

繁殖和牛の栄養改善

しば の けんいち
芝野 健一

帯広畜産大学 臨床獣医学研究部門 診断治療学分野

(〒 080 - 8555 北海道帯広市稲田町西 2 線 11 番地)

(E-mail : shibano@obihiro.ac.jp)

産業動物獣医療と栄養管理

私達獣医師は家畜の健康と生産性を高めるため様々な症例を経験し、そこで得られた知識を実際の臨床現場で再び応用している。そして、家畜の疾病原因の多くが、摂取した飼料の濃度や組成に深く関係していることも学んでいる。牛の栄養摂取量は、個体の様々なコンディションの影響下にあり、摂取量を妨げる何らかの問題点が日常的に生じている。また、栄養摂取量や自給飼料の栄養特性を曖昧にすることによって、本来得られるはずの生産物を失っていることも多いのではないだろうか。残念ながら我々獣医師は、飼料に関する豊富な知識を持っているとは言いがたく、疾病発生時に血液検査所見をもとに診断する作業に比べ少々興味を欠くが、臨床現場では重要なスキルとなることは想像できる。

代謝プロファイルテスト (MPT) は、疾病発生状況のデータ分析に始まり、血液性状、繁殖成績、ボディコンディションスコア、乳成分など様々な要因分析を獣医師自ら行うもので、これに飼料給与診断

が組み込まれる。まさに、MPTは獣医師サイドからアプローチできる事故分析ツールとして最も有用な方法のひとつと捉えることができる。三宅が実施した産業動物臨床に携わる若手獣医師のアンケート調査によれば¹⁾、若手獣医師が研修会などを通じて習得したい技術の第1位に掲げるのがMPT(飼料設計を含む)であった。このアンケート結果から、臨床現場の獣医師に栄養管理能力が求められていることが理解できる。家畜の疾病の多くは、栄養や環境、生理状態など総合的に捉える必要がある。

和牛繁殖農場では、生産した子牛を家畜市場に自信をもって出荷できるような能力保持牛に成長させることが目標であり、それには哺乳期や育成期の生育が重要となる。子牛等の成長促進効果には、アミノ酸の経口投与や蛋白質強化(強化哺乳)、母乳に加えて哺乳量を補う追加哺乳が行われるようになり、その後の成長に良い効果をもたらしている。本稿では繁殖和牛の飼養管理の中で、特に飼料給与に関連する2, 3の症例と基本的な飼料給与法について記述する。

黒毛和種牛の周産期における低栄養が出生子牛の血液性状に及ぼす影響

黒毛和種繁殖農場では、幼齢期の呼吸器病や下痢症など、長期の治療を要する症例や死亡事故に至るような重症例が多く発生している。近年、難治性下痢子牛や虚弱子牛症候群では、免疫担当細胞であるT細胞数の減少を伴う免疫機能低下が報告されている²⁻⁶⁾。また、正常分娩で出生し、通常の体形を持ち合わせるも、易感染性が疑われる子牛も散見される。これらについては、母牛の低栄養状態との関連性が疑われる。本症例では、黒毛和種繁殖農場で周産期の母牛への給与飼料の違いが、出生子牛の血液性状および子牛末梢血白血球ポピュレーションに及ぼす影響を調査した。

調査対象農場は黒毛和種牛41頭を飼養する繁殖農場で、子牛は出生後5カ月間母子同居で飼養されている。調査は周産期の給与飼料の違いによって分娩予定牛を2群に区分した。給与飼料は日本飼養標準を用いて算出したところ、低栄養飼養群(低栄養群)は、産前および産後飼料のDM充足率は84%および74%、TDNは98%および82%、CPは86%および69%とした。これに対し、充足栄養飼養群(適栄養群)は、同じくDM充足率は120%および102%、TDNは148%および118%、CPは136%および102%となるよう調製し、分娩予定2カ月前から分娩1カ月後の3カ月間給与した。

血液検査は、低栄養群の経産母牛20頭とその産子14頭、適栄養群は経産母牛20頭とその産子10頭を検査対象とし、母牛は分娩予定3カ月前～分娩3カ月後の6カ月、子牛は出生後3カ月以内にそれぞれ1回頸静脈より採血し測定に供した。測定項目は血糖値(Glu)、総コレステロール(TCho)、遊離脂肪酸(FFA)、 β ヒドロキシ酪酸(BHBA)、総蛋白(TP)、アルブミン(Alb)、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(AST)、尿素窒素(BUN)、アルカリフォスファターゼ(ALP)、 γ グルタミルトランスフェ

ラーゼ(GGT)は全自動血液分析装置(TBA80FR, 東芝メディカル, 東京)、 γ グロブリン(γ Glob)はセルロースアセテート膜電気泳動(CTE-700, 常光, 東京)を用いTPより算出した。供試子牛は小形ら⁶⁾の値を参考に、TP(5.0 g/dL)、ALP(274IU/L)、GGT(50IU/L)、 γ Glob(0.5 g/dL)を上回った子牛を初乳摂取子牛とした。子牛末梢血白血球ポピュレーションの解析は、各種抗体を用い、低栄養群10頭と適栄養群9頭とした。各表面抗原陽性細胞は、フローサイトメーター(EPICS ELITE ESP, Coulter Corp., U.S.A.)により解析し、白血球数から顆粒球数と単核球数を割り出し、さらにCD4⁺/CD8⁺比を算出し両群間で比較した。

