



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	食品廃棄物の飼料的利用:札幌市を事例として
Author(s)	森, 久綱
Citation	経済学研究, 51(3), 145-158
Issue Date	2001-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/32241
Type	departmental bulletin paper
File Information	51(3)_P145-158.pdf



食品廃棄物の飼料的利用

——札幌市を事例として——

森 久 綱

1. 問題の所在

1960年代前半まで、わが国の畜産は農業経営において副業的な位置づけにあり、飼料を耕種部門における副産物や食品廃棄物¹⁾に求めてきたことから、それらと畜産との間では物質循環の輪が構築されていた。

しかしながら、農業基本法の下で畜産が選択的拡大の対象とされたことを契機に、農業経営における畜産の位置づけは大きく変化し、1960年代中葉以降、大規模・専業経営が創出された。またそうした事態は、耕種部門と畜産部門の分離ともなう購入飼料、特に配合飼料への依存強化²⁾、ならびに畜産経営の都市近郊から中山間地帯への移動をともないながら進展した。他方で、高度経済成長期において都市部に人口が集中し、またそれともなって食品加工産業や外食産業等が都市部を中心に展開されたことから、都市部において食品廃棄物が大量に排出さ

れるようになった。しかし、食品廃棄物は腐敗性が強く、輸送コストの面からも長距離輸送に適さないことから、都市部で排出された食品廃棄物はまさに廃棄物として処理されることとなった。つまり、従前の食品廃棄物と畜産との間の物質循環の輪は崩壊し、迂回生産という畜産が果たす機能は著しく後退したのである。第1表は1996(平成8)年における食品廃棄物の発生および処理状況を示したもので、排出される食品廃棄物の91.3%(全国)が埋立焼却処理されている。

こうした事態は、現段階において以下のような問題を引き起こしている。

一つは飼料自給率の急激な低下である。第2表は飼料自給率の推移を可消化養分総量に換算して示したものである。1960年に62.9%あった飼料自給率は、およそ20年でその半分以上の28.2%にまで低下し、それ以降低下のテンポは緩やかになったものの、一貫して低下し続

1) 食品廃棄物とは、食品の製造、流通、消費の各段階で生じる動植物性の廃棄物で、具体的には、調理くず、日切れ食品、食べ残し等である。

2) 一般的に配合飼料とは、飼料メーカーで二種類以上の原料を混合した飼料をさす。これに対して、自家配合飼料とは、畜産農家等が独自に庭先もしくは共同所有する施設で混合する飼料である(詳しくは、近藤富美雄「IV配合飼料の発展と問題」吉田寛一・水間豊編『日本畜産と飼料の自給』農山漁村文化協会、1977年を参照されたい)。

また、畜産経営の大規模・専業化の過程において配合飼料への依存が強化された要因について、(1)飼養管理方式の省力化を目的に給飼関係設備の自動化がすすめられたが、自動給飼に頼る限り粉状(マッ

シュ)の配合飼料を使わなければならなかったこと、(2)規模拡大に必要な資金を畜産経営内部で確保するために、飼料購入については畜産物販売代金と相殺される買い掛けに依存せざるを得ず、飼料の売り手と買い手の立場が対等ではなく従属的な関係となり、飼料の選択権を事実上行使できなかったこと、(3)飼養家畜の品種、飼料等を統一した畜産インテグレーションの進展、等が指摘されている。詳しくは、「畜産農家の『自家配合』の動き」『畜産の研究』第30巻第1号、養賢堂、1976年;増井和夫「養豚経営における飼料自家配合とその問題点」『畜産の研究』第30巻第5号、養賢堂、1976年;宮崎宏『農業インテグレーション』家の光協会、1972年を参照されたい。

第1表 食品廃棄物の発生および処理状況 (単位: 上段=万トン, 下段=%)

分類		発生段階	廃棄物	全国 札幌	発生量	処 理 方 法				
						焼却埋立	再 生 利 用			
							肥料化	飼料化	その他	計
産業廃棄物		製 造 段 階 （ 食 品 製 造 ）	動植物性残渣	全国	340 17.5	177 52.1	47 13.8	104 30.6	12 3.5	163 47.9
				札幌	1.2 4.0	1.0 84.7	0.2 15.3		—	0.2 15.3
				全国	600 30.9	598 99.7	2 0.3	—	—	2 0.3
				札幌	7.8 26.6	6.6 84.3	1.2 15.7		—	1.2 15.7
一般廃棄物	事業系	流 通 段 階 （ 食 品 流 通 ）	売 れ 残 り 食 品 廃 棄	全国	1,000 51.5	997 99.7	3 0.3	—	—	3 0.3
				札幌	20.5 69.4	20.5 100.0	—	—	—	0.0 0.0
	家庭系	消 費 段 階 （ 外 食 ・ 家 庭 ）	調 理 く ず 食 品 廃 棄 食 べ 残 し	全国	1,940 100.0	1,772 91.3	52 2.7	104 5.4	12 0.6	168 8.7
				札幌	29.5 100.0	28.1 95.2	1.4 4.8		0.0 0.0	1.4 4.8
合 計				全国	1,940 100.0	1,772 91.3	52 2.7	104 5.4	12 0.6	168 8.7
				札幌	29.5 100.0	28.1 95.2	1.4 4.8		0.0 0.0	1.4 4.8

註1) 全国の数値は1996(平成8)年厚生省資料等からの推計値である。

2) 札幌の数値は1999(平成11)年度札幌市環境局調査に基づく数値である。

出所) 農林水産省ホームページ (http://www.maff.go.jp/sogo_shokuryo/data/051syokkanshitsu/5shiryou/saisei-kano-1.pdf) ; 札幌市環境局ヒアリング調査(2001年6月)より作成。

