韓國受精卵移植研究會誌(1986) 第1卷 第1號
Korean J. Emb. Trans. (1986) Vol. 1, No. 1 pp. 35~49

# 受精卵移植에 있어서 受卵牛의 準備와 管理

金 昌 根
中央大學校 産業大學

# Preparation and Management of Recipients in Bovine Embryo Transfer

Chang Keun Kim
*Department of Animal Science, Chung Ang University,* Ansung 180-29

## Summary

Recipients are an integral part of embryo transfer and they are expensive to maintain as a good recipient. Recipient management is one of the most important components in a successful embryo transfer program. Management includes selection and subsequent care of the animals. A good recipient is basically on "open" cows or heifers whose reproductive tract is capable of receiving one or two embryos and incubating it to term.

Potential recipients should be always be healthy and cycling normally ranging from 18 to 23 days. A thorough veterinary examination is recommended for candidate of recipients and cattle for questionable health should be eliminated from the recipient herd. Age and size of recipients are particularly important considerations when heifers are used, because of most embryos available for transfer are from large dams and sires. Body condition can influence a recipient's production, reproduction and health. Obese and underconditioned cattle should be avoided for use.

Transfer of fresh embryos especially requires precise synchronization of donors and recipients. For estrus synchronization, $PGF_{2\alpha}$ is injected twice 10 to 12 days apart and short-term progestagen treatment is applied to potential recipient cattle by coil into vagina (PRID) or ear implant (Synchro-Mate-B). The highest pregnancy results are achieved in recipients at exact synchrony with donors or 12 to 24 hr earlier than donors.

Estrus detection is a major factor in breeding efficiency. High accuracy can be achieved by use of heat mount detection aids or by obserbing cattle for 30-minute peroids 3 times daily. Assay progesterone in milk can be used to discriminate between pregnant and nonprenant recipients. Rectal palpation on day 35 to 70 after is an accurate and safe method of pregnancy diagnosis. Embryonic mortality in recipients may be associated with factors such as high environmental temperature and nutritional or lactational stress in early lactation period. Achievement of short calving interval requires concentrated management activity during the first 90 days following calving. Acceptable candidate for a recipient should be routinely vaccinated for infectious diseases. Proper nutritional programs according to NRC requirements and body condition scoring system for recipient cattles are vital to the ultimate success of an embryo transfer program.

## 緖 論

수정란의 이식단계는 受精卵移植技術의 성공여부를 결정하는 최종단계이며 한편 최적조건에 있는 受卵牛의 선택과 준비 및 관리는 수정란이식 全 過程의 비용을 좌우하는 결정적 요소가 된다. 최근에 와서 受精卵의 凍結保存技術이 점차 발전됨에 따라 수란우의 發情同期化와 관련된 문제들이 과거보다는 다소 해결되어 가고 있지만 아직도 최적조건의 수란우의 선택확보 문제는 수정란이식 기술의 정착과 산업적 이용에 있어서 큰 제한요인이 되고 있다.

소수정란이식 사업을 전업 또는 기업화했던 선진

국의 여러 회사들이 사업초기에는 供卵牛와 受卵牛를 모두 확보한 운영체제로 출발하였으나 특히 수란우의 확보와 유지에 소요되는 많은 경비부담 때문에 현재 운영체제가 크게 바뀐 점은 하나의 좋은 예라 할 수 있다. 만일 저렴한 수란우와 이식에 필요한 최소수의 수란우를 확보 유지한다면 많은 경비를 수란우에서 줄일 수 있을 것이며 수정란 이식에 소요되는 총경비의 절감은 물론 산업화가 더욱 가속화될 것이다.

本稿에서는 수정란이식에 있어서 수란우의 선택과 준비 및 관리방법에 관한 최근의 결과를 중심으로 살펴보고자 한다.

## 受卵牛의 選擇

수정우는 供卵牛와는 달리 혈통이나 능력에 크게 좌우되지 않으며 다만 번식 가능성만 있으면 된다. 수정란 이식후 수정란의 자궁내 착상, 발달 및 임신유지에 관여하는 요인으로서 특히 고려할 사항을 중심으로 간추려 본다면 다음과 같다.

### 1. 정확한 번식기록을 가진 번식상태가 정상적인 소

수란우로서 갖춰야할 기본적이고 필수적인 첫째 조건이다. 번식능력의 판단은 정확한 관찰과 기록에 근거한 것이어야 하며 현재의 번식 상태도 중요시 되어야 한다.

1) 正常發情週期를 가진 소

정상발정주기의 범위는 報告者에 따라 다소 차이가 있으나 17~24일 주기이면 된다. Plasse등(1971)은 18~23일 주기의 소가 67.2%이라고 하였는데 수란우도 이 범위에 속하는 것을 택해야 하며 분만후 2회 정상주기를 보이는 소를 수란우로 이용해야 한다.

2) 사산 또는 후산정체경험이 없는 정상 분만의 소

Ron등(1984)은 후산정체와 난산이 다음 번식성적과 관계가 있다고 하였으며 Van Dieten(1966)은 육우에서 사산의 경우 다음 수태율이 정상우보다 약 14% 낮으며 사산우에서 후산정체 발생률이 10% 더 높다고 하였다. 또한 Mauer와 Echternkamp(1985)에 의하면 난산이후 repeat breeder의 발생률이 29%로서 정상분만우의 10%보다 높게 나타나 있다.

3) 분만후 자궁상태회복이 양호한 소

분만후 자궁회복은 발정재귀상태로서 어느 정도 판단기준이 되지만 수란우의 수태율 향상을 위하여 보다 세밀한 관찰이 필요하며 그 결과가 수란우 선택에 중요한 지표가 된다. 분만후 자궁회복 기간은 보고자간에 차이가 많지만 분만후 3주로부터 7주까지의 범위이다. 체구가 작은 젖소보다 크고 무거운 육우에서 늦는 경향이 있으며 나이, 산차, 착유회수 증가에 따라 회복률이 감소된다(Sloss와 Dufty, 1980).

Table 1은 2産이내 Holstein 암소에서 분만후 12~26일 동안의 자궁경관크기와 분비물의 상태가 다음 수태율 예측에 유용한 판단기준이 됨을 보여 주고 있다.

분만이 정상적이고 분비물이 정상인 소가 대체로 자궁경관크기가 적음을 알 수 있다. 분만후 자궁경관크기의 차이가 가장 심한 때가 분만후 3주 때임을 고려하여 다음 번식상태를 예측할 수 있다.

4) Repeat breeder가 아닌 소

수란우로 이용할 소는 2회이상 AI 또는 교배에서 불임이 아닌 소이어야 하며 repeat breeder의 소가 선정되지 않도록 주의해야 한다. Mauer와 Echternkamp(1985)는 육우에서 교배후 9~16일 사이의 자궁내 정상胚를 가진 소의 비율이 정상우(37.5%)와 repeat breeder(25%)간에 차이가 있다고 하였다.

### 2. 영양상태가 양호한 소

**Table. 1.** Percentage of Cows that had a Small, Medium, or Large Cervix within Type of Parturition or Discharge

| Cervix size | Parturition | | Discharge | |
|---|---|---|---|---|
| | Normal | Abnormal | Normal | Abnormal |
| Small | 42 | 25 | 44 | 32 |
| Medium | 34 | 39 | 35 | 34 |
| Large | 24 | 36 | 21 | 34 |

(Oltenacu et al., 1983)

소의 건강상태는 영양조건에 따라 좌우된다. 지나치게 살찠거나 영양상태가 불량한 야윈소는 피해야 한다. 일반적으로 다소 야윈소가 수태율이 높은 경향이 있다.

AI후 영양상태가 수태율과 관계가 있다고 알려져 있는데 수정란이식에서도 마찬가지이다. 최적 조건의 기준으로서 尾根部評點(tailhead score)방법이 이용되고 있다. AI시 가장 최적영양상태는 미군부 평점(0 : 아주불량~5 : 심한 과비)이 2~2.5가 최적조건으로 되어 있다(Wildman등, 1982). 이런 상태의 모습은 Fig. 2 에서 보는 바와 같다.

