発情同期化牛群における雄牛の性行動

——15 頭規模の肉牛群における成績——

佐々田比呂志・正木淳二・和田良一・太田 実*・二瓶 章*

(東北大学農学部・*同附属農場)

肉牛の多頭飼育経営では、一般に放牧による自由交配法、いわゆるまき牛繁殖法が用いられている。この場合、繁殖効率を増進するためには牛群の規模、雌雄の比率、放牧面積・期間等が問題になるが、放牧中の雄牛の性行動及び繁殖能力についてはまだ不明の点が多い。

そこで著者らは放牧中の雄牛の性行動を知る手がかりを得るために、観察の容易な舎内パドックにおいて複数の発情牛に対する雄牛の性行動を調べてきた。すなわち、前回の実験¹⁾では 10 頭の雌牛に発情同期化の処置を行い、2 昼夜にわたり発情時及び自由交配時の雄牛の行動を調べた。その結果、雄牛の性行動には一定の射精順序のあること、発情牛 1 頭あたりの射精回数は減少する傾向のあること、受胎成績は良好であることなどがわかった。

しかし、発情発現がほぼ完全に重複した場合、一方の発情牛は射精されないまま経過する傾向が認められ、これによる繁殖効率低下も示唆された。本実験ではこれらの点を確認するため、雌牛を 15 頭に増加し、前回よりも発情が同一時間帯に発現するように同期化の処置を行い、雄牛の性行動ならびに繁殖効率を調べた。

材料及び方法

供試牛として黒毛和種の雄牛（年齢 5 才）1 頭と、未經産牛（月齢約 20 カ月）15 頭を用いた。雄牛はまき牛経験を有したが、本実験に使用するまでの約 5 カ月間は射精の機会が与えられなかった。

発情同期化の処置は雌牛 15 頭に、prostaglandin F_{2α} analogue (ICI, Estrumate, 以下 PG と略す) を 500 µg ずつ 10 日間隔で 2 回、臀部に筋肉内注射をすること

により行った。

性行動の観察は昭和 53 年 2 月に、前回の実験¹⁾に準じて東北大学農学部附属農場肉牛舎内（追込式）パドック（10 m×15 m）に上記の雌牛群と雄牛を同居させて行った。この期間は第 2 回目の PG 注射後 47 時間目から 90 時間目までの 43 時間であった。

観察項目は雌牛の乗駕、乗駕許容行動ならびに雄牛の乗駕、射精行動であった。発情判定は雌牛群内の乗駕許容行動を指標として行った。射精の判定は、乗駕に続いてペニスを挿入し、俗にいう“一突き”の動作を示した場合とした。受胎の確認は性行動観察終了後、45 日目に直腸検査で行った。

結 果

1. 雌牛の発情発現

第 1 回目の PG 注射により発情を示した個体は 15 頭中 11 頭であったが、第 2 回目の処置により 47 時間後にまず 1 頭に乗駕行動が現れ、以後 43 時間の観察期間内に 15 頭全頭が乗駕行動を示し、うち 14 頭が乗駕許容行動を示した（表 1）。

観察期間を通じて、雌牛同士の乗駕及び乗駕許容回数はそれぞれ 1 頭平均 47.5 (7~115)、及び 51 (3~113) 回で、1 時間あたりでは最高 17 回及び 24 回であった。これを昼夜別にみると、6 時から 18 時までの時間帯では 14.7±9.0 (平均値±標準偏差) (2~33) 回の乗駕及び 15.3±14.7 (1~51) 回の乗駕許容で、18 時から翌朝 6 時までの時間帯ではそれぞれ 35.2±26.4 (7~85) 回及び 35.7±25.1 (2~100) 回であった。また、個体ごとの行動の変化を昼夜の別でみると、乗駕行動では昼の時間帯の方が頻度が高かったものは 15 頭中 3 頭で、乗駕許容行動では 14 頭中 3 頭であった。なお、雄牛に対して乗駕行動を示した個体が 15 頭中 11 頭にあった。この場合、個体ごとにみた頻度は全般的に低かったが、No. 4 では他の牛と比べて明らかに高かった。

以上の結果、15 頭中 14 頭が発情を示し、発情持続時間（雌牛群間の乗駕許容行動の開始から終了までの時間）

Serving activity of a beef bull to a group of fifteen heifers treated with PGF_{2α} analogue.

