

飼料自給率向上のためのトウモロコシサイレージ を最大限に活用した高泌乳牛飼養管理技術の開発

大輪真司、館野綾音、藤田大輔、上野源一、室井章一

要 約

自給飼料であるトウモロコシサイレージ多給による生乳生産費の低減を目的に、3つの試験を実施した。

- 1) 泌乳中期牛を用いて、トウモロコシサイレージの最大給与量について検討した。その結果、泌乳中期牛に対してトウモロコシサイレージは乾物中60%の給与が可能であり、生産性に大きな影響を及ぼさずに35.6 kg/日の乳生産が得られることが明らかとなった。
- 2) 泌乳初期牛を用いて、トウモロコシサイレージ多給の影響を検討した。その結果、泌乳初期牛に対してトウモロコシサイレージを乾物中45%給与したところ、生産性に大きな影響を及ぼさずに45.8 kg/日の乳生産が得られると共に生産費の低減が図れることが明らかとなった。
- 3) フリーストール牛群を用いて、トウモロコシサイレージ多給の影響を検討した。その結果、フリーストール牛群においてトウモロコシサイレージを乾物中45%給与したところ、生産性に大きな影響を及ぼさずに36.5 kg/日の乳生産が得られると共に生産費の低減が図れることが確かめられた。

目 的

県内の酪農経営は、飲用牛乳の消費の低迷、輸入飼料価格の高騰で厳しい状況にある。特に輸入飼料価格は、アメリカにおけるバイオエタノールの需要拡大、新興国における穀物需要の拡大、異常気象、円安等により今後も高止まりの傾向が続くと考えられる。経営改善には生産費で最もウエイトが高い飼料費の低コスト化が必要である。そのためには自給粗飼料の有効活用が重要であり、中でも高収量¹⁾で高エネルギー含量²⁾の飼料用トウモロコシの利用拡大は、飼料費の低コスト化に寄与するものと考えられている³⁾。

しかし、トウモロコシサイレージ（CS）の単独給与時には起立不能症や第四胃変位等の症状がみられたとの報告もあり^{4) 5)}、県内のCSの利用は、多い地域でも飼料乾物中30%程度（原物で20kg程度、センター試算による）と少ないのが現状である。また、泌乳初期乳牛におけるCSを多給した場合の乳生産及び経済性に及ぼす影響はほとんど検討されていない。

そこで本試験では、泌乳中期乳牛を用いたTMRでのCSの最大給与量を検討すると共に、泌乳初期乳牛でのCS多給時の影響を検討した。

最後に、近年経営規模の拡大に伴い増加しているフリーストール牛舎での群管理下におけるTMRにもCSの多給が可能であるかを検討した。

材料及び方法

試験1 泌乳中期牛におけるトウモロコシサイレージ最大給与量の検討

2産以上の泌乳中期ホルスタイン種乳牛6頭を用い、1期を21日間とした3×3のラテン方格法で飼養試験を実施した。

試験区はCSの配合割合によって、高区（原物50kg：乾物飼料中76%）、中区（原物40kg：乾物飼料中60%）、低区（原物30kg：乾物飼料中45%）の3区とした（表1）。

TMRは飽食とし、飼料摂取量、乳量、乳成分、第一胃内容液性状、血液性状、生産費を調査した。

乾物摂取量は飼料給与量と残飼量を秤量し、その一部を乾燥して算出した。乳量は搾乳時毎に計量し、乳成分は酪農業協同組合の分析センターに依頼した。血液サンプルは朝の飼料給与後の概ね4時間後（13：00～14：00）に、頸静脈からヘパリンナトリウム入り真空採血管で採血し、分析にはスポットケムおよび分光光度計（日立製作所）を用いた。第一胃内容液は採血直後に経鼻カテーテル（富士平工業）を用いて採取後、ガラス電極pHメーターでpHの測定、ガスクロマトグラフ（島津製作所）でVFAの測定、分光光度計（日立製作所）でアンモニア態窒素を測定した。

