

原 著

産次, 分娩季節, 乳量およびボディーコンディションスコア低下が
分娩後乳牛の繁殖性に与える影響坂口 実¹⁾・笹本 良彦²⁾・鈴木 貴博²⁾・高橋 芳幸²⁾・山田 豊¹⁾¹⁾ 独農業技術研究機構北海道農業研究センター, 札幌市 062-8555²⁾ 北海道大学大学院獣医学研究科, 札幌市 060-0818Some Factors Affecting on Postpartum Reproductive Performance
in Dairy CattleMinoru SAKAGUCHI¹⁾, Yoshihiko SASAMOTO²⁾, Takahiro SUZUKI²⁾,
Yoshiyuki TAKAHASHI²⁾ and Yutaka YAMADA¹⁾¹⁾ National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, NARO, Sapporo-shi 062-8555²⁾ Graduate School of Veterinary Medicine, Hokkaido University, Sapporo-shi 060-0818

キーワード: 乳牛, 繁殖, 空胎期間, 初回排卵, 妊娠率

Key words: Dairy cattle, Reproduction, Days open, First ovulation, Pregnancy rate

Abstract

Some factors affecting on the reproductive performance of postpartum (PP) cows were investigated in 50 Holstein cows, which were examined for the PP days of ovulations and involution of uterine diameter by ultrasonography. Milk yield and loss of body condition score (BCS) during early lactation were recorded. Almost all cows were served for artificial insemination when estrus was detected after the second PP ovulation. Data were analyzed by ANOVA or Fisher's Exact test. In multiparous cows, the PP first estrus was delayed compared to that in primiparous cows, however there was no significant difference in days open. Greater BCS loss, more frequent anestrus ovulation and delayed PP first estrus were observed in the cows calving during the winter but no delay in days open was detected. Increased milk yield elevated the BCS loss and delayed the PP first ovulation, estrus and service but not affected on days open. More than 0.5 of BCS loss delayed only the PP first ovulation. Mean interval to the PP first ovulation was 40 days later in late ovulating cows than that in early ovulating cows and the delay affected the PP first estrus and service. In the late ovulating cows, because the PP first ovarian cycle and interval to the involution of uterine diameter were shortened and services per conception tended to be lower, the difference in the days open between early and late ovulation cows were only 20 days. In conclusion, the effect of parity, calving season, milk yield and BCS loss on the PP reproductive performance of dairy cows were demonstrated. The deviation in intervals to PP first ovulation was great and might affect on pregnancy rate.

要 約

乳牛の高能力化に伴う空胎期間の延長を防ぐことは重要な課題である。そこで、産次、分娩季節などの要因が繁殖性にどのような影響を与え、空胎日数にどう

影響するか調査した。50頭のホルスタイン種雌牛を供試し、排卵日および子宮径回復日を特定するとともに、分娩後7～70日の平均日乳量およびボディーコンディションスコア(BCS)の減少を記録した。原則として排卵を2回以上確認した後の最初の発情時に人工授精(AI)した。要因別に得られた平均値は分散分析により解析した。経産乳牛で初産と比べて初回発情が

遅延したが、空胎日数に有意差はなかった。冬期分娩で夏期よりもBCS減少が大きく、また無発情排卵頻度が大きいため初回発情時期が遅れたが、空胎日数には影響しなかった。乳量の増加によりBCSは大きく減少し、初回排卵、発情およびAI時期も遅延したが、空胎日数に有意差はなかった。BCS減少0.5以上の群では0.5未満と比べて初回排卵時期が延長した以外、繁殖性への影響は認められなかった。初回排卵日は、遅い群で早い群より平均40日延長し、初回発情およびAI時期も遅延した。最終的に不受胎となった5頭は、すべて初回排卵の早い群に属していた。初回排卵の遅い群では初回卵巣周期および子宮径回復日数は短縮し、AI回数も少ない傾向にあり、受胎牛の平均空胎日数に有意差はなかった。以上の結果から、産次、分娩季節、乳量、およびBCS低下は乳牛における分娩後の繁殖機能回復の時期に影響を及ぼしたが、空胎日数の長さには大きな影響を及ぼさなかった。また、初回排卵時期は不受胎牛の発生率に影響を及ぼす可能性が示唆された。

