

# 高泌乳牛に対する稲ワラの給与が乳量及び乳成分に及ぼす影響

柿原孝彦・家守紹光<sup>1)</sup>

(畜産研究所)

地域粗飼料資源として安価で入手しやすい稲ワラを有効利用するため、日乳量30kg以上の高泌乳牛に対する稲ワラ給与量と総繊維（以下OCW）水準が乳量、乳成分に及ぼす影響を検討した。6頭の泌乳牛を用い、稲ワラの乾物割合とOCW水準を①0%、40%、②8%、40%、③10%、45%に調整した飼料をラテン方格法で給与比較し、次の結果を得た。

- (1) 乾物摂取量については処理間に差がなかった。
- (2) 稲ワラの割合を増やすことにより、TDNやCPの摂取量が低下し、要求量に対する充足率は稲ワラ10%(OCW45%)が他の処理より低かった。
- (3) 乳量は稲ワラの給与により減少した。
- (4) 乳脂率、乳蛋白率は稲ワラ10%(OCW45%)で低下が大きかったが、稲ワラ8%(OCW40%)ではほとんど減少しなかった。

以上より、日乳量30kg以上の高泌乳牛に稲ワラを給与する場合、稲ワラの割合を調整してOCW水準を40%以内に調整する必要がある。

[キーワード：高泌乳牛、稲ワラ、OCW、泌乳]

The Effect of Supplementation of Rice Straw on Lactation Performance of High-Producing Dairy Cows. KAKIHARA Takahiko and Tugumitsu KAMORI (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chkushino, Fukuoka, 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka. Res. Cent.* 18:114-117 (1999)

Six high producing dairy cows were used in a double 3×3 Latin square design to evaluate the effect of three rate of rice straw in the diets (0%—OCW40%, 8%—OCW40%, and 10%—OCW45% per dry matter) on feed intake, milk production, milk composition. The basic roughage in the diets was Italian ryegrass.

There was not a difference among treatment in DM intake. TDN and crude protein contents in diets tended to be lower as rate of rice straw increased, and satisfying percentage of TDN and crude protein were lower on 10% rice straw rate than the other treatment. Milk production was decreased by the supply of rice straw. The decrease of fat and protein content were high on 10% rice straw rate, however there decreased hardly on 5% rice straw rate.

[key words: Dairy cow, Rice straw, OCW content, Milk production, Milk composition]

## 緒言

牛乳の生産費のなかで飼料費の占める割合は4～5割で最も大きく、少しでも安価な飼料を用い、より多くの牛乳を生産することができれば生産コストの低減につながる。水稲作副産物としての稲ワラは地域内で最も簡単にしかも安価で入手可能な粗飼料と言える。ただし、嗜好性が悪く、栄養価が低い<sup>2,4,16,18)</sup>等の欠点を持っており、乾乳牛や低泌乳牛への利用は可能であるが、高泌乳牛への利用は難しいとされている<sup>4)</sup>。稲ワラの嗜好性や栄養価の改善についてはアンモニア処理など様々な処理法が検討されている<sup>2,6,7,8,10,11,13,20)</sup>が、処理、調製及び管理の煩雑さから、高泌乳牛への利用は進んでいない。

しかしながら、粗飼料としての稲ワラは重要な地域飼料資源であり、実際、農家現場では飼料コスト低減のため、泌乳牛全頭に対し給与される場合も多い。本試験に先立って県下の酪農家を対象に行った飼料構成、乳量及び乳成分調査でも、4割以上の農家が泌乳牛全頭に稲ワ

ラを給与しており、泌乳量30kg以上の高泌乳牛で乳成分（乳脂率、乳蛋白率）の低下が見られた。

高泌乳牛において乳成分が低下したのは稲ワラ給与の影響と考えられるが、粗飼料として稲ワラを使わざるを得ない場合、その給与による悪影響を最小限に食い止める方策が必要である。前述の調査で、各農家の給与飼料の飼料成分を計算した結果、稲ワラ給与農家の総繊維(OCW)含量が他の農家より高く、45%程度であった。これは適切とされている<sup>5,9)</sup>40%より高く、飼料給与構成に問題があると考えられた。これまで、稲ワラを用いて実際に給与試験を行い、その泌乳への影響について検討した報告は少なく<sup>4,11)</sup>、乳量30kg以下の泌乳牛を対象にしたものが主体である。しかし、農家現場では前述したように、乳量30kg以上の高泌乳牛へ利用されることも多い。このため、本試験では乳量30kg以上の牛を対象に、稲ワラ給与量とOCW水準が乳量、乳成分に及ぼす影響について検討を加えたので、その結果を報告する。

