Influences of Parity, Milk Yield and Suckling Stimulation on Uterine Involution in Beef Cows

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

*Department of Animal Industry, Chugoku National Agricultural Experiment
Station, Ohda-shi Shimane 694 and *National Institute of Animal Industry,
Tsukuba-Norindanchi, P.O. Box 5, Ibaraki 305*

(Accepted for publication December 28, 1988)

Summary. To investigate the influences of parity, milk yield and suckling stimulation on uterine involution, the records of 66 Japanese Black cows were analyzed by multiple regression analysis based on backward elimination method. The average days required for uterine involution was 38.7 days postpartum. The multiple regression equation for estimating days on uterine involution is as follows. $Y = 22.633 + 2.152X_1 + 1.959X_5 - 0.361X_6$ (adjusted $R^2 = 85.0\%$), where, Y: Days required from calving to uterine involution (days), X_1 : Parity, X_5 : Milk yield at 10 days postpartum (kg/day), X_6 : Number of suckling events at 10 days postpartum (times/day). Relative importance of independent variables of X_1 , X_5 and X_6 were 75.2%, 21.7% and 3.1%, respectively. According to this model, it is suggested that the increase of parity and milk yield delays the uterine involution, while the increase of suckling events accelerates it.

KEY WORDS: UTERINE INVOLUTION, PARITY, MILK YIELD, SUCKLING STIMULATION, BEEF COW.

Jpn J Anim Reprod 35, 45-49, 1989

肉用牛における分娩後の子宮修復に及ぼす 産次、哺乳量、哺乳刺激の影響

居在家義昭・鈴木 修・岡野 彰*・島田 和宏

大石 孝雄*・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

*農林水産省畜産試験場 305 茨城県筑波農林研究団地内局 私書箱 5 号

肉用牛における分娩後の繁殖性を向上させる技術を確認するためには、卵巣機能回復のみならず子宮修復に及ぼす要因の解析も必要である。これまでに牛の子宮修復については、産次 (Marion *et al.*, 1968; 高橋ら, 1979; 居在家ら, 1984), 哺乳の有無 (Izaike *et al.*, 1985; Usmani *et al.* 1985; 居在家ら, 1986), 哺乳頻度 (Casida, 1968) など、それぞれの及ぼす影響については解析されてきたが、子宮修復に及ぼすそれらの関係を総合的に検討した報告はみられない。また、肉用牛におい

ては哺乳量の測定が煩雑なことや、哺乳回数などの哺乳行動についても正しく調べるには困難性を伴うことから、自然哺乳状態下における哺乳量や哺乳回数と子宮修復との関係についても十分に解明されていない。

本試験では重回帰分析の方法を用いて、肉用牛の自然哺乳状態における子宮修復までの日数に及ぼす産次、哺乳量、哺乳刺激などの影響について総合的に検討し、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

供試牛と子宮修復 初産から9産次を正常分娩した黒毛和種繁殖牛、延べ66頭を供試した。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20kg、乾草と配合飼料をそれぞれ2kgずつ給与した。体重は分娩直後と、その後は週に1回測定した。分娩後10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。子宮修復は松垣ら(1959)の方法により、分娩後約7日目から週に2回、直腸検査により子宮修復が完了するまでの日数を調査した。

哺乳量と哺乳行動 哺乳量は分娩後約1週目から、毎週2日間連続して哺乳前後の産子の体重差法により調査し、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9時または13時に親子分離し、16時に哺乳させて乳房内に貯溜している残乳の影響を少なくし、その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を測定した。分娩後10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10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。観察に際しては前日より同一牛舎内の約9m²の単房に、母子牛共に収容した。夜間は天井灯の他に補助照明灯(200w×2個)を用いたので、照明による哺乳行動への影響を考慮し、観察日の前日より照明を開始した。

哺乳行動は1日当たり哺乳回数、総哺乳時間、哺乳開始時刻から次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 子宮修復に影響を及ぼす要因と子宮修復との関係は、分娩後の子宮修復が完了する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)、分娩後10日目体重から分娩直後の体重を差し引いた母牛の体重の差(以下10日目体重差 X₄, kg)、10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)および哺乳間隔時間の変動(X₈, %)の8変数である。なお、最終的に得られた重回帰式の各説明変数の相対重要度は、それぞれの説明変数のt値を2乗した相対的割

合(%)で表した。

結 果

本試験で供試した初産から9産次における分娩後の子宮修復までの日数は、Table 1 に示すように、産次の増加に伴って子宮修復までの日数は遅延する傾向が認められた。各産次内の子宮修復日数のばらつきは6～13日、平均8.8日であった。

Table 1. Days from calving to uterine involution in Japanese Black cows with first to ninth calving

Parity	No. of cows	Days from calving to uterine involution
1	9	29.7±2.3 (25—32) a
2	14	35.6±3.6 (30—42) b
3	11	38.8±3.0 (33—44) ac
4	12	39.4±4.1 (34—47) ad
5	8	42.1±3.6 (38—48) a
6	3	44.0±3.5 (40—46) ab
7	3	47.0±3.6 (43—50) abcd
8	4	47.3±3.3 (44—51) abcd
9	2	45.0±4.2 (42—48) abcd

Values are mean±S.D., Number in parentheses indicate the range. Same subscripts indicate statistically different subset (P<0.05).

