

H-10 環境負荷の軽減及び最適配分を実現する大都市近郊農村連携経済社会の制度設計と実施方策に関する研究

(2) 都市農村連携における農村部の機能、環境負荷に関する研究

東京農工大学農学部

東城清秀

愛知大学経済学部

大澤正治

愛知大学経済学部

岩崎正弥

愛知大学経済学部

功刀由紀子

〈研究協力者〉 東京農工大学農学部

山口琴子

東京農工大学農学部

木村緑

平成14～16年度合計予算額

8, 872千円

(うち、平成16年度予算額

1, 250千円)

〔要旨〕都市農村の広域空間における連携強化のためには、農業の構造的な苦しさの現状を認識するとともに、農業固有の問題を分析することが重要である。このような観点に立脚し、農業に係わる環境の波及的連続性の管理、とくに、種付、生育、収穫の農業生産ライフスパンの時間の管理（あるいは有効利用）、及び休耕農地の問題即ち耕作放棄地、不作付地の面の管理（あるいは有効利用）などの広域な面的検討を進め、廃棄物を含む有機系物質の循環への影響、とくにメタンなど温室効果ガスへの影響を明らかにし、都市農村連携の道筋を見極めた。

〔キーワード〕環境循環、休耕農地、食料自給率、有機系廃棄物のリサイクル、農業生産物の衛生と安全

1. はじめに

環境問題に対する取り組みとして、環境負荷そのものの軽減化をはかる技術的手段も重要であるが、同時に、環境と経済とのバランスの観点から、環境と人間、社会、経済の行動および制度的枠組みの側面も考慮し、広範な地域空間、時間空間の規模の範囲を設定し、環境の波及的連続性に関する拡散ないし円滑な管理を人間の経済、社会の仕組みに組み込むことが環境対策の実効性を高める観点から重要である。

しかも、社会的共通資本と考えられる自然環境へのアプローチは、一人の人間によって独占すること、あるいは他人を排除することが不可能なオープンアクセスである特徴があり、私有財ではなく、公共財のように考えられてきた。即ち、非排他的に地域空間と時間空間をだれでも、そして極めて多くの人々が利用できる。一方、環境は、容量において制約的であり、非競合性ではない特徴があり、環境の公共財としての側面のみを考えることは様々な誤りを導く。一人一人の利用が積み重なることによって、環境容量は、影響を受ける。ここに、環境と人間との最適な関係を実現する地域空間、時間空間を求める意義がある。人間、および多種の生物が暮らし、その持続性が望まれる地域空間、時間空間において、大気、水、土壌などへの負荷を抑制しようとする

るならば、これらの環境問題と様々な生物の生態、あるいは人々の社会環境に係わる他の社会、経済問題との整合、即ち、地域空間、時間空間に内在する多様な問題の均衡のとれた解決が環境負荷軽減の前提として、必要となる。

このような観点から、本研究は、都市農村を含む広範な地域空間、時間空間の連続性から環境問題を把握するために、農村、農業問題を分析した。

2. 研究目的

本研究課題は、都市と農村を含める地域空間において環境問題を検討し、地球環境問題への貢献策を求める目的に適うよう、都市農村連携において現実的な深刻な課題として、土地利用計画、農村部がかかえる林業、農業および畜産業固有の問題とこれに起因する環境問題とこれらの相互性に焦点をあて、分析することである。

3. 研究方法

文献、および国内外の事例調査に基づく分析

4. 結果・考察

(1) わが国農村の現状

農村における都市連携から環境問題を考えるには、農業そのものに起因する問題、都市機能の拡張に起因する問題にわけて農村の現状を考えることが大切であるが、それぞれの問題の発生は農業、都市両サイドの固有性が複雑にからみあっている。

農業生産の特徴は、環境への影響が地続きの空間しかも地上地下と立体的に波及的かつ連続的に強く及び、長いライフスパンを必要とし、地理的、及び天候の不確実性に脅かされながら、ローカルレベルの地理的、制約を受けることである。しかしながら、昨今のわが国の農業は、食料自給率向上及び食の安全性確保、土地の利用及び管理など都市向けの農業生産及び農地政策の色彩の濃い全国レベルでの調整に制約を受けている。

このような背景を受け、表1にみるような、様々な新たな技術の導入及び競争の導入により、農業生産におけるライフスパンの短縮化及び人工的調整を進めることなど生産効率の向上をはかってきた。このような新しい農業の展開は、反面、環境循環のペースに変更を加え、生態系に対して、新たな変化をもたらす結果とエネルギーを含む新たな資源を消費する結果を導くことになり、新たに環境配慮型農法及び政策が志向する動きももたらした。

本研究による実態調査の結果をまとめると、新たな農業生産の動きは以下のとおりである。いずれも、全国レベルの傾向を大なり小なり受けており、農業の地域固有性と整合をはかる解決が望まれる。また、いずれも、都市農村間の連携を強める効果が認識されており、都市農村間連携が新たな農業生産の動きを加速するために重要となっているが、全国レベルの要請と農村レベルの現実の整合をはかる媒介的役割も都市農村を一体と考える広域に期待される。

表1 新たな農業生産の動き

新たな農業生産の動きの目的	新たな農業生産の動き	内 容	環境への影響 新たな環境対策	都市農村連携 の効果・影響	課 題
生産性向上 環境配慮	水田から畑作への転換	米の生産過剰による転作面積100万ha 大豆・飼料稲・エネルギー作物	休耕田の生産性向上 水利慣行の崩壊 用水量の減少（稲作では4ヵ月の作付期間で1500トン/10ha程度の用水が必要）による用水の新たな利活用 農地と里山管理 水田生態系の崩壊などの対処、水田による環境保全機能対策	農業の観光化、援農組織・ボランティアなど都市の農業への参加を促進	米生産政策との調整 権利・用水管理との調整 農村における多様な生態系の保全 経済性確保のための支援制度の見直しと整備
	農法における大規模化技術革新	機械の大型化、自動化 大区画水田 直播栽培 生産組織の法人化 株式会社の参入	栽培作物の固定化・連作による環境循環・生態系への障害 農業への依存性による環境循環・生態系への影響 エネルギーの多消費化	都市資本の農村への流入 都市型工業技術の農業への応用（ロボット）	環境循環・生態系の確保 農地の保全・農地の確保 薬品依存性の回避 農村経済基盤整備
	農業生産の多様化・競争導入	高付加価値型栽培作物の多様化 輸入野菜に対する競争力の確保 遺伝子組み換え作物生産 産地間競争活性化 有機農産物の普及及び食品の安全性確保	低コスト化による生態系、環境への負荷 安全面の不安定化による生態系、環境への負荷 競争から休耕農地の拡大、競争の疲弊による生態系、環境への負荷	契約栽培、産直栽培・販売 有機農産物の販売網整備による需給の接近	経済性確保と食料自給率の向上などの方策・支援制度の整合 有機農産物の需要安定化支援体制
	エネルギー作物生産	転作水田、休耕農地におけるエネルギー作物の生産（菜の花、サツマイモ、柳・ユーカリなど） エネルギー石油代替促進	休耕農地活用、疲弊による生態系、環境への負荷 エネルギー生産、輸送に伴う環境負荷	エネルギー供給への貢献 換金性の向上及び農村収入源の寄与	作物マテリアル利用、エネルギー利用の調整 バイオ燃料の利用などエネルギーサイドの技術整備 農業生産との調整 季節的・地域の変動を克服する安定的収穫
	バイオガスシステムの普及	家畜糞尿管理の適性化 食品残渣のリサイクル エネルギー生産及び肥料、飼料の確保	農業、畜産業、林業の廃棄物リサイクル エネルギー生産、輸送に伴う環境負荷	エネルギー供給への貢献 換金性の向上及び農村収入源の寄与 都市有機系廃棄物の受け入れ	廃棄物の安定的循環性の確保 農業、畜産業、林業との連携 経済性確保及び価格政策
	食の安全性の強化	トレーサビリティの推進 需要サイドの生産への参加 食の安全性から環境配慮型農業への関心拡大	肥料など生態系、環境への負荷の監視強化 新たな貯蔵、輸送による生態系へ与える、環境負荷	需給の接近（農業生産への関心深まる） 都市における食料選好の変化	トレーサビリティコストの負担、農産物価格政策 トレーサビリティの分析能力向上 食の安全性確保と農業生産安定性の確保の整合（貯蔵、輸送の技術開発促進）

また、農業技術の高度化は、農業の概念を革新的に変え、農業空間の拡大の動きも伴う。これらは都市農村連携の枠も越えがちであり、農業のために期待されるが、都市農村地域に横たわる環境問題への影響を見極める必要がある。