1) 現農政部畜産課

第1表 供試飼料と構成割合、飼料成分(DM%)

飼料名	対照区	稲ワラ少区	稲ワラ多区
イタリアンライグラスサイレージ	25.6	18.5	24.0
アルファルファ乾草	11.5	11.2	14.5
稲ワラ	-	7.7	9.9
(粗飼料全体)	(37.1)	37.4	48.4)
ビートパルプ	11.9	11.6	11.2
圧偏トウモロコシ	7.9	7.7	7.4
圧偏大麦	5.7	5.6	5.4
大豆粕	6.2	6.0	5.8
綿実	4.0	3.9	3.7
市販配合飼料	27.3	27.9	18.2
飼料成分			
DM	69.4	73.6	70.6
TDN	75.2	73.6	70.8
CP	14.7	14.6	13.7
EE	3.7	3.5	3.4
CF	16.3	16.5	19.2
NFE	57.8	57.8	55.2
OCW	40.0	40.7	45.0
ADF	21.5	21.9	25.0
Oa	13.7	12.7	13.9
Ob	26.3	28.0	31.1

## 材料及び方法

## 1 試験区分、飼料の給与方法

当場乳用牛舎にスタンション繋留した分娩後2~3ヶ月のホルスタイン種6頭を供試して3×3ラテン方格法(1期14日間)により実施した。試験期間は1994年5月14日~6月24日であった。

試験区分は、粗飼料としてイタリアンライグラスサイレージとアルファルファ乾草主体でOCW含量を40%に調整した対照区、粗飼料に稲ワラ8%を含みOCW含量を40%に調整した稲ワラ少区、稲ワラ少区の粗飼料をそれぞれ1.3倍して稲ワラ10%、OCW含量45%に調整した稲ワラ多区の3試験処理とした。稲ワラ多区は農家での給与実態に近づけ、稲ワラ少区はOCW含量を通正値と言われる40%(対照区と同じ)に合わせて稲ワラ給与の影響緩和を目指した。

各試験処理の飼料構成及び飼料成分を第1表に示した。給与量は日本飼養標準(1987)<sup>14)</sup>に基づき、TDN及びCP要求量の110%を給与することとし、各試験処理とも1日当たりTDN17.1kg、CP3.3kgとなるよう調整した。

飼料給与は分離給与方式により1日3回に分けて給与し、粗飼料と濃厚飼料を同一時刻に給与した。粗飼料は4cm以内に細断し、濃厚飼料は全部を混合して給与した。飲水、鈹塩は自由に摂取させた。

## 2 飼料の摂取量及び飼料成分分析法

本試験では1期2週間の試験期間のうち、最初の9日間を予備期とし、最後の5日間を本試験期とした。調査項目は飼料の摂取量、乳量、乳成分、第一胃液性状、血液成分、咀嚼時間とした。

飼料の乾物摂取量は、本試験期間の最終日を除く4日間の残飼を計量し、その乾物率を測定して算出した。搾乳は9時と17時の2回で、乳量、乳成分は本試験期間の最終日を除く4日間の数値を集計に用いた。乳成分の分析方法は、近赤外牛乳分析機(ミルコスキャン133B型)により乳脂率、乳蛋白率、乳糖率、無脂固形分率を測定した。体重は各期の9日目と最終日に測定した。血液は各期最終日の13時に尾根部血管から採取し、分離した血清を用いて臨床科学自動分析装置(RaBA-ACE)により各成分を分析した。第一胃液は各期最終日の飼料給与後2.5時間目に当たる11時30分に経口カテーテルにより採取した。直ちにpHを測定後、ガーゼ濾過し、3,000rpm、20分の高速遠心によって得られる上澄み液を用いてケルダール法によりアンモニア態窒素を測定した。

給与飼料の一般成分である水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維及び粗灰分は常法<sup>12)</sup>により分析し、酸性デタージェント繊維は酸性デタージェント処理<sup>13)</sup>により測定した。また、総繊維(OCW)、高消化性繊維(Oa)、低消化性繊維(Ob)は酵素分析法<sup>1)</sup>により測定した。

