

# 乳用牛へのトウモロコシサイレージ多給技術

(西南暖地における高品質牛乳の低コスト生産試験)

圓山 繁 川藤定治\* 木場俊太郎\*\*

## I 緒言

西南暖地における自給粗飼料を考えた場合、トウモロコシは牧草や他の飼料作物に比べ、栄養量が極めて高く、生産コストは低く、サイレージとしての飼料価値・嗜好性が高いなど優れた点が多い。

しかし、トウモロコシサイレージは子実含量が50%近くあるため、澱粉含量が高いものの、蛋白質、カルシウム、およびビタミンAに乏しいという特徴がある。このため、トウモロコシサイレージの多給は、乳脂率・乳蛋白質率の低下や、分娩前後の疾病、とくに第四胃変位の原因となり、繁殖成績へも悪影響を及ぼす可能性が指摘されている。

これらのマイナス面が強調され、また、輸入粗飼料が低価格で流通していることもあって、農家段階ではトウモロコシサイレージの給与量は低く抑えられ、トウモロコシサイレージの長所は十分生かされていない。また、糞尿処理対策を含め、生乳生産コストの低減・安定化、耕地の有効利用の観点からもトウモロコシサイレージの積極的利用は必要である。

そこで、トウモロコシサイレージの多給が、分娩前から泌乳前～中期の搾乳牛への影響を調査し、最大摂取量と適正飼料構造について検討した。

なお、トウモロコシサイレージの給与試験は3回実施し、初回の試験を「試験Ⅰ」とし、以後の試験をそれぞれ「試験Ⅱ」及び「試験Ⅲ」とした。試験研究年次毎のトウモロコシサイレージの給与水準は表1に示した。

表1 トウモロコシサイレージの給与水準  
(乾物重/体重・単位=%)

	試験区	対照区
試験Ⅰ(H2)	1.2	0.6
試験Ⅱ(H3)	1.4及び1.8	0.6
試験Ⅲ(H4)	2.0	0.6

※熊本県畜産課

※※熊本県畜産会

## II 材料及び方法

### 1) 供試牛

当センターで繁養のホルスタイン種乳用牛を各試験共、表2に示した様に各区に2頭づつ配置した。

表2 供試牛頭数

	試験区	対照区
試験Ⅰ	2	2
試験Ⅱ	2×2	2
試験Ⅲ	2	2

供試牛の概要は表3に示した。

### 2) 試験期間及び試験方法

試験期間及び試験方法は、表4に示した様に繁殖性については、試験Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ共に、分娩前後に一元配置法により行い、泌乳性については、泌乳前・中期に試験Ⅰについては一元配置法、試験Ⅱについては、ラテン方格法、試験Ⅲについては反転法により実施した。

### 3) 試験区分・飼料構成

試験Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの試験区分、飼料構成は、表5-1~3に示した様に各試験とも対照区はトウモロコシサイレージの給与量を一般酪農家の給与水準である体重対比乾物重で0.6%とし、試験区のトウモロコシサイレージの給与量を試験Ⅰでは1.2%、試験Ⅱでは1.4%、1.8%、試験区Ⅲでは2.0%とした。なお、飼料全体のTDN給与量は日本飼養標準の110%とし、乾草を加えた粗飼料で不足する分は配合飼料、濃厚飼料で補った。

### 4) 供試飼料

供試飼料は、当センター産のトウモロコシサイレージ、イタリアンライグラス乾草と輸入ルーサン

表3 供試牛の概要

		繁殖性試験	泌乳性試験	牛番号	生年月日	分娩月日	産次
試験Ⅰ	試験区	一元配置法	左同	48	S61. 1.24	H2. 1.20	2
				56	S61. 10.12	H2. 2.15	2
	対照区	"	左同	42	S60. 3.22	H1. 12.28	3
				65	S63. 3.17	H2. 3.9	1
試験Ⅱ	試験区(Ⅰ)	"	ラテン方格法	35	S62. 10.24	H3. 2.3	2
				65	S63. 3.17	H3. 1.22	2
	試験区(Ⅱ)	"	ラテン方格法	47	S60. 12.24	H2. 11.2	3
				53	S61. 8.30	H2. 11.23	3
	対照区	"	ラテン方格法	48	S61. 1.24	H3. 2.11	3
				62	S62. 10.3	H3. 2.14	2
試験Ⅲ	試験区	"	反転法	55	S61. 10.4	H4. 4.19	4
				48	S61. 1.24	H4. 1.29	4
	対照区	"	-	35	S62. 10.24	H4. 1.16	3
				62	S62. 10.3	H4. 5.17	3
	-	-	反転法	51	S61. 7.14	H3. 12.16	4
				53	S61. 8.30	H3. 10.29	4

