

## 黒毛和種雌肥育牛における脂肪壊死症と種雄牛， 導入時の日齢体重及び産肉性の関係

北川 貴志<sup>1)†</sup> 井上 英耶<sup>2)</sup>

1) 滋賀県畜産技術振興センター (〒529-1651 蒲生郡日野町山本 695)

2) 滋賀県衛生科学センター (〒520-0834 大津市御殿浜 13-45)

(2017年9月6日受付・2018年2月9日受理)

### 要 約

黒毛和種雌肥育牛の脂肪壊死症と種雄牛，導入時の日齢体重及び産肉性の関係を調べた。一般畜と病畜で出荷された290頭を父牛の系統により分類し，主要な3系統に含まれる208頭から，本症と父牛の系統及び導入時の日齢体重の関係を調べた(モデル1)。また，同290頭を父牛別に分類し，出荷牛10頭以上となった7頭の父牛を持つ150頭で，本症と父牛及び導入時の日齢体重の関係を調べた(モデル2)。その結果，本症の発生には，父牛の違いのみが有意に関連していた。また，モデル2の対象牛のうち一般畜で出荷された147頭に対して，本症と発育及び枝肉成績の関係を検討した。本症である場合，牛脂肪交雑基準値が有意に高かった。以上，本症の対策には，種雄牛ごとの遺伝的影響の把握が必要と考えられた。また，筋肉内脂肪の増加が本症と関連すると推察された。

——キーワード：脂肪壊死症，枝肉成績，黒毛和種雌牛，導入時の日齢体重，種雄牛。

-----日獣会誌 71, 293～297 (2018)

わが国では，牛の脂肪壊死症の発生は黒毛和種牛に多く，また，去勢牛よりも雌牛に多い [1, 2]。また，黒毛和種牛の脂肪壊死症の発生率は，種雄牛の系統による違いが大きく，父牛が田尻系と茂金系の場合に多いことが過去に報告されている [1]。しかし，種雄牛造成では異なる系統の種雄牛間の交配が一般的であり，家畜改良が進んだ現在において，脂肪壊死症の発生と系統の関係は過去の研究結果とは異なる可能性がある。また，肥育農家では肥育素牛の選畜を牛の血統だけでなく，素牛の発育状態により行うが，導入時の発育状態と脂肪壊死症の関係は不明である。

脂肪壊死症を罹患した牛の多くは，慢性経過をたどり明確な臨床症状を伴わない [3]。Inoueら [4] は，ある1つの系統の黒毛和種牛のうち，一般と畜された牛を対象に脂肪壊死症と枝肉成績の関係を調査しており，本症の牛は本症でない牛よりも枝肉重量，ロース芯面積，バラの厚さが小さかったことを報告している。一方，その他の系統の黒毛和種牛において脂肪壊死症と枝肉成績の関係は明確ではなく，複数の系統の牛を対象とした検

討が必要である。

本研究では，一般畜または病畜として出荷された黒毛和種雌肥育牛において，肥育素牛としての導入時に得られる情報である父牛及び導入時の日齢体重と脂肪壊死症の発生との関係について検討した。また，一般畜としてと畜された黒毛和種雌肥育牛について，脂肪壊死症の発生の有無と1日平均増体量，出荷時体重及び枝肉成績の関係についても検討した。

### 材料及び方法

**データの収集：**滋賀県内で130～140頭規模の黒毛和種雌肥育を行う1牧場においてデータの収集を行った。滋賀県外の子牛市場から肥育素牛を導入後，24カ月齢までは4頭ずつの群飼とし，以降は2頭ずつの群飼としていた。当該牧場では肥育素牛の導入後，12～13カ月齢までは肥育前期用の市販配合飼料(現物の可消化養分総量及び粗蛋白含量がそれぞれ71.0%及び15.5%)を制限給餌，その後は肥育後期用の市販配合飼料(現物の可消化養分総量及び粗蛋白含量がそれぞれ73.0%及び

† 連絡責任者：北川貴志(滋賀県畜産技術振興センター)

