

泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響〈Ⅲ〉

湯原千秋・石崎重信

Effects of Feeding Paddy Rice Soft-Grain-Silage for Lactating Cows 〈Ⅲ〉

Chiaki YUHARA and Shigenobu ISHIZAKI

要 約

当センターで実施した2回の飼料用米ソフトグレインサイレージ（米粉SGS）の泌乳牛への給与試験の結果をふまえ、泌乳前中期のホルスタイン種牛13頭を供試し、米粉SGSの13週間の実証給与試験を行った。試験区は、原物換算で市販配合飼料（ハイキュー等を含むバルキータイプ）の20%を米粉SGSと置き換えた20%区、40%を米粉SGSと置き換え大豆粕で粗蛋白質濃度の低下を補正した40%区を設定した。さらに、40%を米粉SGSと置き換え、粗飼料と配合飼料割合を減らし、圧ぺんトウモロコシを配合してTDN濃度を対照区（米粉SGSを含まない当センター慣行TMR）と同等まで高め、加熱大豆粕で粗蛋白質濃度の低下を補正した40%TDN調整区を設定した。

乳量は、各区で有意差はみられなかった。乳成分については、40%TDN調整区では無脂固形分率が高くなったが、それ以外では対照区と同等であった。乳中尿素窒素（MUN）および血中尿素窒素（BUN）は、対照区に比べSGS給与区で高い傾向であった。その他の第一胃内容液性状、血液性状、咀嚼時間、飼料成分分析値において、有意差がみられた項目があったものの大きな差ではなかった。

以上から、バルキータイプの配合飼料と米粉SGSを置き換える場合には、両者の乾物中TDN濃度がほぼ等しいため、40%まで置き換えが可能であり、その場合、粗蛋白質含量の補正として加熱処理大豆粕を用いるのが望ましいと考えられた。

緒 言

本県では2008年から飼料用米の利用が本格的に始まり、2012年における飼料用米作付面積は1,092haに達している。そのほとんどは玄米の形で豚や鶏の配合飼料原料として利用されているが、生米粉の肥育牛への給与も行われている。生米粉は水稻農家の収穫後の手間が少ないことから畜産農家が安価に調達可能であり、破碎等を含む加工の労力と経費を含めても配合飼料より安価である。また、牛では籾殻に粗飼料効果を期待できることから、生米粉を乳酸発酵させてサイレージ化する米粉ソフトグレインサイレージ（米粉SGS）は牛への給与に適した形態と考えられる。当センターでは牛における飼料用米給与の一層の普及を図るため、2009年度から2年次にわた

り米粉SGSの泌乳牛への給与効果を検討してきた。

2009年度試験では、米粉SGSを市販配合飼料（ペレット&フレークタイプ:以下、P&Fタイプ）と乾物換算で20%および40%置き換え、粗蛋白質含量の低下を大豆粕で補給したTMR（混合飼料）を泌乳中期牛に給与して比較したところ、20%置き換えでは乳生産に影響しないが、40%では有意差はないものの乳量がやや減少する結果となった¹⁾。そこで2010年度試験では、米粉SGSを市販配合飼料（P&Fタイプ）と乾物換算で40%置き換え、粗蛋白質濃度を補正し、給与飼料のエネルギー濃度を下げないよう籾殻相当量の粗飼料を減らし、TMR形態または分離形態で給与を行った結果、どちらの給与形態においても3.5%FCMは同等であり乳量の低下を改善することができた²⁾（表1）。

しかし、これらの試験は、1期2週間×3期の6週間の短期試験であったことから、酪農家が安心して米粉SGSを利用できるよう、米粉SGSの13週間の実証給与を行ったのでその概要を報告する。

