

## 초음파 유래 Ovum Pick-Up 기술을 이용한 엘크 암사슴의 수정란 생산

이은도, 이상훈, 김동교, 이진욱, 이성수, 김관우\*  
농촌진흥청 국립축산과학원 가축유전자원센터

### Embryo Production from Elk using Ultrasound-Guided Ovum Pick-Up Technique

Eun-Do Lee, Sang-Hoon Lee, Dong-Kyo Kim, Jinwook Lee,  
Sung-Soo Lee and Kwan-Woo Kim\*

Animal Genetic Resources Research Center, National Institute of Animal Science, RDA

**요약** 본 연구는 초음파 유래 OPU (Ovum Pick-Up) 기술을 이용하여 엘크 암사슴의 개량 및 활용성 증진을 위해 엘크 암사슴 난자를 채취하였다. 비번식 계절시기에도 체외 수정란이 생산 가능한지 확인하기 위하여 OPU 초음파 진단기를 이용하여 사슴 난소에서 난포를 흡입한 후 난자를 회수 하였다. 총 85개의 난포를 흡입 한 결과 57개의 난자가 회수되어 67.1%의 회수율을 나타내었다. 난자의 등급을 평가한 결과 A 등급 14.0%, B 등급 19.2%, C 등급 15.7% 및 D 등급 50.8%로 조사되었다. 본 연구에서는 A~C 등급의 난자를 이용하여 체외성숙, 체외수정 및 체외배양을 실시하였다. 총 28개의 난자를 이용하여 67.9% (19/28)의 수정율을 보였으며 배반포 발달율은 14.3% (4/28)로 나타났다. 본 연구 결과를 토대로 하여 볼 때, 계절번식을 하는 것으로 알려져 있는 엘크에 초음파 유래 OPU 방법이 적용 가능한 것으로 확인하였다. 따라서, 향후 추가적인 연구를 통해 체외수정과 체외배양 효율을 보다 향상시킨다면 엘크 수정란 이식을 통해 사슴의 개량기반 구축과 암사슴의 활용성 향상에 기여 할 수 있을 것으로 사료된다.

**Abstract** This study, which was designed to improve and increase the utilization of female elk, examined the possibility of collecting their embryos during the non-reproductive period using ultrasound-guided Ovum Pick-Up (OPU) technology. Once follicles in the ovaries of an elk were observed, the embryos were retrieved through the absorption of the follicles using an OPU ultrasound probe. Fifty-seven embryos were retrieved from 85 follicles, giving a retrieval rate of 67.1%. Morphological evaluation of the recovered embryos revealed 14.0% embryos to be in grade A, 19.2% in grade B, 15.7% in grade C, and 50.8% in grade D. The developmental efficiency of the retrieved embryos was also investigated using *in vitro* maturation, *in vitro* fertilization, and *in vitro* culture. After cultivating 28 embryos through *in vitro* fertilization, 19 embryos were found to be fertilized; the fertilization rate was 67.9%. Four embryos developed to the blastocyst stage, indicating a 14.3% development rate. This study confirmed that the production of fertilized embryos from a seasonal breeder, such as elk, is possible *via* the ultrasound-guided OPU method. If the efficiency of *in vitro* fertilization and *in vitro* culture can be improved through further research, it will help improve the efficiency of elk embryo production through the transplantation of their fertilized embryos.

**Keywords** : Elk, Deer, *In vitro* Culture, Ovum Pick-Up, Embryo

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(PJ01492802)의 지원과 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원 사업에 의해 수행되었음.

