

第一胃発酵の健全化を意識した高泌乳牛の飼養管理

畜産・飼料調査所 阿部 亮

I 現在の日本酪農の飼養管理における技術課題

1. 長命ではない

1) 平成24年度の検定牛の除籍時年齢

	都府県	北海道	
4年未満	20.3	23.8	◎平均除籍産次
4年以上5年未満	18.0	17.2	都府県3.31
5年以上6年未満	17.5	16.1	北海道3.57
6年以上7年未満	15.3	14.7	◎平均除籍月齢
7年以上8年未満	11.5	10.8	都府県71.1
8年以上9年未満	7.5	7.3	5.9年
9年以上10年未満	4.7	4.8	北海道71.3
10年以上	5.2	5.2	5.9年

2) 除籍の理由は何か (平成24年度牛群検定成績から)

都府県：乳器障害	14.1%	繁殖障害	17.2%	肢蹄故障	6.0%
消化器病	3.0%	起立不能	4.6%	低能力	16.9%
死亡	23.5%	乳用売却	11.5		
北海道：乳器障害	23.0%	繁殖障害	20.1%	肢蹄故障	12.7%
消化器病	2.1%	起立不能	5.0%	低能力	4.7%
死亡	21.3%	乳用売却	11.1%		

2. 繁殖が良くない、空胎日数が長くなり、分娩間隔が長くなっている。

昭和58年	全国の分娩間隔平均値	395日	検定牛乳量	6,704kg/年
平成24年	全国の分娩間隔平均値	435日	検定牛乳量	9,286kg/年

◎「酪農は繁殖さえ良ければ儲かる」と言われてきた、それが今、そうではなくなっている。

◎分娩間隔の長期化：→経営負担の増大

- ・診療費・医薬品費の増大
- ・精液代金・種付け料の加算
- ・産子数減少による子牛販売収入の減少
- ・産子数減少による更新牛購入費の増加
- ・空胎日数増加による低泌乳持続、飼料効率の低下

3. 暑熱感作

1) 環境温度の上昇は乳牛の生産性を大きく低下させる

	18℃	26℃	30℃
体重kg	561 a	543 b	528 c
体温℃	38.4 a	39.3 b	40.3 c
呼吸数 回/分	33.7 a	58.3 b	73.1 c
乳量kg/日	27.5 (100)	23.3 (85)	19.3 (70)
乳成分合成量g/日			
乳脂肪	834 (100)	717 (86)	615 (74)
乳蛋白質	840 (100) a	681 (81) b	554 (66) c
乳糖	1,606 (100)	1,363 (85)	1,104 (69)

a b c 異符号間に5%水準で有意差あり (栗原ら、九州農業試験場報告、29号1995年、)

2) 真夏日・猛暑日は多くなるという予測

2013年1年間の各地域の真夏日・猛暑日の日数

	足寄	鶴岡	宇都宮	熊谷	岡山	広島	松江	福岡
猛暑日 (日最高気温が35℃以上の日)	0	1	5	23	20	14	4	30
真夏日 (日最高気温が30℃以上の日)	12	29	50	70	75	77	65	77

(weather time j-net /summer/hottestlistst)

地球温暖化で増加する真夏日の日数
 (2080~2100年の予測、環境省)

	平均値 (主な都市)	温暖化が最も進んだ場合の増加日数
北日本太平洋側	釧路 0.1日	+35.1日
東日本太平洋側	東京 48.5日	+58.4日
西日本太平洋側	大阪 73.2日	+68.6日
北日本日本海側	札幌 8.0日	+38.6日
東日本日本海側	新潟 33.5日	+53.8日
西日本日本海側	福岡 57.1日	+65.9日
沖縄・奄美	那覇 96.0日	+86.7日

4. 粗飼料の質に向上が見られない(北海道の牧草サイレージと都府県の輸入イネ科乾草)

2011年産と10年前、2002年産の北海道内イネ科草サイレージ
(細切サイレージ)の平均成分含量の比較(乾物中%)

	粗蛋白質	総繊維	低消化性繊維	TDN含量*
2011年	11.6	69.0	59.8	(53.7)
2002年	12.7	63.8	56.0	(56.2)

