

焼酎粕発酵飼料給与が黒毛和種繁殖牛の繁殖性に及ぼす影響

大島一郎^{1*}・廣瀬 潤^{2a}・富永 輝²・飯盛 葵²・柳田大輝²・石井大介²・松元里志²・
片平清美²・中村南美子³・高山耕二³・中西良孝³

¹鹿児島大学農学部家畜生体機構学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

²鹿児島大学農学部附属農場入来牧場 〒895-1402 薩摩川内市

³鹿児島大学農学部家畜管理学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

Effects of the Fermented Feed made from Shochu Distillery By-product Feeding on Health and Fertility of Japanese Black Cow

Ichiro Oshima^{1*}, Jun Hirose^{2a}, Akira Tominaga², Aoi Isakari², Daiki Yanagita², Daisuke Ishii², Satoshi Matsumoto²,
Kiyomi Katahira², Namiko Nakamura³, Koji Takayama³ and Yoshitaka Nakanishi³

¹Laboratory of Animal Functional Anatomy, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

²Iriki Livestock Farm, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Satsumasendai, Kagoshima, 895-1402

³Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, 890-0065

Summary

The objective of this study was to evaluate the effects of fermented feed made from Shochu distillery by-product (SDBP: sweet potato- and barley-SDBP) feeding on health and fertility of Japanese Black cows. Non-pregnant six cows (age: 4-6 years old, parity: 1-3) were divided into two groups, one was fed commercial concentrate at 23-30% of TDN requirement (control group) and the other was fed the fermented feed made from SDBP (fermented feed-SDBP) at same percentage of TDN requirement of control group (fermented feed-SDBP group). Roughage, water and mineral were ad libitum-fed in both groups. During the experimental period (383 days), the estrus cycle was investigated by observing behavior, vulva and mucus in early 228 days (non-mating term) and the number of Artificial Insemination required for pregnancy was also examined in later 155 days (mating term). There were no differences in the body weight and body scale between both groups. The estrus cycle of fermented feed-SDBP group (30 days) was significantly shorter than that of control group (44 days), but conception rate was not different between both groups. In conclusion, the fermented feed made from SDBP can be substituted for 30% of TDN requirement of breeding cows.

Key Words: fermented feed, fertility, Japanese black cow, shochu distillery by-product

キーワード: 繁殖性, 黒毛和種繁殖雌牛, 焼酎粕発酵飼料

緒言

本格焼酎と称される単式蒸留焼酎(焼酎乙類)は、近年、生産量および消費量を増加させているが、発酵から蒸留に至る過程において大量の焼酎粕の排出を伴う。九州地域は本格焼酎の主要な生産地域であるが、近年の焼酎生産量の増加とともに焼酎粕の発生量も増加している(木場, 2007)。焼酎粕はロンドン条約96年議定書の締結に伴い、海洋投棄が禁止されたため、その減量・再利用が求められている。これまで、焼酎粕利用に関する研究は耕種農業(小林・田中, 2008; 土屋ら, 2008)、水産

業(江幡ら, 2007)および製造業(廣橋, 2007)など、様々な方面で検討されてきているが、畜産業では主に飼料としての利用が模索されてきた。焼酎粕に由来する飼料を肉用鶏(林ら, 2009)、肥育豚(尾花ら, 2010)および肉用牛(中尾ら, 2003a)に給与した先行研究では、いずれも良好な発育を示すとともに、筋ならびに脂肪中の α -トコフェロール含量が増加し、焼酎粕が機能性を有した飼料原料であることが示されている。また、肉用家畜以外でも、中尾ら(2003b)は搾乳牛に対して焼酎粕由来飼料を給与し、乳量と乳質に悪影響を及ぼさないことを示している。これらの先行研究では、いずれも焼酎粕に様々な処理を施した飼料を用いているが、林(2012)は高水分資材である焼酎粕を飼料化する場合の最大の課題は処理コストであることを指摘している。一方、液状焼酎粕をほぼ原物のまま飼料化する試みもなさ

