

(10)

植物性産業廃棄物の飼料化に関する研究

Feed from vegetable industrial waste for domestic animals

増田純雄*, 山内正仁**, 土手 裕*, 丸山俊朗*, 淵上 勲*

Sumio MASUDA*, Masahito YAMAUCHI**, Yutaka DOTE*

Toshiro MARUYAMA*, Isao FUCHIGAMI*

ABSTRACT; Animal and vegetable industrial waste from food manufacturing are being estimated about 2.48 million ton annually, and after the volume reduction (dehydration, drying), the waste is reduced to 1.2 million ton annually. The recycling rate after volume reduction was about 80%. As for this, animal and vegetable industrial waste from food manufacturing generally show a high recycling rate. However, about 0.44 million ton of *shochu* waste stillage which is the vegetable industrial waste from the local food manufacturing is discharged annually (1997) in Kyushu, and the recycling rate is only 45%. From waste recycling point of view, the purpose of this paper is to show the procedure in making nutritionally well-balanced feed for domestic animals, using mixture of *shochu* waste stillage, rice straw and flour.

The authors conducted an experiment in making feed for domestic animals by squeezing the mixed sample (*shochu* waste stillage and rice straw mixture that was milled with a drug mill), producing a filtration residue which was left over in a filter with squeezing equipment, and adding flour to it.

The following results were obtained; 1) By adding rice straw to the *shochu* waste stillage and milling the mixture it is found that the range of particle size distribution became broad. It was also found that fibers from the rice straw act as a fiber membrane and that a lot of solids were contained in the filtration residue. 2) To produce the feed for domestic animals in this case, 86% of the water content is necessary for filtration residue. 3) The mixing rate of rice straw is 3%, and the milling time suitable for making the mixture sample (*shochu* waste stillage plus rice straw) is 3minutes. 4) Adding 3% of flour to the filtration residue made it easy to produce the feed.

KEYWORDS; *shochu* waste stillage, feed for domestic animals, vegetable industrial waste, rice straw, squeezing filtration, blender (drug mill)

1. はじめに

食品製造業の動・植物性残渣排出量は推計で年間 248 万トンと言われており、製造業内部での減量(脱水、乾燥)化後の排出量は 120 万トンで、内部減量後のリサイクル率は約 80% となっている¹⁾。このように、食品製造業の動・植物性残渣は全体的に高いリサイクル率を示している。しかしながら、地域的な食品製造業の植物性残渣(産業廃棄物)である焼酎蒸留粕は、九州内で年間 44 万 4 千トン(1997 年酒造年度)が排出され、そのうちの 17 万 5 千トンを海洋投棄し、残りの 26 万 9 千トンを陸上処理している²⁾。陸上処理分の内、6 万 7 千トンが生物処理や焼却処理で処分され、20 万 2 千トンが農地還元(生のまま農地に散布あるいは

* 宮崎大学工学部 土木環境工学科(Dept. of Civil & Environmental Engineering, Miyazaki University)

** 鹿児島工業高等専門学校 土木工学科(Kagoshima National College of Tech.)

は肥料化)、飼料(生のまま液体飼料あるいは発酵飼料)として利用されており、焼酎蒸留粕のリサイクル率は45%である。動・植物性残渣全排出量の17.9%を焼酎蒸留粕が占めていることになり、地域的な排出量としては膨大な量である。

焼酎蒸留粕は一般にBOD濃度が数万mg/Lの高濃度で、5~10%の固形分を含んでおり、かつ粘度が高く、フィルタープレス等のろ過機による固液分離が難しく、廃液処理が非常に困難である。焼酎蒸留粕は栄養バランスが良くそのまま液体飼料として家畜に投与されているが、供給が不安定で腐敗し易いなどの問題³⁾を有している。また、焼酎蒸留粕のコンポスト化が行われているが、焼酎を製造している南九州地域は農業県であると同時に畜産県である。そのため、家畜排泄物量が多く、その家畜排泄物の堆肥が産業廃棄物として問題化(堆肥の野積等)されており、焼酎蒸留粕のコンポスト化には問題があると考えられる。このような現状の下で、2001年から焼酎蒸留粕の海洋投棄が全面禁止となることにより、この陸上処理への転換が緊急を要する重要な問題である。