(篠田英史、グラス&シード、2013) TDN含量:阿部の計算値

輸入イネ科乾草の粗蛋白質、総繊維、TDN含量
(平均値、乾物中%)

- ①昭和後期製品:全国フォレージテスト協議会が収集した108点のチモシー乾草
粗蛋白質 7.6 TDN 55.0
- ②平成3-5年製品:栃木県酪農試験場分析、オーツ乾草66点、スーダングラス乾草
30点、チモシー乾草24点
オーツ乾草(粗蛋白質5.2 TDN51.5、総繊維64.1±4.5)
スーダングラス乾草(粗蛋白質8.8 TDN50.5 総繊維67.8±2.6)
チモシー乾草(粗蛋白質5.2 TDN49.3 総繊維68.9±4.9)
- ③平成14年製品:日本大学分析、オーツ乾草20点、スーダングラス乾草23点、チモ
シー乾草70点
粗蛋白質(オーツ乾草6.8 スーダングラス乾草8.0 チモシー乾草7.8)
- ④平成17・18年製品:岩手大学分析、オーツ乾草8点、スーダングラス乾草10点、
チモシー乾草12点
TDN(オーツ乾草56.2 スーダングラス乾草55.4 チモシー乾草55.6)

(阿部まとめ)

II 課題の解決のためにはどうするか

上記の課題について、牛舎の中で牛はどのような状況にあり、どうすべきかを考えてみる。



主に栄養管理の視点から



乳牛は本来草食動物であったが、次第に雑食化傾向になってきた、穀類や油粕類そして今では禁止されているが魚粉や肉骨粉も使われてきた、高位（量と質の両方）な牛乳生産を求めて



したがって、自ずから草に対して穀類等濃厚飼料の割合増加には限度がある。



それは第一胃発酵の状況が判断のバロメータとなる



第一胃発酵を正常に保つ、ということを基本に置きながら、種々の問題について考えてみたい。

1. 肢蹄障害（蹄病）

根室農業改良普及センターの吉田忠氏の論文（デーリイマン2014年10月号）を要約して紹介する。（カッコ内は阿部注記）

- 1) 蹄に問題を抱えるフリーストール酪農家2戸、経産牛332頭が調査対象
- 2) 39%に当たる牛（131頭）が削蹄時に蹄病処置を受けていた
- 3) 二つの課題が明らかになった。一つは、「蹄浴回数と濃度および蹄の汚れ」、もう一つは、「第一胃内で異常発酵しやすい飼料給与と飼槽管理」である。
- 4) 「蹄浴回数と濃度」

フリーストールという施設の特徴から湿った状態に蹄がさらされ、肢蹄に糞尿がこびりつき、蹄浴回数が不定期で薬浴濃度が薄い状態にあった。この環境下で長期に蹄がさらされ、細菌感染疾病である蹄皮膚炎感染を助長し、蔓延する状態にあった。

5) 「飼料給与と飼槽管理」

①残食の「篩い分け」から、乳牛は粗飼料をより多く残し、細かな飼料を選択採食していた。細かな飼料は穀類等の濃厚飼料である。TMRの混合の悪さが選び食いを助長していた。

②飼料設計の栄養濃度と実際に採食している栄養濃度を比較すると、大きな違いが認められた。第一胃内pHが低下しやすいNFCとデンプン濃度が設計値よりも高く、繊維NDFが少なくなっていた。デンプンの設計値は26.6%、採食値は29.7%、NDFの設計値は40.1%、採食値は36.1%

（潜在的なルーメンアシドーシスが誘発されていたと考えられる。第一胃内での異常発酵

が生じた場合には、乳酸やヒスタミンが形成され、これが蹄真皮分布している毛細血管に作用してうっ血と蹄皮炎を起こし神経を刺激して疼痛を生じる)

③第一胃内で発酵速度が高い大麦を発酵速度の低いトウモロコシに置き換え、(良質な粗飼料とビートパルプを給与し、掃き寄せなど、選択採食をさせないような飼槽管理) などの改善措置をとったところ、肢蹄潰瘍に減少がみられた。