2019年8月30日受付

2019年1月6日受理

*Corresponding author. E-mail: oshima@agri.kagoshima-u.ac.jp

^a 現鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園

れており、川井田ら (2007) は水で希釈した焼酎粕を肉豚に給与することで発育が向上し、飼料費が節約できることを示している。また、液状焼酎粕を反芻家畜である繁殖雌牛用飼料として利用する試み (堤ら, 1992) もなされており、嗜好性は良いものの、消化性や生理状態などから維持要求可消化養分総量 (以下, TDN) の30%に相当する10~20kg が給与可能であることが示されている。また、放牧繁殖雌牛に焼酎粕を給与した試験 (紙屋, 1998) においては、冬季の甘藷焼酎粕の給与量が最大で1日当たり50~60L に達したと報告されている。近年では、液状焼酎粕に発酵処理を加えることで保存性を高めた製品が製造され、繁殖牛飼料として販売・流通されているものの、それらの適切な給与量および繁殖性に及ぼす影響は明らかとなっていない。

以上のような背景から、本研究では鹿児島県内で製造・排出された甘藷および麦焼酎粕発酵飼料 (既製品) の繁殖雌牛用飼料としての有効性を検証するため、舎飼い繁殖牛に制限給与した場合の飼料特性と繁殖性に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

供試牛には、鹿児島大学農学部附属農場入来牧場 (以下, 入来牧場) で舎飼いされている空胎の黒毛和種経産牛6頭 (4~6才, 1~3産) を用いた。供試飼料には、市販の甘藷および麦焼酎粕発酵飼料 (株式会社アミノ製, 以下, 焼酎粕発酵飼料)、市販の繁殖雌牛用配合飼料 (日清丸紅飼料株式会社製, 以下, 配合飼料) および入来牧場産イタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam.) サイレージを用いた。供試牛6頭を平均体重が等しくなるよう3頭ずつ2区分し、補助飼料として配合飼料を給与する対照区および焼酎粕発酵飼料を給与する焼酎粕発酵飼料区に割り当てた。供試牛は区毎に群飼 (5m × 10m) され、給与飼料以外の飼養管理は同様とした。

試験に先立ち、供試した焼酎粕の化学成分分析 (粗タンパク質, 粗脂肪および粗繊維) を鹿児島県経済農業協同組合連合会食品総合研究所に依頼した。得られた結果から、日本標準飼料成分表 (2009) 甘藷焼酎粕 (生) の各化学成分消化率を用いて、甘藷焼酎粕のTDN推定値を算出した。

対照区には、供試牛の維持要求TDNの約30%を充足する配合飼料 (1.32kg 原物/日・頭)、焼酎粕発酵飼料区には、同様に供試牛の維持要求TDNの約30% (甘藷焼酎粕TDN推定値から算出) を充足する焼酎粕発酵飼料 (27.5kg 原物/日・頭) を給与した。両区の試験牛房にはスタンションを設置し、配合飼料および焼酎粕発酵飼料を個体毎に制限給与した後、イタリアンライグラスサイレージを不断給与した。水および鈹塩は自由に摂取できるものとした。試験期間中、補助飼料に残渣が認められたため、試験開始後55日目以降、両区ともに維持要求TDNの約23%相当量 (対照区: 配合飼料0.98kg 原物

／日・頭、焼酎粕発酵飼料区: 焼酎粕発酵飼料21kg 原物／日・頭) まで補助飼料の給与量を減じ、その他の飼養管理は両区とも同様にして試験を継続した。

試験期間は2012年2月から2013年3月の383日間とし、両区に上記の飼養管理を継続しながら供試牛の繁殖性を調査した。なお、給与する焼酎粕発酵飼料には試験開始後1日目から118日目までは甘藷焼酎粕, 119日目から187日目までは麦焼酎粕, 188日目から383日目までは甘藷焼酎粕を原料とした製品を用いた。甘藷焼酎粕由来の製品および麦焼酎粕由来の製品では化学成分が異なるものの、焼酎粕発酵飼料の補助飼料としての利用性を総合的に検討するため、麦および甘藷焼酎粕は同様の焼酎粕として試験を行った。

