

## 1 新技術情報

### 畜産環境保全技術成果発表会」の報告

#### 家畜糞の堆肥化におけるアンモニア揮散

北海道大学大学院農学研究科生物生産工学講座 松田従三、前田武己

#### 1. 研究の目的

家畜糞の堆肥化中に発生する悪臭物質としては、アンモニア、メルカプタン類、有機酸などがあげられ、そのなかではアンモニアの濃度が最も高い。アンモニアは悪臭物質としてばかりではなく、酸性雨(霧)の原因物質のひとつとされている。揮散したアンモニアは土壌表層で硝酸態窒素に変化し、少量であれば肥料として作用するが、過剰な場合は土壌の酸性化や湖沼河川の富栄養化を招き、さらには深刻な地下水汚染を引き起こすことが知られている。そこで本研究では、高速堆肥化法におけるアンモニア揮散を乳牛糞と破碎籾殻を用いて調べた。特に、混合試料のC/N比と送風量がアンモニア揮散に与える影響に着目した。

#### 2. 実験方法

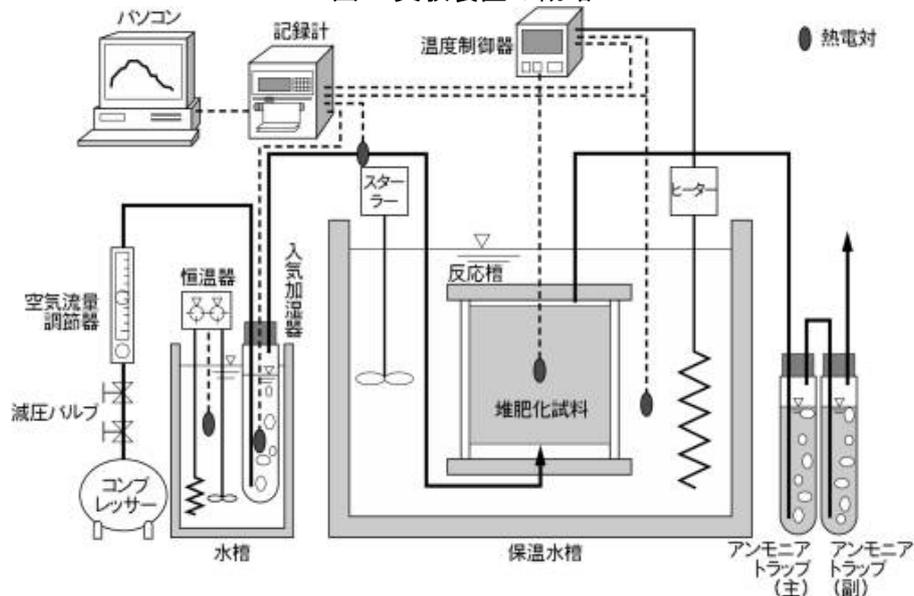
##### 1) 供試材料

供試材料として、乳牛糞と破碎籾殻である。乳牛糞と破碎籾殻の成分測定値をもとに、両者を4段階の比率で混合(C/N比=31、38、46、53)し蒸留水を加え水分が70%w.b.になるように調整した。

##### 2) 実験装置(図1)

反応槽(有効容積931mL)は、採土管を利用したステンレス製の容器である。反応槽の保温は水溶式を採用し、保温水槽の水温は試材温度よりも約0.6℃低くなるようにヒーターをON-OFF制御して調整した。送風は反応槽底部から行き、流量調節後に実験室温度より2~3℃高く水温調整された蒸留水を通過させ、相対湿度が実験室温度で100%とみなしうる空気を供給した。反応槽上蓋部からの排気は、4%W/VH3BO3溶液を用いたトラップに導き揮散したアンモニアを捕集した。

