

# 家畜人工授精

2019 1月 (通巻300号)

## 目 次

	新年のご挨拶 .....	会長 宮 島 成 郎 ( 1 )
技 術 情 報	ふりかえってみよう胚移植 .....	タケダ繁殖クリニック 武 田 哲 男 ( 3 )
	ブタ人工授精の技術革新	
	～少ない回数+少ない精子数=高い繁殖成績～	
	..... 広島大学大学院生物圏科学研究科	島 田 昌 之 (16)
	ピックアップ! 乳用牛群検定情報 その1	
	～乳用メス子牛の生産動向について～	
国 内 情 報	..... 一般社団法人家畜改良事業団 情報分析センター	相 原 光 夫 (25)
	乳用牛への黒毛和種の交配状況について	
	..... 一般社団法人日本家畜人工授精師協会	
		乳用牛群検定全国協議会 (27)
お 知 ら せ	ホルスタイン種の2018-12月評価に係る変更点	
	..... 独立行政法人家畜改良センター	(30)
事 業 団 便 り	.....	(33)
本 会 だ よ り	.....	(35)
総 目 次	.....	(38)
あ と が き	.....	(39)
企 業 案 内	富士平工業 KK (表紙-2)、コムテック (表紙-3)	
	家畜改良事業団 (表紙-4)、エージートレーディング (40頁)	



(H29.4 現在)

牛豚合わせて国内販売実績 No.1 の最新型が登場! 国産機で充実したアフターサービス!

## 動物用超音波画像診断装置



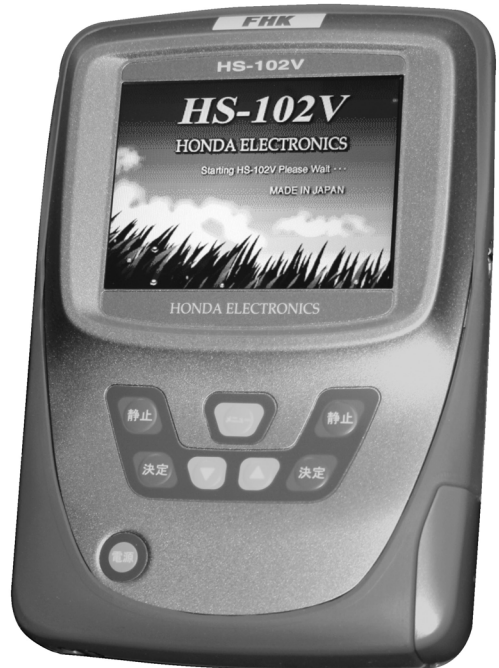
# HS-102V 牛用

### 好評発売中

#### 【特長】

- ・コンパクト設計
- ・初心者でも使い易いシンプルなボタン配置
- ・60枚の静止画像を本体に保存可能
- ・専用の小型バッテリーで約4時間の連続動作が可能  
(バッテリー2個使用時)

☆ 新機能として 1000cd/m<sup>2</sup> の高輝度・  
ボンディング液晶を採用で視認性の  
向上及び結露を防止



直腸用 50mm リニアプローブ  
HLV-155 (5.0MHz)



保護カバー



動画出力アダプター  
HVA-101V (オプション)

#### 【標準付属品】

ショルダーベルト ACアダプター & 電源コード 充電器 ゲル バッテリーパック 2個  
キャリングケース 取扱説明書

※仕様、デザインは予告なく変更されることがあります。

総代理店

**富士平工業株式会社**

〒113-0033 東京都文京区本郷6丁目11番6号  
TEL(03)3812-2271(代) FAX(03)3812-3663  
URL/http://www.fujihira.co.jp

**FHK**

**北海道富士平工業株式会社**

〒001-0027 札幌市北区北27条西9丁目5番22号  
TEL(011)726-6576(代) FAX(011)717-4406  
帯広支店 〒080-0027 帯広市西17条南1丁目15番27号  
TEL(0155)58-1811 FAX(0155)58-1815

製造販売元

**本物電子株式会社**

〒441-3193 愛知県豊橋市大岩町小山塚20  
TEL(0532)41-2511(代) FAX(0532)41-2093

# 新年のご挨拶

一般社団法人日本家畜人工授精師協会  
会長 宮島成郎



新年あけましておめでとうございます。

平成 31 年 (2019 年) の新しい年を迎え、心からお祝いを申し上げますとともに、皆様のご健勝とご多幸をご祈

念申し上げます。

また、皆様には、常日頃から当協会の業務推進と運営の各般にわたり、特別のご理解ご支援を賜り深く感謝申し上げます。

あらためて昨年を振り返ってみますと、トランプ大統領が掲げる米国第一主義により世界の政治経済が混乱し、米中経済摩擦の影響で世界経済は今後減速していくとの見通しが示され、また、英国の EU 離脱や EU での政治的混乱、アジアでは先行きの見えない北朝鮮問題等があり、政治も経済も混乱の度を深めています。

国内では災害の絶えない年でもありました。広範囲に及んだ平成 30 年 7 月豪雨、大阪北部地震があり、さらに北海道胆振東部地震ではミルクサプライチェーンの不備が明らかとなりました。被災されました皆様には心からお見舞いを申し上げます。

明るい話題としては、ノーベル医学・生理学賞を京都大学本庶佑特別教授が受賞されたことが挙げられます。免疫の働きにブレーキをかけ

る「PD-1」を発見し、新しいタイプの「ガン免疫療法」の開発に結びつけた功績で受賞され、がん撲滅への期待が大で国民に大きな希望を与えていただきました。

このような中、わが国では依然として大幅金融緩和策が継続され、株の乱高下はあったものの、為替レートも比較的安定し、大企業の多くが業績を伸ばしました。ご案内のとおり経済関連では、TPP (経済連携協定) が米国を除いた 11 カ国で大筋合意に至り、また、EU との経済連携協定が 2017 年 7 月 6 日大枠合意に達し本年 2 月には発効することとなりました。さらに、年明けから日米物品協定交渉も予定され、厳しい環境におかれています。

さて、わが国の畜産は、高齢化、後継者不足により生産基盤が弱体化し、子牛市場では高値が続いており、現在、牛の飼育頭数の確保は極めて重要な課題ですが、幸い、去年は、乳用牛および肉用牛において、クラスター事業の成果もあり、子牛の生産頭数が増加に転じました。しかし、子牛市場価格は依然として高値であり、肥育農家が大きな影響を受けることが懸念されています。

また、生乳生産においては、北海道では地震による大きな影響を受けましたが、ほぼ回復してきていますが、その一方で、都府県では依然として生産基盤の弱体化が止まらず、前年を下

回る状況が続いております。

このような畜産状勢の中、当協会は一昨年度から、新たに牛の繁殖基盤技術を強化するために、超音波検査装置を活用し直腸検査技術の正確性を向上させることを目的とする事業を開始し、農林水産省および関係団体との確認調整の上で家畜人工授精師が超音波検査装置を利用する「ガイドライン」を定め、その実技研修会の開催に注力し取り組んでいます。引き続き推進して参ります。

本年は、引き続き家畜人工授精技術の研鑽の場となる家畜人工授精優良技術発表全国大会を東京都港区東新橋のヤクルトホールで開催し、人工授精技術向上に向けた取り組みを進めて参る所存です。

ところで、家畜人工授精技術の向上と会員間の情報共有のために刊行して参りました本誌も今月号をもって300号を迎えることとなりました。日本家畜人工授精師協会が昭和32年に任

意団体として設立された当初からの機関誌として昭和32年3月に第1巻が発刊され、以後皆様方のご支援、関係各位の協力のもと回を重ね今回の300号の刊行に至りました。

これまでの皆様方のご支援、ご協力で改めて感謝申し上げますとともに、現場の優良事例、調査報告、研究報告、人工授精や受精卵移植に関する意見を頂きながら、皆様方の身近な機関誌としてこれからもその役割を果たしていけますよう取り組んで参りたいと考えております。

厳しい国際競争の中にある皆様方がこれまで積み重ねてこられた努力が生産者の望む繁殖成績の向上に大きな成果として結実し、畜産農家の期待に応えられる年となりますよう協会としてもしっかりと取り組んで参る所存です。

昨年を代表する漢字は災でしたが、今年は新たな年号を迎える年として“災を転じて福となす”すばらしい一年となりますようご祈念申し上げ、新年のご挨拶とさせていただきます。

# ふりかえってみよう胚移植

(有)タケダ繁殖クリニック  
農業生産法人 (株)タケダ  
武田 哲男

## はじめに

ウシの胚移植 (ET) は、北米を中心に研究されそして事業として開花した。筆者は ET の創草期をコロラド州立大学、そして胚移植企業の Em Tran 社に 1980 年から 1986 年まで籍を置き、技術開発と事業化に携わった。あれから約 40 年、いま一度、技術を振り返り、何が一般的になったのかみてみよう。今回、執筆にあたり当時の Em Tran 社のオーナーでもあり、私の同僚でもある、John F.Hasler が様々な学術誌に投稿した論文を参考にし、私的見解を交え体内胚を中心に振り返ってみたい。1980 年代から 2000 年代にかけて、Em Tran 社は世界の ET 事業を牽引した。年間数千頭にも及ぶ採卵・移植、そして凍結胚の海外輸出を手がけアメリカの遺伝子拡散に大きな力を発揮した。ET に関する膨大なデータの蓄積と解析から得られた情報は一読に値する。本稿では、胚移植の成功に影響する要因を Hasler の文献<sup>1~7)</sup> を中心に紹介する。

## 1. 胚移植 (ET) を成功させるために

移植された胚が着床し産子に至るまで様々なステップがある。ET はドナー牛 (供胚牛) やレシピエント牛 (受胚牛) の選定、管理、栄養

からはじまり、発情確認・黄体確認・移植操作など極めて多岐に渡る。それぞれの行程が HACCP 同様しっかりとしたコントロールが必要である。

## 2. ドナー牛の胚生産性に影響する要因

1970 年代後半から 1990 年代にかけて、過排卵によって生産される一採卵あたりの胚の数は 5.5 個であった<sup>5)</sup>。この数値は 20 年後の 2010 年の AETA (American Embryo Transfer Society) のデータでも乳用種で 5.9 個、肉用種で 6.7 個であり、ほとんど変化することなく推移した。例えば、Looney は 2,048 頭の過排卵肉牛で平均 6.6 個<sup>8)</sup>、同様に Hasler らは約 1,000 頭のホルスタイン過排卵牛で平均 5.1 個<sup>7)</sup> の胚が採取されたとしている。このように、30 年以上に渡るデータで乳牛や肉牛の平均胚数はほぼ同様の 5~7 個の範囲であった。このような体内胚のリミテーションがどのような機構であるのか、そもそもリミテーションがあるのかさえ未解決である。

1980 年代頃の ET 産業界には CIDR (膈内留置型プロゲステロン製剤) はなく、ドナー牛やレシピエント牛の準備は PG に依存した。黄体の存在が必須条件であった。発情日を 0 日とし

て、発情後7日目以降のPGに反応する黄体があってこそ同期化することができた。発情を誘起し、その7日目から14日目の間に明確な黄体が確認されればFSH投与をスタートし、4日間AM、PMに合計8回投与された。FSH投与の6回目と7回目にPGが投与された。この一連の作業により多数の卵胞発育と発情が誘起された。黄体の存在しない卵巣静止牛や卵胞嚢腫牛は、過排卵処置スタートが不可であった。CIDRの登場は、牛の発情周期、同期化、過排卵処置を容易にした。CIDRが自己黄体の代わりとなり、性周期のどの段階からでも、また卵巣静止牛でも処置ができるようになった。採卵後、次の過排卵処置までは最低2カ月の間隔を取ることが推奨されていたが、CIDRを直ちに適用することで、短期間で過排卵を反復することが可能となった。当時、筆者が籍を置いた1980年代のEm Tran社では、過排卵処置間隔は約70日を必要とした。1990年代のCIDR登場により、採卵直後にPGとCIDRの処置を行い、約10日後にCIDRを抜き発情を誘起する。もし3日以内に発情がなければ再度CIDRを挿入し、その5日後から過排卵を開始する。この方法でEm Tran社は、約40日ごとに連続11回から16回の過排卵を繰返し実施した。各過排卵実施時の胚の数は5.5個であり、短期間で反復実施しても平均胚数は変化しないことがはじめて知られた。

### 3. 過排卵成績に影響する要因

#### 1) FSH投与量、投与方法

ETが発展途上であった1980年代から1990年代は、FSHの投与量（定量、減量）、投回数、投与方法（皮下注射や筋肉注射）などが多岐に

渡り検討された。しかし、いずれの方法も劇的に有効胚数を増加させることはなく、平均胚数6.0個前後にとどまった<sup>5)</sup>。

#### 2) 年齢

一般的に過排卵成績は、未経産牛では反応性が大きく変動し平均採胚数が少ない。老齢牛は10才以上になると少数の胚しか生産しないし、発情周期の不規則性がみられる。高泌乳牛では過排卵処置の反応が消失することもあり、採胚数も減じることがある。

#### 3) 季節、環境

季節自体は過排卵成績への影響が少ない。しかし、高温、多湿の影響を受けやすく、特に搾乳牛では極めて低い反応しか示さない個体が増加する。

#### 4) 個体差

過排卵反応の個体差は大きな関心事であるが、まったく理解されていない分野である。同じ年齢、同じ環境、そして同じ品種であっても、特定の個体は常に良好な反応を示すにも関わらず、他の個体では常にプアーな反応を繰り返すことが知られている。これは一体何なのかまったく解っていない。

#### 5) 遺伝性

過排卵反応の良し悪しに関する遺伝性はほとんど解析されていない。

#### 6) FSH投与方法

FSHは生物学的半減期が短かく、その効果を持続させるためには1日2回の投与を4日間続ける必要があった。しかし、2010年頃から北米ではヒアルロン酸を溶媒にしたFSHが登場し、1~2回の投与で過排卵処置が可能となった。Hasler and Huckley<sup>10)</sup>、Tribuloら<sup>11)</sup>は、ヒアルロン酸に溶解したFSH (MAP-5, Bioniche

Animal Health inc.) を 5 mg あるいは 10 mg 皮下注射し、その 48 時間後に 2 回目の同剤を注射した時の過排卵成績は従来の 8 回投与と同様の成績であったと報告した。最近、日本では、ヒアルロン酸の代わりにアルミニウムゲルを溶剤とした FSH (FSH-AL 共立製薬) が市販され、一回注射法として使用されている。

#### 4. 受胎率に影響する要因

##### 1) 胚

過排卵由来の胚も非過排卵由来の胚の受胎率もそれぞれ 73% と 71% で差はなく、ホルモン処置で得られた胚への生存性の影響はない。

##### 2) 過排卵の反応の大きさ

排卵数が多いとそれらの胚の受胎率は低くなると言われていたが、7,000 個以上の移植胚を解析したところ、過排卵処置による排卵数・受精率の違いは受胎率に何ら影響しなかった<sup>6)</sup>。また、過排卵処置を性周期の 8~14 日目のいずれの時期に開始しても、得られた胚の受胎率に影響しなかった。2000 年代に入り性周期中に発現する卵胞ウェーブが発見されたが、過排卵処置による卵胞の発育は卵胞ウェーブを乗り越えるだけの効力があつたのだろうか興味のあるところである。

##### 3) ドナーの違い

品種によって過排卵の反応、凍結胚の受胎性に差のあることが知られている。日本では黒毛和種はホルスタイン種よりも過排卵の反応性が良いとされているが、日本短角種は反応性が悪く胚の生産効率が低い。同様に、ジャージー種は、凍結保護剤としてエチレングリコールあるいはグリセリンのいずれを使っても融解後の生存性がホルスタイン種の胚よりも著しく低い<sup>12)</sup>。

品種による特徴的なことは、理由はいまだ不明であるが、*Bos indicus* の胚は *Bos taurus* の胚よりも受胎率が低いことである。*Bos taurus* 内で比較すると、乳牛 (例えばホルスタイン種) と肉牛 (例えばアングス種) から得られた胚の受胎率は同様である。年齢では、15 才以上のドナー牛から得られた胚の受胎率は若牛のそれよりも有意に低い。健康な牛から得た胚と不妊牛を治療しながら得た胚を健康な未経産牛に移植した時の受胎率は、それぞれ 68% と 58% であり、10% の差が認められた。ホルスタイン種の泌乳状況は、採取された胚の移植後の受胎率に影響しない。ただし、高泌乳牛から採取した胚は、乳用未経産牛や肉用経産牛の胚に比べて高グレードに属するものが少ない。