その結果、低栄養群母牛のGlu, TCho, BHBA, Alb, TPは、適栄養群に比べ有意に低値で、AST, BUN, FFAは適栄養群に比べ有意に高値を示した(表1)。低栄養群子牛のGluは、適栄養群に比べ有意に低値で、ASTは適栄養群に比べ有意に高値を示した(表2)。

子牛の末梢血白血球解析では、低栄養群の総白血球数は、顆粒球の増多を反映して高値を示した。単核球数は、日齢が進むにつれて両群とも増加する傾向にあった。低栄養群のCD4⁺T細胞数は、適栄養群に比べ有意に低値を示し両群間で差がみられた。適栄養群のCD8⁺T細胞数は、日齢とともに増加する傾向にあったが、低栄養群では90日齢以上で適栄養群に比べ有意に低値を示した。CD4⁺/CD8⁺比は適栄養群に比べ低栄養群で有意に低値であった。なおMHC class II⁺CD14⁺細胞数は、全期間を通じて有意な差はみられなかった(表3, 4)。

黒毛和種繁殖農場では、摂取栄養の過不足を判定するモニター項目が少なく栄養障害が潜在化する傾向にある。本調査では周産期母牛について、飼料の違いに応じて低栄養群と適栄養群を設定し血液性状を比較した。低栄養群の母牛およびその産子の血液生化学的性状では、特にGlu値に違いがみられた。胎子期における栄養要求量は、妊娠末期の胎子成長に伴い高まることが知られている。反芻動物におけ

表1 母牛の血液生化学的性状

| 項目 | 低栄養群 | 適栄養群 | 群比較 |
|--------------|-----------------------------|-----------|-----|
| Glu(mg/dL) | 38±2 | 49±2 | ** |
| TCho(mg/dL) | 92±3 | 105±4 | * |
| FFA(μEq/L) | 129±13 | 87±12 | * |
| BHBA(μmol/L) | 433±21 | 548±27 | ** |
| TP(g/dL) | 7.2±0.1 | 7.8±0.1 | ** |
| Alb(g/dL) | 2.92±0.06 | 3.33±0.03 | ** |
| AST(U/L) | 83±3 | 71±5 | * |
| BUN(mg/dL) | 19.4±0.8 | 13.3±0.5 | ** |
| Mean±S.E. | *:有意差P<0.05 **:有意差P<0.01 | | |

表2 子牛の血液生化学的性状

| 項目 | 低栄養群 | 適栄養群 | 群比較 |
|--------------|-------------|-----------|-----|
| Glu(mg/dL) | 76±5 | 91±4 | * |
| TCho(mg/dL) | 96±7 | 119±11 | |
| FFA(μEq/L) | 223±35 | 178±21 | |
| BHBA(μmol/L) | 129±20 | 201±53 | |
| TP(g/dL) | 5.8±0.2 | 5.8±0.1 | |
| Alb(g/dL) | 2.92±0.05 | 3.01±0.03 | |
| AST(U/L) | 78±9 | 54±3 | * |
| BUN(mg/dL) | 10.4±0.9 | 11.3±0.8 | |
| Mean±S.E. | *:有意差P<0.05 | | |

表3 子牛の日齢別末梢白血球解析

| | | ～30日齢 | 31～60日齢 | 90日齢～ |
|--|------|--------------|--------------|--------------|
| 白血球数(/μL) | 低栄養群 | 12,200±5,100 | 12,800±3,380 | 8,900±930 |
| | 適栄養群 | 6,300±670 | 8,500±1,700 | 10,500±1,700 |
| 単核球数(/μL) | 低栄養群 | 3,600±1,070 | 4,600±970 | 5,500±700 |
| | 適栄養群 | 3,300±260 | 4,900±900 | 7,200±990 |
| 顆粒球数(/μL) | 低栄養群 | 8,600±6,150 | 8,900±4,300 | 3,400±1,610 |
| | 適栄養群 | 3,000±870 | 3,600±860 | 3,400±790 |
| MHC classII ⁺ CD14 ⁻ (/μL) | 低栄養群 | 577±260 | 726±210 | 1,516±180 |
| | 適栄養群 | 397±80 | 864±320 | 1,727±360 |
| CD4 ⁺ /CD8 ⁺ | 低栄養群 | 0.38 | 0.29 | 0.31 |
| | 適栄養群 | 3.83 | 6.23 | 4.96 |

Mean±S.E. *:両群間に有意差P<0.05
低栄養群:～30日齢(n=3), 31～60日齢(n=4), 90日齢～(n=3) 適栄養群:～30日齢(n=3), 31～60日齢(n=3), 90日齢～(n=3)

表4 子牛の日齢別末梢白血球解析

| | | ～30日齢 | 31～60日齢 | 90日齢～ |
|--|------|---------|---------|-----------|
| CD3 ⁺ WC1 ⁻ (/μL) | 低栄養群 | 555±223 | 841±303 | 865±236 |
| | 適栄養群 | 601±93 | 944±184 | 1,263±169 |
| CD3 ⁺ WC1 ⁺ (/μL) | 低栄養群 | 409±138 | 472±173 | 551±175 |
| | 適栄養群 | 555±41 | 652±41 | 642±185 |
| CD4 ⁺ CD45 ⁻ (/μL) | 低栄養群 | 22±16 | 18±7 | 16±4 |
| | 適栄養群 | 184±41 | 328±92 | 349±34 |
| CD4 ⁺ CD45 ⁺ (/μL) | 低栄養群 | 38±24 | 33±10 | 38±7 |
| | 適栄養群 | 601±93 | 944±184 | 1,263±169 |
| CD8 ⁺ CD45 ⁻ (/μL) | 低栄養群 | 60±40 | 51±17 | 54±11 |
| | 適栄養群 | 148±69 | 198±140 | 90±6 |
| CD8 ⁺ CD45 ⁺ (/μL) | 低栄養群 | 86±38 | 127±44 | 115±24 |
| | 適栄養群 | 87±4 | 122±45 | 235±16 |

