



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	家畜ふん尿処理における新技術導入の経営的評価：「セミソリッドふん尿用固液分離装置」を事例として
Author(s)	山田, 洋文
Citation	フロンティア農業経済研究, 15(1), 63-73
Issue Date	2010-02-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/62518
Type	journal article
File Information	KJ00006717870.pdf



[論文]

家畜ふん尿処理における新技術導入の経営的評価

－「セミソリッドふん尿用固液分離装置」を事例として－

北海道立十勝農業試験場 山 田 洋 文

Economic Evaluation of New Equipment for Cattle Manure Treatment: A Case of Development of the Mechanical Separator for Semi-solid Manure

Hirofumi Yamada

Hokkaido Tokachi Agricultural Experiment Station

Summary

Slurry and semi-solid manure exhausted by daily farmers have been spread to the meadows by substitution for fertilizer. However, it is pointed out that the bad smell from the manure and being excessively spread causes environmental pollution. Because it is difficult to compost manure for high moisture, upland farmers cannot increase the amount of use of the manure. The technology that can improve this problem is the mechanical separator. Though the mechanical separator for slurry manure had already been developed, a mechanical separator for semi-solid manure has not yet been finished. Moreover it is expected that semi-solid manure will have been exhausted from 19% of the daily farmers in the Tokachi region, and from 72% of the daily farmers who have introduced the free stall daily barn. Therefore, the development and economic evaluation of the mechanical separator for semi-solid manure is in high demand.

To develop the mechanical separator for semi-solid manure, we investigated the use of mechanical separators for slurry manure. The obtained solid fraction can be used as compost. Moreover, the obtained liquid fraction can be used as fertilizer, and the expense for fertilizer was greatly decreased. According to a trial calculation for the expenses of the developed mechanical separator for semi-solid manure, it turned out to be 5.21 million yen for a dairy farmer with 80 dairy cows. It revealed that the annual expense for use also reaches about 10 percent of overall expenses. The investment in the manure treatment technology won't increase income immediately. Therefore, it is necessary to judge the possibility of an introduction based on economic evaluation.

I 課題と方法

酪農経営では飼養頭数規模の拡大にあわせてフリーストール牛舎の導入が進み、スラリー状やセミソリッド状^{注1)}で排出されるふん尿量が増加している。これらのふん尿は性状に適した散布機械^{注2)}が開発されたことによって、窒素供給源として草地に還元されているが、過剰投入や悪臭発生等の環境への悪影響が懸念されている。また、これらのふん尿は水分が高く、堆肥化が進まない^{注3)}。そのため、耕種農家での利用が

拡大せず、「ふん尿の利用が処理に変わ（吉野[11]）」らざるを得ない状況にある。

こうした状況を改善する技術としてふん尿の固液分離技術がある。これを用いて得られる固形分は耕種農家において堆肥として利用することが可能となり、固液分離技術は耕畜連携を進めるうえで核になる技術である^{注4)}。固液分離機の開発と実用化に当たっては、固液分離機本体へのふん尿定量供給の可否による影響が大きい。スラリー状ふん尿はポンプを用いて固液分離機への定量供給が可能であるため、スラリー用固液

分離機はすでに実用化している。しかし、セミソリッドふん尿はポンプを用いて定量供給することができないため、固液分離機の開発が遅れており、その開発と農家に導入する場合の経営的評価が必要であった。

そこで本論文では、十勝地域における家畜ふん尿処理の実態から、セミソリッドふん尿の排出農家戸数を推計したうえで、北海道立畜産試験場および北海道立根釧農業試験場が2004年度から2007年度にかけて定量供給となる機構の改造を中心に開発した「セミソリッドふん尿用固液分離装置^{注5)}」について、他の処理方式との比較にもとづいて経済性を明らかにするとともに、酪農家において導入・利用する際の経営的評価と導入に当たっての考察を行う。

注1) セミソリッドふん尿は高水分（84～87％）で流動性が高く、0.5～1 m程度の高さまでしか堆積できないため、堆肥舍容量を有効活用することができない。また、草地に散布・還元されて肥料として利用されているが、取り扱い性が悪いいため、限られた圃場への過剰投入や悪臭発生等の環境への悪影響が懸念されている。

注2) これまでも発酵過程を経たふん尿の散布に当たっては、性状に適合した散布機が開発されてきた。水分の低い固形分が中心である堆肥の散布には、主にマニユアスプレッダが利用されている。近年では、スラリー散布についてはスラリースプレッダ、スラリーインジェクタ等の散布機が、セ

