

免疫力UP！疾病を防ぐ和牛哺育技術の確立

阿部敏晃・川田健太

要 約

乳用種、交雑種に比べて抗病性が低いとされる黒毛和種新生子牛の免疫力を向上させ、下痢、肺炎等の疾病罹患率を低減させるための哺育技術を確立することを目的として、当課和牛新生子牛に対し免疫グロブリン製剤及びβ-カロテン製剤を添加した代用乳を給与し、臨床症状等を観察した。同時に、野外農家1戸において同様の給与試験を行った。その結果、当課、農家ともそれぞれ疾病罹患、増体に試験区、対照区で差は見られなかったが、飼養環境の異なる当課・農場間では対照的な結果となり、飼養管理に問題がない場合は製剤添加の効果は小さく、初乳給与の不備という大きい問題があった農家では、製剤添加の効果は認められなかった。

目 的

和牛繁殖経営および酪農家での和牛受精卵移植(ET)による収益性向上と安定的な和牛肉生産のため、優良な子牛の生産・育成は重要である。しかし、乳用種や交雑種(F1)に比べ、黒毛和種新生子牛は抗病性が低いとされ、新生子期における下痢や肺炎等の疾病罹患による経済的損失はいまだ多く、生産農家だけにとどまらず肥育農家にも枝肉の重量、等級の低下による被害が及んでいる。とくに酪農家におけるET黒毛和子牛生産においては、黒毛和種子牛の特性を理解しない飼養管理の失宜による疾病罹患が多い。

また、黒毛和牛繁殖経営において、近年、生産効率向上のため母子の早期分離を行い、人工哺乳により子牛を育成する農家が増えており、的確な哺乳技術が重要となっている。

そこで、子牛の免疫力を向上させることにより下痢等の発生を防ぎ、良好な発育を実現する人工哺育技術の確立に資するため、子牛の代用乳に免疫グロブリン製剤及びβ-カロテン製剤を添加給与し、その効果を検証した。

材料および方法

試験は、平成28、29、30年の3ヶ年にわたって行い、平成28年は代用乳に免疫グロブリン製剤、平成29年はβ-カロテン製剤、平成30年はその両方を添加して試験を行ったが、平成28、29年と30年で牛舎および哺乳方法が異なるため、表1にその概要を示す。

表1. 各年の飼養形態

実施年	H28・H29	H30
牛 舎	旧肉牛牛舎 S40年代建築	新肉牛牛舎 H29新築
飼養形態	個別飼養	群飼
哺乳方法	哺乳瓶	哺乳ロボット

(1) 平成28年

当課で出生した黒毛和種子牛4頭を5日齢で母子分離し、代用乳を5～7日齢は400g/日、8～55日齢は500g/日、56～60日齢は250g/日給与し、この期間中5～19日齢までの代用乳に鶏卵由来グロブリン製剤を5g/日添加した。添加による影響を評価するため、非添加子牛2頭を対照区とし、下痢の頻度、重症度を調査する目的で糞便を4段階(1:正常便, 2:軟便, 3:流動便, 4:水様性下痢)に分けて比較するとともに、糞便スコアと哺育期の増体を比較するため体重を生後5日、14日齢以降2週

間毎に測定し、体高、胸囲、腹囲を生後2週間毎に測定した。さらに、グロブリン製剤が下痢症ウイルスの抗体価に与える影響を評価し、また免疫を賦活化するとされるビタミンA濃度及びその前駆物質である β -カロテン濃度の推移を調査する目的で体側時に併せて採血を行い、抗体価と血液成分を測定した。

(2) 平成29年

当課出生の黒毛和種子牛3頭を試験区として供試し、生後5～18日の14日間、代用乳に β -カロテン製剤を10g/日添加し、下痢の発生状況および発育状況を調査した。母子分離および代用乳の給与量は平成28年に準じた。非添加の対照区として黒毛和種子牛2頭を供試した。下痢の発生状況として糞便スコアを記録し、発育状況調査は、2週間毎に体側(体重・体高・胸囲・腹囲)を行うとともに、体内への β -カロテン吸収の状況および血中ビタミンA濃度への影響を調査する目的で採血を行った。

