

## 韓國在來山羊의 性成熟日齡 및 季節繁殖性

康炳奎 · 崔漢善 · 朴永竣 · 朴範鏞 · 孫彰好

全南大學校 獸醫科大學

(1992. 1. 10 접수)

### The age at puberty and the breeding season in Korean native goats

Byong-kyu Kang, Han-sun Choi, Young-jun Park,  
Bum-jun Park, Chang-ho Son

College of Veterinary Medicine, Chonnam National University

(Received Jan 10, 1992)

**Abstract :** To investigate the age at puberty and the seasonal breeding in Korean native goats, progesterone concentrations were measured in blood. Blood samples were collected from 8 goats at 10 day intervals from 2 months of age until the first estrus after birth, and then every 5 days for a further estrous cycle and the seasonal breeding.

The mean age and weight at puberty were  $195 \pm 57$  days (mean  $\pm$  S.D., range : 107~260 days) and  $11.1 \pm 0.9$  kg (range : 9.8~12.0 kg), respectively. The mean age at first pregnancy after birth was  $241 \pm 109$  days (range : 107~273 days).

The estrus was observed 47.6% from October to December, and was highest in fall (38.1%) and lowest in spring and summer (14.3%). However, the estrus was observed every season.

About 67% of total conception occurred from October to January. The parturition occurred 41.7% in spring, 25.0% in summer and winter, and 8.3% in fall, respectively.

These results suggest that Korean native goats do not have a breeding season, but the reproductive activity is influenced by the season.

**Key words :** progesterone, puberty, seasonal breeding, Korean native goat.

### 서 론

山羊의 性成熟은 보통 생후 5~7개월에 일어나는데 이는 내분비학적으로 시상하부, 뇌하수체전엽 및 생식선 등의 여러 기관에 의하여 지배되므로 그러한 기관에 작용하는 유전적, 환경적 요인 등에 영향을 받게 된다.<sup>1</sup> 면양과 같이 번식계절이 뚜렷한 동물에서는 성성숙의 완료가 출생시기부터 번식계절까지의 기간과 번식이 가능할 정도의 성장 등에 의존하기

때문에 출생시기와 영양상태에 따라서 큰 차이가 있다고 지적하고 있다.<sup>2~4</sup> Foote et al<sup>2</sup>과 Wiggins et al<sup>3</sup>의 보고에 의하면 출생시기에 따라서 많은 차이가 있는데 봄에 분만한 개체는 일조시간이 짧아지는 가을철에 발정을 나타내어 임신되는 예가 많다고 하였으며 Thibault et al<sup>5</sup>은 일조시간의 장단과 위도 등에 영향을 받는다고 보고하였다.

山羊은 일반적으로 短日性 季節繁殖動物이라고 알려져 있지만 품종 및 지리적인 위치에 따라서 영향을

\*이 논문은 1991년도 동원육영재단의 학술연구비에 의하여 연구되었음.

받는다고 보고되고 있다.<sup>6~8</sup> 산양의 번식계절은 북반구 온대지방에서는 일반적으로 가을철에 발정이 오고, 열대 및 아열대지방에서는 일조시간, 기온 및 기후 등의 변화가 거의 없어서 연중 번식이 가능하다고 하며<sup>9~14</sup>, 계절번식의 발현은 光周期에 의하여 지배되고 있음이 밝혀진 바 있다.<sup>15</sup>

韓國在來山羊(이하 在來山羊)에서의 初妊月齡에 관한 보고로 金과 鄭<sup>16</sup>이 경남 및 충남지방에서 사육농가의 호별방문에 의해 조사한 初妊月齡은 평균 8개월이었지만 실제로는 개체차가 많아서 빠른 것은 6개월 이전에 임신이 되었으며, 늦은 것은 1년이 지난 것도 있었다고 보고하였다. 그러나 현재까지 재래산양의 성성숙 혹은 성성숙에 영향을 미치는 출생시기 및 영양상태 등에 대한 보고는 거의 없고 또한 이와 관련된 내분비학적인 측면에서의 검토도 전혀 없는 실정이다.