Mean±S.E. **:両群間に有意差P<0.01
低栄養群:～30日齢(n=3), 31～60日齢(n=4), 90日齢～(n=3) 適栄養群:～30日齢(n=3), 31～60日齢(n=3), 90日齢～(n=3)

表5 死廃・病傷事故

| | 出生頭数 | 下痢症 | 肺炎 | 合計 | 再発 | 死廃 |
|------|------|--------------|--------------|--------------|-----------------|------------|
| 低栄養群 | 33 | 18 (54.5) | 26 (78.8) | 31 (93.9) | 24/31 (77.4) | 3 (9.1) |
| 適栄養群 | 25 | 9 (36.0) | 10 (40.0) | 17 (68.0) | 0 | 0 |

():頭数割合%

る母体側に対する胎子側のグルコース取り込みは母体側の血糖値の濃度に依存するため⁷⁾、低栄養群では低Gluの母牛の産子に低Glu子牛が観察された。小形らは虚弱子牛ではGluの低下が観察され、易感染性が疑われると報告している⁶⁾。本調査の低栄養群においても発熱を繰り返す子牛が散見されるなど抗病性の低下が疑われた。一方、適栄養群の母牛では摂取エネルギーの増加によってGlu、TCho、Albが上昇するとともに、窒素の利用効率が高まりBUNは低下した。母牛の栄養水準が向上した結果、子牛のGluも低栄養群に比べ有意に増加した。このように、周産期母牛の栄養改善は子牛の血液生化学的性状、特にGlu値に強く反映した。

ヒトにおける亜鉛欠乏症、ビタミンA欠乏症、ビタミンB₆欠乏症、ビタミンE欠乏症等の栄養障害では、T細胞の機能低下、抗体産生能低下、食細胞の殺菌能低下が起こる⁸⁾。さらに、蛋白質の欠乏状態ではインターフェロン産生能の低下、腸管免疫機能の低下、CD3⁺T細胞数およびCD4⁺T細胞数の減少によるCD4⁺/CD8⁺比の低下等免疫能への影響が知られている⁹⁾。本調査においても、適栄養群子牛のCD4⁺およびCD8⁺T細胞数は加齢により漸次増加する傾向にあったが、低栄養群では日齢に伴う増加は見られなかった。CD4⁺CD45⁺はTh1、Th2に分化し、Th1は細胞性免疫にTh2は液性免疫に直接関与してBリンパ球による抗体産生を指令することから、免疫機能の発現には抗原提示細胞によるT細胞の活性化が重要である⁸⁾。低栄養群子牛ではCD4⁺T細胞数は極めて低値を示し、CD4⁺/CD8⁺比は適栄養群と比べ有意に低く、免疫機能の低下を示すものと考え

られた^{4, 10)}。低栄養群の総白血球数は適栄養群に比べて高値で、CD4⁺T細胞数に占めるCD4⁺CD45⁺T細胞数の割合も適栄養群に比べて高いことから、何らかの微生物感染があったものと思われ、低栄養群子牛では感染に対する抵抗性の低下が推察された。このように、低栄養群子牛で観察されたT細胞数の減少は、末梢血中のCD4⁺T細胞に広く認められることからCD4⁺T細胞の分化や成熟に母牛の低栄養状態が抑制的に作用し、この影響は90日の長期間にわたって持続することが示唆された。

実際にこの牛群では低栄養状態で飼育した期間は呼吸器病が多発し、死廃事故に至る症例もあったが、母牛の妊娠末期の飼料給与内容を低栄養状態から適栄養群並みに変更したところ、疾病発生率および再発率は有意に減少した(表5)。

子牛下痢軽減を目的とした妊娠末期飼料の蛋白強化

子牛の下痢症は様々な要因により発生し、重症例では発育遅延や飼料効率低下、治療費高騰による経済的損失が問題となる。小山らは、子牛下痢軽減を目的に妊娠末期飼料の蛋白強化を行い下痢が軽減したと報告している¹¹⁾。対象農場は、黒毛和種繁殖農場で1～2週齢の子牛に下痢症が多発していた。抗生剤および輸液剤による加療や木酢炭素末を用いたが、重症化する症例や死亡例が多く苦慮していた。また当該農場の出生体重は県下平均を下回り、この牛群にとって子牛の体重増は最も重要な課題でもあった。そこで、母牛の妊娠末期の飼料にバイパス蛋白飼料を添加し、出生子牛の体重増と下痢症の低

減を図った。

対象農場は母牛90頭を飼養する黒毛和種繁殖農場で、子牛は1カ月齢まで母子同居とし、その後4～5カ月齢の離乳まで日齢に近い子牛約5～7頭で構成するグループ飼養であった。母牛への給与飼料はすべて購入飼料で、イタリアンライグラスストローを通年6 kg、配合飼料は可消化養分総量(TDN)68%、粗蛋白(CP)14%の配合飼料を授乳期2.5 kg、維持期2.0 kg、妊娠末期3.0 kgを給与していた。