〒529-1651 蒲生郡日野町山本 695

☎ 0748-52-1221 FAX 0748-53-2434

E-mail : kitagawa-takashi@pref.shiga.lg.jp

表1 モデル1及びモデル2に用いた牛の導入時の日齢、体重及び日齢体重

	モデル1*1				モデル2*2			
	平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値
導入时日齢 (日)	284	14	219	317	285	13	241	317
導入時体重 (kg)	278	17	233	319	278	16	235	318
導入時の日齢体重 (kg/日)	0.98	0.06	0.83	1.17	0.98	0.06	0.83	1.17

\*1：一般畜または病畜として出荷された290頭を父牛の系統にしたがって分類し、出荷牛10頭以上となった3系統（気高系、藤良系、田尻系）に含まれる208頭

\*2：一般畜または病畜として出荷された290頭を父牛にしたがって分類し、出荷牛10頭以上となった7父牛（表3のA, B, C, D, E, F, G）に含まれる150頭

12.0%)を飽食させていた。ビタミンAの給与量を調整し、血中のビタミンA濃度をコントロールする飼養法を行っていた。粗飼料は11カ月齢まではチモシーを給与し、その後は稲ワラを給餌していた。当該牧場で2013年1月～2016年12月に出荷された290頭のデータを用いた。出荷月齢は $29.5 \pm 1.1$ カ月齢であった。なお、調査対象期間において粗飼料及び濃厚飼料の変更は行われていない。

各個体の父牛を肉牛大事典[5]の分類に基づき、系統に分類した。子牛市場で測定された導入時体重を導入時日齢で除したものを導入時の日齢体重とした。肥育期間中の1日平均増体量(daily gain:以下DG)は、導入時の体重と農場で測定された出荷時の体重差を肥育期間の日数で除して算出した。脂肪壊死症の発症の有無の把握には、と畜検査結果を活用した。腸間膜脂肪壊死症と腎周囲脂肪壊死症は、1頭の牛で重複して発現するケースが多い[6]ことから、腹腔内に発生するこれら2つの脂肪壊死症は、関連が深いものと考えられる。本研究では、腸間膜脂肪壊死症または腎周囲脂肪壊死症を有する場合を脂肪壊死症とした。なお、と畜検査と腸間膜脂肪壊死症または腎周囲脂肪壊死症の診断は、井上ら[2]の報告と同様に、と畜検査員の目視により当該疾病と診断されたものであった。当該牧場における腸間膜脂肪壊死症と腎周囲脂肪壊死症の発生率はそれぞれ25.5%及び10.3%で、いずれかの脂肪壊死症を発生している割合は30%(290頭中87頭)であった。また、290頭の牛のうち9頭が病畜としてと畜場に搬入されており、そのうちの4頭は脂肪壊死症を発症しており、うち2頭は脂肪壊死症が直接的な原因で病畜として出荷されていた。

**統計処理**：肥育素牛の導入時に得られる情報と脂肪壊死症の発症の有無の関係について一般化線形モデルを用い、以下に示す2つのモデルにより検討した。

モデル1：脂肪壊死症の発症の有無と父牛の系統及び導入時の日齢体重の関係を調べるために、一般畜または病畜として出荷された290頭を父牛の系統に従って分類し、出荷牛10頭以上となった3系統（気高系、藤良系、

田尻系）に含まれる208頭について、統計解析を行った。脂肪壊死症の発症の有無(0=なし, 1=あり)を従属変数とし、母数効果として父牛の系統、共変量として導入時の日齢体重を用いた。

モデル2：脂肪壊死症の発症の有無と父牛及び導入時の日齢体重の関係を調べるために、一般畜または病畜として出荷された290頭を父牛に従って分類し、出荷牛10頭以上となった7父牛（表3のA, B, C, D, E, F, G）に含まれる150頭について、統計解析を行った。脂肪壊死症の有無を従属変数とし、母数効果として父牛、共変量として導入時の日齢体重を用いた。多重比較はBonferroni法により行った。

