

## 子牛の栄養と感染症

福島護之

兵庫県立農林水産技術総合センター 北部農業技術センター  
(〒669-5254 兵庫県朝来郡和田山町安井123)

### 【はじめに】

子牛の感染症を考えると飼養管理失宜による子牛の栄養不足に伴う罹患が多く見受けられることから、哺乳期の栄養管理の重要性が論議されるようになってきた。特に、多頭化に伴う飼養規模の拡大によって、黒毛和種の牧場では人工哺乳を基軸とする管理方法が広がっている。しかし、生産現場では日齢によるプログラムに頼りすぎた管理により、個々の子牛において栄養不足による感染症の蔓延や食餌性の下痢の発生などがあり、個々の子牛の状況に合致した適切な栄養管理が必要とされる。

今回は、黒毛和種の哺乳期の栄養管理を中心に子牛の栄養についての概要と感染症を考える。

### 【初乳の重要性】

ウシの胎盤は解剖学的な特徴から免疫グロブリンをはじめ分子量の大きな蛋白質を通過させることができない。そのため、子牛は初乳を摂取することで初めて病原体から身を守る受動免疫を獲得することができる。

初乳の成分については、常乳に比べて免疫グロブリン、初乳球をはじめとする白血球、成長因子、サイトカインおよび栄養素を豊富に含んでおり、その濃度は時間を経るにしたがって減少していく。栄養素のうち、初乳中には常乳と比較すると特に蛋白質、ビタミン類とミネラルが多い。蛋白質のうちカゼインはほとんど差がないが、免疫グロブリンおよびアルブミンが顕

著に多い。これらの蛋白質は、脂肪、乳糖とあわせて出生後間もない子牛の重要な栄養源になっている。また、ビタミン類に富み、脂溶性ビタミンのうちビタミンAは常乳の約10倍、ビタミンDは3倍、ビタミンEは6倍を含む。水溶性のビタミンB<sub>12</sub>も約5倍含まれている。カルシウム、鉄、リンおよびマグネシウムなどのミネラル類も多く含まれ、初乳中の固形分の組成比率は平均27%と常乳の12.9%に比べて2倍以上を占める他、ラクトフェリン、ラクトペルオキシダーゼやリゾチームなどの抗菌性物質に富んでいることも初乳の特徴である。

初乳は液性免疫と細胞性免疫のいずれに対しても活性化作用を有し、重要な役割を示すことが知られている。そこで、初乳摂取による受動免疫を獲得したかを確認する場合には出生後24～48時間の血清中IgG濃度が10 mg/ml以上であるかで判定することが多い。

新生子牛の血清中IgG濃度に影響を及ぼすもっとも大きな要因は、給与されたIgGの量(初乳中のIgG濃度×初乳の給与量)と出生から初乳摂取までの時間の2つと考えられている。

### 【初乳製剤給与の効果】

最近、粉末初乳製剤が複数市販されている。そこで、新生子牛に3種類の粉末初乳を給与した場合の血清中IgG濃度を比較したところ(表1)、自然哺乳の対照区に比較して各区とも有意( $P < 0.05$ )に低かったが、2種類では免疫に必要な濃度とされる10 mg/mlを確保できた( $12.9 \pm 6.8$  mg/ml,  $10.1 \pm 2.8$  mg/ml)。しかし、含有IgG量の不明確な製品では $8.9 \pm 3.3$  mg/mlと必要量が確保されなかった。また、血清

中 IgG 濃度と血清総蛋白 ( $r = 0.659$ ) や  $\gamma$ -グルタミルトランスフェラーゼ ( $r = 0.587$ ) との間には 1% 水準で有意な相関があり、初乳摂取の間接的な指標となる。

初産母牛の初乳は、乳量が少ない上に含まれる IgG 濃度が低く、子牛への移行抗体が 2 産以上の母牛に比較して低いことが知られている。

そこで、初産、2 産母牛の産子において出生直後に粉末初乳を補助的に 1 回給与し、その後自然哺乳させた場合の子牛血清中 IgG 濃度を比較した。母乳のみでは、初産牛の最小値が 8.0 mg/ml、2 産牛が 12.6 mg/ml と初産牛で最小必要量の 10 mg/ml を確保できない個体が存在した。しかし、1 回のみであるが粉末初乳を追加した場合には、平均 22.9 mg/ml と最小でも 15.5 mg/ml が確保された。

