

受精卵移植과 젖소의 改良效果

鄭 鎮 官
畜産試驗場

Embryo Transfer and Its Effects on Dairy Cattle Improvement

J. K. Jung

Livestock Experiment Station, R. D. A., Suwon

Summary

When the dairy cattle are genetically improved by embryo transfer, generation intervals can be reduced since sires are selected by their full-sister's records rather than by their daughter's records and selection intensity increases because only donor cows and sires for them are selected.

In addition by embryo transfer many number of full-sisters and half-sisters are produced at the same time, resulting in the increase in the accuracy of selection.

(Key words: dairy cattle, embryo transfer, generation interval, selection intensity, accuracy of selection).

緒 論

歴史的으로 볼때 젖소의 改良은 주로 泌乳量 等の 主要 經濟形質의 遺傳的 能力이 높은 소를 선발하여 可能한 한 그 소의 遺傳的 能力이 다음 世代에 많이 전달될 수 있게끔 하는 일련의 작업을 여러세대를 통하여 계속 反復함으로써 실시하여 왔다. 그리고 이렇게 遺傳的으로 우수한 소를 選拔하기 위하여 그 選拔方法 等に 있어 效率性이 높은 새로운 方法을 계속하여 개발하여 왔으며 그러한 努力은 最近까지 繼續되고 있다(McGilliard와 Freeman, 1976; Meyer, 1983; Schneeberger와 Hagger, 1985). 이와 아울러 젖소의 改良效果를 높이기 위하여 人工授精이나 發情의 誘導 또는 發情의 同期化 같은 여러가지 繁殖技術을 개발하여 젖소의 改良에 이용하여 왔으며 최근에는 受精卵移植 方法을 개발하여 젖소 개량의 效率을 크게 증진시키고 있다(Bradford와 Kennedy, 1980; Seidel, 1984).

現在 우리나라에서 젖소의 人工授精은 완전히 實用化 되어 있으며 受精卵移植도 거의 實用化 단계에 와 있기 때문에 앞으로 젖소의 改良에 널리 이용될 것으로 생각된다. 그러나 受精卵移植에 의한 肉牛의 개량에 대해서는 비교적 많이 연구되어 왔으나(Tanaka et al., 1982; Tanaka et al., 1985a) 그에

대한 젖소에 있어서의 연구는 별로 많지 않다. 따라서 本 研究은 受精卵移植을 이용한 젖소의 改良方法의 效率성을 종래의 關係적인 젖소 改良方法과 비교 說明하고 또 受精卵移植에 의한 젖소의 遺傳的 改良량을 알아보는데 그 목적이 있다.

受精卵移植을 이용한 젖소의 改良效果

受精卵移植에 의한 젖소의 改良方法은 종래의 關係적인 젖소의 改良方法에 비해 몇가지 長點이 있는데 그 효과를 살펴보면 다음과 같다.

1. 世代間隔의 短縮

젖소에 있어서 受精卵移植 方法이 개발되기 以前에는 遺傳的으로 優秀한 種모우를 선발하기 위하여 그 후보 種모우들을 여러마리의 種빈우에 交配하여 이들로부터 태어난 낭우의 能力을 측정하였다. 그러나 이러한 選拔方法은 그 評價方法이 精確하기 위해서는 많은 낭우가 필요하고 또 그들이 성장해서 泌乳能力이 완전히 갖추어진 후에야 그 낭우들의 能力에 근거하여 優秀한 種모우를 선발해 낼 수 있기 때문에 자연적으로 오랜 시일이 필요하게 되었으며 따라서 世代間隔은 길어지게 되었다. 이에 반해 受精卵移植은 多排卵處理等에 의해 일시에 많

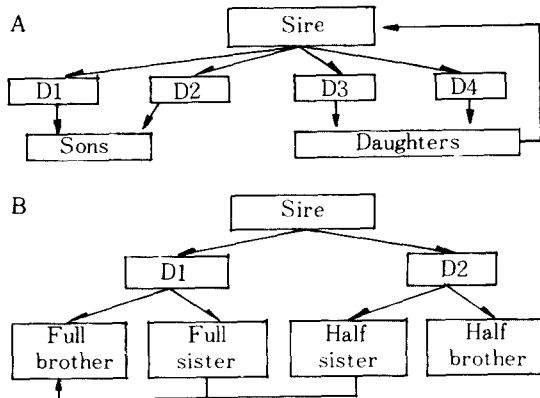


Fig. 1. Comparison of bull selection methods between conventional (A) and embryo transfer (B) scheme.

