

## 家畜ふん尿処理及び利用経済性

農林水産省 農業研究センター  
畜産経営研究室長 関澤啓朗

### 1. はじめに

平成11年7月に公布・施行された「食料・農業・農村基本法」(「新基本法」)では、第32条の「自然循環機能の維持増進」において「国は、農業の自然循環機能の維持増進を図るため、農薬及び肥料の適正な使用の確保、家畜排せつ物等の有効利用による地力増進その他必要な施策を講ずるものとする」としている。これを受けて、同年7月に「家畜排せつ物法」、「改正肥料取締法」、「持続農業法」のいわゆる環境三法が公布され、家畜ふん尿処理施設を整備してふん尿を適正に管理するとともに、肥料としての成分表示を明確にして有機質資源として有効に利用し、環境保全型農業の普及・定着を図ることが期待されている。

そこで、本稿では畜産経営におけるふん尿処理(堆肥製造を含む)に要する費用の実態を踏まえて、畜産経営におけるふん尿処理の経済性と耕種経営におけるふん尿(堆肥)利用の経済性について検討する。なお、畜産経営については酪農経営、耕種経営については野菜作経営を対象とする。

### 2. 酪農経営におけるふん尿処理費用の実態

表1は、ふん尿処理方式別にフリーストール畜舎利用酪農経営におけるふん尿処理の施設・機械投資額と処理費用の実態をみたものである<sup>1、2)</sup>。

表1 ふん尿処理方式別処理費用の実態

処理方式		水分調整	太陽熱利用	固液分離	スラリー化処理	共同堆肥化	全体 (除くスラリー化)
調査事例数(戸)		10	6	5	3	5	26
経産牛頭数(頭)		79.8	87.8	62.6	100.7	121.0	87.8
投資額	施設	538	1,909	1,523	666	816	1,197
	機械	589	658	625	750	696	642
	合計(万円)	1,127	2,567	2,148	1,416	1,512	1,839
経産牛1頭当たり(千円)		113	343	409	140	157	256
処理費用総額(千円)		4,112	5,981	5,040	2,931	6,660	5,448
経産牛1頭当たり処理費用	減価償却費(千円)	20.0	35.4	42.8	14.7	16.0	28.6
	修理費	2.5	3.0	3.1	2.0	5.2	3.5
	電気代	4.3	3.2	3.8	2.0	3.0	3.6
	燃料費	1.9	3.4	0.9	0.4	2.1	2.1
	水分調整材費	15.0	7.6	12.6	3.8	11.9	11.8
	脱臭・発酵剤費	0.5	2.6	3.3	0.9	0.8	1.8
	料金等	0.4	1.2	0.0	0.0	4.3	1.5
	租税公課	1.5	6.0	2.4	0.8	2.2	3.0
	その他	0.0	1.7	0.0	0.3	0.0	0.4
	労働費	9.5	16.7	9.8	4.4	12.0	12.0
合計		55.6	80.8	78.7	29.3	57.5	68.3
合計-労働費		46.1	64.1	68.9	24.9	45.5	56.3
堆肥1トン当たり処理費用(千円)		8.4	12.2	11.9	4.4	8.7	10.3

注) 各処理方式及び全体の値は調査事例の平均値。なお、経産牛1頭当りは各事例の1頭

1. 当たりの値を平均したものである。
2. 堆肥1トン当たり処理費用は経産牛1頭当たり年間堆肥産出量6.6トンとして計算
3. 秦隆夫「フリーストールにおけるふん尿処理の現状と評価」より一部修正して引用

酪農経営がふん尿処理にどの程度の投資、費用を要しているのかを検討する前に、どのような方式で処理しているかをみておくと、調査酪農経営の採用している処理方式は以下の5つに整理できる。1つは水分調整方式;堆肥舎や堆肥盤で敷料などの水分調整材を使用し、ふん尿の水分調整や堆肥化を行う方式、2つは太陽熱利用方式;乾燥ハウスなどの施設を用いて太陽熱を利用し、ふん尿の水分調整や発酵を促進し、乾燥ふんあるいは堆肥化を行う方式、3つは固液分離方式;固液分離装置等によって固液分離し、固形分は堆肥化、液は土地還元あるいは浄化放流する方式、4つはスラリー化処理方式;固液混合のふん尿を貯留し、スラリー(液状厩肥)として土地還元する方式、5つは共同堆肥化方式;ふん尿処理の過程で共同堆肥センターなど経営外部に依存して堆肥化する方式である。

