

原著論文 (一般論文)

黒毛和種繁殖牛飼養における主要な粗飼料としての 無処理杉ノコクズの栄養的機能に関する検討

中川敏法・福山喜一¹・川村啓太・新美光弘・川村 修

宮崎大学農学部

¹ 宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター

(受付 2008 年 7 月 9 日 ; 受理 2009 年 1 月 13 日)

要 約 宮崎県内の黒毛和種繁殖牛飼養農家において、無処理の杉ノコクズを主要な粗飼料とする飼養法が普及しつつある。本研究では、この飼養法におけるノコクズの栄養的機能を検討するため、まず消化率の測定を行った。その結果、ノコクズはほとんど消化されなかったため、粗飼料因子 (RVI) の確保にのみ機能していると考えられた。そこで、ノコクズの給与量を減ずることが可能であるかどうかを検討するため、ノコクズを一般的な給与量である 3kg から 2kg に減じた場合について調査した。その結果、ノコクズの給与量を減じて RVI は十分に確保され、ルーメン液性状、血液性状についても特に問題はなかった。

キーワード : 黒毛和種繁殖牛, 消化率, 杉ノコクズ, 粗飼料因子, ルーメン液性状

緒 言

我が国では、戦後 50 年にわたり、拡大造林業として針葉樹、特に杉の植林が推進されてきた。しかし近年、国産木材の利用低迷による山林の荒廃が憂慮されており、木質系資源の有効活用が望まれている。一方、家畜飼養の面では生産者の高齢化により、省力化、特に牧草の生産や給与あるいは糞尿処理に要する労力の低減が望まれている。このような中で現在、宮崎県内では約 100 戸の黒毛和種繁殖牛飼養農家において、無処理の杉ノコクズ (以下ノコクズ) を主な粗飼料とする省力的な飼養法が用いられている。この飼養法は牧草の代わりにノコクズを濃厚飼料と混合して給与する方法で、一般的には濃厚飼料とノコクズを 4:3 (原物比) で混合したものと、少量の乾草が給与され、飼料給与時間の短縮、牧草生産のための労働力および特別な機械や設備が不要、家畜の糞中水分含量が少なく除糞作業が比較的容易といった利点が認められている [1]。

ノコクズをはじめとする木質系資源の飼料的利用に関しては、従来から家畜に対する栄養供給機能を高めるため、主要な利用阻害因子であるリグニンの分解・除去に主眼を置いた研究が数多くなされている [2, 3, 4]。しかしながら、リグニンの分解・除去に要するコストやその過程での有害物質の生成などにより、普及は限定的なものにとどまっている [5]。このような点から、ノコクズを給与する飼養法

には新奇性があり、検討する価値があると思われる。現在まで、福山らはこの飼養法に関して、ノコクズの採食性、物理性やノコクズを給与した場合のルーメン液性状、血液性状、繁殖 (発情) などを報告している [1, 6, 7]。しかし、ノコクズの栄養的機能に関する詳細な調査は行われていない。そこで、本研究ではまず、黒毛和種繁殖牛を用いた消化率の測定と、ルーメン液を用いた *in vitro* 消化率の測定を行った。その結果、ノコクズの給与量を減ずることが可能であるように思われたので、ノコクズ給与量の減少が粗飼料因子 (RVI)、ルーメン液性状、血液性状に及ぼす影響について調査した。

材料および方法

供試動物として宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター住吉フィールドで飼養している黒毛和種繁殖牛 3 頭 (試験開始時の体重は、牛 A : 391kg, 牛 B : 421kg, 牛 C : 321kg) を用い、予備試験 6 日間および本試験 5 日間の全糞採取法で消化率を測定した。一日、一頭あたり、濃厚飼料 (カウメイトブリード、清興物産、宮崎県五ヶ瀬町) 4kg (原物) とノコクズ 3kg (原物) を混合したものを供試飼料とした (表 1)。水および鉱塩は自由摂取させた。

一般成分、中性デタージェント繊維 (NDF) および酸

連絡者 : 川村 修 (tel : 0985-58-7259, e-mail : kawamura@cc.miyazaki-u.ac.jp)

