韓國受精卵移植學會誌(1997) 第 12 卷 第 1 號
Korean J. Emb. Trans. (1997) Vol. 12, No. 1 pp. 103~110

젖소 수정란의 생산에 영향을 미치는 요인에 관한 연구

김일화 · 손동수 · 이호준 · 이동원 · 서국현 · 류일선 · 양병철 · 이광원 · 고문석
축산기술연구소

Factors Affecting on Production of Dairy Cattle Embryos

I. H. Kim, D. S. Son, H. J. Lee, D. W. Lee, K. H. Seo, I. S. Ryu, B. C. Yang, K. W. Lee and M. S. Ko
National Livestock Research Institute

SUMMARY

The present study was carried out to investigate effects of gonadotropin, age of donor, day of estrus cycle gonadotropin injection started and season on embryo production after superovulation in dairy cattles.

Embryo collection records were obtained from 177 embryo donor collections from 98 Holstein cows aged from 3 to 9 years during 4 years(1993~1996) at National Livestock Research Institute. Superovulation was induced by injections of 3 gonadotropins(FSH-P®, FOLLTROPHIN-V® or SUPER-OV®) beginning on days 9 to 14 of the estrus cycle. Embryos were collected from donors using a nonsurgical technique on days 6 to 8 after insemination. The results were as follows:

Number of total and freezable embryos per donor cow was affected by gonadotropin($P<0.01$). The more number of total and freezable embryos were obtained by use of FOLLTROPHIN-V® (13.2, 7.4) or FSH-P® (11.0, 5.7) than SUPER-OV® (5.0, 2.4).

Age of donor, the day that gonadotropin was started or season didn't affect total or freezable embryos($P>0.05$).

(Key words : superovulation, gonadotropins, age of donor, day of estrus cycle, season)

서 론

소의 수정란이식분야에서 과배란처리에 대한 공란우의 반응이 매우 중요한 부분을 차지한다. 그러나 성선자극호르몬의 투여에 의한 공란우의 과배란처리 반응은 개체에 따라 매우 변이가 크며(Sreenan, 1988), 이것이 수정란이식의 산업적 이용에 대한 주된 취약점으로 지적되고 있으며, 또한 MOET program을 이용한 가축의 육종에 있어서 수정란이식의 이용 제한과 수정란의 생산 단가를 상승시키는 요인이 된다(Armstrong, 1993; Hahn, 1992).

Casida(1943)가 처음으로 소에서 과배란처리에 관한 연구를 시작한 이후로 50여년간 과배란처리 반응의 효과를 개선하기 위하여 많은 연구가 이루어진 결과 기초적인 난소 조절 기전, 수정시 배우체의 상호작용에 대한 분자기전의 구명과 재조합 DNA기법에 의한 순수 단백질 호르몬의 생산 등에 있어서 상당한 기술적인 진보가 이루어졌으나, 안정적인 수정란 생산체계를 위한 실용적인 측면으로는 큰 성과가 이루어지지 않았다(Armstrong, 1993). 특히 과배란반응 효과를 향상시키기 위하여 성선자극호르몬과 progestogen의 병용(Ellington 등, 1987; Prather 등, 1984), Gonadotropin priming(Joshi 등, 1992; Grasso 등, 1989; Raj-

amahendran 등, 1987), LH량을 감소시킨 FSH제제의 사용(Gonzalez 등, 1990; Armstrong 등, 1986; Donaldson 등, 1986; Chupin 등, 1984), 성선자극호르몬 투여시 recombinant bovine somatotropin의 동시 투여(Rieger 등, 1991) 등의 많은 시도로 이식가능수정란의 수가 다소 증가되는 경향은 있으나 개체의 변이성은 여전히 개선되지 않고 있다.

현재까지의 연구 보고에 의하면 공란우의 과배란처리에 영향을 미치는 요인은 공란우 개체반응의 차이(Shea 등, 1984), 공란우의 나이(Breuel 등, 1991; Donaldson, 1984a) 및 품종(Looney, 1986; Donaldson, 1984b), 성선자극호르몬의 종류(Staigmiller 등, 1992; Goulding 등, 1991; Elsden 등, 1978) 및 용량(Donaldson, 1984d; Elesden과 Kessler, 1983), 성선자극호르몬내 LH농도(Herrler 등, 1991), 발정주기중 성선자극호르몬 투여시작일(Goulding 등, 1990; Lindsell 등, 1986), 그리고 채란 계절(Bastidas와 Randel, 1987) 등이 관계된다고 하였다.

