

集約放牧体系で親子放牧した黒毛和種子牛の発育と市場評価

小梨 茂・千葉恒樹・伊藤孝浩^{*}・加藤満康・大池裕治・佐藤 隆・谷藤隆志

はじめに

岩手県内には休止中の牧場を含め157の公共牧場が点在し、その総面積は約36,000haにも及ぶ¹⁾。こうした豊富な草地資源を生かして、岩手県では放牧による黒毛和種肥育素牛の低コスト生産の推進に取り組んでいるが、放牧育成した黒毛和種子牛は舎飼育成牛に比べ発育が劣り、市場評価も低いため、黒毛和種繁殖農家は親子放牧を敬遠するようになり、公共牧場の利用率も年々減少傾向にある。こうした状況に対処するため、筆者らは放牧育成牛の発育向上技術の開発に取り組み、集約的な放牧条件下で親子放牧している黒毛和種子牛に体重の1%量の補助飼料を給与することにより舎飼育成牛と比べて遜色のない発育が得られることを明らかにした²⁾。

本報告では、開発した発育向上技術の現地実証試験を行い、その後の追跡調査から得られた市場データを用いて現地への技術導入が放牧育成した黒毛和種子牛の市場上場時体重及び市場価格に及ぼす効果について統計的に分析、検討した。

なお、現地実証試験の遂行及び市場データの収集に当たっては、遠野市畜産振興公社、JA遠野地方、遠野地方振興局農政畜産課及び遠野農業改良普及センターから多大なる協力を得た。ここに記して深謝する。

試験方法

1. 現地実証試験の概要

現地実証試験は2002年から2003年の2年間、岩手県遠野市にあるS牧場において実施した。図1に示したように、面積が14.9haの放牧地を電気牧柵により10牧区に区切り、輪換放牧を行った。2002年は黒毛和種親子を1群（最大で40組）で毎日転牧し、2003年は牛群を2群（最大で19組と18組）に分け、それぞれ5牧区ずつを割り当てて2日間隔で転牧を行った。両年とも放牧は5月中旬から11月中旬にかけて行われ、放牧期間中は子牛への補助飼料として市販のカーフスターター（TDN 78%, CP

21%）を体重の1%を目安に給与した。また、放牧地への施肥は5月中旬または6月下旬と8月上旬の年2回行い、化成肥料（N 20%, P 10%, K 10%, Mg 5%）をN換算で6 kg/10a²づつ年間12kg/10a散布した。

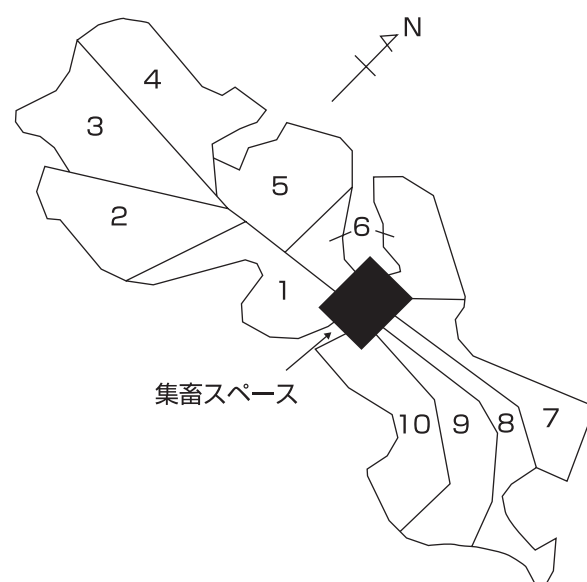


図1 現地実証試験地（総面積14.9ha）の概要

2. 市場データの分析

(1) 分析対象

S牧場に放牧された子牛及びこれらと同時期（2002年放牧分：2002年11月～2003年6月、2003年放牧分：2003年11月～2004年6月）に遠野地域（遠野市及び宮守村）から全農岩手県本部中央家畜市場にて開催された和牛子牛市場に上場された子牛を分析対象とした。遠野地域では、現地実証試験を行ったS牧場のほか、A及びTの2牧場でも黒毛和種の親子放牧が行われており、S牧場に放牧された子牛を「集約放牧」、A及びT牧場に放牧された子を「従来放牧」（10～20ha程度の大牧区で牛群を1週間から10日程度の間隔で輪換放牧し、子牛への補助飼料給与は行わない）、それ以外を「舎飼」と区分して分析を行った。なお、放牧経験牛のうち、放牧日数が30日以下または再入牧歴のある子牛のデータは分析から除外した。

