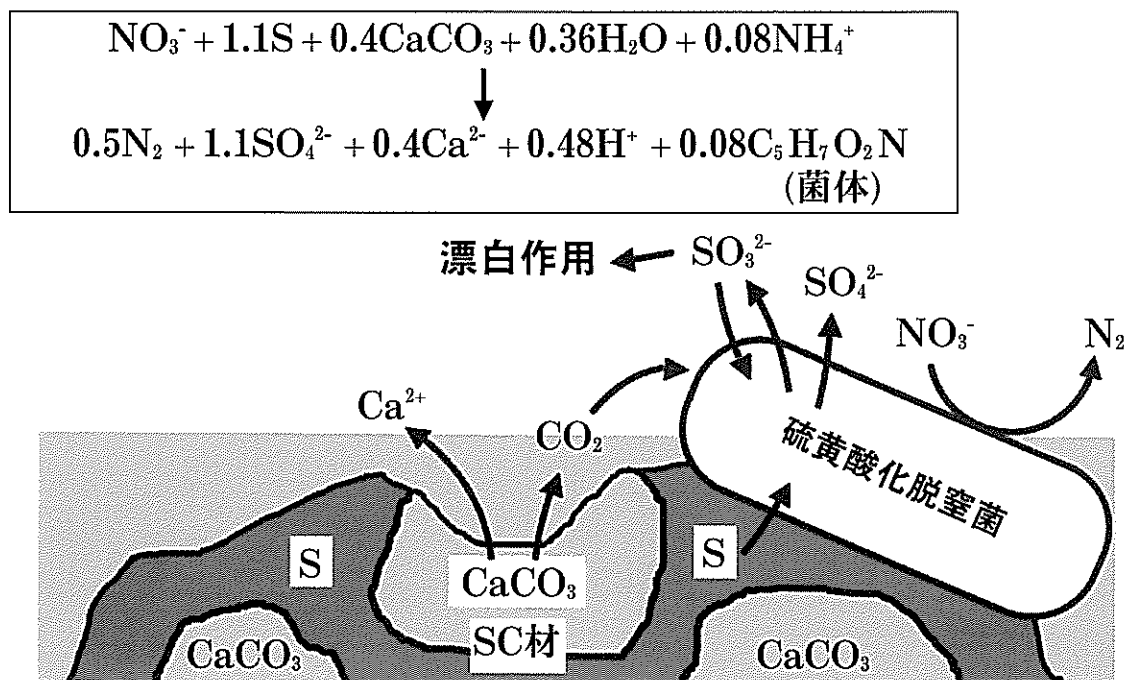


図1 硫黄酸化脱窒菌とSC材による脱窒および脱色の作用機構

て行った。

材料および方法

1) 原水

母豚600頭の繁殖農家から排出される1日あたり約10m³の尿汚水および畜舎洗浄水を活性汚泥処理した処理水を原水として試験に用いた。

2) 試験装置

試験装置は、写真に示した外観のものである。500Lの容器に、SC材（新日鐵化学株式会社）を350kg入れ、電磁弁の制御によって定時に下から処理水が排出された後に、上から原水が入る構造のものを反応槽とした。排水量は300Lである。反応槽を7器（1器は予備）並べ、1日に1回、1器の反応槽の水を入れ替えるようにし、6日間の滞留をするようにした。これを1つの系列として2系列を設置し、片側（系列2）には、脱窒のためのBOD源として綿実油を20ml/日添加した。

3) サンプルの採取および水質の分析

夏季（7月3日）と冬季（1月22日）に各水槽から水を採取し、各イオン濃度をイオンクロマトグラフィー（株式会社島津製作所）にて、着色度と濁度を排水色試験器BDR-2000（日本電色工業株式会社）にて測定した。着色度は、濁度の影響を排除するため、NO.5のろ紙でろ過してから測定した。

結果および考察

試験の結果は、図2に示したとおりであ

る。硝酸イオンは、夏季は2日間で、冬季は1日間で消失した。硫黄酸化脱窒菌による処理では、脱窒が亜硝酸までで止まってしまう現象が見られることがあるが、この試験では、亜硝酸イオンも処理水にほとんど見られなかったことから、脱窒は問題なく行われていることが確認できた。一方、アンモニアイオン濃度は、変化が見られなかった。

着色度は、夏季は2日目まで低下して半分になったが、以降に高くなった。一方、冬季では、低下が見られず、逆に上昇した。濁度は、どの処理も3日目まで低下してその後上昇した。着色度と濁度の上昇の理由は不明であるが、長期間の滞留によって、本来溶出しない硫黄がコロイド状になって溶出している可能性が考えられる。

綿実油の添加によって、SC材の消費量を抑えることが期待できたが、試験装置を稼働させて9ヵ月が経過した時点では、SC材の減少量が少なく、この点については確認できなかった。この点については、さらに試験を継続しなくてはならない。

本試験の期間において、汚泥による装置内の目詰まりは見られなかった。カラム型の反応槽で、処理した場合、内部に汚泥が蓄積して閉塞するため、逆洗が必須である。特に畜産排水処理においては、処理水に多量のSSが流出することがあるため、この問題が生じやすい。本装置では、バッチ式の構造にすることにより、この問題を解消できたと考えられる。

以上の結果から、1日の排水量を貯留で

きるSC反応槽を2基設置し、交互に日替わりで排水と給水を繰り返すだけの簡単な構造で、確実に脱窒できる装置を開発できた。しかし、脱色については、夏季に着色度が半分になる程度であり、大きな期待はできないと考えられた。なお、SC反応槽1器の容積は、SC材を含めて日排水量の約2倍の容積であることから、例えば肥育豚1000頭ならば、 $1000\text{頭} \times 20\text{L/日} \times 2\text{倍} \div 1000 = 40\text{m}^3$ であり、ここに投入するSC材は、 $40\text{m}^3 \times 1.37\text{トン/m}^3 = 54.8\text{トン}$ である。

要 約

硫黄の中に炭酸カルシウムを包埋したSC材を用いた、硫黄酸化脱窒菌による畜舎

汚水活性汚泥処理水の脱窒と脱色を試験した。脱窒は、夏季、冬季ともに問題なく進行し、2日間の滞留によって硝酸と亜硝酸は消失した。脱色は、夏季は2日間まで約半分程度に低下したが、その後上昇した。一方、冬季は低下することなく上昇した。以上の結果から、2日間滞留させることにより、確実に脱窒できる装置を開発することができた。しかし、脱色については、大きな期待はできない。