咀嚼時間の測定にはタイムプラスビデオを用い、各試験牛の1日の行動を撮影した映像を用いた。映像を再生しながら各個体が咀嚼行動を行った時間を測定した。

## 結果

## 1 飼料摂取状況

各処理の乾物摂取量を第2表に示した。各処理飼料のTDN、CP含量が異なるため、TDN及びCP給与量は同じになるように調整した。そのため、乾物給与量は対照区22.7kg、稲ワラ少区23.3kg、稲ワラ多区24.2kgと稲ワラの割合が多いほど多かったが、摂取量は各試験区とも約22kgとほとんど差がなかった。その結果、対照区>稲ワラ少区>稲ワラ多区の順に給与量に対する摂取率が低下し、残飼が多くなった。残飼はほとんどが稲ワラであった。

日本飼養標準(1994)<sup>15)</sup>を基に算出した供試牛の養分要求量(TDN、CP)に対する養分摂取量の充足率は、対照区(105%、101%)、稲ワラ少区(105%、101%)、稲ワラ多区(102%、98%)と摂取率の低かった稲ワラ多区で他の処理より低下する傾向にあった。

第2表 飼料摂取状況

処理	給与量	乾物摂取量			栄養摂取量		日本飼養標準充足率 <sup>1)</sup>		体重
		総量	摂取率	代謝体重当	TDN	CP	TDN	CP	
	kg	kg	%	g/kg	kg	kg	%	%	kg
対照	22.4	22.2	99.1	183.2	16.7	3.3	105	101	600
稲ワラ少	22.8	22.0	96.5	181.0	16.1	3.2	105	101	600
稲ワラ多	23.5	22.0	93.5	183.2	15.6	3.0	102	98	609

1) 日本飼養標準充足率は、日本飼養標準<sup>15)</sup>の要求量に対する摂取量の割合

第3表 乳量、乳成分

処 理	乳 量 kg	脂肪補 正乳量 <sup>1)</sup> kg	乳 成 分 率				
			乳脂肪 %	乳蛋白 %	乳 糖 %	全固形分 %	無脂固形分 %
対 照	33.7a	32.4a	3.77	2.93	4.62	12.37a	8.60
稲ワラ少	32.4b	31.1b	3.73	2.93	4.60	12.32b	8.59
稲ワラ多	32.4c	30.5c	3.61	2.87	4.62	12.16c	8.55

1) 脂肪補正乳量kg=乳量kg×0.4+脂肪量kg×15

2) 縦列異符号間に5%水準で有意差有り。

## 2 乳量、乳成分

乳量、乳成分の測定結果を第3表に示した。乳量は対照区が33.7kgと、他処理の32.4kgに対して、有意に高く ( $P < 0.05$ ) になった。乳脂率は対照、稲ワラ少、稲ワラ多区それぞれ3.77%、3.73%、3.61%と有意な差ではないが、稲ワラ多区での低下が大きかった。乳蛋白率も対照、稲ワラ少、稲ワラ多区とそれぞれ2.93%、2.93%、2.87%と有意な差ではないが、稲ワラ多区でやや低下した。乳糖率にはほとんど差がなかった。無脂固形分 (以下SNF) は対照、稲ワラ少、稲ワラ多区それぞれ8.60%、8.59%、8.55%と有意な差ではないが、稲ワラ多区がやや低くなった。さらに、これに乳脂肪を加えた全固形分 (以下TS) は対照、稲ワラ少、稲ワラ多区それぞれ12.37%、12.32%、12.16%の順に有意に低くなった。脂肪補正乳量 (以下FCM) は対照区、稲ワラ少区、稲ワラ多区の順に有意に低く ( $P < 0.05$ ) になった。

## 3 第1胃液性状及び血液成分

第1胃液性状を第4表に示した。pHは給与前と給与2.5時間後で大きな差もなく、各区とも6.7~6.9を示し、処理間の有意差もなかった。アンモニア態窒素についても給与前と給与2.5時間後で差がなく、各区とも約11~13mg/dlであり処理間の有意差もなかった。

血液成分を第5表に示した。血中のヘマトクリット値に有意差は無いが、各処理とも正常下限値30より低かった。総蛋白質、トリグリセライド、総コレステロール、βリポ蛋白は各処理とも有意差は無く、正常値を示していた。

## 4 咀嚼時間

乾物1kg当たりの咀嚼時間を第6表に示した。咀嚼時

間全体では対照区22.2分/kg、稲ワラ少区24.5分/kg、稲ワラ多区25.8分/kgと稲ワラの割合が増えるほど咀嚼時間が増加した。また、咀嚼時間を採食時間と反芻時間に分けて見ると、採食時間は対照区7.0分/kg、稲ワラ少区9.4分/kg、稲ワラ多区9.8分/kg、反芻時間は対照区15.2分/kg、稲ワラ少区15.2分/kg、稲ワラ多区15.9分/kgと反芻時間より採食時間の変動の方が大きかった。