処理方式別の1戸当たり平均経産牛飼養頭数は、固液分離方式が63頭で最も少なく、次いで水分調整方式の80頭、太陽熱利用方式88頭、スラリー化処理方式101頭で、共同堆肥化方式が最も多く121頭になっている。

1戸当たり投資額(補助金がある場合、圧縮計算せず)は、太陽熱利用方式が最も高く2.6千万円、次いで固液分離方式の2.1千万円、最も少ないのが水分調整方式の1.1千万円で、スラリー化処理方式、共同堆肥化方式は1.5千万円前後となっている。投資を施設と機械に分けると、水分調整方式、スラリー化処理方式と共同堆肥化方式はほぼ同額であるが、投資額の大きい太陽熱利用方式と固液分離方式は施設投資が機械投資を大きく上回っている。

経産牛1頭当たりの投資額は経産牛飼養頭数の最も少ない固液分離方式41万円が最も高く、次いで太陽熱利用方式の34万円、スラリー化処理方式と共同堆肥化方式は15万円前後、投資額の最も少ない水分調整方式が11万円が最低となっている。なお、その性状から流通利用、耕種経営での利用が難しい液状厩肥を製造するスラリー化処理方式を除いた各処理方式の投資総額及び経産牛1頭当たり投資額の平均値は1.8千万円、26万円である。

処理費用についてみると、1戸当たりの総費用額は、スラリー化処理方式が293万円が最も少なく、次いで水分調整方式411万円、固液分離方式が504万円、太陽熱利用方式598万円、共同堆肥化方式が最も多く666万円で、スラリー化処理方式を除いた各処理方式の平均処理費用総額は545万円となっている。

経産牛1頭当たり処理費用は、他の方式に比較して水分調整材費と労働費の少ないスラリー化処理方式が2.9万円が最も少なく、次いで、投資額の最も少ない水分調整方式と規模の経済性により1頭当たり費用が低減されている共同堆肥化方式が5.6万円前後と続き、太陽熱利用方式と固液分離方式は8万円前後と高くなっている。スラリー化処理方式を除いた経産牛1頭当たり処理費用の平均は6.8万円となっている。

また、経産牛1頭当たり年間堆肥製造量を6.6トンとして、上記処理費用を堆肥1トン当たりに換算すると(スラリー化処理方式は除く)、水分調整方式と共同堆肥化方式が8.5千円前後、太陽熱利用方式と固液分離方式は12千円前後で、全体平均では10千円となる。

なお、処理費用の構成をみると、何れの処理方式においても減価償却費、水分調整材費及び労働費が上位を占め、この3費目で全費用の70~86%に達しており、ふん尿処理費用の低減には、前記3費目の削減がポイントとなることを示している。また、これまでみたように、各ふん尿処理方式には投資額、処理費用に格差があるにも拘わらず、様々な処理方式が取り入れられているが、これは、ふん尿処理方式の導入に当たっては、投資額や処理費用とともに、経営条件や経営を取りまく生産・生活環境条件等を考慮する必要があるということを示していると言えよう。

### 3. 酪農経営におけるふん尿処理費用の負担力

前項ではふん尿処理に要する費用をみたが、ここではそれらの費用を一般の酪農経営において負担することが可能なのかを、ふん尿処理費用の負担限界額の試算を通して検討する。

ところで、家畜ふん尿処理施設・機械への投資や処理のための費用投下は、一般に直接収益性や生産性を向上させるものではなく、費用を構成するのみの不採算的なものであり、ふん尿処理の費用負担は経営の維持・存続のための条件を満たすものでなければならない。酪農経営の大半を占める家族経営における経営の維持・存続の条件とは、農業所得で家計費を満たすことが