次に、重回帰分析に用いた各変数の基礎統計量はTable 2 に、変数相互間の相関係数はTable 3 に示した。子宮修復までの日数(Y)は25～51日の範囲を示し、平均38.7±6.0日であった。子宮修復までの日数(Y)と産次(X₁)間には高い正の相関(r=0.792)が認められ、また、分娩直後体重(X₃)および哺乳量(X₅)との間にも有意な正の相関関係が認められた。一方、子宮修復までの日数(Y)と10日目体重差(X₄)の間は有意な負の相関関係にあった。分娩直後体重(X₃)は平均441.1kgであったが、産次(X₁)が増加するにつれて分娩直後体重(X₃)は重くなる傾向にあった。10日目体重差(X₄)は平均-9.2kgを示したが、その範囲は-35.7～+17.0kgと大きくばらついていた。10日目の1日当たり哺乳量(X₅)は平均5.6kgであったが、最大値と最小値の差は6.7kgに及んだ。また、10日目体重差(X₄)が低下するほど、1日当たり哺乳量は多くなった。哺乳回数(X₆)は平均8.3回であったが、3～16回の範囲に分布し、個体による差が大きかった。総哺乳時間(X₇)と哺乳間隔時間の変動(X₈)も最大値と最小値の差は大きい傾向にあった。

Table 2. Fundamental statistics of variables for multiple regression analysis

	Mean	Minimum	Maximum	S. D.
Parity (X ₁)	3.7	1	9	2.2
Month at parturition (X ₂)	6.4	1	12	3.4
Body weight immediately after calving (kg) (X ₃)	441.1	315.0	561.0	55.4
Body weight loss (kg) (X ₄)	-9.2	-35.7	+17.0	13.6
Milk yield at 10 days postpartum (kg/day) (X ₅)	5.6	1.9	8.6	1.2
Number of suckling events (times/day) (X ₆)	8.3	3	16	2.6
Total suckling time (min./day) (X ₇)	66.2	12.5	164.8	30.6
Fluctuations of suckling interval time (%) (X ₈)	44.4	14.2	99.7	16.9
Days from calving to uterine involution (days) (Y)	38.7	25	51	6.0

Body weight loss means the differences between calving and 10 days postpartum. Number of suckling events, total suckling time and fluctuations of suckling interval were observed at 10 days postpartum, and fluctuations of suckling interval time showed coefficient of variation.

Table 3. Correlation matrix of variables for uterine involution

Variables	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Y
X ₁	0.161	0.550**	-0.244*	0.052	0.076	0.100	0.317	0.792**
X ₂		-0.064	0.199	-0.237	-0.256*	-0.024	-0.197	0.023
X ₃			-0.543**	0.146	-0.029	-0.078	0.291*	0.505**
X ₄				-0.326**	-0.035	0.056	-0.194	-0.399**
X ₅					-0.167	-0.238	-0.138	0.493**
X ₆						0.790**	0.400**	-0.172
X ₇							0.236	-0.180
X ₈								0.162

*: P<0.05, **: P<0.01

Table 4. Multiple regression analysis by backward elimination method

Step	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Multiple correlation coefficient	100 R**
1	*	n	n	n	*	n	n	n	0.932	84.96
2	*	n	n	n	*	n	n		0.931	85.16
3	*		n	n	*	n	n		0.931	85.32
4	*			n	*	*	n		0.930	85.40
5	*			n	*	*			0.930	85.44
6	*				*	*			0.925	85.00

Partial regression coefficients retained were indicated "*" as significance and "n" as no significance. 100 R**: Ratio of contribution adjusted by degrees of freedom=(Multiple correlation coefficient adjusted by degrees of freedom)²×100.