##### 4) 採胚に用いる雄牛

種雄牛により、AI 後の受胎率に顕著な差が出ることは知られている。特定の種雄牛から生産された胚の受胎率が極端に下がることが報告されている<sup>13)</sup>。また、AI で低受胎を示す種雄牛の胚は、移植後の早期胚死滅率が高い。精液の品質 (Semen Quality) は、過排卵時の高グレード胚の割合に深く関係している。さらに、品質の高い胚は透明帯に多数の精子が侵入していることから、高グレード胚を得るためには運動性の良い高品質の精子が必要なのであろう<sup>14)</sup>。

##### 5) 胚の形態

IETS (国際胚移植学会) の基準では、胚の発育ステージは次のように区分されている。桑実胚：ステージ 4、初期胚盤胞：ステージ 5、胚盤胞：ステージ 6、拡張胚盤胞：ステージ 7、脱出胚盤胞：ステージ 8。さらに、胚のグレードもコード化され、グレード 1：Excellent、グレード 2：Good、グレード 3：Poor、グレード

4: Dead の4段階となっている。実質上、グレード4は移植に供されることがないので、3段階のグレードである。胚のステージ別受胎率は、脱出胚盤胞以外では差がなく、桑実胚から拡張胚盤胞の新鮮胚移植で65~70%、凍結胚で55~60%であった。胚が透明帯で覆われている段階では、発育ステージによる受胎率の顕著な差はない。Haslerは、Em Tran社のエチレングリコールを用いた凍結胚の受胎率を72,000個に及ぶ移植実績から解析している。その受胎率は、桑実胚（ステージ4）で54.7%（37,793頭移植）、初期胚盤胞（ステージ5）で55.3%（23,012頭移植）、胚盤胞（ステージ6）で52.1%（10,794頭移植）、拡張胚盤胞（ステージ7）で43.8%（1,229頭移植）であり、胚盤胞や拡張胚盤胞の受胎率は桑実胚や初期胚盤胞より有意に低いことが判明した<sup>2)</sup>。このことから、凍結保護物質として用いたエチレングリコールは、発育ステージの進んだ体内胚に不適であるように考えられるようになった。

一方、エチレングリコールは、その希釈・除去が子宮内で進行されるダイレクト移植には適切な凍結保護物質である。1977年か1978年頃、ケンブリッジ大学のDr. WilmutとDr. Tervitはヒツジ胚凍結実験でエチレングリコールを用い、ガラスアンプル内で凍結した胚を回収後にグリセリン除去のように6段階で希釈しようとした。しかし、最後に移すべき溶液のエチレングリコールを含まないPBSに誤って最初に移してしまった。この時、いくつかのヒツジ胚は驚くことにPBS内で生存していた。このことがエチレングリコールを用いたダイレクト移植法につながった。当時の冷却速度（0.1℃/分）と液体窒素への投入温度（-45℃）では生存

性が低く、ウシ胚への応用が遅れた（1980年、Dr. Tervitと筆者との私信）。さらに、エチレングリコールは胚細胞への毒性が強いと信じられ、融解後速やかに移植することが推奨されている。エチレングリコールは、体内に吸収されると分解・解毒をつかさどる肝細胞に代謝過程で毒性を示す。胚細胞はエチレングリコールの代謝機能を有していないが、エチレングリコールの胚細胞への直接的な毒性ははまだ生理生化学的に検証されていない（2004年Dr. Leiboと筆者の私信）。

#### 6) 胚の保存

胚保存時の温度と保存期間は、生存に大きく影響するのだろうか。新鮮胚を室温で2~7時間、8~18時間あるいは19~24時間保存した時の胚の受胎性に差がない<sup>6)</sup>。また、その後の追跡調査では、凍結前に12時間保存された凍結胚の生存性は2時間保存のものよりも少し下がる傾向にあった<sup>4)</sup>。Em Tran社の輸出胚の実績から、採胚終了から凍結開始までに10分から180分まで要した胚の受胎性には差がなかった。このことから、胚は室温保存時の温度の高・低に関わらず比較的長時間放置しても生存性を損なうことはない結論された。これらの保存温度、時間効果を鑑み、AETA（American Embryo Transfer Association）の定める凍結輸出胚の条件は、凍結開始3時間までの室温保存を認めている。

#### 7) 胚の由来

現在のところ、最も高い受胎率は新鮮体内胚のグレード1の胚からである。一方、凍結胚や人為的に胚操作が加わった胚（切断胚、割球除去胚、遺伝子注入胚、クローン胚など）では、受胎率は下がる。これについて、オランダの

Otter は高ランク胚の受胎率は新鮮胚で 78%、凍結胚で 67% である<sup>17)</sup>と報告している。また、Hasler は、ランク 1 の受胎率は体内新鮮胚で 76%、体内凍結胚で 64% であったが、体外新鮮胚で 56%、体外凍結胚で 42% であった<sup>16)</sup>と述べている。胚の由来によってその受胎性に大きな差がある。すでに 1998 年の報告から 20 年経た現在、体外新鮮胚の受胎率が 60% 台に上昇したが、体外凍結胚は依然として 40% 程度の受胎率である。1980 年代には、胚が切断二分離され、その生存性や発育性が研究された。同時に、一卵性の双子が生産され、生物学的実験の動物として貴重な役割を果たした。マイクロマニピュレーターを用い、桑実期から拡張胚盤胞期の胚を顕微鏡下で切断二分離する方法であった。Takeda らは、切断二分離胚の受胎率は 60% 以上であり、更にコマーシャル ET の条件下での二分離胚から 70% 以上の受胎率が非手術的移植で得られることを示した<sup>18)</sup>。この成績は、切断しない無処置胚と同様の受胎率であった。切断二分離胚は空の透明帯に戻した状態で移植されたが、その後、透明帯内に切断胚を戻すことなく移植しても 57% の受胎率が得られた<sup>19)</sup>。

一時、世界の ET 業界は、体細胞クローン技術のコマーシャル化を進めた。皮膚細胞からの体細胞核移植の研究の結果、移植後 40 日までの受胎率は約 45% であった。しかし、それらの胎子の 70% 以上が早期胚芽死となり消滅し、分娩まで到達できるのは 15% 未満であった。クローン技術は先を争うように日本でも研究に着手されたが、どれひとつとしてクローン事業に結びつくものはなかった。過大子の多さ、流産の多さなど通常では目にすることのない繁殖

の異常性が発生しても、それを積極的に解明しなかった。単純にクローン技術を作って子牛が生産されうるという実証で終わった。

## 5. レシピエントに関する要因

### 1) 品種

ET の初期の頃の調査では、乳用未経産牛の方が肉用未経産牛よりも受胎率が高かったが、経産牛では差がなかった<sup>20)</sup>。これは、直腸からの子宮操作が肉用未経産牛の方が困難であることに起因するのかも知れない。一方、ホルスタイン未経産牛と肉用未経産牛への新鮮胚や凍結胚の移植では受胎率の差がないとの報告もある<sup>4)</sup>。*Bos Taurus* に比較して *Bos indicus* 系では受胎率は格段と低い。これは *Bos indicus* 系が明確な発情徴候を示さないことや子宮頸管が細く、移植器の頸管通過が困難であることにも起因する。*Bos Taurus* 系の肉用経産牛は、肉用未経産牛や乳用未経産牛と同様の受胎率を示す。しかし、乳用経産牛の受胎率は、新鮮胚、凍結胚に関わらず、乳用および肉用の未経産牛、肉用経産牛より低い。乳用経産牛の特徴的な受胎率の低さは、体内胚、体外胚のいずれの移植においても認められている。

### 2) 年齢

レシピエントの年齢が受胎率にどの程度影響しているのか、これまでにたくさんのデータから論じたものはない。発情の規則性の欠除、発情微弱、卵巣機能減弱が年齢とともに進行する。しかし、このようなレシピエントでも発情を示し黄体を形成する時、胚移植で妊娠可能となるケースが多々ある。

### 3) 泌乳

全泌乳期にわたり、同じプログラムを用いた

移植後の受胎性を大規模に調査した例はない。一般的に泌乳初期からピーク時にかけての移植による受胎率は、泌乳末期から乾乳期にかけての受胎率よりも低い。泌乳牛では継続的な人工授精にも関わらず不受胎となっている牛がレシピエントとして提供されるため、泌乳のどのステージがレシピエントとして適切なのかは不明である。

#### 4) 繁殖歴

繁殖上の問題を示した牛は、未経産牛といえども、レシピエントとして好ましくないとされている。しかし、実際の現場では、繁殖上の問題を抱えた搾乳牛であっても、レシピエントとして利用しているのが実情であると思われる。胚移植は様々なステップで構成されており、HACCP 概念に近い技術である。各ステップが正確に、かつ慎重に進められた場合、不妊牛として烙印された個体であっても、しばしば高い受胎率を示すことがある。30 数年前に Tanabe らはリピーター牛に体内胚を移植して 70% の受胎率を得ており<sup>21)</sup>、正常な健康牛での受胎率 82% に匹敵する結果を残している。胚移植が研究段階から商業化しようとする時代に、リピーター牛への救いの方法として胚移植が利用され画期的な成果が報告された。現在では、診療、治療法のサイクルに取り込まれている。

#### 5) 栄養

レシピエントの栄養状態は、受胎率を変動させる最大の要因である。適切なボディコンディションスコア (BCS) 3.0~3.5 が望まれる。特に低 BCS 牛は、低栄養の結果、体型・卵巣・子宮等の発育がともに不良である。一方、高 BCS 牛、例えば飽食状態の肉牛では直腸壁を

はじめ、付着した内臓脂肪は肝臓や各種臓器の代謝性機能不全を起こす。また、ルーメン内で発生する大量のアンモニアは、組織浸透性が高いため卵子・胚・胎子に致命的影響を及ぼす。血中 BUN (尿素態窒素) は、繁殖性を把握する重要な指標である。

#### 6) 発情誘起

ニュージーランドの研究グループの報告<sup>22)</sup>では、PG 処置した乳用経産牛の受胎率は 69% (2,000 頭移植)、自然発情牛では同様の移植頭数で 60% であった。さらに、PG で発情誘起したレシピエントの方が自然発情牛よりも移植後の受胎率は高い<sup>6)</sup>。これは、PG によって誘起される発情の観察がより詳細、正確に日時が把握されているため、移植される胚との同期化が図りやすいことに起因するのかもしれない。PG での発情誘起処理を最大 13 回行ったレシピエントの受胎率は下がることなく、PG 処置回数は受胎率に影響しないことも示されている<sup>6)</sup>。

#### 7) レシピエントと胚のシンクロニー (同期化)

胚移植の商業化にあたり、レシピエントと移植胚のシンクロニーについて、数多くの研究発表がなされた。Em Tran 社の 7,000 頭以上に及ぶ外科移植の結果では、レシピエントの発情 (発情日 = 0 日) がドナーより 12~36 時間進んでいた時の受胎率は 70% 以上であった<sup>6)</sup>。その 14 年後に Hasler は再び膨大なデータをまとめ、レシピエントとドナーとのシンクロニーは前後に 24 時間以内であれば体内新鮮胚・体内凍結胚ともに高い受胎率で安定することを報告<sup>4)</sup>し、これにより胚のシンクロニーに決着がついた。なお、この報告では、乳用の未経産牛と経産牛、肉用経産牛をレシピエントとする場合もそれぞれ ±24 時間の幅で同様の高い受胎性を

示すことがはじめて述べられた。胚回収は発情後あるいは AI 後 7.0~8.0 日で実施されるが、採取された胚の発育ステージは 7 日齢であっても桑実胚から胚盤胞と変動することが多い。過排卵処置による全卵胞が同時に排卵されるわけではなく、超音波検査装置を用いた経時的観察ではおよそ 8 時間かけて排卵が進行している（筆者、未発表データ）。精子が卵管膨大部に到達していれば排卵の順に受精し、成長の進んだ胚盤胞や若い桑実胚が採取されると考えられる。筆者は、ステージ 4 の桑実胚を胚齢 6.5 日と考え、発情後 6.5 日から 7.0 日までのレシピエントに移植するように調整している。凍結胚では、胚の発育ステージとレシピエントの発情後の日数をよりシンクロナイズさせることが必要である。既報のように、±24 時間シンクローと同時に胚の発育ステージを加味したシンクローが重要である。筆者は、ランク B、C の凍結胚は胚の発育ステージより約 1.0 日発情の遅いレシピエントに移植することにより、胚の発育とのズレを調整するように工夫している。凍結精液の授精適期が限定されるのと同様に、凍結胚も同様の時間的制限範囲がある。

#### 8) 黄体

黄体の品質、例えば大きさ・硬さ・内腔の液体の貯留等について、多くの研究成果が受胎性の観点から論じられてきたが、2000 年までに議論はつきた<sup>6,13,23,24,25,26</sup>。レシピエントの黄体を直腸検査や超音波検査で判断しても、受胎率に差はなかった。黄体の液体貯留量を測定しても、移植後の受胎性を予測することはできない。黄体サイズの大きいものは受胎性が良好と判断する根拠はくずれ、黄体の大小は受胎成立と関係がなかった。1977 年頃から 2002 年にかけて、

レシピエントの血中黄体ホルモン濃度が測定された。移植時の黄体ホルモン濃度と受胎、不受胎とは関連がなく、ホルモン濃度で受胎性を予測することは意味がなかった<sup>27</sup>。

#### 9) 移植部位

移植部位についての議論は、2000 年頃までに終了した。黄体側に移植することを基本原則とする。子宮角のどの位置に移植するのがよいのが常に議論されたが、頸管経由法によっておよそ 6,000 頭に移植したデータがこの種の問題に終止符を打った<sup>28</sup>。移植部位が子宮角深部（上部）で 70%、そして中間部で 69% の受胎率であった。しかし、頸管に近い下部（体部より少々先の方）では 60% であった。この場合、グレード 1 の胚は移植部位を選ばず受胎率は高かった。一方、グレード 2 と 3 の胚が子宮角下部に移植された場合、受胎率は下がった。また、子宮角分岐部あたりに移植した時の受胎率は 30% 程度であった。これらの初期の大規模なデータはすべてカスーガン（0.25 ml 用）で得られており、移植器具の高い信頼性がうかがえる。また、胚が子宮角の上部 2/3 以上に移植された時、70% 以上の受胎率が得られることが期待できる。移植子宮角の左右（違い）による受胎率の差はないが、技術者が右手を直腸に入れた時、左子宮角の受胎率が高く、逆に左手を直腸に入れた時、右子宮角の受胎率が高く、左右で数 % の受胎率に差があるという興味深いデータもある。

#### 10) 移植方法

1970 年代から 1985 年頃までは、ET 企業が外科的移植方法と頸管経由移植方法を併用する時代であった。Hasler が発表した Em Tran 社のデータ<sup>6</sup> は、世界の基本となり目標ともなっ

た。外科的手術では子宮角先端から約 1.0~1.5 インチ (2.5~3.8cm) に移植され、受胎率は 80% (3,716 頭移植) であった。このデータを基に当時は頸管経由でも深部注入が必要と考えられた。その結果、カスーガンを用いて 72% (1,600 頭移植) の受胎率が得られた。Em Tran 社が発するデータは、多くの ET 企業の外科的移植方法に別れをもたらした。同時に、IMV 社のカスーガンは誰でも容易に使用できる簡便な移植器具として世界中の ET 技術者に愛用されている。

#### 11) ホルモン剤・薬物

受胎率向上のために黄体ホルモン剤、GnRH 製剤、hCG 製剤が使用されたが、期待された効果はなかった。実験上、ホルモン剤や薬剤が使用されコントロール群よりも有意に改善された報告もみられるが、コントロール群そのものの受胎率が低く、科学的手法 (試験設計) に問題があった。GnRH、hCG、LH あるいは eCG を処置して副黄体を作らせたり、あるいは黄体細胞の分裂・分化増殖をホルモン剤で助長できたとしても、受胎率の改善には至らなかった。レシピエントへの薬物やホルモン剤の投与は、受胎率向上に無縁であった。

#### 12) AI、ET 技術者

同様の器具・器材・胚・そしてほぼ同様のレシピエントを選択しているにも関わらず、技術者間でなぜ受胎率に差が出るのだろうか。スポーツ選手・歌手・役者・音楽指揮者・料理人・外科医、さまざまな職業があるが、多くの技術職はトレーニングを要して一人前になる。ET も同じことであろう。よく話題になるのは、数日間現場を離れて復帰した時、指や腕の感覚が戻りにくいと聞く。これは技術者としてトレ

ニング不足に他ならない。充分以上のトレーニングを積んだ技術者の指や腕は直腸の中で条件反射のごとく動くであろう。薬物をもってレシピエントを受胎しやすくなるように大きく改変、改造することが不可能なことを技術者は知っているはずだ。超音波検査装置も黄体や卵胞の判別に力強い味方であるが、受胎を約束するものではない。受胎させるか不受胎に終わらせるか、胚がそもそも持つ生命力を下げると、重要な結論を技術者が握っている。

