

2009年 初夏号

活かす 衛る 水資源

# 大広技術レポート



【ストックヤード】

〈 二次発酵させた完熟堆肥 〉



## 家畜ふん炭化物の代替燃料化システムの開発

— 注目される農業資源と新エネルギーの活用 —

(株)大広エンジニアリング 環境課  
NPO事務局 大崎 佑介

### 1. 研究事業概要

本研究課題は、NPO 法人「広島循環型社会推進機構」が平成 20 年度事業で受託した課題の一つである。研究代表者は、広島工業大学環境学部地球環境学科の今岡教授で、弊社は、教授の指導のもと家畜ふんの炭化処理試験、流通システムの有効性に対する調査、新システムの試案などの実務と、事務局として会の運営に携わった。

家畜ふんは、発生量が多い割に取り扱いが難しく、産業廃棄物の中でもリサイクルの進まない代表的なものの一つになっている。統計上は、堆肥化センター等で堆肥化され農地改良資材として利用されているとみなされているが、実情は、需給バランスに苦慮しているという声も聞かれる。

そこで本研究では、図 1 に示すように県内各地の畜産事業者から堆肥化センター等に集められた家畜ふんを、一次発酵（比較的分解されやすい有機物が分解された状態）した堆肥として受け入れ、それを炭化処理し「火力発電所の代替燃料」とするという、新しい産業システムへの構築が可能か否かについての検討を行った。

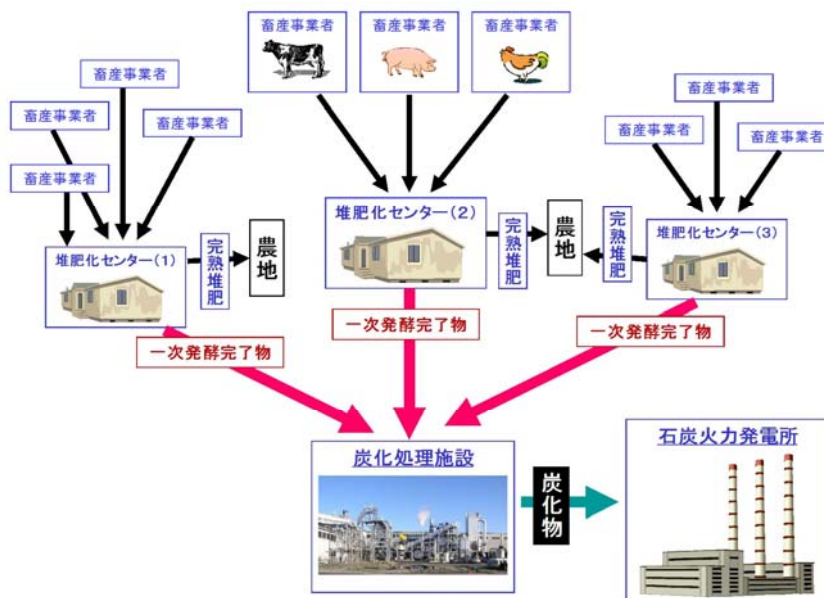


図 1 家畜ふん堆肥の代替燃料化構想

### 2. 研究事業体制

研究体制は下記の構成である。

研究代表者	： 広島工業大学 今岡 務教授
研究者	： 大学 2校、広島県 3部局、社団法人 2法人、民間企業 3社
事務局	： (株)大広エンジニアリング

### 3. 実態調査及び研究内容

県内の堆肥化センターの現状は、近隣地域から収集された家畜ふん（畜種：乳用牛・肉用牛・豚・採卵鶏(以後、鶏)）を一次発酵させ、さらに発酵させたのち堆肥として地元農家等に供給している。一方、畜産事業者でも、自農場で堆肥化したものを農地に供給しているが、いずれも長い農閑期の生産過多とストックヤード不足が問題となっている。

