

ISSN 1882 - 4862

広島総技研畜技セ研報
Bull,Hiroshima Pref. Tech.Res.Ins.
Livest.Tech.Res.Cent.

広島県立総合技術研究所 畜産技術センター研究報告

Bulletin

Hiroshima Prefectural Technology Research Institute
Livestock Technology Research Center

第 15 号
平成 20 年 2 月
2008

広島県立総合技術研究所
畜産技術センター

広島県庄原市七塚町 584

Hiroshima Prefectural Technology Research Institute
Livestock Technology Research Center

Nanatsuka,Shobara,Hirosima Pref.Japan

目 次

原著論文

飼料イネホールクroppサイレージの刈取時期の違いが子実排せつ量に及ぼす影響
The influence of the harvesting time of rice whole crop silage for the paddy
excretive amount on lactating cow: *SHINDE* et al
新出昭吾, 城田圭子, 長尾かおり..... 1

飼料イネホールクroppサイレージの切断長の違いが子実排せつに及ぼす影響
The influence of the cutoff lengths of rice whole crop silage for the paddy
excretive amount on lactating cow: *SHINDE* and *IWAMIZU*
新出昭吾, 岩水 正..... 9

飼料イネホールクroppサイレージにおける切断長と給与子実形状の違いが乳牛の乳生産に
及ぼす影響
The influence of the cutoff lengths and the paddy forms of rice whole crop silage
on milk production performance: *SHINDE* et al
新出昭吾, 園田あずさ, 岩水 正..... 15

抗張強度の異なる飼料イネホールクroppサイレージの給与が乳牛の子実排せつ率に及ぼす
影響
The influence of the shattering resistance strengths in rice whole crop silage for
the paddy excretive rates on lactating cow: *SHINDE* et al
新出昭吾, 松下 景, 岩水 正..... 23

粗飼料と粗濃比の異なるTMR給与における粗飼料価指数の推定
Estimate of roughage value index on the kind of roughage and roughage:concentrate
ratio of total mixed rations: *SHINDE*
新出昭吾..... 29

他誌掲載論文要約

系統及び成長ホルモン遺伝子型が異なる黒毛和種肥育牛の成長特性
Comparison of growth traits in different lines and GH genotypes of Japanese Black
steers: *KONO*
河野幸雄..... 35

クローン技術を利用した種雄牛造成の効率化
Increased Efficiency of Sire Production Using Cloning Technology: *OGATA* et al
尾形康弘, 谷本陽子, 松重忠美, 栗原順三, 今井 昭, 堀内俊孝..... 35

レシピエント卵子の保存時期が核移植後の胚発生に及ぼす影響
Effect of Preservation Stage of Recipient Oocytes on the Developmental Capacity of
Reconstructed Embryo after Nuclear Transfer: *TANIMOTO* et al
谷本陽子, 福馬敬紘, 尾形康弘, 名越吉文, 松重忠美, 堀内俊孝..... 36

Gn-RH製剤を用いた経膈採卵法の検討
Investigation Using Gonadotropin-releasing Hormone on Transvaginal Ultrasound-
guided Follicular in Cattle: *OGATA* et al
尾形康弘, 日高健雅, 松重忠美, 堀内俊孝..... 36

ウシ胚からの性判別用細胞採取法の開発 Development of a Cell Sampling Method for the Sexing of Bovine Embryos : <i>OGATA</i> et al 尾形康弘, 日高健雅, 松重忠美.....	37
レシピエント卵子の品種が核移植胚及び産子へ及ぼす影響 The Effect of Recipient Oocytes Species Embryo after Nuclear Transfer and Cloned Steers : <i>HIDAKA</i> et al 日高健雅, 尾形康弘, 松重忠美.....	37
黒毛和種子牛における成長ホルモン遺伝子多型と体重及び内分泌機能の関係 Interaction of GH Polymorphism with body weight and endocrine functions in Japanese black calves : <i>KATOH</i> et al 加藤和雄, 河野幸雄, 鈴木啓一, 小原嘉昭.....	38

飼料イネホールクroppサイレージの刈取時期の違いが 子実排せつ量に及ぼす影響

The influence of the harvesting time of rice whole crop silage
for the paddy excretive amount on lactating cow

新出昭吾 城田圭子* 長尾かおり

要 約

飼料イネホールクroppサイレージ(WCS)の刈取時期(糊熟, 黄熟, 完熟)と子実の排せつ量との関係を検討するために, 乳牛6頭を用いたラテン方格法で試験を実施した。子実の登熟の程度は, いずれの刈取期においても未熟~完熟の子実が認められ, 登熟の程度は斉一ではなかった。子実排せつ率は, 糊熟23%, 黄熟43%, 完熟が47%であり, 糊熟期に比べ黄熟期以降の刈取では有意に高くなった($P<0.05$)。子実排せつによる養分損失を考慮すると, イネ総体のTDN含量は糊熟期が高いが, 10a当りTDN収量は, 黄熟期がもっとも高かった。それぞれの刈取時期の子実排せつに伴う栄養損失は, 濃厚飼料を追加し補う必要があると考えられた。

緒言

乳量35kg/日程度の乳牛の乳量や乳成分を維持するための, 飼料イネホールクroppサイレージ(WCS)の適正給与量は, 6.0~6.5kg/日であり, 混合飼料(TMR)中の乾物混合割合は26~30%程度が望ましい¹⁾ことを明らかにした。しかし, 飼料イネWCSの給与割合が増加すると乳量や乳成分の低下が認められ, 不消化のまま糞中へ排せつされる子実量の増加による養分ロスが一要因と考えられた。

現在は, 飼料イネの収穫適期として黄熟期が推奨されている(稲発酵粗飼料栽培給与マニュアル³⁾)³⁾が, 飼料イネの生育期と子実排せつ量との関係について実際のレベルの高泌乳牛で検討した報告はほとんどない。そこで, 飼料イネの刈取時期を, 糊熟期, 黄熟期および完熟期として, サイレージ調製した飼料イネWCSをTMR飼料原料として用い, 刈取時期と子実排せつ量との関係について検討した。

試験方法

1 供試牛および試験区, 調査期間

同一圃場で栽培した飼料イネ「クサノホシ」を, 出穂後23日目(糊熟期と定義), 38日目(黄熟期と定義), 51日目(完熟期と定義)に, 子実と茎葉を別々に刈取り, サイレージを調製した。サイレージの貯蔵期間は150日とし, 粗飼料を刈取時期の異なる飼料イネWCSのみとした混合飼料(TMR)3区を設定した。

表1に示すように, 乳量33~45kg/日の乳牛を1区当たり2頭, 計6頭を用い, 飼料イネWCSへの馴致期間を8日間設け, さらに予備飼養期間5日間, 本試験3日の1期8日間, 計3期のラテン方格法⁹⁾で実施した。なお, ふんは本試験の3日間採取した。

2 供試飼料および給与方法

飼料イネ刈取り直後に, 茎葉と子実を分けて, そ

表1 試験牛配置

牛No	分娩月日	分娩後日数*	乳量 kg/日	試験期および配置		
				期	期	期
1	2002/03/19	52	44.5	糊熟	黄熟	完熟
2	2002/03/17	54	39.3	糊熟	黄熟	完熟
3	2002/04/02	38	44.3	黄熟	完熟	糊熟
4	2002/02/15	84	34.1	黄熟	完熟	糊熟
5	2002/01/28	102	33.5	完熟	糊熟	黄熟
6	2001/10/30	192	34.5	完熟	糊熟	黄熟

* 試験開始日における分娩後日数

(2)

れぞれ FRP サイロとポリ容器に貯蔵した。飼料イネ茎葉はカッターの切断長を 1.3cm に設定した。

それぞれの TMR の混合量と養分含量を表 2 に示した。飼料イネ WCS (茎葉+子実全量含むものとして)の乾物混合割合を 26% 概ね粗タンパク質(CP) 17%, 可消化養分総量(TDN) 76%に設定し TMR を調製した。実際は,子実サイレージは別給与するため,TMR は飼料イネ茎葉サイレージのみを用いて調製した。馴致 8 日間の TMR は,黄熟期刈取りの飼料イネ WCS で調製した TMR を給与した。この飼料イネ WCS への馴致期間の乳量,乳脂率,体重から算出した乾物必要量⁶⁾の 105%を試験全期間の給与量とし,子実サイレージも含むものとして TMR は原物 40~42kg/日(乾物 24.0~25.5kg/日)相当量を給与した。一方,子実サイレージについては,冷蔵庫に 1 日給与量を小分けして保管後,子実を確実に摂取させるため毎朝 8 時 45 分に 1 日量の子実を別容器で給与した。子実を全量摂取させた後に,1 日の給与所定量を 3 等分した茎葉サイレージ TMR を給与した。なお,TMR の給与は,9 時 15 分,13 時,18 時の 3 回とした。

3 調査項目

1) 飼料イネの収量および飼料の化学的組成

飼料イネは刈取時期ごとに収量を調査した。また,それぞれの飼料は一般化学的組成を定法⁴⁾により分析した。

表 2 TMR の混合量と養分含量

	糊熟 TMR	黄熟 TMR	完熟 TMR
乾物混合量 (kg)			
飼料イネ WCS	43.1	43.0	43.0
茎葉	28.9	26.3	22.9
子実*	14.2	16.7	20.1
配合飼料	122.1	121.9	121.6
養分含量 (%)			
乾物	60.0	60.0	60.0
飼料イネ割合	26.0	26.0	26.0
CP	17.3	17.2	17.2
TDN	75.7	76.0	76.1

* 子実は別給与であるため,実際の TMR は子実を除いたものを混合した

表 3 押しつぶしによる子実の登熟程度と判定基準

子実の登熟程度	判定基準
未熟(不稔含む)	内容物がない
乳熟	ミルク液上の内容物が出る
糊熟	糊状の内容物が出る。あるいは,餅状につぶれる
黄熟	内容物が出ることはないが,籾殻がやや開く
完熟	内容物が出ることはなく,子実形状は変化しない

2) 乾物摂取量

給与 TMR および残飼の量は毎日計量し,60 で 168 時間通風乾燥し乾物を求めた。

3) 子実の発酵品質および登熟割合

子実の発酵程度は,pH 測定し,100g の原物子実を 200ml の蒸留水に浸漬後,No5B 濾紙で濾過し,キャピラリー電気泳動装置により VFA 組成を測定した³⁾。発酵品質は,V-Score⁴⁾で評価した。

サイレージ貯蔵後の子実について,刈取り時期ごとにそれぞれ 500 粒を無作為に選び,透明プラスチック板により子実を押し潰して,登熟程度を調査した。子実の登熟程度のカテゴリおよび判断基準は,表 3 に示すように 5 段階とした。

4) 子実排せつ量,排せつ率

採糞は個体別とし各期試験期間の最終 3 日間連続で実施した。手順は次のとおりとした。

(1)8:45 から翌朝の 8:45 の糞全量を 1 日単位として,昼間はそれぞれの乳牛番号を付したポリ容器(6 個用意)に排ふんの都度採取し,夜間は,パーンクリーナー内に糞を溜め,翌朝,150 リットルのポリ容器に全量を回収した(写真 1)。

(2)子実は比重によりポリ容器底部に沈降することから,ふんを採取したポリ容器に 90 リットルの水を入れ,ハンディードリルに攪拌棒を取り付けて 10 分間攪拌し(写真 2),子実の沈降を確認し,浮遊物を含む上澄み部分を廃棄した。この作業を 3 回繰り返した(写真 3)。なお,このとき,水の



写真1



写真2



写真3



写真4



写真5



写真6



写真7



写真8



写真9

表面に浮遊する子実形状のものは、未熟子実もしくは消化され剥離したモミガラであり廃棄した。
 (3)最終の沈殿物を六角の回転篩(写真4)にいれ、水を注入すると同時に回転させ、微細な浮遊物を除去しながら洗浄した(写真5)。
 (4)洗浄回収した排せつ子実(写真6)は、メッシュ袋(写真7)にいれ、65℃で168時間通風乾燥した。
 (5)通風乾燥した排せつ子実はメッシュ3.0mmと2.15mmのパーティクルセレーターを用い、振動篩をかけながらコンプレッサーにより軽量のゴミを風選除去した。

(6)さらに、残存する粒度や比重が子実に似通ったゴミを子実精選器により完全に取り除いた(写真8)。
 (7)排せつ子実の乾物重を求めるために、65℃で96時間さらに通風乾燥した(写真9)。
 (8)なお、それぞれの刈取り期の子実には未熟子実を含むことから、原料の子実1,000gを水に投入して、第一胃内滞留時間を想定した32時間後、浮き子実と沈み子実を回収し、それぞれ乾物重を求めた。給与する子実量から浮き子実量を除き、登熟子実(乳熟期以上の子実)量をベースに子実排せつ量を算出し、排せつ率を計算した。

(4)

結果および考察

1 刈取時期別の飼料イネの収量および化学的組成

刈取時期別の飼料イネの化学的組成を表4に、10a 当り収量を表5に示した。また、飼料イネ全体、および、茎葉と子実の水分含量の推移、子実の割合の推移を図1に示した。

飼料イネ全体の水分含量は、糊熟期 70.0%、黄熟期 60.1%、完熟期 51.5%と刈取時期が遅くなるにつれ低下した。この水分低下は、茎葉中の水分含量の低下ではなく、子実中の水分含量の低下および飼料イネ全体に占める穂部割合の増加によるものであった。子実の状態により刈取時期を決定する場合には、子実の水分含量が40%以下になる時期であれば、飼料イネ全体の水分含量がサイレージ調製に適する60~65%に到達すると考えられた。

CP含量は、刈取時期が遅くなるにつれ低下した。NDF、OCWは刈取時期が遅くなるにつれ低下した。

これは、NFE、OCCが増加していることから、子実の充実による相対的な低下と考えられた。

飼料イネの10a 当り乾物収量は刈取時期が遅くなるに伴い増加した。また、10a 当り乾物中TDN収量は、子実割合の増加に応じて高くなった。

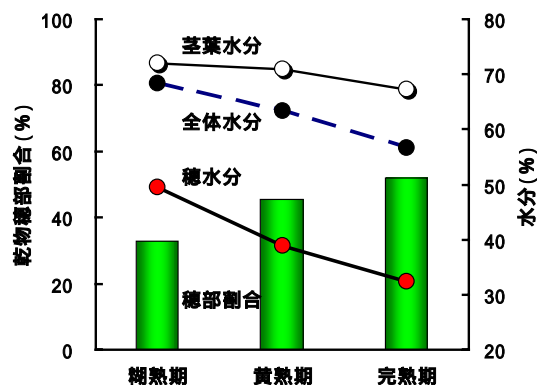


図1 飼料イネの乾物穂部割合と水分の推移

表4 刈取時期別の飼料イネ全体、茎葉、子実における化学的組成

刈取時期	DM	CP	EE	NDF	Cfi	OCC	OCW	Oa	Ob	Ash	NFE	TDN
								DM %				
全体												
糊熟	30.0	5.3	2.3	55.4	32.0	30.0	58.1	5.7	52.4	11.8	48.6	52.5
黄熟	39.9	4.7	2.5	48.3	27.2	40.1	50.3	4.9	45.4	9.6	56.0	57.2
完熟	48.5	4.4	2.3	41.3	23.2	47.0	43.1	4.9	38.2	9.9	60.1	60.1
茎葉												
糊熟	21.4	4.5	1.9	68.2	38.6	12.8	71.9	7.8	64.2	15.4	39.7	45.3 *
黄熟	23.9	3.4	2.3	70.9	39.1	11.9	73.7	7.6	66.1	14.4	40.8	46.4 *
完熟	29.0	3.3	2.3	65.4	36.2	15.4	68.1	8.4	59.7	16.5	41.7	45.1 *
子実												
糊熟	47.4	6.9	3.0	29.4	18.7	65.1	30.1	1.7	28.4	4.8	66.6	72.9
黄熟	59.1	6.2	2.7	21.0	12.8	74.0	22.1	1.7	20.4	3.9	74.4	78.3
完熟	66.5	5.5	2.3	19.2	11.3	76.1	20.1	1.6	18.5	3.8	77.1	79.5

DM:乾物, CP:粗タンパク質, EE:粗脂肪, NDF:酸性デタージェント繊維, Cfi:粗繊維, OCC:細胞内容物, OCW:総繊維, Oa:高消化性繊維, Ob:低消化性繊維, Ash:灰分, NFE:可溶無窒素物, TDN:可消化養分総量, * 日本標準飼料成分表⁵⁾の『稲ワラ』の消化率により算出

表5 刈取時期別飼料イネ収量

刈取時期	10a 当り収量			イネ体乾物割合	
	原物 (kg)	乾物 (kg)	TDN (kg)	茎葉 (%)	子実 (%)
糊熟	4,859.3	1,457.8	765.9	67.0	33.0
黄熟	4,128.8	1,647.4	942.8	54.6	45.4
完熟	3,494.4	1,694.8	1,018.8	47.9	52.1

