

엘크 사슴의 계절에 따른 정액성상 변화, 정액 동결 및 인공수정에 관한 연구

유재원* · 김인철* · 이장희** · 정경용* · 조규호* · 전기준* · 이성대* · 이종완*** · 김창근****
농촌진흥청 축산과학원*, 바이오컬처**, 공주대학교***, 중앙대학교****

Study on Seasonal Variation in Semen Characteristics, Semen Cryopreservation and Artificial Insemination in Elk Deer

J. W. Ryu*, I. C. Kim*, J. H. Lee**, G. Y. Jeong*, G. H. Cho*, G. J. Jeon*, S. D. Lee*, J. W. Lee***
and C. K. Kim****

National Institute of Animal Science, Korea*, Bioculture Inc.***, Kong-Ju National University***,
Chung-Ang University****

ABSTRACT

This study was designed to investigate the seasonal variation in semen characteristics and the change of motility during semen frozen/thawed, and conception rates were observed following AI at the different times after estrus synchronization.

Semen collected from March to May showed significantly lower semen quality than the other months ($P<0.05$) and semen characteristics (volume, total sperm and motility) were significantly higher in October. Sperm motility after thawing in frozen semen were significantly lower in non-breeding season than in breeding season ($P<0.05$). Conception rate after treatment of estrus synchronization and AI different time after CIDR device removal, at 60 hour was higher than those of any other times through AI but there was no significantly difference between AI times.

Semen characteristics change gradually during the breeding and non-breeding season. These results were considered as a model for the use of assisted reproductive techniques for AI of deer in Korea.

(Key words : Deer, Semen, Estrus synchronization, Artificial insemination)

I. 서 론

동물의 계절번식은 주변 환경의 변화에 적응하고 종족 번식에 소요되는 에너지를 최소화하기 위함이다. 계절에 따른 번식의 조절은 일조시간, 온도 및 영양조건 등이 중요한 요인으로 작용하며, 시상하부와 뇌하수체는 일조시간의 영향을 받아 성선을 자극하여 호르몬 분비를

조절함으로써 이루어지는 것으로 알려져 있다. 사슴은 대부분 일조시간이 짧아지고 기온이 내려가는 가을에 번식활동을 재개하여 발정과 교배가 이루어지고, 늦은 봄 또는 초여름에 분만을 한다(Jaczevski, 1954; Pollock, 1975; Suttie 등, 1984; Schnare와 Fischer, 1987). 번식계절(9월~2월)에 수사슴의 정소는 정자형성이 왕성하게 이루어지고 크기가 비대해지며, 비번식계절

Corresponding author : C. K. Kim, Dep. of Animal Science and Technology, College of Industrial Sciences, Chung-Ang University Ansung-Si Kyunggi-Do 456-756 Korea.
Tel : +82-41-580-3450, Fax : +82-41-580-3459, E-mail : ryujj@rda.go.kr

에는 정자형성이 위축되고 크기도 작아진다. 이러한 정소의 주기적 변화는 뇌하수체 호르몬 분비량의 변화에 기인한 testosterone에 의해 조절되는 것으로 알려져 있다(Schnare와 Fischer, 1987). Testosterone은 뿔의 성장을 조절하며, 분비량이 가장 낮은 계절에 뿔의 성장이 개시되고(Lincoln, 1971), 분비량이 증가되면 뿔의 성장은 중지되고 석회화가 진행되며 정자형성이 재개된다(Asher 등, 1989a). 정자는 정소상체를 통과하는 동안 성숙이 이루어지고 정소상체 세포에서 분비된 특정 단백질과 결합하여 완전한 수정능력을 갖게 되며, 정소상체의 기능 또한 testosterone에 의해 조절된다(Goeritz 등, 2003; Pereira 등, 2005). 녹용의 성장과 번식주기 변화는 개체의 연령, 계절적 요인 및 유전적인 요소들에 의해 개체간에 변이를 나타내며(Lincoln, 1971; Krzywinski 와 Jaczewski, 1978; Asher 등, 1987; Gosch 와 Fischer, 1989), 이러한 원인에 의해 정액채취 시기에 따라 정액성상의 변이를 나타내게 된다. 사슴에서 정액채취는 인공질법과 전기자극 정액채취법 및 정소상체 정자 회수법 등이 이용되고 있고 정액채취 방법에 따른 정액성상은 차이가 없는 것으로 보고되었다(Jaczewski 와 Jasiorowski, 1974; Asher 등, 1987, 1988 b, c; Fennessy 등, 1987, 1990; Gosch and Fischer, 1989).