平成25年 8月31日受付

表1 2009、2010年度試験の供試飼料の乾物配合割合と飼料乾物中の成分および泌乳成績

飼料名	2009年度試験				2010年度試験					
	対照区	20% SGS区	40% SGS区	P値	対照区	40% SGS区 (分離区)	40% SGS区 (TMR区)	P値		
乾物配合割合 (%)	配合飼料 (P&Fタイプ)	47.0	35.3	23.5		43.8	25.8	25.8		
	粗SGS	—	9.4	18.7		—	19.6	19.6		
	大豆粕	1.6	3.9	6.3		—	1.8	1.8		
	ビートパルプ	7.7	7.7	7.7		4.8	3.4	3.4		
	ビール粕脱水	—	—	—		9.7	9.5	9.5		
	アルファルファ乾草 ^{※1}	19.7	19.7	19.8		16.4	14.8	14.8		
	チモシー乾草	24.0	24.0	24.0		24.7	24.2	24.2		
	カルシウム・ミネラル	—	—	—		0.6	0.8	0.8		
成 ^{※2} 分 (%)	TDN	72.9	72.3	72.7		72.3	71.7	71.7		
	粗蛋白質	16.2	16.1	16.5		17.1	17.0	17.0		
	NDF	39.7	39.0	36.1		39.9	37.9	37.9		
	デンプン	17.2	19.2	23.9		16.8	22.9	22.9		
	RVI値 ^{※3}	39.7	40.0	40.3		35.1	34.9	34.9		
泌乳成績	飼料乾物摂取量	kg/日	25.8	25.4	24.6	0.71	23.1	24.9	22.5	0.66
	乳量	kg/日	27.5	27.7	25.5	0.35	32.4	30.8	31.7	0.75
	3.5%FCM ^{※4}	kg/日	28.0	27.9	26.3	0.35	31.8	31.7	32.2	0.98
	乳脂率	%	3.78	3.70	3.90	0.85	3.40	3.69	3.64	0.78
	乳蛋白質率	%	3.68	3.67	3.71	0.97	3.21	3.16	3.20	0.95
	無脂固形分率	%	9.06	9.00	9.07	0.85	8.73	8.64	8.68	0.91
	乳中尿素窒素 (MUN)	mg/dl	11.4	11.7	11.6	0.96	13.9	13.0	13.0	0.43

※1 ハイキューブを含む

※2 日本標準飼料成分表2001年版、2009年版による設計値

※3 乾物1kg摂取当たりの咀嚼時間 (分/kg 乾物)

※4 乳脂率を3.5%に補正した場合の乳量

材料および方法

1. 供試牛および試験区分

供試牛は、ウォーターカップと鉍塩を設置したストールに繋留し、搾乳は5時と16時に行った。産次が1産から5産の泌乳前中期ホルスタイン種泌乳牛13頭を乳量、乳成分、分娩後日数が同等となるよう2群に分け、2012年4月26日から7月25日までの13週間 (第1期:5週間、第2期:4週間、第3期:4週間)、粗SGSの給与と試験を行った。試験区分は、全期間粗SGSを含まない当センター慣行TMRを給与する対照区 (7頭)、および、4週間あるいは5週間ごとに粗SGSを20%または40%含む3種類の試験TMRを給与する粗SGS給与区 (6頭) とした (表2)。

表2 試験牛の概要

頭数	平均産次	平均分娩後日数 (日)	試験開始前の平均乳量および乳成分			
			乳量 (kg/日)	乳脂率 (%)	無脂固形分率 (%)	
対照区	7	2.3	127.6	32.1	3.60	8.59
SGS給与区	6	2.3	109.0	32.3	3.90	8.84

粗SGS給与区の第1期は原物換算で給与する市販配合飼料 (ハイキューブ等を含むバルキータイプ) の20%を粗SGSと置き換えた20%区を、第2期は同じく40%を粗SGSと置き換え大豆粕で粗蛋白質濃度の低下を補正した40%区を、第3期は配合飼料の40%を粗SGSと置き換え、第2期の40%区と比べて原物配合割合で粗飼料を約2.8%、配合飼料を4.7%減らし、代わりにTDN濃度が高い圧ペントウモロコシを5.0%配合してTDN濃度を高め、大豆粕に替えて加熱大豆粕で粗蛋白質濃度の低下を補正した40%TDN調整区を設定した。1~3期の各試験区は、それぞれ粗SGSを含まない当センター慣行のTMRを給与した対照区と比較した (表3)。

2. 供試飼料および給与方法

粗SGSは、2011年産の完熟期に収穫した食用品種の生籾米を飼料用米専用破砕機 (株式会社デリカ、4000型) で破砕し、ポリ袋を内装した1m³のトランスバックに糖蜜10倍希釈液を約15L添加しながら約400kgを投入、脱気・密封して貯蔵したものをを用いた。

供試飼料の原物配合割合と乾物中成分値を表3に示した。市販配合飼料は、2009、2010年度試験ではペレットと圧ペン穀物を混合した形状のもの [P&Fタイプ、表示成分:TDN 74.0% (2009年度試験)、TDN 75.5% (2010年度試験)] であったが、本試験では、アルファ

