

# 家畜糞尿リサイクルの課題と対策 - 牛糞堆肥を中心として -

坂本 定禧

The Subject and Measurement of Recycling Systems for Livestock Waste  
with Particular Emphasis on Cow Dung

Sadatomi Sakamoto



今日、環境への負荷軽減を目指す循環型社会の形成に関心が高まっているが、農業は最も循環と調和した産業であった。しかし、経済の高度成長とともに効率を重視する営農となった結果、経営の単一化による地力低下や連作障害、あるいは畜産の糞尿処理問題等、農業においても環境への悪影響が懸念されるようになった。このため、今後は自然循環機能を活かした環境保全型農業の確立が重要であり、そのための技術開発等の研究も推進されているところである。環境保全型農業の確立には、畜産部門と耕種・園芸部門とが結合した家畜糞尿リサイクル（堆肥の生産・利用）システムの確立がキーポイントの一つである。

家畜糞尿の堆肥化によるリサイクルは、かつて「地域農業の複合化試験」で全国的に取り組みされたものの、その成果は必ずしも定着しなかった経緯があり、その意味ではこのリサイクルは古くて新しい課題である。

このような状況のなかで、坂本経営研究室長は過去の「地域農業複合化試験」の経験を踏まえて、改めて家畜糞尿のなかでも堆肥化利用が遅れている牛糞に着目し、その堆肥を中心としたリサイクルのあり方について精力的に取り組んだ。

その結果、堆肥の良品生産技術の徹底と低コスト生産による「売れる堆肥作り」、多様な消費者に多様なルートで販売する「売る工夫」、さらにはリサイクルシステム確立のための畜産・耕種両部門の連携のための「仲介」の重要性を明らかにした。

本論文は、平成8年から10年までに実施して逐次発表してきた一連の研究成果をとりまとめたもので、実用的な価値はもちろんのこと学術的にも貴重な業績である。当場の研究報告として刊行し、広く一般の参考に供したい。

なお、本論文は同氏が平成11年3月25日に岡山大学から授与された農学博士の学位論文であることを付記しておく。

平成13年10月

岡山県農業総合センター農業試験場長  
農学博士 富久保男

# 目 次

序 章	緒 論	57
	第1節 本論の課題	57
	第2節 本論の構成	59
第1章	家畜糞尿リサイクルとその課題	60
	第1節 家畜糞尿リサイクルの今日的な意義	60
	第2節 廃棄農産物における家畜糞尿の位置	62
	第3節 家畜糞尿リサイクルとその問題点・課題	63
	第4節 摘 要	66
第2章	家畜糞尿に関する問題点の現状と堆肥化	67
	第1節 畜産経営の動向と家畜糞尿の排泄量	67
	第2節 農耕地への糞尿負荷の偏りと環境汚染の現状	68
	第3節 有機質肥料の需給動向と家畜糞尿の利用	69
	第4節 摘 要	71
第3章	牛糞の堆肥化と広域的流通の課題	71
	第1節 牛糞尿処理と堆肥化の実態	71
	第2節 牛糞堆肥施設の運営と広域的流通の課題	74
	第3節 摘 要	78
第4章	堆肥需要の経済分析と堆肥需要主体行動の特徴	79
	第1節 耕種部門における堆肥需要の経済分析	79
	—岡山県の実態から—	
	第2節 一般家庭堆肥需要の実態	85
	第3節 岡山県産牛糞堆肥の生産・流通促進対策	88
	第4節 摘 要	88
第5章	牛糞堆肥リサイクルシステムの確立とその対策	89
	第1節 牛糞堆肥リサイクルシステムの類型	89
	第2節 事例にみる堆肥の類型別リサイクルシステム	89
	第3節 牛糞堆肥リサイクルシステムの確立とその対策	93
	第4節 摘 要	95
第6章	本論文の要約	95
	引用文献	97
	英文摘要	99

## 序章 緒論

### 第1節 本論の課題

今日の畜産経営では、畜産物の輸入自由化等の国際化に対応して急激な多頭化による規模拡大が行われており、家畜糞尿はもはや自己の経営内や集落内等狭域での堆肥化による処理・リサイクル（再生利用、以下、本論ではリサイクルとする）が困難になりつつある。その結果、畜産農家の糞尿処理コストの増大だけでなく、地域によっては家畜糞尿による環境汚染という外部不経済（畜産経営が外部に対して及ぼす不利益）が発生している。また、近年、輸入飼料に混入した種子による外来雑草の繁殖といった新たな外部不経済もみられる。

一方、耕種・園芸部門における作物の高品質生産や一般家庭の園芸ブーム等により有機質肥料の需要は高まっているものの、地域農業構造の変貌等により、これら部門への堆肥等の有機質肥料の供給システムは未だ確立されていない。

したがって、家畜糞尿を堆肥化してリサイクルすることは、堆肥需要に応えるためだけでなく、前述した二つの外部不経済の解消という点からも極めて重要な課題である。また、家畜糞尿を堆肥化してリサイクルすることは、環境保全とエネルギーの効率的利用という点から極めて重要である。

ところで、家畜糞尿の堆肥化によるリサイクルは、「古くて新しい課題」である。つまり、我が国の農業は基本法農政のもとで、生産性の向上と需要の増大に対応した農業の選択的拡大政策により、特に、1960年代の後半から施設による野菜や畜産の生産が急速に進展した。また、水田作、畑作、果樹等においても機械化や作型の組み合わせによる経営規模の拡大により、専作化が進展した（ただし、稲作は兼業化によるところが多い）。その結果、これら作目を中心とした農業の労働生産性は高まったものの、周知のとおり、農業経営の専作化と規模拡大の進展により、土地利用率の低下、農業副産物利用の低下、水稲、野菜等の耕種・園芸部門の地力の減退と連作障害、専作化に伴う機械・施設の稼働率低下等、諸問題の発生をみた。また、畜産部門では飼養頭羽数の拡大に伴って家畜糞尿による環境汚染の発生をみた。これらの問題は1970年代になって顕著になり、もはや個別農家の農業経営内で自己完結的に専作化の弱点を克服するのは困難な状況となった<sup>(1)</sup>。

このような状況下で、農水省農林水産技術会議では「地域農業の複合化」<sup>(2)</sup>が我が国農業の安定した発展に

とって極めて重要な方向であり、そのためにその定着の方法を明らかにしなければならないことを確認した<sup>(3)</sup>。そして、「個別経営では解決困難な問題を地域内の異種類農家間の協力分担によって地域農業資源の有効利用を効率的に行い、地域全体の農業生産力の向上を図り、農業生産システムを再構成することをねらい」とする地域農業複合化推進試験が実施された。この試験の内容は具体的には、①集落あるいは旧町村程度を範囲とする地域において、作目間・部門間及び農家間を連れいして、補完関係を保ち、生産管理を円滑にするための技術の開発、体系化、②地域複合組織の中核となる農家の技術組立て、③地域複合方式によって結合される組織体の組織化の手順と運営方法を解明することであった<sup>(4)</sup>。

地域農業複合化推進試験は、1978年から全国61地域を対象に1983年まで行われた。この試験は国の試験研究機関だけでなく都道府県の試験研究機関も参加し、まさに、国と地方の農業関係試験研究機関の総力をあけての取り組みであった。もちろん、当農業試験場も地域農業複合化推進試験に参加し、場内試験だけでなく野菜産地の牛窓町と酪農産地の落合町を対象に現地試験も行った。そして、両町の現地試験では、野菜・水稲の輪作体系確立技術、トウモロコシのホールクロップサイレーズ技術、堆肥施用技術等の技術開発試験とこれらに加えて、耕種農家と畜産農家が連携する地域農業複合化推進組織の形成手順の解明等も行った<sup>(5)</sup>。

この試験研究では、前述したように水稲、野菜等の栽培技術の開発に加えて、すべての地域において畜産部門と他部門との結合関係を問題とし、家畜糞尿の利活用技術が取り上げられていた<sup>(6)</sup>。つまり、これは従来から実施されていた単なる堆肥の生産技術の開発ではなく、畜産農家の堆肥生産技術から耕種農家の輪作方式も含めた地力維持や堆肥施用量、堆肥舎や堆肥センターの運営方法、畜産農家と耕種農家の協力分担組織のあり方等、幅広い研究であった<sup>(7)</sup>。この試験研究の結果、多くの成果が出され定着した技術もみられた<sup>(8)</sup>。しかし、このような成果がみられたにもかかわらず、今なお、畜産農家の糞尿利用の問題は解決されていない。なぜ、家畜糞尿のリサイクルが依然として、問題にならなければならないのだろうか。その原因の主要な点は、その後も畜産の多頭化・専作化が著しく進んだこと、糞尿処理にコストがかかること、地域農業複合化推進試験が「集落あるいは旧町村程度を範囲とする地域」という狭い範囲を対象としたため、今日までの農業・農村の急激な構造変化に対応できなかったこと等にあるといえる（ただし、部分的には旧町村程度を越えていたところもある）。つ

まり、「集落や旧町村程度の範囲」では耕種農家や畜産農家の減少、あるいは農家の階層分化による耕種農家や畜産農家の偏在化、化学肥料に偏重した農法の継続、さらには都市化・混住化による畜産農家の減少等で耕種農家と畜産農家とのバランスのとれた連携が困難になったことである。また、狭い範囲では同じような内容の農業経営が行われていたため、多様な農業経営による地域農業の複合化は、困難であったという要因も考えられる。

ところで、家畜糞尿の堆肥化によるリサイクルは前述のように古くて新しい課題であり、これに関連したこれまでの研究成果は数多くあるが、それらは、次の三つに大別できる。第一は、既に若干ふれたように、畜産農家が中心である堆肥の供給側における堆肥生産技術に関する研究である。つまり、家畜糞尿は廃棄物で環境汚染の原因にもなるが、一方では畜産経営の副産物としての貴重な土づくりや肥料資源でもあるため、排泄物の排泄量、処理技術及び処理施設の開発に関する研究である<sup>(11)</sup>。第二は、耕種農家が中心となる堆肥の需要側における堆肥の施用量等の利用効果等に関する研究である。これらの研究も従来から国や都道府県の試験研究機関で行われており、これらの成果は既に集大成されている。また、有機物の施用基準として整理されてマニュアル化され、実際の指導現場においても活用されている<sup>(12)</sup>。第三は、家畜糞尿の物質循環に関する研究である。この研究では地域の有機物のフロー、つまり炭素、窒素、リン等の成分のフローを追跡し、環境への影響を明らかにするというものである<sup>(13)</sup>。しかし、この研究では物質循環を成分単位に捉えているもので家畜糞尿の量や流通という視点は少ない<sup>(14)</sup>。また、前述した地域農業複合化推進試験においても有機物のフロー、つまり物質循環の視点はあつたものの、この試験の主旨からそれは極めて狭域なものになっており、しかも農業生産の範囲内に留まっている。したがって、地域農業複合化推進試験の枠組みでは今日の農業・農村の急激な構造変化に対応できなくなり、耕種部門と畜産部門との連携方式は定着しなかったのである。この結果、今日においても耕種部門では環境保全型農業が要請されているなかでの堆肥利用の不十分、畜産部門では家畜糞尿の過剰による環境汚染という問題をかかえて家畜糞尿リサイクルの問題は解決されておらず、依然として「古くて新しい課題」になっているのである。

以上、これまでの家畜糞尿の堆肥化に関する研究を概観したが、地域農業複合化推進試験以後、家畜糞尿の堆肥化に関する経営・流通上の研究や家畜糞尿リサイクルの視点に基づいた研究は極めて少ない<sup>(15)</sup>。

今日、環境保全型農業が要請されているなかで、「畜産農家の糞尿過剰による環境汚染の解消」と「耕種農家の堆肥施用不足」の両者をどのように結合させるか、ここにリサイクルのポイントがあり、改めて農業・農村の構造変化に対応し、家畜糞尿の物質循環に視点を置いた、つまり、堆肥化による家畜糞尿リサイクルの今日的なあり方が求められている。そこで、本論ではこの家畜糞尿の堆肥化によるリサイクルに焦点を当て、岡山県を主たる対象としながら、家畜糞尿のなかでも特に堆肥化が遅れている牛糞堆肥を中心とした堆肥の生産と利用・つまり、リサイクルのあり方を検討する。そして、これらを基に、堆肥のリサイクルシステム確立のための課題と対策を明らかにする。

なお、本論では岡山県を主たる対象としているが、その理由は次のとおりである。つまり、岡山県の農業は歴史的にも古くから畜産が盛んであり、しかも今日においても畜産は農業粗生産額では米、野菜等の耕種部門に次いで多い部門であり（畜産の占める割合は岡山県の27.4%に対して、全国は24.8%である）、岡山県農業における畜産のウェイトは依然として高い位置にある。したがって、岡山県は牛糞堆肥化によるリサイクルの課題を検討するにふさわしいと考えられる<sup>(16)</sup>。また、同時に岡山県は中国山地のある県中北部の中山間地域から、岡山平野のある平坦水田地域及び都市近郊地域まで非常に変化に富んだ地域条件のなかで、稲作、畜産、果樹、野菜といった農業が行われており、いわば日本農業の「縮図」ともいえるような条件を備えており、家畜糞尿リサイクルの普遍化を検討するには適する地域と考えられるからである。

## 注

- 注1) 基本法農政下での我が国農業の問題点の指摘は、高橋<sup>(17)</sup>、梶井<sup>(11, 12)</sup>等数多くある。
- 注2) 地域農業の複合化の意義については、沢辺・木下<sup>(25)</sup>、金沢<sup>(13)</sup>等がある。
- 注3) 農林水産技術会議事務局「地域農業の複合化技術」1984年p.2を参照。
- 注4) 3)と同様。
- 注5) 岡山県における牛窓町と落合町の地域農業複合化推進試験結果については、文献(34)、(35)、(36)がある。
- 注6) 家畜糞尿の処理利用技術については、地域複合の研究成果がまとめられている<sup>(30)</sup>。
- 注7) 耕種農家と畜産農家の連携方式については、甲田<sup>(19)</sup>の堆肥銀行と飼料銀行についての成果がある。

- 注8) 地域農業複合化推進試験の技術開発試験では多くの技術が開発されたが、これらの技術で定着している技術として、岡山県の場合、野菜産地の牛窓町における野菜苗のソイルブロック育苗技術がある。また、落合町では、夏秋ナスやレッドキャベツが定着している。詳細は文献34) pp.30-32、35) pp.31-34、注(36) pp.48-50を参照。
- 注9) 家畜糞尿処理技術については、排泄物・汚水の処理技術、堆肥化の省力・低コスト処理技術等の研究が数多くあり、これらの研究成果は処理施設の設計マニュアル<sup>32)</sup>などとして集大成されている。
- 注10) 堆肥の利用技術や土づくりに関する手引き書は数多くあり<sup>1)、22、27、32)</sup>、岡山県においても堆肥利用に関する試験成績等を基に、1993年より土づくりのマニュアルを作成している<sup>40)</sup>。
- 注11) 詳細は文献24)を参照。
- 注12) 同様の指摘<sup>19)</sup>がされている。
- 注13) 最近の研究では、樽本祐助「畜産と耕種の連携による堆肥の有効利用方策」『機械化農業』pp.21-22 1997年や関澤<sup>41)</sup>がある。
- 注14) 1995年の農水省農業所得統計によると、一番多い耕種部門は72.5%となっている。なお、岡山県農業や地域別農業の特色については、文献25)を参照。

## 第2節 本論の構成

本論の構成は、以下のとおりである。

まず、第1章では、家畜糞尿のリサイクルとリサイクルを実施するために解決すべき課題を明らかにする。このために、環境保全型農業における家畜糞尿のリサイクルの今日的な意義と廃棄農産物における家畜糞尿の位置づけについて考察する。そして、家畜糞尿を堆肥化するための意義とリサイクルを確立するための課題について検討する。

第2章では、家畜糞尿の現状と堆肥化との関係について検討する。このため、まず、近年の畜産経営の動向から家畜糞尿の現状を明らかにするとともに、家畜糞尿の排泄による環境汚染の実態と環境汚染の地域格差について考察する。

近年、土づくりへの関心の高まりや環境保全型農業の推進等により、有機質肥料の需要が増大している。そこで、次に有機質肥料の需給動向と家畜糞尿の堆肥化との関係について明らかにする。なお、家畜糞尿の堆肥化等の事例については、岡山県の実態を対象とする。

第3章では、牛糞の堆肥化と広域的流通の課題を明ら

かにする。このため、第一に、全国における家畜糞尿堆肥化の実態と畜種別堆肥化の特徴を考察する。また、岡山県を事例に、岡山県の家畜糞尿の実態調査結果から岡山県産家畜糞尿堆肥の需給量を明らかにするとともに、堆肥化の課題について検討する。第二に、家畜糞尿のなかでも堆肥化が遅れ、広域的な流通が最も困難とされている牛糞を主原料とする全国の堆肥・有機肥料製品生産施設のアンケート調査結果から、これら施設の特徴を明らかにする。そして、これらの結果を踏まえて、今後の牛糞堆肥の広域的な流通を促進するための課題と対策について検討する。

第4章では、堆肥をリサイクル利用する一方策として、堆肥需要の実態について検討するために、堆肥の需要者側に焦点を絞り、耕種農家を対象とした堆肥需要主体の経済分析と一般消費者における堆肥需要主体行動の特徴を明らかにする。そのため以下では、第一に、線形計画法による堆肥需要モデルを策定して、耕種農家の堆肥需要量を計測する。第二に、今後、堆肥の需要拡大が期待できる一般消費者等のアンケート調査から、彼らの堆肥購買行動の特徴と堆肥需要量を把握する。そして、第三に、一般消費者等までを視野に入れた岡山県産牛糞堆肥の広域的流通の対策を提案する。

第5章では、これまでに牛糞堆肥のリサイクルについて検討してきた結果を基に、牛糞堆肥の望ましいリサイクルシステムを確立するための対策等を明らかにする。このため、まず、牛糞堆肥の生産主体と流通範囲からみたりサイクルシステムの類型区分を行い、その特徴を考察する。次に、この類型区分に基づいてリサイクルシステムが機能している岡山県下の事例を考察する。そして、これらの結果からリサイクルシステムを確立するための具体的な対策を提言する。

筆者が本論文を作成するに当たっては、岡山大学大学院自然科学研究科教授佐藤豊信博士をはじめ岡山大学大学院自然科学研究科教授横溝功博士には、懇切な御指導とご校閲をいただいた。また、前岡山大学大学院自然科学研究科教授日瀬守男博士(現美作学園大学学長)、元岡山大学大学院自然科学研究科教授岩間泉博士(現くらしき作陽学園大学教授)には、資源管理論、地域計画論、農業生産管理論などのご教示をいただいた。さらに、岡山大学大学院自然科学研究科教授千葉喬三博士(現岡山大学副学長)、岡山大学大学院自然科学研究科教授黒田俊郎博士、岡山大学大学院自然科学研究科教授小松泰信博士、岡山大学大学院自然科学研究科助教星野敏博士には、それぞれの専門的な立場から有益なご指導をいた

だいた。それから、本論文の作成には、筆者が所属する岡山県農業総合センター農業試験場の皆様のご理解とご高配によるところが大きい。特に、直属の上司であった前岡山県農業総合センター農業試験場北部支場長甲田齊氏（故人）には、論文作成の過程で有益なご指導とご助言をいただいた。また、元岡山県立農業試験場長木本英照氏、同石田喜久男博士、前場長高木伸友博士、現場長富久保男博士には、本論文を作成するに当たってご配慮をいただいた。それから、同経営研究室の山本晃郎氏をはじめ、喜井啓氏（現岡山農業改良普及センター）ほか多くの方々にご指導とご協力をいただいた。

以上の皆様をここに記して、心より感謝を申し上げます。

## 第1章 家畜糞尿リサイクルとその課題

### 第1節 家畜糞尿リサイクルの今日的な意義

#### 1. 環境保全型農業と家畜糞尿リサイクル

近年、環境問題に対する関心は非常に高く、地球規模の温暖化、熱帯林の減少、オゾン層の破壊等、地球環境問題は世界共通の関心事となっている。農業は、元来、環境と最も調和した産業であり、また、食料生産に加えて、国土、環境保全といった多面的な機能を有しているといわれている。しかし、現代の農業生産はこれまで生産性の向上を求めて、経営の単一化の進展や農業労働力の減少により、化学肥料や農薬などに過度に依存する傾向が強まり、地方の低下や自然生態系、環境への悪影響を及ぼすことが懸念されている。しかし、新世紀を迎えた今日、地球規模での環境保全対策は人類の課題である。我々は、農業においても生産環境や生活環境を好ましい状態で保全するために、農業・農村の環境改善を進め、自然生態系の復活等、よりよい環境条件を整備していく必要がある。このため、農村が本来持っているすぐれた機能を十分に発揮させつつ、農業生産面での農薬・肥料等の使用方法の見直しや新しい農業技術の開発等により、環境にやさしく豊かな自然と調和したクリーンで安全な農業・農村を実現することが求められている。

このような情勢のなかで、ヨーロッパやアメリカでは1980年代以降、ヨーロッパ共同体（EC）の「環境保全型（あるいは粗放型）農業」やアメリカの「低投入持続的農業（いわゆるLISA農業）」等が推進されており、ヨーロッパやアメリカでの環境保全型農業への取り組みは我が国に比べて早かった<sup>1)</sup>。

我が国の環境保全型農業への取り組みは、1990年代に入ってからようやく始まった<sup>2)</sup>。つまり、1992年に出された農水省の「新しい食料・農業・農村政策の方向」（新政策）のなかであり、これまでの経済効率偏重の反省から、「農業の持つ物質循環機能を生かし、生産性との調和などに留意しつつ、化学肥料、農薬の使用等による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業（環境保全型農業）」の推進である。そして、環境保全型農業を確立するための施策として、第一は、環境への負荷軽減に配慮した、より効率的な施肥、防除を推進するために、施肥基準や病害虫防除要否の判断基準の見直しを行うこと、第二は、産・官・学が連携して環境保全型農業技術に関する研究開発を行うこと、第三は、地力の維持・推進と未利用有機物資源のリサイクル利用を推進することとしている。そして、1998年9月に行われた「食料・農業・農村基本問題調査会答申」では、食料・農業・農村に対する国民の期待として、また、我が国農業の発展可能性の追求の項目でも、農業の自然循環機能の発揮を強調しており、改めて環境保全型農業の重要性を確認している<sup>3)</sup>。

岡山県でも環境保全型農業を推進する手引きを作成し、1996年から環境保全型農業を推進している<sup>4)</sup>。その方策としては、①農薬の削減（環境にやさしい病害虫防除）、②化学肥料の削減（環境にやさしい肥料使用）、③家畜糞尿のリサイクルの促進、④水質改善、⑤農村環境の整備・景観保全、⑥啓発対策を掲げている<sup>5)</sup>。

以上が国、県の行政が推進している今日までの環境保全型農業の経緯と概略である。近年、環境保全型農業の論議も盛んになっており、JA全中・JA全農にみられるように、全国各地で環境保全型農業が推進されている<sup>6)</sup>。また、第1-1表のとおり全国の多くの市町村でも環境保全型農業への取り組みがみられる。これらの主な実践状況をみると、「施肥・土づくり」では堆きゅう肥の投入や施肥量の適正化、「防除」では化学農薬の投入量の節減、発生予察による適期防除の徹底、「輪作体系」では畑作物・野菜等の輪作体系の確立等が多くなっている。特に、「施肥・土づくり」における堆きゅう肥の投入は約8割を占めている。しかし、今日の行政サイドで推進している環境保全型農業への取り組みに批判的な指摘もある。つまり、我が国の農業の環境問題を発生要因別にみると、①極度の農業集約化が原因の環境負荷、②管理主体の弱体化や生産基盤の脆弱化等、農業後退が原因の環境負荷、③都市化・乱開発等、外部要因が原因の環境負荷があるとして、現在、国、県で推進されている環境保全型農業は、①に限定されている。しかし今後、



第1-1表 環境保全型農業の主な実践状況

(単位：%)

実践	内容	実践状況	うち重視事項
施肥・土づくり	土壌診断による施肥量の適正化	41.3	15.8
	側条施肥等の効率的な施肥形態の導入	21.0	4.3
	緩効性肥料の導入	20.9	3.4
	堆きゅう肥の投入(家畜糞尿等)	81.2	49.8
	地力増進作物(レンゲ等)	30.2	5.3
防除	化学農薬の投入量の節減	59.0	35.3
	発生子察による適期防除の徹底	40.3	20.3
	病害虫抵抗性品種・台木の導入	17.1	3.7
	べたがけ資材の利用	11.7	2.1
	性フェロモン剤の利用	8.4	2.8
	天敵の利用	7.0	2.3
	対抗植物(マリーゴールド等)の栽培	6.0	1.1
輪作体系等	畑作物・野菜等の輪作体系の確立	37.8	29.1
	田畑輪換	15.3	8.8

- 注) 1. 本調査は、全国の市町村(3,258市町村)を対象に行ったもので、複数回答である。  
 2. 実践状況とは、市町村が該当する項目にすべてに回答した割合であり、重視事項とは、施肥・土づくり、防除、輪作体系等の区分ごとに一つ回答した割合である。  
 3. 資料は、農林水産省「農業白書付属統計表・平成8年度」農林統計協会 p.123によるが、原資料は農林水産省「農業農村環境整備状況調査」(1994年9月調査)である。

環境保全型農業の推進により農業を持続していくためには、生産資材等の低投入による代替農業技術の確立だけでなく、農業の担い手の高齢化に伴う耕作放棄地拡大の解消策等、地域全体の環境保全を視野に入れた改善対策が必要であるという指摘である。そして、環境保全型農業を、①土づくり、②減農薬、③輪作、④有機物のリサイクル、⑤農地保全、⑥以上を含めた総合的な取り組み、に区分している<sup>(47)</sup>。

