



### 内 容

#### 〔クローズアップ〕

肉用牛の双子生産技術

#### 〔研究の紹介〕

- ・低ランク受精卵の有効活用
- ・スーダングラスの新奨励品種ヘイスーダンについて

#### 〔研修エピソード〕

長期研修（核移植技術）を終えて

#### 〔情報コーナー〕

ビタミンと肉質に関する最近の研究動向



## 寒波到来！ 今こそ除角のチャンス

冷たい北風が吹き抜けるこの季節は除角作業に好都合です。畜産試験場ではこの時期に多くの牛の角をワイヤーソーで切っています。

## 新春を迎えて

場長 深堀 恵治

1995年の新春にあたり、謹んで年頭のお慶びを申し上げます。

顧みますと、昨年は記録的な猛暑による干ばつがあり、一昨年は長雨に見舞われるなど2年続きの異常気象によって、農業全般に亘って甚大な被害を蒙ったところ。又、一方では牛肉輸入の自由化、長びく経済不況と併せて、ウルグアイラウンド合意がなされるなど、畜産を取りまく情勢は依然として厳しく、価格低迷が続くなか必死にがんばっておられる生産者を思うと胸が痛みます。自由化対策として、これまで様々

な政策並びに現場対応がなされて参りましたが、なお一層の対応が期待されます。地球規模的な気象異変と世界人口の急増、次に予測される食糧不足を思うと国家的立場からみても、生産性の向上と自給の確保は必要不可欠なものと確信いたしております。今や日本農業は激変期とも言われ、様々な課題が山積している状況にありますが、行政・研究・指導機関が一体となって、これまで以上に身近なものとして食糧の生産と確保の意義を噛みしめ、生産者へ希望と意欲を生じさせるよう努力してまいります。亥の年の始めに当たり、一致団結、目標達成へ向けて猪突猛進し最良の年となることを願って止みません。今後とも宜敷くお願いいたします。

## 肉用牛の双子生産技術

### 1 はじめに

肉用牛繁殖経営においては1年1産させることが目標ですが、もし双子を分娩させることができれば、子牛の生産効率は2倍となり、肉用牛の増産と子牛生産コストの大幅な低減が可能となります。しかしながら、自然の状態での牛の双子発生率は黒毛和種の場合0.11~0.46%と極めて低くなっています。ちなみにホルスタイン種では4.7%という報告もあり、品種によりかなり異なることが知られています。

当场でも平成元年度より肉用牛の双子生産技術に取り組んでいますが、今回は肉用牛の双子生産技術に関わるいくつかの事柄について話題提供したいと思います。

### 2 双子生産の手法

双子生産の手法としては、次に述べるような方法が一般に行われています。多数の試験研究機関が双子生産試験をおこなっていますが、現在の技術の水準は方法により若干の差はあるものの、受胎率は40~80%、双子率は20~30%程度です。

#### 1) 受精卵の二卵移植法

1頭の雌牛に2個の受精卵を移植して双子を得る方法であり、現在の双子生産の主流となっています。移植する受精卵の品質や移植技術の熟練度等が受胎率や双子率に大きく影響することが知られています。

二卵移植の特殊なケースとして、分割受精卵移植による双子生産技術もすでに開発されています。この方法では1個の受精卵を金属刃等を使用して二つに分割し培養した後にそれぞれの分割受精卵を移植して、遺伝的にクローンな双子(一卵性双子)を得ることができます。この方法は極めて高度な技術が必要であるので大量に分割卵を生産することがなかなか困難です。なお当场では1987年に分割卵による双子生産に成功しています。

#### 2) 人工授精後の受精卵移植による方法

この方法は発情のきた牛に通常の人工授精を実施し、発情後7日目に受精卵を移植して双子を得る技術です。この方法でホルスタイン種の雌牛にホルスタイン種の精液を人工授精しその後に黒毛和種の受精卵を移植すれば、ホルスタイン種と黒毛和種の子牛を同時に生産することが可能ですが、雌雄の双子であれば雌子牛のほぼ95%はフリーマーチンとなり繁殖能力がないのであらかじめ注意を要します。