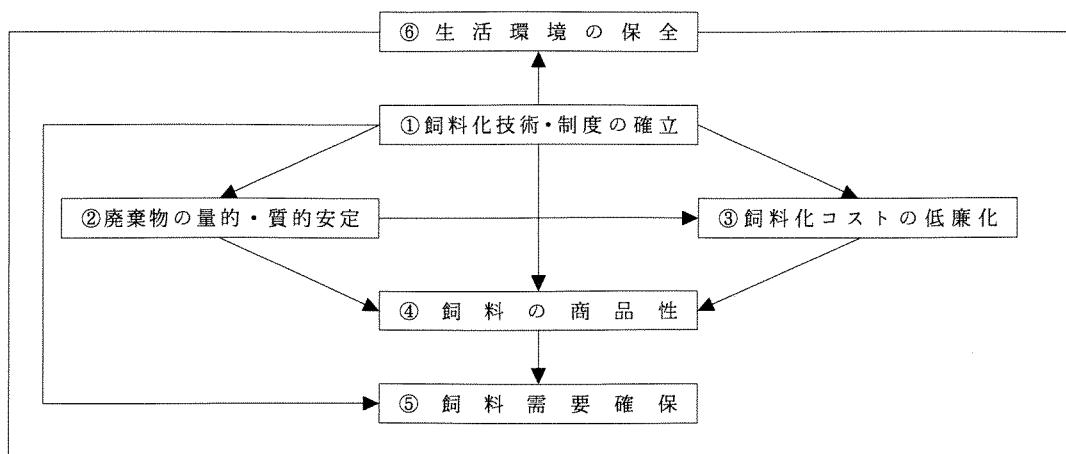
第2表 飼料供給量(可消化養分総量換算)の推移 (単位: 千トン, %)

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995
需 要 量	10,423	13,359	18,394	19,867	25,107	27,596	28,517	27,098
国 内 産	6,560	7,290	6,953	6,853	7,083	7,588	7,497	6,972
粗 飼 料	4,877	4,519	4,656	4,793	5,118	5,278	5,310	4,733
濃厚飼料	1,683	2,771	2,297	2,060	1,965	2,310	2,187	2,239
輸 入	3,988	6,068	11,442	13,014	18,024	20,008	20,570	20,126
粗 飼 料	—	—	—	—	—	430	932	1,179
濃厚飼料	3,988	6,068	11,442	13,014	18,024	19,578	19,638	18,947
国内産/需要量	62.9	54.6	37.8	34.5	28.2	27.5	26.3	25.7
濃厚飼料/需要量	54.4	66.2	74.7	75.9	79.6	79.3	76.5	78.2

註) 1980年までの国内産粗飼料には輸入粗飼料が含まれている。

出所) 農林水産省畜産局流通飼料課監修『流通飼料便覧-1997-』農林統計協会, 1998年より作成。

第1図 食品廃棄物飼料化における諸条件の関係



けている。このことは、飼料の量的および価格的条件が海外における穀物市況や為替相場に強く影響されることを意味しているものであり、輸入畜産物との需要獲得競争が激化している状況下で安定的生産とコスト削減が求められているわが国の畜産経営にとって大きな問題であるといえよう³⁾。また周知のとおり、飼料自給率の低下は食糧自給率低下の大きな要因となっているのである。つまり、食品廃棄物と畜産との間の資源循環の輪の崩壊は、畜産経営における問題だけでなく、食糧自給率の観点からも問題であり、食糧を輸入に依存する一方での食品廃棄物の大量廃棄それ自体が問題であるといえよう。

二つは、廃棄物焼却時に発生するダイオキシンや、焼却灰埋立地から排出される汚水に代表される環境問題である。近年のダイオキシンに

対する意識の高まりから、焼却処理施設の建設自体が困難となっており、また焼却灰の埋立も、地下水汚染問題や埋立地不足から困難になりつつある⁴⁾。

2000年6月に制定され、翌年の5月から施行された「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」は、まさに上記で示した諸問題を同時に解決することを目的としたものであるといえる⁵⁾。そこで問題となるのが、食品廃棄物飼料化を実施するための諸条件、すなわち①飼料化技術の確立および諸制度の整備、②原料となる食品廃棄物の量的および質的安定化（少量分散型排出という特性への対応）、③飼料化コストの低廉化、④再資源化された飼料の商品性確保（安全性・品質・成分・供給量の安定等）、⑤飼料需要の確保（価格・販路等）、⑥近隣住

3) 全算入生産費のうち流通飼料費の占める割合は、牛乳31.0%，去勢和牛24.6%，乳用おす47.9%，交雑種39.0%，肥育豚60.5%，鶏卵54.3%，ブロイラー63.6%となっている。この数値から流通飼料費の高低が全算入生産費に与える影響の大きさを推察できよう。ブロイラーは1992年、鶏卵は1994年の数値で、いずれも事例的な調査結果である（農林水産省流通飼料課『流通飼料便覧-1997-』67ページに基づく）。それ以外の畜種については、農林水産省統計情報部『農業経営統計調査』に基づく1999年の数値である。

4) 焼却灰埋立地の残余容量は、一般廃棄物では1997年度末時点で全国で8.8年（首都圏で4.1年）分であり、産業廃棄物では1999年度末で1.6年分と極めて深刻な状況となっている。詳しくは、食品廃棄物リサイクル研究会報告『食品廃棄物発生抑制とリサイクルの推進方向について（2000年3月）』を参照されたい。

5) 本法の目的について、第一条で「食品循環資源の再生利用を促進するための措置を講ずることにより、食品に係る資源の有効な利用の確保」と記されている。

民の生活環境の保全, 等の整備であるといえよう⁶⁾。第1図は, 上記諸条件の関係を示したものであり, 矢印の始点にある条件は終点にある条件の前提であることを意味している。いずれの条件も, 食品廃棄物飼料化を実施するうえで必要不可欠である。しかし, 本図から明らかなように, 飼料需要の確保が達成されなければ, 食品廃棄物飼料化そのものが困難になってしまうと考えられよう。

よって本稿では, 「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」の制定・施行にさきがけて食品廃棄物の飼料化に取り組んでいる札幌市を事例として, 上記の諸条件についてより具体的に整理・検討するとともに, 食品廃棄物飼料化を図るうえで重要な条件であると考えられる需要確保に関する問題について分析したい。

2. 札幌市における取り組み

(1) 概略

札幌市において廃棄物再資源化事業の核となっているのが, 市の北東に位置する札幌市リサイクル団地である。本団地は, バブル経済期における廃棄物増加により埋立処分場が逼迫したことを背景に⁷⁾, 1994~96年にかけて市が1,910百万円の事業費を投じて, し尿処理場跡地に造成したものである。団地の管理・運営は札幌市・建設業界・金融機関を株主とする(株)札幌リサイクル公社によって行われ, 10事業者(民間・第3セクター・市)が23haの敷地内で各

種廃棄物の再資源化事業を行う, 全国に先駆けたりサイクル団地となっている。

事業系一般廃棄物に分類される食品廃棄物の飼料化事業は1998年より実施されており, 現在(2000年度中)206事業所から排出される食品廃棄物が飼料化プラントにおいて処理されている(50トン/日)。これによって, 事業系一般廃棄物に分類される食品廃棄物の再資源化率は15.7%となっており, 全国平均である0.3%と比較して著しく高い水準である(第1表)。ただし, 産業廃棄物に分類される食品廃棄物の合計に占める割合が低く(全国17.5%, 札幌市4.0%), またその再資源化率も低いことから(全国47.9%, 札幌市15.3%), 合計段階での札幌市の再資源化率は全国と比較して低くなっている。