生産費の試算は、CS及び配合飼料（粗飼料入り）については、都府県の平均値^{6) 7)}、その他については飼料メーカーから聞き取りした値を用いた。

表1 供試飼料組成および成分含量（乾物%）

飼料・成分（設計値）\試験区	高	中	低
トウモロコシサイレージ	75.9	60.2	45.3
市販配合飼料（粗飼料入り）	0.0	23.0	47.2
市販配合飼料（高タンパク）	7.0	7.0	0.0
加熱大豆	15.1	8.2	6.4
その他	2.0	1.6	1.2
乾物率	44.3	49.3	55.3
可消化養分総量	73.7	74.1	74.9
粗蛋白質	15.3	15.2	15.0
粗脂肪	5.8	4.7	4.4
中性デタージェント繊維	39.4	36.7	34.1
非繊維性炭水化物	33.2	37.0	40.3

試験2 トウモロコシサイレージの給与割合を高めた

TMR 給与が泌乳初期の乳生産に及ぼす影響

2産以上のホルスタイン種乳牛8頭に試験飼料をTMR で給与する分娩後9週間の飼養試験を実施した。

試験区は、CS 給与割合が給与乾物中30%（原物27kg）となる対照区（4頭）、給与乾物中45%（原物41kg）となる多給区（4頭）とした（表2）。

TMR は飽食とし、乳量、乳成分、第一内容液性状、血液性状、繁殖成績、生産費を調査した。

繁殖成績は、発情回帰日数について調査した。

表2 飼料組成および成分含量（乾物%）

飼料・成分（設計値）\試験区	対照	多給
トウモロコシサイレージ	30.4	45.2
市販配合飼料（粗飼料入り）	51.0	39.2
市販配合飼料（高タンパク）	7.3	7.2
乾草	10.7	3.6
脱脂大豆粕	0	3.6
その他	0.6	1.2
乾物率	52.7	43.8
可消化養分総量	73.6	73.8
総蛋白質	14.9	15.9
粗脂肪	3.2	3.3
中性デタージェント繊維	35.5	35.1
非繊維性炭水化物	44.4	41.6

試験3 フリーストール牛舎での群管理下におけるトウモロコシサイレージ多給の実証試験

30頭規模の当センターのフリーストール牛群に試験飼料をTMR で給与する飼養試験を実施した。

試験区は、CS 給与割合が給与乾物中30%となる対照区、給与乾物中45%となる多給区とした（飼料組成および成分含量については、試験2と同様）。

それぞれの区において、TMR を飽食とする2か月間の連続給与を行い、乳量、乳成分、血液性状、生産費を調査した（表3）。

乳量、乳成分については試験期間中の牛群検定成績

を用いた。また、乳量、乳成分、血液性状については各泌乳期ごとに集計を行った（表4）。

表3 試験期間

試験区	実施期間
対照区	H24年 9月18日～H24年11月21日 H25年 3月19日～H24年 5月29日
多給区	H24年 2月21日～H24年 4月26日 H24年11月20日～H25年 1月24日

表4 泌乳期間の設定

泌乳期間	分娩後日数
泌乳初期	1～49日（1～7週）
泌乳最盛期	50～105日（8～15週）
泌乳中期	106～210日（16～30週）
泌乳後期	211日～（31週～）

結果及び考察

試験1 泌乳中期牛におけるトウモロコシサイレージ最大給与量の検討

1 体重、飼料摂取量

体重、飼料摂取量について表5に示した。体重については3区間に有意な差は認められなかった。一方、乾物摂取量は3区間で有意な差が認められ、高区が最も低く、中、低区の順に低い値であった。これはCS の多給による給与飼料中の乾物率低下、および中性デタージェント繊維含量の増加が影響したと考えられる。また、CS 原物摂取量でも3区間に有意差が認められ、高区が最も高く、中、低区の順に高い値であった。

