Influences of Parity, Body Weight, Milk Yield and Suckling Stimulation on the Interval from Calving to First Ovulation in Beef Cows

Yoshiaki IZAIKE, Osamu SUZUKI, Kazuhiro SHIMADA, Akira OKANO*,
Takao OISHI* and Motoaki KOSUGIYAMA

*Department of Animal Industry, Chugoku National Agricultural
Experiment Station, Ohda-shi Shimane 694*

**National Institute of Animal Industry, Tsukuba-Norindanchi,
P.O. Box 5, Ibaraki 305*

(Accepted for publication August 12, 1988)

Summary. This experiment was conducted to examine the effects of parity, body weight changes, milk yield and suckling stimulation on Japanese Black cows using 66 postpartum first ovulation records. The multiple regression equations using backward procedure for estimating the recurrence interval of postpartum first ovulation are as follows.

$$Y = 37.157 - 1.842X_1 - 0.036X_3 - 0.112X_4 + 2.001X_5 + 0.521X_6 \\ + 0.103X_8 + 0.364(X_1 - 3.7)^2 - 0.001(X_7 - 100.1)^2 \\ (\text{Adjusted } R^2 = 63.8\%)$$

where, Y: Days from calving to first ovulation, X_1 : Parity, X_3 : Body weight just after calving (kg), X_4 : Body weight loss from just after calving to 30 days postpartum (kg), X_5 : Milk yield at 30 days postpartum (kg/day), X_6 : Suckling events at 30 days postpartum (times/day), X_7 : Total suckling time at 30 days postpartum (min/day), X_8 : Frequency of suckling interval time (%).

The relative importance of the variables' order was $X_1 > X_5 > X_4 > X_3 > X_7 > X_8 > X_6$. In this analysis, increasing of milk yield and the number of suckling events indicated inhibitory effects on the occurrence of first ovulation, and body weight changes affected as well as the effects of parity, milk yield and suckling stimulation. **KEY WORDS:** FIRST OVULATION, PARITY, BODY WEIGHT, MILK YIELD, SUCKLING STIMULATION, BEEF COW.

Jpn J Anim Reprod 34, 209-218, 1988

肉用牛における分娩後の初回排卵までの日数に 及ぼす産次、体重、哺乳量、哺乳刺激の影響

居在家義昭・鈴木 修・島田 和宏
岡野 彰¹⁾・大石 孝雄¹⁾・小杉山基昭

農林水産省中国農業試験場畜産部, 〒694 島根県大田市川合町吉永 60

1) 現 農林水産省畜産試験場, 〒305 茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2

一般に、肉用繁殖雌牛の分娩から発情回帰までの日数は長く、そのばらつきも大きいことから繁殖管理上多くの問題を抱えている。牛の分娩後の卵巣機能回復には、産次 (Wiltbank and Cook, 1958; 居在家ら, 1984),

栄養状態 (Dunn *et al.*, 1969; 岩崎, 1986), 哺乳 (Reeves and Gaskins, 1981; 鈴木・佐藤, 1984), 分娩季節 (Bulman and Lamming, 1978) などの多くの要因の影響を受ける。また、これらの要因は相互に関連性を有し

ていることから、その解明を一層複雑なものとしている。分娩間隔を短縮し、生産性を向上させるためには、分娩後の繁殖機能回復に及ぼす要因の解析が必要である。

また、肉用牛において哺乳頻度の増加は初回発情までの期間を長くすることが報告されている (Wyatt *et al.*, 1977)。この報告から、産子による哺乳刺激は母牛の分娩後の卵巢機能回復に密接に関連しているものと推察される。しかし、肉用牛は分娩後4～8か月間は産子に自然哺乳させているのが一般的であり、哺乳行動や哺乳量等の違いと分娩後の卵巢機能回復との関連性については明らかにされていない。

そこで、本研究は重回帰分析の手法を用いて、分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす産次、分娩季節、体重の変動、哺乳量、哺乳回数などの影響について検討し、それぞれの要因の特性を明らかにしようとした。

材料と方法

供試牛と卵巢状態の調査

初産から9産次を正常分娩した、黒毛和種繁殖牛37頭の延べ66分娩頭数について供試した。供試牛は分娩予定日の約10日前に放牧草地から開放牛舎に移し、1頭当たりサイレージ20 kg、乾草と配合飼料をそれぞれ2 kgずつ給与した。体重は分娩直後と、その後は毎週1回定期的に測定した。分娩後30日目の体重は、その前後の測定日の間に直線回帰を当てはめて算出した。卵巢の状態は分娩後約7日目から週に2回、直腸検査により調べた。排卵が予想される場合は連日直腸検査を行い、排卵日を確定した。発情観察は朝夕の1日2回行い、乗駕行動などの明確な発情徴候を示した牛を発情と判定した。また、供試牛にはヒートマウントディテクターを装着した。

