プロスタグランジン $F_{2\alpha}$ 処置による発情調整牛の 発情行動と排卵について

高橋政義・小杉山基昭¹⁾・松川 正¹⁾・滝沢静雄²⁾
林 孝・久馬 忠・兼松重任³⁾・菊池武昭⁴⁾

(東北農業試験場畜産部, ¹⁾現所属: 畜産試験場, ²⁾現所属: 九州農業試験場,

³⁾岩手大学農学部, ⁴⁾現所属: 草地試験場山地支場)

ウシの人工授精において受胎率を向上させるためには、術者の授精適期に対する判断が的確でなければならない。そのためには、発情牛の生態を発情進行の経過として把握するとともに、発情行動の発現経過から排卵時期が推定できることが望ましい。

著者ら¹⁾は、これらの可能性を追求するため、群飼および単飼条件下における発情行動と排卵時期の関係について調べ、発情開始および発情終了時において排卵時期がほぼ推定できること、特に発情終了から排卵までの時間には、個体による変異が小さいことを明らかにしてきた。

一方プロスタグランジン $F_{2\alpha}$ (PGF_{2α}) ないし、その同族体投与による発情および排卵誘起に伴う発情行動や排卵を調査した成績²⁻¹¹⁾は多いが、PGF_{2α} 投与後の発情発現から排卵に至るまでの経過を詳細に検討した報告は少ない。本試験では、PGF_{2α} 投与による発情調整牛の発情行動と排卵時期の関係について調べ、無処置の正常発情牛での成績との比較を試みた。

材料および方法

1. 供試動物および飼養管理法

供試牛は、東北農試畜産部で飼育している日本短角種

Estrus behavior and ovulation of beef heifers induced with Prostaglandin $F_{2\alpha}$.

TAKAHASHI, Masayoshi, Motoaki KOSUGIYAMA¹⁾, Tadashi MATSUKAWA¹⁾, Shizuo TAKIZAWA²⁾, Takashi HAYASHI, Tadashi KYUMA, Shigeto KANEMATSU³⁾ & Takeaki KIKUCHI⁴⁾ (Tohoku National Agricultural Experiment Station, Morioka-shi 020-01, ¹⁾Present address: National Institute of Animal Industry, Ibaraki 305, ²⁾Present address: Kyushu National Agricultural Experiment Station, Kumamoto 861-11, ³⁾Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka-shi 020, ⁴⁾Present address: Alpine Region Branch, Grassland Research Institute, Nagano 389-02)

Japan. J. Anim. Reprod., 28 (3), 1982.

の未經産牛 8 頭および黒毛和種の未經産牛 1 頭で、月齢 23~25 カ月、体重 370~470 kg である。

2. 発情誘起処置方法および発情の観察方法

発情誘起処置法は、1 日 1 回、1 頭当たり 5 mg の PGF_{2α} (パナセラン F 液・富士薬品工業・富山) を 24 時間間隔で 2 回連続筋肉内注射し、次いで 2 回目の注射から 11 日目に同様の処置を施し、1 頭について 2 回の発情誘起を行った。この場合、初めの発情誘起処置を 1 クール目、2 回目を 2 クール目と称する。

発情生態の観察については、1 クール目・2 クール目とも、2 回目の PGF_{2α} 処置日の夕方から、雌牛の飼育されているパドック (20 m×20 m) 内に自然交配経験の雄牛 (6 才) を引きつけて、1 回当たり約 20 分間の試情を 2 時間間隔で行った。発情の開始時刻は、発情行動が初めて観察された時刻とその前回の試情時刻の中間とし、発情終了時刻は、発情行動が全くみられなくなった時刻とその前回の試情時刻との中間とした。

3. 発情の判定規準

試情時における雌雄相互間の性的干渉行動および群内の雌牛同志の行動を観察して、次の 3 つの行動のいずれかがみられた場合を発情と判定した。(1) 雄牛が雌牛に乗駕しようとし、雌牛も拒否しなかった。(2) 雌牛が雌牛の背腰部に強くあごを押しつける (chin-resting) か、乗駕姿勢をとると同時に包皮から陰茎の龟头部を露出させた。(3) 他の雌牛に乗駕されても拒否しなかった。

4. 排卵の確認

排卵の確認は、雌雄相互間の性的干渉行動ならびに、雌牛同志の性的行動の終息後ほぼ 12 時間目から、2 時間間隔の直腸検査によった。排卵時刻は、排卵が確認された時刻の 1 時間前とした。

結果および考察

PGF_{2α} 投与終了時から発情開始、発情終了および排卵

Table 1. The durations related to estrus behavior and ovulation of the heifers injected with PGF_{2α}.