今後、海洋投棄処分が禁止されるに伴い焼却処理・処分が増加すると考えられるが、焼酎粕は天然に由来する有機物であるため、環境容量の範囲内で飼料・コンポスト化を行い可能な限り地域内で再資源化を行う必要がある。一方、植物性廃棄物である稲わらの発生量は年間1,090万トンであり、その利用内訳は、すき込み;61.5%、飼料;11.6%、堆肥;10%である。残り4.6%(50万トン/年)が焼却処分されており、稲わらのリサイクル率は95%である¹⁾。稲わらは貴重な資源であると同時に家畜の粗飼料として最適であり、可能な限り再資源化する必要がある。そこで、稲わらと焼酎蒸留粕を粉碎混合することにより、稲わらが水分吸収剤あるいは繊維ろ過膜の役割を果たし、圧搾ろ過後の廃液量の減少と圧搾ろ過残渣中に多くの固形物を取り込まれ、家畜の飼料が作製できると考えられる。

本論文では、食品製造業の植物性産業廃棄物である焼酎蒸留粕と農業由来の植物性廃棄物である稲わらおよび穀類を混合し、家畜の飼料(餌)として栄養バランスのとれた飼料を作製する事を目的として、焼酎蒸留粕と稲わらを粉碎混合後、圧搾ろ過装置でろ過し、ろ過残留物に小麦粉を添加した飼料化の実験を行い、ろ過時間と稲わら添加率の関係、最適な飼料を得るための穀類と稲わら添加率の関係、焼酎蒸留粕と圧搾ろ液の粒度分布について報告する。

2. 家畜排泄物量の現状

焼酎を製造している鹿児島、宮崎両県では農業が盛んであると同時に畜産業も盛んであり、豚、ブロイラーの出荷数は全国で、第1位、2位の順^{4,5)}である。また、成牛の出荷頭数は北海道に次いで鹿児島、宮崎の順位と成っている。表-1に家畜種毎の排泄量を示す。家畜の排泄物量は家畜の種類と生育、肉用、子牛などに分類され、糞と尿の原単位が見積もられている⁶⁾。また、鶏は成鶏、鶏雛、ブロイラーに分類され、その糞量平均は3.3kg/(羽・月)となっている。表-2に鹿児島、宮崎両県と全国の耕地面積当たりの排泄物量を示す。表-1のデータから、家畜の排泄量を糞、尿の単純平均値と頭数から求めた値を耕地面積で除すると、耕地面積当たりの家畜排泄物量が求まる。全国平均の耕地面積当たりの家畜排泄物量は19t/(ha・年)であるが、両県ではそれぞれ58、70t/(ha・年)で、同じ県でも農業・家畜飼養が盛んな地域では128t/(ha・年)となる。このことから、両県の耕地面積当たりの家畜排泄物量がいかに多いかが分かる。以上のような現状を考えると、家畜排泄物に加えて、植物性産業廃棄物の農地還元、堆肥化は環

表-1 家畜種毎の排泄量

種類	排泄物	排泄量		
		糞 (kg/頭・月)	尿 (kg/頭・月)	(kg/頭・月)
豚	肥育豚	63	114	177
	繁殖豚	99	210	309
	平均値	81	162	243
乳牛	搾乳牛	1,365	402	1,767
	未経産	891	183	1,074
	育成牛	537	201	738
	平均値	2,793	786	1,193
肉牛	2歳未満	534	195	729
	2歳以上	600	201	801
	乳用種	540	216	756
	平均値	558	612	762
鶏	雛	1.77	-	1.77
	成鶏	4.1	-	4.1
	ブロイラー	3.9	-	3.9
	平均値	3.3	-	3.3

境への負荷を大きくすると考えられる。日本の食料自給率、飼料自給率がそれぞれ41%、25.3%である今日、植物性産業廃棄物から家畜の飼料を作製する技術は資源の有効利用と廃棄物量削減の観点から重要なことである。