具体的な食品廃棄物飼料化事業の流れは第2図のとおりである⁸⁾。

(2) 事業計画段階

食品廃棄物の再資源化事業は札幌市リサイクル団地造成と同時に計画されたが, 民間ベースでの事業化は採算面において相当の困難をともなうことが想定されたことから, 札幌市の独自事業としてコンポスト化を前提に計画された。また, 食品廃棄物のうち, 事業系一般廃棄物が再資源化の対象とされたのは, 夾雑物⁹⁾が少なく比較的まとまった量の収集が可能と想定されたからである。

計画に基づき, 1994年から96年にかけて, 学校給食から排出される食品廃棄物を原料としてのコンポスト化実験, 市内の食品関連施設7業種809事業所(第3表)に対するアンケート調査(第4表), 試作品の農業利用等が実施さ

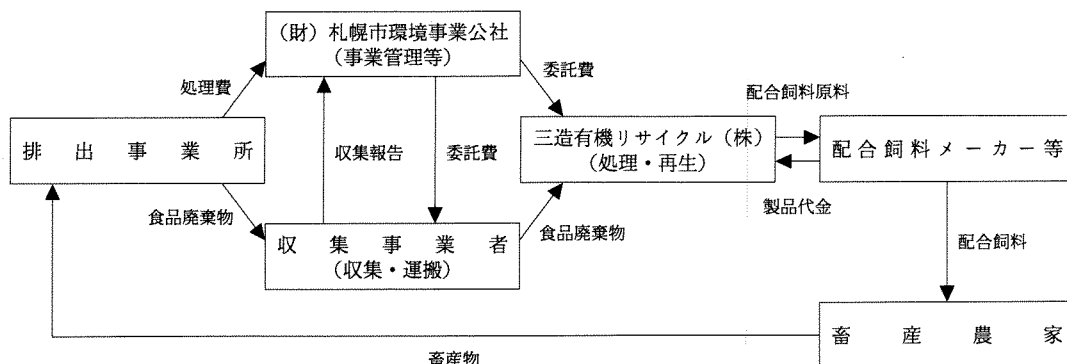
6) 食品廃棄物リサイクル研究会報告, 前掲書, 2000年では, 食品廃棄物リサイクル推進にあたっての課題として, ①リサイクル実施に当たってのコスト負担増への不安解消, ②リサイクル製品の安全性・品質・成分・供給量の安定等による需要の確保, ③リサイクル業者(施設)不足の解消, ④生活環境保全への十分な配慮と, その少量分散排出という特性への対応, の4点が指摘されている。

7) 札幌市リサイクル団地の造成が検討された1994年段階で, 札幌市の埋立処分場の寿命は10年程度であった。

8) 以後, 本稿で「食品廃棄物」と表記する場合, 特に指定のある場合を除き, 事業系一般廃棄物に分類される食品廃棄物を意味する。

9) 夾雑物とは, 割り箸, 楊枝, 包装容器, ビニール類等の, 食品廃棄物に混入する動植物性以外の廃棄物である。

第2図 再資源化事業の系統図



出所) 札幌市環境局および三造有機リサイクル(株)へのヒアリング調査に基づく。

第3表 調査対象事業所

業種区分	事業所数	選定条件
学校給食施設	182	
医療施設	142	ベット数100以上
宿泊施設	77	宿泊数100名以上
大規模小売店舗	153	排出量 0.5m ³ /日以上
レストラン等	98	
仕出し・弁当	9	
食品製造業	148	
合計	809	

出所) 藤沢武「札幌市における事業系生ごみのリサイクルシステム」『廃棄物学会誌』第11巻第5号より一部簡略化して転載。

れ、食品廃棄物の排出状況が把握されると同時に、コンポスト化を前提とした再資源化事業の技術的・経済的可能性について検討された。その結果、以下の諸問題が明らかとなったため、札幌市は食品廃棄物の再資源化をコンポスト以外の方途で検討せざるを得なくなった。

一つは食品廃棄物のコンポスト化に要する時間である。コンポスト化には最低でも数週間から1ヶ月程度の時間を要するため、その間に排出される食品廃棄物の貯蔵・調整等を行うための用地および施設が必要となったのである。また、冬季における気温の低さもコンポスト化において大きな障害であった。

二つは臭気の問題である。処理施設の建設を予定していた札幌市リサイクル団地が住宅地に隣接していたことから、コンポスト化の過程で発生する臭気が公害問題化する可能性が高かったのである。

三つはコンポストの市場性に関する問題である。再資源化において最大の課題となるのが需要確保、すなわち滞貨を発生させないことであるが、道内におけるコンポストの需要は春から夏にかけて集中し、秋以降はほとんど需要がないことから、需要期以外には在庫として保管せざるを得ず、保管用地・施設等の確保、およびそれに係る諸経費が問題となったのである。また、道外への販売はコンポストの単位重量当り運賃負担能力の低さから困難と判断された。

しかしながら、コンポスト化を前提とした取り組みにより、食品廃棄物再資源化の基礎的条件が整備されたといえよう。

一つは、各食品関連施設の一日当り排出量や内容等の食品廃棄物に関する基礎的データの蓄積であり、収集量および品質面での安定を図るうえで必要不可欠な条件である。

二つは、民間の収集事業者7社に委託していた廃棄物収集業務のうちの管理部門を(財)札幌市環境事業公社へ1994年に一元化し、各収集事業者の収集範囲を地域別に割り当てたこと

