

## 日本短角種繁殖経営における黒毛和種胚移植の導入効果

小梨 茂・菊池 正\*・野口龍生・中森忠義・大池裕治

### はじめに

牛肉の輸入自由化以降、畜産物市場の国際化がますます進展する中で、肉用牛繁殖経営においては市場価格の高い優良子牛を土地利用型で低コストに生産する技術体系の確立が緊急課題となっている。

胚移植により市場価値の高い黒毛和種産子を得ることで所得向上を図ろうとする試みは酪農経営を中心に既に多くなされており、胚移植産子の育成方法<sup>1,4,9,16</sup>や経済性評価<sup>10,19</sup>なども多く報告されている。しかし、これらの事例・報告のほとんどは胚移植産子を舎飼育成することを前提としており、土地利用型低コスト生産の観点から胚移植産子を夏山冬里など放牧中心の飼養形態で育成した事例・報告は少ない<sup>3)</sup>。

本県をはじめ北東北地域で飼養されている日本短角種は夏山冬里の飼養形態に適するように改良が進められ、粗飼料利用性に富み、泌乳量が多く哺育能力も高い。また、黒毛和種に比べ連産性に優れ<sup>13)</sup>、繁殖供用年数も長い<sup>8)</sup>ため、家畜償却費が安い。このことから、胚移植技術を活用して日本短角種に黒毛和種胚を移植し、産子を放牧育成することで優良子牛の土地利用型低コスト生産が可能と考えられる。

そこで、本研究では、日本短角種繁殖経営の所得向上と同品種の有効利用を図ることを目的として、現地での日本短角種への黒毛和種胚移植を試み、その導入効果について検討した。

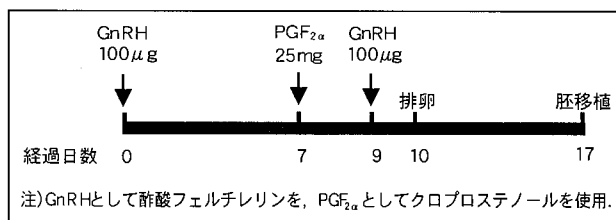


図1 Ovsynchを活用した胚移植のスケジュール及びホルモン投与量

### 試験方法

#### 1. 胚移植方法

平成11年及び平成13年に安代町内の繁殖農家が飼養している日本短角種繁殖雌牛41頭(いずれも経産牛で移植時までに分娩後60日以上経過したもの)を供試し、放牧前に図1に示したスケジュール及び投与量でGnRH-PGF<sub>2α</sub>-GnRH投与による排卵同期化(Ovsynch)を行い、2回目のGnRH投与の7日後に黄体確認し、黄体の状態が良好であると判断された個体に対しダイレクト法により胚移植(1卵移植)を1回行った。黄体状況が悪いため移植を行わなかった個体及び胚移植で受胎しなかった個体は放牧地において自然交配を行った。

#### 2. 胚移植産子の発育状況及び市場成績の調査

平成12年に畜産研究所外山畜産研究室及び安代町において日本短角種から生産された黒毛和種胚移植産子のうち、100日以上親子放牧された個体について発育状況及び市場成績を調査した。発育状況については、放牧期間及び市場上場時の体重測定結果から日齢補正体重を算出し、全国和牛登録協会の正常発育値<sup>21)</sup>と比較した。市場成績については、上場時日齢、体重、価格について調査した。

#### 3. 胚移植技術導入効果の試算

上記の移植プログラムにより県有種雄牛を父とする黒毛和種胚を移植し、産子を夏山冬里の飼養形態で育成することを前提として、岩手県農政部(現農林水産部)が平成8年に作成した農業技術体系<sup>5)</sup>をもとに経営収支モデル(表1)を作成し、日本短角種繁殖経営に黒毛和種胚移植を導入した時の繁殖雌1頭当たりの所得の増減を次式により算出した。

$$\Delta P = \frac{r}{100} \left[ \frac{CR}{100} \cdot P_{ET} + \frac{100 - CR}{100} \cdot P_{ET} - P_N \right] \dots \dots \textcircled{1}$$

ここで、

$\Delta P$  : 胚移植導入時の繁殖雌1頭当たりの所得の増減、

\*水沢家畜保健衛生所

$P_{ET+}$  : 胚移植で受胎した繁殖雌牛 1 頭当たりの所得,  
 $P_{ET-}$  : 胚移植で不受胎であった繁殖雌牛 1 頭当たりの所得,  
 $P_N$  : 従来の日本短角種繁殖経営における繁殖雌牛 1 頭当たりの所得,  
 $r$  : 胚移植実施率(Ovsynch 処理頭数/飼養頭数, %),  
 $CR$  : 胚移植の受胎率(受胎頭数/Ovsynch 処理頭数, %),  
 である.