재래산양의 연중 발정발현시기에 대해 金과 鄭<sup>16</sup>은 4월부터 10월 사이에 발정의 발현빈도가 가장 높았으며, 11월과 이듬해 2월 사이가 가장 낮았다고 보고하였다. 宋 등<sup>17</sup>은 재래산양 30두를 대상으로 주로 임상적 발정증상을 관찰하여 발정의 발현율을 조사한 결과 10월부터 이듬해 2월 사이에 발정의 발현빈도가 가장 높았고, 7월부터 8월 사이에는 가장 낮았지만 그러나 연중 발정이 발현되어 재래산양은 非繁殖季節이 극히 짧거나 계절의 영향을 적게 받는 품종이라고 보고한 바 있다. 그리고 羅<sup>18</sup>는 50두를 대상으로 육안적으로 발정을 관찰한 결과 5월에 가장 높은 발정의 발현을 보였고, 8월에 가장 낮은 발현율을 보였지만 역시 발정발현은 연중 계속된다고 보고하여 월별 발정발현빈도는 보고자에 따라서 각기 차이가 있었다.

본 연구는 재래산양의 성성숙 도달시기 및 계절번식성에 대하여 주로 임상적 발정증상 및 내분비학적으로 보다 정확하게 규명하여 재래산양의 번식효율 증진을 위한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

**供試動物** : 前報<sup>19</sup>에서 보고하였던 재래산양의 번식생리에 대한 일련의 시험중에서 本報에서는 생후 2개월령에 입식한 체중 6kg 이상의 仔羊 6頭와 본 실험기간동안에 번식하여 얻어진 2두를 합한 총 8두를 대상으로 성성숙일령을 조사하였으며 그리고 계절번식성을 조사하기 위해서 역시 經產 8두를 대상으로 하였다. 실험기간중 사양관리는 崔 등<sup>19</sup>과 동일하게 사육하였다.

**試料의 採取** : 性成熟을 확인하기 위해서 생후 2개월령부터 매 10일 간격으로 채혈한후 progesterone 농도를 분석하여 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이상으로 상승하면 그때부터는 매 5일 간격으로 周期的인 변화를 보일때까지 그리고 계절번식성의 검토를 위해서는 1년간 매 5일 간격으로 채혈을 하였다. 경정맥에서 채취한 혈액은 30분 이내에 원심(1,500g, 10분)하여 혈장을 분리한후 분석할때까지 -20°C에서 보관하였다. 한편 성성숙의 확인을 위해 채혈할때 마다 체중도 동시에 측정하였다.

**血漿 progesterone 濃度測定** : 혈장 progesterone 농도의 측정은 崔 등<sup>19</sup>의 기술에 준하여 방사선면역분석법으로 실시하였다.

**發情의 確認** : 발정의 확인은 Smith<sup>20</sup>의 기술에 준하여 임상적 발정증상을 1일 2회(08:00, 18:00) 관찰하였으며 발정개시일을 Day 0로 하였다. 한편 初妊月齡의 조사를 위하여 발정발현시 모두 자연교미를 시켰다.

**性成熟到達時期의 確認** : 임상적 발정증상의 발현과 함께 혈장 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이상으로 상승하여 주기적인 변화를 보일때 성성숙에 도달하였다고 판정하였다.

**季節繁殖性的 確認** : 검사두수 8두에 대해 연중 연속적으로 임상적 발정증상의 관찰과 함께 혈장 progesterone 농도의 주기적인 변화의 확인에 의해서 한 발정주기를 뚜렷히 나타낸 횟수 즉 42주기에 대한 연중 월별분포로 계절번식성을 확인하였다.

## 결 과

**혈장 progesterone 농도측정에 의한 性成熟日齡** : 재래산양의 성성숙일령을 내분비학적으로 정확하게 파악하기 위하여 정상적으로 자연분만된 재래산양 8두를 대상으로 혈장 progesterone 농도변화 및 임상적 발정증상을 관찰하였다. 즉, 혈장 progesterone 농도가 상승하기 시작하여 주기적인 변화가 인정되는 첫주기 개시일을 성성숙 또는 初發情에 도달하였다고 판정하였던 바 성성숙일령 및 그때의 체중은 Table 1과 같다.