SASADA, Hiroshi, Junji MASAKI, Ryoichi WADA, Minoru OHTA* & Akira NIHEI* (Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai-shi 980, * Tohoku University Farm, Narugo-Machi, Miyagi-ken 989-67)

Japan J. Anim. Reprod. 25 (4), 1979.

Table 1. Number of mounting and mount-receiving within estrus-synchronized heifers and a bull during 43-hour observation

Heifer No.	Estrus induced by first injection with PGF _{2α} analogue	No. of mounting		No. of mount-receiving	
		to heifers	to a bull	to heifers	to a bull
1	+	75 (15)**	0	75 (14)**	7 (2)***
2	—	25 (5)	13	65 (19)	3 (2)
3	+	9 (4)	0	0	0
4	+	7 (6)	52	33 (8)	2 (1)
5	+	48 (12)	9	18 (6)	1
6	+	24 (4)	8	3 (1)	0
7	—	88 (13)	0	54 (12)	23 (3)
8	+	41 (8)	5	67 (18)	52 (1)
9	—	115 (17)	3	60 (8)	45 (3)
10	+	80 (16)	1	51 (11)	2
11	—	15 (3)	1	74 (24)	13 (5)
12	+	43 (10)	4	27 (9)	5 (2)
13	+	57 (11)	12	113 (22)	18 (1)
14	+	54 (11)	11	55 (11)	4 (1)
15	+	32 (9)	0	19 (5)	1
Total	11	713 (144)	119	714 (168)	176 (21)

*+: Positive, —: Negative.

** The parentheses indicate the maximum number per hour.

*** The parentheses indicate the ejaculated number during the observation.

は 19 時間 9 分 ± 9 時間 2 分 (平均値 ± 標準偏差) (8 時間 30 分 ~ 37 時間 30 分) であった。

2. 雄牛の性行動

第 2 回目の PG 注射後 47 時間目に雌牛に発情徴候が現れたので雄牛を導入し、引き続いて 43 時間にわたり性行動を観察した。

雄牛は導入後直ちに雌牛に興味を示し、最初に発情が現れた雌牛 No. 15, No. 8, No. 13, No. 11 と一群を形成した。以後、雄牛は新たな発情牛に次々と興味を示したが、その性行動は雌牛の発情発現の順序と密接な関係があった (図 1, 2)。

雌牛 15 頭は観察期間中乗駕許容を示した牛を中心に一群をつくり、新たに発情した個体と発情が終了した個体が入れ換りながら雄牛と行動をとにした。観察期間を 3 期に分けてみると、2 月 2 日 14 時から 24 時までの前半の時間帯に発情を示した個体は No. 15 を始め No. 1 までの 12 頭であったが、その乗駕許容の頻度には大きな変動が認められた。すなわち、雄牛はまず No. 8, No. 11 に関心をよせ、乗駕を No. 8 に集中的に、No. 11, 12 にときどき行い、以後、合計 6 頭の雌牛に 77 回乗駕した。雄牛の乗駕した時間帯は雌牛群内の乗駕許容の頻度が高い時間帯と重複する場合が多かった。一方、射精行動は乗駕 77 回中 No. 11 に 4 回連続して行い、

Fig. 1. Interval of mount-receiving in estrus-synchronized heifers during 43-hour observation.

† The shaded columns indicate the interval of separation of a bull and heifers.

No. of mount-receiving/hour; 5~10, 10~, — duration of estrus.

前半中は引き続いて No. 8→No. 12→No. 11→No. 4→No. 12→No. 13 の順でそれぞれ 1 回ずつ、合計 5 頭に 10 回行った。射精された個体は必ずしも雄牛に前もって乗駕を受けた個体だけでなく、逆に No. 5 や No. 1 のように乗駕を受けても射精されない場合も観察された。

次に 3 日 1 時から 17 時までの時間帯では、乗駕許容

Fig. 2. Relationship between the serving behavior of a bull and the occurrence of mount-receiving within heifers.

† The shaded columns indicate the interval of separation of a bull and heifers.

†† The values do not include the number of ejaculation.

No. of mounting^{††} by a bull/hour; □ 1, ▤ 2 ~ 4, ▨ 5 ~ 9, ■ 10 ~ , * ejaculation, — duration of estrus.

