

## 牛飼料としてのタケの高栄養化技術開発試験

山形典彦、小池正充\*

### 要約

モウソウチクと豆腐粕および醤油粕を乾物比 5 : 4 : 1 で混合後、白色腐朽菌処理を行いペレット成型した飼料(BSP)について、泌乳最盛期ホルスタイン種泌乳牛 4 頭を供試し、飼料乾物中 8.4%のアルファルファヘイキューブ(AC)と 6.2%のビートパルプ(BP)との代替給与による泌乳試験を実施した。乾物摂取量は処理間に差がなく、乳生産や血液成分に対し負の影響は認められなかった。これらの結果から、BSP は AC・BP の代替として乳牛への飼料利用が可能と考えられた。

キーワード：モウソウチク、白色腐朽菌処理、乳牛、乳生産

### 緒言

近年、管理の行き届かない放置竹林が拡大し、このため景観・生態環境の悪化が問題となっている。愛媛県では 1982 年からの 20 年間で竹林分布が 1.4 倍に拡大し、竹林面積は 6,500ha と推定されている<sup>1)</sup>。タケは生育旺盛な植物であることから、これを飼料資源として利用できれば飼料自給率の向上に大いに寄与する可能性がある。

そこで、これまでに当センターと新興工機株式会社は、保存性や流通性など実用面に優れたペレット加工によるタケの飼料化に取り組み、低栄養のタケに高栄養の豆腐粕と醤油粕を混合したペレット飼料を開発した<sup>2)</sup>。しかし、このペレット飼料の飼料価値については食品製造副産物に大きく依存しており、タケはペレット成型に必要な「つなぎ」材料としての役割にすぎない。

このため、よりニーズの高い高栄養飼料の開発には、タケ自体を単なる「つなぎ」材料で終わらせるのではなく、タケ自体の飼料価値改善という課題が残っていた。一方、ほぼ同時期に滋賀県立大学の岡野らは白色腐朽菌処理によるスギ木質飼料の消化性改善効果<sup>3)</sup>について報告しており、さらにシイタケ菌処理であっても培養温度と添加物をコントロールすれば、短期間

(8 週間)の培養でモウソウチクのインビトロ有機物消化率が 23.0%から 53.0%へ上昇することを見出した<sup>4)</sup>。この技術に着目し、2007 年よりお互いの技術を融合させる可能性についてグループとして協議を重ね、「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の新規研究課題に応募し、2009 年度から 2011 年度の 3 年間、京都大学・滋賀県立大学・新興工機株式会社および当センターによる共同試験を実施した。

本試験において、当センターでは白色腐朽菌処理により消化性を改善したタケと食品製造副産物を原料に調製した菌処理タケペレット飼料(BSP)の乳用牛における利用技術確立を担当し、2009、2010 年度に乳用牛を用いた嗜好性試験や消化性試験を実施し、適正な給与方法を明らかとした<sup>5)</sup>。2011 年度は、泌乳最盛期の乳牛における飼料乾物中 8.4%のアルファルファヘイキューブ(AC)および 6.2%のビートパルプ(BP)との BSP 代替給与が乳生産に及ぼす影響について検討したので、ここに報告する。

### 材料及び方法

#### (1) BSP 飼料の調製

BSP 飼料の原料には、愛媛県内の竹林から間伐した推定生育年数 3 年以上のモウソウチクの地上部・茎葉部と県内食品工場から排出された

豆腐粕および醤油粕を供した。原料配合割合については、嗜好性を考慮し乾物比で菌処理タケ5：豆腐粕4：醤油粕1とした<sup>2)</sup>。間伐されたモウソウチクを一次処理として膨潤式破砕機（SM-18-30、神鋼造機、大垣市）で綿状に破砕し、滅菌槽で蒸気殺菌処理した後、豆腐粕・醤油粕と混合し横型チューブ方式にて白色腐朽菌処理を行った。混合された原料を通風乾燥機（MT-300G、転生、摂津市）により水分11%程度まで乾燥し、ペレット成型機（TS-220、新興工機、愛媛県伊予郡松前町）により、直径7mm、長さ20mmのペレット形状に成型した。