3월 출생자양 5두 및 4월 출생자양 3두 총 8두중 1두(No. 2)를 제외한 나머지 7두에서 혈장 progesterone 농도변화에 의한 성성숙일령은 평균 195일이었고 이중 성성숙이 가장 빨랐던 것은 8번 산양으로 생후 107일, 가장 늦었던 것은 1번 산양으로 생후 260일에 발정의 발현과 함께 혈장 progesterone 농도가 1.0 ng/

Table 1. Age and weight at puberty by plasma progesterone concentrations in 8 Korean native goats

Goat No.	Birthday	Puberty by progesterone concentrations		
		Date*	Age(day)	Body weight(kg)
1	89.03.10	89.11.25	260	12.0
3	89.03.20	89.10.20	214	10.8
4	89.03.20	89.11.21	246	12.0
5	89.04.05	89.10.18	196	10.0
6	89.04.05	89.11.01	210	9.8
7	90.03.13	90.07.21	130	11.5
8	90.04.21	90.08.06	107	12.0
	Mean± S.D.		195± 57	11.1± 0.9
2	89.03.10	90.03.06	361	15.0

\*Date is the first day that showed the cyclicity of progesterone concentrations after birth.

Table 2. Age at the first pregnancy after birth in 8 Korean native goats

Goat No.	Date at puberty by progesterone concentrations	First pregnancy after birth	
		Date	Age(day)
1	1989.11.25	1989.11.25	260
3	1989.10.20	1989.10.20	214
4	1989.11.21	1989.11.21	246
5	1989.10.18	1990.01.03	273
7	1990.07.21	1990.07.31	140
8	1990.08.06	1990.08.06	107
	Mean± S.D.		241± 109
2	1990.03.06	1990.05.28	444
6	1989.11.01	-	-

m이상으로 상승하였다. 성성숙때의 체중은 평균 11.1 kg으로 그 범위는 9.8~12.0 kg이었다.

그런데 2번 산양은 생후 361일이 되어서야 성성숙에 도달하였으며 이때 체중은 15.0 kg으로서 다른 산양에 비해 성성숙이 훨씬 지연되었다. 한편 1번부터 6번 산양은 농가에서 구입했던 것으로서 구입이전의 사양관리에 대해서는 알수 없었는데 이들 모두 생후 196일 이후, 체중 9.8~12.0 kg일때 성성숙에 도달하였다. 7번과 8번 산양은 본 실험기간동안에 직접 번식시킨 것으로 각각 생후 130일과 107일, 체중 11.5 kg과 12.0

kg일때 성성숙에 도달하였다.

**혈장 progesterone농도측정에 의한 初妊日齡**: 성성숙도달의 확인과 함께 자연교미를 실시하여 초임임령을 조사한 결과는 Table 2와 같다.

김사두수 8두중 2두(No. 2, 6)를 제외한 나머지 6두에서 평균 初妊日齡은 241일로 그 범위는 107일에서 273일 이었다. 즉, 가장 빨랐던 것은 8번 산양으로 생후 107일에 성성숙에 도달함과 동시에 자연교미후 임신이 되었으며, 가장 늦었던 것은 5번 산양으로 생후 196일에 성성숙에 도달하여 자연교미를 시켰으나 임신이 되지 않았으며 그후 주기적인 변화를 보이다가 273일에야 임신이 되었다.

한편 2번 산양은 생후 361일에 성성숙에 도달하였지만 자연교미후 임신이 되지 않았으며 생후 444일에야 첫 임신이 되었다. 6번 산양은 210일에 발정의 발현과 동시에 혈장 progesterone농도가 상승하여 성성숙에 도달하였지만 본 실험이 끝날때인 생후 3년째까지 간헐적인 발정을 보여서 발정때마다 교미를 시켰으나 임신이 되지 않았다.

**季節繁殖性的 確認**: 혈장 progesterone농도측정 및 임상적 발정증상의 관찰에 의해서 주기성이 확인되었던 총 42예의 발정주기에 대한 월별 발현빈도와 12

Table 3. Seasonal distribution of estrus from 42 cases, conception and kidding from 12 cases in 8 Korean native goats

	Season : Month :	Spring			Summer			Fall			Winter		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Estrus	42	2	-	4	-	4	2	2	6	8	6	4	4
	%	14.3%			14.3%			38.1%			33.3%		
Conception	12	-	-	1	-	2	1	-	3	2	1	2	-
	%	8.3%			25.0%			41.7%			25.0%		
Kidding	12	2	2	1	3	-	-	-	1	-	2	1	-
	%	41.7%			25.0%			8.3%			25.0%		

에의 임신 및 분만시기를 검토한 결과는 Table 3에 나타냈다.