#### 3) 低単位ホルモン剤投与による方法

黄体期の雌牛に低単位の卵胞刺激ホルモンを注射して、通常は1個しか排卵しないのを2個排卵させて双子を得る方法であり、技術が比較的簡単でコストも安いというメリットがある反面、排卵数の制御が難しく三つ子以上の多胎妊娠となる危険性があります。当场でもHMGというホルモンを用いてこの方法による双子生産を試験中ですが、排卵数は比較的安定しています。

### 3 双子生産に伴う問題点

双子生産に伴う問題点として次のような事項が指摘されています。

#### 1) 流産の発生率が高い

特に妊娠初期に流産が起こり易く、双子の30~40%が早期胚死滅や流産に終わると推測されています。

#### 2) 分娩時の事故

双子の場合は子牛の生時体重が小さいので分娩は軽いケースが多いが、子牛が胎膜を破ることが出来ずに事故となる場合があるので、分娩の際は注意を要します。当场で試験を行いますのでその成果を公表している夜間給餌による昼間分娩誘起法や直腸温測定による分娩の予知技術は双子分娩時の子牛損耗防止に有効です。特に飼い主が分娩する牛が双子であることを知らない場合に事故が起き易いので、妊娠後期の胎児数診断技術の確立が求められています。当场では胎児の心電図に着目して双胎診断に取り組んでいますが、妊娠180日以降であれば高い精度で診断できます。(図1)

3) 双子産子の生時体重  
黒毛和種の生時体重は一般的には26~30kgですが、双子の場合には20kgに満たない子牛も生まれます。通常生時体重がやや小さい(20~25kg)程度の子牛は育成期までは若干発育面で影響を受けるもののその後普通の牛に追い付くので心配りません。しかし、20

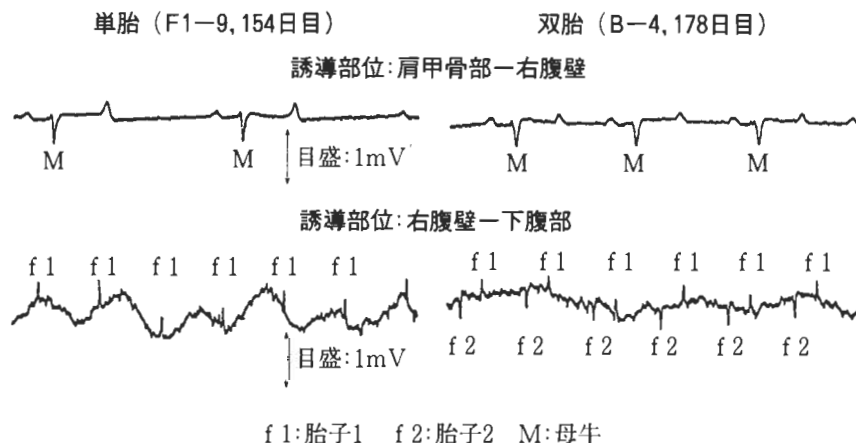


図1 単胎及び双胎妊娠牛の胎児心電図の比較 (長崎畜試 1993)



kg未満で生まれた子牛は虚弱な場合が多く、その後の発育も良くありません（表1、図2）。普及場面を考えた場合少なくとも20kg以上の双子となるような技術が必要かと思えます。双子の生時体重には母牛の子宮の大きさや妊娠末期の栄養水準が大きく影響します。現在当場では双子の生時体重を大きくするために交雑種雌牛を受卵牛として活用する方向で試験を予定しています。

#### 4) 双子産子の哺育育成技術

通常黒毛和種の泌乳量は1日5～6kg程度であり、双子を育てる場合は乳量が不足します。母牛が交雑種の場合は1日10kg程度の乳量は十分期待できるので自然哺育が可能です。また、乳量不足による発育の遅れを防ぐために、双子のうち1頭は人工哺育する方法もあります。