### 3. 적당한 체구에 난산의 위험성이 없는 소

경산우보다 미경산우에서 다소 수태율이 높다고 보고되고 있으나 공시두수를 많이한 보고에서 이들간에 차이가 없다고 한 것으로 보아 크게 문제가 되는 것 같지 않다. 일반적으로 미경산우의 가격이 싼 경우라면 수란우로서 유리한 한가지 조건이 될 수 있겠다. 이 이유 이외에 미경산우가 유리한 조건은 별로 없다(Donaldson, 1982). 왜냐하면 초산우에서 난산률과 송아지 폐사율이 더 높을 수 있기 때문이다. 미경산우가 수란우로서 유리할 수 있는 또하나의 이점은 발정동기화를 위한 호르몬제의 일부가 착유소보다는 미경산우에 많이 이용할 수 있도록 제품화되어 있는데 있다. 비외과적 이식에서 미경산우가 수태율이 높은 경향이 있다.

난산은 특히 소의 체격과 관계가 있다. 분만의 안정성 관점에서 볼 때 큰 소가 보다 유리한 조건이 되겠다.

그러나 성숙체중이 품종에 따라 다르기 때문에 품종에 따라 알맞는 최적체격조건이 결정되어야 한다. 대부분의 축추가 어미소가 커야 분만생시체중도 큰 것으로 알고 있으나 송아지 생시체중은 어미상태보다는 유전적요인에 더 크게 영향을 받는다. 일반적으로 체구가 큰 품종의 수정란이 체구가 작은 소에 이식될 때 난산의 위험도가 높아진다. 난산문제는 쌍태이식에서 더욱 고려할 문제이다. 농장에서 수정란 이식을 할 경우 난산조치가 신속히 이뤄질 수 없는 조건이라면 분만 경험이 있는 소에 이식되어야 할 것이다.

난산은 일반적으로 송아지체중이 어미 체중의 8~9%가 될때 높다(Bellows, 1968). 산차가 증가할 수록 그 비율은 6.0~6.5%에 이르게 되며 그 만큼 난산율도 낮아진다.

Table 2는 수란우의 품종과 나이가 조산과 관계가 있음을 보여주고 있다. 대체로 경산우나 대형유폽소보다 Angus와 Hereford의 어린 수란우(4세 이하)에서 조산이 많으며 이들의 분만평점(calving score)이 2.1점(중정도의 당기기)으로서 다른 품종과 나이에서 보다 월등히 높다.

### 4. 질병, 대사장해 및 불량형질이 없는 건강한 소

일반적으로 분만후 수태까지의 소요기간이 길어지는 원인이 질병과 밀접한 관계가 있다. 이미 언급한 난산을 포함 대사질환, 유방질환이 간접적으로 번식능력에 영향하며 난소와 자궁질환은 직접적으로 번식에 영향한다(寺脇등, 1986; Fonseca등, 1983). 특히 최근 소에서 염색체 이상이 여러 품종에서 보고되어 왔는데 No. 1 과 No. 29염색체간 轉座(1/29 Robertson type translocation)를 헤테론 상태로 가진 암소에서 repeat breeder가 많다는 보고

**Table 2.** Least-Squares Means of Calving Scores of Embryo Transfer Calves by Recipient Breed and Age

| Recipient | No. | Mean score |
|---|---|---|
| Holsteins < 4 yr old | 135 | 1.56[a] |
| Continental European breeds and crosses < 4 yr old | 437 | 1.51[a] |
| Continental European breeds and crosses ≥ 4 yr old | 131 | 1.28[b] |
| British breeds and crosses < 4 yr old | 261 | 2.11[c] |
| British breeds and crosses ≥ 4 yr old | 72 | 1.60[a] |

a, b, c Values with different superscripts differ ($P<.0.5$; Tukey's test). The error mean square from the analysis of variance was. 0.76. (King et al., 1985)

가 있다. Gaustavsson(1969)은 轉座헤테로 개체인 종모우의 수정란이 초기발생단계에 생존성에 영향을 주기 때문에 정상종모우보다 56NR에서 수태율이 3 ~ 5 % 저하된다고 하였으며 또한 Gaustavsson(1971)은 263두의 repeat breeder중 31%가 이러한 염색체 이상이었다고 보고한 바 있다.

### 5. 수태율이 우수한 소

수태율이 우수한 개체의 선발이 가능한지에 관하여 아직 가축에서는 별로 연구된 바 없지만 실험동물의 예를 보아 앞으로 수정란이식기술에서도 이러한 가능성이 기대된다. Venge(1950)는 토끼에서 순종보다 교잡종에서 수태율이 높다고 하였고 McLaren과 Michie(1959)도 생쥐에서 계통간에 임신기간중 태아손실율이 크게 차이가 있음을 보고 하였다. Seidel(1979)도 소에서 供卵牛의 선발과 마찬가지로 수란우 선발에도 적용할 필요가 있음을 제시한 바 있다. 이 문제는 더욱 연구되어야 할 과제이다.

### 6. 저렴한 가격과 사육조건에 알맞는 소

수정란이식사업의 형태에 따라 수란우의 확보와 사용방법이 다를 수 있다. 수란우가 사육될 조건에 따라서 수란우의 최적조건이 다를 수 있다.

이식이 농가단위로 실시될 경우 새로 구입된 소가 더 불리한 조건일 수 있다. 구입된 소보다 본래 가지고 있던 소가 스트레스를 덜받아 수태율이 높을 수 있으며 또한 이들이 새로 구입된 소보다 주위 병원균에 대한 면역효과가 높아 송아지 질병발생면에서 더욱 유리한 조건을 제공해 줄 수 있기 때문이다. 수란우를 구입하여 이용하게 될 경우 임신우나 포유송아지를 동반한 소가 더 번식상태에 안정성이 높다. 이는 대체로 번식장해우가 주로 매매빈도가 높으며 임신 또는 포유암소는 지난 분만에 이상이 없었음을 의미하기 때문이다. 그러나 이 경우 구입가격이 높아지거나 관리상 다소 복잡한 점은 결점이 될 수도 있다.

임신우 구입시는 임신 90일 전후가 적당하다. 이 시기가 인위적으로 유산시켜 보다 빠르게 수란우로 이용이 가능해지기 때문이다. 규모가 큰 수정란이식사업에서는 공태우의 구입이 더 경제적일 수 있다. 구입가격이 싸고 관리가 용이한 잇점이 있기 때문이다.

수정란 이식후 수란우가 어떤 사육조건에서 사육될 것인가에 따라 서로 수란우 선택조건을 달리할 필요가 있다. 산지나 경사지에서 방목되어질 경우라면 송아지 포육능력이 우수하고 방목성과 강건성이 우수한 소이어야 할 것이다. 육우와의 교잡종 또는 Holstein이 수란우로 사용될 경우 보다 효과적일 수 있다. 입지조건에 따라서는 육우목장과 계약조건 형태로 수란우 이용이 바람직한데 이 때는 수수료 지불 조건으로 송아지를 생산할 수 있겠다.

## 受卵牛의 發情同期化

### 1. 同期化 方法

수정란이식에서 가장 최적 조건은 供卵牛와 受卵牛간에 발정동기화가 일치된 때이며 이 때 수태율이 가장 높게 될 것이다. 그러나 채란된 수정란을 모두 공란우와 일치된 발정시간에 이식할 수 있도록 수란우를 동기화시키기는 어렵다. 만일 수란우의 확보두수가 많다면 그 중 일치된 것만 선택하여 이식이 가능하겠다. 가능한 범위 내에서 일치 되도록 노력함과 동시에 이식가능한 동기화 정도의 최대 범위를 결정할 필요가 있다.

