

ケトージスと酪酸発酵サイレージ

酪農学園大学獣医学科

高橋 清志

冬期間の長い北海道で粗飼料確保にサイレージは欠くことのできないものであり、特にコーンサイレージは早生種の導入によりその利用度は高まる傾向にある。しかし、コーンサイレージに比較してグラスサイレージは調製の失敗によって高酪酸および高アンモニアサイレージになりやすい。このような劣質サイレージ給与はケトージス^{1,8)}や繁殖障害^{5,6)}の原因になると考えられている。酪酸発酵サイレージとケトージスの因果関係については、反芻胃の生理的特性に基づくもので、高泌乳に加え酪酸の多給や第1胃内異常発酵による酪酸生成の増量があればケトージスになるといわれている¹⁾。しかし現場において、これらの関連を端的に検討した報告は意外と少ない。そこで著者が経験した劣質グラスサイレージが原因と思われるケトージスおよび繁殖障害の発生例と若干の給与試験の結果を紹介する。

1 ケトージス発生牧場の飼養管理概要

この農家は江別市にあり、搾乳牛45頭を飼育し管理は良好である。粗飼料は表1に示すように年間を通じてコーンサイレージ約10kg、ビートパルプ

表1 年間粗飼料給与法

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
コーンサイレージ	10.5kg						11kg					
グラスサイレージ	11.5kg									11kg		
放牧	20kg											
家畜ビート							5.5kg					
ビートパルプ	1kg		0.5kg				1kg					
乾草	5kg						5.5kg					

プ0.5~1kg乾草5kgを給与し、放牧期間は5月中旬から10月初旬である。放牧期間以外はグラスサイレージを約11kg給与していた。表2はこの牧場における分娩前後の飼料給与方法で、分娩前1週間前から配合飼料およびサイレージの給与量を減じ、分娩後は、ほとんど給与せず50日めまでに徐々に増量し平常量にもどしている。この農家の飼料給与法で特徴的なことは、分娩後50~60日めまではDCPおよびTDNともに低水準(日本飼養標準のDCP56%, TDN76.6%)にし、60日を過ぎ妊娠した時点からは、乳量の減少にもかかわらず高水準の飼料給与を行っていた(日本飼養標準

目次

- ケトージスと酪酸発酵サイレージ……………高橋 清志… 1
- 東北地方における冷害年(昭和55年)
のF₁トウモロコシ生育状況……………表②
- 東北地方雪たね畜産研究会成績……………表③
- 東北地方雪たね畜産研究会
モデル飼料畑検討会……………東北事業部… 6
- エンバク立ち毛乾草で10a当たり1t生産……………向山 新一…10
- 人間の環境と食生活(上)
—特に胃ガンと牛乳飲用関係を中心として—…………酪農総合研究所…15



倒伏に強く多収なソルゴー

の DCP 135%, TDN 120%)。従って当然のことながら乾乳期には、どの牛も過肥の状態であった。

2 グラスサイレージ給与とケトージス発生の関係

この牧場では、2種類のグラスサイレージを所有

表2 分娩前後における飼料給与法

	乾乳期 1週前		分娩		生理的空胎期間 50~60日後		妊娠
	濃厚飼料	サイレージ {コーン グラス}	乾牧草	家畜ビート	ビートパルプ	放牧	
濃厚飼料	3~4kg給与	1kg	0 → 5kg 徐々に増量	5kg			
サイレージ {コーン グラス}	20~25kg	4kg	0 → 20~25kg 徐々に増量	20~25kg			
乾牧草	5kg	5kg	7~8kg	5kg	5kg		
家畜ビート				5kg	5kg		
ビートパルプ				3kg	1kg		
放牧	放牧期間6~10月初旬(日量生草約20kg採食) (この期間中グラスサイレージ給与せず) (コーンサイレージ(約10kg)のみ 乾草3kg, 家畜ビート給与せず)						
添加剤	リンカル50g/日						

表3 給与したグラスサイレージの成分

	一般成分(%)							
	水分	粗蛋白	粗脂肪	可溶性 無窒素物	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN
Aサイロ	78.9	3.6	1.2	7.7	6.2	2.3	2.6	12.5
Bサイロ	74.4	6.0	1.0	6.6	8.4	3.7	4.5	14.8