以上の他にも、後産停滞や分娩後の発情再帰の問題もあり、フリーマーチンの問題も残っていますが紙面の都合で説明を省略します。

#### 4 双子を活用した和牛改良について

牛肉の産地間競争が激しくなる中で、能力の高い種雄牛作出は肉牛に携わる者の共通の願望かと思えます。本県でも種畜場を中心に優良種雄牛作出に向けて努力を続けているところですが、双子生産技術はこの種牛づくりにも活用できます。すなわち、雄同士の双子の場合は1頭を種牛候補牛として育成し、もう1頭は去

表1 双子産子の生時体重と初期発育

区分	品種	子牛の性	頭数	体重 (口齢)							kg
				生時	30日	60日	90日	120日	180日	240日	
1. 子牛の品種別	黒毛和種	♂	3	17.8	28.7	44.0	67.7	89.7	131.0	188.7	
	黒毛和種	♀	4	17.3	30.3	46.0	68.5	87.0	128.5	172.8	
	B・BD*	♂	3	25.4	37.7	55.0	80.0	99.0	145.0	204.0	
2. 母牛(受卵牛)の品種別	黒毛和種	♂	2	17.3	29.5	47.0	73.0	91.5	126.5	191.5	
	黒毛和種	♀	4	17.3	30.3	46.0	68.5	87.0	128.5	172.8	
	交雑種	♂	4	23.8	35.0	50.8	74.3	95.8	143.8	198.8	

\* B・BDはF1クロス (黒毛和種♂×交雑種♀)

(長崎畜試 1995)

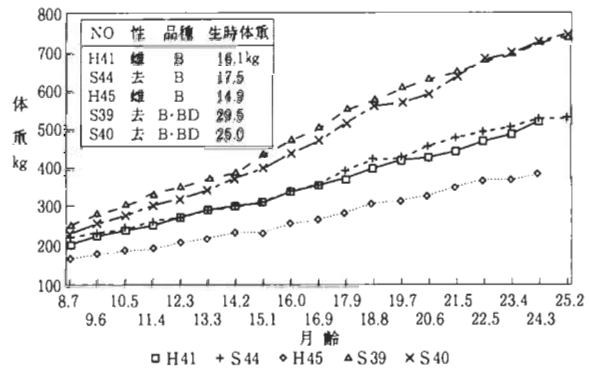


図2 双子を肥育した場合の増体の推移

勢して肥育すれば、肥育牛の枝肉成績が判明した時点でその成績を使って種牛候補牛の選抜・淘汰ができます。この方法は全兄弟検定と呼ばれますが、改良速度のスピードアップという点では効果が大きい反面、選抜の正確度は従来の後代検定に劣ります。しかし、一卵性双子を用いた検定（クローン検定）では、選抜の正確度はかなり高くなります。表2は三つの検定方法について遺伝率が異なる場合の選抜の正確度を示して