表 2 農業空間の拡大を促す農業技術の発展

技術名	特徴・概要	開発課題・今後の展望	集中型技術との組み合わせ	技術普及の効果
衛星によるモニタリング技術	数メートル単位の詳細な植生・土壌等の観測	農業技術と物質循環・環境との関連性の明確化	日本全土を視野にした集中的情報管理	生産効率の向上 資源の有効利用
マイクロチップによる履歴記録技術	農産物・畜産物の固体管理の連続性確保	情報の確度 情報のセキュリティ	情報の集中管理 流通システムとの連携	流通コストの低減 安全性の確保

一方、農村における都市機能は、人々の動き、資金及び情報の流通拡張による都市空間の拡大と農村機能の後退に起因する都市化の推進が複雑にからみあっている。

表 1 に示した農業生産組織の法人化、株式会社の参入は、都市における市場拡大と農業生産の効率向上の狙いが合致している。

さらに、農村における都市機能の拡張については、土地利用の変化に注目する必要がある。最近では、都市圏の拡大によるのみならず、農業相続継承問題などから、農業従事者の減少、あるいは土地持ち非農家の拡大による休耕農地増大の影響が高まっている。わが国では、全国レベルにおいて一人あたりの耕作面積は増大傾向にあるが、農業従事者の減少により水田も畑地も減少し、休耕農地が増加している。とくに、不作付地よりも耕作放棄地の増加傾向が著しい。また、農業が盛んな地域において休耕農地化の比率が高い傾向がある。本研究のメイン調査地である豊橋市では耕作地が集積した農業振興地域の約 1 割、600ha に及んでいる。

この休耕農地対策として、豊橋市においては景観作物（コスモス）、田原市においてはエネルギー作物（菜の花）作付に対して、奨励政策を打ち出している。その他、わが国における自給率が 25% 程度の飼料の国内作付を進め、畜産業の発展を目指す道もある。

環境、経済そしてエネルギーのバランスのとれた調和都市農村連携の視点から休耕農地の有効利用を検討することが重要である。この指摘を受け、サブテーマ 3 の都市農村連携モデル分析では、休耕農地の今後の使い方、政策誘導に焦点をあてた。

表 3 エネルギー植物によるエネルギー量/消費民生エネルギー

	飯田市	豊橋市	浜松市	三遠南信地域全体
比率 (%)	0.2	0.08	0.06	0.17

以上、農村における現状について、農業そのもの及び都市機能拡張に焦点をあて分析したが、先に述べた農業生産の特徴とくに環境負荷の及ぶ広範囲さを考えると、都市農村を連携の範囲とするだけでなく、自然環境が連続する山村、漁村も含めたさらなる広範囲の連携が要請される。

とくに、山村の森林がもつ二酸化炭素吸収機能、水源涵養など国土自然保全機能、あるいは間伐材など林業によるバイオマス系廃棄物の循環は、農業以上に環境負荷に与える影響が強く、本研究においても注目し、都市農村連携モデルにおける分析対象とした。本研究調査の対象地域で

ある三遠南信地域では、森林面積が全体の53.4%にも及ぶ。この豊富な森林のCO₂吸収能力の現状について分析した。

表4 森林におけるCO₂吸収率(CO₂吸収量/三部門CO₂排出量)

三部門CO ₂	飯田市	豊橋市	浜松市	三遠南信地域全体
CO ₂ 吸収率(%)	14.4	0.8	0.2	12.9

CO₂吸収率が高い山間部を含んだ飯田圏では、三部門(民生、運輸、産業の合計)によるCO₂発生量は、吸収可能であり、さらに余剰の吸収量が存在する。対して、豊橋圏、浜松圏では、排出量が吸収量を上回る。

地理的に都市と山村を結ぶ位置づけになる農村では都市山村間の連携の介在役としての機能も大切であり、例えば、経済とともに生態系維持の観点から、山村農村都市を一体とみた森林計画、管理のバランス・総合化をはかる政策が望まれる。

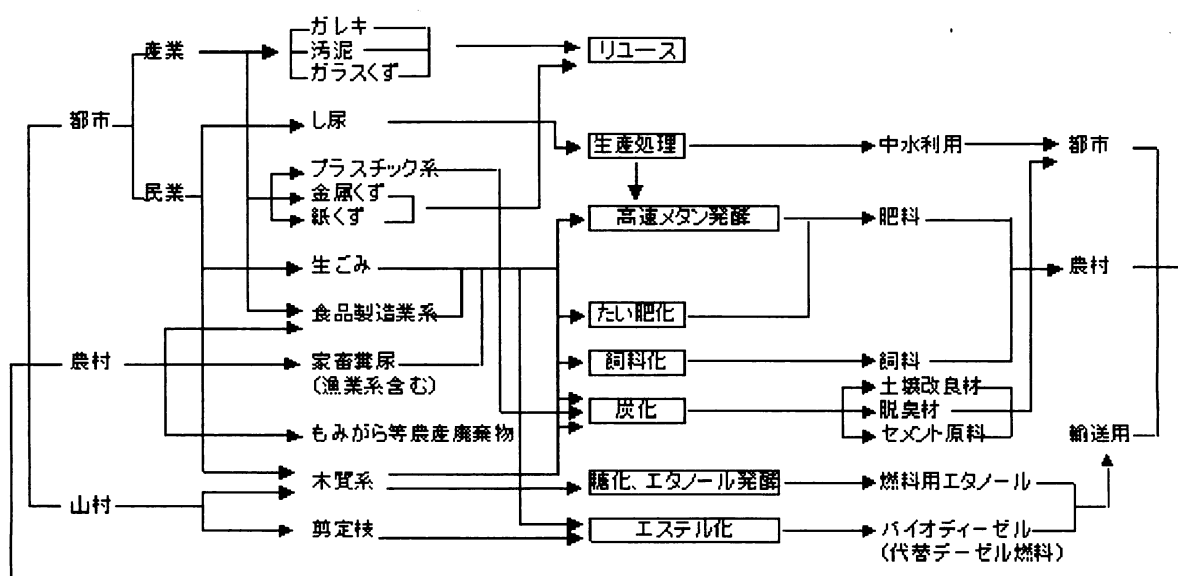
また、農村内部においては、有機系物質の循環の観点から耕種農業と畜産業の連携、あるいは林間放牧のための林業と畜産業の連携などが都市農村連携の前提として重要である。農業のみならず、各一次産業連携について強調したい。

(2) 農村における循環分析

このような農村の現状をふまえ、農業にかかわる環境負荷について、三遠南信地域などにおける実態調査を行った。

三遠南信地域は、わが国有数の農業地域を太平洋岸にかかえ、北部に広大な森林地域をかかえ、有機系資源が循環性をえて、環境負荷軽減を実現する潜在性は大きい。調査の結果、有機系物質を農村で活用することを念頭に置き、都市と農村をめぐる有機系物質の循環と循環に活用している技術体系をまとめると、以下のとおりである。

