

交雑種雌牛の一産取り肥育による枝肉成績と経済性

森下 忠*・瀧澤秀明*・榊原隆夫*

摘要：交雑種（ホルスタイン種 × 黒毛和種）雌牛の特性を活かした生産方法を検討するため、黒毛和種胚を移植した一産取り肥育を行った。交雑種雌牛 6 頭に対して、13～15 か月齢時に黒毛和種胚を移植した。16 か月齢に受胎確認し、受胎の有無で受胎区 4 頭と未受胎区 2 頭に分けた。受胎区は、分娩まで濃厚飼料を 3 kg/日 で定量給与とし、ライグラスストローを不断給与した。また、ヘイキューブを分娩まで 1 kg/日 給与した。受胎区は分娩後に 6 か月間肥育した後、29 か月齢でと殺した。未受胎区は濃厚飼料を 9 kg/日 を上限に給与するとともに、ライグラスストローを不断給与した。未受胎区は、26 か月齢でと殺した。各区の産肉性、肉質および経済性について比較した。

- 1 ロース芯面積は、受胎区に比べ未受胎区が有意に大きくなった。また、脂肪交雑も受胎区に比べ未受胎区が優れる傾向にあり、これらは一産取りのための飼養管理の影響が考えられた。
- 2 受胎区では、体重が分娩により減少しても、その後の肥育期間により改善され、枝肉重量は未受胎区と同等となった。
- 3 受胎区では 1 頭が死産となり、これを考慮した経済性比較では、未受胎区と同等と考えられた。また、死産がなかった場合、受胎区の経済的メリットが高まるため、分娩事故のないような飼養管理について、さらに検討する必要があると考えられた。

キーワード：交雑種、一産取り肥育、枝肉形質

Effect of Single-Bleeding on Carcass Characteristics and Economical Efficiency in Fattening Crossbred (Holstein×Japanese Black) Heifers

MORISHITA Makoto, TAKIZAWA Hideaki and SAKAKIBARA Takao

Abstract: To evaluate a value-added management of fattening crossbred (Holstein×Japanese Black) heifer, the effect of breeding on carcass characteristics and economical efficiency were investigated. Japanese Black embryos were transplanted into six heifers in heat at the age of 13 to 15 months. Heifers were confirmed conception at the age of 16 months, and divided into two groups, pregnant group (n=4) and nonpregnant group (n=2). Heifers in pregnant group were housed to avoid over condition until calving and fed concentrates (3kg/day), rye-glass straw (*ad libitum*) and alfalfa-hay-cube (1kg/day). Heifers were fattened for six months after calving and slaughtered at the age of 29 months. Nonpregnant heifers were fed concentrates (9kg/day) and straws (freely) and slaughtered at the age of 26 months, approximately.

1. Rib-eye area of single-calf heifers was smaller than that of nonpregnant heifers, significantly. Beef marbling score of single-calf heifers tended to decrease than that of nonpregnant heifers. These results suggest that the nutritional management for parturition influence the carcass characteristics.
2. Decrease of body weight in parturient heifers was recovered by following fattening, and carcass weight became comparable, finally.
3. Due to one stillbirth in pregnant group, economical comparison considering stillbirth rate suggested that efficiency didn't change between two groups. Further improvement of management to avoid calving difficulty is necessary to achieve higher benefit.

Key words: Crossbred (Holstein×Japanese Black), Single-calf heifers, Carcass characteristics

緒言

交雑種（ホルスタイン種 × 黒毛和種）は、黒毛和種より産肉性に優れ、ホルスタイン種より肉質が良い。そのため、肥育牛としての生産が増加しており、本県における肉用牛の約6割を交雑種が占めている。このうちの約半数は雌牛であるが、雌牛は去勢牛に比べ枝肉重量が小さく、肉質面で劣る。そのため収益が少なく、雌牛としての特性を活かした生産方法の開発が望まれている。