2. 分娩・泌乳開始～高泌乳期に見るべきこと

1. 分娩後の乳量の増加と負のエネルギーバランスの継続

下表は分娩直後から105日間の間、毎日の乳量と飼料摂取量、1週間に一度の体重測定が行われた9頭の乳牛の飼養成績である。群馬県畜産試験場のデータである。

表2. 分娩後の体重減少

乳牛No	27	73	87	1	82	77	74	79	76
分娩後1週									
体重kg①	751	606	616	693	582	607	666	628	610
DMIkg	19.3	16.2	17.2	13.7	17.5	15.0	15.9	17.7	17.2
乳量kg	31.8	40.0	35.6	35.6	29.9	36.0	33.8	36.4	32.2
最大体重減少									
週	9	3	7	5	7	4	減	6	4
体重kg	741	584	552	668	536	579	なし	610	587
①からの減少量kg	-10	-22	-64	-25	-46	-28		-18	-23
分娩3週後のボディコンディションスコア	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	2.0
105日間の受胎状況、受胎日数、×はこの期間内に受胎せず	×	77日	×	105日	47日	×	×	×	×
繁殖に関する疾病 (A: 鈍生発情、B: 卵胞嚢腫、C: 卵胞破碎、無: 疾病無し)	A	無	C	B	無	B	B	B	無
分娩後3週までのケトン体	-	-	+	-	-	+	-	+	-
泌乳ピークの週、乳量、乳成分、DMIkg									
週	8	5	6	6	7	5	4	6	4
乳量	42.3	47.4	45.7	51.8	33.3	49.3	44.5	41.9	42.6
乳脂率%	3.77	3.04	3.32	3.47	3.64	3.79	4.15	4.07	3.47
乳蛋白質率%	2.95	2.92	2.62	2.79	3.11	2.86	2.68	2.61	2.95
乾物摂取量kg/日	24.0	25.1	23.7	22.2	21.8	24.6	25.8	24.1	21.1

3. 負のエネルギーバランス（NEB）が乳牛に及ぼす影響

1) エネルギーギャップの大きさ

飼料摂取量が「分娩のストレス」、「消化管の容積・組織の回復の遅延」、「高いレベルの牛乳生産」に追いつかず、個体によってその程度は異なるが負のエネルギーバランスが継続する。

エネルギーの収支について、乳牛の維持要求量と牛乳生産のための要求量と摂取量をTDNを指標として計算すると、給与飼料TMRの乾物中のTDN含量が76%であるので、例えば、No1牛の1週目で計算すると、1日のTDNの出納は4.9kgであり、6.4kgの飼料乾物に相当するエネルギーを体脂肪等を削って自身の維持と乳生産に振り向けていることになる。

2) インスリンに代わってのグルカゴンの代謝支配

NEBの状態下、体内では異化作用が進行する。体脂肪や体蛋白質の分解を支配するのがグルカゴンである。グルカゴンの主な標的器官は肝臓と脂肪組織であるが、その機能は、「肝臓ではグリコーゲンの分解、アミノ酸からの糖新生の促進」、「脂肪組織では中性脂肪の分解と遊離脂肪酸からのケトン体生成の促進」が主である。

エネルギーバランスがプラスの状態では、代謝はインスリン支配となり、体蛋白質、脂肪、グリコーゲンの合成が促進されるために、インスリンはリッチホルモンとも言われるが、グルカゴンはその逆である。

したがって、適切な血中のインスリン/グルカゴン比（I/G）を維持するような栄養素給与の手法が分娩後のエネルギーギャップを最小にするために必要となる。

3) ケトン体の生成

上表の中ではNo87の乳牛の体重減少が最も大きく、分娩後7週目では1週目に比べて6.4kgの体重減である。この牛の分娩1週目のボディコンディションスコア（BCS）は3.5であったが、分娩5週後のBCSは2.5と低下している。分娩7週後のBCSも2.5と仮定し、1週と7週の体重とそれぞれのBCSから体脂肪の減少量（削りだし量）を計算するとそれは4.6kgとなる。