2 子実の登熟割合

図2に子実の登熟割合を示した。未熟子実は糊熟期刈が24.6%、黄熟期刈9.0%、完熟期刈7.6%であり、乳熟子実および糊熟子実も同様に刈取時期が遅くなるに伴い減少した。いずれの刈取時期の飼料イネにおいても、未熟～完熟の子実が認められ、本試験に用いたクサノホシの登熟程度は斉一でなく、子実による熟期の判定はやや難しいと考えられた。

3 未熟子実の乾物重および割合

それぞれの刈取時期の子実は未熟あるいは不稔子実を含むことから、原料の子実1,000gを水に投入し、32時間経過後の浮き子実と沈み子実の乾物重および割合を求めた。これらの結果を表6に示した。

浮き子実を確認したところ、内容物は認められず未熟あるいは不稔子実と判断された。よって、本試験において、サンプリング糞に水を注入攪拌した際に浮遊するモミガラは未熟子実そのもの、内容物が

消化されたモミガラ、もしくは、採食、反芻時に玄米から剥離したモミガラと考えられた。そのため、給与する子実から、浮き子実（未熟モミ）を除いた沈み子実（登熟モミ）を基準に、子実排せつ量、割合を求めるのが妥当と考えられた。

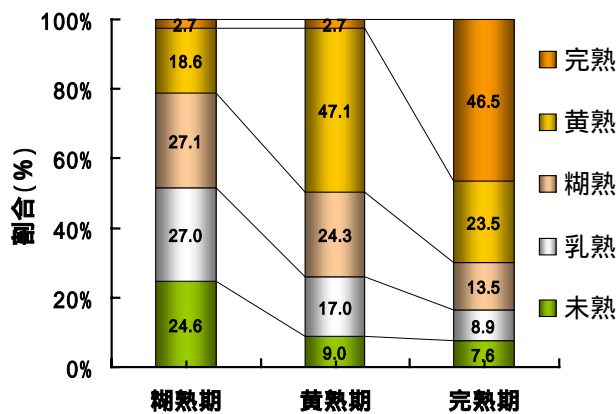


図2 刈取時期の違いによる子実の登熟割合

表6 浮き子実と沈み子実割合

刈取時期	乾物%	乾物中割合 (%)	
		浮き子実	沈み子実
糊熟期 (出穂後 23 日)	47.4	13.2	86.8
黄熟期 (出穂後 38 日)	59.1	3.1	96.9
完熟期 (出穂後 51 日)	66.5	1.7	98.3

表7 刈取期別子実サイレージ発酵品質

部位	pH	新鮮物中 総酸量 (%)	VFA 量 (新鮮物中%)				VBN/TN	V-Score
			乳酸	プロピオン酸	酢酸	酪酸		
糊熟期	4.20	1.45	0.57	0.03	0.59	0.10	14.7	47.0
黄熟期	4.27	1.11	0.50	0.02	0.45	0.13	12.9	64.0
完熟期	4.10	0.97	0.50	-	0.45	0.10	10.7	84.0

VFA: 低級脂肪酸, VBN: 揮発性塩基態窒素, TN: 総窒素

表8 乾物摂取量および子実排せつ量, 排せつ率

	糊熟期	黄熟期	完熟期	SEM
乾物摂取量 (kg / 日)	20.9 ^c	23.5 ^a	22.6 ^b	0.21
原物子実摂取量 (g / 日)	3,759 ^b	3,836 ^b	4,177 ^a	36.7
乾物子実摂取量 (g / 日)	1,782 ^c	2,272 ^b	2,746 ^a	26.5
登熟乾物子実摂取量 (g / 日) *	1,549 ^c	2,201 ^b	2,699 ^a	25.7
糞中子実排せつ量 (g / 日)	357 ^c	960 ^b	1,262 ^a	49.8
子実排せつ率 (%)				
子実排せつ量/乾物子実摂取量	19.9 ^b	42.1 ^a	45.9 ^a	1.8
子実排せつ量/登熟子実摂取量	22.9 ^b	43.4 ^a	46.7 ^a	1.9

異符号間に有意差有り (abc: P < 0.05)

SEM: 平均標準誤差

* 未熟モミの浮きモミ子実を除いた計算上の子実乾物給与量

(6)

4 子実のサイレージ発酵品質

子実のサイレージ発酵品質を表7に示した。pHは大きな違いは認められなかった。新鮮物中の総酸量は刈取時期が遅れるに従い低下した。これは水分含量の低下に伴い、発酵自体が抑制されたためと考えられた。V-Scoreは刈取時期が早いものほど低下したが、水分含量に影響を受けたと考えられた。

5 TMRおよび子実摂取量

TMRの摂取量について表8に示した。それぞれの刈取り時期における乾物摂取量(茎葉TMRおよび子実の総和)は、黄熟TMR>完熟TMR>糊熟TMRとなり有意差が認められた(P<0.05)。子実乾物摂取量は、刈取時期のそれぞれの子実割合が異なるために必然的に異なり、刈取時期の進行とともに摂取量は増加した。また、浮き子実を除く沈み子実の摂取量も同様であった。表7において子実サイレージの発酵品質に差がなく、この摂取量差の理由は明らかではなかった。

6 子実排せつ量および排せつ率

子実排せつ量および排せつ率を表8に示した。子実の排せつ量は刈取り時期が遅れるに伴い増加した(P<0.05)。子実の排せつ割合は、糊熟期子実が他の区より有意に少なかった。登熟子実乾物ベースで評価すれば、糊熟期22.9%、黄熟期43.4%、完熟期46.7%の子実排せつ率となり、糊熟期が有意に低かった(P<0.05)。一方、出穂後の刈取日数が13日異なる黄熟期と完熟期間には有意差は認められなかった。子実の排せつ量は、12%²⁾~62.9%⁸⁾の報告があり、刈取り時期が遅れるほど子実の排せつ量が増加するとされる。本試験に用いた飼料イネ『クサホナミ』は、晩生タイプの品種であり、本県では10月以降気温が上がらないため登熟が進行しにくく、黄熟期以降で子実排せつ率に差がなかったと考えられた。

本県において作付体系を検討する場合、耕種農家における飼料イネの収穫は、本作の食糧イネ収穫の後に実施されることが多いことから、刈取時期の遅れによっても子実排せつ率が増加しないことは、給与における養分損失の抑制に寄与するものと考えられた。晩生種の飼料イネの作付は、農家で刈取時期が遅れた場合にも、登熟の進行による不消化子実の増加を防ぐ可能性があると考えられた。

7 刈取時期別飼料イネのTDN含量と子実排せつとの関係

刈取時期別TDN含量とTDN収量を図3に示した。

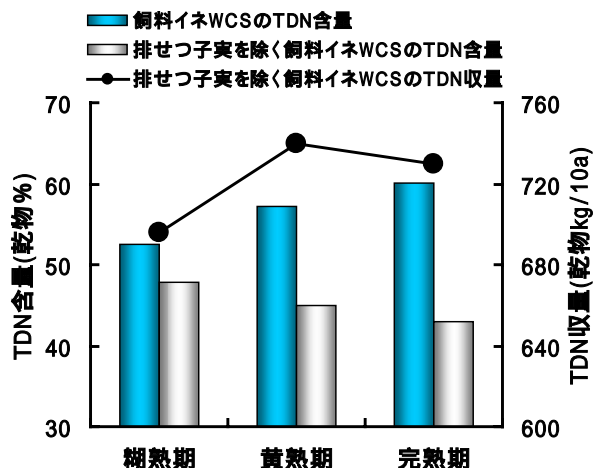


図3 飼料イネWCSの刈取期別TDN含量とTDN収量

飼料イネWCS全体の乾物中TDN含量は、図1に示したように、子実割合の増加に伴い、糊熟期52.5%、黄熟期57.2%、完熟期60.1%と増加した。一方、乾物子実摂取量あたりの子実排せつ率は19.9%、42.1%、45.9%と増加したことから、この排せつ子実を除く飼料イネWCSのTDN含量の推定値は、糊熟期47.7%、黄熟期44.9%、完熟期43.0%と刈取時期が遅くなるにつれて低下した。

また、この排せつ子実を除く飼料イネWCSの10a当りTDN収量を比較した場合、糊熟期696.1kg、黄熟期740.2kg、完熟期729.5kgとなった。

このことから、排せつされる子実が認められるとしても、10a当りTDN収量は黄熟期が高くなること、また、サイレージの発酵品質が良好になる水分含量60~65%に達する時期が黄熟期ということも併せ、出穂後30日前後の黄熟期が刈取時期として望ましいと考えられた。しかし、高泌乳牛は必要養分量が多いことから、粗飼料中のTDN含量が高いものが求められており、刈取時期の遅れにより繊維の消化性が低下¹⁾した飼料は望ましくない。そのため、将来的には、乳牛の必要養分量に応じて給与する飼料イネの刈取時期を決定することが必要になると思われる。

以上のことから、高泌乳牛における子実の排せつ量は刈取時期により異なり、また、かなり多くの栄養的損失が認められた。子実のTDN含量が乾物中76.8%(日本飼養標準2001⁵⁾)とすると、TDN量として糊熟期で274g、黄熟期で737g、完熟期969gの栄養的損失が推定される。完熟期の場合、TDN85%の濃厚飼料換算で1.14kgの養分損失であり、当面、これらの栄養損失を濃厚飼料の追加で補う必要があると考えられた。

本研究は、21世紀プロジェクトの予算で実施したものである。

引用文献

- 1) 阿部啓之, 阿部亮: 第一胃における各種飼料の繊維の消化特性について, 畜産試験場研究報告, 51:37 ~ 42P, 1991.
- 2) 平成 12 年度草地試験研究成績・計画概要集 : 農林水産省草地試験場, 342P, 2001.
- 3) 石黒瑛一, 日比野洋, 曾我朋義, 柳井博子, 澤田浩和, 平岡久明, 柁木茂彦: キャピラリー電気泳動法を用いたサイレージ中の各種有機酸の分析, 畜産の研究, 54, 588 ~ 590P, 2000.
- 4) 自給粗飼料品質評価研究会編: 粗飼料の品質評価ガイドブック, 日本草地畜産種子協会, 東京, 196P, 2001.
- 5) 農林水産省農林水産技術会議事務局編: 日本標準飼料成分表 1995 年版, 中央畜産会, 東京, 293P, 1995.
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局編: 日本飼養標準 (乳用牛) 1999 年版, 中央畜産会, 東京, 189P, 1999.
- 7) 新出昭吾, 城田圭子, 長尾かおり: 稲発酵粗飼料を用いた TMR における粗濃比の違いが乳生産に及ぼす影響, 広島畜技セ研究報告 13, 1 ~ 11P, 2003.
- 8) 山本泰也, 水谷将也, 浦川修司, 苅田修一, 後藤正和: 乳牛飼養における飼料イネサイレージ TMR の利用性 飼料イネサイレージ多給 TMR の飼料特性, 日本草地学会誌 47 別号, 248 ~ 249P, 2001.
- 9) 吉田実: 畜産を中心とする実験計画法, 養賢堂, 東京, 477P, 1983.

飼料イネホールクroppサイレージの切断長の違いが 子実排せつに及ぼす影響

The influence of the cutoff lengths of rice whole crop silage
for the paddy excretive amount on lactating cow

新出昭吾 岩水 正

要 約

飼料イネホールクroppサイレージ(WCS)の切断長がそしゃく行動と子実の排せつに及ぼす影響を検討するために、「クサノホシ」(出穂後30日、乾物子実割合は47.4%)の切断長を1cm(切断長実測平均値1.5cm±標準偏差0.5の1cm区)と5cm(5.2cm±1.1の5cm区)に設定したフォーレージハーベスタで細切し、これらの乾物混合割合を26.5%とした乾物(DM)含量60%、粗タンパク質(CP)含量17%、可消化養分総量(TDN)含量76%の混合飼料(TMR)を乳量36~45kg/日の乳牛4頭に給与し、1期8日間計3期24日間の反転試験法により調査した。

乾物摂取量は、切断長が短い1cm区が有意に高かった($P<0.06$)。子実排せつ量および排せつ率は、1cm区が1.20kg、41.6%、5cm区が0.94kg、34.9%であり5cm区が6.7ポイント低い傾向を示した($P<0.1$)。そしゃく行動においては、1cm区は採食速度が速く($P<0.05$)、摂取乾物kgあたりの採食時間が有意に短かった($P<0.05$)。一方、摂取乾物kg当りの反芻時間は1cm区が長い傾向にあった($P<0.1$)が子実排せつ率低下には寄与していなかった。子実の破碎は採食時に主として行われ、5cm区においてkg当りの採食時間が長いことにより子実破碎の機会が増加し、子実排せつ率が低くなったと考えられた。第一胃内容液性状において、pHは差が認められなかった。総VFA生成量は乾物摂取量の多かった1cm区が高かった($P<0.05$)が、VFA割合は差が認められなかった。

緒言

飼料イネホールクroppサイレージ(WCS)の給与において、ふん中への子実の排せつが観察され、栄養的な損失が問題となっている。特に、乾物摂取量の多い高泌乳牛で子実排せつが多い。飼料イネの利用促進にはこの栄養的な損失を改善する必要があるが、子実が破碎できれば生産への栄養的な効果は大きいと考えられる。この場合、子実の破碎を促すものとして、そしゃくの効果が考えられる。家畜は採食時に嚥下に必要な程度にしか咀嚼しない習性を持つ。粗剛な粗飼料ほど採食後嚥下される食塊中に大粒子の割合が少なく、切断長の長い粗飼料を採食し

たときの嚥下食塊の粒度は、破碎した粗飼料を採食したときの粒度よりも小さいものが多い⁴⁾と報告されている。採食時間や反芻時間の長短は繊維の微細化に影響することから、子実の破碎程度にもなんらかの影響を及ぼすものと考えられる。

そこで、飼料イネWCSの切断長がそしゃく行動と子実排せつに及ぼす影響を検討した。

試験方法

1 供試牛および試験区、調査期間

供試牛は、表1に示すように、乳量36~45kg/日の乳牛を1区当たり2頭、計4頭を用いた。供試した

表1 供試牛のプロファイル

No	ネック No	分娩月日	分娩後日数*	体重(kg)	乳量(kg/日)	Fat(%)	Prot(%)	Lact(%)	SNF(%)
1	白9	02/10/11	150	631	42.4	4.82	3.34	4.56	8.91
2	白36	02/09/07	184	651	36.3	4.42	3.31	4.19	8.50
3	白12	02/09/21	170	629	38.6	4.48	3.36	4.51	8.87
4	白20	02/12/24	76	601	45.1	3.33	3.39	4.59	8.97

* 試験開始時の日数

(10)

飼料イネ WCS は、切断長 1.3cm (1cm 区) と 5.1cm (5cm 区) に設定したフォーレ - ジハーベスタで細切し、飼料イネ WCS の乾物割合 26.5% で混合飼料 (TMR) 2 区を調製した。飼料イネ WCS への馴致期間を 8 日間設け、さらに予備飼養期間 5 日間、本試験 3 日の 1 期 8 日間、計 3 期の反転試験法⁶⁾ により試験を実施した。なお、子実排せつ率を調査するため、ふんは本試験の 3 日間全量を採取した。

2 供試飼料および給与方法

同一圃場で栽培した飼料イネ「クサノホシ」を、出穂後 30 日目に無切断で収穫し、ロールベール後ラッピングした。貯蔵 5 ヶ月後に開封し、直ちに、飼料イネ WCS の切断長 1.3cm (1cm 区) と 5.1cm (5cm 区) にギア比を調整したフォーレ - ジハーベスタで細切した。

それぞれの TMR の原物混合量と乾物中養分含量を表 2 に示した。飼料イネ WCS の乾物混合割合を 26.5%、その内、子実割合は 47.4% で、粗タンパク質 (CP) 17.1%、可消化養分総量 (TDN) 75.5%、粗脂肪 (EE) 4.7%、中性デタージェント繊維 (NDF) 31.2%、非繊維性炭水化物 (NFC) 41.5% の TMR を調製した。なお、加水し TMR の乾物含量は 60% とした。馴致 8 日間の TMR は、黄熟期刈取りの飼料イネ WCS で調製した TMR を給与した。この飼料イネ WCS への馴致期間の乳量、乳脂率、体重から算出した乾物必要量³⁾ の 105% を試験全期間の給与量とし、TMR は原物 40~42kg/日 (乾物 24.0~25.5kg/日) 相当量を給与した。TMR の給与は、9:00, 13:00, 16:55 の 3 回とした。