ミソリッド散布についてはスカベンジャー等の散布機が開発され、利用されている。詳細は下記[3]を参照のこと。

注3) 実際、繰り返し作業においては、投入する労働力が不足し、また、水分調整材を多投入する際にも費用がかさむため、堆肥化が困難になる事例が見受けられる。

注4) 分離液は酪農家で液肥として利用することが可能となる。

注5) 開発したセミソリッドふん尿用固液分離装置は、市販のスクリュープレス式固液分離機を核にふん尿定量供給機として改造したマニユアスプレッダをとりつけ作製したことから、「セミソリッドふん尿用固液分離装置」と標記した。

Ⅱ ふん尿処理実態と求められるふん尿処理技術

表1は、十勝地域におけるフリーストール牛舎の導入状況とふん尿処理施設の設置状況である。フリーストール牛舎の導入戸数は増加傾向にあり、2005年時点で484戸、乳用牛飼養農家の26.4％で導入されている。こうしたフリーストール牛舎による乳用牛飼養では、排出されるふん尿の固液分離が困難であるため、その性状は高水分なスラリー状またはセミソリッド状になる^{注6)}。

表1 十勝地域におけるふん尿処理施設の設置状況

	(単位:戸、%)				
	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
乳用牛飼養農家戸数	2,002	1,965	1,921	1,868	1,835
うちフリーストール牛舎導入戸	425	454	475	457	484
フリーストール牛舎導入割合	21.2	23.1	24.7	24.5	26.4
ふん尿処理施設設置農家戸数					
堆肥舍または堆肥盤 屋根付	659	882	1,252	1,649	1,765
屋根無	1,593	1,351	1,054	562	533
スラリータンク・ラグーン	63	85	99	124	133
固液分離機	28	28	30	30	33
ハウス型発酵乾燥施設	27	33	30	42	48
その他処理設備	54	65	52	33	39

注1)『十勝畜産統計』(十勝農業協同組合連合会、各年次)により作成。

2)2002年から2004年にかけて、フリーストール牛舎導入戸数が急増しているが、これは『十勝畜産統計』による公表値に従ったものである。

3)「ラグーン」は防水シート等を用いて設置されており、「家畜排せつ物法」の管理基準に適合している。

ふん尿処理施設の設置状況についてみるとフリーストール牛舎の導入にあわせて、「スラリータンク・ラグーン」の設置が進み、スラリー処理に対する施設整備が進んだことがわかる。しかし、2005年時点での導入戸数は133戸で、処理施設を導入している全戸数に占める割合は5%にとどまっている。また、2005年時点でのセミソリッドふん尿排出農家戸数を推計してみると、フリーストール牛舎を導入している酪農家484戸のうち、スラリー処理と考えられる133戸を除くと最大350戸となる。これは、十勝地域におけるフリーストール牛舎導入農家戸数の約72%、乳用牛飼養農家戸数の約19%に相当する。先述のとおり、セミソリッドふん尿の処理において問題点が指摘されていることを前提とすれば、セミソリッドふん尿の有効な処理技術の開発と処理体系の確立が急務となっていることがわかる。

高水分であるスラリーやセミソリッドふん尿を適正に処理し、堆肥や液肥として活用するためには、固液分離機の利用が有効である。しかし、その設置戸数をみると2005年に至っても33戸にとどまっており、他の処理方法に比べて普及していない。北海道立十勝農業試験場経営科では、「セミソリッドふん尿用固液分

離装置」の開発に当たって、すでに導入されているスラリー用固液分離機の導入経営5戸における導入・利用上の効果と課題を明らかにするために実態調査を実施した（表2、2006年）。事例とした5農家はフリーストール牛舎を導入しており、飼養頭数121～300頭、従事者は3～5人である。成牛換算1頭当たりの飼料作面積をみると、No.3～5農家において0.36ha以下となっており、ふん尿の適正利用のためには、経営外利用を積極的に進める必要があることがわかる。

導入の経緯は、肥培かんがい事業（No.2、3、5農家）を伴う導入に加えて、分離液の有効活用を目的とした個別導入となっているものの、全農家で環境保全的な処理方法が模索されていたことがうかがえる。また、導入の効果をみると、分離後の固形分は速やかに発酵し堆肥化するため堆肥舎の有効活用が可能になる、堆肥の販売が可能になる、液肥の有効利用が可能になるという効果が認められている。一方、課題としては、施設が複雑な構造になるため、固液分離機にふん尿が詰まった場合の除去作業やその他緊急的な維持管理が必要になること、No.5農家では液肥の有効利用に至っていないこと、表記していないものの全般的

表2 スラリー用固液分離機導入農家における利用実態(効果と課題)

