

黒毛和種母牛産次別子牛血中免疫グロブリン濃度と自然哺乳子牛へ凍結初乳 又は粉末初乳を補助的に給与した場合の免疫補強効果

福島護之*・木伏雅彦**・坂瀬充洋*・野田昌伸*・武田和士*

要 約

自動哺乳装置を用いて黒毛和種子牛を飼育するために子牛への受動免疫増強条件を検討した。

- 1 新生子牛に3種類の粉末初乳を給与した場合の血中免疫グロブリン濃度を比較したところ、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 ($12.9 \pm 6.8 \text{ mg/ml}$, $10.1 \pm 2.8 \text{ mg/ml}$)。しかし、含有 IgG 量の不明確な製品では $8.9 \pm 3.3 \text{ mg/ml}$ と必要量が確保されなかった。
- 2 血中免疫グロブリン濃度と血清総蛋白 ($r = 0.659$) や γ -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ことが明らかとなった。
- 3 初産子牛の血中 IgG 濃度が2産以上の子牛に比較して低く、必要量以下の 8.0 mg/ml という個体があった。
- 4 初産、2産子牛に出生直後凍結初乳又は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、全頭が 15.5 mg/ml 以上と必要充分量の子牛血中 IgG 濃度が確保された。

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、自動哺乳装置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あるが、初産子牛に限っては出生直後に凍結初乳又は粉末初乳を1回給与することが望ましいと推察される。

The Effect of Additive Feeding of the Freeze or Spray-dried Colostrum on the Increase in Serum Immunoglobulin G Concentration during the First 24 hours after Parturition between Different Lactation Number of Japanese Black Beef Cows.

Moriyuki FUKUSHIMA, Masahiko KIBUSHI, Mitsuhiro SAKASE,
Masanobu NODA and Kazuhito TAKEDA

Summary

A passive immunity to the calves of Japanese Black by using automatic milking device was examined.

- 1 Immunoglobulin G (IgG) concentration in the blood was compared among 3 groups of newborn calves that were fed with different kinds of powdered colostrums. IgG concentration was low in all 3 groups comparing with control calves with natural colostrums. However, essential amount of IgG was secured in 2 groups, while that was not secured in one group that were fed with a product of indistinct indication of IgG ingredients.
- 2 There was a significant correlation ($P < 0.01$) between the IgG concentration and each of the total serum protein ($r = 0.659$) and γ -glutamyltransferase ($r = 0.587$), suggesting that these values could be an indirect index of the colostrums uptake.
- 3 When the additive feeding of the freeze or spray-dried colostrum to newborn calves was

2003年8月29日受理

* 農林水産技術総合センター北部農業技術センター

** 現兵庫県農林水産部農林水産局畜産課

done. Serum IgG concentration increased during the first 24 hr after parturition.

The first offspring calves were necessary to get additive feeding of the freeze or spray-dried colostrum for the increase in passive immunity.

キーワード：黒毛和種子牛, 産次, 免疫グロブリン濃度, 粉末初乳, 凍結初乳

緒言

最近, 黒毛和種繁殖現場において子牛を出生後超早期に母牛から分離して人工哺乳する事例が増加しており^{3,5)}, 新生子牛へ初乳を給与する技術体系が新たに必要となってきた。特に, 自動哺乳装置(以下哺乳ロボットと呼ぶ)の導入により, 新生子牛を生後10日齢前後から群飼するために, 免疫物質を確実に母牛から子牛に伝達しておく必要がある。

初乳の必要性に関する報告はこれまでも多くあり, 凍結初乳や粉末初乳の補助的な給与などについて検討がされてきた^{2,7,9)}。しかし, 近年発売された複数の粉末初乳を比較した報告は無い。そこで, 自然哺乳と複数の粉末初乳を給与した場合の子牛血中免疫グロブリン(以下血中IgGと呼ぶ)濃度及び血液性状に及ぼす影響を比較検討した。

一方, 自然哺乳させた場合に野田ら⁸⁾は, 生後の初乳摂取量が500g未満の子牛では血中IgG濃度が低いことから, 生後2時間以内に500g以上の初乳摂取が必要であると報告している。初産牛や高齢牛からの産子に見られがちな生時体重の軽い個体においては, 初乳摂取量が500gに満たなかった可能性もあり, 実際に初乳をどれくらい哺乳したかを確認することは困難である。そこで, 乳牛から分娩後1~2回搾乳までのIgG含量の多い初乳を凍結保存し給与することも行われている。しかし, 多くの繁殖現場では良質の初乳を確保することが困難であり, 新たな対応が望まれていたが, 粉末初乳を利用することによって, 肉用子牛でも母牛からの初乳が不足している場合に利用できるようになった。