文 献

- 1) 陳 昌淑・田中康男：硫黄酸化反応による畜舎汚水の窒素除去と脱色、用水と排水、43、25～31

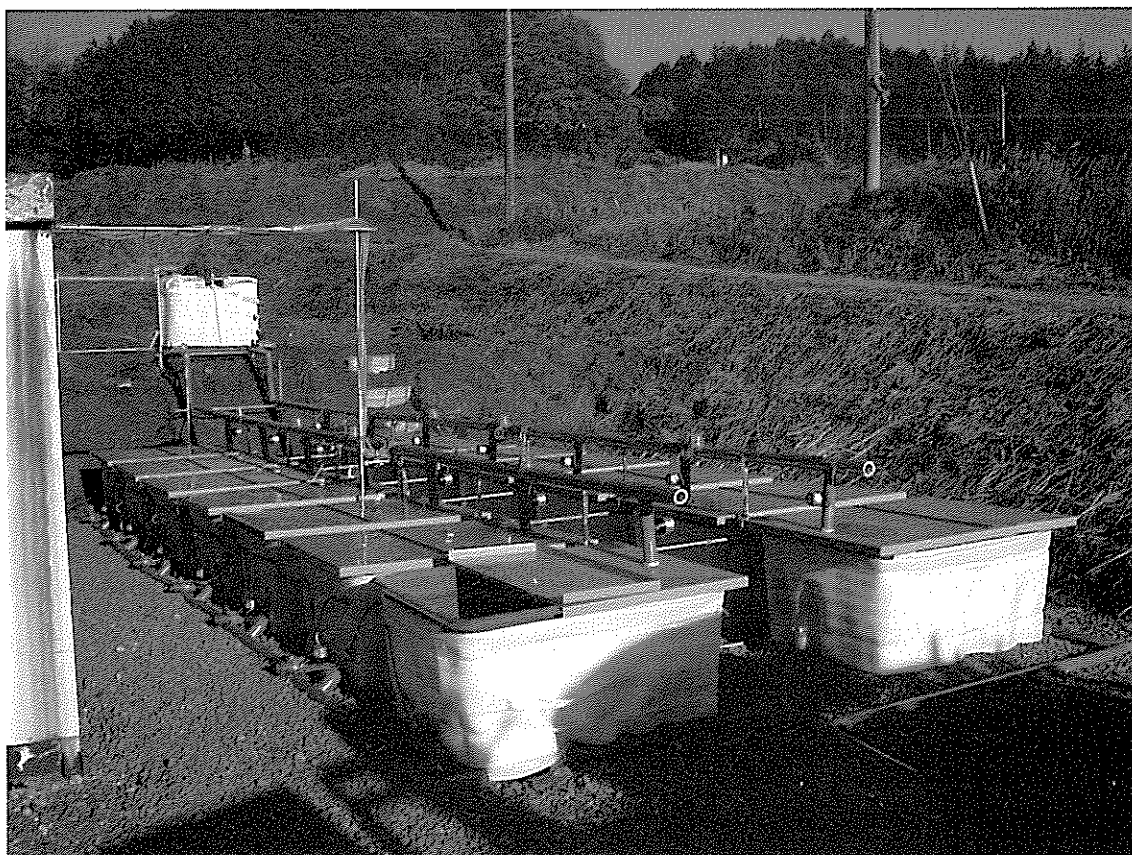
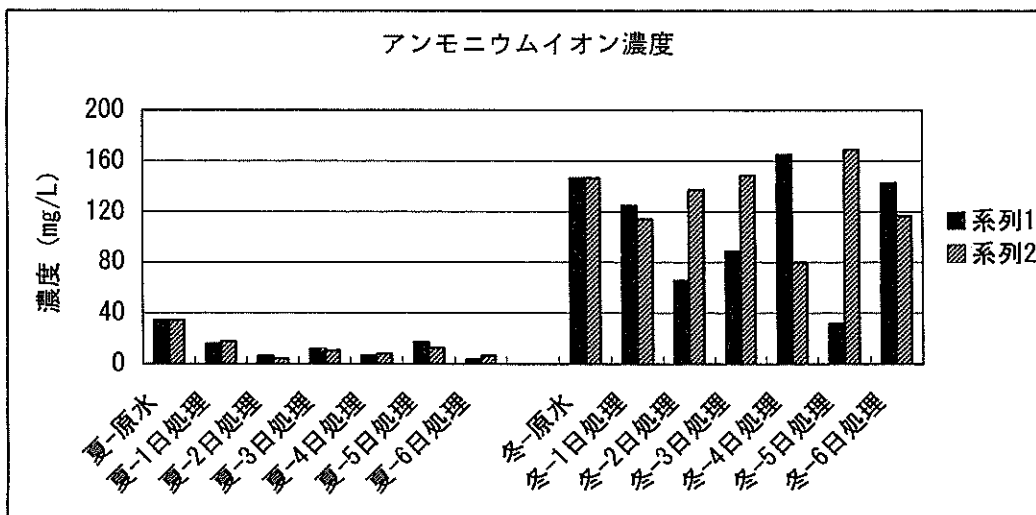
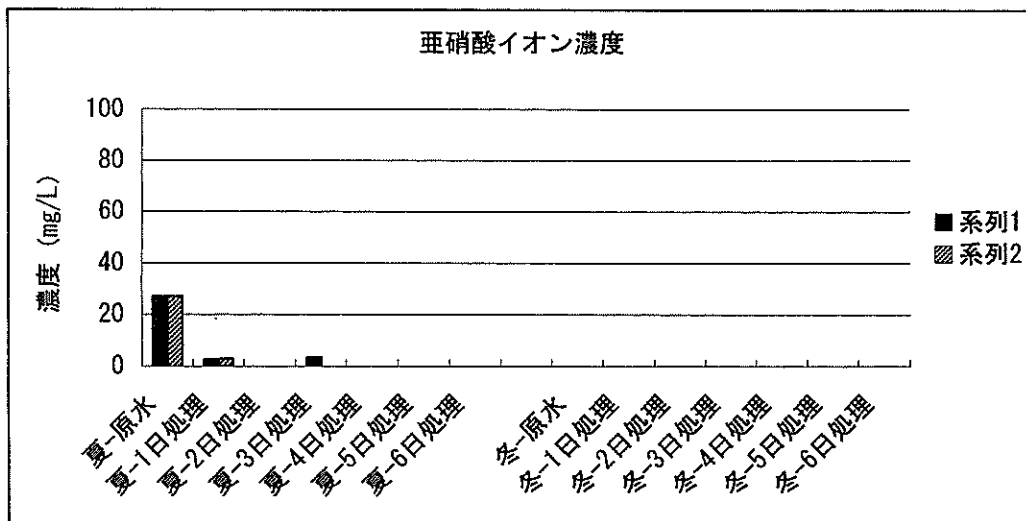
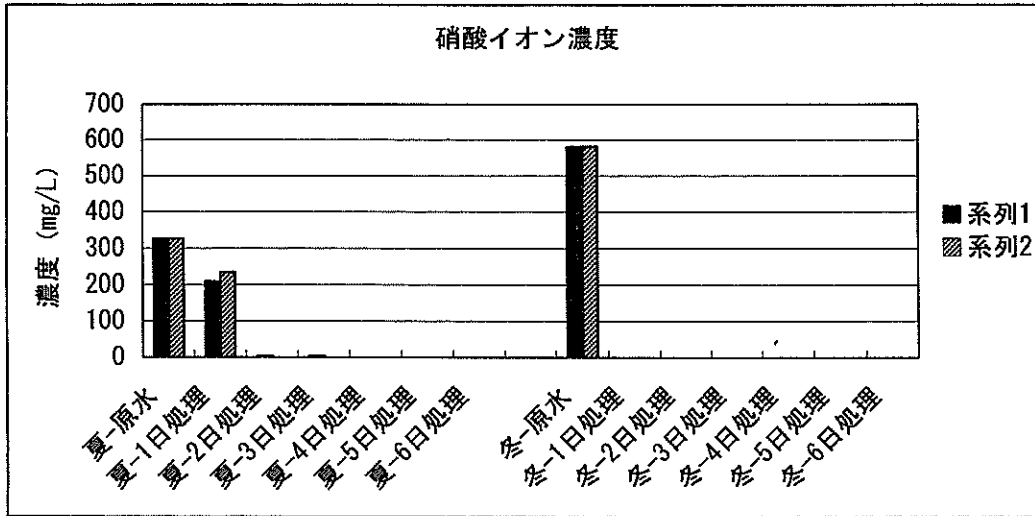


