

1 新技術情報

畜産環境保全技術成果発表会の開催報告

畜産環境保全技術研究組合の開発研究の成果発表会は6月30日(水)に、東京、虎ノ門の「発明会館」で開催された。一昨年に続き2回目で、合計10件の成果が報告され、公的機関や関連メーカーの研究者を中心に357名の参加があった。その内容について、3回に分け、第1回目はメタン発酵に関する3題について以下のように報告する。



家畜ふん尿及び同嫌気性発酵後の固形物の固形燃料化技術の開発

川崎重工業グループ 永易弘三、高垣一良

1. はじめに

国内の畜産業では畜産農家の保有している敷地面積が狭く、排出する畜産廃棄物を自分の敷地内だけで全量処理できない場合が多くみられる。敷地面積を十分に保有している場合は、堆肥化処理を行い土壌還元や大型処理装置(排水処理装置等)により処理できるが、中小規模農家では、個人で畜産廃棄物を処理し肥料等として流通系を構築することは困難である。特に住宅地近郊では臭気の問題も深刻であり、ふん尿処理は中小規模の畜産農家において存続に関わる重大な問題となってきている。そこで都市ごみ処理技術として開発されている固形(RDF)化技術を畜産に適應させた中小規模向けの無排水型家畜ふん尿リサイクル装置について検討した。以下に装置概要及びメタン発酵と組合せた処理システムについての検討内容を記す。

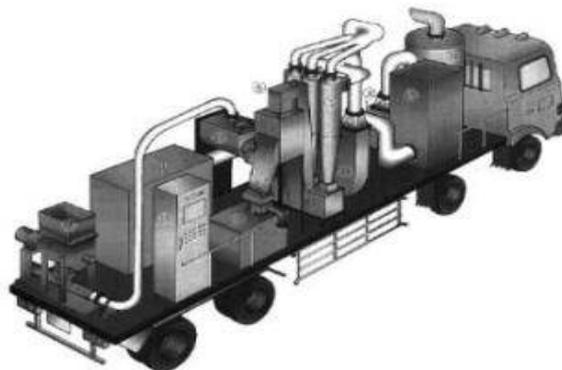
2. 装置開発のねらい

排水処理が必要ないシステムを開発することを目標とし、以下の要求も満たすことを目指した。

- シンプルでコンパクトであること。
- 車載式にもできること。
- 維持管理が簡便であること。
- 処理乾燥物の長期保管可能であること。

検討方針としては、各要素試験と小規模実証試験を実施し、図1に示す車載式の処理装置のイメージを固めた。

図1 車載式ふん尿処理装置イメージ図



3. 実験装置

実験装置のフロー図を図2に示した。(試験装置の処理規模は50kg/hr(水分含量90%程度))乾燥工程は気流乾燥方式を採用し、ガスタービン発電機の排ガスを乾燥用熱風として使用した。搾乳牛舎ピット溜ふ

ん尿と乾燥したふん尿を混合機内で混合 することで見掛け水分を低下させ、熱風とともに解砕機へ輸送し乾燥させ、サイクロンで回収を行った。また回収された乾粉は、循環利用するとともに成形機に送り、成形物として排出した。乾燥機からの排ガスは活性炭をフィルター 表面にプリコートさせた後段のバグフィルターにて脱臭処理され、浄化排ガスとして排出した。使用済活性炭は無臭化用添加剤として成形物に混入使用した。各種試験の結果、搾乳牛・豚・豚(メタン発酵後)のふん尿について良好な処理 性能が確認された。試験運転時の物質収支一例を図3に示した。

生産した乾燥ふん尿の成形物(図4)はサイロ貯蔵・輸送に十分に耐える強度(40kg/hr)と微生物的に安定な水分を保持しており、発熱量も搾乳牛の場合 で低位石炭並みであった。