このような論議のなかで、「今後、わが国の農業の進むべき道は環境保全型であることは間違いないであろう」として、今日の環境保全型農業に「経済効率」を取り入れることを提案している<sup>(48)</sup>。そして、「環境保全」と「経済効率」の両立できる環境保全型農業の技術開発の重要性を説き、水稻を例にあげて開発中の技術を含めた具体的な技術を紹介している<sup>(49)</sup>。

以上、今日の環境保全型農業に関わる論議を概観したが、環境保全型農業はまだ緒についた段階であり、環境保全という視点からは単なる農業技術の開発だけでなく、中山間地域の保全までを含んだ幅広い捉え方が必要である。したがって、本論での環境保全型農業は、代替技術の開発等に限定されたものではなく、中山間地域の保全までの幅広い視点を含むものである。

ところで、本論のテーマである家畜糞尿等を活用したリサイクル型農業は、前述の環境保全型農業のなかの④に位置づけられており、環境保全型農業の大きな柱の一

つになっている。したがって、家畜糞尿等を廃棄物として処理するのではなく、これを活用してリサイクル型農業を確立することは、環境保全型農業の重要な課題である。また、家畜糞尿等の廃棄農産物を堆肥化し、資源として再利用することは、堆肥需要に応えるためだけでなく、廃棄物の処理、リサイクルによる省資源・省エネルギー、有機物の還元による地力向上と持続可能な農業生態系維持の環境保全効果がある<sup>(50)</sup>。

## 2. 家畜糞尿リサイクルの今日的な意義

畜産経営では、大量の輸入飼料に依存している一方で、都市化の進展、飼養頭数規模の拡大、地域住民の環境意識の高まりを背景として、悪臭、水質汚濁等の家畜糞尿に起因する環境問題が発生している。しかし、一方では環境に悪影響を与えない家畜糞尿の適切な処理が求められており、これまでも悪臭防止法、水質汚濁防止法等の規制が行われている。そして、1998年12月からは、産業廃棄物が適正に処理されたか否かを伝票で確認する「産業廃棄物管理票(マニフェスト制度)」もスタートして、一部の家畜糞尿にも適応されることになっている<sup>(51)</sup>(その後、1999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・家畜排せつ物法が施行されている)。したがって、家畜糞尿処理は畜産経営内部の問題だけでなく、環境問題としてもこれまで以上にクローズアップされているわけである。そして、これらに

対応した畜産の家畜糞尿処理コストは、今後一層の上昇が予測される。

一方、耕種部門においては地力維持や環境保全型農業等の有機農業への関心の高まりから、有機質肥料の需要が高まっているものの、農業経営構造の変貌等によりこれらの部門への有機質肥料の供給システムは未だ確立されていない<sup>12)</sup>。

このような状況のなかで、今後、家畜糞尿を適切に処理して堆肥化を図り、土地還元を基本とした稲作、野菜、果樹等の耕種部門との有機的な結合のもとで、家畜糞尿をリサイクルさせて生態的に調和のとれた複合経営、あるいは地域複合を育成していくことが求められている。そして、家畜糞尿の適切な処理と堆肥化による農耕地への還元によるリサイクル利用は、家畜糞尿の環境に対する負荷を軽減するだけでなく、資源の有効利用や物質循環に基づいた持続的な農業、つまり環境保全型農業を確立するためにも重要な課題となっている。

今後、家畜糞尿のリサイクル利用を確立するためには、化学肥料だけに依存しない作物生産技術の開発や家畜糞尿を適切に処理する堆肥化技術の開発と定着及び堆肥利用システムの確立が求められている。特に、堆肥利用システムの確立に当たっては、前項で指摘した地域農業複合化推進試験の反省に基づいた今日的な堆肥利用システムのあり方、つまりリサイクルのあり方が重要である。

## 注

注1) ヨーロッパ、アメリカ及び我が国の環境保全型農業への取り組みの詳細な経緯は、嘉田<sup>10)</sup>を参照。

注2) 文献10) p.139を参照。

注3) 環境保全型農業の重要性については、本答申の第一部食料・農業・農村政策の考え方における、3. 食料・農業・農村に対する国民の期待のなかの(4) 農業の自然環境機能の発揮として、ア、農業の持続的発展に資する農法の確立、イ、環境に対する負荷の軽減としてとりあげられている。詳細は文献28)を参照。

注4) 岡山県では1988年より有機無農薬農業を推進しており、環境保全型農業への実質的な取り組みでは、全国に先駆けて行われている。

注5) 岡山県においても手引き<sup>38)</sup>を作成して、全県的に環境保全型農業を推進している。

注6) 環境保全型農業の全国的な事例は多く見られるが、JA全中・JA全農が北海道から九州まで全国各地の取り組み事例を紹介している<sup>39)</sup>。

注7) 小川<sup>32)</sup>は、環境保全型農業を中山間地域の保全等

を意識して、技術問題に限定していない。

注8) 高橋<sup>47)</sup>は今後の環境保全型農業の方向として、従来の「環境保全」に加えて「経済効率」の重要性を指摘している。

注9) 「環境保全型農業」の技術開発の重要性については、嘉田<sup>10)</sup> p.150及び高橋<sup>47)</sup>が提案しているが、高橋の提案はより具体的なものになっている。

注10) 序章の文献27) p.11を参照。

注11) 1998年10月14日付「日本農業新聞」によると、マニフェスト制度は1998年12月にスタートするとされている。

注12) 藤本潔「土壌保全対策の現状および課題」『農林経済』平成8年2月19日付による。

## 第2節 廃棄農産物における家畜糞尿の位置<sup>注11)</sup>

### 1. 廃棄農産物の分類

家畜糞尿は、家畜から排泄される副産物であり、また、廃棄農産物でもある。そこで、以下では、廃棄農産物及び廃棄物における家畜糞尿の位置づけを明確にする。

廃棄農産物とは、農産物(畜産物も含める)の生産・流通・消費の各段階で発生し、廃棄されているものであり、第1-1図のとおり分類できる<sup>42)</sup>。

廃棄農産物の主な用途・行き先は、その種類あるいは流通する段階によって異なっているが、次のような特徴が概観できる。つまり、生産の段階で発生する廃棄農産物は堆肥等を通じて農地に還元されたり、廃棄されているものが多く、加工・流通の段階での廃棄農産物には廃棄されたり、加工原料として再利用されているものが多い。そして、消費段階で発生する家庭生ゴミはほとんど廃棄されている。ただし、近年、農家の庭先でゴミボックス等を利用して簡易的に堆肥化したり、岡山県牛窓町や船穂町のように生ゴミの堆肥化を地域的に実施している地域もある。また、宮崎県綾町、山形県長井市、立川町のように、堆肥と家庭生ゴミを一緒に堆肥化して農地に還元し、有機農業を推進している事例もある<sup>43)</sup>。さらに、最近では外食産業で残飯等の生ゴミを堆肥化する試みがみられるなど、廃棄農産物のリサイクル利用の関心は高まりつつある<sup>44)</sup>。しかし、これらの取り組みはまだ緒についたばかりであり、量的には非常に少ないと考えられる。

### 2. 家畜糞尿の位置

周知のとおり廃棄物は一般廃棄物と産業廃棄物とに大別されるが、家畜糞尿は廃棄農産物のなかで産業廃棄物

内 容	主な用途・行き先				
	堆肥化・農地還元	廃棄(焼却・埋立等)	飼料等	自家加工利用	
廃棄農産物	生産	稲藁	○	○	○
		摘果等間引農産物	○	○	
		根菜類の不用な茎葉		○	
		品質劣化・規格外農産物	○	○	○
		家畜糞尿・死体等	○	○	○
	加工・流通	残葉・剪定枝葉	○	○	
		樹殻	○	○	
		米糠			○
		加工粕類		○	○
		畜産物(屠場の廃棄物)			○
消費	賞味期限切れ加工品		○		
	調理残沙		○		
	残飯		○		
		腐敗食品		○	

第1-1図 廃棄農産物の分類

注) 1. 主要な用途は、通常考えられるものを中心にして区分した。

2. 佐藤豊信「環境と資源の経済学」(1994年、明文書房) pp145-146、本多淳祐「農林水産とリサイクル」(1996年、財団法人クリーン・ジャパンセンター) pp.24-25を基に作成した。

に指定されている。一般廃棄物と産業廃棄物との重量比率は1対6となっており、圧倒的に後者が多い<sup>(注5)</sup>。そして、産業廃棄物のなかの量的な割合では汚泥が42.1%と最も多く、次いで家畜糞尿19.4%、建設廃材14.7%、鋳さい11.7%、金属くず2.0%となっており<sup>(注6)</sup>、家畜糞尿は汚泥に次ぐ多いものとして位置づけられている。なお、汚泥は、工場排水処理や物の製造工程などから排出される汚泥状のものである。

これら産業廃棄物のなかで、リサイクル利用が遅れているのが汚泥、家畜糞尿、建設廃材であり、この三種類の処理問題が解決すれば我が国の固形廃棄物問題の大部分が解決するとさえいわれている。そして、この三大廃棄物処理問題の解決に当たり、家畜糞尿を排泄している畜産業は、海外に移転すべきだという厳しい指摘もある<sup>(注7)</sup>。

このように家畜糞尿は廃棄農産物だけでなく産業廃棄物でもあり、その処理については当然のことながら、水質汚濁防止法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、悪臭防止法等による規制の対象にもなっている。しかし、後述するように畜産環境汚染も発生しており、リサイクル利用が遅れているものの代表の一つになっているのが現実である。したがって、家畜糞尿のリサイクルは農業だけでなく、社会的にも緊急性を要する課題である。

注

注1) 本節は、坂本<sup>(4)</sup>を加筆修正したものである。

注2) 廃棄物は、廃棄物処理法に基づく廃棄物の分類が一般的であり、その分類では廃棄物には一般の廃棄物と放射性廃棄物とがある。そして、一般の廃棄物は家庭生活に関する廃棄物である「ゴミ」と、産業廃棄物とに区分される。詳細は吉野<sup>(5)</sup>を参照。また、廃棄農産物に関する分類は、佐藤<sup>(6)</sup>、本多<sup>(7)</sup>を参照。

注3) 宮崎県綾町の事例は、文献9) pp.223-228を参照。また、山形県長井市では「レインボープラン」として堆肥利用による有機農業を推進している。詳細は文献32) pp.48-57を参照。山形県立川町の事例は、増井和夫「全町の生ゴミも資源化」全国農業改善協議会『農業構造改善96-11』pp.26-29 1996年を参照。

注4) 生ごみのコンポストは化、筑紫 徹「関心高まる生ごみのコンポスト化」『農林経済』pp.2-4 1997年に紹介されている。

注5) 詳細は、北川<sup>(5)</sup> p.5を参照。

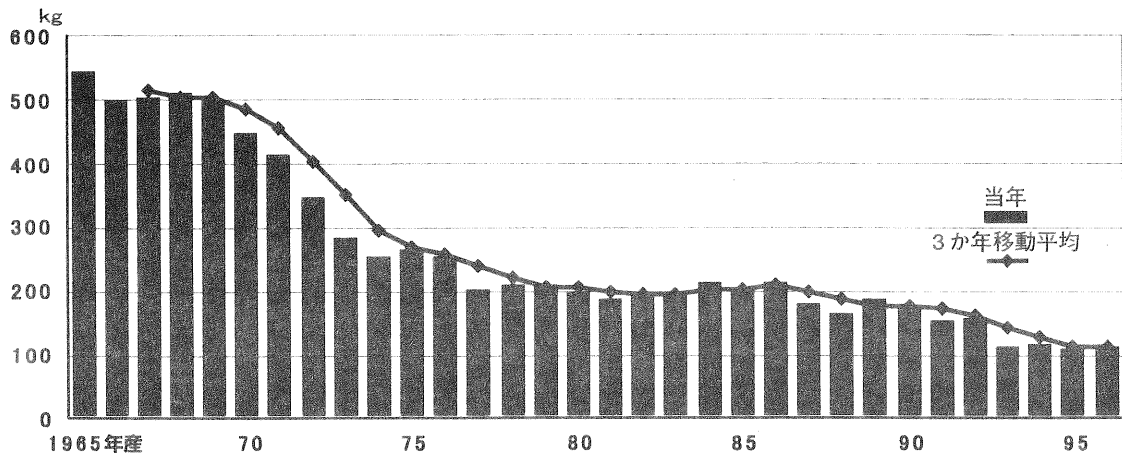
注6) 詳細は、北川<sup>(5)</sup> p.3を参照。

注7) 詳細は、北川<sup>(5)</sup> pp.21-25を参照。

第3節 家畜糞尿リサイクルとその問題点・課題

1. 家畜糞尿リサイクルと堆肥化の問題点

廃棄農産物には再利用されているものがあるものの、再利用されないで直接廃棄されているものも多くある。特に、再利用されていない一部の家畜糞尿や家庭生ゴミ



第1-2図 稲作10a当たり堆きゅう肥施用量の推移

注) 農水省「米生産費調査」より作成。

等の有機性廃棄物は、環境汚染の原因にもなるため、これらの適正な処理が、今日、社会的な課題となっているのは周知のとおりである。今後、これら有機性廃棄物の適正な処理対策としては、堆肥化による再利用が最も有効であると考えられる。つまり、従来の化石燃料による焼却処理や埋立処理に比べて環境への負担が軽減されるとともに、堆肥利用の普及によって土づくりが推進されるという効果も期待できる。ところが、現実には農家の土づくりの成果はあまり上がっていないどころか、近年は逆に地力低下さえ懸念されている<sup>11)</sup>。つまり、有機性廃棄物の家畜糞尿については、①農業労働力の高齢化・兼業化等農業経営構造の変化に伴う労働力不足による堆肥施用量の減少、②畜産部門や耕種部門への特化・分離による堆肥需給のアンバランス、③耕種農家と畜産農家との間の堆肥需給時期のミスマッチ、畜産農家の良質堆肥の安定的供給困難等の実態が生じているためである<sup>12)</sup>。ちなみに、第1-2図は稲作における10a当たり堆きゅう肥施用量の推移であるが、堆きゅう肥の施用量は年々減少しており、1960年代には500kgを越えていたものの、近年の施用量は1/5の100kg程度まで減少している。

## 2. 堆肥化とリサイクルシステム確立の課題

家畜糞尿は有機物に富むことから、堆肥化・液肥化して農耕地や草地に還元し、地力を増進させ、土地生産性を高めるという形で農業生産に利用することが基本である。家畜糞尿の処理方法は、糞尿を混合して①液状コンポスト処理(スラリー方式)、②堆肥化処理(堆積方式)、糞尿を分離して③糞の発酵処理、④糞の乾燥処理、⑤尿の発酵処理、⑥尿の浄化処理の六つがある<sup>13)</sup>。②、③

及び⑤の堆肥化処理は、生糞あるいは尿に十分な酸素を供給して、好気性発酵により腐熟させて有機物を分解させれば、土地還元した場合でも、作物に悪影響を与えないような良質な堆肥となる。家畜糞を発酵させて堆肥化するための条件としては、栄養分が十分にあること、水分が適当であること、酸素が十分供給されること、発酵を促進するための微生物が多くいること、発酵熱により温度が上昇すること、完熟堆肥まで時間をかけること等である<sup>14)</sup>。また、原田は良質堆肥の具備条件として、次の点をあげている。つまり、①好気的条件下で十分発酵させて、悪臭がないこと、②乾燥(水分含量30%以下)させて重量を軽くし、取り扱いやすくすること、③高温(70℃前後)で発酵させて病原菌や寄生虫を死滅させて衛生的であること、④生育阻害物質を含まないこと、⑤好気発酵して有機成分が安定していること、⑥塩類濃度が高くないこと、である。そして、第1-2表のような

第1-2表 家畜堆肥品質基準

品質表示を要する基準項目	
基準項目	基準
有機物	乾物当たり 60%以下
炭素-窒素比C/N比	20%以下
窒素(N)全量	乾物当たり 1%以上
リン酸(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )全量	乾物当たり 1%以上
カリ(K <sub>2</sub> O)全量	乾物当たり 1%以下
品質表示を要しない基準項目	
水分	乾物当たり 70%以下
電気伝導率(EC)	現物につき 5mS/cm以下

注) 1. 本肥料の製造には、3か月以上、数回の切り返しを伴う堆積を行うことが望ましい。

2. 原田靖生「糞尿処理に求められる基礎知識」羽賀清典監修『マニュアル・マネジメント』デーリマン社1995年p.41

第1—3表 家畜糞尿の堆肥化法の長所・短所

長	短
<ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌構造を改良し、化学肥料を減少できる土壌改良材となる。</li> <li>・堆肥化により、糞尿の重量、体積、悪臭、害虫の発生を減少させる。</li> <li>・生の糞尿に比べて取り扱い易くなる。</li> <li>・堆肥化によって、窒素分が比較的安定した形になるとともに、C/N比が低下して土壌中で窒素飢餓を起こさなくなる。</li> <li>・堆肥化によって、糞尿の悪臭、地下水汚染等の発生が減少する。</li> <li>・糞尿中の原生動物、病原菌及び雑草の種子を死滅させることができる。</li> <li>・発酵済みの堆肥は、畜舎の敷料としても利用できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆肥化処理には時間を要し、堆肥化したり貯蔵する機械・施設が必要である。</li> <li>・堆肥化処理には時間や機械等が必要なため、その処理にはコストが高くなる。</li> <li>・できた堆肥には悪臭がないが、堆肥化の過程で臭気が発生する場合もある。</li> <li>・寒冷の気候では熱損失が大きくなり、発酵・分解が遅くなる。</li> <li>・できた堆肥の成分が化学肥料に比べて不安定である。</li> <li>・化学肥料に比べて堆肥散布労力を多く要する。</li> </ul>

注) 本表は、松田三「堆肥発酵・堆肥化処理」千葉信司・市川治監修「マニユア・マニユアル'96」酪農学園大学エクステンションセンター1996年pp.77-78を参考にして作成したものである。

品質基準を示している<sup>(16)</sup>。

ところで、家畜糞尿の堆肥化処理には第1—3表に示したような長所と短所がある<sup>(17)</sup>が、家畜糞尿を肥料成分として安定性のある有機質資材に加工し、輸送・貯蔵などの流通を促進するためには、堆肥化処理が適した方法であるとされている<sup>(17)</sup>。したがって、家畜糞尿をリサイクルさせるためには、堆肥化処理して利用すると同時に堆肥化処理技術の確立と、堆肥を利用するシステムを確立することが課題である。

堆肥を利用するシステムを確立するには、家畜糞尿の環境負荷の大きさと地域内でリサイクルできる容量を明らかにしたうえで、リサイクルのシステムを検討する必要がある<sup>(18)</sup>。つまり、第1—3図に示したように地域内及び地域を越えた広域的なりサイクルシステムを構築することである。

本論では、地域農業複合化推進試験の反省を踏まえて、地域内リサイクルシステムは集落から市町村のレベルと

し、市町村レベルを越えたそれ以上の範囲は、広域的なりサイクルシステムとする。リサイクルシステムの形態は、集落レベルでは耕種農家と畜産農家との相対取引や畜産農家組織と耕種農家組織との組織的な取引の形態である。また、集落を越えた畜産農家との相対取引から、畜産農家組織と耕種農家組織の組織的な取引の形態もある。

広域的なりサイクルシステムでは、他市町村あるいは県域を越えた個別的、組織的な取引の形態がある。

以上のような堆肥のリサイクルシステムを確立するためには、第一に、労働力の高齢化や耕種部門と畜産部門との分離等の農業生産構造を踏まえた新たな堆肥化技術の開発(例えば、ペレット化等により施用が省力化できる堆肥製造技術)や、耕種部門と畜産部門の連携強化は当然であるが、これに加えて堆肥の生産・流通からさらには散布サービスまで含めた堆肥の生産・流通システムを確立することである。

第二は、堆肥の生産・流通システムの確立のためには、これら廃棄農産物に加えて食品産業廃棄物や家庭生ゴミ等の有機性未利用資源等を一体的に堆肥化し、都市、消費者の協力を得て再利用システムを構築することである。そして、第三は、環境負荷軽減のための廃棄農産物の利用の視点から、堆肥の肥料成分を積極的に評価して施用方法の確立を図ることである<sup>(19)</sup>。

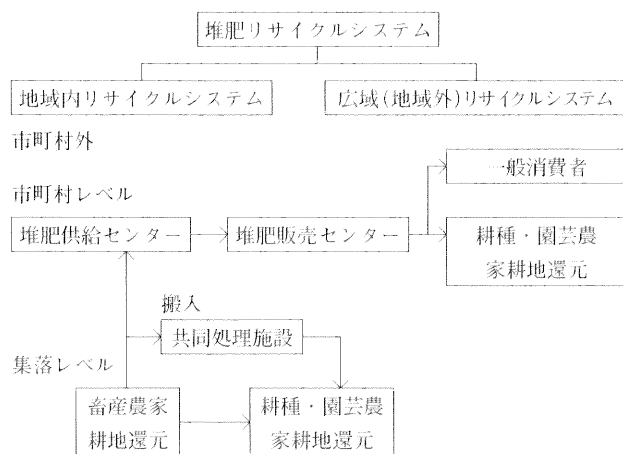
注

注1) 藤本潔「土壌保全対策の現状および課題」『農林経済』平成8年3月4日付 pp.2-5による。

注2) 1)と同様。

注3) 家畜糞尿の処理方法の詳細は、小林ら<sup>(17)</sup>を参照。

注4) 堆肥化の条件については、羽賀<sup>(1)</sup>を参照。



第1—3図 堆肥のリサイクルシステム

注5) 品質基準については、原田<sup>9)</sup>を参照。

注6) 堆肥化処理の長所と短所の比較については、松田<sup>20)</sup>の記述を基にして作表した。

注7) 家畜糞尿の処理方法のなかで、松田<sup>20)</sup>は堆肥化の短所よりも長所の方が多いとして、堆肥化の有利性を説いている。

注8) 家畜糞尿のリサイクルについては、築城<sup>19)</sup>を参照。

注9) 生ゴミの堆肥化については、まだ緒についたばかりである。

#### 第4節 摘 要

国民の環境保全への関心が高まっているなかで、今日、国、県、農業団体等国をあげて環境保全型農業が推進されている。そして、環境保全型農業のなかで家畜糞尿のリサイクルは、大きな柱の一つに位置づけられている。

家畜糞尿は廃棄農産物の一つであるが、産業廃棄物にも指定されており、家畜糞尿のリサイクルは単に農業だけでなく社会的な課題でもある。

今日の畜産経営においては、環境に対する規制が従来に増して一層強まっているものの、畜産部門と耕種部門とが連携して家畜糞尿をリサイクルするシステムは、未だ確立されていない。かつて、全国的に実施された地域農業複合化推進試験においても畜産部門と耕種部門との結合システムの研究に取り組んだものの、これらは十分に定着しなかった。岡山県においても同様である。

家畜糞尿は有機物に富んでいることから、家畜糞尿を堆肥化して農耕地に還元し、土づくり等によって土地生産性を高めることが基本である。堆肥化には長所と短所があるが、堆肥の利用と流通を促進させるためには、堆肥化処理が最適な方法である。そのためには、堆肥化処理技術と併せて堆肥を効率的に利用するリサイクルシステムを確立することが重要である。リサイクルシステムの確立には、かつて経験した地域農業複合化推進試験の経験を基に、おおむね市町村内を範囲とする地域内システムとそれを越えた広域的なシステムの両者が、地域条件に応じて形成されることが必要である。このため、今後は新たな堆肥化技術の開発に加えて、畜産部門と耕種部門との連携強化のなかで、従来は少なかった耕種農家へ堆肥を運搬して散布する等、新たなサービスを含めた新しい堆肥の生産・流通システム、つまり、リサイクルシステムの形成が重要である。また、近年は、家畜糞尿リサイクルシステムの形成において、家畜糞尿に加えて、家畜糞尿と食品産業廃棄物や家庭生ゴミとの一体的な堆肥化を行う等、都市の消費者をも含めたりサイクルのあり方も新しい課題になりつつある。

家畜糞尿のリサイクル確立の課題を検討するに当たって、これらの課題を確認するなかで、本論では家畜糞尿に限定した堆肥化によるリサイクルシステムを検討する。このため、次章ではこれらの課題を踏まえて、畜産経営における家畜糞尿の現状と堆肥化について考察する。

第2-1表 畜産物の輸入と家畜の飼養動向（前年比）

年次	輸 入 量				飼 養 戸 数				飼 養 頭 数			
	乳製品(生換)	牛肉	豚肉	鶏肉	乳牛	肉牛	豚	採卵鶏	乳牛	肉牛	豚	採卵鶏
1980	▲5.0	9.1	—	—	▲6.4	▲4.4	▲9.6	▲14.5	1.2	4.0	5.3	1.3
1983	▲3.6	5.1	30.0	25.0	▲6.4	▲3.5	▲10.0	▲9.6	▲0.2	4.6	2.3	1.6
1984	3.9	2.1	▲3.0	12.0	▲5.6	▲4.1	▲9.0	▲7.6	0.6	3.2	1.5	1.3
1985	6.0	6.0	4.0	3.0	▲5.7	▲5.3	▲9.2	▲7.5	0.0	0.6	2.8	0.5
1986	3.8	19.0	7.0	63.0	▲4.7	▲3.7	▲10.7	▲5.7	▲0.4	2.0	3.2	1.6
1987	5.3	18.6	43.0	16.0	▲5.1	▲5.1	▲12.3	▲6.1	▲2.6	0.2	2.6	4.3
1988	32.9	28.3	16.0	25.0	▲5.2	▲4.5	▲11.7	▲6.3	▲1.6	0.2	3.3	2.4
1989	▲11.4	27.3	8.0	9.0	▲5.5	▲5.4	▲12.7	▲7.5	0.7	0.0	1.2	0.4
1990	▲9.2	5.6	7.0	7.6	▲5.1	▲5.6	▲13.5	▲8.4	1.3	1.9	▲0.4	0.3
1991	19.6	▲5.7	20.5	19.3	▲5.5	▲4.7	▲17.1	▲87.7	0.4	3.5	▲4.1	0.7
1992	26.8	16.4	16.0	13.4	▲7.9	▲5.0	▲16.9	▲8.7	0.7	3.3	▲3.3	▲0.7
1993	18.5	24.2	▲4.7	▲0.9	▲7.6	▲5.3	▲15.4	▲7.2	▲0.7	2.0	▲1.7	0.7
1994	16.7	3.0	11.4	32.3	▲6.5	▲7.3	▲12.6	▲7.7	▲2.4	0.5	▲1.5	1.0
1995	15.7	12.8	6.6	12.6	▲6.9	▲8.0	▲15.0	▲13.1	▲3.3	▲0.2	▲3.5	▲1.3
1996	4.0	▲7.3	24.6	5.5	▲6.1	▲8.7	▲14.9	▲6.8	▲1.2	▲2.2	▲3.4	▲1.7

