PGF_{2α}-analogue の 1 回投与あるいは 2 段階投与による ホルスタイン種未経産牛の発情同期化に伴う 血中プロジェステロン濃度の動態について

橋爪 力・菅野成厚・砂子田哲*・三浦由雄*・丹羽太左衛門**

(岩手大学農学部 *岩手県畜産試験場 **東京農業大学)

現在、各国で PGF_{2α} およびその analogue を用いたウシの発情同期化試験がさかんに行なわれている。一方、PGF_{2α} がウシの黄体を退行させることの裏付けとなる血中プロジェステロン濃度(以下 P と略)の変化については HENRICKS ら¹⁾, LOUIS ら²⁾, COOPER と ROWSON³⁾, 百目鬼ら⁴⁾, 中原⁵⁾, 中間ら⁶⁾, 金田ら⁷⁻⁹⁾, 橋爪ら¹⁰⁾ の報告が見受けられる。しかしながら、これらの報告は黄体開花期の牛に PGF_{2α} を試験的に投与したときの変化を追求した報告^{2,3,5-10)}か、または性周期の各時期に PGF_{2α} を段階的に投与したときの変化を追求した報告^{1,4)}で、実際の発情同期化に伴う血中 P 濃度の変化を個々のウシについて詳細に検討した報告は数少ない。

そこで、本試験では発情同期化に伴う個々のウシの血中 P 濃度の動態を明らかにするために、ホルスタイン種未経産牛 15 頭を用いて、PGF_{2α}-analogue の 1 回投与あるいは 2 段階投与¹¹⁻¹³⁾ による発情同期化試験を行ない、血中 P 濃度の動態を追求した。

材料および方法

供試牛は岩手県九戸郡大野村模範牧場に放牧されている生後 16~18 カ月齢、平均体重 318±29 (SD) kg のホルスタイン種未経産牛 15 頭である。供試 PGF_{2α}-analogue は ICI 80,996 で、1 回の投与量は 500 μg である。

発情同期化は、1 回目の処置として、まず全牛に

Changes of plasma progesterone levels in Holstein heifers during synchronization of estrus cycle with single or double injection methods of PGF_{2α}-analogue.

HASHIZUME, Tsutomu, Seikou KANNO, Satoshi SUNAKODA,* Yoshio MIURA* & Tazaemon NIWA** (Laboratory of Animal Reproduction, Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka 020, *Iwate prefectural Experiment Station of Animal Industry, Takizawa-mura, Iwate-ken 020-01, **Tokyo University of Agriculture, Setagaya-ku, Tokyo 154)

Japan. J. Anim. Reprod., 29(1), 1983

PGF_{2α}-analogue を投与(臀部筋肉内注射)し、この処置により発情が発現した牛には、適期に人工授精を行ない、発情が認められなかった牛、微弱発情の牛、授精適期を逸した牛には、2 回目の処置として 11 日後に再び PGF_{2α}-analogue を投与した。

発情発現の検査は外陰部の状態および直腸検査による卵巣状態の変化を指標にして行い、人工授精はこれらの所見から適期と思われた時期に行なった。

血液は PGF_{2α}-analogue 1 回目投与直前、投与 1 日目、2 日目、3 日目、4 日目、8 日目、11 日目の計 7 回、ヘパリン入り真空採血管を用い頸静脈から採取した。採血後、血液は直ちに血漿を分離し、測定まで -20°C に保存した。

血漿中 P 濃度の測定は血漿からエチルエーテルで P を抽出したのち、牧野の方法¹⁴⁾に従いラジオイムノアッセイ法で行なった。

結 果

1. PGF_{2α}-analogue 投与に伴う血中 P 濃度の動態

PGF_{2α}-analogue 投与に伴う供試牛 15 頭の血中 P 濃度の動態を図 1 に示した。

血中 P 濃度の動態は 5 型に分類される。すなわち、血中 P 濃度は、(1) 1 回目 PGF_{2α}-analogue 投与直前に約 0.5 ng/ml の値を示し、この値は投与後 4 日目まではほとんど変化しないが、その後徐々に増加し、11 日目に約 2.0~4.0 ng/ml まで増加するもの (I 型)、(2) 1 回目 PGF_{2α}-analogue 投与直前に約 1.0~1.5 ng/ml の値を示し、投与後急速に増加し、11 日目に約 5.5 ng/ml まで増加するもの (II 型)、(3) 1 回目 PGF_{2α}-analogue 投与直前に約 4.0~5.0 ng/ml の高い値を示したが、その後急速に減少し、投与後 2~4 日目にかけて約 0.5 ng/ml の値を維持したのち、11 日目に約 2.0 ng/ml まで増加するもの (III 型)、(4) 1 回目 PGF_{2α}-analogue 投与直前に約 1.0~3.0 ng/ml の値を示し、その後急速に