그러나 국내에서는 소에서 과배란처리 후 수정란의 회수성적에 영향을 미치는 요인에 대한 보고(李 등, 1987; 김 등, 1985)는 드문 실정이다. 따라서 본 연구는 젖소의 조기개량을 위하여 축산기술연구소 종축개량부에서 1993년부터 1996년까지 4년간 채란된 177두의 자료를 분석하여 수정란 생산에 영향을 미치는 요인을 조사하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시축

공란종빈우는 축산기술연구소 종축개량부에서 사육중인 3~9세의 305일 보정 산유량이 8,000kg/년 이상인 홀스타인 종빈우 98두(1~5회 채란)였으며, 공란종빈우의 인공수정에 사용된 정액은 미국에서 도입된 동결정액을 이용하였다.

공란우의 사양관리는 방목기는 주로 윤환 방목을 실시하였으며, 사사기는 배합사료, 매초 및 건초를 급여하였다. 무기물은 자유 채식토록 하였으며 영양급여 수준은 NRC 사양표준에 준하였다.

2. 공란우의 성선자극호르몬 투여

공란우 발정발현 후 7~9일에 직장검사로 황체의 상태를 검사하였으며, 과배란처리를 위하여 선정된 개체에 대해서는 발정주기 9~14일부터 다음 3종의 성선자극호르몬제제를 투여하여 과배란을 유기하였다.

1) FSH-P®(Schering-Plough Animal Health, U.S.A.) 40mg Armour Standard를 5일간 12시간 간격으로 감량분할(6/6, 5/5, 4/4, 3/3, 2/2mg)주사하고, 4일째에 dinoprost (Lutalyse®, Upjohn, U.S.A.) 45mg을 주사하였다.
2) FOLLTROPHIN-V®(Vetrepharm, Canada) 400mg NIH-FSH-P1을 4일간 12 시간 간격으로 50mg씩 주사하고, 3일째에 dinoprost 45mg을 주사하였다.
3) SUPER-OV®(Ausa International, U.S.A.) 75units NIH-FSH-S1을 3일간 12시간 간격으로 12.5units씩 주사하고, 3일째에 dinoprost 45mg을 주사하였다.

3. 공란우의 인공수정

공란우 발정발현 12시간 후 정액 2스트로로 인공수정 및 LH-RH(콘세랄®, 동방) 200μg을 주사하였으며 그로부터 12시간 후 정액 2 스트로로 재수정하였다.

4. 수정란 회수

공란우 인공수정 후 6~8일에 2% lidocaine 6ml로 경막외마취 후 fetal bovine serum(Gibco)이 2% 첨가된 Dulbecco's phosphate buffered saline(Gibco) 용액을 사용하여 경관경유법으로 수정란을 회수하였다.

5. 수정란의 평가

회수된 채란액을 14~84배율의 실체현미경하에서 수정란을 찾아 International Embryo Transfer Society Manual(Stringfellow와 Seidel, 1990)의 평가방법에 따라 수정란의 등급과 발육단계를 구분하였다. 회수 수정란 중 형태적인 결함이 전혀 없는 수정란과 극히 미세한 결함을 가지는 수정란(1등

급)과 소수의 돌출된 할구와 변성세포가 존재하는 수정란(2등급)을 동결가능수정란으로 분류하였다.

6. 통계학적 분석

실험 결과의 통계 분석은 SAS/STAT 6.11을 이용하여 각 처리 효과에 대한 분산 분석을 실시하여 이들의 유의성이 인정된 group에 한하여 각 처리별 다중검정(Duncan Test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 성선자극호르몬 영향

과배란처리시 LH가 많이 함유된 FSH제제는 저하된 난소 반응을 보였다는 여러 연구 보고가 있다(Donaldson과 Ward, 1986; Murphy 등, 1984). 이러한 원인은 다량의 LH가 조기배란(Callesen 등, 1987), 난자의 세포질 및 핵성숙의 장애(Moor 등, 1984), LH peak의 변이(Trounson 등, 1982) 등에 기인된다고 보고되었다. 따라서 근래에는 공란우의 과배란처리 효과를 높이기 위한 한가지 방법으로 성선자극호르몬의 LH함량을 감소시킨 제제의 사용이 증가되고 있다. 본 연구에서는 상품화된 FSH제제를 구입하여 사용하였는데, 기존의 FSH-P®와 LH함량을 감소시킨 FSH제제인 FOLLTROPHIN-V®, SUPER-OV®를 사용하여 공란우에 과배란을 유기하여 수정란을 회수한 성적은 Table 1에서와 같다.