行動を示した雌牛は 10 頭で、その内訳は No. 15, No. 11, No. 5 に代わり新たに No. 9 が加わり、No. 13, No. 12, No. 14, No. 4, No. 1 は 12 時までに発情が終了した。雄牛はこれら 10 頭のうち 7 頭に合計 48 回乗駕し、とくに観察再開後の 1 時間内では、6 頭に対し 19 回と頻繁に乗駕した。その時間帯は前半同様、雌牛群内の乗駕許容の頻度が高い時間帯と関連があったが、No. 15 では乗駕許容が終了した時間に雄牛の乗駕がみられた。射

精行動は 7 頭のうち 3 頭に対して行われ、順序は No. 4 → No. 1 → No. 7 で、回数はそれぞれ 1 回、2 回、3 回であった。この場合の射精行動は乗駕行動に引き続いて行われた。

さらに、観察期後半にあたる 3 日 19 時から 4 日 9 時までの時間帯では、乗駕許容を示した個体は 6 頭であったが、頻度別に大きく 2 つの集団に分かれ、No. 10, No. 9, No. 2 ではそれぞれ 49 回、46 回、66 回と多く、No. 8, No. 5, No. 6 では 3 頭ともわずか 1 回だけであった。雄牛はこれら 6 頭のうち、乗駕許容の頻度が高かった No. 10, No. 9, No. 2 の 3 頭のみに興味を示し、それぞれ 2 回、45 回、3 回と乗駕し、そのうち No. 9 → No. 2 の順でそれぞれ 3 回、2 回ずつ射精した。この場合、乗駕、射精行動は同一雌牛に連続して行われ、その時間帯は雌牛同士の乗駕許容の頻度が高い時間帯とはほぼ一致した。このように雄牛は観察期間中雌牛群に乗駕し、ときどき射精してまわったが、発情を示した 14 頭中雄牛に乗駕が行われなかった個体は No. 6 の 1 例だけであった。

以上の雄牛の乗駕、射精成績をまとめると、43 時間の観察期間内での乗駕回数は発情牛 14 頭に対して総計 176 回で、昼にあたる時間帯では 68 回、夜にあたる時間帯では 108 回、乗駕回数は 1 頭平均 13.5 回であった。乗駕 176 回中の射精回数は 10 頭に対して 21 回で、1 頭平均 2.1 回であった (表 1, 2)。また、射精された個体のうち 7 頭が受胎し、受胎牛 1 頭あたりの平均射精回数は 3.0 回であった。

Table 2. Servieq capacity of a bull to estrous heifers during 43-hour observation

Time of ejaculation (h)		Heifers served	No. of ejaculation	Mean interval of ejaculation (min)	No. of ejaculation /No. of mounting	Conception
First	Last					
14:45	15:36	No. 11	4	12.75	4/6	—*
	20:00	No. 8	1	—	1/37	+
	20:57	No. 12	1	—	1/2	+
	22:26	No. 11	1	—	1/7	
	22:53	No. 14	1	—	1/1	+
	23:54	No. 12	1	—	1/2	
	0:06	No. 13	1	—	1/14	+
	1:56	No. 4	1	—	1/2	—
1:24	6:09	No. 1	2	112.5	2/6	+
8:30	11:45	No. 7	3	85	3/23	+
19:43	1:10	No. 9	3	109	3/45	—
4:00	6:16	No. 2	2	68	2/3	+
Total		10	21	—	21/148	7

*+: Positive, —: Negative.

考 察

前回の実験¹⁾では PG 1 回注射により発情を誘起し、10 頭中 9 頭に乗駕許容行動が発現し、雄牛はこのうち 6 頭に射精した。今回は、PG 注射を 10 日間隔で 2 回行うことにより同一時間内で発情がより重複するように誘起を試みた結果、43 時間の観察期間内に 15 頭中 14 頭に発情が現れ、発情時間帯の重複が前回よりも多くみられた。