\*Corresponding Author : Kwan-Woo Kim(NIAS, RDA)

email: bgring@korea.kr

Received September 8, 2020

Accepted October 5, 2020

Revised September 29, 2020

Published October 31, 2020

## 1. 서론

전 세계적으로 사슴은 야생종을 포함하여 일반적으로 5아과 17속 39종 200여개의 아종으로 구분된다. 국내에서 주로 사육되고 있는 사슴은 엘크 (*Elk deer, Cervus canadensis*), 꽃사슴 (*Sika deer, Cervus nippon*) 및 레드디어 (*Red deer, Cervus elaphus*)가 대표적이며 약재로 이용되는 녹용을 생산하는 사슴 품종들이다 [1]. 엘크 품종은 적록속에 속하는 사슴 중에 가장 대형종으로 분류되며 1970년대 북미에서 수입되어 사육되기 시작하였다 [2]. 국내의 경우 녹용 생산성이 가장 우수한 엘크 품종이 국내 전체 사육두수중 약 45% 정도의 비중을 차지하고 있으며 다른 품종에 비해 점점 사육하고 있는 농가의 수가 증가하는 추세에 있다.

그러나 전체적인 국내 사슴 산업은 사육농가의 고령화, 영세화 및 후계농의 부재 등으로 인해 사육 두수가 감소하고 있는 추세이며, 게다가 녹용 시장의 전면개방, 체계적인 개량 및 번식관리 기술 등의 부재로 인해 사슴 산업이 점점 쇠퇴하고 있는 추세에 있다 [3].

지금까지의 대부분 사슴 관련 연구는 사양관리기술 [4-6], 녹용 생산성 및 약리적 효과 규명 [7] 등에 관한 연구가 일부 진행된 바 있다.

사슴은 일조시간이 짧아지고 기온이 내려가는 가을철 번식 활동을 하는 대표적인 단일성 계절번식을 하는 특성 때문에 개량 및 번식기술에 관한 연구에 제한이 있다 [8]. 또한, 사슴의 번식은 주로 자연교배를 실시하여 후대 생산을 하였기 때문에 우수한 종족의 활용이 한정되어 근친도가 높은 실정이다. 숫사슴은 녹용 생산을 통해 농가의 소득을 창출하지만 암사슴의 경우 후대 생산 외에 다른 목적으로 활용하는 예는 거의 없어 활용성을 높이기 위한 방안 마련이 시급한 실정이다.

OPU 기술의 경우 이미 소에서는 확립되어 있는 기술로써, 유전능력이 우수한 공란축에서 난자를 안정적으로 회수하고, 단기간에 많은 배반포를 생산하여 이식함으로써 농가의 경제적 발전에 기여하고 있다 [9-13].

해외의 경우 사슴 번식에 관한 동결정액 제조, 발생동기화, 인공수정 및 수정란 이식 등에 관한 연구가 보고되고 있으나 [14-16], 국내에서는 사슴에 대한 연구가 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 엘크 암사슴의 개량 및 활용성 증진을 위해 초음파 유래 OPU 기술을 이용하여 사슴의 비번식기에도 난자를 채취하여 수정란 생산이 가능한지 조사하기 위하여 진행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시 가축

본 시험은 농촌진흥청 국립축산과학원의 동물실험계획서에 의거 (동물시험윤리위원회 승인번호: 2020-426) 하여 수행되었다. 공시가축은 농촌진흥청 국립축산과학원 가축유전자원센터에서 사육하고 있는 엘크 (*Cervus canadensis*) 사슴으로 총 8두의 경산축을 공시하였으며, 국립축산과학원이 정한 표준사양법에 따라 사육하였다.

### 2.2 Ovum pick-up

난자 회수를 위한 난포란 채취는 2주일 마다 1회 간격으로 총 8회 실시하였다. 채란 시, 대상축을 음압 보정틀에 고정시켜 움직임을 최소화시킨 후, 리도카인으로 국소 부위 마취 후 보정틀에 고정시켰다. 그리고 70% 알코올로 외음부를 세척한 후 채란에 용이하도록 하기 위하여 직장 내 질벽 가까이 난소를 끌어올리고, 초음파 진단기 (4Vet Slim, Draminski, Poland)를 이용하여 난포의 상태를 관찰하였다 (Fig. 1). 그리고 vacuum pump에 연결된 OPU용 needle (21 G)로 pump의 압력을 조절한 후 난포액을 50 ml 플라스틱 튜브에 회수하였다 [17-18]. 난포 회수에 이용한 기본 배양액으로 TCM-199에 10 mM HEPES, 0.013 mM Kanamycin, 그리고 10 IU/ml Heparin을 첨가하여 이용하였다. 회수한 난포액은 10 mM HEPES, 0.013 mM Kanamycin이 첨가된 TCM-199 [18]로 3회 세척한 후 난자를 채취하여 회수율 및 등급을 각각 조사하였다.

