

令和6年度畜産環境対策総合支援事業  
(令和5年度補正予算(第1号))  
のうち畜産堆肥流通体制支援事業  
事業報告書

令和7年3月



一般財団法人 畜産環境整備機構



## はじめに

国内には、堆肥、下水汚泥資源等の国内肥料資源が存在しており、これらの生産資材の代替転換や化学肥料の使用低減は、環境への負荷低減にも資するなど、将来にわたって持続可能な生産への転換を実現するものとなります。

このことから、畜産経営に由来する環境負荷の軽減のための取組に対する国内の畜産農家等の理解醸成を図り、好気性強制発酵堆肥の高品質化、広域流通等の促進に繋げるため、優良事例調査、課題を抱える現地指導、経営体等の相談に対する必要な助言やコンサルタントを実施しました。

本事業にあたっては、当機構発足以来、連携を積み重ねてきた大学・研究機関の専門家、都道府県畜産担当部局の専門家、民間研究機関・企業等の専門家等並びに当機構の研究員等の専門的・技術的知識を活用することとしました。

こうした結果、現場での堆肥生産、処理等に課題を抱える畜産関係者の皆さんの要望に応えることができたことと思います。

本報告書の刊行にあたって、事業の推進にご指導いただいた委員ならびにご執筆いただいた方々に感謝申し上げますとともに、本資料が畜産経営において家畜排せつ物処理に取り組まれている生産者、行政機関等の関係者の皆様方の一助となり、畜産振興の推進に資することができれば幸甚です。

令和7年3月12日

一般財団法人 畜産環境整備機構

令和6年度畜産環境対策総合支援事業（令和5年度補正予算（第1号））  
のうち畜産堆肥流通体制支援事業 検討委員会

# 目 次

## 現地調査報告

### 1 優良事例調査

- 1-1 十勝清水町農協 堆肥化施設 乳牛ふん・鶏ふん・・・・・・・・・・ 1
- 1-2 新発田市有機資源センター・家畜ふん 生ごみ・・・・・・・・・・ 9
- 1-3 (有) 田村養豚場 養豚一貫経営・・・・・・・・・・ 21
- 1-4 (株) 八重瀬堆肥センター、八重瀬町バイオガスプラント・・・・・・・・ 31

### 2 現地指導調査

- 2-1 (有) 市の瀬牧場 酪農・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
- 2-2 (有) ありがとん 養豚 繁殖・肥育一貫経営・・・・・・・・・・ 47
- 2-3 戸尻牧場 酪農・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 59
- 2-4 (有) 安曇野牧場 酪農・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 67
- 2-5 (株) 百笑屋 堆肥生産 (酪農・養豚・採卵鶏)、米・麦・大豆栽培・・ 77
- 2-6 沖縄市養鶏団地組合 採卵養鶏・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 85

## 畜産堆肥流通体制支援事業 (令和 6 年度)

- 検討委員及びコンサルティング委員名簿・・・・・・・・・・ 94

# 現地調査報告

## 1 優良事例調査

1998

1999

## 1-1. 十勝清水町農協 堆肥化施設 乳牛ふん・鶏ふん

北海道上川郡清水町字清水字第3線83番地15

### 1) 経営の概要

清水町は十勝平野の西部地区に位置し、人口8840人の畑作と酪農・畜産の盛んな町である。近年、新紙幣の肖像画に採用された実業家、渋沢栄一によって明治31年(1898年)に設立された十勝開墾合資会社の熊牛農場が注目されている。

十勝清水町農協は組合員数333戸(1288人)で構成され、総作付面積14,620ha、うち飼料作物が7,216haと半分を占めている。総販売高は322.45億円で生乳150.50億円、肉用牛84.15億円、主要畑作物60.77億円と酪農畜産が75%を占めている。乳用牛は28,480頭、肉用牛は20,268頭が飼養されている。

家畜排泄物の堆肥化施設は、町内に豊富に存在するバイオマス資源の有効利用による循環型農業、有機的農業の推進、および産業廃棄物削減による環境汚染の軽減を目的に、平成21年(2009年)に設立・稼働している(写真1)。設置場所はJR十勝清水駅の北西2kmで住宅地からは1.3kmほど離れており、周囲は畑と山林である。堆肥化施設では、概ね10戸程度の敷料に麦稈を使った乳牛つなぎ飼料酪農家の敷料混合ふん尿と、町内の養鶏業者の採卵鶏ふん、木質チップを混合発酵して調整したペレット堆肥「しみず有機」を生産している。



写真1 堆肥化施設の全体像(Google マップ)

2) 堆肥化処理施設の概要

堆肥化処理・利用のフローを図1に示す。原料は、乳牛ふん、鶏ふん、木チップとなっている。原料の1回の受入量は、乳牛ふんは麦稈敷料を使っているつなぎ飼料酪農家10戸から200t/回で、鶏ふんは採卵鶏ふん200t/回である。ふん尿収集はJAが対応している。木チップは天然木の間伐材のチップで、清水町内および、十勝管内の陸別町や足寄町から購入している。投入量は原料混合水分が65%を目安に100t/回投入している。これらの1回あたり合計500tを1~2ヶ月に1回搬入している。6000㎡の堆肥化施設に高さ2mで列状(50m×8列)に堆積した原料は、タイヤショベル、バックホーで切り返しにより約3~6ヶ月間発酵を進めている。発生した汚水については一時貯留槽を経てシートラグーン3基(写真2)で曝気貯留し、浄化槽で処理後河川に放流している。

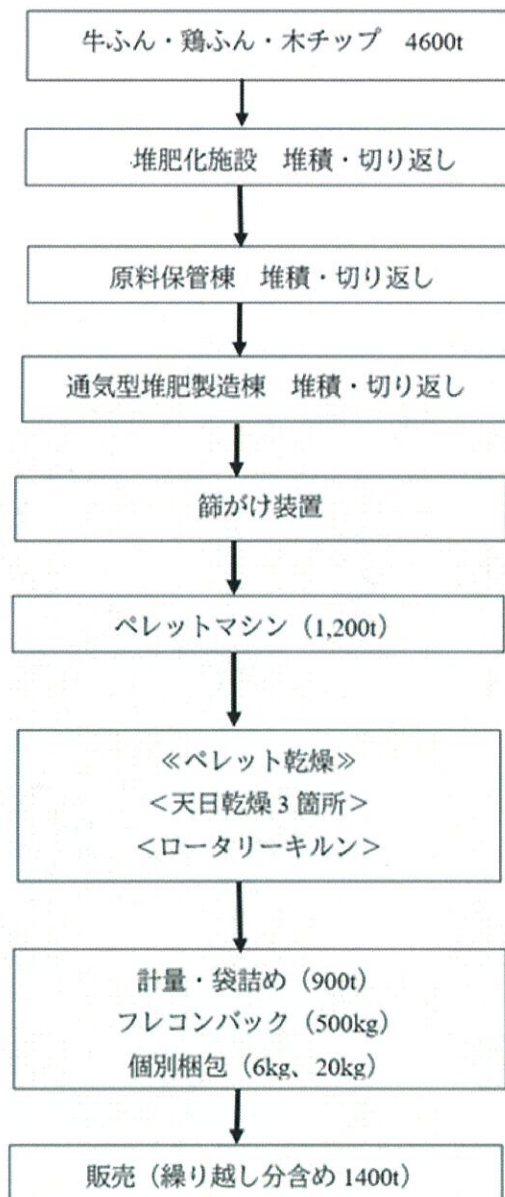


図1 堆肥化処理・利用フロー図(数値はR5年度実績)





写真2 シートラグーンの汚水貯留槽(右)

堆肥化施設で発酵した原料は、470 m<sup>2</sup>の原料保管棟(写真3)に搬送し、タイヤショベルによる切り返しと強制通気により約1ヶ月間、発酵を促進させる。1860 m<sup>2</sup>の通気型堆肥製造棟(写真4)では、強制通気による発酵・腐熟化をさらに進め、堆肥水分が40%台になるまで2週間～1ヶ月間熟成する。



写真3 原料保管棟



写真4 通気型堆肥製造棟

発酵熟成が完了した堆肥は、堆肥製造棟内に設置された粉砕機(写真5)で固まりや木片などを粉砕し、篩がけ装置に送り、夾雑物を除去する(写真6)。篩がけで除去された木片は再度原料搬入時の水分調整材として利用している。

篩がけが終了した原料は、直径4.3mmのペレットマシンにより造粒される(写真7)。ペレットマシンは、ローラ・リングダイ方式の(株)垣内社製である。2008年に導入し、ダイスの交換費などで年間250万円のメンテナンス費用となっている。年間1200～1400tのペレットを生産している。

造粒されたペレットは水分が高いため、敷地内の屋外で天日乾燥も利用しながら(写真8)、ペレット乾燥施設内の灯油バーナーとロータリーキルンで水分が25%以下になるまで乾燥し

ている(写真9)。灯油使用料は約150L/日とのことである。以前は、農業者から排出された廃プラを燃料としたボイラーを熱源としていたが、ボイラーが老朽化により使用不能となり、更新費用が導入時よりも遥かに高額であったため、熱源を灯油バーナーに変更した。乾燥後のペレットは破碎粒やゴミを篩で除去した後、計量機で500kgフレコンバック、20kg袋、6kg袋に計量梱包している。梱包されたペレット堆肥は製品保管庫で保管している。



写真5 粉砕機



写真6 篩がけ装置(左)と分離された木片類(右)



写真7 ペレットマシン(左)と造粒されたペレット(右)



写真8 天日乾燥の状態(左)と屋内でも薄く広げて乾燥(右)



写真9 ロータリーキルンによる乾燥作業

### 3) 堆肥の利用

#### (1) 堆肥の特徴

ペレット堆肥の肥料成分を表1に示した。(一財)畜産環境整備機構の堆肥成分診断の平均値と比較すると、水分が31.0%と低く、石灰と灰分が極めて高く、りん酸が高い堆肥であった。窒素、苦土、加里は平均であった。銅、亜鉛は基準値以下であった。また、酸素消費量は0.6、発芽率97%で腐熟がかなり進んでおり、臭気指数相当値は10で臭気の弱い堆肥であった。さらに、表2の腐熟度判定基準が90点となり、こちらの分析でも腐熟が十分すすんだ堆肥であった。

#### (2) 堆肥の販売

出来上がったペレット堆肥は、「しみず有機」という商品名で、主としてJA組合員の畑作・野菜農家や酪農家で利用されるとともに、他JAや小売店にも卸している。また、JA十勝清水町

では「しみず有機」を施用した圃場でとれた農作物を「とれたんと」(JA 十勝清水町商標登録とれたて+たんと[たくさんの意])というブランド名で販売しており、農産物の高付加価値化を進めている。圃場への散布においては、農業者がブロードキャスター等で自己散布する他に、JA のコントラクタでも年間 300t程度を受託散布している。

販売価格は 20kg 袋 1500 円と設定している。製造コストなどからすると 1500 円/20kg では採算が取れず赤字分は JA 全体でカバーしている。堆肥(ふん尿)を乾燥した程度の腐熟度でペレット化しているものが 500 円/20kg 前後でペレット堆肥として一般的に販売されているため、完熟してペレット化している「しみず有機」であってもこれ以上価格を上げることは難しいとのことであった。

表 1 堆肥の主要成分

成 分	単 位	含有量	成 分	単 位	含有量
水分	% (現物)	31.0	銅	mg/kg (現物)	37
窒素	% (乾物)	2.0	亜鉛	mg/kg (現物)	290
リン酸	% (乾物)	4.6	発芽率	%	97
カリ	% (乾物)	3.1	粗灰分	% (乾物)	49.3
石灰	% (乾物)	12.9	炭素窒素(C/N)比	-	13.2

表 2 堆肥の品質

色	黄～黄褐色(2)、 褐色(5)、 ●黒褐色～黒色(10)
形状	現物の形状をとどめる(2)、 かなり崩れる(5)、 ●ほとんど認めない(10)
臭気	ふん尿臭強い(2)、 ふん尿臭弱い(5)、 ●堆肥臭(10)
水分	強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上(2)、 強く握ると手のひらにかなりつく・・・60%前後(5)、 ●強く握っても手のひらにあまりつかない・・・●50%前後(10)
堆積中の最高温度	50℃以下(2)、 50～60℃(10)、 60～70℃(15)、 ●70℃以上(20)
堆積期間	家畜ふんだけ・・・20 日以内(2)、 20 日～2 ヶ月(10)、 2 ヶ月以上(20) 作物収集残渣との混合物・・・20 日以内(2)、 20 日～3 ヶ月(10)、 3 ヶ月以上(20) 木質物との混合・・・20 日以内(2)、 ●20 日～6 ヶ月(10)、 6 ヶ月以上(20)
切返回数	2 回以下(2)、 3～6 回(5)、 ●7 回以上(10)
強制通気	なし(0)、 ●あり(10)

### (3)原料供給、製品利用農家の状況

町内美蔓地区の畑作利用農家の聞き取り調査をした。JA での土壌分析と施肥設計で減肥をして 3 年目とのことであった。小麦などの収量は減肥していない近隣農家と差はないとのこ

とであった。ペレットの利用は小豆畑 6ha に 60kg/10a の施肥量をブロードキャスターで散布している。調査農家ではペレット堆肥利用以外にも、町内のバイオガスプラントの消化液を収穫後に散布したり、麦稈との交換で酪農家の堆肥を収穫後に散布するなど、有機肥料を積極活用している。JA 管内では有機肥料の活用が進んでいるが、土壌分析と施肥設計に基づいて単肥を活用するなど、ここまでの減肥対応を実践している農家は少ないとのことであった。化学肥料の高騰による経費増に対して、減肥と有機肥料活用で経営の安定化を図っている。

また、原料ふん尿の供給と製品利用をしている町内熊牛地区の酪農家(写真 10)の聞き取りをした。牛舎はつなぎ飼いで成牛 60 頭、育成 40 頭の飼養である。麦稈ロールは 1 個/日を敷料として使用している。敷料混合ふん尿は堆肥化してできるだけデントコーン畑(7ha)に散布し、余った部分を JA の堆肥化施設に提供している。ペレット堆肥の利用は、チモシー単播草地 37ha に JA の施肥設計で 100kg/10a の散布量で、年 2 回 JA コントラクタに散布してもらっている。嗜好性の高い牧草を収穫したいので、堆肥は良質なものを草地に沢山入れたいとのことであった。収穫した牧草ラップサイレージは乳牛の食い込みが良いとのことであった。

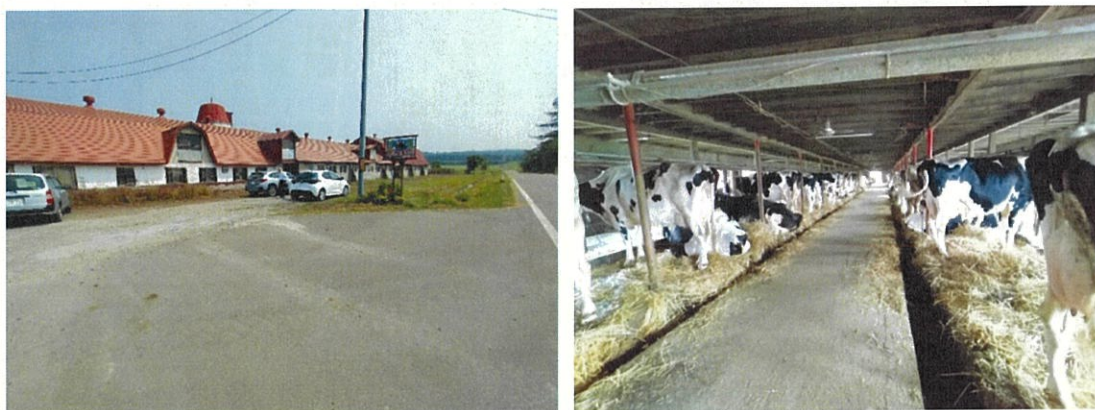


写真 10 牛舎全景(左)と麦稈を敷料として沢山利用したつなぎ飼い牛舎(右)

#### 4) 調査委員の所見

約 28,000 頭の乳牛のいる JA で、わずか 10 戸程度のつなぎ飼い酪農家からのふん尿利用と聞いて、対象が JA として少なすぎるのではないかと印象を受けた。しかし、実際の堆肥化処理、ペレット化施設と作業の流れを調査して、収集ふん尿を麦稈敷料使用に限定したり、屋外堆肥化施設での切り返し、天日乾燥の活用など工夫をしながら経費削減に取り組んでいることなどから、年間 4,600t の乳牛ふん尿と採卵鶏ふん、木質チップの混合物を発酵腐熟化させペレット化するのは、小規模ではあるがバランスの取れている現状の施設規模が限界ではないかと感じた。

2 戸の農家聞き取り調査では、土壌が「白粘土」で春に圃場に入りたくない状態であることや、草地の湿り気が高く肥料が効きやすいなどの話があった。それぞれの農家も有機肥料の活用を実際に進めているが、バイオガスプラントの消化液の散布は春先にはしたくないことや、湿り気のある草地に散布したくないことが伺える。個別酪農家での堆肥化処理は発酵は進

むものの水分低下はあまり進んでいないことが多いことから、堆肥散布については地温が上昇した収穫後に散布したりデントコーン畑に散布するなどの対応をとっている。このような背景を考えると、畑酪混同地帯の十勝地区であっても、堆肥を腐熟化しペレット化して軽量化した状態で散布できるようにすることは、土壌水分の高い早春の肥料散布に非常に効果的な取り組みであると考えられるようになった。

施設調査で課題としてあげられたのが、設備や機械の老朽化である(写真 11、12)。すでに、ペレット乾燥関係のボイラーが故障し、導入時に特注品であったため更新も特注となり高価格で実施できなかったため、現在は一般的に販売されている灯油バーナーを用いてロータリーキルンでの乾燥を行っている。



写真 11 廃プラ利用ボイラ



写真 12 故障した乾燥機

このような施設を建設する時に、大型で高価な機械や特殊な機械を導入する場合や、特殊な処理方法の施設を導入する場合がある。導入時は補助金で持ち出しが少ないとしても、故障時や更新時には多額の費用を出費しなくてはならないことが多い。また、特殊な処理方法では、一旦、処理がうまく行かなくなった場合には、施設全体を変更することになる場合がある。

ふん尿堆肥化施設などは施設機械の傷みが早く、修理や交換が頻繁に発生することから、施設設計時には修理交換費用まで考えて、できるだけ一般的な機械・施設、処理方法で設計すると問題が少ない。

調査年月日:令和 6 年(2024 年) 7 月 17 日(水)~18 日(木)

調査委員:高橋 圭二

## 1-2. 新発田市有機資源センター 家畜ふん 生ごみ

板山有機資源センター 新発田市板山 3138 番地 2  
加治川有機資源センター 新発田市金塚 2527 番地

### 1) 新発田市の概要

有機資源センター(堆肥センター)のある新発田市は、新潟県の下越地方にある市で 1947 年、県内では 6 番目に市制を施行した。越後平野の北部に位置する新潟県の北部の中核都市であり、市北西部には日本海に面した白砂浜海岸が広がり、東部には飯豊山、二王子岳などの山々がそびえ、街からその姿を望むことができる。またこの地では加治川などを水源とした水田が広がっており、県下有数の良質な米の産地としても知られる。

新発田市は農業が盛んで、令和3年の一年間で農業によって算出した金額は、新潟県内 30 市町村中で第2位であった。畜産部門での産出額が新潟市の 4.3 倍と多いのが特徴である。もう一つの特徴は、ひとつの農業経営体あたりの平均経営面積が県内の市町村の 2 位(令和 2 年の農林業センサス)となっており、経営する田畑の面積が広い大規模な経営が多いことである。

家畜飼養頭羽数(令和2年度)では、乳用牛は 1,259 頭(県内1位)、肉用牛 918 頭(県内3位)、豚は 57,736 頭(県内1位)、採卵鶏は 24,769 羽(県内2位)となっており、農業産出額を見ても畜産部門は 122.1 億円(令和3年度)で農業産出額の 54.3%にあたり、畜産は大きな産業となっている。

### 2) 施設の概要

新発田市には市が管理運営している堆肥センターが3カ所あり、調査した板山および加治川有機資源センターは、牛ふん5割、豚ふん3割、鶏ふんと生ごみが2割を原料とした堆肥生産を行っている。

新発田市は水田が多く、大量のモミガラが個人農家やライスセンター、カントリーエレベーターから産出されることから、このモミガラを家畜ふんの堆肥化の副資材として利用し、生産された堆肥は主に水田に約 800 kg/10a の散布量で施用している。また、新発田市の特産であるアスパラガスにも使うなど、家畜ふん尿とモミガラを使った堆肥生産を行い、その堆肥を水田に戻す(施用する)耕畜連携・循環型の農業を行っている。

3カ所の堆肥センターの堆肥生産の合計は、特殊肥料として年間 7,000t前後で、需要とのバランスはほぼとれている。需要が大きいこと理由は、水稻作付が毎年 7,000ha ほどあり、そのうち 600ha でセンターの堆肥を利用している。秋耕起と春耕起の時期に、堆肥フレコンの圃場配達とマニュアルスプレッダーの貸し出し配車計画を組み合わせることで散布計画を作り、水稻農家の労力軽減を図っている。

2024年7月25日、26日に実施された本調査では、堆肥センターだけでなく堆肥原料を供給している酪農家と堆肥を水田に散布・施用している営農組合組織を訪問し、情報収集を行った。

(1) 板山有機資源センター

板山有機資源センターは、平成17年(2005年)7月に完成し稼働している共同利用型の堆肥センターである。この施設では、家畜(牛・豚・鶏)のふん、生ごみを原料に副資材のモミガラを混ぜて堆肥化し、生産した堆肥を水田農家、アスパラガス生産農家等に供給している。

堆肥を作るには二段階に分けて発酵処理を行う。一次発酵槽では、床から空気を送りながらスクープ式攪拌機を使って原料を攪拌し、約14日間発酵させる。次に堆肥舎で二次発酵槽では、ホイールローダーによる切り返しを行い、約50日間発酵させる。堆肥が出来上がるまでには、気温にもよるが約2か月かかる(図1~3、写真1~6)。

