

粗飼料より作りやすい。水分は70%くらいを目安にビートパルプを使って調整し、直ちにビニールで覆ってその上に土を厚くのせる。下はすのこにして排汁を図る（下から空気を入れないようにする）。3週間もして芳しいにおいがしたら給与する。トウモロコシはビートパルプを原料10に対し2の割合で入れ、更に糖蜜またはブドウ糖を入れ密封して重しをかける。

まとめ

健康と正しい繁殖サイクルを維持しながら高泌

乳を得るためには、エサから供給される栄養素と体脂肪の代謝が円滑に推移するような飼養管理をすることが基礎になる。両者の代謝が円滑に推移すると乳牛のコンディションは良好となる。

発酵品質の良いサイレージは牛のコンディションを良くする。なぜコンディションを良くするのかわかっていないが、恐らく胃内微生物を増殖、活性化させ胃内発酵が良くなり、結果として栄養素と体脂肪の代謝が円滑になるためと考えている。

乳牛飼養における トウモロコシサイレージの推奨切断長

北海道立新得畜産試験場 坂 東 健

はじめに

従来、トウモロコシサイレージの調製においては、原料を10mm程度に切断して詰め込むことが推奨されてきていた。ところが近年、これに対して2つの相反する意見が出されている。その一つは、黄熟期調製が普及するのに伴いサイレージ給与時に未消化の子実が糞中に排泄されるのが目につくことや、通年給与やサイロの大形化に伴い二次発酵が起りがちなこと、更にハーベスタの性能が向上してきていることから、これらの問題点を解決するためにもっと切断長を短くした方が良いという意見であり、他の一つは、近年乳牛において第四胃変位の発症が増加しており、この原因の一つとしてサイレージの微

ジの切断長は収穫から給与までの多くの事項に関係していることや、これらに関係する諸条件が変化してきていることから適正な切断長について総合的に究明することが要望されていた。

ここでは、現場で実施した試験成績に外国の成績も加えて、乳牛飼養におけるトウモロコシサイレージの切断長について考えてみたい。

1 切断長と子実の破碎程度がサイレージの採食性と消化率に及ぼす影響

黄熟期のトウモロコシを原料として、同一日に自走式、一部けん引式のハーベスタを供試し、切断長と子実の破碎程度の影響について検討した成績を表1に示した。いずれも、ホルスタインの非

表1 トウモロコシサイレージの切断長と子実の破碎程度が牛の採食性と消化率に及ぼす影響

設定切断長 (mm)	子実の破碎程度 (%)	採食率 (%)	糞中子実量 (摂取乾物比%)	消化率				栄養価		
				乾物	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗せんい	DCP	TDN
5	— 良 (0.4)	100	0.5	66.9	55.4	82.6	74.3	54.8 ^a	4.8 ^{ab}	70.0
10	— 良 (1.5)	100	0.4	66.6	56.4	81.7	73.2	57.9 ^b	5.0 ^a	69.5
10	— 不良 (9.9)	100	1.7	66.0	53.6	81.9	72.1	60.8 ^c	4.4 ^b	68.8
5	—	100	0.9	64.2	58.6	78.3	68.6	61.3	5.7	66.2
10	—	99	0.6	67.0	62.0	80.2	71.4	64.3	6.0	68.8
25	—	95	1.3	66.8	56.5	80.9	71.4	67.1	5.4	68.9

注) i) 子実の破碎程度()内はサイレージ乾物中の完全粒の割合を示す。
ii) 異文字間に有意差あり(P<0.05)

(新得畜試)

このように、サイレー

妊娠・乾涸牛を供試し、維持量程度を給与して検討した。その結果、サイレージの採食率は切断長5 mmと10 mmで極めて高く、ほぼ全量採食されたのに対して、25 mmでは芯や長い茎の部分を残すために採食率は低下し

た。糞中の未消化子実量は子実の破碎程度が不良一すなわち完全粒の割合が多い場合に増加する傾向があった。各成分の消化率についてみると、粗繊維では切断長が短い場合や子実の破碎程度が良好な場合に低下した。DCP（可消化粗蛋白質）含量は子実の破碎程度が不良であったり、切断長が25 mmと長い場合に僅かではあるが低下する傾向があった。TDN（可消化養分総量）含量では切断長の影響は認められなかった。