黒毛和種では, 母牛の初乳を摂取した子牛の血中IgG濃度は個体差が大きく, 特に産次による差が大き

いことが知られている⁸⁾。そこで, 黒毛和種母牛産次による子牛の血中IgG濃度を比較すると同時に, 哺乳ロボットへ導入する子牛に十分な受動免疫を補強するために, 血中IgG濃度が低い産次の子牛について出生直後に凍結初乳又は粉末初乳を1回給与した後, 自然哺乳させた場合の子牛血中IgG濃度に及ぼす影響を検討した。

材料及び方法

実験1：粉末初乳製品の違いによる子牛血中IgG濃度の比較

黒毛和種新生子牛47頭(雄29頭, 雌18頭)を母牛の初乳を自由に哺乳する対照区(14頭)と3種類の粉末初乳(A区:9頭, B区:10頭, C区:14頭)投与区に無作為に分けた。粉末初乳区では分娩後30分以内とその7~17時間後の2回, それぞれの粉末初乳の規定量を給与し, その間子牛に母乳を飲めないようにして試験を実施した。出生24時間後に子牛の採血を行い, 血中IgG濃度を一元放射免疫拡散法(ウシIgGプレート:(株)メタボリックエコシステム研究所)でまた, 一般血液性状を乾式血液性状自動測定装置で測定した。測定した項目は, 血清総蛋白(TP)及びγ-グルタミルトランスフェラーゼ(GGT)である。

統計処理は, 分散分析実施後最小有意差法により多重検定を実施した。

実験2：母牛の分娩産次による子牛血中IgG濃度の比較

黒毛和種新生子牛75頭(雄50頭, 雌25頭)の自然哺乳子牛から出生24時間後に採血を行い, 血中IgG濃度を一元放射免疫拡散法で測定し, 母牛の分娩産次間の血中

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	8.9 ^a ± 3.3	4.5 ^a ± 0.4	585.0 ^b ± 581.2
	B区	10	10.1 ^a ± 2.8	5.1 ^a ± 0.3	1024.4 ^{a,b} ± 602.3
	C区	14	12.9 ^a ± 6.8	4.9 ^a ± 0.5	1293.8 ^{a,b} ± 799.4
対照区		14	41.8 ^b ± 16.8	6.4 ^b ± 1.7	1707.6 ^a ± 1176.0

a,b:同列異符号間に有意差(P<0.05)

TP:血清総蛋白, GGT:γ-グルタミルトランスフェラーゼ

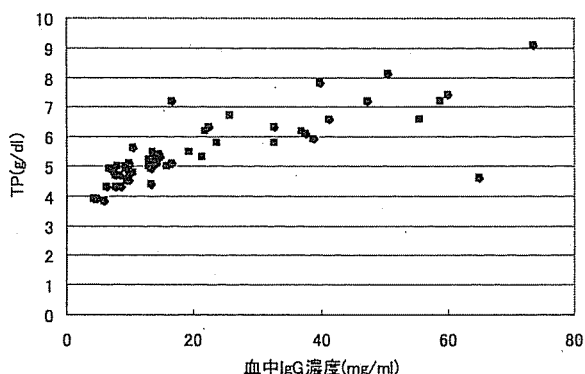


図1 子牛血中 IgG 濃度と TP の関係

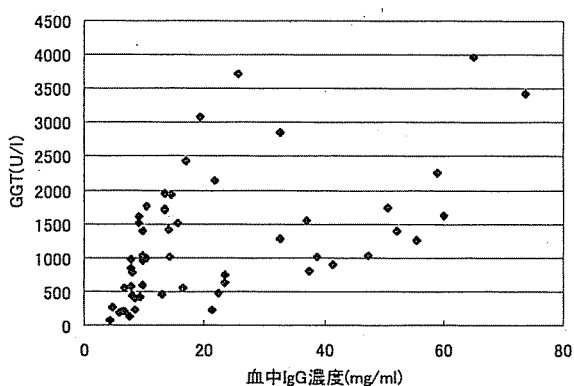


図2 子牛血中 IgG 濃度と GGT との関係

IgG 濃度を比較した。

実験3：自然哺乳子牛へ凍結初乳又は粉末初乳を補助的に給与した場合の免疫補強効果

母牛の分娩産次が初産あるいは2産の黒毛和種新生子牛46頭(雄26頭, 雌20頭)を, 母牛初乳を自由に飲む対照区(24頭)と分娩後30分以内に凍結初乳(7頭)又は粉末初乳C(15頭)を補助的に1回給与し, その後自然哺育する区に分けた。凍結初乳は, 分娩当日のホルスタイン種雌牛から採取した初乳を500gずつ凍結保存したものを融解して用いた。なお, ホルスタイン種雌牛の分娩産次は不明である。粉末初乳は, 市販の製品1回分を700mlの温湯で溶解して用いた。凍結初乳及び粉末初乳ともに約40℃にし, 生後30分以内にストマックチューブを用いて強制的に子牛に給与した。その後は, 対照区と同様の管理とした。出生24時間後に子牛の採血を行い, 血中 IgG 濃度を一元放射免疫拡散法で測定した。