注) 1. 採卵鶏の飼養戸数は、1991年調査から成鶏雌羽数300羽未満の飼養戸数が除外されているため、1991年の前年比が大きくなっている。  
2. 「畜産統計」による。

## 第2章 家畜糞尿に関する問題点の現状と堆肥化

### 第1節 畜産経営の動向と家畜糞尿の排泄量

#### 1. 畜産経営の動向

畜産物の輸入と家畜の飼養動向は、第2-1表のとおり1986、1987年以後畜産物の輸入が急増しており、国内生産は停滞、減少傾向となっている。特に、牛肉は自由化を控えた1986年から1989年までの輸入量が前年の1.2倍から1.3倍にも増えている。

このような状況のなかで国内の畜産経営の動向は、第2-1表のとおり飼養戸数、飼養頭数とも減少しており、乳牛、肉用牛で前年比の5～9%、豚で10～17%の飼養戸数が減少している。したがって、このままの状況が続くと畜産物の需要に見合う国内生産が維持できなくなるばかりか、畜産農家の減少により耕種農家の地力維持さえも困難になるなど地域農業への影響が懸念される<sup>3)</sup>。

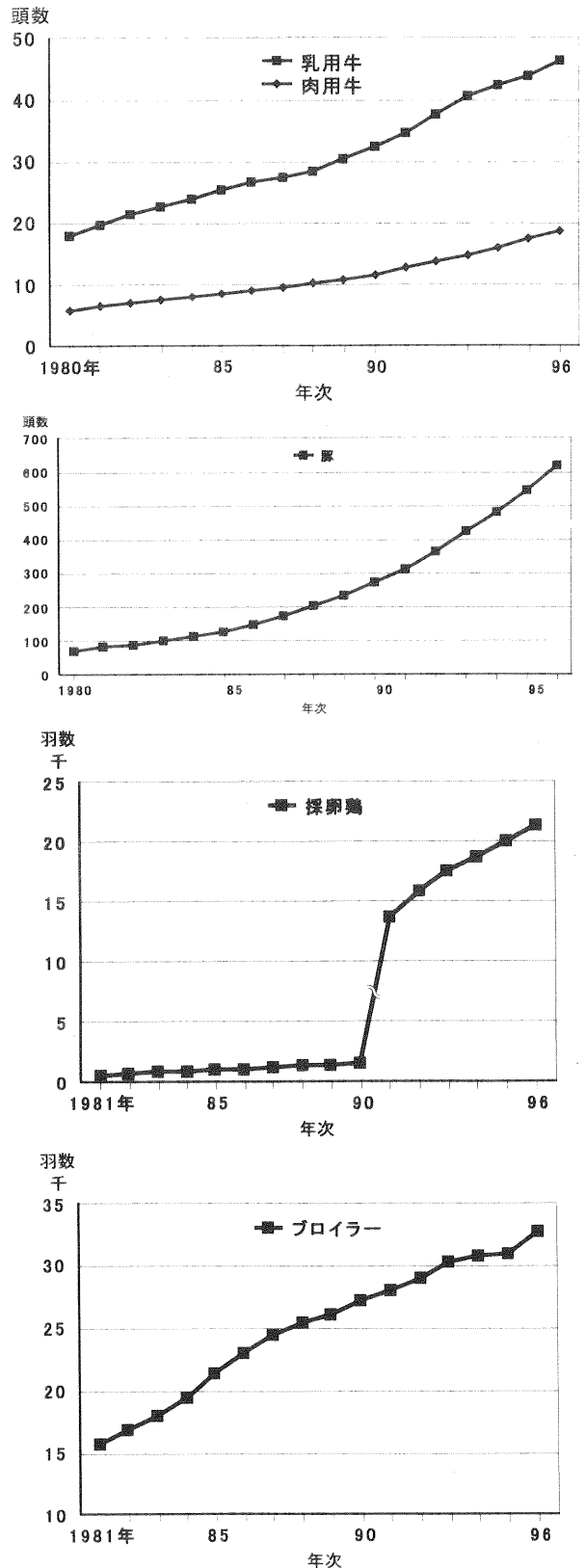
ところで、家畜飼養頭数、飼養農家数が減少しているなかで、畜産農家1戸当たりの飼養頭羽数規模は第2-1図のとおり、急速に拡大している。つまり、乳用牛、肉用牛は、1980年代以降頭数規模が拡大されており、1990年代には乳用牛で、約1.5倍、肉用牛で約2倍となっている。また、豚と採卵鶏も乳用牛、肉用牛と同様の傾向にあり、特に1990年代になって急速な頭羽数の拡大が顕著になっている。なお、ブロイラーの規模拡大は他の畜種より早い時期の1980年代の後半から行われている。このように、畜産農家1戸当たりの飼養規模が急速に拡大した結果、それに伴って畜産農家1戸当たりの家畜糞尿排泄量も急激に増え、糞尿処理も困難になっているのが実態である<sup>4)</sup>。

#### 2. 畜種別家畜糞尿排泄量の現状

原田らによると、1992年度の我が国の家畜（乳用牛、肉用牛、豚、鶏）からの年間糞尿排泄量は、第2-2表のとおり9,100万tであり、窒素換算で約68万3千t、リン換算で約19万4千tに達すると推定されている<sup>5)</sup>。

家畜糞尿の排泄量を畜種別にみると、乳用牛が30.8%、肉用牛が29.5%、豚が23.4%、鶏が16.3%となっており、排泄量では乳用牛が最も多く、次いで肉用牛、豚と続いている。つまり、畜種別の家畜糞尿の排泄量では、その約6割が乳用牛、肉用牛の大家畜である。

農水省の試算によると、牛1頭で処理が必要な糞尿は、人間の60人分、豚が10人分に相当するといわれている。また、家畜糞尿の排泄量を人口1億2千万人で割ると国



第2-1図 畜種別1戸当たり平均飼養頭羽数の推移

注) 1. 1991年以降の採卵鶏は、成鶏300羽未満の飼養者を除いている。

2. 農水省「畜産基本調査」より作成。

第2-2表 日本における家畜糞尿排泄量 (1992年度) (原田・築城1993)

家畜種	飼養頭数 (千)	糞		尿		計	N	P
		千t/年	千t/年	千t/年	千t/年			
乳用牛	2,081	16,717	11,366	28,083	163	30		
肉用牛	2,897	15,824	11,081	26,905	156	29		
豚	10,142	7,495	13,796	21,291	144	58		
鶏	324,430	14,847	—	14,847	220	77		
合計		54,883	36,243	91,126	683	194		

注) 藤田秀保・志賀一「環境を考えた乳牛のふん尿処理と利用」酪農総合研究所1997年

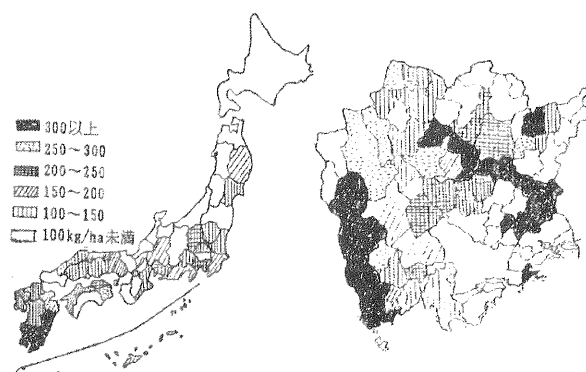
民1人当たり750リットルになる。そして、我が国には、第2-2表のとおり乳用牛、肉用牛が約500万頭、豚が1千万頭いるから、牛と豚だけで4億人分の糞尿になると推定されている<sup>(注3)</sup>。

### 注

注1) 同様の指摘が文献14)、18)にもある。

注2) 詳細は文献3)を参照

注3) 日本農業新聞「'98畜産」1998年3月12日付の記事による。



第2-2図 都道府県別及び岡山県の農耕地単位面積(ha)当たり家畜糞尿の窒素量

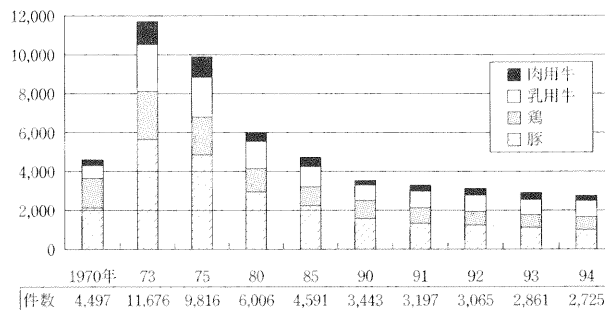
- 注) 1. 窒素量は、農水省農業研究センターが開発した「窒素排泄量推定プログラム」による推定値である。  
 2. 藤田秀保・志賀一「環境保全を考えた乳牛のふん尿処理と利用」酪農総合研究所1997年p.7により作図した。なお、原典は原田靖生・築城幹典「物質循環からみた家畜ふん尿問題」北海道家畜管理研究会第29号(1993)による。  
 3. 岡山県農林部畜産課資料「良質堆肥の生産と利用」1997年による。

## 第2節 農耕地への糞尿負荷の偏りと環境汚染の現状

### 1. 農耕地への糞尿負荷の偏り—地域別の家畜糞尿排泄量の現状—

近年、畜産の国際化が進展するなかで、畜産農家の1戸当たりの飼養規模は増加傾向にあり、それに伴って発生する畜産農家1戸当たりの家畜糞尿排泄量は増加している。しかし、家畜飼養頭羽数の分布には地域格差があり、それに伴って排泄される家畜糞尿にも同様の格差がみられる。

原田らは1993年の全国の家畜飼養頭羽数から、第2-2図のとおり都道府県別の農耕地1ha当たりの窒素負荷量を推定し、窒素負荷量の地域格差が大きいことを明らかにしている<sup>(注1)</sup>。つまり、窒素負荷量の全国平均は129kg・N/haであるものの、最も多いのが宮崎県の606kg・N/haであり、最も少ないのが福井県の35kg・N/haである。なお、環境に悪影響を及ぼさない窒素負荷量の上限は250kg・N/haといわれており、この基準を超えているのが全国で前述の宮崎に加えて鹿児島、徳島、愛知の4県である。また、岡山県においては、全体としては基準を超えていないものの、地域ごとにとみると県東・北部や西部の町村の一部では、環境に悪影響を及ぼさない窒素量の限界を超えている<sup>(注2)</sup>。



第2-3図 畜産経営に起因する苦情発生件数の推移

注) 「家畜糞尿処理システム経営性等調査分析報告書—酪農・肉用牛経営」畜産環境整備リース協会1995年p.1



2. 環境汚染の実態

我が国の畜産経営が前項のような状況にあるなかで、畜産経営に起因する水質汚濁、悪臭の発生等の環境汚染に対する住民の苦情発生件数は、第2-3図のとおり1973年の11,676件をピークに減少に転じており、近年(1990年から94年)は緩やかな減少傾向にとどまり、3千件台で推移している。しかし、酪農、肉用牛等の畜産農家数は大幅に減少していることから、畜産農家数に対する環境汚染問題の発生比率は第2-3表のとおり、緩やかであるが増加傾向にあるといえる。

この要因としては、畜産農家の多頭化に伴う労働力不足による堆肥生産量の減少、養豚のような比較的土壌とのつながりの薄い集約的な飼養形態での急激な規模拡大に伴う糞尿処理能力の限界等が考えられる。また、これらに加えて、農村地域の都市化・混住化の進展、地域住民の環境問題に対する関心の高まり等の要因も考えられる<sup>(注1)</sup>。

農水省畜産局調べによると、1994年の畜産経営に起因する苦情発生件数は2,725件あり、その内容は悪臭関連が59.9%と最も多く、次いで水質汚濁37.0%、害虫発生12.8%となっており、苦情発生の主要なものはこれら三つに集約される<sup>(注1)</sup>。

畜産経営における環境汚染は、以上のように発生件数が減少しているものの、今後、農村地域の都市化・混住化の進展や前述したような畜産に関係した環境汚染の規制の強化が予測される。したがって、畜産農家が激減しているなかで、残された畜産農家にとって環境汚染対策

は、一層重要な課題となっている。

注

注1) 詳細は文献3)を参照。

注2) 片山 勇「家畜ふん堆肥の生産の実態と流通システムの確立」『営農技術情報』第186号 JA岡山経済連 1997年 PP.15-16による。

注3) 同様の指摘が文献14)でもされている。

注4) 詳細は文献50)を参照。

第3節 有機質肥料の需給動向と家畜糞尿の利用

1. 肥料の需給動向と有機質肥料

近年、環境保全型農業への関心の高まりやその推進等で、有機質肥料の需要が増大している。このような状況のなかで、既述したように家畜糞尿は今後、堆肥化処理によってその利用を促進することが重要な課題になっているが、そのためには、肥料の需給動向のなかで今日、有機質肥料がどのような位置にあるのかを明らかにしておく必要がある。そこで、以下では肥料の需給動向と有機質肥料についてその実態を検討する。

肥料の需給動向を検討するに当たって、農水省の肥料取締法による肥料の種類をみると次のとおりである。

肥料は普通肥料と特殊肥料に大別され、普通肥料は公定規格が定められ、化成肥料のように品質や成分が安定しているものである。そして、普通肥料は化学肥料が中心であるが、成分が安定している植物油粕等の有機質肥

第2-3表 畜産環境問題発生件数と飼養農家戸数の比較

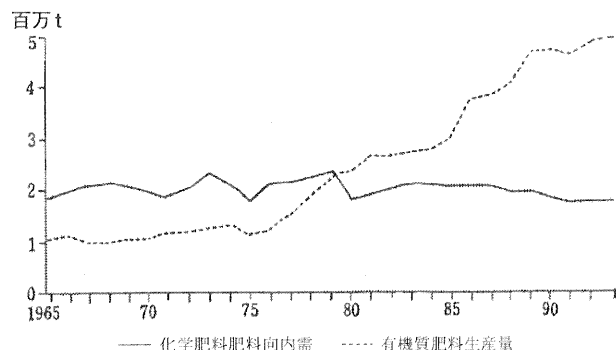
区 分	1973年	1981年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	
豚	農家戸数(千戸)	321	126.7	65.1	57.5	50.1	43.4	36.0	29.9	25.3	22.1
	問題発生件数	5,549	2,507	1,941	1,672	1,574	1,522	1,307	1,210	1,055	1,014
	比率	1.7	2.0	3.0	2.9	3.1	3.5	3.6	4.0	4.2	4.6
鶏	農家戸数(千戸)	858	195	115	108	100	92.5	15.2	13.9	12.9	12.3
	問題発生件数	2,502	1,055	830	787	828	894	743	669	631	595
	比率	0.3	0.5	0.7	0.7	0.8	1.0	4.9	4.8	4.9	4.8
乳用牛	農家戸数(千戸)	212	106	75	71	67	63.3	59.8	55.1	50.9	47.6
	問題発生件数	2,401	1,120	971	966	861	748	843	875	836	832
	比率	1.1	1.1	1.3	1.4	1.3	1.2	1.4	1.6	1.6	1.7
肉用牛	農家戸数(千戸)	595	353	272	260	246	232.2	221.1	210.1	199.0	184.4
	問題発生件数	1,196	446	316	326	314	231	267	260	264	230
	比率	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
計	農家戸数(千戸)	1,986	780.7	527.1	496.5	463.1	431.4	332.1	309.0	288.1	266.4
	問題発生件数	11,648	5,128	4,058	3,751	3,577	3,395	3,160	3,014	2,786	2,671
	比率	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0

注) 1. 1991年からの鶏の戸数は、成鶏めす300羽未満の飼養者を除いた数字である。  
 2. 資料は「家畜糞尿処理システム経営性等調査分析報告書—酪農・肉用牛経営」畜産環境整備リース協会1995年p.2によるが、原資料は農水省畜産局「畜産統計」、「家畜の飼養動向」、「畜産環境汚染問題発生状況調査」である。

料も含まれている<sup>(注1)</sup>。

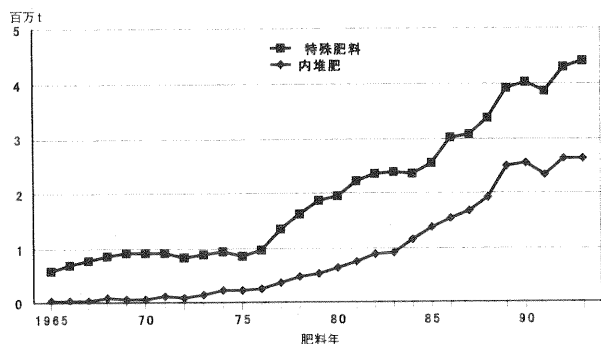
特殊肥料は農林水産大臣の指定する肥料であり、米糠、堆肥などにより農家の経験により識別できるもの、または、品質が一定せず規格設定が困難な肥料である。そして、特殊肥料の一つである堆肥は、「わら、籾殻、生草、海藻または動物質の廃棄物等の有機質物を主体とし、たい積腐熟させたものをいう」となっている<sup>(注2)</sup>。

近年の肥料の種類別の需給動向をみると、第2-4図のとおり化学肥料はその需要量が伸び悩み状況、もしくは減少傾向にあるなかで、有機質肥料(普通肥料の内の有機質肥料と特殊肥料のなかの堆肥等を中心とした動植物性肥料)の生産量は1970年以後、急速に増加している。つまり、1980年代までは200万tの水準を維持してきた化学肥料は、1980年代以後200万tを大きく割り込んでいる。それに対して、有機質肥料の生産量は1975年頃ま



第2-4図 肥料需給量の動向

- 注) 1. 「化学肥料向内需」は、3要素純成分であり、「有機質肥料生産量」は「普通有機質肥料」と「特殊肥料」のうち、動植物性と思われるものとの生産量を合わせたものである。
2. 本図は、富岡昌雄「環境保全型農業と有機質肥料産業の展開」桜井卓治編環境保全型農業論(農林統計協会 1995年 pp.115)による。資料は、農水省「ポケット肥料要覧」各年版による。



第2-5図 特殊肥料及び堆肥生産量の推移

注) 農水省「ポケット肥料要覧」により作成。

では100万tの水準であったものがそれ以後急増し、今日では500万tの水準まで達しつつある。

これら有機質肥料の多くは菜種油粕及び堆肥(1993年は両者で61.5%を占める)であるが、このうち堆肥の生産量は第2-5図のとおりである。これからわかるように堆肥は1989年に248万9千tであったが、1993年には264万7千tに増加しており、この間に6.4%の伸びとなっている。ちなみに、堆肥が多くを占める特殊肥料の近年の生産量をみると、1989年の生産量が391万5千tであったが1993年には441万8千tに増加しており、1989年と比べて12.8%の生産量の伸びとなっている。

以上のように、肥料は化学肥料の需要が減少傾向にあるなかで、近年、菜種油粕や堆肥等の有機質肥料の生産量が增大しており、特にその中の堆肥の生産量の増大が著しい。このように有機質肥料が増加している背景としては、次のような要因が考えられる。その第一は、第一次オイルショック後の省エネルギー・省資源ブームの中で、それまで廃棄物として捨てられていたものが商品化されるようになったり、地力維持増進、連作障害軽減等のために土づくりが積極的に推進されたこと、第二は、近年の有機農業に対する関心の高まりと同時に、野菜、米等の有機栽培の拡大による有機質肥料・資材が見直されていること、第三は、農家の自給有機質資材の生産の減少と関連して、市販有機質資材に対する依存度が增大したこと、第四は、近年、下水道の普及に伴う汚泥の発生量の増加、水質規制の強化に伴う家畜糞尿の処理・処分の必要性から、これら有機物をリサイクル利用する動きが高まっていること等である<sup>(注3)</sup>。

## 2. 化学肥料の使用状況と家畜糞尿の利用

農水省調べによると、我が国の1993年(肥料年)における化学肥料の使用量は、窒素(N)で約67万t、磷酸( $P_2O_5$ )で約75万t、カリ( $K_2O$ )で約60万tとなっている。一方、1993年における家畜糞尿の総排泄量から、家畜糞尿に含まれている肥料成分の総量は、窒素(N)で約68万t、磷酸( $P_2O_5$ )で約45万t、カリ( $K_2O$ )で約55万tと試算されている<sup>(注4)</sup>。したがって、家畜糞尿に含まれている肥料成分量は、現在、国内で使用されている化学肥料の成分量にほぼ匹敵する量になっている。

以上が全国レベルでの実態であるが、岡山県における化学肥料と堆肥の関係は次のとおりである。

岡山県経済連調査によれば、1994年の岡山県における化学肥料の出荷量、つまり農家の年間の化学肥料の使用量は、49,834tである。これを成分量に換算すると、窒

素で約7千t、燐酸、カリで各々約6千tである。

詳細は次節でふれるが、1994年の岡山県における耕種部門への家畜糞尿の利用量（堆肥換算）は47万tであり、これの成分換算量は窒素で約3.2t、燐酸で約3.3t、カリで約2.8tとなっており、農家の化学肥料の使用量をかなり下回る量である<sup>11)</sup>。つまり、耕種部門への家畜糞尿の利用量は化学肥料の1/2程度であり、しかも、それは畜産農家の飼料作物が多く、耕種農家の他の作目への利用は少ないという実態である。

このように、岡山県でも堆肥需給のアンバランスや堆肥需給時期のミスマッチ等がみられ、畜産農家の耕種農家への良質堆肥の安定的供給ができていないのが実態である。

### 注

注1) 肥料の定義は、肥料取締法に基づく定義であり、詳細は文献29)を参照。

注2) 堆肥の定義も文献29) pp.139-140を参照。

注3) 有機質資材の現状の詳細については、栗原 淳「たい肥料特殊肥料の品質保全と自己認証制度」『季刊肥料』No.71 1995年 pp.23-24を参照。また、同様の指摘が文献51)でもみられる。

注4) 試算の詳細については、文献5)を参照。

注5) 岡山県の調査によれば、牛糞堆肥処理形態別の成分換算量は付-1表のとおりである。

付-1表 牛糞堆肥の処理形態別の成分換算量(1995年)

処理形態	処理量 (千t)	成分量(%)			成分量(t)		
		N	P	K	N	P	K
生 利 用	271	0.42	0.34	0.34	1,138	921	921
乾 燥 処 理	41	1.65	1.85	1.72	677	759	705
堆肥化処理	161	0.59	0.62	0.67	950	998	1,079
合 計	473				2,765	2,678	2,705

注) 岡山県農林部の調査結果による。

### 第4節 摘 要

我が国の畜産では、近年、国際化の進展に対応して、畜産農家1戸当たりの飼養規模が拡大され、それに伴う家畜糞尿排泄量が急増し、経営内での糞尿処理も困難になりつつある。一方、畜産農家数は減少しているため、我が国全体の家畜飼養頭羽数の分布には地域差がみられ、それに伴って排泄される家畜糞尿も同様な地域格差がみられる。

家畜頭羽数の違いによる都道府県別の農耕地1ha当たりの窒素負荷量の推定では、宮崎、鹿児島等の4県で既

に環境に悪影響を及ぼさない窒素負荷量を超えている。また、岡山県でも一部の市町村で同様になっている。このような状況のなかで、畜産による環境汚染は1973年をピークに減少しているものの、最近年は3千件台を推移しており、畜産農家数の減少を考慮すると、畜産農家数に対する環境汚染問題の発生率は、増加傾向にある。したがって、残された畜産農家にとって環境汚染対策は、一層重要な課題となっている。

ところで、近年、環境保全型農業への関心の高まり等から有機質肥料の需要が増大している反面、化学肥料の利用量が減少している。このような状況のなかで、我が国全体の家畜糞尿の肥料成分量は、今日、国内で利用されている化学肥料成分量に匹敵している。なお、岡山県の堆肥利用は、化学肥料を下回る量で少なくなっている。したがって、家畜糞尿の堆肥化によるリサイクル利用は環境保全だけでなく、肥料の需給面からも重要な課題といえる。そこで、次章では、家畜糞尿の堆肥化、特に堆肥化の遅れている牛糞堆肥を中心に、堆肥化の実態と堆肥化している堆肥施設の特徴について考察する。

## 第3章 牛糞の堆肥化と広域的流通の課題

### 第1節 牛糞尿処理と堆肥化の実態

#### 1. 全国の家畜糞尿処理と堆肥化の実態

畜産農家の家畜糞尿の処理状況は、第3-1表のとおりである。つまり、糞の処理では乳牛においては酪農家

第3-1表 家畜糞尿の処理状況(戸数比率) (単位:%)

項 目	乳用牛	肉用牛	豚	採卵鶏	ブロイラー	
糞	発 酵 堆積等	24.9	7.6	50.0	11.5	5.1
	乾 燥	5.3	0.9	16.3	63.6	15.0
	焼 却	—	—	—	0.6	13.0
	その他	69.8	5.5	33.7	24.3	66.9
	計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
貯 留	72.3	—	55.1	—	—	
浄 化	1.9	—	12.9	—	—	
尿 強 制 発 酵	2.1	—	6.9	—	—	
	その他	23.7	—	25.1	—	—
計	100.0	—	100.0	—	—	
調査年	1993年	1996年	1992年	1989年	1989年	
月 日	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	

