

品種が異なるイネWCSを用いた泌乳牛用発酵TMRの給与効果

石崎重信

Feeding Effect of Fermented Total Mixed Rations with Two Varieties of Rice-Whole-Crop Silages for Lactating Dairy Cattle

Shigenobu ISHIZAKI

要 約

粗飼料として輸入のチモシー乾草、オーツ乾草、アルファルファ乾草を用いた「乾草区」、乾草区のイネ科乾草（乾物で34%配合）の60%を黄熟期収穫した「あきたこまち」のイネWCSで置き換えた「こまち区」、同じく、黄熟期収穫した「リーフスター」のイネWCSで置き換えた「LS区」の3区を設定し、それぞれ発酵TMRに調製した。また、当センター慣行の未発酵（フレッシュ）TMRを給与する「慣行TMR区」を設定し、泌乳中期牛8頭を供試して1期2週間4期のラテン方格法により泌乳試験を行い、終了後には試験牛を用いて嗜好性テストを行った。

飼料摂取量、乳量・乳成分、第一胃内容液と血液性状、採食反芻行動には、試験区間に大きな差はみられず、泌乳牛に給与するイネ科乾草の60%を黄熟期収穫したイネWCSで置き換え可能であること、イネWCSの品種（「あきたこまち」と「リーフスター」）の違いは乳生産や乳牛の反応に差が無いことが明らかとなった。また、イネWCSを用いた発酵TMRの嗜好性は、輸入乾草を用いた発酵TMRにはやや劣ったものの、輸入乾草やトウモロコシサイレージを用いたフレッシュTMRと比較して同等と良好であった。

緒 言

近年、配合飼料や輸入粗飼料の価格が高値安定で推移しているなか、輸入飼料に比べて安価な自給飼料サイレージ、稲発酵粗飼料（イネWCS）、飼料用米等の自給飼料や、食品製造副産物類の活用による飼料コスト削減が緊急の課題となっている。

当センターでは自給飼料を活用した泌乳牛用発酵TMRの給与効果を検討しており、前報¹⁾では乳熟期、糊熟期、黄熟期に収穫したトウモロコシサイレージをそれぞれ飼料乾物中に約16%配合した3種類の発酵TMRを細断型ロールベアラを用いて調製し、泌乳中期牛に給与して乳生産、消化率、嗜好性等について検討した。その結果、飼料乾物摂取量、乳量、乳成分、第一胃内容液と血液性状は試験区間に差がみられず、繊維消化率は乳熟区が高く、デンプン消化率は完熟区が低かった。また、発酵TMRの嗜好性は当センター慣行の未発酵（フレッ

シュ）TMRと同等であること、夏季においても発酵TMRは開封後3日間変敗がみられないことを報告した。

本報では、自給飼料としてイネWCSを取り上げ、黄熟期に収穫した食用品種および茎葉型イネWCS専用品種の2品種のイネWCSを用いた発酵TMRについて、泌乳牛への給与効果、嗜好性、消化性等について検討した。

材料および方法

1. 供試したイネWCS

香取市の水田において栽培されフレール型イネWCS専用収穫機を用いて2010年8月10日に収穫された食用品種の「あきたこまち」、および、10月15日に収穫された茎葉型専用品種の「リーフスター」を供試した。

両品種とも収穫時の熟期は黄熟期であった。発酵TMR調製に先だって採材したサンプルの成分分析値を表1に示した。「あきたこまち」に比べて「リーフスター」では茎葉割合が高く穂割合が低い²⁾ことから、デンプン含量が低く、中性デタージェント繊維（NDF）とケイ酸含量が高かった。また、低消化性NDF含量（低

平成25年 8月31日受付

消化性繊維Obの測定法³⁾ に準じてNDFを4時間セルラーゼ処理した残渣)、NDF中の低消化性分画の割合もあきたこまち(82.4%)に比べてリーフスター(85.7%)で高かった。なお、供試イネWCSの発酵品質は測定しなかったが、良好な発酵臭を有するものであった。

表1 供試 イネWCSの成分含量(乾物中%)

	あきたこまち	リーフスター
収穫日	8月10日	10月15日
熟 期	黄熟期	黄熟期
乾物割合	39.4	34.9
粗蛋白質	4.6	4.6
NDF ①	42.7	46.7
低消化性NDF ②	35.2	40.0
低消化NDF% (②÷①)	82.4	85.7
デンプン	26.9	20.0
リグニン	4.2	5.5
ケイ酸	8.3	11.6

成分値は乾物中の値
各2ロールから採材
低消化性NDF:セルラーゼで4時間分解した残渣
一年間、保管したイネWCSを使用

2. 試験区および試験飼料

試験区として次の4区を設定した。粗飼料として輸入のチモシー乾草、オーツ乾草、アルファルファ乾草を用いた「乾草区」、輸入イネ科乾草の60%(乾物換算20.5%)を「あきたこまち」のイネWCSで置き換えた「こまち区」、同じく、「リーフスター」のイネWCSで置き換えた「LS区」の3区を設定し、それぞれ発酵TMRに調製した。また、発酵TMRの嗜好性や採食性を確認する目的で、粗飼料として輸入乾草を用いた当センター慣行の未発酵(フレッシュ)TMRを給与する「慣行TMR区」を設定した。

