



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9号
(平成17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年度から平成14年度までの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。

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15年度から開始された「畜産環境技術開発普及事業」及び新たに開始した「堆肥成分分析事業」における分析データの蓄積や、家畜排せつ物需給の不均衡解消に資するためのデータベース構築等を行う「家畜排せつ物利活用方策評価検討事業」について平成17年度の活動状況をと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甚に存じます。

平成18年7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	3
2. 畜産環境技術開発普及事業の実施計画	5
3. 平成17年度畜産環境技術開発普及事業の概要	8
III 家畜排せつ物利活用方策評価検討システム構築事業	
1. 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	16
V 平成17年度における主な研究成果	
1. 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	17
2. 畜産農家のための堆肥生産サポートシステムの開発	26
VI 委員会・会議等の開催	32
VII 職員の普及活動等	44
VIII 総務関係	
1. 組織図および職員	46
2. 施設および平成17年度導入機器	48
1) 建物	
2) 主な新規導入機器	
IX 資料	
「におい識別装置による畜舎および堆肥臭気の強度評価」	50
(におい・かおり環境学会誌、論文再録)	

I 研究所設立の経緯と沿革

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効率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。

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又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。



研究所全景



17年度までに出版した主な印刷物

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、硫黄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、硫黄酸化脱窒菌は、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、堆肥生産と汚水処理技術について、畜産農家が堆肥生産、汚水処理に活用できる堆肥生産および汚水処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、堆肥生産および汚水処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。	

研究課題等	年次				研究課題等の内容
	15	16	17	18	
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。
(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) 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 ①汚水処理マニュアルの作成				←→	汚水処理サポートシステムを構築するための汚水処理の基礎的かつ広範囲な技術をマニュアル化する。
②汚水処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汚水処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汚水処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) 汚水処理に関する在野技術の確立 ①汚水処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17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17年8月2日～3日

(畜産環境技術研究所)

第2回：平成18年3月10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切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、メーカーのコマーシャルベースの情報が主であり、採用した施設・機械類が現場において上手く適応でき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年度は、脱臭・焼却・炭化施設の性能評価書を実施して、ガイドブックの作成を行う。

17年度の進捗状況と成果

第1回家畜ふん尿処理施設・機械評価基準策定委員会(10月)を開催し、脱臭・焼却・炭化に関わる施設、機械の事例の募集要領等の調整、募集準備を行い、募集要領を約300社に送付した。募集締切後、資料の整理を行った。応募件数は22件であった。各委員宛資料を送付、評価を依頼した。評価書、委員評価、コメントを整理した。第2回委員会開催(1月：応募22件について評価内容を検討)。第3回の性能評価委員会開催(3月)し、ガイドブック記載内容の検討を行った。最終的に19施設を掲載することにした。

3) 畜産環境保全のための簡易測定法・判定法等開発事業

(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 (平15~17)

研究のねらい

堆肥の耕地への施用促進のためには、堆肥に含まれる肥料成分(特に窒素)の肥効が化学肥料のどの程度に相当するか(肥効率、一般には堆肥成分の無機化率で判定)を明らかにする必要がある。従来、堆肥に含まれる窒素の無機化率は、30℃、4週間の培養で測定されているが、この課題では、窒素の無機化率を堆肥の簡単な化学分析等のデータから重

回帰分析により精度よく推定しようとするのがねらいである。

17年度の進捗状況と成果

窒素無機化率を推定する説明変数として水分、EC、全窒素等の9項目に17年度は新たに塩酸抽出による無機態窒素量を加えた結果、推定誤差は著しく小さくなり、計画通り簡易推定法はほぼ開発された。

②幼植物試験による堆肥無機化率推定精度の検証（平16～18）

研究のねらい

課題①で推定した窒素無機化率が、植物の発育に正しく反映するかどうかを幼植物試験で確かめるのがねらいである。

17年度の進捗状況と成果

用いるコマツナの品種の選定試験を実施した。コマツナの5品種（グリーンライト、健美、楽天、夏楽天、浜美2号）について、純水を用い発芽試験を行ったところ、発芽率が高かったのは健美、楽天、浜美2号の3品種で94%であった。次に、分解程度が異なる堆肥3種類の抽出液を用いて発芽率ならびに生育状況、生育の揃いを調査した。どの堆肥においても発芽率が高かった品種は「健美」で、その後の生育の揃いもよかった。この結果から、今回の幼植物試験は、発芽や生育阻害をみるのではなく、生育量（窒素の無機化量）を調査することを目的としているため、未熟堆肥（無機態窒素の残留が多い堆肥）でも発芽率が高く、生育の揃いもよかった「健美」を用いることにした。幼植物試験の条件設定を行った。

(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。

17年度の進捗状況と成果

「におい識別装置」による臭気指数相当値と市販臭気センサーの指示値には一定の関係が見られた。この結果から、ヒトの官能試験による臭気指数は、簡易な臭気センサーで推定可能であることが示唆された。

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 （平15～17）

研究のねらい

全体としては、メタン発酵消化液中のアン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、本実施課題では、実証試験に移す前に、基礎的な培養条件等について検討し、培養法を確立する。すでに、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。

17年度の進捗状況と成果

実規模に近い連続培養実験装置により、培

養液中の溶存酸素濃度と溶存二酸化炭素濃度のセンサーを設置し、大気ガスと混合ガス（窒素約60%、二酸化炭素約30%）の適切な注入量を検討した。また、酸化還元電位や光量についても検討した。その結果、光量とガス注入量に密接な関係があり、消化液のアンモニア、リン酸、色度および濁度を低下させることができた。

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

バイオマス生産による資源回収の技術開発を行うために、実規模に近い実験プラントを製作して実証試験を行う。

17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、稼働安定性を見るとともに、光量を測定した。試作2号および3号については、連続培養にて培養試験を行った結果、光量不足が生じたが、試作4号は光量が十分で、防水性もあったことから実験プラントに使用する光源プレートとし、製作した。実験プラントは培養容積1 m³程度の培養槽を設計し、養豚農家に設置されているメタン発酵施設に設置した。

(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。

17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。

(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に以下に低減され、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。

17年度の進捗状況と成果

17年度は実際に、豚を飼養して、メタン発酵処理実験装置を用いた汚水処理コスト低減の実証試験を行う。また、汚水処理実験装置により、尿中窒素排せつ量が半分になった場合のコスト試算について汚泥発生量を含めた条件で行う。

これまでに、実験室レベルで尿中窒素排せつ量が50%程度減ると汚水処理ランニングコ

ストは約3割低下することを明かにしたが、17年度は大阪府に委託してメタン発酵処理に及ぼす影響を調べた。また、活性汚泥処理で、汚泥の発生量が著しく減ることが明らかになった。

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。

17年度の在野技術評価委員会は10月5日および3月14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。

17年度の進捗状況と成果

畜産農家のための堆肥化処理サポートシステムをホームページ上で見ても読みやすいように、内容に従って短く分割した。また、イラストをカラーイラスト等にするとともに「堆肥生産で困った時のページ」と「堆肥生産についての基礎知識」の、2つの方向から利用できるページを作成した。

②堆肥生産に関する在野技術の確立

(平15～18)

有望な在野技術を検索・検証し、超低コス

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。

17年度の進捗状況と成果

新規の在野技術情報を委員会に提案するとともに、5カ所（バーンクリーナー糞殻自動散布器、放線菌堆肥、発酵床牛舎、発酵床豚舎、YM菌）について現地調査を行った。

(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。

17年度の進捗状況と成果

すでに公開している「活性汚泥処理のトラブル診断システム」に「汚水処理で困った時のページ」を追加した。また、「畜産農家のための活性汚泥観察マニュアル」を作成、配布した（3,000部）。

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

有望な在野技術等を活用して汚水処理サポートシステムの改良を行う。

17年度の進捗状況と成果

新規の在野技術情報を在野技術評価委員会に提案するとともに、余剰汚泥の利用について、養豚農家の施設を現地調査した。

Ⅲ 家畜排せつ物利活用方策評価 検討システム構築事業

1. 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. 事業の背景・目的

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、地方公共団体及び関係団体が一体となって進めているところである。

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、たい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、たい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開発大となっている。

しかしながら、現状では、たい肥生産の地域的偏在とたい肥需要との間のミスマッチの実態、たい肥の受け入れ可能量と過剰生産量の地理的分布、たい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上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。

このため、家畜排せつ物の需給状況に関する情報の収集、推計及びデータベースの作成並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、地域単位及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、実態調査の実施及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)
- ・たい肥生産（供給）データ(副資材利用量、域内発生量、他供給量)
- ・たい肥利用（需給）データ（域内利用量、域内潜在需要量）
- ・たい肥流通データ(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(たい肥生産コスト、たい肥販売高、たい肥輸送コスト)

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、たい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、ベストミックス及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. 17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17年6月23日、11月14日、平成18年1月20日及び3月1日)。事業推進委員会は平成18年1月17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及び事業実施体制

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

のもとに中央農業研究所センター、九州沖縄農業センター、畜産草地研究所、農業環境技術研究所及び(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) 17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

家畜排せつ物の発生・処理・利用過程に至るまでのフローに関する実態データの算定ロジックを検討した。

農林水産省が保有する統計データの利用の可能性および畜産濃密地域(鹿児島県、宮崎県)を対象にしてモデル的に検討した。

データベース構築に必要な調査項目(発生・処理過程・利用過程)の抽出を行った。

農林水産省が保有する統計データ等を入手・精査した。

都道府県を対象としたヒアリング調査やアンケート調査に基づく発生・処理・利用過程のパラメータの精緻化(都道府県別発生量原単位等)の手法を開発し、潜在的堆肥利用量(ポテンシャル)の推定手法を検討した。

②需給対策評価分析システム構築事業

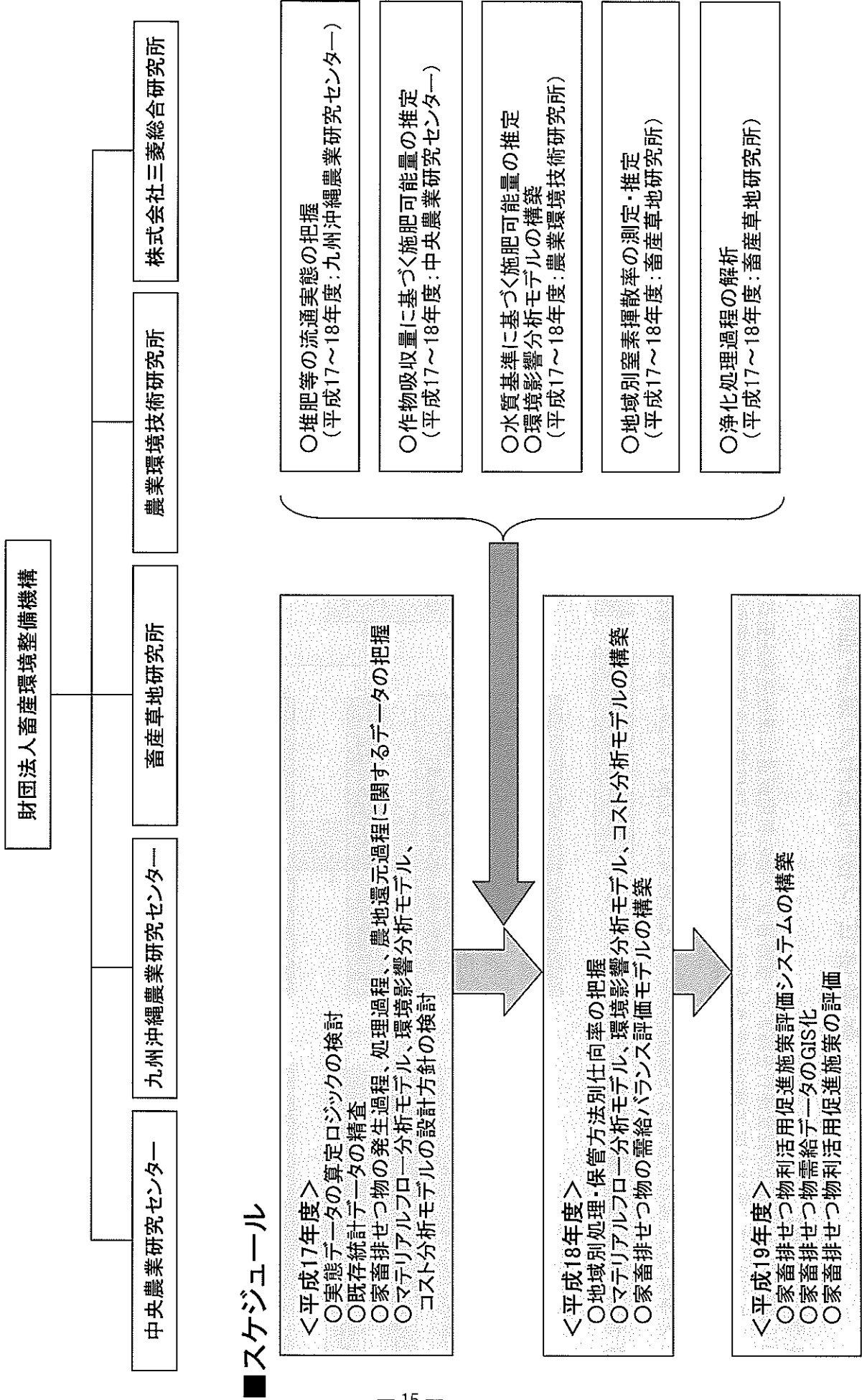
家畜排せつ物のマテリアルフロー分析モデルの予備的検討を行った。

利活用評価検討用プログラム(MS-Excel VBA)を作成した。

畜産濃密地域(鹿児島県、宮崎県)の実態調査に基づく環境影響(臭気、水質汚濁等)の評価手法の予備的検討を行った。

畜産濃密地域(鹿児島県、宮崎県)の実態調査に基づく家畜排せつ物の移動・流通実態の把握手法を検討した。

図2 事業実施体制



IV 堆肥成分分析事業

1. 堆肥成分事業内容

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. 堆肥分析の実績（点数）

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
堆肥分析	4	11	23	27	38	64	167
臭気のみ	5	20	1	24	32	0	82