今回実施した蛋白強化対策は、従来の妊娠末期に給与していた飼料に、分娩予定2カ月前から分娩1カ月後までの期間に限り、バイパス蛋白飼料(プロトコルバイパス：プロトコルテクノロジー社製, USA)、TDN78%、CP42%、非分解性蛋白(UIP)53%を朝の給与飼料中に300 g/日添加した。

調査項目は、日本飼養標準2008年版¹²⁾に基づき、母牛の給与飼料から乾物摂取量(DM)、TDN、CPの要求量を算出し、充足率を計算した。血液検査は代謝プロファイルテストの成績から分娩1カ月前の母牛(対策前5頭と対策後8頭)、生後3日後の子牛(対策前4頭と対策後8頭)のTP、Alb、Glu、TCho、BUN、AST、NEFA、BHBの値を用い、対策前と対策後で比較した。下痢発生状況は、診療回数、治療費、輸液実施率(輸液実施頭数/下痢治療頭数)、重症化率(1件診療あたり3回以上輸液実施頭数/下痢治療頭数)を調査した。

その結果、妊娠末期の飼料充足率は、対策前DM138%、TDN155%、CP117%に対し対策後はそれぞれ142%、162%、136%であった(表6)。母牛の血液性状の対策前後の比較では、TPは有意に増加($P<0.05$)、NEFAは有意に低下した($P<0.01$)(表7)。子牛の血液性状では両群間に差はなかった(表8)。また、調査対象としたすべての子牛のTP値は5.0 g/dL以上で移行免疫不全(FPT)に区分される子牛はなく、初乳摂取に問題はなかった¹³⁾。対策前後の子牛下痢発症率、死亡率、診療回数、輸液実施率、重症化率は有意に減少した($P<0.05\sim P<0.01$)(表9)。

妊娠末期母牛の低栄養は出生子牛の免疫細胞数を

表6 飼料給与量と充足率

| | 給与量(kg) | | | |
|---------------------|---------|-----|------|-----|
| | 授乳期 | 維持期 | 妊娠末期 | |
| | | | 対策前 | 対策後 |
| イタリアンライグラス | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| ストロー | | | | |
| 配合飼料 | 2.5 | 2.0 | 3.0 | 3.0 |
| バイパス蛋白飼料* | | | | 0.3 |
| ※:プロトコルバイパス | | | | |
| | 充足率(%) | | | |
| | 授乳期 | 維持期 | 妊娠末期 | |
| | | | 対策前 | 対策後 |
| DM | 100 | 145 | 138 | 142 |
| TDN | 106 | 177 | 155 | 162 |
| CP | 68 | 141 | 117 | 136 |
| 体重400 kg、推定乳量6 kg/日 | | | | |

表7 母牛の血液性状

| 検査項目 | 対策前 | 対策後 |
|-----------------------|-----------|-----------|
| TP(g/dL) | 7.2±0.5 | 7.7±0.3* |
| Alb(g/dL) | 3.14±0.14 | 3.12±0.15 |
| BUN(mg/dL) | 11.8±1.5 | 9.5±1.5 |
| Glu(mg/dL) | 49±6 | 53±5 |
| Tcho(mg/dL) | 81±9 | 75±8 |
| AST(U/L) | 66±9 | 73±13 |
| NEFA(μEq/L) | 310±174 | 149±24** |
| BHB(μmol/L) | 393±74 | 480±88 |
| *:P<0.05 **:P<0.01 | | |

表8 子牛の血液性状

| 検査項目 | 対策前 | 対策後 |
|-------------|-----------|-----------|
| TP(g/dL)* | 6.06±0.33 | 6.27±0.80 |
| Alb(g/dL) | 2.82±0.16 | 2.57±0.12 |
| BUN(mg/dL) | 17.2±12.6 | 8.1±3.6 |
| Glu(mg/dL) | 93±4 | 108±17 |
| Tcho(mg/dL) | 75±13 | 67±14 |
| AST(U/L) | 28±3 | 62±30 |
| NEFA(μEq/L) | 262±60 | 380±85 |
| BHB(μmol/L) | 75±42 | 80±13 |

※:5.0 g/dL以下はFPT(Callowayら, 2002)は該当なし

表9 下痢発生状況

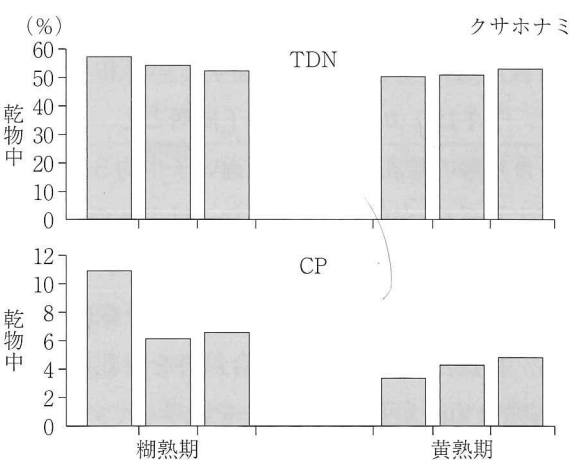
| | 対策前 | | 対策後 |
|----------|-------------------|----------------------|----------------------|
| | 前々年 | 前 年 | |
| 出生頭数(頭) | 77 | 87 | 73 |
| 下痢発生率(%) | 63.6 ^a | 65.5 ^a | 37.0 ^b |
| 診療回数(回) | 6.4±4.8 | 7.0±4.1 ^c | 4.4±2.9 ^d |
| 平均治療費(円) | 16,350 | 16,840 | 10,580 |
| 輸液実施率(%) | 55.1 ^a | 59.6 ^a | 14.8 ^b |
| 重症化率(%) | 44.9 ^a | 33.3 ^a | 0 ^b |
| 死亡率(%) | 3.9 | 8.0 ^c | 0 ^d |