各区の配合割合と飼料成分、および、RVI値の計算値⁴⁾(粗飼料価指数;飼料乾物1kg 摂取当たりのそしゃく時間)を表2に示した。黄熟期に収穫したイネWCSはイネ科乾草に比べてNDF含量が低いいためTMR中のNDFが乾草区に比べて約4%低かったが、飼料の反すう刺激性の目安となるRVI値は、イネWCS(82分/乾物1kg)とチモシー乾草(79)・スーダングラス乾草(77)でほぼ等しい⁵⁾ため、乾草区と同等の値であった。

供試した配合飼料は、ビートパルプ・ヘイキューブ・綿実等を含むバルキータイプ〔表示成分

表2 各区の配合割合と成分値

	発酵TMR							
	こまち区		L S区		乾草区		慣行TMR区	
	原物	乾物	原物	乾物	原物	乾物	原物	乾物
配合飼料(バルキー)	14.7	22.8	14.7	22.8	14.9	23.2	28.3	41.3
配合飼料(マッシュ)	14.7	22.8	14.7	22.8	14.9	23.2		
トウフ粕(生)	20.9	8.2	20.9	8.2	20.9	8.2		
大豆粕	3.0	4.6	3.0	4.6	2.5	3.9	1.5	2.1
配合割合(%)							4.4	6.5
イネWCS	29.7	20.5	33.5	20.5				
チモシー乾草	4.8	7.5	4.8	7.5	12.0	18.9	10.9	16.1
オーツ乾草	3.8	6.0	3.8	6.0	9.6	15.1	4.7	6.9
アルファルファ乾草	4.5	7.2	4.5	7.2	4.6	7.2	8.0	11.8
クレイグラス乾草							3.6	5.5
トウモロコシサイレージ							20.4	9.5
タンカル	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4
水	3.8				20.5		18.2	
	原物中	乾物中	原物中	乾物中	原物中	乾物中	原物中	乾物中
乾物割合	57.2		57.2		57.2		60.9	
成分(%)								
TDN	41.4	72.3	41.4	72.3	41.9	73.3	42.8	70.3
粗蛋白質	9.4	16.5	9.4	16.5	9.4	16.5	9.3	15.2
粗脂肪	2.1	3.7	2.1	3.7	2.1	3.7	2.3	3.7
NDF	18.9	33.0	19.2	33.6	21.3	37.2	24.5	40.2
粗飼料NDF	11.4	19.9	11.7	20.5	13.8	24.1	17.1	28.0
デンプン	12.3	20.9	11.2	19.5	9.0	15.8	10.2	16.8
灰分	4.6	8.1	5.0	8.7	4.1	7.1	4.4	7.2
RVI(分/kgDMI)		35.9		35.9		34.0		37.2

RVI:乾物1kg摂取当たりの採食と反芻の時間(分)
イネWCS:乾物、粗蛋白質、NDF、デンプンは分析値を用いて飼料計算した

(%):TDN72.0、粗蛋白質16.0、粗脂肪2.5、カルシウム0.40、りん0.30以上、粗繊維18.0、粗灰分10.0以下)とマッシュタイプ〔表示成分(%):TDN72.0、粗蛋白質16.0、粗脂肪1.5、カルシウム0.60、りん0.60以上、粗繊維10.0、粗灰分10.0以下〕の市販配合飼料を用いた。

3. 供試牛

供試牛の概要を表3に示した。試験開始時における分娩後日数は109～209日(平均146.1日)、乳量は23.2～33.5kg(平均30.3kg)のホルスタイン種泌乳中期牛8頭を供試した。

産次、分娩後日数、乳量がほぼ等しい2頭をペアとして、4試験区に順次2週間ずつ割り当てる4×4ラテン方格法により泌乳試験を実施した。

表3 供試牛の概要

組	No.	産次	分娩後日数	乳量(kg)	乳脂率(%)	SNF率(%)	体細胞(千/ml)
A	49	4	123	33.5	4.77	8.83	26
	81	3	141	32.3	4.37	8.79	528
B	94	2	209	30.8	4.02	8.78	267
	95	2	186	32.6	4.11	9.15	138
C	96	2	133	31.4	4.33	8.69	15
	98	2	156	29.6	3.63	8.63	42
D	25	1	112	23.2	4.43	9.28	88
	26	1	109	28.8	3.82	8.89	52

乳量・乳成分は、試験開始2週間前の値
分娩後日数は、試験開始時の値

4. 発酵TMRの調製

調製作業は2011年9月12～14日に実施した。カッティング刃付TMRミキサー(Mixtron SR50SE/400)を用い、1回の攪拌調製当たり表2の原物配合割合に従って計700kg分の各材料を秤量してミキサーで攪拌混合し、細断型ロールベアラ(タカキタMR-810)でロールベールに成形し、ベールラッパーでポリエチレンフィルム被覆(6層巻き)して野外で保管した。