V 平成17年度における主な研究成果

1. 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

家畜ふん堆肥を施用するには、そこに含まれる養分含量とともに、養分の肥効を考慮して、その分だけ化学肥料の施用量を減らす必要がある。とくに、窒素は、畜種、副資材の種類、堆肥製造法等によって、成分的にも^{1) 2)}、また、その肥効も³⁾大きく変動することが知られているため、堆肥ごとに成分分析を実施し、一方では窒素の肥効を明らかにすることが重要であると考えられる。

堆肥の窒素肥効の測定法として、速効的に効果をあらわす化学肥料の窒素に相当する無機態窒素の測定は、従来、30℃、4週間の培養法で実施されている。しかし、この方法では、時間と手間が掛かるため、堆肥ごとに無機態窒素の測定を行うことは困難である。棚橋・矢野⁴⁾は、塩酸抽出の豚ふん堆肥中無機態窒素含量は、4週培養無機態窒素量とよく一致したとしている。また、矢野・棚橋⁵⁾は、牛ふんおよび豚ふん堆肥の塩酸抽出無機態窒素と4週培養無機態窒素およびコマツナのポット栽培での窒素肥効には高い相関が認められたとしている。さらに、鶏ふん堆肥について、原ら⁶⁾は鶏ふん堆肥に含まれる尿酸態窒素と30℃、4週培養による無機態窒素に高い相関を認めている。橘田ら⁷⁾や日高ら⁸⁾は、乾燥鶏ふんおよび副資材を含まない鶏ふん堆肥の各種窒素成分と培養による無機態窒素との関係を調べ、無機態窒素の簡易評価法を提案している。このように、堆肥に含まれる速効的窒素を評価するための簡易推定法はいくつか提案されているが、いずれも畜種や副資材使用の有無などに限定があり、共通的な手法はいまだ確立されていない。

そこで、本報告では、種々の家畜ふん堆肥を供試し、堆肥分析を行うとともに、畑条件

で、30℃、4週間の培養試験を行い、堆肥の種々の分析値から重回帰分析によって培養後の無機態窒素量を推定する方法について検討した。

材料および方法

1) 供試堆肥

全国の堆肥センター等で生産された、乳牛ふん堆肥33点、肉牛ふん堆肥34点、豚ふん堆肥32点および鶏ふん堆肥31点の合計130点の堆肥を用いた。副資材の使用の有無およびその種類、堆肥製造方法等の条件はとくに設けなかった。

堆肥は、発芽率および酸素消費量の測定にはそのまま用いたが、その他の項目の分析には、60℃で通風乾燥後、粉碎し、2mmのふるいを全通させたものを供試した。

2) 堆肥の分析項目および分析方法

堆肥の無機態窒素推定のために、著者らが実施している堆肥の一般分析項目¹⁾のうち、堆肥窒素の無機化には関係ないと考えられる、リン酸、カリウム等の無機物の分析項目は除き、水分、灰分、pH、EC、全窒素、全炭素、C/N比、発芽率、「コンポテスター」による酸素消費量の9項目に、塩酸抽出の無機態窒素を加えた10項目を用いた。酸素消費量は、堆肥に含まれる易分解性有機物含量の指標であり⁹⁾、有機物の分解性の難易が無機化に影響すると考えられたため分析項目に加えた。

堆肥の水分含量は110℃での乾燥恒量法、灰分は600℃、4時間の灰化による残留物重量法によって測定した。pHおよびECの測定は常法¹⁰⁾によった。全窒素および全炭素はN/Cアナライザー(日本シイベルヘグナー(株))を用いて測定し、C/N比は両者から算出し

た。発芽率は、堆肥を乾燥堆肥換算で水で20倍に希釈し、60℃、3時間で抽出した溶液を用いて、約20℃、36時間培養後のコマツナ種子の発芽数を、蒸留水を対照とした場合と比較してその比率を求めた。酸素消費量は「コンポテスター」による方法⁹⁾で測定したが、堆肥の水分含量が55%以下の場合、水を添加して水分含量を60%に調整した上で35℃に保ち、1昼夜後に測定した。各測定値の表示は、水分は湿重量当たり%としたが、灰分、全窒素、全炭素は乾物当たり%で表した。ECはmS/cmで表し、酸素消費量は、堆肥(現物)1g、1分間あたりに消費される量(μ g)で表した。

塩酸抽出無機態窒素は、乳牛ふん堆肥では0.5M塩酸を用いたが、他の畜種の堆肥では1M塩酸で抽出し、オートアナライザー(A ACS II、ビーエルテック(株))でアンモニウム態窒素および硝酸態窒素を測定して、これらの合計値を無機態窒素量とした。塩酸抽出は、堆肥によっては塩酸溶液に加えると発泡するため、15分間静置してから45分間浸透し、ろ過してろ液を測定に供した。無機態窒素含量は、堆肥乾物中のmg/gで表した。

3) 培養法による無機態窒素率の測定

土壌の可給態窒素の測定法に準じた方法¹⁰⁾によった。風乾した褐色低地土100gに、堆肥試料を全窒素量が50mg含まれるように加え、よく混合して100mL容の培養ビンに入れた。培養時の土壌水分は最大容水量の60%、培養温度は30℃、培養期間は28日とした。培養終了後、無機態窒素を2MKClで抽出し、オートアナライザーで測定した。培養試験には、堆肥添加区の他に堆肥を添加しない対照区を設け、対照区の培養後の無機態窒素量を無機態窒素率(%)

ブランクとして、下式によって培養後の無機態窒素率を算出した。堆肥添加区、対照区とも培養は3反復で実施した。

なお、本法で求めた無機態窒素率は、堆肥に含まれる全窒素に対する培養後に含まれる堆肥由来の無機態窒素の割合を示しており、培養開始時に堆肥に含まれる無機態窒素も堆肥の全窒素の中に含まれる。そのため、いわゆる窒素無機化率とは異なっている。

4) 堆肥培養後の無機態窒素率を推定するための回帰式の算出

堆肥培養後の無機態窒素率を従属変数(y)として、以下の3種類の回帰式を求めた。

- (1) 一般堆肥分析の9項目の測定値を説明変数として、yを推定する重回帰式を求めた。用いた説明変数は、水分(x_1)、灰分(x_2)、pH(x_3)、EC(x_4)、全窒素(x_5)、全炭素(x_6)、C/N比(x_7)、発芽率(x_8)および酸素消費量(x_9)であった。
- (2) 説明変数として、塩酸抽出無機態窒素(x_{10})のみを用いて、yを推定する回帰式を求めた。
- (3) 堆肥の一般分析の項目である $x_1 \sim x_9$ の説明変数に、塩酸抽出無機態窒素(x_{10})を加えた10項目の測定値を用いて、yを推定する重回帰式を求めた。

このような3種類の推定式を求めると同時に、各推定式における決定係数と推定精度(RSD、回帰からの残差の標準偏差)を求めた。

重回帰分析には、Microsoft ExcelのアドインソフトであるEXCEL多変量解析(ver. 3.0、(株)エスミ)を用いた。

$$= \frac{\text{堆肥添加区の無機態窒素量(mg)} - \text{ブランクの無機態窒素量(mg)}}{\text{堆肥の供試窒素量 (mg)}} \times 100$$

表 1 家畜ふん堆肥の 30℃、4週間培養後の無機態窒素率の堆肥分析値からの回帰式による推定とその精度

推定方法	回帰式	R ²	RSD
乳用牛ふん堆肥(33点)			
堆肥成分9項目	$y = -0.044x_1 + 0.265x_2 - 2.384x_3 - 1.744x_4 + 3.41x_5 + 0.464x_6 - 0.269x_7 - 0.147x_8 - 0.756x_9 + 26.329$	0.35	3.8
塩酸抽出無機態窒素	$y = 4.659x_{10} + 1.85$	0.45	3.5
上記を合わせた10項目	$y = 0.007x_1 + 0.132x_2 + 1.127x_3 - 1.819x_4 - 6.322x_5 + 0.799x_6 - 1.019x_7 - 0.016x_8 - 0.233x_9 + 5.301x_{10} + 1.413$	0.61	2.9
肉用牛ふん堆肥(34点)			
堆肥成分9項目	$y = 0.266x_1 - 1.754x_2 - 0.55x_3 + 4.296x_4 - 20.068x_5 - 2.188x_6 - 2.037x_7 + 0.089x_8 - 0.179x_9 + 177.999$	0.57	5.4
塩酸抽出無機態窒素	$y = 1.424x_{10} + 3.433$	0.44	6.2
上記を合わせた10項目	$y = 0.165x_1 - 1.043x_2 + 1x_3 + 1.679x_4 - 29.564x_5 - 0.705x_6 - 2.246x_7 + 0.271x_8 + 0.919x_9 + 1.588x_{10} + 106.053$	0.70	4.5
豚ふん堆肥(32点)			
堆肥成分9項目	$y = -0.134x_1 - 1.877x_2 - 0.525x_3 - 0.156x_4 - 5.897x_5 - 2.547x_6 - 2.246x_7 - 0.046x_8 - 1.336x_9 + 229.064$	0.45	6.9
塩酸抽出無機態窒素	$y = 1.31x_{10} + 7.104$	0.29	7.8
上記を合わせた10項目	$y = -0.262x_1 - 1.371x_2 - 1.555x_3 - 0.356x_4 - 10.042x_5 - 1.859x_6 - 1.627x_7 - 0.018x_8 - 0.767x_9 + 2.04x_{10} + 192.978$	0.74	4.8
鶏ふん堆肥(31点)			
堆肥成分9項目	$y = 0.086x_1 + 0.312x_2 - 2.611x_3 + 0.386x_4 + 1.848x_5 + 0.222x_6 - 0.894x_7 + 0.068x_8 + 0.533x_9 + 6.391$	0.31	6.1
塩酸抽出無機態窒素	$y = 3.023x_{10} + 2.789$	0.31	6.1
上記を合わせた10項目	$y = 0.134x_1 + 0.511x_2 - 1.233x_3 - 0.562x_4 - 6.574x_5 + 1.47x_6 - 1.682x_7 + 0.252x_8 + 0.704x_9 + 4.804x_{10} - 47.154$	0.56	4.9

y (無機態窒素率、%)、x₁ (水分、%)、x₂ (灰分、%)、x₃ (pH、%)、x₄ (EC、mS/cm)、x₅ (全窒素、%)、x₆ (全炭素、%)、x₇ (C/N比)、x₈ (発芽率、%)、x₉ (酸素消費量、μg/g/min)、x₁₀ (塩酸抽出無機態窒素、mg/g)

結 果

表1には、畜種ごとに算出した3種類の回帰式とともに、それぞれの回帰式における決定係数とRSDを示した。

1) 乳用牛ふん堆肥

乳用牛ふん堆肥の試料数33点の無機態窒素率の変動範囲は-4.90~14.8%で、平均6.8%であった。

堆肥の一般成分分析の9項目の測定値を説明変数とした場合は、RSDは3.8%となり、塩酸抽出無機態窒素のみを説明変数とした場合の3.5%とほとんど変わらなかった。一般成分分析項目に塩酸抽出無機態窒素を加えた10項目を説明変数にした場合には、重回帰式のRSDは2.9%と小さくなった。