哺乳量と哺乳行動の調査

哺乳量は分娩後約1週目から、定期的に毎週2日間連続して調査し、その平均値を1日当たり哺乳量とした。測定方法は、測定日の前日の9時に親子分離し、16時に哺乳させた後、再び親子分離を行い、各測定日の9時と16時の1日2回、哺乳前後の子牛の体重差法により、1日当たり哺乳量を秤量した。分娩後30日目の1日当たり哺乳量は、その前後の測定日間に直線回帰を当てはめて求めた。

哺乳行動は分娩後30日目の9時から、24時間連続してビデオテープレコーダー (VTO-9000, ソニー) に記録した後、解析した。観察は、同一牛舎内の約9 m²の単房に収容して行った。

哺乳行動は1日当たり哺乳回数、総哺乳時間、哺乳開始時刻からつぎの哺乳開始時刻までのばらつきを示す哺乳間隔時間の変動について分析した。哺乳間隔時間の変動は、変動係数で示した。

分析方法

初回排卵に影響を及ぼす要因と分娩後初回排卵までの日数との関係は、分娩後の初回排卵までの日数を目的変数として、各種要因の変数を説明変数とする変数減少法による重回帰分析により解析した。説明変数として取り上げた要因は、産次 (X₁, 産), 分娩月 (X₂, 月), 母牛の分娩直後の体重 (X₃, kg), 分娩直後体重と分娩後30日目の母牛の体重の差 (以下30日目体重 X₄, kg), 30日目における1日当たりの哺乳量 (X₅, kg), 哺乳回数 (X₆, 回), 総哺乳時間 (X₇, 分), 哺乳間隔時間の変動 (X₈, %) の8変数である。以上の各変数について基礎統計量を求め、2次の効果を検討するために変数変換を行った。変数変換式は Table 1 に示した。ここでXは各測定項目に対応する変数であり、Vは変数変換後の変数である。以上のように変換された変数を含む重回帰分析は、農林水産研究計算センターの「CMAP 会話型多変量解析パッケージプログラム」により行った。

Table 1. Variable conversion and derived variables for curvelinear multiple regression analysis

$V_{ij} = X_{ij}$	$i = 1, 2, \dots, 8$	$j = 1, 2, \dots, n^*$
$V_{i+7j} = X_{ij} - \bar{X}_i^2$	$i = 1, 2, \dots, 8$	$j = 1, 2, \dots, n$
$V_{i+17j} = X_{ij}$	$i = 9$	$j = 1, 2, \dots, n$

V: Derived variables, X: Original variables. Subscripts "i" and "j" of original and derived variables show the variable number and detum number. Sources of original variable were explained in Table 3. *n=66.

結 果

分娩後の卵巣機能回復

重回帰分析に用いた、黒毛和種の初産から9産次における延べ66頭の分娩後の初回排卵、発情回帰までの日数と排卵間隔日数を Table 2 に示した。初回排卵までの日数は初、2産次牛でとくに長かった。発情回帰までの日数も同様な傾向にあったが、産次間に有意な差は認められず、全体の平均は 48.0 ± 10.8 日であった。初回から2回目排卵までの日数は、2回から3回目排卵までの日数に比べて有意($P < 0.01$)に短かった。また、初回排卵時に発情徴候を示した牛は全体で16.7%にすぎなかったが、2回目排卵時には93.8%の牛が発情徴候を示した。

重回帰分析による分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす要因の解析

各変数の平均値などの基礎統計量を Table 3 に示した。分娩直後体重は平均 441.1 kg であった。30日目体重は分娩直後体重に比べて平均 9.2 kg 減少していたが、その範囲は +31.7~−47.1 kg の広い範囲にばらついていて、30日目の1日当たり哺乳量は1.5~7.2 kg の範囲にあり、哺乳回数、総哺乳時間、哺乳間隔時間の変動もばらつきが大きかった。各産次における30日目の1日当たり哺乳量は Fig. 1 に示すように、2~7産次では平均 5.3~5.7 kg の範囲にあったが、8産次以降は急激に減少した。9産次の哺乳量は、初産牛とほぼ同程度であった。

Table 2. The outline of the postpartum reproductive performance of cows which used in multiple regression analysis