結 果

実験1：粉末初乳製品の違いによる子牛血中IgG濃度の比較

出生24時間後の子牛の血中 IgG 濃度は, 粉末初乳区(8.9±3.3~12.9±6.8 mg/ml)は対照区(41.8±16.8 mg

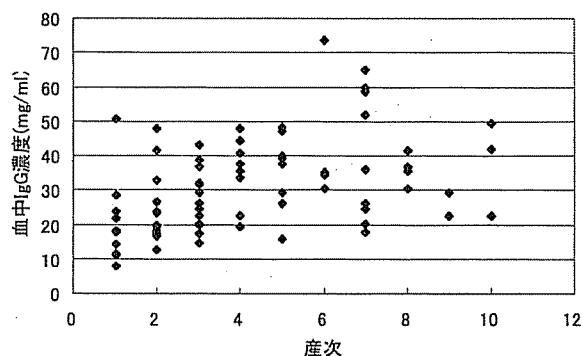


図3 分娩産次と子牛 IgG 濃度との関係

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	凍結初乳	5	24.0± 3.8	29.4	19.5
	粉末初乳	7	22.9± 4.9	31.1	15.5
	補助的給与計	12	23.4± 4.3	31.1	15.5
	母乳のみ	11	20.3±11.7	50.6	8.0
2産	凍結初乳	2	22.9± 6.8	27.7	18.1
	粉末初乳	8	27.7± 7.0	35.1	15.8
	補助的給与計	10	26.7± 6.9	35.1	15.8
	母乳のみ	13	25.6±10.4	47.9	12.6

／ml)に比較して有意に低かった(P<0.05)が, 平均値で見ると製品Aを除いて免疫に必要な濃度(10 mg/ml)¹⁾は確保されていた(表1)。TP及びGGTで対照区と試験区間で有意な差が認められた(P<0.05)。

一般血液性状と血中IgG濃度との相関は, TP(図1: r=0.659, P<0.01), GGT(図2: r=0.587, P<0.01)と有意な相関があった。

実験2：母牛の分娩産次による子牛血中 IgG 濃度の比較

母牛の分娩産次と子牛血中 IgG 濃度との関係を図3に示した。2産以上7産までは産次が進むに従って血中 IgG 濃度が上昇する傾向が認められたが, 初産牛において最低必要とされる血中 IgG 濃度(10 mg/ml)を下回る個体が認められた。そこで, これらの個体の受動免疫を補強する目的で凍結初乳又は粉末初乳を1回給与する実験3を実施した。

実験3：自然哺乳子牛へ凍結初乳又は粉末初乳を補助的に給与した場合の免疫補強効果

自然哺乳子牛に対して, 1回だけ凍結初乳又は粉末初乳を給与し, その後の血中 IgG 濃度を比較した(表2)。

各試験区とも平均血中IgG濃度に差は認められなかったが、凍結初乳又は粉末初乳を1回給与することで標準偏差が縮小し、最小値も15.5 mg/mlと充分量が確保された。2産次に比較して初産次における効果が明確で、初産子牛には凍結初乳あるいは粉末初乳の補助的給与が有効であった。

考 察

乳用子牛においては人工哺育が一般的である。乳用牛の初乳は子牛に給与するしか利用法がないため、従来から十分な量が給与されてきた。一方、黒毛和種において、当初は乳用種母牛が分娩する受精卵移植産子で人工哺育が行われたが、上記の技術体系を利用したため、大きな問題はなかった。しかし、最近、多頭飼育化による種々の問題から人工哺育体系が黒毛和種においても導入されるようになったが、初乳を十分確保できないことや子牛の生時体重が乳用種よりも小さいことから新生子牛管理技術の確立が望まれている。近年、超早期母子分離技術のように黒毛和種母牛からの産子を出生後数日以内に母牛から放す技術体系に関する検討がなされ始めた^{3,5)}が、さらに出生当初から子牛だけを群飼する哺乳ロボットに対応した技術体系の確立が必要となってきた。そこで、出生後の子牛の受動免疫獲得にとってどのような初乳管理が有効であるかを解明するために本試験を実施した。