図1には、乳用牛ふん堆肥の各回帰式によって推定した無機態窒素率と実測値との関係を示した。

2) 肉用牛ふん堆肥

肉用牛ふん堆肥の試料数34点の無機態窒素率の変動範囲は-5.6~35.5%で、平均11.9%であった。

堆肥の一般成分分析の9項目の測定値を説明変数とした場合は、RSDは5.4%であったが、塩酸抽出無機態窒素のみを説明変数とした場合には、6.3%と大きかった。一般成分分析項目に塩酸抽出無機態窒素を加えた10項目を説明変数にした場合には、重回帰式のRSDは4.6%と小さくなった。

図2には、肉用牛ふん堆肥の各回帰式によって推定した無機態窒素率と実測値との関係を

示した。

3) 豚ふん堆肥

豚ふん堆肥の試料数32点の無機態窒素率の変動範囲は-3.2~35.5%で、平均15.9%であった。

堆肥の一般成分分析の9項目の測定値を説明変数とした場合は、RSDは6.9%と大きく、塩酸抽出無機態窒素のみを説明変数とした場合は、7.9%とさらに大きかった。一般成分分析項目に塩酸抽出無機態窒素を加えた10項目を説明変数にした場合には、重回帰式のRSDは4.7%となり、推定精度の向上が認められた。

図3には、豚ふん堆肥の各回帰式によって推定した無機態窒素率と実測値との関係を示したが、塩酸抽出無機態窒素を加えた10項目による推定では、推定のばらつきが小さくなっている。

4) 鶏ふん堆肥

鶏ふん堆肥の試料数31点の無機態窒素率の変動範囲は-0.6~25.2%で、平均12.8%であった。

堆肥の一般成分分析の9項目の測定値を説明変数とした場合は、RSDは6.1%となり、塩酸抽出無機態窒素のみを説明変数とした場合と同じであった。一般成分分析項目に塩酸抽出無機態窒素を加えた10項目を説明変数にした場合には、重回帰式のRSDは4.9%と推定精度の向上が認められた。

図4には、鶏ふん堆肥の各回帰式によって推定した無機態窒素率と実測値との関係を示した。

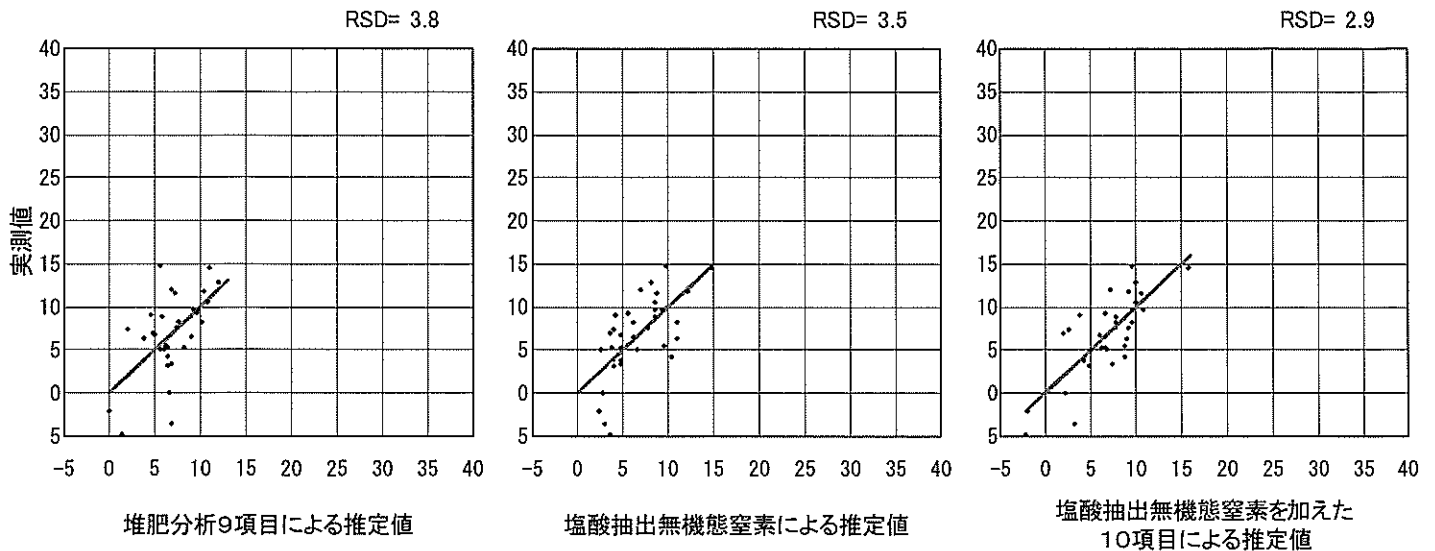


図1 乳用牛ふん堆肥における 30℃、4週間培養後の無機態窒素率(%)の実測値と回帰による推定値の関係

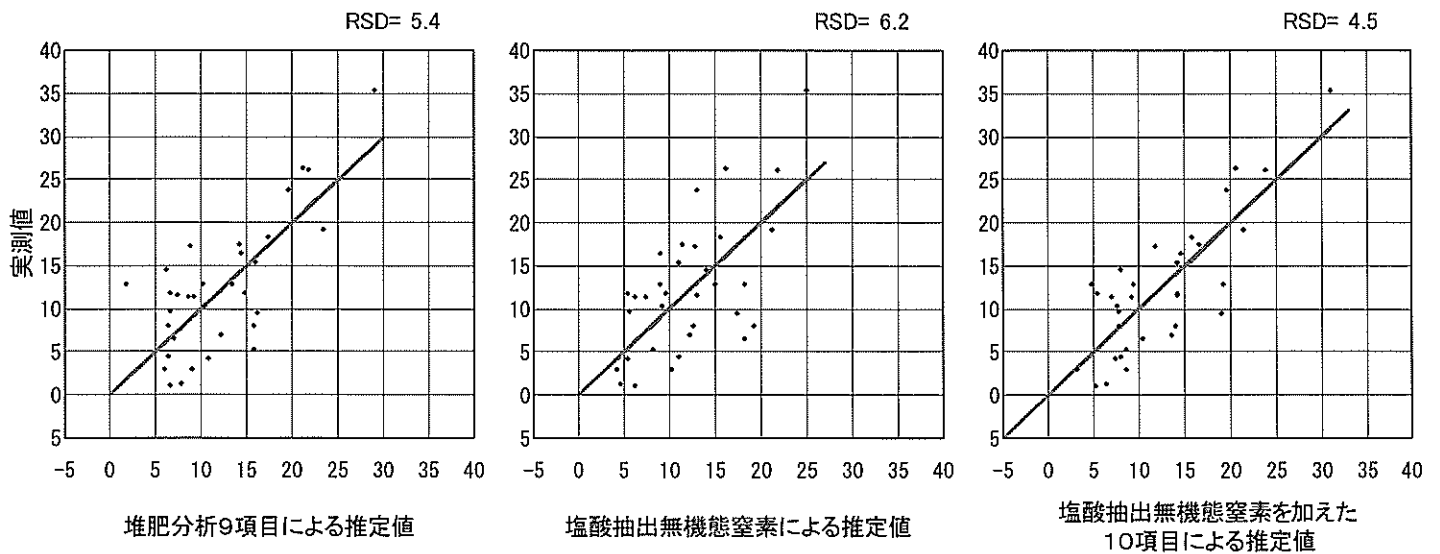


図2 肉用牛ふん堆肥における 30℃、4週間培養後の無機態窒素率(%)の実測値と回帰による推定値の関係

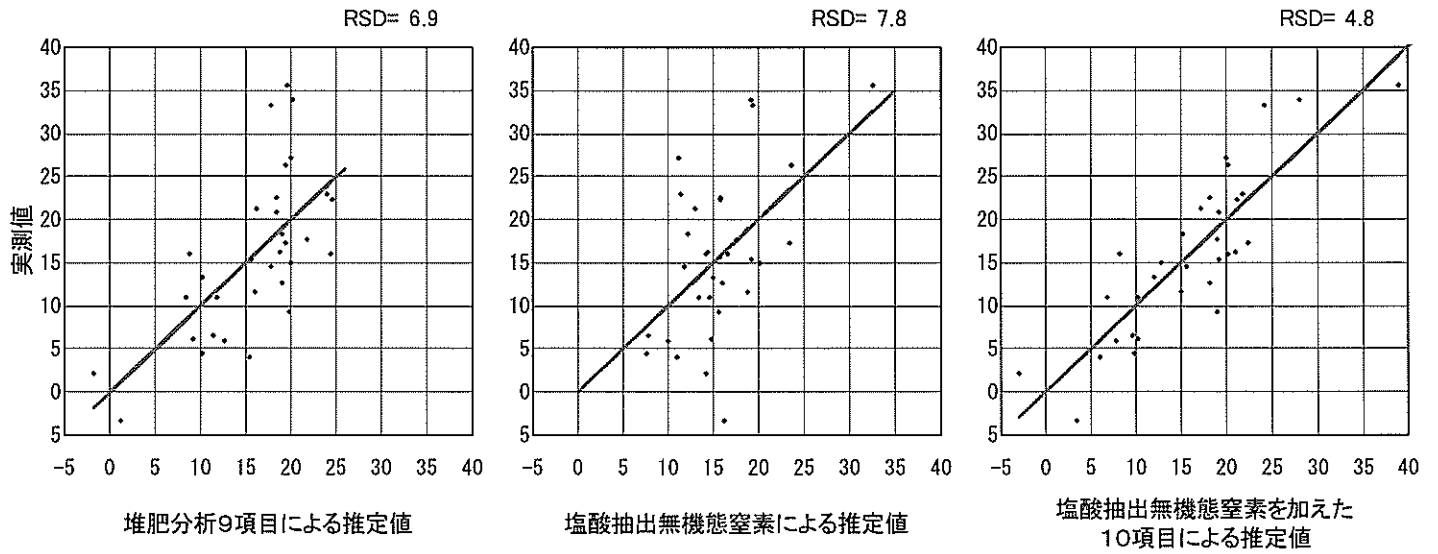


図3 豚ふん堆肥における 30°C、4週間培養後の無機態窒素率(%)の実測値と回帰による推定値の関係

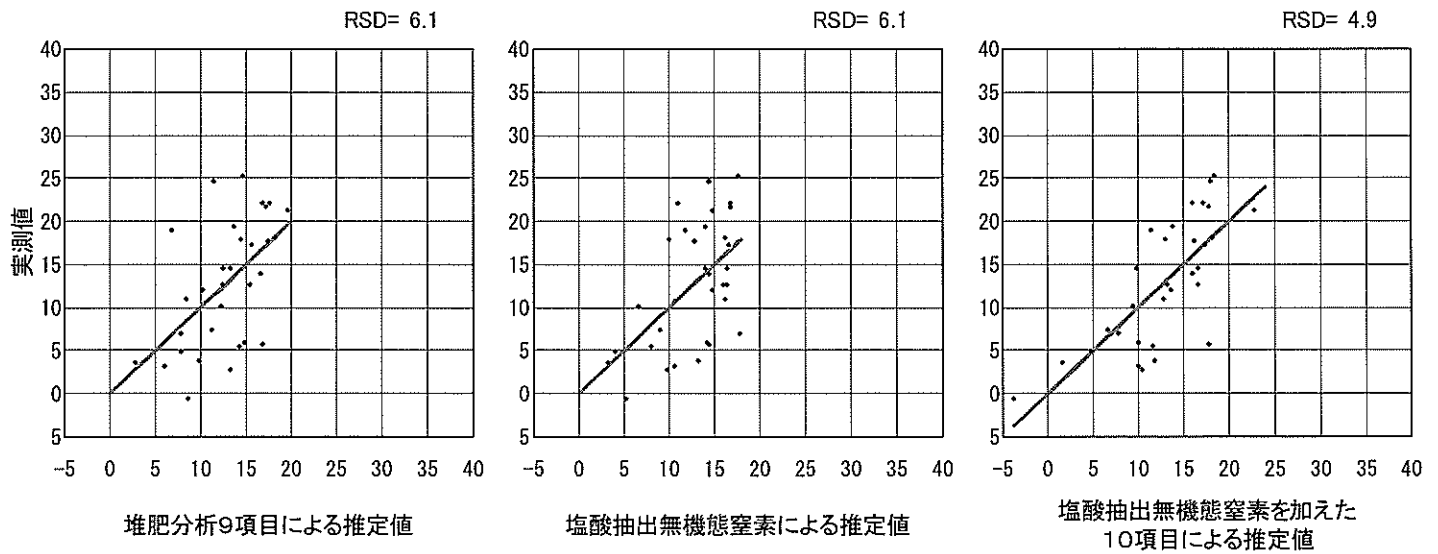


図4 鶏ふん堆肥における 30°C、4週間培養後の無機態窒素率(%)の実測値と回帰による推定値の関係

考 察

堆肥の施用に当たっては、化学肥料と同等に肥効がある速効的に効く窒素含量を明らかにする必要がある。従来、堆肥の窒素の肥効は、牛ふんの場合30%、豚ふんでは50%、鶏ふんでは70%とする一定値が広く用いられている¹⁾。しかしながら、同じ畜種でも窒素の肥効は大きく変動することが指摘され²⁾、堆肥の窒素の肥効は堆肥ごとに明らかにすべきであるとする共通認識が広まりつつある。