^{*} 現遠野農業改良普及センター

表1. 放牧区分ごとの上場時日齢、上場時体重及び市場取引価格の単純平均値

性別	区分	2002年産子				2003年産子			
		上場頭数 ¹⁾ (頭)	日齢	体重 (kg)	価格 (千円)	上場頭数 ¹⁾ (頭)	日齢	体重 (kg)	価格 (千円)
去勢	従来放牧	94 (93)	313.9 ^b	284.5 ^a	355.1 ^a	89 (89)	307.9 ^b	296.7	432.6
	集約放牧	19 (19)	300.3 ^a	305.6 ^b	412.9 ^b	22 (22)	307.5 ^{ab}	307.0	446.3
	舎飼	673 (671)	299.3 ^a	301.1 ^b	398.9 ^b	741 (728)	299.2 ^a	304.7	444.6
雌	従来放牧	72 (69)	316.5 ^b	250.8 ^a	290.3 ^a	39 (39)	310.6	269.0	358.1
	集約放牧	12 (12)	306.4 ^{ab}	265.6 ^{ab}	294.8 ^{ab}	12 (12)	305.2	258.6	347.3
	舎飼	488 (474)	308.7 ^a	269.1 ^b	334.0 ^b	613 (598)	309.8	270.7	355.0

1) かつこ内は取引成立頭数

a,b 性別ごと異なる文字間に有意差あり (p<0.05)

表2. 上場時体重の分散分析表 (モデル I による)

分析対象	変動因	平方和 (Type II)	自由度	平均平方	F 値	偏 η^2
2002年産子・去勢 (R ² =0.264)	開催日	25739.549	7	3677.078	5.198 ***	0.047
	父	82241.717	14	5874.408	8.305 ***	0.137
	母の父	6538.404	15	435.894	0.616	0.012
	母の産次	13930.880	10	1393.088	1.969 *	0.026
	放牧区分	15768.151	2	7884.075	11.146 ***	0.029
	母牛登録得点	7482.449	1	7482.449	10.578 **	0.014
	日齢	3411.836	1	3411.836	4.823	0.007
	誤差	519916.453	735	707.369		
2003年産子・去勢 (R ² =0.192)	開催日	41004.088	7	5857.727	8.417 ***	0.069
	父	51301.677	16	3206.355	4.607 ***	0.085
	母の父	21515.052	16	1344.691	1.932 *	0.037
	母の産次	11035.935	10	1103.594	1.586	0.019
	放牧区分	8621.269	2	4310.635	6.194 **	0.015
	母牛登録得点	3337.828	1	3337.828	4.796 *	0.006
	日齢	671.948	1	671.948	0.966	0.001
	誤差	555337.472	798	695.912		
2002年産子・雌 (R ² =0.366)	開催日	14696.137	7	2099.448	3.465 **	0.044
	父	92736.502	14	6624.036	10.934 ***	0.227
	母の父	16648.903	15	1109.927	1.832 *	0.050
	母の産次	6993.266	10	659.327	1.088	0.020
	放牧区分	23910.058	2	11955.029	19.733 ***	0.070
	母牛登録得点	9462.033	1	9462.033	15.618 ***	0.029
	日齢	751.360	1	751.3630	1.240	0.002
	誤差	315635.702	521			
2003年産子・雌 (R ² =0.219)	開催日	6814.047	7	973.435	1.701	0.019
	父	53994.917	16	3374.682	5.896 ***	0.134
	母の父	24818.983	16	1551.186	2.710 ***	0.066
	母の産次	7902.782	10	790.278	1.381	0.022
	放牧区分	2289.288	2	1144.644	2.000	0.007
	母牛登録得点	8405.765	1	8405.765	14.686 ***	0.024
	日齢	285.670	1	285.670	0.499	0.001
	誤差	349144.796	610	572.369		

*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05

各放牧区分の放牧年及び性別ごとの分析頭数及び市場成績の単純平均値は表1に示した通りである。

(2) 分析方法

分析は上場時体重及び市場取引価格を目的変数として、放牧年、性別ごとに共分散分析により行った。共分散分析には以下の数学モデルを用いた。

モデル I

$$Y_{ijklmn} = \mu + M_i + S_j + DS_k + DP_l + G_m + a(J_{ijklmn} - \bar{J}) + b(A_{ijklmn} - \bar{A}) + \varepsilon_{ijklmn},$$