#### まとめ

##### 1) 過排卵と体内胚生産

- ① 過排卵による胚生産数は過去 40 年間 1 頭あたり 5~7 個でほぼ一定。ホルモン投与方法、投与回数による採胚数への影響はない。
- ② 約 40 日ごとに過排卵処置を 10 数回反復連続しても、採胚数は一定。
- ③ ドナーの年齢や気象環境は過排卵の反応に少なからず影響する。
- ④ ホルモンへの反応の個体差は大きい。
- ⑤ 品種間で過排卵への反応に差がある。

##### 2) ドナーと胚移植の受胎率

- ① 過排卵由来胚の受胎率は 73%、非過排卵由来胚で 71%。
- ② 過排卵の反応の大きさは移植胚の受胎率に影響しない。
- ③ 健康牛から得られた胚は、治療中の牛の胚よりも受胎率が高い。
- ④ 高泌乳牛から生産された胚のグレードとそれらの胚の受胎率は低い。

##### 3) 胚の形態、グレードと受胎率

- ① 桑実期から拡張杯盤胞期までの受胎率は、

新鮮胚で 65~70%、凍結胚で 55~60%。

- ② エチレングリコール凍結胚の受胎率は 60%にとどかない。

桑実胚・・・54.7% (37,793 頭移植)

初期杯盤胞・・・55.3% (23,012 頭移植)

胚盤胞・・・52.1% (10,793 頭移植)

拡張胚盤胞・・・43.8% (1,229 頭移植)

- ③ グレート`1 の胚の受胎率

新鮮胚・・・76~78%

凍結胚・・・64~67%

#### 4) 新鮮胚の保存

- ① 室温で 24 時間保存しても受胎率は 2~7 時間保存した胚と受胎率は同じ。

- ② 凍結開始前 12 時間保存した胚は 2 時間保存胚よりも受胎率は低い。

- ③ アメリカからの輸出胚は採卵後 3 時間以内に凍結開始。

#### 5) レシピエントと胚移植の受胎率

- ① 乳用未経産牛、肉用未経産牛は新鮮胚および凍結胚移植での受胎率はほぼ同じ。

- ② 乳用泌乳中の受胎率は乳用未経産牛、肉用未経産牛、肉用経産牛の受胎率より有意に低い。

- ③ ボディーコンディションはレシピエントの栄養、健康状態をしめす。低栄養、高栄養牛の受胎率は低い。

- ④ 誘起発情牛の受胎率は 69%、自然発情牛の受胎率は 60%。

- ⑤ レシピエントと胚のシンクロニーは±24 時間の幅がある。

- ⑥ 黄体の大きさ、硬さ、内腔液貯留、黄体容積で受胎を予測できない。

- ⑦ 子宮角の移植部位と受胎率

深部・・・70%

中部・・・69%

浅部・・・60%

子宮角中部から上部への移植で充分

- ⑧ 移植方法と受胎率

外科的移植・・・子宮角先端部で 80%

頸管経由法・・・カスー注入器で 72%

- ⑨ ホルモン剤、薬物

CIDR、GnRH、hCG、LH、eCG、bST、メグルミンなどは受胎率向上の効果はない。

#### 6) 技術者と受胎率

受胎率を最も変動させる要因。0%~100%。

去りゆく歴史の中で・・・杉江 侑 博士、Dr. R. P. Elsdén

国際胚移植学会は 1982 年から毎年胚移植の研究者の中で多大の貢献をした人物に Pioneer Award を授与している。1986 年、第 5 回目の Pioneer Award に日本人として初めて杉江 侑 先生が輝いた。私は大学院を修了し国内に職もなく紆余曲折しそうな人生を歩み始めた頃、コロラド州立大学 (CSU) から胚移植の研究者として雇用された。杉江先生は「アメリカのために頑張る日本人になれ」とおっしゃって、私達家族のコロラド行きをバックアップして下さった。CSU の私の上司の一人、Dr. R. P. Elsdén も一時、農水省の杉江ラボで採胚と移植の技術を学んだ。Dr. Elsdén は 1985 年、イギリスの Dr. Rowson が Pioneer Award を受賞した直後、来年は Dr. Sugie をこの賞にノミネートさせたいが、日本人としてどう思うかと問いかけてきた。翌年、Dr. Sugie と Dr. Elsdén は 10 数年の時を経て国際胚移植学会の舞台上で再会した。ドラマのようなシーンだった。



Betteridge の総説<sup>29)</sup>の中で、Niwa, Sugie, Soma and Nishikawa<sup>30)</sup> は世界に先駆けヤギ胚移植を成功 (1960 年) させているが、日本語論文であったため、先駆者として名は広まらなかったと記述している。その後、Dr. Sugie は 1965 年に外科手術によらず、頸管バイパス法で子宮内に胚を移植して初の産子を得たと発表した<sup>31)</sup>。この研究によって非手術的移植方法が様々な角度から世界中で研究・実践され、まさしく Pioneer であった。杉江先生を師と仰いだ私の恩師、Dr. Elsden は 2018 年、84 才で白血病のため生涯を閉じた。Dr. Elsden との出会いから 38 年、CSU で彼から学んだ子宮洗浄・胚ハンドリング・外科的移植法などいろいろなことが、今ある自分の揺らぎなき人生を支えている。私は帰国後、全農の受精卵移植研究室の設立を手伝った。そして、最後に自らも認定農業者になり、胚移植での牛づくりを行っている。2005 年、栃木県壬生町で開催された第 12 回栃木全共に旭川の酪農家とともに胚移植で創出した母子 2 頭を出品した。母はリザーブブランドチャンピオン、娘はインターミディエートの名

誉賞を受賞した。胚移植で生産された母子がそろって最高の賞を獲得したのは全共の歴史ではじめてであった。壬生町は杉江先生の生誕の地であり、血液をつなげる胚移植が人と人をつなげる技術でもあると、先生の誕生の地で感じた。杉江先生の胚移植成功の発表から 40 年が経っていた。

#### おわりに

胚移植技術について、John. F. Hasler の文献を中心に、何が信頼できる数値なのかを探ってきた。当時、世界の ET 技術の最先端を走り、洗練された技術者をかかえた Em Tran 社が発した信頼度の高いデータは、伝説として、この業界のスタンダードとなっている。彼等の膨大なデータは、胚移植の受胎率は既にベースラインが 80% 以上であるということ、この受胎率は外科手術であっても、また 1 本の単純な頸管経由の移植器であっても得られるということ、移植部位は子宮角の半分程度の位置で十分な受胎率が得られるということ、シンクロニーは±12~24 時間でよいということ、黄体の形状や大きさ

で受胎性を論じるのは無意味であること、を示している。さらに、受胎率を下げる決定的な要因は二つしかない。一つは栄養と管理、そして二つ目の最大の要因は、本来胚が持つ80%以上の受胎能を下げる技術者自身である。受胎率が下がらないようにホルモン剤や薬物に依存するのは意味がない。日本の受胎率の低さの原因はどこにあるのか自然と見えてくる。何故、70%の受胎率に届かないのだろうか。すべての責任を器具・ウシ・胚におしつけていないだろうか。胚はいつも、愛をもって夢を与え続けている。それを受けとめ、感じ取れる技術者になって行けばよいと、私は今もそう思っている。そこには、生命（いのち）の扉があるのだから。

## 謝辞

本稿の執筆の機会を与えて頂きました日本家畜人工授精師協会に感謝いたします。

## 文献

- 1) Hasler JF: Bovine embryo transfer: Are efficiencies improving? Proceedings, Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle. Dec3-4 Sioux Falls, SD (2012)
- 2) Hasler JF: Effect of embryo stage on pregnancy rate following direct transfer of bovine embryo frozen in ethylene glycol. *Reprod. Fertil. Dev.*, 24, 131 (2012)
- 3) Hasler JF: The Holstein cow in embryo transfer today as compared to 20 years ago. *Theriogenology*, 65, 4-16 (2006)
- 4) Hasler JF: Factors affecting frozen and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle. *Theriogenology*, 56, 1401-1415 (2001)
- 5) Hasler JF: Current status and potential of embryo and reproductive technology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 75, 2857-2879 (1992)
- 6) Hasler JF, McCauley AD, Lathrop WF, et al: Effect of donor-embryo-recipient interactions on pregnancy rate in a large scale bovine embryo transfer program. *Theriogenology*, 27, 139-168 (1987)
- 7) Hasler JF, McCauley AD, Schermerhorn EC, et al: Superovulatory responses of Holstein cows. *Theriogenology*, 19, 83-99 (1983)
- 8) Looney CR: Superovulation in beef females. *Proc. of the AETA 5th Annual Convo*: 16-32 (1986)
- 9) Hasler JF, Bilby CR, Collier R.J, et al: Effect of recombinant bovine somatotropin on superovulatory response and recipient pregnancy rates in a commercial embryo transfer program. *Theriogenology*, 59, 1919-1928 (2003)
- 10) Hasler JF, D. Hockley: Efficacy of hyaluronan as a diluent for a two injection FSH superovulation protocol in *Bos taurus* beef cows. ICAR, (2012)
- 11) Tribulo A, Rogan D, Tribulo H, et al: Superovulation of beef cattle with a-split-single intramuscular administration of Folltropin-V in two concentrations of hyaluronan. *Theriogenology*, 77, 167-1689 (2012)
- 12) Steal R, Hasler J.F: Pregnancy rate resulting from transfer of fresh and frozen Holstein and Jersey embryos. *Reprod. Fertil. Dev.*, 16, 182-183 (Abstr.) (2004)
- 13) Coleman DA, Dailey R.A, Leffel, RE et al: Estrous synchronization and establishment of pregnancy in bovine embryo transfer recipients. *J. Dairy Sci.*, 70, 858-866 (1987)

- 14) Saacke RG, Dalton JC, Nadir S, et al: Relationship of seminal traits and insemination time to fertilization rate and embryo quality. *Anim. Reprod. Sci.*, 60-61, 663-677 (2000)
- 15) Jousan FD, Utt MD, Whitman SS, et al: Effects of varying the holding temperature and interval from collection to freezing on post thaw development of bovine embryos in vitro. *Theriogenology*, 61, 1193-1201 (2004)
- 16) Hasler JF: The current status and potential of embryo transfer in domestic animals, with an emphasis on the bovine. *J. Anim. Sci.* 76 (suppl. 3). 52-74 (1998)
- 17) Otter T: Pregnancy rate of fresh and frozen-thawed cattle embryos. *European Embryo Transfer Association*, 10, 222 (Abstr.) (1994)
- 18) Takeda T, Hollwell SV, McCauley AD, et al: Pregnancy rates with intact and split bovine embryos transferred surgically and nonsurgically. *Theriogenology*, 25, 204 (Abstr.) (1986)
- 19) Kippax IS, Christie WB, Rowan TG: Effects of method of splitting, stage of development and presence or absence of zona pellucida on fetal survival in commercial bovine embryo transfer of bisected embryos. *Theriogenology*, 35, 25-35 (1991)
- 20) Putney DJ, Drost M, Thatcher WW: Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. *Theriogenology*, 31, 765-778 (1989)
- 21) Tanabe TY, Hawk HW, Hasler JF: Comparative fertility of normal and repeat-breeding cows as embryo recipients. *Theriogenology*, 23, 687-696 (1985)
- 22) Macmillan KJ, Day AM: ProstaglandinF<sub>2</sub> $\alpha$  fertility drug in cattle? *Theriogenology*, 25, 172 (Abstr.) (1986)
- 23) Donaldson LE: Recipients as a source of variation in cattle embryo transfer. *Theriogenology*, 23, 188 (Abstr.) (1985)
- 24) Remsen LG, Roussel JD: Pregnancy rates relating to plasma progesterone levels in recipient heifers at day of transfer. *Theriogenology*, 18, 365-372 (1982)
- 25) Looney CR, Oden AJ, Massey JM, et al: Pregnancy rates following HCG administration at the time of transfer in embryo-recipient cattle. *Theriogenology*, 21, 246 (Abstr.) (1986)
- 26) Spell AR, Beal WE, Corah LR, et al: Evaluating recipient and embryo factors that affect pregnancy rates of embryo transfer in beef cattle. *Theriogenology*, 56, 287-297 (2001)
- 27) Hasler JF, Bowen RA, Nelson L.D, et al: Serum progesterone concentrations in cows receiving embryo transfers. *J. Reprod. Fertil.*, 58, 71-77 (1980)
- 28) Beal WE, Hinshaw RH, Whitman SS: Evaluating embryo freezing method and the site of embryo deposition on pregnancy rate in bovine embryo transfer. *Theriogenology*, 49, 241 (Abstr.) (1998)
- 29) Betteridge KJ: A history of farm animal embryo transfer and some associated techniques. *Anim. Reprod. Sci.*, 79, 203-244 (2003)
- 30) Niwa T, Sugie T, Onuma H, et al: Experiments on the transplantation of fertilized ova in the goat. *Jpn. J. Anim. Reprod.*, 5, 151-152 (1960)

- 31) Sugie T: Successful transfer of a fertilized bovine egg by non-surgical techniques. J. Reprod. Fertil., 10, 197-201 (1965)

# ブタ人工授精の技術革新

## ～少ない回数+少ない精子数=高い繁殖成績～

広島大学大学院生物圏科学研究科  
教授 島田 昌之

### はじめに

ブタの人工授精は、注入精子数が多い、1発情当たり複数回の注入が必要、液状精液の保存期間が限定されるなど、多くの解決すべき問題点がある。私達（広島大学と大分県農林水産研究指導センター）は、高い繁殖成績が得られる凍結精液技術を確立し、遺伝資源保存としての利用価値を高めることに成功した。しかし、日常の生産に凍結精液を用いるのはコスト的に難しいのが現状であり、液状精液の人工授精についても技術革新を目指している。そのアプローチとして、精液のみに着眼するのではなく、雌の繁殖生理にも目を向けることで、周年で同一タイミング+少ない回数+少ない精子数=高い繁殖成績、という式を得ることに成功した。本稿では、この真逆のような公式が成り立つ科学的エビデンスを示すとともに、高効率な人工授精プログラムについて紹介する。

### 1. 人工授精適期の季節変動と環境変化

種付けをいつ行えば、受精卵がたくさん得られるか（産子数が最大となるか）？は、各農場の生産成績に直結する。調べる方法としては、人工授精を異なるタイミング1回だけ行い産子数を数えることであるが、それでは生産頭数が

激減するリスクと向かい合わなければならない。そこで、生産頭数を減らさずに人工授精適期を知るため、異なる3頭の種雄豚（A、B、C）から精液を採取し、それを母豚aには発情発見日の夕方にAの精液、翌日の午前中にBの精液、翌日夕方にはCの精液を人工授精する。母豚bには発情発見日の夕方にB、翌日の午前中にC、翌日夕方にはAを人工授精する。産子が得られた後に子豚の尻尾からDNAを抽出して、父親判定を行うという、間接的手法を考案した。これにより精液の個体差ではなく、人工授精のタイミングの違いを知ることができ、いつ精子を注入すると産子が得られるかが生産に影響せず解明できる。

全国15農場で、夏と秋に種付け試験を行った結果、季節により種付け適期が変わる農場と変わらない農場があった（図1）。そこで、農場に聞き取り調査をしたところ、開放系豚舎は季節変動し、ウインドレス豚舎は季節変動がないことがわかった。面白いことに、同じ系統の母豚にもかかわらず、ウインドレス豚舎間で周年で種付け適期が異なるという事例が見られた。餌も同一、水も同じ、照明のタイマーのセッティングも同じであったが、照明がLEDと蛍光灯という違いがあった。開放系豚舎では季節

