

移動後の飼育環境の違いが子牛の免疫力に与える影響

松田 敬一¹⁾、大塚 浩通²⁾

- 1) 宮城県農業共済組合連合会 家畜診療研修所
〒981-3602 宮城県黒川郡大衡村大衡字平林39-4
- 2) 北里大学獣医学部
〒034-8628 青森県十和田市東二十三番町35-1

要 約

子牛は移動ストレスにより免疫力が低下し、この回復には1週間以上かかることが知られている。移動後の飼育環境の善し悪しは免疫力の回復に大きな影響を与えと考えられる。そこで、移動後の飼育環境の違いが、子牛の免疫力に与える影響を調査した。家畜市場を経由してホルスタイン雄子牛育成農家に導入されてきた、雄のホルスタイン子牛32頭を供試牛とし、5～6頭の牛群を編成して群管理を行った16頭を群管理群、個別ハッチにて個別管理を行った16頭を個別管理群とした。移動当日、移動7日後、14日後および21日後に採血を行い、血液生化学検査と免疫細胞数の測定を行った。加えて期間中の疾病発生頭数を調査した。個別管理群は群管理群に比べ、血清ビタミンA濃度、血清ビタミンE濃度および血清総コレステロール濃度が移動14および21日後で有意な高値を示した。血清コルチゾール濃度は移動14および21日後で有意な低値を示した。CD3陽性細胞およびCD8陽性細胞数は移動21日後で有意な高値を示した。また、疾病発生頭数は移動21日後で有意に少なかった。本試験の結果より移動後すぐの群編成による群管理は、子牛に対して大きなストレスを加え、食欲低下等により栄養状態を悪化させる事、および免疫機能の回復を遅らせる事が明らかとなった。

I. はじめに

子牛育成農家や肥育農家においては、子牛を家畜市場から導入した後すぐに呼吸器病や腸炎など感染症を発症する牛が散見されている^{1,2)}。牛における呼吸器病の多くは、牛呼吸器症候群と呼ばれ³⁾、様々な病原体や牛の免疫状態が関与する複合病であり^{4,5,6)}、一度発症すると発育不良になることが多く重症例では死亡することもあるため、子牛育成農家や肥育農家の経営に大きなダメージを及ぼしている。そのため、導入時に抗生物質投与⁷⁾およびワクチン接種^{8,9)}などの病原体に対する予防対策を行っているが、必ずしも期待した効果が得られているわけではなく、導入時における牛の免疫状態が問題で

ある可能性が示唆される。牛は移動ストレスにより免疫力が低下する^{10,11)}ことが知られており、酪農家から子牛育成農家への移動や、繁殖農家から肥育農家への移動が免疫力の低下を引き起こし感染症の発症の要因となっていることが推察される。

感染症は、ウイルス・細菌・寄生虫などの病原体と、牛舎構造・温度・換気・密度などの環境要因と、日齢・栄養状態・免疫力などの牛の状態が複雑に絡み合って発症すると考えられている。しかし、口蹄疫などの感染力の著しく強い病原体を除いては、牛舎等の生活環境に病原体が存在したり、低温や高密度などの環境が悪くても、必ずしもそこで飼育されている全頭に感染症が発症するわけではない。感染症発症の有無については、牛の状態とくに免疫力が

大きく影響しているものと考えられる。

子牛は移動ストレスにより免疫力が低下し、その免疫力の回復には1週間以上かかることが知られている¹²⁾。そのため、少なくとも移動後1週間は子牛が免疫力を回復させる大事な時期であり、移動後の飼育管理の善し悪しは、その後の子牛の免疫力に大きな影響を及ぼすと考えられる。牛における群編成は、順位付け行動や闘争を引き起こし、牛に大きなストレスが加わることが知られている¹³⁾。一般的に、子牛を育成農場や肥育農場に移動させた後は、移動してきた子牛同士で新しい群を構成させて、飼育管理を行うことが多いが、このような管理では、移動後における免疫力の回復期に新たなストレスを加えることになり、免疫力の回復を妨げるだけでなく、更なる免疫力の低下を引き起こすことが危惧される。そこで、移動後の群管理が子牛の免疫力に及ぼす影響を調査するために、導入子牛を群管理と個別管理を行う2群に分け、移動後からの免疫細胞数の推移を調査した。