写真 硫黄酸化脱窒菌による脱窒、脱色の試験装置



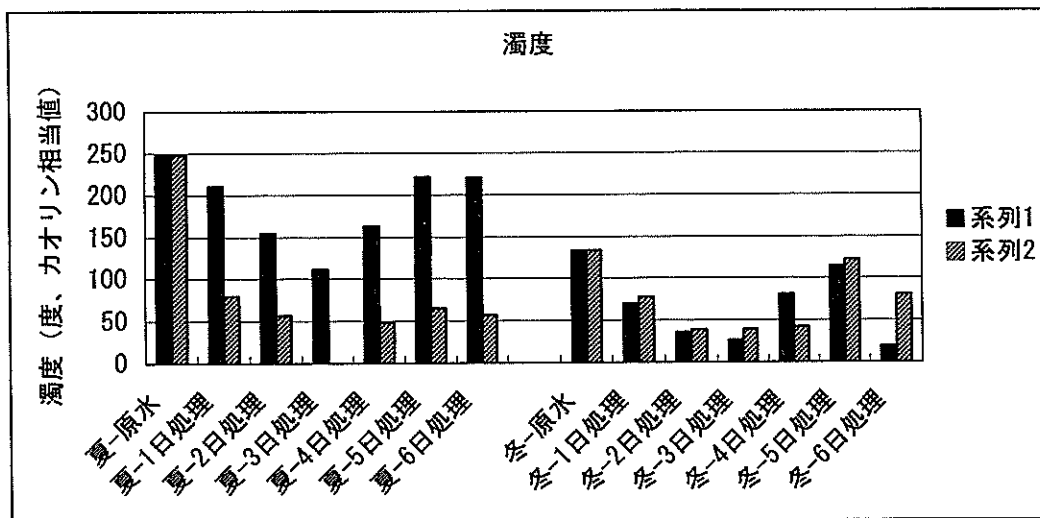
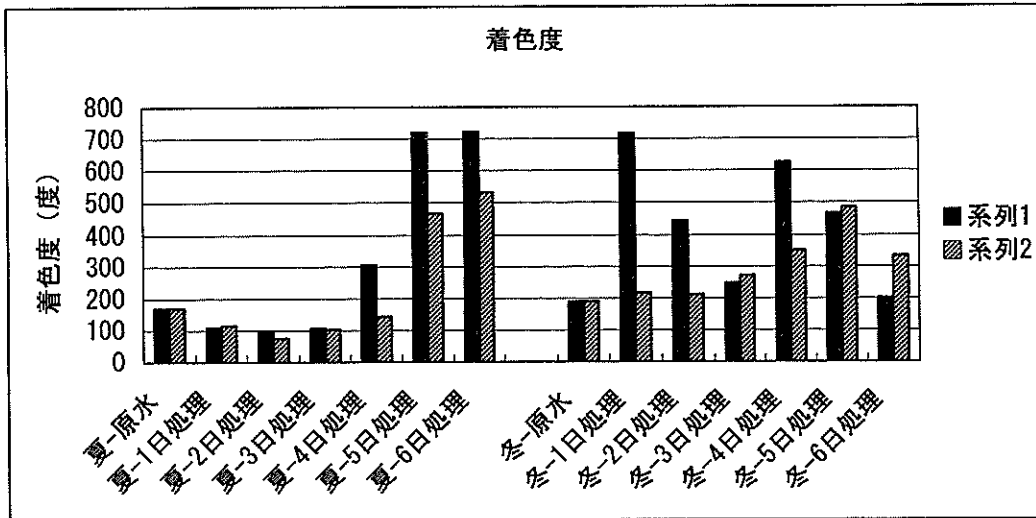


図2 原水および反応槽内の水質

VI 委員会・会議等の開催

1) 畜産環境技術開発普及進事業推進委員会

日 時 平成 18 年 8 月 8 日 (火) ～9 日 (水)

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) 平成 17 年度畜産環境技術開発普及事業の実施状況について
- (2) 平成 18 年度事業実施計画及び進捗状況について
- (3) その他

2) 畜産環境技術開発普及事業推進委員会

日 時 平成 19 年 3 月 12 日 (金) 13:00～17:30

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) 畜産環境技術開発普及事業の概要について
- (2) 畜産環境技術開発普及事業の実施概要について
- (3) 畜産環境技術開発普及事業 (平成 15～18 年度) の事業成果について
- (4) 総合討論

3) 平成 18 年度畜産環境技術開発普及事業に係る

第 1 回標準堆肥成分表・堆肥生産マニュアル作成委員会

日 時 平成 18 年 7 月 21 日 (金) 13:00～17:00

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) 標準堆肥成分表・堆肥生産マニュアルの作成方針について
- (2) 標準堆肥成分表・堆肥生産マニュアルの作成スケジュールについて
- (3) その他

4) 平成 18 年度畜産環境技術開発普及事業に係る

第 1 回標準堆肥成分表・堆肥生産マニュアル作成委員会

日 時 平成 18 年 12 月 18 日 (月) 13:00～17:00

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) 第1回委員会報告及びその後の経過報告について
- (2) 標準堆肥成分表(仮称)の検討
 - ア 標準堆肥成分表(仮称)案の検討
 - イ 標準堆肥成分表(仮称)の名称について
- (3) 今後のスケジュールについて
- (4) その他

5) 平成18年度畜産環境技術開発普及事業に係る

第1回在野技術検討委員会

日時：平成18年7月11日(月) 13:00～17:00

場所：(財)畜産環境整備機構会議室

議題

- (1) 本事業の概要及びこれまでの検討経過について
- (2) 再評価されるとされた各在野技術の審査経過について
- (3) 研マニュアル案の作成及び審査について
- (4) その他

6) 平成18年度畜産環境技術開発普及事業に係る

第2回在野技術検討委員会

日時：平成18年12月22日(金) 10:30～17:00

場所：(財)畜産環境整備機構会議室

議題

- (1) 第1回委員会の検討結果について
- (2) 在野技術候補の現地調査経過について
- (3) 在野技術候補課題の選定について
 - ア これまで検討したマニュアルの修正結果について
 - イ 新たにマニュアル作成した候補課題の審査について
 - ウ 再度評価するとされた各在野技術の審査について
 - エ 試験結果を参考にする候補過大の審査について
- (4) その他
 - ア 印刷配布用の冊子作成について
 - イ 今後のスケジュールについて
 - ウ その他