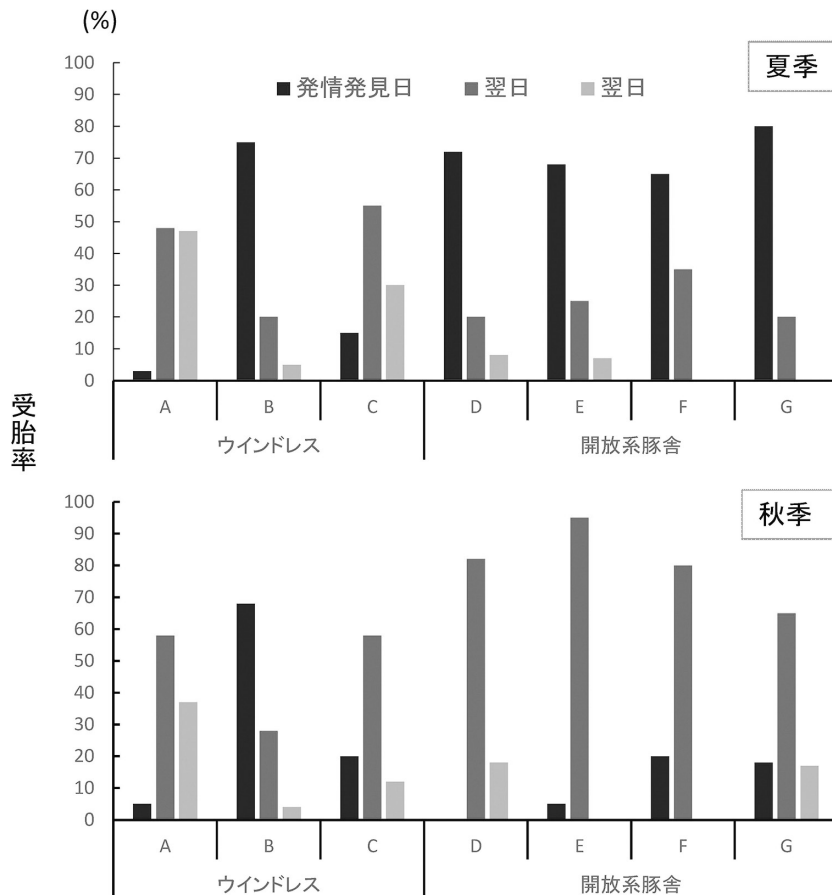


図 1 ウインドレス豚舎および開放型豚舎で飼養されたブタの夏季と秋季における種付け適期の比較

変動があり、ウインドレスでも照明の違いにより種付け適期が異なるということは、種付け適期は光環境に大きく影響を受けることを示している。

## 2. 光環境とホルモン

そもそも種付け適期とは何か？というところ、排卵が起こるタイミングである。卵巣から受精の場である卵管へと排出された卵は受精まで待機している。しかし、その待機時間には限界があり、精子は排卵が起こっている間、常に卵管に存在しなければいけない。多胎であるブタは複数の卵が排卵されるが、排卵が同時期に起これば種付け適期は1回であるのに対して、時間がずれながら排卵されると精子の生存時間を限界

点として、複数回注入しなければならない(図2)。このタイミングと回数を決定づける排卵現象は、脳の下垂体が分泌する黄体形成(化)ホルモン(Luteinizing Hormone, LH)により誘起されることから、種付け適期を決めるのはLHの放出タイミングとも言い換えることができる。上記の全国試験において、夏とLED照明では発情発見日の夕方と翌日午前の種付けが適期であった。一方、秋と蛍光灯照明では、発情発見日翌日の午前と夕方が適期であった。言い換えると、強い光はLH分泌を高めて、弱い光ではLH放出が脆弱である可能性が示された。

2つのウインドレス豚舎において光環境をモニタリングした結果、LED照明と蛍光灯照明では光の強さを表すルクスは変わらなかった

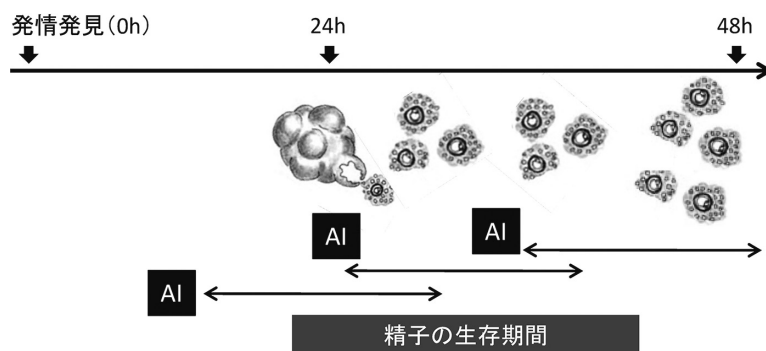


図 2 ブタにおける注入精子の生存時間と排卵のタイミングを考慮した3回の人工授精

が、LED 照明環境では短波長である青色波長が検出された。この青色波長は、スマートフォンや液晶モニターからも発せられる波長（ブルーカラー）であり、夜にこの波長を浴びると、寝つきが悪くなるといわれている。この理由は、青色が視神経を刺激することで松果体に作用し、その結果、睡眠誘導作用を持つメラトニンを分解するためである。メラトニンは、明るい環境（昼間）では合成されず、消灯後（夜間）に松果体から分泌されて血中濃度が高まる物質で、この日内変動により全身の細胞が1日（日周期）を理解している（時計遺伝子の調節）。面白いことに、昼間に強い光刺激を受けると消灯後のメラトニン濃度が高くなることも知られていることから、LED 照明と蛍光灯照明により母豚の血中メラトニン濃度が異なっているのではないかと推察した。そこで、消灯1時間後、点灯1時間後に母豚から採血を行いメラトニン濃度を測定した結果、LED 照明では点灯後に急速にメラトニンが分解され、消灯後は急激にメラトニン濃度が高まっていた。

### 3. LED 照明によるホルモン剤を使わない排卵同期化法

メラトニンと LH との関係については、鳥類

において負の関係が報告されている。LH は、視床下部から分泌される GnRH というホルモンで分泌が促進され、GnRI により分泌が抑制されるという制御下にある。GnRH は、卵巣から多量のエストロゲンが分泌されるとその分泌間隔が短くなり（パルス頻度が高まり）、大量の LH 放出を引き起こす。したがって、卵巣で十分に卵胞が成長すると多量のエストロゲンが合成されるので、排卵が誘導されるわけである。一方、メラトニンは GnRI 分泌を促進するので、夜間に LH 分泌は起こらない仕組みになっている。言い換えると、夜間にため込まれた LH が、朝、光刺激によりメラトニンが急激に分解されることにより、一過的に放出されるとも説明できる。そこで、発情発見日朝の点灯1時間後に採血を行い。血中 LH 濃度測定を行った。その結果、上記モデルの通りに、LED 照明環境では発情発見日朝の LH 濃度が蛍光灯照明環境の母豚に比較して著しく高い値であった。

LH は、十分発達した胞状卵胞（排卵前卵胞）の顆粒膜細胞に発現する LH 受容体に作用し、排卵現象を引き起こす。排卵現象には、エストロゲン合成抑制とプロゲステロン合成促進による黄体形成も含まれ、LED 照明下では発情発見日朝の点灯後にエストロゲン濃度低下とプロ

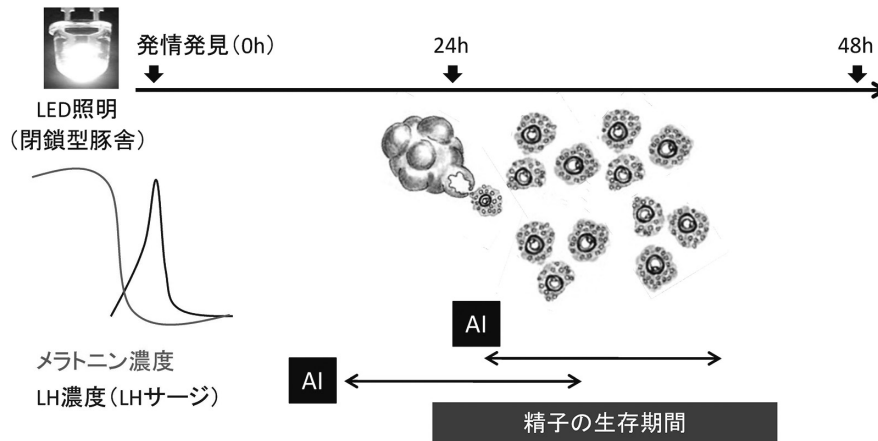


図 3 LED 照明閉鎖型豚舎で飼養されたブタの発情発見日朝のメラトニン濃度の低下と強い LH サージによる早期同調排卵による人工授精回数の削減

ゲステロン濃度上昇も認められたことから、強い LH の刺激が卵巣に作用していることが確認された。発情発見日には、卵巣には 20 個近い排卵前卵胞が発育しているが、1 つ 1 つの卵胞において顆粒膜細胞で発現する LH 受容体の量や卵胞周囲の血管の発達程度が異なっている。このことから、LH の血中濃度が低い場合、十分に卵胞内に LH が供給されない、あるいは、LH が供給されても反応しにくい卵胞が現れることになる。そのために、蛍光灯環境では LH 放出量が少なく反応性が高い卵胞から排卵が開始されていくために、種付け適期は遅くなったと考えられた。反対に、LED 照明では、LH 濃度が高いため、いずれの卵胞にも同時に作用して排卵が早期に同調化され、発情発見日夕方と翌日午前という早いタイミングが人工授精適期となっていると考えられる (図 3)。

このように、光環境の違いで排卵のタイミングが変わり、光環境を調整すれば周年で同じタイミングの人工授精が可能となり、人工授精回数を 2 回に削減することができる。どちらのタイミングに合わせてもよいと考えられるが、LED 照明による人工授精適期の早期化は総産

子数を増やすという付随効果も得られる。これは、LH 放出のメカニズムが卵胞発育を促す FSH にも当てはまるため、LED 照明下では離乳後の FSH 分泌が亢進され、育つ卵胞数が増加した結果である。実際、発情発見日前日までの血中エストロゲン濃度が高まっていることから説明できる。5,000 頭規模での実証試験において、蛍光灯照明から LED 照明への変更により人工授精回数を 3 回から 2 回に削減したにもかかわらず、受胎率は変化せずに産子数が 3.8% 増加した。

#### 4. 早いタイミングで少ない精子数による人工授精の重要性

LED 照明に変更することで人工授精回数を発情発見日の夕方と翌日午前中の 2 回に削減できるわけだが、それでも翌日の午後に精子を注入すると産子数が少なくなる危険性がある。したがって、人工授精の回数は 2 回に削減できるのではなく、LED 照明では 2 回にしなければならない。これは、排卵が早期に起こる = 黄体が早くに形成されるため、高まった血中プロゲステロン濃度により子宮内に白血球が浸潤する

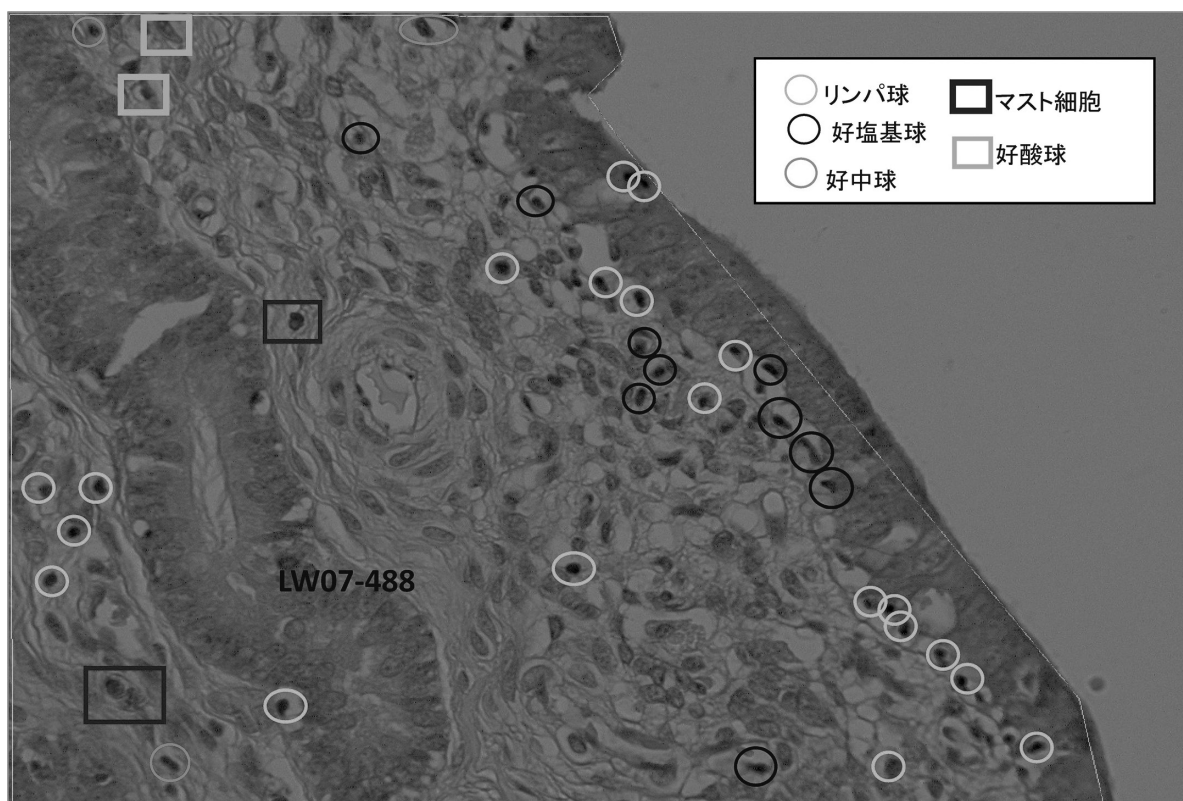


図 4 発情発見翌日夕方におけるブタ子宮内膜の染色像。子宮内腔側の上皮細胞直下に多数のリンパ球と好塩基球が観察される。

ことに起因している。子宮は、外側から筋層、内膜層、上皮細胞があり内腔に面しているが、プロゲステロン上昇後は上皮細胞直下の内膜層に多数の白血球が局在している（図4）。異物が侵入してくると白血球が内腔に移動し、異物を貪食するだけでなく、サイトカインを分泌して炎症を引き起こす。精子は、雌にとって異物であるため、白血球が多いタイミングでの精子注入は子宮内に炎症を引き起こす要因となる。実際に人工授精後に内腔内容物を回収し、白血球数を数えた結果、発情発見後の時間経過とともに白血球数が著しく増加し、その多くが精子を貪食していた。この子宮内の炎症と妊娠の関係であるが、私達は凍結精液の人工授精において、劇症性炎症が注入直後に起こること、抗炎症薬を同時注入すると炎症が抑制され、その結

果、産子数が増加することを明らかとしている。この時の炎症は、精子自身だけでなく、凍結精液の成分（卵黄やグリセロール）に起因するが、通常的人工授精でも遅いタイミングに多数の精子を注入することで炎症が誘起され、産子数が低下する可能性がある。

## 5. 注入精子数を少なくする方法

ドーズ（一度の人工授精で注入する精液量）当たりの精子数を削減する方法として、① 深部注入により精液量を削減することで必要精子数を減少する方法、② 通常のスポンジカテーテルを用いて精液量は変えずに精子濃度を削減する方法、がある。上記の精子が引き起こす子宮内炎症が産子数低下の主要因との説からすると、深部注入は炎症リスクを伴うので、希釈率



図 5 グルタチオン合成メカニズムと子宮内腔環境中の含有量.