注) 1. 数値は、飼養戸数に対する各項目の割合であり、相互に重複している場合もある。その他には耕地への直接散布等を含む。

2. 資料は、「畜産統計」による。

の耕地還元等を含んだ「その他」が69.8%と最も多く、次いで「発酵」・「堆積等」が24.9%となっている。肉用牛農家では「堆積等」が86.0%と最も多く、次いで「発酵」が7.6%である。また、豚の農家では「発酵」、採卵鶏の農家では「乾燥」、ブロイラーの農家では「その他」が各々最も多くなっている。

尿では、乳用牛、豚の両者とも「貯留」が多くなっている。このように、畜産農家の家畜糞尿の処理状況は畜種によって大きく異なっており、酪農家では耕地還元等を含んだ「その他」、肉用牛農家では「堆積等」が一般的な処理形態といえる。

ところで、家畜糞尿の処理状況のなかで、「発酵」は機械攪拌や強制通気等を備えた発酵施設を用いて処理する方式で、積極的な堆肥化処理である。これらの施設を用いて適切な管理を行っている農家では、取り扱い易い良質な堆肥が生産されることになる。しかし、「発酵」処理して堆肥生産を行っている酪農家や肉用牛農家はまだ少ないのが実態である。特に、酪農の場合は飼料畑等ある程度の耕地を持っている農家が多いため、耕地還元等を含んだ「その他」が多くなっていると考えられる。

畜産経営における家畜糞尿の利用状況では、第3-2表のとおり糞の利用については、酪農家、肉用牛農家ともに、9割以上が経営内で利用しており、耕種農家との販売交換を行っている農家は、酪農家で42.6%、肉用牛農家で27.1%となっている。豚の農家では経営内利用、販売交換等がいずれも約40%である。採卵鶏農家では販売交換が多く、ブロイラー農家では無償譲渡が多くなっている。

家畜糞尿の利用状況は以上のとおりであるが、特徴的なことは採卵鶏を除いて販売交換が少ないということである。特に、乳用牛・肉用牛の大家畜農家では、経営内利用が多くて販売交換が少なくなっている。

以上、全国の家畜糞尿の処理と利用状況の実態を考察

第3-2表 家畜糞尿の利用状況（戸数比率）（単位：%）

項目	乳用牛	肉用牛	豚	採卵鶏	ブロイラー
経営内利用	94.0	92.5	39.9	18.5	16.6
販売交換	42.6	27.1	39.2	62.5	33.9
無償譲渡	16.4	11.9		17.0	45.7
その他	3.4	4.2	20.9	2.0	3.8
計	—	—	100.0	100.0	100.0
調査年月日	1993年	1996年	1992年	1989年	1989年
	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1

注) 1. 数値は、飼養戸数に対する各項目の割合であり、乳用牛、肉用牛は重複している場合もある。その他には、廃棄・放棄も含む。

2. 資料は、「畜産統計」による。

したが、今日、酪農家や肉用牛農家の1戸当たり飼養規模の拡大が行われているなかで、家畜糞尿を全量自己の経営内で還元してリサイクル利用することは不可能になりつつある。したがって、今後は酪農家や肉用牛農家においても、「発酵」による積極的な堆肥化処理を行い、その堆肥を耕種農家や農業生産以外の分野でも販売交換利用を図る等、高い比率になっている自家利用を見直すことである。このことは、畜産農家の適切な糞尿処理のためだけでなく、地域の環境保全にとっても重要である。

## 2. 家畜糞尿排泄量と処理形態—岡山県の実態から—

### (1) 家畜飼養の動向と家畜糞尿排泄量

岡山県における1965年から1995年までの家畜飼養頭羽数の動向を農水省畜産統計でみると、畜種によって異なっており、1981年の乳用牛4万9千900頭、豚8万5千400頭、1983年の肉用牛4万5千900頭をピークに各々減少しており、1995年現在では乳用牛（3万5千900頭）と肉用牛（3万5千500頭）がほぼ同数程度になっている。また、養鶏では採卵鶏、ブロイラーがともに1970年をピークに減少しているものの、それ以後は増減を繰り返しながら、今日では採卵鶏が668万羽、ブロイラーが253万羽となっている。

1戸当たり家畜飼養頭羽数は家畜飼養農家数が減少しているため、1965年から今日（1995年）までどの畜種においても増大傾向となり、それは乳用牛で31.8頭、肉用牛で14.9頭、採卵鶏で2万3千800羽となっている。

今後、畜産物の輸入増大が予測されるなかで、家畜飼養農家数が減少するものの畜産農家ではスケールメリットの追求のために、1戸当たり飼養頭数規模の拡大に一層拍車がかかることになろう。したがって、岡山県の畜産農家にとっても今後、環境汚染対策がより大きな課題になると考えられる。

ところで、1994年の岡山県の調査によると、第3-1図のとおり畜産農家の年間家畜糞尿排泄量は147万6千tであり、その内訳は乳牛・肉牛が71万6千t、ブロイラー・採卵鶏が73万2千t、豚が2万8千tであり、そのほとんど（98.1%）が牛と鶏である。そして、排泄された糞尿は乾燥や堆肥化等によって97万8千tになり、その内の53.3%は堆肥化されているものの、残りは「生利用（未処理）」や「乾燥処理」の堆肥化されていない状態で飼料作物等へ利用されている。

畜種別では鶏糞の72.4%が堆肥化されているのに対し、牛では34.0%の糞尿しか堆肥化されずに「生利用」または「乾燥処理」の形態のまままで利用されており、これらの内、特に「生利用」の中には有効に利用されて

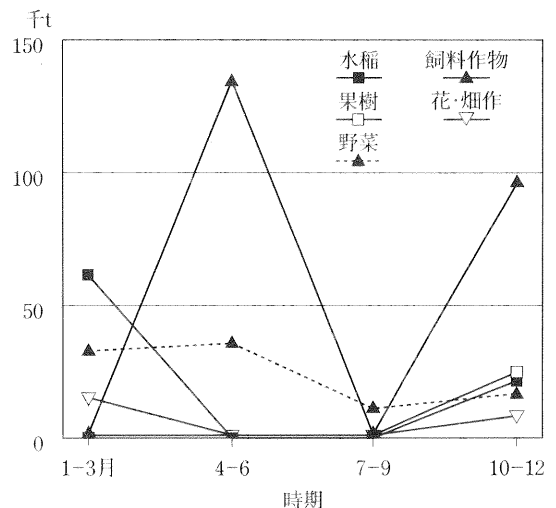


第3-1図 家畜糞尿の排泄と堆肥利用状況 (1994年)

注) 1. 処理形態別で「生利用」は未処理、「乾燥処理」は水分調整をしたものである。  
2. 岡山県農林部の実態調査結果を基に作成している。

いないものがあると考えられる。また、有効に利用されていたとしても、「生利用」に伴う臭気や害虫発生等による周辺への悪影響が懸念される。したがって、今後、未処理で直接農地に還元されている多くの牛糞尿の堆肥化処理が必要である。

一方、家畜糞尿の利用者側である耕種部門への堆肥は、47万t (糞尿処理量の48.5%) が県内で利用されており、作目別には飼料作物が49.8%、野菜が21.3%、水稲が17.9%、果樹・花き等が11.1%となっており、利用量の約半数は飼料作物である。そして、飼料作物への利用形態は全量が「生利用」である。このため、飼料作物等への過剰施用や「生利用」に伴う飼料作物の生育障害等の問題が懸念されている<sup>(1)</sup>。なお、糞尿処理量97万8千tの内、50万8千tがほとんど堆肥 (その91.9%が鶏糞) として県外に流通している。



第3-2図 堆肥の年間時期別施用量の変化 (1994年)

注) 岡山県農林部の実態調査結果を基に作成している。

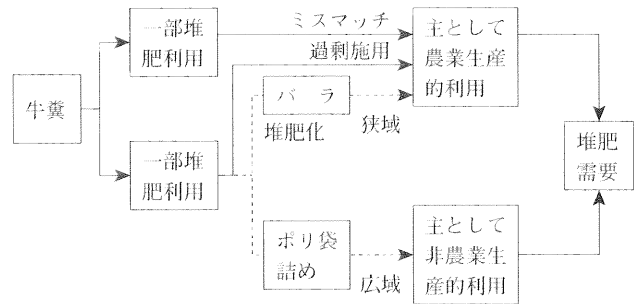
堆肥の年間の時期別施用量では、第3-2図のとおり飼料作物が4~6月と10~12月の期間に施用されているものの、水稲等その他の作目では作季期間外の冬季に限定されている。したがって、畜産農家の飼料作物に加えて水稲への堆肥利用量を考慮すれば（肉用牛農家は、水稲との複合経営が多い）、家畜糞尿堆肥の多くは畜産農家を主体に利用されており、耕種農家の利用量は少ないのが実態である。

3. 牛糞堆肥化の可能性と利用の課題—岡山県の実態から—

岡山県における牛糞堆肥化とその利用を検討する場合、家畜糞尿を全量堆肥化して各作物に施用すると仮定したら、それが可能かあるいは作物に生育障害が発生するほどの過剰な量になるのか否かを検討しておく必要がある。つまり、岡山県産堆肥は「不足しているのか余っているのか」を明らかにすることであり、県内だけで堆肥が利用不可能ならば、堆肥の県外への利用までも検討しなければならないからである。そこで、次のとおり堆肥利用可能量について推定した。

岡山県では第3-1図のとおり、堆肥換算量で97万8千tの堆肥が排泄されている。一方、作物統計によると岡山県における1994年の各作物別作付面積は、水稲4万2千ha、果樹4千500ha、野菜6千640ha、飼料作物5千250ha、その他作物3千500haとなっている。これらの作物の堆肥利用可能量を試算すると、水稲63万t、果樹13万t、野菜20万t、飼料作物11万t、その他作物3万tで、合計110万tとなる<sup>注2)</sup>。この堆肥利用可能量110万tから堆肥供給量97万8千tを差し引けば12万2千tとなり、これだけの堆肥が不足する計算になる。この結果、岡山県における家畜糞尿を全量堆肥化して利用すれば、充分利用できる排泄量であると考えられる。また、堆肥化の遅れている牛糞堆肥に限定してみると、前項でみたように31万2千tが生・乾燥処理で利用されており、飼料作物では過剰施用となっている<sup>注3)</sup>。今後、これらの牛糞を堆肥化して飼料作物には現利用量の1/2が、そして、飼料作物の余剰分の11万3千tは、飼料作物を除いた耕種部門や家庭園芸等に利用されることが望ましいと考えられる。

既に指摘したように、家畜の遍在による糞尿負荷量には地域格差が大きく、これが畜産による環境汚染の元凶になっている。特に、畜産農家の飼料作物への「生利用」が多く、畜産農家以外の耕種農家や乳・肉用牛のいない地域では利用が少ない等、堆肥需給のアンバランスや需給時期のミスマッチ等から畜産農家の堆肥が耕種農家に



第3-3図 牛糞堆肥の需給と堆肥流通の課題

注) フローの実線は実態を示し、点線は望ましい方向を示す。

スムーズに流通していない。したがって、今後は畜産の環境汚染防止だけでなく、耕種農家の土づくりのためにも牛糞堆肥化の促進と堆肥の広域的流通を確立することが重要である。そして、堆肥の広域的流通を確立するためには、第3-3図に示すとおり今後、牛糞の堆肥化を進めて堆肥を大量利用し易い「バラ」の形態や取り扱い易い「袋詰め」の形態にして、耕種農家や乳・肉用牛がいない地域、あるいは家庭園芸用等の非農業生産的利用にも流通させることが重要である。なお、上記の試算では現在の堆肥供給量は家庭園芸に利用するほどの余裕はないものの、堆肥の農業生産的利用が少ない現時点では、堆肥需要の拡大方策の一つとして堆肥の家庭園芸利用等を考えることも重要であろう。

注

- 注1) 飼料作物の連作障害については、文献46)を参照。
- 注2) 堆肥利用可能量の試算に当たっては、岡山県が示している各作物別の栽培基準の10a当たり堆肥受容可能量と作物別作付面積の積から算出している。
- 注3) 注2)の栽培基準によれば、飼料作物には堆肥の過剰施用になっている。

第2節 牛糞堆肥施設の運営と広域的流通の課題<sup>注1)</sup>

土壤保全調査事業全国協議会の調査によると、泥炭、バーク堆肥（樹皮を主原料に家畜糞尿を混合して腐熟させたもの）、家畜糞尿を主原料とする堆肥等の土壤改良資材を生産している施設数は、1996年に全国で1,159か所ある。そして、これら施設の内、牛糞を主原料とする堆肥・有機肥料製品生産施設（以下、堆肥施設とする）は、156か所（13.4%）となっている<sup>注2)</sup>。これら156か所の施設を地域別にみると、九州が54施設と最も多く、次いで中国42施設、四国16施設となっており、これら施設の約7割が西日本に集中している。

ところで、本論の課題である家畜糞尿リサイクルには牛糞堆肥の広域的流通が重要であり、それを促進するためには堆肥施設が良好に運営されることが必要である。そこで、以下では全国の牛糞堆肥施設のアンケート調査を行って、その結果を施設の運営収支別に分類する。そして、そのなかで黒字運営されている施設に注目して、その特徴を分析する。その際、①生産管理や販売管理等、施設の経営管理論的な側面と、②黒字運営施設の主要因とコスト分析の側面等の分析視角から、堆肥施設の運営実態を明らかにする。

### 1. 堆肥施設の概要と特徴

アンケート調査の有効回答を得た93施設の経営形態は第3-3表のとおり、個人・法人の民間レベルが半数と

最も多く、次いで農協、市町村・公社となっている。これらの施設では、従業員「3人未満」や資本金も「1千万円未満」の小規模なものが多い。また、施設の約6割(56施設)は「収支零」または「赤字運営」となっている。

### 2. 堆肥施設の経営内部要因とその特徴

#### (1) 堆肥の生産技術と品質

堆肥施設では、堆肥製品の原料である牛糞の入手先が、第3-4表に示すように経営内部にある「自家の牧場」からと経営外部からの「畜産農家」とに二分されているが、「畜産農家」からの入手がわずかに多くなっている。そして、「畜産農家」から入手している堆肥施設では、「有料で購入」しているケースが多く、特に、黒字運営の施設にそれが多い。

第3-3表 堆肥生産施設の概要

(単位:施設数,%)

区分	回答数	運営主体			従業員数			回答数	資本金				
		個人・法人	農協	市町村・公社	3人未満	3人~5人	5人以上		千万円未満	千万円~3千万円	3千万円~5千万円	5千万円以上	
全体	93	52.7	36.8	10.5	70.3	19.1	10.6	82	40.2	15.9	13.4	30.5	
収支別	黒字運営	37	67.6	21.6	10.8	59.5	27.0	13.5	33	45.5	21.2	9.1	24.2
	収支零	22	59.1	31.8	9.1	76.2	19.0	4.8	22	50.0	13.3	18.2	19.1
	赤字運営	34	32.4	58.8	11.8	77.2	11.4	11.4	27	25.9	11.1	14.8	48.2

注) 1. 全国で牛糞を主原料として堆肥・有機質肥料製品を生産している施設へのアンケート調査(1996年12月に実施、配布数156施設、回収率60.9%、有効回答数93施設)による。

2. 以下の表も同様である。

第3-4表 牛糞の入手と堆肥の発酵期間

(単位:施設数,%)

区分	回答数	牛糞の入手先			畜産農家からの入手方法			回答数	堆肥の発酵期間				
		自家の牧場	畜産農家	回答数	引き取り料金を貰う	有料で購入する	無料で引き取る		1か月未満	1~3か月	3~6か月	6か月以上	
全体	93	49.5	50.5	45	26.7	44.4	37.8	93	5.4	22.6	45.2	26.8	
収支別	黒字運営	37	61.1	38.9	13	15.4	61.5	46.2	37	8.1	16.2	48.7	27.0
	収支零	22	71.4	28.6	5	60.0	—	40.0	22	—	23.8	38.1	38.1
	赤字運営	34	22.9	77.1	27	25.9	44.4	33.3	34	5.9	26.5	47.1	20.5

第3-5表 品質保持と成分調査・成分表示

(単位:施設数,%)

区分	回答数	品質保持上の重点事項				製品の成分調査実施			表示の有無		
		堆積発酵期間	堆肥の切り返し回数	牛糞以外の副資材	その他	定期的実施	以前実施	無	有	無	
全体	93	55.3	37.2	2.1	5.4	41.1	52.6	6.3	41.5	58.5	
収支別	黒字運営	37	59.5	40.5	—	—	45.9	51.4	2.7	48.6	51.4
	収支零	22	47.6	38.1	4.8	9.5	31.8	63.6	4.6	36.4	63.6
	赤字運営	34	57.1	31.4	2.9	8.6	42.8	48.6	8.6	38.2	61.8

堆肥施設では原料の牛糞はおがくず等と50～80%混合し(38施設)、3～6か月発酵させており、堆肥製品の品質保持対策として第3～5表のとおり堆積発酵期間、堆肥の切り返し回数を重点としている。また、ほとんどの堆肥施設が製品の成分調査を実施しているものの、「定期的実施」している施設は4割にすぎない。しかし、黒字運営の施設では「定期的実施」が他の施設に比べてわずかに多く、黒字運営には堆肥製品の成分調査も重要な要素の一つとなっていると考えられる。

堆肥製品の成分は、全体では表示している施設の方が少ないものの、黒字運営の施設では、表示している施設が相対的に多くみられる(なお、堆肥の成分表示は1999年の肥料取締法の一部改正により、義務づけられている)。

## (2) 堆肥製品の荷姿と流通

堆肥製品の荷姿では、第3～6表のとおり施設全体ではわずかであるが「バラ」製品が多く、「ポリ袋入り」

製品は少なくなっているものの、黒字運営の施設では「ポリ袋入り」製品が多い。なお、「ポリ袋入り」製品は、収支零から赤字運営の施設になるにしたがって少なくなっている。また、収支零や赤字運営の施設では、黒字運営の施設に比べて「バラ」製品が多い。

ポリ1袋当たりの重量は大半が「10～20kg」であり、取り扱い易い適当な重さは「10～20kg」と考えられる。ただし、41(44.1%)施設では、「大口利用者が多い」(51.2%)、「袋に入れる必要がない」(39.0%)、「コストを安くするため」(39.0%)等の理由で「バラ」での販売も行われている。

販売上の主な顧客は、第3～7表のとおり「専業農家」等農家が多いものの、黒字運営の施設では農家の割合が少なく、「一般消費者」や「造園業者」が多くなっており、顧客が農家だけでなく「一般消費者」等に多様化している。

主な販売ルートは、全体では施設で直接販売する「直

第3-6表 堆肥製品の荷姿とその重量

(単位:施設数、%)

区分	堆肥製品の荷姿					ポリ1袋当たりの重さ			
	回答数	ポリ袋	ポリ袋とバラが半々	バラ	回答数	10kg	10～20kg	20～30kg	
全体	93	29.5	32.6	37.9	59	1.6	84.8	13.6	
収支別									
黒字運営	37	40.6	37.8	21.6	29	—	93.1	6.9	
収支零	22	31.8	13.6	54.6	12	—	83.3	16.7	
赤字運営	34	17.1	40.0	42.9	20	4.0	76.0	20.0	

第3-7表 目標としている主な顧客と販売ルート

(単位:施設数、%)

区分	目標としている主な顧客							主な販売ルート				
	回答数	専業農家	兼業農家	一般消費者	造園業者	その他	自家直売	農協	ホームセンター	肥料専門店	肥料メーカー	その他
全体	93	69.9	39.8	28.0	23.7	7.5	73.7	58.9	10.5	18.9	4.2	12.6
収支別												
黒字運営	37	51.4	37.8	35.1	32.4	13.5	70.3	64.9	16.2	27.0	—	21.6
収支零	22	81.0	42.9	14.3	33.3	—	68.2	54.5	4.5	18.2	9.1	13.6
赤字運営	34	82.4	38.2	26.5	8.8	5.9	80.0	57.1	8.6	11.4	5.7	2.9

注) 複数回答である。

第3-8表 主な販売ルート確立の理由等

(単位:施設数、%)

区分	販売ルート確立の理由							販売上重視している項目			
	回答数	製品が農家用	販売が安定している	利益が大きい	大量に販売ができる	販売店・メーカーの要望	その他	生産技術	独自のブランド作り	生産コスト	販売ルートの確立
全体	93	61.3	30.1	2.2	38.7	7.5	8.6	77.7	3.2	7.4	11.7
収支別											
黒字運営	37	41.7	33.3	5.6	44.4	11.1	11.1	83.8	2.7	5.4	8.1
収支零	22	68.2	31.8	—	40.9	4.5	9.1	81.0	4.8	—	14.3
赤字運営	34	76.5	26.5	—	32.4	5.9	5.9	68.6	2.9	14.3	14.3

注) 複数回答である。



売]が多いものの、「農協」、「肥料専門店」もあり、特に黒字運営の施設では「ホームセンター」や「肥料専門店」等が多く、他の施設に比べて多様化している。

主な販売ルートの確立の理由では、第3-8表のとおり施設全体では「製品が農家用」が多く、特に赤字運営で多い。これに対して、黒字運営では「販売店・メーカーの要望」、「大量に販売できる」、「販売が安定している」等が相対的に多くなっている。

販売上重視している項目では、ほとんどの施設が「生産技術」としており、販売上においても良質な製品生産技術を重視している。

第3-9表 黒字発生の主な要因

(単位:施設数、%)

区分	回答数	自社ブランドがある	製品の品質が良い	好調な需要がある	独自の販売ルートの確保	
全体	37	27.1	32.4	21.6	18.9	
生産量	千t未満	17	23.5	29.4	35.3	11.8
	千~5千t	12	33.3	25.0	16.7	25.0
	5千t以上	8	25.0	50.0	—	25.0
主体別	個人・法人	25	36.0	36.0	8.0	20.0
	農協	8	12.5	37.5	50.0	—
	市町村・公社	4	—	—	50.0	50.0

第3-10表 単位当たり堆肥生産原価の比較

(単位:施設数、円)

区分	ポリ袋		バラ		
	回答数	10kg当たり	回答数	1t当たり	
全体	57	186.4	55	5,068.2	
生産量	千t未満	26	245.5	25	5,380.7
	千~5千t	19	139.2	21	4,435.5
	5千t以上	12	133.3	9	5,711.1
主体別	個人・法人	32	140.6	28	4,591.2
	農協	21	254.6	21	5,647.6
	市町村・公社	4	195.0	6	5,538.3
収支別	黒字運営	25	214.2	19	5,155.4
	収支零	10	169.2	14	4,045.0
	赤字運営	22	162.7	22	5,718.1

第3-11表 公的助成の希望とその内容

(単位:施設数、%)

区分	回答数	機械・施設の助成	製品の価格補填	その他	
全体	44	72.7	22.7	4.6	
収支別	黒字運営	12	75.0	25.0	—
	収支零	10	80.0	20.0	—
	赤字運営	22	68.2	22.7	9.1

### (3) 堆肥施設の運営収支と生産コスト

生産・販売の収支では、第3-9表のとおり個人・法人を中心に約4割(37)の施設が「黒字運営」である。そして、黒字運営の施設では黒字の主な要因として「製品の品質が良い」、「自社ブランドがある」、「好調な需要がある」を指摘している。また、黒字の主な要因を施設の運営主体別にみると、個人・法人の施設では「自社ブランドがある」や「製品の品質が良い」が多いのに対して、農協では「好調な需要がある」、「製品の品質が良い」、市町村・公社で「好調な需要がある」、「独自の販売ルートの確保」が多く、運営主体の違いによって黒字要因の評価が異なっている。これは、個人・法人施設では自社ブランドの開発や品質向上等の企業努力の結果が黒字運営をもたらしているという認識に対して、農協や市町村・公社では企業努力よりも好調な需要があるという認識の方が強いと考えられる。

堆肥製品の1kg当たり平均コストは、第3-10表のとおり「ポリ袋入り」18.6円、「バラ」5.1円であるが、施設の運営主体別にみると、個人・法人の施設で「ポリ袋入り」14.1円、「バラ」4.6円と、農協や市町村・公社の施設に比べて安くなっている。また、生産量では年間5千t以上生産している施設で「ポリ袋入り」が13.3円と最も安くなっている。このようなコストの違いには、民間企業(個人・法人の施設)によるコスト削減努力や大量生産によるコストダウンの可能性があったものと考えられる。

次に、堆肥製品の生産コストの内容をみてみると、どの堆肥施設においても「生産コストのなかの1位の費目」として、「人件費」を指摘している施設が50.5%と最も多く、次いで「機械・施設の償却費」が20.4%、「牛糞以外の原料費」が14.0%と、生産コストの費目別割合では人件費が一番多くなっている。そして、これら堆肥施設では「今後、必要と考えている生産コスト低減対策」として、「省力的な機械・施設の導入」(44.8%)、「生産量の拡大」(39.1%)等を指摘している。したがって、堆肥施設では、今後、これらの諸対策を実現して、コスト低減を図ることが重要な課題であると考えられる。

### 3. 堆肥施設の支援策に関する要望

堆肥施設では、第3-11表のとおり約半数(44施設)が今後の生産量拡大策の一つとして「低収益を補填する公的助成」を望んでいる。その内容では機械・施設の助成が多く(72.7%)、製品の価格補填は少ない(22.7%)という特徴がみられる。

#### 4. 黒字運営堆肥施設の特徴

現在の堆肥施設の運営では赤字のものが多いため、今後はこれら施設を黒字運営に転換することが重要である。そこで、堆肥施設のアンケート調査結果を踏まえて、黒字運営堆肥施設の特徴を整理すると次のとおりである。

