

畜産物のブランド化に向けた県産未利用資源の 活用による家畜飼養管理技術の開発

(6) 泡盛蒸留粕のペレット化試験

安里直和 太野垣陽一 森山高広

I 要 約

泡盛製造過程で副産物として排出される泡盛蒸留粕について、家畜飼料としての利便性を向上させることを目的に、ペレットマシンを用いたペレット化試験を実施した。

1. 原料の水分含量を 30 から 40% に調整することにより、ペレットに成形することができる。また、ペレット成形後は、乾燥機などにて水分含量を 10% 以下に抑えることにより長期保存が可能となる。
 2. 副資材としてフスマを利用すると、歩留まり率が高く、高密度なペレットを成形することができる。
- 以上のことから、泡盛蒸留粕については、副資材などを上手く活用することによりペレットに成形することができ、広域流通および利便性の向上などが図れる可能性が示唆された。

II 緒 言

泡盛蒸留粕については、2011 年度の調査において県内 17 酒造所より 373.6t/月排出されており、そのうちの約 30% が利用されることなく産業廃棄物として処理されている状況にある。前報において泡盛蒸留粕については、CP および TDN などの家畜の飼料として十分な栄養素を含有しており、また、乳酸菌製剤を用いることにより保存性を向上できることを確認した^{1,2)}。しかしながら、泡盛蒸留粕については、水分含量が高く液状であるため、現場での利便性の悪さ、また、広域流通に向かないなどの問題が存在する。

そこで本研究は、泡盛蒸留粕の利便性向上を目的に、ペレットマシンを用いた泡盛蒸留粕のペレット化について検討を行った。泡盛蒸留粕をペレット化するにあたって、副資材の混合割合や、ペレット成形後の保存性などについて調査し、最適なペレット化調整方法について検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. ペレット原料

原料は沖縄県北部酒造組合に属する泡盛酒造所より入手した泡盛蒸留粕を用いた。泡盛蒸留粕については、泡盛蒸留粕に対して、乳酸菌製剤（ラクトバチルス・ラムノーサス SBT2300 株）を 0.05%、発酵基質として糖蜜を 0.9% 添加し乳酸発酵処理を施し、ペレット化まで室温で保存した。また、ペレット調整時の水分調整資材として、フスマ（市販品）およびトランスバーラ（所内産）を用いた。トランスバーラについては、乾燥機にて 60℃ で 24 時間乾燥後、粉砕機にて粉砕処理（5mm メッシュ）を施したものを利用した。原料の成分について表 1 に示す。

表 1 供試材料の水分および CP 含量

試料名	n	水分	CP (%FM)	CP (%DM)
乳酸発酵泡盛蒸留粕	3	91.0±1.0	4.2±0.5	47.0±5.0
フスマ	3	13.3±0.1	15.7±0.1	18.1±0.1
トランスバーラ粉末	3	6.5±0.1	7.1±0.1	7.6±0.1

注) CP: 粗タンパク質

2. ペレット成形方法

ディスクおよびローター圧砕押し出し方式（株式会社タイワ精機社製，KNP-701）によるペレットマシンを用いた。ペレット調整時のローター回転数は100～200rpmとし，インバーター制御による可変速で調整した。また，ペレットを成形するディスク穴はφ5mmとした。

3. 調査項目

1) ペレット形状（試験1）

泡盛蒸留粕と副資材（フスマ，トランスバーラ粉末）の最適な混合割合を検討するために，泡盛蒸留粕に対して副資材（フスマ，トランスバーラ粉末）を2，3および4の割合で混合し，ペレット化試験を実施した（表2）。また，ペレット成形乾燥後に，長さ，重さ，密度などの形状を測定した。

表2 原料調整の概要

固液混合割合（重量比） 固体（フスマ・トランスバーラ粉末）： 液体（泡盛蒸留粕）	原料名		
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕
2（固体）：1（液体）	2	0	1
	1	1	1
	0	2	1
3（固体）：1（液体）	3	0	1
	1.5	1.5	1
	0	3	1
4（固体）：1（液体）	4	0	1
	2	2	1
	0	4	1