	品質判定					
	pH	有機酸組成(%)		得点	品質	
		含有率	総酸に対する比率			
Aサイロ	5.8	酢酸	0.650	24.96	10	劣
		酪酸	2.495	65.24		
		乳酸	0.383	9.80		
		総酸	3.528	100.00		
Bサイロ	5.5	酢酸	1.142	49.09	5	劣
		酪酸	1.233	33.18		
		乳酸	0.825	27.73		
		総酸	3.200	100.00		

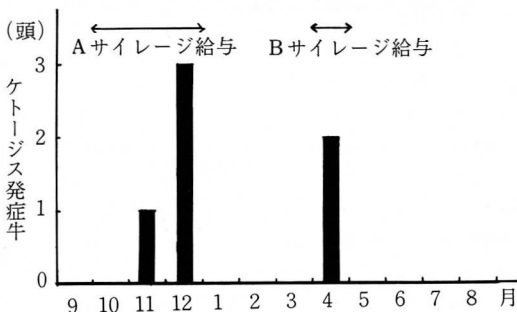


図1 酪酸発酵サイレージ給与とケトージス発生の関連

し、それぞれのグラスサイレージの成分は表3に示すように、AおよびBの両サイレージとも酪酸含量が高く品質は劣と判定された。図1にケトージスの発生と酪酸グラスサイレージ給与の関係を示した。すなわちAサイロのサイレージは、10~12月に給与しBサイロのサイレージは翌年4月に給

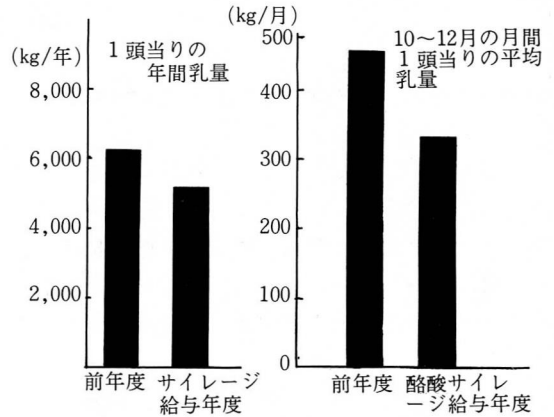


図2 前年度と酪酸発酵サイレージ給与年度の乳量の比較

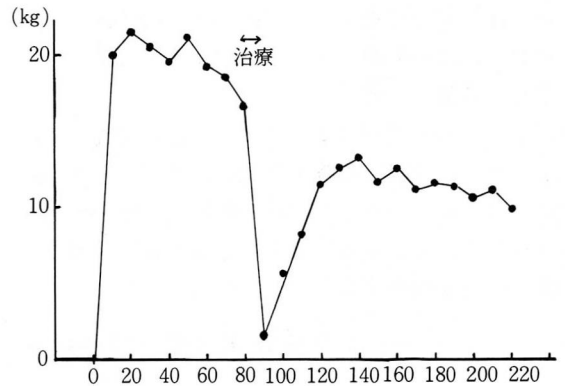


図3 ケトージス発症牛の泌乳曲線

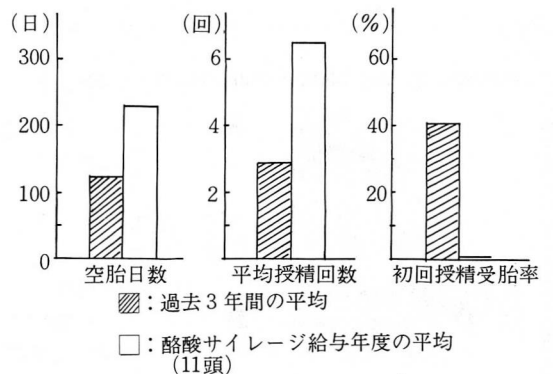


図4 9~12月分娩牛の繁殖成績の比較

与された。10～12月に発生したケトージス4例中2例は分娩後7～8カ月の泌乳後期のもので、2例は2カ月後の泌乳最盛期であり、4月発生の2例は分娩後1カ月以内であった。これらのケトージスはいずれも1～19日間高張ブドウ糖液および副腎皮質ホルモンの投与によって食欲が正常に回復した。