①堆肥の主原料の牛糞は有料で購入し、概ね3～6か月発酵させて良質な製品を生産している。そして、製品の成分調査を行って品質を表示・保証している。

②販売面、運搬面、品質表示面から、製品は「ポリ袋入り」とし、1袋当たり「10～20kg」としている。

③消費者需要に対応して、自社ブランド製品等多様な製品を生産している。そして、販売面では農家だけでなく、一般消費者、造園業者等多様な顧客を対象に、販売ルートも自家の施設で直接販売する直売や農協に加えて、肥料専門店、ホームセンター等農業関係以外の多様な販売ルートを確認している。

#### 5. 堆肥の広域的流通促進のための課題と対策

前項でみた全国の牛糞堆肥施設における黒字運営の特徴から、堆肥の広域的流通を促進させるための今後の課題と対策を示すと、次のとおりである。

##### (1) 良質な堆肥製品の生産技術の確立と品質保証

良質な堆肥製品を生産するために、牛糞は50～80%の割合でおがくずと混合して3～6か月堆積発酵させるが、その間に品質を保持するために、特に堆肥の切り返し回数等に配慮する。また、良質な堆肥製品の生産だけでなく、自社ブランド製品等特徴ある製品を生産するとともに、堆肥製品は農家用だけでなく、造園業者、一般消費者等多様な用途に応じた製品も生産する。なお、牛糞を有料で購入することも重要である。つまり、これは施設の適正な操業度を確保するものであるとともに、原料調達に関して堆肥施設の運営者がコスト意識を確立する動機付けにもなり、その結果、経営者のビジネス感覚の向上にも役立つと考えられるからである。

次に、堆肥製品の一定の品質を保証するために、製品の成分調査を行い、その結果を製品に表示して品質保証を明確にする。なかでも、製品の成分表示は、販売面における重要なファクターである。

##### (2) 流通と販売戦略

堆肥製品の荷姿は、販売面、運搬面、品質表示面からも「ポリ袋入り」にしてポリ1袋当たりの重さは、取り扱易さ等から「10～20kg」とする。そして、ポリ袋に製品の成分表示を行う。しかし、一方では、大口利用者や堆肥製品の安価販売のためにも「バラ」での販売も行

う。

堆肥製品の販売においては、顧客は農家だけでなく一般消費者、造園業者等多様な顧客を対象とする。また、堆肥製品の販売ルートでは、主流となっている直売や農協販売だけでなく、肥料専門店、ホームセンター等多様な販売先を確保する。それから、前項の自社ブランド等の特徴ある製品を積極的に宣伝する。

##### (3) 堆肥施設運営の財務改善と低コスト生産

堆肥施設の適正利用による財務改善を図るためには、ある程度の生産・販売量（例えば、調査結果からでは年間5千t以上）を確保する。そして、堆肥施設の運営は、個人等の民間レベルを中心に行う。

堆肥製品の収益性を高めるためには、省力的な機械・施設の導入による生産量の拡大を図り、製品の低コスト生産を行う。なお、堆肥施設を生産量の拡大対策としては、良質な製品生産技術と販売ルートの確立による堆肥製品の販売が重要である。また、施設運営者は機械・施設の公的助成を希望しているが、その方策として低収益を補填するための機械・施設の助成か、または、堆肥製品に対する価格助成かのどちらの方法が望ましいかについては、今後の検討が必要である。

#### 注

注1) 本節は、坂本<sup>12)</sup>を加筆修正したものである。

注2) 牛糞を主原料とする堆肥施設は、文献(31)を参照。

### 第3節 摘要

全国における畜産農家の家畜糞尿の処理形態別では、糞の場合、乳用牛が耕地還元等、肉用牛が堆積、豚が発酵、鶏が乾燥やその他がそれぞれ最も多く、畜種によって大きく異なっている。しかし、全体的に豚を除いた畜産農家では、堆肥化が遅れている。

家畜糞尿の利用ではほとんどの乳用牛・肉用牛農家が経営内利用であり、これら農家の規模拡大傾向が強まるのなかで、今後は経営内利用が困難になることが予測される。したがって、特に、乳用牛・肉用牛農家の堆肥化と経営外も含めた堆肥利用の促進が重要である。堆肥化とその利用を促進する当たって、岡山県における堆肥の需給状況をみると、岡山県産堆肥は県内だけで充分利用可能であり、今後、利用を促進させて牛糞堆肥の広域的な流通をも可能にするには、堆肥化して「バラ」や「袋詰め」等、堆肥の利用条件に応じた形態で流通させることが重要と考えられる。

そこで、実際に、堆肥化してこのような形態で流通させている全国の牛糞堆肥施設のアンケート調査を行い、これら施設の実態をみた。そして、この中から黒字運営している堆肥施設の特徴を抽出した。その結果、今後の牛糞堆肥の広域的な流通を促進するためには、①適度の堆積発酵期間・堆肥の切り返し回数及び製品の成分調査に基づく成分表示による良品生産技術の確立<sup>(11)</sup>、②取り扱い易い「ポリ袋入り」製品の生産と多様な販売ルートによる多様な消費者への販売、③省力的な機械・施設の導入による低コスト生産、④③を可能とする公的支援、さらに付言すれば、⑤堆肥施設の適正配置、⑥堆肥流通の情報ネットワークシステムの構築等が必要と考えられる。

なお、用途によっては必ずしも高品質な堆肥ばかりは必要ないと思われるので、ある程度の品質で低コスト生産を可能にする方策（例、「バラ」での流通）も併せて考えていく必要があると判断される。

注

注1) 家畜糞堆肥施設の全国的規模での調査結果はほとんどみられないが、関東地域での畜産農家、堆肥センター等のアンケート調査結果においても、堆肥生産では堆肥の腐熟、堆肥の品質、商品としての評価等に堆肥生産者が配慮しているとしており、堆肥良品生産技術は堆肥生産において重要な点の一つになっていることがうかがえる。詳細は文献53)を参照。なお、その後、1999年に農水省によって全国的規模の調査「家畜排泄物等のたい肥化施設の設置・運営状況報告書」が行われている。

## 第4章 堆肥需要の経済分析と堆肥需要主体行動の特徴

### 第1節 耕種部門における堆肥需要の経済分析—岡山県の実態から—

#### 1. 堆肥需要における線形計画法の適用

前章で指摘したように、畜産農家と耕種農家のミスマッチによって、堆肥は耕種農家の土づくりや肥料としてあまり利用されていないのが実態である。今後、このミスマッチを解消して堆肥の有効な利用を図る必要がある。そこで本節では、岡山県において耕種農家が今後、経済合理的に堆肥を利用すると仮定した場合、線形計画法によってその堆肥の需要予測量を計測し、耕種部門に

おける堆肥の需要量を明らかにする<sup>(11)</sup>。

線形計画法は、一次不等式の体系で表された制約条件の下で、一次式で示される目的関数を最大または最小とするような、非負の解を求める方法である。これを最大化問題でモデルの数式を示すと、以下のようになる<sup>(12)</sup>。

$$\text{制約条件：} \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i \quad (i=1,2,\dots,m) \dots (1)$$

$$X_j \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n) \dots (2)$$

$$\text{目的関数：} Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j \dots \dots \dots (3)$$

つまり、(1)(2)の制約条件のもとで(3)の目的関数の値を最大にするような各生産プロセスの稼働水準  $X_j$  を算出することになる。

ただし、 $b_i$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) は制約要素  $B_i$  の制約量、 $a_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ ) はプロセス  $P_j$  の  $B_i$  制約要素に関する技術係数、 $C_j$  ( $j=1,2,\dots,n$ ) はプロセス純収益係数、 $X_j$  ( $j=1,2,\dots,n$ ) はプロセス稼働水準、 $Z$  はプロセス純収益総額である。

本節での線形計画法は、通常良く用いられるプロセス純収益総額最大化問題とする。つまり、各類型別営農モデルにおける耕種農家が土地、労働量、施肥量の制約の条件下で堆肥等を活用して、プロセス純収益総額を最大化するための作目規模や土地規模等のプロセス稼働水準を求める。次に、堆肥の需要量の変化を検討するために、与件変化線形計画法により耕種農家が利用する堆肥の購入価格を変化させ、堆肥利用量の変化を求める。なお、与件変化線形計画法は、ある制約要素量及びプロセス純収益係数を零(0)から無限大( $\infty$ )までに変化させた場合において、プロセス純収益総額を最大化するための最適解の変化を分析する方法である。

本節では、プロセス純収益係数である堆肥価格を変化させて、各類型別モデルの堆肥利用量の変化を考察する。これによって、堆肥の価格変化に対する堆肥需要量の変化を計測する。

#### 2. 耕種農家における線形計画法適用の前提条件

線形計画法による試算に当たっては、県下の主要産地の耕種部門を対象に、今後、多くの堆肥の利用量が期待される専業農家と第1種兼業農家に限定して営農モデルを設定する<sup>(13)</sup>。

営農モデルは第4-1表のとおり5類型で、それぞれ専業と第1種兼業農家の合計10モデルである。5類型は実際の既存産地を対象に、現実に行き得るだけ近づけるように設定する。そして、これら類型別の1戸当たりの農

家が、土地、労働等の資源の制約下で各作目を組み合わせて、プロセス純収益総額を最大化するための作目別の規模や堆肥需要量を試算する。なお、10モデルの試算に当たっての耕種農家の営農類型別の前提条件は、第4-1表のとおりであり、さらにこれらの前提条件に加えて、以下のような共通の前提条件を設定している。

①施肥については、各作目の窒素、リン酸、カリウムの基準量を基肥と追肥に分け、基肥を堆肥と化学肥料で充足するものとする。ただし、土壌を持続的に維持するために、最低限必要な堆肥は投入するが、作物の正常な生育のための堆肥投入量の上限も設定する<sup>(14)</sup>。

第4-1表 耕種農家モデルの営農類型とその前提条件及び対象地域

営農類型及びプロセス (作目名)	農家類型	労働力とその条件	土地及び水稲の転作率	資本	対象地域
①ダイコン (春播きダイコン +夏播きダイコン) +水稲	専業	・2.5人で、1日当たり8時間労働、 1か月に25日就労 ・6・9月の農繁期に臨時雇用し、 労賃は1日当たり8千円	・自作地は畑1ha、水田1ha ・借地も可能とし、その上限は設 けない ・借地料は10a当たり水田2万円、 畑5千円 ・水稲の転作は30%とする	特に、資金の 制約は設けな い	蒜山地域（川 上村・八束村）
	第1種兼業	・1.5人で1日当たり8時間労働、1 か月に25日就労 ・臨時雇用はしない	・同 上		
②モモ (清水白桃+白鳳) +水稲	専業	・2.5人で、1日当たり8時間労働、 1か月に25日就労 ・5月の農繁期に臨時雇用 ・1.5人で、1日当たり8時間労働、 1か月に25日就労	・自作地は果樹園1ha、水田1ha ・借地は水田のみとし、その上限 は設けない ・借地料は10a当たり水田2万円 ・水稲の転作は30%とする	・同上	岡山平坦地域 (岡山市・倉敷 市・船穂町・山 陽町・井原市)
	第1種兼業	・1.5人で1日当たり8時間労働、1 か月に25日就労 ・臨時雇用はしない	・同 上		
③ブドウ (ベリーA+ピオーネ) +水稲	専業	・2.5人で、1日当たり8時間労働、 1か月に25日就労 ・5、6、8、9月の農繁期に臨時雇用 し、労賃は1日当たり8千円	・自作地は果樹園1ha、水田1ha ・借地も可能とし、その上限は 1haとする	・同上	・同上
	第1種兼業	・1.5人で1日当たり8時間労働、1 か月に25日就労 ・臨時雇用はしない	・自作地は果樹園1ha、水田1ha ・借地はしない		
④ハクサイ +キャベツ +水稲	専業	・2.5人で、1日当たり8時間労働、 1か月に25日就労 ・4、12月の農繁期に臨時雇用し、 労賃は1日当たり8千円	・自作地は畑1ha、水田1ha ・借地も可能とし、その上限は設 けない ・借地料は10a当たり水田2万円、 畑5千円 ・水稲の転作は30%とする	・同上	露地野菜地域 (牛窓町)
	第1種兼業	・1.5人で1日当たり8時間労働、1 か月に25日就労 ・臨時雇用はしない	・同 上		
⑤水稲+ビール麦	専業	・2.5人で、1日当たり8時間労働、 1か月に25日就労 ・臨時雇用はしない ・借地料は10a当たり水田2万円	・自作地は水田1ha、 ・借地も可能とし、その上限は 5haとする ・借地料は10a当たり水田2万円 ・水稲の転作は30%とする	・同上	岡山平坦地域 (岡山市・瀬崎 町・玉野市・邑 久町)
	第1種兼業	・1.5人で1日当たり8時間労働、1 か月に25日就労 ・臨時雇用はしない	・同 上		

②堆肥散布に必要なマニユアスプレッダは農協から無料で貸出し<sup>(注3)</sup>、堆肥散布時間は1 t 当たり15分とするが、堆肥投入量に比例的に増加するものとする。

③堆肥の利用では、耕種農家が現在流通している完熟堆肥の「バラ」での平均的な価格の5,300円で堆肥を購入するものとする<sup>(注4)</sup>。

以上の前提条件を設定して、5 類型の専業農家と第1 種兼業農家モデルの計10モデルの単体表を作成し、線形計画法によって最適解を求めた。ちなみに、10モデルの単体表の内、ダイコン+水稲類型の専業農家モデルの単体表を示すと、第4-2表のとおりである。

3. 堆肥の需要モデルによる試算結果と評価

第4-2表の単体表から、ダイコン+水稲専業モデルの農家1戸当たりの最適解を求めた結果は第4-3表のとおりである。つまり、ダイコン3.805ha、水稲6.008haの作付け規模で堆肥76.100 t を使用して、プロセス純収

益総額は1,250万7千円になる。このようにして、10モデルの1戸当たりの各作目の栽培面積と堆肥需要量を計測した。これは、堆肥が現在流通している平均的な価格の1 t 当たり5,300円を前提にした結果である。

次に、堆肥価格をパラメーターにとり、パラメトリックに変化させて最適解を求め、堆肥の需要量の変化を明らかにする。なお、このモデルでは専業、第1種兼業の先駆的な農家を対象としており、堆肥価格に関係なく10 a 当たり最低2 t 投入するという条件を設定している。このため、堆肥価格が高くては一定量の堆肥は需要することになり、この部分については規範的なモデルになっている。しかし、堆肥価格が下がるにしたがい堆肥需要は増えてくるため、この部分については実証的なモデルになっている。そこで、各モデルの対象地域における堆肥価格の変化による堆肥需要量の変化を計測するために、実際の堆肥需要が期待できる専業農家と第1種兼業農家の農家戸数を第4-4表のとおり把握した。そして、

第4-2表 ダイコン+水稲類型（専業農家）の単体表（初期解）

プロセス	Z=Cj	-240.184	-240.164	-201.539	-201.539	-121.826	20	5	5.300	0.750	1.066	0.553	0.445	8.000	8.000							
純収係数	(千円)																					
基底	制約量	10a当りのダイコン(水田)	10a当りの春播き(畑)	10a当りの夏播き(水田)	10a当りの夏播き(畑)	水稲作	10a当りの水田投入	10a当りの水田借入	10a当りの畑借入	1t当りの堆肥投入	1t当りの堆肥投入	1t当りの堆肥投入	1t当りの堆肥投入	1t当りの堆肥投入	10kg当り高化成	10kg当り石炭酸	10kg当り硫酸加里	10kg当り過燐酸	雇用労働者	雇用労働者		
水田(10a)	10 ≥						1.0	-1.0														
減反制約	≥						1.0	-0.7														
減反実施	≥	1.0		1.0			1.0	-1.0														
畑(10a)	10 ≥		1.0						-1.0													
1月労働	500 ≥																					
2月労働	500 ≥																					
3月労働	500 ≥						0.6															
4月労働	500 ≥	12.5	12.5				3.7		0.3	0.3												
5月労働	500 ≥	16.0	16.0				5.3															
6月労働	500 ≥	30.0	30.0	1.5	1.5	1.6				0.3	0.3										-8.0	
7月労働	500 ≥	6.0	6.0	11.0	11.0	2.3																
8月労働	500 ≥			14.0	14.0	2.1																-8.0
9月労働	500 ≥			25.0	25.0	2.9																
10月労働	500 ≥			6.0	6.0	2.9						0.3										
11月労働	500 ≥																					
12月労働	500 ≥																					
N(kg)	≥	18.3	18.3	18.3	18.3	9.5			-5.9	-5.9	-5.9	-5.9	-5.9		-1.5	-2.1						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	≥	32.4	32.4	32.4	32.4	13.0			-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2		-1.5							-1.7
K <sub>2</sub> O(kg)	≥	26.6	26.6	26.6	26.6	10.5			-5.2	-5.2	-5.2	-5.2	-5.2		-1.5							-5.0
下限春水田	≥	2.0							-1.0													
上限春水田	≥	-5.0							1.0													
下限春畑	≥		2.0						-1.0													
上限春畑	≥		-5.0						1.0													
下限夏水田	≥			2.0						-1.0												
上限夏水田	≥			-5.0						1.0												
下限夏畑	≥				2.0						-1.0											
上限夏畑	≥				-5.0						1.0											
上限水田	≥					-5.0							1.0									
堆肥合計	≥								1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-1.0							

第4-3表 ダイコン+水稲(専業農家)類型の最適解の概要

パラメーター	0.000	3.049	
目的地(プロセス純収益総額)千円	12,453.857	12,685.882	
項目	単位	稼動	水準
春播きダイコン(水田)	10a	11.350	11.350
夏播きダイコン(水田)	10a	14.400	14.400
夏播きダイコン(畑)	10a	12.300	12.300
水稲	10a	60.080	60.080
水田自作	10a	85.830	85.830
水田借入	10a	75.830	75.830
畑借入	10a	2.300	2.300
堆肥投入春期水田	t	22.700	22.700
堆肥投入夏期水田	t	28.800	28.800
堆肥投入夏期畑	t	24.600	24.600
堆肥投入水田	t	0.000	138.660
堆肥合計	t	76.100	214.760
高度化成	10kg	545.390	0.000
硫酸加里	10kg	85.830	105.250
過磷酸石灰	10kg	425.860	401.390
雇用労働夏期	日	42.720	42.720

目的式(プロセス純収益総額の計算式)とプロセス純収益総額

$$\begin{aligned}
 & 11.350(10a) \times 240,164\text{円} + 14.400(10a) \times 201,539\text{円} \\
 & + 12.300(10a) \times 201,539\text{円} + 60.080(10a) \times 121,826\text{円} \\
 & - 75.830(10a) \times 20,000\text{円} - 2.300(10a) \times 5,000\text{円} \\
 & - 76.100t \times 5,300\text{円} - 545.390(10\text{kg}) \times 750\text{円} \\
 & - 85.830(10\text{kg}) \times 553\text{円} - 425.860(10\text{kg}) \times 445\text{円} \\
 & - 42.720(\text{日}) \times 8,000\text{円} \\
 & = 12,507,056\text{円}
 \end{aligned}$$

各モデルにおいて1t当たり堆肥価格を現在価格に近い6千円から0円までパラメトリックに変化させた場合のプロセス純収益総額を最大とする堆肥需要量を算出した注7)。つまり、堆肥価格を6千円から0円までパラメトリックに変化させた場合、堆肥量の変化には第4-5表のとおり五つの転換点が求められる。これは、それぞれの転換点で堆肥と化学肥料との代替が起こった結果である。これらの代替についての10モデルの転換点と代替関係は、次のとおりである。

ダイコン+水稲専業モデルでは、転換点が2,950円、2,200円、1,620円の三つであり、堆肥価格が6千円から2,950円に低下した時、堆肥は138.7t増加する反面、化学肥料の高度化成が5,453.9kg、過磷酸が244.7kg減少する(ただし、高度化成の減少に伴うカリウムの投入量の不足を補うため、硫酸カリウムが194.2kg増加する)。また、2,200円では2,950円の時に比べて堆肥が101.2t増大する反面、硫酸加里は0kgになり、過磷酸は3,690.7kg減少する。1,620円では2,200円の時に比べて堆肥が8.9t増大するものの、化学肥料は需要されなくなる。しかし、その後は堆肥価格が低下しても堆肥需要量は変わらな

第4-4表 基幹作目別・地域別農家数 (単位:戸)

基幹作目	農家名・地域名	専業農家	第1種兼業農家	計
ダイコン	川上村	15	19	34
	八束村	15	31	46
	計	30	50	80
モモ	岡山市	186	329	515
	倉敷市	59	130	189
	船穂町	3	6	9
	山陽町	25	44	69
	井原市	1	10	11
計	274	519	793	
ブドウ	岡山市	147	261	408
	倉敷市	31	69	100
	船穂町	17	30	47
	山陽町	24	52	76
	井原市	4	38	42
計	223	450	673	
ハクサイ・キャベツ	牛窓町	51	64	115
水稲・麦	岡山市	463	820	1,283
	瀬崎町	55	88	143
	玉野市	42	47	89
	邑久町	60	76	136
	計	620	1,031	1,651

注) 農家数のうち、専業農家は1997年の市町村別認定農業者数(岡山県農林部資料)であり、1種兼業農家は1995年農業センサス数値である。

い。

ダイコン+水稲兼業モデルでは、転換点はダイコン+水稲専業モデルと同様の2,950円、2,200円、1,620円の三つであり、2,950円の時、堆肥は71.2t増加する反面、化学肥料の高度化成が0kgになり、過磷酸は125.7kg減少する(ただし、専業モデルと同様の理由で硫酸加里が99.8kg増加する)。また、2,200円では2,950円の時に比べて堆肥が45.5t増大する反面、硫酸加里は0kgになり、過磷酸は1,658.9kg減少する。1,620円では2,200円の時に比べて堆肥が4.3t増大するものの、化学肥料は需要されなくなり、以後は堆肥価格が低下しても堆肥の需要量は変わらなくなる。このようにして以下、モデル別の転換点とそれに対応した堆肥が化学肥料を代替する堆肥量を求め、それと農家数との積を合計したものが第4-5表である。なお、上記以外のモデル別の転換点のみを示すと次のとおりである。つまり、モモ+水稲の専業、兼業モデル、ブドウ+水稲の専業、兼業モデルでは2,950円、2,200円、580円の三つである。

ハクサイ+キャベツ+水稲専業モデルでは転換点は2,870円の一つであり、ハクサイ+キャベツ+水稲兼業

モデルでは2,870円と580円の二つである。また、水稻＋ビール麦の専業モデル及び兼業モデルでは2,950円、2,200円、1,620円の三つである。

堆肥価格の変化に伴う堆肥需要量は、第4－5表のとおり堆肥価格が低下するにしたがって増大している。つまり、堆肥価格が6千円の時は、堆肥需要量は17万9千tであったものが堆肥価格が約1/3の2,200円になると31万7千tとなり、さらに堆肥価格が580円に低下すると33万5千tと、現在の堆肥価格時に比べて約2倍に増大している。

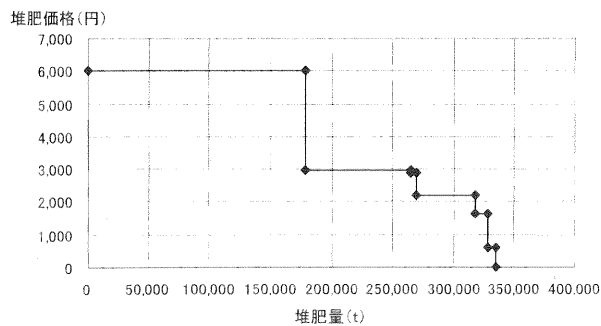
以上のことから、堆肥価格の低下が堆肥需要を増大させる大きな要因であるとともに、堆肥の総需要でみた場合、第4－1図のとおり堆肥が弾力的に増加する価格が2,200円であることも明らかになった。

ところで既述したように、岡山県全体では147万6千tの家畜糞尿が排泄されているが、その内の97万8千tが「生利用」や堆肥化され、県内では47万tが利用されている。そして、県内利用の47万tの内、27万9千t（ほとんど牛糞）は「生利用」であり、堆肥化利用は県内利用量の1/3の14万4千tにしかすぎない。

第4－5表 堆肥の需要予測結果

月・堆肥単価(円)	6,000	2,950	2,870	2,200	1,620	580	0
	(単位:円,t)						
1月	1,576.8	1,576.8	3,275.8	3,275.8	3,275.8	3,941.4	3,941.4
3	156,880.0	156,880.0	156,880.0	156,880.0	156,880.0	156,880.0	156,880.0
4	1,448.5	2,600.0	2,600.0	2,600.0	2,600.0	2,600.0	2,600.0
6	2,414.0	2,414.5	2,414.5	2,414.5	2,414.5	2,414.5	2,414.5
7	723.2	723.2	1,806.6	1,806.6	1,806.6	1,806.6	1,806.6
10	15,533.8	190,337.9	102,887.9	150,320.2	160,898.5	167,254.4	167,254.4
計	178,576.3	264,532.4	269,866.8	317,299.1	327,877.4	334,898.9	334,898.9

注) 堆肥の需要予測は、線形計画法により岡山県下の主要産地の作目であるダイコン、モモ、ブドウ、ハクサイ、水稻を基幹としている専業及び第1種兼業農家の1戸当たりのプロセス純収益を最大とする堆肥需要量を求め、各産地の農家数との積で算出している。そして、各産地の農家数は専業農家が各産地の市町村別認定農業者数であり、第1種兼業農家が1995年農業センサス数値である。



