

畜産業における持続可能性と内部化

誌名	北海道大学農経論叢
ISSN	03855961
著者	廣政, 幸生 吳, 錫畢
巻/号	51集
掲載ページ	p. 199-206
発行年月	1995年3月

畜産業における持続可能性と内部化

— 恵庭市堆肥供給センターを事例として —

呉 錫 畢・廣 政 幸 生

A Study of the Internalization and Sustainability in the Livestock — the case of the Compost Supply Center in the Eniwa Agricultural Cooperative —

Sukpil OH · Yukio HIROMASA

Summary

The aim of this study is to clarify the internalization of external diseconomy in livestock farming through the ecological cycle. We investigate the ecological cycle type for livestock farming employing a case study of the compost supply center in Eniwa city.

Results of the study suggest that ecological cycle livestock farming is very useful in enhancing sustainability. However, the compost supply center has had financial problems regarding subsidies from the Agricultural Cooperative.

1. はじめに

歴史的に家畜は肉や牛乳を生産するだけでなく、運搬や耕耘の為の役畜としても利用され、またその糞尿は肥料として活用されてきた。しかしながら、日本の近代的な大規模畜産では、狭い土地条件のもと、数多くの豚や牛等が一ヶ所にまとめて飼育されるようになったため、伝統的な物質循環としての家畜糞尿が循環しにくくなり(注1)、その堆積は直接的に衛生上の問題を引き起こすようになったのみならず土壌、地下水、河川等を汚染し、畜産公害として顕在化するようになってきた。これは日本の畜産がモノカルチャ化することによって、その弊害としての外部不経済が生じてきたのである(注2)。

近年、環境汚染問題が大きくクローズアップされるに伴い、畜産経営が環境保全と生産性向上の両面を同時に満足しなければならぬ難しい局面を迎えてきた。嘉田のLISA(低投入持続可能農業)の定義[3]を援用すれば、畜産の持続性が求められているのである。本来、畜産は、先に述

べたように、物質循環型である。ここで経済学的に物質循環型を解せば、家畜糞尿によって生じる外部不経済を生態系を通じて内部化することである。このことは、畜産経営を持続的に行うに当たり重要な意味を持っている。しかしながら、今日、集約的な畜産経営の多くはすでに購入飼料依存の経営へ大きく特化しており、伝統的な物質循環を為すような形態に戻することは生産性と効率性の観点から不可能に近い。

本稿では、畜産の汚染問題をモノカルチャ化に起因する物質循環の不完全性によるものであるとの認識に立ち、近代的畜産経営を維持しながら、物質循環による畜産の持続可能性を進めるためには、外部不経済の内部化が必須であり、それを個別農家が行うよりは地域として内部化することが重要であると考え(注3)。具体的には、地域において堆肥供給センターを中心とした物質循環システムを作り出すことに見出し、恵庭市の堆肥供給センターの事例を取り上げ検討する。以下、2において畜産公害の概況を、3で外部不経済内部化の理論的な検討、堆肥供給センターの概要と問

題点について、4で持続可能性の展望について指摘を行う。

2. 畜産公害の現状

日本の畜産は、国民の食生活の高度化、多様化等による需要の増大に対応し、規模拡大を進めるとともに、急激に成長してきた。例えば、農水省「畜産統計」によれば、乳用牛の1戸当り平均飼養頭数は1960年度に2.0頭であったが、1993年では40.6頭となり、33年間で約20倍以上の増加を見せている。また豚についても1戸当り飼養頭数は同期間中に178倍も急増している。これは飼養総頭数が急増しているのに対して、飼養戸数が減少しているためであり、1戸当り飼養頭数の増加は、家畜がより密度の高いところで飼育され、集約的畜産が行われていることを意味する。

畜産経営に対する苦情発生件数を図1で見ると、1973年をピークとして減少しているが、近年は横這い傾向である。苦情件数では豚に関する苦情が約40%を占め、鶏と牛に起因するものがそれぞれ約25%程度の割合となっている。表1は、畜産状況の動向と苦情件数について示した。苦情件数はいずれの形態であっても減少傾向にあり、悪臭関係の苦情が比較的多いことを表している。特に、養鶏でその傾向が顕著である。飼養戸数当りの苦情発生件数を発生率として見ると、苦情件数は減少しているが、飼養農家数も減少しているために、