Fig. 1. Changes of plasma progesterone levels in fifteen Holstein heifers after PGF_{2α}-analogue administration.

減少し、投与後2～4日目にかけて約0.5 ng/mlの値を維持したのち、11日目に約1.5～3.0 ng/mlまで増加するもの(IV型)、(5) 1回目 PGF_{2α}-analogue 投与直前から投与後11日目まで約0.5～1.0 ng/mlの値を維持し、大きな変化が認められないもの(V型)であった。

供試牛15頭の血中P濃度の動態を上記の各型に分類すると、I型は2頭(1, 2号牛)、II型は2頭(3, 4号牛)、III型は4頭(5, 6, 7, 8号牛)、IV型は4頭(9, 10, 11, 12号牛)、V型は3頭(13, 14, 15号牛)であった。

2. PGF_{2α}-analogue 投与後の発情発現および受胎状況

供試牛15頭の発情発現および受胎状況を図2に示し

た。

1回目の PGF_{2α}-analogue 投与後4日以内に良好な発情が現われて人工授精を実施した牛は5頭(5, 6, 7, 9, 10号牛)であった。1回目の処置で発情が認められなかった牛(3, 4, 13, 14, 15号牛)、微弱発情であった牛(12号牛)および発情は認められたが授精適期を逸した牛(1, 2, 8, 11号牛)は計10頭であった。これらに対し1回目の PGF_{2α}-analogue 投与後11日目に2回目の PGF_{2α}-analogue 投与を施した結果、処置後4日以内に良好な発情が現われて人工授精を実施した牛は6頭(1, 2, 3, 4, 8, 12号牛)であった。また2回目投与後4日以内に発情が現われなかった牛は4頭(11, 13, 14, 15号牛)であり、それらはそれぞれ処置後11日、

Fig. 2. Occurrence of estrus and fertility in fifteen Holstein heifers after PGF_{2α}-analogue administration.

51 日, 18 日および 28 日に発情が発現した。

受胎率について見ると, 1 回目投与後に人工授精した 5 頭のうち 3 頭 (60.0%) が受胎し, 2 回目の投与後に人工授精した 6 頭のうち 5 頭 (83.3%) が受胎した。すなわち, 1 回目および 2 回目投与後の人工授精で 11 頭のうち 8 頭 (72.7%) が受胎した。

考 察

本試験の結果から PGF_{2α}-analogue 投与に伴う血中 P 濃度の動態は 5 型に分類されることが明らかとなった。1 回目 PGF_{2α}-analogue 投与時の性周期の時期を直腸検査の結果から判断すると, I 型は発情期の牛 (1 号牛は中等度の卵胞, 2 号牛は大卵胞が存在した), II 型は排卵後 3 ~ 4 日目頃の牛 (3, 4 号牛とも黄体が形成され始めていた), III 型は黄体開花期の牛 (5, 6, 7, 8 号牛とも開花期黄体が存在していた), IV 型は黄体退行期の牛 (9, 10, 11 号牛とも黄体は退行しつつあり, 他側の卵巣には发育卵胞があった) あるいは黄体初期の牛 (12 号牛は小黄体が存在していた) であると推察された。すなわち, 本試験において血中 P 濃度の動態がいくつかの型に分かれたのは 1 回目の PGF_{2α}-analogue 投与が性周期のさまざまな時期に行なわれていたことによるものと思われる。

V 型を示した牛 3 頭は 1 回目 PGF_{2α}-analogue 投与時に小卵胞が存在していたが, 血中 P 濃度の推移から推察すると正常な性周期を営んでいないことがうかがわれた。とくにこれら 3 頭の血中 P 濃度の推移は分娩後, 子