性デタージェント繊維 (ADF) は常法 [8] により分析した。

ノコクズのみでの *in vitro* 消化率は、ノコクズ 0.5g につき McDougal 人工唾液 40ml と供試牛から経口採取したルーメン液の 2 重ガーゼによる圧搾汁 (ルーメンイノキュラム) 10ml を加え、ブンゼンバルブを装着し、39℃ で培養して測定した。なお、培養時間は 48、96 および 144 時間とし、培養残渣中の NDF を定量し、これを不消化物とした。

ノコクズの給与量を減じた場合の RVI、ルーメン液性状、血液性状についての調査は、消化率の測定に供した黒毛和種繁殖牛 3 頭を用いた。試験開始時の体重は牛 A : 378kg, 牛 B : 450kg, 牛 C : 352kg であった。試験は、濃厚飼料 4kg にノコクズ 3kg を混合して給与する期間 (3kg 期)、次いでノコクズの給与量を 2kg に減ずる期間 (2kg 期)、そして再び 3kg 期に戻す期間を設定して行った。各期とも 10 ~ 12 日間とした。なお、牛 A については試験中に分娩間近となったため、2 回目の 3kg 期から除外した。

各期とも濃厚飼料とノコクズの混合飼料は朝 9 時に給与し、ギニアグラス乾草 0.5kg を夕方 4 時に給与した。供試動物の体重測定は各期開始日および終了日の混合飼料給与直前に行った。採食および反芻時間は各試験期間最終日前日の 24 時間、観察・計測した。ルーメン液は経口カテーテルを用いて、各試験期間最終日の混合飼料給与直前、給与後 4 時間および給与後 6 時間に採取し、血液は混合飼料給与直前に頸静脈より採取した。

ルーメン液は採取後、ただちにガラス電極 pH メーターで pH の測定を行い、その後、2 重ガーゼで濾過したものを分析用として凍結保存した。分析にあたっては、これを解凍し、揮発性塩基態窒素 (VBN) は水蒸気蒸留法 [8] で、VFA はルーメン液 10ml に 50% リン酸 2.0ml と内部標準としてクロトン酸を加え、一夜冷所に放置後ガスクロマトグラフィー法 (カラム充填剤: FAL-M) で分析した。また、ルーメン液をメチルグリーン-ホルマリン-食塩溶液で染色し、グリセリン溶液で希釈した後、界線入計数板に滴下し、顕微鏡下で原虫数の計測を行った [9]。

血液は遠心分離後、血清中の総タンパク質、アルブミン、アルブミン/グロブリン比、尿素態窒素、カルシウム、無機リン、マグネシウムについて株式会社ビー・エム・エル (宮崎県宮崎市) に分析を依頼した。

結果および考察

全糞採取法による消化試験期間中、残飼はみられなかった。また、予備試験開始から本試験終了までの、供試牛 A, B, C におけるそれぞれの体重変化は、-6, +1, +8kg で、3 頭とも栄養要求はほぼ満たされていたと考えられた。

表 1 に本試験で用いた濃厚飼料、ノコクズおよび供試飼料 (濃厚飼料+ノコクズ) の成分含量、成分消化率および

TDN 含量を示した。濃厚飼料とノコクズの成分含量から、供試飼料中の粗タンパク質と粗脂肪は、ほとんどが濃厚飼料から供給されており、一方、粗繊維、ADF、NDF といった繊維成分は主にノコクズに由来すると考えられる。供試飼料の成分消化率については、粗タンパク質、粗脂肪、可溶無窒素物は比較的高い値を示したのに対し、繊維成分は粗繊維で -3%, ADF、NDF はそれぞれ 4.6%, 11.7% と非常に低い値を示した。供試飼料の TDN 含量は、平均で 50% であった。濃厚飼料の TDN 含量を表示成分値 (原物当り 68%) とすると、ノコクズの TDN 含量は -5.5% と計算された。

表 1. 飼料の成分含量, 消化率, TDN 含量

	DM	CP	EE	NFE	CF	ADF	NDF	TDN
濃厚飼料	75.6	13.7	11.4	59.8	7.0	9.9	ND	89.9 ¹⁾
ノコクズ	62.8	0.3	0.9	23.6	74.7	81.2	95.2	-5.5 ²⁾
供試飼料 ³⁾	73.0 (41.7)	9.5 (65.9)	8.5 (81.5)	44.1 (65.7)	31.6 (-3.0)	37.9 (4.6)	49.6 (11.7)	50.0

