黒毛和種育成雌牛における長距離・長時間輸送による 体重および血液性状の変化

林 淳^{1)†}

1) みやざき農業共済組合 家畜診療部

(2017年1月11日受付・2017年3月16日受理)

要 約 黒毛和種育成雌牛において、長距離・長時間輸送の影響を調査した。黒毛和種育成雌牛10頭を用い、家畜輸送専用車で宮崎県から北海道まで、2,078 km（陸路1,130 km、海路948 km）を62時間かけて長距離輸送し、輸送前後における体重および血液性状を測定した。輸送前の体重は 283.5 ± 29.6 kg（平均値 $\pm$ 標準偏差）で、輸送後は 256.2 ± 26.5 kgと有意に減少した（ $p < 0.001$ ）。輸送前に対する輸送後の体重の平均減少率は $9.6 \pm 1.3\%$ （7.0～11.0%）であり、10頭すべての個体で体重の減少が認められた。血液性状においては、輸送後の赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値、平均赤血球ヘモグロビン濃度および遊離脂肪酸濃度の有意な上昇、ならびに総コレステロール濃度、血中尿素窒素濃度、グルコース濃度、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ活性値、ビタミンA濃度、マグネシウム濃度およびHDLコレステロール濃度の有意な低下（ $p < 0.05$ ）を認めた。血液性状の変化より、輸送中に乾物摂取量の低下による摂取エネルギーの不足および飲水量の不足が生じていると考えられた。以上のことから、黒毛和種育成雌牛の長距離・長時間輸送による体重の減少の要因の一つに、乾物摂取量および飲水量の低下が関係していることが考えられた。

——キーワード：黒毛和種育成雌牛、長距離・長時間輸送、体重、血液性状

産業動物臨床医誌 7 (増刊号): 231-234, 2017

2014年の農林水産統計によると肉用牛の飼養戸数は全国で57,500戸であり、飼養頭数は2,567,000頭となっている。飼養地域で見ると、戸数では九州が43.8%、東北が26.8%を占め、頭数では九州が35.9%、北海道が19.9%、関東・東北が11.6%と続いている。子牛生産は、沖縄、南九州、東北にその主体を置き、肥育は、全国的に展開されている [1]。また、2014年度に宮崎県内7市場から県外に販売された頭数は雌が13,357頭、去勢が11,113頭であり、全国のセリ市場に占める割合はそれぞれ43.1%および35.8%となっている。これらの牛は、雌は子牛生産のための繁殖用育成雌牛や肥育用素牛として、去勢は肥育用素牛として、埼玉県および広島県を除く都道府県に販売されている [2]。売買後は子牛生産地域から全国へ移動することになり、長距離・長時間輸送が実施されることも少なくない [3]。

牛の長距離輸送では、主に体重の変動、代謝の変化お

よび免疫機能の低下を引き起こすことが知られている [4-7]。長距離輸送に伴う体重変動については、体重が減少したとの報告が多くある一方で、増加したとの報告もある。また、長距離輸送に伴う様々なストレス要因として、輸送前管理、騒音、振動、群編成、収容密度、気象条件、係留の有無、積み下ろし、および輸送時間等があり、それらが牛の代謝に及ぼす影響については、多くの報告がある [4, 7-9]。これら長距離輸送に伴う牛の体重の変動、代謝の変化あるいは免疫機能の低下の原因については、主に給餌および給水の制限が関与しているとの報告もあり [4]。結果として牛に対して大きなストレスが負荷されている。

日本での陸上輸送はほとんどの場合に自動車車両を用いて行われているが、距離や時間は様々である。日本における報告例では、北海道から関東への輸送に伴うものがあるが [9]、さらに長距離の輸送（九州から北海道へ