현재까지 발정동기화를 위해 여러가지 방법들이 이용되어 왔는데 그 방법을 크게 두 가지로 구분한다면 즉, progesterone의 투여로 일정 기간 발정과 배란을 인위적으로 억제하는 법과 $PGF_2\alpha$ 투여로 기능황체를 인위적으로 퇴행시키는 방법이다. 최근에는 이 두 방법을 조합한 병용법이 보다 효율이 높은 것으로 보고되고 있다. 그러나 아직 만족스러운 수준에 와 있지는 못하며 수태율 향상을 위하여 아직도 사용방법 개선의 여지가 많이 있다.

호르몬제의 투여는 수란우의 발정주기를 알 경우와 또는 발정주기의 여부를 고려치 않고 투여되는 2 가지 경우로 구분하여 이용되고 있다.

1) 발정주기를 알 경우

이 경우는 1 회 $PGF_2\alpha$투여가 가능하며 그만큼 비용절감의 효과가 있으나 $PGF_2\alpha$의 투여시기에 따라 발정발현율이 다르다.

Table 3 에서 보는 바와 같이 발정주기 7일과 15일때 투여가 발정발현율이 72~94%로서 주기 11일때 투여보다 높을 뿐만 아니라 $PGF_2\alpha$투여후 발정발현시간도 약 20-30시간 빠르다.

Table 4 는 초산우 Holstein을 수란우로 하여 $PGF_2\alpha$투여시기별 발정발현시간에 관한 예이다. 발정주기 6 ~ 8 일과 13~17일때 투여가 주기 9 ~12일

**Table 3.** Variations in the Range and Mean of Synchronized Estrous Onsets among Dairy Heifers Treated with Prostaglandin $F_{2\alpha}$ at Three Different Stages of the Cycle

| Stage of cycle at PG injection | Estrus synchronized within : | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 24-h modal period | | | 40-h modal period[a] | | | Mean[b] | | |
| | Interval, h post-PG | No. | % | Interval, h post-PG | No. | % | Interval, h post-PG | No. | SD[c] |
| Day 7 | 32-56 | 38 | 76.0 | 32-72 | 41 | 82.0 | 43.9 | 43 | 8.16 |
| Day 11 | 56-80 | 29 | 58.0 | 56-96 | 36 | 72.0 | 71.5 | 45 | 14.31 |
| Day 15 | 32-56 | 36 | 72.0 | 32-72 | 47 | 94.0 | 53.0 | 49 | 21.21 |

[a] Chi-square test of homogeneity of proportions ($P<.02$). (Tanabe and Hann, 1984)

[b] All pairwise differences between means are significant ($P<.001$).

[c] Standard deviation.

**Table 4.** Day of Cycle Injected and Interval from Injection of Cloprostenol to Observed Estrus

| | Time of Injection | No. Cases | Mean Days to Estrus | SD |
|---|---|---|---|---|
| Group A | 6 - 8 d | 207 | 2.6[a, b] | 0.97 |
| Group B | 9 - 12 d | 608 | 3.2[a, c] | 1.03 |
| Group C | 13 - 17 d | 270 | 2.8[b, c] | 0.82 |
| Entire Population | | 1085 | 3.0 | 0.99 |

(Etherington et al., 1986)

때보다 발정발현이 빠르고 임신율도 높다.

2) 발정주기를 고려하지 않을 경우

이 경우는 2가지 방법 즉, $PGF_{2\alpha}$의 2회반복투여법과 progesterone과 $PGF_{2\alpha}$의 병용투여법으로 구분할 수 있다. 이 중에 $PGF_{2\alpha}$ 2회투여법이 수정란이식에서 과거부터 많이 이용되어 온 방법이다. 그러나 최근에 병용투여법의 발정동기화율이 많이 향상되고 있기 때문에 앞으로 더욱 개선될 것으로 본다.

Table 5는 Lutalyse를 25mg씩 11일 간격으로 2회투여후의 발정동기화 결과이다. 1차에서보다 2차주사에서 발정동기화율이 높다. 그러나 발정발현까지의 소요시간에는 차이가 없다. 이 방법은 Lauderdale(1975)에 의해 개발된 방법이다. 그의 결과가 야외시험에서는 수태율이 기대치에 미치지 못했었다(Roche, 1977).

이점을 개선하기 위하여 Hansel과 Beal(1979)에 의하여 PRID(progesterone releasing intravaginal devices)를 7일간 질내에 삽입하였다가 제거하기

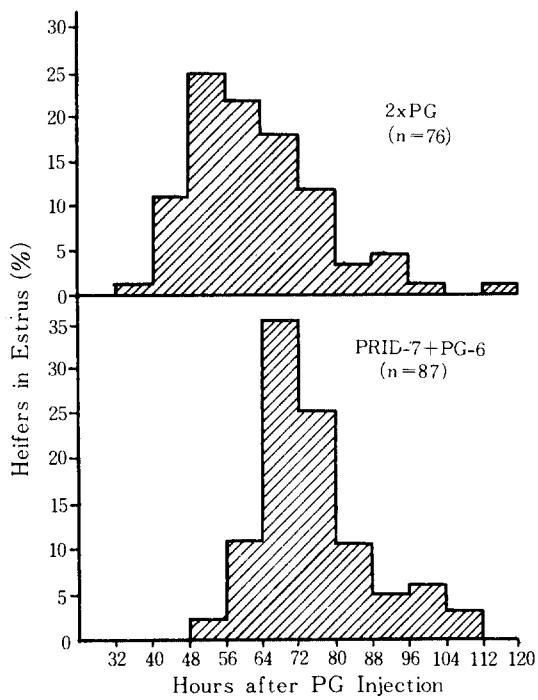


**Fig. 1.** Distribution of the intervals from PG injection to the onset of estrus after estrous cycle control using PG alone or in combination with PRID.

1일전에 $PGF_{2\alpha}$ 1회 투여하므로서 높은 발정발현과 수태율의 향상효과가 얻어졌다. 그후 Smith 등(1984)은 PRID삽입기간과 최적 $PGF_{2\alpha}$의 투여시기 결정하기 위하여 여러차례 실험한 결과 Fig1과 같은 결과를 얻었다. $PGF_{2\alpha}$ 25mg을 2회 투여한 것과 PRID 7일과 제거 1일전 $PGF_{2\alpha}$ 투여방법간 비

**Table 5.** Detection of and Intervals to Estrus of Dairy Heifer after Injection of Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$)

| Interval | Heifers injected with $PGF_{2\alpha}$ | Heifers observed | | Estrus detected | | Intervals to estrus | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (n) | (%) | (n) | (%) | Mean | Range |
| After first $PGF_{2\alpha}$ | 2719 | 1435 | 52.8 | 766 | 53.4[b] | 66.6[b] | 0 to 286h |
| After second $PGF_{2\alpha}$ | 1970 | 1409 | 71.5 | 1025 | 72.7[a] | 61.4[b] | 0 to 264h |
| First to second AI[1] | 1313 | 919 | 70.0 | 370 | 40.3[c] | 35.5[d] | 0 to 99d |

[a, b, c] Values within a column with different superscripts differ ($P<.01$). (Fogwell et al., 1986)

[1] Artificial insemination.

교에서 PRID의 이용이 훨씬 발정발현율이 120시간 내에 94%로 높았고 $PGF_{2\alpha}$ 투여후 발정발현소요시간이 $PGF_{2\alpha}$ 2회주사보다 약 12시간 늦었지만 발정이 더 집중적이었고 임신율도 높았다.