放牧時の観察によると、雌牛は発情期になると発情前期、発情中期、思牡狂の雌牛と一緒に、他の牛と区別できるような一群 (sexually-active group, 性的活動群) を形成し、群内で陰門をかぐことや乗駕行動などをくりかえすことが知られている²⁾。本実験でもこのような性的活動群が認められたが、一般に雌牛の行動は乗駕—乗駕許容の順序で現れ、発情前期では乗駕を示し、発情期になると乗駕を許容する傾向を示した。雌牛群内の乗駕許容行動をみると、その回数は発情持続時間中均一ではなく後半にかけて集中する傾向を示した。さらに、観察期前半では No. 8, No. 13, No. 11 と No. 5, No. 12 の間で、前半から中期にかけては No. 14, No. 4, No. 1 の間で、後半では No. 10, No. 9, No. 2 の間で乗駕許容の頻度が高かった時間帯が重複した。このことはこれらの個体では発情のピークがほぼ一致して現れたことを示唆すると推察される。

従来、発情判定の指標として雌牛の外陰部徴候、挙動の変化などが用いられているが、ESSLEMONT & BRYANT³⁾は乳牛で発情行動を観察し、1 日あたり少なくとも 3 回の乗駕と 3 回の乗駕許容を示した場合か、少なくとも 6 回の乗駕を示した場合を発情と判定している。本実験では、雌牛同士で乗駕許容行動を示した個体を発情としたが、発情判定を雌牛の行動のみで行う時の基準は実験目的等により必ずしも一定していないので、厳密な比較ができていない。したがって、発情持続時間にもかなり変動がみられ、今回の結果は前回¹⁾よりもやや (約 3 時間程) 長かったが、従来の報告⁴⁾とほぼ一致するものであった。

雄牛の性行動は前回の実験結果¹⁾と全般的にはほぼ同じ傾向を示したが、若干の違いが認められた。すなわち、観察期前半で雄牛は発情牛 12 頭に対し 6 頭に乗駕し、雌牛群内での乗駕許容の頻度が高い時間帯に集中したが、必ずしも射精を伴わなかった。したがって、雄牛の性行動は前回の実験¹⁾でみられたような特定の 1 頭の発情牛に対し連続して乗駕、射精行動を行ったのち次の発情牛に移行するといった一定の順序ではなく、10 回の

射精のうち 2 回は前に射精した雌牛に対し行われた。一方、観察期中期から後半にかけては、雄牛は発情を示した個体に乗駕、射精行動をほぼ順序よく連続して行った。

これらのことは、観察期前半では雌牛の発情発現の時間帯が重複し、さらに発情のピークも同一時間帯にはば一致したため、発情牛群内に競合関係が生じた結果、雄牛の射精順序に乱れが生じ、発情適期に雌牛に乗駕、射精される機会を失うものが現れたと推察される。それに対して、観察期中期から後半では発情の時間帯が重複した個体も少なく、発情のピークもあまり一致して現れなかったため、前回の実験 1 同様順序よく乗駕、射精行動が行われたものと考えられる。以上のことから、雌牛に発情同期化の処置を行い集約的に雄牛と交配させる場合、繁殖効率増進のためには発情の出現する時間帯が個体間で完全に一致することのないように工夫することが望ましいと思われる。

一般に、発情した個体と非発情の個体では雄を引きつける性的誘引力に明らかな違いがあるらしいと言われ、このことは犬を用いた発情牛の検出実験でも示唆されている⁵⁾。さらに、JENNINGS⁶⁾はメン羊での実験で発情した個体が多い場合、雄はその中の特定の個体に関心を集中し乗駕し、射精回数は雌により差があることを観察している。この原因の 1 つとして発情した個体でも性衝動 (sex drive) が変動する可能性が挙げられている。本実験でも、雌牛が雌牛に引きつけられた時間は 1 頭を除いて発情持続時間の中に収まっていた。さらに雄牛の乗駕及び射精行動は、雌牛が発情を示した時間帯の中の、とくに乗駕許容の頻度が高い時間帯に集中した。この事実は、発情期の雌牛が雄牛を引きつける性的誘引力に変動があり、その微妙な違いを雄牛が認知した結果ではないかと推察される。しかも、この傾向は発情持続時間の中期から後半にかけて現れるので、授精適期とも関係が深いと考えられる。