また乾燥温度が低いため、肥料としての有効成分も原料に比べて、大幅な変化はなく、固形肥料としても有効利用できることが判った。

図2 畜産ふん尿乾燥装置実験機フロー図

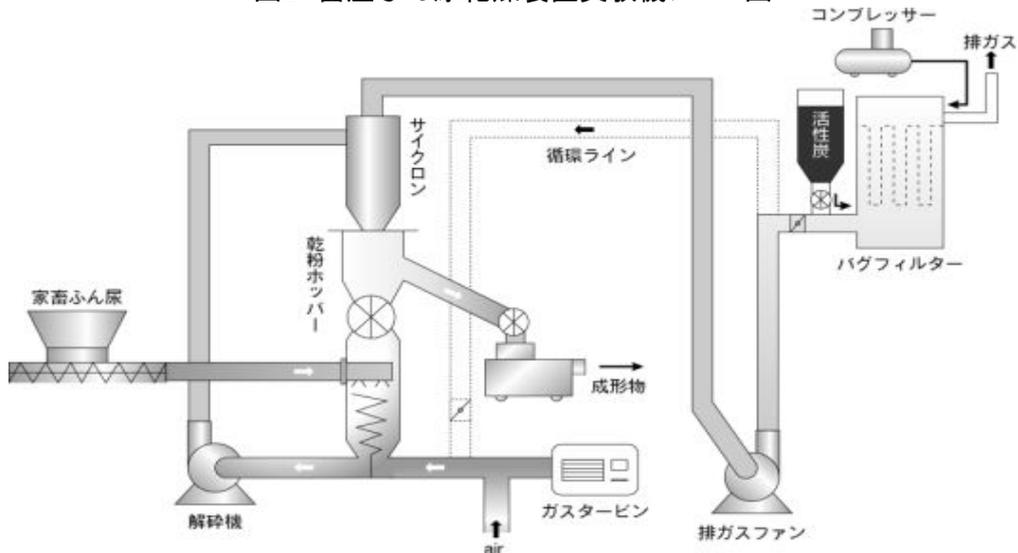


図3 物熱収支(搾乳牛処理時)