3. 実験装置と実験方法

圧搾ろ過実験装置は図-1に示すように、穴あきアクリル板（直径:10.5cm、穴径:5mm）、パンチングメタル金網（目開き 500 μ m）、アクリル円筒（直径 10.5cm、深さ 20cm）及び載荷可能なピストンから構成されている。本実験の原料である甘藷焼酎蒸留粕は株式会社雲海酒造（宮崎県綾町）から入手したものを冷蔵庫に保管（4℃）し、実験に用いた。飼料作製は、甘藷焼酎蒸留粕（100g）と長さ約 1cm に切断した稲わら（110℃ $\pm$ 3℃で 3 時間乾燥）をオスターブレンダー（粉砕機:16,800rpm）で粉砕混合後約 10 分間放置し、混合試料を圧搾ろ過装置の中に流し込み、載荷荷重 1kPa で約 30 分間加圧した。その後、ろ過残渣物とろ液に分離し、ろ過残渣物に穀類（麦粉添加：3.0、5.0、10.0g）を加え半練り状にした後、押出器により棒状に成形し、乾燥機（60℃、12 時間）で乾燥させた。また、甘藷焼酎蒸留粕及び圧搾ろ液に含まれる固形物を SS、固形物と溶解性有機物の和を TOC と定義し、甘藷焼酎蒸留粕とろ液中の SS、TOC 濃度、固形物の粒径分布測定と圧搾ろ液量及び作製飼料の性状分析を行った。なお、焼酎粕の含水率、強熱減量、SS は下水道試験法⁷⁾にしたがった。TOC は試料を超音波ホモジナイザー（日本精機製、US-150）で均一化した後、全有機炭素測定器（島津製 TOC-5000）で測定した。ろ過残渣物の粒度分布は、一定容量（2L）の水に全残渣物を溶解させた後、JIS 規格のふるい目（4.760、3.350、2.36、2.00、1.18、0.850、0.60、0.30mm）8 種類を用いて、固形物を水中でふるい分け、固形物 300 μ m 以下はレーザー回折式粒度分布測定装置（SALD-2000J 型）で行った。作製飼料の分析は、粗蛋白質；ケルダール法、粗脂肪；ジエチルエーテル法、粗繊維；ろ過法、粗灰分；直接灰化法、リン；バナドモリブデン酸吸光度法、カルシウム；シュウ酸アンモニア法である⁸⁾。

表-2 耕地面積当たりの家畜排泄物量

国・県 種類	全 国 (1999年度)	鹿児島県 (1998年度)	宮崎県 (1999年度)	北諸県郡 (都城)
乳用牛 (千頭)	1,816	21.5	24.2	11.8
肉用牛 (千頭)	2,842	320	245.4	71.9
豚 (千頭)	9,879	1,393	771	315.8
鶏 (千羽)	188,892	11,101	5,786	6,279
耕地面積 (千ha)	4,949	132.6	72.2	15
田面積 (千ha)	270.1	43.1	39.1	37.4
畑面積 (千ha)	224.8	89.5	33.1	457.6
家畜排泄物 (万t)	9,400	774	506	193
耕地面積当り 排泄量 (t/ha/年)	19	58	70	128

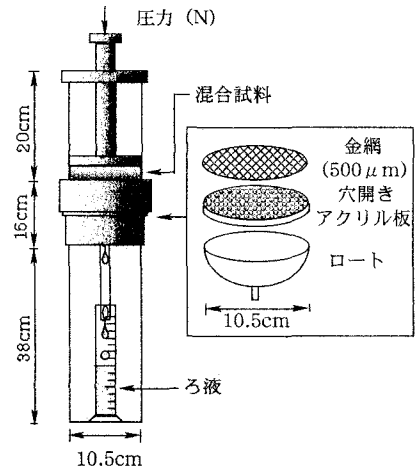


図-1 圧搾ろ過実験装置

4. 実験結果と考察

4.1 試料粉砕時間と稲わら添加率の関係

実験は、SS 濃度 32,430mg/L の焼酎蒸留粕 100g に稲わらを焼酎蒸留粕の重量比で 1~6% 添加後、粉砕混合（混合試料）して行った。混合試料の粉砕時間は 1, 3, 5, 7 分間で、載荷圧力 1kPa で 30 分間圧搾ろ過した。

図-2 に粉砕時間をパラメータとした場合の SS 濃度と稲わら添加率の関係を示す。稲わら添加率 1% では、混合試料の粉砕時間により圧搾ろ過後の SS 濃度は 7,500、4,660、4,300、5,500mg/L と変化し、粉砕時間 5