農家番号	1	2	3	4	5
経産牛(育成牛)頭数	96(70)	77(46)	250(50)	110(82)	100(21)
飼料作面積	75	47.4	100	53	29
うち牧草地	65	47.4	75	39	17
成牛換算1頭当たり飼料作面積	0.57	0.47	0.36	0.35	0.26
従事者数	3	4	5	3	4
導入に伴って必要となった主な施設・設備	・水中ポンプ ・分離液貯留槽 ・配管一式	・スラリー貯留用1次槽 ・分離液貯留槽 ・曝気装置	・集ふん溝 ・分離液貯留用スラリーストア	・分離液貯留用スラリーストア	・スラリーポンプ ・分離液貯留用スラリーストア ・曝気装置
スラリー用固液分離機の導入契機(目的)	分離液散布のコントラクター委託を目的としたため	肥培かんがいに伴う事業のため	肥培かんがいに伴う事業のため	ふん尿分離後の堆肥、分離液を効果的に利用するため	肥培かんがいに伴う事業のため
導入・利用による効果	・分離後の固形分はすみやかに堆肥化が進むため、堆肥舎容積の有効活用が可能になるとともに、切り返し作業は導入前の10分の1程度まで削減された。 ・分離液散布のコントラクター委託が可能になった。	・分離液の散布の際、土壤診断を活用し、減肥を可能にした。	・分離後の固形分は完熟するので、品質が良く、耕種農家への販売が可能になった。	・普及センターの指導に基づいて分離液を散布することで、減肥を可能にした。	・良質な堆肥製造を可能にした。
導入・利用上の課題(改善が必要となる事項)	・冬期間(12～3月)は、ふん尿が凍結するため、利用できない。	・分離機本体の部品と分離液貯留施設の維持管理が不可欠。 ・分離液中に雑草種子が残る。 ・12～3月は、貯留しているふん尿の解凍作業が必要である。	・集ふん溝で敷料になっている麦かんが詰まることになり、これをほぐす作業が必要になる。 ・12～3月中は、ふん尿の凍結防止対策が必要である。	・ふん尿の水分によって、分離機操作(出力調整等)を変える必要がある。 ・分離機の部品交換等に費用がかかる。 ・分離液の散布は、個別で対応しなければならない。	・現状では、分離液の散布に合わせて、化学肥料の使用量削減に結びついていない。 ・12～3月には、凍結防止対策が必要である。

注1)すべての調査農家でフリーストール牛舎を導入している。

注2)「成牛換算1頭当たり飼料作面積」の除順に並べた。

に初期投資額が高額になるため、その低減が必要ながことが明らかとなった[9]。そこで、セミソリッドふん尿用固液分離技術の開発に当たっては、スラリー用固液分離機の利用によって得られる効果を保障しつつ、簡易な構造をもつ技術として開発する必要がある。また、導入に当たって必要となる利用に係る総経費（以下、利用費用とする^{注7)}。）と堆肥の販売や購入肥料費の削減といった効果を含めた経営的な性格を明らかにする必要がある^{注8)}。

注6) スラリー処理を行う場合、スラリートンクや配管等の設置が必要なうえ、これに適合した牛舎構造が必要になる。そのため、フリーストール牛舎を導入しているが、スラリー処理するための施設整備が完了しないことから、セミソリッドふん尿処理を行わざるを得ない酪農経営も存在する。

注7) 本論文では、開発したセミソリッドふん尿用固液分離機の利用について、年間の利用の当たって必要となる総経費を「利用費用」と表現し、年間に必要となる固定費と変動費を合計して算出した。

注8) 藤田[1]は、実態調査にもとづいて、大型かつ無人で稼働可能な先進的なふん尿処理技術は、経産牛200頭以上が飼養されている大規模酪農経営での採用されてきたことを指摘している。中小規

模の酪農経営が新規処理技術を導入する場合、資金回収のための増頭や労働力が新たに必要になることから、導入が進まない点についても指摘している。

Ⅲ セミソリッドふん尿用固液分離装置の処理能力(性能)と経済性

1. 処理能力と利用概要

ここでは、開発したセミソリッドふん尿用固液分離装置について、開発の現状と経済性を検討する。

固液分離機へふん尿を定量供給する際、セミソリッドふん尿はスラリーと異なり、ポンプにより定量供給できない問題があった。そのため、マニユアスプレッタをセミソリッドふん尿の定量供給機として改造し、市販のスクリーブレス式固液分離機（2 t/hr）の上部に取付けた（図1）。実証試験では、ふん尿が供給機から固液分離機へ円滑に供給され、固液分離機の処理能力に当たる1時間当たり2 tの処理能力が発揮された。また、得られた固形分は、その水分が75%まで低下することから速やかに発酵し、分離液についても既存のスラリーと同様の肥効が得られることが明らかになった^{注9)} [4]。以上より、固液分離技術を用いてセミソリッドふん尿を堆肥と液肥として利用するこ