## 試験結果

### 1. 受胎成績

表 2 に示したように、平成 11 年は 22 頭中 9 頭が、平成 13 年は 19 頭中 7 頭が Ovsynch を活用した胚移植により受胎し、受胎率はそれぞれ 40.3% 及び 36.8% であった。また、黄体の状態が悪く移植を行わなかった個体及び胚移植不受胎であった個体の自然交配での受胎率は、平成 11 年が 100%(13/13)、平成 13 年度が 91.7%(11/12) であった。

### 2. 胚移植産子の発育状況及び市場成績

100 日以上親子放牧した胚移植産子の発育状況を図 2 に示した。平成 12 年に畜産研究所外山畜産研究室及び安代町において日本短角種から生産された黒毛和種胚移植産子のうち、100 日以上親子放牧されたのは去勢 5 頭、雌 6 頭の計 11 頭であった。いずれも 1 月または 2 月に生まれ、概ね 100 日齢前後から平均で 155 日間放牧された。去勢産子は 210 日齢までは正常発育曲線の平均値並の発育を示したが、その後は発育が低下し、300 日齢補正体重は 275kg となった。雌産子は放牧期間中から増体が低く、300 日補正体重は正常発育曲線の下限値を下回る 242kg であった。

100 日以上親子放牧した 11 頭のうち、1 頭が自家保留され、10 頭が市場上場された。表 3 に示したように、上場時日齢は市場平均に比べ去勢では 1 カ月程度、雌では 2 週間程度長く、上場時体重は去勢子牛で市場平均を上回るものもあったが、ほとんどの個体で市場平均を大きく下回っていた。市場価格も平均を 10～15 万円下回るものがほとんどであったが、「北国 7 の 8」、「安福 165-9」を父とする個体は kg 単価が高く、70 万円以上で取引された個体もあった。

### 3. 試算結果

表 4 に示したように、県有種雄牛を父とする胚を移植することを前提とした場合、胚移植実施率に関わらず胚

表 1 経営収支モデル (円)

	黒毛和種	日本短角種	日本短角種+胚移植 <sup>1)</sup>	
			受胎時	不受胎時
生産率	0.83	0.90	1.00	0.90
販売単価 <sup>2),3)</sup>	379,000	142,090	337,428	142,090
副産物 <sup>4)</sup>	24,155	67,550	24,155	67,550
粗収益計 <sup>5)</sup> ①	338,725	195,431	361,583	195,431
種苗費	3,083	2,163	—	2,163
肥料費	28,359	15,454	—	15,454
農薬薬剤費	1,321	724	—	724
動力光熱費	6,226	7,328	—	7,328
諸材料費	6,915	3,752	—	3,752
賃貸料・料金 <sup>6)</sup>	6,360	42,392	54,390	42,392
農業施設費	51,778	20,506	—	20,506
農業機械費	9,179	7,092	—	7,092
人工授精料	10,000	0	—	0
購入飼料費	49,218	16,778	—	16,778
治療医薬費	3,775	3,842	—	3,842
家畜償却費	43,800	13,764	—	13,764
出荷経費	14,542	6,057	14,542	6,057
共済掛け金	6,507	4,838	—	4,838
胚移植経費 <sup>7)</sup>	0	0	—	41,500
費用合計②	241,063	144,690	206,673	186,190
所得 (①-②)	97,662	50,741	154,910	9,241

- 1) 胚移植は放牧前に 1 回のみ行い、不受胎時にはまき牛による自然交配を行う。
- 2) 黒毛和種及び日本短角種経営の販売単価は平成 12 年度の実績値を用いた。
- 3) 胚移植受胎時の胚移植産子販売単価は平成 12 年の外山畜産研究室及び安代町における実績値(ただし、県有種雄牛を父とし、放牧期間が 100 日以上のもの)を用いた。
- 4) 副産物の収益とは、堆肥販売額と生産者補給金の合計である。
- 5) 粗収益計=生産率×販売単価+副産物
- 6) 賃貸料・料金には登録料金、血液型検査料、放牧料金が含まれる。
- 7) 胚移植経費は受精卵代を 20,000 円、Ovsynch に係る費用を 6,500 円、移植技術料を 15,000 円として算出した。