第4－1図 堆肥価格の変化と堆肥需要量

一方、堆肥の需要量は耕種農家の堆肥の地域内需要モデルで計測されたように、現在の一般的な流通価格条件下では17万9千tとなっている。したがって、この堆肥の地域内需要モデルは現実を反映しているモデルと考えられ、堆肥の需要予測に十分実用性があるものと評価できる<sup>(18)</sup>。ところで、このモデルの結果が示しているように、今後、堆肥価格が下がれば堆肥の需要が増えると考えられる。そこで、耕種農家の堆肥需要を増大させるためには、堆肥を低価格で販売することが重要であり、その価格は県内の牛糞堆肥施設の実態調査結果等を踏まえて、2,000円強が現実的ではないかと考えられる<sup>(19)</sup>。この価格に近い堆肥の需要量は、第4－5表のとおり2,200円で31万7千tとなっており、これは現在の価格での需要量に比べて77.7%の増加量である。また、この需要量は前述した岡山県の堆肥供給可能量を上回る量でもある。したがって、この潜在的堆肥の需要量を顕在化させるためには、堆肥施設では低コスト・低価格販売が可能な技術の確立等施設運営の経営努力が必要である。特に、低価格販売については前述の牛糞堆肥施設の実態調査結果にみられるように、岡山県内の堆肥施設でも2,500円から2,000円の安い価格で販売している堆肥施設もあり、堆肥価格の低減は実現不可能なことではない。また、それを可能にするために堆肥施設へ畜産農家が糞尿を持ち込む際に、一定の処理料金を徴収したり、機械・施設への助成や価格補填（1t当たり3,000円程度）等の公的支援も重要であると考え<sup>(20)</sup>。

近年、有機農業等で耕種農家にも堆肥が利用されつつあるものの、それは比較的単価の高い野菜部門等の有機農産物に限られており、多くの利用量が期待できる水稻部門は少ない。これは堆肥の散布の手間や肥料としての不安定性等によるものもあるが、現状の堆肥価格では堆肥利用の経済的な効果（収量や品質向上に伴う所得増大効果等）が少ないことが最も大きい要因と考えられる。

#### 4. 耕種農家における堆肥活用の事例

前項で耕種農家の堆肥需要増大の可能性について検討した結果、堆肥価格が低下すれば堆肥需要の増大が見込まれることが明らかになった。そこで、本項では、耕種農家における堆肥需要の増大を図る方策として、岡山県で行われている環境保全型農業の一つである有機無農薬農業の事例を考察して、有機農業における堆肥リサイクルの意義を明らかにする。

岡山県では、1988年より全国に先駆けて農薬や化学肥料を一切使用しない「有機無農薬農業」に取り組んでいる。岡山県農林部調べによると、有機無農薬農業に取り

組んでいる集団は、取り組み当初の1988年が15集団・265戸の農家であったのが、8年後の1996年では104集団・1,348戸の農家となっている。このように岡山県の有機無農薬農業の集団は、行政の後押しもあって1988年の開始以来、今日まで飛躍的に増大している<sup>111)</sup>。

104集団の有機無農薬農業は、県下全域で実施されているが、その特徴をみると、地域では中間農業地域が49集団と最も多く、次いで山間地域が26集団、都市的農業地域が23集団となっており、約7割が中山間地域である。作物別では、野菜が77集団と最も多く、次いで水稲が25集団、果樹が2集団となっている。つまり、岡山県の有機無農薬農業は、中山間地域でしかも野菜で多く実施されているという特徴がみられる。これらの集団のなかで、地域と取り組み作物とを勘案するとともに、既に地域に定着している事例をみたのが第4-6表である。

これらの事例は、いずれも堆肥等の有機質肥料を活用し、また、除草剤や殺虫・殺菌剤を使用しないで雑草や病虫害防除を行って、有機無農薬農産物を生産している。そして、販売も契約や青空市あるいは有機農産物専門店等で販売して、付加価値の高い有機無農薬農業を行っており、県下でもモデル的な集団となっている。

これらの事例に共通的なことは、堆肥を施用する際に長期間堆積して完熟させたり、他の有機物と混合して独自の堆肥を製造し、活用するなどの工夫がみられることである。つまり、耕種農家は入手した堆肥に手を加えな

いで直ちに施用するようなことはしていない。このことは、他県の事例調査結果でも同様なことが指摘されている。例えば、施設栽培等の野菜農家では、安全で扱いやすい完熟堆肥への要望が強く、畜産農家の堆肥に対してはかなり不満もみられる。そのため、なかには牛糞を堆積して切り返しを行い、発酵させた後、さらに豚糞と混ぜて再発酵させ、自分で納得のいく堆肥として使用している例等である<sup>112)</sup>。

また、これらの事例は有機無農薬栽培であるため、通常の栽培法に比べて10a当たりの堆肥施用量も相当多くなっている。つまり、有機無農薬栽培では有機農業を実施することで、通常栽培とは違った「有機無農薬野菜」や「有機米」という農産物を生産し、一般の販売価格に比べて高く(2~3割程度高い)販売しており、有機農業という付加価値の高い農業を実現している。と同時に、通常栽培に比べて多くの堆肥を施用している。このように有機農業は、有機農産物の生産という付加価値の高い農業の実現と同時に、堆肥の利用拡大にもなっているという「一石二鳥」の成果をあげている。したがって、今後の有機農業の普及は高付加価値農業だけでなく、堆肥のリサイクルを確立するためにも重要な課題である。幸い、岡山県では、全国に先駆けて有機農業への取り組みが推進されており、これまでの有機農業への蓄積があるだけに、有機農業の普及に伴う堆肥利用の拡大が期待される。

第4-6表 耕種農家における堆肥等活用の事例(1995年)

地域	都市農業地域	中間農業地域	山間農業地域
作物	水稲・野菜	水稲	野菜
名称	岡山市高松農業協同組合	大坪和地区天然米生産組合	上組営農実行組合
規模	水稲 野菜166ha	水稲10戸・1.1ha	野菜14戸・3ha
取り組み内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆肥等の有機質肥料の施用による施肥</li> <li>・レンゲの鋤込みによる水稲有機栽培</li> <li>・雨除け施設栽培</li> <li>・機械除草や再生紙マルチによる雑草防除</li> <li>・水生植物による水質浄化</li> <li>・性フェロモンの利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆肥等の有機質肥料の施用</li> <li>・機械除草や再生紙マルチによる雑草防除</li> <li>・アイガモ農法の導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・牛糞堆肥や落葉堆肥の施用</li> <li>・寒冷沙・ポリマルチの活用</li> <li>・マルハナバチの活用</li> </ul>
堆肥投入量	・10a当たり堆肥投入量は、水稲で2~3t、野菜で3~10t(品目によって大きく異なる)	・10a当たり堆肥投入量は1~2t	・10a当たり堆肥投入量は、野菜で3~10t(品目によって大きく異なる)
活用上の配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆肥の長期堆積(充分完熟させる)</li> <li>・基肥零の施肥</li> </ul>	・堆肥の長期堆積	・堆肥の長期堆積
成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・品質向上</li> <li>・レンゲによる景観保全</li> </ul>	・有機米の高価格販売	・有機野菜の契約栽培と安定生産

注) 岡山県農林部「環境保全型農業の手引き」1996年 pp.107-111を基に作表したものである。



## 注

- 注1) 堆肥に関する線形計画法では、横溝らの糞尿処理を考慮した酪農経営モデルがあるが、耕種農家の堆肥の需要計測モデルの研究蓄積は少ない。詳細は、文献54)を参照。
- 注2) 線形計画法は個別や地域の経営計画問題で一般的に良く用いられる手法であり、線形計画法の詳細については文献20)、21)、30)を参照。
- 注3) 堆肥の活用が期待できるのは、農家のなかで高齢者専業を除いた専業農家と専業農家の予備軍的な第1種兼業農家と考えられるので、これらの農家を対象とした営農類型別のモデルを設定した。
- 注4) 各作目の技術係数及び利益係数は、岡山県の「農業経営指導指標」平成7年版を活用した。
- 注5) 堆肥散布サービスの事例は県内にあるが、まだ少ないと考えられるので、実態に即した料金設定が困難なため、このモデルでは無料とした。
- 注6) 堆肥の購入価格は、完熟堆肥の「バラ」で流通している現在の平均的な価格を使用した。詳細は文献42) p.5を参照。
- 注7) 堆肥需要モデルによる6千円の計測結果と現在の堆肥価格の5,300円の計測結果とが同様であったため、堆肥価格は6千円としている。
- 注8) 1994年の岡山県農林部資料によると、岡山県内の家畜糞尿と堆肥の流通実態調査結果を基に、牛糞堆肥化処理量を現況の12万tから2,000年には25万tに引き上げることを目標にしている。この目標値は耕種農家の堆肥需要モデルでの計測結果とも近似しており、この点からも耕種農家の需要モデルの実用性が高いと考えられる。
- 注9) 1997年の中国四国農政局の堆肥施設の調査結果によると、岡山県内の74牛糞堆肥施設のなかで袋詰めしない「バラ」形態の堆肥価格は5,000円程度が多いものの、2,500円以下の施設が18.9%ある(2,500円から2,000円が10施設と最も多い)。これらの価格の安い堆肥を生産している堆肥施設では、大量生産によるスケールメリット等を追求するなどの工夫がみられる。そして、安い価格で販売しているこれらの施設でも堆肥の発酵期間等の堆肥生産技術は、5,000円程度の施設と同程度であり、品質差も少ないものと推定される。したがって、これらの施設の堆肥価格から、現実的な価格低下可能水準は2,000円強と考えられる。詳細は、中国四国農政局「中国四国地域における堆きゅう肥の供給・需要情報」平

成9年10月 pp.27-39を参照。

- 注10) 前章のアンケート調査結果でみたように、堆肥施設の公的支援に関する要望では、価格補填に対する要望は少ないものの、今後の価格低下による堆肥の供給には、価格補填も重要な対策の一つと考えられるので、価格補填も提言している。詳細は、文献42)を参照。
- 注11) 岡山県農林部生産流通課「岡山県の有機無農薬農業について」1997年 pp.8-11による。
- 注12) 藤田らは耕種農家の堆肥の活用事例として、北海道の畑作農家、愛知県の野菜と花き農家、熊本県のメロン農家を調査して、堆肥の利用上の問題点を整理している。詳細は、文献2)を参照。また、このような例は関東地域のアンケート調査結果にもみられており、詳細は、文献53)を参照。

## 第2節 一般家庭堆肥需要の実態

## 1. 一般家庭堆肥需要の特徴

岡山県産堆肥の需要拡大を図る一環として、今日の家庭園芸ブームのなかで家庭園芸等が中心である一般消費者への堆肥の需要拡大が期待できることを既述した。そこで本項では、一般消費者等のアンケート調査から、彼らの堆肥購買行動の特徴と堆肥需要量を把握し、堆肥の家庭園芸需要の実態を明らかにする。このため、県内の一般消費者等として、中山間地域としての津山市役所及び都市近郊地域としての岡山市役所の職員を対象としたアンケート調査を実施した。その結果は、次のとおりである。

## (1) 調査対象者の概要とその特徴

回答者は第4-7表のとおり全体では95人であり、地域別には中山間と都市近郊がほぼ同数である。また、農家、非農家別では非農家がやや多くなっている。特に、都市近郊地域ではその傾向が強くなっている。

回答者の住宅はほとんどが「1戸建て」で、「マンション、アパート」の集合住宅は少ない。そして、彼らは花壇、庭、家庭菜園、プランター、植木鉢を持っており、これらの1人当たり平均面積または鉢数は、花壇12.9㎡、庭68.7㎡、家庭菜園174.7㎡、プランター4箇所、鉢数14鉢となっている。ただし、当然ながら中山間地域や農家では、花壇、庭、家庭菜園が多くなっており、なかでも農家の庭や家庭菜園は非農家の4、5倍の面積である。

## (2) 堆肥購買行動の特徴

回答者の多くは表4-8のとおり、「土づくりになる」という理由で堆肥を購入しているものの、中山間地域で

第4-7表 回答者の年齢・住宅の形態・1戸当たりの花壇や庭の面積及び数量

(単位:人、%)

区 分	回答数	年 齢					住宅の形態			1戸当たりの平均面積または数量				
		20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳代	1戸建て	マンション	アパート	花壇(㎡)	庭	家庭菜園	プランター(個)	鉢物(鉢)
全 体	95	11.6	23.2	27.4	32.6	5.2	96.8	1.1	2.1	12.9	68.7	174.7	4.0	14.3
地 域														
中山間	42	14.3	23.8	26.2	33.3	2.4	97.6	0.2	2.2	19.6	74.9	249.7	3.9	14.1
都市近郊	53	9.4	22.6	28.3	32.1	7.6	96.2	1.9	1.9	7.5	63.8	114.0	4.2	14.5
農 家	42	14.3	21.4	28.6	35.7	—	100.0	—	—	14.0	103.8	305.1	4.3	13.4
非 農 家	53	9.4	24.5	26.4	30.2	9.4	94.3	1.9	3.8	11.9	40.4	69.3	3.8	15.1

注) 1. 岡山、津山市役所の農林関係課職員130人の内、堆肥を購入している95人のアンケート調査結果(平成9年10月実施・回収率100%)による。  
 2. 以下の表も同様である。

は「化学肥料より安全」が多いのに対して、都市近郊地域では、「農産物の品質が良くなる」が多くなっており、わずかであるが堆肥購入理由に地域差が現れている。また、回答者の多くは「半年に1回」程度堆肥を購入しており、1回当たり「2~3袋」を「1千~3千円」で購入している。したがって、回答者は表4-7、8のとおり、1年間に「4~6袋」を「2千~6千円」で購入していることになる。地域別では中山間の「2~3袋」が多いのに対して、都市近郊では「1袋未満」と「2~3袋」が多く、同率になっている。

購入時期は第4-9表のとおり、春期が最も多いものの不定期も多く(特に、都市近郊)、購入時期はあまり明確に決まてはいない。これは、中山間や兼業農家の人が都市近郊や非農家の人に比べて庭や家庭菜園等を多く持っているために、苗もの、花等が多い春期に堆肥を購入しているが、庭や家庭菜園等が少ない都市近郊や非農家の人は、堆肥の購入時期をあまり明確に決めていないためと考えられる。

回答者は第4-10表のとおり、堆肥を家庭菜園や鉢物、花壇に利用しているが、都市近郊では、家庭菜園に続い

第4-8表 堆肥購入理由と年間購入回数

(単位:人、%)

区 分	回答数	堆 肥 購 入 理 由							購 入 回 数				
		化学肥料より安全	農産物の品質が良くなる	土づくりになる	環境に優しい	散布しやすい	その他	月に1回	2、3か月に1回	半年に1回	1年に1回	2、3年に1回	
全 体	95	19.1	27.7	70.2	19.1	8.5	3.2	3.1	23.4	39.4	29.8	4.3	
地 域													
中山間	42	26.8	22.0	65.9	19.5	17.1	2.4	2.4	14.6	44.0	34.1	4.9	
都市近郊	53	13.2	32.1	73.6	18.9	1.9	3.8	3.8	30.2	35.8	26.4	3.8	
農 家	42	19.5	31.7	82.9	14.6	2.4	2.4	2.4	29.3	41.5	19.5	7.3	
非 農 家	53	18.9	24.5	60.4	22.6	13.2	3.8	3.8	18.9	37.7	37.7	1.9	

注) 堆肥購入理由は、複数回答である。

第4-9表 1回の購入量・購入金額・購入時期

(単位:人、%)

区 分	回答数	購 入 量					購 入 金 額			購 入 時 期				
		1袋未満	1袋程度	2~3袋程度	3袋以上	500円未満	500~1千円	1千~3千円	3千円以上	春	夏	秋	冬	決まていない
全 体	95	31.9	12.8	35.1	20.2	10.6	28.7	49.0	11.7	44.7	3.2	6.4	6.4	39.3
地 域														
中山間	42	26.9	14.6	34.2	24.3	7.3	36.7	43.8	12.2	56.1	4.9	7.3	4.9	26.8
都市近郊	53	35.9	11.3	35.8	17.0	13.2	22.6	52.9	11.3	35.8	1.9	5.7	7.5	49.1
農 家	42	14.6	7.3	41.5	36.6	12.2	19.5	43.9	24.4	46.3	4.9	9.8	7.3	31.7
非 農 家	53	45.3	17.0	30.2	7.5	9.4	35.8	52.9	1.9	43.4	1.9	3.8	5.7	45.2

注) 1袋の重量は、20kgである。

第4-10表 堆肥の用途と販売価格の評価

(単位:人、%)

区 分	回答数	堆 肥 の 用 途							販 売 価 格 の 評 価			
		花壇	庭木	家庭菜園	家庭果樹園	種苗の育苗	鉢物	その他	高いと思う	安いと思う	適当だと思う	わからない
全 体	95	32.3	16.1	63.4	8.6	7.5	35.5	3.2	33.0	4.3	31.9	30.8
地 域												
中山間	42	32.5	17.5	60.0	5.0	10.0	30.0	5.0	41.5	2.4	19.5	36.6
都市近郊	53	32.1	15.1	66.0	11.3	5.7	39.6	1.9	26.4	5.7	41.5	26.4
農 家	42	26.8	7.3	80.5	12.2	12.2	24.4	2.4	39.0	—	29.3	31.7
非 農 家	53	36.5	23.1	50.0	5.8	3.8	44.2	3.8	28.3	7.5	34.0	30.2

注) 堆肥の用途は複数回答である。

第4-11表 販売価格の変化に対する購入量の変化

(単位:人、%)

区 分	回答数	販売価格が下がった場合			販売価格が上がった場合			回答数	減らす場合	
		増やす	変わらない	わからない	減らす	変わらない	わからない		化学肥料で代替する	自分で堆肥を作る
全 体	95	33.0	58.5	8.5	20.4	68.8	10.8	19	61.9	38.1
地 域										
中山間	42	36.6	53.7	9.7	24.4	63.4	12.2	10	45.5	54.5
都市近郊	53	30.2	62.3	7.5	17.3	73.1	9.6	9	80.0	20.0
農 家	42	46.3	41.5	12.2	22.0	61.0	17.0	9	72.7	27.3
非 農 家	53	22.6	71.7	5.7	19.2	75.0	5.8	10	50.0	50.0

て鉢物に、また、非農家では家庭菜園に続いて、鉢物、花壇に多く利用している。

回答者は現在の堆肥販売価格を「高い」と感じている人が「適当だと思う」人に比べてわずかに多いものの、堆肥販売価格が下がった場合、第4-11表のとおり購入量が「変わらない」に次いで「増やす」人が多くなっている。したがって、販売価格が下がれば購入量は増える可能性がある。また、逆に販売価格が上がれば、化学肥料で代替することも考えている。

地域別、農家・非農家別では、販売価格の現状について中山間や農家の人よりも都市近郊や非農家のの方が適当だと思っている。

回答者は第4-12表のとおり堆肥を購入する際に、「製品の品質」を最重点にして「原料の種類」、「価格」、「運搬し易さ、重さ」=荷姿等を判断基準にしている。

以上の堆肥購買行動の特徴から、一般消費者等へ家庭園芸用の堆肥製品の流通を促進するためには、「良質な堆肥を生産する」、「堆肥の周年的供給体制を整備する」、堆肥の生産面・流通面から「低コスト・低価格の堆肥を生産して販売する」ことが重要と判断される。

## 2. 一般家庭における堆肥需要量の推定

堆肥購入者のアンケート調査から、第4-13表のとおり一般消費者等は年間平均5.2袋、中山間で4.6袋、都市

第4-12表 堆肥購入時に重視する項目の順位

(単位:人、%)

区 分	回答数	1位	2位	3位	4位	5位
		製品の品質	原料の種類	価格	運搬しやすさ	重さ
全 体	95	37.2	39.3	41.7	33.8	47.4
地 域						
中山間	42	36.6	30.8	43.2	37.1	52.9
都市近郊	53	37.7	46.0	40.4	31.0	42.9
農 家	42	46.3	51.3	52.6	41.7	48.6
非 農 家	53	30.2	30.0	32.6	26.8	46.3

注) 項目の順位は、順位の高い順に回答した人の割合を示している。

第4-13表 消費者の年間堆肥購入量の推定

区 分	一回の購入量(袋)	購入回数(回)	年間の購入量(袋)
全 体	2.0	2.6	5.2
地 域			
中山間	2.1	2.2	4.6
都市近郊	1.9	2.9	5.5
農 家	2.6	2.8	7.3
非 農 家	1.5	2.5	3.8

注) 1. 1袋の重量は、20kgである。

2. 消費者のアンケート調査結果を基に推定している。

近郊で5.5袋、また、農家で7.3袋、非農家で3.8袋購入していると推定される。そこで、これらを基に県内の農家及び非農家の堆肥消費量を推定すると、次のとおりである。

非農家については、岡山県における総世帯数は65万7千戸で、その内、農家を除いた非農家のなかで庭や家庭菜園を所有していると考えられる1戸建て住宅は、第4-14表のとおり51万2千戸である。そして、アンケート調査から推定された1戸当たりの堆肥の消費量76kgと1戸建て住宅戸数41万1千戸（アンケート調査から推定された堆肥を購入しない19.7%の住宅戸数を除く）との積から、堆肥の消費量を求めれば3万1,200tとなる。

農家については、アンケート調査の農家が第2種兼業農家であり、県内の第2種兼業農家7万4千戸の内、堆肥を利用している農家6万5千戸（アンケート調査から推定された堆肥を購入しない12.8%の農家戸数を除く）とアンケート調査から推定された1戸当たりの堆肥の消費量146kgとの積から堆肥の消費量を求めれば9万4,400tとなる。

第4-14表 非農家数及び農家数 (単位:戸)

区 分	非農家数	農家数
	1戸建て住宅	第2種兼業農家
全 体	511,777	74,167
地 域		
中山間	166,179	53,364
都市近郊	345,598	20,803

注) 1. 非農家戸数は、1戸建て世帯数から総農家戸数を除いたものである。  
 2. 総世帯数は、1995年国勢調査結果である。  
 3. 農家数は1995年農業センサス数値である。  
 4. 都市近郊は都市的地域で岡山市他10市町村であり、中山間はそれ以外の68市町村である。

以上から、非農家と第2種兼業農家の堆肥消費量を合計した県内の一般消費者等の堆肥消費量は、約4万1千tと推定される。

### 第3節 岡山県産牛糞堆肥の生産・流通促進対策

堆肥の農業生産的利用が限られているなかで、堆肥の消費拡大を図るためには、一般消費者等の非農業生産的利用も含めていくことが現実的な方向と考えられる。つまり、前項でみたように、一般消費者等の堆肥購入量は農業生産的利用量に比べて少ないものの、価格が多少高くとも購入しているからである。また、利用時期は農業生産的利用よりも限定されていなく、ある程度の周年的な利用が期待できるからである。したがって、今後、堆肥の農業生産的利用だけでなく、非農業生産的利用を含めた岡山県産牛糞堆肥の広域的流通を確立するためには、「生利用」されている牛糞を堆肥化して県内で流通させることが重要である。

具体的には、次のような対策が求められる。

第一は、需要者側の利用を拡大するために、供給者側（畜産農家等）では堆肥の良品生産技術を確立するとともに、品質表示や袋詰め等「運搬し易さ」にも配慮する。また、堆肥の周年的な需要に対応するために、周年供給体制を整備する。

第二は、堆肥の生産・運搬コストの低減を図って、低コスト・低価格の堆肥を生産する。そのためには、堆肥生産者が一定の操業度を確保する（原料の牛糞が少ない時には有料で購入することも必要）等の企業的な自働努力は当然であるが、それに加えて畜産農家が堆肥施設に糞尿を持ち込む際に一定の利用料金を徴収すること、施設に対して公的な助成を行うこと等が必要である。また、需用者側に取り扱い易い製品にするために、ポリ袋の「小袋詰め」製品等も生産すべきである。

第三は、堆肥利用による農産物の安定生産や品質向上等のPRと併せて、家庭菜園の利用拡大、市民農園の促進、緑化工事利用等需要者側の新規需要開拓を行う。

第四は、以上のような需要者側の用途に応じた多様な堆肥製品を生産し、多様な販売ルートで多様な消費者に販売する。

第五は、堆肥の需給に関する情報を収集して提供する情報のネットワーク化を図ることである。

### 第4節 摘 要

本章では第一に、堆肥の利用を促進するために、耕種農家の堆肥需要モデルを作成し、岡山県下主要産地の堆肥需要量を計測した。その結果、耕種農家の堆肥需要量は堆肥の現在の流通価格条件では17万9千tとなる。また、このモデルにおいて堆肥価格をパラメトリックに変化させると、価格低下に伴って堆肥需要量が増大することも明らかになった。そして、耕種農家の需要拡大には、現在の堆肥価格5,300円の4割に相当する2,200円で需要が急増する「価格発見」ができた。この堆肥価格を実現するためには、堆肥施設運営の経営努力、畜産農家からの堆肥処理料金の徴収、機械・施設への助成、価格補填等が現実的な対策として考えられる。そのためには、畜産農家が堆肥施設に糞尿を持ち込む際に、一定の利用料金を徴収することが政策として不可欠である。

今後、堆肥需要の拡大にはこれらの方策に加えて、農家を除いた県内の一般消費者への家庭園芸用の堆肥も生産・販売することが重要である。このことは、既に検討したように岡山県の堆肥の需給関係だけからでは堆肥を非農業生産的利用に回す余裕はないものの、農業生産的

利用の少ない現時点では、非農業生産的利用の促進も同時併行的に進めていくことが現実的な方向と考えられるからである。

そこで、堆肥を家庭園芸に利用している一般消費者等のアンケート調査結果では、次のような特徴がみられた。

一般消費者等は堆肥を「土づくりになる」という理由等で1年間に「4～6袋・2千円～6千円」を「春期または不定期」に購入し、「家庭菜園、鉢物、花壇」に利用している。また、現在の堆肥の販売価格は「ほぼ適当」と考え、堆肥を購入する際に、「製品の品質」を最重点に「原料の種類、価格、運搬し易さ＝荷姿」等を判断基準にしている。そして、アンケート調査結果等による県内の一般消費者等の需要量の推定から、新たな堆肥需要が期待できるため、農業生産はもちろん、それ以外も目的とした牛糞堆肥の広域的流通を早急に確立することが重要であると考えられる。したがって、今後の岡山県産牛糞堆肥の広域的流通を確立するためには、農業生産において従来から指摘されている①良質堆肥の生産、②低コスト・低価格堆肥の生産と販売に加えて、一般消費者にも対応した③堆肥の周年的供給体制の整備、④小袋詰製品等取り扱い安さ、⑤需要の多様化に対応した多様な堆肥製品の生産と販売、⑥新規需要の拡大、⑦堆肥需給情報のネットワーク化等が重要と考えられる。