削り出された体脂肪は遊離脂肪酸となって血中に移行し、体内の各組織に運ばれ、分解代謝の中間物質としてアセチルCOAに変換され、乳脂肪に再合成されたり、エネルギー源（ATP生産）に使われたりするが、体脂肪の動員が急速に促進され、アセチルCOAが過剰に生産された場合には、アセチルCOAがアセトアセチルCOAに変化し、さらにそれからアセト酢酸、β-ヒドロキシ酪酸、アセトンのいわゆるケトン体が作られる。

No87の乳牛は分娩3週までの間にケトン体の発生が見られている。

4) ケトーシス

体内にケトン体が異常に蓄積した状態をケトーシスと呼んでいるが、その症状は、「消化器型」、「神経型」、「乳熱型」、「随伴型」と多様であるが、消化器型の場合には、乳量の減少、食欲の低下、胃運動と反芻の低下を引き起こす。

近年、言われているのは、明確なケトーシスの状態は示さないが、中程度の血中ケトン体濃度の上昇に伴う種々の周産期疾病の発生原因となっているケースについてである。これは潜在性ケトーシスとも言われている。

血中のケトン体は尿と乳に排泄される。しかし、血中のアセト酢酸と β -ヒドロキシ酪酸は尿細管で70~95%回収され、なかなか体外に出て行かないという性質を持つ。

乳中のケトン体の濃度は正常値が4.0 mg/dlであるが、ケトーシスでは5 mg以上に上昇し、10~50 mgの値を示すものが多く、100 mg以上に上昇することもある。

5) 体蛋白質の動員とメチルヒスチジン

乳牛の負のエネルギーバランスの状態では体蛋白質の動員についても考えねばならない。前記、No 87の乳牛では、体重減少時に約2 kgの体蛋白質の減少が計算される。

体蛋白質の動員が起きているかいないかの指標に使われるのが、3メチルヒスチジンである。これは体蛋白質の分解によって生ずるアミノ酸であるが、骨格筋内では全く利用されずに血中に移行する。ケトーシスを発症した乳牛ではこのアミノ酸の血中濃度が対照牛に対して統計的に有意に高くなるという報告が多い。

6) グルコースの節約

エネルギーバランスが負の乳牛では乳量を維持するために、体重を減少させ、炭水化物と脂肪の代謝を変化させる。乳牛の血中インスリン濃度は前述のように減少するが、その結果、筋肉や脂肪組織でのグルコースの取り込み量が減少する。同時に、脂肪組織からはエネルギーと乳脂肪の前駆物質としての遊離脂肪酸が放出される。これによってグルコースが節約され、乳糖を生産するために、より多くのグルコースが乳腺で利用可能となり、乳量の増加（維持）がもたらされる。

7) 負のエネルギーバランスが繁殖に及ぼす影響

世界的に見て高泌乳牛の繁殖成績（黄体の活動、初回発情、受胎率）は低下の傾向にある。その原因の一つとして負のエネルギーバランス（NEB）が挙げられる。そしてNEBは特に卵胞の機能を低下させることが知られている。その周辺について、川嶋・宮本の報告を紹介する。

- ①負のエネルギーバランスの状態下では、代謝が異化代謝にシフトするために、血中の成長ホルモン（GH）や遊離脂肪酸の濃度が上昇し、グルコース、インスリン、インスリン様成長因子（IGF-1）が低下する。
- ②これらのホルモンの分泌動態が分娩後の卵巣機能を左右する可能性が考えられる。
- ③実際に、負のエネルギーバランスの程度が大きく、その期間が長いほど、分娩後の初回排卵が遅延することが報告されている。
- ④分娩後、50日目にインスリン濃度を増加させるような飼料は排卵を促すとされている。
- ⑤IGF-1やインスリンは卵巣への直接作用を持つ。IGF-1は卵胞の発育期に、インスリンは卵胞成熟期にそれぞれ作用することが試験で示された。

4. 泌乳期における栄養素摂取・代謝と繁殖との関係

1) 蛋白質の給与

繁殖成績に関しては高蛋白質の給与は問題が多いようである。高蛋白質の給与では必然的に血中の尿素態窒素 (BUN) 濃度が上昇するが、血中の尿素態窒素が 20 mg/dl を超えると、人工授精による受胎率が 20% 低下することが報告されている。