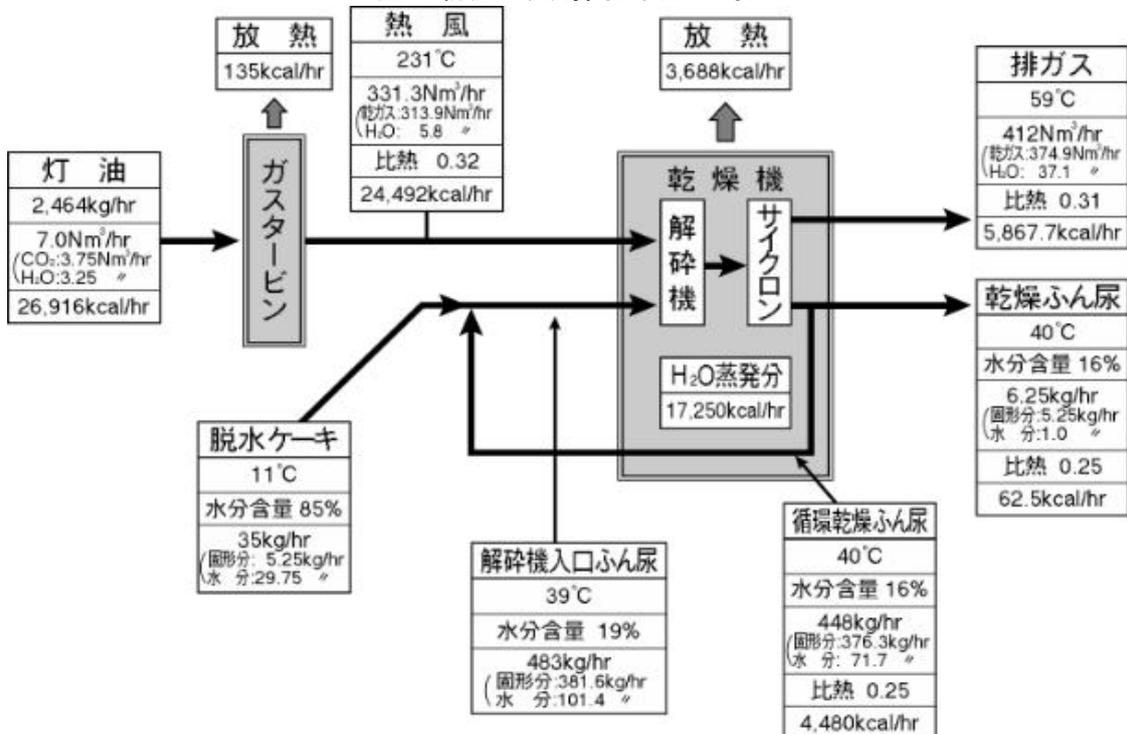


図4 成形物写真

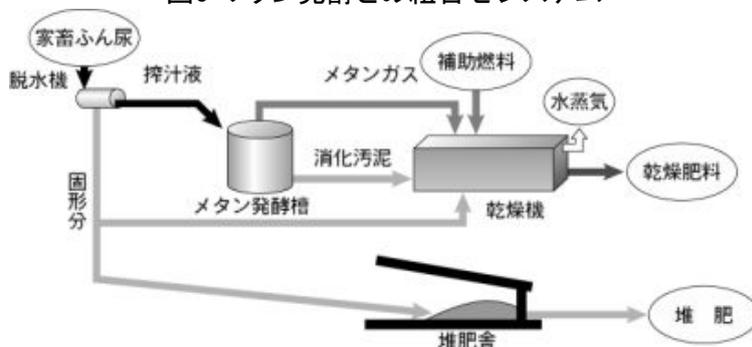


4. メタン発酵と乾燥及び 堆肥化の総合システム

開発した無排水型のふん尿リサイクル装置の応用例として図5に示すような メタン発酵を組合せた家畜ふん尿総合処理システムが構築できる。(本年度岩 手県にて小規模試験を実施する予定)

一般にメタン発酵による発生ガスは発生量及び組成が変化するため、安定したエネルギーとは言い難い。したがって冷暖房や発電に利用できるケースも限られてくる。さらにメタン発酵工程では、その残渣処理が不可欠であるため規模の小さい農家でのメタン発酵の採用は難しかった。そこでメタン発酵を畜産 農家で排出される廃棄物の処理コストを削減するための手段として位置付けると、図5に示したメタン発酵と乾燥を組合せたシステムが成立する。本システムは大規模のみならず中小規模向けも有効な処理システムになりうる。

図5 メタン発酵との組合せシステム



5. おわりに

以上昨年度までの畜産環境保全技術研究組合補助事業により実施した研究開発の成果概要と、現在研究開発中のメタン発酵システムとの総合システムについて記述した。畜産廃棄物については法的環境も整備されつつあり本報で提案したようなメタン発酵と乾燥・固形化技術の組合せシステムが大きく位置づけられる日も近いと感じる。

【問い合わせ先・担当者】

川崎重工業株式会社 明石技術研究所
 化学・環境研究部 永易弘三、高垣一良
 TEL:078-921-1636 FAX:078-921-1389

低希釈家畜糞尿のドライメタン発酵
 島根大学生物資源科学部助教授 北村豊

1. 背景と目的

メタン発酵による家畜糞尿の処理は、環境汚染防止と省エネルギーの観点から その導入が長年期待されてきた。しかし家畜糞尿のメタン発酵では、家畜糞尿 の流動性向上のために行う水希釈操作が見かけ処理量を増加させる欠点が指摘 されている。そこで水希釈率を最小限に留めたメタン発酵(ここではドライメタン発酵と呼ぶ)を可能とするために回転ドラム型発酵槽(Rotational Drum Fermentor、以下RDFと称す)の適用を考案し、それによる家畜糞尿のメタン 発酵特性を実験的に明らかにした。

2. 実験の方法

ベンチスケールRDFシステム(図1)を構築し、回分方式による中温メタン 発酵を行った。投入原料には牛糞尿を、メタン発酵種汚泥には下水消化汚泥を、それぞれ使用した。水希釈率を変えた4つの実験区(表

1)を設定し、約25日 の回分式メタン発酵を行った。プロセス特性の指標として、発酵槽のpH、TS（固形物）、VSS(有機物)、VA(有機酸)および発酵槽重量を下水試験法に従い測定した。

3. 結果と考察

図1に示すシステムの採用により、家畜糞尿スラリーは低水希釈のものでも 良好な攪拌状態を示した。その結果、発酵槽のpHはアルカリ域→酸性域→中性 域と変化し、メタン発酵が良好に進行していたことが確認された(図2)。有機酸濃度の変化曲線と発酵槽の重量減少すなわちガス発生曲線により、液化は 牛糞尿中の易分解性材料から開始されたことが示唆された(図3および図5)。菌体汚泥の増加分も含めてVSSは初期濃度から39~49%減少しており、正味の牛糞尿分解率はこれよりもさらに高いことが推察された(図4)。バイオガスについては、一実験区を除いて発酵槽重の減少率はほぼ直線的であることから、安定した発生のあったことが推察された(図5)。

以上の結果を総合的に考察すると、やはり水希釈率の高い実験区の方がより 活発なメタン発酵特性を示すと言えた。これは希釈水が加水分解過程である酸 生成プロセスを活性化するためと考えられる。従って RDFシステムによるドラ イメタン発酵では、液化により生ずる自由水を発酵槽内に留める混相発酵方式の採用が提案される。