7) 平成18年度畜産排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業に係る
第1回需給対策評価専門委員会

日時：平成18年5月26日(金) 10:30～17:00

場所：(財)畜産環境整備機構会議室

議題

(1) 午前の部

ア 事業概要について

イ 平成17年度実施状況について

ウ 平成18年度実施計画について

エ その他

(2) 午後の部

ア 本事業の最終アウトプットイメージに関する意見交換

イ 平成17年度の事業概要と平成18年度作業内容の説明

ウ 最終アウトプットイメージの実現に向けた各研究機関の役割分担

エ その他

8) 平成18年度畜産排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業に係る
第2回需給対策評価専門委員会

日時：平成18年12月19日(火) 13:30～17:00

場所：(財)畜産環境整備機構会議室

議題

(1) 平成18年度の実施状況について

(2) 平成19年度の計画について

(3) その他

9) 平成18年度畜産排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業に係る
事業推進委員会

日時：平成18年9月8日(金) 13:30～17:00

場所：(財)畜産環境整備機構会議室

議題

(1) 平成17年度事業報告について

(2) 平成18年度事業計画について

(3) その他

VII 職員の普及活動等

1. 発表学術論文

- 1) 山本朱美・古谷 修：豚における微生物資材評価試験法の標準化と効果の判定、農林水産省農林水産技術会議事務局編、研究成果第440集「農林水産バイオリサイクル研究－畜産エコチーム－」、p. 79-84、2007.

2. 学会・研究会口頭発表

- 1) 小川雄比古・山本朱美・古谷 修・小堤恭平・長峰孝文・古川智子：窒素排せつ量を低減した豚舎污水处理で汚泥発生量はどうか？、5月、日本畜産環境学会第5回大会、日本畜産環境学会会誌、第5巻、p.34、2006.
- 2) (福島正人)・長峰孝文・古谷 修・小堤恭平：戻し堆肥添加が乳牛ふんの堆肥初期発酵に及ぼす影響、日本畜産環境学会第5回大会、5月、日本畜産環境学会会誌、第5巻、p.43、2006.
- 3) 古谷 修・古川智子・小堤恭平：家畜ふん堆肥の成分分析による30℃、4週間培養無機態窒素率の簡易推定法、日本土壌肥料学会東北支部会、8月、2006年度（青森大会講演要旨集）、2006.
- 4) 古谷 修：家畜ふん堆肥の肥効に基づく化学肥料とのブレンドによる成分調整堆肥製造法、関東東海北陸農業試験研究推進会議、9月、関東東海・土壌肥料部会（平成18年度秋季研究会）、2006.
- 5) 山本朱美・（藤谷泰裕）・古谷 修・小堤恭平・（出雲章久・亀岡俊則・森 剛）：豚の尿中窒素排せつ量低減がメタン発酵に及ぼす影響－窒素およびエネルギー投入量とメタン発酵のエネルギー転換効率について－、86回日本養豚学会、10月、講演要旨集、p. 1、2006.
- 6) (高井雄一郎)・山本朱美・（藤谷泰裕）・古谷 修・小堤恭平・（木村良仁・亀岡俊則・森 剛）、豚の尿中窒素排せつ量低減がメタン発酵に及ぼす影響－バイオガスの発生量と消化液の性状－86回日本養豚学会、10月、講演要旨集、p. 2、2006.
- 7) 山本朱美・小川雄比古・小堤恭平・古谷 修：畜産臭気における「におい識別装置」の臭気指数相当値と市販簡易ニオイセンサー指示値との関係、日本畜産学会第107回大会、3月、講演要旨集、p. 163、2007.

3. 普及誌等

- 1) 山本朱美：尿中窒素排せつ量低減飼料で豚舎污水处理コストを減らす、養豚界、5月号、p. 44-47、2006.
- 2) 古谷 修：養豚への悪臭対策への1つの「提案」、月刊ピッグジャーナル「100号記念

特別号」、p. 147、2006.

3) 山本朱美：養豚飼料が汚水処理コストを減らす、月刊ピッグジャーナル「100号記念特別号」、p. 150、2006.

4) 古谷 修：肥料成分供給家畜としての豚と鶏、畜産の研究、第61巻2号、p.254-258、2007.

4. 著書等

古谷 修：酸素消費量に基づく堆肥の簡易熟度判定器「コンポテスター」、肥料土づくり資材大事典、p.699-702、農文協、2006.

5. 畜産環境アドバイザーハイレベル技術研修講師

小川雄比古（2006.11）：汚水処理施設の設計・審査技術研修（平成18年度2回目）

小川雄比古（2006.12）：臭気対策および新規処理技術研修（平成18年度1回目）

山本 朱美（2006.12）：臭気対策および新規処理技術研修（平成18年度1回目）

6. その他の研修会等講師

小堤 恭平（2006.8）：中央畜産技術研修会(畜産環境保全Ⅰ)

古谷 修（2006.10）：中央畜産技術研修会（畜産新技術）

小堤 恭平（2006.10）：平成18年度「鶏飼養管理・生産技術コース」（白河）「家畜ふん尿」

小堤 恭平（2006.11）：中央畜産技術研修会(畜産環境保全Ⅱ)

小堤 恭平（2006.11）：平成18年度野菜茶業問題別研究会および家畜ふん尿処理利用研究会（つくば農林ホール）「家畜ふん堆肥の製造過程と流通利用される堆肥の品質」処理 および利用」

山本 朱美（2007.1）：宮城県養豚研究会（古川市）「窒素低減型飼料による臭気および尿汚水処理コスト軽減」

長峰 孝文（2007.3）：喜多方地方耕畜連携推進研修会(喜多方市)「良質堆肥の作り方」

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：家畜飼養標準等検討委員（独農業・食品産業技術総合研究機構）

