

MGA Feeding System에 의한 발정 동기화 방법이 한우의 발정 발현율과 수태율에 미치는 영향

이명식[†] · 정영훈 · 박수봉 · 임석기 · 박정준 · 정진관 · 문승주¹ · 김창근²
농촌진흥청 축산연구소

Estrus Induction Rates and Conception Rates by MGA Feeding System in Hanwoo

M. S. Lee[†], Y. H. Jung, S. B. Park, S. K. Im, J. J. Park, J. K. Jung,
S. J. Moon¹ and C. K. Kim²

National Livestock Research Institute, R.D.A.

SUMMARY

This study was conducted to investigate the effects of melengesterol acetate (MGA) and PGF_{2α} administrations on serum progesterone level, synchrony of estrus and conception rates in Hanwoo. Firstly, ten heifers and one freematin were fed 0.5 mg MGA/day for 14 days in a grain carrier, and after 19 days of MGA feeding, a single injection of 25 mg PGF_{2α} were treated. Blood samples were collected to evaluate serum progesterone concentrations from the start of feeding of MGA until the end of feeding and subsequent estrous detection and artificial insemination (AI) at 3 days intervals, and on days of PGF_{2α} injection, estrous detection, AI, and 15th and 60th days after AI. The level of progesterone in the blood began to increase from 7 days after MGA feeding, and 9 days after feeding it became 5.4 ng/ml and maintained that level thereafter. On the 33th day when the PGF_{2α} was injected, it reached the peak level of 7.6 ng/ml. However, 2~3 days after PGF_{2α} injection, it dropped to 1.4 ng/ml drastically ($p<0.05$). Secondly, one hundred and ninety four Hanwoo heifers or cows were divided into two groups to compare estrus induction and conception rates: the one treated with MGA and PGF_{2α}, ($n=104$) and the other with PGF_{2α} treatment (two injections at 11 days interval, $n=90$). The heifers or cows treated with MGA and PGF_{2α} were identical to those used as above. The percentages of heifers or cows showed estrus were higher in the MGA+PGF_{2α} treatment (91.3%) than in the PGF_{2α} treatment (72.2%, $p<0.05$). Conception rates were also higher in the MGA+PGF_{2α} treatment (94.2%) than in the PGF_{2α} treatment (88.9%, $p<0.05$). The results of this experiment indicate that estrus synchronization using MGA+PGF_{2α} is more effective than that using PGF_{2α} (two injections) in Hanwoo.

(Key words : MGA, PGF_{2α}, estrus synchronization, conception rates, Hanwoo)

서 론

한우 암소를 사육하는 농가 현장에서 번식 효율

¹ 전남대학교(Chonnam University)

² 중앙대학교(ChungAng University)

[†] Correspondence : E-mail : leems423@rda.go.kr

은 농가의 수입과 수익 극대화에 영향을 미치는 주된 요소로 작용하고 있다. 일반적으로 한우에서 번식 경영의 효율 저하는 분만 후 발정 재귀일의 지연으로 인한 무발정 기간 연장과 수태율 저하로 인한 공태 기간 연장에서 주로 발생되고 있다. 따라서 분만 후 무발정우의 발정 재귀 촉진에 사용하는 발정 동기화 기술은 분만 간격을 극적으로 단축시키므로 번식 효율을 개선시키는 중요한 수단이 되고 있다. 더욱이 암소의 사육 규모 확대에 따라 발정 관찰에 시간과 노력이 많이 소요되므로 이러한 번거로움을 최소화시키고 발정 발현을 효율적으로 조절하고자 하는 필요성이 높아지고 있다.