월별 발정의 발현빈도는 11월에 8례로 가장 많았고, 10월과 12월이 각 6례, 1, 2, 5 및 7월 각 4례 그리고 3, 8 및 9월이 각 2례였으며 4월과 6월은 1례도 없었다. 이를 계절별로 보면 가을 38.1%, 겨울 33.3%, 봄과 여름 14.3%의 순으로서 年中 내내 發情을 관찰할 수 있었다.

검사두수 8두에서 관찰된 총 12례의 임신에 대한 월별 임신율은 역시 10월에서 이듬해 1월까지 가장 높았으며 이를 계절별로 보면 가을 41.7%, 여름과 겨울 각각 25.0% 그리고 봄에 8.3%이었다. 한편 분만에 대한 계절별 분만율은 봄 41.7%, 여름과 겨울 각각 25.0% 그리고 가을이 8.3%이었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 재래산양은 소위 산양의 번식계절인 9~2월에 그의 번식성이 우수하지만 그러나 비번식계절인 3~8월에 발정발현과 함께 임신이 되는 산양도 확인되었다.

## 고 찰

山羊의 性成熟은 보통 생후 5~7개월에 일어나지만 유전적, 환경적 및 영양적인 요인 등에 따라서 크게 영향을 받는다.<sup>1~4</sup> 번식계절이 뚜렷한 변양에 대해 Jainudeen과 Hafez<sup>1</sup> 및 Foote et al<sup>2</sup>은 봄철에 출생한 개체는 여름철에 풍부한 청초기를 지남과 동시에 일조시간이 짧아지는 가을철에 성성숙에 도달한다고 보고함으로써 출생시기와 영양상태가 성성숙에 중요한 요인임을 강조하고 있다.

재래산양에 있어서는 金과 鄭<sup>16</sup>이 경남과 충남지방의 농가를 대상으로 호별방문하여 출생시기 및 영양상태 등에 구별없이 조사한 결과 初妊年齡이 평균 8개월 이었다고 보고하였다.

본 실험에서는 Table 1과 2에서 보는바와 같이 혈장 progesterone농도변화에 의하여 조사된 성성숙일령은 평균 195일로 그 범위는 107일에서 260일이었으며 초임일령은 평균 241일로 그 범위는 107일에서 273일이었다. 또한 성성숙때의 체중은 평균 11.1 kg이었고, 그 범위는 9.8 kg에서 12.0 kg이었다. 그러나 2번 산양은 생후 361일이야 성성숙에 도달하였고 이때의 체중은 15 kg이었으며, 초임은 성성숙발현 83일후인 444일에 일어나서 다른 산양에 비해 성성숙 및 초임이 훨씬 늦게 나타났다. 또한 6번 산양은 생후 210일에 성성숙에 도달하여 발정발현시마다 자연교미를 시켰으나 본 실험이 끝날때까지 임신이 되지 않아 번식장애를

일으킨 것이었다.

한편 Table 1과 2에 공시된 산양에서 성성숙과 관련된 영양상태의 영향이 확인되었다. 즉, 1번부터 6번 산양은 생후 2개월때 농가에서 구입했던 것으로 구입이전의 사양수준을 알 수 없었는데 이들은 196일 이후에야 성성숙에 도달하였다. 그러나 7번과 8번 산양은 본 실험기간동안에 직접 번식시킨 것으로서 풍부한 조사료와 일정량의 농후사료를 급여하여 비교적 양호한 영양상태를 유지시켜 주었던 바 생후 각각 130일과 107일에 성성숙이 일어나서 兩群에서 분명한 차이를 볼 수 있었다. 그러나 성성숙도달시의 체중에 있어서는 이들 모두 9.8~12.0 kg 즉, 평균 11.1 kg으로서 뚜렷한 차이가 없었다. 이러한 사실에 비추어 볼 때 재래산양의 성성숙은 개체의 연령보다도 영양상태에 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다. 따라서 출생후 이상적인 사양관리를 한다면 성성숙일령을 단축시킬 수 있어서 재래산양의 생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