Synchromate-B(3 mg Norgestomet, Ceva Lab Inc, Overland Park, KS)를 이용한 발정동기화 성적의 예를 보면 Table 6에서 보는 바와 같다. 이는 주기적 발정주기 또는 비주기성을 가진 경산우와 미경산우에 대한 동기화율과 수태율에 대한 결과이다. Synchromate-B를 9일간 귀에 이식함과 동시에 estradiol valerate 5 mg를 주사하고 이식호르몬을 제거하기 1일전에 5 mg Alfaprostol($PGF_{2\alpha}$ 유연물질, Hoffman-LaRoche, Inc. Nutley, NJ)을 주사할 경우 제거후 5일이내에 경산우와 미경산우에서 각각 78%와 88%가 발정이 왔으며 특히 발정주기를 보인 소에서 동기화율이 높았고 경산우에서는 임신율

**Table 6.** Estrous Response and Pregnancy Rates of Cyclic or Noncyclic Cows after Treatment with Syncro-mate B or Norgestomet plus Alfaprostol

| Group | Pretreatment status | N | Percent in estrus after treatment | Percent pregnant | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | After 5 days | After 60 days |
| Lactating cows | Cyclic | 58 | 88± 5 | 55+ 6 | 88+ 5 |
| | Noncyclic | 60 | 67± 5 | 17+ 6 | 66+ 5 |
| Heifers | Cyclic | 31 | 90± 7 | 42+ 8 | 74+ 7 |
| | Noncyelic | 29 | 86± 7 | 47+ 9 | 96+ 7 |

(Beal et al., 1984)

**Table 7.** Incidence of Estrus and Conception Rates following Synchronization Treatments

| Treatment group | No. heifers | Body wt, kg | Cycling prior to treatment, % | Cycling during synchrony period[b], % | Conception rate | | | Interval to conception[d], d |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Interval to estrus[a], h | Synchrony period[b], % | Breeding period[c], % | |
| SMB | 88 | 294.1 | 89.7 | 97.7 | 41.8[e] | 59.1 | 81.8 | 7.8 |
| PR+PG | 89 | 289.4 | 88.8 | 94.4 | 58.0 | 58.4 | 84.3 | 9.7 |
| SE | | 5.5 | | | 2.45 | | | 1.07 |

[a] Interval from removal of norgestomet implant to onset of behavioral estrus. (Whittier et al., 1986)

[b] First 5 d after implant removal.

[c] Breeding period of 30 d.

[d] Interval from removal of norgestomet implant to conception.

[e] Treatments differ

도 높았다. Table 7 은 육우에서 Synchromate-B 또는 Synchromate-B와 $PGF_{2\alpha}$ 투여간의 발정동기화율과 수태율의 비교성적이다. 9일간 호르몬 이식과 동시에 5 mg estradiol valerate을 투여한 다음 이식호르몬 제거후 42시간 이내에 대부분의 소가 발정이 오며 발정발현율과 수태율에서는 $PGF_{2\alpha}$ 투여와 동일한 성적이었다. Table 8 은 Smith등(1984)의 방법에 따라 PRID와 $PGF_{2\alpha}$를 투여한 것과 Synchromate-B 이식방법간의 수란우의 발정동기화와 발정행동을 조사한 결과이다. Progesterone 1.5g을 함유한 PRID를 질내에 7일간 주입후 제거 1일전에 25mg $PGF_{2\alpha}$ 투여한 결과 PRID제거 후 56시간 이내에 77.8%의 발정동기화를 보였고 제거후 1일부터 마리당 승가 또는 승가허용회수도 크게 증가된 강한 발정증세를 보였다. 한편 Synchromate-B의 이식에서는 제거후 52시간이내에 81.6%의 소가 동기화되었고 역시 강한 발정행동을 보였다. 이 두 처리구에서 동기화성적이 양호한 수란우만을 선별하여 수정란을 이식한 결과 前者는 38.5%, 後者에서는 62.5%의 수태율을 보여 Synchromate-B가 다소 우수한 경향을 보여주었다.

**Table 8.** Estrus Synchronization of Holstein Heifer by PRID and Synchromate-B

| Time after removal | PRID / Synch.-B | 24-26 / 14-16 | 30-32 / 20-22 | 36-38 / 26-28 | 42-44 / 32-34 | 48-50 / 38-40 | 54-56 / 44-48 | 60-62 / 50-52 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRID | Standing (%) | 3.6 | 3.6 | 25.0 | 17.9 | 21.4 | 28.6 | 0 |
| | No. of mounting per heifer | 5.8 | 7.4 | 8.4 | 7.1 | 6.3 | 6.5 | 3.2 |
| | No. of standing per heifer | 1.3 | 2.4 | 8.6 | 6.2 | 4.7 | 4.4 | 3.3 |
| Synchromate-B | Standing (%) | 0 | 3.2 | 6.4 | 19.4 | 38.7 | 16.1 | 16.1 |
| | No. of mounting per heifer | 3.8 | 5.2 | 7.2 | 10.1 | 8.2 | 7.8 | 3.8 |
| | No. of standing per heifer | 0.5 | 1.6 | 2.2 | 5.0 | 4.7 | 4.2 | 2.2 |

No. of synchronized and pregnant heifer (Im et al., 1985)

PRID : 77.8% (28/36) and 38.5% (5/13) Synchromate-B : 81.6% (31/38) and 62.5% (10/16)

Fig. 2 는 참고로 외국에서 많이 이용되고 있는 供卵牛와 受卵牛간의 발정동기화 방법의 한 예를 소개하였다.

### 2. 供卵牛와 受卵牛의 發情日差와 受胎率

둘간의 발정시작일의 차이가 없을수록 수태율이 높으며 일차가 적정 범위이상으로 벌어질 때는 수태율이 저하됨이 Newcomb과 Rowson(1975)에 의해 보고되었고 그 범위가 羊보다 소에서 더 좁게 나타나 있다. 발정일차간 비교에서 Trouson등(1976) 은 공란우보다 수란우가 늦은 때, 한편 Shea등(1976) 은 오히려 수란우가 1일정도 앞선 경우에 수태율이 높다고 하였다. Schneider등(1980)도 수란우가 12시간 늦을 때 수태율이 떨어짐을 보고한 바 있다.

Donaldson(1985)은 비외과적으로 채란된 수정란 13,663개를 외과적으로 이식한 결과에서 수태율이 발정일차에 따라 차이가 있으며 발정일이 공란우와 수란우간에 일치될 때 가장 높았고 수란우가 공란우보다 48시간 앞설 때 35.3%, 일치할 때 52.5%, 그리고 48시간 늦을 때는 33.3%로 낮아짐을 보고하였다. 그리고 수정란의 질이 낮을 때 발정일차에 더 민감하다고 하였다. 일반적으로 수란우가 공란우와 같거나 12시간 내지 24시간 정도 앞선 경우에 수태이 높은 경향이 있다. 그러나 이 문제에 관하여는 아직 명확한 결론을 얻지 못하고 있기 때문에 앞으로 더 연구해야 할 과제이다. 수정란이식기술의 초기 단계에서 수정후 3～4일된 수정란을 이용하였을 당시에는 동기화의 일치문제가 수태율에 영향을 크게 주는 것이 인식되었으나 오늘날 7～8일된 수정란의 이식에서는 과거보다는 발정일차에 대한 영향이 다소 줄어든 경향이 있다. 시술자의 숙달정도

| Donor | | | Recipient |
|---|---|---|---|
| Treatment date | | Treatment | |
| 1 st day | AM | FSH 6 mg | |
| | PM | FSH 6 mg | |
| 2 nd day | AM | FSH 6 mg | |
| | PM | FSH 6 mg | |
| 3 rd day | AM | FSH 4 mg | Inject Lutalyse 5 cc (25mg) |
| | PM | FSH 4 mg | at PM |
| 4 th day | AM | Lutalyse 8 cc (40mg) | |
| | PM | Lutalyse 2 cc (10mg) | |
| 5 th day | No treatment | | AM Heat |
| 6 th day | AM | Donor should start showing heat | ↕ Recipient heats between these dates are usable |
| | PM | Breed | |
| 7 th day | AM | Breed | AM Heat |
| | PM | Breed (only if still in estrus) | |
| 8 th day | | Flush date | |

**Fig. 2.** Example Schedule for Synchronization betweer Donor and Recipient.

와 수정란의 질에 따라 크게 영향을 받는 것 같다. 대체로 수정란을 이식할 때는 공란우보다 12시간 앞섰거나 동시에 발정온 수란우에 먼저 이식하되 늦은 시기의 수정란은 앞선 수란우에, 이른 시기의 수정란은 공란우보다 늦은 수란우에 이식하는 것이 좋은 방법이다.