Items*	PG to onset of estrus		PG to end of estrus		PG to ovulation	
	F	S	F	S	F	S
M (h)	40.3	39.8	55.8	52.3	72.3	70.0
SD (h)	19.6	10.9	14.5	6.5	15.7	9.9
CV (%)	48.7	27.4	26.0	12.4	21.8	14.1

Items*	Onset of estrus to ovulation		Duration of estrus		End of estrus to ovulation	
	F	S	F	S	F	S
M (h)	32.0	30.2	15.5	14.3	16.5	16.2
SD (h)	5.8	2.7	8.2	5.0	3.4	3.8
CV (%)	18.2	8.9	53.1	34.9	20.5	22.6

F: first estrus. S: second estrus.

PG: last injection of PGF_{2α}.

*: M (mean), SD (standard deviation), CV (coefficient variation).

までの時間、発情持続時間および発情開始および終了から排卵までの時間を、一括して表 1 に示した。

1. 発情の発現状況

PGF_{2α} 投与後の発情発現の状況は、1 クール目で 9 頭中 8 頭 (1 頭は投与時発情中)、2 クール目では 9 頭中 9 頭であった。この成績は、PGF_{2α} を同様の方法で同用量注射した著者ら¹²⁾の既往の報告、および杉江ら⁷⁾の報告と一致した。発情の発現時刻は、1 クール目においては夕方から夜間および早朝に分布したのに対して、2 クール目では殆んど昼間に分布した。この分布の仕方の相違が連続 2 回の発情誘起処置に起因したものであるかは明らかでない。

2. PGF_{2α} 投与終了から発情開始および終了までの時間

PGF_{2α} 投与終了から発情開始までの時間は、1 クール目で 40.3±19.6 時間、2 クール目では 39.8±10.9 時間であった。金田ら³⁾は、PGF_{2α} 15 mg 1 回投与後 58.6±12.0 時間、STELLFLUG ら⁸⁾は、30 mg 1 回投与後 55.8±2.0 時間、15 mg を 6 時間間隔で 2 回投与後 66.0±6.7 時間で発情発現したと報じている。これらの値は、本試験での初回投与時からの値によく一致した結果である。PGF_{2α} 投与終了から発情開始までの時間の変動係数は、1 クール目より 2 クール目の方が明らかに小さかった。これは PGF_{2α} の投与から発情開始までの時間が初回の発情誘起処置後よりも反復誘起処置後において、より斉一化されたことを示しており、同様の傾向はこれまでの報告^{6,10,11)}にもみられる。

PGF_{2α} 投与終了から発情終了までの時間は、1 クール目で 55.8±14.5 時間、2 クール目では 52.3±6.5 時間であり、変動係数は明らかに後者の方が小さく、発情終了までの時間にも反復処置による斉一化がみられた。

3. PGF_{2α} 投与終了から排卵までの時間

PGF_{2α} 投与終了から排卵までの時間は表 1 に示したように、1 クール目で 72.3±15.7 時間、2 クール目では 70.0±9.9 時間であり、ここでも反復処置による斉一化が認められた。これらの結果は、他の報告^{3,8)}にみられる値と比べて約 24 時間短いものであった。しかし、それらの値はいずれも PGF_{2α} 1 回投与あるいは 6 時間間隔で 2 回投与による結果であることから、本試験での初回投与時から排卵までの時間とよく一致した結果であると言える。

4. 発情開始から排卵までの時間、発情持続時間および発情終了から排卵までの時間

発情開始から排卵までの時間、発情持続時間および発情終了から排卵までの時間は表 1 に示されるように、それぞれ 1 クール目・2 クール目で 32.0±5.8・30.2±2.7 時間、15.5±8.2・14.3±5.0 時間、および 16.5±3.4・16.2±3.8 時間であった。この結果は、反復処置により発情開始から排卵、また発情持続時間の斉一化が強まる傾向を示すものである。発情終了から排卵までの時間については、1 クール目と 2 クール目との間に殆んど差はなく、発情終了から排卵までの時間には、個体による変異も小さく斉一なものであることが注目される。こ