한편 본 실험에 공시된 산양은 모두 3~4월 즉, 봄철에 출생한 것들로서 출생계절에 의한 성성숙일령의 차이를 비교해 볼 수가 없었지만 앞으로는 성성숙일령에 대한 출생계절의 영향 등에 대해서 보다 상세한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

山羊은 일반적으로 短日性 季節繁殖動物이지만 품종, 위도, 기후 및 사양관리 등이 번식에 영향을 미친다. 5~10 품종별로 보면 Ragan et al<sup>21</sup>은 미국 Washington 주의 Pygmy 산양이 9월초부터 번식이 시작되는 季節繁殖動物이라 하였고, Pretonius<sup>22</sup>는 Angora종 산양이 短日季節인 가을철이 되어서야 발정이 발현된다고 하였다. 지역별에 있어서는 Simplicio et al<sup>23</sup>의 보고에 의하면 열대나 아열대에서도 같이 일조시간이나 기후적 요인의 변화가 적은 지역에서는 연중번식이 가능하지만 이러한 환경조건하에서도 분만빈도에 있어서는 차이가 있다고 하였다. Shelton<sup>24</sup>은 북반구의 온대지역에서 서식하는 산양은 일조시간의 장단에 따라 분명한 무발정기를 보이는 短日性 季節繁殖動物이라고 보고하였다.

재래산양에 있어서는 宋 등<sup>17</sup>이 재래산양 30두를 대상으로 1년간에 걸쳐서 관찰한 총 143례의 발정에서 10월부터 2개월간 발정발현율이 가장 높았고 7월과 8월에는 가장 낮았으나 매일 발정이 발현되어서 재래산양은 非繁殖季節이 극히 짧거나 계절의 영향을 적게 받는 품종이라고 보고하였다. 羅<sup>18</sup>는 50두를 대상으로 역시 육안적으로 관찰한 월별 발정발현율에서 5월에 36%로 가장 높았고 그 다음이 10월로 30%였

으며 나머지 기간에는 2~8%로 연중 발정이 발현된다고 보고한 바 있다.

Table 3에서 보는바와 같이 발정발현, 임신 및 분만 등의 연중 발현율을 파악하고자 육안적인 발정의 관찰 및 혈중 progesterone농도측정에 의해 조사해 보았던 바 비교적 적은 例數이긴 하지만 8두에서 1년동안 총 42회의 발정을 확인하였는데 그 결과 10~12월이 47.6%로 발정발현이 가장 많았다. 이는 10월부터 2개월간 가장 높은 발정발현율을 보였다는 宋 등<sup>17</sup>의 보고와 일치하는 경향이였다. 그러나 4월부터 8월에 높은 발정빈도를 보였다는 金과 鄭<sup>16</sup>의 보고 및 5월에 가장 높은 발정빈도를 보였다는 羅<sup>18</sup>의 보고와 비교할 때 월별 또는 계절적으로는 차이가 있었으나 연중 발정이 발현된다는 성적과는 일치하였다. 또한 봄과 여름에 발정발현율이 가장 낮게 나타났던 본 실험의 성적은 李 등<sup>25</sup>의 非繁殖季節을 갖는 개체도 있었다는 보고와 비교해 볼 때 대체적으로 일치하는 결과였다. 이것은 朴 등<sup>26</sup>이 재래산양을 대상으로 분만후 발정의 재귀시기에 대한 검토에서 가을과 겨울에 분만한 개체가 봄과 여름에 분만한 개체보다 발정의 재귀시기가 빨라서 분만후 발정의 재귀시기에 있어서는 長日 및 短日의 조건에 크게 영향을 받는다는 보고와 Mori et al<sup>27</sup>이 일본 재래종인 Shiba 산양은 자연조건하에서 周年繁殖動物이라는 보고를 뒷받침해주는 결과라고 생각된다.