図1 Schematic design of drum type methanoreactor

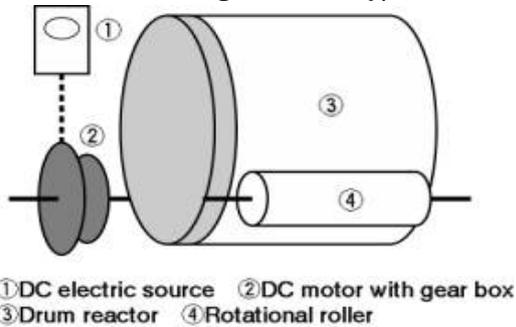


表1 Experimental conditions

Run	Dairy manure (g/reactor)	Anaerobic sludge (g/reactor)	Water (g/reactor)	TS (%)
A	20	20	0	7.4
B	20	20	10	6.0
C	20	20	20	5.0
D	20	20	40	3.7

図2 Time course of pH in reactors

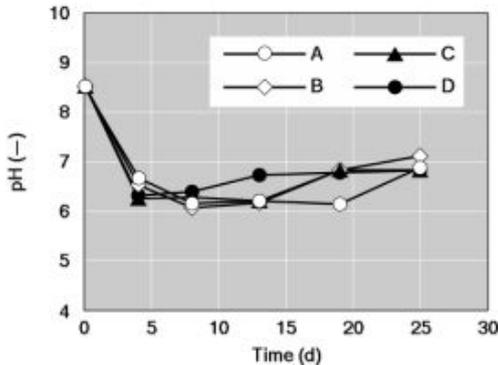


図3 Time course of VA in reactors

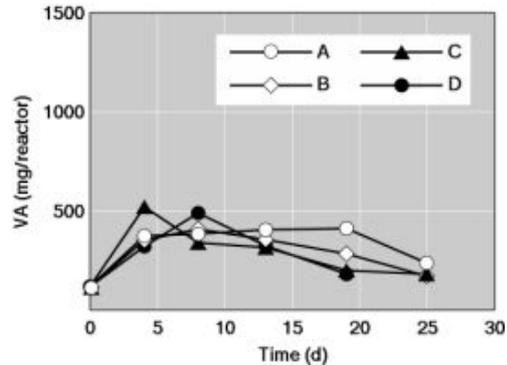


図4 Time course of VSS in reactors

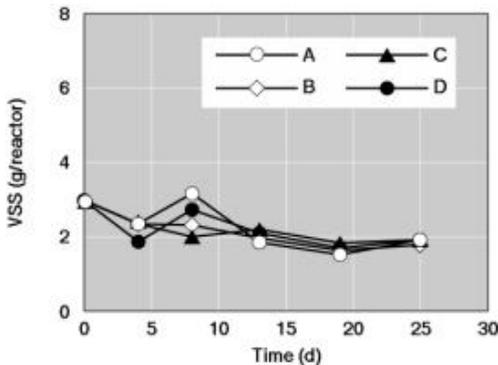
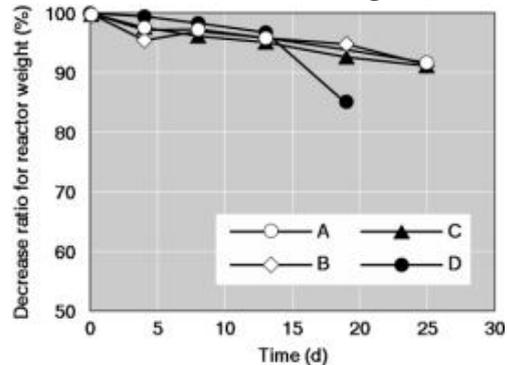


図5 Time course of decrease ratio for reactor weight



4. 結果のまとめ

ベンチスケールRDFシステムにより家畜糞尿のドライメタン発酵基礎実験を行った。得られた結果は次の通りである。

- ・RDFシステムの採用により、全ての実験区において家畜糞尿スラリーの良好な攪拌状態発生が得られた。
- ・RDFシステムにおいて、家畜糞尿中有機物の分解、有機酸の生成、およびバイオガスの発生が認められた。
- ・RDFシステムによる家畜糞尿処理においては、混相メタン発酵法(在来法)採用による処理コストの低減が期待された。