발정 동기화는 난포의 발육과 성숙을 인위적으로 유도하거나 황체를 퇴행시켜 발정이 오게 하는 방법이 있다(Stevenson 등, 1987). 소에서 발정 동기화 방법은 여러 가지가 있으며 PGF_{2α}를 투여하여 황체를 퇴행시키는 방법이 널리 채택되어 왔다. 외인성 및 내인성 progesterone(P₄)은 estrogen에 의한 뇌하수체의 LH 분비를 감소시키거나 방해하고 난포의 성숙을 억제하는 작용이 있는데, 이 때 P₄를 공급하다가 중단하게 되면 일정한 시간에 발정이 발현하게 된다. P₄를 공급하는 질내 삽입물인 PRID를 11일간 질내에 삽입하고 제거하게 되면 2~3일후 발정이 오게 된다(Yavas 등, 2000). PRID와 유사한 원리로 개발된 CIDR도 또한 질내에 7~11일간 삽입하고 제거하므로 발정을 발현시킨다(Lamb 등, 2001; Xu 등, 2000). CIDR처럼 질내에 삽입시키는 것과는 달리 norgestomet는 귀의 피하에 이식하였다가 제거시키는 방법도 보고되고 있다(Stevenson 등, 2000). GnRH-PGF_{2α}-GnRH를 투여하는 OV-synch 방법은 배란 시기를 동기화시켜 주므로 *timed insemination*이 가능하게 되었고, 계획적으로 다수의 암소를 인공 수정시킬 수 있게 되었다(Yamada 등, 2003; Dejarnette 등, 2001; Nebel 등, 1998). 최근에는 melengestrol acetate(MGA)와 PGF_{2α}를 이용한 발정 동기화 방법이 육우에서 매우 성공적이었음이 보고되고 있다(Funston 등, 2002).

그러나 MGA feeding system(Wood-Follis 등, 2004)을 이용한 한우의 발정 제어 효과에 대해서는 알려진 바가 없으므로 본 연구를 통하여 혈청 P₄ 수준, 발정 발현율과 수태율에 미치는 영향을

규명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시축

1) 혈중 P₄ 농도 측정군

본 시험에서 MGA feeding system에 의한 발정 동기화 처리 시 혈중 P₄ 수준 규명에 사용한 공시축은 생후 15개월령의 한우 미경산우로써 주기적인 발정 양상을 보이는 정상적인 개체 10두를 사용하였으며 프리마틴에 이환된 미경산우 1두를 대조군으로 사용하였다. 본 실험군은 청초기에 농후 사료 2 kg, 청초 10 kg을 급여하였고 동절기에는 농후사료 3 kg, 볏짚 4 kg을 급여하여 body condition score를 3.0으로 유지하도록 하였다.

2) 발정 발현율 및 수태율 조사군

농가에서 보유하고 있는 한우 미경산우와 경산우 194두를 대상으로 발정 동기화 방법에 따른 발정 발현율과 수태율을 조사하였으며 미경산우는 생후 14개월령 이상, 경산우는 분만후 90일까지 공태인 소를 대상으로 직장 검사에서 내부 생식기에 이상이 없는 개체를 확인한 후 공시하였다.

2. 발정 동기화 처리

발정 동기화 방법에 따른 발정 발현율과 수태율을 비교하기 위한 대조군($n=90$)은 PGF_{2α}(Lutalyse®; Phamacia and Upjohn, Belgium) 2회 투여군으로 PGF_{2α} 25 mg을 1차 투여한 다음 11일이 경과한 후 동량을 재 투여하였다.

MGA(melengestrol acetate, 동방)와 PGF_{2α} 병용 투여군($n=104$)은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 MGA를 일일 0.5 mg을 14일간 오전 배합 사료에 섞어 급여하였으며, 19일이 경과한 후에 PGF_{2α} 25 mg을 투여하였다. 모든 대상 동물은 PGF_{2α}를 투여하고 5일간 일일 2회 발정을 관찰하여 발정 발현율을 조사하였다.

발정 동기화 방법에 따른 수태 성적을 비교 분석하기 위하여 모든 소는 발정이 관찰되면 발정 발현 후 12시간이 경과한 시점에 인공 수정을 실시하였다. 인공 수정 후 2개월째에 직장 검사 및 초음

과 진단기(Sonovet-600, 메디슨; 5.0-MHz probe)로 임신 여부를 확인하였다.

3. 혈액 채취 및 P₄ 농도 측정

MGA feeding 후 혈청 P₄ 농도 수준을 분석하기 위한 혈액은 MGA 급여 기간과 급여 종료 후 발정이 관찰될 때까지는 3일 간격, PGF_{2a} 투여 시, 발정 및 인공 수정 시, 인공 수정 후 15일째 및 2개월째에 경정맥에서 채취하였으며, 채취한 혈액은 4°C에서 12시간 정지한 후 1,500 g 속도로 10분 동안 원심 분리하여 혈청을 분리한 후 혈청 P₄ 농도를 측정할 때까지 -70°C에 냉동 보관하였다.