また、和牛では正常胚率と BUN、そして BUN/グルコースの間には密接な関係があることが細川によって報告されている。つまり、BUN が 13 mg/dl 以下の場合には正常胚率が 70% 以上と高く、18 mg/dl 以上では 50% 未満であったと報告している。そして、正常胚率を高めるためには飼料中の NFC (糖・デンプン質) と溶解性蛋白質 (DIP) の比率に留意すべきで、NFC/DIP を概ね 5 以上にすることを提案している。血液中の尿素態窒素濃度の上昇は卵胞液の尿素態窒素濃度の上昇を招き、それが卵子へ悪影響を与えると考察している。そして、高 BUN に曝された牛の卵子は分割率が低下する (正常な細胞分裂を起こさない) ことを観察している。

2) デンプン含量 (最低水準は?)

泌乳初期の負のエネルギーバランスを解消するために消化率の高い易利用性炭水化物であるデンプンの給与量が高めることがなされるのが一般的である。また、前記したように繁殖に影響を及ぼす代謝性ホルモン (インスリン/グルカゴン) の水準もデンプンの給与レベルと関係する。ここでは、デンプンと脂肪の給与が卵巣機能、血漿中産物、代謝性ホルモン、生殖ホルモン濃度との関係を調べた試験を紹介する。

<試験方法>

エネルギーと蛋白質含量を同じくして、脂肪とデンプン含量の異なる 5 つの試験区を設定した。乳牛頭数は 30 頭。脂肪含量は乾物中、3.9、4.2、4.3、4.5、4.8%、デンプン含量は乾物中、23.1、18.3、15.9、13.5、8.7% とした。

<成績>

①分娩後 60~70 日の間、乾物摂取量 (23.8 kg/日)、乳生産量 (43.3 kg/日)、エネルギーバランスには群間に差はなかった、②飼料中のデンプン含量の増加 (脂肪含量の減少) にともなって血漿中のインスリン/グルカゴン比 (I/G) は増加し、その限界点は飼料中デンプンが 15.9%、脂肪含量が 4.3% の時であった。I/G 比はデンプン 23.1% で 3.86、デンプン 18.3% で 3.78、デンプン 15.9% で 3.59、デンプン 13.5% で 2.98、デンプン 8.7% で 2.06 であった。

結論的には、「繁殖適期において適切なインスリン/グルカゴン濃度を保つためには、乾物中のデンプン含量を 16% 以上、脂肪含量を 4.4% 以下に保つべきであり、これらの条件は卵巣機能に正の影響を及ぼすことが示された」。

3) デンプン含量 (上限は?)

7 都県 (千葉県、東京都、栃木県、山梨県、群馬県、長野県、愛知県) の 64 頭の泌乳牛の試験成績を紹介する。分娩後 105 日間、毎日の乾物摂取量、定期的な採血、ルーメ

ン液の採取・分析が行われている。

- ①試験区は乾草とトウモロコシの比率を変えて調製したTMRが3種類（3試験区）
- ②TMRの乾物中組成

	TDN	粗蛋白質	NDF	デンプン
高デンプン区	76.0	15.5	35.5	28.0
中デンプン区	74.5	15.6	35.7	23.6
低デンプン区	72.9	16.5	35.7	19.3

- ③乾物摂取量は試験開始（分娩後1週）から6週次にかけては、高デンプン区、中デンプン区、低デンプン区の順に増加した。しかし、高デンプン区は6週次をピークに停滞し、11週次以降は下降する傾向を示した。デンプン含量の高い飼料を長期間給与することの弊害がみられた。
- ④分娩後5日から105日間の平均乳量が高デンプン区が36.3kg、中デンプン区が35.1kg、低デンプン区が35.0kgであった。乳質では乳蛋白質率が高デンプン区が3.12%、中デンプン区が3.03%、低デンプン区が3.06で、高デンプン区と低デンプン区の差は有意（ $p < 0.05$ ）であった。
- ⑤分娩後150日までの受胎率は低デンプン区が82.4%、高デンプン区が75.0%であった。