† 連絡責任者：林 淳（みやざき農業共済組合 家畜診療部）

〒880-0852 宮崎市高洲町280番地 ☎ 0985-28-6512 FAX 0985-23-9668

E-mail: hayasi@nosai-miyazaki.jp

の輸送)についての報告はなく、牛に与える影響については不明な点も多い。

本研究では、長距離輸送が牛に与える影響を明らかにするために、宮崎県から北海道へ長距離輸送を行った黒毛和種育成雌牛における体重および血液性状の変化を調査した。

供試牛：2013年10月に宮崎県宮崎市の家畜市場において、宮崎市および東諸県（ひがしもろかた）郡から最長1時間の車両輸送を経て上場・販売された黒毛和種育成雌牛10頭を用いた。同市場での売却雌牛472頭の平均日齢は 295 ± 20 日であり、平均体重は 275 ± 29 kg、1日当たりの増体量（DG）は 0.8 ± 0.1 kg/日であった。供試牛の平均日齢は 305 ± 14 日であり、平均体重は 284 ± 30 kg、DGは 0.8 ± 0.1 kg/日であった。また、上場時および輸送直前における目視による検査では異常を認めなかった。輸送は宮崎県宮崎市から北海道石狩市まで家畜専用輸送車両を用いて行われ、途中経路は高速道路、フェリーおよび一般道路を使用した。なお、総輸送距離は2,078 km（陸路1,130 km、海路948 km）、総輸送時間は62時間であった。輸送は係留方式ではなくばら積みで行われ、輸送車両には常時飲料水が装備されていた。輸送中の飲水給与は、途中の休憩時に上水道水の給与が行われた。飼料給与については、配合飼料は給与されず、粗飼料給与の有無については確認できなかった。北海道石狩市に到着後の生体検査時においても、目視による異常は認められなかった。

体重測定は電子体重計（D1052、アカダ電器、東京）を用いて、家畜市場上場日（10月14日、輸送前）および北海道到着時（10月17日、輸送後）に実施した。血液採取は、輸送前および北海道到着後の生体検査時（10月18

日、輸送後）に、頸静脈から真空採血管（ベノJECT II 真空採血管VP-NA052K, VP-P070K30, テルモ、東京）を用いて実施した。

血液検査：採取した血液は、ただちに検査機関（保健科学研究所、横浜市）に送付し、血液一般および血液生化学検査を行った。検査項目は、白血球数（WBC）、赤血球数（RBC）、ヘモグロビン（Hb）、ヘマトクリット（Hct）、平均赤血球容積（MCV）、平均赤血球ヘモグロビン量（MCH）、平均赤血球ヘモグロビン濃度（MCHC）、総蛋白（TP）、アルブミン（Alb）、総コレステロール（T-Cho）、血中尿素窒素（BUN）、グルコース（Glu）、遊離脂肪酸（NEFA）、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ（AST）、 γ -グルタミントランスフェラーゼ（ γ -GT）、ビタミンA（Vit.A）、カルシウム（Ca）、リン（P）、マグネシウム（Mg）、 β -リポ蛋白、HDLコレステロール（HDL-Cho）およびLDLコレステロール（LDL-Cho）とした。

統計処理：得られた結果は、平均値 $\pm$ 標準偏差で示し、Student-t検定を用いて輸送前後において比較を行った。危険率5%未満を有意差ありとした。

体重については輸送前の平均体重は 283.5 ± 29.6 kg、輸送後は 256.2 ± 26.5 kgと有意に減少した。輸送前に対する輸送後の体重の平均減少率は $9.6 \pm 1.3\%$ （7.0～11.0%）であった。輸送前後の血液一般および血液生化学検査の比較では、RBC、Hb濃度、Hct値、MCHおよびNEFA濃度の有意な上昇（ $p < 0.05$ ）ならびにT-Cho濃度、BUN濃度、Glu濃度、AST活性値、Vit.A濃度、Mg濃度およびHDL-Cho濃度の有意な低下（ $p < 0.05$ ）を認めた（表1）。他の項目では、有意な差は認めなかった。

表1. 輸送前後における血液成分値の変化

項目	単位	輸送前	輸送後	<i>p</i>	基準値*
RBC	($\times 10^4 / \mu\ell$)	793.7 ± 48.9	856.6 ± 48.8	<0.001	500～1,000
Hb	(g/dℓ)	10.9 ± 0.7	12.1 ± 0.6	<0.001	9～15
Hct	(%)	33.3 ± 1.7	35.8 ± 1.2	<0.001	24～46
MCH	(pg)	13.8 ± 0.7	14.2 ± 0.7	<0.05	8～12
T-Cho	(mg/dℓ)	126.4 ± 28.3	108.2 ± 21.9	<0.01	80～120
BUN	(mg/dℓ)	13.6 ± 2.8	5.6 ± 1.1	<0.001	10～25
Glu	(mg/dℓ)	79.4 ± 3.8	73.5 ± 5.3	<0.05	45～75
NEFA	(mEq/ℓ)	0.5 ± 0.2	0.6 ± 0.1	<0.05	0.15～0.35
AST	(IU/ℓ)	76.8 ± 8.3	63.0 ± 11.4	<0.01	43～127
Vit.A	(IU/dℓ)	90.2 ± 11.3	63.1 ± 13.8	<0.001	90～150
Mg	(mg/dℓ)	2.5 ± 0.2	1.9 ± 0.2	<0.001	1.8～2.3
HDL-Cho	(mg/dℓ)	97.0 ± 23.4	84.4 ± 20.0	<0.01	