表5 体重及び飼料摂取量

項目\試験区	高	中	低
体重	kg 668	677	686
乾物摂取量	kg/日 20.0 C	23.1 B	25.5 A
CS原物摂取量	kg/日 40.0 A	36.7 B	30.4 C

異符号間に有意差あり（A, B, C<0.01）

2 産乳成績

産乳成績について表6に示した。日乳量では区間に有意な差は認められなかったが、高区は低区に対して低い傾向を示した。また、無脂固形分率が高区で低区に対して低い値を示した。それら以外の項目については試験区間で有意な差は認められなかった。

粗飼料としてCSのみを給与した場合、乳脂率が低下したという報告⁸⁾もあるが、本試験では、CSの配合割

合を高めても乳脂率の低下は認められなかった。

表6 産乳成績

項目\試験区		高	中	低
日乳量	kg/日	32.9	35.6	37.7
乳脂率	%	4.16	4.00	3.66
4%FCM	kg/日	33.6	35.5	35.7
乳蛋白質率	%	2.89	3.03	3.10
乳糖率	%	4.40	4.45	4.48
無脂固形分率	%	8.29 b	8.48 ab	8.59 a
MUN	mg/dl	13.0	12.0	11.2

異符号間に有意差あり (a, b<0.05)

3 血液及び胃液性状

血液性状について表7に示した。区間に有意な差が認められたのは遊離脂肪酸のみであり、高区で中及び低区に比べて高い値を示した。このことから、高区ではエネルギー不足による体脂肪動員が生じたことが示唆された。

表7 血液性状

項目\試験区		高	中	低
総蛋白質	g/dl	8.7	8.9	8.6
グルコース	mg/dl	64.0	63.0	65.3
γ-GTP	IU/L	60.0	52.8	53.5
尿素窒素	mg/dl	12.5	11.5	10.3
遊離脂肪酸	μEq/L	281 a	182 b	143 b

異符号間に有意差あり (a, b<0.05)

胃液性状については表8に示した。有意な差が認められたのはA/P比のみで、低区が高及び中區に比べて低い値を示した。

表8 胃液性状

項目\試験区		高	中	低
総VFA	mmol/dl	6.62	6.76	6.49
pH		7.40	7.44	7.33
A/P比		3.85 a	3.60 a	2.92 b
プロトゾア総数	10 ⁵ /ml	8.1	9.5	6.0

異符号間に有意差あり (a, b<0.05)

4 生産費

生産費について表9に示した。1日1頭当たりの飼料費は試験区間に有意差が認められ、高区が最も低く、中、低区の順に低い値であった。乳飼比も同様に高区が最も低く、中、低区の順に低い値であった。これは、自給飼料であるCSを多給することにより、配合飼料や加熱大豆といった購入飼料の給与量が低減できたためと考えられる。

以上の結果から、泌乳中期牛にCSを給与乾物中60%給与しても、生産性に大きな影響を及ぼさずに35.6

kg/日の乳生産が得られることが明らかとなった。

表9 生産費

項目\試験区		高	中	低
飼料価格	円/乾物kg	46.3	52.5	56.5
飼料費	円/頭/日	927 A	1,215 B	1,442 C
乳代金	円/頭/日	2,957	3,203	3,396
乳代金-飼料費	円/頭/日	2,030	1,987	1,954
乳飼比	%	31.5 a	38.2 b	43.0 b

異符号間に有意差あり (A, B, C<0.01 a, b<0.05)

試験2 トウモロコシサイレージの給与割合を高めたTMR給与が泌乳初期の乳生産に及ぼす影響

1 体重、飼料摂取量

分娩後1~9週間の平均体重及び飼料摂取量について表10に示した。体重は試験区間に有意な差はみられなかった。一方、乾物摂取量は試験区間で有意な差が認められ、対照区は多給区に比べて高い値を示した。CSの原物摂取量についても試験区間で有意な差が認められ、対照区は多給区に比べて低い値であった。