宮修復がなされず卵巣機能が静止している場合¹⁵⁾に類似していることから, この 3 頭は何らかの原因で卵巣の機能が静止していたものと推察された。

1 回目 PGF_{2α}-analogue 投与後に発情が現われた群には, PGF_{2α}-analogue の投与により発情した牛のほか, たまたま投与時が発情期, あるいは黄体退行期に当たっていた牛が混在していた。本試験の結果において, PGF_{2α}-analogue 1 回目投与後の発情で種付の適期を逸した牛が比較的多かったのは, これらの牛を一時期に人工授精しなければならなかったことが原因したものと思われる。

PGF_{2α}-analogue を 2 回投与した 7 頭の牛のうち (血中 P 濃度が異常と思われた牛 3 頭は除く), 6 頭において投与後 3 日以内に発情が現われた。本試験では 2 回目投与後の血中 P 濃度の動態については検討していないが, これら 6 頭の 2 回目投与時の血中 P 濃度はいずれも 1 回目の投与で血中 P 濃度に減少がみられたときの牛とほぼ同じ値まで増加していること, さらに 2 回目投与後 3 日前後に発情が発現した牛が多いことなどから, 2 回目投与後の血中 P 濃度の動態は 1 回目投与時に開花期黄体が存在していたときの動態に類似していることがうかがわれる。また, これらの牛においては, 投与後 4 日前後に排卵が集中していたので種付の適期を逸することなく, 全牛に人工授精することができた。なお, PGF_{2α}-analogue を 2 回投与した牛で投与後 3 日前後に発情が現われなかった 1 頭は, 処置後 11 日目 (1 回目投与後の発情から数えて 20 日後) に発情が現われていることから, この牛は 2 回目の PGF_{2α}-analogue が, 臀部筋肉内に所定量確実に注射されていなかった可能性がある。

発情の同期化に失敗した牛 4 頭のうち 3 頭は, 血中 P 濃度の推移が異常であった。この結果は, 2 段階投与法を組み入れた発情同期化を行う場合, 2 回目の投与で発情が誘起されない牛は, 主として卵巣が正常に機能していない繁殖障害牛であることを示唆している。また, この結果は逆に一群の牛に PGF_{2α}-analogue を 11 日間隔で 2 回投与すればその牛群内に存在する卵巣疾患牛を簡単に検出することができる可能性を示唆している。

要 約

ホルスタイン種未経産牛 15 頭を用い, PGF_{2α}-analogue の 1 回投与あるいは 2 段階投与による発情同期化試験を行ない, その成績を血中 P 濃度の動態から考察した。得られた結果は次のとおりであった。

1. PGF_{2α}-analogue 投与に伴うホルスタイン種未経

産牛 15 頭の血中 P 濃度の動態は 5 型 (I 型 ~ V 型) に分類できた。これらのうち、血中 P 濃度の動態が異常と思われる型 (V 型) を除いた 4 つの型は、それぞれ 1 回目の投与が発情期 (I 型)、排卵後 3 ~ 4 日目頃 (II 型)、黄体開花期 (III 型)、黄体退行期あるいは黄体初期 (IV 型) に行なわれていることがうかがわれた。また 15 頭の牛の血中 P 濃度の動態を各型に分類すると I 型は 2 頭、II 型は 2 頭、III 型は 4 頭、IV 型は 4 頭、V 型は 3 頭であった。

2. 1 回目投与後に発情が現われた牛は PGF_{2α}-analogue の投与により発情が誘起された牛、たまたま 1 回目投与時が発情期の牛、あるいは黄体退行期と一致し発情が現われた牛の 3 群に分類できた。

3. 血中 P 濃度の動態が異常と思われた牛 3 頭を除き、すべての牛において 2 回目投与時の血中 P 濃度は 1 回目の投与で血中 P 濃度に減少がみられたときとほぼ同じ値まで増加していた。

4. 15 頭の牛の発情同期化率は 1 回目および 2 回目の投与を合せて 73.3% (11/15) であった。また発情が同期化されなかった牛は、血中 P 濃度の動態が異常と思われた牛 3 頭および 2 回目の投与が有効に行なわれなかったと思われる牛 1 頭であった。なお、発情が同期化された 11 頭の牛の受胎率は 72.7% (8/11) であった。