以上の結果から、粉末初乳は含有 IgG 量の明らかな製品を選択すること、また、哺乳ロボット等を利用する超早期母子分離子牛への初乳給与では、母牛と 1 日以上同居させることで十分ではあるが、初産子牛に限っては出生直後に粉末初乳を 1 回給与することが望ましい。

### [子牛の消化機能の発達]

反芻動物にとっての栄養摂取に関する発達段階は、以下のように分類されている (Davis ら、1981)。

#### 1) 液状飼料給与期

第一胃がほとんど機能しておらず、主たる栄養源は乳 (生乳や代用乳) である時期。

#### 2) 移行期

主たる栄養源は乳であるが、離乳に向けて人工乳 (カーフスターター) や乾草などの粗飼料も摂取して必要な栄養源の一部をこれらでまかなっている時期。

#### 3) 反芻期

第一胃での微生物発酵によって生成される揮発性脂肪酸 (VFA) を主たる栄養とし、人工乳や粗飼料などの質や量が発育に重要となる時期。

子牛の管理においては、上記の発達段階を把握した上で、合理的な対応が必要となる。

### [黒毛和種子牛の生理的特徴と哺乳]

黒毛和種子牛の哺乳期 (液状飼料給与期) における飼養は自然哺乳が通常であり、母牛の泌乳能力に大きく依存している。泌乳量は、母牛の産次、母牛体重、分娩前後の栄養水準や子牛の性などによって相互に影響を受け、子牛の発育に大きく関与している。そこで、黒毛和種繁殖雌牛の泌乳特性の概要を把握するために黒毛和種子牛の発育に対して影響を及ぼす遺伝と環境の効果を概説する。

子牛の発育において母性効果は、環境要因の一つとして位置づけられている。しかし、実際には遺伝的な部分として (1) 相加的母性遺伝

表 1 各種粉末初乳を給与した子牛の生後 24 時間目の血液性状

区分	製品区分	頭数 (頭)	IgG (mg/ml)	TP (g/dl)	GGT (mU/ml)
試験区	A 区	9	8.9a ± 3.3	4.5a ± 0.4	585.0b ± 581.2
	B 区	10	10.1a ± 2.8	5.1a ± 0.3	1024.4ab ± 602.3
	C 区	14	12.9a ± 6.8	4.9a ± 0.5	1293.8ab ± 799.4
対照区		14	41.8b ± 16.8	6.4b ± 1.7	1707.6a ± 1176.0

a、b: 同列異符号間に有意差 ( $P < 0.05$ )

TP: 血清総蛋白、GGT:  $\gamma$ -グルタミルトランスフェラーゼ

表 2 凍結初乳又は粉末初乳を補助的に給与した場合の子牛血中 IgG 濃度

産次	給与した初乳の種類	頭数	血中 IgG 濃度 (mg/ml)		
			平均 ± 標準偏差	最大	最小
初産	粉末初乳	7	22.9 ± 4.9	31.1	15.5
	母乳のみ	11	20.3 ± 11.7	50.6	8.0
2 産	粉末初乳	8	27.7 ± 7.0	35.1	15.8
	母乳のみ	13	25.6 ± 10.4	47.9	12.6