2) 保存性（試験2）

試験1で成形したペレットについて乾燥処理を施した後，かびなどの発生有無を6ヶ月間調査した。乾燥処理は乾燥機（ADVANTEC社製，DRM620DA）を用いて，無乾燥区，70℃・60分区，70℃・120分区，70℃・180分区の4処理区を設けた。また，保存性の試験は乾燥処理を施したペレットを室温に放置し，目視および鏡検により実施した。

3) ペレットの歩留まり（試験3）

試験2において1ヶ月間かびの発生が認められなかったペレットについて，歩留まり試験を実施した。試験はペレットを10粒程度，50ml容量のチューブに入れ，縦振り型振とう機による30分間（300rpm往復振とう）の負荷試験で行った。振とう後，篩い（4mmメッシュ）にかけ，篩いを通じた粉末をロスとし，振とう前後のペレットの重さから歩留まりを算出した。

4) 製造コスト

泡盛蒸留粕を600L/月，フスマと5年間ペレットに成形する条件で経費を算出した。ペレットマシンおよび乾燥機の購入に係る経費、それぞれの機器の稼働に伴う電気料金および乳酸発酵処理に係る経費を合計し、5年間で製造するペレットの総量で除して、ペレット1kg当たりのコストを算出した。

IV 結果および考察

1. ペレット形状（試験1）

固体（フスマ・トランスバーラ粉末）と液体（泡盛蒸留粕）の混合比が，2：1および3：1においては，特段の問題もなくペレットを成形することができた（表3）。しかしながら，固体（フスマ・トランスバーラ粉末）の割合を4，液体（泡盛蒸留粕）の割合を1で混合した場合においては，スムーズにペレットを成形することができなかった。特にトランスバーラを4，泡盛蒸留粕を1で混合した場合においては，ディスク穴から原料は押し出されるが，ペレットの形状を維持できず，手に持つだけで崩れる様な状況であった（写真1）。

ペレットが上手く成形できなかった、4:1の混合割合区においては、原料の水分が他の試験区に比べて低かった。原料についてはある程度の水分を含む必要があり、おおむね30%~40%に水分含量を調整する必要があった。

表3 混合割合の違いがペレット成形に及ぼす影響

固液混合割合 (重量比) 固体 (フスマ・トランスバーラ粉末) : 液体 (泡盛蒸留粕)	原料名			ペレット形状の維持	水分含量 (%)
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕		
2 (固体) : 1 (液体)	2	0	1	可	39.2
	1	1	1	可	36.9
	0	2	1	可	34.7
3 (固体) : 1 (液体)	3	0	1	可	32.7
	1.5	1.5	1	可	30.2
	0	3	1	可	27.6
4 (固体) : 1 (液体)	4	0	1	非 (ディスク穴から押し出せない)	26.1
	2	2	1	非 (ディスク穴から押し出せない)	28.8
	0	4	1	非 (ペレットを形成できない)	23.4

注) 可：ペレット成形可能 非：ペレット成形不良



トランスバーラ粉末4:泡盛蒸留粕1
(ペレット化できず崩れた状態)



フスマ3:泡盛蒸留粕1
(形状が良好なペレット)

写真1 ペレット形状 (左:不良 右:良好)

成形したペレットの形状について表4および図1に示す。ペレットの重さおよび長さについては、フスマ2:泡盛蒸留粕1およびフスマ3:泡盛蒸留粕1で混合した場合において、重くなり、同時に長くなる結果であった。また、ペレットの径については、トランスバーラ粉末を2および3の割合で混合成形したペレットについては、それぞれ5.6mmとディスク穴の5.0mmより太くなる傾向を示した。密度に関しては、フスマを混合した場合において密度が高くなる傾向にあった。フスマを混ぜ込む方がより密に造粒できる結果であった(図1)。また、密度と歩留まりの関係については、高密度に造粒するにしたがって、歩留まりが高くなる傾向にあった(図2)。

表4 ペレットの形状について (重さ, 長さ)