第4表 アンケート調査表（医療施設用）

病 院 名			
住 所			
代 表 者 名		担 当 者 名	
電 話 番 号			
延 べ 面 積			
概 要	従 業 員 数		
	病 室 数		
	ベ ッ ト 数		
	給 食 数 / 日		
ごみの総排出量		l・m ³ ・kg・t/年	
生ごみの排出量	Q. 貴病院における生ごみ（厨芥、動植物性残さ）の排出量はどの位ですか。調理段階で排出されるものと残飯が区別できれば、それぞれの量をご記入願います。重量等が把握されていない場合は「〇」のポリバケツに〇杯」との記載でも結構です。		
	① 1日の排出量（平均： 最小： 最大： ） ・調理段階（平均： 最小： 最大： ） ・残 飯（平均： 最小： 最大： ）		
	② 月間総排出量 l・m ³ ・kg・t/月		
	③ 年間総排出量 l・m ³ ・kg・t/年		
排出状況	Q. 貴病院の生ごみの排出状況はどのようになっていますか。 () ① 日、月又は季節によって排出量が異なる。 () ② 年間を通じて排出量に変化はない。 () ③ その他 ()		
排出量の変動	Q. 上記質問で①に回答された方にお聞きします。貴病院での生ごみ排出量の変動状況はどのようになっていますか。 () ① 週間変動あり（多い日 曜日, 少ない日 曜日） () ② 月間変動あり（多い月 月, 少ない月 月） () ③ 季節変動あり（多い季節 , 少ない季節 ） () ④ その他の変動又は変動要因 ()		
生ごみの質	Q. 貴病院から排出される生ごみの主な種類はどのようなものですか。 () ① 動物残さ（肉、魚等） () ② 植物残さ（野菜、果実等） () ③ 残飯（ご飯、めん類、パン等） () ④ 残飯（上記の混合物） () ⑤ その他 ()		
質の変動	Q. 貴病院の生ごみの質的状況はどのようになっていますか。 () ① 日、月又は季節によって生ごみ質が異なる。 () ② 年間を通じて生ごみ質に変化はない。 () ③ その他 ()		
	分別状況	Q. 貴病院の生ごみの分別状況はどのようになっていますか。 () ① 分別せずに他のごみと一緒に処分する。 () ② 専用容器で分別している。 () ③ その他 ()	
	処分状況	Q. 貴病院では生ごみをどのように処理していますか。 () ① 札幌市環境事業公社にごみと一緒に収集を以来し処理している。 () ② 養豚業者等に飼料として提供している。 () ③ その他 ()	
	分別の協力の有無等	Q. 札幌市では生ごみのリサイクルを検討しています。これにより、ごみ処理料金を安価に抑えたいと考えておりますが、生ごみをリサイクルするためには夾雑物の少ない生ごみが必要です。貴病院では分別は可能ですか。 () ① 現状でも生ごみを分別している () ② 札幌市の要請があれば、現状においても分別は可能である。 () ③ 現状では生ごみを分別するのは不可能である。 () ④ 現状では難しいが、将来的には生ごみに分別は可能である。 () ⑤ 将来的にも分別には協力できない。 () ⑥ その他 ()	
将来見通	Q. 将来の生ごみの排出状況について、その見通しをお聞かせ下さい。 ① 生ごみの排出量は増えますか。 (減る, 現状維持, 増える, 不明) ② 生ごみの質は変化しますか。 (変化する, 変化しない, 不明) ③ その他 ()		
要望等	Q. 生ごみリサイクルに際して、札幌市に対する要望等をご記入下さい。		

※「その他」にチェックされた場合は、() 内に具体的に記入願います。

※「夾雑物」とは紙、木・竹、プラスチック類及びガラスや金属等の不燃物でタバコの吸い殻や割り箸なども含まれます。

出所) 第3表に同じ。

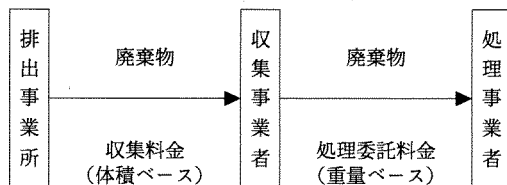
である。

この点について第3図および第4図に基づき説明しておきたい。第3図は札幌市における廃棄物収集および処理のそれぞれの段階における料金制度を示したものである。排出事業所からの一般廃棄物収集料金は、収集時に重量を計量することが業務の煩雑化を招くことから、基本的に体積ベースで算出されている。これに対して、処理事業者の一般廃棄物引き受け料金は重量ベースで算出される¹⁰⁾。つまり第4図で示されるように、単位体積当たり重量の重くなる食

品廃棄物収集業務は、収集事業者にとって利益獲得が困難な業務といえ、このことが、食品廃棄物の収集量安定を図るうえで障害となったのである。収集事業者に対する収集地域の割り当ては、一方で担当地域におけるすべての事業系一般廃棄物の収集（＝利益）を保証するもので

10) 清掃業者の収集料金は、収集容器（またはポリ袋）の体積×容器（またはポリ袋）数×単位体積当たり収集料金で算出されている。また、廃棄物処理事業者の引き受け料金は、収集車の重量×台数×単位重量当たり引き受け料金で算出されている。

第3図 廃棄物収集および処理の料金制度



註) 簡略化のため、(財)札幌市環境事業公社については省略した。

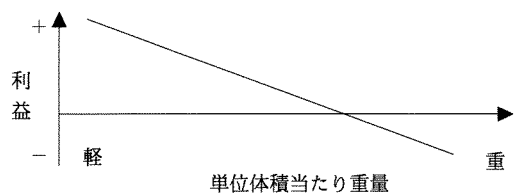
出所) 札幌市環境局に対するヒアリング調査(2001年6月)に基づく。

あるが、他方で収集事業者に対して食品廃棄物の収集を義務づける、言い換えれば食品廃棄物の収集量を保証するものでもある。これは一種のカルテル的体制であり、その意味で今後の検討課題ではあるが、収集業務を民間に委託している札幌市においては、食品廃棄物収集業務の円滑の実施と、それによる収集量安定を図るうえで必要な条件であったといえよう。

(3) 事業実施段階

前項で整理した諸問題により、1996年に食品廃棄物のコンポスト化計画は断念されたが、株式会社プロレックス(以下「(株)プロレックス」とする)が開発した食品廃棄物飼料化技術の実用化に見通しがたったことから、1997年に飼料化を前提とした新たな再資源化事業が計画された。具体的には、(株)プロレックスが開発した食品廃棄物飼料化技術に基づき、三井造船株式会社がプラントを建設し、両社に加えて丸紅株式会社が出資する三造有機リサイクル株式会社(以下「三造有機リサイクル(株)」とする)が管理・運営を行うというものであった¹¹⁾。コンポスト化計画と飼料化計画で大きく異なる点は、前者の事業主体が札幌市であったのに対して、後者のそれが三造有機リサイクル

第4図 単位体積当たり重量と利益の関係



出所) 第3図に同じ。

(株)となっている点である。これは、食品廃棄物飼料化技術の実用化そのものが全国で初めての試みであり、施設の運用および管理に係る技術の蓄積がまったくなかったことに起因する。事業内容等は次節で整理するとして、まず以下で(株)プロレックスの開発した食品廃棄物飼料化技術が採択された要因について、コンポスト化で問題となった点と関連させながら整理したい。