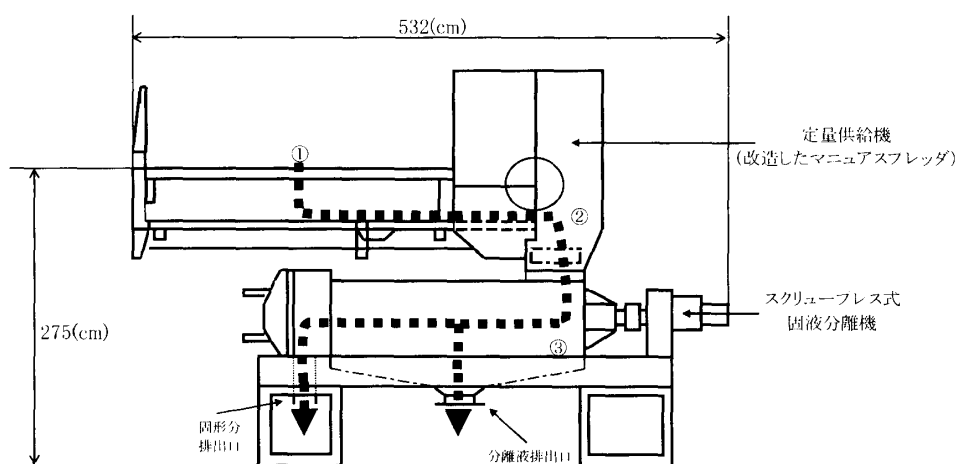


図1 セミソリッドふん尿用固液分離装置の概要

注) 固液分離装置内部におけるセミソリッドふん尿の移動経路を波線矢印で示した。セミソリッドふん尿は①部から投入され、定量供給機(改造マニユアスプレッタ)内における②部からスクリーブレス式固液分離機の③部に供給される。

とが可能となった。

表3に、開発した固液分離装置の利用概要を示した。本装置には加温機能がないため、利用は厳冬期を除く3月～11月に限られる。導入を検討するうえで事例とした80頭飼養農家では^{注10)}、排出されるふん尿量は1日当たり5.28t、1年間で1,927.2tとなることから、全量进行处理するためには963.6時間の稼働時間が必要になる。1日当たりでみた固液分離装置の平均稼働時間は3.57時間、平均処理量は7.14tと試算された^{注11)}。

次に、図2より固液分離装置を導入する場合のふん

尿処理作業フローについてみると、牛舎の除ふんと敷料の投入作業に加えて、新たに、「分離システムの稼働・調整」および「供給機へのふん尿の投入」作業が必要になることがわかる。さらに、毎年3月以降には固液分離作業の開始にあわせて、「冬期貯留分のふん尿の運搬・投入」作業が必要になる。これらを加えると、1年間で新たに増加する作業時間（分離システムの稼働・調整と供給機への投入に係る作業時間）は、経産牛80頭飼養規模で約110時間、経産牛100頭飼養規模で約126時間と試算された^{注12)}。

表3 固液分離装置の利用概要

固 液 分 離 可 能 期 間 (分離機の稼働が可能な期間)		3～11月 (9ヶ月間、約270日間)	
排出ふん尿量		80頭飼養	100頭飼養
1日当たりの排出量	(t)	5.28	6.60
年間の排出量	(t)	1,927.2	2,409.0
固液分離期間における分離作業			
固液分離装置の総稼働時間	(時間)	963.6	1,204.5
最大稼働可能日数	(日)	270	270
1日当たり平均稼働時間	(時間)	3.57	4.46
1日当たり平均処理量	(t)	7.14	8.92

注1) 経産牛1頭当たりのふん尿排出量については、1日当たり66kg(敷料込み)とした。

2) 固液分離機の処理能力を1時間当たり2トンとした。

3) 2006年に行った実証試験にもとづいて、想定される利用概要を示した。

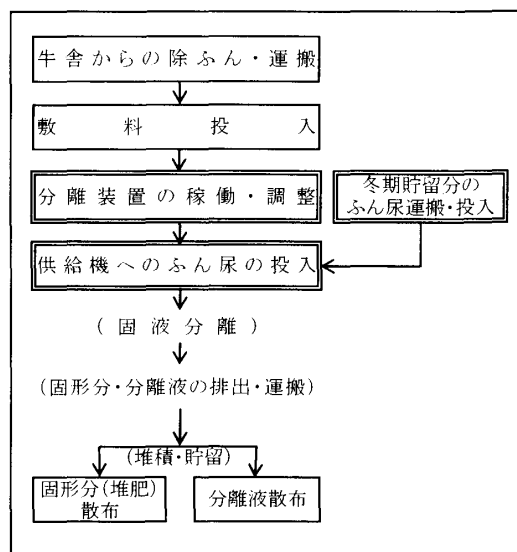


図2 固液分離装置を利用したふん尿処理作業フロー

注1) 3～11月の固液分離可能期間における作業体系を示した。

2) 「＝線」で囲んだ作業は、固液分離装置の導入に当たって、新たに必要になる作業を表す。

2. 経済性評価

セミソリッドふん尿用固液分離装置の導入に当たっては、装置本体や付帯施設に係る初期投資等の導入費用に加えて、毎年の利用費用が必要になることから、以下で、これらの経済性について明らかにする。