양질의 정액을 다량 확보하고 효율적으로 사용하기 위한 정액채취 방법, 시기, 액상 및 동결 보존 등에 관한 연구와 암사슴에서 발정동기화 후 인공수정 적기, 주입정자 수, 주입부위 및 방법 등에 관한 다양한 연구가 보고되고 있다(Asher 등, 1998).

본 연구에서는 엘크 사슴에서 계절에 따른 정액의 성상 변화와 동결 용해 후 정액성상을 조사하고, 암사슴에서 발정동기화 후 인공수정 시간에 따른 수태율을 조사하여 인공수정 효율 향상 방안을 찾고자 시도하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시 축

본 실험을 위해서 농가에서 사육중인 2세 이

상의 성숙한 엘크 수사슴 10두와 암사슴 60두를 공시하였다.

2. 정액의 채취

정액 채취는 비번식계절(3~8월)과 번식계절(9~2월)로 나누어 월 1회 채취 하였다. 정액채취를 위해 xylazine(Fentazin-10, 동방)을 체중 100kg 당 0.25 ml를 근육 주사 하여 마취를 시킨 후 이물질과 세균의 오염을 저감하기 위하여 음경을 포피 밖으로 돌출 시킨 후 생리식염수와 멸균거즈를 이용하여 깨끗이 세척하였다. 전기자극 정액 채취기(세원전자, 한국: 교류 5A, 60MHz)의 probe(길이: 50cm, 직경: 2.5cm)를 직장을 통해 천주 부위에 도달하도록 한 후 전기자극은 10~15V에서 10초 간격으로 5초 동안 통전하는 것을 3~10회 반복 하여 실시하였다.

채취된 정액은 정액량을 조사한 후 35℃로 가온 된 glycerol이 첨가되지 않은 BF-5 희석액(Monfort 등, 1993)으로 1~4배 희석한 후 얼음을 이용하여 5℃로 냉각하면서 1시간 이내에 실험실로 운반하였다.

3. 정액성상 검사

정액은 37℃로 가온 된 Makler counting chamber 위에 정액을 소적 한 후 위상차 현미경(Olympus BX 41)을 이용하여 200배 배율에서 운동성 정자의 비율을 계산하였고, 3% 생리식염수로 100배 희석한 후 Makler counting chamber를 이용하여 정자농도를 계산하고, 정액량과 곱하여 정자 수를 계산하였다.

4. 정액 동결 및 용해

(1) 희석액의 조성

정액 동결에 이용된 희석액은 BF-5 (glucose 1.6%, fructose 1.6%, TES 1.2%, Tris 2%, 페니실린 1000 IU/ml, 20% 난황, 황산 스트렙토마이신 1 mg/ml, OEP 0.5%)를 사용하였으며 glycerol의 최종 농도는 8% 이었다(Monfort 등, 1993).

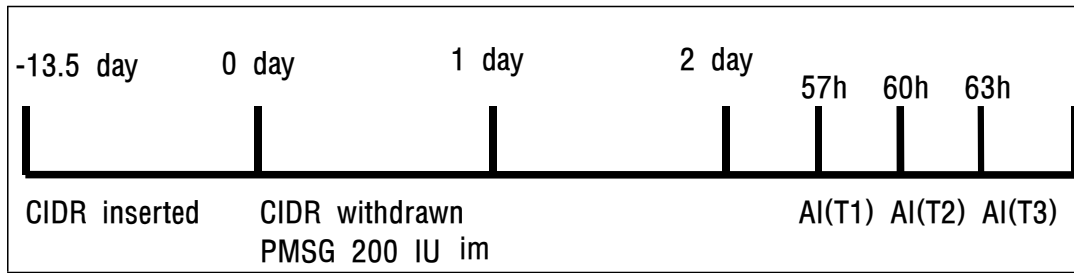


Fig. 1. Protocol for estrous synchronization program for timed artificial insemination (AI) in elk deer.

(2) 정액의 동결과 용해

정액은 채취 직후 35℃의 glycerol이 포함되지 않은 1차 희석액을 이용하여 최종 정자 농도가 ml 당 24×10^7 이 되도록 희석을 실시하였으며, 정액의 온도를 1.5시간에 걸쳐 5℃까지 하강시킨 후 glycerol이 16% 포함된 희석액으로 최종 농도 8%가 되도록 희석하였다.