図1 実験装置の概略



##### 3) 実験操作および測定項目

試料500gを反応槽に充填し、通風開始をもって試験開始とした。実験は、4段階に混合された試料について

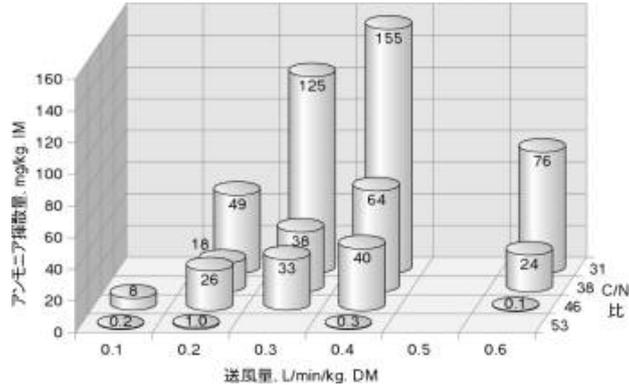
て、送風量を0.1～0.6L/min/kg.DMに変え、同一の装置2基を用いて無作為の順序で行った。堆肥化前後の窒素量は、堆肥化前の湿潤試料1kg当たりの窒素質量(mg/kg.IM)によって比較し、アンモニア揮散量についても同様な基準で比較した。

### 3. 実験結果および考察

#### 1) C/N比と送風量がアンモニア揮散に及ぼす影響

アンモニア揮散は、55℃以上の高い最高到達温度に達し高温帯の堆肥化が進行した実験区で大きく、さらにC/N比が低いほど、送風量が多いほど大きい(図2)。C/N比31～46において、送風量0.4L/min/kg.DMで揮散量は最大となるが、送風量がさらに増加し0.6L/min/kg.DMになると、逆に揮散量は大きく減少した。アンモニア揮散が最も多かったのはC/N比31送風量0.4L/min/kg.DMの実験区であり、その量は155mg/kg.IMに達し、初期全窒素量4230 mg/kg.IMの3.7%に相当した。

図2 堆肥化中のアンモニア揮散量



#### 2) アンモニア揮散の要因

##### (1) 全窒素とアンモニア態窒素濃度

堆肥化前の試料中に含まれる全窒素は低C/N比ほど高くなるが、アンモニア態窒素の割合も低C/N比ほど多くC/N比31では14～15%であるが、C/N比53では全窒素の9%程度となる。このことから、アンモニア揮散量が低C/N比の条件ほど大きくなるのは、アンモニア態窒素が多いことに起因するものと考えられる。さらに、堆肥化過程においては試料中のアンモニア態窒素量は上昇温度の違いによって増加あるいは減少し、アンモニア揮散量に影響を及ぼしている。

##### (2) 水分蒸発量

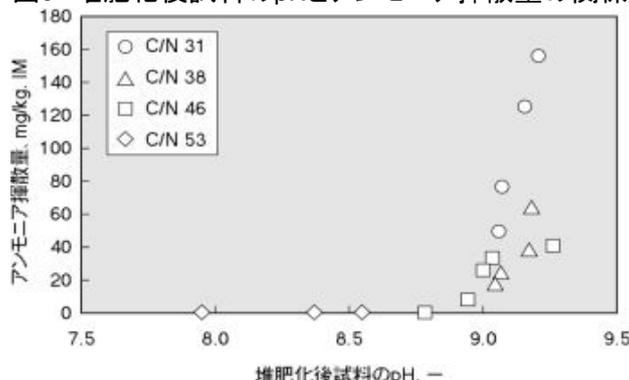
各C/N比毎に、水分蒸発量が最大となった送風量とアンモニア揮散が最大となった送風量とを照合すると、C/N比38～53において両送風量は一致する。すなわち、水分蒸発量は堆肥化中の温度変化と送風量により決定されることから、送風量といった物理的条件と堆肥化過程の双方がアンモニア揮散に深く関わっているものと推測される。

##### (3) pHの変化

堆肥化前のpHは5.5～6.3とやや低かったが、終了時のpHは大きく上昇し多くの試料は9前後に達した。pHの上昇の主要原因は有機酸の生成が抑制あるいは有機酸が分解された結果と考えられる。

堆肥化後試料のpHとアンモニア揮散量の関係から、pH8.8～9.0を境界として揮散量は急激に増加し、pHが高いほど揮散量が多くなる(図3)。本実験における堆肥化後のpH値の違いは、アンモニア揮散量の違いを明確に説明できるほど顕著ではないが、アンモニア揮散の大きな要因となることは明らかである。