図1 有機系物質の都市と農村循環



また、三遠南信地域は、天竜川、豊川を中心とする大きな流域圏内に存在しており、天竜川より分水し、渥美半島の農業振興に貢献するなど地域間連携を実現している。

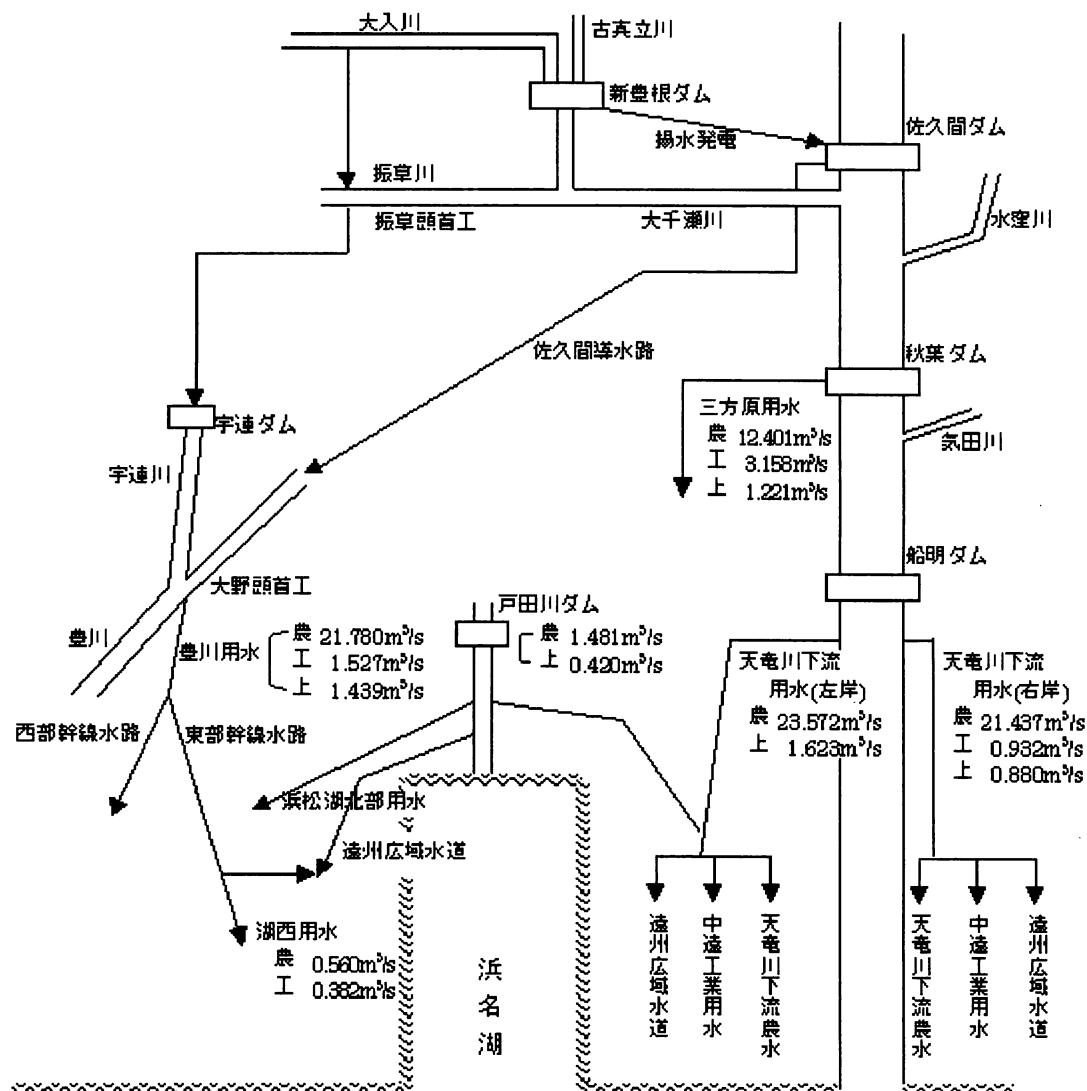
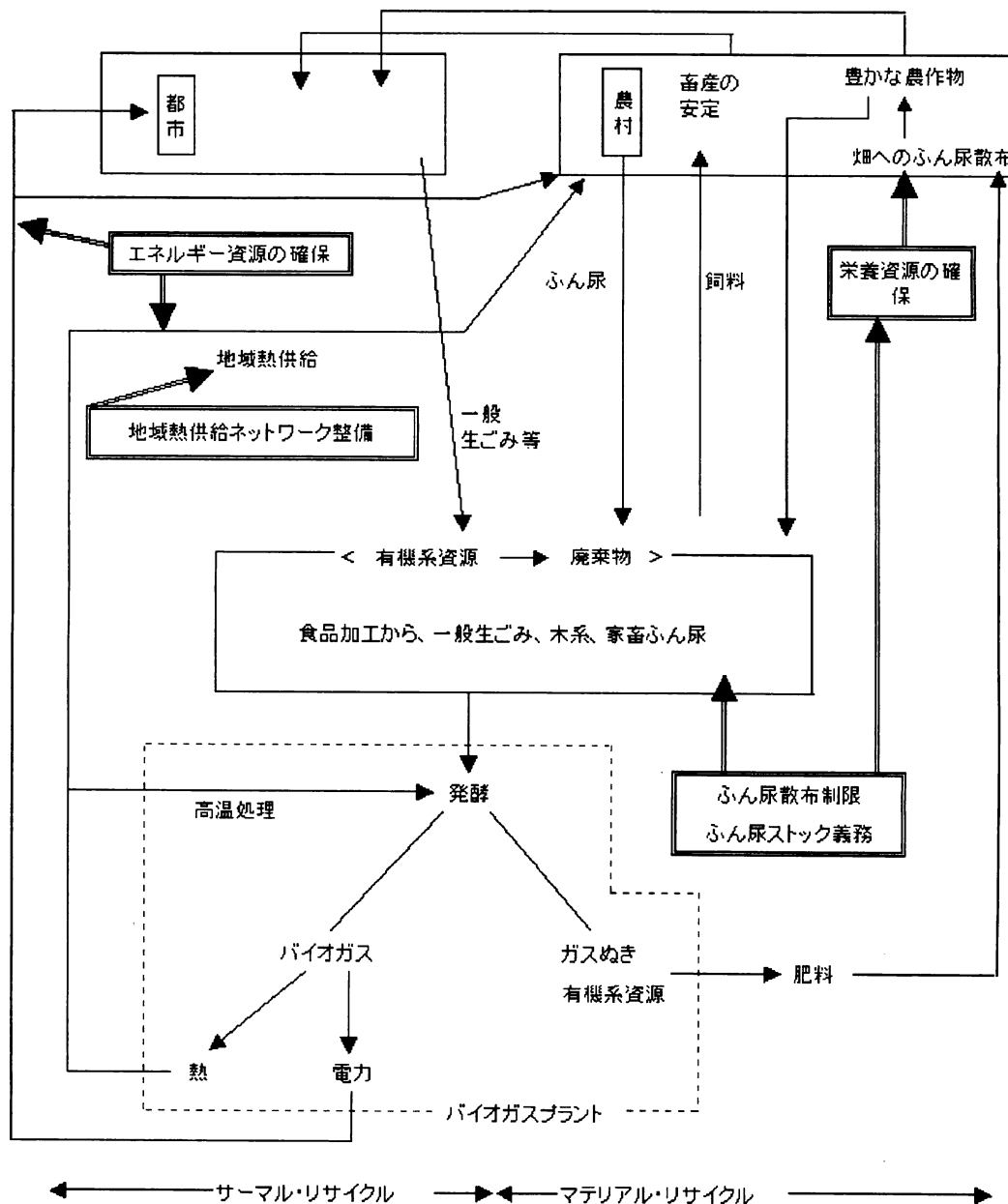


図2 天竜川水系のながれ

様々な循環のなかでも、農業を広域的にとらえると、土壌窒素含有に与える影響、メタン発酵し、温室効果ガスを増加させる影響など家畜糞尿に注目した。家畜糞尿は、わが国において利活用が期待されている有機系廃棄物の約4割を占め、都市における下水汚泥とともに重要と考えた。糞尿を肥料としてマテリアルリサイクルし、かつ、条件が整えば、サーマルリサイクルの可能性もあり、負の環境負荷を農業における化学肥料施肥による環境負荷を軽減するなど正の環境負荷へ変え、都市農村連携の効果を高めると考えられる。家畜糞尿を中心とする有機系資源に関する都市農村をめぐる循環は下図のようにとらえることができる。

図3 有機系資源の循環（イメージ）



有機系廃棄物を肥料として、農業利用に伴う農地への還元について、三遠南信地域における家畜糞尿の生産量から、窒素循環を分析した。

表5 家畜糞尿中の窒素量/農地施肥可能量

	飯田市	豊橋市	浜松市	三遠南信地域全体
比率	0.54	1.7	0.27	0.77

飯田圏、浜松圏では発生する家畜糞尿が農地における施肥可能量が上回り、圏外から家畜廃棄物

は受け入れ可能である。一方、豊橋圏内では、バランスの偏りが生じる。これは、三遠南信地域全域における都市農村を含めたが連携を図れば全体として平準化されることになる。このためには、輸送方法の選択が実現へ向けた鍵となっている。

さらに、家畜廃棄物のメタン発酵で得られるエネルギー利用の可能性をみた。

全体としては、賄える量が小さすぎるため、エネルギーについては、メタン発酵のための施設の建設等における都市農村間広域連携による効率的回収をはかるならば、さらに、既存のエネルギーシステムの中への組み込むことを条件とするならば、糞尿のサーマルリサイクルの効果が生じると評価した。

表6 家畜糞尿のメタン発酵による発電量比率

(メタン発酵による発電量/消費民生電力)

	飯田市	豊橋市	浜松市	三遠南信地域全体
ケース1(%)	1.8	2.6	0.02	2
ケース2(%)	1.2	1.6	0.01	1.3

ケース1：乳肉牛豚採卵鶏ブロイラー
ケース2：乳牛豚ブロイラー

このため、有機系廃棄物再資源化施設の選定とその地域空間配置に関する基礎検討を行い、都市農村連携モデルへの寄与を求めた。

家畜糞尿の取扱いに関する法的規制が強化されつつあるが、共同して運用する機能が充実している再資源化施設では、処理設備を充実するためのコスト負担問題において農家側の負担を軽減するものと考えられる。共同利用型の有機性廃棄物再資源化施設を建設する上で地域の環境負荷の軽減を前提とし、建設場所、設備の機能と規模などについてGISとLCAの手法を用いて検討した。