총회수란수와 동결가능수정란수에 있어서 FOLLTROPHIN-V® 13.2개, 7.4개, FSH-P® 11.0개, 5.7개, SUPER-OV® 5.0개, 2.4개 순으로 감소되어 FOLLTROPHIN-V®와 FSH-P® 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 이 두 제제는 SUPER-OV®에 비해서는 유의적으로 높은 수정란회수 성적을 보였다($P<0.01$). 이러한 본 연구의 결과는 FSH-P®와 FOLLTROPHIN-V®로 과배란처리시 총회수란수와 이식가능수정란이 각각 9.02개, 5.00개와 9.05개, 4.74개로 유의적인 차이가 인정되지 않았다는 Detterer 등(1997)의 보고와는 동일한 결과를 보였으며, Herrler 등(1991)은 LH가 8.5IU 함유된 FSH-P®와 LH량을 0.423IU 농도로 감소시킨 FSH-P로 과배란처리시 총회수란수와 이식가능수정란수가 각각 4.8개, 2.2개와 8.4개, 3.4개로서 유의적인 차이는 인정되지 않았으나 LH량을 감소시킨 FSH에서 성적이 양호하였다고 하였는데 이것은 본 연구에서의 FOLLTROPHIN-V®가 FSH-P®에 비해서 양호하였다는 점과는 일치하나 SUPER-OV®가 FSH-P®에 비해 성적이 불량하였다는 점과는 상이하였다. 이러한 차이는 Walsh 등(1993)이 SUPER-OV®를 미경산우에 과배란처리시 총회수란과 동결가능 수정란이 각각 9.6개, 4.7개로서 본 연구에서의 SUPER-OV® 사용시보다 많았다는 보고와 공란우로서 미경산우와 경산우를 사용하였을 때 FSH-P®의 경우 공란우의 체중이 증가될수록 총회수란수와 동결가능 수정란수가 증가된 반면 SUPER-OV®의 경우는 체중이 증가되면서 오히려 감소하였다는 김(1996)의 결과로 보아, 본 연구에서 이용된 공란우는 모두 경산우였다는 점에서 SUPER-OV®의 처리에 의한 총회수란수와 동결가능 수정란수의 감소가 나타난 것으로 추정된다. 따라서 젖소 경산 공란우의 과배란처리시에는 FOLLTROPHIN-V® 또는 FSH-P®의 사용이 유리한 것으로 나타났다.

Table 1. Effect of hormones on embryo production

Hormone	No. of donors	No. of embryos / donor	
		Total	Freezable
FOLLTROPHIN-V®	13	13.2±17.6[a]	7.4±6.9[a]
FSH-P®	141	11.0± 7.7[a]	5.7±5.3[a]
SUPER-OV®	22	5.0± 3.7[b]	2.4±2.6[b]

Values with different superscripts with the same column differ significantly([a, b] : $P<0.01$).

2. 공란우 나이의 영향

공란우의 나이에 따른 수정란 회수성적은 Table 2와 같다. 공란우의 나이에 따른 총회수란수와 동결가능 수정란수에서 유의적인 차이가 인정되지 않았는데($P>0.05$) 총회수란수는 3세의 7.8개에서 나이가 많아질수록 증가되는 경향을 보여 8세에서 12.6개로 가장 많았으나 9세에서 8.5개로 다소 감소되었다. 동결가능 수정란은 8세에서 6.1개로 가장 많았고 5세가 4.9개로 가장 적었으나 큰 차이가 나타나

Table 2. Effect of age of donor cows on embryo production

Age (years)	No. of donors	No. of embryos / donor	
		Total	Freezable
3	5	7.8± 6.8	5.4±4.9
4	35	10.6±12.1	5.8±5.9
5	45	9.3± 6.5	4.9±4.7
6	38	11.0± 8.0	5.3±6.0
7	30	11.0± 9.6	5.9±5.5
8	15	12.6± 7.3	6.1±5.1
9	8	8.5± 4.6	5.3±4.0

Difference between groups are not significant(P>0.05).