表 2 移植成績 (頭, %)

年度	胚移植成績			
	Ovsynch 処理頭数	移植頭数	受胎頭数	受胎率 <sup>1),2)</sup>
平成 11 年	22	19	9	40.9 (47.4)
平成 13 年	19	18	7	36.8 (38.9)

- 1) 受胎頭数/Ovsynch 処理頭数を受胎率とした。
- 2) ( )内の数字は受胎頭数/移植頭数を示す。

移植の受胎率が 30% 以上であれば、従来の日本短角種繁殖経営に比べ所得増となり、また、式①からもわかるように、受胎率が同一の場合、所得の増加の程度は胚移植実施率に比例して大きくなった。

## 考 察

Ovsynch は酪農分野において定時人工授精の受胎率を向上させるために考案された技術である。従来の

PGF2<sub>α2</sub>による発情同期化に比べ処理費用がかかるなどの問題点も残されている<sup>7)</sup>が、8時間程度の誤差で排卵を同期化でき、発情観察して適期に人工授精を行った場合と同等の高い受胎率を発情観察なしに得ることができる<sup>14)</sup>。日本短角種繁殖経営はほとんどが自然交配による生産体系であるため日常的に発情観察する習慣が少ない。また、日本短角種は黒毛和種などに比べ鈍性発情が多いとされており、日本短角種に人工授精や胚移植を行う際に発情観察を省略できる Ovsynch を活用することのメリットは大きいものと考えられる。

今回、安代町で行った Ovsynch を活用した胚移植での受胎率（受胎頭数／Ovsynch 処理頭数）は調査を実施した平成 11 年及び 13 年ともに 40% 前後であった。経営収支モデルによる試算（表 4）では、胚移植実施率を 100% とした場合、受胎率が 40% のとき、従来の日

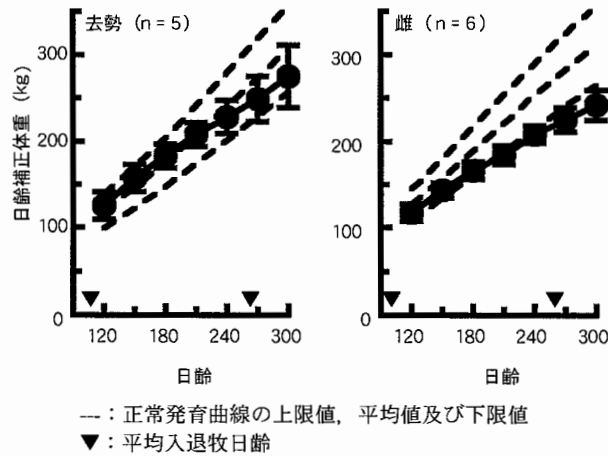


図 2 胚移植産子の発育状況

平成 12 年度に外山畜産研究室及び安代町において日本短角種から生産された黒毛和種胚移植産子のうち、100 日以上親子放牧した個体の成績

表 3 市場成績 (kg, 千円, 円)

性別	種雄牛	日齢	体重	価格	kg 単価
去勢	恒菊	326	334	422	1,263
	第 5 夏藤	320	313	437	1,396
	百合藤	287	283	296	1,046
	恒菊	317	262	345	1,317
	北国 7 の 8	311	219	368	1,680
	平均	312	282	374	1,341
雌	第 5 夏藤	314	252	274	1,087
	第 5 夏藤	311	247	307	1,243
	第 5 夏藤	319	243	281	1,156
	安福 165 - 9	296	250	732	2,928
	北国 7 の 8	316	213	350	1,643
	平均	311	241	389	1,612

注) 上記の 10 頭のうち 9 頭が平成 12 年 12 月 14 日開催の岩手県経済連中央家畜市場に出荷された。このときの平均市場成績は以下の通り。

去勢：日齢 288 日、体重 295kg、価格 447 千円、kg 単価 1,514 円  
雌：日齢 297 日、体重 266kg、価格 342 千円、kg 単価 1,287 円

表 4 日本短角種繁殖経営における胚移植導入時の所得の増減

(繁殖雌牛 1 頭当たり, 円)