堆肥の窒素の速効的に効く部分は、30℃、4週間の培養による無機態窒素量で評価できるが、手間と時間が掛かるためこの代替法が望まれる。これまでに、牛ふんや豚ふんの堆肥の無機態窒素量は塩酸抽出無機態窒素⁵⁾で、鶏ふん堆肥は、尿酸態窒素や全窒素等の分析で推定できることが報告されている^{6) 8)}。しかしながら、これらの報告では相関係数は示されているが、推定精度までは言及がない。

本試験では、乳牛ふん堆肥、肉牛ふん堆肥、豚ふん堆肥および鶏ふん堆肥の30℃、4週間培養による無機態窒素率について、一般堆肥分析の9項目および塩酸抽出無機態窒素から推定することを試みた。この無機態窒素の推定に当たっては、簡易であることに加えて、推定精度が高いことが要求される。そこで、推定精度としてRSDを指標として、この値が5%以下になることを目標とした。RSDが5%以下であるということは、無機態窒素率の推定値(%)±5%の範囲内に、確率的に約67%が入るということを意味しており、実用的には十分な精度と考えられる。

本試験の結果から、RSDを指標として各回帰式の推定精度をみると、畜種によって異なるが、全体的には、一般堆肥分析の9項目による推定精度は、矢野・棚橋の塩酸抽出無機態窒素⁵⁾からの推定精度とほぼ等しい。RSDの値は、一般堆肥分析項目および塩酸抽

出無機態窒素のいずれとも、乳牛ふん堆肥の場合を除き5%以上となって、目標に達していない。一方、両者を加えた10項目による推定では、いずれの畜種ともRSDが5%以下となり、目標に達した。

堆肥の4週間培養後の無機態窒素率は、堆肥の一般分析項目のみから推定するのがもっとも望ましく、一般成分9項目からでもある程度の推定精度は得られるが、RSD5%以下の高い推定精度を求める場合は、塩酸抽出無機態窒素の分析項目を加えるのがよいと思われる。

従来、家畜ふん堆肥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%、鶏ふん堆肥は70%という数値が広く用いられている¹⁾。しかしながら、本試験での無機態窒素率の平均値は、乳用牛ふん堆肥、肉用牛ふん堆肥、豚ふん堆肥および鶏ふん堆肥で、それぞれ、6.8、11.9、15.9および12.8%ときわめて低かった。これまでに報告されている30℃、4週間培養における無機態窒素率として、荒巻ら¹²⁾は、乳用牛ふん堆肥、肉用牛ふん堆肥、豚ふん堆肥および鶏ふん堆肥の1ヵ月培養における無機態窒素率は、それぞれ、11.5、17.3、21.1および23.7%であったとしている。これらの値は、本試験で得られた結果よりもいずれの畜種においても高いが、大きな違いはなく、従来の肥効率と比べてはるかに低い。棚橋・矢野は、豚ふん堆肥の4週間培養後の無機態窒素率は15~35%程度である¹⁾とし、また、副資材なしの鶏ふん堆肥について縦型密閉堆肥化装置では40%を越えることがあるが、ロータリー式の堆肥化施設で生産した鶏ふん堆肥では10~20%が多い¹³⁾としている。さらに、原ら⁸⁾は、30℃、4週間培養による鶏ふん堆肥の無機態窒素率は、攪拌堆肥化方式で全窒素含量(乾物中)が2~3%の場合は25%程度であり、縦型密閉方式では全窒素含量が3~5%の場合は30~50%程度であると

している。日高ら⁸⁾は、乾燥鶏ふんおよび鶏ふん堆肥の4週間培養後の無機態窒素率は平均19%であったとしている。

このように、いずれの報告においても、30℃、4週間の培養で存在する堆肥由来の無機態窒素量は、従来の肥効率¹¹⁾に基づく窒素量よりもかなり低い。30℃、4週間培養による無機態窒素が、化学肥料に相当する可給態窒素であるとする、従来の高い肥効に基づく堆肥の施用では、作物の初期生育に支障が生じる恐れがある。そのため、堆肥の施用に当たっては、この点を考慮して、個々の堆肥の無機態窒素率に基づいて化学肥料の窒素成分を削減するのが合理的と考えられる。

全国の堆肥センターで生産される家畜ふん堆肥のうち、複数畜種の混合堆肥が約1/3を占めている¹⁾。そのため、混合堆肥の無機態窒素率の推定が必要である。また、本報告では、供試点数が少なかつたため、鶏は採卵鶏とブロイラーとで分けていないが、本来は別々の推定式が望ましい。これらについては現在調査中であり、別の機会に報告する。

要 約

乳用牛ふん堆肥、肉用牛ふん堆肥、豚ふん堆肥および鶏ふん堆肥、合計130点について、堆肥の一般分析の9項目、すなわち、水分、灰分、pH、EC、全窒素、全炭素、C/N比、発芽率および「コンポテスター」による酸素消費量を測定するとともに、畑条件での30℃、4週間の培養を行い、9項目の測定値から堆肥の培養後の無機態窒素率を畜種ごとに推定するための重回帰式を得た。この9項目に、塩酸抽出無機態窒素を加えた10項目で推定すると、推定精度(RSD、回帰からの残差の標準偏差)はさらに高まり、いずれの畜種の場合でもRSDは5%以下になった。この畜種ごとの重回帰式を用いることにより、各堆肥の30℃、4週間の培養による無機態窒素率

が比較的簡単に、精度よく推定できる。この情報は、堆肥の施用に当たって化学肥料の削減を合理的に行う上で、きわめて有効であると考えられる。

謝 辞

堆肥の無機態窒素率の測定法については、畜産草地研究所の畠中哲哉氏の教示を受けた。また、データの取りまとめに当たって、アポロ情報システム株式会社の柳川源二氏には大変お世話になった。ここに記して、感謝を申し上げる。

文 献

- 1) 畜産環境整備機構：堆肥の品質実態調査報告、(財)畜産環境整備機構、(2005)
- 2) 原田靖生・山口武則：家畜排泄物堆肥の品質の実態と問題点、環境保全と新しい畜産(監修西尾道徳)、p.229~246、(社)農林水産技術情報協会、東京(1997)
- 3) 木村 武：家畜ふん堆肥の環境保全的施用法、家畜ふん堆肥の品質評価・利用マニュアル、農林水産技術会議事務局および農業・生物系特定産業技術研究機構、65~76(2004)
- 4) 棚橋寿彦・矢野秀治：豚ふん堆肥の窒素無機化特性と肥効推定法、関東東海北陸農業5) 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、第50集 161(2004)
- 6) 原 正之・村上圭一・藤原孝之：鶏ふん堆肥の肥効評価と制御に関する研究(第1報)、尿酸分析による可給態窒素量の迅速推定法、日本畜産学会第100回大会講演要旨集、p.92(2002)
- 7) 橋田安正・茂角正延・水落勁美：採卵鶏由来鶏糞の窒素成分と窒素無機化率との関係、土肥誌、73、263~269(2002)
- 8) 日高秀俊・新妻成一・大澤元成・久保省

- 三：各種鶏ふんの窒素無機化量の簡易評価法、土肥誌、75、21～28（2004）
- 9）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）
- 10）日本土壌協会：堆肥等有機物分析法、45～48、（財）日本土壌協会、東京(2000)
- 11）島倉健次：施用基準、草地試「家畜ふん尿処理利用研究会資料」、p.45～46(1983)
- 12）荒卷幸一郎・山本富三・小山 太・渡邊敏朗・荒木雅登・満田幸恵：家畜ふん堆肥の種類と窒素無機化率、福岡県農業関係試験研究の成果（平成17年度後期）、59～60（2005）
- 13）棚橋寿彦・矢野秀治：鶏ふん堆肥の窒素含量に基づく肥効推定法、土肥誌、75、257～260(2004)

2. 畜産農家のための堆肥生産サポートシステムの開発

畜ふんを堆肥化によって処理している農家にとって、生産した堆肥の受け入れ先が不足していることが悩みとなっている。これは、耕種農家が堆肥を受け入れる体制になっていないこともあるが、耕種農家が納得できる堆肥が生産できていない場合も多い。堆肥化は、水分と通気割合を確実に調節すれば、発酵が良好に進むが、実際には、原材料や副資材の種類、堆肥化施設の構造、気温といった要因が複雑に作用しているため、思うような堆肥を生産するのは難しい。そこで、本研究では、畜産農家が高品質の堆肥生産を行えるようにサポートするシステムの開発を行った。

開発の方針

本システムは、以下の方針にて開発した。

- 1) インターネット上に公開する。
- 2) 堆肥生産に明るい著名人に原稿を依頼し、これを元に内容を作成する。
- 3) 内容をなるべく細かく分割することで、1ページに表示される情報を少なくし、読みやすくする。
- 4) 図やイラストを多くし、文章を少なくする。
- 5) 各ページをリンクすることで、関連するページに容易に行き来できるようにする。

開発したシステムについて

システムのトップページには、図1に示した項目を設置した。このシステムの主たる内容は、「堆肥生産で困った時のページ」と「堆肥生産についての基礎知識」である。どちらも、目的の項目を選択することで、図1および図2に示したようなページにたどり着けるようになっている。

「堆肥生産で困った時のページ」は、具体的な質問を持つ利用者を想定して開発しており、現在のところ以下の設問を設定している。

1. 堆肥化処理での困った
 - ・温度が上がりにません
 - ・最近、発酵が悪くなった
 - ・原料の水分調整はどうすればいいの？
 - ・原料の水分を測る道具がない
 - ・副資材の使用量を減らしたい
 - ・雑草種子が残ってしまいます
 - ・サルモネラ等の病原菌が心配です
 - ・どのくらいの期間発酵させればいいの？
 - ・通気量をどのくらいにしているのか分からない
 - ・二次発酵は必要なの？
2. どんな堆肥を生産すればいいのかで困った
 - ・堆肥が備えるべき条件
 - ・取り扱いやすい水分
 - ・作物に害のない堆肥
 - ・衛生的な堆肥
 - ・雑草種子がない堆肥
 - ・良い堆肥の条件とは？
3. 堆肥を使用や販売して困った
 - ・作物に悪い影響が出てしまいました
 - ・散布した農地に雑草が生えてきました
 - ・サルモネラ等の病原菌が心配だと言われました
 - ・腐熟度の高い堆肥が欲しいと言われたのですが
 - ・腐熟度を調べたい
4. 堆肥化施設を設置時の困った
 - ・どんな施設があるの？
 - ・副資材がどのくらい必要になるか知りたい

- ・強制通期した場合の電気代はどのくらいになるか知りたい

「堆肥生産についての基礎知識」は、例えば、良い堆肥を作るにはどうすれば良いのかというような、漠然とした疑問を持つ利用者を想定して開発した。現在のところ、以下の項目が完成している。

1. 堆肥化処理の基本

(1)堆肥化処理の目的とメリット

- ・家畜ふんの汚物感を無くし、衛生的で取り扱い易くする
- ・取り扱い易い水分にする
- ・水分の簡易推定法
- ・作物に害を与えない有効な土壌改良材や有機質肥料にする
- ・有機性資源のリサイクルによって資源循環型社会に貢献する
- ・安全で衛生的な有機肥料にする
- ・高温発酵により雑草の種子が死滅する

(2)堆肥化処理とは

- ・好気性発酵を行うこと
- ・臭い成分の消失と水分を蒸発させる
- ・安全で衛生的な堆肥に仕上げる

(3)堆肥の品質条件と利用目的

- ・使い易い堆肥とは
- ・堆肥の品質と条件
- ・高濃度の重金属を含んでいる堆肥はダメです
- ・堆肥の品質推奨基準（全国農業協同組合中央会 1993）

2. 良質堆肥の生産条件

(1)発酵堆肥化の処理条件

- ・栄養源
- ・適正な水分
- ・空気
- ・微生物
- ・温度
- ・堆肥化期間

(2)堆肥化処理の調整方法

- ・栄養源
- ・水分調整は畜種により異なる
- ・水分調整の計算方法
- ・家畜ふんと尿の分離を高めると副資材を少なくすることが出来る
- ・原料水分が異なる場合のおが屑の必要量（牛ふんの場合）
- ・仕込み堆肥の水分は製品堆肥の水分に影響する
- ・容積重の計算方法
- ・水分調整に必要な副資材の必要量と堆肥生産量の求め方
- ・固液分離機の利用
- ・おが屑など副資材の購入費の検討