지 않았다. 이러한 결과는 Donaldson(1984a)이 보고한 3~9세의 나이에서는 총회수란수 및 이식가능 수정란수에서 유의적인 차이가 인정이 되지 않았다는 결과와 일치하였다. 또한 Hasler 등(1983)도 3~10세의 공란우에서 총회수란수 및 이식가능 수정란이 각각 10.6개, 6.8~6.9개로 차이가 거의 없었다고 하여 본 연구와 비슷한 결과를 보고하였다. 이러한 결과로 미루어 보아 공란우의 나이가 3~9세 범위에서는 수정란 회수성적에 큰 차이가 없는 것으로 보여진다.

3. 공란우의 발정주기중 성선자극호르몬 투여시작일의 영향

공란우의 발정주기중 성선자극호르몬의 투여가 난소내 우세난포 존재시에 시작되면 우세난포의 존재로 다른 난포들의 발육이 저지되어 과배란처리에 의한 난소반응이 감소된다(Huhtinen 등, 1992; Guilbault 등, 1991). Hahn(1992)은 초음파진단장치를 이용하여 매일 난포 발육을 조사한 결과 우세난포의 폐쇄시기에 과배란처리를 한 경우 난소반응이 양호하였다고 하였으며, Goulding 등(1990)은 첫번째 우세난포가 발육되는 시기에 과배란처리를 시작하였을 때가 발정주기 9~11일에 시작하였을 때보다 총회수란수, 이식가능 수정란수 및 동결가능 수정란수가 유의적으로 낮은 회수성적을 보여 발정주기 8~14일에 과배란처리시 양호한 반응이 얻어질 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 발정주기 중기인 9~14일에 성선자극호르몬 투여를 시작하여

Table 3. Effect of day of estrus cycle gonadotropin started on embryo production

Day of estrus cycle	No. of donors	No. of embryos /donor	
		Total	Freezable
9	19	9.6±6.7	5.6±5.4
10	35	9.1±7.2	5.1±5.5
11	44	12.1±9.9	5.5±6.1
12	19	8.5±6.4	5.3±4.8
13	32	11.8±11.5	5.6±4.9
14	21	9.5±7.0	5.6±4.6

Difference between groups are not significant(P>0.05).

수정란 회수성적에 대한 영향을 조사한 결과는 Table 3에서와 같다.

발정주기중 성선자극호르몬의 투여시작일에 따른 총회수란수는 11일과 13일에 각각 12.1개, 11.8개로 9일, 10일, 12일, 14일의 8.5~9.6개에 비하여 다소 많았으며, 동결수정란수는 5.1~5.6개 범위로 큰 차이가 없어 총회수란수와 동결가능 수정란수에서 유의적인 차이가 인정되지 않았다(P>0.05). 이러한 결과는 9~13일에 투여시작시 총회수란수 11.7~13.3개, 이식가능 수정란수 5.5~6.4개로 비슷하였다는 Donaldson(1984c)의 보고와 8~13일 투여시작시 총회수란수와 이식가능 수정란수에서 유의적인 차이가 인정되지 않았다는 Hasler 등(1983)의 보고와 동일한 결과를 보였다. 그러나 Lerner 등(1986)은 10일, 11일째 FSH의 투여시가 7~9일, 12~14일에 투여시보다 총회수란수가 유의적으로 증가되었다고 하였으며, 이것은 10일, 11일의 경우 다른 일자에 비해 많은 수의 난포가 존재하였기 때문이라고 하였는데 본 연구의 결과와는 상이하였다.

4. 채란 계절의 영향

공란우의 채란 계절에 따른 총회수란수와 동결가능 수정란수는 Table 4에서와 같다.