더욱 Mori와 Maeda<sup>15</sup>는 일본 재래종인 Shiba 산양에서 日照條件의 길이 즉, 인위적으로 長日性을 負荷하면 Saanen종과 비슷하게 난소의 기능이 정지하였고 또한 日長變化의 정보전달에 대해서는 송과체가 관여하며 그리고 melatonin은 非繁殖季節에 있는 면양에 작용하여 난소활동을 부활시켜서 季節外繁殖을 誘起할 수 있다고 보고하고 있어 앞으로는 한국재래산양에서도 이와같은 측면에 대한 검토가 요망된다.

임신이 이루어지는 시기에 있어서는 가을철이 41.7%로 가장 높았으며 분만은 봄과 겨울철이 66.7%로 가장 높게 나타났는데 이는 발정의 계절적 發現頻度와 견주어 보았을 때 發情發現이 가장 많았던 가을철에 임신이 되었기 때문에 봄에 가장 많은 分娩比率을 나타내었다고 여겨진다. 이것은 金과 鄭<sup>16</sup>이 봄과 겨울철에 80% 이상이 분만하였다는 보고와 일치하였다.

한편 前報<sup>26</sup>의 분만후 발정재귀시기에 대한 검토에서 그 시기는 長日 및 短日의 조건에 분명히 영향을 받았으며 本報의 계절번식성에 대한 검토에서는 면산양의 번식계절인 9~2월이 비번식계절인 3~8월에

비하여 발정발현 및 임신율이 높게 나타났는데 이와 같은 결과를 종합하여 볼 때 한국재래산양은 周年繁殖性을 보이나 발정의 발현빈도에는 계절의 영향을 받는 것으로 사료된다.

## 결론

韓國在來山羊의 性成熟日齡과 季節繁殖性을 내분비학적으로 정확하게 규명하기 위하여 재래산양 8두를 대상으로 혈장 progesterone농도를 측정하였다. 성성숙일령의 조사를 위해서는 生後 2개월령부터 첫발정이 발현될 때까지 매 10일 간격으로, 첫발정 이후에는 매 5일 간격으로 채혈을 하였으며 동시에 각 채혈시마다 체중을 측정하였다. 계절번식성을 파악하기 위해서는 연중 매 5일 간격으로 채혈하였다.

혈장 progesterone농도측정에 의한 성성숙도달일령은 평균 195±57일(mean±S.D., 범위: 107~260일)이었고 성성숙매의 체중은 11.1±0.9 kg(범위: 9.8~12.0 kg)이었다. 한편 초임일령은 107일에서 273일로 평균 241±109일이었다.

월별발정의 발현율은 10~12월에 47.6%로써 가장 높았고, 3~4월에는 4.8%로써 가장 낮았다. 계절별로는 가을이 38.1%로써 가장 높았고, 겨울이 33.3% 그리고 봄과 여름이 각각 14.3%로써 가장 낮았으나 연중발정이 발현되었다.

월별임신율은 10~1월에 66.7%로 가장 많이 되었으며 계절별로는 가을이 41.7%로 가장 높았고 여름과 겨울이 각각 25.0% 그리고 봄이 8.3%로써 가장 낮았다.

분만율은 3~5월에 가장 높아 41.7%였으며 계절별로는 봄이 41.7%로 가장 높았고 여름과 겨울이 각각 25.0%, 가을이 8.3%로써 가장 낮았다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 재래산양은 연중발정이 발현되는 周年繁殖動物이지만 그러나 發情의 발현빈도에는 계절의 영향을 받는 것으로 사료된다.

## 참고 문헌

1. Jainudeen MR, Hafez ESE. Sheep and goats. In : Hafez ESE, ed. *Reproduction in farm animals*. 5th ed. Philadelphia : Lea & Febiger, 1987 ; 315~323.
2. Foote WC, Sefidbakht N, Madsen MA. Pubertal estrus and ovulation and subsequent estrous cycle patterns in the ewe. *J Anim Sci* 1970 ; 30 : 86~90.