家畜における品種間雑種の効果は、強健性や繁殖性といった形質に現れる¹⁾。そのため、交雑種生産が盛んになった頃から、交雑雌牛に黒毛和種を戻し交配したり、黒毛和種胚を移植したりして、子牛生産することが検討されている²⁻⁴⁾。しかし、これらの試験は、交雑雌牛に分娩、哺乳させることを目的に行われており、分娩後の肉質等は検討されていない。現在、交雑種は牛肉生産を目的に飼養されており、雌牛は子取りに用いられることなく肥育されている。

一方で黒毛和種では、その需要が増加し、子牛は高価格で取引されている。しかし、生産者の高齢化から、将来的な素牛確保が危ぶまれている。そのため、安定的に黒毛和種産子が供給できる体制整備が急務となっている。

このような肉用牛生産の現状を踏まえて、交雑種雌牛に黒毛和種胚を移植し、一産取りした後で肥育することで（一産取り肥育）、雌としての特性を活かした生産ができるかを検討した。本試験では、交雑種雌牛に対して、一定の期間内に黒毛和種胚を移植した。そして、受胎の有無で一産取り肥育と通常肥育を行い、産肉性や肉質を比較するとともに、一産取り肥育の経済的な有効性を検討した。

材料及び方法

1 供試牛の概要

供試牛は、2004年5～7月生まれの交雑種雌牛6頭を用いた。2～4か月齢で導入し、10か月齢まで当場の慣行法で管理した。

2 飼養管理

供試牛は、解放式踏み込み牛舎で管理し、濃厚飼料はストールフィーダで個別給与、粗飼料は群給与した。濃厚飼料は、12か月齢まで育成用飼料を、以降は肥育用飼料を給与した。給与した濃厚飼料の配合割合と成分を表1に示した。粗飼料は、10か月齢よりライグラスストローを給与し、12か月齢よりヘイクューブ（以下HC）を1日1頭当たり0.5～0.75kg給与した。

13～15か月齢の期間に発情兆候のあった牛について、発情より7日目に黒毛和種の凍結胚を移植した。その後、

再発情のあった個体については、再移植を行った。16か月齢時に受胎確認を行い、受胎した個体を受胎区（4頭）とし、一産取り後に肥育した。受胎しなかった個体は未受胎区（2頭）とし、そのまま肥育した。

受胎区は、16か月齢以降、分娩まで肥育用飼料を3kg/日定量給与し、ライグラスストローを不断給与した。また、分娩までHCを1kg/日給与した。受胎区のうち3頭については、分娩前にビタミンAD₃E剤を20ml（ビタミンA25,000IU/ml含）経口投与した。分娩7～1日前に独房へ移し、分娩後、1～3日後に牛群に戻した。子牛は、分娩後直ちに母牛から分離し、母牛は、初乳を搾る以外は搾乳しなかった。分娩後は、HCを給与せず、肥育用飼料を1kg/週の割合で9kg/日まで漸増した。分娩後の飼育期間を6か月とし、約29か月齢でと殺した。

未受胎区は、16か月齢以降、肥育用飼料を順次増給し、最大9kg/日給与した。粗飼料はライグラスストローのみとし、HCは給与しなかった。約26か月齢でと殺した。

3 調査項目

(1) 飼料摂取量

濃厚飼料は、ストールフィーダの給与量を飼料摂取量とした。粗飼料は、群への給与量を頭数で除して1頭あたりの摂取量とした。飼料摂取量から、可消化養分総量（以下TDN）、粗蛋白（以下CP）、乾物量（以下DM）の各摂取量を求めた。

(2) 体格測定

体重、体高、胸囲について、試験開始から約4週間毎に測定した。

(3) 受胎率と分娩状況

受胎頭数を延べ移植頭数で除して受胎率とした。また、分娩の状況を目視により確認した。

(4) 枝肉成績

試験終了後、公設と場でと殺し、と殺から2日目に枝肉状況を検査した。格付等の数値は、日本枝肉格付協会

表1 濃厚飼料の配合割合と成分 (%)