分間までSS濃度は減少している。しかし、粉碎時間7分になるとSS濃度は増加している。これは粉碎時間が長くなると、焼酎粕と稲わらが細粉化されるために、混合試料が金網（目開き 500 μ m）を通過するためと考えられる。稲わら添加率2、3％では、SS濃度はさらに減少し、各粉碎時間におけるSS濃度は3,000mg/L以下となった。特に、粉碎時間3分間でのSS濃度は1,057mg/L、1,247mg/Lとなり、焼酎蒸留粕中の固形分がろ過残渣物中にそれぞれ96.7％、96.2％取り込まれたことになる。稲わら添加率が3％以上になると、各粉碎時間ともにSS濃度が急増した。このことは稲わら添加の増加により、稲わらが十分粉碎できずに稲わらによる繊維ろ過膜が形成できなかったためと考えられる。このことより、混合試料の粉碎時間は3分間で、稲わら添加率2、3％が良いことが判明した。

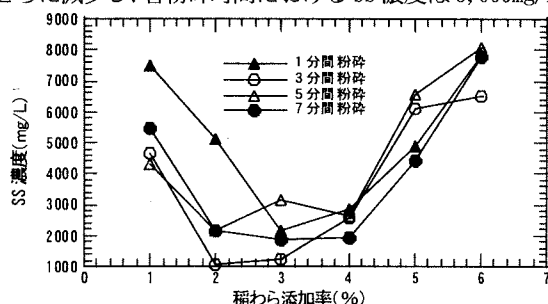


図-2 SS濃度と稲わら添加率の関係

図-3 に圧搾ろ液量と稲わら添加率の関係を示す。焼酎蒸留粕のみを1kPaで圧搾ろ過すると、ろ液量は58mlであったが、稲わら添加率の増加により、図のように減少した。稲わら1％添加でろ液量は35、46、34、47ml、6％添加では9.5、10.5、19.5、17mlとなり、稲わら添加率の増加と共に減少した。このことは、稲わらが水分吸収材として働くためである。焼酎蒸留粕の飼料化と圧搾ろ液の処理を考慮すると、圧搾ろ後のろ液量はできるだけ少ない方がよい。今回の実験では、稲わら添加率6％で、混合試料の粉碎時間は1分と3分間が良好であった。

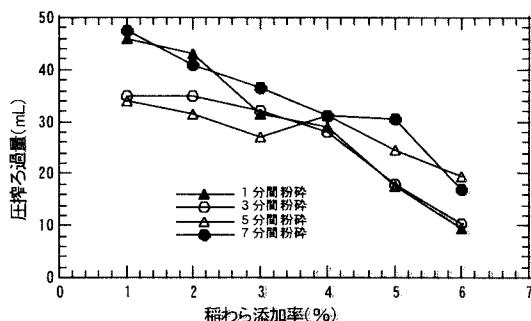


図-3 圧搾ろ液量と稲わら添加率の関係

図-4 に圧搾残渣物の含水率と稲わら添加率の関係を示す。焼酎蒸留粕の含水率は93.7％であるが、これを1kPaで圧搾ろ過すると、含水率は89.7％であった。この焼酎蒸留粕に稲わらを添加することで、ろ過残渣物の含水率は減少した。稲わら添加率6％で、含水率は86％程度となり、混合試料の粉碎時間1、3、5分間が良好であることが判明した。しかし、飼料作製を考えると、混合試料の含水率が低すぎると、残渣物に穀類を加えた際に半練り状にならず、押出器により棒状に成形しにくいので、86％程度の含水率が必要である。以上のことから、試料粉碎時間と稲わら添加率はそれぞれ3分間、3％が良いことが判明した。

