

乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立

(4) 乾乳末期のミネラルバランス調整が乳熱、飼料摂取および乳生産に及ぼす影響

島袋宏俊 玉城政信 岡野祥

I 要 約

乳熱を防止することを目的として、ホルスタイン種妊娠牛7頭を用い、乾乳末期における硫酸カルシウム二水和物（硫酸Ca）および硫酸マグネシウム七水和物（硫酸Mg）の陰イオン塩添加およびリン酸水素カルシウム二水和物（リンカル）添加の飼料給与が乳熱、飼料摂取および乳生産に及ぼす影響について検討した。飼料に陰イオン塩を添加する区をDCAD調整区、陰イオン塩を添加しない区を無調整区とし、両区の平均値を比較した結果、以下のとおりであった。なお、リンカルは両区の飼料に添加補給した。

1. 無調整区の1頭が乳熱により夜間に起立不能で飲水不能となり、熱射病により分娩翌日に死亡した。
2. 分娩前の乾物摂取量は分娩前1週ではDCAD調整区が13.2kg/日で、無調整区の10.4kg/日より1%水準で有意に多く摂取した。分娩後の飼料摂取量も分娩後1週から分娩後4週まで急速に増加し、DCAD調整区が無調整区より5%水準で有意に多く摂取した。
3. 尿pHはDCAD調整区が陰イオン塩添加期間が増すにつれ低下し、分娩前1週では6.14になった。無調整区は8.20前後で、ほぼ一定であった。
4. 分娩前後の血清中のアスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ（AST）濃度は無調整区がDCAD調整区より1%水準で有意に高い値で、分娩後のASTはDCAD調整区が62IU/lと正常値であったのに対し、無調整区が100IU/lと異常に高い値であった。
5. 血清中のパラサイロイド（PTH）濃度は、分娩前2週および1週ではDCAD調整区が無調整区に比べ高い値を示し、血清中のオステオカルシン（OC）濃度も分娩前2週および1週にはDCAD調整区が無調整区に比べ低い値を示した。
6. 血清中のカルシウム（Ca）濃度はすべての週においてDCAD調整区が無調整区より高い値を示し、血清中のCa濃度が5.6mg/dl未満のものを臨床的な乳熱とし、8.0mg/dl未満のものを潜在的な乳熱とすると、分娩後1週においては無調整区が6.6mg/dlで潜在的な乳熱がみとめられたのに対し、DCAD調整区が8.5mg/dlであった。また、リンカル補給により、血清中の無機リン（IP）は両区とも正常範囲内で推移したが、無調整区の血清IP濃度は分娩後1週に4.4mg/dlと低い値であった。
7. 乳量はすべての週においてDCAD調整区が無調整区より多く、分娩後6週を除いては有意な差が認められた。また、DCAD調整区の日乳量は7週で53.6kg/日と泌乳最盛週となり、無調整区より1週遅く、5.6kg/日多かった。

以上のことから、乾乳末期に硫酸Caおよび硫酸MgのDCAD調整による陰イオン化飼料を給与し、リンカル等のミネラル補給をすると、乳熱を低減させ、分娩後の乳牛体内のミネラルバランスが維持され、その結果、分娩後の飼料摂取量および乳量を増加させることが示唆された。

II 結 言

乳熱は産後まれに産前の乳牛に突発し、体温の下降と神経症状および運動麻痺を主徴とする疾病であり、低Ca血症が主な原因であるが上皮小体機能の低下も関係する¹⁾。乳熱の発症あるいは低リン血症および低マグネシウム血症との併発は乳房炎、第四胃変位、胎盤停滞、子宮内膜炎、子宮脱およびケトosis等のいわゆる周産期病にかかりやすくさせ²⁾、その経済的損失は大きい。

乳熱を防止するため、乾乳末期にDCAD調整剤として陰イオン塩を利用することは有効であるが³⁾、陰イオン塩の種類によっては必ずしも嗜好性がよくないことから、採食量を低下させる⁴⁾。採食量の低下は分娩前のケトosisを引き起こし、ErbとGrohn⁵⁾は分娩前のケトosisは乳熱を引き起こす可能性があるとしている。筆者ら^{6,7)}は陰イオン塩の硫酸Caおよび硫酸Mg等の硫化物は塩化物に比べ嗜好性がよく、採食量に悪影響を及ぼさずに、それら硫化物を乳牛へ給与すると骨代謝が活性化されることを明ら