胚移植受胎率	胚移植実施率				
	100%	80%	60%	40%	20%
15%	-19,650	-15,720	-11,790	-7,860	-3,930
20%	-12,366	-9,893	-7,420	-4,946	-2,473
25%	-5,083	-4,066	-3,050	-2,033	-1,017
30%	2,201	1,761	1,320	880	440
35%	9,484	7,587	5,690	3,794	1,897
40%	16,768	13,414	10,061	6,707	3,354
45%	24,051	19,241	14,431	9,620	4,810
50%	31,335	25,068	18,801	12,534	6,267
55%	38,618	30,894	23,171	15,447	7,724
60%	45,901	36,721	27,541	18,361	9,180
65%	53,185	42,548	31,911	21,274	10,637
70%	60,468	48,375	40,651	27,101	13,550

本短角種繁殖経営の所得 50,741 円に比べ 16,768 円の所得増 (33% 増) となり、現状の技術水準でも実用的で経営的に十分メリットがあることが示された。

上記の試算では県有種雄牛を胚移植した場合を前提としたが、表 3 からわかるように現地では県有種雄牛以外の種雄牛を父とする胚の移植も行われており、胚移植経費の多くを占める受精卵代はその血統により様々である。そこで、日本短角種繁殖経営が胚移植の導入を選択し得る経済的条件について考察する。繁殖農家は胚移植の導入を選択するのは、胚移植導入時の所得が従来の所得を上回るときであるから、胚移植導入時の所得が従来の所得と等しくなるとき、すなわち、式①において  $\Delta P = 0$  のときの胚移植経費と胚移植産子の販売価格がその判断基準となる。式①において  $\Delta P = 0$  のとき、胚移植実施率 (r) に関わらず、以下の式が成り立つ。

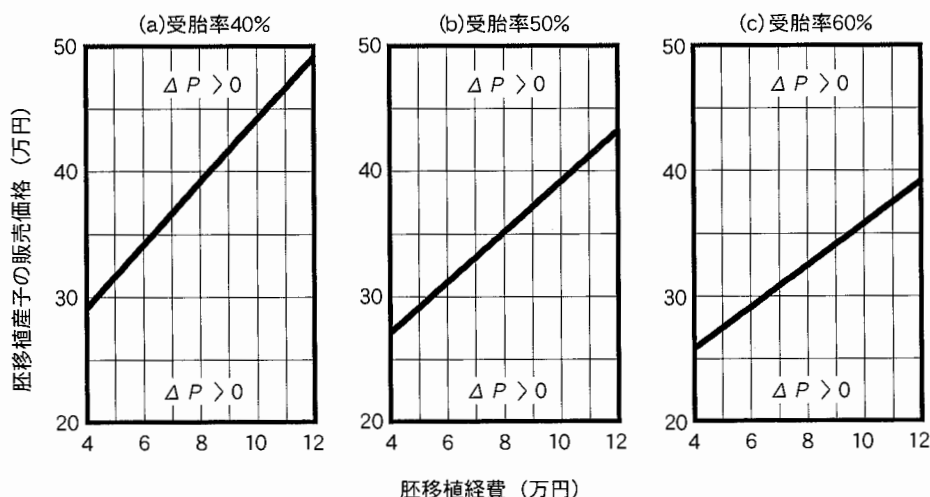
$$\frac{CR}{100} \cdot P_{ET+} + \frac{100 - CR}{100} \cdot P_{ET-} - P_N = 0$$

ここで、胚移植経費を x、胚移植産子の販売価格を y、胚移植産子の販売価格以外の胚移植で受胎した繁殖雌牛 1 頭あたりの粗収入計を  $I_{ET+}$ 、胚移植経費以外の胚移植で受胎した繁殖雌牛 1 頭あたりの費用合計を  $E_{ET+}$  とすると、 $P_{ET+} = (y + I_{ET+}) - (x + E_{ET+})$  であり、また、胚移植で不受胎であった繁殖雌牛 1 頭あたりの所得は従来の経営の所得から胚移植経費を差し引いたもの、すなわち、 $P_{ET-} = P_N - x$  であるから、これらを式①に代入し、整理すると、

$$\frac{CR}{100} \cdot (y + I_{ET+} - E_{ET+} - P_N) - x = 0$$

となり、さらに、y のみを左辺に残して移項すると、

$$y = \frac{100}{CR} \cdot x + P_N + (E_{ET+} - I_{ET+}) \dots \dots \dots \text{②}$$