희석이 완료된 정액은 0.25 straw(3×10^7 sperm/straw)에 분주 봉인하고 5℃에서 30분간 glycerol 평형을 실시하였다. 정액의 동결은 액체 질소 상단 10cm 위에서 10분간 예비 동결 (-80℃)한 후 액체 질소에 침지하여 동결하였다. 동결정액의 용해는 37℃의 온수에서 10초간 실시하였다.

5. 암사슴의 발정 주기 동기화 및 인공수정

발정 동기화를 위한 호르몬 처리는 사슴을 보정틀에 보정시킨 Fig. 1의 방법에 따라 CIDR (progesterone releasing device, Intervet.)를 삽입기를 이용하여 질 내에 삽입하고 13.5일 동안 유지시킨 후 CIDR를 제거하였다. CIDR 제거 시 PMSG 200 IU/두(Folligon, Inter Vet, Holland)를 근육에 주사 하였다. 인공수정용 정액은 번식계절에 채취된 동결정액을 이용하였으며, 정자 농도는 3×10^7 정자/straw 이었다. 인공수정 시간은 CIDR 제거 후 57(T1), 60(T2) 및 63(T3)시간에 각각 실시하였고, 정액은 자궁경관을 통과하여 자궁체에 주입하였다. 분만성적은 인공수정 일을 기준으로 하여 150일±7일 이내에 태어난 자육을 인공수정에 의한 것으로 계산하였다.

6. 통계 처리

본 실험의 결과는 SAS(Strategy Application System) 프로그램을 이용한 Duncan's multiple range test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

III. 결 과

수사슴에서 전기자극 정액채취법을 이용하여 채취된 정액의 연중 변화는 Table 1에서 보는 바와 같이 정액량, 정자 농도 및 운동성은 4~6월, 총 정자 수는 3~6월이 다른 달에 비해 유의적으로 적었다($P < 0.05$). 정액량, 정자 농도, 총 정자 수 및 정자 활력은 7월부터 증가 되어 정액량과 총 정자 수 및 정자 운동성은 10월에 가장 많았고, 정자 농도는 9월에 가장 많은 것으로 조사 되었다. 그 후 정액량, 정자농도, 총 정자 수 및 정자 운동성은 점진적으로 감소하는 경향을 보였고, 정액 양, 정자 농도 및 총 정자 수는 4~6월, 정자 운동성은 6월에 가장 낮았으며, 6월에 채취된 정액은 운동성이 없는 것으로 조사 되었다. 또한 7월~2월에 채취된 정액에서 양호한 정액성상(정액량, 총 정자 수, 활력)을 얻을 수 있었고, 번식계절 도래 시기인 7~8월은 비번식계절 중 정액성상이 가장 좋은 것으로 조사되었다.

번식 및 비번식계절의 정액성상은 Table 2에서 보는 바와 같이 비 번식계절인 3~8월의 정액량은 1.3 ml이었고 번식계절(9~2월)의 정액량은 1.6 ml로 번식계절에 정액량이 많았으나 유의성은 인정되지 않았으며, 정자 농도, 총 정자 수 및 정자 운동성은 번식계절이 유의적으