図3 堆肥化後試料のpHとアンモニア揮散量の関係



### 4. おわりに

当研究室では、家畜糞の堆肥化におけるアンモニア揮散の研究を現在も継続して行っている。その結果から、初期湿潤質量当たりのアンモニア揮散は、鶏糞が最も大きく、豚糞の約2倍、牛糞の4～18倍に達すること

がわかった(図4)。また、同様な揮散はC/N比が大きいほど減少するが、初期試料の全窒素当りの揮散量と比較するとC/N比の増加分ほど揮散は大きく減少しないことが判明した(図5)。すなわち、糞に大量の副資材(おがくずや籾殻など)を混合してC/N比を高くすると揮散濃度は低下するが、含有窒素当りの揮散量はそれほど低下しない。このことより、C/N比を増加させることは大量の副資材を必要とするうえ処理量の増大、労力の増大につながるので注意が必要である。

図4 畜糞別・C/N比別のアンモニア揮散量

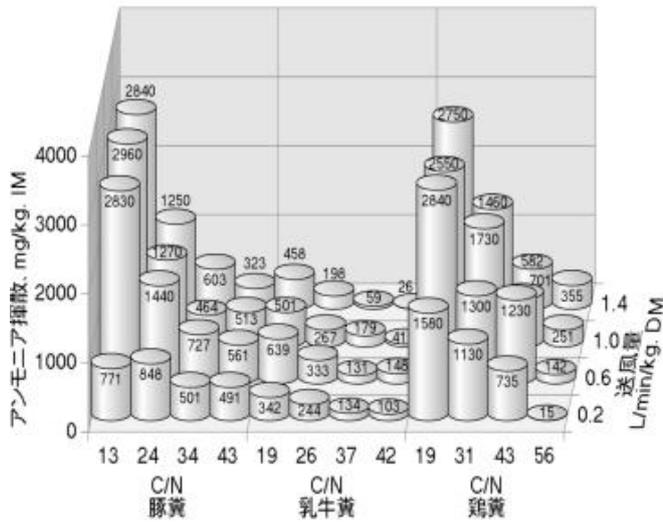
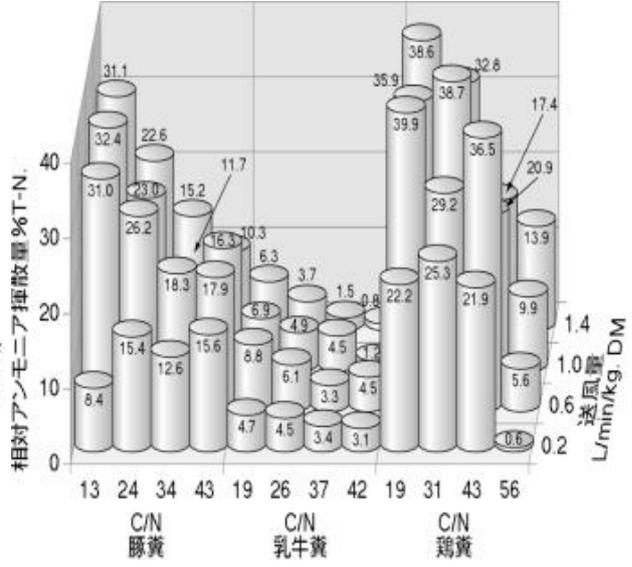


図5 畜糞別・C/N比別の相対アンモニア揮散量



【問い合わせ先・担当者】

北海道大学大学院農学研究科生物生産工学講座  
 農業システム工学研究室 教授 松田従三  
 TEL (FAX兼用・直通) : 011-706-3848 E mail:juzo@bpe.agr.hokudai.ac.jp