채란 계절 따른 총회수란수는 봄과 여름이 각각 11.5개, 11.3개로 가을과 겨울의 9.6개, 8.9개에 비해서 다소 많았으며, 동결가능 수정란수는 봄이 6.5개로 다른 계절의 5.0~5.4개에 비해 다소 많았으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다(P>0.05). 이러한

Table 4. Seasonal differences on embryo production

Season	No. of donors	No. of embryos /donor	
		Total	Freezable
Spring(Mar.-May)	43	11.5± 9.3	6.5±6.3
Summer(Jun.-Aug.)	54	11.3± 6.4	5.0±4.9
Autumn(Sep.-Nov.)	46	9.6± 7.9	5.1±5.1
Winter(Dec.-Feb.)	33	8.9±11.6	5.4±5.0

Difference between groups are not significant($P>0.05$).

결과는 총회수란수가 봄과 여름이 가을과 겨울에 비해 다소 많았으며 동결가능수정란은 봄이 다른 계절에 비해서 많았다는 小西와 鈴木(1994)의 결과와 일치하였으며, 이식가능수정란이 연중 3~5월에 다소 많았다는 Shea 등(1984)의 보고와도 일치하였다. 그러나 총회수란 수가 겨울과 봄이 여름과 가을에 비하여 많았으며 이식가능 수정란수가 겨울이 다른 계절에 비해 많았다는 Hasler 등(1983)의 보고와는 상이하였다. Bastidas와 Randel(1987)은 이식가능 수정란이 가을에 4.2개로 가장 많았으며 여름 3.9개, 봄 3.4개 그리고 겨울이 2.9개로 가장 적었다고 하여 본 연구의 결과와 역시 상이한 결과를 보고하였으며, 그들은 *Bos indicus*가 *Bos tarus*에 비하여 배란전 LH surges가 낮으므로 Brahman에 있어서 계절이 배란 전 LH surge 및 황체의 기능을 변화시킨다고 하였다. 보고자에 따라 채란 계절에 따른 수정란 회수성적의 차이는 Bastidas와 Randel(1987)이 제시한 공란우의 품종과 계절과의 상관관계 외에도 공란우를 사육하는 지역의 기후 조건(Shea 등, 1984), 청초급여를 포함한 사양조건(小西와 鈴木, 1994) 등의 차이도 관계되는 것으로 보인다.

적 요

본 연구는 젖소의 과배란처리 후 회수수정란에 대한 성선자극호르몬, 공란우의 나이, 발정주기중 성선자극호르몬 투여시작일 및 채란 계절의 영향을 조사하고자 실시하였다. 분석에 이용된 자료는 1993년부터 1996년까지 4년간 축산기술연구소 종축개량부에서 사육한 젖소 공란우 98두를 1~5회 처리 177회 채란된 성적이었다. 채란된 공란우의 나이는 3~9세였으며, 3종의 성선자극호르몬으로 발정주기 9~14일째 투여를 시작하여 공란우 인공수정 6~8일 후 경관경유법으로 채란하였다. 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 성선자극호르몬에 따른 총회수란수 및 동결가능 수정란수는 FOLLTROPHIN-V®(13.2개, 7.4개)와 FSH-P®(11.0개, 5.7개)로 과배란처리시가 SUPER-OV®(5.0개, 2.4개)로 처리한 경우에 비해 유의적으로 많았다($P<0.01$).
2. 공란우의 나이에 따른 총회수란수 및 동결가능 수정란수는 7세(11.0개, 5.9개) 와 8세(12.6개, 6.1개)의 공란우가 3~6세(7.8~11.0개, 4.9~5.8개) 및 9 세(8.5개, 5.3개)의 공란우에 비해 다소 많았으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다($P>0.05$).
3. 공란우 발정주기중 성선자극호르몬 투여시작일에 따른 수정란 회수성적은 총회수란수는 11일(12.1개)과 13일(11.8개)에 시작한 경우가 9일, 10일, 12일 및 14일(8.5~9.6개)에 비해 많았으며, 동결가능수정란은 9일, 13일, 14일(5.6개)에 시작한 경우가 10~12일(5.1~5.5개)에 비해서 다소 많았으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다($P>0.05$).
4. 공란우의 채란 계절에 따른 총회수란수 및 동결가능 수정란수는 봄(11.5개, 6.5개)에 채란시가 여름, 가을, 겨울(8.9~11.3개, 5.0~5.4개)에 채란시보다 많았으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다($P>0.05$).