5. 今後の課題

RDFによるドライメタン発酵システム開発のための今後の課題として、ベンチスケールRDFシステムによる連続処理特性の解明、システムスケールアップのための工学的データの蓄積、エネルギー利用サブシステムおよび後処理サブシステムの開発・導入等が挙げられる。

【問い合わせ先・担当者】

島根大学生物資源科学部地域開発科学科
農林システム工学講座 助教授 北村 豊
TEL(FAX兼用・直通):0852-32-6546
ykitamra@life.shimane-u.ac.jp

家畜ふん尿を主体とした複合廃棄物資源回収技術の開発

栗田工業株式会社 開発本部 事業開発センター 三崎岳郎、村上広美、石橋 保、古賀哲雄

研究の概要

現在、我が国における家畜ふん尿の有効利用は、堆肥が一般的であるが、窒素負荷量の分布に地域的な偏りがあることや、需要と供給が一致しない地域もあり、堆肥化だけでは対処できなくなっているのが現状であり、施設稼働後に維持管理費の負担が重くのし掛かっている事例も数多くある。また、今後ますます畜産農家の大規模化が進み、それに伴う家畜ふん尿の発生量は増大すると思われる。さらに、家畜農家を取り巻く周辺環境が都市化、住宅との混在化に伴い、環境汚染が表面化し、深刻な問題になっている。そのため、堆肥化以外の方法で環境負荷の低減と資源として有効利用が可能な処理システムの開発が望まれている。

栗田工業(株)は、「複合廃棄物のメタン発酵技術及びリン回収技術の開発」を、巴工業(株)は、「メタン発酵残渣などの炭化装置の実用化」をそれぞれ担当し、新しい処理システムを開発するために研究を行った。

研究の目的

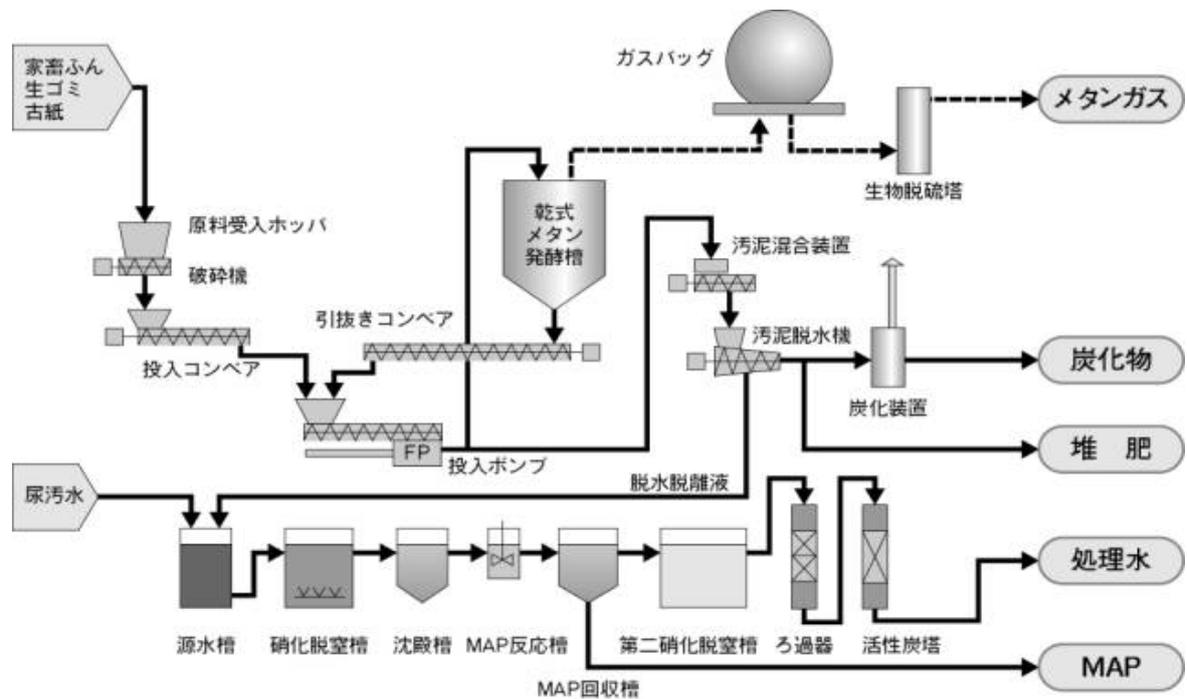
単なる家畜ふん尿処理では維持費、建設費が高み、得られるエネルギーが限られ、維持管理費の低減までは至らない。そのため、より多くの資源を回収し、有効利用できる処理システムが望まれる。そこで、本研究では家畜ふん尿を主体とした地域内で発生する有機性廃棄物を複合的に処理することにより、維持費の低減が図れ、有効に利用できるシステムの開発を目指した。