Table 1. Monthly variation of semen characteristics in Elk deer

Month *(No.)	Semen characteristics			
	Volume (ml)	Concentration ($\times 10^8$ /ml)	Total sperm ($\times 10^8$ /ejaculate)	Motility (%)
1 (n=5)	**0.6 \pm 0.3 ^a	14.9 \pm 7.8 ^a	9.54 \pm 5.7 ^a	88.0 \pm 5.7 ^a
2 (n=4)	0.7 \pm 0.4 ^a	6.3 \pm 5.8 ^a	5.04 \pm 3.2 ^a	85.0 \pm 5.8 ^a
3 (n=4)	0.6 \pm 0.4 ^a	0.5 \pm 0.5 ^a	0.27 \pm 0.2 ^b	81.3 \pm 4.8 ^a
4 (n=3)	0.1 \pm 0.2 ^b	0.1 \pm 0.1 ^b	0.01 \pm 0.1 ^b	56.7 \pm 49.0 ^b
5 (n=3)	0.1 \pm 0.1 ^b	0.1 \pm 0.1 ^b	0.01 \pm 0.1 ^b	22.5 \pm 28.7 ^c
6 (n=3)	0.1 \pm 0.2 ^b	0.1 \pm 0.1 ^b	0.1 \pm 0.1 ^b	0.0 \pm 0.0 ^d
7 (n=5)	2.3 \pm 3.6 ^a	11.3 \pm 9.8 ^a	10.8 \pm 9.5 ^a	83.0 \pm 7.6 ^a
8 (n=14)	2.0 \pm 1.9 ^a	16.7 \pm 17.6 ^a	28.8 \pm 40.9 ^a	85.7 \pm 8.1 ^a
9 (n=14)	2.0 \pm 1.3 ^a	27.1 \pm 37.1 ^a	37.9 \pm 50.2 ^a	90.1 \pm 4.3 ^a
10 (n=7)	2.6 \pm 0.9 ^a	20.4 \pm 10.4 ^a	51.0 \pm 26.7 ^a	92.1 \pm 3.9 ^a
11 (n=7)	1.1 \pm 0.7 ^a	21.6 \pm 11.9 ^a	20.2 \pm 13.0 ^a	90.0 \pm 2.8 ^a
12 (n=5)	1.4 \pm 1.3 ^a	23.2 \pm 24.9 ^a	20.7 \pm 20.6 ^a	88.0 \pm 5.7 ^a

* No. of ejaculates, ** Mean \pm S.D^{a, b, c, d} Values with different superscripts in the same column differ significantly (P<0.05)

Table 2. Seasonal variation on semen characteristics of Elk deer in breeding and non breeding season

Season (No.)	Semen characteristics			
	Volume (ml)	Concentration ($\times 10^8$ /ml)	Total sperm ($\times 10^8$)	Motility (%)
Breeding season (n=53)	*1.6 \pm 1.2 ^a	20.7 \pm 22.9 ^a	29.2 \pm 37.1 ^a	90.4 \pm 4.8 ^a
Non-Breeding season (n=20)	1.3 \pm 2.4 ^a	4.2 \pm 7.6 ^b	5.6 \pm 9.6 ^b	84.4 \pm 8.3 ^b

* Mean \pm S.D^{a, b} Values with different superscripts in the same column differ significantly (P<0.05)

Table 3. Changes of sperm motility during freezing process in breeding and non-breeding season

Season (No.)	Motility, %			
	Fresh	Cooling ²	Pre-freezing ³	Thawing ⁴
Breeding season (n=53)	¹ 90.4 \pm 4.8 ^a	84.9 \pm 2.5 ^a	71.9 \pm 3.9 ^a	60.5 \pm 1.9 ^a
Non-Breeding season (n=20)	84.4 \pm 8.3 ^b	73.1 \pm 17.4 ^b	59.4 \pm 19.1 ^b	49.3 \pm 2 ^b

¹ Mean \pm S.D, ² 5 $^{\circ}$ C, ³ -80 $^{\circ}$ C, ⁴ 37 $^{\circ}$ C^{a, b} Values with different superscripts in the same column differ significantly (P<0.05)

로 높게 조사되었다(P<0.05).

번식계절과 비번식계절에 채취한 정액의 동결과정 중 및 동결 용해 후 정자 운동성을 조사한 결과는 Table 3과 같이 채취 직후, 5 $^{\circ}$ C 냉각 후 및 동결 용해 후 활력이 모두 번식계절에서 높은 것으로 조사되었다(P<0.05).

발정동기화 후 인공수정 시간에 따른 수태율

은 Table 4와 같이 CIDR 제거 후 60시간에 인공수정 한 처리구의 수태율이 55%로 다른 시간에 인공수정 한 것 보다 다소 높았으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 총 57두의 암사슴을 인공수정 하여 24두가 분만하였으며 임신 기간은 평균 248.3일로 조사되었다.

Table 4. Farrowing rate of does inseminated at different times from CIDR removal

*Item(h)	No. of head		Farrowing rate (B/A, %)
	Inseminated (A)	Pregnant (B)	
T1(57)	22	7	31.8
T2(60)	20	11	55.0
T3(63)	15	6	40.0
Total	57	24	42.1

* The time of artificial insemination from CIDR removal (h)

IV. 고 찰

사슴에서 계절에 따른 정액성상은 정소실질 조직인 세정관 상피세포와 간질세포의 분화와 비율, 정소상체와 부생식선 등의 기능 변화에 의해 조절된다. 정소와 부생식선 기능조절은 간질세포의 크기, 미세구조 세포 수 등의 변화에 따른 음성 호르몬(androgen) 분비변화에 의해 이루어진다. 정소와 부생식선 내 세포활성과 변화에 관한 생리학적 기전은 아직 알려지지 않았으며, 간질세포(leydig cells)의 활성화에 따라 testosterone 분비량이 변화하고, 번식계절에는 testosterone 분비량이 증가하여 정자형성이 왕성하게 일어나고 비번식계절에는 완전히 멈추는 것으로 보고되었다(Lincoln, 1971).