(3) 平成30年

当課出生の黒毛和種子牛4頭を試験区として供試し、生後2～5日で母子分離して群飼とし、哺乳ロボットを用いて65日齢の離乳までの間、代用乳に β -カロテン製剤を10g/2L、鶏卵由来グロブリン製剤を5g/2L添加して給与した。対照区として黒毛和種子牛3頭を供試、両製剤を添加せずに哺乳ロボットにより代用乳を給与した。1日の哺乳量は無制限とし、哺乳間隔は2.5時間の設定とした。また、n数確保のため、野外の生産農家(酪農+和牛繁殖、以下「農家」)に依頼し、同様の添加試験を行った。農家では、ET黒毛和種子牛1頭、F1子牛2頭を試験区、F1子牛3頭を対照区として供試し、出生直後に母子を分離し、農家慣行により和牛子牛は市販初乳製剤、F1子牛は母牛の初乳を給与後(2L×2回/日)、当課子牛と同様に試験区子牛の代用乳に両製剤を添加し、2L×2回/日給与した。下痢症の発生状況等の調査については、

当課が群飼で個別糞便スコアが取れないため、臨床徴候の有無を指標として農家もこれに準じ、異常を呈した個体は病原検索を実施した。発育状況調査のため当課子牛は出生時および2週間毎に体重測定を実施、農家子牛は3週齢時および8週齢時の2回胸囲測定を行い、「黒毛和種子牛の胸囲一体重早見表(道総研畜試式)」により参考値として体重を推定した。また、当課子牛、農場子牛とも、出生時および2週齢毎に採血を行い、セルロースアセテート膜電気泳動法により受動免疫獲得状況を調べた。また、子牛の胎生期の発育状況を推定するため、出生時に胸腺スコア(1:胸腺の発育不良、2:胸腺中等度に発育、3:胸腺の発育良好)を取った。さらに、糖度計を用いて初乳のBrix値を測定し、初乳品質の推定を行った。