3 調査項目

1) 飼料イネの化学的成分組成および切断長分布

飼料イネ WCS は一般化学的成分組成を定法²⁾ により分析した。フォーレ - ジハーベスタで細切した飼料イネ WCS の茎部分について、それぞれ 130 サンプルの長さを調査した。

2) 飼料イネ WCS の登熟割合

飼料イネ WCS の登熟程度について、表 3 の判定基準で調査した。

3) 乾物摂取量

給与 TMR および残飼の量は毎日計量し、60 で 168 時間通風乾燥し乾物を求めた。

4) 子実排せつ量、排せつ率

採糞は個体別とし各期試験期間の最終 3 日間連続で実施した。手順は次のとおりとした。

- (1) 8:45 から翌朝の 8:45 の糞全量を 1 日単位として、昼間はそれぞれの乳牛番号を付したポリ容器 (4 個用意) に排ふんの都度採取し、夜間は、パークリーナー内に糞を溜め、翌朝、150 リットルのポリ容器に全量を回収した。
- (2) 子実は比重によりポリ容器底部に沈降することから、ふんを採取したポリ容器に 90 リットルの水を入れ、ハンディードリルに攪拌棒を取り付けて 10 分間攪拌し、子実の沈降を確認し、浮遊物を含む上澄み部分を廃棄した。この作業を 3 回繰り返した。なお、このとき、水の表面に浮遊する子実形状のものは、未熟子実もしくは消化され剥離したモミガラとみなし廃棄した。
- (3) 最終の沈殿物を 6 角の回転篩にいれ、水を注入すると同時に回転させ、微細な浮遊物を除去しながら洗浄した。

表 2 TMR の混合量と養分含量

	1cm 区	5cm 区
飼料イネ WCS 切断長 (cm)	1.3	5.1
原物混合量 (kg)		
飼料イネ WCS		120
配合飼料		129
水		10
乾物中養分含量 (%)		
乾物		60.0
飼料イネ割合		26.5
CP		17.1
TDN		75.5
EE		4.7
NDF		31.2
NFC		41.5

CP: 粗タンパク質, TDN: 可消化養分総量, EE: 粗脂肪, NDF: 中性デタージェント繊維, NFC: 非繊維性炭水化物

表 3 押しつぶしによる子実の登熟程度と判定基準

子実の登熟程度	判定基準
未熟 (不稔含む)	内容物がない
乳熟	ミルク液上の内容物が出る
糊熟	糊状の内容物が出る。あるいは、餅状につぶれる
黄熟	内容物が出ることはないが、籾殻がやや開く
完熟	内容物が出ることはなく、子実形状は変化しない

- (4) 洗浄した排せつ子実は、メッシュ袋にいれ、65 168 時間通風乾燥した。
- (5) 通風乾燥した排せつ子実はメッシュ 3.0mm と 2.15mm のパーティクルセパレーターを用い、振動篩をかけながらコンプレッサーにより軽量のゴミを風選除去した。
- (6) さらに、残存する粒度や比重が子実に似通ったゴミを子実精選器により完全に除去した。
- (7) 排せつ子実の乾物重を求めるために、65 で 96 時間さらに通風乾燥した。
- (8) なお、それぞれの刈取り期の子実には未熟子実を含むことから、原料の子実 1,000g を水に投入して、第一胃内滞留時間を想定した 32 時間後、浮き子実と沈み子実を回収し、それぞれ乾物重を求めた。給与する子実量から浮き子実量を除き、登熟子実(乳熟期以降の子実)量をベースに子実排せつ量を算出し、排せつ率を計算した。

5) そしゃく行動

咀嚼行動調査は、各試験期間最終 4 日間連続で、8 時 30 分から翌朝の同時刻を 1 日として調査した。なお、連続した調査した咀嚼行動のデータを平均し、1 日当りの行動として算出した。咀嚼行動の測定は、顎の動きにより生じるストレインゲージの電気歪みの信号を解析する方法⁵⁾によって実施した。

表 4 飼料イネおよび配合飼料の化学的組成

飼料名	DM	CP	EE	NDF	NFC	Ash	TDN
飼料イネ WCS	34.3	5.0	0.5	49.6	36.6	8.3	50.8
配合飼料	88.6	21.0	5.5	26.1	40.5	6.4	84.8

DM:乾物, CP:粗タンパク質, EE:粗脂肪, NDF:酸性デタージェント繊維, NFC:非繊維性炭水化物, Ash:灰分, TDN:可消化養分総量,

結果および考察

1 飼料イネの化学的組成および切断長分布

飼料イネ WCS の化学的組成を表 4 に示した。フォーレ - ジハーベスタによる切断長の分布を図 1 および図 2 に示した。切断長実測平均値は 1cm 区が 1.5cm±標準偏差 0.5 であり、5cm 区が 5.2cm±1.1 であった。

2 子実の登熟割合

子実の登熟割合を表 5 に示した。未熟子実は 8.0% 認められたが、黄熟子実は 47.6% であった。黄熟期刈りにおいても未熟 ~ 完熟の子実が認められ、登熟程度は斉一でなかった。

3 TMR 乾物摂取量および子実摂取量

TMR の乾物摂取量を表 6 に示した。1cm 区が 5cm 区に比べ有意に多かった (P<0.06)。切断長が短いほど乾物摂取量が増加するとして報告¹⁾に一致した。乾物摂取量に連動して、飼料イネ WCS の乾物摂取量も 1cm 区が有意に多かった (P<0.06)。子実の摂取量は 1cm 区が多い傾向であった。

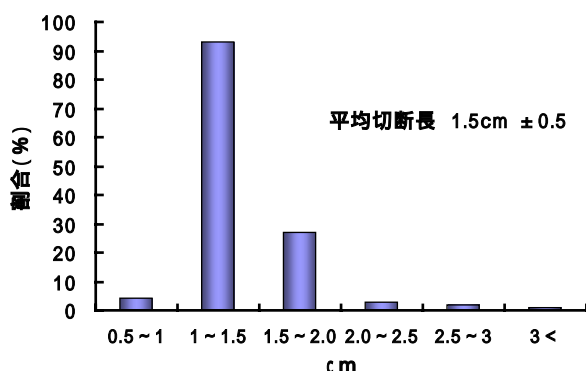


図 1 1.3cm設定カッターによる切断長分布

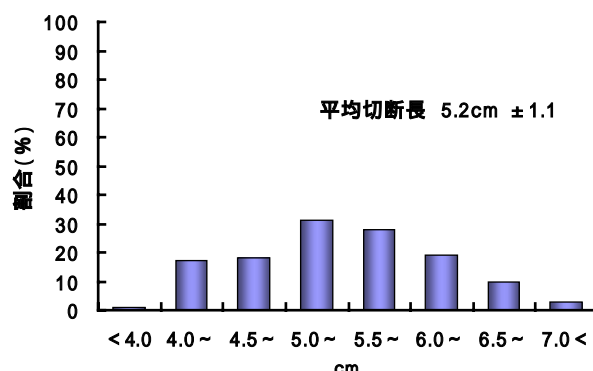


図 2 5.1cm設定カッターによる切断長分布

表 5 飼料イネの子実割合および子実の登熟(熟度)割合(乾物%)

品種	飼料イネ子実割合 (%)	子実の登熟割合 (%)				
		未熟(不稔)	乳熟	糊熟	黄熟	完熟
クサノホシ	47.4	8.0	15.0	26.2	47.6	3.2

表6 乾物摂取量, 子実排せつ量, 排せつ率および第一胃内容液性状

	1cm 区	5cm 区	差の有意性
乾物摂取量 (kg / 日)	23.2	21.3	P<0.06
飼料イネ乾物摂取量 (kg / 日)	6.14	5.64	P<0.06
乾物子実摂取量 (kg / 日)	2.89	2.69	P<0.10
子実排せつ量 (kg / 日)	1.20	0.94	P<0.10
子実排せつ率 (%)	41.6	34.9	P<0.10
採食時間 (分/日)	342.5	358.9	
採食速度 (g/分)	68.3	59.6	P<0.05
採食時間/乾物摂取量 (分/kg)	14.8	16.6	P<0.05
反芻時間 (分/日)	411.3	354.8	P<0.05
反芻時間/乾物摂取量 (分/kg)	17.8	16.6	P<0.10
総そしゃく時間 (分/日)	754.6	713.7	
RVI (分/kg)	32.6	33.6	
第一胃内容液性状			
pH	6.66	6.75	
総低級脂肪酸生成量 (mM)	93.6	81.0	P<0.05
酢酸割合 (mol%)	64.6	64.1	
プロピオン酸割合 (mol%)	22.8	22.8	
酪酸割合 (mol%)	12.6	13.1	

総そしゃく時間 = 採食時間 + 反芻時間, RVI: 総そしゃく時間/乾物摂取量

4 子実排せつ量および排せつ率

子実排せつ量および排せつ率を表6に示した。

子実排せつ量および排せつ率は, 1cm 区が 1.20kg, 41.6%, 5cm 区が 0.94kg, 34.9%であり 5cm 区が 6.7ポイント低い傾向を示した (P<0.1)。切断長が長い方が子実破碎は進む結果であった。しかし、乾物摂取量の 1cm 区と 5cm 区の差は 1.9kg/日 (TDN 換算で 1.43kg/日に相当)であり、1cm 区の乾物摂取量および TDN 摂取量が有意に多い。これは、5cm 区の子実排せつに由来する TDN 排せつの抑制量よりもかなり多かった。

5 そしゃく行動

そしゃく行動の結果を表6に示した。そしゃく行動においては、採食時間は差が認められなかった。

一方、採食速度は 1cm 区が 68.3g/分で、5cm 区の 59.6g/分より速かった。

摂取乾物 kg あたりの採食時間は 1cm 区が 14.8 分/kg, 5cm 区が 16.9 分/kg であり、1cm 区が有意に短かった (P<0.05)。一方、反芻時間は乾物摂取量が多い 1cm 区で長かった (P<0.05) が、摂取乾物 kg 当りの反芻時間は 1cm 区が 17.8 分/kg, 5cm 区が 16.6 分/kg と長い傾向にあった (P<0.10)。

家畜は採食時に嚙下できる程度まで、咀嚼により飼料を破碎する性質を持つ。そのため、嚙下可能な飼料片にするための kg 当りの採食時間は摂取飼料の粗剛性を示す指標になると考えられる。本試験では、5cm 区が kg 当りの採食時間が長く、切断長が嚙下に大きく影響しており、採食時間が長いことから、

飼料イネ子実の破碎の機会も多かったと考えられる。また、本試験では、kg 当りの反芻時間は、切断長が短い 1cm 区が 5cm 区に比べ長い傾向であり、粗剛な粗飼料ほど採食後嚙下される食塊中に大粒子の割合が少なく、切断長の長い粗飼料を採食したときの嚙下食塊の粒度は、破碎した粗飼料を採食したときの粒度よりも小さいものが多いとの報告⁴⁾から、採食における飼料の嚙下可能な飼料片粒度までの破碎は 5cm 区がより細かい飼料片にそしゃくされたと考えられた。このことから、子実排せつ率の違いは、採食時間が影響しており、子実の破碎は採食時に主として行われると考えられた。

破碎を免れ第一胃に嚙下された飼料イネ子実は、kg 当りの反芻時間が長い傾向にあった 1cm 区で子実排せつ率が改善していないことから、比重や粒度の影響により、第一胃内底部に沈降しやすく、反芻吐出食塊中に取り込まれず、下部消化管に流出しやすい傾向にあると考えられた。kg 当りの採食時間が長いことが、子実破碎の機会を増加させ、5cm 区で子実排せつ率が低くなった理由と考えられた。

6 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状を表6に示した。pH は区間に差が認められなかった。VFA 生成割合は差がなく、VFA 割合への子実破碎の影響は認められなかった。一方、総 VFA 生成量は 1cm 区で高かった (P<0.05)。これは、乾物摂取量が 1cm 区で多かったためと考えられた。

以上の結果から、飼料イネ子実の排せつ率の低下には、飼料イネ WCS の切断長が影響することが示唆された。しかし、切断長を長くすること、あるいは、飼料中の NDF 含量を高め kg 当りの採食時間が長くなるような飼料構成にすることは子実排せつ率の低下に有効であるが、乾物摂取量を低下させるため、適正な切断長を明らかにする必要がある。

本研究は、ブランドニッポンプロジェクト 3 系の予算で実施したものである。

引用文献

- 1) Castle, M.E., W.C. Retter and J.N. Watson. Silage and milk production : Comparison between grass silage of three different chop length. Grass and Forage Sci., 34, 293-301, 1979.
- 2) 自給粗飼料品質評価研究会編：粗飼料の品質評価ガイドブック，196P，日本草地畜産種子協会，東京，2001.
- 3) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準（乳用牛）1999年版，189P，中央畜産会，東京，1999.
- 4) ROBLES, A.Y., R.L. BELYEA, F.A. MARTZ et al. Effect of particle size upon digestible cell wall and rate of in vitro digestion of alfalfa and orchardgrass forages. J. Anim. Sci., 51, 783-790, 1980.
- 5) 新出昭吾，河野幸雄：電気歪み値による咀嚼行動の自動判定，関西畜産学会報 155, 23～28P, 2004.
- 6) 吉田実：畜産を中心とする実験計画法，477P，養賢堂，東京，1983.

飼料イネホールクroppサイレージにおける 切断長と給与子実形状の違いが乳牛の乳生産に及ぼす影響

The influence of the cutoff lengths and the paddy forms of rice whole crop silage on milk production performance

新出 昭吾・園田 あずさ*・岩水 正

要 約

飼料イネホールクroppサイレージ(WCS)における切断長と給与子実形状の違いが乳牛の乳生産に及ぼす影響を調査するため、茎葉部分だけのサイレージを3.0cmに切断(切断長平均3.46cm±標準偏差0.98)し、無処理の子実を別給与した混合飼料(TMR)区(以下、3cm無処理区とする)、茎葉部分だけのサイレージを1.3cmに切断(平均1.45cm±標準偏差0.45)し、無処理の子実を別給与したTMR区(以下、1cm無処理区とする)、茎葉部分だけのサイレージで調製した1.3cmTMRに加え、収穫した子実をRDF処理(法面雑草等の燃料化システム:Refuse Derived Fuel処理)で圧搾固形化し、60℃で通風乾燥したものを別給与したTMR区(以下、1cm処理区とする)の3区で、1区3頭、計9頭の乳牛を用いたラテン方格法で給与試験を行った。乾物摂取量は、1cm処理区が多く、給与子実の圧搾破砕化は乾物摂取量を増加させた。子実排せつ率は、1cm処理区で15.4%と大幅に低下した。また、3cm無処理区は子実形状が同一で切断長の異なる1cm無処理区よりも子実排せつ率が低く($P<0.05$)、3cm無処理区が1cm無処理区に比べ、採食時間/乾物摂取量が長い傾向にあること、反すう時間/乾物摂取量に差が認められないことから、摂取した子実の破砕は主として採食時に行われることが示唆された。子実破砕を行った1cm処理区は、飼料イネWCSのでんぷんにより、乳量が増加し、乳糖率および無脂固形分率が向上し、乳脂率が低下した。3cm無処理区は1cm無処理区と乾物摂取量に差がないことから、3cm程度に切断することが望ましいと考えられた。

緒言

従来、イネはイナワラなどの稲作副産物が家畜に給与されてきたが、飼料イネの茎葉と子実を混合した発酵粗飼料による利用が進んできている。新出ら^{1,8)}は、高泌乳牛への飼料イネホールクroppサイレージ(WCS)給与で、刈取時期の異なる飼料イネ子実の糞中への排せつ率が、糊熟期22.9%、黄熟期43.4%、完熟期46.7%であり、黄熟期以降は有意に高い^{1,6)}と報告した。乾乳牛による消化試験では子実の排せつ率は10%前後となっているが、乾物摂取量の多い高泌乳牛では、乾物摂取量に連動し、飼料の消化管内通過速度が速いことから、消化が抑制され、排せつ率が増加する可能性がある。このことから、飼料イネWCSの給与にあたっては、不消化のまま排出されることによる養分損失が乳生産に及ぼす影響も大きい^{4,16,25,26)}と考えられる。

消化性向上には、そしゃくによる破砕の促進が寄与していることが周知されており、反芻家畜は、採食時に嚥下可能な食塊をつくるのに必要な程度までそしゃくする^{5,12)}ことが知られている。また、嚥

下される食塊の粒度は、粗剛な飼料の場合大粒子の割合が少なく、破砕した飼料の場合、長い粗飼料より粒度が大きい^{3,5,12)}と報告されている。山本ら^{2,6)}は飼料イネWCSに禾本科粗飼料を併給することによって子実排せつ率が低下したとしており、粗飼料の切断長や粗剛性は、採食および反芻そしゃく時における飼料繊維や子実の破砕機会の長短に関係すると考えられる。

