

# 受精卵移植技術(ET)の 活用について

雪印乳業(株)受精卵移植研究所

主席研究員 清 家 昇

## 1 はじめに

農畜産物の輸入自由化の中で、日本の酪農家は今まさに「生き残りを掛けた」戦いが各地区で繰り広げられている。最近の酪農状況は府県の酪農家の離農率が一段と加速する中で、牛肉自由化の影響を受け、ホル牡価格をはじめとする乳牛価格の暴落により、農家所得が減少している。牛乳や牛肉も国際的な商品として、その競争力(生産費)が問われている。この極めて厳しい酪農界にあって、注目される新技術として受精卵移植(ET)が定着しつつある。

以下、ETの活用について、乳牛と肉牛についてその現状と取り組み方について報告する。

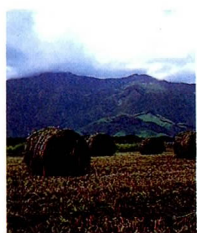
ETを利用した乳牛改良は従来の人工授精による種雄牛だけからの改良に比較し、雌雄両方からの改良であり、改良効果はより確実である。また、

改良スピードも速く、人工授精では1年間に1頭しか生産できなかったものが、ETでは何10頭も生産が可能である。ETによる乳牛改良は今までの人工授精による雄サイドの家畜改良の範囲では考えられない方がよい。どちらかと言うと、牛舎全体の牛の入れ替えと考えた方が適当である。ETは既に技術的に安定してきており、その受胎率も新鮮胚移植で60~70%、凍結胚移植でも50~60%となり、人工授精とほぼ同様の受胎率になってきた。当社は主にホルスタイン種を中心にETを実施しているが、年間受胎頭数も500頭を越え、今までに約3,000頭以上の子牛を生産し、多くの酪農家の中に確実に浸透・普及してきている。

従来、移植の希望者は優秀な供卵牛を所有している酪農家がほとんどであったが、最近ではグループ(シンジケート)で優秀な供卵牛を協同購入して、移植を未経産牛のときから集中的に行う事例(MOET)が多くなりつつある。

## 牧草と園芸・平成4年(1992年)3月号 目次

第40巻第3号(通巻469号)



ヘイスーダンを利用したロールペール

- 写真で見るソルガム優良品種のラインアップ……………表②
- 受精卵移植技術(ET)の活用について……………清家 昇… 1
- ソルガムの品種特性と上手な利用法……………山瀨 泰… 6
- トウモロコシ強害雑草・イチビの生態と防除……………佐原 重行… 9
- トウモロコシと田助の混播栽培……………鈴木 信治…13
- 線虫類による根菜類の被害とその防除(I)……………山田 英一…17
- 飼料作物改良増殖技術研究所の紹介……………表③
- サイレーズ調製用乳酸菌・スノーラクト・L……………表④



写真1 ホクソー ベル フローレット ET 2.3歳 365日 M 18,689 F 675 3.6% HCI 円 +129,636 (音更町 北相牧場所有)

今やETにおける関心は受胎率や受胎頭数などの技術的問題からET牛の能力(経済効果)に対する期待へと移行している。

移植で生産された子牛の能力が乳量・乳脂量で日本記録(2歳型;乳量:18,689kg,乳脂量:675kg,3歳型;乳量:17,678kg,乳脂量:711kg,3歳型;乳量:23,082kg,乳脂量778kg=写真1参照)を達成したり,個体販売においても過去5年間,ゴールデンセール(北海道ホル協主催)でもトップセールはいずれも我々が移植したET牛であった。また,北海道雌牛指数(HCI)のベスト20位までに7頭(35%)がETによって作出されたものである。

## 2 受胎率の現状

受胎率の推移は表1のとおりであり,平成元年度の受胎率は新鮮胚移植で65.1%(114/175頭),凍結胚移植で60.5%(268/443頭)であった。また,凍結胚の移植比率が増加し,平成元年度は約72%が凍結胚で移植され,新鮮胚移植は28%であった。このことは凍結胚移植の受胎率が向上し,新

表1 年度別受胎率の推移

	昭58	昭59	昭60	昭61	昭62	昭63	平1	平2
新鮮卵移植	39.7	36.0	45.9	59.6	63.2	60.8	65.1	
	25/63	50/139	113/246	155/260	156/247	144/237	114/175	/314
凍結卵移植	9.5	7.9	40.0	44.0	45.8	47.6	60.5	
	2/21	3/38	26/65	55/125	77/168	129/271	268/443	/526