試験期間を通して毎月、供試牛の体重および体尺測定を行った。本研究では、試験期間383日間のうち、試験開始から228日間を発情確認期間とし、その後の155日間を種付け期間とした。発情確認期間には種付けを行わず、毎日両区の供試牛の発情兆候 (行動, 外陰部の充血腫脹および発情粘液の流出など) を午前8時半~9時半の間に1回観察することで発情周期を調査した。種付け期間移行後、最初の発情が確認され次第、順次全供試牛に人工授精を行い、受胎が確認されるまでに要した1頭当たりの人工授精回数を計測した。なお、人工授精はすべて同一の術者によって行われた。

得られた体重, 体尺測定値および発情周期に関して、t検定により区間差を検討した。

結果および考察

配合飼料, 甘藷焼酎粕および麦焼酎粕の成分および配合飼料ならびに甘藷焼酎粕のTDN推定値をTable 1に示す。統計解析を行わなかったものの、麦焼酎粕の粗タンパク質, 粗脂肪, 粗繊維は甘藷焼酎粕のそれらよりもいづれも高い値を示し、相対的に高い栄養価を示した。この麦焼酎粕の栄養価の高さは服部ら (2010) や鈴木ら (2011) によっても報告されており、本研究でも同様の結果となった。

Table 1. Chemical composition and nutritive value of the concentrate and shochu distillery by-product (SDBP) fed Japanese black cows

Item	Concentrate	SDBP	
		Sweet potato	Barley
- % -			
Moisture	-	92.6	86.5
Crude protein	13.0	1.5	4.9
Crude fat	2.0	0.8	2.0
Crude fiber	10.0	0.3	0.9
TDN	68.5	3.7 *	

* TDN of sweet potato SDBP was calculated using digestibility of shochu distillers residue (sweet potato, wet) in Standard Tables of Feed Composition in Japan (2009).

試験期間中の両区の供試牛における体重推移を Fig. 1

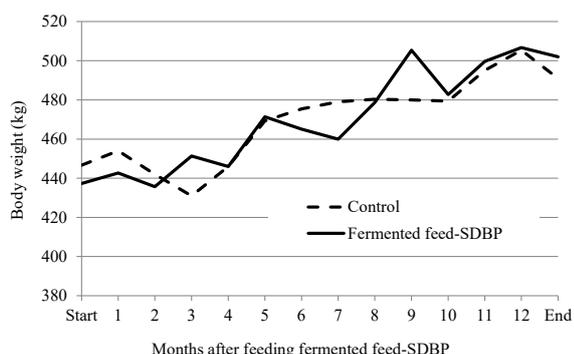


Fig. 1 Changes in body weight of Japanese Black cows fed the fermented feed made from Shochu distillery by-product (SDBP) or not over the experimental period.

に示す。両区とも体重の増減はあったものの、増体を示し、両区の間で有意な差は認められなかった。また、試験開始時および終了時の体尺測定値を Table 2 に示す。試験開始時においては、胸幅が焼酎粕発酵飼料区に比べて対照区で有意に高い値を示した (P<0.05) が、それ以外の体尺測定項目には両区の間で有意差は認められなかった。一方、試験終了時においては、すべての体尺測定項目に両区で有意差は認められなかった。本研究では、甘藷焼酎粕の TDN 推定値を基に焼酎粕発酵飼料の給与量を決定したため、甘藷焼酎粕発酵飼料より栄養価の高い麦焼酎粕発酵飼料を給与した期間では、対照区に比べて焼酎粕発酵飼料区でわずかに多くの養分を摂取していたものと推察された。つまり、試験期間383日間のうち、119日目から187日目までの68日間では焼酎粕発酵飼料区で摂取した飼料の栄養価が若干高くなったものの、それ以外の315日間では計算上両区とも同等の栄養価を補助飼料から摂取していた。そのため、両区の体重および体尺測定値は同等に推移したものと考えられた。加藤ら (2013) は、配合飼料の一部を乳酸発酵させた芋焼酎粕で置き換えて繁殖雌牛に39ヵ月間給与した場合でも、体重推移および繁殖成績に差は認められなかったこ

