大韓獸醫學會誌(1993) 第33券 第3號
Korean J Vet Res (1993) 33(3) : 525~530

韓牛에서 血漿 progesterone 濃度測定에 의한 春機發動期의 確認

康炳奎 · 崔漢善 · 孫彰好 · 徐國泫*
全南大學校 獸醫科大學
國立種畜院*

(1993년 4월 19일 접수)

The use of plasma progesterone profiles to determine the puberty in Korean native heifers

Byong-kyu Kang, Han-sun Choi, Chang-ho Son, Guk-hyun Suh*
College of Veterinary Medicine, Chonnam National University
*National Animal Breeding Institute**

(Received Apr 19, 1993)

Abstract : Studies were conducted in 13 Korean native heifers to determine the puberty based on plasma progesterone profiles and estrus observations. Blood samples for determination of progesterone profiles were collected from jugular vein twice a week from 8 to 24 months of age, and all heifers were observed for estrous behaviours twice a day.

Heifers attained puberty at 11.3 months of age and 188.5kg body weight as determined by progesterone profiles, whereas the first estrous behaviours were observed at 14.2 months of age and 215.4kg body weight.

This result indicates that determination of plasma progesterone profiles could be utilized for monitoring the puberty in Korean native heifers, and one or more ovulations occurred before pubertal heifers showed overt estrous behaviours.

Key words : progesterone, puberty, Korean native heifer.

서 론

畜牛에서 春機發動 또는 性成熟 開始時期는 주로 체중과의 관계에서 검토되어져 왔으며[1], 춘기발동에 영향을 미치는 요인들로는 品種, 營養, 遺傳 및 環境的 要因 등이 관여하나[1,2], 이중에서도 특히 영양적인 요인이 가장 크게 영향을 미친다고 한다.[3,4] 품종별 춘기발동 개시시기는 buffalo에서 15~36개월[5,6], 乳牛에서 7~12개월[7,8], zebu가 18~24개월[7,9]이며 그리고 韓牛는 14~40개월[10~13]이라 보고되고 있다.

畜牛의 춘기발동 발현기전과 관련된 내분비학적 측면의 연구보고에서 Hansel과 Convey[14] 및 Kinder 등[15]은 estradiol과 LH(Luteinizing hormone)가 춘기발동의 개시에 이어 계속적인 번식기능의 수행에 중요한 역할을 하며 그리고 Gonzalez-Padilla 등[16] 및 Schams 등[17]은 출생시 血漿 LH의 농도는 1.0ng/mℓ이하이지만 춘기발동 개시직전에는 약 3.0ng/mℓ로 급격히 증가한다고 하였다. 또한 혈장 progesterone농도는 춘기발동이 개시되기 이전까지는 1.0ng/mℓ이하의 낮은 농도로 유지되다가 춘기발동 개시직전에 증가하는데 이는 LH와 FSH(Follicul-

*본 논문은 국제원자력기구(IAEA, Contract No. 5106/RB) 및 한국과학재단(과제번호 891-1207-002-2)의 지원에 의 하여 수행되었으며 논문의 요지는 1990년 제34차 대한수의학회에서 발표하였음.

ar stimulating hormone)의 소량 방출에 의한 것으로 發情週期의 開始를 의미한다고 보고되고 있다.[17] 이처럼 춘기발동이 개시된 이후 난소내에 정상적인 형태의 황체를 갖추었을 때는 혈장 progesterone 농도가 4.0ng/mℓ에 도달하고, 이후 춘기발동을 유도하는 여러가지 변화들을 주도하게 됨이 보고된 바 있다.[7,17]

한편 Dobson과 Kamonpatana[7]는 춘기발동 도달시기를 조사하는데 있어서 FSH와 Prolactin의 측정은 도움이 되지 못한다고 지적하고 있다. 즉, 視床下部-腦下垂體軸이 체중과 관련하여 성숙하게 되면 progesterone은 춘기발동의 誘導變化에 핵심적 기능을 하며[7] 또한 성선자극 호르몬의 一過性 分泌開始에 중요한 역할을 하기 때문이다.[17] 더욱 Dobson과 Kamonpatana[7] 및 Schams 등[17]은 progesterone 농도측정이 춘기발동의 도달시기를 파악하는데 있어서 아주 유효한 수단이 됨을 강조한 바 있다.