一つは処理時間がコンポスト化と比較して著しく短く、保管用地・施設等の確保、およびそれに係わる諸経費の問題が解決されたことである。

二つは密閉容器の中で処理が行われるため、臭気の発生が著しく抑制されることである。つまり住宅地が隣接する札幌市リサイクル団地においても処理施設の設置が可能となったのである。

三つは、コンポストと比較して飼料の需要は季節変動が少なく、かつ、販路が確保されていたことである。(株)プロレックスが実証研究を兼ねた養魚用配合飼料原料として製品引受を確約しており、更には三井物産のグループ企業が畜産用配合飼料原料として引受けることを検討していたのである。

飼料化計画の策定後、札幌市はまずそれまでに蓄積した情報に基づき、150余りの収集対象事業所を選定した。その基準は、①夾雑物混入率が5%未満であること、②食品廃棄物の発生が量的・質的に安定していること、③収集業務が効率的に実施できる立地にあること、であった。また対象事業所に対してマニュアルが配付

11) 三造有機リサイクル株式会社の資本金は5,500万円であり、その出資比率は三井造船株式会社73%、丸紅株式会社18%、株式会社プロレックス9%となっている。

され、夾雑物混入防止の徹底が図られた。同時に協力事業所の確保による収集量安定化を図るために、食品廃棄物飼料化に協力する事業所に対しては、経済的インセンティブ（一般ごみ収集料金 70 円に対して資源化ごみ収集料金 60 円）が付与された¹²⁾。更に専用収集車も導入され、それにあわせて専用回収容器も希望がある場合には対象事業所に対して無償で貸与されている。専用回収車と容器の導入は、収集および運搬時における悪臭発生の抑制と収集作業の軽減化により、札幌市リサイクル団地近隣住民の理解を得ると同時に、収集業務の効率化を図り、もって民間収集事業者による事業系一般廃棄物収集業務の推進を図ることを目的に実施されたのである。

また、以上の収集段階における諸制度に加えて、事業主体である三造有機リサイクル（株）に対して様々な優遇措置が適用されている。

一つはプラント整備に際しての金融面での優遇措置である。札幌市が貸付主体となっている「札幌市地域総合整備資金（通称「ふるさと融資」）より、プラント整備費用 10 億円のうち 1 億 5 千万円が、無利子・2 年据置 15 年償還という条件で融資されている。また、環境省の管轄下にある環境事業団からも、年利 1.8 %・2 年据置 15 年償還という条件で融資を受けている。

二つは税制面での優遇措置であり、固定資産税および都市計画税が軽減され¹³⁾、事業所税が免除されている。

三つは用地取得費用と諸手続に関する優遇措置である。プラント建設予定地が札幌市リサイクル団地内にあることから、土地賃借料は年 300 円/㎡（年間賃借料 165 万円）と低額に設

定されている。これにより事業開始にともなう初期投資の一部である用地取得費用が軽減されたのである。また、札幌市リサイクル団地全体が廃棄物処理施設として都市計画化されていたために、廃棄物再資源化プラント建設にあたっての申請等の諸手続が大幅に簡略化されている¹⁴⁾。

上記の諸制度が三造有機リサイクル（株）に対して適用されたのは、事業主体が民間であっても事業の公共性が高く、食品廃棄物再資源化事業そのものが、リサイクル社会を前提とした都市計画の一環として位置づけられていたことにある。

しかしそれ以外に、プラント維持と商品性確保のために、夾雑物混入対策としての技術的対応が必要とされたことも要因であった。排出事業所の選定やマニュアル配付および指導の徹底により、夾雑物混入率を僅少に抑えることは可能であったが、食品廃棄物と夾雑物を完全に分離することは、排出事業所において相当の労力を要するため、現実問題として不可能であったし、またそれを強制した場合には協力を得られない可能性が高かったことから、妥協的措置として割箸、楊枝、包装容器およびビニール袋等の夾雑物に限って重量比 5 % までの混入が容認されたのである。

以上の収集段階における諸制度の整備や調整、事業主体である三造有機リサイクル（株）に対する諸助成の実施等によって、食品廃棄物の飼料化がはじめて可能となったのである。

3. 飼料化事業の具体的展開 ― 三造有機リサイクル（株）の事業内容

(1) 概略

総工費約 10 億円が投じられた食品廃棄物飼

12) 収集料金は 1997 年 4 月改定時のものであり、いずれも 20L 当たりの料金である。

13) 両税は土地・建屋・機械設備等に課税されるが、優遇措置により機械設備に対する課税が免除されている。つまり建屋に対する課税のみであることから、実質税率は通常の 1/6 程度となっている。

14) 藤沢武「札幌市における事業系生ごみのリサイクルシステム」『廃棄物学会史』第 11 巻第 5 号、2000 年。

料化プラントは、1997年12月に竣工し、翌年2月から本格的に稼働した。竣工当初の処理能力は、35トン/日・10時間稼働であったが、98年7月に稼働時間を6時間延長することで、50トン/日まで処理能力が引き上げられた。また収集事業者によって収集された食品廃棄物は直接プラントまで搬入され、重量比で20%にまで脱水・乾燥処理される。これにより現在15,000トン/年が処理され、3,000トン/年が飼料原料として販売されている。食品廃棄物からの再生品を家畜用等飼料原料として使用する場合、「飼料の安全性の確保および品質の改善に関する法律」に基づき、農林水産省からの認定を得なければならないため、事業化当初は同法に基づき定められた「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律施行令」第1条で指定される家畜以外の飼料として販売されてきた。しかし2000年4月に農林水産省より家畜飼料としての認定を受けたことから、現在では家畜用飼料原料としても販売されている。

(2) 技術的特徴

(株)プロレックスが開発した技術は油温減圧脱水方式(通称「天ぶら方式」)といわれるものである。第5図はこの方式のフローを示したものである。以下で、まず本図にしたがってフローを概観した後、その技術的特徴を整理する。

収集された食品廃棄物は、まず原料ホッパーで破袋破砕機で細分化された後、予備加熱タンクへと移され、そこで6トンの食品廃棄物に対して2.5トンの油が加えられ、攪拌および予備加熱が行われる。大量の油が添加されるのは、油を熱伝導媒体として食品廃棄物を加温し、それによって脱水処理を行うためである。

予備加熱タンクで食品廃棄物と油が攪拌された後、油温減圧脱水装置(以下「クッカー」とする)へパイプで移送され、そこで100～110℃まで加温されると同時にクッカー内部の減圧(真空度約-700 mmHg)が行われ、60分間そ