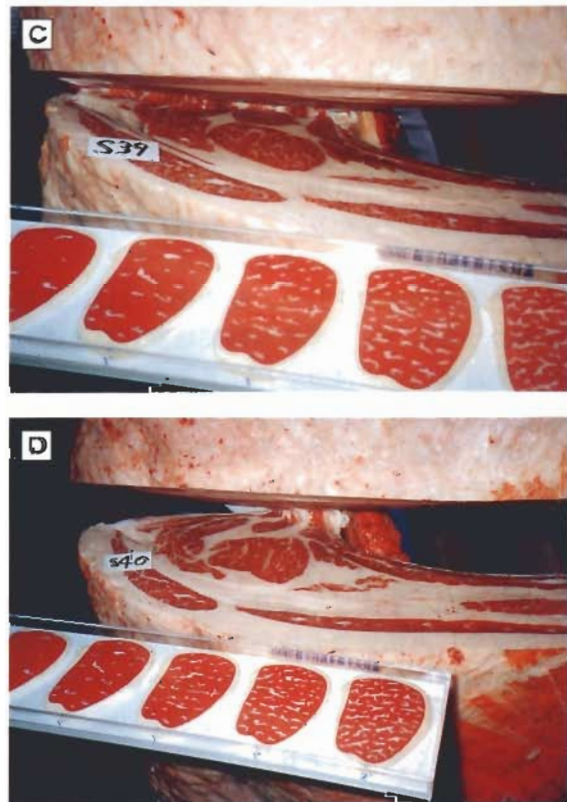


写真 双子肥育牛のロース断面の相似性 (一卵性双子と二卵性双子の比較)  
A、B：一卵性双子、ホルスタイン種去勢 C、D：二卵性双子、交雑種去勢

います。遺伝率が中程度の場合には、たとえ3頭の全兄弟の成績を用いても4頭の後代検定より正確度は劣ります。クローン検定では遺伝的に同じ個体を検定に用いていると考えられますが、遺伝率が0.4の場合1頭のクローン検定は6頭の後代検定に相当し、2頭のクローン検定は10頭の後代検定より精度が高くなります。今後受精卵の分割技術やクローン技術が実用化されれば改良は飛躍的に進むものと考えられます。

なお、参考までに一卵性と二卵性各々の双子牛の枝肉断面写真と肥育成績を表3に示しました。

### 5 さいごに

双子生産技術の現状と問題点及び改良への応用について話をしましたが、流産防止技術や子牛の生時体重を大きくする技術の他にも、受精卵移植による双子生産を実用化する上では、受精卵のコストをできるだけ安くすることが必要です。このため、体外受精卵など

表3 双子の肥育牛の相似性

双子の種類	供試牛			肥育		体重		DG	冷と体重	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪の厚さ	歩留基準値	肉質					格付等級
	NO	性	品種	開始月	終了月	開始kg	終了kg							BMS	BCS	シマリ	キメ	BFS	
一卵性	S100	去	ホルスタイン	8.1	19.4	247	535	0.84	286.1	37.6	4.1	1.2	70.4	3	3	3	3	2	B-3
	S101	去	ホルスタイン	8.1	19.4	247	504	0.75	268.7	35.0	4.7	1.3	70.5	3	3	3	3	2	B-3
二卵性	S39	去	交雑種	8.9	25.9	251	764	0.99	446.2	42.5	7.3	3.5	69.0	5	3	4	4	2	C-4
	S40	去	交雑種	8.9	25.9	230	762	1.03	469.0	52.3	7.9	3.2	70.7	4	3	4	4	2	C-3

注) BMS(Beef Marbling Standard: 脂肪交雑)、BCS(Beef Color Standard: 肉色)、BFS(Beef Fat Standard: 脂肪色)

(長崎畜試 1995)

## 研究の紹介

# 低ランク受精卵の有効活用

牛の過剰排卵処理により採取される正常卵のうち10~20%はCランクといわれている低ランク卵で、一部を新鮮卵移植に利用する他はほとんど廃棄されている。

これらCランク卵を有効に活用出来れば、受精卵移植のコスト低減につながり、また貴重な遺伝資源の有効活用からも必要な技術と考えられる。

今回、過剰排卵処理を行い、発情後7日目に採取した受精卵のうちCランク卵を24時間培養したところ、受精卵の発育ステージはコンパクトモルラからプラストに発育し、ランクもA及びBランクに向上した。これを、凍結し移植した結果、常法で行っている凍結卵の受胎率と変わらない成績が得られたので、その概要を報告する。

### 試験方法

1. 試験期間；平成5年4月~平成6年3月
2. 供試牛；当场繁養の採卵専用の黒毛和種
3. 過剰排卵処理；F S H総量13mgを朝夕2回、4日間減量投与、P Gは3日目の朝夕2回各20mg投与した。
4. 胚の回収；発情後7日目に行った。
5. 供試胚；回収した受精卵のうち凍結可能と判断したものは、ただちに凍結を行い、残りの受精卵のうち、未受精卵及び変性卵を除いて供試卵とした。