モデル II

$$Y_{ijklmn} = \mu + M_i + S_j + DS_k + DP_l + G_m + a(J_{ijklmn} - \bar{J}) + \varepsilon_{ijklmn},$$

ここで、

- μ : 全体の平均値
- M_i : i番目の市場開催日の効果
- S_j : j番目の父の効果
- DS_k : k番目の母の父の効果
- DP_l : l番目の母産次の効果
- G_m : m番目の放牧区分の効果
- J_{ijklmn} : 母牛登録得点

A_{ijklnm} : 上場時日齢

ε_{ijklnm} : 誤差項

a, b : 偏回帰係数

である。モデルⅠは上場時体重の分析に用い、モデルⅡは市場取引価格の分析に用いた。変動因のうち、市場開催日、父、母の父、母産次及び放牧区分を固定因子、母牛登録得点、上場時日齢及び上場時体重を共変量とし、変動因間に交互作用はないものとみなして分析した。

なお、市場取引価格の分析には上場時日齢と体重を変動因としてモデルに組み入れる場合が多いが^{3), 4), 5), 6)}、この場合、得られる結果は上場時日齢と体重が等しいときに放牧区分間で市場取引価格に有意な差が認められるかどうか示すものである。ここでは、上場時日齢や体重の違いも含めて放牧区分が市場取引価格に有意な効果を与えているのかを評価するため、共変量として上場時日齢と体重を含まないモデルⅡを用いて分析を行った。

統計計算は、SPSS 10.0JのUNIANOVAコマンドを用いて行い、共分散分析において放牧区分の影響が5%未満の水準で有意であった場合、Bonferroniの方法により放牧区分間の多重比較を行った⁷⁾。

試験結果

1. 上場時体重に対する効果

表2に上場時体重の分散分析表を示した。どの放牧年・性別の組み合わせでも R^2 値が0.2~0.3程度とやや低いものの、去勢では、2002年産子、2003年産子とも放牧区分のF値が大きく、放牧区分の上場時体重に及ぼす影響は有意 ($p<0.001$) であった。放牧区分ごとの推定周辺平均値（母牛登録得点及び上場時日齢がそれぞれの平均値に等しく、また、放牧区分以外の固定因子の効果を0と仮定して求めた平均値）を比較すると、「従来放牧」では2002年産子で287.4kg、2003年産子で296.2kgと「舎飼」の2002年産子で302.9kg、2003年産子で307.3kgに比べ有意に小さかったのに対し、「集約放牧」では2002年産子で304.1kg、2003年産子で308.9kgと「舎飼」との間に有意差が認められず、「従来放牧」に比べ大きい傾向にあった（表4）。

これに対し、雌では放牧年により放牧区分の上場時体重への影響は異なった。2002年産子では放牧区分による有意な影響が認められ ($p<0.001$)、⁸⁾「集約放牧」の上場時体重の推定周辺平均値は269.0kgで「舎飼」の275.0kgと

表3. 市場取引価格の分散分析表（モデルⅡによる）

分析対象	変動因	平方和 (Type II)	自由度	平均平方	F 値	偏 η^2
2002年産子・去勢 ($R^2=0.456$)	開催日	282770.175	7	49395.739	11.656***	0.100
	父	1129183.094	14	80655.935	23.273***	0.308
	母の父	187004.932	15	12466.995	3.597***	0.069
	母の産次	46217.062	10	4621.706	1.334	0.018
	放牧区分	55234.820	2	27617.410	7.969***	0.021
	母牛登録得点	26622.819	1	26622.819	7.682**	0.010
	誤差	2540368.757	735	3465.715		
2003年産子・去勢 ($R^2=0.444$)	開催日	174764.353	7	24966.366	7.116***	0.060
	父	1202405.814	16	75150.363	21.418***	0.304
	母の父	353677.480	16	22104.843	6.300***	0.114
	母の産次	52636.192	10	5263.619	1.500	0.019
	放牧区分	32772.298	2	16386.149	4.670**	0.012
	母牛登録得点	15928.957	1	15928.957	4.540*	0.006
	誤差	2757848.478	786	3508.713		
2002年産子・雌 ($R^2=0.553$)	開催日	134112.621	7	19158.946	8.367***	0.104
	父	590686.667	14	42191.905	18.426***	0.338
	母の父	168207.029	15	11213.802	4.897***	0.127
	母の産次	48244.781	10	4824.478	2.107*	0.040
	放牧区分	51149.325	2	25574.662	11.169***	0.042
	母牛登録得点	16041.767	1	16041.767	7.006**	0.014
	誤差	1156341.447	505			
2003年産子・雌 ($R^2=0.536$)	開催日	72919.207	7	10417.030	4.762***	0.053
	父	911513.840	16	56969.615	26.043***	0.411
	母の父	189659.985	16	11853.749	5.419***	0.127
	母の産次	14489.146	10	1448.915	0.662	0.011
	放牧区分	4238.200	2	2119.100	0.969	0.003
	母牛登録得点	26656.653	1	26656.653	12.186***	0.020
	誤差	1303741.456	596	2187.486		