### (2) 試験方法

泌乳最盛期（試験開始時の平均分娩後日数60±13日）のホルスタイン種泌乳牛4頭（平均体重648±60kg、平均産次1.7±1.2産）を供試し、タイストールで繋養した。試験処理は給与飼料の乾物中14.6%をACおよびBPで給与する区（ACBP区）とBSPで給与する区（BSP区）の2処理を設け、供試牛2頭ずつ2群に分けた。試験期間は2011年12月15日から2012年1月19日にかけて、予備期間10日間、本期4日間を1試験期とする2×2クロスオーバー法<sup>6)</sup>により試験を実施した。飼料の給与は1日2回（6:00、15:00）で各飼料を分離して給与した。飼料の給与量は日本飼養標準・乳牛<sup>7)</sup>に基づいて、体重の維持と乳生産に要する可消化養分総量（TDN）および粗タンパク質（CP）要求量の105%相当量とした。供試牛の飼養管理は愛媛県畜産研究センターの家畜飼養管理基準に準じて行い、水および鉱塩（ソルトリック、共立製薬、東京都）は自由摂取とした。

### (3) 試料の採取と分析方法

供試飼料の一般成分については常法<sup>8)</sup>で、中性デタージェント繊維（NDF）はVan Soestらの手法<sup>9)</sup>によってそれぞれ分析した。BSPのTDNについては家木らの消化試験<sup>5)</sup>により得られた結果を用いた。BSPのACBPに対する代替効果の検討では、乳成分と血液成分を測定した。乳成分は、各搾乳時のサンプルを分析に供し、赤外線自動

分析計（ミルコスキャンFT-120、FOSS Electric、Denmark）で測定した後、乳量による加重平均を求め、本期間における乳成分値とした。血液は朝の飼料給与3時間後に頸静脈よりヘパリンナトリウム入り採血管に採取した後、すみやかに3,000rpm、10分間の遠心分離で得られた血漿について、グルコース（GLU）、血中尿素態窒素（BUN）、アスパラギン酸トランスアミナーゼ（AST）およびカルシウム（Ca）の各濃度を生化学自動分析装置（ドライケム、富士フィルム、東京都）により分析した。

### (4) 統計処理

泌乳牛4頭による飼養試験で得られたデータについて、給与飼料を要因とした平均値の差の検定（対応のあるt検定）を行った<sup>10)</sup>。

## 結果及び考察

泌乳最盛期におけるBSPのACBPに対する代替効果を検討した試験の飼料配合割合と化学組成を第1表に示した。供試飼料の化学組成は両処理区で同様な値であり、粗脂肪含量の差は0.9%であった。

表1 供試飼料の配合割合と化学組成

項目	試験処理 <sup>1)</sup>	
	BSP区	ACBP区
配合割合（%乾物）		
スーダン乾草	37.3	37.3
大豆粕	10.7	10.7
圧ペン大麦	36.6	36.6
菌処理タケペレット	14.6	—
ビートパルプ	—	6.2
アルファルファヘイキューブ	—	8.4
炭酸カルシウム	0.2	0.2
リン酸カルシウム	0.2	0.2
プレミックス	0.4	0.4
化学組成（%乾物）		
粗タンパク質（CP）	16.4	15.7
可消化養分総量（TDN）	68.3	68.8
中性デタージェント繊維（NDF）	43.5	42.1
粗脂肪（EE）	2.5	1.6

1) BSP区：菌処理タケペレット給与  
ACBP区：アルファルファヘイキューブおよびビートパルプ給与

第2表に飼料乾物摂取量と産乳成績を示した。乾物、CPおよびTDNの摂取量は、両処理区で差は認められなかった。1日当たりの乳量につい

表2 泌乳試験における飼料乾物摂取量と産乳成績

項 目	試験処理 <sup>1)</sup>	
	BSP区	ACBP区
飼料摂取量 (kg/日)		
乾物	21.1±3.1	20.0±3.6
CP	3.5±0.5	3.1±0.6
TDN	14.4±2.1	13.7±2.5
乳量 (kg/日)	39.0±2.8 <sup>A</sup>	34.5±2.4 <sup>B</sup>
乳成分率 (%)		
乳タンパク質	3.06±0.06	3.09±0.09
乳脂肪	3.46±0.51 <sup>B</sup>	4.07±0.17 <sup>A</sup>
無脂乳固形分	8.48±0.31	8.34±0.39
乳糖	4.63±0.29 <sup>a</sup>	4.20±0.36 <sup>b</sup>
乳中尿素態窒素	22.64±1.07	24.74±2.50
乳成分生産量 (kg/日)		
乳タンパク質	1.19±0.09 <sup>A</sup>	1.06±0.05 <sup>B</sup>
乳脂肪	1.35±0.24	1.40±0.06
無脂乳固形分	3.31±0.28 <sup>A</sup>	2.87±0.15 <sup>B</sup>
乳糖	1.81±0.20 <sup>a</sup>	1.45±0.11 <sup>b</sup>