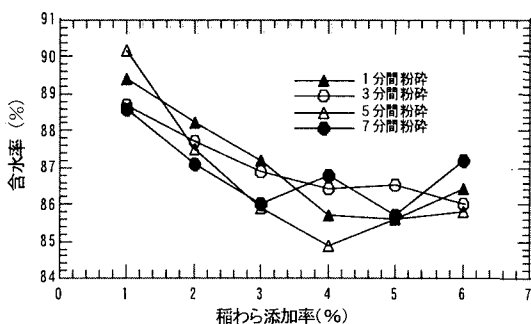


図-4 圧搾残渣物の含水率と稲わら添加率の関係

4.2 圧搾ろ液の性状特性

図-5 に粉碎時間をパラメータとした場合のTOC濃度と稲わら添加率の関係を示す。焼酎蒸留粕のTOC濃度は22,440mg/Lであり、これに稲わらを添加

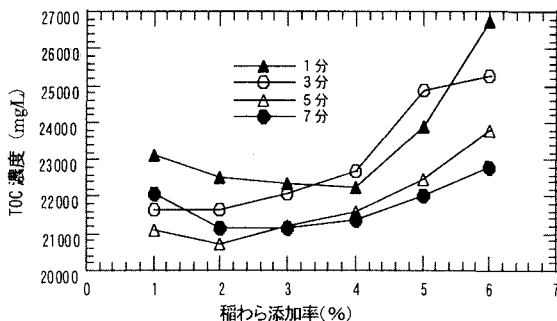


図-5 TOC濃度と稲わら添加率の関係

すると、4%添加までは若干減少する。しかし、添加率4%以上になると、TOC 濃度は増加する。これは稲わら添加率が多くなるに伴い、稲わらが十分粉碎されなくなり、稲わらの繊維質が繊維ろ過膜の役割を果たさず、焼酎蒸留粕がそのまま金網を通過するためと考えられる。したがって、圧搾ろ液の TOC 濃度を考慮すると、稲わら添加率1~3%で、混合試料の粉碎時間5分が良いことが分かる。

図-6 に圧搾ろ過時間と SS 濃度、ろ液量の関係を示す。実験条件は、粉碎時間3分間、稲わら添加率3%である。ろ液は、載荷荷重1kPa で加圧後、1分間、1~5、5~10、10~30 分間のろ液をそれぞれ集めた。ろ液量はろ過時間10分間で全ろ液量(32ml)の内82%(28ml)がろ過され、残り18%(6ml)のろ

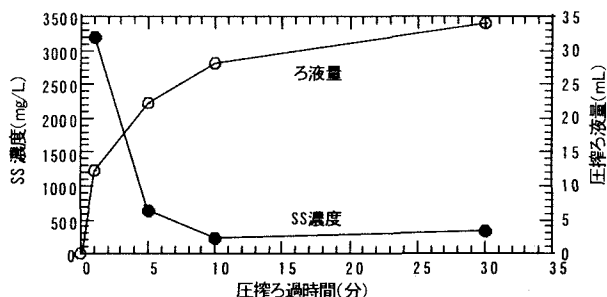


図-6 圧搾ろ過時間と SS 濃度、ろ液量の関係

過に20分かかり、ろ過速度は3ml/分である。ろ液中の SS 濃度は初期の1分間に3,200mg/L、1~5分間で640、5~10分間で244mg/Lとなり、極端に減少する。このことは、ろ過初期では稲わら添加による繊維ろ過膜が形成されず混合飼料が金網を通過するために SS 濃度が高くなる。一方、繊維ろ過膜が形成されると、SS 成分が繊維膜中に取り込まれるようになり、SS 濃度が急激に減少したものと考えられる。

表-3 に圧搾ろ液中の有機酸濃度を示す。圧搾ろ液に含まれる有機酸はクエン酸、リンゴ酸、コハク酸、乳酸、酢酸であり、有機酸の内クエン酸が約55%を占めている。ろ液中の TOC 濃度は22,440mg/Lであり、その内、約25%が有機酸である。したがって、図-6に示すように、ろ液中の SS 濃度が低いため、ろ液の処理は従来の生物処理(嫌気性、活性汚泥法)で行える。また、ろ液を減圧蒸留することにより有機成分だけが分留でき、その分留液は生物学的脱窒素(水道原水、下水)の有機炭素源として利用できる可能性がある。

表-3 圧搾ろ液中の各種有機酸

項目	濃度(mg/L)
クエン酸	3,000
酒石酸	(-)
リンゴ酸	1,000
コハク酸	500
乳酸	500
フタル酸	(-)
酢酸	500

(-) : 検出せず(定性試験)

4.3 焼酎蒸留粕と圧搾ろ過残渣物の粒径分布

焼酎蒸留粕と稲わらを粉碎混合した混合試料の固形物の粒径分布が圧搾ろ過にどのような影響をあたえるかを検討するために粒径分布の測定を行った。

図-7 に焼酎蒸留粕と粉碎した焼酎蒸留粕の粒径加積曲線を示す。焼酎蒸留粕の粒径分布は60~3,350 μ m の間に分布し、300 μ m 以上では甘藷の表皮と根毛である。固形物の有効径は80 μ m であり、その時の均等係数は1.5である。このことから、焼酎蒸留粕中の固形物の径はほぼ均一であることが判る。焼酎蒸留粕を粉碎すると、固形物の有効径は5 μ m、均等係数は14.0となった。このように、固形物の粒径分布は0.4~100 μ m の間に分布し、甘藷の表皮と根毛および粒径100~200 μ m の固形物が細かく粉碎されたことを示す。