이상의 결과로 보아 본 연구에서는 젖소 공란우의 과배란처리 후 수정란 회수성적에 성선자극호르몬제제의 종류가 영향을 준 것으로 나타났다.

참고문헌

Armstrong DT and Opavsky MA. 1986. Biological characterization of a pituitary FSH preparation with reduced LH activity. Theriogenology, 25:135.

Armstrong DT. 1993. Recent advances in superovulation of cattle. Theriogenology, 39:

7-24.

Bastidas P and Randel RD. 1987. Seasonal effects on embryo transfer results in Brahman cows. Theriogenology, 28:531-540.

Breuel KF, Baker RD, Butcher RL, Townsend EC, Inskeep EK, Dailey RA and Lerner SP. 1991. Effects of breed, age of donor and dosage of follicle stimulating hormone on the superovulatory response of beef cows. Theriogenology, 36:241-255.

Callesen H, Greve T and Hyttel P. 1987. Premature ovulations in superovulated cattle. Theriogenology, 28:155-166.

Casida LE, Meyer RK, Mcshan WH and Wisnicky W. 1943. Effects of pituitary gonadotropins on the ovaries and the induction of superfecundity in cattle. Am. J. vet. Res., 4:76-79.

Chupin D, Combarnous Y and Procureur R. 1984. Antagonistic effect of LH on FSH-induced superovulation in cattle. Theriogenology, 21:229.

Detterer J, Schmidt T and Harlizius B. 1997. Factors influencing the variability in superovulation results in German Holstein cattle. Theriogenology, 47:169.

Donaldson LE. 1984a. Effect of age of donor cows on embryo production. Theriogenology, 21:963-967.

Donaldson LE. 1984b. Cattle breed as a source of variation in embryo transfer. Theriogenology, 21:1013-1018.

Donaldson LE. 1984c. The day of estrus cycle that FSH is started and superovulation in cattle. Theriogenology, 22:97-99.

Donaldson LE. 1984d. Dose of FSH-P as a source of variation in embryo production from superovulated cows. Theriogenology, 22: 205-212.

Donaldson LE, Ward DN and Glenn SD. 1986. Use of porcine follicle stimulating hormone after chromatographic purification in superovulation of cattle. Theriogenology, 25: 747-757.

Donaldson LE and Ward DN. 1986. Effect of LH on embryo production in superovulated cows. Vet. Rec., 119:625-626.

Ellington JEE, Elefson EE and McCall RM. 1987. Use of a norgestomet implant as an aid when superovulating low-fertility dairy cattle. Theriogenology, 27:227.

Elsden RP, Nelson LD and Seidel GE. 1978. Superovulating cows with follicle stimulating hormone and pregnant mare's serum gonadotropin. Theriogenology, 9:17-26.

Elsden RP and Kessler RM. 1983. Superovulation of Nelore cows and heifers. Theriogenology, 19:127.

Gonzalez A, Lussier JG, Carruthers TD, Murphy BD and Mapletoft RJ. 1990. Superovulation of beef heifers with FOLLTROPIN: A new FSH preparation containing reduced LH activity. Theriogenology, 33:519-529.

Goulding D, Williams DH, Duffy P, Boland MP and Roche JF. 1990. Superovulation in heifers given FSH initiated either at day 2 or day 10 of the estrus cycle. Theriogenology, 34:767-778.

Goulding D, Williams DH, Roche JF and Boland MP. 1991. Superovulation in heifers using pregnant mare's serum gonadotropin or follicle stimulating hormone during the mid luteal stage of the estrus cycle. Theriogenology, 36:949-958.

Grasso F, Guilbault LA, Roy GL and Lussier JG, 1989. Ultrasonographic determination of ovarian follicular development in superovulated heifers pretreated with FSH-P at the beginning of the estrus cycle. Theriogenology, 31:1209-1220.

Guilbault LA, Grasso F, Lussier JG, Rouiller P and Matton P. 1991. Decreased superovulat-

ory responses in heifers superovulated in the presence of a dominant follicle. J. Reprod. Fertil., 91:81-89.

Hahn J. 1992. Attempts to explain and reduce variability of superovulation. Theriogenology, 38:269-275.