変数減少法により行った重回帰分析の経過を Table 4 に示した。この過程で重相関係数は0.932から0.925に減少しているが、自由度調整後の寄与率 (100 R**) は85%前後ではほぼ一定していた。最終的には産次 (X₁)、哺乳量 (X₅) および哺乳回数 (X₆) の3説明変数で、自由度調整後の寄与率が85.0%の重回帰式が得られた。Table 5 は重回帰分析の分散分析表、Table 6 には最終的に得られ

Table 5. Variance analysis for multiple regression

Source of variance	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean squares	F-value
Regression	3	1975.086	658.363	123.373*
Residual	62	330.853	5.336	
Total	65	2305.939		

*: P<0.01

Table 6. Partial regression coefficients for the interval from calving to uterine involution

Independent variable	B	Std. B	t value	Relative importance (%)
Parity (X_1)	2.152	0.782	16.175	75.2
Milk yield at 10 days postpartum (kg/day) (X_5)	1.959	0.425	8.694	21.7
Number of suckling events (times/day) (X_6)	-0.361	-0.160	-3.271	3.1
Constant	22.633		13.037	

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

た重回帰式の偏回帰係数と相対重要度を示した。分散分析の結果は有意であり、分娩後の子宮修復に多くに関係の深い要因との重回帰式は以下の通りとなった。

$$Y = 22.633 + 2.152 X_1 + 1.959 X_5 - 0.361 X_6$$

Y: 子宮修復までの日数, X_1 : 産次, X_5 : 哺乳量, X_6 : 哺乳回数

相対重要度は産次(X_1)が75.2%と最も大きく、次いで哺乳量(X_5)の21.7%, 哺乳回数(X_6)の3.1%であった。本式から、産次および哺乳量の増加は子宮修復までの日数を増加させ、哺乳回数はそれを減少させることが示された。

得られた重回帰式の性質を調べるため、各変数を観測値の範囲内で変化させ、子宮修復までの日数の推定値を求めた。哺乳量および哺乳回数に平均値を代入して産次を変化させると、初産の子宮修復までの日数は32.8日であるが、9産次には50.0日となった。また、同一産次内における子宮修復日数の最小値は、哺乳量(X_5)の最小値(1.9 kg)と哺乳回数(X_6)の最大値(16回)を代入することによって、子宮修復日数の最大値は哺乳量(X_5)の最大値(8.6 kg)と哺乳回数(X_6)の最小値(3回)を代入することによって求められる。その結果、初産牛を例にとると、子宮修復日数は最小22.7日から最大40.5日となり、同一産次内においても哺乳量と哺乳回数の影響により、最大限17.8日のばらつきを生じることが示された。

考 察

肉用牛における分娩後の子宮修復までの日数は平均26~47日の範囲が報告されている(Perkins and Kidder, 1963; Gier and Marion, 1968; 高橋ら, 1979; 居在家ら, 1984)。本試験に供試された黒毛和種66頭の子宮修復までの日数も、ほぼこれらの報告の範囲内にあったことから、供試材料として妥当なものであると考えられた。

子宮修復に及ぼす産次の影響について、経産牛は初産牛に比べて子宮修復は遅れる傾向にあり(Marion *et al.*,

1968; 高橋ら, 1979), とくに6~10産次の子宮修復は遅延することが報告されている(居在家ら, 1984)。しかしこれらの報告では、各産次ごとについての子宮修復日数の差異については明らかにしていない。そこで、初産から9産までのすべての産次の牛を用いて重回帰分析した結果、産次が1産増加するに伴い、子宮修復日数は2.2日ずつ遅延することが解析された。

一方、同一産次内においても子宮修復日数のばらつきが認められ(Table 1), このような変動を生じる原因については不明の部分が多いが、哺乳量の影響について松垣ら(1959)は乳牛で、Usmani *et al.*(1985)はNili-Ravi¹種で、乳量の多いほど子宮修復が遅れる傾向にあることを示唆している。一方、搾乳や哺乳頻度と子宮修復の関係について、Wiltbank and Cook(1958), Casida(1968)は乳牛で子牛に自然哺乳させると、1日2回搾乳した場合より子宮修復までの日数が若干短くすると報告している。これらの報告から哺乳量や哺乳頻度が子宮修復に影響を及ぼすものと推察された。本試験でそれらの点についても検討した結果、哺乳量や哺乳回数は個体間差異がきわめて大きいことが認められ、分娩直後体重や分娩後の栄養状態を示すと考えられる10日目体重差も大きくばらついていた。10日目体重差が大きくばらついた原因の一つとして、母牛の飼料給与量を分娩直後体重や哺乳量に関係なく一定にしたことも、影響しているためと推察された。このように体重の変化、哺乳量および哺乳回数等は個体ごとに大きく変動し、かつTable 3にも示したように、相互に関連性を有していることが明らかとなった。しかし、変数減少法の重回帰分析の結果からは、体重に関する要因は除外され、産次、哺乳量および哺乳回数の3説明変数からなる重回帰式が得られ、哺乳量の増加は子宮修復に対して抑制的に、哺乳回数の増加は促進的に作用することが示された。哺乳によってもたらされた刺激によりオキシトシンが分泌され、それが子宮修復を促進するなんらかの役割を果していると考えられている(Slater, 1978)。また、分娩後のプロスタグランジ