$PGF_{2\alpha}$ 투여로 발정동기화시킨 수란우에서 수태율이 낮아지는 경우는 모든 소에서 $PGF_{2\alpha}$가 완전 황체퇴행을 일으키지 못하는 경우에 기인되며 또한 1차 $PGE_{2\alpha}$ 투여후 약 18%의 소가 낮은 수준의 progesterone 농도가 상당기간 유지되기 때문에 2차 투여도에서도 반응을 보이지 않기 때문이다.

### 3. 혈청 Progesterone과 수태율

발정동기화와 황체기능을 정확히 알기 위하여 수정란 이식에 앞서 혈청내 progesterone을 측정하여 이 수준을 감작하여 수란우의 최적조건여부를 결정하는 지표로 삼으려는 실험 예들이 있다. Table 10은 수정란을 이식할 때의 progesterone 수준이 임신우와 비임신우에서 각각 3.14와 3.23ng/ml으로서 차이는 없었으나 2～5 ng/ml 수준에서 수태율이 51.1%로서 높았다. 이 수준이 너무 높은 경우는 황체낭종일 가능성이 높다고 하겠다.

한편 Table 11은 직장검사에 의한 황체상태가 pr-

**Table 10.** Pregnancy Rates relative to Recipient Plasma Progesterone Levels on the Day (day 7) of Nonsurgical Transfer of Frozen/thawed Cattle Embryos

| Plasma progesterone level (ng/ml) ($\bar{x} \pm$ SEM) | No. of transfers | No. of pregnancies | Pregnancy rate % |
|---|---|---|---|
| < 1.99 ng / ml (1.29±0.13) | 17 | 6 | 35.3 |
| 2－4.99 ng/ml (3.39±0.12) | 47 | 24 | 51.1 |
| >5.0 ng/ml (6.23±0.17) | 7 | 2 | 28.6 |
| Total 3.21±0.19 | 71 | 32 | 45.1 |

(Nieman et al., 1985)

**Table 11.** Plasma Progesterone Levels on Day 7 ($\bar{x} \pm SEM$) in Pregnant and Nonpregnant Recipients relative to Corpus Luteum Quality and Pregnancy Rates

| Corpus luteum quality | Plasma progesterone levels (ng/ml) | | | Pregnancy rate % |
|---|---|---|---|---|
| | Pregnant recipients (n) | Nonpregnant recipients (n) | Total (n) | |
| Excellent | 3.48±0.70 (7) | 2.32±0.51 (6) | 2.95±0.46 (13) | 53.8 |
| Good | 3.12±0.44 (13) | 3.93±0.41* (18) | 3.59±0.31* (31) | 41.9 |
| Poor | 2.96±0.36 (6) | 1.93±0.58 (4) | 2.55±0.34 (10) | 60.0 |
| Additional Follicles (10-20 mm) | 2.98±0.24 (6) | 3.18±0.55 (11) | 3.03±0.35 (17) | 35.3 |

*P< 0.05 (good vs poor)

(Nieman et al., 1985)

ogesterone 수준과 반드시 일치되지 않음을 보여주고 있으며 황체상태와 임신율간에도 일치되지 않고 있다. 이 결과에서 이식시 황체와 progesterone 수준간에 어느 정도 관계는 있지만 progesterone수준 결정에 의해 수란우를 선택하는 것은 완전한 방법이 아님을 알 수 있다.

## 受卵牛의 管理

### 1. 發情觀察

발정관찰의 정확도에 따라 번식률이 크게 좌우된다. Zemjanis등(1969)은 무발정이라고 했던 소의 90%가 직장검사에서 발정주기를 가졌던 것이라 하였고 Barr(1975)는 발정주기의 50% 정도가 관찰되지 못한다 하였다. Smith(1982)는 발정징후와 발정 강도가 소마다 다르다고 지적한 바 있다.

이러한 보고들은 모두 수태율을 높이는데 발정관찰이 얼마나 중요한가를 지적해 주는 좋은 예이다. 공란우와 수란우간의 發情日字를 명확히 알기 위해서는 보다 정확한 발정관찰이 필요하다.

소의 발정관찰법으로 여러가지 방법이 이용될 수 있겠으나 가장 정확한 방법은 관리자가 직접 육안으로 여러차례 standing estrus를 보이는 소를 찾아내는 것이다.

발정발견보조기의 이용도 수란우의 발정관찰을

**Table 12.** Accuracy and Efficiency of Estrous Detection During Continuous Observations for Cows with more than One Mount

| Items | Methods of identifying estrus | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Three 30-min observations | Mount detectors (M) | Chalk (C) | M+C |
| A. No. cows receiving > 1 mount[2] | 33 | 33 | 33 | 33 |
| B. No. cows detected in estrus | 20 | 31 | 31 | 31 |
| C. % Efficiency of cows detected in estrus (B/A) | 60.6[a] | 93.9[b] | 93.9[b] | 93.9[b] |
| D. No. false positives | 0 | 28 | 38 | 3 |
| E. % Accuracy of detection [(B/(B+D)] | 100[b] | 52.5[a] | 44.9[a] | 91.7[b] |
| F. % Overall accuracy (C×E) | 60.6[c] | 49.4[b] | 42.2[a] | 85.7[d] |

a, b, c, dMeans in rows with different superscripts differ (P<.05).

(Pennington and Callahan, 1986)

위해 유효하게 사용할 수 있다. 최근 보고를 소개하면 Table 12와 같다.

1회승가이상을 보인 경산우에서 1일 3회 관리자의 관찰보다도 발정검출기의 이용과 chalk의 병용이 보다 발정발견에 효율적임을 알 수 있다. 3회 관찰효율이 약 60%인데 반해 병용시 86%로 효율이 크게 증가되었다.

소의 발정행동은 장소에 따라서도 크게 달라질 수 있다. Table 13은 지저분한 축사바닥과 깨끗하고 경사진 콩크리트 바닥조건에서 발정행동이 다르게 나타나 있다. 좋아하는 조건에서 발정지속시간도 길고 승가허용회수도 증가되는 경향이 있다.

한편 Stavenson등(1983)은 발정강도가 높을수록 수태율도 높은 경향을 보고하였다. 일반적으로 외기온이 높은 조건하에서는 발정지속시간이 짧아지며 심할 경우는 중지되기도 한다고 Gwazdauskas (1985)은 보고하였다. 이상의 보고들은 수란우의 발정관찰을 보다 정확하게 하기 위해서는 관찰조건의 개선이 필요함을 알 수 있다.

**Table 13.** Means for Estrual Activities on Dirt and Concrete[1]

| Trait | Location[2] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Dirt | | Concrete | |
| | $\bar{X}$ | SE | $\bar{X}$ | SE |
| No. observations | 69 | | 69 | |
| Duration of estrus, h | 13.8 | .6 | 9.4 | .8 |
| Total mounts | 7.0 | .6 | 3.2 | .3 |
| Averge mounts | 3.7 | .3 | 2.5 | .2 |
| Total stands | 6.3 | .5 | 2.9 | .3 |
| Average stands | 3.8 | .3 | 2.7 | .2 |

[1] Means are averaged over postpartum challenge period.
[2] All means differ ($P<.01$) between locations.