図-8 に焼酎蒸留粕に稲わらを3%添加し、3分間粉碎した混合試料を圧搾ろ過した時のろ過残渣物とろ液中の固形物粒径加積曲線を示す。ろ過残渣物の場合には、固形物の成分(粉碎された稲

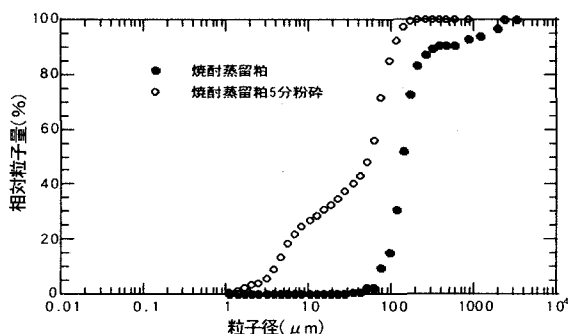


図-7 焼酎蒸留粕と焼酎蒸留粕粉碎後の粒度加積曲線

わらの長さや焼酎蒸留粕の固形物)が異なるが、ここでは、便宜上、粉碎された稲わらの長さを粒径と考えた。図から明らかなように、ろ過残渣物の粒径は、4,760 μm 以下の網目を通過する広い範囲に分布しており、稲わらが4,760 μm 以下を通過する大きさに粉碎されたことを示す。このろ過残渣物を水に溶解させ、JIS規格のふるい目で粒径を測定した。その結果、稲わらは、添加稲わらの重量パーセントで、3,350 μm 以上の粒径が3.5%、2,360 μm ;3.6%、2,000 μm ;11.1%、1,180 μm ;14%、850 μm ;14.4%、600 μm ;6.9%、300 μm ;12%であり、300 μm 以下の粒径が34.5%であった。このことにより、混合試料のろ過残渣物の粒径分布が広く成ることを示し、粉碎された稲わらの繊維が繊維膜として働くことが分かる。一方、ろ液中の固形物の粒径は300 μm のふるいを通過した部分を示す。粒径分布は0.2~200 μm の間に分布し、均等係数は13.3となり、焼酎蒸留粕を粉碎した場合と同じような値を示す。これは圧搾ろ過を行う際に、稲わらによる繊維ろ過膜の形成以前に粉碎された焼酎蒸留粕が金網を通過するためである。同様に、焼酎蒸留粕に稲わらを1%添加し、混合粉碎したろ過残渣物中の稲わら粒径は300 μm 以上;50.6%、300 μm 以下;49.4%となり、圧搾ろ液のSS濃度は4,810mg/Lとなった。このように、圧搾ろ液のSS濃度が高い原因は、1,180 μm 以上の稲わら粒径;14.9%、1,180 μm 以下~300 μm 以上;35.7%、300 μm 以下;49.5%と稲わらが細粉砕されたためである。また、稲わら添加率5%の場合、ろ過残渣物中の稲わら粒径は300 μm 以上;75%、300 μm 以下;25%となり、圧搾ろ液のSS濃度は2,710mg/Lとなった。この場合の稲わら粒径は、1,180 μm 以上の稲わら;42.4%、1,180 μm 以下~300 μm 以上;32.9%と稲わらが細粉砕されなかったためである。このように、圧搾ろ液のSS濃度は粉碎された稲わらの粒径に左右されることが判明した。

以上のように、焼酎蒸留粕を粉碎することで、焼酎蒸留粕の粒径分布の範囲は狭くなったが、稲わらを添加し、混合粉碎することで、ろ過残渣物中の粒径分布の範囲が大きくなった。その結果、粉碎された稲わらの繊維が繊維膜として働き、ろ過残渣物中に多くの固形物を取り込み、ろ過残渣物は家畜の飼料化に有効であることが判明した。