(注) -は試験を行っていない。

表4 試験期間及び試験方法

繁殖性試験					泌乳性試験	
試験Ⅰ	分娩予定49日前から分娩後20週間の一元配置法				分娩後20週間の一元配置法	
試験Ⅱ	"	30日	"	12週間	"	分娩後13週間目から21週間目までの9週間3 <sup>2</sup> のラテン方格法
試験Ⅲ	"	"	"	90日間	"	分娩後90日以降9週間2 <sup>2</sup> の反転法

表5-1 試験Ⅰの飼料構成  
(乾物量/体重・単位=%)

	1.2%区 (試験区)	0.6%区 (対照区)
トウモロコシイレヅ	1.2	0.6
イリアンライグラス乾草	0.4	1.0
配合飼料・ビートパルプ	TDN 要求量110% に不足する量	左同

表5-2 試験Ⅱの飼料構成  
(乾物量/体重・単位=%)

	1.8%区 (試験区)	1.4%区	0.6%区 (対照区)
トウモロコシイレヅ	1.8	1.4	0.6
イリアンライグラス乾草	0.2	0.2	0.6
ルーツ乾草	0.2	0.2	0.6
配合飼料	TDN要求量110% に不足する量	左同	左同

表5-3 試験Ⅲの飼料構成  
(乾物量/体重・単位=%)

	2.0%区 (試験区)	0.6%区 (対照区)
トウモロコシイレヅ	2.0	0.6
イリアンライグラス乾草	0.1~0.15	0.6
ルーツ乾草	0.1~0.15	0.6
配合飼料 濃厚飼料	TDN 要求量110% に不足する量	左同

乾草、ビートパルプ、市販の配合飼料、濃厚飼料で、各飼料の成分、推定養分量を表6-1~3に示した。

5) 供試牛の日常管理

供試牛は、9時から13時まで草のないパドック内で自由に運動させた。その他の時間は、7時30分と16時に各30分間の搾乳時以外は、個別の牛房内で飼養した。飼料の給与は、試験Ⅰ・Ⅱでは配合飼料は自動給餌機により給餌し、また、粗飼料は1日2回

第6-1 試験Ⅰの飼料成分及び推定養分量 (DM中%)

給与飼料	乾物率	TDN	CP	CF	澱粉含量
コーンサイレージ	22.75	65.90	8.20	21.73	22.84
イタリアンライグラス乾草	86.27	62.20	8.70	35.55	2.28
配合飼料	88.40	82.86	18.69	12.22	36.84
ビートパルプ	86.60	74.60	12.59	19.60	0.0

第6-2 試験Ⅱの飼料成分 (DM中%)

給与飼料	乾物	CP	粗繊維	澱粉	ADF	NDF
トウモロコシサイレージ	34.8	7.6	21.8	18.3	29.9	49.3
イタリアンライグラス乾草	86.7	12.5	34.4	2.3	41.3	67.7
ルーサン乾草	89.2	18.6	28.8	1.4	37.8	46.4
配合飼料	89.1	23.0	7.8	26.0	11.9	25.1

第6-3 試験Ⅲの飼料成分 (DM中%)

給与飼料	乾物	TDN	CP	粗繊維	澱粉	ADF	NDF
トウモロコシサイレージ	25.6	63.1	9.2	27.8	21.8	36.6	58.9
イタリアン乾草	89.0	61.0	6.1	32.1	1.4	37.9	67.2
ルーサン乾草	88.8	59.1	17.7	31.6	4.6	38.2	48.3
配合飼料	89.0	79.8	18.0	11.2	26.0	11.3	19.2
ビール粕	91.5	78.5	27.1	16.4	3.5	22.0	42.3
大豆粕	88.3	86.7	52.2	6.3	1.5	9.6	11.3
尿素	99.0	0	279.6	0	0	0	0