のコストの安い卵も視野にいれながら引続き研究を続ける計画です。(肉用牛科 松本信助)

表2 検定方法と選抜の正確度

検定方法	頭数	選抜対象形質の遺伝率			
		0.3	0.4	0.5	0.6
後代検定	4	0.49	0.55	0.60	0.64
	6	0.57	0.63	0.68	0.72
	8	0.63	0.69	0.73	0.77
	10	0.67	0.73	0.77	0.80
全兄弟検定	1	0.27	0.32	0.35	0.39
	2	0.36	0.41	0.45	0.48
	3	0.42	0.46	0.50	0.53
クローン検定	1	0.55	0.63	0.71	0.77
	2	0.68	0.76	0.82	0.87
	3	0.75	0.82	0.87	0.90

(小畑, 1993)

6. 培養；培養液として①卵丘細胞単層発育シート上に5%CS加TCM199液②20%CS加修正PBSの2種類を使った。

培養は5%のCO<sub>2</sub>、39℃に設定された培養器で24時間行った。

7. 凍結；24時間培養後、受精卵の形態を観察し、凍結可能なステージ、ランクに発育したと、判断したのものについて凍結を行った。

凍結方法は当場の常法により、20%CS加修正PBSに耐凍剤としてエチレングリコールを10%添加した液を使用した。

耐凍剤の添加は一段階で行い、15分間平衡した後、-7℃に設定したプログラムフリーザーに投入、2分後に植氷、8分間保持し、その後1時間17分で-30℃(-0.3℃/分)まで冷却し、10分間保持後、液体窒素中に投入、保存した。

8. 移植；2名の移植師に依頼し、一般農家の受卵牛を使って実施した。

融解は、農家の庭先で保存器からストローを取り出し、約5秒間空気中に保持した後30℃の温湯に投入、5秒後に取り出し、移植器に装着して移植する、直接移植法で行った。

## 結果の概要

表1に示したとおり、TCM199で培養した6個は総て凍結可能なA及びBランクの胚盤胞まで発育し、PBS区でも15個中11個が発育し、それぞれ凍結を行った。

TCM199で培養した6個は、3頭のホルスタイン種に2卵ずつ移植し、2頭が受胎した。PBSで培養した11個はホルスタイン種及び黒毛和種に1卵ずつ移植して7頭が受胎し、表2に示したとおり合計で64.3%の受胎成績が得られた。

これまで7日目に採取した受精卵のうち、一部を新

表1 培養成績

区分	培養数	発育卵数	凍結卵数	成功率
199区	6個	6個	6個	100.0%
PBS区	15	11	11	73.3

表2 移植成績

区分	移植頭数	受胎頭数	受胎率
一卵移植 (PBS区)	11頭	7頭	63.3%
二卵移植 (199区)	3	2	66.6
計	14	9	64.3

鮮卵移植に利用する他は廃棄していた桑実期までの発育の遅れた受精卵とか、50%以上変性が進んだ受精卵を24時間培養することにより凍結可能な受精卵に発育し、凍結して移植した結果、受胎したことから、採取した受精卵のうち未受精卵とか、あきらかに変性しているものを除き、培養を行う事により受精卵の有効利用が図られるものと考えられる。(酪農科 藤山雅照)

## スーダングラスの新奨励品種ヘイスーダンについて

近年、自給飼料の省力生産技術が強く望まれており、従来の乾草やサイレージ調製技術よりも省力化された機械体系で生産が可能なロールベール乾草やラップサイレージが注目されている。しかし、暖地型の草種であるローズグラス、ギニアグラス等の草種では、再生力の強さや栽培の難易度などにやや難がある。そのため、ロールベールに適した周年作付体系の確立には、新しい暖地型の草種の選定が必要である。そこで、九州各県では、ソルゴーより稈径が細く、初期生育も比較的良好なスーダングラスについて、ロールベール調製技術などの様々な試験を行っており、当场でもその一部として平成5年度に市販9品種、6年度はさらに市販2品種を加えた11品種について、品種選定試験を行った。その結果、ヘイスーダンが有望であることが認められ、平成7年度より、新奨励品種として選定された。