結 果

(1) 平成28年

ア 下痢の発生状況

糞便スコアは、試験区で1.78、対照区で2.09となり、グロブリン製剤添加による下痢重症度抑制傾向が窺われた(図1)。

イ 発育への影響

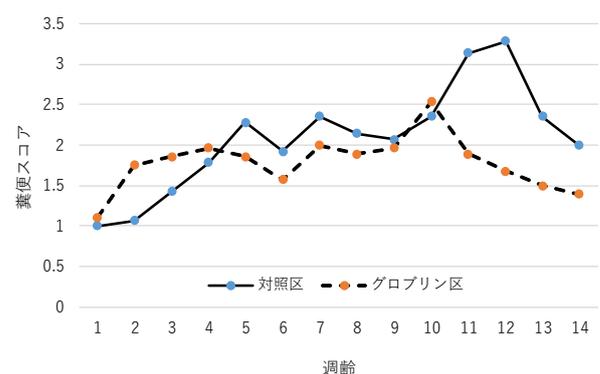


図1 糞便スコアの推移

98日齢までの体重、体高、胸囲、腹囲、1日増体量(DG)のいずれも、試験区と対照区で差は見られなかった。

ウ ビタミンAと糞便スコア

ビタミンA濃度が低下すると糞便スコアが上昇する傾向が見られた。

エ グロブリン製剤添加の移行抗体への影響

コロナウイルス抗体価を測定した結果移行抗体の消失に対するグロブリン製剤の影響は確認されなかった(図2)。

(2) 平成29年

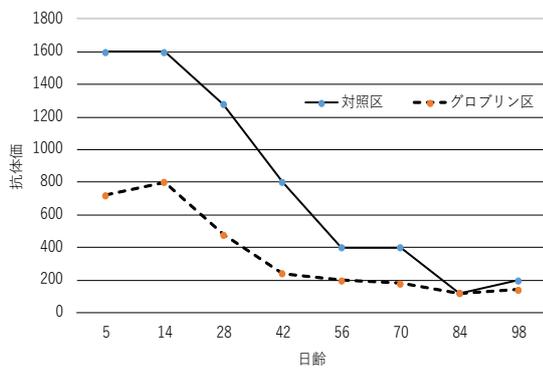


図2 血中抗体価 (Coronaviridae) の推移

ア 下痢の発生状況

試験期間における糞便スコア平均は、試験区で 1.585 ± 0.095 、対照区は 1.531 ± 0.058 であり差は見られなかった。

イ 発育への影響

試験区、対照区の体重の推移は、哺育期間終了まで差は認められなかった(図3)。

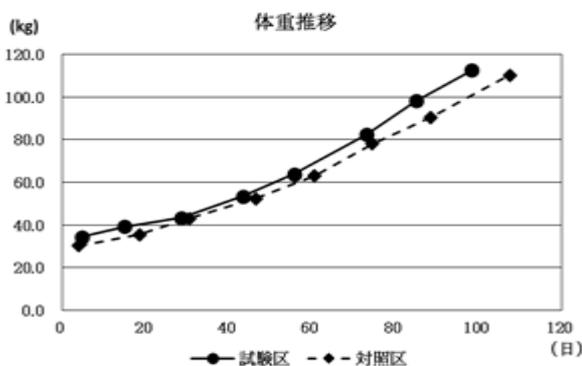


図3 体重の推移

DGは、試験区で 0.834 ± 0.103 、対照区で 0.773 ± 0.039 となり、試験区の法が良好であった。

ウ 血中ビタミンA、β-カロテン濃度の推移

ビタミンA濃度は、試験区、対照区で差は見られなかった(図4)。

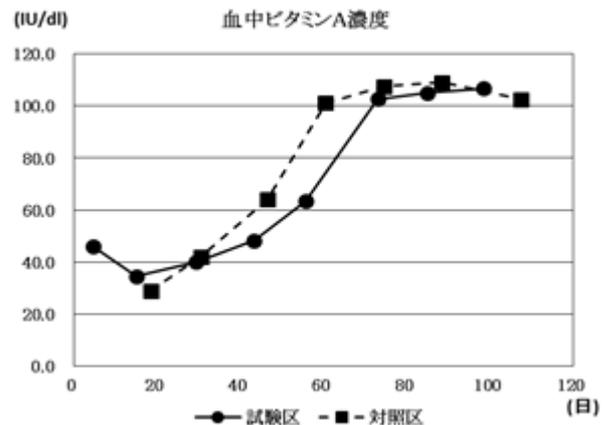


図4 血中ビタミンA濃度の推移

β-カロテン濃度は給与した時期に急激な上昇を示し、給与終了後から減少に転じ、60日齢以降では検出限界以下となった(図5)。

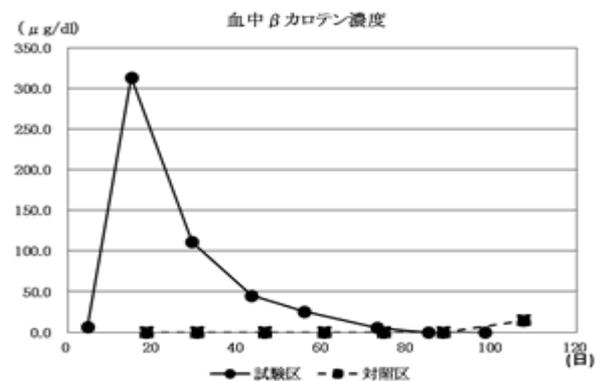


図5 血中β-カロテン濃度の推移

(3) 平成30年