Parity	No. of cows	Interval from calving to first ovulation	Interval from calving to first estrus	Interval from ovulation to the next ovulation	
				1st to 2nd	2nd to 3rd
1	9	40.6 ± 4.3^a	53.8 ± 12.3	14.0 ± 4.4	21.2 ± 1.8
2	14	41.9 ± 7.0^c	52.9 ± 11.1	10.9 ± 4.6	21.4 ± 2.6
3	11	34.3 ± 5.2	45.4 ± 8.9	14.2 ± 5.5	21.3 ± 1.0
4	12	31.7 ± 4.5	47.2 ± 8.0	17.2 ± 3.1	20.6 ± 1.0
5	8	35.5 ± 4.2	48.6 ± 13.2	15.1 ± 4.6	21.2 ± 1.2
6	3	32.0 ± 2.6	41.7 ± 7.5	15.0 ± 2.6	22.3 ± 1.2
7	3	29.0 ± 2.6^b	45.0 ± 6.6	16.0 ± 4.6	20.3 ± 1.2
8	4	27.8 ± 4.5^{bd}	34.8 ± 7.0	11.0 ± 7.6	22.3 ± 1.0
9	2	29.5 ± 9.2^b	45.0 ± 8.5	14.1 ± 4.9	21.3 ± 0.7
Total	66	35.5 ± 6.8	48.0 ± 10.8	14.1 ± 4.9	21.3 ± 1.7

Values are mean $\pm$ S. D. a and b, b and c: $P < 0.05$, c and d: $P < 0.01$

Table 3. Fundamental statistics of original variables for multiple regression analysis

	Mean	Minimum	Maximum	S. D.
Parity (X_1)	3.7	1	9	2.2
Month of parturition (X_2)	6.4	1	12	3.4
Body weight at just after calving (kg) (X_3)	441.1	315.0	561.0	55.4
Body weight loss (kg) (X_4)	−9.2	−47.1	+31.7	16.0
Milk yield at 30 postpartum days (kg/day) (X_5)	5.1	1.5	7.2	1.3
Number of suckling events (times/day) (X_6)	8.9	4	16	2.5
Total suckling time (min/day) (X_7)	100.1	35.0	216.7	29.4
Fluctuations of suckling interval time (%) (X_8)	41.0	16.1	86.6	14.6
Days from calving to first ovulation (days) (Y)	35.5	23	59	6.8

Body weight loss from just after calving to 30 postpartum days. Number of suckling events, total suckling time and fluctuations of suckling interval were observing at 30 postpartum days and fluctuations of suckling interval time showed coefficient of variation.

Fig. 1. Influences of parity for the milk yield at 30 days postpartum in Japanese Black cows.

変数相互間の相関関係を Table 4 に示した。初回排卵までの日数と産次，分娩直後体重，30日目体重の間には有意な負の相関があり，産次数，分娩直後体重，30

日目体重が大きくなるほど，初回排卵までの日数は小さくなる傾向にあることを示している。哺乳量や哺乳回数，哺乳間隔時間の変動との間には正の相関が認められたが，有意ではなかった。分娩直後の体重は産次の増加にともなって重くなり，また，哺乳量の増加は哺乳回数や総哺乳時間を有意に減少させることを示している。30日目体重と哺乳量にも有意な負の相関が認められた。

誘導変数を含む V_1 から V_{16} までの16変数について，変数減少法による重回帰分析の経過を Table 5 に示した。自由度調整後の寄与率 (100R*) は 62.6% から最高 65.3% を示し，その後 63.8% に若干低下した。変数減少の過程で V_{11} (分娩直後体重)， V_{12} (30日目体重)， V_{13} (哺乳量)， V_{14} (哺乳回数)， V_{16} (哺乳間隔時間の変動) などの2次の変数は早くから除去されたが，産次と総哺乳時間の2次の変数は全過程を通じて保持された。最終的には自由度調整後の寄与率が 63.8% を示す重回帰式が得られた。Table 6 の分散分析表に示すように，回帰成分は残差よりも 0.1% 水準で有意に大きかった。Table 7 は得られた重回帰式の偏回帰係数と相対重要度を示した。この重回帰式は逆変換して誘導変数を含まない以下の形

Table 4. Correlation matrices of original variables

Variable	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Y
X_1	0.161	0.550**	0.068	-0.010	0.110	0.333**	0.126	-0.586**
X_2		-0.064	0.196	-0.326**	0.098	0.144	-0.009	-0.214
X_3			-0.213	0.245*	-0.172	-0.054	0.096	-0.430**
X_4				-0.384**	0.307*	0.353**	0.022	-0.268*
X_5					-0.415**	-0.393**	-0.198	0.224
X_6						0.813**	0.399**	0.216
X_7							0.306*	-0.140
X_8								0.180

Source of original variable were explained in Table 3. *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$.