とを報告している。また、須崎ら (2018) は乳酸発酵させた焼酎粕を短期的 (42日間) および長期的 (78日間) にそれぞれ2.2および1.2kg/日給与した繁殖雌牛の栄養度指数を調べたところ、いずれも過肥が改善されたことを報告している。これらの報告では、いずれも焼酎粕の長期間給与による悪影響は認められておらず、ほぼ飼料設計どおりの結果が認められている。本研究でも先行研究の焼酎粕と同様の結果が得られたことから、本研究で用いた焼酎粕発酵飼料は飼料資源としての利用が見込めるものと考えられる。

供試牛の発情確認頭数、発情周期、種付け期間の受胎頭数、両区を受胎率および受胎までに要した人工授精回数を Table 3 に示す。両区の供試牛はすべて定期的な発情を示し、その発情周期は対照区の44日に比べて、焼酎粕発酵飼料区では30日と有意に短かった (P<0.05)。牛の発情間隔は平均21日周期であり、繁殖牛経営においては発情兆候を的確に発見し、種付けを行うことで空胎期間を短縮することが求められる。本研究では両区とも21日を上回る発情間隔を示し、対照区では約2倍、焼酎粕発酵飼料区では約1.5倍の発情間隔となったものの、焼酎粕発酵飼料区で発情間隔が有意に短くなった。このことは、焼酎粕発酵飼料に牛の発情回帰に有効な何らかの成分が含まれていた可能性が考えられるが、本研究では特定できなかった。なお、両区とも発情周期が通常の平均的な21日を上回ったことについては、発情兆候の弱さに起因する発情発見の見落としの可能性が主要要因と考えられた。種付け期間移行後、人工授精を行った結果、両区とも3頭中2頭が受胎し、受胎率はともに66.7%となった。受胎した2頭の受胎までに要した人工授精回数は、対照区で1回/頭、焼酎粕発酵飼料区で2回/頭という結果となった。本研究では両区を受胎頭数が2頭であったため統計解析は行っていないものの、両区とも2回以内の人工授精で同様の受胎率を示した。これまでの先行研究においても、原料が何であるかに関わらず、焼酎粕を給与された繁殖雌牛では、給与されなかった繁殖

Table 2. Effect of fermented feed made from shochu distillery by-product (SDBP) feeding on body scale in Japanese black cows¹⁾

	Start		End	
	Control group	Fermented feed-SDBP group	Control group	Fermented feed-SDBP group
Withers height	130.5 ± 4.0	130.1 ± 4.1	132.5 ± 5.7	132.8 ± 2.0
Hip height	129.4 ± 4.3	130.7 ± 6.0	132.5 ± 4.8	130.7 ± 5.9
Body length	153.5 ± 10.4	151.5 ± 0.8	154.1 ± 4.2	150.9 ± 3.8
Heart girth	178.3 ± 16.5	182.3 ± 8.0	186.7 ± 10.0	184.0 ± 7.2
Chest depth	70.7 ± 3.1	72.2 ± 5.5	71.8 ± 3.2	70.5 ± 2.8
Chest width	41.8 ± 1.0 ^a	39.0 ± 2.0 ^b	41.8 ± 3.4	42.0 ± 3.5
Abdominal girth	209.3 ± 15.0	202.3 ± 8.5	216.3 ± 14.5	206.3 ± 10.1
Hip length	53.3 ± 1.5	51.3 ± 1.2	53.2 ± 1.9	52.2 ± 1.8
Hip width	50.3 ± 4.0	51.5 ± 1.8	50.5 ± 4.4	52.0 ± 1.5
Hip joint width	46.7 ± 2.1	45.0 ± 5.3	47.0 ± 1.7	48.5 ± 2.2
Ischium width	28.7 ± 2.1	28.7 ± 2.1	31.3 ± 2.5	33.0 ± 2.6