⇨ 反応ステップ

Ser (セリン), Glu (グルタミン酸), Gly (グリシン)

良好環境は, 良好な精子運動性を示す子宮内腔粘液

↑ 高濃度含有

を上げる方法の開発を試みた。

重要なポイントは、子宮内に精液は直接注入されるが、受精の場である卵管には精子のみ上向することである。そして、精子は卵管上皮細胞に接着して排卵を待つため、この間の精子生存時間は精液の精漿成分や希釈液に直接的な因果関係はない。卵管へ数多くの精子を上向させる条件は、精子の形態が正常であること、つまり子宮内で精子がストレスを感じずに卵管へ上向させることである。

## 6. 子宮内の精子正常性と子宮内環境の関係

精子が形態損傷を起こさずに子宮内を素早く通過する条件を解明するために、自然交配3時間後の子宮内容物をウシの受精卵回収用バルーンカテーテルを用いて採取し、その精子運動性を指標として良好環境と不良環境に区分した。良好環境とは、精子が直進運動性を示す子宮内腔粘液であり、不良環境とは精子の運動性が停止したものである。これら粘液中の栄養基質の二群間比較を網羅的に行うため、同時に3,000種類の栄養基質を検出するメタボローム解析を行った。その結果、良好環境では嫌氣的解糖系に利用される栄養基質（グルコースなど）は少量であるが、有酸素運動を導く因子が高濃度検出された。さらに、不良環境では良好環境と比

較してアミノ酸含有バランスの乱れが認められた。少量しか含まれないアミノ酸として、グリシンとメチオニンが検出された。それらと両者に含有するアミノ酸とから、良好環境では精子は抗酸化因子であるグルタチオンを合成するが、不良環境では合成がほとんど認められない可能性が示された（図5）。

## 7. 精子の直進運動性と有酸素運動、抗酸化因子の関係

嫌氣的解糖系と有酸素運動は、エネルギー（ATP）生産方法の違いである。精子において、前者は尾部全体でグルコースを利用してATP生産を行い、精子尾部を構成する微小管の滑り込み運動を誘起することで、尾部全体が大きな振幅運動を行う結果、精子はジグザグ様の奇跡を描く。このような運動パターンは、ハイパーアクティベーションとも呼ばれ、受精能獲得した（キャパシテーションした）精子が示す運動パターンである（図6A）。一方、有酸素運動はミトコンドリアにおけるTCAサイクル（クエン酸回路）と電子伝達系によるATP生産で、この生産過程で酸素を利用する。精子のミトコンドリアは、中片部（頭部直下）にあることから、この部分はミトコンドリア鞘とも呼ばれている。ブタ精子では、ミトコンドリアが頭部と

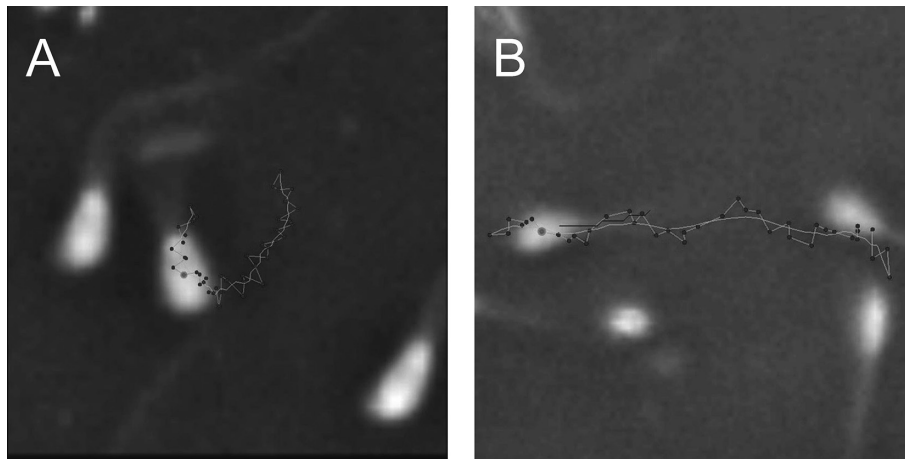


図 6 精子運動パターン  
 高グルコース環境下では尾部を大きく振幅させジグザグ用の軌跡を描く (A)  
 低グルコース環境下では有酸素運動により頭部振幅回数が多し直進運動を示す (B)

尾部の接合部のわずかな部位に局在するという特徴を有していることから、有酸素運動では精子尾部はほとんど振幅せず、頭部が激しく振動する (図 6B)。このような精子運動パターンの特徴から、精子の曲線速度が速く、振幅幅が広い時は、精子はグルコースを嫌氣的に利用している (酸素を必要としない) 状態で、頭部振幅回数が多く、直進速度が速い時は精子が有酸素運動している状態と判断できる。

低グルコース培養液を用いて通常酸素飽和環境下で精子を培養した時、精子は直進運動を示す。この時、精子の直進運動速度は 4 時間まで速いが、6 時間で低下する。この 6 時間において、ミトコンドリアにおける活性酸素の産生が高まり、ミトコンドリア内が急速に酸化状態になることが明らかとなった。これは、有酸素運動の宿命であり、電子伝達系で膜電位が生じ、それを利用して ATP が産生されるが、その過程で活性酸素が副産物として産生されるからである。活性酸素は、ミトコンドリアで ATP 産生に必須な酵素を酸化し、その酸化により酵素は分解される。上記で不良子宮環境では合成さ

れないと予測されたグルタチオンは、非常に酸化されやすい物質で、ミトコンドリア内の酵素よりも先に酸化されることで酵素の安定性を担保する働きがある。実際に、培養液中にグルタチオン合成の基質となるグルタミン酸やグリシン、システインを添加した時、精子の直進運動性を長期間維持することができる。

#### 8. 嫌氣的解糖系によるハイパーアクティベーションとその持続時間

高グルコース環境では、精子は尾部を激しく振幅するハイパーアクティベーション状態を呈する。このハイパーアクティベーションは不可逆的な運動パターンで、精子はその後に運動を停止する運命にある。これは、精子尾部で嫌氣的解糖系が活性化されるとグルコースからピルビン酸が合成され、その過程で ATP が産生されるわけだが、普通の細胞であれば、細胞質で嫌氣的解糖系が生じ、ピルビン酸はミトコンドリアで有酸素運動に利用される。しかし、精子尾部にはミトコンドリアがほとんどないため、ピルビン酸は利用されずに乳酸へと変換され

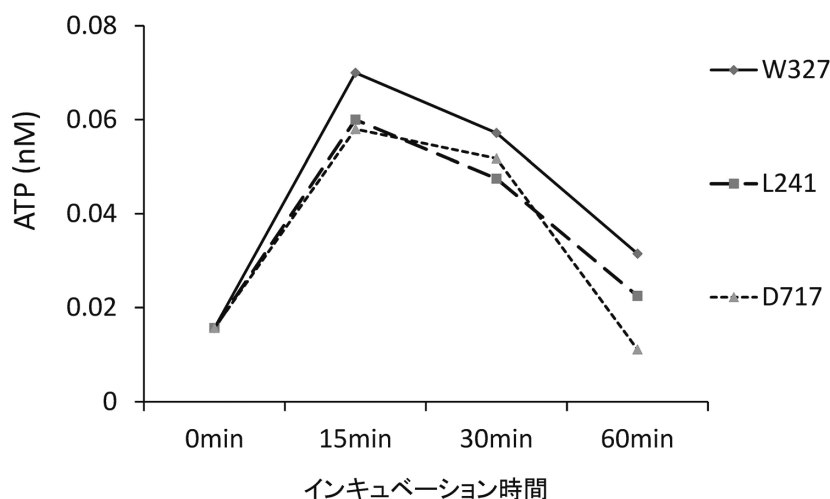


図 7 グルコース濃度の高いブタ精漿を用いてマウス精子をインキュベーションした時のエネルギー量 (ATP 濃度) の変化

る。乳酸は pH が低いため、精子内の pH が低下し、そのストレスにより運動を停止する。

射出精液を希釈せず原精液のまま 37℃で加温 (インキュベーション) した時、射出直後に精子が激しい運動性を示した精液はグルコース濃度が高く、精子が持続的に直進運動する精液ではグルコース濃度が低いという結果が得られた。また、この精液の精漿を回収し、マウス精子を培養するバイオアッセイにおいても、グルコース濃度の高い精漿ではマウス精子は 30 分以内に ATP 産生が急上昇して激しい運動を行った後、60 分の時点で ATP 産生が低下して運動を停止したことから、子宮を通過する持続的運動には低グルコース環境による直進運動の重要性が示された (図 7)。

## 9. 子宮内で精子を直進運動させる新規開発精液希釈液

モデナ液や BTS 液、およびそれらの派生商品が、ブタ精液の希釈、液状精液保管、人工授精に利用されている。これらは、グルコース濃度が食後の血中グルコース濃度と比較して著し

く高い 100mM 以上含まれており、37℃で希釈精液を加温すると精子は激しいジグザグ運動を行う。これらの希釈液を用いる時は、温度を下げながらの段階的希釈が必要であるが、その理由は、高温で最終希釈を行うと精子の嫌氣的解糖系が活性化され、一過的な激しい運動後に死滅する希釈ショックが起こるからである。また、これらの希釈液では、子宮内で精子が激しく運動するため、卵管への上向率が高くないと予想されることから、多数の精子を人工授精で注入する必要があると考えられる。

そこで、子宮内で精子に直進運動をさせることで少数精子でも十分な繁殖成績が得られる希釈液の開発を試みた。その結果、グルコース添加量を 2 割にまで削減し、その代替栄養素として有酸素運動の基質となる成分を添加することで、精子の直進運動性が著しく改善され、それが長時間持続された。1 回の注入あたり 20 億匹に精子数を削減しても受胎率の低下は見られず、注入回数を 3 回から 2 回に変更しても産子数がモデナ液のそれに比較して 5% 増加した。

有酸素運動をさせる精液希釈液では、希釈

ショックが起こらないことから、射出精液は精子検査後直ちに最終倍率に希釈することができる。そして、30分の室温放置後、15℃前後のインキュベーターで保管することができ、大幅な希釈作業の時間短縮が可能となる。さらに、この希釈液は、グルコース濃度が低いために高い温度で最終希釈を行っても精子がハイパーアクティベーション状態に入ることはなく、希釈工程で精子機能・形態が変化することもないことを示している。

このように、新規に開発した精液希釈液は、簡便な希釈手法であるダイレクト希釈を可能とし、精液の個体差や季節差を解消し、希釈精液の品質が高く維持されるようになった結果、長期間保管後でも精子運動性が低下することがほとんどない安定性も示し、この安定性が産子数のバラツキを少なくすることで平均産子数の増加

に寄与している。

#### おわりに

人工授精は雄側（精液性状）+雌側（排卵のタイミング）+技術（希釈液と注入）の複合体であり、1つの改善だけでは繁殖成績の向上と人工授精の効率化は達成できない。本稿で紹介した①LED照明による排卵時期の早期同期化、②それによる少数回数の人工授精、③炎症を引き起こさない少数精子注入のための希釈液、という3つの技術で、必要精子数を半減させ、作業時間も短縮し、それでも成績が向上する人工授精法の開発に成功した。このような一体的な技術開発が重要であり、ブタ人工授精の更なる成績向上と付加価値アップに向けて研究を続けている。

# ピックアップ！乳用牛群検定情報 その1 ～乳用メス子牛の生産動向について～

一般社団法人家畜改良事業団  
情報分析センター部長 相原 光夫

## 1. はじめに

家畜改良事業団では、昭和50年より乳用牛群検定事業を実施しています。乳用牛群検定は、全国で半数を超える約7,700戸の酪農家が参加する酪農の大きな柱となる事業です。牛群検定は月に1回検定員が酪農家の搾乳に立会し、乳量、乳成分サンプル、繁殖、飼料給与等を調査することから成り立ちます。こういった酪農の基本データから、①飼養（健康）管理、②繁殖管理、③乳質・衛生管理、④遺伝的改良、と極めて広範囲なデータ解析を行い、検定農家にフィードバックしているものです。

今回から、乳用牛群検定の膨大なデータから農家をはじめ、獣医師、授精師、関係技術者の方々に役立てられる情報をピックアップして紹介していきたいと思えます。

## 2. 初妊牛価格

子牛価格がやや落ち着きを戻したようですが、まだまだ予断を許さない状況です。ホクレンの「北海道乳牛産地だより」では、平均価格85万3千円で前月差4万9千円安とのこと（日刊酪農経済通信12月10日号）。言うまでもなく、需要と供給の関係から、初妊牛価格は上場される頭数に大きく影響されます。

現在、このような高値に対応するために、子牛を沢山生産できるよう様々な取り組みが行われています。

## 3. 乳用メス子牛の生産状況

独立行政法人家畜改良センターのホームページには、耳標装着時の出生報告を集計した値が公表されています。図1は、その値を編集しグラフ化したものです。ただし、平成30年度については未だ公表されていないため、乳用牛群検定全国協議会が予測したものです。これによりますと、平成25年度以降、乳用メス子牛の生産は減り続け、初妊牛価格の高値の一因となっていました。その乳用メス子牛は平成29年度に増加に転じ、平成30年度はさらに増頭する見込みとなっています。この状況の大きな要因は性選別精液の利用にあるのは明らかで、オス子牛の出生は一貫して減少し続けています。乳用牛群検定における出生子牛の性比は、図2に示したように、平成25～26年でオスメス逆転しています。

なお、予測情報は乳用牛群検定全国協議会がHP上で毎月公開しているものであり、だれでも閲覧することができます。ここで紹介したものの以外には、交雑種生産頭数、ETによる黒毛

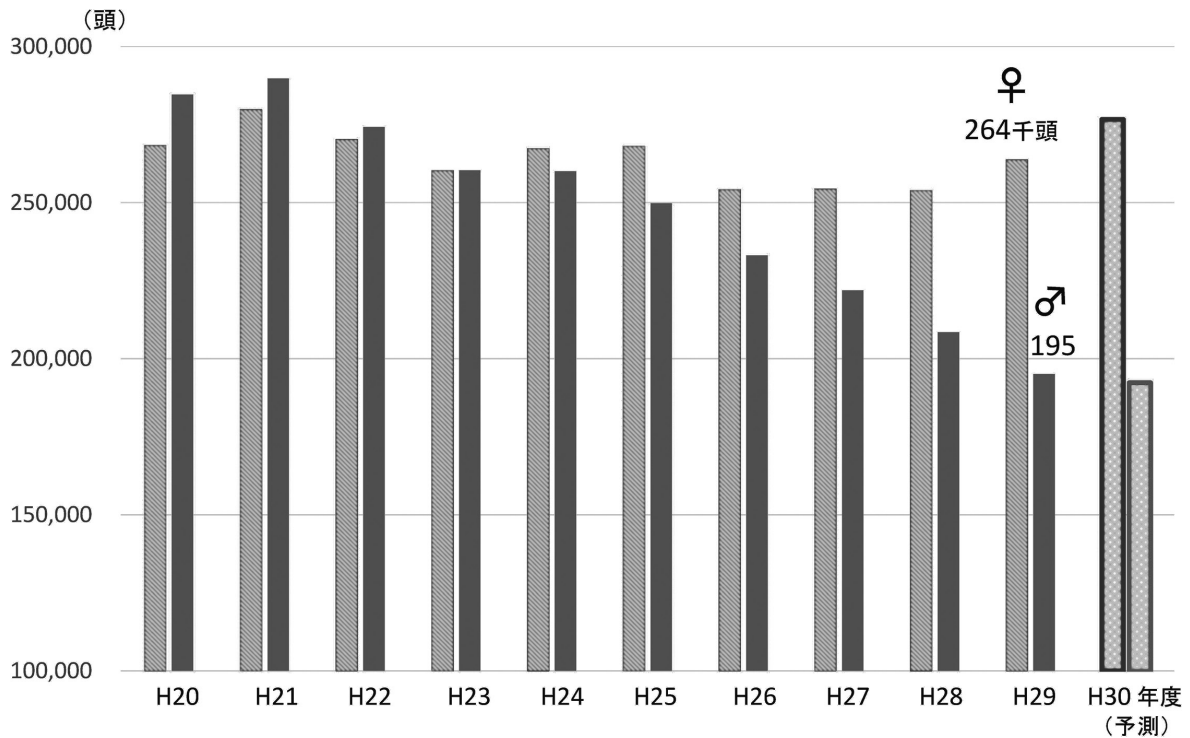


図1 最近の乳用種子牛の出生動向および予測 (全国)  
 (出典) 乳用牛群検定全国協議会 HP <http://liaj.or.jp/kyogikai/>

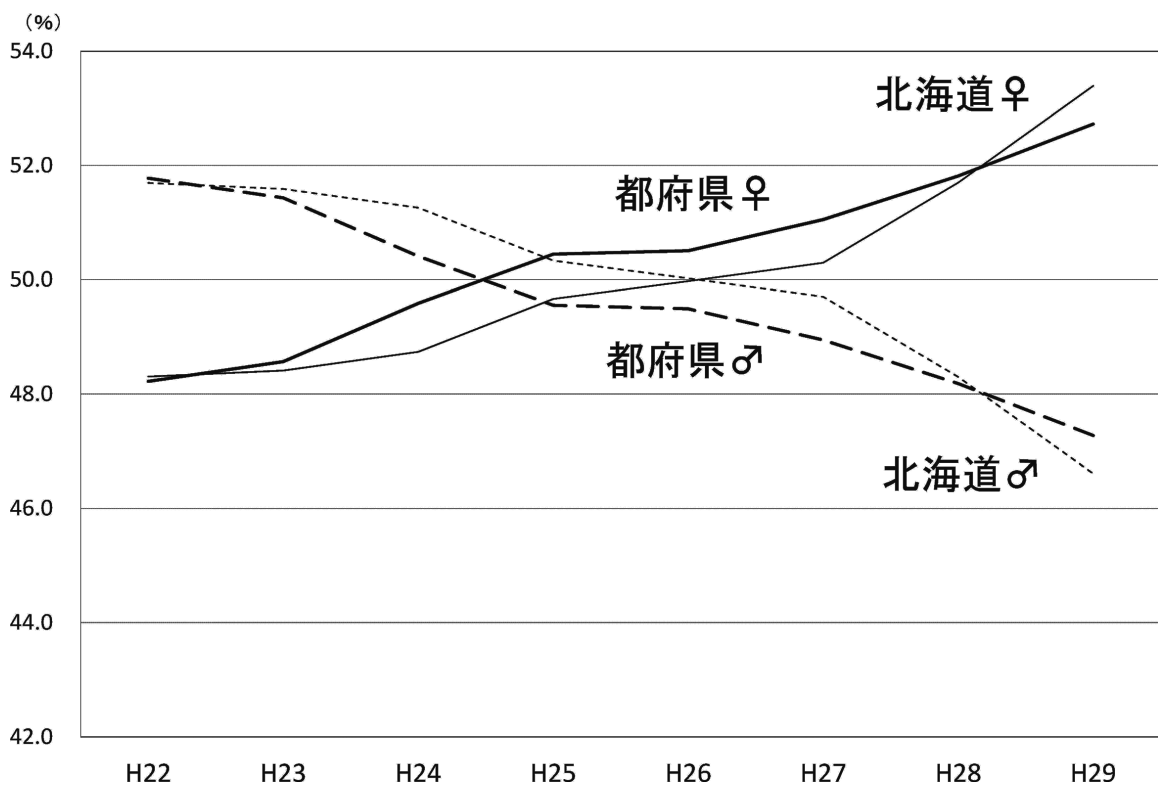


図2 牛群検定による産子性別の比率の推移 (双子以上、死産除く)