この現状に対し、家畜ふん堆肥を炭化処理して、広島県内に2ヶ所ある（微粉炭の利用が可能と思われる）火力発電所に搬入して石炭燃料に替わる新エネルギー燃料となるか否かの調査を行った。

発想の根拠となったものは、火力発電所で使われている石炭燃料がその一部を産業廃棄物の炭化燃料を使うよう法的指導されつつあること。そして、家畜ふんの炭化処理方法が実験室レベルで確立されつつあるという、近年の環境保全政策にある。

そのために以下の三項目をテーマとして検討を行った。

#### (1) 家畜ふんの収集及び処理に関する実態調査

県内の堆肥化センター及び畜産事業者を調査対象として、下記の調査項目のアンケート票を送付し回答を得た。その後、回答のあった堆肥化センター、畜産事業者に対するヒアリング調査を行った。

調査項目：施設概要、受け入れ(発生)家畜ふんの種類・量、堆肥化方法、生産した堆肥量・販売価格、本事業参加への可否等

#### (2) 家畜ふん堆肥の炭化処理および特性

炭化処理の試験は、広島工業大学で行った。作成された炭化物について、下記の測定項目でエネルギー量と性状分析などの燃料としての活用可能性について評価した。

なお、炭化処理等に使った試料は乳用牛、肉用牛、豚、鶏の4畜種で、堆肥化センターと畜産事業者から各3サンプルを、計12施設より採取した。

測定項目：炭化収率（堆肥から生成される炭化物収率）、炭化物の低位発熱量(以後、発熱量)・灰分・成分割合等

#### (3) ビジネスモデルの試案

(1)の実態調査及び(2)の炭化物の特性を基にして、下記の3つのビジネスモデルを仮定して経済比較を行った。

モデル①：県内の堆肥化センターのみから堆肥を受け入れた場合（受入費用は無償）  
モデル②-1：県内の調査対象畜産事業者のうち、ヒアリング調査で本事業に参画が可能と返答があった事業者から堆肥を受け入れた場合（受入費用は有償）  
モデル②-2：ヒアリング調査を行った全畜産事業者が、本事業に参画するという条件で堆肥を受け入れた場合（受入費用は有償）

#### 4. 研究報告

##### (1) 家畜ふんの収集及び処理に関する実態調査

###### 1) アンケート回収率とふん受入種別

堆肥化センターへ送ったアンケート調査の回収結果を表1、図2に示す。回収状況は、表1のとおり25箇所から回答があり約71%の回収率であった。この25施設に対して本事業の詳細な説明と参加の可否あるいは現状の詳しい情報を聞くためにヒアリング調査を行った。

尚、受け入れ家畜ふんの種別は図2の通りであった。

※事業者については秘密保守のため調査結果等を公開しないこととした。

表1 アンケート調査回収状況

調査対象数	有効回収数	回収率
35	25	71.4%

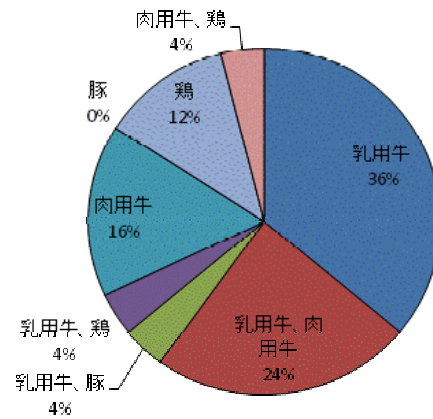


図2 受け入れ家畜ふんの畜種

###### 2) 家畜ふんの需給状況

堆肥化センターにおいては、乳用牛ふんを受け入れている施設が多く、生成した堆肥は近隣地域でほとんど消費されていた。そのため多くの施設は本事業への参加が困難であるという回答であった。一方、畜産事業者では、家畜ふん処理に資金を投資している例もあったが、その状況は畜種により大きく異なることを確認した。