固液混合割合 (重量比) 固体 (フスマ・トランスバーラ粉末) : 液体 (泡盛蒸留粕)	原料名				形状	
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕	n	重さ (mg)	長さ (mm)
2 (固体) : 1 (液体)	2	0	1	20	92.6±24.1	8.3±1.5
	1	1	1	20	75.4±9.5	6.6±0.8
	0	2	1	20	77.4±12.8	6.6±0.7
3 (固体) : 1 (液体)	3	0	1	20	113.9±14.2	7.3±0.7
	1.5	1.5	1	20	90.8±9.7	6.6±0.5
	0	3	1	20	97.9±15.9	6.2±0.8

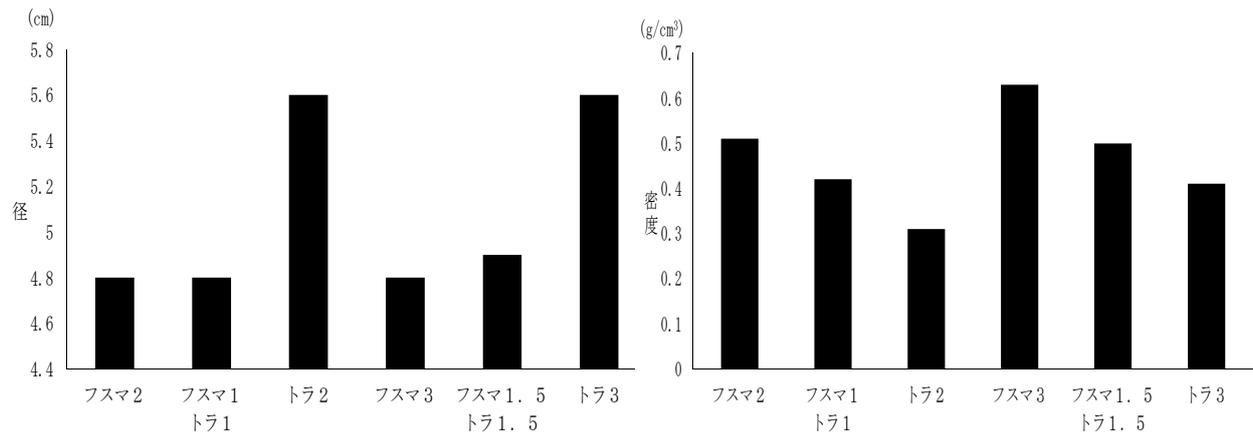


図1 ペレットの径および密度（左：径 右：密度）

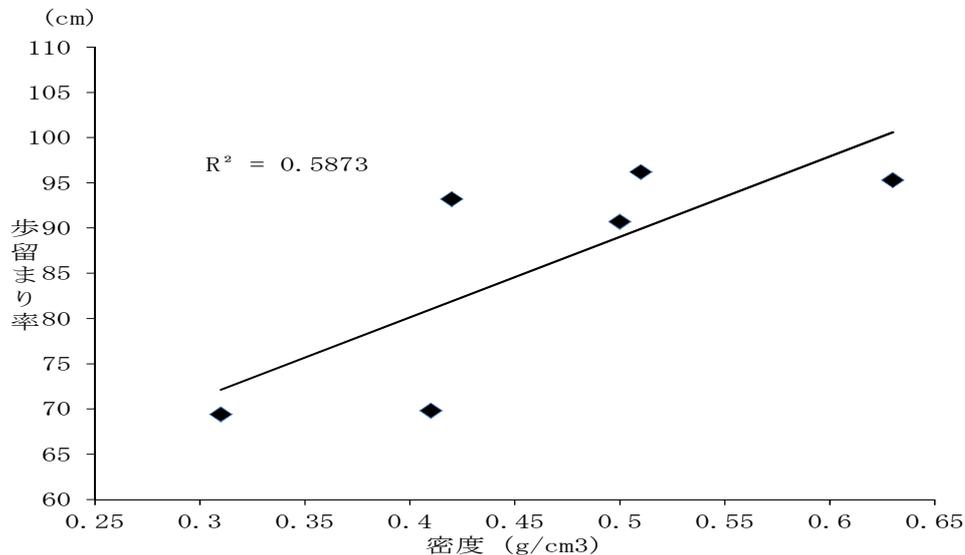


図2 ペレットの密度と歩留まりの相関

2. 保存性（試験2）

試験1にてペレットを形成することができた、2（固体）：1（液体）および3（固体）：1（液体）のペレットについて、保存性試験を実施した。表5に乾燥条件（温度・時間）の違いによるかびの発生状況について示す。無乾燥および70℃・60分処理区においては、ペレット調整後1ヶ月間の間にかびの発生が認められた。特に無乾燥区においては、3日後にはかびの発生が認められた。70℃・180分処理区においては、6ヶ月以上経過してもかびの発生は認められなかった（写真2）。ペレット成形後に、水分含量をおおむね10%以下調整することにより、かびの発生を抑えることができた。また、水分含量については、10%以下³⁾、或いは12%程度に水分含量を調整することにより保存性の良いペレットを調整できるとの報告⁴⁾もあり、ペレット化後の水分含量については適切に調整する必要がある。

表5 乾燥条件の違いがかびおよび水分含量に与える影響

固液混合割合（重量比） 固体（フスマ・トランスバーラ粉末）： 液体（泡盛蒸留粕）	原料名			乾燥条件（水分含量%）			
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕	無乾燥	70℃・60分	70℃・120分	70℃・180分
2（固体）：1（液体）	2	0	1	× (33.3)	× (18.4)	○ (12.0)	○ (6.2)
	1	1	1	× (32.8)	× (19.4)	○ (10.2)	○ (6.3)
	0	2	1	× (33.0)	× (29.9)	× (23.2)	○ (14.4)