(3)空気を送る方法

- ・無通気型堆積発酵法
- ・通気型堆積発酵法
- ・開放型機械攪拌発酵法
- ・密閉型発酵方法

(4)送風管理の留意点

- ・通気量は少なくとも多すぎてもよくない
- ・堆肥化処理に伴う送風量と電気料の検証
- ・送風機と配管の設置
- ・通気装置の保守管理と点検

(5)冬季の発酵促進対策

- ・冬季の発酵促進対策

(6)良質堆肥の見分け方

- ・堆肥の腐熟度とはなにか
- ・腐熟度をどのようにして判定するか
- ・酸素消費量で堆肥の腐熟度を数値化する方法
- ・堆肥の温度変化で腐熟度を判断する方法
- ・発芽率で腐熟度を判断する方法
- ・ミミズの活動で腐熟度を判断する方法
- ・堆肥の色や形状、臭いなどから腐熟度

を判断する方法

システムの利用方法と今後の予定

本システムは、インターネット上に公開されている。インターネットブラウザにて、下記のサイトにアクセスし、「畜産農家のための堆肥生産サポートシステム」を選択すれ

ば、図1のページが表示され、利用することができる。

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

本システムの開発は、別途公開している「畜産農家のための汚水処理サポートシステム」と合わせて平成18年度も続けており、内容の増強をはかる予定である。

畜産農家のための堆肥生産サポートシステム



来訪者数

このページは、畜産農家の堆肥生産を総合的にサポートすることを目的に、畜産環境技術研究所によって運営されています。よりいっそう畜産農家の皆様方のためになるホームページとしていきたいと思っております。ここで示された情報ではダメだとか、こんな情報もほしいなど、ご意見・ご感想がありましたら、[サポート@chikusan-kankyo.jp](mailto:support@chikusan-kankyo.jp)（宛先の「サポート」を半角の「ss」に書き換えてください）までお願いいたします。

• 更新情報

本システムは皆様のご意見を取り入れながら更新されます。更新された内容をここで確認してください。

• 畜産農家のための堆肥生産サポートシステムについて

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、こちらをご覧ください。

• 堆肥生産で困った時のページ

堆肥生産で困った時には、こちらを参考にしてください。

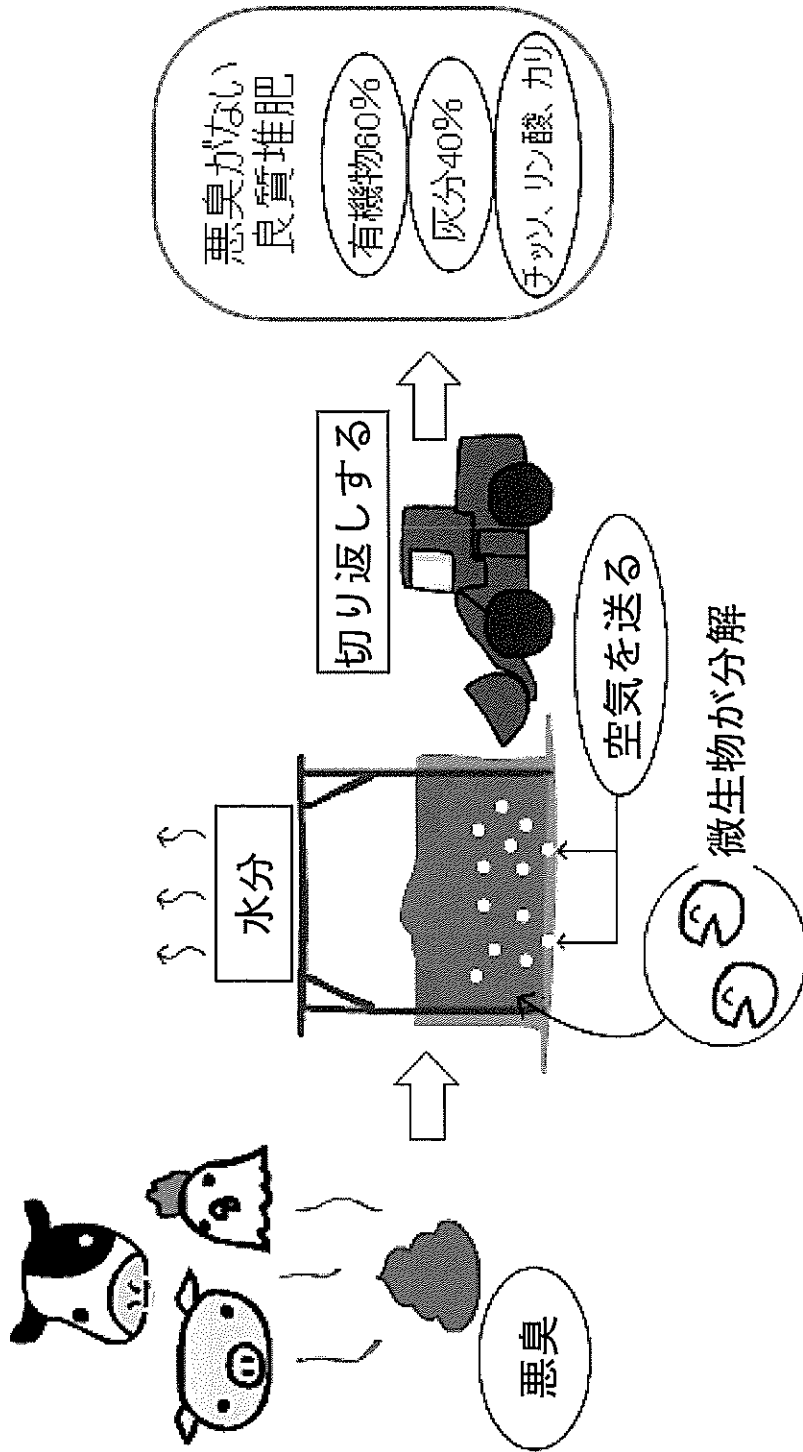
• 堆肥生産についての基礎知識

堆肥生産に関する基礎的な情報を見ることができます。

• 掲示板

堆肥生産と本ホームページに関する、皆様のご質問やご意見を書き込んでください。

家畜ふんの汚物感を無くし、衛生的で取り扱い易くする



堆肥化処理は、悪臭がなく安全で衛生的な有機物資材に変えるための処理

生の家畜ふんは、ふん臭特有の悪臭があり、誰が見ても汚く不衛生に感じるものです。

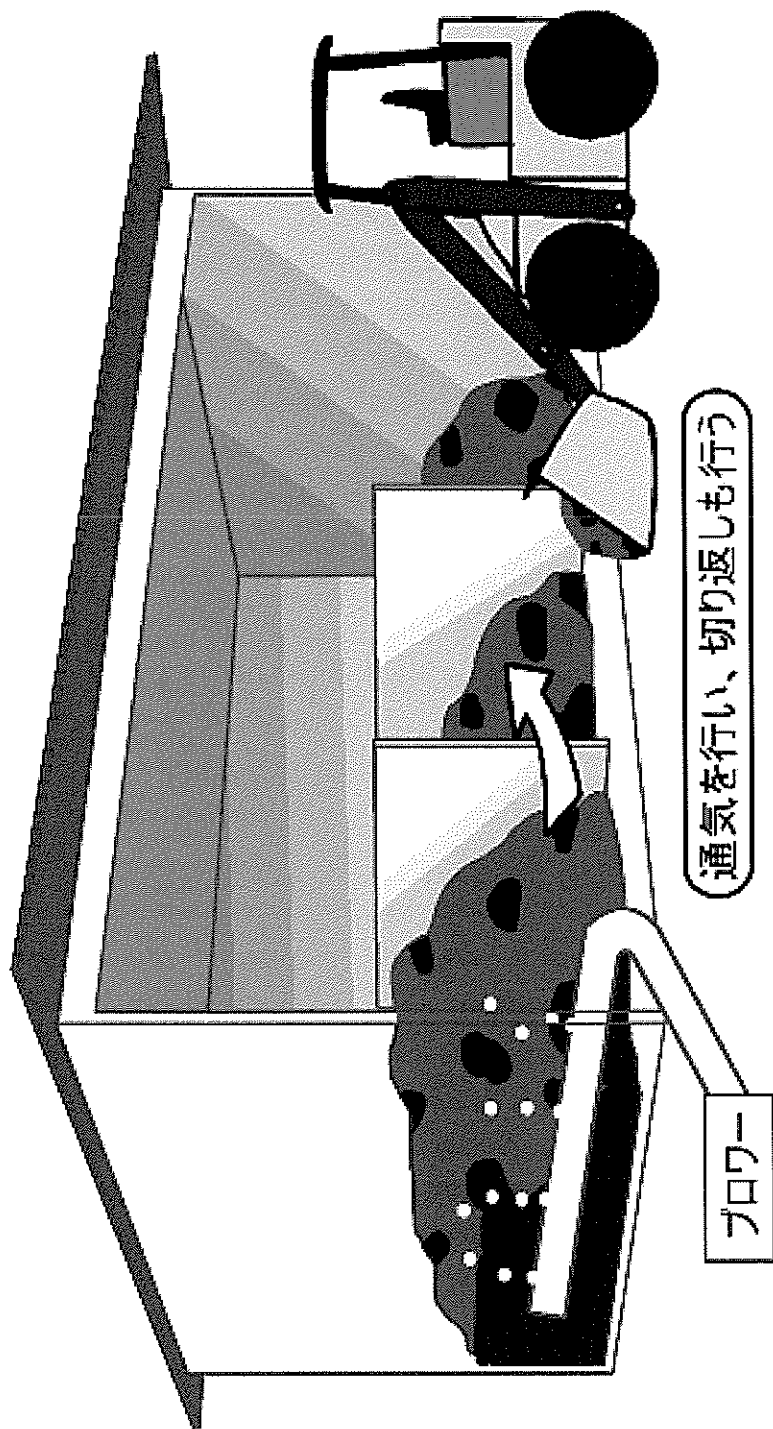
このような不衛生な家畜ふんを農地に施用すると、その周辺には強い悪臭が漂い、ハエなどの衛生害虫が集まってきたり、一層、その周辺は汚染された環境になってしまいます。

家畜ふんを有機肥料として広域的に利用してもらったためには、悪臭があったり、不衛生なものではダメです。耕種農家に利用してもらったためには、微生物の力により悪臭物質を分解し、水分を少なくして衛生的なものに改質する必要があります。これが「堆肥化処理」の目的です。

通気型堆積発酵法

ターボブロワーで強制送風を行い、シヨベルローダーなどで切り返すことで、攪拌する方法です。単なる堆積に比べて、多くの酸素が供給されますが、堆肥全体に供給できるわけではありまけんから、切り返しが必要です。

通気があるからと言って、原料の水分を多くすることはできません。水分が多いと、送り込んだ空気が拡散せず、堆肥の大部分が酸素欠乏になって、正常な発酵が進みません。一方、過剰な通気は、電氣代の無駄になるだけでなく、発酵温度を下げたり、乾燥しすぎて微生物の活性が落ちたりといった悪影響が出ることもあります。



通気型堆積発酵法

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 17 年 8 月 2 日 (火) ~3 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 16 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 17 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 18 年 3 月 10 日 (金) 13:30~17:00

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) 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 17 年度畜産環境技術開発普及事業の評価について
- (3) 平成 18 年度事業実施計画について
- (4) その他

3) 平成 17 年度畜産環境技術開発普及事業に係わる第 1 回家畜ふん尿処理施設・機械性能評価委員会

日 時 平成 17 年 10 月 4 日 (火) 10:00~17:00

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) 家畜ふん尿処理施設・機械の性能評価事業の概要について
- (2) 脱臭・焼却・炭化処理施設・機械の性能評価手法について
- (3) 評価書の内容について
- (4) その他

4) 平成 17 年度畜産環境技術開発普及事業に係わる第 2 回家畜ふん尿処理施設・機械性能評価委員会

日 時 平成 18 年 1 月 12 日 (木) 10:00~17:00

場 所 (財) 畜産環境整備機構会議室

議 題

- (1) 1次評価(書類評価)の結果及び二次評価対象施設・機械の決定
- (2) ガイドブックの構成及び記載内容
- (3) 執筆分担
- (4) 今後の日程
- (5) 現地調査
- (6) その他

5) 平成17年度畜産環境技術開発普及事業に係わる第3回家畜ふん尿処理施設・機械性能評価委員会

日 時 平成18年3月27日(月) 13:30~17:00

場 所 (財) 畜産環境整備機構会議室

議 題

- (1) 評価書作成施設の確認について
- (2) 「施設・機械選定ガイドブック」(解説編)(案)の承認について
- (3) 評価書(案)の提示について
- (4) 今後の日程について
- (5) その他