Ⅱ．材料及び方法

調査期間は、平成23年10月～11月までの2か月間とし、宮城県内の酪農家から家畜市場を経由してホルスタイン雄子牛育成農家に導入されてきた、健康で外見上疾病等の罹患が認められない雄のホルスタイン種子牛32頭を用いた。家畜市場から育成農家への移動直後に、導入した子牛同士で新たに5～6頭の牛群を編成して群管理を行った16頭を群管理群、個別ハッチにて個別管理を行った16頭を個別管理群とした。両群の給与飼料は、乾草に加え同一の代用乳および人工乳を給与し、給与量及び内容はほぼ同一であった。また、両群ともに同一の畜舎内で飼育されており、気温や湿度などの条件に差はなかった。

移動当日、移動7日後、移動14日後および移動21日後に頸静脈より採血し、血液生化学検査および末梢血白血球サブポピュレーションの解析に供し、さらに後者から各免疫担当細胞数を調査した。また、調査期間中の各測定ポイントにおける肺炎および腸炎の発生状況を調査した。

血液生化学検査として血清ビタミンA濃度、血清

ビタミンE濃度、血清コルチゾール濃度、血清総コレステロール濃度を測定した。

白血球サブポピュレーションの解析では、総成熟T細胞を示すCD3陽性細胞数、ヘルパーT細胞を示すCD4陽性細胞数、キラーT細胞を示すCD8細胞数、B細胞を示すMHCclass II陽性CD14陰性細胞数を調査した。

統計方法：得られた結果は平均値±標準偏差で示した。同じ採材ポイントの各群間の比較は、F検定を用いて等分散とされたものにはstudentのt検定、非等分散とされたものにはMann-WhitneyのU検定を用いて行った。各群における輸送前とその後の採材ポイントとの比較は一元配置分散分析をおこないTukeyの方法による多重比較を実施した。各群における疾病発生頭数の比較にはFisherの直接確率計算法を用いた。各統計法ともに、危険率5%未満となったものを有意差ありとした。

Ⅲ．結 果

血液生化学検査成績：血清ビタミンA濃度は、個別管理群の移動7および14日後で移動当日に比べ有意に増加した。また、個別管理群は群管理群に比べ移動14および21日後で有意に高い値を示した（図1）。血清ビタミンE濃度は、群管理群の移動14および21日後で移動当日に比べ有意に減少し、個別管理群の移動14日後で移動当日に比べ有意に増加した。また、個別管理群は群管理群に比べ移動14および21日後で有意に高い値を示した（図2）。血清コルチゾール濃度は、個別管理群の移動7日後で移動当日に比べ有意に減少した。また、個別管理群は群管理群に比べ移動14および21日後で有意に低い値を示した（図3）。血清総コレステロール濃度は、群管理群の移動7、14および21日後で移動当日に比べ有意に減少した。また、個別管理群は群管理群に比べ移動14および21日後で有意に高い値を示した（図4）。末梢血白血球サブポピュレーション成績：CD3陽性細胞数は群管理群の移動7日後で移動当日に比べ有意に増加し、個別管理群の移動7、14および21日後で移動当日に比べ有意に増加した。また、個別管理群は群管理群に比べ移動21日後で有意に高い値を示

した(図5)。CD4陽性細胞数は両群の移動7、14および21日後で移動当日に比べ有意に増加した(図6)。CD8陽性細胞数は、個別管理群の移動14および21日後で移動当日に比べ有意に増加した。また、個別管理群は群管理群に比べ移動21日後で有意に高い値を示した(図7)。MHCclass II 陽性CD14陰性細胞数は、両群とも移動7日後以降で移動当日に比べ増加する傾向はみられたが、有意な変化は認められなかった(図8)。