DM は原物中、それ以外は DM 中% () は消化率, % ND: 測定せず

¹⁾: 表示成分値

²⁾: 濃厚飼料の TDN を表示成分値として算出

³⁾: 濃厚飼料とノコクズを 4:3 (原物比) で混合

また、ノコクズの *in vitro* 消化率はルーメンイノキュラムによる培養時間を 144 時間まで延長しても低い値にとどまった (表 2)。

表 2. ノコクズの *in vitro* 消化率 (%)

培養時間	DM	NDF
48時間	6.78	2.06
96時間	6.96	2.25
144時間	6.58	1.85

これらのことから、ノコクズはほとんど消化されず、養分供給機能はほとんどないと考えられた。したがって、ノコクズの栄養的機能としては、咀嚼・反芻時間すなわち RVI の確保にのみ機能していると考えられる。福山ら [6, 7] は、濃厚飼料 4kg, ノコクズ 3.5kg, 乾草 0.5kg を給与した場合、RVI は約 1 時間であったと報告している。RVI の基準値は乳牛の場合で 31 分以上 [10] とされていることから、ノコクズの給与量を減じることが可能であると推察された。ノコクズの給与量を減じるとは糞量を減じ、除糞作業をより省力化できるなどの利点があるが、それによって乾物の最低必要量を下回ることの弊害も懸念される。

表 3 に示したように、ノコクズの一般的給与量である 3kg 期 (1 回目) で RVI は 80 ~ 117 分、これを 2kg に減じた 2kg 期でも 53 ~ 73 分、再び 3kg 期 (2 回目) に戻すと 76 ~ 107 分であった。このように、ノコクズの給与量を 2kg に減じて RVI は基準値 (31 分) を十分満たしていた。

表3. 採食時間, 反芻時間, RVI

		3kg期(1回目) ¹⁾	2kg期 ²⁾	3kg期(2回目) ³⁾
採食時間(分)	混合飼料	81±5.4 ^a	46±2.4 ^b	70
	乾草	18±1.3 ^a	10±1.7 ^b	16
反芻時間(分)		478±85.7 ^A	244±38.4 ^B	432
RVI(分/DMI・kg)		102±15.8 ^A	62±8.4 ^B	92

¹⁾: 濃厚飼料4kgにノコクズ3kgを混合して給与する期間(平均値±SD)

²⁾: 濃厚飼料4kgにノコクズ2kgを混合して給与する期間(平均値±SD)

³⁾: 濃厚飼料4kgにノコクズ3kgを混合して給与する期間(供試牛2頭の平均値)

AとBはP<0.05で, aとbはP<0.001で有意差(t検定)あり

各期におけるルーメン液性状を表4に示した。pHについては, 3kg期(1回目)と2kg期の間に有意な差はみられなかった。両期とも飼料給与直前には7.0以上を示し, 飼料給与後でも6.0を下回ることにはなかった。これは, 咀嚼・反芻時間が十分に確保されたことにより, 唾液の分泌が促されたためであると考えられる。

VBN濃度は, 3kg期(1回目)と2kg期の間に有意な差はみられなかった。両期とも飼料給与直前では10mgN/dl以上の値を示し, 飼料給与後は10mgN/dl未満であった。VBN濃度は微生物タンパク質の合成効率の指標となり, 5~10mgN/dl前後が至適濃度とされている。この範囲以上ではルーメン粘膜から吸収されるアンモニアが増加し, 肝臓での尿素生成が高まり, 尿中への窒素損失量が増加する[11]。本試験では, 比較的高い値ではあったものの飼料給与後には至適濃度の範囲内を示したので, 特に大きな問題はないと考えられる。

総VFA濃度およびVFAのモル比については, 酪酸(C4)を除いて3kg期(1回目)と2kg期の間に有意な差はみられなかった。総VFA濃度は, 通常5~10mmol/dlとされている[12]。本試験では若干低く, 飼料給与直前はこの範囲より低い値を示した。また, VFAのモル比は, 酢酸(C2)比率が60%程度とやや低くプロピオン酸(C3)比率が20~30%程度とやや高く, 濃厚飼料多給の様相を示した。