結 論

乳牛の遺伝的改良により平均乳量は増加を続けてきた反面、分娩後の繁殖性は低下し続けている。北海道における過去の調査(寺脇ら, 1982; 上村ら, 1985)によると、1980年頃の平均空胎日数は120日前後であり、産次の空胎日数に及ぼす影響が大きいと指摘されている。一方、北海道乳牛検定検査協会(2001)によると、1991年に道内の平均乳量および空胎日数は、それぞれ7,841 kgおよび121日であったが、2000年にはそれぞれ8,678 kgおよび148日となり、年平均で乳量は93 kgの上昇、空胎日数は3日間延長したことになる。この傾向は北海道のみでなく、全国的な問題となっている。この結果、平均泌乳日数は約350日に達し、1年1産すなわち平均空胎日数85日は、もはや現実的な目標ではあり得ない。しかし、100 kgの乳量増加にともない、3日あまり空胎日数が延長するという現在の傾向は、後継牛不足とならんで、今後の酪農経営の大きな不安定要因であり、これ以上の空胎期間の延長を防ぐことは重要な課題である。

分娩後の乳牛の繁殖性に影響する要因として、産次(LUCY *et al.*, 1992)、分娩季節(HANSEN and HAUSER, 1983)、乳量(NEBEL and MCGILLIARD, 1993)、ボディコンディションスコア(BCS)の減少(LOEFFLER *et al.*, 1999)、初回排卵時期(DARWASH *et al.*, 1997)、などが報告されている。そこで、本研究ではこれらの要因が分娩後の乳牛の繁殖性にどのように影響するか、一牛群において検討した。

材料および方法

独立行政法人農業技術研究機構・北海道農業研究セ

ンターで飼養され、1999年10月～2001年6月に分娩した50頭(初産:26頭, 経産:24頭)のホルスタイン種雌牛を対象とした。これらの乳牛は分娩後少なくとも180日間搾乳され、また授精対象として繁殖管理がなされた。飼料は日本飼養標準・乳牛(農林水産省農林水産技術会議事務局, 1999)にしたがって、濃厚飼料、サイレージおよび乾草を、フリーストールあるいはタイストールで給与した。なお5月から10月の期間は、1日4時間程度放牧し、草量に応じて飼料給与量を調整した。

分娩約1週間後から週3回、原則として月・水・金曜日に超音波診断装置を用いて卵巣を観察し、また直腸検査を随時行なうことにより、排卵日を特定した。後述する2頭を除き排卵は3回目まで確認した。卵巣検査と同時に、超音波診断装置により子宮の横断面を撮影し、左右子宮角基部の血管層の最大径がともに30 mm以下となり、かつ左右の差が5 mm以内となった日を子宮径回復日とし、子宮修復の目安とした。

搾乳は1日2回(9:00および19:00)行ない、乳量記録から分娩後7～70日の平均日乳量を算出した。またこの間週1回BCSを測定し、分娩直後(分娩後3日以内)から分娩後10週間における最大の減少値をBCS減少として分析に用いた。なお、BCSは2ないし3名で判定し、平均値を用いた。朝夕2回の搾乳前に行動を観察し、スタンディングあるいはマウンティング行動が観察された場合、発情と判定した。分娩後3回目までの排卵のうち、発情行動を伴わなかったものを無発情排卵とした。人工授精(AI)は分娩後45日から開始し、原則として排卵を2回以上確認した後の最初の発情時に行なった。なお、初回排卵が分娩45日後以降で、2回目の排卵前に明瞭な発情行動が観察された2頭については2回目排卵時にAIした。AI後40日前後に、超音波診断装置により生存胎児の有無を確認し妊娠を診断した。分娩後180日を越えて妊娠しなかった場合、不受胎とした。

産次は初産と2産以上(経産)、分娩季節は夏(3/21-9/20)と冬(9/21-3/20)のそれぞれ2群に分類した。乳量は、低(<30 kg/日)、中(≥30, <40 kg/日)、高(≥40 kg/日)の3水準に分類し、BCSの減少は0.50未満と0.50以上の2群に分類した。初回排卵時期については、分娩後21日以内を早(Early)、22-42日の中(Middle)、43以降を遅(Late)とした。得られた数値は統計解析ソフトJMP(SASインスティテュートジャパン, 2000)を使用して分析した。各要因別に得られた平均値については分散分析を行ない、Tukey-KramerのHSD検定により平均値を比較した。また、妊娠率についてはFisher's Exact検定により比較した。有意水準5%($P < 0.05$)で有意差を判定した。

結 果

供試牛 50 頭の概要および繁殖性に関する値を Table 1 に示した. 不受胎牛は 5 頭となり, 受胎に要した平均 AI 回数および平均空胎日数は 45 頭について算出した. 初回排卵・発情・人工授精日および受胎日の分布を Figure 1~4 に示した. 初回排卵は分娩後第

3 週 (15-21 日) に最も多く, 第 4 週 (~28 日) までに 53% (28 頭) で観察されたが, 70 日を越えたものも 3 頭あった (Figure 1). 初回発情は第 5-6 週に最も多く, 第 8 週までに 53% (28 頭) で観察された (Figure 2). 分娩後 45 日以降から開始した初回の人工授精は, 42% (21 頭) で第 9-10 週に実施され, 第 12 週には 84% の実施率であった (Figure 3). 受胎日は第 13-14