Table 5. Multiple regression analysis by backward procedure

Step	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}	V_{16}	Mult-R	100R*
1	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n	*	*	n	*	n	0.8475	62.63
2	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n		n	n	*	n	0.8473	63.33
3	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n			n	*	n	0.8465	63.87
4	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n				*	n	0.8457	64.33
5	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n				*		0.8444	64.80
6	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n					*		0.8427	65.11
7	*		*	*	*	n	n	n	*	n					*		0.8405	65.31
8	*		*	*	*	n	n		*	n					*		0.8380	64.44
9	*		*	*	*	n	n		*						*		0.8260	63.80

Partial regression coefficients retained were indicated “*” as significance and “n” as no significance. 100R*: Multiple correlation coefficient adjusted by degrees of freedom.

Table 6. Variance analysis table for multiple regression analysis on the interval from calving to first ovulation

S. V.	D. F.	M. S.	F
Regression	9	259.307	15.301**
Residual	57	16.947	
Total	65		

** : $P < 0.01$

Table 7. Partial regression coefficients for the interval from calving to first ovulation in Japanese Black cows

Independent variable	B	Std. B	T value	Relative importance (%)
V_1	-1.842	-0.583	-4.914	30.9
V_3	-0.036	-0.291	-2.829	10.2
V_4	-0.112	-0.261	-3.039	11.8
V_5	2.001	0.352	3.688	17.4
V_6	0.521	0.191	1.943	4.8
V_8	0.103	0.220	2.179	6.1
V_9	0.364	0.331	2.982	11.4
V_{15}	-0.001	-0.209	-2.418	7.5
Constant	37.157		6.542	

B: Partial regression coefficient, Std. B: Standard Partial regression coefficient.

に書き直すことができる。

$$Y = 37.157 - 1.842X_1 - 0.036X_3 - 0.112X_4 \\ + 2.001X_5 + 0.521X_6 + 0.103X_8 \\ + 0.364(X_1 - 3.7)^2 - 0.001(X_7 - 100.1)^2$$

Y: 分娩後の初回排卵までの日数, X_1 : 産次,
 X_3 : 分娩直後の母牛体重, X_4 : 30日目体重,
 X_5 : 哺乳量, X_6 : 哺乳回数, X_7 : 総哺乳時間,
 X_8 : 哺乳間隔時間の変動

分娩後の初回排卵までの日数に及ぼすこれら要因の相対重要度は、産次(42.3%)>哺乳量(17.4%)>30日目体重(11.8%)>分娩直後体重(10.2%)>総哺乳時間(7.5%)>哺乳間隔時間の変動(6.1%)>哺乳回数(4.8%)となり、産次の効果が最も大きかった。また、初回排卵までの日数は哺乳量や哺乳回数、哺乳間隔時間の変動が大きいほど遅延するが、分娩直後体重や30日目体重が増加するほど短縮することが、この回帰式は示している。

得られた重回帰式の性質を調べるために、各変数を測定値の範囲で変化させ、その推定値を求めた。産次を1から9まで変化させ、その他の変数に平均値を代入し、分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす産次の効果を検討した結果は、Fig. 2 に示したように、2次の関数で表

Fig. 2. Partial regression of first postpartum ovulation on calving number. Estimates of first postpartum ovulation from 1st to 9th calving number indicated by quadratic curve on condition that other variables took mean values.

される。初産牛の初回排卵までの日数は42.6日と最も大きな値を示し、その後漸減して6産次には32.4日と最小値を示した後、9産次まで再び漸増した。9産次の初回排卵日数は36.0日と推定された。同様に総哺乳時間も Fig. 3 に示すように、その平均値(100.1分)を最大値とする2次の関係が認められ、総哺乳時間が長くてもある

Fig. 3. Partial regression of first postpartum ovulation on total suckling time. Estimates of first postpartum ovulation from 35.0 to 216.7 total suckling time (min) were displayed by quadratic curve on condition that other variable took mean values.

Fig. 4. The combination condition of body weight just after calving and body weight loss at 30 days postpartum for the occurrence of first ovulation within 40 days postpartum.

- = Calving number was first.
= calving number was second.

いは短くても初回排卵は遅延した。

次に、分娩後40日以内に初回排卵が起こる条件を推定するため、分娩直後体重と30日目体重との関係について、産次の変化も考慮して推定した。他の変数には平均値を代入した。初産牛で40日以内に初回排卵が起こる分娩直後体重と30日目体重の組合せは Fig. 4 に示すように

$Y = -0.321X + 153.12$ (Y : 30日目体重, X : 分娩直後体重)

で示される直線回帰式を下限とする領域となる。2産次においてはその回帰係数は変わらないものの、産次の効果が加わるため定数は121.94に減少し、初産牛に比べて体重の条件は緩和される。また、3産次以降になるとすべての体重の変動値内で40日以内の初回排卵が可能とな

Fig. 5. The combination condition of body weight just after calving, milk yield and number of suckling events for the occurrence of first ovulation within 40 days postpartum in the case of the first calving number.