ルーメン原虫数はルーメン液1ml中に10⁵未満であった。通常, ルーメン原虫数は10⁵~10⁶存在する[13]ことから, 本試験では全体的にやや少ない結果となった。飼料給与直前および飼料給与4時間後においては両期の間に有意な差はみられなかったが, 飼料給与6時間後で3kg期(1回目)と2kg期の間に有意な差(P<0.001)がみられた。また, どの採取時においても3kg期(1回目, 2回目)よりも2kg期のほうが高い値を示した。ルーメン原虫数は, 動物が摂取する飼料の質, 量, 摂取頻度や, 動物の生理状態など数多くの要因によって影響される[14, 15]。本試験では, どの要因が影響しているかは特定できなかった。

表4. ルーメン液性状

		採取時 ¹⁾	3kg期 ²⁾ (1回目)	2kg期 ²⁾	3kg期 ²⁾ (2回目)
pH		0	7.89	7.49	7.64
		4	6.59	6.73	6.70
		6	6.61	6.80	6.86
VBN (mg/dl)		0	13.61	13.91	12.39
		4	9.60	9.86	6.93
		6	9.27	8.39	6.68
総VFA (mmol/dl)		0	2.17	2.50	2.23
		4	7.28	6.63	6.95
		6	7.22	6.60	6.54
VFAモル比 (%)	C2	0	65.63	65.57	66.92
		4	59.23	60.58	59.68
		6	58.51	59.82	58.51
	C3	0	19.71	18.02	20.24
		4	29.24	26.62	30.78
		6	29.77	27.06	31.20
	C4	0	8.37 ^A	10.69 ^B	7.34
		4	7.30	8.91	6.42
		6	7.52	9.06	6.54
	C5	0	6.29	5.72	5.50
		4	4.23	3.89	3.12
		6	4.20	4.06	3.75
原虫数 (10 ⁴ /ml)		0	6.04	9.41	6.09
		4	5.52	8.29	5.31
		6	5.27 ^a	9.67 ^b	7.26

¹⁾: 0=混合飼料給与直前 4=給与4時間後 6=給与6時間後

²⁾: 表3と同様

VBN: 揮発性塩基態窒素

C2: 酢酸 C3: プロピオン酸 C4: 酪酸 C5: 吉草酸

AとBはP<0.05で, aとbはP<0.001で有意差(t検定)あり

表5に血液性状を供試牛毎に示した。総タンパク質濃度は両期とも基準値の範囲内であったが, アルブミン濃度は牛A, 牛Bにおいて基準値(3.0~4.0g/dl)よりも低い値を示した。アルブミン濃度は年齢とともに低下することが認められており[16], 牛A(10産)と牛B(5産)が基準値を下回ったのは年齢のためであると推察した。また, それにともないアルブミン/グロブリン比も基準値を下回る値となった。尿素態窒素濃度は3kg期(1回目, 2回目)で上限値に近かったが, 2kg期では低下した。カルシウム, 無機リンおよびマグネシウムについてはほぼ基準値の範囲内であった。

表5. 血液性状

		3kg期(1回目) [*]			2kg期 [*]			3kg期(2回目) [*]		
		牛A	牛B	牛C	牛A	牛B	牛C	牛B	牛C	
総タンパク質	(g/dl)	7.3	7.5	7.6	6.8	7.5	7.1	7.4	6.9	
アルブミン	(g/dl)	2.7	2.8	3.4	2.7	2.8	3.3	3.0	3.4	
アルブミン/グロブリン		0.6	0.6	0.8	0.7	0.6	0.9	0.7	1.0	
尿素態窒素	(mg/dl)	16.5	16.8	17.3	13.1	12.5	13.0	15.4	17.9	
カルシウム	(mg/dl)	8.5	8.4	9.5	8.1	8.2	8.9	8.3	9.4	
無機リン	(mg/dl)	7.4	8.7	6.3	7.8	8.2	8.0	7.8	6.3	
マグネシウム	(mg/dl)	2.6	2.6	3.1	2.9	3.2	3.1	3.1	2.6	

^{*}: 表3と同様

以上のことから, ノコクズを主要な粗飼料とする黒毛和種繁殖牛飼養法において, ノコクズの主な栄養的機能はその物理性によるRVIの確保であると考えられた。また, ノコクズの給与量を一般的に行われている3kgから2kgに減じてRVIは確保され, ルーメン液性状, 血液性状に及ぼす影響も小さく, 家畜の健康上特に大きな問題はないと推察された。しかし, 本試験は短期間の調査であるため, 今後子牛の生産も含めた長期間の調査が必要であると思われる。