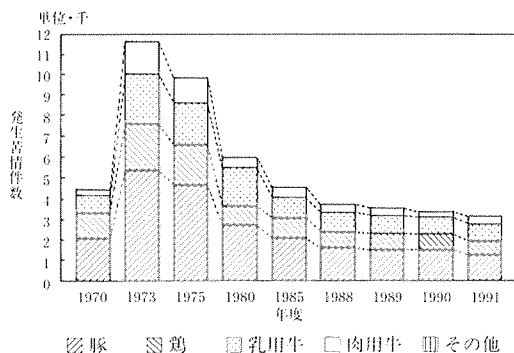


図1 畜産経営に対する苦情件数の推移

資料：農林水産レポート、1933年、p.7より。

注1) 原資料は畜産局の調べ。

注2) 調査時点は、各年度とも7月1日現在で、各々過去1年間における発生状態を把握している。1970年は沖縄県は含まない。

発生率は横這いもしくは増加傾向にある。このように、畜産経営は、1戸当たり飼養頭数を拡大させながら、かつ汚染問題に対処してきた姿が浮かび上がる。また、今後、国際化に対応し、生産性を向上させながら環境汚染問題を同時に解決することは益々厳しくなると容易に予想される。また、畜産公害に対する法規制について、列挙するならば、「廃棄物の処理及び掃除に関する法律」、「湖沼水質保全規制措置法による規制」、「水質汚濁防止法による規制」、「河川法による規制」、「海洋汚染防止法による規制」、「悪臭防止法による規制」、「大気汚染防止法による規制」の諸規制があり、いずれも1969年～1971年にかけて実施されるようになった。図1のように1970年代前期をピークに苦情件数が減少を示すのはこのためである。

3. 堆肥供給センターによる内部化

1) 堆肥供給システムと Piguvian Subsidy

外部不経済の経済理論的概況を示した図2は、恵庭市の畜産農家によってもたらされる外部不経済が恵庭市域外に及ばないことを前提に描いている(注4)。横軸に外部不経済を伴う畜産の生産量を示し、縦軸に金額を示している。MPC曲線は恵庭における畜産の私的限界費用を表し、畜産の追加生産が引き起こす環境汚染、つまり外部不経済は金額タームで限界外部不経済MECで示される。恵庭市の社会的限界費用はMPCにMEC

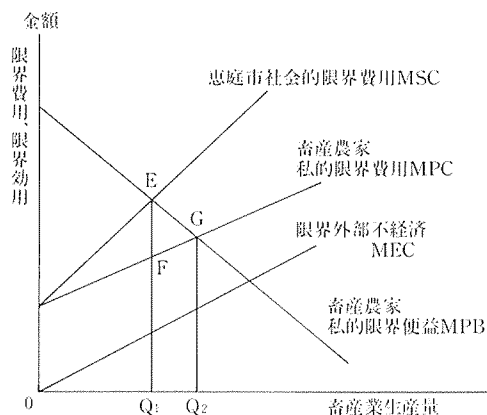


図2 恵庭市における畜産の外部不経済

注) 柴田、1988年、p.107及び生源寺ら、1993年、p.144を参考にして作成。

表1 畜産の動向と苦情発生件数の推移

(1) 養豚

年		1985	1987	1988	1989	1990	1991
飼養戸数(千戸)		83.1	65.1	57.5	50.2	43.4	36
飼養頭数(千頭)		10718	11354	11725	11866	11816	11335
1戸当り頭数(頭)		129	174.4	203.9	236.4	272.3	314.9
実数 (件)	水質汚濁関連	1101	963	829	881	929	645
	悪臭関連	1369	1272	1109	1041	1021	914
	その他	60	57	38	31	34	19
	計	2184	1941	1672	1574	1522	1307
構成比 (%)	水質汚濁関連	50.4	46.6	49.6	56.0	61.0	49.3
	悪臭関連	62.7	65.6	66.3	66.1	67.1	69.9
	その他	2.7	2.9	2.3	2.0	2.2	1.5
	計	100	100	100	100	100	100
発生率(%)		2.6	3.0	2.9	3.1	3.5	3.6