3 グラスサイレージ給与と乳量の関係

図2は劣質グラスサイレージを給与した10～12月までの1頭当たり1カ月の平均乳量で、前年度同期より約27%減少している。また、同図は、前年度の1頭当りの総乳量と劣質サイレージ給与年

の乳量を比較したもので約18%の減少である。配合飼料の給与量およびその他の飼養方法は前年度と同じであった。図3はケトージス牛の泌乳曲線の一例で、数日の治療により食欲は回復したが、乳量の減少は、約2カ月間持続した。

4 酪酸発酵サイレージ給与と繁殖の関係

図4は酪酸発酵サイレージ給与前の3カ年の9～12月分娩牛と劣質サイレージ給与した年の同時期分娩牛11頭の繁殖成績を比較したものである。酪酸発酵サイレージ給与年度は、初回授精により一頭も受胎せず、平均授精回数6.5回および空胎

表4 酪酸発酵サイレージ給与牛の臨床および尿所見

	体 温	脈 数	呼 吸 数	第 1 ★ 運 動	尿 所 見				
					比 重	pH	蛋 白	糖	ケ ト ン 体
給与前	38.6	52	10	9	1.041	8.2	±	—	—
1	38.2	67	10	10	1.024	8.2	±	—	+
2	38.5	56	12	5	1.028	8.2	±	—	+
5	38.5	68	12	8	1.038	8.2	±	—	+
10	38.3	64	16	9	1.028	8.0	±	—	+
15	38.4	41	9	7	1.036	8.2	±	—	—
20	38.2	42	9	9	1.037	8.2	±	—	—
25	37.9	38	7	7	1.040	8.2	±	—	—
30	38.7	55	10	6	1.043	8.2	±	—	—
35	38.3	48	8	8	1.031	8.0	±	—	—

★5分間の運動回数

表5 酪酸発酵サイレージ給与牛の胃液所見

	色 彩	pH	ガス産 生 量 (ml/時間)	亜硝酸 還元時間 (分)	原虫の 活 性	原虫数 (/ml)	原 虫 の 種 類			
							Dasytricha (%)	Isotoricha (%)	Entodinium (%)	Diprodinium (%)
給与前	緑褐色	7.0	1.9	15	卍	135,800	20.6	2.6	66.3	10.5
2	黄褐色	7.1	0.4	20	卍	115,250	3.2	1.2	91.6	4.1
5	〃	8.2	0.4	30	卍	51,200	0	0.5	96.3	3.2
10	〃	7.4	0.1	25	卍	4,500	0	0	95.1	4.9
15	〃	7.4	0.7	40	卍	22,200	0	0.9	95.7	3.4
20	〃	7.4	0.5	50	卍	16,400	0	2.1	94.8	3.1
25	〃	7.2	0.1	30	卍
30	〃	7.2	0.7	35	卍	33,400	0	1.0	97.0	2.0
35	〃	7.2	0.2	30	卍	15,200	0	0	88.0	12.0