5. 試験実施時期

泌乳試験は、2012年2月4日から3月30日に実施した。

6. 飼料給与と供試牛管理

発酵TMRへの馴致のために、供試牛には泌乳試験に先立ち5日間、慣行TMRと前回試験で調製したトウモロコシサイレージを用いた発酵TMRを概ね1:1の比率で給与し、2月4日からは各区の試験飼料に切り替えた。

泌乳試験期間中における飼料の給与は、1日2回(9:30と15:00)とし、朝夕ともほぼ同量を給与した。給与量は、翌朝に2～5kg程度の食べ残しが出るよう調整した。

供試牛はウォーターカップとミネラル固形塩を備えたストールに繋留し、1日2回ミルクパーラーで搾乳した(5:00、16:00の2回)。

7. 測定項目

(1) 発酵TMRの発酵品質

発酵TMRのサンプルを、各期の中間と最終日に採取した。500ml容ポリビンにサンプル50g、蒸留水450gを入れ、一晚冷蔵保存後、ガラス棒で押しつぶし、ろ紙(アドバンテック東洋No.2)でろ過した抽出液についてpHを測定し、等量の6%過塩素酸液を加えて密栓保存し、有機酸⁶⁾、揮発性塩基態窒素と全窒素を分析してVスコアを算出した³⁾。

(2) 飼料乾物摂取量

毎日、給与量と翌朝の残飼量を記録した。各期の最後の4日間は、給与飼料と残飼料のサンプルを採取し70℃に設定した通風乾燥機で乾燥して乾物割合を求め、飼料乾物摂取量を算出した。

(3) 乳量・乳成分

各期の最後の4日間の朝夕の乳サンプルを採取し、千葉県酪農農業協同組合連合会南部事業所(南房総市)でCombiFoss6300により乳成分を分析した。

(4) 第一胃内容液と血液の性状

各期の最終日には朝の飼料給与4時間後に、真空採血管で血液を頸静脈から、第一胃内容液を経口カテーテルで採取した。血液は遠心分離後血漿を凍結保存し血液成分を自動血液分析装置(日立7020)により分析した。第一胃内容液は、pHを測定後、遠心分離した上清に等量の6%過塩素酸液を加えて密栓保存し、有機酸⁶⁾とインドフェノール青比色法によりアンモニア態窒素¹⁾を測定した。

(5) 飼料の消化率

各期の最後の4日間に、毎日給与飼料サンプルを採取するとともに、糞を1日4回(8時～18時の間)500gずつ採取し、70℃に設定した通風乾燥機で乾燥させ、1mmスクリーンの粉碎機で粉碎して分析に供した。飼料の乾物消化率は飼料中と糞中の酸性デタージェントリグニン含量から推定し、飼料中と糞中の有機物(=100-灰分%)、NDF、酸性デタージェント繊維(ADF)、デンプンを測定³⁾し、これらの消化率を推定した⁷⁾。

(6) 採食・反芻行動

各期の最後の3日間に、採食反芻時間測定装置SCRUM⁸⁾(独)東北農業研究センターより借用)を供試牛に装着し、各牛の24時間の採食・反芻時間を測定した。

(7) 発酵TMRの嗜好性テスト

泌乳試験終了後に、供試牛8頭を用いて2点比較法による嗜好性テストを2日間行った。比較する2種類の飼料を別々のコンテナに10kgずつ入れ、各牛の飼槽に2つのコンテナを並べ約20分間それぞれの採食量を測定した。1日目は14:40から、慣行TMRを対照として3種類の発酵TMRを1種類ずつ比較した。2日目は朝の給与時に慣行TMRを10分間採食させた後、3種類の発酵TMRについて2区ずつ採食量を比較した。

8. 統計処理

泌乳試験についてはラテン方格法による分散分析を行い、有意差が認められた場合はTukeyの多重検定により試験区間の差の検定を行なった。採食・反芻時間については一元配置分散分析により検定した⁹⁾。

結 果

1. 発酵TMRの発酵品質

発酵TMRの発酵品質について平均値を表4に示した。

開封した全てのロールバールにおいて、かびの発生や腐敗等はみられず、良好な発酵臭を有していた。pHの平均値は4.2~4.3でLS区が低かった ($P<0.01$) が、各区における測定値のバラツキ度合いを示す変動係数は1%以下と安定していた。総有機酸含量は8%前後と十分に発酵が進んでいた¹⁰⁾。有機酸の内訳は、各区とも乳酸が主体 (総有機酸の約70%) で、Vスコアは78以上といずれも良好な発酵品質であった。なお、酢酸が2% (総有機酸の約30%) 程度含まれ、酪酸はこまち区で0.11%とやや高かった。発酵TMRロールは開封後約3日間で給与し終えたが、この間、および、給与後の飼槽での変敗は前回試験¹⁾と同様にみられなかった。