한우의 춘기발동 개시시기에 대한 보고들은 주로 임상적 발정증상의 육안적 관찰이나 번식기록의 분석에 의한 것으로서 보고자에 따라서 각기 다르게 보고되고 있다.[11~13] 따라서 본 연구는 혈장 progesterone농도를 측정하여 한우의 춘기발동 개시시기를 내분비학적으로 보다 정확하게 규명할 목적으로 실시되었다.

재료 및 방법

供試牛 : 국립종축원 남원지원에서 1989년 4월부터 1990년 8월 사이에 NRC사양표준에 준하여 사육되고 있는 생후 8개월된 한우를 대상으로 하였다. 모든 공시우는 생후 120일까지 모두 자연포유시켰으며 離乳후에는 한 축사내에서 집단사육하였다.

血液採取 및 體重測定 : 혈장 progesterone농도를 측정하기 위해 혈액을 생후 8개월부터 24개월 때까지 주 2회 채취하였다. 경정맥에서 EDTA처리병에 채취한 혈액은 30분 이내에 1,200g에서 10분간 원심하여 血漿을 분리한 다음, 분석할 때까지 -20℃에 보관하였다. 한편 체중은 주 1회 측정하였다.

血漿 progesterone濃度測定 : 혈장 progesterone농도의 측정은 Choi 등[18]의 방법에 준하여 방사선면역분석법으로 실시하였으며, 혈장 progesterone농도가 1.0ng/mℓ이상인 경우를 기능황체가 존재하는 것으로 판정하였다.

發情觀察 및 直腸檢査 : 발정의 확인은 매일 2회(08 : 00, 18 : 00) 임상적 발정증상을 육안적으로 관찰하였으며 이를 Smith[19]와 Rosenberger[20]의 記述에 준하여 직장검사로 확인하였다.

春機發動 到達時期의 判定 : 혈장 progesterone농도가 1.0ng/mℓ 이상으로 상승된 다음, 주기적인 변화 즉, 첫 주기 개시일을 내분비학적으로 춘기발동에 도달된 것으로 판정하였으며, 한편 육안적으로 발정증상이 처음 관찰된 날을 임상적으로 춘기발동에 도달된 것으로 판정하였다.

결 과

春機發動 開始時期의 確認 : 정상적인 자연분만우 13두를 대상으로 生後 8개월부터 24개월까지 혈장 progesterone농도를 측정하였고 또한 임상적 발정증상을 육안으로 관찰함과 동시에 직장검사로 이를 확인하여 춘기발동의 개시시기를 비교검토한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Age and body weight(Mean ± SD) at puberty by plasma progesterone profiles and estrus observations in 10 Korean native heifers

	Puberty assessed by	
	Progesterone profiles (range)	Estrus observations (range)
Age(months)	11.3±0.5 (10.7–12.2)	14.2±0.7 (13.2–15.5)
Body weight(kg)	188.5±15.6 (160–216)	215.4±18.2 (182–243)

검사두수 13두중 집단사육으로 인해 자연교미에 의하여 임신된 1두와 영양상태가 좋지 않았던 2두를 제외한 나머지 10두에서 血漿 progesterone濃度測定에 의한 春機發動 開始月齡은 11.3±0.5개월(mean±SD)이었고, 이중 가장 빨랐던 것은 10.7개월, 가장 늦었던 것은 12.2개월이었다. 그리고 이때의 체중은 188.5±15.6kg(mean±SD)이었으며 그 범위는 160~216kg이었다.

한편 임상적 발정증상의 육안적 관찰에 의한 춘기발동 개시월령은 14.2±0.7개월이었고, 이중 가장 빨랐던 것은 13.2개월, 가장 늦었던 것은 15.5개월이었다. 이때의 체중은 215.4±18.2kg이었으며 그 범위는 182~243kg이었다.

春機發動 前後의 血漿 progesterone濃度變化 : 춘기발동 전후 즉, 춘기발동 개시일(Day 0)을 기점으로 혈장 progesterone 농도변화는 Fig 1에 나타낸 바와 같다.