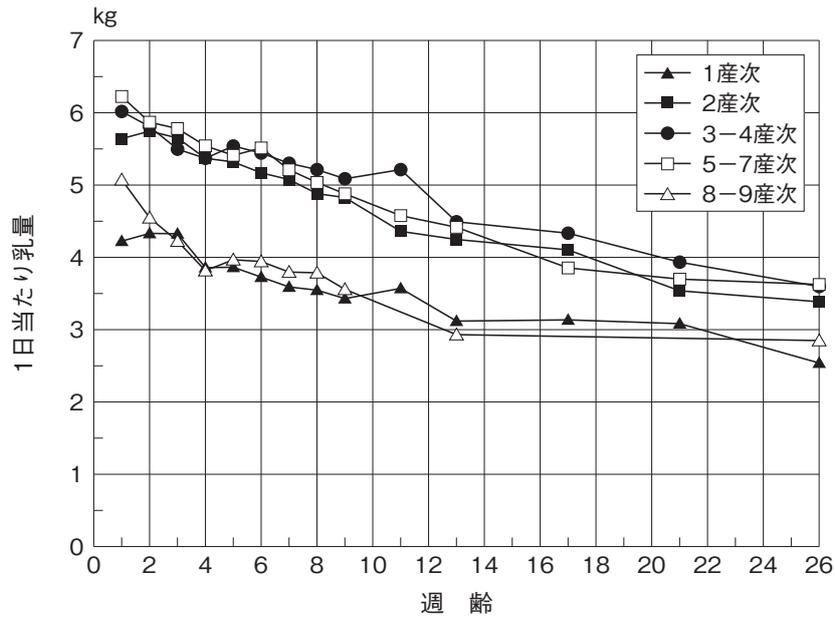


図1 黒毛和種の産次別泌乳曲線  
(Shimada, et. al., 1988)

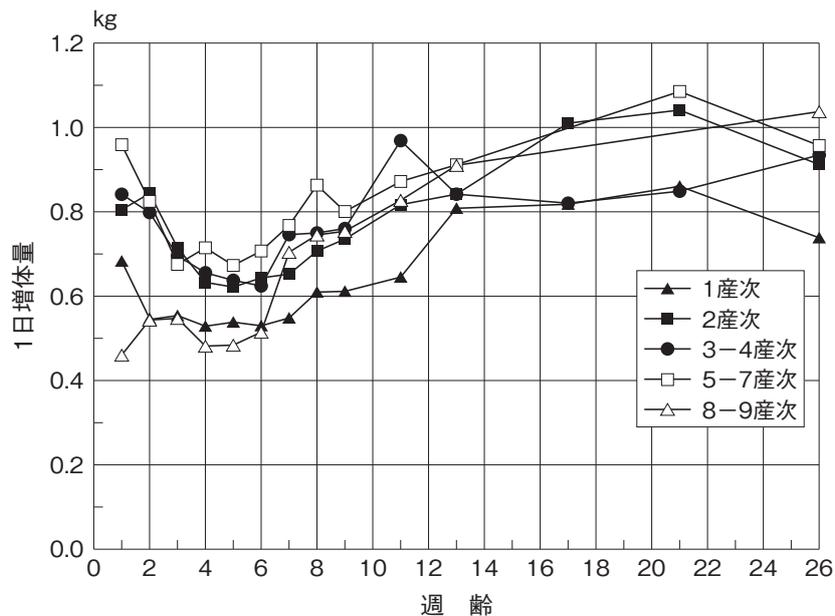


図2 黒毛和種の子牛の1日増体重の推移  
(Shimada, et. al., 1988)

効果と (2) 細胞質遺伝効果、環境的な部分として (3) 永続的母性環境効果と (4) 一時的母性環境効果に分けられる。

(1) 相加的母性遺伝効果

主として母牛の泌乳能力の差として子牛の発育に影響を及ぼす効果のことである。

母牛の乳量は、子牛の初期発育をほとんど決定するほどの影響力を有し、同時に子牛の発育から母牛の泌乳能力が推定でき

る。そして、その泌乳能力に関与する遺伝子を母牛から 1/2 受け継ぎ、雌牛であれば自身が親になった場合に一世代遅れてその能力を発揮することになる。また、父牛も泌乳に関する遺伝子を持っているので、さらに一世代隔ててではあるが泌乳能力推定の対象となる。

(2) 細胞質遺伝効果

細胞質遺伝は卵子の細胞質中のミトコン

ドリアに含まれる DNA に起因するので、核遺伝子のように父母から受け継がれるのではなく、全て母牛から子牛に遺伝する。通常は、相加的母性遺伝効果に比較して小さいとされている。

(3) 永続的母性環境効果

出生前の胎子の間に受ける影響と、出生後に受ける影響に区分される。出生前の影響としては、子宮容量など母牛の体格や子宮角内での着床する位置などがある。出生後では母牛の子牛に対する母性行動などが考えられる。