表4 発酵TMRの発酵品質

	こまち区	LS区	乾草区	P値
pH	4.30 ^A	4.21 ^B	4.34 ^A	<0.01
水分	% 43.9	42.6	43.4	0.18
乳酸	% 5.8	5.8	5.2	0.32
酢酸	% 2.3	2.0	2.3	0.08
n-酪酸	% 0.11 ^A	0.02 ^B	0.02 ^B	<0.01
総酸	% 8.3	8.0	7.6	0.42
Vスコア	78.8 ^A	86.9 ^B	86.9 ^B	<0.01

pH、Vスコア以外は、新鮮物中 (原物中) の割合 (%)
 P値: 試験区間に有意差が無い確率、0.05以下は有意差有り
 異符号間に有意差有り 大文字: $P<0.01$

2. 飼料摂取量と泌乳成績

飼料乾物摂取量と泌乳成績を表5に示した。

表5 飼料摂取量と乳生産

		発酵TMR				P値
		こまち区	LS区	乾草区	慣行TMR区	
飼料乾物摂取量	kg/日	23.7	24.7	23.3	24.4	0.72
乳量	kg/日	33.0	33.1	33.9	31.4	0.41
乳脂率	%	3.60	3.58	3.49	3.64	0.87
乳蛋白質率	%	3.10	3.08	3.11	3.19	0.34
乳糖率	%	4.70	4.68	4.71	4.63	0.31
SNF率	%	8.80	8.76	8.82	8.82	0.92
体細胞数	千/ml	236	147	106	109	0.76
乳中尿素窒素	mg/dL	13.9 ^a	14.6 ^A	14.0 ^a	11.2 ^{Bb}	<0.01

異符号間に有意差有り 大文字: $P<0.01$ 、小文字: $P<0.05$

飼料乾物摂取量は23.3~24.7kgで各区間に差はみられなかった ($P>0.72$)。乳量は31.4~33.9kg ($P>0.41$) で各区間に差はみられず、発酵TMRを給与した3区ではほぼ同等であった。

乳成分は、乳脂率3.6%、SNF率8.8%前後で、乳中尿素窒素 (MUN) 以外の成分については各区間に差がみられなかった ($P>0.31$)。MUNは発酵TMRの3区が慣行TMR区に比べて高かった ($P<0.01$) が、適正範囲内であった¹¹⁾。

以上から、輸入イネ科乾草の60%を黄熟期に収穫したイネWCS (乾物中20.5%) で置き換えても、また、用いるイネWCSの品種が異なっても乳生産に影響しないことが明らかとなった。また、発酵TMRの採食量、乳生産はフレッシュTMRと同等であることが示唆された。

3. 第一胃内容液

第一胃内容液の平均値を表6に示した。

こまち区、LS区、乾草区の3区間では、いずれの測定項目にも区間に差がみられなかったことから、給与するイネ科乾草の60%を黄熟期収穫のイネWCSで置き換えても、さらに、イネWCSの品種が異なっても、第一胃内発酵には影響しなかった。しかし、発酵TMRの3区は慣行TMRと比べて酢酸と酢酸/プロピオン酸比 (A/P比) が低く ($P<0.01$)、プロピオン酸とアンモニア態窒素が高かった ($P<0.01$)。

4. 血液性状

血液成分の平均値を表7に示した。いずれの項目も正常値の範囲内であった¹²⁾。尿素窒素 (BUN) を除く測定項目には各区間に有意な差はみられなかった ($P>0.11$)。BUNは、LS区が慣行TMR区に比べて高かった ($P<0.05$)。

5. 飼料の消化率

飼料乾物と飼料成分の消化率を表8に示した。乾物、有機物、NDF、ヘミセルロース (NDF-ADF) の消化率は、乾草区が他の3区に比べて高かった ($P<0.05$)。デンプン消化率は、そのほとんどを配合飼料に由来する乾草区と慣行TMR区がイネWCS給与区に比べて高かった ($P<0.01$)。イネWCSの2区の比較では、乾物、

石崎:品種が異なるイネWCSを用いた泌乳牛用発酵TMRの給与効果

有機物、繊維の消化率には差がなかったが、デンプン消化率はこまち区がリーフスター区に比べて低かった ($P<0.01$)。

なお、消化試験で採取した飼料サンプル乾物中の粗蛋白質、NDF、デンプン含量の分析値は、こまち区17.8、34.6、18.9%、LS区17.7、35.2、18.0%、乾草区18.6、38.3、14.2%、慣行TMR区14.9、39.7、15.1%と、発酵TMRの3区で粗蛋白質が設計値と比べてやや高く、デンプンは4区ともやや低かった。

6. 採食・反芻時間

採食反芻時間およびRVI値を表9に示した。1日当たりの採食時間は304~345分/日で区間に差がなく ($P=0.40$)、反芻時間はこまち区が他の3区に比べて303分/日と短かった ($P<0.01$)。採食と反芻を合わせ

た咀嚼時間は、648~738分/日と試験区間で差が大きかったが、個体間のバラツキが大きかったため有意な差ではなかった ($P=0.30$)。RVI値は、27.5~30.8分/kgDMIで有意な差はなく ($P=0.90$)、こまち区を除いて乳脂率3.5%以上を維持するのに必要とされる31.1分/kgDMI¹³⁾に近い値であった。