かにした。しかし、骨代謝が活性化された結果、血清中のCa濃度および無機リン (IP) 濃度の低下が認められ、硫酸Caおよび硫酸Mgによる陰イオン化の飼料給与は乳牛体内のミネラルバランスを崩す結果となった⁷⁾。

そこで、乳熱を防止することを目的として、硫酸Caおよび硫酸MgのDCAD調整剤による乾乳末期に給与する飼料の陰イオン化およびリンカルの補給が分娩前後の乳牛に及ぼす影響について検討する。

Ⅲ 材料および方法

1. 試験期間および場所

2003年4月21日から同年9月30日まで、沖縄県畜産試験場乳牛舎で実施した。

2. 供試牛

供試牛は当場で飼養しているホルスタイン種の妊娠牛7頭を用いた。供試牛の平均月齢は61.9±20.4ヵ月齢で、平均産次数は3.3±1.0産で、平均体重は793.4±96.6kgであった。供試牛の調査は分娩予定前4週から分娩後8週までとした。

3. 供試DCAD調整剤

DCAD調整剤として陰イオン塩には硫酸Caおよび硫酸Mgを用い、ミネラル補給剤としてリンカルを用いた。

4. 試験区分

表1に示すように陰イオン塩の添加有無によりDCAD調整区と無調整区に区分した。すなわち、飼料に陰イオン塩を添加する区をDCAD調整区とし、陰イオン塩を添加しない区を無調整区とした。リンカルは両区に給与した。供試牛の区配置はDCAD調整区に3頭、無調整区に4頭とした。なお、無調整区の1頭が分娩翌日に死亡したため、分娩後の区配置はDCAD調整区に3頭、無調整区に3頭とした。

区分	DCAD調整区			無調整区		
	硫酸Ca	硫酸Mg	リンカル	硫酸Ca	硫酸Mg	リンカル
分娩予定前週数						
3週	100	30	0	0	0	0
2週	150	50	80	0	0	80
1週	200	50	100	0	0	100

5. 供試飼料および飼料給与方法

供試飼料の混合飼料 (TMR) はTMRミキサー (DM-800MK, 株式会社ホウジツ社製) で加水せずに調製し、TMRの乾物率は87.0%であった。そのTMRの配合割合を表2に、飼料栄養成分を表3に示した。

飼料給与は表4に示す給与量でTMRとエン麦乾草を夕方の午後5時に一回投入した。

各週に給与した栄養成分およびDCAD値を表5に示した。DCAD値は以下に示すBlockの式⁹⁾により求めた。

分娩後に給与するTMRは表2に示すとおり、分娩前のTMRにアルファルファ乾草を加え、両区とも飽食とし、給与方法は同一とした。

$$\text{DCAD値 (mEq/kgDM)} = \{(\text{Na}\% \text{DM} \times 435) + (\text{K}\% \text{DM} \times 256)\} - \{(\text{Cl}\% \text{DM} \times 282) + (\text{S}\% \text{DM} \times 624)\}$$

表2 TMRの配合割合 (%DM)

飼料名	配合割合	
	分娩前	分娩後
エンバク乾草	31.8	25.5
配合飼料	37.8	32.6
トウモロコシ	12.9	13.0
ビートパルプ	4.0	3.4
大豆粕	3.4	3.0
綿実	2.2	2.0
大麦	1.4	1.2
脂肪酸カルシウム	0.6	0.7
バイパスコリン	1.0	0.2
ミネラル剤	1.1	1.0
ビタミン剤	3.8	2.0
アルファルファ乾草	—	15.4

表3 TMRの栄養成分 (%DM)

成分	含量	
	分娩前	分娩後
総可消化養分総量	71.4	72.1
粗タンパク質	15.6	16.7
中性デタージェント繊維	32.3	32.4
酸性デタージェント繊維	16.4	17.7

表4 飼料給与量 (kg/日)

分娩予定前週数	TMR	エン麦乾草
3週	7.5	7.0
2週	9.0	7.0
1週	11.0	7.0

表5 給与飼料の栄養成分およびDCAD値 (%DM, mEq/kg)

分娩予定前週数	TDN	CP	NDF	ADF	DCAD値	
					DCAD調整区	無調整区
3週	65.7	12.3	43.3	22.5	37.2	143.1
2週	65.9	12.5	42.1	21.8	-7.7	141.8
1週	66.3	12.8	40.9	21.2	-24.9	136.8