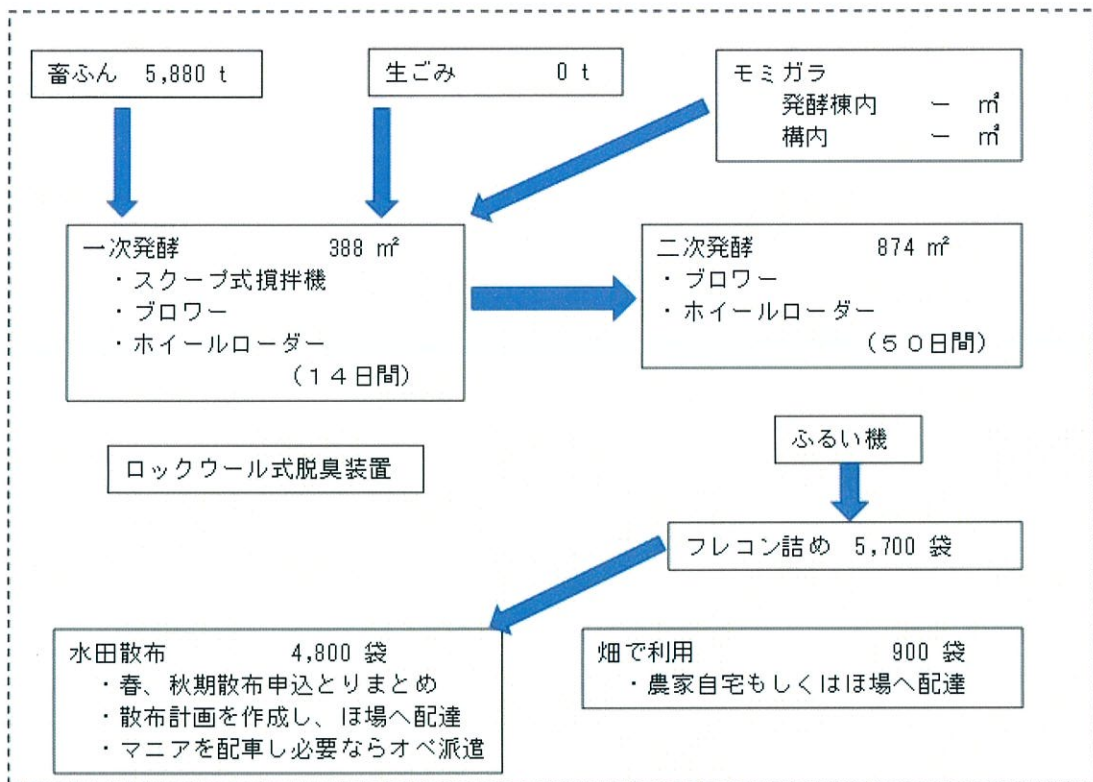


図1 板山有機資源センターの堆肥化のフローおよび年間の利用状況



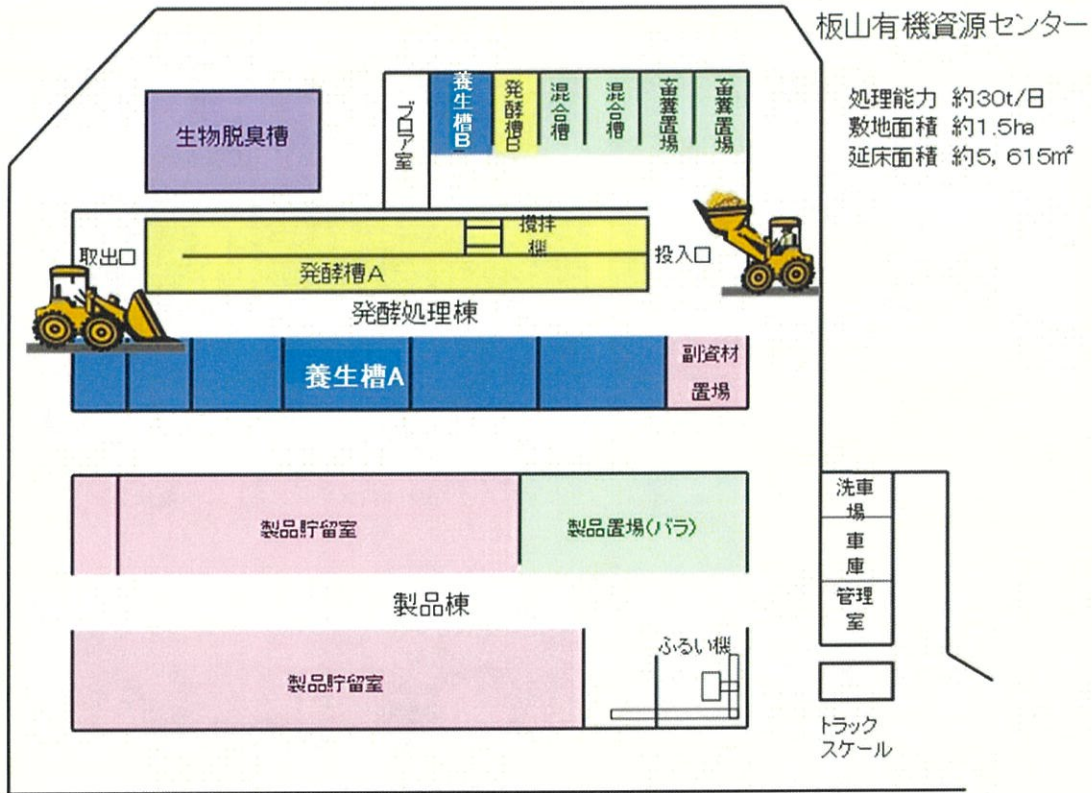
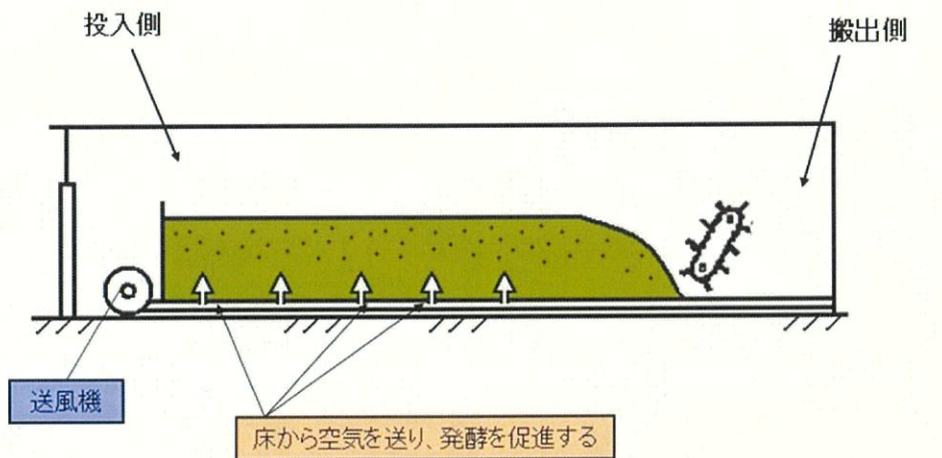


図2 板山有機資源センター配置図

### 攪拌開放直線型（スクープ式）



スクープが回転し、堆肥を攪拌しながら搬出側へ送る  
 発酵の終わった堆肥は搬出側から重機などで搬出される  
 攪拌が終わると投入側にすき間ができ、そこに新たなふんを入れる。

図3 堆肥化装置の概要(攪拌開放直線型(スクープ式))

1-2. 新発田市有機資源センター 家畜ふん 生ごみ



写真1 発酵槽(投入側)



写真2 攪拌機(スクープを上昇待機状態)



写真3 発酵槽内換気装置

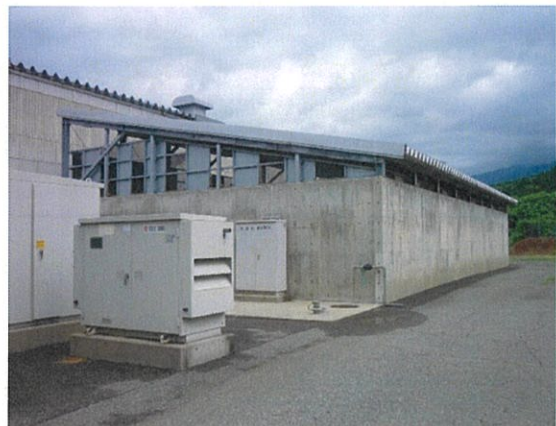


写真4 ロックウール脱臭装置

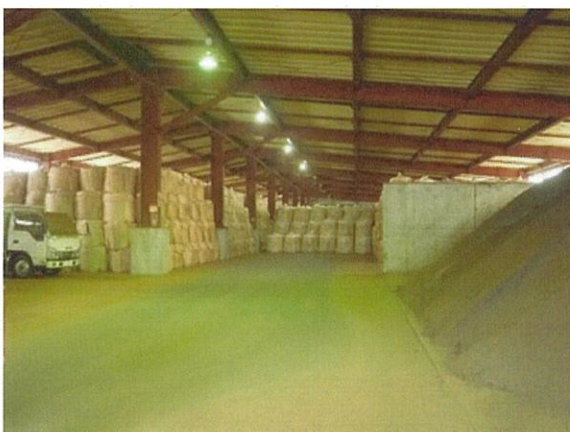


写真5 堆肥製品置き場



写真6 自走式堆肥散布車

現場でできる堆肥の品質判定結果を表 1 に、肥料成分測定値を表2に示す。総合点数が 90 点、発芽率が 95%以上、臭気の少ない良質の堆肥が生産されている。

表 1 堆肥の品質(板山有機資源センター)

色	黄～黄褐色(2)、褐色(5)、黒褐色～黒色(10)
形状	現物の形状をとどめる(2)、かなりくずれる(5)、ほとんど認めない(10)
臭気	ふん尿臭強い(2)、ふん尿臭弱い(5)、堆肥臭(10)
水分	強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上(2)、 強く握ると手のひらにかなりつく・・・60%前後(5)、 強く握っても手のひらにあまりつかない・・・50%前後(10)
堆積中の最高温度	50℃以下(2)、50～60℃(10)、60～70℃(15)、70℃以上(20)
堆積期間	家畜ふんだけ・・・20日以内(2)、20日～2ヶ月(10)、2ヶ月以上(20) 作物収集残渣との混合物・・・20日以内(2)、20日～3ヶ月(10)、3ヶ月以上(20) 木質物との混合物・・・20日以内(2)、20日～6ヶ月(10)、6ヶ月以上(20)
切返回数	2回以下(2)、3～6回(5)、7回以上(10)
強制通気	なし(0)、あり(10)

( )内点数を合計し。未熟(30点以下)、中熟(31～80点)、完熟(81点以上)

合計点数 ( 90 )点

表 2 堆肥成分測定値(板山有機資源センター)

項目	単位	測定値	
		発酵2ヵ月	発酵4ヵ月
水分	%現物	25.9	22.6
粗灰分	%乾物	25.7	27.4
pH	—	8.3	8.5
電気伝導度	mS/cm	4.8	5.4
窒素全量	%乾物	2.0	2
りん酸全量	%乾物	3.0	3.4
加里全量	%乾物	3.1	3.7
石灰全量	%乾物	3.4	4.3
苦土全量	%乾物	1.2	1.3
C/N比	—	19.8	19.0
銅全量	mg/kg現物	36	44
亜鉛全量	mg/kg現物	200	240
鉄全量	mg/kg乾物	1,800	2,200
マンガン全量	mg/kg乾物	470	550
発芽率	%	99	97
酸素消費量	μg/g/分	6.9	5.8
臭気指数相当値	現物	8	5

(2) 加治川有機資源センター

加治川有機資源センターは、平成 17 年7月に完成し稼働している共同利用型の堆肥センターである。この施設では、板山有機資源センターと同様、家畜(牛・豚・鶏)のふんと学校給食等から出る生ごみに、モミガラを混ぜて堆肥化し、農地に使う特殊堆肥を生産し水田農家、アスパラガス生産農家等に供給している。

堆肥を作るには、二段階に分けて発酵処理を行うが、一次発酵槽では、ロータリー式攪拌機を使って約 30 日間発酵させる。次に二次発酵槽では、床から空気を入れながらホイールローダーによる切り返しを行い、約 30 日間発酵させる。堆肥が出来上がるまでには、季節にもよるが約2か月かかる。雑草の種を死滅させるために、発酵時に 30℃以上を1週間程度保持している(図 4~5、写真 7~13)。

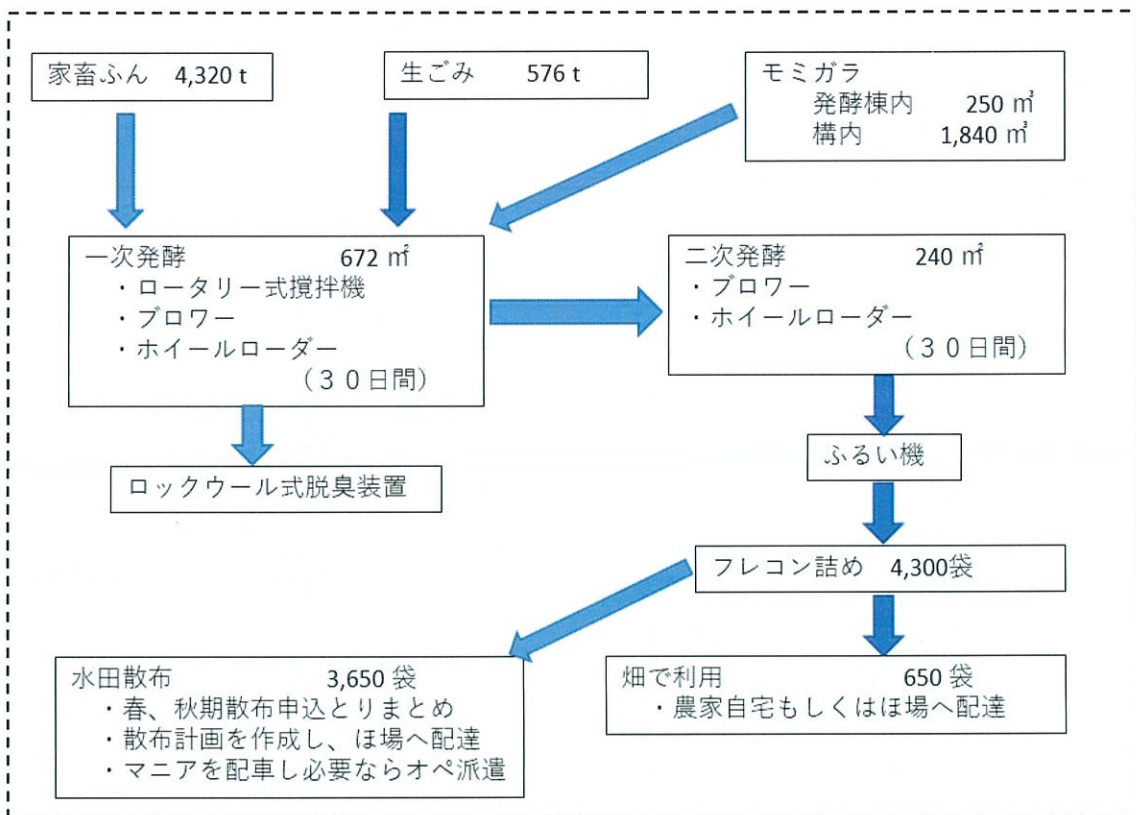


図 4 加治川有機資源センターの堆肥化のフローおよび年間の利用状況

1-2. 新発田市有機資源センター 家畜ふん 生ごみ

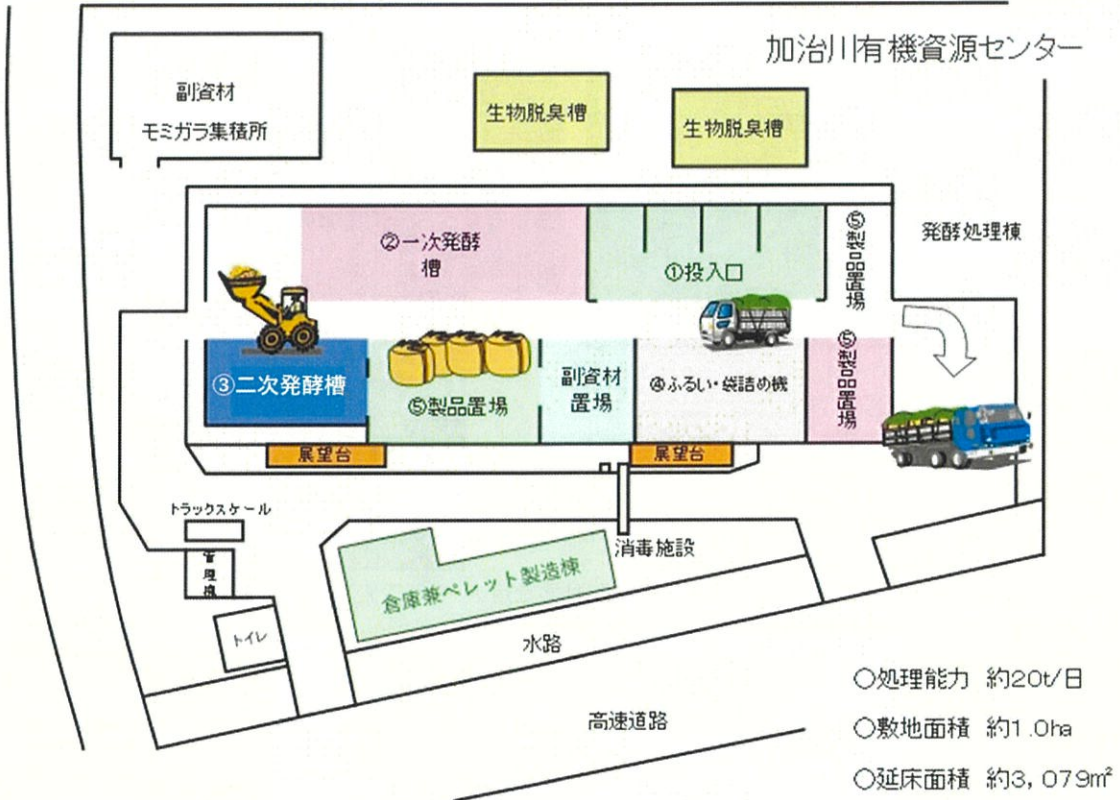


図5 加治川有機資源センター配置図

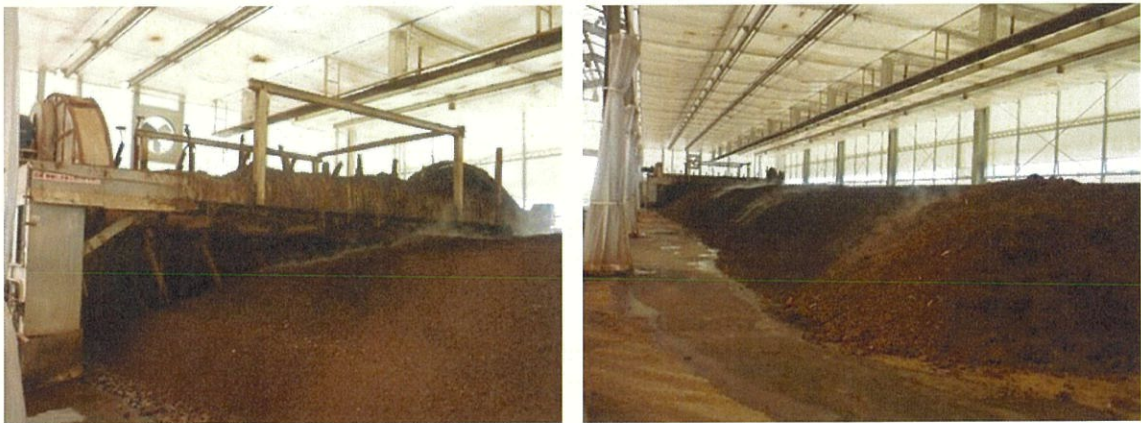


写真7 発酵槽(攪拌開放直線型(ロータリー式)、片壁方式)

1-2. 新発田市有機資源センター 家畜ふん 生ごみ



写真 8 堆肥化施設外観(見学者用デッキが設置)



写真 9 モミガラ貯蔵施設

現場でできる堆肥の簡易品質判定法(畜産環境整備機構, 2022)の結果を表 3 に、肥料成分測定結果(畜産環境技術研究所)を表 4 に示す。板山有機資源センターと同様に、総合点数が 90 点、発芽率が 95%以上、臭気の少ない良質の堆肥が生産されている。肥料成分は板山と加治川で近似している。酸素消費量については、板山の堆肥が  $6.9 \mu\text{g/g/分}$ (発酵 2 ヶ月)、 $5.8 \mu\text{g/g/分}$ (発酵 4 ヶ月)であるのに対し、加治川が  $3.4 \mu\text{g/g/分}$ (発酵 2 ヶ月)と低い値となっている。堆肥の腐熟の目安は酸素消費量が  $3 \mu\text{g/g/分}$ 以下とされているので、加治川の堆肥は易分解性有機物の分解が進み腐熟した堆肥である。酸素消費量が  $10 \mu\text{g/g/分}$ を超えると、未熟で再発酵するので注意が必要であるが、その点では板山の堆肥はかなり腐熟の進んだ良質堆肥と言え(畜産環境整備機構, 2005)、簡易品質判定法の総合点数 90 点も腐熟が進んでいることを裏付けている。

表3 堆肥の品質(加治川有機資源センター)

色	黄～黄褐色(2)、 褐色(5)、 黒褐色～黒色(10)
形状	現物の形状をとどめる(2)、かなりくずれる(5)、ほとんど認めない(10)
臭気	ふん尿臭強い(2)、 ふん尿臭弱い(5)、 堆肥臭(10)
水分	強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上(2)、 強く握ると手のひらにかなりつく・・・60%前後(5)、 強く握っても手のひらにあまりつかない・・・50%前後(10)
堆積中の 最高温度	50℃以下(2)、 50～60℃(10)、60～70℃(15)、70℃以上(20)
堆積期間	家畜ふんだけ・・・20日以内(2)、20日～2ヶ月(10)、2ヶ月以上(20) 作物収集残渣との混合物・・・20日以内(2)、20日～3ヶ月(10)、3ヶ月以上(20) 木質物との混合物・・・20日以内(2)、20日～6ヶ月(10)、6ヶ月以上(20)
切返回数	2回以下(2)、3～6回(5)、7回以上(10)
強制通気	なし(0)、あり(10)

( )内点数を合計し。未熟(30点以下)、中熟(31～80点)、完熟(81点以上)

合計点数 ( 90 )点

表4 堆肥成分測定値(加治川有機資源センター)

項目	単位	測定値
		発酵2ヵ月
水分	%現物	32.3
粗灰分	%乾物	27.7
pH	—	8.6
電気伝導度	mS/cm	4.4
窒素全量	%乾物	2.0
りん酸全量	%乾物	3.0
加里全量	%乾物	2.7
石灰全量	%乾物	4.1
苦土全量	%乾物	1.1
C/N比	—	19.6
銅全量	mg/kg現物	60
亜鉛全量	mg/kg現物	340
鉄全量	mg/kg乾物	1,800
マンガン全量	mg/kg乾物	440
発芽率	%	97
酸素消費量	μg/g/分	3.4
臭気指数相当値	現物	10

### 3) 搾乳牛ふんを有機資源センターに供給しているA牧場

A牧場は経産牛 41 頭を飼養し、15ha(2 戸で利用)の草地で粗飼料を作り、3.5ha の水田(預託栽培中)を所有し、今年からWCSも生産している。堆肥舎も所有しているが、有機資源センターへは約半分の牛ふんを出している。年間平均の乳量は、11,000～12,000 kg/頭と優良な乳量生産農家である。牛舎は対頭式の繋ぎ飼いで中央通路に自動給餌装置が走行し、給餌を行っている(写真 10～13)。



写真 10 牛舎の内部



写真 11 自動給餌装置



写真 12 バーンクリーナーによるボロ出し



写真 13 堆肥舎

### 4) 堆肥を利用している農事組合法人 S生産組合

S生産組合は、水稻、麦、アスパラガス、大豆など栽培している生産組合で、有機資源センターで出来た堆肥を利用している。水田では特別栽培米(コシヒカリ)に供給している。現在、7名の組合員で約 50ha の作物栽培を行っている。水稻 43ha、アスパラガス 0.6ha、大豆 6ha などである(写真 14)。

これまでは組合員の多くは兼業であったが、今は全員勤め先を定年退職し、農業法人専任となり作業時間のやりくりなどの問題が減っている。とはいえ、高齢化していることは悩みとのである。アスパラガスの収穫など時間がかかる肉体労働も多く、収入に直結すると思えば、今



は苦にはならないが、大学生のアルバイトなども求めたいとの意見もあった。営農指導はJAが指導しており、土壌分析は毎年JA指導の下で行っている。



写真 14 S生産組合事務所

加治川有機資源センターまで直線で2km、板山有機資源センターまで13kmであるが、平坦路で移動できる加治川有機資源センターからフレコンバッグで堆肥搬入を行っている。堆肥散布などの機械は生産組合が所有しているが、粉堆肥では時間がかかる、均一に撒けないなど人手不足も考えるとペレット化に大きな期待をもっている。ただし、ペレットは雨に濡れると崩れるため、ペレット堆肥の場合は屋根のない田んぼの畝に置くことはできず、散布日に有機資源センターまで取りに行く、または、散布に合わせて届けてもらうサービスがあると良いとの意見があった。

なお、新発田市には今回の調査対象以外の施設として米倉有機資源センターがあるが、ここでは下水汚泥を肥料材料に用いている。新潟県では、汚泥肥料および菌体りん酸肥料は特別栽培農産物の栽培には使用できない規定があるため、米倉有機資源センターで生産された肥料は特別栽培米生産には用いられていない。

## 5) 調査委員の所見

新発田市には市が管理運営している堆肥センターが3カ所あり、堆肥センターへ持ち込まれる堆肥原料は家畜ふん、汚泥(食品・農集排)、食品残渣(生ごみ)など約16,140t、そのうち家畜ふんが12,920tで8割を占めている。一方、堆肥化に必要な副資材は、市内の農家、ライスセンター、カントリーエレベーターなどから廃棄されるモミガラであり、農地の9割以上をしめる水田から供給されている。堆肥センターで生産された堆肥(特殊肥料)の約7割は市内の水田に施用されている。耕種農家は、ほぼ堆肥の散布用機械を所有していないため、市が市

内全域を対象とする散布計画を組んで機械を貸し出し、散布を応援している。このように家畜ふんとモミガラを使った堆肥生産をおこない、その堆肥を水田に施用する耕畜連携・循環型の農業を平成 17 年から続け、新発田市の農業生産の原動力となっている。新発田市の根強い応援が農業生産を支え、長年の利用による施設の老朽化についても、市が積極的に施設整備に取り組んでいることも付記したい。

新発田市は、江戸時代に紫雲寺潟の干拓によって 1,900ha の田と 42 の村を誕生させるなど、古くから稲作によって発展してきた地域である。また、県内有数の畜産地域でもあり、使用頭羽数は乳用牛および豚が県内 1 位、採卵鶏は 2 位、肉用牛は 3 位である。このように広大な農地と大量の家畜ふんを活用できる条件が揃っていることから、近年、有機農業が重視されている。今回の調査とは別の機会に二階堂馨市長と面談する機会があったが、ハワイへの有機米の出荷などで良い感触をつかんでおり、今後、農業を新発田市発展の重要産業に位置づけ、より良質な堆肥生産に力を入れていきたいとのことであった。

**参考資料：**

- 畜産環境整備機構(2005)堆肥の品質実態調査報告書. 102pp.
- 畜産環境整備機構(2022)堆肥化施設設計マニュアル. 255pp.