となる。式②を満たす  $y$  は胚移植経費  $x$  に対する胚移植産子販売価格の限界水準であり、販売価格がこの額を超えれば、従来の経営に比べ所得増となり、胚移植の導入が選択される。受胎率が 40, 50 及び 60% のときの胚移植経費毎の胚移植産子の販売価格の限界水準を図 3 に示した。

現在、特に市場評価の高い血統のものを除けば、凍結胚（受精卵）は概ね 4～6 万円で販売されており、胚移植経費は 6～8 万円ぐらいになると思われる。図 3 からこの胚移植経費の水準で胚移植産子の販売価格の限界水準を求めると、現在の技術水準である受胎率 40% の場合、35～40 万円である。一方、市場成績の調査結果（表 3）では、県有種雄牛以外を父とする胚移植産子の販売価格はいずれも 35 万円以上であった。したがって、現在の技術水準（受胎率 40%）以上であれば、県有種雄牛以外の種雄牛を父とする胚を移植する場合でも、Ovsynch を活用した日本短角種への胚移植技術の導入が可能である。ただし、今回の市場成績の調査結果から、現在の技術水準（受胎率 40%）では、胚移植経費を 8 万円以下（受精卵代 6 万円以下）に抑えることが導入条件になると考えられる。

また、図 3 からわかるように、受胎率が向上すると、胚移植経費に対する胚移植産子の販売価格の限界水準が低下するため、胚移植に多くの費用を投じることが可能となる。例えば、販売価格が 40 万円のとき、受胎率 40% では胚移植経費は 8 万円以下（受精卵代 6 万円以下）に抑える必要があるが、受胎率 60% では胚移植経費が 12 万円（受精卵代 10 万円程度）となっても従来に比べ所得増となる。Geary<sup>2)</sup>らは、Ovsynch 処理の PGF<sub>2α</sub> 投与時から 2 回目の GnRH 投与時までの 48 時間子牛を母牛から離すことで定時人工授精の受胎率が 53% から 62% に向上したことを報告している。また、未経産牛では経

産牛に比べ Ovsynch 処理後の定時人工授精時の受胎率が低いことが報告されている<sup>14)</sup>。これらのことから、Ovsynch を活用した胚移植の受胎率を向上させるためには、受卵牛の産次や生理状態にも留意する必要があると思われる。

平賀<sup>3)</sup>は平成 12 年度の岩手県中央及び県南市場における取引成績を調査し、胚移植産子の平均販売価格が 45.5 万円で、市場平均価格を約 8 万円上回っていたことを報告している。一方、表 3 に示したように、今回調査した 100 日以上放牧経験を持つ胚移植産子は平賀が調査した市場に同時期に出荷されたが、73 万円で取引された個体を除き、その販売価格は市場平均を下回っていた。黒毛和種子牛の市場価格形成要因の中でも出荷時体重及び血統が特に強い影響力を持つことは数多く報告されている<sup>11,12,18,20)</sup>。沖本<sup>12)</sup>は愛媛県内の市場において胚移植産子と人工授精産子の市場成績を分析し、体重、父牛の順で市場評価に対する影響力が強く、胚移植産子であるか人工授精産子であるかについては市場評価に影響を与えていなかったことを報告している。本報告で調査した胚移植産子の発育は正常発育曲線の平均値を下回っていたものが多く、このことが産子の販売価格に対しマイナスに作用したと考えられる。子牛の発育は母牛の泌乳能力の影響を強く受け、2 カ月齢以下の子牛においては子牛の発育の差は 80% 以上哺乳量の差によって説明され<sup>15)</sup>、6 カ月齢の子牛においても母乳由来の ME、CP 摂取量は全摂取量の約 50% を占めていることが報告されている<sup>6)</sup>。本報告のように胚移植産子を長期放牧育成することを前提とした場合、胚移植導入の効果をより高めるためには受卵牛として泌乳能力の高い個体を選定することが重要であると考えられる。寺田ら<sup>17)</sup>は、肉用牛の授乳量（泌乳量）に及ぼす産次、体重等の影響について検討し、授乳量は 8 産次でピークに達し、その後減少す

ること、母牛の体重と授乳量の間には正の相関が認められ、体重が大きくなるほど授乳量が多くなることを報告している。また、新渡戸<sup>8)</sup>らは、黒毛和種に比べ乳量の多い日本短角種でも、16～17週齢（4カ月齢）以降には母乳だけでは子牛の発育に必要な養分量をまかなえないことを報告しており、放牧地の状態によっては、補助飼料給与を考える必要があると思われる。