生物活性水の牛ルーメン内細菌叢におよぼす影響

秋田県立大学生物資源科学部微生物学講座 稲元 民夫

1. はじめに

近年、畜産公害が顕著化してきているが、なかでも、悪臭は大きな要因で、公害苦情件数も最も多い。悪臭防止対策として様々な脱臭技術の開発が進められているが、自然石と腐植質を用いた生物活性水(BM活性水)糞尿廃水処理システムにより効果を上げている農家がある。そこで、このBM活性水の作用機序を解明する一助として、BM活性水投与牛の腸内細菌叢の検索をおこなうとともに、BM活性水のルーメン内菌叢に及ぼす影響を調べた。また、実験小動物を用いて投与実験をおこない、他動物に対する効果を見ると共にその再現性をみた。

2. 牛に及ぼす影響

生物活性水を飲水給与している搾乳牛の6頭および非投与搾乳牛5頭のそれぞれの直腸便と、畜舎内に生物活性水を噴霧している肥育牛5頭の排泄便を採取し、菌叢を検索した。

菌叢の検索結果で示された生物活性水の作用を実験的に確かめるため、糞便の代わりにルーメン液を用い、TUNGらの方法に準拠して生物活性水を1%加えて37℃、24時間嫌気培養した。培養後、次々に新しい培地に接種して6代継代培養し、その菌叢の推移をみた。

その結果、生物活性水投与牛の菌叢の検索では、StreptococcusとBifidobacteriumないしLactobacillus菌数が非投与牛より多く検出されたことから(図1、2)、生物活性水には乳酸産生菌群の菌数を増加させる作用があるのではないかと推察された。そこでルーメン液に生物活性水を添加して培養しルーメン菌叢におよぼす影響をみたところ、増加傾向は認められなかったものの、培養時間の経過にともなうStreptococcusとLactobacillusの減少傾向の遅延がみられた(図3、4)。

図1 BM活性水投与牛の排泄物中の各種好気性菌数

図2 BM活性水投与牛の排泄物中の各種嫌気性菌数

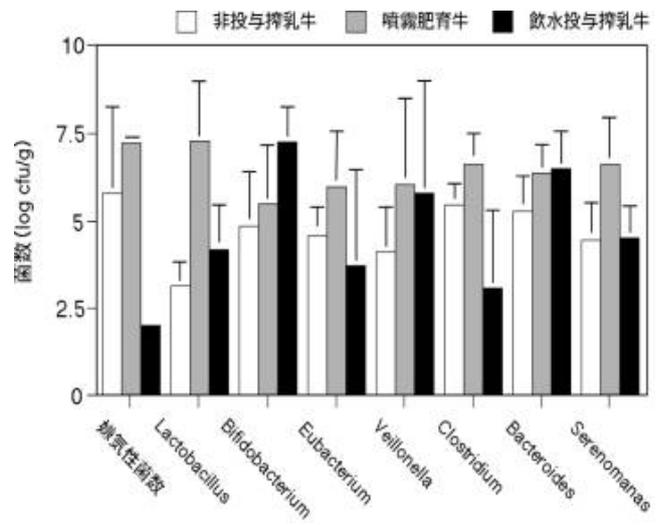
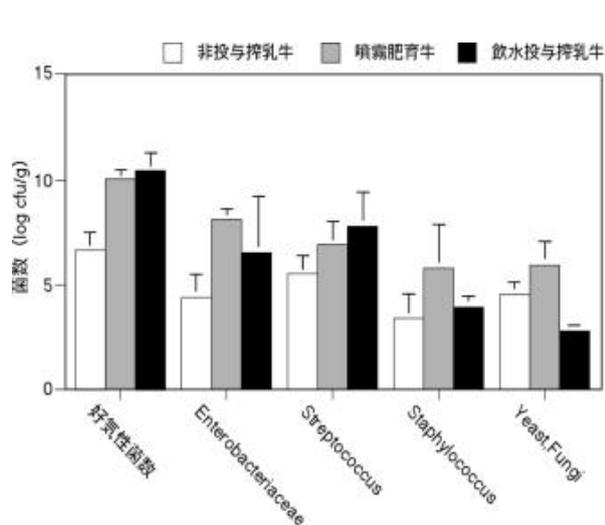