- = suckling events were 4 times.
= Suckling events were 16 times.

る。

さらに、初産牛において分娩後40日以内に初回排卵が起こる分娩直後体重、哺乳量と哺乳回数との関係をFig. 5に示した。哺乳回数が16回のときには

$$Y = 0.018X - 5.81 \quad (Y: \text{哺乳量}, X: \text{分娩直後体重})$$

で示される直線回帰式を上限とする領域となるが、哺乳回数が4回になるとその領域が拡大し、哺乳回数が16回の場合に比べて約3kg乳量が多くても可能になることを示している。また、哺乳量が同一であれば、哺乳回数が増えることにより、分娩直後体重はより軽くてもよいことを示唆している。なお、これらの要因による制限は産次の増加にともなって減少してくる。

考 察

牛における分娩後の発情回帰は、黒毛和種を含せおよそ50日との報告が多い(Boyed, 1977; 高橋ら, 1979; 居在家ら, 1983; 岡野ら, 1984)。本試験で供試した分娩から初回排卵までの日数、発情回帰日数は、これらの報告の値に類似の値であった。また、初回から回目排卵までの各排卵間隔日数や各排卵時の発情発現割合も多くの報告(Hinshelwood *et al.*, 1982; Basidas *et al.*, 1984; 鈴木・佐藤, 1984; 居在家ら, 1984)とほぼ一致していた。したがって、本試験で得られた分娩後の卵巣機能回復は、平均値的な値であることが示唆された。

分娩後の卵巣機能回復と産次との関係について、初産牛ではとくに、分娩後の初回排卵や発情回帰が遅れるとの報告が多い(Wiltbank and Cook, 1958; 高橋ら,

1979; 居在家ら, 1984)。本試験で得られた重回帰式でも同様の傾向にあることが認められ、しかも、産次の効果が最も大きいことが示唆された。また、加齢による卵巢機能の低下は産歴と年齢、飼養管理状態の影響を受け (Erickson *et al.*, 1976; 山内, 1978; 岡野ら, 1984)、何産次ごろから卵巢機能の低下が起るかを決定することは困難である。本試験で重回帰分析した結果では、7産次以降になると初回排卵までの日数が増大傾向に転じたことから、放牧牛の加齢による卵巢機能の低下は、7産次目ころから始まるものと推定された。この分析の結果は、Table 2 に示した7～9産次における、実際の初回排卵までの日数とは必ずしも一致していなかったが、これは Fig. 1 に示すように、哺乳量が8産以降急激に減少するため、初回排卵に及ぼす哺乳量の抑制効果が大幅に減少したためと考えられた。

初産牛の分娩直後体重は2産次以降に比べてとくに軽く、このことが初産牛で分娩後の初回排卵までの間隔を増大させていると考えられている (居在家ら, 1984)。Peters and Riley (1982) も分娩後の母牛の体重が軽いほど卵巢機能回復は遅れる傾向にあることを示唆している。本試験の供試牛も、分娩直後体重は産次の増加にともなって重くなる有意な相関関係 ($p < 0.01$) にあった。以上のことから、分娩後の初回排卵に及ぼす産次の効果と分娩直後体重の効果とを明確に区分することは、これまで困難であった。しかし、本試験での重回帰分析の結果、分娩後の初回排卵に及ぼす産次の効果は2次の非線形性、体重の効果は線形性の回帰モデルで示されたことから、両者の関係は完全には一致しておらず、これまで分離してとらえることが困難であった産次そのものの効果を、初めてとらえることができたものと推察された。

分娩直後の体重や分娩前後の栄養状態、とくに分娩後の栄養状態が卵巢機能回復に大きく関与し、低栄養では卵巢機能回復が遅延する傾向を示すことが報告されている (Dunn *et al.*, 1969; 鈴木・佐藤, 1982; 岩崎, 1986)。Carstairs *et al.* (1980) は、栄養水準の差による初回排卵までの日数には差がなかったが、重回帰分析の結果からは栄養水準が高いほど初回排卵までの日数は短縮する、との結果を得た。一方、黒田ら (1979) は、2～8産の黒毛和種を用いて、分娩前後の TDN 給与水準と発情回帰日数との関係について検討した結果、TDN 給与水準を異にする区間と発情回帰日数に有意差は認められなかったと報告している。これらの報告では、産次や試験開始時の体重、給与飼料構成などが大きく異なり、栄養水準と分娩後の卵巢機能回復との関係は一律に比較できない