## 摘 要

日本短角種にOvsynchを活用した黒毛和種胚移植技術の実用性を調査するとともに、同技術を日本短角種繁殖経営に導入した場合の経済的効果を試算した。Ovsynchを活用した胚移植の受胎率は概ね40%で、不受胎であったものも自然交配により、1頭を除き、すべて受胎した。このことから、Ovsynchを活用した胚移植と自然交配の組み合わせは実用性が高いものと判断された。また、経営収支モデルによる試算の結果、県有種雄牛を父とする胚を移植することを前提とすると、受胎率が30%以上であれば、従来の日本短角種繁殖経営に比べ、経営的なメリットがあることが明らかになった。さらに、現在の技術水準（受胎率40%）では、胚移植経費が8万円以下（受精卵代6万円以下）であれば、県有種雄牛以外を父とする胚を移植する場合でも経営的なメリットが期待できる。

## 引用文献

- 1) 秋山正英・橋本和博・十川政典・徳武健一・馬淵武・三木敏弘 (1989). 受精卵移植により乳牛より生産された和牛子牛の哺育・育成. 香川畜試研報 26: 5 - 10
- 2) Geary, T. W., Whittier, J. C., Hallford, D. M. and MacNeil, M. D. (2001). Calf removal improves conception rates to the Ovsynch and CO-Synch protocols. *J. Anim. Sci.* 79: 1 - 4.
- 3) 平賀幸夫 (2001). ここまで来た岩手の牛受精卵移植. 岩手の畜産第 410 号. 岩手県畜産会. p5 - 6
- 4) 板倉福多郎・丹波有功・高橋昭彦・森田 宏 (1987). 初期胚移植により乳牛から生まれた和牛子牛の育成法. 愛知農総試研報 19: 364 - 370
- 5) 岩手県農政部 (1996). 生産技術体系 - 農業経営の設計指標 -.
- 6) 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
- 7) 中尾敏彦 (1998). 牛におけるプログラム人工授精の現状と課題 - 総論 -. 臨床獣医 16(8): 12 - 16
- 8) 新渡戸友次・谷地 仁・谷藤隆志・瀧向正四郎・道又敬司・帷子剛資・平野 保・桜田奎一・小野寺 勉 (1981). 山地における肉用牛の集団育成技術 - 発育と繁殖性 -. 岩手畜試研報 10: 38 - 62
- 9) 小田頼政・塚本章夫・中村行雄・辻 誠之・溝口 豊・山本 洋・岸戸武士・森 大二 (1990). 受精卵子牛の哺乳期間が育成期の発育に及ぼす影響. 岡山総畜セ研報 1: 7 - 12
- 10) 大石 亘・秦 隆夫・千田雅之・古家 淳 (1995). 酪農経営における受精卵移植技術を利用した和牛子牛生産の経済性評価モデル. 農研センター研報 24: 41 - 53
- 11) 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
- 12) 沖本 宏 (1998). 胚移植産子の市場評価. 愛媛畜試研報 16: 25-28
- 13) 小野寺 勉 (1999) “生産獣医療システム肉牛偏”. (社) 全国家畜畜産物衛生指導協会企画. 農山漁村文化協会. 東京. p.223 - 229
- 14) Pursley, J. R., Mee, M. O. and Wiltbank, M. C. (1995). Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2α</sub> and GnRH. *Theriogenology* 44: 915 - 923
- 15) 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
- 16) 篠倉和己・廣崎里麻, 山口悦司・高田 修 (1999). 乳牛を借腹として生まれた黒毛和種子牛の哺育育成技術. 兵庫農技研報 (畜産) 35: 19 - 25
- 17) 寺田隆慶・吉田正三郎・小野寺勉 (1979). 肉用牛の授乳量に及ぼす2, 3の要因の検討ならびに授乳量の推定法について. 中国農試研報 B24: 23 - 36
- 18) 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
- 19) 山本直之・小池俊吉・圓通茂喜・大谷一郎 (1997). 酪農経営における胚移植技術導入の意義と評価. 中国農研報 17: 1 - 27
- 20) 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 (1): 9 - 14
- 21) 全国和牛登録協会 (1987). 黒毛和種正常発育曲線.