### 2.3 체외성숙 (*In vitro* maturation)

난자의 등급은 형태학적인 특성에 따라 총 4가지로 등급을 나누어 평가하였다. A 등급은 난자의 세포질이 균일하고, 난자를 둘러싼 난구세포의 층이 2층 이상인 경우, B 등급은 난자의 세포질이 균일하고, 난자를 둘러싼 난구세포의 층이 적어도 한 층인 경우, C 등급은 세포질이 균일하고, 난자를 둘러싼 난구세포가 없는 경우, D 등급은 난자의 세포질이 불량하고, 난자를 둘러싼 난구세포가 없는 경우로 평가하였다 [19]. 그리고 체외성숙은 D 등급을 제외한 A 등급에서 C 등급의 난자를 이용하여 배양하였다.

체외성숙은 TCM-199 (Gibco)를 기본 배양액으로 하였으며, 10 mM HEPES, 0.013 mM Kanamycin, 0.2 mM Sodium pyruvate, 1 µg/ml Epidermal

Growth Factor (EGF), 1 µg/ml Follicular Stimulating Hormone (FSH, Folltropin-V, Bioniche Co., Canada) 그리고 10% FBS (Gibco, Korea)를 첨가한 후 38.5°C, 5% CO<sub>2</sub> 조건에서 24시간 배양하였다 [20-21].

### 2.4 체외수정 (*In vitro* fertilization)

체외수정은 국립축산과학원 가축유전자원센터에서 생산한 동결 정액을 이용하였다. 동결정액은 37.5°C에서 1분 동안 용해한 후 2회에 걸쳐 280~300 × g의 속도로 6분간 원심분리 하고, 상층액을 분리한 후 최종 농도를 2 × 10<sup>6</sup> sperm/ml로 하였다. 체외수정용 배양액으로는 114 mM NaCl, 3.1 mM KCl, 25 mM NaHCO<sub>3</sub>, 0.4 mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, 15 mM Sodium lactate, 2 mM CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 0.5 mM MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.5 mM Sodium pyruvate, 8 mg/ml Bovine Serum Albumin (BSA), 그리고 0.75 µg/ml Kanamycin을 사용하였으며 [22], 38.5°C, 5% CO<sub>2</sub> 조건에서 6~8시간 동안 체외수정을 실시하였다.

### 2.5 체외배양 (*In vitro* culture)

체외 수정 후, 난자와 난구세포 그리고 남아 있는 정자들을 피펫팅을 통하여 제거한 후 mSOF (modified Synthetic Oviductal Fluid) 배지에 옮겨 체외배양 하였다. 24시간 후 난자의 세포분화 여부를 통해 수정이 되었는지를 확인하였다. mSOF 배양액 조성은 103 mM NaCl, 7.2 mM KCl, 1.2 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 5.6 ml/L Na-lactate, 0.13 mM Kanamycin, 25 mM NaHCO<sub>3</sub>, 0.3 mM Na-pyruvate, 0.5 mM MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 1.7 mM CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 1.5 mM D-glucose, 2% Essential amino acids, 1% Non-essential amino acids, 1 mM L-gultamine, 10 ng/ml EGF로 구성되어 있다 [14,23]. 7일 동안 38.5°C에서 5% CO<sub>2</sub>와 5% O<sub>2</sub> 조건의 멀티가스를 이용하여 배양하였다 (Fig. 3).

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 엘크 사슴 난자 회수율 조사

엘크 사슴의 난자를 회수하기 위해 OPU 초음파 진단기에 연결된 가이드를 이용하여 사슴 난소의 난포를 관찰한 후 (Fig.1) 난포를 흡입하였다.