粉末初乳を用いた Brian^ら¹⁾の乳用種での比較試験では、11.6 mg/mlと今回の結果とほぼ同様の血中 IgG 濃度であった。黒毛和種における岡野^ら¹⁰⁾の報告では製品が明らかではないが8.4 mg/mlと不十分な濃度であった。今回、3種類の粉末初乳を用いて比較試験を行ったところ、2種類においては最低必要量¹¹⁾がほぼ確保されたが、1種類においては岡野^ら¹⁰⁾と同様に最低必要量が確保されなかった。最低必要量を確保した頭数は：A区、2頭(22.2%)；B区、4頭(40.0%)及びC区、8頭(57.1%)と異なり、粉末初乳の選択に当たっては含有IgG量を保証する製品を選択すべきであると考えられた。

血液性状については、従来から報告されているように⁹⁾血中IgG濃度はTPとの相関が高く、蛋白計などを用いて簡便にTP測定できることから5 g/dlを目安として利用できることが示唆された。GGTも関連があったが、GGTの測定が簡易ではないことから、臨床での利用は困難と考えられた。GGTは初乳中に多いことが齋藤¹²⁾によって報告されているが、近年、GGTは免疫系のT細胞を活性化させる⁹⁾ことが報告され、その他細胞性免疫活性物質の探索が初乳給与の有効性を解明する

のに役立つと考えられた。

母牛の分娩産次と子牛血中IgG濃度の関係については、初乳の泌乳量に関係することが予測されるが、Kruse⁴⁾や野田^ら⁹⁾の報告でもその傾向は明らかであった。Kruse⁴⁾は、乳中IgG濃度についても検討し、産次によって上昇傾向はあるものの乳量とは異なり有意差は認められなかったとしている。今回の結果からも、子牛の血中IgG濃度は産次が進むに従って高くなったが、特に、初産子牛においては最低限必要とされる10 mg/ml以下の個体が認められ、対策の必要性が示唆された。

そこで、凍結初乳又は粉末初乳を補助的に1回給与した場合の子牛の血中IgG濃度に及ぼす影響を検討したところ、平均値に差は認められないもののバラツキが小さくなり、特に最低値が15.5 mg/mlと全頭で充分量が確保された。今回の結果は、哺乳ロボットを利用する超早期母子分離子牛ばかりでなく通常の自然哺乳子牛においても利用すべき知見と考えられた。

今回の試験においては、粉末初乳等の給与にストマックチューブを用いたが、子牛の保定を助手に依頼できない農家において、ストマックチューブの利用はまれに第一胃や気管に注入する危険性がある。家畜福祉の観点からも²⁾、できれば哺乳びんによる給与が望ましいと考えられる。

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の初乳管理では、母牛と1日以上同居させることで充分であるが、初産子牛に限っては出生直後に凍結初乳又は粉末初乳を補助的に1回給与することが望ましいと推察された。

引用文献

- (1) Brian, J.C., S.M.Paul and M.H.Deborah (1993): Evaluation of methods for dehydration of bovine colostrum for total replacement of normal colostrum in calves: Can. Vet. J. 34, 407-412
- (2) 服部貴次 (2001): 初乳サプリメント, 初乳製剤について: 臨床獣医, 19(3), 34-38
- (3) 小西英邦・谷口俊仁・温井功夫・竹中道雄・山口悟志・西端裕次郎・伊藤重信(1998): 和牛子牛の人工哺乳による早期分離方式の検討: 和歌山農水総技畜試研報 7, 20-24
- (4) Kruse, V.(1970): Yield of colostrum and immunoglobulin in cattle at the first milking after parturition: Anim. Prod., 12, 619-626
- (5) 森本一隆・岡田綾子・田中功・栗原昭広・山崎義明

- (1998)：柵越哺育と人工哺育による早期離乳方式と子牛の発育：鳥取畜試研報27,8-11
- (6) 中林 見 (1993)：人工哺育における黒毛和種 ET 子牛の血液生化学性状：畜産技術93(6),7-13
- (7) 西村健一・川畑健次・堤知子・岡野良一・大園正陽 (1997)：黒毛和種子牛の人工哺育技術の検討 (第3報)：鹿児島県畜試報告30, 1-5
- (8) 野田昌伸・太田垣進・岡章生(1996)：肉用子牛における分娩直後の初乳摂取量がその後の血液性状に及ぼす影響：兵庫農技研報32,29-34
- (9) 大塚浩通 (2001)：初乳の給与と子牛の免疫：臨床獣医19(3), 26-33
- (10) 岡野良一・窪田力・堤知子・山口浩・加治佐修・川畑健次・横山喜世志 (1995)：黒毛和種子牛の人工哺育技術の検討：鹿児島県畜試報告28, 1-6
- (11) Roy, J.H.B. (1990): The calf (5th. ed.): Butterworths, 17-47.
- (12) 齋藤健光 (1980)：乳牛の γ -Glutamyl transpeptidase に関する臨床学的研究：家畜診療209, 23-28