いずれにせよ家畜ふんの需要状況は、近年の急激な化学肥料の高騰によって増加している現状にあり、その中で、本事業が実現するようであれば堆肥の一部を提供するという事業者もあった。

##### (2) 家畜ふん堆肥の炭化処理および特性

###### 1) 試験概要

炭化試験は以下の手順で行った。

試料採取 ⇒ 乾燥処理 ⇒ 炭化処理 ⇒ 分析・測定

ここに

- ・乾燥処理：107℃で試料が恒量となるまで乾燥
- ・炭化処理：300℃で10分加熱（無酸素状態）

図3は、家畜ふん堆肥（乳用牛）を炭化処理した状態である。



図3 炭化処理前後の状況

###### 2) 試験結果

原料となる一次発酵堆肥の含水率は、乳用牛が最も高く（約70%）、次いで肉用牛（約45%）、豚（約40%）となっており、鶏が最も低い値であった（約30%）。

炭化処理物の特性は、乳用牛・肉用牛ふんでは発熱量が高く（約20,000J/g）、灰分が

少なく（約 25～30%）、鶏ふんは、それらと比較すると発熱量が低く（約 8,000 J/g）、灰分が高い（約 50%）ことが分かった。また、豚ふんは、それらの中間程度の特徴であることが確認された（発熱量：約 17,000 J/g、灰分：約 40%）。

図 4 に家畜ふん一次発酵堆肥（畜種毎）の成分割合及び炭化物の発熱量を示した。

上記の試験結果により、肉用牛ふんは、定量の堆肥に対して生成できる炭化物量が大きく、炭化物の発熱量が高く、灰分も少ないため、4 畜種の中では最も燃料効率の高い炭化物となった。

一方、乳用牛については、発熱量は高いが一次発酵堆肥に含む水分量が多いため、同量の炭化物を得るためには多くの量を必要とすること。また、豚ふん、鶏ふんは、牛ふんと比較すると発熱量が低く、灰分も多いため燃料効率が低いという結果になった。

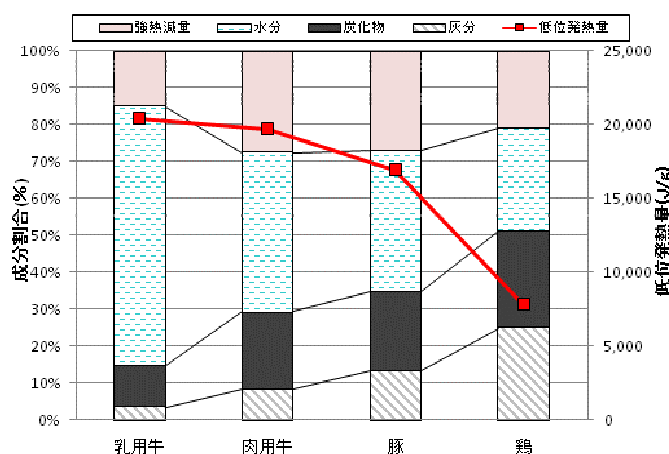


図 4 家畜ふん一次発酵堆肥（畜種毎）の成分割合及び炭化物発熱量

### (3) ビジネスモデルとしての試算

販売価格は、現在、火力発電所で使用されている石炭の熱量、組成をベースに相対的な設定をした。支出は、主に炭化処理施設の経費と償却費及び堆肥の運搬費である。

以下にそれぞれの設定価格の説明を記す。

- 1) 石炭価格（熱量ベースの相対価格）
- 2) 灰処分費（発生灰量の増加分を処分費として算定）
- 3) 石油石炭税（使用しない石炭に係る減税分を炭化物の価格に加算）
- 4) RPS 価値（バイオマス燃料による RPS 価値を炭化物の価格に加算）
- 5) CO<sub>2</sub> 削減コスト（石炭の使用量削減分の CO<sub>2</sub> 削減コストを炭化物の価格に加算）