2 切断長が反芻行動と第一胃内発酵に及ぼす影響

乳牛において、給与される飼料がたとえ各種の栄養分を適正に含有していても、飼料中に多量の濃厚飼料や微細切した粗飼料が組み込まれ、飼料に一定の粗剛性が失われると数多くの障害が起きるとされている。その原因の一つは粗剛性の不足に伴いそしゃく時間が減少し、だ液分泌量と第一胃の運動が低下することがある。だ液は重炭酸塩やその他の緩衝作用を有する物質を含有しており、第一胃内のpHの恒常性に大きな役割を果たしているが、これが不足すると第一胃のpHが低下しやすくなり、酢酸よりもプロピオン酸の生成に有利な条件となり、乳脂率の低下や各種の消化器の障害を起すこととなる。また、第一胃の運動低下は筋

表2 トウモロコシサイレージと併給乾草の切断長が乳牛の反芻行動に及ぼす影響

設定切断長		飼料摂取量			反芻時間 (分)	反芻食塊 吐出回数	反芻 期数	反芻期当り 反芻時間 (分)
トウモロコシ サイレージ	乾草	トウモロコシ サイレージ	乾草	濃厚 飼料				
(mm)	(mm)	(乾物kg/日)			(分)			(分)
5	—	6.8	0	0	438 ^A	411 ^A	14	32.4
10	—	7.3	0	0	560 ^B	522 ^B	14	41.0
25	—	6.6	0	0	514 ^{AB}	549 ^B	16	32.8
5	(13あるいは 無細切)	9.2	2.7	6.7	521	505	13	40.5
10	(5あるいは 13 いは10)	9.3	2.7	6.7	557	549	14	43.0
	13	8.4	2.9	6.7	517	527	14	38.3
	無細切	10.1	2.6	6.7	561	527	13	45.3

注) 異文字間に有意差あり (P<0.01)

(新得畜試)

の緊張を弱め、第四胃変位の誘因となる。また、易発酵性炭水化物を主成分とする濃厚飼料を大量に含む飼料構成では第一胃内はより酸性の状態となり、食滞や肝膿瘍、蹄葉炎などのほか二次的な疾病を引き起こし、更に第一胃内の微生物相を変化させ、酢酸：プロピオン酸比を低め、乳脂率を低下させることとなる。従って、乳牛に給与する飼料は適正に栄養分を含有しいるとともに、一定の粗剛さが必要であり、これは飼料給与時におけるそしゃくや反芻時間を測定することにより判定できると考えられている。

それではトウモロコシサイレージの切断長と反芻行動とはどのような関係にあるのだろうか。このことについて、維持量を単用給与した場合（乾乳牛）と切断長13 mmと無細切の乾草及び濃厚飼料を併給した場合（泌乳牛）とについて表2に示した。切断長5 mmサイレージ単用時には10 mmあるいは25 mm単用時に比べて、反芻時間と反芻食塊吐出回数が少なく、10 mmと25 mmの間には差が認められなかった。また、泌乳牛では反芻時間がいずれも500分を超えていた。

正常な消化生理や乳脂率を維持するために、そしゃく時間（採食時間と反芻時間の合計）や反芻時間はどの程度あればよいのだろうか。このこと

表3 粗飼料の切断長、粗飼料：濃厚飼料比と乳量、乳組成、そしゃく時間 (JORGENSEN)

試験	切断長 (cm)	粗：濃比	乳量 (ポンド/日)	脂肪率 (%)	FCM量 (ポンド/日)	乾物 摂取量 (ポンド/日)	そしゃく時間	
							(時間/日)	(分/乾物ポンド)
I	0.48	58:42	58.9 ^a	3.8 ^a	57.1 ^a	49.2 ^a	10.7 ^a	13.1
	0.64	60:40	65.7 ^b	3.6 ^a	61.7 ^b	50.9 ^a	11.3 ^a	13.3
	1.59	59:41	61.3 ^a	3.6 ^a	57.8 ^a	50.0 ^a	13.2 ^b	15.8
II	0.48	50:50	64.6 ^a	3.6 ^a	60.2 ^a	49.8 ^a	9.8 ^a	11.8
	0.64	50:50	64.6 ^a	3.5 ^a	59.5 ^a	52.7 ^{a,b}	10.3 ^a	11.7
	0.48	33:67	71.6 ^b	3.0 ^b	60.4 ^a	54.2 ^b	7.4 ^b	8.2
	0.64	33:67	61.5 ^a	3.6 ^a	56.7 ^a	54.7 ^b	9.4 ^a	10.3

注) 異文字間に有意差あり

について、粗飼料と濃厚飼料の比率及び粗飼料の切断長とそしゃく時間、乳量、乳組成との関係について検討した結果を表3に示した。これによると、そしゃく時間が1日当り10時間程度以上であれば十分と考えられるが更に