(4) 一時的母性環境効果

産次等により影響を受ける特有の効果のこと。

このように子牛の発育は、遺伝と環境（栄養・管理）との両者のバランスによって成立するものであり、総合的な情報解析が必要である。しかし、哺乳期については栄養が母乳に限定されることが多く、哺乳、離乳と固形飼料（別飼料）の給与という限定された項目で把握することが可能である。

**[母牛の産次が泌乳量に及ぼす影響]**

そこで、まず母牛の泌乳量について考えてみたい。前項の「黒毛和種子牛の生理的特徴と哺乳」で概説したように泌乳量に影響を及ぼす要因は多いが、最も大きな要因は母牛の産次である。島田は、図1に示すように供試牛35頭、延べ74乳期について子牛の体重差法により調査した。黒毛和種では乳牛のように泌乳ピークは認められず、分娩直後から直線的に泌乳量が減少している。産次別にみると1産次と8産次以上の母牛では泌乳量が少なかった。このときの子牛の発育も図2に示すように他の産次に比較して低いことを報告している。

子牛が自身で飼料を摂取できるようになるまでは、大半の栄養源を母乳に依存している。そのため、子牛の発育の良否は母牛の泌乳能力に

依存している。Shimada, K. et. al. は、週齢別にみた母牛の泌乳量と子牛の1日増体重の関係を検討した。その結果、1～11週齢までは0.5以上の有意な相関係数が認められたことを示しており、母乳に対する依存度が高いと述べている。その後は、固形飼料の摂取量が急激に増加することから母乳への依存度が急激に低下することも報告している。このように、黒毛和種子牛の発育においては、3か月齢前後までの泌乳量が重要であることが伺える。

**[黒毛和種の哺乳期の標準的な発育に必要な哺乳量]**

黒毛和種子牛の正常発育曲線は、(社)全国和牛登録協会が公表している。しかしながら、黒毛和種子牛の栄養摂取形態は自然哺乳条件下において固形飼料を増加させるというものであり、個体差の大きな母牛乳量の影響もあって斉一性の高い状況ではない。

基本的には、生後8週齢以降では母乳だけでは発育に十分な栄養を摂取することはできないことから、固形飼料を採食させる必要がある。自然哺乳は、幼齢期では固形飼料の採食に抑制的に働くことから、固形飼料採食の促進による発育改善を目的に柵越哺乳や制限哺乳などが実施されている。

標準的な発育に必要な哺乳量について小畑らは、春から秋まで放牧した飼養条件ではあるが、哺乳量1kgがD.G.0.133kgに相当すると報告しており、D.G.1kgで8.29kg、D.G.0.9kgで7.53kg及びD.G.0.8kgで6.78kgの哺乳量が必要であるとしている。近年、一般的といえる舎飼条件では子牛の運動量も少ないことから、10%程度少ない哺乳量が適切と考えられる。

**[泌乳量の推定法と哺乳量確保]**

黒毛和種子牛の離乳時体重における泌乳量の影響は大きく、離乳時体重が子牛価格に大きく反映されることを考えると、肉用牛経営にとつ

表3 離乳時の子牛の日齢(体重)

性	人工乳 500 g/日摂取時	人工乳 700 g/日摂取時
雄	33 ± 9 日 (41 ± 3 kg)	41 ± 10 日 (51 ± 2 kg)
雌	43 ± 3 日 (42 ± 4 kg)	45 ± 1 日 (49 ± 1 kg)

代用乳を 200 g (1.2 リットル) × 2 回 / 日哺乳

て重要な形質である。そこで、母牛の泌乳量を的確に把握しておくことは、子牛に対する固形飼料や母牛に対する増し飼いなどの飼養管理上からも重要なことと考えられている。寺田らは体重差法と子牛の体重と増体量から母牛の授乳量を推定する方法を報告している。これにより、母牛の泌乳量の推定が可能となった。しかし、生産現場においては別飼いを実施する必要がある子牛と評価された時点での子牛の発育遅延は大きく、別飼いへの対応が遅すぎるため、より早期に泌乳量を推定しておく必要がある。久馬らは、生後1週間の増体重から母牛の日乳量間には0.84の有意な ( $p < 0.01$ ) 相関が認められることから哺乳初期の子牛の増体から母牛の泌乳量を推定できるとしている。坂瀬らは、同様の検討から泌乳量が不足する子牛については早期に追加で哺乳する手法を報告している。これにより、離乳期以前の子牛における初期発育の水準を維持し、適切な発育を確保できること示している。