	育成用	肥育用
配合割合		
トウモロコシ	32	36
大麦	8	20
グレイソルガム	8	8
フスマ	15	18
コーングルテンフィード	6	
コーングルテンミール	5	
大豆粕	6	2
大豆皮	3	6
ビール粕（乾燥）	15	9
カルシウム剤	2	1
成分 ¹⁾ （原物中）		
TDN	72.0	72.4
CP	18.1	12.9
DM	88.2	87.7

1) 成分は日本標準飼料成分表(2001年版)値より計算

検定員の評価値を用いた。

(5) 経済性調査

経済性は、枝肉販売額および子牛販売額から素畜費、飼料費、胚移植経費、子牛生産費を差し引いて求めた。

枝肉販売額は、枝肉重量 × 県内主要食肉市場の枝肉卸売平均単価とした。(社)日本食肉格付協会の牛枝肉格付情報によると、県内産交雑種雌牛の2006年1～12月の格付け別平均単価は、A2が1,229円、B4が1,654円、B3が1,430円、B2が1,161円であった。

黒毛和種では1か月齢未満での取り引き市場が無いため、子牛販売額については県内の5か月齢前後で取引されている市場価格を参考にした。(独)農畜産業振興機構によると、2006年9月～2007年8月までの市場価格平均は、156日齢で392,501円であった。

素畜費は試験開始時体重 × 素畜単価とした。農林水産統計の平成18年交雑種肥育生産費によると、交雑種の素畜費は231,463円/271.8kgであるため、素畜単価を852円/kgとした。

飼料費は、当場の2005年度の飼料購入価格と飼料摂取量から算出した。

表2 飼料摂取量 (kg/頭)

	受胎区	未受胎区	差の検定
飼料種類別			
～16か月齢			
濃厚飼料	644.0 ± 5.2 ¹⁾	645.8 ± 2.5	ns ²⁾
粗飼料	947.0	947.0	-
HC	77.0	77.0	-
16か月齢～			
濃厚飼料	1,933.8 ± 127.3	1,925.4 ± 262.1	ns
粗飼料	1,776.9 ± 111.4	827.0 ± 0.0	*
HC	201.7 ± 0.5		-
飼料成分別			
～16か月齢			
TDN	1,060.5 ± 3.8	1,061.8 ± 1.8	ns
CP	165.5 ± 0.7	165.7 ± 0.3	ns
DM	1,487.4 ± 4.6	1,489.0 ± 2.2	ns
16か月齢～			
TDN	2,548.1 ± 155.2	1,884.3 ± 189.8	*
CP	381.8 ± 22.5	295.9 ± 33.8	*
DM	3,476.5 ± 208.5	2,438.4 ± 229.8	*

1)平均 ± 標準偏差

2)ns: 区間に差なし、*: 区間に差あり(p<0.05)

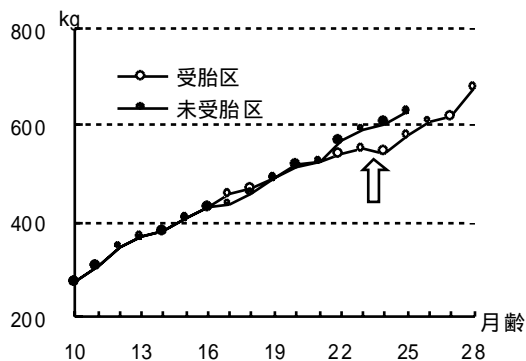


図1 体重の推移

胚移植経費は個々によって異なるため、技術料 + 胚代金を50千円と仮定した。

5か月齢まで人工哺乳した場合の飼料費は、既報⁵⁾より33,851円であるため、子牛生産費は治療費等を加味して50千円とした。

(6) 差の検定

各調査項目について、t検定により差の検定を行った。

試験結果

1 飼料摂取量

飼料の種類別、成分別の摂取量を表2に示した。濃厚飼料の摂取量は、区間で差がなかった。粗飼料の摂取量は、16か月齢以降に受胎区が多くなった(p<0.05)。また、TDN、CP、DMの各飼料成分では、16か月齢以前には区間で差がなかったが、16か月齢以降は各成分で受胎区が多くなった(p<0.05)。