乾式メタン発酵技術により豚のふんと生ごみ、古紙等の固形有機性廃棄物からバイオガス、発酵残渣は堆肥や多段スクルー方式の炭化装置により炭化物、水処理からはMAP(リン酸マグネシウムアンモニウム)を取り出し、可能な限り維持費のかからない施設とする。

実験方法

豚ふんと生ごみ、紙を混合し乾式メタン発酵を行う実証試験装置(処理規模 750kg/日)を鹿児島県国分市に建設し研究した。同時に豚尿汚水と発酵残渣脱水分離液の水処理装置(処理規模500L/日)も併設し試験を実施した。また、高含水率の廃棄物を高速かつ連続で行う炭化装置の実証試験(400kg/h)を秋田県大館市において実施した。

実証試験装置フローシート



研究の成果

バッチ試験により、固形有機性廃棄物(豚ふん、肉牛ふん、搾乳牛ふん、生ごみ、古紙)のメタン発酵特性を、実証試験装置の運転を通して、乾式メタン発酵処理によりふん、生ごみ、古紙という固形有機性廃棄物の処理が簡単な破碎(40mm角以下)を行うだけで十分可能であることを確認した。メタン発酵設備からはバイオガス、堆肥、水処理設備からはMAP、炭化装置からは炭化物という資源(有価物)を回収することが確認できた。

以上の成果を踏まえ、ふん尿単独によるメタン発酵と複合メタン発酵の経済性の比較を行った。結果を表1に示す。複合処理は、ふん尿単独処理に比べ、ふん尿の他に有機性廃棄物を複合的に処理することで有機性廃棄物の処理費を得られることや、有機性廃棄物を同時に処理することによりバイオガス発生量も多く、総合的に維持管理費が安価な優れた処理システムであることが確認できた。

表1 単独処理と複合処理の維持管理費の比較

比較項目		ふん単独処理施設	複合処理施設
処理規模 (肥育豚5,000頭規模)		豚ふん : 9.5ton/日 尿污水 : 35m ³ /日	豚ふん : 9.5ton/日 有機性廃棄物 : 12ton/日 尿污水 : 35m ³ /日
処理方式	豚ふん	乾式メタン発酵方式	乾式メタン発酵方式
	有機性廃棄物 (生ごみ、古紙)	—	
	尿污水	硝化脱窒処理方式+高度処理	
施設全体の維持管理費		77,000円/日	86,000円/日
有機性廃棄物の処理費		—	24,000円/日
回収資源	発電電力量	750kWh/日 (施設の維持管理費に考慮)	3,700kWh/日 (施設の維持管理費に考慮)
	堆肥	3.6ton/日(18,000円/日)	9.2ton/日(46,000円/日)
	MAP	4.1kg/日(82円/日)	5.1kg/日(102円/日)
	小計	18,082円/日	46,102円/日
維持管理費合計		58,918円/日	15,898円/日
肥育豚1頭当たりの維持管理費		11.8円/日	3.2円/日

まとめ

以上の結果から、乾式メタン発酵技術を用い、その地域から発生する有機性廃棄物を複合的に処理することで、メタンガス、MAP、堆肥、炭化物などの有価物を回収し、維持管理費の安価な処理システムを開発することが出来た。しかしながら、この様な処理システムを現実化するためには、以下の条件を満たすことが必要である。

1. 地域、町ぐるみで豚や牛などのふん尿を集合しようとする事業であること。
2. 地域、町ぐるみでふん尿処理を実施しようとする仕組みが出来ていること。
3. 可燃ごみを処理する場合は分別収集が出来ていること。
4. 取り出した資源の有効利用先の確保が出来ていること。

これらの条件を満たすことが出来れば、維持管理に優れ、尚かつ、畜産分野に対する地域住民の理解を得ることができ、地域密着型資源回収処理システムとして家畜ふん尿処理が可能になると思われる。

【問い合わせ先・担当者】

栗田工業株式会社 開発本部 事業開発センター 三崎 岳郎
TEL:0280-54-1551 FAX:0280-57-2959