の温度と圧力が維持される。クッカー内部の温度が100～110℃で維持されるのは、単に食品廃棄物の脱水処理だけではなく、飼料原料として再生するためにタンパク変成を防止すると同時に殺菌処理を行うためであり¹⁵⁾、減圧が行われるのは油の沸点を100～110℃で維持するためである。また蒸気として発生した水分はクッカー上部に接続されたパイプを通じてコンデンサーへ移送され、そこで臭気と水分に分離された後、脱臭焼却炉(処理能力30 m³/分)と薬液洗浄塔、あるいは密閉型廃水処理設備(処理能力50トン/日)へと移送され処理される。

クッカー内部で脱水処理された後、特殊油分分離装置および搾油装置へとパイプで移送され、そこで再生品と油分とが分離される。この段階での水分含有率は80%から5～7%にまで減少する。

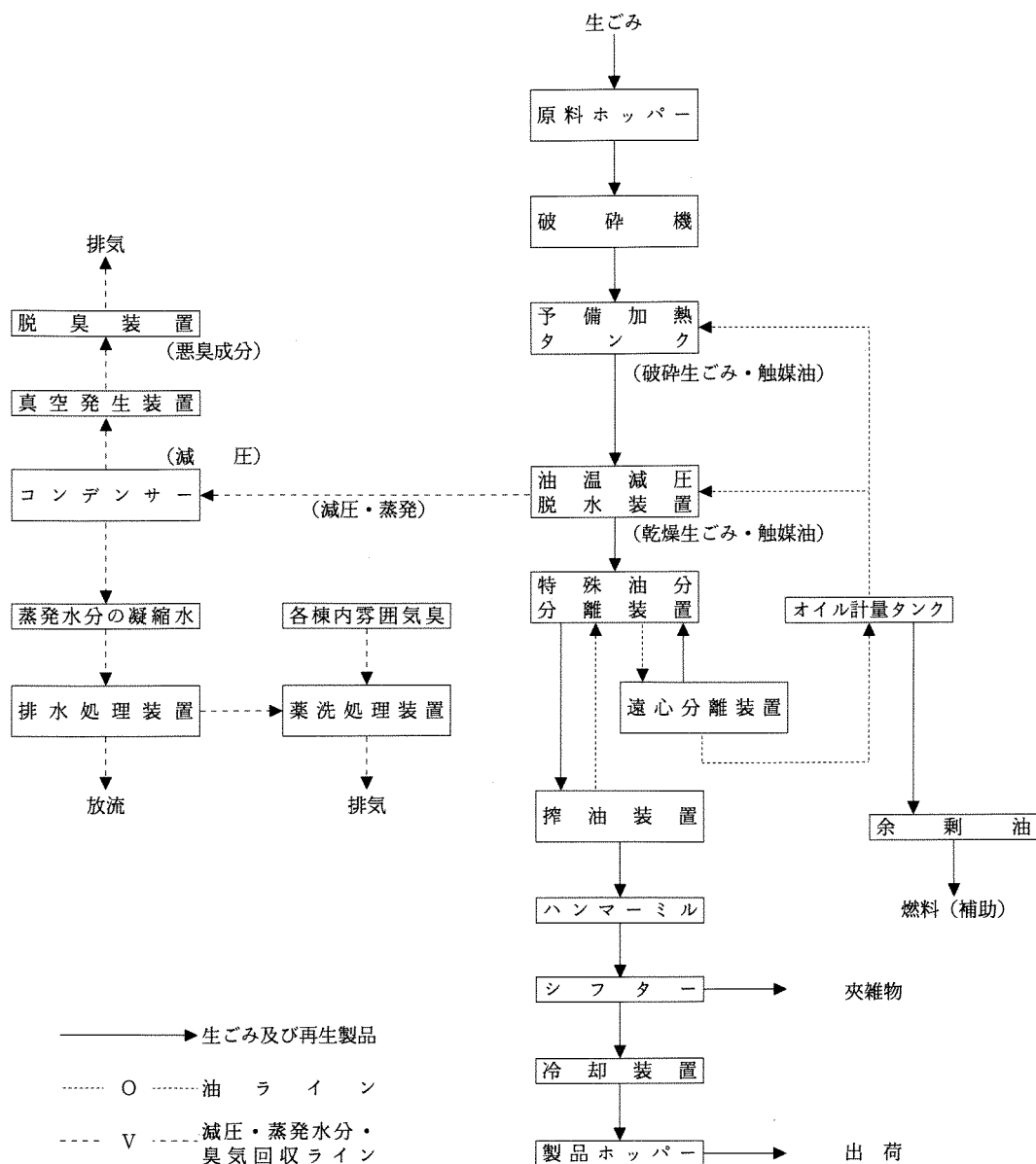
ハンマーミルにパイプで移送された半製品は粉末状に加工され、更にシフターで粒子の一定化と夾雑物の除去が行われた後、冷却機で酸化防止処理され、飼料原料として製品化される。

さて、この油温減圧脱水方式の技術的特徴は以下のとおりである。

一つは処理過程におけるタンパク変成の防止が図られると同時に殺菌処理が行われ、かつ水分含有率が5～7%程度まで減少されていることである。これにより製品としての流通性と保存性が確保されている。また、収集対象事業所の選定やそこでの分別廃棄の徹底が図られていること以外に、206にのぼる事業所から排出された食品廃棄物が混合されることや、処理過程における攪拌等により成分の安定化が図られてはいるが、バッチ処理毎に成分含有率に差異が発生するため(第5表)、更に複数のバッチから産出された製品を混合することで成分の安定化が図られている。これにより飼料原料としての販売が可能となっているのである。

15) おおむね130℃を越えるとタンパク変成の問題が発生する。

第5図 システムフロー



出所) 藤沢武「札幌市における事業系生ごみのリサイクルシステム」『廃棄物学会誌』第11巻第5号；三造有機株式会社『札幌生ごみリサイクルセンター事業案内』より、一部簡略化して転載。

第5表 バッチ別一般飼料成分含有率の変動 (単位: %, kcal/g)

区分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	灰分	熱量
バッチ1	6.1	18.9	11.1	52.2	6.3	5.4	4.80
バッチ2	6.4	21.1	10.3	49.9	5.5	6.8	4.59
バッチ3	7.6	22.3	11.3	47.3	4.2	7.3	4.61