各群の疾病発生頭数：移動7日後では、群管理群5頭(腸炎3頭、肺炎2頭) 個別管理群3頭(腸炎2頭、肺炎1頭)。移動14日後では、群管理群8頭(腸炎4頭、肺炎4頭) 個別管理群4頭(腸炎3頭、肺炎1頭)。移動21日後では、群管理群10頭(腸炎4頭、肺炎6頭) 個別管理群3頭(腸炎3頭)であり、移動21日後で群管理群の疾病発生頭数が個別管理群に比べ有意に多かった。

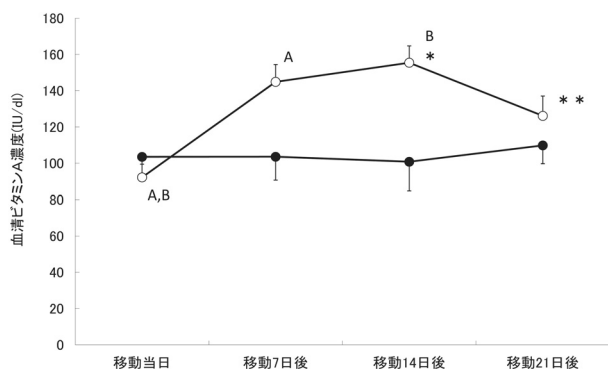


図1 各群における血清ビタミンA濃度の推移

○：個別管理群 (n=16)、●：群管理群 (n=16)

群内の推移は、同一記号間に有意差あり 大文字：p<0.01 同一採材ポイントにおける群間の有意差 *：p<0.05 **：p<0.01

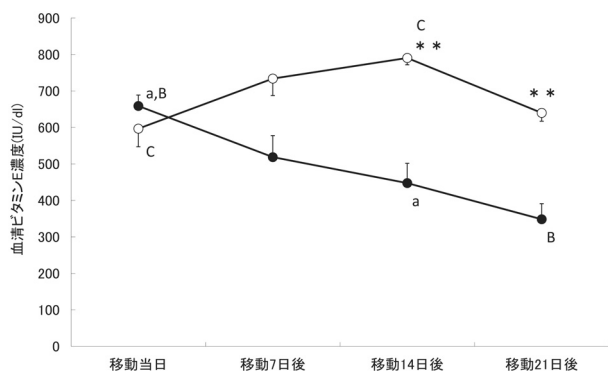


図2 各群における血清ビタミンE濃度の推移

○：個別管理群 (n=16)、●：群管理群 (n=16)

群内の推移は、同一記号間に有意差あり 小文字：p<0.05 大文字：p<0.01 同一採材ポイントにおける群間の有意差 **：p<0.01

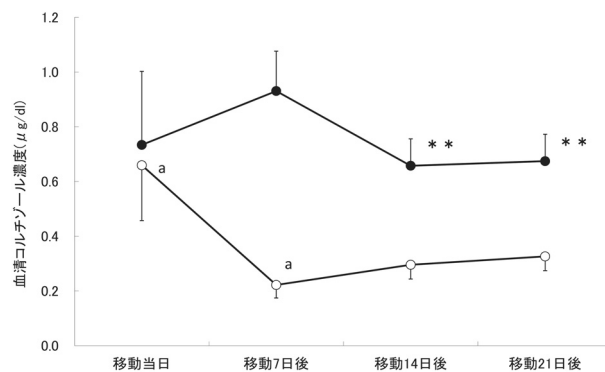


図3 各群における血清コルチゾール濃度の推移

○：個別管理群 (n=16)、●：群管理群 (n=16)