調査年月日：令和 6 年(2024 年) 7 月 25 日(木)～26 日(金)

調査委員：中井 裕

## 1-3. (有) 田村養豚場 養豚一貫経営

栃木県小山市大字大本 674



写真1 事務所から養豚場方面の風景

### 1) 経営の概要

栃木県小山市は県南部の平野部にあり、首都圏からの距離 70km、県都宇都宮市からは南に 30 kmに位置する。市のほぼ中央を思川が南北に流れ、東岸は洪積層の台地があり、西岸には沖積層の低地が広がっている。田村養豚場のある大本地区は、市の北部、思川西岸に位置し、農場の周囲は水田地帯が広がっている。また、この地区は畜産業も多く営まれ、牛舎をしばしば目にする事ができる。

田村養豚場は、昭和 43 年頃に先代社長の決断により養牛から養豚へと事業を転換し、昭和 52 年に法人化され現在に至るまで養豚業を営んでいる。これまでに四度の総合資金制度による融資等を受けて既存牛舎の豚舎への改造、繁殖舎・肥育舎の整備(昭和 46・47 年頃)、肥育舎の増設、分娩舎、ストール舎の新設(昭和 52 年)、浄化槽、ロータリー式堆肥舎の設置(平成 17 年)、浄化槽の増設、縦型コンポ2基を導入(平成 28 年)して、現在の6千頭まで経営規模を拡大してきた。田村養豚場では飼料米の登録検査機関としての認可を受け、集荷・検査を行える体制を整えている。これにより地元農家から飼料米を買い取り、これを配合した餌を与えて育て、ブランド豚肉「おとん」として出荷している。現在の従業員数は 8 名である。

## 2) 堆肥化処理施設

田村養豚場の堆肥化処理施設の配置を図1に示した。田村養豚場ではスノコ式豚舎の除ふんを朝夕2回行っており、2基ある縦型コンポに朝夕交互に固液分離されたふんを投入している(図2、写真2)。各回の投入量は 浄化槽(活性汚泥浄化処理施設)の引き抜き汚泥も含めて2トンダンプで2台程度で、月間 240トンが投入されている。



図1 田村養豚場の堆肥化処理施設の配置

堆肥化するための縦型コンポは、中部エコテック社の S・60ET 型(発酵槽 56 m<sup>3</sup>) 2基であり、平成 30 年に導入された(写真2)。同農場のコンポは 養豚業で標準的なコンポ S・36ET 型(発酵槽 39 m<sup>3</sup>)よりやや大きい型式で余裕をもって堆肥化処理を行える。さらに上述のように、コンポ2基に交互にふんが投入されることで、発酵温度の安定維持に貢献している。コンポのメンテナンス費用は年間 200 万円である。なお、堆肥化で発生する臭気はコンポに隣接した生物脱臭装置(写真3)にて木質チップを通じて脱臭しており、こちらのメンテナンス費用は年間約 30 万円である。



写真2 縦型コンボ(中部エコテック社 S・60ET 型)



写真3 脱臭装置

同農場では平成 28 年にツインダイス式の造粒機(株式会社垣内 粒造くんジュニア)を導入し、堆肥のほぼ全量をペレット化している。コンポから取り出される堆肥は、月間約 50 トン(水分約 30%)で、トロンメルふるいにて 5 mm 以下にふるい分けを行い(写真 4)、造粒機に導入している(図2、写真 5、6)。造粒能率は時間 0.5 トン、日最大 4.5 トンで、加工には専任者1名を当てている。造粒したペレット堆肥は大型送風機で風を当てて乾燥をすすめ、フレコン(500 kg)ないし小袋(15 kg)に袋詰する(写真 7)。トロンメルふるいを通過しなかった塊については、返戻堆肥としてコンポに戻す。造粒機のメンテナンス費用は年間 100 万円である。

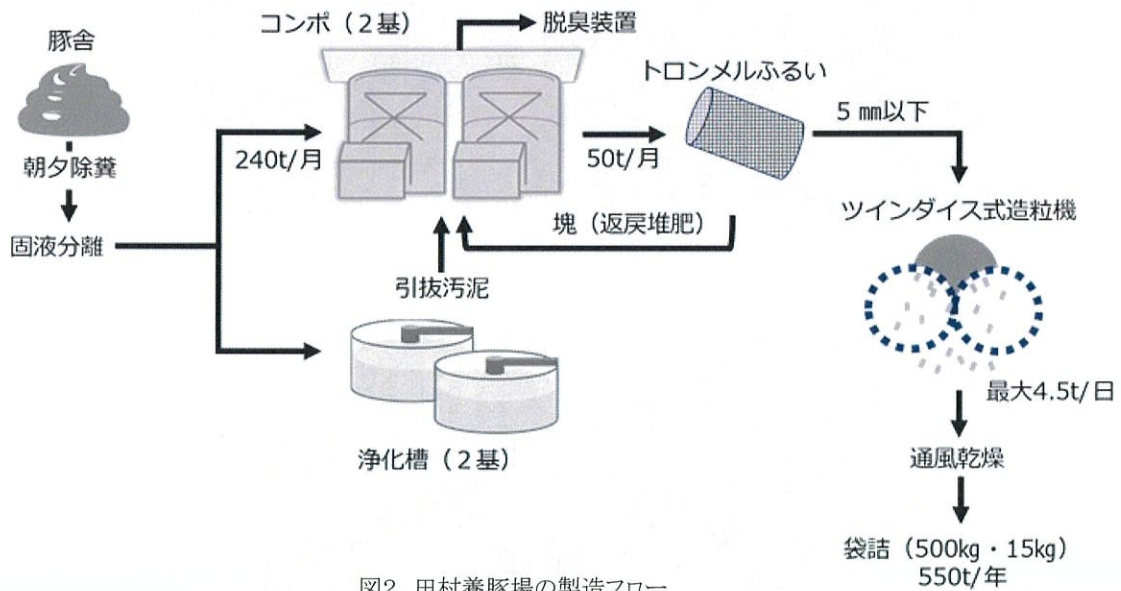


図2 田村養豚場の製造フロー



写真4 トロンメルふるい



写真 5 堆肥造粒装置(全体)



写真 6 堆肥造粒装置



写真7 ペレット堆肥包装(小袋)

### 3)ペレット堆肥の特徴と販売

年間 550 トン生産されるペレット堆肥(商品名:ペレットとんぷん)は直径6mm長さ 12 mm程度で黒褐色の硬い粒状で(写真 8)、ほとんどにおわない。



写真8 ペレット堆肥の外観



縦型コンポによる発酵により堆積中の温度上昇、切返回数も十分である(表1)。総合点は82であり完熟堆肥と言える。

表1 現地調査表における堆肥の評価

色*	黄～黄褐色(2)、褐色(5)、 <b>黒褐色～黒色(10)</b>
形状	現物の形状をとどめる(2)、かなりくずれる(5)、 <b>ほとんど認めない(10)</b>
臭気	ふん尿臭強い(2)、ふん尿臭弱い(5)、 <b>堆肥臭(10)</b>
水分	強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上(2)、 強く握ると手のひらにかなりつく・・・60%前後(5)、 <b>強く握っても手のひらにあまりつかない・・・50%前後(10)</b>
堆積中の最高温度	50℃以下(2)、50～60℃(10)、60～70℃(15)、 <b>70℃以上(20)</b>
堆積期間	家畜ふんだけ・・・ <b>20日以内(2)</b> 、20日～2ヶ月(10)、2ヶ月以上(20) 作物収集残渣との混合物・・・20日以内(2)、20日～3ヶ月(10)、3ヶ月以上(20) 木質物との混合物・・・20日以内(2)、20日～6ヶ月(10)、6ヶ月以上(20)
切返回数	2回以下(2)、3～6回(5)、 <b>7回以上(10)</b>
強制通気	なし(0)、 <b>あり(10)</b>

( )内点数を合計し。未熟(30点以下)、中熟(31～80点)、完熟(81点以上)

合計点数 ( 82 )点

注※：堆肥化が進むと腐植酸が生成し、堆肥の色については黒味が強くなる。

堆肥の分析結果を表2に示した。三要素全量は現物に換算して、窒素 3.1%、りん酸 7.5%、加里 2.6%と特にりん酸の割合の高い堆肥であり、多量施用に注意が必要である。また、銅・亜鉛の含量が、各々現物1キログラム当たり 300 ミリグラム、900 ミリグラムを超えているため、法令に基づいて表示をする必要がある。炭素窒素比(C/N 比)、pH、灰分は平均的で EC がやや高い豚ふん堆肥である。発芽率は高いが、酸素消費量が一般的な堆肥に比べて高いため、施用後は念のため時間をおいて作付することが望ましい。

表2 堆肥の分析結果(分析:畜産環境技術研究所)

項目	単位	検査結果	項目	単位	検査結果
窒素全量	% (乾物)	3.8	pH		7.3
りん酸全量	% (乾物)	9.4	EC	mS/cm	5.6
加里全量	% (乾物)	3.3	灰分	% (乾物)	25.9
銅全量	mg/kg(現物)	370	発芽率	%	99
亜鉛全量	mg/kg(現物)	1,600	酸素消費量	μg/g/min(現物)	12
石灰全量	% (乾物)	6.3			
炭素窒素比		10.2			
水分	% (現物)	19.7			

堆肥の需要は春と秋の年二回に集中するため、半年分貯蔵できるよう保管庫(9×40m)を建設した。堆肥をペレット化することで、容積が 1/3 程度に圧縮されること、フレコンに入れると 3段積みできることにより貯蔵性も良好である(写真 9)。

ペレット堆肥 550 トンの販売先は 200 トンが肥料商等向けに販売されており、長野県、山梨県、北海道、茨城県に広域流通している。残りの 350 トンは近隣の農家に販売し、水稻、麦、ソバ、大根、梨の栽培に利用されている。農場渡し販売価格は 15 kg 小袋が 500 円、500 kg フレコンが 9000 円で年間の売上は 650 万円に達する。

造粒機導入当初に販売先開拓に相当苦労したため、在庫管理には特段の注意を払っている。仮に肥料商からの予約数量に対し欠品があると、肥料商は別の堆肥生産者から調達し、翌年からの予約数量を減らされてしまうためである。また、以前にはペレット堆肥が粉化して、散布にあたり粉塵が発生するクレームがあったが、造粒機メーカーの助言を得て解決した。ペレットの表面が白くかびることがあるが、枯草菌によるものと説明し利用者の理解を得ている。



写真 9 ペレット堆肥入りフレコンの貯蔵状況

## 5) 調査委員の所見

本農場のふん尿処理の最大の特徴は、飼養頭数に見合った2基の縦型コンポと2基と浄化槽(写真 10)を設置することで、安定的かつ無理なくふん尿処理を行っていることである。朝夕の除ふん(豚舎の清掃作業)とふん尿処理が連動することで、衛生的で豚と人にとってストレスフリーな飼養環境の維持に貢献している。さらに、飼料米生産農家と耕畜連携することで、堆肥の地域循環がスムーズに行われている。

興味深かったのは、養豚業と堆肥販売の会計処理の違いである。本業の養豚では出荷する豚は農協や食肉市場を通じて媒介者取引(委託販売)を行っているため、請求書発行の習慣が無い。一方、堆肥販売では請求書を発行する必要があり、請求漏れがないか、行き違いによる確認ミスがないかをしっかりと事務処理を確認するとのことである。

経営者は熱意にあふれており平成 24 年には、養豚業を通じて地域の活性化に貢献していることが高く評価され、第 62 回全国農業コンクール全国大会で農林水産大臣賞受賞している。後継者も育っており、これからも地域を先導する順調な経営となることを期待する。



写真 10 浄化槽(活性汚泥浄化処理施設)

調査年月日: 令和6年(2024年)9月6日(金)

調査委員: 荒川祐介

## 1-4. (株)八重瀬堆肥センター 八重瀬町バイオガスプラント

沖縄県島尻郡八重瀬町字後原

沖縄県島尻郡八重瀬町字富盛

### 1) 経営の概要

八重瀬町は、沖縄県本島の南に位置し、町の東側は南城市、西側は糸満市、南側は太平洋、北側は南風原町と豊見城市に接している。地勢は、全体的に起伏に富んだ地形となっており、町の南部には、町名の由来にもなっている八重瀬岳を最高地(標高 163m)とする丘陵台地があり、台地の海岸線は雄大な海食崖を形成し、風光明媚な景観を有している。なお、南部の八重瀬岳一帯は琉球石灰岩が分布する台地で、急斜面を北方に向け、緩やかな斜面を南方に向けている。東・西・北部の一帯は緩やかな台地状となっており、全体的に平坦地形が緩やかに北方へ広がり、台地の大部分はさとうきび畑で、その中に集落が点在している。

(株)八重瀬堆肥センター(写真 1)は、複数の酪農家が出資し、ふん尿処理と堆肥販売を目的に具志頭村酪農有機肥料生産組合が前身の堆肥センターで、2017 年のバイオガスプラントの完成と同時に株式会社化し、八重瀬町のバイオガスプラントの指定管理者となった。バイオガスプラントでは一般・産業廃棄物の受け入れや発電事業で収益を上げ、副産物のバイオ液肥(消化液)の地域利用を進めるとともに、搾汁した固形分は堆肥センターで牛ふんと混合して堆肥化し、堆肥を近隣の耕種農家に販売している。

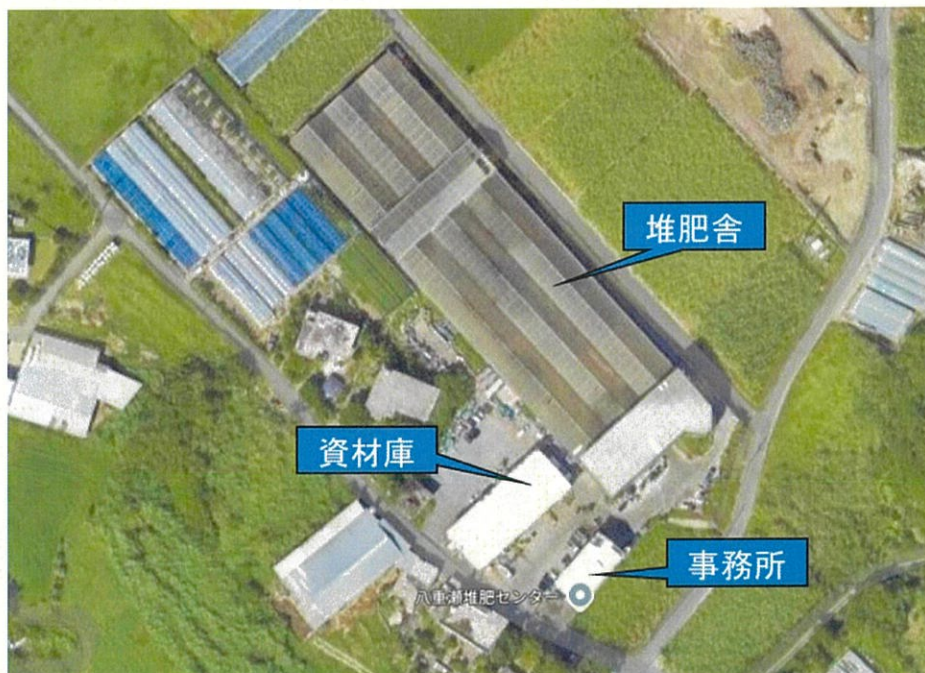


写真 1 (株)八重瀬堆肥センターの概要(堆肥舎の幅約 50m、長さ 150m)  
(Google 地図より作成)

## 2) 堆肥化処理施設の概要

八重瀬町堆肥センターを利用している7戸の酪農家のふん尿は、ロストル牛舎内で固液分離され(一部はフリーバーン牛舎でありスラリーである)、固形分(ふん)を堆肥センターへ、液分(スラリー状)をバイオガスプラントへ搬送する。

堆肥センターの堆肥舎は、幅約 50m、長さ 150mの大きな3連棟の密閉型の堆肥舎で、原料の生ふん投入槽となる 1 棟目は攪拌レーンがなく、ショベルローダで原料を混合・切り返しのできる広いスペースとなっている(写真1、2)。この1棟目の堆肥舎には原料の生ふんのほかバイオガスプラントから排出された搾汁固形分が持ち込まれ堆肥の原料となり、ショベルローダで堆積・切り返ししながら一次処理の堆肥化を約1~2ヶ月間かけて行っている(写真3)。



写真2 堆肥舎の入り口、左は資材庫



写真3 1棟目の原料投入レーン

一次処理のあとは2棟、3棟目の堆肥舎に運ばれて二次処理の腐熟と乾燥行程を経て腐熟した堆肥となる。この2棟の堆肥舎にはそれぞれ幅約6mの浅型のロータリー攪拌機が設置されたレーンが2列あり、1 棟目で堆積発酵された一次処理の堆肥の腐熟(二次処理)と乾燥が行われる(写真4)。ロータリー攪拌機のレーン長さが約 100mあり、乾燥の程度はレーンの使用長さを調整し、乾きすぎないように調整している(写真5、図1)。



写真4 3棟目の乾燥レーン



写真5 仕上がり堆肥

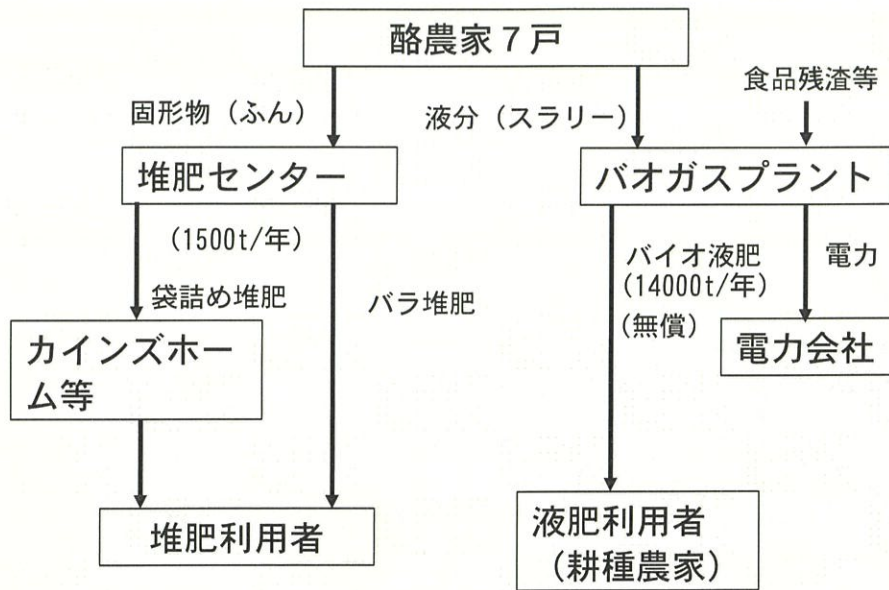


図1 (株)八重瀬堆肥センターのフロー

原料生ふんは 7 戸の酪農家の約 380 頭分であり、堆肥センターの作業員が酪農家へコンテナトラックでとりに行く。片道 10 分程度の距離にあり作業動線が短いことが特徴である。なお原料生ふんは無償である(写真6)。



写真6 原料(生ふん)運搬車

### 3) バイオガスプラントの概要

バイオガスプラント（八重瀬町地域循環型バイオガスシステム）は2017年から稼働し始め、乳用牛のふん尿が主な原料(牛舎のロストルの下に溜まったスラリー)として1日30tの処理の受け入れができる。中温菌によるメタン発酵方式で、メタン含有量65～75%のメタンガスを1日当たり1,000Nm<sup>3</sup>(発熱量36GJ)製造できる。発電規模は100kW/時、年間約80万kWhの発電量であり、電力は沖縄電力へ売電している。消化液はバイオ液肥として近隣の野菜農家等へ無償で供給している(写真7～11)。



写真7 バイオガスプラントの全景(Google 地図より作成)