Fig 1의 A는 정상 발정주기를 보이기 이전에 8~12일의 短發情週期를 보인 다음, 이후 평균 20일(18~22일)의 정상적인 발정주기를 보인 것으로서 검사두수 10두중 7두였으며, 정상 발정주기 이전에 나타내었던 단발정주기의 혈장 progesterone농도 최고치는 1.1±0.5ng/mℓ(mean±SD)이었다. 나머지 3두(Fig 1의 B)는

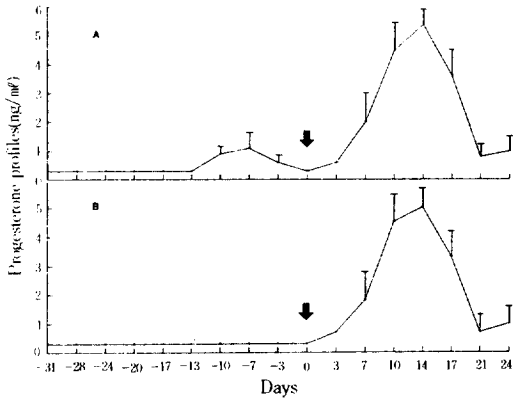

Fig 1. Plasma progesterone profiles(mean ± SD) before and after puberty in 7 heifers(A) and 3 heifers(B). The arrows(Day 0) indicate the day of ovulation that confirmed by plasma progesterone profiles and rectal palpation.

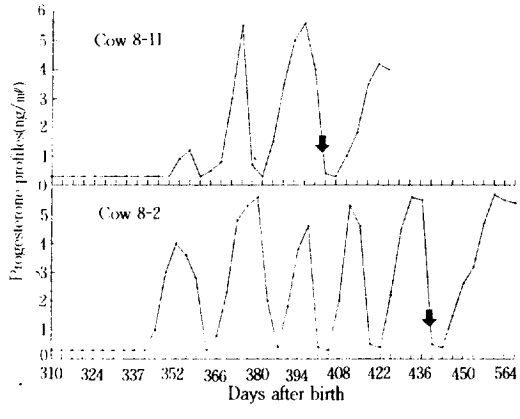

Fig 2. Individuality of puberty as demonstrated by plasma progesterone profiles in 2 heifers. These animals exhibited a progesterone secretion pattern which resembled that of a normal corpus luteum before the first detected estrous behaviours. The arrows indicate the day of the first detected estrous behaviours.

단발정주기 없이 곧바로 정상적 발정주기를 보였다.

위의 10두중 대표적인 개체 2두에 대한 춘기발동 전후의 혈장 progesterone농도변화 및 임상적 발정증상의 실례는 Fig 2에 나타낸 바와 같다. Cow 8-11의 경우 혈장 progesterone농도변화에 의해서는 생후 359일에 춘기발동이 개시되었지만 임상적 발정증상은 관찰되지 않았던 것으로, 이후 2회의 발정주기(둔성발정)가 반복된 다음, 생후 403일에야 처음으로 발정이 관찰되었으며, 이때 인공수정을 실시하여 임신이 되었던 예이다. Cow 8-2는 혈장 progesterone농도변화에 의해서는 생후 338

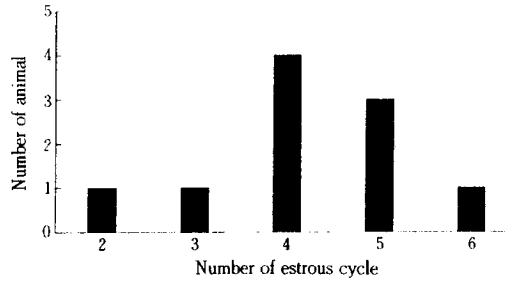

Fig 3. The number of the estrous cycle from puberty as determined by plasma progesterone profiles until the first detected estrus in 10 Korean native heifers. The number of the estrous cycel is the number of a plasma progesterone profiles which resembled that of a normal estrous cycle.