ものと推察された。林ら (1983) は、牛の体重の増減はそのときの栄養状態を示す指標となり、繁殖成績への効果をより直接的に評価できると述べている。そこで栄養状態を示す指標としての体重の変化から、分娩後の初回排卵に及ぼす栄養状態の影響を検討した。哺乳量や哺乳回数などに平均値を代入し、分娩後の初回排卵に及ぼす分娩直後体重と30日目体重との組合せを比較した結果、初産牛で分娩後40日以内に初回排卵するには、分娩直後体重が378 kg 以上あることが必要とされた。分娩後30日目体重の条件は、分娩直後体重が増加するにともないその範囲も広がったが、30日目体重が27 kg 以上減少すると、初産牛では40日以内の初回排卵は不可能であることが示唆された。本試験で供試した初産牛の分娩直後体重は平均366.8 kg であり、福原ら (1973) が示した発育曲線のほぼ平均的な発育の範囲にあった。初産牛における体重の効果だけを考えると育成期を高栄養で飼養し、体重の増加を図ることは、分娩後の初回排卵を早める一つの手段であるが、連産性の維持や生涯生産性の点からは問題のあることが、鈴木ら (1985) によって指摘されている。また、分娩後の栄養状態は個体差も大きい、初産牛の体重では分娩後早い時期に初回排卵するのは、かなり困難であるものと推察された。一方、産次が増加するにともない産歴の効果が加わるために、3産次以降になると観察したすべての体重の組合せで分娩後40日以内の初回排卵が可能となり、栄養水準の変化に適応する範囲が広がることが示唆された。黒田ら (1979) は、若齢牛は栄養不足に敏感であるが、牡牛ではかなりの低栄養でも適応し得ると推察している。また、岩崎 (1986) も同様の試験結果を報告している。本試験で得られた分娩後の初回排卵に及ぼす体重の効果からも、産次の増加にともなって同様の傾向にあることが示唆され、黒田ら (1979)、岩崎 (1986) の試験結果が支持された。

Stevenson and Britt (1980) は乳牛において、内分泌の動態の観点から Estradiol-17 β , LH, Glucocorticoids, 発育卵胞の大きさなどを目的変数として初回排卵までの日数を予測する適合度の高い重回帰式を得ている。分娩後の初回排卵が原則的にはこれらのホルモン動態によって影響を受けることは明らかである。しかし、哺乳刺激によって律動的な LH の分泌が抑制されるため、卵巢機能回復も抑制されることなどが示唆 (Hinshelwood *et al.*, 1982) されていることなどから、今晩後の卵巢機能回復には哺乳量や哺乳刺激などが、それらのホルモン動態に直接的にも関連しているものと推察されている (Schallenberger and Walters, 1985)。

また、乳量と分娩後の繁殖機能回復との関係については、乳牛で多くの解析がなされているが、乳量の増加にともない発情回帰が遅れるとする報告 (Laben *et al.*, 1982; Hillers *et al.*, 1984) と、必ずしも関連しないとする報告 (井上・鈴木, 1981) があり、一致した結論は得られていない。これには乳量の増加による栄養状態の変化も影響していると推察され、Hansen *et al.* (1982) は低栄養状態のときのみ乳量と繁殖性の関連性が認められると報告している。肉用牛における哺乳量と卵巢機能回復との関係についてはこれまで明らかにされていないが、島田ら (1986) は黒毛和種で産子の増体量を乳量の指標とすると、30日齢までの乳量が増加、あるいは減少いずれの方向に変化しても、発情回帰が遅れる可能性のあることを示唆している。また乳牛では、乳量がほぼ同一であっても、産子数、哺乳、搾乳などの違いによって卵巢機能回復は影響されることが報告されている (Wagner and Li., 1982)。そこで本試験で得られた重回帰式から初回排卵に及ぼす分娩直後体重、哺乳量、哺乳回数の相互関係について検討した。その結果、哺乳量、哺乳回数の増加は卵巢機能回復を抑制し、とくに分娩直後体重が軽いほど、その抑制効果は相対的に強くなることが示唆された。これらの関係は線形性であり、産子の増体量を指標とした島田ら (1986) の報告とは必ずしも一致していなかった。

哺乳量は産子の発育量と密接な関係にあることから、放牧飼養などでは子牛の発育を改善するために、哺乳量の多い母牛を選抜していく必要がある。このような哺乳量の増加によって卵巢機能回復の抑制効果が増幅されるが、1日当たりの哺乳回数を人為的に制限することにより、その抑制効果を相対的に軽減できることが示唆された。哺乳回数の制限により、卵巢機能回復を促進できることは報告されている (Reeves and Gaskins, 1981; Bastidas *et al.*, 1984; 鈴木・佐藤, 1984)。また、この重回帰式から、哺乳回数の制限による卵巢機能回復は、体重が軽くて哺乳量が多い牛で、産次ではとくに初、2産次牛でその促進効果が期待できるものと考えられた。