そこで、本研究ではそしゃく等による飼料の微細化(破砕)に関係が深いと考えられる飼料イネWCSの切断長の違いや、子実でんぷんの消化向上を想定した飼料イネ子実サイレージの粉碎処理が乳牛の乳生産やそしゃく行動に及ぼす影響について検討した。

試験方法

1 試験牛および試験配置

2産以上のホルスタイン種乳用雌牛を1区3頭、計9頭用いた。飼養試験開始前の供試牛のプロファイルを表1に示した。給与試験は、10日間の飼料イネWCSへの慣らし期間を経て、予備飼養期間7日

表1 試験開始前のプロフィール

No	分娩月日	体重 (kg)	産次	乳量(kg)	乳脂率 (%)	乳タンパク質 率(%)	乳糖率 (%)	無脂固形分 率(%)	分娩後日数*
1	2003/07/30	622	2	29.7	4.23	2.90	2.97	8.67	68
2	2002/12/19	691	5	34.0	4.33	3.40	3.47	7.87	291
3	2003/06/16	621	2	32.8	3.70	3.52	3.59	8.12	112
4	2002/11/29	591	3	30.6	3.84	3.21	3.28	7.49	311
5	2003/06/30	602	2	35.3	4.64	3.22	3.29	7.52	98
6	2003/08/09	580	2	33.5	3.74	2.67	2.74	6.41	58
7	2003/06/27	642	2	29.0	3.91	3.48	3.55	8.04	101
8	2003/06/08	528	2	38.9	3.64	3.27	3.34	7.60	120
9	2003/05/17	657	2	31.5	4.44	3.46	3.53	8.00	142

* 試験開始時日数

表2 茎葉および子実サイレージの発酵品質

項目	pH	新鮮物中					
		乳酸%	酢酸%	プロピオン酸%	酪酸%	総酸%	VBN/TN%
茎葉サイレージ	4.49 ± 0.09	0.424 ± 0.11	0.342 ± 0.07	0 ± 0	0.158 ± 0.07	0.926 ± 0.07	0.02
子実サイレージ	3.90	1.00	0.17	0.02	0.12	1.31	0.02

表3 各処理区の TMR 構成と養分含量

項目	3cm 無処理区	1cm 無処理区	1cm 処理区
茎葉処理	3cm 細断	1cm 細断	1cm 細断
子実処理	無処理	無処理	RDF 処理
混合割合(乾物%)			
3cm 細断飼料イネ茎葉サイレージ	14.8	-	-
1cm 細断飼料イネ茎葉サイレージ	-	14.8	14.8
無処理飼料イネ子実サイレージ	12.3	12.3	-
処理飼料イネ子実サイレージ	-	-	12.3
配合飼料	72.9	72.9	72.9
DM(乾物)	60.0	60.0	60.0
乾物%			
CP(粗タンパク質)	16.8	16.8	16.8
TDN(可消化養分総量)	77.7	78.3	78.3
EE(粗脂肪)	5.4	5.2	5.2
NDF(中性デタージェント繊維)	31.6	31.2	31.2
NFC(非繊維性炭水化物)	40.2	41.1	41.1

間および本試験7日間の1期14日間の計3期としたラテン方格法²⁷⁾により実施した。なお、搾乳時間は朝8:30と夕17:00の2回搾乳とした。

2 給与飼料

飼料イネは『クサノホシ』を用い、出穂後30日(黄熟期)で、茎葉と子実を別々に収穫した(飼料イネ中子実乾物割合45.4%)。茎葉はロールラップサイレージに調製し、別収穫した子実は150リットルのポリ容器に原物80kgを入れて水蓋密封をし、11か月間貯蔵した。これらの発酵品質を表2に示した。

給与区の概要および各混合飼料(TMR: Total Mixed Ration)構成原料の養分含量を表3に示した。試験区は、茎葉と子実を別々に収穫し、茎葉部分

だけのサイレージを3.0cmに切断(切断長平均3.46cm ± 標準偏差0.98)し、無処理の子実を別給としたTMR区(以下、3cm無処理区とする)と、茎葉部分だけのサイレージを1.3cmに切断(平均1.45cm ± 標準偏差0.45)し、無処理の子実を別給としたTMR区(以下、1cm無処理区とする)および茎葉部分だけのサイレージを1.3cmに切断(平均1.45cm ± 標準偏差0.45)し、収穫した子実をRDF処理(法面雑草等の燃料化システム: Refuse Derived Fuel 処理(写真参照))で圧搾固形化し、60で通風乾燥したものを別給としたTMR区(以下、1cm処理区とする)の3区で給与試験を行った。なお、いずれの区も、粗飼料は茎葉サイレージと子実サイレージの総和とし、TMRとして粗飼料と濃厚飼料の



RDF処理した飼料イネ子実

乾物混合比が 27 : 73 になるようにした。

試験開始前 10 日間は馴致のため茎葉と子実の混合サイレージを 3cm に切断して調製した TMR を自由摂取させた。全試験期間の TMR の乾物給与量は、試験開始前 1 週間の平均乳量と平均乳脂率および試験開始前に測定した体重をもとに日本飼養標準 (1999)⁸⁾ の乾物必要量の 110% とした。TMR の給与時刻は 8:45, 13:00, 18:00 とした。なお、それぞれの区では想定された乾物必要量の 110% に含まれる子実を給与し、これらを摂取後に TMR (子実を含まない TMR) を給与した。ミネラルは 11:20, 14:20 に 1 日所要量の各 1/2 ずつを TMR にトップドレッシングした。飲水はウォーターカップによる自由摂取とした。

3 調査項目

1) 飼料摂取量, 養分摂取量

飼料摂取量, 養分摂取量はいずれも各期本試験 5 日間の平均値を用いた。飼料摂取量は給与量から残飼量を差し引き算出した。TMR は調製時にサンプリングし, 60 で 168 時間通風乾燥し, 乾物含量, 養分含量を求めた。給与子実も同様にサイレージ開封時にサンプリングし, 先述と同様の方法で求めた。

2) 子実排せつ量および率

子実排せつ率は試験開始 9 ~ 11 日目に連続 3 日間全頭の全糞採取を行い, 算出した。

牛床ごとに 150 リットルのポリ容器を準備し, それぞれの糞の混合を防ぐためにストールを加工したうえで, 当日 8:30 ~ 翌日 8:30 を 1 日分として全ての糞を回収した。子実の回収手順は, サンプリングした糞を入れたポリ容器に水を投入し, 攪拌ドリルを用い混和した後, モミガラ, 繊維の浮遊する上層部を容器により除去し, この処理を計 3 回繰り返した。最終残渣を全て 6 角形の洗浄ボックス (各 6 面に目開き 2.0mm, 8.6 メッシュ) に投入し, 流水中で回転させながら洗浄した後, 60 ~ 168 時間通風乾燥させた。乾燥後, 目開き 3.0mm と 2.15mm の篩を設置した自動振とう機を動かしながらエアコンプレッサ

により, ゴミ等を除去し, 再び 65 ~ 96 時間通風乾燥し, 乾物重量を測定した。子実排せつ量および排せつ率について, サイレージ貯蔵した子実 1000g に対し水を 10 加え 35 時間放置後, 浮遊子実と沈澱子実を別々に回収した。それぞれ 60 で 72 時間通風乾燥した後, 乾物重を測定したもの (給与子実量に対する未熟・不稔割合は乾物 1.8%) をベースとして算出した。

3) 乳量・乳成分

乳量は, 各期本試験 7 日間の乳量の平均値を用いた。乳成分は, 各試験期の本試験 1 日目の夕方から 3 日目の朝までの計 4 回の搾乳時にサンプリングした生乳を MILKO-SCAN104 (N.FOSS ELECTRIC) で分析し, 加重平均した値を用いた。

4) 体重

体重は, 各期本試験終了の翌朝に本試験に給与したそれぞれの飼料を給与し, 搾乳終了後の 9:50 に測定した。

5) そしゃく行動

採食および反芻行動は, 6 頭の乳牛を用い各期開始 9 ~ 11 日目に新出ら¹⁷⁾の方法により 3 日間連続調査した。すなわち, 供試牛に装着した革製頭絡の鼻梁全面にステンレス板に取り付けたストレインゲージをビニールテープで固定し, 顎の動きにより生じるストレインゲージの歪みを電気信号に変換し, データロガから MO 記録装置にバイナリファイルとして連続取得した。バイナリファイルは CSV ファイルに変換し, 表計算ソフトを用い, 電気歪み値から電気ピークデータを抽出した。1 頭ごとにピークデータの度数分布をとり, 正規分布から外れるピークデータは電氣的雑音として除去し, このピークのドット数を顎の動きとした。この波形により採食および反芻行動を決定した。

6) 血液性状, 第一胃内容液性状

血液, 第一胃内容液は, 反芻行動調査に用いた 6 頭の牛から採取した。血液および第一胃内容液は各期本試験最終日の 8:00, 10:30, 11:30, 13:30 の計 4 回採取した。

血液は真空採血管で頸静脈から採取し, 室温放置後 3000rpm で 20 分遠心分離した血清を分析に用いた。なお, フッ化ナトリウムを塗布した真空採血管により採取した血液はヘマトクリット値, 血糖値の測定に用いた。

第一胃内容液は, ルーメンカテーテルを供試牛の

口から第一胃内に挿入し、300ml 吸引採取したものを二重ガーゼでろ過した。pH 測定後、低級脂肪酸 (VFA) 組成およびアンモニア態窒素分析用試料として 100ml を採取し、飽和塩化第 2 水銀 1ml を添加して微生物の活性を止め、分析までの間 -20 で凍結保存した。

アンモニア態窒素の定量は、凍結した第一胃内容液を解凍後、四重ガーゼでろ過し、12ml 採取し、1/10 規定の硫酸を 3ml 加えたものを水蒸気蒸留法により分析した。

VFA の測定は、0.8ml の第一胃内容液に 20mM Ethyl Butiric Acidin 20% Metaphosphoric Acid0.2ml を加え、混合した後に 4 3000rpm で遠心分離を行い、除タンパクを行った。その上澄み部分を 0.2ml 取り、蒸留水を 0.8ml 加えてさらに混合した後、ガスクロマトグラフィーに注入し分析を行った。なお、Ethyl Butiric Acid を内部標準として各酸量を換算した。

結果および考察

1 飼料摂取量

乾物摂取量および NDF 摂取量を表 4 に示した。乾物摂取量および粗飼料乾物摂取量は 1cm 処理区が他の区に比べて有意に高かった (P<0.05)。一方、切断長の異なる 3cm 無処理区と 1cm 無処理区の間には有意差は認められなかった。乾物摂取量は切断長に影響を受け、切断長が長くなると乾物摂取量の低下が報告^{1,3)}されている。本試験では、この程度の長さの差は摂取量に影響しないと考えられた。

一方、同じ切断長の 1cm 無処理区と 1cm 処理区において乾物摂取量に差が認められている。トウモロコシ子実を加工処理した挽き割り区と丸粒区の比較試験では、挽き割り区の方が高くなったことが報告

⁷⁾されており、本試験における 1cm 処理区の子実は、圧搾破碎率が 82.3% となっていることから、給与子実形状の圧搾破碎化が嗜好性を改善し、乾物摂取量を増加させたと考えられる。圧搾破碎子実で摂取量が増加したことから、粒度が小さい無破碎の子実でも、乾物摂取量に対して抑制的な影響を持つと推察された。

2 子実排せつ量および率

子実排せつ量および子実排せつ率の結果を表 4 に示した。

子実排せつ量、子実排せつ率は 1cm 無処理区 1,237g、49.6%、3cm 無処理区 1,049g、42.6%、1cm 処理区 403g、15.4% の順に有意に少なかった (P<0.05)。

子実形状が同一で切断長の異なる 3cm 無処理区と 1cm 無処理区の間で子実排せつ量および子実排せつ率に有意差が認められた (P<0.05) ことは、後述するが、飼料イネの切断長が長い 3cm 無処理区が、1cm 無処理区に比べ、採食時間 / 乾物摂取量が長い傾向にあること、反すう時間 / 乾物摂取量に差が認められないこと (表 5) から、摂取した子実の破碎は主として採食時に行われる結果を示唆していると考えられる。飼料イネ切断長の違いは、子実の破碎に影響を及ぼすと考えられる。

3 乳量・乳成分

乳量・乳成分の結果を表 4 に示した。

乳量は 1cm 処理区が、1cm 無処理区および 3cm 無処理区に比較して高かった (P<0.05)。1cm 処理区は子実の 82.3% が RDF 処理により破碎されており、でんぷんが消化、吸収され、乳量に反映されたと考えられた。排せつされた子実でんぷんの TDN 量を推

表 4 各処理区の乾物摂取量および泌乳成績

項目	3cm 無処理区	1cm 無処理区	1cm 処理区	SEM
乾物摂取量 (kg/日)	20.3 ^b	20.2 ^b	21.5 ^a	0.24
粗飼料乾物摂取量 (kg/日)	5.5 ^b	5.6 ^b	5.9 ^a	0.06
乾物 NDF 摂取量 (kg/日)	6.4 ^b	6.2 ^b	6.6 ^a	0.09
乾物粗飼料由来 NDF 摂取量 (kg/日)	2.7	2.6	2.7	0.06
子実摂取量 (g/日)	2,454.3	2,492.1	2,607.6	55.8
子実排せつ量 (g/日)	1,049.4 ^b	1,236.8 ^a	403.0 ^c	50.9
子実排せつ率 (%)	42.6 ^b	49.6 ^a	15.4 ^c	1.7
乳量 (kg/日)	29.5 ^b	29.9 ^b	31.3 ^a	0.31
乳脂率 (%)	4.26 ^a	4.35 ^a	4.04 ^b	0.51
乳タンパク質率 (%)	3.32	3.31	3.33	0.21
乳糖率 (%)	4.70 ^b	4.70 ^b	4.74 ^a	0.12
無脂固形分率 (%)	9.01	9.01	9.07	0.20
体重増減量 (kg)	-2.9	+3.9	+19.2	9.2

SEM:標準誤差 異符号間に有意差 (abc: P<0.05)

定（子実乾物中 TDN 含量 76.8%）すると、1cm 無処理区に比べ、3cm 無処理区は子実排せつが 188g 抑制されており、TDN 換算で 144g、1cm 処理区は 834g で TDN 換算では 640g に相当する。乳脂率 4.0% の牛乳を 1kg 生産するに要する TDN 量は 330g とされている⁸⁾。3cm 無処理区で 0.4kg/日、1cm 処理区で 1.9kg/日の乳量生産に相当する量の TDN が供給されたと推定され、これらの TDN 吸収量の差が乳量に影響したと考えられた。

一般に、でんぷんを多給すると、繊維の消化性が低下し^{10, 15, 20)}、酢酸生成量が低下し、プロピオン酸生成量が増加する²²⁾。生成されたプロピオン酸は第一胃で吸収された後、肝臓での糖新生に使われ、乳腺において乳糖合成量が増加した時には乳量が増加することが報告されている²²⁾。このことから 1cm 処理区の乳量の増加は、子実でんぷんの分解により生成されたプロピオン酸の増加によって糖生成量が増加し、乳量が増加したと考えられる。

乳成分において乳脂率は、粗飼料乾物摂取割合には差がないが 1cm 処理区が他の区に比べて低くなった ($P<0.05$)。1cm 処理区における乳脂率の低下は、粗飼料摂取量の低下ではなく、粗飼料として評価した飼料イネ子実が破碎によりでんぷんの供給となったため、結果的に、粗飼料割合の低下の状況になったためと考えられる。その結果、第一胃内 VFA 産生割合も、1cm 処理区は酢酸生成割合が低く、プロピオン酸生成割合が増加しており (表 7)、これらが乳脂率に反映したと考えられる。

乳タンパク質率は有意な差が認められなかった。一方、乳糖率は 1cm 処理区が他の区に比べて高くなった ($P<0.05$)。無脂固形分率は 1cm 処理区が他の区に比べて高い傾向があった ($P<0.06$)。これらの成分の上昇はエネルギー摂取量と関係が深く、乳糖が増加したことにより無脂固形分率も増加した。このことから、1cm 処理区の乳脂率の低下、乳糖率、無脂固形分率の上昇は、子実でんぷんの分解によるプロピオン酸産生量の増加に起因すると考えられた。一方、3cm 無処理区は 1cm 無処理区に比較して子実排せつ率が低下しているが、乳成分を変化させるほどのでんぷんの供給量ではなかったと思われる。

4 体重増減量

体重増加量は 1cm 処理区で大きい傾向があった ($P<0.1$)。これは、第一胃内でプロピオン酸生成量が増加したのと合わせて考えると、インシュリン分泌が促進され、脂肪組織への脂肪蓄積が行われた¹¹⁾結果、1cm 処理区で増加傾向にあったと考えられる。