図3 継代培養時のStreptococcusの推移

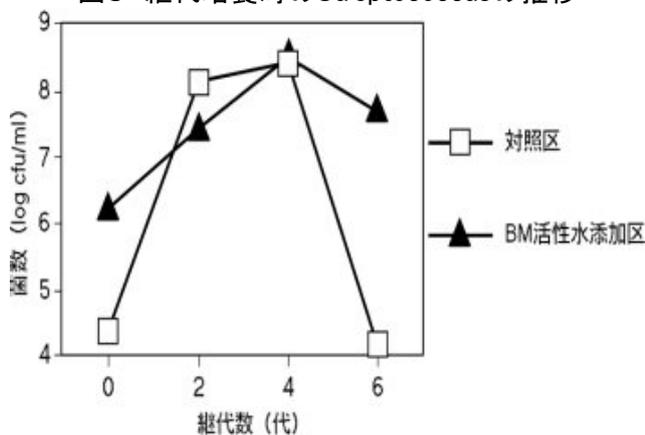
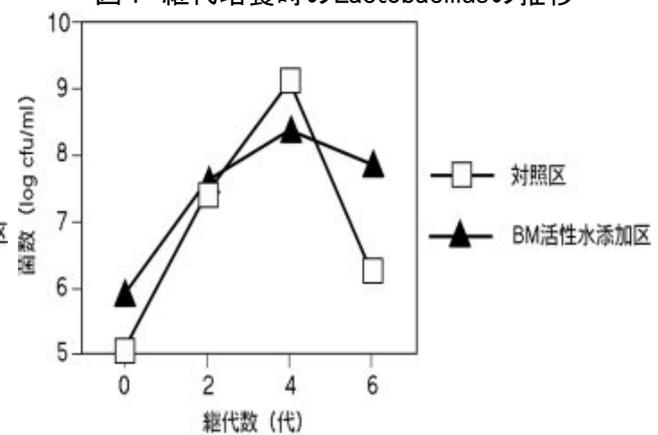


図4 継代培養時のLactobacillusの推移



### 3. 実験動物に及ぼす影響

野外における生物活性水投与牛には明確な対照をおくことが困難であるため、実験動物を用いて投与実験を行い、他の動物に対する効果をみるとともにその再現性をみた。

8ヶ月齢雄ラット6匹、3~6ヶ月齢のハムスター6匹、12ヶ月齢の雑種ウサギ6匹を固形飼料により2週間予備飼育の後、2区に分けBM活性水投与区には1%BM活性水を飲水投与した。

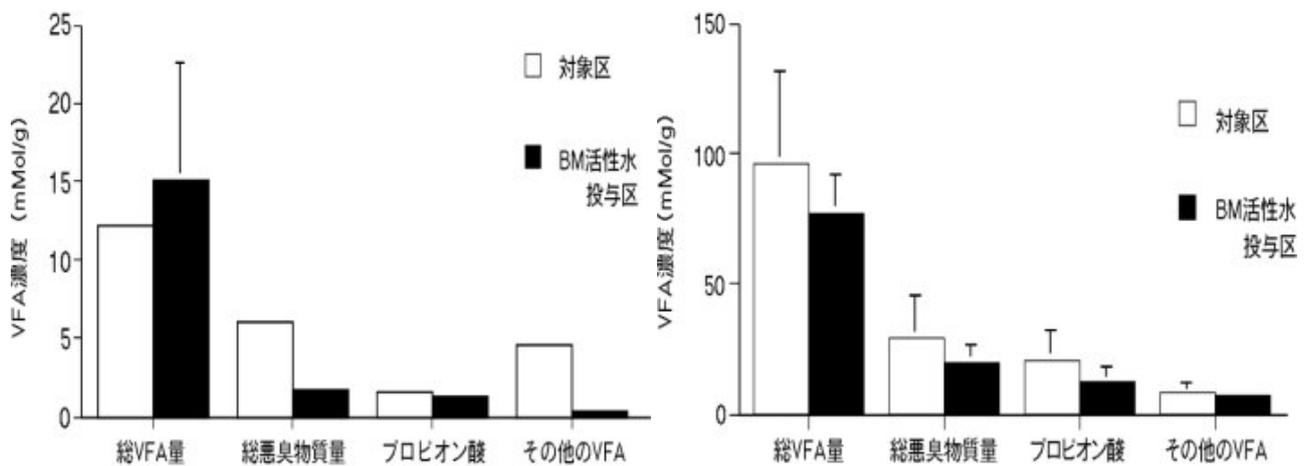
実験開始時および投与1、2、3、4週に排泄糞を採取し菌叢を検索した。また、4週の糞中の悪臭物質VFAをガスクロマトグラフィーにより定量した。