6) 畜産環境技術開発普及事業に係る在野技術検討委員会

日 時 : 平成17年10月5日(月) 10:30~17:00

場 所 : (財) 畜産環境整備機構会議室

議 題

- (1) 家畜ふん尿処理サポートシステム等の開発事業の概要について
- (2) 本研究課題の進め方について
- (3) 平成15年度在野技術情報の収集、調査結果について
- (4) 研究対象とすべき在野技術について
- (5) その他

7) 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3月14日(火) 10:30~17:00

場 所 : (財) 畜産環境整備機構会議室
議 題

- (1) 本事業の概要について
- (2) 情報収集の進捗状況について
- (3) 再度評価するとされた各在野技術の審査について
- (4) マニュアル案の作成及び審査について
- (5) その他

8) たい肥の利用促進のための研究課題打合せ

日 時 平成 18 年 3 月 29 日 (水) 13:30~17:00
場 所 (財) 畜産環境整備機構会議室
議 題

たい肥の利用を促進するために取り組むべき研究課題について

9) 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担当者打合せ
会議

日 時 : 平成 17 年 6 月 23 日 (木) 14:00~17:00
場 所 : (財) 畜産環境整備機構会議室
議 題

- (1) 本事業と行政サイドとの関わりについて
- (2) 事業の進め方について
- (3) 各事業項目毎の進め方について
- (4) その他

10) 平成 17 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
委託事業打合せ会議

日 時 : 平成 17 年 11 月 14 日 (月) 13:30~17:00
場 所 : (財) 畜産環境整備機構会議室
議 題

- (1) 本事業の全体像の確認
- (2) 担当する作業内容
- (3) 今後の作業予定

(4) その他

10) 平成17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1月17日(火) 13:30~17:00

場 所 : (財)畜産環境整備機構会議室

議 題

- (1) 本事業の全体計画について
- (2) 平成17年度事業計画について
- (3) その他

11) 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委託事業打合せ会議

日 時 : 平成18年1月20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年度委託事業進捗状況
- (2) 平成18年度委託事業実施計画
- (3) その他

12) 平成17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委託事業打合せ会議

日 時 : 平成18年3月1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年度の進捗状況の確認及び事業推進上の課題の検討
- (2) 家畜排せつ物のマテリアル・フロー分析モデルの検討とパラメーターの精緻化
- (3) 環境影響分析モデル、コスト分析モデルの扱い
- (4) 平成18年度に実施するアンケート調査の内容について
- (5) その他

VII 職員の普及活動等

1. 発表学術論文

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および堆肥臭気の強度評価、におい・かおり環境学会誌、37：p.33-37、2006.

2. 学会・研究会口頭発表

山本朱美・(喜多純一)・小川雄比古・小堤恭平・古谷 修：畜産臭に対する「におい識別装置」の評価と堆肥臭への応用、日本畜産環境学会、講演要旨集、p.23、2005.

山本朱美・(田中康男)・小川雄比古・(島田和宏)・小堤恭平・古谷 修：肥育豚へのアミノ酸添加低タンパク質飼料給与による尿中窒素排せつ量の低減が污水处理コストに及ぼす影響、84回日本養豚学会、10月、講演要旨集、p.11、2005.

山本朱美：丹羽賞受賞講演、窒素排せつ量低減飼料による窒素環境負荷低減化に関する研究、85回日本養豚学会、3月、講演要旨集、p.22-24、2006.

長峰孝文、山本朱美、古川智子、小堤恭平、古谷 修、小川雄比古：ユーグレナ（ミドリムシ）を用いたメタン発酵消化液の処理技術の開発バイオガスを用いたユーグレナの培養とコストの試算、農業施設学会、9月、講演要旨集、p.370、2005.

T.Nagamine・T.Kameoka・S.Furuya：Three technologies to reduce the nitrogen emission from animal production、The 5th symposium of China/Japan/Korea association "Development of animal industry in a more environmentally friendly way"、7月、講演要旨集、p.3-7、2005.

小川雄比古・山本朱美・古谷 修・小堤恭平・長峰孝文・古川智子：豚の尿中排せつ量が半減した場合に污水处理のランニングコストはどうなるか、速度論的コスト試算、日本畜産環境学会、7月、講演要旨集、p.28、2005.

古谷 修・(田中康男)・(島田和宏)・山本朱美・小川雄比古・小堤恭平：豚の尿中排せつ量が半減した場合に污水处理のランニングコストはどうなるか—最近開発されたプログラムによる試算、日本畜産環境学会、7月、講演要旨集、p.27、2005.

小川雄比古・山本朱美・古谷 修・小堤恭平・長峰孝文・古川智子・亀岡俊則：給餌により窒素排せつ量を低減した豚舎汚水の処理に関する考察、第8回日本水環境学会シンポジウム講演集、9月、p.95-96、2005.

3. 普及誌等

長峰孝文：メタン発酵とユーグレナが生み出す低環境排出型養豚、養豚の友、7月号p.58-61、2005.

古谷 修：全国の堆肥センターで生産された家畜ふん堆肥の実態調査(1)、畜産の研究、第9巻、10号、p.1048-1054、2005.

古谷 修：全国の堆肥センターで生産された家畜ふん堆肥の実態調査(2)、畜産の研究、第9巻、11号、p.1081-1183、2005.

古谷 修：低タンパク質飼料のコストを検証する、養豚界、第40巻11号、p.29-31、2005.

4. 畜産環境アドバイザー養成研修会講師

小川雄比古（2005.11）：臭気対策および新規処理技術研修（平成17年度第1回）

山本 朱美（2005.11）：臭気対策および新規処理技術研修（平成17年度第1回）

小川雄比古（2005.12）：汚水浄化処理技術研修（平成17年度第1回）

5. その他の研修会等講師

小堤 恭平（2005.8）：中央畜産技術研修会（畜産環境保全Ⅰ）

小堤 恭平（2005.12）：中央畜産技術研修会（畜産環境保全Ⅱ）

小堤 恭平（2005.11）：平成17年度家畜ふん尿処理利用研究会（畜草）「家畜ふん堆肥の実態利用」

小堤 恭平（2006.3）：畜産環境に関するセミナー（岡山）「家畜ふんたい肥の品質実態とその改善方策」

古谷 修（2005.10）：中央畜産技術研修会（畜産新技術）

古谷 修（2005.10）：土壌肥料秋季研究会（千曲市）「堆肥の腐熟度評価法と品質の変動範囲」

6. 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・生物系特定産業技術研究機構）

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）

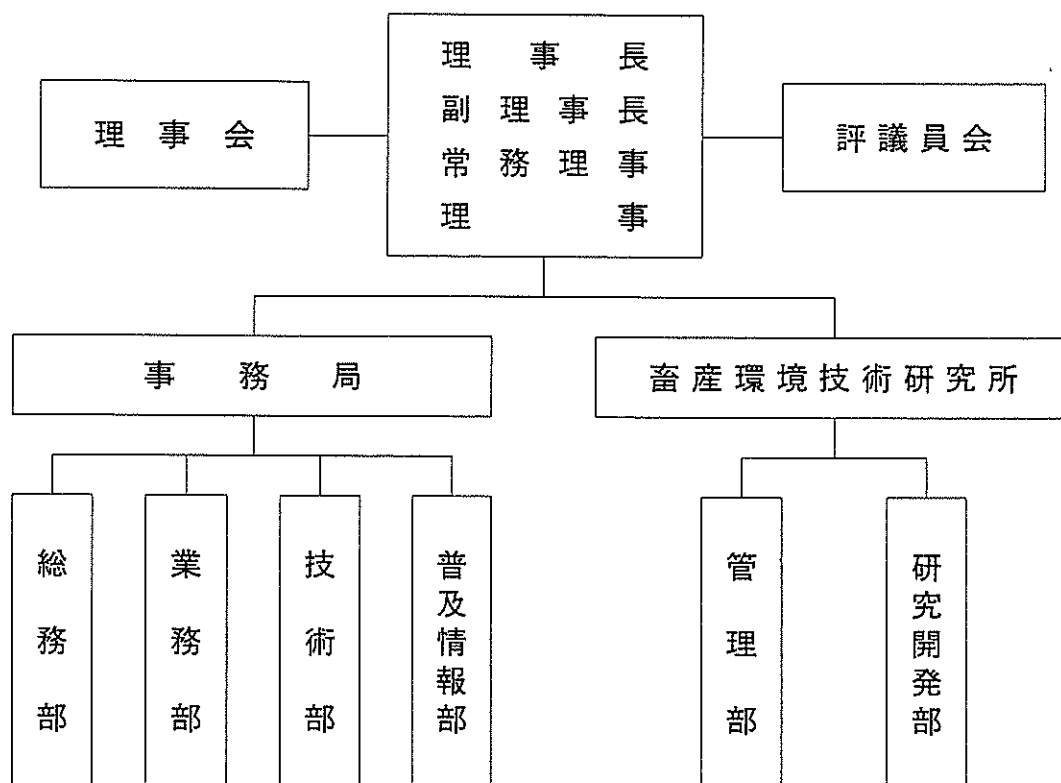
小川雄比古：福島県資源循環型農業推進会議

VIII 総務関係

1. 組織図

1) 組織図

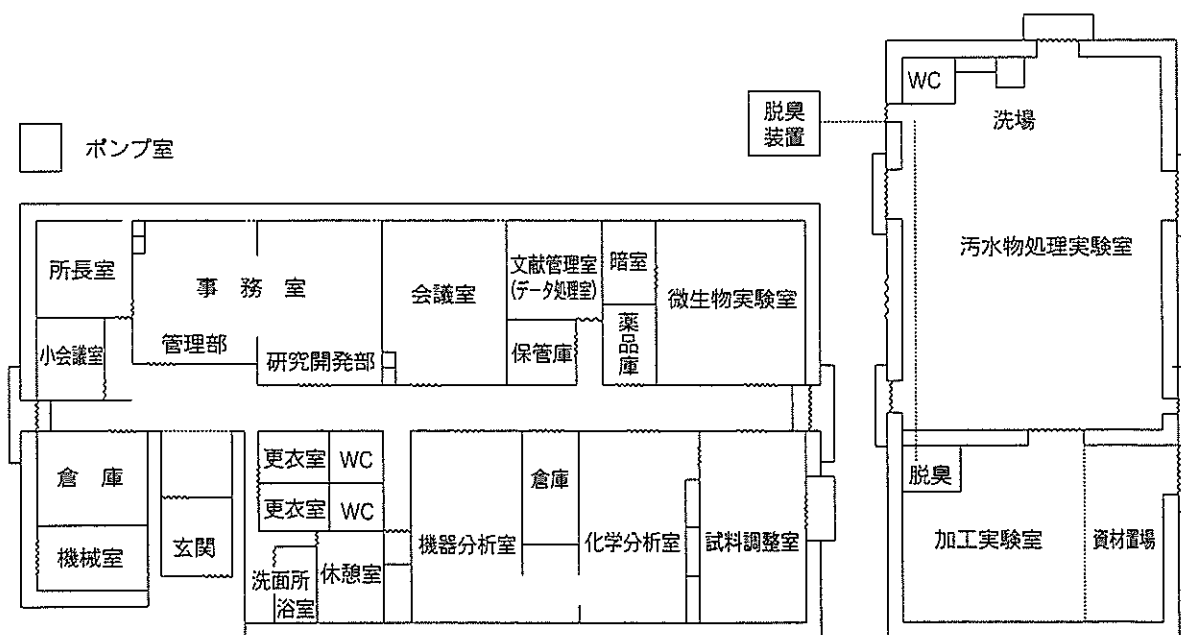
(平成18年3月31日現在)



2. 施設および平成17年度導入機器

1) 建 物

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) 主な新規導入機器

名 称	型式・メーカー	数量
元素分析装置	日本シイベルヘグナー (株) vario MAX CN	1 台
1-グ'けによる藻類培養実験装置	(株) 明電舎 培養槽、連続遠心機等	1 式
防水型光源実験装置	(株) 明電舎 発光槽等	1 式
硫黄酸化脱窒試験装置	太洋興業 (株) バテルユース SC 等	1 式
イオンクロマトグラフ	(株) 島津製作所 島津 Prominence イオンクロマトグラフ	1 台
連続式汚水処理実験装置	(株) モリプラント メタン発酵槽等	2 式
ニオイセンサー	新コスモ電気 (株) ニオイセンサ XP329-III	1 台
液体クロマトグラフ電気伝導測定機	(株) 島津製作所 電機伝導度検出器 CDD-10Avp 等	1 台

IX 資 料

「におい識別装置による畜舎および堆肥臭気の強度評価」

(におい・かおり環境学雑誌、論文再録)