表7 試験Ⅰの飼料摂取量

(繁殖性・泌乳性試験)

	1.2%区	0.6%区
一日当たりコーンサイレージ 摂取量 (DM)	6.59kg	3.71kg
一日当たりコーンサイレージ 摂取量 (現物)	23.45kg	13.26kg
摂取飼料中澱粉含量 (DM中)	24.89%	21.41%
摂取飼料中粗せん維 率 (DM中)	17.19%	19.90%
一日当たりDM摂取量	19.12kg	16.04kg
DM摂取量体重比	3.04%	2.81%
一日当たりTDM摂取量	14.26kg	11.70kg
一日当たりCP摂取量	2.59kg	2.12kg

に分けて給与した。試験Ⅲでは、1日1回、13時に全飼料を飼槽内で混合し、コンプリートフィードとして給与した。

6) 調査項目

(1) 飼料摂取状況

(2) 泌乳成績

乳量は、分娩5日目から搾乳毎に計算し、乳成分は1週間に1~2回測定した。

(3) 繁殖成績

分娩後の子宮復古日数、初回排卵日数、初回受精日数、受胎状況について調査した。

(4) 第1胃液性状

第1胃液の採取は、5時間絶食後に行い、試験ⅠではPH、低級脂肪酸の測定を行い、AP比を求めた。試験Ⅱ・ⅢではPHのみを調査した。

(5) 疾病状況

Ⅲ 結果及び考察

1) 飼料摂取状況

トウモロコシサイレージの1日当たりの摂取量は、表7、8、10に示した様に、概ね給与水準どおりの摂取があり、現物量、乾物量、体重当たりの乾物摂取割合で、各試験の対照区は10~15kg、3.7~3.9kg、0.61%に対し試験区では23~41kg、6.6~10.9kg、1.63~1.79%の範囲であった。

表10に2.0%給与時における個体毎の摂取状況を

表8 試験Ⅱの泌乳性試験時による  
トウモロコシサイレージ摂取量

	1.8%区	1.4%区	0.6%区
現物摂取量 (kg)	31.0	24.2	10.5
乾物摂取量 (kg)	10.9	8.5	3.7
乾物/体重 (%)	1.79	1.41	0.61

表9 試験Ⅱの泌乳性試験時による  
飼料摂取成分 (%)

	粗繊維	澱粉	ADF	NDF
1.8%区	19.8	18.1	27.2	43.5
1.4%区	17.7	19.5	24.8	40.1
0.6%区	19.8	15.8	26.7	41.6

表10 試験Ⅲの泌乳性試験時による  
トウモロコシサイレージ摂取量

	2.0%区					0.6%区	
	牛番号	35	48	51	53	平均	
現物摂取量 (kg)		39.7	47.9	39.7	37.8	41.3	15.2
乾物摂取量 (kg)		10.2	12.3	10.2	9.7	10.6	3.9
体重 (kg)		595	641	686	672	649	636
乾物/体重 (%)		1.72	1.92	1.49	1.44	1.63	0.61

示したが、体重当たりの乾物摂取割合で1.44~1.92%の範囲にあり、最低の1.44%でも乾物量で9.7kg、現物量で37.8kgであり、一般的酪農家の給与水準を約2.7倍上回る摂取であった。

試験Ⅰ、Ⅲにおける飼料全体の摂取量は、表7、11に示した様に、体重当たりのDM摂取量は、試験Ⅰでは、対照区の2.81%に対し試験区は3.04%と上回った。試験Ⅲでは、対照区の3.38%に対し試験区は3.22%とやや下回ったが、これは試験区の配合飼料量が対照区の50%と少なく、また、嗜好性が高い濃厚飼料の割合も少ない事に起因しており、濃厚飼料の給与量が同じであれば、嗜好性が高いトウモロコシサイレージの多給は飼料全体の摂取量を増加させるものと思われる。