ア 下痢の発生状況

a 当課子牛

平成30年度は群飼のため個別糞便スコアは取れなかった。対照区で1頭のみ水様性下痢、軽度呼吸器症状を呈したが、病性鑑定の結果、有意な病原体は分離されなかった。

b 農家子牛

試験期間中に農場内で流行したロタウイルス病に試験区、対照区とも全頭が罹患、水様性下痢を呈し、試験区の1頭は獣医師による治療を要したが、死亡したものはなかった。

なお、試験期間中に対照区の1頭が事故により死亡した。

イ 発育への影響

a 当課子牛

試験期間中の増体は、試験区、対照区で差は見られなかった(図6)。

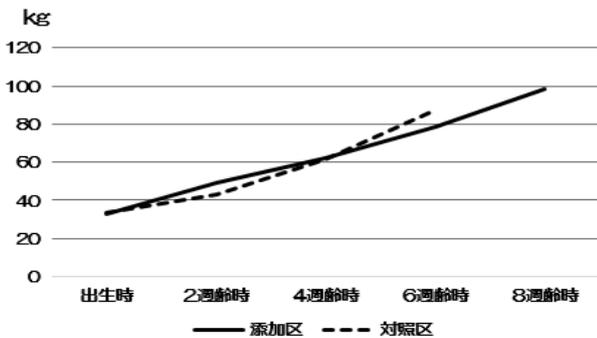


図6 当課子牛の体重の推移

DGについても両区で差は見られなかった(図7)。

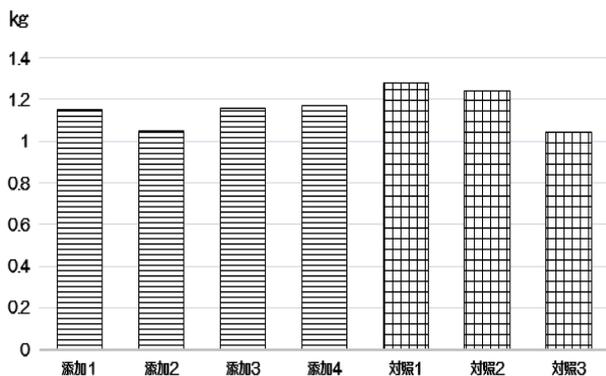


図7 当課子牛のDG (出生時-6週齢間)

b 農家子牛

体重計がないため、3週齢時および8週齢時の2回胸囲を測定し、「黒毛和種子牛の胸囲-体重早見表(道総研畜試式)」により参考値として体重を推定したが、当課子牛同様、試験区、対照区で差は見られなかった。この2点間のDGを図8に示したが、試験区、対照区で差が見られないのは当課子牛と同様であったが、DGは当課子牛に比べ少ない数値であった。

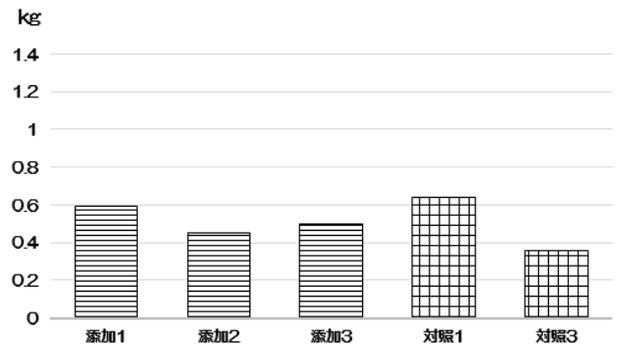


図8 農場子牛のDG (出生時-6週齢間)

イ 受動免疫獲得状況

セルロースアセテート膜電気泳動法により出生24-28時間後に採血した血清を用いて血清蛋白分画を実施し、 γ -グロブリン(γ -glob.)濃度から受動免疫の獲得状況を推定した。

a 当課子牛

初乳摂取後の γ -glob.濃度は、供試7頭中4頭が良好、あとの3頭も受動免疫獲得不全(Failure of Passive Transfer:FPT)判定基準であるIgG濃度の10mg/ml、 γ -glob.濃度での目安としてのおよそ1.25g/dlを上回る数値であった(図9)。