鮮胚の受胎率に近づいたこと,あるいは受卵牛の発情調整などに縛られることなく,供卵牛の発情・栄養状態が最も良いときに採卵する傾向が定着してきていることなどによる。

今後の受胎率の見通しとしては,新鮮胚・凍結胚とも70%を目標にしている。そのためには,受卵牛や移植胚のより一層の厳選が必要と思われる。また,我々は受胎率も重要ではあるが,それ以上に1頭の供卵牛から何頭の子牛を産子できるかということにポイントをおいて実際の移植を行うべきであると考えます。

このことは後述するように,受精卵の価値が極めて高いため,受胎率以上にETの経済効果を左右するからである。

## 3 ET利用の基本的考え方

前述のように,ET技術は既に完成され,受胎率もAIとほぼ同様になってきた。ET利用は多くの経費と高度な技術を必要とするので,酪農経営の中に効果的に利用するためには,以下の点に注意をすべきと思われる。

### 1) 供卵牛の選定は受精卵移植の経済効果のほとんどを占めることになる

したがって,供卵牛となるべき牛はその牧場(あるいは地域)で最も優秀な牛を用いることが肝要である。2番目,3番目の牛でETを行なった場合は,もう一度ETをやり直さなければならないばかりか,時間的及び経済的弊害をまき散らすことになる。ETを行うことにより牛が故障を起こすとは考えられないので,一番優秀な牛で行うべきである。我々は今までに7頭の20,000kg搾乳牛から延べ20回以上の採卵を行なっているが,採卵による繁殖障害は一度も発生していない。これらの高能力牛の多くは採卵時の乳量は日量50kg以上

の泌乳をしており,一時的な乳量ダウン(20~50%)はあるものの次第に回復してくる。

### 2) バクテリウム接種を計画しないこと

つまり,農家におけるETは1年間に最低でも10頭以上移植できるような計画を立て

るべきである。1回の採卵や移植によってET技術を理解し、経営の中に取り入れることは極めて困難である。

ETは酪農家と技術者、さらに、牛との信頼関係の上に成り立っており、平均的な数値を用いる必要があるからである。

また、供卵牛も正常な繁殖周期を繰り返している牛を用いるべきであり、さらに、その牛の体調が最もよい時期を選んで採卵すべきである。一般的には、搾乳牛では乳量が最盛期で正常な発情が2回繰り返した時点を目安に考えてよい。

### 3) 交配精液の選定と準備

精液の選定は供卵牛の選定と同様に、その子牛の能力を直接的に左右するので慎重に選定しなければならない。また、高価な精液は経済的負担が大きいが、その改良効果も大であると思われる。

したがって、交配予定精液は少なくとも2種類を用意しておき、供卵牛の発情が良好な場合（多くの受精卵が回収できそうな場合）は高価な精液を用いて、不調な場合は安価な精液を使用するようにすべきである。また、この判断は人工授精を担当する技術者（獣医師や授精師）が行うべきである。

### 4) 発情観察

供卵牛及び受卵牛の発情観察はET成功のキー・ポイントである。技術者まかせにすることなく、酪農家の発情観察力が大切である。牛の発情観察は時間が掛かり意外と大変であるが、ETを取り組むのであれば、発情予定日ぐらいいは寝る前に牛舎を懐中電灯をもって発情粘液や排尿の確認をするぐらいいの意気込みがほしい。

### 5) 受精卵の流通（購入）について

優良供卵牛の凍結受精卵（胚）が売買されるようになってきた。このことは今まで門外不出の優良遺伝子の導入が比較的安価に導入でき、その経済的効果は大きいものがあり、我々受精卵移植研究所においても積極的にその普及促進を考えている。以下に、受精卵（胚）を購入するに当たっての注意点について説明をする。

① 凍結卵の価格：少々高くても両親の能力が優れたものを購入すべきである。ETを行うには経費（約10万円）が掛かり、少なくともその経

費以上の受精卵を購入すべきと思われる。

② 購入胚数も受胎率や雄雌の比率を考えた場合、少なくとも4個ぐらいい購入できるように計画すべきである。

③ できれば受胎保証の受精卵を購入することを勧めたい。高いお金を支払って凍結卵を購入しても、受胎しなければドブにお金を捨てることになり、その経済的損失が多であるばかりでなく、精神的ショックからET嫌いに陥る危険性がある。受胎保証の場合は主に雪印ET研究所の所員が移植することになっている。