まず、導入に当たっては、表4に示した機械および装置が必要になる。農家によってはショベルローダーやマニユアスプレッダをすでに所有しているため、それらを利用できる可能性がある。また、ふん尿の固液分離によって得られる固形分と分離液を貯留する堆肥舎と尿溜めが必要となり、既存施設を利用できない場合には、貯留施設を新たに設置する必要がある。飼養頭数規模別に必要となる簡易堆肥盤および簡易貯留槽の容量と設置に係る費用を試算し^{注13)}、表5にセミソリッドふん尿用固液分離装置の導入に係る初期投資額と減価償却費を示した。これによると、経産牛80頭飼養農家において最大で初期投資額は2,200万円、減価償却費は289万円、100頭飼養農家においてもそれ

ぞれ2,320万円、307万円と試算された。

次に、年間の利用費用は、80頭飼養農家で最大521万円、100頭飼養農家で最大564万円と試算された(表6)。利用費用は機械と施設の固定費用からも構成されるため、農家の機械と施設の所有実態に応じて低減可能である。

注9) セミソリッドふん尿のままでは堆肥化が進行し難いものに対して、分離後の固形分を用いた堆肥化試験では、最高品温が60℃以上に達し、乾物分解率は50%を超えて極めて良好な堆肥化が進行することが指摘されている[4]。

注10) 十勝地域におけるフリーストール牛舎の導入戸数割合(2006年2月時点)について飼養頭数規模別にみると、80～89頭(11.3%)および100～119頭(10.4%)規模層において導入割合が高い。そのため、この2つの規模層を事例に試算を行った。

表4 固液分離装置の導入費用

	型式	導入形態	購入価格 (円)	ふん尿処理 利用割合 (%)	耐用年数 (年)	減価償却費 (円)	備考
ショベルローダー	—	新規	9,400,000	60	4	1,269,000	バケット容量を1.5m ³ とする。
固液分離装置							
固液分離機	2t/h	新規	4,500,000	100	7	578,571	
供給機 (改造マニユアスプレッダ)	—	新規	1,350,000	100	5	243,000	改造に係る資材費について、35万円を加算した。
(変速)モーター	—	新規	183,000	100	10	16,470	マニユアスプレッダの稼働および速度調整するために使用する。
コンベヤ(供給機用)	—	新規	370,000	100	10	33,300	改造に係る資材費について、2万円を加算した。
コンベヤ(固形分排出用)	—	新規	400,000	100	10	36,000	
電気制御盤・配線	—	新規	150,000	100	10	13,500	
分離液排出用ホース	—	新規	15,000	100	—	—	
計	—	—	6,968,000	—	—	920,841	

注) 耐用年数の設定に当たっては、北海道農政部農業改良課『農業機械導入計画策定の手引き』(1999年3月)に従った。

表5 固液分離装置の初期投資額と減価償却費

	経産牛80頭飼養		経産牛100頭飼養	
	初期投資額	減価償却費	初期投資額	減価償却費
ショベルローダー	9,400,000	1,269,000	9,400,000	1,269,000
固液分離装置	6,968,000	920,841	6,968,000	920,841
簡易堆肥盤	2,614,000	336,086	3,267,000	420,043
簡易貯留槽	2,851,000	366,557	3,564,000	458,229
計	21,833,000	2,892,484	23,199,000	3,068,113

注) 試算は、表4および北海道農政部農業改良課『農業機械導入計画策定の手引き』(1999年3月)に従い、北海道立十勝農試経営科で行った(2006年)。

表6 固液分離装置の年間利用費用

(単位:円)

		80頭飼養	100頭飼養	
固定費	固液分離装置	1,543,484	1,543,484	
	ショベルローダー	1,774,062	1,774,062	
	簡易堆肥盤・簡易貯留槽	1,069,072	1,336,290	
変動費	ショベルローダー	206,336	219,648	1時間当たりの 変動費を832円とした。
	電気料金	28,619	35,774	1kWh当たりの 電気料金を11円とした。
	敷料購入費用	584,000	730,000	経産牛1頭当たり2kg/日、 1kg当たり10円とした。
利用費用合計		5,205,573	5,639,258	
1頭当たり利用費用		65,070	56,393	