検討が必要であろう。

これらの事項を考慮して、アメリカにおいて粗飼料価指数 (ROUGHAGE VALUE INDEX: RVI)が提案されている。すなわち、維持量給与時における飼料乾物 1 kg 当りのそしゃく時間(採食時間と反芻時間の合計)を RVI とし、乳脂率 3.5% の牛乳を生産するために必要な RVI は 31.1 分、1 日当り最大の乳脂生産を行うために必要な RVI は 49.3 分であり、飼料設計においては、養分計算とともに十分な RVI が得られるように配慮することが望ましいとしている。表 4 に各飼料の RVI を示した。

次に、切断長と第一胃内発酵、乳脂率の関係について表 5, 6 に示した。これらの結果は、粗飼料の切断長が短くなると酢酸が減少し、プロピオン酸が増加し、酢酸:プロピオン酸比が低下してくることを示している。一般に、酢酸:プロピオン酸比が低下する要因として、飼料の粉碎、ペレット化、微細切、及び全飼料に占める濃厚飼料の割合を高めること、高品質の粗飼料が指摘されており、これらが著しいと乳脂率が低下する。

3 トウモロコシサイレージ及び併給乾草の切断長が乳牛の飼養成績に及ぼす影響

さて、それでは、切断長を異にするトウモロコシサイレージを乳牛に給与するとどのような影響が出てくるのだろうか。まず、粗飼料としてサイレージのみを給与した結果を表 7, 図 1 に示した。試験 I では 13 mm 区とその再細切区の間に、サイレージ乾物の摂取量、実乳量、牛乳の SNF(無脂固形分)率において差は認められないが、乳脂率は再細切区で明らかに低下している。また、試験 III でも乳脂率はいずれの区も低下しているが、雌穂粉碎区と再細切区で顕著であった。このように、

粗飼料として微細切したトウモロコシサイレージのみを給与し、ペレット状の配合飼料を併給した場合には乳脂率が低下することが認められたが、このような粗飼料構成は一般的でない。

そこで、トウモロコシ

表 4 牛における粗飼料価指数 (SUDWEEKSら)

飼料	乾物 1 kg 当り そしゃく時間 (分)		
		ベレット	36.9
アルファルファ 乾草	人工乾燥・ミール	36.9	
	細切	44.3	
	長いもの	61.5	
	微粉碎ペレット化	13.2	
混播乾草	良質	87.1	
	中程度の品質	103.1	
	2 番草	77.0	
オーチャード グラス乾草	早刈	74.0	
	遅刈	90.0	
エンバク稈		160.0	
アルファルファ サイレージ	微細切ペレット化	18.0	
	微細切	22.3	
	中程度の細切	26.0	
サイレージ	微細切	40.0	
	中程度の細切	59.6	
	荒切り	66.1	
イネ科牧草サイレージ		99~120	
ソルガムサイレージ		67.3	
コムギサイレージ		68.9	
穀類	オオムギ粉砕	15.0	
	トウモロコシ	5.1	
	マイロ	11.0	
	エンバク	12.0	
	コムギ	10.0	
	油粕	6.0	
	濃厚飼料	ペレット	12.0
	コーンコブ	ペレット	15.0
	副産物	綿実皮	30.1
		大豆皮	8.4
その他	ミネラル類	0	
	糖蜜 尿素	0	

表 5 トウモロコシサイレージの切断長と第一胃内発酵 (めん羊) (SUDWEEKSら)

VFA組成 (モル%)	酢酸 プロピオン酸 酪酸	設定切断長(cm)		
		0.63	1.27	1.91
	酪酸	63	66	67
	プロピオン酸	22	19	18
	酪酸	12	11	10

表 6 粗飼料の切断長、粗飼料:濃厚飼料比と第一胃内 VFA 組成、乳脂率 (SANTINIら)

粗飼料片の長さ(cm)	粗飼料:濃厚飼料比						有意差	
	33:67			50:50			切断 長間	粗:濃 比間
	.31	.43	.51	.31	.43	.51		
酢酸(A)	57.4	60.2	62.1	63.8	65.6	65.5	**	*
プロピオン酸(P)	26.3	23.3	22.1	18.7	18.1	17.7	*	*
酪酸	11.4	11.8	11.1	11.4	10.2	11.4	NS	NS
A : P	2.2	2.6	2.9	3.4	3.6	3.7	*	*
乳脂率(%)	2.9	3.0	3.0	3.3	3.5	3.3	NS	*