注1) TDN: 可消化養分総量, CP: 粗タンパク質, NDF: 中性デタージェント繊維, ADF: 酸性デタージェント繊維。

$$2) \text{DCAD値 (mEq/kgDM)} = \{(\text{Na}\% \text{DM} \times 435) + (\text{K}\% \text{DM} \times 256)\}$$

$$- \{(\text{Cl}\% \text{DM} \times 282) + (\text{S}\% \text{DM} \times 624)\}。$$

6. 血液採取

血液は頸静脈より真空採血管 (VP-AS109, ベノジェクトII) に採血し, 採血後室温にて凝固を確認した後, 3000rpm, 15分間遠心分離機 (KN-70, KUBOTA) により血清分離し, 検査を実施するまで-20℃で凍結保存した。採血は毎週水曜日に体重を測定した後に行った。

7. 調査項目

1) 起立不能の有無

起立不能の有無について調査した。

2) 飼料摂取量

飼料給与翌日の火曜日から金曜日の午前9時から残飼測定を開始し, 給与量と残飼量との差を飼料摂取量とし, 4日間の平均をその週の1日あたりの飼料摂取量とした。また, 乾物摂取量を各週の体重で除し, 体重1kgあたりの乾物摂取割合とした。

3) 体重

毎週水曜日の午後1時より測定し, その週の体重とした。各週の体重を分娩前3週の体重で除した割合を体重増減率とした。

4) 乳量

搾乳は朝夕1日2回行い, 乳量はミルクメーターを用い, 分娩後8週間, 毎週水曜日から金曜日まで測定し, 3日間の平均乳量をその週の日乳量とした。

5) 尿pH

尿は毎週水曜日の午前10時から尿採取を開始し, 放尿時に採取するかあるいは尿道カテーテル (FI47, FHK) を用いて採取した。尿pHは採尿後直ちにpHメーター (pH HI8114, Hanna) を用いて測定した。

6) 血液性状

血液性状検査項目は血清中の総タンパク (TP) 濃度, アルブミン (ALB) 濃度, AST濃度, γ -グルタミルトランスペプチダーゼ (γ -GTP) 濃度, 尿素窒素 (BUN) 濃度, 総コレステロール (T-cho) 濃度,

中性脂肪 (TG) 濃度, 遊離脂肪酸 (FFA) 濃度, ナトリウム (Na) 濃度, 塩素 (Cl) 濃度, Ca濃度, IP濃度, マグネシウム (Mg) 濃度, 総ケトン体, アセト酢酸, PTH濃度, I型コラーゲン-C-テロペプチド (1CTP) 濃度およびOC濃度の18項目とし, 分娩後にはOC濃度および1CTP濃度を除く16項目とした。

また, 重回帰分析⁹⁾により血清中のCa濃度と各検査項目の要因分析を行った。

8. 統計処理

統計処理は, 各調査項目のデータを週ごとの平均差のt検定を行った。

IV 結果および考察

1. 起立不能の有無

無調整区の1頭が起立不能になった。起立不能牛は午後2時に容易に自然分娩し, 元気であったが, 夜間に起立不能となり, 翌日早朝に死亡した。血清Ca濃度およびヘマトクリット値の正常範囲は血清Ca濃度が8.1~10.8mg/dl, ヘマトクリット値が25.7~37.5%で¹⁵⁾, 死直前の血清中Ca濃度は2.8mg/dl, ヘマトクリット値は50.6%であったことより, 死因は乳熱による起立不能で飲水不能となり, 熱射病によるものと推察された。

2. 乾物摂取量および体重1kgあたりの乾物摂取割合

乾物摂取量を表6に, 体重1kgあたりの乾物摂取割合を表7に示した。乾物摂取量は分娩前3週は両区とも12.5kgと同様に摂取したが, 分娩前2週からDCAD調整区が多く摂取する傾向を示し, 分娩前1週ではDCAD調整区が13.2kg/日と無調整区の10.4kg/日より1%水準で有意に多く, その後分娩後4週まで急速に増加し, DCAD調整区が無調整区より5%水準で有意に多く摂取した。また, 体重1kgあたりの乾物摂取割合において, 分娩前1週ではDCAD調整区が1.69%と無調整区の1.30%より1%水準で有意に高く, その後もDCAD調整区が分娩後1週に5%水準で, 分娩後2週以降で1%水準で無調整区より有意に高い値を示した。