본 연구에서 녹용이 성장하는 비번식계절에 채취된 정액의 성상은 매우 불량하였고, 녹용의 성장이 멈추고 각질화가 진행되는 시기(7~8월)에 점진적으로 정자의 수 및 활력이 증가하여 10월에 정액량, 총 정자 수 및 활력이 최고치에 이르고 이후 감소하여 5월과 6월에 최저 수준으로 감소되었다. 이와 같은 결과는 Monfort 등(1993)이 모든 계절에서 운동성이 있는 정자를 가진 정액이 사정되며 가을에서 봄까지의 계절에서 활력이 80%이상 정액이 사정된다고 한 결과와 다소 차이를 보였다. Asher 등(1996)은 Fallow deer에서 정소 부피, 정액량, 정자농도, 활력, 혈중 testosterone 농도 등이 사슴뿔의 성장시기와 석회화 단계에 따라 차이가 있었으며, 녹용이 각질화된 시기에 채취된 정

액의 성상이 다른 시기에 비해 좋은 것으로 보고하였고, Haigh 등(1984)은 6~7월에 채취된 정액 내에는 정자가 없었으며 7월 이후 소수의 정자가 존재하였으며 9월에 정상 정자 수가 최고치에 달하였고, 9월~3월 사이에서 정자 수가 유의적으로 많음을 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. Goeritz 등(2003)은 roe deer에서 정소부피, 사정 양, 정소 조직의 세포주기, 혈중 testosterone 농도를 조사한 결과 번식계절인 8월에 정소부피, 정액량, 사정정자 수 및 혈중 testosterone 농도가 최고치에 이르렀고, 이후 급격히 감소하여 12월에 최저 수준에 이른다고 보고하였다. 또한 flow-cytometer를 이용한 정소 세포의 DNA 함량을 기초로 한 세포의 분포를 조사한 결과 round와 elongated spermatid의 비율 또한 번식계절에 최고치에 이르고 비번식계절에는 최저 수준으로 감소한다고 하였고, 정소부피와 혈중 testosterone 농도 간에는 정의 상관관계가 있으며, 혈중 testosterone 농도와 diploid cells의 비율 및 정소 크기와는 부의 상관관계가 있었다고 보고하여 본 연구에서 10월에 정액성상이 최고치에 이르고 비번식계절에 저하되는 결과와 유사한 경향이었으며, 수사슴에서 인공수정을 위한 정액생산은 10월에 실시하는 것이 가장 효율적이며, 정액은 채취시기에 따라 성상이 변화하는 것을 알 수 있었다.

동결 용해 후 정액성상은 인공수정 시 수태율에 영향을 주는 요인 중 하나로 동결용해 후 운동성과 수정능력 감소를 최소화하기 위하여 침투성 항동해제와 비침투성 항동해제에 관한 연구가 다양한 가축에서 연구되고 있다. 사슴에서는 Krzyński(1976)에 의해 동결정액을 이용하여 인공수정을 실시한 후 자축 생산이 최초로 보고되었다. 그 후 다양한 사슴 중에서 정액동결에 관한 연구가 보고되었고(fallow deer; Asher 등, 1990, 1992, red deer; Fennessy 등, 1989, axis deer; Magyar 등, 1989, Eld's deer; Monfort 등, 1993), Red deer와 Fallow deer에서 pellet 동결(Krzyński and Jaczewski, 1978; Mulley 등, 1988; Mulley, 1989)과 straws와 액체 질소를 이용한 급속 동결방법(Asher 등, 1988b,

c; Fennessy 등, 1990) 등이 보고되었다.