5. 暑熱感作に対する乳牛の反応・人為的な対応

暑熱感作に対して乳牛の栄養素の代謝はどのようなか、繁殖機能への影響はどのようなことがあるのかを考えてみる。

1) 筋肉組織の蛋白質の利用

暑熱ストレスを受けない「負のエネルギーバランス」(NEB)の牛は前述のように体脂肪を削り、それをエネルギーとして利用するために血中の遊離脂肪酸(NEFA)濃度は上昇する。しかし、暑熱ストレス牛はこのような遊離脂肪酸の上昇は見られない。

暑熱ストレスを受けた乳牛は血漿尿素態窒素の増加が観察される。つまり、この場合には筋肉組織が体内のエネルギー供給に参与していることが推察される。

また、暑熱ストレスの乳牛では、このように遊離脂肪酸からのエネルギー供給に依存することが出来ないため、筋肉のような組織のエネルギー要求をグルコースで賄う必要が生じる。そのために乳腺への乳糖合成のためのグルコース量が減少し、乳量の低下を招くと考えられる。

2) 蛋白質の過剰給与

暑熱ストレス時には飼料のエネルギー含量や蛋白質含量を高める場合があるが、特に蛋白質については注意が必要である。蛋白質を過剰に給与すると、尿素の合成や排泄にエネルギーを消費するために、乳生産が抑制される。血中の非蛋白態窒素濃度は直腸温度と正

の相関を示すところから、蛋白質を過剰に給与すると、エネルギーの利用効率が低下し、熱発生量が増加すると考えられる。

3) 穀類の給与

暑熱ストレス牛では、グルコースの要求量が高まる。そこで、低繊維含量、高デンプン含量の飼料給与によってルーメン内のプロピオン酸の生成量を高めようとする考え、実践があり、効を奏する場合が多い。しかし、暑熱ストレスによる飼料摂取量のバラツキ、ルーメンにおける緩衝能の低下によりルーメンアシドーシスが起りやすい状態になるので、この点に関する注意が必要である。ここでは、粗飼料の採食性が大きなカギを握る。

4) 糖新生と肝臓機能

プロピオン酸から乳牛は肝臓でグルコースを作る、いわゆる糖新生が行われる。暑熱ストレスを受けた乳牛では低グルコース血漿に陥り、グルコースの利用速度が上昇することが示されている。暑熱ストレスを受けた乳牛の乳糖生産量は同量の飼料を摂取した非暑熱感作牛の乳糖生産量よりも370g/日少ないことが報告されている。また、暑熱ストレスは肝臓の機能にも影響し、糖新生関連の遺伝子の発現を抑制することが示された。

5) 飼料と特異動的作用による熱発生量

乳牛の飼料摂取による熱量増加は、特異動的作用に関しては、生草>乾草>細切乾草>ペレットの順であり、粗飼料の細切給与は意味を持つ。代謝に伴う熱量増加では、蛋白質>炭水化物>脂肪の順である。炭水化物では、特異動的作用の面から、繊維>デンプンである。

6) 胃運動の低下

暑熱ストレスを受けている乳牛は反芻回数が減少する。18℃ではルーメンの収縮運動が2.23回/分であったものが、32℃では1.88回/分と低下し、その結果、飼料のルーメン内滞留時間が18℃の36.6時間から32℃では43.2時間と長くなったという報告がある。その結果、乾物摂取量は減少する。

7) 暑熱と繁殖（生殖ホルモンの減少）

高温によって脳下垂体前葉は機能が減退し、性腺刺激ホルモンの分泌が低下する。そのために、卵胞ホルモンや黄体ホルモン等の生産が損なわれ、繁殖機能に障害を来す。また、黄体形成ホルモンの減少によって、卵巣からの排卵およびその後の黄体形成も不調になるとされている。

8) 暑熱と繁殖（精子の活力減少）

高温は精子の生存率を低下させ、また、たとえ受精が成立しても、子宮内の状態が受精卵の発育に適さないために、卵の発育停止や胚の死滅による早期の流産が起こるとされている。

6. 飼養試験成績に見る暑熱感作と乳牛の反応

ここまで、暑熱感作が乳牛の生理に及ぼす影響について種々の面からみてきたが、それでは実際に高温感作を受けている乳牛はどのような反応を示すのか、栗原のデータを紹介する。