일에 춘기발동이 개시된 것으로 판정되었고, 이후 5회의 발정주기(둔성발정)가 지난 생후 438일에야 처음으로 발정이 관찰되어서 인공수정후 역시 임신이 되었다.

한편 내분비학적으로 춘기발동에 도달한 다음 첫발정증상을 보일때까지 혈장 progesterone농도의 분비양상으로 보아 각 개체별로 반복되었던 발정주기(둔성발정) 즉, 배란횟수는 Fig 3과 같다. 내분비학적으로 춘기발동의 개시가 확인된 다음, 육안적으로 첫발정증상이 관찰되기까지 2회와 3회의 둔성발정을 보였던 것은 각 1두, 4회의 둔성발정을 보였던 것은 4두, 5회의 둔성발정을 보였던 것은 3두 그리고 6회의 둔성발정을 보였던 것은 1두로서 첫발정증상이 관찰되기까지 평균 4.2회의 둔성발정 즉, 배란을 보였다.

위에서 설명한 10두를 제외하고 나머지 예외적인 것 3두중에서 1두는 실험 개시시기인 생후 8개월부터 혈장 progesterone농도가 4.0ng/mℓ이상으로 높게 나타나 직장검사 소견상 妊娠으로 확인되었으며, 2두는 生後 24개월때까지 血漿 progesterone濃度가 1.0ng/mℓ이상으로 상승되지 않았던 개체들로서 직장검사 소견상 卵巢에 구조물이 전혀 인정되지 않았다.

고 찰

소의 번식영역에 있어서 性 steroid hormones중 특히 progesterone농도측정의 임상적 응용가치는 春機發動 到達時期의 確認[7,17], 發情의 識別 및 정확한 授精時期의 確認[21,22], 早期妊娠診斷[23,24], 分娩후 卵巢機能 回復狀態의 檢討[25,26] 그리고 繁殖障碍의 診斷과 治療效果의 判定[27,28]등에 널리 이용되고 있다. 이와같이 세계 각국

에서는 가축의 繁殖效率增進을 위해 각 繁殖狀態에 따른 내분비학적 연구가 활발히 진행되어 이를 生産性向上 등에 실제적으로 응용하고 있는 실정이다. 그러나 우리나라 韓牛에 대해서는 康 등[29]의 발정주기 및 임신초기의 혈장 progesterone농도변화, 康 등[30] 및 申[31]의 조기임신진단 그리고 崔 등[32]의 분만후 난소기능 회복상태의 검토 등이 있을 뿐이다. 따라서 본 연구는 한우에서 춘기발동 도달시기를 내분비학적으로 규명하고자 혈장 progesterone농도를 측정하였다.

Table 1에서 보는바와 같이 혈장 progesterone농도측정에 의한 춘기발동 도달월령 및 이때의 체중은 평균 11.3개월과 188.5kg으로 나타났는데, 이는 肉牛에서 혈장 progesterone농도를 측정하여 춘기발동이 10~11개월이었다는 Schams 등[17] 및 Moran 등[8]의 보고와 일치하고 있다. 또한 임상적 발정증상의 육안적 관찰에 의한 춘기발동 도달월령 및 이때의 체중은 평균 14.2개월과 215.4 kg으로 나타나 Bhattacharaya[5]가 buffalo에서 15개월, Dobson과 Kamonpatana[7]가 乳牛 및 肉牛에서 7~12개월이었다는 보고와도 거의 일치하였다. 그러나 한우에서는 金과 金[11] 및 金[33]이 제주지역을 대상으로 한 조사에서 초발정이 26~40개월, 李[13]가 전국을 대상으로 한 조사에서 초발정이 20~36개월이었다는 보고보다는 본 연구의 결과가 훨씬 빠르게 나타났음을 알 수 있었다. 이처럼 본 연구의 결과가 한우에 대한 다른 보고자들의 결과보다도 춘기발동 도달시기가 더 빨랐던 원인은 본 실험에 사용되었던 공시동물들은 NRC사양표준에 준하여 사육되었던 한우를 대상으로 1일 2회씩 발정증상을 세밀히 관찰하였기 때문인 것으로 생각된다.