ヘイスーダンが優れている点は、平成5年度の低温、長雨、6年度の高温、少雨といった異常気象の条件下においても、初期生育及び再生が極めて良好で、栽培期間の収量が盛夏期にやや減少するものの、各番草で安定していることである。また、稈径はやや細めで、

表1 2年間の生育状況

項目	初期草勢		草丈 (cm)		稈径 (mm)		再生草勢		病害 (微1~9共)			乾物集重割合 (%)	
	H5	H6	H5	H6	H5	H6	H5	H6	条斑	豹紋	すす紋	H5	H6
ヘイスーダン	1.7	1.7	190	207	7	7	1.2	2.7	2.7	3.0	1.3	32.8	1.0
ベストスーダン	1.7	2.3	177	189	8	7	2.3	2.5	2.0	3.0	3.0	34.6	25.9
乾草スーダン	1.7	3.7	174	189	7	7	2.0	2.7	2.0	2.0	2.7	30.9	28.7
9品種平均	2.1	2.7	174	186	8	7	2.4	2.2	2.1	2.3	2.7	35.8	30.7

備考) 初期草勢、再生草勢: 良1~5 不良 稈径: 地上10cmの節間中央部測定

表2 乾物収量 (kg/a) の推移

項目	平成5年					平成6年				
	1番	2番	3番	計	同差比	1番	2番	3番	計	同差比
ヘイスーダン	45.3	31.1	60.2	136.6	126.4	67.7	63.0	79.3	210.0	124.7
ベストスーダン	47.2	35.3	27.4	109.9	101.6	67.0	53.0	46.7	166.7	99.0
乾草スーダン	47.4	35.6	31.8	114.8	106.2	65.6	56.5	54.1	176.2	104.6
9品種平均	44.7	32.0	31.5	108.2	-	64.4	53.0	52.2	168.4	-

備考) H5: 播種日 5月17日、刈取日 7月23日、9月6日、11月5日  
H6: 播種日 5月16日、刈取日 7月8日、8月12日、10月3日

すす紋病に強い耐病性をもっている。しかしひょう紋病、条斑細菌病にはやや弱いところがある。

ロールベール用スーダングラスの栽培上の留意点としては、①条播のときは、播種量3~5kg、畦幅50cm程度とし、散播の場合は、播種量6~8kgとする。②刈取は、草丈1m程度までは青酸中毒が懸念されるので収量性、採食性、消化性等を総合して判断すると出穂期前後が妥当であることなどが挙げられる。

(草地飼料科 緒方 剛)

## 研修エピソード

### 長期研修(核移植技術)を終えて

近年、畜産分野におけるバイオテクノロジーの開発は著しく、受精卵移植技術の普及を基礎として分割卵移植、体外受精あるいは雌雄生み分けなどの新しい技術が、我が国においても、実用化技術として徐々に定着しつつあります。

これらバイオテクの分野はまさに日進月歩で技術開発が進んでいますが、今回私は、茨城県つくば市にある

農林水産省畜産試験場の細胞操作研究室において、平成6年8月から11月までの4カ月間、一卵性多数子牛の生産を目的とした「核移植技術~クローン家畜の作出技術」の研修を受ける機会を得ましたので、その技術の概要を紹介します。

#### <はじめに>

SF小説の世界ではクローン人間を題材としたもの

が数多く出されていますが、最近ではSFだけでなく現実にはクローン動物という言葉が取り上げられるようになりました。また映画の世界でも一昨年夏に公開された「REX～恐竜物語」でこの核移植技術が取り上げられています。(北海道の山奥で発見された恐竜の卵から核を取り出し、それをウミガメの細胞に移植してREXという名の恐竜を現代によみがえらせるという非現実的なストーリー。安達祐実主演で話題となったお子様向け映画)。