#### [黒毛和種子牛の期待すべき消化機能の発達(ホルスタイン種子牛での発達を参考にして)]

濱田は、ホルスタイン種子牛の早期離乳における固形飼料摂取の特徴をシグモイド曲線で示し、これを3段階に区分し、消化機能発達の目安として示している。この目安は黒毛和種子牛においても同様であるので、その概要を紹介する。

##### (1) 適応準備期

子牛が最初に固形飼料を食べ始めてから、1日250gぐらいまでの固形飼料を摂取するまでの時期である。この時期は生理的な食欲調節によるものではなく、本能的に食べやすいものを口に入れるという時期である。この時期を前倒しするとその後の固形飼料は順調に進行することから、離乳に向けた第1段階として重要視する必要がある。

##### (2) 加速増加期

子牛では1日250～1,000gまでの固形飼料の摂取時期に相当する。1日250gぐらいの固形飼料を食べ始めると、その後は急激に固形飼料の摂取量が高まるので、その時点で離乳することができる。

##### (3) 安定増加期

子牛で1日1,000g以上の固形飼料を摂取するようになると摂取量の増加は緩やかとなる。

以上の3期の段階は第1胃の発達についても相当していると考えられている。

ホルスタイン種子牛では、固形飼料の摂取量が1日500g～700gを超えると離乳できるとされている。黒毛和種子牛においても同様の水準で離乳することができる。

#### [離乳に向けた注意点と必要な飼育プログラム]

##### (1) 自然哺乳での考え方

ホルスタイン種子牛と比較して生時体重の軽い黒毛和種子牛では、個々のステージが若干遅れて進行することになるが、基本的な目安は同様と考えることができる。一般に、ホルスタイン種子牛は、人工哺乳によって管理されるため哺乳時間を正確に管理することができる。その結果、子牛が空腹感を感じやすく固形飼料への移行をスムーズに実行できる。一方、黒毛和種子牛では、自然哺乳が一般的であるが、空腹感に応じて哺乳することから固形飼料への移行は困難である。そこで、柵越哺乳や制限哺乳など空腹感を感じる飼養環境を設定することが重要となる。これらの対策を実施した場合には通常の4～5か月という離乳月齢を3か月程度まで若干短縮することが可能となる。

##### (2) 人工哺乳での考え方

黒毛和種子牛においても超早期母子分離のように分娩後の早い時期に人工哺乳に移行した場合には、ホルスタイン種子牛と同様、スムーズに離乳することが可能である。離乳については自然哺乳に比較して格段に取り組みやすく特に注意する点はない。

しかしながら、人工哺乳のプログラムについては注意を要する。従来、黒毛和種子牛においてもホルスタイン種子牛と同様に代用乳400～500g/日哺乳という体系がみられた。上記、黒毛和種の哺乳期の標準的な発育に必要な哺乳量でも触れたように、黒毛和種子牛の標準発育には6kg以上の哺乳が必要でありこれを代用乳に換算すると1kg程度の哺乳が必須となる。体格の大きなホルスタイン種子牛の場合には、代用乳が不足すると直ぐに固形飼料を摂取して

不足分を回復することが可能であるが、体格の劣る黒毛和種子牛では、液状飼料給与期が長く、直ちに必要量の固形飼料を摂取できる移行期には入れないことに注意したい。

例えば、代用乳を400 g/日給与体系において固形飼料を500 g/日あるいは700 g/日摂取するための要件を検討したところ、生後日齢ではなく体重に依存していた。すなわち、固形飼料を500 g/日摂取するためには40 kg、700 g/日摂取するためには50 kgの体重が必要であり、その体重に達するまでは哺乳によって増体させる必要があると考えられる。

そこで、黒毛和種の系統による差は認められるものの50 kgに達するまでは、液状飼料給与期と判断して代用乳を日量1 kg程度給与して確実な発育を促し、移行期である50 kg前後に達した時点でホルスタイン種子牛と同様の管理方法で離乳を実施することがよい。