혈청 P₄ 농도 측정은 progesterone kit(1234 Delfia[®] Progesterone, PerkinElmer Life and Analytical Sciences, Wallac Oy, Turku, Finland)를 이용하여 호르몬 분석기(wallac 1234 Delfia[®] fluorometer, Finland)로

측정하였다. P₄ 농도를 측정하는데 있어서 변이 계수인 intra-assay는 7.3%, inter-assay는 10.1 %이었다.

4. 통계 처리

본 연구 자료에 대한 통계 분석은 SAS package (SAS, 1999)를 이용하여 실시하였다. P₄ 농도 수준은 GLM producer를 적용하여 duncan 검정을 실시하였고, PGF_{2a}와 MGA+PGF_{2a}의 처리구 비교는 t-test를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. MGA Feeding System에 의한 발정 동기화 시 혈청 P₄ 농도 수준

MGA+PGF_{2a} 투여에 의한 발정 동기화 처리가 혈청 P₄ 수준 분비 양상에 미치는 영향은 Fig. 2에

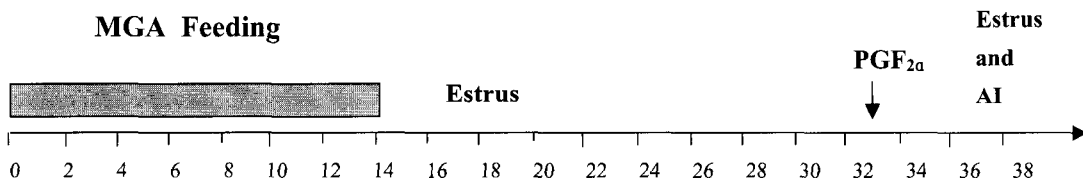


Fig. 1. Protocols for estrus synchronization by the MGA-PG system.

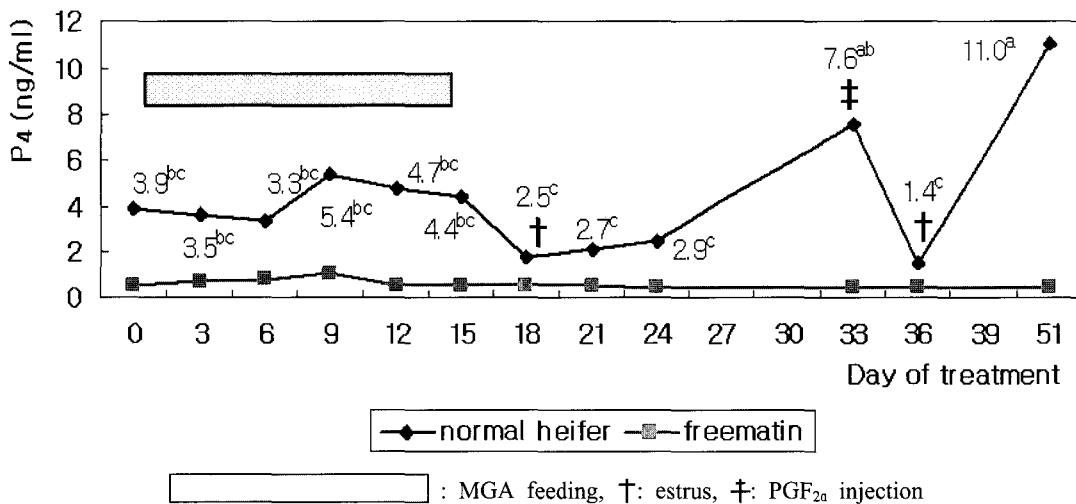


Fig. 2. Blood progesterone levels by MGA feeding in ten normal heifers and one freematin.
^{a-c} Means with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

서 보는 바와 같다. MGA 0.5 mg을 매일 오전 농후 사료에 섞어 급여하였을 때 급여 6일차까지 수준은 3.3 ng/ml로 크게 증가하지 않았으나 7일 이후부터 상승하기 시작하여 투여 9일차에는 5.4 ng/ml로써 이후 상승된 상태에서 유지되었으나 유의성은 인정되지 않았다($p>0.05$).