<試験方法>

乳牛：4頭、平均乳量28kg 飼料：イタリアンライグラス乾草30%—濃厚飼料70% 室温：18℃—26℃—30℃

<試験成績>

表2. 飼料摂取量と消化率

	18℃	26℃	30℃
乾物摂取量 kg/日			
濃厚飼料	12.0	10.3 (86)	8.4 (70)
乾草	6.1 a	4.5 (74) ab	3.7 (61) b
計	18.1 a	14.8 (82) ab	12.1 (66) b
消化率			
粗蛋白質	64.5	64.0	69.2
ADF	47.5	47.7	52.4

カッコ内は18℃区に対する比率% a,b P<0.05 (栗原ら、九州農業試験場報告、29号、1995)

◎環境温度の上昇にともなう乾草の摂取量の低下は濃厚飼料の低下の比率より大きい
→設計値としての粗濃比 (NDF/デンプン) が採食乾物ではデンプン濃度が高くなる。

◎粗飼料の質が採食量の観点から重要 (特別あつらえのものの生産・購入) →後述

7. イスラエルの農場の暑熱対策

以前に訪れたイスラエルの酪農場のマネージャー氏との会見記

- ・農場のリーダーというものは150%の仕事をして始めてリーダーと言える。
- ・搾乳の後、フリーバーンの連動スタンションをロックし、送風(6分)と散水シャワー(20秒)を繰り返して1.5時間行う。
- ・この間、30%の乳牛をモニターとして体温(直腸温)の測定を行い、送風・シャワー前後の体温差が1.0~1.5℃にならないければ更に冷却を続ける。
- ・冷たい水を飲ませることが重要である。水槽は毎日清掃する、水も1日に何回か換える。
- ・飼料の給与回数を多くし、ルーメンへの負担を軽減させる。一時的な膨満度の増加を防ぐ。1日に6回、新鮮なTMRを給与する。
- ・粗飼料の質と相まって、暑熱下でも採食量は低下せず、乳量水準も維持出来ている。

- ・このような管理は動物福祉の観点から行っているのではない、くまでも経営利益を高めるためである。

<帰りの飛行機の中で考えたこと>

飼料をおいしく食べさせるということは、動物福祉ではない、とはいいながらも、暑熱下の砂漠の中で乳牛を飼っている、「ありがとう」という牛への愛情観念が心底にあり、それが徹底した150%の管理を実行させているのではないか、突き詰めて考えると、経済合理主義＝乳牛への感謝・愛＝動物福祉が一並びの関係にあるのだろう。

8. 「粗飼料の質」とは何か

「良質の粗飼料」とは、

- ・採食量が多い
- ・繊維の消化率が高い
- ・TDN含量が高い（イネ科の牧草ならば乾物中65%前後）
- ・粗蛋白質の含量が高い（イネ科牧草ならば乾物中12%前後）
- ・β-カロテンやα-トコフェロールなどの脂溶性ビタミン（その前駆体）の含量が高い
- ・ミネラルのバランスが良い（KとMg等）

異なる刈り取り時期のチモシー乾草の乳牛による自由採食量の比較
(阿部ら、乾乳前乳牛4頭)

	乾草A	乾草B	乾草C
乾物中組成%			
粗蛋白質	9.8	7.9	8.0
高消化性繊維Oa	14.6	10.3	4.5
TDN	60	56	51
乾物摂取量kg/日			
配合飼料	4.9	4.9	4.9
乾草	10.3 a	9.5 ab	8.5 b
乾草Aに対する摂取比率%			
乾物	100	92	83
TDN	100	85	69
乾草からの摂取可消化炭水化物kg/日			
	4.9 a	4.0 b	3.7 b
乾草からの菌体蛋白質量g/日 (推定値)			
	921	752	696
乾草からの揮発性脂肪酸生成量g/日 (推定値)			
酢酸	2,050	1,701	1,529
プロピオン酸	849	704	633
酪酸	247	205	184