7. 発酵TMRの嗜好性

表10に嗜好性テストにおける20分間の採食量を示した。慣行TMRとの比較テスト実施時刻は通常の午後の給与時間に近く牛の空腹度合が高かったためか、朝の給与時に10分間慣行TMR採食後に実施した発酵TMRどうしの比較時よりも摂取量がやや多かった。

慣行TMRとの比較では、こまち区と乾草区が優る傾向がみられたが有意な差ではなく、LS区は同等の

表6 第一胃内容液性状

		発酵TMR			慣行TMR区	P値
		こまち区	LS区	乾草区		
pH		6.72	6.85	6.92	6.83	0.67
総VFA	mmol/dl	11.2	10.9	10.4	10.2	0.42
乳酸	mmol/dl	0.04	0.16	0.14	0.07	0.86
酢酸	%	61.7 ^A	62.2 ^a	61.1 ^A	64.5 ^{Bb}	<0.01
プロピオン酸	%	21.5 ^A	21.6 ^A	21.9 ^A	19.2 ^B	<0.01
n-酪酸	%	11.9 ^{AB}	11.3 ^A	12.1 ^{AB}	13.1 ^B	<0.01
A/P比		2.88 ^A	2.88 ^A	2.80 ^A	3.38 ^B	<0.01
アンモニア態窒素	mg/dl	23.5 ^A	24.0 ^A	21.8 ^A	11.6 ^B	<0.01

異符号間に有意差有り 大文字:P<0.01、小文字:P<0.05
A/P:酢酸/プロピオン酸比

表7 血液性状

		発酵TMR			慣行TMR区	P値
		こまち区	LS区	乾草区		
総蛋白	g/dl	7.6	7.8	7.7	7.9	0.27
アルブミン	g/dl	3.8	4.0	4.0	4.0	0.11
グルコース	mg/dl	59	60	61	59	0.81
総コレステロール	mg/dl	223	239	217	245	0.27
尿素窒素	mg/dl	26 ^{ab}	27 ^a	24 ^{ab}	22 ^b	0.01
GOT	IU/L	83	80	86	81	0.23
γ GPT	IU/L	29	35	29	37	0.49
カルシウム	mg/dl	9.6	9.7	8.6	10.0	0.40
無機リン	mg/dl	5.9	5.3	5.5	5.4	0.74

異符号間に有意差有り 小文字:P<0.05

表8 飼料の消化率 (%)

	発酵TMR				P値
	こまち区	LS区	乾草区	慣行TMR区	
乾物	62.8 ^A	63.0 ^A	66.2 ^B	62.3 ^A	0.001
有機物	59.7 ^A	59.7 ^A	64.5 ^B	60.1 ^A	<0.001
NDF	44.5 ^a	42.4 ^A	49.1 ^{Bb}	44.0 ^a	0.003
ADF	45.6 ^{acd}	43.5 ^{bd}	47.8 ^{Aa}	42.0 ^B	0.001
ヘミセルロース	44.3 ^B	44.0 ^B	51.1 ^A	42.5 ^B	<0.001
デンプン	87.1 ^A	91.9 ^B	97.2 ^C	97.1 ^C	<0.001

異符号間に有意差有り 大文字:P<0.01、小文字:P<0.05

摂取量であった。なお、慣行TMRよりも発酵TMRをより多く採食した頭数は、8頭中、こまち区4頭、LS区5頭、乾草区5頭で大きな差は無かった。発酵TMRどうしの比較では、いずれも有意な差が認められ、嗜

好性順位は乾草区>こまち区>LS区となった。

以上から、嗜好性順位は、(乾草区>こまち区>LS区)≒慣行TMR区と考えられ、消化試験における繊維の消化率の高低と概ね一致する傾向であった。

表9 採食反芻時間

		発酵TMR			慣行TMR区	P値
		こまち区	LS区	乾草区		
測定頭数		5	5	5	6	
採食時間	分/日	345	315	315	304	0.40
反芻時間	分/日	303 ^A	423 ^B	392 ^{AB}	468 ^B	0.02
咀嚼時間*1	分/日	648	738	707	772	0.30
乾物摂取量	kg/日	24.1	25.1	25.0	25.5	0.92
RVI値*2	分/kgDMI	27.5	30.0	29.3	30.8	0.90

*1:咀嚼時間=採食時間+反芻時間

*2:RVI値:飼料乾物1kg摂取当たりの咀嚼時間(分)

*3:異符号間に有意差有り 大文字:P<0.01、小文字:P<0.05

表10 嗜好性テスト結果(20分間の採食量;kg)

① 慣行TMR との比較			② 発酵TMRどうしの比較		
慣行TMR	こまち区	P値	こまち区	LS区	P値
1.8	2.3	0.34	1.5	0.6	0.03
慣行TMR	LS区	P値	こまち区	乾草区	P値
2.8	3.0	0.71	0.9	1.9	0.04
慣行TMR	乾草区	P値	LS区	乾草区	P値
2.0	2.9	0.14	0.5	2.0	0.005