4. 4 作製飼料の成分

圧搾残渣物に小麦粉を3,5,10g 加え半練り状にした後、押出器により棒状に成形し、乾燥させた作製飼料と市販の家畜飼料成分を表-4に示す。A 飼料⁹⁾は穀類(77%)、フスマ(11%)、大豆豆粕(8%)、その他(炭酸カルシウム、糖蜜、食塩)4%とビタミンA、ビタミンD₃を含む配合飼料、B 飼料¹⁰⁾は焼酎粕の固液分離液を濃縮し、その液に繊維質、穀類を配合したものである。なお、小麦粉3g 添加の飼料成分は飼料1、2の成分より計算した値である。また、小麦粉は市販のN社製(100g 当たり蛋白質;8g、脂質;1.7g、糖質;73gを含有)を用いた。作製飼料1、2、3の成分を市販飼料成分と比較すると、粗蛋白質はいずれの場合にも市販飼料の値以上である。粗脂肪、

粗繊維については飼料3が市販飼料と同等以上と成っている。表のように、小麦粉添加量が少ない方が市販飼料の成分に近づいてくる。このことは、成分分析値が飼料100g 当たりで表されており、小麦

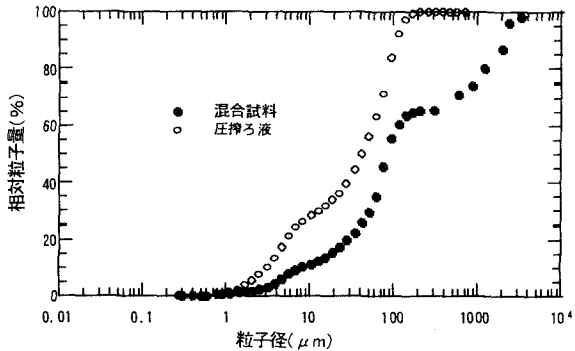


図-8 粉碎混合試料と圧搾ろ液の粒度加積曲線

表-4 家畜飼料と作製飼料の成分比較

種類	A 飼料	B 飼料	作製飼料1 (小麦10g添加)	作製飼料2 (小麦5g添加)	作製飼料3 (小麦3g添加)
分析項目					
粗蛋白質	11.5以上	11.0以上	12.7	13.2	13.4
粗脂肪	2.0以上	1.4以上	1	1.5	1.7
粗繊維	10.0以下	12.0以上	6.9	9.6	11.8
粗灰分	10.0以下	7.0以上	4.4	5.7	6.22
カルシウム	0.4以上	0.6以上	0.16	0.22	0.25
リン	0.3以上	0.4以上	0.19	0.2	0.2

(単位: %)

粉添加量が多くなると、作製飼料中の焼酎蒸留粕成分が少なくなるためである。したがって、小麦粉添加量は飼料の形成ができる程度の3gが適当であると考えられる。市販の飼料は家畜(牛)の生育に必要な成分量をバランスよく配合¹⁾されており、作製飼料の成分はこれと同等以上必要である。作製飼料3の粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維成分量は市販の飼料と同等以上であるが、粗灰分、カルシウム、リン成分量が不足している。しかし、これらの成分量は稲わら、炭酸カルシウム、リン酸カルシウムなどを加えることで調整可能であると考えられる。また、この他にビタミン、ホルモン等を添加することにより、栄養バランスの取れた家畜飼料製造が可能である。

表-5 稲わら、焼酎蒸留粕の成分表

表-5に日本標準飼料成分表¹²⁾による稲わら、焼酎粕、小麦の成分を示す。稲わら、焼酎粕は飼料成分を全て含んでいる。そのため、飼料作成時に粉碎した小麦を添加することで、不足成分である粗灰分、カルシウムをある程度補うことができる。小麦粉を3、5、10g添加した飼料の乾燥重量は9.5、11.7、16.2gであり、焼酎蒸留粕1t当たり95、117、162kgの飼料が製造できることが分かった。圧搾ろ過後の残渣物を乾燥させると、先に報告¹³⁻¹⁵⁾した蘇生紙と同様に紙が作製できたが、この紙は蘇生紙に比べて密度が粗いものであった。この紙の物理的、化学的性質については未だ不明である。今後、明らかにし、農業用資材(ポットあるいは苗床)としての応用を検討する予定である。

分析項目	稲わら(%)	焼酎粕(%)	小麦(%)
水分	12.2	94.5	11.5
粗蛋白質	4.7	1.3	12.1
粗脂肪	1.8	0.5	1.8
粗繊維	28.4	0.6	2.4
粗灰分	15.3	0.4	1.7
カルシウム	0.3	0.14	0.05
リン	0.13	0.53	-