— 研究速報 —

「におい識別装置」による畜舎および堆肥臭気の強度評価

山本 朱美*, 喜多 純一**, 小川雄比古*, 小堤 恭平*, 古谷 修*

Evaluation of the odor strength of the livestock houses
and composts by an electronic nose

Akemi YAMAMOTO*, Jyun-ichi KITA**, Takehiko OGAWA*,
Kyohei OZUTSUMI*, Shu FURUYA*

牛舎、豚舎、鶏舎から採取した臭気4点および種々の堆肥各40gを2Lのサンプルバッグに入れて60分後に採取した臭気19点を用い、嗅覚測定法による臭気指数(Y)と「におい識別装置」による臭気指数相当値(X)を測定した結果、回帰式は、 $Y=0.98X+2.6$, $r=0.76$, $RSD=3.8$ となった。「におい識別装置」による堆肥臭の測定条件について検討し、堆肥5gを量り2Lのバッグに入れ、20~30°Cで30分置いてから測定するのがよいと判断した。

緒言

畜産関連の臭気を始めとして、多くの臭気は単独臭ではなく複合臭である。一般に、複合臭の強さはヒトの官能によって、臭気指数あるいは臭気強度として評価(数値化)されているが、操作には高い専門性が求められる。機器分析の中では、より官能に近いと言われ複合臭が対象となる臭気センサーに関して、房家ら^{1)~3)}は臭気センサーの指示値は畜産由来の臭気に一般的に含まれるアンモニア、低級脂肪酸、トリメチルアミンについては、ヒトの嗅覚と大きく異なる感度特性を示すため、臭気質毎に嗅覚測定法結果とセンサー指示値の相関関係を検討した上で用いる必要があるとしている。これらの欠点をカバーするものとして、喜多ら^{4),5)}は捕集管と酸化半導体センサーを組み合わせることで臭気成分の濃縮と湿度影響の除去を行い、感度の低い物質についても閾値レベルまでの測定を可能とし、また、センサー出力値を臭気指数相当値に換算できる「におい識別装置」を開発した。この「におい識別装置」による臭気指数相当値と実際の嗅覚測定法による臭気指数との間には相関が認められているが^{4),5)}、畜産にかかわる臭気での検討は十分になされてはいない。そこで、畜舎臭および堆肥臭について、嗅覚測定法による臭気指数と「におい識別装置」による値を

比較した。

堆肥の臭気の強さは品質評価の上で重要な要因の一つであり⁶⁾、堆肥の臭気が強い場合には畑への撒布時に悪臭公害を引き起こす恐れがある。従来、一般的には堆肥の臭気はヒトが嗅いで評価しているため、現場での評価は主観的になり易く、また、嗅覚疲労を起こすなどの問題があった。そこで、「におい識別装置」によって、堆肥の臭気の強さを簡易、かつ客観的に判定する方法について検討した。

実験材料と方法

(1) 「におい識別装置」による臭気指数算出の原理

本実験で用いた「におい識別装置(島津製作所, FF-2A)」では、10種類の特性の異なる酸化半導体センサーを用い、におい質を自動で判断してにおい質ごとに異なるセンサー感度と嗅覚感度の違いを自動的に補正し、においの強さを嗅覚感度(臭気指数に相当した値)で表現するものである。センサーの校正には、9種類の基準ガスが用いられる。サンプルガスは、サンプルバッグににおいを発生させるか、連続的に大気のおいを吸引して測定でき、1回の測定に必要な臭気試料最低量は約200mLで、測定所要時間は約10分である。測定できる臭気指数相当値は0~約30(上限はにおい質により異なる)

* (財)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原1

** (株)島津製作所 〒604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1

で、においが強いサンプルは希釈して測定する。臭気サンプルに対するセンサー出力値は、絶対値表現解析で解析され、においの強さは臭気指数相当値に、においの質については、全体の臭気指数相当値を、各基準ガス成分に分解した値で表示される。具体的な解析方法は、9種の基準ガスを濃度を3点以上変化させて測定し、10個のにおいセンサーの出力でできるセンサー出力空間に、基準ガスの方向と長さとの濃度の関係を求めておく。基準ガスと未知のサンプルガスとのベクトルの位置関係から未知のにおいガスににおい質を求めるとともに、未知ガスをこの9種の基準ガス方向の成分に分解できると仮定し、それぞれの基準ガス方向の寄与濃度を求め、その寄与濃度から各基準ガスの寄与臭気指数を求めて、それらの9種の寄与臭気指数を総和することにより、全体の臭気指数相当値を割り出す^{4),5)}。

(2) 嗅覚測定法による臭気指数と「におい識別装置」による値との関係 (実験1)

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)周辺に位置する乳牛舎、子豚および肥育豚舎、採卵鶏舎のいずれも畜舎内から合計4点の臭気を採取した。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5L(近江オドエアサービス, 5DF)ないしは10L(近江オドエアサービス, 10DF)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。

堆肥臭の調製については、全国132ヶ所の堆肥センターで生産された堆肥132点の中から、牛ふん堆肥(8点)、豚ふん堆肥(3点)および鶏ふん堆肥(8点)の合計19点を無作為に抽出して実験に供した。堆肥臭の調製方法は食品の臭気の測定事例⁷⁾に準じた。すなわち、ポリエチレンテレフタレート製の2Lのサンプルバッグ(島津製作所, 2KF)に堆肥40gを入れ、窒素ガス(G1グレード)で充満して30℃で1時間置いた。

「におい識別装置」による測定は島津製作所製のFF-2Aによった⁴⁾。1回の測定に必要なガス量は約200mLであるが、安定した出力値を得るため2回の連続測定を行い、測定値としては2回目の値を使用した。堆肥は粉体であり、ガス試料の吸引時にサンプルバッグとオートサンプラーのジョイント部のフィルタが目詰まりの原因となる恐れがあるため、調製した臭気を新しい2Lのサンプルバッグに移してから測定に供した。なお、サンプルバッグは、窒素ガス(G1グレード)で2~3回洗浄し、排気を嗅いでにおいのないことを確認してから使用した。

嗅覚測定法は、畜舎臭気については公定法⁸⁾により、また、堆肥臭気は簡易嗅覚測定法(二点比較法)^{9),10)}により、牛舎臭は臭気が弱かったので環境試料の測定法、その他はいずれも排出口試料の測定法に従い実施した。パネルの精度管理は嗅覚測定法マニュアル((社)臭気対策研究協会, 2003)¹¹⁾に従って行った。なお、堆肥の場合には、種類も多様で、供試点数が多かったため、簡易法を適用せざるを得なかった。

(3) 「におい識別装置」の測定精度の検討 (実験2)

実験1と同様に調製した3種類の堆肥臭を供試し、1, 10, 100および1000倍希釈となるように窒素ガス(G1グレード)で調製して、臭気指数相当値の変化の直線性の有無を調べるとともに、同一堆肥試料を反復供試し、測定反復誤差を検討した。

(4) 堆肥臭の「におい識別装置」による測定方法の検討 (実験3)

実験1に用いた堆肥臭気の調製は、食品の測定事例⁷⁾に準じて実施したが、この場合には、堆肥の試料量は40gとかなり多く必要とし、測定までの経過時間も1時間と長かった。

そこで、実験3では、「におい識別装置」で実際に堆肥臭気の臭気指数相当値を測定する場合の実験条件について検討し、臭気指数相当値を測定する場合の最適条件を設定した。

堆肥臭気の強さ、堆肥の試料量および経過時間による影響については、以下の方法で検討した。すなわち、堆肥の臭気を鼻で嗅いで臭気強度2, 臭気強度3, 臭気強度4の3段階に分けた試料各1点づつの計3点を供試し、5Lのサンプルバッグに0.5, 5あるいは50gを入れて、室温25℃の条件下で、1, 5あるいは60分間おいた。その後、実験1と同様に新たなサンプルバッグに移し、「におい識別装置」の測定法に従って臭気指数相当値を求めた。なお、実験1および実験2では、サンプルバッグを窒素ガスで充満したが、その後、酸化が起こりやすい試料では窒素を用いるが、堆肥の場合はボンベエアー(G1グレード)でよいということが判明したので(未発表)、実験3ではボンベエアー(G1グレード)で充満した。

また、サンプルバッグの容量(2Lおよび5L)および経過時間(30分および60分)について比較検討した。鼻で嗅いで臭気強度2および臭気強度4に区別した試料を1点づつの計2点を供試し、試料量を5gと一定として、臭気指数相当値を求めた。室温条件は25℃とした。

温度による影響については、堆肥試料を1点用い、試料量を5g、経過時間は60分、サンプルバッグ容量2Lの条件下で、恒温槽(Yamato, DV400)にて温度を20, 25

および 30°C の 3 段階に変えて臭気指数相当値を求めた。

(5) 統計処理

実験 1 では嗅覚測定法での臭気指数と「におい識別装置」から得られた臭気指数相当値について回帰分析¹²⁾を行い、「におい識別装置」による臭気指数相当値から嗅覚測定法による臭気指数を推定する場合の推定精度 (RSD, 回帰からの標準偏差) を求めた。

結果および考察

(1) 嗅覚測定法による臭気指数と「におい識別装置」による値との関係 (実験 1)

畜舎および堆肥の臭気について、嗅覚測定法による臭気指数および「におい識別装置」による臭気指数相当値を測定した結果を図-1 に示した。嗅覚測定法による臭気指数 (Y) と「におい識別装置」による臭気指数相当値 (X) との回帰式は次のようになった。

$$Y = 0.98X + 2.6, r = 0.76, RSD = 3.8$$

回帰係数は 0.98 とほぼ 1 に近く、また、常数項も 2.6 と小さかった。

喜多ら^{4),5)}によると、生ゴミ、焼き魚、食堂、焼きゴムなど種々のにおいについて嗅覚測定法による臭気指数と「におい識別装置」による臭気指数相当値を比較しているが、 $Y = X$ の直線の周囲に分布している。喜多らの報告では、畜産臭として唯一、養鶏場の臭気が取り上げら

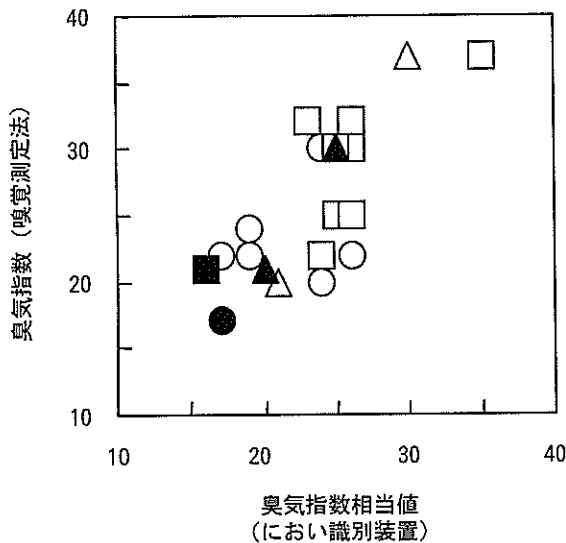


図-1 畜舎および堆肥臭気の嗅覚測定法とにおい識別装置での値の関係

- 牛舎：● 牛ふん堆肥：○
- 豚舎：▲ 豚ふん堆肥：△
- 鶏舎：■ 鶏ふん堆肥：□

嗅覚測定法は畜舎臭気は公定法、堆肥臭気は簡易法 (二点比較法) による

れているが、この直線上に近い。実験 1 の結果は、畜舎および堆肥の臭気についても、1 対 1 の対応として臭気指数相当値からそのまま臭気指数の推定が可能であることを示している。

本実験における「におい識別装置」による臭気指数相当値から嗅覚測定法による臭気指数の推定精度は、RSD として 3.8 となった。喜多ら^{4),5)} は、推定精度として RSD の値を示していないため、直接比較はできないが、回帰直線からのデータのばらつきを見た限りでは、本実験で得た推定精度とほぼ同等であったと考えられる。実験 1 での嗅覚測定法は、畜舎臭気についてはパネル 6 名の公定法、堆肥臭気についてはパネル 2 名による二点比較法で実施したが、それぞれの場合の RSD を求めると、3.1 および 4.1 となり、公定法の方が若干小さい値となった。このことは、二点比較法に比較して、公定法の方が臭気指数の測定誤差が小さい¹³⁾ ことを反映したものと考えられる。

(2) 「におい識別装置」の測定精度の検討 (実験 2)

実験 2 では、3 種類の堆肥臭気を用いて、希釈を行い、その臭気指数相当値がどのように低下するかを調べるとともに、反復測定による精度について検討した。図-2 に示すように、いずれの臭気においても希釈倍率とともに直線的に低下し、また、反復測定の差は一般に 0~2 と小さかったが、臭気指数相当値が 10 以下では、1 つの試料の 1000 倍希釈サンプルの反復測定で 5 の差が認められた。この 5 の差があった理由は明らかではないが、一つには、希釈操作による誤差も考えられる。臭気指数相当値が 10 以下の場合の直線性の有無および測定精度についてはさらに検討の余地がある。