## 第5章 牛糞堆肥リサイクルシステムの確立とその対策

### 第1節 牛糞堆肥リサイクルシステムの類型

今日、堆肥需要が増大しているにもかかわらず、畜産農家や耕種農家の地域的な偏りによる堆肥需給のアンバランス等、既に考察したように畜産農家の堆肥が耕種農家にスムーズに供給されていないのが実態である。

堆肥の需給システムは、生産主体や流通範囲の違いによって第5-1表のように分類できると考えられる。そして、これらの類型区分によって岡山県内の事例をみた

のが第5-2表である。

これらの類型は、固有の効果や問題点を有している。つまり、個別農家レベルでの「個別生産・個別利用型」では堆肥が自給なので、他の類型に比べて流通コストが不要な反面、今日の大規模化した畜産では適応が困難な場合が多い。

組織レベルでの「組織生産・集落域流通型」では、集落内での流通なので個別を除いた他の類型に比べて流通コストが安価な反面、同一地域内に畜産農家と耕種農家がバランス良く存在することが必要となる。また、組織レベルの「経営体生産・広域流通」では、用途に応じた多様な堆肥生産が可能であるものの、需要対象が不特定多数なので計画的な生産・販売が困難である。地域レベルでの「市町村生産・市町村域流通型」では、同一集落内に畜産農家が存在しなくても耕種農家は堆肥を入手できるが、畜産農家と耕種農家との堆肥の需給調整が必要となる。したがって、今後、畜産農家の環境保全や堆肥需要に応えるためには、地域条件に応じて各類型の特質をふまえた畜産農家と耕種農家との堆肥の生産・流通システムを確立することが重要である。

### 第2節 事例にみる堆肥の類型別リサイクルシステム

第3章で検討したように、全国の牛糞を中心とした堆肥施設数は156か所あり、そのうち岡山県内には20施設ある。岡山県内のこれら施設のなかで堆肥のリサイクルシステムとして機能していると考えられる代表的な事例は、第5-2表に示したとおりである。そこで、以下では類型別の事例における堆肥のリサイクルの事例を考察し、事例からみたりサイクルシステムのあり方を検討する。

#### 1. 組織生産・集落域流通型～倉敷市・幸農会堆肥生産利用組合<sup>注1)</sup>

##### (1) 地域農業及び組織の概要

倉敷市は岡山県南部の平坦地域・岡山平野の一角にあ

第5-1表 生産主体・流通範囲の違いにより想定される堆肥リサイクルシステムの類型

生産主体・流通範囲	個 別	集 落	市 町 村	広域(市町村域より広い)
個別 家族	個別生産・個別利用	個別生産・集落域流通	個別生産・市町村域流通	
組織 生産組織		組織生産・集落域流通	組織生産・市町村域流通	
組織 組織経営体		経営体生産・集落域流通	経営体生産・市町村域流通	経営体生産・広域流通
地域 市町村・農協・ 第3セクター			市町村・農協・第3セクター生産・市町村域流通	市町村・農協・第3セクター生産・広域流通

第5-2表 堆肥の類型別リサイクルシステムの効果と問題点

類型名	効果	問題点	県内事例
個別生産・個別利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆肥が自給できるので流通コストが不要である。</li> <li>・畜産部門と耕種部門との補完結合による地力維持が図れると同時に、飼料作物生産の増大効果がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・畜産部門と耕種部門とのバランスがとれないと農地への堆肥の過剰または過小還元となる。</li> <li>・今日の大規模畜産では困難な場合が多い。</li> </ul>	多数の個別畜産農家
組織生産・集落域流通	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域内の畜産農家と耕種農家の補完結合による集落の土づくりができる。</li> <li>・集落内なので流通コストが安い。</li> <li>・集落内なので畜産農家の耕種農家への堆肥散布が容易である。</li> <li>・堆肥処理施設が小規模でよい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同一地域内に一定割合で畜産農家と耕種農家がいないと堆肥の需給バランスがとれない。</li> <li>・不需要期の堆肥保管施設が必要である。</li> <li>・小規模施設なので堆肥の熟度等の品質が不安定である。</li> </ul>	幸農会堆肥生産利用組合
経営体生産・広域流通	<ul style="list-style-type: none"> <li>・需要の用途に応じた多様な製品やブランド製品の製造が可能である。</li> <li>・他の類型に比べて自由に堆肥の生産調整や製品開発ができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・需要が不特定多数なので堆肥の計画的な生産・販売が困難である。</li> <li>・常に自助努力による安定的な販路の拡大が求められる。</li> </ul>	有限会社中央牧場
市町村生産・市町村域流域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耕種農家は集落内に畜産農家がいなくても堆肥が利用できる。</li> <li>・組織生産・集落域流通型より堆肥の品質が安定している。</li> <li>・畜産農家の堆肥処理が省けて堆肥処理コストが低減できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・集落型に比べて規模の大きい堆肥処理施設が必要である。</li> <li>・畜産部門と耕種部門の需給調整組織が必要である。</li> <li>・堆肥処理施設の運営に困難を伴う場合が多い。</li> <li>・販路が不安定な場合が多い。</li> </ul>	加茂川町、川上町

り、都市的農業地域に属しており、都市近郊農業が営まれている。農業では水稻をはじめ、モモ・ブドウの果樹や野菜の生産が盛んである。

当組織は倉敷市の市街化区域内にあり、地域では古くから野菜栽培が盛んで、多品目の軟弱野菜が生産されている。当組織は、酪農家1戸、野菜専業または水稻野菜複合農家9戸、果樹農家1戸の計11戸で構成された堆肥の生産・利用組織であり、組織結成以来、今日まで酪農家の生産した堆肥を耕種農家である野菜・果樹農家が利用するという活動が続けられている。

(2) 糞尿処理開始の経緯と糞尿処理施設の概要

当組織が糞尿を堆肥化して堆肥の生産を開始したのは、1977年である。当地域において1戸の酪農家が飼養規模の拡大に伴って排泄される糞尿処理に苦慮していた。一方、野菜農家は野菜の連作障害の発生等により、その対策としての土づくりの重要性を感じていた。その結果、前年の1976年に酪農家と野菜農家が相談し、堆肥を生産・利用する堆肥生産利用組織を結成した。そして、組織結成により、1977年から酪農家が堆肥施設を導入し、オガクズ混合利用方式による堆肥の生産を開始した。と同時に、野菜農家は同年に導入した第二次発酵施設により、その堆肥を完熟させて利用しはじめた。

第5-3表 主要施設・機械の導入状況

導入年	主要な施設・機械
1977年	第一次発酵舎1棟、オガクズ貯蔵庫1棟、第二次発酵舎10棟、土壌診断器具1式
1986	ショベルローダー1台、ミニローダー1台
1993	堆肥舎1棟、堆肥運搬車2台

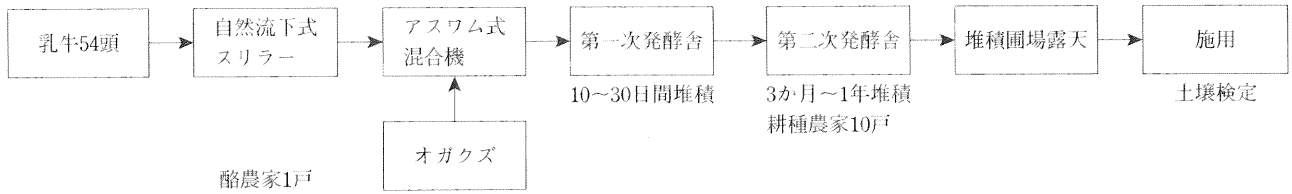
注) 中四国農政局畜産課「堆肥舎等一覧」1997年 p.174による。

当組織はこのような経緯をたどりながら、その活動は今日まで継続されている。なお、当組織が堆肥生産に利用している施設の概要は、第5-3表のとおりである。

(3) 糞尿処理・利用体系と利用実績等

当組織の糞尿処理・利用体系は第5-1図のとおり、まず、酪農家の自然流下式牛舎から排泄されたスラリーは、アスワム式混合機でオガクズと混合され、水分調整される。そして、オガクズと混合された糞は第一次発酵舎で10~30日間堆積された後、耕種農家に引き取られ、第二次発酵舎に移される。堆肥の発酵は主としてここで行われ、それぞれの作物に適するように、3か月から1年程度堆積発酵されて耕種農家に利用されている。

堆肥の利用実績をみると、当組織では年間950 tの堆肥を生産し、その内の会員利用量の550 tは無料となっ



第5-1図 糞尿処理・利用体系

注) 中四国農政局畜産課「堆肥舎等一覧」1997年 p.175による。

ている。また、余剰分の400 tは、会員外である市外の果樹農家に1 t当たり4千円で販売している。

会員である野菜農家の堆肥の利用面積は、12ha（野菜・延べ面積）となっている。なお、野菜農家は堆肥を利用する際には、PHメーターによる酸度やECメーターによる電気伝導度を測定する等の土壌分析を行っている。

当組織の活動は、組織発足後20年以上も継続されており、耕種農家の土壌改良や地力増進に効果を発揮している。耕種農家はこのような効果を活用して、有機野菜農業を展開しており、耕種農家の生産する野菜は「幸農会堆肥作りミネラル野菜」として人気が高く、牛糞堆肥の利用による有機農業のモデル集団の一つになっている。

## 2. 経営体生産・広域流通型～中央町・中央牧場<sup>(注2)</sup>

### (1) 地域農業及び組織の概要

当牧場のある中央町は県中北部に位置し、中間農業地域に属する。中央町の農業は水稲が基幹であるが、水稲に加えて酪農、肉用牛等の畜産が盛んである。

当牧場は、経営難に陥った地元集落経営の牧場を1967年に有限会社を設立して引き継いだのが始まりである。当牧場は、肉用牛肥育と堆肥生産を行っている大規模な法人経営であり、代表取締役社長と長男夫婦に加えて従業員13人で、約1,500頭の乳牛肥育と年間約4,000tの堆肥生産を行っている。

### (2) 糞尿処理開始の経緯と糞尿処理施設の概要

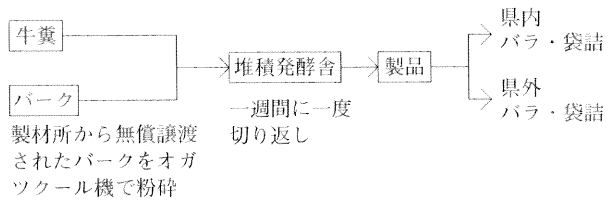
当牧場は、肉用牛の大規模な肥育経営であるため、堆肥生産は、当初、飼養頭数規模の拡大に伴う多量の糞尿処理が目的で開始された。しかし、飼養頭数が大幅に増えてくると、糞尿処理も困難になったため、1980年から堆肥資材メーカーとの技術提携を行い、良質堆肥の生産に着手した。また同時に、堆肥の需要開拓のため園芸店等の堆肥の需要ニーズを調査し、需要ニーズに応じた堆肥生産も行った。その結果、堆肥の販売が軌道に乗ったため、本格的に堆肥生産を開始し、販売している。

なお、当牧場が堆肥生産に利用している施設の概要は、

第5-4表 主要施設・機械の導入状況

導入年	主要な施設・機械
1980年から 漸次導入	堆積発酵舎2棟、樹皮置場1棟、パーク置場1棟、供給機2基、混合機1基、袋詰機2基、オガツクール機2基、ミキサー車1台、フォークリフト台、バケットローダ2台、ダンブカー2台、ロボット1台、袋詰室、製品置場

注) 中四国農政局畜産課「堆肥舎等一覧」1997年p.204による。



第5-2図 糞尿処理・利用体系

注) 中四国農政局畜産課「堆肥舎等一覧」1997年 p.205による。

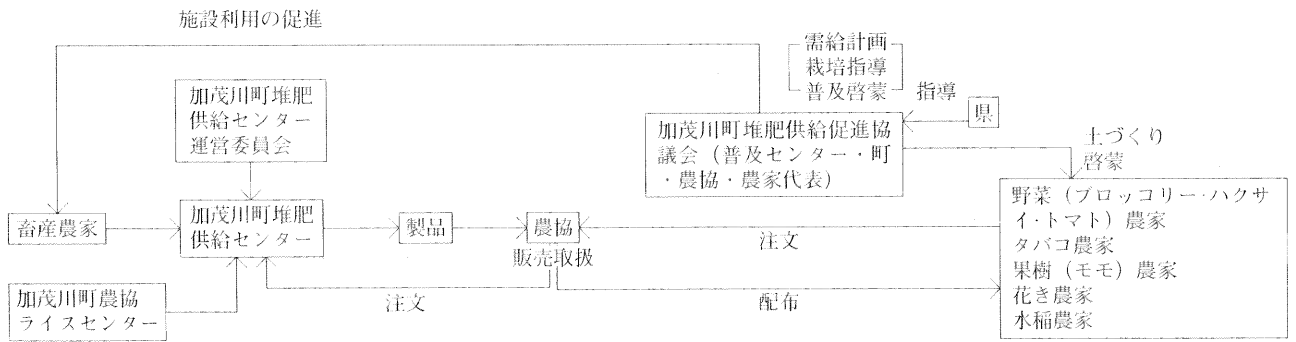
第5-4表のとおりである。

### (3) 糞尿処理・利用体系と利用実績等

堆肥の生産は当牧場の直営事業として行われており、県北地域の製材所から無償で譲渡された杉皮パークは、粉砕されて肥育牛の敷き料として利用される。そして、利用された杉皮パークの敷き料は、堆肥生産部門において第5-2図のとおり堆積発酵舎で一週間に一度切り返しを行いながら、堆積発酵により堆肥化される。生産された堆肥は「バラ」または袋詰の堆肥製品として販売されている。なお、堆肥発酵は6か月以上行われている。

当牧場では、7,200 tのパーク混合牛糞から約4,300 tの堆肥を生産し、そのほとんどを販売している。なお、残りのわずかの堆肥は自家利用の飼料畑で活用している。堆肥の販売単価は、「バラ」で1 t当たり9千円、1袋20kgで300円となっている。

以上が堆肥の生産・販売の概要であるが、当牧場では堆肥の生産・販売に当たっては、次のような特徴がみられる。つまり、生産面では、特に堆肥の品質を重視しているため、肥料成分は定期的に調査して成分表示を行う



第5-3図 加茂川町堆肥利用リサイクルシステム

注) 中四国農政局畜産課「堆肥舎等一覧」1997年p.179による。

など、堆肥製品の安定化と品質保証に努めている。また、需要者のニーズに応じて堆肥を加工して、多様な堆肥製品も生産するなど独自のブランド製品を生産している。

販売は、直売や農協、園芸資材店など、多様な販売ルートを通じて県内外広範囲に行われている。

3. 市町村生産・市町村域流通型～加茂川町・加茂川町堆肥供給センター<sup>※1)</sup>

(1) 地域農業及び組織の概要

岡山県中央部の吉備高原に位置する加茂川町は中間農業地域に属し、農業は平坦地での水稲、高原地帯での果樹(モモ・ブドウ)、野菜(ハクサイ等の露地野菜が中心)、花き(カーネーション等)、畜産(肉用牛、酪農、養鶏)が行われている。

(2) 糞尿処理開始の経緯と糞尿処理施設の概要

当町が堆肥供給センターを設置したのは、次のとおりである。つまり、町内の酪農家の飼養頭数規模の拡大により自己完結型の糞尿処理では処理が困難となり、環境汚染が問題になりはじめた。特に、自然流下式を採用している酪農家の牛舎では、糞尿の散布が制限されるようになった。一方、野菜や果樹等の耕種農家では地力が低下し、土づくりの認識が高まってきた。そこで、これらの解決方策として、加茂川町では1985年に良質堆肥を耕種農家へ供給する堆肥センターを設立した。そして、第5-5表に示した施設や機械を導入して、酪農家の糞尿とプロイラー農家の鶏糞にライスセンターから排出され

第5-5表 主要施設・機械の導入状況

導入年	主要な施設・機械
1985年	発酵処理場1棟、発酵処理装置1式、堆肥舎1棟、乾燥装置(ブローア)1式袋詰め装置1式、バキュームカー1台

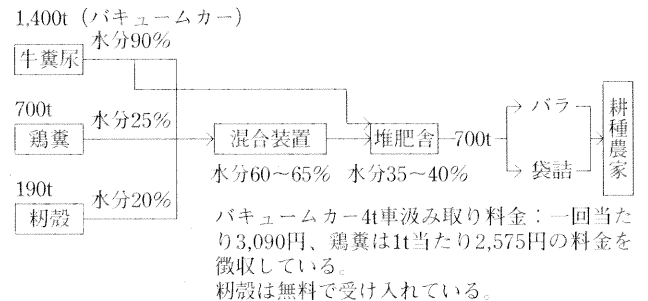
注) 中四国農政局畜産課「堆肥舎等一覧」1997年p.178による。

る粕殻を加えた堆肥の生産を開始した。また、堆肥の全町的な利用を推進するために、堆肥供給センターを核にして、第5-3図のとおり町、農協、農家代表で構成する堆肥供給促進協議会を組織した。併せて、堆肥供給センターを効率的に運営するための運営委員会も結成した。

(3) 糞尿処理・利用体系と利用実績等

堆肥供給センターにおける糞尿処理と堆肥化の過程は、第5-4図のとおりである。つまり、酪農家の自然流下式の牛糞尿は、一回当たり3,090円の利用料金によりバキュームカーで回収され、鶏糞も同様に1t当たり2,575円の料金を徴収されて、堆肥供給センターに受け入れられている。受け入れられた糞尿は、ライスセンターから無料で提供された粕殻と一緒に混合装置で混合され、水分調整(60~65%)される。そして、堆肥舎で7~10日間隔で切り返されながら、4~5か月間堆積発酵処理されて堆肥化される。

当施設では、年間2,100tの糞尿を粕殻と混合処理して約760tの堆肥を生産している。これらの堆肥は「バラ」や袋詰でほとんど町内で販売されており、その販売量は「バラ」で400㎡、袋詰で40,000袋となっている。なお、堆肥の単価は「バラ」で1㎡当たり4千円、1袋



第5-4図 糞尿処理・利用体系

注) 中四国農政局畜産課「堆肥舎等一覧」1997年p.179による。



15kgで370円である。

堆肥製品は「ニュー吉備高原ユーキ」の名称で販売されており、水分が少なくて散布しやすく、水稲、野菜等に利用されている。1997年では、堆肥が水稲164ha、畑作153haに利用されており、水稲の堆肥利用面積は、町内の水稲全面積の32.1%になっている。

以上、岡山県における牛糞堆肥の類型別リサイクルシステムの事例を考察したが、これらの事例から次のような特徴が要約できる。

第一は、堆肥化に早くから取りかかり、堆肥利用が今日まで継続されている。

第二は、堆肥生産に当たっては、良品質生産を心がけており、必要に応じて品質調査を行い、場合によっては品質表示もしている。

第三は、堆肥製品は袋詰めにする等、取り扱い易くしている。ただし、農家の大口利用者には「バラ」の形態で提供している。また、堆肥製品はいずれも有料で販売している（ただし、幸農会での会員利用料の無料を除く）。

第四は、地域内が中心であるが、広域的な販売も行っている。

したがって、堆肥をリサイクル利用するためには、このようなことが要点になると考えられる。

## 注

注1) 文献36) を参照。

注2) 中国四国農政局畜産課「堆肥舎一覧」1998年を参照。

注3) 注2) と同様。

## 第3節 牛糞堆肥リサイクルシステムの確立とその対策

これまでに牛糞を中心とした堆肥のリサイクルシステムのあり方を検討するために、まず堆肥の生産サイドから、堆肥生産施設の運営実態について検討した。次に、堆肥の需要サイドである耕種農家の堆肥需要量の推定と一般消費者の堆肥購買行動の特徴を考察した。その結果、リサイクルシステムを確立するには、①堆肥生産技術の確立と堆肥生産施設の適正な運営、②販売等を含めた流通販売対策の確立、③堆肥の生産・利用主体のシステム化が重要と考えられる。そこで、以下では堆肥の生産サイドと消費サイドの両者の検討結果を踏まえて、リサイクルシステムを確立するための具体的な対策について検討する。

### 1. 堆肥生産技術の確立と堆肥生産施設の適正な運営

第3章の全国堆肥生産施設の実態分析と第4章の一般消費者における堆肥購買行動の特徴とを基にして、牛糞を中心とした堆肥リサイクルシステム確立の課題と対策を整理したのが第5-5図であり、具体的には次のとおりである<sup>11)</sup>。

第一は、良質な堆肥製品の生産技術の確立と品質保証である。

これまでの事例にもみられるように、堆肥は作物の生育障害等が生じない良質堆肥、つまり完熟した堆肥が望ましい。このため良質な堆肥製品を生産するために、牛糞と副資材等を混合し、おおむね3～6か月堆積発酵させる。そして、堆肥の切り返し回数等に配慮するとともに、製品の品質調査と成分表示を行い製品の品質を保証する。

第二は、堆肥の生産・運搬コストの低減を図って、低コスト・低価格の堆肥を生産する。

堆肥の低コスト生産を確立するためには、堆肥生産者が施設規模に対応した堆肥を生産し、一定の操業度を確保する等の企業的な自助努力は当然であるが、畜産農家が堆肥施設に糞尿を持ち込む際に、一定の利用料金を徴収することも制度として不可欠である。

第三は、自社ブランド製品等特徴ある製品の開発と生産である。

堆肥製品は農家用の農業生産に利用する製品だけでなく、緑化工事用、造園業者用、一般消費者等の家庭園芸用等多様な用途に応じた製品も生産する。と同時に、独自ブランドを確立する。

第四は、需要者側の利用時期が特定時期に集中するので、堆肥のストック場所を確保して、周年供給体制を整備するとともに堆肥の低コスト生産を確立する。

堆肥の需要時期は特に農業生産利用の場合は春期と秋期に集中するものの、これ以外の期間では需要が少ない。したがって、堆肥需要が少ない期間に堆肥をストックしておく場所の確保が必要である。ただし、一般家庭園芸利用等ではあまり特定時期に集中しない特徴がみられるため、これらへの販売も重要である。

### 2. 販売等を含めた流通販売対策の確立

第一は、取り扱い易い製品の形態にする。

堆肥製品の荷姿は、販売面、運搬面、品質表示面からも「ポリ袋入り」にしてポリ1袋当たりの重さは、取り扱い易さ等から「10～20kg」や家庭園芸用等の「小袋詰め」とする。ただし、地域内でしかも大口利用の農家用では「バラ」の形態に、地域外への利用や家庭園芸等の

課題		具体的な方策			
リサイクルシステムの確立	生産	技術	①堆肥製品の原料調達方法 ②堆肥製品の原料の内容 ③堆肥製品の牛糞の混合割合・発酵期間 ④特徴ある製品の開発	畜産農家から利用料金の徴収 牛糞と副資材（おがくず、パーク等） 牛糞は50～80%の割合で副資材と混合・概ね3～6か月堆積発酵 緑化工事専用製品の生産等	
		品質	①堆肥製品の品質保持対策 ②堆肥製品の成分調査 ③堆肥の品質保証	定期的な切り返しの実施 定期的な成分調査の実施 成分表示の実施	
		施設運営	黒字運営	①安定な生産・販売体制の確立 ②低コスト生産の確立 ③適正操業度の確保	運搬・散布機械の導入 堆肥ストック場所の確保 省力的な機械・施設の導入 施設規模に対応した堆肥の生産量の確保
			流通	荷姿	①堆肥製品の荷姿 ②ポリ1袋当たりの重量 ③「バラ」の場合
	荷姿			①販売上の主な顧客 ②多様な販売ルート ③堆肥利用効果のPR	農家・一般消費者 肥料専門店、ホームセンター等自社ブランドを作る マスメディアの活用
	外的支援	①公的助成 ②需給調整体制の確立 ③地域利用組織の確立	補助事業の導入 情報ネットワークの確立 県単位の需給調整組織の形成 市町村単位の利用組織の形成		

第5-5図 牛糞を中心とした堆肥リサイクルシステム確立の課題と対策

少量利用の場合は「袋詰め」の形態というように、利用条件に対応した製品の形態にする。

第二は、「袋詰め」等を専門的に行う組織を形成する。

堆肥を「袋詰め」等の取り扱い易い製品の形態にすることは販売上重要であるが、これらを個別の畜産農家や零細な堆肥施設（共同利用等を含む）で実施すれば、製品のコストアップにもなる可能性がある。したがって、「袋詰め」等を専門的に行う組織を地域的に形成し、生産された堆肥を一括して「袋詰め」し、そこで販売も行うわけである。

第三は、多様な堆肥製品の開発に対応して、多様な販売ルートを確認する。

堆肥製品の販売においては、顧客は農家だけでなく土木事業者、一般消費者、造園業者等多様な顧客とする。また、堆肥製品の販売ルートでは、主流となっている直売や農協販売だけでなく、肥料専門店、ホームセンター等多様な販売先を確保する。それから、前項の自社ブランド製品等の特徴ある製品を積極的に宣伝す

る。これらのことを達成するためには、独自の宣伝活動を展開するなどの自助努力も必要である。また、堆肥利用の市場調査等により新規の需要を開拓する。

第四は、堆肥利用による農産物の高付加価値化（品質向上等）のPRと、需要者側における新規の需要を開拓する（例、家庭菜園の利用拡大、緑化工事利用）。

有機農業等環境保全型農業への関心が高まっているなかで、マスメディアや各種研修会等の機会を利用して、農家はもちろん一般消費者等にも堆肥利用の効果をPRする。

第五は、堆肥の品質表示と併せて農家や一般消費者等に分かりやすい堆肥利用のしおりを作成する。

現在、袋詰め堆肥製品には、肥料成分等品質表示がされているが、これは肥料取締法等に基づく表示であり、農家や一般消費者等には分かりにくいものになっている。したがって、この品質表示とは別途に分かりやすい堆肥利用のしおりを作成して堆肥製品に添付する。