最低の条件であるが、さらに他産業就業との競争関係が一般化している現状では酪農経営に投下した労働の報酬(労働所得)が他産業に就業した場合の報酬と同じかそれを上回ることが必要である。

そこで、ふん尿処理のための費用負担限界額の試算は期待所得控除法を用いることとし、経産牛飼養頭数規模、経産牛1頭当たり乳量、生乳1kg当たり乳価水準別に試算した。

期待所得控除法とは、酪農経営で得られる所得から、経営の維持・存続のために農家が期待している所得額を差し引いて、ふん尿処理に引き当て可能な額を算出し、これを基に費用負担限界額を試算する方法で、年間引き当て可能額は次式で求める。

$$\text{年間引き当て可能額} \leq \text{年間粗収入(乳量} \times \text{乳価} + \text{副産物)} - \text{家族労働費を除く生産費} - \text{年間期待所得}$$

上記算式のうち、副産物、家族労働費を除く生産費は農水省「畜産物生産費調査」(平成4、5年の平均値)を使用し、年間期待所得は、前記の酪農経営の維持・存続の条件＝農業所得で家計費を維持できること、他産業並の労働報酬を確保することを踏まえ、「畜産物生産費調査」の飼養頭数規模別の男女別酪農従事者数と10～99人規模の全産業男女別労賃水準から算出した。その額は飼養頭数規模により若干異なるが1戸当たり約950万円である。

そして、年間引き当て可能額は、酪農所得から年間期待所得約950万円を差し引いた全額(上記算式での等号の場合)とした。このように試算は年間引き当て可能額全てをふん尿処理費用に充当するものとしているので、その結果は一定の条件下での絶対的負担限界額を示すものであるとすることができる。

表2は都府県酪農について、経産牛1頭当たりで試算結果を表したもので、空欄は費用負担が出来ないこと(酪農所得が期待所得水準以下)を示している。

表2 経産牛1頭当たり年間ふん尿処理費用負担限界額(都府県)

飼養頭数規模	1kg当たり乳価	経産牛1頭当たり乳量(kg)								
		5,950	6,375	6,800	7,225	7,650	8,075	8,500	8,925	9,520
30頭	85円								26.1	76.7
	90							32.5	70.7	124.3
	95						34.6	75.0	115.3	171.9
	100					32.5	75.0	117.5	160.0	219.5
40頭	85						34.5	70.7	106.8	157.4
	90					36.7	74.9	113.2	151.4	205.0
	95				34.5	74.9	115.3	155.7	196.0	252.6
	100			28.2	70.7	113.2	155.7	198.2	240.7	300.2
50頭	85						47.2	83.3	119.4	170.0
	90				11.1	49.3	87.6	125.8	164.1	217.6
	95			6.8	47.2	87.6	127.9	168.3	208.7	265.2
	100			40.8	83.3	125.8	168.3	210.8	253.3	312.8
70頭	85				29.1	65.2	101.3	137.4	173.6	224.1
	90			26.9	65.2	103.4	141.7	179.9	218.2	271.7
	95		20.6	60.9	101.3	141.7	182.1	222.4	262.8	319.3
	100	9.9	52.4	94.9	137.4	179.9	222.4	264.9	307.4	366.9
100頭	85			33.5	69.6	105.8	141.9	178.0	214.1	264.7
	90			29.3	67.5	105.8	144.0	182.3	220.5	258.8
	95	20.8	61.1	101.5	141.9	182.3	222.6	263.0	303.4	359.9
	100	50.5	93.0	135.5	178.0	220.5	263.0	305.5	348.0	407.5

注) 1. 空欄は費用負担額ゼロを示す。

2. 太線からの部分は、経産牛1頭当たり6.8万円のふん尿処理費用が負担可能であることを示す。

例えば、経産牛飼養頭数30頭の経営は、1kg当たり乳価が90円で経産牛1頭当たり乳量が8,500kgの場合、1頭当たりの負担力は3.3万円であるが、乳量が約9,000kgに上昇すれば7.1万円まで負担が可能となることを示している。