出所) 北海道立滝川畜産試験場研究部畜産資源開発科「フードミールの養豚飼料としての評価」
『北海道農業試験会議(成績会議)資料』2000年より転載。

第6表 三造有機リサイクル株式会社事業損益

収 入	受託処理	受託処理費 (トン/円)	処理量 (トン/年)					粗利 (百万円)
		8,000	15,000					120.0
	飼料原料販売	販売単価 (トン/円)	輸送方法及び販売量					粗利 (百万円)
			う ち 運 賃	1 回あたり 輸 送 量 (ト ン)	輸送方法	輸送 頻度 (月)	年 間 販売量 (トン)	
	プロレックス (福岡)	21,000	11,000	20	コンテナ	8	1,920	19.2
	A 社 (苫小牧)	15,000	1,500	10	トラック	9	1,080	14.6
合 計								153.8
支 出	項 目							小計 (百万円)
	人件光熱費							90.0
	減価償却費							66.7
	設備維持費・租税等							38.3
	合 計							195.0
事業損益								-41.2

註1) 輸送頻度は平均である。

註2) 減価償却費は15年・定額法にて算出。

出所) 三造有機リサイクル株式会社ヒアリング調査(2001年6月)に基づく推算値である。

二つは食品廃棄物からの脱水過程が密閉された状態で行われ、しかもそこで発生した污水や臭気も密閉された状態で処理されていることである。これにより污水や臭気に起因する公害問題が大幅に解決されるだけでなく、プラントの立地条件も緩和されている。

三つは夾雑物混入問題が技術的に解決されていることである。搾油段階までは割箸・楊枝・ビニール容器類等の夾雑物は食品廃棄物と混合されたまま処理されるが、シフターで製品と夾雑物に分離される。これにより排出事業所段階での夾雑物混入が重量比5%まで容認されるこ

ととなり、事業系食品廃棄物の飼料化が可能となったのである。

四つは飼料化工程で使用された油が再利用されていることである。特殊油分分離装置で分離された油は再生処理後に再び予備加熱タンクおよびクッカーへと投入されるが、それ以外に脱臭焼却炉の燃料としても利用されているのである¹⁶⁾。これにより油および燃料の購入コストや、

16) 一日当たりの油の増加量は1,500 Lにも達する。これは食品廃棄物に含まれる油分が特殊油分分離装置で抽出されるためである。

廃油処理コストが削減されている。

(3) 事業損益

三造有機リサイクル(株)の事業収入は大きくわけて以下の二つである(第6表)。

一つは(財)札幌市環境事業公社から支払われる委託処理費(原料トン当たり8,000円)である。年間処理量がおおむね15,000トンであることから、年間で120百万円と推算される。

二つは製品販売である。現在2社に対して販売されている。1社は(株)プロレックスであり、福岡まで20トンのコンテナ便で月8回程度輸送され、年間で1,920トン販売されている。販売単価(トン当たり)は21,000円であるが、うち支払運賃が11,000円であることから、実質単価は10,000円となる。もう1社は苫小牧にある三井物産グループの配合飼料メーカーである。10トントラックで月に9回程度輸送され、年間で1,080トン販売されている。販売単価はトン当たり15,000円と(株)プロレックスに対する販売単価より6,000円低いが、支払運賃が1,500円で済むことから、実質単価は13,500円とむしろ高くなる。

ところで実質単価が10,000~13,500円で設定されているのは、含有タンパク質率に規定されているためである。すなわち、本製品の粗タンパク質含有率はおおむね20~24%程度であることから、相場から判断すると20,000~24,000円の単価設定が可能となるが¹⁷⁾、食品廃棄物からの再生品であることと、粗タンパク質を含めた各種成分が若干変動することから低位に設定されているのである。このことが飼料メーカーにとっての経済的インセンティブとなっているといえよう。

以上は月間販売量から推算したものであるため、実際の販売量および事業収入の額には誤差

があると思われるが、製品販売による収入は年間で33.8百万円と、また事業収入の合計は153.8百万円となる。

一方で事業支出は、人件光熱費90.0百万円(トン当たり6,000円×15,000トン)、減価償却費が66.7百万円、設備維持費および租税等(雑費を含む)が38.3百万円となり¹⁸⁾、事業支出合計で195.0百万円と推算されることから、事業損益は現在のところおよそ40百万円の赤字となっているのである。

事業損益が赤字であるにも係らず三造有機リサイクル(株)が食品廃棄物飼料化事業を実施した要因は以下に集約される。

一つは運用・管理技術の蓄積である。この食品廃棄物飼料化技術は油脂含有の有機物から油脂分抽出を行う技術を応用したものであるが¹⁹⁾、実用化は初の試みであったことから、運用・管理技術の蓄積が必要だったのである。

二つは札幌市のプラントが、プラント販売に向けた実証展示として位置づけられていることである。言い換えれば、三造有機リサイクル(株)では設立当初より食品廃棄物飼料化ではなく、プラント販売が主たる業務として位置づけられていたのである。

4. 展開条件と残された課題

本稿で取り上げた札幌市の事例は、畜産経営の大規模化とそれにとまなう配合飼料への依存強化、畜産公害等に起因する畜産経営の立地移動、都市化による食品廃棄物の偏在、食品廃棄物の腐敗性や輸送コストの問題等によって崩壊した食品廃棄物と畜産との間での物質循環の輪を、諸制度の整備と新たな技術の導入によって再構築した点で評価されよう。そして本事例から、①食品廃棄物の量的および質的安定化を図

17) 粗タンパク質含有率1%当たり1,000円が原料価格の相場とされている。三造有機リサイクル(株)ヒアリング調査(2001年6月)に基づく。

18) 租税等は優遇措置適用後の金額である。

19) 洞口恒明「有機性廃棄物のリサイクル技術」三造有機リサイクル(株)資料。

るための情報収集と排出事業所の選定, ②夾雑物混入を抑制するための指導の徹底, ③協力事業所確保のための排出事業所に対する経済的インセンティブの付与(=料金体系の整備), ④初期投資コストおよび運用コスト削減のための金融・税制面等での優遇措置の適用, ⑤滞貨抑制のための販路確保, ⑥専用収集車や技術の導入による公害原因物質の拡散防止対策の徹底等が, 食品廃棄物の飼料化を実施するうえで必要な条件と推定されよう。

しかしながら, 食品廃棄物飼料化の促進を図るうえで, いくつかの課題が残されている。

一つは, 焼却処理と比較して飼料化が行政にとって割高な事業となっていることである。当然ながら埋立処分用地等の確保に係るコストや, 環境問題などの社会的コストを含めたうえで比較をしなければならない問題ではあるが, 飼料化コストそのもの(分別回収, 施設整備, 各種助成等)だけで比較すると, 札幌市の場合で年間数億円程度の負担増となっている²⁰⁾。また飼料化事業そのものの採算性が確保されていないことも問題であるといえよう。三造有機リサイクル(株)の事業損益からも明らかのように, 各種助成等を受けながらも人件光熱費と減価償却費だけで事業支出が事業収入を上まわってしまうのである。