投与実験ではいずれの動物においても生物活性水の飲水投与による、糞便中の乳酸産生菌の増加は確認されなかった。その要因としてはラットとハムスターが最優勢となりBifidobacteriumの菌数が少ないとされるが、いずれも109個前後検出される元々乳酸菌の多い動物であるため、変化が現れにくいのではないかと考えられた。

嗅覚では悪臭の減少は確認できなかったが、糞中の悪臭物質の一つであるVFA量はラットとウサギはBM活性水投与区の方が有意ではないものの、少なかった(図5、6)。ハムスターも減少率で見るとBM活性水投与区の方が大きい傾向にあった。

図5 ウサギ排泄物中のVFA濃度(4週時)

図6 ラット排泄物中のVFA濃度(4週時)



#### 4. まとめ

生物活性水を導入している農家で飼養されている牛は非導入農家の動物より有意に乳酸産生菌群が多くなっていた。実験的にも牛ルーメン液の継代培養系で生物活性水の添加が乳酸産生菌群の減少をくいとめる作用を示した。また投与しても菌叢に変化が見られなかった実験動物でも排泄便中のVFA濃度が低下していることから、生物活性水は乳酸産生菌群の増加作用だけでなく、それらの菌の性質変化を含めて腸内細菌叢に大きな影響を及ぼしているものと推察される。

#### 5. 今後の課題

今後、豚と鶏に及ぼす影響を調べることで、排泄物中の悪臭規制物質の量的な変化を明らかにすること、乳酸菌群の増加をin vitroで証明できる実験系を確立すること、投与実験の可能な実験動物系を確立することが当面の課題である。また堆肥製造過程での生物活性水の散布が消臭作用を示すといわれており、これも調査し、生物活性水の作用とその作用機序を明らかにしたいと考えている。

#### 「問い合わせ先・担当者」

秋田県立大学生物資源科学部応用生物科学科  
微生物学講座 教授 稲元民夫 TEL(FAX兼用・直通):018-872-1576  
Inamoto@akita-pu.ac.jp

### 油温減圧式乾燥装置による家畜排せつ物再資源化技術の開発

株式会社プロレックス 徳留齊将 矢作昇

#### 1. 研究の目的

畜産物、水産物加工残渣に加え、近時、下水汚泥や都市厨芥の再資源化に適用実績のある油温減圧式乾燥技術を用い、家畜糞尿がこれらと同様の有機質系物質であることに着眼して、当該糞尿に対する乾燥性能、固形物生成率、生成物の飼・肥料としての成分上の適正、病原性微生物の殺滅、臭気・排水を主とする環境負荷低減を目的として実験研究した。

#### 2. 実験研究の方法

本技術を適用した小型実験プラントを用い、牛・豚・鶏の各糞尿及びこれらの混合物の4種類について、各々1回当たり300kgづつ3回、都合12回の乾燥実験を通して前項の研究、検証を実施した。(実験プラントフロー図1参照)