表3 給与飼料の原物配合割合および乾物中成分値

(2012年度試験)

飼料名		対照区	20%区	40%区	40%TDN調整区
原物配合割合 (%)	市販配合飼料 (バルキータイプ)	35.8	28.6	16.2	11.5
	籾SGS	—	7.2	14.9	15.4
	大豆粕	1.6	1.6	6.2	—
	加熱大豆粕	—	—	—	7.8
	圧ぺんとうモロコシ	—	—	—	4.2
	綿実	2.4	2.4	2.4	2.5
	ふすま	3.3	3.3	3.2	3.4
	アルファルファ乾草	8.1	8.1	8.1	10.2
	チモシー乾草	10.9	10.9	10.9	10.1
	オーツ乾草	10.9	10.9	10.9	10.1
	クレイングラス乾草	4.1	4.1	4.1	0.8
	トウモロコシサイレージ	22.7	22.7	22.7	23.6
	カルシウム・ミネラル	0.2	0.2	0.4	0.4
	成分 (%)	TDN	71.2	70.8	70.3
粗蛋白質		15.1	14.3	15.1	15.2
NDF		39.7	39.7	39.0	36.9
デンプン		17.2	18.0	17.2	19.2
RVI値 ^{※1}		41.1	41.8	42.1	40.0

※1 乾物1kg摂取当たりの咀嚼時間 (分/kg 乾物)

※2 日本標準飼料成分表2009年版による設計値

ルファヘイキューブ、ビートパルプ、綿実等を含む市販のバルキータイプ (表示成分:TDN72.0%以上、粗蛋白質16.0%以上) を用いた。

飼料の給与は、対照区、籾SGS給与区ともに試験区ごとに全供試頭数分の1日分の飼料を一括してカッティング機能付きのTMRミキサーで加水混合してTMRに調製し、朝・夕2回に分けて給与した。各牛への給与量は、体重・産次・乳量・乳成分から算出したエネルギー要求量の100%相当量とした (制限給餌)。なお、試験開始前は全頭とも対照区と同じ配合割合の当センター慣行のTMR飼料を給与した。

3. 調査項目

各分析については、前報²⁾と同様に採材して実施した。

(1) 籾SGSの品質

籾SGSは調製後6ヵ月以上保管したものを供試した。トランスバック開封時は、毎回籾SGSのサンプルを採取し、水分とpHを測定した。また、腐敗やカビ発生の有無を目視で確認した。

(2) 泌乳成績

乳量は、第1期は5週目、第2期および第3期は4週目の最後の3日間分について平均した。また、この3日間生乳サンプルを採取して乳成分の分析に供した。

(3) 血液性状

試験開始の前日と、第1期は5週目、第2期および第3期は4週目の最後の2日間において、朝の飼料給与4時間後に頸静脈から採血した。遠心分離後、血漿を

-20℃で保存し、分析に供した。

(4) 第一胃内容液性状

血液採材後に経口カテーテルを用いて第一胃内容液を採取した。pHを測定し、遠心分離後、上清に等量の6%過塩素酸液を加えて冷蔵保存し、揮発性脂肪酸 (VFA)、アンモニア態窒素の分析に供した。

(5) 飼料の成分値

試験期間中は毎週1回、対照区および籾SGS給与区の飼料サンプルを採取し、70℃で乾燥させて乾物割合を測定し、1mmスクリーンの粉砕機で粉砕して飼料中の粗蛋白質、中性デタージェント繊維 (NDF)、デンプン含量を測定した。

(6) 体重

各期に2回、夕方の搾乳後 (17時) に体重を測定した。

4. 統計処理

各区の差の検定は、一元配置法による分散分析により検定を行った³⁾。

結果および考察

1. 籾SGSの品質

供試した籾SGSのpHは4.2~4.6、平均水分含量は26.9%であった。トランスバック開封時には、上面の表面に厚さ10cmほどの白いカビ様の塊がみられた場合もあるが、カビを除去した部分は発酵臭を伴う良好な保存状況であった。