(3) 堆肥臭の「におい識別装置」による測定方法の検討 (実験 3)

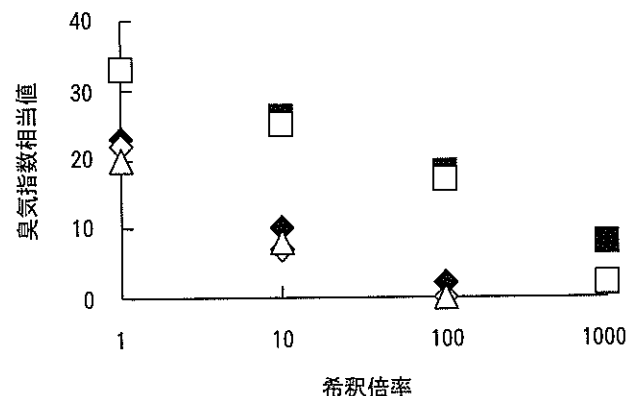


図-2 原臭の希釈にともなう臭気指数相当値の変化 試料 3 点 (□■, ◇◆, △▲), 2 反復

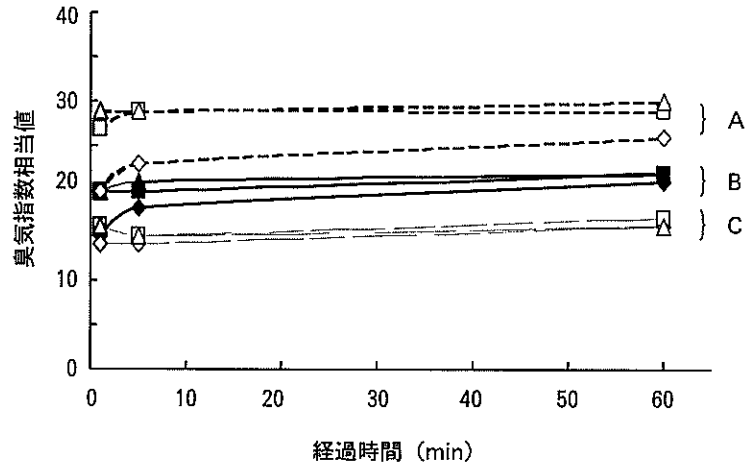


図-3 堆肥の種類、試料量および経過時間が臭気指数相当値に及ぼす影響

試料A：臭気強度4 (0.5g：◇, 5g：□, 50g：△, - - - -)
 試料B：臭気強度3 (0.5g：◆, 5g：■, 50g：▲, ————)
 試料C：臭気強度2 (0.5g：◇, 5g：□, 50g：△, ————)

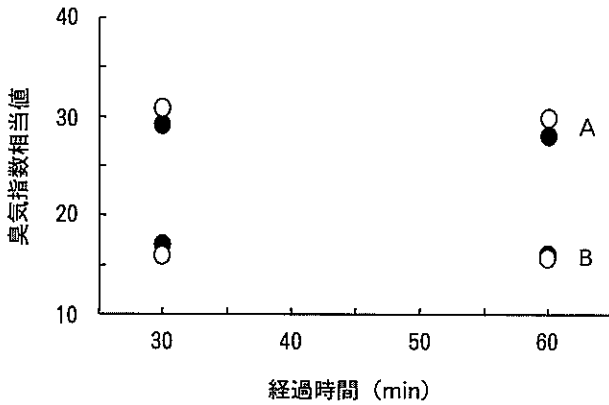


図-4 堆肥の種類およびサンプルバッグ容量が臭気指数相当値に及ぼす影響

2L：○, 5L：●
 試料A：臭気強度4, 試料B：臭気強度2

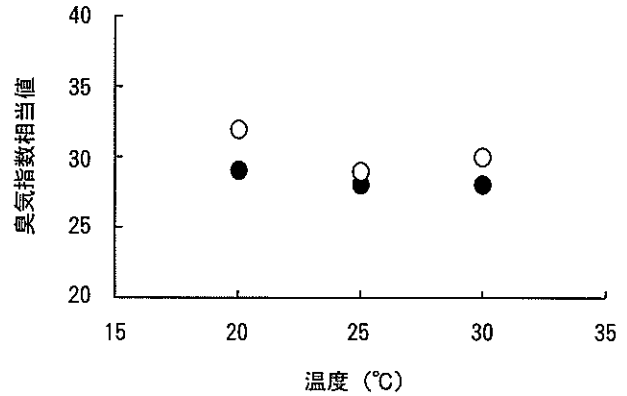


図-5 温度およびサンプルバッグ容量が臭気指数相当値に及ぼす影響

2L：○, 5L：●

図-3は、臭気濃度が異なる3種類の堆肥試料を供試し、試料量および経過時間が臭気指数相当値に及ぼす影響を調べた結果である。いずれの試料とも、サンプルバッグ投入後1分以内に臭気は高まっており、試料量が0.5gと少ない場合を除き、5分後には60分後の値とほぼ等しくなった。試料量を5gと一定として、サンプルバッグの容量を2Lおよび5L比較した結果を図-4に示したが、サンプルバッグの容量によって差は認められず、また、30分と60分で経過時間による差も認められなかった。

サンプルバッグの容量によって差が認められなかった理由として次のようなことが考えられる。すなわち、サンプルをサンプルバッグに投入すると、最初は発生したにおいがバッグ中に広がり、におい濃度は上昇するが、

濃度が高くなるにつれて、逆に、発生したにおいのバッグ内面への吸着やサンプルへの戻りが始まる。最終的には、においガスの発生と戻りが同じ速度になって定常状態となり、バッグ内におい濃度は安定する。この定常状態となった時点でのにおい濃度は、バッグ容量が2Lでも5Lでも変わらなくなる。

温度を20、25および30°Cの3段階に変えて臭気指数相当値を測定した結果が図-5であるが、温度によって意味のあるような差は認められなかったため、「におい識別装置」での測定は、一般的な空調条件の下で実施すればよいと考えられる。

実験3の結果より、堆肥試料の臭気の強さを「におい識別装置」で判定する場合には、以下の堆肥臭調製法が適当と考えられた。堆肥試料5gを量り2Lのサンプル

バッグに入れ、20～30℃にて30分間置く。実験3の結果からは、5分後と30分後には差がないといえるが、複数の試料を測定する場合には調製5分後よりも30分後の方が一連の操作が楽に行える利点があるため、ここでは30分に設定した。その後、実験1で述べた理由により、内部の空気を新しいサンプルバッグに移した後、「におい識別装置」で臭気指数相当値を測定する。

本研究の結果、従来、嗅覚測定法で評価していた畜舎の臭気指数は、「におい識別装置」で比較的簡単に推定でき、また、上記の堆肥臭調製法を用いることで、現場での一般的な嗅覚測定に替わり、堆肥臭を客観的に評価できることが示唆された。

キーワード：におい識別装置、臭気指数、畜舎、堆肥

参考文献

- 1) 房家正博, 雨谷敬史, 松下秀鶴: 臭気センサーによる複合臭気の評価手法の検討 (I) 臭気センサー指示と臭気物質濃度との相関, 大気環境学会誌, 33, 297-305 (1998).
- 2) 房家正博, 雨谷敬史, 松下秀鶴, 相馬光之: 臭気センサーによる複合臭気の評価手法の検討 (II) 臭気センサー指示値と臭気指数との相関, 大気環境学会誌, 34, 17-24 (1999).
- 3) 房家正博, 雨谷敬史, 松下秀鶴, 相馬光之: 臭気センサーによる複合臭気の評価手法の検討 (III) 悪臭現場などでの連続測定結果の評価と問題点について, 大気環境学会誌, 34, 289-298 (1999).
- 4) 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).
- 5) 喜多純一, 赤丸久光, 青山佳弘, 木下太生, 中野博司, 谷口博和, 川本啓三, 林 英幹, 大久保邦彦: におい識別装置を用いたにおい強度 (臭気指数相当値) およびにおい質の絶対値測定, 第17回におい・かおり環境学会講演要旨集, 39-42 (2004).
- 6) 原田靖生: 家畜ふん堆肥の腐熟度についての考え方, 畜産の研究, 37, 1079-1086 (1985).
- 7) (株)島津製作所: スライスハムのにおいの分析と評価, 島津アプリケーションニュース, No. F27 (2004).
- 8) 環境法令研究会編: (2004), “環境六法 (平成16年度版)”, p. 860-909, 環境法令研究会.
- 9) (社)におい・かおり環境協会編: ためして簡単, 現場で使える臭気簡易測定ガイドブック 2005. (2005) p. 25-38, (社)におい・かおり環境協会.
- 10) (社)におい・かおり環境協会測定評価部会編: 臭気簡易評価技術の活用に関する報告書. (2004) p. 45-65, (社)におい・かおり環境協会.
- 11) 環境省環境管理局大気生活環境室編: (2003), “嗅覚測定法マニュアル”, p. 117-145. (社)臭気対策研究協会.
- 12) 吉田 実: (1975), 6. 相関と回帰, “畜産を中心とする実験計画法”, p. 163-185. 養賢堂.
- 13) 諸井澄人: 嗅覚測定法の簡易手法, 臭気対策セミナー講演資料集, 38-43 (2003).

Evaluation of the odor strength of the livestock houses and composts by an electronic nose

Akemi YAMAMOTO*, Jyun-ichi KITA**, Takehiko OGAWA*,
Kyohei OZUTSUMI*, Shu FURUYA*

* Institute of Livestock Industry's Environmental Technology

** Shimadzu Corporation

Abstract

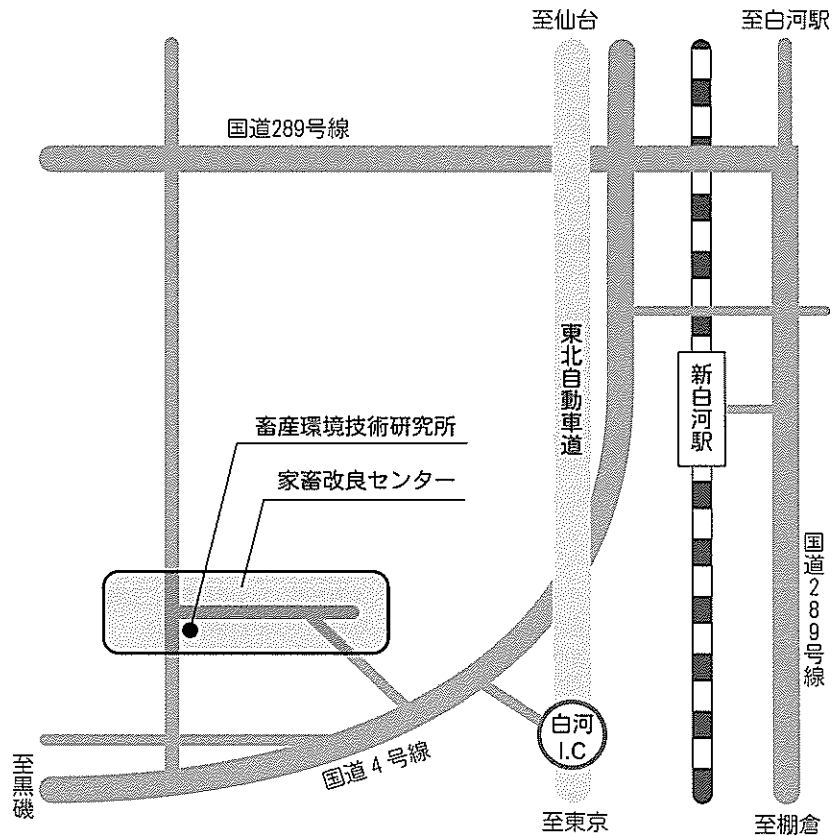
Four air samples collected from cattle, swine and laying hen houses, and 19 air samples from 19 composts were used to determine the relationship between the odor index (Y) estimated by olfactory measurement and the corresponding value of odor index (X) using an electronic nose. The regression line was calculated as $Y = 0.98X + 2.6$, $r = 0.76$, $RSD = 3.8$. For evaluating the odor strength of composts, a method using the electronic nose was proposed as follows. A 5g sample of compost was placed in a 2L sampling bag, and was kept for 30 minutes at 20～30℃, and then the headspace gas in the bag was used for determining the corresponding value of odor index with the electronic nose.

Key words: ictronic nose, odor index, livestock house, comost

(受稿 平成17年6月29日)

(受理 平成17年10月3日)

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9号 (平成17年度)

平成18年7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