また、分娩後1、3、5及び9週の乾物摂取量について図1に示した。全期間において区間に有意な差は認められなかった。

表10 体重及び飼料摂取量(分娩後1~9週の平均値)

項目\試験区		対照	多給
体重	kg	695.8	972.5
乾物摂取量	kg/日	24.7 a	23.1 b
CS原物摂取量	kg/日	24.4 B	37.8 A

異符号間に有意差あり (A, B, C<0.01 a, b<0.05)

2 産乳成績

分娩後1~9週間の平均産乳成績について表11に示した。無脂固形分率は対照区が多給区に比べて低い傾向を示したが、全ての項目において試験区間に有意な差は認められなかった。日乳量は対照区で46.6 kg/日、多給区で45.8 kg/日と両区とも高い値を示した。また、分娩後1、3、5及び9週の日乳量及び乳脂率の推移を図2、3に示したが、両項目とも全期間において試験区間に有意な差は認められなかった。これらのことから、CSの多給による、乳生産への影響は無かったと考えられる。

表11 産乳成績(分娩後1~9週の平均値)

項目\試験区		対照	多給
日乳量	kg/日	46.6	45.8
乳脂率	%	3.83	4.07
4%FCM	kg/日	43.7	44.6
乳蛋白質率	%	2.73	2.81
乳糖率	%	4.32	4.40
無脂固形分率	%	8.05	8.31
MUN	mg/dl	9.3	10.0

3 血液及び胃液性状

分娩後1～9週間における血液性状について表12に示した。総コレステロール及びアルブミンは対照区で多給区に比べて高い値を示したが、両区とも正常な値の範囲内であった。

また、遊離脂肪酸は試験区間で有意差は認められなかった。このことから、CSの多給による体脂肪動員への影響は無いことが示唆された。

胃液性状について、表13に示した。試験区間で有意な差が認められたのはpHのみであり、対照区は多給区に比べて高い値を示した。

表12 血液性状(分娩後1～9週の平均値)

項目\試験区		対照	多給
グルコース	mg/dl	54.0	53.3
γ-GTP	IU/L	51.6	45.4
総コレステロール	mg/dl	179.3	139.3
アルブミン	g/dl	4.2	3.7
尿素窒素	mg/dl	10.3	12.7
遊離脂肪酸	μEq/L	359.5	340.2

異符号間に有意差あり (A, B, C<0.01 a, b<0.05)

表13 胃液性状(分娩後1～9週の平均値)

項目\試験区		対照	多給
総VFA	mmol/dl	7.30	8.70
pH		6.96	6.58
A/P比		2.98	2.68
プロトゾア総数	10 ⁵ /ml	14.8	12.7

異符号間に有意差あり (a, b<0.05)

4 繁殖成績

繁殖成績について、発情回帰日数は対照区で75.5日、多給区で59.5日であり、試験区間で有意な差は認められなかった。

5 生産費

分娩後1～9週間の生産費を表14に示した。1日1頭当たりの飼料費で有意な差が認められ、対照区は多給区に比べて高い値を示した。また、乳飼比についても対照区は多給区に比べて低い値を示した。これは、試験1と同様に、自給飼料であるCSを多給することにより、購入飼料の給与量が低減できたためと考えられる。

表14 生産費(分娩後1～9週の平均値)

項目\試験区		対照	多給
飼料価格	円/乾物kg	67.0	61.0
飼料費	円/頭/日	1,645	1,415
乳代金	円/頭/日	4,433	4,221
乳代金-飼料費	円/頭/日	2,788	2,807
乳飼比	%	37.7	34.1

異符号間に有意差あり (a, b<0.05)

以上の結果から、泌乳初期牛にCSを給与乾物中45%給与しても、生産性に大きな影響を及ぼさずに45.8kg/日の乳生産が得られることが明らかとなった。また、CSを多給することにより、購入飼料の給与量が低減され、生産費の低減が図れることが明らかとなった。