본 연구에서 정액을 동결 용해한 후 운동성은 번식계절이 비번식계절에 비해 유의적으로 높음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Fallow deer에서 동결용해 후 활력이 70% 이상 이었고 (Asher 등, 1988c, 1990b), 번식계절 도래 시기나 번식계절 종료 시기에 채취된 정액에서 동결용해 후 운동성에 변이가 크고 번식계절에 비해 용해 후 활력이 저하된다고 한 결과와 (Fennessy 등, 1990) 유사하였다.

사슴에서 자연발정의 관찰은 일반가축과 비교해 비효율적이며, 발정동기화 후 예정시각 인공수정이 경제적이고 효율적인 것으로 보고되고 있다(Asher 등, 1993).

발정동기화는 사슴의 종류, 계절, progesterone 방출기구의 형태, 성선자극 호르몬의 사용여부 등이 영향을 미치며, 발정동기화 후 배란시각 및 인공수정시간 등은 수태율에 영향을 미친다. Red deer에서 발정동기화는 CIDR와 PMSG를 이용한 방법이 주로 이용되고 있다.

수태율에 영향을 주는 요인 중 발정동기화 방법에 따른 인공수정 수태율을 조사한 결과 CIDR를 이용한 발정동기화가 prostaglandin을 이용한 것 보다 효과적이고 주입 정자농도는 수태율에 큰 영향을 주지 않는 것으로 보고되었다(Asher 등, 1992b). Bowers 등(2004)은 발정탐지기를 이용한 발정 관찰에서 자연발정과 발정동기화 후 발정발현을 조사한 결과 사슴의 연령, 발정 동기화 및 자연발정에서 발정 발현 시간에는 차이가 없었다고 하였고, 발정동기화 시 PMSG를 사용하지 않는 것은 CIDR 제거 후 발정발현 시간이 증가된다고 하였다. 본 연구에서 발정동기화 후 인공수정시간에 따른 수태율은 60시간에서 가장 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없는 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 Asher 등(1990)은 Fallow deer에서 CIDR를 이용한 발정동기화 후 자궁경관 내에 인공수정 시 인공수정 시간에 따라 수태율 변이가 크며, 복강경을 이용한 자궁 내 인공수정에서 CIDR 제거 후 65시간에 인공수정 하여 수태율이 향상되었다고 한 결과(Killeen 와 Caffery, 1982; Asher 등, 1990b) 와 다소 차이를 보였다. 한편,

Garde 등(2006)은 red deer에서 CIDR 제거 후 52, 55, 60 및 62시간에 인공수정한 결과 인공수정 시간에 따른 수태율은 차이가 없었다고 한 결과와 유사한 경향을 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면 엘크 사슴에서 정액은 9~10월에 정액성상(정액량, 정자 농도, 총 정자 수, 운동성)이 최고치에 이르는 것으로 조사되었고, 정액의 동결 용해 후 활력은 번식계절이 비번식계절에 비해 유의적으로 높았다. 발정 동기화 후 예정시각 인공수정 결과 CIDR 제거 후 인공수정 시간에 따른 수태율은 유의적인 차이는 없었으나 CIDR 제거 후 60시간에 인공수정 하는 것이 높은 수태율을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

V. 요 약

본 연구에서는 엘크 사슴의 계절별 정액성상 변화, 동결정액의 용해 후 활력 및 발정동기화 후 인공수정 시간이 수태율에 미치는 영향을 조사하여 효율적인 인공수정 방법을 제시코자 시도하였다.

수사슴에서 정액의 연중 변화는 정액량, 정자 농도, 총 정자 수 및 정자 활력은 7월부터 급격히 증가 되어 정액량과 총 정자 수 및 정자 운동성은 10월에 최고치에 달했고, 정자 농도는 9월에 가장 많은 것으로 조사 되었다. 그 후 정액량, 정자농도, 총 정자 수 및 정자 운동성은 점진적으로 감소하여 정액 양, 정자 농도는 4~6월, 총 정자 수는 4~5월 및 정자 운동성은 6월에 최저 수준으로 감소하였다.

번식계절(9~2월)과 비번식계절(3~8월)의 정자 농도, 총 정자 수 및 정자 운동성은 번식계절이 유의적으로 높게 조사되었다($P < 0.05$). 번식계절과 비번식계절에 채취한 정액의 동결과정 중에 정자 운동성의 결과는 채취 직후, 5℃냉각 후 및 동결 용해 후 활력이 번식계절이 높은 것으로 조사 되었다($P < 0.05$).