MGA 투여가 종료되는 14일차까지 혈청 P₄ 수준은 4.7 ng/ml 수준을 유지하다가 급여가 중지된 다음날부터 감소되기 시작하였다. 다시 2~3일이 경과하여 발정이 발현되면서 혈청 P₄ 수준은 2.5 ng/ml 수준으로 급격히 떨어졌으며 유의적인 차이가 인정되었다($p<0.05$). 이후 난포기를 지나 황체기로 가면서 혈청 P₄ 수준은 다시 상승하기 시작하였다. 황체기 말기인 33일차에는 혈청 P₄ 수준은 7.6 ng/ml 수준으로 피크를 나타냈으며, 이 시기에 맞추어 PGF_{2α}를 투여하였고 2~3일이 경과한 후 발정이 발현됨에 따라 혈청 P₄ 수준은 1.4 ng/ml로 급강하하는 양상을 보여 발정이 적절히 제어될 수 있었음이 확인되었고 유의적인 차이가 인정되었다($p<0.05$). PGF_{2α} 투여 시점의 혈청 P₄ 수준에 대하여 Bridges 등(2005)이 앵거스에서 보고한 7.1 ng/ml 수준보다 다소 높은 수준이었고 *B. indicus*와 *B. taurus* 교잡종에서 보고된 8.2 ng/ml 수준보다 다소 낮은 결과를 보였는데 이는 품종적 특징의 차이인 것으로 사료된다. 반면 대조군은 프리마틴 암소를 공시하였는데 MGA 투여에 따른 혈청 P₄ 수준 상승 효과가 거의 나타나지 않았으며 전 기간 0.5 ng/ml 수준으로 일정하게 존재하였다. Stegner 등(2004)이 MGA 투여 후 PGF_{2α} 투여 시 혈중 P₄ 수준이 1 ng/ml 이상이 되어야 난소가 반응한 것으로 고려된다고 보고한 것에 따르면 프리마틴은 전혀 반응하지 않은 것으로 사료된다. 프리

마틴은 난소의 기능이 상실되어 난포의 성장과 황체의 생성이 전혀 이루어지지 않았고, 이로 인하여 MGA 투여 효과가 전혀 나타나지 않은 것으로 사료되나 MGA 투여기간 중에 혈청 P₄ 수준이 상승되지 않았던 것은 추가로 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

2. MGA와 PGF_{2α} 병용 투여에 의한 발정 발현율 및 수태율

PGF_{2α}와 MGA+PGF_{2α} 투여에 따른 발정 발현율은 Table 1에서 보는 바와 같이 대조군인 PGF_{2α} 투여군의 72.2%에 비해 MGA+PGF_{2α} 투여군에서 91.3%로써 발정 발현에 개선 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 미경산우에서 발정 동기화율이 82%로 보고한 Funston 등(2002)과 87%로 보고한 Wood-Follis 등(2004)의 시험 결과와 유사한 반면에 미경산우와 경산우에서 처리한 Martinez 등(2001)은 각각 62.5%와 57.1%로 낮은 성적을 보고하였다.

또한 Mauck 등(1994)은 MGA 급여기간이 7일이었을 때 56.3%인 반면 14일로 연장되었을 때는 75.4%로써 비교적 높은 발정 동기화율이 보고되었지만 본 시험의 결과보다는 낮은 발정 동기화율을 나타냈다. 이러한 발정 동기화율의 차이는 공시축의 출산 경력, 품종, MGA의 투여량과 급여 기간 그리고 급여 방식에 기인한 것으로 사료된다.