人工哺乳を実施した黒毛和種子牛の離乳時期は、2～3か月齢と大きく短縮することが可能である。

#### [哺乳期の飼養管理で注意すべき点]

黒毛和種子牛の哺乳期に発生する非感染性の消化不良の原因の多くは、環境の急変である。

哺乳期の栄養は母乳に依存するため、母牛の体調の変化には敏感に反応することが知られている。生理的な変化としては、母牛の発情期に連動した子牛の下痢がある。また、母牛への飼料の給与量や内容に変化がある場合にも消化不良等による下痢がみられる。哺乳期の母牛の管理は、分娩前の増し飼いを実行し、大きな変動をせずに泌乳量に応じた細かな管理が重要となる。

一方、子牛の飼養環境の急変も重要である。季節の変わり目や冬季における寒冷感作は重要であり、牛舎環境としては、すきま風のない換気のよい、牛床の乾燥した(図3)居住空間を確保することが重要である。子牛とはいえ牛は基本的に寒冷感作に対して抵抗性があるものの、温度変化が大きい場合に対応しきれずに消化器系の障害や呼吸器系の疾病を引き起こすきっかけを作りかねないことから注意を要する。

離乳とこれに伴う群飼への移行も飼養環境の



図3 床を高くして稲ワラを敷いた子牛スペース

変化として多くのストレスを伴うことから、注意しておく必要がある。子牛の感染症に対する抵抗力を低下させる各種のストレスをいかに回避して管理できるかが、子牛の生産性を高める上で大きな要因となるためである。

#### [まとめ]

黒毛和種の哺乳期を中心に感染症に影響する栄養や飼養管理の面から注意すべき点を概説した。実際には、出産以前の母牛の衛生・栄養両面の管理から感染症予防は始まっており、これに続く初乳の摂取や適切な栄養管理が子牛の感染症に対する抵抗力に大きく関わっている。実際の生産現場では、獣医師が予期しない飼養管理がなされることも多いことから、栄養学的前提を共有した上で畜産現場での感染症対策を検討していく必要がある。酪農や肥育現場のみならず、子牛生産の繁殖現場においても集約的な畜産が定着しつつあるが、新しい管理形態に対応した新たな衛生管理が必要になると考えられる。子牛の潜在能力を存分に発揮させ、効率的な子牛生産を行うための一助になれば幸いである。

#### [引用文献]

1. Davis, C. L. et al. 1981. Ruminant digestion and metabolism. Dev. Ind. Microbiology. 22: 247-259.
2. 遠藤洋. 2009. 新生子牛における抗病性と初乳の役割. 子牛の科学 (日本家畜臨床感染症研究会編). チクサン出版、東京、pp81-85.
3. 濱田龍夫. 哺育. 新乳牛の科学 (津田恒之編). 農文協、東京、pp.239-256.
4. 久馬忠ら. 1979. 草地における肉用牛の泌乳

- 性と哺乳子牛の発育に関する研究. 東北農試研報. 60 : 73-90.
5. 小畑太郎ら. 1979. 和牛子牛の哺乳量と哺乳初期増体量. 近畿中国農研. 57 : 71-73.
  6. 坂瀬充洋ら. 2005. 但馬牛子牛の哺育初期における適正発育値と母牛泌乳量の早期推定法の検討. 第43回肉用牛研究会大会講演要旨. 14-16.
  7. 社団法人全国和牛登録協会. 2004. 黒毛和種正常発育曲線(平成16年) Shimada, K.. et. Al. 1988. Asian-Australasian J. Anim. Sci., 1: 47-53.
  8. 島田和宏. 1998. 黒毛和種の泌乳能力とその改良. 肉用牛研究会報. 64 : 19-29.
  9. 寺田隆慶ら. 1979. 肉用牛の授乳量に及ぼす2、3の要因の検討ならびに授乳量の推定法について. 中国農試報. B24 : 23-36.

## Nutrition and infection in calves

Moriyuki Fukushima

Northern Center of Agricultural Technology, General Technological Center of  
Hyogo Prefecture for Agriculture, Forest and Fishery  
(Yasui, Wadayama, Asago, Hyogo, 669-5254, Japan)