(Britt et al., 1986)

### 2. 胚死滅과 流産의 방지

Hawk(1979)에 의하면 정상교배 조건에서도 첫 교배시의 수태율이 60%인데 40%의 불임 중에는 胚死滅이 37%, 태아사멸이 8%가 된다고 하였다. 한편 Diskin과 Sreenan(1980)은 육우의 배생존율이 교배후 8일까지 93%이던 것이 12일에서 56%로 크게 저하됨을 보고하였다. Bulman과 Lamming(1979)은 AI에서 태아손실이 7%라 하였고 Markette등 (1980)은 수정란이식에서 이식후 25~60일 사이에 9%의 태아사멸을 보고하였다. 이러한 결과로 보아 수정란이식 이후에서도 배 또는 태아 사멸의 요인을 최소화할 필요가 있다.

배사멸의 원인은 아직 불명한 점이 많으나 가장 뚜렷한 외부영향중의 하나는 외기온의 영향이다. 무더운 여름 외기온의 상승으로 체온이 정상보다 1~2℃ 상승시 배사멸이 증가된다. Rosenberg등(1982)은 젖소에서 온도상승의 스트레스가 황체기능을 저하시켜 progesterone 수준이 저하됨을 보고 하였고 Stott와 Wiersma(1973)는 이러한 progesterone 의 저하가 수태율 저하원인이 되며 그늘을 만들어 준 소가 무그늘하의 소보다 수태율이 높다고 하였다.

배사멸 내지 유산은 직장검사의 부주의로 오는 경우도 있다(Abitt등, 1978). 따라서 무리한 직장검사는 피하는 것이 좋으며 진단이 빠를수록 오판의 가능성도 높을 수 있다.

수정란이 이식된 수란우에서의 유산율에 대하여 King등(1985)이 보고하였는데 1,908두의 임신중 임신 2~3개월기간중 유산율이 3.15%, 3~7개월 사이에는 2.14%로서 수정란이식에서 특별히 더 높은 경향은 없었다.

그러나 많은 비용을 지불하게 되는 수정란이식인 만큼 유산을 최소화해야 할 것이다. 임신 첫 3개월 동안에 장거리수송은 피해야 한다. 수송이 필요할 때는 반드시 2~3일전에 임신을 확인해야 한다. 특히 수란우는 brucellosis에 대한 철저한 검사가 필요하다. 적어도 4회 정도는 실시해야 하는데 수란우로 선정시, 수정란이식후, 임신확인시 그리고 수송 또는 이동이 필요한 때이다. 상태이식이 아닌 경우라면 별도 분리사육할 필요는 없다.

### 3. 早期妊娠診斷

가능하다면 우유내 progesterone 수준을 측정하는 것이 좋은 방법(Heap와 Holdsworth, 1981)인데 임신우는 85%, 비임신우는 95%이상 진단이 가능하다. 직장검사에서는 이식후 35일부터 가능하고 35~70일 사이가 정확하고 안정성이 높은 기간이다.

### 4. 분만후 90일간의 집중번식관리

수란우 이용의 빠른 회전을 위하여 수태가능한 발정이 분만후 40일에 시작되고 분만후 50일에 첫 이식이 가능하도록 집중번식관리가 필요하다.

젖소의 경우 비유초기에는 비유량의 증가로 체중 감소현상이 뒤따르게 되며 심할 경우 발정재귀가 늦어지게 되므로 에너지 균형을 맞춰주어야 한다. 분만전후에 번식사항의 기록을 철저히 하여 번식능력의 정확한 판단자료가 되도록 해야 한다.

특히 분만후 자궁염의 발생 빈도가 높은데 이는 불임의 주된 요인이 될 수 있다(Erb 등, 1981). 따라서 자궁내막염의 조기발견과 조기치료가 되어야 하며 후산정체, 쌍자분만, 난산후에는 자궁염 발생 빈도가 높기 때문에 항상 분만후 철저한 수의사의 진단이 필요하다.

분만후 산욕기에 많이 발생되는 유열, 케토시스, 지방간증등 대사질병의 발생은 분만우의 쇠약 원인이 되며 다음 번식에 지대한 영향을 주게 됨도 잊지 말아야 할 것이다.

## 5. 전염병 예방대책

수정란이식에서 전염병 예방대책은 수란우 쪽에서도 철저히 세워야 한다. 특히 예방되어야 할 질병으로는 전염성기관염(IBR), 파라인푸렌자(PI3), 바이러스성하리(BVD), leptospirosis, brucellosis 및 vibriosis이다.

이 중에서 brucellosis는 진단에 의해 철저히 제거되어야 하며 IBR, PI3, BVD는 정규적으로 예방접종되어야 한다. 국내에서는 이 3가지 질병예방이 가능한 RID-VAC(중앙가축전염병연구소)가 효과적으로 이용되고 있다.

## 6. 飼料給與

사료의 급여기준은 소의 생리적상태와 신체조건에 따라 적절히 급여될 때 정상적인 임신유지 및 효율적인 젖생산 또는 육생산이 가능하다. 젖소의 경우 생리적시기를 4期로 구분되는데 즉, 비유초기(체중감소기), 비유중기(체중회복안정기), 비유말기(체중증가시작기) 그리고 건유기(체중증가기) 이다. 이중 특히 건유기는 다음 乳期동안에 최대유량 생산과 대사장해를 최소화할 수 있는 이상적인 신체조건이 가능하도록 사양관리되어야 한다. 분만전에 과도한 체중 증가 또는 過肥는 분만시와 분만 후에 대사장해의 발생요인이 되며 번식능력의 저하를 가져오게 된다(Bogin 등, 1982). 그러나 이상적 신체조건과 그에 알맞는 사료급여방법에 대해서는 아직 불명한 점이 많다. 어느 주어진 생산주기동안에 젖

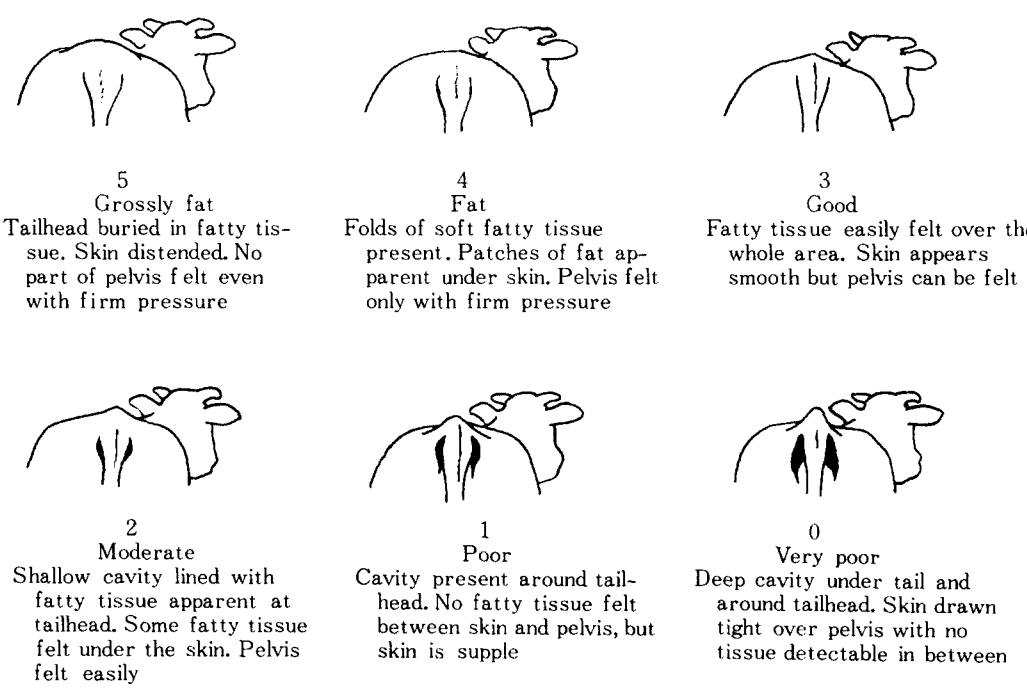


**Fig. 2.** Clinical Findings of Body Condition Scores in Cattle.

소나 육우번식우의 일반 영양상태를 추정하는 가장 정확한 방법으로 체중측정법이 있지만 신체조건 평점법으로서 젖소에서는 Wildman등(1982)의 방법, 육우번식우에서는 Lowman등(1976)의 방법이 유용하게 이용되고 있다. Fig. 2에 따르면 젖소의 경우 이상적인 신체조건이 분만시 경산우 3.5~4.0, 초산우 3.0~3.5, 첫 교배시 2.5~3.0, 그리고 건유시 3.5~4.0인 상태가 가장 이상적인 것으로 되어 있다. 이 기준에 따라 수란우가 사양관리되도록 사료가 급여되어야 한다.