a-b:P<0.01, c-d:P<0.05 平均±標準偏差

減少させ¹⁴⁾、妊娠末期母牛の蛋白充足率の改善が虚弱子牛症候群の出生制御に有効である¹⁵⁾。本調査では、バイパス蛋白飼料を添加して妊娠末期の蛋白充足率を136%まで増加させたところ。対策後の母牛TPは有意に増加し、NEFAは有意に低下し母牛の栄養状態は改善された。その結果、子牛の出生体重は県下平均を上回った(雌：同一地域24.5 kg対当該農場25.7 kg, 雄：同26.5 kg対同26.7 kg)。今回、妊娠末期の栄養改善に用いたルーメンバイパス蛋白飼料は非分解性蛋白含量が高いことから、ルーメン微生物のエネルギーとなる穀類を増加させる必要もなかったことは、妊娠末期にすでに過肥に陥っている妊娠牛への対策として朗報ではないかと考えられる。また蛋白強化の際に避けられないルーメン内の余剰窒素問題もクリアできるものと思われた。

飼料イネ給与期の血液性状と出生子牛体重（飼料イネの栄養特性）

近年安心安全な食生活の意識が高まり、地産地消が話題となっている。牛の飼料も輸入に頼るのではなく自給粗飼料の確保を再認識し、飼料イネの栽培とイネ発酵飼料の生産に取り組む地域が増加している。飼料イネ栽培は永年培ってきた稲作のノウハウが活かせることや稲作農家と畜産農家が連携を図り、家畜のふん尿等の有機質資源を有効に活用することも追い風となっている。飼料イネは主にサイ



神戸農業改良普及センター(2008)

図1 刈り取り時期と稲発酵粗飼料中TND、CP濃度(乾物中)

レージ化され、主に稲WCSと言われている。しかし、発酵品質が悪いと栄養価や嗜好性がさらに低下することになり、条件によってはその影響が懸念される。特に、ラップ巻き数が少ないと破損し品質の低下は避けられない。カビによる品質低下は繁殖成績の低下だけでなく、いわゆるカビ中毒のリスクが高まるため注意が必要である。

飼料イネは刈り取り時期にもよるが、水分含量が65%程度になる時期が刈り取り適期(糊熟期～黄熟期)と言われている。またイネ科乾草との比較ではデンプンが多い傾向にある。繊維分の消化率はイネ科乾草より低く、第一胃内の通過は遅いと言われている。そのため、飽食給与は乾物摂取量を低下させる原因になるため、イネサイレージのみの給与はあまり推奨されていない。さらにあまり触れられていないがタンパク含量が低いと認識しておいたほうが良いと考えている(図1)。それは本来の米作りに従うため飼料イネの施肥量が少ないものと推察される。したがって、低蛋白飼料としての性格が強く飽食給与は避けた方がよい。

留意点として、サイレージは嗜好性バツグンで牛は好んで食するため、あまりの美味しさのためかそのまま飲み込んでしまう牛が居り、食道梗塞が頻発する。往診到着時にはほとんど自然回復しているが、