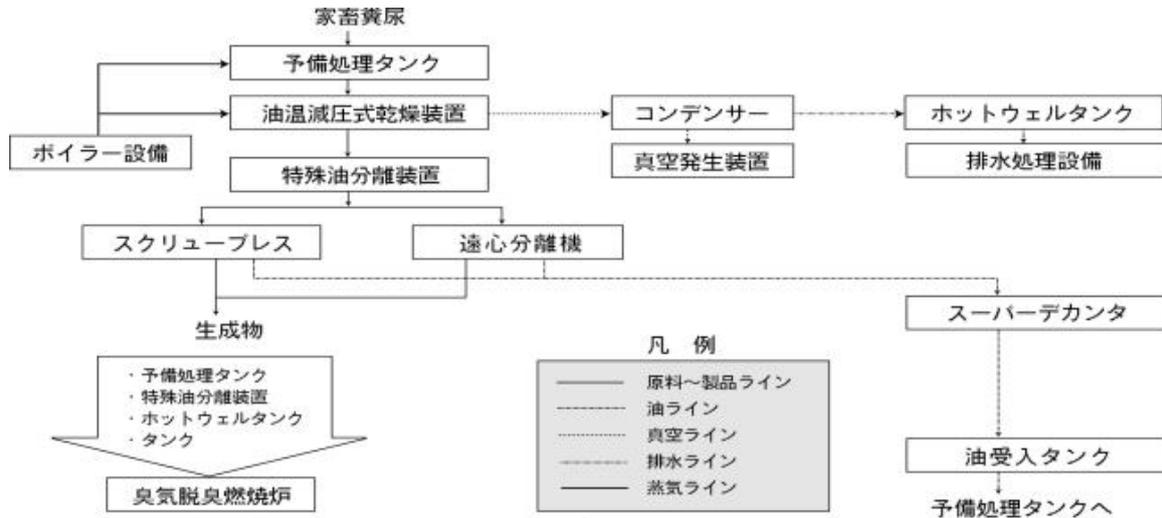


図1 実験プラントフロー

### 3. 研究の成果

糞尿を畜種毎あるいは混合して乾燥処理する上で機器機能上支障を認めず、性能上も短時間で高度且つ均一な乾燥能力を示した。(表1参照)また糞尿の処理量に対する固形物の平均生成化率は牛12%、豚20.4%、鶏23.7%、これらの混合物で18.7%であった。得られた生成物を飼・肥料の成分上の観点から分析した結果、肥料としては、家畜ふん堆肥との比較も含めC/N比が高いという結果を認めるが、鶏糞の飼料適性も含め、全体的には比較対象とした資料に比べ概ね遜色のない結果が得られた。(表2、3、4、5参照)さらに大腸菌、サルモネラ菌、クリプトスポリジウム原虫という病原性微生物は、いずれもその殺滅が温度条件により決定でき、その意味では本技術による中心温域が85～90℃であることに加え、乾燥終期の温度帯が120℃前後なので殺滅条件に適合し、問題はないといえる。機器運転中のシステム系内における高濃度の臭気ガスは、密閉減圧下のため系外に漏洩することなく、脱臭焼炉に吸引し燃焼分解できた。一方、糞尿から臭気ガスと共に分離蒸散した水分は凝縮塔にて凝結液化し、当該水質を既存の畜種別糞尿の理化学的データと比較した結果pHが豚糞尿を除いてアルカリ化傾向を示す他、BODをはじめとする各項目についていずれも大幅に低減していた。このことにより水処理の設備、維持管理コストの低減が可能である。(表6参照)

表2「加工家きんふん肥料の規格保証成分」との比較

表1 乾燥性能検証結果(平均値)

検証項目	畜種別	牛糞	豚糞	鶏糞尿	三種混合
糞尿の含水率(%)		87.4	74.4	61.7	74.5
生成品の含水率(%)		0.7	1.0	0.2	0.3
処理の所要時間(分)		108	110	67	93

保証成分別比較項目	全チツソ	全リン酸	全カリ
加工家きんふん肥料の規格成分	2.5%以上	2.5%以上	1.0%以上
本技術による鶏糞尿の生成品成分	4.82	3.69	2.30

比較資料出所:「肥料便覧第5版(社団法人農山漁村文化協会発行)」

表3「家畜ふんたい肥の項目別推奨基準値」との比較

基準項目及び値	本技術処理による生成物の畜種別値	牛ふん	豚ふん	鶏ふん尿	三種混合
有機物	乾物当たり60%以上	86.4	87.6	82.5	84.7
炭素・窒素比(C/N比)	30以下	30.31	15.07	9.25	15.10
窒素(N)全量	乾物当たり1%以上	1.75	3.39	4.82	3.35
りん酸(P2O5)全量	乾物当たり1%以上	1.75	3.01	3.69	3.08
加里(K2O)全量	乾物当たり1%以上	1.65	1.32	2.30	1.75
水分	現物当たり70%以下	0.7	1.0	0.2	0.3
電気伝導率(EC)	現物につき5ms/cm以下	4.43	4.54	4.76	4.56