5 そしゃく行動

そしゃく行動の結果を表 5 に示した。

採食時間は有意差が認められなかった。

乾物摂取量当たりの採食時間は 3cm 無処理区が 1cm 処理区に比較して有意に長かった ($P<0.05$)。粗飼料の切断長が長くなると採食時間も長くなることが報告^{1, 9)}されていることから飼料イネの切断長の

表 5 各処理区のそしゃく行動

項目	3cm 無処理区	1cm 無処理区	1cm 処理区	SEM
採食時間 (分/日)	334.3	309.3	311.5	11.1
採食速度 (g/分)	62.8 ^b	67.4 ^b	74.0 ^a	2.1
採食時間/乾物摂取量 (分/kg)	16.5 ^a	15.5 ^{ab}	14.5 ^b	0.5
反芻時間 (分/日)	442.5 ^{ab}	429.3 ^b	474.0 ^a	13.5
反芻時間/乾物摂取量 (分/kg)	22.1	21.6	22.0	0.8
反芻回数 (回/日)	15.3	14.4	15.3	0.6
1 反芻期持続時間 (分/回)	29.1	29.9	31.7	1.4
総そしゃく時間 (分/日)	777.0	738.5	785.5	19.6
総そしゃく回数 (回/日)	51,893 ^a	47,665 ^b	52,302 ^a	1,317
そしゃく回数/採食時間 (回)	22,514 ^a	19,532 ^b	20,236 ^b	605
総吐出回数 (回/日)	571.7 ^a	490.8 ^b	548.5 ^a	14.9
1 反芻期吐出回数 (回/期)	37.5	34.1	36.1	1.4
1 吐出当りそしゃく時間 (秒)	46.6 ^b	53.1 ^a	52.0 ^a	1.0
1 吐出当りそしゃく回数 (回)	51.4 ^b	57.9 ^a	58.6 ^a	0.9
RVI (分/kg)	38.6	37.1	36.5	1.1

RVI: 粗飼料価指数 (総そしゃく時間/乾物摂取) SEM: 標準誤差

異符号間に有意差 (abc: $P<0.05$)

違いによるものと考えられる。切断長が同じ1cmの無処理区と処理区間において、採食時間/乾物摂取量は1cm処理区が少ない傾向にあり、1cm処理区の採食速度が速い(P<0.05)ことから、子実形状の破碎は、採食時そしゃくにおける抵抗を低減していると考えられた。

総反芻時間は1cm処理区が1cm無処理区に比べ有意に長く(P<0.05)、乾物摂取量の影響と考えられる。一方、乾物摂取量当たりの反芻時間は有意差が認められなかった。

総そしゃく時間/乾物摂取量(粗飼料価指数: RVI)は、区間に差が認められなかった。Sudweeks²¹⁾は、乳脂率3.5%を維持するに必要なRVIを31.1分/kgと報告している。本試験では区間に有意差は認められなかったが、粗飼料割合が27%と少ないものの、36~38分/kgを確保できている。このことは、石田²⁾によって飼料イネの繊維中のリグニンとケイ酸が同じイネ科粗飼料のチモシー乾草よりも高いことが報告され、物理性、粗剛性が強いことを示している。飼料イネWCSはNDFが低いもののRVIは大きい飼料特性をもつ粗飼料と考えられた。

採食時そしゃく回数は3cm無処理区が他の区に比べ有意に長かった(P<0.05)。これは、切断長が長いことから、採食時に嚥下可能な食塊とするまでに時間を要したことを示しており、1cm無処理区に比べ子実破碎の機会が増大したと考えられる。

反芻期数は区間に差が認められなかった。

反芻期持続時間、1期当たりの吐出回数および1

期あたりのそしゃく回数において有意差は認められなかった。

1吐出当たりのそしゃく時間および1吐出当たりのそしゃく回数は3cm無処理区が他の区に比べて有意に少なかった(P<0.05)。同一の粗飼料であれば、粗濃比が変わっても、1吐出当りのそしゃく時間や回数は変動しにくい^{18,19)}と考えられたが、本試験では3cm無処理区が有意に少なかった。嚥下される食塊の粒度は、粗剛な飼料の場合大粒子の割合が少なく、破碎した飼料の場合、長い粗飼料より粒度が大きいと報告されている^{3,5,12)}。本試験において、kg当りの採食時間が3cm無処理区で有意に長いことから、大粒子の割合も減少したと推察され、1cm無処理区、1cm処理区は、3cm無処理区に比較して嚥下が容易であり、嚥下食塊には大粒子飼料片も多かったと推察される。その結果、反芻における吐出食塊当りのそしゃく時間およびそしゃく回数が逆に1cm無処理区、1cm処理区で多かったと考えられた。

6 血液性状

血液性状の結果を表6に示した。

Ht, グルコースは差が認められなかった。

総タンパクは1cm無処理区が1cm処理区よりも高い傾向が認められた(P<0.08)。血中タンパク質の低下は飼料由来の長期的なタンパク質の欠乏が原因とされている¹⁴⁾が、本研究では区間に大きな差はないと考えられた。アルブミン、アルブミン/グロブリン比には差が認められなかった。

表6 各処理区の血液性状

項目	3cm 無処理区	1cm 無処理区	1cm 処理区	SEM
Ht (%)	32.2	32.4	32.7	0.2
グルコース (mg/dl)	63.3	63.8	63.7	0.4
総タンパク (g/dl)	7.54	7.63	7.53	0.38
アルブミン (g/dl)	3.68	3.65	3.63	0.26
アルブミン/グロブリン (%)	0.95	0.92	0.94	0.02
総コレステロール (mg/dl)	251	252	254	3.0
中性脂肪 (mg/dl)	19.5 a	17.9 b	17.8 b	0.39
遊離脂肪酸 (mEq/l)	0.106 a b	0.115 a	0.099 b	0.004
GOT (IU/l)	67.3 b	70.1 a	65.8 b	0.66
GPT (IU/l)	34.3 a	33.7 a	30.7 b	0.43
- GTP (IU/l)	29.8 b	32.1 a	32.0 a	0.1
尿素窒素 (mg/dl)	24.4	24.3	24.6	0.4
Na (mEq/l)	139.8	139.8	139.6	0.3
K (mEq/l)	4.37	4.24	4.20	0.06
Cl (mEq/l)	100.8	101.1	100.0	0.39
Ca (mEq/l)	9.45	9.40	9.37	0.57
P (mEq/l)	5.61	5.50	5.31	0.13
Mg (mEq/l)	3.02 b	3.00 b	3.14 a	0.04

異符号間に有意差 (ab: P<0.05)

表7 各処理区の第一胃内容液性状

項目	3cm 無処理区	1cm 無処理区	1cm 処理区	SEM
アンモニア態窒素 (mg/dl)	94.8	86.5	83.8	4.9
pH	6.81	6.80	6.81	0.06
総 VFA 生成量 (mM)	86.4	80.2	79.6	2.6
酢酸生成量 (mM)	58.7 ^a	55.1 ^a	52.0 ^b	1.8
プロピオン酸生成量 (mM)	20.7 ^a	18.6 ^b	21.5 ^a	0.7
酪酸生成量 (mM)	7.0 ^a	6.5 ^{a,b}	6.0 ^b	0.2
酢酸生成割合 (mol%)	67.9 ^a	68.7 ^a	65.4 ^b	0.4
プロピオン酸生成割合 (mol%)	24.0 ^b	23.2 ^b	27.0 ^a	0.4
酪酸生成割合 (mol%)	8.1 ^a	8.1 ^a	7.6 ^b	0.1

異符号間に有意差 (ab: P<0.05)

総コレステロールは差が認められなかった。中性脂肪は、3cm 無処理区が他の区に比較して高かった (P<0.05)。遊離脂肪酸は 1cm 無処理区が高く、1cm 処理区が低かった (P<0.05)。これは 1cm 処理区でプロピオン酸生成が多かったためにインシュリン分泌が起こったと考えられ、脂肪組織への脂肪蓄積が生じた結果と考えられた^{2,3,24}。

GOT は 1cm 無処理区が 3cm 無処理区および 1cm 処理区に比べ有意に高かった (P<0.05)。

GPT は 1cm 処理区が他の区に比べ低かった (P<0.05)。

尿素窒素は有意差が認められなかった。でんぷんの分解量の差により尿素窒素値が異なる⁶)と想定したが差は認められなかった。これは、飼料イネでんぷんの分解速度は非常に速いことが報告⁴)されており、飼料中の CP の分解と飼料イネ子実のデンプンの分解が同期化せず、1cm 処理区の尿素窒素値を低減しなかった可能性が考えられた。

Ca は差が認められず、血清 Ca 濃度の調節は強力であり、飼料要因に対しても血清 Ca 濃度は反応し難い¹⁴) ことによると考えられた。また、P も区間に差は認められなかった。

7 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状の結果を表7に示した。

アンモニア態窒素は 3cm 無処理区で多く、1cm 処理区で少ない傾向が見られた (P<0.08)。

pH は差が認められなかった。

VFA 生成量において、酢酸生成量、酪酸生成量は 1cm 処理区が他の区に比べ低く、プロピオン酸生成量は 1cm 無処理区が低かった (P<0.05)。また、総 VFA 生成量は 3cm 無処理区が多く、1cm 処理区で少ない傾向があった (P<0.07)。一方、VFA 生成割合において、1cm 処理区は他の区に比べ酢酸割合および酪酸割合が低く、プロピオン酸割合が高かった (P<0.05)。可溶性の糖やでんぷんを多く含む飼料を

給飼するとプロピオン酸の産生が増加し、繊維質の高い飼料を給飼すると酢酸の産生が増加する¹³) ことが報告されていることから、1cm 処理区では子実破碎によりでんぷんが供給され、子実中のデンプンが発酵基質として第一胃内や微生物に利用され、プロピオン酸の産生が増加し、酢酸の産生が押さえられた結果と考えられた。

以上の結果から、RDF による子実破碎は子実の排せつ率を劇的に低下させることが明らかになった。一方、子実破碎はでんぷん供給量を増加させるため、繊維消化性の低下の可能性があり、酢酸生成量の低下、プロピオン酸生成量の上昇がみられ、その結果、乳量、乳糖率、無脂固形分率が上昇するが、逆に、乳脂率は低下することが明らかになった。

また、飼料イネの切断長を 1cm から 3cm にすることにより、3cm 無処理区では採食時間当りのそしゃく時間が長くなり、子実排せつ率が低下することが明らかになった。これは、子実の破碎が採食時に主として行われることを示唆しており、乾物摂取量が抑制されず、子実排せつ率を抑制できる飼料イネ WCS の切断長は 3cm 前後と考えられる。子実の RDF 加工は、乳量を増加させるが加工コストがかかることから、当面、飼料給与でわれわれが取りうる方法は切断長を 3cm とする方法と考えられた。

なお、本研究は、ブランドニッポンプロジェクト 3 系の予算で実施したものである。

謝 辞

飼料イネ子実の圧搾破碎処理において、RDF 製造プラントの利用を許可いただいた(株)栗原鐵工所のエコサイクル部川島利明部長、研究開発センター技術開発部藤井淳技術主査、また、子実を用いた RDF の製造にあたって御協力いただいた社員の皆様に感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 樋口克治, 須藤慶子, 斉藤友喜, 苔米地達生, 萩原桂治郎, 根岸豊, 椋沢喜美男: 暑熱時における混合飼料中の粗飼料切断長の違いが牛乳生産性に及ぼす影響, 群馬県畜産試験場研究報告 2号, 7~13P, 1995.
- 2) 石田元彦, M.R. Islam, 安藤貞, 坂井真, 吉田宣夫: 飼料イネ「関東飼 206号」ロールペールサイレージ給与乳牛の乳生産と飼料の利用性に関する予備的な観察, 関東畜産学会報 50(1), 14~21P, 2000.
- 3) Jaster, E. H. and M. R. Murphy: Effects of varying particle size of forage on digestion and chewing behavior of dairy heifers. *J Dairy Sci.*, 66:802-810, 1983.
- 4) 古賀照章, 大久保吉啓, 久保田和弘, 唐澤哲哉, 岸本剛, 田中章人: 飼料イネの初または穂を泌乳牛および乾乳牛へ給与した場合の消化率, 長野県畜産試験場研究報告第30号, 1~5P, 2003.
- 5) Luginbuhl, J. M., K. R. Pond, J. C. Burns and J. C. Russ: Effects of ingestive mastication on particle dimensions and weight distribution of steers at four levels. *J Anim Sci.*, 67:538-546, 1989.
- 6) 森清一, 工藤卓二, 坂東健, 原悟志, 八田忠雄, 恒光裕: でん粉粕サイレージ給与時における泌乳牛の血液成分の変化, 北海道新得試験場研究報告 15号, 41~49P, 1986.
- 7) 森下忠, 瀧澤秀明, 大橋秀一, 松井誠: トウモロコシの加工形態の違いが交雑種雌牛の産肉性及び肉質に及ぼす影響, 愛知農総試研究報告 34, 189~194P, 2002.
- 8) 農林水産省農林水産技術会議事務局編: 日本飼養標準(乳牛編), 113~114P, 中央畜産会, 東京, 1999.
- 9) 岡本全弘, 出岡謙太郎, 坂東健: とうもろこしサイレージの切断長が乳牛の反芻行動に及ぼす影響, 北海道新得畜産試験報告 10号, 33~36P, 1979.
- 10) Offter, N.W., R.E.Axford and R.A.Evans.: The effect of dietary energy source on nitrogen metabolism in the rumen of sheep. *Br.J.Nutr.*, 40:35-44, 1978.
- 11) Orskov, E.R. and I. McDnald: Utilization of volatile fatty acid for maintenance and for energy retention. 1979 In: L.E.Mount(Ed.) *Energy metabolism*. pp.147-150. Butterworths, London.
- 12) Robles, A. Y., R. L.Belya, F. A. Martz and M. F. Weiss: Effects of particle size upon digestible cell wall and rate of in vitro digestion of alfalfa and orchardgrass forages. *J Anim Sci.*, 51:783-790, 1980.
- 13) 佐々木康之: 反芻動物の栄養生理学(小原嘉昭編), 196P, 社団法人農山漁村文化協会, 東京, 1998.
- 14) 佐藤博: 乳牛における血液成分とその栄養生理的意義, 日本畜産学会報 57(12), 959~970P, 1986.
- 15) Slyter, L.L., R.R. Olitjen, E.E. Williams, Jr. and R.L.Wilson: Influence of urea, biuret and starch on amino acid patterns in ruminal bacteria and blood plasma and on nitrogen balance of steers fed high fiber purified diets. *J.Nutr.*, 101:839-846, 1971.
- 16) 新出昭吾: 広島県におけるイネ発酵粗飼料の生産と給与, 農業技術 12月号, 567~570P, 2002.
- 17) 新出昭吾, 河野幸雄: 反芻そしゃく行動計測システムの開発, 広島県立畜産技術センター研究報告 13号, 32~43P, 2003.
- 18) 新出昭吾, 城田圭子, 長尾かおり: イネ発酵粗飼料を用いた TMR における粗濃比の違いが乳生産に及ぼす影響, 広島県立畜産技術センター研究報告 13, 1~11P, 2003.
- 19) 新出昭吾, 藤川修二: イタリアンライグラスサイレージを主体とした粗濃比の異なる TMR の給与が乳生産に及ぼす影響, 広島県立畜産技術センター研究報告 13, 12~20P, 2003.
- 20) Stern, M.D., Hoover, C.J. Sniffen, B.A. Crooker and P.H. Knowlton: Effects of nonstructural carbohydrate, urea and soluble protein levels on microbial protein synthesis in continuous culture of rumen contents. *J. Anim. Sci.*, 47:944-956, 1978.
- 21) Sudweeks, E. M., L.O. Ely, D. R. Mertens and L. R. Sisk: Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. *J Dairy Sci.*, 53, 1406-1411, 1981.
- 22) 津田恒之: 新乳牛の化学(柴田章夫編), 176P, 社団法人農山漁村文化協会, 東京, 1986.
- 23) 上家哲: 家畜の成長と泌乳をめぐるホルモンの研究動向 - 成長ホルモン放出因子 -, 畜産の研究 39:1299~1303P, 39:1463~1467, 1985.
- 24) 上家哲: 成長ホルモンおよびインシュリン様成長因子, 畜産の研究 32:35~39P, 1986.
- 25) 山本泰也: 飼料イネ給与と牛における未消化子実の糞中排出量測定法, 飼料イネの評価法および最近の飼料評価法関係のトピックス, 13~20P, 2001.
- 26) 山本泰也, 乾清人, 浦川修司, 平岡啓司, 中西博司, 富田智明, 田中浩二, 西川周司, 前澤卓, 後藤正和: イネ発酵粗飼料の飼料特性に及ぼす供給粗飼料の影響, 日本草地学会誌 48 別, 194~195P, 2002.
- 27) 吉田実: 畜産を中心とする実験計画法, 477P, 養賢堂, 東京, 1983.