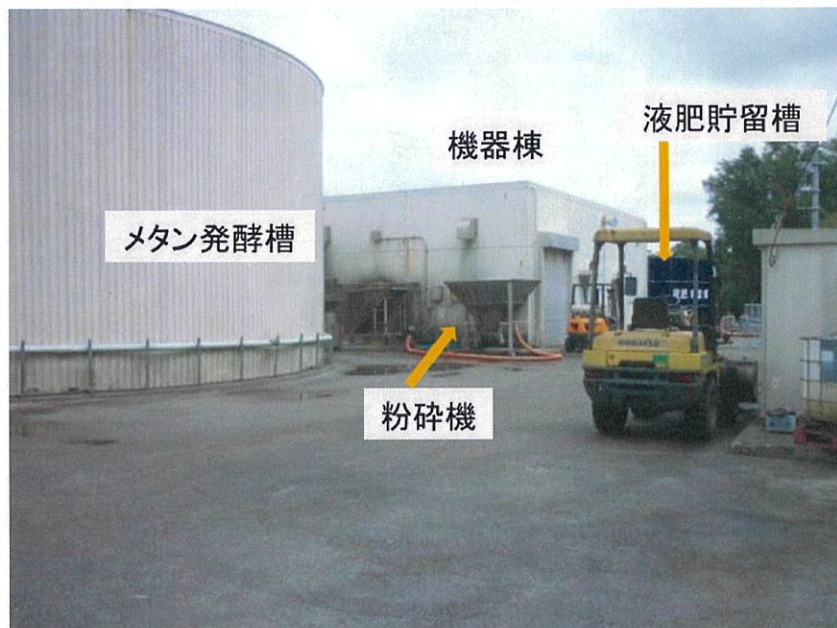


写真8 バイオガスプラントのメタン発酵槽、機器棟、粉砕機、液肥貯留槽





写真9 バイオガスプラントのメタン発酵槽、ガスホルダー



写真10 バイオガスプラントの液肥貯留槽、発電機



写真11 バイオ液肥運搬車

#### 4) 堆肥、液肥の利用

牛ふんを主な原料とした堆肥の生産量は、約 1500t/年であり、その堆肥は野菜、花卉、飼料作(牧草)家庭菜園等の農家へ有償で販売されている。堆肥の肥料成分は、堆肥原料にモミガラやオガコが含まれないため肥料成分も偏りなく含まれており、ECは5mS/cm以下、炭素率(C/N 比)は約 15 であり良質な堆肥となっている(表1)。袋詰め堆肥(やえせ1号) (写真12)は注文制で量販店が主な販売先である。基本はバラ堆肥であるが配送量によって料金は異なる(表2)。

バイオ液肥の年間生産量は約 14000t/年であり、サトウキビ畑や牧草地などで使われ、2017

年度で 138ha の圃場に施用、2023 年度には 205ha に拡大し、年間約 500 件の農家が利用している。バイオ液肥の運搬、施用は、バイオガスプラント側が 10t バキュームカーを使い無償で行っている(写真 11)。

表 1 堆肥の成分

検査項目	単 位	堆肥の成分
水分	% (現物)	47.4
灰分	% (乾物)	34.7
pH		8.6
EC	mS/cm	4.3
窒素全量	% (乾物)	2.4
リン酸全量	% (乾物)	2.1
加里全量	% (乾物)	3.5
石灰全量	% (乾物)	7.3
苦土全量	% (乾物)	1.6
炭素率 (C/N比)		15.4



写真 12 袋詰め堆肥(やえせ1号)

表 2 堆肥の価格

堆肥の価格 (令和6年11月より) (株)八重瀬堆肥センター

商品名	単価	消費税	税込金額
やえせ 1 号	282円	28円	310円
バラ堆肥 0.5m <sup>3</sup>	1,800円	180円	1,980円
バラ堆肥 1 m <sup>3</sup>	3,500円	350円	3,850円
バラ堆肥 2 m <sup>3</sup>	6,500円	650円	7,150円
バラ堆肥 3 m <sup>3</sup>	9,500円	950円	10,450円
バラ堆肥 2 t 車(4 m <sup>3</sup> )	13,000円	1,300円	14,300円
バラ堆肥 4 t 車(10m <sup>3</sup> )	32,000円	3,200円	35,200円
フレコン 1袋(500kg)	5,600円	560円	6,160円
配送料金	1,000円	100円	1,100円

八重瀬町内は配達無料



写真 13 やえせ桜まつりの様子

### 5)調査員の所見

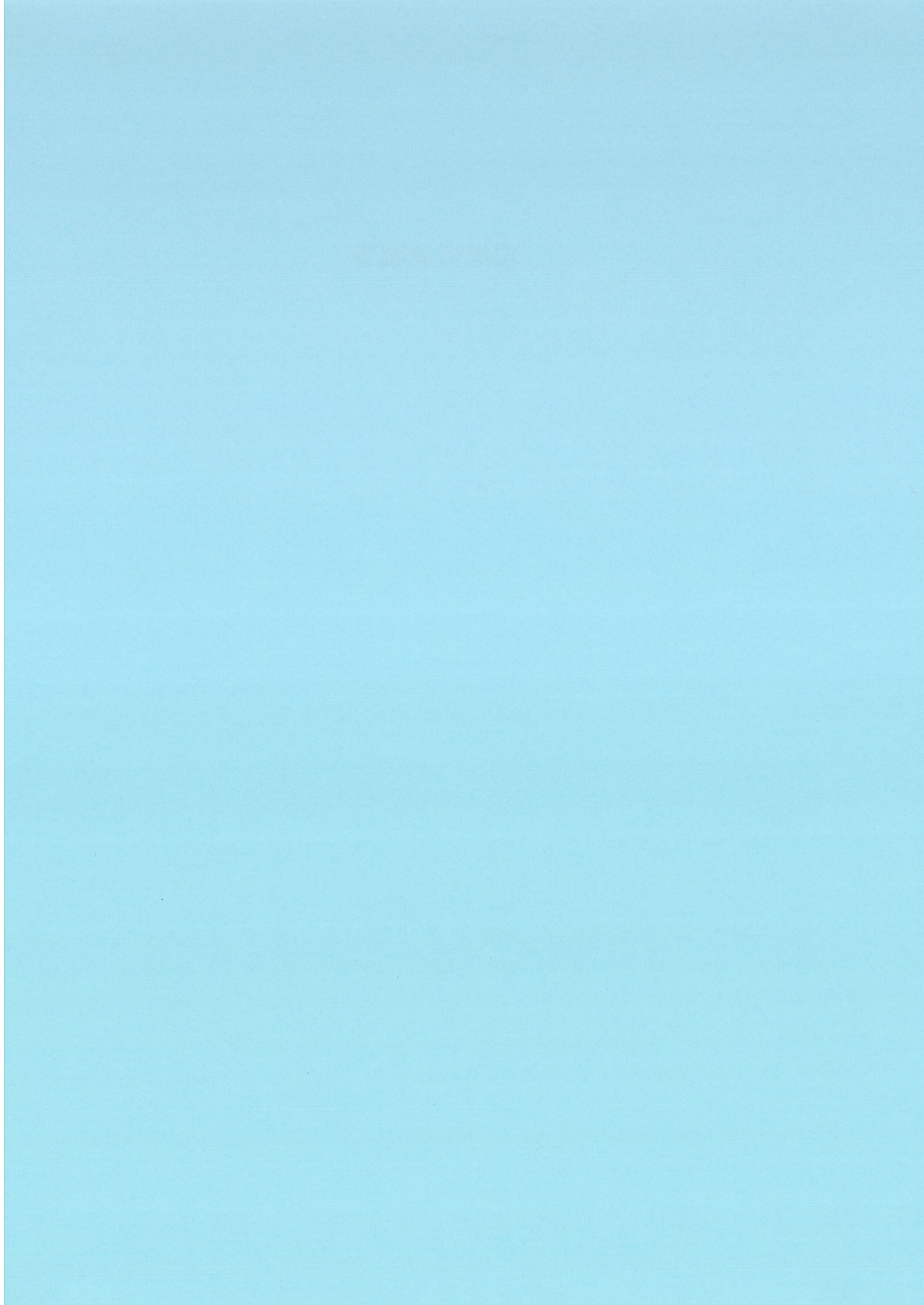
地域周辺酪農家から無償で牛ふん尿を収集・運搬し、ふんは堆肥化して地域の耕種農家へ販売し地域農業の生産力向上に貢献している。一方、地域の酪農家はふん尿処理をする必要が無いことから飼養管理等の労力に余裕が生まれ、管理作業等を充実することができる。スラリー状の尿汚水はバイオガスプラントに運ばれバイオガス生産の原料となり、副産物として排出される消化液(バイオ液肥)は近隣の耕種農家に無償で運搬・施用されており、その利用は年々増加している。また、バイオガスは発電に使われ年間約 80 万kWhの発電量があり、大半は電力会社に売電されており、発電収益は八重瀬町堆肥センターの運営に大きく寄与している。このように畜産農家(酪農家)にとっては、ふん尿処理にかかる時間と費用が大幅に減少し、耕種農家にとっては堆肥・バイオ液肥の利用によって化学肥料の節減、生産物の収量

アップなどにつながり、耕畜連携のかみ合った地域農業経営の推進力となっている。

このような取り組みが極めて良好に行われている背景には、酪農有機肥料生産組合から自立経営を目指した株式会社化に移行することによって経営の合理化や施設の機器などの修理・修繕をできるだけ自分たちで行うといった企業努力が大きな要因となっている。現在、経営収支では他からの金銭的支援を受けず経営がなされている。また、地域への貢献としてバイオガスプラント近くの公園において発電した電気を使い「やえせ桜まつり」を協賛企業として支えるなど積極的な応援を行っている(写真 13)。このような積極的な取り組みは一重に(株)八重瀬堆肥センター代表の新里菊也氏の並々ならぬ熱意と努力のたまものである。

調査員：道宗直昭(事務局)

## 2 現地指導調査



## 2-1. 有限会社 市の瀬牧場 酪農

静岡県富士宮市人穴 444

### 1) 経営の概要

市の瀬牧場は、富士山の東側裾野に位置している酪農場である(写真1)。創業者が昭和35年(1960年)に牛1頭から始め、その後規模拡大をし、平成5年(1993年)フリーストール牛舎を設置した。平成17年(2005年)から有限会社市の瀬牧場として発足し、現在では搾乳牛350頭、育成牛170頭、合計520頭を飼育している。家族経営であるが、合計17人のスタッフ(うち外国人技能実習生7名)で運営し、年間3,300tの牛乳を生産している。

搾乳牛舎はフリーストール(写真2)、育成牛舎はフリーバーン牛舎であり、牛床に粉碎したプレーナ屑(写真3)を敷き、肢体の滑り防止と横臥の快適性を確保している。敷料込みのふん尿を堆積式堆肥化している。



写真1 農場の全容と堆肥化施設の配置(Google Earthより作成)



写真2 フリーストール牛舎内部(敷料使用)



写真3 プレーナ屑

2) 堆肥化施設の概要

堆肥化は堆積方式で行われている。通気装置の付いた堆肥舎(約 1,200 m<sup>2</sup>)を平成 12 年(2000 年)に導入し、平成 27 年(2015 年)には堆肥保管庫1棟(1,500 m<sup>2</sup>)を増築した。

堆肥の製造方法は図 1 に示す。日量約 20t(8,000t/年)の牛ふん(敷料込み)が発生し(写真4)、水分調整用の剪定屑等を加え堆積発酵(写真5)することにより、年間約 9,500tの堆肥が製造されている。堆肥の一部は戻し堆肥として育成牛舎や乾乳通路に使われている。

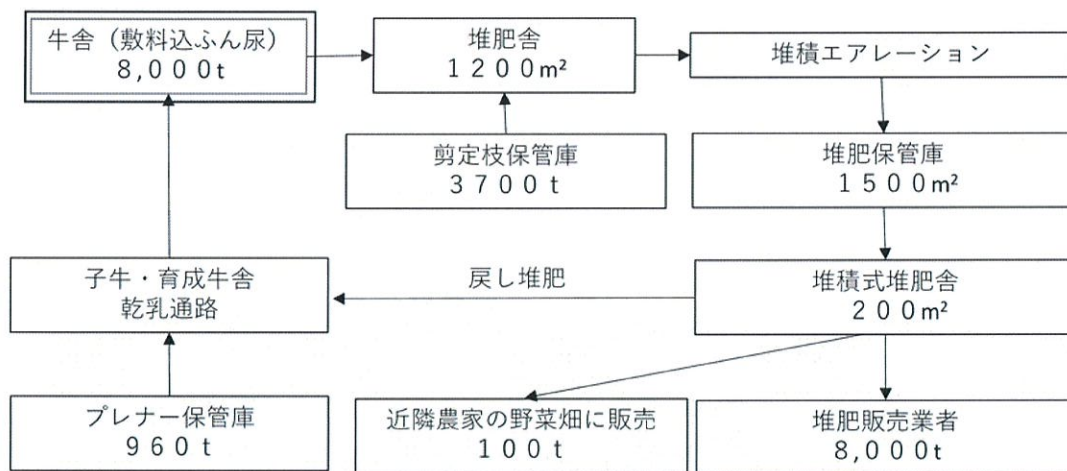


図 1 市の瀬牧場の堆肥処理フロー



写真4 牛舎から搬出された家畜ふん



写真5 堆積直後の堆肥



1日に排泄されるふん尿量が多いため既存の堆肥舎では処理し切れず、各発酵槽は満杯の状態となっており、堆肥舎の入り口や通路にまで山積みの状態である(写真6, 7, 8)。

堆積量が多いため堆肥が高く堆積されており、通気装置も十分に機能できていない。堆肥保管庫では、高さ5m以上に堆積している所もあり、切り返し作業はバックホーを使って行っているが、堆肥の山の上での高所作業となっている(写真9)。このように高い位置で危険を伴う所もあるため、作業改善とともに適正な堆肥化処理を行うことができるよう堆肥舎の増築、堆肥置き場の確保など改善策を検討する必要がある。



写真6 堆肥舎通路にも溜まった堆肥

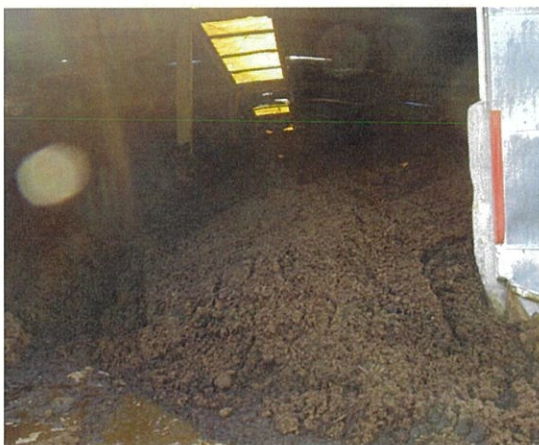


写真7 堆肥舎入り口に溜まった堆肥



写真8 牛舎脇まで堆積された堆肥



写真9 バックホーを使って積み上げ、切り返し作業を行っている

生産された堆肥の大部分は堆肥販売業者にわたり、再加工されてホームセンター等で販売されている(図2)。しかし、販売先は限定されているため、堆肥のストックが非常に多く、その処理に苦慮しているのが現状である。

現在の堆肥販売業者への販売価格は安く、より高品質な堆肥にすれば高く引き取ってもらい可能性があり、含水率を低下させ成分の安定した堆肥の生産を行うことが望まれる。

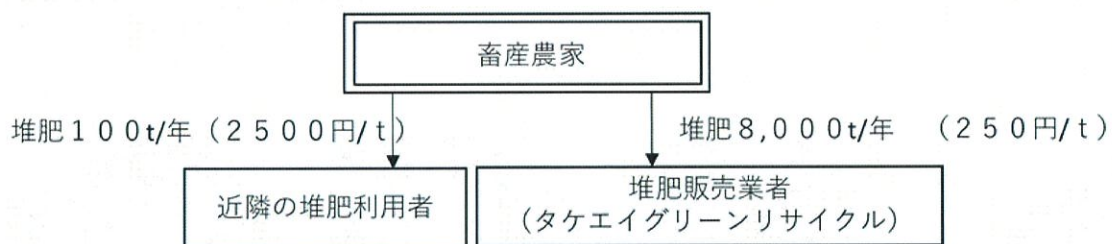


図2 堆肥流通利用のフローシート

### 3) 堆肥の品質

堆肥の現地評価スコア(表1)は87点と良好であり、堆肥としての質は良いと思われるが、大量に堆積しているため場所により水分状態は大きく異なる。大きな山の堆積下部では含水率が高くなっており、床には浸出液があふれている場所もみられた。堆積の山をより小さくすることにより均質化を図ることが必要である。

表1 堆肥品質の現地調査票(合計点 87点)

色*	黄～黄褐色(2)、褐色(5)、 <b>黒褐色～黒色(10)</b>
形状	現物の形状をとどめる(2)、かなりくずれる(5)、 <b>ほとんど認めない(10)</b>
臭気	ふん尿臭強い(2)、ふん尿臭弱い(5)、 <b>堆肥臭(10)</b>
水分	<b>強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上(2)、</b> 強く握ると手のひらにかなりつく・・・60%前後(5)、 強く握っても手のひらにあまりつかない・・・50%前後(10)
堆積中の最高温度	50°C以下(2)、50～60°C(10)、 <b>60～70°C(15)</b> 、70°C以上(20)
堆積期間	家畜ふんだけ・・・20日以内(2)、20日～2ヶ月(10)、2ヶ月以上(20) 作物収集残渣との混合物・・・20日以内(2)、20日～3ヶ月(10)、3ヶ月以上(20) 木質物との混合物・・・20日以内(2)、20日～6ヶ月(10)、 <b>6ヶ月以上(20)</b>
切返回数	2回以下(2)、3～6回(5)、 <b>7回以上(10)</b>
強制通気	なし(0)、 <b>あり(10)</b>

表2 堆肥成分分析結果(畜産環境技術研究所調査)

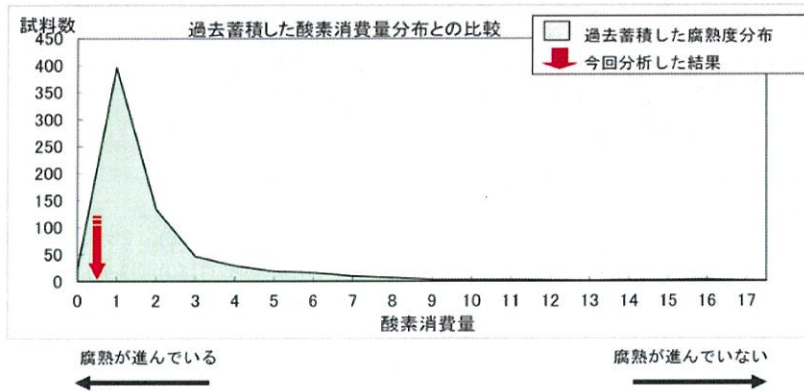
検査項目	検査結果		検査方法
水分	39.5	%(現物)	「堆肥等有機物分析法*」による。
粗灰分	43.8	%(乾物)	同上
pH	8.9		同上
EC	2.4	mS/cm	同上
窒素全量	1.4	%(乾物)	「乾式燃焼法」による。
磷酸全量	0.6	%(乾物)	「堆肥等有機物分析法*」による。
加里全量	1.9	%(乾物)	同上
石灰全量	13.9	%(乾物)	同上
苦土全量	1.2	%(乾物)	同上
炭素率(C/N比)	22.6		「乾式燃焼法」による。
銅全量	30	mg/kg(現物)	下記*による。
亜鉛全量	100	mg/kg(現物)	同上
鉄全量	19,000	mg/kg(乾物)	同上
マンガン全量	360	mg/kg(乾物)	同上
発芽率	99	%	下記**による。
酸素消費量	0.6	μg/g/min(現物)	「コンポテスター」を用いた***による。
臭気指数相当値	9	(現物)	「におい識別装置」を用いた***による。
放射性セシウム合計	-		NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ使用による。

コメント:  
石灰がきわめて高く、灰分が高く、pHがやや高く、ECがきわめて低く、窒素、磷酸がやや低い乳用牛ふん堆肥です。  
この堆肥に含まれる肥料三要素の全量は、現物1トン当たり、窒素8kg、磷酸4kg、加里11kgです。このうち化学肥料相当分の含量(肥効率)を、窒素10%、磷酸80%、加里90%とすると、化学肥料相当分は、現物1トン当たり窒素1kg、磷酸3kg、加里10kg程度となります。  
銅、亜鉛は基準値以下です。  
酸素消費量(易分解性有機物含量の目安)、発芽率の結果は十分に腐熟が進行したことを示しています。  
臭気の弱い堆肥です。

堆肥成分診断

\* 財団法人日本土壌協会「堆肥等有機物分析法」(2010年版)に準じた方法  
 \*\* 農林水産技術会議事務局「家畜ふんたい肥の品質評価・利用マニュアル」(2004)  
 \*\*\* 一般財団法人 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所方式

1. 酸素消費量 「コンポテスター」による分析値  
分析値： 0.6



2. 臭気指数相当値 「におい識別装置」による分析値  
分析値： 9

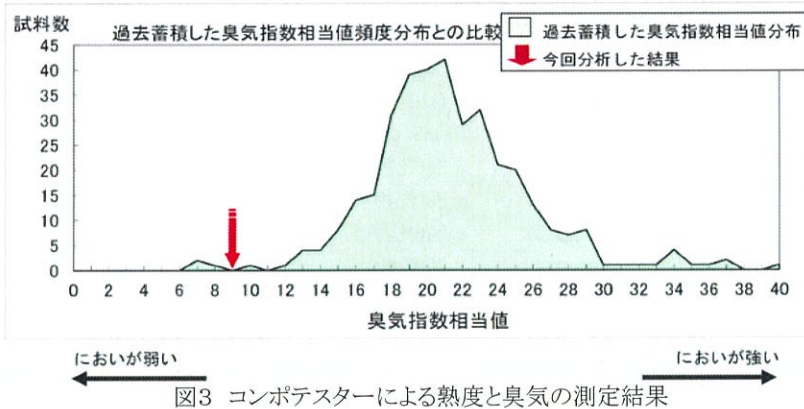


図3 コンポテスターによる熟度と臭気の測定結果

仕上げ堆肥の分析結果(表2)では、含水率も低く、臭気や腐熟程度も問題なく(図3)良好な状態であった。肥料成分は、窒素 1.4%、リン酸 0.6%、カリ 1.9%と牛ふん堆肥の平均的な値であったが、石灰と鉄の含量が異常に高い傾向が見られた。これは堆肥化過程で発熱を目的とした石灰や含鉄資材が混合された可能性を示唆している。石灰の含量がこれほど高いと塩類が集積した施設園芸の利用は適さないため、施用に当たっては注意が必要である。鉄含量も異常に高いが、鉄には有害性はなく、水田への施用ではむしろプラスの要因になる。しかし、堆肥化過程でさまざまな物質を混合することはあまり好ましくない。

4) 要望事項と対応

(1) 要望事項

水分調整の副資材としてオガコ・剪定枝を使用しているが、価格の高騰や他産業でも使われて入手しにくく、今まで通りの使用量を維持できなくなっている。そのため、初期段階での副資材の投入量が減り、水分調整がうまくいっていないため、堆肥舎の使用状況も今まで以上に圧迫されている。副資材投入以外に初期段階での水分調整で有効な方法を知りたい。

完成後の堆肥は、業者の方に見ていただいて「良い堆肥だ、使いたい」という声もあるが、運賃を含めると価格が合わないことで販売までいかないことが多い。広く流通させるための堆肥作成のポイントがあれば教えて欲しい。