PGF_{2α}와 MGA+PGF_{2α} 투여에 따른 수태율은 Table 2에서 보는 바와 같이 대조군인 PGF_{2α} 처리에 의한 1회 수정 수태율 51.1%에 비해 MGA+PGF_{2α} 투여군에서는 다소 개선된 59.6%를 나타냈다. MGA+PGF_{2α} 투여에 따른 1회 수정 수태율에 있어서 Wood-Follis 등(2004)은 72%를, Lamb 등(2001)은 81.4%

Table 1. Estrus induction rates by PGF_{2α} or MGA+PGF_{2α} treatment

Treatment	n	Intensity of estrus (%)		Totally induced estrus (%)
		Standing	Feeble estrus	
PGF _{2α}	90	51 (56.7)	14 (15.6)	65 (72.2) ^b
MGA+PGF _{2α}	104	69 (66.3)	26 (25.0)	95 (91.3) ^a

^{a,b} Means with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

Table 2. Conception rates by PGF_{2α} or MGA+PGF_{2α} treatment

Treatment	n	Conception rates (%)			Total (%)
		At first service	At second service	Above second services	
PGF _{2α}	90	46 (51.1) ^b	24 (26.7) ^b	10 (11.1)	80 (88.9) ^b
MGA+PGF _{2α}	104	62 (59.6) ^a	26 (25.0) ^b	10 (9.6)	98 (94.2) ^a

^{a,b} Means with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

라고 보고하여 본 시험 결과보다 높았으며, Funston 등(2002)은 61%, Mauck 등(1994)은 65.3% 그리고 Bridges 등(2005)은 56.7%로써 본 시험 결과와 유사한 성적을 보고하였다. 또한 2회 수정 수태율은 84.6%로써 Baptiste 등(2005)이 보고한 82%와 비슷한 결과를 보였다. 3회 수정 시까지를 기준한 수태율에 있어서도 대조군의 88.9%에 비해 94.2%로써 5.3% 정도 개선되었는데 이는 Lamb 등(2001)이 보고한 94.6%와 유사한 결과를 보였다.

이상의 결과로 살펴볼 때 MGA+PGF_{2α} 투여에 의한 발정 동기화 기술은 한우 미경산우와 경산우에서 높은 발정 동기화율을 야기할 수 있었고, 또한 수태율을 개선할 수 있었으므로 한우 농가에서 계절 번식, 번식 능력의 최적화 및 축군의 송아지 생산 능력을 개선시키는데 적절히 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 MGA+PGF_{2α} 투여에 의한 발정 동기화 방법이 한우의 혈청 P₄ 수준, 발정 발현율과 수태율에 미치는 영향을 규명하고자 수행하였다. 첫째로, 한우 미경산우에서 MGA+PGF_{2α} 투여가 혈청 P₄ 수준에 미치는 영향을 조사하기 위하여 한우 미경산우 10두 및 프리마틴 1두에 대하여 MGA를 1일 0.5 mg을 14일간 오전 배합 사료에 섞어 급여하였으며, 19일이 경과한 후에 PGF_{2α} 25 mg을 투여하였다. MGA feeding 후 혈청 P₄ 농도 수준을 분석하기 위하여 MGA 급여 기간과 급여 종료 후 발정이 관찰될 때까지는 3일 간격, PGF_{2α} 투여 시, 발정 및 인공 수정 시, 인공 수정 후 15일째 및 2개월째에 혈액을 채취하였다. 한우 미경산우의 혈청

P₄ 수준은 MGA 급여 7일 이후부터 상승하기 시작하여 투여 9일차에는 5.4 ng/ml로써 이후 상승된 상태에서 유지되었다. PGF_{2α} 투여시점인 33일차에는 7.6 ng/ml 수준으로 피크를 나타냈고, 투여 2~3일이 경과하고 발정이 발현됨에 따라 1.4 ng/ml로 급강하하는 양상을 보였다($p < 0.05$). 그러나 프리마틴의 경우에는 시험 기간 동안 P₄ 수준의 변화가 인정되지 않았다. 둘째로, 한우 미경산우 및 경산우 194두를 이용하여 상기한 MGA+PGF_{2α} 투여 방법 ($n=104$)과 대조군으로 PGF_{2α} 투여(11일 간격 2회 투여, $n=90$)에 따른 발정 발현율 및 수태율을 비교하였다. 발정 발현율은 대조군인 PGF_{2α} 투여군 72.2%에 비해 MGA+PGF_{2α} 투여군에서 91.3%로써 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 인공 수정 후 수태율은 MGA+PGF_{2α} 투여군이 PGF_{2α} 투여군에 비해 1회 수정 수태율(51.1 vs. 59.6%), 2회 수정 수태율(77.8 vs. 84.6%) 및 전체 수태율(88.9 vs. 94.2%)이 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 본 연구의 결과는 MGA+PGF_{2α}를 이용한 발정 동기화 방법은 PGF_{2α}투여법에 비해 높은 발정 동기화율 및 수태율을 나타냄으로서 한우의 번식 능력 향상에 적절히 활용될 수 있음을 보여준다.