文 献

22. 農山漁村文化協会. 東京. 1973

- 1) 福山喜一・林 智彦・山根大介・川村 修. 未利用資源ノコクズの飼料的活用—特に黒毛和種繁殖牛の分娩前後の飼養について—. 日本草地学会誌. 52(別2): 321-323. 2006
- 2) 斎藤直人・大宮康則・遠藤 展・松本 章. 木質飼料の製造に関する研究(第3報). 林産試験場月報. 1(3): 18-22. 1987
- 3) 寺田文典・阿部啓之・Juan Boo Liang・浜口 勇・大谷文博・鎌田八郎・岩崎和雄・田野良衛・針生程吉. 蒸煮処理カラマツの肥育用飼料における粗飼料としての利用. 日本畜産学会報. 60(3): 300-302. 1988
- 4) 緒方良治・押川 晶・畠山澄雄・仁田脇一義. 木材等の飼料化技術の開発—杉間伐材(爆砕物)の飼料化と給与結果—. 九州農業研究. 52: 134. 1990
- 5) 農林水産省. 蒸煮広葉樹による乳牛および肉用牛の飼養マニュアル. 1988
- 6) 福山喜一・林 智彦・黒木志郎・本田直樹・弓削嗣彦・邊見広一郎・藤代 剛・川村 修. 未利用資源ノコクズの飼料的利用. 日本草地学会誌. 50(別): 406-407. 2004
- 7) 福山喜一. 木質系バイオマスの飼料的利用. 飼料自給率向上のための未利用資源の飼料化—九州沖縄地域の資源循環型畜産システムを考える—. 西日本畜産学会, 日本草地学会九州支部, 九州沖縄農業試験研究推進会議畜産・草地推進部会合同シンポジウム資料: 24-29. 2005
- 8) 阿部 亮. 新編動物栄養試験法. 455-496. 石橋晃監修. 養賢堂. 東京. 2001
- 9) 中村良一・米村寿男・須藤恒二. 牛の臨床検査法. 6: 14-17. 農山漁村文化協会. 東京. 1973
- 10) 農林水産省農林水産技術会議事務局編. 日本飼養標準・肉用牛. 93. 中央畜産会. 東京. 2000
- 11) 小原嘉昭. 反芻動物の栄養生理学. 100-101. 佐々木康之監修. 農山漁村文化協会. 東京. 1998
- 12) 板橋久雄. 新ルーメンの世界. 341-342. 小野寺良次監修. 農山漁村文化協会. 東京. 2004
- 13) 小原嘉昭. 反芻動物の栄養生理学. 88. 佐々木康之監修. 農山漁村文化協会. 東京. 1998
- 14) Robert E. Hungate. The Rumen and its Microbes. 143-146. ACADEMIC PRESS. New York. 1966
- 15) 中村和夫. ルーメンの世界—微生物生態と代謝機能—. 142-167. 神立 誠・須藤恒二監修. 農山漁村文化協会. 東京. 1985
- 16) 中村良一・米村寿男・須藤恒二. 牛の臨床検査法. 8:

Abstract

A Study of Nutritional Function of Sawdust as Main Roughage for Breeding Japanese Black Cattle

Toshinori NAKAGAWA, Kiichi FUKUYAMA¹, Keita KAWAMURA,
Mitsuhiro NIIMI, Osamu KAWAMURA

Faculty of Agriculture, University of Miyazaki

¹*Sumiyoshi Livestock Science Station, University of Miyazaki*

Feeding raw sawdust as main roughage to Breeding Japanese Black Cattle is gradually spreading in Miyazaki Prefecture, Japan. In this study, firstly, the digestibility trial was conducted to examine the nutritional function of sawdust in Japanese Black Cattle and digestibility was measured by the total fecal collection method. Results showed that the sawdust was hardly digested by cattle. Consequently, it was observed that the sawdust functioned only in satisfying Roughage Value Index (RVI). Secondly, another research was conducted to investigate whether the quantity of sawdust can be reduced from 3kg (quantity of conventional feeding) to 2kg. Results showed that even though the quantity of sawdust was reduced from 3kg to 2kg, RVI was still satisfied enough without any problems about rumen fluid characteristics and blood composition.

Key words : Japanese Black cattle, digestibility, cedar sawdust, RVI, rumen fluid