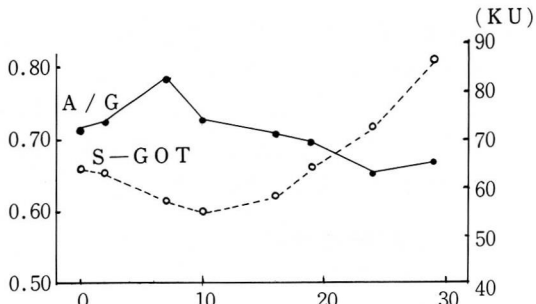


図5 酪酸発酵サイレージ給与牛のA/G比およびS-GOTの変化

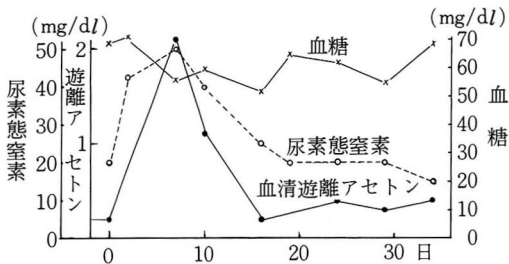


図6 酪酸発酵サイレージ給与牛の血中遊離アセトン、血糖および血液尿素態窒素の変化

日数の平均も230日と延長した。このような繁殖成績の悪化は、授精技術等によるものではなく、直腸検査上卵巣機能不全に起因するものであった。

5 酪酸発酵サイレージの給与試験

次に酪酸発酵サイレージの生体に与える影響を観察する目的で給与試験を実施した。

(1)実験牛および方法；実験牛はホルスタイン種9歳、分娩後6カ月、乳量5kgのものを使用した。この牛にAサイロのサイレージを自由採食させ、濃厚飼料日量0.5kg、食塩および水のみの給与で35日間観察した。

(2)実験成績

i) 臨床および尿所見(表4)；観察期間中体温は37.9~38.7℃で著変なく、脈拍数は16日以降やや減少した。20日以降削瘦が著しく、食欲もやや減退したが30日以降では良好となった。尿所見では、比重、pH、蛋白、糖に変化なく、ケトン体のみがサイレージ給与翌日から出現し、7-10日めに最高に達し、16日め以降は全く検出されなかった。

ii) 第1胃液の所見(表5)；胃液中の原虫数は、給与前135,800/mlであったがサイレージ給与によ

り減少し10日めには4,500/mlの最低数になった。その後やや増数傾向が認められたが、正常牛に比較し著しく少数で推移した。原虫の種類は給与前Dasytricha属が20.6%を占めていたが5日め以降検出されず、IsotrichaおよびDiprodinium属も減少傾向が認められた。これに反してEntodinium属の比率が増し、5日以降90%以上を占めた。pHは給与前の7.0が7.1~7.4とやや、アルカリに傾き5日めのみ8.2と高かった。給与翌日からガス産生量の減少、亜硝酸還元能の延長が認められ、第1胃機能の減退が伺われた。

iii) 血液所見(図5および6)；血清総蛋白は軽度の増量があり、10日め以降にA/G比が漸減した。同様に、血清GOTの活性も上昇し、軽度の肝機能障害の存在が示唆された。血中遊離アセトンは5-10日めに1.1~2.1mg/dlと増量したが15日以降は給与前の値に復帰し、これらの変化は尿中ケトン体の消長と一致していた。血糖値は血中遊離アセトンが高値を示した期間には低下する傾向が認められた。血中尿素態窒素も、血清遊離アセトンとほとんど同一の傾向がみられ、給与開始2~15日めに上昇がみられ、この間最高は50mg/dlまで上昇したがその後給与前の値に復帰した。血清ナトリウム、カリウム、クロール、無機燐、マグネシウムおよびカルシウムなどの血清無機質の変化には一定の傾向が認められなかった。

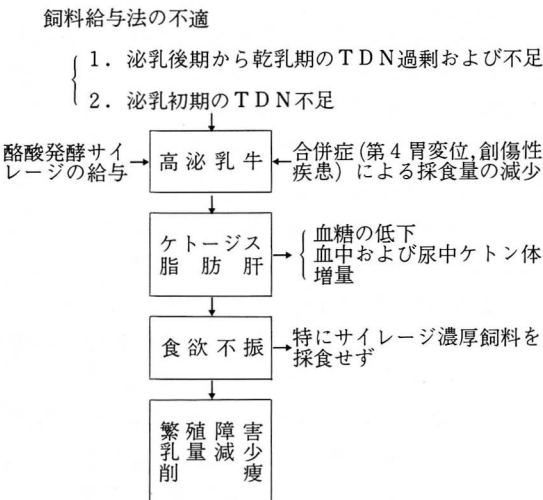
6 まとめ

酪酸発酵サイレージとケトージスの関連は安保ら¹⁾によって詳細に研究されているように、酪酸の過剰給与あるいは第1胃内発酵の異常により産生された酪酸が第1胃壁通過時にケトン体に変化し、血中に入る。従って酪酸サイレージ給与直後から血中ケトン体は増量しこのケトン体は主として肝臓で処理されてエネルギー源になるが一定濃度以上に増量すると尿中に排泄されケトン尿となる。このような状態が持続すると、次第に肝細胞は脂肪変性に陥り²⁾、肝機能が低下して来る。この結果食欲が低下し乳量が減少したり、繁殖障害が起こるといわれている^{5,6)}今回の実態調査および酪酸発酵サイレージの給与試験の結果もこれらの報告とよく一致していた。すなわち、①ケトージスの発