## 考 察

稲ワラは糖、デンプンなどの易消化性物質が少なく、繊維成分にリグニン、ケイ酸が多いため、その栄養価が低いことが欠点である<sup>2,16,18</sup>。このことは高泌乳牛に稲ワラを用いる場合には大きな問題となる。このため、本試験では稲ワラの給与量とOCW水準が乳量、乳成分に及ぼす影響について検討した。

乾物摂取量については処理間に差が無く、稲ワラの給与が乾物当たり10%までの範囲内ならば乾物摂取量は影響を受けなかった。藤井らはTMRを用い、乳量10kg台の泌乳牛に対し稲ワラの混合割合を10~30%で、また、乳量27kgの泌乳牛に対し、稲ワラの混合割合を0~16% (TDNは71%) で比較し、いずれの場合も乾物摂取量には差がなかったと報告しており<sup>4)</sup>、本報告の結果と同様であった。乾物摂取量は稲ワラを給与しても変わらないことが示唆された。

養分の摂取については、給与飼料中のTDN、CP含量が異なるため、稲ワラの給与が増えるにつれてTDN、CPの摂取量が減少する結果となった。TDN、CPの充足率について日本飼養標準 (1994)<sup>15)</sup>に基づいて算出すると、対照区と稲ワラ少区は差がなかった。しかし、稲ワラ多区では、有意ではないが充足率が低下する傾向にあり、CPについては100%を割り込む結果となった。稲ワラは他の粗飼料より栄養価が低いため、給与する場合には乾物摂取量は同じでも栄養摂取量が低下することが懸念され、TDNやCPの充足率に十分注意する必要がある。特に農家で多く用いられているOCW45%の給与水準では乳量30kg以上の牛には養分が不足する可能性が高いと推察される。

第4表 第一胃液性状

処 理	pH		アンモニア態窒素	
	給与前	2.5時間後	給与前	2.5時間後
			mg/dl	mg/dl
対 照	6.8	6.7	11.6	11.6
稲ワラ少	6.9	6.8	12.8	13.4
稲ワラ多	6.9	6.7	11.2	12.4

第5表 血液性状

処 理	ヘマトク リット値	総蛋白	尿素態 窒 素	トリグリ セライド	総コレス テロール	βリポ 蛋 白
	g/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl
対 照	27.8	8.2	17.9	15.3	221	119
稲ワラ少	27.5	8.0	19.8	13.3	228	108
稲ワラ多	27.2	8.1	18.4	12.0	245	111

第6表 咀嚼時間(乾物1kg当たり)

処 理	採食時間	反芻時間	合 計
	分/kg	分/kg	分/kg
対 照	7.0	15.2	22.2
稲ワラ少	9.4	15.2	24.5
稲ワラ多	9.8	15.9	25.8

乳量については対照区が他の処理に対して有意に高く、乳成分は稲ワラの給与量が多いと乳脂率、乳蛋白率が低下する傾向にあった。その結果、全固形分率は稲ワラ多区<稲ワラ少区<対照区の順に有意に低かった。特に稲ワラ多区では乳脂率、全固形分率の低下が著しかった。これらの傾向は農家における飼料構成と乳成分の調査結果と一致するものであった。この原因は前述したように稲ワラの給与によりTDNやCP摂取量が低下したためと推察された。藤井らは稲ワラの給与割合を0から16%まで変化させても、乳蛋白率が若干低下した以外は乳量、乳成分に変化がなかった<sup>4)</sup>としている。しかし、この報告で、供試牛の乳量は約27kgと本報告より5kg以上低く、しかも、TDNの充足率が116~122%、CPの充足率が161~163%と、乳量に対して非常に高い栄養水準で給与されている。これらにより、乳量や栄養水準の設定によっては、乳量、乳成分への影響が現れる稲ワラの給与限界が異なるものと推察された。

また、対照区と稲ワラ少区を比較すると、乳量には1.3kgの差があったが、乳成分は対照区に近い数値が得られた。その結果、乳量30kg以上の高泌乳牛に対して稲ワラを給与する場合、稲ワラの給与レベルを乾物の8%程度に留めると共に、全体のOCW含量を40%に調整すれば、乳成分については低下を抑えることが可能と判断された。