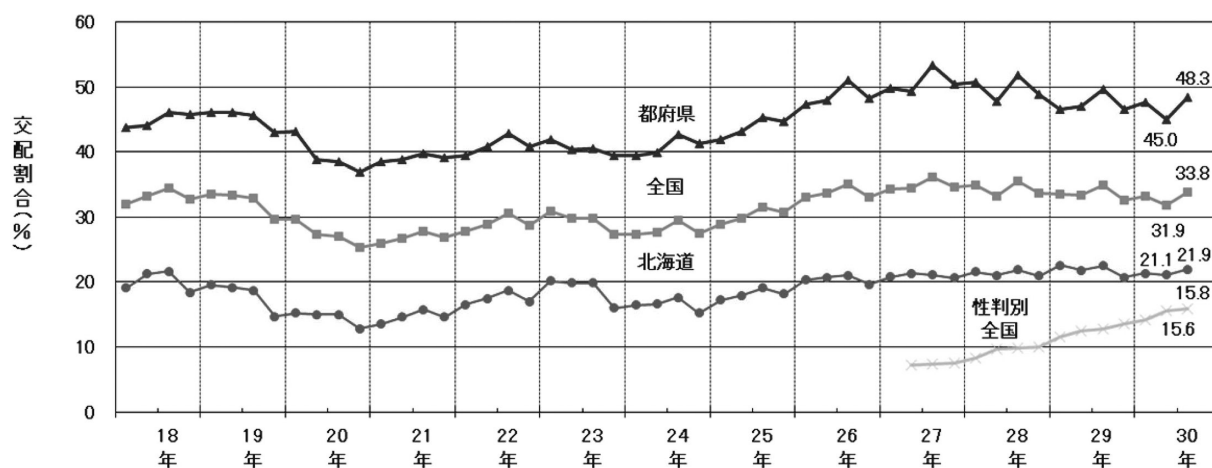
和種の生産、分娩頭数といった様々な予測情報が掲載されています。

<http://liaj.or.jp/kyogikai/> 「乳用牛群検定全国協議会」で「検索」してください。

## 乳用牛への黒毛和種の交配状況について

平成 30 年第 3 四半期（平成 30 年 7～9 月期）の黒毛和種の交配割合は、全国において 33.8%（前期比 1.9% 増、前年同期比 1.1% 減）、北海道において 21.9%（前期比 0.8% 増、前年同期比 0.6% 減）となっています。また、性判別精液の割合は、全国において 15.8%（前期比 0.2% 増、前年同期比 3.0% 増）となっています。

乳用牛への黒毛和種精液及び性判別精液の交配状況



- 〔 ※ 乳用牛への黒毛和種の交配状況が生乳生産に影響を与え始めるのは、妊娠期間及び育成期間を経た3年後となります。〕  
〔 ※ 今四半期の数値は速報値です。次回公表時に確報値をお示しします。〕

## 乳用牛への黒毛和種の交配状況(速報)

家畜人工授精師の協力を得て調査を行っている乳用牛への黒毛和種の交配状況(速報)をお知らせいたします。  
 調査は、四半期毎に、都道府県家畜人工授精師協会において、各都道府県内の実態が把握できるよう、地域的偏り等に配慮のうえ、乳用牛に対する人工授精の2割以上を目途に実施されています。  
 なお、中間集計段階の期間については、継続調査中であるためデータの追加により数値が変化しますのでご注意ください。

延べ人工授精頭数に占める黒毛和種精液授精頭数の割合

人工授精時期		北海道									(参考)	
		北海道	東北	関東	東海	北陸	近畿	中四国	九州	都府県平均	全国平均	既調査県数
平成26年 1～12月	延べ人工授精頭数	1,039,609	49,063	90,451	12,415	7,063	21,525	19,292	37,940			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	212,536 (20.4)	18,604 (37.9)	46,143 (51.0)	6,748 (54.4)	3,971 (56.2)	12,359 (57.4)	11,694 (60.6)	21,040 (55.5)	(48.4)	(33.6)	47
平成27年 1～12月	延べ人工授精頭数	1,030,168	49,944	81,267	18,213	6,618	20,866	19,070	33,041			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	216,147 (21.0)	20,649 (41.3)	41,670 (51.3)	9,577 (52.6)	3,811 (57.6)	11,873 (56.9)	12,421 (65.1)	19,046 (57.6)	(50.7)	(34.9)	46
平成28年 1～12月	延べ人工授精頭数	1,001,000	48,668	85,335	15,068	7,610	20,400	19,545	33,147			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	213,664 (21.3)	19,599 (40.3)	43,139 (50.6)	7,908 (52.5)	4,412 (58.0)	11,337 (55.6)	12,522 (64.1)	18,662 (56.3)	(49.5)	(34.2)	46
平成29年 1～12月	延べ人工授精頭数	1,001,060	44,676	86,836	19,082	7,343	20,130	19,309	31,962			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	219,007 (21.9)	15,842 (35.5)	42,179 (48.6)	10,306 (54.0)	4,133 (56.3)	11,134 (55.3)	11,839 (61.3)	17,565 (55.0)	(47.3)	(33.5)	46
平成25年 7～9月	延べ人工授精頭数	269,080	12,042	22,427	3,045	1,519	4,814	4,716	8,796			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	51,378 (19.1)	4,266 (35.4)	11,019 (49.1)	1,538 (50.5)	883 (58.1)	2,732 (56.8)	2,812 (59.6)	4,944 (56.2)	(45.3)	(31.5)	47
平成25年 10～12月	延べ人工授精頭数	277,569	13,618	24,458	4,238	2,041	6,373	5,686	11,606			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	50,366 (18.1)	4,661 (34.2)	12,022 (49.2)	2,088 (49.3)	1,168 (57.2)	3,466 (54.4)	3,161 (55.6)	5,885 (50.7)	(44.6)	(30.7)	47
平成26年 1～3月	延べ人工授精頭数	254,089	12,299	22,518	3,304	1,921	5,513	5,373	10,398			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	51,749 (20.4)	4,470 (36.3)	11,450 (50.8)	1,827 (55.3)	1,158 (60.3)	3,140 (57.0)	2,978 (55.4)	5,643 (54.3)	(47.3)	(33.1)	47
平成26年 4～6月	延べ人工授精頭数	252,272	11,453	23,231	3,206	1,756	5,424	4,812	9,493			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	52,349 (20.8)	4,475 (39.1)	11,483 (49.4)	1,703 (53.1)	975 (55.5)	3,092 (57.0)	2,975 (61.8)	5,196 (54.7)	(47.9)	(33.6)	46
平成26年 7～9月	延べ人工授精頭数	266,290	12,010	21,395	2,674	1,564	4,836	4,344	7,911			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	55,982 (21.0)	4,540 (37.8)	11,329 (53.0)	1,505 (56.3)	901 (57.6)	2,928 (60.5)	2,866 (66.0)	4,669 (59.0)	(51.0)	(35.1)	46
平成26年 10～12月	延べ人工授精頭数	266,958	13,301	23,307	3,231	1,822	5,752	4,763	10,138			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	52,456 (19.6)	5,119 (38.5)	11,881 (51.0)	1,713 (53.0)	937 (51.4)	3,199 (55.6)	2,875 (60.4)	5,532 (54.6)	(48.2)	(33.1)	46
平成27年 1～3月	延べ人工授精頭数	243,730	12,792	17,131	3,302	1,786	5,314	5,169	9,101			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	50,715 (20.8)	5,138 (40.2)	9,083 (53.0)	1,807 (54.7)	949 (53.1)	2,992 (56.3)	3,469 (67.1)	5,048 (55.5)	(49.8)	(34.4)	46
平成27年 4～6月	延べ人工授精頭数	255,202	11,839	21,812	5,488	1,861	5,292	4,521	7,922			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	54,486 (21.4)	4,863 (41.1)	10,710 (49.1)	3,136 (57.1)	1,081 (58.1)	2,889 (54.6)	2,866 (63.4)	4,454 (56.2)	(49.3)	(34.5)	46
平成27年 7～9月	延べ人工授精頭数	265,618	11,118	18,692	3,530	1,416	4,748	4,406	7,001			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	56,032 (21.1)	4,551 (40.9)	9,904 (53.0)	1,795 (50.8)	870 (61.4)	2,821 (59.4)	2,974 (67.5)	4,299 (61.4)	(53.3)	(36.2)	46
平成27年 10～12月	延べ人工授精頭数	265,618	14,195	23,632	5,893	1,555	5,512	4,974	9,017			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	54,914 (20.7)	6,097 (43.0)	11,973 (50.7)	2,839 (48.2)	911 (58.6)	3,171 (57.5)	3,112 (62.6)	5,245 (58.2)	(50.4)	(34.6)	46
平成28年 1～3月	延べ人工授精頭数	245,377	13,595	21,884	5,953	2,135	5,298	4,703	8,788			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	52,960 (21.6)	5,809 (42.7)	11,463 (52.4)	2,832 (47.6)	1,227 (57.5)	3,030 (57.2)	2,971 (63.2)	4,859 (55.3)	(50.7)	(34.9)	46
平成28年 4～6月	延べ人工授精頭数	245,809	11,409	20,971	3,131	1,688	5,007	4,907	7,444			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	51,625 (21.0)	4,550 (39.9)	10,082 (48.1)	1,611 (51.5)	962 (57.0)	2,817 (56.3)	3,145 (64.1)	4,170 (56.0)	(47.7)	(33.2)	46
平成28年 7～9月	延べ人工授精頭数	250,759	11,151	19,600	2,629	1,807	4,624	4,353	6,921			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	54,777 (21.8)	4,428 (39.7)	10,184 (52.0)	1,564 (59.5)	1,096 (60.7)	2,482 (53.7)	2,963 (68.1)	4,096 (59.2)	(51.8)	(35.5)	46
平成28年 10～12月	延べ人工授精頭数	259,055	12,513	22,880	3,355	1,980	5,471	5,582	9,994			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	54,302 (21.0)	4,812 (38.5)	11,410 (49.9)	1,901 (56.7)	1,127 (56.9)	3,008 (55.0)	3,443 (61.7)	5,537 (55.4)	(48.8)	(33.7)	46
平成29年 1～3月	延べ人工授精頭数	239,729	11,899	23,468	5,295	1,921	5,227	5,110	8,765			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	54,038 (22.5)	4,452 (37.4)	11,386 (48.5)	2,777 (52.4)	1,062 (55.3)	2,665 (51.0)	3,141 (61.5)	4,607 (52.6)	(46.5)	(33.5)	46
平成29年 4～6月	延べ人工授精頭数	243,768	10,522	21,335	5,021	2,029	5,141	4,707	7,826			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	53,215 (21.8)	3,712 (35.3)	10,450 (49.0)	2,635 (52.5)	1,127 (55.5)	2,850 (55.4)	2,732 (58.0)	4,242 (54.2)	(47.0)	(33.3)	46
平成29年 7～9月	延べ人工授精頭数	255,699	10,536	19,947	3,747	1,643	4,562	4,392	6,299			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	57,537 (22.5)	3,620 (34.4)	9,743 (48.8)	2,168 (57.9)	949 (57.8)	2,783 (61.0)	2,888 (65.8)	3,848 (61.1)	(49.6)	(34.9)	46
平成29年 10～12月	延べ人工授精頭数	261,864	11,719	22,086	5,019	1,750	5,200	5,100	9,072			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	54,217 (20.7)	4,058 (34.6)	10,600 (48.0)	2,726 (54.3)	995 (56.9)	2,836 (54.5)	3,078 (60.4)	4,868 (53.7)	(46.6)	(32.5)	46
平成30年 1～3月	延べ人工授精頭数	242,177	10,928	21,856	4,956	1,671	5,099	5,293	8,343			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	51,603 (21.3)	3,957 (36.2)	10,596 (48.5)	2,861 (57.7)	827 (49.5)	2,728 (53.5)	3,214 (60.7)	4,453 (53.4)	(47.6)	(33.2)	46
平成30年 4～6月	延べ人工授精頭数	245,538	9,921	21,250	4,339	1,678	4,996	4,783	7,628			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	51,794 (21.1)	3,347 (33.7)	9,861 (46.4)	2,230 (51.4)	740 (44.1)	2,654 (53.1)	2,955 (61.8)	4,102 (53.8)	(45.0)	(31.9)	46
平成30年 7～9月	延べ人工授精頭数	264,254	9,707	19,108	4,105	1,389	4,565	4,936	5,883			
	うち黒毛和種授精 (黒毛和種の割合%)	57,975 (21.9)	3,271 (33.7)	9,414 (49.3)	2,112 (51.4)	678 (48.8)	2,540 (55.6)	3,540 (71.7)	5,590 (61.0)	(48.3)	(33.8)	46

(注) 都府県平均及び全国平均は、都道府県毎の黒毛和種授精牛の割合(%)を、各年2月1日時点の成畜飼養頭数により加重平均したものであり、地域毎の数値の合計とは一致しません。

◎人工授精の実施状況(授精延べ頭数)

区分	成畜頭数 H30.02.01	人工授精時期											
		平成30年1～3月			平成30年4～6月			平成30年7～9月(中間集計)			平成30年10～12月		
都道府県		交配頭数 (頭)	うちF1 仕向(頭)	F1割合 (%)	交配頭数 (頭)	うちF1 仕向(頭)	F1割合 (%)	交配頭数 (頭)	うちF1 仕向(頭)	F1割合 (%)	交配頭数 (頭)	うちF1 仕向(頭)	F1割合 (%)
北海道	498,800	242,177	51,603	21.3	245,538	51,794	21.1	264,254	57,975	21.9	0	0	0
青森	8,270	902	348	38.6	826	273	33.1	858	276	32.2	0	0	0
岩手	27,800	6,750	2,100	31.1	5,897	1,660	28.1	5,992	1,633	27.3	0	0	0
宮城	14,300	1,285	491	38.2	1,240	443	35.7	1,151	423	36.8	0	0	0
秋田	3,380	473	191	40.4	448	178	39.7	385	174	45.2	0	0	0
山形	8,770	453	315	69.5	417	253	60.7	387	248	64.1	0	0	0
福島	9,440	1,065	512	48.1	1,093	540	49.4	934	517	55.4	0	0	0
茨城	19,100	1,139	324	28.4	1,010	302	29.9	866	216	24.9	0	0	0
栃木	39,600	1,819	595	32.7	1,775	508	28.6	1,786	619	34.7	0	0	0
群馬	25,300	4,961	2,153	43.4	4,478	1,838	41.0	4,373	1,854	42.4	0	0	0
群馬	6,880	822	558	67.9	881	553	62.8	595	364	61.2	0	0	0
千葉	23,600	6,627	3,686	55.6	6,499	3,456	53.2	5,783	3,271	56.6	0	0	0
東京	1,170	16	13	81.3	13	4	30.8	16	9	56.3	0	0	0
神奈川	4,680	1,839	978	53.2	1,901	1,006	52.9	1,414	814	57.6	0	0	0
山梨	2,520	589	311	52.8	619	273	44.1	587	266	45.3	0	0	0
長野	11,500	1,144	438	38.3	962	337	35.0	776	253	32.6	0	0	0
新潟	5,430	1,066	558	52.3	1,203	547	45.5	889	443	49.8	0	0	0
富山	1,610	200	100	50.0	246	105	42.7	188	91	48.4	0	0	0
石川	2,570	246	126	51.2	38	21	55.3	182	82	45.1	0	0	0
福井	770	159	43	27.0	191	67	35.1	130	62	47.7	0	0	0
岐阜	4,230	857	425	49.6	778	369	47.4	519	264	50.9	0	0	0
静岡	10,700	2,900	1,540	53.1	3,112	1,584	50.9	2,912	1,748	60.0	0	0	0
愛知	19,700	3,699	2,180	58.9	3,209	1,649	51.4	3,346	1,702	50.9	0	0	0
三重	5,380	400	256	64.0	352	212	60.2	240	146	60.8	0	0	0
滋賀	2,150	857	464	54.1	831	419	50.4	878	523	59.6	0	0	0
京都	2,960	936	352	37.6	864	365	42.2	667	365	54.7	0	0	0
大阪	1,160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
兵庫	10,300	2,092	849	40.6	2,128	888	41.7	1,991	706	35.5	0	0	0
奈良	2,800	825	715	86.7	819	660	80.6	719	659	91.7	0	0	0
和歌山	540	389	348	89.5	354	322	91.0	310	287	92.6	0	0	0
鳥取	5,790	337	162	48.1	297	124	41.8	281	114	40.6	0	0	0
島根	7,670	1,172	923	78.8	1,092	921	84.3	1,159	1,030	88.9	0	0	0
岡山	12,000	551	341	61.9	456	230	50.4	306	174	56.9	0	0	0
広島	6,100	423	211	49.9	416	174	41.8	406	200	49.3	0	0	0
山口	2,120	564	291	51.6	540	281	52.0	452	239	52.9	0	0	0
徳島	3,730	820	647	78.9	787	650	82.6	564	485	86.0	0	0	0
香川	4,040	539	281	52.1	438	244	55.7	1,170	999	85.4	0	0	0
愛媛	3,870	305	109	35.7	406	195	48.0	293	148	50.5	0	0	0
高知	2,690	582	249	42.8	351	136	38.7	305	151	49.5	0	0	0
福岡	9,470	2,056	1,030	50.1	1,861	895	48.1	1,451	861	59.3	0	0	0
佐賀	1,860	453	271	59.8	377	264	70.0	172	126	73.3	0	0	0
長崎	6,350	828	609	73.6	774	574	74.2	673	526	78.2	0	0	0
熊本	31,300	1,255	666	53.1	1,101	535	48.6	793	435	54.9	0	0	0
大分	9,070	132	61	46.2	122	64	52.5	161	85	52.8	0	0	0
宮崎	10,500	388	174	44.8	318	139	43.7	267	132	49.4	0	0	0
鹿児島	11,500	2,113	983	46.5	1,915	894	46.7	1,534	829	54.0	0	0	0
沖縄	3,370	1,118	659	58.9	1,160	737	63.5	832	596	71.6	0	0	0