*** $p<0.001$, ** $p<0.01$, * $p<0.05$

有意差がなく、「従来放牧」の253.7kgに比べ大きい傾向にあった（表4）。一方、2003年産子では放牧区分の上場時体重に対する有意な影響は認められなかった。

2. 市場取引価格に対する効果

表3に市場取引価格の分散分析表を示した。去勢では、上場時体重と同様、2002年産子、2003年産子とも放牧区分による影響は有意であり（2002年産子： $p<0.001$ 、2003年産子： $p<0.01$ ）、放牧区分ごとの推定周辺平均を比較すると、表4に示したように、「従来放牧」では2002年産子で376.6千円、2003年産子で427.6千円と「舎飼」の2002年産子：404.4千円、2003年産子：449.0千円）に比べ有意に小さかったのに対し、「集約放牧」では2002年産子で410.0千円、2003年産子で454.5千円と「舎飼」との間に有意差はなく、「従来放牧」に比べ大きい傾向にあった。一方、雌では、2002年産子で放牧区分の市場取引価格に対する影響が有意（ $p<0.001$ ）であったものの、「集約放牧」の市場取引価格の推定周辺平均値は313.9千円と「従来放牧」の310.4千円と大差なく、「舎飼」の340.1千円に比べ小さい傾向にあった（表4）。また、雌の2003年産子では、市場取引価格に対する放牧区分の影響は認められなかった。

表4. 放牧区分ごとの上場時体重及び市場取引価格の推定周辺平均値

性別	区分	2002年産子		2003年産子	
		体重(kg)	価格(千円)	体重(kg)	価格(千円)
去勢	従来放牧	287.4 ^a	376.6 ^a	296.2 ^a	427.6 ^a
	集約放牧	304.1 ^{ab}	410.0 ^{ab}	308.9 ^{ab}	454.5 ^{ab}
	舎飼	302.9 ^b	404.4 ^b	307.3 ^b	449.0 ^b
雌	従来放牧	253.7 ^a	310.4 ^a	267.7	350.7
	集約放牧	269.0 ^{ab}	313.9 ^{ab}	260.2	351.9
	舎飼	275.0 ^b	340.1 ^b	272.5	361.1

^{a,b} 異なる文字間に有意差あり（ $p<0.05$ ）

考 察

平成11年に制定された「食料・農業・農村基本法」では国内における食料自給率の向上が大きな柱の1つとして掲げられ、放牧は飼料自給率の向上を図るための重要な家畜飼養技術の1つとして注目されている。しかしながら、現在の黒毛和種肥育素牛の市場取引では、上場時体重及び血統が最も重要な価格形成要因になっていることが多くの市場データの統計分析結果からも明らかにされており^{3), 4), 5), 6)}、「従来放牧」と「舎飼」の市場成績を比較した表1からもわかるように、舎飼育成牛に比べ発育が劣る放牧育成牛では市場評価が低い。こうした事実

に対する懸念が、繁殖農家が放牧を中止したり、放牧の導入を躊躇したりする要因の1つとなっている⁸⁾。

放牧育成牛の発育遅延の原因は主に放牧地では子牛の運動量が増加することと泌乳量の少ない黒毛和種では母乳のみからでは発育に必要な栄養分を摂取できないことにあり⁹⁾、その対策として、放牧地を小牧区に区切り輪換放牧し補助飼料を給与する^{2), 10), 11)}、脂肪酸カルシウムを給与する^{12), 13), 14)}、柵越哺乳あるいは親子分離ゲートを利用し子牛の運動量を制限する^{14), 15)}など方法が考えられ、舎飼育成牛と遜色のない発育が得られたことが報告されている。しかし、これらの報告では発育向上技術の導入が市場評価に対してどのような効果があったのかについては検証されていない。本報告では、市場データを共分散分析法により統計的に分析にすることにより、現地への発育向上技術の導入が、放牧子牛の発育のみならず、市場評価にどのような効果を及ぼすのか検証した。