総土地面積20km²、人口約1万人で、畜産農家は34戸、乳牛と肉牛合わせた飼養頭数が1039頭(2001年)の神奈川県中井町を対象として調査を行った。

導入する再資源化施設は堆肥化施設とメタン発酵施設(バイオガスプラント)とし、その設計法は「堆肥化施設設計マニュアル」(中央畜産会, 2001)および「家畜排泄物を中心としたメタン発酵処理施設に関する手引き」(畜産環境整備機構, 2001)によった。また、バイオガスプラントの建設資材などについては、京都府八木町のバイオエコロジーセンターの設計資料を利用した。

施設の建設地は、まず家畜糞尿の処理を中心にしたシナリオから候補地を絞り込み、その上で処理して製造する資源化物の利用を中心にしたシナリオから最終候補地を決定するものとした。空間配置の制約条件は表7に示すとおりである。建設する再資源化施設は、堆肥化施設の他にメタン発酵残渣の利用で消化液利用と堆肥利用に分け、次に示す4つのシナリオを準備した。

表7 建設候補地の制約条件

項目	制約条件
街区からの距離	街区から500m以上離れているところ
学校等公共施設からの距離	学校等から500m以上離れているところ
傾斜	緩やかなところ
道路網からの距離	道路網に近いところ
畜産農家からの距離	畜産農家に近いところ

表 8 再資源化施設の導入シナリオ

シナリオ	内容
1	資源化物として堆肥を製造する堆肥化処理施設を新設する
2	資源化物として堆肥を製造するバイオガスプラントを新設する
3	資源化物として消化液を製造するバイオガスプラントを新設する
4	資源化物として消化液と堆肥を半量ずつ製造するバイオガスプラントを新設する

想定した再資源化施設の評価は施設の建設と運用の両面で行うこととし、①再資源化施設の建設、②家畜糞尿の運搬、③資源化処理、④資源化物の運搬、それぞれの過程で排出される環境負荷物質 CO_2 、 NH_3 、 CH_4 などを評価指標とした。建設資材、エネルギー使用に伴う環境負荷物質のデータは公表値を用い、再資源化施設の処理過程で排出される環境負荷物質については、中井町および京都府八木町の施設で実測したものを原単位とした。

処理を中心にした絞り込みで6候補地を選定し、さらに資源化物の圃場での利用を加えて最終候補地を選定した。この候補地において、4つのシナリオについて排出される環境負荷物質(CO_2)を積算したところ、バイオガスプラントの資源化物を堆肥にする場合が最も CO_2 排出量が多く、液肥で利用する場合はメタンガスの発電利用により負値となり、三遠南信地域における糞尿発生量からみたりサイクル有効性を求めたバランス分析同様、エネルギー利用には慎重であるべき結果となった。

一方、バイオマス変換技術については新規技術の調査を行い、コストや環境影響(CO_2 排出量など)、変換効率などの原単位の改善効果を解析した。変換技術としてはメタン発酵を、対象バイオマス(有機廃棄物)としては下水汚泥を選定した。下水道統計から現状を分析すると、メタン発酵原単位は $10.5 \text{ Nm}^3\text{-バイオガス}/\text{m}^3\text{-汚泥(含水率97.2\%)}$ であった。発酵条件は、発酵温度 33.7°C 、発酵時間48.2日、汚泥高位発熱量 $15.9 \text{ MJ}/\text{dry-kg}$ 、バイオガス発熱量 $4,719 \text{ kcal}/\text{Nm}^3\text{-バイオガス}$ であり、分解率は約半分である。

現在、メタン発酵の高収率化技術として、粉碎前処理や加熱前処理、リパーゼ前処理などが検討されている。さらに、NEDOプロジェクトで水素発酵と組み合わせた2段階処理が開発されている。これらの技術開発により1.5倍の収率向上(高収率化)あるいは3倍の処理速度(高速化)が期待できる。これらが実用化された場合の原単位の変化を解析した。図4に、規模と熱量単価の推定結果を示す。現在のガス料金は $10.1 \sim$

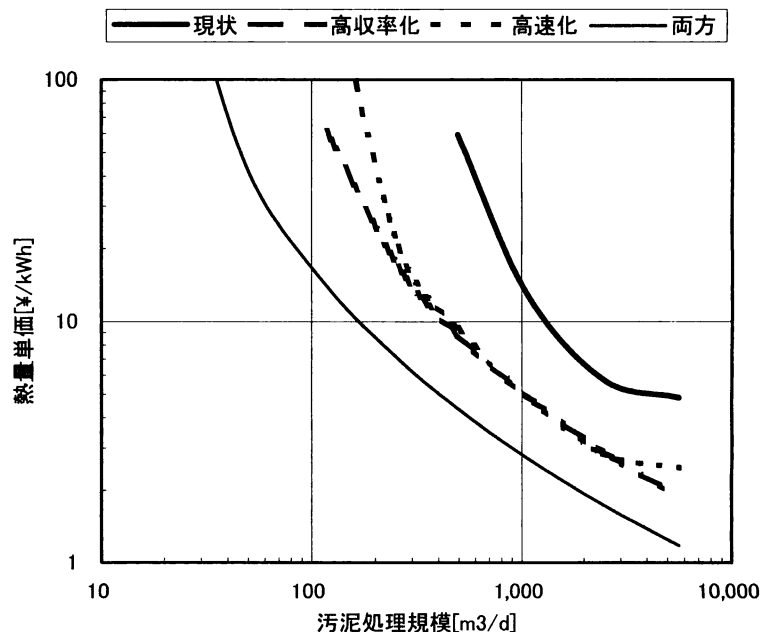


図 4 メタン発酵技術開発効果

15.1¥/kWhであるので、10¥/kWh以下になれば競合できる可能性がある。本研究による輸送、貯蔵の評価の影響を受けるが、現状では、かなり大規模な処理設備である必要がある。しかしながら、今後の技術革新により小規模施設でも経済的に導入可能になると見込まれる。

ところで、家畜糞尿について、発生量から環境負荷のバランスだけで検討するのでは、家畜糞尿の環境問題を適切に把握したことにはならない。

家畜糞尿が排泄されてから堆肥化施設等で処理されるまでのライフサイクルの過程で発生する環境負荷ガスを取り上げ、大気への放散速度を測定し、飼養形態や糞尿処理方式ごとに環境負荷ガスの大気への放散の特徴を検討した。

農林水産省が行った平成11年度持続的生産環境に関する実態調査によると、全国に設置されている堆肥化施設は3500余りで、そのうち密閉型の施設はわずか5.2%に過ぎず、多くの施設は開放的環境下で運転されている。バイオガспラントにおいてもメタン発酵施設は嫌気的環境にするため閉鎖型であるが、消化過程以外では開放部分も多い。畜舎や家畜糞尿処理施設で発生する様々なガスは悪臭としての対応がなされており、濃度規制が設けられている。しかし、環境負荷という観点からは、発生ガスは放散速度でとらえ直されるべきものである。

発生ガスの測定については海外の報告が多いものの、日本では比較的少ない。また、わが国ではタンパク質含量の高い配合飼料で飼養する酪農経営体が多いので、家畜糞尿に係る環境負荷ガスとして硫黄化合物の発生が多いものと予測されることから、これについて糞尿の排泄後から処理までの環境負荷を調査することは意義深い。

排出される家畜糞尿量や環境負荷ガスは、畜種、飼養形態、糞尿処理方式等によって異なる。ここでは、搾乳牛を対象にして、以下の3戸の酪農経営体において家畜糞尿の収集過程で発生する環境負荷ガス、さらに処理方式の異なる3つの糞尿処理施設で発生する環境負荷ガスを測定した。

酪農経営体の畜舎における測定は家畜糞尿が排泄されて牛床に放置されている過程、バーンクリーナなどで収集されて一時貯留される過程を対象とした。堆肥化施設については、受け入れから発酵・貯留までの過程、バイオガспラントについては原料受入過程、メタン発酵残渣の脱水ケーキ堆積過程、排水処理過程、脱水ケーキの堆肥化過程を測定対象とした。測定は、最初に対象過程の雰囲気中のガス濃度測定とサンプル採取を床上1.5mで行った後、対象物からのガスを採取した。対象物からのガス放散については、対象物の上にチャンバを被せ、一定時間経過後にガスバッグにガスを採取し、その濃度を測定して算出した。チャンバの被覆時間は原則1分としたが、野積みの測定では10分とした。