(2) 対応

良好な堆肥を生産するための基本は、堆肥化処理の流れをスムーズにする(物流の流れをつくる)ことである。そのためには、以下の対応が望まれる。

①堆肥の貯留スペース(堆積置き場)を作り、通路にある堆肥を順次移動して通路を空けることにより堆肥舎内の作業スペースを確保し、ローダによる切り返し作業を適正に行って堆肥化の促進を図る。そのためには堆肥舎を1棟分程度確保して製品堆肥置き場あるいは発酵槽のスペースを作ることが望まれる(写真1)。

②堆肥置き場は、新たに西側の堆肥舎の隣に建設するか、育成牛舎と堆肥舎の間の道路の部分に屋根がけをしてスペース確保を行うことが考えられる(写真9)。西側の堆肥舎の隣に建設する場合、この地はこれまでに堆肥を堆積してきた経緯があり、仮に2~3m以上堆積してあるとすれば、堆肥は有機物であるため、分解して地盤沈下を起こす恐れがある。従って堆肥舎等の建物を作る場合、地盤沈下を最小限にとどめるような工法が必要である。

③敷料として使われたプレーナ屑(写真3)は、牛舎の敷料として使用されており、使用量を減らすことは出来ない。また、排出後の材料水分が高いために堆肥化のための副資材(水分調整材)として使っているのであれば、戻し堆肥で代替できる。その場合はプレーナ屑の購入費用は削減できるが、乾いた戻し堆肥を作る必要がある。

④戻し堆肥を作るには、水分の低い堆肥(水分40%以下程度)をつくらなければ戻し堆肥としての機能は低い。現状の施設では水分の低い堆肥を作るのは難しいため、前述したように別途堆肥舎を作るか、乾燥ハウスを作るなどにより堆肥を発酵熱あるいは太陽熱を利用して乾燥する工程が必要となる(写真10)。

⑤水分調整剤として剪定屑を使うときは、使用する剪定枝の水分量が調整剤としての使用量に影響する。乾燥ハウスなどにより剪定枝の含水率を予め低下させておけば堆肥量の削減に役立つ。



写真9 畜舎と堆肥舎との間のスペース  
(写真1参照)の利用



写真10 太陽熱を利用したビニルハウス  
堆肥化乾燥施設の例

年間1万t近い堆肥が生産されているため、販売は大変である。現在1社と契約しているが、tあたり2,000円と価格が安い。堆肥の製造過程を見直し、より高品質な堆肥にすれば、安定して高く引き取ってもらえる可能性がある。さらに、高品質の堆肥を生産すれば他の業者からの引き合いの可能性もある。

一部は近隣の利用者に販売しているが、散布サービスなどを行わないと販路の拡大は難しいと思われ、人手がかかるため、一般販売の拡大は困難と思われる。

## 5) 調査委員の所見

良質な堆肥を継続して生産するには、適正規模に堆積し、快適な作業環境を作ることである。対応でも一部記したが、そのために以下の対策が必要と考える。

①現状の堆肥舎には堆肥が通路も含め満杯以上の堆肥があり、まず、堆肥舎の中央通路の堆肥を取り除いて通路を確保することが必要であり、そのためには通路からあるいは発酵槽から出した堆肥を堆積発酵させておく堆肥舎が必要である。現状の堆肥をどのくらい移動させねばならないのかを堆肥舎の図面等から計算し、把握して新たな堆肥舎の設計、建設のための資料作りが必要である。

②農場外に堆肥を移動させてスペースを確保することも考えておくことが望ましい。近くでこのようなスペースを借りることができればその場所を活用することもよい。

③戻し堆肥は堆肥化の副資材としての利用が主となるが、そのためには水分が低いことが第一条件である。また、戻し堆肥として循環利用する場合、2～3回程度が限度であり、戻しの回数が多くなると堆肥が団子状になりやすく通気しにくくなるので注意を要する。戻し堆肥を牛舎敷料に使う方法もあるが、その場合は含水率の低い堆肥を使うことが望ましい。

④堆肥生産とは異なるが、市の瀬牧場は農教育活動にも力を入れ、酪農教育ファーム認証牧場として酪農体験活動を行っている。主に小中学生を学校単位で受け入れ、年間で約2,000名に対応している(写真11)。これらの活動は、牧場のイメージアップになり、堆肥や牛乳の販売にもプラスの効果が期待できると思われる。



写真 11 酪農体験活動を受ける小学生(市の瀬牧場 HP より)

調査年月日: 令和6年(2024年)7月8日(月)～9日(火)

調査委員: 藤原俊六郎

## 2-2. (有) ありがとん 養豚 繁殖・肥育一貫経営

長野県安曇野市三郷温

### 1) 経営の概況

有限会社ありがとん(写真1、2)のある安曇野市は、平成17年(2005年)に、豊科町・穂高町・三郷村・堀金村・明科町の5町村が合併して誕生し、長野県のほぼ中央部に位置している。旧三郷村は、家畜ふんを原料とする堆肥を生産するため、三郷堆肥センターを整備したが、老朽化のため令和6(2024年)年5月に閉鎖され、今後解体される予定である。堆肥センターはこれまで安曇野市を中心に周辺地域の土づくりに必要な有機質資源を供給していたが、今後は農家ごとに生産する堆肥がこの役割を果たすことになる。



写真1 三郷農場の様子



写真2 来訪者を出迎える  
手作りの看板

ありがとんは母豚250頭の一貫経営で、今回調査を行った繁殖肥育を行う三郷農場のほか、梓川農場、穂高農場の3つを有し、繁殖部門と肥育部門を分けるツーサイト方式としている(図1)。三郷農場の母豚から生まれた子豚は、2ヶ月齢を目途として梓川農場、穂高農場に移動する。三郷農場では離乳子豚を合わせて肥育豚1,800頭、梓川農場は肥育豚700頭、穂高農場は750頭を飼養している。三郷農場には、従業員が10名おり、家畜ふん尿の堆肥化処理、汚水処理のほか堆肥の運搬や散布に専属者1名を配置している。豚の出荷先は、全量JAである。

農場のある地域では、畜産団地が形成されており、本農場のほか複数の農場がある。悪臭苦情へ対応するため、住民を含めた協議会が発足し、住民が畜産農場の見学や悪臭対応に

関する報告会などが行われている。このような中、農場主の意向である「易分解性有機物の分解が進んだ臭いのしない良質な堆肥を生産したい」を実現するため指導を行った。

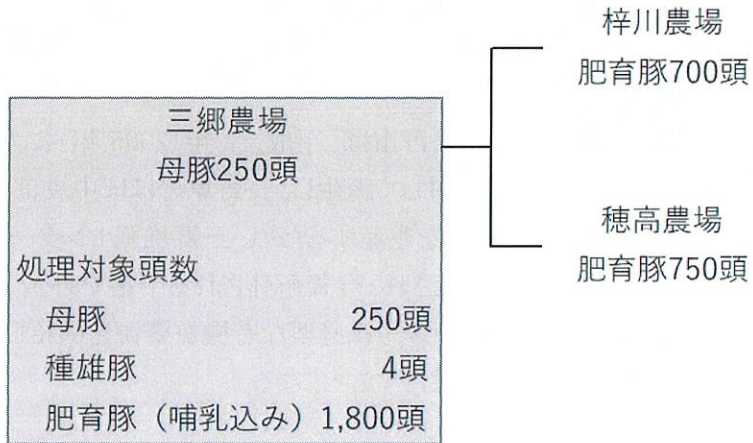


図1 農場における豚の飼養頭数とツーサイト方式の状況

## 2) 豚舎からのふん尿の搬出と処理施設

三郷農場の豚舎の配置は、写真3のとおりである。



写真3 農場の全景(Google Map より)



三郷農場の豚舎は、母豚舎 3 棟、種雄豚舎 1 棟、分娩豚舎 2 棟、離乳舎 1 棟、肥育豚舎 3 棟からなっている。悪臭苦情がある地域のため、農場南側は、悪臭拡散防止や防疫体制を強化するよう、高さ約2mの塀が設置され、堆肥舎は悪臭が漏れ出さないよう開口部が塞がれている(写真4、5)。



写真4 悪臭拡散防止のため設置された農場南側の塀



写真5 悪臭が拡散しないように開口部が塞がれた堆肥舎

北側の肥育豚舎 1 棟は、ふん尿分離構造であったが、現在は、ふん尿混合物状態となっている(写真6)。



写真6 肥育豚舎の様子(右はふん尿分離型豚舎)

前述の北側のふん尿分離豚舎も合わせ、すべての豚舎がふん尿混合状態の液状物としてふん尿を污水处理施設に1日に1回の頻度で搬出されている。離乳舎は、井戸水、その他の肥育豚舎は、浄化処理水をスノコ下に流し込んで、スノコ下を洗浄している。豚舎から搬出されたふん尿混合物は、污水处理施設の受槽に貯留し、振動篩で粗大固形物を除去し、固形物は堆肥化、液分は活性汚泥により浄化処理される。

### 3) 污水浄化処理施設の概要

連続式活性汚泥浄化処理施設は、3つの曝気槽と沈殿槽を有する(写真7)。浄化処理水は畜舎の洗浄のほか農場西側の圃場に散布している。



写真7 家畜用浄化処理施設の上部の様子



写真8 堆肥舎横に設置された振動篩(赤い矢印部分)

豚舎から搬出された液状のふん尿混合物を振動篩で分離した粗大固形物と、曝気槽で発生した余剰汚泥を3日に1回の頻度で凝集剤を添加して振動篩で分離した固形物が堆肥化処理される。振動篩は、堆肥舎の横に設置されており、分離された固形物が堆肥舎内に搬出される構造である(写真8)。

#### 4) 堆肥化処理施設

堆肥化処理のフローを図2に示す。

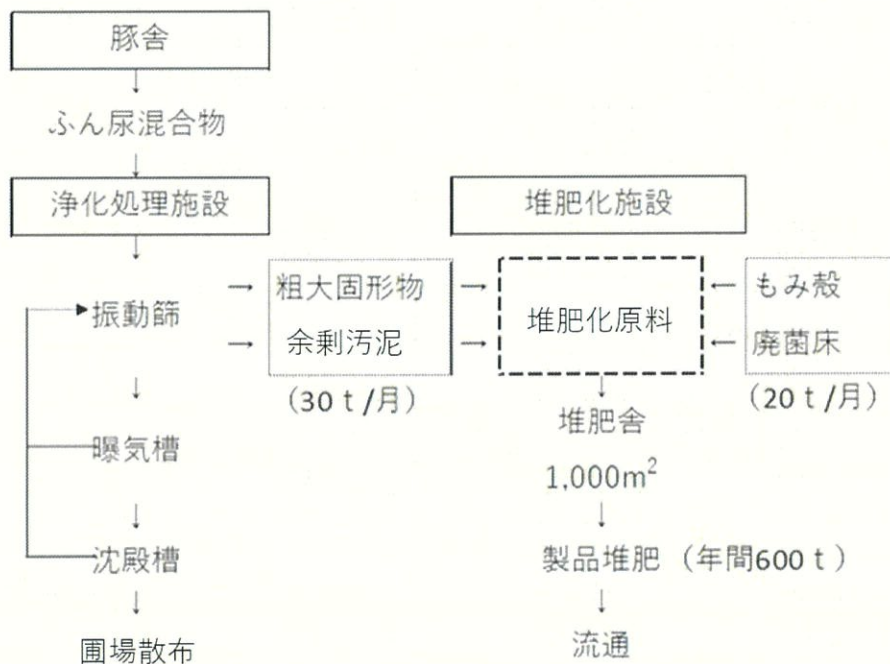


図2 堆肥化処理の処理フロー図

前述のように振動篩で除去された汚水由来の固形物と汚泥由来の固形物が堆肥化の原料となる。堆肥化初期の水分・比重調整は、もみ殻と廃菌床を4:1で混合したものを扱い、写真8のように振動篩で分離する固形物を受けるように堆肥舎内に広げておく。1週間分の固形物を副資材の上で貯留し、1週間に一度、下部通気がある堆積場所にひと山にして堆積する。下部通気する場所に2週間分を堆積したのち、3週間目には下部通気のない隣の場所に移動させ、5週目に堆肥舎内のストック場所に移動させる。この後は、堆肥舎内で堆肥をストックし、春および秋の需要期まで切り返しをせずに堆積する。下部通気は、送風専用のブロワ1台のほか、3)の家畜用浄化处理装置の曝気用ブロワから分岐している。

## 5) 堆肥の利用

### (1) 堆肥の特徴

製品堆肥の肥料成分は表1に示すとおりである。

表1 製品堆肥の成分値

検査項目	検査結果	
水分	62.2	% (現物)
粗灰分	40.7	% (乾物)
pH	9.5	
EC	5.1	mS/cm
窒素全量	2.1	% (乾物)
りん酸全量	7.8	% (乾物)
加里全量	4.7	% (乾物)
石灰全量	7.8	% (乾物)
苦土全量	3.0	% (乾物)
炭素率(C/N比)	15.0	
銅全量	88	mg/kg (現物)
亜鉛全量	320	mg/kg (現物)
鉄全量	3,600	mg/kg (乾物)
マンガン全量	1,100	mg/kg (乾物)
発芽率	97	%
酸素消費量	1.3	$\mu$ g/g/min (現物)
臭気指数相当値	9	(現物)

(財)畜産環境整備機構の堆肥の品質実態調査報告書(平成17年3月)の豚ふん堆肥の肥料成分平均値と比べ、窒素が低く、C/N比が高い傾向を示した。本事例は、振動篩で除去

された汚水由来の固形物と汚泥由来の固形物を処理対象物としており、堆肥化初期の水分比重調整にもみ殻を使用している。そのため肥料成分値が低くなったと考えられる。

また表2の腐熟度判定基準が57点であることから、堆肥化の進行具合を進めるよう堆肥化初期の水分・比重調整の適正化や切り返し回数を増やすなどの手間をかける必要がある。

表2 堆肥の品質

(「現地における腐熟度判定基準」, 堆肥化施設設計マニュアル 2022年, p.31 による)

堆肥の品質について、該当する事項に○をつけ、その( )内点数を合計して下さい。

色※	黄～黄褐色(2)、 <b>褐色(5)</b> 、黒褐色～黒色(10)
形状	現物の形状をとどめる <b>(2)</b> 、かなりくずれる(5)、ほとんど認めない(10)
臭気	ふん尿臭強い(2)、ふん尿臭弱い(5)、 <b>堆肥臭(10)</b>
水分	強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上(2)、 強く握ると手のひらにかなりつく・・・60%前後 <b>(5)</b> 、 強く握っても手のひらにあまりつかない・・・50%前後(10)
堆積中の最高温度	50℃以下(2)、50～60℃ <b>(10)</b> 、60～70℃(15)、70℃以上(20)
堆積期間	家畜ふんだけ・・・20日以内(2)、20日～2ヶ月 <b>(10)</b> 、2ヶ月以上(20) 作物収集残渣との混合物・・・20日以内(2)、20日～3ヶ月 <b>(10)</b> 、3ヶ月以上(20) 木質物との混合物・・・20日以内(2)、20日～6ヶ月(10)、6ヶ月以上(20)
切り返回数	2回以下(2)、3～6回 <b>(5)</b> 、7回以上(10)
強制通気	なし(0)、 <b>あり(10)</b>

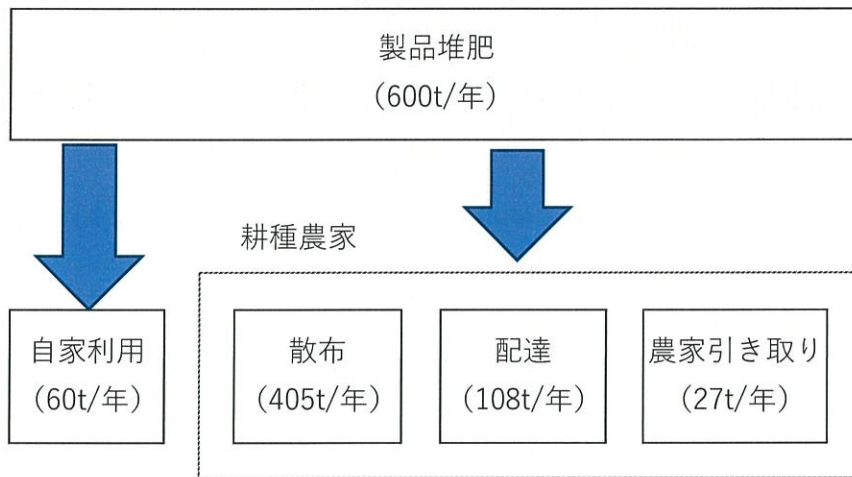
( )内点数を合計し。未熟(30点以下)、中熟(31～80点)、完熟(81点以上)

合計点数 ( 57 )点

注※：堆肥化が進むと腐植酸が生成し、堆肥の色については黒味が強くなる。

## (2) 堆肥の販売

堆肥販売は、図3のフロー図のとおりである。生産堆肥600t/年のうち、10%(60t)は、水田で自家利用している。販売堆肥は540t/年に相当し、全体の75%にあたる405t/年は、3tマニユアトラックにて、散布まで行っている(写真9)。また全体の20%にあたる108t/年は、2tダンプにて配達し、のこりの27t/年は耕種農家が軽トラ等で引き取りにくる。現在は、自家利用も含め、全量捌けている状態である。堆肥の販売価格は、2,000円/tとし、市内に配達する場合には、堆肥代+配達代で6,000円、市内で散布する場合には、3tの堆肥の代金に加え、散歩作業代込みで10,000円としている。令和4年度の堆肥販売額は、108万円(散布および配達費用は含めず)であった。販売先では、市内は玉ねぎや加工トマト用に、松本市内は麦、大豆、野菜用に、塩尻は高原レタスなどに利用されている。



※安曇野市内・松本や塩尻方面まで堆肥を供給

図3 堆肥の流通利用フローシート



写真9 堆肥運搬用ダンプ(右奥)と堆肥散布用のダンプ型のマニュアルスプレッダー(左奥)

## 6) 指導内容

### (1) 課題点

本事例の堆肥化処理の対象物が、純粋な豚ふんではなく、一度水に溶いたふん尿混合物や汚泥由来の固形物となるため、家畜ふんに比べ水分率が高い。堆肥化を行うためには水分・水分調整用のもみ殻が大量に必要となるが、年間を通して利用する量を確保できていない。それを補うため、廃菌床を入手してもみ殻の代替として利用しているが、廃菌床は水分率が高く、前述の堆肥化対象物である固形物の水分率を下げるのには不向きである。

副資材との混合は、1週間に1回の頻度で行われて堆積山にしているが、堆肥化対象物が嫌気的な状態に置かれる期間が長いことから、堆肥化時のエネルギーとして必要な易分解性有機物の分解が始まり、切り返し時に嫌気的な悪臭を伴う。また山にしたものの水分率が高いため、下部送風の効果が得られていない(写真 10)。山にした堆積物は、2週間に1回の頻度で山の移動に伴う切り返しを行うが、合計2回の切り返しで製品堆肥としているため、切り返し頻度が少ないまま、需要期までストックされることとなる。



写真 10 水分・比重調整された堆肥化対象物(左奥の堆積山)

## (2)改善への提案

経営者は、70歳代と高齢で、後継者がいないため、高額な投資が必要な施設改修や機械投資などは難しい状況である。そこで以下の3つの改善案を提案する。

**提案1:** 畜舎でふん尿分離されたふんは水分率が70%台であるが、ふん尿混合状態で洗浄水に溶解した状態から回収した固形物は水分率80%台と高く、また家畜用浄化処理施設へのBOD投入量が設計数値よりも多いことが想定される。そのため、浄化施設の汚水受槽にてふん尿混合物と余剰汚泥を混合し凝集剤添加により、脱水機(固液分離機)で脱水することで曝気槽に流入するBODとSS負荷を低減し、余剰汚泥発生量を低減させることができる。

**提案2:** 提案1の脱水機は高額になるため、脱水機能を有する簡易型脱水装置の導入を提案する。本装置は、群馬県が開発したもので、中小規模農家向けの装置である。

**提案3:** 年間を通して使用するもみ殻の確保。

(水分・比重調整)堆肥化処理の基本である堆肥化初期の水分・比重調整を適正に行うことで、速やかに60℃以上の発酵温度が得られる。このように温度が上がる状況を作れないと下部通気の効果は得られない。堆肥化原料は、振動篩で得られた固形物であるため、水分率が80%台であると推定され、もみ殻と廃菌床で水分・比重調整するには、大量の副資材が必要である。その必要量を使用していないので、5Lバケツ法などを活用し、適切な水分・比重調整を徹底することが堆肥化処理のポイントとなる。

(悪臭の低減)家畜ふん堆肥化処理は、切り返しや堆積した山の下部から通気を行うことで、乾物分解率が高まり、速やかに堆肥化処理される。しかし、本事例では、堆肥化初期の水分・比重調整が適切に行われておらず、さらに毎日水分・比重調整を行わないため、堆肥化対象物が嫌気的条件下に長期間置かれている。そのため、易分解性有機物は先に嫌気性微生物に粗処理されてしまい、低濃度で不快な嫌気的な臭気が発生する。

(下部送風の効果)水分・比重調整の甘い1週間分の堆肥化物を下部送風ができる堆積場に山にするが、通気の効果は得られない(写真10)。また下部通気を行う配管の敷設は、農家自らが行っていることでブロワからの配管が細いことや浄化処理施設の曝気用ブロワから分岐して下部通気していることから、曝気槽に必要な空気を横取りしていることとなるため下部通気の停止を提案する(写真11、12)。

その代案としては、前述のように初期調整が適切に行われ、堆積後24時間で発酵温度が60℃以上となる条件となれば通気性が確保されるため、堆積山に暗渠管を通すことでブロワを稼働させずとも下部送風の代替が可能である。

現在は、切り返し頻度が、2週間に1回の間隔で、処理期間のうちに2回しか行われていないことから、農家の意向である「易分解性有機物の分解が進んだ臭いのしない良質な堆肥を生産したい」を実現するためには、現状では切り返し回数が明らかに不足している。

切り返し頻度を高める方法は、ローダーでの切り返しのほか、マニユアスプレッダーや除雪機で切り返しを行う方法もあることから、既存機械を有効に活用して低労力で短時間に切り返しを行うことを提案する。



最後に全国で畜産農家が減少している中、地域で使われていない堆肥化施設などの遊休施設が存在する。このような遊休施設を残された畜産農家さんが利用できるよう行政の協力も不可欠である。



写真 11 下部通気専用ブロワ



写真 12 家畜用浄化処理施設の曝気用ブロワから下部通気に分岐した配管の様子

## 7) 調査委員の所見

安曇野市では、三郷堆肥センターが地域の畜産農家の排せつ物処理に加え、出来上がった家畜ふん堆肥を土づくりのために耕種農家に供給する有機資源供給の役割を果たしていた。令和6年(2024年)5月に閉鎖したことから、地域の畜産農家はその役割を引き継がなければならない。そんな中、「臭いのない良質堆肥を生産したい」との思いから本事業の技術指導を受けたと考えている。また農場のある地域は、悪臭苦情により協議会を立ち上げていることから、悪臭発生を抑制した畜産経営が求められる。

本文中にも記載したが、畜舎でふん尿分離できれば、水分率が70%台で回収できるのだが、一度水に溶いてそこから固形物を回収すると80%台で回収することになる。回収した固形物を堆肥化处理する場合には、副資材が必要になるが、用意しなければならない副資材の量が増え、処理対象物の容積が格段に大きくなる。

堆肥化处理の基本は、堆肥化初期の水分・比重調整を適切に行うことである。この基本が守れば、嫌気的な条件下で発生する低濃度で不快な悪臭の発生がない堆肥化处理が行えるとともに、製品堆肥は臭いのない良質な堆肥となる。

堆肥化处理のもう一つのポイントは、好気性微生物が処理を行っている点である。そのため、微生物に酸素を供給するために繰り返し頻度を高めることで、乾物の分解程度や水分蒸散が高まる。ただし本事例のように堆肥化初期の水分・比重調整が不適切な場合、下部通気を行っても電気代だけ浪費して送風効果が得られないので、注意が必要である。

調査年月日：令和6年(2024年)8月26日(月)～27日(火)

調査委員：川村 英輔

## 参考資料

- 1) 堆肥の品質実態調査報告書, 平成17年3月, (財)畜産環境整備機構.
- 2) 堆肥化施設設計マニュアル, 令和4年3月, (一財)畜産環境整備機構.