古谷 修：専門評価委員（農林水産技術情報協会）

古谷 修：外部委員（畜産草地研究所）

小堤 恭平：畜産機械施設研究開発実用化推進事業調査研究委員（財畜産近代化リース協会）

小川雄比古：福島県資源循環型農業推進会議委員

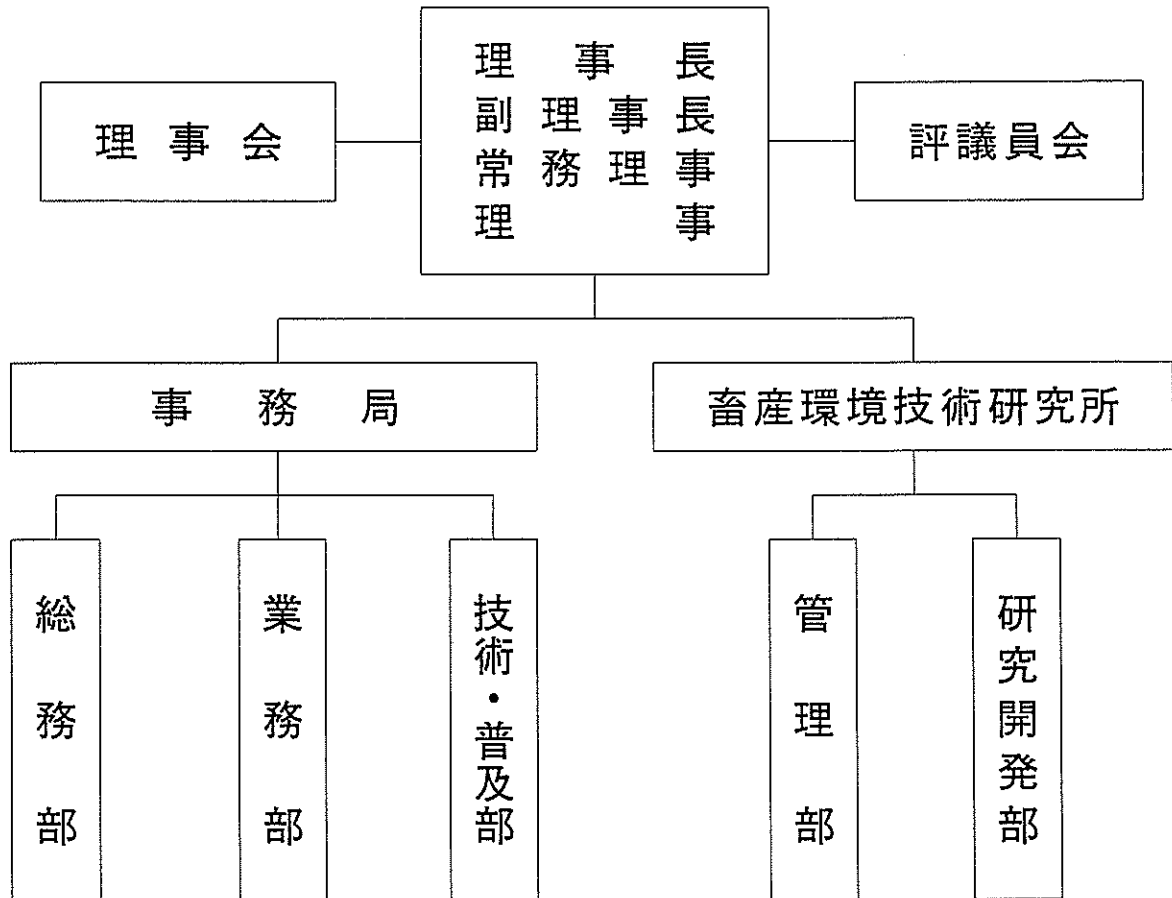
長峰 孝文：ほう素・ふっ素・硝酸性窒素等に係る暫定排水基準の見直しに関する検討会委員（㈱日水コン）

VIII 総務関係

1. 組織図

1) 組織図

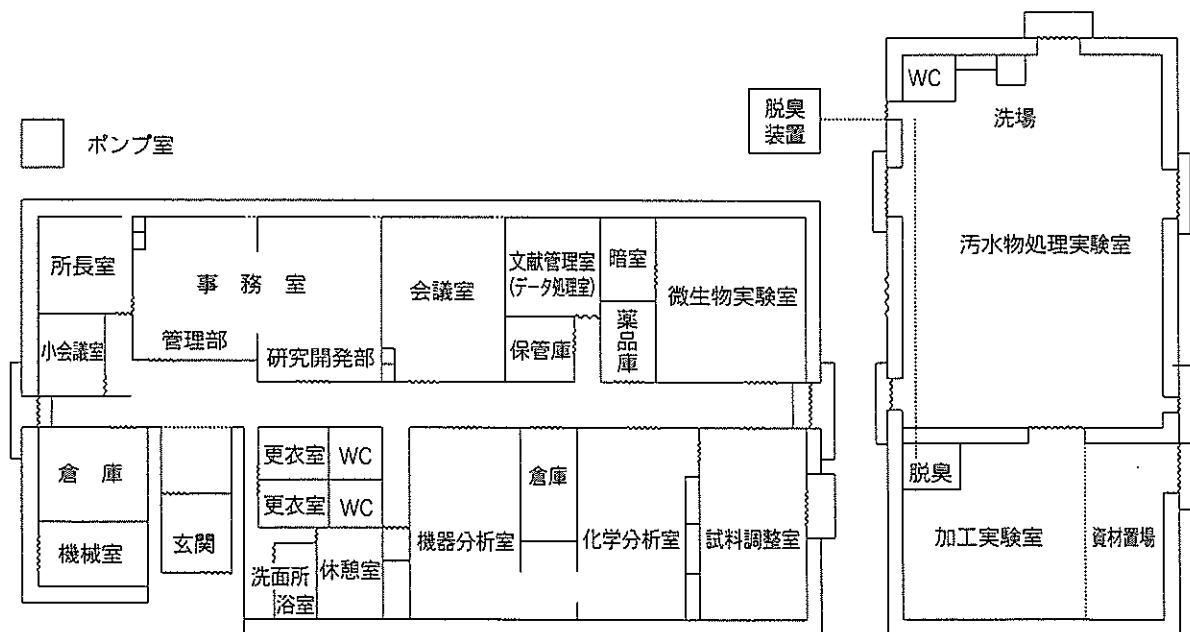
(平成19年3月31日現在)



2. 施設および平成18年度導入機器

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	H 8.6.28 新築 鉄筋コンクリート 平屋建 794.65㎡
倉 庫 建	ポ ン プ 室	H 8.6.28 新築 鉄筋コンクリート 平屋建 10.89㎡
倉 庫 建	実 験 棟	H10.6.20 新築 鉄骨平屋建 700.00㎡



研究所建物平面図

2) 平成18年度 主な新規導入機器

名 称	型式・メーカー	数 量
窒素自動蒸留・滴定装置	ケルオートサンプラー-DTP-4S 中山理化 AC100V.1.8kW	1台
自動湿式分解装置	アステック MARS X-PRESS 75ml 容器 40本	1台
ICP 発光分光分析装置	島津シーケンシャル ICPS-7510 オートサンプラー-AS-9	1台
赤泥焼成資材実証試験装置	丸型タンク水中ポンプコントローラ等	1式
電子化学天秤	(株)島津製作所 AV シリーズ AVW320、プリンターEP-80	1台
簡易臭気センサー、牛、豚、鶏用	(株)新コスモス電気	3台

IX 資 料

「EUにおける家畜ふん堆肥処理利用
および畜産環境対策の現状と課題」
(18年度海外畜産振興実態調査事業調査報告)

18年度海外畜産振興実態調査事業調査報告 EUにおける家畜ふん堆肥処理利用および 畜産環境対策の現状と課題

財団法人畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所 小川雄比古・長峰 孝文
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所 寶示戸雅之

はじめに

我が国では、家畜排せつ物法が平成16年に完全施行され、1年半が経過した。対象農家の99.9%で処理施設が整備され、適正管理の普及とともに利用の拡大が期待されている。しかし、生産された堆肥が地域的、季節的偏り、流通上の課題から適正な需給関係が確立されたとはいえない状況にある。さらに、平成11年に持続農業法が制定され、これを受けて平成17年には農業環境規範も制定された。今後、化学肥料の低減が期待される中、循環型農業における有機質資材として堆肥は重要な役割を果たすと期待されている。