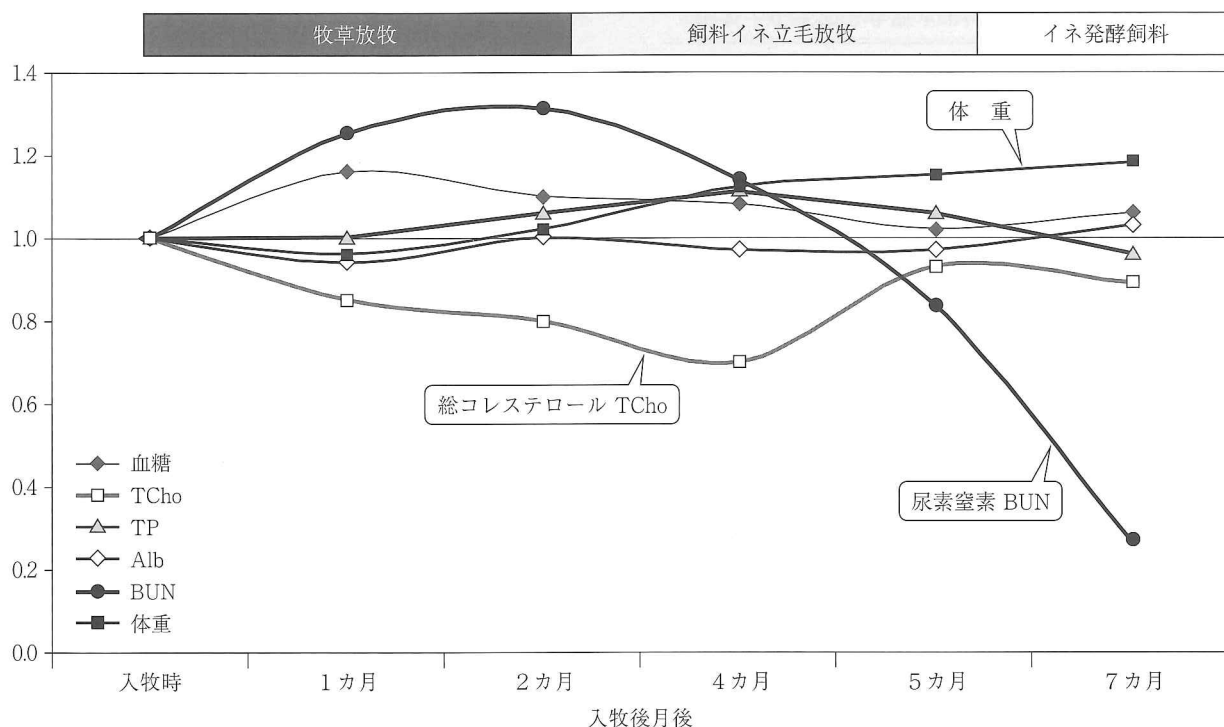


図2 放牧期間中の主な血液性状の推移

緊急を要する症状を伴うため注意が必要である。この点に関しては、その後切断長を短くすることで問題は解決した。

なお、繁殖母牛では、イネサイレージのみの給与では、1日あたり現物で20～25 kg (乾物で8～10 kg) 食べるとされている。栄養価はベータカロテン含量が高く、不足しやすい血液中ビタミンA濃度も改善される。一般的な給与量は、乾物換算で1日あたり5～6 kgとなるため、有効繊維としては十分である。

本調査では、イネ発酵飼料の栄養特性の調査と給与後の血液性状および子牛の出生時体重を比較した。調査は黒毛和種雌牛を用い、主に摂取する粗飼料が異なるように放牧地を数カ月かけて移動させた。各放牧地での馴致が完了した時点で採血し、血液性状の変化を入牧時の値と比較した。

牧草地への放牧と飼料イネ立毛放牧を経由し、最後にイネ発酵飼料を給与した。これらの3地区を継続して調査したところ、牧草放牧から飼料イネ立毛放牧に移ると血中BUNは低下し、その後イネ発酵

表10 成分の異なる飼料イネ放牧母牛の血液性状

| | 完熟期以降 ^a | 出穂期直後 ^b | 比較(p) |
|--------------|--------------------|--------------------|-------|
| Glu(mg/dL) | 56.4±3.2 | 62.5±4.4 | * |
| TChol(mg/dL) | 133.8±26.5 | 96.0±11.3 | ** |
| TP(g/dL) | 7.2±0.3 | 7.7±0.4 | * |
| Alb(g/dL) | 3.4±0.1 | 3.3±0.2 | |
| BUN(mg/dL) | 3.3±0.6 | 13.8±3.6 | ** |

a 低成分期: 蛋白成分が低下する完熟期以降の飼料イネ放牧

b 適成分期: 蛋白成分が見込まれる出穂直後からの飼料イネ放牧

*: P<0.05 **: P<0.01

飼料放牧に移るとさらに血中BUNは低下した(図2)。このようなBUNの変動は飼料イネのタンパク含量が少ないことを反映したと思われる。

タンパク成分が見込まれる出穂直後の放牧地の母牛と、タンパク成分がさらに低下する完熟期以降の放牧母牛を比較したところ、血中BUN、血糖、総蛋白は有意な差がみられた(表10)。このように、刈り取り時期の違いで有意な差がみられることで、粗飼料としての有効性は明らかであったが、栄養価については検討余地を残すと思われる。次に妊娠末期

表 11 妊娠末期の飼料イネ給与と出生子牛体重

| 退牧から出生 までの日数 | 雌子牛 | | 雄子牛 | |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 飼料イネ ^a | 牧草 ^b | 飼料イネ ^a | 牧草 ^b |
| 2週以内 | 31.2±3.6 | 34.6±4.4 | 29.3±3.5 [‡] | 36.7±3.5 [‡] |
| 4週以内 | 33.0±3.1 [‡] | 38.7±1.2 [‡] | 32.6±3.9 | 36.0±3.0 |
| 全出生子牛 | 31.8±3.6 [†] | 35.8±4.2 [†] | 30.8±4.1 [‡] | 37.6±2.5 [‡] |

a 飼料イネ:妊娠末期が飼料イネ主体の放牧
b 牧草:妊娠末期が牧草主体の放牧
同行同符号間で有意差 †:P<0.05, ‡:P<0.01

の母牛を飼料イネ地区と通常の牧草地区に放牧し、これらの母牛からの出生した産子の出生時体重を両地区間で比較した。その結果、雌子牛、雄子牛ともに飼料イネ地区で有意に体重が軽いことが分かった(表11)。

今回の調査結果は、飼料イネのタンパク含量が低いため、長期間の継続給与で血液中の蛋白成分値の低下が観察された。特に妊娠末期は急激な胎子の成長や子宮等の増大に伴って蛋白質の要求量が高まる時期であり、健全な子牛の誕生のために要求量が高まることから蛋白質を補う必要がある。妊娠末期には、ハイキューブやルーサンペレット等の穏やかな蛋白飼料の併用を検討すべきと思われた。

一方、子実の消化性については、もみ殻は消化できないため未消化で排泄される。今後、咀嚼によって、もみ殻が粉碎されやすいよう子実の大きい品種の開発が望まれる。

繁殖雌牛の分娩前後の栄養改善

繁殖ステージに適合した飼養管理は、子牛の生産、繁殖成績維持に欠くことができない要素である。しかし、臨床現場では様々な要因が関連している。先日、帯広市郊外の黒毛和種繁殖農場を訪問する機会があり、各ステージの母牛を観察したところ、すべての母牛が優れた栄養状態を維持していた。まさに肥育農家と見間違えるほどであった。配合飼料の給与量を訪ねると、500 gを1週間に一度給与するのみとのことであった。おそらく栄養価の高い自給飼料が豊富に給与されているものと想像するしか