試験3 フリーストール牛舎での群管理下におけるトウモロコシサイレージ多給の実証試験

1 産乳成績及び体重

産乳成績及び体重について、表15に示した。日乳量は試験区間で有意な差は認められず、対照区で35.3kg、/日多給区で36.5kg/日であった。乳成分は区間に有意な差が認められたのは乳中尿素窒素のみであり、対照区は多給区に比べて低い値を示した。体重についても、試験区間に有意な差は認められなかった。また、各泌乳期ごとの乳量及び乳脂率の変化を図4、5に示したが、両項目とも全期間において試験区間に有意な差は認められなかった。これらのことから、CSの多給による、乳生産への影響は無かったと考えられる。

表15 産乳成績及び体重

項目\試験区		対照	多給
日乳量	kg/日	35.3	36.5
乳脂率	%	4.13	4.13
4%FCM乳量	kg	36.4	37.7
乳蛋白質率	%	3.52	3.35
無脂固形分率	%	8.99	8.89
乳中尿素窒素	mg/dl	8.9	11.1
体重	kg	690.7	686.0

異符号間に有意差あり (A, B<0.01)

2 血液性状

血液性状について、表16に示した。グルコースは対照区で多給区に比べて高い値を示した。一方、尿素窒素及び遊離脂肪酸は対照区で多給区に比べて低い値を示した。他の項目については、試験区間に有意な差は認められなかった。

表16 血液性状

項目\試験区		対照	多給
総蛋白質	g/dl	7.8	7.5
グルコース	mg/dl	61.6	55.5
γ-GTP	IU/L	47.1	48.6
尿素窒素	mg/dl	10.4	12.9
遊離脂肪酸	μEq/L	214.7	277.5

異符号間に有意差あり (A, B<0.01 a, b<0.05)

3 生産費

生産費について表 17 に示した。1 日 1 頭当たりの飼料費は対照区で 1,577 円、多給区で 1,478 円であった。また、乳飼比については試験区間で有意差が認められ、対照区は多給区に比べて高い値を示した。

表 17 生産費

項目/試験区		対照	多給
飼料価格	円/乾物 kg	65.0	60.0
飼料費	円/頭/日	1,577	1,478
乳代金	円/頭/日	3,179	3,281
乳代金－飼料費	円/頭/日	1,602	1,803
乳飼比	%	52.4 A	47.0 B

異符号間に有意差あり (A, B<0.01)

以上の結果から、様々な泌乳期の乳牛が混在するフリーストール牛群において、CS を給与乾物中 45% 給与しても、生産性に大きな影響を及ぼさずに 36.5 kg/日以上の乳生産が得られることが明らかとなった。また、CS を多給することにより、購入飼料の給与量が低減され、生産費の低減が図れることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 農林水産省 (2005) . 平成 16 年産作物統計. 105-108. 農林統計協会, 東京.
- 2) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 (2001) . 日本標準飼料成分表 (2001 年版) . 56-59. 中央畜産会, 東京.
- 3) 坂東 健 (1993) . トウモロコシサイレージを基本とする牛乳生産に関する飼養学的研究. 北海道立農業試験場報告 81, 34-39.
- 4) Holter JB, Urban WE JR, Kennett WS, Sniffen CJ (1973). Corn silage with and without grass hay for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 56, 915-922.
- 5) Belyea RL, Coppock CE, Lake GB. (1975). Effects of silage diets on health, reproduction, and blood metabolites of dairy cattle. Journal of Dairy Science 58, 1336-1346.
- 6) 農林水産省 (2010) . 平成 22 年度畜産物生産費.
- 7) 独立行政法人農畜産産業振興機構 (2011) . 平成 23 年度配合飼料の価格動向 (乳牛).
- 8) 谷川珠子, 伊藤めぐみ, 大坂郁夫 (2009) . とうもろこしサイレージ主体飼養時の泌乳牛における摂取量および乳生産. 日畜会報 80, (1), 7-15.

(参考資料)