同様にTDN摂取量も、TDN濃度が高いコーンサイレージの給与はTDN摂取量を増加させる要因となっている。

低乳脂肪率を招かないための基準として、粗繊維

表11 試験Ⅲの泌乳性試験時による飼料摂取量

	2%区		0.6%区	
	給与量	摂取量	給与量	摂取量
トウモロコシサイレージkg	50.7	41.3	15.2	15.2
イタリアン乾草kg	0.7	0.7	4.4	3.4
ルーサン乾草kg	0.7	0.7	4.4	3.4
配合飼料kg	5.6	5.6	11.2	11.2
ビール粕(乾)kg	2.2	2.2	1.9	1.9
大豆粕kg	2.2	2.2	0	0
尿素kg	0.1	0.1	0.1	0.1
第二リンカルkg	0.3	0.3	0.1	0.1
D Mkg	23.3	20.9	23.3	21.5
T D Nkg	16.3	14.3	16.5	15.4
C Pkg	4.08	3.86	3.83	3.71
粗繊維kg	5.01	4.34	4.98	4.41
澱粉kg	4.26	3.73	3.74	3.68
A D Fkg	6.42	5.54	5.91	5.23
N D Fkg	10.39	8.98	9.46	8.43
T D N / D M%	70.0	68.4	70.2	71.0
C P / D M%	17.5	18.5	16.3	17.1
粗繊維 / D M%	21.5	20.8	21.2	20.3
澱粉 / D M%	18.3	17.8	15.9	17.0
A D F / D M%	27.6	26.5	25.1	24.1
N D F / D M%	44.6	43.0	40.3	38.8
D M / 体重%	3.59	3.22	3.66	3.38

率は摂取飼料中に乾物で17%以上<sup>2)</sup>、澱粉率は23%以下<sup>2)</sup>が望ましいとする指摘、また、澱粉含量が乾物中27%と高い場合でも粗飼料:濃厚飼料の比率が50:50程度では問題が認められなかったという報告<sup>4)</sup>、さらに、安全性を考慮したコーンサイレージの多給限界の目安を、乾草あるいは牧草サイレージを乾物で体重の0.5%採食させ、粗飼料全体で体重対比2.0~2.4%の乾物量とすることを提唱する報告<sup>5)</sup>もあるが、本試験では、試験Ⅰにおいて澱粉率が24.89%と23%を若干オーバーした以外は、飼料の組み合わせにより、澱粉率23%以下、粗繊維率17%以上の水準が保たれた。

## 2) 泌乳成績

試験Ⅱ、Ⅲにおける泌乳成績を表12、13に示した。乳量は試験Ⅱ、Ⅲ共、対照区である0.6%給与区が高く、試験区の1.4%区、1.8%区、2.0%が劣ったが、その差は顕著でなく有意差はなかった。

表12 試験Ⅱの泌乳成績

	1.8%区	1.4%区	0.6%区
乳量 (kg)	21.6	22.7	23.0
乳脂率 (%)	3.59	3.64	3.38
F C M乳量 (kg)	20.3	21.4	20.8
蛋白質率 (%)	2.86	2.84	2.81
無脂固形分率 (%)	8.30	8.35	8.20
乳固形分量 (kg)	2.57	2.72	2.66

表13 試験Ⅲの泌乳成績

	2.0%区	0.6%区
乳量 (kg)	26.6	27.5
乳脂率 (%)	3.63	3.33
F C M乳量 (kg)	25.1	24.7
蛋白質率 (%)	2.76	2.80
無脂固形分率 (%)	8.40	8.39
乳固形分量 (kg)	3.20	3.22

乳脂率は逆に、試験Ⅱ、Ⅲ共、対照区である0.6%給与区が低く、試験区が勝った。

その結果、F C M乳量では、試験Ⅱでは0.6%給与区20.8kg、1.4%給与区21.4kg、1.8%給与区20.3kgとなり、1.4%区が最も多かったが特に差はなかった。

乳蛋白質率は試験Ⅱでは0.6%給与区2.81%、1.4%給与区2.84%、1.8%給与区2.86%と少しずつ高くなったが、試験Ⅲでは、0.6%給与区2.80%に対し、2.0%給与区では逆に2.76%と低くなり、一定の方向性はなく差は見られなかった。