分娩後日数ごとのDCAD調整が体重1kgあたりの乾物摂取割合に及ぼす影響を図1に示した。分娩後日数ごとの体重1kgあたりの乾物摂取割合は分娩後4日目に減少し, その後摂取量は増加する傾向にあり, DCAD調整区は分娩後日数すべてにおいて無調整区より多く摂取した。

これらのことから, 分娩前の飼料中に硫酸Ca200gおよび硫酸Mg50gとリンカル100gを添加することは分娩前後の飼料摂取量を増加させることが明らかになった。

表6 乾物摂取量 (kg/日)

区分	DCAD調整区	無調整区	p値
分娩前	n=3	n=4	
3週	12.5±0.4	12.5±1.2	
2週	12.7±1.0	11.8±1.1	
1週	13.2±0.5	10.4±1.4	**
分娩後	n=3	n=3	
1週	15.0±3.2	12.3±3.2	*
2週	19.9±3.3	16.6±1.9	*
3週	22.2±4.4	16.3±1.6	*
4週	24.5±4.7	19.0±1.7	*

注) **: p < 0.01, *: p < 0.05

表7 体重1kgあたりの乾物摂取割合 (%)

区分	DCAD調整区	無調整区	p値
分娩前	n=3	n=4	
3週	1.49±0.05	1.47±0.14	
2週	1.63±0.14	1.49±0.11	
1週	1.69±0.06	1.30±0.18	**
分娩後	n=3	n=3	
1週	1.80±0.37	1.56±0.38	*
2週	2.63±0.28	2.13±0.22	**
3週	2.90±0.29	2.28±0.19	**
4週	3.28±0.41	2.62±0.30	**

注) **: p < 0.01, *: p < 0.05

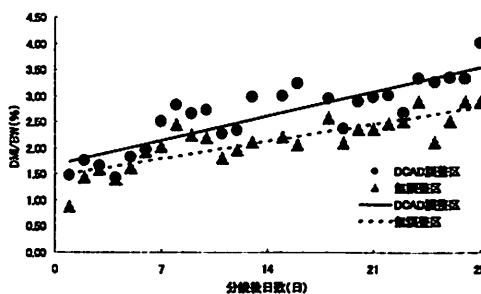


図1 分娩後日数ごとのDCAD調整が体重1kgあたりの乾物摂取量に及ぼす影響

3. 体重および体重増減率

体重を表8に示し、体重増減率を図2に示した。分娩前1週の体重はDCAD調整区で増加し、無調整区で減少したが、それ以外は両区ともほぼ同様の傾向が認められた。

区分	DCAD調整区	無調整区
分娩前	n=3	n=4
3週	780±94	804±98
2週	781±93	803±81
1週	793±87	800±85
分娩後	n=3	n=3
1週	711±97	747±77
2週	706±110	730±87
3週	687±114	765±75
4週	689±114	765±81

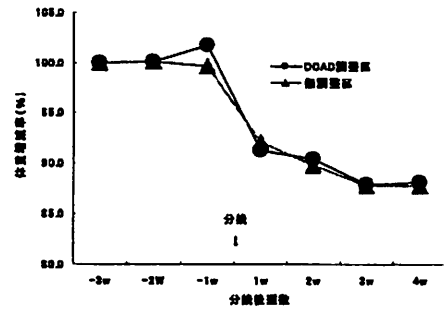


図2 体重増減率

4. 乳量

DCAD調整が乳量に及ぼす影響を表9に示した。分娩後1週の乳量はDCAD調整区が29.4kgと無調整区の1.8kgより7.6kg多く、その差は5%水準で有意であった。また、乳量は各週ともDCAD調整区が多く、分娩後6週を除いては有意な差であった。泌乳最盛到達週はDCAD調整区が7週で、無調整区の6週より1週間遅く、乳量はDCAD調整区が53.6kg/日で、無調整区の48.0kg/日より5.6kg/日多かった。筆者ら⁹⁾は高泌乳牛ほど泌乳最盛到達日数が遅くなると報告しており、DCAD調整をすることにより泌乳量が増加することが推察された。筆者ら¹⁰⁾は分娩後4週目の日乳量から305日乳量の簡易推定式を作成した。その推定式からDCAD調整区および無調整区の305日乳量を求めると、DCAD調整区が11012kgで、無調整区の10182kgより830kg多く生産することになる。