2 体格測定

体重の推移を図1に、胸囲の推移を図2に、体高の推移を図3に示した。なお、各図中の分娩時期を矢印で示した。体重と胸囲は、未受胎区が大きい傾向にあった。体高は、受胎区が高い傾向にあり、17～19と21か月齢時に有意な差があった(p<0.05)。

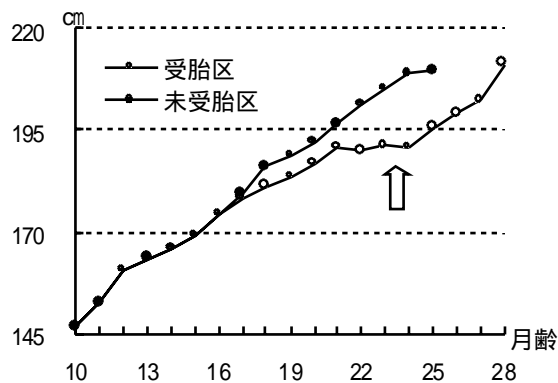


図2 胸囲の推移

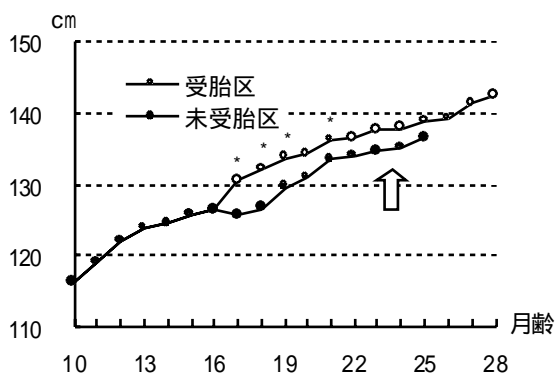


図3 体高の推移

*: 区間に差あり(p<0.05)

分娩直前の受胎区の平均体重は、546.0±43.4kgであった。

3 受胎率と分娩状況

13～15か月齢時に再発情を含めて発情の確認ができたのは延べで10頭で、うち4頭が受胎した。受胎率は、40%となった。

表3 分娩状況

牛番	ビタミン給与	分娩月齢	分娩状況	子牛体重
		1) ¹⁾ 月齢		kg
1	HCのみ	22.8	自然, 死産	26.0
2	HC+AD ₃ E剤	22.5	自然	29.0
3	HC+AD ₃ E剤	23.4	自然	34.4
4	HC+AD ₃ E剤	23.4	介助	37.0

1)HC：分娩までHCを1kg/日給与
AD₃E剤：分娩1か月前にビタミンA50万IU給与

表4 枝肉および肉質成績

	受胎区	未受胎区	差の検定
冷と体重量 (kg)	387.8±26.8 ¹⁾	375.5±72.8	ns
ロース芯面積 (cm ²)	40.8±2.8	56.0±4.2	*
バラの厚さ (cm)	6.0±0.3	6.5±0.9	ns
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.0±0.2	2.1±0.8	ns
歩留基準値	70.1±0.6	72.5±1.5	ns
BMS	2.5±0.6	5.0±2.8	ns
BCS	4.3±0.5	4.0±0.0	ns
締まりきめ等級	2.3±0.5	3.0±1.4	ns
脂肪等級	4.0±0.0	4.0±0.0	ns

1)平均±標準偏差
2)ns:区間に差なし、*:区間に差あり(p<0.05)

表5 経済性調査 (円)

	受胎区	未受胎区	差の検定
収入			
枝肉販売	475,396±50,202 ¹⁾	552,227±217,833	ns ²⁾
子牛販売 ³⁾	294,376±169,958		
収入計	769,772±218,077	552,227±217,833	ns
費用			
素畜費	236,856±15,065	227,910±30,725	ns
飼料費	182,233±7,468	145,966±9,079	*
移植経費	50,000		
子牛経費 ³⁾	37,500±21,651		
費用計	506,589±23,371	373,876±39,804	*
利益			
収入-費用	263,183±196,659	178,351±178,028	ns