3（固体）：1（液体）	3	0	1	× (24.7)	× (16.9)	○ (14.2)	○ (8.1)
	1.5	1.5	1	× (25.2)	× (14.7)	○ (7.7)	○ (6.3)
	0	3	1	× (26.7)	× (18.7)	○ (11.8)	○ (8.7)

注) ○：かび無し ×：かび発生



無乾燥処理



70℃・120分乾燥処理

注) ペレット成形・乾燥後、6ヶ月後の写真

写真2 かびの発生状況（左：かび発生 右：かび無し）

3. 歩留まり（試験3）

試験2の保存性試験において、おおむね保存性が良好であった70℃・180分乾燥処理を加えたペレットについて、振とう機を用いた歩留まり試験を実施した（表6）。いずれの混合割合においても、泡盛蒸留粕とトランスバーラ粉末だけの混合区において、歩留まりが約70%と低くなった。写真3に示す通り、振とう負荷によって破砕された粉末が多く発生した。いっぽう、フスマあるいはフスマとトランスバーラ粉末を混合した場合においては、歩留まりが90%以上となった。特に、フスマだけでペレットを成形した場合は、歩留まりが95%を超え、良好な結果となった。

表6 混合割合の違いが歩留まりに与える影響

固液混合割合（重量比） 固体（フスマ・トランスバーラ粉末）： 液体（泡盛蒸留粕）	原料名			歩留まり率（%）
	フスマ	トランスバーラ粉末	泡盛蒸留粕	
2（固体）：1（液体）	2	0	1	96.2
	1	1	1	93.2
	0	2	1	69.4
3（固体）：1（液体）	3	0	1	95.3
	1.5	1.5	1	90.7
	0	3	1	69.8



トランスバーラ粉末3 : 泡盛蒸留粕1
(左: 破碎したペレット)
写真3 歩留まり試験



フスマ3 : 泡盛蒸留粕1
(左: 破碎したペレット)

2. ペレット製造コスト

前報²⁾の報告と同様に泡盛蒸留粕を月に600L利用する条件の下、フスマ2と泡盛蒸留粕を1の割合で成形した場合、5年間のペレット製造量は76,464kg(水分10%)となり、ペレットマシン208万円を5年間のペレット製造量で除して、1kg当たりのペレット製造コストを算出すると27.2円/kgとなった。同様に、乾燥機については6.8円/kgであった。また、ペレットの水分調整に係る乾燥機の電気料金については、3時間あたり106円(電気料金25.34円/kwh×3時間)かかり、乾燥1回あたり15kgのペレットを処理できることから、ペレット1kgあたりの乾燥コストは、7.2円/kg(106円/15kg)となった。ペレット調整に係る機器および電気料金などのランニングコストを加味したトータルの製造コストは、56.2円/kgであった(表7)。