(2) 養鶏

年		1985	1987	1988	1989	1990	1991
飼養戸数(千戸)		130.1	115.3	108.2	100.2	92.5	15.2
飼養羽数(百万羽)		278	290	293	292	287	282
実数 (件)	水質汚濁関連	155	134	113	148	320	128
	悪臭関連	782	731	700	714	808	659
	その他	43	30	24	24	22	17
	計	910	830	787	828	894	743
構成比 (%)	水質汚濁関連	17.0	16.1	14.4	17.9	35.8	17.2
	悪臭関連	85.9	88.1	88.9	86.2	90.4	88.7
	その他	4.7	3.6	3.0	2.9	2.5	2.3
	計	100	100	100	100	100	100
発生率(%)		0.7	0.7	0.7	0.8	1.0	4.9

(3) 酪農

年		1985	1987	1988	1989	1990	1991
飼養戸数(千戸)		82.4	74.5	70.6	66.7	63.3	59.8
飼養頭数(千頭)		2111	2049	2017	2031	2058	2068
1戸当り頭数(頭)		25.6	27.8	28.6	30.4	32.5	34.6
実数 (件)	水質汚濁関連	432	366	397	374	392	321
	悪臭関連	643	699	688	582	509	601
	その他	30	36	34	42	42	34
	計	1052	971	966	861	748	843
構成比 (%)	水質汚濁関連	41.1	37.7	41.1	43.4	52.4	38.1
	悪臭関連	61.1	72.0	71.2	67.6	68.0	71.3
	その他	2.9	3.7	3.5	4.9	5.6	4.0
	計	100	100	100	100	100	100
発生率(%)		1.3	1.3	1.4	1.3	1.2	1.4

資料：畜産環境整備リース協会，1993年，pp.93-94より。

注1) 1991年の鶏の戸数は，成鶏めす300羽未満の飼養者を除いた数字である。

注2) 発生率は飼養戸数当り発生件数を意味する。

分を加えたMSCとなる。畜産公害に対し何らの規制もないときは、私的限界便益MPBと恵庭市の私的限界費用MPCの交点Gが畜産農家にとって最適となり、生産量はQ2となる。しかしながら、Q2は社会的に最適な生産量ではない。社会的費用を畜産農家が負担していないからである。社会的な最適点は、社会的限界費用曲線との交点Eであり、Q1が最適な生産量となる。私的最適点Gから社会的最適点Eへの移動は、教科書的にいえば、差EFに相当する額を税として畜産農家に課することによって行う。これはいわゆるピグー税と呼ばれ、外部不経済を内部化する手段であり効率的な資源配分が可能となる。同様の額を補助金として畜産農家に支払う場合にも、同じ効果が達成できる(注5)。ところで、恵庭市の堆肥供給システムに関しては、この内部化のコストを畜産農家が負担するのではなく、農協(地域)が負担していることに特徴がある。社会的に最適な生産量が達成されているとすれば、EFの部分は堆肥供給センターに要する費用として理解することができる。後述するように、それは、主として運営主体である農協からの助成金と堆肥販売収入で構成されており、内部化のコスト負担として堆肥販売収入があることがもう一つの大きな特徴である。

2) 堆肥供給センターの概要

1993年3月に恵庭市農協は堆肥供給センターを建設した。これは、恵庭市において都市化が進展し、市内畜産農家に対し糞尿に起因する苦情が増加したことへの対処と有機野菜の需要増加に対応し野菜農家が必要とする良質な堆肥の要求に答えるべく、有機物資源の有効利用を図りながら良質有機質堆肥を供給しようとするものであった。「先進的農業生産総合推進対策事業」を導入し、施設規模は全敷地面積6,433㎡、堆肥舎面積640㎡、処理(生産)能力は年間堆肥1,600tで、建設費は47,524千円であり、内訳は国46.72%(22,205千円)、恵庭市8.42%(4,000千円)、農協44.86%(21,319千円)の負担割合であった。

堆肥生産及び供給の仕組みは図3に簡略に示した。まず、農協は酪農家からt当り1,000円で糞尿を、また稲作農家から1個(約350kg)当り1,000円で稲わらを購入し、堆肥を生産、生産された堆肥はt当り4,000円で、野菜農家(無畜農家)へ売り渡す仕組みである。糞尿は酪農家から電話で受付けており、堆肥の供給(配達)は前もって野菜農家に申し込み書を配り、必要な堆肥量と日付を書いてもらっている。堆肥の生産方法を、簡単に説明すると、堆肥舎(屋根付き)内を4槽に分け、稲わら・牛糞を発酵槽に置き、床に有孔管