1) BSP区：菌処理タケペレット給与  
ACBP区：アルファルファヘイキューブおよびビートパルプ給与  
同行異符号間に有意差あり (AB：P<0.05、ab：P<0.01)

では、BSP 区が 39.0kg、ACBP 区が 34.5kg であり、処理間に有意差が認められた (P<0.05)。乳成分率については、ACBP 区の乳脂肪率が BSP 区より有意に高かった (P<0.05)。一方、乳成分生産量のうち乳脂肪質量には処理間に有意な差が認められず、乳タンパク質量では BSP 区が ACBP 区より有意に高かった。

BSP の AC 代替効果を検討した家木らの給与試験<sup>2)</sup> では、BSP の飼料中配合割合を乾物比 10% とした結果、乳量、乳成分率とも差が認められず、乳タンパク質量が有意に高かった (P<0.05)。

今回の給与試験では BSP の飼料中配合割合を乾物比 14.6% まで高めたが、同様の傾向が認められた。乳タンパク質の合成は、第 1 胃内での CP 分解や微生物タンパク質合成に影響を受ける<sup>11)</sup> ことから、BSP 中に含まれる CP が関与していると推察される。

両処理区の血液成分を第 3 表に示した。AST においては BSP 区が有意に高かったが、いずれの血液成分とも適正範囲内であった。BSP の給与期間中に食滞等の問題が発生した供試牛は確認できず、今回設定した給与量では乳牛の生理面で問題が生じる可能性は低いと考えられた。

表3 泌乳試験における血液成分

	試験処理 <sup>1)</sup>	
	BSP区	ACBP区
血液成分		
Glu (mg/dl)	64.0± 7.5	65.5± 5.8
BUN (mg/dl)	17.6± 4.2	21.2± 0.4
AST (IU/L)	92.8±12.9 <sup>A</sup>	79.3± 7.4 <sup>B</sup>
Ca (mg/dl)	10.3± 0.7	10.7± 1.4

1) BSP：菌処理タケペレット給与  
ACBP：アルファルファヘイキューブおよびビートパルプ給与  
同行異符号間に有意差あり (P<0.05)

以上の結果から BSP は AC・BP と同等の栄養価を持つ飼料であり、泌乳最盛期にあっても飼料乾物中 14.6% の代替給与が可能であることが明らかとなった。

なお、本研究は農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」により実施した。

#### 参考文献

- 1) 柚村誠二・豊田信行：愛媛県下のタケ資源量の推定、愛媛県林業技術センター研究報告、25、p.49-52、2006
- 2) 家木一・小池正充・藤岡一彦：モウソウチクとトウフ粕および醤油粕混合ペレットの飼料特性と乳牛への給与、日本草地学会誌、56 (1)、p.34-38、2010
- 3) K. Okano, M. Kitagawa, Y. Sasaki, T. Watanabe: Conversion of Japanese red cedar into a feed for ruminants by white-rot basidiomycetes, Animal Feed Science and Technology、120、p.235-243、2005
- 4) K. Okano, T. Usagawa: Effects of two fungi, *Ceriporiopsis*

*subvermispora*, shiitake (*Lentinus edodes*) on shortening culture length for improving bamboo digestibility、Animal Science Congress of the Asian-Australasian Association of Animal Production Societies、2008

5) 家木一・小池正充・岡野寛治・広岡博之・北川政幸・熊谷元・大石風人・田所研・佐野善徳：白色腐朽菌培養タケとトウフ粕および醤油粕混合ペレットの乳牛における飼料消化、日本畜産学会大会講演要旨、115、p.149、2012

6) 高橋行雄・大橋靖雄・芳賀敏郎：クロスオーバー法。SASによる実験データの解析（竹内啓監修）、東京大学出版、東京、p.129-146、1989

7) 農業・食品産業技術総合研究機構編：日本飼養標準・乳牛（2006年版）、p.127-135、中央畜産会、東京、2006

8) 堀井聡・倉田陽平・林弥太郎：動物栄養試験法（森本宏監修）、第1版、p.280-298、養賢堂、東京、1971

9) Van Soest PJ, Robertson, Lewis BA : Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition、J.Dairy Sci、74、p.3583-3597、1991

10) 吉田 実：畜産を中心とする実験計画法、養賢堂、p46-67、養賢堂、東京、1983

11) 新出昭吾：高泌乳牛における乳タンパク質向上のための飼料給与に関する研究、栄養生理研究会報、50（1）、p.1-16、2006