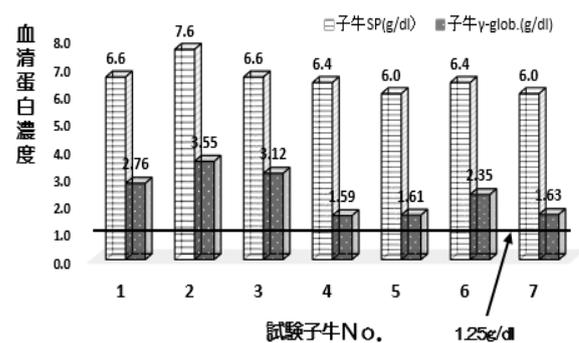


図9 当課子牛の受動免疫獲得状況

b 農家子牛

供試した6頭全てで γ -glob.濃度が1.25g/dlに満たず、FPTと判定された(図10)。

6頭全ての初乳がBrix値20%以上であり、初乳品質は良好と判定された。

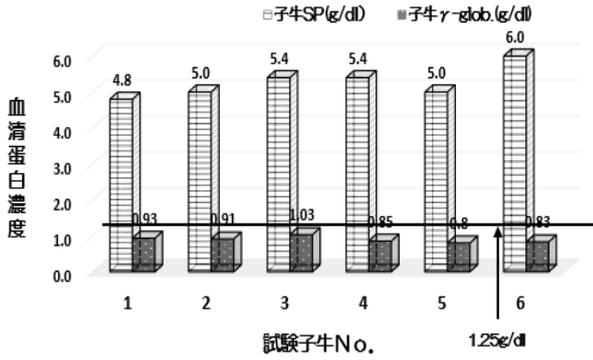


図10 農家子牛の受動免疫獲得状況

ウ 試験子牛の母牛の初乳Brix値

試験供試子牛の母牛の初乳を採取し、屈折式糖度計を用いてBrix値を測定し、初乳品質を推定した。ホルスタイン種の場合、初乳Brix値が20%以上、黒毛和種では30%以上であれば、十分量の免疫グロブリンを含有しているとして、初乳品質は良好と判定される。

a 当課子牛（母牛は黒毛和種、図11）

当課では、和牛は立会い分娩をしていないため、出生を発見した時点では、子牛が1~数回哺乳している可能性が高いことを踏まえると、概ね初乳品質は良好と判断された。2検体低値のサンプルがあったが、これは、採取直後ではなく半日~1日冷蔵保管後に測定したことが原因と思われた。他のサンプルは、採取後すぐに測定を行った。