注) 試算は、表4および北海道農政部農業改良課『農業機械導入計画策定の手引き』(1999年3月)に従い、北海道立十勝農試経営科で行った(2006年)。

表7 飼養頭数(経産牛)規模別にみた収益性および労働時間

(単位:千円、時間)

		80～100頭	100頭以上
導入前	農業粗収益	71,045	109,700
	農業経営費	54,531	90,511
	農業所得	16,514	19,189
	経産牛1頭当たりの所得(円)	189,381	158,587
	経産牛1頭当たり労働時間	76.47	64.30
導入後	農業粗収益	71,045	109,700
	農業経営費	59,741	96,151
	農業所得	11,304	13,549
	経産牛1頭当たりの所得(円)	129,633	111,975
	経産牛1頭当たり労働時間	77.85	65.56

注 1)『畜産物生産費』(2005年)により作成。

2) 経産牛の通年換算頭数は、87.2頭および121頭とした。

注11) ここでの「稼働時間」は固液分離装置が稼働している時間を意味する。そのため、供給機の容量によってふん尿の投入作業が数回必要になるが、投入作業に従事しない間は敷料投入や搾乳などの作業に従事することができる。

注12) 実証試験(Ⅲ章)によると、「分離システムの稼働・調整」作業は分離するふん尿水分に合わせた出力調整などに、1日当たり約10分間必要であった。そのため、稼働期間と想定した270日間全日で、稼働・調整作業を行う場合、必要になる稼働・調整時間は合計45時間と試算された。

注13) 簡易堆肥舎および簡易貯留槽は、既存の堆肥舎や尿溜め等の代替可能な施設の所有実態に応じて設置する必要がある。

Ⅳ セミソリッドふん尿用固液分離装置の利用に係る経営的性格

固液分離装置の経営的性格について、利用による収益性、実用化されているスラリー用固液分離機の導入費用および堆肥化に係る処理費用とを比較することで明らかにする。

1. 利用費用および労働時間の特徴と利用費用の低減の可能性

表7は、生産費調査より経産牛の飼養頭数規模別に収益性と労働時間をみたものである。80～100頭規模の酪農経営では、農業経営費が5,453万円である。仮に、この飼養規模の経営が固液分離装置を導入する場合、試算された最大の利用費用は経営費の約1割に相当する。この場合、農業経営費は6,000万円に達し、

農業所得は1,100万円程度に減少し、経産牛1頭当たりの農業所得は18万9千円から13万円まで減少する。また、経産牛1頭当たりの労働時間をみると、80頭飼養農家で1.4時間、100頭飼養農家で1.3時間増加し、それぞれ77.85時間、65.56時間となる。

以上より、開発された「セミソリッドふん尿用固液分離装置」は導入と利用によって労働時間が増加することに加えて、農業粗収益の増加に対して直接的に寄与しないことが明らかとなった。

一方、すでに実用化されているスラリー用固液分離機の利用実態調査によると、導入と利用によって、間接的な経済効果が認められている^{注14, 15)}。事例としたNo.2農家（経産牛77頭）では、固液分離機を導入した1995年以降、分離液を化学肥料と代替して利用することで、購入肥料費を低減させ^{注16)}、2005年時点では59万円となっている（図3）。このように、固液分離機の利用によって購入肥料費の低減や堆肥販売により農業所得を増加させ、結果として利用費用負担圧を低下させることが可能になることが示唆された。

2. スラリー用固液分離機導入費用との比較

初期投資額および減価償却費の特徴をみるために、

スラリー用固液分離機の導入費用を比較した。表8はNo.1農家およびNo.5農家の初期投資額と減価償却費を示すものである。これによると、No.1農家（経産牛96頭）の初期投資額は2,346万円（経産牛1頭当たり244千円）、減価償却費は231万円（経産牛1頭当たり24,084円）である。No.5農家（経産牛100頭）では、肥培かんがい事業を伴う施設設置であったことから、初期投資額は1億円に達していた^{注17)}。

開発したセミソリッドふん尿用固液分離装置の初期投資額は100頭規模で2,320万円、減価償却費は307万円であった。経産牛1頭当たりでみると初期投資額は232千円、減価償却費は30,680円となった。よって、本事例との比較によると、開発した固液分装置の初期投資額は調査事例よりも低額となった。また、減価償却費の多寡は使用する機械と施設の構成割合がことなるため、判然としなかった。

3. 堆肥化させるための処理費用との比較

セミソリッドふん尿を堆肥化する方法として、固液分離技術の他には必要な量の敷料を混合して、排出するふん尿水分を調整する方法がある。牛舎から排出されるふん尿の水分を堆肥化に適した75%（調整目標水分）に調整して排出する場合、敷料として必要な麦