한편 혈장 progesterone농도측정에 의해서는 평균 11.3개월에 춘기발동에 도달함을 알 수 있었지만 그러나 임상적 발정증상은 약 3개월후인 평균 14.2개월에야 처음으로 관찰되었는데(Table 1), 이는 내분비학적으로 춘기발동에 도달한 다음 평균 4.2회의 발정주기(둔성발정)가 반복된 후에 처음으로 임상적 발정증상이 관찰되었음을 의미한다(Fig 2, 3). 즉 Jainudeen과 Hafez[9]가 畜牛는 춘기발동에 도달한 후 1회 또는 그 이상의 배란을 보인 다음에야 발정증상을 관찰할 수 있으며 또한 Roberts[34]도 춘기발동 개시이후 첫번째 발정시 74%, 두번째 발정시 43% 그리고 세번째 발정기 21%의 소가 둔성발정을 나타내거나 또는 발정증상을 나타내지 않는다고 지적하고 있는데, 한우에서는 춘기발동 도달이후에 평균 4.2회의 둔성발정을 보인점은 한우의 한 특성이 아닌가 생각된다. 따라서 앞으로는 한우에 있어서 내분비소견과 관련하여 발정증상에 관한 보다 상세한 검토가 있어야 할 것으로 사료된다.

Schams 등[17]은 춘기발동때 정상적인 발정주기를 보이기 이전에 8~12일의 短發情週期를 갖는다고 보고한 바 있는데 본 연구에서도 10두중 7두가 정상적인 발정주기를 보이기 이전에 8~12일의 단발정주기를 보여서 위의 보고와 일치함을 알 수 있었다. 또한 춘기발동에 도달한 후 발정주기중 혈장 progesterone농도변화의 양상은 康 등[29]이 한우에서 보고한 정상 발정주기중 혈장 progesterone농도변화와 동일한 양상을 보였다.

생후 24개월까지 춘기발동에 도달하지 않았던 2두는 체중이 200kg 전후로 영양상태가 불량한 개체들이었다. 즉, 본 실험에 공시된 13두는 한 飼育舍內에서 집단사육을 하였던 바 이들중 힘이 센 개체들은 사료의 섭취량이 많았던 반면에 허약한 개체들은 상대적으로 사료의 섭취량이 적었는데 이 2두가 바로 이런 경우에 해당되는 개체들이었다. 이는 영양상태가 불량할 경우 춘기발동이 지연된다는 Bhattacharaya[5] 및 Oyedipe 등[3]의 지적처럼 영양상태가 이들의 춘기발동 도달시기를 지연시켰던 것으로 생각된다.

그런데 實驗對象牛中 1두는 혈장 progesterone농도가 실험개시일인 생후 8개월부터 계속해서 4.0ng/mℓ이상으로 높게 나타나 직장검사 소견상 임신으로 확인되었고 生後 502일에 仔牛 1두를 분만하였다. 이는 실험개시 이전인 생후 7개월에 춘기발동에 도달하여 임신된 것으로, 10두의 춘기발동 평균월령 11.3개월보다도 훨씬 빠른 시기에 춘기발동에 도달되었던 개체로서, 소에서 좋은 영양조건이 춘기발동 도달시기를 단축시킬 수 있다는 Oyedipe 등[3]의 지적을 고려해 볼 때 한우에서도 영양상태를 증진시켜 주면 춘기발동 도달시기를 단축시킬 수가 있다는 가능성을 시사해 주었다.

이상에서와 같이 韓牛에서도 혈장 progesterone농도측정에 의해 춘기발동의 개시시기를 확인할 수가 있었으며 또한 생후 첫발정이 육안적으로 관찰되기 이전에 평균 4.2회의 둔성발정 즉, 배란을 보였다. 이러한 사실은 한우의 분만후 발정재귀시기에 대한 검토에서 분만후 50일까지 내분비학적으로 약 82%의 소가 발정이 재귀되었지만 임상적 발정증상의 육안적 관찰에 의해서는 43%만이 재귀되었다는 前報[32]의 보고 등을 고려하여 볼 때 앞으로는 한우에서 내분비소견과 관련된 둔성발정 또는 미약발정 등에 관한 상세한 검토가 있어야 하리라 생각된다.