2. 泌乳成績

飼料摂取量および泌乳成績を表4に示した。各牛と

も、全試験期間中に残飼料はみられなかったため給与量に乾物割合を乗じて乾物摂取量とした。

表4 飼料摂取量と泌乳成績

	試験前			第1期			第2期			第3期		
	対照区	粗SGS 給与区	P値	対照区	20%区	P値	対照区	40%区	P値	対照区	40%TDN 調整区	P値
飼料摂取量(乾物) kg/日	-	-		23.7	25.7		23.7	24.8		23.2	25.3	
乳量 kg/日	32.1	32.3	0.65	30.3	30.7	0.88	28.3	29.5	0.64	26.9	27.8	0.73
乳脂率 %	3.60	3.90	0.16	3.68	4.02	0.12	3.80	4.07	0.18	3.97	4.57	0.07
乳蛋白質率 %	3.03	3.18	0.39	3.13	3.26	0.21	3.21	3.35	0.18	3.29	3.44	0.18
無脂固形分率 %	8.59	8.84	0.24	8.63	8.84	0.11	8.68	8.88	0.12	8.81 ^a	9.06 ^b	0.03
乳中尿素窒素(MUN) mg/dl	10.9	10.5	0.65	12.3	13.4	0.08	10.8 ^a	12.7 ^b	0.01	11.3	11.8	0.43
体細胞数 千個/ml	66.2	50.3	0.73	88.1	98.4	0.88	123.9	59.8	0.42	134.2	65.9	0.32

異符号間に有意差あり 小文字:P<0.05

飼料乾物摂取量、乳量については、いずれの期においても区間に差はみられなかった。

乳成分については、無脂固形分率が対照区と比べ40%TDN調整区で高かった(P<0.05)。また、乳中尿素窒素(MUN)は、粗蛋白質の補正に大豆粕を用いた40%区で対照区と比べ有意に高い値を示した(P<0.05)が、加熱大豆粕を用いた40%TDN調整区では対照区と同等であった。それ以外の乳成分は、いずれの期においても対照区と差がなかった。40%TDN調整区では対照区と比べNDF含量を約3%減らしたが、乳量および乳成分に影響しなかった。

本試験で用いたバルキータイプの配合飼料(乾物中のTDN濃度:80.2%)は、粗SGS(乾物中TDN濃度:77.7%)と乾物中TDNがほぼ等しいため^{4,5)}、粗SGSと乾物で同じ配合割合を置き換える場合には、低下する粗蛋白質含量を補正すれば乳生産に影響しない

と考えられた。

一方、バルキータイプに比べてTDN濃度が高いP&Fタイプの配合飼料[乾物中TDN濃度:83.1%(2009年度試験)、84.8%(2010年度試験)]と粗SGSを40%まで置き換える場合には、配合飼料と粗SGSのTDN濃度の差が大きいため、粗蛋白質含量の補正だけでは乳量が低下することが観察された(2009年度試験)¹⁾。P&Fタイプの配合飼料と置き換える場合には、粗穀相当量の粗飼料を減らすことと、配合飼料の一部をよりTDNの高い圧ペントウモロコシ等と置き換えること等により、TDN濃度を下げないように飼料設計を行う必要があり、さらに粗蛋白質の低下を補正することで乳量を維持することができる(2010年度試験)²⁾。

3. 血液性状および第一胃内容液性状

血液性状を表5に示した。血液性状は各期とも対照区と概ね同等であった。GOTが対照区と比べ40%区で

表5 血液性状

	試験前			第1期			第2期			第3期		
	対照区	粗SGS 給与区	P値	対照区	20%区	P値	対照区	40%区	P値	対照区	40%TDN 調整区	P値
総蛋白 g/dl	7.7	7.6	0.69	7.4	7.3	0.58	7.9	7.5	0.60	7.6	8.0	0.25
アルブミン g/dl	4.0	3.8	0.38	3.78	3.7	0.23	3.9	3.7	0.92	3.8	3.9	0.46
GOT IU/L	82	81	0.49	72	69	0.30	90 ^a	70 ^b	0.03	87	91	0.66
血中尿素窒素(BUN) mg/dl	19.7	21.2	0.57	20.1 ^A	24.2 ^B	P<0.01	18.7 ^A	22.0 ^B	P<0.01	18.3 ^a	20.9 ^b	0.02
無機リン mg/dl	5.6	5.8	0.53	5.8	5.3	0.24	5.4	5.4	0.66	4.8	5.6	0.13
カルシウム mg/dl	9.7	9.8	0.50	9.3	9.4	0.76	9.9	9.9	0.50	9.5 ^a	10.5 ^b	0.01
グルコース mg/dl	56.8	56.3	0.89	57.1 ^a	48.8 ^b	0.01	55.6 ^a	51.3 ^b	0.02	57.0	56.3	0.80
総コレステロール mg/dl	268	262	0.65	242	242	0.90	258	242	0.75	242	261	0.43