3. Wiggins EL, Miller WW, Barker HB. Age at puberty in fallborn ewe lambs. *J Anim Sci* 1970 ; 30 : 974~977.
4. Terrill CE. The relation of face covering to lamb and wool production in range Rambouillet ewes. *J Anim Sci* 1968 ; 8 : 358~361.
5. Thibault C, Courrot M, Martinet L, et al. Regulation of breeding season and estrous cycles by light and external stimuli in some mammals. *J Anim Sci* 25 : 119.
6. Janet L, Shelton M. Spanish does : Breeding season variation and early weaning. *Int Goat and Sheep Res* 1982 ; 2 : 30~37.
7. Riera S. Reproductive efficiency and management in goats. in *Proceedings*. 3rd Int Goat Prod Dis 1982 ; 162~174.
8. Devendra C. Upgrading of local goats by the Anglo-Nubian at the Federal Experiment Station, Serdang. *Malasya Agr J* 1962 ; 63 : 265~280.
9. Hofmeyer M, Joubert DM, Badenhorst FJG, et al. Adaptability of sheep and goats to a South Africa tropical environment. *Proc So Afr Anim Prod* 1965 ; 4 : 191~195.
10. Mishra HR, Biswas SC. A study on distribution of estrus in deshi goats. *Ind J Dairy Sci* 1966 ; 19 : 132~144.
11. Shelton M. Reproduction and breeding of goats. *J Dairy Sci* 1978 ; 61 : 994~1010.
12. Gill GS, Dev DS. Performance of two exotic breeds of goats under indian conditions. *Ind J Anim Prod* 1972 ; 3 : 173~178.
13. Philips RW, Simmons VL, Schott RG. Observations on the normal estrous cycle and breeding season in goats and possibilities of the breeding season with gonadotropic hormones. *Am J Vet Res* 1943 ; 3 : 173~178.
14. Raikonwar CR, Borgohain BN. A note on the incidence and signs of oestrus in local does (*Capra hircus*) of Assam. *Ind J Anim Sci* 1978 ; 48 : 758~759.
15. Mori Y, Maeda K. Neuroendocrine control of seasonal reproduction. *Japan J Anim Reprod* 1987 ; 33 : 1~10.
16. 金昌根, 鄭英彩. 韓國在來山羊의 子羊生産에 關한 研究. 韓畜誌 1979 ; 21 : 127~133.
17. 宋又準, 朴忠生, 崔尚龍 등. 在來山羊의 繁殖의 季節性 및 分娩과 流産後의 發情再歸. 韓畜誌 1984 ; 26 : 350~356.
18. 羅鎮洙. 在來山羊에서 月別 發情發現狀況의 調査 및 發情의 誘起. 韓畜誌 1987 ; 29 : 288~294.
19. 崔漢善, 朴永坡, 康炳奎 등. 韓國在來山羊의 血漿 progesterone 濃度變化와 早期妊娠診斷에의 應用. 大韓獸醫學會誌 1992 ; 32 : 255~259.
20. Smith MC. The reproductive anatomy and physiology of the female goat. In : Morrow DA, ed. *Current therapy in Theriogenology*. 2nd ed. Philadelphia : WB Saunders Co, 1986 ; 577~579.
21. Ragan HA, Horstman VG, McClellan RO, et al. Application of miniature goat in ruminant research. *Am J Vet Res* 1966 ; 27 : 161.
22. Pretorius PS. Cyclic reproductive activity in the Angora goat. *Agroanimalia* 1973 ; 5 : 55.
23. Simplicio AA, Riera GS, Nunes JR. Estrous cycle and period evaluation in an undefined breed type (SRD) for goats in northeast, in *Proceedings*. 3rd Int Goat Prod Dis 1982 ; 310.
24. Shelton M. Reproduction and breeding of goats. *J Dairy Sci* 1978 ; 61 : 994~1010.
25. 李枝三, 郭大午, 朴忠生, 在來山羊의 季節的 無發情期의 血中 progesterone의 變化. 韓畜誌 1985 ; 27 : 749~755.
26. 朴永坡, 康炳奎, 崔漢善 등. 韓國在來山羊의 妊娠 및 分娩前後의 血漿 progesterone 濃度變化와 分娩後 發情再歸時期. 大韓獸醫學會誌 1992 ; 32 : 261~267.
27. Mori Y, Maeda K, Sawasaki T, et al. Effects of long days and short days on estrous cyclicity in two breeds of goats with different seasonality. *Jpn J Anim Reprod* 1984 ; 30 : 239~245.