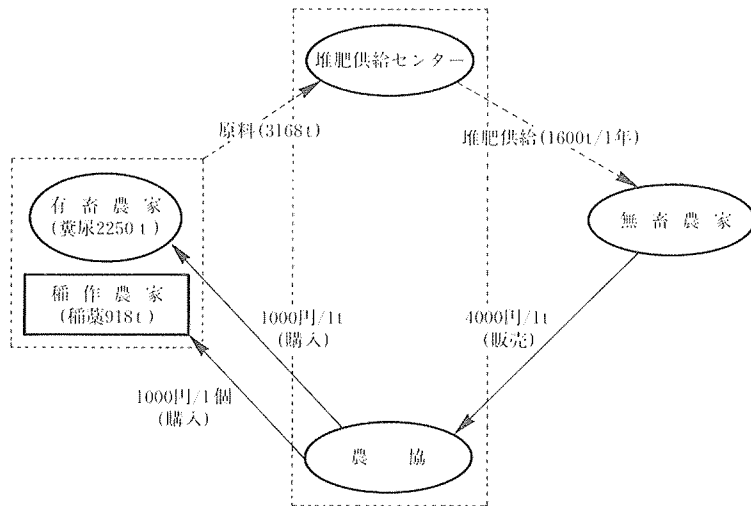


図3 堆肥供給センターの仕組み

(注) 恵庭市農協で聞き取り調査及び資料に基づいて作成。

を配し圧縮空気を送り、さらにタイヤシャベルで最初5日おきに6回、その後10日おきに3回、計9回切り返しを行い約60日で完熟堆肥を生産している。

3) 乳用牛糞尿の経済的価値の推計

恵庭市畜産業として酪農を対象に、1993年における乳用牛糞尿の経済的な価値がどの程度かを推計する。1993年の飼養頭数は2,314頭、うち成牛は1,424頭、1年未満育成牛は890頭であるので成牛換算係数を0.5と仮定すると、成牛換算頭数は1,869頭となる。糞尿量（ロス分を考えない）を推定すると（注6）、

$$60\text{kg} \times 1,869\text{頭}(\text{成牛換算頭数}) \times 365\text{日} = 41,829,000\text{kg}$$

ふんの固形分を20%程度、ふん尿混合物の乾物含量は13%程度、一般的スラリーの乾物含量は8%前後の場合が多いので、スラリーとしての総量は、

$$41,829,000 \times 1.41 = 58,978,890\text{kg}$$

となり約59,000tとなる。

北海道におけるスラリー年間施用量の目安は3t-4t/10aとされているので（1989年、施用基準）、施用上限量を4t/10aと仮定すると、同年度の恵庭市の酪農家経営面積は約600haであるので、施用上限量約24,000tを散布したとしても、35,000tは残余として堆積されることが推測される。

次に、年間に産出される糞尿量が堆肥に再生産され、その化学肥料としての価値を換算する（1993年度基準）。

スラリー状態の糞尿量はすでに約59,000tと計算されている。平均的な肥料成分を含むものとして、表2を用いて肥料3要素量を産出すると以下のようなになる。

$$\begin{aligned} \text{窒素 (N)} & ; \\ 59,000\text{t} \times 0.081 \times 0.0457 & = 218.400\text{t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{リン酸 (P}_2\text{O}_5) & ; \\ 59,000\text{t} \times 0.081 \times 0.0235 & = 112.307\text{t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{カリ (K}_2\text{O)} & ; \\ 59,000\text{t} \times 0.081 \times 0.0523 & = 249.942\text{t} \end{aligned}$$

しかし、これら成分がすべて化学肥料と同じ効果を現すわけではない。表3の肥料効率を用いて

表2 液状牛糞尿中の成分含有率
(単位：乾出%)

	乾物名	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
液状糞尿	8110	4.57	2.35	5.23	1.16

資料：中央畜産会、「共同利用堆肥化施設の手引と優良事例」, 1988年, p.62より。

表3 牛糞尿処理物中成分の肥効率^{*}
(単位：%)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
堆肥	30	60	90
液状糞尿	50	60	95