異符号間に有意差あり 大文字:P<0.01、小文字:P<0.05

低く(P<0.05)、カルシウムが対照区と比べ40%TDN調整区で高く(P<0.05)、グルコースが対照区と比べ20%区および40%区で低かった(P<0.05、P<0.05)。また、粗SGS給与区で血液尿素窒素(BUN)が対照区と比べ有意に高く(P<0.01、P<0.01、P<0.05)、MUNと同様の傾向であった。

第一胃内容液性状を表6に示した。pHは、20%区

および40%区で対照区より低い傾向であった。また、20%区において総VFAとプロピオン酸の割合、アンモニア態窒素の濃度が対照区よりも有意に高く(P<0.05、P<0.05、P<0.01)、酢酸割合と、酢酸/プロピオン酸(A/P)比は対照区よりも有意に低かった(P<0.05、P<0.05)。これらから、第1期と第2期のSGS給与区で第一胃内発酵が高まっていたことが推察

表6 第一胃内容液性状

	試験前			第1期			第2期			第3期		
	対照区	粗SGS 給与区	P値	対照区	20%区	P値	対照区	40%区	P値	対照区	40%TDN 調整区	P値
pH	6.93	6.78	0.41	6.60	6.28	0.18	6.64 ^A	6.33 ^B	<i>P</i> <0.01	6.68	6.71	0.68
総VFA*1濃度 mmol/dl	9.1	9.1	0.99	9.5 ^a	11.9 ^b	0.01	9.3	10.6	0.08	9.1	9.5	0.40
VFA比率												
酢酸 %	66.0	65.9	0.99	64.8 ^a	63.2 ^b	0.01	65.7	64.7	0.11	65.9	67.2	0.18
プロピオン酸 %	19.6	18.9	0.91	19.3 ^a	19.9 ^b	0.01	18.8	18.0	0.23	18.1	17.2	0.90
酢酸/プロピオン酸比 (A/P比)	3.45	3.47	0.88	3.41 ^a	3.18 ^b	0.04	3.49	3.57	0.60	3.66 ^a	3.91 ^b	0.04
アンモニア態窒素濃度 mg/dl	11.7	11.4	0.87	11.2 ^A	17.3 ^B	<i>P</i> <0.01	8.8	10.2	0.35	6.9	7.2	0.79

*1 VFA:揮発性脂肪酸

異符号間に有意差あり 大文字:*P*<0.01、小文字:*P*<0.05

されるが、第3期はpHやVFA比率に対照区と差がなく、A/P比は対照区よりも有意に高く (*P*<0.05)、第3期では第一胃内発酵に差がなかったことが考えられる。第1期と第2期で第一胃内発酵が高かった原因として、本試験では1日分の試験TMRを朝・夕でおおまかに1/2に分けて給与していたが、第1期と第2期の採材の日にSGS給与区の朝の試験TMRの喰いこみが対照区より良かった可能性が考えられた。濃厚飼料多給によって第一胃内容液pHが低下するとA/P比が3.0以下に低下し、乳脂率も低くなるとされているが、各区ともA/P比の値は3.0以上であった。またすべての区でpH6.0を下回った牛はおらず、第一胃内容液の乳酸も微量にしか検出されなかったことから、粗SGS給与による第一胃内アシドーシス等の発酵異常はなかったことが示唆された。

血中尿素窒素 (BUN) は全試験期間において粗SGS給与区で対照区よりも高く20mg/dlを超えた。飼料中の粗蛋白質割合は各期ではほぼ同等であった(表7後述)。しかし、加熱処理されていない米デンプンの第一胃内発酵は加熱処理されたトウモロコシ等の配合飼料中穀物デンプンと比べて少ないため、第一胃内微生物合成量が低下してアンモニア利用量が減少することによって第一胃内アンモニア濃度が上昇し、これが血液中に取り込まれてBUNが上昇したと考えられる。さらには、配合飼料との置き換えによって低下した粗蛋白質の補給を、第一胃内分解率が高い大豆粕で行うと、第一胃内容液中のアンモニアが上昇してBUNやMUNの上昇を招く可能性があることが示唆された。大豆粕