経産牛1頭当たり費用負担限界額は、1戸当たり年間期待所得が飼養頭数規模によって大差がなく、従って1頭当たり年間期待所得は飼養頭数規模が大きいほど小さくなることから飼養頭数が多いほど、さらに乳量が高いほど、乳価が高いほど、高くなる。

さて、表3は都府県酪農における経産牛飼養頭数規模別の経産牛1頭当たり乳量、乳価の実態をみたものである。

そこで、表2における各経産牛飼養頭数規模の乳量と乳価を表3の当該飼養頭数規模の乳量及び乳価水準に置き換えて、費用負担力をみると、経産牛飼養頭数規模70頭以上では(都府県の成牛飼養頭数70頭以上経営は10%程度)、前項でみた各処理方式のふん尿処理費用(5.6～8.6万円、平均6.8万円—スラリー化処理方式を除く—)を全額負担することが可能となっている。しかし、経産牛50頭以下では、最も安い水分調整方式の処理費用でも全て負担することは難しく、経産牛飼養頭数30頭についてみれば(都府県の成牛飼養頭数30頭以下の経営は60%弱)、負担力はゼロとなっている。

表3 経産牛飼養頭数規模別乳量と乳価(都府県)

飼養頭数規模	経産牛・搾乳牛・成牛頭数規模			
	20～29頭	30～49頭	50～79頭	80頭以上
経産牛1頭当たり乳量(kg)	7,086	7,469	7,790	7,950
生乳1kg当たり乳価(円)	91.1	92.0	90.3	92.3
参 考:農家構成割合(%)	20.8	29.6	9.7	2.6

- 注) 1. 経産牛当たり乳量は「平成10年酪農全国基礎調査」で、頭数規模区分は経産牛  
 2. 乳価は「畜産物生産費調査」(都府県)の平成7～10年の平均で、頭数規模区分は搾乳牛  
 3. 農家構成は「平成10年畜産統計」(都府県)で、頭数規模区分は成牛

以上の検討結果から明らかなように、他産業並の労働報酬(労働所得)の確保を条件とした場合、近年の乳価水準や経産牛1頭当たり乳量水準の下では、酪農経営におけるふん尿処理費用の負担力は小さく、酪農収益の中からふん尿処理費用の一部を捻出することすら出来ない経営が少なくなく、まして前項でみたふん尿処理費用を酪農収益で全額負担できる経営は極めて少ないものと考えられる。

#### 4. 野菜作経営における堆肥価格の負担力

前項でみたように、多くの酪農経営におけるふん尿処理費用負担力は極めて小さい。しかし、堆肥の外部供給を通してふん尿処理費用をカバーすることが考えられる。

堆肥価格は需要と供給の関係で決まるが、ここでは耕種経営が堆肥利用の経済性を償うことのできる上限の堆肥価格＝耕種経営における堆肥価格負担限界額を計算し、その堆肥価格の下でふん尿処理費用をどの程度カバーすることができるかを検討する。耕種経営における堆肥価格の負担限界額の計算は、畜産経営はふん尿処理にどの程度まで費用を投入することが出来るのか、耕種経営では堆肥がいくらなら購入しても引き合うか、の目安を提供するものでもある。

耕種経営における堆肥価格負担限界額は、ふん尿の有力な需要者の一つと考えられる野菜作(施設+露地)経営について線形計画手法を用いて計算する。

線形計画法による方法とは、線形計画モデルを作成し、経営全体の収益が増加するかどうかを判断基準として、同一作物について堆肥施用と無施用について比較し、堆肥価格がいくらまでならば堆肥を施用して栽培した方が有利になるのかを作物毎に計算し、限界額を求めるといったものである。