인공수정 시간에 따른 수태율은 CIDR 제거 후 60시간에 인공수정 한 처리구가 수태율이 다른 시간들 보다 다소 높았으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

이러한 연구 결과는 엘크 사슴에서 정액 생산과 인공수정을 수행함에 있어 유용한 자료로 이용 될 수 있으며, 발정동기화 후 호르몬 변화, 배란 및 수정 적기 등에 관한 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

VI. 인 용 문 헌

1. Asher, G. W., Berg, D. K. and Evans, G. 2000. Storage of semen and artificial insemination in deer. *Anim. Reprod. Sci.* 62:195-211.
2. Asher, G. W., Berg, D. K., Beaumont, S., Morrow, C. J., O'Neill, K. T. and Fisher, M. W. 1996. Comparison of seasonal changes in reproductive parameters of adult male European fallow deer (*Dama dama dama*) and hybrid Mesopotamian European fallow deer (*D. d. mesopotamica* × *D. d. dama*). *Ani. Reprod. Sci.* 45:201-215.
3. Asher, G. W., Adam, J. L., James, R. W. and Barnes, D. 1988a. Artificial insemination of farmed fallow deer (*Duma duma*): fixed-time insemination at a synchronized oestrus. *Anim. Prod.* 47:487-492.
4. Asher, G. W., Adam, J. L., Otway, W., Bowmar, P., Van. Reenan, G., Mackintosh, C. G. and Dratch, P. 1988b. Hybridization of Pere David's deer (*Elaphurus davidianus*) and red deer (*Cervuselaphus*) by artificial insemination. *J. Zool.* 215:197-203.
5. Asher, G. W., Adam, J. L., James, R. W. and Barnes, D. 1988c. Artificial insemination of farmed fallow deer (*Duma duma*): fixed-time insemination at a synchronized oestrus. *Anim. Prod.* 47:487-492.
6. Asher, G. W., Day, A. M. and Barrell, G. K. 1987. Annual cycle of live weight and reproductive changes of farmed male fallow deer (*Duma duma*) and the effect of daily oral administration of melatonin in summer on the attainment of seasonal fertility. *J. Reprod. Fertil.* 79:353-362.
7. Asher, G. W., Fisher, M. W., Fennessy, P. F., Mackintosh, C. G., Jabbour, H. N. and Morrow, C. J. 1993. Oestrous synchronization, semen collection and artificial insemination of farmed red deer (*Cervus elaphus*) and fallow deer (*Dama dama*). *Anim. Reprod. Sci.* 33:241-265.
8. Asher, G. W., Fisher, M. W., Jabbour, H. N., Smith, J. F., Mulley, R. C., Morrow, C. J., Veldhuizen, F. A. and Langridge, M. 1992a. Relationship between the onset of oestrus, the preovulatory surge in luteinizing hormone and ovulation following oestrus synchronization and superovulation of farmed red deer (*Cervus elaphus*). *J. Reprod. Fert. il.* 96:261-273.
9. Asher, G. W., Morrow, C. J., Jabbour, H. N., Mulley, R. C., Veldhuizen, F. A. and Langridge, M. 1992b. Laparoscopic intra-uterine insemination of fallow deer with frozen-thawed or fresh semen after synchronisation with CIDR devices. *N. Z. Vet. J.* 40:8-14.
10. Asher, G. W., Kraemer, D. C., Magyar, S. J., Brunner, M., Moerbe, R. and Giaquinto, M. 1990. Intrauterine insemination of farmed fallow deer (*Duma duma*) with frozen-thawed semen via laparoscopy. *Theriogenology.* 34:569-577.
11. Bowers, S. D., Brown, C. G., Strauch, T. A., Gandy, B. S., Neuendorff, D. A., Randel, R. D. and Willard, S. T. 2004. Artificial insemination following observational versus electronic methods of estrus detection in red deer hinds (*Cervus elephus*). *Theriogenology.* 62:652-63.
12. Fennessy, P. F., Beatson, N. S. and Mackintosh, C. G. 1987. Artificial insemination. *Proc. of a Deer Course for Veterinarians, Deer Branch (NZVA) Course No. 4, July 1989, Rotorua, New Zealand, Massey University, Palmerston North:*33-37.
13. Fennessy, P. F., Mackintosh, C. G. and Shackell, G. H. 1990. Artificial insemination of farmed red deer (*Cervus elaphus*). *Ani. Prod.* 51:613-621.
14. Fisher, M. W., Fennessy, P. F. and Davis, G. H. 1989. A note on the induction of ovulation in lactating red deer hinds prior to the breeding season. *Anita. Prod.* 49:134-138.
15. Fisher, M. W., Fennessy, P. F., Suttie, J. M., Corson, I. D., Pearse, A. J. T., Davis, G. H. and Johnstone, P. D. 1986. Early induction of ovula-