モデル1及びモデル2の分析の対象となった牛の導入時の日齢、体重及び日齢体重は表1に示すとおりである。

脂肪壊死症の発症の有無と肥育期間中のDG、出荷時体重及び枝肉成績の関係についての調査には、モデル2で用いた150頭のうち一般畜として出荷された147頭について、統計解析を行った。脂肪壊死症の発症の有無による肥育期間中のDG、出荷時体重及び枝肉成績の違いは、傾向スコアを用いたInverse Probability Weighting法により検討した。無作為割付が不可能な後ろ向きコホート研究において、傾向スコアは選択バイアスを減らして擬似的に無作為割付に近い状態を作り出すことができる[7]。その結果、疾病以外の要因による影響を除去したうえで、疾病の有無による違いを比較することができる。本研究では肥育期間中のDG、出荷時体重及び枝肉成績に対する父牛、出荷年、出荷月及び出荷日齢の影響を制御するために傾向スコアを利用した。脂肪壊死症の発症の有無を従属変数とし、父牛、出荷年、出荷月及び出荷日齢を共変量とした多重ロジスティック回帰分析を行い、本症発症の予測確率を算出し傾向スコアとした。モデルの妥当性の指標となるC統計量は0.78であり、おおむねモデルの妥当性が得られた。脂肪壊死症を発症した個体には傾向スコアの逆数、本症を発症しなかった個体には1から傾向スコアを引いた数の逆数(非発症となる予測確率の逆数)を算出した。各牛にこれら逆数を重み付けし、一般化推定方程式[8]による比較を

表2 脂肪壊死症の発生の有無に対する父牛の系統及び導入時の日齢体重の影響<sup>\*1</sup>

要因	Wald $\chi^2$	自由度	有意性
父牛の系統	3.96	2	ns
導入時の日齢体重	0.36	1	ns

## 各父牛の系統の脂肪壊死症発生率 (%)

父牛の系統	頭数	脂肪壊死症発生率 (%)
気高系	62	21.2±5.2 <sup>*2</sup>
藤良系	43	39.4±7.5
田尻系	103	29.9±4.5

\*1: 表1に示すモデル1の対象牛のデータを用いて解析した.

\*2: 推定周辺平均値±標準誤差

ns: 有意差なし

表3 脂肪壊死症の発生の有無に対する父牛及び導入時の日齢体重の影響<sup>\*1</sup>

要因	Wald $\chi^2$	自由度	有意性
父牛	17.99	6	$P<0.01$
導入時の日齢体重	0.09	1	ns

## 各父牛の脂肪壊死症発生率 (%)

父牛	頭数	脂肪壊死症発生率 (%)
A	13	7.6±7.3 <sup>*2</sup> a
B	30	10.2±5.6 a
C	10	20.6±13.1
D	45	24.1±6.4
E	23	43.6±10.3
F	11	54.0±15.1
G	18	55.6±11.7 b

\*1: 表1に示すモデル2の対象牛のデータを用いて解析した.

\*2: 推定周辺平均値±標準誤差

ns: 有意差なし

異符号間に有意差あり a-b ( $P<0.05$ )

行った.

統計処理には市販のソフト (SPSS 24.0, 日本IBM(株), 東京) を用いた. 有意水準は  $P<0.05$  とした.

## 成 績

表2に脂肪壊死症の発生の有無に対する父牛の系統及び導入時の日齢体重の効果を調べた結果を示した. 父牛の系統の効果と導入時の日齢体重の効果は有意ではなかった.

表3に脂肪壊死症の発生の有無に対する父牛及び導入時の日齢体重の効果を調べた結果を示した. モデル1の結果と同様に, 日齢体重の効果は有意ではなかった. 一方, 父牛の効果は有意であり, 父牛Gの産子の脂肪壊死症の発生率は, 父牛A及びBの産子よりも有意に高

表4 脂肪壊死症の発生の有無による肥育期間中の1日平均増体量, 出荷時体重及び枝肉成績の違い<sup>\*1</sup>

	脂肪壊死症の発生の有無		有意性
	なし	あり	
肥育期間中の1日平均増体量 (kg/日)	0.709±0.11 <sup>*2</sup>	0.697±0.02	ns
出荷時体重	721.3±5.87	712.3±12.3	ns
枝肉成績			
枝肉重量(kg)	472.4±4.7	469.1±8.9	ns
ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	64.6±0.9	61.2±1.9	ns
バラの厚さ (cm)	8.1±0.1	8.1±0.2	ns
皮下脂肪 (cm)	3.2±0.1	3.1±0.1	ns
歩留基準値	74.4±0.2	73.9±0.2	ns
BMS No.	7.3±0.2	8.3±0.3	$P<0.01$

\*1: 表1に示すモデル2で用いた150頭のうち一般畜として出荷された147頭のデータを用いて解析した.