b 農家子牛（母牛はホルスタイン 図12）

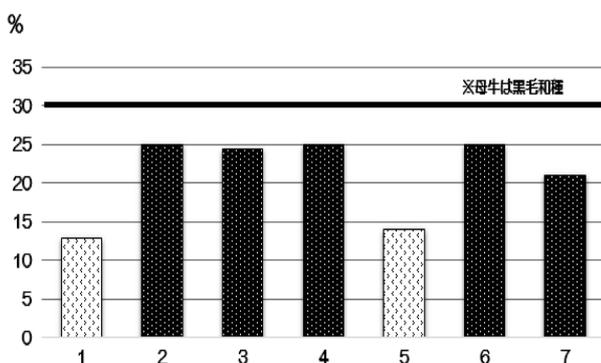


図11 当課子牛母牛の初乳Brix値

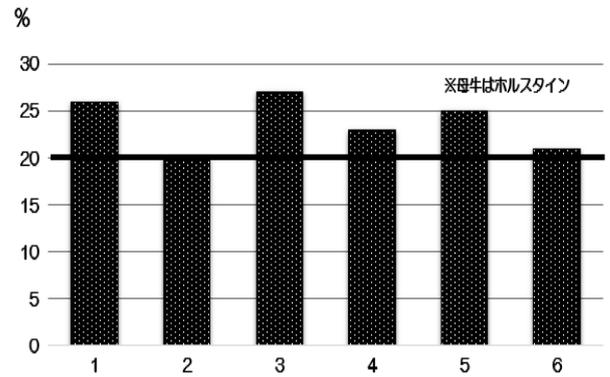


図12 農家子牛母牛の初乳Brix値

エ 試験子牛の胸腺スコア（図13、14）

胎生期の発育状態判定の指標となる出生時胸腺スコアは、当課子牛、農家子牛とも全頭スコア2あるいは3であり、胎生期の発育状態には問題はなかったと判断された。

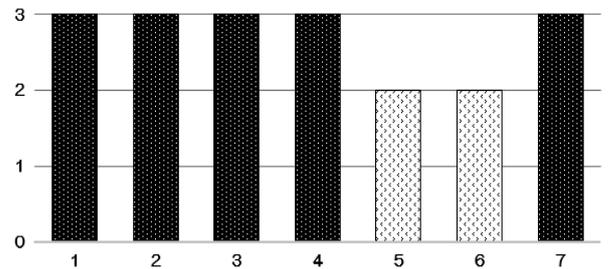


図13 当課子牛の胸腺スコア

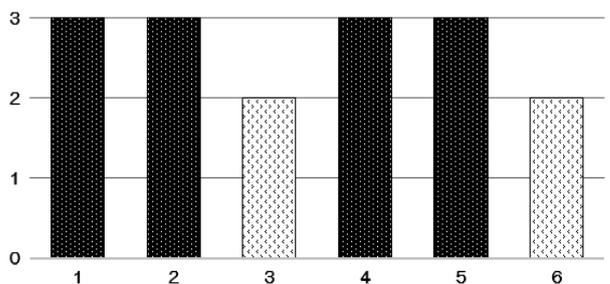


図14 農家子牛の胸腺スコア

オ <補足>農家子牛の初乳給与方法変更後の受動免疫獲得状況の変化

以上の所見から、農家子牛のFPTは初乳給与方法に原因があると思われたため、試験終了後に生まれたF1子牛2頭についてさらに受動免疫獲得状況を調べた(図15)。

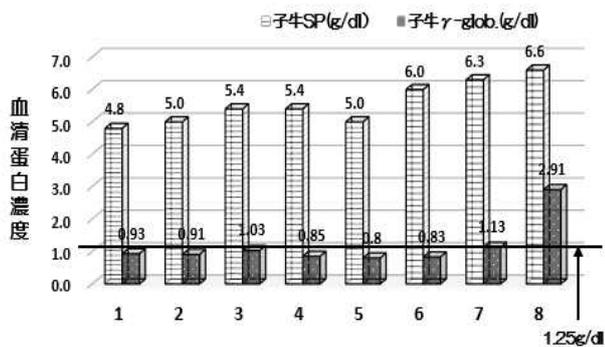


図15 初乳給与方法変更後の農家子牛受動免疫獲得状況の変化

図中、No.1~6は試験子牛、No.7、8が試験後の追加検査子牛であるが、7は従来どおり2L×2回/日、8は2L×4回/日の給与とし、とくに2回目給与は、1回目給与の5,6時間後に的確に給与した。その結果、No.7は試験子牛と同様FPTであったが、No.8は相当良好な γ -glob.分画の上昇が確認された。

考 察

グロブリン製剤および β -カロテン製剤を添加した代用乳による哺育を行った結果、下痢の発生状況については、旧肉牛牛舎で実施したグロブリン製剤添加試験では試験区で下痢の改善傾向が見られたが、同じ旧牛舎での β -カロテン製剤添加試験では試験区、対照区で差が見られず、新牛舎で実施した両製剤添加試験では感染性因子による下痢は両区とも見られなかった。旧牛舎では一定レベルの積年の病原体蓄積があったものと考えられ、例年子牛のコクシジウムによる下痢が発生し

ていたが、そのような状態下ではグロブリン製剤添加に一定の効果があつた可能性が考えられた。しかし、病原体の常在、蓄積のない新築の牛舎という飼養環境下では、そもそも下痢発生の要因自体が少なかったものと考えられた。