Table 1 Summary of postpartum reproductive performance in 50 lactating cows

Measurement	Mean±SEM	Minimum	Maximum
Parity	2.18±0.23	1	7
Milk yield (kg/day)	35.8±1.2	24.1	49.7
Body condition score at parturition	3.14±0.04	2.14	3.77
Body condition score loss	0.47±0.03	0.13	1.28
Days to uterine diameter involution	17.8±0.6	11	28
Days to first ovulation	30.9±2.4	10	79
Interval of first ovarian cycle (days)	15.8±0.8	6	26
No. of anestrous ovulations	1.36±0.11	0	3
Days to first estrus	55.2±3.0	21	107
Days to first service	71.5±2.6	45	129
Services per conception ¹⁾	1.62±0.12	1	4
Days open ¹⁾	89.6±4.6	45	168

¹⁾ Summary of 45 conceived cows

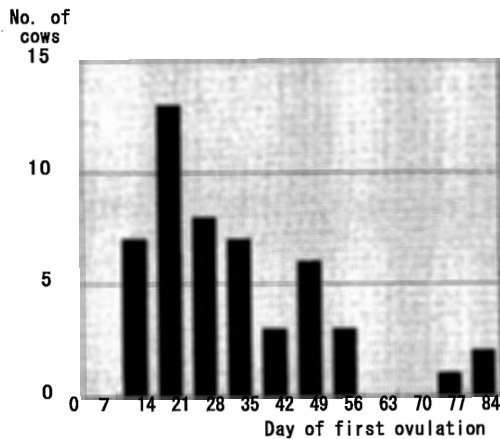


Figure 1 The distribution of interval to first ovulation in 50 postpartum cows

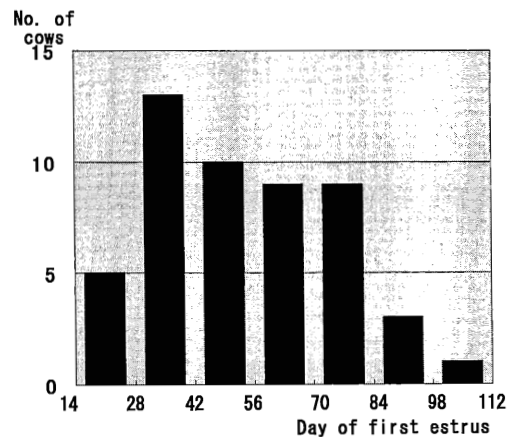


Figure 2 The distribution of interval to first estrus in 50 postpartum cows

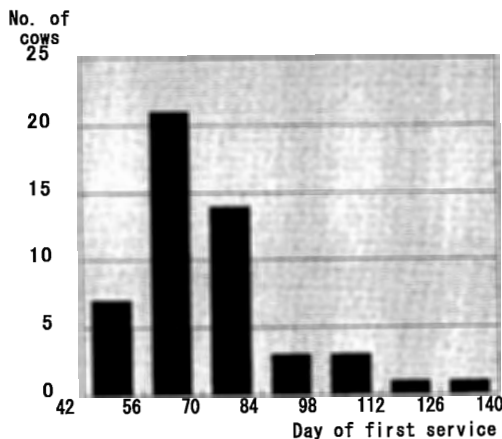


Figure 3 The distribution of interval to first service in 50 postpartum cows

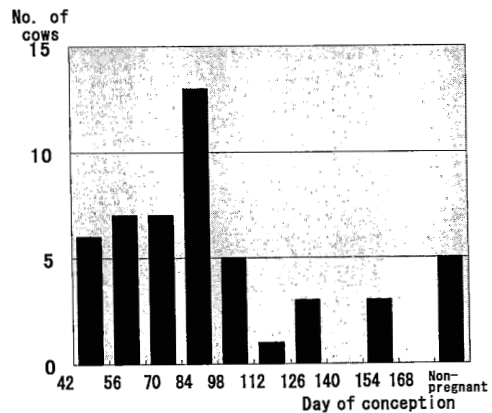


Figure 4 The distribution of interval to conception in 50 postpartum cows

Table 2 Reproductive performance of dairy cows differing in parity
Mean±SEM

Measurement	Parity	
	Primiparous	Multiparous
No. of cows (%)	26(52)	24(48)
Milk yield (kg/day)	30.0±0.8 ^a	42.0±1.5 ^b
Body condition score at parturition	3.11±0.05	3.12±0.08
Body condition score loss	0.40±0.04 ^a	0.56±0.06 ^b
Days to uterine diameter involution	17.3±0.9	18.3±0.8
Days to first ovulation	26.7±3.2	35.5±3.5
Interval of first ovarian cycle (days)	15.1±1.1	16.7±1.3
No. of anestrus ovulations	1.31±0.15	1.42±0.15
Days to first estrus	47.8±3.7 ^a	63.1±4.4 ^b
Days to first service	65.7±2.9 ^a	77.8±4.0 ^b
No. of cows conceiving	23(88)	22(92)
Services per conception	1.65±0.17	1.59±0.17
Days open	83.1±5.4	96.4±7.3