自然哺乳では哺乳間隔時間のばらつきが大きく、卵巢機能回復を抑制していることが本試験の解析の結果、明らかになった。そこで、哺乳回数のある特定の時間帯に制限することによって、哺乳間隔時間の変動を減少させることが可能になり、その副次的効果も卵巢機能回復の促進に加わるものと推察された。

総哺乳時間が分娩後の初回排卵に及ぼす影響には2次の関係が認められた。総哺乳時間は哺乳回数と正の、哺

乳量とは負の有意な相関を示し、さらに、哺乳量と哺乳回数とは負の相関関係にあった。しかし、総哺乳時間は哺乳回数によって規制される従属性の事象と考えられることから、基本的には分娩後の初回排卵に及ぼす哺乳量と哺乳回数の両者の相互効果が表面的に総哺乳時間として表されているものと推察された。その結果、哺乳量が増加すると哺乳回数は減少するために、初回排卵に及ぼす抑制効果は相対的に減少する。一方、哺乳量が減少すると哺乳回数は増加するが、哺乳量の減少による初回排卵に及ぼす抑制効果の方が大きく減少する。その結果、哺乳量と哺乳回数のこれら両者の関係が、総哺乳時間が長くても、あるいは短くても分娩後の初回排卵までの日数が短くなる、2次の関係となって示されたものと推察された。

以上の結果、自然哺乳させている状態での肉用牛における、分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす産次、体重、哺乳量や哺乳回数などの特性と、その相互の関連性が明らかとなった。

References

- Bastidas P, Troconiz J, Verde O, Silva O (1984) Effect of restricted suckling on ovarian activity and uterine involution in Brahman cows. *Theriogenology* 21: 525-532.
- Boyd H (1977) Anoestrus in cattle. *Vet Rec* 100: 150-153.
- Bulman OC, Lamming GE (1978) Milk progesterone levels in relation to conception, repeat breeding and factors influencing acyclicity in dairy cows. *J Reprod Fert* 54: 447-458.
- Carstairs JA, Morrow DA, Emery RS (1980) Postpartum reproductive function of dairy cows as influenced by energy and phosphorus status. *J Anim Sci* 51: 1122-1130.
- Dunn TG, Ingalls JE, Zimmerman DR, Wiltbank JN (1969) Reproductive performance of 2-year old Hereford and Angus heifers as influenced by pre- and post-calving energy intake. *J Anim Sci* 29: 719-726.
- Erickson BH, Reynolds RA, Murphree RL (1976) Ovarian characteristics and reproductive performance of the aged cow. *Biol Reprod* 15: 555-560.
- Fukuhara R, Obata T, Kihara Y (1973) Growth and growth patterns of Japanese cattle on pasture 1. Estimation of the growth curves and determination of the size ranges of normal growth. *Bull Chugoku Natl Agri Exp Stn Series B* 20: 1-50 (in Japanese).
- Hansen PJ, Baik DH, Rutledge JJ, Hauser ER (1982)