(日本標準飼料成分表 1987年度版より)

以上のように、植物性産業廃棄物である焼酎蒸留粕と稲わらを混合し、小麦粉を3%添加することで、焼酎蒸留粕の固液分離が容易になり、固形物は簡単に家畜飼料にできることが明らかとなった。また、焼酎蒸留粕と稲わらの含有成分はほぼ一定した値であるため、安定した品質の飼料作製ができると考えられる。

5. おわりに

植物性産業廃棄物の再資源化方法の1つとして、焼酎蒸留粕と稲わらを混合粉碎し、圧搾ろ過後の残渣に数パーセントの穀類を加えて家畜の飼料を作製する実験を行い、以下のような結果が得られた。1) 植物性産業廃棄物の家畜飼料化は圧搾ろ過する際に、試料中の固形物が繊維ろ過膜に多く取り込まれ、圧搾ろ液量が少なく、ろ過残渣物の含水率が86%程度必要であることが判明した。2) 圧搾ろ過条件は稲わら添加率3%で、混合試料の粉碎時間は3分間で良いことが分かった。3) 焼酎蒸留粕に稲わらを添加し、混合粉碎することで固形物粒径分布の範囲が大きくなると共に、稲わらの繊維が繊維膜として働き、ろ過残渣中に多くの固形物を取り込むことが判明した。4) 植物性産業廃棄物である焼酎蒸留粕と稲わらを混合粉碎した後、圧搾ろ過を行い、ろ過残渣物に小麦粉を3%添加することで簡単に家畜の飼料化ができることが明らかとなった。5) 焼酎蒸留粕と稲わらの含有成分はほぼ一定した値であるため、安定した品質の飼料作成ができる利点を有している。甘藷焼酎蒸留粕は季節的(9月から1月)に排出されるため、その季節以外は飼料化ができなくなる。一方、麦焼酎蒸留粕は年間を通して排出されているので、今後、麦焼酎粕による飼料化の実験を続行し、年間を通して飼料化が行えるように検討したい。最後に、本研究を遂行するにあたり、実験装置の作製に御協力頂いた(株)日本治水並びに甘藷焼酎蒸留粕を提供して頂いた(株)雲海酒造に衷心より感謝いたします。

<参考文献>

- 1) 生物系廃棄物リサイクル研究会；生物系廃棄物のリサイクルの現状と課題、2、1999。
- 2) 鹿児島県酒造組合連合会；平成9年酒造年度本格焼酎原料別精製数量と蒸留粕の処理別・月別数量(1998)
- 3) 山内正仁、平田登喜男、松藤康司他；甘藷焼酎蒸留粕の有効利用に関する研究－蘇生紙作製とその物理的・力学的性質－、廃棄物学会誌、Vol.10, No. 4, pp. 204～213, 1999
- 4) 宮崎農林水産統計協会；「宮崎県畜産統計」、11、1999。

- 5) 宮崎県農政水産部；宮崎の畜産（1998）
- 6) 財団法人 畜産環境整備機構；畜産環境アドバイザー養成研修会資料, 1998
- 7) 下水道協会；下水試験法（1997）
- 8) 社団法人 日本科学飼料協会；飼料分析基準注解, 1998
- 9) 南日本くみあい飼料株式会社；くみあい肉牛配合飼料（みのり）、1998
- 10) 雲海酒造株式会社；ウェットタイプ TMR 飼料（雲海 TMR）、1999
- 11) 小野寺 良治；家畜栄養学、川島書店発行、1989
- 12) 農林水産省農林水産技術会議事務局；日本標準飼料成分表、中央畜産会発行、1987
- 13) 山内正仁、平田登基男、松藤康司、増田純雄他；甘藷および麦焼酎蒸留粕で作られた蘇生紙の物理・力学特と廃液性状の比較検討、廃棄物学会誌、Vol.10, No. 5, pp.284～292, 1999
- 14) 山内正仁、平田登基男、松藤康司、増田純雄他；蘇生紙の物理および力学特性とその有効利用、環境工学研究 論文集、Vol.36, pp.379～389, 1999
- 15) 山内正仁、平田登基男、松藤康司、増田純雄他；焼酎蒸留粕を用いた蘇生資材の開発に関する基礎的研究、土木・材料論文集、第15号、12、1999.