## ホルスタイン種の 2018-12 月評価 に係る変更点

2018-12 月の国内評価および国際評価において体型形質および繁殖形質の遺伝的能力評価（遺伝評価）モデルの変更を行います。なお、12 月の国内評価は雌牛についてのみ公表されるので、国内評価の種雄牛は 2019-2 月評価に変更となります。また、繁殖形質について 2018-12 月からインターブルが実施する国際評価（海外種雄牛）に参加します。

### 1. 体型形質の遺伝的能力評価モデル変更

これまでの体型形質の遺伝評価は、種雄牛は初産の体型審査記録を用いたアニマルモデル、雌牛は初産の体型審査記録と 2 産以降の体型審査記録を別形質とした 2 形質アニマルモデルでそれぞれ行ってきたところですが、ゲノミック評価を効率的に実施するために、2018-12 月評価から、種雄牛と雌牛の遺伝評価モデルを統一し、初産から 3 産までの体型審査記録を同一形質として扱った単形質反復アニマルモデルでの遺伝評価に変更します。従来モデルと新モデル間の決定得点の順位相関は、後代検定済種雄牛<sup>\*</sup> 394 頭において 0.99 と高く（図 1）、モデル変更に伴う順位の大きな変動は見られません。

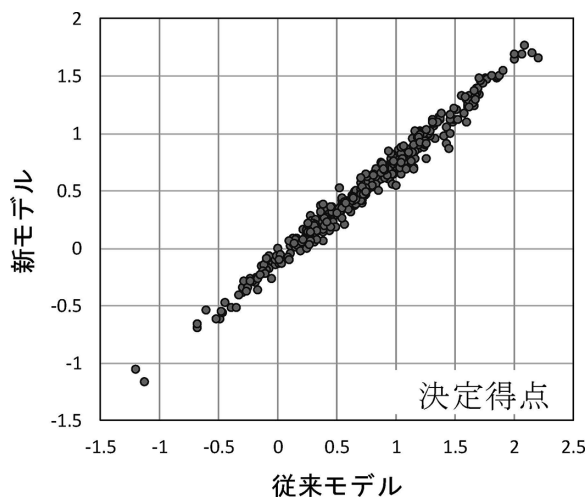


図 1 後代検定済種雄牛 394 頭に対する決定得点の遺伝評価値のモデル間の散布図

\*供用中または供用停止後1年以内のもの、供用されなかったもので成績判明後1年以内のもの及びこれら以外の検定済種雄牛で15歳未満のもの

## 2. 繁殖形質の遺伝的能力評価モデル変更および国際評価参加

これまでの繁殖形質の遺伝評価は未経産娘牛受胎率、初産娘牛受胎率、2産娘牛受胎率、空胎日数および初産305日乳量の5形質アニマルモデルで行ってきたところですが、2018-12月評価からインターブルが実施する国際評価に参加するため、2018-12月評価から未経産娘牛受胎率、初産娘牛受胎率および空胎日数の3形質アニマルモデルでの遺伝評価に変更します。このことにより、2018-12月評価からは、2産娘牛受胎率の遺伝評価値は公表されません。なお、従来モデルと新モデル間の各繁殖形質の順位相関は、後代検定済種雄牛\*394頭において未経産娘牛受胎率で0.90、初産娘牛受胎率で0.92ならびに空胎日数で0.93であり、若干の順位の変動はあるものの、極端に順位が入れ替わる個体はありません(図2)。また、国際評価に参加することで、多くの海外種雄牛について繁殖形質の遺伝評価値が判明するとともに、それら海外種雄牛の遺伝評価値を繁殖形質

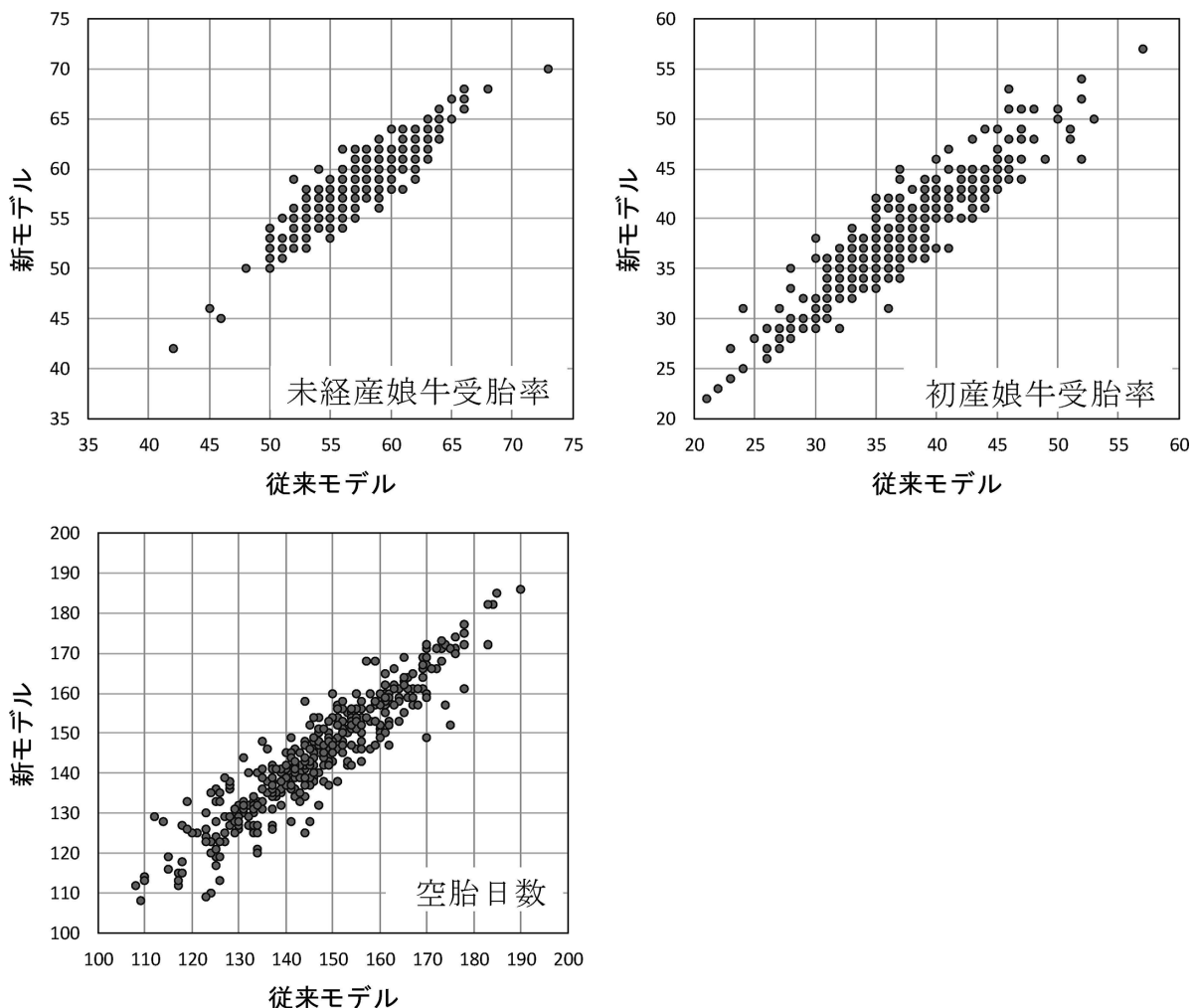


図2 後代検定済種雄牛394頭に対する各繁殖形質の遺伝評価値のモデル間の散布図

のゲノミック評価に利用することにより、国内のゲノミック評価の精度向上が期待されます。

※供用中または供用停止後1年以内のもの、供用されなかったもので成績判明後1年以内のもの及びこれら以外の検定済種雄牛で15歳未満のもの

# JP5H56682 ブルームーン マシス ET

BLF CVF BYF CDF

【「ソースープ」ファミリーからマツセイ息牛デビュー！乳成分率オールプラス！  
優れた体型改良力！特筆される後乳房の高さと幅！】



総合指数 +2,160  
長命連産効果 +71,448円  
乳代効果 +94,946円

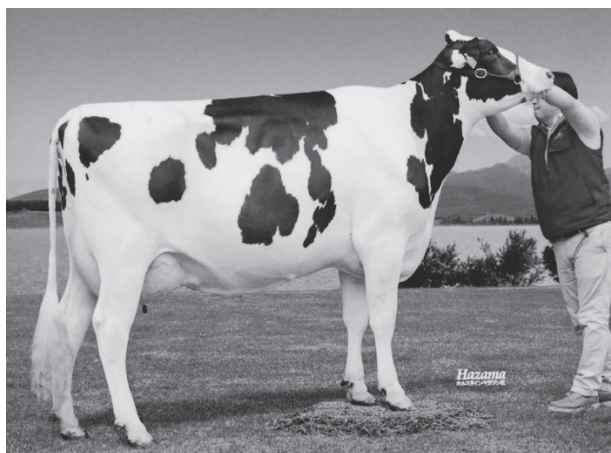
EBV

乳量	+852kg	決定得点	+1.26
乳脂量	+48kg	体貌と骨格	+0.12
乳脂率	+0.17%	肢蹄	+0.47
無脂固形分量	+90kg	乳用強健性	+0.74
無脂固形分率	+0.10%	乳器	+1.30
乳蛋白質量	+40kg		
乳蛋白質率	+0.13%	体細胞スコア	1.72

血統

- コープ ボスサイド マツセイ ET
- マスコール ET
- コインファームス イレナ CRI ET
- ブルームーン バグソル スープ
- エメラルドエーカーエスエー T-バクスター
- ブルームーン エミリア スープ ET

2018年8月公表の乳用種雄牛評価成績でNTP（総合指数）第22位にランクインしたブルームーン マシス ETは、北海道中標津町の

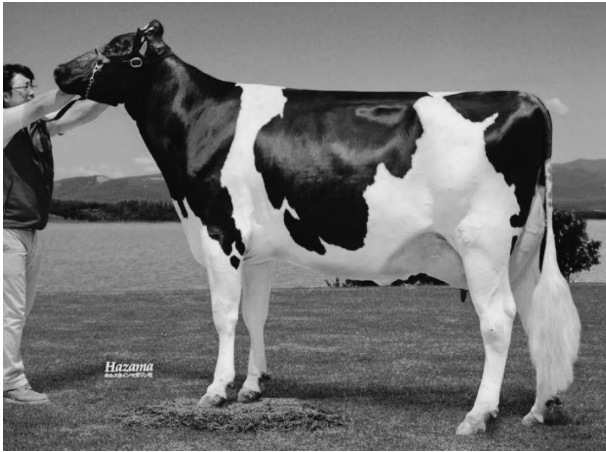


娘 サザンフォース ムーンリバー コウ  
北海道幕別町 田村 寛興氏所有

形質	程度	▼2	▼1	▼0	▼1	▼2	程度	SBV
高さ	高い						高い	0.82
胸の幅	狭い						広い	2.57
体の深さ	浅い						深い	2.30
乳房性	欠く						富む	1.50
B.C.S	腹せ			★			肥え	0.08
尻の角度	坐骨高				★		坐骨低	1.44
坐骨幅	狭い						広い	3.03
後肢の深さ	浅い						曲角	2.25
後肢の角度	寄る						平行	0.36
胸の角度	小さい						大きい	2.50
前肢の深さ	浅い						強い	1.35
前肢の角度	狭い						深い	2.04
乳筒の長さ	短い						長い	3.53
乳筒の太さ	太い						強い	0.08
乳筒の深さ	浅い						浅い	0.04
前肢の角度	外付			★			内付	1.59
前肢の長さ	短い						内付	1.75
前肢の太さ	太い						長い	0.68
体幹と骨格	弱い						強い	0.18
肢蹄	弱い						強い	1.28
乳房強健性	弱い						強い	1.28
乳器	弱い						強い	2.52
決定得点	低い						高い	2.40

永利嘉成氏が飼養するブルームーン バクソル スープにドイツで供用されていたマスコールの息牛で、アウトクロス・ブルであるマツセイを交配して作出されました。

母のブルームーン バクソル スープ（父：バクスター）は永利牧場で導入された受精卵の2世代目にあたり、2産次に305日で15,120Kgと高い泌乳能力を発揮し、体型においても4才時に87点を獲得し、乳用強健性に優れた遺伝能力を発揮しています。また、マシスの母系を



娘 アパッチデール マシス マーテル  
北海道新得町 (有)友夢牧場所所有

たどると、祖母のブルームーンエミリア スープ ET (父：マリオン)、曾祖母のピーファックス モーテイ シーズン ET (父：モーテイー)、高能力、高体型で著名な高祖母のシャーエスト

パトロン ソーシ ET (父：パトロン)、そしてシャーエスト ソー スープ フタゴです。このファミリーの遺伝子は世界中で導入され、現在も繁栄を続けています。国内においてもJP5H53987 スーザライト、JP4H53995 スリートといった検定済種雄牛が輩出されており、遺伝能力の高さは折り紙つきです。

NTP+2,160 (第22位) のマシスは、乳成分率がオールプラスと高い泌乳能力を示しており、体細胞スコアでも+1.72 (第10位) と乳質の改善にも期待が持てます。体型面では決定得点+1.26 (第10位)、乳器+1.30 という高い評価を得ており、中程度のサイズで幅のある尻と後乳房の高さ・幅に優れた娘牛が多くみられるなど、母方ファミリーの遺伝能力を強く受け継いだ種雄牛と言えます。アウトクロスのマツセイの息牛で、高い泌乳能力と優れた体型改良力を合せもったマシスをぜひご利用下さい。

# 本会だより

## 1. 第47回家畜人工授精優良技術発表全国大会 のご案内

本年度の全国大会は、平成31年2月15日(金)東京都港区東新橋のヤクルトホールで開催いたします。演題数は13題となります。

なお、本大会におきまして、宮崎大学農学部教授 大澤健司先生を講師としてお招きし、「家畜人工授精師の超音波検査装置の利用について」と題した特別講演が行われます。

ご繁忙のことと存じますが、万障お繰り合わせの上、ご出席くださるようご案内申し上げます。

### ○家畜人工授精優良技術発表全国大会開催要領

牛の繁殖は人工授精と受精卵移植によって行われていますが、畜産経営形態・飼養管理技術等の多様化に伴い、家畜人工授精技術者に高度な知識と技術が要求される中で、近年の牛の繁殖成績が低下傾向にあることに鑑み、「牛の繁殖成績を向上させよう！」を大会のテーマとして全国の家畜人工授精技術者を一堂に会し、日常業務を通して得た知見や調査研究結果の発表と意見交換を行い、繁殖成績の改善に資するとともに優秀繁殖技術の普及啓発を図ることを目的とする。

#### (1) 開催日時・場所

平成31年2月15日(金)

9時30分～16時15分

ヤクルトホール

東京都港区東新橋1-1-19

Tel 03-3574-7255

#### (2) 優良技術発表会

発表数 13題

出席者数 350人(予定)