1)平均±標準偏差
2)ns:区間に差なし、*:区間に差あり(p<0.05)
3)子牛販売および子牛経費は子牛3頭分を受胎区4頭で除した

分娩状況を表3に示した。受胎区の4頭のうち、1号牛は自然分娩であったが、死産であった。残り3頭のうち、4号牛は分娩介助を要したが、残りは自然分娩であった。分娩時の母牛の月齢は22.5～23.4か月齢で、子牛の平均体重は31.6kgであった。

4 枝肉成績

枝肉成績を表4に示した。枝肉格付けは、受胎区はB3が1頭、B2が3頭で、未受胎区はB4が1頭、A2が1頭であった。平均と殺月齢は、受胎区29.2か月齢、未受胎区25.6か月齢となった。

枝肉形質では、枝肉重量は受胎区が大きい傾向にあった。ロース芯面積は、受胎区が40.8cm²なのに対し、未受胎区は56.0cm²と有意に大きくなった(p<0.05)。そのため、歩留基準値は未受胎区が優れる傾向にあった。

肉質では、BMSナンバーと締まりきめ等級で未受胎区が優れる傾向にあった。

5 経済性調査

経済性調査の結果を表5に示した。子牛販売額と子牛経費は、1頭死産であったため、子牛3頭分を受胎区4頭で除した値とした。

枝肉販売額は、未受胎区が高い傾向にあり、枝肉単価は受胎区1,228円/kg、未受胎区1,442円/kgとなった。飼料費は、飼料摂取量の多い受胎区で高くなった(p<0.05)。収益は、受胎区が263,183円、未受胎区が178,351円で、受胎区が高い傾向にあった。

考 察

本試験では、交雑種雌牛に対して黒毛和種胚を移植し、一産取り後に肥育する試験を行った。受胎し、分娩した受胎区と未受胎区を比較すると、ロース芯面積と脂肪交雑への影響が考えられた。

ロース芯面積は、受胎区が未受胎区に比べ約15cm²ほど小さくなった。我々は既報⁶⁾で、前期に濃厚飼料を制限給餌した場合の交雑種雌牛のロース芯面積は、49.1～56.6cm²であったと報告した。未受胎区のロース芯面積は56.0cm²で、この範囲にあった。

一方で、受胎区のロース芯面積は40.8cm²で、同様に交雑種経産牛について試験した小池ら⁷⁾は46.9cm²、大宮ら⁸⁾は49.0cm²、額田ら⁹⁾は43.3cm²と51.3cm²、中西ら¹⁰⁾は40.8～52.8cm²と報告している。一部を除いて、概ね50cm²以下と小さくなる傾向にあり、分娩による影響と考えられる。外貌からも、受胎区は未受胎区に比べ肩周辺の肉付きが悪く、図2で示したように、受胎区の胸囲は未受胎区に比べ小さい傾向にあった。これは、難産防止の目的で、受胎期間の濃厚飼料を制限したため、筋肉の発達時期に低栄養となり、ロースの発達が抑制されたためと考えられる。中西ら¹⁰⁾は、分娩後の肥育月数を変えてと殺しても、ロース芯面積は向上しなかったと述べている。このため、一産取りのための飼養管理によってロースの発達が抑制され、分娩後の飼い直しによっても改善しないと考えられた。

脂肪交雑では、受胎区のBMSナンバーが2.5だったのに対して、未受胎区が5.0と、未受胎区が優れる傾向にあった。肉牛生産では、飼料中のビタミンA前駆物質(カロテン)の量を制限し、肥育期間中の血中ビタミンA量を低下させることで、脂肪細胞の分化を促し、脂肪交雑を増加させる飼養管理が一般的である。受胎区は、妊娠期間中にHCを1kg/日給与されている。ここから供給

されるビタミンA量は、試験時の体重から推定される要求量¹¹⁾の1/2から1/3程度ではあるが、筋肉内脂肪の分化を阻害し、その結果、BMSナンバーが向上しなかったと考えられる。本報と同様に、交雑種の経産牛と未経産牛で比較した大宮ら⁸⁾は、脂肪交雑は未経産牛に比べ経産牛が劣ると報告しており、本報と同様の結果であった。さらに中西ら¹⁰⁾は、分娩後の肥育月数と脂肪交雑に一定の傾向はなかったと報告しており、脂肪交雑は一産取りのための飼養管理により向上せず、飼い直しによって大きく改善しないと考えられた。