*日本獣医内科学アカデミー編、獣医内科学 第2版、文永堂出版（2014）より

輸送の際には、ある程度の制限給餌、制限飲水が行われるため、体重が減少することが知られている [4-6]。Warrissらは、5時間輸送された牛で4.6%、10時間輸送された牛で6.5%、15時間輸送された牛で7.0%の体重減少率を認めたと報告している [7]。Gonzalezらは400 kmを越える輸送により肥育牛で7.94%、子牛で6.13%の体重減少率を報告している [4]。三角らは、輸送前の削蹄の有無による輸送後の体重減少率は、削蹄あり群が0.30%、削蹄なし群が1.52%であったと報告している [5]。齊藤らは、輸送により去勢牛で1.4%、雌牛で1.2%の体重減少率を認め、雌雄差があることを報告している [6]。一方で、植竹らは北海道から栃木県への25時間の輸送で、肥育素牛の体重が2.6%増加したことを認めている [9]。輸送における肥育素牛の体重変動は、輸送時間、輸送距離、日齢、性別、輸送前の哺乳・育成方式の異なる飼養形態が影響するとの報告がある [10]。また、体重減少の原因として、腸管内の糞便と膀胱内の尿がなくなること、発汗、酸化および呼吸による細胞内の水分とエネルギー喪失が関与していると報告されている [4]。輸送による体重減少はこれまでも報告されているが、今回の2,078 km、62時間輸送における体重減少率は、これまでのどの報告よりも大きかった。

本調査ではRBC、Hb濃度、Hct値およびMCHが、輸送前に比べ輸送後に有意に上昇した。これら項目の測定値の相対的な増加は、体内の水分量の減少により起こることから、水分の消失に対する飲水量の不足が疑われた。また、輸送ストレスの影響は脱水に関連しているとの報告がある [4]。NEFA濃度は0.15 ~ 0.35 mEq/l が基準値とされている [11] が、今回の調査では輸送前に0.5±0.2 mEq/l とすでに上昇しており、さらに輸送後において有意に上昇した。植竹らは、輸送前に市場にてNEFAが高い値を示していたと報告している [9]。輸送前の高値は、牛が家畜市場に搬入されるまでに農場より最長1時間程度の車両輸送が行われており、すでにその輸送の影響を受けていたものと推察された。NEFA濃度は、脱水によっても上昇するが、乾物摂取量不足や飢餓状態になると体脂肪の分解により血中に動員される [12]。大津らは、制限給餌によりNEFA濃度が上昇したと報告している [13]。よって、供試牛は長距離輸送により飢餓あるいは脱水状態にあったと考えられた。

一方、T-ChoおよびHDL-Cho濃度は有意に低下した。血中T-Cho濃度は、飼料として摂取される量、腸管より吸収される量、肝で合成される量、再吸収される量、糞便とともに排泄される量などによって左右される [14] が、今回みられたT-Cho濃度の低下の原因として摂取エネルギーの不足が推察された。BUN濃度は蛋白質代謝を示す指標として用いられ、今回認められた有意な低下

は、輸送途中の飼料給与不足が影響したものと考えられた。Glu濃度は有意に低下した。Glu濃度はストレスにより上昇するとされている [3]。今回、輸送ストレスにより一過性にGlu濃度が上昇した可能性はあるが、その後、食餌が不十分なためにエネルギーの供給不足に陥り低下したものと考えられた。ASTは肝臓のほか、心筋、骨格筋、赤血球などにも多く含まれる酵素であり、有意な低下がみられた。暑熱時は乾物摂取量 (DMI) 低下により相対的に肝臓の負担が減るためAST活性値が低下することが報告 [15] されていることから、本研究においてもDMI低下による影響と考えられた。Mg濃度低下の理由としては、Mg代謝における摂取量の不足、消化管よりの吸収障害、排泄亢進、脱水、低蛋白血症などが考えられ [16]、今回の輸送では、摂取量不足が疑われた。Vit.A濃度の有意な低下については、ストレスにより消費量が増大するも供給量が十分でない場合に下がることが報告されており [8]、今回の牛についても輸送ストレスによりVit.Aの消費が増え、食餌が十分でなかったために、血中濃度が低下したものと考えられた。

本研究は、長距離・長時間輸送が牛の体重および血液性状に及ぼす影響を明らかにするために行った。輸送距離2,000 km以上、輸送時間60時間以上の長距離・長時間輸送の結果、肉眼的な臨床状態の変化は観察されなかったが体重の減少が著明であった。また、血液性状から輸送中の乾物摂取量の減少に伴うエネルギー不足、および飲水不足による脱水が疑われた。これらのことから、家畜を長距離・長時間輸送を行う際は、家畜が受ける輸送ストレスを最小限に抑えたとともに、輸送途中でエネルギー不足や脱水が生じないように、乾物摂取量および飲水量が十分に確保できる環境を整え、嗜好性、消化率の高い飼料を十分に給与するなど、輸送中の環境に配慮することが必要であると考えられた。