¹⁾ Age: 4-6 years old, parity: 1-3

Means ± SD

^{a,b} Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

Table 3. Effect of the fermented feed made from shochu distillery by-product (SDBP) feeding on fertility in Japanese black cows

	Treatment					
	Control group			Fermented feed-SDBP group		
No. of cows detected in estrus	3			3		
Estrus cycle (day)	44.1	±	9.2 ^a	30.0	±	6.8 ^b
No. of pregnant cows after AI ¹⁾	2			2		
Conception rate (%)	66.7			66.7		
No. of AI ¹⁾ in pregnant cows	1.0			2.0		

¹⁾ AI: Artificial Insemination

Means ± SD

^{a,b} Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

雌牛と同等以上の繁殖性（人工授精での受胎率，分娩間隔日数，体内受精胚回収での正常胚率など）が報告されている（紙屋，1998；加藤ら，2013；須崎ら，2018；遠矢ら，2010；堤ら，1992）。また，本研究では315日間と長期間にわたり供試牛に焼酎粕発酵飼料の給与を継続したにもかかわらず，受胎率が低下しなかったことから，本研究に用いた焼酎粕発酵飼料が繁殖性に悪影響を及ぼさないものと推測された。

以上より，甘藷および麦焼酎粕を原料とする発酵飼料を繁殖牛の維持要求 TDN の23～30% 給与しても，体重，体尺測定値および繁殖成績に悪影響を及ぼさず，繁殖牛の飼料として十分利用可能であることが明らかとなった。一方で，焼酎粕を飼料として位置づけた場合，年間を通じた栄養成分の変動（服部ら，2010），タンパク質の過剰摂取（堤ら，1992）および給与場の泥濁化（紙屋，1998）などに留意が必要との指摘もあることから，飼料調製法，給与量および給与方法をさらに追究することで利用率の向上につながるものと考えられる。

要 約

鹿児島県内で排出された甘藷および麦焼酎粕発酵飼料（以下，焼酎粕発酵飼料）の肉用繁殖雌牛用飼料としての有効性を検証するため，舎飼いの黒毛和種経産牛に制限給与した場合の焼酎粕発酵飼料の飼料特性および繁殖性に及ぼす影響を検討した。空胎の供試牛6頭（4～6才，1～3産）を平均体重が等しくなるよう2区に分け（各区3頭），維持要求 TDN の23～30% を市販配合飼料で代替給与する対照区および甘藷または麦を原料とする焼酎粕発酵飼料で代替給与する焼酎粕発酵飼料区を設けた。両区の供試牛において，粗飼料としてイタリアンライグラスサイレージを飽食させた。試験期間中，体重および体尺値を毎月測定した。試験期間383日間のうち，試験開始後228日間で発情周期を調査し，その後の155日間で妊娠に要する種付け回数を調査した。試験期間中，両区の体重に有意差は認められず，体尺測定値もほぼ同等であった。供試牛の発情周期は対照区で44日，焼酎粕発酵飼料区で30日と後者で有意に短かった（P<0.05）。両区を受胎率は同等であった。以上より，甘藷および麦焼酎粕を原料とする発酵飼料を繁殖牛の維持