### 3. 堆肥の生産と利用主体のシステム化

第一は、地域の農業構造の変化に対応して堆肥の散布主体を確立するとともに、散布機械のリース制度や共同利用を促進する。

地域農業の担い手の高齢化・兼業化の進展により、耕地への堆肥散布量は減少している。このため、堆肥利用量の拡大を図るためには、農協等により堆肥の運搬・散布のサービスを提供する散布主体を確立する。そのためのオペレーターの確保や運搬・散布機械のリースサービス等を行う。

第二は、堆肥の需給調整主体を確立して、需給調整を実施する。

畜産農家の偏在や利用作物条件によって堆肥の需要時期や利用量が異なり、市町村等の地域内では堆肥需給のアンバランスが生じている。このため、地域内では市町村等の関係機関や各種団体、生産者代表等が参加して、ストック場所のネットワーク化による需給調整主体を確立して堆肥の需給調整を行う。また、市町村を越えた広域的な範囲や県単位での需給調整についても、広域・県レベルでの需給調整主体を形成して需給調整を行うとともに、堆肥の需給情報をネットワーク化するネットワークシステムを形成する<sup>注1)</sup>。

第三は、堆肥生産の機械・施設に対して公的支援を実施する。

堆肥施設のアンケート調査にもみられるように、堆肥付一2表 堆肥の生産・販売に関する自由意見の内容

項目	意見の内容	回答数
生産技術	・良品質（完熟）堆肥の生産	7
	・利用目的別（稲・野菜園芸用等）製品の生産	2
	・新製品（緑化工事用）の開発	3
	・製造機械の改良	1
	・農家に分かりやすい成分表示	1
施設運営	・運搬・散布機械の導入	1
	・省力的な機械・施設の導入	2
	・不需要期の堆肥ストック場所の確保	1
	・安定的出荷体制の確立	1
流通	・機械・施設の更新時の資本の確保	1
	・地域における堆肥利用システムの確立（運搬・散布サービスを含む）	3
	・土づくり等堆肥施用効果のPR	5
	・販売量の拡大	1
	・農家が利用しやすいマニュアルの作成	1
	・小袋（20kg以下）にして扱いやすくする	1
	・独自のセールスと販売ルートの確立	1
	・農業生産目的以外の販路の拡大	2
	・県単位での堆肥の需給調整等の流通指導	1

注) 回答者は22施設であるが、複数回答である。

利用が少ない現状では堆肥施設の赤字運営が多くなっている。このため、堆肥施設運営者では機械・施設の公的助成を希望している。したがって、補助事業等による公的な助成を実施する。

### 注

注1) リサイクルシステムの課題と方策をまとめるに当たっては、第3章の堆肥施設のアンケート調査結果に加えて、このアンケート調査結果の自由意見等も活用している。なお、堆肥の生産・販売に関する自由意見は付一2表のとおりである。

注2) 1998年3月19日付けの日本農業新聞によると、既に千葉県では1996年に堆きゅう肥利用促進ネットワークシステムを作成して、堆肥利用情報を耕種農家に提供しており、パソコンを活用した堆肥の広域的な需給を調整することが試みられている。

### 第4節 摘要

牛糞堆肥の生産主体と流通範囲からみたりサイクルシステムの類型は四つに区分できるが、これらは各々の効果と問題点を有している。このため、畜産農家の環境保全や耕種農家の堆肥需要に応えるためには、地域条件に応じて各類型の特質を踏まえた畜産農家と耕種農家との堆肥のリサイクルシステムを確立することが重要である。この類型区分に基づくりサイクルシステムの岡山県下の事例では、地域条件に応じたりサイクルシステムが確立されているという特徴が見出された。そして、これらの結果からリサイクルシステムを確立するためには、①良品質堆肥の生産を行う等、堆肥生産技術の確立、②施設・機械規模に応じた適正な操業度の確保等、堆肥生産施設の適正な運営、③多様な販売ルートの確保等の販売等を含めた流通販売対策の確立、④堆肥の生産・利用主体のシステム化、⑤情報のネットワーク化が重要と考えられる。

### 第6章 本論文の要約

今日、我が国の畜産では、畜産物の輸入自由化等の国際化に対応して多頭化による規模拡大が進展しており、それに伴う環境汚染の進展と糞尿処理コストの増大が懸念されている。一方、園芸作物の高品質生産や一般家庭の園芸ブームを背景に、有機質肥料の需要は高まってい

るものの、有機質肥料の多くを占める家畜糞尿のリサイクルシステムは確立されていない。そこで、本論では家畜糞尿のなかでも特に堆肥化が遅れている牛糞堆肥を中心とした堆肥の生産と利用、つまり、リサイクルのあり方とリサイクルのための具体策を明らかにすることを目的とした。このため、堆肥の供給サイドである全国の牛糞を中心とした堆肥施設の運営実態と堆肥の需要サイドである岡山県の耕種農家及び一般消費者の堆肥需要量を推定し、これらの両面から牛糞を中心とした家畜糞尿リサイクルシステムの課題とそれを解決するための具体策を提示した。

本論文の要約は、次のとおりである。

### 1. 家畜糞尿のリサイクルには、堆肥化処理とそれを利用するリサイクルシステムの確立が課題である。

国民の環境保全への関心が高まっているなかで、今日、国、県、農業団体等国をあげて環境保全型農業が推進されている。そして、環境保全型農業のなかで家畜糞尿のリサイクルは、大きな柱の一つに位置づけられている。

家畜糞尿は廃棄農産物の一つであるが、産業廃棄物にも指定されており、家畜糞尿のリサイクルは単に農業だけでなく社会的な課題でもある。しかし、畜産部門と耕種部門とが連携して家畜糞尿をリサイクルするシステムは、未だ確立されていない。かつて、全国的に試験研究で地域農業複合化推進試験においても、畜産部門と耕種部門との結合システムの研究に取り組んだものの、これらは定着しなかった。

家畜糞尿のリサイクルには堆肥化処理が最適な方法であり、堆肥化処理技術と併せて堆肥を効率的に利用するリサイクルシステムを確立することが重要である。

リサイクルシステムの確立には、かつての地域農業複合化推進試験の経験を基に、概ね市町村内を範囲とする地域内システムとそれを越えた広域的なシステムの両者が、地域条件に応じて形成されることが必要である。

### 2. 地域によっては家畜の偏在に伴う畜産環境汚染が生じている。反面、有機質肥料の需要が増大しているが、化学肥料の利用量が減少している。このため、肥料の需給面からも、特に堆肥化の遅れている牛糞の堆肥化によるリサイクルが重要である。

我が国の畜産では、近年、国際化の進展に対応して、畜産農家1戸当たりの飼養規模が拡大され、それに伴う家畜糞尿排泄量が急増し、経営内での糞尿処理も困難になりつつある。また、我が国全体の家畜飼養頭羽数の分布には地域差がみられ、それに伴って排泄される家畜糞

尿も同様な地域差が生じている。このため、全国的にもまた岡山県においても一部の地域では、環境に悪影響を及ぼさない窒素負荷量を超えている。このような状況のなかで、畜産による環境汚染件数は全体的には減少傾向にある。しかし、畜産農家数の減少から、畜産農家1戸当たりの環境汚染問題の発生率は逆に増加傾向にあり、残された畜産農家にとって環境汚染対策は、一層重要な課題となっている。一方、近年、環境保全型農業への関心の高まり等から有機質肥料の需要が増大している反面、全体では化学肥料の利用量が減少している。したがって、肥料の需給面からも、特に堆肥化の遅れている牛糞堆肥のリサイクルの確立が重要である。

### 3. 牛糞を堆肥化するための施設を適正に運営するには、良品生産技術の確立、取り扱い易い製品形態と多様な販売ルートの確保、省力的な機械・施設の導入による低コスト生産等が重要である。

全国における畜産農家の家畜糞尿の処理形態は、畜種によって大きく異なっているものの、豚を除いた畜産農家では堆肥化が遅れている。また、家畜糞尿の利用面では乳用牛・肉用牛の大家畜農家のほとんどが経営内利用であるが、今後、規模拡大傾向が強まるなかで、これら農家の経営内利用は困難になると考えられる。したがって、特に、乳用牛・肉用牛農家の堆肥化と経営外も含めた堆肥利用の促進が重要である。堆肥化とその利用を促進する当たり、岡山県の実態をみると岡山県産堆肥は県内だけで充分利用可能であると考えられる。したがって、今後、利用を促進する方向で牛糞堆肥の広域的な流通を可能にするには、堆肥化して「バラ」や「袋詰め」等、堆肥の利用条件に応じた形態で流通させることが重要である。そこで、実際に、堆肥化してこのような形態で流通させている全国の牛糞堆肥施設の実態から、黒字運営している堆肥施設の特徴を抽出した。今後の牛糞堆肥の広域的な流通を促進するためには、①適度の堆積発酵期間や製品の成分調査に基づく良品生産技術の確立、②取り扱い易い「ポリ袋入り」製品の生産と多様な販売ルートによる多様な消費者への販売、③省力的な機械・施設の導入による低コスト生産、④③を可能とする公的支援等が必要と考えられた。なお、用途によっては必ずしも高品質な堆肥ばかりが必要ではないと思われるので、ある程度の品質で低コスト生産を可能にする方策（例、「バラ」での流通）も併せて考えていく必要があると判断された。

4. 耕種農家の堆肥需要を増大するためには堆肥価格の低減が重要であり、それを可能にする対策が望まれる。

また、今日の園芸ブームにより、一般消費者等の家庭園芸利用への堆肥需要量の増大も見込まれる。

堆肥利用を促進するために、線形計画法により需要サイドである耕種農家の堆肥需要モデルを作成して、岡山県下主要産地の堆肥需要量を推定した。その結果、現在の流通価格条件下では、堆肥の需要量が17万9千tとなる。しかし、価格低下に伴って堆肥需要量が増大することも明らかになった。つまり、堆肥価格がt当たり2,200円（現在の堆肥価格の4割）に低下すれば、耕種農家の堆肥需要量は急増する。そこで、この堆肥価格を実現するためには、堆肥施設運営の経営努力、畜産農家からの堆肥処理料金の徴収、機械・施設への助成等が必要と考えられる。また、今後、堆肥需要の増大にはこれらの方策に加えて、農家を除いた県内の一般消費者への家庭園芸用の堆肥を生産・販売することも現実的な方策である。

堆肥を家庭園芸に利用している一般消費者等のアンケート調査結果では、堆肥を「土づくりになる」という理由等で1年間に「4～6袋・2千円～6千円」を「春期または不定期」に購入し、「家庭菜園、鉢物、花壇」に利用している。また、堆肥を購入する際に「製品の品質」を最重点に、「原料の種類、価格、運搬し易さ＝荷姿」等を判断基準にしている。

これらのデータをもとに推定すると、県内の一般消費者等の需要量は約4万1千tとなる。したがって、今後の堆肥需要の増大には、このような農業生産以外への供給を目的とした牛糞堆肥の広域的流通をも早急に確立する必要がある。

5. 牛糞堆肥を中心とした家畜糞尿のリサイクルシステムを確立するには、良品質堆肥生産技術の確立、堆肥生産施設の適正な運営、多様な販売ルートの確保等の販売を含めた流通販売対策の確立、堆肥の生産・利用主体のシステム化が重要である。

牛糞堆肥の生産主体と流通範囲からみたりサイクルシステムの類型は、「個別生産・個別利用」、「組織生産・集落域流通」、「経営体生産・広域流通」、「市町村生産・市町村域流通」の四つに区分できるが、地域条件に応じてこれら各類型の特質を踏まえた畜産農家と耕種農家との堆肥のリサイクルシステムを確立することが重要である。

岡山県下のリサイクルシステムの事例では、地域条件に応じたりサイクルシステムが確立されているという特

徴が見出された。これらの結果からリサイクルシステムを確立するためには、①良品質堆肥を生産する等、堆肥生産技術の確立、②施設・機械規模に応じた適正な操業度の確保等、堆肥生産施設の適正な運営、③多様な販売ルートの確保による販売等を含めた流通販売対策の確立、④堆肥の生産・利用主体のシステム化、⑤堆肥需給情報のネットワーク化が重要と考えられる。

#### 引用文献

- 1) 伊達昇編著 (1996) 有機質肥料と微生物資材、農山漁村文化協会、東京、92-140
- 2) 藤田秀保・志賀一一 (1997) 環境保全を考えた乳牛のふん尿処理と利用、酪農総合研究所、北海道、57-74
- 3) 藤田秀保・志賀一一 (1997) 環境保全を考えた乳牛のふん尿処理と利用、酪農総合研究所、北海道、p.5
- 4) 羽賀清典 (1995) 糞尿処理に求められる基礎知識、羽賀清典監修、マニユア・マネージメント、デーリイマン社、東京、38-39
- 5) 羽賀清典 (1993) 家畜ふん尿の農耕地利用、用水と廃水、B35 (10) : 922-923
- 6) 原田靖生 (1991) 肥料としての価値、松田従三監修、マニユアコントロール、デーリイマン、東京、92-98
- 7) 原田靖生前掲書 (1993) マニユア・マネージメント、デーリイマン社、東京、40-41
- 8) 本多淳祐 (1996) 農林水産とリサイクル、財団法人クリーンジャパンセンター、東京、24-25
- 9) JA全中・JA全農編著 (1995) 最新事例環境保全型農業、農林水産省監修、家の光協会、東京、44-268
- 10) 嘉田良平 (1996) 環境保全型農業の理念と政策課題、桜井卓治編著、環境保全型農業論、農林統計協会、東京、137-138
- 11) 梶井功 (1986) 現代農政論、柏書房、東京、133-148
- 12) 梶井功 (1994) 日本農業のゆくえ、岩波ジュニア新書、東京、123-132
- 13) 金沢夏樹 (1984) 農業経営複合化の理論と現実、金沢夏樹編著、農業経営の複合化、地球社、東京、2-59
- 14) 木村和生 (1990) 畜産公害の現況と対策、畜産の研究44 (1) : 92-93
- 15) 北川浩一郎 (1995) 地球環境を守るために、丸善株式会社、東京、21-25
- 16) 小林久・上條雄喜・千賀祐太郎、資源環境利用による環境保全型地域農業システムの計画手法、農業土木

- 学会誌62(11):56-65
- 17) 小林康平・武藤軍一郎(1994) 畜産業の展開方向、九州農業経済学会編、国際化時代の九州農業、九州大学出版会、福岡県、415-416
- 18) 小林康平・武藤軍一郎(1994)、畜産業の展開方向、九州農業経済学会編、国際化時代の九州農業、九州大学出版会、福岡県、410-414
- 19) 甲田斉(1987) 畜産・耕種農家の連携方式とその成立条件、畜産の研究41(7):793-797
- 20) 工藤元(1962) 営農類型と地域計画、明文書房、東京、20-38
- 21) 工藤・西村・高山・久保共著(1963) 近代農業経済学、明文書房、東京、86-146
- 22) 熊澤喜久雄・越野正義・尾和尚人(1994) 土づくりと土壤改良資材、全国肥料商連合会・全国農業技術員会協議会、東京、76-156
- 23) 松田従三(1996) 堆肥発酵・堆肥化処理、千葉信司・市川治監修、マニュアル・マニュアル'96、酪農学園大学エクステンションセンター、北海道、77-78
- 24) 松本成夫他(1990)、農村地域における有機物フローの推定、システム農学会、システム農学6(2):11-23
- 25) 目瀬守男(1998) 岡山県農業の地帯区分と地帯別農業の課題、目瀬守男監修佐藤豊信・甲田斉・坂本定禰編、国際化時代における岡山県農業・農村の活性化、農林統計協会、東京、37-47
- 26) 永田恵十郎(1979) 地域複合農業論への接近、沢辺恵外雄・木下幸孝、地域複合農業の構造と展開、農林統計協会、東京、16-27
- 27) 農林省畜産局編(1974) 家畜ふん尿処理事例集、中央畜産会、東京、p.330
- 28) 農水省(1998) 食料・農業・農村基本問題調査会答申
- 29) 農水省(1993) ポケット肥料要覧、農林統計協会、東京、158-159
- 30) 農水省農業研究センター(1995) 農業技術の経営評価マニュアル、農林統計協会、東京、32-36
- 31) 農水省農蚕園芸局農産課監修(1996) 土壤改良と資材、土壤保全調査事業会全国協議会、東京、p.365
- 32) 小川政則(1995) 土地利用型農業の原点と地域農業、永田恵十郎・波多野忠雄編著、土地利用型農業の再構築と農協、農文協、東京、333-348
- 33) 小川政則(1992) 持続可能な畜産の展開方向と経営的課題、日本農業経営学会春季研究集会報告要旨、日本農業経営学会、44-45
- 34) 岡山県立農業試験場・岡山県酪農試験場(1984) 地域農業複合化推進試験研究成績(技術開発)(70)、44-45
- 35) 岡山県立農業試験場(1985) 高位地域農業複合化推進研究試験成績、農事試験成績(71)1-54
- 36) 岡山県立農業試験場・岡山県酪農試験場(1986) 高位地域農業複合化推進研究試験成績、農事試験成績(72)1-64
- 37) 岡山県農林部(1991) 岡山県土づくりマニュアル3-10
- 38) 岡山県農林部(1996) 環境保全型農業の手引き、1-4
- 39) 岡山県農林部(1992) 土づくりマニュアル、10-15
- 40) 岡山県農林部(1992) 果樹栽培指針、20-25
- 41) 坂本定禰・佐藤豊信(1997) 廃棄農産物の再利用と堆肥需給システム確立の課題、地域農林経済学会、農林業問題研究別冊地域農林経済学会報告論文集第(5):121-122
- 42) 坂本定禰・佐藤豊信・横溝功(1998) 牛糞堆肥施設の実態と牛糞堆肥の広域的流通の課題-全国の牛糞堆肥施設のアンケート調査を中心に-、地域農林経済学会、農林業問題研究別冊地域農林経済学会報告論文集(6):37-42
- 43) 佐藤豊信(1994) 環境と資源の経済学、明文書房、東京、145-146
- 44) 関澤帝朗(1998) 糞尿処理・利用の経済性と環境保全型酪農の課題、農水省農業研究センター、経営研究、53-73
- 45) 下名迫寛(1985) 家畜ふん尿の処理利用技術の実態と問題点、農水省農業研究センター編、有機物の処理・流通・利用システム-堆肥センターを軸として-、農水省農業研究センター、99
- 46) 白石太郎・森大二・尾崎厚一・小沢清一郎・辻誠之(1977) 家畜ふん尿の連年大量施用が飼料作物ならびに土壤におよぼす影響、岡山県酪農試験場研究報告、岡山県立酪農試験場(14):21-31
- 47) 高橋信正(1998) 環境保全型農業の意義・理念・方向、堀田忠夫編著、国際競争下の農業・農村革新-経営・流通・環境、農林統計協会、東京、166-167
- 48) 高橋正郎(1984) 地域複合化の論理、金沢夏樹編著、農業経営の複合化、地球社、東京、527-535
- 49) 築城幹典・原田靖生(1997) 我が国における家畜排泄物発生の実態と今後の課題、西尾道徳監修、環境保全と新しい畜産、農林水産技術情報協会、東京、25-31

- 50) 畜産環境整備リース協会 (1995) 家畜糞尿処理システム経営性等調査分析報告書—酪農・肉用牛経営について—、5—9
- 51) 富岡昌雄 (1993)、環境保全型農業と有機質肥料産業の新展開、桜井卓治編、環境保全型農業論、農林統計協会、東京、115—117
- 52) 中央畜産会 (1987) 堆肥化施設設計マニュアル、東京、115—117
- 53) 山口武則 (1977) 家畜ふん堆肥の製造と利用、農業技術52 (7) : 300—302
- 54) 横溝功・本松秀敏 (1997) 家畜ふん尿の堆肥化処理のコスト評価に関する一考察—酪農産地における酪農経営を事例として—、農業経営究 (91) : 57—66
- 55) 吉野敏行 (1996) 資源循環型社会の経済理論、東海大学出版会、東京、25—26

## The Subject and Measurement of Recycling Systems for Livestock Waste , with Particular Emphasis on Cow Dung

Sadatomi Sakamoto

### Abstract

There is concern in Japan over the amount of pollution created by livestock waste and the associated increase in feces-and-urine processing costs, the inevitable results of the increase in the size of livestock operations and the liberalization of livestock import laws. Although the demand for organic fertilizer (manure) has increased against this backdrop of a horticultural boom, an effective recycling system for livestock excrement that can meet fertilizer demands and hence reduce pollution concerns has not yet been put into place.

In this study, the fertilizer demands of both a farm in the Okayama Prefecture and the general public were determined and compared with the output from a compost production facility. This information is used in the development of proposals to manage the problem. Methods for livestock waste recycling centering on cow dung composting, which is a particularly difficult material to compost are proposed. In addition, a set of design principles for a recycling plan and proposals for the effective reduction of pollution created by livestock excrement will be presented.

#### 1. A recycling system, for the recycling of livestock feces and urine using composting processes

Prefectural governments, environmental groups and agricultural organizations are lobbying for environmentally sound practices following increasing awareness of environmental issues, and the recycling of livestock excrement is a major focus in the debate. Livestock excrement is both an agricultural and an industrial waste product and therefore an agricultural and a social problem. Currently, there is no adequate systems in place for the direct recycling of livestock waste.

A nationwide study focusing on a Union-System of agriculture examining the connection between livestock and crop production was conducted with the aim of promoting local agricultural composting. However, the recommendations of this project were not widely adopted within the industry.

It is important when establishing such a recycling system to combine composting processing technologies and utilize efficient composting practices. The system should also make use of optimum compost processing management systems and the scale of the operation should be dictated by market conditions and cost effectiveness.

#### 2. In some areas, excessive agricultural pollution has been accompanied by an inappropriate distribution of livestock. Conversely, the demand for organic fertilizers is increasing and the use of chemical fertilizers has decreased. Hence, the recycling of livestock excrement important when balancing the supply and demand of

organic fertilizers.

The cost of Japanese livestock, corresponding to the development of internationalization, has increased over recent years. Specifically, the number of livestock per holding at farms has expanded and the amount of livestock excrement has increased at a parallel rate, which has (in recent years) led to difficulties in livestock waste processing management. Moreover, regional differences are examined and they suggest disproportionate distribution.

For this reason, nitrogen loads may be excessive and have negative effect on the environment in some areas of the country. On the whole, the number of polluting operations is decreasing. However, the size of these operations (as in the case of the farm per house) is increasing. Conversely, whilst the demand for organic fertilizer has expanded due to increased environment awareness, the use of chemical fertilizers has declined. Therefore, the establishment of a livestock waste recycling system in which the increased demand for manure can be satisfied is of particular importance.

3. The effective management of a recycling facility requires for the consideration of several key factors. Specifically, production costs must be minimized through the use of efficient manufacturing techniques, the final product should be produced so as to be easily transported and stored, reliable distribution patterns must be established, and automation should be introduced where appropriate.

There are large differences in the management of livestock farms, particularly with regards to composting. Composting procedures and processing methods for livestock waste have not developed, with the exception of those used within the pig farming industry. Moreover, although most large beef and dairy cattle operations manage their waste products, it is thought that the scale of the composting operation is the predominant cause of problems encountered by the farm managers. Therefore, the promotion of a central composting operation is especially important. It is suggested that farms in the Okayama Prefecture generate sufficient quantities of compost levels to satisfy fertilizer demands. It is important that composting products be manufactured in such a way to facilitate ease of use and the circulation of cow dung compost over a wide area.

The features of a profitable composting system are therefore extracted from the actual conditions of cow dung composting operations from across the nation to determine the viability of such an operation. However, a number of conditions must exist to promote the circulation of cow dung compost over a wide area. Firstly, official support must be provided to enable the establishment of a high quality product using manufacturing techniques based on ingredient investigation of a moderate deposition fermentation term. The product should be packaged in such a way so as to minimize storage and transportation costs and production costs should be minimized through the implementation of automation where appropriate.

4. Retail prices must be minimized to increase demand. Moreover, an increase in the demand from private gardeners is expected.

The compost demand model of a horticultural operation and the actual volume of compost product demand by a large facility within the Okayama prefecture was measured. Under present circulation price conditions, compost demand was 179,000 t. However, since the compost demand price elasticity was large, it also became clear that the compost demand increased in connection with a reduction in the retail price. Low prices can only be maintained if efficient management efforts, low processing costs and mechanization support are required. Moreover, efforts should also be made to develop a share of home gardening market.

Questionnaire results indicated that private consumers spend between 2000 and 6000 yen on organic fertilizer per year for kitchen gardens, potted plants and flowerbeds. Furthermore, product quality is of significant importance. In addition, the survey suggested that packaging is an area of concern and issues such as packaging materials, price and



transportation should be considered. Home consumption estimates within the prefecture are 41,000 t. Therefore, it is also necessary to establish a system of support services to ensure and sustain any future increases in demand in this emerging market.

5. The establishment of efficient and effective manufacturing, management and distribution techniques in addition to marketable products are important to establish a competitive recycling system for livestock feces and urine centering on cow dung compost.

Recycling systems can be classified into four categories from a production and distribution standpoint: individual production and use, organization production and regional distribution, management object production and wide distribution, and city, town and village production and distribution. It is important to establish a recycling system based on these categories with due regard for local conditions. The features of a recycling system based on local conditions were determined following examination the system implemented in Okayama. Effective management of the system required for the development of a high quality product, use of mechanization, establishment of reliable distribution systems, implementation of systemized production and utilization, steady supply conditions, and an efficient demand forecasting system.