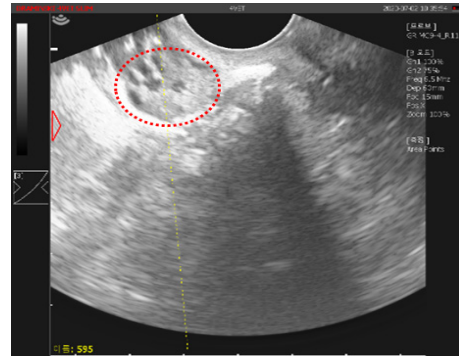


Fig. 1. Transvaginal ultrasound guided image of Elk deer ovary.

총 8마리의 엘크 암사슴에서 OPU 기술을 이용하여 총 85개의 난포를 흡입하였고, 그 중 57개의 난자가 회수되어 67.1%의 회수율을 보였다 (Table 1).

한우의 경우 채란기간에 따라 1~3개월까지 회수율을 76.9%, 69.3%, 75.2%로 유의적인 차이가 없다고 보고되었고 [24], 주 2회 기준으로 OPU 기술을 이용해 난자를 회수하였을 때 70.9%의 회수율을 보였다고 보고된 바 있다 [19].

Table 1. Oocyte recovery rate and oocyte quality by Ovum Pick-Up.

No. Follicles aspirated	No. Collected oocyte	Recovery rate (%)	Oocyte quality [No. (%)]			
			A	B	C	D
85	57	67.1	8 (14.0)	11 (19.2)	9 (15.7)	29 (50.8)

꽃사슴 품종의 경우 복강경을 통한 OPU 방법으로 263개의 난포에서 150개의 난자를 회수하였고 회수율은 57%였다고 보고 된 바 있다 [14]. 또한 엘크 품종의 경우 총 343개의 난포를 흡입하여 그 중 217개의 난자를 회수하여 63.2%의 회수율을 보였다고 보고된 바 있어 [17], 본 실험의 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

따라서, OPU 기술을 이용한 난자 회수율은 공란축의 난소의 상태나 계절, 바늘의 크기, 채란 시 압력, 시술자의 경험 등에 따라 영향을 미치는 것으로 여겨지며, 축종에 따라 회수율에서도 다소 차이는 결과를 보이는 것으로 사료된다.

### 3.2 난자의 등급조사

난자를 세포질의 충실도와 난구세포의 분포를 기준으로 등급을 나누어 평가하였다 (Fig. 2). 난자는 총 4등급

으로 분류하였고, A 등급 8개 (14.0%), B 등급 11개 (19.2%), C 등급 9개 (15.7%), 그리고 D 등급 29개 (50.8%)로 나타났다 (Table 1). 본 실험에서는 A~C 등급의 난자를 이용하여 진행하였다.

본 실험에서는 엘크 사슴의 채란시 흡입 압력에 의한 난자의 등급 저하를 막기 위해 75~100 mmHg의 범위를 기준으로 채란을 실시하였다 [9,25]. 소의 경우 난포 흡입시 압력 등에 따라 난구세포에 상처를 입혀 난자의 등급과 회수율에 차이가 있다고 보고된 바 있으나 [26-28], 채란 압력에 따른 회수율의 경우 유의적 차이가 없었다는 상반된 연구 결과도 보고된 바 있다 [28-30].

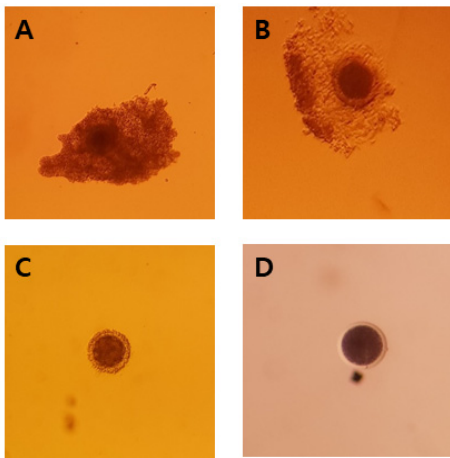


Fig. 2. Morphological grade of oocyte recovered by Ovum Pick-Up process. (A: Grade A, B: Grade B, C: Grade C, D: Grade D)