高泌乳牛への総繊維給与水準について藤城らは<sup>5)</sup>、チモシー乾草を用いてOCW含量を35~45%に調整し、比較している。その結果、最も泌乳能力が発揮されるOCW水準は40%と本研究と同じであったが<sup>3)</sup>、乳脂率は本研究と逆に、OCW含量が高い方が乳脂率が高くなる傾向にあった。この違いは粗飼料の種類が異なるため、繊維の消化性や栄養価の違いに起因するものと推察されるが、さらに検討を要する。飼料の物理的性質を説明するための指標として咀嚼時間を使うことが提唱されており、咀嚼時間が長いほど物理性が高いとされている<sup>3,17)</sup>。各処理の咀嚼時間は稲ワラ多区>稲ワラ少区>対照区の順に短くなり、特に対照区の咀嚼時間が短かったが<sup>3)</sup>、正常値の範囲内であった。稲ワラ少区と対照区の総繊維水準は同等であるが、咀嚼時間の差が大きいことは、含まれている繊維の物理的性質が大きく異なることを示唆しており、今後は飼料について物理的側面からの検討を進めることも重要と考えられた。

## 引用文献

- 1) 阿部亮・堀井 聡(1979)細胞膜物質の定量における中性テタージェント法の酵素分析との比較. 日草誌 **25(1)**: 70-75.
- 2) 阿部亮ら(1979)苛性ソーダ処理稲ワラサイレージの栄養価. 畜試研報 **36**: 41-54.
- 3) BALCH, C.C.(1971) Proposal to time spent chewing as an index the extent diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteritic of roughages. Br. J. Nutr. **26**: 383-329.
- 4) 藤井俊治・高見平吉・加藤義文(1988)泌乳能力向上のための飼養管理技術(混合飼料給与)に関する試験. 第1報: 混合飼料給与法を利用した稲ワラの有効利用技術. 島根畜試研報 **23**: 18-24.
- 5) 藤城清司ら(1991)飼料中のNDF水準が泌乳初期乳生産に及ぼす影響. 千葉畜産センタ特別研究報告 **2**: 8-19.
- 6) 樋渡 隆・黒江秀雄・恒吉利彦・池田利徳(1990)粗飼料に対するアンモニア処理技術. I: 尿素処理による稲ワラの品質改善法. 鹿児島畜試研報 **22**: 38-42.
- 7) 加茂幹男・中川西弘之(1985)稲ワラのアンモニア処理法に関する研究. I ビニールハウスおよびビニールスタックサイロによる処理方法. 草地試研報 **30**: 71-81.
- 8) 加茂幹男・中川西弘之(1985)稲ワラのアンモニア処理法に関する研究. II 半乾草稲ワラアンモニア処理の導入効果. 草地試研報 **33**: 70-84.
- 9) 家守紹光・城内 仁・磯崎良寛・山下克之・津留崎正信(1993)給与飼料中のOCW含量が乳牛の泌乳性と第1胃内清浄に及ぼす影響. 福岡農総試研報 **C-12**: 1-4.
- 10) 菊池修二(1976)稲ワラ飼料化の技術と研究. 畜産の研究 **30(12)**: 838-844.
- 11) 菊池修二・中島芳也(1978)ソーダ稲ワラの飼料的研究(3). 畜産の研究 **32(5)**: 631-633.
- 12) 森本 弘(1971)動物栄養試験法. 養賢堂: 280-297.
- 13) 棟加登きみ子・高椋久次郎・津留崎正信・家守紹光・平川孝行(1988)アンモニア処理による稲ワラ、小麦ワラ、青刈ヒエの飼料品質と青刈ヒエの採食性. 福岡農総試研報 **C-8**: 47-50.
- 14) 農林水産省農林水産技術会議事務局(1987)日本飼養飼料標準. 東京: 中央畜産会.
- 15) 農林水産省農林水産技術会議事務局(1994)日本飼養飼料標準. 東京: 中央畜産会.
- 16) 農林水産省農林水産技術会議事務局(1995)日本標準飼料成分表. 東京: 中央畜産会.
- 17) 桜井和己(1991)咀嚼時間による飼料の物理性評価. 千葉畜産センタ特別研究報告 **2**: 82-89.
- 18) 篠田 満・堀井 聡・阿部 亮(1984)アルカリ処理の観点からみた稲ワラ各部位の栄養的性質の比較. 畜試研報 **42**: 21-27.
- 19) VAN Soest, P.J. and R.H. WINE (1967) Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents. J. Assn. Official Anal. Chem. **50**: 50-55.
- 20) 吉田宣夫・富田道則・武政安一・高橋哲二(1988)尿素処理による粗飼料の品質改善. III 処理条件の違いが稲ワラおよび小麦ワラの飼料価値に及ぼす影響. 埼玉畜試研報 **26**: 50-52.