결 론

한우 13두를 대상으로 춘기발동 도달시기를 내분비학적으로 검토하기 위하여 생후 8개월부터 24개월까지 주 2회 혈장 progesterone농도를 측정하였으며 또한 임상적

인 발정상태를 매일 2회 관찰하여 이를 서로 비교검토하였다.

혈장 progesterone농도측정에 의한 춘기발동 도달시기는 평균 11.3개월, 이때의 체중은 평균 188.5kg이었으며, 임상적 발정증상의 육안적 관찰에 의한 춘기발동 도달시기는 평균 14.2개월, 체중은 평균 215.4kg이었다.

이와같이 韓牛에서도 혈장 progesterone농도측정에 의해서 춘기발동 도달시기를 확인할 수가 있었으며 또한 첫발정이 육안적으로 관찰되기 이전에 1회 이상의 배란을 보인다는 것을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Sorensen AJ, Hansel W, Hough WH, et al. Causes and prevention of reproductive failures in dairy cattle. I. Influence of underfeeding and overfeeding on growth and development of Holstein heifers. *Bull Cornell Univ Agric Exp Stn* 1959 ; 936~951.
2. Grass JA, Hansen PJ, Rutledge JJ, et al. Genotype x environmental interactions on reproductive traits of bovine females. I. Age at puberty as influenced by breed, breed of sire, dietary regimen and season. *J Anim Sci* 1982 ; 55 : 1441.
3. Oyedipe EO, Osori DIK, Akerejola O, et al. Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rate of zebu heifers. *Theriogenology* 1982 ; 18 : 525~539.
4. Wiltbank JN, Kasson CW, Ingalls JE. Puberty in crossbred and straightbred heifers on two levels of feed. *J Anim Sci* 1969 ; 29 : 602~605.
5. Bhattacharaya P. Reproduction. In : Cockrill WR, ed. *The husbandry and health of the domestic Buffalo.* 1st ed. Rome : FAO, 1974 ; 105~158.
6. Lundström K, Abeygunawardena H, de Silva LNA, et al. Environmental influence on calving interval and estimates of its repeatability in the Murrah buffalo in Sri Lanka. *Anim Reprod Sci* 1982 ; 5 : 99~109.
7. Dobson H, Kamonpatana M. A review of female cattle reproduction with special reference to a comparison between buffaloes, cows and zebu. *J reprod Fert* 1986 ; 77 : 1~36.
8. Moran C, Prendiville DJ, Quirke JF, et al. Effects of oestradiol, zeranol or trenbolone acetate implants on puberty, reproduction and fertility in heifers. *J Reprod Fert* 1990 ; 89 : 527~536.
9. Jainudeen MR, Hafez ESE. Cattle and water Buffalo. In : Hafez ESE, ed. *Reproduction in farm animals.* 5th ed. Philadelphia : LEA & Febiger, 1987 ; 297~298.
10. Chung DC, Kim JK, Beak YK, et al. The use of radioimmunoassay to monitor reproductive status of Cheju native cattle and the effect of supplementary feeding on reproduction. 1. Body weight changes, breeding performances and progesterone levels from weaning until first calving. *Korean J Anim Reprod* 1986 ; 10 : 49~57.
11. 金重桂, 金承贊. 濟州道 韓牛의 繁殖障碍 發生原因과 對策에 關한 硏究. 第1報. 濟州韓牛의 繁殖狀況에 關한 硏究. 韓畜誌 1980 ; 22 : 161~166.
12. Han CK, Park JH, Lee NH, et al. Survey on the reproductive traits of Korean native cattle. *Korean J Anim Sci* 1987 ; 29 : 566~572.
13. 李海淙. 韓牛의 繁殖이 沮害되는 要因의 分析硏究 第二報. 韓畜誌 1978 ; 20 : 252~266.
14. Hansel W, Convey EM. Physiology of the estrous cycle. *J Anim Sci* 1983 ; 57(Suppl 2) : 404~418.
15. Kinder JE, Davis DI, Kittok RJ. Endocrinology of puberty in cows and ewes. *J Reprod Fert* 1987 ; 34 (Suppl) : 167~186.
16. Gonzalez-Padilla E, Wiltbank JN, Niswender GD. Puberty in beef heifers. 1. The inter-relationship between pituitary, hypothalamic and ovarian hormones. *J Anim Sci* 1975 ; 40 : 1091~1104.
17. Schams D, Schallenberger E, Gombe S, et al. Endocrine patterns associated with puberty in male and female cattle. *J Reprod Fert* 1981 ; 30 : 103~110.
18. Choi HS, Kang BK, Lee CG, et al. Studies on the improvement of reproductive efficiency in Korean native cows. -Development of radioimmunoassy for progesterone-. *Korean J Vet Res* 1990 ; 30 : 171~175.
19. Smith RD. Estrus detection. In : Morrow DA, ed. *Current theraphy in theriogenology* 2. 2nd ed. Philadelphia : WB Saunders Co, 1986 ; 153~162.
20. Rosenberger G. Gynaecological examination. In : Rosenberger G, ed. *Clinical examination of cattle.* 2nd ed. Philadelphia : WB Saunders Co, 1979 ; 323~340.
21. Laitinen J, Remes E, Tenhunen M, et al. Milk progesterone in Finnish dairy cows : A field study on the control of artificial insemination and early pregn-