은 full-sister를 얻을 수 있기 때문에 이들 full-sister들의 능력을 평가하여 當代에서 바로 우수한 종모우를 선발할 수 있다.

즉, Fig. 1에 나타난 바와 같이 종래의 관행적인 젖소의 選拔方法인 後代檢定 方法은 딸의 능력에 의해 아버지의 능력이 결정되기 때문에 상당히 世代間隔이 길어지는 반면에 受精卵移植에 의한 選拔方法은 일시에 여러마리의 full-sister를 얻을 수 있기 때문에 그 full-sister의 능력을 근거로 하여 full-brother의 능력을 평가하여 그중에서 능력이 우수한 소를 선발하므로 (Callow, 1986) 선발된 종모우의 나이는 관행방법에 의해 선발된 종모우의 나이보다 훨씬 어리므로 따라서 受精卵移植을 이용하여 선발을 하였을 경우 관행적인 後代檢定에 의해 선발하는 경우보다 世代間隔이 짧아지게 된다 (Table 1).

Table 1. Generation Intervals (GI) in Embryo Transfer (ET) and Conventional System

Month	ET	Month	Conventional
0	Born	0	Born
14½	Mating	14½	Mating
24	Calving	24	Born (Progeny)
34	Completion of lactation and selection	38½	Mating (Progeny)
		48	Calving (Progeny)
		58	Completion of lactation and selection
GL = 34 mo.		GL = 58 mo.	

2. 選拔強度의 增加

관행적인 젖소의 選拔方法은 每年 또는 一定期間 동안에 全體 畜群의 一定比率에 대해 종모우와 종빈우를 선발하여 대체하지만 수정란 이식을 이용하여 선발할 경우에는 선발의 대상이 全體 畜群에 대한 一定比率이 아니라 全體 종빈우의 10~25%에 해당되는 (Land와 Hill, 1975) donor 소에 대하여 一定比率을 선발하기 때문에 一定期間 동안에 관행적인 방법에 의한 選拔이나 受精卵移植에 의한 選拔의 경우에 거의 비슷한 수의 송아지를 생산해 낸다고 가정하였을 경우 상대적으로 受精卵移植에 의한 選拔을 실시할 경우에 選拔強度가 높아지게 되어 있다. 또 종모우의 選拔時에도 종빈우에 대한 종모우의 比率이 두 方法間에 같다고 가정할 경우 受精卵移植을 이용하여 선발할 경우 선발을 해야 할 종모우의 頭數가 적어지기 때문에 상대적으로 選拔強度가 높아지게 된다.

3. 選拔正確度の 增加

受精卵移植에 의해 젖소를 선발할 경우 얻어질 수 있는 또 하나의 잇점은 受精卵移植은 多排卵處理等에 의해 일시에 많은 전형매를 생산해 낼 수 있기 때문에 그들로부터 얻어져 判定된 자료는 관행적인 後代檢定 方法에 의해 얻어진 자료보다 더 정확도가 높아질 수 있다는 점이다. 물론 관행적인 방법을 이용하여 선발할 경우에도 後代檢定の 頭數를 증가시키면 시킬수록 그만큼 正確度는 증가될 수 있다 (Table 2). 그러나 아무래도 일시에 많은 頭數에서 얻어지는 자료가 오랫동안 累積된 자료보다

Table 2. Comparative Accuracy for Estimating Breeding Value of Individual

Number of relatives	Heritability		
	20%	40%	60%
40 progeny	0.82	0.90	0.94
10 progeny	0.59	0.72	0.80
Individual	0.45	0.63	0.77
40 half-sibs	0.41	0.45	0.47
10 half-sibs	0.30	0.36	0.40
1 parent	0.22	0.31	0.39
2 half-sibs	0.15	0.22	0.26

(Cash, 1983)

다 遺傳的 要因 이외의 環境的 要因에 대한 제어능력이 많으므로 環境的인 要因에 대한 오차가 줄어들 수 있기 때문에 더 정확할 것이다. 더우기 受精卵移植을 이용하여 개량하는 경우 父는 같고 母는 다른 half-sister의 능력도 선발하는데 參考資料가 될 수 있으므로 그 正確度는 더 증가될 수 있다.