資料：表2と同一。

化学肥料と同等の肥効を示す肥料成分量を産出すると、

$$\begin{aligned} \text{窒素 (N)} & ; \\ 218,400\text{kg} \times 0.55 & = 120,120\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{リン酸 (P}_2\text{O}_5) & ; \\ 112,307\text{kg} \times 0.60 & = 67,384\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{カリ (K}_2\text{O)} & ; \\ 249,942\text{kg} \times 0.95 & = 237,500\text{kg} \end{aligned}$$

となる。1993年の肥料価格（注7）に従うと、スラリー中の有効成分を化学肥料の成分で計算した場合の価格は、

尿素（N，46%）1袋（20kg）の価格は1,115円なので、

$$\begin{aligned} \text{N, 1kgの値段は、} & 1,115\text{円} \div (20\text{kg} \times 0.46) \\ & = 121.1\text{円} \end{aligned}$$

過リン酸石灰（P₂O₅，18%）1袋（40kg）の価格は876円なので

$$\begin{aligned} \text{P}_2\text{O}_5, 1\text{kgの値段は、} & 876\text{円} \div (40\text{kg} \times 0.18) \\ & = 121.7\text{円} \end{aligned}$$

塩化加里（K₂O，60%）1袋（40kg）の価格は1,007円なので

$$\begin{aligned} \text{K}_2\text{O, 1kgの値段は、} & 1,007\text{円} \div (40\text{kg} \times 0.60) \\ & = 42.0\text{円} \end{aligned}$$

従って、スラリー59,000t中の化学肥料としての有効成分の価格は、

$$\begin{aligned} \text{窒素 (N)} & ; \\ 218,400\text{kg} \times 121.1\text{円} & = 26,448,240\text{円} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{リン酸 (P}_2\text{O}_5) & ; \\ 112,307\text{kg} \times 121.7\text{円} & = 13,667,762\text{円} \end{aligned}$$

カリ (K₂O) ;

$$249,942\text{kg} \times 42.0\text{円} = 10,497,564\text{円}$$

よって、有効三要素合計は、50,613,566円と試算される。

有効成分の合計の価値は約5,000万円と算出された。さらに、糞尿が最大限酪農家の農地に活用されたとすると残余は35,000 t であり、その化学肥料としての価値は約3,000万円と推計される。有機肥料の販売価格は化学肥料より高いことを考えると、3,000万円は下限価値ということになる。

以上のような試算より、畜産公害の一つである糞尿を堆肥化することは、糞尿処理という内部化の解決のみならず、新たな生産の創出にもつながることが分かり、新たな堆肥の価値は糞尿の機会費用とも見ることができる。従って、糞尿を処理し、新たな商品(堆肥)を作っている恵庭市の堆肥供給センターの役割とそのシステムは、地域における畜産の持続性を考える上で重要である。しかしながら、恵庭市堆肥供給センターは設立後1年しか経っておらず、抱えている問題も多い。次に、その問題点について述べる。

4) 堆肥供給センター運営上の問題点

第1に、年間1,600 t の処理能力が、廃棄予定糞尿量に比して過小である。恵庭市農協の資料によると、完熟堆肥1,600 t を生産するためには、3,168 t の原料が投入されねばならない、その内、稲わら918 t を除いた2,250 t が必要糞尿量である。しかし、酪農家が糞尿施用上限量を全て散布した残余は35,000 t もあり、この量を全て堆肥化するためには同規模の供給堆肥センターをさらに15棟も建設する必要がある。これは、酪農家が直接堆肥を無畜農家へ渡すことはないとの仮定に基づいたものであるが、乳牛の糞尿に起因する恵庭市の畜産公害問題を解決するためには既存の設備だけでは甚だ不十分である。恵庭市農協としても、新たな増設の必要性は認めているが、次に述べるように、非経済的事業であるために増設の計画は現在のところ無い。

第2に、採算が取れていないことである。表4は1993年4月から1994年1月までの堆肥供給センター運営の決算書である。総収入のなかで堆肥収入は2,279,200円と25.2%を占めるのみであり、副収入としてのロールベアラ収入を加えても、必

表4 堆肥供給センター決算書 (1993年度)