사료급여는 각 체중별 체유지 영양요구량에 젖생산과 임신에 따라 추가된다. 비유초기(약 100일)는 점차 유량이 증가하면서 40-50일에 최고유량에 이르게 되는데 이 기간중 젖소가 필요로 하는 영양분을 공급하게 될 건물섭취량의 증가는 완만할 뿐만 아니라 최고섭취량의 시기가 최고유량의 시기보다 50여일 늦기 때문에 에너지 균형이 -상태로 되며 이 때 만일 체내에너지 소모가 과다할 경우, 유열, 케토시스, 제4위전위증, 식체, 소화장해 등의 대사장해가 뒤따르게 된다.

한편 사료건물섭취량이 최고에 달한 후에는 섭취량 감소속도가 유량감소속도에 비해 완만하기 때문에 이 시기에 과다한 사료가 급여될 때는 체지방축적이 일어나 다음 분만에 지대한 영향을 주게 된다. 이와 같이 비유말기와 건유기 동안의 사양관리가 번식우의 효율적 이용을 위하여 대단히 중요하다(Britt, 1979). 임신 마지막 1/3 기간 중에는 1일 증체량이 0.6~0.7kg정도로 제한함이 좋다. 각 비유시기별 및 건유기간 중의 영양소요구량과 사료급여기준을 보면 Fig. 3과 같으며 최적 신체조건을 유지할 수 있도록 사료급여계획이 수립되어야 한다.

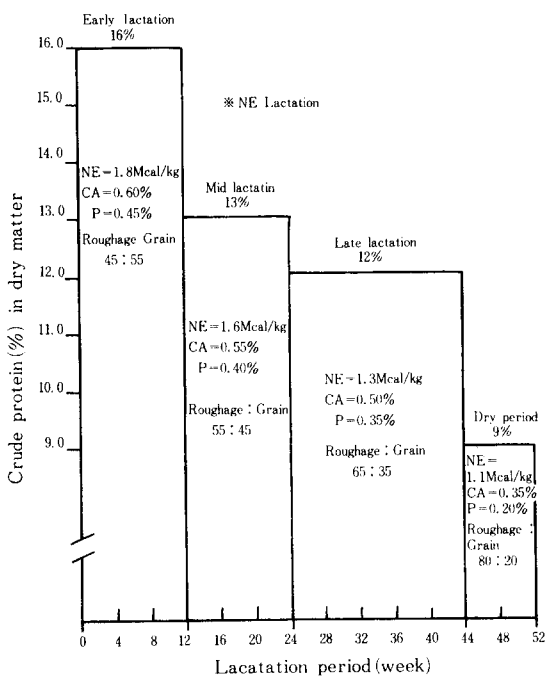


**Fig. 3.** Feeding Program by Lactation Periods (nutrient requirement / DM kg)

## 結 論

受卵牛는 수정란이식과정에서 성공 여부를 결정하는 중요한 위치에 있으며 좋은 수란우로 유지관리하기 위해서는 많은 경비가 따르게 된다. 受卵牛의 관리는 수란우의 선택과 준비 및 이식후의 관리까지 전 과정을 포함한다. 우수한 受卵牛는 기본적으로 비임신우이면서 수정란을 받아 분만시킬 수 있는 건강한 경산우 또는 미경산우이다.

受卵牛로서 갖춰야 할 조건은 우선 건강하고 발정주기가 정상이면서 전문가에 의해 철저하게 이상유무가 검사된 것이어야 하며 의심적인 개체가 사용되어서는 안된다. 수란우의 나이와 체격은 특히 미경산우가 이용될 때 특히 중요하며 신체조건이 매우 중요하다. 過肥 또는 영양상태가 불량한 개체는 제외되어야 한다.

비동결 신선수정란을 이식할 경우 供卵牛와 受卵牛간에 발정동기화가 절대적으로 필요하며 발정동기화에 이용되는 호르몬제로 $PGF_2\alpha$가 10~12일 간격으로 2회 투여하는 방법과 progestagen의 단기투여가 PRID에서는 코일형태로, Synchro-Mate-B가 귀에 이식되는 방법이 있다. 가장 높은 수태율이 受卵牛가 供卵牛와 發情日이 같거나 12~24시간 앞선 경우이다.

발정관찰은 번식효율을 좌우하는 주된 요인이 되며 정확한 관찰로서 관리자의 1일 3회 관찰과 발정검출기의 이용이 좋은 방법이다. 早期妊娠진단을 위하여 牛乳內 progesterone 수준 측정이 임신우와 비임신우를 가려내는데 유용하게 쓸 수 있으며 직장검사는 이식후 35~70일에 실시함이 정확하고 안

전하다.

受卵牛의 胚死滅에 여러가지 요인이 관여하나 특히 外氣溫, 영양 및 착유로부터 오는 스트레스가 중요한 요인이다. 특히 수란우의 분만 간격을 최소화하기 위하여 분만후 90일간의 집중관찰과 관리가 필요하며 전염병 예방조치가 따라야 한다. NRC 사양표준과 신체조건검사법에 의한 적절한 사양 계획은 수정란이식 사업의 성공과 직결된 중요한 내용이다.

## 參 考 文 獻


1. Abbitt, B., Ball, L., Kitt, G.P., Sitzman, C., Wilgenburg, B., Raim, L.W. and Seidal, G.E. Jr. (1978). Effects of three methods of population for pregnancy diagnosis per rectum on embryonic and fetal attrition in cows. J.A.V.M.A., 173:973.
2. Barr, H.L. (1975). Influence of estrus detection on days open in dairy herds. J. Dairy Sci., 58: 246-256.
3. Beal, W.E., Good, G.A. and Peterson, L.A. (1984). Estrus synchronization and pregnancy rates in cuclic and noncyclic beef cows and heifers treated with Synchro-Mate B or norgestomet and alfarostrol. Theriogenology, 22: 59-66.
4. Bellows, R.A. (1968). Reproduction and growth in beef heifers. AI Digest, 16: 2.
5. Bogin, E., Avidar, Y., Davidson, M. et al. (1982). Effect of nutrition and fertility and blood composition in the milk cow. J. Dairy Res., 49: 13-23.
6. Britt, J.H. (1979). Effects of nutrition and management on reproduction in dairy cattle. Invitational paper, Am Dairy Sci. Assoc., 7th Annu. Mtg., Logan.
7. Britt, J.H., Scott, R.G., Armstrong, J.D. and Witacte, M.D. (1986). Determinants of estrous behavior in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci., 68: 2195-2202.
8. Bulman, D.C. and Lamming, G.E. (1979). The use of milk progesterone analysis in the study of oestrous detection, herd fertility and embryonic mortality in dairy cows. Br. Vet. J., 135: 559-567.
9. Diskin, M.G. and Sreenan, J.M. (1980). Fertilization and embryonic mortality rates in beef heifers after artificial insemination. J. Reporod. Fert., 59: 463-468.
10. Donaldson, L.E. (1982). Embryo Transfer in Cattle. Rio Vista International Inc., Texas, pp.23-31.
11. Donaldson, L.E. (1985). Matching of embryo stages and grades with recipient oestrous synchrony in bovine embryo transfer. Vet. Rec. 117: 489-491.
12. Erb, H.N., Martin, S.W., Ison, N. etal. (1981). Interrelationships between production and reproductive disease in Holstein cows. Path analysis. J. Dairy Sci., 64: 282-289.
13. Etherington, W.G., Komer, B.A., Burke, J.E., Montgomery, M.E. and Wilson, D.C. (1986). Pregnancy rates related to stage of estrous cycle at prostaglandin treatment in an embryo transfer recipient herd. Theriogenology, 25: 845-854.
14. Fogwell, R.L. Reid, W.A., Thompson, C.K., Thome, M.J. and Morrow, D.A. (1986). Synchronization of estrus in dairy heifers: A field demonstration. J. Dairy Sci., 69: 1665-1672.
15. Fonseca, F.A., Britt, J.H. McDaniel, B.T., Wilk, J.C. and Rakers, A.H. (1983). Reproductive traits of Holsteins and Jerseys, Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycle, detection of estrus, conception rate and days open. J. Dairy Sci., 66: 1128-1147.
16. Gaustavsson, I. (1969). Cytogenetics, distribution and phenotypic effects of a translocation in Swedish cattle. Hereditas, 63: 68-169.
17. Gaustavsson, I. (1971). Chromosome of repeat breeder heifers, Hereditas, 68: 331-332.
18. Gwazdauskas, F.C. (1985). Effects of climate on reproduction in cattle. J. Dairy Sci., 68: 1568-1578.
19. Hansel, W. and Beal, W.E. (1979). Ovulation control in cattle. In: H.H. Hawk (Ed.), Animal Reproduction. 3. Beltsville Symposium in Agricultural Research. pp.91-110. Allenheld, Osmun and Co., Montclair, NJ.
20. Heap, R.B. and Holdsworth, R.J. (1981). Modern diagnostic methods in practice: hormone assays in reproduction and fertility. Br. Vet. J., 137: 561-571.