抗張強度の異なる飼料イネホールクroppサイレージの給与が 乳牛の子実排せつ率に及ぼす影響

The influence of the shattering resistance strengths in rice whole crop silage
for the paddy excretive rates on lactating cow

新出昭吾・松下 景*・岩水 正

要 約

飼料イネ子実の脱粒性程度、いわゆる、子実の枝梗からの離脱程度を示す抗張強度が泌乳牛におけるふん中への子実排せつ率に及ぼす影響を、乳牛 6 頭を用いたラテン方格法で検討した。飼料イネホールクroppサイレージ (WCS) は、抗張強度の異なる SR-1, SR-5, クサノホシの 3 系統・品種を用いた。飼料イネ子実の登熟程度は、いずれの品種も未熟～完熟までのものが認められ齊一ではなかったが、SR-1, SR-5 は早生種のためイネ総体に占める子実割合が高かった。穀粒脱粒性試験装置で調査した飼料イネ 3 系統・品種の抗張強度は、SR1 が出穂後 30 日の収穫時およびサイレージ貯蔵後 312 日の開封時において最も大きい値を示した ($P<0.05$)。また、抗張強度は、サイレージ貯蔵後が飼料イネ収穫時に比べ小さい値であり、貯蔵により子実と枝梗の結合は脆弱化した。SR1 は、脱粒性「難」のクサノホシに比べ、1.40～1.65 倍の抗張強度を有していた。3 種の飼料イネ WCS を TMR として給与し、水洗法で調査した子実排せつ率は、SR1 が 42.7% であり、SR5 の 48.4%、クサノホシの 50.6% に比べ有意に低い値を示した ($P<0.05$)。抗張強度は、採食時間 / 乾物摂取量、反芻時間 / 乾物摂取量に差なく、採食時の抵抗において大きな影響を及ぼさなかった。また、飼料の物理性を示す指標として粗飼料価指数 (RVI) は、区間に差が認められなかったが、SR1 は、抗張強度が強く切断後も枝梗に子実が付着したままのものが多く、採食時のそしゃくによる破碎を受けやすい形態であったと推察され、このことが破碎を促し、子実排せつ率を低下させたと考えられた。抗張強度は乾物摂取量単位重量当りの採食時間、反すう時間に影響しないが、子実排せつ率は抗張強度の大きいもので低くなることが示唆された。

緒言

耕畜連携や中山間地域の活性化に向けて、転作田の利用が模索され、飼料イネの栽培・利用が本県でも展開されている。こうした中で、刈取適期とされる出穂後 30 日程度で収穫調製した稲発酵粗飼料(飼料イネホールクroppサイレージ: WCS)を乳牛に給与したとき、乾乳牛で 10% 前後、泌乳牛で 40% 以上のふん中への子実排せつが報告^{1) 2)}され、この栄養的損失による乳量や乳成分への影響が懸念されている。特に、乾物摂取量の多い高泌乳牛では高栄養価の粗飼料が求められ、養分損失は大きな課題になっている。

現在、栽培されている飼料イネのうち、中国地域で栽培面積の多い「クサノホシ」の脱粒性程度は「難」であるが、飼料イネ WCS を原料として用いた混合飼料 (TMR) の給与では、乾物摂取量が多く採食速度が速い泌乳牛で子実排せつが多い。これは、TMR 調製における飼料イネ WCS の切断や混合攪拌の工程で、粒度の小さい子実が枝梗から外れ、そし

やくによる破碎を受けにくい形態になるためと推測され、脱粒性程度が子実排せつ率に関係すると考えられる。

そこで、飼料イネ子実の脱粒性程度、いわゆる、子実の枝梗からの離脱程度を示す抗張強度³⁾が泌乳牛におけるふん中への子実排せつ率に及ぼす影響を検討した。

試験方法

1 供試飼料および調査項目

1) 供試飼料イネ

供試飼料イネは、SR1, SR5 (北陸 143 号)、クサノホシの 3 系統・品種を用い、SR1 および SR5 については、IRRI-Japan Collaborative Research Project から種子の分譲を受けたものを供試した。いずれも栽培・施肥は同様の処理を行い、栽培密度は条間 4 列 (平均 118.2cm) × 株間 6 株 (平均 114.2cm) の 1.35m² での 24 株とした。移植日は、いずれも 5 月 12 日とし

(24)

た。

施肥は、窒素量換算で基肥では 8kg/10a, 追肥では 3kg/10a とした。

SR1, SR5 は移植後 5 回, クサノホシは 7 回生育調査を実施した。

収穫は、改造した食糧米収穫コンバインで、無細切で出穂後 30 日目に刈り倒した。これらの飼料イネの 15~20 株からそれぞれ 1 穂/株を無作為に採取し、穂先端部の子実 10 粒が枝梗から離脱する際の抗張強度を穀粒脱粒性試験装置 (TR-2) (写真 1) により測定した。さらに、無細切のまま、直径 100cm のロールペールラップサイレージを調製した。312 日間貯蔵後に開封し、収穫時と同様に 15~20 穂を抽出し抗張強度を測定し、それぞれの品種の発酵品質について、pH, V-Score を測定した。



写真 1 穀実脱粒試験装置

2) 子実の登熟程度

出穂後 30 日目の飼料イネ子実の登熟程度を、抗張強度測定用にサンプリングした 15~20 穂からそれぞれ 5 穂を無作為に抽出し、穂に付着する全粒について、表 1 に示す基準で押し潰し判定した。

3) 子実排せつ率

品種ごとの TMR 中乾物混合割合と養分含量を表 2 に示した。

ロールラップサイレージを開封後、カッターを用い設定切断長 3.3cm で細切したそれぞれの飼料イネを乾物割合 27.3% で混合した。また、乾物 60% になるように加水し、CP16.8~16.9%, 可消化養分総量 (TDN) 75.5~75.6% の TMR を調製した。

飼養試験において、泌乳成績、子実排せつおよびそしゃく行動⁴⁾は、乳量 30kg/日程度の乳牛 1 区 2 頭、計 6 頭にこれら TMR を試験開始前の乳量、乳脂率および体重から算出した乾物必要量の 105% になるように 1 日給与量の 1/3 ずつを 8:45, 13:00, 18:00 の 3 回給与し、1 期 14 日 (予備飼養期間 9 日, 本試験 5 日) 計 42 日間のラテン方格法により調査した。試験開始 1 週間前の供試牛のプロファイルを表 3 に示した。子実排せつ率は、本試験最終 3 日間の糞をそれぞれ 1 日ごとに全量採取し、全量を水洗する方法で排せつ子実を回収し求めた。

表1 押し潰しによる子実の登熟程度と判定基準

子実の登熟程度	判定基準
未熟 (不稔含む)	内容物がない
乳熟	ミルク液状の内容物が出る
糊熟	糊状の内容物が出る。あるいは、餅状につぶれる
黄熟	内容物が出ることはなく、初殻がやや開く
完熟	内容物が出ることはなく、子実形状は変化しない

表2 品種ごとのTMR中乾物混合割合と養分含量

	SR-1	SR-5	クサノホシ
乾物混合割合 (%)			
飼料イネWCS	27.3	27.3	27.3
指定配合飼料 (CP21, TDN85)	72.4	72.3	72.0
脂肪酸カルシウム	0.1	0.4	0.1
コーングルテンミール (CP60%)	0.2	0.0	0.5
DM (乾物)	60.0	60.0	60.0
粗飼料割合 %	27.3	27.3	27.3
CP (粗タンパク質)	16.8	16.9	16.8
DIP (分解性タンパク質)	9.0	9.2	9.1
TDN (可消化養分総量)	75.6	75.5	75.5
EE (粗脂肪)	4.7	4.8	4.7
NDF (中性デタージェント繊維)	31.6	31.7	31.6
NFC (非繊維性炭水化物)	41.0	41.1	40.9

表3 試験開始前供試牛のプロファイル

牛 No	分娩年月日	分娩後日数*	乳量 (kg)	乳脂率 (%)	乳タンパク質率 (%)	SNF 率 (%)
1	2005/01/15	175	36.3	3.94	3.09	8.64
2	2004/12/13	208	34.5	4.21	3.37	8.88
3	2004/11/02	249	30.8	4.03	3.05	8.38
4	2005/04/11	89	28.9	2.70	3.10	8.80
5	2005/01/05	185	27.0	4.48	3.48	8.94
6	2004/12/03	218	26.8	5.00	3.65	9.26

* 試験開始 1 週間前

表4 各品種の生育数値

調査日	SR-1				SR-5				クサノホシ			
	草丈 (cm)	茎数 (本)	かん長 (cm)	穂長 (cm)	草丈 (cm)	茎数 (本)	かん長 (cm)	穂長 (cm)	草丈 (cm)	茎数 (本)	かん長 (cm)	穂長 (cm)
2004/06/28	52.8	30.7	-	-	54.0	24.0	-	-	56.3	18.0	-	-
2004/07/08	62.4	30.9	-	-	63.3	24.1	-	-	73.8	19.4	-	-
2004/07/16	64.6	20.9	-	-	65.1	20.3	-	-	80.4	15.4	-	-
2004/07/28	80.1	20.0	-	-	81.6	20.8	-	-	94.1	15.6	-	-
2004/08/26	93.5	-	70.9	22.6	88.5	-	64.5	20.1	-	-	-	-
2004/08/09	-	-	-	-	-	-	-	-	105.4	15.0	-	-
2004/10/05	-	-	-	-	-	-	-	-	127.7	-	115.8	19.9

注)2004/8/26はSR1、SR5の刈取日、2004/10/5はクサノホシの刈取日

表5 飼料イネの子実割合および子実の登熟(熟度)割合

品種・系統	飼料イネ子実 割合(%)	子実の登熟割合(%)				
		未熟(不稔)	乳熟	糊熟	黄熟	完熟
SR1	61.4	16.4	6.6	24.2	34.8	18.0
SR5	53.5	11.6	1.7	11.4	49.7	25.6
クサノホシ	47.6	10.6	6.0	21.8	42.2	19.3

表6 化学的成分組成(乾物中%)

品種・系統	DM	CP	EE	CF	NDF	Ash	推定 TDN
SR1	48.14	4.51	2.64	23.53	43.98	10.24	58.57
SR5	40.82	5.38	2.63	22.91	43.24	11.17	57.89
クサノホシ	45.99	4.00	2.21	24.66	46.42	12.95	56.24

DM: 乾物, CP: 粗タンパク質, EE: 粗脂肪, CF: 粗繊維, NDF: 中性デタージェント繊維, Ash: 粗灰分
TDN: 可消化養分総量(日本標準飼料成分表(2001)の『イネ(黄熟期)消化率』で算出)

表7 サイレージ発酵品質

品種・系統	pH	新鮮物中総 酸量(%)	VFA量(新鮮物中%)			VBN/TN	V-Score
			乳酸	酢酸	酪酸		
SR1	4.50	0.49	0.19	0.19	0.10	3.25	92.0
SR5	4.50	0.64	0.22	0.28	0.13	4.02	88.3
クサノホシ	4.30	0.54	0.27	0.16	0.10	2.95	91.6

VFA: 低級脂肪酸, VBN: 揮発性塩基態窒素, TN: 総窒素

結果および考察

1 生育の推移

5月12日移植後の各イネ品種・系統の生育数値を、表4に示した。

出穂後30日目はSR1, SR5が8月26日、クサノホシが9月28日であり、1ヶ月程度の差があった。刈取時において、晩生種のクサノホシはSR1, SR5に比較して草丈も高かったが、穂長はSR1が長かった。

2 刈取時の子実登熟程度

出穂後30日で収穫した時の各飼料イネ子実の登熟割合を表5に示した。飼料イネ全体における乾物子実割合はSR1

が高く、早生品種の特性と考えられた。子実の登熟の程度は、いずれの系統・品種にも未熟~完熟までの熟度のものが認められ、登熟程度は齊一ではなかった。

3 供試飼料イネの化学的成分組成および発酵品質

供試飼料イネ WCS の化学的成分組成を表6に、サイレージ貯蔵後312日目の供試飼料イネのpH, 発酵品質を表7に示した。

化学的成分組成ではCPがSR5で高かった。NDFは晩生種のクサノホシが高かった。日本標準飼料成分表のイネ(黄熟期)の消化率を用いて算出したTDN含量は、SR1が高かった。いずれのサイレージもV-Scoreは90点前後の良好な発酵品質を示した。

表8 飼料イネの収穫時および貯蔵後の抗張強度(N)

飼料イネ	SR1	SR5	クサノホシ
収穫直後	2.51 ^{ad}	1.72 ^b	1.52 ^{cd}
貯蔵312日後	2.03 ^{ae}	1.50 ^b	1.45 ^{ce}

SR5: 北陸143号

横行の異符号間に有意差(abc:P<0.05)

縦行の異符号間に有意差(de:P<0.05)

表9 各TMR給与区における飼料摂取量、子実排せつ率、泌乳成績およびそしゃく行動

TMR区	SR1	SR5	クサノホシ	SEM
乾物摂取量(kg/日)	21.0	22.0	20.8	0.38
飼料イネ乾物摂取量(kg/日)	5.75	6.01	5.67	0.10
飼料イネ由来NDF摂取量(kg/日)	2.59	2.66	2.70	0.05
子実摂取量(g/日)	3527 ^a	3211 ^b	2700 ^c	56.8
子実排せつ量(g/日)	1513	1553	1362	54.4
子実排せつ率(%)	42.7 ^b	48.4 ^a	50.6 ^a	1.49
乳量(kg/日)	28.7	29.1	28.2	0.69
乳脂率(%)	3.94	3.97	4.24	0.12
乳タンパク質率(%)	3.22	3.25	3.22	0.02
乳糖率(%)	4.57	4.58	4.57	0.02
無脂固形分率(%)	8.79	8.82	8.79	0.04
体重増減量(kg)	+ 9.0	+ 0.2	+ 8.3	5.38
そしゃく行動				
採食時間(分/日)	354.3	375.0	366.2	15.1
採食時間/乾物摂取量(分/kg)	17.0	17.2	17.7	0.84
反すう時間(分/日)	330.0	333.6	352.8	17.8
反すう時間/乾物摂取量(分/kg)	16.0	15.2	17.0	0.89
総そしゃく時間(分/日)	684.3	708.7	718.9	18.3
RVI(分/kg)	32.9	32.4	34.7	1.14

異符号間に有意差(abc:P<0.05)

SR5: 北陸143号

NDF: 中性デタージェント繊維

総そしゃく時間: 採食時間 + 反すう時間

RVI: 粗飼料価指数(総そしゃく時間/乾物摂取量)

4 供試飼料イネの抗張強度

穀粒脱粒性試験装置で調査した飼料イネ3系統・品種の抗張強度を表8に示した。抗張強度はSR1が出穂後30日の収穫時およびサイレージ貯蔵後312日の開封時において最も大きい値を示した(P<0.05)。また、抗張強度は、サイレージ貯蔵後が飼料イネ収穫時に比べ小さい値であり、貯蔵により子実と枝梗の結合は脆弱化すると考えられた。SR1は、脱粒性「難」のクサノホシに比べ、1.40~1.65倍の抗張強度を有することが明らかになった。

5 飼養試験

乾物摂取量、子実排せつ率、泌乳成績およびそしゃく行動結果を表9に示した。

1) 飼料摂取量

乾物摂取量は区間に差がなく、抗張強度の違いは

乾物摂取量に影響しなかった。飼料イネ子実摂取量は、飼料イネの子実割合に反映されSR1で多かった。

2) 子実排せつ量および率

子実排せつ量は、区間に有意差は認められなかった。一方、水洗法で調査した子実排せつ率は、SR1が42.7%であり、SR5の48.4%、クサノホシの50.6%に比べ有意に低い値を示した(P<0.05)。子実排せつ率は抗張強度が大きいSR1で低かった。

3) 泌乳成績

乳量、乳成分は、参考値として示したが、TMR区間に差は認められなかった。

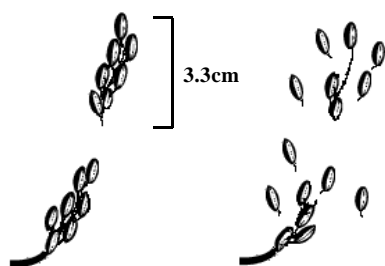
4) そしゃく行動

採食時間および採食時間/乾物摂取量は、抗張強度の違いに影響されなかった。一般に、NDF摂取量など繊維の粗剛性に採食時間は影響されるが、子実の枝梗からの離脱の程度は採食時間および採食時間