二つは, 食品廃棄物飼料化の可能となる地域が, 飼料工場の立地に制約されることである。第三者機関による成分検査と配合技術の指導体制が確立されていないために, 自己で成分検査と配合工程を行うことができる飼料メーカーに販路が限定されていることと²¹⁾, 製品輸送コストの増大による採算性の悪化がその主たる要因

第7表 承認工場数の推移

	1985	1990	1995	1999	99-85
配合飼料	193	177	167	147	▲46
自家配飼料原料	76	67	43	57	▲19
合計	269	244	210	204	▲65

出所) 農林水産省生産局畜産部飼料課監修『流通飼料便覧-2000-』農林統計協会, 2001年より作成。

である。また近年における飼料メーカーの採算性悪化により, 工場の統廃合が急速に進められていることから(第7表), 地理的条件は今後ますます厳しくなるといえよう。

三つは, 最終需要者である畜産経営に対する経済的インセンティブがほとんどないことである。これは, 本製品における成分変動の最終製品(=配合飼料)への影響を最小限にすることを目的に, 飼料メーカーでの配合割合が全体の数%程度とされているためである。

以上の諸問題にもかかわらず, 現段階において札幌市の事例が一定の成果をあげているのは, ①し尿処理場跡地があったため, 用地確保やそのコストの問題が解決されていたこと, ②食品廃棄物飼料化の総清掃事業費(2001年度予算で約347億円²²⁾)へのインパクトが僅少であったこと, ③飼料化事業がリサイクル社会を前提とした都市計画の一環として位置づけられ, コストが予算化されていること, ④三造有機リサイクル(株)における飼料化事業の位置づけが, 運用・管理技術の蓄積とプラント販売に向けた実証展示となっていること, ⑤(株)プロレックスが, 実証研究を兼ねて製品を引受けたこと, 等の特殊な条件があったためである。言い換えれば, 本事例のような特殊な条件が期待できない場合に, いかにして上記の諸問題を克服していくかが, 食品廃棄物飼料化を図るうえでの残された課題であるといえよう²³⁾。またその原因の一つが, 販路を飼料メーカーに依拠している

20) 分別回収等によるコスト増加分や各種助成等のコストについては他の再資源化事業と合わせて計上されているため, 飼料化事業単独での把握はできない。よって, 数億円の増加というのは行政担当者の推定額である。

21) 三造有機リサイクル(株)では月2回程度, また受け入れ飼料メーカーでは入庫毎に成分検査が行われている。

22) 札幌市環境局資料に基づく。

23) 本稿で指摘した課題以外に, 自治体が新たに食品廃

点にあると本事例から推定されることから、飼料メーカー以外の販路の可能性について検討すべきではないだろうか。

そこで最後に、一つの方向として、自家配合飼料を軸とした食品廃棄物飼料化という枠組みについて検討したい。

自家配合飼料のメーカー製配合飼料に対する主な有利性は、①地域に存在する農業副産物や食品廃棄物を飼料として利用することにより飼料コストそのものの削減が図れること、②家畜の発育状況に合致した栄養価の飼料を給仕することで、繁殖成績の向上、事故率の低下、枝肉販売価格の向上等がもたらされ、相対的に飼料コストが低下すること、の2点にある²⁴⁾。また、自家配合設備（または工場）の特徴として、メーカーの工場と比較して小規模なため立地面での制約が少ないことを指摘できる²⁵⁾。

こうした意義と特徴をもつ自家配合飼料を食品廃棄物飼料化の軸とした場合、自家配合設備（または工場）の立地面における制約の少なさや、飼料メーカーにおける経営環境の変化の影響を受けないこと等の要因により、食品廃棄物飼料化に際しての地理的制約が大幅に緩和されるだけでなく、輸送コスト削減による事業収益

の改善も期待できよう。また食品廃棄物飼料化の促進を図るためには、最終需要者である畜産経営に対して、再資源化された飼料の利用を促進する経済的インセンティブも付与されなければならないが、自家配合飼料をその軸とした場合、メーカー製配合飼料と比較してより高い経済的インセンティブが付与されるものと想定される²⁶⁾。ただし、これはあくまで可能性があるということであり、①自家配合飼料の展開条件と制約要因およびそれに係る諸制度の歴史的展開、②成分評価や配合技術の指導体制に関する実態、③自家配合に要する労働力確保と労賃からみた経済性、④再資源化された飼料を自家配合飼料原料として販売した場合の管理とそれにもなう販売コスト（発注ロットが少ないという特性への対応）等、自家配合飼料そのものの制約条件や可能性を検討したうえで、結論を出さなければならない問題といえよう。

※本稿の第2節および第3節は、札幌市環境局と三造有機リサイクル（株）へのヒアリング調査（2001年6月）に基づく。ヒアリング調査に御協力頂いた方々に深く感謝する。

棄物の飼料化事業を始める、若しくは事業規模の拡大を図る場合、そこで生じるコストに対しての財政的裏付けや財政支出の根拠等についての検討も必要となるが、本稿の課題を越えるものであることから、この課題については稿を改めて別途検討したい。

24) 増井、前掲書、1976年。

25) 飼料メーカーの工場の場合、原料搬入コストの制約や、設備稼働率等の経営問題から、工場の立地選択や規模が大幅に制約される。詳しくは宮崎宏・早川治『「海工場」化する飼料産業』吉田忠・今村奈良臣・松浦利明編集『食料・農業の関連産業』農山漁村文化協会、1990年；生源寺真一「配合飼料産業の市場構造と市場行動」荏開津典生・樋口貞三編『アグリビジネスの産業組織』東京大学出版会、1995年を参照されたい。

26) あくまで試験的利用であるが、本製品を養豚肥育の前期・中期段階では20%まで、後期段階では10%までメーカー製配合飼料の代替飼料として利用しても肥育成績上問題のないことが明らかにされている（詳しくは北海道立滝川畜産試験場研究部畜産資源開発科「フードミールの養豚飼料としての評価」『北海道農業試験会議（成績会議）飼料』2000年を参照されたい）。メーカーにおいて本製品が数%程度しか配合されていないことを考慮すれば、その経済的インセンティブの高さは容易に想定されよう。