刈り取り時期の異なるイネ科牧草サイレージの乾物摂取量、化学組成、
 消化管滞留時間 (甘利・阿部ら、)
 <イタリアンライグラス、乾乳牛4頭の平均値>

	A	B	C	D
水分含量 %	64.3	60.2	55.0	59.2
乾物摂取量 kg/日	9.4	8.5	7.2	6.3
化学組成 乾物中%				
粗蛋白質	11.2	6.6	4.9	4.5
NCWFE (NFC)	18.2	25.5	22.8	19.1
総繊維 (NDF・OCW)	56.6	58.4	63.9	68.1
高消化性繊維 (Oa)	14.4	9.2	6.9	7.0
低消化性繊維 (Ob)	42.2	49.2	57.0	61.1
リグニン	4.3	5.3	6.4	7.3
ルーメン滞留時間 時間	19.0	24.4	30.0	30.0
下部消化管滞留時間 時間	16.4	16.2	19.1	23.9

9. 牛舎内での点検事項

第一胃内の正常な発酵や乳牛の健康・快適性が保たれているか否かが日常的に適切に把握されることが飼養管理のスタートとなる。それは、例えば以下のような内容である。

- | | |
|------------------------|-----------|
| 1 発情発見と措置、妊娠確認 | 16 糞の性状 |
| 2 飼槽、水槽、搾乳器具の衛生状態 | 17 分娩時の状況 |
| 3 牛舎内の清潔性 牛床の乾燥状態 | 18 空胎日数 |
| 4 搾乳機器の点検 | |
| 5 乳牛間の社会的な競合状態 | |
| 6 乳牛の快適性 | |
| 7 健康観察と臨床症状 | |
| 8 飼料摂取の状況、残食の量と内容、嗜好性 | |
| 9 乳牛の反芻状況 | |
| 10 飼槽の掃き寄せ状況 | |
| 11 飼料価格 | |
| 12 牛舎内の通気性 湿度 温度 乳牛の体温 | |
| 13 乳量と乳質 | |
| 14 飲料水の性質 | |
| 15 粗飼料の成分含量・栄養価 飼料設計 | |

10. 牛群の点検のための基盤・ツールと地域の連携

- 1) 上記の各種の点検のためには、乳牛の個体と照らし合わせてみるべき材料・資料・ツールが必要である。それは、「牛群検定成績」、「飼料分析結果報告書」、「飼料設計表」、「代謝プロファイルテスト結果 (and MUN)」、「繁殖カレンダー」など
- 2) 点検は酪農家個人だけではなく、外部の技術者（飼料メーカー、農業改良普及センター、農協、家畜共済組合、コンサルタント等）も参加するとよい。点検表を作り、見ながらの定期的なバーンミーティングで
- 3) そのためには、地域の技術者の連携で酪農家を包み込むような組織の形成が望まれる。クラスター事業に期待する。

引用文献（文中・表中に記載した以外）

- 1) 生乳生産性向上技術確立のための高エネルギー飼料の開発、千葉県・栃木県・東京都・長野県・山梨県・愛知県・新潟県・群馬県協定研究、会議資料、平成9年（群馬県畜産試験場）
- 2) 川島千帆・宮本明夫、乳牛の分娩後早期初回排卵の有無を決定する分娩前後の栄養代謝状態、栄養生理研究会報 55, 2, 2011.
- 3) H.S.Gilmoreら、異なる栄養管理法がホル・フリージアン種の高泌乳牛の繁殖成績および発情行動に及ぼす影響の評価、J.Dairy Sci, 94, 7, 2011（科学飼料抄訳、56, 11, 2011）
- 4) 細川泰子（岩手県中家畜保健衛生所）、血液検査値を指標とした正常胚率・受胎率向上のための飼料給与プログラム、講演会資料、於）家畜改良センター十勝牧場：黒毛和種管理に関する研修会、平成25年3月7日
- 5) P.C.Garnsworthyら、泌乳牛における栄養、代謝および繁殖、1. 飼料中のエネルギー源と卵巣機能、J.Dairy Sci, 91, 10, 2008（科学飼料抄訳、54, 4, 2009）
- 6) T.Lundeenら、暑熱ストレスに対する栄養的対策、Feedstuffs 80, 15（科学飼料抄訳、54, 1, 2009）
- 7) L.H.Baumgardら、ホル種泌乳牛への暑熱ストレスに対する炭水化物の吸収後の適応とモネンシン添加の効果、J.Dairy Sci, 94, 11, 2011（科学飼料抄訳、57, 4, 2012）