／乾物摂取量に影響を与えていなかった。反芻動物は、採食時にはえん下に必要な程度にしか咀嚼しない習性もち⁵⁾、この採食時の咀嚼による効果は、えん下食塊を形作るための微細化、飼料成分の抽出、また、第一胃内微生物に利用できるような形態への植物細胞の破壊とされている⁶⁾。粗剛な飼料ほどえん下時の大粒子の割合が減少することが報告⁷⁾されており、採食時間／乾物摂取量は、一定の飼料片粒子サイズへの破碎に要する程度を示す指標となると考えられる。著者らは、飼料イネの切断長を 1.3cm および 5.1cm とした場合の子実排せつについて検討し、切断長の長いものは採食時間／乾物摂取量が長くなり、子実排せつ率が低下したが、反芻時間／乾物摂取量は差を認めていない(未発表)。このことから、飼料イネ子実の破碎は採食時に主として行われたと考えられ、採食時に嚙下可能粒度になるまでの抵抗の程度の違いが子実排せつ量に影響していると結論付けた。

しかし、本試験では、採食時間／乾物摂取量、反芻時間／乾物摂取量に差が認められず、採食時の抵抗において拡張強度は大きな差を及ぼさなかった。また、飼料の物理性を示す指標として粗飼料価指数(RVI)⁸⁾は、区間に差が認められなかったが、SR1は、拡張強度が強く、図に示したように細切後にも穂が枝梗に付着し、採食時のそしゃくによる破碎を受けやすい形態であったと推察され、このことが破碎を促し、子実排せつ率を低下させたと考えられた。

そしゃく行動において、拡張強度は乾物摂取量単位重量当りの採食時間、反すう時間に影響しないが、子実排せつ率は拡張強度の大きいもので低くなると考えられた。



拡張強度 強 拡張強度 弱

図 拡張強度の異なる飼料イネの細断時のイメージ

以上のことから、本試験における子実排せつ率の差は、飼料イネの拡張強度に影響されたものと考えられる。子実排せつ率低下には、採食時に子実の離脱程度の少ないもの、あるいは、一定の飼料片粒度にするためにそしゃく抵抗を持つ飼料の形状、飼料

構成とすることが有利と考えられた。

今後、飼料イネ子実の消化性向上に関して様々な取り組みが行われると想定されるが、拡張強度の育種の強化は、圃場における刈取ロスを軽減するとともに、給与における栄養的損失を抑制し、生産性の向上に寄与する可能性が示唆された。

本研究は、ブランドニッポンプロジェクト3系の予算で実施したものである。

引用文献

- 1) 新出昭吾：広島県における稲発酵粗飼料の生産と給与，農業技術 57(12)，567～570P，2002.
- 2) 山本泰也，水谷将也，浦川修司，苅田修一，後藤正和：乳牛飼養における飼料イネサイレージ TMR の利用性 飼料イネサイレージ多給 TMR の飼料特性，日本草地学会誌 47 別号，248～249P，2001.
- 3) 福田善通：突然変異系統を用いたイネの脱粒性発現機構に関する遺伝的育種学的解析，北陸農業試験場報告第 37 号別刷，67～105P，1995.
- 4) 新出昭吾，河野幸雄：電気歪み値による咀嚼行動の自動判定，関西畜産学会報 155,23～28P.2004.
- 5) Luginbuhl, J-M., K. R. Pond, J. C. Burns and J. C. Russ. : Effects of ingestive mastication on particle dimensions and weight distribution from coastal bermudagrass hay fed to steers at four levels . J. Anim. Sci. 67 : 538-546,1989.
- 6) 岡本全弘：反芻行動とその消化生理学的意義に関する研究，北海道立農業試験場報告 30,1～69P，1979.
- 7) Jaster, E. H and M. R. Murphy. : Effects of varying particle size of forage on digestion and chewing behavior of dairy heifers . J. Dairy. Sci. 66 : 802-810,1983.
- 8) Sudweeks, E. M., L. O. Ely, D. R. Mertens and L. Sisk. : Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diet:Roughage value index system. J. Anim. Sci. 53 : 1406-1411,1981.

粗飼料と粗濃比の異なる TMR 給与における 粗飼料価指数の推定

Estimate of roughage value index on the kind of roughage and roughage:concentrate ratio of total mixed rations

新出昭吾

要 約

混合飼料 (TMR) の粗飼料源として、トウモロコシサイレージ (トウモロコシ TMR)、イタリアンライグラスサイレージ (イタリアンライグラス TMR) および飼料イネホールクroppサイレージ (飼料イネ TMR) の3つを用い、粗濃比の異なる TMR 給与下で乳脂率 3.5% を維持できる粗飼料価指数 (RVI) について検討した。乾物摂取量と RVI の関係は有意ではなかった。乳脂率と粗飼料割合の関係はトウモロコシ TMR 以外が直線的な関係であった。RVI はいずれの TMR も粗飼料割合の増加に比例した。粗飼料割合 30% の比較では、トウモロコシ TMR の RVI を 1 とすれば、飼料イネ TMR は 1.26、イタリアンライグラス TMR は 1.35 であり、粗飼料ごとにそしゃくによる微細化の程度が異なることが判明した。乳脂率と RVI の関係は、 $y = 0.0875x + 0.8556$ ($r = 0.945$, $P < 0.01$) (y : 乳脂率, x : RVI) であり、乳脂率 3.5% を維持する RVI は 30.3 分/kg と推定された。乳脂率に関係する総中性デタージェント繊維 (NDF) 摂取量と RVI の関係は、 $y = 0.118x + 3.3945$ ($r = 0.839$, $P < 0.01$) (y : 総 NDF 摂取量, x : RVI) の関係式が得られた。一方、粗飼料由来の NDF 摂取量と RVI の関係は、 $y = 0.165x - 1.7582$ ($r = 0.987$, $P < 0.01$) (y : 粗飼料由来 NDF 摂取量, x : RVI) が得られ、30.3 分の RVI を確保する粗飼料由来 NDF 摂取量は 3.24kg/日と推定された。粗飼料由来 NDF 摂取量から、第一胃内の恒常性を維持するための物理性を評価する RVI が推定可能であることが示唆された。

緒言

高泌乳牛の飼料給与では、乾物摂取量には限界があり、必要養分量を満たすために濃厚飼料を多量給与する実態にある。乳牛飼養においては粗飼料給与割合が 30% 以上という指標が示されて久しい^{1) 0)}。こうした中で、第一胃内の発酵を維持する基本的な給与指標として中性デタージェント繊維 (NDF) などの繊維成分を指標 (日本飼養標準, 1999)⁶⁾ とする試みが行われてきている。

これらの繊維成分は、第一胃内発酵の恒常性維持のための易発酵性炭水化物の制限量としての指標、また、繊維がもたらす咀嚼刺激作用による第一胃内 pH の安定化指標として用いられている。一方、繊維の粗剛性、物理的特性を第一胃内発酵の安定化指標として、Sudweeks et al⁹⁾ は、摂取乾物 kg 当りの咀嚼時間 (採食時間+反芻時間の総和) で示される粗飼料価指数 (RVI: Rougeage Value Index) を提案した。この報告では、乳脂率 3.5% を維持できる第一胃内発酵を正常とみなし、乳脂率 3.5% を維持するには、RVI は 31.1 分/kg を必要としているが、

寄与率が低いことから更なる検証の必要性を示唆している。また、Sudweeks et al⁹⁾ の示した RVI は維持の給与レベルでの測定値であり、乾物摂取量の多い高泌乳牛では飼料の通過速度が速くなる²⁾ ことから、RVI は小さい値になることが指摘されている¹⁾。Mertens は、食品副産物の NDF の反芻発現効果は粗飼料の 0.4 倍、濃厚飼料は 0.3~0.8 倍であり、これらの NDF の粒子サイズは微細であるため、飼料摂取量に大きな影響を及ぼさないと報告⁴⁾ しており、繊維の物理性は粗飼料と濃厚飼料では効果が異なると考えられる。さらに、NDF の化学的組成、NDF の消化速度と消化量は乾物摂取量に影響する⁷⁾ ことから、粗飼料の種類の違いは咀嚼、破碎の程度に影響を与えられられる。

そこで、広島県の主要な自給粗飼料であるトウモロコシサイレージ、イタリアンライグラスサイレージおよび飼料イネホールクroppサイレージをそれぞれ用いた混合飼料 (TMR) による飼養試験により、飼料総体としての TMR 中の粗飼料源や粗飼料割合が咀嚼行動に及ぼす特性を調査し、第一胃の恒常性を維持する RVI の推定の可能性について検討した。

Table.1. Total mixed rations used experiments

Roughage:Concentrate ratio	26:74	30:70	35: 65	37: 63	45:55
Corn Silage TMR					
Italian ryegrass Silage TMR					
Rice whole crop Silage TMR					

Table 2. Ingredients and chemical compositions in Corn silage Total Mixed Rations (%DM)

Item	treatment		
	TMR30	TMR37	TMR45
Mixed concentrate	69.9	60.7	49.3
Corn gluten meal	-	1.4	3.0
Fatty acid calcium salt	-	1.1	2.7
Mixed roughage	30.1	36.9	45.0
DM	67.0	63.3	59.4
		% DM	
CP	16.7	16.7	16.6
TDN	78.7	78.7	78.8
EE	5.8	6.4	7.3
NDF	3.4	33.5	33.4
NFC	37.0	35.9	34.5

DM:dry matter, CP: Crude protein ,TDN:total digestible nutrients calculated from Standard Total of Feed Composition in Japan(1995), EE:ether extracts, NDF:nutral detergent fiber, NFC:non fiber carbohydrate =100-(CP+EE+NDF+Ash)

試験方法

1 試験区および供試牛

TMR の主たる粗飼料源をトウモロコシサイレーヅ(黄熟期刈),イタリアンライグラスサイレーヅ(開花期刈)および飼料イネホールクロップサイレーヅ(WCS)(黄熟期刈)とし,粗濃比をそれぞれ3水準とした試験区を表1に示した。

それぞれの区には,分娩後50日以上で乳量30~45kg/日程度のホルスタイン種泌乳牛6もしくは9頭を供試し,1区2もしくは3頭として3つの処理区に割り当て,1期14日間もしくは21日間の計3期の3×3ラテン方格法¹⁾により実施した。

2 給与飼料の調製および家畜管理

各 TMR の乾物中の養分含量は,粗タンパク質(CP)含量が16.5~16.8%,可消化養分総量(TDN)含量が76~78%になるように,いずれの TMR も CP はコーングルテンミール,TDN は脂肪酸カルシウムを用いて調整した。TMR 構成飼料原料の成分値および乾物混合割合を表2,表3および表4に示した。なお,粗飼料は切断長を1.3cmに設定したカッターで切断した。給与量は,日本飼養標準(1999)⁶⁾を準用して予備飼養期間に測定した平均乳量,乳

脂率および体重から乾物必要量を算出し,乾物必要量の105~110%を給与した。ミネラルは11:00,15:00に1日所要量の各1/2量ずつをTMRにトップドレッシングした。水はウォーターカップによる自由飲水とした。搾乳は朝8:30および夕17:00の2回とした。

3 調査項目

予備飼養期間7日もしくは14日後,本試験7日間の飼料摂取量,養分摂取量および乳量を調査した。給与飼料および残飼の乾物量は,65で120時間通風乾燥し測定した。これらのサンプルの化学成分組成は「粗飼料の品質評価ガイドブック」(2001)³⁾に記載の方法で分析した。乳成分値は,本試験4日目の夕方から6日目の朝までの計4回の搾乳時に採取した乳サンプルの値を加重平均して求めた。

咀嚼行動調査は,本試験開始2日目朝の飼料給与時刻の8時30分から,6日目8時30分までの日程のうち3日間ないし4日間連続で実施した。なお,連続して調査した咀嚼行動のデータを平均し,1日当たりの行動として算出した。咀嚼行動の測定は,顎の動きにより生じるストレインゲージの電気歪みの信号を解析する方法⁸⁾によって実施した。なお,解析は各3飼養試験の平均値を用いた。

Table 3. Ingredients and chemical compositions in Italian ryegrass silage Total Mixed Rations (%DM)

Item	treatment		
	TMR30	TMR37	TMR45
Mixed concentrate	69.7	60.7	51.4
Corn gluten meal	-	1.6	2.2
Fatty acid calcium salt	-	0.6	1.3
Mixed roughage	30.3	37.1	45.1
DM	49.7	45.1	40.7

	% DM		
CP	16.5	16.6	16.5
TDN	77.8	77.7	77.7
EE	5.3	6.0	6.9
NDF	36.9	38.4	40.3
NFC	34.4	31.4	27.9

DM:dry matter, CP: Crude protein ,TDN:total digestible nutrients calculated from Standard Total of Feed Composition in Japan(1995), EE:ether extracts, NDF:nutral detergent fiber, NFC: non fiber carbohydrate=100-(CP+EE+NDF+Ash).

Table 4. Ingredients and chemical compositions in Rice whole crop silage Total Mixed Rations (%DM)

Item	treatment		
	TMR26	TMR30	TMR35
Cnconcentrate	73.5	68.1	61.6
Corn gluten meal	0.0	1.0	2.2
Fatty acid calcium salt	0.2	0.8	1.6
Rice whole crop silage	26.3	30.1	34.6
water	22.7	21.1	19.1
DM (%)	60.0	60.0	60.0

	%DM		
CP	16.9	16.8	16.8
TDN	76.8	76.7	76.7
EE	5.6	6.3	7.1
NDF	33.3	34.2	35.2
NFC	38.3	36.5	34.3
NFC/NDF (%)	1.15	1.07	0.98

DM:dry matter, CP:crude protein, TDN:total digestible nutrients calculated from Standard Total of Feed Composition in Japan(1995).EE:ether extracts, NDF:nutral detergent fiber, NFC: non fiber carbohydrate=100-(CP+EE+NDF+Ash).

結果および考察

1 乾物摂取量と RVI の関係

乾物摂取量と RVI の関係を図 1 に示した。乾物摂取量と RVI の間には有意な相関関係は認められなかった。乾物摂取量の増加は、飼料の通過速度を速める²⁾ことから、RVI が低下すること^{1, 6)}が報告されている。草種別には、イタリアンライグラス TMR は、乾物摂取量の増加に伴い、RVI は低下した。トウモロコシ TMR における繊維は、イネ科の粗飼料と異なり微細化しやすいと考えられ、乾物摂

取量に影響が認められず、RVI にも一定の傾向も認められなかった。

2 粗飼料割合と乳脂率の関係

粗飼料割合と乳脂率の関係を図 2 に示した。飼料イネ WCS とイタリアンライグラス TMR においては、TMR 中の粗飼料割合の増加に伴い、乳脂率は直線的に向上した。しかし、トウモロコシ TMR には一定の関係は認められず、粗飼料割合が増加しても乳脂率に差がないことから、トウモロコシサイレージの繊維は濃厚飼料の繊維に近いと考えられた。