④ 新鮮卵の購入を勧めたい。受精卵移植で最も経費が掛かるのは受精卵代であり、これをいかに安く抑えるかがポイントである。新鮮卵（採卵直後の受精卵）を購入し、切断2分離（後述）して2頭の受卵牛に移植できるようにすれば、受精卵代は半減する。雪印ET研究所と事前打ち合わせして、購入希望受精卵の能力や受卵牛の手配を事前に行っておけば、十分に対応可能である。

## 4 ETに関する新技術

ETに関連する新技術の開発研究は急速に進展している。例えば、受精卵の切断2分離技術、体外受精技術、性判別技術、核移植（クローン化）技術、顕微受精技術及び形質転換牛作成技術などが挙げられる。しかしながら、現段階で酪農家へ応用可能な技術は切断2分離技術と体外受精技術のみである。ここでは最も経済的効果の高いと思われる受精卵の切断2分離技術について説明を行うこととする。

表2に見られるように、17頭の供卵（胚）牛から胚（受精卵）を132個回収し、74個の正常胚を

表2 回収胚数、切断2分離胚数及び移植胚数

例数	供卵(胚)牛当たりの切断2分離胚数				合計
	1	2	3	5(個)	
供卵(胚)牛					17
回収胚					132
切断2分離した胚	9	10	6	5	30
移植した切断2分離胚 <sup>a)</sup>	18	20	12	9	59
移植した非分離胚	20	19	4	1	44

<sup>a)</sup>：1個の切断2分離胚は吸引ピペットにより破壊された。

表3 非分離胚及び切断2分離胚移植における受胎率(%)

移植胚	供卵(胚)牛当たりの切断2分離胚数				平均
	1	2	3	5(個)	
非分離胚(A)	60.0 (20)	63.3 (19)	75.0 (4)	100.0 (1)	63.6 (44)
切断2分離胚(B)	77.8 (18)	60.0 (20)	91.7 (12)	77.8 (9)	74.6 (59) <sup>a)</sup>
(A) + (B)	68.4 (38)	61.5 (39)	87.5 (16)	80.0 (10)	69.9 (103)

( ) : 移植胚数

<sup>a)</sup> : 1個の切断2分離胚は吸引ビベットにより破壊された。

移植用(非分離)及び切断2分離用にそれぞれ44個及び30個を用いた。30個の胚を切断2分離し、60個の切断2分離胚を作出し、103個の胚(59個切断2分離胚及び44個の非分離胚)を受卵(胚)牛に移植した。非分離胚(A)の受胎率は63.6%(28/44)であり、切断2分離胚の受胎率(B)は74.6%(44/59)であった。(A)及び(B)を合計した平均受胎率は69.9%(72/103)であったが、分離する前の元の胚から算定すると97.3%(72/74)の高受胎率であった(表3参照)。

30個の胚から作出された59個の切断2分離胚を59頭の受卵(胚)牛に移植して、14組の1卵性双子牛を含む43頭の子牛(1卵性双子率:46.7%,元の胚からの子牛生産率:143.3%)が誕生した。また、供卵(胚)牛1頭当たり4.2頭が受胎した。ウシ受精卵(胚)移植において、胚の切断2分離技術を併用することによって、元の胚からより多くの妊娠例を得ることが可能であり、切断2分離



写真2 ホクソー ラージ フローレット ET 2.4歳  
305日 M 11,933 F 408 3.4%(稚内市 トライ  
ハートシンジケート所有)



写真3 時差出産例(移植時期の異なる1卵性双子牛:  
1987年9月19日と同年12月7日に各々誕生)

胚の移植比率を高めることにより、100%以上の受胎率を得ることが十分に可能である。写真2は新鮮胚と凍結胚からの2組の1卵性双子を含む供卵牛とET娘牛たちである。

また、写真3は受精卵(胚)を切断2分離後、一方の分離胚を新鮮な状態で移植し、他方は凍結保存することにより、あらかじめ、新鮮な分離胚を移植して子牛を得た後、凍結保存した分離胚を移植することにより、性判別、泌乳能力及び後代検定成績の推定された子牛の誕生例である。