^{a,b} Values with different letters in the same row are significantly different (P < 0.05).

週が最も頻度が高かった (Figure 4).

初産・経産別 (Table 2) に比較すると、経産牛では日乳量および BCS 減少が有意に高かったが、初回排卵時期に有意な差はなかった。しかし、初回発情時期は経産牛で有意に遅く、その結果初回 AI 時期も約 12 日遅れた。これらの遅れは平均値として空胎日数の差に反映されたが、空胎日数については有意な差ではなかった。分娩季節別 (Table 3) では、BCS 減少が冬期分娩で夏期と比較して有意に大きかった。また冬期分娩では、無発情排卵の発生頻度が有意に高かったため、初回発情時期は夏期と比較して有意に遅延した。平均初回 AI 時期は夏冬でほぼ同じであった。受胎に要した平均 AI 回数は夏期で 0.4 回多く、平均空胎日

数は 15 日程度長くなったが、有意な差は認められなかった。

乳量水準別 (Table 4) では、乳量の増加に伴い BCS 減少は有意に増加し、同様に初回排卵、初回発情ならびに初回 AI 時期も乳量の増加により遅延したが、空胎日数に有意な差は認められなかった。BCS 減少の程度 (Table 5) では、0.5 以上減少の群では分娩直後の BCS 値が有意に大きかったが、初回排卵時期が遅延した以外、繁殖性への影響は認められず、空胎日数も約 90 日とほぼ等しかった。

最後に、初回排卵時期別 (Table 6) では、初回排卵後の最初の卵巢周期は、初回排卵が遅い場合に初回排卵が早い場合と比較して有意に短縮した。初回排卵時

Table 3 Reproductive performance of dairy cows differing in season of parturition
Mean±SEM

Measurement	Season ¹⁾	
	Summer	Winter
No. of cows (%)	23(46)	27(54)
Milk yield (kg/day)	32.4±1.6	38.7±1.5
Body condition score at parturition	3.06±0.07	3.21±0.06
Body condition score loss	0.39±0.04 ^a	0.54±0.05 ^b
Days to uterine diameter involution	18.1±0.9	17.5±0.8
Days to first ovulation	30.2±2.7	31.5±3.9
Interval of first ovarian cycle (days)	15.2±1.3	16.3±1.0
No. of anestrus ovulations	1.00±0.14 ^a	1.67±0.13 ^b
Days to first estrus	47.7±4.1 ^a	61.5±4.1 ^b
Days to first service	70.8±4.1	72.1±3.3
No. of cows conceiving	20(87)	25(93)
Services per conception	1.85±0.18	1.44±0.15
Days open	98.3±8.3	82.6±4.5

¹⁾ Summer: 21 March to 20 September; Winter: 21 September to 20 March.

^{a,b} Values with different letters in the same row are significantly different (P < 0.05).

Table 4 Reproductive performance of dairy cows differing in mean daily milk yield during the first 10 weeks postpartum Mean±SEM

Measurement	Milk yield ¹⁾		
	Low	Middle	High
No. of cows (%)	17(34)	15(30)	18(36)
Milk yield (kg/day)	26.9±0.5 ^a	34.4±0.8 ^b	45.4±0.7 ^c
Body condition score at parturition	3.08±0.05	3.15±0.08	3.19±0.09
Body condition score loss	0.35±0.05 ^a	0.45±0.04 ^{ab}	0.61±0.06 ^b
Days to uterine diameter involution	18.4±1.2	16.9±1.1	17.9±0.8
Days to first ovulation	20.4±2.2 ^a	35.0±4.5 ^b	37.4±4.4 ^b
Interval of first ovarian cycle (days)	16.7±1.2	13.5±1.6	16.7±1.4
No. of anestrous ovulations	1.35±0.21	1.20±0.17	1.50±0.17
Days to first estrus	42.8±4.5 ^a	57.7±5.0 ^{ab}	64.7±4.9 ^b
Days to first service	61.5±3.0 ^a	78.5±6.1 ^{ab}	75.2±3.2 ^b
No. of cows conceiving	14(82)	15(100)	16(89)
Services per conception	1.86±0.25	1.47±0.17	1.56±0.20
Days open	84.1±9.7	93.5±7.9	90.7±6.5

¹⁾ Low: < 30 kg/day; Middle: ≥ 30 and < 40 kg/day; High: ≥ 40 kg/day.