\*2: 推定周辺平均値±標準誤差

BMS No.: 牛脂肪交雑基準値

ns: 有意差なし

かった.

表4に, 脂肪壊死症の発生がある群とない群における肥育期間中のDG, 出荷時体重及び枝肉成績を比較した結果を示した. 脂肪壊死症の発生がある群の方が本症の発生がない群より牛脂肪交雑基準値 (Beef Marbling Standard No.: 以下, BMS No.) が有意に高かった. 肥育期間中のDG, 出荷時体重及び枝肉成績のBMS No. 以外の項目には有意な差は認められなかった.

## 考 察

過去には脂肪壊死症の発生は父牛が気高系と藤良系の場合に少なく, 田尻系の場合に多かったことが報告されているが [1], 本研究では父牛の系統による本症の発生率の違いは認められなかった. 国内での黒毛和種牛の種雄牛造成においては, 兵庫県以外では異なる系統の種雄牛による交配が一般的に行われてきていることから, 家畜改良が進んだ現在では, 父牛の系統による産子の脂肪壊死症の発生率の差はなくなっているものと考えられる. 一方, 黒毛和種牛では, 脂肪壊死症の遺伝率は0.28と中程度であり, また, 父牛により遺伝率が異なることが報告されている [9]. 本研究では脂肪壊死症の発生率は, 最も低い種雄牛の産子では7.6%, 最も高い種雄牛の産子では55.6%であり, 種雄牛によりその産子における本症の発生率は大きく異なることが明らかとなった.

本研究では肥育期間中のDG, 出荷時体重や枝肉重量に脂肪壊死症との関係は認められなかった. 脂肪壊死症

であっても、臨床症状を示さない程度で一般畜として出荷される場合、肥育牛の発育に悪影響はないものと考えられる。また、脂肪壊死症の牛群は本症でない牛群よりも BMS No. が高かった。牛の脂肪壊死症の発病機序は必ずしも明確にされていないが [10, 11], 腹腔内での過剰な脂肪蓄積の結果、本症が発症するものと推察されている [10]。本研究では、皮下脂肪の厚さには脂肪壊死症の発生の有無との関係が認められなかったことより、皮下脂肪の蓄積とは関連せず、筋肉内脂肪の蓄積機序と関連する要因が本症の発症機序と関連するものと推察される。

脂肪壊死症の重症例では死産事故となることがあり、本研究の対象農場でも本症による緊急と畜と死亡事例があり、甚大な経済的損失となっていることから、本症の発生低減に努める必要がある。本研究の結果より、本症の対策には、種雄牛の系統が何であるかにかかわらず、種雄牛ごとに本病への遺伝的影響を把握することが重要と考えられる。また、脂肪壊死症は、遺伝的な要因以外にも、筋肉内脂肪の蓄積機序とも関連することが推察され、この点についても明らかにしていく必要がある。