表 12 飼料イネの刈り取り時期別栄養成分

| | 分析数 | 水分量 | CP | TDN |
|-----|-----|----------|---------|----------|
| 乳熟期 | 5 | 62.4±0.3 | 7.3±1.6 | 49.5±2.1 |
| 糊熟期 | 6 | 61.2±4.3 | 6.5±0.9 | 49.0±4.1 |
| 黄熟期 | 6 | 58.5±3.0 | 6.0±0.7 | 48.5±2.7 |
| 完熟期 | 1 | 62.4 | 7.3 | 49.8 |

表 13 各種サイレージの刈り取り時期別栄養成分

| | | DM (%) | CP (%) | TDN (%) |
|------------|-----|--------|--------|---------|
| 稲WCS | 乳熟期 | 31.6 | 8.5 | 48.8 |
| | 糊熟期 | 34.8 | 7.8 | 54.5 |
| | 黄熟期 | 37.3 | 7.0 | 55.9 |
| コーンサイレージ | 糊熟期 | 25.6 | 8.6 | 64.5 |
| | 黄熟期 | 27.6 | 8.0 | 65.9 |
| イタリアンサイレージ | | 62.1 | 13.7 | 43.0 |
| チモシーサイレージ | | 33.6 | 13.7 | 57.4 |
| ソルガムサイレージ | 糊熟期 | 30.9 | 9.7 | 57.3 |
| | 黄熟期 | 34.1 | 8.8 | 60.7 |

表 14 各種乾草の栄養成分

| | DM (%) | CP (%) | TDN (%) |
|-----------|--------|--------|---------|
| イタリアン乾草 | 86.4 | 8.0 | 63.0 |
| バミューダ乾草 | 89.5 | 8.3 | 49.2 |
| 野草あぜ草(青刈) | 23.7 | 11.4 | 57.0 |
| 野草あぜ草(乾草) | 86.8 | 9.8 | 53.9 |
| 野草山地(乾草) | 85.8 | 6.9 | 46.7 |
| 稲ワラ | 87.7 | 5.4 | 42.9 |

かった。北海道の豊富な粗飼料環境に改めて感心した。このように自給飼料の給与では成分分析値が欠かせないが、栄養価の低い粗飼料との組合せの必要性を強く感じた事例であった。栄養価の不明な飼料を使って、飼料計算することの無意味さと言うまでもない。

表12に飼料イネ、表13に稲WCSと各種サイレージ、表14に主な粗飼料の成分値を示したが、他の飼料成分値は日本飼養標準の巻末に示されているので

参考に願いたい。繁殖和牛は搾乳牛と異なり、エネルギー要求量が低いと一般的に低品質の牧草が給与される。低品質の牧草の応用では、ある程度要求量を補うことが可能であるが、タンパク質やミネラルが不足することに留意すべきである¹⁶⁾。これらを判定するためにも、代謝プロファイルテスト(MPT)の実施は的確な診断ツールであり、積極的に実施すべきである。私の経験からも農場のMPT結果を地域の基準値と比較した資料を作成し、説明資料としたところ、多くの畜主は納得し飼料変更等改善意欲がみられた。まさにビジュアル化効果は大きかった。

飼料計算は足し算で容易

黒毛和種専用のソフトは日本飼養標準に添付されているが、手計算で十分に目的は達成される。何度も記載するが、飼料分析値の入手が最も重要である。妊娠末期の飼料計算を表15、授乳期の計算を表16に示した。具体的な計算では要求量に対する充足率は必ず満たさなければならない。特に、乾物摂取量100%を欠いてはならない。近年、妊娠末期では、各栄養成分をどの程度の充足率に設定するかが論議されている。要求量の30～50%増を推奨する獣医師や初産牛では、母牛自身の成長部分の上乗せを重要視するものもある。表15の計算では過剰とも思えるが、このような設計を推奨する専門家は最近特に多く見受けられる。本稿ではじめに紹介した事例においても高い充足率となっている。また、自給飼料の栄養価が高い牛群では、維持期のエネルギー過剰が問題となり、増し飼いが困難な状況も発生するため、年間を通じて実施する必要がある。あぜ草や野生草は様々な要素が混在するため、正確な値の入手は困難である。むしろ心配されるのは、植物中毒の危険性が高いことである。Web上に植物中毒のサイトがあるので参考にされたいが、実際には給与後、障害が発生して初めてサイトを確認するのが常である。植物中毒は何回か経験したことはあるが、農場の損害は計り知れないので下記のサイトを参考にされたい。

表 15 妊娠末期母牛の飼料計算例

| | 要求量 | | |
|-----------------------------|--------|-------|---------|
| | DM(kg) | CP(g) | TDN(kg) |
| 妊娠末期(450 kgの場合) | 6.04 | 479 | 3.02 |
| 胎子用 | 1.00* | 212 | 0.83 |
| 合計 | 7.04 | 691 | 3.85 |
| 要求量(日本飼料標準より) | | | |
| *:胎子用としてDM1.0 kgとする | | | |
| A乾草7 kgとB配合2 kgを給与した場合の飼料計算 | | | |
| | DM(kg) | CP(g) | TDN(kg) |
| A乾草7 kg | 6.16 | 560 | 3.50 |
| B配合飼料2 kg | 1.80 | 360 | 1.44 |
| 合計 | 7.96 | 920 | 4.94 |
| 要求量に対する充足率(%) | 113 | 133 | 128 |
| A乾草成分値:DM88%, CP8%, TDN50% | | | |
| B配合飼料:DM90%, CP18%, TDN72% | | | |