## 2-3. 戸尻牧場 酪農

千葉県山武郡芝山町高田 528-1



写真1 戸尻牧場

### 1) 経営の概要

戸尻牧場(写真1)は、千葉県の北東部北総台地のほぼ中央、山武郡の最北端に位置する芝山町にあり、この地域はおおむね平坦で東に高谷川、西に木戸川が流れており、流域は稲作地帯になっている。また、西北部の丘陵地では畑作がさかんとされている。さらに、芝山古墳群の発掘調査により、たくさんの人物や動物などの形象埴輪が列をなして出土し、芝山町内各所に「はにわの像」が存在する。(芝山町HP)。この地域において戸尻牧場は、経営主とその父及び研修生の3名で酪農を営んでいる。

飼養頭数は経産牛 45 頭で、このうち搾乳牛が 36 頭、乾乳牛が 9 頭である。育成牛 18 頭は、全国酪農業協同組合連合会を通じ北海道へ預託している。今後は 55 頭規模へと増頭を希望しており、その際には草地も増やす予定である。

給与飼料は、2 年ほど前から、自前のデントコーンを用いてコーンサイレージや WCS サイレージを用い、スーダンや酒粕、ビール粕、廃棄もやしなどエコフィードも活用した TMR としている。つなぎ牛舎内(写真2)のふん尿はバーククリーナーにより1日1回搬出されており、乾乳牛

舎(写真3)からは2日に1回敷料込みのふん尿が搬出されている。

バーンクリーナーによりふん尿分離が行われたふんは、毎日開放・直線型発酵装置(浅型:ロータリ式攪拌装置)へ搬入し発酵処理が行われている。その後、堆肥置場(ストックヤード)で貯蔵し、ほぼ全量を自家利用している。

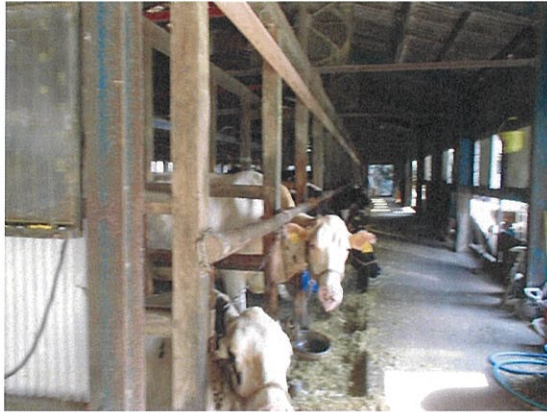


写真2 つなぎ牛舎



写真3 乾乳牛舎

## 2) 堆肥化処理施設

牛ふんの堆肥化処理フローを図1に示す。牛ふんの搬出は1日に1回、約2.0t、2日に1回は乾乳牛舎からも搬出され、1ヶ月当たり81tを共同(2戸)の開放・直線型発酵装置(浅型:ロータリ式攪拌装置)(写真4, 5)で処理して堆肥置場(ストックヤード)に堆積している。浅型の開放・直線型発酵装置(岡田製作所製:約6.5m×75m)と堆肥舎は平成16年にさわやか畜産総合展開事業(千葉県畜産振興事業)により3戸の農家が共同で導入したが、現在は2戸の農家が使用している。

なお、浅型の開放・直線型発酵装置と堆肥置場(9m×20m、高さ1.8m)は2組あり、それぞれの農家が個別に管理している。なお、発酵装置の稼働は6時から17時の間で行われ、1日に7回の攪拌が行われている。

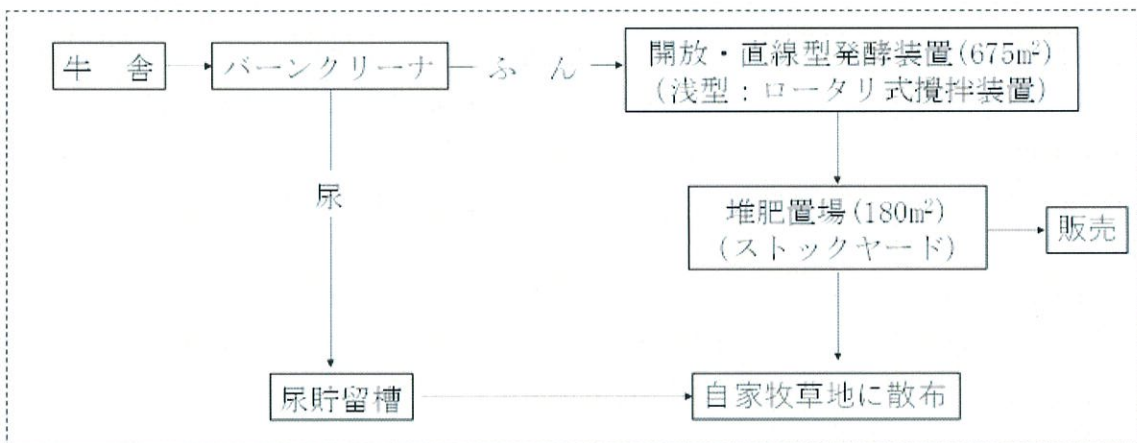


図1 堆肥化処理フロー

### 2-3. 戸尻牧場 酪農

堆積置場(写真6)では堆積のみであり切り返し等を行われていない。使用しているローダー(TCM、スーパーボブローダー)(写真7)は小型であり、乾燥ハウスから堆肥舎への移動、堆肥散布時のマニユアスプレッダーへの積み込みに使用されている。なお、本施設の導入費用は、700万円で、年間のメンテナンス費用は200万円/年(2戸で折半)である。



写真4 開放・直線型発酵装置(ふん投入側)



写真5 開放・直線型発酵装置(乾燥ふん搬出側)

2-3. 戸尻牧場 酪農



写真6 堆肥置場



写真7 スーパーボブローダー

生産された堆肥はそのほとんど(99%)をデントコーン生産のため自家利用(3.5ha)している。残りの1%程度については近隣の希望者に5,000円/2tで販売している。

なお、造粒装置や脱臭装置については導入しておらず、今後の予定もない。

### 3) 堆肥の利用

#### (1) 堆肥の特徴

今回の調査時に採取した堆肥の肥料成分(一部抜粋)は表1に示すとおりである。水分含量は39.9%であり、畜産環境整備機構が調査(2005)を行った畜種別堆肥の分析結果の乳用牛ふん堆肥の平均値52.3%に比べると低い値となっていた。

肥料成分としては、窒素、リン酸、加里が乳用牛ふん堆肥の平均値より少し高く、肥料効果も期待できる製品であった。なお、銅、亜鉛については基準値以下であり、石灰はやや低い値であった。C/N比については14.5と平均値17.6より低く、安全な製品と考えられた。

表1 堆肥の肥料成分

分析項目	単位	分析の結果
水分	%	39.9
窒素全量(T-N)	%	2.8
リン酸全量(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	2.0
加里全量(K <sub>2</sub> O)	%	3.3
炭素窒素比(C/N比)	-	14.5
銅(Cu)	mg/kg	32.0
亜鉛(Zn)	mg/kg	140.0
石灰(Ca)	%	3.3

表2 堆肥の品質(農場主による自己採点)

色※	黄～黄褐色(2)、 褐色(5)、 黒褐色～黒(10)
形状	現物の形状をとどめる(2)、 かなりくずれる(5)、 ほとんど認めない(10)
臭気	ふん尿臭強い(2)、 ふん尿臭弱い(5)、 堆肥臭(10)
水分	強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上(2)、 強く握ると手のひらにかなりつく・・・60%前後(5)、 強く握っても手のひらにあまりつかない・・・50%前後(10)
堆積中の最高温度	50℃以下(2)、 50～60℃(10)、 60～70℃(15)、 70℃以上(20)
堆積期間	家畜ふんだけ・・・20日以内(2)、 20日～2ヶ月(10)、 2ヶ月以上(20) 作物取集残渣との混合物・・・20日以内(2)、 20日～3ヶ月(10)、 3ヶ月以上(20) 木質物との混合物・・・20日以内(2)、 20日～6ヶ月(10)、 6ヶ月以上(20)
切り返回数	2回以下(2)、 3～6回(5)、 7回以上(10)
強制通気	なし(0)、 あり(10)、

( )内点数を合計し。未熟(30点以下)、中熟(31～80点)、完熟(81点以上)

合計点数 ( 66 )点

(「現地における腐熟度判定基準」, 堆肥化施設設計マニュアル 2022年, p.31 による)

表 2 に現地における腐熟度判定基準の結果を示した。この結果は農場主が自己採点を行った点数である。合計点数が 66 点であることから、中熟(31～80 点)の堆肥が生産されているとしている。現地での確認においては、調査が気温の高く蒸散能力が高まる夏期でもあり、堆肥にふんの形状はほとんど見られずふん尿臭も弱かったことから、もう少し手間をかければ完熟(81 点～)堆肥生産が可能となると考えられた。

#### (2) 堆肥の販売

生産された堆肥は前述のとおり 99%を自家利用しており、残りの1%を販売している。なお、堆肥の販売先は近隣の農家である。

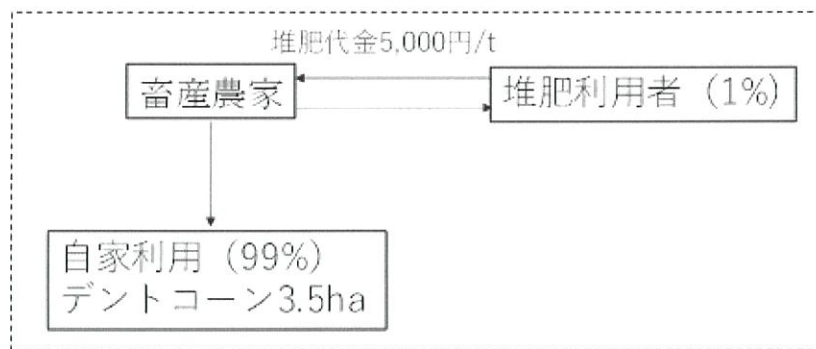


図2 堆肥の流通利用フロー

#### 4) 現状の問題点と対策

本農場では、飼料費の削減を図るためエコフィードを活用した TMR に切り替えたところ、作業時間が増加するとともにふん中の水分が増加し、バークリーナー副尿溝の目詰まりが頻発して、ふん尿分離後のふん中水分も増加した。

このため、現状の開放・直線型発酵装置では夏季に一時期を除いて堆肥化を行うための水分まで減少しなくなり、発酵が不十分となった。今後は増頭も考えており、また、良質堆肥を生産し堆肥の販売も考えていることから、現状の改善を図りたいとのことである。

本農場での問題はふんの水分が高いことである。水分を低減させる方法としては、牛舎内において固液分離機の導入が考えられる。固液分離機にはスクリーンプレス、ローラプレス、ベルトスクリーンなどがあるが価格や性能から本農場では、ローラプレスが向いていると考えられた。なお、データは古いが参考として、家畜ふん尿処理施設機械選定ガイドブック(汚水処理編)<sup>1)</sup>の固液分離機の選定や種類に関して説明を行い、検討を勧めた。ただし、固液分離を行うとより液分が増加する。また、ほ場散布時には今以上に悪臭の発生も懸念されるので風向きや散布時間に注意が必要である。

現在使用している開放・直線型発酵装置は深さ 15cm 程度の浅型であり、その使用方法は 1 日に 7 回の攪拌を行っている。これは自然換気型乾燥装置の使用方法のため、発酵装置ではなく乾燥装置として考えるべきである。自然換気型乾燥装置内での水分を低減させる方



法としては、送風による牛ふんの乾燥促進が考えられる。そこで、その効果や換気扇の設置角度などの説明を農研機構で研究されたデータ<sup>2,3)</sup>や実際の設置画像などをもとに説明を行った。ただし、設置については、パイプハウスのため換気扇の加重等の検討が必要である。

そして、良質堆肥生産のため、現在堆肥置場として利用されている建屋を無通気型堆肥舎として使用することを勧めた。その発酵促進方法としては、おがくず、もみ殻等の水分調整材による堆肥化適正水分への調整や切り返し、強制通気などが考えられる。現状では、堆肥置場のため開放・直線型発酵装置から排出され水分が低下した乾燥ふんの堆積のみを行っている状態である。良質堆肥生産のためには、切り返しが重要であるが、堆肥舎ではなく堆肥置場のため、その構造上切り返しが難しい状況である。そこで、少しでも発酵を促進するため、乾燥ふんが排出されるタイミングでの堆肥化物の移動、または堆肥舎を二列に分け、半分の一列が一杯になるタイミングで隣の一列に移動するなどの切り返し方法を提案した。

また、堆肥置き場の改造が可能であれば、ブロワを用いた通気型の堆肥舎とすることも一つの方法である。さらに、増頭に伴うふん尿量の増加および固液分離機を導入した場合の必要堆肥舎面積等を畜産環境整備機構で開発された堆肥化規模算定ソフト<sup>4)</sup>を用いて説明を行った。なお、ふん尿処理施設が農場と2.8km離れており、これも堆肥販売には労力を要する状況となっている。そこで、農場内に使用していない無通気型堆肥舎があるので、今後良質堆肥を生産し、この場所にストックして販売を行うことも提案した。

## 5) 調査委員の所見

戸尻牧場は乳用牛を飼養する酪農場である。現在の飼養頭数は経産牛45頭で今後55頭まで増頭の予定である。牛ふん処理については浅型の開放・直線型堆肥化装置(ロータリ式攪拌装置)1基を用いて堆肥化を行っている。増頭数によっては、乾燥舎や堆肥舎の見直しや飼料畑増加の必要性が出るかもしれないので、その場合は地域の指導者に相談していただきたい。

牛舎内は衛生的に管理されておりハエなどの発生はほとんど見られなかった。ふん尿処理施設も管理に工夫されている印象を受けた。本農場においては、農場主の方が非常に前向きに仕事を行っておられることから、ふん尿処理に関しても今後良質な堆肥生産が期待できると感じた。

## 参考資料

- 1) 畜産環境整備機構(2004)家畜ふん尿処理施設機械選定ガイドブック(汚水処理編),第IV章固液分離機の種類、特徴および選定.
- 2) 農研機構 畜産草地研究所 成果情報(1999)送風による牛ふん堆肥の乾燥促進.  
<https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/1999/1425.html>
- 3) 吉田雅規、中西隆男(2001)ハウス乾燥施設での送風による乾燥促進効果.徳島畜研

報, No.1, 119-123.

- 4) 畜産環境整備機構(2023)堆肥化規模算定スマートフォンアプリケーション.  
<https://www.leio.or.jp/news/n419.html>

調査年月日: 令和6年(2024年)8月21日(水)~22日(木)

調査委員: 白石 誠

## 2-4. (有) 安曇野牧場 酪農

長野県安曇野市三郷温

### 1) 経営の概要

#### (1) これまでの経緯

有限会社安曇野牧場(写真1と2)のある安曇野市は、平成17年(2005年)に、豊科町・穂高町・三郷村・堀金村・明科町の5町村が合併して誕生し、長野県のほぼ中央部に位置している。旧三郷村は、家畜ふんを原料とする堆肥を生産するため、三郷堆肥センターを整備したが、老朽化のため令和6年5月に閉鎖され、施設は今後解体される予定である。これまで安曇野市を中心に周辺地域の土づくりに必要な有機質資源を供給していたが、今後は農家ごとに生産する堆肥がこの役割を果たすことになる。農場のある地域では、畜産団地が形成されており、本農場のほか複数の農場がある。悪臭苦情へ対応するため、住民を含めた協議会が発足し、住民が畜産農場の見学や悪臭対応に関する報告会などが行われている。



写真1 農場の様子



写真2 来訪者を出迎える看板

有限会社安曇野牧場は、搾乳牛120頭をフリーバーンで飼養する牧場をはじめたが、乳量増加を図るため、牛舎の改築や増設、増頭を経ながらフリーストールでの飼養に飼養形態を変更している。フリーバーン時代に設置した堆肥舎が現在でも使用されているが、飼養形態の変更や増頭に伴い堆肥化施設規模の増設は行っていない。令和6年5月に三郷堆肥センターが閉鎖されるまでは、もみ殻で水分・容積重調整したふん尿混合物を堆肥センターに搬入していたが、令和6年6月以降は、ふん尿混合物の行き場がなくなり、自己所有施設での堆肥化処理や自己圃場への還元を行っている。

## (2) 現状

有限会社安曇野牧場の三郷農場(本場)では、搾乳牛 280 頭、乾乳牛 60 頭、生後 2 ヶ月齢までの子牛 80 頭を飼育している。今回調査を行った農場とは別に育成牛を飼育する新村農場(以下分場)を有しており、後継牛の自家育成を行っており、生産部門と育成部門を分けるツーサイト方式としている(図1)。本場で生まれた雌子牛は、2ヶ月齢以降を目途として分場に移動する。育成期間を分場で管理された育成牛は、種付けをしたのち本場に戻ってくる。

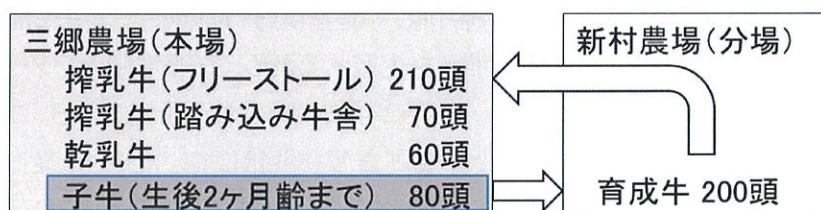


図1 農場の飼養頭数とツーサイト方式の状況

図1に示したように、本場では搾乳牛 280 頭、乾乳牛 60 頭、を飼養している。本場には、従業員が 14 名おり、家畜ふん尿の堆肥化处理、汚水処理のほか堆肥の運搬や飼料畑への散布に専属者 1 名を配置している。生乳の出荷先は、全量専門酪農協である。

分場で発生したふん尿混合物は、分場にある堆肥盤で堆積処理を行っており、本場への搬入はない。また生産した堆肥は、近隣の水田農家との藁交換に利用され、全量を地域の水田に施用するほか、一部販売も行っている。

## 2) 堆肥化原料と家畜ふん尿処理施設

本場は、約 1ha の敷地内にフリーストール牛舎(搾乳牛 210 頭)、フリーバーン牛舎(搾乳牛 70 頭)、乾乳牛舎(乾乳牛 50 頭)、子牛舎(生後 2 ヶ月齢までの子牛 80 頭)の飼育エリアのほか、搾乳室、TMR調整エリア、堆肥舎、ロータリー式堆肥化施設、浄化槽、ほ場が配置されている(写真3)。

悪臭苦情がある地域のため、堆肥舎や堆肥化施設の開口部は塞がれている。特にロータリー式堆肥化施設は、悪臭が漏れ出さないよう投入部及び搬出部は堆肥化原料の投入や製品堆肥の搬出時以外は常時閉鎖され、側面部のカーテンも閉鎖されている(写真4と5)。

フリーストール牛舎は、ふん尿混合物をスクレーパーで 1 日に 4 回の頻度で除ふんしている。液状化したふん尿混合物は、ピット槽に集められ、毎日ローダーのバケットですくって堆肥舎で副資材と混合し、水分・容積重調整を行う。踏み込み牛舎と乾乳牛舎は、製品堆肥を敷料(戻し堆肥)として利用しており、踏み込み牛舎は2~3日に1回程度、乾乳牛舎は1~2週間に1回程度の頻度でふん尿混合物が混ざった敷料ごと堆肥舎に搬出し、副資材と混合し、水分・容積重調整を行っている。副資材は、主にもみ殻を使用しているが、10月から翌年の5~6月まで利用できる分が確保できるが、それ以降はもみ殻以外のキノコ廃菌床、藁、麦稈などを利用している。

家畜用浄化槽を設置しているが、搾乳施設及び堆肥場で搬出されたふん尿を処理対象としており、活性汚泥により処理された処理水は、農場北側の圃場の飼料作に散水している。

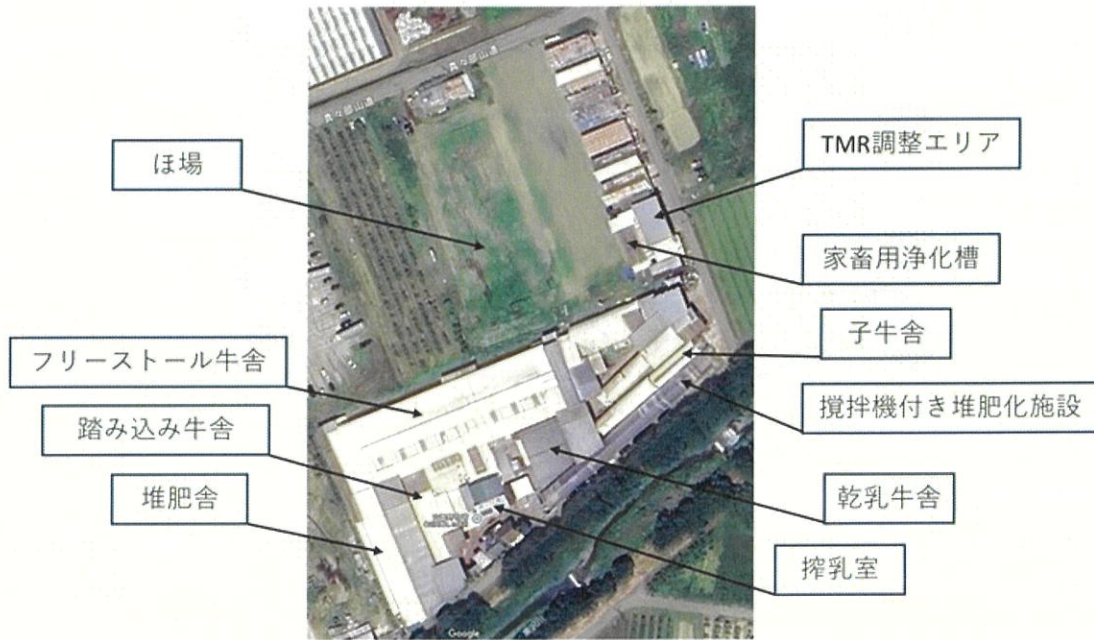


写真3 農場の全景(Google Mapより)



写真4 悪臭拡散防止のため閉鎖される堆肥化施設  
(開放時)



写真5 悪臭拡散防止のため閉鎖される堆肥化施設  
(閉鎖時)

### 3) 汚水処理施設

搾乳施設からの洗浄水や待機場で排泄したふん尿を処理対象としている。連続式活性汚泥法による汚水浄化処理施設では、粗大固形物を篩で除去したのち、曝気槽へ投入している。浄化処理された処理水は、農場北側にある飼料作に散水している(写真6)。