一方、EUでも畜産環境問題は大きな課題であり地球環境保全の面ではスラリー処理が望ましいとしており、家畜ふん尿はほとんどスラリー方式で処理されているものと思われている。しかしながら、農業大国であるイギリスやフランスでは、堆肥化処理が半分以上を占めている。

そこで、これまで比較的情報収集の手薄な分野であった EUの堆肥利用実態と環境配慮の取り組みおよび今後の方向について、畜産技術協会「海外畜産振興実態調査事業」で、平成18年10月23日～11月3日（移動日含む）にかけて英国およびフランスで調査を行った。訪問先は、英国のADASとIGER、仏国のCemagrefの協力を得て、図1

に示した研究機関4カ所と堆肥化施設4カ所を巡った。詳細は、畜産協会から発行される報告書に譲るとして、ここでは、訪問先ごとに簡単な紹介をする。

1) ADAS Boxworth

Agricultural Development and Advisory Service (ADAS) は、国の農業指導機関が母体となって発足したエージェンシー（独立行政法人）であり、政策評価への助言を行うなど政府との関係は密接である。国内に約30か所の拠点を持ち、ADAS Boxworthはその1つである。

ADAS Boxworthでは、家畜ふん尿スラリー散布時の環境への窒素放出量を最小限に留めるためのOPTI-Nプロジェクト、スラリー散布時期による窒素やリンの地下への流出の調査、環境への窒素放出量を最小限に留めるためのふん尿処理管理プログラムMANNERについて講義していただいた。また、ふん尿の農地還元に際しての環境への影響を明らかにするために使用した、野外の土壌からのアンモニアや亜酸化窒素の放出量を測定する装置や地下への流出水量の測定とサンプルの採取を自動的に行う装置を見学した。

MANNERは、堆肥の種類、施用量、分析値、農地の土性、施用月日、施用後の降水量、散布方法等から、適切な散布量を自



図1 訪問先（番号は訪問した順）

動計算するソフトウェアである。最近、従来版に全国の地図情報と気象情報を組み込み、より詳細な対応が可能な改訂版が完成している。

2) ADAS Composting Unit

ADAS Composting Unitは、都市ゴミや廃菌床などの有機性廃棄物を堆肥化するADASの試験研究施設である。元は廃菌床を堆肥化する施設であった施設を、有機性廃棄物全般を取り扱えるように4年前に改修した施設である。将来的には、商業ベースで20万トン/年の有機性廃棄物を

堆肥化できるようにし、堆肥の試験研究や教育を行う機関を目指しており、約10億円と約2億6千万円をかけたプロジェクトが進行中である。

この施設は、受け入れた有機性廃棄物をトンネル型発酵槽で発行させた後に、露天にて堆積発酵させている（図2）。トンネル型発酵槽は、密閉した容器内で空気を循環させることにより、熱を逃がさない独特の構造である（図3、図4）。庫内の温度と酸素濃度を常時測定しており、これにしたがって風量と外気の注入量を調節している。構造的に水分が留まりやすいことから、

日本では好まれない方式と思われたが、英国ではスラリーや生ふんが広く活用されているため、堆肥の水分を積極的に減らす必要はないようである。

トンネル型発酵槽で1週間の発酵を2回行った後、野外にて堆積発酵を10~12週間する。出来上がった堆肥には、都市ごみ由来の細かいガラスやプラスチックの破片が目立っており、とても良質とは言えないも

のであった。周辺の農家に無料で配付（搬送は農家が行う）している状況であるが、将来的には5ポンド/トン（約1,100円/トン）販売したいとのことであった。この施設では、新しいタイプのトンネル型発酵槽を建設中であり、堆肥化技術だけでなく、堆肥の土壌改良効果にも焦点を当てた研究を進めていた。



図2 ADAS Composting Unitの概要

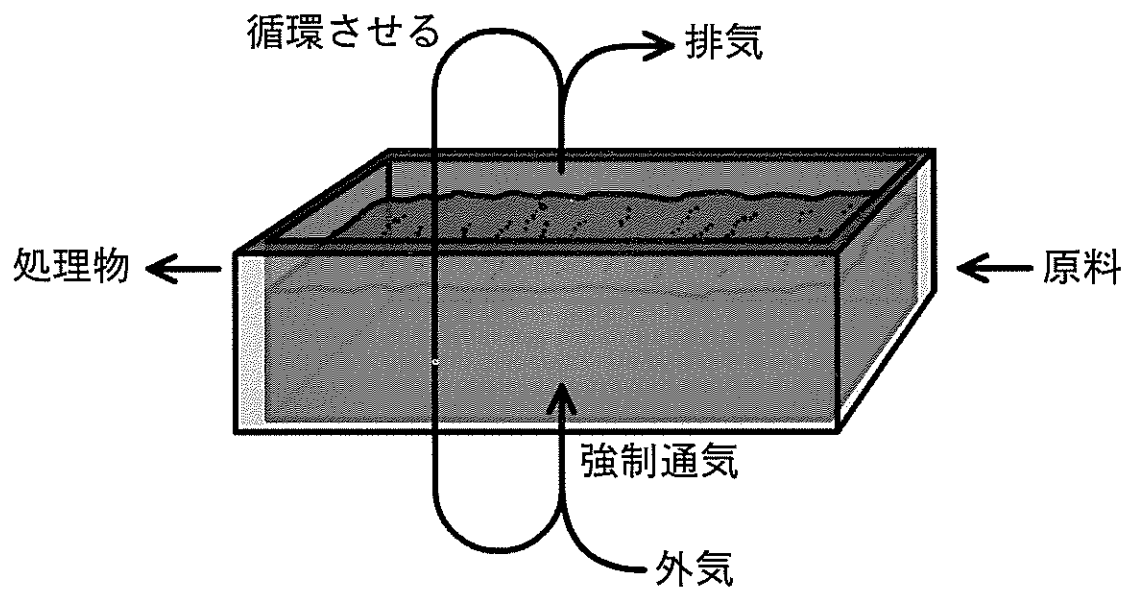


図3 トンネル型発酵槽の構造



図4 トンネル型発酵槽の扉を開けたところ

3) Jack Moody社 Hollybush Farm

ここは、園芸を中心としたショッピングセンターを運営している民間の施設である。2つの野外堆積発酵施設、ふるいわけ施設、製品貯蔵施設からなっている(図5)。製材廃材(建築廃材は使用しない)、樹木の抜根、都市ゴミを原料とし、ローダーによる堆積発酵のみで堆肥化している。床はコンクリートが張ってあるが、全て露天の状態に堆積しており、12週間堆積した後

るいを通して、さらに堆積発酵させている。

出来上がった堆肥は、黒色の軟らかい土状で、臭気も全く感じられない良質のものである。定価ベースで40Lの袋を1.99ポンド(約400円)、約1m³のフレキシブルバッグで35ポンド(約7,500円)、バラで5ポンド/m³(約1,100円/m³)と、英仏通してみた中で最も高い価格で販売している。ただし、農家ではなく都市部の家庭菜園向けの販売である。



図5 Hollybush Farmの施設の概要

4) ADAS Wolverhampton

ADASの試験研究機関の拠点の1つである。ここでは、スラリータンク内の成分分布、簡易だが高精度なアンモニア濃度測定装置、近赤外測定による堆肥成分測定プロジェクト、定量堆肥散布機、ふん尿処理のコストと環境放出量の計算プログラムNARSES、イギリス全土の様々なデータをもとにモデルの結果を視覚化するプログラムMAGPIE、流域全体を網羅したリンの環境放出調査について講義していただいた。