^{a,b,c} Values with different letters in the same row are significantly different (P < 0.05).

Table 5 Reproductive performance of dairy cows differing in body condition score (BCS) loss during early lactation period Mean±SEM

Measurement	Loss of BCS	
	< 0.50	≥ 0.50
No. of cows (%)	33(67)	16(33)
Milk yield (kg/day)	33.9±1.4 ^a	39.0±2.0 ^b
Body condition score at parturition	3.01±0.04 ^a	3.41±0.07 ^b
Body condition score loss	0.33±0.02 ^a	0.76±0.03 ^b
Days to uterine diameter involution	17.9±0.7	17.8±1.1
Days to first ovulation	26.6±2.1 ^a	37.3±3.9 ^b
Interval of first ovarian cycle (days)	16.3±1.0	15.4±1.4
No. of anestrous ovulations	1.33±0.13	1.44±0.19
Days to first estrus	50.7±3.6	62.9±5.2
Days to first service	67.5±3.0	77.7±4.3
No. of cows conceiving	29(88)	15(94)
Services per conception	1.76±0.15	1.40±0.19
Days open	89.9±5.8	88.0±8.0

^{a,b} Values with different letters in the same row are significantly different (P < 0.05).

期の遅れは, 初回発情および初回 AI 時期に同様の有意な遅れをもたらしたが, それらの遅れは初回排卵の遅れと比較して小さくなった。最終的に不受胎となった5頭は全て初回排卵の早い群で, この群の妊娠率は75%と, 初回排卵時期が中程度 (Middle) の群と比較して有意に低かった。平均空胎日数は, 初回排卵の遅い群では早い群よりも約20日延長したが, 受胎に要した平均 AI 回数が約0.5回少なく, 有意差は認められなかった。

考 察

対象牛群は, 305日乳量で6,000 kg–7,000 kgの低泌乳牛から10,000 kgを越える高泌乳牛を含んでおり, 泌乳初期のBCSの平均減少は0.47と, 栄養管理

もほぼ適正水準にあった。平均的な繁殖性として, 分娩後30日程度で初回排卵にいたり, 正常よりも短い周期の後, 2回目の排卵を47日ころむかえた。初回発情は分娩後8週程度で観察され, これに先立って1–2回, 無発情で排卵がおこった。分娩後, 平均10週で初回のAIが行なわれ, 90%は平均1.6回のAIにより, 平均90日で受胎し, 不受胎牛を除くとほぼ1年1産に近い繁殖成績であった。また, 不受胎となった5頭も含め, 少なくとも試験期間中に疾病あるいは事故等の原因により搾乳終了あるいは廃用となった牛はいなかった。今回供試した牛群の乳量水準は実際の酪農現場での水準と同等かそれ以上である。したがって現在の乳牛において, 少なくとも100日程度の分娩後平均空胎日数で繁殖を行うことは十分可能であることが示

Table 6 Reproductive performance of dairy cows differing in interval to postpartum resumption of ovarian activity Mean±SEM

Measurement	Interval to postpartum first ovulation ¹⁾		
	Early	Middle	Late
No. of cows (%)	20(40)	18(36)	12(24)
Milk yield (kg/day)	31.7±1.7 ^a	37.2±2.0 ^{ab}	40.5±1.9 ^b
Body condition score at parturition	3.08±0.08	3.14±0.05	3.25±0.09
Body condition score loss	0.42±0.06	0.48±0.05	0.55±0.07
Days to uterine diameter involution	19.0±1.0 ^a	18.2±1.0 ^{ab}	15.2±0.8 ^b
Days to first ovulation	16.6±0.8 ^a	30.0±1.3 ^b	56.1±3.7 ^c
Interval of first ovarian cycle (days)	18.0±1.0 ^a	15.5±1.5 ^{ab}	12.5±1.7 ^b
Days to first estrus	44.6±4.0 ^a	52.8±4.3 ^b	76.3±4.8 ^c
No. of anestrus ovulations	1.50±0.17	1.28±0.19	1.25±0.18
Days to first service	63.2±2.8 ^a	69.3±3.9 ^b	88.8±5.0 ^c
No. of cows conceiving	15(75) ^a	18(100) ^b	12(100) ^{ab}
Services per conception	1.73±0.25	1.78±0.17	1.25±0.18
Days open	80.6±7.5	90.0±6.8	100.2±9.8

¹⁾ Early: < 22 days; Middle: 22 - 42 days; Late: > 42 days.