群内の推移は、同一記号間に有意差あり 小文字：p<0.05 同一採材ポイントにおける群間の有意差 **：p<0.01

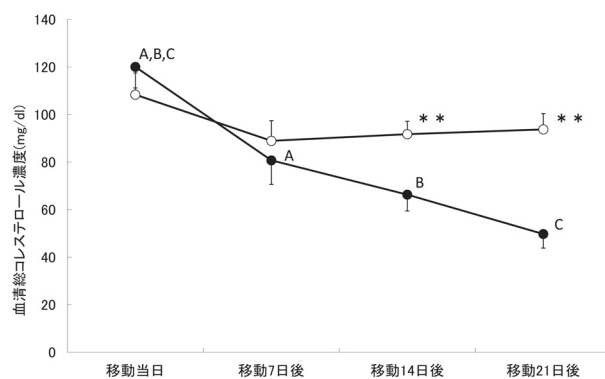


図4 各群における血清総コレステロール濃度の推移

○：個別管理群 (n=16)、●：群管理群 (n=16)

群内の推移は、同一記号間に有意差あり 大文字：p<0.01 同一採材ポイントにおける群間の有意差 **：p<0.01

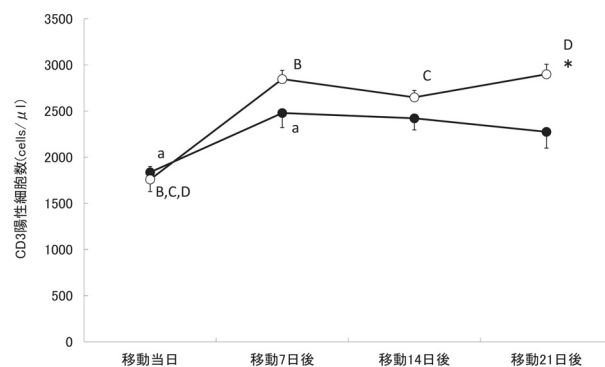


図5 各群におけるCD3陽性細胞数の推移

○：個別管理群 (n=16)、●：群管理群 (n=16)

群内の推移は、同一記号間に有意差あり 小文字：p<0.05 大文字：p<0.01 同一採材ポイントにおける群間の有意差 *：p<0.05

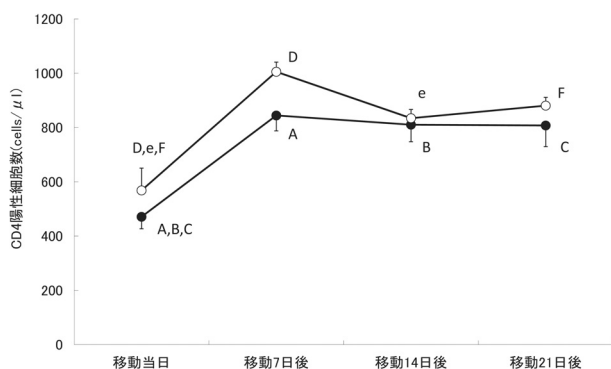


図6 各群におけるCD4陽性細胞数の推移

○：個別管理群 (n=16)、●：群管理群 (n=16)

群内の推移は、同一記号間に有意差あり 小文字：p<0.05 大文字：p<0.01
同一採材ポイントにおける群間の有意差 *：p<0.05 **：p<0.01

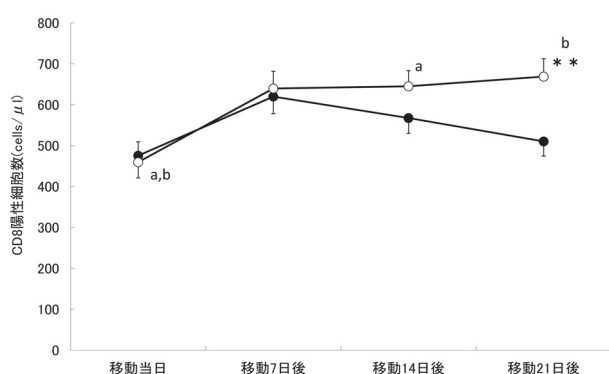


図7 各群におけるCD8陽性細胞数の推移

○：個別管理群 (n=16)、●：群管理群 (n=16)