このことから、分娩前の飼料中に硫酸Ca200gおよび硫酸Mg50gとリンカル100gを添加することは分娩後の乳量を増加させることが示唆された。

区分	DCAD調整区	無調整区	p値
分娩後	n=3	n=3	
1週	29.4±11.9	21.8±9.0	*
2週	42.5±4.2	38.3±1.6	*
3週	48.4±2.7	43.8±3.3	*
4週	49.5±2.5	45.3±2.4	**
5週	50.6±3.1	44.6±2.3	**
6週	52.1±5.3	48.0±1.9	
7週	53.6±1.5	47.7±2.3	**
8週	48.9±3.1	44.8±3.1	*

注) **: p < 0.01, *: p < 0.05

5. 尿pH

DCAD調整が尿pHに及ぼす影響を表10に示した。尿pHはDCAD調整区は陰イオン塩添加期間が増すにつれ低下し、分娩前1週では6.14になった。無調整区はほぼ一定であったことから、DCAD調整剤の飼料中の陰イオン化が尿pHに影響を及ぼしたものと考えられた。

区分	DCAD調整区	無調整区	p値
分娩前	n=3	n=4	
3週	7.46±0.35	8.24±0.12	*
2週	7.10±0.34	8.15±0.16	
1週	6.14±0.86	8.20±0.04	

注) *: p < 0.05

6. 分娩前後の血液性状

1) 各検査項目間の相関

分娩前後の血清中のTP濃度、ALB濃度、AST濃度、 γ -GTP濃度、BUN濃度、T-cho濃度、TG濃度、FFA濃度、総ケトン体、アセト酢酸濃度、Na濃度、Cl濃度および1CTP濃度を表11に示した。分娩前の血清AST濃度はDCAD調整区が44IU/lで無調整区の62IU/lより1%水準で有意に低かった。また、分娩後も血清AST濃度はDCAD調整区が62IU/lで無調整区の100IU/lで1%水準で有意に低く、無調整区の血清AST濃度は正常範囲59~64IU/lより異常に高い値であった。肝細胞の傷害あるいは分娩に伴う産道損傷を伴うときに血清AST濃度は高い値を示す¹¹⁾。今回、胎盤停滞はDCAD調整区にはみられず、無調整区の3頭中2頭にみられたため、胎盤停滞によって血清AST濃度が高くなったと考えられた。なお、その他の項目においては両区に有意な差は認められなかった。

表11 分娩前後の血液性状

項目	分娩前		分娩後		正常範囲
	DCAD調整区 (n=3)	無調整区 (n=4)	DCAD調整区 (n=3)	無調整区 (n=3)	
総タンパク(g/dl)	6.9±0.2	6.6±0.1	7.4±0.2	6.8±0.2	6.5~7.5
アルブミン(g/dl)	3.1±0.02	3.0±0.1	3.1±0.04	3.0±0.1	3.0~4.5
AST(IU/l)	44±2	72±12**	62±1	100±28**	59~64
γ -GTP(IU/l)	23±1	23±1	30±3	26±1	11~32
尿素窒素(mg/dl)	8.5±1.8	8.8±1.1	10.0±0.9	11.3±2.6	6.4~24.3
総コレステロール(mg/dl)	84±14	80±5	119±31	103±36	59~282
中性脂肪(mg/dl)	13.9±0.6	10.9±1.0	3.8±0.7	3.7±0.7	—
遊離脂肪酸(mEq/L)	0.27±0.11	0.36±0.06	0.47±0.21	0.37±0.15	—
総ケトン体(μ mol/L)	397±43	372±19	553±57	487±102	—
アセト酢酸(μ mol/L)	2±1	1±1	4±1	3±2	—
ナトリウム(mEq/L)	142±2	143±1	141±1	136±9	—
塩素(mEq/L)	104±2	106±2	102±1	104±1	—
1CTP(ng/ml)	1.1±0.04	1.1±0.1	—	—	—

注1) AST: アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ, γ -GTP: γ -グルタミルトランスぺプチダーゼ, 1CTP: I型コラーゲン-C-テロペプチド。