21. Im, K.S., Kim, C.K., Voss, H.J., Allen, S., Xheng, X. and Foote, R.H. (1985). Sexual behaviors, estrus detection and conception of heifers synchronized by progesterone releasing intravaginal devide (PRID) and Synchromate-B, Korean J. Anim. Reprod., 9: 140-147.
22. King, K.K., Seidal, G.E. Jr. and Elsden, R.P. (1985). Bovine embryo transfer pregnancies. 1. Abortion rates and characteristics of calres. J. Anim. Sci., 61: 747-757.
23. Lauderdale, J.W. (1975). The use of prostaglandin in cattle. Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys., 15: 419.
24. Lowman, B.G., N.A. and Somerville, S.H. (1976). Condition scoring of cattle. East Scotland Coll. Agric. Bull. No. 6.
25. McLaren, A. and Michie, D. (1959). Studies on the transfer of fertilized mouse eggs to uterine foster-mothers II. The effect of transferring large numbets of eggs. J. Exp. Zool., 36: 40.
26. Markette, K.L. (1980. Bovine embryonic mortality estimated by serum progesterone patterns and observed estrus. MS thesis Colorddo St Univ.
27. Mauer, R.R. and Echternkamp, S.E. (1985). Repeat breeder females in beef cattle: influences and causes. J. Anim. Sci., 61: 624-636.
28. Newcomb, R. and Rowson, L.E.A. (1975). Conception rate after uterine transfer of cow eggs in relation to synchronization oestrus and age of eggs. J. Reprod. Fert., 43: 539.
29. Nieman, H., Sacher, B. and Elsaesser, F. (1985). Pregnancy rates relative to recipient plasma progesterone levels on the day of nonsurgical transfer of frozen/thawed bovine embryos. Theriogenology, 23: 631-639.
30. Oltenacu, P.A., Britt, J.H., Braun, R.K. and Mellenberger, R.W. (1983). Relationships among type of parturition, type of discharge from genital tract, involution of cervix, and subsequent reproductive performance in Holstein cows. J. Dairy Sci., 66: 612-619.
31. Pennington, J.A. and Callahan, C.J. (1986). Use of mount detectors plus chalks as an estrous detection aid for dairy cattle. J. Dairy Sci., 69: 248-254.
32. Plasse, D., Warnick, A.C. and Koger, M. (1970). Reproductive behavior of Bos Indicus females in a subtropical environment. IV. Length of estrous cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers, J. Anim. Sci., 30: 63-72.
33. Roche, J.F. (1977). Synchronization of oestrus with prostaglandins. Vet. Sci. Comm., 1: 121.
34. Ron, M., Bar-Anan, R. and Wiggans, G.R. (1984). Factors affecting conception rate of Israeli Holstein cattle. J. Dairy Sci., 67: 854-860.
35. Rosenberg, M., Folman, Y., Herz, Z., Hamenbaum, I., Berman, A. and Kaim, M. (1982). Effects of Climatic conditions of peripheral concentrations of LH, progesterone and oestradiol-17 $\beta$ in high milk-yielding cows. J. Reprod. Fert., 66: 139.
36. Schneider, H.J. Jr., Castleberry, R.S. and Griffin, J.L. (1980). Commercial aspects of bovine embryo transfer. Theriogenology, 13: 73.
37. Seidal, G.E. Jr. (1979). Applications of embryo preservation and transfer. Beltsville Symp. Agric. Res. Hawk, H.W. Ed. Allenheld, Osmun, Montclair, NJ. p.185.
38. Shea, B.F., HInes, D.J., Lightfoot, D.E., Ollis, G.W. and Olson, S.M. (1976). The transfer of bovine embryos. In: Egg Transfer in Cattle. Rowson, L.E.A. Ed., Commission of the European Communities, Luxemberg, p.145.
39. Sloss, V. and Dufty, J.H. (1980). Handbook of Bovine Obstetrics, Williams & Wilkins, Baltimore, p.84.
40. Smith, R.D. (1982). Estrus detection-failure, accuracy, and aids. Proc. Natl. Inv. Dairy cattle Reprod. Workship. Sci. Educ. Admin., US Dep. Agric., Washington, DC.
41. Smith, R.D., Pomerantz, A.J., Beal, W.E., McLann, J.P., Pilbeam, T.E. and Hansel, W. (1984). Insemination of Holstein heigers at a preset time after estrous cycle synchronization using progesterone and prostaglandin. J. Anim. Sci., 58: 792-800.
42. Stevenson, J.S., Schmidt, M.K. and Call, E.P. (1983). Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five

weeks postpartum. J. Dairy Sci., 66: 1148.

43. Stott, G.H. and Wiersma, F. (1973). Climatic thermal stress, a cause of hormonal depression and low fertility in bovine. Int. J. Biometeorol., 17: 115.
44. Tanabe, T.Y. and Hann, R.C. (1984). Synchronized estrus and subsequent conception in dairy heifers treated with prostaglandin $F_{2\alpha}$ influence of stage of cycle at treatment. J. Amin. Sci., 58: 805-811.
45. Trounson, A.O., Willadsen, S.M., Rowson, L.E.A. and Newcomb, R. (1976). The storage of eggs at room temperature and at low temperatures. J. Reprod. Fert., 46: 173.
46. Van Dieten, S.W.J. (1966). Fertility following stillbirths in cattle. Veeteelt en Zuivelber, 9: 69.
47. Venge, O. (1950). Studies on the maternal influence on the birth weight in rabbits. Acta Zool., 31: 1.
48. Whittier, T.C., Deutscher, G.H. and Clanton, D.C. (1986). Progestin and prostaglandin for estrous synchronization in beef heifers. J. Anim. Sci., 63: 700-704.
49. Wildman, E.E., Jones, G.M., Wager, P.E., et al. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. J. Dairy Sci., 65: 495-501.
50. Zemjanis, R., Fahning, M.L. and Schultz, R.H. (1969). Anestrus-The practitioner's dilemma. Vet. Scope, 14: 15.
51. 寺脇良悟, 海野泰彦, 小野齋(1986). 乳牛における繁殖成績に對する疾病の影響, 日畜會報, 57：430～470.