表7 ペレット製造コスト

	単価	金額(円)	ペレット製造量(kg)	ペレット1kg当たりの単価(円/kg)	備考
ペレットマシン	2,080,000円	2,080,000		27.2	耐用年数5年
乾燥機	520,000円	520,000		6.8	
電気料(ペレットマシン)	25.34円/kwh	54,734		0.7	製造量: 1,800kg/月 ペレット製造能力: 50kg/h 稼働時間: 1,800/50=36時間/月
電気料(乾燥機)	25.34円/kwh	547,344		7.2	電気料(5年間): 25.34×36×12×5=54,734円 乾燥量: 1,800kg/月 乾燥能力: 15kg/3時間 乾燥回数: 1,800/15=120
乳酸発酵処理	14.3円/kg	514,800		14.3	電気料(5年間): 25.34×120×3×12×5=547,344円 乳酸発酵処理費(5年間): 14.3×600×12×5=514,800円
合計		3,716,878	76,464		ペレット製造量: フスマ2: 泡盛蒸留粕1で試算 (水分含量10%)
経費(円/kg)				56.2	

食品残さなどについては、家畜飼料としての安全性を担保するために、「食品残さ等利用飼料の安全性確保のためのガイドラインの制定について」⁵⁾において、原料収集、製造、保管、給与等の各過程における管理の基本的指針が示されている。その中で、食品製造副産物等については、かびの発生および腐敗が認められるものは原料としないと明記されている。泡盛蒸留粕については、酒造所より排出される段階においては、かびなどの発生は認められず家畜飼料として安全に利用することが可能であるが、室温にて保存するとかびが発生し腐敗が進む。泡盛蒸留粕をペレット化するにあたって、原料の泡盛蒸留粕を酒造所より入手後、直ちにペレット化・乾燥調整を施すのであれば衛生上の問題は発生しない。ただし、日数が経過した物あるいは、日数をかけてペレットを製造する場合においては、その間に泡盛蒸留粕が腐敗する可能性がある。泡盛蒸留粕をペレットあるいは、液状で活用する場合においては、あらかじめ乳酸発酵処理をした泡盛蒸留粕を用いることにより、より安全に泡盛蒸留粕を利用することが必

要である。

以上の結果より、泡盛蒸留粕については、副資材であるフスマおよびトランスバーラ粉末にて水分含量を適切に調整することによってペレットに成形することができ、また、ペレット化後において、乾燥機などを用いて水分を調整することにより、保存性を向上できることを確認した。

VI 引用文献

- 1) 久高将雪・塩山朝・新田宗博（2011）畜産物のブランド化に向けた県産未利用資源の活用による家畜飼養管理技術の開発（1）泡盛副産物の排出・利用状況および栄養価の調査，沖縄畜研研報，**49**，41-53
- 2) 久高将雪・塩山朝・新田宗博（2011）畜産物のブランド化に向けた県産未利用資源の活用による家畜飼養管理技術の開発（2）乳酸菌製剤を用いた泡盛蒸留粕の保存性に関する検討，沖縄畜研研報，**49**，47-54
- 3) 渡辺洋一郎・太田均・田崎道弘（1991）地域未利用飼料資源の有効利用による低コスト肥育技術の確立，鹿児島畜試研報，**23**，13-26
- 4) 上原剛・森下敏朗・里岡嘉宏・小玉誠（2000）エクストルーダーによる焼酎粕ペレット飼料製造技術開発，宮崎県工技セ研報，**45**，137-143
- 5) 農林水産省消費安全局（平成 18 年 8 月 30 日 6074 号）食品残さ等利用飼料の安全性確保のためのガイドラインの制定について