表 9 調査対象施設の概要

	規模・特徴	所在地
酪農経営体(A)	成牛40頭、育成牛13頭、スタンションストール飼養、畜舎面積389m ² 、バーンクリーナ86m、自然換気牛舎、送風機使用（2台、6月～9月）、飼料（配合飼料15kg/日と粗飼料等17kg/日）制限給餌 天日乾燥堆肥化施設利用	神奈川県
酪農経営体(B)	成牛31頭、育成牛11頭、スタンションストール飼養、畜舎面積308m ² 、バーンクリーナ58m、自然換気牛舎、送風機使用（2台、6月～9月）、	京都府

	飼料（配合飼料13kg/日と粗飼料等10kg/日）制限給餌 バイオガスプラント利用	
酪農経営体(C)	成牛295頭、育成牛50頭、フリーストール飼養、 畜舎面積6,435m ² 、パंकリーナ150m、スクレーパ518m、 強制換気牛舎 飼料（配合飼料4kg/日と粗飼料等10kg/日）制限給餌 バイオガスプラント利用	京都府
バイオガスプラント メタン発酵施設	消化槽2,100m ³ （中温）＋600m ³ （高温）、計画受入量65t/ 日、浄化排水処理	京都府
バイオガスプラント 堆肥化施設	発酵棟1,986m ² 、堆肥舎2,102m ² 、計画受入量44t/日（内12t/ 日はメタン発酵残渣の脱水ケーキ）	京都府
天日乾燥堆肥化施設	発酵棟208m ² 、計画受入量2t/日	神奈川県
ロータリ攪拌式堆肥 化施設	発酵棟546m ² 、計画受入量10t/日	群馬県

環境負荷ガスとしては、二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、アンモニア(NH₃)、硫化水素(H₂S)を取り上げた。

収集過程の環境負荷ガスについては、ガス放散速度を継続時間について積分し、ガス成分質量に変換し、飼養頭数で除して1日1頭当たりのガス質量で表した。処理過程の環境負荷ガスは、処理施設全体からの放散量を1日当たりの受け入れ糞尿の固形分乾燥質量で除した値(mg/kgDM/d)で表した。

酪農経営体Aにおける環境負荷ガス放散速度の結果を以下に示した。一般に、糞からのガス放散速度は排泄直後が高く、その後徐々に低下するといわれる。また、雰囲気温度が高くなるにつれて放散速度も増す。今回の調査でも、牛糞からのガス放散速度は1月より7月の方が多く、二酸化炭素で5倍、メタンで5.2倍、アンモニアで1.5倍、硫化水素で8.5倍であった。牛床に排泄物が放置されている過程での放散速度が大きく、二酸化炭素やメタンでは1日の放散速度の9割、アンモニアや硫化水素で6割程度を占めている。1日当たりの環境負荷ガスの放散速度を減ずるためにはよりきめ細かな糞尿管理が必要となる。

表10 季節による環境負荷ガス放散速度の変化

測定月	測定過程 (積算時間)	CO ₂ (mg/頭/日)	CH ₄ (mg/頭/日)	NH ₃ (mg/頭/日)	H ₂ S (mg/頭/日)
A 1月	牛床 (6h)	2.2×10^4	3.6×10^2	8.5×10^1	4.6×10^0
	集糞 (1h)	2.2×10^2	2.9×10^0	6.2×10^0	5.7×10^{-1}
	運搬車貯留 (16h)	9.2×10^2	1.2×10^2	1.9×10^1	2.4×10^{-1}
	合計	2.4×10^4	4.8×10^2	1.1×10^2	5.5×10^0
A 7月	牛床 (6h)	1.1×10^5	2.5×10^3	1.1×10^2	4.6×10^1
	集糞 (1h)	6.3×10^2	3.7×10^1	5.3×10^0	1.6×10^0
	運搬車貯留 (16h)	4.7×10^3	4.2×10^1	4.8×10^1	5.3×10^{-2}
	合計	1.2×10^5	2.5×10^3	1.7×10^2	4.7×10^1

飼養形態別の環境負荷ガス放散速度を表11に示した。飼養頭数が大きく異なるので単純な比較はできないが、二酸化炭素、メタン、硫化水素についてはフリーストール牛舎の方がスタンチョ

ンストール牛舎の1.2～1.5倍程度の値であった。ただし、アンモニアについてはフリーストール牛舎の方がスタンションストール牛舎よりやや少ない値であった。これらは、スタンションストール飼養牛舎では集糞作業を朝夕の搾乳時に短時間で行っているのに対して、フリーストール牛舎では糞尿の貯留タンクまでの収集搬送時間が長く、一日延べ3時間ほど集糞作業をしていること、貯留タンクからの放散が多いことなどによる。

表11 飼養形態による環境負荷ガス放散速度の変化

	酪農経営体	測定過程 (積算時間)	CO ₂ (mg/頭/日)	CH ₄ (mg/頭/日)	NH ₃ (mg/頭/日)	H ₂ S (mg/頭/日)
スタンション飼養	A 7月	1日当たりの放散量	1.2×10^5	2.5×10^3	1.7×10^2	4.7×10^1
		牛床 (6h)	1.1×10^5	2.2×10^3	8.5×10^1	4.7×10^1
	B 7月	集糞 (0.5h)	6.4×10^2	4.8×10^1	2.7×10^1	8.8×10^0
		運搬車貯留 (16h)	1.6×10^3	2.0×10^2	6.0×10^2	3.4×10^1
		1日当たりの放散量	1.3×10^5	2.4×10^3	7.1×10^2	9.0×10^1
フリーストール飼養	C 7月	牛床 (6h)	1.3×10^5	2.6×10^3	9.8×10^1	5.5×10^1
		集糞 (3h)	9.0×10^3	9.2×10^1	5.6×10^1	1.7×10^1
		運搬車貯留 (8h)	2.0×10^4	3.5×10^1	2.1×10^2	5.5×10^{-2}
		糞尿貯留槽 (24h)	1.2×10^4	7.9×10^2	1.8×10^2	2.9×10^1
		尿貯留槽 (24h)	1.1×10^4	3.1×10^2	4.9×10^{-1}	6.4×10^0
		1日当たり放散量	1.8×10^5	3.8×10^3	5.6×10^2	1.1×10^2

調査したバイオガスプラントはメタン発酵施設と堆肥化施設を併設しているが、ここではメタン発酵施設における雰囲気ガス濃度と環境負荷ガス放散速度を表12に示した。雰囲気ガス濃度では、原料の受入ピットの二酸化炭素とメタンの濃度が高い。受入ピットは受入槽上に位置し、常時開放となっているため槽内のガスが大気中に漏れていることによる。

表12 バイオガスプラントにおける環境負荷ガス放散量

	CO ₂	CH ₄	NH ₃	H ₂ S
雰囲気ガス濃度	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
荷受ピットA	1.7×10^3	9.2×10^1	1.0×10^0	nd
荷受ピットB	5.4×10^2	1.3×10^1	nd	9.9×10^{-3}
脱水ケーキ置場	4.5×10^2	5.0×10^0	2.5×10^0	3.9×10^{-3}
排水処理槽	5.4×10^2	1.0×10^1	nd	nd
環境負荷ガス放散速度	(mg/kgDM/d)	(mg/kgDM/d)	(mg/kgDM/d)	(mg/kgDM/d)
荷受ピットA	1.4×10^3	1.9×10^1	4.7×10^0	7.9×10^0
荷受ピットB	4.1×10^3	8.5×10^1	1.0×10^{-1}	1.3×10^0
脱水ケーキ置場	2.3×10^3	5.7×10^1	7.7×10^1	2.9×10^{-2}
排水処理槽	5.9×10^4	1.9×10^1	1.8×10^1	1.3×10^0
合計	6.7×10^4	1.8×10^2	1.0×10^2	1.1×10^1

全般的にメタン発酵施設からのガス発生量は少ないものの、メタン発酵残渣である消化液固形分の脱水ケーキ置場ではメタンやアンモニアの放散が著しい。また、排水処理施設からの二酸化炭素の放散速度も大きい。受入ピットからの硫化水素の放散も目立っている。脱水ケーキ置場でのアンモニアが多いのはメタン発酵残渣に含まれるアンモニアが脱水ケーキ内に残存して固形分として排出されるからであり、メタンについても同様の理由による。

天日乾燥堆肥化施設、ロータリ攪拌式堆肥化施設、バイオガスプラントの堆肥化施設の環境負荷ガス放散速度を表13に示した。二酸化炭素は天日乾燥堆肥化施設での放散速度が大きく、メタンはロータリ攪拌式とバイオガスプラント堆肥化施設での放散速度が大きい。ロータリ攪拌式堆肥化施設でメタン発生量が多いのは、図5に示すように発酵の後半でメタンガスの発生が見られるため、十分な空気の供給が得られていないためと考えられる。また、バイオガスプラントの堆肥化施設では、メタン発酵残渣の脱水ケーキを肉牛糞と混ぜて堆肥化しているためと考えられる。