群内の推移は、同一記号間に有意差あり 小文字：p<0.05
同一採材ポイントにおける群間の有意差 **：p<0.01

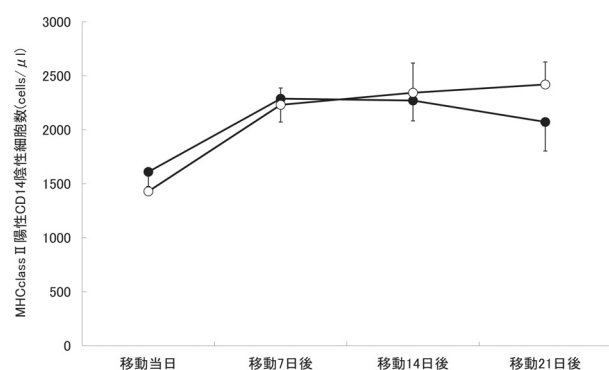


図8 各群におけるMHCclass II 陽性
CD14陰性細胞数の推移

○：個別管理群 (n=16)、●：群管理群 (n=16)

IV. 考 察

結果より、牛においてストレスの増加により上昇する血清コルチゾール濃度¹⁸⁾は、個別管理群では移動当日に比べ移動7日後で減少しその後も低値で推移したのに対して、群管理群では逆に移動7日後で増加しその後も移動当日同様の高値で推移した。また、ストレス時に消費量が多くなる血清ビタミンA濃度¹⁴⁾は、個別管理群では移動7日後より増加したが、同じ内容の飼料を給与しているにも関わらず、群管理群では血清ビタミンA濃度の増加は認められなかった。これらの結果より、個別管理群では、牛に加わるストレスが軽減し移動7日目にはストレスの少ない状態になったのに比べて、群管理群では、移動後の飼育管理により牛に加わるストレスが増加し、ストレスの多い状態で推移しているため、ビタミンAを多く消費していたものと考えられる。牛は、群構成により大きなストレスが加わることが知られており¹³⁾、個別管理群と群管理群では、気温や給与飼料内容など飼育頭数以外の条件が同一であったことから、群管理群に加わったストレスは、群構成ストレスによるものと考えられた。

牛において栄養（特にエネルギー）摂取量を示す指標として活用されている血清総コレステロール濃度¹⁵⁾は、個別管理群では安定して推移していたのに比べて、群管理群では、移動後の日数が経過するごとに低下し移動21日後では約50mg/dlの著しい低値を示していた。また、肥育牛においては、総コレステロールと有意な正の相関関係があり、飼料の摂取状況を反映する指標として用いることが出来る血清ビタミンE濃度¹⁵⁾も、総コレステロール値と同様に推移し、群管理群では移動後の日数が経過するごとに徐々に低下した。これら結果は、群管理群の牛は栄養状態が良くない事を意味する。これは、群管理では牛の間に順位が形成され、順位の低い牛は自由に飼料を摂取することが出来ないなどの、飼料摂取量に関する問題と、個別管理群に比べて肺炎や腸炎などの疾病発生頭数が多かったことによる食欲不振も影響していたと思われる。