英国では、ふん尿の農地還元による窒素やリンの汚染に多大な注意を払っている様子が感じられた。また、EUでは、家畜ふん尿の農地還元は、スラリーの散布が主要であるとのイメージがあるが、実態は固形物の散布も多くなされている。固形物の場合、農地に目的の量を均等に散布できないことが問題とされており、定量堆肥散布機の開発に至っている。

MAGPIEは、英国全土の農業・環境データベースと国土地理情報に複数の硝酸溶脱に関連する予測モデルを組み合わせることで、養分の溶脱量を全国レベルで、しかも1kmメッシュ単位で表示するソフトウェアである。現在のユーザーは、関係の研究者と行政機関であり、環境保全施策立案の戦略を構築している。

5) High Meadow Farm

129haの農地を有し、約40頭の乳牛を飼育する農家であり、環境に配慮した農業推進団体LEAFの公開農場となっている。乳牛舎には、大量の麦わらが敷いてあり、これにふん尿を吸着させ、直接農地にすき込

んでいる。また、食鳥の食肉処理残渣（フェザーミール）を堆積発酵させた堆肥を農地に散布している。農場内の5カ所の土壌を掘って見せてもらったが、いずれも赤土で有機質の少ない土壌に感じた。イギリスでの土づくりは、日本とかなり違っている印象を受けた。

6) Bioganix社

畜ふんや都市ゴミを堆肥化して販売する民間企業であり、調査時には主にフェザーミールを処理していた。施設は、原料受け入れ施設、ロータリーキルン型発酵槽、脱臭施設、製品保管庫からなっている。堆肥化処理は、ロータリーキルン型発酵槽にて、スチームを吹き込むことで70℃にし、100時間処理しただけであり、日本での堆肥化処理とは全く違ったものである。肥料成分である窒素の消失を最小限にとどめることを主要な目的とした処理方法である。

出来上がりの堆肥は、パサパサした感じであり、尿のような強い臭気がした。製品に添付する成分表には、現物あたりの肥料成分が表示されていて、農家が利用しやすい配慮がされていた（図6）。また、日本で一般的に分析されているEC（電気伝導度）、C/N比、灰分といった、堆肥の腐熟を表す項目はない。ナトリウム濃度が測定してあるのは、塩害に対する配慮なのであろう。

施設からの排気による悪臭が問題になったため、酸とアルカリのスクラバーを通した後、ウッドチップと貝殻によるバイオフィルターによって脱臭を図っている。施設内はひどい悪臭であったが、脱臭後の排気は、ほとんど臭わない状態にまでなっていた。

MANURE ANALYSIS RESULTS (Metric Units)			
Sample Reference : BIOGANIX COMPOST		Laboratory References	
Sample Matrix : MANURE		Report Number	22944
The sample submitted was of adequate size to complete all analysis requested.		Sample Number	10650
The sample will be kept under refrigeration for at least 3 weeks.		Date Received	29-AUG-2006
ANALYTICAL RESULTS <i>on 'dry matter' basis.</i>		Date Reported	13-SEP-2006
Determinand	Units	Value	Amount per fresh tonne
Dry Matter	%	46.9	469.0 kg DM
Total Nitrogen	% w/w	7.61	35.69 kg N
Total Phosphorus(P)	% w/w	0.160	1.72 kg P2O5
Total Potassium(K)	% w/w	0.314	1.77 kg K2O
Total Magnesium(Mg)	% w/w	0.085	0.66 kg MgO
Total Sulphur(S)	% w/w	2.92	13.69 kg S
Total Copper(Cu)	mg/kg	17.1	0.01 kg Cu
Total Zinc(Zn)	mg/kg	117	0.05 kg Zn
Total Sodium(Na)	% w/w	0.130	0.61 kg Na
Total Lead(Pb)	mg/kg	43.1	
Total Cadmium(Cd)	mg/kg	0.180	
Total Mercury(Hg)	mg/kg	0.062	

図6 Bioganix社の堆肥に添付される成分表
(現物あたりの肥料成分が表示されていてわかりやすい)

7) IGER Northwyke

Institute of Grassland and Environmental Research (IGER) は、生物工学・生物科学研究基金によって運営されている、農業、食料、バイオテクノロジー、環境、農業拡大などの研究、コンサルティングを行うエージェンシーである。英国内に8つの研究施設があり、その1つを訪問した。ここでは、窒素とリンの環境放出と経費を最適化するプログラムSIMSDAIKYについて講義していただき、2～4槽式メタン発酵実験装置、堆肥化による芳香族化学物質汚染土壌の浄化研究、臭気に関する研究施設、畜舎や貯留施設での温暖化ガス発生試験について見学した。

ここまでの英国であり、以降は仏国での訪問地である。

8) Cemagref

Cemagrefは、水や土の管理に関わる研

究を行う公的研究機関である。水資源、土地・水圏生態系、支配的な農村地域、水技術、農業システム、食品の安全など、資源管理、土地利用、土地開発に関する種々の課題に、解決策を提供するための研究やコンサルタントを行っている。ここでは、スラリータンクや堆肥化での環境負荷ガスの発生量の調査、発泡スチロールボールによるスラリータンクでの環境負荷ガス抑制技術、畜産経営全体の環境負荷ガス低減技術、活性汚泥処理施設からの亜酸化窒素の放出量、飼料成分調整によるアンモニア揮散量の低減技術、豚舎汚水からの窒素除去技術、各種汚水処理による病原細菌の除去状況の講義をしていただいた。

仏国においても、家畜ふん尿の農地還元は、スラリーの散布が主だと日本ではとらえられているが、実態は、半分が固形物の散布によっている。また、今回の調査で訪問したブルターニュ地方は、仏国の家畜の

半分が集中しているために、ふん尿が余っており、日本の畜産がおかれている状況に近いものがあった。このため、日本が行っている堆肥化と同じ処理をする施設が40以上もあり、豚スラリーから窒素やリンを除去する処理も普及している。ただし、酸性雨の原因となるアンモニアの揮散に大きな注意を払っている点が日本と違っている。この状況については、以降の現地見学からも伺い知ることができた。

9) 養豚農家A

豚のふん尿混合スラリーを固液分離し、硝化脱窒を行うことで、窒素とリンの濃度が低い灌漑用水にする施設が設置してある(図7)。この装置は既に製品となっており、普及している。この農家はCemagrefの試験研究に協力的であり、スラリーの貯留中や固形物の堆積中の環境負荷ガスを測定する施設が設置されていた。

10) 養豚農家B

豚のふん尿混合スラリーの貯留槽の表面に、発泡スチロールのボールを浮かせることでフタをし、環境負荷ガスの揮散を抑制する試験をしている(図8)。ガスの発生量を大きく低減させることに成功しているが、発泡スチロールの耐久性に問題があり、普及に至っていない。