共分散分析法により上場時体重や市場取引価格に影響を及ぼすと考えられる血統や産次などの要因の影響を取り除いて「集約放牧」を「従来放牧」及び「舎飼」と比較したところ、表4に示したように、去勢では、集約放牧技術の導入による上場時体重及び市場取引価格の向上が認められ、「従来放牧」に比べ上場時体重は約7～13kg、市場取引価格は約23～28千円優れていた。これらの子牛の平均放牧日数は概ね100日でその間の平均体重は約100kgであったことから、放牧期間中に必要な補助飼料（1日1頭当たり体重の1%量を給与）は1頭当たり100kg（＝100kg×1%×100日）であり、補助飼料の価格を20kg当たり1.5千円と仮定すると、放牧期間中の1頭当たりの補助飼料の費用は7.5千円と算出され、現地への集約放牧技術の導入の経営的なメリットは十分あると考えられる。ただし、技術導入には、補助飼料給与に必要なクリープ施設や牛群を集めるためのパドック、放牧地を区切るための電気柵などの整備にイニシャルコストとランニングコストが掛かるため、補助事業の導入などの行政的な支援も必要と考える。

一方、雌では、去勢と異なり、2002年産子の上場時体重で「集約放牧」が「従来放牧」に比べ優れる傾向があったほかは、「集約放牧」と「従来放牧」との間に差は認められず、2003年産子にあっては「舎飼」も含めて放牧区分間には上場時体重にも市場取引価格にも差は認められなかった。去勢と雌とで技術導入効果が異なる理由は現時点では不明であるが、雌の場合、血統や発育に優れるものは保留されて市場に上場されないこともあり、市場データの分析では技術導入の効果が去勢ほど十分に把握できない可能性も考えられる。また、表1に示した

ように、「集約放牧」の雌の分析頭数は2002年産子、2003年産子ともに12頭と特に少なく、多くの変動因を扱った共分散分析を行うにはデータ構造上問題があった可能性も考えられる。

今回、遠野市S牧場で行った現地実証試験では、放牧子牛の市場評価を向上させるために子牛に体重比1%量の補助飼料を給与して発育向上を図り、所期の目標はほぼ達成された。しかし、最近では、濃厚飼料を制限し粗飼料多給で育成した肥育素牛は、濃厚飼料多給で育成した子牛に比べ、肥育開始時までの発育は劣るものの、肥育期には飼料摂取量が多く発育に優れ、枝肉形質も遜色ないことが報告されている^{16), 17)}。今後は、体重のみを指標にするのではなく、補助飼料無給与で放牧育成した肥育素牛の肥育性なども明らかにした上で、改めて放牧育成牛の市場価値を評価する必要があるものと考えられる。また、今回の分析結果では上場時体重及び市場取引価格に対する母牛産次の影響は有意ではなかったものの(表2, 表3)、母牛の泌乳量が子牛の発育に影響を及ぼすことはよく知られており^{18), 19)}、母牛の哺育能力を示す母性遺伝効果を指標とした繁殖雌牛の改良が提唱されている²⁰⁾。こうした繁殖雌牛の改良も進めていくことも放牧育成子牛の市場評価向上と放牧促進に向けた今後の重要な課題と考えられる。

摘 要

放牧育成した黒毛和種肥育素牛の市場評価を向上させるために、岩手県遠野市のS牧場において、2002～2003年の2年間、集約的な放牧条件下で子牛に体重の1%量の補助飼料を給与する現地実証試験を行い、現地への技術導入が市場成績にどのような効果をもたらしたのかを市場データの分析により統計学的に検証した。S牧場に親子放牧された子牛及びこれらと同時期に遠野地域から和牛子牛市場に上場された子牛を分析対象とし、S牧場に放牧された子牛を「集約放牧」、同じ遠野市にある他の牧場に放牧された子牛を「従来放牧」、それ以外の子牛を「舎飼」と区分し、共分散分析を行った。共分散分析では、上場時体重及び市場取引価格を目的変数とし、市場開催日、父、母の父、母産次及び放牧区分を固定因子、母牛登録得点及び上場時日齢を共変量とした。共分散分析の結果、去勢では、2002年産子、2003年産子とも、「集約放牧」による上場時体重及び市場取引価格の向上が認められ、「舎飼」と同等となった。一方、雌では、2002年産子で「従来放牧」に比べ「集約放牧」で上場時体重が優れる傾向にあったものの、市場取引価格に差はなく、2003