本実験では、PG 2 回処置により前回の実験¹⁾ (1 回処置) よりも集中して発情を誘起できた。しかし、射精されたのは発情牛 14 頭中 10 頭で、そのうち 7 頭が受胎し、射精率及び受胎率とも前回の実験結果¹⁾ に比べて低くなった。この原因として、射精率については雄牛の能力差によるものではなく、前述のように発情があまりに重複しすぎたためであり、低受胎率は、射精率の低下が一番の原因であると思われる。人工授精の際に 1 回授精と、2 回授精では受胎率に差があることが知られている⁷⁾。今回不受胎に終わった個体の射精された回数をみると、No. 11 では合計 5 回と最も多く、No. 9 では 3

回, No. 4 ではわずか 1 回であったが, 受胎した個体の中にも 1 回しか射精されなかった場合があり, 射精回数の多少によって受胎率が低いかどうかは説明できにくいと思われる。

要 約

15 頭の黒毛和種未経産牛に PGF_{2α} analogue (ICI, Estrumate) で発情同期化処置を行い, 複数の発情牛と雄牛 1 頭を同居させた場合の性行動及び繁殖成績を調べた。PG 処置は 1 頭あたり 500 μg を 10 日間隔で 2 回筋肉内に注射した。雄牛の導入は第 2 回目の注射後 47 時間 (最初の発情が現れた時間) に行い, 以後 43 時間, 雄牛 1 頭を牛舎内パドックに同居させて性行動を観察した。

1. 発情行動を示した個体は 15 頭中 14 頭で, とくに観察期前半では発情の時間帯及び発情のピークが重複する個体が多かった。

2. 1 頭あたりの乗駕許容回数は雌牛によるもの 51 回, 雄牛によるもの 14 回で, 乗駕許容行動でみた発情持続時間は 19 時間 9 分 ± 9 時間 2 分であった。

3. 雄牛は発情牛 14 頭中 10 頭に対し 21 回 (1 頭あたり平均 2.1 回) の射精を行った。多くの場合射精順序は 1 頭に連続して行われたのち, 次の個体に移るといふ規則性を示したが, 発情の時間帯がほぼ完全に同期化

された場合射精順序は乱れる傾向があった。

4. 発情牛の中には雄牛に乗駕されたが, 射精されない個体もみられた。

5. 受胎した個体は 7 頭 (発情牛に対し 50%) であった。

本実験に PGF_{2α} analogue (ICI, Estrumate) を提供されたアイ・シー・アイファーマ K K に深謝します。

(1979. 5. 21 受付)

文 献

- 1) 太田(実)・正木(淳)・佐々田(比)・和田(良)・二瓶(章): 日畜会報 50, 235, 1979.
- 2) WILLIAMSON, N. B., R. S. MORRIS, D. C. BLOOD, C. M. CHANNON & P. J. WRIGHT: *Vet. Rec.* 91, 58, 1972.
- 3) ESSLEMONT, R. J. & M. J. BRYANT: *Vet. Rec.* 99, 472, 1976.
- 4) 加藤(浩)・星(修)・西川(義)編: 家畜繁殖講座 I, 朝倉書店, 1970.
- 5) KIDDY, C. A., D. A., MITCHELL, D. J. BOLT & H. W. HAWK: *Biol. Reprod.* 19, 389, 1978.
- 6) JENNINGS, J. J.: *Ir. J. Agric. Res.* 15, 301, 1976.
- 7) BLOCKEY, M. A.: *Theriogenology* 6, 387, 1976.

Summary

Sexual behavior and reproductive efficiency of beef cattle were investigated in the free-ranging condition where a Japanese Black bull (5 years old) was introduced into a group of 15 heifers of same breed in a paddock of 10 m × 15 m for about 2 days. The heifers were injected with PGF_{2α} analogue (ICI, Estrumate) intramuscularly twice at 10 days interval to induce estrus. The observation was initiated 47 hours after the second injection of PGF_{2α} analogue, when the first estrus appeared. Mounting and mount-receiving behaviors were observed in 15 and 14 heifers, respectively. The frequencies of those behaviors within heifers were av. 48 (7~115) times per head for mounting and av. 51 (3~113) for mount-receiving. The duration of estrus, estimated by the mount-receiving behavior, was 19.2 ± 9.0 hours. The bull mounted to 13 heifers 176 times and ejaculated to 10 heifers 21 times in order of the occurrence of estrus during the period of observation. However, the bull was puzzled for selecting a proper heifer to serve when the heifers were almost synchronized with estrus during the first half of the observation. Seven of ten heifers conceived as the result of the trial.