꽃사슴 품종의 경우 복강경을 통한 OPU 방법으로 난자 회수 후 체외 배양에 사용가능한 난자의 비율이 75% 정도로 보고된 바 있으며 [14]. 엘크 품종의 경우 초음파 유래 OPU 방법으로 난자 회수 후 체외 배양에 사용가능한 난자의 비율이 64%로 보고된 바 있다 [18]. 본 시험에서는 초음파 유래 OPU 방법으로 난자 회수 후 체외 배양에 사용가능한 난자의 비율이 약 50%로 낮게 조사되었다. 이는 국내에서 엘크 사슴에서 초음파 유래 OPU 기술에 관한 선행 연구의 부족과 여러 가지 환경적인 요인에 기인한 것으로 판단된다. 향후 체계적인 조건 시험을 통해 초음파 유래 OPU 방법으로 최적의 난자 회수조건 확립이 필요할 것으로 판단된다.

### 3.3 엘크 사슴 수정란 발달을 조사

초음파 유래 OPU 기술을 이용한 엘크 사슴 수정란의

발달율을 조사하기 위해 28개의 난자를 체외수정 시키고 배양시켰다. 수정된 난자는 19개로 67.9%의 수정율을 보였다. 그리고 8일차에 배반포의 발달을 확인하였으며 (Fig. 3), 배반포는 총 4개로 14.3%의 발달율을 보였다 (Table 2).

Table 2. Status of embryos development by Ovum Pick-Up

No. of Oocytes	No. of Embryos developed to (%)				
	2 cell	4~8 cell	16 cell	Morula	Blastocyst
28	19 (67.9)	18 (64.3)	12 (42.9)	6 (21.4)	4 (14.3)

체외 배양 과정 중 체외성숙은 체외배양 시간, 배양조건, 난자의 등급과 난구세포의 유무 등이 체외배양 효율에 영향을 미치며 그 중 난자 회수 시 난자의 등급과 난구세포의 유무가 중요하다고 알려져 있다. 따라서 체외배양 효율에 있어서 체외배양에 사용 가능한 난자의 개수는 매우 중요하다.

사슴의 초음파 유래 OPU 방법으로 회수한 난자의 체외배양에 관한 연구에서 레드디어의 경우 수정율은 25%로 나타났으나, 배발달은 되지 않았다고 보고하였으며 엘크의 경우 수정율이 41%이며 배발달율은 17%로 보고된 바 있다 [18]. 본 연구결과 엘크 사슴의 난자의 수정율은 높은 효율을 보였지만 배발달율은 비슷한 경향을 보였다.

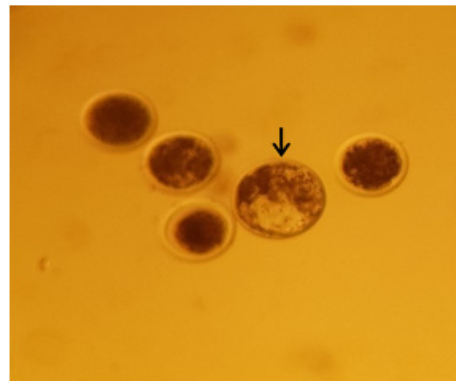


Fig. 3. *In vitro*-produced elk deer embryos at 8d. The black arrow was indicated that blastocyst.

## 4. 결론

본 연구는 사슴의 개량을 위해 초음파 유래 OPU 기

술을 이용한 엘크 사슴 난자를 채취하여 난자의 회수율 및 등급과 수정란의 배발달율을 조사하여 엘크 사슴에서 초음파 유래 OPU 방법을 통해 비 번식기에도 수정란 생산이 가능하다는 것을 확인하였다. 그러나 수정란 이식을 위해서는 전체적인 수정란 생산 효율을 높여야 할 필요성이 있다. 향후 회수율을 높일 수 있는 회수조건에 관한 연구와 수정효율을 높일 수 있는 연구 그리고 배발달율을 높일 수 있는 배양 조건에 관한 추가적인 연구가 필요하다.