【嗜好性順位】

発酵TMR≒慣行TMR

【嗜好性順位】

乾草区>こまち区>LS区

考 察

飼料乾物摂取量、乳量、乳成分については、MUNを除き試験区間に差がみられなかった。イネWCSを泌乳牛に給与した既報では、給与飼料中の粗飼料を乾物換算で同一量のイネWCSまたは輸入イネ科乾草とし、泌乳中期牛を用い糊熟期収穫イネWCSを乾物中29%¹⁴⁾ または黄熟期収穫を34%¹⁵⁾ 混合したTMRを給与し飼料乾物摂取量と乳生産に差が無いと報告されている。泌乳前期牛を用いた試験では、輸入イネ科乾草またはイネWCSを粗飼料として飼料乾物中に30%混合し分娩後21週間給与して比較したところ、早刈したイネWCS(糊熟期または未登熟)では乳生産に影響しないが黄熟期では飼料摂取量と乳量が低下した¹⁶⁾。黄熟期収穫イネWCSを乾物中25、または、30%混合して給与した分娩後15週間の試験では分娩後10週間までは30%区の飼料摂取量と乳量が低下し、その後は同等であった¹⁷⁾。また、黄熟期収穫したクサノホシのイネWCSまたはチモシー乾草を飼料乾物中26.5%混合したTMRを泌乳牛に分娩後9週間給与した試験では、飼料摂取量、乳量、乳成分に差が無かった¹⁸⁾ とされている。

また、黄熟期に収穫したイネWCSを飼料乾物中に20~24%配合して調製した発酵TMRを泌乳中期牛に給与

した既報^{19,20)} では、飼料摂取量、乳量、乳成分、第一胃内容液性状、血液性状は、同じ配合内容の未発酵のフレッシュTMRあるいはチモシー乾草を用いた発酵TMRと同等であったと報告している。

以上から、イネWCSを乾物で同量のイネ科乾草と置き換える場合の乾物代替割合が、泌乳前期牛の場合には糊熟期30%、黄熟期25%、泌乳中期牛の場合には35%程度までであれば乳生産に影響しないことが示唆され、本試験での置き換え割合20.5%は乳生産等に影響しないレベルであったと考えられた。

イネWCSの品種の違いを検討した試験については、黄熟期に収穫した高消化性茎葉型品種「たちすずか」と穂重型品種「クサノホシ」について、「たちすずか」では茎葉中のリグニンとケイ酸含量(それぞれ乾物中で、2.2、2.8%)が「クサノホシ」(同、5.4、5.1%)に比べて少なく、繊維成分の消化率が高いとし、これらを飼料乾物中に30%混合して泌乳中期牛に給与したところ、飼料摂取量には差が無いが乳量が増加したという²¹⁾。本試験で用いた「リーフスター」は茎葉型であるが乾物中ケイ酸含量は11.6%、リグニンは5.5%と高く、「あきたこまち」よりもやや高かったこと、消化試験結果から「リーフスター」と「あきたこまち」の消化性がほぼ同等と考えられたことから、泌乳成績に差が出なかったものと考えられる。

乳中尿素態窒素は発酵TMRの3区が慣行TMR区に比

べて高かったが、これは飼料中の粗蛋白質含量の差を反映したものと考えられる(表2参照)。各区の飼料乾物中のTDN/CP比は、慣行TMR区の4.6に対して発酵TMR区では3.9~4.1と低かったが、TDN/CP比とMUNには負の相関がある¹¹⁾ことが指摘されており、今回の結果と一致した。

第一胃内容液については、こまち区、LS区、乾草区の3区間には差がみられなかったが、慣行TMRと比べて発酵TMR給与区では酢酸と酢酸/プロピオン酸比(A/P比)が低く、プロピオン酸とアンモニア態窒素が高かった。こまち区とLS区では他の2区と比べてデンプン含量を高く設定したこと、乾草区ではデンプン含量は慣行TMR区と同等であったがNDF含量を低く設定したことがプロピオン酸が増えた原因と考えられる。

同じ配合内容の発酵TMRとフレッシュTMRを泌乳牛に給与して比較した既報では、第一胃内容液性状には大きな差がなく^{19,20,22)}、また発酵TMRに由来する多量の乳酸摂取による第一胃アシドーシスも見られない^{19,20)}と報告されている。発酵TMRでは材料中の糖含量がトウモロコシ等の自給飼料に比べて高いため乳酸生成量が多くなるが、牛が摂取した乳酸は第一胃内微生物により主にプロピオン酸に変換される²³⁾。本試験における1日当たり乳酸摂取量は2.1~2.5kg/日と多かったが、第一胃内容液中に乳酸はごく微量しか検出されず、前報および肥育牛に発酵TMRを給与した我々の試験^{24,25)}と同様に、速やかにプロピオン酸等の揮発性脂肪酸に変換されたと考えられた。