収入の部門		(単位:円)
項目	実績	摘 用
堆 肥 収 入	2,279,200	638 t
ロールベアラ収入	2,758,000	春112.4ha 秋53ha
運 営 助 成	3,911,302	農協より(営農指導費)
雑 収 入	88,000	稲わら代
合 計	9,036,502	
支出の部門		(単位:円)
項目	実績	摘 用
原 材 料 費	3,231,000	牛糞 967 t、稲わら 2,267 t
労 働 費	1,864,195	雇用労務 1,699,595円、臨時労務 164,600円
修 理 費	940,270	ロールベアラ他
資 材 費	363,972	トワイン他
燃 料 費	787,985	軽油・ガソリン
電 力 費	833,826	動力・電灯
賃 借 料	724,601	ロール搬入他
減 価 償 却 費	(6519000)	
雑 費	290,653	火山礫・打ち合せ経費他
合 計	9,036,502	

資料：恵庭市農協での調べで。

注) 減価償却費は事業が始まったばかりで農協が入れていないということである。

要経費の56%を賄うに過ぎない。経費の43%は営農指導費の名目での農協からの運営助成で補填されている。

運営初年度でしかも堆肥販売が目標の1,600 t に対し638 t でしかないことより、現実には、かなりの欠損を生じていると考えられる。ところで、恵庭市農協資料によって、フル稼働した場合の取支を簡単に計算してみよう。1,600 t の堆肥を予定価格で生産、販売することを仮定するならば、収入は、1,600 t 全て売れたとして640万円、ロールベアラの副収入が同じとすると総収入は915万円。費用は、原材料費が糞尿2,250 t、稲藁918 t として487万円、労働費を堆肥生産量に比例させるが幾分低めに見て2倍とすれば372万円、その他の経費を同じとすると総経費は1,253万円であり、差し引き338万円の欠損が生じることになる。これに減価償却費を加えると約400万円の赤字が生じることとなり、いずれにせよ農協等からの助成なくしては運営が成り立たないことを端的に示している。

5) 内部化の考察

堆肥センター建設も運営上も多くを農協の負担に頼っている。つまり、地域において物質循環システムを作り、畜産の持続性を維持しようとする、外部不経済の内部化は酪農家によって負担されているのではなく、農協によって負担されることとなる。汚染除去のコストを誰が負担するかについては、PPP (Polluter Pays Principle = 汚染者負担原則) により汚染者が支払うことが一般の原則であるしリーズナブルである。従って、家畜糞尿による汚染処理費用はPPPに従えば、原則的に汚染原因者である農家が負担すべきであり、本来は、酪農家が経費を支払って糞尿を引き取って貰うことになるが、恵庭の堆肥センターの場合は逆である。これは、人口が増加をしている恵庭市では、市街化区域が拡張し、混住化が進むことにより畜産公害が顕在化した。内部化コストを直接酪農家が負担すれば、それを契機に酪農家が廃業するケースもあり得、このような事態を避けたいとする農協の姿勢が背後にある。即ち、この場合は地域全体の取支を考慮する必要がある。内部化の費用は、規制が必ず実施されるために避ける

ことができない。よって、それを酪農家が負担できずに退出してしまうと、地域の農業を維持する上で大きな損失が生じることになる。前者の費用より後者の費用が大きいと判断するならば、前者の費用を農協はなるべく負担し、地域の農家数を維持しようとする。より大きな外部不経済を避けるためには、小さい外部不経済の内部化コストを負担しようとするのである。しかも、堆肥センターのような施設には規模の経済が働くため、内部化を行うならば積極的に堆肥化を推進することが良策である。一方において、都市近郊農業として野菜の付加価値を高めるために有機農法に取り組んでいる。野菜農家にとって、堆肥供給によって有機肥料が安価に手に入るとか有機野菜が高く売れるといったことは、シトフスキーのいう金銭的外部経済である。その利益は野菜農家だけではなく、販売手数料を通じて農協にも及ぶこととなる。つまり、農協が費用補助を行うことは、外部不経済の内部化のみならず外部経済の内部化という二つの役割を担っていると解釈することができる。

4. おわりに

以上考察してきたように、地域農業のなかで物質循環型による畜産の持続可能性を行うためには、堆肥供給センターを軸としたシステムをつくることは非常に有効な手段であるといえる。従来、細々と行われていた酪農家と稲作農家の糞尿と稲藁との交換を地域システムとして確立しようとするものであるが、問題もある。第1に、堆肥の需給バランスがとれるかどうかであり、第2に、誰が内部化の費用を負担するかである。恵庭市では、都市近郊農業としての生産を維持するために、また農村を存続させるために、農協が積極的に関与をし、システムを運営しようとしているが、十分に成功しているとはまだ言い難い。内部化の費用が依然重荷になっているからである。