増体については、旧牛舎における β -カロテン添加試験であった平成29年において、試験区は対照区より良好であったが、新牛舎での試験となった平成30年は両区で差が見られなかった。このことから、清浄な飼養環境下では添加の必要はなく、ある程度の病原体が常在しているような通常的环境下では、 β -カロテン添加により下痢の低減効果が期待できることが示唆された。しかし、平成28,29年の試験では、製剤添加によるこれ以外の効果については明瞭には確認できなかった。

平成30年は、グロブリン製剤と β -カロテン製剤の両方を代用乳に添加して試験を行ったが、飼養環境面で過去27年に比べて大きく異なる点がある。それは、牛舎が新築であること、哺乳ロボットを導入し、1日の哺乳量は無制限に設定し、哺乳に関する子牛のストレスがない状態であったことである。平成30年の当課子牛は、以前にも増して良好な飼養環境下にあつたと考えられる。

一方、農家子牛については、全頭がFPTと判定され、健康な子牛育成の必須条件の最も重要な部分が完全に欠落している状態であった。

以上のことから、当課のような良好な飼養環境下であれば、製剤添加による免疫補助措置の必要はなく、農家のように初乳による受動免疫が不十分な状況下では、製剤添加による効果もそれを補うには足りないと判断されるものの、結果的に、試験の当初目的である哺育技術の確立には至らなかった。

こうした調査の対象としては、基本的な飼養管理はできていても、部分的には万全を期し難い部分のある一般的な野外農家から、種々の飼養環境条件の農家を複数選定し、1農家あたり最低でも1

0頭程度の検体を確保した上で実施することで、どのようなレベル以上の飼養環境であれば製剤添加により飼養管理の不足部分を補填出来るのかを探ることが可能になると思われる。

今回試験で実施したような製剤添加は、子牛の哺育においてはあくまでも補助的なものと考えるべきであり、それ以前に生物としての自然の生理に沿った飼養管理を心懸けることが何より重要である。そして、その条件には、畜舎の清潔さ、温度管理、適切な哺乳（量、頻度など）、給餌等種々あるが、中でも新生子牛にとって重要なものは、母牛から品質の良好な初乳を十分量摂取し、確実に吸収して身につけることである。哺乳管理に際し、初乳の品質や受動免疫の獲得状況については、今回の方法を用いれば、検査結果が得られるまでに日数を要する民間検査機関に依頼せずとも、農家と家畜保健衛生所という現場において即日かつ簡易に確認することが可能である。

初乳の役割は、単に子牛に移行抗体による免疫を賦与する事のみには留まらない。初乳中には、免疫物質として免疫グロブリン以外にもIL-1, IL-6, IFNなどの細胞性免疫活性物質や、母牛のリンパ球が含まれるほか、免疫サポート物質として、ラクトフェリン、インスリン、インスリン様成長因子、ラクトペルオキシダーゼなどのほか、ビタミンAも含まれ、それぞれ子牛の免疫、成長の促進に与っている¹⁾。また、母牛の初乳中には、その農場内に存在する病原体そのものに対する抗体が含まれるため、生まれた子牛の免疫賦与の点で初

乳製剤よりも格段に優れている。

さらには、新生子期の初乳摂取の良否を初めとするこの時期の飼養管理は、新生子牛の健康のみならず、その後の増体や産乳・産肉等の生産性を含め、牛の全生涯に亘って影響を及ぼすことが分かっている²⁾。

当課子牛の受動免疫獲得については、平成30年は今回の試験供試子牛だけでなく、出生した全ての子牛について確認しているが、個体によってばらつきがあり、とくに寒冷期に出生した個体では免疫獲得不足傾向が認められる。また、一部ではあるがFPTと判定された子牛もいる。このことから、当課新生子牛の哺乳管理についても、改善の余地が多々あり、今後検討が必要と考えている。

文 献

- 1) (株)トータルハードマネジメントサービス 代表取締役社長黒崎尚敏. 現場における哺乳 5つのキーワード マネージメント情報. 2013年4月.
- 2) ゲルフ大学動物生物科学部 マイク・スティーラー. 哺育子牛の管理と腸の健康 2018年2月18日全酪連・酪農セミナー2019資料 p8-9