のことから PGF_{2α} 投与による発情誘起牛においても、無処置の正常発情牛の場合と同様に発情終了時において排卵時期の推定が可能であることが示された。

一方著者ら¹⁾が、無処置の正常発情について群飼する雌牛同志の乗駕許容を指標として調べた成績では、発情開始から排卵までの時間、発情持続時間および発情終了から排卵までの時間はそれぞれ、 27.3 ± 4.1 時間、 12.4 ± 4.9 時間および 18.0 ± 4.4 時間であった。雌雄同居の場合における雄牛の乗駕許容を指標とした場合には、それぞれ 27.3 ± 4.2 時間、 6.9 ± 3.6 時間、および 20.5 ± 3.7 時間であった。本試験の結果と正常発情牛の結果と比べると、PGF_{2α} 処置後の発情開始は早く、発情終了は遅くなっているようにも考えられる。しかしながら、雄または同居雌牛による乗駕を完全に許容するまでの、発情牛の能動的発情行動の過程を含めると正常発情牛における発情開始から排卵までの時間、発情持続時間および発情終了から排卵までの時間は 31.3 ± 6.2 時間、 19.6 ± 10.4 時間および 16.7 ± 3.7 時間であり、PGF_{2α} 処置牛における本試験の成績は、これらの値にはほぼ一致するものであった。このことから観察方法および指標の相違によって若干の差は認められるが、発情行動の経過には明らかな差はないものと考えられる。

5. 発情行動の推移の個体による一定性について

PGF_{2α} 投与終了から発情開始および終了、排卵に至るまでの、それぞれの時間に個体による一定性があるか否かを知るために、それぞれの時間について 1 クール目 2 クール目との相関性を検討した結果は、表 2 に示すとおりであった。PGF_{2α} 投与終了から発情終了までの時間には、5% 水準で有意な正の相関がみられた。その他の項目についても統計的に有意な値ではないが、いずれも正の相関が認められた。このようなことから PGF_{2α} 投

Table 2. Correlation coefficient on durations between the first estrus and second estrus after PGF_{2α} treatments.

Items	Correlation	Coefficient
PG-ON	0.56	(n=8)
PG-END	0.77*	(n=7)
PG-OV	0.55	(n=8)
ON-OV	0.48	(n=8)
DURAT	0.42	(n=7)
END-OV	0.29	(n=7)

PG: Last PGF_{2α} injection.

ON: Onset of estrus.

END: End of estrus.

OV: Ovulation.

DURAT: Duration of estrus.

n: sample number.

* significant at 5% level.

与から排卵に至るまでの時間的推移は、個体によってかなり一定しているものと考えられる。

6. PGF_{2α} 投与から発情開始・終了・排卵に至るまでの各時間の相互関係

PGF_{2α} 投与終了から発情開始、発情終了および排卵までの時間、発情持続時間、および発情開始および終了から排卵までの時間の相互関係を、1 クール目と 2 クール目をこみにして表 3 に示した。すなわち PGF_{2α} 投与終了から発情開始までの時間と、発情開始から排卵までの時間との間に、および発情持続時間と発情終了から排卵までの時間との間に、それぞれ 1% および 5% 水準で有意な負の相関が認められた。また PGF_{2α} 投与終了から発情開始までの時間と発情終了から排卵までの時間との間には正の相関が認められた。このような相互関係は次のようなことを意味する。すなわち発情開始が早い個

Table 3. Correlation matrix between each length of item calculated using time of PGF_{2α} injection, onset of estrus, end of estrus and ovulation in combination of the first and second estrus.

	PG-END	PG-OV	ON-OV	DURAT	END-OV
PG-ON	0.92**	0.96**	-0.66**	-0.76**	0.60*
PG-END		0.97**	-0.38	-0.44	0.35
PG-OV			-0.44	-0.60*	0.58*
ON-OV				0.87**	-0.38
DURAT					-0.79**

PG, ON, END, OV, DURAT: see the footnotes of the Table 2. Sample number=16.

* significant at 5% level.