謝 辞

今回の調査を行うにあたり、ご協力いただきました購買者、および輸送先で採材にご協力いただいた北海道石狩家畜保健衛生所の横井佳寿美獣医師および所員の皆様に深謝いたします。

引用文献

1. 農林水産省大臣官房統計部：農林水産統計（畜産統計）平成26年、7-8、28-40、農林水産省、東京（2014）
2. 宮崎県・宮崎県畜産協会：宮崎県の肉用子牛平成26年度、63-69、宮崎県（2015）
3. 植竹勝治、他：輸送牛の家畜福祉、畜産の研究、62、70-86（2008）
4. Gonzalez LA, et al. : Factors affecting body weight

- loss during commercial long haul transport of cattle in North America, J Anim Sci, 90, 3630-3639 (2012)
5. 三角一浩, 他: 肉用牛の輸送ストレスに対する削蹄の効果, 日獣会誌, 837-840 (2001)
 6. 齊藤隆夫, 他: 肉用子牛のストレス軽減による市場性向上試験, 茨城県畜産センター研報, 27-30 (2010)
 7. Warriss P, et al.: Effects on cattle of transport by road for up to 15hours, Vet Rec, 136, 319-323 (1995)
 8. Adachi K, et al.: Significant decrease of serum Vitamin A level in Japanese Black beef steers after introduction to a farm, J Vet Sci, 60, 101-102 (1998)
 9. 植竹勝治, 他: 広域輸送される肥育素牛のストレスおよび動物福祉レベルの評価, 麻布大学雑誌, 11・12, 146-048 (2005)
 10. 石渡俊江, 他: 異なる管理方式で育てられた子牛の輸送ストレスに対する抵抗性, 日本家畜管理学会誌, 43, 164-173 (2007)
 11. 獣医内科学アカデミー編: 臨床検査項目の基準範囲, 獣医内科学, 2 版, 385-389, 文永堂出版, 東京 (2014)
 12. 鈴木保宣: 乳牛の移行期の栄養管理と繁殖, 日獣会誌, 66, 689-695 (2013)
 13. 大津昇三, 他: 黒毛和種未経産牛の血中遊離脂肪酸と繁殖性に及ぼす絶食の影響, 家畜繁殖学誌, 33, 105-108 (1987)
 14. 家畜共済における臨床病理検査要領, 86-90, 農林水産省経営局, 東京 (2005)
 15. 生田健太郎, 他: 暑熱が泌乳牛の血液成分値に及ぼす影響, 産業動物臨床医誌, 1, 190-196 (2010)
 16. 家畜共済における臨床病理検査要領, 103, 農林水産省経営局, 東京 (2005)

Changes in body weight and blood profiles following long-distance and long-time transportation in Japanese Black heifers

J. Hayashi^{1)†}

1) *Livestock Department, Miyazaki Agricultural Mutual Aid Association*

ABSTRACT The effects of long-distance transportation on body weight and hematological and serum biochemical parameters were investigated in ten Japanese Black heifers transported 2,078 km (1,130 km by road and 947 km by ferry) from Miyazaki to Hokkaido over 62 hours on a cattle transport vehicle. The mean body weight showed a significant decrease of 9.6% after transport (mean $\pm$ standard deviation, 283.5 $\pm$ 29.6 kg before and 256.2 $\pm$ 26.5 kg after transport; $p < 0.001$). Red blood cell count, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular hemoglobin and serum nonesterified fatty acid increased after transport ($p < 0.05$). On the other hand, serum levels of total cholesterol, blood urea nitrogen, glucose, aspartate aminotransferase, vitamin A, magnesium and high-density lipoprotein cholesterol were significantly lower after transportation than before transportation ($p < 0.05$). These changes indicate insufficient nutrient intake and dehydration. Thus, it is suggested that decreased body weight after transportation could be related to the decrease in dry matter and water intakes.

—**Key Words**: body weight, blood profiles, Japanese Black heifers, long-distance and long-time transportation.

† Correspondence to: Jun Hayashi (Livestock Department, Miyazaki Agricultural Mutual Aid Association)
280 Takasucho, Miyazaki-city, Miyazaki, 880-0852 Japan.
TEL: 0985-28-6512 FAX: 0985-23-9668 E-mail: hayasi@nosai-miyazaki.jp