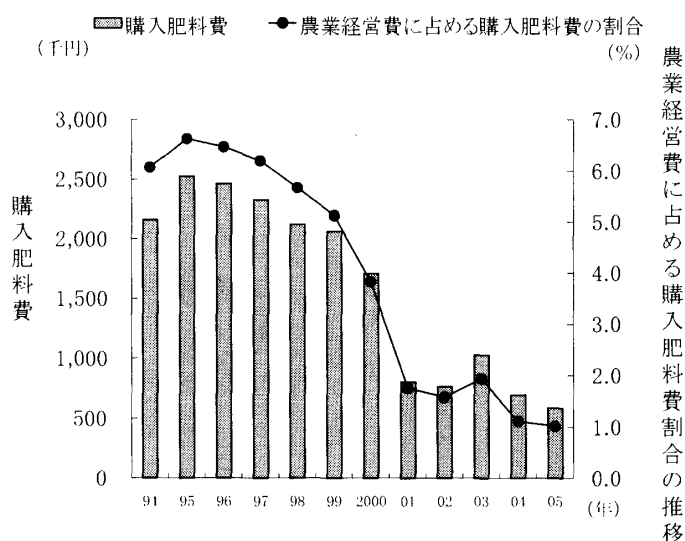


図3 No.2農家における購入肥料費と購入費割合の推移

注) 北海道立十勝農業試験場経営科が実施したNo.2農家における実態調査(2005年および2006年)にもとづいて作成した。

表8 No.1農家およびNo.5農家における初期投資と減価償却費

(単位:円)

	スラリー式固液分離機利用				セミソリッドふん尿用 固液分離装置	
	No.1農家		No.5農家		初期投資額	減価償却費
	初期投資額	減価償却費	初期投資額	減価償却費		
スキッドローダー	2,500,000	562,500	4,000,000	900,000		
固液分離機	4,400,000	565,714	18,727,000	2,407,757		
配電盤等	2,000,000	180,000	4,713,000	424,170		
配管一式	508,000	45,720	6,120,500	550,845		
貯留槽	9,317,000	559,020	62,833,500	3,770,010		
施設機械費	4,435,000	399,150	4,328,500	389,565		
工事費	300,000	-	13,817,500	-		
計	23,460,000	2,312,104	114,540,000	8,442,347	23,199,000	3,068,113
経産牛飼養頭数(頭)	96		100		100	
経産牛1頭当たり(円)	244,375	24,084	1,145,400	84,423	231,990	30,681

注1) 北海道立十勝農業試験場経営科が実施した実態調査(2006年)により作成した。

2) 機械および施設の耐用年数は以下のとおり。

スキッドローダー:4年、固液分離機:7年、配電盤等:10年、
配管一式:10年、貯留槽:15年、施設機械:10年

3) 「セミソリッドふん尿用固液分離装置」の初期投資額および減価償却費は、表5による。

表9 敷料を混合して堆肥化するために係る費用

	堆肥化に係る費用		セミソリッドふん尿用固液 分離装置の利用費用
	80頭飼養	100頭飼養	100頭飼養
年間排出ふん尿量(t)	1,869	2,336	
麦かんの利用量(kg)	404,907	506,133	
必要なロール個数(個)	1,157	1,447	
購入に必要な費用(円)	4,049,500	5,064,500	
ショベルローダー利用費用 (固定費)(円)	1,774,062	1,774,062	
ショベルローダー利用費用 (変動費)(円)	152,256	152,256	
年間の処理費用(円)	5,975,818	6,990,818	5,639,258
1頭当たり処理費用(円)	74,698	69,908	56,393

注1) 試算は、表4および北海道農政部農業改良課『農業機械導入計画策定の手引き』

(1999年3月)に従い、北海道立十勝農試経営科で行った(2006年)。

2) 処理費用は、敷料投入および牛舎からの除ふんに係るショベルローダーの利用費用を含む。

3) 1頭当たりのふん尿排出量は64kgとした。

4) ショベルローダーの1時間当たり変動費は832円とした。

5) 「セミソリッドふん尿用固液分離装置」の利用費用は、表5による。

かんの使用量と購入費用を試算すると注18)、経産牛80頭飼養の場合には1,157ロール、405万円、経産牛100頭飼養の場合には1,447ロール、506万円となった(表9)。

また、作業に必要なショベルローダーの利用費用を加算し、年間に必要とされる処理費用を試算すると、経産牛80頭飼養の場合で598万円、経産牛100頭飼養規模で699万円となり、経産牛1頭当たりでは、74,698円、69,908円となった。したがって、事例とした各飼養頭数規模においては、開発した固液分離装置の利用費用が低額になることが明らかになった。