稿を終るにあたり、供試牛を提供され、種々ご協力を賜った岩手県九戸郡大野村模範牧場の平野 功場長はじめ関係各位に深甚の謝意を表する。

(1982. 8. 23 受付)

文 献

- 1) HENRICKS, D. M., J. T. LONG, J. R. HILL & J. F. DICKEY: *J. Reprod. Fert.*, **41**, 113, 1974.
- 2) LOUIS, T. M., H. D. HAFS & D. M. MORROW: *J. Anim. Sci.*, **38**, 347, 1974.
- 3) COOPER, J. M. & L. E. A. ROWSON: *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **15**, 427, 1975.
- 4) 百目鬼 (郁)・中原 (達)・金田 (義)・山内 (亮): 本誌, **21**, 89, 1975.
- 5) 中原 (達): 日獣会誌, **29**, 9, 1976.
- 6) 中間 (実)・蘭守 (龍)・新谷 (聡)・柳谷 (源)・稲葉 (俊)・内田 (昭)・松永 (寛)・松本 (浩)・岡野 (忠)・半田 (成): 本誌, **24**, 161, 1978.
- 7) 金田 (義)・百目鬼 (郁)・伊 (漢)・大竹 (通)・菊間 (利)・中原 (達): 本誌, **24**, 81, 1978.
- 8) 金田 (義)・百目鬼 (郁)・加茂前 (秀)・中原 (達): 本誌, **24**, 121, 1978.
- 9) 金田 (義)・加茂前 (秀)・百目鬼 (郁)・西形 (勝)・中原 (達): 本誌, **27**, 93, 1981.
- 10) 橋爪 (力)・丹羽 (太)・三田 (悟)・谷地 (仁)・及川 (稜): 岩手大農報, **15**, 301, 1981.
- 11) FULKA, J., J. MOTLIK & A. PAVLOK: *Vet. Rec.*, **103**, 52, 1978.
- 12) JOHNSON, C. T.: *Vet. Rec.*, **103**, 204, 1978.
- 13) COULSON, A., D. E. NOAKES, T. COCKRILL & J. HAMER: *Vet. Rec.*, **105**, 440, 1979.
- 14) 牧野 (拓): 日内分泌, **49**, 629, 1973.
- 15) RADFORD, H. M., C. D. NANCARROW & P. E. MATTNER: *J. Reprod. Fertil.*, **54**, 49, 1978.

Summary

A trial for synchronization of estrus cycle with single or double injection methods of $\text{PGF}_{2\alpha}$ -analogue was conducted in fifteen Holstein heifers. The subsequent variations in levels of plasma progesterone were investigated to assess the correlation between progesterone levels and synchronization of estrus cycle.

The results obtained were as described below.

1) The profiles of plasma progesterone level in fifteen Holstein heifers following $\text{PGF}_{2\alpha}$ -analogue injection could be classified into five types (type I-V). The type V in which three heifers were included was considered as abnormal, the other four normal types reflected the ovarian condition of the heifers when $\text{PGF}_{2\alpha}$ -analogue was first injected: two heifers at estrus (type I), two heifers at about 3-4 days after ovulation (type II), four heifers at functional stages of corpus luteum (type III), four heifers either at late stages of estrus cycle or at early stages of luteal phase (type IV).

2) The heifers, which came into estrus after $\text{PGF}_{2\alpha}$ -analogue injection, could be classified into three group: (1) the estrus cycle was induced with $\text{PGF}_{2\alpha}$ -analogue injection, (2) the time of injection was happened to coincident with estrus, (3) injection was done at the late stages of estrus cycle.

3) In all of heifers excluding three heifers which were supposed to be abnormal, the concentrations of plasma progesterone at the second $\text{PGF}_{2\alpha}$ -analogue injection increased up to the levels which was almost the same as these of the first $\text{PGF}_{2\alpha}$ -analogue injections.

4) The rate of successive synchronization of estrus cycle after the second $\text{PGF}_{2\alpha}$ -analogue injections in fifteen heifers was 73.3% (11/15). Three heifers which were judged as abnormal based on the levels of plasma progesterone and one heifer failed to synchronize even after the second injection. The conception rate was 72.7% in remaining eleven synchronized heifers.