## References

- [1] S. W. Kim, K. W. Kim, S. B. Park, M. J. Kim, D. G. Yim, "The effect of castration time on growth and carcass production of elk bulls", *J. Anim. Sc. Technol.*, Vol. 57, No. 39, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40781-015-0072-2>
- [2] K. W. Kim, H. S. Park, S. S. Lee, S. H. Yeon, C. Y. Cho, S. W. Kim, J. Lee, "Effects of different feeding regimes on deer meat (Venison) quality following chilled storage condition", *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, Vol. 37, No. 4, pp. 511-517, 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.4.511>
- [3] Ministry of agriculture food and rural affairs, "Statistics of farmed deer and number of slaughtered deer in Korea", In: F. a. R. A. Ministry of Agriculture (ed), 2015.
- [4] S. W. Kim, S. W. Suh, D. H. Kim, J. H. Kim, Y. S. Kim, K. W. Kim, S. H. Yoon, "The effect of feeding whole-crop barley silage and grass hay on productivity and economic efficiency in Elk(*Cervus canadensis*)", *J. Kor. Grassl. Forage Sci.*, Vol. 33, No. 1, pp. 52-57, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2013.33.1.52>
- [5] J. Lee, S. S. Lee, S. H. Yeon, C. Y. Cho, S. W. Kim, K. W. Kim, "Effect of the grazing and barn feeding system on feed intake, weight gain and velvet antler productivity in Elk(*Cervus Canadensis*)", *J. Kor. Grassl. Forage Sci.*, Vol. 37, No. 4, pp. 345-349, 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.5333/KGFS.2017.37.4.345>
- [6] D. Y. Jeon, S. S. Lee, S. H. Lee, J. Lee, K. W. Kim, Y. J. Lee, S. W. Kim, Y. G. Ko, S. W. Kim, H. J. Roh, D. K. Kim, T. J. Choi, "Estimates of growth curve of body weight and absolute growth rate for male Elk", *Ann. Anim. Resour. Sci.* Vol. 30, No. 1, pp. 1-7, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.12718/AARS.2019.30.1.1>
- [7] B. T. Jeon, S. M. Lee, M. H. Kim, S. H. Moon. "Effects of dietary protein level on production and chemical composition of velvet antler in spotted deer(*Cervus nippon*)", *J. Anim. Sci. Technol.*, Vol. 47, No. 5, pp. 805-812, 2005.  
DOI: <https://doi.org/10.5187/JAST.2005.47.5.805>
- [8] T. H. Aagnes, A. S. Blix, S. D. Mathiesen, "Food intake, digestibility and rumen fermentation in reindeer fed baled timothy silage in summer and winter", *J. Agric. Sci.*, Vol. 127, No. 4, pp. 517-523, 1996.  
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600078746>
- [9] H. Callesen, T. Greve, F. Christensen, "Ultrasonically guided aspiration of bovine follicular oocyte", *Theriogenology*, Vol. 27, pp. 217(abstract), 1987.
- [10] M. C. Pieterse, K. A. Kappen, T. A. Kruip, M. A. Taverne, "Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries", *Theriogenology*, Vol. 30, No. 4, pp. 751-762, 1988.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(88\)90310-X](https://doi.org/10.1016/0093-691X(88)90310-X)
- [11] J. S. Merton, A.P. de Roos, E. Mullaart, L. de Ruigh, L. Kaal, P. L. Vos, S. J. Dieleman, "Factors affecting oocyte quality and quantity in commercial application of embryo technologies in the cattle breeding industry", *Theriogenology*, Vol. 59, No. 2, pp. 651-674, 2003.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01246-3](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01246-3)
- [12] R. De Roover, J. M. Feugang, P. E. Bols, G. Genicot, C. Hanzen, "Effects of Ovum Pick-Up frequency and FSH stimulation: A retrospective study on seven years of beef cattle *In vitro* embryo production", *Reprod Dom Anim*, Vol. 43, No. 2, pp. 239-245, 2008.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00873.x>
- [13] R. Boni, "Ovum Pick-Up in cattle: a 25yr retrospective analysis", *Anim. Reprod.*, Vol. 9, pp. 362-369, 2012.
- [14] P. Comizzoli, P. Mermillod, Y. Cognie, N. Chai, X. Legendre, R. Mauge, "Successful *In vitro* production of embryos in the red deer(*Cervus elaphus*) and the sika deer(*Cervus nippon*)", *Theriogenology*, Vol. 55, No. 2, pp. 649-659, 2001.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00433-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00433-2)
- [15] Y. Locatelli, A. Hendriks, J. C. Vallet, G. Baril, N. Duffard, N. Bon, K. Ortiz, C. Scala, M. C. Maurel, P. Mermillod, X. Legendre, "Assessment LOPU-IVF in Japanese sika deer (*Cervus nippon nippon*) and application to Vietnamese sika deer (*Cervus nippon pseudaxis*) a related subspecies threatened with extinction", *Theriogenology*, Vol. 78, No. 9, pp. 2039-2049, 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.07.025>
- [16] M. Iniesta-Cuerda, I. Sánchez-Ajofrín, O. García-Álvarez, A. Martín-Maestro, P. Peris-Frau, J. Antonio Ortiz, M. R. Fernández-Santos, J. J. Garde, A. J. Soler, "Influence of foetal calf serum supplementation during *In vitro* embryo culture in Iberian red deer", *Reprod Dom Anim*. Vol. 54, No. 4, pp. 69-71, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/rda.13498>
- [17] D. K. Berg, G.W. Asher, "New developments reproductive technologies in deer", *Theriogenology*, Vol. 59, No. 1, pp. 189-205, 2003.
- [18] S. W. Kim, M. S. Kim, C. L. Kim, D. K. Kim, N. Kim, H. H. Seong, "The effects of cysteamine on *In vitro*