受精卵移植群의 運營

앞서 설명한 바와 같이 受精卵移植群內的 種모우의 構成은 關行적인 選拔方法時와 비슷하지만 種모우의 구성은 關行방법과는 달리 donor群(D군)과 recipient群(R군)으로 나누어져 있다. 따라서 種모우는 D군의 種모우와만 種付시켜서 受精卵을 採卵하고 여기서 얻어진 受精卵을 R군의 種모우에 이식하여 송아지를 생산하게 된다.

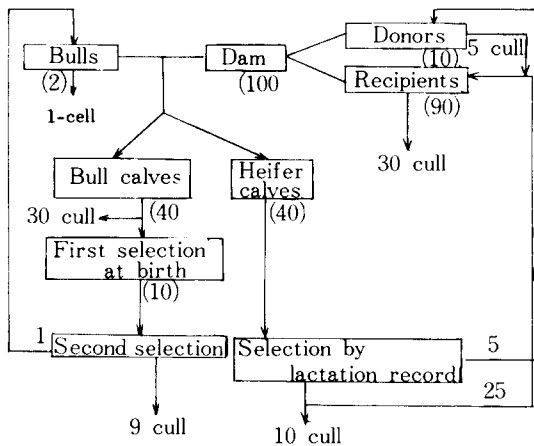


Fig. 2. A model of dairy cattle breeding scheme by use of embryo transfer in herd of 100 cows.

가령 100마리의 種모우를 가진 畜群을 예를 들어서 설명하면 (Fig. 2) donor와 recipient의 比率를 1 : 9로 가정하면 D군의 種모우는 10頭이고 R군의 種모우는 90頭가 된다. 또 암수의 比率는 8 : 1로 가정하면 이 畜群內에서 維持되는 種모우의 數는 2頭가 된다. 따라서 이들에서 생식되는 송아지數는 每年 80頭(암수 各各 40頭씩)로 가정할 수 있으며 이들로부터 種모우를 선발하는 경우 40頭 모두를 성숙숙까지 사육시킨 후 種付시켜서 송아지를 생산하게 한 다음 그들의 泌乳能力을 근거로 하여 우수한 5頭를 (D군 頭數의 1/2) 선발하여 D군의 種모

우와 代替한다. 그리고 D군 種모우중 淘汰된 5頭는 R군의 일부로 代替시키고 다시 40頭中 선발되지 않은 35頭中에서 25頭를 선발하여 R군의 種모우와 代替를 한다. 그렇게 되면 R군의 種모우는 每年 30頭씩 (全體 頭數의 1/3) 更新이 된다.

따라서 D군 種모우는 每 2年만에 모두 갱신되고 R군 種모우는 每 3年만에 모두 갱신된다. 또 種모우의 선발은 40頭中에서 生時에 父母의 능력 및 生時體重 등을 근거로 하여 10頭를 1次 선발하고 그 다음에 full-sister의 能力檢定이 끝난 뒤에 그 능력 檢定 성적과 그때까지의 成長能力 및 乘駕能力 등을 종합하여 최종적으로 1頭를 선발한다. 따라서 種모우는 每 2年마다 갱신되게 된다.

受精卵移植에 의한 遺傳的 改良量

受精卵移植에 의한 遺傳的 改良量의 推定은 매우 어려운 일이다. 왜냐하면 유전적 改良量은 개량하고자 하는 經濟形質에 대한 유전적 變異의 標準偏差, 選拔差, 選拔의 正確度 및 世代間隔을 근거로 하여 추정하는데 上記한 4가지 요인들에 대한 資料가 研究者에 따라 큰 差異가 있고 또 選拔方法 및 受精卵移植을 실시하는 技術者의 熟練度에 따라서도 그 改良量은 크게 달라질 수 있기 때문이다. 그러나 대체로 受精卵移植에 의한 유전적 改良量은 關行적인 後代檢定 방법보다 훨씬 높은 것으로 알려져 있다.