末梢血白血球サブポピュレーションでは、総成熟T細胞を示すCD3陽性細胞およびヘルパーT細胞を

示すCD4陽性細胞数が両群ともに移動当日に比べ移動7日後で増加したことから、移動7日後には移動ストレスにより低下した免疫機能がある程度回復したものと考えられた。しかし、群管理群では徐々にCD3陽性細胞数が低下し移動21日後では個別管理群に比べ有意に低い値となった。キラーT細胞を示すCD8陽性細胞数は、個別管理群では移動当日に比べ移動14および21日後で増加したのに対して、群管理群では有意な増加は認められず移動14日後から徐々に低下し移動21日後では個別管理群に比べ有意に低い値となった。CD3陽性細胞の中にCD8陽性細胞が含まれており、CD3陽性細胞数の変化はこのCD8陽性細胞数の減少が影響しているものと考えられる。キラーT細胞は、主にウイルスに感染した細胞を直接認識して、その細胞破壊してウイルスを体内から除去する働きを持つ¹⁶⁾。本調査において移動21日後においてもCD8細胞数が回復しないことから、ウイルス感染に対する抵抗力が低下したまま推移しているものと考えられる。この結果、群管理群は免疫機能が低い状態で生活しているため、腸炎や肺炎等の疾病発生頭数が多くなったものと考えられる。

本試験の結果より、移動後すぐの群編成による群管理は、子牛に対して大きなストレスを加え、食欲低下等により栄養状態を悪化させる事、および免疫機能の回復を遅らせる事が明らかとなった。

引用文献

1. Duff G. C. and Galyean M. L. (2007) BOARD-INVITED REVIEW: Recent advances in management of highly stressed, newly received feedlot cattle, *J Anim Sci.*, 85, 823~840
2. 佐藤良彦 佐藤友吾 青柳高弘 他. (2001) 導入直後に見られた肥育牛の呼吸器複合感染症例, 畜産の研究, 55, 33~38
3. Charles A (1996) The Bovine Respiratory Disease Complex. Hjerpe. *Current Veterinary Thrapy* 3. Food Animal Practice. WB Saunders Company, Philadelphia, 653~664
4. Gershwin L. J. (2007) Bovine respiratory syncytial virus infection: immynopathogenic mechanisms, *Anim Health Res Rev*, 8, 207~213
5. 河田裕司郎 山本久光 渡辺 博 (2007) 事故低減対策として子牛へのマンヘミア・ヘモリチカ(1型)感染症不活化ワクチン投与の効果, 家畜診療, 54, 547~551
6. Rice J.A. (2007) *Manheimia haemolytica* and bovine respiratory disease, *Anim Health Res Rev*, 8, 117~128
7. 市川憲一 (1987) 導入直後の肉用牛の呼吸器病, 畜産の研究, 41, 865~867
8. 伊藤麻子 迫田義博 亀山健一郎 他 (2008) 牛ウイルス性下痢病および牛伝染性鼻気管炎に対する市販混合ワクチン接種プログラムの中和抗体応答による評価, 日獣会誌, 61, 39~42
9. 中川 尚, 石田 学 (2008) 子牛の呼吸器病が問題とされる繁殖和牛農家におけるマヘンミア・ヘモリチカ(1型)感染症不活化ワクチンの接種効果, 家畜診療, 55, 577~582
10. Kegley E.B. Spears J.W. and Brown T.T. Jr (1997) Effect of shipping and chromium supplementation on performance, immune response, and disease resistance of steers, *J Anim Sci*, 75, 1956~1964
11. Schaefer A.L. Jones S.D. and Stanley R.W. (1997) The use of electrolyte solutions for reducing transport stress, *J Anim Sci*, 75, 258~265
12. 松田敬一 大塚弘通 (2011) 黒毛和種牛の冬季トラック輸送に対する保温ジャケットの効果, 日本家畜臨床感染症研究会誌, 6, 1~8
13. 阿部憲章, 木戸口勝彰, 菊池文也 (2008) 群編成による子牛の免疫能の変化, 岩獣会報, 34, 88~91
14. Adachi K. Fukumoto K. and Nomura Y. et al. (1998) Significant Decrease of Serum Vitamin A Level in Japanese Black Beef Steers after Introduction to a Farm, *J Vet Med Sci*, 60, 101~102
15. 松田敬一 (2011) 黒毛和種肥育牛における代謝プロファイルテスト(1), 家畜診療, 58, 651~660
16. 林 智人 (2007) 免疫学における新知見と大動物臨床への橋渡し(1), 日本家畜臨床感染症研究会誌, 2, 1~7