^{a,b,c} Values with different letters in the same row are significantly different (P < 0.05).

された。ただし、今回の結果は試験を目的とした飼養条件下の牛群、すなわち、酪農現場と比較して均一かつ良好な栄養および繁殖管理条件下の牛群からデータを収集し、これらをもとに要因別の繁殖成績を分析したものである。したがって本試験の成績を、酪農現場における分娩後乳牛の繁殖性向上を目的に評価あるいは利用するにあたっては、飼養条件が生産現場と必ずしも同等ではない、という点について留意する必要がある。

産次別では、経産牛と比較して初産牛で初回の発情およびAIまでの日数が有意に短かったにもかかわらず、空胎日数には有意差はなかった。ただし、これらの平均値の差は、12-15日であり、空胎日数のばらつきが大きさが統計的な有意性に結びつかなかった可能性もあると考えられるため、より多数頭での検討が必要である。LUCY *et al.* (1992) は初産牛の初回排卵および初回発情時期は、経産牛と比較して遅いものの、空胎期間に差はないとしている。原因として、初産牛では負のエネルギーバランス (EB) の程度及び期間が長かったことをあげているが、今回の試験では、負のEBを反映するとされるBCSの低下 (BUTLER and SMITH, 1989, HOLTER *et al.*, 1990) が、初産牛で有意に少なかったことから、異なる結果となったものと考えられた。

性腺刺激ホルモンの季節間変動により、牛の卵巢機能は季節による違いがあるといわれている (MCNATTY *et al.*, 1984)。また、HANSEN and HAUSER (1983) は、肉牛及び搾乳牛において、冬期分娩では夏期分娩と比較して初回発情が遅延すると報告しているが、今回も同様の結果が得られた。一方で、初回排卵時期に季節差はないことから、冬期では無発情排卵が夏期よりも多発していることが明らかとなった。初回

AI時期は夏・冬ではほぼ等しかったのに対し、有意ではないものの、空胎日数は平均約16日夏期分娩群で遅れており、受胎に要したAI回数も夏期分娩群で0.4回多かった。したがって、夏期分娩牛では、初回発情時期は早い、AI1回あたりの受胎率は低く、結果として空胎日数は延長している可能性が示された。

一般的に育種改良により乳量の増加している牛群においては、空胎期間の延長など、繁殖性の低下が大きな問題となっている (NEBEL and MCGILLIARD, 1993; ROYAL *et al.*, 2000; HANSEN, 2000; 北海道乳牛検定検査協会, 2001)。今回、対象牛の泌乳初期の日乳量で20 kg台を低泌乳、40 kg以上を高泌乳、30 kg台をその中間と分類したが、低泌乳牛群で初回排卵は他の2群と比較して2週間以上早く、30 kg以上の乳量は初回排卵時期を遅らせることが明らかとなった。乳量増加は最初の卵巢周期および無発情排卵回数に影響を与えなかったが、初回排卵の遅れを反映して、初回発情およびAI時期は高泌乳群で遅かった。しかし、受胎に要したAI回数は低泌乳牛で多くなる傾向があり、平均空胎日数の差は10日以内で有意差は認められなかった。ただし、産次別の結果同様ばらつきが大きかったため、より多頭数での検討が必要であろう。今回の結果は、高泌乳化により初回排卵が遅れ、その影響で初回発情およびAI時期も遅れる可能性を示している。

高泌乳により初回排卵が遅延するメカニズムとして、急激な泌乳量の増加に対してエネルギー摂取が追いつかないという、負のEBが生殖内分泌および卵巢機能に悪影響を与えているという仮説が提唱されている (BEAM and BUTLER, 1999; LUCY, 2001)。一方で、EBは末梢血プロジェステロン濃度を指標とした黄体機能に影響するが、初回排卵および発情の時期には影

響しないとする報告 (SPICER *et al.*, 1990) や, EB は無関係で, 高乳量自体が発情発現に影響し, 卵巣機能には影響しないという報告 (HARISON *et al.*, 1990) 等もあり, EB と繁殖機能の関係については未解明の部分が多い。今回示された, 高泌乳に伴う BCS の低下が負の EB を反映している (LOEFFLER *et al.*, 1999) と仮定すれば, 泌乳量の増加による負の EB が初回排卵および発情時期を遅らせていると解釈できる。BCS 減少の度合いで繁殖性を比較した今回の結果, すなわち, BCS 減少の大きい牛では乳量も高く初回排卵が有意に遅れる, という事実はこの解釈を支持するものである。