表13 資源化施設における環境負荷ガス放散速度

	CO ₂ (g/kgDM/d)	CH ₄ (g/kgDM/d)	NH ₃ (g/kgDM/d)	H ₂ S (mg/kgDM/d)
バイオガスプラント・メタン発酵	67	0.2	0.1	10.7
バイオガスプラント・堆肥化	247	12.0	5.1	0.7
天日乾燥堆肥化	826	2.3	7.7	4.5
ロータリ式攪拌堆肥化	639	11.9	5.8	2.0
野積み	961	31.0	9.6	11.0

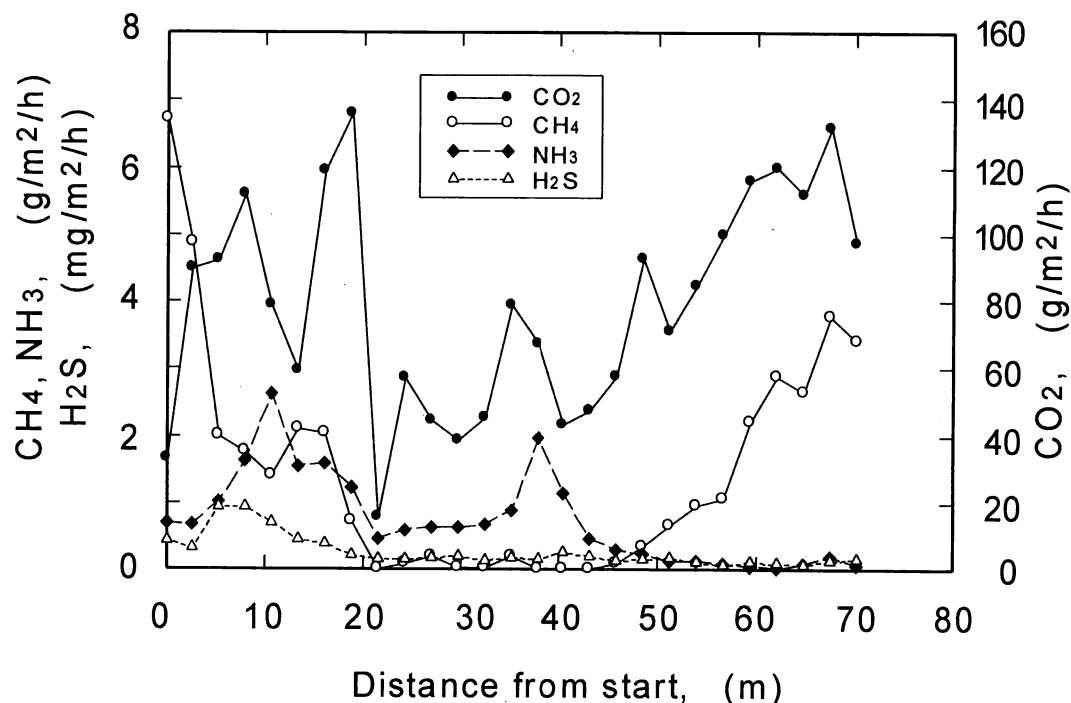


図5 ロータリ攪拌式堆肥化施設における環境負荷ガスの放散

本調査の結果、牛舎からの環境負荷ガス放散速度は季節によって異なり、二酸化炭素やメタンについては、夏季は冬季に比べて数倍程度の放散速度であった。また、今回の調査対象フリーストール牛舎では、糞尿の収集・搬送時間が長いことや糞尿貯留タンクからの放散が多いことなどにより、スタンションストール牛舎よりも環境負荷ガス放散速度が大きくなった。メタン発酵施設では全体的にガス放散速度は低い、固液分離後の脱水ケーキからメタンやアンモニアの発生が顕著であった。発酵槽が深い堆肥化施設では供給空気の不足によると考えられるメタンの放散が見られた。

サブテーマ3における都市農村連携モデルによるシミュレーションの結果では、家畜糞尿の循環が重要視されている。しかしながら、家畜糞尿に関しては、地域レベルの環境問題対策としてのみリサイクル方法を模索するのではなく、地球規模の温環境問題対策の観点から温室効果ガス発生も含めた総合的に検討することが重要である。

(3) 有機農法におけるCO₂排出分析

次に、有機系資源の循環に関して、地域レベルでの環境負荷軽減が評価されている有機農業の例として、有機酪農と有機採卵養鶏に取り組んでいる農家と従来からの慣行法の農家とを比較しながら、マテリアルフローを中心に、生産過程のエネルギー消費を調査し、地球規模の環境問題であるCO₂排出削減効果について分析した。家畜糞尿の循環を進めるにあたり、とくに、地球規模の環境対策と考え合わせるにあたり、留意すべき調査結果をえた。

食の安全志向の高まりや循環型農業への期待から有機農産物の生産に注目が集まっている。

有機農産物はヨーロッパを中心に市場が拡大してきたが、1991年にEU有機農業規則がEU委員会で制定され、1993年に施行された。1992年には農業環境政策の一環として有機農業支援策が始まっている。1999年には有機畜産物についての規則が付け加えられた。

日本では、2000年（平成12年）6月に改正JAS法が施行され、有機農産物を生産して販売するには、JAS法の認定を受けて表示しなければならなくなった。生産した農産物に有機と表示するためには、生産工程管理者の認定を取得することが定められた。また、有機農産物加工食品を製造するものは製造業者の認定を取得しなければならない。認定は業者認定であって、製品認定ではない。したがって、生産された農産物が有機であると判断するのは生産工程管理者であって、登録認定機関ではないことが特徴的なことである。

有機JAS法では有機農産物の生産の原則として次のように技術的基準や生産方法について定めている。目的は農業の自然循環機能の維持増進を図ることであり、その方法として、①化学的に合成された肥料及び農薬の使用を避けることを基本とすること、②土壌の性質に由来する農地の生産力を発揮させること、③農業生産に由来する環境への負荷をできる限り低減した栽培管理方法を採用すること、があげられている。そして生産方法には、多年生作物であれば最初の収穫まで有機栽培に転換してから3年以上が経過していることや隣接地から化学肥料等が飛散しないような圃場であることなどが定められている。

日本の有機JAS認証された生産農家数は2003年（平成15年）7月に4300戸で、全農家数の0.2%、生産量は全体の0.1%程度である。わが国では有機農産物は健康食品や安全食品として市場を拡大させてきた。畜産物については、あまり強い関心がなく議論も低調であったが、2001年9月に日本でBSE感染牛が見つかった以来、有機畜産物の検討も積極的に進められ、2005年夏には有機JAS法

の適用が検討されるに至っている。有機畜産物の生産では、今までコーデックス委員会のガイドラインを指針としてきており、有機飼料の給餌、動物福祉、家畜排泄物の適切な管理が生産の原則となっている。今後、有機畜産を含めた有機農産物の生産と加工品の流通市場は一層拡大するものと予想されているが、地域規模レベルの環境負荷とともに地球規模レベルの環境負荷を総合的に考慮する議論を加速させて行くことが求められる。

有機酪農

本調査では、静岡県富士宮市の朝霧高原を調査対象地として、放牧を中心にした有機型酪農 1 戸と舎飼い中心の慣行型酪農 1 戸を調査対象農家に選定して、主として聞き取りによる調査を行った。

有機型酪農家では、放牧主体の飼養で、自給飼料として粗飼料を生産し、非遺伝子組み換えの購入飼料を給与して、115頭を労働力 2 名で飼養している。年間搾乳量は 688t で、年間販売子牛数は 33 頭である。

慣行型酪農では、完全舎飼い、すべての飼料を購入して給与し、労働力 4 名で 210 頭を飼養している。年間搾乳量は 1993t で、年間販売子牛数は 105 頭である。また、年間 777t の堆肥を製造して、三浦半島の農家に販売している。

最初に、主に牛乳のライフサイクルに注目して、酪農経営体だけではなく、飼料の生産・流通過程、搾乳された牛乳の加工・流通過程も含めた過程を明らかにした。その過程をベースとして、聞き取り調査のデータから、全過程でのマテリアルフロー、消費エネルギー、投入労働力を計算し、環境負荷として CO₂ 排出量と窒素・リンの収支を算出した。計算値は生産牛乳質量当たりで表し、有機型生産と慣行型生産を比較した。