写真 6 浄化処理水を散水する圃場

#### 4) 堆肥化処理施設

堆肥化処理は、前述のようにフリーストール牛舎のふん尿混合物、踏み込み牛舎と乾乳牛舎の敷料込みのふん尿混合物、子牛舎の敷料込みのふん尿を処理対象としている(図2)。

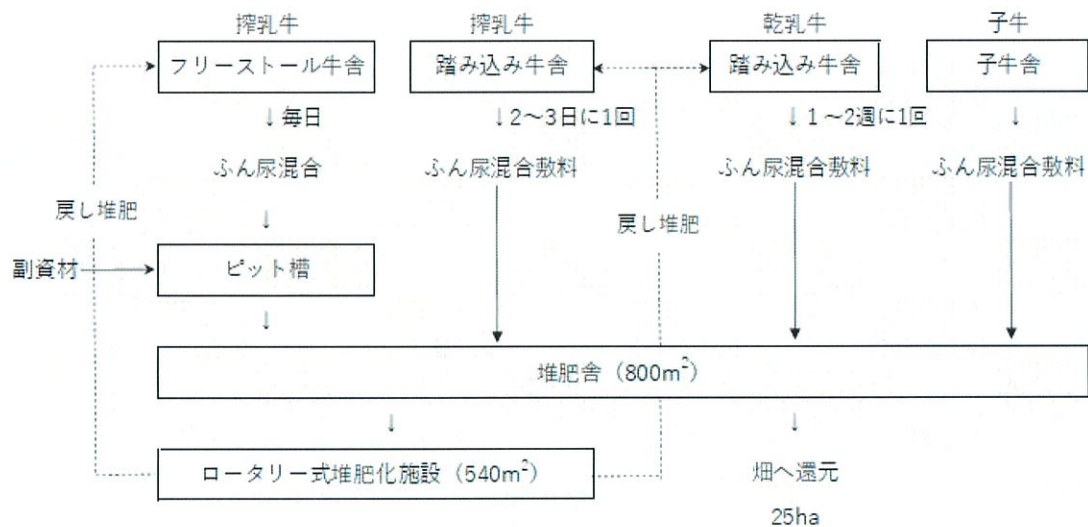


図2 堆肥化処理の処理フロー図

副資材は、主にもみ殻で水分・容積重調整を行う。もみ殻が潤沢にある 10 月から翌年の5月まではもみ殻で水分・容積重調整を行うが、もみ殻がなくなる5月以降はキノコ廃菌床、藁、麦稈などを利用するなど副資材の入手に苦労している。副資材との混合は、堆肥舎で行われ、牛舎内の敷料として利用する分をロータリー式堆肥化施設に搬入するが、それ以外は圃場に搬出している。

牛舎からピット槽(写真7)に搬出されたフリーストール牛舎の液状のふん尿混合物と副資材との混合量は、流れ出さない程度に調整されている(写真8)。堆肥舎内は、柱で6つのブロックに分けられているが、1つのブロックは、副資材と混ぜたふん尿混合物を奥から詰め込んでいき、1週間程度で満杯になる。そのため、満杯になった堆肥化対象物は、切り返しは行わず、一部は敷地内にあるロータリー式堆肥化施設(写真9と10)に搬入し、それ以外は約25haの圃場に還元している。堆肥舎は、下部通気機能がついているが、現在は使用していない。

次にロータリー式堆肥化施設であるが、牛舎内の敷料を作るのが目的であるため、施設容積に対し投入量は加減されている。攪拌機は1日1回の攪拌頻度で稼働させ、約1.5m/回が移送されることから、発酵槽内での滞留期間は、約45日と推定される。発酵槽下部から通気する機能が付帯されており、3台のプロワで下部通気されていた。



写真7 ふん尿混合物が貯留したピット槽



写真8 水分・容積重調整し堆積したふん尿混合物



写真9 ロータリー式堆肥化施設の搬入部

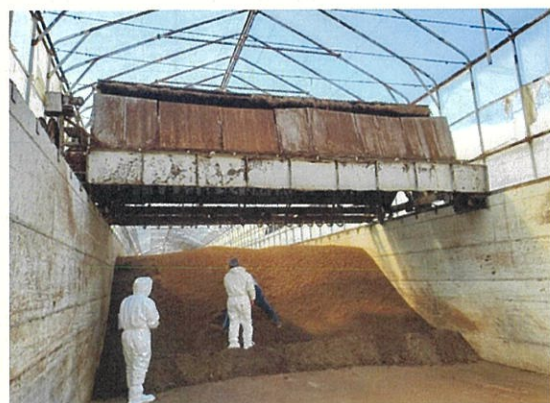


写真10 ロータリー式堆肥化施設の搬出部

## 5) 堆肥の利用

## (1) 堆肥の特徴

製品堆肥の肥料成分は表1に示すとおりである。(財)畜産環境整備機構の堆肥の品質実態調査報告書(平成17年3月)の牛ふん堆肥の肥料成分平均値と比べ、窒素が低く、C/N比が高い傾向を示した。本事例は、フリーストール牛舎のふん尿混合物が堆肥化の主な原料となり、堆肥化初期の水分・容積重調整にもみ殻を使用している。そのため肥料成分値が低くなったと考えられる。発芽率が高く、酸素消費量が低く、臭気も少ないことから、腐熟した良質な堆肥である。

一方、圃場に施用している堆肥の品質を、現地における腐熟判定基準(畜産環境整備機構, 2022年)によって判定したところ、表2に示すように合計点数が14点であることから、堆肥化初期の水分・容積重調整が適正に行われておらず、また繰り返し回数が少ないことから、堆肥化が進行しないまま堆肥舎外に搬出されている。このような未熟な堆肥を施用して、作物を施用すると、土壌内で熱が出て、有害なガスや二酸化炭素が発生し、作物の生育を阻害する原因にもなる。

## (2) 堆肥の販売

本場での堆肥販売は、行われていない。堆肥舎から敷料を製造する分をロータリー式堆肥化施設内に搬入して堆肥化処理を行うが、それ以外は全量圃場に還元している。

表1 製品堆肥の成分値

検査項目	検査結果		
	堆肥① <sup>1)</sup>	堆肥② <sup>2)</sup>	単位
水分	62.5	35.0	% (現物)
灰分	26.5	28.0	% (乾物)
pH	9.0	8.6	
EC	2.3	2.1	mS/cm
窒素全量	1.6	1.6	% (乾物)
りん酸全量	2.2	2.6	% (乾物)
加里全量	2.2	2.2	% (乾物)
石灰全量	4.1	3.2	% (乾物)
苦土全量	1.3	1.2	% (乾物)
炭素率(C/N比)	24.8	23.8	
銅全量	12	15	mg/kg (現物)
亜鉛全量	52	86	mg/kg (現物)
鉄全量	1,900	3,900	mg/kg (乾物)
マンガン全量	340	390	mg/kg (乾物)
発芽率	100	97	%
酸素消費量	3.8	1.3	μg/g/min (現物)
臭気指数相当値	9	13	(現物)

1) 堆肥① モミガラ混合し、通気攪拌なしで1ヶ月間堆積した堆肥の30cm深さの部分

2) 堆肥② モミガラ混合し、15ヶ月間ロータリー攪拌機で攪拌した仕上がりの堆肥



表2 圃場に施用している堆肥の品質

〔現地における腐熟度判定基準〕堆肥化施設設計マニュアル, 令和4年, p.31 による)

色※	黄～黄褐色(2)、褐色(5)、黒褐色～黒色(10)
形状	現物の形状をとどめる(2)、かなりくずれる(5)、ほとんど認めない(10)
臭気	ふん尿臭強い(2)、ふん尿臭弱い(5)、堆肥臭(10)
水分	強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上(2)、 強く握ると手のひらにかなりつく・・・60%前後(5)、 強く握っても手のひらにあまりつかない・・・50%前後(10)
堆積中の最高温度	50℃以下(2)、50～60℃(10)、60～70℃(15)、70℃以上(20)
堆積期間	家畜ふんだけ・・・20日以内(2)、20日～2ヶ月(10)、2ヶ月以上(20) 作物収集残渣との混合物・・・20日以内(2)、20日～3ヶ月(10)、3ヶ月以上(20) 木質物との混合物・・・20日以内(2)、20日～6ヶ月(10)、6ヶ月以上(20)
切返回数	2回以下(2)、3～6回(5)、7回以上(10)
強制通気	なし(0)、あり(10)、

( )内点数を合計し。未熟(30点以下)、中熟(31～80点)、完熟(81点以上)

合計点数 ( 14 )点

## 6) 指導内容

### (1) 課題点

本場は悪臭苦情発生地域にあり、農場主は悪臭を発生させないことを常に心がけている。堆肥化初期の水分・容積重調整が適切に行うことが堆肥化処理の基本であるが、堆肥化時に発生するアンモニア主体の臭気が周辺住民に与える影響を考えすぎるあまり、基本から離れた管理が行われている。ロータリー式堆肥化施設は、本来堆肥化を行う施設であるが、敷料を生産するためだけに使用されており、施設の有効活用が図れていない。

フリーバーンからフリーストールに飼養形態を変更し、飼養頭数を増頭した段階で、堆肥化施設の増設がなされるべきであったが、飼養頭数に見合った処理施設の大きさが不足した状況で、飼養頭数の全量分のふん尿を悪臭の発生を抑えながら堆肥化処理するのは難しいと考える。また副資材の主力であるもみ殻が1年を通して使用できず、10月から5月(8か月間)までもみ殻で、6月から9月まで(4か月間)キノコ廃培床など他の副資材で調整しなければならぬ状況は、改善が必要と考える。

また堆肥舎の3つのブロックのうち2つが副資材であるおが屑で占有されているため、堆肥化の堆積スペースが削られているため、堆肥化処理期間が確保できず、切り返しスペースが確保できていないなど処理スペースの確保に努める必要がある(写真11)。



写真 11 堆肥舎内部の全景

## (2)改善への提案

経営者は、70歳代と高齢であるが、後継者がいることから、ふん尿処理を含めて持続的な経営を図る必要がある。そのため、家畜ふん尿処理施設への適正な投資が必要と考えるが、現状を踏まえて、まずは堆肥化処理の基本に立ち返る必要がある。

悪臭発生を怖がるあまり、堆肥化処理の基本から外れた水分・容積重調整を行っているため、この改善が急務である。現在、敷料生産分以外は、敷地内で極力堆肥化処理を行わず、堆肥化が進行していない状態で圃場に還元している。ふん尿混合物の水分・容積重調整が適正に行われていないため、堆肥化処理物をダンプに載せる際やロータリー式堆肥化施設へ搬入する際に嫌気性の悪臭が拡散していると推察する。

これを改善するためには、敷地内の堆肥化施設で水分・容積重調整を適正に行い、アンモニア主体の臭気が発生する堆肥化処理を行いたい。堆肥化処理の基本である堆肥化初期の水分・容積重調整をしっかりと行うことで、速やかに60℃以上の発酵温度が得られる。このように温度が上がる状況を作れば堆肥舎に敷設された下部通気が機能を発揮できる。農場主は下部通気に伴う悪臭揮散を危惧しているが、水分・容積重調整が適切に行われていれば、下部通気で揮散する臭気はアンモニア主体となる。

液状のふん尿混合物を水分・容積重調整するには、大量の副資材が必要であるが、その必要量を使用していないので、5Lバケツ法などを活用し、適切な水分・容積重調整を徹底することが堆肥化処理のポイントとなる。現状では、堆肥化初期の水分・容積重調整が適切に行われていない堆肥化の原料が、堆肥舎の1ブロックの奥から高さ3m程度まで堆積されており、切り返しが行えず、嫌气的条件化に長期間置かれている。そのため、堆積物を動かす際に低濃度で不快な嫌气的な悪臭が拡散することとなる。

明らかに切り返し回数が不足しているため、堆肥舎に積み込んだもみ殻を他の場所に移設するなどして、切り返しスペースの確保が必要である。写真11の左奥には、物が押し込まれており、デッドスペースとなっているため、この部分の活用も重要である。

このような措置を取っても敷地内の堆肥舎では面積が不足することから、敷地外にもみ殻を置く場所、敷地内の堆肥舎で適正な水分・容積重調整した原料を敷地外の別の場所で堆肥化処理する施設も必要である。その際、作業スペースの確保と合わせ、年間を通して使用するもみ殻の確保が必要である。

## 7) 調査委員の所見

安曇野市では、三郷堆肥センターが地域の畜産農家の排泄物処理に加え、出来上がった家畜ふん堆肥を土づくりのために耕種農家に供給する有機資源供給の役割を果たしていたが、令和6年(2024年)5月に閉鎖したことから、地域の畜産農家はその役割を引き継がなければならない。また農場のある地域は、悪臭苦情により協議会を立ち上げていることから、悪臭発生を抑制した畜産経営が求められる。

そんな中、農場主は「臭いを出さず、良質な堆肥を生産し袋詰めで販売したい」との思いから本事業の技術指導に申し込みをした。

フリーバーンからフリーストールの飼養形態に変更し、かつ飼養頭数が増頭しているなど飼養環境が変化している中、現在保有している施設では、明らかに能力不足であるため、施設の増設が必要と考える。

農場主は、施設規模の増設を検討しており、現在の飼養頭数や液状のふん尿混合物を処理できる適正規模の施設の設置が望まれる。その際、自給飼料用の堆肥と販売用の堆肥の色分けをすることで、今後増設する施設規模が過大とならないよう検討が必要である。また悪臭苦情を恐れるがあまり、敷地内で堆肥化処理を敬遠しており、水分・容積重調整が適正に行われておらず、嫌気状態を作ってしまうている。嫌気状態になると低濃度で不快な悪臭が多数発生することから、悪臭発生面の堆肥化進行の面からマイナスの対応であったと言わざるをえない。また年間を通したもみ殻の確保やストック場所の確保なども併せて検討して欲しい。畜産農家が減少している中、地域で使われていない畜舎や堆肥化施設などの遊休施設が存在する。このような遊休施設を残された畜産農家さんが利用できるよう行政の協力も不可欠である。

別の視点では、生産性を優先するあまり、現有の家畜ふん尿処理施設で処理できる以上の頭数を飼養していることも課題としてあげられる。例えば、飼養頭数を10%削減し、生産性を10%上げることで、農場内で発生するふん尿量を軽減することが出来ると推察する。農場全体の経営収支などを含めたシミュレーションを地域の普及指導員や営農指導担当者とともに検討されることが望まれる。

調査年月日:令和6年(2024年)10月15日

調査委員:川村英輔

**参考資料**

- 1) 堆肥の品質実態調査報告書,平成17年3月,(財)畜産環境整備機構.
- 2) 堆肥化施設設計マニュアル,令和4年3月,(一財)畜産環境整備機構.

## 2-5. (株)百笑屋 堆肥生産(酪農・養豚・採卵鶏)、米・麦・大豆栽培

福岡県糸島市二丈松末 116-1

### 1) 経営の概要

株式会社百笑屋は、糸島市で米・麦・大豆を育てる耕種農家であり、畜産業は行っていない。水田 25ha、露地畑 57ha を作付けしており、畑では麦 50ha、大豆 7ha を栽培している。表作に水稲・大豆、裏作に麦類を栽培している。米は通常の販売とともにネット販売を実施している。さらに大豆は納豆・きな粉などの加工品を直売場やネット販売をしている。

経営は家族経営であり、実習生などの協力を得て運営している。経営者は若くて情熱をもっており、農作物については、「お客様に安心安全な食品をお届けする」ことを大切にしている。そのため、使う農業資材にもこだわりを持ち、その一つとして周辺の畜産農家(酪農、養豚、採卵鶏)から収集した家畜ふん堆肥を原料に堆肥を生産している。堆肥舎は本社(自宅)より少し離れた農地の中に建設されており、周辺環境に及ぼす影響の問題はない(写真1)。



写真1 百笑屋の堆肥舎の位置 Google Earth

## 2) 堆肥化施設の概要

### (1) 堆肥の製造

平成 19 年度に「地域バイオマス利活用交付金」を受け約 500 m<sup>2</sup>の第 1 堆肥舎(写真 2)を作り堆肥の製造を始め、令和 2 年度に約 700 m<sup>2</sup>の第 2 堆肥舎(写真 3)を増築している。これを一次発酵堆肥舎、二次発酵堆肥舎としている。ともに強制通気装置や脱臭装置は付属していない。

堆肥の製造方法は図 1 に示した。近隣の畜産農家で一次処理した家畜ふんを随時持ち込み堆肥化している。家畜ふんは、酪農 5 農場、養豚 3 農場、養鶏 2 農場から持ち込まれ、それらを混合して堆肥化している。持ち込まれる家畜ふんは、各農場で一次処理(ロータリー式発酵槽の処理物が多い)した家畜ふん堆肥を持ち込むことが原則であるが、生ふんで持ち込まれることもあり、その場合は籾殻などを混合することもある。持ち込まれる堆肥の比率は、おおよそ、牛ふん 5:豚ふん 4:鶏ふん 1 である。家畜ふん主体であるが、大豆絞りかすや食品加工残渣などの廃棄物を少量混入することもある。今後は、近隣企業からの要望があり、食品加工廃棄物などの混合も検討している。

堆肥は高さ 1.5m 程度のカマボコ状に堆積し、ペイローダーにより 2 週間毎に切り返しを行う、150 日間かけた完熟堆肥を年間 1,300t 製造している。堆肥の製造は、経営者がほぼ 1 人で対応している。

強制通気装置は設置していないが、一次処理したものが持ち込まれるため、水分過多となることもなく、発酵は順調に進行している。むしろ初期に低水分で高温発酵し、放線菌が優先している様子も見られた。

脱臭装置は設置していないが、臭気抑制のために、最初堆積時にミネラル資材「田力(タヂカラ)」の 50 倍希釈液を、1 山に 1,000L 散布している。また、周囲が農地であるため、臭気で問題を起こすことはない。

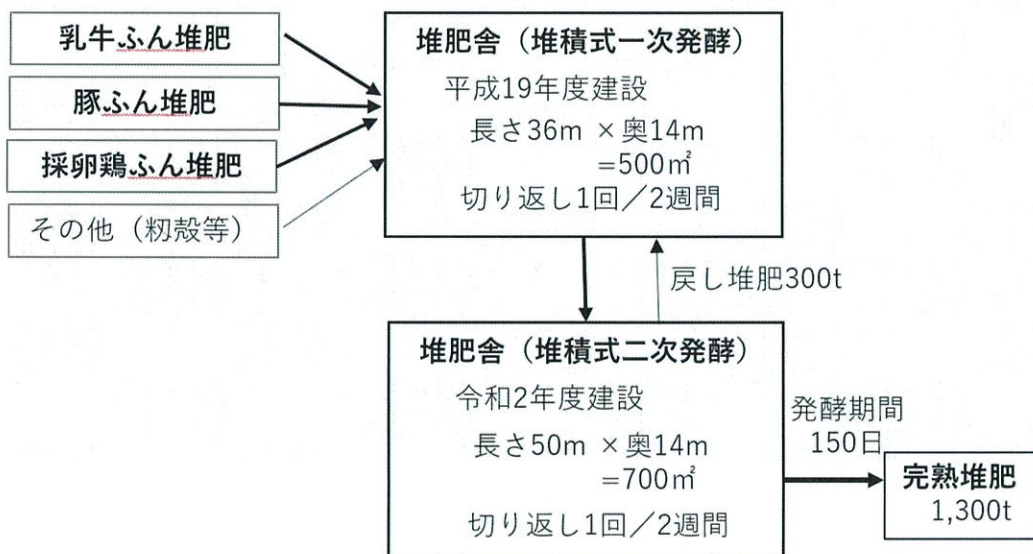


図 1 堆肥化のフロー



写真2 一次発酵堆肥舎の堆積状況



写真3 二次発酵堆肥舎の堆積状況

## (2)ペレット化

「令和5年度堆肥拡大によるワンヘルス推進事業」によりペレット製造装置を200万円で導入したが、設置後間もないため、まだ試験運転中である。装置は、「タイワ精機 KNP-1501 (11kW)」のローラ・ディスクダイ方式で、能力的には80~100kg/h生産する能力がある。ペレットの形状は4mm径である(写真4)。現在、需要やコストを考慮して、ペレット堆肥の活用について検討中である。

良質なペレット堆肥が製造されているが、袋詰め流通のためには、もう少し含水率を低下させることが好ましいと思われた。



写真4 ペレット製造装置(タイワ精機 KNP-1501)とペレット堆肥

## 3)堆肥の販売

年間1,300t製造されている堆肥の大部分(800t)は自家圃場に散布している(図2)。自家圃場は水田25ha、畑57haあり、畑では麦や大豆を栽培している。残りの150~200tは近隣農家に販売している。価格は2tあたり、バラで6,000円、散布作業を伴う場合は7,000円とかなり格安で販売している。販売堆肥は水田や野菜畑(キャベツ・ブロッコリーなど)に利用されている。

出荷状態の堆肥を写真4に示した。堆肥は暗褐色で原料の形状はとどめない粉状であり、堆肥臭のする良好な堆肥となっていた。含水率は40%程度と推察され、これ以上乾燥すると、粉塵が舞い、散布作業上問題になると思われる。

ペレット堆肥は、まだ試作段階で見本を提供する程度で販売は行っていない。



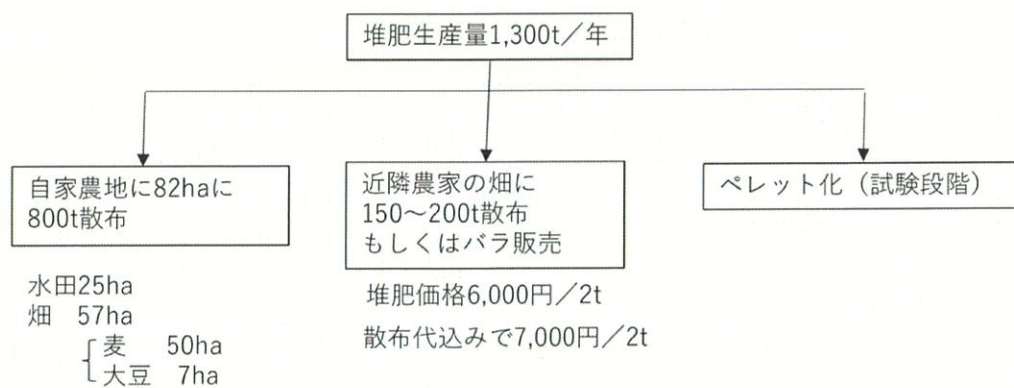


図2 堆肥の販売



写真4 堆肥の出荷状態(マニユアスプレッダーへの搭載)

### 3) 堆肥の品質

現地調査票による評点を表1に示した。2週間隔で切り返しながらか150日間発酵させているため、色・形状・臭気ともに良好であった。現地調査票による評点は90点であり、完熟堆肥といえる。

堆肥の肥料成分含量を表2に示した。乾物当たり窒素3.2%、リン酸7.0%、カリ4.0%と肥料成分は多く含まれており、特にリン酸が多いが、これは豚ふんが入っているためである。また炭素率(C/N比)は10以下であり窒素の肥効が期待できる堆肥といえる。

表1 現地調査票による堆肥の評点

色※	黄～黄褐色(2)、褐色(5)、 <u>黒褐色～黒色(10)</u>
形状	現物の形状をとどめる(2)、かなりくずれる(5)、 <u>ほとんど認めない(10)</u>
臭気	ふん尿臭強い(2)、ふん尿臭弱い(5)、 <u>堆肥臭(10)</u>
水分	強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上(2)、 強く握ると手のひらにかなりつく・・・60%前後(5)、 強く握っても手のひらにあまりつかない・・・ <u>50%前後(10)</u>
堆積中の最高温度	50℃以下(2)、50～60℃(10)、60～70℃(15)、 <u>70℃以上(20)</u>
堆積期間	家畜ふんだけ・・・20日以内(2)、20日～2ヶ月(10)、2ヶ月以上(20) 作物収集残渣との混合物・・・20日以内(2)、20日～3ヶ月(10)、 <u>3ヶ月以上(20)</u> 木質物との混合物・・・20日以内(2)、20日～6ヶ月(10)、6ヶ月以上(20)
切返回数	2回以下(2)、3～6回(5)、 <u>7回以上(10)</u>
強制通気	<u>なし(0)</u> 、あり(10)、

( )内点数を合計し。未熟(30点以下)、中熟(31～80点)、完熟(81点以上)

合計点数 ( 90 )点

表2 堆肥の成分含量(乾物含量)

全窒素	全リン酸	全カリ	炭素率(C/N比)
3.21%	7.02%	4.04%	9.69

## 4) 要望事項と対応

## (1) 要望事項と対応

予め以下の4項目の質問が寄せられた。その対応は、以下の通りである。

質問①: 堆肥で収益を得るためにはいくらで販売すればよいか?