- production of embryos from rare breed hanwoo (*albino White and Black*) Ovum Pick-Up and slaughterhouse derived oocytes", *J. Emb. Trans.* Vol. 31, No. 3, pp. 191-197, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.12750/JET.2016.31.3.191>
- [19] S. S. Kang, U. H. Kim, S. D. Lee, M. S. Lee, M. H. Han, S. R. Cho, "Recovery efficiency of cumulus oocyte complexes (COCs) according to collection frequency for Ovum Pick-Up(OPU) method in hanwoo cow", *J. Anim. Reprod. Biotechnol.*, Vol. 34, No. 4, pp. 300-304, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.12750/JARB.34.4.300>
- [20] G. D. Ball, M. L. Leibfried, R. W. Lenz, R. L. Ax, B. D. Bavister, N. L. "First factors affecting successful *In vitro* fertilization of bovine follicular oocytes", *Biol. Reprod.* Vol. 28, No. 3, pp. 717-725. 1983.  
DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod28.3.717>
- [21] D. K. Berg, J. G. Thompson, G. W. Asher, "Development of *In vitro* embryo production systems for red deer (*Cervus elaphus*): Part 2. The timing of *In vitro* nuclear oocyte maturation", *Anim. Reprod. Sci.*, Vol. 70, No. 1-2, pp. 77-84. 2002.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(01\)00200-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(01)00200-7)
- [22] D. K. Berg, J. G. Thompson, G. W. Asher, "Development of *In vitro* embryo production systems for red deer (*Cervus elaphus*). Part 1. Effect of epithelial oviductal monolayers and heparin on *In vitro* sperm motility and penetration of *In vitro* matured oocytes". *Anim. Reprod. Sci.*, Vol. 70, No. 1-2, pp. 65-76, 2002.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(01\)00199-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(01)00199-3)
- [23] Y. Takahashi, N. L. First, "*In vitro* culture of bovine one-cell embryos fertilized *In vitro* using synthetic oviduct fluid medium with and without glucose and supplemented with fetal calf serum", *Anim. Reprod. Sci.*, Vol. 31, No. 1-2, pp. 33-47, 1993.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(93\)90025-M](https://doi.org/10.1016/0378-4320(93)90025-M)
- [24] J. I. Jin, T. H. Kwon, B. H. Choi, S. S. Kim, H. T. Jo, I. K. Kong, "Effect of OPU (Ovum Pick-Up) duration on the rate of collected *ova* and *In vitro* produced blastocyst formation", *J. Emb. Trans.*, Vol. 25, No. 1, pp. 15-20, 2010.
- [25] C. R. Lonny, B. R. Lindsey, C. L. Gomseth, D. L. Johnson, "Commercial aspects of oocyte retrieval and *In vitro* fertilization (IVF) for embryo production in problem cows", *Theriogenology*, Vol. 4, No. 1, pp. 67-72, 1994.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(05\)80050-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(05)80050-0)
- [26] P. Blondin, D. Bousquet, H. Twagiramungu, F. Barnes, M. A. Sirard, "Manipulation of follicular development to produce developmentally competent bovine oocytes", *Biol. Reprod.*, Vol. 66, No. 1, pp. 38-43, 2002.  
DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod66.1.38>
- [27] M. Wikland, L. Nilsson, R. Hansson, L. Hambuger, P.O. Janson, "Collection of human oocytes by the use of sonography", *Fert. and Steril.*, Vol. 39, No. 5, pp. 603-608, 1983.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)47053-6](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)47053-6)
- [28] S. Lenz, J. Leeton, P. Renou, "Transvaginal recovery of oocytes for *In vitro* fertilization using vaginal ultrasound", *J. In vitro Fertil. Embryo Transfer*, Vol. 41, No. 1, pp. 51-55, 1987.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(05\)80050-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(05)80050-0)
- [29] P. E. J. Bols, A. Van Soom, G. Vanroose, A. de Kruif, "Transvaginal oocyte Pick-Up in infertile Belgian blue donor cows: preliminary results", *Theriogenology*, Vol. 45, pp. 359, 1996.
- [30] S. J. Park, B. S. Yang, K. S. Im, H. H. Sang, W. K. Chang, I. C. Cheong, C. S. Park, "The study of factor concerning Ovum Pick-Up and conception rate by ultrasound-guided follicular aspiration in hanwoo heifers", *Korean J. Animal Reprod.*, Vol. 24, No. 2, pp. 199-208, 2000.