今回調査対象とした有機酪農では、粗飼料の一部を自給し、配合飼料として非遺伝子組み換え飼料を給与し、放牧を主体とした飼養形態によって、有機的生産を行っている。慣行酪農では完全舎飼い、購入飼料給餌方式により、生産性を向上しているが、舎飼いであるため換気扇を常時作動させていることから管理のためのエネルギーが有機酪農に比べて多くなっている。一方、有機酪農では家畜糞尿の処理に固液分離器や曝気用プロワを使っているため、そのための消費エネルギーが多くなっている。しかしながら、このような糞尿処理によって牧草地に還元できる肥料の形態に資源化していることにも注意が必要である。十分処理を施さなければ栽培された飼料作物に窒素成分を安定的に供給できない。また、飼料作物に蓄えられた窒素によって、家畜に摂取障害が発生しかねない。単に、消費エネルギーを減ずるだけでなく、有機酪農に必要なエネルギーは投入して、安全な農産物を生産することが基本に据えられなければならない。

今回の調査では、投入された労働時間は有機型が 11.5h/ミルク t に対して、慣行型が 7.8h/ミルク t であった。この差は主に放牧管理と飼料栽培で生じたものであり、避けられないものとなっている。飼料作物の栽培では収穫時期には多くの労働力を必要とし、短期間で仕事をするために労働者の熟練度も要求される。また、使用される農業機械もある規模のものと一連の機械設備が必要であり、多額の投資がなされている。日本では販売台数が限られるため、海外からの輸入機械も多く、メンテナンス等に多くの労働と費用が発生している。

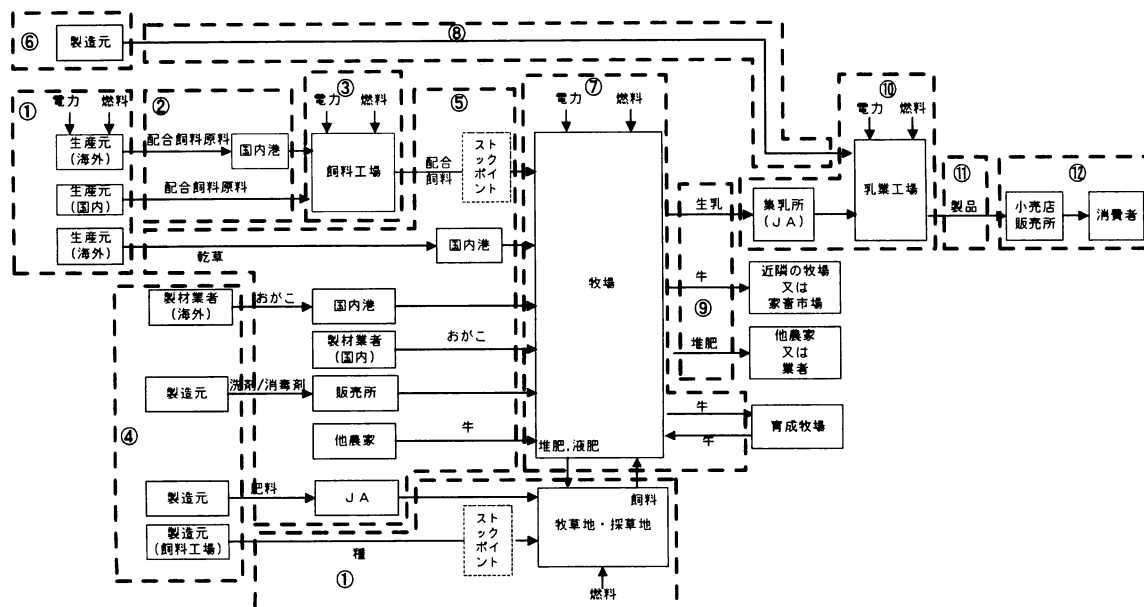


図6 ミルクのライフサイクル

調査の結果、牛乳生産の消費エネルギー量は慣行型と有機型でそれぞれ2.87GJ/ミルクtと2.57GJ/ミルクtで、慣行型が1割程度大きい値であった。段階別で見ると、加工（ミルク商品化）段階に次いで酪農農家での生産段階の順であった。酪農家の生産段階についてみると、有機酪農では、畜舎換気扇のためのエネルギー消費及び粗飼料の自給と家畜糞尿の自家消費により輸送エネルギーが少ないものの、家畜糞尿を固液分離と曝気によって処理しているため処理エネルギーが大きくなっている。CO₂排出量については、慣行型226kg-CO₂/ミルクtと有機型223kg-CO₂/ミルクtであった。窒素の負荷は慣行型12.9kg-N/ミルクtに対して、有機型12.3kg-N/ミルクtで大きな差はなかったが、リンの負荷では慣行型0.83kg-P/ミルクt、有機型1.22kg-P/ミルクtと有機型が大きな値となった。投下労働力で見ると慣行型が7.8h/ミルクtに対して、有機型は11.54h/ミルクtで、有機型の方が多かった。

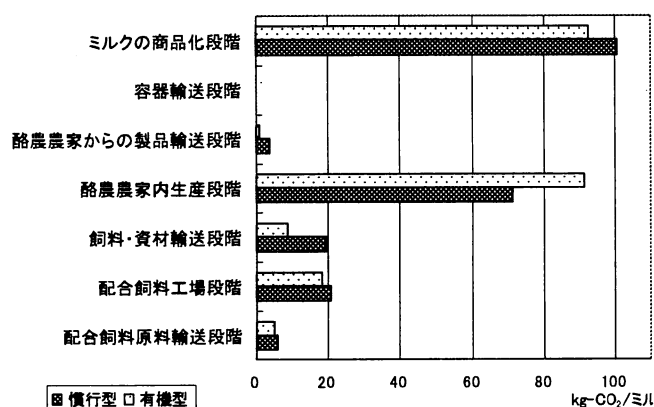


図7 ミルクの生産段階別のCO2排出量

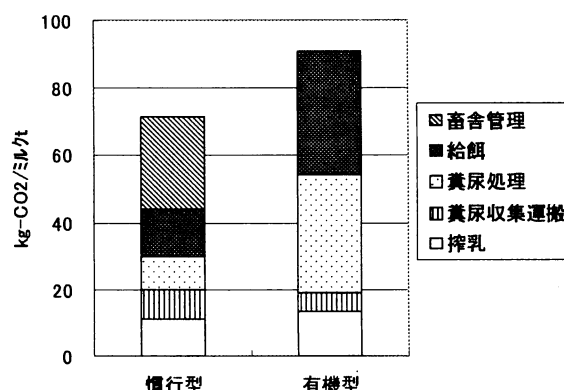


図8 酪農家の生産段階におけるCO2排出量

調査対象とした採卵養鶏農家は長野県飯田市内で採卵養鶏と果樹の複合経営農家（有機養鶏）と採卵養鶏を専門とする農家（慣行型養鶏）の2戸である。

慣行型養鶏農家の飼養羽数は12,000羽、労働力は2人で、生産は大びな(120日ひな)を導入し、購入した配合飼料で飼養し、年間販売卵量は178.7tである。鶏卵は松本市内の選別包装(GP)センターへ出荷し、県内のスーパーで販売している。また、鶏糞は乾燥処理し、年間15t販売している。

The diagram illustrates the Japanese egg production system, showing the flow of materials and energy across various stages:

- Feed Production (①):** Includes overseas and domestic feed production, hatchery breeders, insecticide manufacturers, disinfectant manufacturers, and bedding producers.
- Feed Processing (②):** Feed ingredients are processed in a feed processing plant (③) and distributed to hatcheries.
- Water and Energy (④):** Water is sourced from a water extraction facility (④). Energy (power and fuel) is supplied to the hatchery (⑥).
- Hatchery (養鶏場):** The central facility where feed, water, and energy are used to produce eggs.
- Processing and Packaging (⑦):** Eggs are processed at a GP Center (⑦) and packaged in containers (④) at a packaging container manufacturing plant (④).
- Distribution (⑧):** Eggs are distributed to consumers (⑧) through small shops (小売店).
- Waste Management (⑨):** Waste is managed through incineration (焼却処理) and recycling (回収ステーション).