要求 TDN の30% まで給与しても，体重，体尺測定値および繁殖成績に悪影響を及ぼさず，飼料として十分利用可能であることが明らかとなった。

引用文献

- 江幡恵吾・宇野誠一・吉川 毅・丸儀雅孝・東 輝・谷 和博・塩満暁洋・税所誠一・池田利光・若松憲二郎・達山智成・川井田博. 2007. 焼酎粕を有効活用したコンクリート魚礁の開発. 鹿児島大学水産学部紀要特別号：66-71.
- 服部育男・佐藤健次・鈴木知之・神谷 充・加藤直樹. 2010. 原料および産出時期が焼酎粕濃縮液の飼料成分に及ぼす影響. 日暖畜報. 53: 175-181.
- 林 國興・前田真希・北原和弥・田子山徹・大塚 彰. 2009. 焼酎粕上清濃縮液給与によるプロイラーの生産性および肉質の改善. 日畜会報. 80: 35-39.
- 林 國興. 2012. 焼酎粕の飼料利用. 日暖畜報. 55: 101-107.
- 廣橋和己. 2007. 生まれ変わる焼酎粕：焼酎粕から入浴剤・石鹸. 鹿児島大学水産学部紀要特別号：43-46.
- 紙屋 茂. 1998. 焼酎蒸留粕の牧場での利用方法. 鹿大農場技術報告. 6: 20-21.
- 加藤 聡・宮谷さゆり・黒木邦彦・工藤 寛. 2013. 乳酸発酵芋焼酎粕の長期給与が黒毛和種繁殖雌牛に及ぼす影響. 宮崎畜試研報. 25: 8-12.
- 川井田 博・平山愛和・福永智明・丸野弘幸. 2007. 養豚飼料としての焼酎粕利用：パイプライン・フィーディングシステムによる肉豚の産肉および肉質への影響. 鹿児島大学水産学部紀要特別号：8-22.
- 木場信人. 2007. 鹿児島県における焼酎粕の現状と今後の課題～鹿児島県焼酎産業の持続的発展のために～. 鹿児島大学水産学部紀要特別号：1-5.
- 小林 透・田中章浩. 2008. サツマイモ焼酎蒸留粕堆肥の施用がハウレンソウの生育および品質に及ぼす影響. 日作九支報. 74: 59-61.
- 中尾信雄・小野寺良二・稲澤 昭・別納征欧・柏原 浩・長谷川信美・堀井洋一郎・藤代 剛・山内 清・六車三治男・置本宗康・河野謙宗・北爪 惣・上島良介・目 和典・堤 孝彦・高橋俊浩・森田哲夫・林 國興・

- 森下敏朗・林 綾子・田原秀隆・高橋勝南. 2003a. 焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の成長, 健康, 行動および肉質に及ぼす影響. 宮大農研報. 49: 1-21.
- 中尾信雄・小野寺良二・稲澤 昭・別納征欧・林 國興・長谷川信美・山内 清・六車三治男・堀井洋一郎・高橋俊浩・森田哲夫・森下敏朗・林 綾子・田原秀隆・高橋勝南. 2003b. 焼酎粕乾燥脱水ケーキの給与が搾乳牛の乳量, 乳質, 風味等に及ぼす影響 (フィールド試験). 宮大農研報. 49: 31-40.
- (独) 農業・食品産業技術総合研究機構編. 2009. 日本標準飼料成分表 (2009年版). pp.304. 中央畜産会. 東京.
- 尾花尚明・入江正和・高橋俊浩・森田哲夫・堀之内正次郎・岩切正芳・林 國興. 2010. 乾燥焼酎粕ケーキ給与期間の違いが肥育豚の發育, 枝肉, 肉質に及ぼす影響. 日畜会報. 81: 475-480.
- 須崎哲也・黒木幹也・山本英樹・藤田依里. 2018. 未利用資源 (焼酎粕) に含まれる機能性成分が牛の生産性に及ぼす影響について. 畜産の情報. 9: 43-50.
- 鈴木知之・神谷裕子・田中正仁・服部育男・野中最子・佐藤建次. 2011. 米, 麦およびカンショ焼酎粕濃縮液の化学成分および栄養価. 日暖畜報. 54: 79-86.
- 遠矢かおり・保 正明・下玉利勉・北野良夫. 2010. 未利用資源である黒糖焼酎粕の肉用牛飼料化に向けた検討. 畜産の研究. 64: 426-432.
- 土屋一成・住吉 正・古畑昌巳. 2008. サツマイモ焼酎蒸留粕濃縮液の施用が水稻「ヒノヒカリ」の生育・収量・品質に及ぼす影響. 日作九支報. 74: 1-5.
- 堤 知子・加治佐修・西川光博・窪園順一郎・前原俊浩・大田 均・窪田 力. 1992. 肉用牛に対する焼酎粕の利用 (第1報). 鹿児島畜試研報. 24: 34-49.