- tion in yearling red deer hinds. Proc. N. Z. Soc. Anita. Prod. 46: 171-173.
16. Garde, J. J., Martnez-Pastor, F., Gomendio, M., Malo, A. F., Soler, A. J., Fernández-Santos, M. R., Estes, M. C., García, A. J., Anel, L. and Roldán, E. R. S. 2006. The Application of Reproductive Technologies to Natural Populations of Red Deer. *Reprod. Dom. Ani.* 41:93-102.
 17. Goeritz, F., Quest, M., Wagener, A., Fassbender, M., Broich, A. and Hildebrandt, T. B. 2003. Seasonal timing of sperm production in roe deer: inter-relationship among changes in ejaculate parameters, morphology and function of testis and accessory glands. *Theriogenology.* 59:1487-1502.
 18. Gosch, B. and Fisher, K. 1989. Seasonal changes of testis volume and sperm quality in adult fallow deer (*Dama dama*) and their relationship to the antler cycle. *J. Reprod. Fertil.* 85:7-17.
 19. Haigh, J. C. 1984. Artificial insemination of two white-tailed deer. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 185: 1446-1447.
 20. Jaczewski, Z. and Jasiorowski, T. 1974. Observations on the electro ejaculation in red deer. *Acta. Theriologica.* 19:151-157.
 21. Jaczewski, Z. 1954. The effect of changes in length of daylight on the growth of antlers in deer (*Cervus elaphus* L.). *Folia. Biol. Praha.* 2:133-143.
 22. Killeen, I. D. and Caffery, M. G. J. 1982. Uterine insemination of ewes with the aid of a laparoscope. *Aust. Vet. J.* 59:95.
 23. Krzywinski, A. 1976. Collection of red deer semen with the artificial vagina. In: Proc. VIIIth Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem. 1002-1005.
 24. Krzywinski, A. and Jaczewski, Z. 1978. Observations on the artificial breeding of red deer. *Symp. Zool. Soc. London.* 43:271-287.
 25. Lincoln, G. A. 1971. The seasonal reproductive changes in the red deer stag (*Cervus elaphus*). *J. Zool.* 163:105-123.
 26. Magyar, S. J., Biediger, T., Hodges, C., Kraemer, D. C. and Seager, S. W. J. 1989. A method of artificial insemination in captive white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Theriogenology.* 31:1075-1080.
 27. Monfort S. L., Asher, G. W., Wildt, D. E., Wood, T. C., Schiewe, M. C. and Williamson, L. R. 1993. Successful intrauterine insemination of Eld's deer (*Cervus eldi thamin*) with frozen-thawed spermatozoa. *J. Reprod. Fertil.* 99:459-65.
 28. Mulley, R. C. 1989. Reproduction and performance of farmed fallow deer (*Dama dama*). Ph.D. Thesis, University of Sydney, Australia, 520 pp.
 29. Mulley, R. C., Moore, N. W. and English, A. W. 1988. Successful uterine insemination of fallow deer with fresh and frozen semen. *Theriogenology.* 29:1149-1153.
 30. Pereira J. G., Duarte, M. B. and Negrao, J. A. 2005. Seasonal changes in fecal testosterone concentrations and their relationship to the reproductive behavior, antler cycle and grouping patterns in free ranging male Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus bezoarticus*). *Theriogenology.* 63:2113-25.
 31. Pollock, A. M. 1975. Seasonal changes in appetite and sexual condition in red deer stags maintained on a six month photoperiod. *J. Physiol.* 244:95-96.
 32. Schnare, H. and Fisher, K. 1987. Secondary sex characteristics and connected physiological values in male fallow deer (*Dama dama*) and their relationship to changes of the annual photoperiod: doubling the frequency. *J. Exp. Zool.* 244:463-471.
 33. Suttie, J. M., Lincoln, G. A. and Kay, R. N. B. 1984. Endocrine control of antler growth in red deer stags. *J. Reprod. Fertil.* 71:7-15.
- (접수일자 : 2007. 5. 28. / 채택일자 : 2007. 8. 2.)