対応①: 家畜ふん堆肥の価格は地域や品質により大きく異なるが、一般的には5,000～

10,000円程度である。畜産農家は、ふん処理を主目的としているので、この価格でも採算はとれていない。収益を得るためには、より栽培農家を使いやすいよう、作物別に基肥として使えるよう堆肥と化学肥料を混合して肥料成分を調整した特殊肥料入り指定混合肥料などを生産するなどの対応が必要と思われる。

質問②: 成分調整など付加価値を高めるために他の資材を混合したいがどのようなものがあるか?

対応②: 現在の堆肥は、カリがやや少ない。肥料バランスをとるには、ワラ類や野菜屑などの混合が好ましい。おからなど大豆粕もカリが多い。コーヒー粕や緑茶粕などは熱水抽出しているのでカリは少ない。コーヒー粕は微細な孔隙が微生物の活動に役立つ。

若い竹のチップ利用も考えられる。一定の品質を保った堆肥を生産するためには、家畜ふんを主体とし、これらの資材は1割以下の混合にすべきである。

質問③: 量産化に向けて乾燥施設など付帯設備をどのように整備すべきか?

対応③: 強制通気や脱臭装置はないが、現状で発酵に問題は無い。現在の面積で堆肥生産量を増やそうとすれば、強制通気が必要となる。ペレット堆肥を本格的に生産することになれば、乾燥施設、ベルトコンベア、袋詰め施設、粉塵対策など関連設備が必要となる。当面は小規模生産であれば、ブルーシート上に薄く広げ天日乾燥したものを出荷するなどの対応でよいのではないかと。

質問④: ペレットは指定混合肥料とし、みどり戦略に貢献したいが、手短な普及方法は?

対応④: 特殊肥料入り指定混合肥料を製造するには、耕種農家からの要望に応じた対応をするテーラーメイド型の製造を行うことが必要になる。輸送コストやきめ細かい対応を考えれば、かなりの量を生産しなければ経営的に成り立たないと考えられる。当面は近隣農家への対応から初めて、経済性を考慮して規模拡大を考えることが必要である。

## 5) 調査委員の所見

大規模な耕種農家である百笑屋は、近隣の畜産農家から家畜ふんを集めて自家圃場で使う堆肥を製造する、という現代では珍しいケースである。「自分の使う物は自分で作る」という基本に立ち返った経営方針には深く感銘を受けた。

3種の家畜ふんを混合し、150日間堆積した堆肥は良好な製品である。堆肥の用途を考えると、水田や施設栽培には現在の完熟堆肥が適しているが、露地畑ではここまで熟成させないで、作付けの1カ月前に中熟物(2~3カ月堆積発酵物)を施用して土壌微生物を活性化させる方法もある。

堆肥にはリン酸が多く含まれているが、糸島地域の土壌は細粒質灰色低地土壌でリン酸が蓄積しやすい。現在、全国的にリン酸蓄積圃場が多くみられるので、施用に当たっては土壌診断を実施し、リン酸蓄積土壌では堆肥の施用量を抑制するとともに、基肥リン酸を施用しないなどの対策が必要である。

ペレットは、現在試作中であるが、ネット販売している米にプランター栽培に使える50~100g位の小袋を添付し、「この肥料で育てています」というPRをすれば、製品のイメージが高まり、購入者の拡大に役立つと思われた。

(藤原俊六郎)

耕種農家が畜産農家のふん尿を堆肥化処理しているため、肥料成分濃度が高く、発酵品質の良い堆肥が生産できている。牛、豚、鶏の3種混合堆肥であり、酪農の生ふんを水分調整材として使用していることから、酪農家の副資材負担の軽減にも寄与しており、肥料成分濃度の上昇と合わせて経済性が高まっている。十分な堆肥舎面積が確保されており、無通気方式ではありながら、良

質堆肥が生産されている。無通気繰り返し堆肥化方式と、強制通気式堆肥化方式を比較すると、無通気繰り返し方式では発酵期間で約3倍、繰り返し労力で1.5倍かかることになる。畜産農家側からのふん尿供給能力に余裕があり、同時に、堆肥の需要自体も大きいことから、将来的には通気方式を改善して、堆肥生産量を増加させ地域農業の活性化につなげていくことも可能と考えられる。

(薬師堂謙一)

調査年月日：令和6年(2024年)11月13(水)～14日(木)

調査委員：藤原俊六郎、薬師堂謙一

## 2-6. 沖縄市養鶏団地組合 採卵養鶏

沖縄県沖縄市倉敷 152

### 1) 経営の概要

沖縄市養鶏団地組合は 48 年前の 1986 年に設立された。九州・沖縄地域で最初の 10 万羽養鶏場である。最盛期の飼養羽数は 105,000 羽で、現在の飼養羽数は 78,000 羽である。7 棟の鶏舎があるが、現在 1 棟は堆肥のストックヤードとして使用しており、残りの 6 棟の採卵鶏舎を使用している(写真 1)。将来的には、多段ケージ飼養方式に切替えて 12 万羽養鶏(沖縄県の採卵鶏の飼養目標は 120 万羽)に増羽することを目指している。各鶏舎で発生する鶏ふんはスクレーパーにより鶏舎端の一次堆積場(写真 2)に搬出され、透明屋根の堆肥舎に移送され、ショベルローダーの切り返し方式により堆肥化处理される。令和 2 年度に畜産環境対策総合支援事業と沖縄県の良質堆肥生産・利用促進事業により、60m<sup>3</sup> 規模の縦型コンポスター(以下縦型コンポ)1 基と脱臭装置が新たに導入され、現在のふん尿処理方式に改良された。



写真 1 採卵鶏舎及び堆肥化施設の配置

### 2) 堆肥化施設

沖縄市養鶏団地組合の現状のふん尿処理のフローを図 1 に示す。元々は、ショベルローダーによる切り返し方式の堆肥舎とロータリー式攪拌機の鶏ふん乾燥設備で処理されていたが、令和 2 年度に 60m<sup>3</sup> の縦型コンポと脱臭装置が 1 基追加された(写真 3)。採卵鶏 78,000 羽の

飼養羽数からすると、縦型コンポストで処理できるのはほぼ半量となるため、残りのバラ売り用堆肥はバガス(サトウキビの搾りかす)や木くず、剪定枝破砕物と混合して水分調整し、切返し方式で発酵させてから主にサトウキビの元肥として使用される。

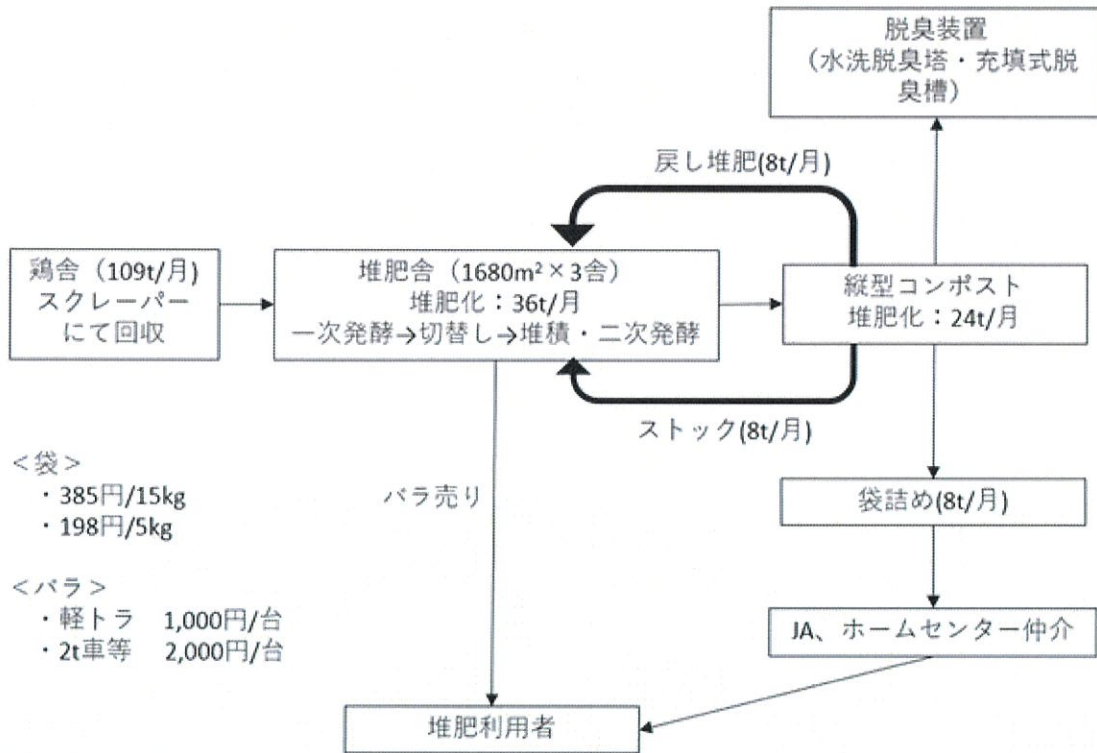


図1 沖縄市養鶏団地組合の堆肥化処理のフロー図



写真2 鶏舎端の一次堆積場



写真3 縦型コンボ(手前は脱臭設備)



写真4 一次堆積場のふんと戻し堆肥を混合した原料



写真5 縦型コンボの堆肥

縦型コンボには、一次発酵中のふんと戻し堆肥を混合した原料を投入する(写真4)。バガスや剪定枝破碎物を混合した堆肥を縦型コンボに投入したこともあったが、鶏ふんが繊維により大きな塊となり縦型コンボから排出できなくなったため、現在は、戻し堆肥と混合した原料だけを投入するようにしている。

縦型コンボで発酵させた堆肥(写真5)は、水分が30%以下まで乾燥しており、色はやや茶色がかっているが、まったく悪臭は無く、アンモニア臭もほとんどない状態となっている。また、縦型コンボからの排気臭も少なく、堆肥化過程での悪臭発生の抑制効果は高いと考えられる。この堆肥は、鉄工所に作らせたトロンメルで篩選別(写真6)し、15kg入りの小袋詰めとフレコ

ン入りの形態で販売する(写真7)。小袋は 385 円/袋で、JA を通してジャガイモ、田芋(水田で栽培、サトイモの仲間、菓子原料等)、観葉植物やキク栽培等に利用されている。家庭菜園向けの 5 kg 入りの小袋の生産しており、198 円/袋で販売している。フレコン入りは肥料会社への販売用であり、今後、販売を拡大していく予定とのことであった。



写真6 堆肥の篩機(トロンメル)



写真7 小袋詰め装置とフレコン入り堆肥



### 3) 堆肥の品質

調査当日に採取した縦型コンポと堆肥舎で発酵させた堆肥の成分分析結果を表 1 と表 2 に示す。

縦型コンポで生産された堆肥(表 1)は、水分 25.6%wb で、発芽率も 100%であり、発酵品質に係るコンポテスターによる酸素消費量の分析値が 1.9 と腐熟が進んでおり、におい識別装置による臭気指数相当値も 17 と臭いが弱いことがわかる。乾物当たりの成分では、灰分が 62.1%と高く戻し堆肥の比率が高いことがわかる。肥料成分では窒素が 2.1%、リン酸が 6.2%、カリウムが 4.7%、石灰が 32.7%であり、リン酸、カリウム濃度は高いが、窒素濃度がやや低い値となっている。カルシウム含有量が多いので、作物によっては施用量に注意する必要がある。発酵が進んでいることから、野菜類や花き類など広く利用できる堆肥といえる。

堆肥舎で切り返しのみで発酵させた堆肥(表 2)は、剪定枝破砕物、木くず、バガスなどと混合し水分調整される。水分は高く、塊りも大きい(写真 8)、排汁は出ていない。また、1 日 1 回の切返しを行っているため、悪臭の発生が非常に少ない。しかしながら、水分が高いため、発酵温度は 55℃程度までしか上がっておらず、濃厚飼料由来の雑草の種子の除去効果はあまり期待できない。堆肥の成分分析の結果では、水分が 52.7%と高く、コンポテスターによる酸素消費量が 5.0 であり、発芽率も 0%であるので、堆肥化がやや不十分であり、作付け前に早めに施用し、土壌中で

表 1 縦型コンポで生産された堆肥の分析結果

検査項目	検査結果	
水分	25.6	%(現物)
灰分	62.1	%(乾物)
pH	7.9	
EC	6.7	mS/cm
窒素全量	2.1	%(乾物)
リン酸全量	6.2	%(乾物)
加里全量	4.7	%(乾物)
石灰全量	32.7	%(乾物)
苦土全量	2.1	%(乾物)
炭素率(C/N比)	11.7	
銅全量	100	mg/kg(現物)
亜鉛全量	530	mg/kg(現物)
鉄	11,000	mg/kg(乾物)
マンガン	700	mg/kg(乾物)
発芽率	100	%
酸素消費量	1.9	μg/g/min(現物)
臭気指数相当値	17	(現物)
放射性セシウム合計	-	

表 2 堆肥舎で発酵させた堆肥の分析結果

検査項目	検査結果	
水分	52.7	%(現物)
灰分	57.0	%(乾物)
pH	6.7	
EC	8.7	mS/cm
窒素全量	2.3	%(乾物)
リン酸全量	5.8	%(乾物)
加里全量	4.5	%(乾物)
石灰全量	30.3	%(乾物)
苦土全量	2.0	%(乾物)
炭素率(C/N比)	12.6	
銅全量	53	mg/kg(現物)
亜鉛全量	300	mg/kg(現物)
鉄	6,500	mg/kg(乾物)
マンガン	620	mg/kg(乾物)
発芽率	0	%
酸素消費量	5.0	μg/g/min(現物)
臭気指数相当値	17	(現物)
放射性セシウム合計	-	

熟成を図る必要性がうかがえる。なお、におい識別装置による臭気指数相当値は、縦型コンポの堆肥と同じ 17 であり、臭いの少ない堆肥といえる。

この堆肥は、軽トラ 1 台 1,000 円、2t ダンプ 1 台 2000 円(送料込み)でサトウキビの収穫後の元肥用として使用されている。サトウキビの元肥利用の場合、中熟堆肥でも栽培上の支障はなく、堆肥利用によるサトウキビの収量改善効果が高いという特徴がある。堆肥自体の水分が高く、塊りが大きいものの、悪臭が少なく、肥料コストも非常に安いことから、サトウキビに対しては利用性の高い堆肥といえるし、利用量の確保が可能である。また、採卵鶏ふん堆肥の場合、カルシウム含量が高いが、沖縄本島中北部に分布する国頭マーヅ土壌は、酸性が強くカルシウム施用量も多いので利用効果が高いと考えられる。



写真 8 切り返し発酵中の堆肥



写真 9 液状になった鶏ふんの貯蔵状況

なお、鶏舎の設置が 48 年前ということもあり、1 棟の鶏舎でコンクリート路盤が地盤沈下で破損し、大雨が降ると床下から地下水が吹き出し、鶏ふんが液状化するということである。堆肥舎に堆肥の土手を築き、その中に液状のものを貯蔵(写真 9)し、飼料畑にバキュームカーで散布して対応しているとのことであったが、梅雨や 2 月からの雨期には圃場散布自体ができなくなるため、多段ケージをなるべく早く導入し、問題となる鶏舎の使用を中止することが望まれる。年間の堆肥生産量については、詳しい量は不明であるが、基本的に販売のみで、年間の堆肥の売上高は 73 万円となっている。

#### 4) 要望事項と対応

質問①: 現在生産している鶏ふん堆肥に適した作物や使用方法について。販売しやすい堆肥への改善方法について。

対応①: 縦型コンポで生産されている堆肥については、臭いも無いので現在使用されているような野菜作や園芸作物への利用拡大が可能である。採卵鶏ふんの場合、カルシウム含有量が多いので、アルカリ性を嫌うジャガイモや葉菜類、果樹などでは施用する相手先の土壌に注意する。島尻マーヅとジャーガル土壌はもともとアルカリ性のためカル

シウム量多い堆肥は嫌われる傾向にある。これに対し、国頭マージは酸性土壌のため、採卵鶏ふん堆肥を使用すると逆に石灰散布量を節減することができる。

バラ堆肥の方については、販売価格も安いので生産コストを抑えられているサトウキビへの利用が最適である。副資材の量を増やせば堆肥の発酵温度もあげられるし、切り返しの回数を少なくすることもできるので、発酵方式の改善を検討されたい。堆肥の発酵温度を 70℃以上に上げられれば、雑草の種子も、衛生害虫で問題となるウジも死滅させることができる。また、サトウキビでの利用性を上げるには、規模拡大の際に、マニユアスプレッダーも導入するなど、散布性の改善を図ると利用の拡大につながる。

質問②: 堆肥舎内でアンモニア濃度が濃い場合がある。改善方法について

対応②: 基本的に、堆肥発酵ではタンパク質が分解するとアンモニアが発生するのでアンモニア自体の発生を抑えることはできない。堆肥舎の腐食や、作業者の作業環境の問題となるので、堆肥舎の換気を良くするよう配慮すること。なお、鶏ふんの場合、尿は尿酸の形態で含まれており、それが酵素により尿素に分解され、次いでアンモニアへと分解される。なるべく鶏ふんが新鮮なうちに水分を飛ばしてしまえば尿酸の形態のまま鶏ふん堆肥中にとどまるため、アンモニアの発生も抑制でき、同時に鶏ふん堆肥中の窒素濃度を高めることが可能である。2021 年度の堆肥の肥料成分値を見ると、現物濃度で窒素濃度が 2.1%に対し、リン酸が 5.4%、カリウムが 3.2%と、鶏ふん堆肥にしては窒素濃度が相対的に低い。堆肥発酵中にアンモニアとして揮散していると考えられるので、水分調整を適正に行うなど、発酵期間をできるだけ短縮(堆肥の乾燥速度を速める)してアンモニアの発生を抑制するように改善することが望ましい。

質問③: 将来的に 12 万羽規模の養鶏を目指している。この際、鶏ふん処理はどうすればよいか。

対応③: 多段ケージを使用すると、飼養羽数が増加しても使用する鶏舎の数を減らせるということなので、液状化が問題となっている鶏舎は使用しないこと。切返し発酵のバラ堆肥と縦型コンポの製造量バランスから言うと、発酵品質のよい縦型コンポについては最低 1 基は増設することが望ましい。切返し発酵の堆肥については、切返し回数の削減、堆肥発酵による水分蒸散能力の拡大(副資材使用量の削減)の点からは、堆肥舎の 1 棟をパイピングによる強制通気式に変更することも検討すべきである。所要発酵期間は 4 週間に、攪拌回数は 5 回程度に削減できる。通気電力のみであれば、ブロワーの電力量は縦型コンポの数分の 1 であるので安価に処理できる。バラ堆肥については、サトウキビへの安価な販売を行い、流通量の拡大を図る必要がある。また、マニユアスプレッダーなどの散布機械の整備も施設整備と同時に図ると、堆肥の利用性を改善することができる。ペレッターの導入についても興味を示されているが、数千万円代の投資となること、堆肥の販売価格の上昇につながること、比較的近距離内での利用が想定されることなどから、当面は縦型コンポの堆肥販売拡大を図る方が望ましいと考えられる。

### 5)委員の所見

鶏ふん堆肥の場合、基本的に中熟堆肥生産であり、縦型コンポで処理する場合、アンモニア臭などが残った堆肥が一般的であるが、当該農場では極めて臭いの少ない堆肥が生産されていた。

また、切返しのみで生産されている鶏ふん堆肥は、排汁が出ていないものの、堆肥化の限界を超えた水分値であると思われるが、毎日切返しを行うことにより悪臭の発生の無い堆肥が生産できている。この切返しのみで発酵を進めているバラ堆肥は、非常に安価な価格で販売され、サトウキビ栽培に相当量が利用されており、堆肥販売に貢献している。副資材の使用量の増加や、通気設備の新設などによるなどの対応により、堆肥発酵品質の改善が望まれる。

鶏舎のコンクリート路盤の破損から鶏ふんが液状化するなど、老朽化に伴う問題も発生しているが、今後、多段ゲージに交換することにより増羽も検討されている。鶏舎の改良と共に、縦型コンポの増設による堆肥生産の改良や、マニユアスプレッダーなど散布態勢の整備が並行して行われれば、環境保全型で資源循環型の経営の発展が期待される。

調査年月日：令和7年(2025年)1月16(木)～17日(金)

調査委員：薬師堂謙一



## 畜産堆肥流通体制支援事業(令和6年度)検討委員及びコンサルティング委員名簿

### 検討委員会

- 中井 裕 新潟食料農業大学 学長・教授
- 荒川 祐介 農研機構 九州沖縄農業研究センター研究推進部 技術適用研究チーム長
- 川村 英輔 静岡県立農林環境専門職大学短期大学部 教授
- 白石 誠 岡山県農林水産総合センター 畜産研究所 経営技術研究室 研究員
- 高橋 圭二 Dairy lab . K&K 代表、酪農学園大学 名誉教授
- 藤原 俊六郎 技術士事務所 Office FUJIWARA 代表
- 薬師堂 謙一 特定非営利活動法人 九州バイオマスフォーラム 理事長

### コンサルティング委員会

- 薬師堂 謙一 特定非営利活動法人 九州バイオマスフォーラム 理事長
- 田代 利明 株式会社 岡田製作所 相談役
- 天神 隆 株式会社 天神製作所 取締役社長
- 岡本 壮一 有限会社 岡本製作所 代表取締役
- 竹内 和敏 中部エコテック 株式会社 取締役社長

令和6年度畜産環境対策総合支援事業  
(令和5年度補正予算(第1号))  
のうち畜産堆肥流通体制支援事業  
事業報告書

令和7年3月12日

一般財団法人 畜産環境整備機構

〒105-0001 東京都港区虎ノ門5-12-1 ワイコービル 3F  
TEL 03-3459-6300(代) FAX 03-3459-6315

一般財団法人 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1  
TEL 0248-25-7777(代) FAX 0248-25-7540