THATCHER and WILCOX (1973) が, 初回授精までの発情回数が多いほど初回授精受胎率は高いと報告して以来, 初回排卵が早いほどその後の受胎性も良好であると考えられてきた (LUCY *et al.*, 1992; DARWASH *et al.*, 1997)。今回調べた牛群においては, 初回排卵日は遅い群で早い群と比較して平均 40 日遅延し, 初回発情, 初回 AI 日も, 初回排卵の遅い群で有意に遅延した。一方, 初回卵巣周期は初回排卵の遅い群で有意に短く, AI 回数も少ない傾向にあった。その結果, 両者の平均空胎日数の差は約 20 日と短縮し, 有意差はなかった。また, 180 日の試験期間内に受胎しなかった 5 頭は全て初回排卵の早い群であり, 受胎率にも有意差が認められた。仮にこれら不受胎牛 5 頭の空胎日数を 180 日として平均空胎日数を算出すると, 他の 2 群の平均を越えることから, 不受胎も含めた意味での繁殖性は初回排卵時期に大きく影響されないと考えられた。

SMITH and WALLACE (1998) は, 分娩後 105 日間の平均日乳量がそれぞれ, 約 20 および 30 kg の初産および経産牛を用いた検討の結果, 経産牛では初回排卵が早い場合受胎率は低下し, 初産牛では初回排卵の時期は受胎率に影響しないとの結論を得ている。また, 米国での調査 (EICKER *et al.*, 1996) によると, 高泌乳牛では障害があっても繁殖が試みられるが, 低泌乳牛では早期に淘汰されやすいため, 見かけ上高泌乳牛で繁殖性が低下しており, 乳量が繁殖性に与える影響は小さいことが示唆されている。今回の結果のうち高乳量ではない, 日乳量 40 kg 未満の牛についてはその平均空胎日数から, 少なくとも初回排卵の遅れは空胎期間に大きな影響を及ぼさないと考えられた。しかし, この乳量と空胎期間の関係については, 今回比較的頭数の少なかった高泌乳牛において, より多頭数を対象とした広範かつ詳細な検討が望まれるところである。

初回排卵の遅れがそのまま空胎期間の延長に反映しなかった理由として, 初回排卵の早い牛では子宮機能回復が遅れ, この結果, 受胎に要した AI 回数が遅い群と比較して平均 0.5 回増加し, また 25% の牛が不受胎となったことが考えられる。ETHERINGTON *et al.*

(1984) は, 分娩 15 日後に性腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) 処置を行い卵巣機能再開を早めた場合, 子宮蓄膿症の発生率が上昇し, 空胎期間も延長したと報告している。したがって, 初回排卵の早い群では, 子宮機能の回復のみならず潜在的な子宮内膜炎等の着床阻害要因の存在も推測される。しかし, 今回子宮機能回復の指標として使用したのは子宮角基部血管層の長径のみであり, その回復は従来いわれている子宮機能回復の時期 (居在家ら, 1989; KAMIMURA *et al.*, 1993) よりも 10~20 日早かったことから, 分娩後の子宮修復と受胎性との関係については, より正確に子宮機能回復を反映する指標を用いた詳細な検討が望まれる。

このように, 空胎期間の延長は, 初回排卵時期の延長日数の約 1/2 とそれほど大きくなかったが, 分娩後 100 日前後での受胎を目標とした場合, 70 日以降での初回排卵は障害となりうる。50 頭の分布からみると, 過半数の牛は分娩 4 週間以内に初回排卵しており, 3 頭 (6%) で 70 日を越えている。DE VRIES and VEERKAMP (2000) は, 遺伝的に初回排卵の遅い亜集団 (subpopulation) の存在を指摘しているが, 分布状況から見てもこの 3 頭については遺伝的に初回排卵が遅かった可能性もある。初回排卵時期も含めた, 遺伝的に規定される繁殖性については不明な点が多く今後の一層の研究が望まれる。

以上の結果から, 経産乳牛では初産と比べて初回発情が遅れること, 夏期分娩よりも冬期分娩で無発情排卵が多く初回発情が遅延すること, 高乳量あるいは分娩後の BCS の大きな減少は初回排卵を遅らせることが明らかとなった。また, 初回排卵時期はばらつきが大きく, 子宮修復および不受胎牛発生率に影響することが示唆されたが, 初回排卵の遅延は分娩後の空胎期間に大きな影響を及ぼさなかった。

文 献

- BEAM, S. W. and W. R. BUTLER (1999) Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fert. (Suppl.)* **54**: 411-424.
- BUTLER, W. R., and R. D. SMITH (1989) Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **72**: 767-783.
- DARWASH, A. O., G. E. LAMMING and J. A. WOOLLIAMS (1997) The phenotypic association between the interval to post-partum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle. *Anim. Sci.* **65**: 9-16.
- EICKER, S. W., Y. T. GRÖHN and J. A. HERTL (1996) The association between cumulative milk yield,