枝肉重量は、分娩後の飼い直しにより改善が可能な形質である。受胎区は、分娩後6か月の飼い直し期間を経て出荷しており、未受胎区に比べ出荷月齢が遅くなった。そのため、分娩により体重が減少しても、分娩後の飼い直しにより体重が回復し、未受胎区と同等となった。(社)日本食肉格付協会の牛枝肉格付情報によると、交雑種雌牛の平均枝肉重量は、400~420kgの範囲にピークがある。受胎区の平均枝肉重量は、398.4kgと交雑種雌牛の平均に近く、6か月程度の飼い直しで十分と考えられた。

また、分娩前の受胎区の平均体重は、546.0kgだった。交雑種に分娩させた試験報告の分娩時体重は、川西ら²⁾は484kg、額田ら⁹⁾は544kg、中西ら¹⁰⁾は498kgと報告している。分娩時の過肥は、難産になる可能性がある。分娩時体重の少ない川西らの報告では事故はないが、額田ら、中西らの報告では分娩介助の必要性や事故の発生が述べられており、本報でも分娩4頭中1頭が分娩介助を要している。このように、分娩前の体重コントロールが分娩時の事故を防止するために重要である。しかし、本報のように肥育を目的とした一産取り肥育では、分娩後の飼い直し期間を短縮する目的もあるため、分娩時のリスクを含めた経済的な体重コントロールについて、さらに検討する必要があると考えられた。

経済性については、受胎区では1頭が死産であったため、この分を考慮して検討した。収入では受胎区は未受胎区に比べ肉質が劣る傾向にあったため、枝肉販売額が安かった。子牛販売額は、市場相場は1頭約390千円だったが、死産分を考慮すると、平均で294,376円となった。費用では、素畜費には差がないが、受胎区は飼料摂取量が多く、飼料費が高くなった。また、受胎区の子牛生産費は、死産分を除くと平均37,500円となった。費用合計は、受胎区が有意に高かった。収入から費用を差し引いた利益は、受胎区が費用がかかるものの、収入が多いため、約85千円高くなった。受胎区で子牛を生産すると、この他に子牛管理の施設費や光熱水費、人件費がかかるため、経済的には同等と考えられた。

一方で、受胎区に死産がなかった場合、受胎区の収入計は867,897円、費用計は519,089円となる。そのため、収入は348,808円となり、死産分を考慮した場合の収入に比べ約85千円高くなる。このため、分娩事故のない飼養管理をすることが、一産取り肥育で経済的なメリット

を得るためには重要であると考えられた。

現在の肉牛生産では、肥育期間中のビタミンAコントロールが一般的であるが、ビタミンAは繁殖との関連が指摘されている。

吉田ら¹²⁾は、黒毛和種およびホルスタイン種の母牛の血清中のレチノール量は、分娩2週間前から分娩にかけて減少し、その後回復したと報告している。このことから、分娩直前に母牛のビタミンAの要求性が高まると考えられる。本試験では1頭が死産だったが、分娩直前の要求性が高まった時にビタミンAが不足し、死産に至ったとも考えられる。分娩1か月前にビタミンAD₃E剤を給与した個体では死産はなく、こうした処置の差が分娩に影響した可能性がある。そのため、受胎牛のビタミンA給与については、脂肪交雑が少なくなる可能性があるものの、産子を得るといった目的のためには必要であると考えられた。

また、胚移植時期のカロテンについて鳥飼ら¹³⁾は、血中のカロテン量と繁殖性について調査し、血中のカロテンが300 μ g/dlを下回った場合、繁殖障害の発生率が高まったと報告している。また岡崎ら¹⁴⁾は、飼料中のカロテンの添加と、胚移植成績はかならずしも関係しないが、100 μ g/dlを下回った場合、繁殖性に影響する可能性があるとして述べている。このため、胚移植時期にもカロテンの補給が必要であると考えられた。