発酵TMRの3区で第一胃内容液中アンモニア態窒素濃度が高かったのは、MUNと同様に飼料乾物中の粗蛋白質含量を発酵TMRの3区では16.5%と慣行TMR区(15.2%)よりも高く設定したことに加えて、消化試験サンプル分析値では、こまち区17.8、LS区17.7、乾草区18.6、慣行TMR区15.2%と発酵TMR区で高かったことも影響したと考えられる。

血液成分で、尿素窒素がこまち区とLS区が慣行TMR区に比べて高かったのは、前述のように飼料中の粗蛋白質含量がこの2区で高かったこと、および、デンプンの第一胃内発酵がイネWCS区で低かったこと(後述)を反映したものと考えられる。

飼料の消化率では、乾物、有機物、NDF、ヘミセルロースの消化率は、乾草区が他の3区に比べて高かった。乾物消化率とTDN計算値の比率(%;乾物消化率/TDN)は、こまち区:86.9、LS区:87.1、乾草区:90.3、慣行TMR区:88.6とイネWCS給与区でやや低下度合いが大きかった。糊熟、黄熟、完熟期に収穫したクサノホシの子実と茎葉を分けてサイレージ化し、飼料乾物中に26%混合して泌乳中期牛に給与した試験では、未消化で排泄される子実の割合は、糊熟:19.9、黄熟:42.1、完熟:45.9%と熟期の進行に伴って増加し、これを加味したTDNは、糊熟期:47.7、黄熟:44.9、完熟:43.0%と推定されたと報告

されている²⁶⁾。本試験における飼料計算ではイネWCSの乾物中TDNを55%としたが、イネWCS給与区で乾物消化率が低かった原因は、飼料摂取水準が高い泌乳牛ではこの報告と同様に子実排泄割合が高まり、イネWCSのTDNが45%程度と低かったためと考えられた。

デンプン消化率は、そのほとんどを配合飼料に由来する乾草区と慣行TMR区がイネWCS給与区に比べて高く、配合飼料由来デンプンの消化率が97%程度と推定されたのに対して、イネWCS由来デンプンの消化率は、こまち区で60%、LS区で73%と推定され、イネWCSデンプン、特に黄熟期収穫した子実型イネWCS由来デンプンの消化率がやや低いことが示唆された。

イネWCSのRVI値は82分/kgDMIと、チモシー乾草(RVI値79)、スーダングラス乾草(同77)などのイネ科乾草と同等⁴⁾と言われている。本試験では、乾物換算で給与飼料中の粗飼料の1/2、イネ科乾草の60%をイネWCSで置き換えたが、乳量・乳成分、第一胃内容液性状、採食反芻時間は同等であった。よって、給与飼料中のイネ科乾草と乾物量で等量のイネWCSを置き換えることが可能であると考えられた。なお、こまち区とLS区を比較すると表1に示したように、「あきたこまち」では茎葉部分の硬さに関係すると考えられる低消化性NDFやケイ酸・リグニンが「リーフスター」に比べて少なかったことから、粗剛性がやや低く、こまち区の反芻時間が短かったと考えられる。

発酵TMRの嗜好性について、トウモロコシサイレージを用いた発酵TMRの泌乳効果を検討した前回試験では、今回同様に発酵TMR給与試験に供試した後に嗜好性テストを実施し、全ての供試牛が発酵TMRを選ばずに慣行のフレッシュTMRを選択したが、今回の試験では発酵TMRの嗜好性はフレッシュTMRと同等以上であった。前回試験で用いた発酵TMRの原物中総有機酸含量は4.5%程度に対して本試験では8%前後と発酵が進んでいた点、用いた自給飼料が今回はイネWCSである点、試験実施時期は前回試験が夏季に対して今回試験が早春と違いがあり、何が乳牛の嗜好性に影響を与えるのか明らかではなく、発酵TMRの嗜好性についてさらに検討が必要と思われる。

なお、こまち区とLS区を比較すると、「あきたこまち」ではイネWCSの茎葉部分の硬さに関係すると考えられる低消化性NDFやケイ酸・リグニンが「リーフスター」に比べて少なかったことから、粗剛性がやや低くこれが乳牛の嗜好性を高めたことも考えられる。

以上から、泌乳牛に給与する発酵TMR中の輸入イネ科乾草の60%を乾物換算で黄熟期収穫したイネWCSと置き換えても、飼料摂取量、乳生産、その他乳牛の反応に差が無いこと、イネの品種の違い、すなわち食用品種「あきたこまち」と茎葉型専用品種「リーフスター」の違いはデンプン消化性に若干の差がみられたものの、飼料摂取量、乳生産、その他乳牛の反応に差が無いこと、イネ

WCSを用いた発酵TMRの嗜好性は輸入乾草を用いた発酵TMRにはやや劣るものの、輸入乾草や自給飼料を配合したフレッシュTMRと同等以上であることが明らかとなった。