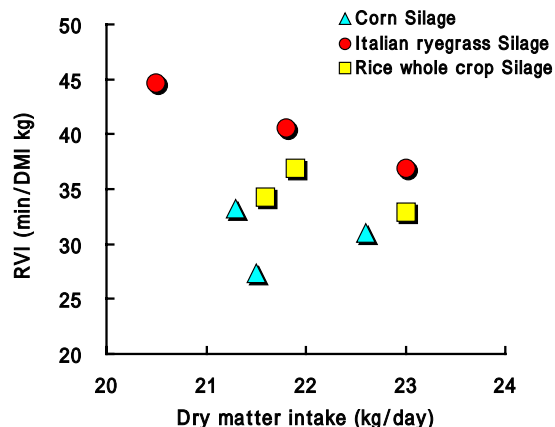


Fig.1. Relationship between Dry matter intake and RVI

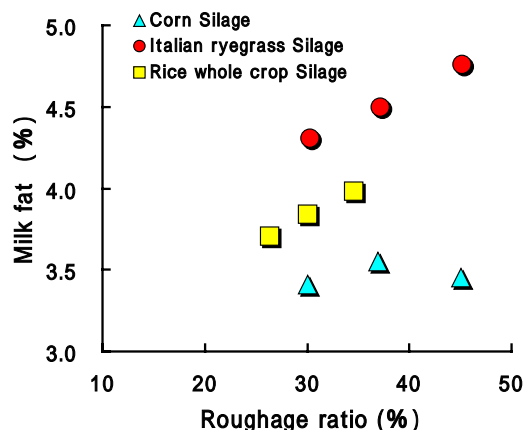


Fig. 2. Relationship between Milk fat and roughage ratio

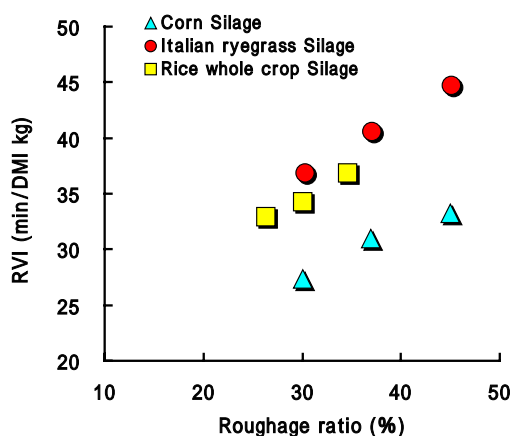


Fig.3. Relationship between RVI intake and Roughage ratio

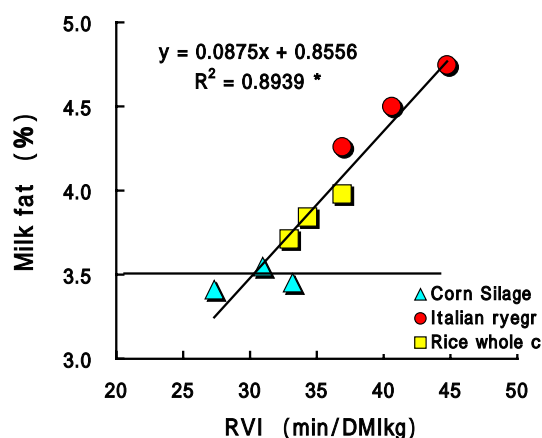


Fig.4. Relationship between Milk fat and RVI

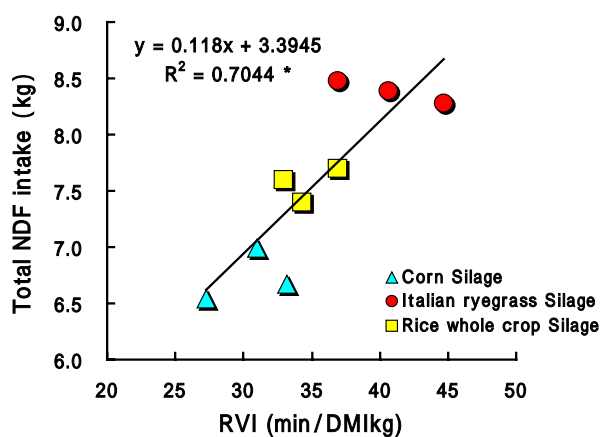


Fig. 5. Relationship between Total NDF intake and RVI

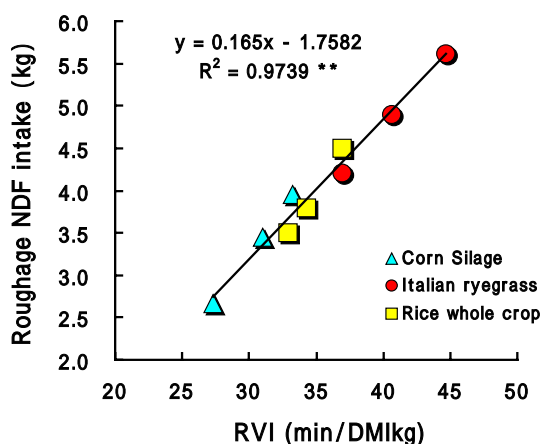


Fig. 6. Relationship between Roughage NDF intake and RVI

3 粗飼料割合とRVIの関係

粗飼料割合とRVIの関係を図3に示した。いずれの粗飼料においても粗飼料割合の増加に伴い、RVIが直線的に増加した。RVIを粗飼料の異なるTMR間で比較すると、乾物中の粗飼料割合が同じ30%の

場合、トウモロコシTMRの27.3分/DMI kgに対して、飼料イネTMRは34.3分/DMI kg、イタリアンライグラスTMRは36.9分/DMI kgであった。トウモロコシのRVIを1としたときに、飼料イネWCSは1.26、イタリアンライグラスは1.35となり、咀

嚼による飼料片微細化に草種ごとの特性があると推察された。飼料イネ WCS の粗飼料割合で 26% の TMR の RVI は、トウモロコシサイレージ主体で粗飼料割合が 45% の TMR の RVI に等しく、飼料イネ WCS で粗飼料割合が 35% の TMR は、イタリアンライグラスサイレージ主体で粗飼料割合が 30% の TMR の RVI と概ね同等であった。

4 乳脂率と RVI の関係

乳脂率と RVI の関係を図 4 に示した。 $y = 0.0875x + 0.8556 (R^2 = 0.894^*)$ (y : 乳脂率(%), x : RVI(min/kg)) の関係が示され、回帰式から乳脂率 3.50% を維持するための RVI は 30.3 分/kg と推定された。これは、乳脂率 3.5% を維持するために必要な RVI が 31.1 分/kg とした Sudweeks et al⁹⁾ の報告値に非常に近い値であった。本試験の結果は、維持に要する 2 倍量以上の乾物量を摂取する泌乳牛レベルでの給与試験であり、乳脂率維持において RVI は普遍的な指標になると考えられた。

5 総 NDF 摂取量、粗飼料由来 NDF 摂取量と RVI の関係

乳脂率に関係が深いと考えられる TMR ごとの総 NDF 摂取量と RVI の関係を図 5 に示した。 $y = 0.118x + 3.3945 (R^2 = 0.704^*)$ (y : 総 NDF 摂取量(kg/日), x : RVI(min/kg)) の関係式が得られたが寄与率がやや低く、濃厚飼料と粗飼料の NDF の RVI に及ぼす影響の違い¹⁾ が窺われた。回帰式から、乳脂率 3.50% を得る RVI 30.3 分/kg のためには、総 NDF 摂取量として 6.84kg/日が必要と推定された。

粗飼料由来の NDF 摂取量と RVI の関係を図 6 に示した。粗飼料由来 NDF 摂取量と RVI には直線的な関係が認められた。 $y = 0.165x - 1.7582 (R^2 = 0.974^{**})$ (y : 粗飼料由来の NDF 摂取量(kg/日), x : RVI(min/kg)) の関係式が得られた。乳脂率 3.50% を得る RVI 30.3 分/kg のためには、粗飼料由来 NDF 摂取量は 3.18kg/日が必要であることが推定された。NDF 摂取量の 75% は粗飼料で確保することの必要性が報告されている⁵⁾。本試験においては、総 NDF 摂取量に占める粗飼料由来 NDF 摂取量の割合は 46% であり、濃厚飼料や食品副産物を多給している府県の飼養では妥当なものと考えられた。

以上の結果から、乳脂率 3.5% を確保するための RVI は 30.3 分/kg と推定され、粗飼料の種類を問わず、粗飼料由来 NDF 摂取量から RVI の推定が可能

であった。また、総 NDF 摂取量として 6.84kg/日、粗飼料由来の NDF 摂取量として 3.18kg/日が確保できれば、RVI は 30.3 分/kg となり、乳脂率 3.50% を維持できるレベルと推定された。繊維の消化性が悪いとされる飼料イネにおいても、粗飼料由来 NDF 摂取量に基づく咀嚼発現能は他の粗飼料と変わらないことが示唆された。

引用文献

- 1) 千葉県畜産センター特別研究報告第 3 号：『低コスト・高品質牛乳生産のための乳牛飼養管理技術の開発』に関する研究, 65～87P, 1998.
- 2) Eliman, M. E and E. R. Ørskov.: Factors affecting the outflow of protein supplements from rumen. Anim. Prod. 38 : 45-51, 1984.
- 3) 自給粗飼料品質評価研究会編：粗飼料の品質評価ガイドブック, 196P, 2001. 日本草地畜産種子協会, 東京.
- 4) Mertens, D. R.: Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J. Dairy Sci. 80 : 1463-1481, 1997.
- 5) National Reserch Council 1989, Nutrient Requirements of Dairy Cattle 6th revised edition, National Academy Press, Washington, D. C.
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準(乳用牛) 1999 年版, 189P, 中央畜産会, 東京, 1999.
- 7) Oba, M., and Allen, M.S.: Evaluatrion of the importance of digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. J. Dairy Sci., 82, 589-596, 1999.
- 8) 新出昭吾, 河野幸雄: 電気歪み値による咀嚼行動の自動判定, 関西畜産学会報 155, 23～28P, 2004.
- 9) Sudweeks, E. M., L. O. Ely, D. R. Mertens and L. Sisk.: Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diet: Roughage value index system. J. Anim. Sci. 53 : 1406-1411, 1984.
- 10) 農林水産技術会議事務局：乳牛における濃厚飼料多給の生理的限界究明に関する研究, 農林水産技術会議研究成果, 81, 1～335P, 1975.
- 11) 吉田実：畜産を中心とする実験計画法, 477P, 養賢堂, 東京, 1983.

系統及び成長ホルモン遺伝子型が異なる黒毛和種肥育牛の成長特性

Comparison of growth traits in different lines and GH genotypes of Japanese Black steers

河野 幸雄

栄養生理研究会報 49(2)1~17(2005)

要 約

成長ホルモン遺伝子多型が AA 型, AB 型及び BB 型の黒毛和種去勢牛を用いた比較試験を実施し, 系統及び成長ホルモン遺伝子多型が肥育特性をはじめ, ホルモンや脂肪組織形成に及ぼす影響について検討した。さらに, 各遺伝子型と肥育様式の適合性を検証するために, 肥育前期の給与 TDN レベルについて高低 2 水準の比較を行い, 各遺伝子型の特性に適した合理的な肥育様式を検討した。その結果, 成長ホルモン遺伝子型によって, 成長ホルモン, IFG-I, インスリン及びレプチン濃度等の内分泌特性に違いがあることが明らかになり, 飼料摂取, 増体及び枝肉重量, 体脂肪率及び余剰脂肪量などの産肉特性との関連性が示唆された。

クローン技術を利用した種雄牛造成の効率化

Increased Efficiency of Sire Production Using Cloning Technology

尾形康弘・谷本陽子・松重忠美・栗原順三・今井昭¹⁾・堀内俊孝²⁾

広島県獣医学会雑誌 第 20 号 11~15(2005)

要 約

分割卵検定にクローン技術を組み込むことで, 種雄牛造成の効率化を図ることができる。
クローン技術の組み込みで, 従来の分割卵技術の 1.5 倍の効率で雄ペアを生産可能である。
クローン検定に性判別技術を組み込むことで, 確実な雄生産が可能となる。
産肉能力検定用のクローン牛が複数頭生産できるため, 検定精度が向上し, 選抜指標としての確実性が高まる。
この方法で, 実際に種雄牛候補牛と検定用クローン牛 2 頭を生産することができた。

1) 広島県福山家畜保健衛生所 2) 広島県立大学

レシピエント卵子の保存時期が核移植後の胚発生に及ぼす影響

Effect of Preservation Stage of Recipient Oocytes on the Developmental Capacity of Reconstructed Embryo after Nuclear Transfer

谷本陽子・福馬敬紘・尾形康弘・名越吉文・松重忠美・堀内俊孝¹⁾

広島県獣医学会雑誌 第20号 16~20(2005)

要約

ウシ未受精卵子を活性化処理前後にマイクロドロップレット法によりガラス化保存した。

ガラス化保存後の除核率は90.9%で、ガラス化保存による除核率の低下は認められなかった。

単為発生胚の発生率においては保存時期による差はなかった。

核移植胚の胚盤胞発生率は、活性化処理後に保存した Post-Act 区 37.3% (22/59) が、活性化処理前に保存した Pre-Act 区 14.3% (6/43) よりも有意に高かった。

以上のことから、核移植用レシピエント卵子は除核、活性化処理後にガラス化保存するのが適当であると思われた。

Gn-RH 製剤を用いた経膈採卵法の検討

Investigation Using Gonadotropin-releasing Hormone on Transvaginal Ultrasound-guided Follicular in Cattle

尾形康弘・日高健雅・松重忠美・堀内俊孝¹⁾

広島県獣医学会雑誌 第21号 20~23(2006)

要約

今回、我々は、性腺刺激ホルモン放出ホルモンを利用して、優勢卵胞を人為的に排卵させ、卵胞波を誘起することで、経膈採卵時の卵胞数増加と卵子の品質向上に効果があるか検討を行った。

Gn-RH 製剤を投与後 48 時間目が、卵胞数が最も増加し、平均卵胞径も最も大きくなることが確認され、この時期が経膈採卵に適している。

Gn-RH 製剤のうち、酢酸フェルチレリン製剤の方が効果的に卵子数を増加させ、採取される卵子数と品質が良好であった。

以上のことから、経膈採卵 48 時間前の Gn-RH 製剤投与が有効であることが示された。

1) 広島県立大学

ウシ胚からの性判別用細胞採取法の開発

Development of a Cell Sampling Method for the Sexing of Bovine Embryos

尾形康弘・日高健雅・松重忠美

広島県獣医学会雑誌 第22号 16~19 (2007)

要約

ウシ性判別胚の品質改善を目的として、簡易で少数の性判別用サンプル細胞を採取できる細胞剥離法を開発した。この方法は、従来の栄養膜細胞の金属製ブレード切断法と比較して、採取する細胞数を約 1/5 まで減少させることができる。性判定率を低下させることなく、移植前の胚盤胞期胚の細胞数を増加させることができ、性判別胚の品質を改善することができる。新鮮胚による受胎性も、無処置や栄養膜細胞の金属製ブレード切断法と比較して問題ないことが確認された。細胞剥離法で性判別した胚を移植して、判定どおり雌乳用子牛を生産することができた。

レシピエント卵子の品種が核移植胚及び産子へ及ぼす影響

The Effect of Recipient Oocytes Species Embryo after Nuclear Transfer and Cloned Steers

日高健雅・尾形康弘・松重忠美

広島県獣医学会雑誌 第22号 20~23 (2007)

要約

核移植胚及び核移植産子において、細胞質の違いが発生率や発育に及ぼす影響を調査するために、黒毛和種由来のドナー細胞と、黒毛和種及びホルスタイン種由来のレシピエント卵子を用いて核移植を行った。

核移植胚の発生率は、黒毛和種由来のレシピエント卵子を用いた場合がホルスタイン種由来のレシピエント卵子を用いた場合より有意に高い発生率を示した。妊娠期間は、ホルスタイン種由来のレシピエント卵子を用いた核移植産子が黒毛和種由来のレシピエント卵子を用いた場合と比較して有意に長かった。核移植産子の生時体重は、ホルスタイン種由来のレシピエント卵子を用いた産子が有意に重たかった。

黒毛和種子牛における成長ホルモン遺伝子多型と 体重及び内分泌機能の関係

Interaction of GH polymorphism with body weight and endocrine functions
in Japanese black calves

加藤和雄¹⁾・河野幸雄・鈴木啓一¹⁾・小原嘉昭¹⁾

Domestic Animal Endocrinology 34 25~30 (2008)

要約

生後10ヶ月齢の黒毛和種子牛を対象に、成長ホルモン遺伝子多型(AA, AB and BB genotypes)と体重及び内分泌機能の関係を調べた。BB型(281±5 kg)の体重はAA型(324±9 kg)及びAB型(317±7 kg)よりも有意に小さかった(P=0.0017, ANOVA)。血漿インシュリン濃度はAA型がAB型よりも高く、血漿IFG-I濃度はAA型がAB型及びBB型よりも高かった。血漿中代謝産物では、中性脂肪濃度と総コレステロール濃度が遺伝子型間で有意な違いが見られた。

成長ホルモン濃度曲線下面積はAA型が他型よりも有意に大きかった(P=0.0314)。

GHRH負荷時(0.4 g/kg)の成長ホルモン濃度増加面積はBB型が他型よりも有意に小さかった(P=0.0005)。GHRH負荷時成長ホルモン濃度増加面積と体重の回帰分析の結果、増加面積が600ng・min/mlを境に、それ以下では両測定値間に正の相関関係(r=0.6496, P<0.002)、それ以上では負の相関関係を示した(r=-0.6473, P<0.05)。

以上の結果から、生後10ヶ月齢の黒毛和種子牛におけるGH-IGF-I系は、成長ホルモン遺伝子型間で異なることや、GHRH負荷による成長ホルモン分泌と体重は正の相関関係があるが、GHが過剰に分泌する場合は負の相関関係になることが示唆された。

1) 東北大学大学院農学研究科農学部

広島県立総合技術研究所畜産技術センター研究報告第 15 号

平成 20 年 2 月 29 日印刷

平成 20 年 2 月 29 日発行

編集兼発行者 奥山 博
発行所 広島県立総合技術研究所畜産技術センター
広島県庄原市七塚町 584 番地
郵便番号 727-0023
電 話 0824-74-0331
F A X 0824-74-1586

<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/page/1176103155594/index.html>
印 刷 所 平和印刷株式会社
広島県庄原市板橋町 324 番地の 7
電 話 0824-72-1145