以上のように、交雑種雌牛の一産取り肥育では、ロースの発達抑制され、脂肪交雑も劣る傾向にあるが、黒毛和種産子が得られることで、付加価値生産が可能であると考えられた。今後は、確実に黒毛和種産子が得られるように、受胎から分娩までのビタミンA給与について、更に検討する必要があると考えられた。

引用文献

1. 猪貴義．新家畜育種学．朝倉書店．東京．p.110-115
2. 川西隆智，秋山清，宮下泰人，田仲修，佐藤洋三郎．交雑牛による肉用牛一貫生産体系に関する試験 3 一代交雑牛の繁殖性と哺育能力．神奈川畜試研報．82，52-60(1992)
3. 長谷川清寿，安部茂樹，中上寿徳，川平実．ホルスタイン雌と黒毛和種雄との一代交雑種牛の受胎牛としての飼養管理並びに繁殖及び哺育能力に関する研究（第3報）一代交雑種雌牛を黒毛和種胚移植の受胎牛として利用した場合の産子の哺育能力．鳥根畜試研報．28，6-10(1993)
4. 箴雅生，金堂正也，古川智博，一丸仁，黒川洋介，溝上崇．交雑種による効率的肉牛生産技術（第3報）- 交雑雌牛の肉牛生産利用技術 - ．佐賀畜試試験研究成績書．31，9-14(1994)
5. 森下忠，瀧澤秀明，石井憲一，松井誠．初期発育に優れた黒毛和種雄子牛の人工哺乳方法，愛知農総試研

- 報 . 36, 75-80 (2004)
6. 森下忠, 瀧澤秀明, 榊原隆夫 . 交雑種雌牛の肥育に関わる養分要求量と肥育特性, 愛知農総試研報 . 38, 155-160 (2006)
7. 小池則義, 蔵田團果, 野沢慎一, 福田雅彦 . 交雑種経産牛の肥育実証試験 . 栃木畜試研報 . 8. 66-72 (1991)
8. 大宮元, 川村祥正, 帷子剛資, 沼尻洋一 . 放牧による肥育粗牛の低コスト育成技術の開発 北上山地の放牧利用による双子生産ならびに交雑種の生産技術の開発 第4章 交雑種雌牛の二産取り肥育の産肉性 . 岩手畜試研報 . 22, 51-59 (1996)
9. 額田和敬, 小福田満郎, 森大二 . 交雑種肉利用技術の確立 () F1雌牛の一産取り後の肥育 - 哺育、育成から分娩、授乳更にその後の肥育にわたる一貫体系について - . 岡山総畜セ研報 . 5, 25-41 (1994)
10. 中西直人, 青木康浩, 山田知哉, 河上眞一, 山崎敏雄 . 放牧を利用した一産取り肥育における交雑種雌牛の産肉性の変化 . 日畜会報 . 74(1), 51-56 (2003)
11. 日本飼養標準 肉用牛 (2000年版) . 農林水産省農林水産技術会議事務局編 . 中央畜産会, (2000)
12. 吉田豊, 古庄律, 半澤恵, 渡邊誠喜 . 分娩前後の黒毛和種とホルスタイン種母子牛における乳並びに血清中レチノイド量とカロテノイド量の変動 . 東京農大農学集報 . 46(2), 53-61 (2001)
13. 鳥飼善郎, 道後泰治, 山下弘昭, 太田垣進, 野田昌伸 . 兵庫県における和牛の血中 -カロチン含量と繁殖成績 . 兵庫中央農技研報 (畜産) . 27, 9-12 (1991)
14. 岡崎尚之, 長谷川清寿, 安部茂樹, 川平実 . ホルスタイン雌と黒毛和種雄との一代交雑種牛の受胎牛としての飼養管理並びに繁殖及び哺育能力に関する研究 (第4報) - カロチンを添加した飼料給与が受胎牛の胚移植成績に及ぼす影響 . 島根畜試研報 . 29, 5-10 (1994)