#### (3) 西川賞授与

優秀発表者2名に西川賞を授与

### ○大会次第(予定)

- |           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| (1) 開会    | 9:30                                |
| (2) 主催者挨拶 | 9:31～9:37                           |
| (3) 来賓祝辞  | 9:37～9:52                           |
| (4) 発表会   | 9:55～12:10 (9題)<br>12:50～13:50 (4題) |
| 昼食        | 12:10～12:50                         |
| (5) 特別講演  | 13:55～15:15                         |
| (6) 講評    | 15:20～15:45                         |
| (7) 賞状授与  | 15:45～16:00                         |
| (8) 写真撮影  | 16:00～16:10                         |
| (9) 閉会    | 16:15                               |

## 2. 超音波検査実技研修会の開催

当協会では、JRAの畜産振興事業として牛繁殖基盤強化技術向上事業に取り組んでいます。この事業は、牛の繁殖成績の向上を図るため、家畜人工授精師が発情観察において携帯型超音波検査装置を活用することにより手技に頼っていた直腸検査技術の正確性を向上させることを目的としています。超音波検査実技研修会は、昨年度は九州・沖縄、東北、関東・甲信越の3ブロックにおいて開催しました。今年度は、中国・四国ブロック(9月3日)、北陸・東海・近畿ブロック(12月14日)、北海道(調

## 第 47 回全国大会 発表演題・発表者

発表時間 10 分、質疑助言 5 分

番号	演題名	氏名	道県
1	高受胎率が期待できるショートシンク開始時の卵巢所見	窪 友瑛	北海道
2	優良後継牛の安定確保を目的とした繁殖管理方法の検証	秋葉貞治	北海道
3	乳汁中の妊娠関連糖タンパク検査における有効性を検証	中條匡晃	北海道
4	交配計画の視覚化による効率的な後継牛確保	増戸弘典	千葉県
5	黒毛和種体内受精卵の妊娠期間と在胎延長の要因調査	藤井晃太郎	富山県
6	黒毛和種繁殖農場におけるエコー繁殖検診の普及と効果	林 小夏	兵庫県
7	30日乾乳とゲノミック検査を活用した牛群管理	川上哲也	島根県
8	大規模和牛繁殖農場における母子同居群管理の可能性	田中公浩	岡山県
9	遺伝子評価を活用した子牛生産の取り組み	塩田 薫	香川県
10	地域性を考慮した生産支援を目的とする新鮮胚集中移植	高野敏弘	福岡県
11	壱岐地区における繁殖成績向上への取り組み	竹藤雅則	長崎県
12	若手人工授精師の技術継承および繁殖成績改善への取組	橋口拓郎	宮崎県
13	地域や仲間と一緒に取り組んできた人工授精活動	大川 学	鹿児島県

道県順

整中) において開催しました。

### 3. 第 74 回北海道家畜人工授精技術研修大会開催される

10月18日(木)、19日(金)の2日間に亘って第74回北海道家畜人工授精技術研修大会が札幌市で開催されました。この大会には、当協会の後藤太一副会長が出席しました。研究発表は27題行われました。また、今回の大会では

「ETの現状と課題」と題したシンポジウムも行われ、後藤副会長には「モ4号・5号について」というテーマでシンポジストを務めていただきました。

### 4. 訃報

去る10月1日(月)、秋田県家畜人工授精師協会会長 嵯峨忠男様(享年78歳)がご逝去されました。ご冥福をお祈りいたします。

## 頒 布 品 一 覧

H30.4月

タ イ ト ル			規 格	発行年度	価格(円)
1 家畜人工授精講習会テキスト	1) 家畜人工授精編		A4判・462頁	H27.3月全改訂 H29.11月改訂版3刷	8,100
	2) 家畜体内受精卵・家畜体外受精卵移植編(別冊含む)		A4判・304頁 別冊(A4判・74頁)	H22.6月初版 H25.9月三刷	3,240
2 家畜繁殖技術講習会テキスト	1) 牛の人工授精		B5判・101頁	—	1,620
3 家畜改良講習会テキスト(乳用牛・肉用牛)			B5判・128頁	—	1,620
4 馬人工授精マニュアル			B5判・86頁	H11.4月初版 H20.10月三版	1,620
5 牛の繁殖技術マニュアル			A4判・48頁	H19.3月初版 H19.8月再版	2,160
6 生産者のための牛の繁殖管理マニュアル			A4判・23頁	H20.2月初版 H20.11月再版	756
7 家畜人工授精新技術マニュアル ―感染防止と受胎率向上をめざして―			A4判・30頁	H25.4発行	1,080
8 家畜人工授精ハンドブック ―家畜人工授精師の必携―			B5判・198頁	H8.3初版	2,700
9 授精証明書用紙			1部(50頭分)	—	432
# 会員章			1個	—	1,080
<b>D V D</b>					
タ イ ト ル			規 格	製作年度	価格(円)
牛の繁殖	第1編	凍結精液の特性とその取扱い	カラー 20分	昭和50年度	19,980
	第2編	発情と授精適期	カラー 20分	昭和51年度	19,980
	第3編	授精から分娩まで	カラー 20分	昭和52年度	19,980
牛群の改良	第1編	よい子牛をつくるには(乳用牛)	カラー 20分	昭和56年度	25,596
	第2編	高能力を発揮させるには(乳用牛)	カラー 20分	昭和57年度	25,596
	第3編	子牛を上手に育てるには(乳用牛)	カラー 20分	昭和58年度	25,596
牛の人工妊娠	第1編	牛の受精卵移植の展開	カラー 20分	昭和59年度	25,596
	第2編	牛の受精卵移植の実際	カラー 20分	昭和60年度	25,596
	第3編	牛の受精卵移植の現状と展望	カラー 20分	昭和61年度	25,596
牛の受精卵移植技術の要点	第1部	受精卵のランク付け	カラー 20分	昭和62年度	25,596
	第2部(Ⅰ)	受精卵の凍結および融解時の課題	カラー 20分	昭和63年度	25,596
	第2部(Ⅱ)	続・受精卵の凍結および融解時の課題	カラー 20分	平成元年度	25,596
牛の増殖技術	第1部	新技術利用による双子生産	カラー 20分	昭和63年度	25,596
	第2部	肉用牛の一年一産技術(1)(舎飼編)	カラー 30分	平成元年度	25,596
		肉用牛の一年一産技術(2)(放牧編)	カラー 30分	平成2年度	25,596
受精卵移植新技術の試み	第1編	採卵より受精卵凍結までの技術ポイント	カラー 25分	平成3年度	25,596
	第2編	卵巣採取より体外受精卵凍結までの技術ポイント	カラー 25分	平成4年度	25,596
	第3編	牛胚の性別判別	カラー 25分	平成7年度	25,596
家畜人工授精	第1編	豚の人工授精	カラー 25分	平成5年度	25,596
	第2編	牛の人工授精	カラー 25分	平成6年度	25,596

一般社団法人日本家畜人工授精師協会

# 総目次

(通巻 297 号～300 号)

平成 30 年 4 月号～平成 31 年 1 月号

通巻 頁

通巻 頁

## 技術情報

- 1 日でも早く不受胎を知りたい！；牛の超早期妊娠診断法に関する最近の進歩 高橋 透 298 (1)
- 正常胚率・受胎率向上のための飼料給与プログラムと血液検査指標値 細川泰子 298 (7)
- 雌選別精液を子宮角深部注入したホルスタイン種経産牛の採卵成績 加藤 聡 299 (1)
- ふりかえってみよう胚移植 武田哲男 300 (3)
- ブタ人工授精の技術革新～少ない回数+少ない精子数=高い繁殖成績～ 島田昌之 300 (16)
- ピックアップ！乳用牛群検定情報 その1～乳用メス子牛の生産動向について～ 相原光夫 300 (25)

## 海外情報

- イスラエルの酪農について (3)  
橋口昌弘 298 (16)
- 国際胚技術学会第 44 回大会におけるトピックス  
的場理子 299 (6)
- イスラエルの酪農について (4)  
橋口昌弘 299 (14)

## 国内情報

- 畜産統計（平成 30 年 2 月 1 日現在）一乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏及びブロイラーの 1 戸当たり飼養頭羽数は前年に比べ増加—  
農林水産省大臣官房統計部 299 (17)
- 乳用牛への黒毛和種の交配状況について  
一般社団法人日本家畜人工授精師協会  
乳用牛群検定全国協議会 299 (22)
- 乳用牛への黒毛和種の交配状況について  
一般社団法人日本家畜人工授精師協会  
乳用牛群検定全国協議会 300 (27)

## 学術情報

- 家畜人工授精講習会テキスト（家畜人工授精編）を全面改訂 (6) 298 (20)
- 家畜人工授精優良技術発表全国大会  
第 46 回家畜人工授精優良技術発表全国大会の概要 297 (1)

## 優良技術発表要旨

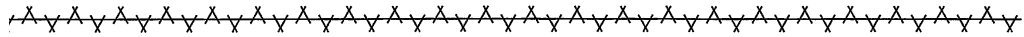
1. 家畜人工授精師としての半世紀  
猪俣良則 297 (5)
  2. 低身長人工授精師の取り組み  
中村葉々 297 (8)
  3. 受胎牛選定に生産情報は応用できるか？  
高野敏宏 297 (11)
  4. 受胎率向上を目指した北宗谷の取り組み  
秋葉貞治 297 (14)
  5. 子牛の疾病対策と繁殖管理の徹底について  
川原嘉廣 297 (17)
  6. シダーを用いた黒毛和種牛の繁殖成績の改善  
田畑早智 297 (22)
  7. 繁殖性に関係するハプロタイプが受胎率にあたる影響  
細川隆一 297 (26)
  8. 小値賀町一丸となった繁殖成績向上への取り組み  
大久保勉 297 (30)
- 優良技術発表に対する講評 中尾敏彦 297 (35)
- 特別講演  
牛におけるゲノム解析とその利用について  
黒木一仁 297 (39)

## お知らせ

- 畜産における情報通信技術（ICT）等を活用した取組について  
農林水産省生産局畜産部畜産振興課 299 (25)
- ホルスタイン種の 2018-12 月評価に係る変更点  
独立行政法人家畜改良センター 300 (30)

## 事業団便り

- 平準化事業 26 前期から新規種雄牛 6 頭を選抜  
297 (47)
- JP5H56465 ミツキーデール アリー スーダン ET  
298 (25)
- 26 年度現場後代検定（後期）よりゲノミック育種価を利用した選抜を開始！  
299 (28)
- JP5H56682 ブルームーン マシス ET  
300 (33)

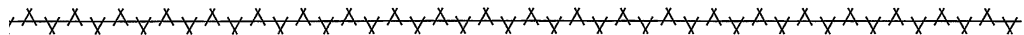


## あ と が き

宮島会長の新年挨拶の中でも紹介がありましたが、本号は300号になります。これまで多くの方々にご執筆、ご協力をいただきましたことに、この場を借りまして改めて感謝申し上げます。

本号では、技術情報として3題掲載させていただきました。1つ目は、受精卵移植に関連して北海道で動物病院を開業されている武田哲男先生にご執筆いただきました。杉江信先生が1965年に非外科的手法（ノンサージカル手法）による受精卵移植に成功し、北米における商業的受精卵移植が1977年に金川弘司先生によって紹介されてから、国内における受精卵移植技術の研究開発が進められ、商業的利用も急速に進展してきました。これまでに国内においても数多くの受精卵移植に関する試験研究の成果が報告されていますが、その情報量があまりにも多く、実用技術として一度整理してみることも重要であることから執筆をお願いしました。2つ目は、豚の人工授精技術についてです。豚の人工授精の普及状況等については、296号（2018、1月号）で日本養豚協会の小磯孝常務に報告させていただきました。全国平均の人工授精実施率は2007年35.9%、2016年67.4%であり、10年間で「人工授精のみ」の割合が約4倍となるまでに普及してきています。その背景には、希釈液の改良や精液注入方法の改善等による子豚生産率の向上があります。島田先生には、最近の研究成果を中心に ご執筆いただきました。3つ目は、牛群検定情報についてです。膨大なデータに基づいた情報を提供させていただきました。

2月15日（金）には、第47回家畜人工授精優良技術発表全国大会が東京・新橋のヤクルトホールで開催されます。発表演題数は13題です。特別講演は、宮崎大学農学部の大澤健司教授により「家畜人工授精師の超音波検査装置の利用について」です。人工授精の現場において広く活用されていく技術についての講演になります。多くの方々のご参加をお待ちしています。



ホームページ <http://aiaj.lin.gr.jp/>  
メールアドレス [info@aiaj.lin.gr.jp/](mailto:info@aiaj.lin.gr.jp/)

---

平成30年12月25日 印刷  
平成30年12月30日 発行  
家畜人工授精 第300号  
発行所 東京都江東区冬木11-17  
イシマビル 17階  
一般社団法人 日本家畜人工授精師協会  
電 話 03(5621)2070  
F A X 03(5621)2077  
印刷所 創文印刷工業株式会社

---

## ET-12 /4-9 /4-6

**転倒しにくい安定型!**

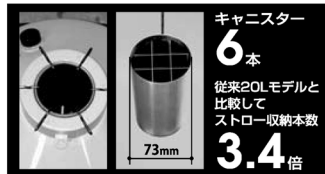


キャニスター収納本数が異なる2タイプをご用意しました。



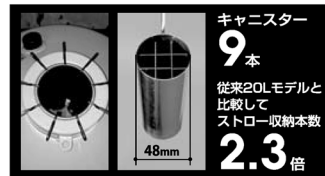
### ET-12/4-6

大容量のストロー管理に  
オススメのモデルです。



### ET-12/4-9

多種類のストロー管理に  
オススメのモデルです。



## JPN-11/64

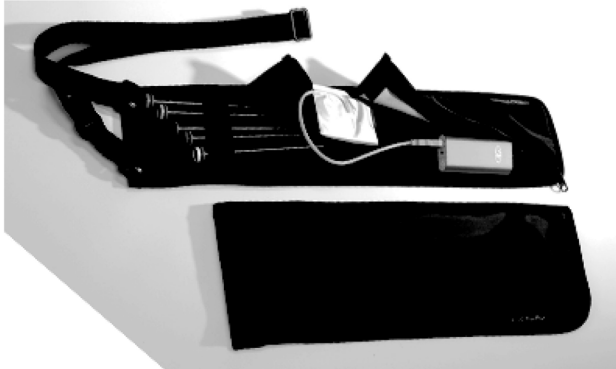
**スリム型**



9分割仕切板で  
大量管理に最適  
大口徑  
キャニスターで  
従来モデルより  
1.7～2.7倍  
の収納力

スリムタイプで  
車載・輸送用に最適

## AG 注入器ウォーマーネオ



冬の授精・移植時の  
コールドショックを防ぎます。

改良型が登場

- ・カバーの追加で、保温効果と汚れに強くなりました。
- ・バッテリーをオリジナルモデルに変更しました。
- ・注入器の固定ベルトを追加しました。



新発売

発情発見システム

テン

# 牛歩<sup>®</sup>10

1台で10頭まで管理が可能

パソコン不要の表示盤タイプ

3時間単位で72時間 リアルタイムにグラフ表示

ボタン1つで簡単操作

コンセントに挿すだけの簡単設置

電波法に関する注意事項 ●無線機器の利用には「技適マーク」の確認を!



●電波の利用には、原則、免許が必要! ●外国規格の無線機器は、国内では使用不可!

COMTEC CO., LTD.  
COMMUNICATION TECHNOLOGY

株式会社 コムテック

本社:〒889-4411 宮崎県西諸県郡高原町大字広原4876番地38  
TEL.0984-25-6070 FAX.0984-25-6077  
支店:北海道支店、東日本支店

<http://www.s-comtec.co.jp>





2018-8月 新規選抜種雄牛

JP5H56682

# ブルームーン マシス ET

(マツセイ×T-バクスター×マリオン)



- ☆ “ソースープ”ファミリーから  
マツセイ息牛デビュー!
- ☆ 乳成分オールプラス! 低い体細胞スコア!
- ☆ 優れた体型改良力!  
特筆される後乳房の高さと幅!



## NTP +2,160

Milk +852kg	決定得点 +1.26
Fat +48kg +0.17%	体貌と骨格 +0.12
SNF +90kg +0.10%	肢蹄 +0.47
Pro +40kg +0.13%	乳用強健性 +0.74
(85%R 34D/29H)	乳器 +1.30
体細胞スコア: 1.72	(72%R 21D/19H)



娘 アパッチデール マシス マーテル  
北海道新得町 (有) 友夢牧場 所有

娘 サザンフォース ムーンリバー コウ  
北海道幕別町 田村 寛興氏 所有



一般社団法人 家畜改良事業団

〒135-0041 東京都江東区冬木 11-17 イシマビル ☎ 03-5621-8911