引用文献

- 1) 石崎重信・細谷 肇 (2012)、収穫熟期が異なるトウモロコシサイレージを用いた泌乳牛用発酵TMRの給与効果、千葉畜セ研報12:7-15
- 2) 細谷 肇 (2013)、関東農政局 平成25年度関東地域飼料増産行動会議現地研修会資料
http://www.maff.go.jp/kanto/seisan/tikusan/kihon_zyoho/25_genti_kensyukai.html
- 3) 自給飼料利用研究会編 (2009)、(社)日本草地畜産種子協会、三訂版 粗飼料の品質評価ガイドブック:12-25、23、64-78
- 4) 全国飼料増産協議会 (2011)、稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル:70
- 5) (独) 農業・食品産業技術総合研究機構編 (2006)、日本飼養標準 乳牛、中央畜産会:89
- 6) 渡邊晴生 (1998)、サイレージへの乳酸菌接種に関する研究 Ⅲ、乳酸菌接種がライ麦サイレージの乾物回収率と発酵品質に及ぼす影響、千葉畜セ研報22:33-37
- 7) 森本 宏監修、動物栄養試験法(1971)、(株)養賢堂:208
- 8) 小松篤司、採食反芻時間測定装置、東北農業研究センター
http://www.naro.affrc.go.jp/tarc/symple_blog/scrum/018636.html
- 9) 吉田 実 (1975)、畜産を中心とする実験計画法、(株)養賢堂:101-111
- 10) 野中和久 (2012)、安宅一夫監修 最新サイレージバイブル、酪農ジャーナル臨時増刊号、酪農学園大学エクステンションセンター:182-187
- 11) 田中義春 (2012)、新 (NEW)「乳」からのモニタリング -牛検成績を活用して-、(株)デーリィ・ジャパン社、109
- 12) 川村清市・内藤善久・前出吉光監修 (2005)、獣医内科学 大家畜編、文永堂出版:333-334
- 13) E. M. Sudweeks, L. O. Ely, D. R. Mertens and L. R. Sick, 1981, Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets:Roughage value index system. J. of Anim. Sci., 53:1406-1411
- 14) 関 誠・村松克久・長谷川昌信・森山則男・石田元彦 (2001)、乳牛へのイネホールクroppサイレージ給与はチモシー乾草と同等の乳生産が得られる、関東東海北陸農業試験研究推進会議畜産草地部会資料
- 15) 高橋 強・前原麻奈美・張 延利・本村 隆・石井康博・神田修平・板橋久雄 (2007)、稲発酵粗飼料の給与が乳牛の乳生産、ルーメン発酵、血液性状および採食行動に及ぼす影響、日畜会報78 (1):45-55
- 16) 関 誠・新出省吾・篠原 晃・塩谷 繁・石田元彦 (2007)、分娩前後の稲発酵粗飼料の長期給与が乳生産に及ぼす影響、日本草地学会:53別:158-159
- 17) 新出昭吾・酒井宏行・大坂隆志 (2005)、泌乳前期における混合飼料中の稲発酵粗飼料の給与割合は25%程度が適当、近畿中国四国農業試験研究推進会議畜産草地部会資料
- 18) 須藤慶子・都丸友久・黒沢 功・長坂輝義 (2005)、泌乳初期における稲発酵粗飼料のTMR給与が乳生産に及ぼす影響、群馬畜試研報13:8-12
- 19) 山本泰也・乾 清人・浦川修司・平岡啓司・富田智明・田中浩二・西川周司・中西博司・前澤 卓 (2005)、稲発酵粗飼料TMRロールベールサイレージの乳牛用飼料価値、平成16年度関東東海北陸農業試験研究推進会議畜産草地部会資料:46-47
- 20) 山本泰也・関 誠・乾 清人・平岡啓司・三宅健雄・島津是之・高橋英太・伊藤徹三 (2008)、稲発酵粗飼料が主な粗飼料源の発酵TMRは泌乳牛用飼料として有用である、平成19年度関東東海北陸農業試験研究推進会議畜産草地部会資料:54-55
- 21) 新出昭吾 (2013)、注目される稲発酵粗飼料品種「たちすずか」-その飼料特性、栽培、家畜への給与-、酪農ジャーナル、第66巻第9号通巻786、18-20
- 22) 都丸友久・平林晴飛 (2011)、自給飼料多給型発酵TMRの泌乳牛への給与技術の開発、群馬畜試研報18:1-8
- 23) 石田聡一 (2012)、板橋久雄監修、国産飼料の利用拡大に対応した乳牛の栄養管理、デーリィマン社:101-105
- 24) 石崎重信・山田真樹夫 (2007)、食品製造副産物を主体とする発酵飼料を用いた黒毛和種去勢牛の低コスト肥育、千葉畜セ研報7:1-7
- 25) 石崎重信 (2011)、食品製造副産物を主体とする発酵飼料を用いた黒毛和種去勢牛の低コスト肥育〈Ⅱ〉、千葉畜セ研報11:1-8
- 26) 新出昭吾・城田圭子・長尾かおり (2008)、飼料イネホールクroppサイレージの刈り取り時期の違いが子実排せつ量に及ぼす影響、広島総技研畜技セ研報 (15):1-7