2)**: $p < 0.01$

分娩前週数ごとの血清中のPTH濃度およびOC濃度を表12および表13に示した。血清中のPTH濃度、OC濃度および1CTP濃度は乳牛体内のCa代謝に関与する重要な血液検査項目で、血清PTH濃度は血清Ca濃度が低下すると上昇する¹²⁾。表12に示すように、血清PTH濃度は分娩前2週および1週では有意な差は認められないものの、DCAD調整区が無調整区に比べ高い値を示した。このことは、DCAD調整区において陰イオン化が乳牛体内のCaプールを大きくし、血液中のCa濃度が低下したことを示唆している。いっぽう、血清OC濃度は骨形成マーカーとして体液中のCaが骨へ動員するときに上昇し、血清1CTP濃度は骨吸収マーカーとして骨のCaが体液へ動員するときに上昇するといわれている¹³⁾。表11に示すように、骨吸収マーカーの血清1CTPは両区に差は認められなかった。しかし、表13に示すように血清OC濃度は分娩前2週および1週にはDCAD調整区が無調整区に比べ有意な差認められないものの低い値を示し、骨形成を抑制していることが示唆され、筆者ら⁹⁾の非妊娠牛へ陰イオン化飼料給与した結果と一致した。

以上のことから乾乳末期に硫酸Caおよび硫酸MgのDCAD調整による陰イオン化飼料を給与すると、陰イオン化によって乳牛体内のCaプールが大きくなり、骨形成が抑制されることが示唆された。

表12 DCAD調整が分娩前の血清PTH濃度に及ぼす影響 (ng/ml)

分娩前週数	DCAD調整区	無調整区
3週	1.0±0.3	1.1±0.4
2週	1.3±0.3	0.8±0.3
1週	1.0±0.3	0.8±0.4

表13 DCAD調整が分娩前の血清OC濃度に及ぼす影響 (ng/ml)

分娩前週数	DCAD調整区	無調整区
3週	13.3±3.3	11.9±5.4
2週	9.9±3.3	10.1±2.8
1週	6.8±1.3	8.9±3.5

表14~16には分娩後週数ごとの血清Ca濃度、IP濃度およびMg濃度を示した。血清中のCa濃度が5.6 mg/dl未満のものを臨床的な乳熱とし、8.0mg/dl未満のものを潜在的な乳熱とすると¹⁴⁾、DCAD調整区は正常範囲以内であったのに対し、無調整区の分娩後1週では6.6mg/dlと低い値を示し、この値は臨床的な乳熱に近い潜在的な乳熱であった。無調整区の1頭は分娩翌日に死亡し、死直前の血清中Ca濃度は2.8 mg/dlであった。

いっぽう、血清IP濃度および血清Mg濃度は両区とも正常範囲内¹⁵⁾で推移したが、無調整区の血清IP濃度は分娩後1週が4.4mg/dlで、分娩後4週が4.7mg/dlで低い値であったのに対し、DCAD調整区では異常は認められなかった。筆者ら⁷⁾はDCAD調整による陰イオン化の飼料を給与すると血清IP濃度が低下すると報告したが、今回はリンカルを補給しており、そのことは血清IP濃度の恒常性維持に有効であったと考えられた。

これらのことより、乾乳末期のDCAD調整による陰イオン化飼料給与およびリンカルの併用は分娩前後のミネラルバランス調整に有効で、乳熱防止に効果的であることが示唆された。

表14 DCAD調整が分娩後の血清Ca濃度に及ぼす影響 (mg/dl)

分娩後週数	DCAD調整区	無調整区
1週	8.5±0.2	6.6±2.2
2週	9.0±0.2	9.0±0.3
3週	8.9±0.1	8.8±0.4
4週	9.2±0.1	9.1±0.1

表15 DCAD調整が分娩後の血清IP濃度に及ぼす影響 (mg/dl)

分娩後週数	DCAD調整区	無調整区
1週	5.7±0.4	4.4±0.6
2週	5.7±0.3	6.3±1.1
3週	5.4±0.3	5.6±0.8
4週	5.5±0.9	4.7±0.04

表16 DCAD調整が分娩後の血清Mg濃度に及ぼす影響 (mg/dl)

分娩後週数	DCAD調整区	無調整区
1週	2.3±0.3	2.4±0.3
2週	2.3±0.3	2.3±0.3
3週	2.4±0.1	2.7±0.2
4週	2.4±0.3	2.6±0.2