참고문헌

- Baptiste QS, Knights M and Lewis PE. 2005. Fertility response of yearling beef heifers after pre-breeding energy manipulation, estrous synchronization and timed artificial insemination. Anim. Reprod. Sci., 85:209-221.
- Bridges GA, Portillo GE, de Araujo JW, Thatcher WW and Yelich JV. 2005. Efficacy of either a

- single or split treatment of PGF_{2α} after a 14 day melengestrol acetate treatment to synchronize estrus and induce luteolysis in *Bos indicus* × *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*, 64:344-362.
- Dejarnette JM, Salverson RR and Marshall CE. 2001. Incidence of premature estrus in lactating dairy cows and conception rates to standing estrus or fixed-time inseminations after synchronization using GnRH and PGF_{2α}. *Anim. Reprod. Sci.*, 67:27-35.
- Funston RN, Ansotegui RP, Lipsey RJ and Geary TW. 2002. Synchronization of estrus in beef heifers using either melengestrol acetate (MGA)/prostaglandin or MGA/Select Synch. *Theriogenology*, 57:1485-1491.
- Lamb GC, Stevenson JS, Kesler DJ, Garverick HA, Brown DR and Salfen BE. 2001. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F_{2α} for ovulation control in postpartum suckled beef cows. *J. Anim. Sci.*, 79:2253-2259.
- Martinez MF, Kastelic JP, Adams GP and Mapletoft RJ. 2001. The use of GnRH or estradiol to facilitate fixed-time insemination in an MGA-based synchronization regimen in beef cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 67:221-229.
- Mauck HS, King ME, Holland MD, LeFever DG and Odde KG. 1994. Comparison of two MGA-PGF_{2α} systems for synchronization of estrus in beef heifers. *Theriogenology*, 42:951-961.
- Nebel RL and Jobst SM. 1998. Gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin for estrus detection. *J. Dairy Sci.*, 81:1169-1174.
- SAS. 1999. User's Guide: Statistics, V.8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Stegner JE, Bader JF, Kojima FN, Eillersieck MR, Smith MF and Patterson DJ. 2004. Fixed-time artificial insemination of postpartum beef cows at 72 or 80 h after treatment with the MGA Select protocol. *Theriogenology*, 61:1299-1305.
- Stevenson JS, Lucy MC and Call EF. 1987. Failure of timed inseminations and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin F_{2α}. *Theriogenology*, 28:937-946.
- Stevenson JS, Thompspon KE, Forbes WL, Lamb GC, Grieger DM and Corah LR. 2000. Synchronizing estrus and(or) ovulation in beef cows after combinations of GnRH, norgestomet, and prostaglandin F_{2α} with or without timed insemination. *J. Anim. Sci.*, 78:1747-1758.
- Wood-Follis SL, Kojima FN, Lucy MC, Smith MF and Patterson DJ. 2004. Estrus synchronization in beef heifers with progestin-based protocols. I. Differences in response based on pubertal status at the initiation of treatment. *Theriogenology*, 62:1518-1528.
- Xu ZZ, Verkerk GA, Mee JF, Morgan SR, Clark BA, Burke CR and Burton LJ. 2000. Progesterone and follicular changes in postpartum noncyclic dairy cows after treatment with progesterone and estradiol or with progesterone, GnRH, PGF_{2α}, and estradiol. *Theriogenology*, 54:273-282.
- Yamada K, Nakao T and Isobe N. 2003. Effects of body condition score in cows peripartum on the onset of postpartum ovarian cyclicity and conception rates after ovulation synchronization/fixed-time artificial insemination. *J. Reprod. Dev.*, 49: 381-388.
- Yavas Y and Walton JS. 2000. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows. *Theriogenology*, 54:1-23.

(접수일: 2006. 6. 27 / 채택일: 2006. 9. 1)