試算結果を表 2 に示す。

表 2 モデル毎の事業収支

I	諸元		モデル①	モデル②-1	モデル②-2
	受入堆肥量	t/年	35,000	26,000	40,000
	低位発熱量	J/g	16,000	9,000	13,000
	炭化収率	%	33.0	49.0	42.0
	灰分	%	32.0	43.0	36.0
	炭化物販売価格	円/t	6,000	4,000	6,000
	堆肥受入価格（平均）	円/t	0	13,000	11,000
II	単年度あたり事業収支		(千円/年)		
	a.	収入	203,000	439,000	687,000
	b.	支出	571,000	450,000	676,000
	c.	利益	-368,000	-11,000	11,000

モデル①は、県内の堆肥化センターから堆肥を受け入れるケースで、乳用牛の比率が高く、発熱量も 16,000 J/g と高くなった。しかし、堆肥化センターは、小規模事業者が共同で施設管理している所が多く、ヒアリング調査でも堆肥受入価格（以後、負担金という）の徴収は難しく負担金を 0 円としたため大きな赤字となった。

モデル②-1 は、アンケートおよびヒアリング調査の結果、本事業への参画が可能であるという返答のあった事業者から堆肥を受け入れるケースである。

このモデルでは堆肥ニーズの低い畜種からの堆肥受入量が多くなり、結果として、炭化物の発熱量が 9,000 J/g と低く、炭化物販売価格も低くなった。一方、負担金は、処理費として目標価格としたものであるが、事業収支は若干の赤字である。

モデル②-2 は、調査対象とした県内の家畜事業者のすべてから堆肥を受け入れるケースである。

このモデルでは、受け入れる堆肥の畜種によるマスバランスが良く、炭化物の発熱量は 13,000 J/g となった。負担金は上記と同じく目標価格であるが、この条件下であれば事業運営が可能となる。

これらの試算結果により、家畜ふんの炭化には、畜種により熱量が左右されるため、マスバランスを図ることが欠かせない要素であること。また、事業化には、負担金が必要であることを確認した。

## 5. まとめ

今回実施した「家畜ふんの収集及び処理等に関する実態調査」によれば、堆肥化センターでは、家畜ふん堆肥の需要が多くなった影響から本事業への堆肥供給は困難であるという大勢であった。一方、事業者においては、同様の理由により参画が難しいとする事業者とふん処理の費用や手間の削減のため本事業実現へ期待をかけ、参画の意思表示をする事業者とがあった。

家畜ふん堆肥の炭化試験結果では、燃料として高効率で生産性が高いのは肉用牛ふん堆肥であることが明らかとなり、本事業の実現性を高めるためには、肉用牛ふん堆肥の受け入れ量を安定的に確保する必要があるということが判明した。しかし、畜産事業者が負担金を負担できるかについては、困難という回答が多かった。

ビジネスモデルを検討した結果では、モデル②-2 の条件下で堆肥の負担金（ここでは 11 円/kg）が徴収できれば事業として成り立つことが示唆された。しかし、上述のように事業者からの負担金の徴収は困難なケースが多く、新規事業として初期投資（炭化処理施設の建設費）、あるいは、維持管理費の公的助成が望まれるところである。

私は、今回の調査研究に 7 ヶ月間携わってきた。ヒアリング調査結果からは、事業化できる規模の家畜ふん堆肥量を集めることは出来なかったが、農地活用以外の資源循環・エネルギーシステムの転換という見地からは、石炭燃料の代替となるエネルギー源と成り得るという一つの展望を得た。