生が高酪酸サイレージ給与期間に集中していたこと、②ケトーシスの発生と前後して乳量が著しく減少し繁殖障害が起こったこと、③さらにこの酪酸発酵サイレージの給与試験で、給与直後から血中遊離アセトンが増量、ケトン尿が発現し、その後血清蛋白のA/G比の低下および肝細胞障害の指標となる酵素であるS-GOTの活性が上昇したことから肝機能障害も推定された。また、酪酸発酵サイレージ給与直後の血液尿素態窒素の増量は、今回分析しなかったが、このサイレージには酪酸と同時にアンモニア態窒素も増量していたためと考えられた。酪酸発酵サイレージ給与試験で供試牛は、一過性のケトン尿症を排泄したにもかかわらず、明瞭なケトーシスの症状には至らなかった。これは、実験牛の泌乳量が5 kg/日程度と少なかったためと考えられ、ケトーシスの発症要因として、高泌乳が大きな誘因であることを裏付けている。

さらにこの農場における、泌乳後期および乾乳期における飼料の過剰給与、泌乳初期の給与飼料の不足もケトーシスの大きな誘因と思われる。今回発症したケトーシスは泌乳初期のもののみならず、後期のものも数頭あり、これはMorrowら⁴⁾の述べているFot Cow Syndromeに相当し、泌乳後期の高エネルギー飼料給与が原因と考えられる。アメリカではすでに10年以上も前から乳牛1頭当りの産乳量向上のために、分娩直後から良質の乾牧草やサイレージに加え、急速に濃度飼料の給与

図7 ケトーシスの発症要因と病態



量を増す飼養プログラムが一般化しており、この方が繁殖障害をはじめとする代謝病の発生頻度も少ないとされている³⁾。また、最近伊藤ら²⁾の実施した北留萌地区のケトン尿症の実態調査でも分娩のケトン尿陽性群と陰性群のTDN給与量は、陰性群では必要量の92.2%であるのに対し、陽性群では個々の必要量の81.1%しか給与されていなかったと報告しており、泌乳初期のTDN不足も本症重要な要因と考えられる。

図7は、ケトーシス発生の主な要因と病態をまとめたものであり、要するにケトーシスは単に1時的な食欲不振および乳量減少にとどまらず、早急に適切な治療と同時に除去しなければ、高度の脂肪肝に陥り、十分な飼料を採食できないため繁殖障害を合併し、その経済的損失はきわめて大きいものと考えられる。

文 献

- 1 安保佳一ら、1961. 反芻獣のケトーシスに関する研究、日本獣医学会誌、23、265.
- 2 伊藤至ら1980. 北留萌地区の乳牛ケトン尿症発症要因調査成績について、とくに給与飼料を中心にして、日本獣医師会誌、33、164.
- 3 熊谷宏1980. アメリカの酪農技術、家畜診療、208、33.
- 4 Morrow, D. A. et al 1979. Clinical investigation of a dairy herd with the fot cow syndrome. J. Am., vet. Med. Ass. 174. 161.
- 5 Reid, I. M. et al 1979. Fatty liver and infertility in high-yielding dairy cows. Vet. Rec. 27. 75.
- 6 Reid, I. M. et al. 1979. Reduced fertility associated with fatty liver in high-yielding dairy cows. Vet. Sci. Communic. 3, 231.
- 7 Thomson, R. G. 1978. General veterinary pathology. Saunders Company, W. B. Philadelphia London Tronto.
- 8 梅津元昌他1965. 乳牛の科学、農山漁村文化協会、東京.