このように、切断2分離技術の利用により多くの経済的メリットが考えられ、積極的な活用が期待される。

## 5 和牛の増殖(ET)について

最近、酪農家において乳牛を借り腹にした和牛の受精卵移植が北海道内においても定着しつつある。

ホルスタイン種の初生牡の価格の下落がその主因であるが、育成牛や初妊牛も10か月齢の和牛子牛価格(約40~45万円)に大きく水を掛けられており、個体販売を有利するため和牛のETを行なっている。ホルスタイン肥育牛は輸入肉と競合し、その枝肉単価は低迷しているのに対し、和牛は2,000円前後と好調を維持している。

和牛のETを取り組むに当たっていくつかの注

意点があり、以下に説明することとする。

### 1) 供卵牛の選定と精液の選定

和牛はその目的によって、肥育素牛、あるいは繁殖素牛を作るのかをはっきりさせて交配計画を立てなければならない。無計画の交配を行うと、その市場価値を大きく損ねることになりかねない。また、繁殖素牛を作出する場合、供卵牛の血統(但馬系、島根系あるいは鹿児島系)を熟知した後、それに適した精液の選定・確保をしなければならない。

### 2) 精液の確保

和牛の精液の流通は非常に閉鎖的であり、各県所有の種牡牛は県外へ移出されることは原則的にはない。北海道では、残念ながら道が所有する優秀な和牛種牡牛はいない。しかも、内地府県から入手出来ない大きなハンディを持ってスタートせざるを得ない。現在、利用可能な精液は主に家畜改良事業団やジャパン・ホルスタイン・ブリーディング・サービスなどの全国的に流通している精液である。

### 3) 凍結受精卵の利用

上記のような状況の中では、乳牛界のように、自由に改良方針が立てられず、理想的な改良は極めて困難と言わざるを得ない。

そこで、我々は凍結受精卵の購入による和牛の増殖が最も効率であると考えている。精液購入の不可能なものでも受精卵では購入できるからである。

現在、府県及び道内においても和牛受精卵を販売している機関が数社出現している。和牛フィーバーの中で優良な血統の繁殖素牛の価格は高騰しており、凍結受精卵の購入(受胎保証)による増殖の方が有利と考えられる。

### 4) 契約子牛(貸し腹方式)

一般に酪農家が和牛ETを行う理由は農家所得の向上を目的にしているが、その目的を達成するためには、和牛子牛の人工哺乳、育成・肥育技術など多くの不得意な分野を克服しなければならない。

そこで、これらの負担を軽減する方法として、誕生した和牛子牛を約2週間で引き渡す「契約子牛」が注目されている。これはメーカー(雪印)

が受精卵代や移植費用をすべて負担し、酪農家は乳牛の腹を提供して、和牛子牛を妊娠・分娩させ、その子牛をメーカーに引き渡すもので、子牛価格をあらかじめ契約して行く。

これにより、酪農家はホルスタインの子牛の市場価格に左右されることなく、高収入を得ることができ、搾乳も普段どおり行えるのである。詳しくは、雪印乳業(株)受精卵移植研究所へお問い合わせ下さい。

和牛の受精卵移植事業については、その増殖を国策としている農林水産省から種々の補助事業が出されており、それを活用すべきと思われる。

北海道酪農は従来日本の酪農・畜産基地として、乳牛や肥育素牛の供給を行ってきた。これからは、乳牛だけでなく、和牛素牛供給基地として大きく期待されており、伝統や習慣に捕らわれることなく受精卵移植を活用した和牛増殖を推進すべきと思われる。

## 6 おわりに

受精卵移植の焦点は既に技術論から経済論へと移行し、その経済効果の差を左右するのは酪農家・肉牛農家の改良方針である。

したがって、農家は多くの改良情報を持つとともに自分の改良方向を明確に定めることが重要である。もし、そういうことを考えずETを実施しても、経済効果は期待できないばかりか、ETの普及・定着に悪影響を与える恐れがある。また、全国の酪農家の皆様はETで作出された種雄牛を利用しており、既に受動的にETの世界に入っていることを認識すべきであり、これからは能動的なET活用を本格的に考える時期にきていることを自覚すべきである。

国際競争の中で、日本酪農・畜産が生き残るには「いかに合理的に生産費を低下できるか」にかかっており、そのための計画的なET活用を期待するとともに、我々雪印ET研究所も実用面及び研究面での微力を尽くす所存である。