Legend:

- 物質輸送 (Material Transport)
- - - エネルギー投入 (Energy Input)

調査の結果、有機養鶏では飼料調達における排出量が慣行型に比べて多いものの、製品流通では慣行型より低い値となった。全体としては有機養鶏が慣行型より約25g-CO₂、つまり6.8%ほど多かった。これは多品目の飼料を給与するため、飼料を6ルートで少量ずつ調達しているためと考えられた。

表14 鶏卵の生産段階別CO2排出量 (g-CO₂/10卵)

	有機養鶏	慣行型養鶏
飼料原料輸送	72.27	9.64
飼料輸送	63.64	14.16
ひな輸送	2.67	1.57
その他入力輸送	0.00	0.08
生産段階	6.79	7.29
製品流通	244.96	332.67
堆肥輸送	0.00	0.70
淘汰鶏輸送	3.21	2.53
計	393.54	368.64

今回調査した有機採卵養鶏農家は果樹栽培との複合経営で採卵養鶏を営んでいる。養鶏では、くず米やくず麦などの購入飼料の他に、果樹栽培で発生する果実残渣や豆腐店から排出される豆腐粕、精米所からの米ぬかなど12種類の主原料を農家自身で調達して、給餌している。このことが購入飼料だけを給与している慣行型農家に比べて、飼料輸送段階での消費エネルギーとCO2排出量の増大を招いており、全体としてもCO2排出量が多い原因となっている。

製品の流通段階に限ってみると、慣行型農家では約100km離れたところにあるGPセンターに鶏卵を運び機械による選別・梱包と一次貯留をしているため、直接消費者に手渡ししている有機農家に比べてCO2排出量が多くなっている。

CO2排出量を減らして環境負荷低減を図るためには、有機農家についてみると、有機飼料の確保に多大な労力とエネルギーを費やしているので、消費エネルギーの少ない有機飼料が手軽に入手できるようなシステムの構築が求められる。ただし、有機農家は飼料の入手と鶏卵の販売を取り引きするなどの経営手法によって、現在の養鶏を構築してきており、有機飼料の入手のシステム化が直ちにCO2排出量の低減につながるかは定かではない。また、そこに合理性があるともいえない。

5. 本研究により得られた成果

- ① 昨今の農村あるいは農業を調査し、農業特有の課題と、その対応策についての分析成果をえた。とくに、有機系物質の都市農村循環の重要性を認識した。
- ② 有機系物質の広域地域空間における円滑な循環をえるためには、有機系物質の貯蔵、輸送など流通、及び循環の鍵となるバイオマス変換プラントなどインフラの配置が重要となる成果をえた。この成果については、サブテーマ3における都市農村連携モデル構築及びモデルを用いたシミュレーション分析に貢献した。
- ③ 有機系物質のサーマル・リサイクルに関して、アウトプットとしてのエネルギーのみならず、インプットされるエネルギーも加えたエネルギー収支が地球環境問題を検討するために重要となる。この観点からの研究成果も都市農村連携研究に貢献した。
- ④ 有機系物質循環に関しては、技術動向分析も重視したが、その成果は都市農村連携研究にとって重要な知見であるが、今後の技術開発の意義を見極めるためにも貢献することが考えられる。

6. 引用文献

なし

7. 国際共同研究等の状況

日韓共同ワークショップ。広域環境対策をテーマとして、本研究体制と韓国尚州大学と連携。
2003年3月、2003年8月2回開催。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

〈論文（査読あり）〉

- ① 加藤仁・東城清秀・渡辺兼五：農業施設、33(2)、113-122 (2002)
「有機性廃棄物のコンポスト化過程で発生する環境負荷ガスの回収と利用」
- ② 大澤正治・東城清秀：東洋大学現代社会総合研究所「経済研究年報」、28、125-163 (2003)
「バイオガスプラント導入によるわが国畜産変貌の可能性」
- ③ 服部隆行、庄司啓太郎、東城清秀、加藤誠：農業土木学会誌、71(12)、1097-1101 (2003)
「農村地域におけるバイオマス資源の循環利用の意義と計画例」
- ④ 美保雄一郎、東城清秀、渡辺兼五：農業機械学会誌、66(3)、77-83 (2004)
「バイオガスプラント消化液の栽培利用と環境負荷」
- ⑤ 美保雄一郎、東城 清秀、渡辺兼五：農業機械学会誌、66(3)、77-83 (2004)
「バイオガスプラント消化液の栽培利用と環境負荷」
- ⑥ 加藤仁・東城清秀・渡辺兼五：農業施設、35(2)、83-92 (2004)
「ゼロエミッション型コンポスト化システムに関する研究－ハウス栽培でのコンポストガス施用が作物生長に及ぼす影響－」
- ⑦ 東城清秀・加藤仁・渡辺兼五・服部隆行・中川悦光：農業施設、35(3)、173-180 (2004)
「家畜排泄物の収集・処理過程における環境負荷ガスの放散」
- ⑧ 大澤正治：愛知大学経済学会「愛知大学経済論集」、166 (2004)
「ジャカルタにおける都市廃棄物処理」
- ⑨ 帖佐 直・渡辺兼五・東城清秀・柴田洋一・鳥山和伸：農作業研究、40(1)、3-10 (2005)
「収量マップを活用した局所管理シミュレーション」

〈その他誌上発表（査読なし）〉

- ① 美保雄一郎・東城清秀・渡辺兼五：農業機械学会、145-146 (2003)
「バイオガスプラント消化液の栽培利用と環境負荷（第2報）」
- ② 東城清秀・加藤仁・美保雄一郎・渡辺兼五・中川悦光：農業機械学会、147-148 (2003)
「有機性廃棄物の循環利用と環境負荷（第2報）－バイオガスプラントを中心とする循環システムと環境負荷－」
- ③ 東城清秀・能見有紀・加藤仁・渡辺兼五：農業施設学会、62-63 (2003)
「有機性廃棄物再資源化施設の地域空間配置」
- ④ 加藤仁・東城清秀・矢野紘子・渡辺兼五：農業施設学会、20-21 (2003)

「ハウス栽培でのコンポストガス施用が作物生長に及ぼす影響」

- ⑤ 大澤正治：愛知大学中部地方産業研究所2003年報、69-80（2004）

「環境問題解決への三遠南信学貢献の期待」

- ⑥ 東城清秀：農村ニュース特大号、2004年夏季、46-47、国際農業社、（2004）

「糞尿の資源化を目指した新しい処理方式」

- ⑦ 東城清秀：化学工学、化学工学会、68(8)、18-420（2004）

「農業生産における環境負荷低減の試み」

- ⑧ 東城清秀：北海道・農業、農業土木新聞社、77、6-10（2004）

「循環型農業と環境負荷低減」

（2）口頭発表（学会）

- ① 東城清秀・加藤仁・美保雄一郎・渡辺兼五・田邊眞：農業機械学会、249-250（2002）

「有機性廃棄物の循環利用と環境負荷（第1報）－家畜ふん尿の利用と環境負荷－」

- ② 大澤正治：下條村地域新エネルギービジョン策定委員会講演（2002）

「都市農村環境連携における農業の将来」

- ③ 大澤正治：上松町地域新エネルギービジョン策定委員会講演（2002）

「都市農村環境連携における農業の将来」

- ④ 東城清秀・加藤仁・美保雄一郎・渡辺兼五・中川悦光：農業機械学会、147-148（2003）

「有機性廃棄物の循環利用と環境負荷（第2報）－バイオガスパラントを中心とする循環システムと環境負荷－」

- ⑤ 東城清秀：第8回テクノフェスタ「家畜糞尿の資源化システムと環境負荷」、農業機械学会、埼玉県／生研センター

- ⑥ 東城清秀：第1回バイオガスシンポジウムinとかち・しみず、北海道清水町

「循環型農業の現状と展望について」

- ⑦ 東城清秀：日本農業工学第20回シンポジウム「自然エネルギー利用と循環型社会」、日本農業工学会、東京都／農業土木会館

- ⑧ 大澤正治：三国・芦原・金津丘陵地営農対策会議（2003）

「農業を軸とした資源循環型社会の形成」

- ⑨ 大澤正治：東三河懇話会産学官交流サロン（2003）

「私がみる三遠南信学～社会、環境、生活そして大学～」

- ⑩ 川中子絵麻・東城清秀・渡辺兼五：農業機械学会関東支部、52-53（2004）

「SOMによる生物系廃棄物再生資源の評価」

- ⑪ 東城清秀・山口琴子・渡辺兼五：農業施設学会、42-43（2004）

「有機農産物の環境負荷－採卵養鶏－」

- ⑫ 加藤仁・東城清秀・渡辺兼五：農業施設学会、46-47（2004）

「有機性廃棄物の資源利用システムにおけるゼロエミッション化に関する研究－システムダイナミックス解析によるシステムの環境影響評価－」

（3）出願特許

東城：清秀東京農工大学；「バイオマス資源処理製品評価方法」2004-343944、2005年

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

① 「地域の経験を世界の環境対策に活かす」（2005年6月4日、愛知大学本館、80名参加）

(5) マスコミ等へ公表・報道等

なし

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

新エネルギービジョン策定を進める農業主体自治体（長野県上松町、下条村、福島県下郷町、愛知県田原市、豊根村）に対し、農業振興の将来性に関するアドバイスとして本研究の成果を明らかにし、地域政策に寄与している。