#### 引用文献

- [1] 阿部 榮, 小川晃弘, 渡辺栄次, 矢口直安, 酒井淳一, 酒井健夫: 黒毛和種肥育牛における脂肪壊死の発生と種雄牛の系統, 日獣会誌, 51, 187-189 (1998)
- [2] 井上英耶, 中澤孝文, 前井和人, 澤 英之: 黒毛和種肥育牛のと畜検査データを利用した腸間膜脂肪壊死症と性別, 月齢及び農家の要因, その他の疾病要因との関連の解析, 日獣会誌, 70, 801-805 (2017)
- [3] 佐藤 繁: 脂肪壊死症, 牛病学, 明石博臣, 江口正志, 神尾次彦, 加茂前秀夫, 酒井 豊, 芳賀 猛, 眞鍋 昇編, 第3版, 73, 近江出版, 東京 (2013)
- [4] Inoue K, Honda T, Oyama K: Economic losses related to internal diseases in Japanese black cattle, Anim Sci J, 87, 736-741 (2016)
- [5] 藤岡豊陽, 酒井稔史, 横山寛二, 八重尾 直, 砂川隆治: 黒毛和種の代表系統とその特徴, 肉牛大事典, 農文協編, 281-421, 農山漁村文化協会, 東京 (2015)
- [6] 渡辺大作, 松本大策, 板垣 匡, 太田垣 進: 腸間膜脂肪壊死症, 生産獣医療システム肉牛編, 120, 農山漁村文化協会, 東京 (2012)
- [7] 星野崇宏, 岡田謙介: 傾向スコアを用いた共変量調整による因果効果の推定と臨床医学・疫学・薬学・公衆衛生分野での応用について, 保健医療科学, 55, 230-243 (2006)
- [8] Rotnitzky A, Robins JM: Semiparametric regression estimation in the presence of dependent censoring, Biometrika, 82, 805-820 (1995)
- [9] Inoue K, Honda T, Oyama K: Genetic relationships between internal diseases diagnosed at slaughter and carcass traits in Japanese Black cattle, J Anim Sci, 93, 2714-2721 (2015)
- [10] Katamoto H, Yukawa T, Shimada Y: Lipogenic and lipolytic activities in isolated adipocytes from cattle with fat necrosis, Res Vet Sci, 61, 214-217 (1996)
- [11] 田中桂一, 大谷 滋: Diisopropyl 1, 3-Dithiolan-2-Ylidene-Malonate (NKK-100) 給与が反芻家畜の脂肪組織における脂質の合成, 日本畜産学会報, 60, 648-652 (1989)

Relationship Between Bovine Abdominal Fat Necrosis, Sire, Market Weight Per Day  
and Meat Productivity of Japanese Black Heifers

Takashi KITAGAWA<sup>1)†</sup> and Hideya INOUE<sup>2)</sup>

1) *Shiga Prefectural Livestock Technology Promotion Center, 695 Yamamoto, Hino-cho, Gamou-gun, 529-1651, Japan*

2) *Shiga Prefectural Institute of Public Health, 13-45 Gotenhamma, Ohtsu, 520-0834, Japan*

SUMMARY

The objective of this study was to investigate relationship between bovine abdominal fat necrosis (BFN), sire, market weight per day and meat productivity of Japanese Black heifers. Two models were used to analyze factors associated with the outbreak of BFN. We analyzed the relationship of sire line and market weight per day with the occurrence of BFN in 208 heifers with sires from three major sire lines (out of 290 normal and emergency slaughtered heifers) (model 1). Additionally, we investigated the association between sire and market weight per day with the incidence of BFN in 150 heifers having either of seven sires, each having at least 10 progeny records (out of 290 normal and emergency slaughtered heifers) (model 2). The results showed that the difference in sires alone was significantly related to the occurrence of BFN. The average daily gain during the fattening period, final weight and carcass traits were compared by difference in the presence and absence of BFN in 147 normal slaughtered heifers (out of 150 heifers in model 2). Heifers with BFN showed a higher marbling score than those without BFN. Our findings emphasize the importance of clarifying genetic variability among sires to reduce the occurrence of this disease, and suggest a probable relationship between the increase in intramuscular fat content and the outbreak of BFN.

— Key words : bovine abdominal fat necrosis, carcass traits, Japanese Black heifer, market weight per day, sires.

† Correspondence to : Takashi KITAGAWA (*Shiga Prefectural Livestock Technology Promotion Center*)

*695 Yamamoto, Hino-cho, Gamou-gun, 529-1651, Japan*

*TEL 0748-52-1221 FAX 0748-53-2434 E-mail : kitagawa-takashi@pref.shiga.lg.jp*

*J. Jpn. Vet. Med. Assoc., 71, 293 ~ 297 (2018)*