比較資料出所:「有機質肥料等推奨基準」に係る認証要領(全国農業協同組合中央会)

表4 「本技術による生成後の乾燥鶏糞尿組成と鶏糞および豚糞の一般飼料成分」との比較

糞種	分析成分	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	可溶無窒素物 (%)	粗繊維 (%)	粗灰分 (%)	ペプシン消化率	備考
本技術	生成後の乾燥鶏糞尿	0.2	30.1	28.7	16.6	5.7	17.3	54.5	
	乾燥鶏糞	8.5	35.6	1.8	23.1	10.7	20.3	—	糞尿混合物 (尿酸 N3.3%)
一般飼料成分	乾燥豚糞	9.0	19.4	6.0	34.2	16.5	14.9	—	糞尿混合物

比較資料出所:「改著 飼料学(森本宏編、吉田実、大山嘉信共著)」

表5 「AAFCOの家畜排泄物の飼料規格」

	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗繊維 (%)	粗灰分 (%)	備考
dried poultry waste	15.0以下	18.0以上	15.0以下	35.0以下	乾燥家さん排せつ物(DPW)
dried poultry litter	15.0以下	18.0以上	25.0以下	20.0以下	乾燥家さん敷料(DPL)
dried ruminant waste	15.0以下	12.0以上	40.0以下	30.0以下	乾燥反すう家畜排泄物(DRW)
dried swine waste	15.0以下	20.0以上	35.0以下	20.0以下	乾燥豚排泄物(DSW)

表6 「畜種別新鮮糞尿の理化学的性状と本技術処理による凝縮水水質(平均値)との比較

水質項目		畜種別糞尿	牛糞尿	豚分尿	鶏糞尿	三種混合
BOD	(ppm)	糞尿	28,440	67,863	65,440	53,914
	(mg/l)	凝縮水	1,650	1,380	4,140	5,880
COD	(ppm)	糞尿	25,597	44,327	45,000	38,308
	(mg/l)	凝縮水	371	2,600	1,140	1,070
SS	(ppm)	糞尿	124,900	227,500	132,800	161,733
	(mg/l)	凝縮水	40	26	58	298
T-N	(ppm)	糞尿	17,774	12,444	14,600	14,939
	(mg/l)	凝縮水	446	1,580	4,330	2,240
NH4-N	(ppm)	糞尿	2,406	1,508	1,150	1,688
	(mg/l)	凝縮水	442	1,550	4,280	2,210
PH		糞尿	7.7	7.6	6.4	7.2
		凝縮水	9.4(19℃)	5.7(18℃)	10(20℃)	9.6(19℃)
T-P		糞尿	—	—	—	—
	(mg/l)	凝縮水	<0.05	<0.05	0.07	<0.05
n-Hx		糞尿	—	—	—	—
	(mg/l)	凝縮水	5	7	27	12
色度		糞尿	—	—	—	—
	(度)	凝縮水	18	140	70	20

比較資料出所:「脱窒・脱燐技術と富栄養化対策(小島貞男、須藤隆一、桜井俊郎、松本利道編著)」

#### 4. まとめ

以上基本的な開発成果について概説した。システムのスケールアップについては、都市厨芥50t/16h、動物残渣70t/10h処理規模等のプラントが稼働中であり、技術上の問題はないと推測できる。また固形物は均一に乾燥した粉粒状のため取扱いが容易で、過去に実施した類似物質の品質経時テストと同様に、常温で長期

保存が可能と推定できる。実機設置については、事業の採算効率の上から、厨芥等他の有機質系廃棄物との混合処理や広域集約化施設の設置等、処理規模の拡大によるコスト低減を図ることが望ましいと考える。

〔問い合わせ先・担当者〕

株式会社プロレックス

環境プラント営業部 徳留斉将

TEL(092)715-8500 FAX(092)714-3719

URL <http://www.prorex.co.jp>

E-mail [prorex-b@mercury.plala.or.jp](mailto:prorex-b@mercury.plala.or.jp)