Hasler JF, McCauley AD, Schermerhorn EC and Foote RH. Superovulatory responses of Holstein cows. Theriogenology, 19:83-99.

Herrler A, Elsaesser F, Parvizi N and Niemann H. 1991. Superovulation of dairy cows with purified FSH supplemented with defined amounts of LH. Theriogenology, 35:633-643.

Huhtinen M, Rainio V, Aalto J, Bredbacka P and Mäki-Tanila A. 1992. Increased ovarian responses in absence of a dominant follicle in superovulated cows. Theriogenology, 37:457-463.

Joshi BV, Rajeshwaran S and Misra AK. 1992. Effect of FSH-P priming on superovulatory response in Buffalo(Bubalus Bubalis). Theriogenology, 37:232.

Lerner SP, Thayne WV, Baker RD, Henschen T, Meredith S, Inskeep EK, Dailey RA, Lewis PE and Butcher RL. 1986. Age, dose of FSH and other factors affecting superovulation in Holstein cows. J. Anim. Sci., 63:176-183.

Lindsell CE, Murphy BD and Mapletoft RJ. 1986. Superovulatory and endocrine responses in heifers treated FSH-P at different stages of the estrus cycle. Theriogenology, 26:209-219.

Looney CR. 1986. Superovulation in beef females. Proceedings of the 5th Annual American Embryo Transfer Association, 16-29.

Moor RM, Kruip AM and Green D. 1984. Intraovarian control of folliculogenesis: Limits to superovulation? Theriogenology, 21: 103-116.

Murphy BD, Mapletoft RJ, Manns J and Humphrey WD. 1984. Variability in gonadotropin preparations as a factor in the superovulatory response. Theriogenology, 21:117-125.

Prather RS, Spire MF and Schalles RR. 1984. Norgestomet incorporation into superovulation regime. Theriogenology, 21:256.

Rajamahendran R, Canseco RS and Denbow CJ. 1987. Effect of low dose FSH given at the beginning of the estrus cycle and subsequent superovulatory response in Holstein cows. Theriogenology, 28:59-65.

Rieger D, Walton JS, Goodwin ML and Johnson WH. 1991. The effect of co-treatment with recombinant bovine somatotropin on plasma progesterone concentration and number of embryos collected from superovulated Holstein heifers. Theriogenology, 35:863-868.

SAS/STAT User's Guide Version 6 4th ed., 1994. SAS International Inc.

Shea BF, Janzen RE and McDermand DP. 1984. Seasonal variation in response to stimulation and related embryo transfer procedures in Alberta over a nine year period. Theriogenology, 21:186-195.

Sreenan JM. 1988. Embryo transfer: Its uses and recent developments. Vet. Rec., 122:624-629.

Staigmiller RB, Bellows RA, Anderson GB, Seidel GE, Foote WD, Menino AR and Wright RW. 1992. Superovulation of cattle with equine pituitary extract and porcine FSH. Theriogenology, 37:1091-1099.

Stringfellow DA and Seidel SM. 1990. Manual of the International Embryo Transfer Society. 2nd ed., International Embryo Transfer Society, IL, pp. 70.

Trounson AO, Mohr LR, Wood C and Luton JF. 1982. Effect of delayed insemination on *in vitro* fertilization, culture and transfer of human embryos. J. Reprod. Fertil., 64:285-294.

Walsh JH, Mantovani R, Duby RT, Overstrom

EW, Dobrinsky JR, Enright WJ, Roche JF and Boland MP. 1993. The effects of once or twice daily injections of pFSH on superovulatory response in heifers. Theriogenology, 40:313-321.

小西 一之, 鈴木 一男. 1994. 黑毛和種の卵胞刺激ホルモンを用いた過剩排卵處理 に對する供胚牛の産次の影響. J. Reprod. Dev., 40:113-117.

김희석, 김영진, 이종문, 이근상, 정길생. 1985. 소에 있어서 다배란 유기에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 韓畜誌, 27:201-205.

金興律. 1996. 韓牛의 體內 및 體外 受精卵 生産과 移植에 關한 硏究. 中央大學校 博士學位 論文.

李政鎬, 徐泰光, 朴恒均. 1987. 供卵乳牛의 過排卵 反應에 影響하는 要因에 관한 硏究. 韓國受精卵移植硏究會誌, 2:27-32.