ではいったいクローンとは何でしょうか？

クローンとは同一の遺伝形質をもつ個体群を指す生物学の用語ですが、哺乳動物ではまれに生ずる一卵性双子がこれにあたります。しかし、牛などの単胎動物では一卵性双子が生まれる確率は極めて低いため、人為的に一卵性多数子牛を作出することにより、学術や産業面に利用しようというのが核移植によるクローン家畜の作出技術です。

#### ＜技術の概要＞

- ①と畜場に出荷された牛の卵巣から卵子を取り出し、実験室内で一昼夜培養する。
- ②細く加工したガラス管を用いて培養が終了した卵子の核を取り除く。(レシピエント卵)
- ③過排卵処理を施した優秀な系統の牛から受精卵を回収する。(人工授精後5日目)
- ④回収した16～64細胞の受精卵を1細胞ごとバラバラにする。(ドナー割球)
- ⑤ドナー割球を1個ずつレシピエント卵に注入する。
- ⑥電気刺激を与えて細胞を融合させる。
- ⑦融合した卵子を実験室内で7～9日間培養し、順調に発育した胚を借り腹の牛へ移植する。

このような牛受精卵の核移植による産子の生産は、87年にアメリカで初めて成功しました。また90年には

### 情報コーナー

## ビタミンと肉質に関する最近の研究動向

肉用牛肥育経営において、肉質を向上させることは重要な課題であり、近年、ビタミン無添加飼料の給与により、脂肪交雑を高め枝肉格付けの向上を目指す給与体系が広まっている。ところが、ズル(筋肉水腫)、発育障害など、年々増加の傾向にあり、問題となっている。九州各県の研究機関からなる肉用牛研究会では3年前から重点課題として「ビタミンと肉質」を取り上げ、ズルの発生防止、適正なビタミン給与量等について検討中である。昨年12月、国の主催する研究会でもこの問題が取り上げられた。ビタミンは肉質に関与しないとのデータもあるが、兵庫県の発表によると、「ビタミンAは脂肪交雑形成に影響し、その時期は肥育中期以前である。したがって、ビタミンAの投与方法は必要な時期、すなわち導入時、仕上げ期には十分量を与え、中期には過剰投与にならないように留意する事」と報告している。九州農試が主催する肉用牛研

同じくアメリカで11つ子が誕生し話題となりました。(我が国でも90年8月に成功)

#### ＜期待される効果＞

- ①乳牛においては高能力かつ能力の均一な牛群、また肉牛においても産肉能力のすぐれたバラツキの少ない牛群を整備することが、厳しい畜産情勢の中でニーズとして存在しているが、核移植技術を用いることにより、優れた経済価値を持つ同一遺伝形質のコピー牛を一度に多数生産することが可能となる。
- ②雌雄生み分け技術を応用することによって、生まれてくる子牛の性をあらかじめコントロールすることができる。
- ③各種の比較試験に対する反応やデータの精度が向上する。

このように核移植技術は畜産分野において、大変革をもたらす可能性を秘めています。

#### ＜問題点＞

- ①核移植技術は複雑な処理過程を経て成り立っているが、それぞれの処理の過程で卵の損失が多く生産効率が低い。
- ②核移植胚は通常より早期死滅や死産が多い。
- ③子牛の妊娠期間が長く、生時体重が普通より大きくなるため、分娩時の事故が多発しやすい。

#### ＜まとめ＞

核移植技術は、受精卵移植や体外受精あるいは胚の体外培養技術などの周辺技術を基礎として成り立っていますが、多大な利点がある反面、まだ発展段階の技術であるため、問題点も数多く残されています。

しかし、周辺技術の改良によっては充分実用化に近づくことが予想され、より一層の技術的進歩も期待されています。

他県に先駆け「核移植による種雄牛誕生！」といきたいものです。(酪農科 中里 敏)

### 畜試だより

No.15 平成7年1月

編集・発行 長崎県畜産試験場

TEL 0957-68-1135

〒859-14 長崎県南高来郡有明町湯江丁3600