ancy. *Br Vet J* 1985 ; 141 : 297~307.

22. Worsfold AI, Booth JM, Wells PW, et al. The evaluation of a new rapid milk progesterone test and an aid to improving dairy herd fertility. *Br Vet J* 1987 ; 143 : 83~87.
23. Shemesh M, Ayalon N, Lavi S, et al. A new approach to the use of progesterone levels for pregnancy determination. *Br Vet J* 1983 ; 139 : 14~48.
24. Laing JA, Gibbs HA, Eastman SAK. A herd test for pregnancy in cattle based on progesterone levels in milk. *Br Vet J* 1980 ; 136 : 413~415.
25. Peters AR, Lamming GE. Regulation of ovarian function in the post partum cow : An endocrine model. *Vet Rec* 1986 ; 118 : 236~239.
26. Dawuda PM, Eduvie LO, Esievo KAN, et al. Interval between calving and first observable oestrus in post-partum Bunaji cows. *Br Vet J* 1988 ; 144 : 258~261.
27. Etherington WG, Christie KA, Walton JS, et al. Progesterone profiles in postpartum Holstein dairy cows as an aid in the study of retained membranes, pyometra and anestrus. *Theriogenology* 1991 ; 35 : 731~746.
28. Dinsmore RP, White ME, Guard CL, et al. Effect of gonadotropin-releasing hormone on clinical response and fertility in cows with cystic ovaries, as related to milk progesterone concentration and days after parturition. *JAVMA* 1989 ; 195 : 327~330.
29. 康炳奎, 崔漢善, 李政吉 등. 韓牛의 繁殖效率 增進에 관한 硏究. -發情週期 및 妊娠初期의 progesterone濃度變化. 大韓獸醫學會誌 1990 ; 30 : 243~247.
30. 康炳奎, 崔漢善, 李政吉 등. 韓牛의 繁殖效率 增進에 관한 硏究. -Progesterone濃度測定에 의한 早期姙娠診斷-大韓獸醫學會誌 1990 ; 30 : 249~253.
31. 申源執. 韓牛의 早期姙娠診斷에 關한 硏究. 韓畜誌 1980 ; 22 : 401~404.
32. 崔漢善, 康炳奎, 孫彰好 등. 韓牛의 繁殖孝率 增進에 관한 硏究. -血中 progesterone濃度測定에 의한 分娩후 卵巢機能 回復狀態의 檢討. 大韓獸醫學會誌 1990 ; 30 : 515~523.
33. 金重桂. 韓牛의 繁殖實態와 對策(Ⅰ). 韓國家畜繁殖硏究會報 1979 ; 3 : 6~13.
34. Roberts SJ. Puberty and the onset of estrous cycles. In : Roberts SJ, ed. *Veterinary obstetrics and genital diseases(Theriogenology)*. 3rd ed. Michigan : David and Charles Inc. 1986 ; 438.