** significant at 1% level.

体では発情持続時間が長くなり、発情持続時間が長い個体では、発情終了から排卵までの時間が短くなっていくことを示すものである。このような相互関係は、PGF_{2α} 投与終了から発情開始・排卵までの時間が、前項で述べたように個体により一定していることによって生ずるものと考えられる。

以上の結果から、PGF_{2α} 処置によって誘起された発情牛においては、無処置の正常発情牛の場合と同様な発情行動の経過をとることが確認された。またこのことから PGF_{2α} 投与後の発情開始および発情終了時において、排卵時期の推定が可能であり、特に発情行動終了から排卵までの時間の斉一性が明らかにされた。

要 約

プロスタグランジン F_{2α} 筋肉内注射による発情調整牛の発情行動と、排卵時期の関係について検討し、次の成績を得た。

1. 日本短角種未経産牛 8 頭および黒毛和種未経産牛 1 頭を用い、PGF_{2α}・5 mg・2 回 (24 時間間隔) を 1 クールとして 2 クール処置した結果、1 クール目 (8/9 頭)・2 クール目 (9/9 頭) とも黄体期の牛全頭に発情を認めた。PGF_{2α} 投与終了から発情開始までの時間は、1 クール目 40.3±19.6 時間、2 クール目 39.8±10.9 時間であった。発情終了までの時間は、1 クール目 55.8±14.5 時間、2 クール目 52.3±6.5 時間であった。排卵までの時間は、1 クール目 72.3±15.7 時間、2 クール目 70.0±9.9 時間であった。
2. 発情持続時間は、1 クール目 15.5±8.2 時間、2 クール目 14.3±5.0 時間であった。発情開始から排卵までの時間は 1 クール目 32.0±5.8 時間、2 クール目

30.2±2.7 時間であった。発情終了から排卵までの時間は 1 クール目 16.5±3.4 時間、2 クール目 16.2±3.8 時間であり、無処置の正常発情牛の経過と明らかな差のないことが確認された。

稿を終るに当って、御校閲をいただいた当場畜産部長 難波直樹博士、当研究室 栢田博司博士の両氏に深謝します。また本試験に使用した PGF_{2α} (パナセラン F 液) を御提供下さった富士薬品工業株式会社に深謝の意を表します。

(1981. 12. 28 受付)

文 献

- 1) 高橋(政)・菊池(武)・兼松(重)・小杉山(基)・久馬(忠): 日畜東北支部会報, **31**, 20, 1981.
- 2) 中原(達)・百目鬼(郁)・金田(義): 本誌, **21**, 23, 1975.
- 3) 金田(義)・加茂前(秀)・百目鬼(郁)・伊(漢)・中原(達): 本誌, **24**, 169, 1978.
- 4) LOUIS, T. M., H. D. HAFS & B. E. SEGUIN: *Proc. Soc. Exp. Biol.*, **143**, 152, 1973.
- 5) 太田(実)・正木(淳)・佐々田(比)・和田(良)・二瓶(章): 日畜会報, **50**, 235, 1979.
- 6) REFSAL, K. R. & B. E. SEGUIN: *Theriogenology*, **14**, 37, 1980.
- 7) 杉江(信)・相馬(正)・水落(一): 畜試研報, **33**, 7, 1978.
- 8) STELLFLUG, J. N., T. M. LOUIS, H. D. HAFS & B. E. SEGUIN: *Theriogenology*, **9**, 609, 1975.
- 9) 渡辺(欽)・富樫(伸)・菅野(継): 山形畜試研報, **22**, 1, 1978.
- 10) COOPER, M. J.: *Vet. Rec.*, **95**, 200, 1974.
- 11) DOBSON, H., M. J. COOPER & B. J. A. FURR: *J. Reprod. Fertil.*, **42**, 141, 1975.
- 12) 小杉山(基)・高橋(政)・松川(正): 東北農試研報, **60**, 91, 1979.

Summary

Estrus behavior and ovulation of beef heifers were investigated after injections of prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$). Eight Japanese Shorthorn and one Japanese Black heifers received intramuscular injections with 5 mg of $PGF_{2\alpha}$ per day in the morning of two successive days (Treatment I). Ten days later the same treatment was repeated and designated as treatment II. From the evening of the last injection of each treatment, behavioral estrus was assessed every two hours using a well trained bull until the end of estrus. The ovulation was judged by the rectal palpation at intervals of two hours after the disappearance of estrus behavior. The time of ovulation was estimated as one hour before the ovulation confirmed by the palpation. The time of the onset and end of estrus was defined at one hour before the first and one hour after the last estrus behavior. A heifer was considered to be in estrus when she showed the following behavior: (1) no refusal for being mounted, (2) she permitted chin-resting of the bull, (3) she permitted copulatory motion of the bull.

The results showed that, the time interval from the last injection of $PGF_{2\alpha}$ to estrus and ovulation became more uniform in treatment II than in treatment I, though the difference was not significant, and that estrus behavior and ovulation of beef heifers are much the same either induced by $PGF_{2\alpha}$ or occurred naturally.