注) i) 粗飼料:乾草+牧草サイレージ
ii) ** : P < 0.01
* : P < 0.05

表7 トウモロコシサイレーズの切断長が乳量、乳組成などに及ぼす影響

(MILLERら)

試験	処 理	飼 料 構 成	サイレーズ乾物		乳 量		乳 組 成		第一胃液
			摂取量/体重	(%)	(kg)	(kg)	脂肪	SNF	酢酸：プロピオン酸比
I	切断長13mm	トウモロコシサイレーズ飽食量	1.8	22.0	20.2	98	8.8	2.6	
	// 再細切詰込み	ペレット状配合飼料乳量の1/3	1.8	22.2	19.8	86	8.9	2.2	
III	切断長10.7mm	トウモロコシサイレーズ飽食量	2.1	32.3 ^c	28.0 ^a	86	8.8	2.2	
	茎葉10mm+雌穂粉碎詰込み	トウモロコシサイレーズ飽食量	2.1	29.2 ^d	25.0 ^b	76	8.8	2.3	
	10.7mmを再細切詰込み	ペレット状配合飼料FCMの1/3	2.1	31.7 ^c	26.3 ^b	81	8.7	1.8	

注) a, b : P<0.05、c, d : P<0.01

サイレーズの多給限界の一つの目安と考えられる乾草を乾物で体重の0.5%給与し、トウモロコシサイレーズを多給する条件ではどうだろうか。この場合、併給する乾草の長さは影響しないのだろうか。これらの点を明らかにするために実施した試験結果を表8に示した。

トウモロコシサイレーズの切断長を5mmと10mm、併給乾草の切断長を13mmと無細切とし、それぞれを組み合わせた4処理について検討した。表には、交互作用がほとんど有意でなかったことから、要因ごとに取りまとめて示した。供試牛は16頭で、試験期間は分娩前6週間、分娩後6週間とした。飼料の給与量は分娩前に乾草は乾物で体重の0.5%、トウモロコシサイレーズはTDN要求量の不足分相当量、配合飼料は分娩予定2週間前から1kgをそれぞれ給与した。分娩後には、乾草は分娩前と同様に乾物で体重の0.5%を給与、トウモロコシサイレーズは飽食量を給与した。濃厚飼料としてペレット状の配合飼料を分娩の翌日から1日当り1kgずつ給与日量が7kgになるまで増給し、7日目から大豆粕を1kg上積みし、以後計8kgを全牛一律に試験終了時まで給与した。

その結果、乾乳期における飼料の採食率は、ト

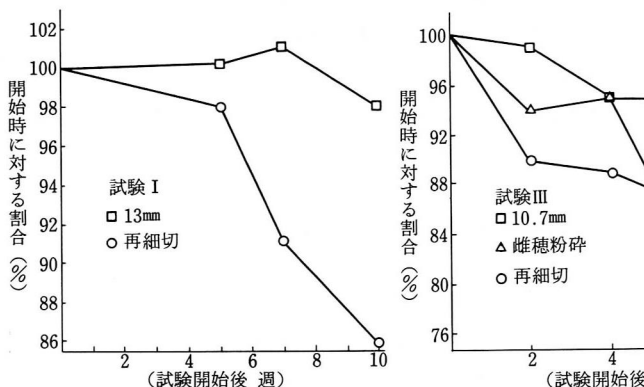


図1 乳脂率の推移

ウモロコシサイレーズでいずれの区も良好であり、乾草では切断長5mmのサイレーズに13mmの乾草を組み合わせた区でやや劣る個体もあったが全般的に良好であった。乾物摂取量は体重比で1.5%程度であり、DCPとTDNの充当率は約100%とほぼ設計どおりの飼料摂取状況であった。分娩後にはトウモロコシサイレーズを飽食量給与したために乾草の摂取量は乾物で2.6~2.8kg、その体重比は0.4%程度と各区とも乾乳期より減少した。全乾物摂取量は18.4kg、その体重比は2.7%程度、またDCP充当率は105%、TDN充足率は87%程度であり、これらの調査項目において区間に大きな差異はなかった。

また、実乳量、4%FCM量(乳脂補正乳量)はいずれも33kg程度と良好な成績であった。また、懸念された乳組成についてみると、乳脂率はトウモロコシサイレーズの切断長5mm区と10mm区