今後は、本計画が実現可能か否か業界の動向・国の法改正などを注視していきたい。

大学3年生の時、石黒教授（石黒式降雨強度式、回転円板）、渡辺助教授の“上水道工学”と“下水道工学”を学び、それから37年間上水道に係っております。

昭和49年4月に（株）日水コンに入社し、偶然にも広島支所に配属され、丁度、白ヶ瀬浄水場の設計途中でした。

その7月に県の水道課から、“水処理工程の説明に来てください”との話があり、お前は“石黒門下生だから渡辺君行ってくれ”と言われ、一人で説明に行きました。3年目には“坊士浄水場の浄水方法の変更認可”でこれまた一人で本省に行ったものです。

入社間もない新人でも重要な役割を任されるような良き時代でした。

今後、自分がどのように水道界に貢献できるかは解りませんが、与えられた業務をしっかりと遂行していく所存です。



ワタナベ ヤスユキ

**渡辺 康之**

〔経歴〕

昭和49年4月 （株）日水コン入社

昭和57年10月 （株）弓場水工  
コンサルタント入社

平成4年12月 （株）水理設計設立

〔配属〕 技術部長

## NEW FACE



サカタニ ユウスケ

**盛谷 悠介**

〔学歴〕

平成15年4月 日本文理大学  
建設都市工学科 入学

平成19年4月 山口大学 大学院  
社会建設工学専攻 入学

平成21年3月 上記卒業

〔配属〕 技術部

大学では、「平板式消波構造物の消波効果の検討」という研究を行ってきました。研究内容は、32mの二次元造波水槽を使用して波を造波し、構造物前後の水位変動を測定することで消波効果を検討するという実験や数値計算によるシミュレーションです。

クラブでは、剣道部と軟式野球チームに所属しておりました。剣道では三段に昇段することができ、軟式野球ではキャプテンを任されておりました。クラブの中で、何事にもチャレンジする大切さを学びました。

大学で勉強したことやクラブで学んだことを通じて、沢山の事にチャレンジし、吸収して一日でも早く会社のお役に立てるよう頑張っていきたいと思っております。まだ、社会人になったばかりで、分からないことが沢山あると思いますが、宜しくお願い致します。

# 「大広俳句会」選抜句集（第四回）

「虎は死して皮を残す。人は死して愛と俳句を残す（郷願）」の精神で、ライフワーク・バランスの自己啓発を！

（あいうえお順）

## 【中国地方の初夏を詠む】

風五月麒麟弾みし平和道	石村清流
山陽道すずめ戯る合歡の花	井上真由
足音に蜥蜴逃げ出す座禪石	〃
折鶴の千羽古びし初夏の風	上田美江
鰻食ふ錦帯橋の仮の宿	盛谷悠介
備前焼くうすき煙に鯉幟	高平昌耕
宮島や黒鯛の釣果を自慢気に	宅見釣学
更衣へてアロハで講義市役所に	寺西修管
周南に佳き人多し杜若	中島俊郷
大落暉生ビールよし章魚を食む	中田颯酒

## 選者のいふ

最近クイズ番組で漢字の問題が必ず出題されますが、いわゆる「お馬鹿さん」が頓珍漢な回答をして、茶の間を楽しませております。

俳句を嗜むと、ボキャブラリー（単語）が増えて、書いたり話したりする時に随分と役立ちます。だから、「お馬鹿さん」の中には俳句を齧り出した方が増えています。

蝦蛄食みて営業無心柳井居て	中谷哲斎
鳶の輪の次第に高し初夏デルタ	中村清美
夕風や太田鎮もり師の墓標	正木晋蕉
草笛にじーつと耳立つ盲老犬	山本修照
宴会の唄に誘はれ水鶏鳴く	〃
《選者句》	
マツダ車の埠頭に揃ふ夕薄暑	中本郷顔
古里はしまなみ海道麦こがし	〃

通算第14号：平成21年4月 発行

〒733-0035 広島市西区南観音7丁目13-14 株式会社 大広エンジニアリング

TEL：082-291-1313 FAX：082-231-3171 HP <http://www.daiko-eng.co.jp/>

編集責任者／山本 修照 副責任者／井上 真由美 編集委員／久留島 雄三 松宮 康之