表15 試験Ⅲの養分充足率 (%)

牛番号	2.0%区					0.6%区				
	35	48	51	53	平均	35	48	51	53	平均
必要 T D N kg	12.6	13.6	13.8	12.3	13.1	12.7	12.5	13.8	12.4	12.9
必要 C P kg	2.37	2.57	2.59	2.30	2.46	2.40	2.37	2.63	2.38	2.45
摂取 T D N kg	14.0	15.4	14.0	13.7	14.3	15.8	15.9	15.2	14.8	15.4
摂取 C P kg	3.82	4.02	3.82	3.78	3.86	3.78	3.82	3.66	3.59	3.71
T D N 充足率 %	111	113	101	111	109	124	127	110	119	119
C P 充足率 %	161	156	147	164	157	158	161	139	151	151
F C M・T D N効率 ※	1.76	1.75	1.91	1.62	1.76	1.60	1.50	1.76	1.53	1.60

※: F C M・T D N効率 = F C M乳量 ÷ T D N摂取量

表14 試験Ⅱの養分充足率 (%)

	1.8%区	1.4%区	0.6%区
C P充足率 (%)	110.3	125.4	139.2
T D N充足率 (%)	109.6	113.4	110.4

無脂固形分率は、試験Ⅱでは0.6%給与区8.20%、1.4%給与区8.35%、1.8%給与区8.30%と試験区がやや優った。同様に試験Ⅲにおいても0.6%給与区の8.39%に対し、2.0%給与区は8.40%と上回った。

以上の結果、試験区は対照区に対し、乳量ではやや劣ったが、乳成分である乳脂肪率、無脂固形分率では勝り、F C M乳量、乳固形分量ではほぼ同じであった。

### 3) 養分充足率

試験Ⅱ、Ⅲにおける養分充足率を表14、15に示した。T D N充足率は、試験Ⅱでは、0.6%給与区110.4%、1.4%給与区113.4%、1.8%給与区109.6%であり、1.4%給与区が最も高かった。試験Ⅲでは、0.6%給与区119.0%、2.0%給与区109%であり、配合飼料の給与量が多く、T D N摂取量が多かった2.0%給与区が高かった。

C P充足率は、試験区に蛋白質飼料を補給しなかった試験Ⅱでは、0.6%給与区の139.2%に対し、1.4%給与区は125.4%、1.8%給与区は110.3%と極端に差が生じた。試験Ⅲでは、ビール粕、大豆粕、尿素により、C P濃度を調整したため、逆に0.6%給与区の151%に対し、2.0%給与区は157%と若干上回った。

表16 繁殖成績

	子宮復古日数 (日)	初回排卵日数 (日)	初回受精日数 (日)	受胎頭数 (頭)	繁殖障害頭数 (頭)	
試験 I	1.2%区	25.0	26.0	64.5	2	0
	0.6%区	23.5	28.0	71.5	1	1 (卵胞膿種)
試験 II	1.8%区	18.0	23.0	60.0	2	0
	1.4%区	24.5	45.5	54.5	2	0
	0.6%区	18.0	45.0	51.5	1	1 (子宮内膜炎)
試験 III	2.0%区	49.0	43.5	68.0 (1頭未受精)	0	2 (卵胞膿種)
	0.6%区	29.5	36.0	59.5	2	1 (後産停滞)

表17 第1胃液のPH値

		分娩前	30日目	8週目	分娩後 60日目	9週目	12週目	90日目	16週目
試験 I	1.2%区	7.26		7.32					7.17
	0.6%区	7.46		7.42					7.72
試験 II	1.8%区	7.37				7.02	7.34		
	1.4%区	7.36				7.51	7.29		
	0.6%区	7.45				7.50	7.53		
試験 III	2.0%区	7.42	7.25		7.16			7.17	
	0.6%区	7.37	7.30		7.22			7.44	