畜産を持続可能性とするためには、畜産の問題点と有機農法の利点を如何に地域で結び付け、内部化の費用を如何に低下させるかに依っていることを示唆している。一方において、物質循環あるいは有機農法を軸とした地域農業の再編成は、今後競争条件が益々厳しくなると予想される状況下では、地域ブランドあるいは差別化を行うため

の重要な方策である。よって、外部不経済は外部経済を通じて内部化することが望まれる。それには、地域の主体として、農協がどのように関与し、機能を発揮するかに依存し、当然ながら、行政のバックアップも不可欠である。

〈謝辞〉本研究を進めるに当り、恵庭市農協の松尾道義専務理事から貴重な資料等を提供頂いた。記して感謝の意を表したい。

注

- (注1) 畜産公害と物質循環に関しては袴田(1990)に詳しい。
- (注2) モノカルチャとしての畜産汚染は荏開津(1994, pp. 189-190)から引用した。
- (注3) 家畜糞尿による外部不経済の内部化に関して、経済学的にアプローチした文献は数少ない。大江(1990, pp. 89-107)は北海道を事例として、主に自治体により講じられている内部化への対応について分析を行っている。
- (注4) ピグー税による内部化に関する説明は柴田(1988, pp. 107-117)に詳しい。またピグー税による農業の外部不経済と資源配分に関しては生源寺ら(1993, p. 143-145)に要約されている。
- (注5) ピグー税と補助金は同じく効率的な資源配分が行われても、汚染源者の受け取る利益は両手段の下で異なる。ここでは議論しないが、詳しくはShibata(1983, pp. 399-417)を参照。
- (注6) 糞尿量推計と肥料的価値の試算は酪農総合研究所(1994, pp. 24-41)を参考とした。
- (注7) 肥料価格はポケット肥料要覧(1993)を参考とした。

引用文献

- [1] 荏開津典生, 『飢餓と飽食』, 講談社, 1994, pp. 189-190。
- [2] 袴田共之, 『物質循環と畜産公害』, 『畜産の研究』, 養賢堂, 第44巻・第1号, 1990, pp. 109-115。
- [3] 嘉田良平, 『環境保全と持続的農業』, 家の光協会, 1990, pp. 194-199。
- [4] 木村和生, 『畜産公害の現況とその対策』, 『畜産の研究』, 養賢堂, 第44巻・第1号, 1990, pp. 92-102。
- [5] 宮本憲一, 『環境経済学』, 岩波書店, 1989, pp. 20-242。
- [6] 村田富夫, 『畜産経営における糞尿処理への投資と経済性』, 『畜産の研究』, 第30巻・第1号, 養賢堂, 1976, pp. 110-114。
- [7] 大江靖雄, 『家畜廃棄物による外部不経済とその内部化』, 高嶋正彦・黒柳俊雄編, 『農政の経済分析(上)』, 明文書房, 1981, pp. 89-127。
- [8] 都留信也, 『最近の環境問題と畜産公害処理対策の方向』, 『畜産の研究』, 第44巻・第1号, 養賢堂, 1990, pp. 87-91。
- [9] 鶴見昇三, 『畜産環境対策の現状と課題』, 農林水産レポート『畜産環境対策の現状と課題』, 行政時報, 1993, pp. 6-13。
- [10] Hirofumi Shibata, "Fiscal Measures Against Pollution: Are Effluent Taxes and Abatement Subsidies Equivalent?" in PUBLIC FINANCE AND ECONOMIC GROWTH, Wayne State University Press, 1983, pp. 399-417。
- [11] 柴田弘文・柴田愛子, 『公共経済学』, 東洋経済新報社, 1988, pp. 107-117。
- [12] 生源寺真一・谷口信和・藤田夏樹・森健資・八木宏典, 『農業経済学』, 東京大学出版会, 1993, pp. 143-145。
- [13] 酪農総合研究所, 『酪農経営における環境対策に関する調査研究(1)』, 調査報告書, No. 68, 1994, pp. 24-41。