年産子においては、「舎飼」も含めて上場時体重及び市場取引価格に放牧区分間の差は認められなかった。

引用文献

- 1) 岩手県農林水産部畜産課(2002). 平成14年度版畜産いわて
- 2) 小梨茂・村上勝郎・及川稜郎(2001). 黒毛和種親子放牧における子牛の発育向上対策. 東北農業研究 54: 105-106
- 3) 鶴川洋樹(1988). 子牛価格相場の変動と個体間格差が子牛せり価格に及ぼす影響に関する統計分析. 農研センター研報9: 55-75
- 4) 及川浩一(2000). 遠野地方における黒毛和種放牧子牛の価格形成要因分析. 岩手農研セ要報1: 13-34
- 5) 柳京熙(2002). 北海道における和牛子牛の価格形成要因. 畜産の研究56: 9-14
- 6) 沖本宏(1998). 胚移植産子の市場評価. 愛媛畜試研報16: 25-28
- 7) 永田靖・吉田道広(1997). 統計的多重比較法の基礎. サイエンティスト社. 東京
- 8) 山本直之(2003). 畜産経営における技術評価と環境問題. 山本直之著. 農林統計協会. 東京. p.83-120
- 9) 農林水産省農林水産技術会議(2000). 日本飼養標準肉用牛(2000年版). 中央畜産会. 東京. p.48-88
- 10) 中里雅臣・小原孝博・嶽肇(2001) 放牧を取り入れた黒毛和種肥育素牛の育成法. 青森畜試報17: 7-12
- 11) 佐々木祐一郎・高橋公子・村上勝郎・多田和幸(1996). 黒毛和種放牧子牛の発育向上. 東北農業研究49: 99-100
- 12) 安藤嘉章・石田真理(1996). 脂肪酸カルシウム給与による低位発育哺乳子牛の発育改善. 京都礎高総牧試研報17: 85-91
- 13) 太田垣進・福島護之・野田昌伸(1997). 脂肪酸カルシウムの添加割合が放牧子牛の発育に及ぼす影響. 兵庫農技研報(畜産) 33: 36-39
- 14) 野口竜三・木曾田繁・山本洋・溝口豊(1998). 傾斜地におけるシバ草地を組合わせた肉用牛の高能率・省力管理技術並びに一貫生産技術－放牧地における制限哺乳技術－. 岡山総畜セ研報9: 45-48
- 15) 高橋明・野村英明・比留木俊信・津田義郎(1984). 柵越自由哺乳による放牧子牛の発育改善(第3報). 京都礎高総牧試研報6: 1-24
- 16) 田崎道弘・川畑孟・内山正二・立山昌一・湯ノ口幸一(1985). せり市出場時までの育成条件が肥育牛の増

体, 肉質に及ぼす影響. 鹿児島畜試研報17: 1-28

- 17) 丸山新・向島幸司・坂口慎一・永井勇夫・中丸輝彦(1998). 黒毛和種去勢牛の早期からの肥育における粗飼料比が発育および肉質に及ぼす影響 (第2報). 岐阜肉牛試研報36: 5-19
- 18) 島田和宏・居在家義昭・鈴木修・岡野彰・竹之内直樹・大島一修・大石孝雄・小杉山基昭・高橋政義 (1993). 黒毛和種繁殖雌牛の産乳・哺育に関する研究. 中国農試研報12: 57-123
- 19) 久馬忠・菊池武昭・高橋政義・滝沢静雄 (1976)・黒毛和種自然哺乳子牛の摂食生態と栄養摂取量. 東北農試研報52: 145-159
- 20) 北村千寿・安田康明・土江博・小林健宣・穴田勝人・吉村豊信・大島一修・堂地修・竹之内直樹・吉岡孝・板垣勝正・三成淳夫・高瀬守史・森脇稔幸・林孝・小松正憲・高橋政義・野村哲郎・島田和宏 (1999). 子牛市場ならびに枝肉市場形質に対する母性遺伝効果の育種価を利用した黒毛和種の泌乳能力の改良に関する研究. 中国農研報20: 103-153