이 은 도(Eun-Do Lee)

[정회원]



- 2015년 8월 : 충남대학교 낙농학과 (농학석사)
- 2018년 2월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학석사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원

<관심분야>  
가축번식, 가축육종

이 진 욱(Jinwook Lee)

[정회원]



- 2015년 2월 : 전북대학교 축산학과 (농학석사)
- 2016년 10월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>  
가축영양, 반추미생물

이 상 훈(Sang-Hoon Lee)

[정회원]



- 2004년 8월 : 경상대학교 대학원 응용생명과학부 (이학석사)
- 2007년 8월 : 경상대학교 대학원 응용생명과학부 (이학박사)
- 2008년 1월 ~ 2014년 12월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

- 2015년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청국립축산과학원 농업연구관

<관심분야>  
분자유종, 염소유전체

이 성 수(Sung-Soo Lee)

[정회원]



- 1998년 2월 : 제주대학교 대학원 축산학과 (농학석사)
- 2010년 8월 : 제주대학교 대학원 축산학과 (농학박사)
- 1993년 8월~2012년 6월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

- 2012년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구관

<관심분야>  
가축번식, 염소개량

김 동 교(Dong-kyo Kim)

[정회원]



- 2015년 2월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학석사)
- 2012년 10월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>  
가축사양, 생명자원

김 관 우(Kwan-Woo Kim)

[정회원]



- 2015년 2월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학석사)
- 2018년 8월 : 충남대학교 대학원 축산학과 (농학박사)
- 2018년 8월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원

<관심분야>  
가축번식, 가축육종