注14) 吉野[10]によると、酪農経営の再生産にとってふん尿の増大はプラスにもマイナスにも作用する」と指摘されている。

注15) 実態調査では、固液分離によって得られた堆肥を年間50万円(販売量500t、単価1,000円/t)で販売している事例がみられた。

注16) No.2農家(牧草単作・47.4ha)は1992年にフリーストール牛舎を導入し、1995年に固液分離機を導入している。固液分離機の導入後は土壤診断結果を併用しながら分離液の有効利用を進め、肥料費を低減させている。1999年頃には、農業新聞に載っていた分離液の肥効計算方法を試行し

て肥料使用量を算出し施肥するようになった。これによって、2001年以降はさらなる肥料費の低減を可能にした（2005年の肥料費割合：1.0％）。経営部門別統計から、北海道の酪農部門経営（2004年、50～80頭、作付延べ面積：54.76ha）における肥料費割合をみると、5.3％（農業経営費：36,845千円、肥料費：1,947千円）であることから、No.2農家における肥料費割合の低さが確認できる。

注17) No.5農家への固液分離機の導入は、肥培かんがい为目的とした補助事業に伴ったものである。そのため、本論文内では初期投資額の算出にとどめ、開発したセミソリッドふん尿用固液分離装置の利用費用試算との比較は行わなかった。

注18) 敷料（副資材）使用量の試算は、以下の算出式に従った。

$$\text{副資材の添加量(kg)} = \frac{\text{生ふん尿(kg)} \times \frac{\text{生ふん尿水分(\%)} - \text{調整目標水分(\%)}}{\text{調整目標水分(\%)} - \text{副資材の水分(\%)}}{}$$

また、試算の前提は以下のとおり。①麦かん1ロール（350kg）当たり3,500円。②麦かん（副資材）の水分15％、生ふん水分を88％。③農家における既存堆肥舎についてはすでに償却が終了している。

V むすび ー利用の拡大と定着に向けての考察ー

開発した「セミソリッドふん尿用固液分離装置」は、ふん尿分離後の固形分の速やかな堆肥化と液肥の有効活用を可能にするものであり、セミソリッドふん尿の適正処理と資源としての有効利用を可能にするものである。このことは、家畜ふん尿の堆肥化を促進することでふん尿処理問題を解消し、地域農業の生産力向上に寄与する技術となることを示すものである。その初期投資額はスラリー用固液分離機の導入に比べると低コストとなり、利用費用についても堆肥化する場

合と比較すると低コストと試算された。これらの点から判断すれば、導入のインセンティブが示されたといえる。しかし、利用費用は経営費の約1割に相当するうえ、導入によって農業所得が減少することが明らかになった。よって、導入の検討に当たっては、費用負担について技術的な効果と堆肥販売や肥料費削減による経営的な効果を考慮して総合的に評価する必要がある。最後に、本稿における経営評価は試験開発段階という限定されたものであるため、今後、「セミソリッドふん尿用固液分離装置」を導入・利用する経営における継続的な経営の評価が課題として残されている。

引用文献

- [1]藤田直聡『酪農経営におけるふん尿処理技術の導入条件』、独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 北海道農業研究センター 総合研究部、2003。
- [2]北海道農政部農業改良課『北海道における特定高性能農業機械の導入に関する計画、農業機械導入計画策定の手引き』、1999。
- [3]北海道立農業・畜産試験場 家畜ふん尿プロジェクト研究チーム『家畜ふん尿処理・利用の手引き 2004』、2004。
- [4]北海道立畜産試験場環境草地部畜産環境科・技術体系化チーム、北海道立根釧農業試験場研究部酪農施設科、北海道立十勝農業試験場生産研究部栽培環境科・技術体系化チーム「セミソリッドふん尿用固液分離装置と分離液の肥効特」『北海道農業試験会議（成績会議）資料』、2007。
- [5]北海道地域農業研究所『酪農経営におけるふん尿処理の現状と展望』、2003。
- [6]JAひろお 広尾町農政推進協議会『南とかちの家畜糞尿処理と利用』、十勝南部地区農業改良普及センター、2001。
- [7]農林水産省農業研究センター『農業技術の経営評価マニュアル』、1995。
- [8]志賀永一「畑作経営における有機物投入の実態と課

題」、市川治、中原准一、干場信司編著『21世紀へのマ
ニユア・テクノロジー』、2000、pp.172-179。

[9]山田洋文「「セミソリッドふん尿用固液分離機」
の有効活用に向けた課題」『農業経営通信
No.229』、独立行政法人 中央農業総合研究セン
ター、2006、pp.10-13。

[10]吉野宣彦「酪農専業地帯における経営改善とふん
尿問題」前掲著[7]、pp.180-188。

[11]吉野宣彦「フリーストール牛舎による多頭化の効
果と課題」、岩崎徹、牛山敬二編著『北海道農業の
地帯構成と構造変動』、北海道大学出版会、
2006、pp.388-398。

(2009年10月14日受理)