즉, Table 3에 나타난 바와 같이 關行적인 後代檢定 방법에 의한 유전적 改良量은 0.104 s.d. units

Table 3. Estimated Genetic Change in a Conventional Progeny-Test Programme

	Age at birth of progeny (year)	Genetic superiority (s. d. units)
Bulls to breed bulls (bb)	6.5	1.05
Cows to breed bulls (cb)	6.5	0.71
Bulls to breed cows (bc)	7.5	0.72
Cows to breed cows (cc)	4.5	0.11

(Nicholas와 Smith, 1983)

$\left(\frac{1.05+0.71+0.72+0.11}{6.5+6.5+7.5+4.5}=0.104\right)$ 인데 비해서 受精卵移植에 의해 젖소를 개량하면 이보다 최고 79%까지 더 개량할 수 있기 때문이다. 그리고 이 유전적 改良量은 종모우당 종빈우가 많을수록 그리고 donor 당 얻어질 수 있는 受精卵數가 많을수록 더 높아진다(Table 4).

실제로 受精卵移植에 의한 젖소泌乳量의年間 유

Table 4. Possible Rate of Annual Genetic Change with Embryo Transfer over Conventional Method*

Donors/male	Embryos/donor			
	4	8	12	16
8	99	127	141	150
16	116	143	156	165
32	130	156	170	179

(Nicholas와 Smith, 1983)

*Annual genetic change by conventional method is 100.

전적 改良量은 Van Vleck(1981)는 158.6kg으로 우리나라의 鄭等(1986)은 155.7kg으로 推定하였으며 Tanaka等(1985b)은 관행방법에 의해서 보다 受精卵移植에 의해泌乳量의 改良量이 40% 증가하는 것으로 보고하였다.

考 察

以上에서 受精卵移植에 의한 젖소의 改良效果에 대해 살펴 보았다. 그러나 受精卵移植에 의한 젖소 改良의 효과를 더욱더 높이기 위해서는 다음과 같은 點에 유의하여야 한다.

1. 受精卵移植으로 인한 危險性的의 極少化

人工授精이 소수의 종모우에 의한 기술이라면 受精卵移植은 極少數 종모우에 대한 기술이라고 말할 수 있듯이 受精卵移植에 의한 젖소의 개량은 極少數 종모우에 의해 좌우가 되며, 또 受精卵移植에 의한 종모우의 선발은 後代檢定에 의해 그 능력이 완전히 評價된 종모우를 선정하는 것이 아니라 그의 full-sister에 의해 선발되므로 그 능력이 훨씬 후에야 評價된다는 2가지의 취약성이 있다(Powell, 1983). 그러므로 優秀한 종모우의 선발에 정확을

기하지 않으면 안된다. 이의 한 방편으로 경우에 따라서는 종모우의 選拔時 世代間隔이 좀 길어지더라도 full-sister 및 half-sister에 의한 能力檢定 뿐만 아니라 後代檢定에 의해 완전히 그 우수성이 입증된 소를 종모우로 선정하는 방법도 생각할 수 있다.

2. 새로운 繁殖技術의 開發

앞에서도 言及한 바와 같이 受精卵移植에 의한 젖소의 개량효과는 donor에서 생산되는 受精卵數와 受精卵移植時의 受精率 등에 의해 크게 좌우가 되며 채란된 受精卵數가 적거나 수정란이식에 의한 受精率이 나쁘면 관행방법에서보다 그 改良量이 줄어들 수 있다(Table 4). 따라서 이러한 問題點을 해결하기 위하여 새로운 發情의 同期化 방법을 개발하여 受精率의 향상을 꾀한다던가 또는 새로운 多排卵 處理法에 의해 더 많은 수의 受精卵을 얻어 낼 수 있는 방법을 강구해야 할 것이다. 또 embryo splitting이나 cloning 같은 繁殖技術을 確立시켜서 受精卵移植에 의한 유전적 改良量이 더욱 증가될 수 있도록 해야 할 것이다(Table 5).

Table 5. Possible Rate of Annual Genetic Gain* with Embryo Splitting**

Embryo splitting***	Embryos/donor			
	4	8	12	16
1	99	127	141	150
2	107	135	149	158
4	113	141	155	165
16	118	148	162	172

(Nicholas와 Smith, 1983)

* When donors per male are 8.