表 16 授乳期母牛の飼料計算例

| | 要求量 | | |
|-------------------------------|--------|-------|---------|
| | DM(kg) | CP(g) | TDN(kg) |
| 妊娠末期(450 kgの場合) | 6.04 | 479 | 3.02 |
| 乳量設定(6 kg/日の場合) | 3.00* | 582 | 2.16 |
| 合計 | 9.04 | 1,061 | 5.18 |
| 要求量(日本飼料標準より) | | | |
| *:乳量1 kg当たりDM0.5 kg増 | | | |
| A乾草7 kgとB配合3.5 kgを給与した場合の飼料計算 | | | |
| | DM(kg) | CP(g) | TDN(kg) |
| A乾草7 kg | 6.16 | 560 | 3.50 |
| B配合飼料3.5 kg | 3.15 | 630 | 2.52 |
| 合計 | 9.31 | 1,190 | 6.02 |
| 要求量に対する充足率(%) | 103 | 112 | 116 |
| A乾草成分値:DM88%, CP8%, TDN50% | | | |
| B配合飼料:DM90%, CP18%, TDN72% | | | |

www.naro.affrc.go.jp/org/niah/disease_poisoning/plants/contents.html

※家畜診療誌61巻6月号377-378(2014)より

繁殖和牛の飼料計算では、エネルギー充足を中心とした論議が展開されているが、蛋白質についてはあまり語られていない。その理由として牛は第一胃で必要な蛋白質を合成していると考えられているた

めと思われる。しかし、要求量が高まる妊娠末期では、不足が推察される。低体重子牛の出生、抗病性の低下、発育遅延、ワクチン効果に影響する等、問題点を抱える牛群は再度調査する価値があると思われる。

終わりに

高齢化社会に突入した我国では、良質な蛋白質栄養となる畜産物がますます必要となる。また、安全、安心に対する社会的関心が高まる中、海外に依存するのではなく国内産が注目される背景は益々拡大される。そのため家畜の健康と畜産物の安全性確保は必須要件である。産業動物に携わる臨床獣医師は、消費者に安全な食品を提供することが社会的責務である。生産者と消費者の視点に立ち、畜産物の生産性向上と効率化を図り、限りある資源を有効に活用することが重要である。家畜の国内生産現場とその畜産物に対する消費者の信頼をさらに得るとともに、畜産農家のニーズに応え安定した畜産経営に貢献することが産業動物獣医師に求められている。

引用文献

- 1) 三宅陽一：牛の臨床技術に関するアンケート調査の結果，日獣会誌，62，755-759(2009)
- 2) 松田敬一：黒毛和種子牛における下痢症の免疫学的な病態の解析と予防に関する研究，家畜臨床誌，29，78-87(2006)
- 3) Ohtsuka H, Fukunaga N, Hara H, *et al.* : Changes in Peripheral Leukocyte Populations of Weak Calf Syndrome of Japanese Black Calves, J Vet Med Sci, 65, 793-796(2003)
- 4) Ohtsuka H, Fukunaga N, Fukuda S, *et al.* : Effect of Nutrition Condition on Changes in Leukocyte Populations in Japanese Black Calves, J Vet Med Sci, 67, 183-185(2005)
- 5) 大塚浩通，晴山寛子，小比類巻正幸ら：乳牛の炎症性疾患における末梢血白血球ポピュレーション

ンとリンパ球幼若化反応，家畜臨床誌，29，47-52(2006)

6) 小形芳美，高橋浩吉，阿部浩之ら：黒毛和種虚弱子牛の血液性状，日獣会誌，50，589-592(1997)

7) Bell AW, : Regulation of Organic Nutrient Metabolism During Transition from Late Pregnancy to Early Lactation, J Anim Sci, 73, 2804-2819(1995)

8) 矢田純一：T細胞の分化と胸腺，第8章T細胞の分化と機能発現，医系免疫学，改訂10版，258-265，463，中外医学社，東京(2007)

9) 二川健，浅野間友紀，岸恭一：栄養と腸管免疫応答，栄養と生体応答，菅原努監修，宮澤正顯，大東肇編，46-47，昭和堂，京都(2004)

10) 深田恒夫，青木志保，吉川陽人ら：毛包虫症犬におけるリンパ球CD4/CD8比の意義について，日獣会誌，58，113-116(2005)

11) 小山憲司，門田文隆，阿波利英ら：子牛下痢症多発の黒毛和種繁殖農場における妊娠末期牛の管理を中心とした対策，家畜診療，61，367-371(2014)

12) 日本飼養標準(肉用牛)2008年版，独立行政法人農業技術研究機構編，社団法人中央畜産会，東京(2008)

13) Calloway CD, Tyler JW, Tessman RK, *et al.* : Comparison of Refractometers and Test Endpoints in the Measurement of Serum Protein Concentration to Assess Passive Transfer Status in Calves, J Am Vet Med Assoc, 221, 1605-1608(2002)

14) 芝野健一，大塚浩通，嵐泰弘ら：黒毛和種牛の周産期における低栄養が出生子牛の血液性状に及ぼす影響，日獣会誌，6，538-541(2009)

15) 小岩政照：虚弱子牛症候群の出生制御，臨床獣医，27(5)，44-49(2009)

16) 佐藤幸信：分娩前後の適切な飼養管理と牧草の品質向上による繁殖雌牛の栄養改善，699(8) 16-20 公益社団法人畜産技術協会，東京(2013)