- days open, and days to first breeding in New York Holstein cows. *J. Dairy Sci.* **79**: 235-241.
- ETHERINGTON, W. G., W. T. K. BOSU, S. W. MARTIN, J. F. COTE, P. A. DOIG and K. E. LESLIE (1984) Reproductive performance in dairy cows following postpartum treatment with gonadotrophin releasing hormone and/or prostaglandin: A field trial. *Can. J. Comp. Med.* **48**: 245-250.
- HANSEN, L. B. (2000) Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *J. Dairy Sci.* **84**: 1145-1150.
- HANSEN, P. J. and E. R. HAUSER (1983) Genotype × environmental interactions on reproductive traits of bovine females. III. Seasonal variation in postpartum reproduction as influenced by genotype, suckling and dietary regimen. *J. Anim. Sci.*, **56**: 1362-1369.
- HARRISON, R. O., S. P. FORD, J. W. YOUNG, A. J. CONLEY and A. E. FREEMAN (1990) Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* **73**: 2749-2758.
- HOLTER, J. B., M. J. SLOTNIK, H. H. HAYES and C. K. BOZAK (1990) Effect of prepartum dietary energy on condition score, postpartum energy, nitrogen partitions, and lactation production responses. *J. Dairy Sci.* **73**: 3502-3511.
- (社)北海道酪農検定検査協会 (2001) 平成12年度(2000) 個体の305日間成績. 34-46. 札幌.
- 居在家義昭・鈴木 修・島田和宏・小杉山基昭 (1989) 肉用牛における超音波断層法による分娩後の子宮修復の観察. *家畜繁殖誌*, **35**: 54-59.
- KAMIMURA, S., T. OHGI, M. TAKAHASHI and T. TSUKAMOTO (1993) Postpartum resumption of ovarian activity and uterine involution monitored by ultrasonography in Holstein cows. *J. Vet. Med. Sci.*, **55**: 643-647.
- 上村俊一・尾上貞雄・高橋雅信・五ノ井幸男・八田忠雄・塚本 達 (1985) 道東草地酪農地帯の乳牛牧場14年間の繁殖成績について. *北海道立農試集報*, **53**: 1-8.
- LOEFFLER, S. H., M. J. DE VRIES and Y. H. SCHUKKEN (1999) The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **82**: 2589-2604.
- LUCY, M. C. (2001) Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J. Dairy Sci.* **84**: 1277-1293.
- LUCY, M. C., C. R. STAPLES, W. W. THATCHER, P. S. ERICKSON, R. M. CLEALE, J. L. FIRKINS, J. H. CLARK, M. R. MURPHY and B. O. BRODIE (1992) Influence of diet composition, dry-matter intake, milk production and energy balance on time of post-partum ovulation and fertility in dairy cows. *Anim. Prod.* **54**: 323-331.
- MCNATTY, K. P., N. HUDSON, M. GIBB, K. M. HENDERSON, S. LUN, D. HEATH and G. W. MONTGOMERY (1984) Seasonal differences in ovarian activity in cows. *J. Endocrinol.* **102**: 189-198.
- NEBEL, R. L. and M. L. MCGILLIARD (1993) Interaction of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **76**: 3257-3268.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1999) 日本飼養標準・乳牛. 中央畜産会. 東京.
- ROYAL, M. D., A. O. DARWASH, A. P. F. FLINT, R. WEBB, J. A. WOOLLIAMS and G. E. LAMMING (2000) Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Anim. Sci.* **70**: 487-501.
- SAS インスティテュートジャパン (2001) JMP4.0 統計およびグラフ機能ガイド. 東京.
- SMITH, M. C. A and J. M. WALLACE (1998) Influence of early post partum ovulation on the re-establishment of pregnancy in multiparous and primiparous dairy cattle. *Reprod. Fertil. Dev.* **10**: 207-216.
- SPICER, L. J., W. B. TUCKER and G. D. ADAMS (1990) Insulin-like growth factor-I in dairy cows: Relationships among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrous behavior. *J. Dairy Sci.* **73**: 929-937.
- 寺脇良悟・武藤浩史・小野 斉 (1982) 北海道十勝地方のホルスタイン種乳牛における繁殖効率の変動. *日畜会報*, **53**: 792-796.
- THATCHER, W. W. and C. J. WILCOX (1973) Postpartum estrus as an indicator of reproductive status in dairy cow. *J. Dairy Sci.* **56**: 608-610.
- DE VRIES, M. J. and R. F. VEERKAMP (2000) Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J. Dairy Sci.* **83**: 62-69.