** Annual genetic gain by progeny test is 100.

*** No. of splitted embryos/embryo

3. 受精卵移植에 소요되는 비용의 節減

축산에 있어 아무리 優秀한 기술이 개발되어도 그 기술이 實用化되기 위해서는 經濟적으로 타당성이 있어야 한다.

受精卵移植에 의한 송아지 生産費에 관해서는 아직 확실하게 정립되어 있지는 않지만 관행방법에 의한 송아지 생산보다 훨씬 더 비용이 드는 것으로

알려져 있다. 또 受精卵移植에 의해 젖소를 개량하기 위해서는 먼저 우수한 종빈우군인 donor군을 형성하는데 상당히 費用이 들기 때문에 이러한 費用 등을 最少化시키는 方案 등이 강구되어야 한다.

適 要

受精卵移植을 이용하여 젖소를 개량하는 경우 後代檢定에 의해 種牡牛를 선발하는 것이 아니라, full-sister의 記錄에 의해 full-brother를 선발하게되므로 世代間隔이 단축될 수 있으며 선발의 대상이 全體 畜群에 대한 一定比率이 아니라 全體 畜群中의 一部分인 donor 및 그에 따르는 種牡牛에 대한 一定比率이므로 選拔強度도 증가되며 多排卵處理等에 의해 여러개의 受精卵을 채란하여 여러 마리의 recipient에 이식하므로 일시에 많은 數의 전형매 및 반형매를 얻을 수 있어 선발의 正確度를 증가시킬 수 있는 長點이 있으므로 後代檢定에 의한 젖소의 改良方法보다 그 유전적 改良效果가 더 크게 나타날 수 있다.

인 용 문 헌

- Bradford, B.E. and Kennedy, B.W. (1980). Genetic aspects of embryo transfer. *Theriogenology*, 13: 13-24.
- Callow, A.V. (1986). Dairy cattle improvement-The future. *In: Korean-British livestock technology seminar*, pp. 26-29.
- Cash, E.H. (1983). Embryo transfer for the small beef herd. *Proceedings of AI and ET in beef cattle*, pp. 41-44.
- Land, R.S. and Hill, W.G. (1975). The possible use of superovulation and E.T. in cattle to increase response to selection. *Anim. Prod.*, 21: 1-12.
- Mcgilliard, M.L. and Freeman, A.E. (1976). Predicting daughter milk production from dam index. *J. Dairy Sci.*, 59: 1140-1146.
- Meyer, K. (1983). Scope for evaluating dairy sires using first and second lactation records. *Livestock Prod. Sci.*, 13: 219-227.
- Nicholas, F.W. and Smith, C. (1983). Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting. *Anim. Prod.*, 36: 341-353.
- Powell, R.L. (1981). Possible effects of embryo transfer on evaluation of cows and bulls. *J. Dairy Sci.*, 64: 2476-2483.
- Schneeberger, M. and Hagger, C.H. (1985). Sire evaluation for milkability traits in Swiss Braunvieh. *Livestock Prod. Sci.*, 13: 219-227.
- Seidel, G.E. Jr. (1984). Applications of embryo transfer and related technologies to cattle. *J. Dairy Sci.*, 67: 2786-2796.
- Tanaka, H., Furukawa, T. and Yamada, Y. (1982). Breeding plan for beef cattle by ET. I. Prediction of genetic gain in breeding stock. *Jpn J. Zootech. Sci.*, 53: 283-288.
- Tanaka, H., Furukawa, T. and Yamada, Y. (1985a). Breeding plan for beef cattle by ET. IV. Prediction of genetic progress in commercial herd. *Jpn J. Zootech. Sci.*, 56: 774-780.
- Tanaka, H., Furukawa, T. and Takebe, A. (1985b). A breeding scheme for dairy cattle by use of embryo transfer. *Proc. 3rd AAAP Anim. Sci. Congr. Vol. 1*, pp. 293-295.
- Van Vleck, L.D. (1981). Potential genetic impact of AT, sex selection, embryo transfer, cloning and selfing in dairy cattle. *In: New Technologies in Animal Breeding*. Ed. Brackett, B.G., Seidel, G.E. Jr. and Seidel, S.M., Academic Press, NY, pp. 221-242.
- 정진관, 임경순, 박영일, 오봉국 (1986). 수정란 이식에 의한 소의 유전적 개량량. *한축지*, 28: 396-399.