##### (1) 調査経営の概況

計画モデルは、千葉県下の調査経営を素材としており、次に、経営内容と堆肥利用について概観しておくことにする(表4)。調査経営は四街道市(4戸)と八街市(2戸)の野菜作経営で、四街道市の経営は施設イチゴとごぼう、里芋、落花生等の露地野菜を作付しており、施設、露地ともに年1作の土地利用である。八街市の経営は、施設にスイカ、その跡作にトマトを作付し、露地にはスイカと跡作人参等を作付している。

堆肥の利用についてみると、四街道市の経営は堆肥センターから牛ふん堆肥を1トン当たり1.2万円で購入して施設イチゴに施用し、露地野菜には生牛ふん或いは未熟堆肥(1トン当たり2～5

千円で調達)を材料に自家製造した堆肥を施用している。八街市の経営の場合は、施設、露地ともに安価に入手したコーヒー・茶粕を原料に、堆肥1トン当たり約8千円の費用を投入して自家堆肥を製造・利用している。

堆肥施用の理由は、殆どの経営が増収と品質向上を上げ、他に多くの経営で肥効の持続性や連作障害回避に効果があるとしている。

表4 調査経営の概況と堆肥施用の理由

所在地		四街道市			八街市		
経営番号		1	2	3	4	5	6
家族労力		4(名)	2	1.5	4	3	2
作付面積	施設(a)	イチゴ 20	イチゴ 10	イチゴ 10	イチゴ 16.5	スイカ 70 トマト 50	スイカ 50 トマト 50
	露地(a)	ごぼう 30 根しょうが 30 人参 30 加工大根 30 落花生 10 甘藷 10 小麦 60	里芋 10 甘藷 20 落花生 30	落花生 20 里芋 20 甘藷 10 小麦 50	里芋 20 根しょうが 20 ごぼう 20 加工大根 20 ねぎ 10 落花生 50 甘藷 15	スイカ 90 人参 60	スイカ 40 人参 40 ごぼう 50
堆肥施用の理由		品質向上 増収 肥効持続	肥効持続 増収 品質向上	増収 品質向上 連作可能	増収 肥効持続 品質向上 連作可能	連作可能 肥効持続 増収 品質向上	連作可能 増収

## (2) 野菜作経営における堆肥価格負担限界額

調査経営を素材として、施設イチゴ+露地野菜と施設スイカ・トマト+露地野菜の2つの線形計画モデルを作成した。

施設イチゴ+露地野菜モデルは、施設にイチゴ、露地にはごぼう、根しょうが、里芋、ねぎ、落花生、加工大根、甘藷の作付が可能で、各作物について牛ふん完熟堆肥を利用して栽培する方法と堆肥を使用せずに栽培する方法が組み込まれている。但し、調査経営の実態を踏まえて、加工大根、甘藷については堆肥無施用栽培のみとした。

施設スイカ・トマト+露地野菜モデルは、施設にはスイカ、跡作にトマトの年2作、露地には小型トンネルスイカ・跡作人参及び中型トンネルスイカ・跡作人参の2つの作型を設定し、各作付体系とも牛ふん完熟堆肥利用による栽培と堆肥無施用の栽培を設定している。

さらに、両モデルとも牛ふん完熟堆肥施用の場合は、増収と高品質化で、堆肥無施用に比較して収量5%増に相当する収益増加が得られるものとしている。その他のモデルの主要な前提条件は表5に示した通りである。

表5 野菜作経営における作物別堆肥価格の負担限界額

	堆肥価格の負担限界額 (円/t)	同(収益3%減のとき) (円/t)	前提条件						
			堆肥施用量 (t/10a)	作物収量 (t/10a)	作物単価 (円/_)	収益 (千円/10a)	労力 (人)	面積 (a)	
モデル I	施設イチゴ	20,636	9,014	6	4	793	2,324	4	施設 16.5 露地
	ごぼう	4,902	2,684	3	2.5	150	221		
	らっかせい	4,490	2,400	1	0.36	250	70		
	さといも	3,290	1,521	3	1.8	200	176		
	根しょうが	2,654	1,270	3	1.5	250	135		