分娩前後の血清中のCa濃度と各検査項目について重回帰分析を行ったところ、血清Ca濃度はALB、FFA、Mg、IP、Na、Cl、およびアセト酢酸と偏相関があり、以下の回帰式が得られた。この回帰式から得た推定値と実測値との標準誤差は0.37mg/dlで、精度の高い関係式であった。血清中のCa濃度が高くなる場合は、ALB、IPおよびNaが高く、FFA、Mg、Clおよびアセト酢酸が低い場合である。血清中のALBが低い場合、肝機能障害の疑いがあり、FFAが高い場合は体蓄積脂肪が血液中へ動員している可能性がある¹⁶⁾。また、肝機能減退し、体脂肪がうまく利用できないときにアセト酢酸を含む総ケトン体の値は高くなる¹⁷⁾。このことから、重症な低Ca血症である乳熱を防止するためには、DCAD調整を行い乳牛体内を陰イオン化をする以外に、肝機能の低下および体蓄積脂肪の動員をさせないことも重要であると思われる。

分娩前後の血清Ca濃度と関係する血液検査項目

$$1.37 + 1.45 \times \text{ALB} - 0.79 \times \text{FFA} - 0.53 \times \text{Mg} + 0.12 \times \text{IP} + 0.06 \times \text{Na} - 0.05 \times \text{Cl} - 0.04 \times \text{アセト酢酸}$$

($r=0.92$, $p<0.01$, 標準誤差±0.37。)

注)ALB: アルブミン, FFA: 遊離脂肪酸, Na: ナトリウム, Cl: 塩素, IP: 無機リン, Mg: マグネシウム。

以上のことから、乾乳末期に硫酸Caおよび硫酸MgのDCAD調整による陰イオン化飼料を給与し、リンカル等のミネラル補給をすると、乳熱を低減させ、分娩後の乳牛体内のミネラルバランスが維持され、その結果、分娩後の飼料摂取および乳量を増加させることが示唆された。

VI 引用文献

- 1) 田中享一, 1991, 明解獣医学辞典, 962-963, 株式会社チクサン出版
- 2) Clark J.H., 2001, Unique aspects of dairy cattle nutrition, Norman G., National Research Council, *Nutrient requirements of dairy cattle*, 184-213
- 3) Block E., 1984, Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever, *J. Dairy Science*, 67, 2939-2948
- 4) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 2000, 乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立(1)乾乳末期におけるグルタミン酸発酵副産物のイオンバランス調整剤給与が乳牛に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, 38, 10-17
- 5) Erb H.N. and Grohn Y.T., 1988, Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cow, *J. Dairy Science*, 71, 2557-2571
- 6) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 2001, 乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立(2)各種イオンバランス調整剤の嗜好性, 沖縄畜試研報, 39, 5-10
- 7) 島袋宏俊・玉城政信・後藤英子, 2002, 乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立(3)イオンバランス調整剤添加飼料給与が骨代謝に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, 40, 13-20
- 8) 上田太郎・荻田正雄・本田和恵, 2003, 実践ワークショップExcel徹底活用多変量解析, 91-158, 株式会社秀和システム
- 9) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 2001, 沖縄県におけるホルスタイン種乳用牛の産乳性(4)分娩月別泌乳曲線, 沖縄畜試研報, 39, 11-20
- 10) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 1999, 沖縄県におけるホルスタイン種乳用牛の産乳性(3)乳量階層別泌乳曲線, 沖縄畜試研報, 37, 9-17
- 11) 元井霞子, 2000, 代謝プロファイルテストの実際, 内藤善久・浜名克己・元井霞子編, 文永堂出版, 生産獣医療における牛の生産病の実際, 55-98
- 12) Littledike E.T. and Goff J., 1987, Interactions of Calcium, phosphorus, magnesium and vitamin D that influence their status in domestic meat animals, *J. Dairy Science*, 65, 1727-1743
- 13) Liesegang A., Eicher R., Sassi M.-L., Risteli J., Kraenzlin M., Rind J.-L. and Wanner M., 2000, Biochemical markers of bone formation and resorption around parturition and during lactation in dairy cows with high and low standard milk yields, *J. Dairy Science*, 83, 1773-1781
- 14) Roche J.R., Morton J. and Kolver E.S., 2002, Sulfur and chlorine play a non-acid base role in periparturient calcium homeostasis, *J. Dairy Science*, 85, 3444-3453
- 15) 木田克弥, 2000, 代謝プロファイルテストの実際, 内藤善久・浜名克己・元井霞子編, 文永堂出版, 生産獣医療における牛の生産病の実際, 13-33

研究補助：又吉康成, 赤嶺圭作, 石垣 新, 小浜健徳, 伊芸博志, 官里貴志