で粗蛋白質調整した第2期ではBUNおよびMUNが上昇したが、加熱大豆粕を用いた第3期ではBUNの上昇はみられたものの第1期および第2期ほどの上昇ではなかった。また、第3期ではMUNおよび第一胃内のアンモニア態窒素濃度の上昇はみられなかった。

BUNが20mg/dlを超えると繁殖性を低下させるという報告⁶⁾があることから、デンプンの第一胃内分解が低いと考えられる粗SGSと併給する場合の蛋白質飼料としては、加熱処理した大豆粕等の第一胃内分解性が低い蛋白質飼料を用いることで、MUNおよびBUNの上昇を抑制することができ、蛋白質の利用効率を改善できると考えられた。

4. 飼料の成分値

飼料サンプルの分析結果を表7に示した。粗蛋白質は対照区、40%TDN調整区で設計値より低く、NDFは第3期の両区で設計値より高かったが、用いた乾草のロットの違いが原因と考えられた。また、すべての試験区でデンプンが設計値より低かったが、原因は不明である。その他の成分値は、表1および表3に示した設計値に近かった。

5. 体重

対照区および粗SGS給与区の平均体重の推移を図1に示した。両区間に有意な差はなかったものの、試験期間中の増体の平均値は、対照区37kg、粗SGS給与区25kgであり、粗SGS給与区でやや低くなった。

6. 疾病発生状況

粗SGS給与区の3頭では第2期において趾皮膚炎がみられた。また、第2期には乳房炎が対照区と粗SGS給

表7 飼料成分分析値 (乾物中%)

	第1期		第2期		第3期	
	対照区	20%区	対照区	40%区	対照区	40%TDN 調整区
乾物割合	61.0	60.3	62.6	58.2	62.4	63.0
粗蛋白質	14.1	14.1	14.8	15.1	14.1	14.0
NDF	39.0	41.3	38.6	38.4	41.3	39.7
デンプン	13.6	13.7	12.4	13.9	13.7	14.0

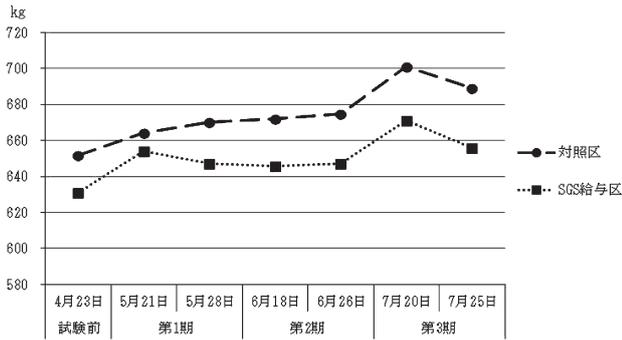


図1 対照区およびSGS給与区の平均体重の推移

与区で1頭ずつ見られたが、消化器系疾病の発生はみられず、疾病発生について両区に給与飼料の違いによると考えられる差はなかった。

以上のことから、粗SGSを約3か月間市販配合飼料と20%または40%置き換えてTMRに調製して給与したところ、嗜好性および採食性は良好であり、乳量・乳成分、牛の健康状態等に影響がなかったことから、泌乳牛に給与する濃厚飼料の一部として粗SGSを利用することが可能であると考えられた。また、粗SGSデンプンは第一胃内発酵が低いと考えられることから、飼料蛋白質の有

効利用およびBUNの上昇を抑制する観点から、粗蛋白質含量の補正には加熱処理された大豆粕等を用いることが好ましいと考えられた。

引用文献

- 1) 西山厚志・石崎重信 (2010)、泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響、千葉畜セ研報10:1-5
- 2) 湯原千秋・笠井史子・石崎重信 (2012)、泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響〈Ⅱ〉、千葉畜セ研報12:1-6
- 3) 吉田実 (1975)、畜産を中心とする実験計画法、(株)養賢堂:69-86
- 4) (独) 農業・食品産業技術総合研究機構編 (2010)、日本標準飼料成分表 (2009年版)、中央畜産会:26-213
- 5) (独) 農業・食品産業技術総合研究機構編 (2012)、飼料用米の生産・給与技術マニュアル (2011年度版):88-96
- 6) 相原光夫 (2011)、新しい牛群検定成績表について(その16)、LIAJ News No.130:25-29