ン $F_{2\alpha}$ あるいはその代謝産物の血中濃度と子宮修復までの日数との間には、高い正の相関を示すことが報告されている (Lindell *et al.*, 1982; Made *et al.*, 1984)。子宮修復に及ぼす哺乳量や哺乳回数の違いと、それらのホルモン動態との関係については今後の検討が必要である。

以上の結果、変数減少法による重回帰分析によれば、分娩後の子宮修復に及ぼす多くの要因の中でも、産次、哺乳量および哺乳回数の3要因が他の要因よりも強く分娩後の子宮修復に影響を及ぼしていることが明らかになった。さらに、この3要因の中でも分娩後の子宮修復に及ぼす影響は、産次の効果が75.2%と最も大きく、次いで哺乳量の効果が21.7%であり、哺乳回数の効果はわずか3.1%にしかすぎないことが示されると同時に、これら要因の相互関係が解明された。

文 献

- Casida LE (1968) Studies on the postpartum cows. *Wisconsin Res Bull* 270: 48-51.
- Gier HT, Marion GB (1968) Uterus of the cow after parturition: Involutional changes. *Amer J Vet Res* 29: 83-96.
- Higaki S, Oka H, Awai Y, Kirisawa T, Yoshida N (1959) Postparturient uterine involution in dairy cows I. Relation of uterine involution to the breeding efficiency in normal dairy cows. *Bull Nat Inst Agr Sci, Series G* 18: 65-83 (in Japanese).
- Izaike Y, Okano A, Shimada K, Oishi T (1984) Relationship between postpartum reproductive performance and calving number in beef cows. *Jpn J Anim Reprod* 30: 206-210 (in Japanese).
- Izaike Y, Okano A, Shimada K, Oishi T (1985) Effects of suckling on the interval from calving to uterine involution in beef cows. *Jpn J Anim Reprod* 31: 31-33.
- Izaike Y, Okano A, Shimada K, Oishi T (1986) Effects of early weaning on postpartum ovarian activity and uterine involution in beef cows. *Bull Chugoku Nat Agr Exp Stn, Series B* 29: 9-16 (in Japanese).
- Lindell JO, Kindahl H, Japson L, Edquist LE (1982) Postpartum release of prostaglandin $F_{2\alpha}$ and uterine involution in the cow. *Theriogenology* 17: 237-245.
- Made JA, Kindahl H, Woyno W, Edquist LE, Stupnicki R (1984) Blood levels of 15-keto-13, 14-dihydro prostaglandin $F_{2\alpha}$ during the postpartum period in primiparous cows. *Theriogenology* 21: 279-287.
- Marion GB, Norwood JS, Gier HT (1968) Uterus of the cow after parturition: Factors affecting regression. *Amer J Vet Res* 29: 71-75.
- Oxenreider SL, Wagner WC (1971) Effect of lactation and energy intake on postpartum ovarian activity in the cow. *J Anim Sci* 33: 1026-1031.
- Perkins JL, Kidder HE (1963) Relation of uterine involution and postpartum interval to reproductive efficiency in beef cattle. *J Anim Sci* 22: 313-315.
- Slater PJB (1978) Sex hormones and behaviour. In: The Institute of Biology's Studies in Biology no. 103, Edward Arnold, London, pp 19-85.
- 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).
- Usmani RH, Ulla UN, Shah SK (1985) A note on the effect of suckling stimulus on uterine involution, postpartum ovarian activity and fertility in Niliri-Ravi buffaloes. *Anim Prod* 41: 119-122.
- Wiltbank JN, Cook AC (1958) The comparative reproductive performance of nursed cows and milked cows. *J Anim Sci* 17: 640-648.

要 約

肉用牛における分娩後の子宮修復に及ぼす産次、哺乳量、哺乳刺激の影響を黒毛和種66頭の分娩後の記録を用いて、重回帰分析により検討した。その結果、分娩後の子宮修復までの日数は

$$Y = 22.633 + 2.152 X_1 + 1.959 X_5 - 0.361 X_6$$

Y: 子宮修復までの日数(日), X_1 : 産次(産), X_5 : 10日目の1日当たり哺乳量(kg),

X_6 : 10日目の1日当たり哺乳回数(回)

の重回帰式が得られ、自由度を調整した寄与率は85.0%であった。相対寄与率は産次(X_1)が75.2%と最も大きく、次いで10日目の1日当たり哺乳量(X_5)の21.7%, 10日目の1日当たり哺乳量哺乳回数(X_6)の3.1%であった。この重回帰式から、産次や哺乳量の増加は子宮修復に対して抑制的に、哺乳回数の増加は促進的に働くことが示された。