表8 トウモロコシサイレーズと併給乾草の切断長が乳牛の分娩前後の飼養成績に及ぼす影響

設定切断長		飼料摂取量							乳量		乳組成		疾病		
トウモロコシサイレーズ	乾草	分 娩 前			分 娩 後				実量	FCM	脂肪率	SNF	下痢・食滞	その他	
		トウモロコシサイレーズ	乾草	濃厚飼料	トウモロコシサイレーズ	乾草	濃厚飼料	計							
(mm)	(mm)	(乾物kg/日)	(乾物kg/日)	(乾物kg/日)	(乾物kg/日)	(乾物kg/日)	(乾物kg/日)	(kg/日)	(kg/日)	(%)	(%)	(件数/8頭)	(件数/8頭)		
5	(13あるいは無細切)	7.5 ^a	3.3	0.3	11.1	9.6	2.6	6.5	18.7	33.4	33.9	4.11	8.99	0	3
10	(13あるいは無細切)	7.0 ^b	3.5	0.3	10.8	8.9	2.8	6.4	18.1	32.1	32.3	4.05	8.94	1	6
(5あるいは10)	13	7.2	3.3	0.3	10.8	8.9	2.8	6.5	18.2	32.1	33.5	4.27 ^a	8.99	0	5
	無細切	7.4	3.4	0.3	11.1	9.6	2.6	6.4	18.6	33.4	32.9	3.88 ^b	8.96	1	4

注) 異文字間に有意差あり(P<0.05)

の間に差がなく、4.1%程度といずれも良好であった。併給乾草の切断長 13 mm 区は無細切区に比べて、乳脂率が予想に反して高かった。牛乳の SNF 率では区間に差がなく、いずれも良好であった。体重の推移についてみると、乾乳期の日増体量は 0.8~1.1 kg であり、分娩後にはいずれの区も減少した。

疾病の発生状況をみると、懸念された第四胃変位の発症はなく、消化器障害としてトウモロコシサイレージの切断長 10 mm、併給乾草無細切において軽度の食滞・下痢が 1 例認められたのみであり、このほかは、感冒、打撲、腫張、皮膚炎で、いずれも飼料に直接起因しないと考えられる疾病であった。この試験において測定した乳牛の反芻行動は表 2 に示したとおりである。

以上の各種の試験及び既往のトウモロコシサイレージ調製試験の結果から、黄熟期に調製した場合には、トウモロコシサイレージの切断長を現在推奨されている 10 mm から 5 mm にしても特にメリットは認められず、粗飼料として単用時には乳牛の反芻行動を低下させ、飼料の組み合わせ—例えば表 7、図 1 のような場合には乳脂率を低下させるなどの欠点があり、一方、切断長を 10 mm から

25 mm にするとサイレージの密度が低下し品質が低下しがちであり、採食率や DCP 含量が低いなどの欠点があり、乳牛の反芻行動を高める効果は認められなかった。

4 ま と め

以上の結果から、適期（黄熟期、原料の水分含量 70%程度）あるいは、それ以前の収穫ではサイレージ原料の切断長は 10 mm 程度とする。ただし、枯熟期（熟度が進み、茎葉が緑色を失い枯れてきている状態をさす）あるいは、強霜を被った原料ではサイレージが二次発酵を起しやすいことから、切断長は 5 mm 程度とし、いずれも子実の破碎程度を良好とし均一に切断することが望ましいと判断した。また、微細切したトウモロコシサイレージ給与時には反芻行動を高める粗飼料を併給し採食させる必要がある。

なお、本文で紹介した試験において、乾乳期にトウモロコシサイレージを主体として給与しているが、これは切断長の影響を明らかにするためであり、乾乳期におけるトウモロコシサイレージの多給を推奨するものではない。念のため付記する次第である。

麦類ホールクロップサイレージのアルカリ処理調製法

北海道農業試験場 蔦野 保

1 麦類ホールクロップサイレージの重要性

今年の北海道は春から低温が続く、各作物が大きな打撃を受けているが、麦類は比較的その影響が少なく、8月上旬には秋播小麦の収穫が始まり、中旬には例年どおりエンバクの収穫が始まりそうである。このように8月中旬までには収穫できることが、他の作物と異なる麦類の著しい特徴であり、この特性を生かして保護作物や輪作作物として活用を図るべきではなからうか。

麦類及びトウモロコシのホールクロップサイレージは、肉用牛の飼料として正味エネルギーの視点から評価することが重要であり、肉用牛に対するホールクロップサイレージの給与法と、顕著な増体効果が得られた実験結果について、かつてこの雑誌で紹介したことがある（牧草と園芸、第28巻、第11号）。従って、今回はホールクロップサイレージそのものについては触れず、ホールクロップサイレージ調製の際に苛性ソーダを添加すると（こ