- Genotype X environmental interactions on reproductive traits of bovine females. II. Postpartum reproduction as influenced by genotype, dietary regimen, level of milk production and parity. *J Anim Sci* 55: 1458-1472.
- Hayashi T, Nagamine Y, Nishida A (1983) Multiple regression analysis of factors affecting open days of dairy cattle. *Jpn J Anim Reprod* 29: 13-19 (in Japanese).
- Hillers JK, Senger PL, Darlington RL, Fleming WN (1984) Effects of production, season, age of cow, days dry, and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. *J Dairy Sci* 67: 861-867.
- Hinshelwood MM, Hansen PJ, Hauser ER (1982) Short estrous cycles in postpartum cows as influenced by level of milk production, suckling diet, season of calving and interval to first estrus. *Theriogenology* 18: 383-392.
- Inoue G, Suzuki I (1981) Milk production and fecundity in the cow. In: Symposium on lactation and reproduction. *Jpn J Anim Reprod* 27: 31-35 (in Japanese).
- Iwasaki K (1986) Energy metabolism and efficiency of utilization of energy in pregnant Japanese black cattle. *Bull Nat Inst Anim Ind* 45: 25-92 (in Japanese).
- Izaike Y, Okano A, Shioya Y, Oishi T (1983) Factors affecting interval to first postpartum estrus and conception rate in Japanese black cows. *Bull Chugoku Natl Agri Exp Stn Series B* 27: 9-18 (in Japanese).
- Izaike Y, Okano A, Shimada A, Oishi T (1984) Relationship between postpartum reproductive performance and calving number in beef cows. *Jpn J Anim Reprod* 30: 206-210 (in Japanese).
- Kuroda A, Tsukamoto A, Kanayama A, Mizoguchi Y, Kanaga Y (1979) Cooperative studies on the practical feeding levels of fed before and after calving in Japanese black cows. Influences of pre- and post-calving TDN levels on cow's reproductive performance. *Report Cooper Res Kinki-Chugoku Reg* 7: 13-20 (in Japanese).
- Laben RL, Shanks R, Berger PJ, Freeman AE (1982) Factors affecting milk yield and reproductive performance. *J Dairy Sci* 65: 1004-1015.
- Okano A, Shimada K, Izaike Y, Oishi T (1984) Reproductive performance of Japanese black cows in their lifetimes. *Jpn J Zootech Sci* 55: 458-464 (in Japanese).
- Peters AR, Riley GM (1982) Milk progesterone profiles and factors affecting postpartum ovarian activity in beef cows. *Anim Prod* 34: 145-153.
- Reeves JJ, Gaskins CT (1981) Effect of once-a-day nursing on rebreeding efficiency of beef cows. *J Anim Sci* 53: 889-891.
- Schallenberger E, Walters DL (1985) Endocrine mechanisms contributing to postpartum anestrus in dairy and beef cattle. In: Endocrine causes of seasonal and lactational anestrus in farm animals. (Ellendorff F, Elsaesser F eds.), Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht. pp 206-220.
- Shimada K, Izaike Y, Okano A, Oishi T (1986) Effects of year, season, parity, sex of calf and milk yield on postpartum reproductive performance in grazing Japanese black cows. *Jpn J Zootech Sci* 57: 1038-1040 (in Japanese).
- Stevenson JS, Britt JH (1980) Models for prediction of days to first ovulation based on changes in endocrine and nonendocrine traits during the first two weeks postpartum in Holstein cows. *J Anim Sci* 50: 103-112.
- Suzuki O, Sato M (1984) Effects of once-daily suckling and twice-daily suckling on postpartum reproductive performance of beef cows and on growth and ingestive behavior of their calves. *Jpn J Anim Reprod* 30: 39-45 (in Japanese).
- Suzuki O, Sato M, Sakai Y (1985) Growth, puberty and subsequent calf production of Japanese black cows reared on different feeding regimes. *Bull Natl Grassl Res Inst* 32: 14-26 (in Japanese).
- Takahashi M, Kikuchi T, Takizawa S, Kyuma T (1979) Onset of estrus following calving in spring in Japanese black cows. *Bull Tohoku Natl Agric Exp Stn* 60: 63-72 (in Japanese).
- Wagner WC, Li PS (1982) Influence of adrenal corticosteroids on postpartum pituitary and ovarian function. *Current Top Vet Med Anim Sci* 20: 197-219.
- Wiltbank JN, Cook AC (1958) The comparative reproductive performance of nursed cows and milked cows. *J Anim Sci* 17: 640-648.
- Wyatt RD, Gould MB, Totusek R (1977) Effects of single vs simulated twin rearing on cows and calf performance. *J Anim Sci* 45: 1409-1414.
- Yamauchi S (1978) Ageing and sexual function—General discussions and particular reference to the case in cattle—. *Jpn J Zootech Sci* 49: 387-399 (in Japanese).

要 約

黒毛和種66頭を用いて、分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす産次、体重、哺乳量、哺乳刺激の影響について重回帰分析により検討した結果、寄与率が63.8%の以下の重回帰式が得られた。

$$Y = 37.157 - 1.842X_1 - 0.036X_3 - 0.112X_4 \\ + 2.001X_5 + 0.521X_6 + 0.103X_8 \\ + 0.364(X_1 - 3.7)^2 - 0.001(X_7 - 100.1)^2$$

Y：分娩後の初回排卵までの日数， X_1 ：産次， X_3 ：分娩直後の母牛体重，
 X_4 ：30日目体重， X_5 ：30日目の1日当たり哺乳量， X_6 ：30日目の1日当
たり哺乳回数， X_7 ：30日目の1日当たり総哺乳時間， X_8 ：哺乳間隔時間
の変動

これら要因の相対重要度は、産次＞哺乳量＞30日目体重＞分娩直後体重＞総哺乳時間＞哺乳間隔時間の変動＞哺乳回数の順であった。初回排卵までの日数に及ぼす産次の効果は、6産次を最小値とする2次関数で、また、総哺乳時間の効果は平均値(100.1分)を最大値とする2次関数で表された。さらに、哺乳量や哺乳回数の増加は分娩後の初回排卵までの日数を増大させ、また、分娩後の体重の変動によっても大きく影響されることが明らかとなった。