	ねぎ	1,374	0	3	3	140	218		155
モデルⅡ	施設スイカ	11,659	7,960	5.5	5	230	690	3	施設 70 露地 90
	・トマト				4.8	250	776		
	小型トンネルスイカ	8,702	5,888	5.5	5.46	154	494		
	・にんじん				4.08	114	305		
	中型トンネルスイカ	8,044	0	5.5	5.2	169	500		
	・にんじん				4.08	114	305		

注)モデルⅠは「施設イチゴと露地野菜作」、モデルⅡは「施設スイカ・トマトと露地野菜作」

計算結果は表5の通りで、施設イチゴ＋露地野菜モデルの場合、10a当たり収益の最も高い施設イチゴの負担力が最も大きく、1トン当たり約2万円まで負担可能である。しかし、この2万円の負担力は施設イチゴの収益額が極僅か低下すると負担不可能になってしまう。そこで、価格下落による収益低下を考慮し、収益額が表5の前提条件に比較して3%減少した場合でも負担できる水準を経済的安全性を考慮した負担限界額としてみると1トン当たり9千円となる。露地野菜について負担力をみると、最高(収益額が表5の前提条件)で、5千円(ごぼう)～1.4千円(ねぎ)、安全性を見込んだ場合は2.7千円(ごぼう)～1.3千円(根しょうが)までの価格を負担することができる(但し、ねぎの堆肥利用の経済性はなくなる)。

施設スイカ・トマト＋露地野菜モデルの負担限界額は、施設スイカ・トマトが、最高で1.2万円、安全性を見込んだ場合8千円である。露地スイカ・人参は、小型トンネルスイカ・人参が最高9千円、安全性を見込んだ場合6千円、中型トンネルスイカ・人参は最高8千円まで負担可能であるが、収益額が3%低下すると堆肥利用は経済的でなくなる。

以上の結果から、野菜作経営における堆肥価格の負担限界額＝野菜作経営において経済合理性をもって利用することのできる堆肥価格の上限額の目安は、収益性の高い施設野菜で1トン当たり8～9千円、収益性の低い露地野菜の場合は1～3千円程度であると言えよう。

この各作物の1トン当たり堆肥価格負担上限額を、前にみたスラリー処理方式を除く各ふん尿処理方式における堆肥1トン当たり費用と比較すると、施設野菜はほぼ同程度であるが、土地利用型で大量のふん尿(堆肥)需要が期待される露地野菜の場合はふん尿処理費用を大幅に下回っている。つまり、野菜作経営において利用する堆肥価格が経済合理性を償うことの出来る上限に設定されても、施設野菜を除けば、ふん尿処理費用に見合わない水準であり、堆肥の販売を通して回収できるふん尿処理費用はごく一部に過ぎないと言えよう。

## 5. おわりに

環境保全の推進や食の安全性志向、有機農産物需要拡大の中で、家畜ふん尿を有機質資源として活用した環境保全型農業の普及・定着が期待されているが、これまでみてきたように、家畜ふん尿を有機質資源として利用するために要するふん尿処理費用の全てを畜産経営及び耕種経営で負担することは難しい状況にある。

「家畜排せつ物法」では、ふん尿処理施設整備に向けて貸付資金の充実や税制上の特例措置、個人利用施設に対する補助付きリース事業等の支援措置を講じ、畜産経営におけるふん尿処理施設投資・固定的費用の負担軽減を図っている。以上の支援措置は重要であるが、加えてふん尿処理・堆肥製造のランニングコストについても負担軽減の支援が望まれる。

勿論、こうした各種支援が社会的に支持されるためにも、畜産経営においては、乳量向上等による収益性向上やふん尿処理・堆肥製造費用の削減に努め、ふん尿処理・堆肥製造に対する費用負担力をより一層高めることが重要である。

## 【引用文献】

- 1) 中央畜産会「酪農ふん尿処理システム技術マニュアル」1995年3月
- 2) 秦隆夫「フリーストールにおけるふん尿処理の現状と評価」『牛の問題別研究会資料』畜産試験場、平成7年11月