11) Avicompost社

養鶏農家が集まって設立した堆肥化処理会社である。ふんを日本でよく見られるロータリーかく拌式の開放型堆肥舎で21日間かけて堆肥化している。でき上がった堆肥に、農家の要望に応じてカリウム塩を混合しているのが印象的であった。この施設の特徴は、施設全体が吸引されており、排気を特殊な装置で脱臭している点である。排気は、ばっ気汚泥を散布するスクラバーを通した後、ウッドチップを詰めたバイオフィルター

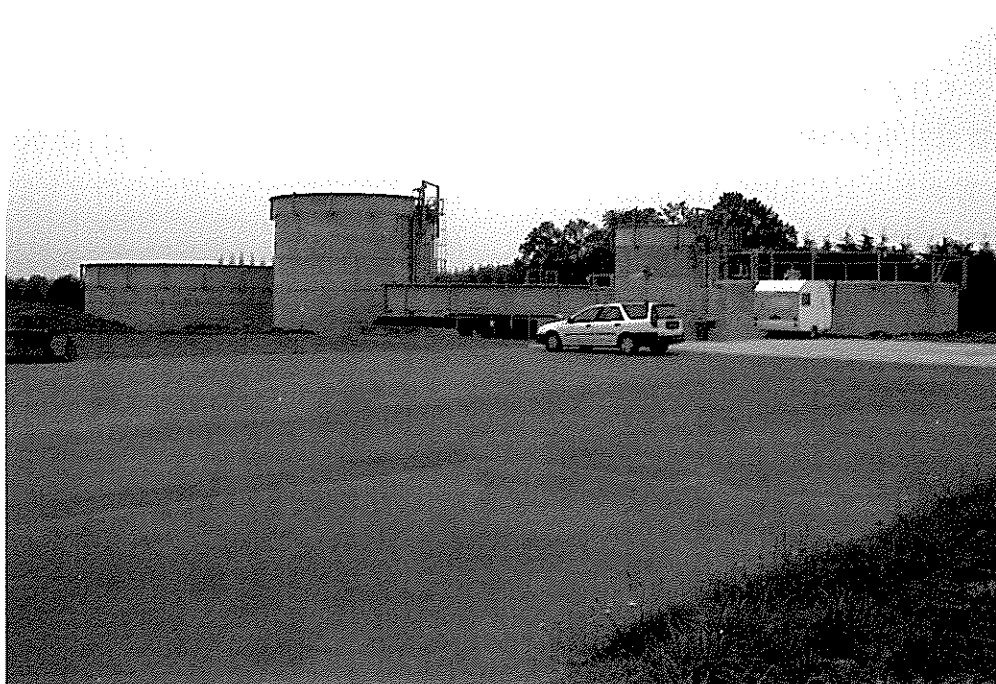


図7 スラリーを硝化脱窒する施設(左)とスラリータンク(右)
(スラリータンク前の牽引式車両は環境負荷ガスを測定する装置が搭載されている)



図8 スラリーに発泡スチロールのボールでフタをする試験

を通過して大気に放出されている。スクラバー内の汚泥は、巨大なばっ気槽で硝化された後、巨大な脱窒槽で廃糖蜜を投入して脱窒された後にスクラバーに戻されている。この装置によって、鶏ふんから揮散した高濃度のアンモニアが、環境中に放出されることを防いでいる。この脱臭の施設だけで、設置、運転ともかなりのコストがかかっているものと思われた。

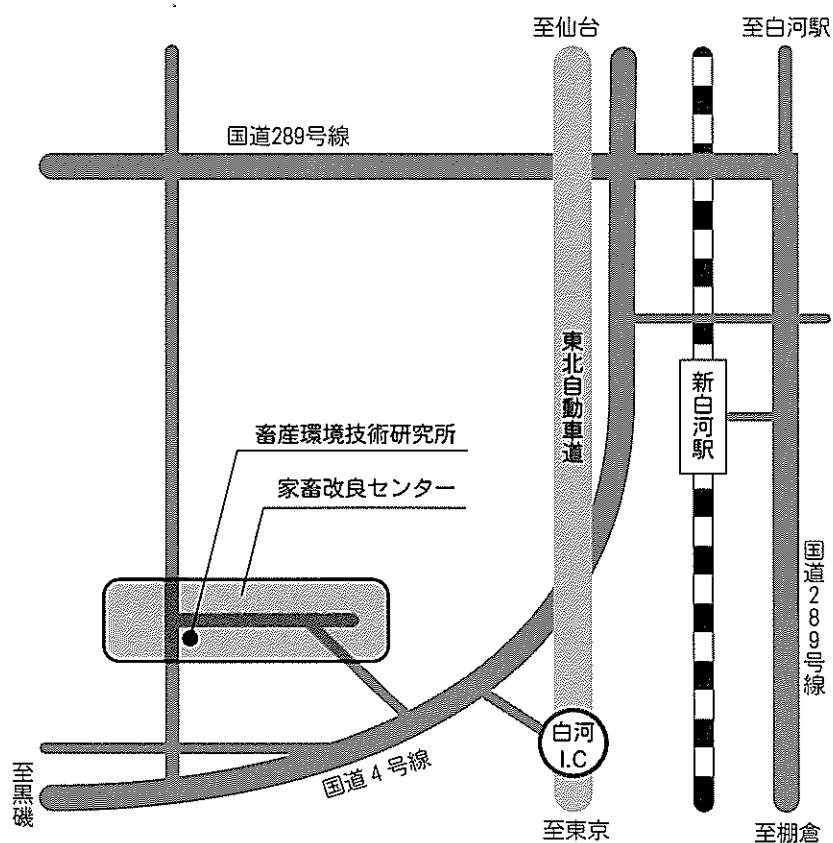
おわりに

英国、仏国ともに、環境に対する配慮に大きな力を割いていることを感じた。英国では、モデルを活用したふん尿の適正施用を推進している点が特徴的である。一方、仏国は、調査地が畜産集中地帯であるブルターニュ地方であったこともあり、窒素を窒素ガスとして除去する技術の開発と普及に力を入れていた。

家畜のふん尿処理は、英国、仏国ともに

農地還元が基本となっている。日本では、EU諸国は、スラリーによる農地散布が主であると認識されているが、実際にはかなりの部分が固形物として農地に散布されている。英国では、堆肥 (compost) が日本よりも幅広い意味を持っているようである。Biogonix社のように、加熱殺菌処理をただけで、有機物のほとんどが残存しているような状態でもcompostの範疇に入りながらも、Hollybush Farmの堆肥のように、非常に高品質のものも生産されている。このように、原料や用途を考慮した堆肥のバリエーションは、日本が学ぶべきところである。一方、仏国のブルターニュ地方は、日本の畜産がおかれている状況に近いものがあり、非常に興味深かった。残念ながら、今回の調査では、英国と仏国を巡る駆け足の調査であったため、その全容を知るには不十分であった。更なる調査が行なわれることを期待したい。

畜産環境技術研究所 所在地



財団法人 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所年報

第10号 (平成18年度)

平成19年3月31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)

TEL 03-3459-6300 / FAX 03-3459-6315

編集及び連絡先：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

TEL 0248-25-7777(代) / FAX 0248-25-7540

メールアドレス：ilet@shirakawa.ne.jp

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