表18 試験 I の A P 比

	分娩前	分娩後 8 週目	分娩後 16 週目
1.2%区	4.64	3.87	3.70
0.6%区	4.04	3.97	4.62

## 4) 繁殖成績

試験 I、II、IIIにおける繁殖成績を表16に示した。子宮復古日数は、試験区がやや長い傾向にあったが、逆に、初回排卵日数は試験区が短い傾向にあった。初回受精日数は試験 I では、試験区が早かったが、試験 II、IIIでは、試験区が遅い傾向にあり、試験 III の 1 頭は試験期間内は未受精であった。

試験期間内での受精頭数は、試験 I、IIでは、試験区が全頭受胎したのに対し、対照区は 2 頭が卵胞膿種と子宮内膜炎により受胎しなかった。試験 III では、逆に、試験区の 2 頭が卵胞膿種により受胎しなかったのに対し、対照区は 2 頭共受胎した。試験 I、II、IIIを通じての受胎状況は、試験区が 8 頭中 6 頭の受胎、対照区が 6 頭中 4 頭の受胎であった。

## 5) 第1胃液性状

試験 I、II、IIIにおける第1胃液 PH 値を表17に示した。第1胃液の性状は約 5 時間の絶食後に採取したためか、PH、AP 比とも通常より高めであった。全体に多給になるにしたがい、又、日数を経過するにしたがい、試験区の PH 値が低下する傾向が見られたが、顕著な傾向ではなかった。

## 6) 疾病発生状況

試験 I、II、IIIに対照区 6 頭、試験区 8 頭を供したが、繁殖性と泌乳の調査期間には、心配された第四胃の変位や消化障害等の疾病は認められなかった。

## IV 摘要

1. トウモロコシサイレージの摂取量は個体により差はあるが、体重当たりの平均乾物摂取割合は 1.63%、乾物重 10.6kg、現物重 41.3kg であり、一般酪農家の給与水準である対照区の 0.6% と比較すると 2.7 倍以上の摂取があった。
2. 嗜好性・TDN 濃度が高いトウモロコシサイレージの多給は、飼料全体の摂取量を増加させる事が出来るものと思われる。
3. トウモロコシサイレージの多給は、乳脂肪率、乳蛋白質への悪影響を心配したが、乳量で若干劣った

反面、逆に乳成分率では勝り、FCM乳量・乳固形分量では、ほぼ同水準であった。

4. 繁殖性は、子宮復古日数、初回排卵日数、初回受精日数共に、特に差はなく、試験期間内での受胎状況は試験区が8頭中6頭、対照区が6頭中4頭の受胎であった。
5. 心配された第四胃変位や消化障害等の疾病は認められなかった。
6. 以上のように、トウモロコシサイレージを多給すれば一般酪農家の平均的給与水準である、体重対比乾物摂取割合0.6%の約2.7倍の摂取があり、他飼料との組合せにより、飼料全体の採食量、乳量、乳成

分、繁殖性、疾病面への悪影響を回避出来るものと考えられる。

#### V 引用参考文献

- 1) 名久井 忠：畜産の研究 第35巻 第9号 (1981) 55~58
- 2) NRC飼養標準 (1978)
- 3) 藤城清司：関東東海農業の新技术 6号
- 4) デーリイマン社 最新サイレージ 137~138
- 5) デーリイマン社 最新サイレージ 132~134

#### Utilization of high corn silage diets for dairy cattle

To utilize corn silage for dairy cattle effectively, we examined the effects of feeding levels of corn silage on lactation and reproduction performances in cows from prepartum to midlactation. Feeding levels of corn silage were on a DM basis 0.6% (control), 1.2%, 1.4%, 1.8% and 2.0% body weight.

The findings obtained were as follows;

- 1) Average dry matter intake of corn silage of treatment groups was 1.63% and there were no significant differences of total feed intake between each group.
- 2) The milk yield of treatment groups were slightly decreased compared to that of control group but contents of milk fat and protein were increased. Fat corrected milk and total solid were not affected by feeding level.
- 3) The pregnancy rates of control and treatment groups were 67%(4/6), 75%(6/8), respectively.
- 4) There were no diseases in each group.
- 5) The feeding of diets contained a large amount of corn silage for dairy cattle are useful and there were no negative effects on milk yield, milk composition, reproduction and health, when ingredients of the diet are adequate to support nutrient requirements.